FANUC Series 0*i*-MC

操作说明书

B-64124CM/01

不得以任何形式对本说明书中的任何部分进行复制。
所有规格和设计如有变化，恕不另行通知。

本说明书尽可能地将系统的全部有关内容描述出来，但是，由于篇幅有限，不可能将全部功能都一一叙述清楚，因此，读者在阅读本说明书时，书中未作特别说明的内容，即可解释为“不可使用”。

安全须知

本节叙述有关使用 CNC 单元的安全预防措施。用户必须遵守这些预防措施以保证配置有 CNC 单元（本节所有叙述都假设为这类配置）的机床的安全操作，这是非常重要的。注意有些预防措施只与一些特定的功能相关，因此对某些 CNC 单元是不适用的。

操作者还必须遵守由机床厂商提供的说明书中说明的与机床有关的安全预防措施。操作者必须在完全熟悉本说明书以及由制造厂商提供的相关说明书的内容后，才能操作机床或编制程序来控制机床。

目录

1. 警告、注意和注的定义…… s-2
2. 一般的警告和注意…… s-3
3. 与编程相关的警告和注意…… s-5
4. 与机床操作相关的警告和注意…… s-7
5. 与日常维护相关的警告…… s-9

1 警告、注意和注的定义

本说明书包含保护用户和防止机床损坏的安全预防措施。这些预防措施根据安全性质分为警告和注意，补充的信息用注来叙述。在操作机床之前请仔细地阅读警告、注意和注。

警告

如果不遵守指定的操作方法或步骤，有可能使用户受到伤害或者同时伤害用户并且损坏设备。

注意

如果不遵守指定的操作方法或步骤，有可能使设备损坏。

注

注用于指出除警告和注意之外的补充信息。

- **请仔细阅读这本说明书，并妥善保管。**

2 一般的警告和注意

警告

1. 零件加工前，一定要首先检查机床的正常运行。加工前，一定要通过试车保证机床正确工作，例如在机床上不装工件和刀具时利用单程序段、进给倍率或机床锁住等检查机床的正确运行。如果未能确认机床动作的正确性，机床有可能发生误动作，从而引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及用户。
2. 操作机床之前，请仔细地检查输入的数据。
   如果指定了不正确的数据操作机床，机床有可能发生误动作，从而引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及用户。
3. 确保指定的进给速度与想要进行的机床操作相适应。通常，每一台机床都有最大许可进给速度。适合的进给速度根据不同的操作而变化。请参阅机床厂家提供的说明书来确定最大的进给速度。如果没有按正确的速度进行操作，机床有可能发生误动作，从而引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及用户。
4. 当使用刀具补偿功能时，请仔细检查补偿方向和补偿量。
   如果指定了不正确的数据操作机床，机床有可能发生误动作，从而引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及用户。
5. CNC 和 PMC 的参数都是机床厂家设置的，通常不需要修改。当必须修改参数的时候，请确保改动参数之前对参数的功能有深入全面的了解。
   如果不能对参数进行正确的设置，机床有可能发生误动作，从而引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及用户。
6. 在机床通电后，CNC 单元尚未出现位置显示或报警画面之前，请不要碰 MDI 面板上的任何键。
   MDI 面板上的有些键专门用于维护和特殊的操作。按下这其中的任何键，可能使 CNC 装置处于非正常状态。在这种状态下启动机床，有可能引起机床的误动作。
7. 随 CNC 单元提供的操作说明书和编程说明书对机床的功能进行了完整的叙述，包括各种选择功能。选择功能随机床而变化。因此，本说明书叙述的某些功能，在一些特殊机床上实际并不适用。如有疑问，请查阅机床说明书。

警告

8. 有些功能是在机床制造商的要求下实现的，当使用这些功能时，请参阅由机床制造商提供的说明书，以了解功能的详细用法和一些相关的注意事项。

注

程序、参数和宏变量存储在 CNC 单元的非易失性存储器中。通常，即使在断电的情况下，这些信息仍被保留。然而这些数据有可能在无意中被删除，或在故障恢复时必须将这些数据从非易失性存储器中删除。
为避免上述的偶然情况，或确保被删除数据能够快速恢复，应备份所有重要数据，并将备份的数据妥善保管。

3 与编程相关的警告和注意

本节包含了与编程相关的安全预防措施。在编程之前，请认真阅读操作说明书和编程说明书，以确保完全熟悉其内容。

警告

1. 坐标系的设定

如果没有设置正确的坐标系，即使指定了正确的指令，机床仍有可能发生误动作。
这种误动作有可能损坏刀具、机床、工件甚至伤害用户。

2. 非线性插补定位

当进行非线性插补定位时（在起点和终点之间，利用非线性运动进行定位），在编程之前请仔细确认刀具路径的正确性。
这种定位包括快速移动，如果刀具和工件发生了碰撞，有可能损坏刀具、机床、工件甚至伤害用户。

3. 旋转轴的功能

当编制极坐标插补或法线方向（垂直）控制程序时，请特别注意旋转轴的转速。不正确的编程有可能导致旋转轴转速过高，此时如果工件安装不牢，那么由于离心力过大会甩出工件从而导致事故。

这样的事故会导致刀具、机床、工件损坏，甚至伤及用户。

4. 英制/公制转换

输入的英制和公制之间转换并不转换例如工件的原点、参数和当前的位置这些数据的测量单位。因此，在启动机床之前，要确定采用何种测量单位。如果试图采用不正确的数据进行操作会导致刀具、机床、工件的损坏，甚至伤及用户。

5. 恒表面切削速度的控制

当进行恒表面切削速度控制的坐标轴逼近工件坐标系原点时，主轴的速度可能变得非常高，因此，有必要指定最大的允许速度。如果指定的最大允许速度不合适，有可能损坏刀具、机床本身、工件甚至伤及用户。

警告

6. 行程检查

在接通机床电源后，需要进行手动返回参考点。在手动回参考点前，行程检查功能不能使用。注意当不能进行行程检查时，即使出现超程，系统也不会发出报警，这可能会造成刀具、机床本身、工件的损坏，甚至伤及用户。

7. 刀架干涉检查

自动运行期间，根据指定的刀具数据执行刀架干涉检查。如果指定的刀具规格和实际使用的刀具规格不同，刀具干涉检查就不能正确执行，那么有可能损坏刀具、机床本身、工件甚至伤及用户。

在接通电源或手工选择了一个刀架后， 通常启动自动运行并且选择使用刀具的刀号。

8. 绝对值/增量值方式

如果用绝对坐标编制的程序在增量方式下运行时，或者反过来，机床有可能发生误动作。

9. 平面选择

在圆弧插补、螺旋插补或固定循环时如果指定的平面不正确，机床有可能发生误动作，请参阅相关功能的详细叙述。

10. 扭矩限制跳转

在使用扭矩限制跳转功能前，必须先使用扭矩限制。如果在没有使用扭矩限制的情况下指定了扭矩限制跳转，将执行移动指令而并不执行跳转。

11. 可编程镜像功能

注意当可编程镜像功能有效时，编程操作将有很大的改变。

12. 补偿功能

如果在补偿功能方式下，指定基于机床坐标系的运动命令或参考点返回命令，补偿就会暂时取消，这可能会引起机床不可预想的动作。

因此在指定以上命令之前，请先取消补偿功能。

4 与机床操作相关的警告和注意

本节说明与机床操作相关的安全预防措施。在操作机床之前，请仔细阅读操作说明书和编程说明书，以确保完全熟悉相关内容。

警告

1. 手动操作

当手动操作机床时，要确定刀具和工件的当前位置并确保正确地指定了运动轴，方向和进给速度。不正确地操作机床有可能造成刀具、机床本身和工件的损坏，甚至伤害用户。

2. 手动返回参考点

接通电源后，请执行手动返回参考点位置。如果没有执行手动返回参考点就操作机床，机床的运动将不可预料。行程检查功能在执行手动返回参考点之前不能执行。机床的误动作有可能造成刀具、机床本身和工件的损坏，甚至伤害用户。

3. 手工数值指令

当发出手动数值指令时，要确定刀具和工件的当前位置并确保正确地指定了运动轴，方向和进给速度，并且确保输入值有效。在指定了无效的数值指令下操作机床有可能造成刀具、机床本身和工件的损坏，甚至伤害用户。

4. 手轮进给

在手轮进给时，在较大的倍率（比如 100）下旋转手轮，刀具和工作台会快速移动。大倍率的手轮移动有可能会造成刀具或机床的损坏，甚至伤及用户。

5. 倍率禁止

在螺纹加工、刚性攻丝或其它攻丝期间，如果倍率被禁止（根据宏变量的规定），速度将不能预测，可能会造成刀具、机床本身和工件的损坏，或者伤害用户。

6. 清除原点/原点预置操作

一般来说，在机床按照程序运行时，不要进行清除原点或原点预置操作。否则，机床有可能出现误动作，这会造成刀具、机床本身的损坏，甚至伤及用户。

警告

7. 工件坐标系偏移

手动干预、机床锁住或镜像可能移动工件坐标系。用程序控制机床运行前，请仔细确认坐标系。用程序控制机床的运行时，如果程序不允许有坐标系移动，任何坐标原点的移动都会使机床产生误动作，造成刀具、机床本身或工件的损坏，甚至伤及用户。

8. 软操作面板和菜单开关

组合使用 MDI 面板、软操作面板和菜单开关，可以指定机床操作面板上没有的操作功能例如方式切换，倍率值改变和手动进给等。
注意：如果对 MDI 面板按键进行了误操作，机床可能会发生误动作，有可能会导致刀具、机床本身和工件的损坏，或伤害用户。

9. 人工干预

如果在机床处于程序运行时进行人工干预，当重新启动程序时，刀具运动轨迹有可能变化。因此，在人工干预后重新启动程序之前，请确认手动绝对值开关，参数和绝对值/增量值命令方式的设定。

10. 进给暂停、倍率和单程序段运行

进给暂停、倍率和单程序段功能可以用系统的用户宏变量#3004 取消，在这种状态下操作机床请一定当心。

11. 空运行

通常，使用空运行来确认机床运行的正确性。在空运行期间，机床以与编程速度不同的空运行速度运动。注意，空运行的速度有时比编程进给速度高。

12. 在 MDI 方式中刀具或刀尖半径的补偿

在 MDI 方式中应特别注意用命令指定的刀具轨迹，这是因为在 MDI 方式中不进行刀具半径或刀尖半径的补偿。当用 MDI 方式输入命令中断处于刀具半径或刀尖半径补偿方式的自动操作时，请在恢复自动运行方式后特别注意刀具的路径。请参阅相关功能的详细叙述。

13. 程序编辑

机床在程序控制下运行时，如果在机床停止后进行加工程序的编辑（修改、插入或删除），此后再次起动机床恢复自动运行，机床将可能发生不可预料的动作。一般来说，当加工程序还在使用时，请不要修改、插入或者删除其中的命令。

5 与日常维护相关的警告

警告

1. 存储器后备电池的更换

只有那些接受过安全和维修培训的人员才可进行该项工作。

当更换电池时，请注意不要触及高压电路（标有⚠并且装有绝缘盖）。

触及裸露的高压线路会遭到极大的电击伤害。

注

CNC 使用电池来保持存储器中的内容，因为当外部电源切断时必须保持诸如程序、偏置和参数等数据。
如果电池电压降低，会在机床的操作面板或屏幕上显示低电压报警。
当出现电池电压低的报警时，请在一个星期之内更换电池，否则 CNC 内存中的内容会丢失。
有关电池更换的详细步骤请参阅操作说明书或者编程说明书的维护部分。

警告

2. 绝对脉冲编码器电池的更换

只有那些接受过安全和维修培训的人员才可以进行该项工作。

当更换电池时，请注意不要触及高压电路（标有⚠并且装有绝缘盖）。

触及裸露的高压线路会遭到极大的电击伤害。

注

绝对脉冲编码器使用电池来保持其绝对位置信息。
如果电池电压降低，会在机床的操作面板或屏幕上显示低电压报警。
当出现电池电压低的报警时，请在一个星期之内更换电池，否则 CNC 内存中的内容会丢失。
有关电池更换的详细步骤请参阅 **FANUC 伺服电机 αi 系列维修说明书**中更换电池步骤的描述。

警告

3. 保险丝的更换

在更换烧断的保险丝之前，请查明并排除保险丝烧断的原因。
基于上述原因，只有那些接受过安全和维修培训的人员可以进行这项工作。

当打开电气柜更换保险丝时，请注意不要触及高压电路（标有⚠并且装有绝缘盖）。

触及裸露的高压线路会遭到电击的伤害。

安全须知…… s-1

I. 概述

1. 概述…… 3

1.1 CNC 机床操作流程…… 6

1.2 阅读本说明书的注意事项…… 8

1.3 各种数据的注意事项…… 8

II. 编程

1. 概述…… 11

1.1 刀具按照工件外形移动——插补…… 12

1.2 进给—进给功能…… 14

1.3 零件图纸和刀具移动…… 15

1.3.1 参考位置（机床的特定位置）…… 15

1.3.2 零件图纸坐标系和 CNC 系统指定的坐标系…… 16

1.3.3 刀具移动指令尺寸的表示方法——绝对值/增量值指令…… 19

1.4 切削速度——主轴速度功能…… 20

1.5 不同加工使用的刀具选择——刀具功能…… 21

1.6 机床操作指令——辅助功能…… 22

1.7 程序结构…… 23

1.8 刀具形状和用程序控制刀具移动…… 26

1.9 刀具移动范围——行程…… 27

2. 控制轴…… 28

2.1 控制轴…… 29

2.2 轴名…… 29

2.3 增量系统…… 30

2.4 最大行程…… 30

3. 预备功能(G 功能)…… 31

4. 插补功能…… 36

4.1 定位（G00）…… 37

4.2 单方向定位（G60）…… 39

4.3 直线插补（G01）…… 41

4.4 圆弧插补（G02，G03）…… 43

4.5 螺旋插补（G02，G03）…… 47

4.6 圆柱插补（G07.1）..... 48
4.7 螺纹切削（G33）..... 51
4.8 跳转功能（G31）..... 53
4.9 高速跳转信号（G31）..... 55
4.10 多重跳转（G31）..... 56
4.11 扭矩极限跳跃（G31 P99）..... 57
5. 进给功能..... 59
5.1 概述..... 60
5.2 快速移动..... 62
5.3 切削进给..... 63
5.4 切削进给速度控制..... 68
5.4.1 准确停止（G09，G61）切削方式（G64）攻丝方式（G63）..... 69
5.4.2 自动拐角倍率..... 70
5.4.2.1 内拐角自动倍率（G62）..... 70
5.4.2.2 内圆弧切削进给速度变化..... 73
5.4.3 自动拐角减速..... 74
5.4.3.1 基于拐角的方法..... 74
5.4.3.2 基于每个轴速度差的方法..... 76
5.5 停刀（G04）..... 78
6. 参考点..... 79
6.1 返回参考点..... 80
7. 坐标系..... 85
7.1 机械坐标系..... 86
7.2 工件坐标系..... 87
7.2.1 设置工件坐标系..... 87
7.2.2 选择工件坐标系..... 88
7.2.3 改变工件坐标系..... 89
7.2.4 工件坐标系预置（G92.1）..... 92
7.2.5 附加工件坐标系（G54.1 或 G54）..... 94
7.3 局部坐标系..... 96
7.4 平面选择..... 98
8. 坐标值与尺寸..... 99
8.1 绝对值编程与增量值编程（G90，G91）..... 100
8.2 极坐标指令（G15，G16）..... 101
8.3 英制/公制转换（G20，G21）..... 104
8.4 小数点编程..... 105
9. 主轴速度功能（S 功能）..... 106
9.1 用代码指定主轴速度..... 107
9.2 直接指定主轴速度值（S5 位数指令）..... 107
9.3 恒表面切削速度控制(G96,G97)..... 108

10. 刀具功能(T 功能)..... 111
10.1 刀具选择功能..... 112
10.2 刀具寿命管理功能..... 113
10.2.1 刀具寿命管理数据..... 114
10.2.2 刀具寿命管理数据的存储、修改和删除..... 115
10.2.3 加工程序中的刀具寿命管理指令..... 118
10.2.4 刀具寿命..... 121
11. 辅助功能..... 122
11.1 辅助功能（M 功能）..... 123
11.2 一个程序段中有多个 M 指令..... 124
11.3 第二辅助功能(B 代码)..... 125
12. 程序结构..... 126
12.1 程序部分以外的程序组成部分..... 128
12.2 程序部分的构成..... 131
12.3 子程序（M98，M99）..... 137
13. 简化编程功能..... 141
13.1 固定循环..... 142
13.1.1 高速排屑钻孔循环（G73）..... 146
13.1.2 左旋攻丝循环（G74）..... 148
13.1.3 精镗循环（G76）..... 150
13.1.4 钻孔循环，点钻循环（G81）..... 152
13.1.5 钻孔循环，锪镗循环（G82）..... 154
13.1.6 排屑钻孔循环（G83）..... 156
13.1.7 小孔排屑钻孔循环（G83）..... 158
13.1.8 攻丝循环(G84)..... 162
13.1.9 镗孔循环（G85）..... 164
13.1.10 镗孔循环（G86）..... 166
13.1.11 背镗孔循环（G87）..... 168
13.1.12 镗孔循环（G88）..... 170
13.1.13 镗孔循环（G89）..... 172
13.1.14 固定循环取消（G80）..... 174
13.2 刚性攻丝..... 177
13.2.1 刚性攻丝（G84）..... 178
13.2.2 左旋刚性攻丝循环（G74）..... 181
13.2.3 排屑刚性攻丝循环（G84 或 G74）..... 184
13.2.4 固定循环取消（G80）..... 186
13.3 固定磨削循环（磨床）..... 187
13.3.1 切入式磨削循环（G75）..... 188
13.3.2 直接固定尺寸切入式磨削循环（G77）..... 190
13.3.3 连续进给平面磨削循环（G78）..... 192
13.3.4 断续进给平面磨削循环（G79）..... 194
13.4 连续修正砂轮磨削补偿（磨床）..... 196
13.5 沿工作台摆动终点的Y轴和Z轴的横向进磨(磨床)..... 198
13.6 任意角度倒角/拐角圆弧..... 199
13.7 外部操作功能（G81）..... 202

13.8 分度工作台的分度功能 203
14. 刀具补偿功能 206
14.1 刀具长度偏置（G43、G44、G49） 207
14.1.1 概述 207
14.1.2 刀具长度偏置方式中的 G53、G28 和 G30 指令 212
14.2 自动刀具长度测量（G37） 215
14.3 刀具偏置（G45—G48） 219
14.4 刀具半径补偿 C （G40-G42） 224
14.5 刀具半径补偿 C 的详细说明 230
14.5.1 概述 230
14.5.2 起刀时的刀具移动 231
14.5.3 偏置方式中的刀具移动 235
14.5.4 偏置取消方式中的刀具移动 249
14.5.5 干涉检查 255
14.5.6 刀具半径补偿产生的过切 260
14.5.7 由 MDI 输入指令 263
14.5.8 刀具半径补偿 C 方式中的 G53、G28、G30 和 G29 指令 264
14.5.9 拐角圆弧插补（G39） 283
14.6 刀具补偿值、补偿号和用程序输入补偿值（G10） 285
14.7 比例缩放（G50、G51） 287
14.8 坐标系旋转（G68、G69） 292
14.9 法线方向控制（G40.1、G41.1、G42.1 或 G150、G151、G152） 298
14.10 可编程镜像(G50.1、G51.1) 303
15. 用户宏程序 305
15.1 变量 306
15.2 系统变量 309
15.3 算术和逻辑运算 317
15.4 宏程序语句和 NC 语句 322
15.5 转移和循环 323
15.5.1 无条件转移（GOTO 语句） 323
15.5.2 条件转移（IF 语句） 323
15.5.3 循环（WHILE 语句） 325
15.6 宏程序调用 328
15.6.1 非模态调用（G65） 329
15.6.2 模态调用（G66） 333
15.6.3 用 G 代码调用宏程序 335
15.6.4 用 M 代码调用宏程序 336
15.6.5 用 M 代码调用子程序 337
15.6.6 用 T 代码调用子程序 338
15.6.7 示例程序 339
15.7 宏程序语句的处理 341
15.7.1 NC 语句和宏程序的执行顺序 341
15.7.2 使用系统变量时的注意事项 343
15.8 用户宏程序的存储 346
15.9 限制 347

15.10 外部输出指令 348
15.11 中断型用户宏程序 352
15.11.1 指定方法说明 353
15.11.2 功能的详细说明 354
16. 格式数据输入功能 362
16.1 显示格式名菜单 363
16.2 格式数据显示 367
16.3 格式数据输入功能的字符和代码 371
17. 可编程参数输入（G10） 373
18. 使用 FS10/11 纸带格式的存储器运行 375
19. 高速切削功能 376
19.1 根据圆弧半径箝制进给速度 377
19.2 先行控制（G08） 378
19.3 AI 先行控制 / AI 轮廓控制 380
19.4 插补前钟型加速 / 减速时间常数变更功能 398
20. 轴控制功能 402
20.1 简易同步控制 403
20.2 旋转轴的循环功能 406
20.3 串联控制 407
20.4 斜轴控制 408

III. 操作

1. 概述 413
1.1 手动操作 414
1.2 用程序移动刀具——自动运行 416
1.3 自动运行 417
1.4 程序检查 419
1.4.1 运行机床进行检查 419
1.4.2 如何在不运行机床的情况下观察位置显示的变化 420
1.5 编辑零件加工程序 421
1.6 显示和设置数据 422
1.7 显示 425
1.7.1 程序显示 425
1.7.2 当前位置显示 426
1.7.3 报警显示 426
1.7.4 零件数的显示、运行时间的显示 427
1.7.5 图形显示 427
1.8 数据的输入/输出 428
2. 操作设备 429
2.1 设置和显示单元 430
2.1.1 7.2″单色 / 8.4″彩色 LCD/MDI 单元(横形) 431
2.1.2 7.2″单色 / 8.4″彩色 LCD/MDI 单元(竖形) 432
2.1.3 MDI 键的位置(横形 LCD/MDI 单元) 433
2.1.4 MDI 键的位置(竖形 LCD/MDI 单元) 434

2.2 键盘的详细说明 435
2.3 功能键和软键 437
2.3.1 一般的屏幕操作 437
2.3.2 功能键 438
2.3.3 软键 439
2.3.4 键盘输入和输入缓冲区 455
2.3.5 报警信息 456
2.4 外部 I/O 设备 457
2.4.1 FANUC 手持文件盒 459
2.5 电源通/断 460
2.5.1 通电 460
2.5.2 通电后的屏幕显示 461
2.5.3 断电 462
3. 手动操作 463
3.1 手动返回参考点 464
3.2 手动连续进给 (JOG) 466
3.3 增量进给 468
3.4 手轮进给 469
3.5 手动绝对值开/关 472
4. 自动运行 477
4.1 存储器运行 478
4.2 MDI 运行 481
4.3 DNC 运行 485
4.4 程序的重新启动 488
4.5 作业调度功能 495
4.6 子程序调用功能（M198） 500
4.7 手轮中断 502
4.8 镜像 505
4.9 手动干预和返回 507
4.10 利用存储卡进行 DNC 操作 509
5. 程序检查 514
5.1 机床锁住和辅助功能锁住 515
5.2 进给倍率 517
5.3 快速移动倍率 518
5.4 空运行 519
5.5 单程序段 520
6. 安全功能 522
6.1 紧急停止 523
6.2 超程 524
6.3 存储式行程检查 525
6.4 移动前的冲程极限检查 529

7. 报警和自诊断功能 532
7.1 报警显示 533
7.2 报警履历显示 535
7.3 通过自诊断画面检查 536
8. 数据的输入/输出 539
8.1 文件 540
8.2 文件查找 542
8.3 文件删除 544
8.4 程序的输入/输出 545
8.4.1 输入程序 545
8.4.2 输出程序 548
8.5 偏置数据的输入/输出 550
8.5.1 输入偏置数据 550
8.5.2 输出偏置数据 551
8.6 参数和螺距误差补偿数据的输入/输出 552
8.6.1 输入参数 552
8.6.2 输出参数 553
8.6.3 输入螺距误差补偿值 554
8.6.4 输出螺距误差补偿值 555
8.7 用户宏程序的公共变量的输入/输出 556
8.7.1 用户宏程序公共变量的输入 556
8.7.2 用户宏程序公共变量的输出 557
8.8 软盘中目录的显示 558
8.8.1 显示目录 559
8.8.2 读入文件 562
8.8.3 输出程序 563
8.8.4 删除文件 564
8.9 输出指定组的程序清单 566
8.10 ALL IO 画面下数据的输入/输出 567
8.10.1 与输入/输出相关的参数的设定 568
8.10.2 程序的输入/输出 569
8.10.3 参数的输入/输出 574
8.10.4 偏置数据的输入/输出 576
8.10.5 用户宏程序公共变量的输出 578
8.10.6 软盘文件的输入/输出 579
8.11 利用存储卡输入/输出数据 584
9. 编辑程序 596
9.1 字的插入、替换和删除 597
9.1.1 字的检索 598
9.1.2 跳到程序头 600
9.1.3 字的插入 601
9.1.4 字的替换 602
9.1.5 字的删除 603
9.2 程序段的删除 604

9.2.1 删除一个程序段 ... 604
9.2.2 删除多个程序段 ... 605
9.3 程序号检索 ... 606
9.4 顺序号检索 ... 607
9.5 程序的删除 ... 609
9.5.1 删除一个程序 ... 609
9.5.2 删除所有程序 ... 609
9.5.3 删除指定范围内的多个程序 ... 610
9.6 扩展零件程序的编辑功能 ... 611
9.6.1 拷贝一个完整程序 ... 612
9.6.2 拷贝程序的一部分 ... 613
9.6.3 移动程序的一部分 ... 614
9.6.4 合并程序 ... 615
9.6.5 拷贝、移动和合并的补充说明 ... 616
9.6.6 字和地址的替换 ... 618
9.7 用户宏程序的编辑 ... 620
9.8 背景编辑 ... 621
9.9 口令功能 ... 622

10. 创建程序 ... 624

10.1 用 MDI 面板创建程序 ... 625
10.2 顺序号的自动插入 ... 626
10.3 在示教方式中创建程序（录返） ... 628
10.4 图形会话编程功能 ... 631

11. 数据的设定和显示 ... 635

11.1 按下功能键 [POS] 的画面显示 ... 643
11.1.1 工件坐标系中的位置显示 ... 644
11.1.2 相对坐标系中的位置显示 ... 645
11.1.3 综合位置显示 ... 647
11.1.4 预置工件坐标系 ... 648
11.1.5 实际进给速度显示 ... 649
11.1.6 运行时间和零件数的显示 ... 651
11.1.7 操作监控显示画面 ... 652
11.2 按下功能键 [PROG] 的屏幕显示
（在 MEMORY 方式或 MDI 方式中） ... 654
11.2.1 程序内容显示 ... 655
11.2.2 当前程序段显示画面 ... 656
11.2.3 下一程序段显示画面 ... 657
11.2.4 程序检查画面 ... 658
11.2.5 MDI 操作的程序画面 ... 659
11.3 按下功能键 [PROG] 的画面显示（在 EDIT 方式中） ... 660
11.3.1 显示使用的内存和程序清单 ... 660
11.3.2 显示指定组的程序清单 ... 663
11.4 按下功能键 [OFFSET SETTING] 的画面显示 ... **666**
11.4.1 设定和显示刀具偏置值 ... 667
11.4.2 刀具长度的测量 ... 669
11.4.3 显示和输入设置（SETTING）数据 ... 671
11.4.4 顺序号比较和停止 ... 673
11.4.5 显示和设定运行时间、工件数和时间 ... 675

11.4.6 显示和设定工件原点偏移值 677
11.4.7 工件原点偏移测量值的直接输入 678
11.4.8 显示和设定用户宏程序公共变量 680
11.4.9 显示格式数据和格式菜单 681
11.4.10 显示和设定软操作面板 683
11.4.11 显示和设定刀具寿命管理数据 685
11.4.12 显示和设定扩展的刀具寿命管理 688
11.5 按下功能键 SYSTEM 的画面显示 **693**
11.5.1 参数的显示和设定 694
11.5.2 螺距误差补偿数据的显示和设定 696
11.6 显示程序号、顺序号及数据设定或输入/输出操作的警告信息和状态 699
11.6.1 程序号和顺序号的显示 699
11.6.2 CNC 的状态和数据设定或输入/输出操作的报警信息显示 700
11.7 按下功能键 MESSAGE 的画面显示 **702**
11.7.1 外部操作信息显示 702
11.8 清屏 704
11.8.1 清除屏幕显示 704
11.8.2 自动清除屏幕显示 705
12. 图形功能 706
12.1 图形显示 707
12.2 动态图形显示 713
12.2.1 刀具轨迹绘制 713
12.2.2 实体图形 722
13. 帮助功能 734
14. 屏幕硬拷贝 739

Ⅳ. 编程引导 0i

1. 编程引导 0i 745

1.1 概述 746
1.2 前言 747
1.3 编制程序 748
1.3.1 启动 748
1.3.2 启动 749
1.3.3 创建新的零件加工程序 750
1.3.4 工艺帮助 752
1.3.5 G 代码帮助 754
1.3.6 M 代码帮助 757
1.4 固定加工循环 759
1.4.1 操作 760
1.4.2 各固定循环的数据 762
1.5 轮廓编程 777

1.5.1 轮廓编程的操作 778
1.5.2 轮廓图形数据详述 787
1.5.3 轮廓计算详述 789
1.5.4 辅助计算详述 800
1.5.5 其它 810
1.6 参数 812
1.7 报警 813

V. 维护

1. 电池的更换方法 817
1.1 用于CNC控制单元的存储器备份的电池(DC3V) 818
1.2 分离型绝对脉冲编码器的电池(6VDC) 822
1.3 电机内置绝对脉冲编码器的电池(6VD) 824

附录

A. 纸带代码表 827
B. 功能和纸带格式表 830
C. 指令值范围 836
D. 图解计算 839
D.1 不精确的螺纹长度 840
D.2 不精确螺纹长度的简单计算 842
D.3 拐角处的刀具路径 844
D.4 圆弧切削的径向误差 847
E. 通电、清除和复位时的状态 848
F. 字符-代码对应表 850
G. 报警表 851

I. 概述

1 概述

关于本说明书

本说明书由以下几部分构成：

I. 概述

叙述了章节的组成、可用的系统型号、相关的说明书和阅读本说明书的注意事项。

II..编程

叙述了每个功能：用 NC 语言进行编程的指令格式、特性和限制。当用会话式自动编程功能生成程序时，请参阅会话式自动编程功能说明书（表 1）。

III.操作

叙述了机床的手动操作和自动运行、输入/输出数据和编辑程序的方法。

IV. 编程引导 0*i*

叙述了编程引导 0*i* 的详细内容，以及如何使用编程引导 0*i* 的方法。

V. 维护

叙述了更换电池的方法。

附录

列出了纸带代码表、有效数据范围和错误代码表。

本说明书叙述的一些功能在有些产品中不适用。具体情况请参阅规格说明书（B-64112EN）。

本说明书没有详尽地叙述参数。有关参数的详细情况请参阅参数说明书（B-64120CM）。

本说明书叙述了所有的选择功能。请按机床制造厂商编写的说明书查寻所使用系统的选择功能。

本说明书用于以下数控系统，其简称如下：

类型名	简称	
FANUC Series 0*i*-MC	0*i*-MC	0*i* 系列

符号

本说明书用了如下的符号：

- **IP_**：表示例如 X_ Y_ Z 轴的组合（用在编程中）。
- **；** ：表示一个程序段的结束。它实际上就是 ISO 代码的 LF 或 EIA 代码的 CR。

0i-C0i Mate-C 系列相关的说明书 下表中显示了与 0i-C 系列 0i Mate-C 系列有关的说明书。在表中，本说明书用星号（*）标记。

说明书名称	规格	
规格说明书	B-64112EN	
连接说明书（硬件）	B-64113EN	
连接说明书（功能）	B-64113EN-1	
0*i*-TC 系列操作说明书	B-64114CM	
0*i*-MC 系列操作说明书	B-64124CM	*
0*i* Mate-TC 系列操作说明书	B-64134CM	
0*i* Mate-MC 系列操作说明书	B-64144CM	
维修说明书	B-64115CM	
参数说明书	B-64120CM	
编程说明书		
宏程序编译器和宏程序执行器编程说明书	B-61803E-1	
FANUC 宏编译器（个人计算机）编程说明书	B-66102E	
PMC		
PMC 梯形图语言编程说明书	B-61863E	
PMC C 语言编程说明书	B-61863E-1	
PMC（SB7）梯形图语言编程补充说明书	B-61863E-2	
网络		
PROFIBUS-DP 板操作说明书	B-62924EN	
以太网板/数据服务器板操作说明书	B-63354EN	
快速以太网板/快速数据服务器操作说明书	B-63644EN	
DeviceNet 板操作说明书	B-63404E	
开放式 CNC （OPEN CNC）		
FANUC 开放式 CNC 操作说明书基本操作软件包 1 (Windows 95/NT)	B-62994EN	
FANUC 开放式 CNC 操作说明书 (DNC 操作管理软件包)	B-63214EN	

有关伺服电机αis/αi/βis系列的说明书

有关αis/αi/βis 系列伺服电机的说明书

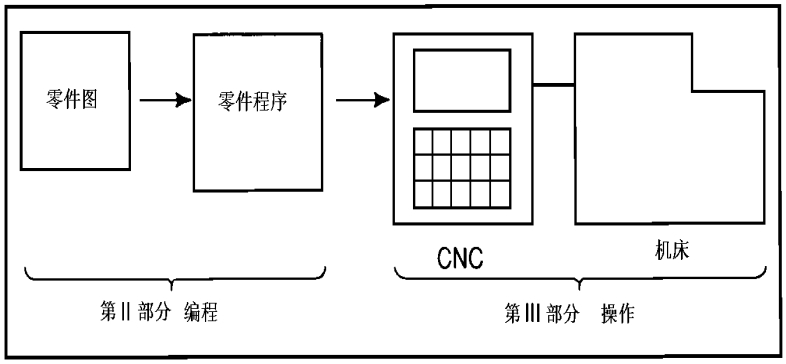
说明书名称	规格号
FANUC αis/αi 系列交流伺服电机 规格说明书	B-65262EN
FANUC βis 系列交流伺服电机 规格说明书	B-65302EN
FANUC αis/αi/βis 系列交流伺服电机 参数说明书	B-65270EN
FANUC αi 系列交流主轴电机 规格说明书	B-65272EN
FANUC βi 系列交流主轴电机 规格说明书	B-65312EN
FANUC αi/βi 系列交流主轴电机 参数说明书	B-65280EN
FANUC αi 系列伺服放大器 规格说明书	B-65282EN
FANUC βi 系列伺服放大器 规格说明书	B-65322EN
FANUC αis/αi 系列伺服电机 FANUC αi 系列交流主轴电机 FANUC αi 系列伺服放大器 维修说明书	B-65285EN
FANUC βis 系列伺服电机 FANUC βi 系列交流主轴电机 FANUC βi 系列伺服放大器 维修说明书	B-65325EN

1.1 CNC 机床操作流程

当用 CNC 机床加工零件时，首先要编写程序，然后用程序操作 CNC 机床。

1） 首先，根据零件图编写 CNC 机床用的程序。
如何编写程序，在第 II 部分“编程”中作了详尽的叙述。

2） 程序被读进 CNC 系统中。然后，在机床上安装工件和刀具，并且根据程序运行刀具。最后，实际进行加工。
如何操作 CNC 系统，在第 III 部分“操作”中作了详尽的叙述。



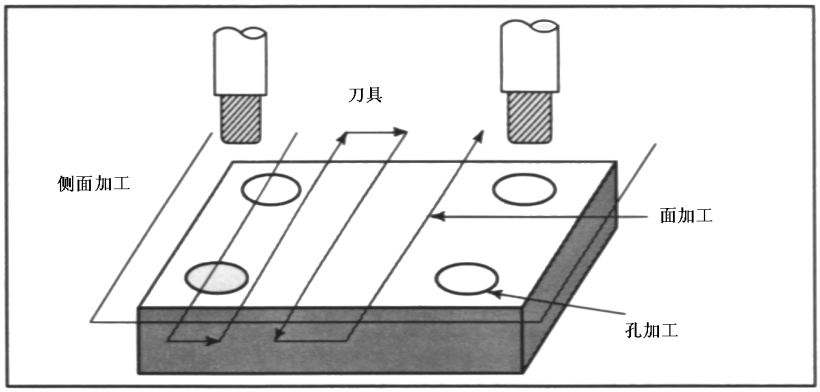
在实际编程前，应制定如何加工零件的加工计划。

加工计划

1. 确定工件加工的范围
2. 在机床上安装工件的方法
3. 每个加工过程的加工顺序
4. 刀具和加工

决定每道工序的加工方法。

加工工序 / 加工方法	1 进给切削	2 侧面加工	3 孔加工
1. 加工方法 ：粗加工 半精加工 精加工			
2.加工刀具			
3.加工条件 ：进给速度 切削深度			
4.刀具路径			



对于每次加工，应根据工件图来准备刀具路径程序和加工条件。

1.2 阅读本说明书的注意事项

注意

1 数控机床系统的功能不仅取决于 CNC，而且取决于机床、强电柜、伺服系统、CNC 以及操作面板等的组合。要说明全部组合的功能、编程和操作是非常困难的。本说明书仅从 CNC 的角度对这些内容予以说明。因此，要详细了解具体的数控机床，应首先阅读机床制造商提供的说明书。

2 把标题放置在左边以便读者能够容易找到必要的信息。通过这些标题检索必要的信息，可以使读者节省时间。

3 本说明书尽可能地根据各种可能的条件叙述机床上可执行的各种功能；但是不可能叙述每种功能、选择和指令的全部组合。
书中没有叙述的操作组合，请不要使用。

1.3 各种数据的注意事项

注意

加工程序、参数、变量等，都存储在 CNC 单元内部的非易失性存储器中。通常，这些内容不会因为接通/断开电源而丢失。然而，有可能因为误操作而删除了原先存储在非易失性存储器中的数据。为了在发生这种事故后能迅速恢复数据，建议预先将各种数据加以备份。

II.编程

1 概述

1.1 刀具沿工件外形移动—插补

加工时刀具沿构成工件形状的直线和圆弧移动（见Ⅱ-4 部分）。

说明

刀具沿直线和圆弧移动的功能称为插补。

- **刀具沿直线移动**

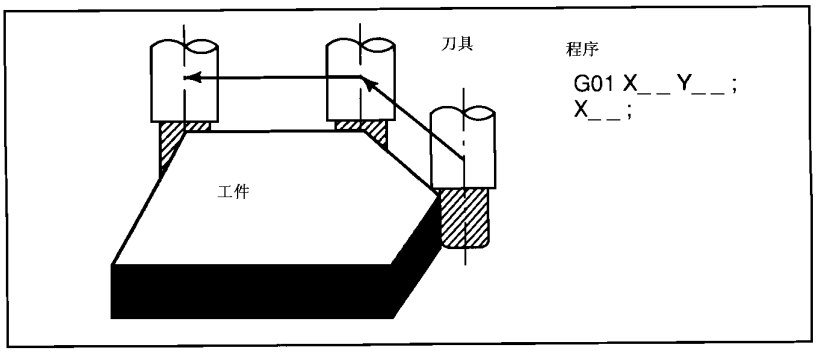


图 1.1(a) 刀具沿直线移动

- **刀具沿圆弧移动**

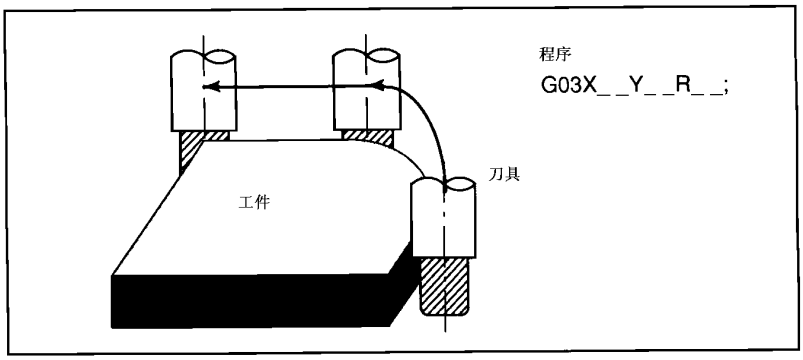


图 1.1(b) 刀具沿圆弧移动

编程的指令 G01、G02、…称为预备功能并指定在控制单元中执行的插补类型。

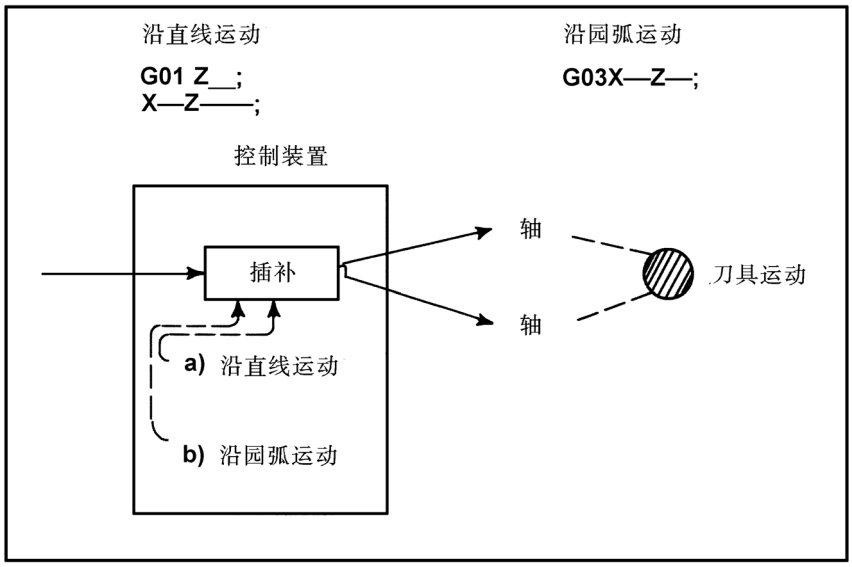


图 1.1(c) 插补功能

注
某些机床是工作台移动而不是刀具移动，但在本说明书中假定刀具相对于工件移动。

1.2 进给—进给功能

为切削工件，刀具以指定速度移动称为进给。

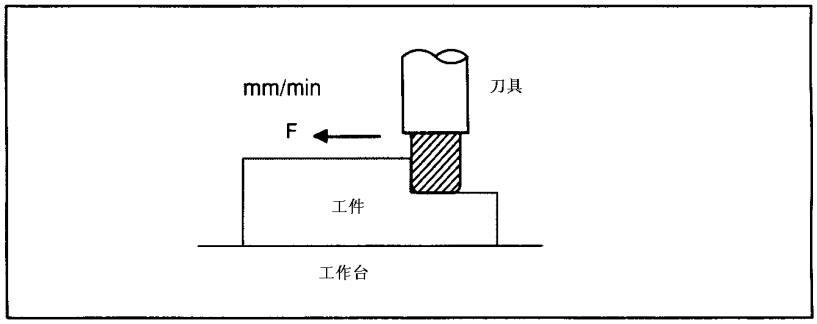


图 1.2 进给功能

可以用实际数值指定进给速度。如，使刀具以 150mm/min 的速度进给移动，在程序中指定如下：

F150.0

指定进给速度的功能称为进给功能（参照Ⅱ-5 部分）。

1.3 零件图纸和刀具移动

1.3.1 参考点

（机床上的特定位置）

一台数控机床设定一个特定位置。通常，在这个位置进行换刀和设定编程的绝对零点。这个位置称为参考位置（点）。

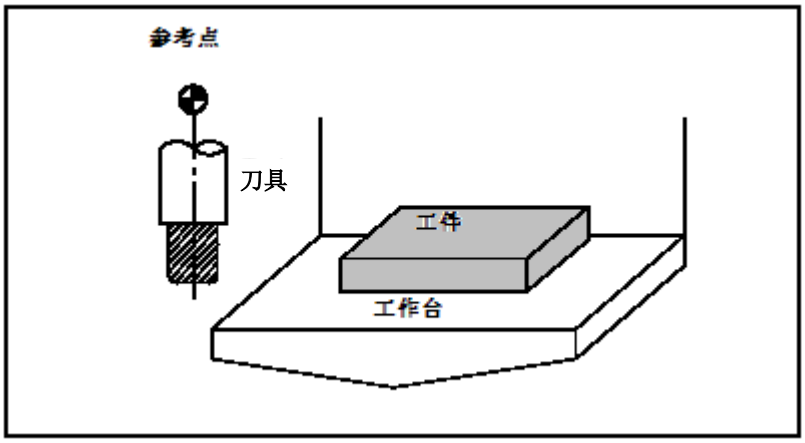


图 1.3.1 参考点

说明

把刀具移动到参考点，有以下两种方法：

（1）手动回参考点（见Ⅲ-3.1 部分）

操作手动按扭完成返回参考点。

（2）自动返回参考点（见Ⅱ-6 部分）

通常在接通电源后，首先执行手动返回参考点。然后，用自动返回参考点功能，将刀具移动到参考点进行换刀。

1.3.2 零件图纸坐标系和 CNC 系统指定的坐标系

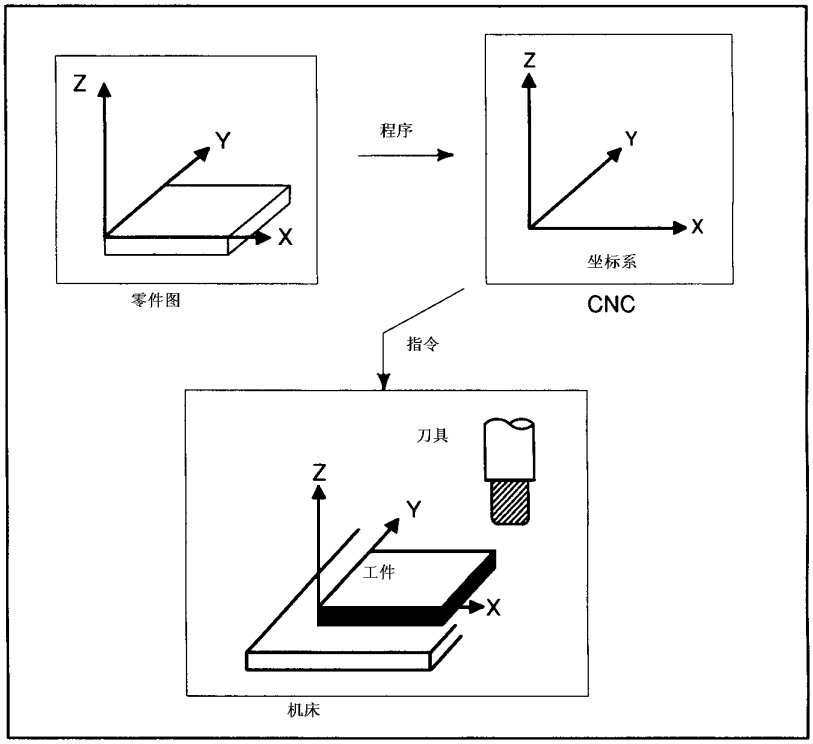


图 1.3.2(a) 坐标系

说明

- **坐标系**

下面两个坐标系被指定在不同位置（见Ⅱ-7 部分）：

（1）零件图纸上的坐标系

在零件图纸上设定坐标系。该坐标系上的坐标值用作编程数据。

（2）由 CNC 设定的坐标系

该坐标系在实际机床工作台上设定。用程序编制从刀具的当前位置到要设定坐标系的零点的距离设定该坐标系。

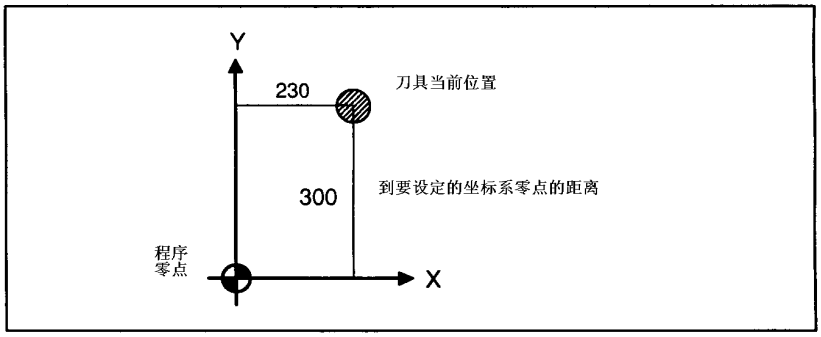


图 1.3.2(b) 由 CNC 设定的坐标系

将工件安装在工作台上后，就决定了这两个坐标系间的位置关系。

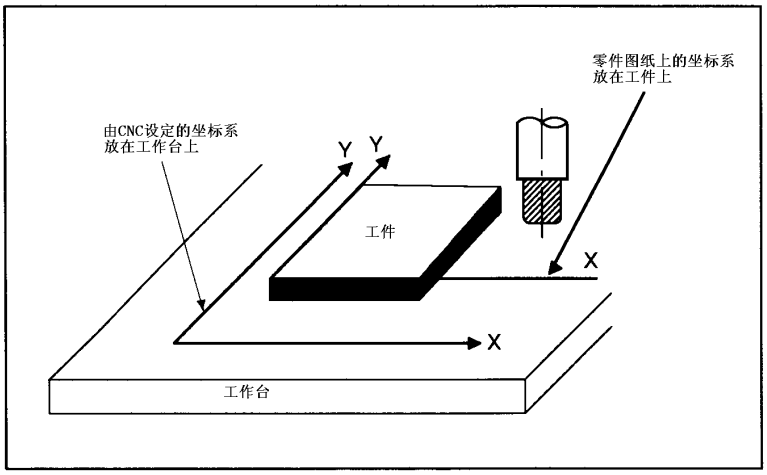


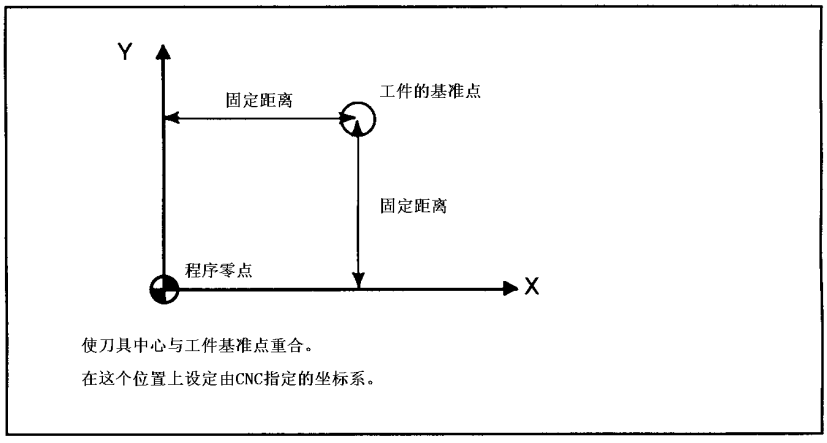
图 1.3.2(c) 由 CNC 设定的坐标系和零件图纸坐标系

按照零件图纸坐标系编制的程序指令，刀具在 CNC 设定的坐标系中移动，把工件加工成图纸指定的形状。
因此，为了正确地把工件加工成图纸指定的形状，两个坐标系必须设在同一位置。

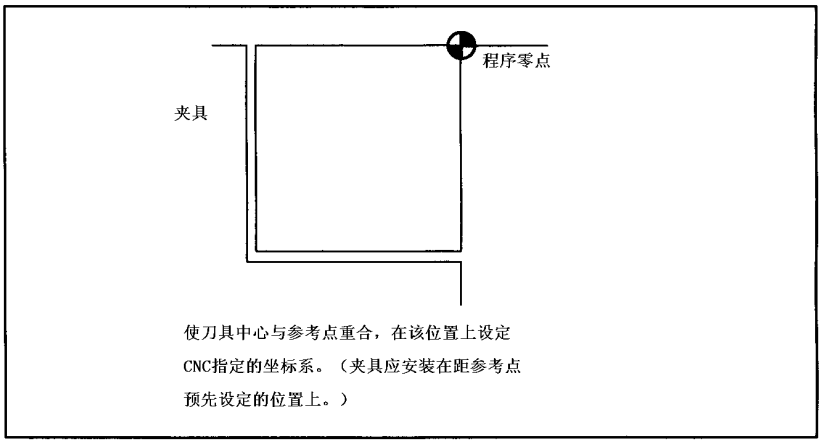
- **两个坐标系设在同一位置的方法**

根据零件形状、加工数量可以使用简单的方法把两个坐标系设在同一位置。

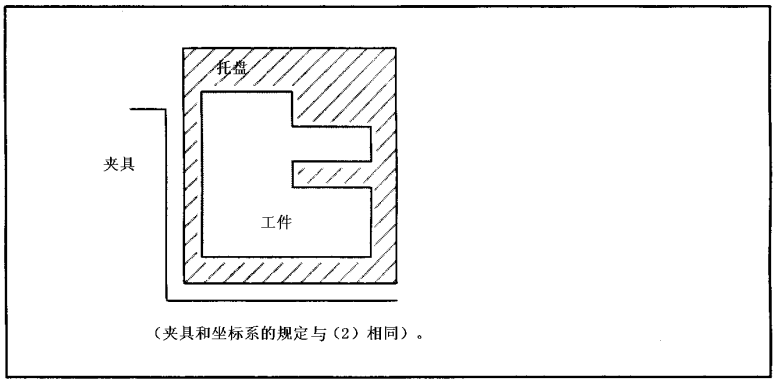
（1）使用工件的基准面和基准点。



（2）把工件直接安装在夹具上



（3）把工件装在托盘上，然后把工件和托盘一起装在夹具上。



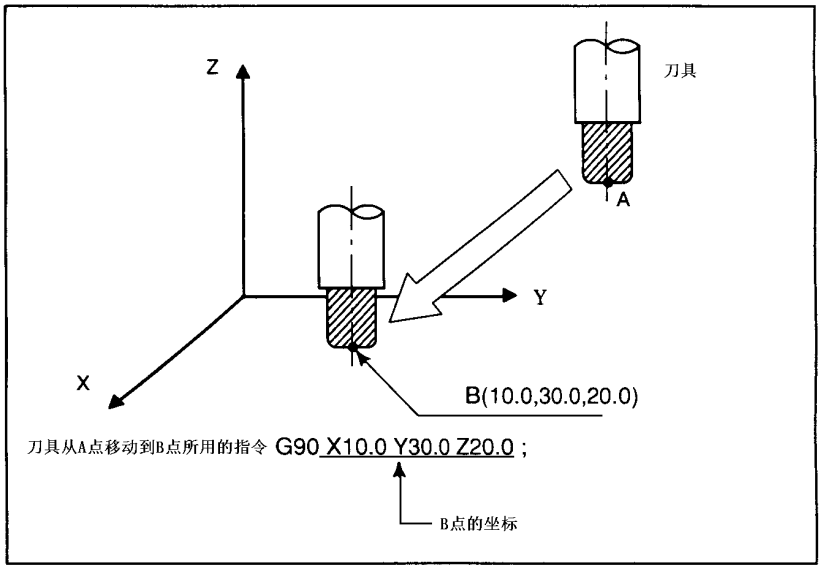
1.3.3
刀具移动指令尺寸的表示方法
—绝对值/增量值指令

说明

移动刀具的指令可以用绝对值或增量值表示（见Ⅱ-8.1 部分）。

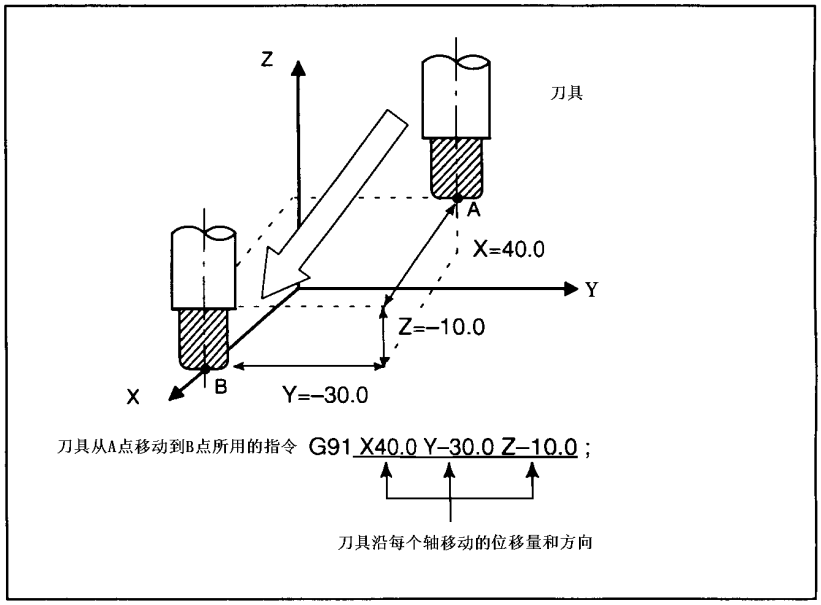
● 绝对值指令

绝对值指令是刀具移动到“距坐标系零点某一距离”的点，即刀具移动到坐标值的位置。



● 增量值指令

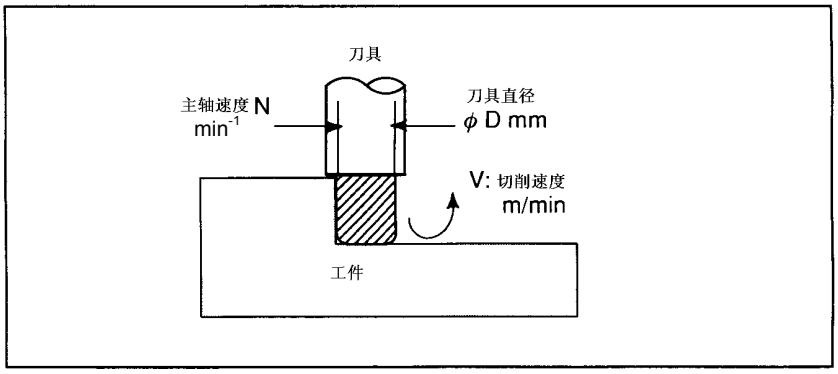
指令刀具从前一个位置移动到下一个位置的位移量。



1.4 切削速度— 主轴速度功能

切削工件时刀具相对于工件的速度称为切削速度。

对于 CNC，切削速度可用主轴速度（以 min^{-1} 为单位）指令。



例

〈假设用直径 100mm 的刀具，以 80m/min 的切削速度加工工件时。〉

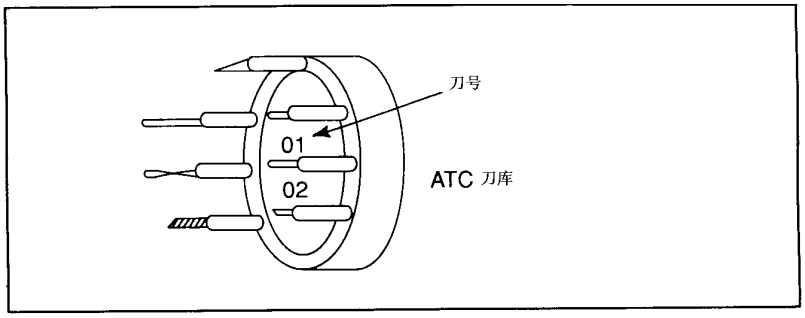
由 N=1000v/πD 计算得到主轴速度约为 $250min^{-1}$。因此要求下面的指令：

S250；

主轴速度的指令称为主轴速度功能（见Ⅱ-9 部分）。

1.5 不同加工使用的刀具选择—刀具功能

当进行钻孔、攻丝、镗孔、铣削等加工时，必须选择适当的刀具。给每把刀具赋给一个编号，在程序中指令不同的编号时，就选择相应的刀具。



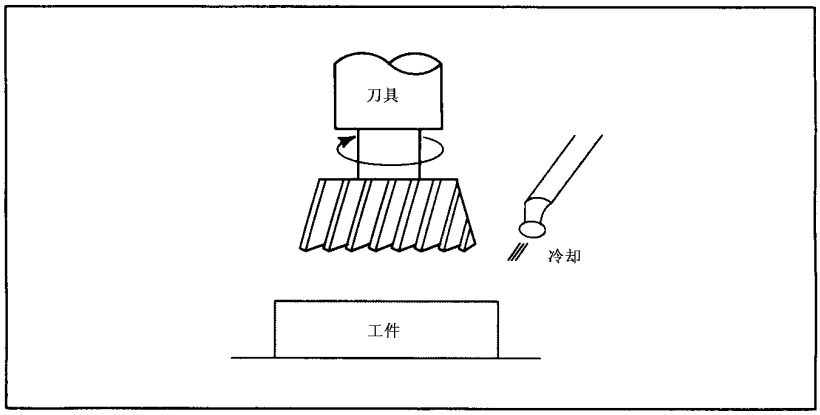
例

〈当把 01 号赋给钻头时〉

当这把刀具放在 ATC 的 01 号位时, 通过指令 T01 可以选择这把刀具。该功能称为刀具功能(见Ⅱ-10 部分)。

1.6 机床操作指令—辅助功能

当开始实际加工时，需要旋转主轴并供给冷却液。为此，需要控制主轴电机和冷却泵的启动停止操作。



指令机床部件的启停操作的功能称为辅助功能。通常，该功能用 M 代码指令（参照Ⅱ-11 部分）。

例如，当指令 M03 时，主轴以指令的主轴速度按顺时针方向旋转。

1.7 程序结构

为运行机床而送到 CNC 的一组指令称为程序。按照指定的指令，刀具沿着直线或圆弧移动，主轴电机按照指令旋转或停止。

在程序中，以刀具实际移动的顺序来指定指令。

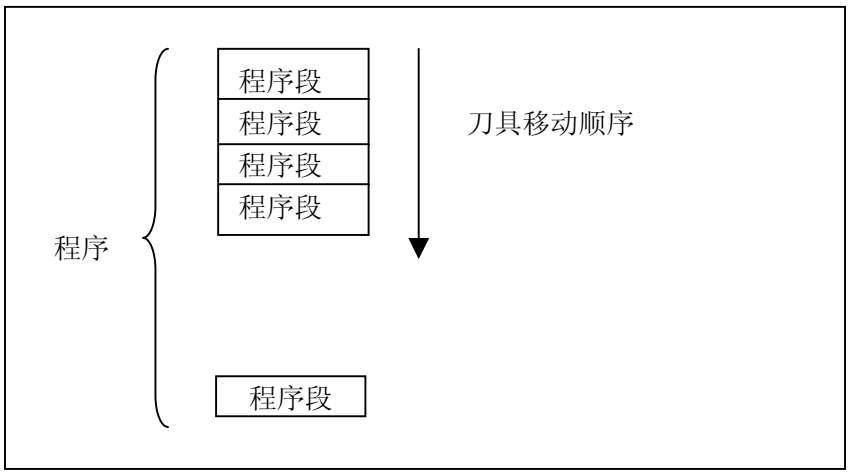


图 1.7(a) 程序结构

一组单步的顺序指令称为程序段。程序是由一系列加工的单组程序段组成的。用于区分每个程序段的号码称为顺序号, 用于区分每个程序的号码称为程序号(见 II-12 部分)。

说明

程序段和程序的结构如下所示。

● 程序段

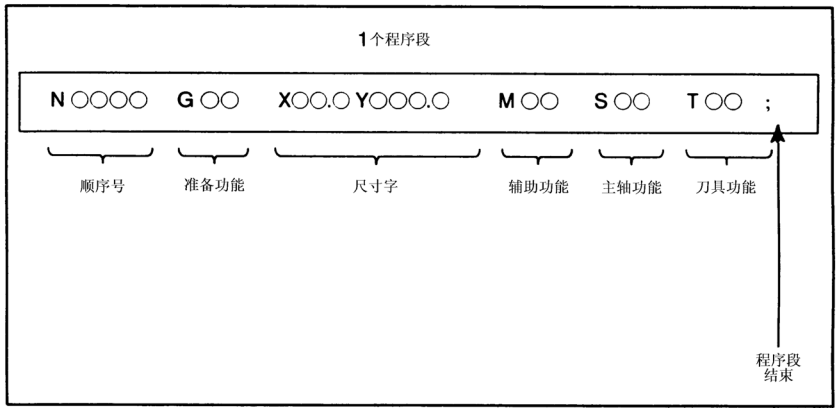


图 1.7(b) 程序段结构

一个程序段用识别程序段的顺序号开始，而以程序段结束代码结束。本说明书用 **；** 表示程序段结束代码（在 ISO 代码中为 LF，而在 EIA 代码中为 CR）。

预备功能决定了尺寸字的内容。在本说明书中，尺寸字部分用 **IP_**表示。

● 程序

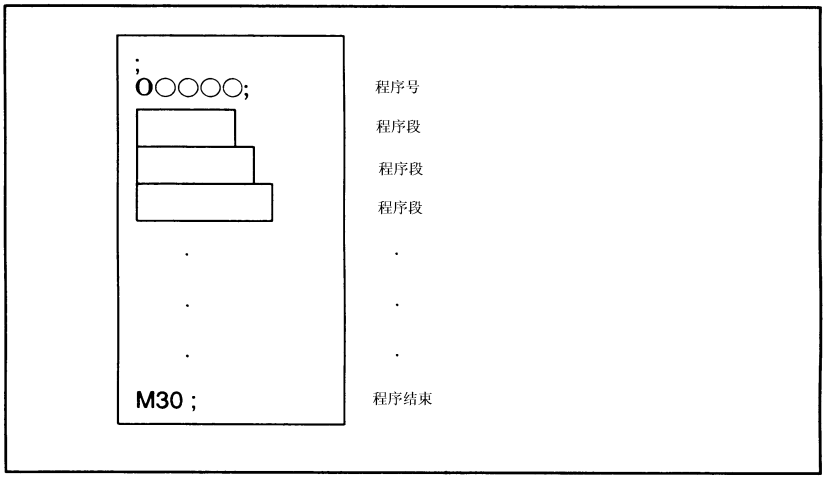
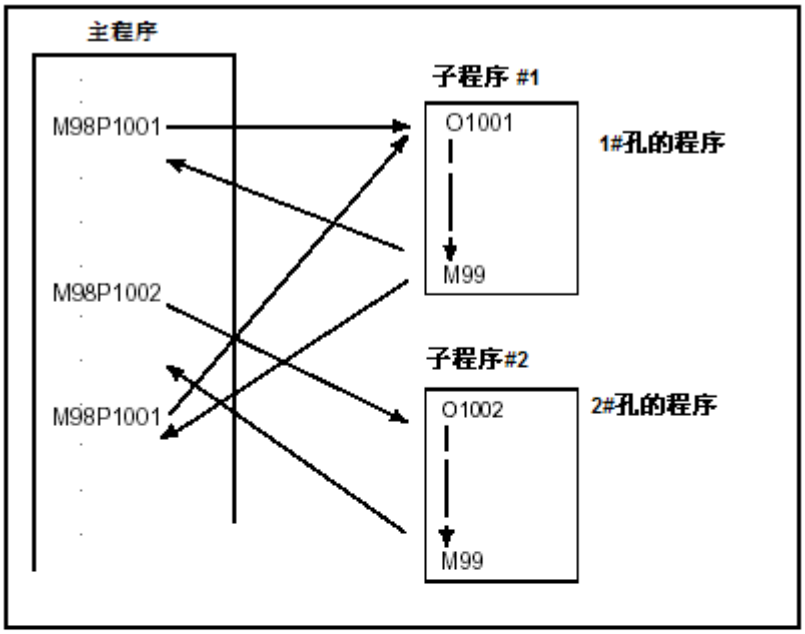


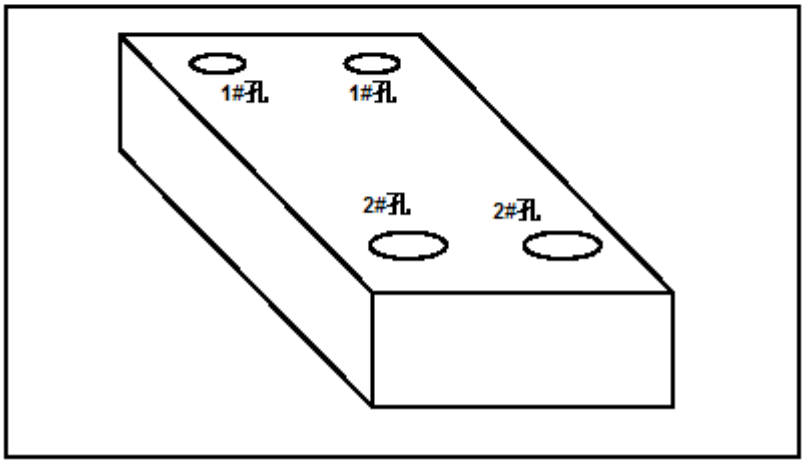
图 1.7(c) 程序结构

通常，在程序段结束代码（；）之后的程序开头指定程序号，在程序的结尾指定程序结束代码（M02 或 M30）。

●主程序和子程序

当在程序中多次出现相同的加工模式时，可把这个模式编成一个程序。该程序称为子程序。原来的程序称为主程序。在主程序执行期间出现子程序执行指令时，就执行子程序的指令。当子程序执行完时，返回主程序继续执行。





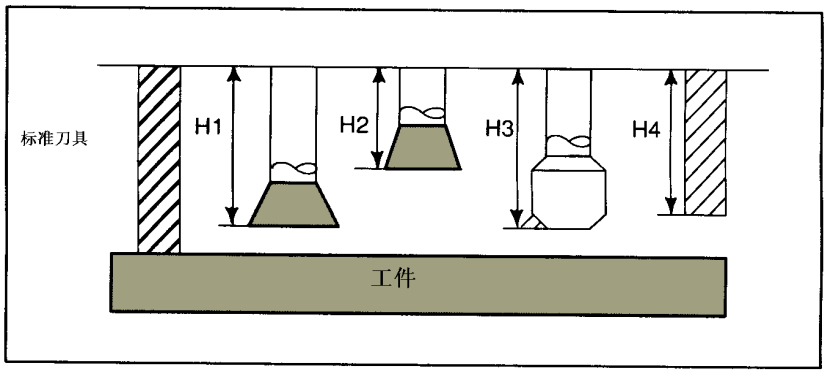
1.8
刀具形状和用程序控制刀具移动

说明

● 用刀具端部加工——刀具长度补偿功能
（见Ⅱ-14.1 部分）

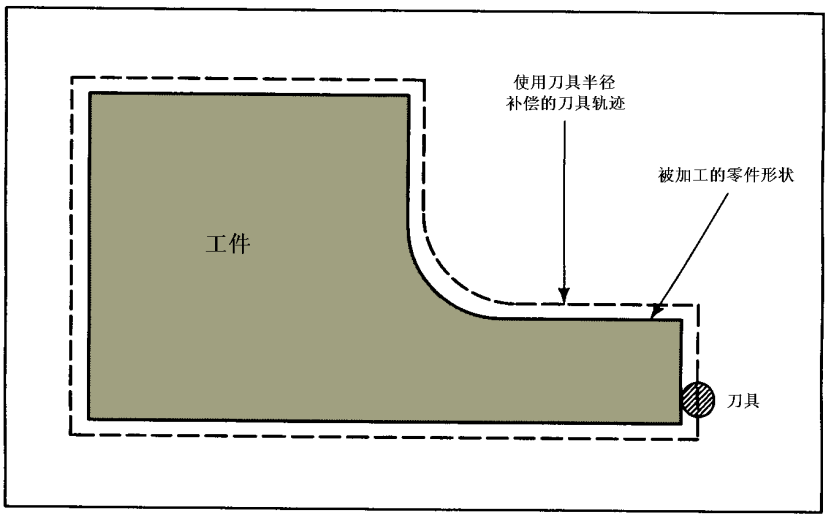
通常加工一个零件要用多把刀。刀具有不同的长度。根据使用的刀具去更换程序是相当麻烦的。

因此，应预先测量使用的每把刀具的长度。并在 CNC 中设定标准刀具的长度和每把刀具的长度之间的差（数据显示和设定：见Ⅲ-11 部分），即使刀具改变了，也不需要更换程序便可实现加工。该功能称为刀具长度补偿。



● 用刀具侧刃加工——刀具半径补偿功能
（见Ⅱ-14.4,14.5,14.6 部分）

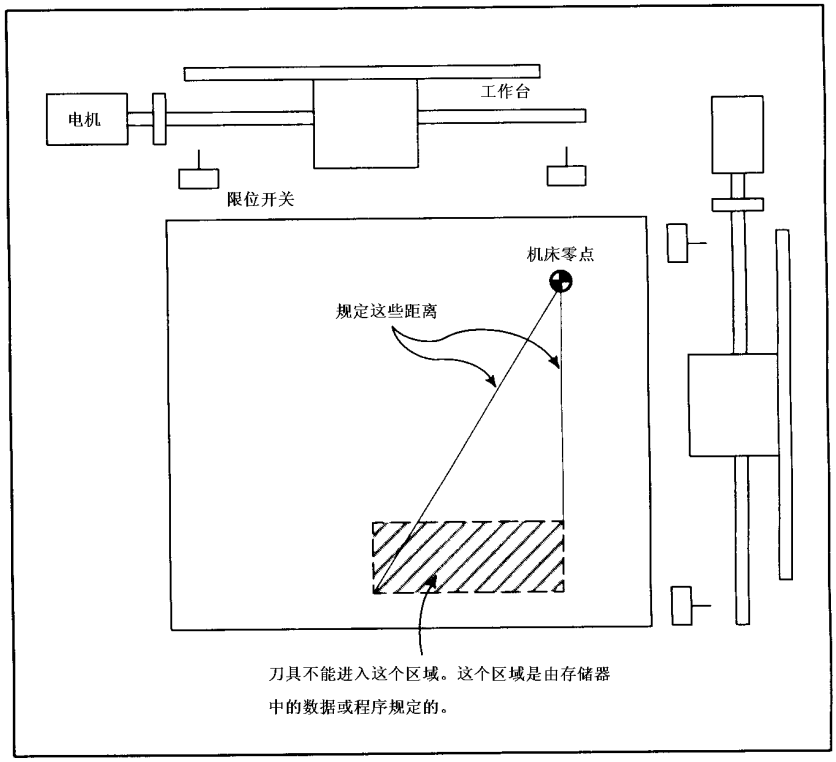
因为刀具有半径，所以刀具中心的轨迹相对于工件的轮廓偏移了一个刀具的半径。



如果刀具半径储存在 CNC 中的话（数据显示和设定：见Ⅲ-11 部分），刀具可离开加工零件形状为刀具半径的轨迹移动。该功能称为刀具半径补偿。

1.9 刀具移动范围—行程

在机床每个轴的两端装有限位开关，以防止刀具移出端点之外。刀具能移动的范围称为行程。



除了用限位开关设定行程之外，还可用存储器中的程序或数据规定刀具不能进入的区域。该功能称为行程检测（见III-6.3 部分）。

2 控制轴

2.1 控制轴

项目	0i-MC
基本控制轴数	3 轴
扩展控制轴数（总数）	最多 4 轴（包括 Cs 轴）
基本同时控制轴数	3 轴
扩展同时控制轴数（总数）	最多 4 轴

注
手动操作 JOG 进给、手动返回参考点或手动快速移动的同时控制轴数为 1 轴或 3 轴（当参数 No.1002 的第 0 位（JAX）设为 0 时，为 1 轴；当设为 1 时，为 3 轴）。

2.2 轴名

3 个基本轴的名称总是 X、Y 和 Z。附加轴的名称用参数 NO.1020 设为 A，B，C，U，V 或 W。参数 No.1020 决定每个轴的名称。

限制

●默认轴名

当该参数设为 0 或指定有效字符以外的字符时，则轴名默认指定为 1～4。当轴名为默认值 1～4 时， MEM、MDI 和 RMT 方式的操作无效。

●重复轴名

如果在参数中指定了重复的轴名，则操作仅对先指定的轴有效。

2.3 增量系统

增量系统包括最小输入增量（输入）和最小指令增量（输出）。最小输入增量是编程移动距离的最小单位。最小指令增量是机床上刀具移动的最小单位。两个增量都用 mm、inch 或 deg 表示。

增量系统分为 IS-B 和 IS-C。用参数 No.1004 的第 1 位（ISC）选择使用 IS-B 或 IS-C。参数 No.1004 第 1 位（ISC）的设定适用于所有轴。例如，当选择 IS-C 时，所有轴的增量系统均设成 IS-C。

增量系统	最小输入增量	最小指令增量	最大行程
IS-B	0.001mm 0.0001inch 0.001deg	0.001mm 0.0001inch 0.001deg	99999.999mm 9999.9999inch 99999.999deg
IS-C	0.0001mm 0.00001inch 0.0001deg	0.0001mm 0.00001inch 0.0001deg	9999.9999mm 999.99999inch 9999.9999deg

最小指令增量是公制还是英制，取决于机床。用参数 INM（No.1001#0）设定公制还是英制。

为在公制和英制之间选择最小输入增量，可使用 G 代码（G20 或 G21）或设置（Setting）参数选择。

不允许英制和公制的混合使用。对不同单位制的坐标轴，有些功能不能使用（圆弧插补、刀具半径补偿等）。机床使用的增量系统请参见机床制造厂商提供的说明书。

2.4 最大行程

最大行程=最小指令增量×99999999

见表 2.4 最大行程。

表 2.4 最大行程

增量系统		最大行程
IS-B	公制机床系统	±99999.999mm ±99999.999deg
	英制机床系统	±9999.9999inch ±99999.999deg
IS-C	公制机床系统	±9999.9999mm ±9999.9999deg
	英制机床系统	±999.99999inch ±9999.9999deg

注

1 不能指定超过最大行程的指令。

2 实际行程取决于机床。

3 预备功能（G 功能）

跟在地址 G 后面的数字决定了该程序段的指令的意义。G 代码分为下面两类。

类型	意义
非模态 G 代码	G 代码只在指令它的程序段中有效。
模态 G 代码	在指令同组其它 G 代码前该 G 代码一直有效。

（例）

G01 和 G00 是 01 组中的模态 G 代码。

```
G01X-；
  Z；      } 该范围内 G01 有效。
  X；
G00Z-；
```

说明

1. 如果设定参数（No.3402 的第 6 位 CLR），使电源接通或复位时 CNC 进入清除状态，此时模态 G 代码的状态如下。
（1）模态 G 代码的状态在表 3 中用◤指示。
（2）当电源接通或复位而使系统为清除状态时，原来的 G20 或 G21 保持不变。
（3）用参数 No.3402#7(G23)设置电源接通时是 G22 还是 G23。另外将 CNC 复位为清除状态时，原来的 G22 和 G23 保持不变。
（4）设定参数 No.3402#0(G01)可以选择 G00 还是 G01。
（5）设定参数 No.3402#3（G91）可以选择 G90 还是 G91。
（6）设定参数 No.3402 #1（G18）和#2（G19）可以选择 G17、G18 或者 G19。
2. 00 组 G 代码中，除了 G10 和 G11 以外其它的都是非模态 G 代码。
3. 当指令了 G 代码表中未列出的 G 代码或指令了一个未选择功能的 G 代码时，输出 P/S 报警 No.010。
4. 可以在同一程序段中指令多个不同组的 G 代码。如果在同一程序段中指令了多个同组的 G 代码，仅执行最后指令的 G 代码。
5. 如果在固定循环中指令了 01 组的 G 代码，则固定循环被取消，这与指令 G80 的状态相同。注意，01 组 G 代码不受固定循环 G 代码的影响。
6. G 代码按组号显示。
7. 根据参数 No.5431 #0（MDL）的设定，G60 的组别可以转换。（当 MDL=0 时，G60 为 00 组 G 代码。当 MDL=1 时，为 01 组 G 代码。）

表 3 G 代码列表（1/3）

G 代码	组	功能	
◤G00	01	定位	
◤G01		直线插补	
G02		圆弧插补/螺旋线插补 CW	
G03		圆弧插补/螺旋线插补 CCW	
G04	00	停刀，准确停止	
G05.1		AI 先行控制 / AI 轮廓控制	
G07.1(G107)		圆柱插补	
G08		先行控制	
G09		准确停止	
G10		可编程数据输入	
G11		可编程数据输入方式取消	
◤G15	17	极坐标指令取消	
G16		极坐标指令	
◤G17	02	选择 X_PY_P 平面	X_P: X 轴或其平行轴
◤G18		选择 Z_PX_P 平面	Y_P: Y 轴或其平行轴
◤G19		选择 Y_PZ_P 平面	Z_P: Z 轴或其平行轴
G20	06	英寸输入	
G21		毫米输入	
◤G22	04	存储行程检测功能有效	
G23		存储行程检测功能无效	
G27	00	返回参考点检测	
G28		返回参考点	
G29		从参考点返回	
G30		返回第 2，3，4 参考点	
G31		跳转功能	
G33	01	螺纹切削	
G37	00	自动刀具长度测量	
G39		拐角偏置圆弧插补	
◤G40	07	刀具半径补偿取消/三维补偿取消	
G41		左侧刀具半径补偿/三维补偿	
G42		右侧刀具半径补偿	
◤G40.1(G150)	19	法线方向控制取消方式	
G41.1(G151)		法线方向控制左侧接通	
G42.1(G152)		法线方向控制右侧接通	
G43	08	正向刀具长度补偿	
G44		负向刀具长度补偿	
G45	00	刀具偏置值增加	
G46		刀具偏置值减小	
G47		2 倍刀具偏置值	
G48		1/2 倍刀具偏置值	
◤G49	08	刀具长度补偿取消	

表 3 G 代码列表（2/3）

G 代码	组	功能
◤G50	11	比例缩放取消
G51		比例缩放有效
◤G50.1	22	可编程镜像取消
G51.1		可编程镜像有效
G52	00	局部坐标系设定
G53		选择机床坐标系
◤G54	14	选择工件坐标系 1
G54.1		选择附加工件坐标系
G55		选择工件坐标系 2
G56		选择工件坐标系 3
G57		选择工件坐标系 4
G58		选择工件坐标系 5
G59		选择工件坐标系 6
G60	00/01	单方向定位
G61	15	准确停止方式
G62		自动拐角倍率
G63		攻丝方式
◤G64		切削方式
G65	00	宏程序调用
G66	12	宏程序模态调用
◤G67		宏程序模态调用取消
G68	16	坐标旋转/三维坐标转换
◤G69		坐标旋转取消/三维坐标转换取消
G73	09	排屑钻孔循环
G74		左旋攻丝循环
G75	01	切入磨削循环（用于磨床）
G76	09	精镗循环
G77	01	切入直接固定尺寸磨削循环（用于磨床）
G78		连续进刀表面磨削循环（用于磨床）
G79		间歇进刀表面磨削循环（用于磨床）
◤G80	09	固定循环取消/外部操作功能取消
G81		钻孔循环、锪镗循环或外部操作功能
G82		钻孔循环或反镗循环
G83		排屑钻孔循环
G84		攻丝循环
G85		镗孔循环
G86		镗孔循环
G87		背镗循环
G88		镗孔循环
G89		镗孔循环
◤G90	03	绝对值编程
◤G91		增量值编程
G92	00	设定工件坐标系或最大主轴速度箝制
G92.1		工件坐标系预置

表 3 G 代码列表（3/3）

G 代码	组	功能
◤G94	05	每分进给
G95		每转进给
G96	13	恒表面速度控制
◤G97		恒表面速度控制取消
◤G98	10	固定循环返回到初始点
G99		固定循环返回到 R 点
◤G160	20	横向进磨控制取消（磨床）
G161		横向进磨控制（磨床）

4 插补功能

4. 1 定位(G00)

G00 指令, 刀具以快速移动速度移动到用绝对值指令或增量值指令指定的工件坐标系中的位置。
以绝对值指令，编程时编制终点的坐标值。
以增量值指令，编程时编制刀具移动的距离。

指令格式

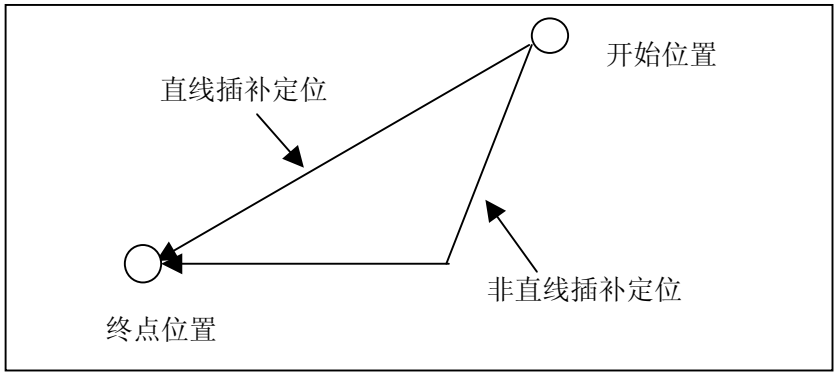
G00 IP_;

IP_:绝对值指令时，是终点的坐标值；增量值指令时，是刀具移动的距离。

说明

用参数 No.1401 的第 1 位(LRP), 可以选择下面两种刀具轨迹之一：

- 非直线插补定位
  刀具分别以每轴的快速移动速度定位。刀具轨迹一般不是直线。
- 直线插补定位
  刀具轨迹与直线插补（G01）相同。刀具以不超过每轴的快速移动速度，在最短的时间内定位。



G00 指令中的快速移动速度由机床制造厂商对每个轴单独设定到参数 No.1420 中。由 G00 指令的定位方式，在程序段的开始刀具加速到预定的速度，而在程序的终点减速。在确认到位之后，执行下个程序段。
“到位”是指进给电机移动到了指定的位置范围内。这个范围由机床制造厂商在参数 No.1826 中设定。
通过设定参数 No.1601#5(NCI)，可以不进行对各程序段的到位检测。

限制

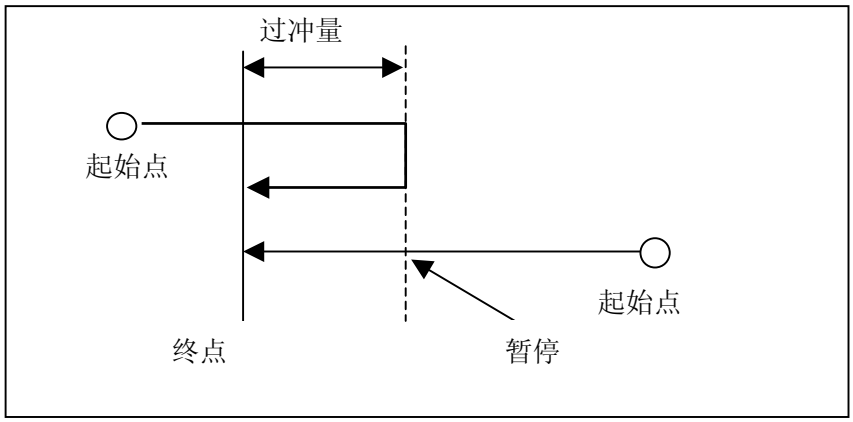
快速移动速度不能在地址 F 中指定。

即使指定了直线插补定位，然而在下面的情况下，仍然使用非直线插补定位。因此，请小心确保刀具不损坏工件。

- G28 指定在参考点和中间位置之间的定位。
- G53

4.2 单方向定位(G60)

为消除机床反向间隙的影响进行精确定位时, 可以使用单方向的准确定位。



指令格式

G60 IP_;

IP_:绝对值指令时，是终点的坐标值，增量值指令时，是刀具移动的距离。

说明

过冲量和定位方向由参数 No.5440 设定。即使指令的方向与参数设定的方向一致，刀具在到达终点之前也要停止一次。

G60 是非模态 G 代码，若把参数 No.5431#0（MDL）设置为 1 时，它可以用作 01 组的模态 G 代码。

该设定可以避免对每个程序段都要指定一次 G60 指令，其余指定方法与非模态 G60 指令相同。当在单方向定位方式中指定非模态 G 代码时，非模态 G 指令类似于 01 组中的 G 代码一样有效。

例

当使用非模态 G60 指令时	当使用模态 G60 指令时
G90； **G60 X0Y0；** **G60 X100；** 单方向定位 **G60 Y100；** **G04 X10；** **G00 X0Y0；**	**G90G60； 单方向定位方式** **X0Y0；** **X100；** 单方向定位 **Y100；** **G04X10；** **G00X0Y0； 单方向定位方式取消**

限制

- 在钻孔固定循环期间，Z 轴不执行单方向定位。
- 没有用参数设置过冲量的轴不能进行单方向定位。
- 指令移动距离为 0 时，不执行单方向定位。
- 镜像不影响参数设定的方向。
- 固定循环 G76 和 G87 中的偏移运动不使用单方向定位。

4.3 直线插补（G01）

刀具沿直线移动。

格式

G01 IP_F_;

IP_:绝对值指令时，是终点的坐标值，增量值指令时，是刀具移动的距离。

F_:刀具的进给速度(进给量)

说明

刀具以 F 指定的进给速度沿直线移动到指定的位置。

直到新的值被指定之前，F 指定的进给速度一直有效。因此，无需对每个程序段都指定 F 值。

用 F 代码指令的进给速度是沿着刀具轨迹测量的，如果不指令 F 代码，则认为进给速度为零。

各个轴向的进给速度如下。

G01αα±ββ±γγ±ζζ±Ff;

α 轴方向的进给速度：$F\alpha=\frac{\alpha}{L}\times f$

β 轴方向的进给速度：$F\beta=\frac{\beta}{L}\times f$

γ 轴方向的进给速度：$F\gamma=\frac{\gamma}{L}\times f$

ζ 轴方向的进给速度：$F\zeta=\frac{\zeta}{L}\times f$

$L=\sqrt{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2+\zeta^2}$

旋转轴的进给速度，以度/分为指令单位（单位是小数点的位置）。

当直线轴 α（例如 X、Y 或 Z）和旋转轴 β（例如 A、B 或 C）进行直线插补时，由 F（mm/min）指令的速度是 α 和 β 直角坐标系中的切线进给速度。

β 轴进给速度的计算：首先，使用上面的公式计算分配需要的时间，然后，β 轴进给速度单位变换为度/分。

计算例子如下。

G91 G01 X20.0 B40.0 F300.0;

B 轴的单位从 40.0 度变换为公制输入的 40mm。分配需要的时间计算如下：

$$\frac{\sqrt{20^2+40^2}}{300} \approx 0.14907(分)$$

*B*轴的进给速度是

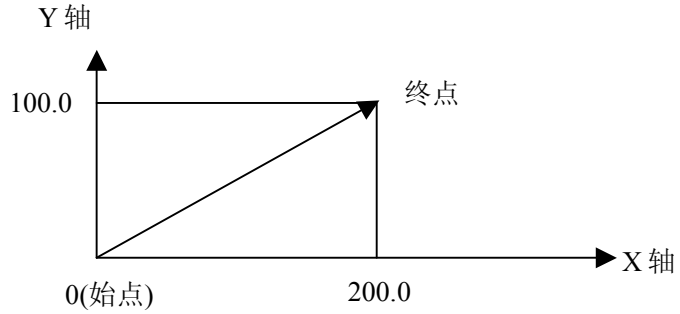
$$\frac{40}{0.14907} \approx 268.3度/分$$

在同时 3 轴控制中，进给速度的计算与 2 轴控制相同。

例

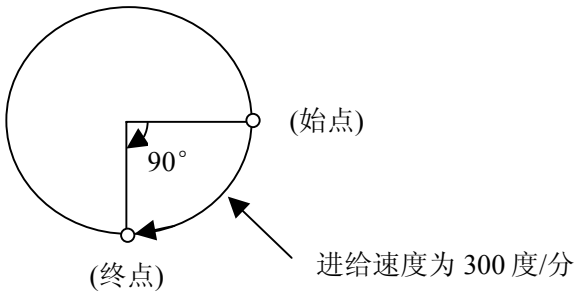
- **直线插补**

（G91） G01 X200.0 Y100.0 F200.0;



- **旋转轴的进给速度**

G91G01C-90.0 F300.0; 进给速度为 300deg/min



4.4 圆弧插补（G02,G03）

下面的指令使刀具沿圆弧运动。

格式

在 X_PY_P 平面上的圆弧

在X_PY_P平面上的圆弧

$$G17\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}\quad X_P_Y_P_\quad \begin{Bmatrix}I_J_\\R_\end{Bmatrix}F_;$$

在Z_PX_P平面上的圆弧

$$G18\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}\quad X_P_Z_P_\quad \begin{Bmatrix}I_K_\\R_\end{Bmatrix}F_$$

在Y_PZ_P平面上的圆弧

$$G19\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}\quad Y_P_Z_P_\quad \begin{Bmatrix}J_K_\\R_\end{Bmatrix}F_$$

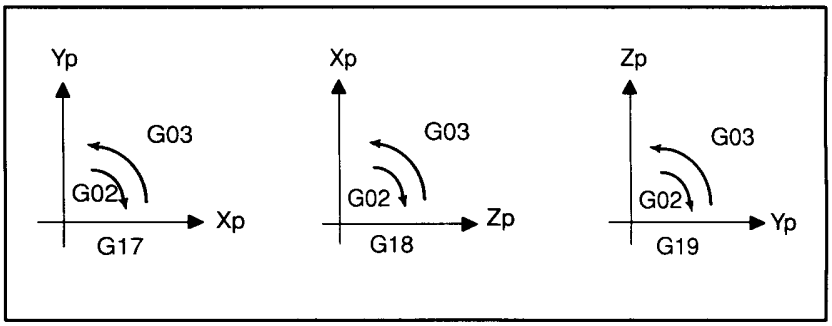
表 4.4 指令格式说明

指令	说明
G17	指定 X_PY_P 平面上的圆弧
G18	指定 Z_PX_P 平面上的圆弧
G19	指定 Y_PZ_P 平面上的圆弧
G02	圆弧插补 顺时针方向(CW)
G03	圆弧插补 逆时针方向(CCW)
X_P_	X 轴或它的平行轴的指令值(由参数 No.1022 设定)
Y_P_	Y 轴或它的平行轴的指令值(由参数 No.1022 设定)
Z_P_	Z 轴或它的平行轴的指令值(由参数 No.1022 设定)
I_	X_P 轴从起点到圆弧圆心的距离（带符号）
J_	Y_P 轴从起点到圆弧圆心的距离（带符号）
K_	Z_P 轴从起点到圆弧圆心的距离（带符号）
R_	圆弧半径(带符号)
F_	沿圆弧的进给速度

说明

- **圆弧插补的方向**

在直角坐标系中，当从 Z_P 轴（Y_P 轴或 X_P 轴）的由正到负的方向看 X_PY_P 平面时， X_PY_P 平面（Z_PY_P 平面或 Y_PZ_P 平面）的“顺时针”（G02）和“逆时针”（G03）的方向如下。参看下图。



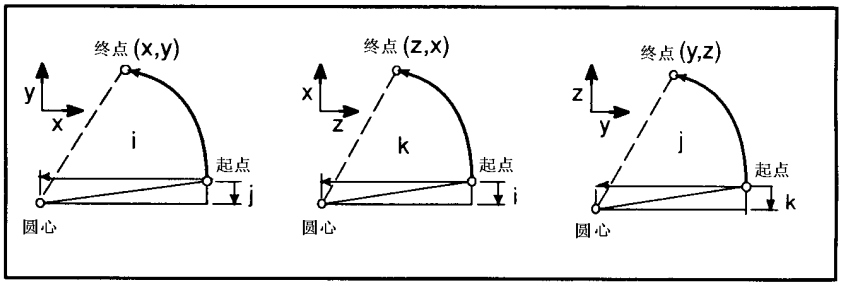
- **圆弧上的移动距离**

用地址 X_P、Y_P 或 Z_P 指定圆弧的终点，并且根据 G90 或 G91 用绝对值或增量值表示。若为增量值指定，则该值为从圆弧起点向终点方向的距离。

- **从起点到圆弧中心的距离**

用地址 I，J 和 K 分别指令 X_P，Y_P 和 Z_P 轴向的圆弧中心位置。I、J 或 K 后的数值是从起点向圆弧中心方向的矢量分量，并且，不管指定 G90 还是指定 G91 总是增量值，如下所示。

I、J 和 K 必须根据方向指定其符号（正或负）。



I0，J0 和 K0 可以省略。当 X_P、Y_P 和 Z_P 省略（终点与起点相同），并且中心用 I、J 和 K 指定时，是 360°的圆弧（整圆）。

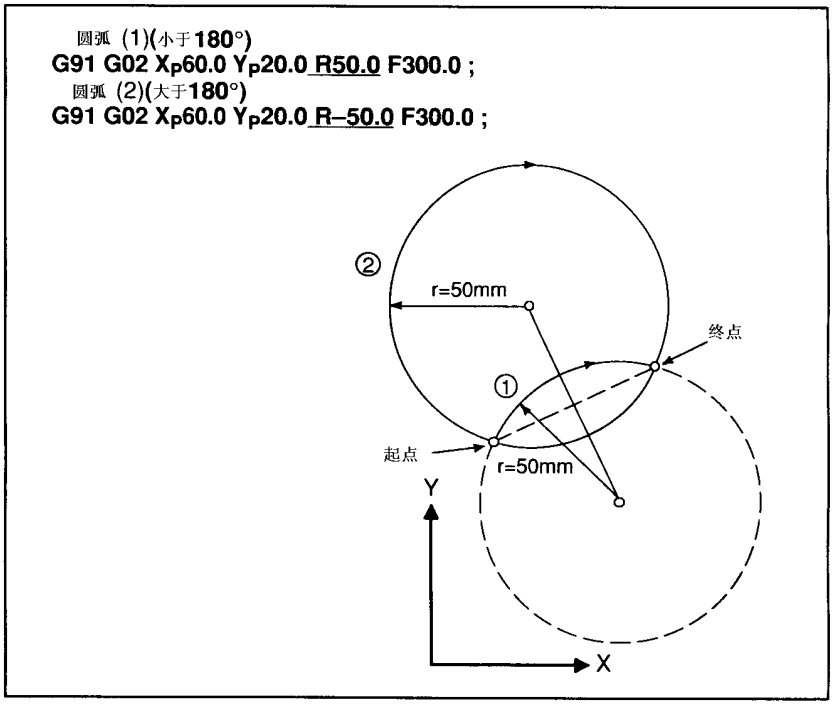
G02 I_; 指令一个整圆。

如果在起点和终点之间的半径差在终点超过了参数(No.3410)中的允许值时，则产生 P/S 报警(No.020)。

- **圆弧半径**

在圆弧和包含该圆弧的圆的圆心之间的距离能用圆的半径 R 指定，以代替 I、J 和 K。在这种情况下，可以认为，一个圆弧小于 180°，而另一个大于 180°。当指定超过 180°的圆弧时，半径必须用负值指定。如果 Xp、Yp 和 Zp 全都省略，即终点和起点位于相同位置，并且指定 R 时，程序编制出的圆弧为 0°。

G02R；（刀具不移动。）



- **进给速度**

圆弧插补的进给速度等于 F 代码指定的进给速度，并且将沿着圆弧的进给速度（圆弧的切向进给速度）控制为指定的进给速度。

指定的进给速度和实际刀具的进给速度之间的误差在±2%以内。但是，这个进给速度是在加上刀具半径补偿之后沿圆弧的进给速度。

限制

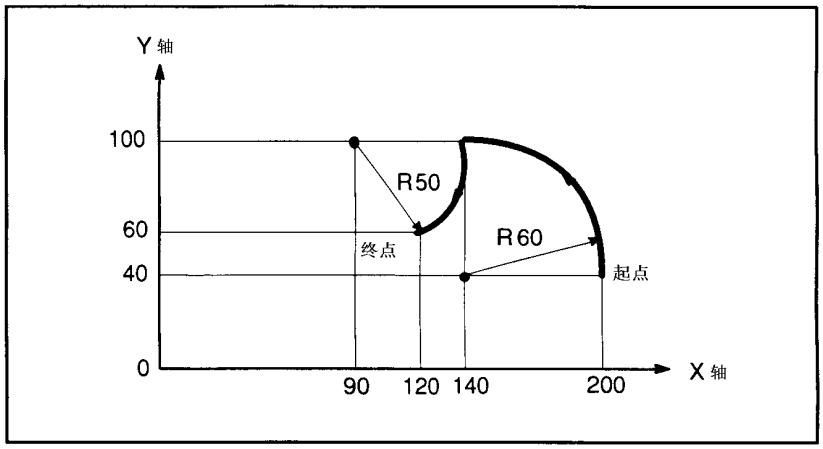
如果同时指定地址 I、J、K 和 R 的话，用地址 R 指定的圆弧优先，其它都被忽略。

如果指令了不在指定平面的轴时，显示报警。

例如，在指定 XY 平面时，如果指定 U 轴为 X 轴的平行轴，显示报警（No.028）。

当指定接近 180°圆心角的圆弧时，计算出的圆心坐标可能有误差。在这种情况下，请使用 I、J 和 K 指定圆弧的中心。

例



上面的刀具轨迹编程如下：

（1）绝对值编程

G92 X200.0 Y40.0 Z0；

G90 G03 X140.0 Y100.0 R60.0 F300.；

G02 X120.0 Y60.0 R50.0；

或

G92X200.0 Y40.0 Z0；

G90 G03 X140.0 Y100.0 I-60.0 F300.；

G02 X120.0 Y60.0I-50.0；

（2）增量值编程

G91 G03 X-60.0 Y60.0 R60.0 F3000.；

G02 X-20.0 Y-40.0 R50.0；

或

G91 G03 X-60.0 Y60.0 I-60.0 F300.；

G02 X-20.0 Y-40.0 I-50.0；

4.5 螺旋插补（G02,G03）

螺旋线插补是指通过指定最多 2 个非圆弧插补轴与其它圆弧插补轴同步移动，形成螺旋移动轨迹。

格式

与 X_PY_P 平面圆弧同时移动

$$G17\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix} \quad X_P_Y_P_ \quad \begin{Bmatrix}I_J_\\R_\end{Bmatrix}\alpha_(\beta_)F_;$$

与 Z_PX_P 平面圆弧同时移动

$$G18\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix} \quad X_P_Z_P_ \quad \begin{Bmatrix}I_K_\\R_\end{Bmatrix}\alpha_(\beta_)F_;$$

与 Y_PZ_P 平面圆弧同时移动

$$G19\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix} \quad Y_P_Z_P_ \quad \begin{Bmatrix}J_K_\\R_\end{Bmatrix}\alpha_(\beta_)F_;$$

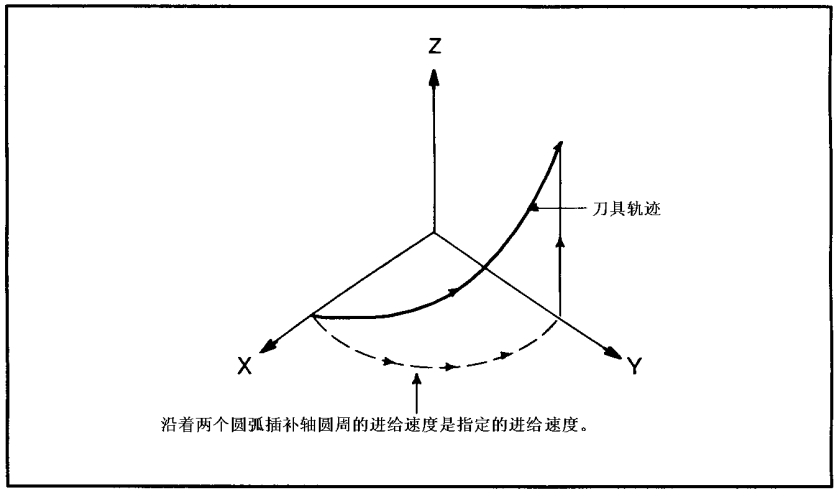
α、β：非圆弧插补的任意一个轴。
最多能指定两个其它轴。

说明

指令方法只是简单地加上一个或两个非圆弧插补轴的移动轴。F 指令指定沿圆弧的进给速度。因此，直线轴的进给速度如下：

$$F\times\frac{\text{直线轴的长度}}{\text{圆弧的长度}}$$

确定直线轴的进给速度不超过任何限制值。参数 No.1404#0(HFC)用于防止直线进给速度超过各种限制值。



限制

- 只对圆弧进行刀具半径补偿。
- 在指令螺旋插补的程序段中，不能指令刀具偏置和刀具长度补偿。

4.6 圆柱插补（G07.1）

用角度指定的旋转轴的移动量在 CNC 内部转换成沿外表面的直线轴的移动距离，这样可以使旋转轴与另一个轴进行直线插补或圆弧插补。在插补之后，这一距离再转换为旋转轴的移动量。

圆柱插补功能允许使用圆柱的侧面编程，这样使得可以非常容易的编制某些零件（如圆柱凸轮上切槽）的程序。

指令格式

```
G07.1IPr;起动圆柱插补方式
        （圆柱插补有效）。
        ┇
G07.1IP0;圆柱插补方式取消。

        IP：旋转轴地址
        r：圆柱半径

在不同的程序段中指定 G07.1IPr；和 G07.1IP0；。
可以用 G107 替代 G07.1。
```

说明

- **平面选择（G17、G18、G19）**

用参数(No.1022)指定旋转轴是 X 轴、Y 轴或 Z 轴，还是这些轴的一个平行轴。指定 G 代码选择平面，对于这个平面，旋转轴是指定的直线轴。例如，当旋转轴平行于 X 轴时，G17 必须指定 X_P-Y_P 平面，该平面是由旋转轴和 Y 轴或平行于 Y 轴的轴所决定的平面。

对于圆柱插补，只能设定一个旋转轴。

- **进给速度**

在圆柱插补方式中指定的进给速度是展开的圆柱面上的速度。

- **圆弧插补（G02、G03）**

在圆柱插补方式中，可以用一个旋转轴和另一个直线轴进行圆弧插补。指令中使用半径 R 的方法与在Ⅱ-4.4 中叙述的方法相同。

旋转轴的单位不是度，而是 mm(公制输入)或 inch（英制输入）。

<例：在 Z 轴和 C 轴之间的圆弧插补>

对于 C 轴，可以将参数(No.1022)设为 5(X 轴的平行轴)。在这种情况下，圆弧插补的指令是

```
G18 Z_C_;
G02(G03) Z_C_R_;
```

对于 C 轴，也可以将参数(No.1022)设为 6（Y 轴的平行轴）。在这种情况下，圆弧插补的指令是

```
G19 C_Z_;
G02(G03) Z_C_R_;
```

- **刀具偏置**

  为在圆柱插补方式中执行刀具偏置，应在进入圆柱插补方式之前清除任何正在进行的刀具半径补偿方式。然后，在圆柱插补方式中，启动和结束刀具偏置。

- **圆柱插补精度**

  在圆柱插补方式中，角度指定的旋转轴的移动量在 CNC 内部一次性的转换成沿外表面的直线轴的移动距离，这样可以使旋转轴与另一个轴进行直线插补或圆弧插补。在插补之后，这一距离再转换为角度。对于这个转换，移动量舍入到最小输入增量单位。
  所以当圆柱直径较小的时候，实际移动量并不等于指定的移动量。但是，这一误差并不累积。

$$\text{实际移动量}=\frac{MOTION\quad REV}{2\times 2\pi R}\times\left[\text{指令值}\times\frac{2\times 2\pi R}{MOTION\quad REV}\right]$$

  MOTION REV：旋转轴每转的移动量（参数 No.1260 的设定值）。
  R：工件半径
  [ ]：舍入到最小输入增量

限制

- **在圆柱插补方式中指定圆弧半径**

  在圆柱插补方式中，圆弧半径不能用字地址 I、J 或 K 指定。

- **圆弧插补和刀具半径补偿**

  如果在已经使用刀具半径补偿的情况下启动圆柱插补，则在圆柱插补方式中不能正确地执行圆弧插补。

- **定位**

  在圆柱插补方式中，不能指定定位操作（包括产生快速移动的循环指令，例如：G28，G53，G73，G74，G76，G80 到 G89）。在指令定位之前，必须清除圆柱插补方式。在定位方式（G00）下，不能执行圆柱插补（G07.1）。

- **坐标系设定**

  在圆柱插补方式中，不能指定工件坐标系（G92， G50 到 G59）,也不能指定局部坐标系（G52）。

- **圆柱插补方式设定**

  在圆柱插补方式中，圆柱插补方式不能复位。在圆柱插补方式复位之前，必须清除圆柱插补方式。

- **刀具偏置**

  在圆柱插补方式设定之前，必须先指定刀具偏置。在圆柱插补方式中不能改变偏置值。

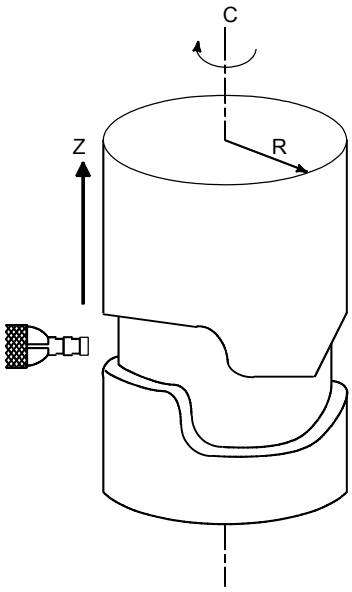
- **分度工作台分度功能**

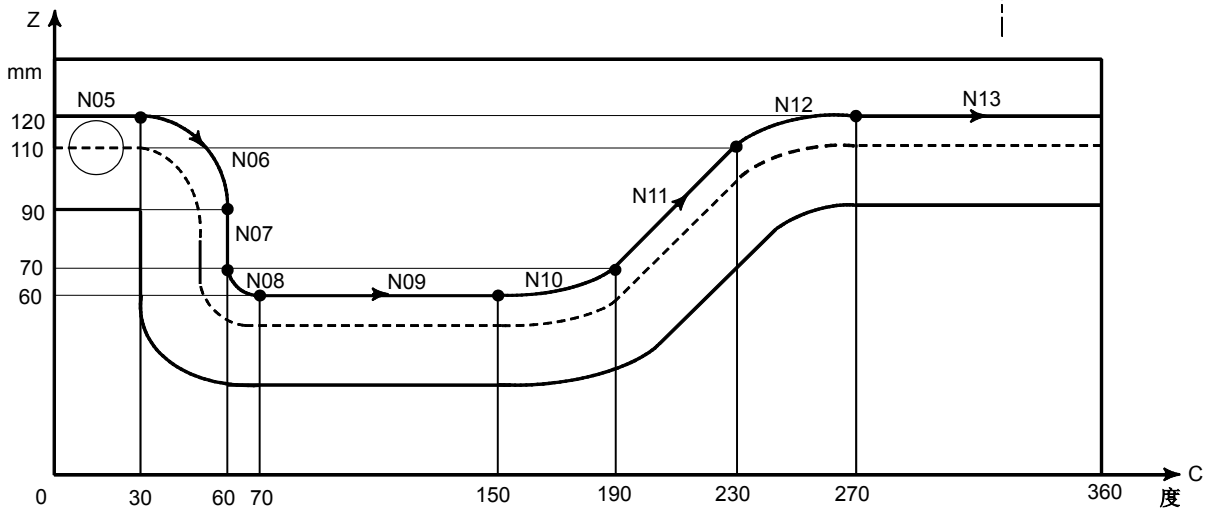
  当正在使用分度工作台分度功能时，不能指定圆柱插补。

例

圆柱插补编程例

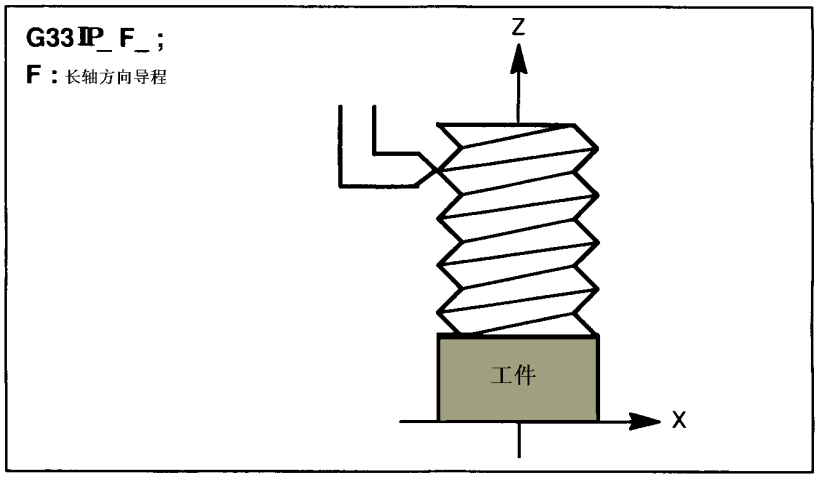
```
O0001 (CYLINDRICAL INTERPOLATION );
N01 G00 G90 Z100.0 C0 ;
N02 G01 G91 G18 Z0 C0 ;
N03 G07.1 C57299 ;  *
N04 G90 G01 G42 Z120.0 D01 F250 ;
N05 C30.0 ;
N06 G03 Z90.0 C60.0 R30.0 ;
N07 G01 Z70.0 ;
N08 G02 Z60.0 C70.0 R10.0 ;
N09 G01 C150.0 ;
N10 G02 Z70.0 C190.0 R75.0 ;
N11 G01 Z110.0 C230.0 ;
N12 G03 Z120.0 C270.0 R75.0 ;
N13 G01 C360.0 ;
N14 G40 Z100.0 ;
N15 G07.1 C0 ;
N16 M30 ;
```





4.7 螺纹切削（G33）

可以切削等螺距的直螺纹。装在主轴上的位置编码器实时地读取主轴速度。读取的主轴速度转换成刀具的每分进给量。



指令格式

说明

一般情况下，从粗加工到精加工，螺纹切削按照相同轨迹重复加工。当装在主轴上的位置编码器输出 1 转信号时，螺纹切削启动，此后，螺纹切削从固定位置开始，在工件上沿着相同的的刀具轨迹重复进行螺纹切削。如果不是这样，将出现不正确的螺纹螺距。

一般情况下，由于伺服系统的滞后等原因，在螺纹切削的起始点和结束点将产生一些不正确的螺距。对这些情况进行补偿的方法是使指定的螺纹切削长度稍大于要求的长度。

表 4.7 列出指令螺纹螺距的范围。

表 4.7 可以指令的螺距尺寸的范围

	最小指令增量	导程的指令值范围
mm 输入	0.001mm	F1～F50000(0.01～500.00mm)
	0.0001mm	F1～F50000(0.01～500.00mm)
inch 输入	0.0001inch	F1～F99999 (0.0001～9.9999inch)
	0.00001inch	F1～F99999 (0.0001～9.9999inch)

注

1 主轴速度限制如下：

$$1 \leqslant \text{主轴速度} \leqslant \frac{\text{最大进给速度}}{\text{螺纹导程}}$$

主轴速度：min^{-1}

螺纹导程：mm 或 inch

最大进给速度：mm/min 或 inch/min；有两个最大进给速度：一个由每分进给速度的允许最大值确定；另一个由机械（包括电机）的限制值确定。应该在这两者中取较小值。

2 从粗加工到精加工的所有加工过程中，不能用切削进给速度倍率，进给速度倍率固定在 100%。

3 转换后的进给速度被限制在设定的上限进给速度。

4 在螺纹加工期间，进给暂停无效。在螺纹加工期间，若按下进给暂停按钮，机床在螺纹切削完成之后（即 G33 方式结束以后）的下个程序段的终点停止。

例 以 1.5mm 的螺距切削螺纹

```
G33 Z10. F1.5;
```

4.8 跳转功能（G31）

在 G31 指令之后指定轴移动，就象 G01 一样指令了直线插补。在该指令执行期间，如果输入一个外部跳转信号，则中断指令的执行，转而执行下个程序段。

当程序中没有指定加工终点，而是用来自机床的信号指定加工终点时，使用跳转功能。例如：磨削加工。跳转功能还可用于测量工件的尺寸。

指令格式

G31 IP_;
G31:非模态 G 代码(仅在指定的程序段中有效)

说明

跳转信号接通时的坐标值可以在用户宏程序中使用，因为它们被储存在用户宏程序系统变量#5061～#5064 中，如下所示：

#5061 X 轴坐标值
#5062 Y 轴坐标值
#5063 Z 轴坐标值
#5064 第 4 轴坐标值

警告
当指令每分进给时进给倍率、空运行和自动加/减速无效（但是，设置参数 No.6200#7(SKF)为 1 时, 这些功能有效），在跳转信号输入时的刀具位置允许有误差。
当指定每转进给速度时，上述功能有效。

注
在使用刀具半径补偿 C 时，如果发出 G31 指令，则显示 P/S 报警 No.035。在指定 G31 指令之前，用 G40 指令取消刀具半径补偿。

例

- G31 的下个程序段是增量值指令

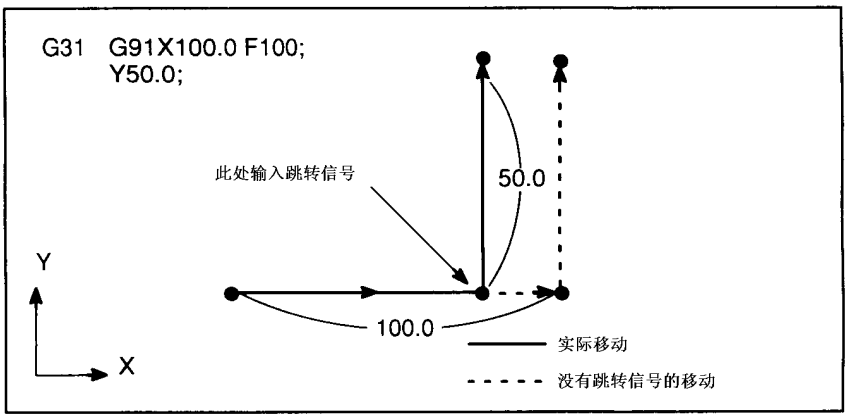


图 4.8(a) 下个程序段是增量值指令

- G31 的下个程序段是绝对值指令的单轴移动

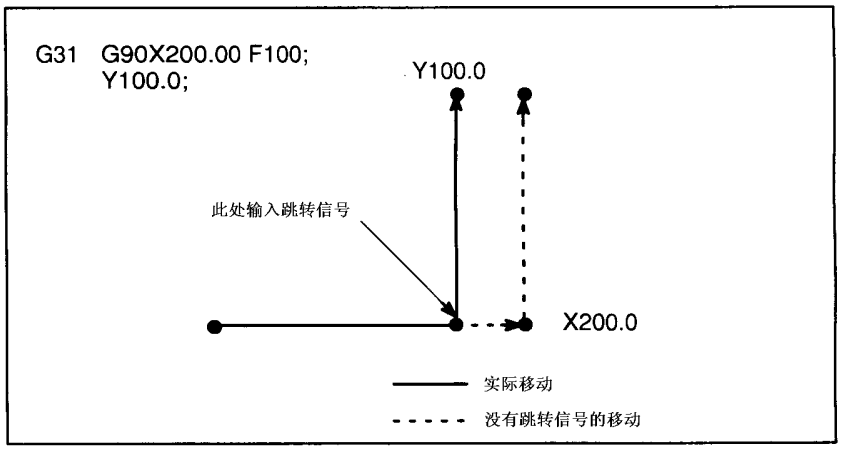


图 4.8(b) 下个程序段是绝对值指令的单轴移动

- G31 的下个程序段是绝对值指令的 2 轴移动

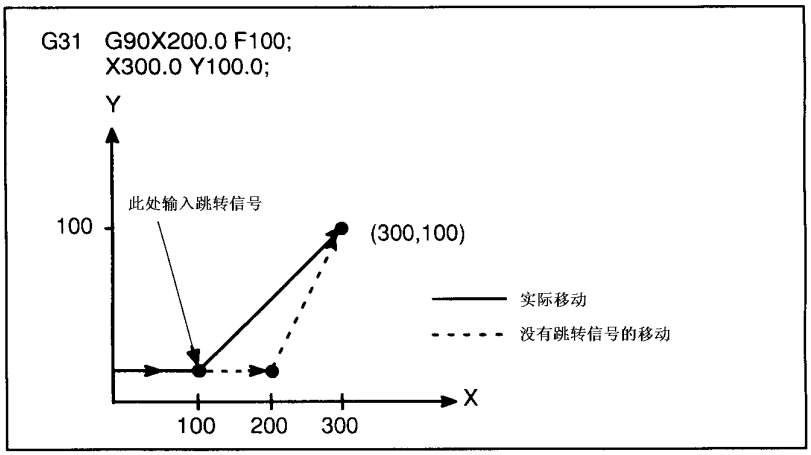


图 4.8(c) 下个程序段是绝对值指令的 2 轴移动

4.9 高速跳转信号（G31）

该跳转功能是用高速跳转信号（直接连接到 NC；不经过 PMC 处理）代替普通跳转信号。这种情况下，最多可输入 8 个信号。

在 NC 侧，跳转信号输入有延迟和误差，约为 0—2ms（不考虑 PMC 侧的延迟与误差）。

使用高速跳转信号输入功能时上述值小于 0.1ms, 这样可以实现高精度测量。

详细情况，请参见机床制造厂商的相关说明书。

指令格式

G31 IP_;

G31:非模态 G 代码（仅在指定的程序段中有效）

4.10 多重跳转（G31）

在一个程序段内的 G31 指令后指定 P1 到 P4，当跳转信号（4 点或 8 点，当使用高速跳转信号时为 8 点）接通时，多重跳转功能将坐标值存储在宏变量中代替普通跳转信号。参数 No.6202 到 No.6205 用来选择 4 点或 8 点（当使用高速跳转信号时），一个跳转信号可以对应多个 P_n 或 Q_n（n=1，2，3，4）也可以单一对应一个 P_n 或 Q_n。可以用参数 DS1 到 DS8（No.6206#0~#7）实现停刀。

来自于类似于恒尺寸测量装置的设备的跳转信号可以用于执行跳转程序。

例如：在冲磨加工过程中，可以在粗加工、半精加工、精加工或迸火花过程各自结束时分别使用跳转信号从而自动完成从粗加工到迸火花这一系列加工过程。

指令格式

移动指令

```
G31 IP_ F_ P_;

    IP_ :终点
    F_  :进给速度
    P_  :P1~P4
```

停刀

```
G04 X(U,P)_(Q_);

    X(U,P)_:停刀时间
    (Q_)    : Q1~Q4
```

说明

通过在 G31 程序段内指定 P1、 P2 、P3 或 P4 实现多重跳转功能。关于如何选择（P1、 P2 、P3 或 P4），请参阅机床厂商提供的说明书。

通过在 G04 程序段内指定 Q1、 Q2 、Q3 或 Q4 实现停刀跳转，与上述使用 G31 指令类似。甚至在没有指定 Q 的情况下也能发生跳转关于如何选择（Q1、 Q2 、Q3 或 Q4），请参阅机床厂商提供的说明书。

- **与跳转信号有关的内容**

通过设定参数 No.6202 到 No.6205，可以选择 4 点或 8 点（当使用高速跳转信号时），一个跳转信号可以对应两个或更多个 P_n 或 Q_n（n=1，2，3，4）也可以单一对应一个 P_n 或 Q_n。可以用参数 DS1 到 DS8（No.6206#0~#7）实现停刀。

警告

当没有指定 Q_n（n=1，2，3，4）也没有设定参数 DS1 到 DS8（No.6206#0~#7）时不能实现停刀跳转。

4.11 扭矩极限跳跃（G31 P99）

在电机上设置了极限的状态（如由 PMC 窗指定扭矩极限命令）下，若执行 G31 P99（或 G31 P98）后的移动命令，就可以产生和使用线性插补（G01）同样类型的切削进刀。
在切削进刀过程中，若输入由于所用压力或其他原因的电机扭矩极限到达信号，则会引起跳跃。
有关本功能的使用方法，请参阅机床制造商提供的说明书。

指令格式

```
G31 P99 IP_F_;
G31 P98 IP_F_ ;
      G31：单步 G 码（只在指定的程序块内才有效）
```

说明

- **G31 P99**

  如到达电机扭矩极限值或在执行 G31 P99 时收到跳跃信号，则当前移动命令无效转而执行下一个程序块。

- **G31 P98**

  如在执行 G31 P98 时达到电机扭矩极限，当前移动命令失效而执行下一个程序块。跳跃信号<X0004#7>不影响 G31 P98。
  在指定 G31 P98 时，即使输入跳跃（SKIP）信号也不会引起跳跃。

- **扭矩极限命令**

  如果在执行 G31 P99/98 前未指定扭矩极限，则继续执行移动命令。即使已达到扭矩极限也不会引起跳跃。

- **定制宏系统变量**

  当指定 G31 P99/98 时，定制宏变量保存跳跃终点的坐标(见Ⅱ-4.8)。
  如果用 G31 P99，SKIP（跳跃）信号引起跳跃，则定制宏系统变量为停顿时的机床坐标，而不是发出 SKIP 信号时的机床位置。

限制

- **轴命令**

  用 G31 P98/99 的程序块可以指定的轴只有一个轴。
  要在 G31 P98/99 的程序块指定两个以上的轴，或者没有指定轴时，则 P/S 报警器（No.015）发出报警。

- **伺服误差程度**

  在执行 G31 P99/98 期间，当表示已到扭矩极限的信号被输入时，或伺服误差程度超过 32767 时，则 P/S 报警器（No.244）发出报警。

- **高速跳跃**

  利用 G31 P99，SKIP（跳跃）信号可引起跳跃，但不能使用高速跳跃信号。

- **简单同步和倾斜轴的控制**

  对受简单同步支配的轴或在倾斜轴控制时的 X 轴或 Z 轴不能利用 G31 P99/98。

- **速度控制**

  对 G31 跳跃命令，必须将参数 SKF（No.6200#7）设为 0，使其不能对试车、过载及自动加速/减速作跳跃。

- **连续命令**

  在相邻程序块内不使用 G31 P99/98。

注意
在 G31 P99/98 命令前务须指定扭矩极限。
否则 G31 P99/98 可执行移动命令而不引起跳跃。

例

```
O0001;
:
:
M□□;          ← 通过 PMC 经由窗口指定扭矩极限
:
:
G31 P99 X200.F100;     ← 扭矩极限跳跃命令
:
G01 X100.F500;         ← 应用扭矩极限情况的移动命令
:
:
M△△;          ← 利用 PMC 取消扭矩极限
:
:
M30;
:
%
```

5 进给功能

5.1 概述

进给功能控制刀具的进给速度，进给功能有两种:

- **进给功能**

1. 快速移动
   当指定定位指令(G00)时,刀具以 CNC(参数 No.1420)设置的快速移动速度移动。
2. 切削速度
   刀具以程序中编制的切削进给速度移动。

- **倍率**

使用机床操作面板上的开关，可以对快速移动速度或切削进给速度使用倍率。

- **自动加/减速**

为防止机械振动，在刀具移动开始和结束时，自动实施加/减速。

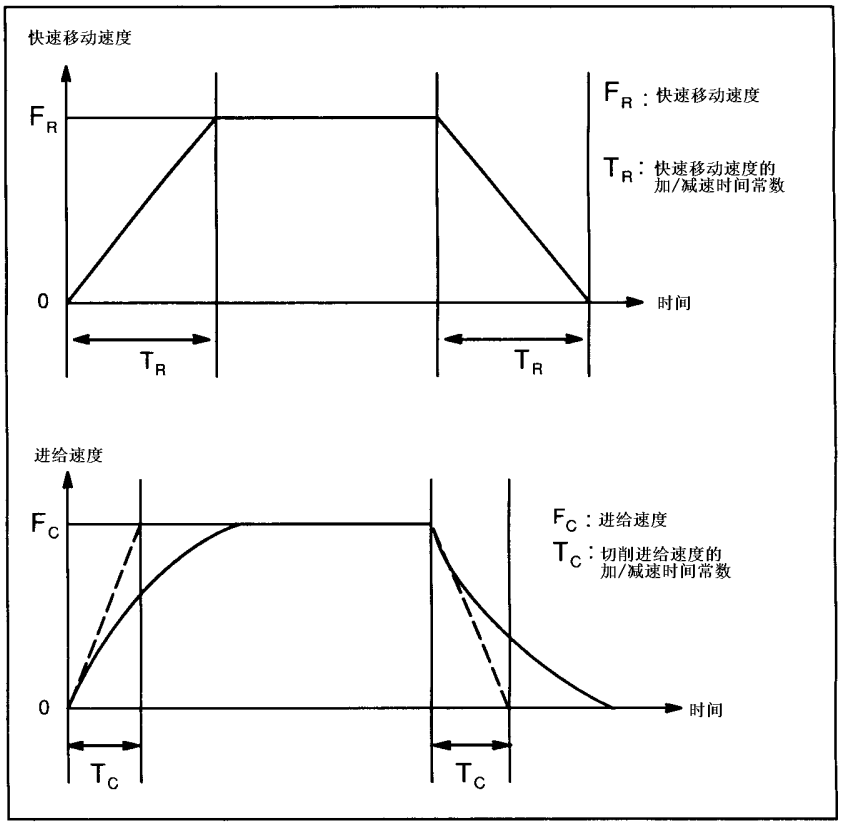


图 5.1(a) 自动加/减速

- **切削进给中的刀具轨迹**

在切削期间，如果在指定的程序段之间移动方向发生改变就会造成圆角轨迹（图 5.1(b)）。

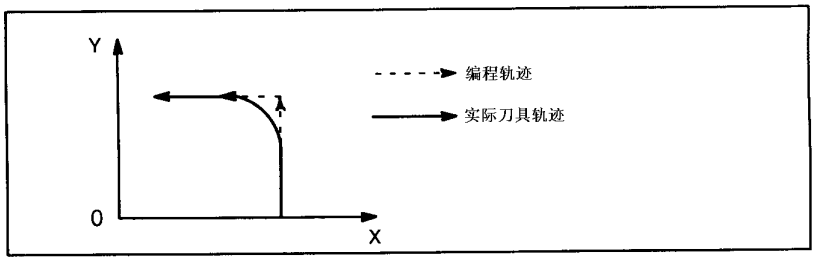
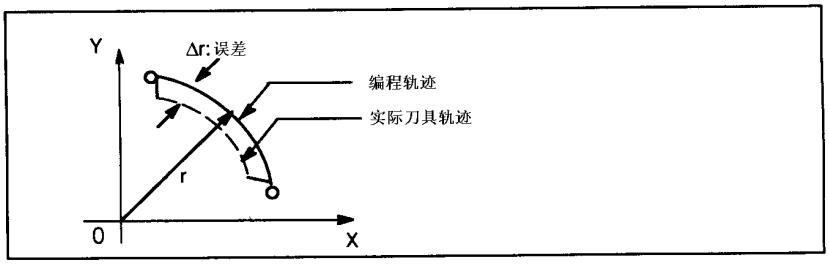


图 5.1(b) 两个程序段之间刀具轨迹

在圆弧插补中，出现径向误差（图 **5.1(c)**）。



5.1(c) 圆弧插补中的径向误差

图 5.1(b)中表示的圆角轨迹和图 5.1(c)中表示的误差取决于进给速度。所以，若要求刀具按编程的轨迹移动的话，就需要控制进给速度。

5.2
快速移动

指令格式

G00 IP_;

G00 ：定位(快速移动)的 G 代码(01 组)
IP_；：终点的尺寸字

说明

定位指令(G00)以快速移动定位刀具。在快速移动中，当指定的速度变为 0，并且伺服电机到达由机床制造厂商设定的一定范围(到位检查宽度)以后，执行下个程序段。

各轴的快速移动速度由参数 No.1420 设置。所以，快速移动速度不需要编程。

用机床操作面板上的开关，可以对快速移动速度施加倍率，倍率值为：F0，25，50，100%。

F0：由参数 No.1421 对每个轴设置固定速度。详细说明，请参阅机床厂商提供的说明书。

5.3 切削进给

直线插补（G01），圆弧插补（G02，G03）等的进给速度是用 F 代码后面的数值指定的。

在切削进给中，程序段连续执行，所以，进给速度的变化可以最小化。

可用 4 种方式指定：

1. 每分进给（G94）
   在 F 之后，指定每分钟的刀具进给量。
2. 每转进给(G95)
   在 F 之后,指定主轴每转的刀具进给量。
3. 反比时间进刀(G93)
   紧跟 F 后，指定反比时间(FRN)。
4. F1 位数进给
   在 F 之后指定要求的一位数值，由 CNC 用参数设置与各数值对应的进给速度。

指令格式

每分进给
G94；每分进给的 G 代码（05 组）
F_； 进给速度指令(mm/min 或 inch/min)
每转进给
G95； 每转进给的 G 代码(05 组)
F_； 进给速度指令(mm/rev 或 inch/rev)
反比时间进刀
G93； 反比时间进刀命令 G 码(05 组)
F_； 进刀速度命令(1/min)
F1 位数进给
FN;
N: 从 1 到 9 的数值

说明

- **切线速度恒定控制**

加工中 CNC 对切削速度进行控制，使得切线速度一直保持为指令的进给速度。

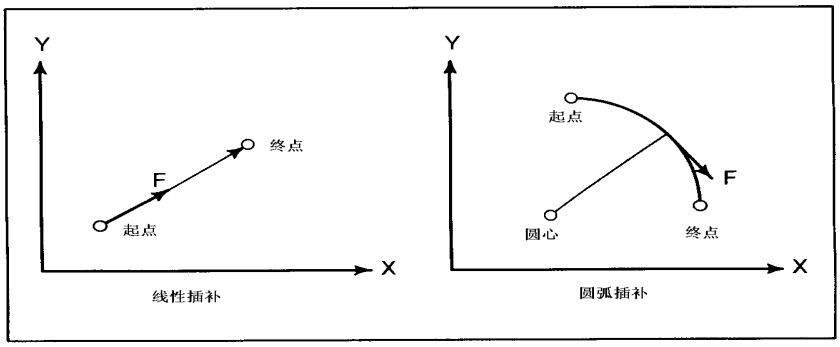


图 5.3(a) 切向进给速度（F）

● **每分进给（G94）**

在指定 G94(每分进给方式)以后,刀具每分钟的进给量由 F 之后的数值直接指定。G94 是模态代码，一旦 G94 被指定，在 G95（每转进给）指定前它将一直保持有效。在电源接通时，设置为每分进给方式。

用机床操作面板上的开关可以对每分进给使用倍率，倍率值为 0%到 254%（间隔 1%）。详细情况请参阅机床制造厂商提供的相关说明书。

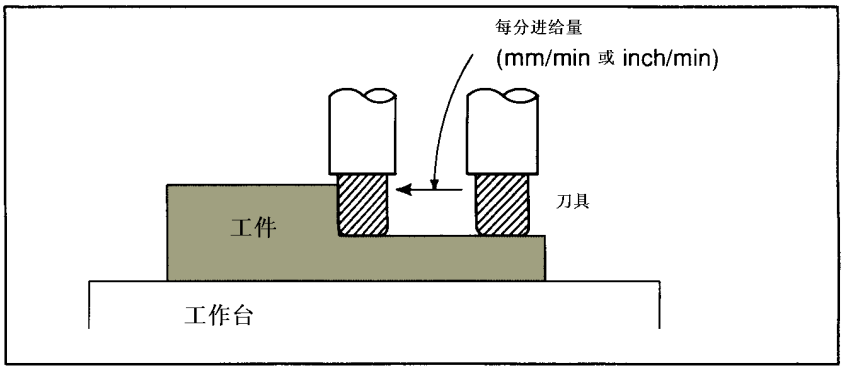


图 5.3(b) 每分进给

警告
对某些指令不能使用倍率，例如螺纹切削。

●每转进给（G95）

在指定 G95（每转进给）之后，在 F 之后的数值直接指定主轴每转刀具的进给量。G95 是模态代码，一旦指定 G95，直到 G94（每分钟进给）指定之前它将一直保持有效。

用机床操作面板上的开关，对每转进给可以应用倍率，倍率值为 0%到 254%（间隔 1%）。详细情况请参阅机床制造厂商提供的相关说明书。

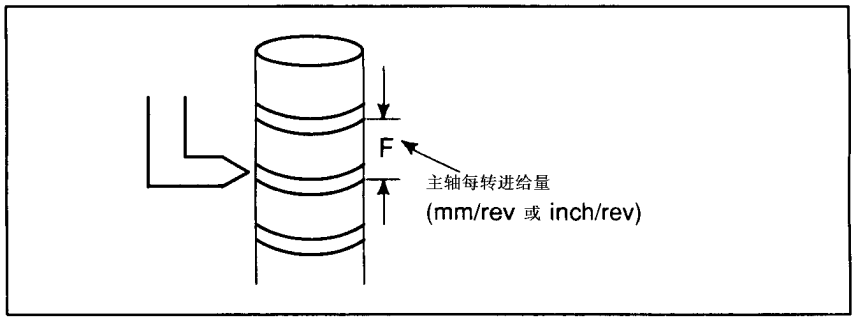


图 5.3(c) 每转进给

注意
当主轴速度低时，可能出现进给速度波动。主轴转速越低，进给速度波动越频繁。

●反比时间进刀(G93)

通过指定 G93，即成为反比时间指定方式 (G93 方式)。利用 F 码指定反比时间(FRN)。

FRN 的指定范围不受英制/米制输入、设定单位 IS-B/C 的限制，均为 0.001～9999.999。

F 码指定值	FRN
F1	0.001
F1 *1	1.000
F1.0	1.000
F9999999	9999.999
F9999 *1	9999.000
F9999.999	9999.999

(注释) *1 ： 此为将参数 DPI(No.3401#0)设为 1 时的、计算器型小数点输入状态下的指定值。

例

- 线性插补(G01)时

$$FRN=\frac{1}{\text{时间(min)}}=\frac{\text{速度}}{\text{距离}}$$

速度: mm /min(米制输入)
inch/min(英制输入)
距离: mm (米制输入)
inch (英制输入)

❑ 在 1(min)内结束 1 个程序块时，

$$FRN=\frac{1}{\text{时间(min)}}=\frac{1}{1(\text{min})}=1$$ 指定“F1.0”。

❑ 在 10(sec)内结束 1 个程序块时，

$$FRN=\frac{1}{\text{时间(sec)}/60}=\frac{1}{10/60(\text{sec})}=6$$ 指定“F6.0”。

❑ 指定 F0.5 时的移动时间

$$\text{时间(min)}=\frac{1}{FRN}=\frac{1}{0.5}=2$$ 需要 2(min)。

❑ 指定 F10.0 时的移动时间

$$\text{时间(sec)}=\frac{1\times 60}{FRN}=\frac{60}{10}=6$$ 需要 6(sec)。

- 圆弧插补(G02、G03)时

$$FRN=\frac{1}{\text{时间(min)}}=\frac{\text{速度}}{\text{距离}}$$

速度: mm /min(米制输入)
inch/min(英制输入)
距离: mm (米制输入)
inch (英制输入)

注
在圆弧插补的情形下，从圆弧半径中计算出速度，而不是从该程序块的实际移动距离中求出。

G93 是与 G95(每转进刀命令)和 G94(每分钟进刀命令)相同组(05 组)的模态 G 码。
当 F 在 G93 方式下被指定，计算速度超过最大切削速度时，实际速度被钳制在最大切削进刀速度上。
若是圆弧插补，从圆弧半径计算出速度，而不是从该程序块的实际移动距离求出。因此，当圆弧半径比圆弧距离长时，实际时间放慢；而圆弧半径比圆弧距离短时，实际时间加快。固定循环中的切削进刀也可以使用反比时间进刀。

注
1 在 G93 方式下，不将 F 码作为模态码来处理，因此，必须在每个程序块中指定。如果没有指定 F 码，P/S 报警器 No.11(NO FEEDRATE COMMANDED (没有指定切削进刀速度))就会发出报警。
2 在 G93 方式下指定 F0 时，P/S 报警器 No.11(NO FEEDRATE COMMANDED)就会发出报警。
3 不能在 PMC 轴控制下使用反比时间进刀。
4 计算出来的切削进刀速度小于容许范围时，P/S 报警器 No.11(NO FEEDRATE COMMANDED)就会发出报警。

●一位数 F 代码进给

当在 F 之后指定数值为 1～9 的 1 位数时，使用参数（No.1451～1459）中设置的进给速度。指定 F0 时，为快速移动速度。
旋转机床操作面板上的 F1 位数进给速度的开关可以增加或减少当前选择的进给速度。
手摇脉冲发生器的每刻度进给速度的增加/减少量□F 表示如下：

$$\Delta F = \frac{F_{\min}}{100X}$$

Fmin：由参数（No.1460）设定 F1～F4 的进给速度上限，由参数（No.1461）设定 F5～F9 的进给速度上限。
X：由参数（No.1461）设置 1—127 的任意值。
即使在电源断开时设定的或更改的进给速度也得到保持。在 CRT 屏幕上可以显示当前的进给速度。

● 切削进给速度的箝制

用参数 No.1422 设置各轴切削进给速度的公共上限。如果实际的切削进给速度（使用倍率后）超过指定的上限的话，速度就被箝制在上限。参数 No.1430 设定直线插补和圆弧插补时各轴最大切削进给速度。当一个轴插补后的切削进给速度超过该轴的最大进给速度时，切削进给速度被箝制到最大进给速度。

注

用 mm/min 或 inch/min 设置上限。CNC 计算的进给速度误差约为±2%。但是，加/减速时误差可能会更大。更确切地说，该误差是根据稳态移动期间刀具移动 500mm 以上的时间计算的。

参考 进给速度指令值的范围参见附录 C。

5.4 切削进给速度控制

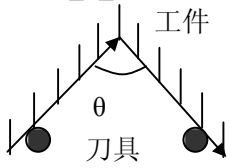
切削进给速度的控制，如表 5.4 所述。

表 5.4 切削进给速度控制

功能名		G 代码	G 代码的有效性	说明
准确停止		G09	该功能只对指定的程序段有效。	刀具在程序段的终点减速，执行到位检查。然后执行下个程序段。
准确停止方式		G61	一旦指定，直到指定 G62、G63 或 G64 之前，该功能一直有效。	刀具在程序段的终点减速，执行到位检查。然后执行下个程序段。
切削方式		G64	一旦指定，直到指定 G61、G62 或 G63 之前，该功能一直有效。	刀具在程序段的终点不减速，而执行下个程序段。
攻丝方式		G63	一旦指定，直到指定 G61、G62 或 G64 之前，该功能一直有效。	刀具在程序段的终点不减速，而执行下个程序段。 当指定 G63 时，进给速度倍率和进给暂停都无效。
自动	内拐角自动倍率	G62	一旦指定，直到指定 G61、G63 或 G64 之前，该功能一直有效。	在刀具半径补偿期间，当刀具沿着内拐角移动时，对切削进给速度实施倍率可以减小单位时间内的切削量，所以可以加工出好的表面精度。
	内圆弧切削进给速度变化	—	该功能在刀具半径补偿方式中有效，而与 G 代码无关。	改变内圆弧切削进给速度

注

1. 到位检查的目的是检查伺服电机是否到达指定的位置范围以内（由机床制造厂用参数指定）。
   当参数 No.1601#5（NCI）设为 1 时，不执行到位检查。
2. 内拐角角度 θ：$2° < \theta \leq \alpha \leq 178°$(α 是设定值)



指令格式

准确停止	**G09 IP_;**
准确停止方式	**G61;**
切削方式	**G64;**
攻丝方式	**G63;**
自动拐角倍率	**G62;**

5.4.1 准确停止(G09,G61) 切削方式(G64) 攻丝方式(G63)

说明

在准确停止方式、切削方式和攻丝方式刀具移动的轨迹是不同的（图 5.4.1）

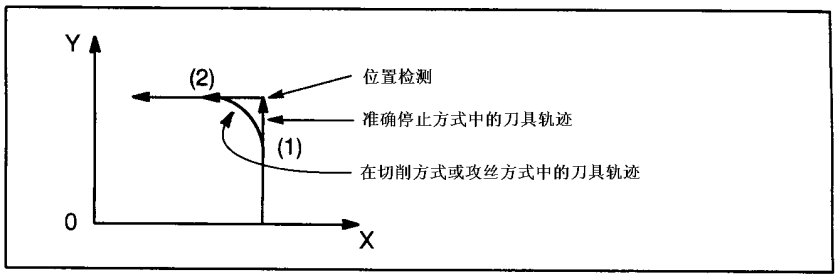


图 5.4.1 从程序段（1）到程序段（2）的刀具轨迹

注意
电源接通或系统清除时，设定为切削方式（G64 方式）。

5.4.2 自动拐角倍率

当执行刀具半径补偿时, 刀具在内拐角和内圆弧区域移动时自动减速以减小刀具上的负荷, 从而加工出光滑的表面。

5.4.2.1 内拐角自动倍率 (G62)

说明

- **倍率条件**

当指定 G62 且在加工内拐角时使用刀具半径补偿功能时，在拐角的两端自动调整进给速度。

有四种内拐角（图 5.4.2.1(a)）：

在图 5.4.2.1(a)中，$2°\leq\theta\leq\theta_P\leq178°$

θ_P 是用参数 No.1711 设定的值。当 θ 近似等于 θ_P 时,（误差小于 0.001），认为是内拐角。

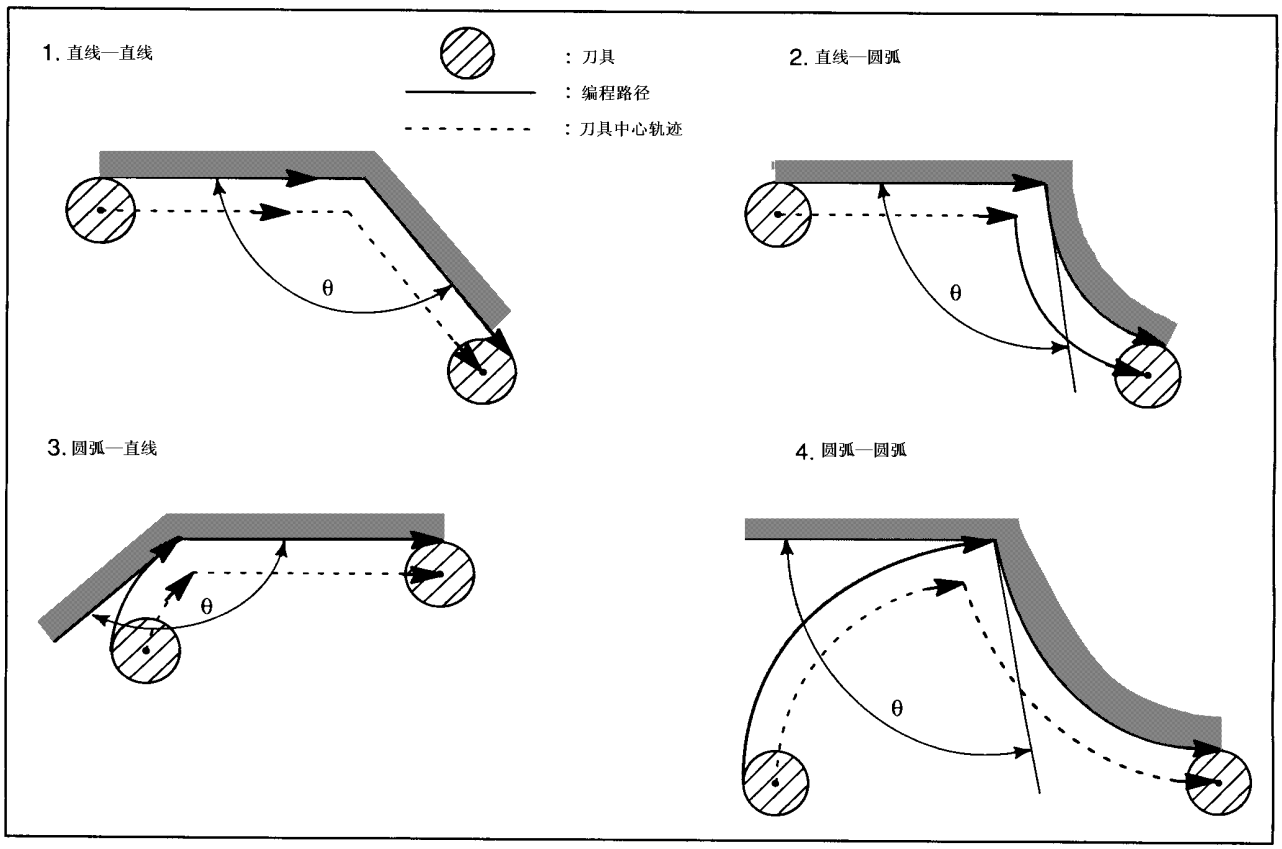


图 5.4.2.1(a) 内拐角

倍率范围

当拐角被确定为内拐角时，在内拐角的前端和后端均对进给速度执行倍率。执行进给倍率的距离为 Ls 和 Le。Ls 和 Le 是从刀具中心轨迹上的点到拐角处的距离（图 5.4.2.1(b)，图 5.4.2.1(c)，图 5.4.2.1(d)）。Ls 和 Le 用参数 No.1713 和 1714 设定。

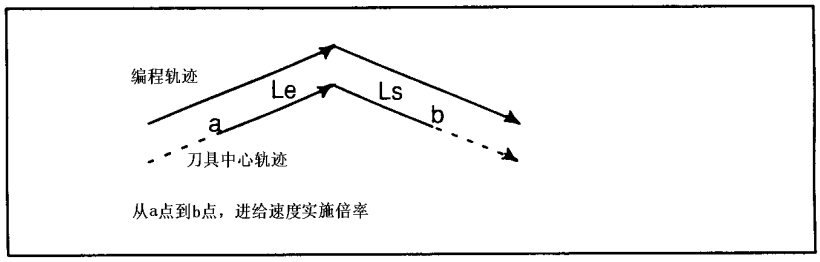


图 5.4.2.1(b) 倍率范围（直线到直线）

当编程的轨迹包括两个圆弧时，如果开始点和结束点是在相同象限或在相邻象限的话，对进给速度实施倍率。（图 5.4.2.1(c)）。

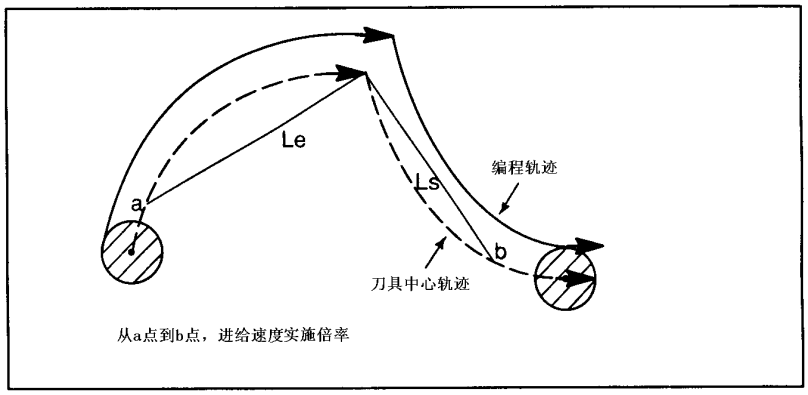


图 5.4.2.1(c) 倍率范围（圆弧到圆弧）

考虑一个圆弧的程序（2），从 a 点到 b 点和从 c 点到 d 点的进给速度实施倍率（图 5.4.2.1(d)）。

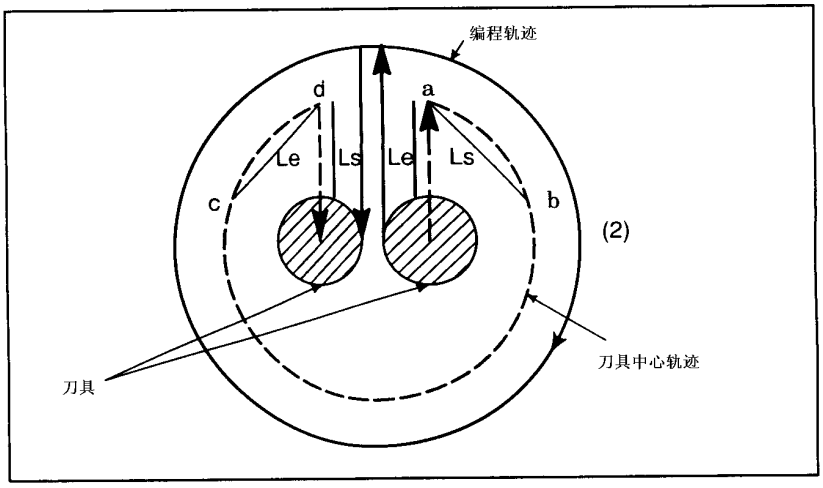


图 5.4.2.1(d) 倍率范围（直线到圆弧，圆弧到直线）

倍率值

用参数 No.1712 设定倍率值。即使对空运行和 F1 位数进给，倍率值也有效。

在每分进给方式中，实际进给速度如下：

F×（内拐角的自动倍率）×（进给速度倍率）

限制

- **插补前的加/减速**

  在插补前加/减速期间，内拐角倍率无效。

- **起刀/G41，G42**

  如果拐角前有起刀程序段或拐角后有包括 G41 或 G42 的程序段的话，则内拐角倍率无效。

- **偏置**

  如果偏置是零的话，内拐角倍率不执行。

5.4.2.2

内圆弧切削进给速度变化

对内偏置的圆弧切削，编程轨迹上的进给速度由圆弧切削进给速度的编程值 F 和圆弧半径确定，如下所示（图 5.4.2.2）。在刀具半径补偿方式中，该功能有效，与 G62 代码无关。

$$F \times \frac{Rc}{Rp}$$

Rc:刀具中心轨迹半径

Rp：编程半径

对空运行和 F 1 位数指令也有效。

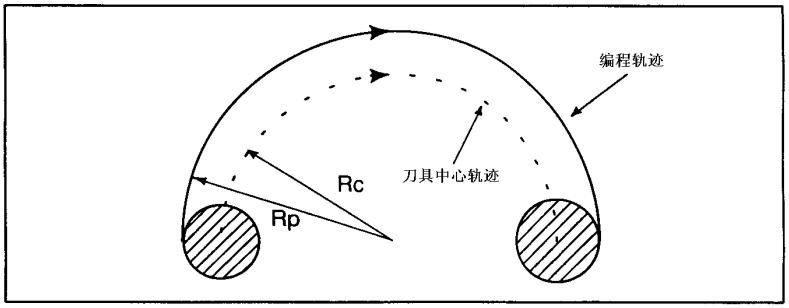


图 5.4.2.2 内圆弧切削进给速度变化

如果 Rc 远远小于 Rp，即 Rc/Rp≈0，则刀具停止。用参数 No.1710 指定最小减速比（MDR）。当 Rc/Rp≤MDR 时，刀具的进给速度是（F×MDR）。

注

当内圆弧切削必须与内拐角倍率一起执行时，刀具的进给速度如下：

F× $\frac{Rc}{Rp}$ ×（内拐角倍率）×（进给速度倍率）

5.4.3 自动拐角减速

本功能根据加工程序块之间的拐角或者每个轴的速度差，自动控制在加工拐角时的速度。

当参数 ACD(No.1601#6)被设为 1，在 G64 方式(加工方式)下，且在切削进刀的程序块(A 程序块)后面紧跟切削进刀的程序块(B 程序块)时的 A 程序块减速时，本功能有效。

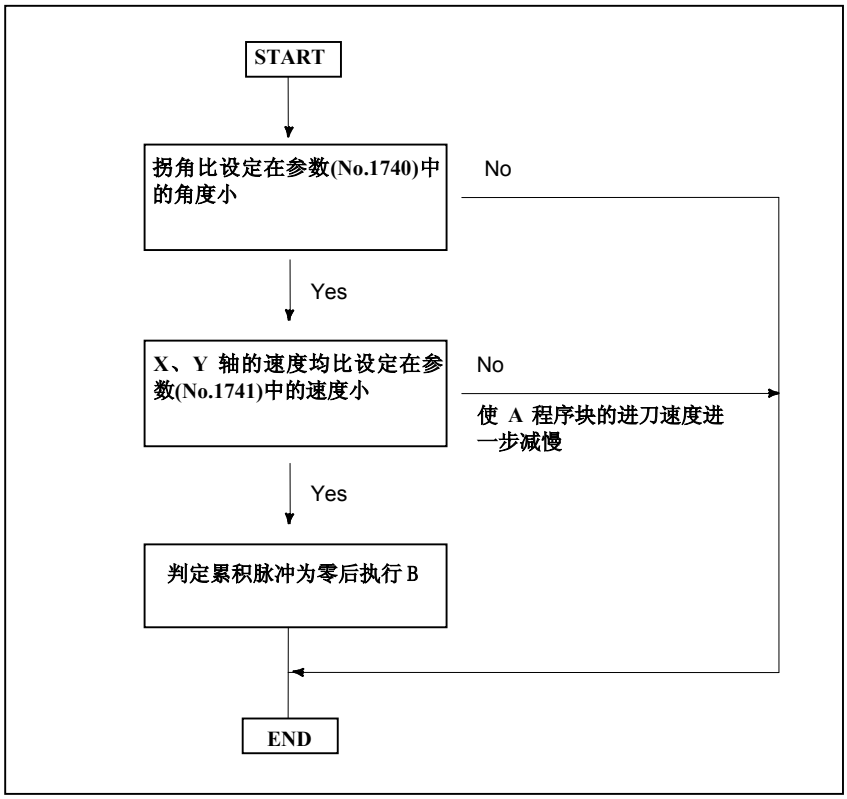
加工程序块之间的进刀速度控制方法有两种：基于程序块之间的拐角的方法和基于每个轴的速度差的方法，通过参数 CSD(No.1602#4)进行切换。

5.4.3.1 基于拐角的方法

本功能在 A 程序块和 B 程序块之间的夹角(所选平面)比设定在参数(No.1740)中的角度小时减速，而当第一轴、第二轴的速度均比设定在参数(No.1741)中的进刀速度小时，判定累积脉冲为零，并执行 B 程序块。

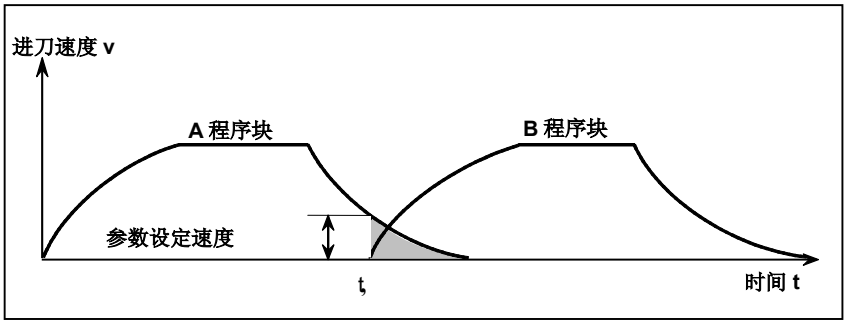
说明

- **进刀速度控制的流程图** 如下示出进刀速度控制的流程图。



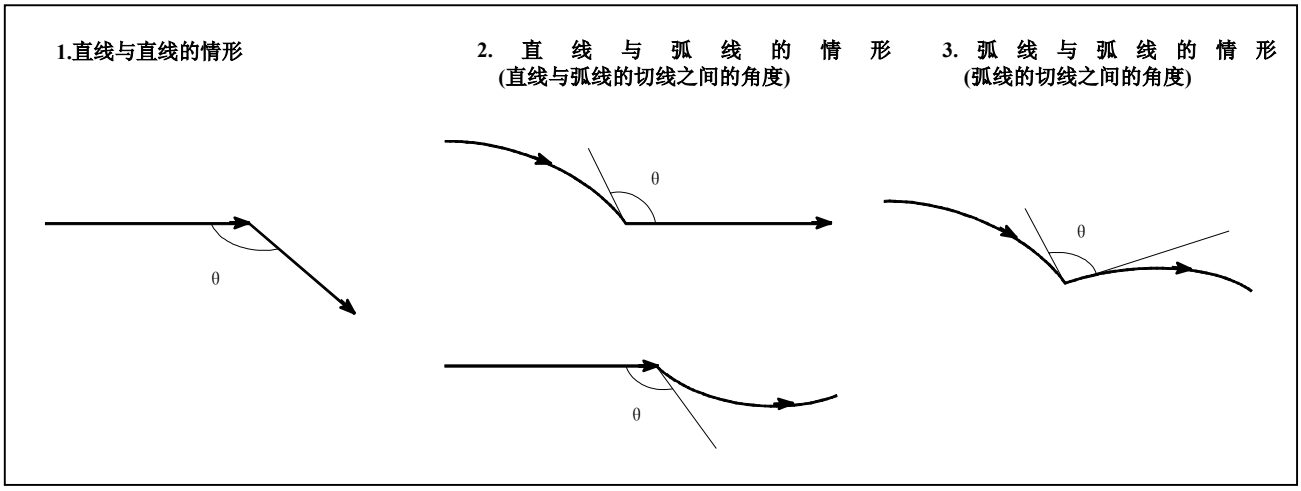
- **轴的进刀速度和时间**

下图说明当拐角处在参数设定角度以下时的轴的进刀速度与时间的关系。当处在时间 t 位置时，累积脉冲实际上只留下斜线部分，但是，由于自动加速 / 减速回路的速度低于设定在参数中的进刀速度，因此，进入下一程序块的加工。本功能只对所选平面内的轴移动有效。



- **2 个程序块之间的夹角**

假定 2 个程序块(程序块 A、B)之间的夹角以下图所示的 θ 来表示。



- **所选平面**

只对所选平面内的移动进行加工时的角度与设定在参数(No.1740)中的角度之比较。此外，只对所选平面内的第一轴、第二轴进行加工时的进刀速度与参数(No.1741)的速度进行比较。也即，对于 3 个轴以上同时移动的情形，只考虑所选平面内的第一轴、第二轴。

- **拐角的圆度**

拐角的圆度由参数(No.1740、1741)的角度和进刀速度确定。通常，如欲得到锐角，请将设定在参数中的进刀速度设为零，将角度设为 180000(180 度)。

- **准确停止**

在发出 G09(准确停止)命令时准确停止，与设定在参数(No.1740、1741)中的角度、速度值无关。

限制

本功能在单独程序块或空运行中无效。

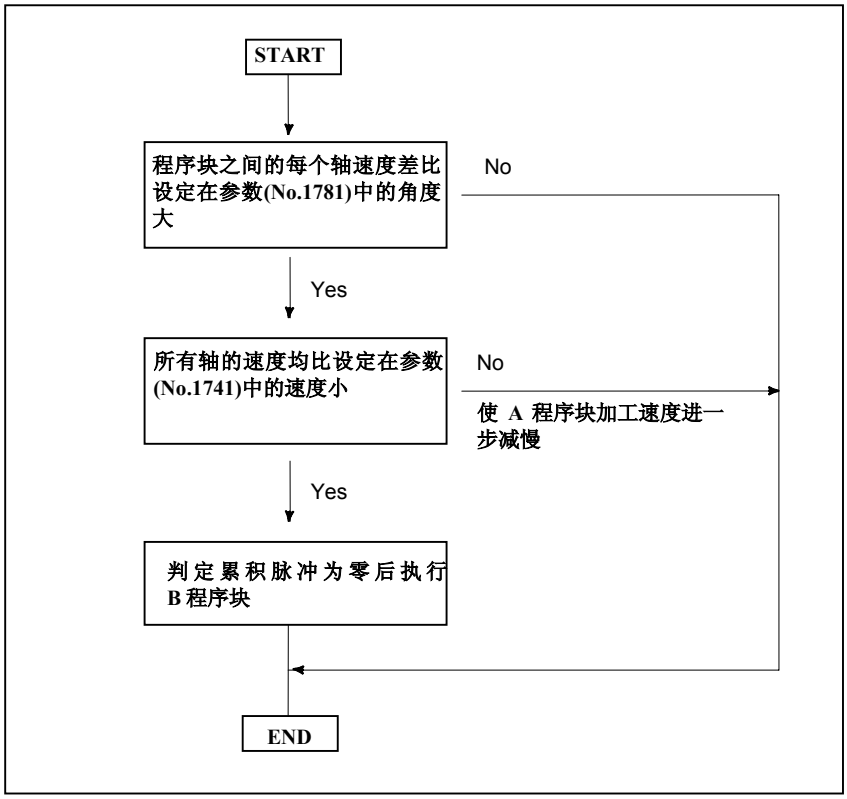
5.4.3.2 基于每个轴速度差的方法

本功能在 A 程序块终点的指定速度下的每个轴方向速度与 B 程序块起点的指定速度下的每个轴方向速度的速度差比设定在参数(No.1781)中的值大时减速，所有轴的速度都比设定在参数(No.1741)中的速度小时，判定累积为零后执行 B 程序块。

说明

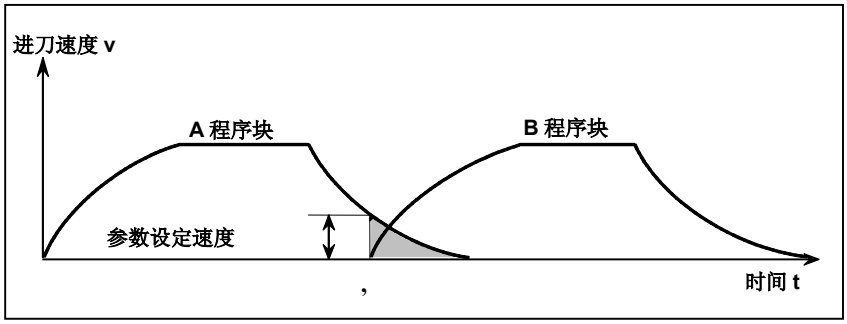
- 速度控制的流程图

如下示出速度控制的流程图。



- **轴的进刀速度和时间**

下图说明每个轴的进刀速度差比参数(No. 1781)的设定值大时的轴的进刀速度与时间的关系。当时间处在 t 位置时，累积脉冲实际上只留下斜线部分，由于自动加速 / 减速回路的速度低于参数(No.1741)的设定速度，进入下一程序块的加工。



- **每个轴的容许速度差的设定** 基于进刀速度差的拐角减速功能的容许速度差，可以通过参数(No. 1783)设定每个轴不同的值。

- **速度差的检查** 即使在空运行操作及外部减速过程中，都基于程序中的进刀速度命令检查速度差。

- **准确停止** 在发出 G09(准确停止)命令时准确停止，与参数的值无关。

- **过载** 在操作过程中改变过载时，不能正确执行速度差的检查。

限制 本功能对基于每转进刀的命令、F1 位命令、刚性攻丝命令、单独程序块无效。

5.5
停刀(G04)

指令格式

停刀 G04 X_; 或 G04 P_;
X_:指定时间(可以用十进制小数点)
P_:指定时间(不能用十进制小数点)

说明

G04 指定停刀，延迟指定的时间后执行下个程序段。另外，在切削方式（G64 方式）中，为了进行准确停止检查，可以指定停刀。
当 P 或 X 都不指定时，执行准确停止。
通过设置参数 No.3405#1（DWL）可对每转进给方式（G95）的每一转指定停刀。

表 5.5(a) 暂停时间的指令值范围（用 X 指令）

增量系	指令值范围	停刀时间单位
IS-B	0.001～99999.999	s 或 rev
IS-C	0.0001～9999.9999	

表 5.5(b) 暂停时间的指令值范围 (用 P 指令)

增量系	指令值范围	停刀时间单位
IS-B	1～99999999	0.001 s 或 rev
IS-C	1～99999999	0.0001 s 或 rev

6 参考点

CNC 机床有一个特殊位置，如后面所述, 通常, 在这个位置上交换刀具或设定坐标系。这个位置称为参考点。

6.1
返回参考点

概述

- **参考点**

参考点是机床上的一个固定点，用参考点返回功能刀具可以非常容易地移动到该位置。
例如，参考点用作刀具自动交换的位置。用参数（No.1240 到 1243）可在机床坐标系中设定 4 个参考点。

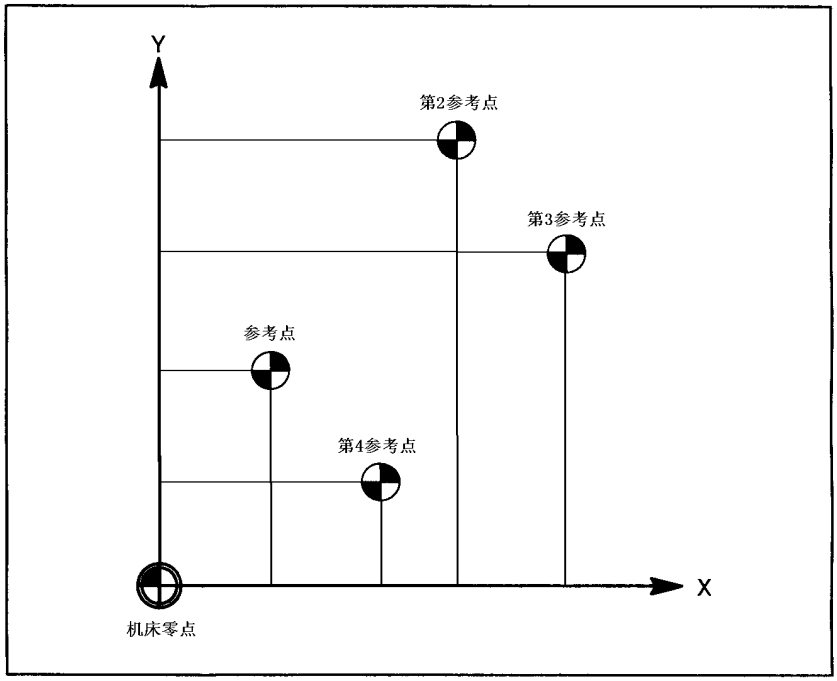


图 6.1(a) 机床零点和参考点

- **返回参考点和从参考点返回**

刀具经过中间点沿着指定轴自动地移动到参考点。或者刀具从参考点经过中间点沿着指定轴自动地移动到指定点。当返回参考点完成时，表示返回完成的指示灯亮。

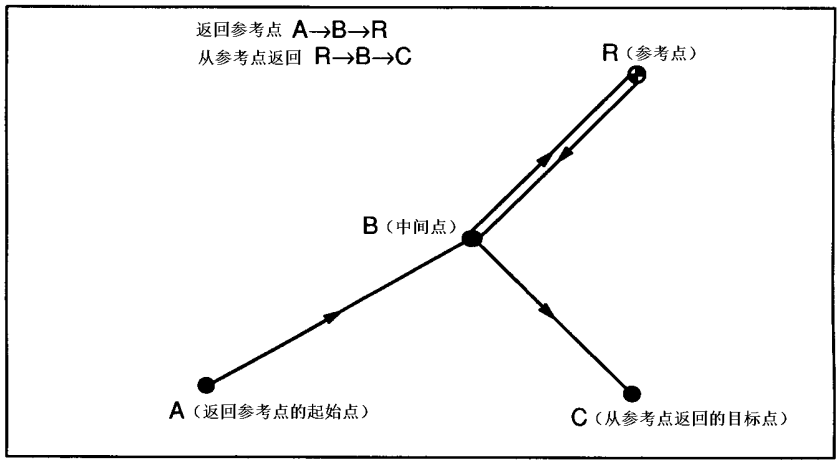


图 6.1(a) 返回参考点和从参考点返回

- **返回参考点检查**

返回参考点检查（G27）功能检查刀具是否已经正确地返回到程序中指定的参考点。如果刀具已经正确地沿着指定轴返回到参考点，该轴的指示灯亮。

指令格式

- **返回参考点**

G28 IP_;　返回参考点
G30 P2 IP_;返回第 2 参考点（P2 可以省略。）
G30 P3 IP_;返回第 3 参考点
G30 P4 IP_;返回第 4 参考点
IP:指定中间位置的指令(绝对值/增量值指令)

- **从参考点返回**

G29 IP_;
IP:指定从参考点返回的目标点的指令(绝对值/增量值指令)

- **返回参考点检查**

G27 IP_;
IP:指定参考点的指令(绝对值/增量值指令)

说明

●返回参考点(G28)

各轴以快速移动速度定位到中间点或参考点。
因此，为了安全，在执行该指令之前，应该清除刀具半径补偿和刀具长度补偿。
中间点的坐标值存储在 CNC 中，每次只存储 G28 程序段中指令轴的坐标值。对其它轴，使用以前指令过的坐标值。

例：N1 G28 X40.0 ; 中间点（X40.0）
N2 G28 Y60.0 ; 中间点 (X40.0,Y60.0)

●返回第 2、3、4 参考点(G30)

在没有绝对位置检测器的系统中， 只有在执行过自动返回参考点（ G28）或手动返回参考点（参阅 III—3.1 部分）之后，方可使用返回第 2、3、4 参考点功能。通常，当刀具自动交换（ATC）位置与第 1 参考点不同时，使用 G30 指令。

●从参考点返回(G29)

在一般情况下，在 G28 或 G30 指令后，立即指定从参考点返回指令。对增量值编程，指令值指定离开中间点的增量值。
以各轴的快速移动速度定位到中间点或参考点。
当由 G28 指令刀具经中间点到达参考点之后，工件坐标系改变时，中间点的坐标值也变为新坐标系中的坐标值。此时若指令了 G29，则刀具经新坐标系的中间点移动到指令位置。
对 G30 指令，也执行同样的操作。

●返回参考点检测 (G27)

G27 指令，刀具以快速移动速度定位。如果刀具到达参考点的话，返回参考点指示灯亮。
但是如果刀具到达的位置不是参考点的话，则显示报警（No.092）。

●返回参考点进给速度的设定

通电后，用返回第 1 参考点建立机床坐标系之前，手动和自动返回参考点的速度与自动快速移动速度相同，由参数 No.1428 设定。即使在返回参考点完成建立机床坐标系之后，手动返回参考点的速度也与参数的设定值相同。

注
1 回参考点速度可使用快速移动倍率（F0，25，50，100%），设定值是倍率为 100%时的速度值。
2 参考点返回完成，在已经建立机床坐标系之后，自动返回参考点进给速度将与通常的快速移动速度一致。
3 在参考点未返回，机床坐标系建立之前，可用参数 RPD（参数 No.1401 的 0 位）选择手动快速移动速度和 JOG 速度。

	坐标系建立之前	坐标系建立之后
自动返回参考点（G28）	No.1428	No.1420
自动快速移动速度（G00）	No.1428	No.1420
手动返回参考点	No.1428	No.1428
手动快速移动速度	No.1423 ***1**	No.1424

注
当参数 No.1428 设为 0 时，速度值与下列参数设定值一致。

	坐标系建立之前	坐标系建立之后
自动返回参考点（G28）	No.1420	No.1420
自动快速移动（G00）	No.1420	No.1420
手动返回参考点	No.1424	No.1424
手动快速移动速度	No.1423 ***1**	No.1424

1420：快速移动速度
1423：Jog 进给速度
1424：手动快速移动速度

***1** 当 RPD（参数 No.1401 的 0 位）设定为 1 时，为参数 No.1424 的设定值。

限制

●机床锁住接通状态

在机床锁住接通时，即使刀具已经自动地返回到参考点，返回完成指示灯也不亮。在这种情况下，即使指定 G27 指令，也不检测刀具是否已经返回到参考点。

● 通电后第一次返回参考点（无绝对位置编码器）

电源接通后，尚未执行手动返回参考点时若指定了 G28 指令，则从中间点的移动与手动返回参考点的情况一样。
在这种情况下，刀具以参数 No.1006#5（ZMI_x）中指定的参考点返回方向移动。因此，指定的中间点必须是能够实现返回参考点的点。

● 在偏置方式的返回参考点检查

在偏置方式中，用 G27 指令刀具到达的位置是加上偏置值得到的位置。因此，如果加上偏置值的位置不是参考位置，则指示灯不亮，并且显示报警。通常，在指令 G27 之前，应清除刀具偏置。

●当编程位置与参考位置不符时指示灯亮

当机床系统是英制系统而采用公制输入时，即使编程位置偏离了由最小设定单位设定的基准位置时，返回参考点指示灯也可能变亮。这是因为机床系统的最小输入增量单位小于最小指令单位的原因。

参考

● 手动返回参考点

参阅**Ⅲ—3.1** 部分。

例

G28G90X1000.0Y500.0;(编程从 A 到 B 的移动)
T1111;（在参考点换刀）
G29X1300.0Y200.0（编程从 B 到 C 的移动）

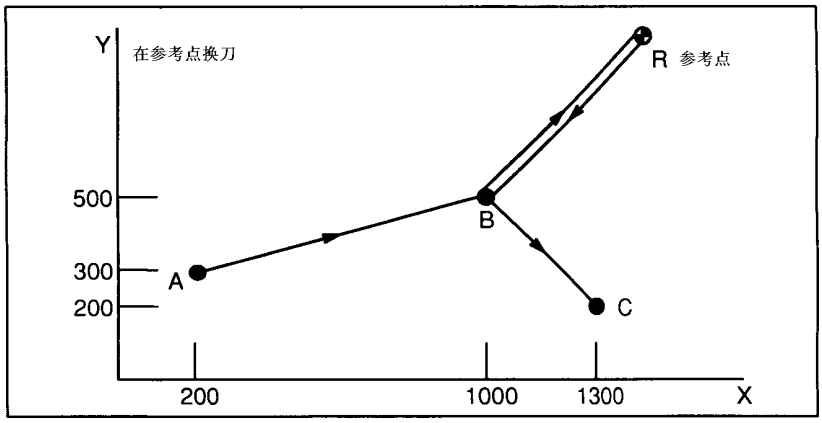


图 6.1(c) 返回参考点和从参考点返回

7 坐标系

CNC 将刀具移动到指定位置。刀具位置由刀具在坐标系中的坐标值表示。坐标值由编程轴指定。

当 3 个编程轴为 X、Y 和 Z 轴时，坐标值指定如下：

X_Y_Z_

该指令称为尺寸字。

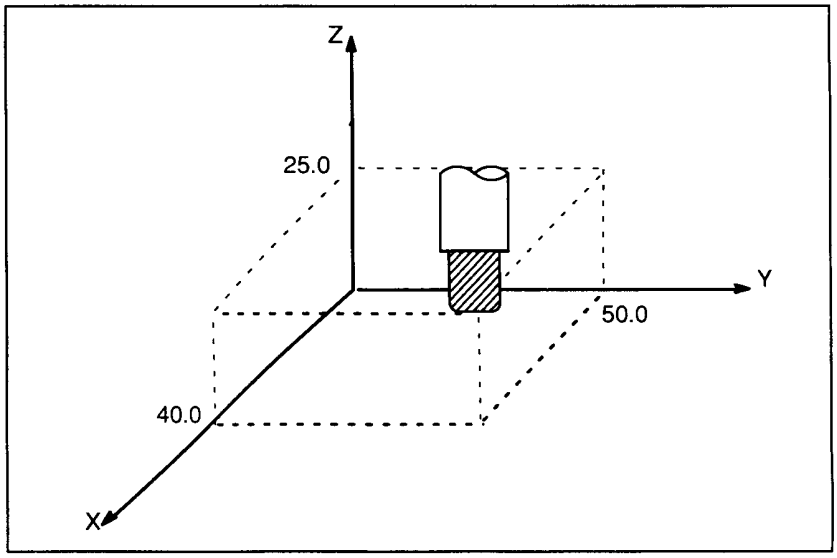


图 7　由 X40.0Y50.0Z25.0 指定的刀具位置

在下面的三个坐标系之一中指定坐标值:

(1) 机床坐标系

(2) 工件坐标系

(3) 局部坐标系

不同的机床，坐标系的轴号是不一样的。本说明书中，尺寸字表示为 IP_。

7.1 机床坐标系

机床上的一个用作为加工基准的特定点称为机床零点。机床制造厂对每台机床设置机床零点。
用机床零点作为原点设置的坐标系称为机床坐标系。
在通电之后，执行手动返回参考点设置机床坐标系（参阅III—3.1 部分）。机床坐标系一旦设定，就保持不变，直到电源关掉为止。

指令格式

```
（G90）G53 IP_;
        IP_; 绝对尺寸字
```

说明

- **选择机床坐标系（G53）**

当指令机床坐标系上的位置时，刀具快速移动到该位置。用于选择机床坐标系的 G53 是非模态 G 代码，即它仅在指令机床坐标系的程序段有效。对 G53 应指定绝对值（G90）。当指定增量值指令（G91）时，G53 指令被忽略。当指令刀具移动到机床的特殊位置时，例如：换刀位置，应该用 G53 编制在机床坐标系的移动程序。

限制

- **补偿功能的取消**

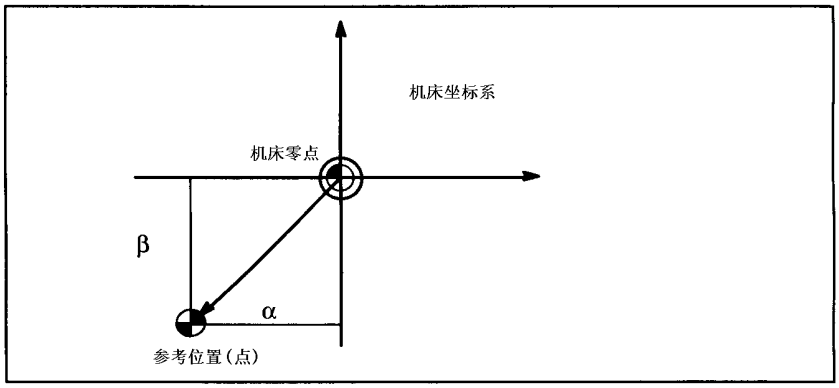
当指定 G53 指令时，就清除了刀具半径补偿、刀具长度补偿和刀具偏置。

- **电源接通后立即指定 G53**

在指定 G53 指令之前，必须设置机床坐标系，因此通电后必须进行手动返回参考点或由 G28 指令自动返回参考点。当采用绝对位置编码器时，就不需要该操作。

参考

CNC 系统通电后执行手动回参考点，可以立即建立一个机床坐标系，参考点的坐标值为（α，β），由参数 No.1240 设定。



7.2 工件坐标系

加工工件时使用的坐标系称作工件坐标系。工件坐标系由 CNC 预先设置(设置工件坐标系)。
一个加工程序设置一个工件坐标系（选择一个工件坐标系）。
可以通过移动原点来改变设置的工件坐标系（改变工件坐标系）。

7.2.1 设置工件坐标系

使用三种方法之一设置工件坐标系:

（1）用 G92 法
在程序中，在 G92 之后指定一个值来设定工件坐标系。

（2）自动设置
预先将参数 No.1201#0（SPR）设为 1，当执行手动返回参考点后，就自动设定了工件坐标系（参考III—3.1 部分）。
但是，选择工件坐标系的选项时无效。

（3）使用 CRT/MDI 面板输入
使用 CRT/MDI 面板可以设置 6 个工件坐标系（参考III—11.4.6 部分）。
用绝对值指令时，必须用上述方法建立工件坐标系。

指令格式

- **用 G92 设置工件坐标系**

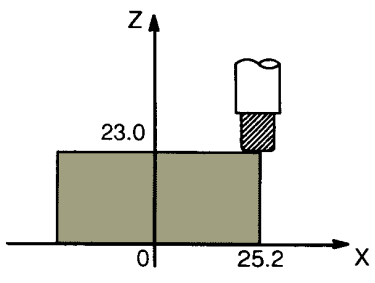
```
（G90） G92 IP_
```

说明

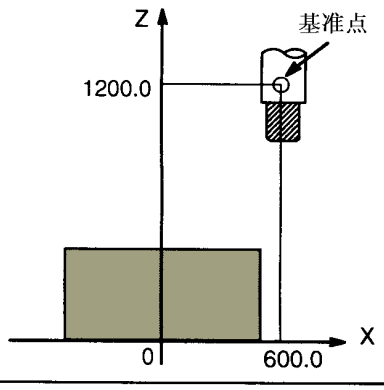
设定工件坐标系，使刀具上的点（例如刀尖）位于指定的坐标位置。
如果在刀具长度偏置期间用 G92 设定坐标系，则 G92 用无偏置的坐标值设定坐标系。刀具半径补偿被 G92 临时删除。

例

例1
用G92X25.2Z23.0; 指令设置坐标系
（刀尖是程序的起点。）



例2
用G92X600.0Z1200.0; 指令设定坐标系。
（刀柄上的基准点是程序的起点。）



如果发出绝对值指令，基准点移动到指令位置。为了把刀尖移动到指令位置，则刀尖到基准点的差，用刀具长度偏差来补偿。（见 II-14.1）

7.2.2 选择工件坐标系

用户可以任意选择设定的工件坐标系，如下所述（关于设定方法，参考Ⅱ—7.2.1 部分）。

（1）用 G92 或自动设定工件坐标系方法设定了工件坐标系后，工件坐标系用绝对指令工作。

（2）用 MDI 面板可设定 6 个工件坐标系 G54～G59。指定其中一个 G 代码，可以选择 6 个中的一个。

G54 工件坐标系 1
G55 工件坐标系 2
G56 工件坐标系 3
G57 工件坐标系 4
G58 工件坐标系 5
G59 工件坐标系 6

在电源接通并返回参考点之后，建立工件坐标系 1 到 6。当电源接通时，自动选择 G54 坐标系。

例

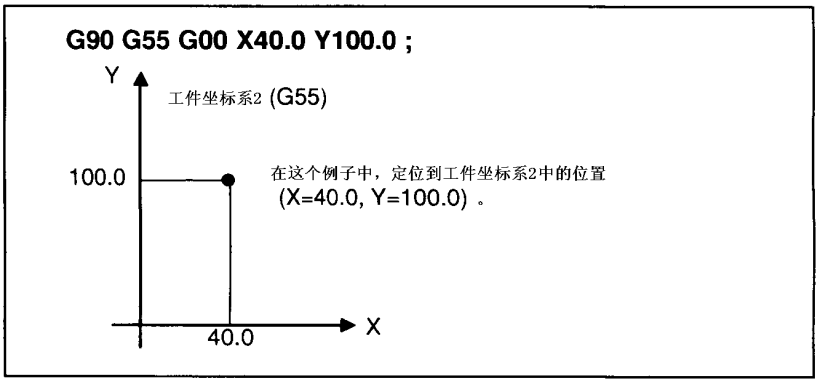


图 7.2.2

7.2.3 改变工件坐标系

可以用外部工件零点偏移或工件零点偏移来改变用 G54 到 G59 指定的 6 个工件坐标系的位置。

有 3 种方法可以改变外部工件零点偏移值或工件零点偏移值。

（1）从 MDI 面板输入（参考Ⅲ-11.4.6 部分）

（2）用 G10 或 G92 编程

（3）用外部数据输入功能

通过输入到 CNC 的信号可以改变外部工件零点偏移值。详细情况请见机床制造厂商提供的说明书。

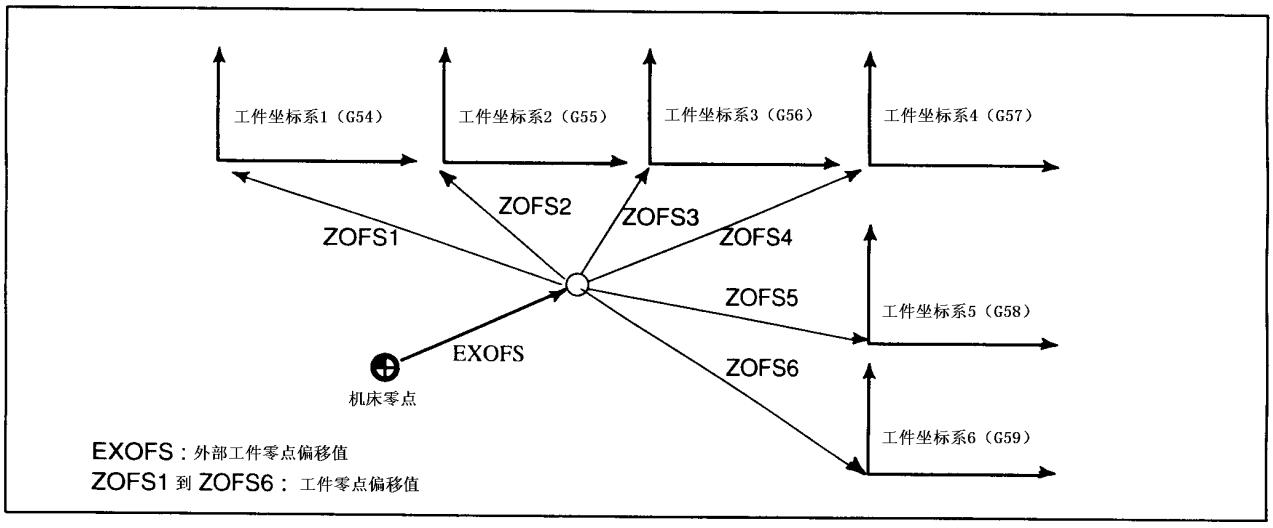


图 7.2.3 改变外部工件零点偏移值或工件零点偏移值

指令格式

- **用 G10 改变**

G10 L2 Pp IP_;
P=0： 外部工件零点偏移值
P=1 到 6：工件坐标系 1 到 6 的工件零点偏移
IP： 对于绝对值指令(G90)，为每个轴的工件零点偏移值。
对于增量值指令（G91），为每个轴加到设定的工件零点的偏移量（相加的结果为新的工件零点偏移值）。

- **用 G92 改变**

G92 IP_;

说明

- **用 G10 改变**

  用 G10 指令，各工件坐标系可以分别改变。

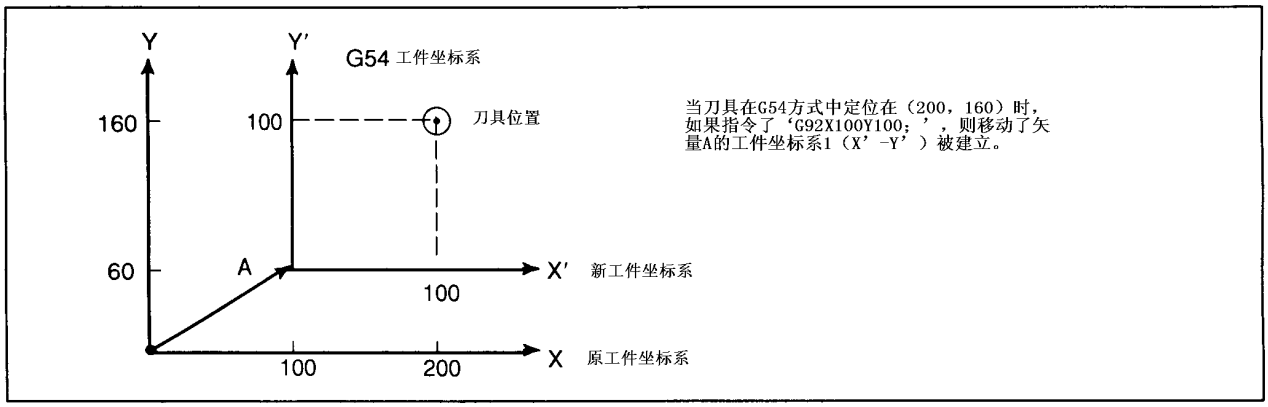
- **用 G92 改变**

  指定 G92IP_；可以使工件坐标系（用代码从 G54 到 G59 选择）移动从而设定新的工件坐标系，使得刀具位置与指定的坐标值（IP_）一致。坐标系偏移量加到所有工件零点偏移值上。这意味着所有工件坐标系移动相同的量。

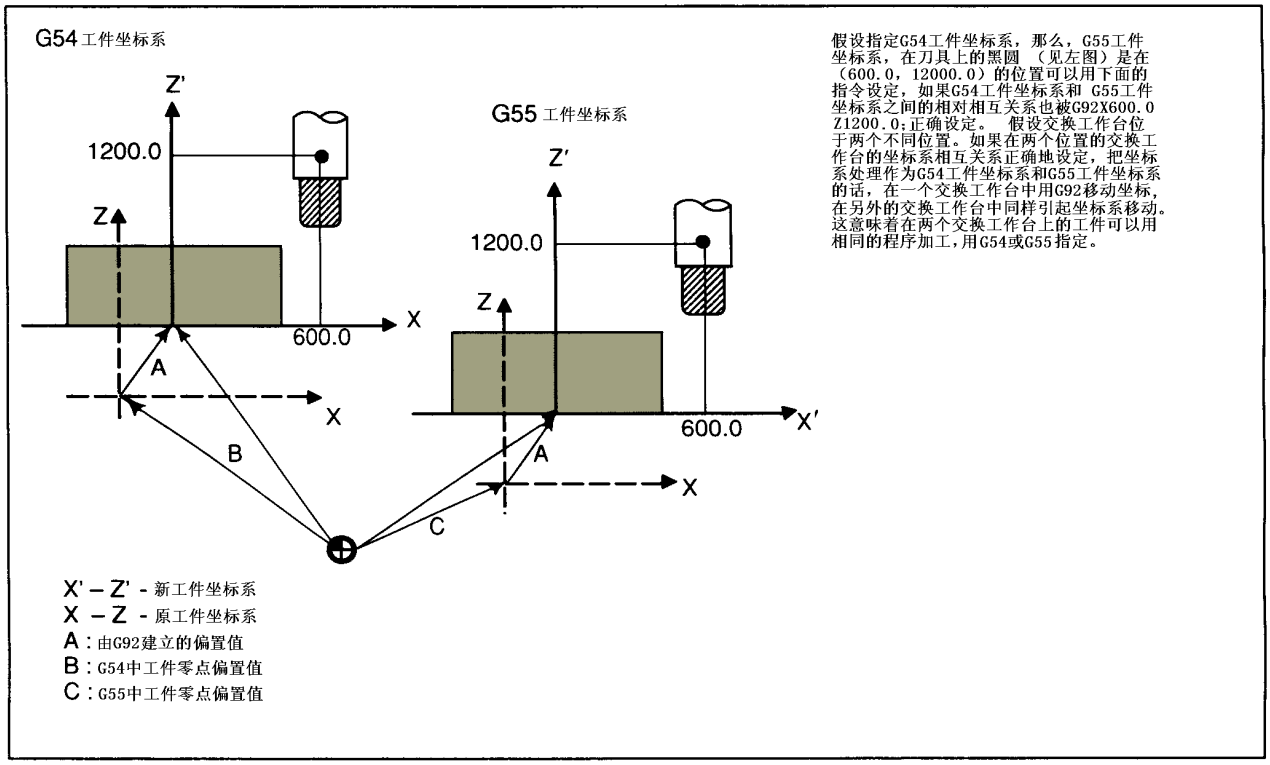
警告

当外部工件零点偏移值设定后，用 G92 设定坐标系时，该坐标系不受外部工件零点偏置值的影响。例如，当指令 G92X100.0Z80.0；时，刀具当前位置为 X=100.0,Z=80.0 的坐标系被指定。

例



当刀具在G54方式中定位在（200，160）时，如果指令了‘G92X100Y100；’，则移动了矢量A的工件坐标系1（X’-Y’）被建立。



假设指定G54工件坐标系，那么，G55工件坐标系，在刀具上的黑圆 （见左图）是在（600.0，12000.0）的位置可以用下面的指令设定，如果G54工件坐标系和 G55工件坐标系之间的相对相互关系也被G92X600.0 Z1200.0;正确设定。 假设交换工作台位于两个不同位置。如果在两个位置的交换工作台的坐标系相互关系正确地设定，把坐标系处理作为G54工件坐标系和G55工件坐标系的话，在一个交换工作台中用G92移动坐标，在另外的交换工作台中同样引起坐标系移动。这意味着在两个交换工作台上的工件可以用相同的程序加工，用G54或G55指定。

7.2.4 工件坐标系预置（G92.1）

工件坐标系预置功能是用手动干预预置一个工件坐标系，该坐标系与机床零点偏离一个工件零点偏移值。

有两种方法用于工件坐标系预置功能。一种方法是使用编程指令（G92.1）。另一种方法是在绝对位置显示画面、相对位置显示画面和综合位置显示画面上使用 MDI 操作（Ⅲ—11.1.4）。

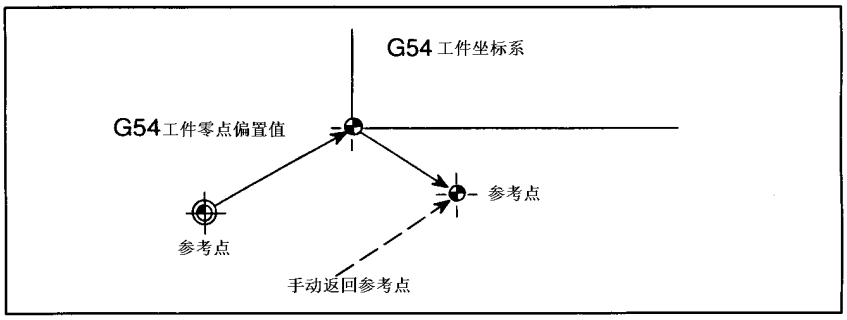
指令格式

G92.1 IP 0;

IP 0; 指定预置工件坐标系操作的轴地址。未指定的轴不进行预置操作。

说明

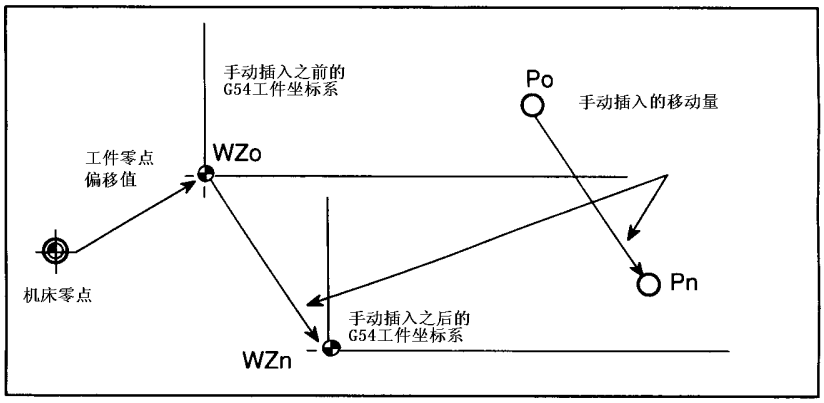
当在复位状态中执行手动返回参考点操作时，工件坐标系从机床坐标系零点偏移了工件零点偏移值。例如，假设选择工件坐标系 G54 时，执行手动返回参考点操作。在这种情况下，工件坐标系自动地设定，且它的零点从机床零点偏移了 G54 的工件零点偏置值；从工件坐标系零点到参考点的距离表示工件坐标系的当前位置。



如果使用绝对位置编码器，在电源接通时自动的设定工件坐标系，它的零点从机床零点偏移了 G54 的工件零点偏移值。电源接通时从绝对编码器读出机床位置，设定在工件坐标系中的当前位置就是用该机床位置减去 G54 工件零点偏移值。由这些操作设定的工件坐标系使用下页列出的指令和操作与机床坐标系偏移。

（a） 当手动绝对值信号断开时，执行手动插入
（b） 在机床锁住状态，执行移动指令
（c） 用手轮中断移动
（d） 使用镜像功能操作
（e） 使用 G52 设定局部坐标系，或者使用 G92 移动工件坐标系

对于（a），工件坐标系偏移了手动干预的移动量。



在上面的操作中，一旦移动的工件坐标系用 G 代码或 MDI 操作预置，则从机床零点偏移工件零点偏移值。这与在已经偏移的工件坐标系上进行手动返回参考点操作的效果是相同的。在该例中，这样的 G 代码或 MDI 操作可以将工件坐标系零点 WZn 返回到原点 WZo，从 WZo 到 Pn 的距离表示工件坐标系中的当前位置。
参数 NO.3104#3(PPD)指定是否预置相对坐标（RELATIVE）以及绝对坐标。

限制

- **刀具半径补偿，刀具长度补偿，刀具偏置**

  当使用工件坐标系预置功能时，应清除补偿方式：刀具半径补偿、刀具长度补偿和刀具偏置。如果执行该功能而又没有清除这些补偿方式，补偿矢量被暂时地清除。

- **程序再启动**

  在程序再启动期间，不执行工件坐标系预置功能。

- **禁止方式**

  当使用比例缩放、坐标系旋转或可编程镜像方式时，不能使用工件坐标系预置功能。

7.2.5 附加工件坐标系 (G54.1 或 G54)

除了 6 个工件坐标系(标准工件坐标系) G54 到 G59 以外，还可使用 48 个附加工件坐标系(附加的工件坐标系)。最多可使用 300 个附加工件坐标系。

指令格式

- **选择附加工件坐标系**

G54.1Pn; 或 G54Pn;
Pn：指定附加工件坐标系的代码
n ：1～48

- **在附加工件坐标系中设置工件零点偏移值**

G10L20Pn IP_;
Pn ：指定工件坐标系工件零点偏移值的代码
n ：1～48
IP_：设定工件零点偏移的轴地址和偏移值

说明

- **选择附加工件坐标系**

当 P 代码和 G54.1(G54)一起指定时，从附加工件坐标系（1～48）中选择相应的坐标系。
工件坐标系一旦选择，直到另一个工件坐标系被选择前一直有效。
在电源接通时，选择标准工件坐标系 1（G54）。

G54.1 P1 … 附加工件坐标系 1
G54.1 P2 … 附加工件坐标系 2
⋮
G54.1 P48 … 附加工件坐标系 48

- **在附加工件坐标系中设定工件零点偏置值**

类似于标准工件坐标系，在附加工件坐标系中可以通过以下操作执行工件零点偏移：

（1） 用 **OFFSET** 功能键显示和设置工件零点偏移值。
（2） G10 功能使工件零点偏移值用程序设定有效（参考 II-7.2.3 部分）。
（3） 用户宏程序使得工件零点偏移值可以作为系统变量处理。
（4） 工件零点偏移数据可以作为外部数据输入或输出。
（5） PMC 窗口功能可使工件零点偏移数据作为程序指令模态数据阅读。

当使用绝对值指定工件原点偏移时，指定值是新的偏移值。当使用增量值指定时，指定值与当前的偏移值相加成为新的偏移值。

限制

- **指定 P 代码**

在 G54.1（G54）之后，必须指定 P 代码。如果在同一程序段中 G54.1 后没有代码，则认为是附加工件坐标系 1（G54.1P1）。

如果在 P 代码中的指定值不在指定的范围内，将发出 P/S 报警（No.030）。

在 G54.1(G54)程序段中不能指定除工件偏移号外的 P 代码。

例）G54.1(G54)G04 P1000;

7.3 局部坐标系

当在工件坐标系中编制程序时，为了方便编程，可以设定工件坐标系的子坐标系。子坐标系称为局部坐标系。

指令格式

G52 IP_;设定局部坐标系
…
G52 IP0;取消局部坐标系
IP_:局部坐标系的原点

说明

用指令 G52 IP_；，可以在工件坐标系（G54～G59）中设定局部坐标系。局部坐标的原点设定在工件坐标系中以 IP_指定的位置。
当局部坐标系设定时，后面的以绝对值方式（G90）指令的移动是局部坐标系中的坐标值。在工件坐标系中用 G52 指定局部坐标系的新的零点，可以改变局部坐标系。
为了取消局部坐标系并在工件坐标系中指定坐标值，应使局部坐标系零点与工件坐标系零点一致。

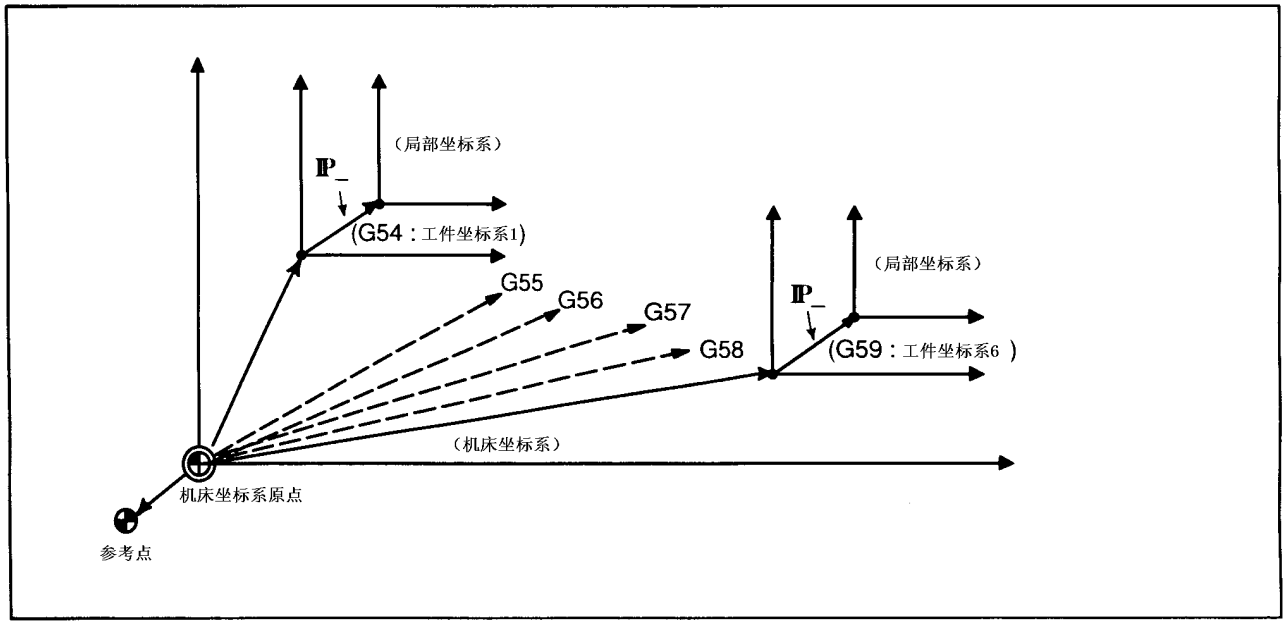


图 7.3 设定局部坐标系

警告

1.当一个轴用手动返回参考点功能返回参考点时，该轴的局部坐标系零点与工件坐标系零点一致。与下面指令的结果是一样的：

G52 α0；

α：返回参考点的轴

2.局部坐标系设定不改变工件坐标系和机床坐标系。

3.复位时是否清除局部坐标系，取决于参数的设定。当参数 No.3402#6(CLR)或参数 No.1202#3（RLC）之中的一个设置为 1 时，局部坐标系被取消。

4. 当用 G92 指令设定工件坐标系时，如果未指令所有轴的坐标值，则未指定坐标值的轴的局部坐标系并不取消，而是保持不变。

5.G52 暂时清除刀具半径补偿中的偏置。

6.绝对值方式中，在 G52 程序段以后立即指定运动指令。

7.4 平面选择

对使用 G 代码的圆弧插补、刀具半径补偿和钻孔，需要选择平面。
下表列出选择平面的 G 代码。

说明

表 7.4 由 G 代码选择的平面

G 代码	选择的平面	Xp	Yp	Zp
G17	XpYp 平面	X 轴或它的平行轴	Y 轴或它的平行轴	Z 轴或它的平行轴
G18	ZpXp 平面			
G19	YpZp 平面			

由 G17，G18 或 G19 指令的程序段中出现的轴地址决定 Xp，Yp，Zp。
当在 G17，G18 或 G19 程序段中省略轴地址时，认为是基本 3 轴地址被省略。
参数 No.1022 用于设定与基本 3 轴 X，Y 和 Z 平行的轴。
在不指令 G17，G18，G19 的程序段中，平面维持不变。
当电源接通或 CNC 复位时，由参数 No.3402#1（G18）和 No.3402#1#2（G19）选择 G17（XY 平面），G18（ZX 平面）或 G19（YZ）平面。
移动指令与平面选择无关。

例

当 U 轴平行于 X 轴时，平面选择。

```
G17X_Y_    XY 平面
G17U_Y_    UY 平面
G18X_Z_    ZX 平面
    X_Y_   平面不改变（ZX 平面）
G17        XY 平面
G18        ZX 平面
G17U_      UY 平面
G18Y_;     ZX 平面，Y 轴移动，与平面没有任何关系。
```

8 坐标值与尺寸

本章包括以下内容：

8.1 绝对值和增量值编程（G90，G91）
8.2 极坐标指令（G15，G16）
8.3 英制/公制转换（G20，G21）
8.4 小数点编程

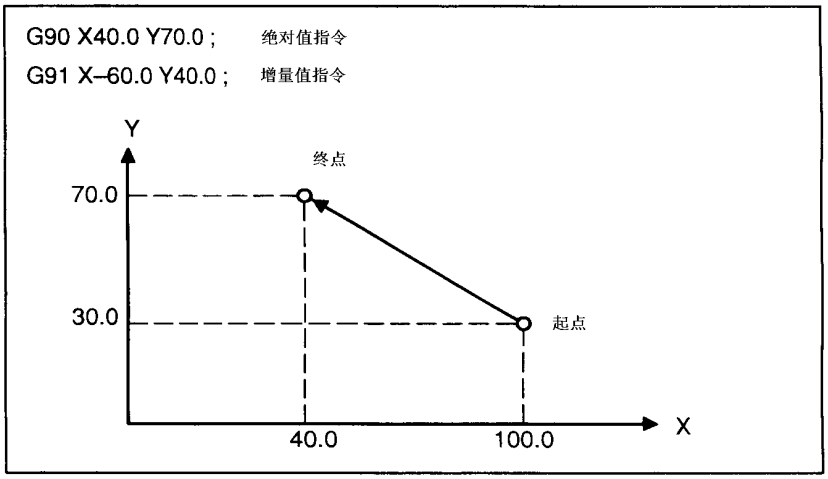
8.1 绝对值编程和增量值编程（G90，G91）

有两种方法指令刀具的移动；绝对值指令和增量值指令。在绝对值指令中，编程终点的坐标值；而在增量值指令中，编程移动距离。G90 和 G91 分别用于指令绝对值或增量值。

指令格式

绝对值指令	**G90 IP_;**
增量值指令	**G91 IP_;**

例



8.2 极坐标指令 (G15,G16)

终点的坐标值可以用极坐标（半径和角度）输入。
角度的正向是所选平面的第 1 轴正向的沿逆时针转动的转向，而负向是沿顺时针转动的转向。
半径和角度均可以用绝对值指令或增量值指令（G90，G91）。

指令格式

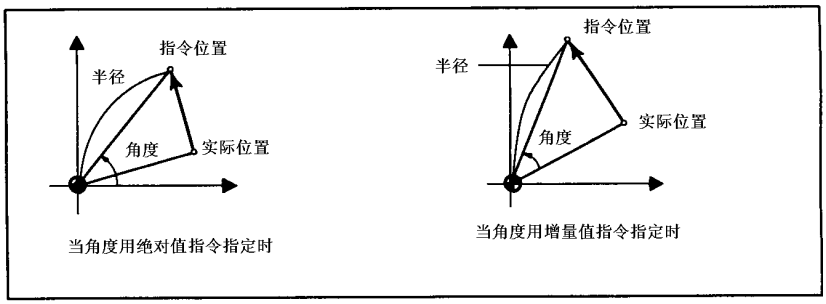
G□□G○○G16； 启动极坐标指令（极坐标方式）
G○○ IP_；
⋮ } 极坐标指令

G15； 取消极坐标指令（取消极坐标方式）

G16 极坐标指令
G15 极坐标指令取消
G□□ 极坐标指令的平面选择（G17，G18 或 G19）
G○○ G90 指定工件坐标系的零点作为极坐标系的原点，从该点测量半径。
G91 指定当前位置作为极坐标系的原点，从该点测量半径。
IP_ 指定极坐标系选择平面的轴地址及其值。
第 1 轴：极坐标半径
第 2 轴：极坐标角度

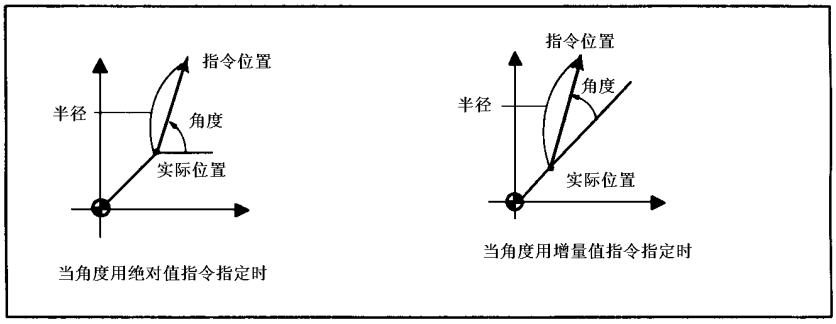
- **设定工件坐标系零点作为极坐标系的原点**

用绝对值编程指令指定半径（零点和编程点之间的距离）。工件坐标系的零点被设定为极坐标系的原点。当使用局部坐标系（G52）时，局部坐标系的原点变成极坐标的中心。



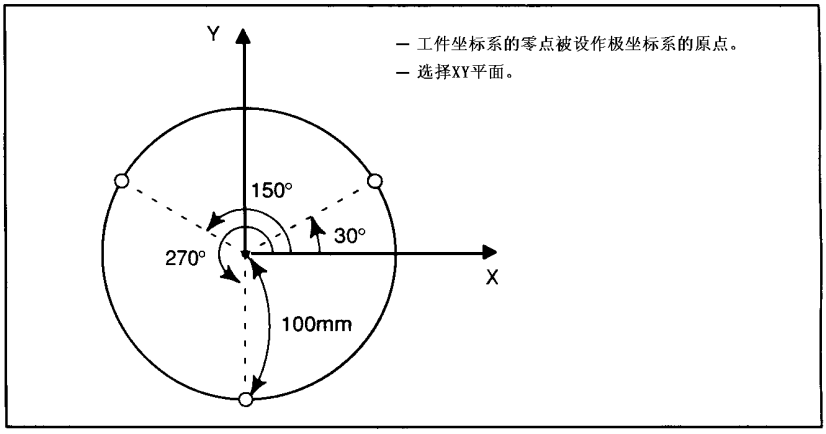
● **设定当前位置作为极坐标系的原点**

用增量值编程指令指定半径（当前位置和编程点之间的距离）。当前位置指定为极坐标系的原点。



例

螺栓圆孔



● **用绝对值指令指定角度和半径**

N1 G17 G90 G16;
指定极坐标指令和选择 XY 平面，设定工件坐标系的零点作为极坐标系的原点。
N2 G81 X100.0 Y30.0 Z-20.0 R-5.0 F200.0;
指定 100mm 的距离和 30 度的角度
N3 Y150.0;
指定 100mm 的距离和 150 度的角度
N4 Y270.0;
指定 100mm 的距离和 270 度的角度
N5 G15 G80;
取消极坐标指令

● **用增量值指令角度用绝对值指令半径**

N1 G17 G90 G16;
指定极坐标指令和选择 XY 平面，设定工件坐标系的零点作为极坐标系的原点。
N2 G81 X100.0 Y30.0 Z-20.0 R-5.0 F200.0;
指定 100mm 的距离和 30 度的角度
N3 G91 Y120.0;
指定 100mm 的距离和+120 度的增量角度
N4 Y120.0;
指定 100mm 的距离和+120 度的增量角度

N5 G15 G80;
取消极坐标指令

限制

- **在极坐标方式中指定半径**　在极坐标方式中，对圆弧插补或螺旋线插补（G02，G03）用 R 指定半径。

- **在极坐标方式中轴不属于极坐标指令的部分**　下列指令指定的轴，不属于极坐标指令的部分：

  —停刀（G04）
  —可编程数据输入（G10）
  —设定局部坐标系（G52）
  —工件坐标系转换（G92）
  —选择机床坐标系（G53）
  —存储行程检测（G22）
  —坐标系旋转（G68）
  —比例缩放（G51）

- **任意角度倒角和拐角圆弧过渡**　在极坐标方式中不能指定任意角度倒角和拐角圆弧过渡。

8.3 英制/公制转换 (G20,G21)

可以用 G 代码选择英制或公制输入。

指令格式

G20；英寸输入
G21；毫米输入

该 G 代码必须在设定坐标系之前，在程序的开头以单独程序段指定。在指定英制/公制转换的 G 代码以后，输入数据的单位切换到增量系 IS-B 或 IS-C 的最小英制或公制输入增量单位（参考 II-3.2 部分）。输入的角度数据的单位保持不变。在英制/公制转换之后，将改变下列值的单位制。

—由 F 代码指令的进给速度
—位置指令
—工件零点偏移值
—刀具补偿值
—手摇脉冲发生器的刻度单位
—在增量进给中的移动距离
—某些参数

当电源接通时，G 代码与电源断开之前的状态相同。

警告
1.在程序执行期间，绝对不能切换 G20 和 G21。
2.当英制输入（G20）切换到公制输入（G21）或进行相反的切换时，刀具补偿值必须根据最小输入增量单位预先设定。
但是，当参数 No. 5006#0（OIM）=1 时，刀具补偿值会被自动转换而不必重新设定。

注意
在英制输入切换到公制输入或进行相反的切换后，对于第 1 个 G28 指令，从中间点的运行与手动返回参考点的情况相同。刀具从中间点以参数 No.1006#5(ZMI)设定的返回参考点的方向移动。

注
1.当最小输入增量单位和最小指令增量单位不同时，最大误差是最小指令增量单位的一半。这个误差不会积累。
2.可以在“SETTING”画面内切换英制和公制输入。（参考 III-11.4.3 部分）

8.4 小数点编程

数字值可以用小数点输入。当输入距离、时间或速度时可以使用小数点。下面的地址可以指定小数点：

X，Y，Z，U，V，W，A，B，C，I，J，K，Q，R 和 F。

说明

有两种类型的小数点表示法：计算器型和标准型。

当使用计算器型小数点表示法时，没有小数点的数值单位被认为是毫米、英寸或度。当使用标准型小数点表示法时，没有小数点的数值单位被认为是最小输入增量单位。使用参数 No.3401#0(DPI)选择计算器型或标准型小数点。在一个程序中，数值可以使用小数点指定，也可以不用小数点指定。

例

程序指令	袖珍计算器型小数点编程	标准型小数点编程
X 1000 指令值没有小数点	1000mm 单位：mm	1mm 单位：最小输入增量单位（0.001mm）
X 1000.0 指令值有小数点	1000mm 单位：mm	1000mm 单位：mm

警告

在一个单独的程序段中，输入数值之前指定 G20/G21 代码。小数点的位置取决于指令。

例如：

G20； 以英寸输入

X1.0G04; 认为 X1.0 是一个距离，并作为 X10000 处理。这个指令相当于 G04 X10000。刀具暂停 10 秒。

G04X1.0； 相当于 G04 X1000。刀具暂停 1 秒。

注

1 小于最小输入增量单位的小数部分被舍去。

例：

X1.23456;当最小输入增量单位是 0.001 mm 时，处理成 X1.234。

当最小输入增量单位是 0.0001 inch 时，处理成 X1.2345。

2 当指定了多于 8 位数时，出现报警。如果一个值用小数点输入时，先根据最小输入增量单位把这个值转换成整数以后，再进行位数检测。

例：

X1.23456789;因为指定的数多于 8 位，出现 P/S 报警 0.003。

X123456.7 ; 如果最小指定单位是 0.001mm，该值转换成整数 123456700。因为该整数超过 8 位，所以，出现报警。

9 主轴速度功能（S 功能）

在地址 S 后指定数值控制主轴速度。
这一章包括下面内容：

9.1 用代码指定主轴速度
9.2 直接指定主轴速度值（S5 位数指令）
9.3 恒表面切削速度控制（G96，G97）

9.1 用代码指定主轴速度

当在地址 S 后指定一个数值时， 代码信号和选通信号被送往机床去控制主轴旋转速度。

一个程序段只能包含一个 S 代码。关于 S 代码后的数值位数，或 S 代码与运动指令在同一程序段时程序的执行顺序等内容请参阅相关的由机床制造厂商提供的说明书。

9.2 直接指定主轴速度值（S5 位数指令）

主轴速度可以直接用地址 S 后的最多 5 位数值（rpm）指定。指定的主轴速度的单位，取决于机床制造厂商的规定。 详细情况，请参阅机床制造厂商提供的说明书。

9.3 恒表面切削速度控制（G96，G97）

S 后指定表面速度（刀具和工件之间的相对速度）。不管刀具的位置如何，主轴旋转使表面切削速度维持恒定。

指令格式

- **恒表面速度控制指令**

G96 S○○○○○；
↑表面速度（m/min 或 feet/min）
注：根据机床制造厂商的设定，该速度单位可以被改变。

- **恒表面速度控制取消指令**

G97 S○○○○○；
↑主轴速度（rpm）
注：根据机床制造厂商的设定，该速度单位可以被改变。

- **恒表面速度控制轴指令**

G96 Pα； P0：在参数（No.3770）中设定的轴
P1：X 轴，P2：Y 轴，P3：Z 轴，P4：第 4 轴

- **最高主轴速度箝制**

G92 S_； S 后指定最高主轴速度（rpm）

说明

- **恒定表面切削速度控制指令（G96）**

G96（恒表面切削速度控制指令）是模态 G 代码。在指定 G96 指令之后，程序进入恒表面切削速度控制方式（G96 方式），指定的 S 值被认为是表面速度。G96 指令必须指定使用恒表面切削速度控制的轴。G97 指令取消 G96 方式。当使用恒表面切削速度控制时，高于 G92 S_; 中指定的主轴速度（最高主轴速度）被箝制在最高主轴速度上。当在电源接通时，最高主轴速度还没有设定，并且主轴速度不受箝制。在 G96 程序段中，直到出现 M03（主轴正向旋转）或 M04（主轴负向旋转）指令前，程序中的 S（表面速度）指令被当作 S=0（表面速度是 0）。

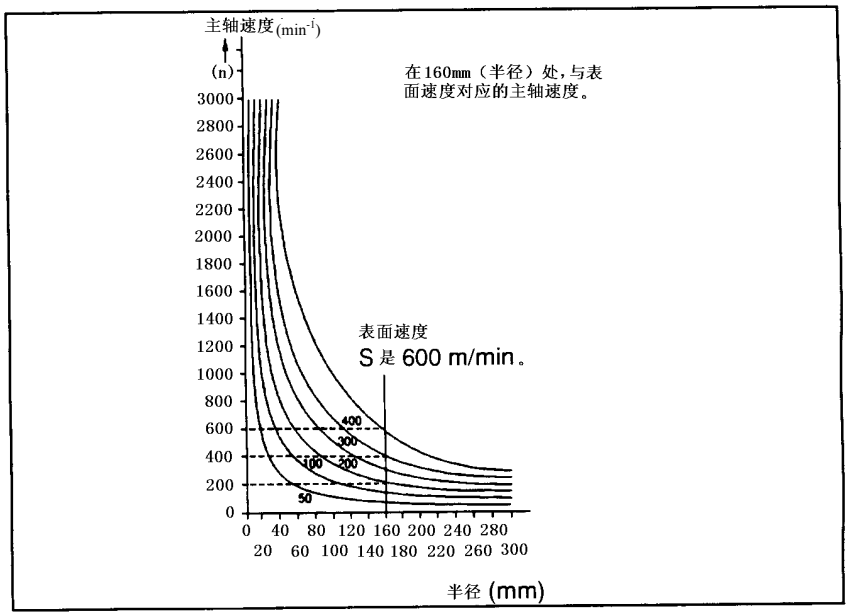


图 9.3(a) 工件半径，主轴转速和表面速度之间的关系

- **设定恒表面切削速度控制的工件坐标系**

为 执 行 恒表面切削速度控制，需要设定工件坐标系，使旋转轴例如 Z 轴（应用恒表面切削速度控制的轴）的中心的坐标值变为零。

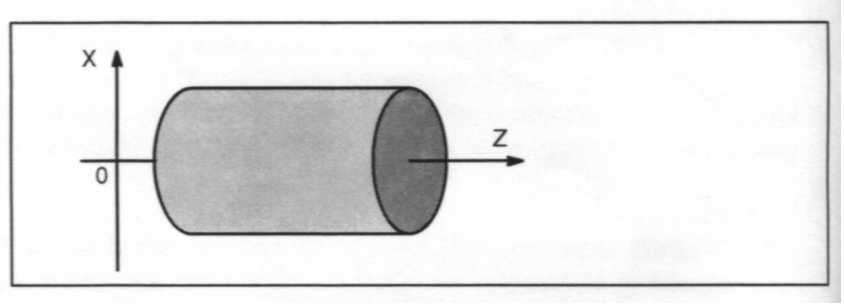
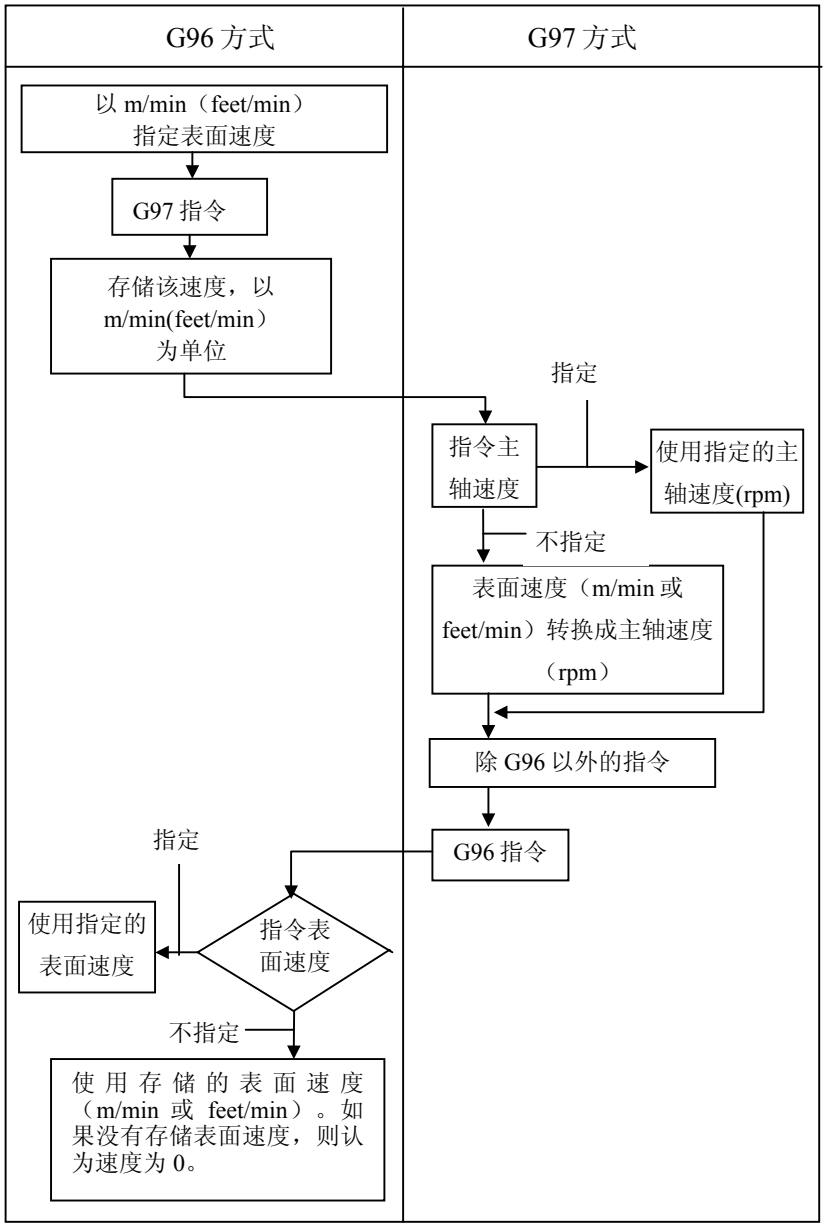


图 9.3(b) 恒表面切削速度控制的工件坐标系示例

- **在 G96 方式指定表面切削速度**



限制

- **螺纹加工时恒表面切削速度控制**

在螺纹切削期间，恒表面切削速度控制也有效。因此，建议在螺旋螺纹加工和锥螺纹加工开始以前，用 G97 指令取消恒表面速度控制方式，因为当主轴速度变化时可能并不考虑伺服系统的响应问题。

- **快速移动（G00）的恒表面切削速度控制**

在由 G00 指定的快速移动程序段中，因为快速移动时不执行切削，所以不是根据刀具位置的瞬间变化计算表面速度来进行恒表面速度控制，而是根据该程序段的终点的位置计算表面速度来实现控制的。

10 刀具功能（T 功能）

概述

0i 有两种刀具功能：一个是刀具选择功能，另一个是刀具寿命管理功能。

10 .1
刀具选择功能

在地址 T 后指定数值（最多 8 位）用以选择机床上的刀具。
在一个程序段中，只能指定一个 T 代码。关于地址 T 可指令的位数，以及 T 代码对应的机床动作请见机床厂的说明书。
当移动指令和 T 代码在同一程序段中指定时指令的执行有下面两种方法：
（1）　移动指令和 T 功能指令同时执行。
（2）　移动指令执行完后执行 T 功能指令。
选择（1）和（2）的哪一种，取决于机床制造厂的规定。详细情况请见机床制造厂的说明书。

10.2
刀具寿命管理功能

刀具被分成许多组，对每组指定刀具寿命（使用的时间和次数）。累计每组刀具使用的刀具寿命、在同组中以预定的顺序选择和使用下一把刀具的功能称为刀具寿命管理。

刀具组数 m				
1	刀具号	指定刀具补偿值的代码	刀具寿命	第 1 把刀具寿命管理数据
⋮				
n				第 n 把刀具寿命管理数据

图 10.2(a) 刀具寿命管理数据(n 把刀具)

根据加工程序中指定的刀具组选择刀具，进行刀具寿命管理。

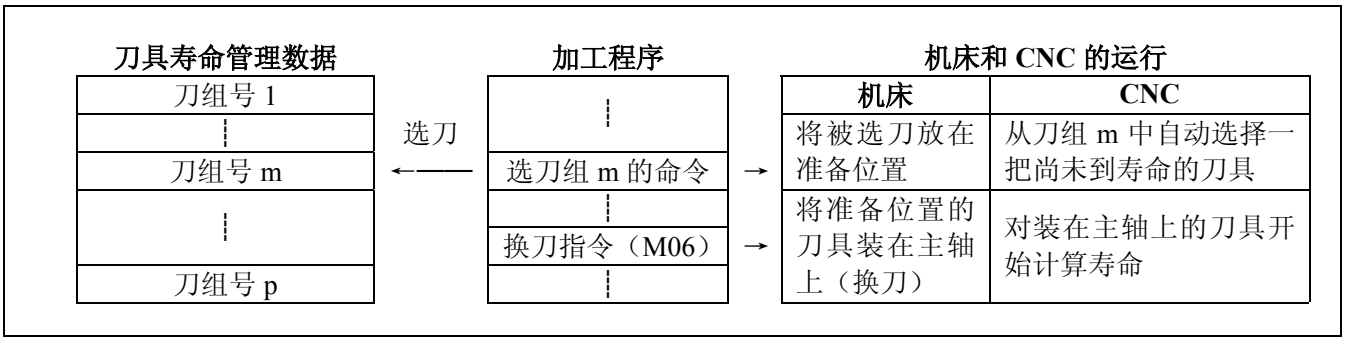


图 10.2(b) 加工程序的刀具选择

10.2.1 刀具寿命管理数据

刀具寿命管理数据包括刀具组数，刀具号，指定刀具补偿值的代码和刀具寿命值。

说明

- **刀具组数**

能贮存的最大组数和每组的刀具数，由参数（No.6800#0,#1(GS1,GS2)）设定（表 10.2.1）。

表 10.2.1　可贮存的最大组数和刀具数

GS1 (No.6800#0)	GS2 (No.6800#1)	组数	刀具数
0	0	16	16
0	1	32	8
1	0	64	4
1	1	128	2

> **警告**
> 当改变参数 No.6800 的 0 位或 1 位的 GS1 或 GS2 时，用 G10L3 指令重新存储刀具寿命管理数据（原有数据全部清除）。否则，不能设置新数据。

- **刀具号**

在 T 之后指定 4 位数据。

- **指定刀具补偿值代码**

指定刀具补偿值的代码分为 H 代码（刀具长度补偿）和 D 代码（刀具半径补偿）。当有 400 个刀具补偿时，能贮存的刀具补偿值代码的最大号是 255。

> **注**
> 当指定刀具补偿值的代码不用时，补偿值不能存储。

- **刀具寿命值**

见Ⅱ—**10.2.2** 节和 **10.2.4** 节。

10.2.2

刀具寿命管理数据的存储、修改和删除

用程序输入的刀具寿命管理数据存储在 CNC 单元中，存储的刀具寿命管理数据能被改变或删除。

说明

有 4 种操作方法，其程序格式也不同，如下所述。

- **删除所有组原有数据后存储新数据**

  在全部储存的刀具寿命管理数据删除以后，储存编程的刀具寿命管理新数据。

- **刀具寿命管理数据的增加和修改**

  程序输入的刀具寿命管理数据可以增加或修改。

- **刀具寿命管理数据的删除**

  程序输入的刀具组的刀具寿命管理数据可被删除。

- **刀具寿命计算方式的存储**

  各刀具组的寿命计算方式（时间，次数）可被存储。

- **寿命值**

  刀具寿命是用时间（分）还是用次数表示，由参数 LTM（No.6800#2）设定。
  刀具寿命的最大值如下：
  用分的情况：4300（分）
  用次数的情况：9999（次）

指令格式

- 用删除原有数据存储

指令格式	指令定义
G10L3 P_L_; T_H_D.; T_H_D.; ┆ P_L_; T_H_D.; T_H_D.; ┆ G11; M02（M30）;	G10L3 ：用删除所有组原来的数据存储 P- ：组号 L- ：寿命值 T- ：刀号 H- ：指定刀具偏量值代码（H 代码） D- ：指定刀具偏量值代码（D 代码） G11 ：存储结束

- 刀具寿命管理数据的增加和修改

指令格式	指令定义
G10L3P1; P_L_; T_H_D.; T_H_D.; ┆ P_L_; T_H_D.; T_H_D.; ┆ G11; M02（M30）;	G10L3P1 ：组的增加和修改 P_ ：组号 L- ：寿命值 T- ：刀号 H- ：指定刀具偏量值代码（H 代码） D- ：指定刀具偏量值代码（D 代码） G11 ：组的增加和修改结束

- 刀具寿命管理数据的删除

指令格式	指令定义
G10L3P2; P_; P_; P_; P_; ┆ G11; M02（M30）;	G10L3P2 ：组的删除 P_: 组号 G11 ：组的删除结束

- **设定刀组的刀具寿命计算方式**

指令格式	指令的含义
G10L3 **或** **（G10L3P1）；** **P_L_Q.；** **T_H_D.；** **T_H_D.；** **┇** P_L_Q.； T_H_D.； **T_H_D.；** **┇** **G11；** **M02（M30）；**	**Q_：寿命计算方式（1：次数，2：时间）**

注意

- 当 Q 指令省略时，在参数 No.6800#2(LTM)中的设定值用作寿命计算类型。
- 仅当扩展的刀具寿命管理功能有效时，才能指定 G10L3P1 和 G10L3P2。（参数 EXT（No.6801#6）=1）

10.2.3 在加工程序中的刀具寿命管理指令

说明

- **指令**

下面的指令用于刀具寿命管理：

T▽▽▽▽▽；指定刀具组号。

刀具寿命管理功能从指定的组中选择一个寿命还没有期满刀具，并输出它的 T 代码。在▽▽▽▽▽中，指定刀组的选择号，该值为刀组号与参数#6810 中设定的刀具寿命管理忽略号的相加值。例如，当刀具寿命管理忽略号是 100 时，要设定刀具组号是 1，则应指定 T101；

注
当▽▽▽▽▽小于刀具寿命管理忽略号时，T 代码被处理作为普通 T 代码。

M06；——对以前用过的刀具结束寿命管理，并且开始计算用 T 代码选择的新刀具的寿命。

警告
当选择了多个 M 代码的选项功能时，寿命管理可用 M06 代码或程序段的第 1 个 M 代码指定。

H99；——为当前使用的刀具选择刀具寿命管理数据的 H 代码。
H00；——取消刀具长度补偿。
D99；——为当前使用的刀具选择刀具寿命管理数据的 D 代码。
D00；——取消刀具半径补偿。

警告
在 M06 指令之后，必须指定 H99 或 D99。当在 M06 指令以后指令了 H99 或 D99 以外的代码时，不选择刀具寿命管理数据的 H 代码和 D 代码。

- **刀具交换方法**

对刀具寿命管理，可用下面所述的四种换刀方法。不同的机床换刀方法也不相同。详细情况，请见机床制造厂的说明书。

表 10.2.3 刀具交换方法

刀具交换方法	A	B	C	D
在换刀指令 M06 的程序段中指令的刀组号	前面使用的刀具	下面要使用的刀具		
刀具寿命计算时间	当下次指定 M06 时，对指定的刀具组中的刀具开始计算寿命。			在 M06 程序段中指定刀具组中的刀具,执行寿命计算
备注		通常当刀具组由本身组号指定时用方法 B。但是，即使由本身指定的是方法 C 的组号，也不报警。		当只指定 M06 时,发出 P/S 报警 N0.153。
参数	No.6800#7 (M6T)=0 No.6801#7 (M6E)=0	No.6800#7(M6T)=1 No.6801#7(M6E)=0		No.6801#7 (M6E)=1

注
当指定刀具组号和选择新刀具时，输出新刀具的选择信号。

例

- **刀具交换方法 A**

假设刀具寿命管理忽略号是 100。

T101；从组 1 选择寿命没有期满的刀具（假设被选择的刀具号为 010）。
┆
M06； 对组 1 中的刀具执行刀具寿命计算（计算刀号 010 的刀具寿命）。
T102；从组 2 选择寿命没有期满的刀具（假设被选择的刀具号为 100）。
┆
M06T101；对组 2 中的刀具执行刀具寿命计算（计算刀号 100 的刀具寿命）。当前使用的刀号（组 1）用 T 代码信号输出（输出刀号 010）。

- **刀具交换方法 B 和 C**　　**假设刀具寿命管理忽略号是 100。**

```
T101；      从组 1 中选择寿命没有期满的刀具。
┆           （假设被选择的刀号为 010。）
M06T102；   对组 1 中的刀具执行刀具寿命计算。
┆           （计算刀号 010 的寿命。）
┆           从组 2 中选择一把未到寿命的刀具。
┆           （假设被选择的刀号为 100。）
M06T103；   对组 2 中的刀具执行刀具寿命计算。
            （计算刀号 100 的刀具寿命。）
            从组 3 选择寿命没有期满的刀具。
            （假设被选择的刀号为 200。）
```

- **刀具交换方法 D**　　**假设刀具寿命管理忽略号是 100。**

```
T101M06；从组 1 中选择寿命没有期满的刀具。
┆           （假设被选择的刀号为 010。）
┆           对组 1 的刀具执行刀具寿命计算。
┆
T102M06；从组 2 选择寿命没有期满的刀具。
            （假设被选择的刀号为 100。）
            对组 2 的刀具执行刀具寿命计算。
            （计算刀号 100 的刀具寿命。）
```

10.2.4 刀具寿命

使用次数（计数）或使用时间（分钟）指定刀具寿命。

说明

- **使用次数**

在程序中使用的每把刀具的使用次数加 1。换句话说，仅在 CNC 单元从复位状态进入自动运行状态之后，当指定第 1 刀具组号和刀具交换指令时，使用次数增加 1。

> **警告**
> 即使在程序中同一组号指定不止一次时，使用次数计数也只加 1 并且不选择新刀具。

- **使用时间**

当指定刀具交换（M06）时，对由刀具组号指定的刀具开始刀具寿命管理。在刀具寿命管理中，被用刀具在切削期间以 4 秒为单位计算。如果在 4 秒期间内刀具已经用完且换上另外的刀具，时间不计算。单程序段停止，进给暂停，快速移动，暂停，机床锁住和互锁的时间不计算。

> **注**
> 1 当从可用刀具中选择刀具时，是从当前刀具号开始寻找寿命没有期满的刀具。寻找过最后一把刀具后再从第一把刀具重新开始寻找。当所有刀具均到寿命期限时，选择最后的刀具。当当前使用的刀具用刀具跳转信号交换时，使用在这里叙述的方法，选择下一把新刀具。
> 2 当用时间计算刀具寿命时，寿命计算可以使用刀具寿命倍率信号。倍率值从 0 到 99.9。当指定 0 时，不计算时间。在倍率使用之前，必须设定参数 No.6801#2(LFV)。
> 3 当刀具寿命计算值指出组中的最后刀具寿命已经期满时，输出刀具交换信号。当刀具寿命用时间管理时，是在组中的最后刀具的使用时间已经期满时，输出信号。当刀具寿命用次数管理时，是在 CNC 单元被复位或指定刀具寿命计数重新开始的 M 代码时，输出信号。

11 辅助功能

概述

辅助功能有两种类型：一种是辅助功能（M 代码）用于指定主轴起动，主轴停止，程序结束等等。第二种是第二辅助功能（B 代码），用于指定分度工作台定位。

当运动指令和辅助功能在同一程序段指定时，指令按下面的两种方法之一执行：

ⅰ）移动指令和辅助功能指令同时执行。

ⅱ）移动指令执行完成后，执行辅助功能指令。

选择哪种顺序，取决于机床制造厂的设定。详细情况，请见机床制造厂的说明书。

11.1 辅助功能（M 功能）

当地址 M 之后指定数值时，代码信号和选通信号被送到机床。机床使用这些信号去接通或断开它的各种功能。
通常，在一个程序段中仅能指定一个 M 代码。在某些情况下，对于一些机床也可以最多指定三个 M 代码。
哪个代码对应哪个机床功能，由机床制造厂决定。
除了 M98，M99，M198 或调用子程序（由参数 No.6071~6079 设定）或调用宏程序（由参数 No.6080~6089 设定）的 M 代码外，其它 M 代码由机床厂处理，见机床制造厂的说明书。

说明

下面的 M 代码有特殊意义。

- **M02，M30**
  （程序结束）

  它们表示主程序的结束。
  自动运行停止，并且 CNC 单元复位。
  在指定程序结束的程序段执行之后，控制返回到程序的开头。
  参数 No.3402#5(M02)或 No.3404#4(M30)用于取消用 M02，M30 使控制返回到程序的开头的操作。

- **M00**
  （程序停止）

  在包含 M00 的程序段执行之后，自动运行停止。当程序停止时，所有存在的模态信息保持不变。用循环起动使自动运行重新开始。这随机床制造厂不同而有区别。

- **M01**
  （选择停止）

  与 M00 类似，在包含 M01 的程序段执行以后，自动运行停止。只是当机床操作面板上的任选停机的开关置 1 时，这个代码才有效。

- **M98**
  （子程序调用）

  这个代码用于调用子程序。代码和选通信号不送出。详细情况，见第 **II—12.3** 节的子程序。

- **M99**
  （子程序结束）

  这个代码表示子程序结束。
  执行 M99 使控制返回到主程序，代码和选通信号不送出。详细情况见 **II—12.3** 子程序。

- **M198**
  （调用子程序）

  这个代码用于在外部输入/输出功能中调用文件的子程序。详细情况，见**III—4.6** 节的子程序调用功能。

> **注**
> M00，M01，M02 和 M30 后面的程序段不预读（不被缓冲）。同样，不被缓冲的十个 M 代码可以用参数(No.3411 到 3420)设定，关于这些 M 代码，见机床制造厂的说明书。

11.2 一个程序段中有多个 M 指令

一般情况下,在一个程序段中仅能指定一个 M 代码。 但是，设定参数 No.3404#7 (M3B)=1 时，在一个程序段中一次最多可以指定三个 M 代码。在一个程序段中指定的三个代码同时输出到机床。这意味着与一个程序段中指令一个 M 代码的方法相比较，在加工中这种方法可以实现较短的循环时间。

说明

CNC 允许在一个程序段中最多指定三个 M 代码。但是，由于机床操作的限制，某些 M 代码不能同时指定。有关机床操作对一个程序段中指定多个 M 代码的限制，见机床制造厂的说明书。

M00，M01，M02，M30 ，M98，M99 和 M198 不得与其它 M 代码一起指定。

某些 M00，M01，M02，M30 ，M98，M99 和 M198 以外的 M 代码也不能与其它 M 代码一起指定，这些 M 代码必须在单独的程序段中指定。这种 M 代码包括使 CNC 将 M 代码本身送往机床，同时还使 CNC 执行内部操作的代码。比如，调用程序号为 9001~9009 程序的 M 代码和使程序段预读功能无效的 M 代码。另外，只让 CNC 将 M 代码本身送往机床（不执行内部操作）的 M 代码，可在同一程序段内指定。

例

在一个程序段中 指定一个 M 指令	在一个程序段中 指定多个 M 指令
M40； M50； M60； G28G91X0Y0Z0； ⋮	M40M50M60; G28G91X0Y0Z0； ⋮

11.3 第 2 辅助功能（B 代码）

当在 B 地址后面指定一数值时，输出代码信号和选通信号。此代码一直保持到下一个 B 代码被指定为止。
此功能用于机床的旋转轴分度。每一个程序段只能包括一个 B 代码。 可在参数 No.3460 中设定取代 B 地址的地址之一 A，C，V，W。但是，这些地址必须与控制轴名不同。详细情况，见机床制造厂的说明书。

说明

- **有效数据范围**

0～99999999

- **规格**

1.为能使用小数点，设置参数 No.3450#0 （AUP）=1。

指令	输出值
B10.	10000
B10	10

2.使用参数 No.3401#0(DPI)指定省略小数点时，B 输出的放大倍数是×1000 还是×1。

	指令	输出值
DPI=1	B1	1000
DPI=0	B1	1

3.使用参数 No.3405#0(AUX)指定英制设定单位输入且省略小数点时，B 输出的放大倍数是×1000 还是×10000（仅当 DPI=1 时）。

	指令	输出值
AUX=1	B1	10000
AUX=0	B1	1000

限制

这个地址(B 或参数 No.3460 指定的地址)用于第二辅助功能时，则不能再用来作控制轴名(参数 No.1020)。

12 程序的结构

概述

● **主程序和子程序**

有两种程序形式，主程序和子程序。一般情况下，CNC 根据主程序运行。但是，当主程序中遇到呼调子程序的指令时，控制转到子程序。当子程序中遇到返回到主程序的指令时，控制返回到主程序。

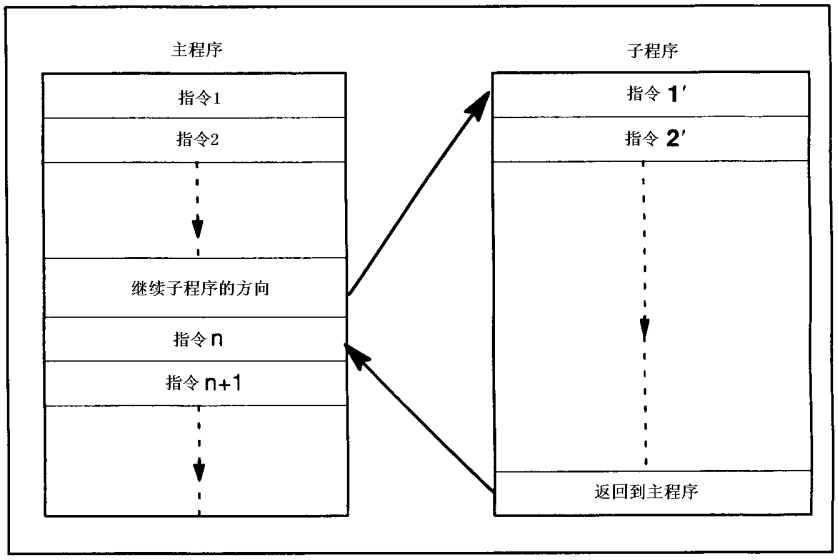


图 12（a） 主程序和子程序

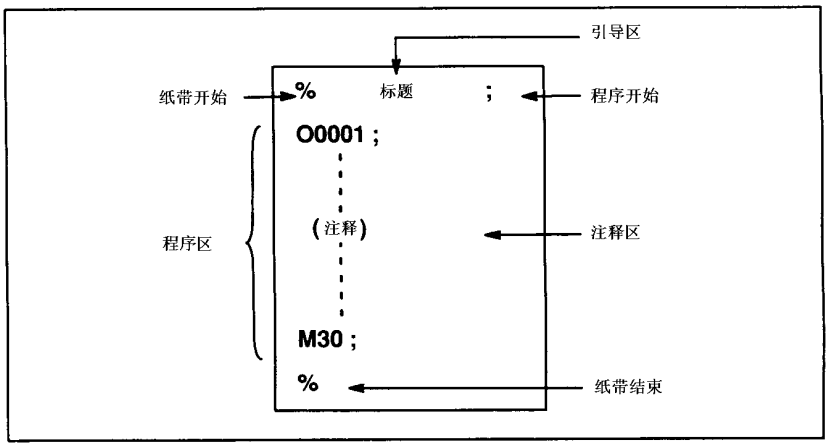
CNC 最多能存储 400 个主程序和子程序。可从存储的主程序中选出程序运行机床。关于存储和选择程序的方法。见操作中的 **III—9.3** 节和 **III—10** 节。

- **程序的成份**

程序由以下成分构成。

表 12 程序的成份

成份	说 明
纸带开始	表示程序文件开始的符号
引导区	程序文件的标题等
程序开始	表示程序开始的符号
程序区	加工指令
注释区	对操作的注释或指导
纸带结束	表示程序文件结束的符号



- **程序区的构成**

程序区是由一系列的程序段组成的。程序部分用程序号开始，而用程序结束代码结束。

程序区的构成	程序区
程序号	00001;
程序段 1	N1 G91 G00 X120.0 Y80.0;
程序段 2	N2 G43 Z-32.0 H01;
⋮	⋮
程序段 n	Nn Z0;
程序结束	M30;

程序段包含加工的必要信息，例如，移动指令或冷却液开/关指令。在程序段的开头加一个斜杠（/）可用于取消程序段的执行（见 **II—12.2** 中的“任选程序段跳过”）。

12.1 程序区以外的程序组成部分

这节叙述程序部分以外的程序组成部分。程序部分见 **II—12.2** 节。

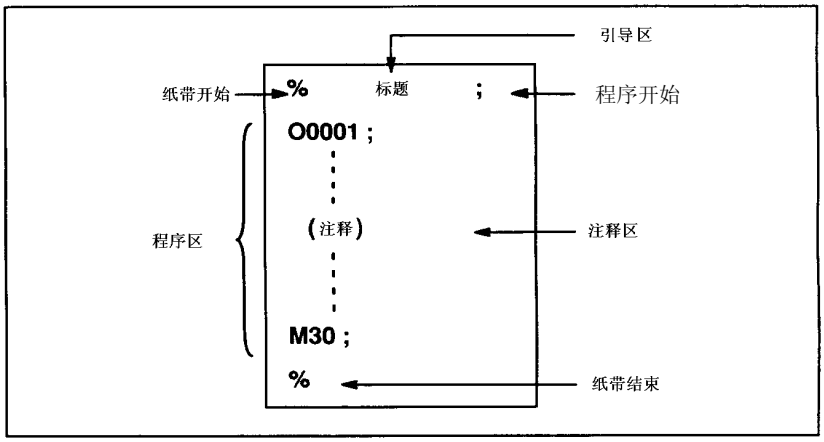


图 12.1 程序的构成

说明

- **纸带开始**

纸带开始表示包含 NC 程序的文件的开始。当程序使用 SYSTEM P 或普通个人计算机送入时，不需要标记。标记不在屏幕上显示。但是，如果文件输出，标记自动地输出在文件的开头。

表 12.1(a) 纸带开始代码

名称	ISO 代码	EIA 代码	本说明书中的符号
纸带开始	%	ER	%

- **引导区**

文件中在程序之前进入的数据构成引导部分。当加工开始时，标记跳过状态通常由电源接通或复位系统来设定。在标记跳过状态中，直到读到第 1 个程序段结束代码之前，所有信息均被忽略。当文件从 I/O 设备读进 CNC 单元时，引导部分被标记跳过功能跳过。
引导部分通常包括信息，例如，文件头。当引导部分被跳过时，TV 校验也不进行。所以，引导部分除 EOB 代码以外，可以包含任何代码。

- **程序开始**

程序开始代码在引导部分之后即程序部分之前输入。
这个代码指示程序的开始，并且总是要求取消标记跳过功能。
用 SYSTEM P 或普通个人计算机，按回车键可以输入这个代码。

表 12.1(b) 程序开始代码

名称	ISO 代码	EIA 代码	本说明书中的符号
程序开始	LF	CR	;

注
如果一个文件包括多个程序的话，标记跳过用的 EOB 代码，在第 2 或以后的程序号之前不必出现。

- **注释区**

用控制跳出和控制进入代码所包括的任何信息被当作注释。
在注释部分用户可以书写程序头、注释，对操作者的指导等等信息。

表 12.1(c) 控制进入和控制跳出的代码

名称	ISO 代码	EIA 代码	在本说明书中符号	含义
控制跳出	（	2-4-5	（	注释部分开始
控制进入	）	2-4-7	）	注释部分结束

在存储器运行方式，当读入程序的注释部分（如果有的话）时，注释不被忽略，也被读进存储器。但是，在附录 A 代码表中所列的代码之外的代码被忽略，不读进存储器。
当存储器中的数据输出到外部 I/O 设备（见 **III—8** 节）时，注释部分也被输出。
当程序在屏幕上显示时，注释部分也显示。但是，在读进存储器时被忽略的代码不输出也不显示。
在存储器运行或 DNC 运行期间，所有的注释部分均被忽略。
根据参数 CTV（No. 0100#1）的设定，TV 校验功能可以用于注释部分。

注意
如果在程序部分出现较长的注释时，由于注释的处理，坐标轴的移动可能被长时间中断。所以，注释部分应该放在运动暂停或不包含移动的地方。

注
1．如果仅一个控制进入代码被读进而没有控制跳出代码相匹配，读进的控制进入代码被忽略。
2．EOB 代码不能用在注释中。

● **纸带结束**

纸带结束被放置在 NC 程序的文件的末尾。如果程序用自动编程系统输入的话，标记不需要输入。

标记在屏幕上不显示。但是，当文件输出时，标记自动地输出在文件的末尾。

当 M02 或 M30 不放在程序的末尾时，如果试图执行%的话，出现 P/S 报警（No.5010）。

表 12.1(d) 纸带结束代码

名称	ISO 代码	EIA 代码	本说明书中的符号
纸带结束	%	ER	%

12.2
程序部分的构成

这部分叙述程序部分的成分。程序部分以外的程序组成部分，见 **II—12.1** 节。

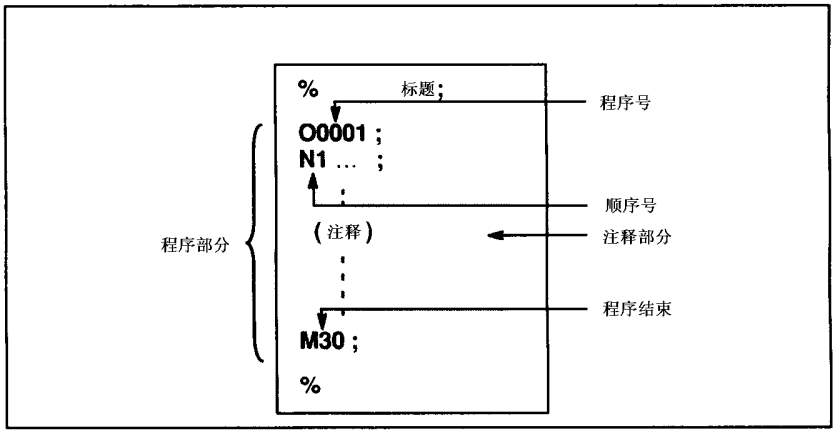


图 12.2(a) 程序的结构

- **程序号**

程序号由地址 O 和后面的 4 位数字组成。程序号用来识别存储的程序。在程序的开头指定程序号。

在 ISO 代码中，可以使用冒号（:）代替 O。

当程序的开始没有指定程序号时，则程序开始的顺序号（N…）被当作它的程序号。如果使用 5 位数顺序号，低 4 位数字用作存储程序号。如果低 4 位数字全是 0 的话，程序在存储之前加 1 作为程序号。但是， N0 不能用为程序号。

如果在程序的开始没有程序号也没有顺序号的话，当程序存储时，必须使用 MDI 面板指定程序号。（见 **III—8.4** 节或 **III—10.**1 节）。

注
程序号 8000 到 9999 由机床制造厂使用。用户不能使用这些号。

- **顺序号和程序段**

程序是由一系列指令组成的。一个指令单位称为一个程序段。用程序段结束代码 EOB 分开。

表 12.2(a) EOB 代码

名称	ISO 代码	EIA 代码	本说明书中的符号
程序段结束	LF	CR	;

由地址 N 和后面的 5 位数字（1 到 99999）组成顺序号。顺序号放在程序段的开头。顺序号可以按任意顺序指定，并且任何号都可以跳过。可以对全部程序段指定顺序号。也可以仅对程序要求的程序段指定顺序号。但是，一般情况下，为方便起见，是按加工步骤的顺序指定顺序号。（例如：当刀具交换后用新刀具和用工作台分度加工新表面。）

```
N300X200.0Z300.0;     下划线为顺序号
```

图 12.2(b) 顺序号和程序段

注
N0 不用，是因为与其它 CNC 系统文件兼容性的理由。
程序号 0 不能使用。因此作为程序号的顺序号不能用 0。

- **TV 校验（纸带的垂直奇偶校验）**

TV 奇偶校验是在输入纸带上垂直地对一个程序段进行校验。如果在一个程序段中（两个 EOB 之间的代码）的字符数是奇数的话，发出 P/S 报警（No.002） 。由标记跳过功能，跳过的程序段不进行 TV 校验。在 TV 校验期间，参数 No.0100#1(CTV)用于指定在括号中封住的注释是否按字符计算。TV 校验功能，可用 MDI 单元在“SETTING”画面上的设定使其有效或无效（见 **III—11.4.3**）。

- **程序段的组成（字和地址）**

一个程序段是 1 个以上的字组成的。字是由地址和数值组成。正号（+）或负号（—）可以放在数值的前面。

字=地址+数值（例：×-1000）

字母（A 到 Z）之一被用为地址；地址指定跟在地址后面的数字的意义。表 12.2（b）表示可用的地址和它们的意义。

相同地址可以有不同的意义，取决于指定的准备功能。

表 12.2(b) 主要功能和地址

功能	地址	意义
程序号	O (*1)	程序号
顺序号	N	顺序号
准备功能	G	指定移动方式(直线、圆弧等等)
尺寸字	X,Y,Z,U,V,W,A,B,C	坐标轴移动指令
	I,J,K	圆弧中心的坐标
	R	圆弧半径
进给功能	F	每分钟进给速度，每转进给速度
主轴速度功能	S	主轴速度
刀具功能	T	刀号
辅助功能	M	机床上的开/关控制
	B	工作台分度等等
偏置号	D,H	偏置号
暂停	P,X	暂停时间
程序号指定	P	子程序号
重复次数	P	子程序重复次数
参数	P,Q	固定循环参数

注

（*1）在 ISO 代码中，冒号（:）用作程序号的地址。

N_	G_	X_ Y_	F_	S_	T_	M_	;
顺序号	准备功能	尺寸字	进给功能	主轴速度功能	刀具功能	辅助功能	

图 12.2(c) 1 个程序段

- **主要地址和指令值范围**

主要地址和地址指定值的范围表示如下。注意，这些数据是在 CNC 侧的限制，完全不同于机床侧的限制。例如，CNC 允许刀具沿 X 轴移动可达 100m（以毫米输入）。但是，对于一台机床，沿 X 轴的实际行程可能限制为 2m。

同样，CNC 可能控制切削进给速度到 240m/分，而机床不允许大于 3m/分。当编制程序时，用户应该仔细地阅读机床的说明书，以及本书中与编程方面有关的事项。

表 12.2(c) 主要地址和指令值范围

功能		地址	mm 输入	Inch 输入
程序号		O(*1)	1—9999	1—9999
顺序号		N	1-99999	1-99999
准备功能		G	0-99	0-99
尺寸字	增量单位 IS-B	X,Y,Z,U,V,W,A,B,C,I,J,K,R	±99999.999mm	±9999.9999inch
	增量单位 IS-C		±9999.9999mm	±999.99999inch
每分进给	增量单位 IS-B	F	1-240000mm/分	0.01-9600.00inch/分
	增量单位 IS-C		1-100000mm/分	0.001-4000.00inch/分
每转进给		F	0.001-500.00mm/转	0.0001-9.9999inch/转
主轴速度功能		S	0-20000	0-20000
刀具功能		T	0-99999999	0-99999999
辅助功能		M	0-99999999	0-99999999
		B	0-99999999	0-99999999
偏置号		H、D	0-400	0-400
暂停	增量单位 IS-B	X、P	0-99999.999s	0-99999.999s
	增量单位 IS-C		0-9999.9999s	0-9999.9999s
程序号指定		P	1-9999	1-9999
子程序重复次数		P	1-999	1-999

注
(*1)在 ISO 代码中,冒号(:)用作程序号的地址。

- **跳过任选程序段**

程序段的开头有“/”的字符和数字 n(n=1~9)，并且在机床操作面板上的跳过任选程序段开关 n 接通时，则在 DNC 运行和存储器运行中，与指定的开关号 n 相应的程序段的信息无效。

当跳过任选程序段开关 n 断开时，/n 指定的程序段的信息有效。这意味着操作者可以决定是否跳过包含/n 的程序段。

/1 的数 1 可以省略。但是，当两个以上跳过任选程序段开关用于一个程序段时， /1 的数 1 不能省略。

例）（不正确） （正确）

```
//3 G00X10.0;  /1/3 G00X10.0;
```

当程序输入存储器时，这个功能被忽略。包含/n 的程序段也贮存在存储器中，而不管跳过任选程序段开关怎样设定。

在存储器中存储的程序可以输出，而不管跳过任选程序段开关怎样设定。

即使在顺序号查找运行期间，跳过任选程序段也是有效的。

不同的机床，使用的选跳开关数量（1～9）不一样，具体情况请见机床制造厂的说明书。

警告

1 斜杠的位置

斜杠（/）必须指定在程序段的开头。如果斜杠放在其它位置，从斜杠到 EOB 代码之前的信息被忽略。

2 跳过任选程序段开关的无效

当程序段从存储器或纸带读进缓存区时，跳过任选程序段操作被处理。在程序段读进缓存区以后，即使开关被设到接通位置，已经读过的程序段也不忽略。

注

TV 和 TH 检查

当跳过任选程序段开关接通时，与任选跳过开关关断时一样对被跳过的程序段进行 TH 和 TV 检查。

- **程序结束**

程序结束是在程序结束处，用下列代码之一来表示。

表 12.2(d) 程序结束代码

代码	意义
M02	主程序结束
M30	
M99	子程序结束

如果在程序执行中执行了程序结束代码，则 CNC 结束程序的执行并置于复位状态。当子程序结束代码被执行时，控制返回到呼调子程序的主程序。

警告

如果在机床操作面板上的跳过任选程序段开关接通的话，包含跳过任选程序代码的程序段：例如，/M02;，/M30;，或/M99;不认为程序的结束。（见“跳过任选程序段”。）

12.3 子程序（M98，M99）

如果程序包含固定的顺序或多次重复的模式程序的话，这样的顺序或模式程序可以编成子程序在存储器中贮存以简化编程。
子程序可以由主程序调用。
被调用的子程序也可以调用另一个子程序。

指令格式

- **子程序的构成**

一个子程序

O□□□□；	子程序号（或在 ISO 情况下用冒号（:））
⋮	
M99；	程序结束

M99 不必作为独立的程序段指令，如下所示。
例）**X100.0 Y100.0 M99；**

- **子程序调用**

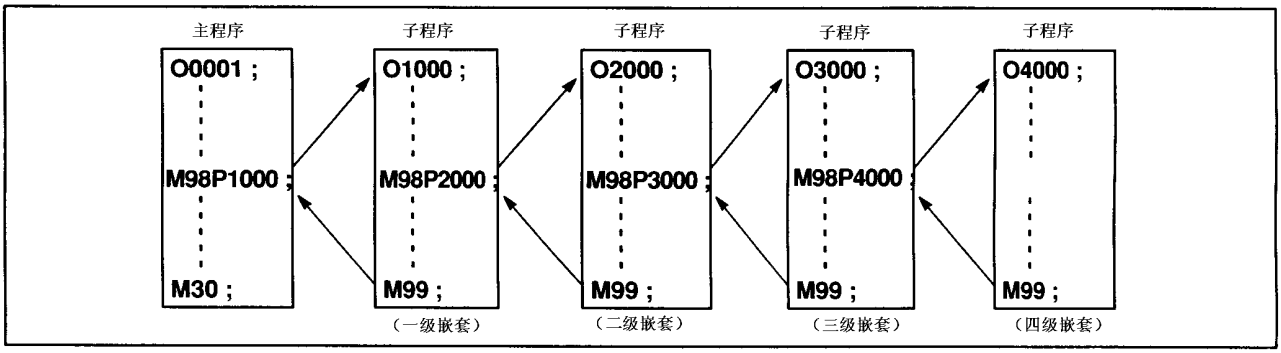
M98 P OOO OOOO

子程序被重复调用的次数 **子程序号**

当不指定重复数据时, 子程序只调用一次。

说明

当主程序调用子程序时，它被认为是一级子程序。子程序调用可以嵌套 4 级，如下所示。



调用指令可以重复地调用子程序，最多 999 次。为与自动编程系统兼容，在第 1 个程序段中，N****可以用来替代 O（或:）后的子程序号。在 N 后的顺序号作为子程序号。

- **参考**

子程序的存储方法见 III—10。

注

1 M98 和 M99 代码信号和选通信号不输出到机床。

2 如果用地址 P 指定的子程序号未找到，输出报警（No.078）。

例

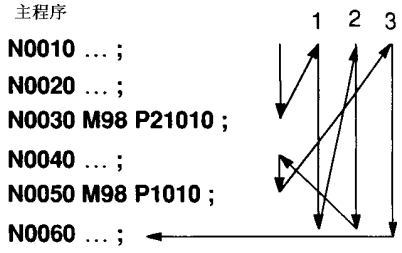
☆ **M98 P51002 ;**

这个指令指定“顺序的调用子程序（号1002）5次。”子程序调用指令（M98P_）可以与移动指令在一个程序段中指令。

☆ **X1000.0 M98 P1200 ;**

这个例子，在X移动后调用子程序（号1200）。

☆ 从主程序调用子程序的执行顺序

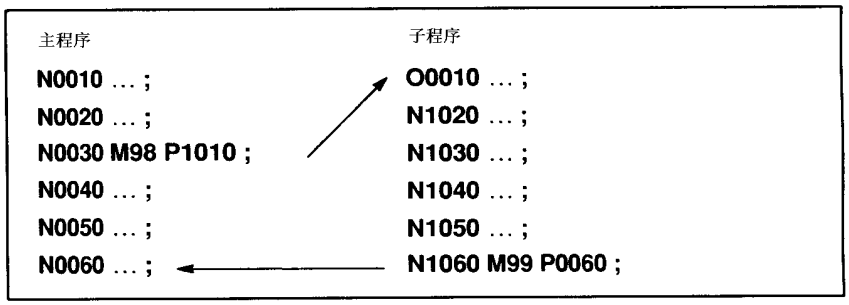


子程序可以以主程序调用子程序同样的方法调用另一个子程序。

特殊用法

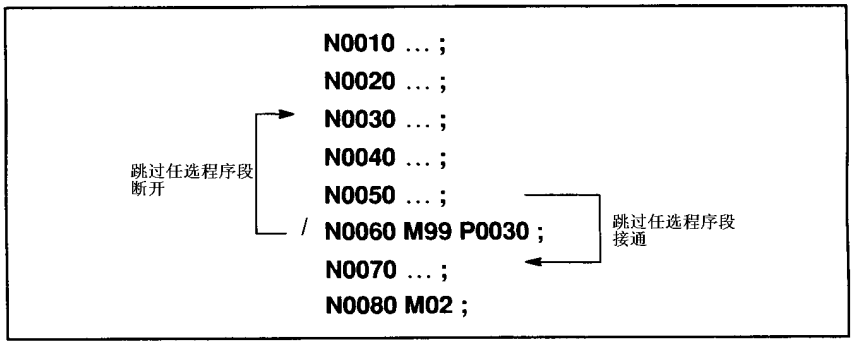
- **指定主程序中的顺序号作为返回的目标**

当子程序结束时，如果用 P 指定一个顺序号，则控制不返回到调用程序段之后的程序段，而返回到由 P 指定的顺序号的程序段。但是，注意，如果主程序运行于存储器方式以外的方式时，P 被忽略。
这个方法返回到主程序的时间比正常返回要长。



- **在主程序中使用 M99**

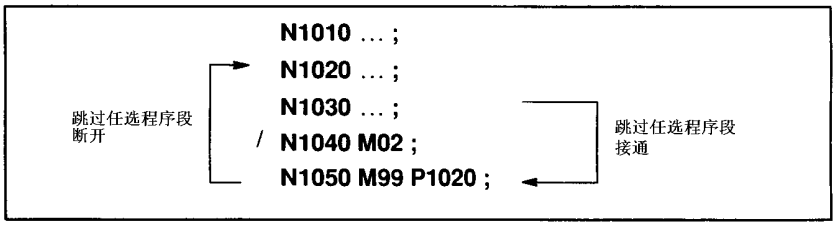
如果在主程序中执行 M99，控制返回到主程序的开头。例如，把/M99；放置在主程序的适当位置，并且在执行主程序时设定跳过任选程序段开关为断开，则执行 M99。当执行 M99 时，控制返回到主程序的开头，然后，从主程序的开头重复执行。
当跳过任选程序段开关断开时，执行被重复。如果跳过任选程序段开关接通时，/M99；程序段被跳过，控制进到下个程序段，继续执行。
如果/M99Pn;被指令，控制不返回到主程序的开始，而到顺序号 n。在这种情况下，返回到顺序号 n 需要较长的时间。



- **只使用子程序**

用 MDI 寻找子程序的开头，执行子程序，像主程序一样。（关于检索方法，请见 III-9.3 节。）

此时，如果执行包含 M99 的程序段，控制返回到子程序的开头重复执行。如果执行包含 M99 Pn 的程序段，控制返回到在子程序中顺序号为 n 的程序段重复执行。要结束这个程序，包含/M02；或/M30；的程序段必须放置在适当的位置，并且，任选程序段开关必须设为断开，这个开关的初始设定为接通。



13 简化编程功能

概述

本章叙述以下内容：

13.1 固定循环
13.2 刚性攻丝
13.3 磨削固定循环(用于磨床)
13.4 连续修正砂轮磨削补偿(用于磨床)
13.5 沿工作台摆动终点的 Y 轴和 Z 轴的横向进磨（磨床）
13.6 任意角度倒角和拐角圆弧（倒圆）
13.7 外部操作功能
13.8 分度工作台分度功能

13.1 固定循环

固定循环使编程员编程变得容易。用固定循环，频繁使用的加工操作可以用 G 功能在单程序段中指令；没有固定循环，一般要求多个程序段。另外，固定循环能缩短程序，节省存储器。

表 13.1(a) 固定循环

G 代码	钻削（-Z 方向）	在孔底的动作	回退（+Z 方向）	应用
G73	间歇进给	——	快速移动	高速深孔钻循环
G74	切削进给	停刀→主轴正转	切削进给	左旋攻丝循环
G76	切削进给	主轴定向停止	快速移动	精镗循环
G80	——	——	——	取消固定循环
G81	切削进给	——	快速移动	钻孔循环，点钻循环
G82	切削进给	停刀	快速移动	钻孔循环，锪镗循环
G83	间歇进给	——	快速移动	深孔钻循环
G84	切削进给	停刀→主轴反转	切削进给	攻丝循环
G85	切削进给	——	切削进给	镗孔循环
G86	切削进给	主轴停止	快速移动	镗孔循环
G87	切削进给	主轴正转	快速移动	背镗循环
G88	切削进给	停刀→主轴停止	手动移动	镗孔循环
G89	切削进给	停刀	切削进给	镗孔循环

说明

固定循环由 6 个顺序的动作组成（图 13.1）

动作 1　X 轴和 Y 轴的定位（还可包括另一个轴）

动作 2　快速移动到 R 点

动作 3　孔加工

动作 4　在孔底的动作

动作 5　返回到 R 点

动作 6　快速移动到初始点

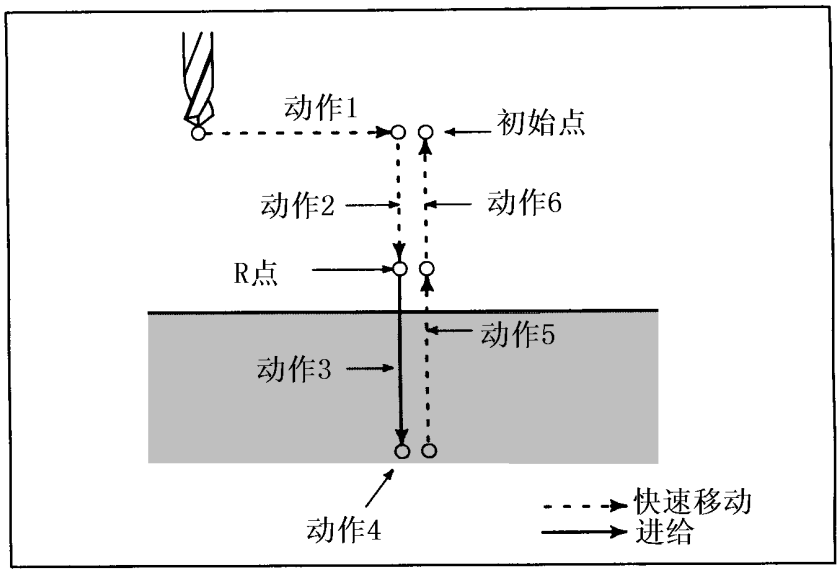


图 13.1　固定循环动作顺序

- **定位平面**

定位平面由平面选择代码 G17，G18 或 G19 决定。

定位轴是除了钻孔轴以外的轴。

- **钻孔轴**

虽然固定循环包括攻丝，镗孔以及钻孔循环，在这一章中，术语钻孔将用于说明固定循环执行的动作。钻孔轴是不用于定义定位平面的基本轴（X，Y 或 Z），或平行于基本轴的轴。

钻孔轴根据 G 代码（G73～G89）程序段中指令的轴地址确定（基本轴或其平行轴）。

如果没有对钻孔轴指定轴地址，则认为基本轴是钻孔轴。

表 13.1(b)　定位平面和钻孔轴

G 代码	定位平面	钻孔轴
G17	Xp-Yp 平面	Zp
G18	Zp-Xp 平面	Yp
G19	Yp-Zp 平面	Xp

Xp：X 轴或它的平行轴

Yp：Y 轴或它的平行轴

Zp：Z 轴或它的平行轴

例

假定 U，V 和 W 轴分别平行于 X，Y 和 Z 轴。这个条件是由参数 No. 1022 指定。

G17G81·····Z_ _：Z 轴用作钻孔
G17G81·····W_ _：W 轴用作钻孔
G18G81·····Y_ _：Y 轴用作钻孔
G18G81·····V_ _：V 轴用作钻孔
G19G81·····X_ _：X 轴用作钻孔
G19G81·····U_ _：U 轴用作钻孔

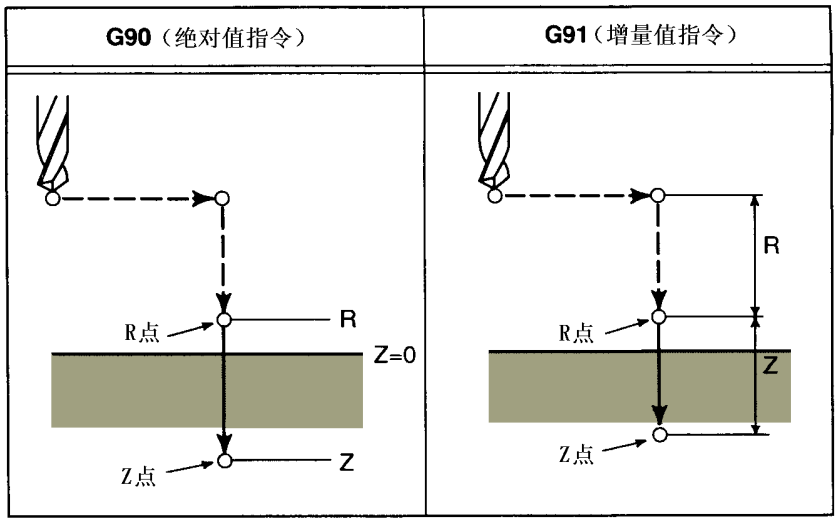
G17～G19 可以在 G73～G89 未指令的程序段中指定。

警告
在取消固定循环以后，才能切换钻孔轴。

注
参数 FXY（No.5101#0）可以设定 Z 轴总是用作钻孔轴。当 FXY=0 时，Z 轴总是钻孔轴。

- **沿着钻孔轴的移动距离 G90/G91**

沿着钻孔轴的移动距离，对 G90 和 G91 变化如下：

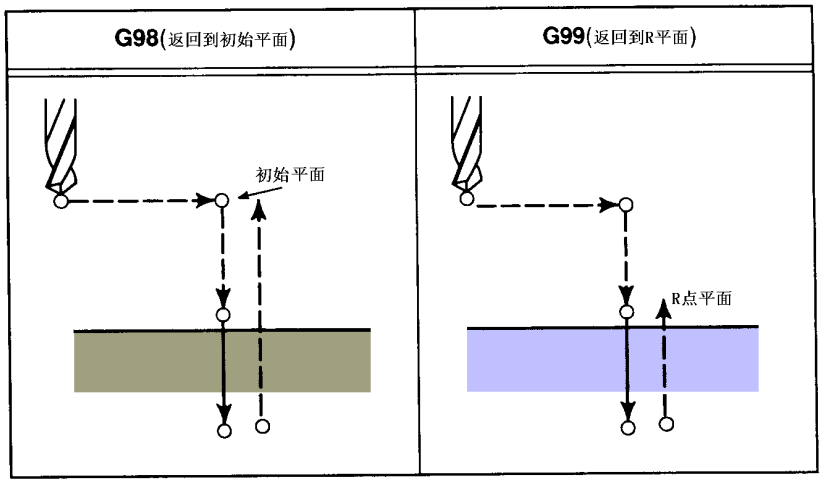


- **钻孔方式**

G73，G74，G76 和 G81 到 G89 是模态 G 代码，直到被取消之前一直保持有效。当有效时，当前状态是钻孔方式。
一旦在钻孔方式中钻孔数据被指定，数据被保持，直到被修改或清除。在固定循环的开始指定全部所需的钻孔数据；当固定循环正在执行时，只能指令修改数据。

- **返回点平面 G98/G99**

当刀具到达孔底后，刀具可以返回到 R 点平面或初始位置平面，由 G98 和 G99 指定。下图表示，指定 G98 或 G99 时的刀具移动。一般情况下，G99 用于第一次钻孔而 G98 用于最后的钻孔。
即使在 G99 方式中执行钻孔，初始位置平面也不变。



- **重复**

在 K 中指定重复次数，对等间距孔进行重复钻孔。
K 仅在被指定的程序段内有效。
以增量方式（G91）指定第一孔位置。
如果用绝对值方式（G90）指令的话，则在相同位置重复钻孔。

重复次数 K　　最大指令值=9999

如果指定 K0，钻孔数据被贮存，但是不执行钻孔。

- **取消**

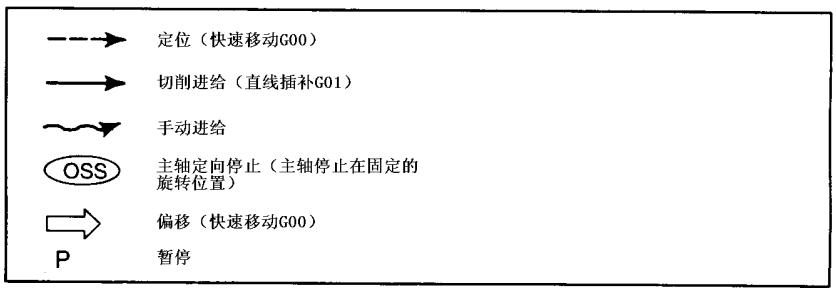
使用 G80 或 01 组 G 代码，可以取消固定循环。

01 组 G 代码

G00：定位（快速移动）
G01：直线插补
G02：圆弧插补或螺旋线插补（CW）
G03：圆弧插补或螺旋线插补（CCW）
G60：单方向定位（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时）

- **图中的符号**

后面分别解释各个固定循环，解释图使用下列符号：

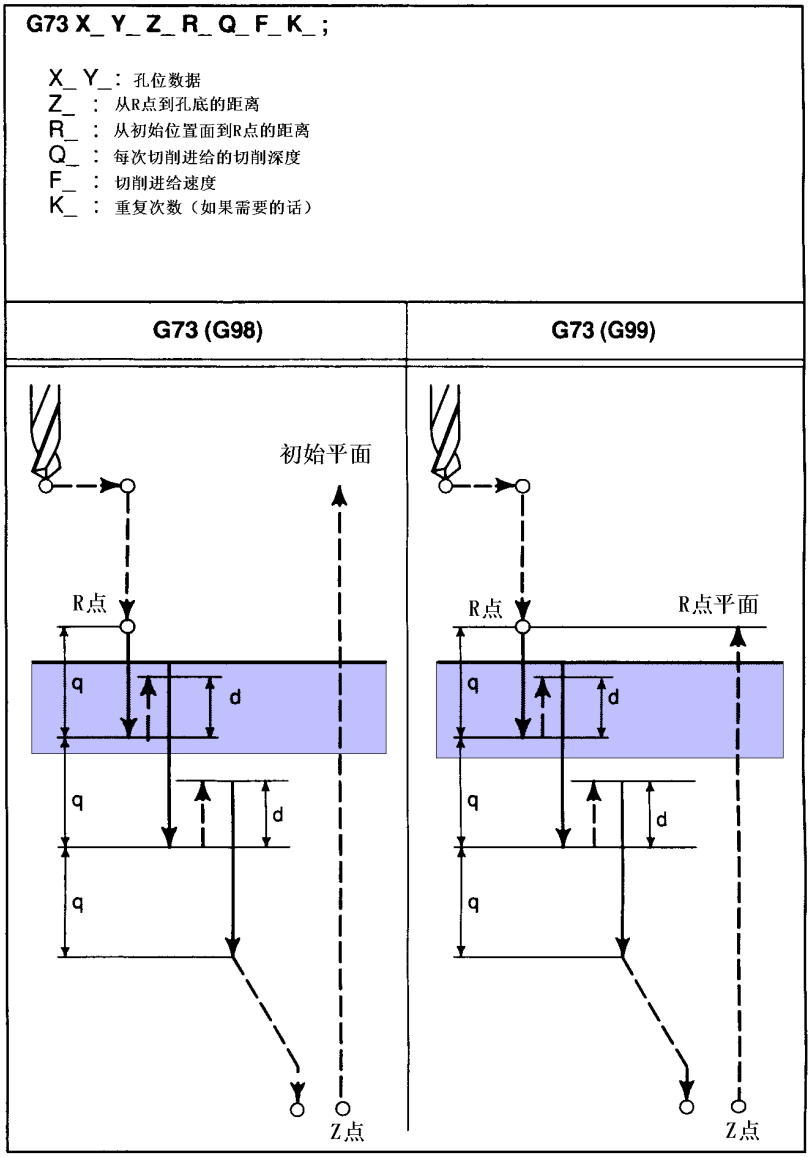


13.1.1

高速排屑钻孔循环(G73)

该循环执行高速排屑钻孔。它执行间歇切削进给直到孔的底部,同时从孔中排除切屑。

指令格式



说明

高速排屑钻孔循环沿着 Z 轴执行间歇进给，当使用这个循环时，切屑可以容易从孔中排出，并且能够设定较小的回退值。这允许有效地执行钻孔。在参数 5114 中设定退刀量 d，刀具快速移动退回。
在指定 G73 之前，用辅助功能旋转主轴(M 代码)。
当 G73 代码和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时，执行 M 代码。然后，系统处理下一个钻孔动作。
当指定重复次数 K 时，只在第一个孔执行 M 代码，对第二个和以后的孔,不执行 M 代码。
当在固定循环中指定刀具长度偏置(G43,G44 或 G49)时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在改变钻孔轴之前必须取消固定循环。
- **钻孔** 在程序段中没有 X，Y，Z，R 或任何其它轴的指令时，钻孔不执行。
- **Q/P** 在执行钻孔的程序段中指定 Q/R。如果在不执行钻孔的程序段中指定它们，它们不能作为模态数据被贮存。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G73，否则，G73 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

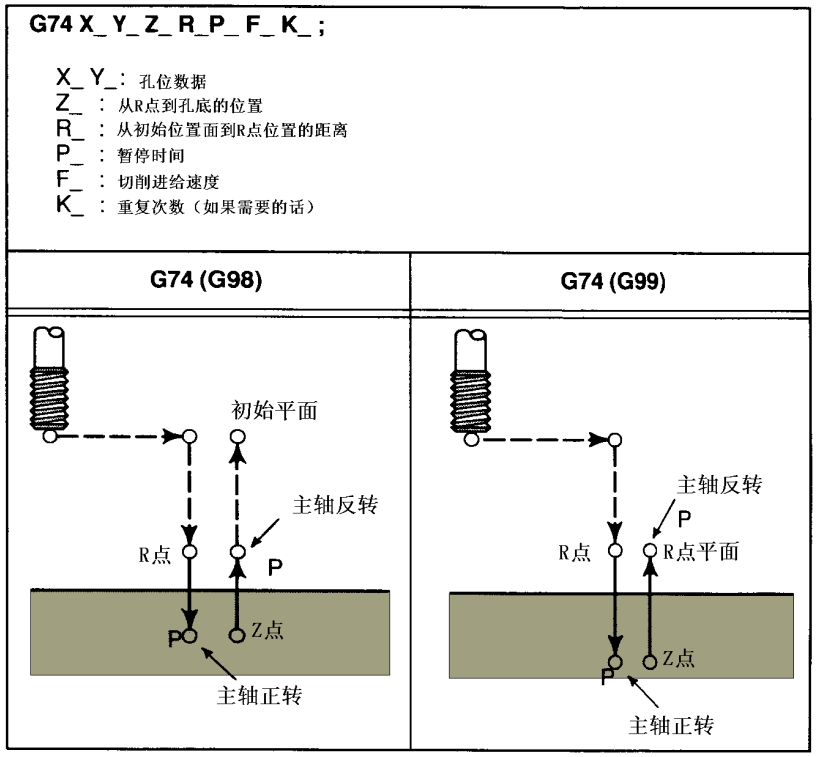
```
M3 S2000;                          主轴开始旋转。
G90 G99 G73 X300. Y-250. Z-150. R-100. Q15. F120.;
                                   定位,钻 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                            定位,钻 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                            定位,钻 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                            定位,钻 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                            定位,钻 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                        定位,钻 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;             返回到参考点。
M5;                                主轴停止旋转。
```

13.1.2

左旋攻丝循环（G74）

该循环执行左旋攻丝。在左旋攻丝循环中，当到达孔底时，主轴顺时针旋转。

指令格式



说明

用主轴逆时针旋转执行攻丝。当到达孔底时，为了退回，主轴顺时针旋转。该循环加工一个反螺纹。

在左旋攻丝期间，进给倍率被忽略。进给暂停不停止机床，直到回退动作完成。

在指定 G74 之前，使用辅助功能（M 代码）使主轴逆时针旋转。

当 G74 指令和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时，执行 M 代码。然后，系统处理下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对第二和以后的孔，不执行 M 代码。

当在固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在改变钻孔轴之前必须取消固定循环。
- **钻孔** 在没有 X，Y，Z，R 或任何其它轴的程序段中，不执行钻孔。
- **P** 在执行钻孔的程序段中指定 R。如果在不执行钻孔的程序段中指定的话，它不能作为模态数据存储。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G74，否则，G74 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

```
M4 S100;                                主轴开始旋转。
G90 G99 G74 X300. Y-250. Z-150. R-100. Q15. F120.;
                                        定位,攻丝 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                                 定位,攻丝 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                                 定位,攻丝 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                                 定位,攻丝 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                                 定位,攻丝 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                             定位,攻丝 6 孔,然后返回初始位置
                                        平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;                  返回到参考点。
M5;                                     主轴停止旋转。
```

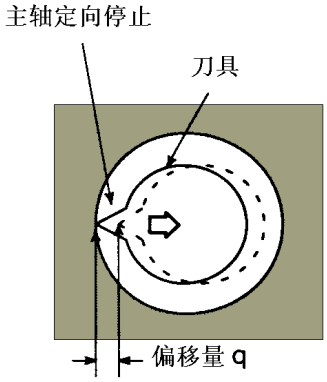
13.1.3 精镗循环(G76)

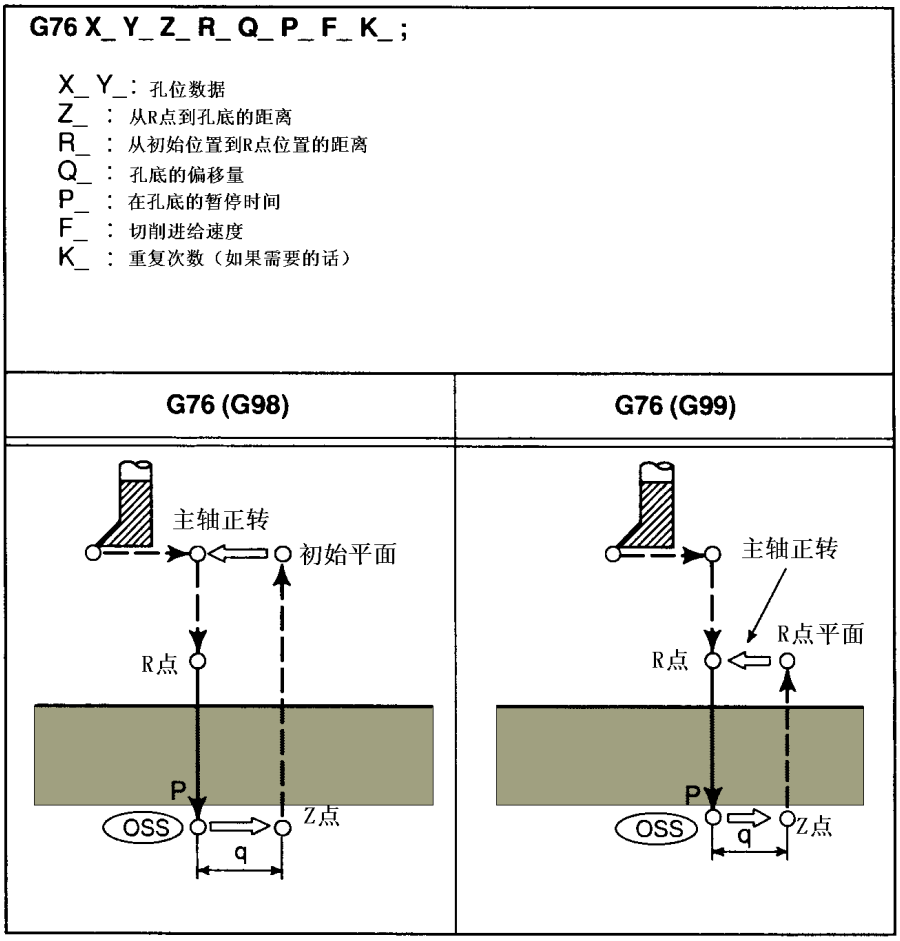
精镗循环镗削精密孔。当到达孔底时，主轴停止，切削刀具离开工件的被加工表面并返回。

指令格式

G76 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ K_ ;

X_ Y_：孔位数据
Z_ ：从R点到孔底的距离
R_ ：从初始位置到R点位置的距离
Q_ ：孔底的偏移量
P_ ：在孔底的暂停时间
F_ ：切削进给速度
K_ ：重复次数（如果需要的话）





警告

Q（在孔底的偏移量）是在固定循环内保存的模态值。必须小心指定，因为它也用作 G73 和 G83 的切削深度。

说明

当到达孔底时，主轴在固定的旋转位置停止，并且，刀具以刀尖的相反方向移动退刀。这保证加工面不被破坏，实现精密和有效的镗削加工。
在指定 G76 之前，用辅助功能（M 代码）旋转主轴。
当 G76 指令和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时执行 M 代码。然后，系统处理下一个动作。
当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码；对第二或以后的孔，不执行 M 代码。
当在固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在改变钻孔轴之前必须取消固定循环。
- **镗加工** 在没有 X，Y，Z，R 或其它轴的程序段中，不执行镗加工。
- **P/Q** Q 指定为正值。如果 Q 指定为负值，符号被忽略。在参数 No.5101 的#4（RD1）和#5（RD2）中设定偏置方向。在执行镗加工的程序段中指定 P/Q。如果在不执行镗加工的程序段中指定它们，它们不能作为模态数据被贮存。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G76，否则，G76 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

```
M3 S500;                  主轴开始旋转。
G90 G99 G76 X300.Y-250.   定位,镗 1 孔,然后返回到 R 点。
Z-150. R-100.Q5.          孔底定向，然后移动 5mm。
P1000 F120.;              在孔底停止 1s。
Y-550.;                   定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                   定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                   定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                   定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;               定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;    返回到参考点。
M5;                       主轴停止旋转。
```

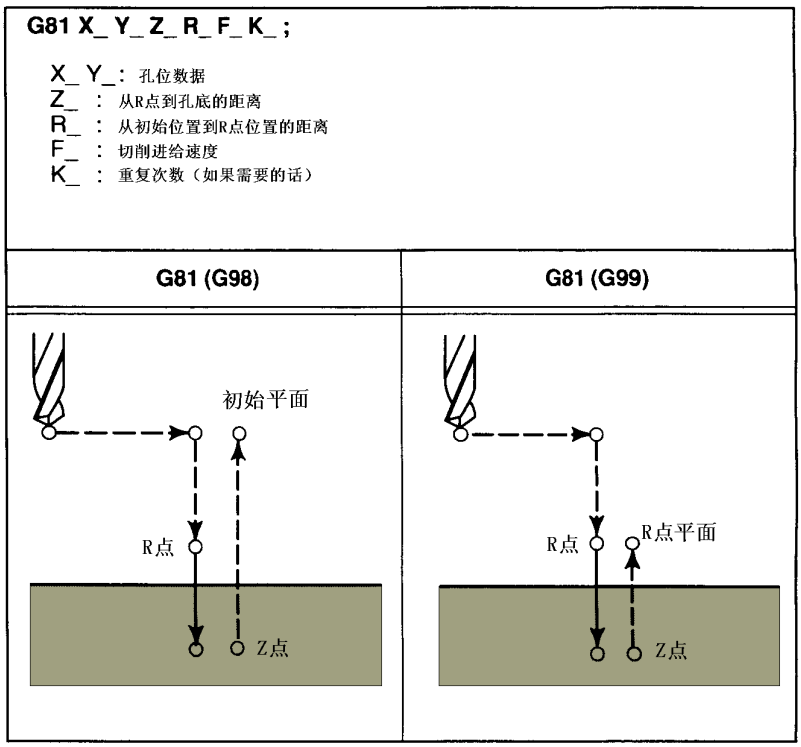
13.1.4 钻孔循环，钻中心孔循环（G81）

该循环用作正常钻孔。切削进给执行到孔底。然后，刀具从孔底快速移动退回。

指令格式

G81 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_ ;

X_ Y_：孔位数据
Z_ ： 从R点到孔底的距离
R_ ： 从初始位置到R点位置的距离
F_ ： 切削进给速度
K_ ： 重复次数（如果需要的话）



说明

在沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点。
从 R 点到 Z 点执行钻孔加工。
然后，刀具快速移动退回。
在指定 G81 之前，用辅助功能（M 代码）旋转主轴。
当 G81 指令和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时执行 M 代码。然后，系统处理下一个动作。
当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码；对第二或以后的孔，不执行 M 代码。
当在固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在切换钻孔轴之前必须取消固定循环。
- **钻孔加工** 在没有 X，Y，Z，R 或任何其它轴的程序段中，不执行钻孔加工。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G81，否则，G81 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

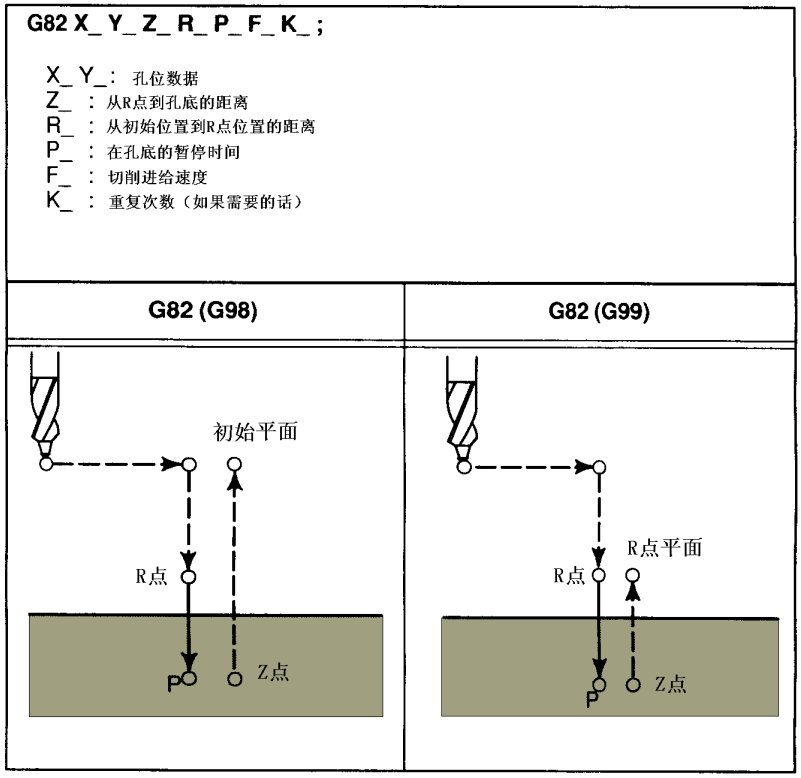
例

```
M3 S2000;                          主轴开始旋转。
G90 G99 G81 X300. Y-250. Z-150. R-100. F120.;
                                   定位,钻 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                            定位,钻 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                            定位,钻 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                            定位,钻孔 4,然后返回到 R 点。
Y-550.;                            定位,钻 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                        定位,钻 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;             返回到参考点。
M5;                                主轴停止旋转。
```

13.1.5 钻孔循环，逆镗孔循环（G82）

该循环用作正常钻孔。切削进给执行到孔底，执行暂停。然后，刀具从孔底快速移动退回。

指令格式



说明

沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点。
然后，从 R 点到 Z 点执行钻孔加工。
当到孔底时，执行暂停。然后刀具快速移动退回。
指定 G82 之前，用辅助功能（M 代码）旋转主轴。
当 G82 指令和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时执行 M 代码。然后，系统处理下一个钻孔动作。
当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码；对第二或以后的孔，不执行 M 代码。
当固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 切换钻孔轴之前必须取消固定循环。
- **钻孔加工** 在没有 X，Y，Z，R 或任何其它轴的程序段中，不执行钻孔加工。
- **P** 在执行钻孔加工的程序段中指定 P。 如果在不执行钻孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G82，否则，G82 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

```
M3 S2000 ;                          主轴开始旋转。
G90 G99 G82 X300. Y-250. Z-150. R-100. P1000 F120.;
                                    定位,钻 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                             定位,钻 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                             定位,钻 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                             定位,钻 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                             定位,钻 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                         定位,钻 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;              返回到参考点。
M5;                                 主轴停止旋转。
```

13.1.6 排屑钻孔循环(G83)

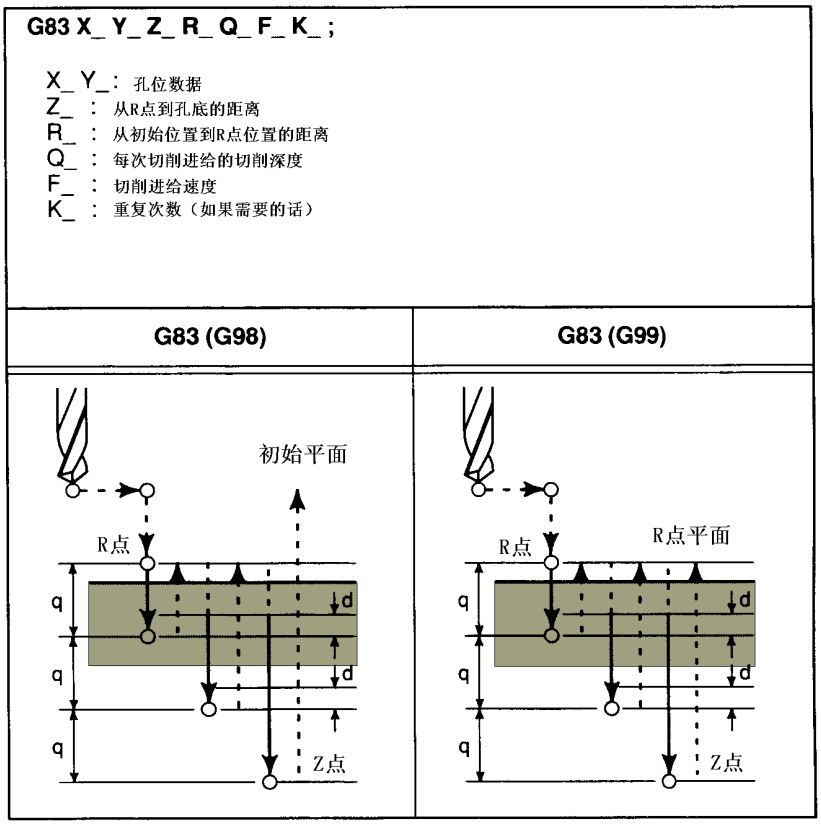
该循环执行深孔钻。

执行间歇切削进给到孔的底部，钻孔过程中从孔中排除切屑。

指令格式

```
G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ K_ ;
```

X_ Y_： 孔位数据
Z_ ： 从R点到孔底的距离
R_ ： 从初始位置到R点位置的距离
Q_ ： 每次切削进给的切削深度
F_ ： 切削进给速度
K_ ： 重复次数（如果需要的话）



说明

Q 表示每次切削进给的切削深度。它必须用增量值指定。

在第二次和以后的切削进给中，执行快速移动到上次钻孔结束之前的 d 点，再次执行切削进给。d 在参数（No.5115）中设定。

在 Q 中必须指定正值，负值被忽略（无效）。

指定 G83 之前，用辅助功能旋转主轴(M 代码)。

当 G83 代码和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时,执行 M 代码。然后，系统处理下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只在第一个孔执行 M 代码，对第二孔和以后的孔，不执行 M 代码。

当固定循环中指定刀具长度偏置(G43,G44 或 G49)时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在切换钻孔轴之前必须取消固定循环。
- **钻孔** 在没有 X，Y，Z，R 或任何其它轴的程序段中，不执行钻孔。
- **Q** 在执行钻孔的程序段中指定 Q。如果在不执行钻孔的程序段中指定，Q 不能作为模态数据被贮存。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G83，否则，G83 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

```
M3 S2000 ;                          主轴开始旋转。
G90 G99 G83 X300. Y-250. Z-150. R-100. Q15. F120.;
                                    定位,钻 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                             定位,钻 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                             定位,钻 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                             定位,钻 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                             定位,钻 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                         定位,钻 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;              返回到参考点。
M5;                                 主轴停止旋转。
```

13.1.7 小孔排屑钻孔循环（G83）

在钻孔期间，当过载扭矩检测信号（跳转信号）被检测时，有过载扭矩检测功能的刀杆退回刀具。

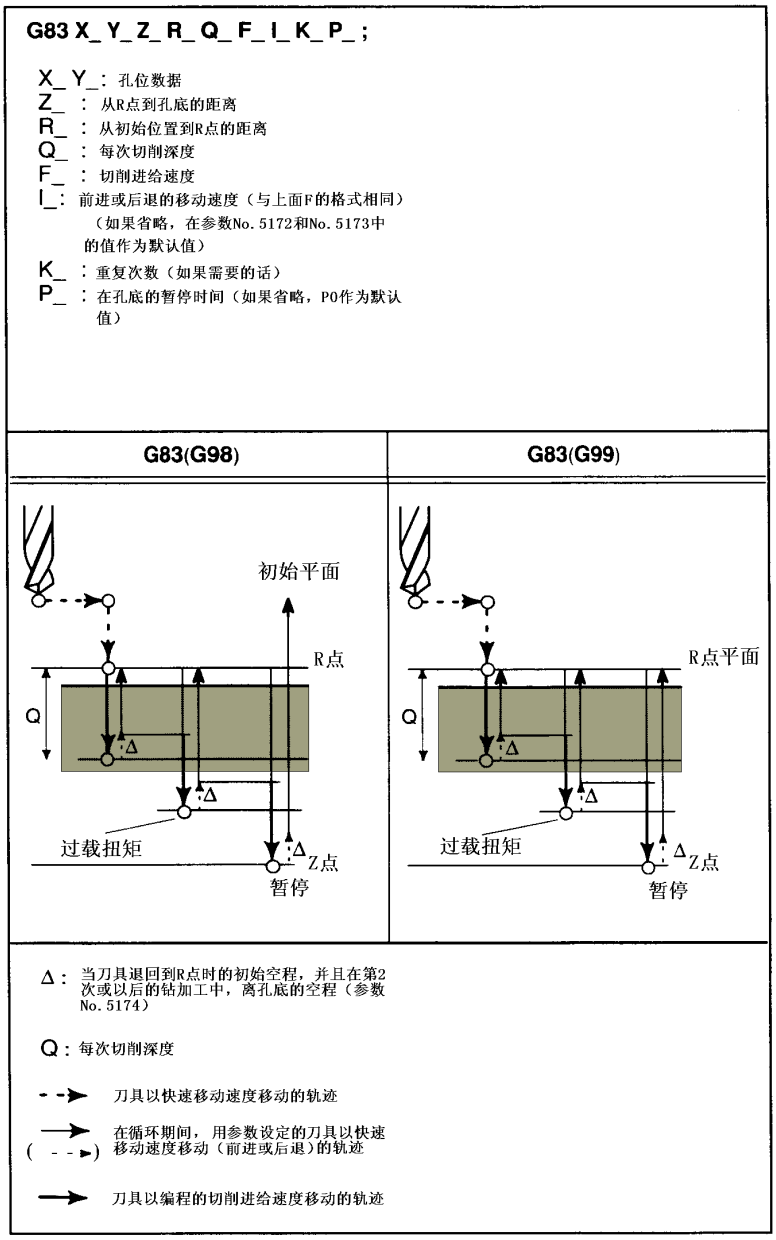
在主轴速度和切削进给速度改变后，钻孔重新开始，该小孔排屑钻削循环中，重复这些动作。

用参数 No.5163 中指定的 M 代码，选择小孔排屑钻削循环方式。在指令中指定 G83 开始执行这个循环。用 G80 或复位取消该循环。

指令格式

G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ I_ K_ P_ ;

X_ Y_: 孔位数据
Z_ : 从R点到孔底的距离
R_ : 从初始位置到R点的距离
Q_ : 每次切削深度
F_ : 切削进给速度
I_: 前进或后退的移动速度（与上面F的格式相同）
（如果省略，在参数No.5172和No.5173中的值作为默认值）
K_ : 重复次数（如果需要的话）
P_ : 在孔底的暂停时间（如果省略，P0作为默认值）



说明

- **该循环的分步动作**

★沿 X 和 Y 轴的定位
★沿 Z 轴定位到 R 点
★沿 Z 轴钻孔（第 1 次钻孔，切削深度 Q，增量值）
后退（孔底→小空程△，增量值）
后退（孔底→R 点）
前进（R 点→离孔底空程高度△的点）
钻孔（第 2 次或以后的钻孔，切削深度 Q+△，增量值）
★暂停
★沿 Z 轴返回到 R 点（或初始位置面），循环结束。
根据切削进给加/减速时间常数，在前进和后退期间控制加/减速。当执行后退时，在 R 点检测位置。

- **指定 M 代码**

当程序中指令了参数 No.5163 中设定的 M 代码时，系统进入小孔深孔钻循环方式。
该 M 代码不等待 FIN 信号。当这个 M 代码和另一个 M 代码在同一个程序段中指定时，必须小心。
（例） M□□ M03；→等待 FIN 信号
M03 M□□；→不等待 FIN 信号

- **指定 G 代码**

当指定 G83 时小孔深孔钻循环方式加工开始。
这个持续状态的 G 代码保持不变，直到另一个固定循环被指定或取消固定循环的 G 代码被指定。这避免了对相同的钻削操作在各程序段重复指定钻孔数据。

- **循环进程的检测信号**

在该循环中，当刀具沿着非钻孔轴到达孔位时，小孔深孔循环的进程检测信号被输出。当沿着钻孔轴定位到 R 点期间，信号继续输出，并在返回到 R 点或初始位置时结束。详细情况，见机床制造厂的说明书。

- **过载扭矩检测信号**

跳转信号用作过载扭矩检测信号。当刀具正在前进或钻孔，并且是在 R 点和 Z 点之间时，跳转信号有效。（这个信号产生后退）。详细情况，见机床制造厂的说明书。

- **改变钻孔条件**

在一个 G83 循环中，每一钻孔动作（前进→钻孔→后退）的钻削条件都是在改变的。可以设定参数 No.5160 的 1 位和 2 位（OLS，NOL）以抑制钻孔条件的变化。

1.改变切削进给速度

对第 2 和以后的每一个钻孔动作,改变编程的 F 代码切削进给速度 。在参数 No.5166 和 No.5167 中，指定前次钻孔时跳转信号检测或不检测的速度变化率。

切削进给速度=F× α

〈第一次钻孔〉α =1.0

〈第二次或以后的钻孔〉α = α × β ÷100，这里， β 是每个钻孔动作的变化率。

前次钻孔动作期间，当跳转信号被检测时：

β =b1%(参数 No.5166)

前次钻孔动作期间，当跳转信号不检测时：

β =b2%(参数 No.5167)

如果切削进给速度中的变化率比参数 No.5168 中指定的比率小时，切削进给速度不改变。

切削进给速度可以增加到最大切削进给速度。

2.改变主轴速度

对第 2 和以后的每一钻削动作，改变用 S 代码编程的主轴速度。在参数 No.5164 和 5165 中指定前次钻孔动作的跳转信号检测和不检测时的主轴转速变化率。

主轴速度=S× γ

〈第一次钻孔〉γ =1.0

〈第二次或以后的钻孔〉$\gamma = \gamma \times \delta \div 100$，这里，$\delta$ 是每个钻孔动作的变化率。

在先前的钻孔动作期间，当跳转信号被检测时：

δ =b1%(参数 No.5164)

在先前的钻孔动作期间，当跳段信号不检测时：

δ =b2%(参数 No.5165)

当切削进给速度到达最小值时，主轴速度不改变。主轴速度可增加到 S 模拟数据最大值的对应值。

- **前进和后退**

和快速定位方式一样刀具的前进与回退不执行。和切削进给一样这两个动作是作为插补运行实现的。其速度按指数加/减速变化。注意，刀具寿命管理功能对寿命的计算不考虑前进和后退。

- **指定地址 I**

用与地址 F 相同格式的地址 I 指定前进和后退的移动速度，如下所示：

G83 I1000;（没有小数点）

G83 I1000.;（有小数点）

两个指令均表示 1000mm/分。G83 指定的地址 I 持续有效，直到指定 G80 或出现复位。

- **可以指定的功能**

该固定循环方式中，可以指定下面的功能：

- 在 X 轴、Y 轴和附加轴上的孔定位
- 由用户宏程序控制的运行和转移
- 子程序（孔位组等等）调用
- 绝对值和增量值方式之间的切换
- 坐标系旋转
- 比例缩放功能（该指令不影响切削深度 Q 或小退刀量 d1。）
- 空运行
- 进给暂停

- **单程序段**

当单程序段运行有效时，钻孔在每次回退之后停止。

- **进给速度倍率**

在循环中的切削、回退和前进期间，进给速度倍率功能起作用。

- **用户宏程序接口**

在切削期间产生的回退数和在切削期间响应收到的过载信号的回退数可以输出到由参数 No.5170 和 No.5171 设定的用户宏程序的公共变量中（#100～#149）。No.5170 和 No.5171 可以指定的公共变量为#100～#149。

参数No.5170：指定公共变量号，在切削期间产生的回退数被输出到该变量中。

参数No.5171：指定公共变量号，响应切削期间的过载信号产生的回退数输出到该变量中。

例

```
N01 M03 S_;
N02 M□□;
N03 G83X_Y_Z_R_Q_F_I_K_P_;
N04 X_Y_;
     ┇
     ┇
N10 G80;
```

<各程序段的说明>

N01：指定主轴正转和主轴速度。

N02：指定 M 代码，执行小孔深孔钻循环 G83。M 代码在参数 No.5163 中指定。

N03：指定小孔深孔钻孔循环。钻孔数据（除了 K 和 P 以外）被贮存并且钻孔开始。

N04：在另一个位置，用与 N03 相同的钻孔数据钻小孔深孔。

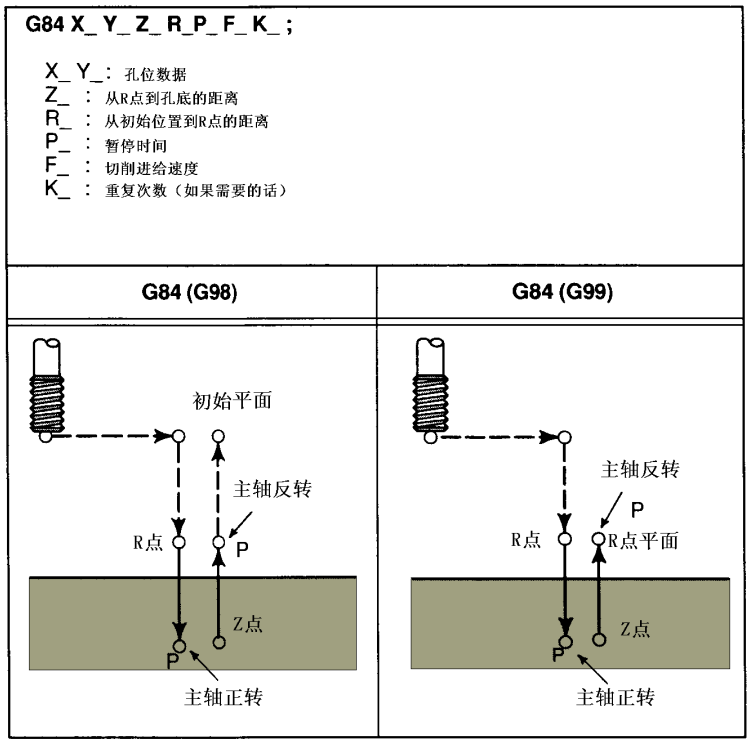
N10：取消小孔深孔钻孔循环。在 N02 中指定的 M 代码也被取消。

13.1.8 攻丝循环（G84）

该循环执行攻丝。

在这个攻丝循环中，当到达孔底时，主轴以反方向旋转。

指令格式



说明

主轴顺时针旋转执行攻丝。当到达孔底时，为了回退，主轴以相反方向旋转。这个过程生成螺纹。
在攻丝期间进给倍率被忽略。进给暂停不停止机床，直到返回动作完成。
在指定 G84 之前，用辅助功能（M 代码）使主轴旋转。
当 G84 指令和 M 代码在同一个程序段中指定时，在执行第一个定位动作的同时，执行 M 代码。然后，系统处理下一个钻孔动作。
当指定重复次数 K 时，仅对第一个孔执行 M 代码；对第二或以后的孔，不执行 M 代码。
当在固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在执行定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换**

  必须在切换钻孔轴之前取消固定循环。

- **钻孔加工**

  在不包含 X，Y，Z，R 或任何其它轴的程序段中，不执行钻孔加工。

- **P**

  在执行钻孔加工的程序段中指定 P。如果在不执行钻孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。

- **取消**

  不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431 #0）设为 1 时））和 G84，否则，G84 将被取消。

- **刀具偏置**

  在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

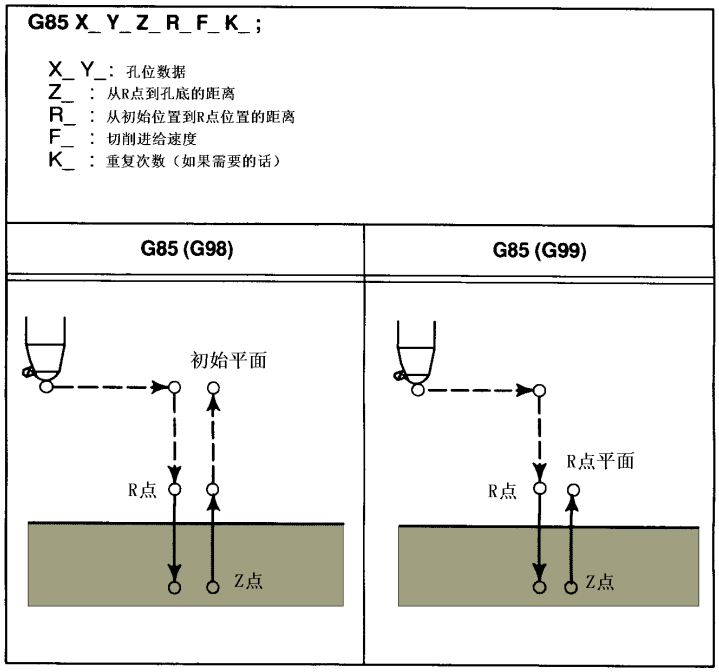
```
M3 S100 ;                    主轴开始旋转。
G90 G99 G84 X300. Y-250. Z-150. R-120. P300 F120.;
                             定位,攻丝 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                      定位,攻丝 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                      定位,攻丝 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                      定位,攻丝 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                      定位,攻丝 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                  定位,攻丝 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;       返回到参考点。
M5;                          主轴停止旋转。
```

13.1.9

镗孔循环（G85）

该循环用于镗孔。

指令格式



说明

沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点，
然后，从 R 点到 Z 点执行镗孔。
当到达孔底（Z 点）时，执行切削进给，然后返回到 R 点。
在指定 G85 之前，用辅助功能（M 代码）旋转主轴。
当 G85 指令和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时执行 M 代码。然后，系统处理下一个镗孔动作。
当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码；对第二或以后的孔，不执行 M 代码。
当在固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在切换镗孔轴之前必须取消固定循环。
- **镗加工** 在没有 X，Y，Z，R 或任何其它轴的程序段中，不执行镗加工。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G85，否则，G85 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

```
M3 S100;                          主轴开始旋转。
G90 G99 G85 X300. Y-250. Z-150. R-120. F120.;
                                  定位,镗 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                           定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                           定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                           定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                           定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                       定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;            返回到参考点。
M5;                               主轴停止旋转。
```

13.1.10

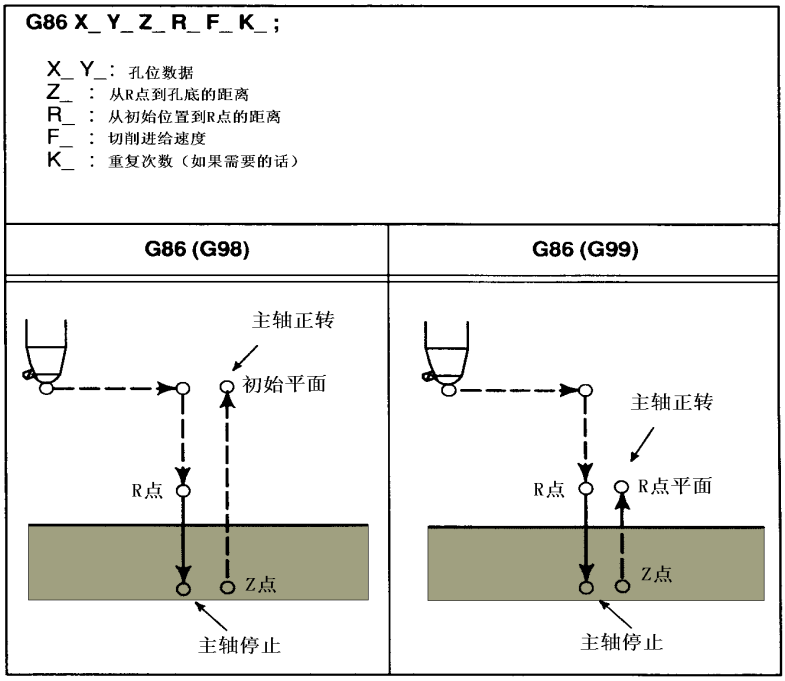
镗孔循环（G86）

该循环用于镗孔。

指令格式

```
G86 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_ ;
```

X_ Y_：孔位数据
Z_ ：从R点到孔底的距离
R_ ：从初始位置到R点的距离
F_ ：切削进给速度
K_ ：重复次数（如果需要的话）



说明

沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点，
然后，从 R 点到 Z 点执行镗孔。
当主轴在孔底停止时，刀具以快速移动退回。
在指定 G86 之前，用辅助功能（M 代码）旋转主轴。
当 G86 指令和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时执行 M 代码。然后，系统处理下一个镗孔动作。
当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码；对第二或以后的孔，不执行 M 代码。
当在固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在切换镗孔轴之前必须取消固定循环。
- **镗加工** 在没有 X，Y，Z，R 或任何其它轴的程序段中，不执行镗加工。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G86，否则，G86 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

```
M3 S2000 ;                    主轴开始旋转。
G90 G99 G86 X300. Y-250. Z-150. R-100. F120.;
                              定位,镗 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                       定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                       定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                       定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                       定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                   定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;        返回到参考点。
M5;                           主轴停止旋转。
```

13.1.11

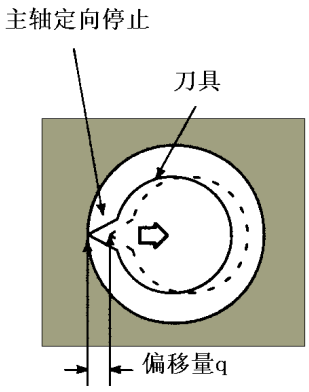
背镗孔循环（G87）

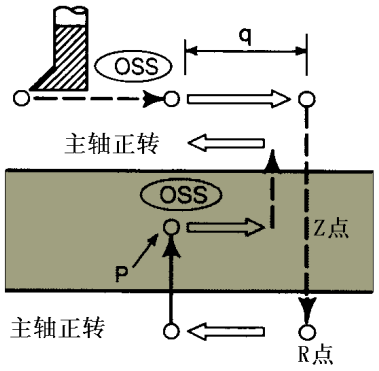
该循环执行精密镗孔。

指令格式

G87 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ K_ ;

X_ Y_ : 孔位数据
Z_ : 从孔底到Z点的距离
R_ : 从初始平面到R点的距离（孔底）
Q_ : 刀具偏移量
P_ : 暂停时间
F_ : 切削进给速度
K_ : 重复次数



G87 (G98)	G87 (G99)
	不用

警告

Q（在孔底的偏移量）是在固定循环中保持的模态值。指定时须小心，因为它也用作 G73 和 G83 的切削深度。

说明

沿着 X 和 Y 轴定位以后，主轴在固定的旋转位置上停止。刀具在刀尖的相反方向移动并在孔底（R 点）定位（快速移动）。
然后，刀具在刀尖的方向上移动并且主轴正转 。沿 Z 轴的正向镗孔直到 Z 点。
在 Z 点，主轴再次停在固定的旋转位置，刀具在刀尖的相反方向移动，然后，刀具返回到初始位置。刀具在刀尖的方向上偏移，主轴正转，执行下个程序段的加工。
在指定 G87 前，用辅助功能（M 代码）旋转主轴。
当 G87 和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时执行 M 代码。然后，系统处理下一个动作。
当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码；对第二或以后的孔，不执行 M 代码。
当在固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在切换镗孔轴之前必须取消固定循环。
- **镗加工** 在没有 X，Y，Z，R 或其它辅助轴的程序段中，不执行镗加工。
- **P/Q** Q 必须指定为正值。如果 Q 指定为负值，符号被忽略。在参数 No.5101#4（RO）和#5（RD2）中设定偏置方向。在执行镗加工的程序段中指定 P 和 Q。如果在不执行镗加工的程序段中指定它们，它们不作为模态数据被贮存。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G87，否则，G87 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

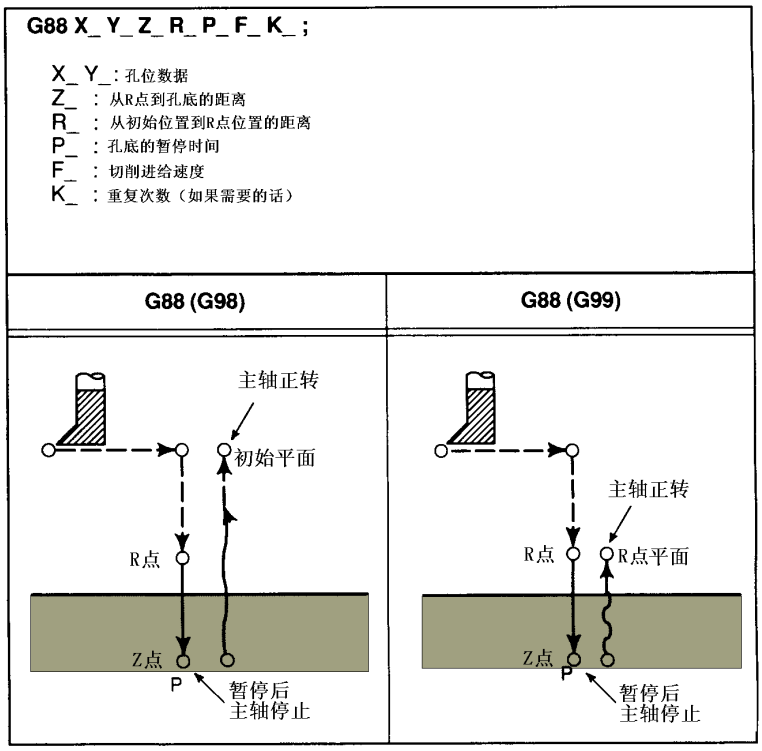
```
M3 S500 ;                          主轴开始旋转。
G90  G87 X300. Y-250. Z-150. R-120. Q5. P1000 F120.;
                                   定位,镗 1 孔,在初始位置定向，然后偏
                                   移 5mm，在 Z 点停止 1 秒。
Y-550.;                            定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                            定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                            定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                            定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                          定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;             返回到参考点。
M5;                                主轴停止旋转。
```

13.1.12

镗孔循环（G88）

该循环用于镗孔。

指令格式



说明

沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点。然后，从 R 点到 Z 点执行镗孔。当镗孔完成后，执行暂停，然后主轴停止。刀具从孔底（Z 点）手动返回到 R 点。在 R 点，主轴正转，并且执行快速移动到初始位置。在指定 G88 之前，用辅助功能（M 代码）旋转主轴。

当 G88 指令和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时执行 M 代码。然后，系统处理下一个镗孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码；对第二或以后的孔，不执行 M 代码。

当在固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在切换镗孔轴之前必须取消固定循环。
- **镗加工** 在没有 X，Y，Z，R 或任何其它轴的程序段中，不执行镗加工。
- **P** 在执行镗孔加工的程序段中指定 P。如果在不执行镗孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G88，否则，G88 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

```
M3 S2000 ;                          主轴开始旋转。
G90 G99 G88 X300. Y-250. Z-150. R-100. P1000 F120.;
                                    定位,镗 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                             定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                             定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                             定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                             定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                         定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;              返回到参考点。
M5;                                 主轴停止旋转。
```

13.1.13

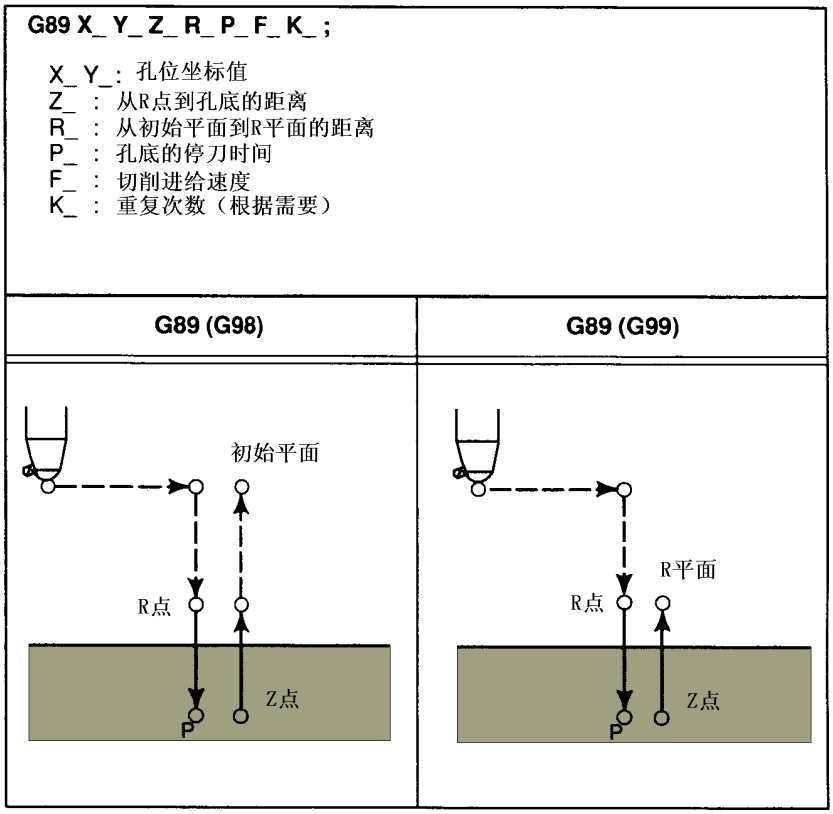
镗孔循环（G89）

该循环用于镗孔。

指令格式

```
G89 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_ ;

X_ Y_: 孔位坐标值
Z_ ： 从R点到孔底的距离
R_ ： 从初始平面到R平面的距离
P_ ： 孔底的停刀时间
F_ ： 切削进给速度
K_ ： 重复次数（根据需要）
```



说明

该循环几乎与 G85 相同。不同的是该循环在孔底执行暂停。

在指定 G89 之前，用辅助功能（M 代码）旋转主轴。

当 G89 指令和 M 代码在同一程序段中指定时，在第一个定位动作的同时执行 M 代码。然后，系统处理下一个镗孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码；对第二或以后的孔，不执行 M 代码。

当在固定循环中指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置。

限制

- **轴切换** 在切换镗孔轴之前必须取消固定循环。
- **镗加工** 在没有 X，Y，Z，R 或任何其它轴的程序段中，不执行镗加工。
- **P** 在执行镗孔加工的程序段中指定 P。如果在不执行镗孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。
- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL（参数 No.5431#0）设为 1 时））和 G89，否则，G89 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

```
M3 S100 ;                          主轴开始旋转。
G90 G99 G89 X300. Y-250. Z-150. R-120. P1000 F120.;
                                   定位,镗 1 孔,然后返回到 R 点，在孔
                                   底停止 1 秒。
Y-550.;                            定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                            定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                            定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                            定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                        定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;             返回到参考点。
M5;                                主轴停止旋转。
```

13.1.14 固定循环取消（G80）

G80 取消固定循环。

指令格式

```
G80;
```

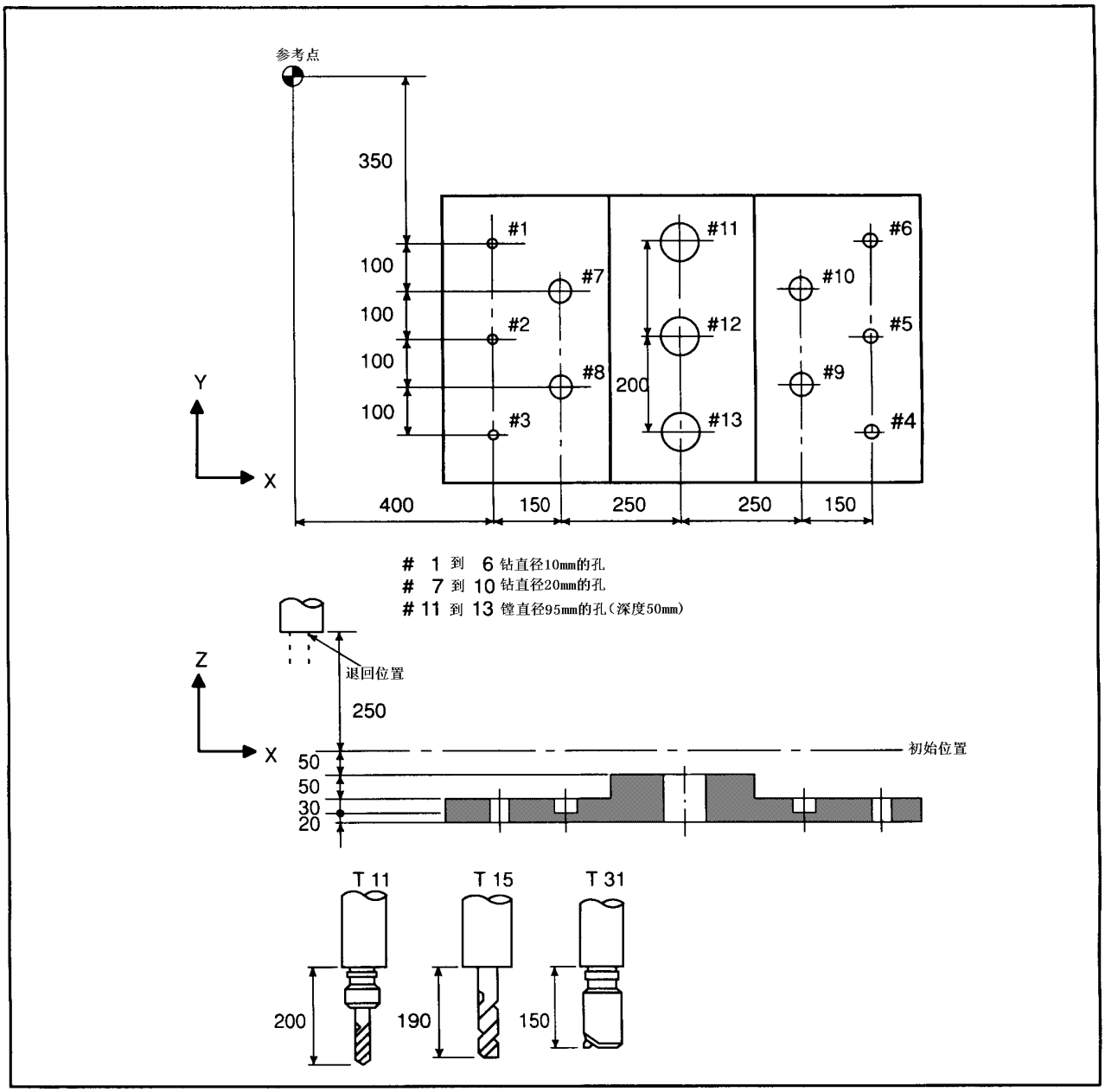
说明

取消所有的固定循环，执行正常的操作。R 点和 Z 点也被取消。这意味着，在增量方式中，R=0 和 Z=0。其它钻孔数据也被取消（清除）。

例

```
M3 S100;                          主轴开始旋转。
G90 G99 G88 X300. Y-250. Z-150. R-120. F120.;
                                  定位,镗 1 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                           定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点。
Y-750.;                           定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点。
X1000.;                           定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点。
Y-550.;                           定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点。
G98 Y-750.;                       定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面。
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;            返回到参考点，取消固定循环。
M5;                               主轴停止旋转。
```

使用刀具长度偏置和固定循环的编程举例



偏置值+200.0 被设置在偏置号 No.11 中，+190.0 被设置在偏置号 No.15 中，而+150.0 被设置在偏置号 No.31 中

编程举例

```
;
N001  G92X0Y0Z0;                          在参考点设置工件坐标
N002  G90 G00 Z250.0 T11 M6;              刀具交换
N003  G43 Z0 H11;                         初始位置，刀具长度偏置
N004  S30 M3;                             主轴起动
N005  G99 G81X400.0 R Y-350.0
      Z-153.0R-97.0 F120;                 定位，钻 1 孔
N006  Y-550.0;                            定位，钻 2 孔，并返回到 R 点位置
N007  G98Y-750.0;                         定位，钻 3 孔，并返回到 R 点位置
N008  G99X1200.0;                         定位，钻 4 孔，并返回到 R 点位置
N009  Y-550.0;                            定位，钻 5 孔，并返回到 R 点位置
N010  G98Y-350.0;                         定位，钻 6 孔，并返回到 R 点位置
N011  G00X0Y0M5;                          返回参考点，主轴停止
N012  G49Z250.0T15M6;                     取消刀具长度偏置，换刀
N013  G43Z0H15;                           初始位置，刀具长度偏置
N014  S20M3;                              主轴起动
N015  G99G82X550.0Y-450.0
      Z-130.0R-97.0P300F70;               定位，钻 7 孔，返回到 R 点位置
N016  G98Y-650.0;                         定位，钻 8 孔，返回到 R 点位置
N017  G99X1050.0;                         定位，钻 9 孔，返回到 R 点位置
N018  G98Y-450.0;                         定位，钻 10 孔，返回到初始位置
N019  G00X0Y0M5;                          返回参考点，主轴停止
N020  G49Z250.0T31M6;                     取消刀具长度偏置，换刀
N021  G43Z0H31;                           初始位置，刀具长度偏置
N022  S10M3;                              主轴起动
N023  G85G99X800.0Y-350.0
      Z-153.0R47.0F50;                    定位，镗 11 孔，返回到 R 点位置
N024  G91Y-200.0K2;                       定位，镗 12，13 孔，返回到 R 点位置
N025  G28X0Y0M5;                          返回参考点，主轴停止
N026  G49Z0;                              取消刀具长度偏置
N027  M0;                                 程序停止
```

13.2 刚性攻丝

攻丝循环（G84）和左旋攻丝循环（G74）可以在标准方式或刚性攻丝方式中执行。

在标准方式中，为执行攻丝，使用辅助功能 M03（主轴正转），M04（主轴反转）和 M05（主轴停止），使主轴旋转、停止，并沿着攻丝轴移动。

在刚性攻丝方式中，用主轴电机控制攻丝过程，主轴电机的工作和伺服电机一样。由攻丝轴和主轴之间的插补来执行攻丝。

刚性方式执行攻丝时，主轴每旋转一转，沿攻丝轴产生一定的进给（螺纹导程）。即使在加减速期间，这个操作也不变化。

刚性方式不用标准攻丝方式中使用的浮动丝锥卡头，这样可得到较快和较精确的攻丝。

13.2.1 刚性攻丝(G84)

在刚性方式中主轴电机的控制仿佛是一个伺服电机，可实现高速高精度攻丝。

指令格式

G84 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_ ;

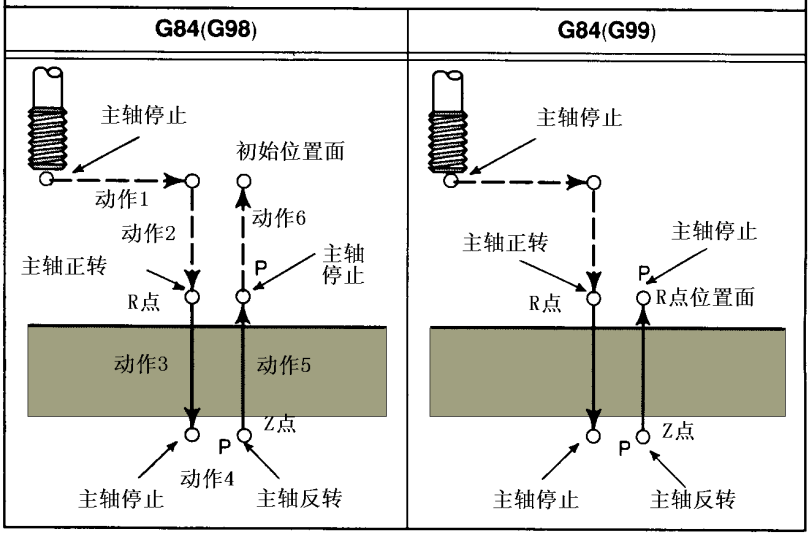
X_ Y_ : 孔位数据
Z_ : 从R点到孔底的距离和孔底的位置

R_ : 从初始位置到R点位置的距离
P_ : 在孔底的暂停时间或回退时在R点的暂停时间

F_ : 切削进给速度
K_ : 重复次数（必要时）

G84.2 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ L_ ; (FS10/11指令格式)

L_ : 重复次数（必要时）



说明

沿 X 和 Y 轴定位后，执行快速移动到 R 点。
从 R 点到 Z 点执行攻丝。当攻丝完成时，主轴停止并执行暂停，然后主轴以相反方向旋转，刀具退回到 R 点，主轴停止。然后，执行快速移动到初始位置。当攻丝正在执行时，进给速度倍率和主轴倍率认为是 100%。
但是，回退（动作 5）的速度可以调到 2000%，这取决于参数 No.5200#4（DOV）、No.5201#3(OVU)和参数 No.5211 的设定。

- **刚性方式**

用下列任何一种方法指定刚性方式：

- **在攻丝指令段之前指定 M29 S*****。**
- **在包含攻丝指令的程序段中指定 M29 S*****。**
- **指定 G84 做刚性攻丝指令（参数 No.5200#0(G84)设为 1）。**

- **螺纹导程** 在每分进给方式中，螺纹导程=进给速度×主轴转速计算。在每转进给方式中，螺纹导程等于进给速度。
- **刀具长度补偿** 如果在固定循环方式中指定刀具长度补偿（G43，G44 或 G49）的话，在定位到 R 点的同时加偏置。
- **FS10/11 指令格式** 可以通过 FS10/11 指令格式使用刚性攻丝功能，因此，刚性攻丝的顺序（与 PMC 之间的数据交换等）和限制等事项，按照 FS0i 执行。

限制

- **轴切换** 必须在切换攻丝轴之前取消固定循环。如果在刚性方式中改变攻丝轴的话，发出 P/S 报警（No.206）。
- **S 指令** 如果速度比指定档次的最大速度高的话，发出 P/S 报警（No.200）。
  - 刚性攻丝中所使用的 S 指令，在刚性攻丝的取消时被清除，S0 成为被指定的状态。
- **对主轴的分配量** 对于模拟主轴控制电路：
  若在 8ms 以内，指定的速度指令多于 4096 脉冲的检测单位时，发出 P/S 报警（No.202），因为这样运行的结果是不可确定的。
  对于串行主轴：
  若在 8ms 期间，指令的速度多于 32767 脉冲的检测单位时，则发出 P/S 报警（No.202）。因为这样运行的结果是不可确定的。
- **F 指令** 如果指定的 F 值超过切削进给速度上限值的话，则发出 P/S 报警（No.011）。
- **F 指令的单位**

	公制输入	英制输入	备注
G94	1mm/min	0.01inch/min	允许小数点编程
G95	0.01mm/rev	0.0001inch/rev	允许小数点编程

- **M29** 如果在 M29 和 G84 之间指定 S 和轴移动指令，发出 P/S 报警（No.203）。如果 M29 在攻丝循环中指定，发出 P/S 报警（No.204）。
- **P** 在执行攻丝程序段中指定 P。如果在非攻丝程序段中指定，它不能作为模态数据存储。
- **取消** 不能在同一个程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL 位（参数 No.5431 的 0 位）设为 1 时））和 G84，否则，G84 将被取消。
- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。
- **程序再起动** 在刚性攻丝期间，程序再起动无效。

例

Z 轴进给速度 1000mm/min
主轴速度 1000rpm
螺纹导程 1.0mm
<每分进给的编程>

```
G94;                          指定每分进给指令
G00 X120.0 Y100.0;            定位
M29 S1000;                    指定刚性方式
G84 Z-100.0 R-20.0 F1000;     刚性攻丝
```

<每转进给的编程>

```
G95;                          指定每转进给指令
G00 X120.0 Y100.0;            定位
M29 S1000;                    指定刚性方式
G84 Z-100.0 R-20.0 F1.0;      刚性攻丝
```

13.2.2 左旋刚性攻丝循环(G74)

在刚性方式中主轴电机的工作仿佛是一个伺服电机，刚性攻丝可实现高速攻丝循环。

指令格式

G74 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_ ;

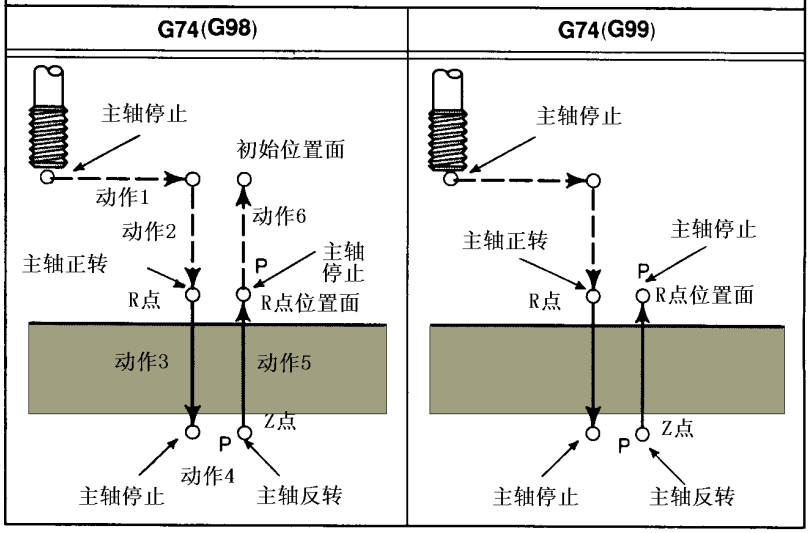
X_ Y_ : 孔位数据
Z_ : 从R点到孔底的距离或孔底的位置

R_ : 从初始位置到R点位置的距离
P_ : 在孔底的暂停时间或回退时在R点的暂停时间

F_ : 切削进给速度
K_ : 重复次数（必要时）

G84.3 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ L_ ; (FS10/11指令格式)

L_ : 重复次数（必要时）



说明

沿 X 和 Y 轴定位后，快速移动到 R 点。

从 R 点到 Z 点执行攻丝。当攻丝完成时，主轴停止并执行暂停，然后主轴以正方向旋转，刀具退回到 R 点，主轴停止。然后，执行快速移动到初始位置。当攻丝正在执行时，进给速度倍率和主轴倍率认为是100%。

但是，退回（动作 5）的速度可以调到 200%，这取决于参数 No.5200#4（DOV）、No.5201#3(OVU)和参数 No.5211 的设定。

- **刚性方式**

用下列任何一种方法指定刚性方式：

- **在攻丝指令段之前指定 M29 S*****。**
- **在包含攻丝指令的程序段中指定 M29 S*****。**
- **指定 G84 做刚性攻丝指令（参数 No.5200#0(G84)设为 1）。**

- **螺纹导程**

  在每分进给方式中，螺纹导程=进给速度×主轴转速计算。在每转进给方式中，螺纹导程等于进给速度。

- **刀具长度补偿**

  如果在固定循环方式中指定刀具长度补偿（G43，G44 或 G49）的话，在定位到 R 点的同时，加偏置。

- **FS10/11 指令格式**

  可以通过 FS10/11 指令格式使用刚性攻丝功能，因此，刚性攻丝的顺序（与 PMC 之间的数据交换等）和限制等事项，按照 FS0i 执行。

限制

- **轴切换**

  必须在切换攻丝轴之前取消固定循环。如果在刚性方式中切换攻丝轴的话，发出 P/S 报警（No.206）。

- **S 指令**

  如果指令的速度比所用档次的最大速度高的话，发出 P/S 报警（No.200）。
  - 刚性攻丝中所使用的 S 指令，在刚性攻丝的取消时被清除，S0 成为被指定的状态。

- **对主轴的分配量**

  对于模拟主轴控制电路：
  如果在 8ms 期间内，指定的速度指令多于 4096 脉冲的检测单位时，发出 P/S 报警（No.202），因为这样运行的结果是不可确定的。
  对于串行主轴：
  若在 8ms 期间，指定的速度指令多于 32767 脉冲的检测单位时，则发出 P/S 报警（No.202）。因为这种运行的结果是不可确定的。

- **F 指令**

  如果指定的 F 值超过切削进给速度上限值的话，发出 P/S 报警（No.011）。

- **F 指令的单位**

	公制输入	英制输入	备注
G94	1mm/min	0.01inch/min	允许小数点编程
G95	0.01mm/rev	0.0001inch/rev	允许小数点编程

- **M29**

  如果在 M29 和 G74 之间指定 S 和轴移动指令，发出 P/S 报警（No.203）。
  如果 M29 在攻丝循环中指定，发出 P/S 报警（No.204）。

- **P**

  在执行攻丝程序段中指定 P。如果在非攻丝程序段中指定，它不能作为模态数据存储。

- **取消**

  不能指定 01 组 G 代码（G00 到 G03 或 G60（当 MDL 位（参数 No.5431 的 0 位）设为 1 时））和 G74 在同一个程序段中，否则，G74 将被取消。

- **刀具偏置**

  在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

例

Z 轴进给速度 1000mm/min
主轴速度 1000rpm
螺纹导程 1.0mm
<每分进给的编程>

```
G94;                          指定每分进给指令
G00 X120.0 Y100.0;            定位
M29 S1000;                    指定刚性方式
G74 Z-100.0 R-20.0 F1000;     刚性攻丝
```

<每转进给的编程>

```
G95;                          指定每转进给指令
G00 X120.0 Y100.0;            定位
M29 S1000;                    指定刚性方式
G74 Z-100.0 R-20.0 F1.0;      刚性攻丝
```

13.2.3 排屑刚性攻丝循环（G84 或 G74）

在刚性攻丝方式中深孔攻丝可能是困难的，因为切屑阻止刀具的运动或者增加切削阻力。在这样的情况下，排屑刚性攻丝有用的。

这种循环中，执行数次进刀直到孔底。深孔攻丝循环有两种：高速深孔攻丝循环和标准深孔攻丝循环，用参数 No. 5200#5PCP 位选择。

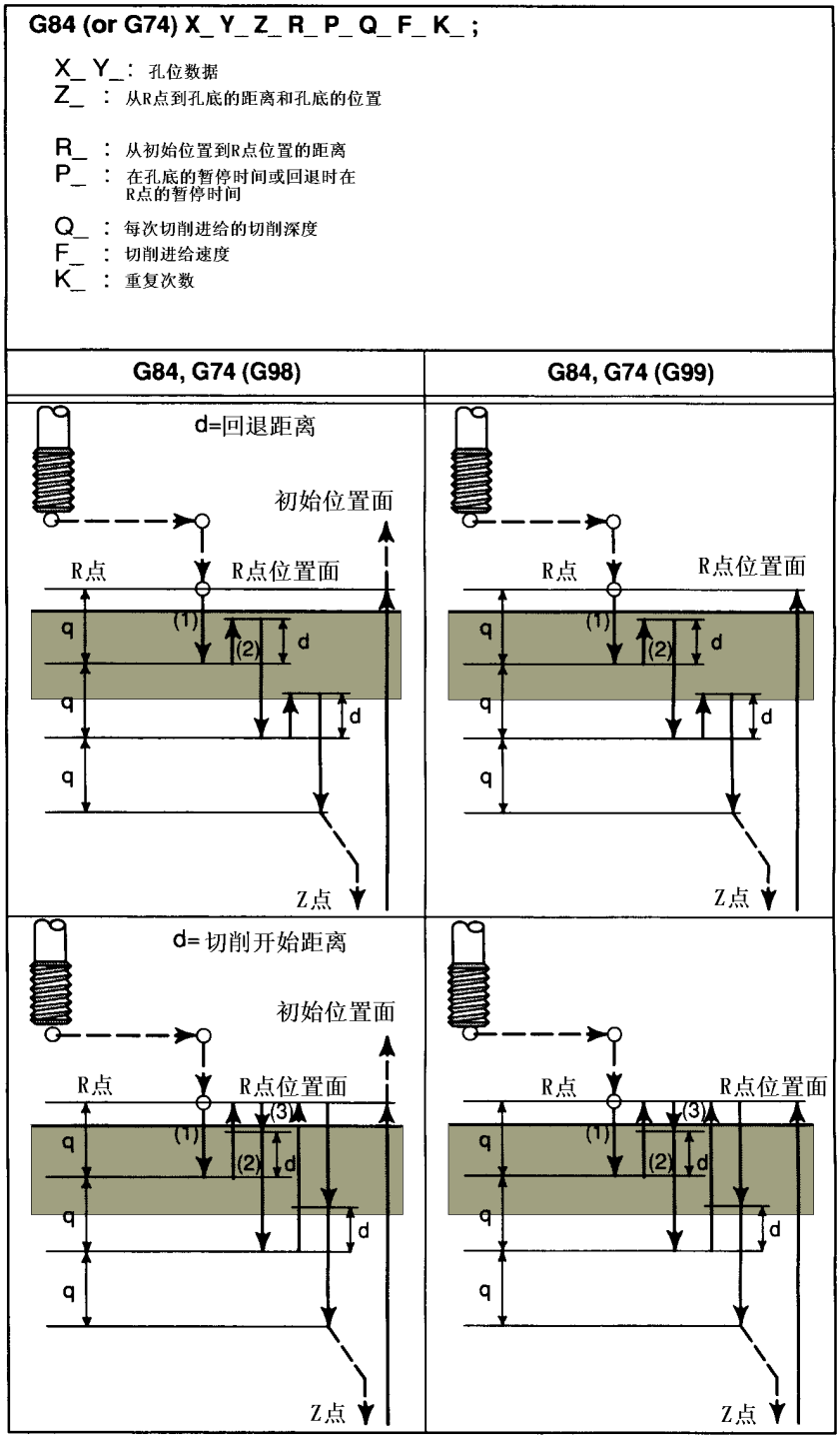
指令格式

G84 (or G74) X_ Y_ Z_ R_ P_ Q_ F_ K_ ;

X_ Y_ : 孔位数据
Z_ : 从R点到孔底的距离和孔底的位置

R_ : 从初始位置到R点位置的距离
P_ : 在孔底的暂停时间或回退时在R点的暂停时间

Q_ : 每次切削进给的切削深度
F_ : 切削进给速度
K_ : 重复次数



• 高速深孔攻丝循环
(参数 PCP(No.5200#5=0))

(1) 刀具以正常切削进给速度运行，使用正常时间常数。

(2) 后退速度可以倍率。使用后退时间常数。

• 深孔攻丝循环
(参数PCP(No.5200#5=1))

(1) 刀具以正常切削进给速度运行。使用正常时间常数。

(2) 后退速度可以倍率。使用后退时间常数。

(3) 后退速度可以倍率。使用正常时间常数

在刚性攻丝循环期间，在深孔攻丝循环中的（1）和（2）的每步的终点执行到位检测。

说明

- **高速深孔（排屑）攻丝循环**

沿 X 和 Y 轴定位以后，执行快速移动到 R 点。从 R 点用进刀深度 Q（每次切削进给的切削深度）执行切削，然后，刀具退回距离 d。DOV(参数 No.5200#4)指定后退速度是否能倍率。当到达 Z 点时，主轴停止，然后以相反方向旋转后退。
在参数 No.5213 中设定后退距离 d。

- **深孔（排屑）攻丝循环**

沿着 X 和 Y 轴定位以后，执行快速移动到 R 点。从 R 点用进刀深度 Q（每次切削进给的切削深度)执行切削，然后，执行返回到 R 点。DOV(参数 No.5200#4)指定后退速度是否能倍率。从 R 点到离上次切削终点相距 d 的位置，是切削重新开始的位置，执行切削进给速度 F 的移动。对这个切削进给速度 F 的移动， DOV(参数 No.5200#4)的设定也是有效的。当到达 Z 点时，主轴停止，然后以相反方向旋转后退。。
在参数 No.5213 中设定 d（到切削起点的距离)。

限制

- **轴切换**

必须在切换攻丝轴之前取消固定循环。如果在刚性方式中切换攻丝轴话，发出 P/S 报警（No.206)。

- **S 指令**

如果指令速度超过所用档次的最大速度，发出 P/S 报警（No.200)。
- 刚性攻丝中所使用的 S 指令，在刚性攻丝的取消时被清除，S0 成为被指定的状态。

- **对主轴的分配量**

对于模拟主轴控制电路：
若在 8ms 期间内，指定的速度指令多于 4096 个脉冲的检测单位时，发出 P/S 报警（No.202)，因为这样运行的结果是不可确定的。
对于串行主轴：
若在 8ms 期间，指令的速度指令多于 32767 脉冲的检测单位时，则发出 P/S 报警（No.202)。因为这种运行的结果是不可确定的。

- **F 指令**

如果指定超过切削进给速度上限值的话，发出 P/S 报警（No.011)。

- **F 指令的单位**

	公制输入	英制输入	备注
G94	1mm/min	0.01inch/min	允许小数点编程
G95	0.01mm/rev	0.0001inch/rev	允许小数点编程

- **M29**

如果在 M29 和 G84（或 G74）之间指定 S 和轴移动指令，发出 P/S 报警（No.203)。
如果 M29 在攻丝循环中指定，发出 P/S 报警（No.204)。

- **P/Q** 在执行攻丝程序段中指定 P/Q。如果在非攻丝程序段中指定它们，则不能作为模态数据存储。当 Q0 被指定时，不执行深孔刚性攻丝循环。

- **取消** 不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）或 G60（当 MDL 位（参数 No.5431 的 0 位）设为 1 时））和 G84（或 G74）。否则，G84（或 G74）将被取消。

- **刀具偏置** 在固定循环方式中，刀具偏置被忽略。

13.2.4 固定循环取消（G80）

G80 取消刚性攻丝固定循环。如何取消，请见 **II—13.1.14。**

> 注
> 在刚性攻丝取消时，刚性攻丝中所使用的 S 值被清除。（成为与指定 S0 相同的状态。）
> 也即，不能在取消刚性攻丝之后在后续的程序中使用为刚性攻丝所指定的 S。
> 在取消刚性攻丝之后，应根据需要重新指定 S。

13.3 磨削固定循环（用于磨床）

磨削固定循环使得编程人员很容易编制磨削加工的程序。用磨削固定循环，特别是重复磨削可以用 G 代码指定的一个程序段简化编程。

如果不用磨削固定循环，通常需要多个程序段。此外使用磨削固定循环可以缩短存储程序存储器。磨削固定循环有以下四种：

- 切入式磨削循环（G75）
- 直接固定尺寸的切入式磨削循环（G77）
- 连续进给平面磨削循环（G78）
- 断续进给平面磨削循环（G79）

13.3.1
切入式磨削循环（G75）

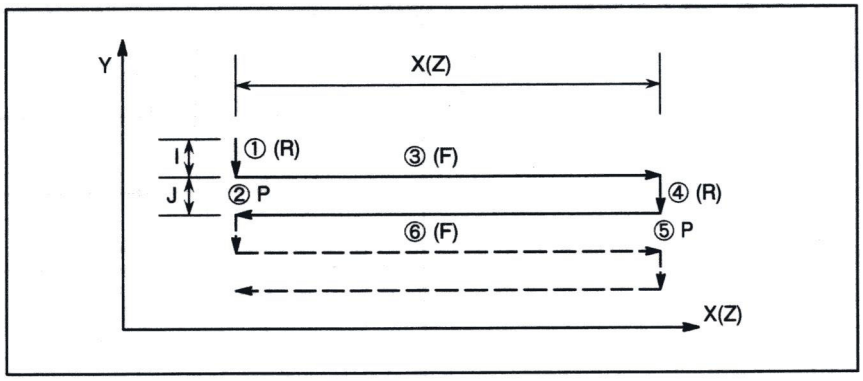
执行切入式磨削循环。

格式

G75I_J_K_X(Z)_R_F_P_L_;

I	：	磨削 1 深度（磨削方向由指令符号确定）
J	：	磨削 2 深度（磨削方向由指令符号确定）
K	：	磨削总深度（磨削方向由指令符号确定）
X（Z）	：	磨削范围 （磨削方向由指令符号确定）
R	：	I 或 J 的进给率
F	：	X(Z)的进给率
P	：	停顿时间
L	：	砂轮磨损补偿（只用于连续修正）

G75



解释

切入式磨削循环由以下 6 个加工步骤组成。
①到⑥的动作不断重复直到磨削量达到由地址 K 指定的总磨削量。单段运行时，每按一次循环起动按钮执行①到⑥的一步。

●砂轮磨削 ① 沿 Y 轴方向以切削进给方式进行切削，其切削量由磨削深度 I（切深 1）指定，该进给速度由 R 指定。

●暂停 ② 执行由地址 P 指定时间的停顿。

●磨削 ③ 执行由 X（或 Z）指定进给量的切削。该进给速度由地址 F 指定。

●砂轮磨削 ④ 沿 Y 轴方向以切削进给方式进行切削，其切削量由磨削深度 J（切深 2）指定，该进给速度由 R 指定。

●暂停 ⑤ 执行由地址 P 指定时间的停顿。

●磨削（返回方向） ⑥ 在相反的方向 ，执行由 X（或 Z）指定进给量的切削。进给速度由地址 F 指定。

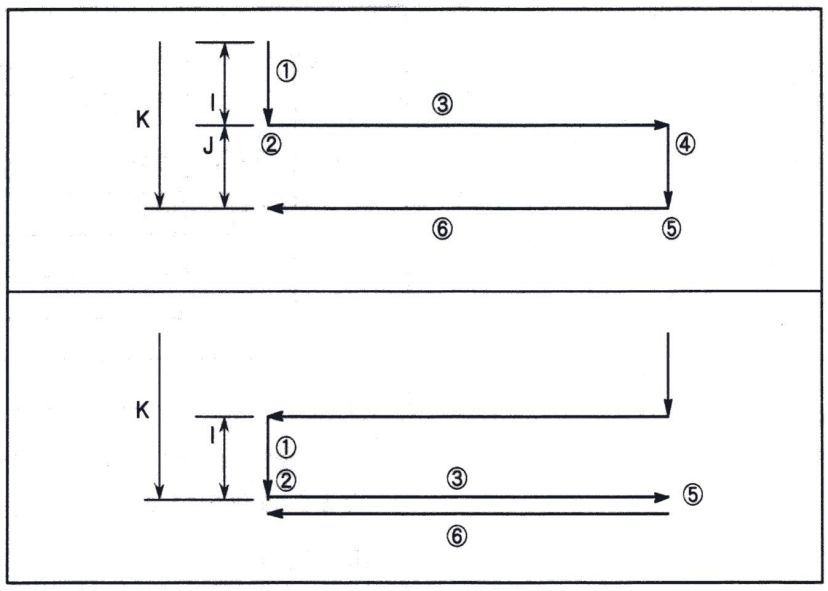
限制

● **X（Z），I,J,K** 必须以增量值指定 X（Z），I,J 和 K 。

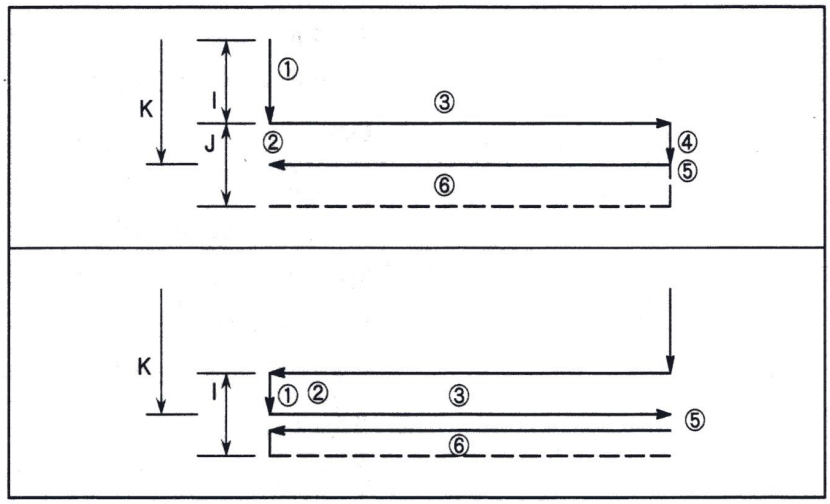
● **清除** 固定循环中的 I，J，X 和 Z 在 G75,G77,G78 ,G79 中都是模态数据。在指定新数据之前一直有效。当指定了 G04 以外的 00 组 G 代码或 G75，G77，G78，G79 以外的 01 组 G 代码时，它们才被清除。

● **达到总切削量时，操作结束** 在使用 I，J 的切削期间，当达到切削总深度时，加工步骤按顺序执行（到⑥步）后，循环结束。在这种情况下，达到总切削深度后，不再执行其它切削。

用 I 和 J 指定的切削达到总的切削深度时的执行图



用 I 和 J 指定的切削期间达到总的切削深度时的执行图



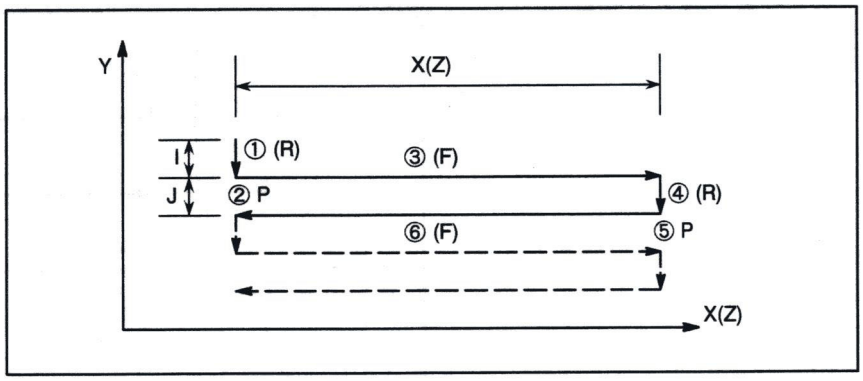
13.3.2 直接固定尺寸切入式磨削循环（G77）

执行直接固定尺寸切入式磨削循环。

格式

G77I_J_K_X(Z)_R_F_P_L_;

I	：	磨削 1 深度（磨削方向由指令符号确定）
J	：	磨削 2 深度（磨削方向由指令符号确定）
K	：	磨削总深度（磨削方向由指令符号确定）
X（Z）	：	磨削范围 （磨削方向由指令符号确定）
R	：	I 或 J 的进给率
F	：	X(Z)的进给率
P	：	暂停时间
L	：	砂轮磨损补偿（只用于连续修正）



解释

直接固定尺寸切入式磨削循环由以下 6 个加工步骤组成。

①到⑥的动作不断重复直到磨削量达到由地址 K 指定的总磨削量。

●砂轮磨削 ① 沿 Y 轴方向以切削进给方式进行切削，其切削量由磨削深度 I（切深 1）指定，进给速度由 R 指定。

●暂停 ② 执行由地址 P 指定时间的停顿。

●磨削 ③ 执行由 X（或 Z）指定的切削进给量。该进给速度由地址 F 指定。

●砂轮磨削 ④ 沿 Y 轴方向以切削进给方式进行切削，其切削量由磨削深度（切深 2）J 指定，进给速度由 R 指定。

●暂停 ⑤ 执行由地址 P 指定时间的停顿。

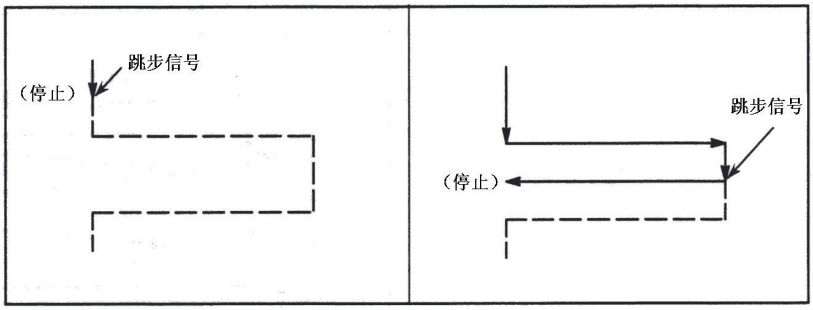
●磨削（返回方向） ⑥ 在相反的方向 ，执行由 X（或 Z）指定的切削进给量。进给速度由地址 F 指定。

● **跳转信号**

当使用 G77 执行该循环时，可用跳转信号来结束该循环。当接受到跳转信号时，中断或结束当前的加工步骤，然后循环结束。

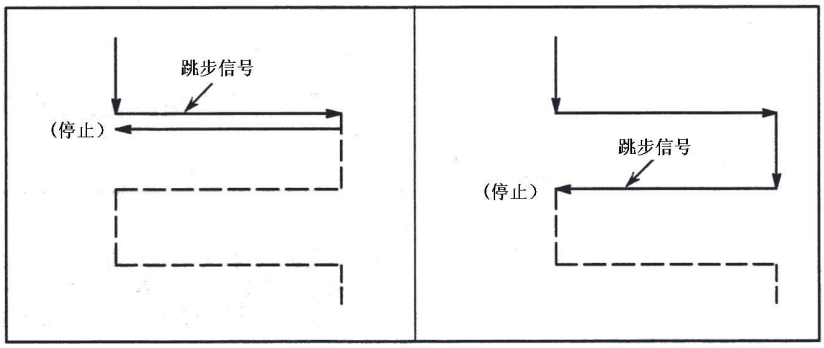
下图表明在每个加工步骤期间，接受到跳转信号时，系统是如何运行的。

● 在加工步骤 1 或 4（用 I 或 J 指定切削进给）期间，当有跳转信号输入时，切削立即中止并且刀具返回到循环开始的 X（Z）坐标 。



● 在加工步骤 2 或 5（暂停）期间，当有跳转信号输入时，暂停立即停止并且刀具返回到循环开始的 X（Z）坐标 。

● 在加工步骤 3 或 6（移动）期间，当有跳转信号输入时，由 X（Z）指定的移动结束后，刀具返回到循环开始的 X（Z）坐标 。



限制

● **X（Z）,I,J,K**

X,（Z）,I,J 和 K 都必须用增量值指定。

● **清除**

固定循环中的 I,J，X 和 Z 在 G75,G77,G78 ,G79 中都是模态数据。在指定新数据之前一直有效。当指定了 G04 以外的 00 组 G 代码或 G75，G77， G78，G79 以外的 01 组 G 代码时，它们才被清除。

13.3.3
连续进给平面磨削循环 (G78)

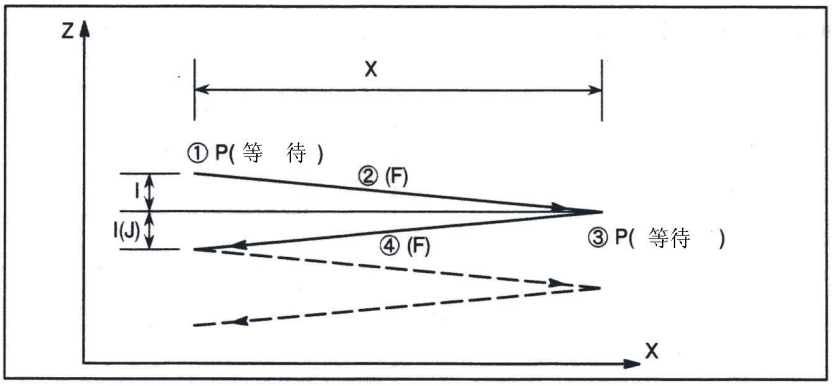
执行连续进给平面磨削循环。

格式

G78I_J_K_X_R_F_P_L_;

I	：	磨削 1 深度（磨削方向由指令符号确定）
J	：	磨削 2 深度（磨削方向由指令符号确定）
K	：	磨削总深度（磨削方向由指令符号确定）
X（Z）	：	磨削范围 （磨削方向由指令符号确定）
R	：	由 I 和 J 指定的进给量
F	：	X(Z)的进给率
P	：	暂停时间
L	：	砂轮磨损补偿（只用于连续修正）

G78



解释

连续进给平面磨削循环由以下 4 个加工步骤组成。
①到④的动作不断重复直到磨削量达到由地址 K 指定的总磨削量。在单程序段停止方式，每次循环启动时执行①到④的一步。

① 停顿（等待）
② 磨削
③ 停顿（等待）
④ 磨削（在相反方向）

限制

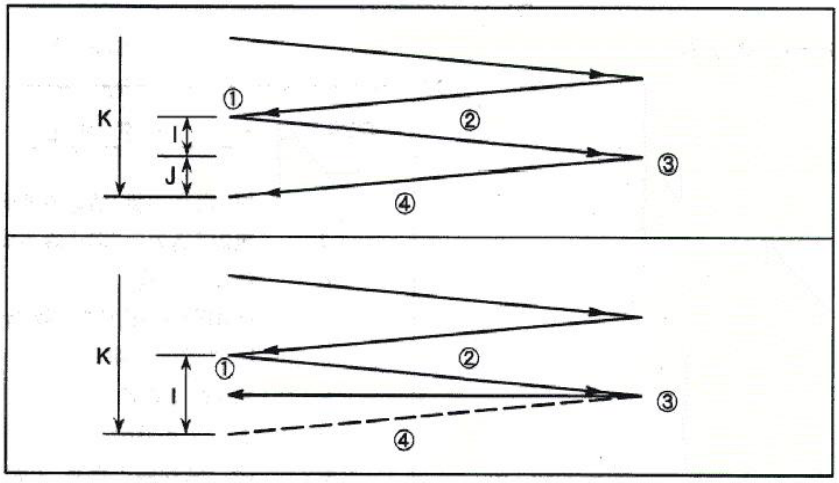
- **J** 当不指定 J 时，认为是 J=1， 此外，J 指令仅在指定程序段有效。

- **I，J，K，X** X,（Z）,I,J 和 K 都必须用增量值指定。

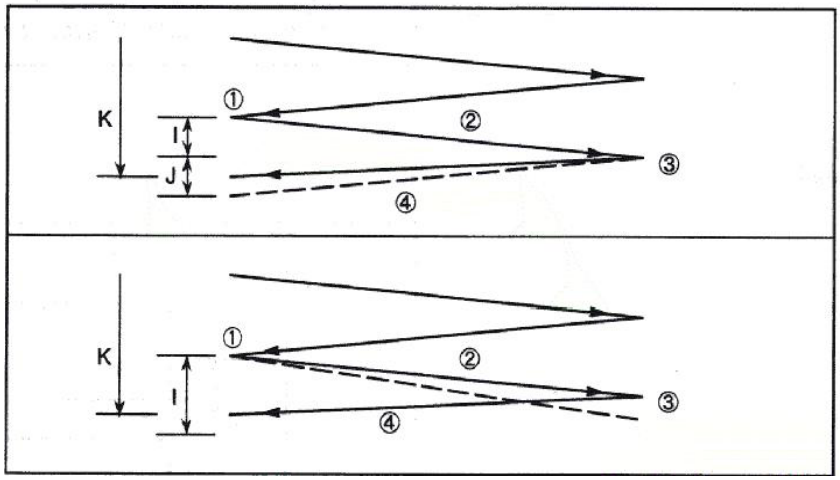
- **清除** 固定循环中的 I,J，X 和 Z 在 G75,G77,G78 ,G79 都是模态数据。在指定新数据之前一直有效。当指定了 G04 以外的 00 组 G 代码或 G75，G77， G78，G79 以外的 01 组 G 代码时，它们才被清除。

- **达到总切削量时，操作结束** 在使用 I，J 的切削期间，当达到切削总深度时，加工步骤按顺序执行（到第④步）后，循环结束。在这种情况下，达到总切削深度后，削就不再执行其它切削。

用 I 和 J 指定的切削达到总的切削深度时的执行图



用 I 和 J 指定的切削期间达到总的切削深度时的执行图



13.3.4
断续进给平面磨削循环（G79）

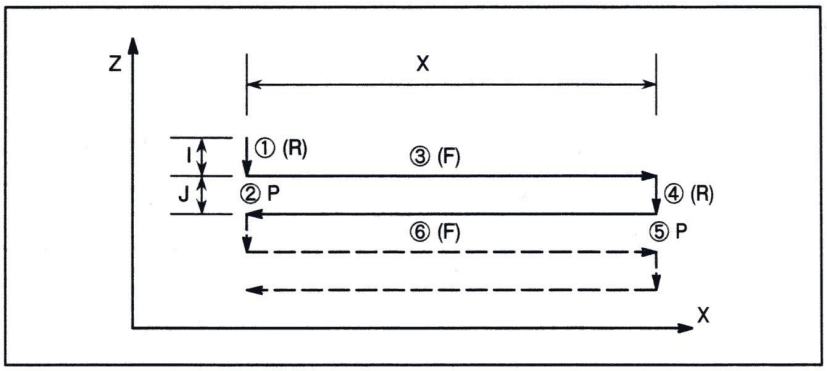
执行断续进给平面磨削循环。

格式

G79I_J_K_X_R_F_P_L_;

I	：	磨削 1 深度（磨削方向由指令符号确定）
J	：	磨削 2 深度（磨削方向由指令符号确定）
K	：	磨削总深度（磨削方向由指令符号确定）
X（Z）	：	磨削范围 （磨削方向由指令符号确定）
R	：	I 或 J 的进给量
F	：	X(Z)的进给速度
P	：	停顿时间
L	：	砂轮磨损补偿（只用于连续修正）

G79



解释

断续进给平面磨削循环由以下 6 个加工步骤组成。
①到⑥的动作不断重复直到磨削量达到由地址 K 指定的总磨削量。在单程序段停止方式，每次循环启动时执行①到⑥的一个加工步骤。

●砂轮磨削 ① 沿 Z 轴方向以切削进给方式进行切削，其切削量由磨削深度 I（切深 1）指定，该进给速度由 R 指定。

●暂停 ② 执行由地址 P 指定时间的停顿。

●磨削 ③ 执行由 X（或 Z）指定的切削进给量。该进给速度由地址 F 指定。

●砂轮磨削 ④ 沿 Z 轴方向以切削进给方式进行切削，其切削量由磨削深度 J（切深 2）指定，该进给速度由 R 指定。

●暂停 ⑤ 执行由地址 P 指定时间的停顿。

●磨削（返回方向） ⑥ 在相反的方向 ，执行由 X 指定的切削进给量。进给速度由地址 F 指定。

限制

- **I，J，K，X** X,（Z）,I,J 和 K 都必须用增量值指定。

- **清除** 固定循环中的 I,J，X 和 Z 在 G75,G77,G78 ,G79 中都是模态数据。在指定新数据之前一直有效。当指定了 G04 以外的 00 组 G 代码或 G75，G77， G78，G79 以外的 01 组 G 代码时，它们被清除。

13.4 连续修正砂轮磨削补偿（用于磨床）

此功能可实现连续修正磨削。
当指定 G75，G77，G78，G79 时，在磨削期间，砂轮磨削和修正切削根据连续修正量进行连续的补偿。

解释

● **规格**

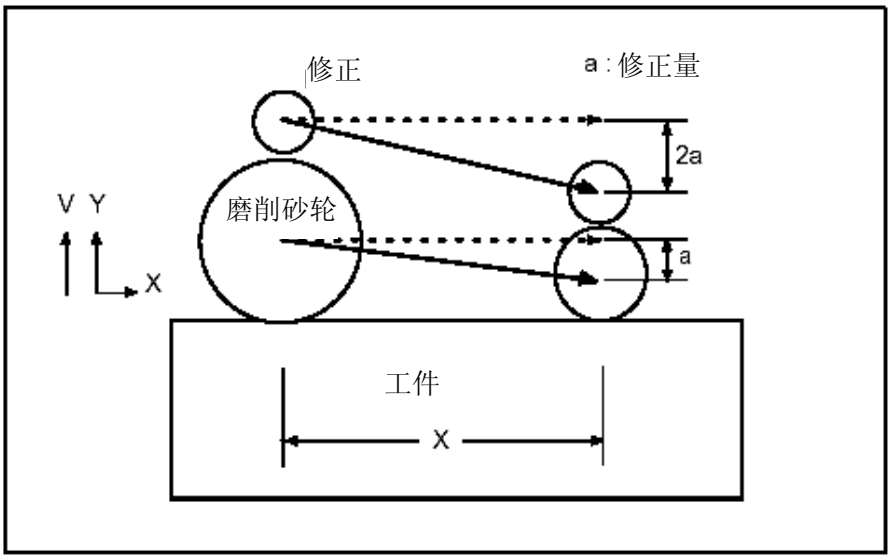
在 G75 指令的程序段中，用地址 L 指定偏置号（砂轮磨损补偿号）。对应于指定号在偏置存储区设定的补偿量作为修正量。
最多可指定 400 个偏置号（L1～L400）。对应于由 MDI 输入的偏置号的
补偿量必须预先设定在偏置存储器中。
在平面磨削固定循环程序段中当没指定 L 或指定 L0 时，不进行补偿。

● **补偿**

对磨削固定循环的加工顺序中的每次磨削加工（沿 X 轴的每次移动）进行补偿。在三轴同时插补的机床上，在砂轮沿 X 轴移动的同时，对 Y 轴方向进行补偿（砂轮磨削）和 V 轴方向进行补偿（修正）。
沿 Y 轴的移动距离（补偿量）与指定的修正量相同，沿 V 轴的移动距离（补偿量）是指定的修正量的两倍（直径）。

检测磨削砂轮直径的最小值（用于磨床）

设定在偏置存储器的补偿量可以用外部刀具补偿功能或编程（用宏变量改变偏置）来修改。
用此功能可改变要修正的砂轮直径的补偿量。
当执行编程补偿（使用 G43 或 G44）时，如果与 H 代码指定的偏置号的补偿量小于参数 No.5030 中指定的砂轮直径的最小值，则输出一个信号给 PMC。



13.5 沿工作台摆动终点的 Y 轴和 Z 轴的横向进磨（磨床）

每次输入一个外部信号，在指定的 Y-Z 平面内按照编程的轮廓以固定的进给量进行切削。

格式

```
G161 R __;
      轮廓程序
G160;
```

解释

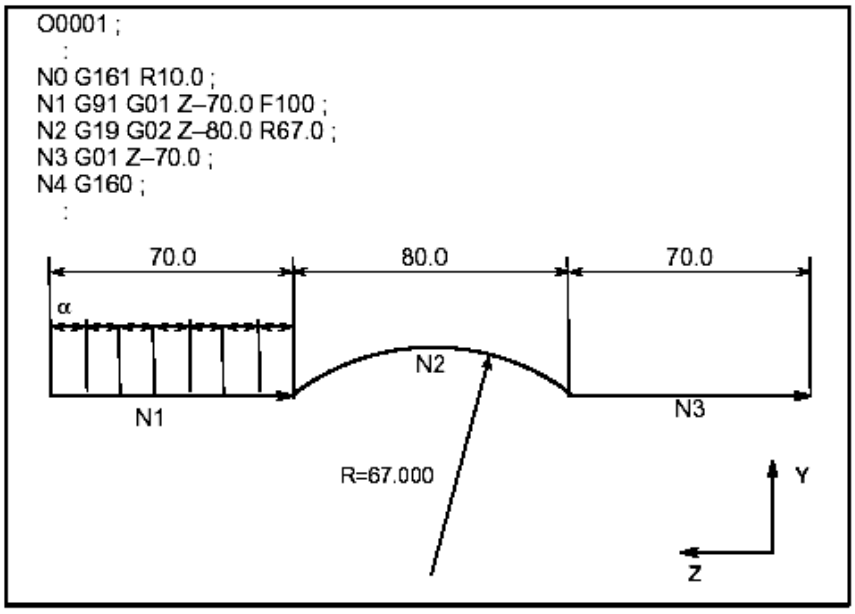
- **G161 R__** 指定工作方式和轮廓程序开始。用 R 指定切削深度。
- **轮廓程序** 用直线插补（G01）和/或圆弧插补（G02 或 G03）在 Y-Z 平面上编辑工件程序。可使用一个或多个程序段。
- **G160** 取消工作方式（结束轮廓程序）。

限制

- **轮廓程序** 在轮廓程序里不要使用 G01，G02，G03 以外的其它 G 代码。

实例

```
O0001 ;
  :
N0 G161 R10.0 ;
N1 G91 G01 Z–70.0 F100 ;
N2 G19 G02 Z–80.0 R67.0 ;
N3 G01 Z–70.0 ;
N4 G160 ;
  :
```



在上面的程序中，每次输入进磨起动信号时，砂轮沿加工轮廓移动 10.000。α = 每次输入进磨起动信号时的移动量。进给速度 F 由程序指定。

13.6 任意角度倒角/拐角圆弧

倒角和拐角圆弧过渡程序段可以自动地插入在下面的程序段之间：

- 在直线插补和直线插补程序段之间
- 在直线插补和圆弧插补程序段之间
- 在圆弧插补和直线插补程序段之间
- 在圆弧插补和圆弧插补程序段之间

指令格式

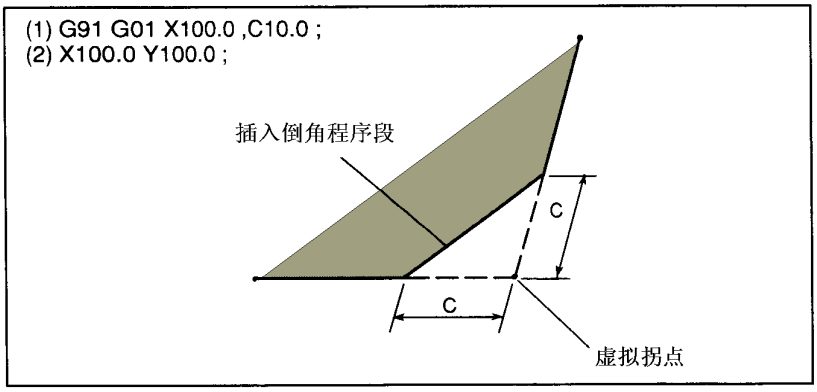
，C_	**倒角**
，R_	**拐角圆弧过渡**

说明

上面的指令加在直线插补（G01）或圆弧插补（G02 或 G03）程序段的末尾时，加工中自动在拐角处加上倒角或过渡圆弧。
倒角和拐角圆弧过渡的程序段可连续地指定。

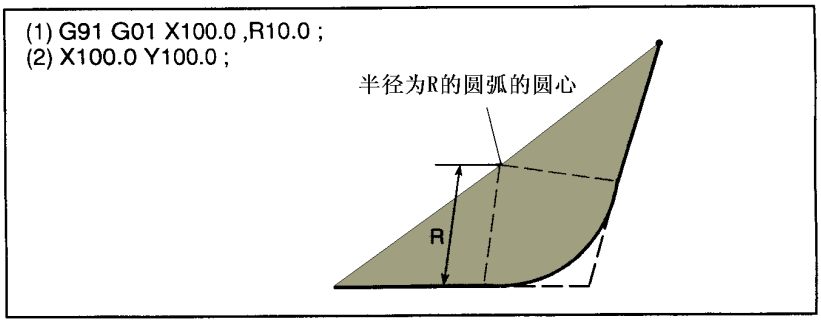
- **倒角**

在 C 之后，指定从虚拟拐点到拐角起点和终点的距离。虚拟拐点是假定不执行倒角的话，实际存在的拐角点。



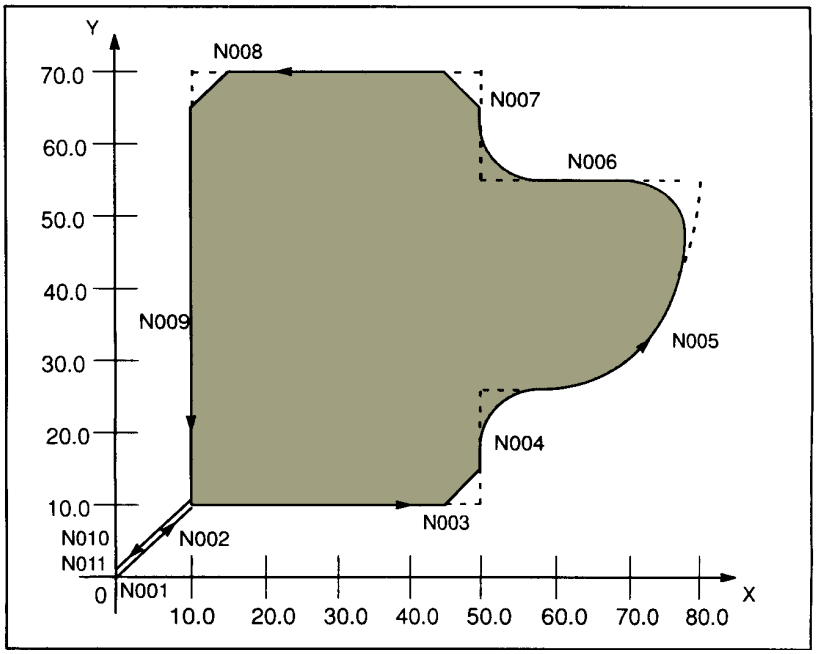
- **拐角圆弧过渡**

在 R 之后，指定拐角圆弧的半径。



例

```
N001 G92 G90 X0 Y0;
N002 G00 X10.0 Y10.0;
N003 G01 X50.0 F10.0,C5.0;
N004 Y25.0,R8.0;
N005 G03 X80.0 Y50.0 R30.0,R8.0;
N006 G01 X50.0,R8.0;
N007 Y70.0,C5.0;
N008 X10.0,C5.0;
N009 Y10.0;
N010 G00 X0 Y0;
N011 M0;
```



限制

- **平面选择**

  倒角和拐角圆弧过渡只能在（G17，G18 或 G19）指定的平面内执行。平行轴不能执行这些功能。

- **下一个程序段**

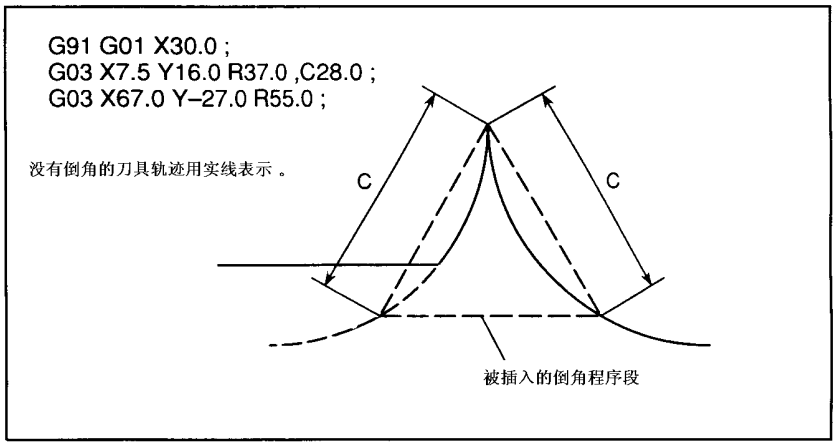
  指定倒角或拐角圆弧过渡的程序段必须跟随一个用直线插补（G01）或圆弧插补（G02 或 G03）指令的程序段。如果下一个程序段不包含这些指令，出现 P/S 报警 No.052.

- **平面切换**

  只能在同一平面内执行的移动指令才能插入倒角或拐角圆弧过渡程序段。在平面切换之后（G17，G18 或 G19 被指定）的程序段中，不能指定倒角或圆角圆弧过渡。

- **超过运动范围**

  如果插入的倒角或圆弧过渡的程序段引起刀具超过原插补移动的范围，发出 P/S 报警 No.055。



- **坐标系**

  在坐标系变动（G92 或 G52 到 G59）或执行返回参考点（G28 到 G30）之后的程序段中，不能指定倒角或拐角圆弧过渡。

- **移动距离 0**

  当执行两个直线插补程序段时，如果两个直线之间的角度是+1 以内，那么，倒角或拐角圆弧过渡程序段被当作一个移动距离为 0 的移动。当执行直线插补和圆弧插补程序段时，如果直线和在交点处的圆弧的切线之间的夹角是在+1 以内，那么，拐角圆弧过渡程序段被当作移动距离为 0 的移动。当执行两个圆弧插补程序段时，如果在交点处的圆弧切线之间的角度是在+1 以内，那么，拐角圆弧过渡程序段被当作移动距离为 0 的移动。

- **不可用的 G 代码**

  下面的 G 代码不能用在指定倒角和拐角圆弧过度程序段中。它们也不能用在决定一个连续图形的倒角和拐角圆弧过渡的程序段之间。

  • 00 组 G 代码（除了 G04 以外）

  • 16 组的 G68

- **螺纹加工**

  拐角圆弧过渡不能在螺纹加工程序段中指定。

- **DNC 操作**

  DNC 运行不能使用任意角度倒角和拐角圆弧过渡。

13.7
外部操作功能（G81）

在程序中的每个程序段的定位完成时，可以输出外部操作功能信号，以使机床执行指定的操作。
关于这个操作，请见由机床制造厂提供的说明书。

指令格式

```
G81 IP_;(IP_轴移动指令)
```

说明

每当 IP_移动指令定位完成，CNC 发出一个外部操作功能信号到机床。每次定位操作都输出一个外部操作信号，直到由 G80 或 01 组 G 代码取消。

限制

- **没有 X 或 Y 轴的程序段**

  当既不包括 X 轴也不包括 Y 轴的程序段的执行期间，不输出外部操作信号。

- **与固定循环 G81 的关系**

  G81 还用于钻孔固定循环（**II—13.1.4**）。用参数 No.5101#1(EXC)指定 G81 是用于外部操作功能还是用于钻孔固定循环。

13.8
分度工作台的分度功能

通过对分度轴（一个旋转轴，A，B 或 C）指定分度位置（角度），实现加工中心的分度工作台分度。
分度前后，分度工作台自动地松开或夹紧。

说明

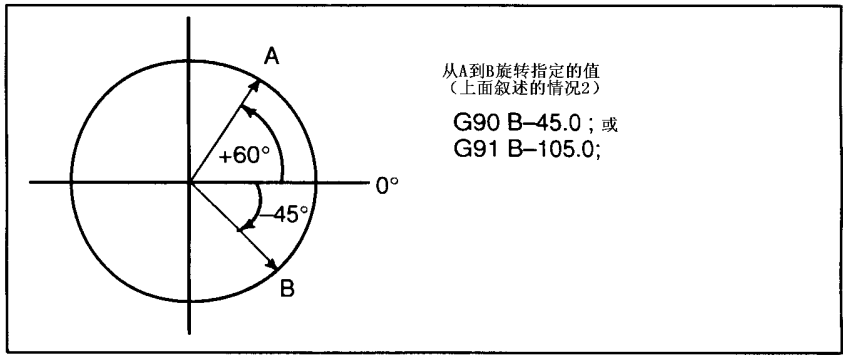
- **分度位置**

用地址 A，B 或 C（设定参数 No.1006#0 ROTx）指定分度位置。
用下面两种方法之一指定分度位置（取决于参数 No.5500#4 G90）：

1.只用绝对值

2.绝对值或增量值，取决于指定的 G 代码：G90 或 G91。

正值指定逆时针方向的分度位置。负值指定顺时针方向的分度位置。
分度工作台的最小分度角是参数 No.5512 设定的值。只有设定值的整数倍可以指定作为分度角。如果不是整数倍的其它值被指定，则出现 P/S 报警（No.135）。小数也可以输入。当小数被输入时，个位数字对应于度的单位。



- **旋转方向和旋转值**

旋转方向和角度由下面两种方法之一决定，请见机床厂商提供的说明书。

1.使用参数 No.5511 中指定的辅助功能
（地址）（分度位置）（辅助功能）；
以负方向旋转
（地址）（分度位置）；
以正方向旋转（不指定辅助功能。）
根据参数 No.5500 的第 2 位 ABS 的设定，大于 360° 的角度规算后变为 360° 以内的角度位移。
例如，当在 0 位置指定：G90B400.0（辅助功能）；时，工作台在负方向旋转 40° 。

2．不使用辅助功能

设定参数 No.5500 的第 2，3 和 4 位 ABS，INC，G90，操作可以从下面两种情况中选择。具体情况见机床厂的说明书。

（1）以角度位移最短的方向旋转

这仅在绝对值方式中有效。当参数 ABS（No.5500#2）指定该选择时，指定大于 360° 的角度位移时向下规算到 360° 以内的相应角度位移。

例如，当在位置 0 指定 G90B400.0 时，工作台在正向旋转 40° 。

（2）以指定的方向旋转

在绝对值方式中，参数 No.5500#2（ABS）用来决定大于 360° 的角度位移是否向下规算到 360° 以内的角度位移。在增量值方式中，角度位移不向下规算。

例如，当在位置 0 指定 G90 B720.0 且角度位移不向下规算时，工作台正方向旋转 2 圈。

- **进给速度**

工作台总是绕着分度轴以快速移动速度旋转。
分度轴不能执行空运行。

警告

在分度工作台分度期间，如果进行复位的话，下次执行分度前，必须先返回参考点。

注

1 分度指令必须在单独的程序段的中指定。如果与其它控制轴的运动在同一程序段中指定，则出现 P/S 报警（No.136）。
2 在诊断画面 12 项上显示分度工作台等待卡紧或松开完成的状态。
3 指定负方向旋转的辅助功能在 CNC 内部处理。
在 CNC 和机床之间传送相关的 M 代码信号和完成信号。
4 如果在等待卡紧或松开完成时进行复位，则卡紧和松开信号被清除，且 CNC 退出等待完成状态。

- **分度功能和其它功能**

表 13.8 分度工作台功能和其它功能

项目	说　　明
相对位置显示	当参数 No.5500#1(REL)为 1，这个值向下规算。
绝对位置显示	当参数 No.5500#2(ABS)为 1，这个值向下规算。
从参考点自动返回（G29） 返回第 2 参考点（G30）	不能返回。
在机床坐标系中移动（G53）	不能移动。
单方向定位	不能指定。
第 2 辅助功能（B 代码）	可以用除了分度轴 B 以外的任何地址。
分度轴正在移动时的操作	除非由机床处理，可以执行进给暂停、互锁和急停。在分度完成以后，可以执行机床锁住。
伺服断开信号	无效。 分度轴通常在伺服断开状态。
分度工作台分度的增量指令	工件坐标系和机床坐标系在分度轴上必须保持一致（工件零点偏置值是零）。
分度工作台的分度操作	在 JOG，INC 或 HANDLE 方式中手动操作无效。手动返回参考点可以进行。如果在手动返回参考点期间，轴选择信号为零，移动停止且卡紧指令不执行。

14 刀具补偿功能

概述

本章叙述下面的补偿功能：

14.1 刀具长度偏置（G43，G44，G49）
14.2 自动刀具长度测量（G37）
14.3 刀具偏置（G45—G48）
14.4 刀具半径补偿 C（G40—G42）
14.5 刀具半径补偿 C 的详细说明
14.6 用程序输入刀具补偿值（G10），补偿值号和补偿值
14.7 比例缩放（G50，G51）
14.8 坐标系旋转（G68，G69）
14.9 法线方向控制（G40.1,G41.1,G42.1 或 G150,G151,G152）
14.10 可编程镜像（G50.1，G51.1）

14.1 刀具长度偏置（G43,G44,G49）

将编程时的刀具长度和实际使用的刀具长度之差设定于刀具偏置存储器中。用该功能补偿这个差值而不用修改程序。
用 G43 或 G44 指定偏置方向。由输入的相应地址号（H 代码），从偏置存储器中选择刀具长度偏置值。

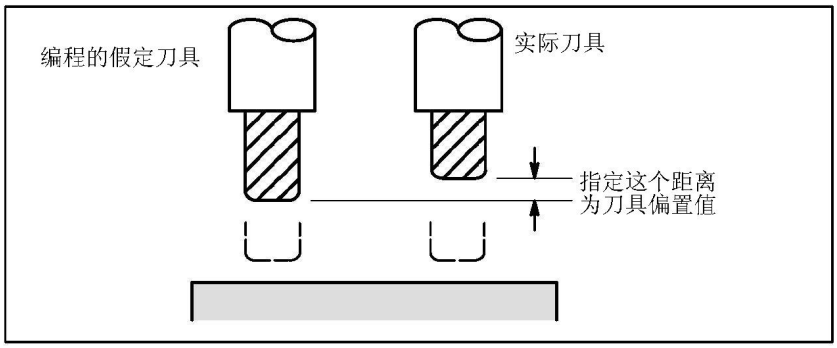


图 14.1 刀具长度偏置

14.1.1 概述

根据刀具长度的偏置轴，可以使用下面三种刀具偏置方法：
- 刀具长度偏置 A
  沿 Z 轴补偿刀具长度的差值。
- 刀具长度偏置 B
  沿 X，Y 或 Z 轴补偿刀具长度的差值。
- 刀具长度偏置 C
  沿指定轴补偿刀具长度的差值。

指令格式

刀具长度偏置 A	G43 Z_H_; G44 Z_H_;	各地址的说明: G43:正向偏置 G44:负向偏置 G17:XY 平面选择 G18: ZX 平面选择 G19: YZ 平面选择 α:被选择轴的地址 H:指定刀具长度偏置值的地址
刀具长度偏置 B	G17 G43 Z_H_; G17 G44 Z_H_; G18 G43 Y_H_; G18 G44 Y_H_; G19 G43 X_H_; G19 G44 X_H_;	
刀具长度偏置 C	G43 α_H_; G44 α_H_;	
刀具长度偏置取消	G49;或 H0;	

说明

- **刀具长度偏置的选择**

  用参数 No.5001#0 和#1(TLC 和 TLB)选择刀具长度偏置 A,B 或 C。

- **偏置的方向**

  当指定 G43 时，用 H 代码指定的刀具长度偏置值（贮存在偏置存储器中）加到在程序中由指令指定的终点位置坐标值上。当指定 G44 时，从终点位置减去补偿值。补偿后的坐标值表示补偿后的终点位置，而不管选择的是绝对值还是增量值。
  如果不指定轴的移动，系统假定指定了不引起移动的移动指令。当用 G43 对刀具长度偏置指定一个正值时，刀具按照正向移动。当用 G44 指定正值时，刀具按照负向移动。当指定负值时，刀具在相反方向移动。G43 和 G44 是模态 G 代码。它们一直有效，直到指定同组的 G 代码为止。

- **刀具长度偏置值的指定**

  从刀偏存储器中取出由 H 代码指定（偏置号）的刀具长度偏置值并与程序的移动指令相加（或减）。

  （1）刀具长度偏置 A/B
  当指定或修改刀具长度偏置 A/B 的偏置号时，偏置号的有效顺序，取决于下述条件。

- **当 OFH（参数 No.5001#2）=0 时**

```
O××××;
H01;
  :
G43Z_;          (1)
  :
G44Z_H02;       (2)
  :                              (1)偏置号 H01 有效
H03;             (3)           (2)偏置号 H02 有效
  :                              (3)偏置号 H02 有效
```

- **当 OFH（参数 No.5001#2）=1 时**

```
O××××;
H01;
  :
G43Z_;          (1)
  :
G44Z_H02;       (2)
  :                              （1）偏置号 H00 有效
H03;             (3)           （2）偏置号 H02 有效
  :                              （3）偏置号 H02 有效
```

(2) 刀具补偿 C

当指定和修改刀具长度偏置 C 的偏置号时，偏置号的有效顺序，取决于下述条件。

- 当 OFH（参数 No.5001#2）=0 时

```
O××××;
H01;
  :
G43Z_;          (1)
  :
G44Z_H02;       (2)
  :                          (1)偏置号 H01 有效
H03;            (3)        (2)偏置号 H02 有效
  :                          (3)偏置号 H02 有效
```

- 当 OFH（参数 No.5001#2）=1 时

```
O××××;
H01;
  :
G43Z_;          (1)
  :
G44Z_H02;       (2)
  :                          （1）偏置号 H00 有效
H03;            (3)        （2）偏置号 H02 有效
  :                          （3）偏置号 H02 有效
```

通过 CRT/MDI 面板，将刀具长度偏置值设置在偏置存储器中。

刀具长度偏置值的范围如下。

	公制输入	英制输入
刀具长度偏置值	0～±999.999mm	0～±99.9999inch

警告

当由于偏置号改变使刀具偏置值改变时，偏置值变为新的刀具长度偏置值，新的刀具长度偏置值不加到旧的刀具偏置值上。

H1：刀具长度偏置值 20.0

H2：刀具长度偏置值 30.0

G90 G43 Z100.0 H1;Z 将移动到 120.0

G90 G43 Z100.0 H2;Z 将移动到 130.0

注意

当使用刀具长度偏置和设置参数 OFH（No.5001#2）为 0 时，用 H 代码指定刀具长度偏置，用 D 代码指定刀具半径补偿。

注：
对应于偏置号 0 即 H0 的刀具长度偏置值为 0。不能对 H0 设置任何其它的刀具长度偏置值。

- **沿两个或更多的轴执行刀具长度偏置**

当这些轴在两个或更多段指定时，刀具长度偏置 B 能沿两个或更多的轴执行。

沿 X 和 Y 轴偏置。

G19 G43 H_; 沿 X 轴偏置

G18 G43 H_;沿 Y 轴偏置

(沿 X 和 Y 轴执行偏置)

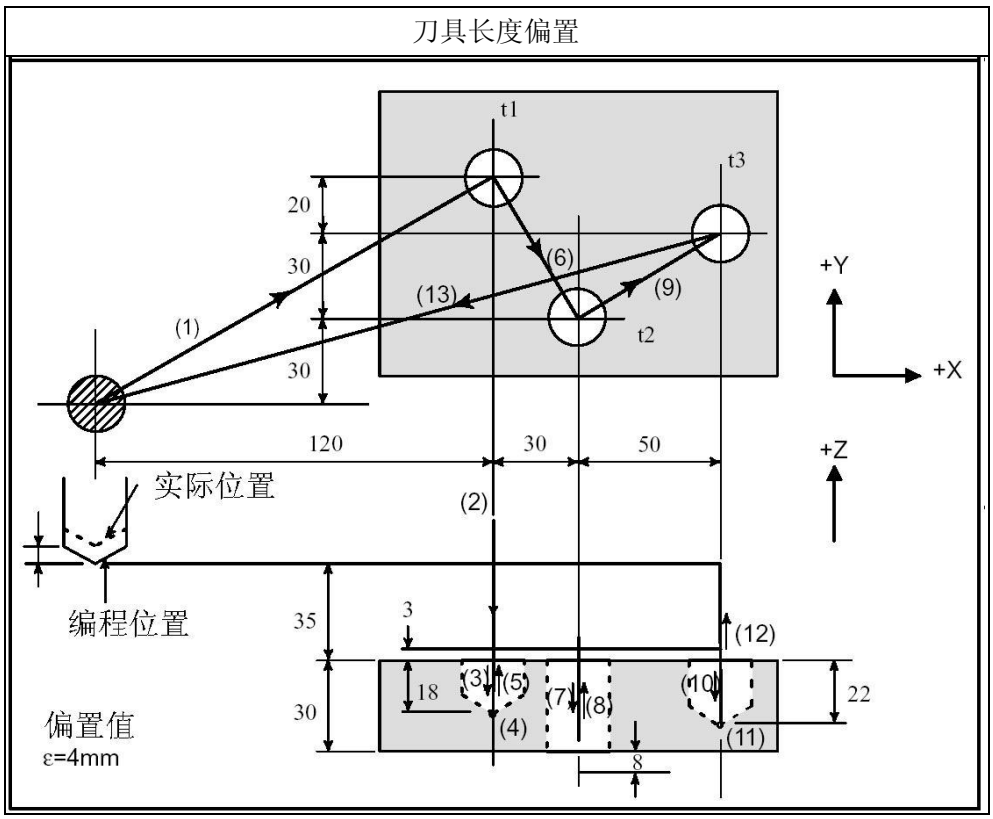
如果 TAL 位（参数 No.5001#3）设为 1，即使刀具偏置 C 同时沿两个或更多的轴执行时，也不出现报警。

取消刀具长度偏置

指定 G49 或 H0 可以取消刀具长度偏置。在 G49 或 H0 指定之后，系统立即取消偏置方式。

注
在刀具长度偏置 B 沿两个或更多轴执行之后，用指定 G49 取消沿所有轴的偏置。如果指定 H0，仅取消沿垂直于指定平面的轴的偏置。

例子：



程序

H1=-4.0（刀具长度偏置值）

N1 G91 G00 X120.0 Y80.0;	**(1)**
N2 G43 Z-32.0 H1;	**(2)**
N3 G01 Z-21.0 F1000;	**(3)**
N4 G04 P2000;	**(4)**
N5 G00 Z21.0;	**(5)**
N6 X30.0 Y-50.0;	**(6)**
N7 G01 Z-41.0;	**(7)**
N8 G00 Z41.0;	**(8)**
N9 X50.0 Y30.0;	**(9)**
N10 G01 Z-25.0;	**(10)**
N11 G04 P2000;	**(11)**
N12 G00 Z57.0 H0;	**(12)**
N13 X-200.0 Y-60.0;	**(13)**
N14 M2;	

14.1.2 刀具长度偏置方式中的 G53，G28 或 G30 指令

本节叙述在刀具长度偏置方式中指定 G53，G28 或 G30 时，刀具长度偏置的取消和恢复。还叙述刀具长度偏置的时刻。

（1）当在刀具长度偏置方式指定 G53，G28 或 G30 时，刀具长度偏置矢量取消和恢复。

（2）刀具长度偏置 A/B/C 的 G43/G44 指令， H 的单独指令。

说明

刀具长度偏置矢量的取消

当在刀具长度偏置方式中指定 G53，G28 或 G30 时，刀具长度偏置矢量取消，如下所述。但是，以前指定的模态 G 代码仍然显示；模态代码显示不切换到 G49。

（1）当指定 G53 时

指令	指定轴	A/B/C 型共用
G53P_;	刀具长度偏置轴	移动到指令位置取消
	除了刀具长度偏置轴以外的轴	不取消

注
当几个轴有刀具长度偏置时，所有轴都被取消。

当同时指定刀具长度偏置取消时，刀具长度偏置矢量的取消如下所示。

指令	指定轴	A/B/C 型共用
G49G53P_;	刀具长度偏置轴	移动到指令位置时取消
	除了刀具长度偏置轴以外的轴	移动到指令位置时取消

（2）当指定 G28 或 G30 时

指令	指定轴	A/B/C 型共用
G28P_;	刀具长度偏置轴	移动到参考点时取消
	除刀长偏置轴以外的轴	不取消

注
当几个轴有刀具长度偏置时，所有指定返回参考点的轴都被取消。

当同时指定刀具长度偏置取消时，刀具长度偏置矢量的取消，如下所示。

指令	指定轴	A/B/C 型共用
G49G28P_;	刀具长度偏置轴	到中间点时取消
	除了刀具长度偏置轴以外的轴	到中间点时取消

- **刀具长度偏置矢量的恢复**

在刀具长度偏置方式中，由 G53，G28 或 G30 取消的刀具长度偏置矢量的恢复如下所述。

（1）当 OFH（参数 No.5001 的 2 位）=0 时

类型	EVO（参数 No.5001 的 6 位）	实现恢复的程序段
A/B	1	被缓存的下个程序段
	0	包含 H 指令或 G43/G44 指令的程序段
C	被忽略	包含 H 指令的程序段 包含 G43 P_/G44 P_指令的程序段

（2）当 OFH（参数 No.5001 的 2 位）

非刀具长度偏置方式下

类型	EVO（参数 No.5001 的 6 位）	实现恢复的程序段
A/B	1	被缓存的下个程序段
	0	包含 H 指令或 G43/G44 指令的程序段
C	被忽略	包含 H 指令的程序段 包含 G43 P_/G44 P_指令的程序段

在刀具长度偏置方式中

类型	EVO（参数 No.5001 的 6 位）	实现恢复的程序段
A/B	1	包含 G43/G44 指令的程序段
	0	包含 H 指令或 G43/G44 指令的程序段
C	被忽略	包含 G43 P_H_/G44 P_H_指令的程序段

警告

当几个轴有刀具长度偏置时，指定 G53，G28 和 G30 的所有轴都被取消。但是，只有最后进行刀具长度偏置的轴，偏置矢量才能恢复，任何其它轴不能恢复。

注

包含 G40，G41 或 G42 的程序段，刀具长度偏置矢量不能恢复。

14.2 自动刀具长度测量(G37)

发出 G37 指令，刀具开始移动到测量位置并保持继续移动，直到从测量装置输出趋近结束信号为止。当刀尖到达测量位置时，刀具停止移动。

在到达测量位置时，将坐标值和由 G37 指定的坐标值之差，累加到当前正在使用的偏置号 H 代码用磨损补偿值中。

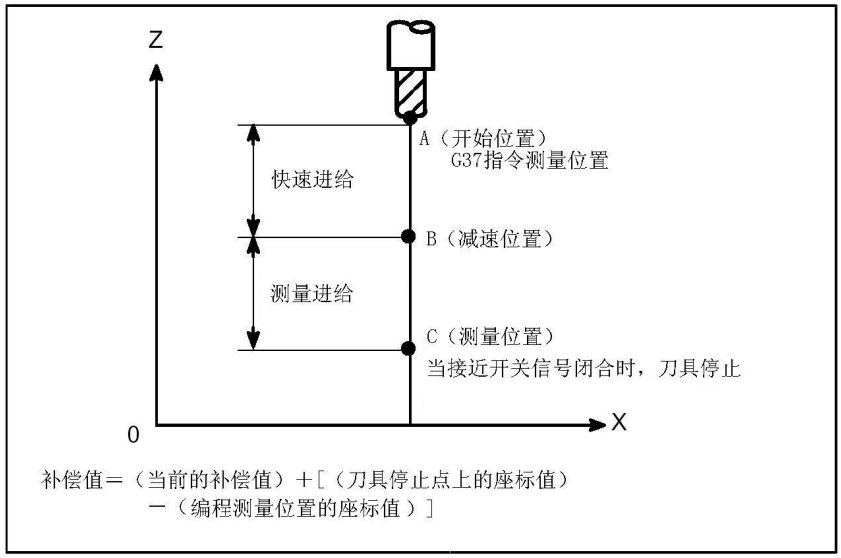


图 14.2 (a) 自动刀具长度偏置

指令格式

```
G92 IP_;设置工件坐标系（可用 G54 到 G59 设置。见第 7 章“坐标
        系”。
H○○；指定刀具长度偏置的偏置号。
G90 G37 IP_;绝对值指令
            G37 仅在被指定的程序段中有效。
IP_表示 X_,Y_,Z_或第 4 坐标
```

说明

- **设置工件坐标系**

设置工件坐标系，以便使刀具移动到测量位置之后，能进行测量。坐标系必须与编程的工件坐标系相同。

- **指定 G37**

指定正确测量位置的绝对坐标值。执行该指令，刀具以快速移动速度向测量位置移动，快要到达时降低进给速度，然后继续移动，直到从测量仪发出趋近结束信号到 CNC，刀具移动停止。

- **修改偏置值**

刀具到达的测量位置的坐标值和 G37 指定的坐标值之间的差值被加到当前刀具长度偏置值上。

偏置值=

（当前补偿值）+[（刀具测量到达位置的坐标值）-（由 G37 指定的坐标值）]

这些偏置值能用 MDI 手动修改。

- **报警**

当执行刀具长度偏置自动测量时，刀具移动如图 14.2(b)所示。如果刀具从 B 点向 C 点移动时，趋近结束信号接通，则出现报警。除非在刀具到达 F 点以前，趋近结束信号接通，否则，出现同样的报警 P/S080。

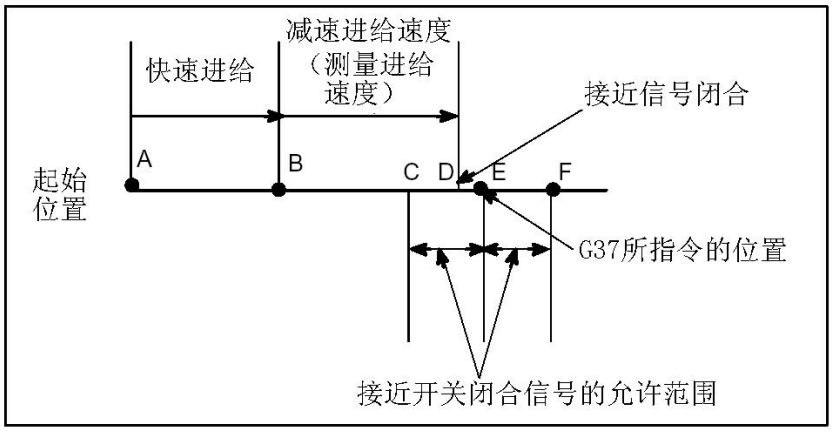


图 14.2(b) 刀具移动到测量位置

警告

当测量进给移动中插入手动移动时，为重新开始测量，刀具必需回到手动插入前的位置。

注

1 当在 G37 同一程序段中指定 H 代码时，产生报警。在 G37 程序段之前指定 H 代码。

2 测量速度（参数 No.6241），减速位置（参数 No.6251）和趋近结束信号接通的允许范围（参数 No.6254），由机床制造厂设定。

3 趋近结束信号通常每 2ms 检测一次。

因此，产生下面的测量误差：

ERR_{max}：Fm×1/60×Ts/1000

其中：

Ts: 采样周期，通常为 2（ms）

ERR_{max}: 最大测量误差(mm)

Fm: 测量进给速度（mm/分）

例，当 Fm=1000 mm/分，ERR_{max}=0.003 mm

4 在检测到趋近结束信号之后,刀具停止最多 16 ms。而趋近结束信号被检测的位置值（注意当刀具停止时的值）用于决定偏置量。16ms 的过冲量是：

Q_{max}= Fm×1/60×16/1000

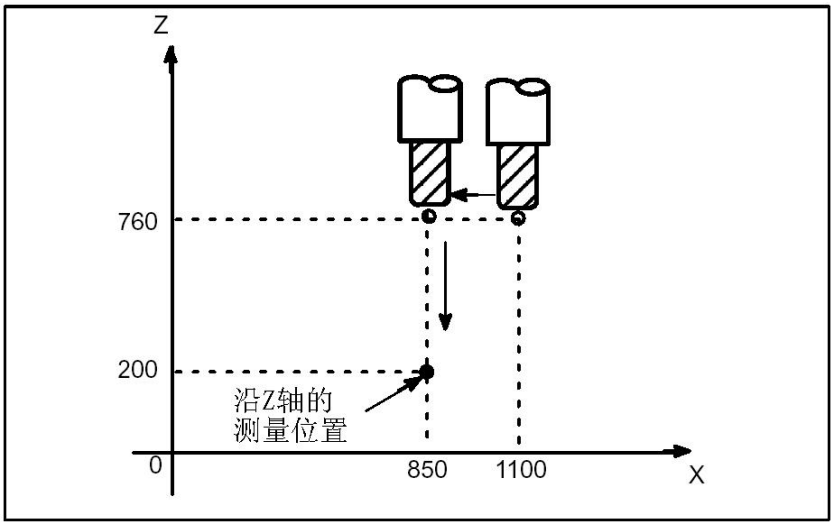
Q_{max} :最大过冲量（mm）

Fm :测量进给速度（mm/min）

- **例**

G92 Z760.0 X1100.0;	根据编程绝对零点，设置工件坐标系。
G00 G90 X850.0;	刀具移动到 X850.0。刀具移到一指定位置，以便刀具沿 Z 轴移到测量点。
H01;	指定偏置号 1。
G37 Z200.0;	刀具移动到测量位置。
G00 Z204.0;	刀具沿 Z 轴退回一个小距离。

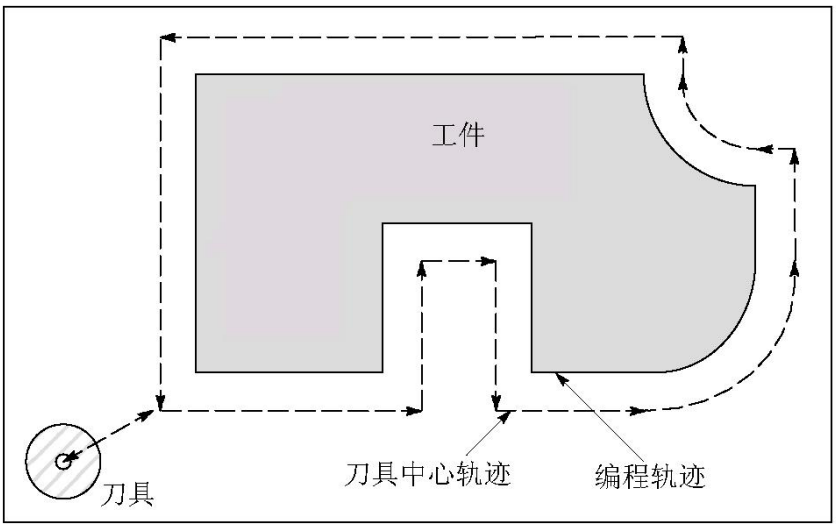
例如，如果刀具到达测量位置是 Z198.0；，补偿值必须改正。因为正确的测量位置是 200mm，补偿值为 2.00mm(198.0-200.0=-2.0)。



14.3 刀具偏置（G45～G48）

刀具的编程移动距离可以增加或减少指定的刀具偏置值或 2 倍的偏置值。

刀具偏置功能也可以应用到附加轴。



指令格式

G45 IP_D_; 移动距离为 IP 值与刀具偏置值相加
G46 IP_D_; 移动距离为 IP 值与刀具偏置值相减
G47 IP_D_; 移动距离为 IP 值与 2 倍刀具偏置值相加
G48 IP_D_; 移动距离为 IP 值与 2 倍刀具偏置值相减

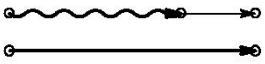
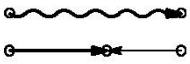
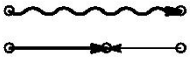
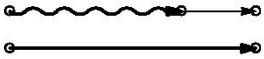
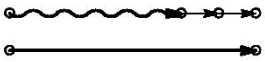
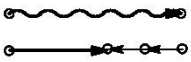
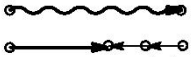
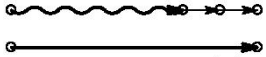
G45～G48： 增加或减小移动距离的非模态 G 代码
IP：刀具移动指令
D ：指定刀具偏置值的代码

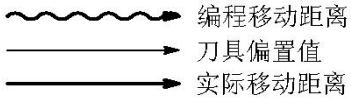
说明

- **增加和减少**

如表 14.3(a)所示，刀具的移动距离增加或减少了指定的刀具偏置值。
在绝对值方式中，当刀具从上个程序段的终点移动到含有 G45 到 G48 程序指定的位置时，移动距离增加或减少。

表 14.3(a) 刀具移动距离的增加或减少

G code	当指定正的刀具偏置值时	当指定负的刀具偏置值时
G45		
G46		
G47		
G48		



如果在增量指令（G91）方式中，指定移动距离为 0 的移动指令，刀具移动与指定的刀具偏置值相同的距离。
如果在绝对值（G90）方式中，指定移动距离为 0 的移动指令，刀具不动。

- 刀具偏置值

一旦由 D 代码指定，刀具偏置就保持不变。直到选择另一个刀具偏置值。

刀具偏置值的范围如下：

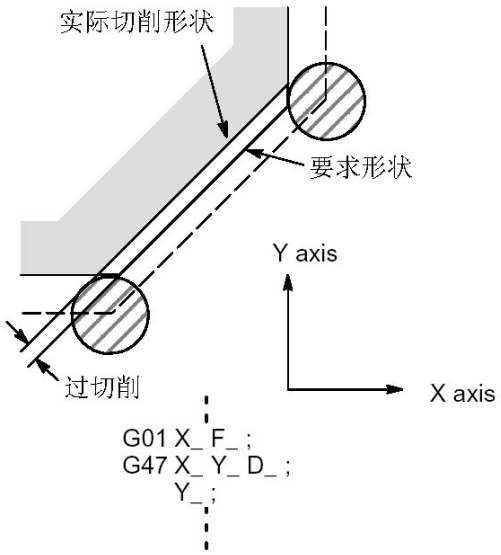
表 14.3(b) 刀具偏置值范围

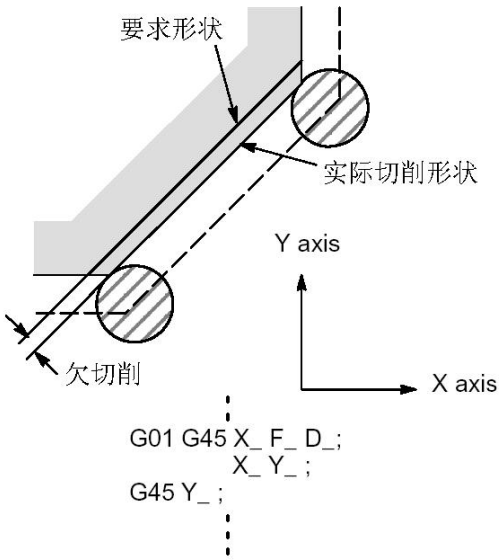
	公制输入	英制输入
刀具偏置值	0～±999.999mm	0～±99.9999inch
	0～±999.999 度	0～±999.999 度

D0 总是表示刀具偏置值为 0。

警告

1. 当用G45-G48同时指定了n轴（n=1-6）运动时，偏置将作用到所有n轴。
   在进行锥面加工时，如果只使用刀具半径或直径偏置时，会产生过切和欠切现象。
   所以，请使用Ⅱ-14.4或14.5所描述的刀具半径补偿（G40或G42）

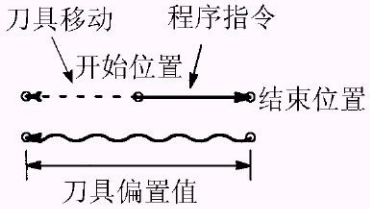




2. 在G41或G42（刀具补偿）方式中，G45-G48不能使用。

注

1 当指定方向被刀具偏置值相减而反向时，如下图所示，刀具向相反方向移动。

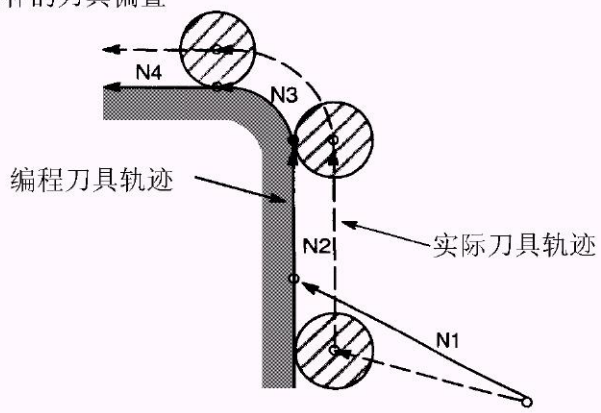


例
G46 X2.50 ;
刀具偏置值
+3.70

} 等效于指令
X–1.20 ;

2 若不指定坐标回转，G45～G48可用由参数设定的I，J，K对1/4和3/4的圆弧插补（G02,G03）加刀偏。该功能提供了与无半径补偿的CNC的兼容性。当用新的CNC系统时，不要用该功能。

圆弧插补的刀具偏置



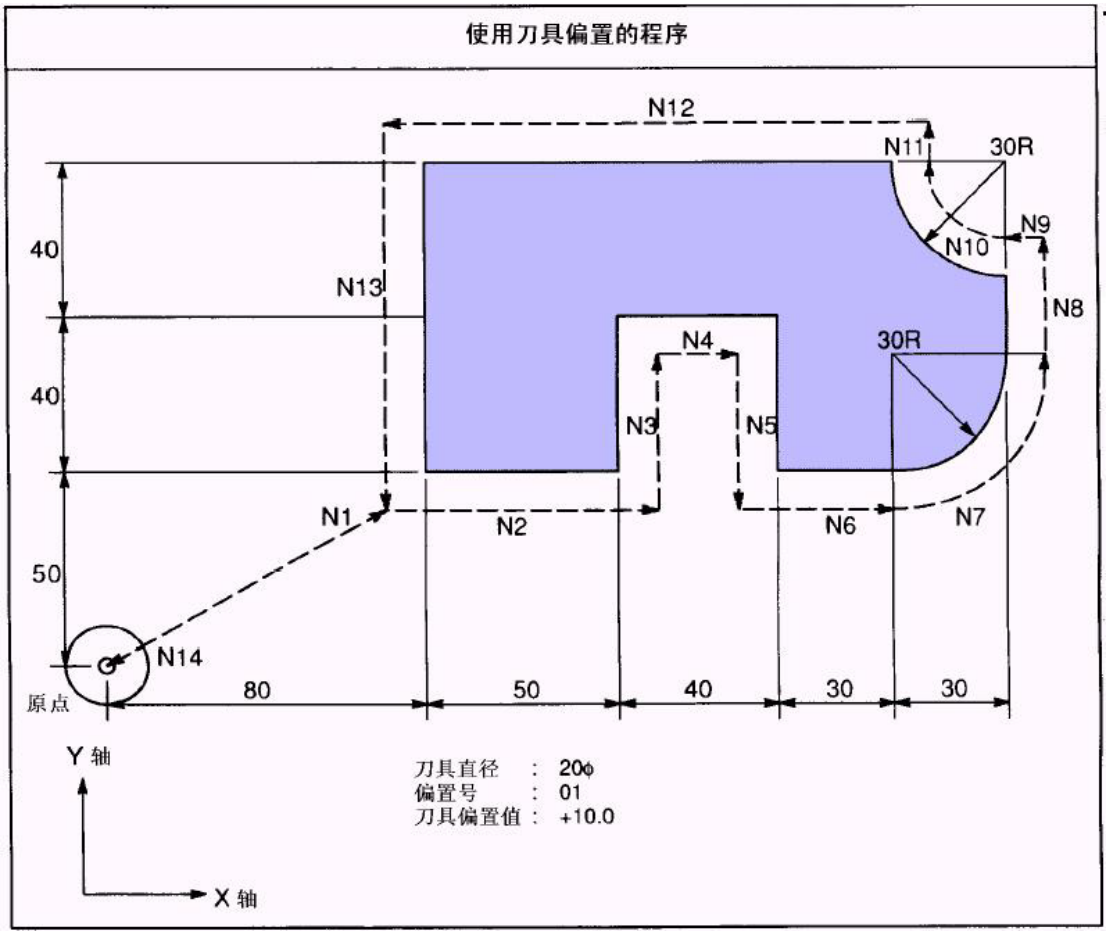
程序

```
N1 G46 G00 X_ Y_ D_ ;
N2 G45 G01 Y_ F_ ;
N3 G45 G03 X_ Y_ I_ ;
N4 G01 X_ ;
```

3 在刀具偏置方式（G45到G48）中应该使用D代码，但是，设置参数TPH（No. 5001#5）也能用H代码，以便与普通的CNC系统兼容。在刀具长度偏置取消（G49）期间，必须使用H代码。

4 在固定循环方式中，G45到G48被忽略。在进入固定循环方式之前执行由G45到G48指定的刀具偏置，并在解除固定循环方式之后取消偏置。

例



程序

```
N1 G91 G46 G00 X80.0 Y50.0 D01;
N2 G47 G01 X50.0 F120.0;
N3 Y40.0;
N4 G48 X40.0;
N5 Y-40.0;
N6 G45 X30.0;
N7 G45 G03 X30.0 J30.0;
N8 G45 G01 Y20.0;
N9 G46 X0;
```

与正方向移动量为 0 相减。刀具在-X 方向移动偏置值。

```
N10 G46 G02 X-30.0 Y30.0 J30.0;
N11 G45 G01 Y0;
```

与正方向移动量为 0 相加，刀具在+Y 方向移动偏置值。

```
N12 G47 X-120.0;
N13 G47 Y-80.0;
N14 G46 G00 X80.0 Y-50.0;
```

14.4 刀具半径补偿 C （G40-G42）

当刀具移动时，刀具轨迹可以偏移一个刀具半径（图 14.4(a)）。为了偏移一个刀具半径，CNC 首先建立长度等于刀具半径的偏置矢量（起刀点）。偏置矢量垂直于刀具轨迹。矢量的尾部在工件上而头部指向刀具中心。

如果在起刀之后指定直线插补或圆弧插补，在加工期间，刀具轨迹可以用偏置矢量的长度偏移。

在加工结束时，为使刀具返回到开始位置，须取消刀具半径补偿方式。

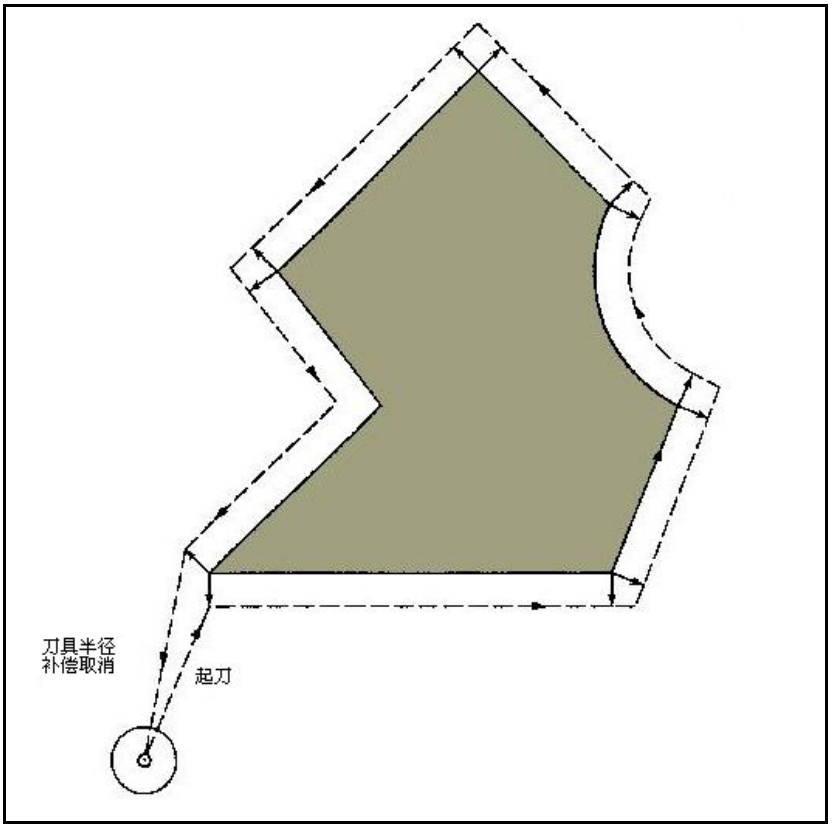


图 14.4(a) 刀具半径补偿 C

指令格式

- **起刀**
  （刀具补偿开始）

G00（或 G01）G41（或 G42）IP_D_;
G41：左侧刀具半径补偿（07 组） G42：右侧刀具半径补偿（07 组） IP _：指令座标轴移动 D _：指定刀具半径补偿值的代码（1-3 位） （D 代码）

- **刀具半径补偿取消**
  （偏置方式取消）

G40 ;
G40：刀具半径补偿取消（07 组） （偏置方式取消） IP _：指令座标轴移动

偏置平面	平面选择指令	IP_
XpYp	G17;	Xp_Yp_
ZpXp	G18;	Xp_Zp_
YpZp	G19;	Yp_Zp_

说明

- **偏置取消方式**

当电源接通时，CNC 系统处于刀偏取消方式。在取消方式中，矢量总是 0，并且刀具中心轨迹和编程轨迹一致。

- **起刀**

当在偏置取消方式指定刀具半径补偿指令（G41 或 G42，在偏置平面内，非零尺寸字，和除 D0 以外的 D 代码）时，CNC 进入偏置方式。用这个指令移动刀具称为起刀。
起刀时应指令定位（G00）或直线插补（G01）。如果指令圆弧插补（G02，G03），出现 P/S 报警 034。
处理起刀程序段和以后的程序段时，CNC 预读 2 个程序段。

- **偏置方式**

在偏置方式中，由定位（G00），直线插补（G01）或圆弧插补（G02，G03）实现补偿。如果在偏置方式中，处理 2 个或更多刀具不移动的程序段（辅助功能，暂停等等），刀具将产生过切或欠切现象。如果在偏置方式中切换偏置平面，则出现 P/S 报警 037，并且刀具停止移动。

● **偏置方式取消**

在偏置方式中，当满足下面条件的任何一个的程序段被执行时，CNC 进入偏置取消方式，并且这个程序段的动作称为偏置取消。

1. G40 的程序段。

2. 指令了刀具半径补偿偏置号为 0 的程序段。

当执行偏置取消时，圆弧指令（G02 和 G03）无效。如果指令圆弧指令，产生 P/S 报警（No. 034）并且刀具停止移动。

在偏置取消中，控制执行在那个程序段和在刀具半径补偿缓存区中的程序段的指令。在单程序段方式读完一个程序段之后，控制执行它后并停止。每按一次循环起动按扭，执行一个程序段，且不阅读下个程序段。

然后，控制是在取消方式中，正常情况下，下个要执行的程序段将贮存在缓冲寄存器中并且下个程序段不读进刀具半径补偿缓存区。



图 14.4(b) 改变偏置方式

● **刀具半径补偿值的改变**

通常，刀具半径补偿值应在取消方式改变，即换刀时。如果在偏置方式中改变刀具半径补偿值，在程序段的终点的矢量被计算作为新刀具半径补偿值。

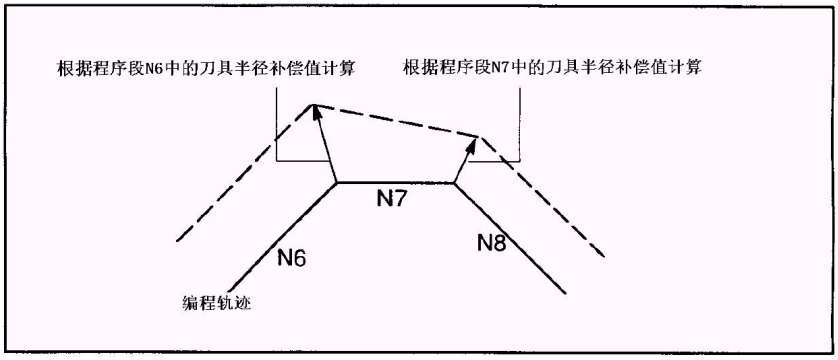


图 14.4(c) 改变刀具半径补偿值

- **正/负刀具半径补偿值和刀具中心轨迹**

如果偏置量是负值（-），则 G41 和 G42 互换。即如果刀具中心正围绕工件的外轮廓移动，它将绕着内侧移动，或者相反。

下图为例。一般情况下，偏置量被编程是正值（+）。

当刀具轨迹编程像（1）那样，如果偏置量改为负值（-），则刀具中心移动变成如（2）那样。因此，同样的纸带允许加工公和母两个形状，并且它们之间的间隙可以用偏置量的选择来调整。如果起刀和取消是 A 型，可以使用（见 II—14.5.2 和 14.5.4）。

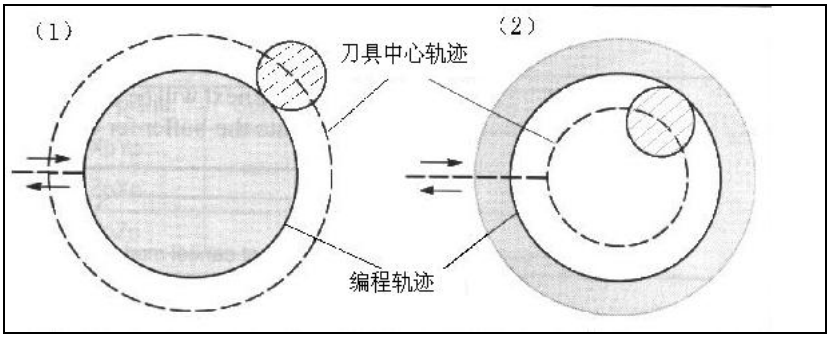


图 14.4(d) 当指定正和负刀具半径补偿值时的刀心轨迹

- **刀具半径补偿值设定**

在 MDI 面板上，把刀具半径补偿值赋给 D 代码。下表表示刀具半径补偿值的指定范围。

	mm 输入	inch 输入
刀具半径补偿值	0～±999.999mm	0～±99.9999inch

注

1 对应于偏置号 0 即 D0 的刀具半径补偿值总是 0。不能设定 D0 任何其它偏置量。

2 当参数 OFH（No.5001#2）设为 0 时，刀具半径补偿 C 可以用 H 代码指定。

- **偏置矢量**

偏置矢量是两维矢量，它等于由 D 代码赋值的刀具补偿值。它在控制装置内部计算，并且，它的方向根据每个程序段中刀具的前进方向而改变。

偏置矢量用复位清除。

- **指定刀具半径补偿值**

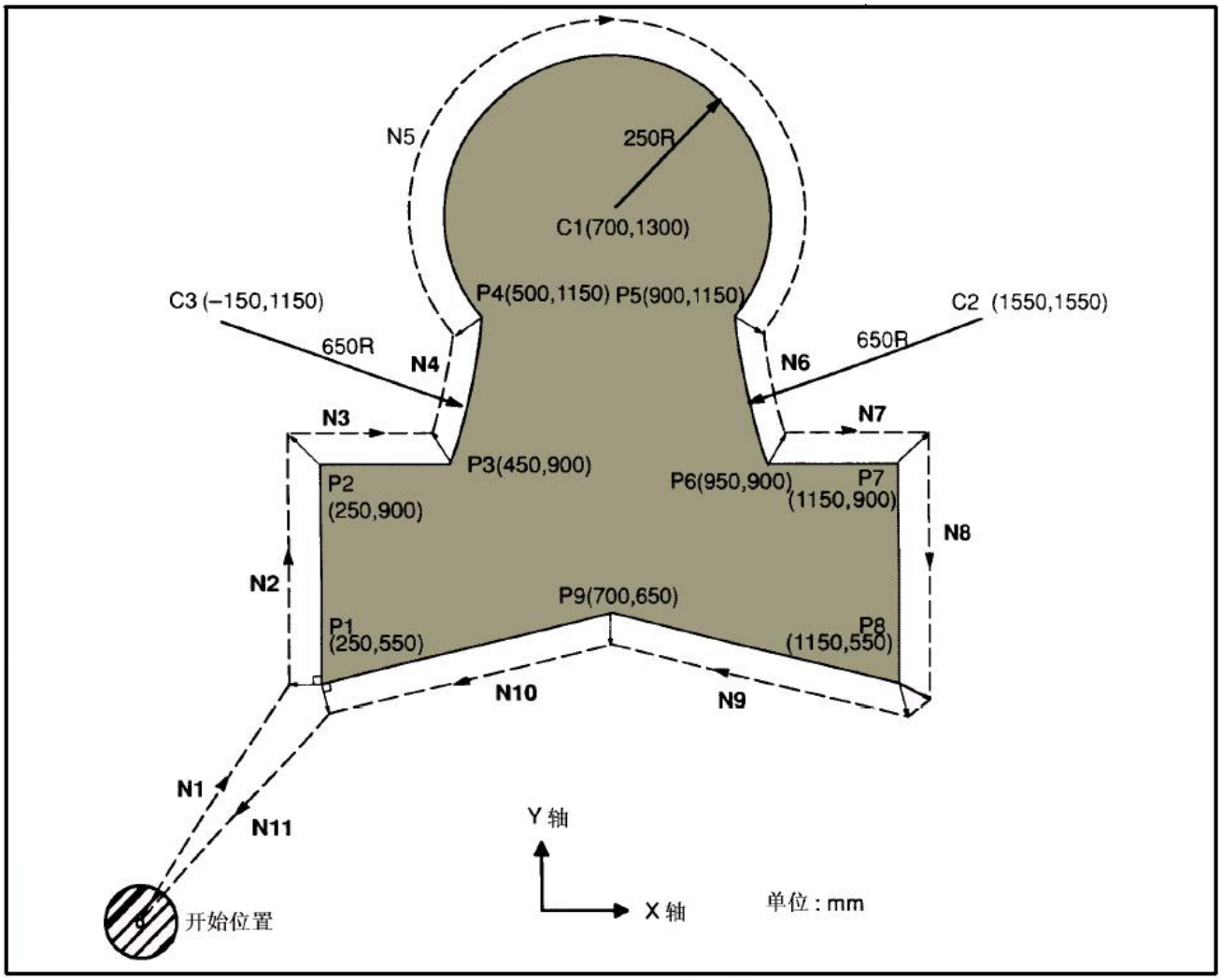
对它赋给一个数来指定刀具半径补偿值。这个数由地址 D 后的 1 到 3 位数组成（D 代码）。D 代码一直有效，直到指定另一个 D 代码。D 代码用于指定刀具偏置值以及刀具半径补偿值。

- **平面选择和矢量**

偏置值计算是在 G17，G18 和 G19（平面选择 G 代码）决定的平面内实现的。这个平面称为偏置平面。不在指定平面内的位置坐标值不执行补偿。在 3 轴联动控制时，对刀具轨迹在各平面上的投影进行补偿。

只能在偏置取消方式改变偏置平面。如果在偏置方式改变偏置平面，显示 P/S 报警（N0.037）并且机床停止。

例



G92 X0 Y0 Z0;	指定绝对坐标值。 刀具定位在开始位置（X0，Y0，Z0）。
N1 G90 G17 G00 G41 D07 X250.0 Y550.0;	开始刀具半径补偿（起刀）。 刀具用 D07 指定的距离偏移到编程轨迹的右边。换句话说，刀具轨迹有刀具半径偏移（偏置方式），因为 D07 已预先设定为 15（刀具半径为 15mm）。
N2 G01 Y900.0 F150;	从 P1 到 P2 加工。
N3 X450.0;	从 P2 到 P3 加工。
N4 G03 X500.0 Y1150.0 R650.0;	从 P3 到 P4 加工。
N5 G02 X900.0 R-250.0;	从 P4 到 P5 加工
N6 G03 X950.0 Y900.0 R650.0;	从 P5 到 P6 加工。
N7 G01 X1150.0;	从 P6 到 P7 加工。
N8 Y550.0;	从 P7 到 P8 加工。
N9 X700.0 Y650.0;	从 P8 到 P9 加工。
N10 X250.0 Y550.0;	从 P9 到 P1 加工。
N11 G00 G40 X0 Y0;	取消偏置方式。 刀具返回到开始位置（X0,Y0,Z0）。

14.5 刀具半径补偿 C 的详细说明

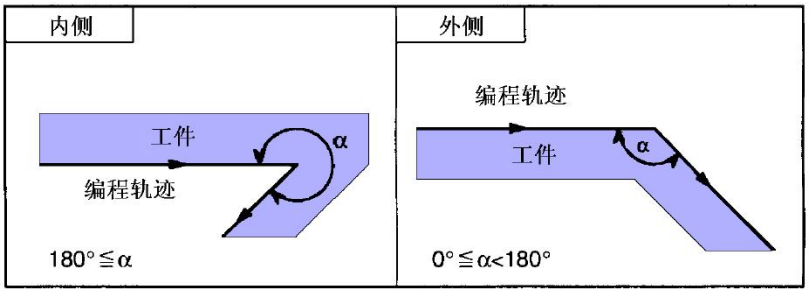
本节对 14.4 节中叙述的刀具半径补偿 C 的刀具移动做详细说明。
本节有以下内容:

14.5.1 概述
14.5.2 起刀时的刀具移动
14.5.3 偏置方式中的刀具移动
14.5.4 偏置方式取消时的刀具移动
14.5.5 刀具干涉检查
14.5.6 刀具半径补偿的过切
14.5.7 从 MDI 输入指令
14.5.8 刀具半径补偿 C 方式中的 G53,G28,G30 和 G29 指令
14.5.9 拐角圆弧插补(G39)

14.5.1 概述

- **内侧和外侧**

当两段程序指令建立的刀具轨迹的夹角超过 180° 时，称该轨迹为“内侧”。当夹角在 0° 和 180° 之间时，称为“外侧”。



- **符号的意义**

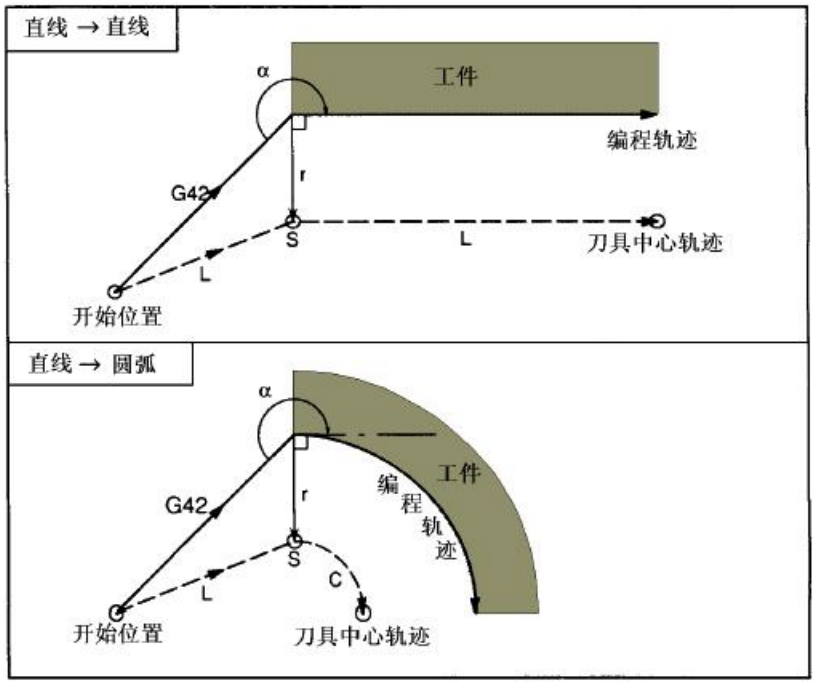
在后面图中使用下面的符号：
—S 表示在这个位置单程序段执行 1 次。
—SS 表示在这个位置单程序段执行 2 次。
—SSS 表示在这个位置单程序段执行 3 次。
—L 表示刀具沿直线移动。
—C 表示刀具沿圆弧移动。
—r 表示刀具半径补偿值。
—交点是两段编程轨迹在它们由 r 偏置之后，彼此相交的位置。
—0 表示刀具中心。

14.5.2 起刀时的刀具移动

从偏置取消方式变为偏置方式时,刀具移动如下图所示(起刀):

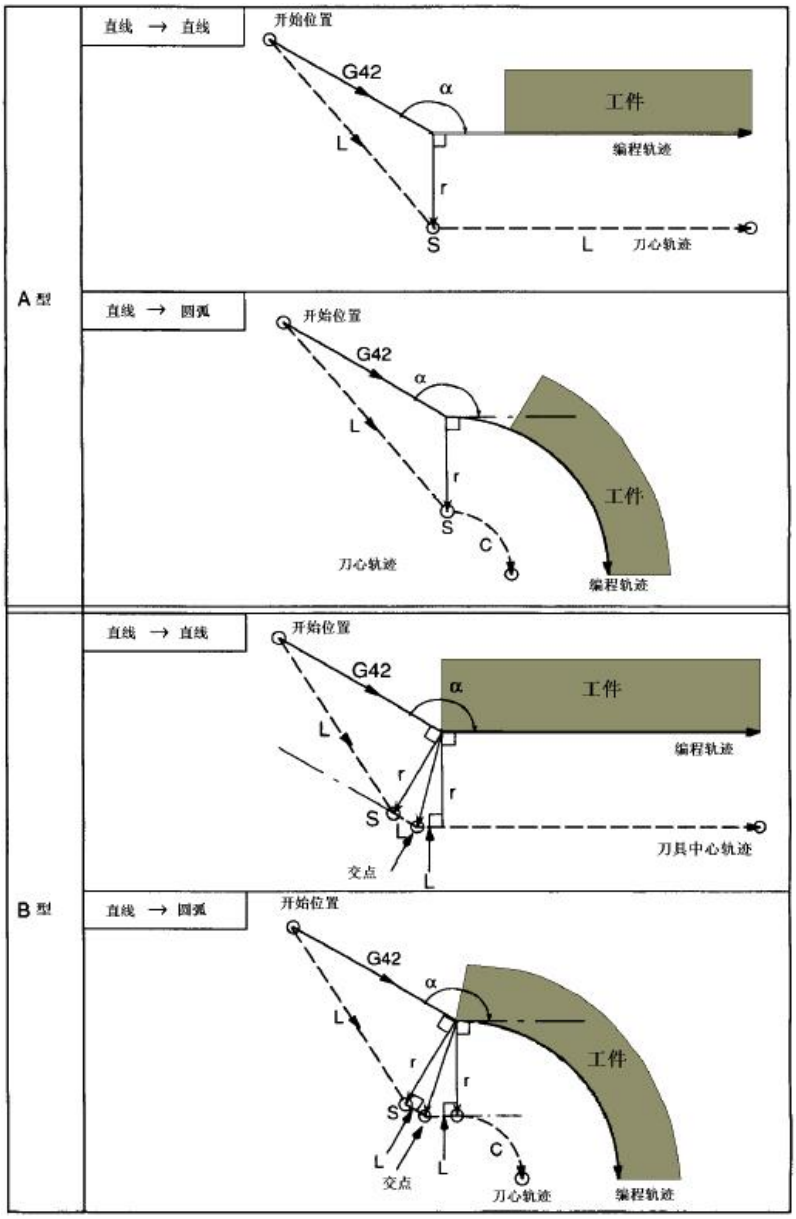
说明

- **围绕拐角内侧的刀具移动**(180° ≤ α)



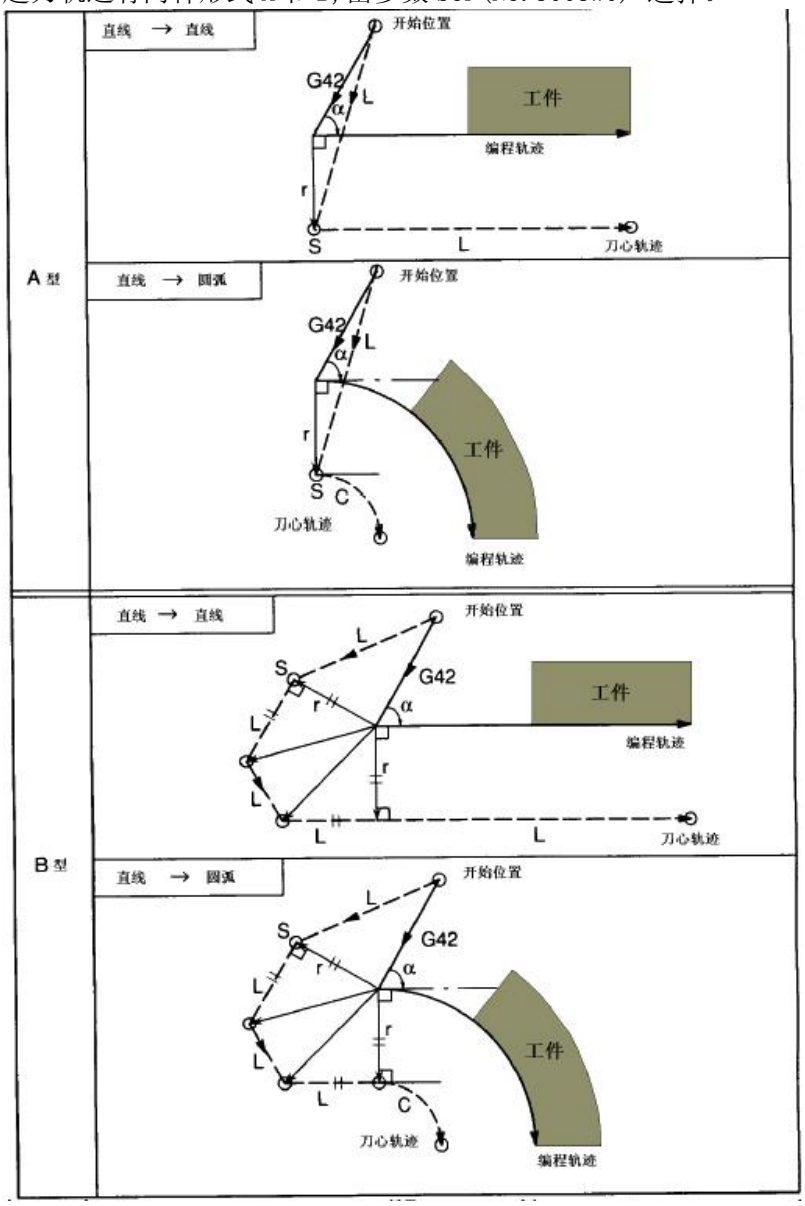
- **围绕钝角拐角外侧的刀具移动(90° ≤ α <180°)**

起刀时的刀具轨迹有两种形式 A 和 B,它们由参数 SUP(No.5003#0)选择。

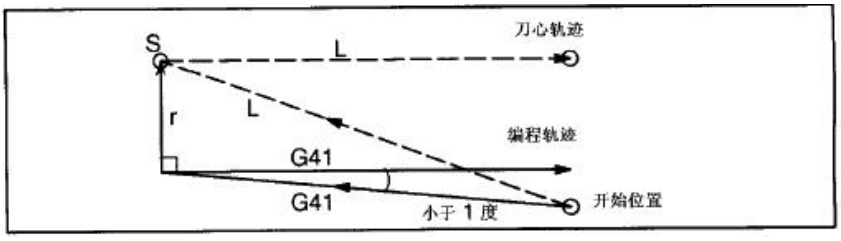


- **围绕锐角拐角外侧的刀具移动(α<90°)**

起刀轨迹有两种形式 A 和 B,由参数 SUP(No.5003#0) 选择。

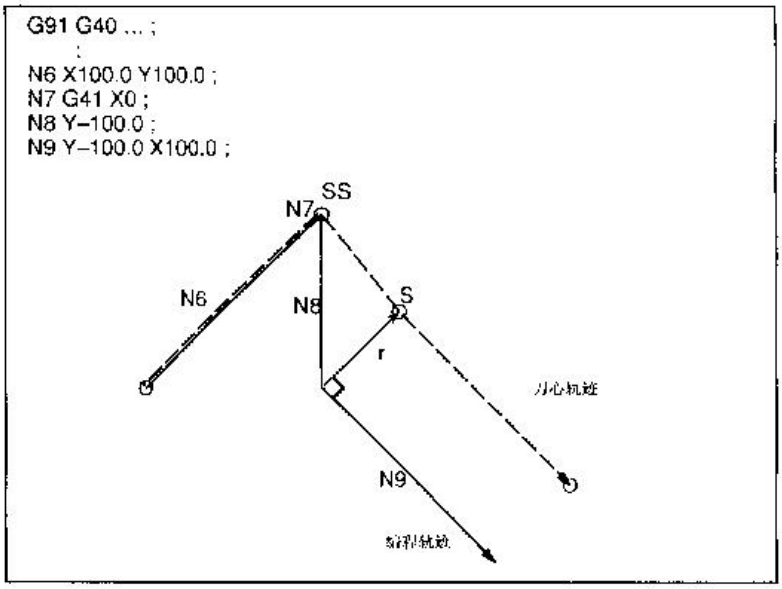


- **围绕小于 1° 锐角拐角外侧的刀具移动(α<1°) 直线 —> 直线**



- **起刀程序段没有刀具移动的指令**

如果在起刀的程序段未包含刀具移动指令，则不建立偏置矢量。



注

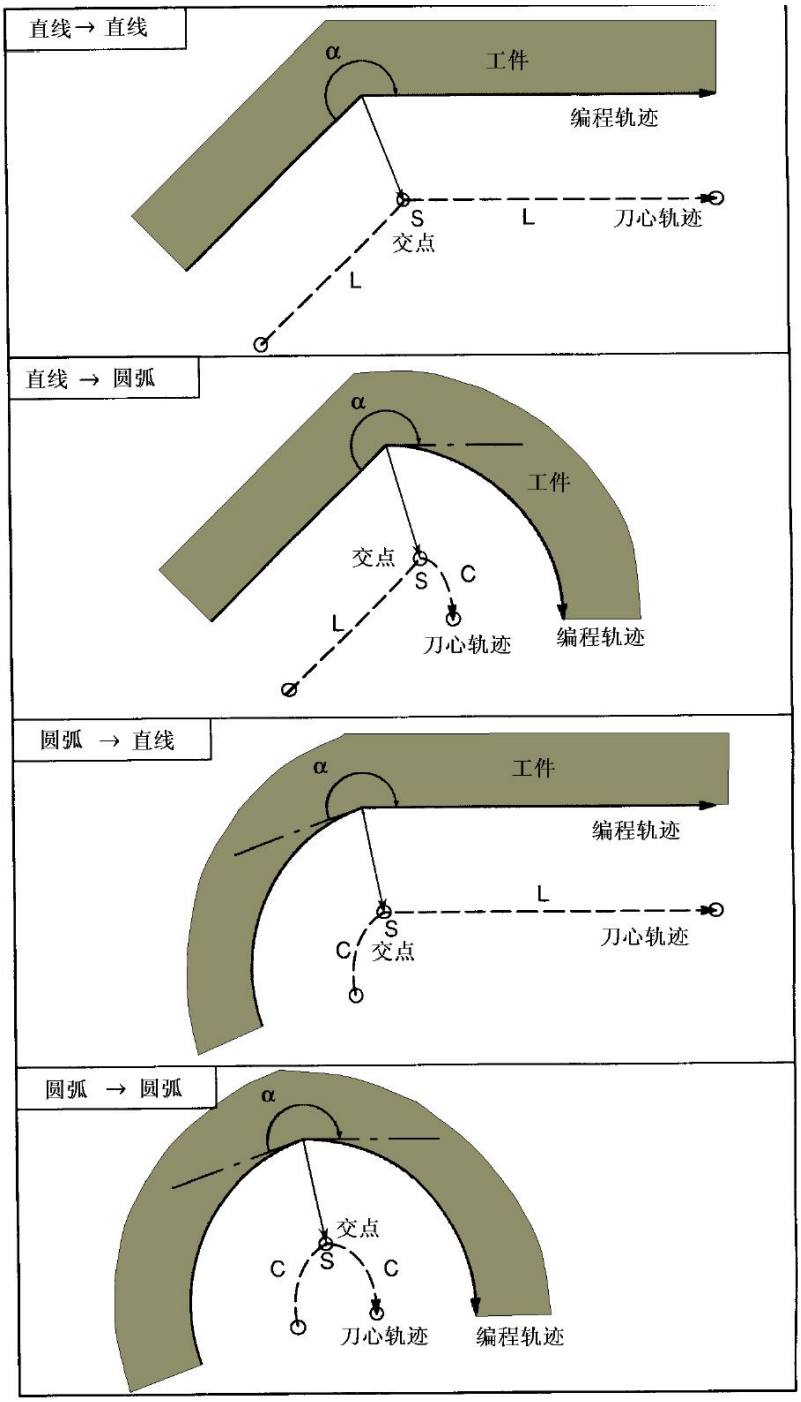
无刀具移动的程序段的定义，见 II-14.5.3。

14.5.3 偏置方式中的刀具移动

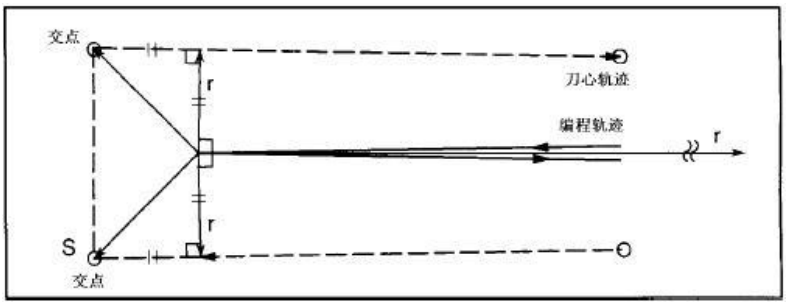
在偏置方式中,刀具的移动如下图所示。

说明

- 围绕拐角内侧的刀具移动(180° ≤α)

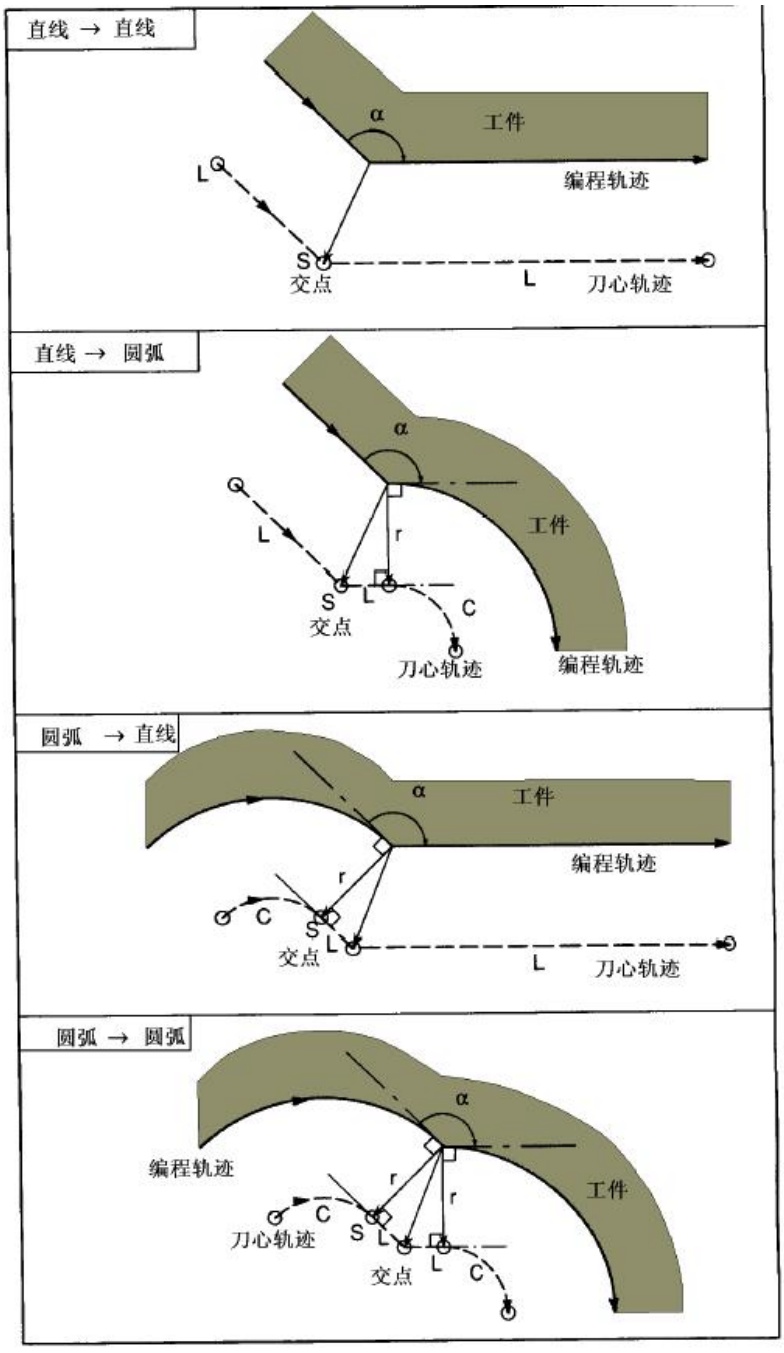


- **围绕有超长矢量内侧的刀具移动（α<1°）**
  直线—直线

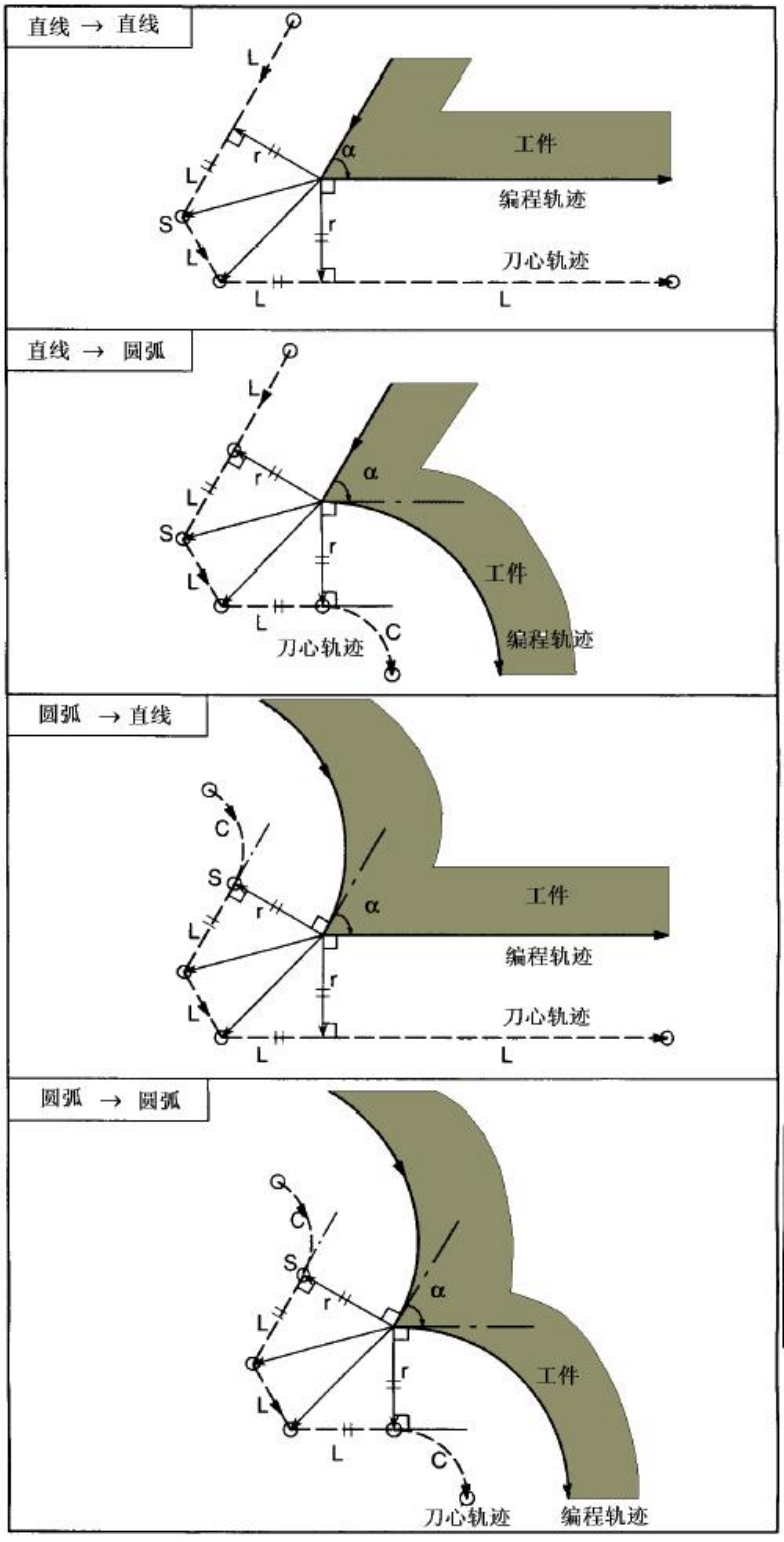


还有圆弧到直线，直线到圆弧和圆弧到圆弧的情况，应以同样的方法处理。

- 围绕钝角拐角外侧的刀具移动
  (90° ≤ α < 180°)



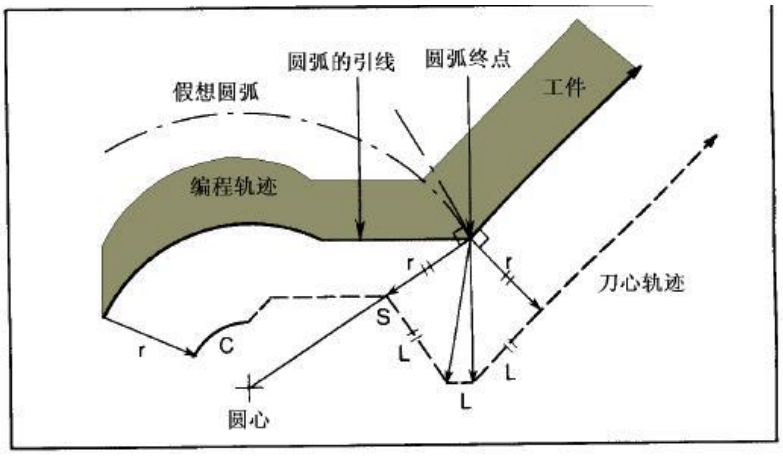
- 围绕锐角拐角外侧的刀具移动
  （α＜90°）



- **特殊情况**

圆弧的终点不在圆弧上

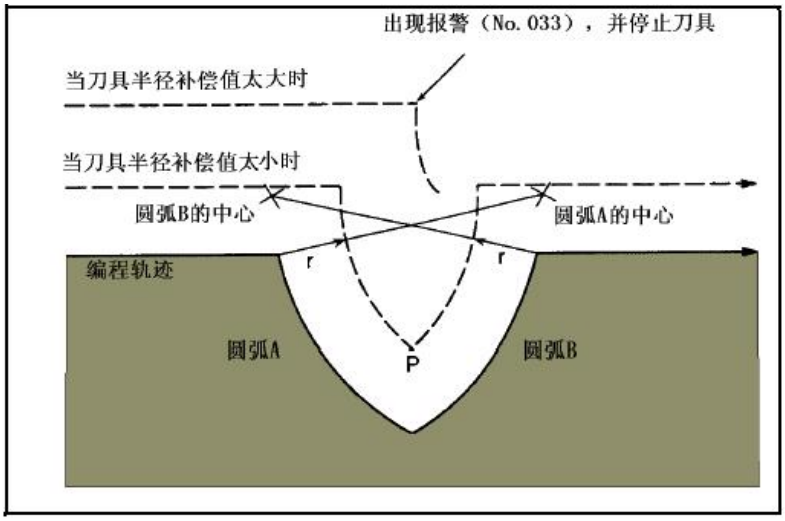
如果圆弧上一条直线的终点被错误的编程为圆弧的终点（如下图所示），则系统认为刀具半径补偿的编程轨迹为一假想圆。假想圆的圆心为原来圆弧的圆心，并且通过指定的终点。根据这一假定，系统建立矢量并实现补偿。由此产生的刀具中心轨迹不同于圆弧与直线的刀具半径补偿轨迹。



上面的叙述同样适用于两个圆弧轨迹之间刀具移动的情况。

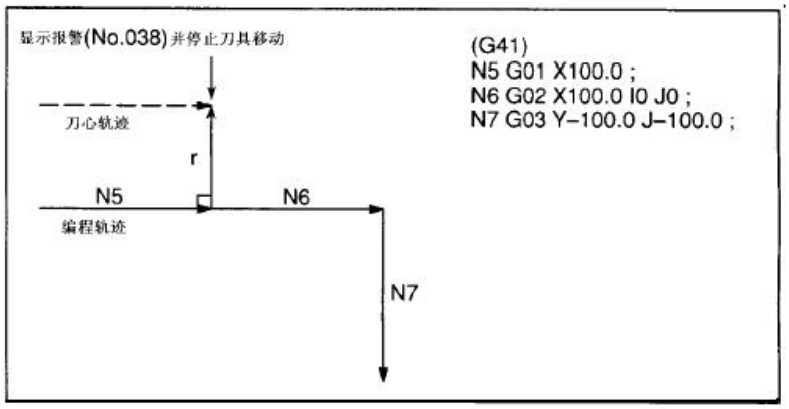
没有内交点

如果刀具半径补偿值足够小，补偿后形成的两个圆弧刀具中心轨迹相交在一点（P）。如果刀具半径补偿值指定过分大的值，交点 P 可能不出现。当出现这种情况时，在前一个程序段的终点出现 P/S 报警 No.033 并停止刀具运动。在下述例子中，当指定的刀补值足够小时，沿圆弧 A 和 B 的刀具中心轨迹相交在 P。如果指定过分大的值，这个交点不能出现。



圆弧中心与起点或终点重合

如果圆弧中心与起点或终点重合，显示 P/S 报警（No.038）,并且刀具将在前一个程序段的终点停止移动。



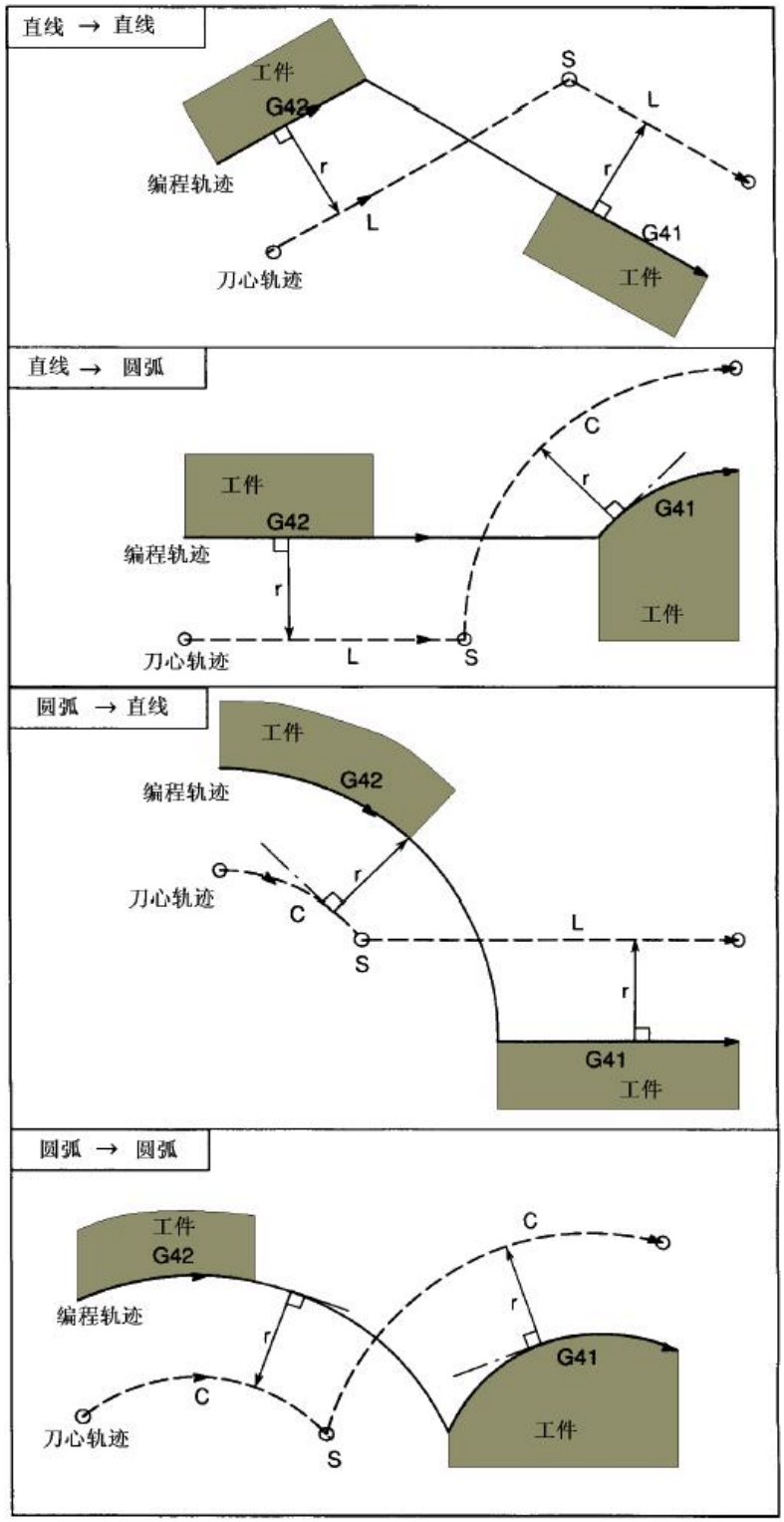
- **在偏置方式中改变偏置方向**

偏置方向是由刀具半径的 G 代码（G41 和 G42）和刀具半径补偿值的符号决定的。如下所述。

补偿量符号 / G 代码	+	-
G41	左侧偏置	右侧偏置
G42	右侧偏置	左侧偏置

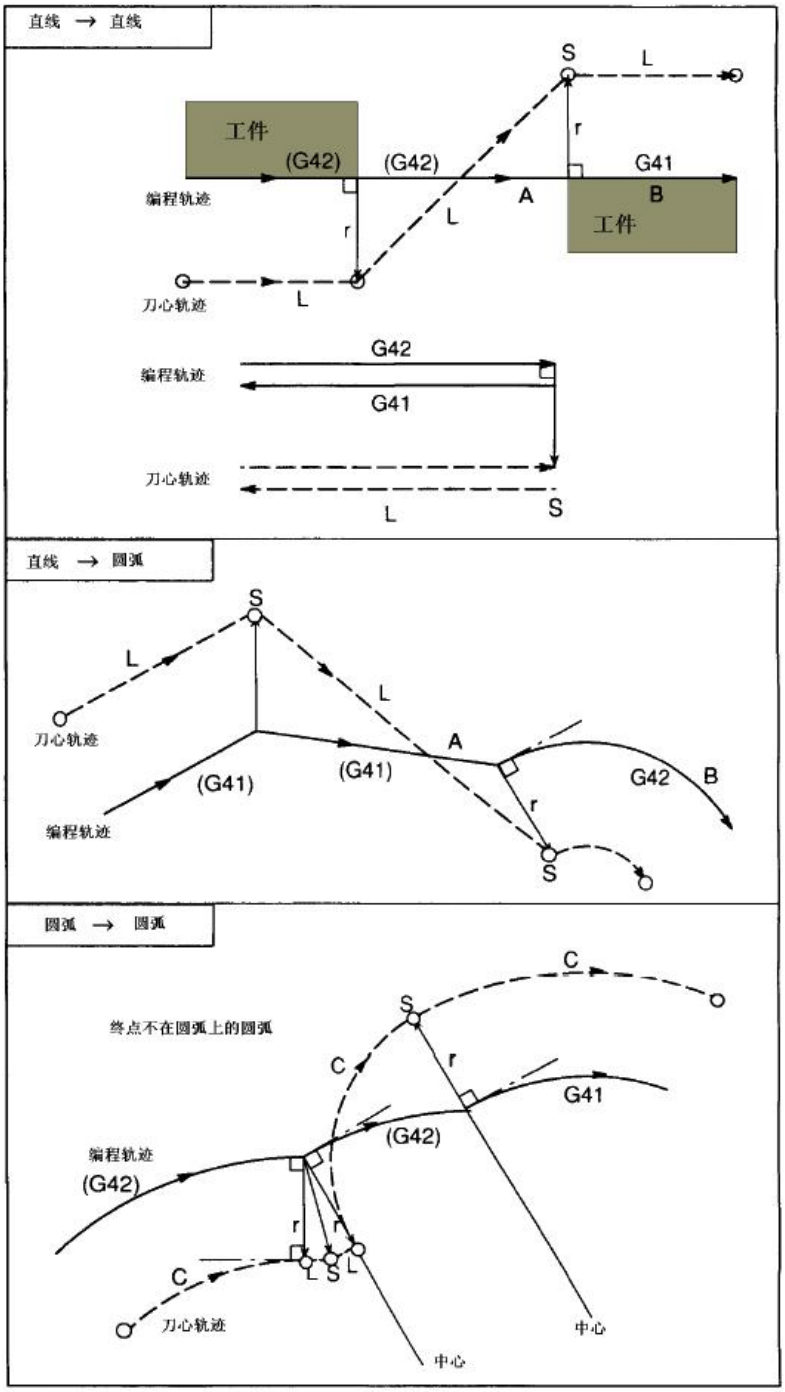
在偏置方式中，偏置方向可以改变。如果在程序段中改变偏置方向，在该程序段的刀具中心轨迹和前面的程序段的刀具中心轨迹的交点生成矢量。但是，在起刀程序段和它后面的程序段中，不能进行这种改变。

有内交点的刀心轨迹


直线 → 直线
工件
G42
S
L
r
编程轨迹
r
L
G41
刀心轨迹
工件
直线 → 圆弧
C
r
工件
G42
G41
编程轨迹
r
工件
刀心轨迹
L
S
圆弧 → 直线
工件
G42
编程轨迹
r
刀心轨迹
C
L
S
r
G41
工件
圆弧 → 圆弧
工件
G42
C
r
编程轨迹
r
G41
C
刀心轨迹
工件
S

没有内交点的刀心轨迹

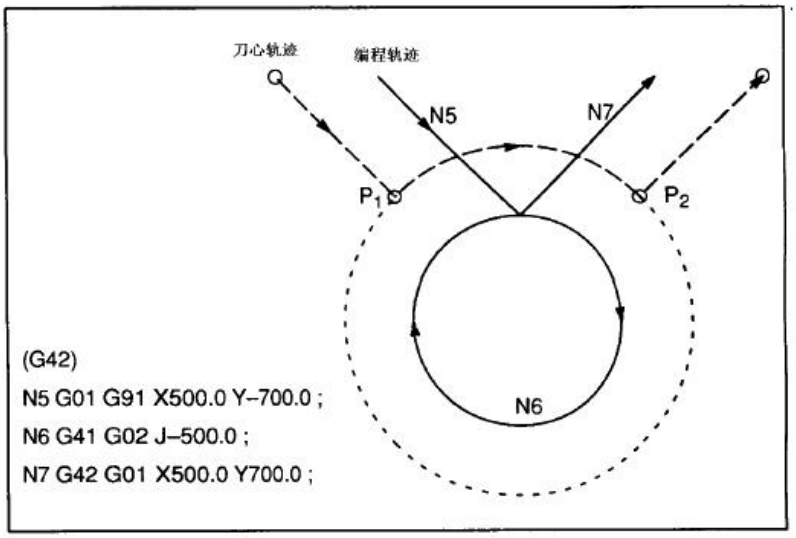
当用 G41 和 G42 在程序段 A 到程序段 B 中改变偏置方向时，如果不要求偏置轨迹的交点，则在程序段 B 的起点产生垂直于程序段 B 的矢量。



刀具轨迹的长度大于圆的周长

通常几乎不可能产生这种情况。但是，当 G41 和 G42 改变时，或当用地址 I，J 和 K 指令 G40 时，这个情况可能出现。在这种情况下，大于一个圆的圆周的范围内，不执行刀具半径补偿，形成 P1 到 P2 的圆弧，如图所示。根据情况，按“干涉检查”的结果显示报警（干涉检查见后面的叙述）。

如执行大于一周的圆，必须分段指定。

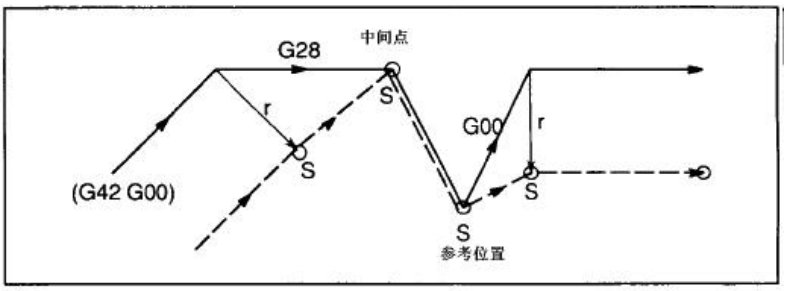


- **刀具半径补偿暂时取消**

如果在偏置方式中指定下面指令，偏置方式被暂时取消。然后又自动地恢复。偏置方式的取消和起动，如 II—14.5.2 和 14.5.4 所述。

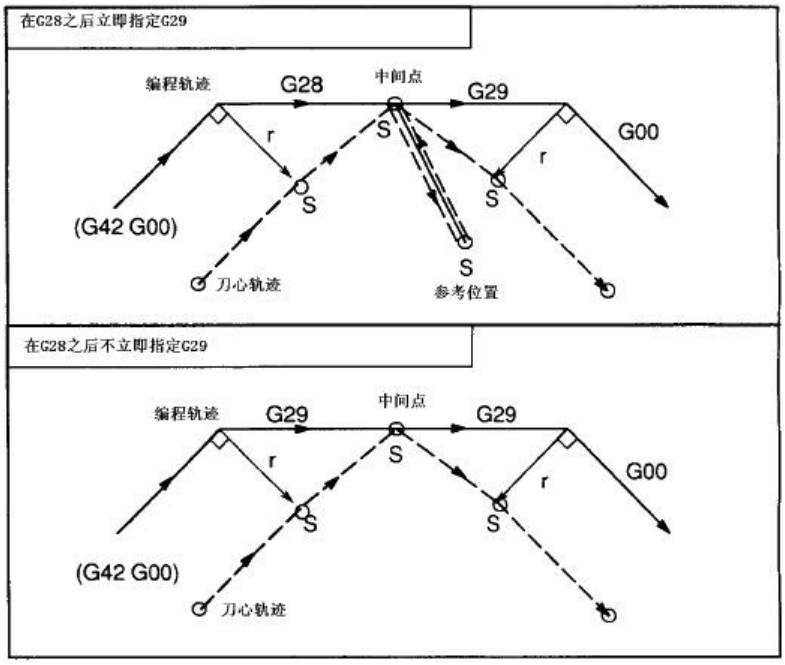
在偏置方式中指定 G28（自动返回参考点）

如果在偏置方式中指定 G28，在中间点位置取消偏置方式。如果在刀具返回到参考点以后矢量仍然保持，执行回参考点的各轴的矢量分量复位为零。



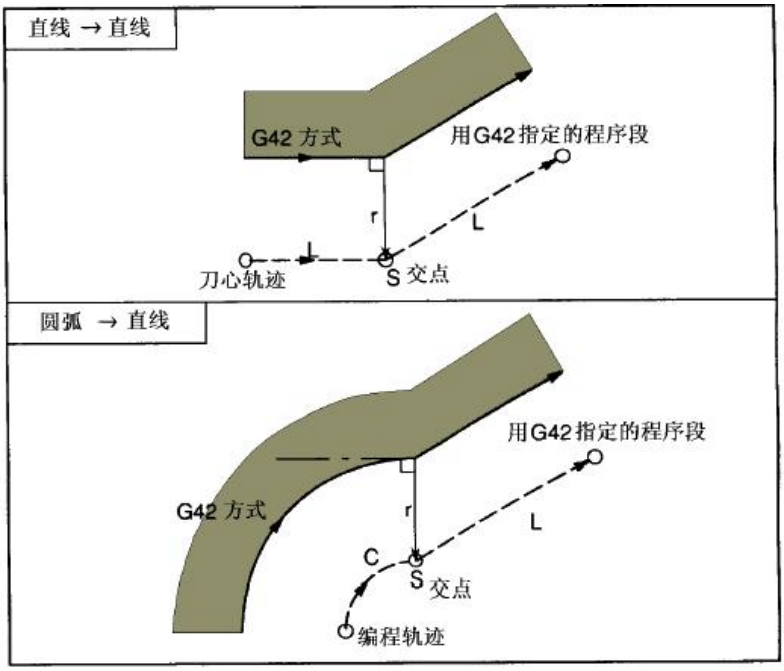
在偏置方式中指定 G29（从参考点自动返回）

如果在偏置方式指定 G29，那么在中间点将偏置取消，并在以后的程序段自动恢复偏置方式。



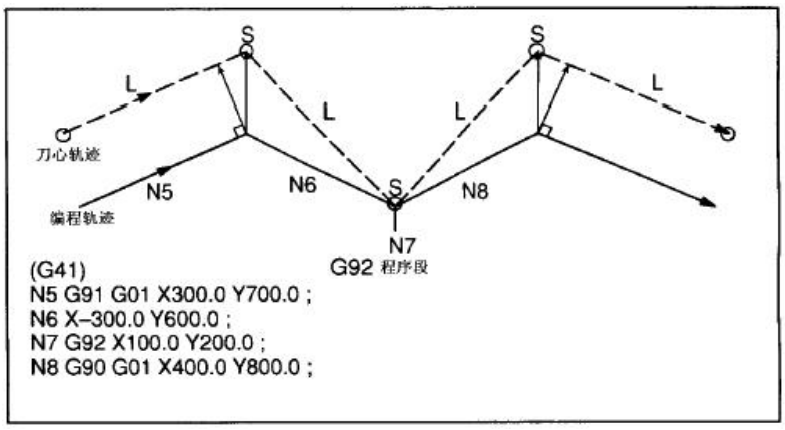
- **在偏置方式中的刀具半径补偿 G 代码**

在偏置方式中，指令一个刀具半径补偿 G 代码（G41，G42）时，不管加工内侧或外侧，均可建立与前一程序段的运动方向垂直的偏置矢量。如果是在圆弧指令中指定这个代码，将不能获得正确的圆弧运动。
当想用刀具半径补偿 G 代码（G41，G42）改变偏置方向时，请见 14.5.3 节。



- **暂时取消偏置矢量的指令**

在偏置方式，如果指令 G92（绝对零点编程），偏置矢量被暂时取消，随后偏置矢量自动地恢复。
在这种情况下，没有偏置取消移动，刀具直接从交点移动到偏置矢量被取消的指令点。当恢复到偏置方式时，刀具直接移动到交点。



- **无刀具移动的程序段**

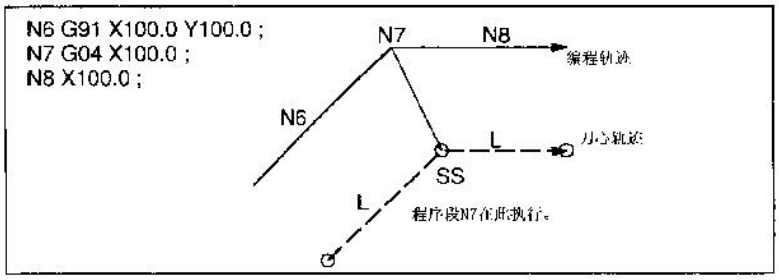
下面的程序段没有刀具移动。在这些程序段中，即使有刀具半径补偿，刀具也不移动。

M05; .M 代码输出
S21; . S 代码输出
G04X10.0;暂停
G10 L11 P01 R10.0; 刀具半径补偿值设定指令。
(G17)Z200.0; 移动指令不在偏置平面内。
G90; 只有 G 代码。
G91 X0; 移动距离是零。

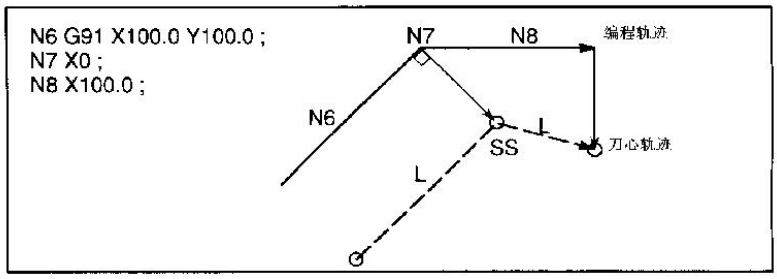
} 指令（1）到（6）是不移动指令。

在偏置方式中指定的没有刀具移动的程序段

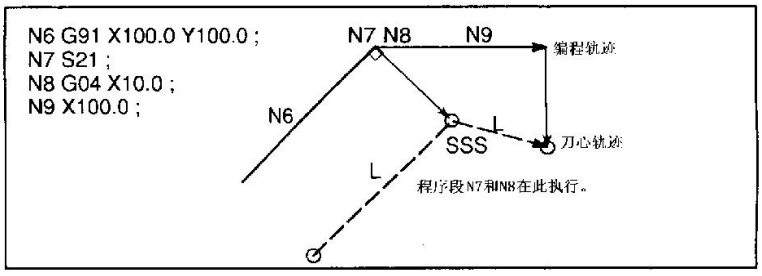
当在偏置方式中指令没有刀具移动的程序段时，矢量和刀心轨迹与程序段不指令时相同。这个程序段在单程序段停止点执行。



但是，当移动距离是零时，即使该程序段被单独指令，刀具的移动与几个没有刀具移动的程序段指令时相同，将在以后叙述。

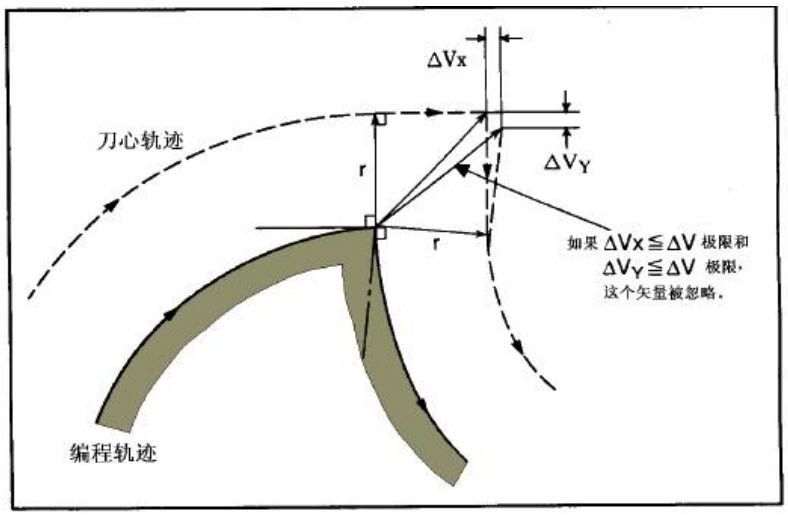


两个没有刀具移动的程序段不应该连续指令。如果指令的话，将在前面程序段的移动方向的垂直方向产生长度等于偏置值的矢量。所以，可能会引起过切。



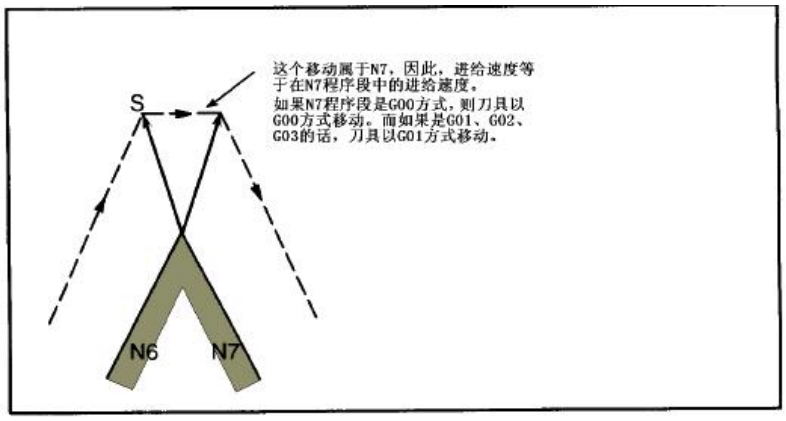
拐角移动

当在程序段的终点产生两个或更多的矢量时，刀具从一个矢量直线地移动至另一个矢量。这一移动称为拐角移动。
如果这些矢量几乎互相重合的话，拐角移动不执行并且后面的矢量被忽略。

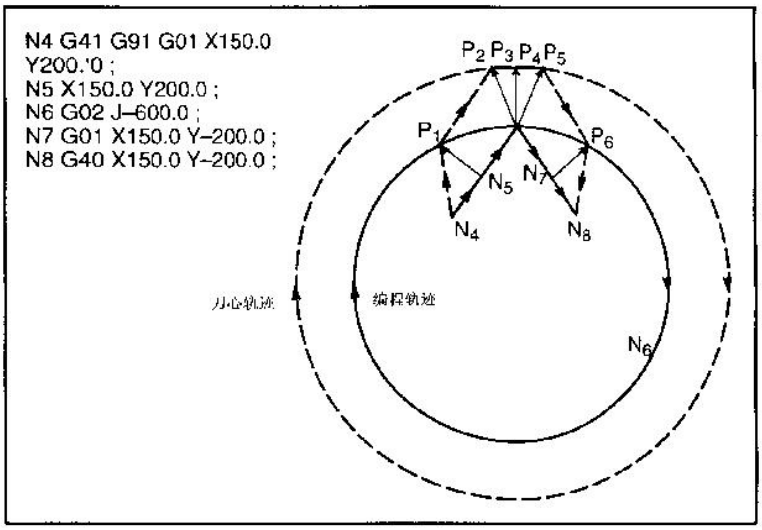


如果$\triangle V_X \leqslant \triangle V_{极限}$和$\triangle V_Y \leqslant \triangle V_{极限}$，后面的矢量被忽略，

$V_{极限}$事先由参数（No.5010）设置。
如果这些矢量不重合，产生绕着拐角的移动，这个移动属于后面的程序段。



但是，如果下一个程序段的轨迹是半个以上的圆弧，上面的功能不执行。其理由如下：



如果矢量不忽略，刀具轨迹如下：
P1→P2→P3→（圆）→P4→P5→P6
但是，如果在 P2 和 P3 之间的距离是微不足道的话，P3 被忽略。
因此，刀具轨迹如下：
P2→P4
即，用程序段 N6 加工的圆被忽略。

- **手动操作的中断**

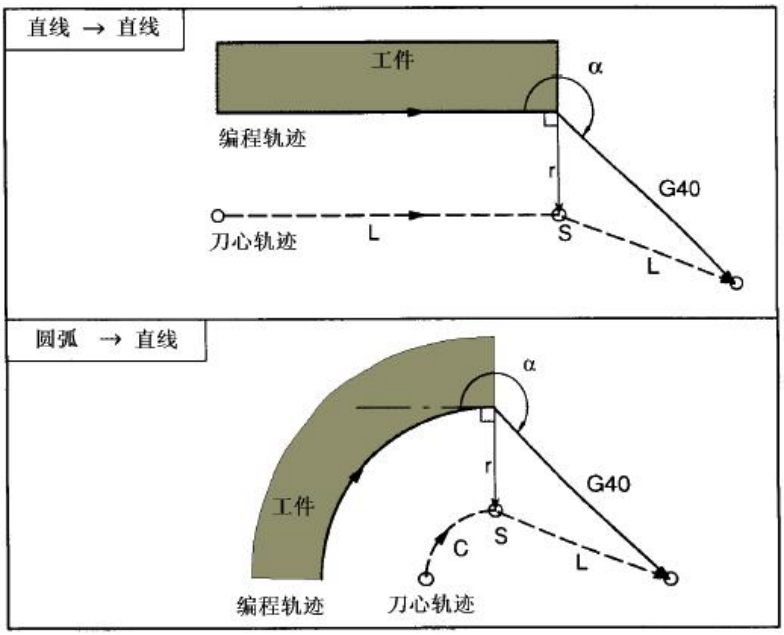
刀具半径补偿期间的手动操作，见 III-3.5 节“手动绝对值接通和断开” 。

14.5.4

偏置取消方式中的刀具移动

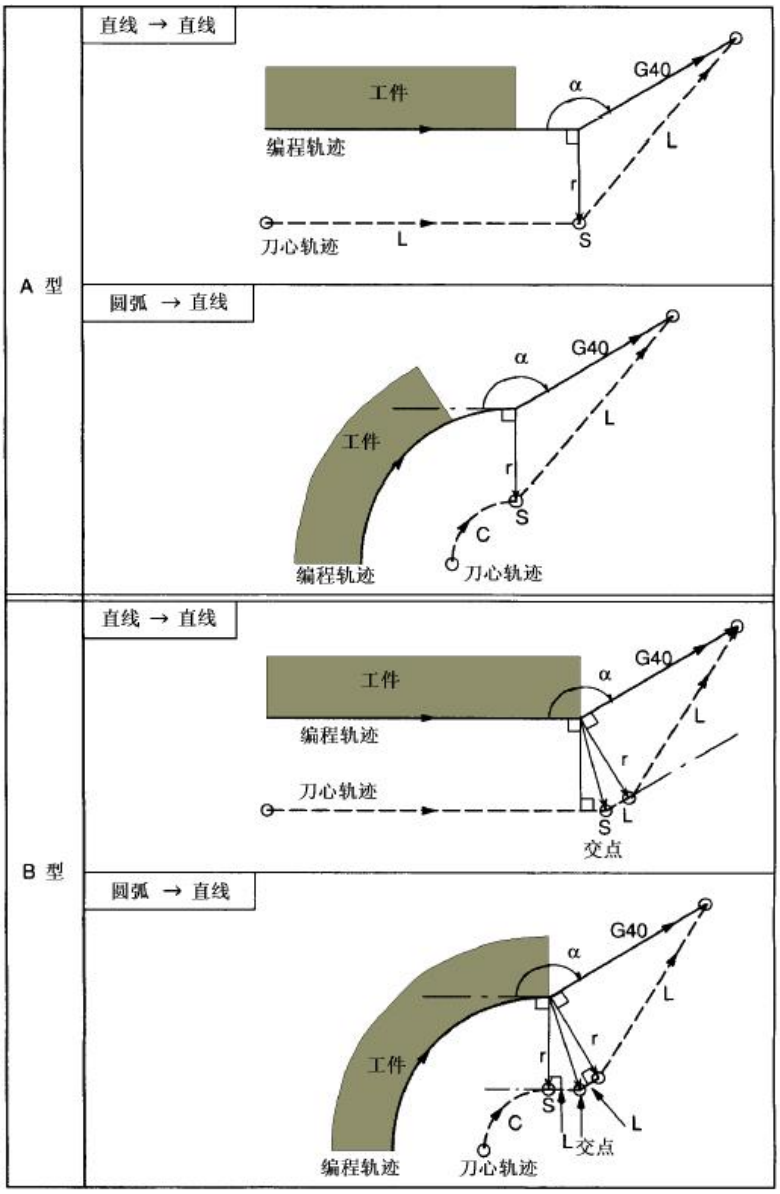
说明

- 围绕拐角内侧的刀具移动
  (180° ≤ α)



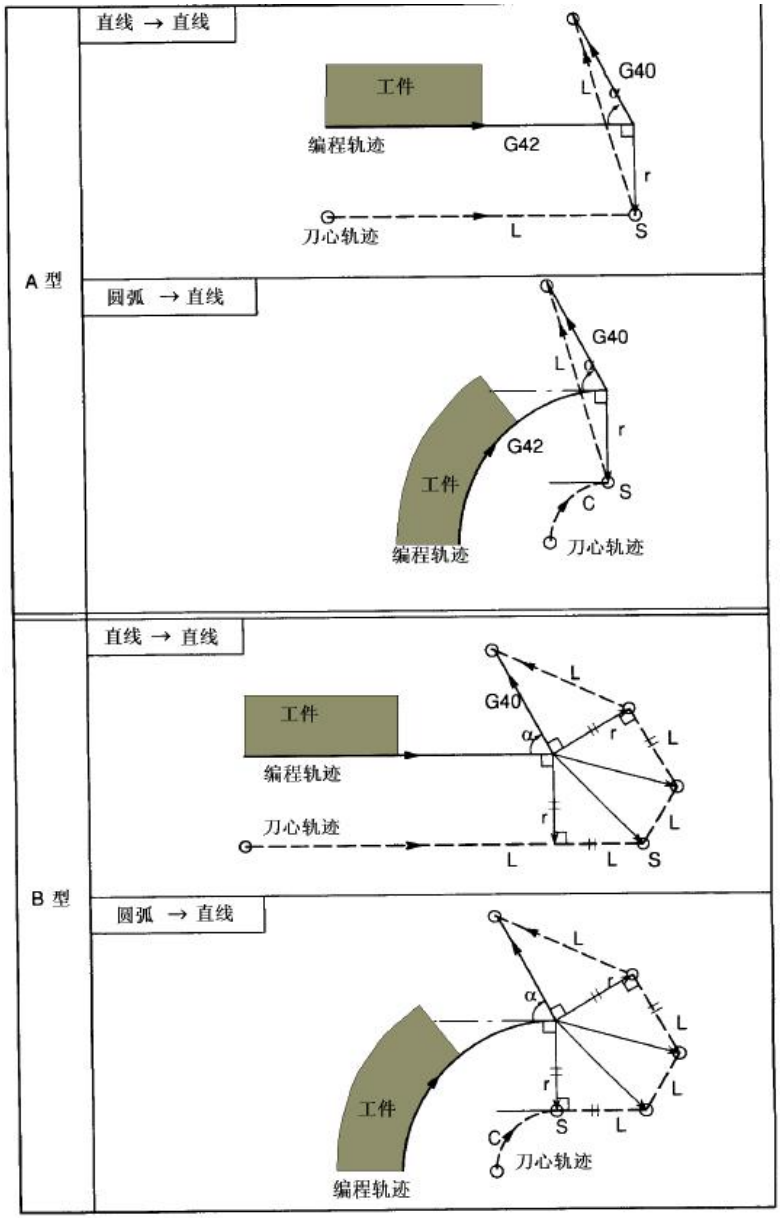
- **围绕钝角拐角外侧的刀具移动（90° ≤ α <180°）**

刀具轨迹有两种型式 A 和 B，它们由参数 SUP（No.5003#0）选择。

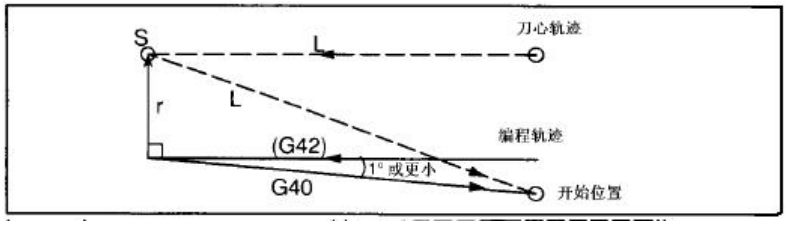


- **围绕锐角拐角外侧的刀具移动（α<90°）**

刀具轨迹有两种型式 A 和 B，它们由参数 SUP（No.5003#0）选择。

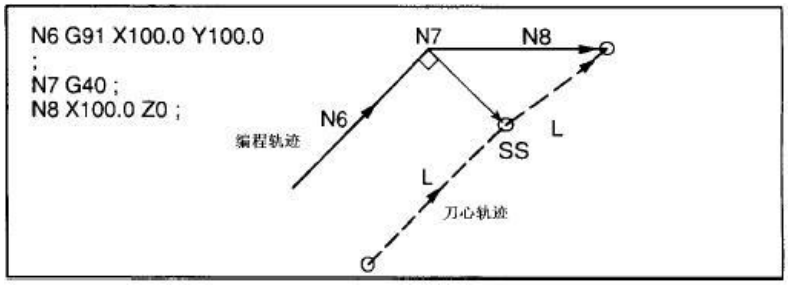


- **围绕小于 1° 锐角拐角外侧的刀具移动(α<1°)**
  直线 → 直线



- **与偏置取消一起指定的刀具不移动的程序段**

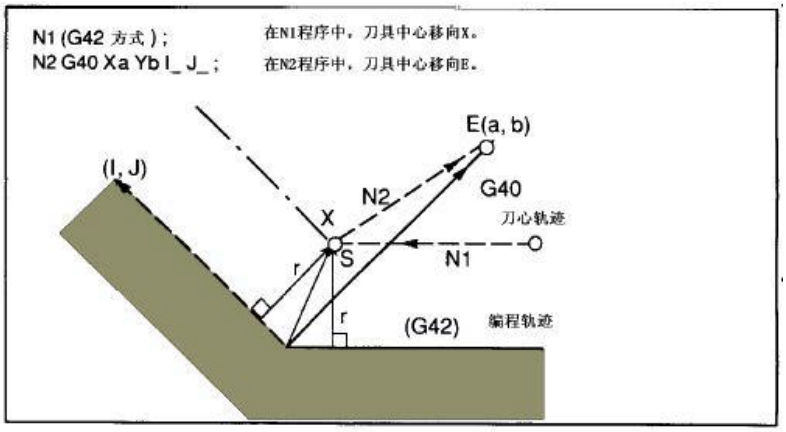
当没有刀具移动的程序段与偏置取消一起指令时，长度等于偏置值的矢量产生在前面程序段中刀具移动的垂直方向上。矢量在下个移动指令中取消。



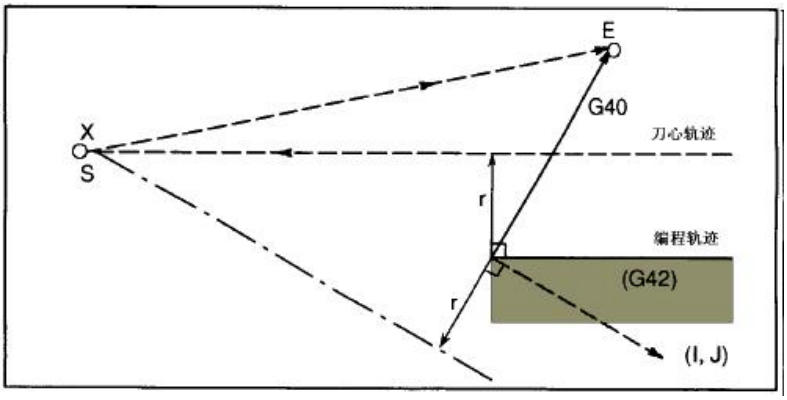
- **包含 G40 和 I_J_K_的程序段**

前面的程序段包含 G41 或 G42

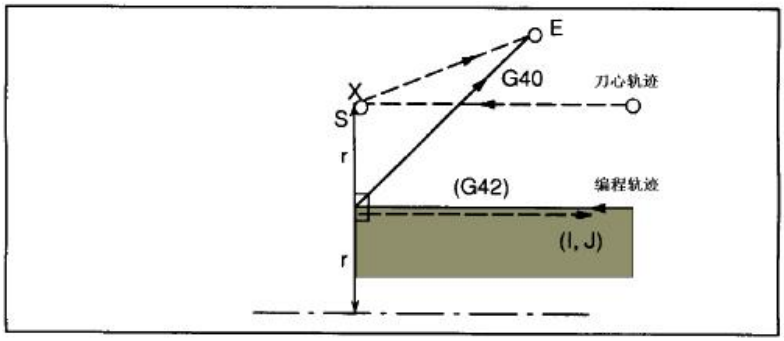
如果在程序段 G40 I_J_K_之前有一 G41 或 G42 的程序段，则系统认为编程轨迹为前一程序段的终点到（I，J），（I，K）或（J，K）确定的矢量的轨迹。补偿方向为前一段的补偿方向。



在此情况下，不管加工内侧或外侧，CNC 处理的刀具轨迹都有一个交点。

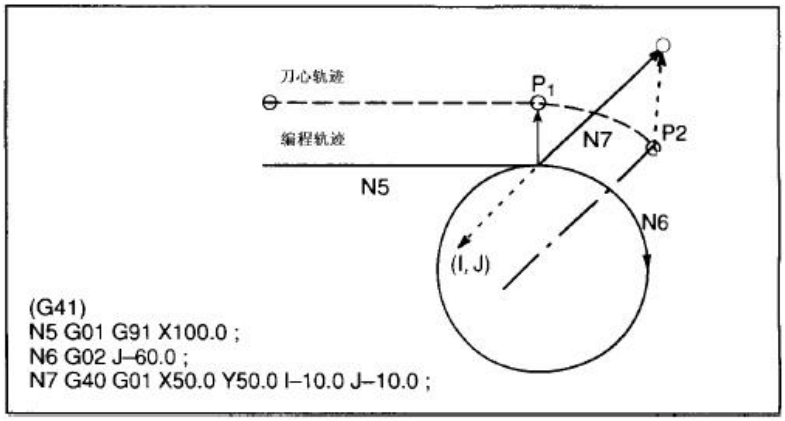


当交点不可能得到时，刀具移到前面程序段的终点与前面程序段垂直的位置。



刀具中心轨迹的长度大于圆的周长

在下面的例子中，刀具不沿着圆周移动。沿着圆弧从 P1 移动到 P2。在 II-14.5.5 中叙述的干涉检查功能可能产生报警。



为使刀具沿着圆移动，编程两段或更多段的圆弧。

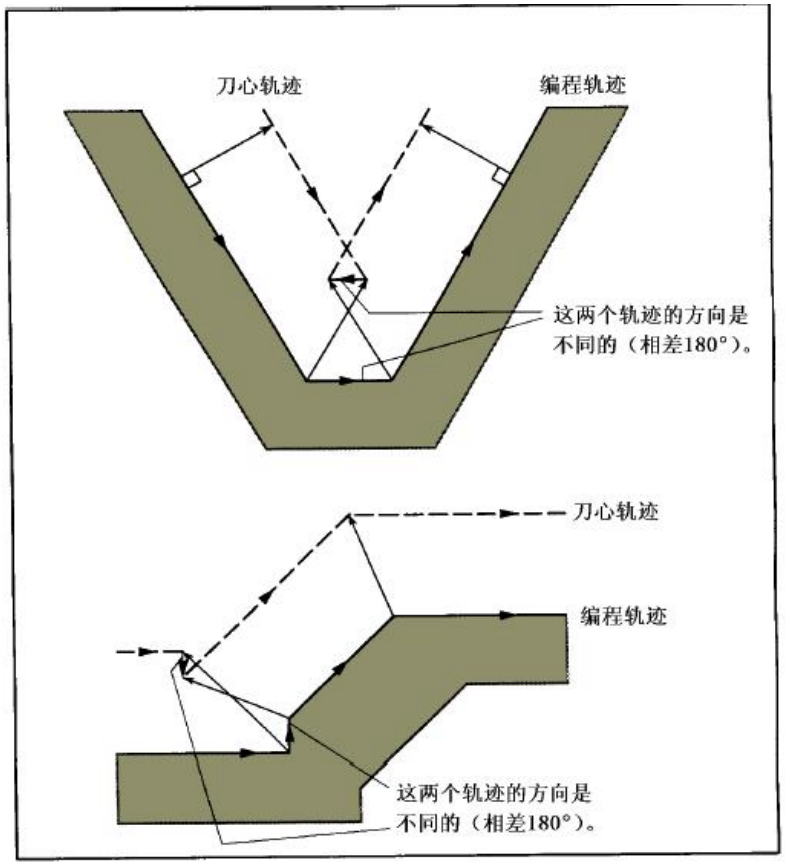
14.5.5 干涉检查

刀具过切称为干涉。干涉检查功能预先对刀具过切进行检查。但是，用这个功能不能对所有的干涉都进行检查。即使不出现过切，也执行干涉检查。

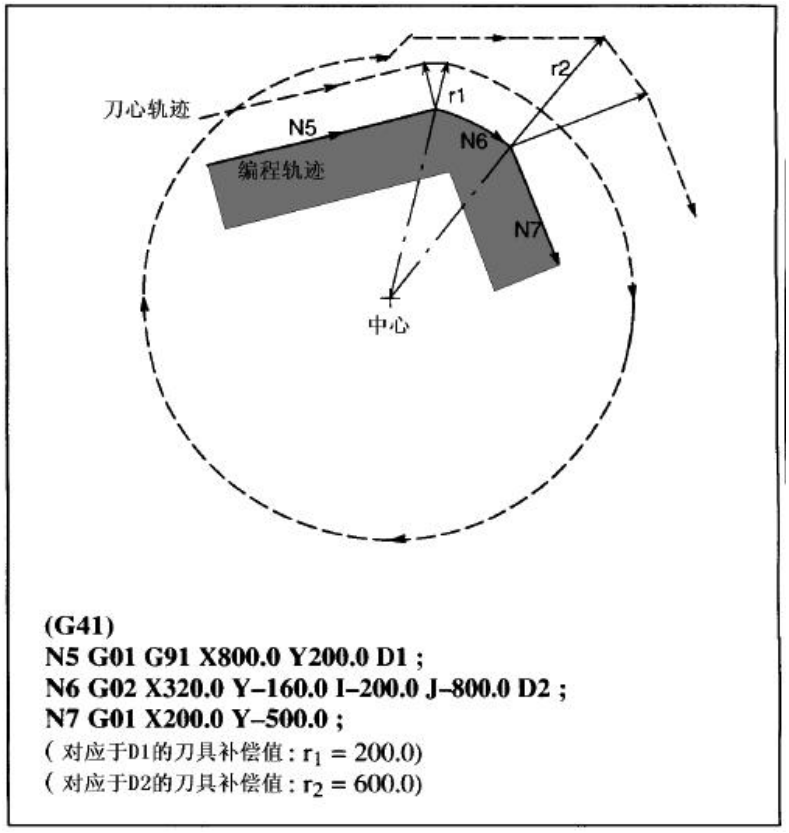
说明

- **检测干涉的准则**

(1) 刀具轨迹的方向不同于编程轨迹的方向（在这些轨迹之间方向差从 90° 到 270°）。



(2) 除情况（1）之外，在圆弧加工中,刀心轨迹上起点和终点之间的角度与编程轨迹上起点和终点之间的角度相差太大（大于 180°）。



在上例中，程序段 N6 中的圆弧位于一个象限，但在刀具半径补偿之后，圆弧位于第四象限。

- 干涉的预先纠正

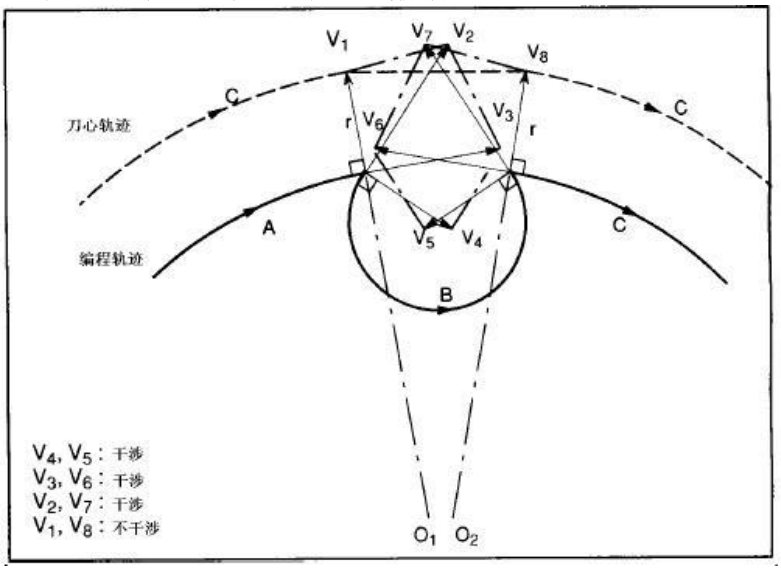
（1）去掉引起干涉的矢量

当对程序段 A，B 和 C 执行刀具半径补偿时，在程序段 A 和 B 之间生成矢量 V1，V2，V3 和 V4，并且在程序段 B 和 C 之间生成矢量 V5，V6，V7 和 V8。最后的矢量首先检查。如果出现干涉，它们被忽略。但是，如果由于干涉被忽略的矢量是在拐角的最后矢量，它们不能被忽略。

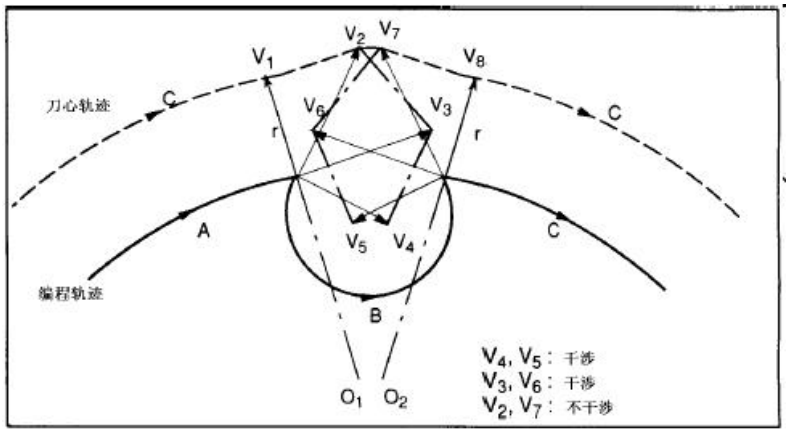
矢量 V4 和 V5 之间的检查
干涉——V4 和 V5 被忽略。
矢量 V3 和 V6 之间的检查
干涉——V3 和 V6 被忽略。
矢量 V2 和 V7 之间的检查
干涉——V2 和 V7 被忽略。
矢量 V1 和 V8 之间的检查
干涉——V1 和 V8 不能被忽略。

如果检查时，检查到一个没有干涉的矢量，则后面的矢量都不再检查。如果程序段 B 是圆弧移动，假如矢量干涉，便产生一直线移动。

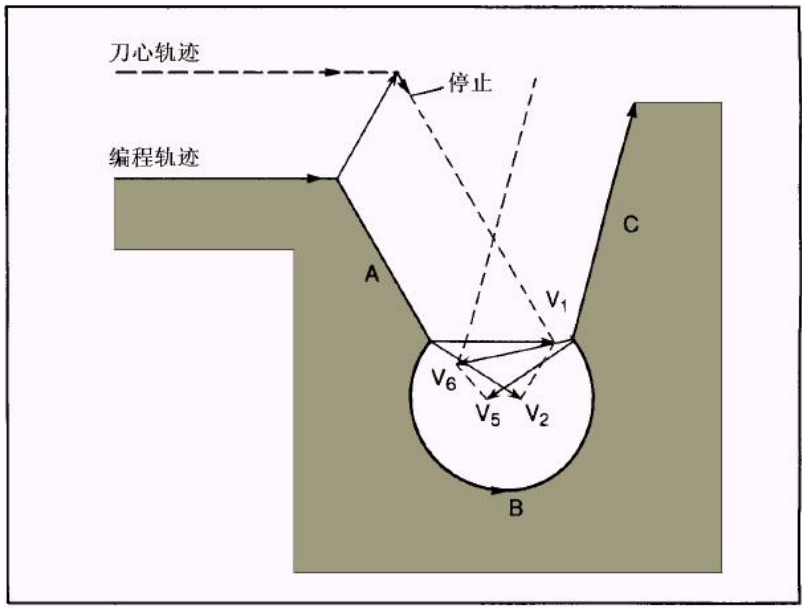
（例1） 从 V1 到 V8 刀具直线移动



（例 2）从 V1，V2，V7 和 V8，刀具直线移动



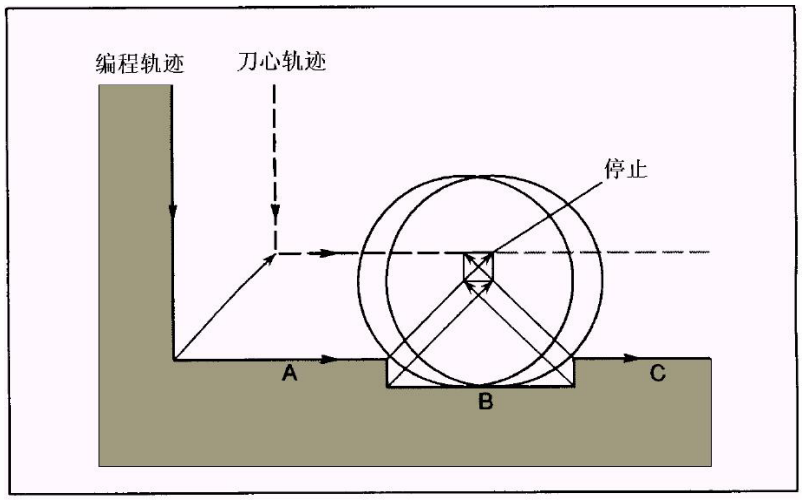
（2）如果经过（1）的纠正之后出现干涉，刀具停止移动并报警。在图（1）的纠正后出现干涉或如果从检查开始只有一对矢量，并且矢量干涉，则显示 P/S 报警（No.41），并且在前面的程序段执行之后刀具立即停止。如果用单程序段运行该程序段，刀具在该程序段终点停止。



因为干涉在忽略矢量 V2 和 V5 之后，在 V1 和 V6 之间还出现干涉，则显示报警且刀具停止。

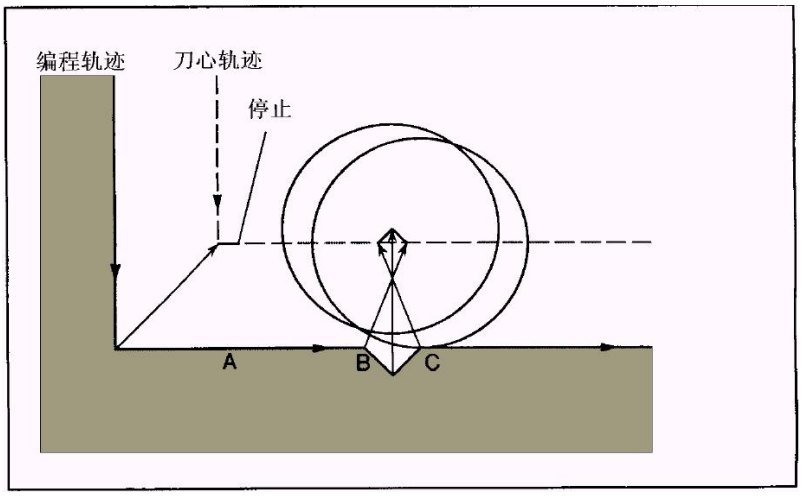
- **尽管实际不出现干涉，但认为有干涉**

（1）小于刀具半径补偿值的凹槽编程轨迹。



实际无干涉，但在程序段 B 中由于编程的方向与刀具半径补偿后的轨迹方向相反，刀具停止并显示报警。

（2）小于刀具半径补偿值的沟槽



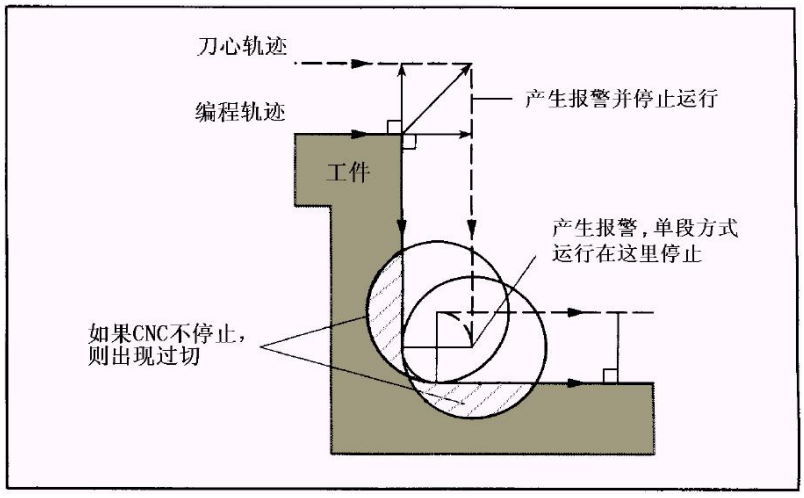
和（1）一样，在 B 程序段反向时产生干涉，系统显示 P/S 报警。

14.5.6 刀具半径补偿产生的过切

说明

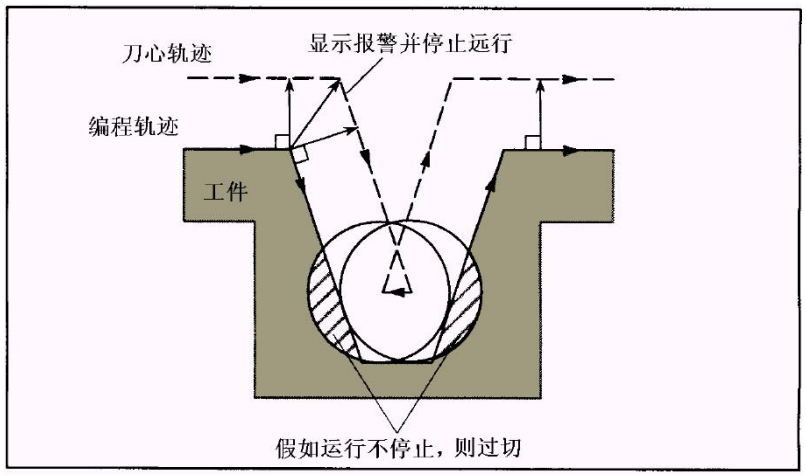
- **加工半径小于刀具半径的内拐角**

当拐角半径小于刀具半径时,因为刀具的内偏置将引起过切,显示报警,并且,CNC 在程序段的开始处停止。在单程序段运行中,因为刀具在程序段执行之后停止，所以，产生过切。



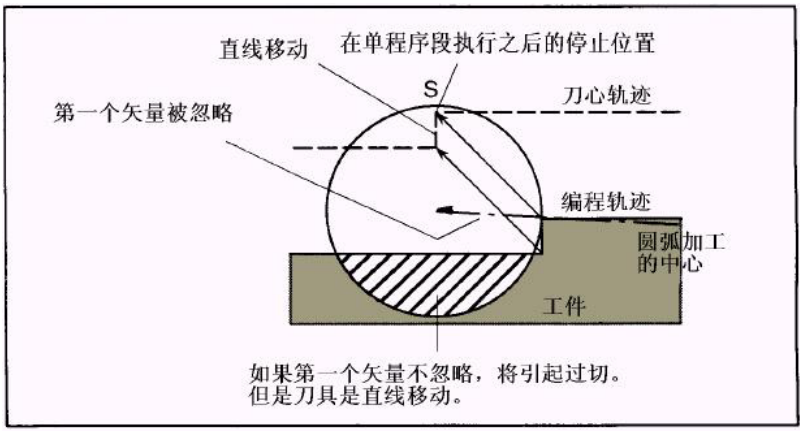
- **加工小于刀具半径的沟槽**

由于刀具半径补偿迫使刀心轨迹以编程方向相反的方向移动，将引起过切。此时显示报警，并且 CNC 在该程序段的开始处停止。



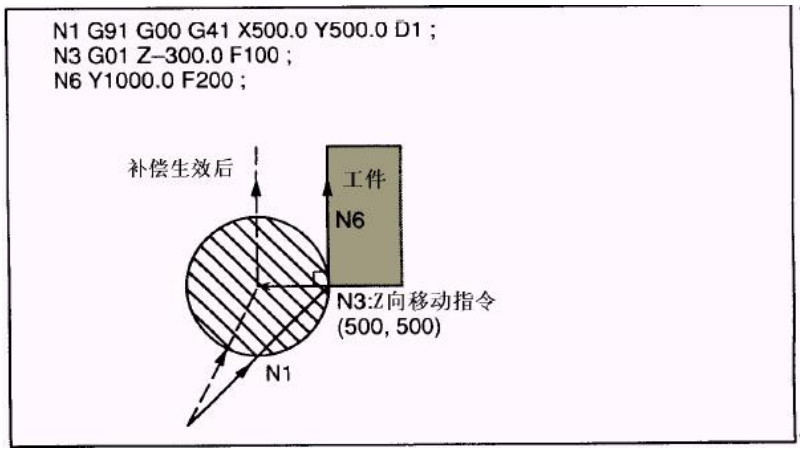
- **加工小于刀具半径的台阶**

当用圆弧加工指令加工台阶且程序包含小于刀具半径的台阶时，用普通偏置得到的刀心轨迹成为编程方向的相反方向。此时，第一个矢量被忽略，并且刀具直线移动到第二个矢量位置。单程序段运行停在这点上。如果不以单程序段方式加工，则继续自动运行。如果台阶为直线，将不产生报警，并且切削正确，但是未切削部分将保留。



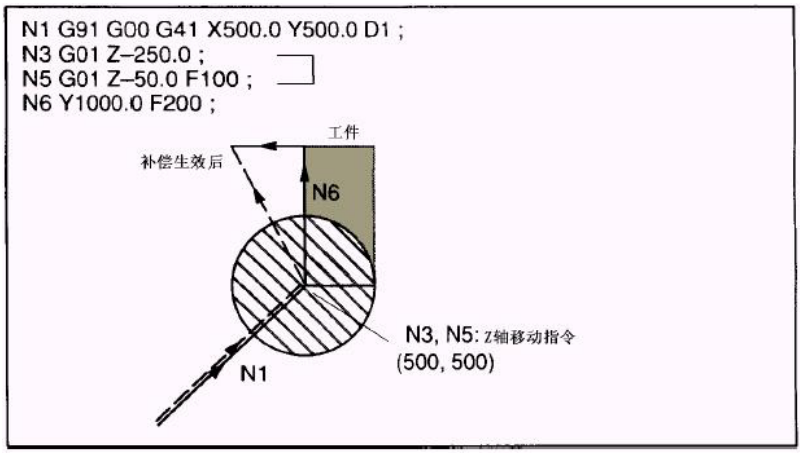
- **补偿起动和沿 Z 轴切削**

通常的加工方法是：加工开始时，在离工件一定距离处，当刀具半径补偿有效以后，刀具沿 Z 轴移动。
在上面的方法中，如果想把沿 Z 轴的移动分成快速移动和切削进给，其处理过程如下。

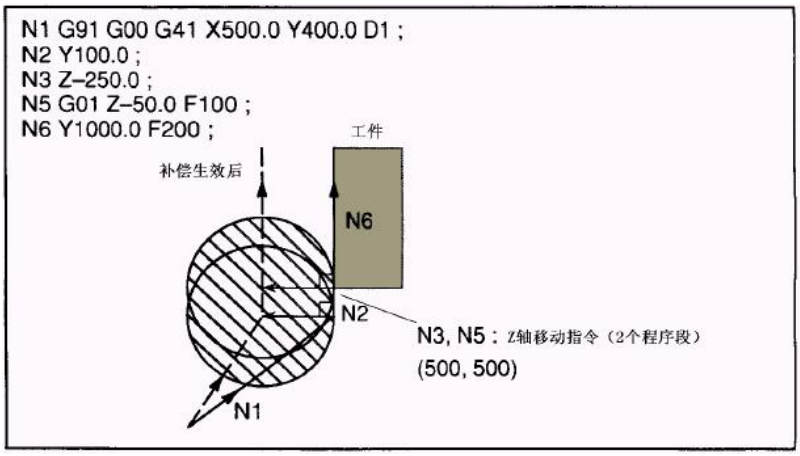


在上面的程序例中，执行程序段 N1 时，程序段 N3 和 N6 也进入缓冲寄存器存储。根据它们之间的关系，如上图所示执行正确地补偿。
如果程序段 N3（Z 轴移动指令）被分成如下：当有两个移动指令程序段不在所选平面内且程序段 N6 不能进入缓冲寄存器时，刀具中心轨迹由上图中的 N1 的信息计算。即，偏置矢量不在起刀时计算，并且可能产生过切。

上面的举例应修改如下：



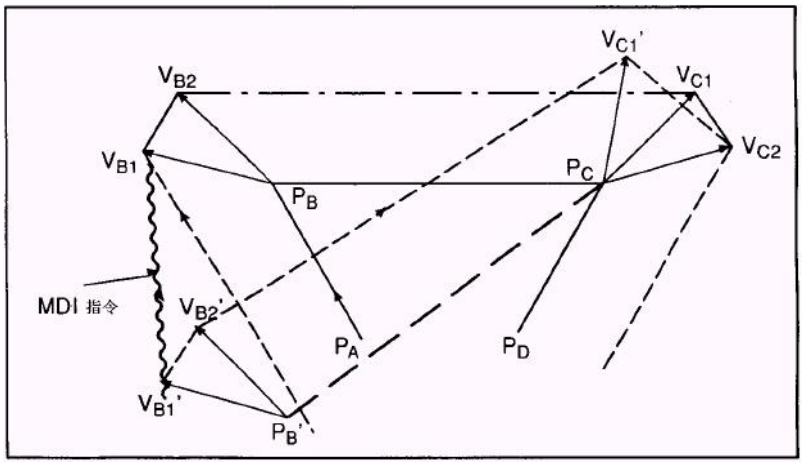
与 Z 轴移动之后的移动指令同方向的移动指令应该编程。



当顺序号 N2 的程序段的移动指令的方向与顺序号 N6 程序段的移动指令的方向相同时，执行正确的补偿。

14.5.7 由 MDI 输入指令

刀具半径补偿 C 不执行从 MDI 输入的指令。但是，当用单程序段功能暂时停止由绝对值指令的自动运行时,可以执行 MDI 运行。然后,自动运行重新执行，其刀具轨迹如下：
在此情况下，下个程序段起点上的矢量被平移，其它矢量由其后的两段生成。因此，从下面第二个程序段起，刀具补偿 C 被正确地执行。



当点 P_A，P_B 和 P_C 以绝对值指令编程时，在执行从 P_A 到 P_B 程序段以后，刀具由单程序段方式停止，并且由 MDI 运行移动刀具。矢量 V_{B1} 和 V_{B2} 被移动到 V_{B1}'和 V_{B2}',并且对在程序段 P_B—P_C 和 P_C—P_D 之间的矢量 V_{C1} 和 V_{C2} 重新计算偏置矢量。
但是，由于矢量 V_{B2} 不再计算，因此，从点 P_C 开始，补偿被正确地执行。

14.5.8 刀具半径补偿 C 方式中的 G53,G28,G30 和 G29 指令

当在刀具半径补偿 C 方式中指令 G53 时，用自动取消刀具半径补偿矢量定位，然后在下个移动指令的移动期间，自动恢复刀具半径补偿矢量。
当 CCN(参数 No.5003#2)设为 0 时，刀具半径补偿矢量恢复方式为 FS16/21/0i 型。当 CCN 设为 1 时，为 FS15 型。

在刀具半径补偿 C 方式中指令 G28 或 G30 时，自动取消刀具半径补偿矢量执行自动返回参考点，在下个移动指令期间，刀具半径补偿矢量自动地被恢复。此时，当 CCN(参数 No.5003#2)设为 1 时，刀具半径补偿的取消和恢复的时序和型式为 FS15 型。
当 CCN(参数 No.5003#2)设为 0 时，为通常型式。

当在刀具半径补偿 C 方式中指定 G29 时，刀具半径补偿矢量自动地取消/恢复。此时，当 CCN(参数 No.5003#2)设为 1 时，刀具半径补偿矢量的取消/恢复的时序和型式为 FS15 型。
当 CCN(参数 No.5003#2)设为 0 时，为通常型式。

说明

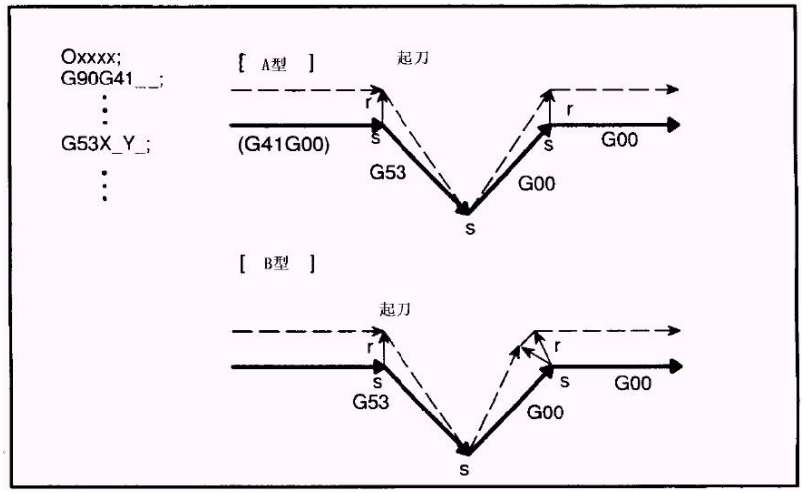
- **在刀具半径补偿 C 方式中的 G53 指令**

当在刀具半径补偿 C 方式中指令 G53 时,先前的程序段生成一个矢量，该矢量垂直于移动方向并且与等于偏置值。当在机床坐标系中向指定位置移动时，取消偏置矢量。在下个程序段中，偏置方式自动地恢复。

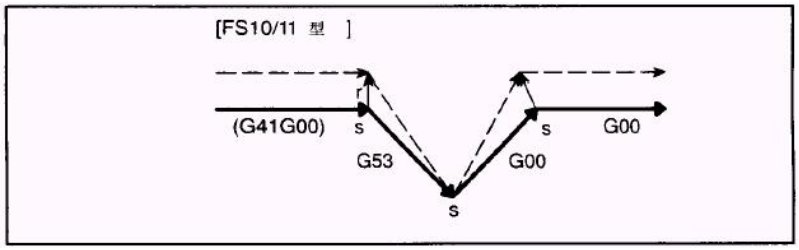
注意，当 CCN(参数 No.5003#2)设为 0 时，刀具半径补偿矢量恢复开始；当 CCN 设为 1 时，产生交义矢量（FS15 型）。

(1) 在偏置方式指定 G53

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

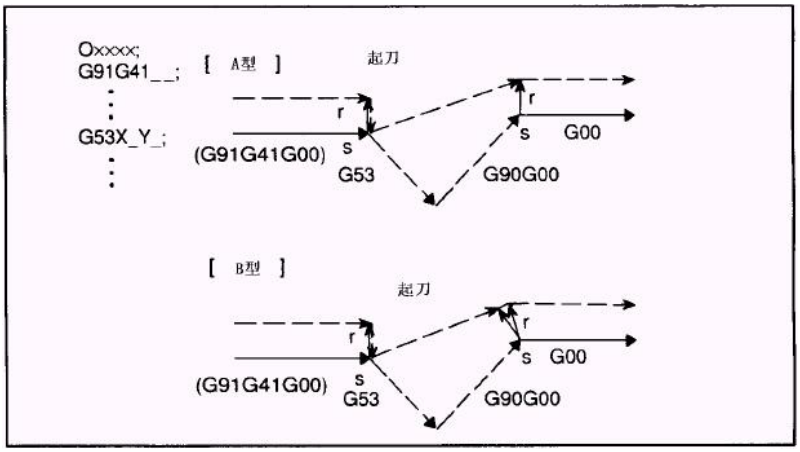


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

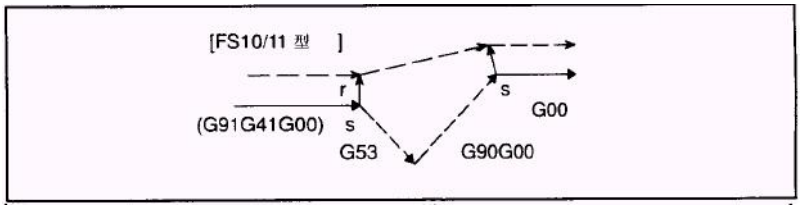


(2) 在增量运动中，偏置方式指定 G53

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

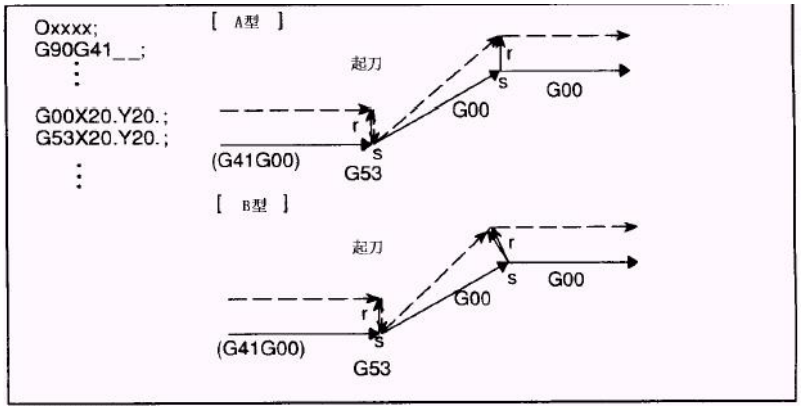


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

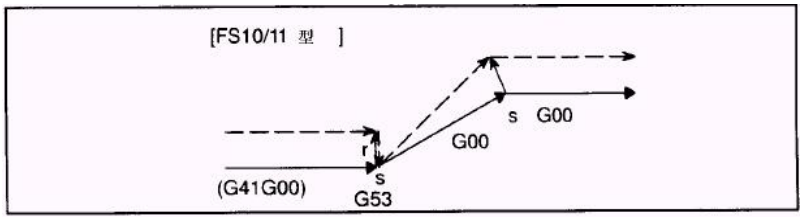


(3) 在无移动指令的偏置方式指定 G53

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时



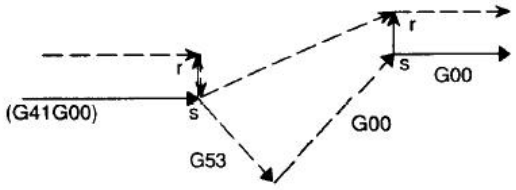
当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时



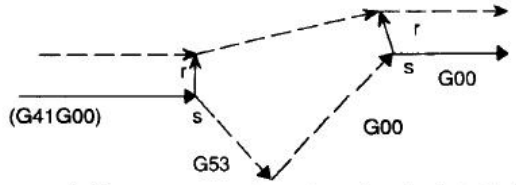
警告

1 当刀具半径补偿C被建立，并且机床各轴均锁住时，沿机床锁住轴，G53指令不执行定位。但是矢量被保存。当CCN（参数 No. 5003 #2）设为0时，该矢量被取消。（注，即使使用FS15型，当机床各轴均锁住时，矢量被取消。）

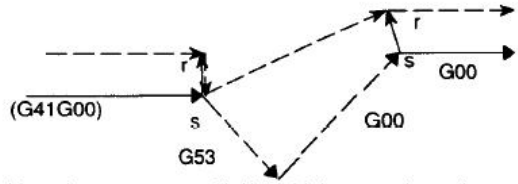
例 1: 当CCN（参数No. 5003 #2）=0时，使用A型，
并且机床所有轴均锁住。



例 2: 当CCN（参数No. 5003 #2）=1时，并且，
机床所有轴均锁住。[FS 15 型]

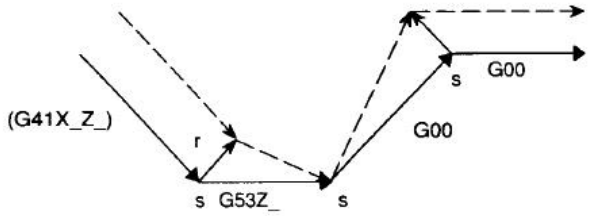


例 3: 当CCN（参数No. 5003 #2)=1时，并且机床的指定轴锁住。
[FS 15 型]



2 当在刀具补偿方式中对补偿轴指定G53时，沿着其它轴的矢量也取消。（当CCN（参数No. 5003 #2）设为1时，也是一样。当使用FS15型时，仅取消沿指定轴的矢量。注， FS 15型取消与实际的 FS 15 指定不同。）

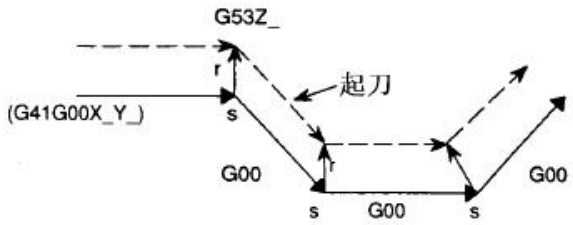
例：当CCN（参数No. 5003 #2）=1时[FS 15 型]



注

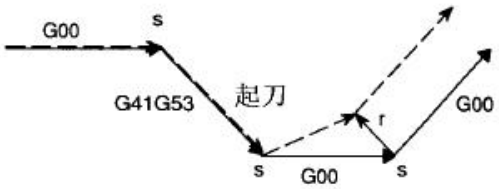
1 当G53指令了一个不在刀具半径补偿C平面内的轴时，在前面程序的终点上生成垂直矢量，并且刀具不移动。在下个程序段中，偏置方式自动恢复（这与两个或更多的连续程序段不指定任何移动指令时相同）。

例： 当CCN（参数No. 5003 #2）=0, 并且使用A型时



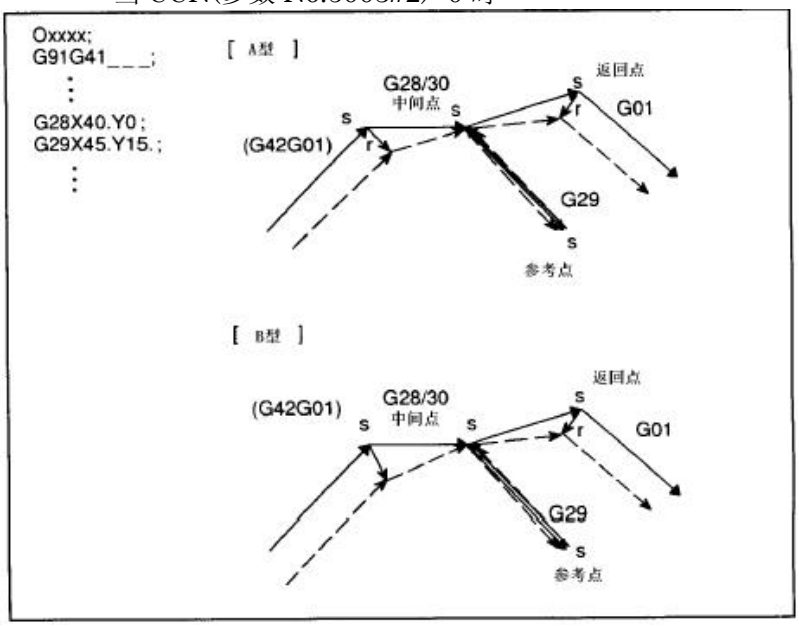
2 当G53程序段被指定为起刀段时，下个程序段实际成为起刀程序段。当CCN（参数No. 5003 #2）设为1时，产生**交叉**矢量。

例： 当CCN（参数No. 5003 #2）=0, 并且使用A型时

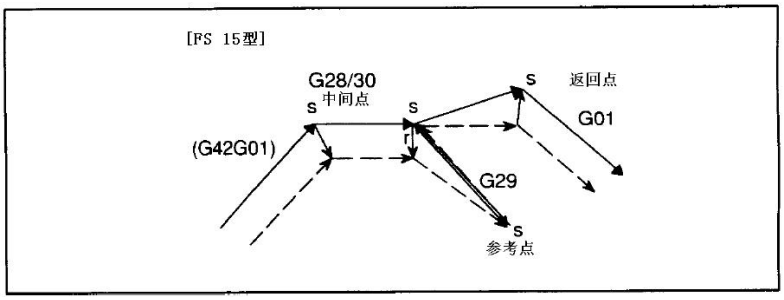


- **在刀具半径补偿 C 方式中的指令 G28 或 G30**

当在刀具半径补偿 C 方式中指令 G28 或 G30 时, CCN(参数 No.5003#2)设为 1 时,执行 FS15 型的运行。
这意味着，在前面的程序段中产生交义矢量，并且在中间点产生垂直矢量。当从中间点到参考点移动时，偏置矢量取消。当恢复时，在该程序段和下个程序之间产生交叉矢量。
(1) 在偏置方式中指定 G28 或 G30（当向中间点和参考点移动时）
（a） 用 G29 返回
当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

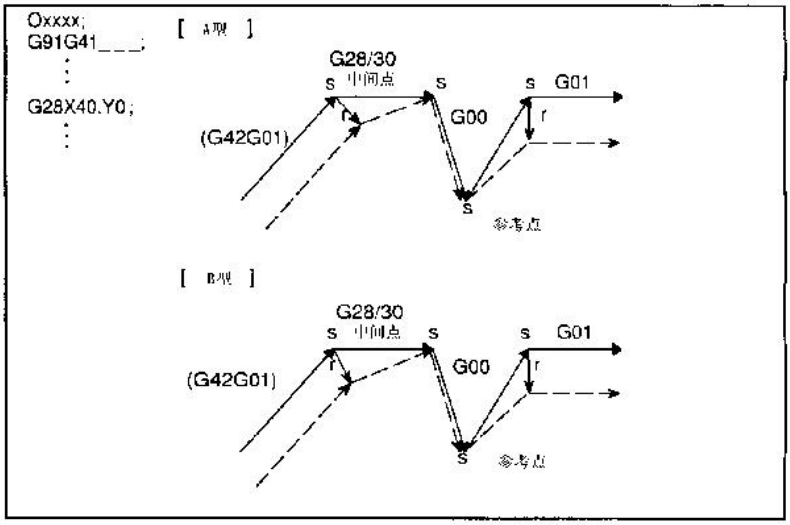


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

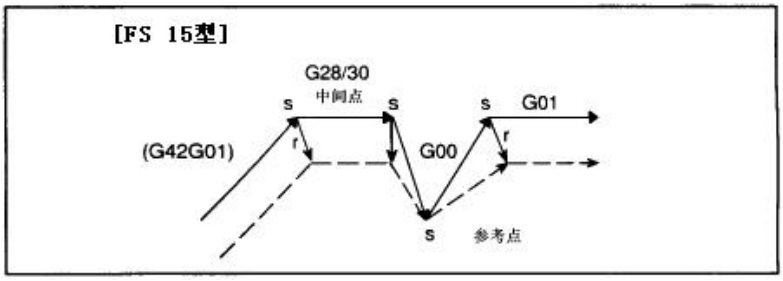


(b) 用 G00 返回

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时



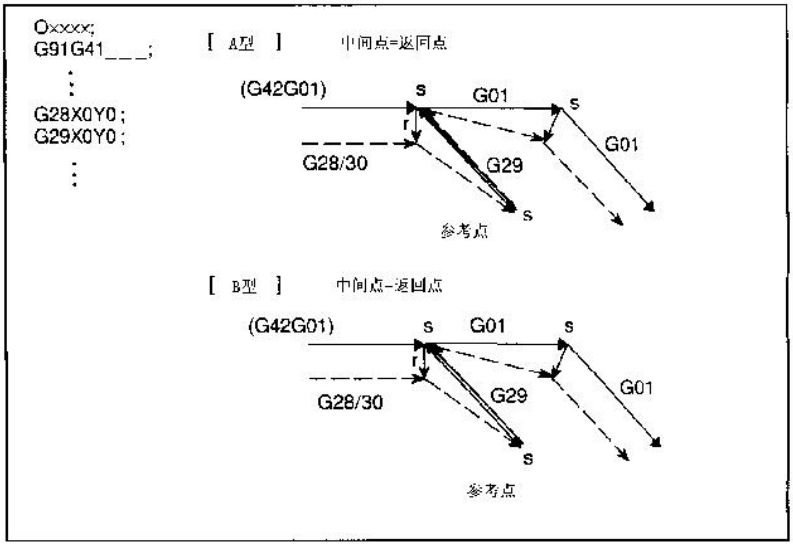
当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时



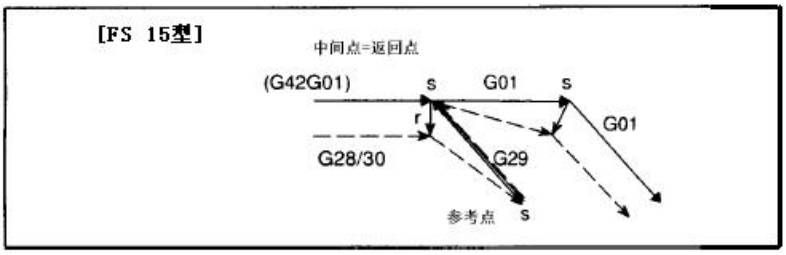
（2）在偏置方式中指定 G28 或 G30（不向中间点移动）

(a)用 G29 返回

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

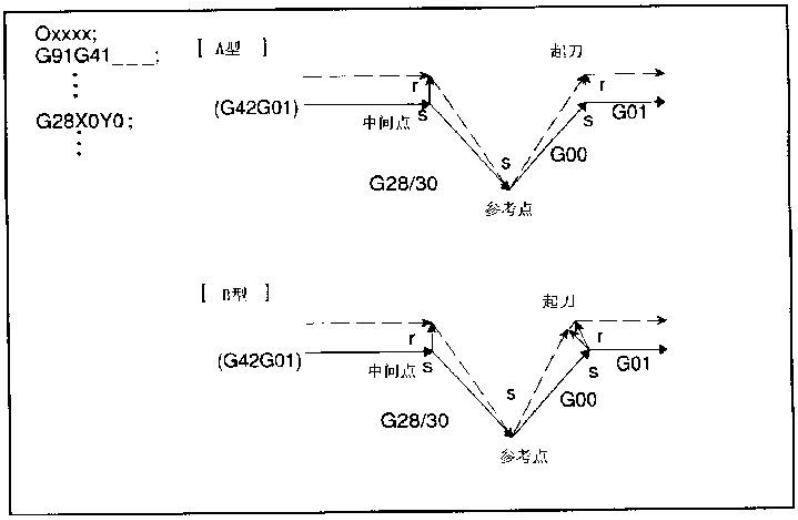


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

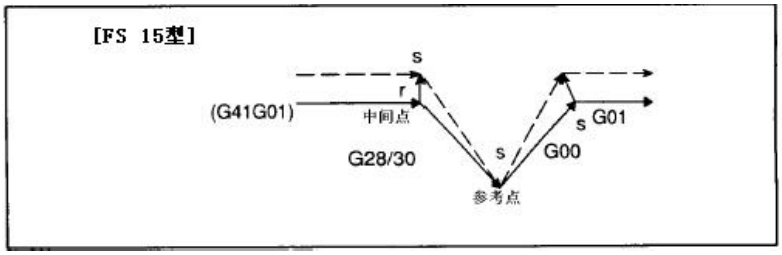


(b) 用 G00 返回

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时



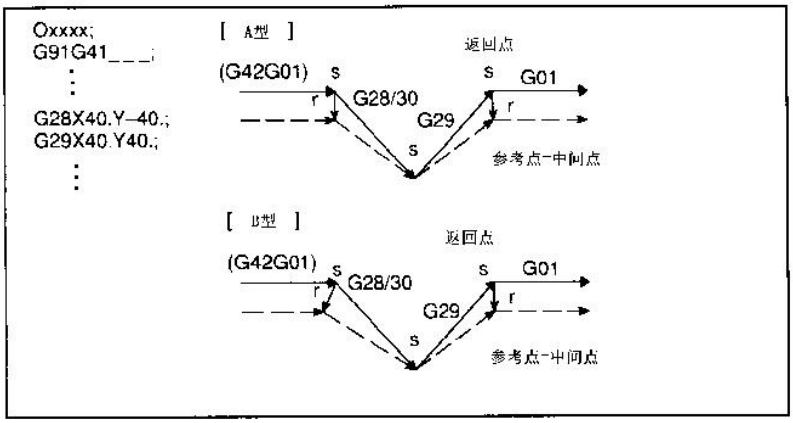
当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时



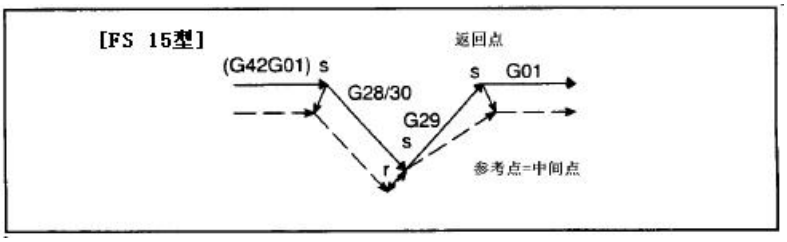
（3）在偏置方式中指定 G28 或 G30（不向参考点移动）

(a) 用 G29 返回

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

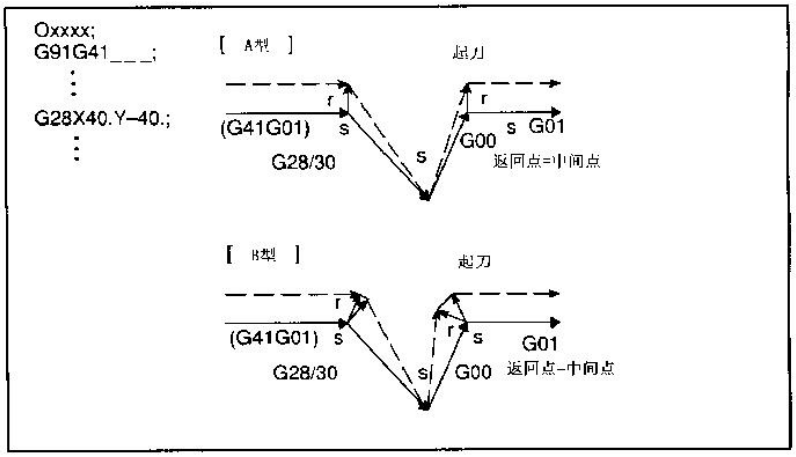


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

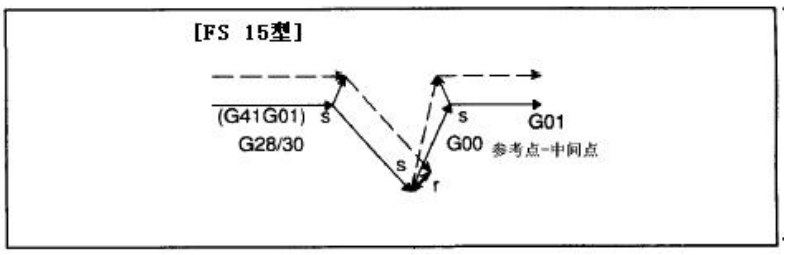


(b)G00 返回

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时



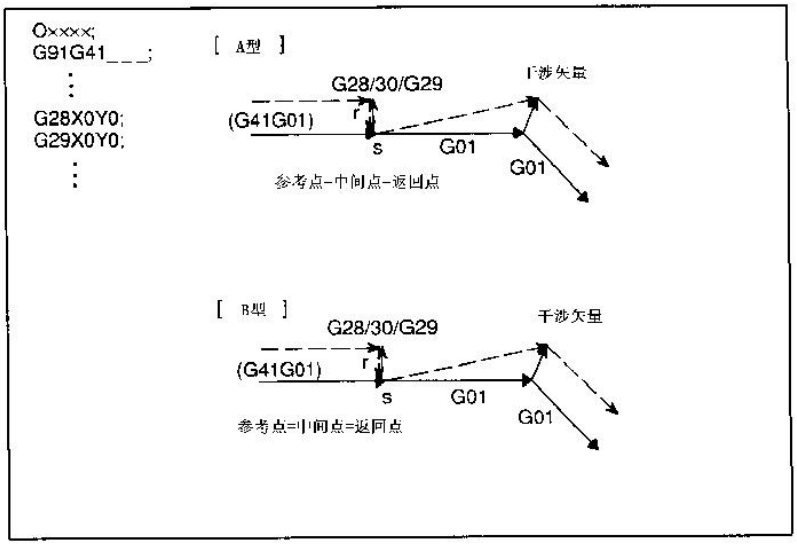
当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时



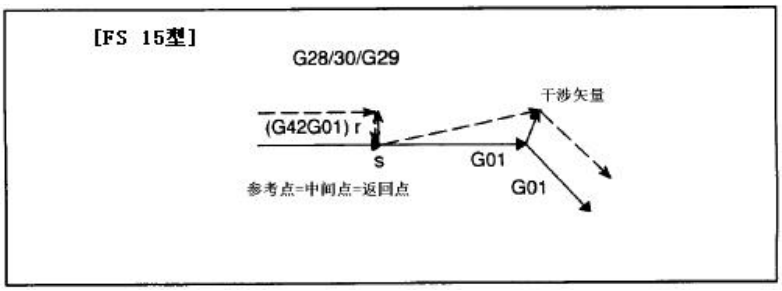
（4）在偏置方式中指定 G28 或 G30（没有移动被执行）

(a) 用 G29 返回

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

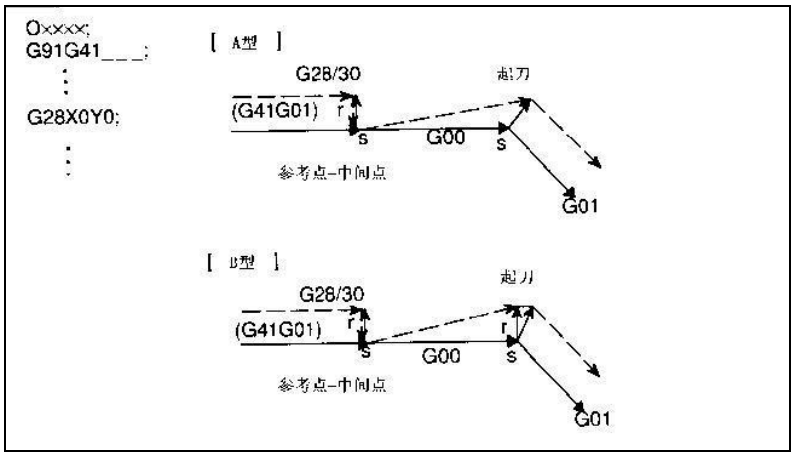


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

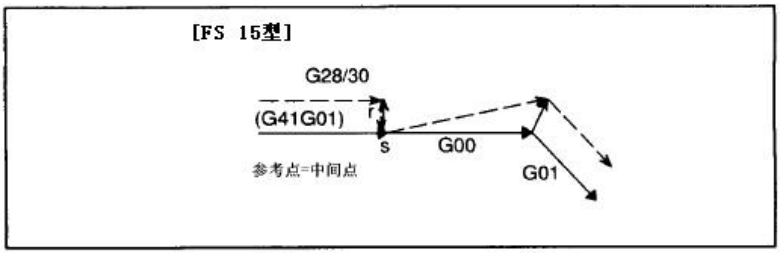


(b) 用 G00 返回

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时



当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时



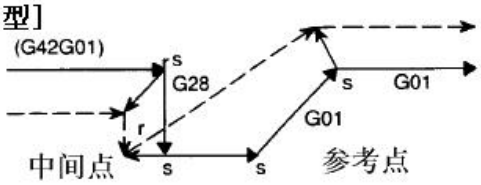
警告

1 在机床所有轴锁住期间，当指定G28或G30时，在中间点形成垂直偏置矢量，不执行到参考点的移动，矢量被保存。但是，注意，即使使用 FS 15型，只有机床各轴锁住时矢量才被取消。

（即使机床各轴锁住， FS 15型保持该矢量。）

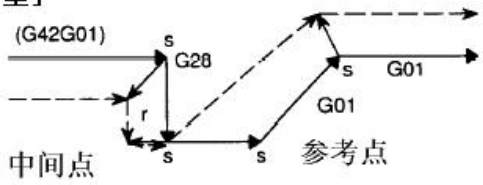
例1：当CCN（参数No. 5003 #2）=1，
并且机床所有轴锁住时

[FS 15型]



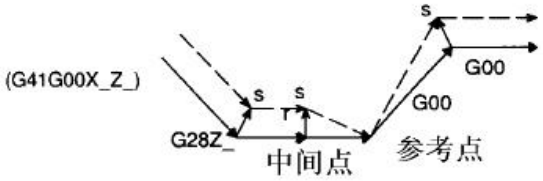
例2：当CCN（参数No. 5003 #2）=1，
并且机床所有轴锁住时

[FS 15型]



2 在刀具半径补偿方式中，对补偿轴指定G28或G30时，沿着其它轴的矢量也被取消。（当CCN（参数No. 5003 2）设为1时，情况也一样。当用 FS 15型时，仅沿指定轴的矢量被取消。注意， FS 15型取消不同于该点实际指定的 FS 15型取消。）

例：当CCN（参数No. 5003 #2）=1时

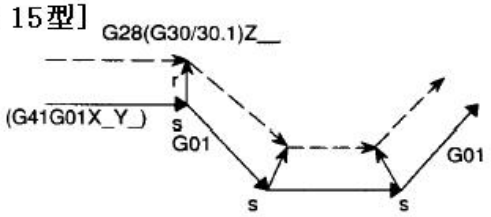


注

1 当G28或G30指令了不在刀具半径补偿C的平面中的轴时，在前面程序段终点上产生垂直矢量，并且刀具不移动。在下一个程序段中，偏置方式自动地恢复（这与两个或更多的连续程序段不指定任何移动指令时相同）。

例：当CCN（参数No. 5003 #2）=1时

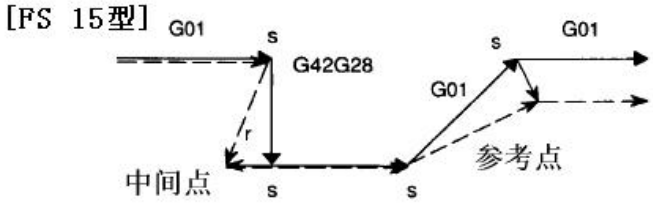
[FS 15型]



2 当指令G28或G30程序段使程序段为起刀段时，在中间点产生垂直于移动方向的矢量，然后，在参考点清除，在下个程序段中，产生交义矢量 。

例：当CCN（参数No. 5003 #2）=1时

[FS 15型]



- **在刀具半径补偿 C 方式中的 G29 指令**

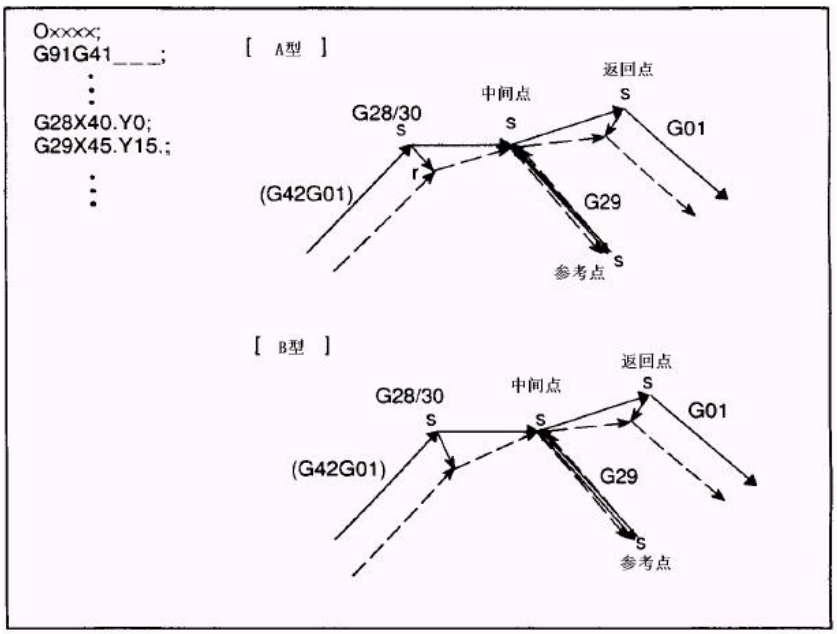
当在刀具半径补偿 C 方式中指定 G29 时，如果 CCN(参数 No.5003#2)设为 1,执行 FS 15 型的运行。

这意味着，当执行到中间点的移动时，在前面的程序段中产生交叉矢量。当移动到中间点时矢量取消。当从中间点到返回点移动时，矢量恢复；在该程序段和下个程序之间产生交叉矢量。

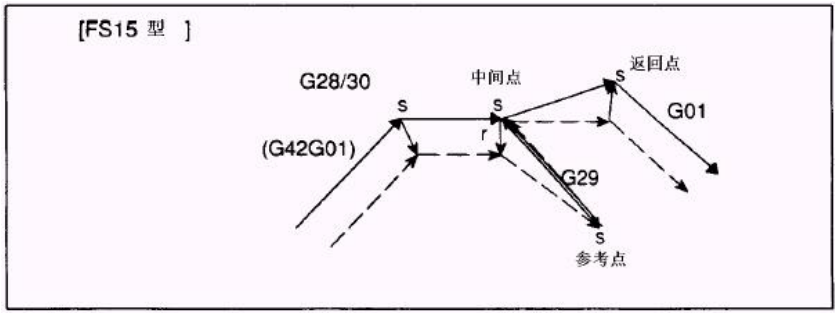
（1）在偏置方式中指定 G29（执行到中间点和参考点的移动）

（a） 在自动返回参考点之后立即指令 G29

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

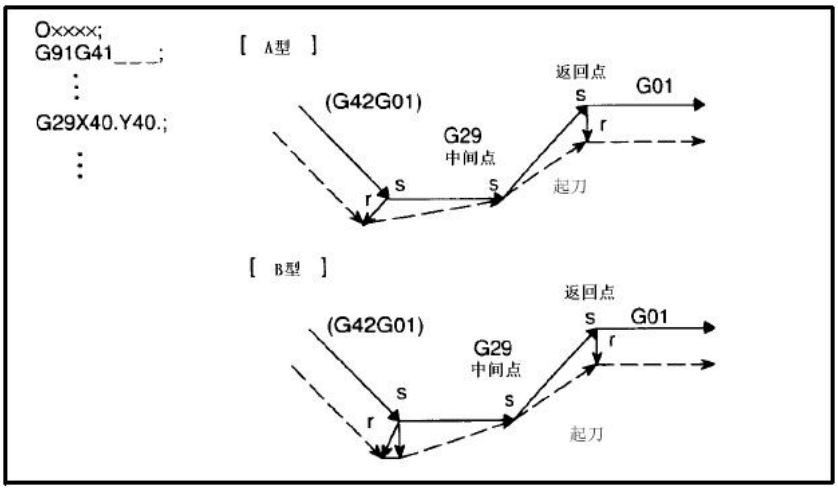


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

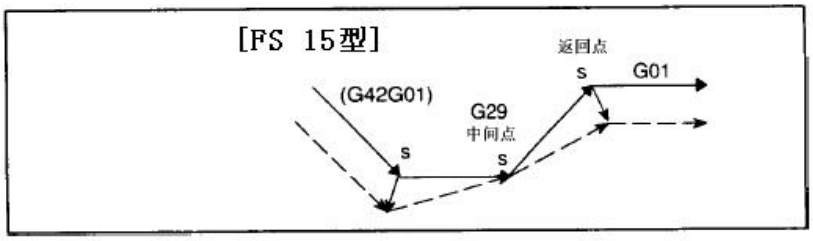


（b）G29 不是在返回参考点后立即指令

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时



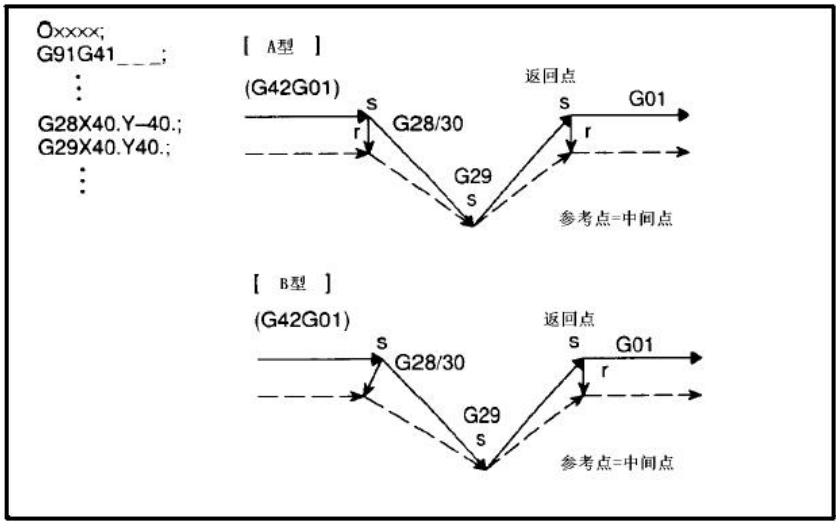
当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时



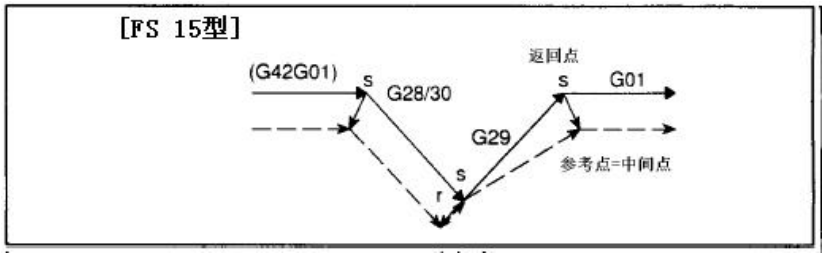
（2）在偏置方式中指定 G29（不执行中间点的移动）

（a）在自动返回参考点之后立即指令 G29

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

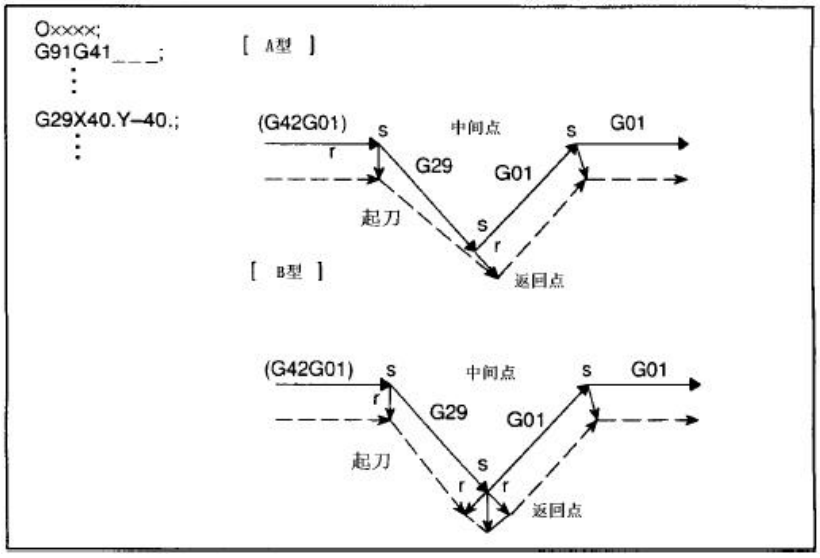


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

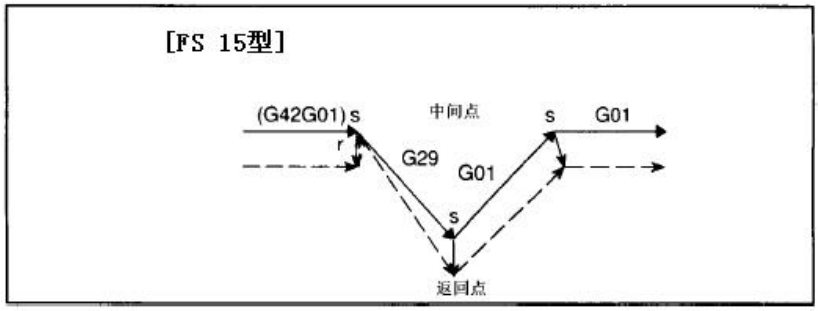


（b） G29 不是在自动返回参考点之后立即指令

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时



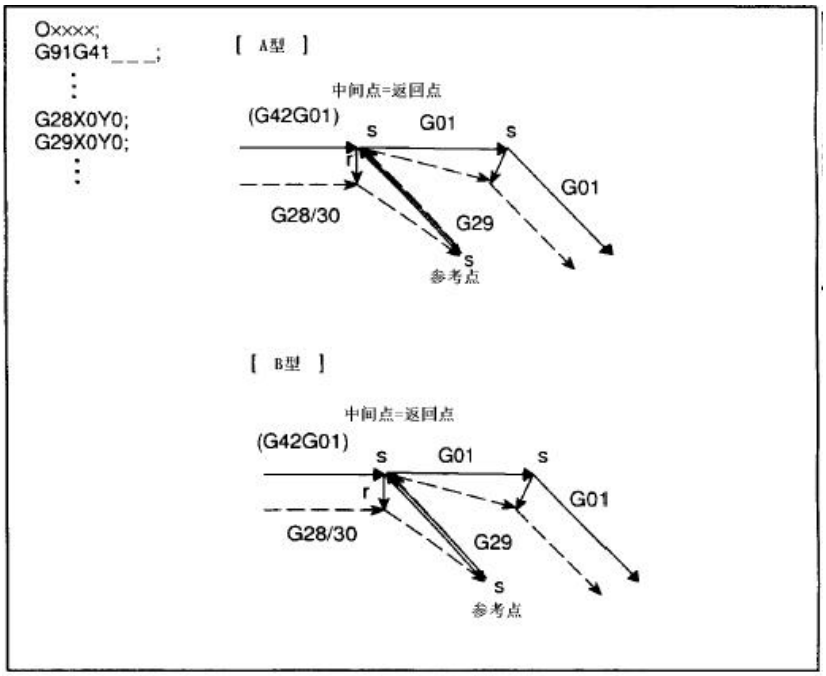
当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时



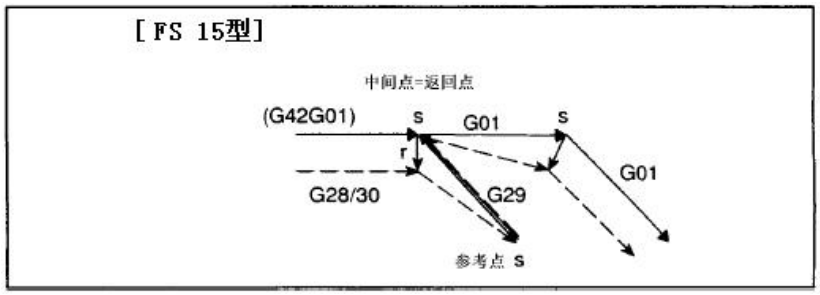
（2）在偏置方式中指定 G29（不执行到参考点的移动）

（a）在自动返回参考点之后立即指令 G29

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

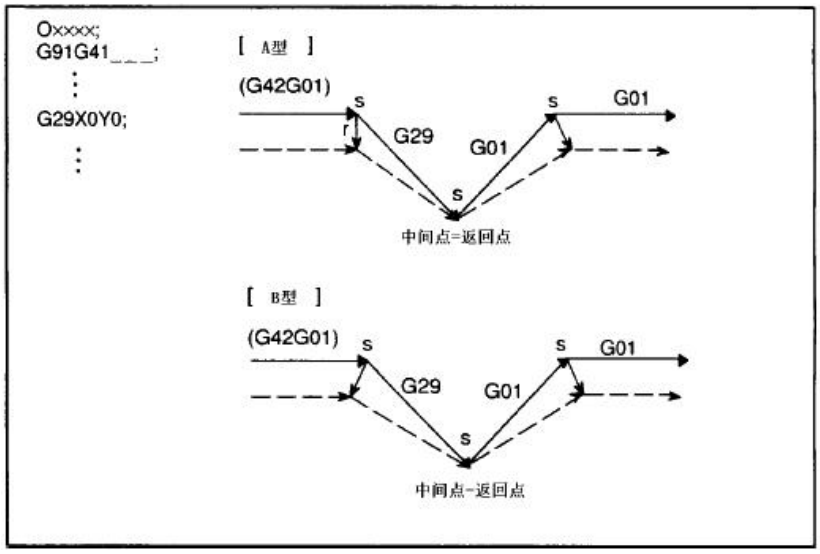


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

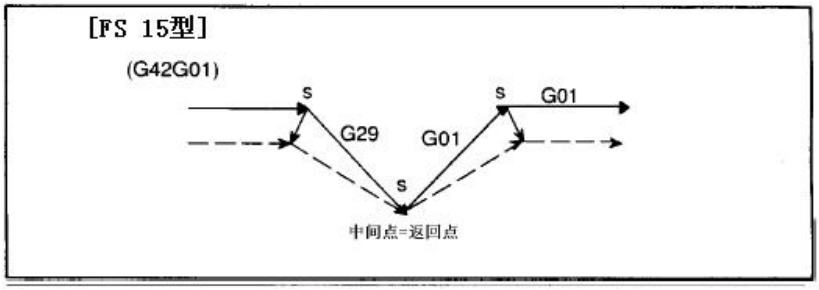


（b）G29 不是在自动返回参考点之后立即指令

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时



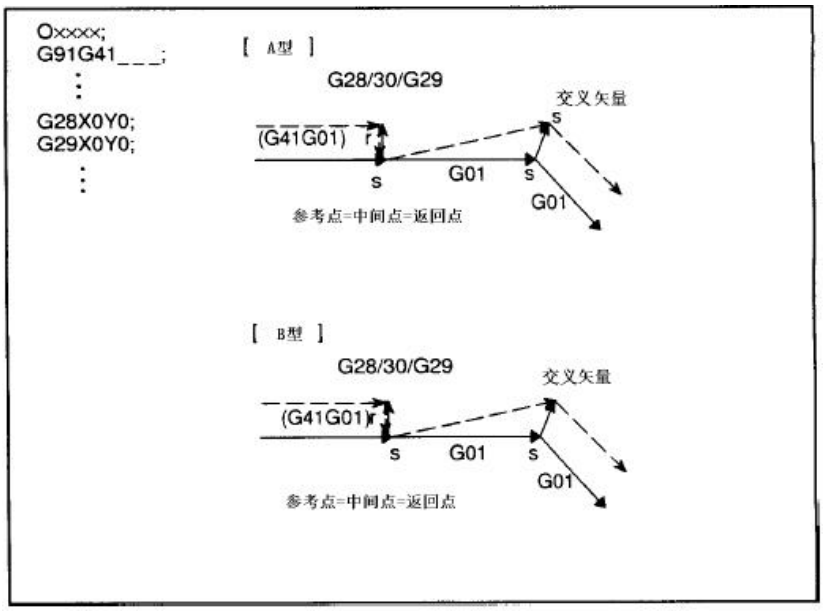
当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时



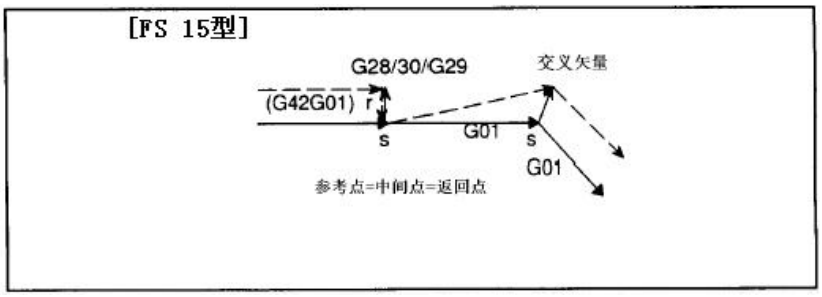
（4）在偏置方式中指定 G29（不执行到中间点和参考点的移动）

（a）在自动返回参考点之后立即指令 G29

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

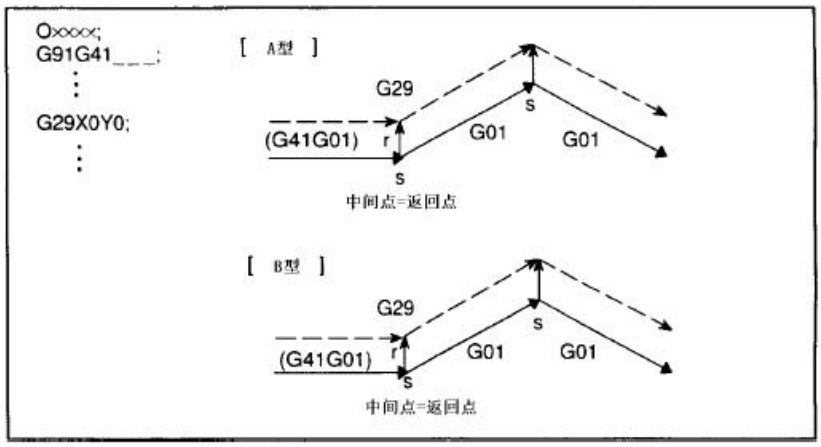


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时

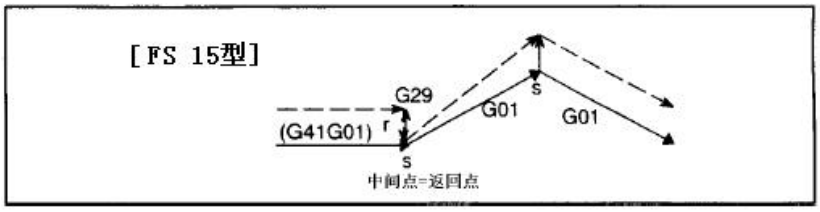


（b）G29 不是在自动返回参考点之后立即指令

当 CCN(参数 No.5003#2)=0 时

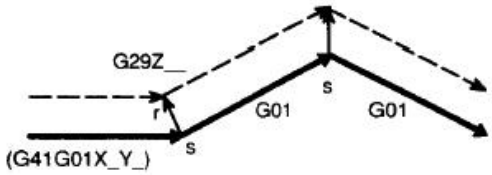


当 CCN(参数 No.5003#2)=1 时



注

在刀具半径补偿中，当G29指令了不在刀具半径补偿C的平面内的轴时，在前面的程序段的终点产生垂直矢量，并且刀具不移动，在下个程序段中，产生交叉矢量（这与两个或更多连续程序段不指定任何移动指令时相同）。



14.5.9 拐角圆弧插补(G39)

在刀具半径补偿C期间在偏置方式中指定G39,可以执行拐角圆弧补偿。拐角插补的半径等于补偿值。

指令格式

在偏置方式中

G39;

或

G39 $\left\{\begin{matrix} I_J_ \\ I_K_ \\ J_K_ \end{matrix}\right\}$

说明

- **拐角圆弧插补**

  当指定上面的指令时，可以执行其半径等于补偿值的拐角圆弧插补。在该指令前面的 G41 或 G42 决定圆弧是顺时针还是逆时针。G39 是非模态 G 代码。

- **没有 I，J 或 K 的 G39**

  当 G39; 被编程时，拐角处形成圆弧，所以，在圆弧终点的矢量垂直于下个程序段的起点。

- **有 I，J 和 K 的 G39**

  当 G39 和 I，J 和 K 被指令时，在拐角处形成圆弧，所以在圆弧终点的矢量垂直于由 I，J 和 K 值决定的矢量。

- **限制**
- **移动指令**

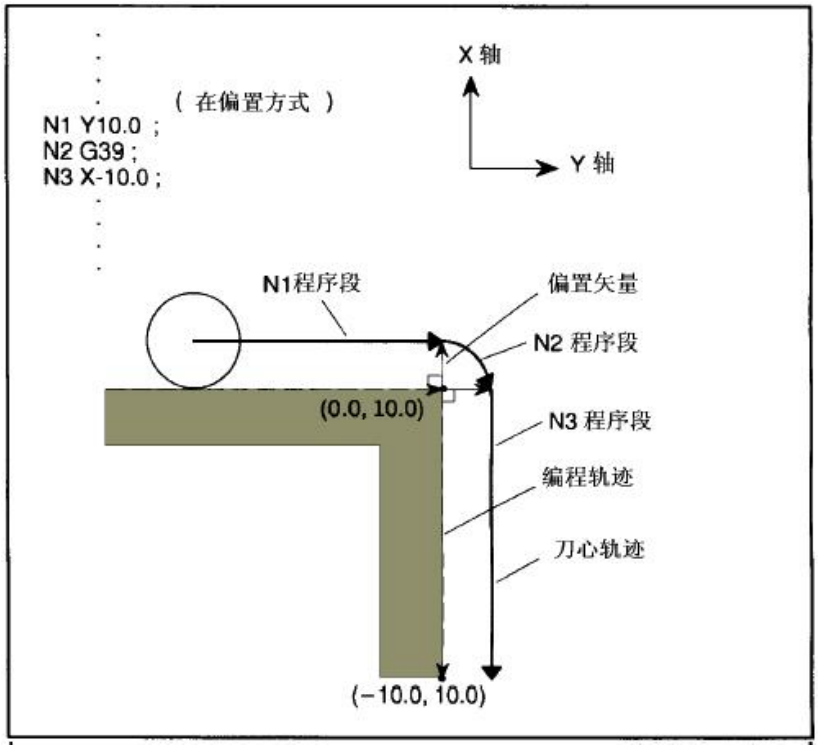
  在包含 G39 的程序段中，不能指定运动指令。

- **不移动指令**

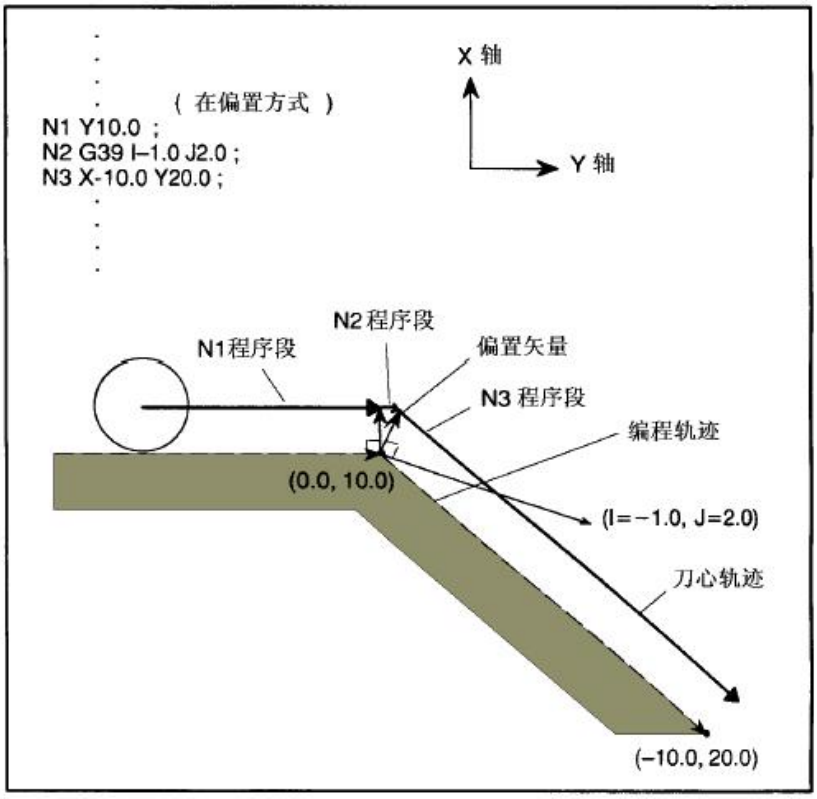
  在不含 I，J 和 K 的 G39 的程序段之后，不能指定两个或更多的连续不移动的程序段（在一个程序段中指令移动距离为 0，系统认为是两个或多个连续的不移动程序段）。如果指定多个不移动程序段的话，偏置矢量暂时丢失。然后，偏置方式自动恢复。

例

- 没有 I，J 或 K 的 G39



- 有 I，J 或 K 的 G39



14.6 刀具补偿值,补偿号和用程序输入补偿值(G10)

刀具补偿值包括刀具几何补偿值和刀具磨损补偿值(图 14.6)。

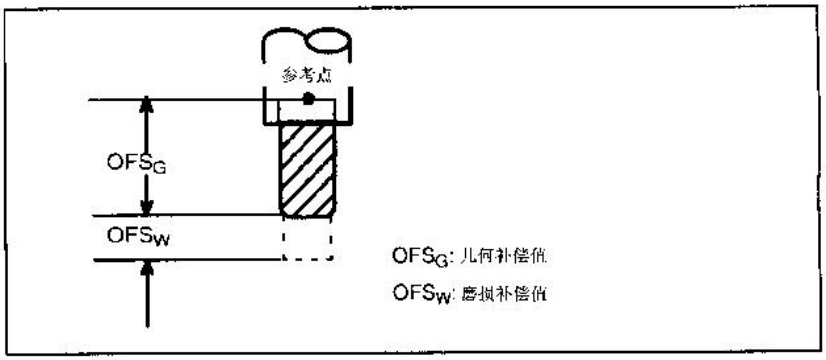


图 14.6 几何补偿和磨损补偿

刀具补偿值可以从 CRT 面板（见 III-11.4.1 节）或用程序输入到 CNC 存储器。

在程序中,用 H 或 D 地址指定的代码,从存储器中选择刀具补偿值。该值用于刀具长度补偿，刀具半径补偿或刀具偏置。

说明

14.6 表中描述了刀具偏置值的有效范围

- **刀具补偿值的有效范围**

表 14.6 刀具补偿值的有效输入范围

设定	几何补偿	磨损补偿		
单位	公制输入	英制输入	公制输入	英制输入
IS-B	±999.999mm	±99.9999inch	±99.999mm	±9.9999inch
IS-C	±999.9999mm	±99.99999inch	±99.9999mm	±9.99999inch

- **刀具补偿号和指定地址**

存储器可以存储 400 个刀具补偿值。

程序中用地址 D 或 H 指定。使用的地址取决于下面的功能：刀具长度补偿（见 II-14.1 节），刀具偏置（见 II-14.3 节），刀具半径补偿 C（见 II-14.5 节）。地址（D 或 H）后的数值范围取决于刀具补偿值数量：0 到 400。

- **刀具补偿的存储及刀具补偿值的输入**

刀具补偿存储 C 可以使用。

刀具补偿值输入情况如下表**(表 14.6(b))**所示：

表 14.6(b) 刀具补偿存储的设定内容及刀具补偿值

刀具补偿值	刀具补偿存储 C
与地址 D 对应的刀具几何补偿值	设定
与地址 H 对应的刀具几何补偿值	设定
与地址 D 对应的刀具磨损补偿值	设定
与地址 H 对应的刀具磨损补偿值	设定

指令格式

编程格式取决于使用的刀具补偿存储器。

- **用程序输入刀具补偿值**

表 14.6(c) 刀具补偿存储器和刀具补偿值的设置范围

刀具补偿存储器的种类		
C	H 代码的几何补偿值	G10L10P_R_;
	D 代码的几何补偿值	G10L12P_R_;
	H 代码的磨损补偿值	G10L11P_R_;
	D 代码的磨损补偿值	G10L13P_R_;

P：刀具补偿号

R：绝对值指令（G90）方式时的刀具补偿值。

增量值指令（G91）方式时的刀具补偿值为该值与指定的刀具补偿号的值相加和（刀具补偿值）。

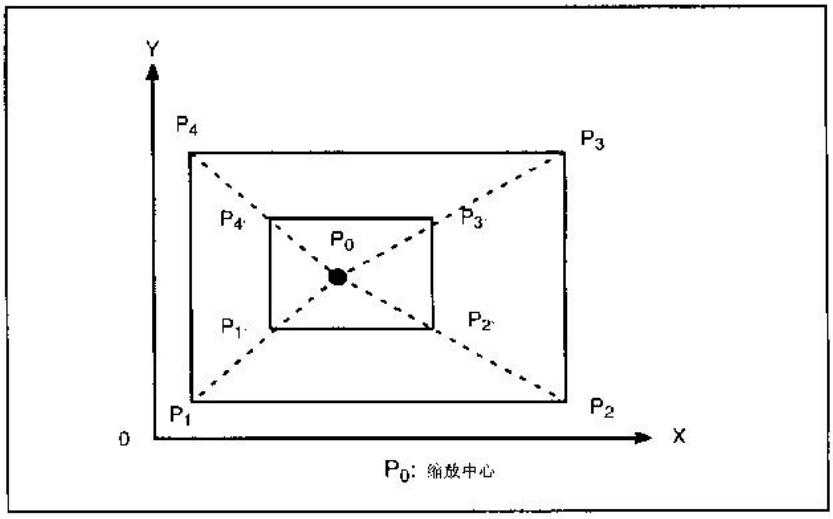
注

为与以前的 CNC 程序的格式兼容，系统允许指定 L1 代替 L11。

14.7 比例缩放(G50,G51)

编程的形状被放大和缩小(比例缩放)。

用 X_,Y_和 Z_指定的尺寸可以放大和缩小相同或不同的比例。
比例可以在程序中指定。
除了在程序中指定以外，还可用参数指定比例。



14.7(a) 比例缩放(P1P2P3P4→P1'P2'P3'P4')

指令格式

沿所有轴以相同的比例放大或缩小	
格式	指令意义
G51 X_Y_Z_P_; 缩放开始 : } 缩放有效 : (缩放方式) G50; 缩放取消	X_Y_Z-_:比例缩放中心坐标值的绝对值指令 P_ :缩放比例

沿各轴以不同的比例放大或缩小(镜像)	
格式	指令意义
G51 X_Y_Z_I_J_K_; 缩放开始 : } 缩放有效 : (缩放方式) G50; 缩放取消	X_Y_Z_ 比例缩放中心坐标值的绝对值指令 I_J_K_ X,Y和Z各轴对应的缩放比例

警告
须在单独的程序段内指定 G51,在图形放大或缩小之后,指定 G50 以取消缩放方式.

说明

- **以相同比例沿所有轴放大或缩小**

比例缩放的最小输入增量单位是 0.001 或 0.00001,取决于参数 SCR（No.5400#7）的设定。用参数 SCLx（No.5401#0）设定执行缩放的坐标轴。如果比例 P 未在程序段（G51 X_Y_Z_P_;）中指定，则使用参数（No.5411）设定的比例。如果省略 X，Y 和 Z，则 G51 指令的刀具位置作为缩放中心。

- **各轴比例缩放，可编程镜像（负的比例）**

各轴用不同的比例缩放。当指定负比例时，形成镜像。首先设定各轴分别缩放（镜像）的参数 XSC（No.5400#6）。

然后，设定各轴的比例参数 SCLx（No.5401#0）。各轴的比例（I，J，K）的最小输入增量单位是 0.001 或 0.00001（设定参数 SCR（No.5400#7））。

参数 No.5421 设定各轴的比例，设定范围为+0.00001 到+9.99999 或+0.001 到+999.999。

如果设置负值，成为镜像。

如果在程序中不指令比例 I，J 或 K，则参数（No.5421）设定的比例有效。但是，参数中应设定 0 以外的值。

注

小数点编程不能用于指定比例（I，J，K）。

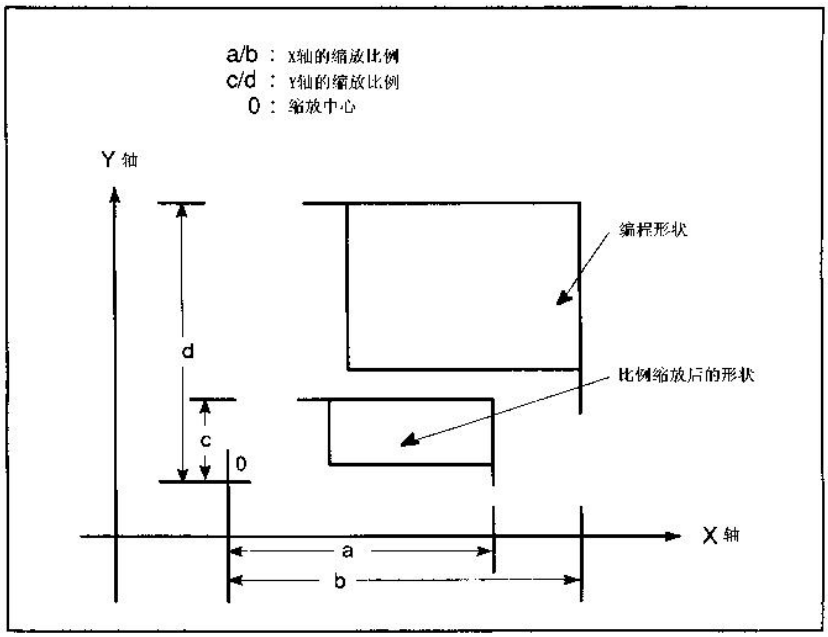


图 14.7(b) 各轴比例缩放

- **圆弧插补的比例缩放**

即使对圆弧插补的各轴指定不同的缩放比例，刀具也不画出椭圆轨迹。

当各轴的缩放比不同，圆弧插补用半径 R 编程时，其插补的图形如下图 14.7(c)所示（下例中，X 轴的比例为 2，Y 轴的比例为 1）。

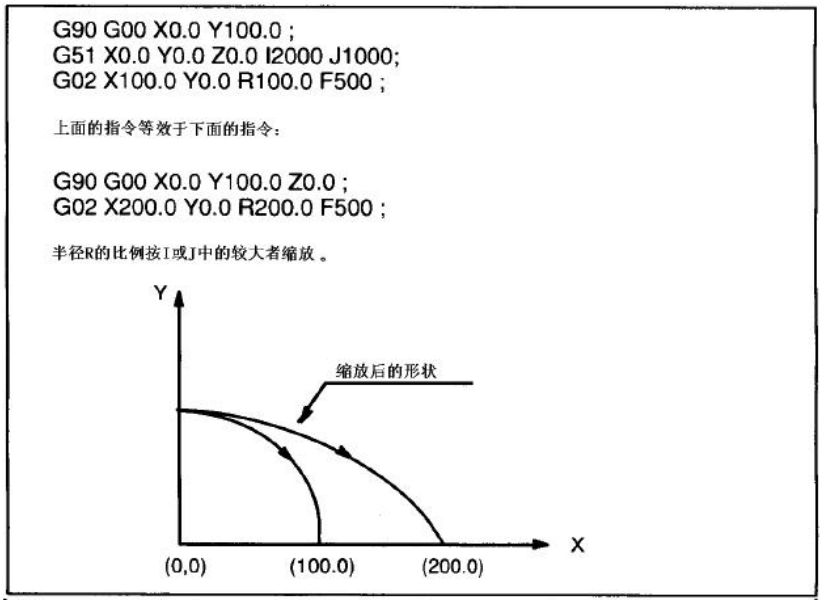


图 14.7(c) 圆弧插补 1 的缩放

当各轴的缩放比不同，且插补圆弧用 I，J，K 编程时，其插补的图形如下面图 14.7(d)所示（下例中，X 的比例为 2，Y 的比例为 1）。

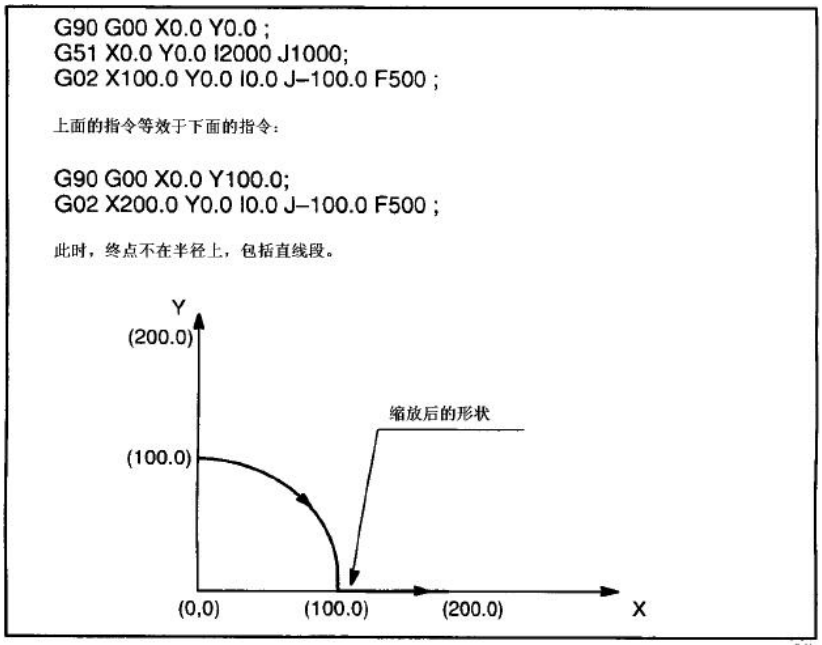


图 14.7(d) 圆弧插补 2 的缩放

- **刀具补偿**

比例缩放对刀具半径补偿值，刀具长度补偿值和刀具偏置值无效（图 14.7(e)）。

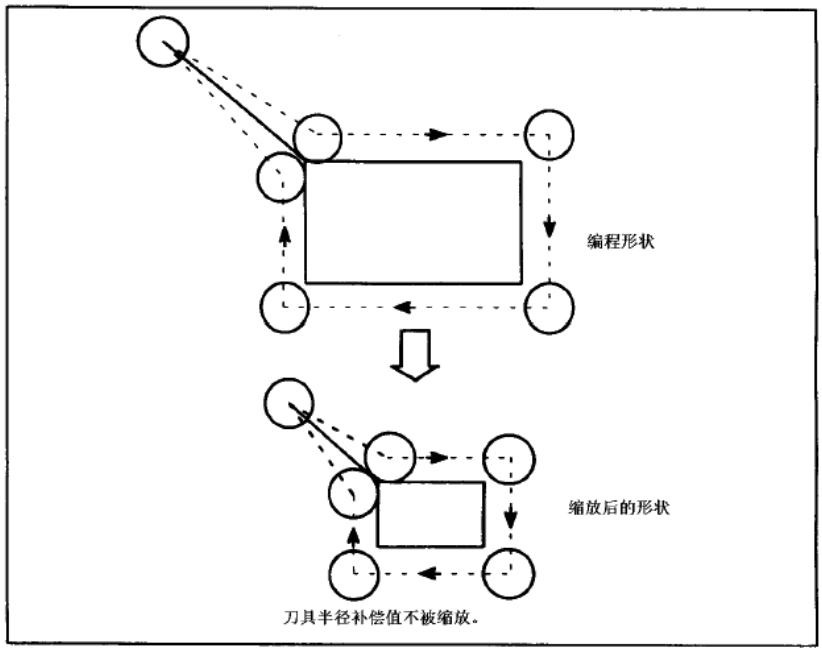


图 14.7(e) 刀具半径补偿时的比例缩放

- **比例缩放的无效**

在下面的固定循环中， Z 轴的移动缩放无效。

- 深孔钻循环（G83，G73）的切入值 Q 和返回值 d。
- 精镗循环（G76）。
- 背镗循环（G87）中 X 轴和 Y 轴的偏移值 Q。

手动运行时，移动距离不能用缩放功能增减。

- **关于回参考点和坐标系的指令**

在缩放状态，不能指令返回参考点的 G 代码（G27~G30 等）和指令坐标系的 G 代码（G52~G59，G92 等）。若必须指令这些 G 代码，应在取消缩放功能后指定。

警告

1 如果参数设置值被用做缩放比例而在程序中没有指定 P，在 G51 指令期间的设置值被用做比例，并且如有任何改变，这个值是无效的。

2 指定返回参考点（G27，G28，G29，G30）或坐标系设定（G92）的 G 代码之前，应取消比例缩放方式。

3 如果比例缩放的结果被四舍五入，移动量可能为 0。此时，该程序段被认为是不移动的程序段。见 II—14.5.3 节中刀具不移动的程序段。

注

1 位置显示的是比例缩放后的坐标值。

2 当在指定平面有一个轴执行镜像时，其结果如下：

（1） 圆弧指令……旋转方向反向。

（2） 刀具半径补偿 C……偏置方向反向。

（3） 坐标系旋转……旋转角反向。

例

镜像程序举例

子程序

```
○9000;
G00 G90 X60.0 Y60.0;
G01 X100.0 F100;
G01 Y1000;
G01 X60.0 Y60.0;
M99;
```

主程序

```
N10 G00 G90;
N20 M98 P9000;
N30 G51 X50.0 Y50.0 I-1000 J-1000;
N40 M98 P9000;
N50 G51 X50.0 Y50.0 I-1000 J-1000;
N60 M98 P9000;
N70 G51 X50.0 Y50.0 I-1000 J-1000;
N80 M98 P9000;
N90 G50;
```

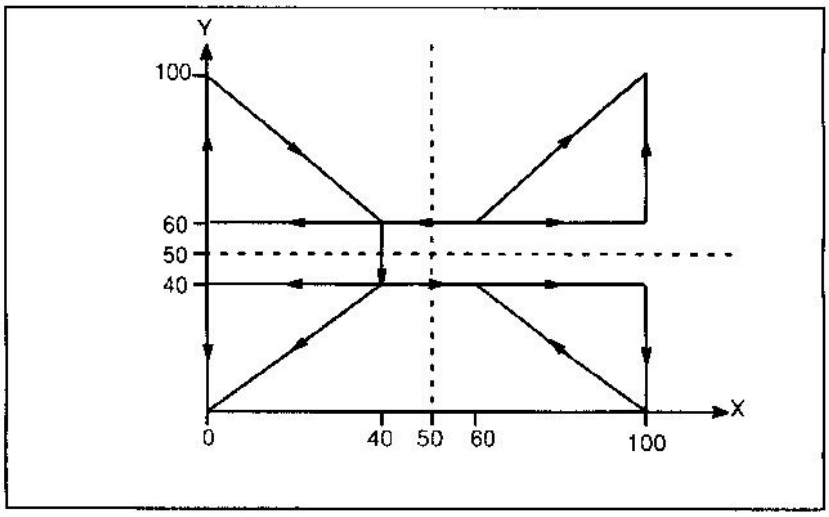


图 14.7（f） 镜像程序举例

14.8 坐标系旋转（G68，G69）

编程形状能够旋转。用该功能（旋转指令）可将工件旋转某一指定的角度。另外，如果工件的形状由许多相同的图形组成，则可将图形单元编成子程序，然后用主程序的旋转指令调用。这样可简化编程，省时，省存储空间。

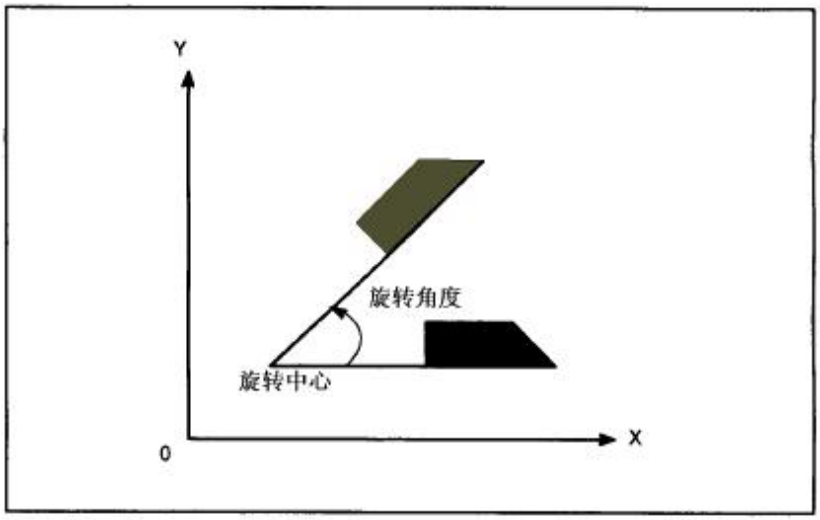


图 14.8(a) 坐标系旋转

指令格式

格式

$$\left\{\begin{matrix}G17\\G18\\G19\end{matrix}\right\}G68\ \alpha_\beta_R_;$$ 坐标系开始旋转

：
：
} 坐标系旋转方式（坐标系被旋转）

G69； 坐标系旋转取消指令

指令意义

G17（G18 或 G19）：平面选择，在其上包含旋转的形状。

α_β_ 与指令的坐标平面（G17，G18，G19）相应的 X_,Y_和 Z_中的两个轴的绝对指令，在 G68 后面指定旋转中心。

R_ 角度位移，正值表示逆时针旋转。参数 5400 的 0 位指定回转角度为绝对值还是根据指定的 G 代码（G90 或 G91）确定绝对值或增量值。

最小输入增量单位 ：0.001deg

有效数据范围 ：-360.000 到 360.000

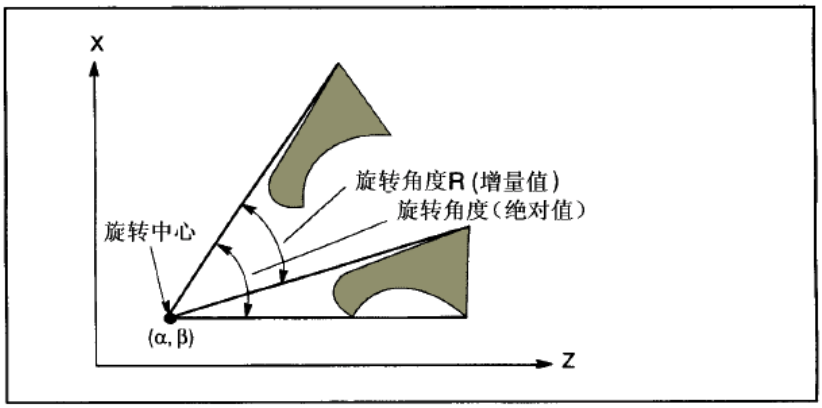


图 14.8(b) 坐标系旋转

注
当用小数指定角度（R_）时，个位对应度。

说明

- **平面选择 G 代码：（G17，G18 或 G19）**

  在坐标系旋转 G 代码（G68）的程序段之前指定平面选择代码（G17,G18 或 G19）。平面选择代码不能在坐标系旋转方式中指定。

- **坐标系旋转方式中的增量值的指令**

  当 G68 被编程时，在 G68 之后，绝对值指令之前，增量值指令的旋转中心是刀具位置(图 14.8(c))。

- **旋转中心**

  当α_β_不编程时，则 G68 程序段的刀具位置认为是旋转中心。

- **角位移**

  若程序中未编制 R_ 值。则参数 5410 中的值被认为是角度位移值。

- **坐标系旋转取消指令**

  取消坐标系旋转方式的 G 代码（G69）可以指定在其它指令的程序段中。

- **刀具补偿**

  在坐标系旋转之后，执行刀具半径补偿、刀具长度补偿、刀具偏置和其它补偿操作。

限制

- **与返回参考点和坐标系有关的指令**

  在坐标系旋转方式中，与返回参考点有关 G 代码（G27，G28，G29，G30 等）和那些与坐标系有关的 G 代码（G52 到 G59，G92 等）不能指定。如果需要这些 G 代码，必须在取消坐标系旋转方式以后才能指令。

- **增量值指令**

  坐标系旋转取消指令（G69）以后的第一个移动指令必须用绝对值指定。如果用增量值指令，将不执行正确的移动。

说明

绝对值/增量值位置指令

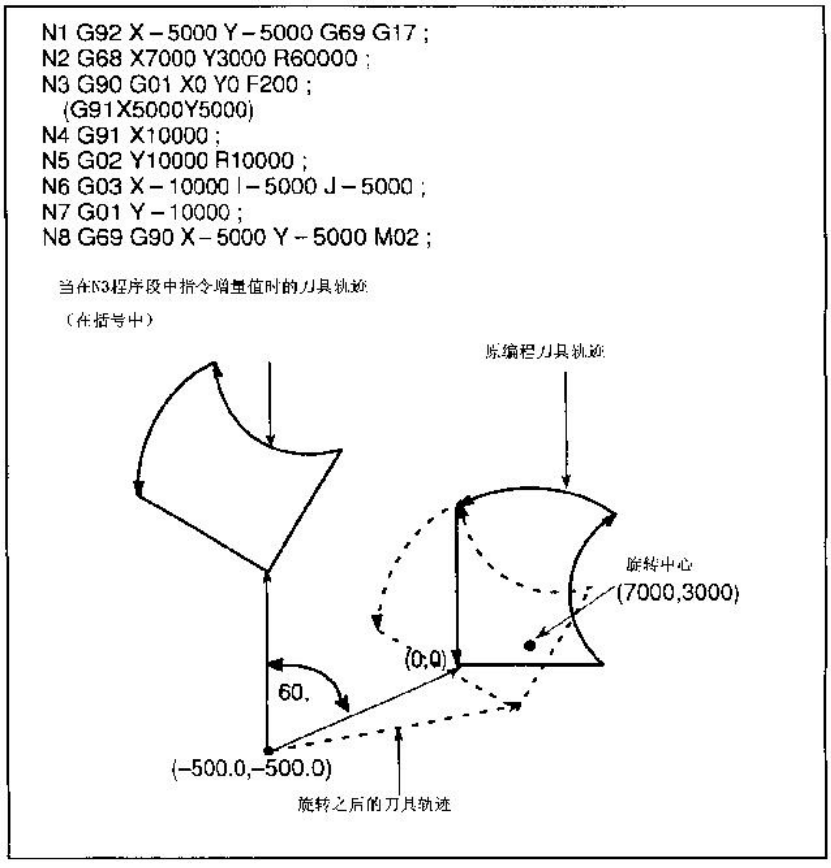


图 14.8(c) 在坐标系旋转期间的绝对值/增量值指令

例

- 刀具半径补偿 C 和坐标系旋转

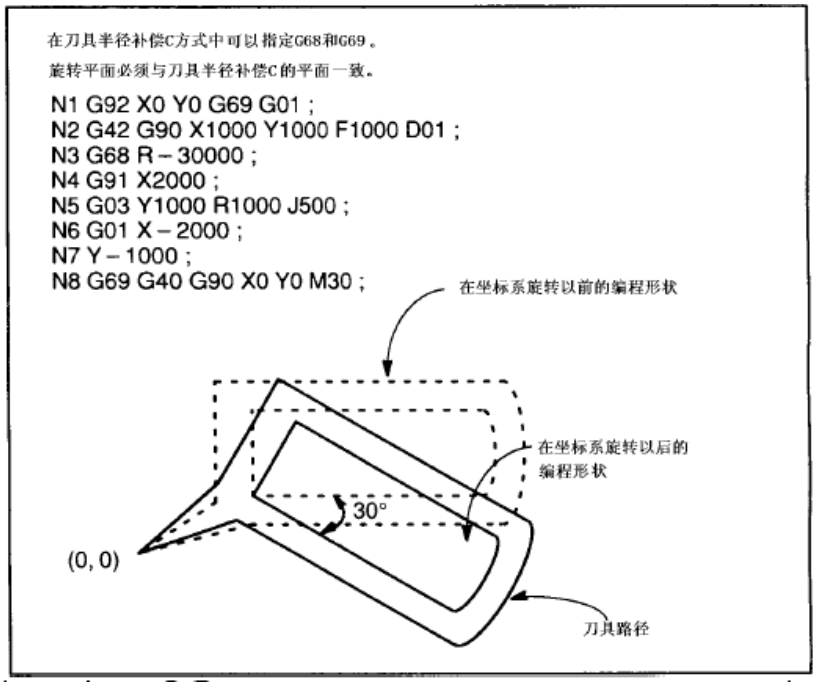


图 14.8(d) 刀具半径补偿 C 和坐标系旋转

- 比例缩放和坐标系旋转

如果在比例缩放方式（G51 方式）中执行坐标系旋转指令，旋转中心的坐标值（α，β）也被缩放。但是，不缩放旋转角（R）。当发出移动指令时，比例缩放首先执行，然后坐标旋转。

在缩放方式（G51），在刀具半径补偿 C 方式（G41，G42）中不能发出坐标系旋转指令（G68）。坐标系旋转指令应该总是先于设定刀具半径补偿 C 方式。

1. 当系统不在刀具半径补偿 C 方式时，按下面的顺序指定指令：

G51；比例缩放方式开始

G68；坐标系旋转方式开始

：

：

G69；坐标系旋转方式取消

G50；比例缩放方式取消

2. 当系统在刀具半径补偿 C 方式时，按下面的顺序指定指令（图 14.8(e)）：

（刀具补偿 C 取消）

G51；比例缩放方式开始

G68；坐标系旋转方式开始

：

：

G41；刀具补偿 C 方式开始

：

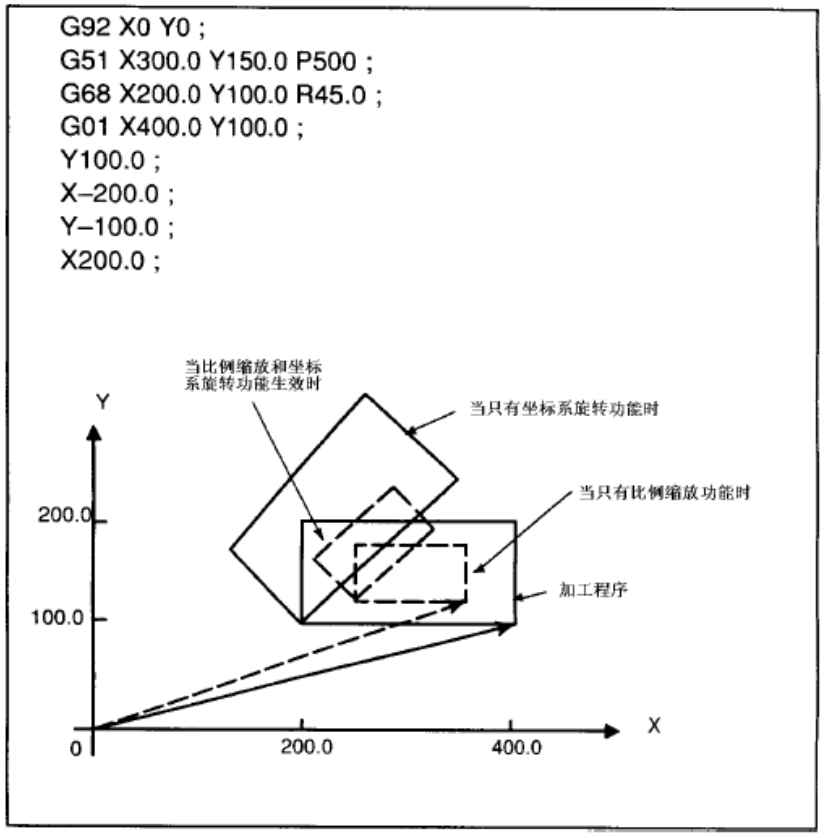


图 14.8(e) 在刀具半径补偿 C 方式中的比例缩放和坐标系旋转

- **坐标系旋转的重复指令**

可将一个程序作为子程序存储，通过改变角度多次调用子程序。

当RIN（参数No. 5400 #0）设为1时的典型程序。

指定的角度位移处理为绝对值还是增量值，取决于指定的G代码（G90或G91）。

```
G92 X0 Y0 G69 G17;
G01 F200 H01 ;
M98 P2100 ;
M98 P072200 ;
G00 G90 X0 Y0 M30 ;

O 2200 G68 X0 Y0 G91 R45.0 ;
  G90 M98 P2100 ;
  M99 ;

O 2100 G90 G01 G42 X0 Y–10.0 ;
  X4.142 ;
  X7.071 Y–7.071 ;
  G40 ;
  M99 ;
```

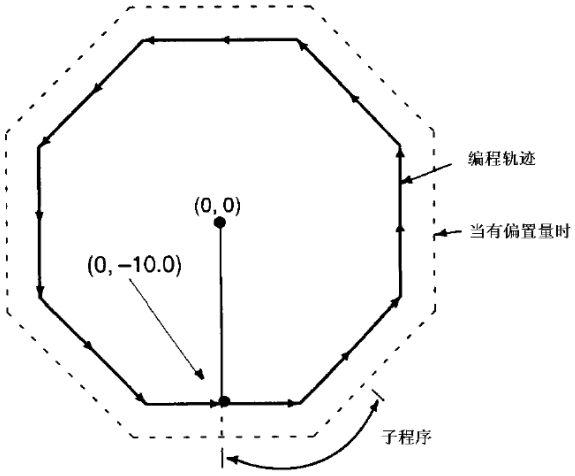


图 14.8(f) 坐标系旋转指令

14.9 法线方向控制（G40.1, G41.1,G42.1 或 G150，G151，G152）

在加工期间，当有旋转轴（C 轴）的刀具在 XY 平面内移动时，法线方向控制功能可以控制刀具，使 C 轴总是垂直于刀具轨迹（图 14.9(a)）。

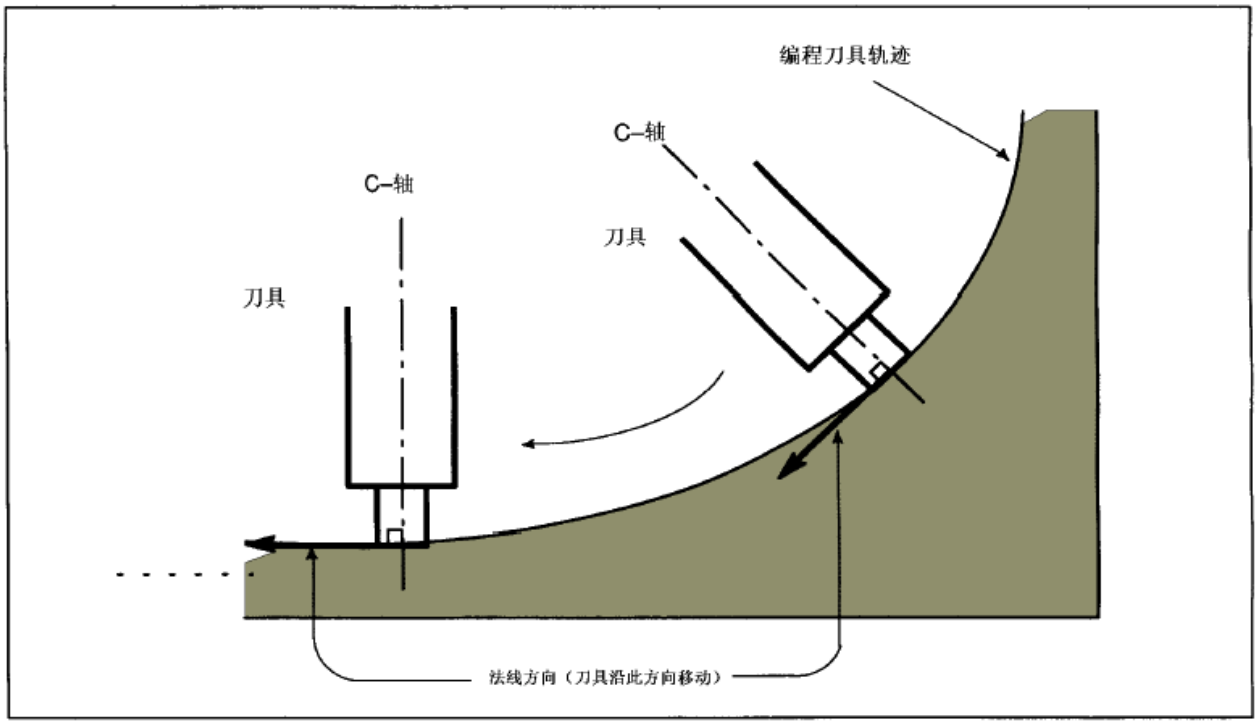


图 14.9(a) 刀具的法线方向移动

指令格式

G 代码	功能	说明
G41.1 或 G151	法线方向控制左侧	如果沿着前进方向工件是在刀具前进方向看刀具轨迹的右侧，指定法线方向控制左（G41.1 或 G151）功能。在 G41.1（或 G151）或 G42.1（或 G152）被指定后，法线方向控制功能是生效（法线方向控制方式）。 当 G40.1（或 G150）被指定时，法线方向控制方式被取消。
G42.1 或 G152	法线方向控制右侧	
G40.1 或 G150	取消法线方向控制	

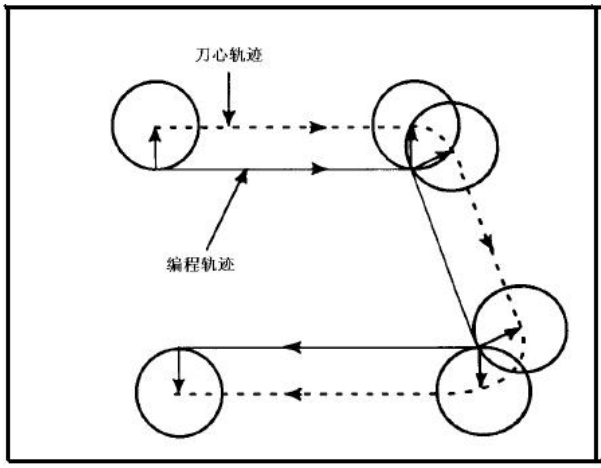


图 14.9(b) 法线方向控制左（G41.1）

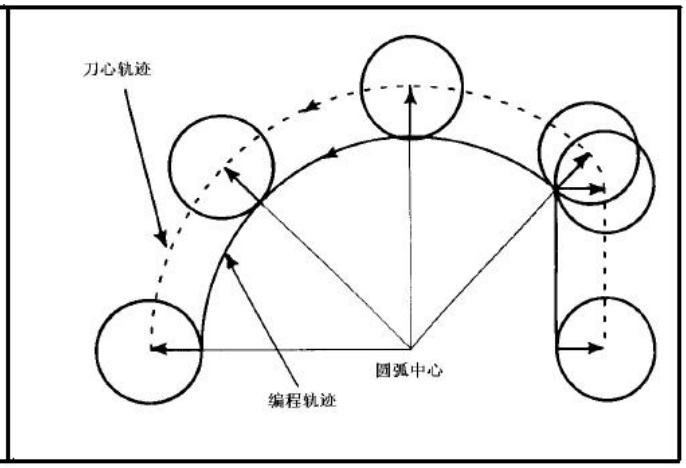


图 14.9(c) 法线方向控制右（G42.1）

说明

- **C 轴的角度**

当从旋转中心看 C 轴的圆周时，C 轴的角度位移按图 14.9(d)确定。X 轴的正向假定为 0°，Y 轴正向是 90°，X 轴负向是 180°，且 Y 轴的负向是 270°。

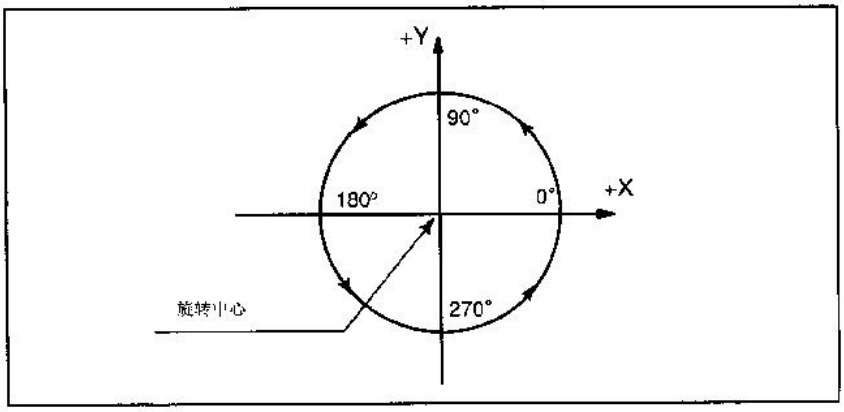


图 14.9(d) C 轴的角度

C 轴的法向控制

由取消方式切换到法线方向控制方式时，在 G41.1 或 G42.1 程序段的开始 C 轴垂直于刀具轨迹。

在法线方向控制方式中的程序段转换处，自动插入移动刀具的指令，所以，在每个程序段的开始，C 轴垂直于刀具轨迹。刀具首先定向，使 C 轴垂直于由移动指令指定的刀具轨迹，然后，沿着 X 轴和 Y 轴移动。

在刀具半径补偿方式中，刀具先定向，使 C 轴垂直于补偿后建立的刀具轨迹。

单段运行时，在旋转指令和沿 X 和 Y 轴移动指令之间刀具不停止。单程序段停止总是出现在刀具沿着 X 和 Y 轴移动之后。

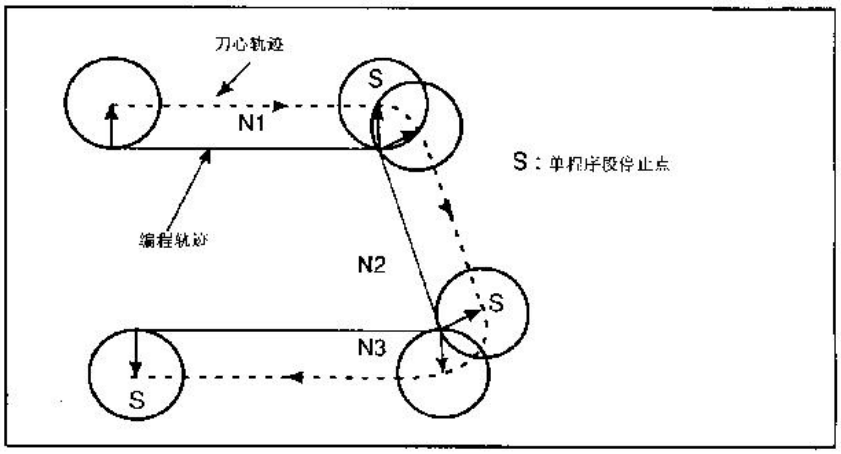


图 14.9(e) 在法线方向控制方式中，单程序段停止点

在圆弧插补开始前，C 轴旋转，使 C 轴在圆弧的开始点垂直于圆弧。
在圆弧插补期间，控制刀具使 C 轴总是垂直于圆弧插补的刀具轨迹。

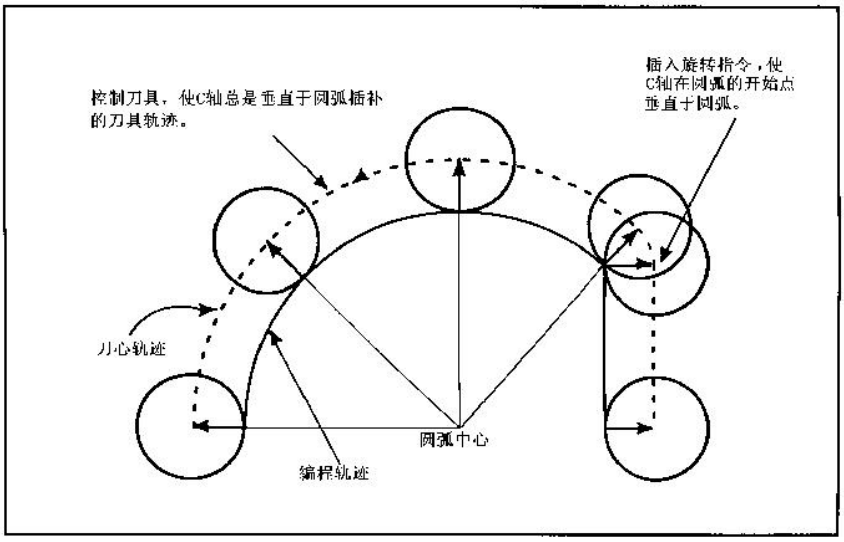


图 14.9(f) 圆弧插补的法线方向控制

注
在法线方向控制期间，C 轴的旋转角度小于 180°。即无论在哪个方向旋转，总是以较短路径运动。

- **C 轴进给速度**

每个程序段开始处插入的刀具移动，其进给速度为参数 No.5481 设定值。如果处于空运行方式，则以空运行速度移动。如果是在 G00 方式，则刀具以快速移动速度沿 X 和 Y 轴移动。

在圆弧插补期间 C 轴的进给速度由下面公式决定：

$$F \times \frac{C\text{轴的移动量(度)}}{\text{弧长（}mm\text{或}inch\text{)}} (\text{度/分})$$

F：相应的圆弧程序段指定的进给速度（mm/min 或 inch/min）

C 轴的移动量：程序段起点和程序段终点的角度差。

注

如果 C 轴的进给速度超过了参数 No.1422 指定的 C 轴最大切削速度，则各轴的速度被箝制，以使 C 的进给速度低于允许的最大值。

- **法线方向控制轴**

用参数 No.5480 设定，可指定任意轴为法线控制的 C 轴。

- **忽略图形插入的角度**

当要插入的由法线方向控制计算的旋转角，小于参数 No.5482 的设定值时，对法线方向控制轴不插入相应的回转段。这个忽略的旋转角被加到下个要插入的旋转角上，总的角度在下个程序段进行同样的检查。

如果指定 360°或以上的角度，对应的旋转程序段不插入。

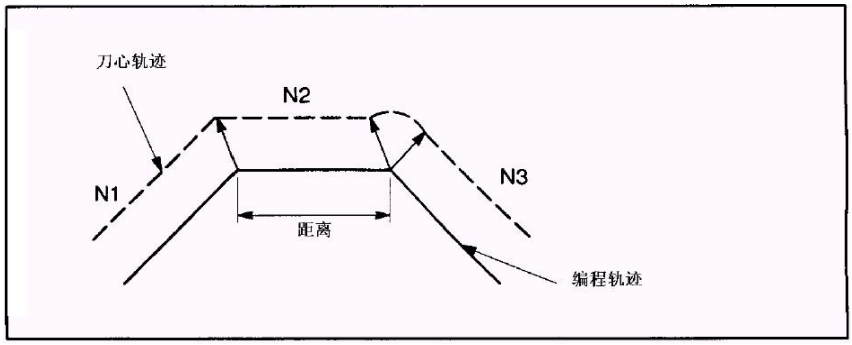
如果在 180°或以上的 C 轴旋转角的圆弧插补以外的程序段中指定了 180°或以上的角度，对应的旋转程序段不插入。

- **忽略圆弧插入的移动**

指定与前面程序段相同的法线方向的加工最大距离。

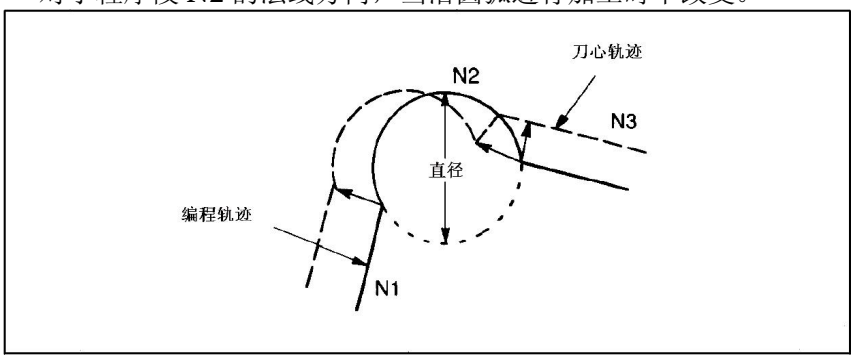
·直线移动

如下图所示，当 N2 的距离小于设置值时，用程序段 N1 的相同方向对 N2 程序段进行加工。



·圆弧移动

如下图所示，当程序段 N2 的直径小于设置值时，用程序段 N1 的相同法线方向对 N2 程序段进行加工。法线方向控制轴的方向，相对于程序段 N2 的法线方向，当沿圆弧进行加工时不改变。



注

1 在法线方向控制期间，不能对 C 轴指定任何指令。此时指定的任何指令都被忽略。

2 在处理开始前，必须用（G92）或其它坐标系使工件的 C 轴坐标与其在机床上的实际 C 轴位置联系起来。

3 使用该功能要求选择 CNC 的螺旋线切削功能。但在法线控制方式不能指令螺旋线加工。

4 不能用 G53 移动指令执行法线方向控制。

5 C 轴必须是一个旋转轴。

14.10 可编程镜像（G50.1,G51.1）

用编程的镜像指令可实现坐标轴的对称加工（图 14.10）。

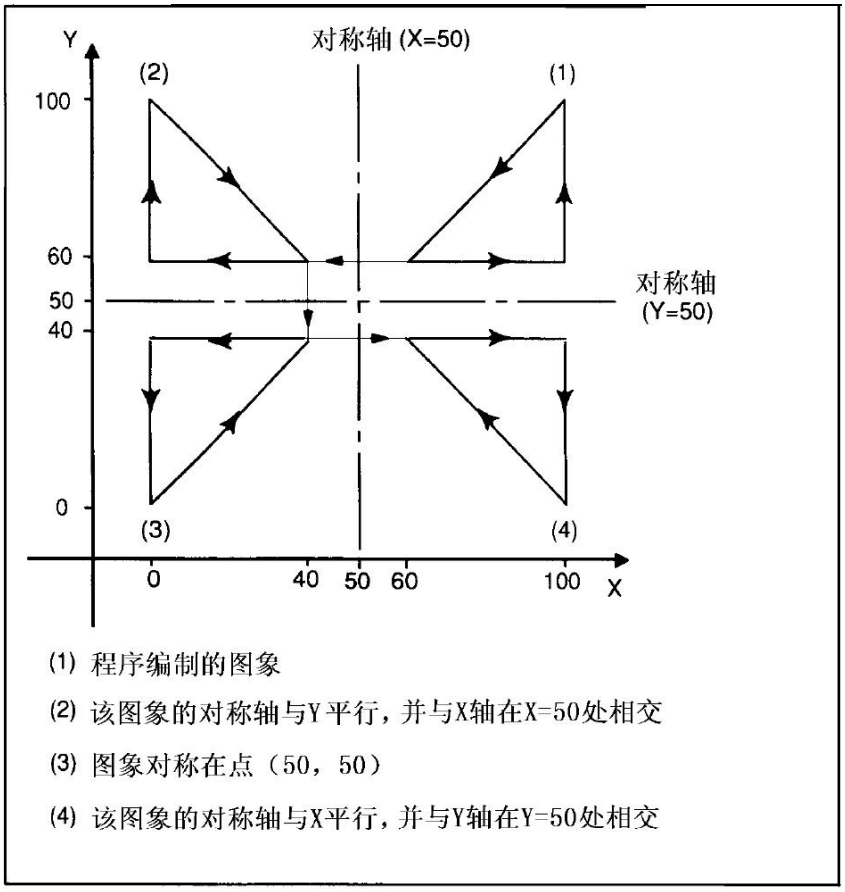


图 14.10 可编程镜像

指令格式

G51.1 IP_; 设置可编程镜像

: } 根据 G51.1IP_；指定的
: } 对称轴生成在这些程序段
: } 中指定的镜像;

G50.1 IP_; 取消可编程镜像

IP_：用 G51.1 指定镜像的对称点（位置）和对称轴。用 G50.1 指定镜像的对称轴。不指定对称点。

说明

- **设置镜像**

  如果指定可编程镜像功能，同时又用 CNC 外部开关或 CNC 的设置生成镜像时（见 III-4.8 节），则可编程镜像功能首先执行。

- **在指定平面内的一个轴上的镜像**

  在指定平面对某个轴镜像时，使下列指令发生变化：

指令	说明
圆弧指令，	G02 和 G03 被互换。
刀具半径补偿，	G41 和 G42 被互换。
坐标旋转	CW 和 CCW（旋转方向）被互换。

限制

- **比例缩放和坐标旋转**

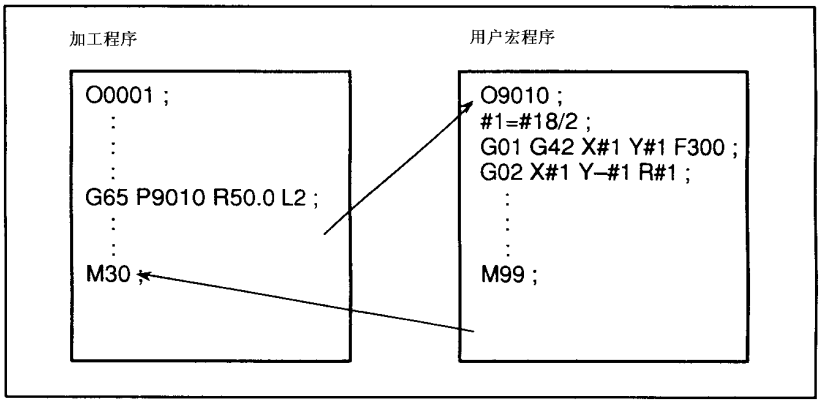
  CNC 的数据处理顺序是从程序镜像到比例缩放和坐标系旋转。应按该顺序指定指令，取消时，按相反顺序。在比例缩放或坐标系旋转方式，不能指定 G50.1 或 G51.1。

- **与返回参考点和坐标系有关的指令**

  在可编程镜像方式中，与返回参考点（G27，G28，G29，G30 等）和改变坐标系（G52～G59，G92 等）有关的 G 代码不准指定。如果需要这些 G 代码的任意一个，必须在取消可编程镜像方式之后再指定。

15 用户宏程序

虽然子程序对编制相同的加工程序非常有用，但用户宏程序由于允许使用变量、算术和逻辑运算及条件转移，使得编制同样的加工程序更简便。例如型腔加工宏程序和用户开发固定循环。使用时，加工程序可用一条简单指令调出用户宏程序，和调用子程序完全一样。



15.1 变量

普通加工程序直接用数值指定G代码和移动距离;例如,G01和X100.0。使用用户宏程序时，数值可以直接指定或用变量指定。当用变量时，变量值可用程序或用 MDI 面板操作改变。

```
#1=#2+100;
G01 X#1 F300;
```

说明

- **变量的表示**

一般编程方法允许对变量命名,但用户宏程序不行。变量用变量符号(#)和后面的变量号指定。

例如：#1

表达式可以用于指定变量号。此时，表达式必须封闭在括号中。

例如：#[#1+#2-12]

- **变量的类型**

变量根据变量号可以分成四种类型。

变量号	变量类型	功能
#0	空变量	该变量总是空,没有值能赋给该变量。
#1—#33	局部变量	局部变量只能用在宏程序中存储数据，例如，运算结果。当断电时，局部变量被初始化为空。调用宏程序时，自变量对局部变量赋值。
#100—#199 #500—#999	公共变量	公共变量在不同的宏程序中的意义相同。当断电时，变量#100—#199 初始化为空。变量#500——#999 的数据保存，即使断电也不丢失。
#1000—	系统变量	系统变量用于读和写 CNC 的各种数据，例如，刀具的当前位置和补偿值。

- **变量值的范围**

局部变量和公共变量可以为 0 值或下面范围中的值：

-10^{47} 到 -10^{-29}

或

10^{-29} 到 10^{47}

如果计算结果超出有效范围，则发出 P/S 报警 No.111。

- **小数点的省略**

当在程序中定义变量值时，小数点可以省略。
例：当定义#1=123；变量#1 的实际值是 123.000。

- **变量的引用**

在地址后指定变量号即可引用其变量值。当用表达式指定变量时，要把表达式放在括号中。
例如：G01X[#1+#2]F#3；
被引用变量的值根据地址的最小设定单位自动地舍入。
例如：

当系统的最小输入增量为 1/1000mm 单位，指令 G00X#1，并将 12.3456 赋值给变量#1，实际指令值为 G00X12.346;。

改变引用变量的值的符号，要把负号（—）放在#的前面。
例如：G00X—#1；
当引用未定义的变量时，变量及地址字都被忽略。
例如：

当变量#1 的值是 0，并且变量#2 的值是空时，G00X#1 Y#2 的执行结果为 G00X0;。

- **未定义的变量**

当变量值未定义时，这样的变量成为“空”变量。变量#0 总是空变量。它不能写，只能读。
（a）引用

当引用一个未定义的变量时，地址本身也被忽略。

例如：

当变量#1 的值是 0，并且变量#2 的值是空时，G00X#1 Y#2 的执行结果为 G00X0；

(b）运算

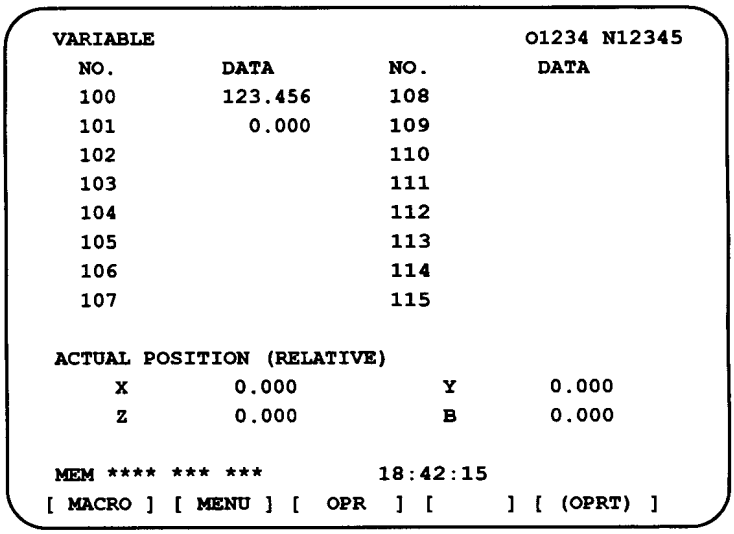
除了用<空>赋值以外，其余情况下<空>与 0 相同。

当#1=<空>时	**当#1=0 时**
#2=#1 ↓ #2=<空>	#2=#1 ↓ #2=0
#2=#1 * 5 ↓ #2=0	#2=#1 * 5 ↓ #2=0
#2=#1+#1 ↓ #2=0	#2=#1+#1 ↓ #2=0

(c)条件表达式

EQ 和 NE 中的<空>不同于 0。

当#1=<空>时	当#1=0 时
#1 EQ #0 ↓ 成立	#1 EQ #0 ↓ 不成立
#1 NE #0 ↓ 成立	#1 NE #0 ↓ 不成立
#1 GE #0 ↓ 成立	#1 GE #0 ↓ 不成立
#1 GT #0 ↓ 不成立	#1 GT #0 ↓ 不成立



- 当变量值是空白时，变量是空。
- 符号********表示溢出（当变量的绝对值大于 99999999 时）或下溢出（当变量的绝对值小于 0.0000001 时）。

- **限制**

程序号，顺序号和任选程序段跳转号不能使用变量。

例：

下面情况不能使用变量：

○#1；

/#2G00X100.0;

N#3Y200.0;

15.2 系统变量

系统变量用于读和写 NC 内部数据，例如，刀具偏置值和当前位置数据。但是，某些系统变量只能读。系统变量是自动控制和通用程序开发的基础。

说明

- **接口信号**

是可编程机床控制器（PMC）和用户宏程序之间交换的信号。

表 15.2(a) 接口信号的系统变量

（参数 No.6001#0(MIF)=0 时）

变量号	功能
#1000–#1015 #1032	把 16 位信号从 PMC 送到用户宏程序，变量#1000 到#1015 用于按位读取信号，变量#1032，用于一次读取一个 16 位信号。
#1100–#1115 #1132	把 16 位信号从用户宏程序送到 PMC。变量#1100 到#1115 用于按位写信号。变量#1132 用于一次写一个 16 位信号。
#1133	变量#1133 用于从用户宏程序一次写一个 32 位的信号到 PMC。 注意，#1133 的值为–99999999 到+99999999。

（参数 No.6001#0(MIF)=1 时）

变量号	功能
#1000–#1031	把 32 位信号从 PMC 送到用户宏程序，变量#1000 到#1031 用于按位读取信号。
#1100–#1131	把 32 位信号从用户宏程序送到 PMC。变量#1100 到#1131 用于按位写信号。
#1032–#1035	此系把 32 位信号从 PMC 统一输出到用户宏程序的变量。 只能在-99999999~+99999999 的范围内输入。
#1132–#1135	此系把 32 位信号统一写入到用户宏程序的变量。 只能在-99999999~+99999999 的范围内指定。

详细说明，请见连接说明书（B-64113CM-1）。

- **刀具补偿值**

用系统变量可以读和写刀具补偿值。

可使用的变量数取决于刀补数，是否区分外形补偿和磨损补偿以及是否区分刀长补偿和刀尖补偿。当偏置组数小于等于 200 时，也可使用#2001～#2400。

表 15.2(b) 刀具补偿值的系统变量

补偿号	刀具长度补偿（H）		刀具半径补偿（D）	
	外形补偿	磨损补偿	外形补偿	磨损补偿
1 : 200 : 400	#11001（#2201） : #11201（#2400） : #11400	#10001（#2001） : #10201（#2200） : #10400	#13001 : : : #13400	#12001 : : : #12400

- **宏程序报警**

表 15.2(c) 宏程序报警的系统变量

变量号	功能
#3000	当变量#3000 的值为 0～200 时，CNC 停止运行且报警。 可在表达式后指定不超过 26 个字符的报警信息。LCD 屏幕上显示报警号和报警信息，其中报警号为变量#3000 的值加上 3000。

例：
#3000=1（TOOL NOT FOUND）
→报警屏幕上显示“3001 TOOL NOT FOUND”（刀具未找到）。

- **停止和信息显示**

程序停止停止并显示信息。

报警号	功能
#3006	在宏程序中指令“#3006=1（MESSAGE）;”时，程序在执行完前一程序段后停止。 可在同一程序段中指定最多 26 个字符的信息，由控制输入“（”和控制输出“）”括住，相应信息显示在外部操作信息画面。

- **时间信息**

时间信息可以读和写。

表 15.2(d) 时间信息的系统变量

变量号	功能
#3001	该变量为一个计时器，以 1 毫秒为计时单位。当电源接通时，该变量值复位为 0。当达到 2147483648 毫秒时，该计时器的值返回到 0。
#3002	该变量为一个计时器，以一小时为单位计时。该计时器即使在电源断电时也保存数值。当达到 9544.371767 小时，该计时器的值返回到 0。
#3011	该变量用于读取当前的日期（年/月/日）。年/月/日信息转换成十进制数。例如，2001 年 9 月 28 日表示为 20010928。
#3012	该变量用于读取当前的时间（时/分/秒）。时/分/秒信息转换成十进制数。例如，下午 3 点 34 分 56 秒表示为 153456。

- **自动运行控制**

可以改变自动运行的控制状态。

表 15.2(e) 自动运行控制的系统变量（#3003）

#3003	单程序段	辅助功能的完成
0	有效	等待
1	无效	等待
2	有效	不等待
3	无效	不等待

- 当电源接通时，该变量的值为 0。
- 当单程序段停止无效时，即使单程序段开关设为 ON，也不执行单程序段停止。
- 当指定不等待辅助功能（M，S 和 T 功能）完成时，在辅助功能完成之前，程序即执行到下一程序段。而且分配完成信号 DEN 不输出。

表 15.2(f) 自动运行控制的系统变量（#3004）

#3004	进给暂停	进给速度倍率	准确停止
0	有效	有效	有效
1	无效	有效	有效
2	有效	无效	有效
3	无效	无效	有效
4	有效	有效	无效
5	无效	有效	无效
6	有效	无效	无效
7	无效	无效	无效

- 当电源接通时，该变量的值为 0。
- 当进给暂停无效时：

（1） 当进给暂停按钮被按下时，机床以单段停止方式停止。但是，当用变量#3003 使单程序段方式无效时，单程序段停止不执行。

（2） 当进给暂停按钮压下又松开时，进给暂停灯亮，但是，机床不停止；程序继续执行，并且机床停在进给暂停有效的第一个程序段。

- 当进给速度倍率无效时，倍率总为 100%，而不管机床操作面板上的进给速度倍率开关的设置。

•当准确停止检测无效时，即使那些不执行切削的程序段也不进行准确停止检测（位置检测）。

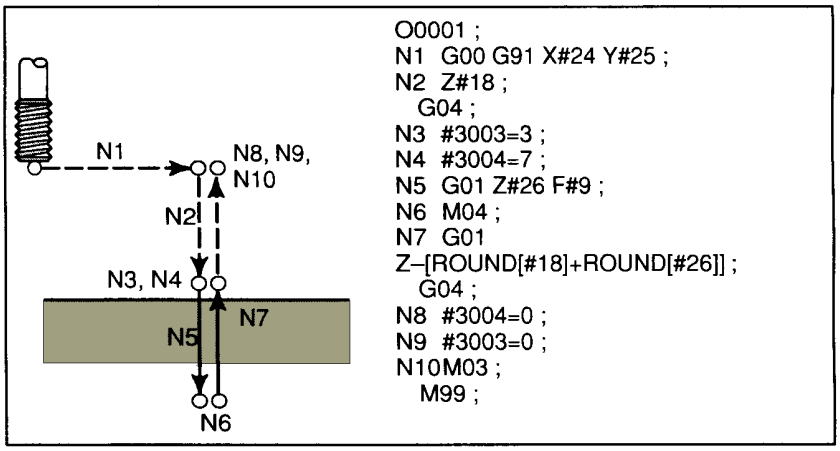
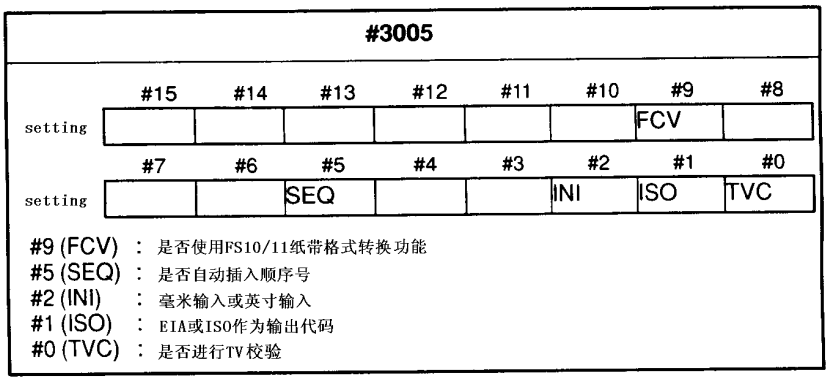


图 15.2(a) 攻丝循环中使用变量 3004 的例子

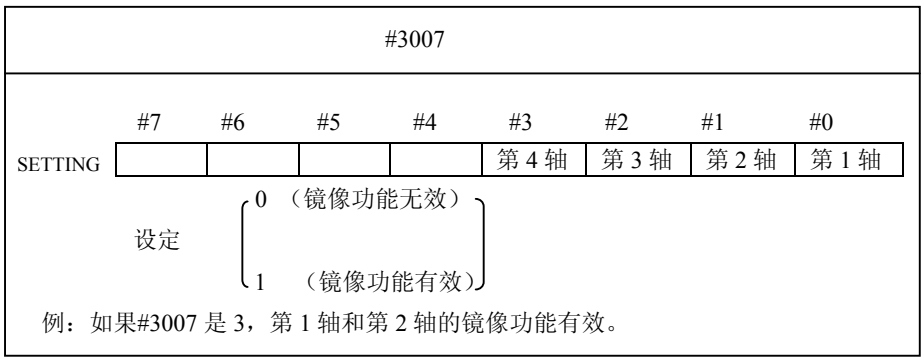
- **SETTING 值**

SETTING 值可用变量读和写。二进制数转换为十进制数。



- **镜像**

使用外部开关或 SETTING 操作设置的各轴镜像状态可以通过输出信号（镜像检测信号）读出。可以检测当前的镜像状态（见 III—4.6 节）。得到的二进制值转换成十进制。



• 当用镜像信号和 SETTING 两者对某轴设置镜像功能时，信号值和设定值相或，然后输出。

- 当控制轴以外的轴的镜像功能接通时，它们也被读进系统变量#3007。
- 系统变量#3007 是写保护的系统变量。如果试图在变量中写数据，则发出 P/S116 报警“WRITE PROTECTED VARIABLE”。

- **已加工的零件数**

要求的零件数（目标数）和已加工的零件数（完成数）可以读和写。

表 15.2(g) 要求的零件数和已加工的零件数的系统变量

变量号	功能
#3901	已加工的零件数（完成数）
#3902	要求的零件数（目标数）

注
不能用负值。

- **模态信息**

正在处理的程序段之前的模态信息可以读出。

表 15.2(h) 模态信息的系统变量

变量号	功能	
#4001	G00,G01,G02,G03,G33,G75,G77,G78,G79	第 1 组
#4002	G17, G18, G19	第 2 组
#4003	G90,G91	第 3 组
#4004	G22,G23	第 4 组
#4005	G94,G95	第 5 组
#4006	G20,G21	第 6 组
#4007	G40,G41,G42	第 7 组
#4008	G43,G44,G49	第 8 组
#4009	G73,G74,G76,G80-G89	第 9 组
#4010	G98,G99	第 10 组
#4011	G50,G51	第 11 组
#4012	G66,G67	第 12 组
#4013	G96,G97	第 13 组
#4014	G54-G59	第 14 组
#4015	G61–G64	第 15 组
#4016	G68,G69	第 16 组
:	:	:
#4022	G50.1,G51.1	第 22 组
#4102	B 代码	
#4107	D 代码	
#4109	F 代码	
#4111	H 代码	
#4113	M 代码	
#4114	顺序号	
#4115	程序号	
#4119	S 代码	
#4120	T 代码	
#4130	P 代码（当前所选的追加工件坐标系号）	

例：

当执行#1=#4002；时，在#1 中得到的值是 17，18 或 19。

对于不能使用的 G 代码组，如果指定系统变量读取相应的模态信息，则发出 P/S 报警。

- **当前位置**

位置信息不能写，只能读。

表 15.2(i) 位置信息的系统变量

变量号	位置信息	坐标系	刀具补偿值	运动时的读操作
#5001—#5004	程序段终点	工件坐标系	不包含	可能
#5021—#5024	当前位置	机床坐标系	包含	不可能
#5041—#5044	当前位置	工件坐标系		
#5061—#5064	跳转信号位置			可能
#5081—#5084	刀具长度补偿值			不可能
#5101—#5104	伺服位置偏差			

- 第 1 位代表轴号（从 1 到 4）。
- 变量#5081~#5084 存储的刀具长度补偿值是当前的执行值，不是后面程序段的处理值。
- 在 G31（跳转功能）程序段中跳转信号接通时的刀具位置储存在变量#5061 到#5064 中。当 G31 程序段中的跳转信号未接通时，这些变量中储存指定程序段的终点值。
- 移动期间不能读是指由于缓冲（预读）功能的原因，不能读期望值。

- **工件坐标系补偿值（工件零点偏移值）**

工件零点偏移值可以读和写。

表 15.2(j) 工件零点偏移值的系统变量

变量号	功能
#5201 : #5204	第 1 轴外部工件零点偏移值 : 第 4 轴外部工件零点偏移值
#5221 : #5224	第 1 轴 G54 工件零点偏移值 : 第 4 轴 G54 工件零点偏移值
#5241 : #5244	第 1 轴 G55 工件零点偏移值 : 第 4 轴 G55 工件零点偏移值
#5261 : #5264	第 1 轴 G56 工件零点偏移值 : 第 4 轴 G56 工件零点偏移值
#5281 : #5284	第 1 轴 G57 工件零点偏移值 : 第 4 轴 G57 工件零点偏移值
#5301 : #5304	第 1 轴 G58 工件零点偏移值 : 第 4 轴 G58 工件零点偏移值
#5321 : #5324	第 1 轴 G59 工件零点偏移值 : 第 4 轴 G59 工件零点偏移值
#7001 : #7004	第 1 轴工件零点偏移值（G54.1 P1） : 第 4 轴工件零点偏移值（G54.1 P1）
#7021 : #7024	第 1 轴工件零点偏移值（G54.1 P2） : 第 4 轴工件零点偏移值（G54.1 P2）
:	:
#7941 : #7944	第 1 轴工件零点偏移值（G54.1 P48） : 第 4 轴工件零点偏移值（G54.1 P48）

可以使用以下变量

轴	功能	变量号	
第一轴	外部工件零点偏移	#2500	#5201
	G54 工件零点偏移	#2501	#5221
	G55 工件零点偏移	#2502	#5241
	G56 工件零点偏移	#2503	#5261
	G57 工件零点偏移	#2504	#5281
	G58 工件零点偏移	#2505	#5301
	G59 工件零点偏移	#2506	#5321
第二轴	外部工件零点偏移	#2600	#5202
	G54 工件零点偏移	#2601	#5222
	G55 工件零点偏移	#2602	#5242
	G56 工件零点偏移	#2603	#5262
	G57 工件零点偏移	#2604	#5282
	G58 工件零点偏移	#2605	#5302
	G59 工件零点偏移	#2606	#5322
第三轴	外部工件零点偏移	#2700	#5203
	G54 工件零点偏移	#2701	#5223
	G55 工件零点偏移	#2702	#5243
	G56 工件零点偏移	#2703	#5263
	G57 工件零点偏移	#2704	#5283
	G58 工件零点偏移	#2705	#5303
	G59 工件零点偏移	#2706	#5323
第四轴	外部工件零点偏移	#2800	#5204
	G54 工件零点偏移	#2801	#5224
	G55 工件零点偏移	#2802	#5244
	G56 工件零点偏移	#2803	#5264
	G57 工件零点偏移	#2804	#5284
	G58 工件零点偏移	#2805	#5304
	G59 工件零点偏移	#2806	#5324

15.3 算术和逻辑运算

表 15.3(a)中列出的运算可以在变量中执行。运算符右边的表达式可包含常量和/或由函数或运算符组成的变量。表达式中的变量#j 和#k 可以用常数替换。左边的变量也可以用表达式赋值。

表 15.3(a) 算术和逻辑运算

功能	格式	备注
定义	#i=#j	
加法 减法 乘法 除法	#i=#j+#k; #i=#j-#k; #i=#j*#k; #i=#j/#k;	
正弦 反正弦 余弦 反余弦 正切 反正切	#i=SIN[#j]; #i=ASIN[#j]; #i=COS[#j]; #i=ACOS[#j]; #i=TAN[#j]; #i=ATAN[#j]/[#k];	角度以度指定。90°30′表示为90.5度。
平方根 绝对值 舍入 上取整 下取整 自然对数 指数函数	#i=SQRT[#j]; #i=ABS[#j]; #i=ROUND[#j]; #i=FIX[#j]; #i=FUP[#j]; #i=LN[#j]; #i=EXP[#j];	
或 异或 与	#i=#j OR #k; #i=#j XOR #k; #i=#j AND #k;	逻辑运算一位一位地按二进制数执行。
从BCD转为BIN 从BIN转为BCD	#i=BIN[#j]; #i=BCD[#j];	用于与PMC的信号交换。

说明

- **角度单位**

  函数 SIN，COS，ASIN，ACOS，TAN 和 ATAN 的角度单位是度。如 90° 30 ′ 表示为 90.5 度。

- **ARCSIN # i=ASIN[#j]**
  - 取值范围如下：
    当参数（No.6004#0）NAT 位设为 0 时，270° ～90°
    当参数（No.6004#0）NAT 位设为 1 时，-90° ～90°
  - 当#j 超出-1 到 1 的范围时，发出 P/S 报警 No.111。
  - 常数可替代变量#j。

- **ARCCOS # i =ACOS[#j]**
  - 取值范围从 180° ～0° 。
  - 当#j 超出-1 到 1 的范围时，发出 P/S 报警 No.111。
  - 常数可以替代变量#j。

- **ARCTAN**

  #i=ATAN[#j]/[#k];

  • 指定两个边的长度，并用斜杠（/）分开。

  • 取值范围如下：
  当 NAT 位（参数 No.6004,#0）设为 0 时：0° 到 360°
  [例如]当指定#1=ATAN[-1]/[-1]；时，#1=225° 。
  当 NAT 位（参数 No.6004,#0）设为 1 时，-180° 到 180°
  [例如]当指定#1=ATAN[-1]/[-1]；时，#1=-135.0° 。
  • 常数可以代替变量# j。

- **自然对数#i=LN[#j];**

  • 注意，相对误差可能大于 10^{-8}。
  • 当反对数（# j）为 0 或小于 0 时，发出 P/S 报警 No.111。
  • 常数可以代替变量# j。

- **指数函数#i=EXP[#j]**

  • 注意，相对误差可能大于 10^{-8}。
  • 当运算结果超过 3.65×10^{47}(j 大约是 110)时，出现溢出并发出 P/S 报警 No.111。
  • 常数可以代替变量#j。

- **ROUND（舍入）函数**

  •当算术运算或逻辑运算指令 IF 或 WHILE 中包含 ROUND 函数时，则 ROUND 函数在第 1 个小数位置四舍五入。

  例：
  当执行#1=ROUND[#2]；时，此处#2=1.2345，变量 1 的值是 1.0。

  • 当在 NC 语句地址中使用 ROUND 函数时，ROUND 函数根据地址的最小设定单位将指定值四舍五入。
  例：
  编制钻削加工程序，按变量#1 和#2 的值切削，然后返回到初始位置。
  假定最小设定单位是 1/1000mm，变量#1 是 1.2345，变量#2 是 2.3456，则，
  G00 G91 X-#1；移动 1.235mm
  G01 X-#2 F300;移动 2.346mm
  G00 X[#1+#2];由于 1.2345+2.3456=3.5801,移动距离为 3.580,刀具不会返回到初始位置。
  该误差来自于舍入之前还是舍入之后相加。必须指定 G00 X-[ROUND[#1]+ROUND[#2]]以使刀具返回到初始位置。

- **上取整和下取整**

CNC 处理数值运算时，若操作后产生的整数绝对值大于原数的绝对值时为上取整；若小于原数的绝对值为下取整。对于负数的处理应小心。例如：

假设#1=1.2,#2=－1.2。
当执行#3=FUP[#1]时，2.0 赋给#3。
当执行#3=FIX[#1]时，1.0 赋给#3。
当执行#3=FUP[#2]时，－2.0 赋给#3。
当执行#3=FIX[#2]时，－1.0 赋给#3。

- **算术与逻辑运算指令的缩写**

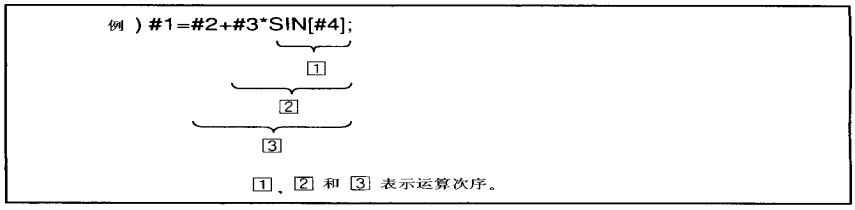
程序中指令函数时，函数名的前二个字符可以用于指定该函数（见III—9.7 节）。

例如：

ROUND→RO
FIX→FI

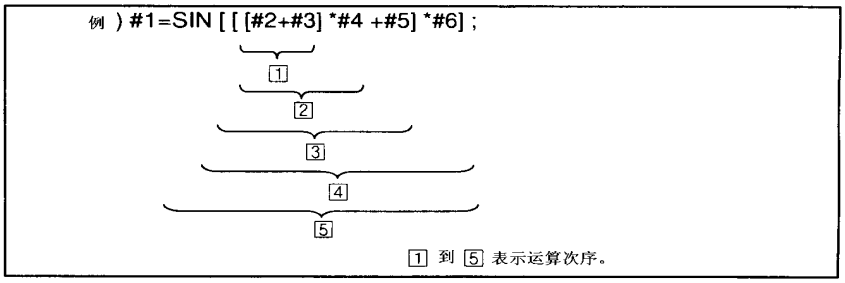
- **运算次序**

① 函数
② 乘和除运算（*、/、AND）
③ 加和减运算（+、-、OR、XOR）



- **括号嵌套**

括号用于改变运算次序。括号可以使用 5 级，包括函数内部使用的括号。当超过 5 级时，出现 P/S 报警 No.118。



限制

- **括号** （[，]）用于封闭表达式。注意，圆括号用于注释。

- **运算误差** 运算时，可能出现误差。

表 15.3(b) 运算中的误差

运算	平均误差	最大误差	误差类型
a = b*c	1.55×10^{-10}	4.66×10^{-10}	**相对误差** (*1) $\left\|\frac{\varepsilon}{a}\right\|$
a = b / c	4.66×10^{-10}	1.88×10^{-9}	
$a=\sqrt{b}$	1.24×10^{-9}	3.73×10^{-9}	
a = b + c a = b – c	2.33×10^{-10}	5.32×10^{-10}	**最小** $\left\|\frac{\varepsilon}{b}\right\|$,, $\left\|\frac{\varepsilon}{c}\right\|$ (*2)
a = SIN [b] a = COS [b]	5.0×10^{-9}	1.0×10^{-8}	**绝对误差** (*3) $\|\varepsilon\|$ **度**
a = ATAN [b] / [c] (*4)	1.8×10^{-6}	3.6×10^{-6}	

注
1 相对误差取决于运算结果。
2 使用两类误差的较小者。
3 绝对误差是常数，而不管运算结果。
4 函数 TAN 执行 SIN/COS。
5 如果 SIN、COS 或 TAN 函数的运算结果小于 1.0×10^{-8} 或由于运算精度的限制不为 0 的话，设定参数Ｎo.6004＃1 为 1，则运算结果可以规算为 0。

• 变量值的精度约为 8 位十进制数。当在加/减运算中处理非常大的数时，将得不到期望的结果。

例：

当试图把下面的值赋给变量#1 和#2 时：

#1=9876543210123.456

#2=9876543277777.777

变量值变成：

#1=9876543200000.000

#2=9876543300000.000

此时，当计算#3=#2-#1；时，结果为#3=100000.000。

（该计算的实际结果稍有误差，因为是以二进制执行的。）

・还应该意识到，使用条件表达式 EQ，NE，GE，GT，LE 和 LT 时可能造成误差。

例如：

IF[#1EQ#2]的运算会受 #1 和#2 的误差的影响，由此会造成错误的判断。

因此，应该用 IF[ABS[#1-#2]LT0.001]代替上述语句，以避免两个变量的误差。

当两个变量的差值未超过允许极限（此处为 0.001）时，则认为两个变量的值是相等的。

・使用下取整指令时应小心。

例如：

当计算#2=#1*1000，式中#1=0.002 时，变量#2 的结果值不是准确的 2，可能是 1.99999997。

这里，当指定#3=FIX[#2]时，变量 3 的结果值不是 2，而是 1.0。此时，可先纠正误差，再执行下取整，或是用如下的四舍五入操作，即可得到正确结果。

#3=FIX[#2+0.001]

#3=ROUND[#2]

- **除数**

当在除法或 TAN[90]中指定为 0 的除数时，出现 P/S 报警 No.112。

15.4 宏程序语句和 NC 语句

下面的程序段为宏程序语句：

- 包含算术或逻辑运算（=）的程序段。
- 包含控制语句（例如，GOTO，DO，END）的程序段。
- 包含宏程序调用指令（例如，用 G65，G66，G67 或其它 G 代码，M 代码调用宏程序）的程序段。

除了宏程序语句以外的任何程序段都为 NC 语句。

说明

- **与 NC 语句的不同**
  - 即使置于单程序段运行方式，机床也不停止。但是，当参数 No.6000#5 SBM 设定为 1 时，在单程序段方式中，机床停止。
  - 在刀具半径补偿方式中宏程序语句段不做为不移动程序段处理（见 II—15.7 节）。

- **与宏程序语句有相同性质的 NC 语句**
  - 含有子程序调用指令（例如，用 M98 或其它 M 代码或用 T 代码调用子程序）但没有除 O，N 或 L 地址之外的其它地址指令的 NC 语句，其性质与宏程序语句相同。
  - 不包含除 O，N，P 或 L 以外的指令地址的程序段其性质与宏程序语句相同。

15.5 转移和循环

在程序中，使用 GOTO 语句和 IF 语句可以改变控制的流向。有三种转移和循环操作可供使用：

转移和循环
- GOTO 语句（无条件转移）
- IF 语句（条件转移：IF…THEN…）
- WHILE 语句（当…时循环）

15.5.1 无条件转移（GOTO 语句）

转移到标有顺序号 n 的程序段。当指定 1 到 99999 以外的顺序号时，出现 P/S 报警 No.128。可用表达式指定顺序号。

```
GOTOn;   n:顺序号（1 到 99999）
```

例：

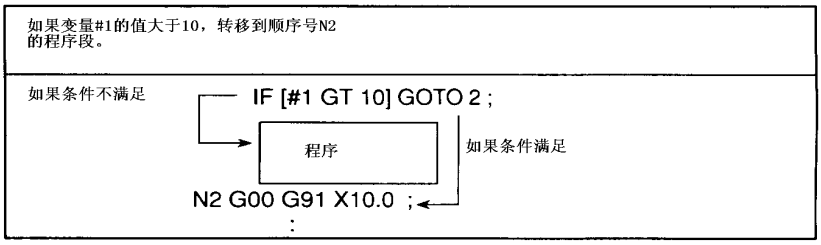
```
GOTO 1;
GOTO #10;
```

15.5.2 条件转移（IF 语句）[<条件表达式>]

IF 之后指定条件表达式。

IF[<条件表达式>]GOTO n

如果指定的条件表达式满足时，转移到标有顺序号 n 的程序段。如果指定的条件表达式不满足，执行下个程序段。



IF[<条件表达式>]THEN

如果条件表达式满足，执行预先决定的宏程序语句。只执行一个宏程序语句。

```
如果#1 和#2 的值相同，0 赋给#3。
IF[#1 EQ #2] THEN #3=0;
```

说明

- **条件表达式**

条件表达式必须包括运算符。运算符插在两个变量中间或变量和常数中间，并且用括号（[，]）封闭。表达式可以替代变量。

- **运算符**

运算符由 2 个字母组成，用于两个值的比较，以决定它们是相等还是一个值小于或大于另一个值。注意，不能使用不等号。

表 15.5.2 运算符

运算符	含义
EQ	等于（=）
NE	不等于（≠）
GT	大于（>）
GE	大于或等于（≥）
LT	小于（<）
LE	小于或等于（≤）

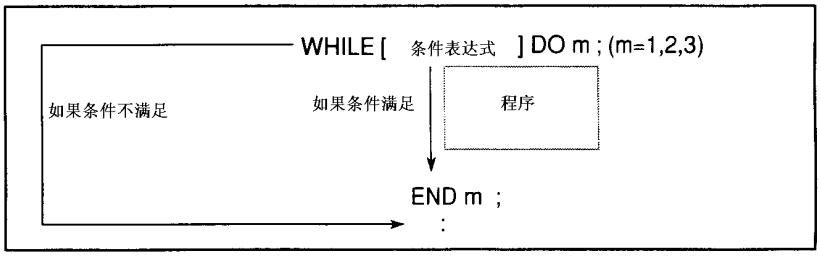
示例程序

下面的程序计算数值 1~10 的总和

```
○9500；
#1=0；……存储和的变量初值
#2=1；……被加数变量的初值
N1 IF[#2 GT 10]GOTO 2；……当被加数大于 10 时转移到 N2
#1=#1+#2；……计算和
#2=#2+#1；……下一个被加数
GOTO 1；……转到 N1
N2 M30；……程序结束
```

15.5.3 循环(WHILE 语句)

在 WHILE 后指定一个条件表达式。当指定条件满足时，执行从 DO 到 END 之间的程序。否则，转到 END 后的程序段。

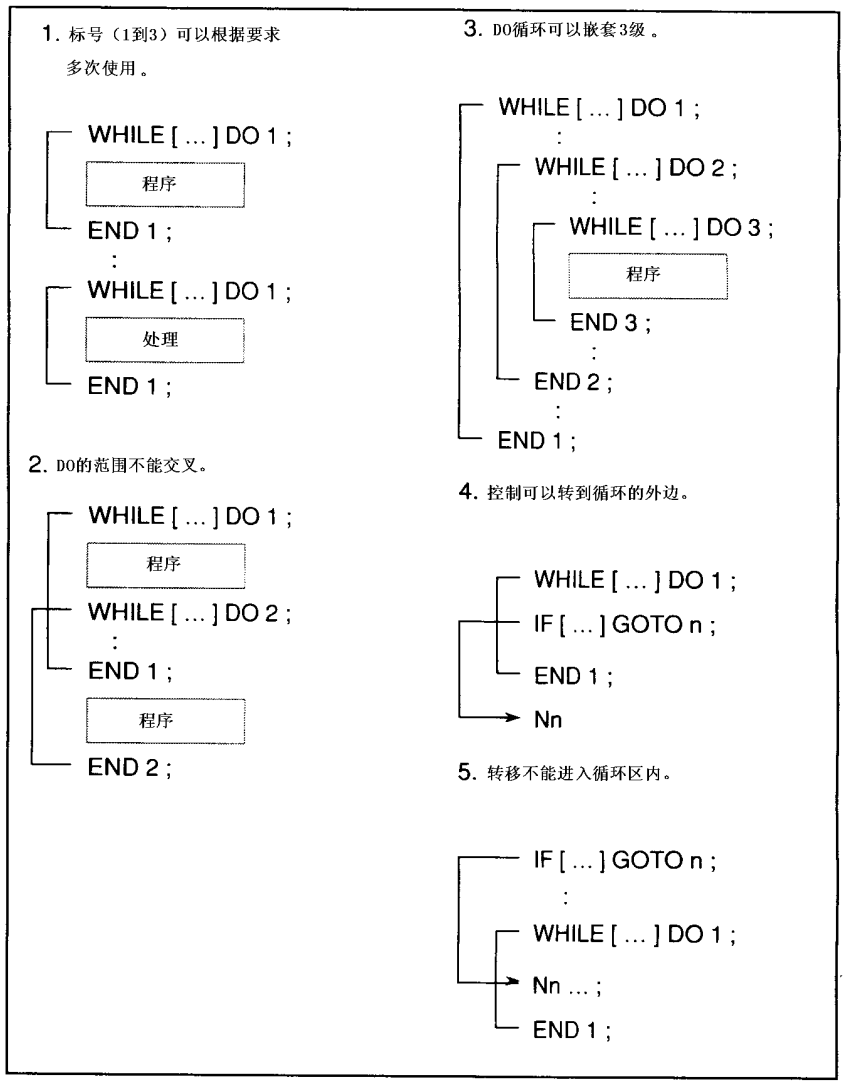


说明

当指定的条件满足时，执行 WHILE 后从 DO 到 END 之间的程序。否则，转而执行 END 之后的程序段。与 IF 语句的指令格式相同。DO 后的数和 END 后的数为指定程序执行范围的标号，标号值为 1，2，3。若用 1，2，3 以外的值会产生 P/S 报警 No.126。

- **嵌套**

在 DO—END 循环中的标号（1 到 3）可根据需要多次使用。但是，当程序有交叉重复循环（DO 范围重叠）时，出现 P/S 报警 No.124。



说明

- **无限循环**

当指定 DO 而没有指定 WHILE 语句时，产生从 DO 到 END 的无限循环。

- **处理时间**

在处理有标号转移的 GOTO 语句时，进行顺序号检索。反向检索的时间要比正向检索长。用 WHILE 语句实现循环可减少处理时间。

- **未定义的变量**

在使用 EQ 或 NE 的条件表达式中，<空>和零有不同的效果。在其它形式的条件表达式中，<空>被当作零。

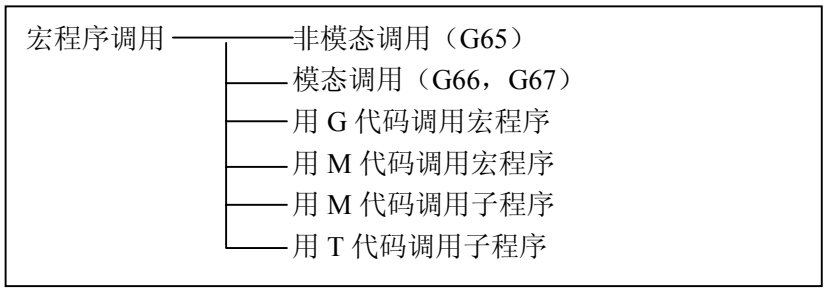
示例程序

下面的程序计算数值 1 到 10 的总和。

```
O0001;
#1=0;
#2=1;
WHILE[#2 LE 10]DO 1;
#1=#1+#2;
#2=#2+1;
END 1;
M30;
```

15.6 宏程序调用

用以下方法调用宏程序：



限制

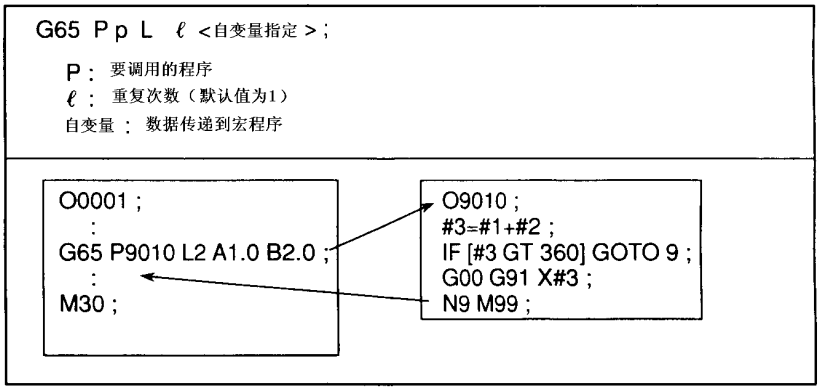
- **宏程序调用和子程序调用之间的差别**

宏程序调用（G65）不同于子程序调用（G98），如下所述。

- 用 G65，可以指定自变量（数据传送到宏程序）。M98 没有该功能。
- 当 M98 程序段包含另一个 NC 指令（例如，G01 X100.0 M98 Pp）时，在指令执行之后调用子程序。相反，G65 无条件地调用宏程序。
- M98 程序段包含另一个 NC 指令（例如，G01 X100.0 M98 Pp）时，在单程序段方式中，机床停止。相反，G65 机床不停止。
- 用 G65，改变局部变量的级别。用 M98，不改变局部变量的级别。

15.6.1 非模态调用（G65）

当指定 G65 时，以地址 P 指定的用户宏程序被调用。数据（自变量）能传递到用户宏程序体中。



说明

- **调用**

  • 在 G65 之后，用地址 P 指定用户宏程序的程序号。
  • 当要求重复时，在地址 L 后指定从 1 到 9999 的重复次数。省略 L 值时，认为 L 等于 1。
  • 使用自变量指定，其值被赋值到相应的局部变量。

- **自变量指定**

可用两种形式的自变量指定。自变量指定 I 使用除了 G，L，O，N 和 P 以外的字母，每个字母指定一次。自变量指定 II 使用 A，B，C 和 I_i，J_i 和 K_i(i 为 1～10)。根据使用的字母，自动决定自变量指定的类型。

自变量指定 I

地址	变量号	地址	变量号	地址	变量号
A	#1	I	#4	T	#20
B	#2	J	#5	U	#21
C	#3	K	#6	V	#22
D	#7	M	#13	W	#23
E	#8	Q	#17	X	#24
F	#9	R	#18	Y	#25
H	#11	S	#19	Z	#26

• 地址 G，L，N，O 和 P 不能在自变量中使用。
• 不需要指定的地址可以省略，对应于省略地址的局部变量为空。
• 地址不需要按字母顺序指定。但应符合字地址的格式。I，J 和 K 需要按字母顺序指定。

例：

B_A_D_…J_K_正确
B_A_D_…J_I_不正确

自变量指定Ⅱ

自变量指定Ⅱ使用A，B和C各1次，I，J，K各10次。自变量指定Ⅱ用于传递诸如三维坐标值。

地址	变量号	地址	变量号	地址	变量号
A	#1	K3	#12	J7	#23
B	#2	I4	#13	K7	#24
C	#3	J4	#14	I8	#25
I1	#4	K4	#15	J8	#26
J1	#5	I5	#16	K8	#27
K1	#6	J5	#17	I9	#28
I2	#7	K5	#18	J9	#29
J2	#8	I6	#19	K9	#30
K2	#9	J6	#20	I10	#31
I3	#10	K6	#21	J10	#32
J3	#11	I7	#22	K10	#33

• I，J，K的下标用于确定自变量指定的顺序，在实际编程中不写。

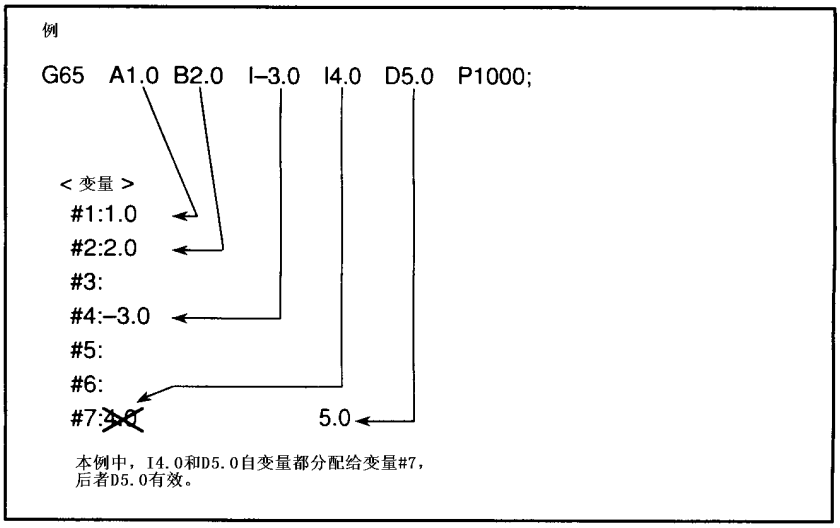
限制

- **格式**

  任何自变量前必须指定G65。

- **自变量指定Ⅰ、Ⅱ混合使用**

  CNC内部自动识别自变量指定Ⅰ和自变量指定Ⅱ。如果自变量指定Ⅰ和自变量指定Ⅱ混合指定，后指定的自变量类型有效。



- **小数点的位置**

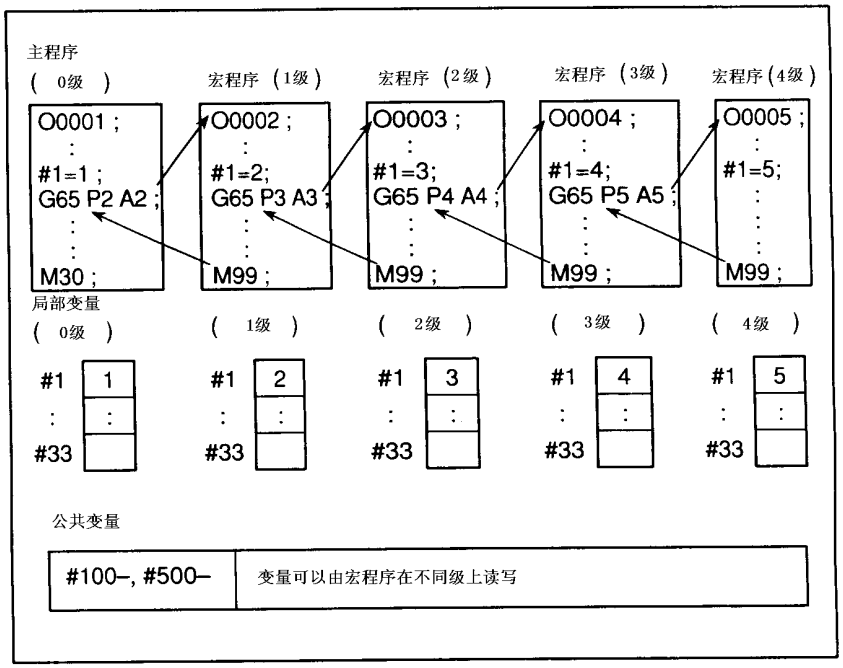
  不带小数点的自变量，其数据单位为各地址的最小设定单位。传递不带小数点的自变量，其值会根据机床实际的系统配置变化。在宏程序调用中使用小数点可使程序兼容性好。

- **调用嵌套**

  调用可以嵌套4级，包括非模态调用（G65）和模态调用（G66）。但不包括子程序调用（M98）。

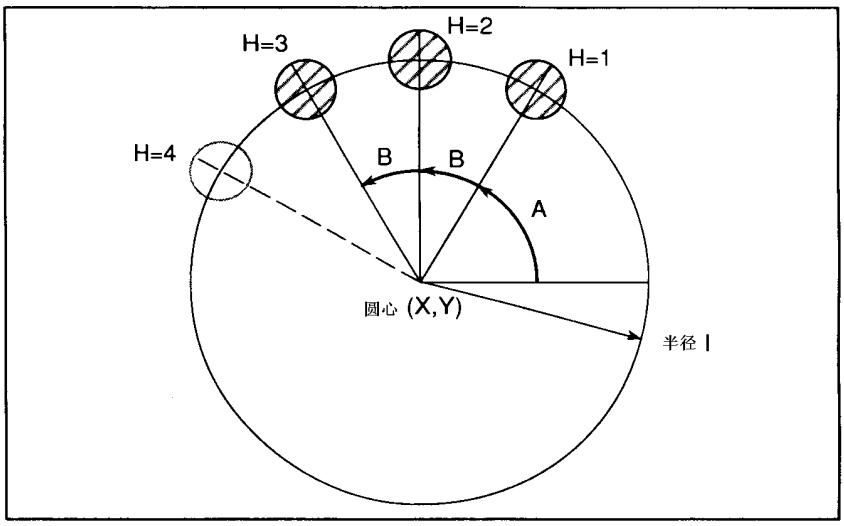
- **局部变量的级别**

  • 局部变量嵌套从 0 到 4 级。
  • 主程序是 0 级
  • 宏程序每调用 1 次（用 G65 或 G66），局部变量级别加 1。前 1 级的局部变量值保存在 CNC 中。
  • 当宏程序执行 M99 时，控制返回到调用程序。此时，局部变量级别减 1，并恢复宏程序调用时保存的局部变量值。



示例程序
（圆周螺纹孔）

编制一个宏程序加工轮圆上的孔。圆周的半径为 I，起始角为 A，间隔为 B，钻孔数为 H，圆的中心是（X，Y）。指令可以用绝对值或增量值指定。顺时针方向钻孔时 B 应指定负值。



- **调用格式**

G65 P9100 Xx Yy Zz Rr Ff Ii Aa Bb Hh;

X：圆心的 X 坐标（绝对值或增量值指定）（#24）
Y：圆心的 Y 坐标（绝对值或增量值指定）（#25）
Z：孔深（#26）
R：趋近点坐标（#18）
F：切削进给速度（#9）
I：圆半径（#4）
A：第一孔的角度（#1）
B：增量角（指定负值时为顺时针）（#2）
H：孔数（#11）

- **宏程序调用程序**

```
O0002;
G90 G92 X0 Y0 Z100.0;
G65 P9100 X100.0 Y50.0 R30.0 Z-50.0 F500 I100.0 A0 B45.0 H5;
M30;
```

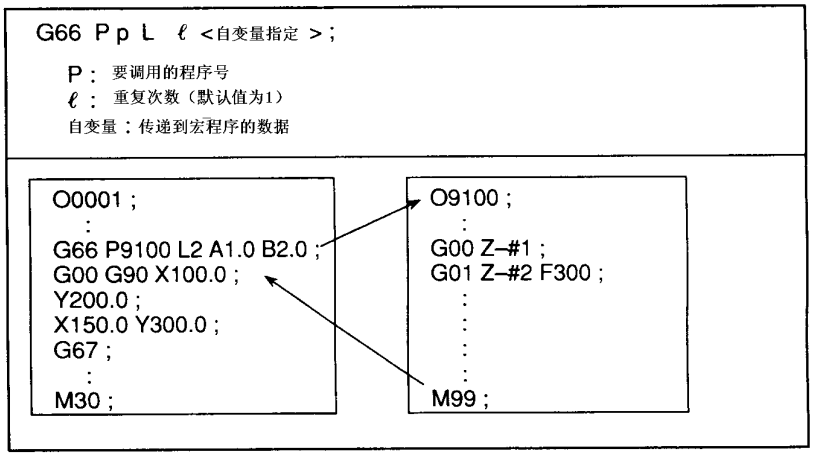
- **宏程序**
  （被调用的程序）

```
O9100;
#3=#4003; 储存 03 组 G 代码
G81 Z#26 R#18 F#9 K0;（注）钻孔循环
                        注：也可以使用 L0
IF[#3 EQ 90]GOTO 1;在 G90 方式转移到 N1
#24=#5001+#24;计算圆心的 X 坐标
#25=#5002+#25;计算圆心的 Y 坐标
N1 WHILE[#11 GT 0]DO 1;直到剩余孔数为 0
#5=#24+#4*COS[#1];计算 X 轴上的孔位
#6=#25+#4*SIN[+1]; 计算 Y 轴上的孔位
G90 X#5 Y#6;移动到目标位置之后执行钻孔
#1=#1+#2;更新角度
#11=#11-1;孔数-1
END 1;
G#3 G80;返回原始状态的 G 代码
M99;
```

变量的含义
#3：储存 03 组的 G 代码
#5：下个孔的 X 坐标
#6：下个孔的 Y 坐标

15.6.2 模态调用（G66）

一旦发出 G66 则指定模态调用，即在指定轴移动的程序段后调用宏程序。G67 取消模态调用。



说明

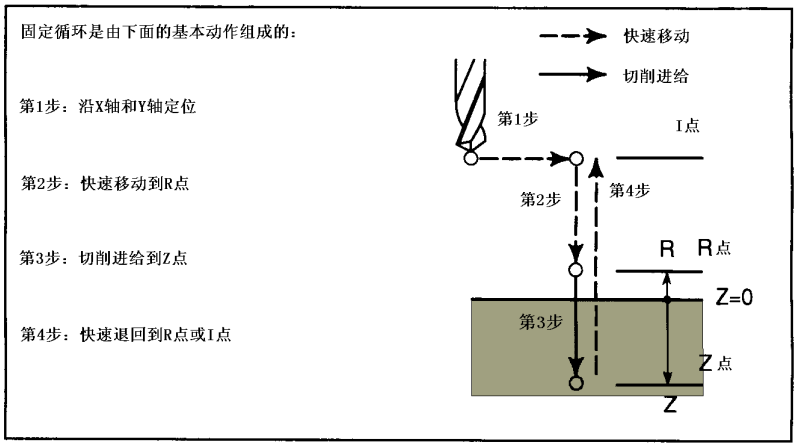
- **调用**
  - 在 G66 之后，用地址 P 指定模态调用的程序号。
  - 当要求重复时，在地址 L 后指定从 1 到 9999 的重复次数。
  - 与非模态调用（G65）相同，自变量指定的数据传递到宏程序体中。
- **取消**
  指定 G67 代码后，其后面的程序段不再执行模态宏程序调用。
- **调用嵌套**
  调用可以嵌套 4 级。包括非模态调用（G65）和模态调用（G66）。但不包括子程序调用（M98）。
- **模态调用嵌套**
  在模态调用期间，指定另一个 G66 代码，可以嵌套模态调用。

限制

- 在 G66 程序段中，不能调用宏程序。
- G66 必须在自变量之前指定。
- 在只有诸如辅助功能但无移动指令的程序段中不能调用宏程序。
- 局部变量（自变量）只能在 G66 程序段中指定。注意，每次执行模态调用时，不再设定局部变量。

示例程序

用宏程序编制 G81 固定循环的操作。加工程序使用模态调用。为了简化程序，使用绝对值指定全部的钻孔数据。



- **调用格式**

```
G65 P9110 Xx Yy Zz Rr Ff Ll;
```

X：孔的 X 坐标（由绝对值指定）(#24)
Y：孔的 Y 坐标（由绝对值指定）(#25)
Z：Z 点坐标（由绝对值指定） (#26)
R：R 点坐标（由绝对值指定） (#18)
F：切削进给速度 (#9)
L：重复次数

- **调用宏程序的程序**

```
O0001;
G28 G91 X0 Y0 Z0;
G92 X0 Y0 Z50.0;
G00 G90 X100.0 Y50.0;
G66 P9110 Z-20.0 R5.0 F500;
G90 X20.0 Y20.0;
X50.0;
Y50.0;
X70.0 Y80.0;
G67;
M30;
```

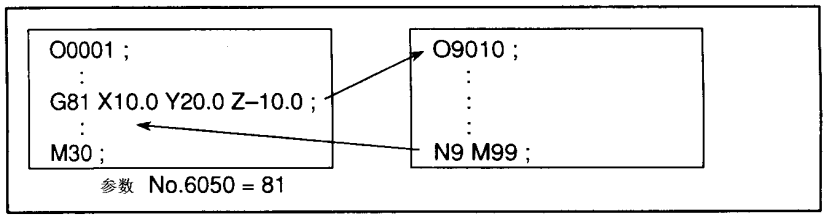
- **宏程序（被调用的程序）**

```
O9110;
#1=#4001; 储存 G00/G01
#2=#4003; 储存 G90/G91
#3=#4109; 储存切削进给速度
#5=#5003; 储存钻孔开始的 Z 坐标
G00 G90 Z#18; 定位在 R 点
G01 Z#26 F#9; 切削进给到 Z 点
IF[#4010 EQ 98]GOTO 1; 返回到 1 点
G00 Z#18; 定位在 R 点
```

```
    GOTO 2;
N1 G00 Z#5; 定位在 1 点
N2 G#1 G#3 F#4; 恢复模态信息。
   M99;
```

15.6.3 用 G 代码调用宏程序

在参数中设置调用宏程序的 G 代码，按非模态调用（G65）同样的方法调用宏程序。



说明

在参数（No.6050 到 No.6059）中设置调用用户宏程序（〇9010 到〇9019）的 G 代码号（从 1 到 9999），调用用户宏程序的方法与 G65 相同。例如，设置参数，由 G81 调用宏程序〇9010，不用修改加工程序，就可以调用由用户宏程序编制的加工循环。

- **参数号和程序号之间的对应关系**

程序号	参数号
〇9010	6050
〇9011	6051
〇9012	6052
〇9013	6053
〇9014	6054
〇9015	6055
〇9016	6056
〇9017	6057
〇9018	6058
〇9019	6059

- **重复**

与非模态调用一样，地址 L 中指定从 1 到 9999 的重复次数。

- **自变量指定**

与非模态调用一样，可以使用两种自变量指定类型：自变量指定 I 和自变量指定 II。根据使用的地址自动决定自变量的指定类型。

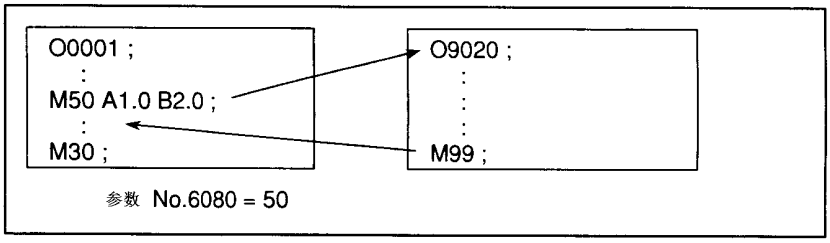
限制

- **使用 G 代码的宏调用的嵌套**

在 G 代码调用的程序中，不能用 G 代码调用宏程序。这种程序中的 G 代码被处理为普通 G 代码。在用 M 或 T 代码调用的子程序中，不能用 G 代码调用宏程序。这种程序中的 G 代码也处理为普通 G 代码。

15.6.4 用 M 代码调用宏程序

在参数中设置调用宏程序的 M 代码，按非模态调用（G65）一样的方法调用宏程序。



说明

在参数（No.6080 到 No.6089）中设置调用用户宏程序（○9020 到○9029）的 M 代码（从 1 到 99999999），调用宏程序的方法同 G65 相同。

- **参数号和程序号之间的对应关系**

程序号	参数号
○9020	6080
○9021	6081
○9022	6082
○9023	6083
○9024	6084
○9025	6085
○9026	6086
○9027	6087
○9028	6088
○9029	6089

- **重复**

与非模态调用一样，地址 L 中指定从 1 到 9999 的重复次数。

- **自变量指定**

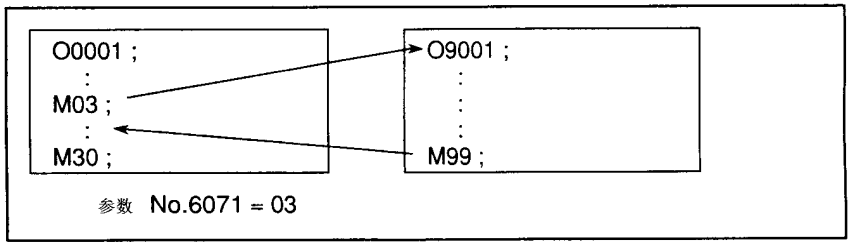
与非模态调用一样，可以使用两种自变量指定类型：自变量指定 I 和自变量指定 II。根据使用的地址自动决定自变量指定的类型。

限制

- 调用宏程序的 M 代码必须在程序段的开头指定。
- 用 G 代码调用的宏程序或用 M 代码或 T 代码调用的子程序中，不能用 M 代码调用宏程序。这种宏程序或子程序中的 M 代码被处理为普通 M 代码。

15.6.5 用 M 代码调用子程序

在参数中设置调用子程序（宏程序）的 M 代码号，按与子程序调用（M98）相同的方法调用宏程序。



说明

在参数（No.6071 到 No.6079）中设置调用子程序的M代码（从 1 到 99999999），相应的用户宏程序（○9001 到○9009）可按与 M98 同样的方法调用。

- **参数号和程序号之间的对应关系**

程序号	参数号
○9001	6071
○9002	6072
○9003	6073
○9004	6074
○9005	6075
○9006	6076
○9007	6077
○9008	6078
○9009	6079

- **重复**

与非模态调用一样，地址 L 中指定从 1 到 9999 的重复次数。

- **自变量指定**

不允许指定自变量。

- **M 代码**

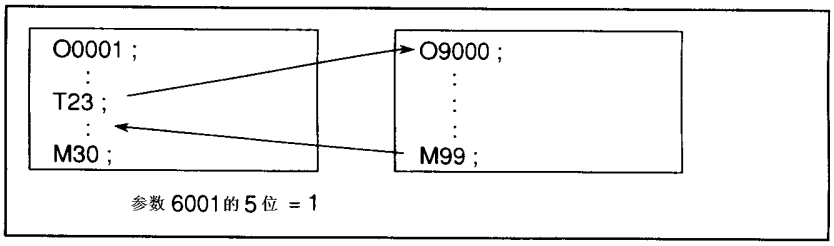
在宏程序中调用的 M 代码被处理为普通 M 代码。

限制

用 G 代码调用的宏程序，或用 M 或 T 代码调用的子程序中，不能使用 M 代码调用子程序。这种宏程序或程序中的 M 代码被处理为普通 M 代码。

15.6.6 用 T 代码调用子程序

通过设定参数，可使用 T 代码调用子程序（宏程序），每当在加工程序中指定 T 代码时，即调用宏程序。



说明

● 调用

设置参数 No.6001 的 5 位 TCS=1，当在加工程序中指定 T 代码时，可以调用宏程序○9000。在加工程序中指定的 T 代码赋值到公共变量#149。

限制

用 G 代码调用的宏程序中或用 M 或 T 代码调用的程序中，不能用 T 代码调用子程序。这种宏程序或程序中的 T 代码被处理为普通 T 代码。

15.6.7 示例程序

使用 M 代码调用子程序的功能，实现测量每把刀具的累积使用时间。

条件

- 测量 T01 到 T05 各把刀具的累积使用时间。刀号大于 T05 的刀具不进行测量。
- 下面的变量用于储存刀号和测量的时间。

#501	刀号 1 的累积使用时间
#502	刀号 2 的累积使用时间
#503	刀号 3 的累积使用时间
#504	刀号 4 的累积使用时间
#505	刀号 5 的累积使用时间

- 当指定 M03 时，开始计算使用时间，当指定 M05 时，停止计算。在循环启动灯亮期间，用系统变量#3002 测量该时间。进给暂停和单段停止期间，不计算时间，但要计算换刀和交换工作台的时间。

运行检查

- **参数设置**

参数 No.6071 中设置 3，参数 No.6072 中设置 05。

- **变量值设置**

变量#501 到#505 中设置 0。

- **调用宏程序的程序**

```
O0001;
T01 M06;
M03;
 •
M05; 改变#501
T02 M06;
M03;
 •
M05; 改变#502
T03 M06;
M03;
 •
M05; 改变#503
T04 M06;
M03;
 •
M05; 改变#504
T05 M06;
M03;
 •
M05; 改变#505
M30;
```

宏程序

（被调用的程序）

```
O9001（M03）；启动计算的宏程序
M01；
IF[#4120 EQ 0]GOTO 9；没有指定刀具
IF[#4120 GT 5]GOTO 9；超出刀号范围
#3002=0；计时器清 0
N9 M03；正向旋转主轴
M99；

O9002（M05）；结束计算的宏程序
M01；
IF[#4120 EQ 0]GOTO 9；没有指定刀具
IF[#4120 GT 5]GOTO 9；超出刀号范围
#[500+#4120]=#3002+#[500+#4120]；计算累积时间
N9 M05；停止主轴
M99；
```

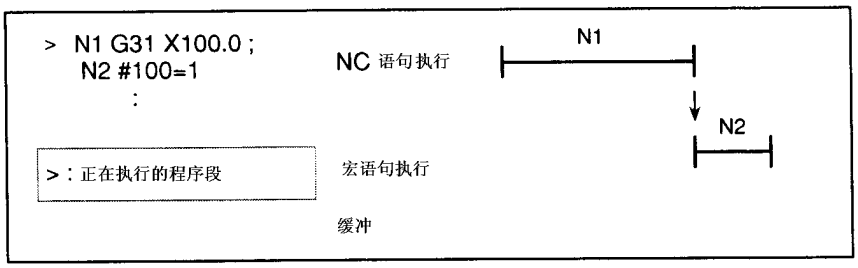
15.7 宏程序语句的处理

为了平滑加工，CNC 预读下一段要执行的 NC 语句。这种运行称为缓冲。在 AI 先行控制中，CNC 读取多个程序段，即使系统未处于 AI 先行控制方式，但在刀具半径补偿方式（G41，G42）中，NC 为了找到交点提前预读 2 或 3 个程序段的 NC 语句。算术表达式和条件转移的宏程序语句在它们被读进缓冲寄存器后立即被处理。因此，宏语句的执行时序并不总是按编制顺序执行。

包含 M00，M01，M02 或 M30 的程序段，包含由参数 No.3411 到 No.3432 设置的禁止缓冲的 M 代码的程序段，以及包含禁止缓冲的 G 代码，例如 G53 的程序段，其后的程序不再预读。直到相应的 M 代码和 G 代码的动作执行完毕，才执行之后的宏语句。

15．7．1 NC 语句和宏语句的执行顺序

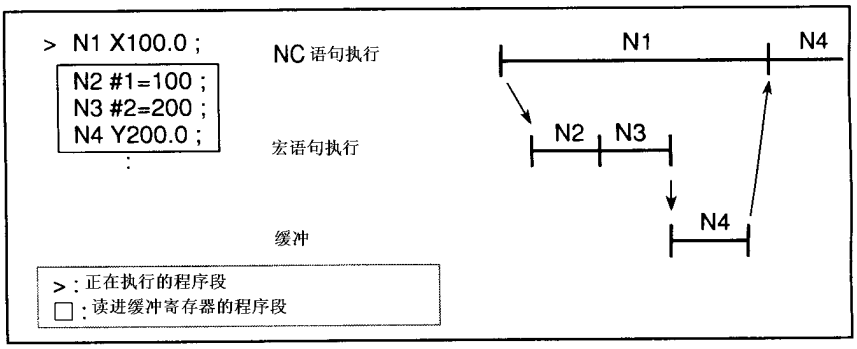
- **当下个程序段不缓冲时（禁止缓冲的 M 代码，G53，G31 等）**



注：

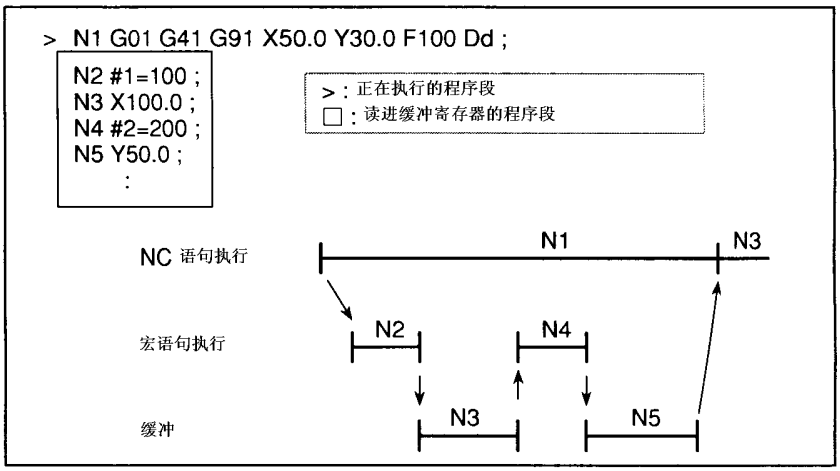
如果需要在执行完程序段后再执行接下来的宏语句，则应在此程序段中指定禁止缓冲的 M 代码或 G 代码。另外，在诸如读取/改写系统变量，坐标值，偏置值等操作时，由于宏语句执行时序的影响，有可能会出现偏差。此时，应在宏语句前指定禁止缓冲的 M 代码和 G 代码。

- **在除了刀具半径补偿方式（G41，G42）以外的方式中，缓冲下个程序段（正常预读一个程序段）**



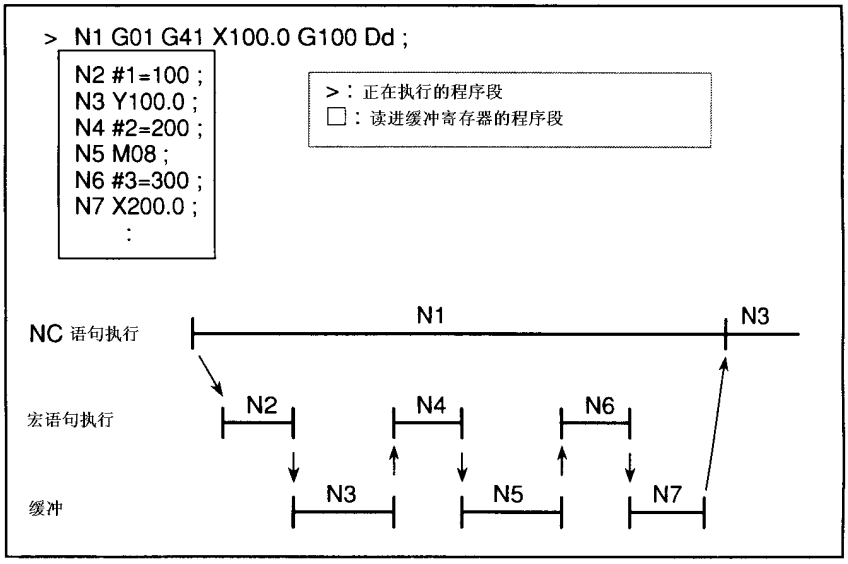
当执行 N1 时，下个 NC 语句（N4）被读入缓冲器。 N1 和 N4 之间的宏语句（N2，N3）在 N1 执行期间被处理。

- **在刀具半径补偿方式（G41，G42）中缓冲下个程序段**



当 N1 正在执行时，下 2 个程序段（直到 N5）中的 NC 语句被读进缓冲寄存器。在 N1 和 N5 之间的宏语句（N2，N4）在 N1 执行期间被处理。

- **在刀具半径补偿方式 C（G41，G42）中，当下个程序段包含没有移动的程序段时**



当 N1 程序段正在执行时，下两个程序段（直到 N5）中的 NC 语句被读进缓冲寄存器。由于 N5 是不移动的程序段，不能计算交点。此时，下面三个程序段（直到 N7）中的 NC 语句被读入。在 N1 和 N7 之间的宏语句（N2，N4 和 N6）在执行 N1 时被处理。

15．7．2 使用系统变量时的注意事项

如果在宏程序中使用如下系统变量（表 15.7.2（a）），并且希望在上一程序段执行完毕后再执行宏语句，则需在上一程序段中指定禁止缓冲的 M 代码（参数 3411-3432）或 G53 指令程序段。

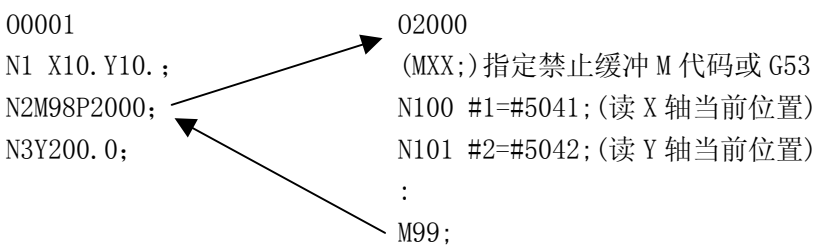
表 15.7.2（a）

含义	读写	变量号	注（未指定禁止缓冲的 M 代码或 G53 程序段）
接口信号	读	#1000-#1015 #1032	宏语句读入缓冲后读入数据
	写	#1100-#1115 #1132	宏语句读入缓冲后写入数据
刀具补偿值	写	#10001-	宏语句读入缓冲后写入数据
宏报警	写	#3000	在宏语句前最多两个程序段处产生报警

表 15.7.2（a）

含义	读写	变量号	注（未指定禁止缓冲的 M 代码或 G53 程序段）
送出信息的同时程序停止	写	#3006	在宏语句前最多两个程序段处程序停止
时间信息	读写	#3001，#3002	宏语句读入缓冲后读写数据
	读	#3011，#3012	宏语句读入缓冲后读入数据
自动运行控制	写	#3003，#3004	在宏语句前最多两个程序段处设定数据
设定	写	#3005	宏语句读入缓冲后写入数据
镜像	读	#3007	宏语句读入缓冲后读入数据
当前选择追加工件坐标系	读	#4130（P） #4014（G54-G59）	在宏语句前最多三个程序段处读入数据
当前位置（机床坐标系）	读	#5021-#5028	读入移动中的不确定位置
当前位置（工件坐标系）	读	#5041-#5048	读入移动中的不确定位置
刀长偏置	读	#5081-#5088	读入当前程序段的偏置量
位置偏差	读	#5101-#5108	读入移动中的不确定偏差
工件零点偏置值	写	#5201-#5328 #7001-#7948	宏语句读入缓冲后写入数据

例如）



在上例中,在执行主程序中的 N1 程序段时,N2 程序段读入缓冲,相应地宏程序 O2000 被读入和执行。此时由于轴在移动状态，因此变量 1 和 2 读入的是不确定位置，这时只需在宏程序 O2000 的 N100 程序段前指定禁止缓冲的 M 代码或 G53 指令，变量 1 和 2 中读取的位置即为 N1 程序段完全执行后的位置。

注

在固定循环方式中不能指定 G53 代码，否则会出现 P/S44 报警。因此如果要在固定循环方式中禁止缓冲程序段，可通过指定禁止缓冲 M 代码来实现。

15.8 用户宏程序的存储

用户宏程序与子程序相似。可用与子程序同样的方法进行存储和编程，存储容量由子程序和宏程序的总容量确定。

15.9
限制

- **MDI 运行**

  在 MDI 方式中可以指定宏程序调用指令。但是，在自动运行期间，宏程序调用不能切换到 MDI 方式。

- **顺序号检索**

  用户宏程序不能检索顺序号。

- **单程序段**

  即使宏程序正在执行，在单程序段方式，程序段也能停止。

  包含宏程序调用指令（G65，G66 或 G67）的程序段，即使在单程序段方式时也不会停止。当设定 SBM（参数 No.6000 的 5 位）为 1 时，包含算术运算指令和控制指令的程序段可以停止。

  单程序段运行用于调试用户宏程序。注意，在刀具半径补偿 C 方式中，当宏程序语句中出现单程序段停止时，该语句被认为是不包含移动的程序段，在某些情况下，不能执行正确的补偿（严格地讲，该程序段被当作指定移动距离为 0 的移动。）

- **任选程序段跳过**

  在<表达式>中间出现的/符号（在算术表达式的右边，封闭在括号[ ]中）被认为是除法运算符；不作为任选程序段跳过代码。

- **在 EDIT 方式中的运行**

  设定参数 NE8（参数 No.3202 的 0 位）和 NE9（参数 No.3202 的 4 位）为 1，可对程序号 8000 到 8999 和 9000 到 9999 的用户宏程序和子程序进行保护。当存储器全清时（电源接通时，同时按下 RESET 和 DELET 键），存储器的全部内容包括宏程序都被清除。

- **复位**

  当复位时，局部变量和#100 到#199 的公共变量被清除为空值。设定 CLV 和 CCV（参数 6001 的第 7 位和第 6 位），它们可以不被清除。系统变量#1000 到#1133 不被清除。

  复位操作清除任何用户宏程序和子程序的调用状态及 DO 状态并返回到主程序。

- **程序再起动的显示**

  和 M98 一样，子程序调用使用的 M，T 代码不显示。

- **进给暂停**

  在宏程序语句执行期间，进给暂停有效时，宏语句执行之后机床停止。当复位或出现报警时，机床也停止。

- **<表达式>中可以使用的常数值**

  +0.0000001 到+99999999

  -99999999 到-0.0000001

  有效数值是 8 位（十进制），如果超过这个范围，出现 P/S 报警 No.003。

15.10 外部输出指令

除了标准的用户宏指令外，还可用下面的宏程序指令。它们被称作外部输出指令。

——BPRNT

——DPRNT

——POPEN

——PCLOS

通过阅读机/穿孔机接口，用这些指令输出变量值和字符。

说明

按下列顺序指定这些指令：

打开指令：POPEN

在指定数据输出命令之前，指定该指令，以建立与外部输入/输入设备的链接。

数据输出指令：BPRNT 或 DPRNT

指定需要的输出数据。

关闭指令：PCLOS

当全部数据输出指令已经完成时，指定 PCLOS 以解除与外部输入/输出设备的链接。

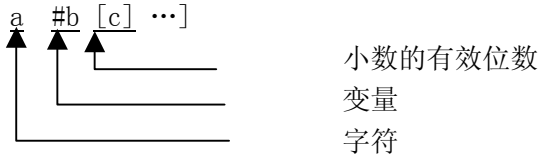
- **打开指令 POPEN**

POPEN

POPEN 建立与外部输入/输出设备的链接。必须在数据输出指令之前指定。根据该指令 CNC 输出 DC2 控制代码。

- **数据输出指令 BPRNT**

BPRNT [a #b [c] …]



BPRNT 指令以二进制输出字符和变量值。

（ｉ）指定的字符根据输出时的设定数据（ISO）转换成代码。

可指定的字符如下：

——字母（A 到 Z）

——数字

——特殊字符（*，/，+，-，等）

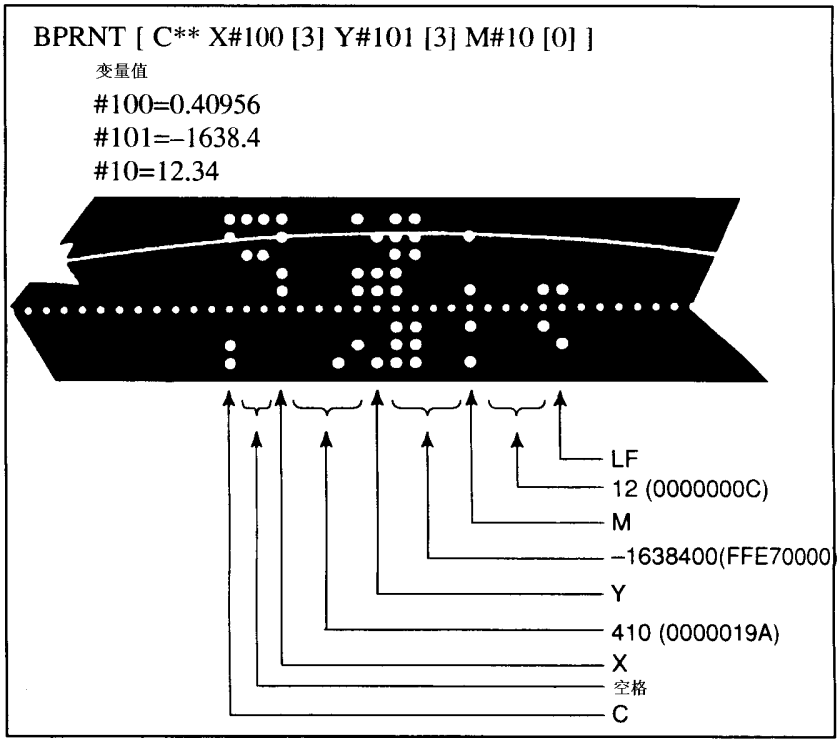
星号（*）用空格输出。

（ii）所有变量都带小数点存储。指定一个变量时，变量后要用括号指定小数的有效位数。变量值处理成为 2 个字（32 位）数据，包括小数位。输出为二进制数据，从最高字节开始输出。

（iii）当指定的数据输出时，根据设定代码（ISO）输出 EOB 代码。

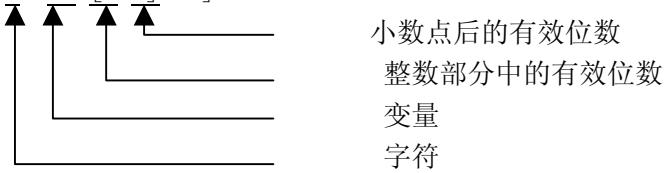
（iv）空变量认为是 0。

例)



- **数据输出指令 DPRNT**

DPRNT [a #b [c d] …]



DPRNT 指令，根据 SETTING（ISO）的代码设定，按十进制输出字符和变量值。

（ i ）对 DPRNT 指令的说明，请见对 BPRNT 指令说明的（ i)、(iii）和（iv）项。

（ ii ）当输出变量时，要指定#和后面的变量号，然后，在括号中指定整数部分中的位数和小数点后的位数。

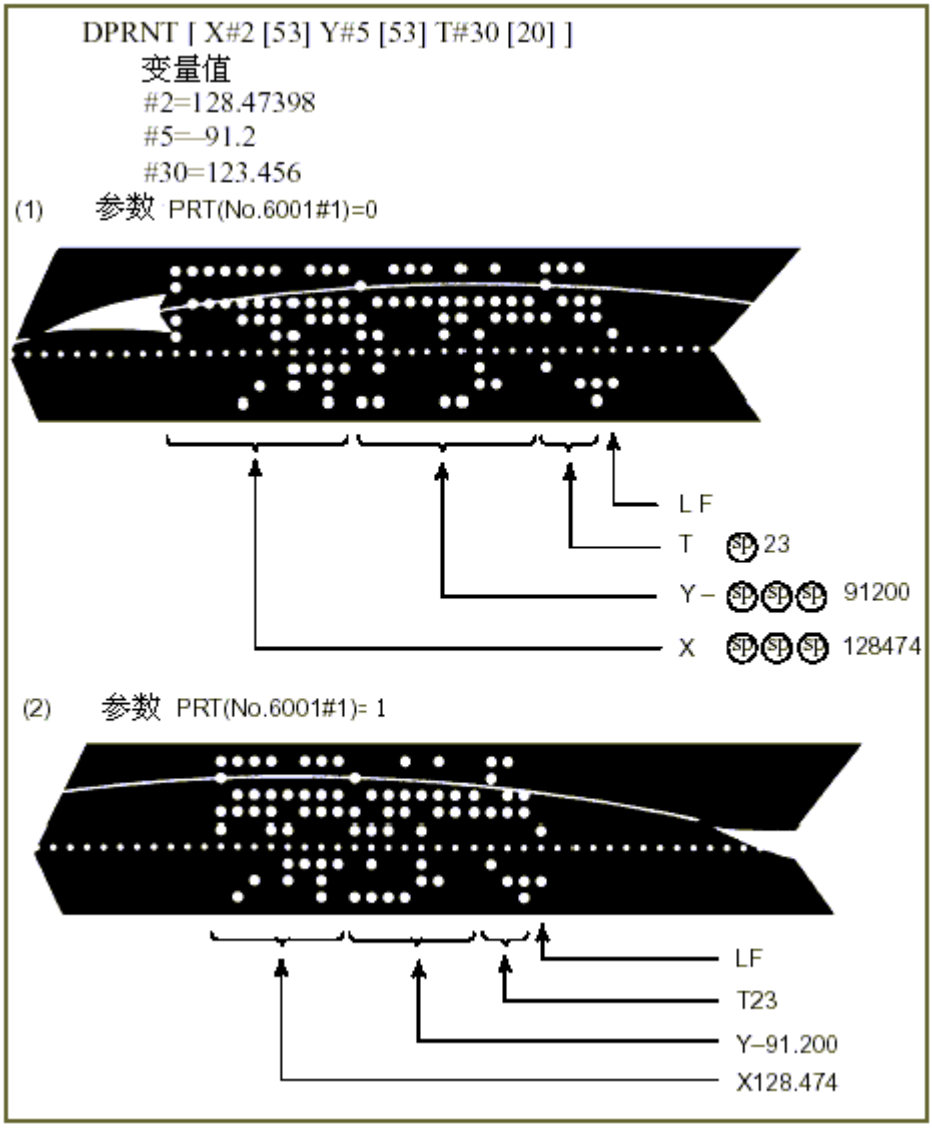
数据从高位输出，每位数都按相应的代码输出，代码由（ISO）设定。小数点也按（ISO）设定的代码输出。

每个变量必须是最多 8 位数组成的数字值。当高位数是零时，如果 PRT（参数 6001 的 1 位）是 1，这些零不输出。如果参数 PRT 是 0，每当遇到 0 时输出空格代码。

当小数的有效位数不是零时，小数部分总是输出。如果小数的有效位数是零，则不输出小数点。

当 PRT（参数 6001 的 1 位）是 0 时，输出空格代替+号表示正数；如果参数 PRT 是 1，不输出代码。

例）



- **关闭指令 PCLOS**

  PCLOS;

  PCLOS 指令解除与外部输入/输出设备的链接。当所有数据输出指令结束时，指定该指令。根据该指令 CNC 输出 DC4 控制代码。

- **要求的设定**

  指定设定（SETTING）数据中的通道（I/O 通道）。根据这些数据，指定阅读机/穿孔机接口的数据（例如，波特率）。

  I/O 通道 0:参数（No.101,No.102 和 No.103）

  I/O 通道 1:参数（No.111,No.112 和 No.113）

  I/O 通道 2:参数（No.112,No.122 和 No.123）

  输出装置不要指定 FANUC 磁带盒或软盘盒。

  当指定 DPRNT 指令输出数据时，用参数 PRT（参数 6001 的 1 位）为 1 或 0 指定是否输出数据的前零。

  数据行结束时输出 LF 或 LF，CF，用参数#6001 的第 4 位 CRO 设定。

注

1 不必总是在一起指定打开指令（POPEN），数据输出指令（BPRNT，DPRNT）以及关闭指令（PCLOS）。一旦在程序的开头指定了打开指令后，除非指定了关闭指令，不需要再次指令打开指令。

2 必须成对指定打开指令和关闭指令。在程序的末尾指定关闭指令。但是，如果没有指定打开指令，就不必指定关闭指令。

3 当数据输出指令正在执行时，若执行复位操作，输出停止并且后面的数据被清除。因此，当复位操作是由代码执行，例如，执行数据输出程序的结束代码 M30 时，在程序的结束部分应指定关闭指令，以确保全部数据输出后才执行 M30 处理。

4 在括号中的缩写宏程序字保持不变。但是，当括号中的字符被分开并分几次输入时，第 2 和以后的缩写被转换并输入。

5 O 可以在括号[ ]中指定。注意，当括号[ ]中的字符被分开并分几次输入时， O 在第 2 和以后的输入中被忽略。

15.11 中断型用户宏程序

当程序正在执行时，来自机床的中断输入信号（uint）可以调用另一个程序。该功能称为中断型用户宏程序功能。以下面的格式指定中断指令：

指令格式

```
M96 P0000；用户宏程序中断有效
M97；      用户宏程序中断无效
```

说明

中断型用户宏程序功能允许在程序执行期间在任一程序段调用另一个程序。这就可使程序根据随时变化的条件实时地运行。

（1） 当检测到刀具的异常状态时，用外部信号启动异常过程的处理。

（2） 加工运行的顺序由另一个加工操作中断而不取消现在的运行。

（3） 以固定的间隔，读取与现在加工有关的信息。

以上所叙为中断型用户宏程序功能中的适应控制应用。

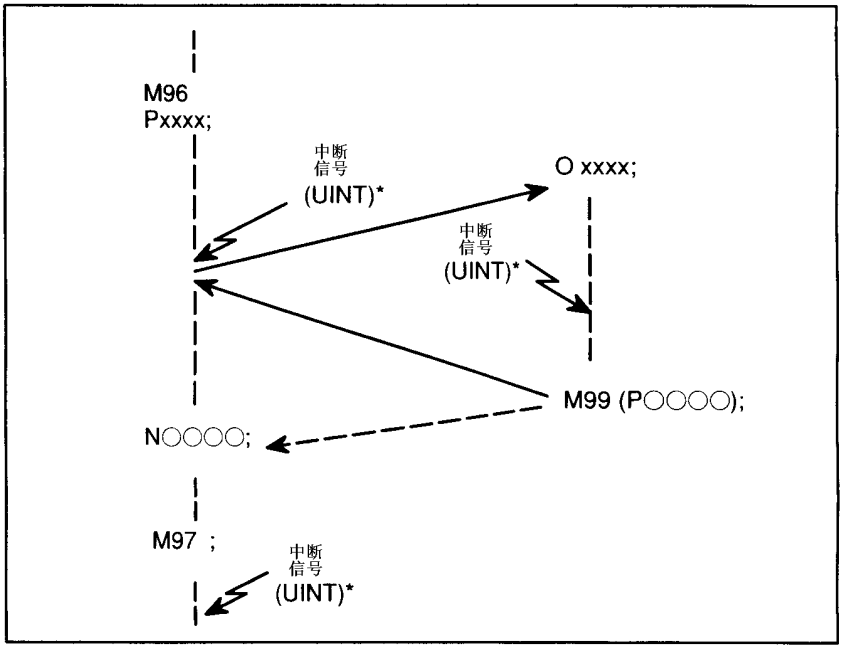


图 15.11 中断型用户宏程序功能

当在程序中指定 M96 P×××× 时，输入中断信号(UINT)可中断之后的程序，转而执行由 P×××× 指令的程序。

注意
在 M97 指定后，中断信号（UINT，在图 15.11 中用*标记）的输入被忽略。
并且，在中断程序执行期间，不得输入中断信号。

15.11.1 指定方法说明

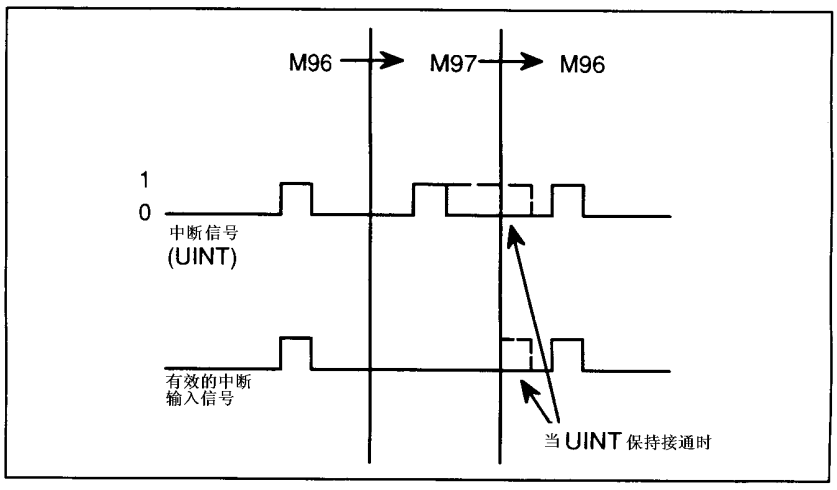
说明

- **中断条件**

用户宏程序中断只能在程序执行期间有效。在下列条件下使用：
-存储器运行或 MDI 运行时
-STL（启动灯）亮时
-目前不处理用户宏中断时

- **指定**

一般情况下，指定 M96 使中断信号（UINT）有效，可以执行用户宏程序中断功能。M97 使信号无效。
一旦指定 M96，输入中断信号（UINT）使用户宏程序中断开始。直到指定 M97 或 NC 复位后，中断型宏程序功能取消。在指定 M97 或 NC 复位以后，即使输入中断信号（UINT），用户宏程序中断也不执行，中断信号被忽略直到指定另一个 M96。



指定 M96 后，中断信号（UINT）生效。在 M97 方式中，即使输入信号，也被忽略。当在 M97 方式中断信号输入并保持接通直到 M96 指定时，（用状态触发形式时）立即执行宏程序中断。当使用边沿触发形式时，即使指定 M96，宏程序中断也不执行。

注
状态触发和边沿触发形式，见 II—15.11.2“用户宏程序中断信号”。

15.11.2 功能的详细说明

说明

- **子程序型中断和宏程序型中断**

有两种形式的用户宏程序中断：子程序型中断和宏程序型中断。使用的中断类型由 MSB（参数 6003 的 5 位）选择。

（a）子程序型中断

中断程序作为子程序调用。这意味着在中断前后局部变量的级别保持不变。中断不包含在子程序调用的嵌套级中。

（b）宏程序型中断

中断程序作为宏程序调用。这意味着在中断前后局部变量的级别要改变。中断不包含在宏程序调用的嵌套级中。当在中断程序内执行子程序调用或用户宏程序调用时，这个调用包含在子程序调用或宏程序调用的嵌套级中。即使用户宏程序中断是宏程序型中断时，自变量也不能从现在程序传递。

- **用户宏程序中断控制的 M 代码**

在一般情况下，用户宏程序中断由 M96 和 M97 控制。但是，这些代码可能已被某些机床制造厂用于其它用途（例如，M 功能或宏程序 M 代码调用）。由于这个原因，可用 MPR（参数 6003 的 4 位）设定用户宏程序中断控制的 M 代码。

当设定该参数指定用 M 代码调用中断型宏程序时，应将 M 代码设在参数 6033 和 6034 中：

在参数 6033 中设定使用户宏程序中断有效的 M 代码。而在参数 6034 中设定使用户宏程序中断无效的 M 代码。

当指定不用参数设定的 M 代码时，M96 和 M97 用作中断型用户宏程序控制的 M 代码，而不管参数 6033 和 6034 的设定。

用作用户宏程序中断控制的 M 代码被内部处理（它们不输出到外部装置）。但是，从程序的兼容性考虑，不希望使用 M96 和 M97 以外的 M 代码控制用户宏程序中断。

- **用户宏程序中断和 NC 语句**

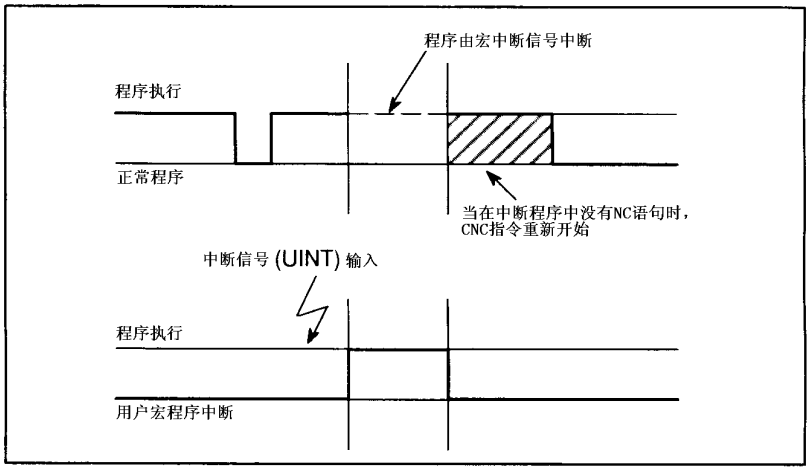
当执行用户宏程序中断时，用户有时希望中断正在执行的 NC 语句，或者希望执行完当前的程序段后再执行中断。这时，可用参数 MIN（参数 6003 的 2 位）选择是在程序段的中间执行中断，还是等到程序段结束后再执行中断。

Ⅰ型（在程序段中执行中断）

（ｉ）当中断信号（UINT）输入时，任何正在执行的移动或暂停都被立即停止，转而执行中断程序。

（ii）如果在中断程序中有 NC 语句，在中断程序段中的指令被放弃并执行中断程序中的 NC 语句。当控制返回到被中断的程序时，程序从被中断的程序段之后的下个程序段重新开始。

（iii）如果在中断程序中没有 NC 语句，控制由 M99 返回到中断程序，然后，程序从被中断的程序段中的指令重新开始。



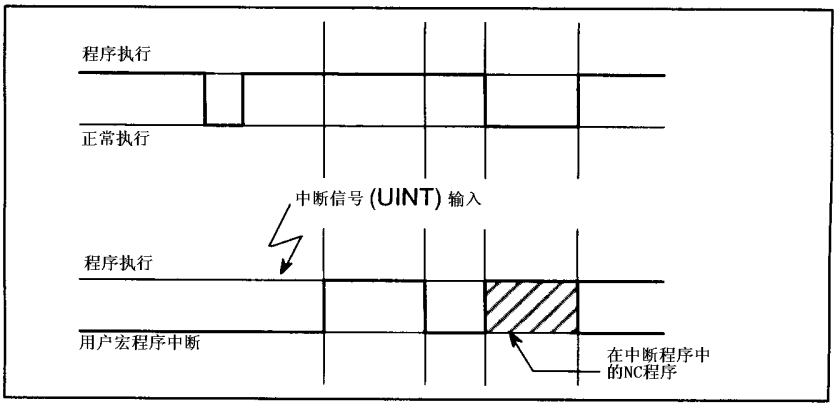
Ⅱ型（程序段结束后执行中断）

（ｉ）如果正在执行的程序段不是由几个循环动作组成的程序段，例如，钻孔固定循环和自动返回参考点（G28），中断的执行过程如下：

当中断信号（UINT）输入时，在中断程序中的宏程序语句立即执行，除非在中断程序中遇到 NC 语句。此时直到当前的程序段执行结束后，才执行中断程序中的 NC 语句。

（ii）如果正在执行的程序段是由几个循环动作组成的程序段，中断执行如下：

当循环运行中的最后的移动开始时，执行中断程序中的宏程序语句，除非遇到 NC 语句。此时在全部循环动作完成之后执行 NC 语句。



- **用户宏程序中断信号的有效和无效条件**

在中断型用户宏程序的 M96 程序段执行之后，中断信号有效。当 M97 的程序段开始执行时，该信号无效。

当中断程序正在执行时，中断信号无效。当控制从中断程序返回后，主程序中紧接被中断的程序段开始执行时，该信号有效。在 I 型中断中，如果中断程序只包含宏语句，则在控制从中断返回以后，中断程序段开始执行时，该中断信号有效。

- **包含循环动作的程序段执行期间的用户宏程序中断**

I 型

即使循环动作在进行中，移动也被中断，执行中断程序。如果中断程序不包含 NC 语句，在控制返回到被中断的程序之后，循环动作重新开始。如果有 NC 语句，则放弃中断循环中的剩余动作，而执行下个程序段。

II 型

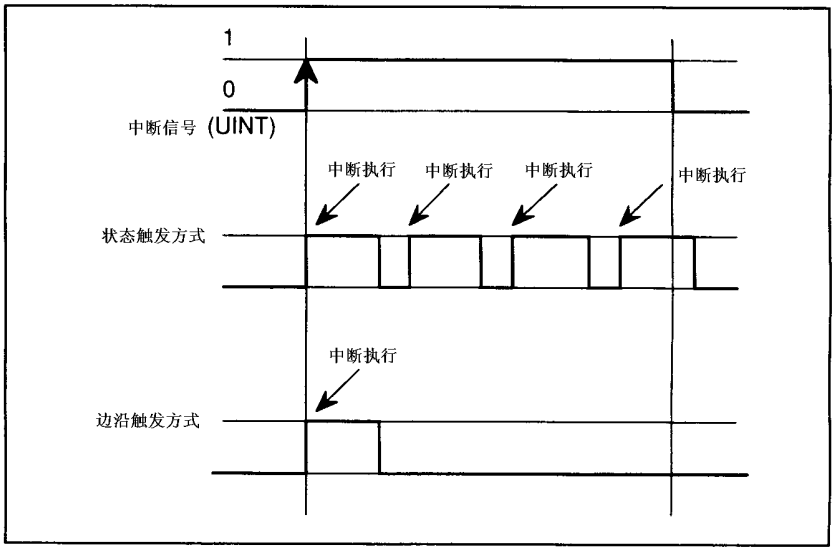
当循环动作的最后的移动开始时，执行中断程序中的宏语句，除非遇到 NC 语句。此时在循环动作完成后，执行 NC 语句。

- **用户宏程序中断信号（UINT）** 用户宏程序中断信号（UINT）的输入有两种方式：状态触发方式和边沿触发方式。使用状态触发方式时，当它接通时信号有效。使用边沿触发方式时，当它从断开状态切换到接通状态时信号有效。

  用 TSE（参数 6003 的 3 位）选择两种方式。当用这个参数选择状态触发方式时，如果中断信号（UINT）是接通状态同时信号有效，则产生用户宏程序中断。使中断信号（UINT）保持持续接通状态，可重复执行中断程序。

  当选择边沿触发方式时，中断信号（UINT）仅在它的上升沿有效。因此，仅在瞬间执行中断程序（当程序仅有宏语句时）。当状态触发方式不适用或整个程序仅执行一次用户宏程序时（此时，中断信号一直保持接通），可用边沿触发方式。

  除了上面解释的特殊应用以外，使用两种方式的任何一种得到的效果是一样的。从信号的输入直到执行用户宏程序中断，两种方式完全一样。



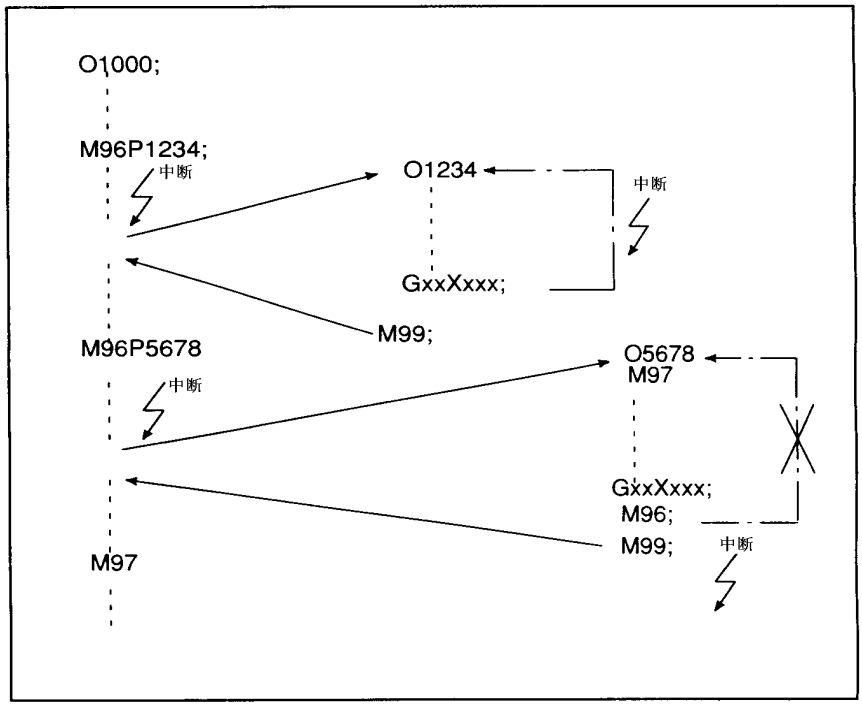
在上面的例子中，使用状态触发方式时，中断执行 4 次；使用边沿触发方式时，中断只执行 1 次。

- **从用户宏程序中断返回**

为把控制从用户宏程序中断返回到被中断的程序，指定 M99。在被中断的程序中可以用地址 P 指定顺序号。如果这样指定，程序会从开头检索指定的顺序号。控制返回到找到的第 1 个顺序号。

当用户宏程序中断程序正在执行时，不再产生中断。为使另一个中断有效，须执行 M99。当 M99 单独指定时，它在先前的指令结束前执行。因此，用户宏程序中断是在中断程序中的最后指令处生效。如果这样不方便的话，应该在程序中指定 M96 和 M97，用它们控制用户宏程序的中断。

当用户宏程序中断正在执行时，没有其它用户宏程序中断产生；当产生中断时，其它中断自动地被禁止。执行 M99 使得可以产生另一个用户宏程序中断。在程序中单独指定的 M99 在前面的程序段结束之前执行。在下面的例子中，中断在 O1234 的 Gxx 程序段期间有效。当中断信号输入时 O1234 再次执行。O5678 由 M96 和 M97 控制。此时，O5678 中断无效（在控制返回到 O1000 之后有效）。

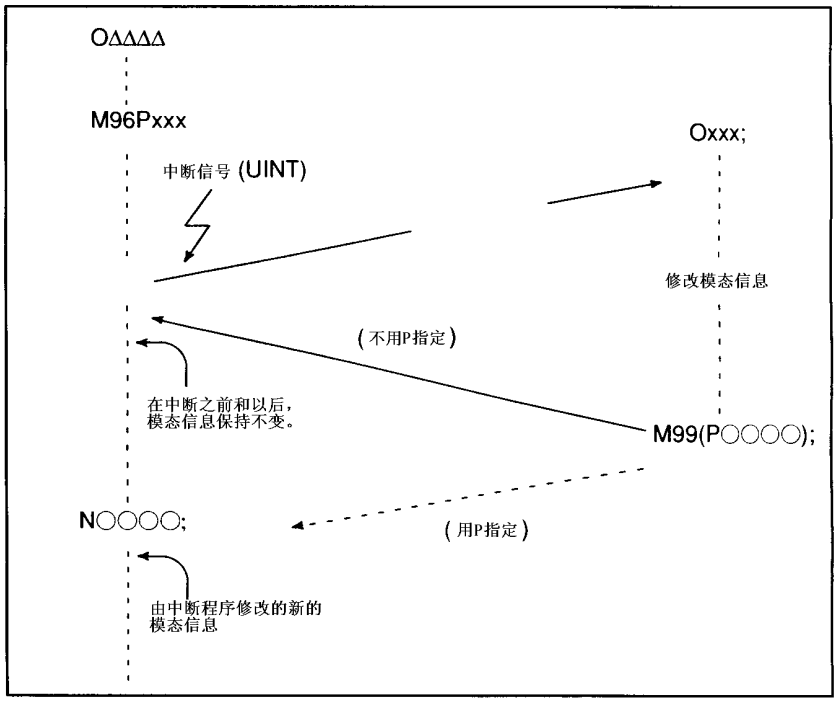


注
当 M99 程序段仅有地址 O，N，P，L 或 M 时，这个程序段在程序中当作前面的程序段。因此，对这个程序段不执行单程序段停止。编程时，下面的①和②基本上是相同的（差别在于 M99 生效之前是否执行 G○○）。
① G○○×○○○；
M99；
② G○○×○○○M99；

- **用户宏程序中断和模态信息**

用户宏程序中断不同于正常的程序调用。它是在程序执行期间用中断信号（UINT）启动。通常，由中断程序产生的模态信息的任何修改不应该影响被中断的程序。
由于这个原因，即使模态信息由中断程序修改，当控制由 M99 返回到被中断的程序时，中断前的模态信息被恢复。
当控制用 M99 Pxxx 从中断程序返回到被中断的程序时，模态信息可以由该程序再次控制。此时，由中断程序修改的新的信息传送到被中断程序。如果恢复中断之前的旧的模态信息并不合适。这是因为在控制返回之后，根据中断之前的模态信息运行，某些程序会有不同结果。此时，下面的方法是可用的。
（1）在控制返回到被中断的程序后，由中断程序提供所用的模态信息。

（2）在控制返回到被中断的程序之后，根据需要再次指定模态信息。



控制被 M99 返回时的模态信息

控制被 M99 P0000 返回时的模态信息

在中断之前的模态信息变为有效。由中断程序修改的新模态信息无效。由中断程序修改的新的模态信息，即使在控制返回之后仍保持有效。

在被中断的程序段中有效的旧的模态信息用宏程序的系统变量 #4001 到#4120 读取。

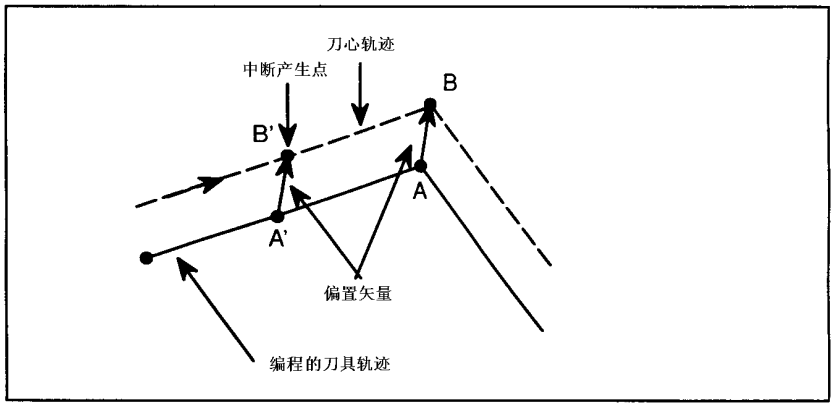
注意，当模态信息由中断程序修改时，系统变量#4001 到#4120 不改变。

- **中断程序的系统变量（位置信息值）**

• 用系统变量#5001 及以上可以读取 A 点的坐标值，直到遇到第 1 个 NC 语句。

  • 在没有运动指令的 NC 语句之后可以读取 A’点的坐标值。

  • 用系统变量#5021 和#5041 及以上可以读取 B’点的机床坐标值和工件坐标值。



- **用户宏程序中断和用户宏程序模态调用**

  当中断信号（UINT）输入并且中断程序被调用时，用户宏程序模态调用被取消（G67）。但是，当在中断程序中指定 G66 时，用户宏程序模态调用变为有效。当控制由 M99 从中断程序返回时，模态调用恢复到中断产生之前的状态。当控制由 M99 Pxxxx；返回时，在中断程序中的模态调用保持有效。

- **用户宏程序中断和程序再起动**

  在程序再起动后，以空运行方式执行返回操作时，输入中断信号（UINT），当所有轴再起动操作结束之后，调用中断程序。这意味着与参数设定无关，总使用 II 型中断。

- **DNC 运行和中断型用户宏程序**

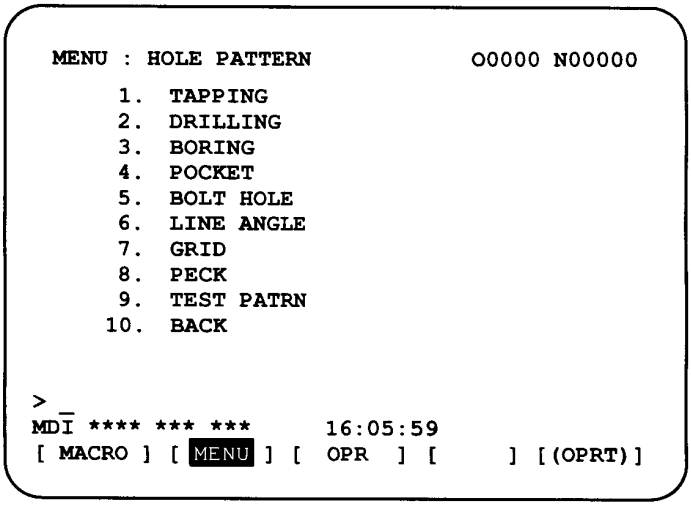
  在 DNC 运行或用外部输入/输出设备执行程序期间，不能执行“中断型用户宏程序”。

16 格式数据输入功能

该功能可使用户用图纸上的数值数据（格式数据）通过 MDI 面板指定简单地编程,而不使用现有的 NC 语句编程。
藉助于该功能，机床制造厂可以使用用户宏程序编制孔加工循环程序。并把它们储存到程序存储器中。
给这些循环指定格式名称，例如：BOR1，TAP3 和 DRL2。
操作者可从屏幕上显示的格式名菜单中选择格式。
由操作者指定的数据（格式数据）应该事先用变量建立。
操作者用变量名，例如：DEPTH，RETURN RELIEF，FEED，MATERIAL 或其它格式数据名识别这些变量。操作者对这些名字赋值（格式数据）。

16.1 显示格式名菜单

按 OFFSET SETTING 键和 ▷ **[MENU]** 显示下面的格式图形菜单屏幕。



HOLE PATTERN：菜单标题。可以指定最多 12 个字符组成的任意字符串。
BOLT HOLE ： 格式名称。可以指定最多 10 个字符组成的任意字符串。
机床制造厂应使用用户宏程序对菜单标题和格式名指定字符串，并把该字符串作为程序号为 No.9500 的子程序输入到程序存储器。

- **指定菜单标题的宏指令**

菜单标题：C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12}

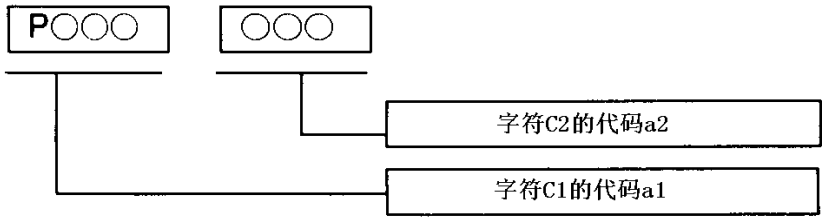
C_1，C_2，，C_{12}：菜单标题中的字符（12 个字符）

宏指令

C65 H90 P_p Q_q R_r I_i J_j K_k；

H90：指定菜单标题

p：假定字符 C_1 和 C_2 的代码是 a_1 和 a_2。则，



p：假定字符 C_3 和 C_4 的代码为 a_3 和 a_4。则 $q= a_3\times10^3+a_4$

r：假定字符 C_5 和 C_6 的代码为 a_5 和 a_6。则 $r= a_5\times10^3+a_6$

i：假定字符 C_7 和 C_8 的代码为 a_7 和 a_8。则 $i= a_7\times10^3+a_8$

j：假定字符 C_9 和 C_{10} 的代码为 a_9 和 a_{10}。则 $r= a_9\times10^3+a_{10}$

k：假定字符 C_{11} 和 C_{12} 的代码为 a_{11} 和 a_{12}。则 $r= a_{11}\times10^3+a_{12}$

例如）如果菜单的标题是“HOLE PATTERN”。则，宏指令如下：

G65 H90 P072079 Q076069 R032080

HO LE ␣ P

I 065084 J084069 K082078;

AT TE RN

代码与这些字符的对应关系，见 II-16.3 中的表。

- **指定格式名的宏指令**

格式名：C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10}

C_1，C_2，，C_{10}：格式名中的字符（10 个字符）

宏指令

C65 H91 P_n Q_q R_r I_i J_j K_k;

H91：指定菜单标题

n：指定格式名的菜单号

n=1～10

q：假定字符 C_1 和 C_2 的代码为 a_1 和 a_2。则 $q= a_1\times10^3+a_2$

r：假定字符 C_3 和 C_4 的代码为 a_3 和 a_4。则 $q= a_3\times10^3+a_4$

i：假定字符 C_5 和 C_6 的代码为 a_5 和 a_6。则 $r= a_5\times10^3+a_6$

j：假定字符 C_7 和 C_8 的代码为 a_7 和 a_8。则 $i= a_7\times10^3+a_8$

k：假定字符 C_9 和 C_{10} 的代码为 a_9 和 a_{10}。则 $r= a_9\times10^3+a_{10}$

例）如果菜单 No.1 的格式名是“BOLT HOLE ”。则宏指令如下：

G65 H91 P_1 Q066079 R076084 I 032072 J079076 K069032;

BO LT ␣ H OL E ␣

- **格式号选择**

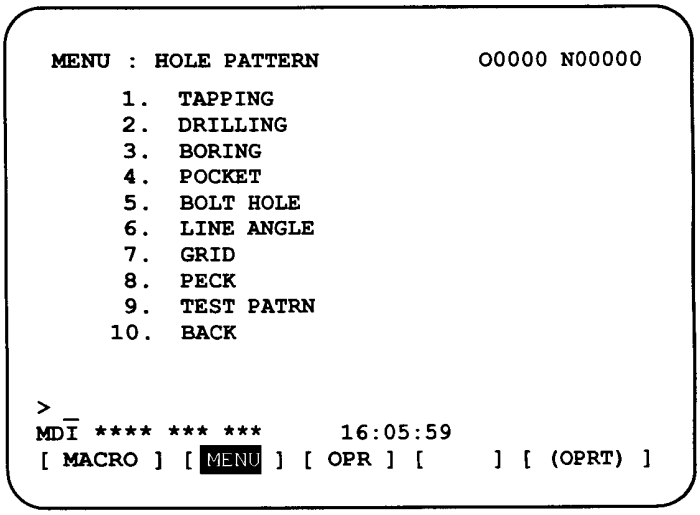
要从格式菜单屏幕选择格式，输入相应的格式号。下面是一个例子。

[1] [INPUT]

被选择的格式号赋值到系统变量#5900。被选格式的用户宏程序可以在用外部信号（外部程序号检索）起动的固定程序中引用系统变量#5900 来启动。

注
如果在宏指令中不指定 P，Q，R，I，J 和 K 字符，对每个被省略的字符赋给 2 个空格。

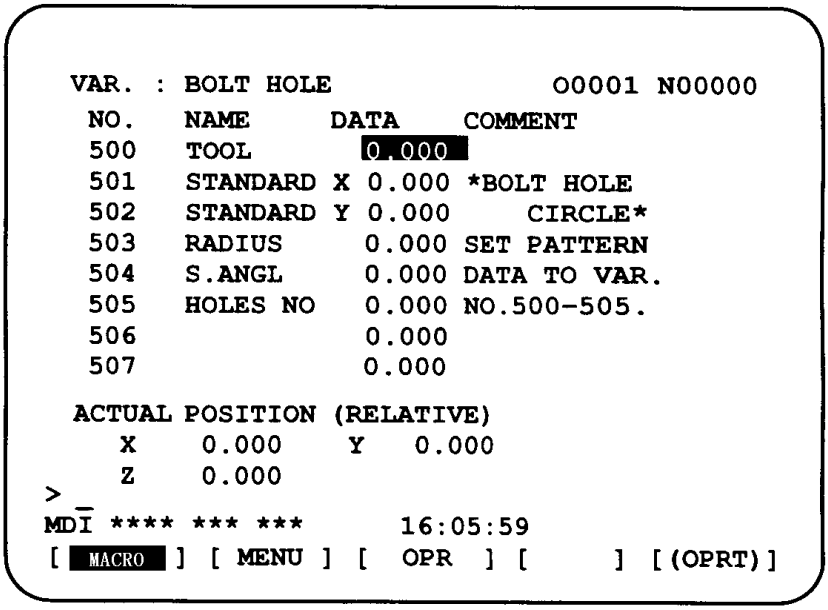
例 菜单标题和孔格式名的用户宏程序。




```
O9500 ;
N1G65 H90 P072 079 Q076 069 R032 080 I 065 084 J 084 069 K082 078 ;   孔图形
N2G65 H91 P1 Q066 079 R076 084 I 032 072 J 079 076 K069 032 ;         1. 螺栓孔
N3G65 H91 P2 Q071 082 R073 068 ;                                      2. 网格孔
N4G65 H91 P3 Q076 073 R078 069 I 032 065 J 078071 K076069 ;           3. 斜线孔
N5G65 H91 P4 Q084 065 R080 080 I 073 078 J 071 032 ;                  4. 攻丝
N6G65 H91 P5 Q068 082 R073 076 I 076 073 J 078 071 ;                  5. 钻孔
N7G65 H91 P6 Q066079 R082073 I 078 071 ;                              6. 镗孔
N8G65 H91 P7 Q080 079 R067 075 I 069 084 ;                            7. 型腔
N9G65 H91 P8 Q080069 R067075 ;                                        8. 深孔
N10G65 H91 P9 Q084 069 R083 084 I032 080 J065 084 K082 078 ;          9. 测试图形
N11G65 H91 P10 Q066 065 R067 0750 ;                                   10.反镗
N12M99 ;
```

16.2 格式数据显示

当选择格式菜单后，显示相应的格式数据。



BOLT HOLE：格式数据标题。可以设定最多 12 个字符的字符串。

TOOL ：变量名。可以设定最多 10 个字符的字符串。

BOLT HOLE CIRCLE：

注释语句。可以显示最多 8 行，每行 12 个字符组成的字符串。

机床制造厂应该使用用户宏程序编程格式数据标题和变量名的字符串，并且把它们输入到程序存储器作为子程序，子程序号是 9500 加上格式号（O9501~O9510）。

- **指定格式数据标题（菜单标题）的宏指令**

菜单标题：C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12}

C_1，C_2，，C_{12}：菜单标题中的字符（12 个字符）

宏指令

G65 H92 P_p Q_q R_r I_i J_j K_k；

H92：指定格式名

p：假定字符 C1 和 C2 的代码为 a1 和 a_2。则 p= $a_1\times10^3+a2$

q：假定字符 C_3 和 C_4 的代码为 a_3 和 a_4。则 q= $a_3\times10^3+a_4$

r：假定字符 C_5 和 C_6 的代码为 a_5 和 a_6。则 r= $a_5\times10^3+a_6$

i：假定字符 C_7 和 C_8 的代码为 a_7 和 a_8。则 i= $a_7\times10^3+a_8$

j：假定字符 C_9 和 C_{10} 的代码为 a_9 和 a_{10}。则 r= $a_9\times10^3+a_{10}$

k：假定字符 C_{11} 和 C_{12} 的代码为 a_{11} 和 a_{12}。则 r= $a_{11}\times10^3+a_{12}$

例如）假定格式数据标题是是“BOLT HOLE ”。则宏指令如下：

G65 H92 P066079 Q076084 R032072 I079076 J069032；

BO LT ␣H OL E␣

- **指定变量名的宏指令**

变量名：C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10}

C_1，C_2，，C_{10}：变量名中的字符（最多 10 个字符）

宏指令

G65 H93 P_p Q_q R_r I_i J_j K_k；

H93：指定变量名

p：指定变量名的菜单号

q：假定字符 C_1 和 C_2 的代码为 a_1 和 a_2。则 q= $a_1\times10^3+a_2$

r：假定字符 C_3 和 C_4 的代码为 a_3 和 a_4。则 q= $a_3\times10^3+a_4$

i：假定字符 C_5 和 C_6 的代码为 a_5 和 a_6。则 r= $a_5\times10^3+a_6$

j：假定字符 C_7 和 C_8 的代码为 a_7 和 a_8。则 i= $a_7\times10^3+a_8$

k：假定字符 C_9 和 C_{10} 的代码为 a_9 和 a_{10}。则 r= $a_9\times10^3+a_{10}$

例如）假定变量 503 的变量名是“RADINS”。则宏指令如下：

G65 H93 P503 Q082065 R068073 I 085083；

RA DI US

- **指定注释的宏指令**

一个注释行：C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12}

C_1，C_2，，C_{12}：一个注释行中的字符串（最多 12 个字符）

宏指令

G65 H94 P_p Q_q R_r I_i J_j K_k;

H94：指定注释

p：假定字符 C1 和 C2 的代码为 a1 和 a_2。则 p= $a_1\times10^3+a2$

q：假定字符 C_3 和 C_4 的代码为 a_3 和 a_4。则 q= $a_3\times10^3+a_4$

r：假定字符 C_5 和 C_6 的代码为 a_5 和 a_6。则 r= $a_5\times10^3+a_6$

i：假定字符 C_7 和 C_8 的代码为 a_7 和 a_8。则 i= $a_7\times10^3+a_8$

j：假定字符 C_9 和 C_{10} 的代码为 a_9 和 a_{10}。则 r= $a_9\times10^3+a_{10}$

k：假定字符 C_{11} 和 C_{12} 的代码为 a_{11} 和 a_{12}。则 r= $a_{11}\times10^3+a_{12}$

注释最多能显示 8 行。注释是由每行的 G65 H94 的编码顺序，从第 1 行到第 8 行组成的。

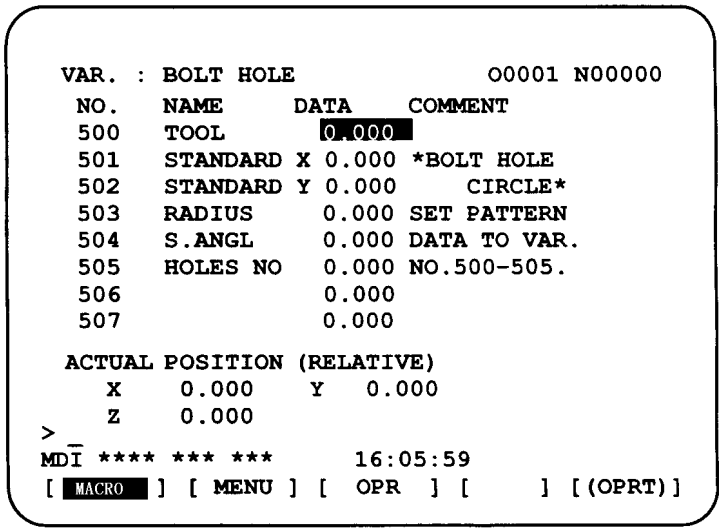
例）假定注释是“BOLT HOLE”。则宏指令如下：

G65 H94 P042066 Q079076 R084032 I072079 J076069;

*B OL T␣ H O LE

例

描述参数标题，变量名和注释的宏指令。




```
O9501 ;
N1G65 H92 P066 079 Q076 084 R032 072 I 079 076 J069 032 ;      变量：螺栓孔
N2G65 H93 P500 Q084 079 R079076 ;                              #500 刀具
N3G65 H93 P501 Q075 073 R074 085 I078 032 J088 032 ;           #501 KIJUN X
N4G65 H93 P502 Q075 073 R074 085 I 078 032 J089 032 ;          #502 KIJUN Y
N5G65 H93 P503 Q082 065 R068 073 I 085 083 ;                   #503 半径
N6G65 H93 P504 Q083 046 R032 065 I 078 071 J 076 032 ;         #504 起始角
N7G65 H93 P505 Q072 079 R076 069 I 083 032 J078 079 K046 032 ; #505 孔数
N8G65 H94 ;                                                    注释
N9G65 H94 P042 066 Q079 076 R084 032 I072 079 J076 069 ;       *螺栓孔
N10G65 H94 R032 067 I073 082 J067 076 K069 042 ;               圆周 *
N11G65 H94 P083 069 Q084 032 080 065 I084 084 J069 082 K078 032 ; 设定图形数据
N12G65 H94 P068 065 Q084 065 R032 084 I079 032 J086 065 K082046 ; 变量号
N13G65 H94 P078 079 Q046 053 R048 048 I045 053 J048 053 K046 032; No.500-505
N14M99 ;
```

16.3 格式数据输入功能的字符和代码

表 16.3(a) 格式数据输入功能的字符和代码

字符	代码	注释	字符	代码	注释
A	065		6	054	
B	066		7	055	
C	067		8	056	
D	068		9	057	
E	069			032	空格
F	070		!	033	惊叹号
G	071		"	034	引号
H	072		#	035	井号
I	073		$	036	美圆号
J	074		%	037	百分号
K	075		&	038	和号
L	076		'	039	撇号
M	077		(	040	左圆括号
N	078		)	041	右圆括号
O	079		*	042	星号
P	080		+	043	加号
Q	081		,	044	逗号
R	082		−	045	减号
S	083		.	046	句点
T	084		/	047	斜杠
U	085		:	058	冒号
V	086		;	059	分号
W	087		<	060	左尖括号
X	088		=	061	等号
Y	089		>	062	右尖括号
Z	090		?	063	问号
0	048		@	064	商业单价号
1	049		[	091	左方括号
2	050		¥	092	元符号
3	051		]	093	右方括号
4	052		^	094	
5	053		_	095	下划线

注
右圆括号和左圆括号不能使用。

表 16.3(b) 格式数据输入功能中的子程序号

子程序号	功 能
09500	指定格式菜单中显示的字符串。
09501	指定对应于格式 No.1 的格式数据的字符串
09502	指定对应于格式 No.2 的格式数据的字符串
09503	指定对应于格式 No.3 的格式数据的字符串
09504	指定对应于格式 No.4 的格式数据的字符串
09505	指定对应于格式 No.5 的格式数据的字符串
09506	指定对应于格式 No.6 的格式数据的字符串
09507	指定对应于格式 No.7 的格式数据的字符串
09508	指定对应于格式 No.8 的格式数据的字符串
09509	指定对应于格式 No.9 的格式数据的字符串
09510	指定对应于格式 No.10 的格式数据的字符串

表 16.3(c) 格式数据输入功能中的宏指令

G 代码	H 代码	功 能
G65	H90	指定菜单标题
G66	H91	指定格式名字
G67	H92	指定格式数据标题
G68	H93	指定变量名
G69	H94	指定注释

表 16.3(d) 格式数据输入功能中的系统变量

系统变量	功 能
#5900	由用户选择的格式号

17 可编程参数输入（G10）

概述

参数可用程序输入。该功能用于机床附件更换后设定螺距误差补偿数据或改变最大切削速度或切削时间常数以适合加工条件的变化。

指令格式

格　　式
G10L50；设定为参数输入方式 N_R_；非轴型参数 N_P_R_;轴型参数 ┆ G11；取消参数输入方式
指令的意义
N_;参数号（5 位数）或补偿位置号（螺距误差补偿号+10，000（5 位数）） R_；参数设定值（前零可以省略）。 P_；轴号：1~4（轴型参数）

说明

- **参数设定值（R_）**

参数（R_）设定值不用小数点。
小数点也不能用于用户宏程序的变量（R_）。

- **轴号(P)**

对轴类参数指定从 1 到 4（最大 4 轴）的轴号（P_）。控制轴按 CNC 显示的顺序编号。
如，对显示顺序为第 2 的控制轴指定 P2。

警告
1　当更改了螺距误差补偿值和反向间隙补偿值后，一定要进行手动回参考点操作。否则机床将偏离正确位置。
2　参数输入前必须取消固定循环方式。如若不取消，可能会引起误动作。

注
在参数输入方式，不能指定其它的 NC 语句。

例

1. 设定位型参数 No. 3404 的位 2（SBP）

```
G10L50；参数输入方式
N3404 R 00000100;SBP 设定
G11；取消参数输入方式
```

2. 修改轴型参数 No. 1322（设定存储行程极限 2 中各轴正向的坐标值）中 Z 轴（第 3 轴）和 A 轴（第 4 轴）的值。

```
G10L50；参数输入方式
N1322 P3 R4500;修改 Z 轴
N1322 P4 R12000;修改 A 轴
G11；取消参数输入方式
```

18 使用 FS10/11 纸带格式的存储器运行

概述

通过设定参数（No.0001 #1），可执行 FS10/11 纸带格式的程序。

说明

0i 系列和 10/11 系列的刀具半径补偿，子程序调用和固定循环的数据格式是不同的。10/11 系列数据格式可用于存储器运行。其它数据格式必须遵从 0i 系列。当指定的数据值超出 0i 系列的规定范围时，出现报警。对于 0i 系列无效的功能不能存储也不能运行。

- **刀具半径补偿偏置号的地址**

偏置号在 10/11 系列中用地址 D 指定。当用地址 D 指定偏置号时，用地址 H 指定的模态值被地址 D 的偏置号替换。

- **子程序调用**

如果指定多于 4 位数的子程序号，低 4 位数被作为子程序号。如果不指定重复次数，就假定为 1 次。

表 18(a) 子程序调用数据格式

CNC	数据格式
10/11 系列	M98 P00000L0000; P：子程序号 L：重复次数
0i 系列	M98 P0000 □□□□; 重复次数 子程序号

- **固定循环重复次数的地址**

10/11 系列和 0i 系列对固定循环的重复次数使用不同的地址，如表 18(b)所示。

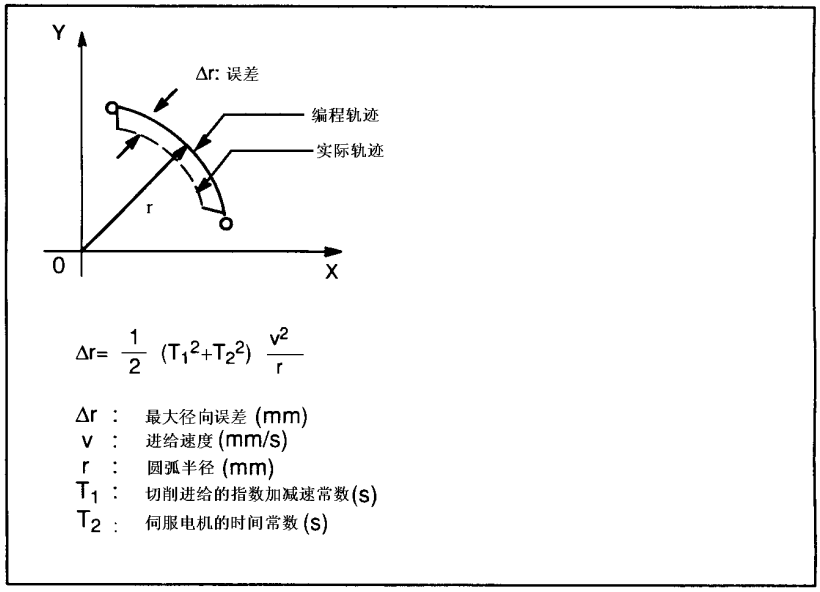
表 18（b） 固定循环重复次数的地址

CNC	地址
10/11 系列	L
0i 系列	K

19 高速切削功能

19.1 根据圆弧半径箝制进给速度

圆弧插补中高速加工圆弧时，实际刀具轨迹和编程轨迹之间存在径向误差。该误差的近似值可由下式计算：



$$\Delta r = \frac{1}{2}(T_1^2+T_2^2)\frac{v^2}{r}$$

Δr ： 最大径向误差 (mm)
v ： 进给速度 (mm/s)
r ： 圆弧半径 (mm)
T_1 ： 切削进给的指数加减速常数(s)
T_2 ： 伺服电机的时间常数 (s)

实际加工时，给定实际的圆弧半径 r 和允许误差△r。因此最大的允许速度 V（mm/min）由上式计算。

用圆弧半径箝制进给速度的功能自动地把圆弧加工的进给速度箝制到参数中的设定值。当指定的进给速度造成圆弧加工的径向误差超过允许值时，该功能有效。

详细情况，见机床制造厂的有关说明书。

19.2 先行控制（G08）

该功能是为高速精密加工设计的。用该功能，可以抑制由加/减速造成的延迟和伺服系统的延迟。伺服系统的时滞随进给速度的提高而增加。因此，刀具轨迹可以精确地跟随指定值。加工的轮廓误差可以降低。
进入先行控制方式时，该功能有效。
详细情况，见机床制造厂的相关说明书。

指令格式

```
G08 P_;
P1:接通先行控制方式。
P0：取消先行控制方式。
```

说明

- **可用的功能**

在先行控制方式中，可用下面的功能：
（1）插补前直线加/减速
（2）拐角自动减速
关于以上功能的详细说明，见连接说明书（功能）(B-64113CM-1)。
每个功能都有相应的参数。

- **复位**

用复位取消先行控制方式。

限制

- **G08 指令**

在单独的程序段中指令 G08 代码。

- **可指定的功能**

在先行控制方式中，可指定以下功能。

在先行控制方式中，欲指定下表中未列出的功能时，必须取消先行控制方式，指定要求的功能后再设定先行控制方式。

- 反比时间进刀
- PMC 轴控制

（通过设定参数 No.8004 第 4 位（G8R）和第 3 位（G8C），此功能可在先行控制方式中使用。）

- 单方向定位
- 极坐标指令
- 螺旋线切削
- 刚性攻丝（通过设定参数 No.1602 第 5 位（G8S），此功能可在先行控制方式中使用。此外，还需要设定串行主轴参数。）
- 程序再启动
- 外部减速
- 简易同步控制
- 顺序号比较停止

- 位置开关（通过设定参数 No.6901 第 3 位（PSF），此功能可在先行控制方式中使用。设定此参数后会改变信号输出的时序，因此有必要修改梯形图）
- C_S轮廓控制（通过设定参数 No.1602 第 5 位（G8S），此功能可在先行控制方式中使用。此外，还需设定串行主轴参数。）
- 恒表面切削速度控制
- 主轴速度波动检测
- 用户宏程序 B
- 任意角度倒角/倒圆
- 英制/公制转换
- 可编程镜像
- 固定循环
- 自动拐角倍率（仅用于改变内圆弧切削进给速度）
- 比例缩放
- 坐标系旋转
- 工件坐标系
- 工件坐标系预置
- 刀具半径补偿 C
- 拐角圆弧插补
- 刀具偏置
- 刀具寿命管理
- 刀具长度测量
- 图形显示
- 动态图形显示
- 每转进给

19.3
AI 先行控制 / AI 轮廓控制

概述

本功能是以高速高精度加工为目的的功能。通过使用本功能，可以控制在进刀速度加快时变大、加速 / 减速的迟延、以及伺服系统的迟延，由此来减少加工形状的误差。
AI 先行控制最多可以预读 20 个程序块，AI 轮廓控制最多可以预读 40 个程序块，并进行插补前加速 / 减速，由此可顺利实现多个程序块之间的加速 / 减速，进行更加高速的加工。

说明

在进入 AI 先行控制方式、或者 AI 轮廓控制方式下本功能有效。

格式

G05.1 Q_ ;
Q1: AI 先行控制 / AI 轮廓控制 ON
Q0: AI 先行控制 / AI 轮廓控制 OFF

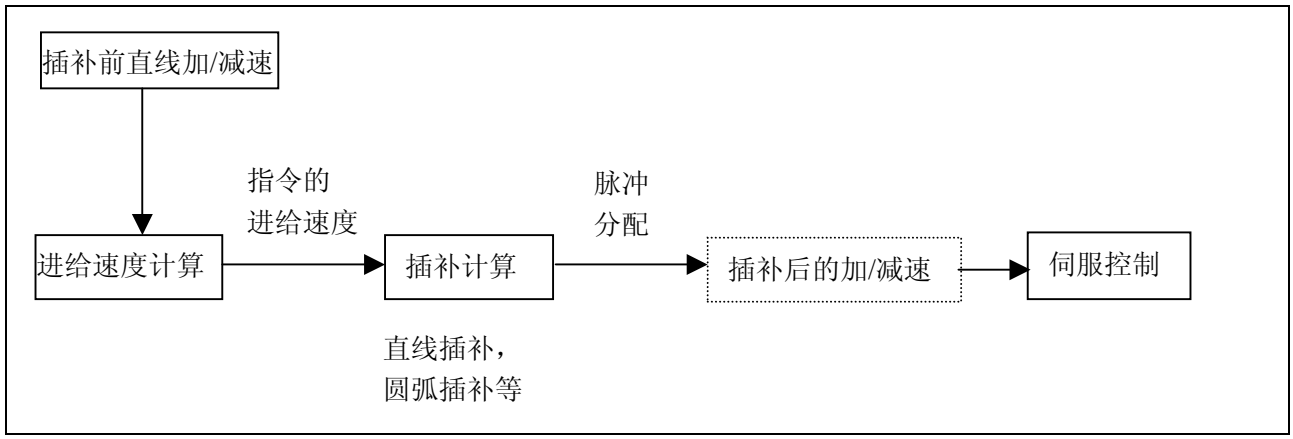
注
1 在独立的程序段中指定 G05.1。
2 通过复位可取消 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式。
3 如果备有 AI 轮廓控制的选项，即进入 AI 轮廓控制方式。

AI 先行控制/AI 轮廓控制方式下有效的功能

在 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式下，下面功能有效。
- 预读插补前线型加速 / 减速
- 预读插补前钟型加速 / 减速
  (需要有预读插补前钟型加速 / 减速的选项)
- 自动拐角减速
- 利用加速度的进刀速度钳制
- 利用圆弧半径的进刀速度钳制
- 程序块重叠
- 先行前馈

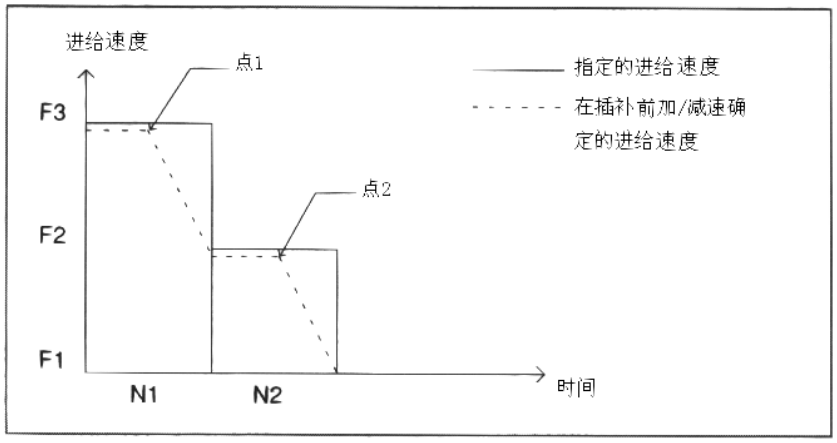
AI 先行控制/AI 轮廓控制方式下

相对于每分钟的切削进刀命令，最多预读 20 个程序块（AI 先行控制）/40 个程序块（AI 轮廓控制），在插补前，也即对指定速度进行线型加速／减速。由于插补后的加速／减速对所插补的数据进行加速／减速处理并改变插补数据，插补前的加速／减速在插补前对进刀速度的数据进行加速／减速处理，因此，插补数据不会因为加速／减速而变化。这样，便可以在任何时候都放在指定了插补数据的直线或曲线上，由此来消除因加速／减速的迟延而造成的加工形状的误差。



（减速举例）

为了以指定的进给速度执行一个程序段，就必须从前一个程序段开始减小进给速度。



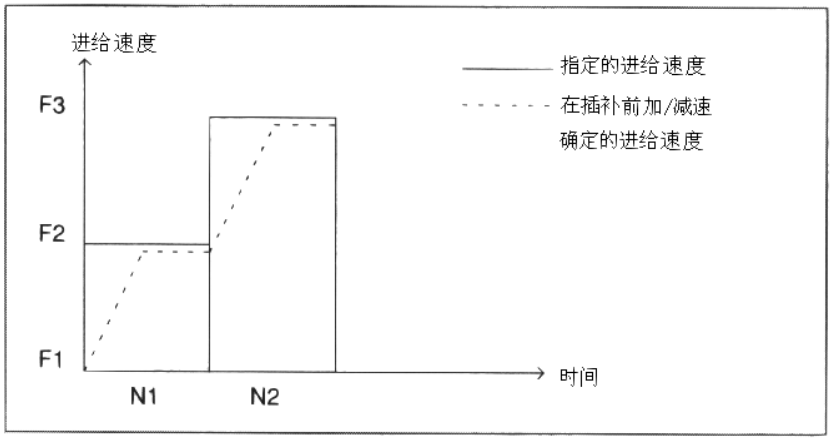
为了将 F3 的进给速度减小到 F2，必须在点 1 启动减速。

为了将 F2 的进给速度减小到 F1 必须在点 2 启动减速。

由于执行了多个程序段的提前预读，所以，可实现多程序段的减速。

[加速举例]

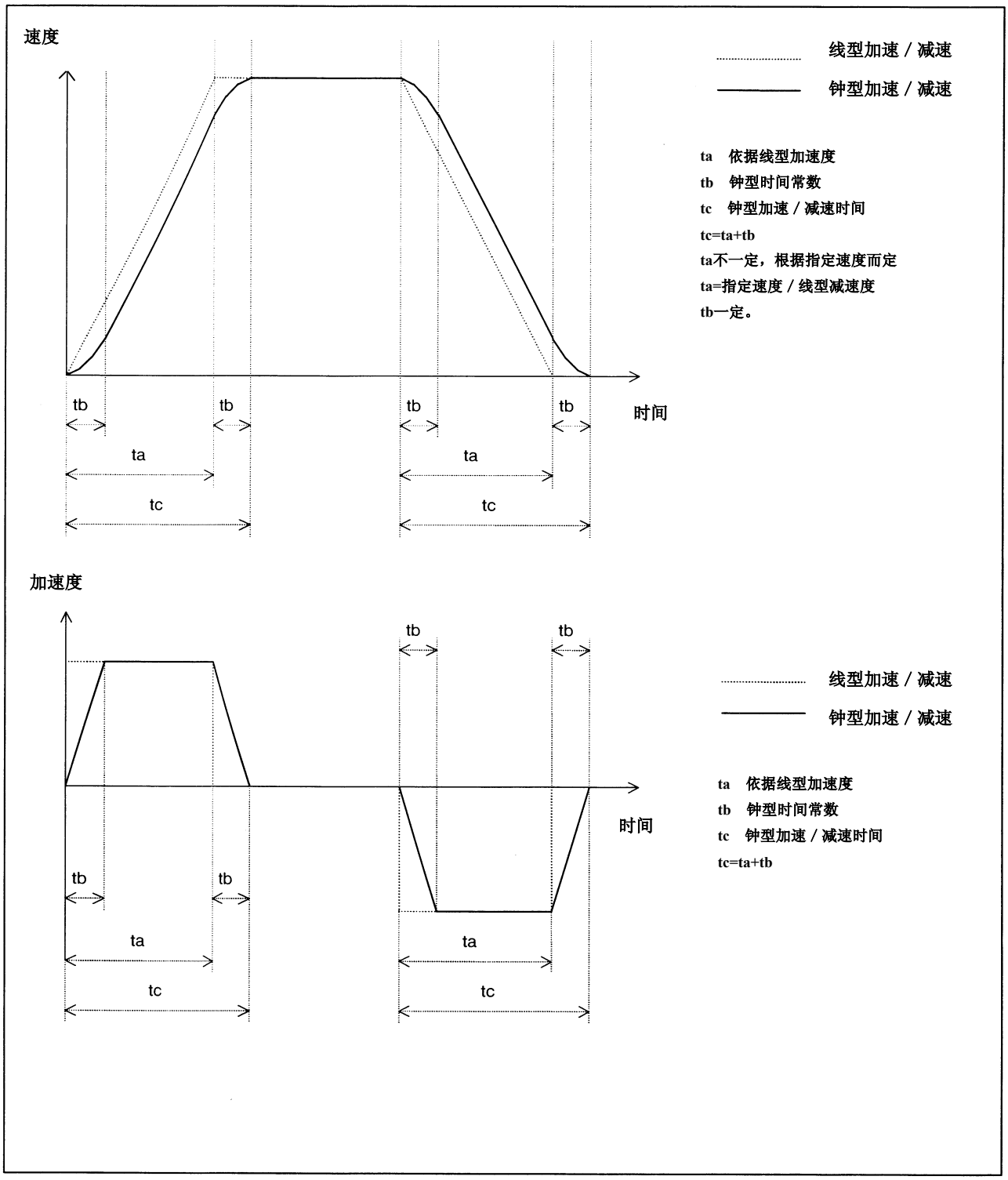
为了达到指定的进给速度，在执行程序段时开始加速。


进给速度
指定的进给速度
在插补前加/减速
确定的进给速度
F3
F2
F1
N1
N2
时间

预读插补前钟型加速 / 减速

可以使 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式下的切削进刀的插补前加速 / 减速从线型加速 / 减速改变为钟型加速 / 减速。这样，就可以使切削速度变得平顺，从而减少因切削进刀速度变化时的加速度变动导致的机械性冲击。

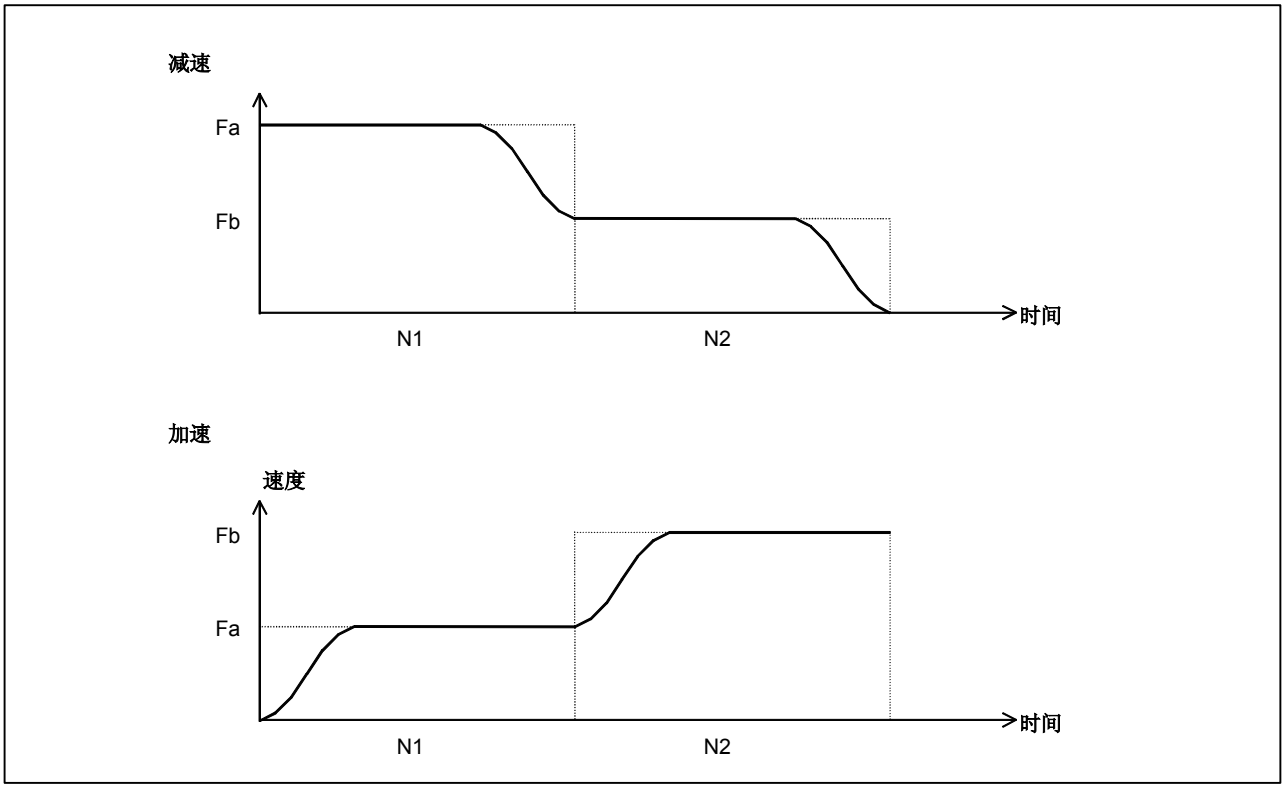
在这种情况下，要有预读插补前钟型加速 / 减速的选项。



在改变了进刀速度后，成为如下之情形。

减速 ： 为在进入改变了进刀速度之程序块之前结束减速，从上一程序块开始钟型减速。

加速 ： 在进入改变了进刀速度的程序块之后，开始钟型加速。



自动拐角减速

当程序段之间的进给速度差值超过参数 1783 中设定的允许进给速度差值时，自动拐角减速功能计算拐角处的进给速度并执行减速，在程序段连接处得到计算所得的进给速度。拐角处的进给速度计算如下，计算出各轴实际的速度差值与允许的进给速度的差值之间的比率，这些比率中的最大值用作计算基准。

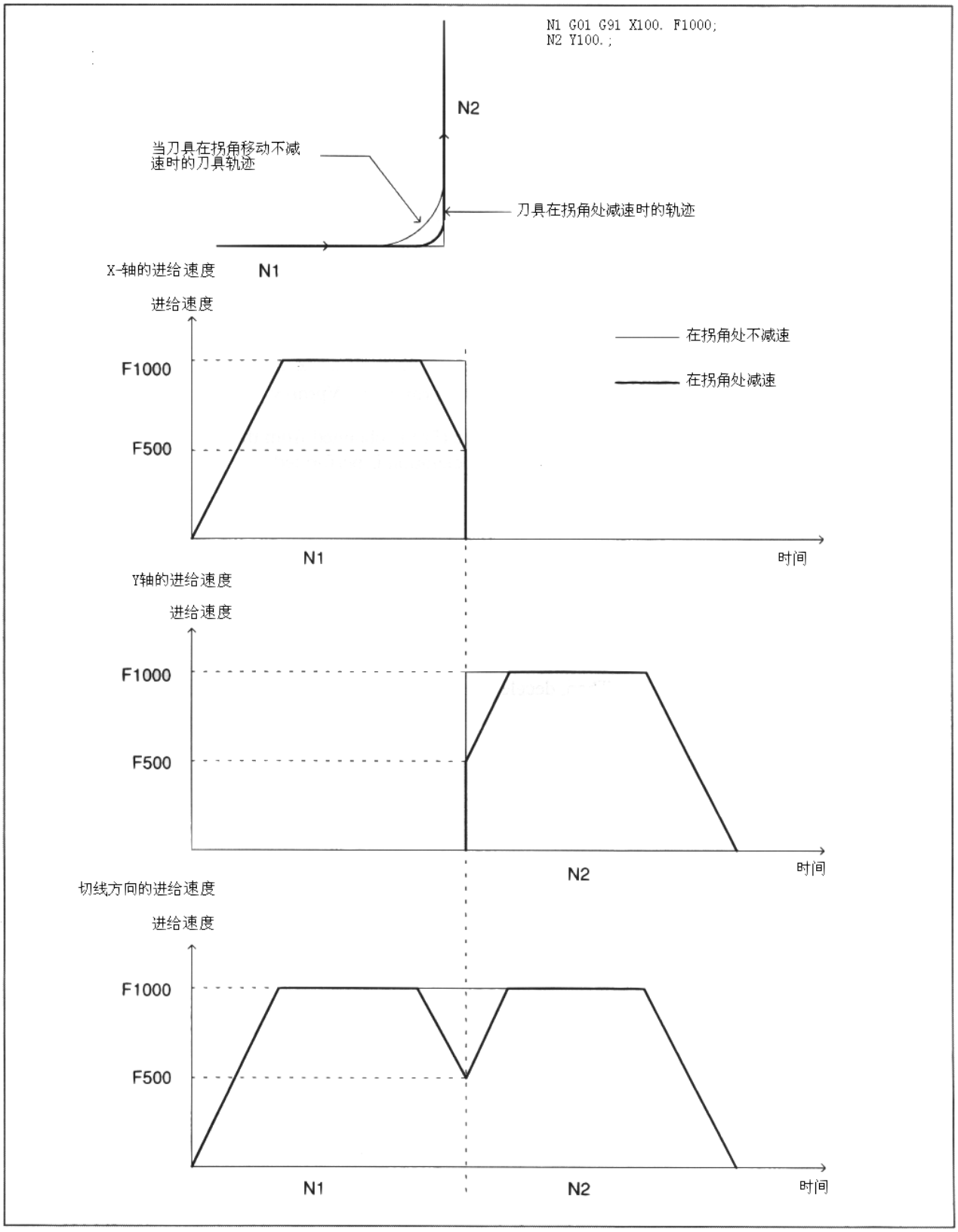
当刀具以指定的进给速度 F 移动时，各轴在进给速度上的变化（Vx，Vy，…）与参数 1783 中的设定值相比较（Vprm-x，Vprm-y,…），如果某轴的进给速度的变化超过参数设定值，在拐角处，此轴减速到要求的速度（Fc）：

$$Fc=F\times\frac{1}{R\max}$$

此处 Rmax 是 $R=V/V_{PRM}$ 的最大值

$$Rmax=\max\left[\frac{Vx}{Vprm-x},\frac{Vy}{Vprm-y},\cdots\right]$$

例如：假定刀具移动方向从 X 轴移动到 Y 轴，也就是说 90°，此时，指定进给速度为 1000mm/min，允许进给速度差值（参数 1783）设定为 500mm/min，则如下图所示执行减速。


N1 G01 G91 X100. F1000;
N2 Y100.;
N2
当刀具在拐角移动不减速时的刀具轨迹
刀具在拐角处减速时的轨迹
X-轴的进给速度
N1
进给速度
在拐角处不减速
在拐角处减速
F1000
F500
N1
时间
Y轴的进给速度
进给速度
F1000
F500
N2
时间
切线方向的进给速度
进给速度
F1000
F500
N1
N2
时间

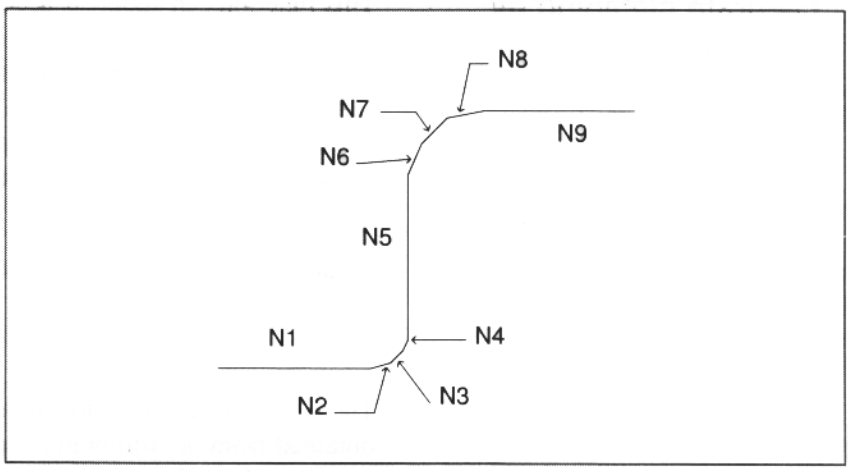
按加速度的进给速度箝制

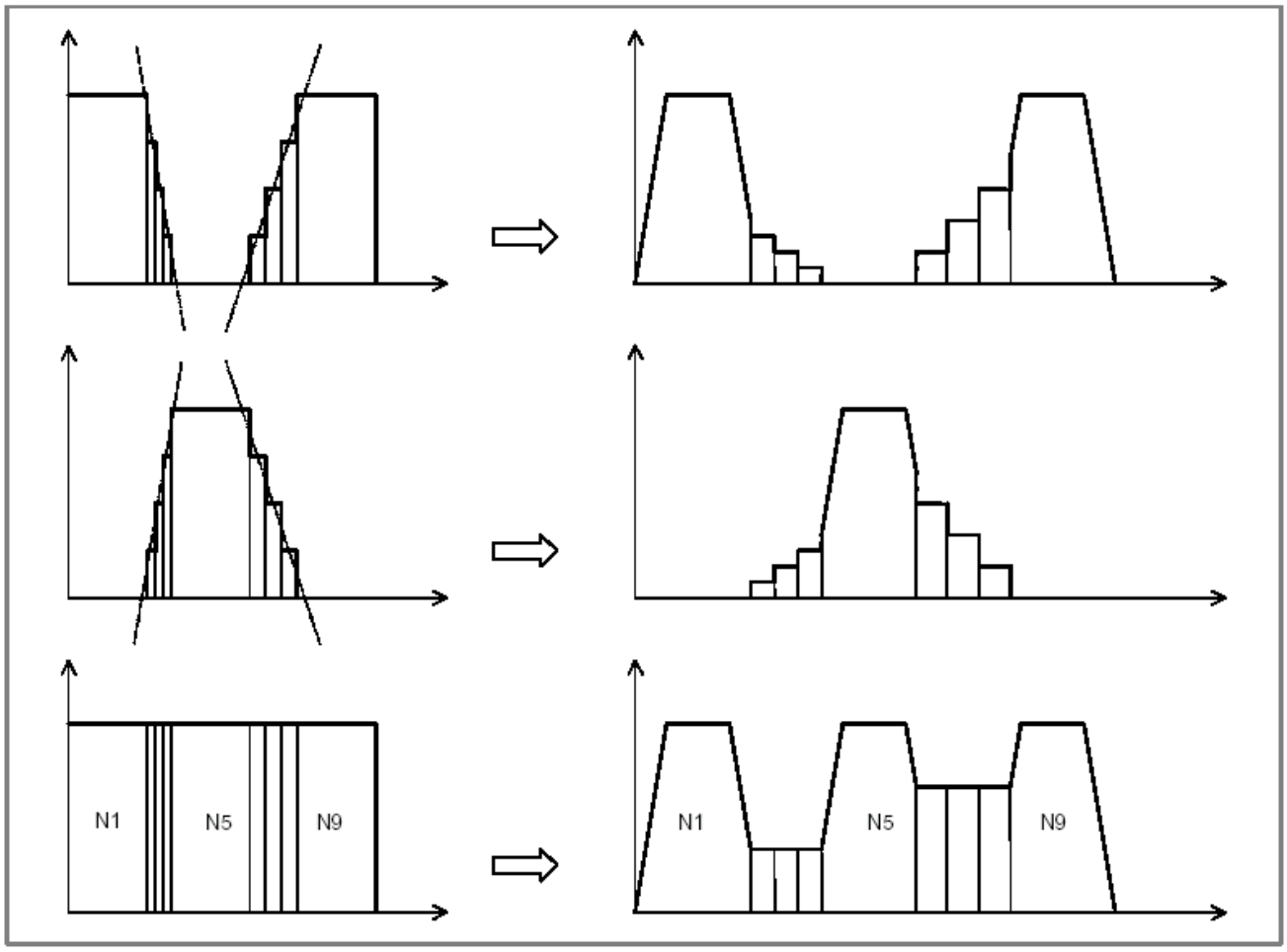
当轮廓是由下图所示的一系列短直线构成时，在每个拐角处各轴进给速度的差值不大，因此，按进给速度差值的减速无效。但是，连续出现的小的进给速度差值，总体上将在各轴上导致一个大的加速度。
在此情况下，须执行减速以减小加工误差和减小作用于机床的力。这两种状态都是由过度加速引起的。为此应设定减速的目标进给速度，并按下式得到各轴的加速度，使其不超过设定的允许加速度。
用最大切削进给速度（参数 1432）和达到最大切削进给速度所需时间（参数 1785）设定允许的加速度。
某轴的加速度

$$= \frac{\text{拐角处该轴的 进给 速度差值}}{\max\left(\frac{\text{前一程序段移动量}}{F}, \frac{\text{下一程序段移动量}}{F}\right)}$$

计算得到各拐角处减速后的目标进给速度。
实际进给速度为减速后的速度，可在程序段开始点或在程序段结束点得到（最小的一个）。
例如：

在下例中，N2 和 N4 之间以及 N6 和 N8 之间加速度太大（进给速度图中的点划线所示），因此在这些区域执行减速。





按圆弧半径的进给速度箝制

该功能通过箝制进给速度，将圆弧加工程序段中的加速度抑制在允许值。根据圆弧半径 R 和该圆弧半径的最大允许进给速度 V（在参数中设定），该功能按下式计算出编程圆弧半径 r 的最大允许进给速度 v。如果所指令的进给速度超过进给速度 v，进给速度被自动箝制在进给速度 v 下。

$$\text{最大允许加速度}=\frac{V^2}{R}$$

R：圆弧半径，V：圆弧半径 R 的进给速度。

由下式得到圆弧半径为 r 的圆弧的最大允许进给速度 v。

$$v=\sqrt{r/R}\times V$$

注

当指令的圆弧半径变小时，最大允许进给速度 v 也变小。为避免最大允许进给速度变得太小，按圆弧半径的进给速度箝制的下限设定在参数 1732 中。如果进给速度小于参数 1732 的设定值，使用此参数中的设定值。

快速移动

是否使用直线插补或非直线插补可用参数进行选择。

如果选择直线插补，在快速移动中，执行插补前直线型加/减速，刀具移动按直线插补来定位。使用直线加减速还是铃型加减速可用参数进行设定。刀具移动进给速度和插补前加/减速的加速度可由下式得到。

（1）刀具移动速度

在各移动轴中，按以下表达式计算，然后从中选最小值作为刀具移动进给速度。

$$\text{某轴的快速移动速度（参数 1420）} \times \frac{\text{程序段的移动量}}{\text{该轴的移动量}}$$

（2）插补前加/减速的加速度

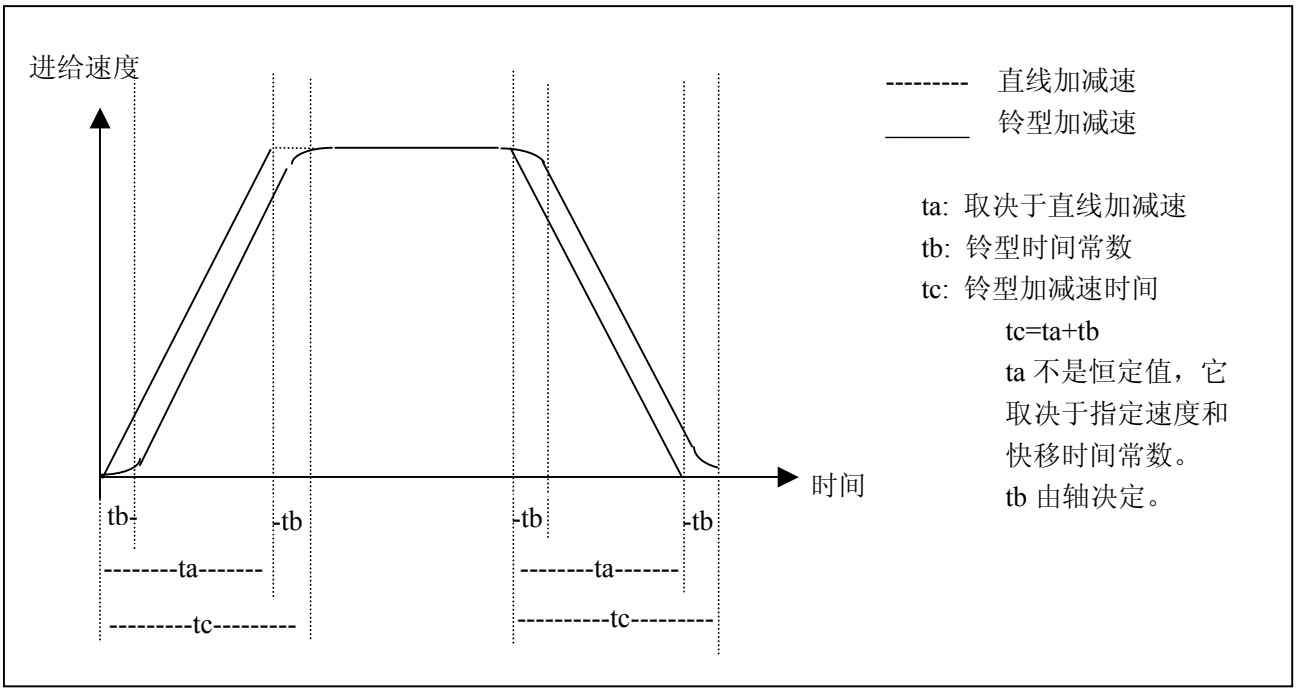
●直线型

在各移动轴中，按以下表达式计算，然后从中选最小值作为移动期间插补前直线加减速的加速度

$$\frac{\text{某轴的快速移动速度（参数1420）}}{\text{某轴时间常数（参数1620）}} \times \frac{\text{程序段移动量}}{\text{该轴的移动量}}$$

●铃型

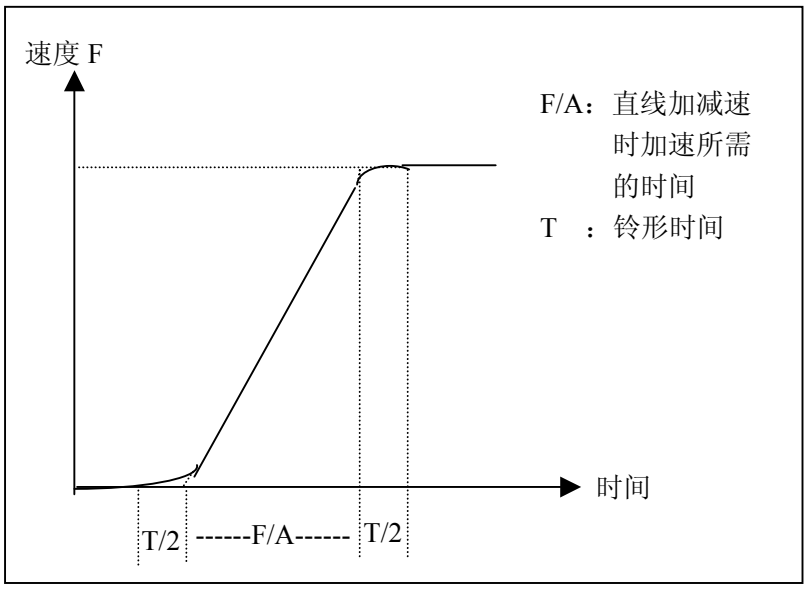
对于用上述表达式计算得出的最小值所对应的轴，其参数 NO.1621（各轴快速移动铃型加减速时间常数）用于速度控制。



设 F 为移动进给速度，A 为直线加减速加速度，T 为铃型加减速时间常数。则加减速需要的时间如下：

加减速需要的时间 ＝F/A（直线型）

＝F/A+T（铃型）



若选择非线性插补，以参数 No.1420 中设定的速度，通过参数 No.1620 中设定的加速／减速移动。此外，通过在 No.1621 中设定值，还可以选择钟型加速／减速。

注

快速移动程序段之间的重叠无效。

- **在标准方式，先行控制方式，**
  AI 先行控制, AI 轮廓控制方式中的参数号

下表中将 AI 先行控制和 AI 轮廓控制方式称为 AI 轮廓。

（1）与插补前直线加/减速相关的参数

参数	参数号		
	标准	先行控制	AI 轮廓
切换加减速类型	FWB/1620#0		—
插补前直线加减速时的最大加工速度	1630	1770	
插补前直线加减速时到达最大加工速度所需时间	1631	1771	
出现超程报警时的速度	1784		

（2）与自动拐角减速相关的参数

参数	参数号		
	标准	先行控制	AI 轮廓
决定自动拐角减速的方法(角度/进给速度差值)	CSD/1602#4		无
进给速度的下限(按角度的控制方式)	1778	1777	无
确定角度(按角度的控制方式)	1740	1779	无
允许进给速度差值(按进给速度差值的控制方式)	1780		无
各轴的允许进给速度差值(按进给速度差值的控制方式)	1783		
切换加减速类型	FWB/1620#0		—

（3）与按加速度箝制进给速度相关的参数

参数	参数号		
	标准	先行控制	AI 轮廓
允许加速度	无		1785

（4）与按圆弧半径箝制进给速度相关的参数

参数	参数号		
	标准	先行控制	AI 轮廓
对应于进给速度上限的圆弧半径	1731		
对应于圆弧半径 R 的进给速度的上限	1730		
箝制进给速度的下限	1732		

（5）其它参数

参数	参数号		
	标准	先行控制	AI 轮廓
圆弧插补中半径误差的精度	PCIR1/3403#0		无
最大的切削进给速度(所有轴)	1422	1431	1422
最大的切削进给速度(各轴)	1430	1432	
快速移动形式	LRP/1401#1		AIR/7054#1 LRP/1401#1
各轴快速移动铃型加减速时间常数	1621		RBL/1603#6 1621
对应于进给速度上限的圆弧半径	1731		

报警

报警号	信息	说明
5110	不正确的 G 代码(G05.1 Q1 方式)	在 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式中指定了一个无效的 G 代码。
5111	不正确的模态 G 代码(G05.1 Q1)	当指定 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式时，模态 G 代码不正确。
5112	不能指令 G08	在 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式中指定了先行控制指令（G08）。
5114	不是停止位置(G05.1 Q1)	在 AI 先行控制/AI 轮廓控制打开的状态下，在执行 G28、G30、G53 的命令（线性插补型）中，在与停止位置不同的位置开始自动操作。
5156	轴控制指令错误（AICC）	在 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式中，控制轴选择信号(PMC 控制轴)发生变化。 在 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式中，简易同步控制轴选择信号发生变化
5157	参数为 0(AICC)	用于最大切削进给速度的参数（参数 No.1422, 1432 或 1420）设定为 0 用于插补前加减速的参数（参数 No.1770 或 1771）设定为 0

注意

1. 可以指定先行控制(G08P1)
2. 在先行控制下，预读程序段的总位移等于或小于当前进给速度的减速距离时，减速开始。在减速完成后，先行控制继续进行且当预读程序段的总位移增加时，加速开始。特别是当指定的一系列程序段中包含许多非常小的位移量时，加减速会交替变化，它会防止进给速度恒定。在此情况下，应指定一个较低的进给速度。
3. 在沿轴移动期间，当空运行信号由 0 到 1 或从 1 到 0 变化时，移动速度不需首先减为 0，就可增加或减小至指定的速度。
4. 在 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式下遇到非移动程序段或类似于 G04 的 G 代码，则在前一个程序段的移动中减速且暂停。
5. 插补后加减速使用直线型或铃型，不能使用指数型加减速。

规格

轴控制 ○: 可编程
×: 不可编程

名称	规格
控制轴	3~ 4
7 同时控制轴	最多 4 轴
轴名称	基本 3 轴：X，Y，Z 其它轴：U，V，W，A，B，C
最小输入增量	0.001mm, 0.001deg, 0.001inch
1/10 输入增量	0.0001mm, 0.0001deg, 0.0001inch
简单同步控制	○ 但是，即使处在 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式下，也不能在自动操作中(自动操作信号(OP)为 1 时)切换是否同步。若进行切换，就会发出 PS213 报警。
倾斜轴控制	×
串行控制	○ 但是，不可全部进行预加载。
英制/公制切换 (G20,G21)	○ 注 2
联锁	○
每个轴联锁	○ 所有轴停止。非线性插补型定位中，要想只停止联锁轴，需要将参数 AIL(No.7054#5) 设为 1, 将 XIK(No.1002#4)设为 0。
机床锁定	○ 在打开或关闭各轴机床锁定信号(MLK1 ～ MLK8)时，进行机床联锁的轴不会产生加速 / 减速。
移动前冲程检查	×
镜像	○
存储型螺距误差补偿	○

名称	规格
位置开关	○ 将参数 PSF(No.6901#3)设为 1。若将本参数设为 1，输出信号的时间会发生变化。
异常负荷检测	○
手动手柄中断	○ 但是，在切换到 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式中，手动手柄中断成为无效。
外部脉冲同步	×

插补功能 ○: 可编程
×: 不可编程

名称	规格
定位	○
单方向定位（G60）	○ 若要在 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式下进行单向定位，需要将参数 ADP(No.7055#4)设为 1。
准停(G09)	○
准停方式(G61)	○
攻丝方式(G63)	○
直线插补(G01)	○
圆弧插补(G02,G03)	○(允许多象限)
暂停(G04)	○(指定秒或转数) 指定转数的停顿，需要另行配置选项。
圆柱插补（G07.1）	×
螺旋线插补(G02,G03)	○(圆弧插补加直线插补（最大两轴）) 进刀速度可以指定为包括螺旋轴在内的速度。
螺纹切削/同步进给(G33)	×
跳转功能(G31)	○ 注 2
高速跳转功能(G31)	○ 注 2
多级跳跃功能(G31 Px)	○ 注 2
返回参考点(G28)	○ 注 2 若要在参考位置尚未确立的状态下执行 G28，需要将参数 ALZ(No.7055#2)设为 1。
返回参考点检测(G27)	○ 注 2
返回第 2,3,4 参考点	○ 注 2
法线方向控制(G41.1, G42.1)	○ 需要将参数 ANM(No.5484#2)设为 1。
连续修整	×
横向进给控制(G161)	×
分度台分度	○ 注 2 分度工作台的分度(第四轴)设定了随动时，需要将参数 NAH4(No.1819#7)、NMI4(No.7052#0)设为 1。

进给功能 ○: 可编程
×: 不可编程

名称	规格
快速移动速度	最大 240m/min(0.001mm)
	最大 100m/min(0.0001mm)
快速移动速度倍率	F0,25,50,100%
每档 1%快速倍率	0%~100%
每分钟进给(G94)	○
每转进给(G95)	×
切削进刀速度的钳制	○
快速移动铃型加/减速	○
切削进给插补後直线加减速	○
切削进给插补後铃型加减速	○
切削进给插补前直线加减速	○ (预读最大 20 个程序段 / AI 先行控制) (预读最大 40 个程序段 / AI 轮廓控制)
进给速度倍率	0%~254%
F1 位数进给	○ 为使利用手动手柄的速度变更有效，需要将参数 AF1(No.7055#1)设为 1。
反向时间进刀(G93)	○
过载取消	○
外部减速	○
预读插补前铃型加/减速	○

程序输入 ○: 可编程
×: 不可编程

名称	规格
控制入控制出命令 ( )	○
可选程序块跳跃命令 (/n : n 为号码)	○
绝对命令(G90) /增量命令(G91)	○
小数点输入/计算器型小数点输入	○
输入单位 10 倍	○
平面选择（G17G18G19）	○
旋转轴指定	○
旋转轴的翻转	○
极坐标命令(G16)	×
局部坐标系(G52)	○ 注 2
机械坐标系(G53)	○ 注 2

名称	规格
工件坐标系 (G54~G59)(G54.1P_{XX})	○
工件坐标系(G92)	○ 注2
工件坐标系预置(G92.1)	○ 注2
任意角倒角/拐角 R	○
可编程数据输入(G10)	○ 注2 只可改变刀具偏置值、工件原点偏置值、参数。
宏程序 B	○ 请参阅“使用用户宏程序时的注意事项”。
用户宏程序通用变量的添加	○
模式数据输入	×
中断型用户宏	×
固定循环 (G73 ～ G89)	○ 注2
初始位置返回(G98)/R 点水平位置返回(G99)	○ 注2
小孔径深孔钻孔循环(G83)	×
圆弧半径 R 指定	○
自动拐角倍率(G62)	○ 需要将参数 ACO(No.7055#0)设为 1。
自动拐角减速	○
利用圆弧半径的进刀速度钳制	○
比例缩放（G51）	○
坐标系旋转(G68)	○
可编程镜像(G51.1)	○
F10/11 磁带格式	○

辅助功能/主轴功能 ○: 可编程
×: 不可编程

名称	规格
辅助功能（Mxxx）	○ 代码信号和译码信号送往机床侧
第二辅助功能(Bxxxx)	○ 代码信号和译码信号送往机床侧
高速 M/S/T/B 接口	○
辅助功能的多个命令	○
主轴功能(Sxxxx)	○
主轴同步控制	○
刚性攻丝	○ 注2 需要将参数 G8S(No.1602#5) 或者 ACR(No.7051#3)设为 1。

刀具补偿功能 ○: 可编程
×: 不可编程

名称	规格
刀具功能（Txxx）	○ 代码信号和译码信号送往机床侧
刀具长度补偿 (G43, G44, G49)	○
刀具位置偏置 (G45 ～ G48)	×
刀尖半径补偿 C (G40,G41,G42)	○
刀具寿命管理	×
刀具长度自动测量	×

其它 ○: 可编程
×: 不可编程

名称	规格
循环启动/进给暂停	○
空运行	○
单程序段	○
序列号核对停止	○
程序再启动	○ 移动到重新启动位置的加速 / 减速时间常数使用如下参数。使用指数加速 / 减速时: 参数 No.1624,1625 使用线型/钟型加速 / 减速时: 参数 No.1622 利用参数 No.1610#0、#1 进行加速 / 减速类型的切换。
刚性攻丝回位	×
宏程序执行器	×
MDI 操作	○
手动干预	○

注
1 上表中包含为进行指定而需要另行设定选项的功能。
2 不进行多程序块的预读。

限制

进入 AI 先行控制/AI 轮廓控制方式的条件

在 G05.1 Q1 之前必须指定下列模态数据。如果不满足这些条件，将产生 P/S5111 报警。

G 代码	规格
G00 G01 G02 G03	定位 直线插补 圆弧插补/螺旋线插补（CW） 圆弧插补/螺旋线插补（CCW）
G15	极坐标命令取消
G40	取消刀尖半径补偿
G40.1	取消法线方向控制方式
G49	取消刀具长度补偿
G50	取消比例缩放
G50.1	取消可编程镜像
G64	切削方式
G67	取消宏程序模态调用
G69	取消坐标系旋转
G80	取消固定循环
G94	每分钟进给
G97	取消恒表面切削速度控制
G160	横向进给控制功能取消

19.4 插补前钟型加速 / 减速时间常数变更功能

概述

下图列出在预读插补前钟型加速 / 减速下的加速 / 减速时的速度。

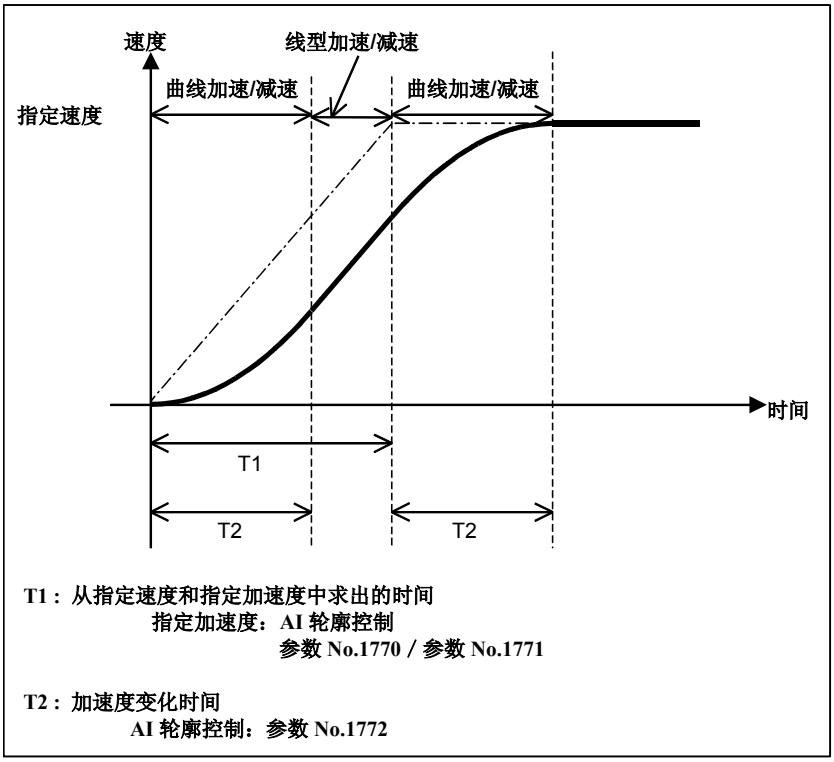


图 19.4(a)

由于上述 T1 的时间会随着指定速度而改变，当指定速度较低时，就会产生下面的未到达指定加速度的线型加速 / 减速。

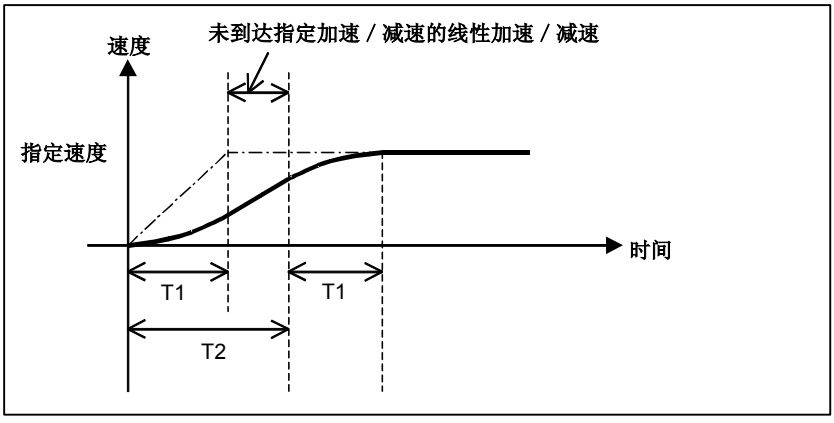


图 19.4(b)

本功能在 AI 轮廓控制方式下，在发生上述未到达指定加速度的线性加速／减速时，根据所指定的速度，成为尽可能与最佳插补前钟型加速／减速接近的加速／减速模式，由此来改变内部插补前加速／减速的加速度和钟型时间常数，缩短加速／减速时间。

这里所说的最佳插补前钟型加速／减速，是指在 T2＞T1 的情况下，在没有发生未到达指定加速／减速的线性加速／减速之插补前钟型加速／减速。

本功能对于 AI 轮廓控制方式下的插补前钟型加速／减速有效。

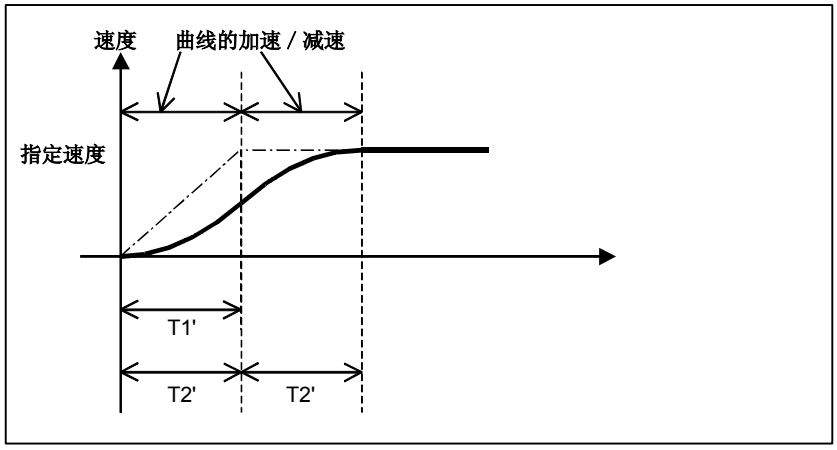


图 19.4(c)

细节

- **加速/减速基准速度的指定方法** 所谓加速／减速基准速度，是指成为计算最佳插补前钟型加速／减速的基准之进刀速度，相当于图 19.9 (c) 中求出 T1'、T2'时的指定速度。

  加速／减速基准速度的指定方法有如下三种。

  (1) 在 G05.1 Q1 程序块中用 F 指定的方法

  (2) 利用参数设定的方法

  (3) 将切削开始时指定的 F 命令作为基准速度的方法

> **注**
> 将参数 BCG(No.7055#3)设为 1 时，本功能有效。

(1) 用 G05.1 Q1 的程序块指定的方法 若用 G05.1 Q1 的程序块来指定 F，将该 F 命令作为加速／减速基准速度。

此加速／减速基准速度通过复位被清除。通过复位被清除后或者在接通电源时，使用参数 No.7066 中所指定的加速／减速基准速度。（后面将要叙述的(2)之方法）

当参数中所指定的加速／减速基准速度为 0 时，切削开始时的进刀速度就成为加速／减速基准速度。（后面将要叙述的(3)之方法）

(程序例)

```
G05.1 Q1 F5000 ;.....将基准速度设为 F5000mm/min。
   用 G05.1 的程序块指定的 F 命令，在指定加速／减速基准速度
   的同时被作为通常的 F 命令使用。
```

即使在加工程序中改变进刀速度的情形下，加速／减速基准速度也照样为以上述命令指定的速度而不会发生变化。在这种情况下，由于是在与加速／减速基准速度不同的进刀速度下的加工，加工时间有时候会变长。因此，在用上述命令来指定加速／减速基准速度时，尽可能指定与实际加工速度相同的速度。

注
请在每分钟进刀(G94)方式下指定 G05.1Q1Fxxxx 的命令。
若在其它方式下指定，报警器（PS5111）就会发出报警。

(2) 可以用参数指定的方法

为参数 No.7066 设定加速／减速基准速度。
由于本参数以输入单位（inch/min，mm/min）进行设定，在改变输入单位时，需要改变设定值。
当 G05.1Q1 程序块中没有 F 命令时，采用本方式。

(3) 以切削开始时指定的 F 命令作为基准速度的方法

将切削程序块组(G01、G02 等)开始时所指定的 F 命令作为加速／减速基准速度，以进行最佳插补前钟型加速／减速的方式生成加速／减速模式。
当 G05.1Q1 程序块中没有 F 命令，且参数中设定的值为 0 时，采用本方式。

```
G05.1Q1;
(G00)
G01 X--- Y--- Z--- F*** ;
X--- Y--- Z---                 } 切削程序块组
X--- Y--- Z---
X--- Y--- Z---
G00 ;
G05.1Q0;
```

即使在切削程序块组前指定 F，且在模态上 F 命令对切削程序块组有效的情况下，在进入切削时，有效的模态 F 命令也将成为加速／减速基准速度。

- **加速／减速参数的计算方法**

这里所说的最佳插补前钟型加速／减速，是指在 T2＞T1 的情况下，在没有发生未到达指定加速／减速的线性加速／减速之插补前钟型加速／减速。实际计算按照如下方式进行。

(1) 在插补前钟型加速／减速中不产生线性加速／减速的条件下，计算插补前钟型加速／减速的时间常数 T2'，则 T2'满足下式。

$$T2' = \sqrt{\frac{T2 * F}{A}}$$

T2 : 被设定的插补前钟型加速／减速的加速度变化时间
F : 加速／减速基准速度
A : 插补前加速／减速的加速度

(2) 为避免因为改变参数而导致对机床的冲击增大，在使加速度变化与设定值相同的条件下，也即，以

$$\frac{\text{改变后的加速度}}{\text{改变后的加速度变化时间}} = \frac{\text{加速度的设定值}}{\text{加速度变化时间的设定值}}$$

为条件，求出适当的加速度。

这里，加速度变化时间为钟型加速／减速的加速度变化时间与切削插补后加速／减速的时间常数之和，按照如下方式求出插补前加速／减速的加速度 A'。

$$A' = \mathrm{A} * \frac{T2' + Tc}{T2 + Tc}$$

A：被设定的插补前加速／减速的加速度

Tc：切削插补后加速／减速时间常数

使用以这样的计算求出的 T2'和 A'并进行加速／减速。

20 轴控制功能

20.1 简易同步控制

用来自机床的输入信号把2个或2个以上的指定轴变为同步运行或正常运行。

通过设定参数(No.8311)在 16 系统中可对最多 4 组轴实施同步控制，在 18 系统中可控制 3 组。

下面的运行方式可用于有两个工作台的机床，这两个工作台由独立的驱动轴分别控制。下面的例子是由Y轴和V轴分别驱动两个工作台的机床。如果实际使用的轴名及其设置与此不同，就用实际轴名替换。

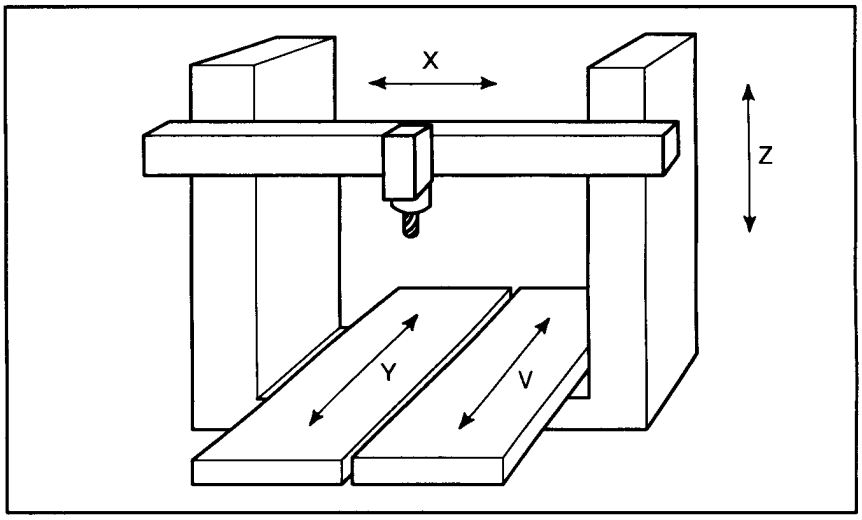


图 20.1 简易同步控制的机床配置例

说明

- **同步运行**

该方式用于加工大型零件，其放在两个工作台上。

当用指令移动一个轴时，另一个轴同步移动。在同步方式中，接受移动指令的轴称为主动轴，与主动轴同步移动的轴称为从动轴。在该例中，根据发送到 Y 轴（主动轴）的程序指令 Yyyyy，Y 轴和 V 轴同步移动。此处同步运行的含义是，对主动轴的移动指令同时发送到主动轴和从动轴两个伺服电机。

在自动运行，JOG 进给，使用手摇脉冲发生器的手动进给以及增量进给期间，可以执行同步运行。但在手动返回参考点期间，不能进行同步运行。

- **正常运行**

  该运行方式可在各自的工作台上加工不同的零件。 运行与普通 CNC 控制相同，主动轴和从动轴的移动由单独的轴地址（Y 和 V）控制。在同一程序段中能对主动轴和从动轴两者分别发出移动指令。

  (1) 根据发送到主动轴的程序指令 Yyyyy，Y 轴正常移动。

  (2) 根据发送到从动轴的程序指令 Vvvvv，V 轴正常移动。

  (3) 根据程序指令 YyyyyVvvvv，Y 轴和 V 轴同时移动。
  自动和手动运行与普通 CNC 控制相同。

- **同步运行和正常运行之间的切换**

  如何进行同步运行方式和正常运行方式之间的切换，见机床制造厂的说明书。

- **自动返回参考点**

  在同步运行期间,当发出自动返回参考点指令(G28)和自动返回第 2/3/4 参考点指令（G30）时，V 轴跟随 Y 轴以同样的移动返回参考点。返回移动完成之后，当 Y 轴的返回参考点完成信号接通时，V 轴的返回参考点完成信号也接通。
  一般情况下，必须在正常运行方式中发出 G28 和 G30 指令。

- **自动返回参考点检查**

  在同步运行期间，当发出自动返回参考点检查指令（G27）时，V 轴和 Y 轴并行移动。移动完成之后，如果 Y 轴和 V 轴两者都已经到达它们各自的参考点,返回参考点完成信号接通。如果其中的一个轴不在参考点，则发出报警。一般情况下，必须在正常运行方式中发出 G27 指令。

- **指令从动轴**

  在同步运行期间，当移动指令发送到从动轴时，出现 P/S 报警（No.213）。

- **主动轴和从动轴**

  在参数 No.8311 中设定主动轴。从动轴由外部信号选择。

- **仅显示主动轴的实际速度**

  设定参数 No.3105 的 7 位（SMF）为 1，不显示从动轴的实际速度。

限制

- **设定坐标系**

  在同步轴控制中，要求轴不移动的指令，例如，工件坐标系设定指令（G92）和局部工件坐标系设定指令（G52）用发送到主动轴的程序指令 Yyyyy 发送到 Y 轴。

- **外部要求的减速、互锁和机床锁住**

  对信号，例如，外部减速、互锁和机床锁住，在同步运行方式中，只有发送到主动轴的信号有效。发送到其它轴的信号被忽略。

- **螺距误差补偿**

  螺距误差和反向间隙对主动轴和从动轴分别进行补偿。

- **手动绝对值**

  在同步运行期间，手动绝对值开关应接通。如果断开，从动轴可能运动
  不正确。

- **用位置偏差的同步误差检测**

  主动轴和从动轴的伺服位置偏差总是被监测。如果两轴的差值超过参数设定的极限，则发出 P/S 报警（No.213）。

- **用机床坐标值的同步误差检测**

  主动轴和从动轴的机床坐标的差值总是被监测。如果两轴的差值超过参数设定的极限，则发出 P/S 报警（No.407）。

- **同步化**

  当电源接通时，补偿脉冲输出到从动轴，使主动轴的机床位置与从动轴的机床位置一致（仅当使用绝对位置检测功能时，该功能有效）。

- **失步的补偿**

  不执行失步的补偿（失步补偿的意义是：监测主动轴和从动轴的伺服位置偏差的差值，并对从动轴的伺服电机进行移动量的补偿以减少这一偏差。）

- **手动返回参考点**

  在同步运行期间，当机床手动返回到参考点时，主动轴和从动轴两者同步移动，直到减速移动完成。但是，此后的栅格检测独立进行。

20.2 旋转轴的循环功能

循环功能避免旋转轴坐标值溢出。设定参数 ROAx （1008 的 0 位）为 1，循环功能有效。

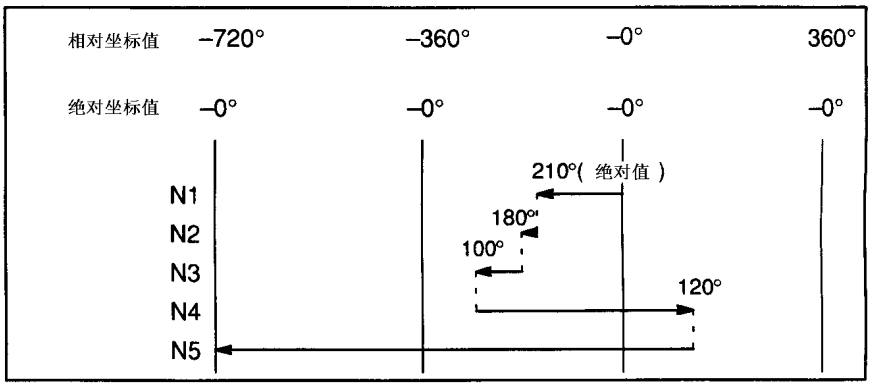
说明

对增量值指令，刀具移动指令中指定角度数。对绝对值指令，刀具移动后的坐标值取决于参数 No.1260 中的设定值，用一转的角度值舍入。当参数 RABxNo.1008 的第 1 位设为 0 时，刀具以离终点最近的方向移动。当参数 RRLxNo.1008 的第 2 位为 1 时，相对坐标的显示值也用一转的角度值舍入。

例

假定 A 轴是旋转轴，并且每转的移动量是 360.000(参数 No.1260=360000)。用旋转轴的循环功能；执行下面的程序时，轴的移动如下所示。

G90 A0；	顺序号	实际移动值	移动结束后的绝对坐标值
N1 G90 A-150.0;	N1	-150	210
N2 G90 A540.0;	N2	-30	180
N3 G90 A-620.0;	N3	-80	100
N4 G91 A380.0;	N4	+380	120
N5 G91 A-840.0;	N5	-840	0



注
该功能不能与分度工作台分度功能一起使用。

20.3 串联控制

当驱动一个大工作台的足够扭矩依靠一台电机不能产生时，可以用两台电机使一个轴移动。

主电机只用来定位，次电机只用来产生扭矩。有了这一串联控制功能，产生的扭矩可以增加一倍。

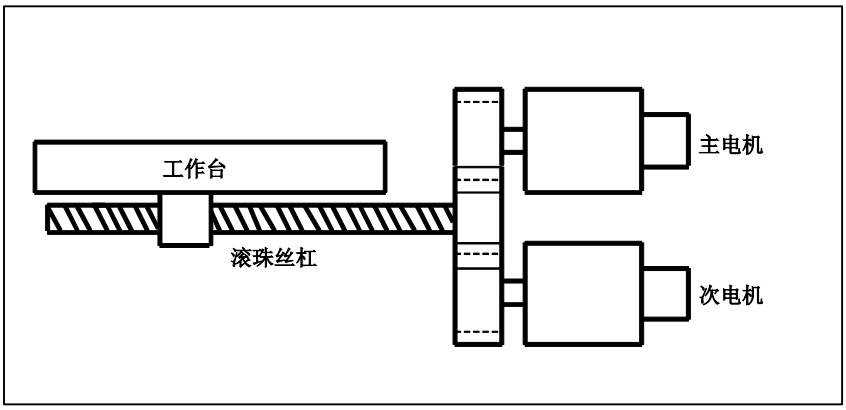


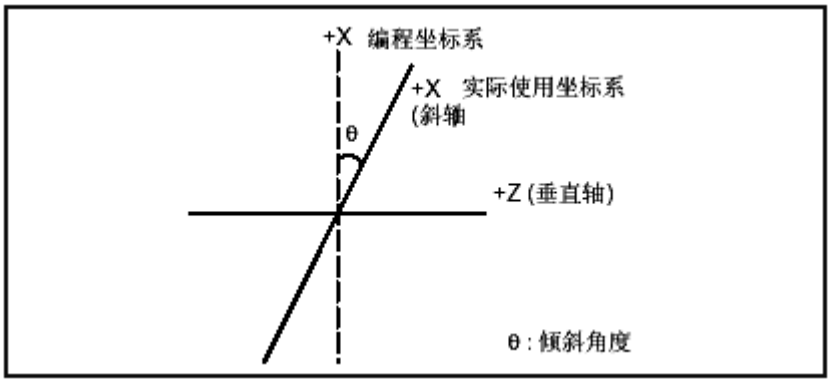
图 20.3（a） 操作实例

总的说来，NC 把串联控制看成是为一个轴进行的。但是，对于伺服参数管理和伺服报警监控，串联控制被看成是为两个轴进行的。

详情请参阅机床制造商提供的说明书。

20.4 斜轴控制

当斜轴与纵轴不是垂直 90°而成某一角度时，斜轴控制功能按倾斜角度控制各轴的移动距离。在编程时假定斜轴和纵轴成直角，但实际的移动距离根据倾斜角度控制。



解释

当斜轴是 X 轴，纵轴是 Z 轴时，各轴的移动距离按下式计算。
沿 X 轴的移动距离的计算式为：

$$Xa = \frac{Xp}{\cos\theta}$$

沿 Z 轴的移动距离由 X 轴的倾角修正，按下示计算：

$$Za = Zp - Xp \tan\theta$$

沿 X 轴的进给速度分量按下式计算：

$$Fa = \frac{Fp}{\cos\theta}$$

式中 Xa，Za，Fa：实际的距离和速度
Xp，Zp，Fp：编程的距离和速度

● **使用方法**

斜轴控制中的斜轴和纵轴必须事先在参数 8211 和 8212 中指定。
参数 AAC（No.8200#0）决定斜轴控制功能是否有效。功能生效时，沿各轴的移动距离根据倾斜角度（NO.8210）控制。
参数 AZR（No.8200#2）可使斜轴仅按斜轴移动量进行手动回参考点。
若纵轴/斜轴控制无效信号 NOZAGC 置 1，则斜轴控制只对斜轴有效。这时，斜轴被转换到倾斜坐标系。而正常轴的移动不受斜轴的影响。

● **绝对与相对位置显示**

按程编的笛卡儿坐标系显示绝对位置和相对位置。

● **机床位置显示**

机床位置可按机床坐标系显示，实际的移动受斜角影响。当进行公/英制变换时，显示的位置是包含了对斜轴控制结果进行公/英制转换后的结果。

警告

1 在斜轴控制参数设定后，必须手动回参考点。
2 在执行完斜轴手动返回参考点操作后，还必须执行纵轴手动返回参考点操作。如果在斜轴未处于参考点时执行纵轴手动返回参考点操作出现 P/S90 号报警。
3 在纵轴/斜轴无效信号 NOZAGC 置 1 时，一旦刀具沿斜轴进行了移动,则必须进行手动返回参考点操作。
4 在刀具沿斜轴和纵轴用手动同时移动之前,须先将信号 NOZAGC 置 1。

注

1 倾斜角度设为接近 0°或±90°时，有可能出现错误。合适的角度范围是±20°—±90°。
2 执行纵轴回参考点检查（G27）之前，必须先进行斜轴回参考点操作。

III. 操作

1 概述

1.1
手动操作

解释

- **手动回参考点**
  (参见Ⅲ-3. 1 节)

CNC 机床上有一个确定机床位置的基准点。
这个点叫做参考点，并且在这一点上进行换刀和设定坐标值。通常上电后，机床要回参考点。
手动回参考点就是用操作面板上的开关或者按钮将刀具移动到参考点位置（见III-3.1 节）。

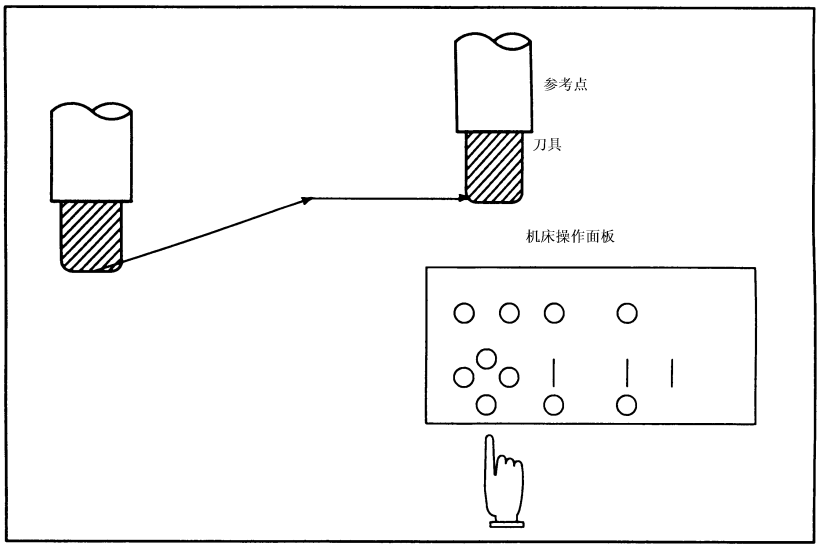


图.1.1(a)手动回参考点

也可以用程序指令将刀具移动到参考点。
这一操作称为自动回参考点（见 II-6 节）。

- **用手动操作移动刀具**

用机床操作面板上的开关、按钮或者手轮，使刀具沿任何一轴移动。

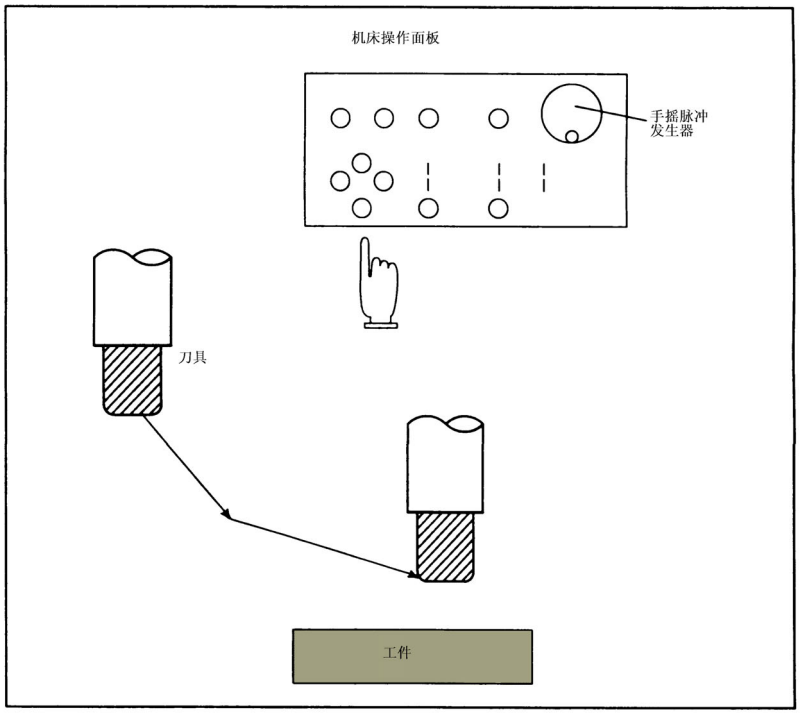


图.1.1(b) 手动移动刀具

刀具可按以下方法移动：

（i）手动进给（见III-3.2 节）

当一个按钮被按下时，刀具连续运动。

（ii）增量进给（见III-3.3 节）

每按一次按钮，刀具移动一固定距离。

（iii）手轮进给（见III-3.4 节）

摇转手轮，刀具按手轮转过的角度移动相应的距离。

1.2 用程序移动刀具——自动运行

自动运行就是按照编制的程序对机床进行操作。它包括存储器运行、MDI 运行和 DNC 运行方式（见III-4 节）。

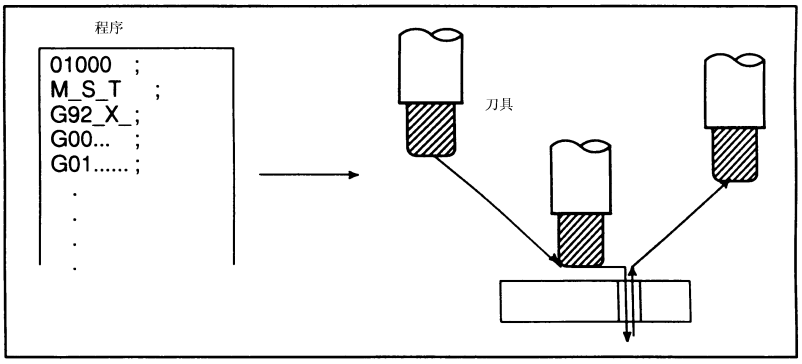


图 1.2（a）用加工程序进行刀具移动

详细说明

- **存储器运行**

程序存到 CNC 存储器中后，机床可以按程序指令运行。该操作称为存储器运行方式。

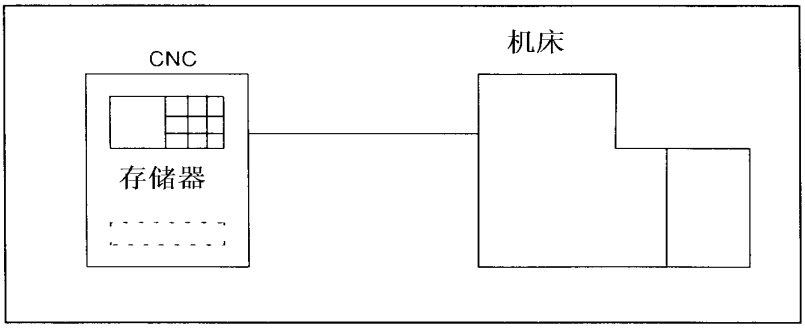


图 1.2（b）存储器运行

- **MDI 运行**

从 MDI 键盘上输入一组程序指令，机床可以根据输入的程序运行。这种操作称为 MDI 运行方式。

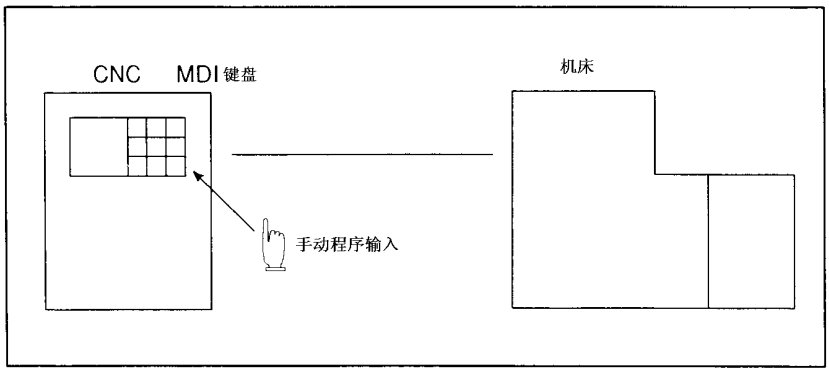


图 1.2（c）MDI 运行

- **DNC 运行**

在这种方式中，程序并不存到 CNC 的存储器中。而是从外部的输入/输出设备读取。这种操作被称为 DNC 运行方式。当程序太大，不能存到 CNC 的存储器中时，这种方式很有用。

1.3
自动运行

详细说明

- **程序选择**

选择加工件的程序。通常一个程序用于一种工件。如果存储器中有几个程序，则通过程序号选择要用的程序（见 III-9.3 节）。

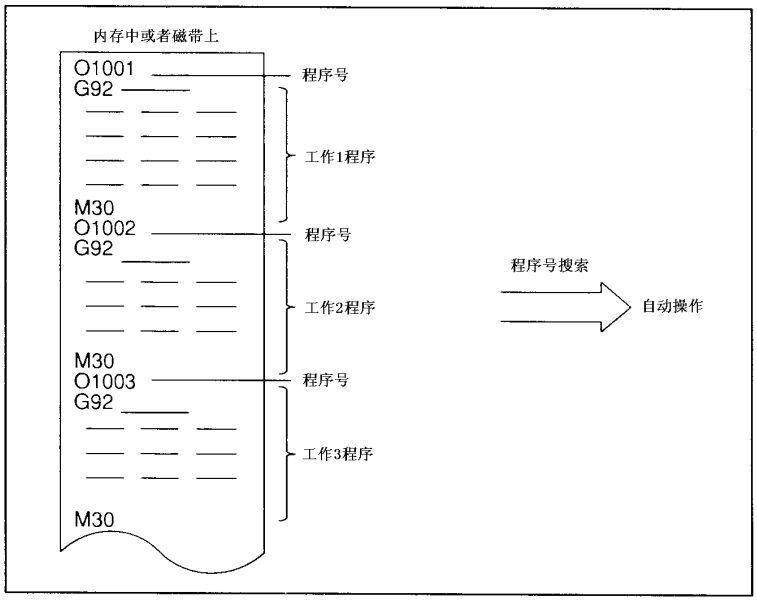


图 1.3（a）自动运行的程序选择

- **启动和停止**

按下循环启动按钮就会开始自动运行。按下进给暂停或者复位按钮，自动运行暂停或停止。在程序中指定程序停止或者中止命令，自动运行自动停止。当一个加工过程完成后，自动运行停止（见 III-4 节）。

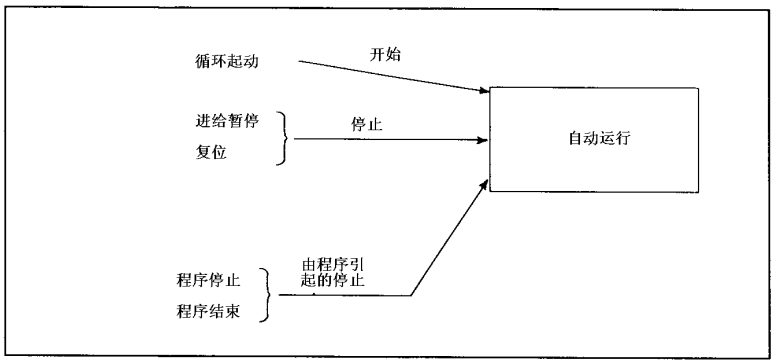


图 1.3（b）自动运行中的启动和停止

- **手轮中断**

当自动运行在执行时，通过旋转手轮可以实现手动操作和自动运行的迭加（见 III-4.7 节）。

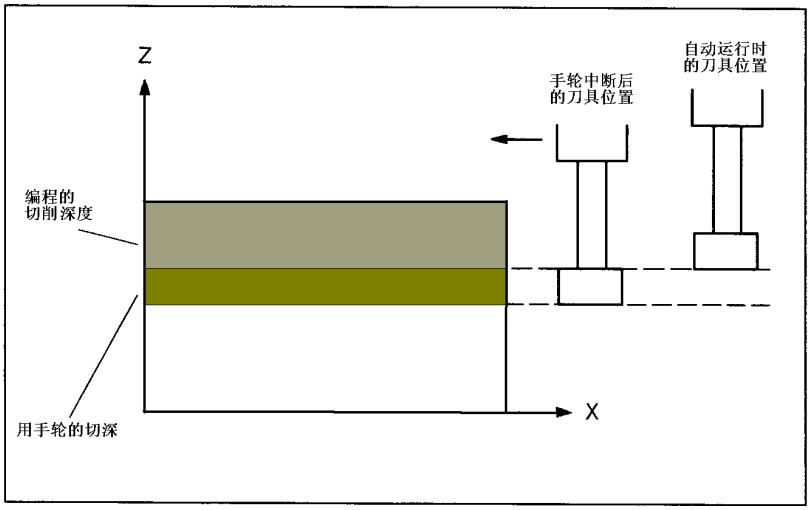


图 1.3（c）自动运行过程中的手轮中断

1.4 程序检查

进行加工之前，可以执行自动运行检查。这样可以检查程序是否能按照预想对机床进行操作。这种检查可以通过实际运行机床或者观察位置显示的变化（不运行机床）来实现（见 III-5 节）。

1.4.1 运行机床进行检查

详细说明

- **空运行(见Ⅲ-5.4)**

将工件卸下，只检查刀具的运动。通过操作面板上的旋钮选择刀具运动的速度（见 III-5.4 节）。

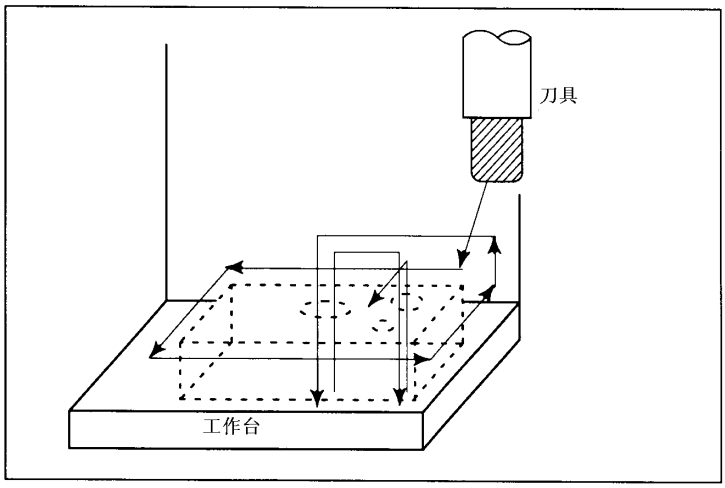


图 1.4.1（a）空运行

- **进给倍率(见Ⅲ-5.2)**

通过改变程序中指定的进给速度检查程序（见III-5.2 节）。

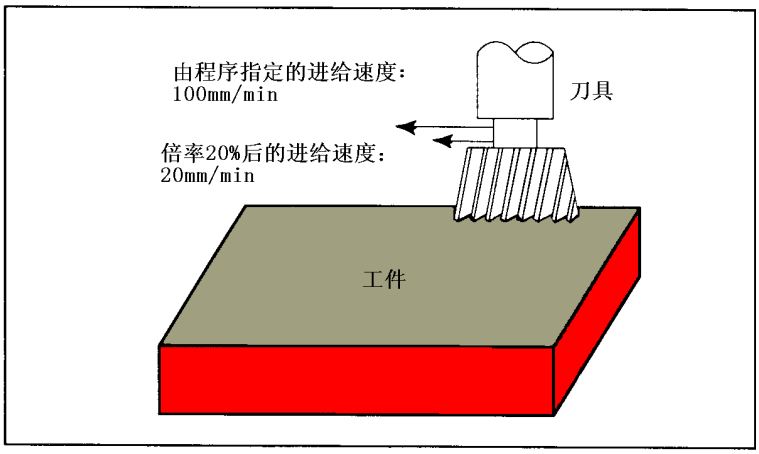


图 1.4.1（b） 进给倍率

- **单段操作（见第III-5.5 节）**

按下循环启动按钮时，刀具执行一段操作后停止。再次按下循环启动按钮，刀具执行下一段操作然后又停止。程序可以通过这种操作进行检查（见第III-5.5 节）。

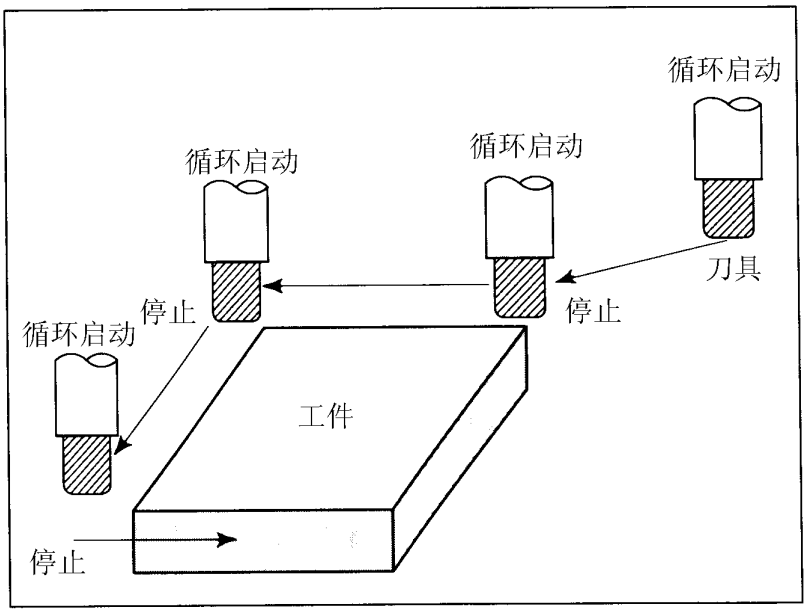


图 1.4.1（c） 单段操作

1.4.2 如何在不运行机床的情况下观察位置显示的变化

详细说明

- **机床锁住（见 III-5.1 节）**

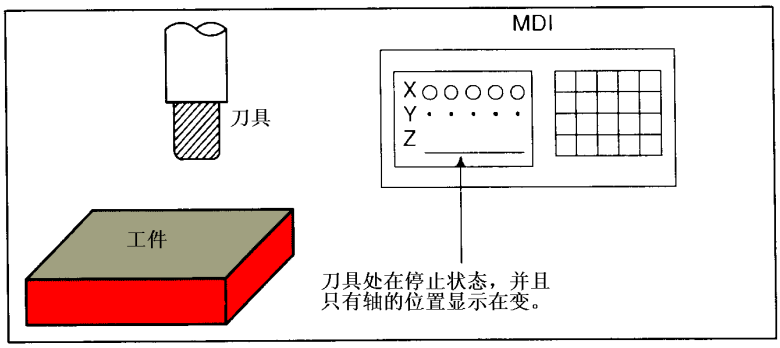


图 1.4.2 机床锁住

- **辅助功能锁住（见第III-5.1 节）**

在机床锁住方式中，当自动运行被置于辅助功能锁住方式时，所有的辅助功能（主轴旋转，刀具更换，冷却液开/关等）均不执行。

1.5 编辑零件加工程序

编制的加工程序存入存储器后，就可以用 MDI 面板进行更正或修改（见 III-9 节）。

该操作可以通过零件程序的存储/编辑功能进行。

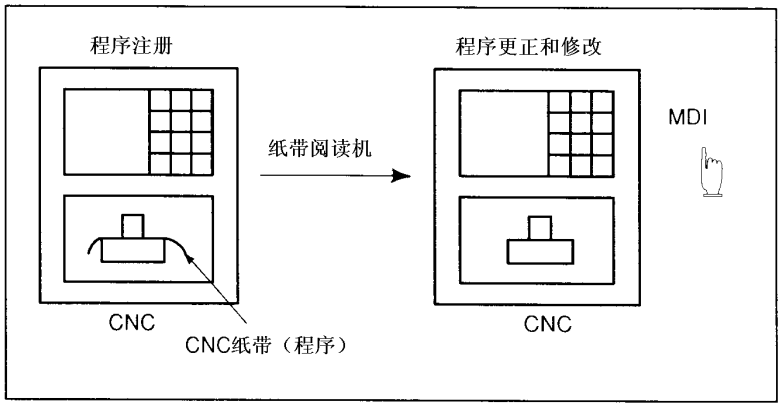


图 1.5 零件程序的编辑

1.6 显示和设置数据

操作者可以通过MDI上的键操作对CNC内存中存储的数据进行显示或修改（见 III-11 节）。

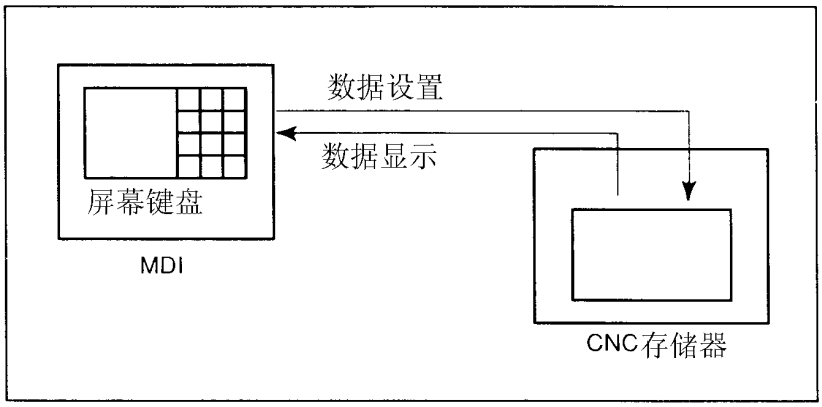


图 1.6（a） 显示和设置数据

详细说明

- **偏置值**

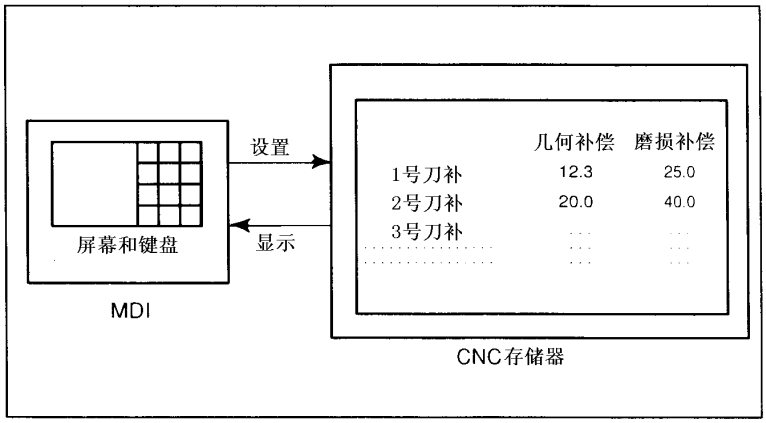


图 1.6（b）偏置值的显示和设置

刀具有刀具尺寸（长度和直径）。当加工工件时，刀具运动值与刀具尺寸有关。在加工之前设置刀具的尺寸值，就会自动产生刀具路径，这样同一程序可以使用任何刀具加工指定的工件。刀具的尺寸值被称为偏置量（见III-11.4.1 节）。

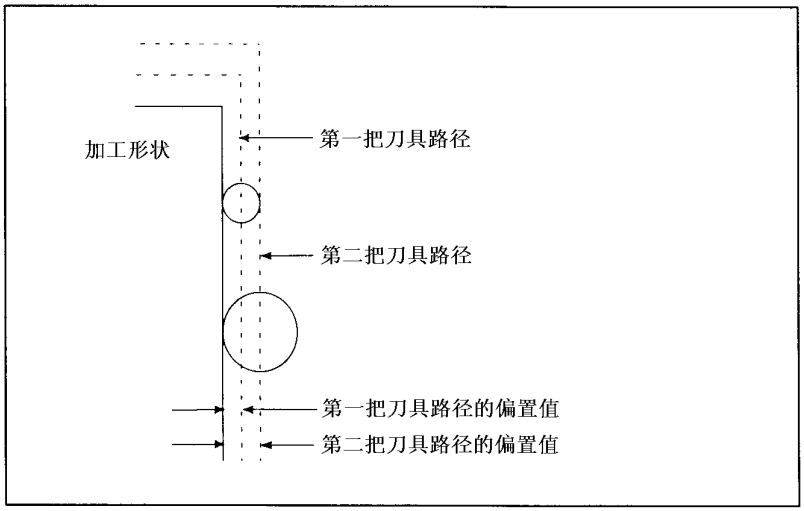


图 1.6（c）偏置值

- **显示和设置操作者的设置（SETTING）数据**

除了参数，还有一些数据是操作者在操作过程中设置的。这些数据会引起机床性能的变化。

例如可以设置下列数据：

- 英制/公制转换
- 选择 I/O 设备
- 镜像开/关

以上数据被称为设置（SETTING）数据（见III-11.4.3 节）。

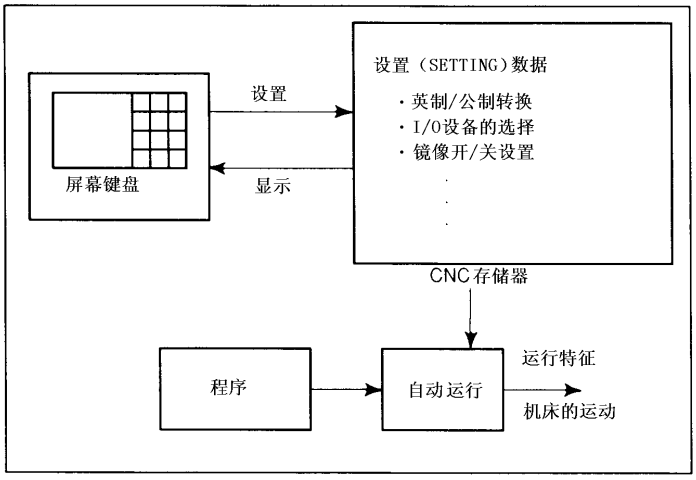


图 1.6（d） 显示和设置操作者的设置数据

- **参数的显示和设定**

CNC 的功能具有多种特性，以适用于不同的机床。
例如，CNC 能够指定下列的特性：
- 每一轴的快速移动速度
- 设定单位是公制的还是英制的
- 指令倍乘比和检测倍乘比的设定值（CMR/DMR）

指定上述功能的数据称为参数（见第III-11.5.1 节）。
不同的机床，参数是不同的。

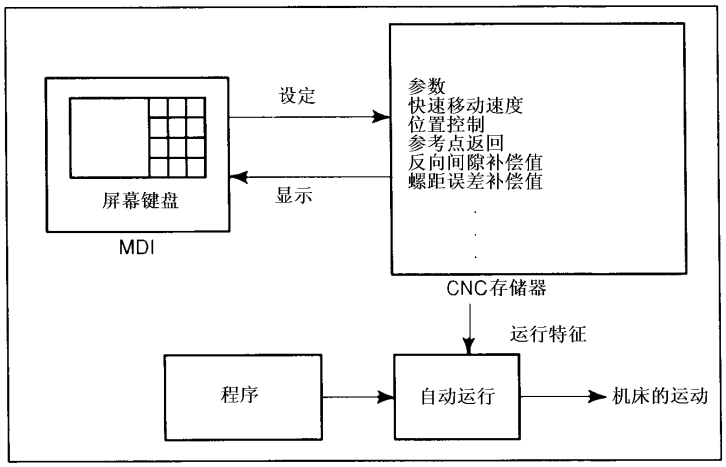


图 1.6（e）参数的显示和设定

- **数据保护键**

可以定义一个数据保护键。用它来保护零件加工程序，偏置值，参数和设定的数据，以免被错误地输入，修改或者删除（见III-11 节）。

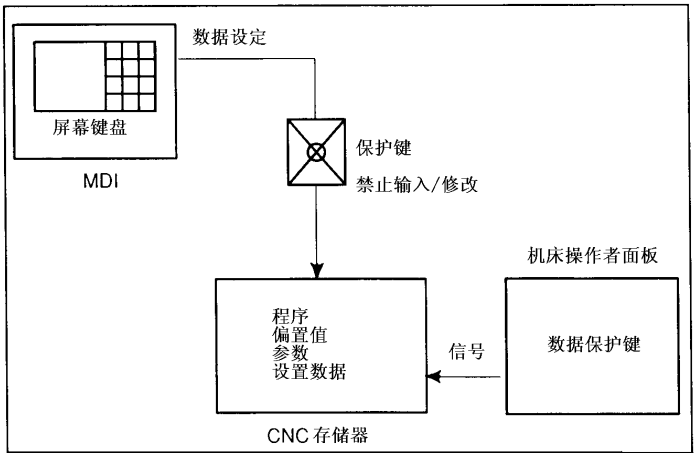
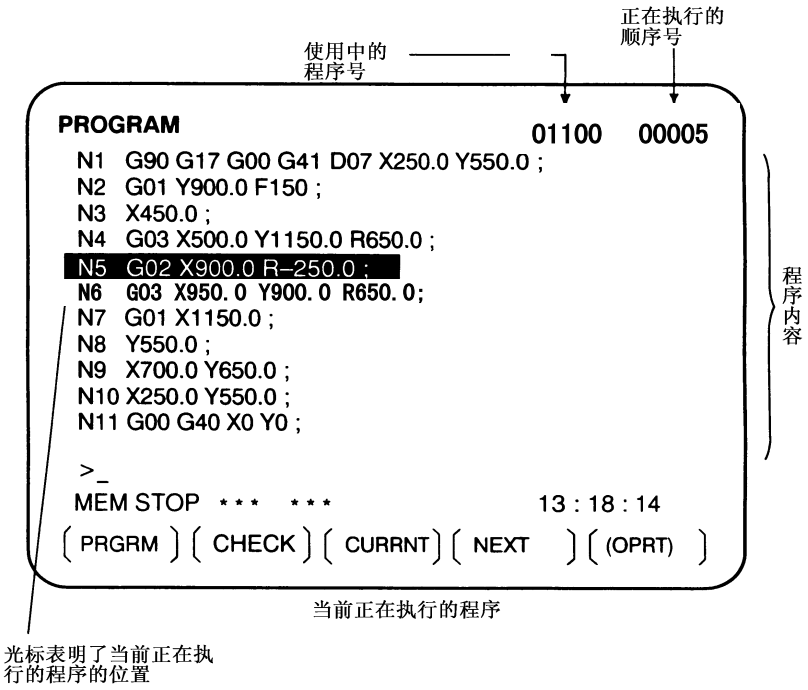


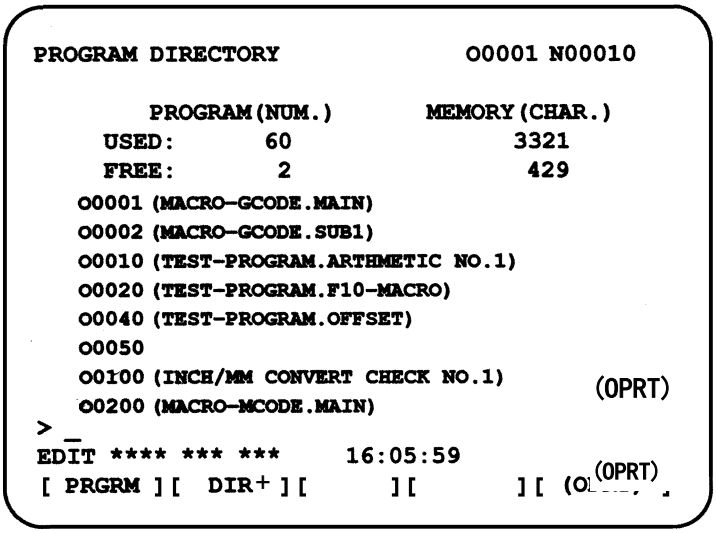
图 1.6（f） 数据保护键

1.7 显示

1.7.1 程序显示

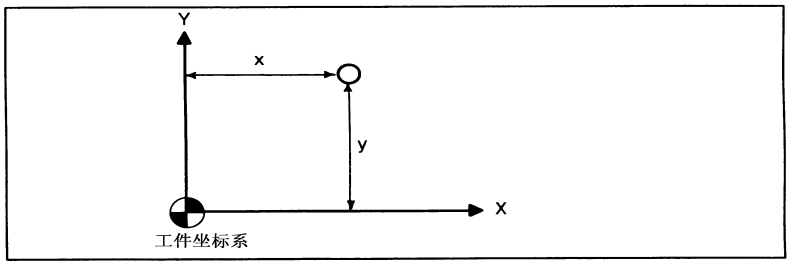
可以显示当前使用的程序内容。另外，也可以显示下一个计划的程序和程序列表（见III-11.2.1 节）。

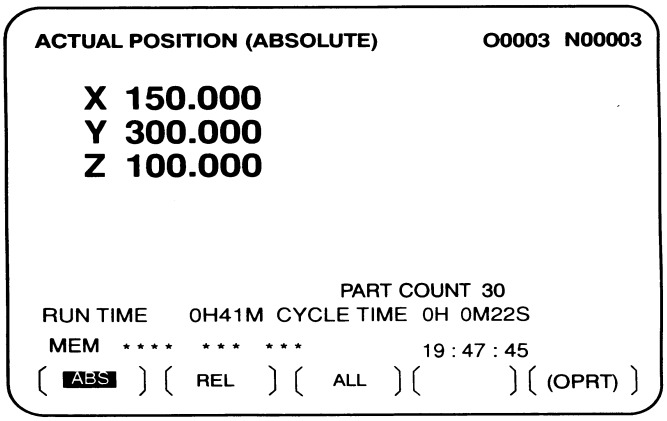




1.7.2 当前位置显示

刀具的当前位置可以以坐标值的形式显示出来。也可以显示从当前位置到目标位置的距离（见III-11.1.1—11.1.3）。

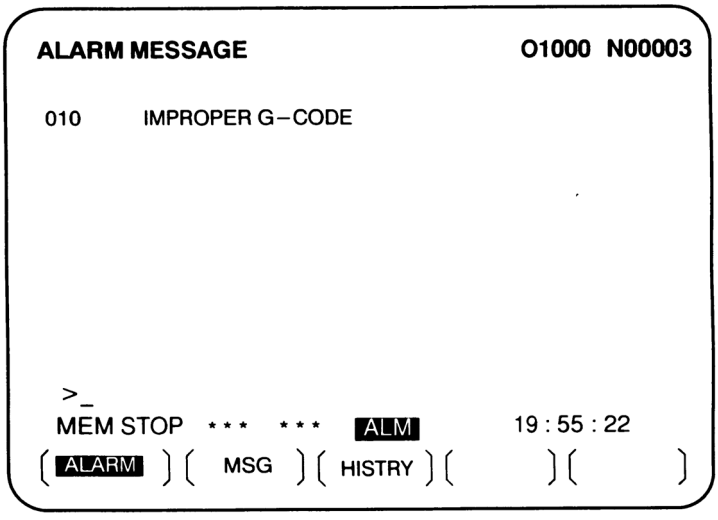




1.7.3 报警显示

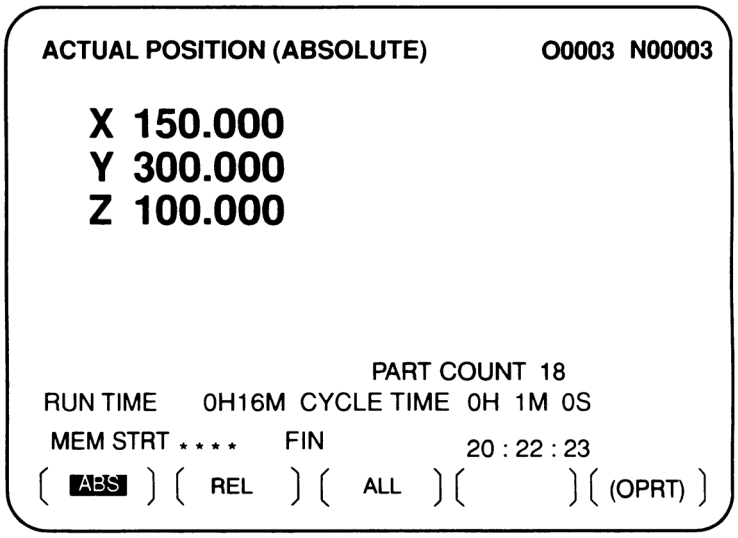
当操作过程中发生故障，就会在屏幕上显示出错代码和报警信息（见III-7.1 节）。

有关出错代码及其意义的列表请参阅附录 G。



1.7.4
零件数的显示，运行时间的显示

在屏幕上可以显示运行时间和零件数（见III-11.4.5 节）。



1.7.5
图形显示

编程的刀具运动可以在以下平面上显示出来(见III-12 节)：

1） XY 平面
2） YZ 平面
3） XZ 平面
4） 三维显示

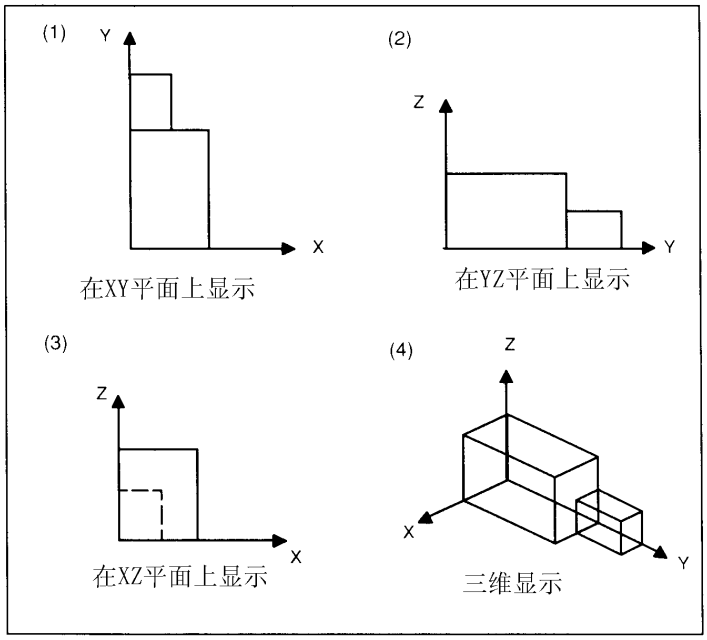


图 1.7.5 图形显示

1.8 数据的输入/输出

输入到 CNC 存储器中的程序，刀偏量，参数等可以输出到纸带，FANUC 磁带盒或软盘，以便保存。一旦输出到外部介质之后，数据又可以从这些介质输入到 CNC 存储器中。

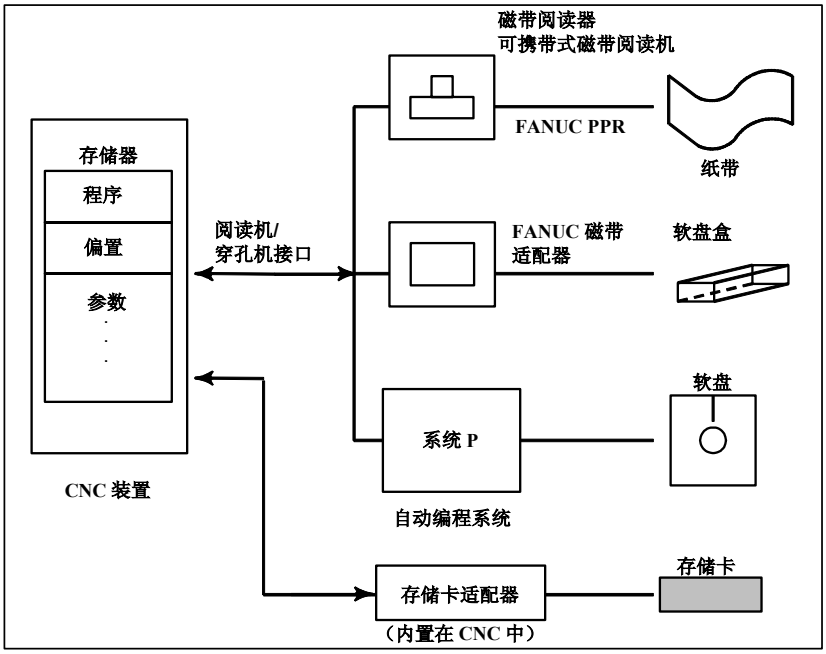


图 1.8 数据输出

2 操作设备

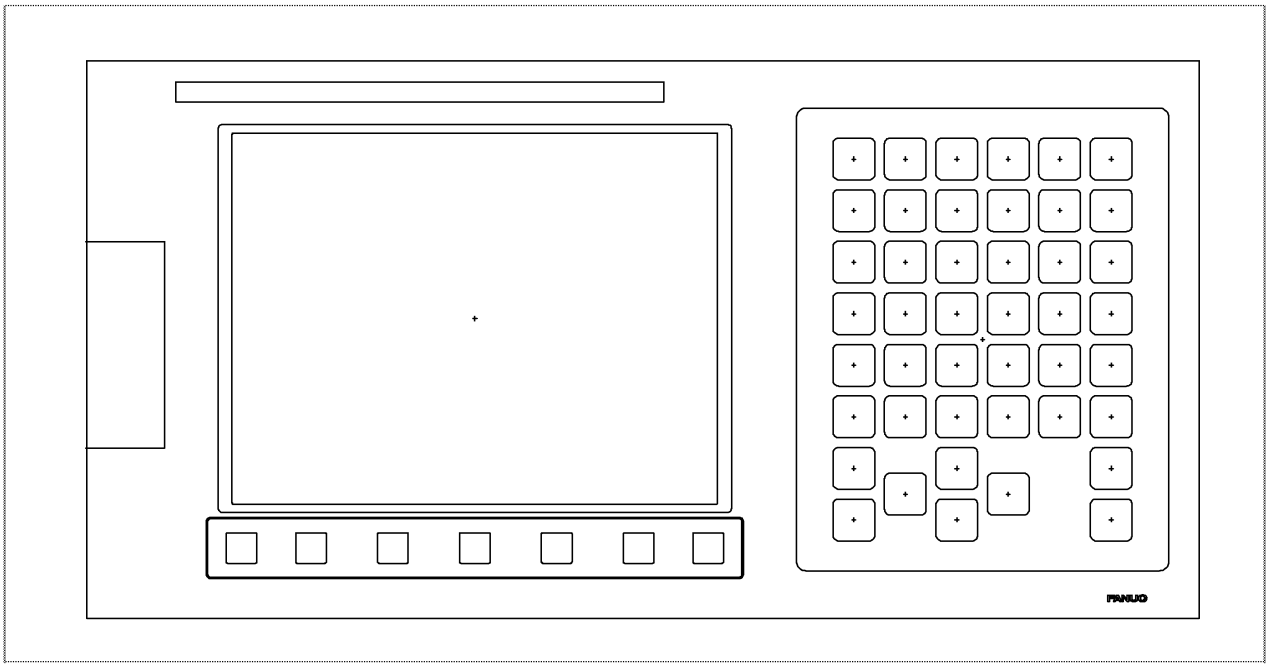
常用的操作设备包括连接于 CNC 上的设置和显示单元，机床操作面板和外部输入/输出设备，比如手持文件盒等。

2.1 设定和显示单元

设定和显示单元在第III部分的 2.1.1 节至 2.1.4 节中详细叙述。

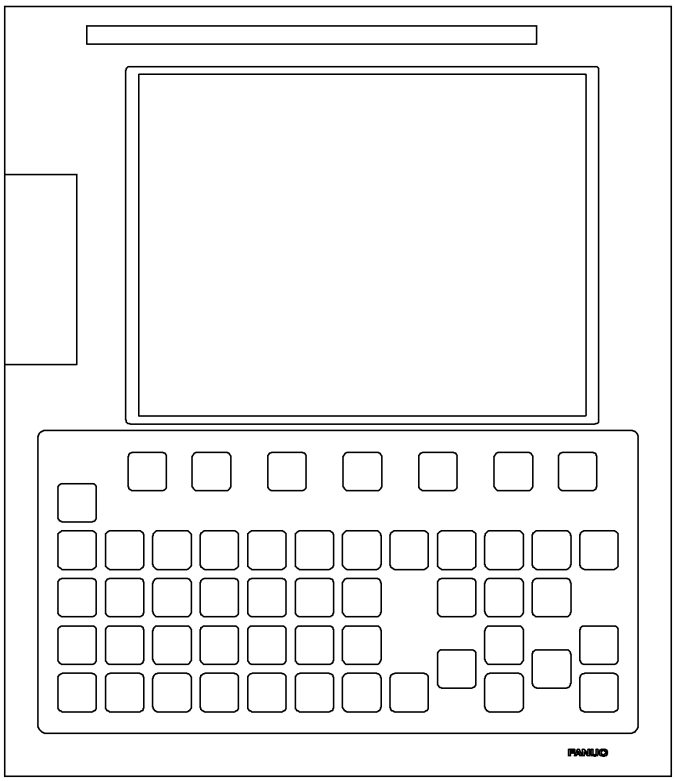
7.2″ 单色 / 8.4″ 彩色 LCD/MDI 单元(横形)……见III-2.1.1
7.2″ 单色 / 8.4″ 彩色 LCD/MDI 单元(竖形)……见III-2.1.2
MDI 键的位置(横形 LCD/MDI 单元)……见III-2.1.3
MDI 键的位置(竖形 LCD/MDI 单元)……见III-2.1.4

2.1.1
7.2″单色 / 8.4″彩色 LCD/MDI 单元(横形)

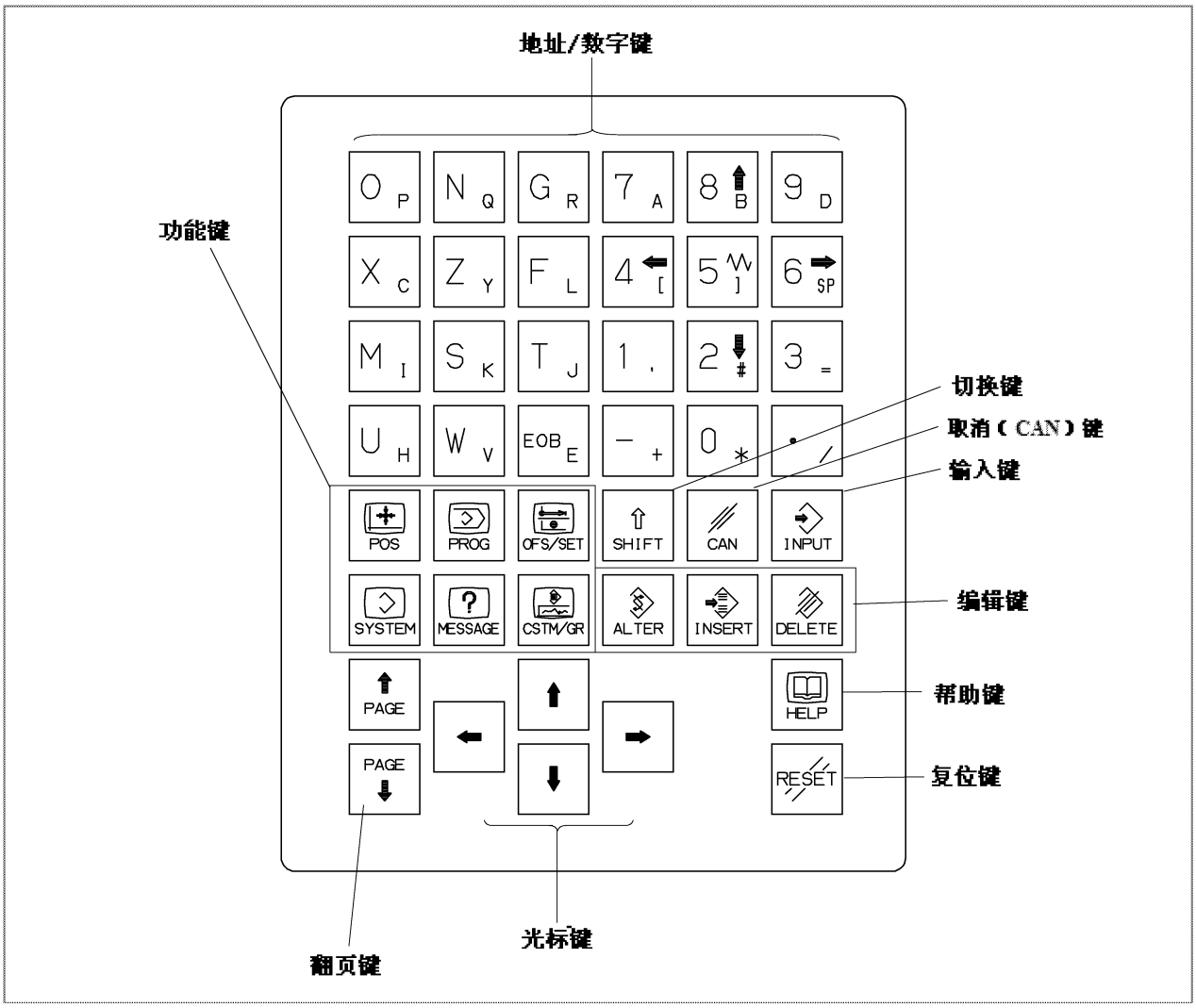


2.1.2

7.2″单色 / 8.4″彩色 LCD/MDI 单元(竖形)

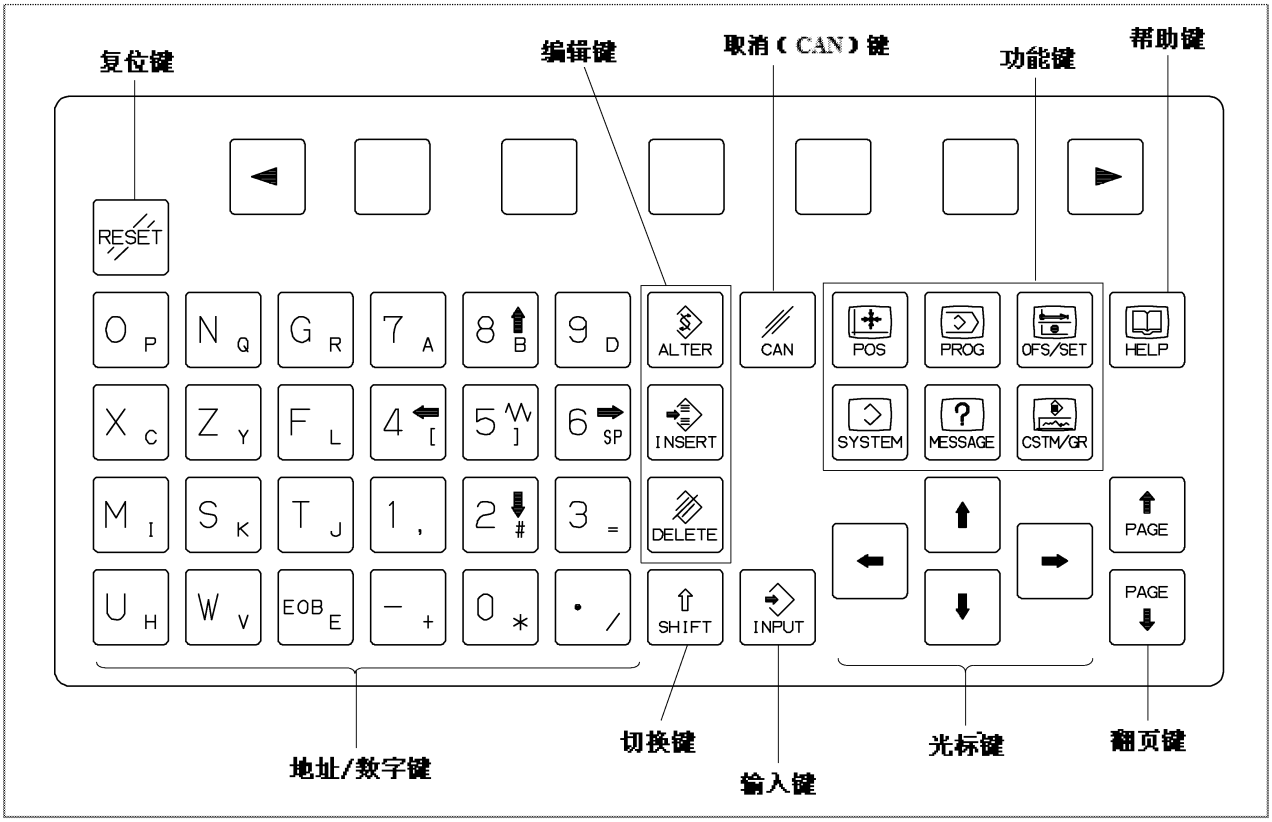


2.1.3
MDI 键的位置(横形 LCD/MDI 单元)



2.1.4

MDI 面板上键的位置



2.2
键盘说明

表 2.2 MDI 面板上键的详细说明

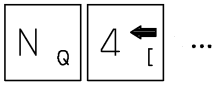
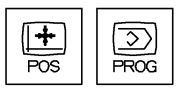
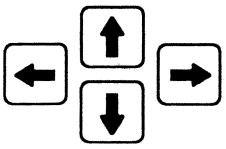
序号	名 称	说 明
1	复位键 	按此键可使 CNC 复位，用以消除报警等。
2	帮助键 	按此键用来显示如何操作机床，如 MDI 键的操作。可在 CNC 发生报警时提供报警的详细信息(帮助功能)。
3	软键	根据其使用场合，软键有各种功能。软键功能显示在 CRT 屏幕的底部。
4	地址和数字键 	按这些键可输入字母，数字以及其它字符。
5	换挡键 	在有些键的顶部有二个字符。按〈SHIFT〉键来选择字符。当一个特殊字符Ê在屏幕上显示时，表示键面右下角的字符可以输入。
6	输入键 	当按了地址键或数字键后，数据被输入到缓冲器，并在 CRT 屏幕上显示出来。为了把键入到输入缓冲器中的数据拷贝到寄存器，按〈INPUT〉键。这个键相当于软键的[INPUT]键，按此二键的结果是一样的。
7	取消键 	按此键可删除已输入到键的输入缓冲器的最后一个字符或符号。 当显示键入缓冲器数据为： ＞N001×100Z_ 时，按 键，则字符 Z 被取消，并显示： ＞N001×100
8	程序编辑键 	当编辑程序时按这些键。  ：替换  ：插入  ：删除
9	功能键 	按这些键用于切换各种功能显示画面。 功能键的详细说明见 2.3 节。

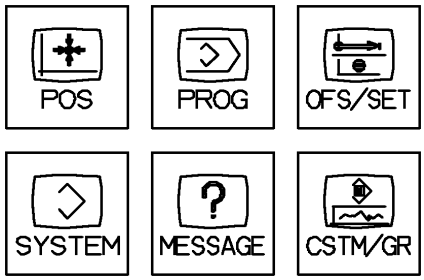
表 2.2 MDI 键盘说明

序号	名 称	说 明
10	光标移动键 	这是四个不同的光标移动键。  :这个键是用于将光标朝右或前进方向移动。在前进方向光标按一段短的单位移动。  :这个键是用于将光标朝左或倒退方向移动。在倒退方向光标按一段短的单位移动。  :这个键是用于将光标朝下或前进方向移动。在前进方向光标按一段大尺寸单位移动。  :这个键是用于将光标朝上或倒退方向移动。在倒退方向光标按一段大尺寸单位移动。
11	翻页键 	这二个翻页键的说明如下：  :这个键是用于在屏幕上朝前翻一页。  :这个键是用于在屏幕上朝后翻一页。

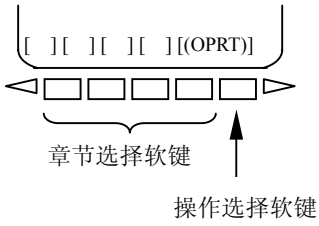
2.3 功能键和软键

功能键是用来选择将要显示的画面（功能）的。当一个软键（章节选择软键）在功能键之后立即被按下后，就可以选择与所选功能相关的屏幕（分部屏）。

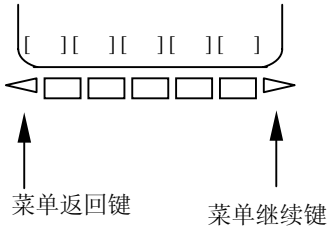
2.3.1 一般的屏幕操作



功能键



1. 按下 MDI 面板上的功能键。属于所选功能的一章软键就显示出来。
2. 按下其中一个章节选择键。则所选章节的屏幕就显示出来。如果有关一个目标章节的屏幕没有显示出来，按下菜单继续键（下一菜单键）。
   有些情况，可以选择一章中的附加章节。
3. 当目标章节屏幕显示后，按下操作选择键，以显示要进行操作的数据。
4. 为了重新显示章节选择软键，按下菜单返回键。



上面解释了通常的屏幕显示过程。然而，实际的显示过程，每一屏幕都不一样。要了解详细情况，请见相关的操作叙述。

2.3.2 功能键

功能键用来选择将要显示的屏幕的种类。在 MDI 面板上有以下功能键。



按此键显示**位置画面**



按此键显示**程序画面**



按此键显示**刀偏/设定(SETTING)画面**



按此键显示**系统画面**



按此键显示**信息画面**



按此键显示**用户宏画面(会话式宏画面)**或**显示图形画面**

2.3.3 软键

要显示一个更详细的屏幕，按下功能键后按软键。软键也用于实际操作。

本节的各图说明了按下一个功能键后软键显示屏幕的变化情况。

以下图中符号的含义如下所示：

 ：显示的屏幕

 ：表示通过按下功能键而显示的屏幕（*1）。

[ ] ：表示绿字的软键(*2)。

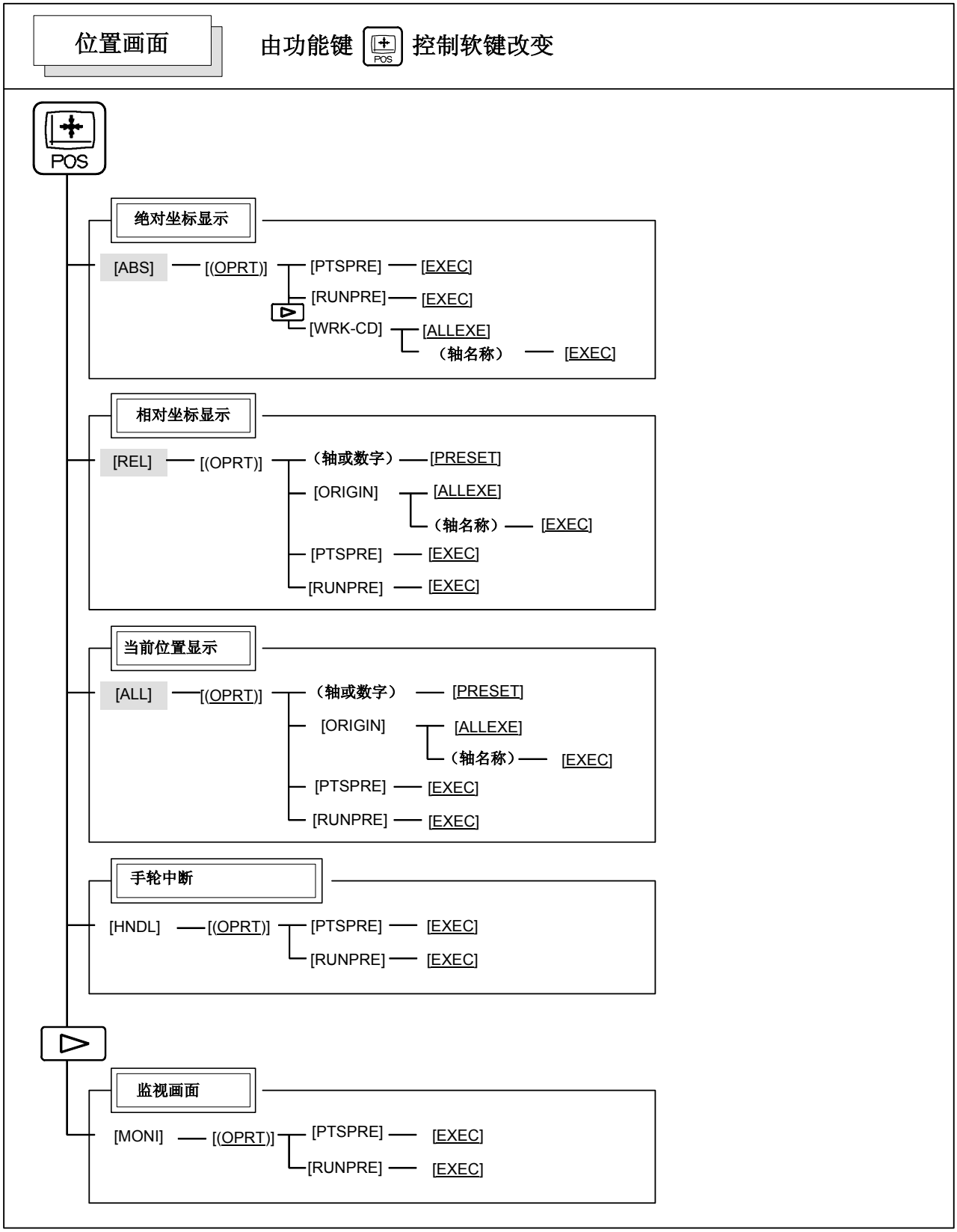
( ) ：表示由 MDI 面板进行输入。

[___] ：表示黑字的软键。

 ：表示菜单继续键（最右边的软键）

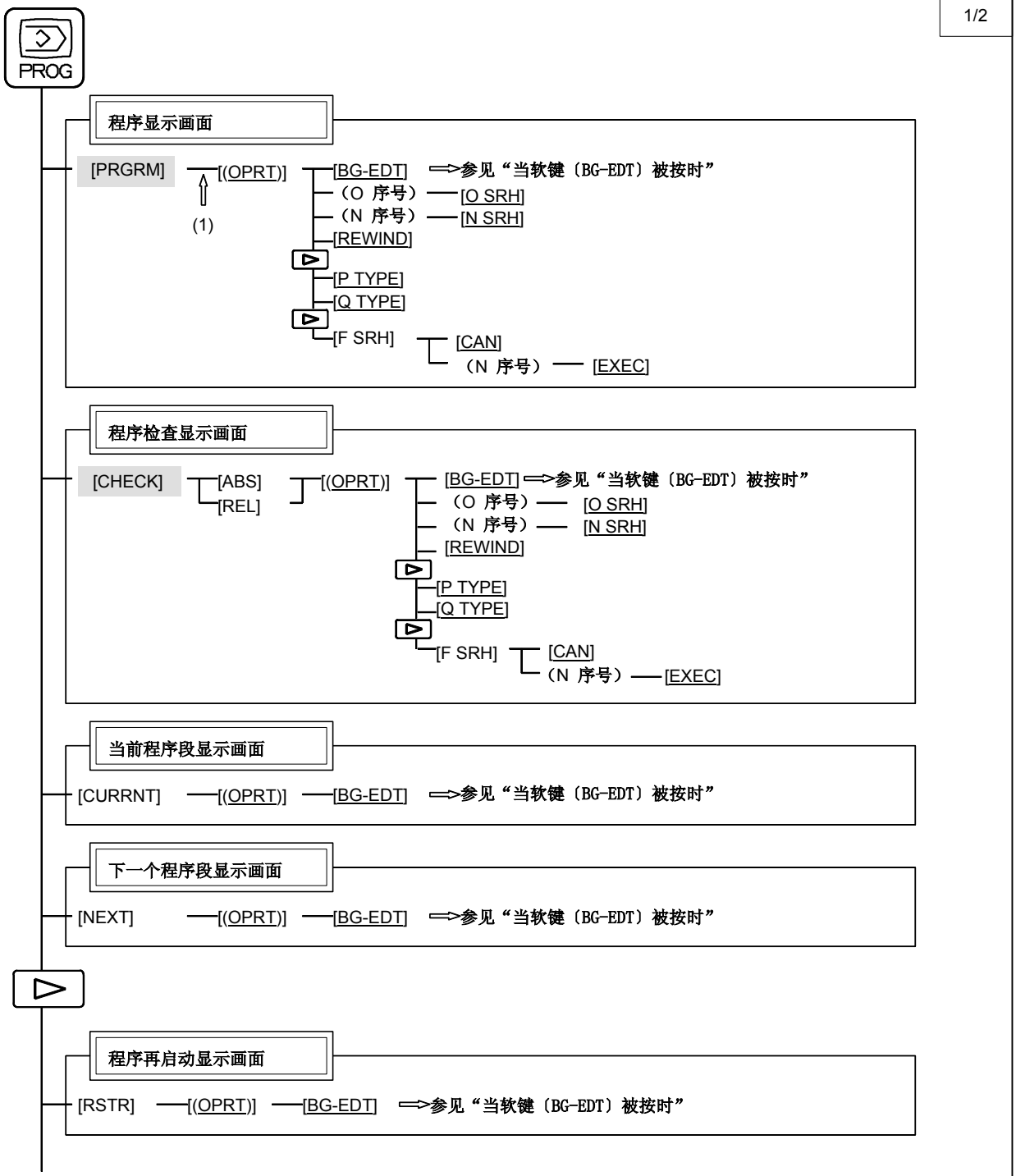
*1 按下功能键后常用屏幕之间的切换。

2 根据不同配置，有些软键不显示。

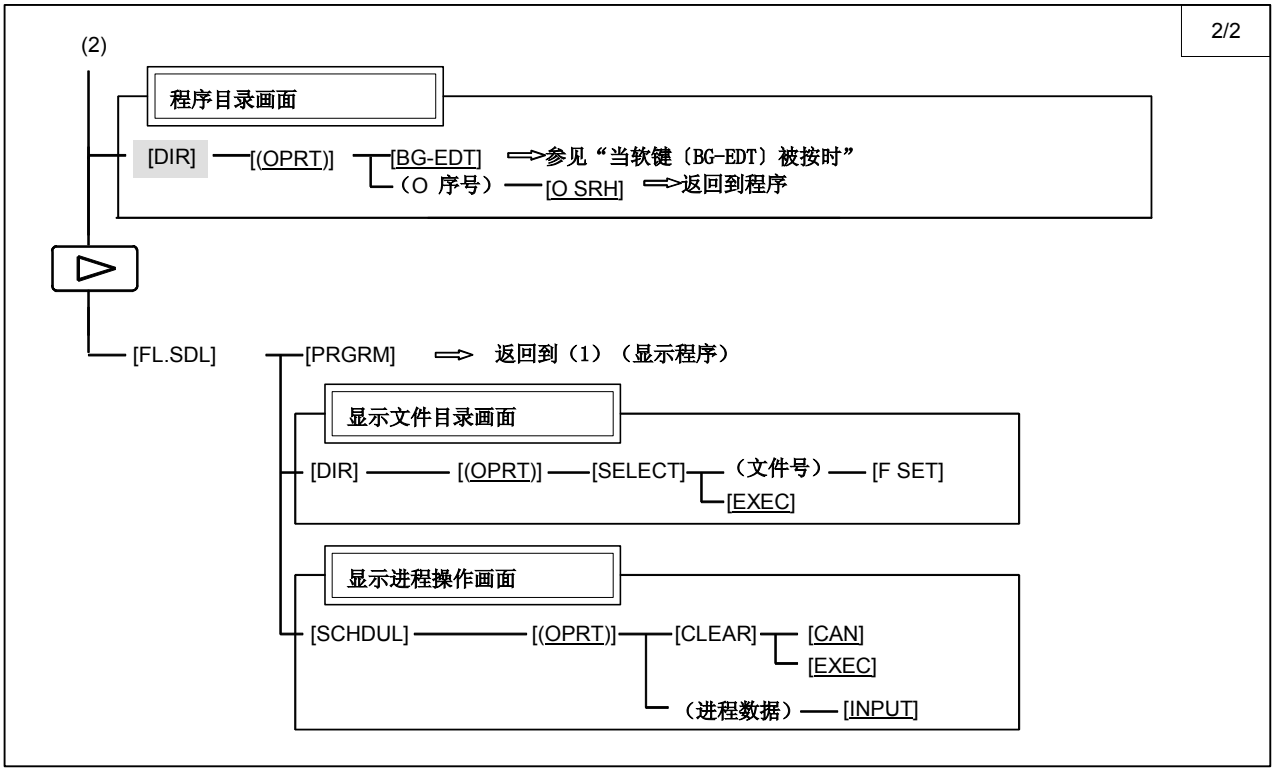

位置画面
由功能键 POS 控制软键改变
POS
绝对坐标显示
[ABS]
[(OPRT)]
[PTSPRE]
[EXEC]
[RUNPRE]
[EXEC]
[WRK-CD]
[ALLEXE]
（轴名称）
[EXEC]
相对坐标显示
[REL]
[(OPRT)]
（轴或数字）
[PRESET]
[ORIGIN]
[ALLEXE]
（轴名称）
[EXEC]
[PTSPRE]
[EXEC]
[RUNPRE]
[EXEC]
当前位置显示
[ALL]
[(OPRT)]
（轴或数字）
[PRESET]
[ORIGIN]
[ALLEXE]
（轴名称）
[EXEC]
[PTSPRE]
[EXEC]
[RUNPRE]
[EXEC]
手轮中断
[HNDL]
[(OPRT)]
[PTSPRE]
[EXEC]
[RUNPRE]
[EXEC]
监视画面
[MONI]
[(OPRT)]
[PTSPRE]
[EXEC]
[RUNPRE]
[EXEC]

程序画面 在 MEM 方式由功能键 PROG 切换的软键

1/2



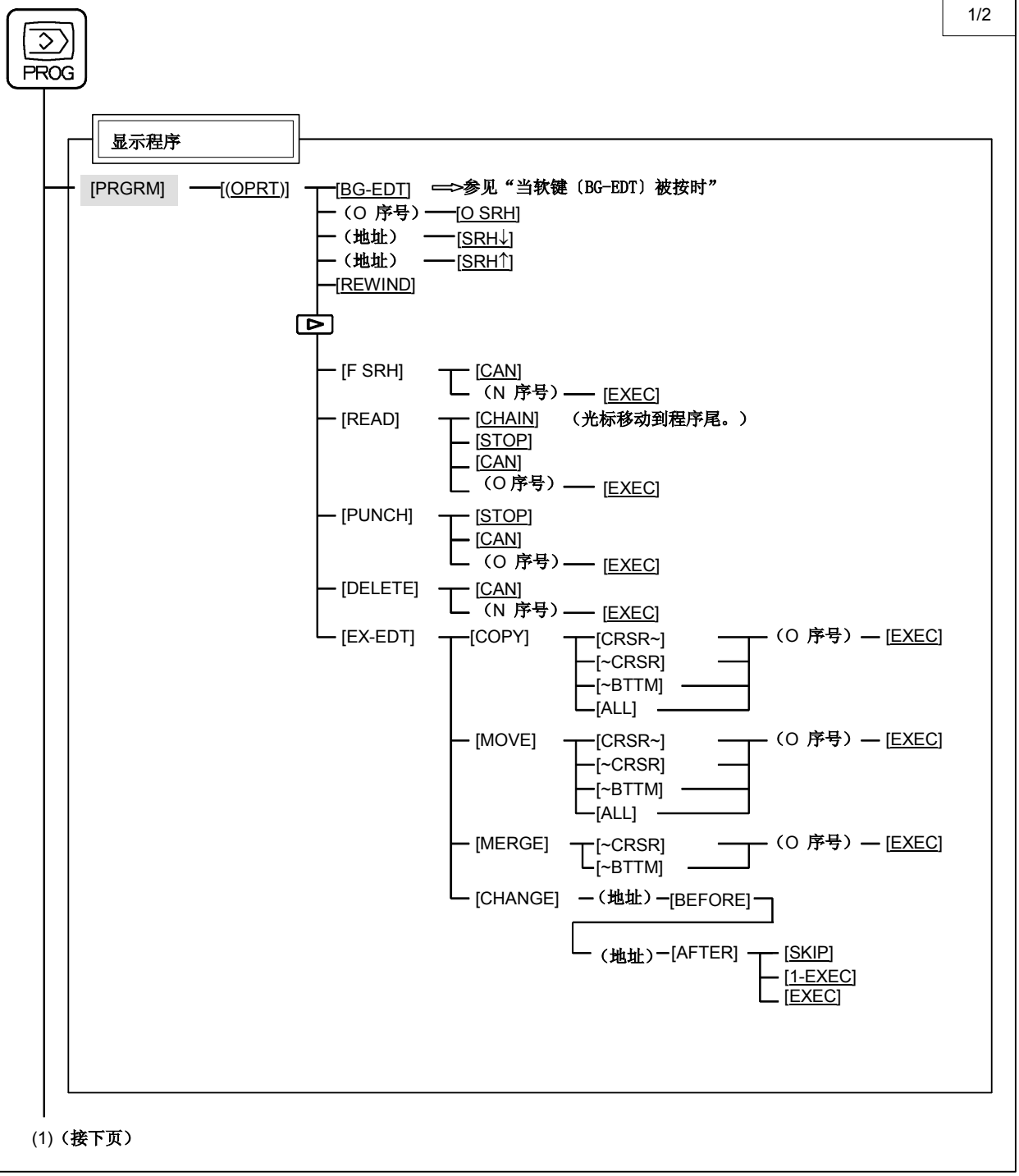
(2)（接下页）


2/2
(2)
程序目录画面
[DIR]
[(OPRT)]
[BG-EDT]
参见“当软键（BG-EDT）被按时”
（O 序号）
[O SRH]
返回到程序
[FL.SDL]
[PRGRM]
返回到（1）（显示程序）
显示文件目录画面
[DIR]
[(OPRT)]
[SELECT]
（文件号）
[F SET]
[EXEC]
显示进程操作画面
[SCHDUL]
[(OPRT)]
[CLEAR]
[CAN]
[EXEC]
（进程数据）
[INPUT]

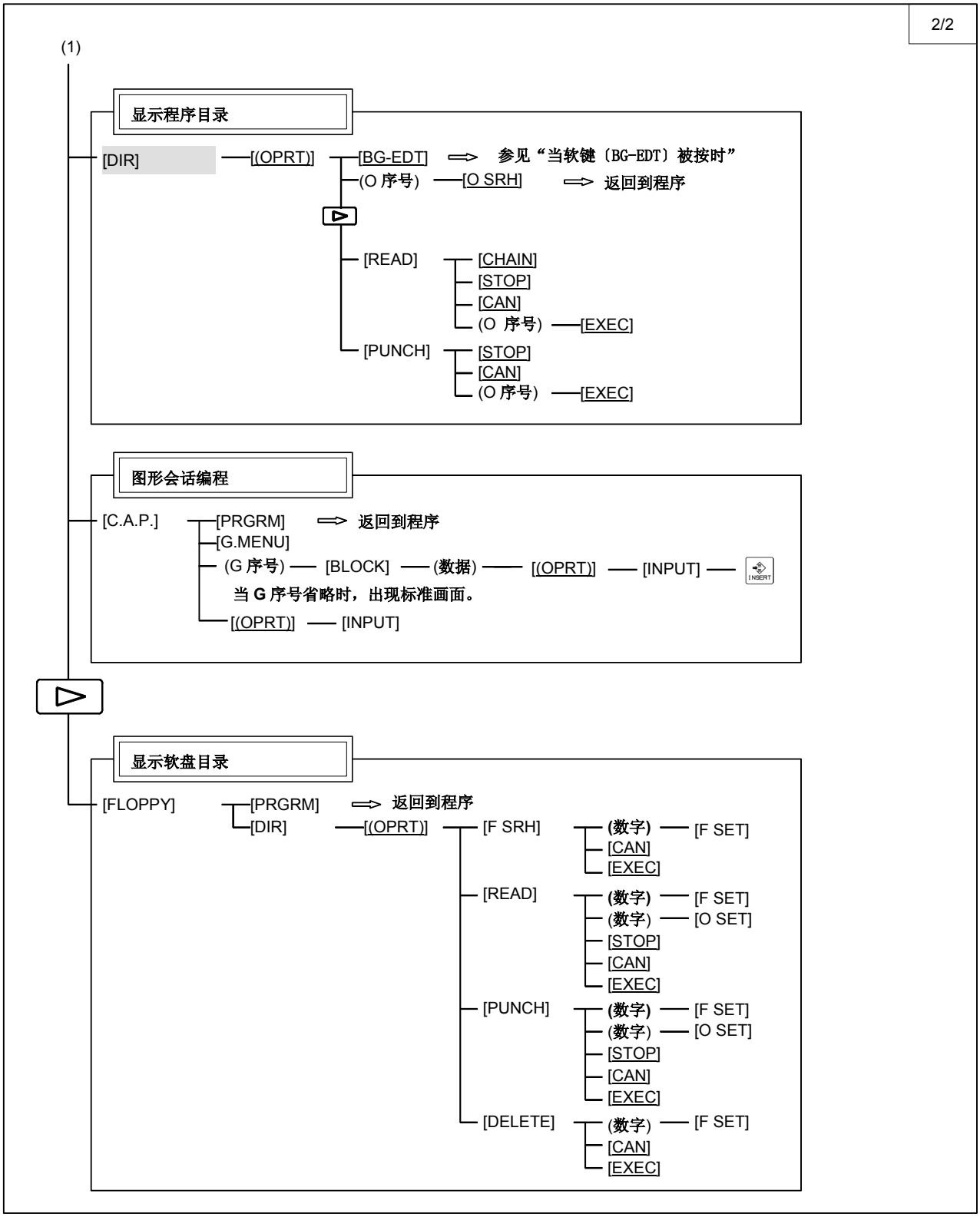
程序画面

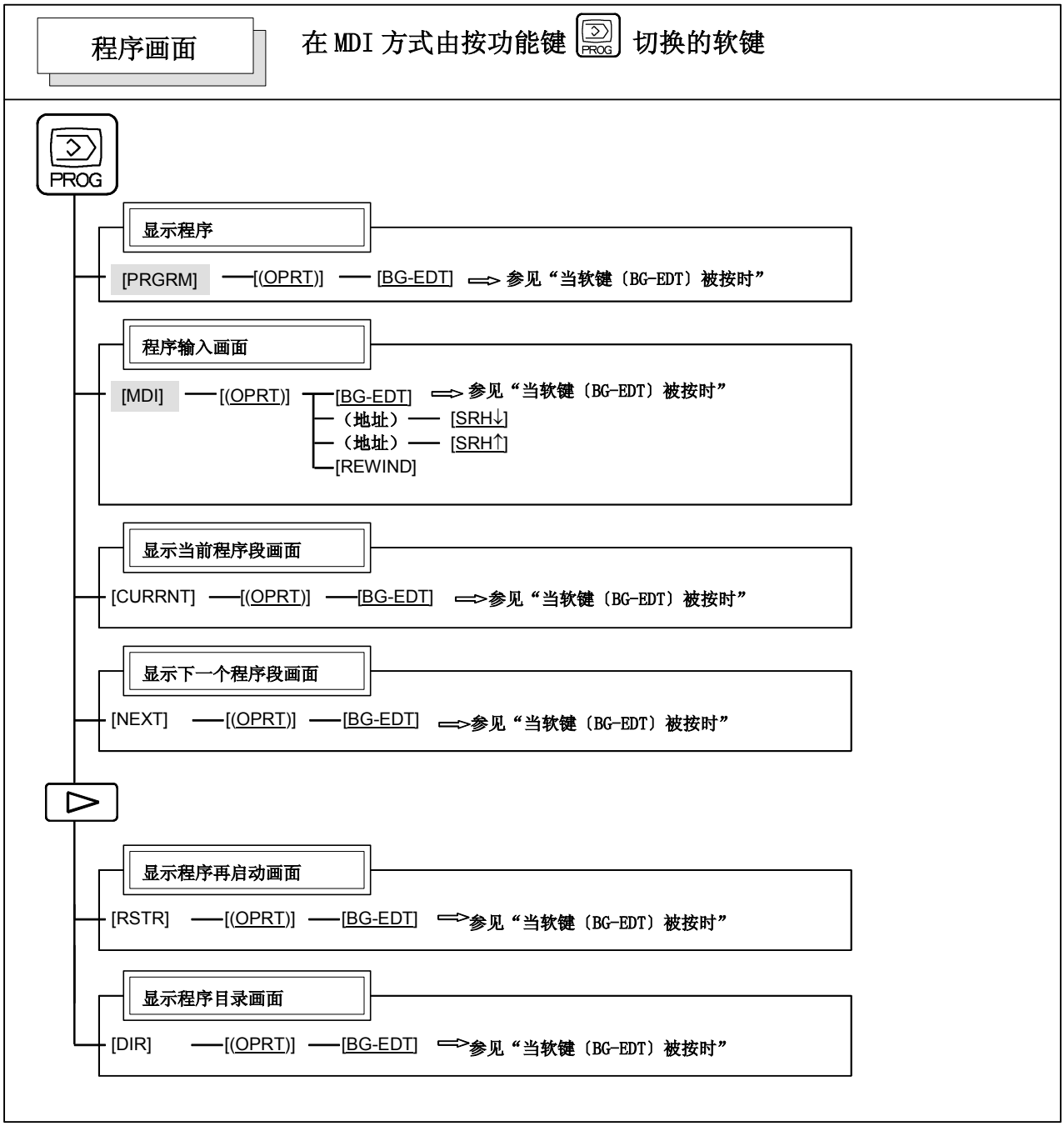
在编辑方式按功能键 PROG 控制软键改变

1/2



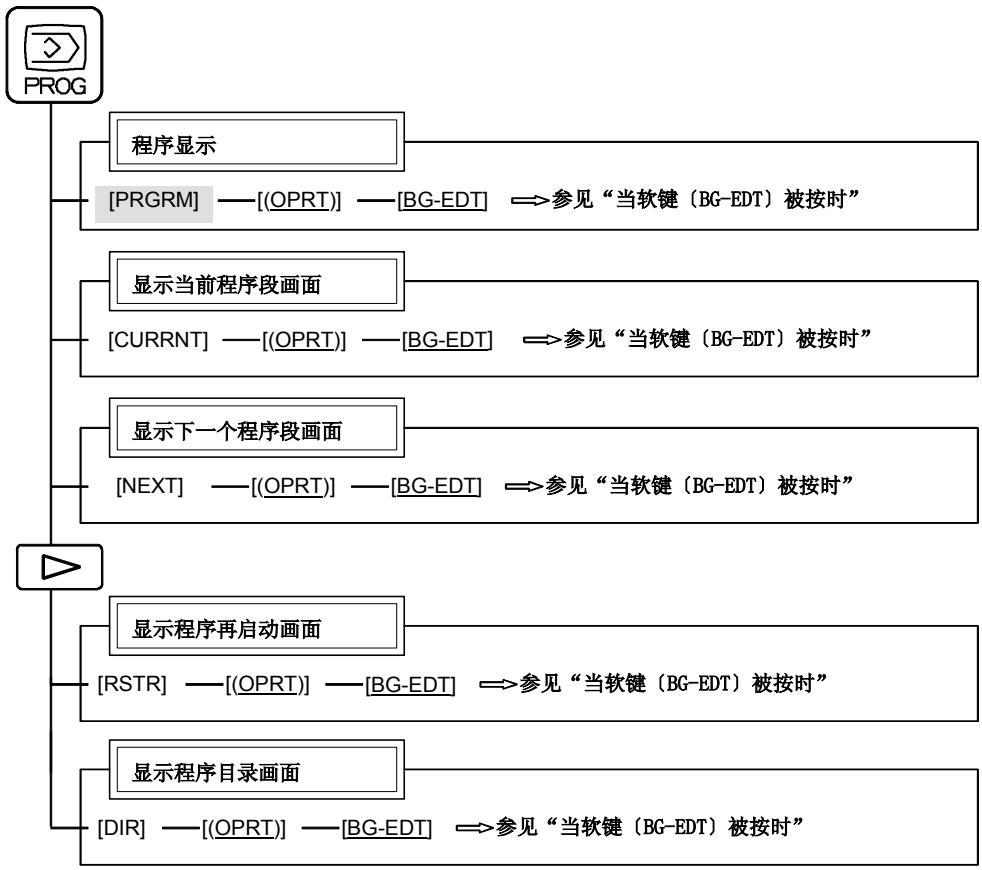
(1)（接下页）


2/2
(1)
显示程序目录
[DIR]
[(OPRT)]
[BG-EDT] ⇨ 参见“当软键（BG-EDT）被按时”
(O 序号)
[O SRH] ⇨ 返回到程序
[READ]
[CHAIN]
[STOP]
[CAN]
(O 序号)
[EXEC]
[PUNCH]
[STOP]
[CAN]
(O 序号)
[EXEC]
图形会话编程
[C.A.P.]
[PRGRM] ⇨ 返回到程序
[G.MENU]
(G 序号)
[BLOCK]
(数据)
[(OPRT)]
[INPUT]
INSERT
当 G 序号省略时，出现标准画面。
[(OPRT)]
[INPUT]
显示软盘目录
[FLOPPY]
[PRGRM] ⇨ 返回到程序
[DIR]
[(OPRT)]
[F SRH]
(数字)
[F SET]
[CAN]
[EXEC]
[READ]
(数字)
[F SET]
(数字)
[O SET]
[STOP]
[CAN]
[EXEC]
[PUNCH]
(数字)
[F SET]
(数字)
[O SET]
[STOP]
[CAN]
[EXEC]
[DELETE]
(数字)
[F SET]
[CAN]
[EXEC]


程序画面
在 MDI 方式由按功能键 PROG 切换的软键
PROG
显示程序
[PRGRM] —[(OPRT)] — [BG-EDT] ⇨ 参见“当软键（BG-EDT）被按时”
程序输入画面
[MDI] —[(OPRT)] —[BG-EDT] ⇨ 参见“当软键（BG-EDT）被按时”
（地址） — [SRH↓]
（地址） — [SRH↑]
[REWIND]
显示当前程序段画面
[CURRNT] —[(OPRT)] —[BG-EDT] ⇨参见“当软键（BG-EDT）被按时”
显示下一个程序段画面
[NEXT] —[(OPRT)] —[BG-EDT] ⇨参见“当软键（BG-EDT）被按时”
显示程序再启动画面
[RSTR] —[(OPRT)] —[BG-EDT] ⇨参见“当软键（BG-EDT）被按时”
显示程序目录画面
[DIR] —[(OPRT)] —[BG-EDT] ⇨参见“当软键（BG-EDT）被按时”

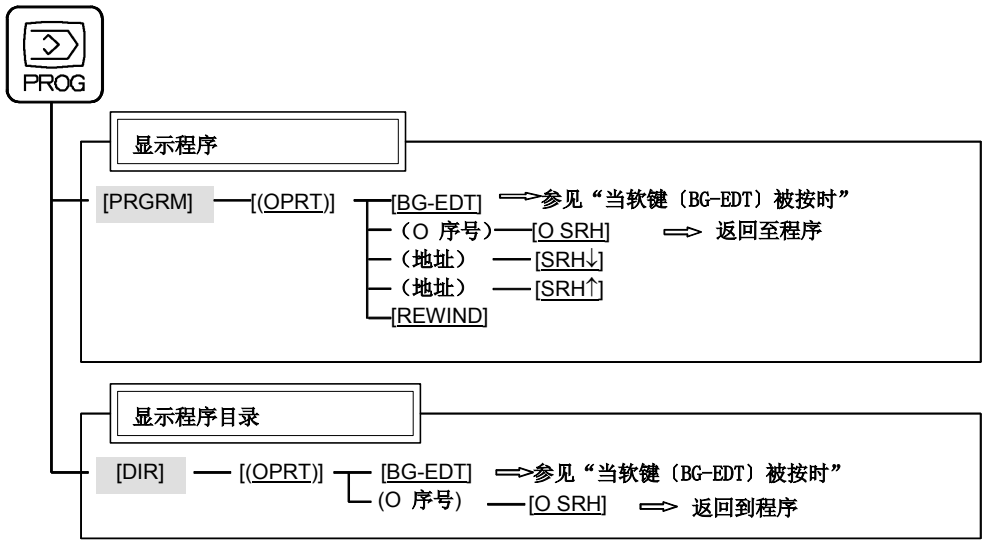
程序画面

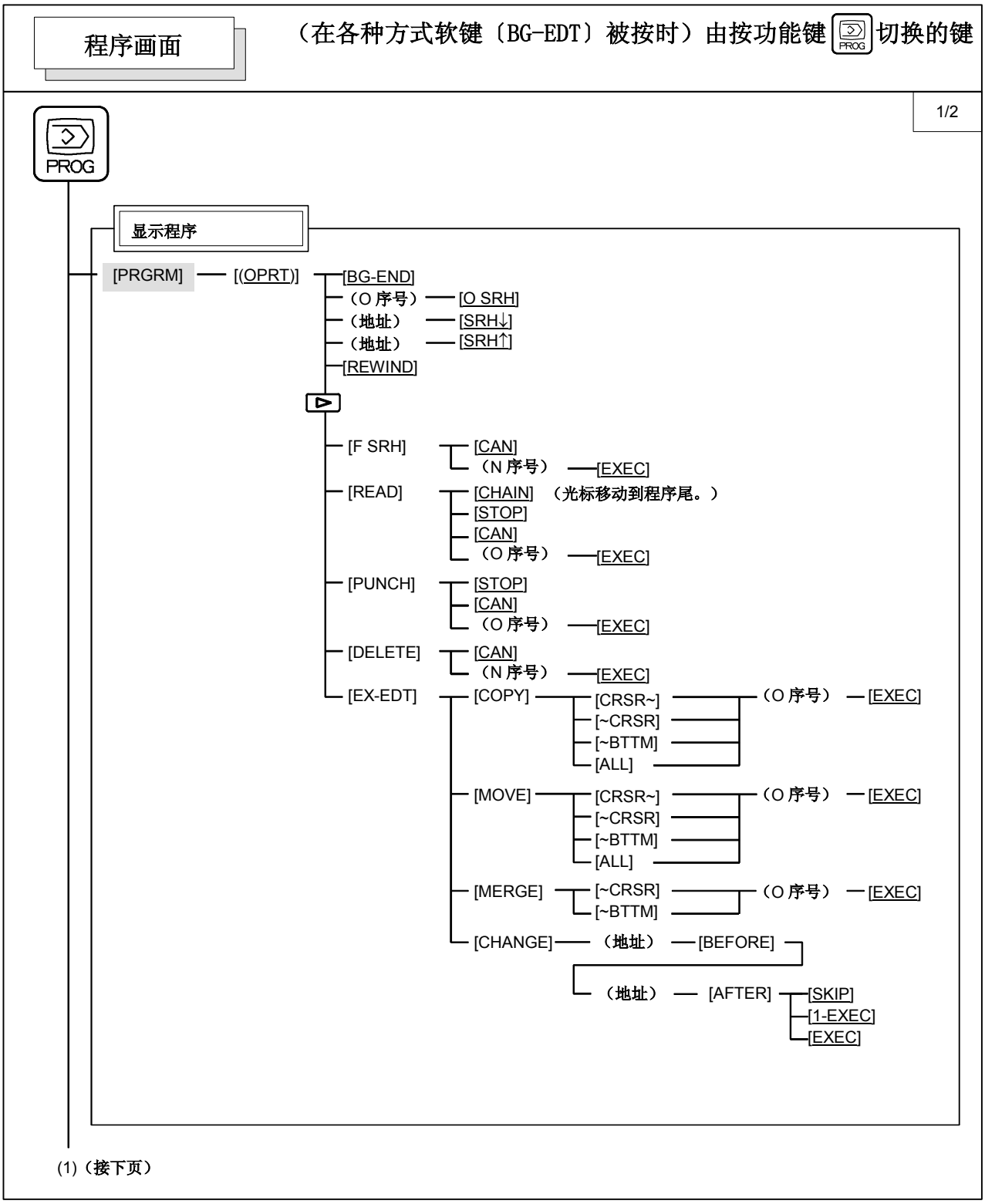
在 HNDL、JOG 或 REF 方式，由按功能键 PROG 切换的软键

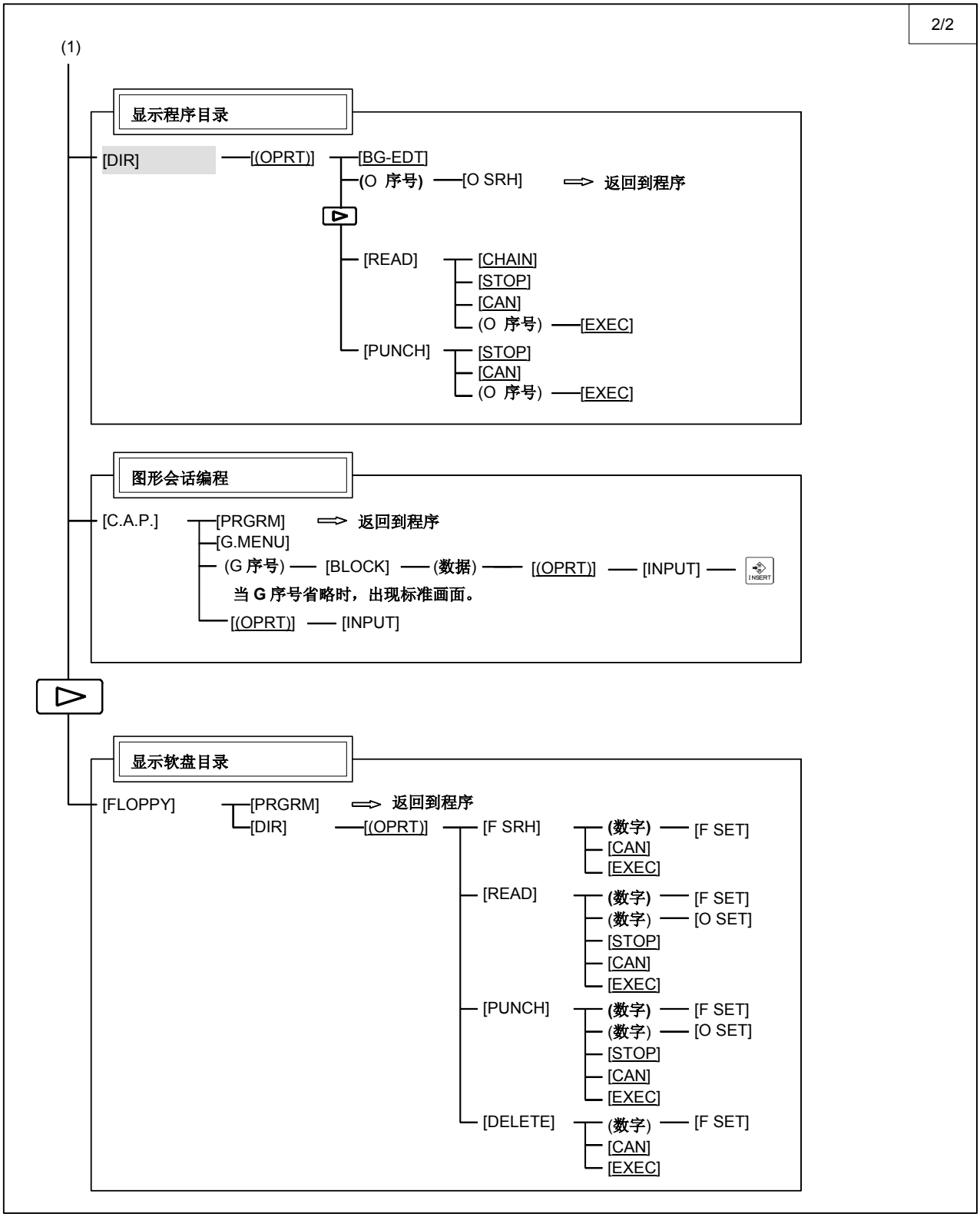


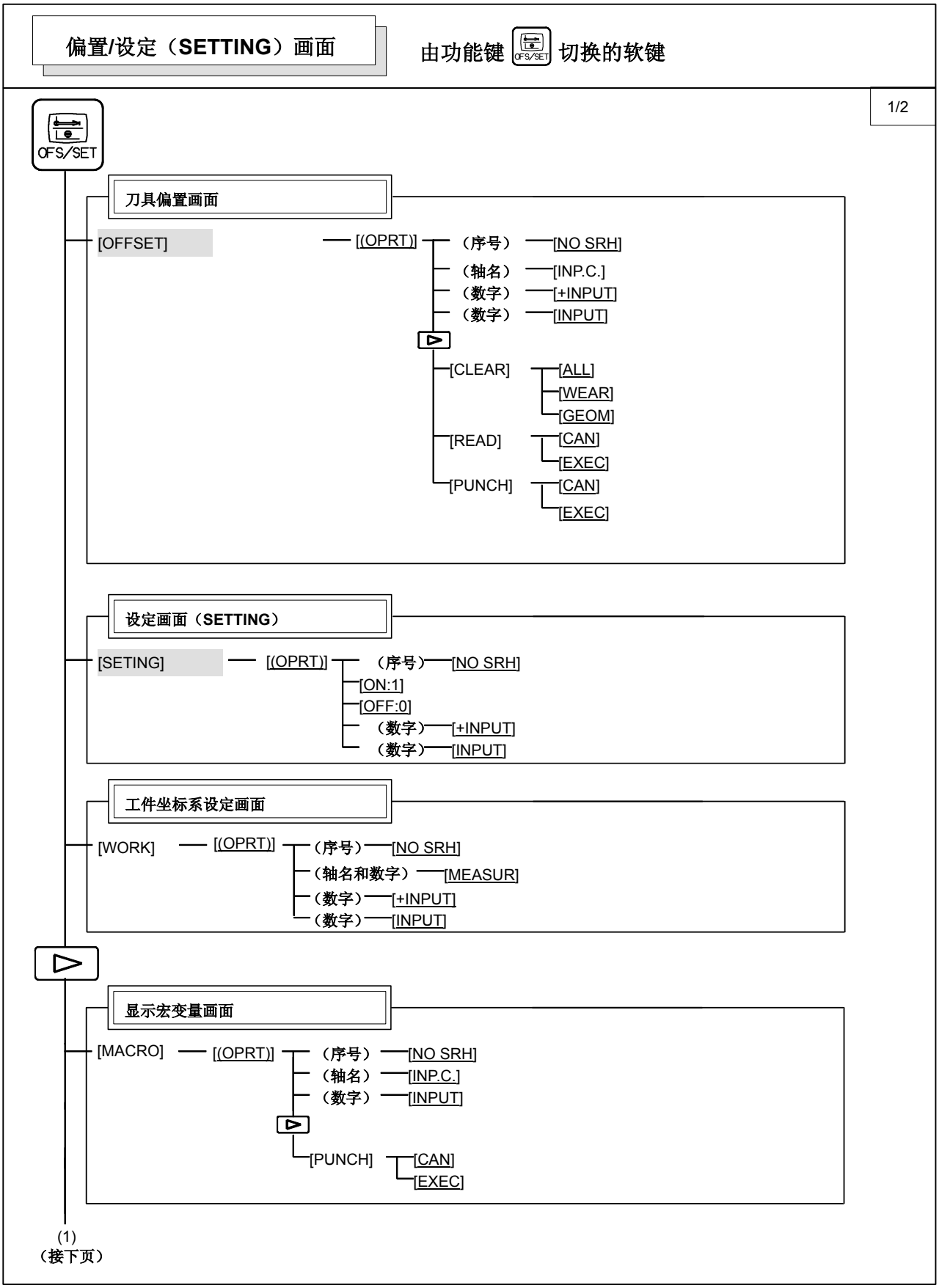
程序画面

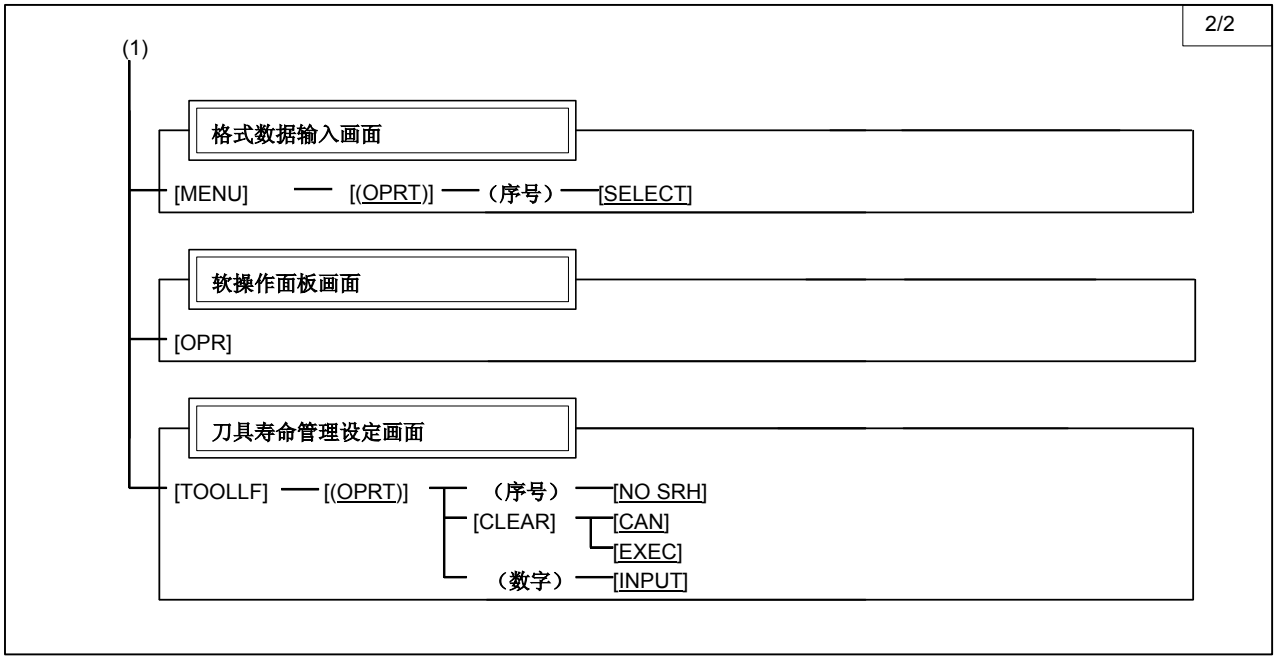
在 TJOG 或 THDL 方式中，由按功能键 PROG 切换的键

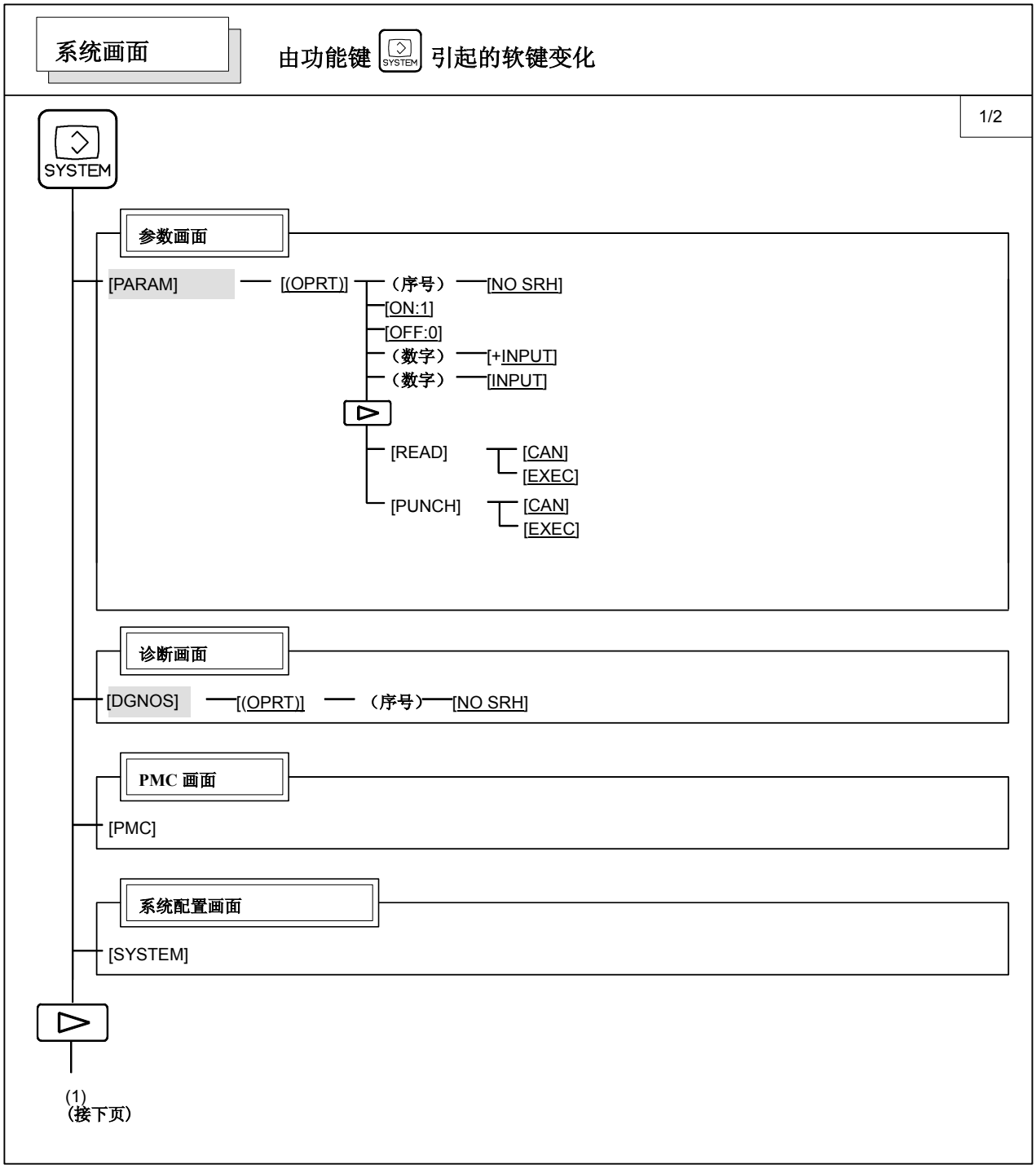


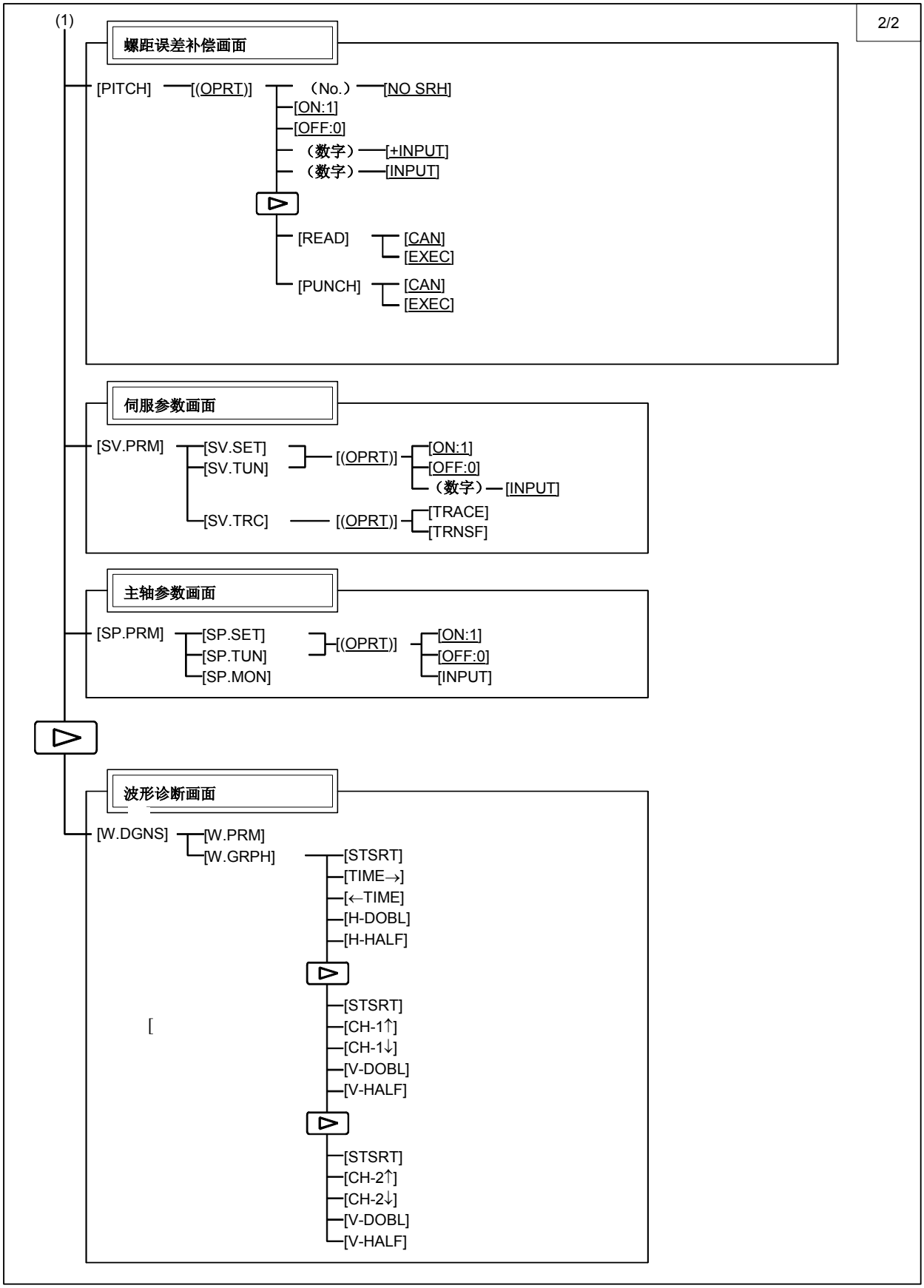

程序画面
（在各种方式软键〔BG-EDT〕被按时）由按功能键 PROG 切换的键
1/2
PROG
显示程序
[PRGRM]
[(OPRT)]
[BG-END]
（O 序号）
[O SRH]
（地址）
[SRH↓]
（地址）
[SRH↑]
[REWIND]
[F SRH]
[CAN]
（N 序号）
[EXEC]
[READ]
[CHAIN]
（光标移动到程序尾。）
[STOP]
[CAN]
（O 序号）
[EXEC]
[PUNCH]
[STOP]
[CAN]
（O 序号）
[EXEC]
[DELETE]
[CAN]
（N 序号）
[EXEC]
[EX-EDT]
[COPY]
[CRSR~]
[~CRSR]
[~BTTM]
[ALL]
（O 序号）
[EXEC]
[MOVE]
[CRSR~]
[~CRSR]
[~BTTM]
[ALL]
（O 序号）
[EXEC]
[MERGE]
[~CRSR]
[~BTTM]
（O 序号）
[EXEC]
[CHANGE]
（地址）
[BEFORE]
（地址）
[AFTER]
[SKIP]
[1-EXEC]
[EXEC]
(1)（接下页）

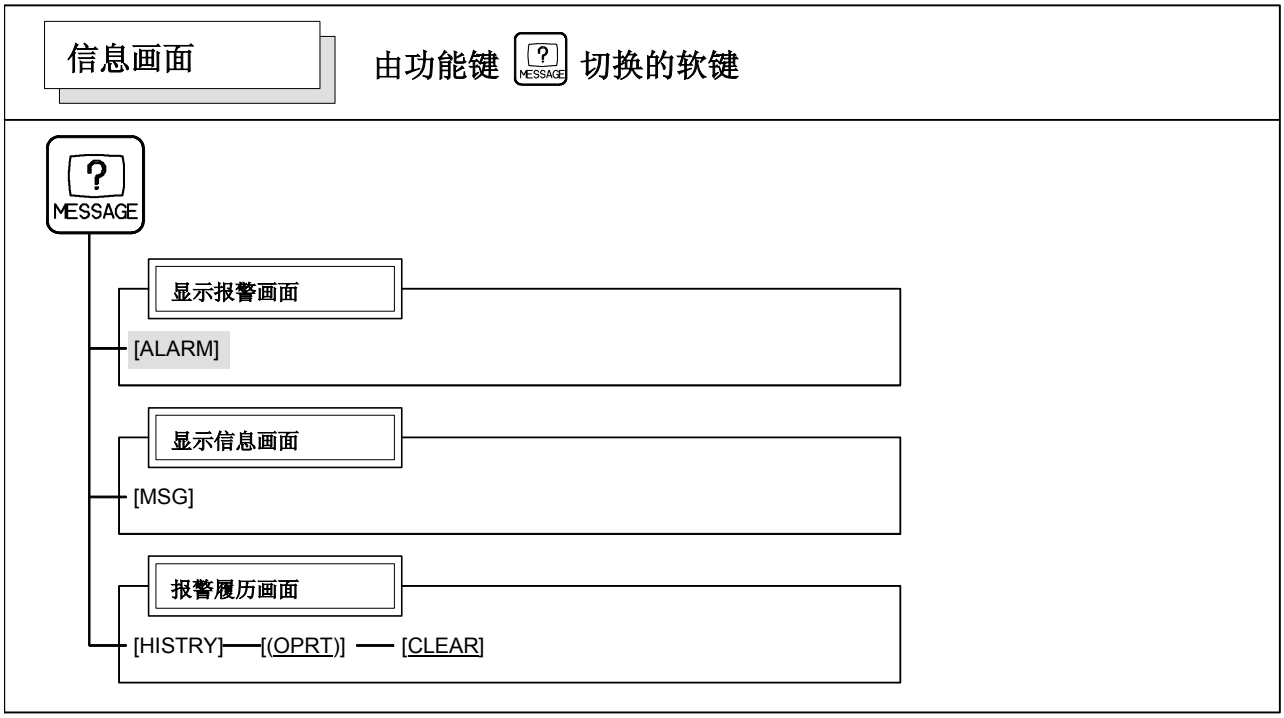

2/2
(1)
显示程序目录
[DIR]
[(OPRT)]
[BG-EDT]
(O 序号)
[O SRH]
返回到程序
[READ]
[CHAIN]
[STOP]
[CAN]
(O 序号)
[EXEC]
[PUNCH]
[STOP]
[CAN]
(O 序号)
[EXEC]
图形会话编程
[C.A.P.]
[PRGRM]
返回到程序
[G.MENU]
(G 序号)
[BLOCK]
(数据)
[(OPRT)]
[INPUT]
INSERT
当 G 序号省略时，出现标准画面。
[(OPRT)]
[INPUT]
显示软盘目录
[FLOPPY]
[PRGRM]
返回到程序
[DIR]
[(OPRT)]
[F SRH]
(数字)
[F SET]
[CAN]
[EXEC]
[READ]
(数字)
[F SET]
(数字)
[O SET]
[STOP]
[CAN]
[EXEC]
[PUNCH]
(数字)
[F SET]
(数字)
[O SET]
[STOP]
[CAN]
[EXEC]
[DELETE]
(数字)
[F SET]
[CAN]
[EXEC]

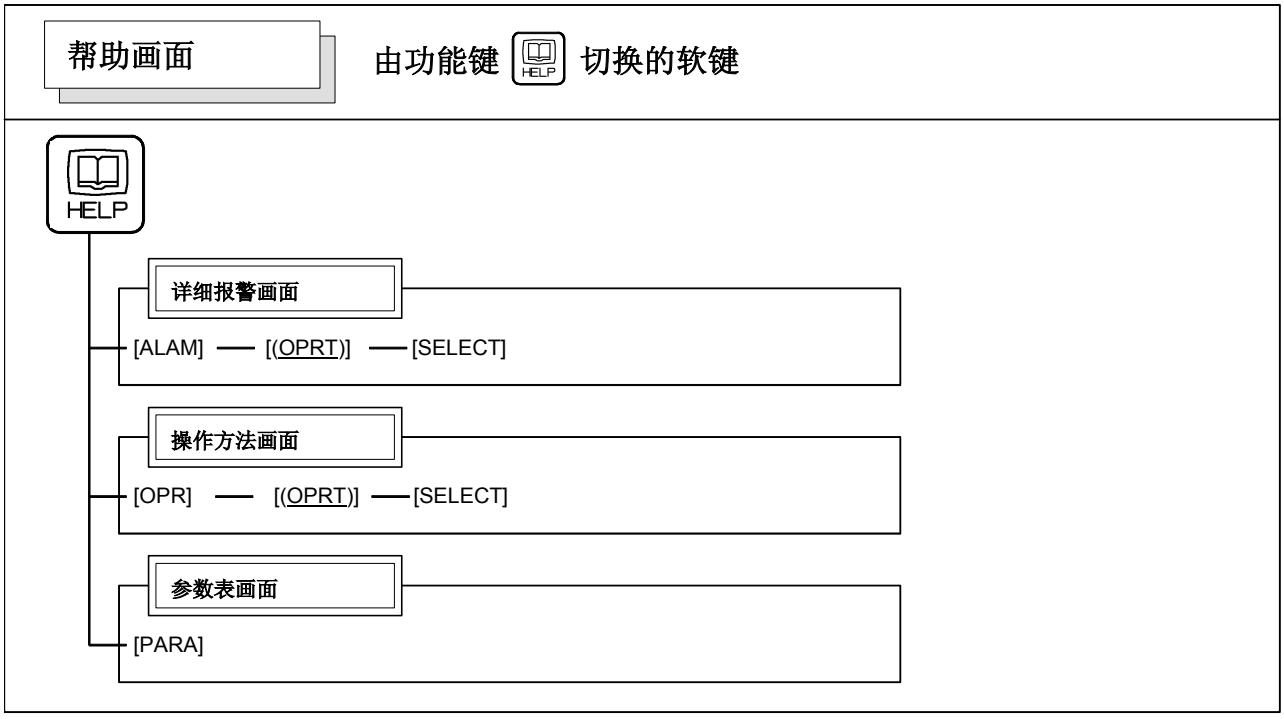

偏置/设定（SETTING）画面
由功能键 OFS/SET 切换的软键
1/2
OFS/SET
刀具偏置画面
[OFFSET]
[(OPRT)]
（序号）
[NO SRH]
（轴名）
[INP.C.]
（数字）
[+INPUT]
（数字）
[INPUT]
[CLEAR]
[ALL]
[WEAR]
[GEOM]
[READ]
[CAN]
[EXEC]
[PUNCH]
[CAN]
[EXEC]
设定画面（SETTING）
[SETING]
[(OPRT)]
（序号）
[NO SRH]
[ON:1]
[OFF:0]
（数字）
[+INPUT]
（数字）
[INPUT]
工件坐标系设定画面
[WORK]
[(OPRT)]
（序号）
[NO SRH]
（轴名和数字）
[MEASUR]
（数字）
[+INPUT]
（数字）
[INPUT]
显示宏变量画面
[MACRO]
[(OPRT)]
（序号）
[NO SRH]
（轴名）
[INP.C.]
（数字）
[INPUT]
[PUNCH]
[CAN]
[EXEC]
(1)
（接下页）

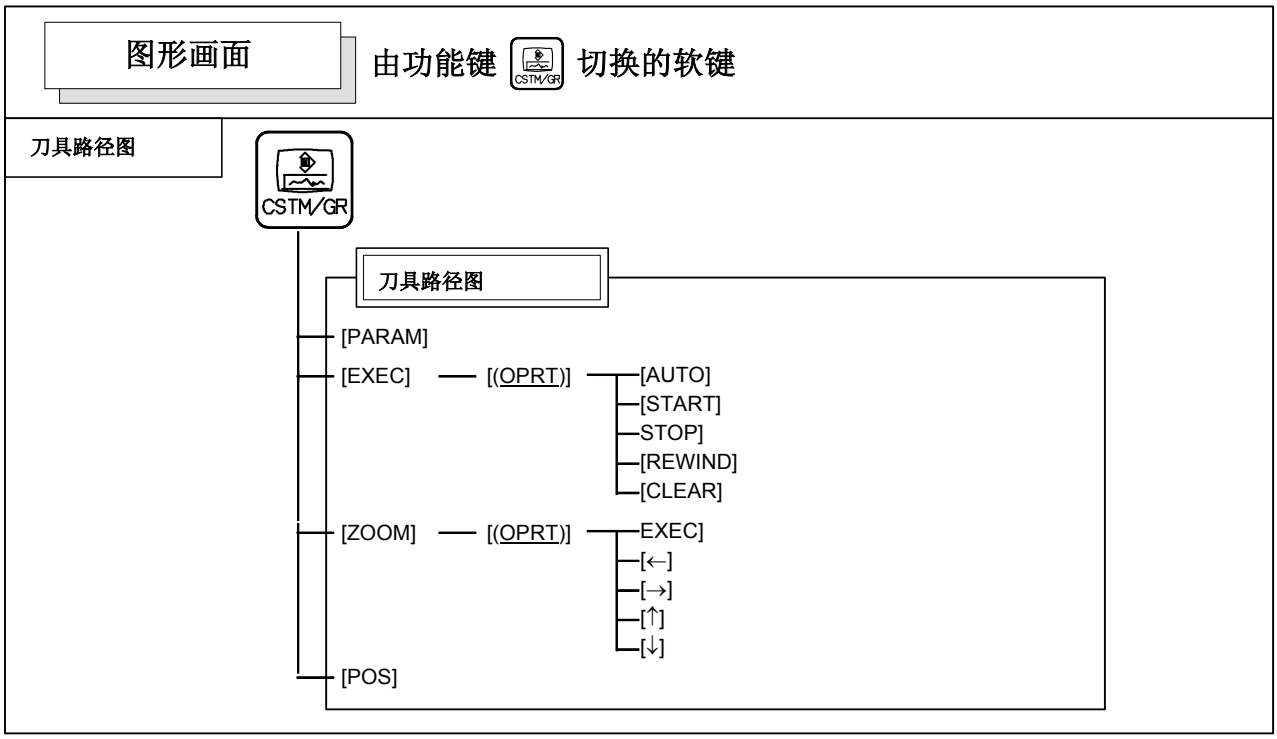

2/2
(1)
格式数据输入画面
[MENU]
[(OPRT)]
（序号）
[SELECT]
软操作面板画面
[OPR]
刀具寿命管理设定画面
[TOOLLF]
[(OPRT)]
（序号）
[NO SRH]
[CLEAR]
[CAN]
[EXEC]
（数字）
[INPUT]

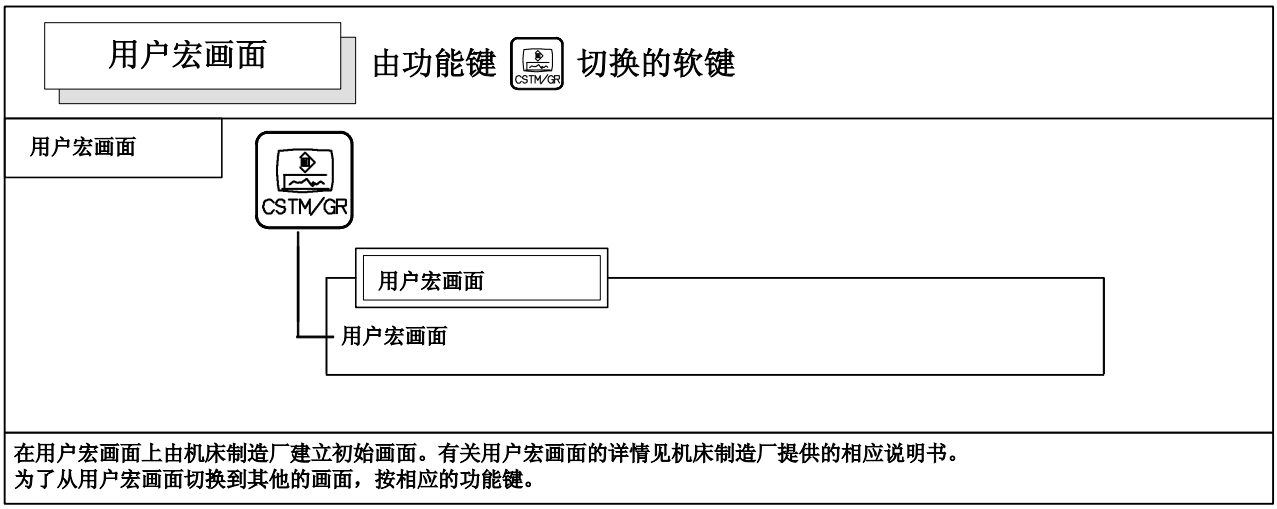

系统画面
由功能键 SYSTEM 引起的软键变化
1/2
SYSTEM
参数画面
[PARAM]
[(OPRT)]
（序号）
[NO SRH]
[ON:1]
[OFF:0]
（数字）
[+INPUT]
（数字）
[INPUT]
[READ]
[CAN]
[EXEC]
[PUNCH]
[CAN]
[EXEC]
诊断画面
[DGNOS]
[(OPRT)]
（序号）
[NO SRH]
PMC 画面
[PMC]
系统配置画面
[SYSTEM]
(1)
（接下页）


(1)
2/2
螺距误差补偿画面
[PITCH]
[(OPRT)]
（No.）
[NO SRH]
[ON:1]
[OFF:0]
（数字）
[+INPUT]
（数字）
[INPUT]
[READ]
[CAN]
[EXEC]
[PUNCH]
[CAN]
[EXEC]
伺服参数画面
[SV.PRM]
[SV.SET]
[SV.TUN]
[(OPRT)]
[ON:1]
[OFF:0]
（数字）
[INPUT]
[SV.TRC]
[(OPRT)]
[TRACE]
[TRNSF]
主轴参数画面
[SP.PRM]
[SP.SET]
[SP.TUN]
[SP.MON]
[(OPRT)]
[ON:1]
[OFF:0]
[INPUT]
波形诊断画面
[W.DGNS]
[W.PRM]
[W.GRPH]
[STSRT]
[TIME→]
[←TIME]
[H-DOBL]
[H-HALF]
[STSRT]
[CH-1↑]
[CH-1↓]
[V-DOBL]
[V-HALF]
[STSRT]
[CH-2↑]
[CH-2↓]
[V-DOBL]
[V-HALF]


信息画面
由功能键 MESSAGE 切换的软键
MESSAGE
显示报警画面
[ALARM]
显示信息画面
[MSG]
报警履历画面
[HISTRY] [(OPRT)] [CLEAR]


帮助画面
由功能键 HELP 切换的软键
HELP
详细报警画面
[ALAM] [(OPRT)] [SELECT]
操作方法画面
[OPR] [(OPRT)] [SELECT]
参数表画面
[PARA]





在用户宏画面上由机床制造厂建立初始画面。有关用户宏画面的详情见机床制造厂提供的相应说明书。
为了从用户宏画面切换到其他的画面，按相应的功能键。

2.3.4 键盘输入和输入缓冲区

当按下一个地址或数字键时，与该键相应的字符就立即被送入输入缓冲区。输入缓冲区的内容显示在 CRT 的底部。

为了标明这是键盘输入的数据，在该字符前面会立即显示一个符号“>”。在输入数据的末尾显示一个符号“_”标明下一个输入字符的位置。

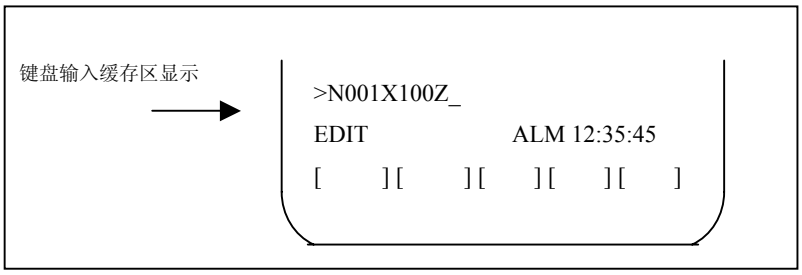


图 2.3.4 键盘输入缓冲区显示

为了输入同一个键上右下方的字符，首先按下 SHIFT 键，然后按下该键就可以了。

当按下 SHIFT 时，标明下一个输入字符位置的“_”变为“~”号。现在就可以输入小写字符（切换状态）。

当在切换状态的字符输入以后，切换状态就取消了。另外，当在切换状态中按下了 SHIFT 键，切换状态也会取消。

键盘输入缓冲区中一次最多可以输入 32 个字符。按下 CAN 键可取消缓冲区最后输入的字符或者符号。

(例如)

当输入缓冲区显示

>N001X100Z_

这时按下 CAN 键，Z 被取消，并显示

>N001X100_

2.3.5 报警信息

当 MDI 面板输入一个字符或数字后，按下键[INPUT]或者一个软键就会执行数据检查。当输入错误或者执行了错误的操作时，在状态显示行上就会出现闪烁的报警信息。

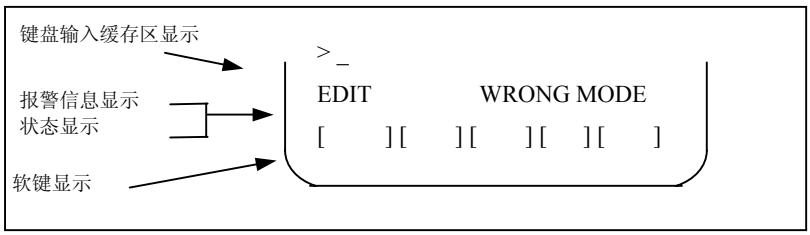


图 2.3.5 报警信息显示

表 2.3.5 报警信息

报警信息	内 容
格式错误	格式不正确。
写保护	因为数据保护键或者参数被设为写禁止，使得键盘输入无效。
数据超出范围	输入值超出了容许范围。
位数太多	输入值超出了容许的数据位数。
错误的方式	在 MDI 以外的任何方式都不允许参数的输入。
编辑禁止	在当前的 CNC 状态下，不容许进行编辑。

2.4 外部 I/O 设备

外部输入/输出设备，如 FANUC 便携式软盘机（Handy File）等是可用的。便携式软盘机（Handy File）的情况，见下表。

表 2.4 外部 I/O 设备

设备名称	用途	最大存储容量	参考说明书
FANUC 手持文件盒	容易使用的，多功能输入/输出设备。它被设计为 FA 设备，并且使用磁盘。	3600m	B-61834E

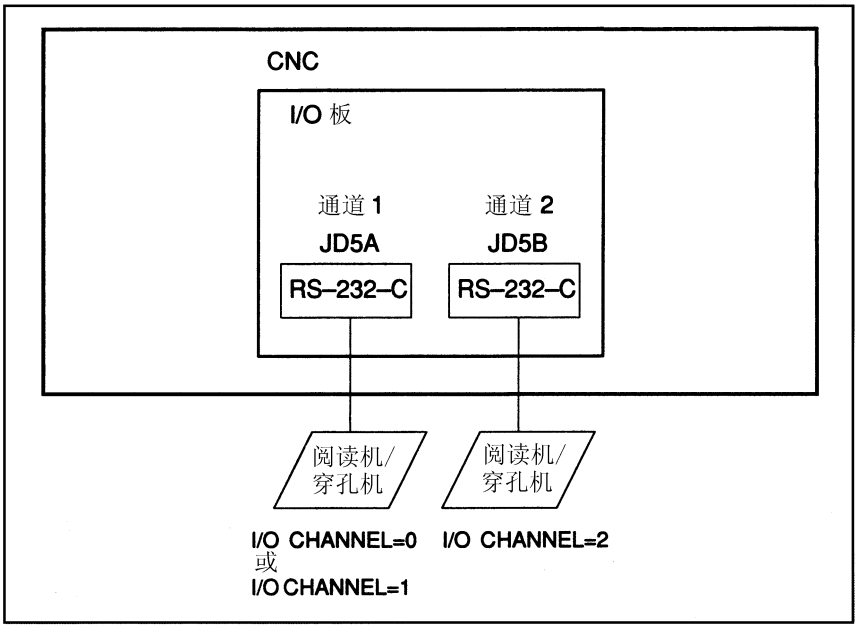
以下数据可以被输入/输出到外部输入/输出设备：

1. 加工程序
2. 偏置数据
3. 参数
4. 用户宏程序的公共变量
5. 螺距误差补偿数据

有关数据的输入/输出以及基于存储卡的数据的输入/输出方法，请参阅 III-8。

参数

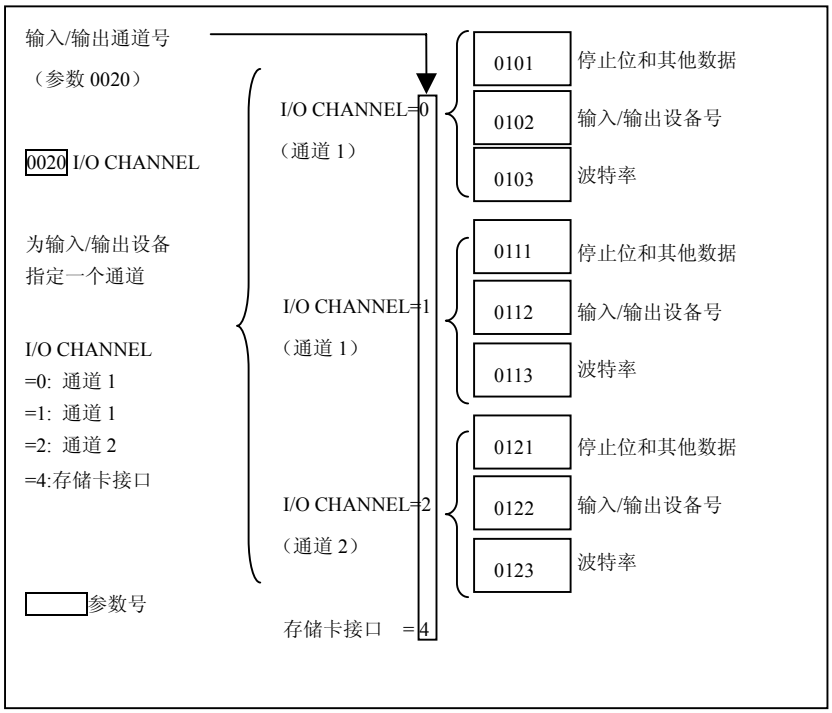
在使用外部输入/输出设备之前，必须先按如下方法设定参数。



CNC 0*i* 具有二个阅读机/穿孔机接口。此外，还备有存储卡接口。输入/输出设备连接到由设定(SETTING)参数 I/O CHANNEL 所指定的通道上。

指定通道连接的 I/O 设备的技术数据，如波特率和停止位数，必须预先设定到对应通道的参数中。(不需要存储卡接口。)

对于口 1，为输入/输出设备，提供了二组参数。下图示出了阅读机/穿孔机接口与通道参数间的相互关系。

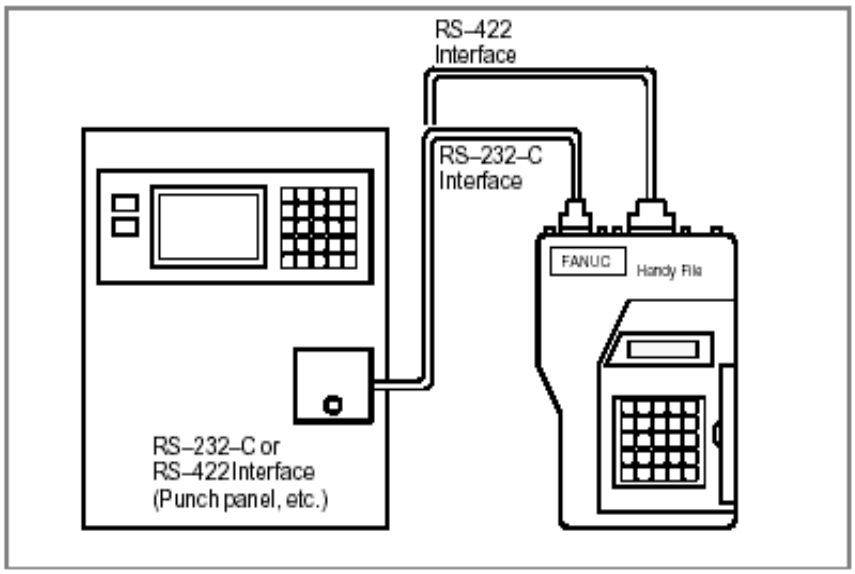


2.4.1 FANUC 手持文件盒

手持文件盒是一个容易使用、多功能的、专为工厂自动化设计的软磁盘输入/输出设备。手持文件盒可直接操作或用一与其相连的装置远程操作。可用于程序的传输和程序的编辑。

手持文件盒使用 3.5 英寸的软盘，这样没有纸带所遇到的问题（比如，输入/输出过程中的噪声，容易断裂和存储容量的问题）。

一个或多个程序能够存储在一张软盘上（最多 1.44M，相当于 3600m 长的纸带）。



2.5 电源通/断

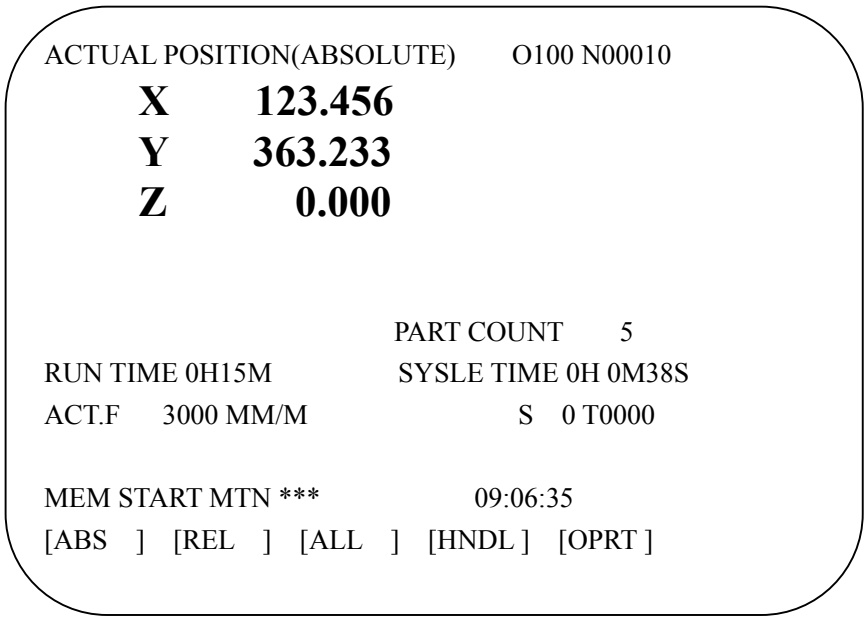
2.5.1 通电

接通电源的步骤

步骤

1. 检查 CNC 机床的外观是否正常。（比如，检查前门和后门是否关好）。
2. 按照机床制造厂商说明书中所述的步骤通电。
3. 通电后，检查位置屏幕是否显示。如果通电后出现报警，就会显示报警信息。如果显示如第III-2.5.2 节中所示的屏幕，可能是出现了系统错误。

位置显示画面



位置显示屏幕

4. 检查风扇电机是否旋转。

警告

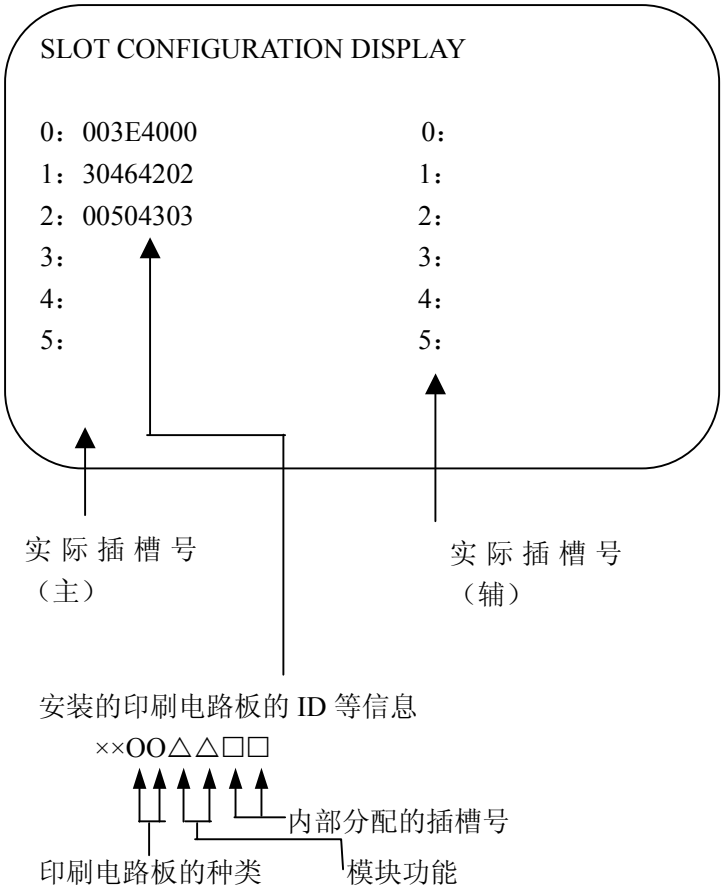
通电后，在显示位置屏幕或者报警屏幕之前，请不要操作系统。有些键是用于维修保养或者特殊用途的。如果它们被按下后，会发生意想不到的结果。

2.5.2 通电后的屏幕显示

如果发生了硬件错误或者安装错误，系统显示以下三种画面中的一种后停止。

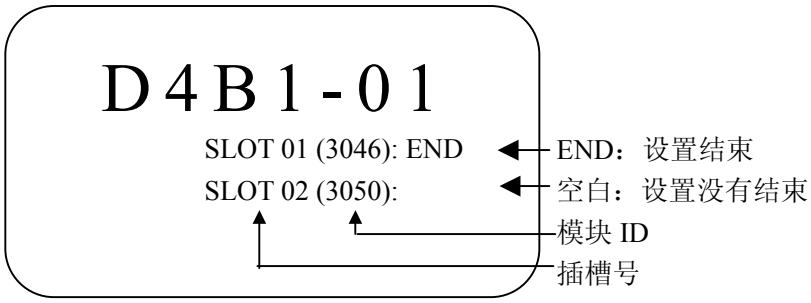
显示各插槽中安装的印刷电路板的信息，该信息和发光二极管的状态对故障诊断很有用。

插槽状态显示

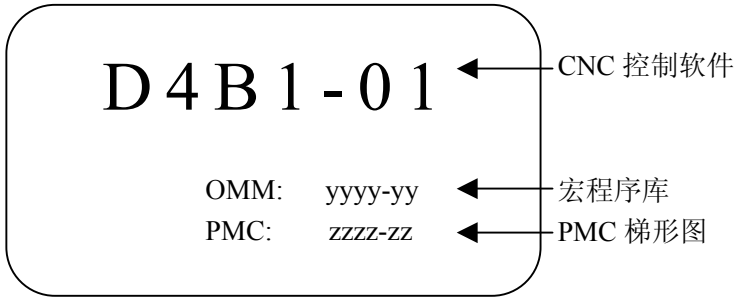


有关印刷电路板的详细资料和模块功能，请见维修说明书（B-64115CM）。

模块的设置状态显示



软件配置的显示



软件的配置也可以在系统配置屏幕上显示。
有关系统的配置请见维修说明书（B-64115CM）。

2.5.3 断电

关闭电源

步骤

1. 检查操作面板上表示循环启动的 LED 是否关闭。
2. 检查 CNC 机床的移动部件是否都已经停止。
3. 如果有外部的输入/输出设备，例如手持文件盒等连接到机床上，请先关掉外部输入/输出设备的电源。
4. 持续按下 POWER OFF 按钮大约 5 秒钟。
5. 请见机床制造厂商的说明书，按照其中所述步骤切断机床的电源。

3 手动操作

手动操作有以下 5 种：

3.1 手动返回参考点

3.2 手动连续进给

3.3 增量进给

3.4 手轮进给

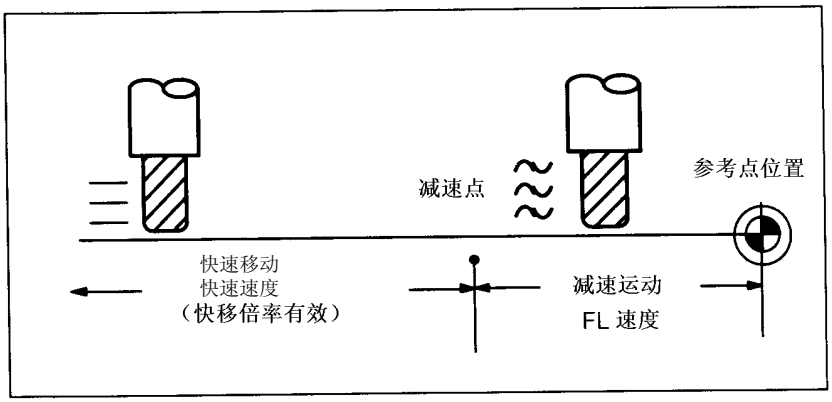
3.5 手动绝对值开/关

3.1 手动返回参考点

刀具按照如下步骤返回参考点：

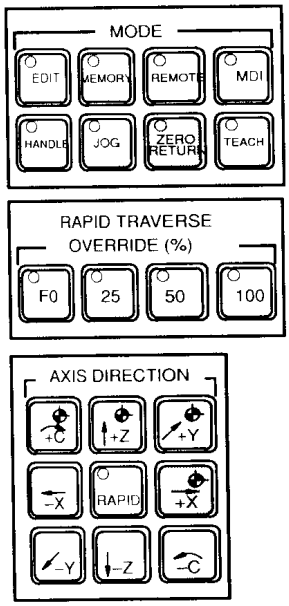
机床操作面板上的返回参考点开关接通时，刀具按照各轴的参数 ZMI 中指定的方向移动（1006 号参数的第 5 位）。刀具以快速移动速度移动到减速点，然后以 FL 速度移动到参考点。快速移动的速度和 FL 速度在参数中指定（参数 1420，1421，1425）。

参考点返回时，四种快速移动的倍率有效。当刀具回到参考点后，参考点返回完成指示灯亮。刀具通常只沿一个轴方向移动，但也可以沿三轴同时移动，这需要由参数 JAX（1002 号参数的第 0 位）指定。



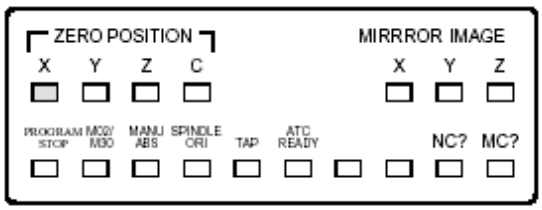
手动返回参考点步骤

步骤



1. 按下方式选择开关的参考点返回开关。
2. 为降低移动速度，按下快速移动倍率选择开关。当刀具已经回到参考点后，参考点返回完毕指示灯亮。
3. 按下轴和方向的选择开关，选择要返回参考点的轴和方向。持续按下这一开关直到刀具返回到参考点。如果在相应的参数中进行设置，刀具也可以沿着三个轴同时返回参考点。刀具以快速移动速度移动到减速点，然后以参数中设置的 FL 速度移动到参考点。
4. 如果有必要，执行其它轴的参考点返回操作。

   以上是一个范例，实际的操作请见机床制造厂商提供的相关说明书。



详细说明

- **自动设置坐标系**

执行手动参考点返回时，系统会自动设定坐标系。
当在参数 1250 号中设置了 α，β 和 γ 时，就确定了工件的坐标系。因此当执行参考点返回时刀具夹头的基准点或者参考刀具的刀尖位置即为 X=α，Y=β，Z=γ。这与执行下面的指令进行参考点返回是一样的：
G92Xα Yβ Zγ。

限制

- **再次移动刀具**

一旦在参考点返回完成后，参考点返回完成指示灯亮，刀具将不再移动，除非将返回参考点开关关闭。

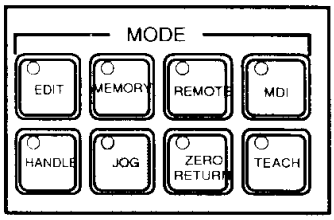
- **参考点返回指示灯**

参考点返回完成指示灯可以通过以下两种操作熄灭：
—从参考点移开刀具。
—进入急停状态。

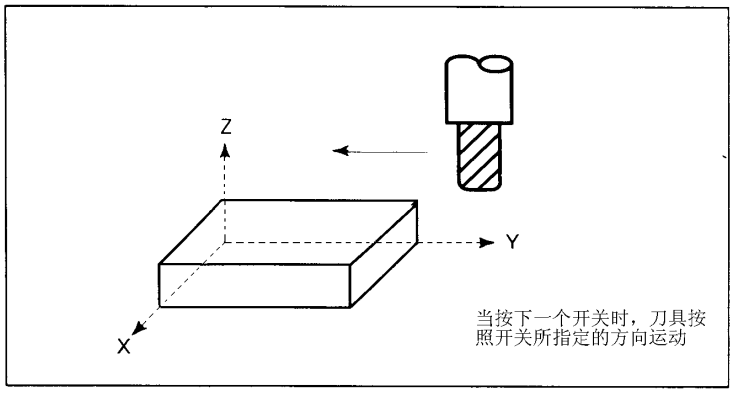
- **返回参考点的距离**

刀具返回参考点的距离（不是在减速的状态中），请见机床制造厂商的说明书。

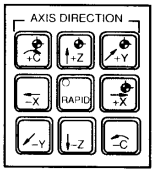
3.2 手动连续进给（JOG）

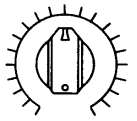


在 JOG 方式中，持续按下操作面板上的进给轴及其方向选择开关，会使刀具沿着所选轴的所选方向连续移动。
JOG 进给速度在参数（No.1423）中设定。
JOG 进给速度可以通过倍率旋钮进行调整。
按下快速移动开关会使刀具以快速移动速度（参数 1424 号）移动，而不管 JOG 倍率旋钮的位置。该功能叫做手动快速移动。
手动操作一次只能移动一个轴，可以通过参数 JAX(No.1002#0)设置同时移动三个轴。

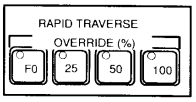


JOG 进给的步骤





手动进给倍率



步骤

1. 按下方式选择开关的手动连续（JOG）选择开关。
2. 通过进给轴和方向选择开关，选择将要使刀具沿其移动的轴及其方向。按下该开关时，刀具以参数（第 1423 号）指定的速度移动。释放开关，移动停止。
3. JOG 进给速度可以通过 JOG 进给速度的倍率旋钮进行调整。
4. 按下进给轴和方向选择开关的同时，按下快速移动开关，刀具会以快移速度移动。在快速移动过程中，快速移动倍率开关有效。

以上只是一个示例，实际操作请见机床制造厂商的说明书。

有关限制

- **快速移动过程中的加/减速**

  手动快速移动中的速度，自动加/减速时间常数和类型与程序指令 G00 的一样。

- **工作方式的改变**

  在按下进给轴和方向选择开关的同时，将方式改变到 JOG 进给方式，并不能执行 JOG 进给。要执行 JOG 进给，应首先进入手动连续进给 JOG 方式，然后再选择进给轴及其方向。

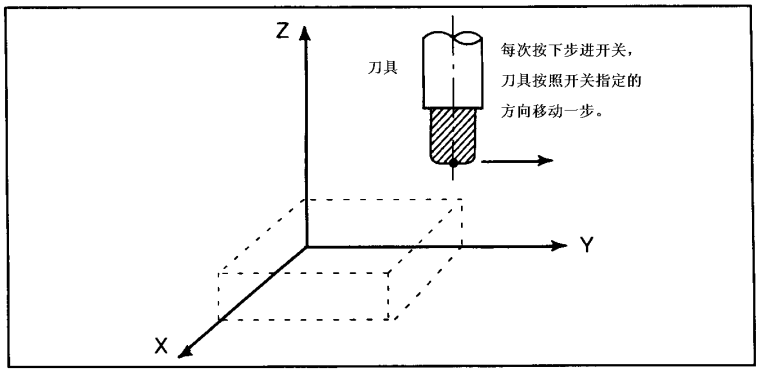
- **参考点位置返回之前的快速移动**

  如果在上电后没有执行过参考点返回，按下快速移动按钮并不执行快速移动，而是处在手动连续进给方式中，这个功能可用参数 RPD（No.1401#1）设定为无效。

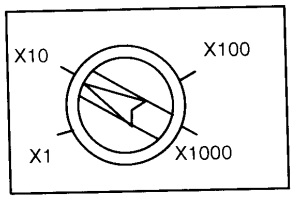
3.3 增量进给

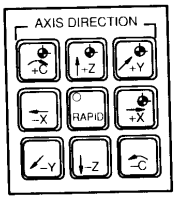
在增量进给（INC）方式中，按下机床操作面板上的进给轴及其方向选择开关会使刀具沿着所选轴的所选方向移动一步。刀具移动的最小距离是最小的输入增量。每一步可以是最小输入增量的 1，10，100 或者 1000 倍。

这种方式在没有连接手摇脉冲发生器时有效。



增量进给的执行步骤





1. 按下方式选择的 INC 开关。
2. 通过倍率旋钮选择每一步将要移动的距离。
3. 按下进给轴和方向选择开关，选择将要移动的方向。每按下一次开关，刀具移动一步。进给速度与 JOG 进给的进给速度一样。
4. 按下进给轴和方向选择开关的同时按下快速移动开关，可以以快速移动速度移动刀具。在快速移动过程中的快速移动倍率开关指定的倍率有效。

以上只是一个示例，实际操作请见由机床制造厂商提供的相关说明书。

3.4 手轮进给

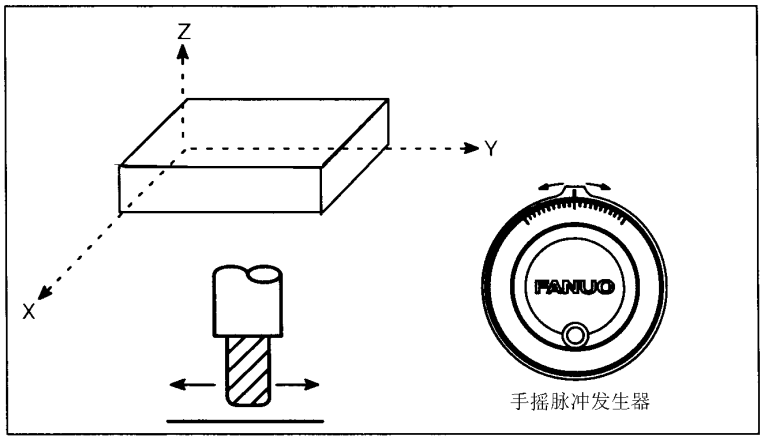
在手轮进给方式中，刀具可以通过旋转机床操作面板上的手摇脉冲发生器微量移动。使用手轮进给轴选择开关选择要移动的轴。

手摇脉冲发生器旋转一个刻度时刀具移动的最小距离与最小输入增量相等。手摇脉冲发生器旋转一个刻度时刀具移动的距离可以放大 1 倍，10 倍或者由参数（7113 和 7114 号）指定的倍数。

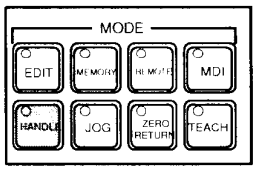
除了所有轴通用的任意倍率参数(No.7113、7114)外，还可以在参数(No.12350、12351)上设定各轴单独的任意倍率。

尚未在参数(No.12350)中设定值时，在未将参数(No.7113)值设定在参数(No.12351)中的情形下，使用参数(No.7114)。

有关手轮中断，上述参数也有效。

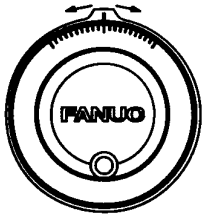


手轮进给的操作步骤



1. 按下方式选择的手轮方式选择开关。
2. 按下手轮进给轴选择开关选择刀具要移动的轴。
3. 通过手轮进给放大倍数开关选择刀具移动距离的放大倍数。旋转手摇脉冲发生器一个刻度时刀具移动的最小距离等于最小输入增量乘以放大倍数。
4. 旋转手轮以手轮转向对应的方向移动刀具，手轮旋转 360 度刀具移动的距离相当于 100 个刻度的对应值。

以上只是一个示例，实际操作请见机床制造厂商提供的相关说明书。



手摇脉冲发生器

详细说明

- **JOG 方式中手摇脉冲发生器的使用（JHD）**

参数 JHD(7100 号的 0 位)设定是否能在 JOG 方式中使用手轮进给。当参数 JHD(7100 号的 0 位)置为 1 时允许 JOG 方式使用手轮进给和增量进给。

- **在 TEACH IN JOG 方式中手摇脉冲发生器的使用(THD)**

参数 THD（No.7100#1）可设定在 TEACH IN JOG 方式中是否使用手轮进给。

- **手摇脉冲发生器的脉冲频率超过快速移动速度（HPF）时**

参数 HPF(No.7100#4)或者（7117 号）按如下方法设定：

- 参数 HPF(7100 号的 4 位)

设置值 0：进给速度被限制在快速移动速度值。这样手动脉冲超过快速移动速度的部分被忽略（刀具移动的距离与手轮转过的刻度不对应）。

设置值 1：进给速度被限制在快速移动速度，但是手动脉冲超出快速移动速度的部分不被忽略，而是被 CNC 累加。（这样不旋转手轮并不能够使机床立即停止下来。刀具直到移动完 CNC 中累加的脉冲数后才停止下来）。

- 参数 HPF(7117 号)（当参数 HPF 设置为 0 时有效）

设置值 0：进给速度被限制在快速移动速度，这样手动脉冲超出快速移动速度的部分被忽略（刀具移动的距离与手轮转过的刻度不对应）。

0 以外值：进给速度被限制在快速移动速度，但是手动脉冲超出快速移动速度的部分不被忽略，而是被 CNC 累加直到到达由参数 7117 设定的极限值。（这样不旋转手轮并不能够使机床立即停止下来。刀具直到移动完 CNC 中累加的脉冲数后才停止下来）。

- **手轮的回转方向与坐标轴移动方向间的关系(HNG_X)**

参数 HNG_X（No.7102#0）切换手摇脉冲发生器的回转方向与坐标轴移动方向的关系。

限制

- **手摇脉冲发生器的数量**

最多可安装三个手摇脉冲发生器，每一个控制一个轴。三个手摇脉冲发生器可同时工作。

警告

在较大的倍率（比如 X100）下旋转手轮可能会使刀具移动太快。进给速度被限制在快速移动速度值。

注

请按每秒 5 转以下的速度旋转手轮。如果手轮旋转的速度超过了每秒 5 转，刀具有可能在手轮停止旋转后还不能停止下来或者刀具移动的距离与手轮旋转的刻度不符。

3.5 手动绝对值开/关

刀具的移动的距离是否加到原有的坐标上可以通过机床操作面板上的手动绝对值开关的开与关选择。当开关接通时，通过手动操作而使刀具移动的距离是要加到坐标值上。当开关关闭时，刀具通过手动操作移动的距离并不加到坐标值上。

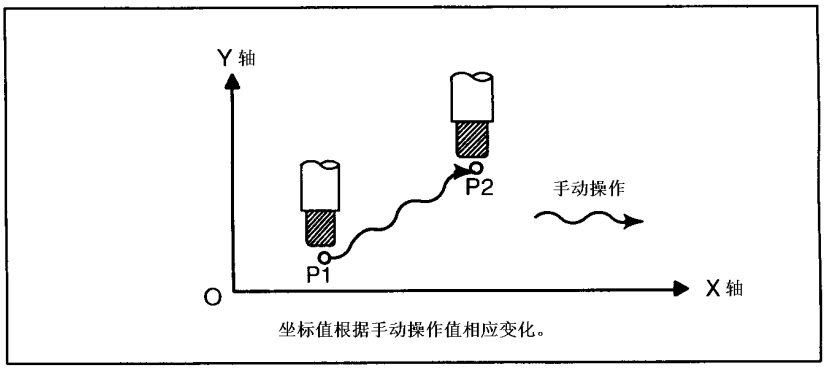


图.5（a） 开关接通时的坐标值变化

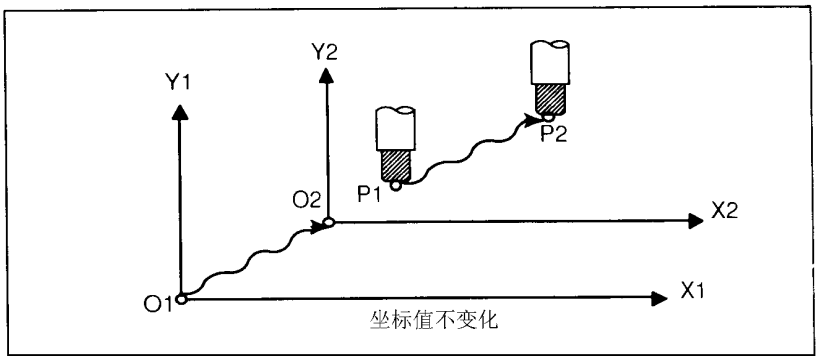


图 3.5（b） 开关关闭时的坐标值变化

详细说明

以下用一个示例解释手动绝对值开关接通或关闭时手动操作和坐标值之间的关系。

```
G01G90   X100.0Y100.0F010 ;   1
         X200.0Y150.0     ;   2
         X300.0Y200.0     ;   3
```

下面的图中使用以下的实线和虚线：

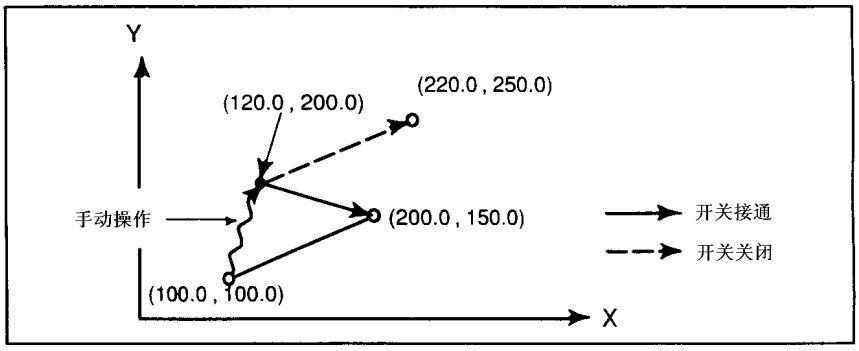
——▶ 当开关接通时的刀具移动

┈┈▶ 当开关关闭时刀具的移动

在手动操作之后的坐标值包含了手动操作后刀具移动的距离。当开关关闭时，不包含刀具通过手动移动的距离。

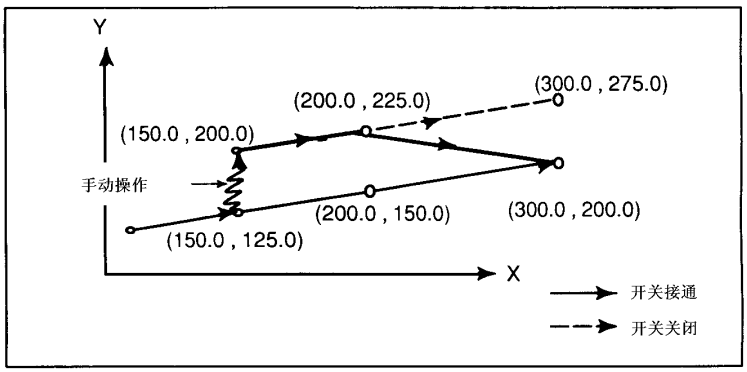
- **在程序段结束时的手动操作**

当程序段 1 结束后，通过手动操作（X-轴+20.0，Y-轴+100.0）,再执行程序段 2 后的坐标值。



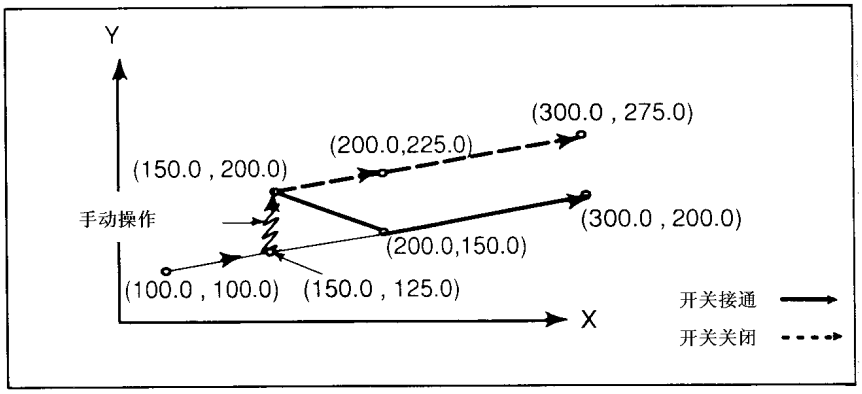
- **在进给暂停后的手动操作**

在程序段 2 执行时按下进给暂停键，执行手动操作（Y-轴+75.0），然后循环启动按钮被按下又释放。



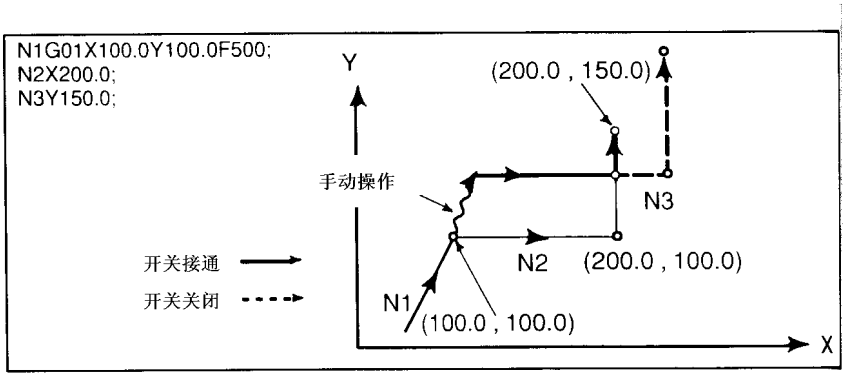
- **进给暂停后，执行手动操作然后复位**

在执行程序段 2 时按下进给暂停按钮，并执行手动操作（Y 轴+75.0）后，控制单元用 RESET 按钮进行复位，并且第 2 段程序被重新读入。



- **当下一段程序的移动命令只有一个坐标轴时**

当下一段的指令只有一个轴移动时，只有被指令的轴进行返回。



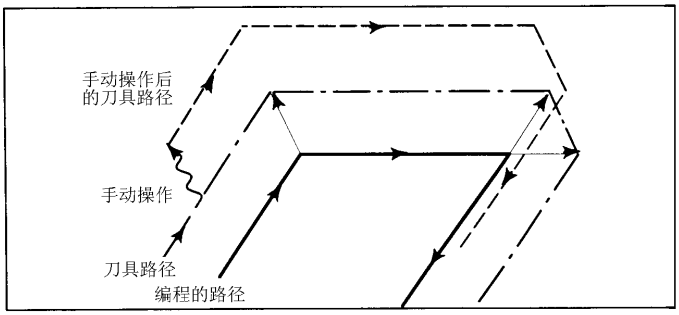
- **当下一个移动程序段是增量值时**

当下面的指令是增量值时，其运行过程与开关关闭时一样。

- **在刀具半径补偿中的手动操作**

当开关关闭时

若在刀具半径补偿过程中，在开关关闭的状态下执行手动操作后，使自动操作重新开始，则刀具平行于不执行手动操作的原来的轨迹移动。偏移的距离与手动移动的距离相等。

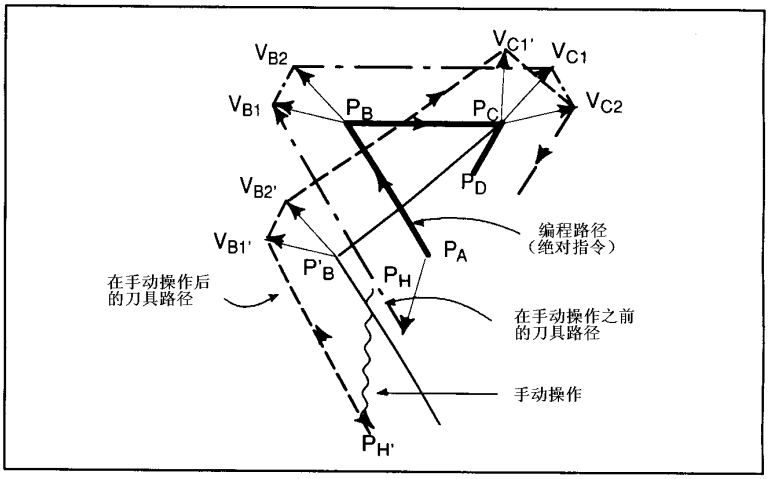


在刀具半径补偿中开关为接通状态时

下面叙述在刀具半径补偿方式执行绝对值指令时执行了手动绝对值开关接通的手动干预后又返回到自动运行方式的机床运动情况。由当前程序段的剩余部分和下一程序段的开始点形成的矢量被平移了。根据下一程序段、下下程序段和手动移动量建立一个新的矢量。这种情况适用于拐角期间进行手动操作后的机床动作。

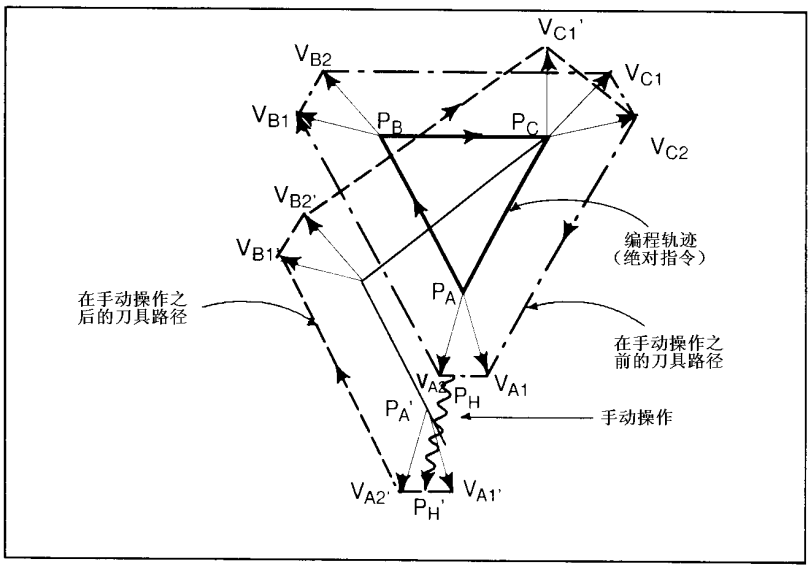
在非拐角处进行手动操作时

假使编程轨迹为 P_A，P_B 和 P_C，当从 P_A 向 P_B 移动时在点 P_H 执行了进给暂停，且刀具手动移动到 P_H'。此时程序段的终点 P_B 根据手动移动量移动到 P_B'， P_B 点的矢量 V_{B1} 和 V_{B2} 也移动到 V_{B1}'和 V_{B2}'。在下两段程序 P_B-P_C 和 P_C-P_D 之间的矢量 V_{C1} 和 V_{C2} 被忽略，并根据 P_B'-P_C 和 P_C-P_D 之间的关系形成了新的矢量 V_{C1}'和 V_{C2}'(在本例中 V_{C2}'= V_{C2})。然而，由于 V_{B2}'不是重新计算的矢量，在程序段 P_B'-P_C 不能执行实现正确的偏移。偏移在 P_C 点后才正确执行。



在拐角期间的手动操作

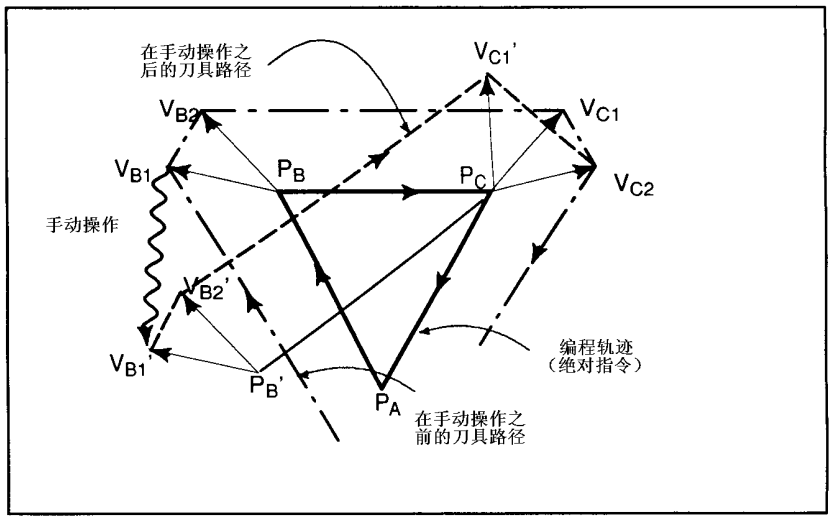
这是一个在拐角期间执行手动操作的范例。V_{A2}',V_{B1}'和 V_{B2}'是由于手动移动形成的 V_{A2},V_{B1} 和 V_{B2} 的平行矢量。平移量为手动移动距离。根据 V_{C1} 到 V_{C2} 计算出新矢量。然后在 P_C 点之后的程序段执行新的刀具半径补偿。



在单程序段停止之后的手动操作

在单段程序停止之后的手动操作的运行。

矢量 V_{B1} 和 V_{B2} 被偏移了手动移动量。以下的过程与上面叙述的过程相同。包括手动操作在内的 MDI 操作都可以在此期间执行。移动与手动操作的过程相同。



4 自动运行

用编程程序运行 CNC 机床称为自动运行。
该章叙述以下种类的自动运行：

- **存储器运行**
  执行存储在 CNC 存储器中的程序的运行
- **MDI 运行**
  执行由 MDI 面板输入的程序运行
- **DNC 运行**
  从输入/输出设备读入程序使系统运行
- **程序再启动**
  从一个中间点重新启动程序进行自动运行
- **作业调度功能**
  通过执行存储在外部输入/输出设备（手持文件盒）的程序进行作业的调度
- **子程序调用功能**
  在存储器运行时，调用和执行存在外部输入/输出（手持文件盒）设备中子程序的功能
- **手动插入功能**
  在自动运行执行过程中，执行手动操作的功能
- **镜像功能**
  在自动运行过程中，允许沿着一个轴的镜像移动的功能
- **手动干预和返回**
  从自动运行过程中手动干预的起始位置重新启动自动运行的功能
- **利用存储卡进行 DNC 操作**
  自动运行存储在存储卡中的程序。

4.1 存储器运行

程序事先存储到存储器中。当选择了这些程序中的一个并按下机床操作面板上的循环启动按钮后，启动自动运行，并且循环启动 LED 点亮。在自动运行中，机床操作面板上的进给暂停按钮被按下后，自动运行被临时中止。当再次按下循环启动按钮后，自动运行又重新进行。

当 MDI 面板上的

键被按下后，自动运行被终止，并且进入复位状态。

下述步骤只是一个范例。实际的操作，请见机床制造厂商提供的相关说明书。

存储器运行的步骤

步骤

1. 按下存储器方式选择键。
2. 从存储的程序中选择一个程序。其步骤如下：

   2-1 按下

键以显示程序屏幕。

   2-2 按下地址键

。

   2-3 使用数字键输入程序号。

   2-4 按下**[O SRH]**软键。
3. 按下操作面板上的循环启动按钮。启动自动运行，并且循环启动 LED 闪亮。当自动运行结束时，指示灯熄灭。
4. 要在中途停止或者取消存储器运行，请按以下步骤进行。

   a. 停止存储器运行。

   按下机床操作面板上的进给暂停按钮。进给暂停指示灯（LED）亮，并且循环启动指示灯熄灭。机床响应如下：

   （i） 当机床移动时，进给减速直到停止。

   （ii） 当程序在停刀状态时，停刀状态中止。

   （iii） 当执行 M,S 或 T 时，执行完毕后运行停止。

   当进给暂停指示灯亮时，按下机床操作面板上的循环启动按钮会重新启动机床的自动运行。

b．终止存储器运行。

按下 MDI 面板上的

键。

自动运行被终止，并进入复位状态。当在机床移动过程中，执行复位操作时，机床会减速直到停止。

详细说明

存储器运行

在存储器运行启动后，系统的运行如下：

（1） 从指定程序中读取一段指令。
（2） 这一段指令被译码。
（3） 起动执行该段指令。
（4） 读取下一段指令。
（5） 执行缓冲，即指令被译码以便能够被立即执行。
（6） 前段程序执行后，立即启动下一段程序的执行。这是因为执行缓冲的缘故。
（7） 此后，存储器运行按照（4）到（6）重复进行。

停止和结束存储器运行

存储器运行可以用下列两种方法停止：指定一个停止命令，或者按下机床操作面板上的一个键。

— 停止命令包括 M00(程序停止)，M01（选择停止）和 M02 与 M30（程序结束）。
— 有两个键可以停止存储器的操作：进给暂停键和复位键。

- **程序停止（M00）**

存储器运行在执行包含有 M00 指令的段后停止。当程序停止后，所有存在的模态信息保持不变与单段运行一样。按下循环启动按钮后自动运行重新启动。由于机床不同，操作可能不一样。请见机床制造厂商的说明书。

- **选择停止（M01）**

与 M00 一样，存储器运行时在执行了含有 M01 指令的程序段后也会停止。这个代码仅在操作面板上的选择停止开关处于通的状态时有效。由于机床不同，操作可能不一样。请见机床制造厂商的说明书。

- **程序结束（M02,M30）**

当读到 M02 或者 M30（在主程序结束处指定）时，存储器运行结束并且进入复位状态。
有些机床，M30 使控制回到程序的最顶部。有关详情，请见机床制造厂商的说明书。

- **进给暂停**

在存储器运行时，当操作面板上的进给暂停按钮被按下时，刀具会在减速后立即停止。

- **复位**

自动运行可以通过 MDI 面板上的

键或者外部的复位信号结束并且立即进入复位状态。
当刀具移动时执行了复位操作后，运动会在减速后停止。

- **选择段跳过**

  当操作面板上的程序段选择跳过开关接通时，有斜杠（/）的程序段被忽略。

调用存储在外部输入/输出设备上的子程序

外部输入/输出设备（比如软盘）上的文件（子程序）在存储器运行时可以被调用并执行，详情请见第 4.6 节。

4.2 MDI 运行

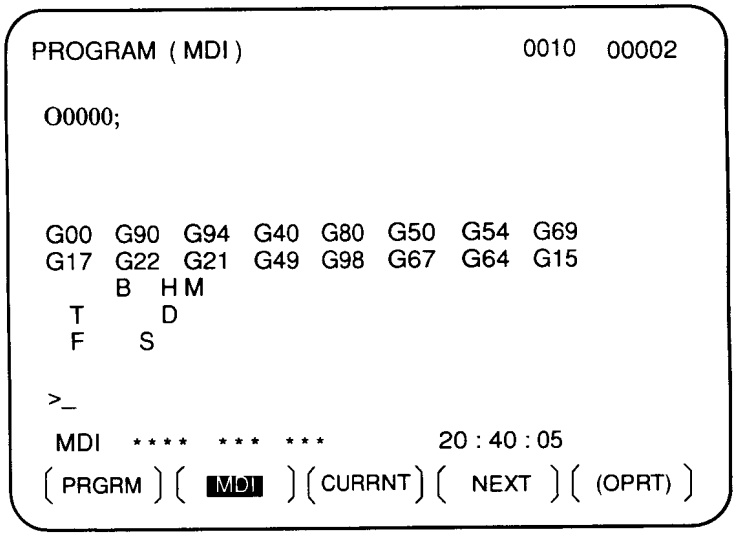
在 **MDI** 方式中，通过 MDI 面板，可以编制最多 10 行的程序并被执行，程序格式和通常程序一样。MDI 运行适用于简单的测试操作。
以下的步骤给了一个示例。实际的操作请见机床制造厂商提供的相关说明书。

MDI 操作步骤

步骤

1. 按下 **MDI** 方式开关。

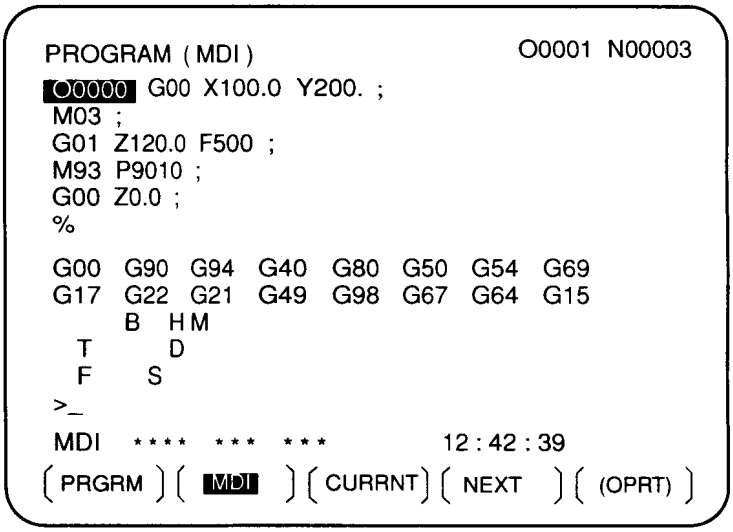
2. 按下 MDI 操作面板上的[PROG]功能键选择程序屏幕。显示如下：



自动加入程序号 O0000。

3. 用通常的程序编辑操作编制一个要执行的程序。在程序段的结尾加上 M99，用以在程序执行完毕后，将控制返回到程序头。在 MDI 方式编制程序可以用插入 ，修改，删除，字检索，地址检索和程序检索等操作。有关程序编辑，请见第III-9 节。
4. 要完全删除在 MDI 方式中编制的程序，使用以下的方法：
   a. 输入地址[O],然后按下 MDI 面板上的[DELETE]键。
   b. 或者，按下[RESET]键，在这种情况下，需将参数 MCL（ 参数 No.3203）的第 7 位设置为 1。

5. 为了执行程序，须将光标移动到程序头。（从中间点启动执行也是可以的）。按下操作面板上的循环启动按钮。于是，程序启动运行。当执行程序结束语句（M02 或 M30）或者执行 ER（%）后，程序自动清除并且运行结束。
   通过指令 M99，控制自动回到程序的开头。



6. 要在中途停止或结束 MDI 操作，请按以下步骤进行。
   a. 停止 MDI 操作
      按下操作面板上的进给暂停开关。进给暂停指示灯亮，循环启动指示灯熄灭。机床响应如下：
      （i） 当机床在运动时，进给操作减速并停止。
      （ii） 当机床在停刀状态时，停刀状态被中止。
      (iii) 当执行 M,S 或 T 指令时，操作在 M，S 和 T 执行完毕后运行停止。
      当操作面板上的循环启动按钮再次被按下时，机床的运行重新启动。
   b. 结束 MDI 操作
      按下 MDI 面板上的

键。
      自动运行结束，并进入复位状态。当在机床运动中执行了复位命令后，运动会减速并停止。

详细说明

前面有关如何执行和停止存储器运行的详细说明适用于 MDI 运行，只是在 MDI 方式中，M30 不能使控制回到程序的起始部分（M99 可以完成该功能）。

- **删除程序**

在 **MDI** 方式中编制的程序可以按如下方式删除：

- 在 MDI 运行中，执行了 M02,M30 或者 ER(%)。
  （如果参数 MER（No.3203 的第 6 位）设为 1，在单程序段操作时执行完程序的最后一段后程序被自动删除。）
- 在存储器方式中，如果执行了存储器运行。
- 在编辑方式中，如果执行了任何编辑。
- 如果执行了背景编辑。
- 如果按下了  和  键。
- 如果参数（No.3203）的第 7 位 MCL 设为 1，并执行了复位操作。

- **重新启动**

在 MDI 运行停止期间执行了编辑操作后，会从当前的光标位置处重新启动运行。

- **MDI 运行中的程序编辑**

可以在 MDI 方式中进行程序的编辑。然而，当参数 MIE(参数 3203 号的第 5 位)进行了相应的设置后，在 CNC 被复位前不能进行程序的编辑。

限制

- **程序的存储**

在 MDI 方式中编制的程序不能被存储。

- **一个程序的行数**

屏幕一页上能显示多少行，程序就可以编多少行。可以编制最多 6 行的程序。当参数 MDL(3107#7)设为 0 时，指定为压缩显示连续的信息，此时可以编制长达 10 行的程序。
如果编制的程序超过了指定的行数，%（ER）被删除（这样就不能进行插入和删除）。

- **子程序的嵌套**

在 MDI 方式中编制的程序可以调用指定的子程序（M98）。这就是说，存储到存储器中的程序可以通过 MDI 方式进行调用并执行。除了自动运行的主程序，还可允许最多 4 级的子程序嵌套。

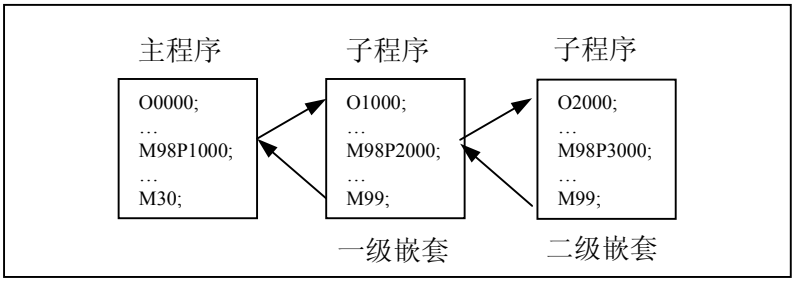


图 4.2 由 MDI 程序调用的子程序嵌套级

- **宏调用**

  在 **MDI** 方式中也可以编制、调用并执行宏程序。然而，在子程序执行期间，在存储器运行停止后进入 **MDI** 方式时，不能执行宏程序的调用命令。

- **存储区**

  当在 **MDI** 方式中编制了一个程序后，就会用到程序存储器中的一块空的区域。如果程序存储器已满，则在 **MDI** 方式中就不能编制任何的程序。

4.3 DNC 运行

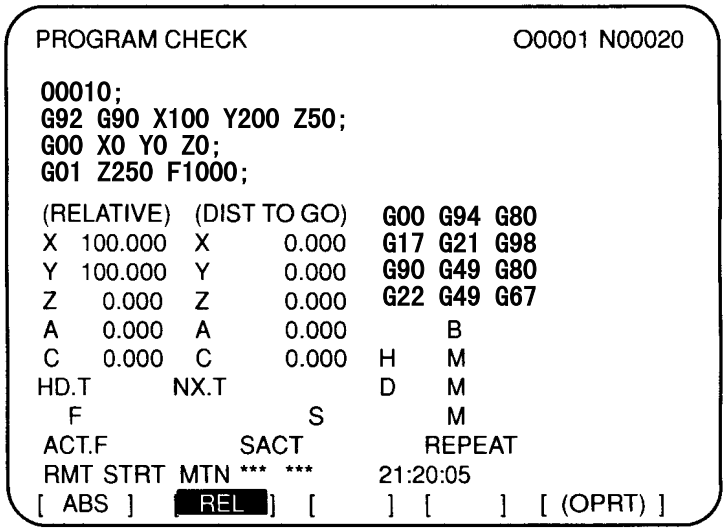
通过在 DNC 运行方式中激活自动运行（RMT），可以经阅读机/穿孔机接口或远程缓冲区读入外设上的程序的同时进行加工（DNC 运行）。可以选择在外部输入/输出设备（手持文件盒）中存储的文件（程序）并指定自动运行的顺序及重复次数（见III-4.5 节）。
使用 DNC 功能，必须预先设置阅读/纸带机接口和远程缓冲区的参数。以下的步骤是一个示例。对于实际的操作，请见由机床制造厂商提供的相关的说明书。

DNC 运行

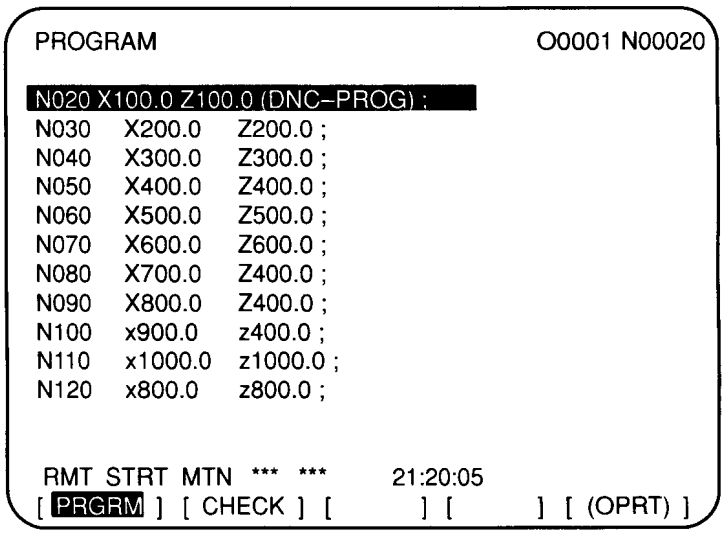
步骤

1. 选择将要执行的程序（文件）。
2. 按下机床操作面板上的 REMOTE 开关设置为 RMT 方式。然后按下循环启动按钮。选择的文件被执行。有关使用 REMOTE 开关的详细情况，请见由机床制造厂商提供的相关说明书。

- **程序检查屏幕**



- **程序屏幕**



在 DNC 运行时，当前正在执行的程序被显示在程序检查屏幕和程序屏幕上。
显示的程序段的数量取决于正在执行的程序。
所有的注释（位于符号“(”和“)”之间）也一起显示。

详细说明

- 在 DNC 运行时，存储在存储器中的程序可以被调用。
- 在 DNC 运行时，存储在存储器中的宏程序可以被调用。

限制

- **字符数目的限制**

在程序显示中，最多可显示 256 个字符。因此字符显示有可能在程序段中被截去。

- **M198（调用外部输入/输出设备上的程序的命令）**

在 DNC 运行方式中，不能执行 M198 指令。如果执行了 M198 指令，就会出现 P/S　No.210 号报警。

- **用户宏程序**

在 DNC 运行中，可以指定用户宏程序，但不能指定循环指令和分支指令。如果执行了循环指令和分支指令，就会出现 P/S　No.123 号报警。若在 DNC 运行中程序显示时有用户宏程序使用的保留字（如 IF,WHILE,COS 和 NE），则在相邻字符间就会加入空格。

例如

		[在 DNC 运行时]
#102=SIN[#100];	→	#102 = S I N[#100];
IF[#100NE0]GOTO5;	→	I F[#100NE0]G O T O 5;

- **M99**

在 DNC 运行时，当控制由子程序或者用户宏程序返回到主程序时，不能使用指定顺序号的返回指令（M99P****）。

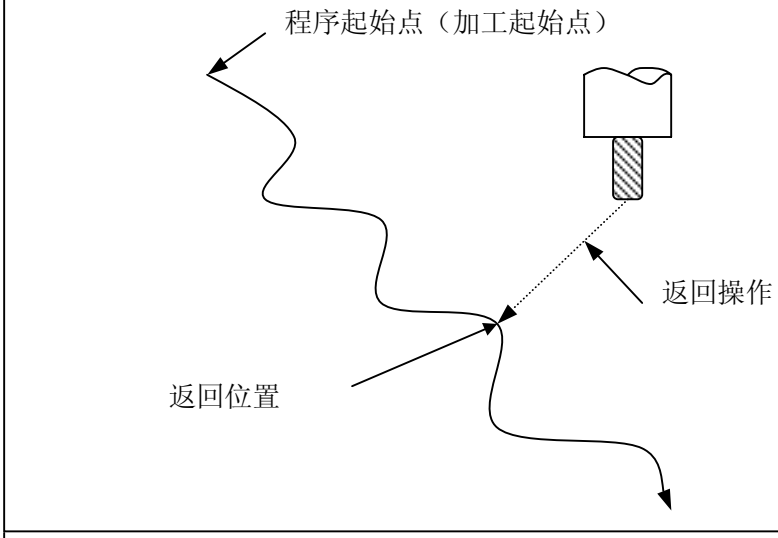
报警

报警号	信息	内容
086	DR SIGNAL OFF	当由阅读机/纸带机接口向存储器输入信息时，阅读机/纸带机的准备好信号（DR）被关闭。 I/O 单元掉电，或者电缆没有连接，或者 P.C.B 有缺陷。
123	CAN NOT USE MACRO COMMAND IN DNC	在 DNC 运行中使用了宏控制指令。 修改程序。
210	CAN NOT COMMAND M198/M199	在 DNC 运行步骤中使用了 M198/M199 指令。修改程序。

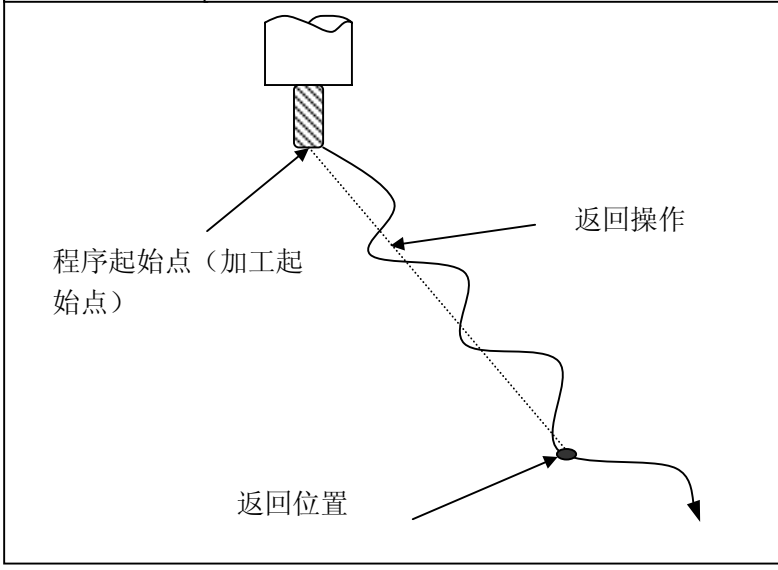
4.4 程序的重新启动

该功能用于指定刀具断裂或者公休后重新启动程序时，将要启动程序段的顺序号，从该段程序重新启动机床。也可用于高速程序检查。
有两种重新启动的方法：P 型和 Q 型。

P 型	操作可以在任意地方重新启动，这种方法用于刀具破裂时的重新启动



Q 型	在重新启动之前，刀具必须移动到程序的起始点（加工起始点）



通过指定一个顺序号程序重新启动的步骤

步骤 1

[P 型]

1. 卸下刀具，换上新刀具。如果有必要，改变偏置值（到第二步）。

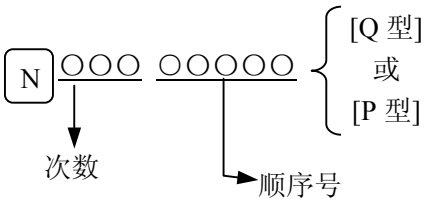
[Q 型]

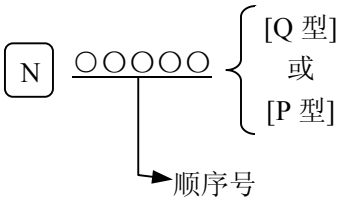
1. 上电以后，解除急停，在这时，执行所有必要的操作，包括参考位置返回等。
2. 手动将机床移动到程序的起始点（加工的起始点），使模态数据和坐标与原来开始加工时一样。
3. 如果有必要，修改偏置量。

步骤 2

[P 型和 Q 型共用]

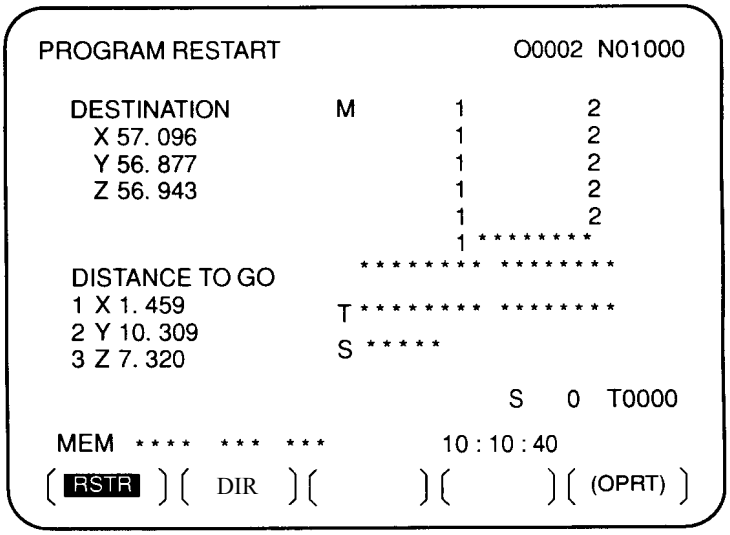
1. 将机床操作面板上的重新启动开关接通。
2. 按下 PROG 键显示需要的程序。
3. 找到程序头。
4. 输入要重新启动的程序段的顺序号，然后按下**[P TYPE]**或**[Q TYPE]**软键。





如果程序中有相同的顺序号，就必须指定目标程序段的位置。指定其重复次数和顺序号。

5. 顺序号检索，程序重新启动屏幕出现在显示器上。



DESTINATION 显示程序要重新启动的位置。

DISTANCE TO GO 显示从当前刀具位置到加工重新启动位置之间的距离。在每一轴左边的数字显示了轴的顺序（根据参数设置决定），按这一顺序，刀具移动到重新启动位置。

要重新启动程序的坐标和移动的距离，可最多显示 4 轴（程序重新启动屏幕只显示 CNC 控制轴的数据）。

M：十四个最近指定的 M 代码

T：两个最近指定的 T 代码

S：最近指定的 S 代码

B：最近指定的 B 代码

代码是按照它们指定的顺序显示的。所有代码用程序重新启动或复位状态的循环启动清除。

6. 关闭程序重新启动开关。这时，在 DISTANCE TO GO 项目中各轴名称之前的数字启动闪烁。
7. 检查将要执行的 M,S,T 和 B 代码屏幕，如果发现了这些代码，进入 **MDI** 方式，执行 M,S,T 和 B 功能。执行后，恢复到以前的方式中。这些代码并不显示在程序的重新启动屏幕上。
8. 检查在 DISTANCE TO GO 中显示的距离是否正确。它同时检查在刀具移动到程序重新启动位置时是否可能与工件或其它物体碰撞。如果存在这种可能性，将刀具手动移动到不能碰到任何障碍物就可以移动到程序重新启动点的某个位置。
9. 按下循环启动按钮。刀具按照参数（7310 号）中指定的顺序沿这些轴以空运行的速度移动到程序的重新启动位置。然后加工重新开始。

用指定一个程序段号重新启动程序的步骤

步骤 1

[P 型]

1. 卸下刀具，换上新刀具。如果有必要，改变偏置值。（到第二步。）
1. 机床上电后，解除急停，在这时，执行所有必要的操作，包括返回参考点等。

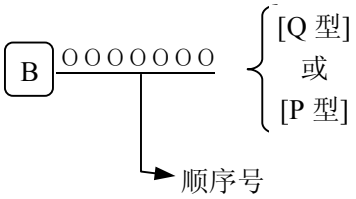
[Q 型]

2. 手动将机床移动到程序的起始点（加工的起始点），使模态数据和坐标系与原来加工开始时一样。
3. 如果有必要，修改偏置量。

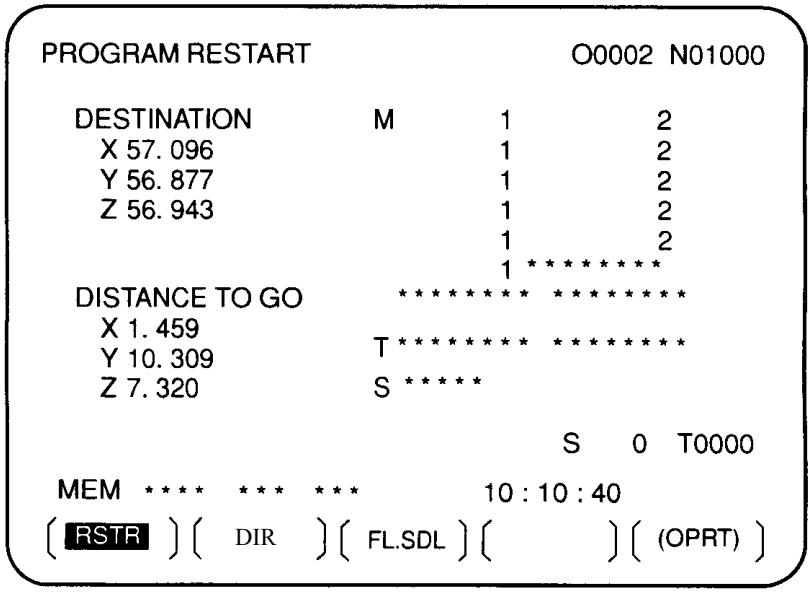
步骤 2

[P 型和 Q 型共用]

1. 将机床操作面板上的重新启动开关接通。
2. 按下 PROG 键显示需要的程序。



3. 找到程序头，按下 RESET 键。
4. 输入要重新启动的程序段号，然后按下**[P TYPE]**或**[Q TYPE]**软键。程序段号不能超过 8 位数字。
5. 检索程序段号，程序重新启动屏幕出现在显示器上。



DESTINATION 显示程序要重新启动的位置。

DISTANCE TO GO 显示从当前刀具位置到加工重新启动位置之间的距离。在每一轴左边的数字显示了轴的顺序（根据参数设置决定），按这一顺序，刀具移动到重新启动位置。

要重新启动程序的坐标和移动的距离，可最多显示 4 轴（程序重新

启动屏幕只显示 CNC 控制轴的数据）。
M：十四个最近指定的 M 代码
T：两个最近指定的 T 代码
S：最近指定的 S 代码
B：最近指定的 B 代码
代码是按照指定的顺序显示的。所有的代码在程序重新启动或在复位状态清除。

6. 关闭程序重新启动开关。这时，在 DISTANCE TO GO（剩余移动距离）项目中各轴名称之前的数字开始闪烁。
7. 检查将要执行的 M,S,T 和 B 代码屏幕，如果发现了这些代码，进入 **MDI** 方式，然后执行 M,S,T 和 B 功能。执行后，恢复到以前的运行方式。
   这些代码并不显示在程序的重新启动屏幕上。
8. 检查在 DISTANCE TO GO 中显示的距离是否正确。同时检查在刀具移动到程序重新启动位置时是否可能与工件或其它物体碰撞。如果存在这种可能性，将刀具手动移动到不能碰到任何障碍就可以移动到程序重新开始点的某个位置。
9. 按下循环启动按钮。刀具按照参数（7310 号）中指定的顺序沿这些轴以空运行速度移动到程序的重新起动位置。然后加工重新启动。

详细说明

- **程序段号**

当 CNC 停止后，执行完的程序段号显示在程序屏幕或者是程序重新启动屏幕上。操作者可以根据屏幕上显示的号码指定重新启动的程序段。显示的号码标明了最近执行过的程序段号，例如要从程序停止的地方重新启动程序，指定显示的号码加 1。

程序段号是从加工起始点开始编号的，假设一行 CNC 程序为一段。

<例 1>

CNC 程序	段号
O0001;	1
G90 G92 X0 Y0 Z0;	2
G01 X100. F100;	3
G03 X01 –50. F50;	4
M30;	5

<例 2>

CNC 程序	段号
O0001;	1
G90 G92 X0 Y0 Z0;	2
G90 G00 Z100;	3
G81 X100. Y0. Z-120. R-80. F50.;	4
#1=#1+1;	4
#2=#2+1;	4
#3=#3+1;	4
G00 X0 Z0;	5
M30;	6

宏指令不作为程序段计数。

- **存储/清除程序段号**

即使断电，程序段号仍然保留在存储器中。程序段号可以通过复位状态中的循环启动清除。

- **当程序暂停或者停止时的程序段号**

程序屏幕通常显示当前正在执行的程序段号。当该段程序执行完毕后，CNC 被复位，或者程序在单段停止方式中执行，程序屏幕显示最近执行过的程序号。

当 CNC 程序被进给暂停、复位、或者单段停止中断或停止时，就将显示下面的程序段号：

进给暂停：正在执行的程序段号

复位：最近已执行的程序段号

单段停止：最近已执行的程序段号

例如，当 CNC 在执行程序段 10 期间被复位，显示的程序段号就会从 10 变为 9。

- **MDI 干预**

当程序在单段程序停止期间执行 MDI 干预，执行的干预的命令不作为程序段计数。

- **超出 8 位数的程序段号**

当在程序屏幕上显示的段号超过 8 位时，段号就会被复位到 0 并继续计数。

限制

- **P 型程序重新启动**

在下列任何一种情况下，不能执行 P 型重新启动：

- 当电源打开时，还没有执行自动运行
- 当急停解除后，还没有执行自动运行
- 当坐标系被改变或平移后还没有执行自动运行（工件参考点外部偏移）

- **重新启动段**

重新启动的程序段不一定是中途被打断的程序段；运行可以从任何程序段重新启动。当执行了 P 型的重新启动后，重新启动的程序段必须使用被打断之前同样的坐标系。

- **单程序段**

  当坐标轴重新启动位置移动时使单段运行接通，每次刀具完成一个轴方向的移动时就会停止。当停止在单段方式时，不能执行 MDI 干预。

- **手动干预**

  当向重新启动位置移动期间，如果一个轴还未回过参考点，就可以通过手动干预完成该轴的返回。这种返回操作不能在已经完成返回的轴上进行。

- **复位**

  从重新启动时的程序段检索到直到重新启动程序的执行期间，不要执行复位。否则，重新启动必须从第一步重新执行。

- **手动绝对值**

  不管加工是否已经启动，手动操作必须在手动绝对值接通方式执行。

- **参考点返回**

  如果没有绝对位置检测器（绝对编码器），必须在上电后执行重新启动之前进行参考点返回。

- **报警**

报警号	内容
071	重新启动程序中指定的程序段号没有找到。
094	在干预后，设置了一个坐标系，然后又指定了 P 型重新启动。
095	在干预后，进行了坐标系偏移，然后又指定了 P 型重新启动。
096	在干预后，变更了坐标系，然后又指定了 P 型重新启动。
097	在上电或者解除急停后，或者 P/S 报警 094 和 097 被复位后，还没有执行自动运行，然后又指定了 P 型重新启动。
098	在上电后，没有执行参考点返回，但是在程序中发现了 G28 指令，就执行了重新启动。
099	在重新启动过程中，从 MDI 面板指定了一个操作命令。
5020	指定了错误的参数用于重新启动程序。

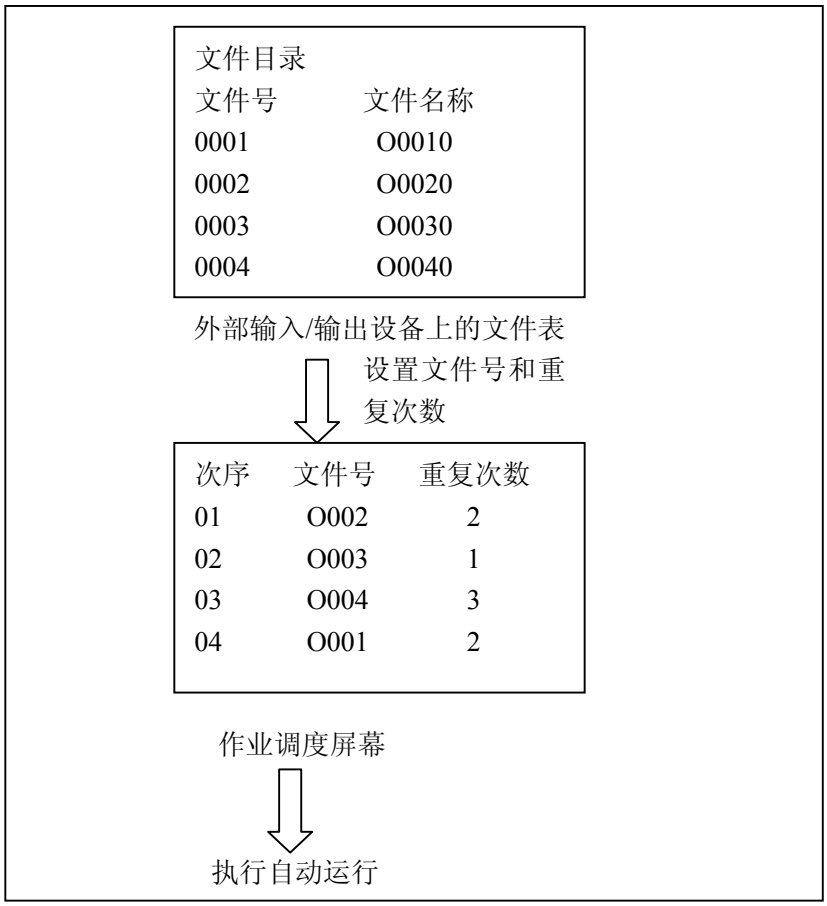
警告

作为一个规则，在下列情况下刀具不能返回到正确的位置。下列情况下要特别注意，因为这些情况都不引起报警。

- 当手动绝对方式关闭时，执行了手动操作。
- 当机床锁住时执行了手动操作。
- 使用镜像时。
- 在轴返回参考点的过程中执行了手动操作。
- 当程序重新启动是在跳过的程序段和绝对指令程序段之间的程序段指令时。

4.5 作业调度功能

作业调度功能允许操作者选择存储在外部输入/输出设备（手持文件盒）上的文件，指定它们的执行顺序和重复次数，并执行自动运行。也可以在外部输入/输出设备上只选择一个文件，并在自动运行中执行它。



作业调度功能的执行步骤

执行步骤

- **执行一个文件的步骤**

1. 按下操作面板上的 **MEMORY**（存储器方式）开关，然后按下 MDI 面板上的[PROG]键。
2. 按下最右边的软键（菜单继续键），然后按下**[FL.SDL]**软键。就会在屏幕 1 上列出存在磁带机中的文件表。为了列出显示在该屏幕上的更多文件，按下 MDI 面板上的翻页键。在软盘机中的文件也可以被依次列出。

```
FILE DIRECTORY                          O0001  N00000
CURRENT SELECTED : SCHEDULE
  NO.    FILE NAME            (METER)  VOL
  0000   SCHEDULE
  0001   PARAMETER             58.5
  0002   ALL PROGRAM           11.0
  0003   O0001                  1.9
  0004   O0002                  1.9
  0005   O0010                  1.9
  0006   O0020                  1.9
  0007   O0040                  1.9
  0008   O0050                  1.9

 MEM  ****  ***  ***           19 : 14 : 47
[ PRGRM ][      ][ DIR ][ SCHDUL ][ (OPRT) ]
```

屏幕 1

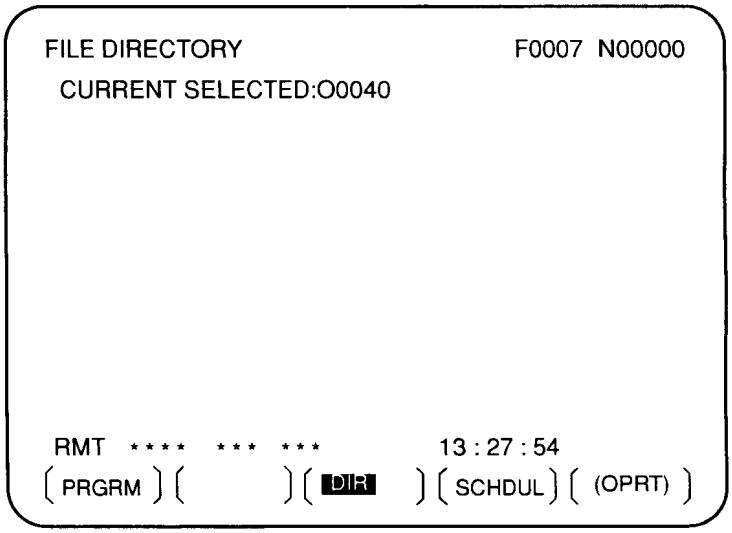
3. 按下**[(OPRT)]**和**[SELECT]**显示“SELECT FILE NO”（选择文件号）（屏幕 2）。输入一个文件号，然后按下**[F-SET]**和**[EXEC]**软键。选择输入文件号的文件，文件名称在“CURRENT SELECTED”（选定的文件）后标明。

```
FILE DIRECTORY                          O0001  N00000
CURRENT SELECTED:O0040
  NO.    FILE NAME            (METER)  VOL
  0000   SCHEDULE
  0001   PARAMETER             58.5
  0002   ALL PROGRAM           11.0
  0003   O0001                  1.9
  0004   O0002                  1.9
  0005   O0010                  1.9
  0006   O0020                  1.9
  0007   O0040                  1.9
  0008   O0050                  1.9
  SELECT FILE NO.=7

 >_
 MEM  ****  ***  ***           19 : 17 : 10
[ F SET ][      ][      ][      ][ EXEC ]
```

屏幕 2

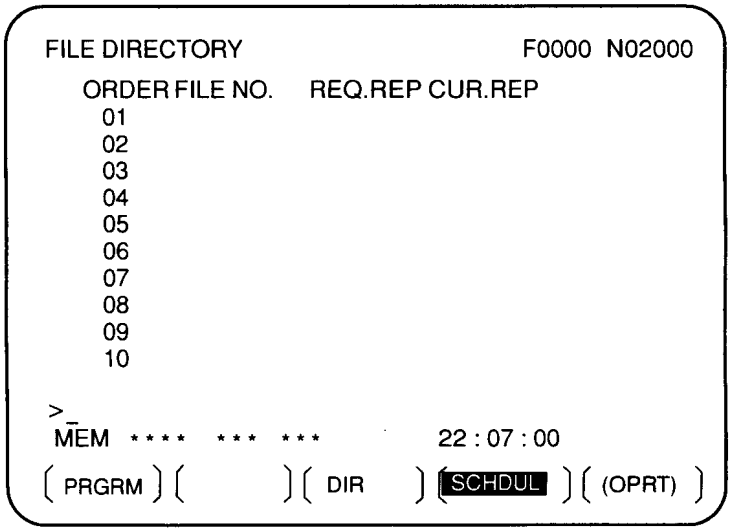
4. 按下机床操作面板上的 **REMOTE**（远程）键进入 **RMT** 方式，然后按下循环启动开关。选择的文件被执行。有关 **REMOTE** 开关的详细信息，请见机床制造厂商提供的相关说明书。选择的文件号在屏幕的右上角被标明为 F 号（替代了 O 号）。



屏幕 3

- **执行作业调度功能的步骤**

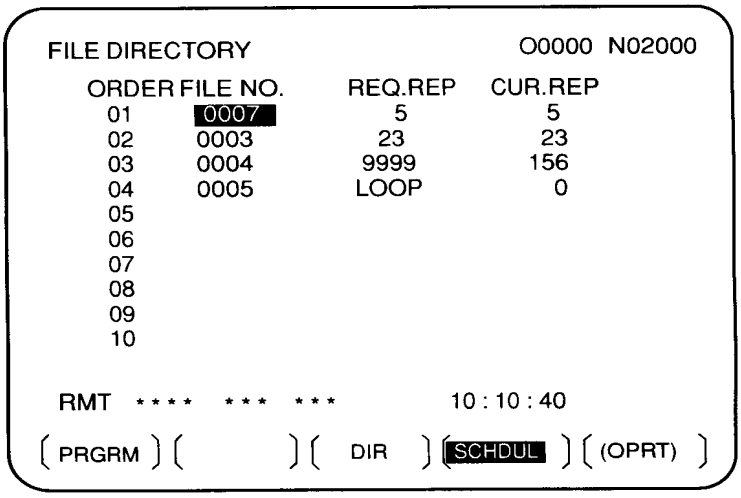
1. 显示存储在软盘上的文件列表。显示的步骤同执行一个文件的第一步和第二步相同。
2. 在屏幕 2 上，按下**[(OPRT)]**和**[SELECT]**软键显示“SELECT FILE NO.”。
3. 输入文件号，并按下**[F SET]**和**[EXEC]**软键。于是在“CURRENT SELECT:”后显示“SCHEDULE”（调度）。
4. 按下最左边的软键（菜单返回键）和**[SCHDUL]**软键。显示屏幕 4。



屏幕 4

移动光标，以执行顺序输入文件号和重复次数。这时，当前的重复次数“CUR.REP”为 0。

5. 按下机床操作面板上的 **REMOTE** 健进入 **RMT** 方式，然后按下启动开关。文件按指定的次序执行。当一个文件正在执行时，光标停留在该文件号上。
   当执行的程序中执行 M02 和 M30 代码时,当前的重复次数 CUR.REP 加 1。



屏幕 5

详细说明

- **不指定文件号码**

  如果在屏幕 4(文件号的区域为空)中没有指定文件的编号，程序执行到该点时就会停止。要想使文件的号码区域变为空，请按下数字键 [0] 并按下 [INPUT]。

- **死循环**

  如果在循环次数中给定了一个负值，则显示<**LOOP**>字样，文件会无限制地运行下去。

- **清除**

  当在屏幕 4 上按下软键**[(OPRT)] [CLEAR]**和**[EXEC]**后,会清除所有的数据。但是，当一个文件在执行时，不能进行这种操作。

- **返回程序屏幕**

  当在屏幕 1，2，3，4 或 5 中按下软键**[PRGRM]**时，会显示程序屏幕。

限制

- **重复次数**

  重复的次数最多可为 9999 次，如果重复次数设为 0，该文件变为无效，不被执行。

- **存储文件的数目**

  在屏幕 4 上按下页面键，最多可存 20 个文件。

- **M 代码**

  当执行了程序中的除 M02，M30 之外的 M 代码时，当前的重复次数不增加。

- **在文件执行过程中，显示软盘机中的文件目录**

  在文件执行过程中，不能执行背景编辑的软盘文件目录显示。

- **重新启动自动运行**

  按下 RESET 键，可恢复被中断的调度作业使其重新运行。

报警

报警号	说　明
086	试图执行一个没有存到软盘机中的文件。
210	在作业调度过程中，执行了 M198 和 M99 指令，或者在 DNC 运行过程中，执行了 M198 指令。

4.6 子程序调用功能（M198）

子程序调用功能是用来在存储器运行方式调用和执行存储在外部输入/输出设备（手持文件盒，磁带机，和 FA 卡）中的子程序文件。
当 CNC 存储器中的下列程序段被执行时，就会调用外部输入/输出设备上的子程序。

格式

1. FS10/11 纸带格式

M198 P○○○○ L△△△△

- L△△△△ ← 重复次数
- P○○○○ ← I/O 设备中文件的文件号
- M198 ← I/O 设备调用指令

2. FS10/11 之外的纸带格式

M198 P○○○○ △△△△

- △△△△ ← I/O 设备中的文件号
- P○○○○ ← 重复次数
- M198 ← I/O 设备调用指令

详细说明

当选择输入/输出设备的参数 No.0102 被设置为 3 时，子程序调用功能有效。第 1 种或第 2 种格式均可使用。根据参数 No.6030 的设置，子程序调用也可以使用不同的 M 代码。在这种情况下，M198 作为一个普通的 M 代码使用。文件号在地址 P 中指定。如果参数 SBP (No.3404 号的第 2 位)设置为 1，可以指定程序号。如果在地址 P 中指定了一个文件号，文件就会表示为 Fxxxx 而不是 Oxxxx。

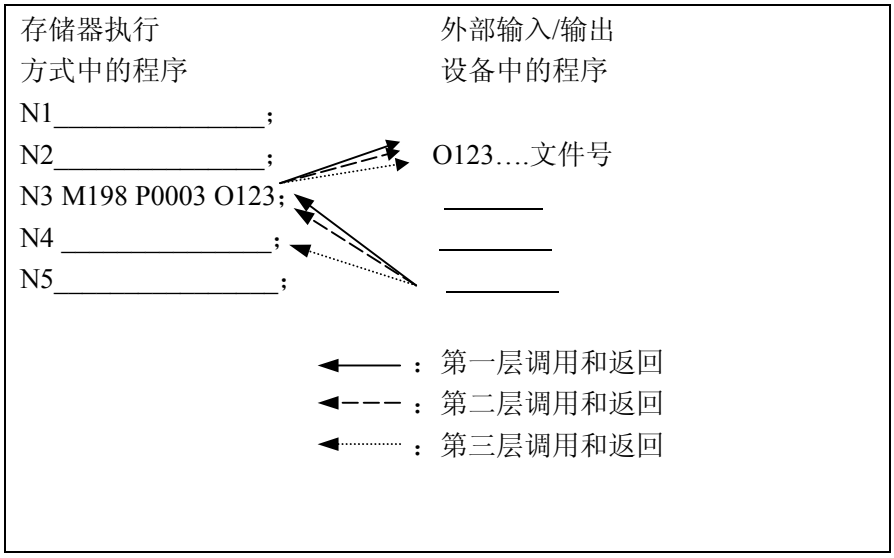


图 4.6 当指定 M198 时的程序流程图

限制

注

1. 当执行软盘的程序中有 M198 指令时，就会出现 P/S 报警（No.210）。当调用 CNC 存储器中的程序，并且在执行外部软盘上的加工程序步骤中执行了 M198 指令时，M198 将转换为一个普通 M 代码。
2. 当MDI干预并且在存储器方式中指令了M198后执行M198指令时，M198 将转换为一个通常的 M 指令。当在存储器方式中指令了 M198 指令后在 MDI 方式中执行了复位操作时，并不影响存储器运行，重新启动后可继续运行。

4.7 手轮中断

手轮操作可与自动运行方式中的自动移动迭加。

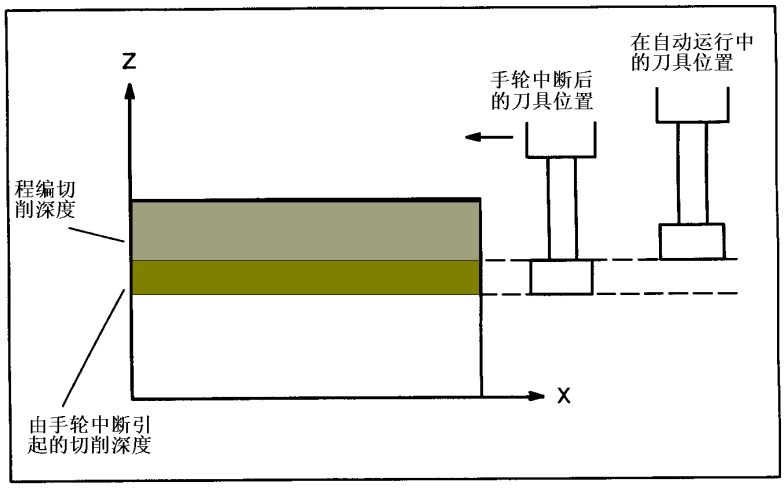


图 4.7 手轮中断

- 手轮中断轴选择信号

手轮中断的轴选择信号，请见机床制造厂商提供的说明书。

在自动运行时，如果某一轴的选择信号接通，则允许进行某一轴的手轮中断 。手轮中断是通过旋转手摇脉冲发生器实现的。

警告

手轮中断移动的距离是通过手摇脉冲发生器的旋转量和手轮进给放大倍率决定的（×1，×10，×M，×N）。

因为这一个运动不减速也不加速，所以，在手轮进给中，使用很大的放大倍率是很危险的。

每一刻度的移动量（倍数为×1 时）为 0.001mm(公制时)，或是 0.0001inch(英制时)。

注

当机床在自动运行中被锁住时，手轮中断是无效的。

详细说明

- **与其它功能的关系**

下表指示了手轮中断与其它功能之间的关系。

显示	关系
机床锁住	机床锁住生效。机床不移动，甚至在该信号接通时。
互锁	互锁生效，机床不移动，甚至在该信号接通时也不移动
镜像	镜像无效。由正方向命令引起正方向中断功能，甚至在该信号接通时也无效

- **位置显示**

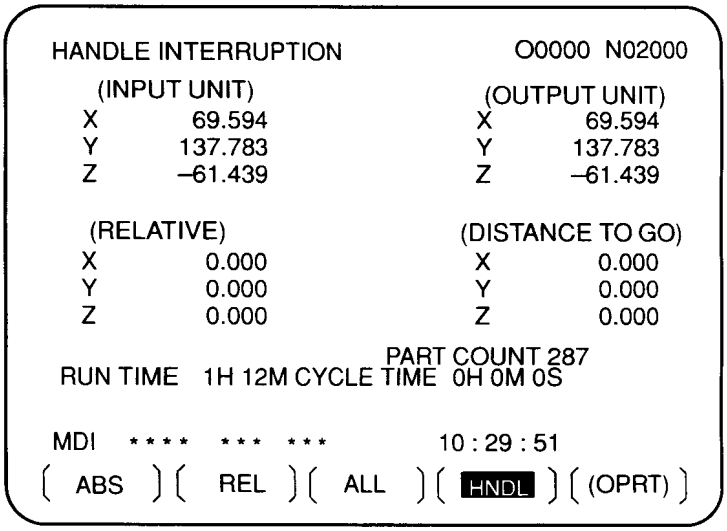
下表表示了不同的位置显示数据和由手轮中断引起的运动之间的关系。

显示	关系
绝对坐标值	手轮中断不改变绝对坐标
相对坐标值	手轮中断不改变相对坐标
机床坐标值	机床坐标值的改变量为手轮旋转引起的位移值

- **移动距离显示**

按下功能键[POS]，然后按下章节选择软键**[HNDL]**

由手轮中断引起的移动量被显示。下面的四种数据被同时显示。



（a） INPUT UNIT ：以输入单位表示的手轮中断的移动量
根据最小输入单位显示手轮中断的移动距离。
（b）OUTPUT UNIT: 以输出单位表示的手轮中断的移动量
根据最小指令单位显示手轮中断的移动距离。
（c）RELATIVE ：在相对坐标系统中的位置
该值对手轮中断的移动距离无影响。
（d）DISTANCE TO GO: 手轮中断的移动距离对当前段的剩余移动距离无影响。

各轴手动返回参考点时，手轮中断的移动量被清除。

- **移动距离显示**

通过将参数 IHD(No.7100#2)和 HIE(No.7103#5)设为 1，即可不受自动运行的影响必定会将相对于手轮中断的加/减速设定为手动进给的加/减速型。

具体来说，即成为设定在参数 JGLx(No.1610#4)、CTLx(No.1610#0)中的加/减速型。时间常数设定在参数(No.1624)中，FL 速度设定在参数(No.1625)中。

4.8 镜像

在自动运行期间，镜像功能可以用于沿一轴的移动。要使用这一功能，须将机床操作面板上的镜像开关接通，或者从 MDI 面板上将镜像功能设置为通。

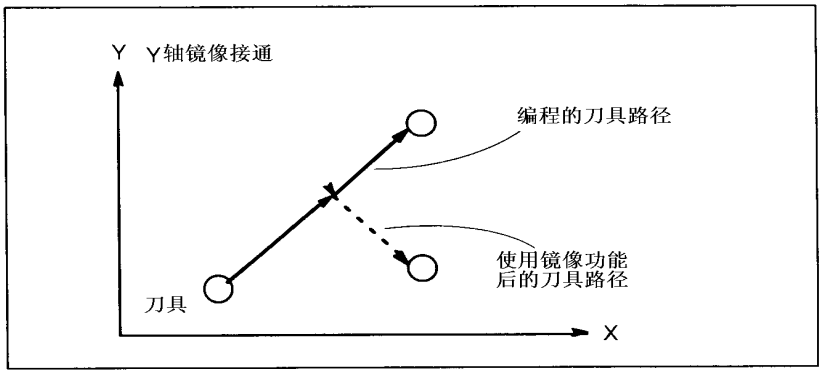


图 4.8 镜像

步骤

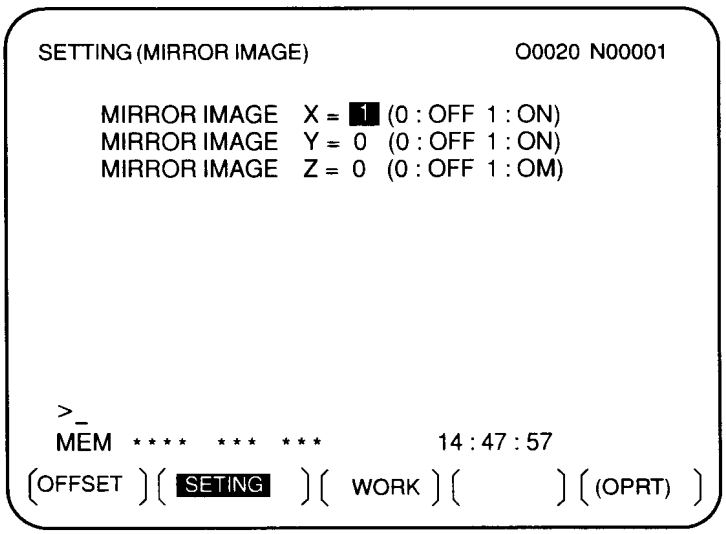
下面的步骤只是给出一个实例，实际的操作，请见由机床制造者提供的说明书。

1. 按下单程序段方式开关停止自动加工。当运行开始就使用镜像功能时，就省略掉这一步。
2. 在机床操作面板上按下目标轴的镜像功能键，或者按下面步骤接通镜像功能设置。

   2-1 置于 **MDI** 方式。

   2-2 按下[OFFSET SETTING]功能键。

   2-3 按下章节选择软键[**SETING**]显示设置（SETTING）屏幕。



2-4 将光标移动到镜像功能的设置位置，然后将目标轴设为 1。

3. 进入自动运行方式（存储器方式或 MDI 方式），然后按下循环启动键启动自动运行。

详细说明

- 镜像功能也可以通过参数 No.0012 的第 0 位（MIRx）设置为 1 或者 0 从而使镜像功能有效或无效。
- 有关镜像功能开关，请见由机床制造厂商提供的说明书。

限制

手动操作中的移动方向；自动参考点返回（G28）中，从中间点返回参考点时的运动方向(G28)，单向定位(G60)期间的趋近方向和镗孔循环中(G76,G87)的偏移方向都不能保留。

4.9 手动干预和返回

有些情况下，如自动运行期间，若由于进给暂停使刀具沿着一轴的运动停止，从而可以使用手动干预来更换刀具；当恢复自动运行时，必须使刀具回到手动干预开始的地方。使用传统的程序重新起动功能和刀具的回退和返回功能，必须一起使用操作面板上的开关和 **MDI** 键。这个功能就不需要这些操作。

使用这个功能之前，参数 MIN(No.7001#0)必须设为 1。

详细说明

- **手动绝对值接通/关闭**

  在手动绝对值关的状态，刀具并不返回停止时的位置，而是根据手动绝对值开关的状态进行操作。

- **倍率**

  返回操作中，使用空运行的速度，JOG 进给倍率功能有效。

- **返回操作**

  返回操作是基于非线性插补的定位而进行的。

- **单段方式**

  如果在返回运行时，单段停止开关接通，刀具将在停止位置停止，当循环启动按钮按下时，运动恢复。

- **取消**

  如果在手动干预或返回操作中，发生了复位或者报警，该功能将被取消。

- **MDI 方式**

  该功能在 **MDI** 方式中也可以使用。

限制

- **使能和禁止手动干预和返回**

  该功能仅在自动运行中进给暂停灯亮时才起作用。当移动距离完成后，即使自动暂停信号*SP(G008 第 5 位)执行了进给暂停，该功能也无效。

- **偏置**

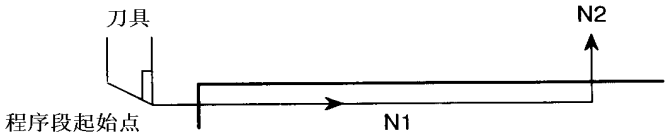
  当刀具由于损坏等原因用手动干预更换时，刀具的移动因为在中断程序段的中途改变了偏置量而不能恢复。

- **机床锁住，镜像，和缩放**

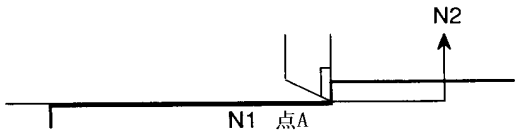
  当执行手动干预时，绝对不要使用机床锁住，镜像或者缩放功能。

示例

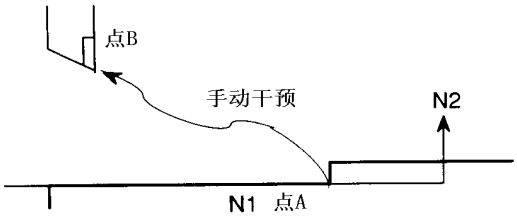
1. N1 程序段切削工件



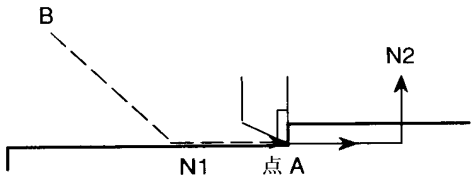
2. 在N1段的中间（点A），按下进给暂停开关使刀具停止运动



3. 手动将刀具移动到点B，然后使刀具运动重新开始



4. 在以空运行的速度自动返回A点后，执行N1段程序的剩余部分



警告

当执行手动干预时，请密切注意加工过程和工件的形状，以免机床和刀具的损坏。

4.10 利用存储卡进行 DNC 操作

将存储器安装在显示器左侧存储卡接口上，即可执行已被写入到存储卡内的程序。

说明

本功能有下列两种使用方法。

1) 在 DNC 操作方式（RMT）下，通过启动自动操作，可以与使用软盘等外部输入/输出设备一样，以便读取存储器中的程序，一边进行加工（DNC 操作）。（图 1 ）
2) 通过指定子程序调用（M198）命令，可以调用并执行写入到子程序中的程序。（图 2 ）

图 1

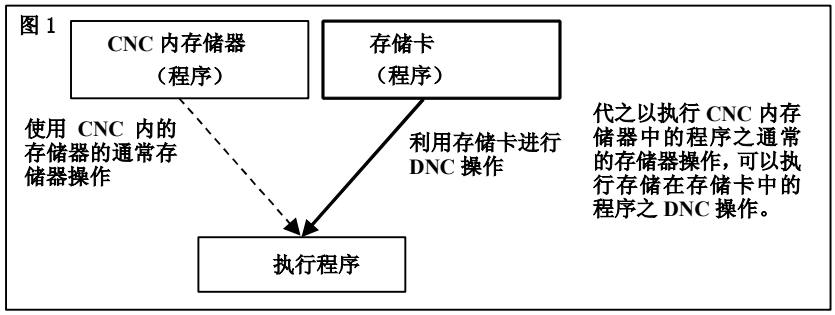
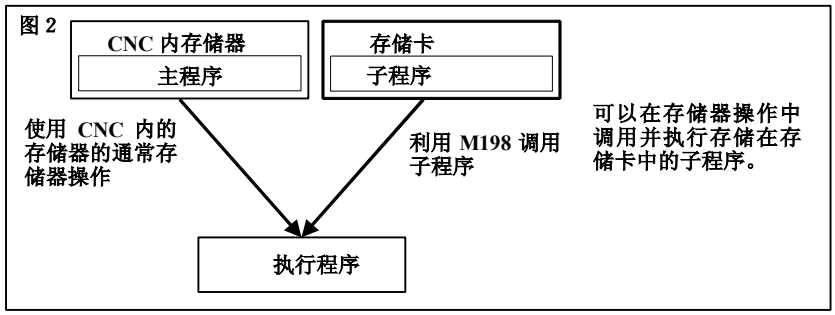


图 2



注释

使用本功能时，需要在设定屏幕将参数 No.20 设为“4”。

No.20 ［I/O CHANNEL :
输入/输出装置的设定］

设定值 4：存储卡接口

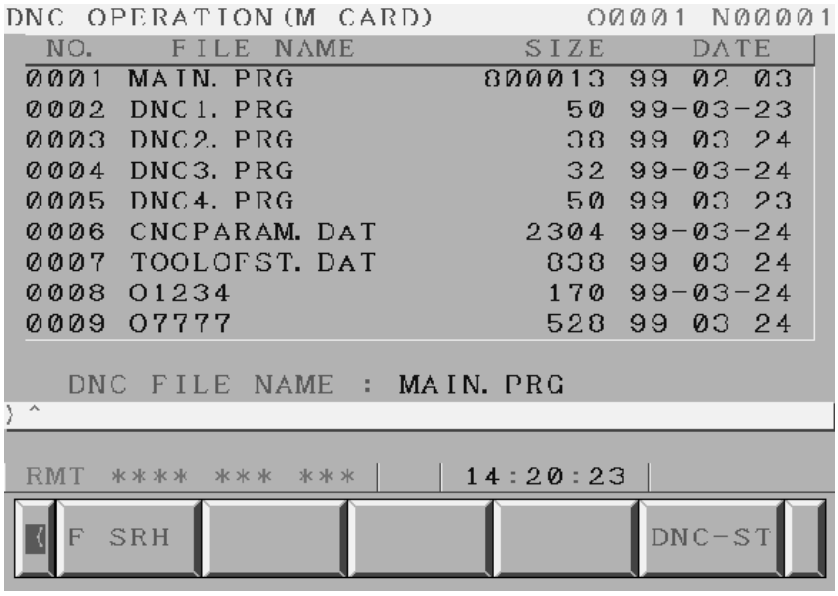
操作说明

- **DNC 操作**

步骤

请事先在设定屏幕上，将 I/O 通道（参数 No.20）设为“4”。

1) 请设置为 DNC 操作方式（RMT）。
2) 按下功能键［PROG］(程序)。
3) 按下右边的软键［＞］(继续菜单)。
4) 按下软键［DNC-CD］时，显示出如下屏幕。
5) 另外，还可以用翻页键［↑］［↓］来滚动屏幕，输入任意的文件号，按下软键［F SRH］(搜索)，任意的文件即被显示在 DNC 操作（存储卡）屏幕开头。
6) 输入想要加工的文件号，按下软键［DNC-ST］(设定)，想要加工的文件即被选定。
7) 在开始循环时，执行所选的文件（程序）。

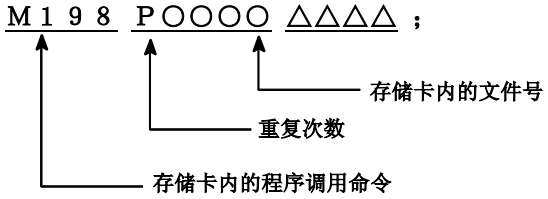


子程序调用（M198）

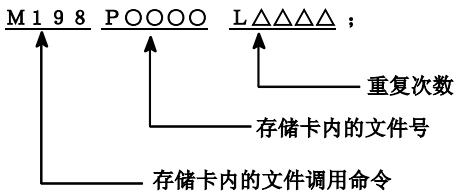
- **格式**

当以 CNC 存储器内的程序执行下一程序块时，调用存储卡内的文件的子程序。

1. 标准格式



2. FS15 格式



解释

1、2 的格式都可使用。此外，通过参数 No.6030，可以用不同的M码来调用。此时的 M198 成为通常的M码。

地址 P 变成文件号，但是若将参数 SBP（No.3404#2）设为 1 ，即可指定一个程序号。

> **注释**
> 在执行程序之前，请在设定屏幕上将 I/O 通道（参数 No.20）设为“4”。

限制及注意事项

(1) 在执行利用存储卡的 DNC 操作之状态下，不能存取存储卡内的一览显示等数据。
(2) 通过断开电源，可以取消 DNC 操作文件的选择。在再次通电后，需要重新选择文件。
(3) 基于存储卡的 DNC 操作，不要插拔存储卡。
(4) 不能从 DNC 操作程序中调用存储卡内的程序。
(5) 在使用本功能时，为了防止操作时的振动等引起的存储卡的接触不良和脱落，务须使用后面将要叙述的 PCMCIA 卡适配件。

- **参数**

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
0138	DNM							

数据格式　二进制数

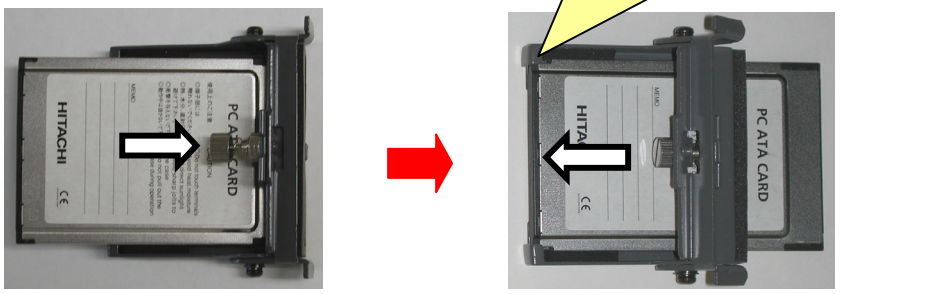
DNM　将利用存储卡的 DNC 操作设为

0：无效。

1：有效。

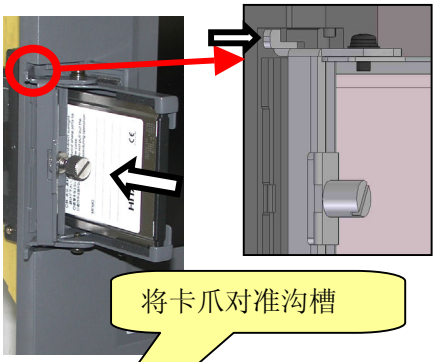
存储卡的固定步骤

1．将存储卡安装到固定配件上

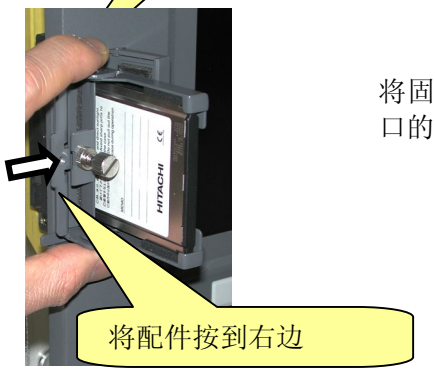


沿着固定配件箭头方向插入存储卡。　　将存储卡固定在固定配件上。

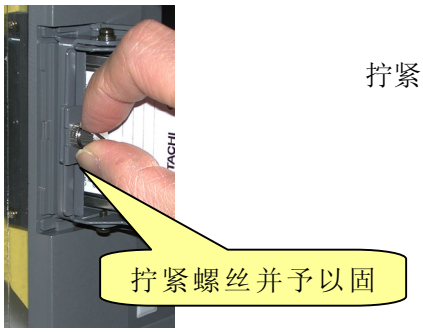
2．安装到 PCMCIA 端口上



松开固定配件的螺丝，在提起固定配件的卡爪部分的状态下将存储卡插入PCMCIA端口。



将固定配件的卡爪对准PCMCIA端口的沟槽，沿着箭头方向按进去。



拧紧固定配件的螺丝，固定存储卡。

5 程序检查

下面的功能用于在实际加工之前的工作检查，检查机床是否按编好的加工程序进行工作。

5.1 机床锁住和辅助功能锁住
5.2 进给速度倍率
5.3 快速移动倍率
5.4 空运行
5.5 单段运行

5.1 机床锁住和辅助功能锁住

要想不移动刀具而显示其位置的变化，使用机床锁住功能。
有两种类型的机床锁住：所有轴的锁住（停止沿所有轴的运动），和指定轴的机床锁住（这种锁住仅停止沿指定轴的运动）。另外，辅助功能的锁住，禁止执行 M,S 和 T 指令，是和机床锁住功能一起使用检查程序是否编制正确。

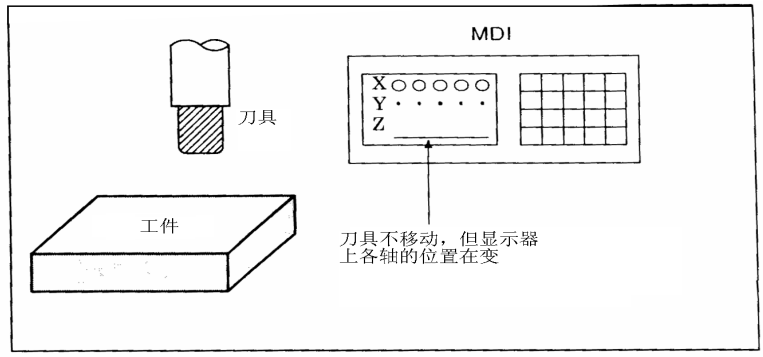


图 5.1 机床锁住

机床锁住和辅助功能锁住的步骤

- **机床锁住**

按下机床操作面板上的机床锁住开关。刀具不再移动，但是显示器上沿每一轴运动的位移在变化，就象刀具在运动一样。
有些机床的每个轴都有机床锁住功能。在这种机床上，按下机床锁住开关，选择将要锁住的轴。有关机床锁住的功能，请见由机床制造厂提供的说明书。

警告
机床坐标系和工件坐标系之间的位置关系在机床锁住前后有可能不一样。在这种情况下，用坐标设置指令或者执行手动参考点返回来指定工件坐标系。

- **辅助功能锁住**

按下机床操作者面板上的辅助功能锁住开关，M,S,T 和 B 代码被禁止输出并且不能执行。请见由机床制造厂提供的说明书。

限制

- **机床锁住情况下的 M,S,T,B 指令**

  在机床锁住的状态下，可以执行 M,S,T 和 B 指令。

- **机床锁住情况下的参考点返回**

  当机床锁住状态下，发出 G27,G28 或者 G30 指令时，指令被接受，但刀具并不移动到参考点，并且参考点返回指示灯也不亮。

- **辅助功能锁住时，没有锁住的 M 代码**

  M00,M01,M02,M30,M98,M99 和 M198(调用子程序)指令即使在辅助功能锁住的状态下也能执行。调用子程序的 M 代码(参数 No.6071 到 6079)和调用宏程序的 M 代码（参数 No.6080 到 6089）也可以执行。

5.2 进给倍率

编程的进给速度可以通过倍率旋钮进行选择，按照一定的百分数增加或者减少。这个特点可以用于检查程序。例如，如果程序中指定了 100mm/min 的进给速度，并将倍率开关打到 50%，则刀具的移动速度变为 50mm/min。

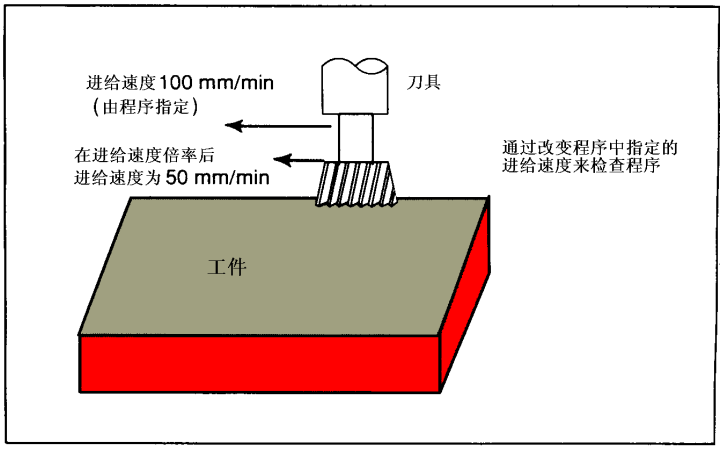
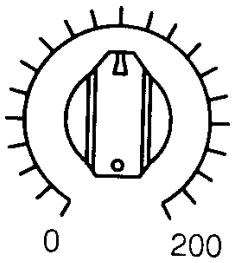


图 5.2 进给速度倍率

进给速度倍率的执行步骤



手动进给速度倍率

在自动运行之前或者期间，将机床操作面板上的进给速度倍率的旋钮转到想要的百分数。
在有些机床上，一个波段开关用于进给速度倍率和 JOG 进给速度倍率。请参阅由机床制造者提供的说明书。

限制

- **倍率范围**

倍率范围从 0 到 254%。不同的机床，倍率范围不同，取决于机床的规格。

- **螺纹加工时的倍率**

加工螺纹时进给倍率被忽略。进给速度不变，保持为程序中的指定值。

5.3 快速移动倍率

快速移动时，可以指定 4 级不同的倍率（F0,25%,50%,和 100%）。F0 由参数设定（No.1421）

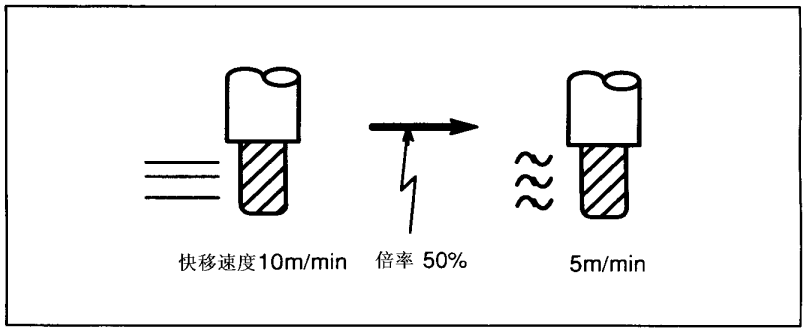
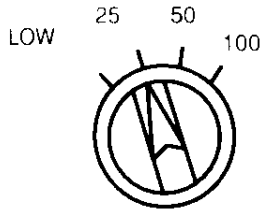


图 5.3 快速移动倍率

快速移动倍率

操作步骤



快速进给倍率

在快速移动时用快速移动倍率开关选择 4 种移动速度的一种。请见由机床制造者提供的说明书。

详细说明

CNC 有以下几种快速移动。快速移动倍率可用于其中的任何一种。

1） 通过 G00 的快速移动
2） 在固定循环过程中的快速移动
3） 在指令 G27,G28,G29,G30 和 G53 中的快速移动
4） 手动快速移动
5） 手动参考点返回中的快速移动

5.4 空运行

刀具按参数指定的速度移动，而与程序中指令的进给速度无关。该功能用来在机床不装工件时检查刀具的运动。

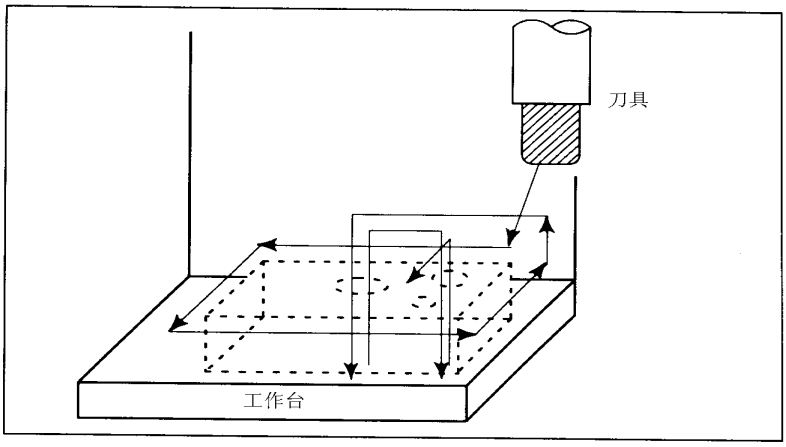


图 5.4 空运行

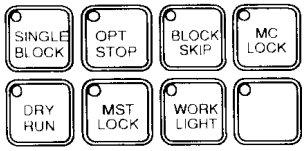
空运行的操作步骤

操作步骤

在自动运行期间，按下机床操作面板上的空运行开关。
刀具按参数中指定的速度移动。快速移动开关也可以用来更改机床的移动速度。
有关空运行的情况，请见由机床制造者提供的说明书。

详细说明

- **空运行的速度**



空运行的速度根据快速移动开关和参数变化如下表：

快速移动按钮	程序指令	
	快速移动	进给
开	快速移动速度	空运行速度×JVmax *2)
关	空运行速度×JV，或者快速移动速度 *1)	空运行速度×JV*2)

最大切削进给速度……由参数 No.1422 设置
快速移动速度……由参数 No.1420 设置
空运行速度……由参数 No.1410 设置
JV：JOG 进给倍率
*1）当参数 RDR(No.1401#6)为 1 时为空运行速度×JV。当 RDR 为 0 时，为快速移动速度。
*2）限制在最大的快速移动速度
JVmax：JOG 进给速度倍率的最大值

5.5 单程序段

按下单程序段方式开关进入单程序段工作方式。在单程序段方式中按下循环启动按钮后，刀具在执行完程序中的一段程序后停止。通过单段方式的一段一段地执行程序，仔细检查程序。

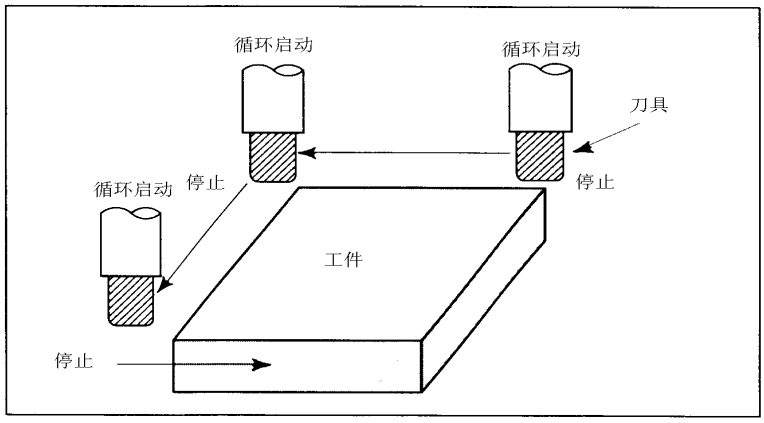


图 5.5（a）单程序段方式

单段方式执行步骤

操作步骤

1. 按下机床操作面板上的单段程序执行开关。程序在执行完当前段后停止。
2. 按下循环启动按钮执行下一段程序。刀具在该段程序执行完毕后停止。

有关单程序段的执行，请见由机床制造者提供的说明书。

详细说明

- **参考点返回和单程序段的执行**

  如果采用了 G28 和 G30，单段程序的执行功能在中间点有效。

- **固定循环中的单程序段的执行**

  在固定循环中，单程序段的停止点是下图所示的 1，2 和 6 点。当单段方式在点 1 或者 2 后停止时，进给暂停的 LED 点亮。

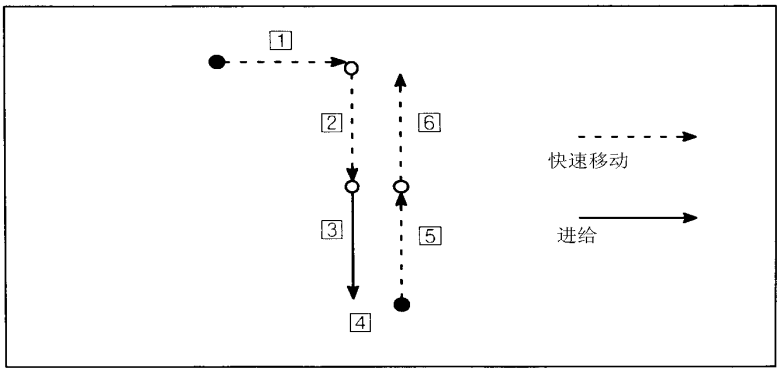


图 5.5（b）在固定循环中的单段运行

- **子程序调用和单程序段的执行**

  在有 M98P_;.M99 或者 G65 的程序段中，单程序段停止不执行。
  但是，当程序段中有 M98P_或者 M99 指令且有 O,N,P,L 之外的地址时可以执行单段停止。

6 安全功能

由于安全原因想要立即停止机床，请按下急停按钮键。为了防止刀具超过行程终点，可用超程检查和存储式行程限位检查。本章叙述急停，超程检查和存储式行程限位检查。

6.1 紧急停止

如果按下机床操作面板上的急停按钮 ，机床会立即停止运动。

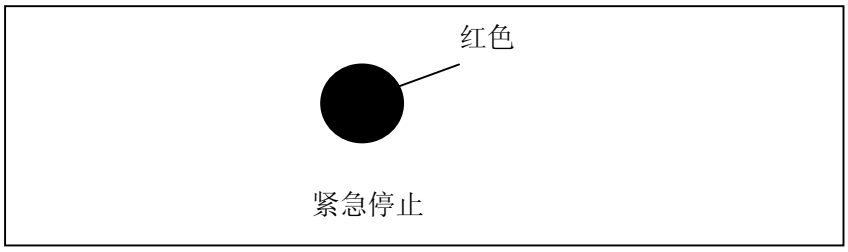


图 6.1 紧急停止

该按钮按下后会被锁住。尽管由于机床制造者的不同，按钮的型式不同，但通常，该按钮可以通过旋转而解锁。

详细说明

急停切断了电机的电流。在按钮解锁之前，必须排除故障的原因。

6.2 超程

当刀具试图移动到由机床限位开关设定的行程终点以外时，刀具会由于限位开关的动作而减速并最后停止，并显示 OVER TRAVEL（超程）。

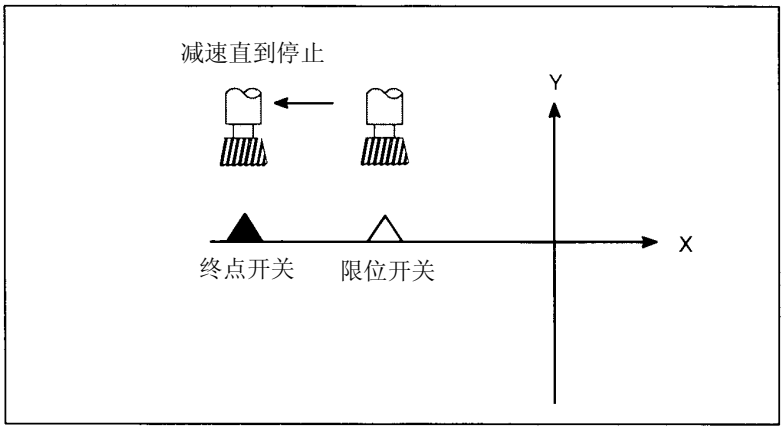


图 6.2 超程

详细说明

- **自动运行时的超程**

在自动运行方式下，当刀具沿某一轴移动过程中接触到限位开关时，则沿所有轴的运动都会减速并最后停止，同时显示超程报警。

- **手动操作时的超程**

在手动操作过程中，刀具仅在接触到限位开关的轴上减速并停止。刀具沿其它轴的运动仍然进行。

- **解除超程**

通过手动操作将机床移动到安全位置后，按下复位按钮以消除报警。有关操作的详细情况，请见机床制造者提供的操作说明书。

报警

发生超程报警时，画面上显示出如下报警信息。

报警号	信息	说明
506	Overtravel:+n	刀具已超出了沿第 n (n：1~4)轴正方向设定的硬超程极限
507	Overtravel:-n	刀具已超出了沿第 n (n：1~4)轴负方向设定的硬超程极限

6.3 存储式行程检查

通过存储式行程检查 1、存储式行程检查 2 和存储式行程检查 3 可以指定 3 个刀具不能进入的区域。

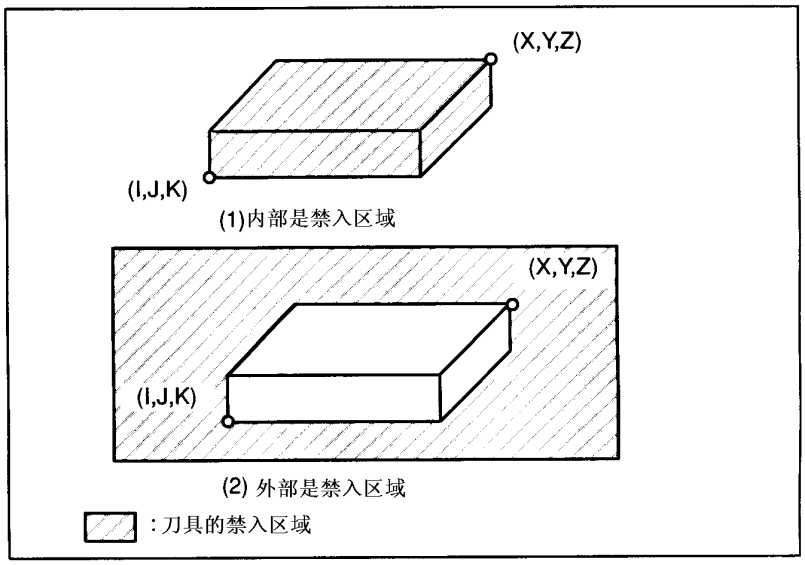


图 6.3（a） 行程检查

当刀具超出了存储式行程极限，就会显示报警，且机床减速并停止。当刀具进入禁入区域，且产生报警时，刀具可以向刀具进入时的相反方向移动。

详细说明

- **存储式行程检查 1**

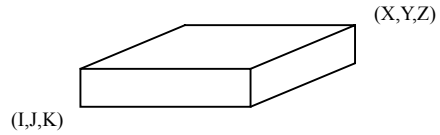
参数(No.1320,1321 或 No.1326,1327)设定边界。在这个区域的外部是禁入区域。机床制造厂商常把这个区域设置为机床的最大行程。

- **存储式行程检查 2 (G22,G23)**

参数（No.1322,1323）或命令可以设置这一边界。在这个边界的里面或者边界之外的区域可以设置为禁入的区域。参数 OUT (No.1300#0)设定区域的里边或者外边作为禁入区域。

使用程序指令时，G22 禁止刀具进入禁入区域。G23 允许刀具进入禁入区域。程序中每一个 G22 和 G23，必须用一独立程序段指令。
以下的命令用于建立或者改变禁入区域：

G22X_Y_Z_I_J_K_;



X>I,Y>J,Z>K

X-I> ζ (最小指令增量单位)

Y-J> ζ (最小指令增量单位)

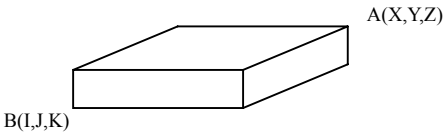
Z-K> ζ (最小指令增量单位)

$$\xi(mm) = \frac{F}{7500}$$

F=快速移动速度(mm/min)

图 6.3 (b) 用程序建立或者改变禁入区域

当使用参数设置禁入区域时，必须设置下图中的 A 点和 B 点。



X>I,Y>J,Z>K

X-I> ζ (最小指令增量单位)

Y-J> ζ (最小指令增量单位)

Z-K> ζ (最小指令增量单位)

$$\xi(mm) = \frac{F}{7500}$$

F=快速移动速度(mm/min)

图 6.3 (c) 用参数建立或者改变禁入区域

在存储行程检查 2 中，即使给错了两点坐标值的顺序，也会以这两点的坐标为顶点形成的一个矩形的禁入区域。

当通过参数(Nos.1322,1323)设置禁入区域时，数据必须以最小命令增量单位给出机床坐标系中的距离。（输出增量）。

如果通过 G22 进行设置，以最小输入增量单位指定机床坐标系中的距离(输入增量)。

编程的数据以最小增量单位转换为最小指令单位的数字值。并将该数值设在参数中。

- **禁入区域的检查点**

在对禁入区域进行编程之前，请确认检查点位置（刀尖或刀套的顶部）。如果在图 6.3（d）中检查点为 A（刀尖），距离“a”应该被设置为存储功能检查中的数据。如果检查点为 B（刀套），则距离“b”应该被设置。当检查刀尖(如点 A)，并且刀具的长度随刀具不同而变化时，则应按最长的刀具设置禁入区域，这样可以保障运行安全。

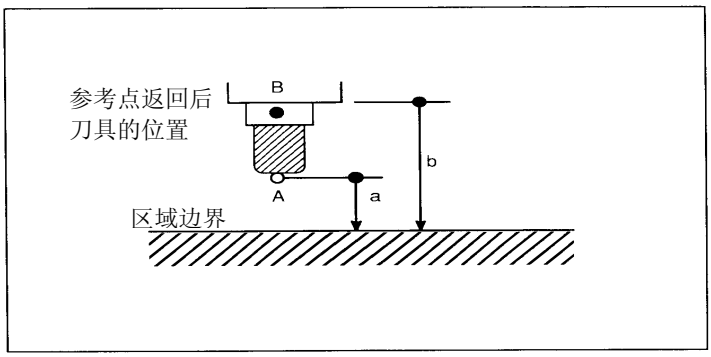


图 6.3(d) 设置禁入区域

- **刀具禁入区域的重叠**

禁入区域可以以重叠的方式设置。

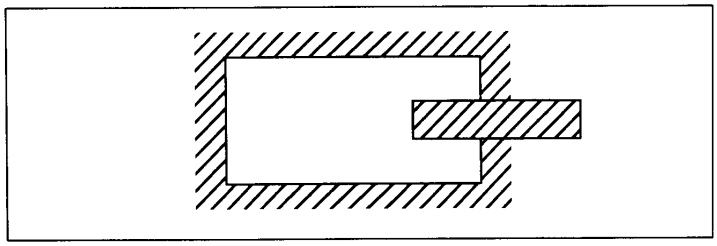


图 6.3(e) 设置重叠的禁入区域

不必要的极限应该在机床的行程之外设置。

- **存储行程极限的允许超程量**

如果最大的快速移动速度为 F(mm/min)，则存储的行程极限的最大超程量 L(mm)可由下式算得：

L(mm)=F/7500

刀具进入指定的禁入区域最多不超过 L(mm)。参数 BFA(No.1300#7)可以设置使刀具移动量小于 L 就停止。这样，刀具就不会进入禁入区域。

- **禁入区域的生效时间**

通电后，并且执行了手动参考点返回或者由指令 G28 进行自动参考点返回后，禁入区域界限即生效。

通电后，如果参考位置在禁入区域，就会立即产生报警。（仅在存储行程极限 2 的 G22 方式中有效）。

- **解除报警**

如果进入了禁入区域，并且产生了报警，刀具只能向相反的方向移动。为了消除报警，将刀具向相反方向移动，直到退出了禁入区域，并使系统复位。报警消除后，刀具就可以向前或者向后移动了。

- **在禁入区域由 G22 变为 G23**

当在禁入区域中由 G23 切换到 G22 时，会产生以下效果。
（1）当禁入区域在内部时，下一步移动时就会产生报警。
（2）当禁入区域在外部时，就会立即产生报警。

- **显示报警的时序**

参数 BFA (No.1300#7) 可以选择报警是在刀具进入禁入区域之前还是进入禁入区域之后立即显示。

报警

报警号	信息	内容
500	**OVER TRAVEL:+n**	超过了第 n（1~4）轴 + 方向的存储行程极限 1
501	**OVER TRAVEL:-n**	超过了第 n（1~4）轴 - 方向的存储行程极限 1
502	**OVER TRAVEL:+n**	超过了第 n（1~4）轴 + 方向的存储行程极限 2
503	**OVER TRAVEL:-n**	超过了第 n（1~4）轴 - 方向的存储行程极限 2

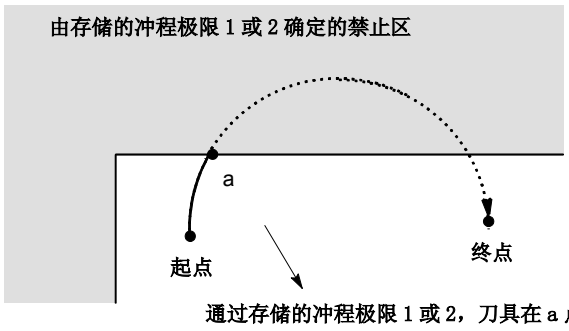
6.4 移动前的冲程极限检查

在自动操作时，在程序块开始移动之前，从机床的当前位置和被指定的移动距离检查终点位置，对刀具是否进入存储的冲程极限 1 或 2 确定的禁止区进行检查。当进入禁止区时，在该程序块刚刚开始移动时立即停止移动，发出报警显示。

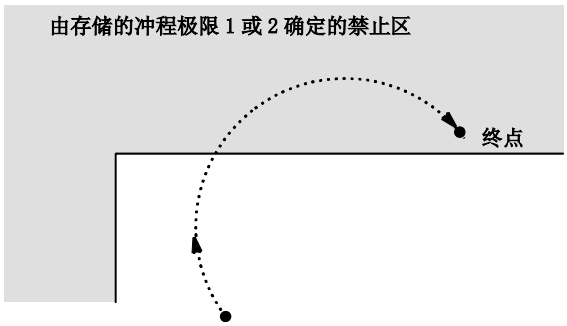
注意

对在每一程序块设定的移动距离的终点坐标值是否进入禁止区进行检查，但如果处在移动命令的中途，则不进行检查。但是，如果刀具进入由存储的冲程极限 1 或 2 确定的禁止区，则发出报警。

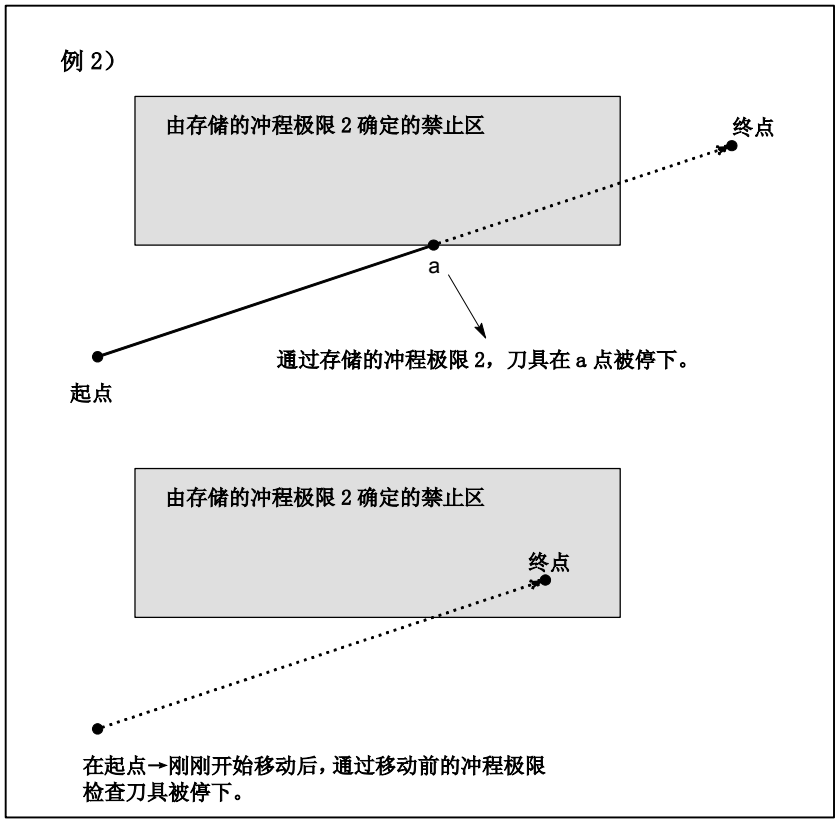
例 1）



通过存储的冲程极限 1 或 2，刀具在 a 点被停下。



在起点→刚刚开始移动后，通过移动前的冲程极限检查刀具被停下。



详细说明

当移动前进行冲程极限检查时，是否检查 G31（跳跃功能）及 G37（刀具自动补偿）程序块的移动，可由参数 NPC（No.1301#2）来选择。

限制

- **机床锁定**

  如果在开始移动时就处在机床锁定状态，就不会在移动之前进行存储的冲程极限检查。

- **G23**

  当存储的冲程极限 2 无效（G23 方式）时，对刀具是否会进入由存储的冲程极限 2 所确定的禁止区不进行检查。

- **程序的重新启动**

  当重新启动程序时，如果重新启动位置在禁止区内，报警器发出报警。

- **在进刀暂停之后的手动干预**

  在进刀暂停后进行手动干预并重新启动程序块时，即使手动干预后的终点位置处在禁止区内也不会发出报警。

- **由多个操作组成的程序块**

  如果执行由多个操作（例如固定循环及指数函数插补）组成的程序块时，只要其终点位置进入禁止区，报警器就会发出报警。

- **圆柱插补方式**

  在圆柱插补方式下，不进行检查。

- **倾斜轴控制**

  备有倾斜轴控制选项时，不进行检查。

- **简单同步控制**

  在简单同步控制下，仅检查主动轴，对从动轴不进行检查。

- **描绘**

在动态图形显示的描绘过程中（机床不移动而只进行描绘时），不进行检查。

- **PMC 轴控制**

对基于 PMC 轴控制的移动，不进行检查。

报警

报警号	信息	内容
5 1 0	**OVER TRAVEL:+n**	移动前冲程极限检查程序块终点进入沿第 n 轴正侧的冲程极限禁止区。请修改程序。
5 1 1	**OVER TRAVEL:-n**	移动前冲程极限检查程序块终点进入沿第 n 轴负侧的冲程极限禁止区。请修改程序。

7 报警和自诊断功能

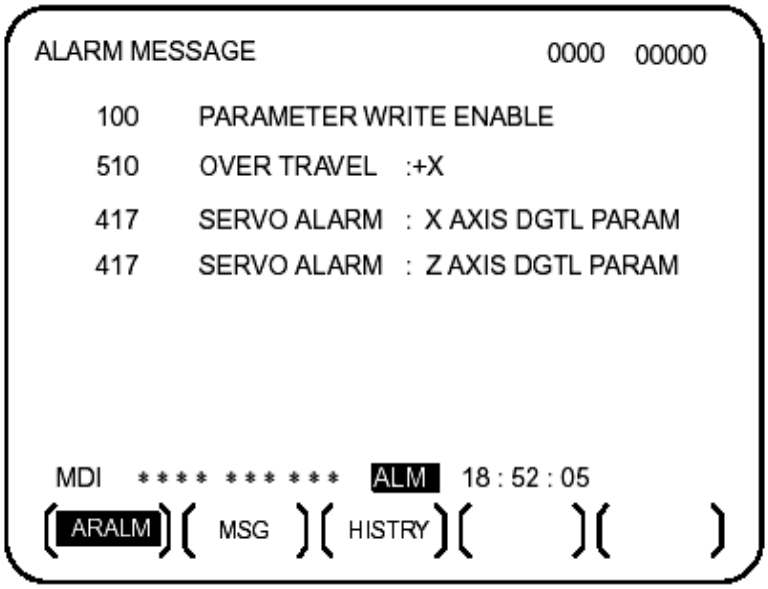
当产生报警时，相关的报警画面就会出现以显示报警原因。报警原因按错误代码划分。可以存储并显示最多 50 个报警（报警履历显示）。
系统有时好像处于停顿，此时并不显示任何报警信息。在这种情况下，系统有可能正在进行一些处理。系统的这种状态可以通过自诊断功能进行诊断。

7.1 报警显示

详细说明

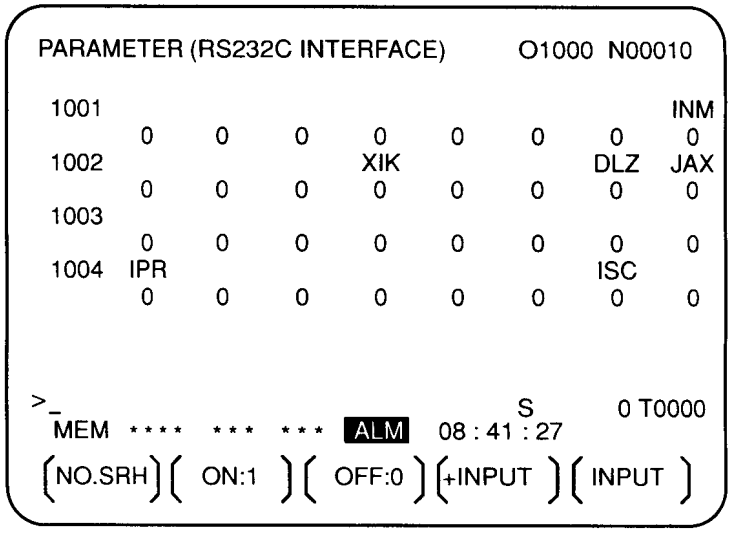
- **报警画面**

当产生报警时，报警画面就会显示。



- **报警显示的另一种方法**

在有些情况下，不出现报警信息，但是会在该画面的底部显示 **ALM**。



在这种情况下，按以下步骤显示报警画面：

1. 按下功能键 

。

2. 按下章节选择键 **[ALARM]**。

- **报警的复位**

报警号和信息指出了产生报警的原因。要恢复系统的运行，应消除报警的起因，然后按下复位键。

- **错误代码**

错误代码按以下情况进行分类：

No.000——255：P/S 报警（程序错误）（*）
No.300——349：绝对脉冲编码器（APC）报警
No.350——399：串行脉冲编码器(SPC)报警
No.400——499：伺服报警（1/2）
No.500——599：超程报警
No.600——699：伺服报警（2/2）
No.700——739：过热报警
No.740——748：刚性攻丝报警
No.749——799：主轴报警
No.900——999：系统报警
No.5000 以上：P/S 报警(程序错误)

* 如果报警（No.000—255）的产生与后台操作相关，就会显示“xxxBP/S **ALARM**”（其中,xxx 为报警号）。只有一个 BP/S 报警为 No.140。
有关报警的详细情况，请见附录 G 中的报警表。

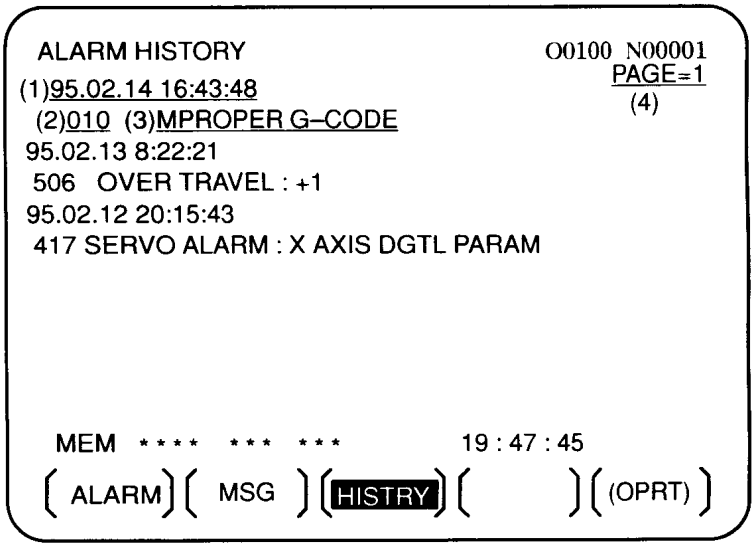
7.2 报警履历显示

最多可存储并且在画面上显示 50 个最近出现的报警信息。
显示报警履历的操作步骤如下：

报警履历的显示步骤

操作步骤

1. 按下功能键 MESSAGE。
2. 按下章节选择软键**[HISTRY]**。
   显示报警履历。
   显示下面的信息项目。
   （1）出现报警的日期
   （2）报警号
   （3）报警信息（有些没有信息）
   （4）页号
3. 用翻页键进行换页。
4. 要删除纪录的信息，请按软键 **[(OPRT)]** 然后再按软键**[DELETE]**键。



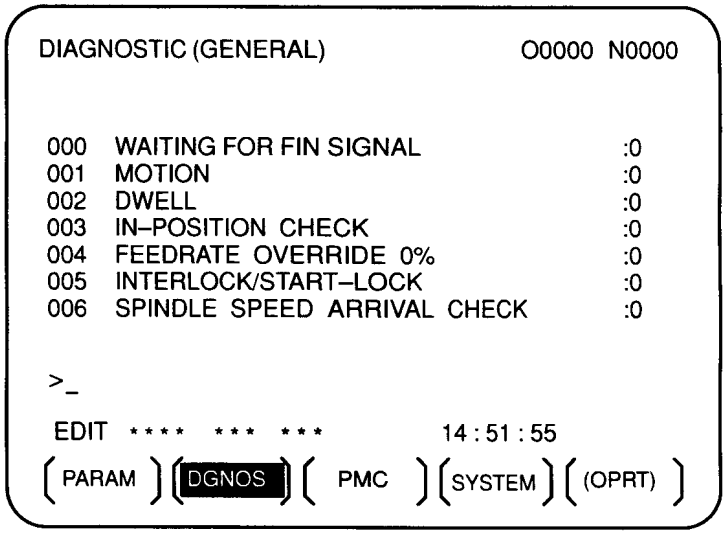
7.3 通过自诊断画面检查系统

系统有时看起来停顿了，此时没有出现报警信息。这时，系统可能在进行一些操作。系统的状态可以通过自诊断显示画面进行检查。

诊断步骤

诊断步骤

1. 按下功能键 SYSTEM。
2. 按下自诊断选择键 **[DGNOS]**。
3. 诊断画面有很多页，通过下列的操作显示各屏幕。
   （1） 通过翻页键进行翻页。
   （2） 通过软键的方法
   —键入需要显示的诊断号
   —按下**[N SRCH]**键。



详细说明

诊断号 000 到 015 指出了当一个指令在执行时，但是它却看起来没有执行的状态。下面的表格列出了画面上每行的右边显示为 1 时的内部状态。

表 7.3(a) 指定一条命令后，但是该命令好像并未执行的报警显示

诊断号	显示	当显示为 1 时的内部状态
000	WAITING FOR FIN SINGAL	正在执行 M,S,T 功能，等待 FIN 完成信号
001	MOTION	在自动运行方式下正在执行移动命令
002	DWELL	正在执行停刀命令
003	IN-POSITION CHECK	正在执行到位检测
004	FEEDRATE OVERRIDE 0%	切削进给倍率 0%
005	INTERLOCK/START-LOCK	互锁接通
006	SPINDLE SPEED ARRIVAL CHECK	主轴速度到达信号检测
010	RUNCHING	正在传出（数据）
011	READING	正在读入（数据）
012	WAITING FOR (UN)CLAMP	B 轴分度工作台操作前等待分度工作台的夹紧或松开
013	JOG FEEDRATE OVERRIDE 0%	JOG 进给倍率 0%
014	WAITING FOR RESET.ESP.RRW.OFF	急停，外部复位，复位&倒带，或者 MDI 上的复位键接通。
015	EXTERNAL PROGRAM NUMBER SEARCH	外部程序号检索

表 7.3 (b) 自动运行停止或暂停时的报警显示

诊断号	显示	当显示为 1 时的内部状态
020	CUT SPEED UP/DOWN	发生急停或者发生伺服报警
021	RESET BUTTON ON	复位键信号接通
022	RESET AND REWIND ON	复位和倒带信号接通
023	EMERGENCY STOP ON	急停
024	RESET ON	外部复位，急停，复位，或者复位/倒带键接通
025	STOP MOTION OR DWELL	停止脉冲分配的标志。在下列情况时设置。 （1） 外部复位信号通。 （2） 复位/倒带信号通。 （3） 急停。 （4） 进给暂停。 （5） MDI 面板的复位键接通。 （6） 手动方式(JOG/HANDLE/INC)。 （7） 其它报警发生时。 (未被设置的报警。)

下表显示了当每一个诊断数据项目被设置为 1 时的信号和状态。诊断数据的一种组合指出了一种系统的状态。

020	CUT SPEED UP/DOWN	1	0	0	0	1	0	0
021	RESET BUTTON ON	0	0	1	0	0	0	0
022	RESET AND REWIND ON	0	0	0	0	0	0	0
023	EMERGENCY STOP ON	1	0	0	0	0	0	0
024	RESET ON	1	1	1	1	0	0	0
025	STOP MOTION OR DWELL	1	1	1	1	1	1	0

急停信号输入
外部复位信号输入
MDI 复位键通
复位/倒带信号输入
伺服报警发生
转换到其它方式或者进给暂停
单程序段停止

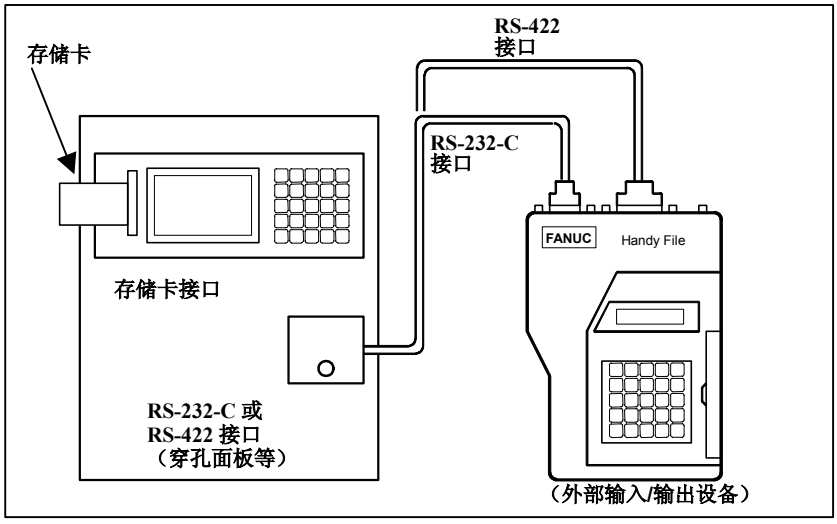
诊断号 030 和 031 指出了 TH 报警状态

诊断号	显示	数据的含义
030	CHARACTER NUMBER TH DATA	引起 TH 报警的字符位置，显示从段的开始到 TH 报警的字符数
031	TH DATA	引起 TH 报警的字符代码

8 数据输入/输出

NC 数据可在 CNC 和外部输入/输出设备之间传输。可以用显示器左边的存储卡接口，将写入到存储卡内的信息，读入 CNC 内部或者写入到存储卡上。下述类型数据可以输入和输出：

1. 程序
2. 编移数据
3. 参数
4. 螺距误差补偿数据
5. 用户宏程序公共变量在使用输入/输出设备之前，必须设定与输入/输出设备有关的参数。关于如何设定参数，见Ⅲ-2 章“操作设备”。



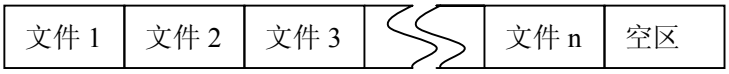
8.1 文件

作为外部输入/输出设备，FANUC 的手持文件盒用软盘作为输入/输出介质。
本文叙述时，用的输入/输出介质一词通常是指软盘。
与纸带不同，软盘允许用户自由选择数据在磁盘上的文件存储形式。
用软盘进行数据输入/输出时，可用几个软盘。

详细说明

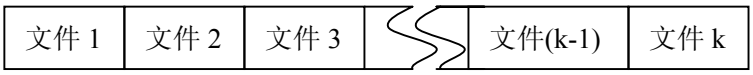
- **文件**

软盘和 CNC 之间通过输入/输出操作（按下 **VREADW** 或 **VPUNCHW** 键）传输的数据单位称为文件（File）。例如，从软盘输入 CNC 程序或把它们传送到软盘，CNC 存储器中一个和几个程序被处理为一个文件。
文件被自动编号为 1，2，3，4 等，开头的文件为 1。

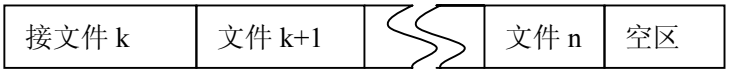


- **更换软盘**

当一个文件存在两张以上的软盘上时，在第一张软盘的输入/输出完成后软驱上的 LED 就会亮，提示换上第二张软盘。在这种情况下，将软驱中的第一张软盘取出并插入第二张软盘。然后数据的传输就会自动的重新开始。
当进行文件查找或者文件删除时，若第二张软盘及其后续的软盘需要更换时，系统会进行提示。
软盘 1



软盘 2



因为软盘的更换是通过输入/输出设备进行的，不需要任何特别的操作。CNC 自动中断数据的输入/输出操作，直到下一张软盘插入软驱。
当 CNC 在换盘期间执行了复位时，CNC 并不立即复位，但是在软盘更换之后才复位。

- **保护开关**

软盘有写保护开关。将开关设置为写使能状态，然后才能开始输出操作。

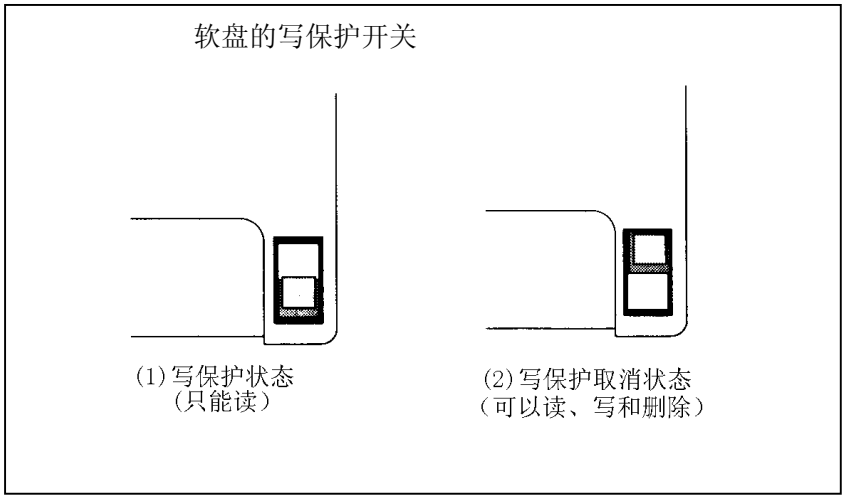


图 8.1 写保护开关

- **书写标记**

一旦被写入软盘和卡等介质上后，数据可以通过数据内容和文件号的关联性被读出。除非数据内容和文件号被传出到 CNC 且显示，数据内容和文件号的关联性都不能改变。通过显示功能，数据内容显示为软盘的目录。

（查看 **III-8.8**）

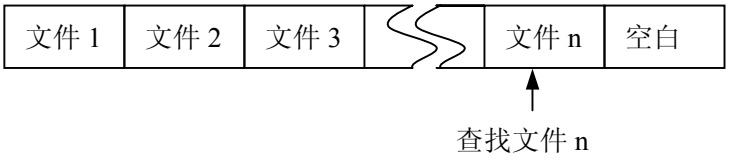
为显示软盘的中的内容，可在软盘背面的备忘录一栏记录文件的号码和内容。

（备忘录实例）

文件 1　NC 参数
文件 2　偏置数据
文件 3　NC 程序 O0100
…
…
…
文件(n-1) NC 程序 O0500
文件 n　NC 程序 O0600

8.2 文件查找

从软盘中输入程序时，必须先查找需要输入的文件。
为此，请执行下面的操作。



查找文件

步骤

1. 让系统处于 **EDIT** 或者 **MEMORY 方式**。
2. 按下功能键 PROG，显示程序内容浏览画面或程序检查画面。
3. 按下软键 **[(OPRT)]** 。
4. 按下最右边的软键 ▷ （菜单扩展键）。
5. 输入地址 N。
6. 输入要查找的文件号。
   - N0

   查找软盘或者卡的开头。
   - N1 到 N9999 中的一文件

   查找文件号为 1 到 9999 间的一个文件。
   - N-9999

   查找从上次操作文件的下一个文件号到 9999 间的一个文件。
   - N-9998

   当指定N-9998时，会在每次一个文件输入/输出后自动插入N-9999。这种状况在指定 N1,N1 to N9999，N-9999 或者复位后会自动终止。
7. 按下软键 **[F SRH]** 和 **[EXEC]**。
   查找指定的文件。

详细说明

- **通过 N-9999 查找文件**

通过指定文件号 N1 到 N9999 之间的一个，顺序查找文件或者首先查找 N1 到 N9999 其中的一个，然后使用 N-9999 的方法查找，会得到同样的结果。后一种方法用的时间较短。

报警

报警号	说明
86	输入/输出设备的准备好信号（DR）被关闭。 即使在文件头查找过程中发生报警，在 CNC 中也不会立即显示报警（文件没有找着，或者类似的情况）。 其后进行输入/输出操作时会显示报警。此外在向空盘写入一个定义为 N1 程序时也会出现此报警。（此时，须指定文件号）。

8.3 文件删除

存储在软盘上的文件可以根据需要一个一个地删除。

文件删除

步骤

1. 将软盘插入到输入/输出设备中以准备读写。
2. 让系统处于 **EDIT** 方式。
3. 按下功能键[PROG]后，显示程序内容显示画面。
4. 按下软键 **[(OPRT)]**。
5. 按下最右边的软键 [▷] (菜单扩展键)。
6. 输入地址 N。
7. 输入要删除的文件号（从 1 到 9999）。
8. 按下软键 **[DELETE]**，然后再按软键 **[EXEC]** 键，则在 7 中指定的文件被删除。

详细说明

- **文件删除之后的文件号**

当文件删除后，其后的文件号就自动减 1。假设文件号为 k 的文件被删除了，这时，文件按下面所示重新编号：

删除之前	删除之后
1~(k>1)	1~(k>1)
k	删除
(k+1)~n	k~(n>1)

- **保护开关**

将写保护开关设置为可写状态，才能删除文件。

8.4 程序输入/输出

8.4.1 输入程序

这部分叙述如何从软盘或者 NC 纸带将程序送到 CNC 中。

输入程序

步骤

1. 请确认输入设备是否准备好
2. 让系统处于 **EDIT** 方式。
3. 使用软盘时，根据第**III-8.2** 节中的过程查找必要的文件。
4. 按下功能键[PROG]，显示程序内容画面或者程序目录画面。
5. 按下软键**[(OPRT)]**。
6. 按下最右边的软键 [▷] （菜单扩展键）。
7. 输入地址 **O** 后，输入赋值给程序的程序号。如果不指定程序号，就会使用软盘或者纸带中的程序号。
8. 按下软键**[READ]**和**[EXEC]**
   程序被输入，并赋以第 7 步中指定的程序号。

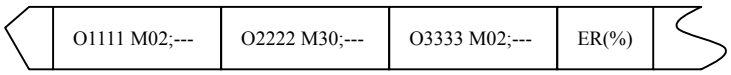
详细说明

- **核对**

  如果在机床操作面板上的数据保护开关打开时，进行程序输入操作，输入后，存到存储器中的程序就会和软盘上或者纸带上的内容进行核对。如果在校对过程中发现不相符时，就会停止核对并出现报警（P/S No.079）。
  如果上述的操作是在数据保护键关闭的情况下进行的，就不会进行核对，但程序会注册到内存中。

- **从 NC 纸带中输入多个程序**

  当纸带存储有多个程序时， 当读到 ER(%)时就会结束。



- **NC 纸带上的程序号**

  • 当输入程序的程序没有指定程序号时。

  . NC 纸带上的 **O**-号码就会赋给程序。
  如果程序没有 **O** 号码，在第一段程序中的 N-号码就会赋给程序。

  . 当程序既没有 **O** 号码，又没有 N 号码时，上一个程序号加 1 后的数字就会赋给程序。

  . 当程序没有 **O**-号码，但在程序的开头有一个 5 位的顺序号时，顺序号的 4 位就用来作为程序号。如果低 4 位为 0，则上一个注册的程序号码加 1 后的数字就赋给程序作程序号。

  • 当输入程序带有程序号时
  纸带上的 **O**-号码被忽略并且将指定的程序号赋给程序。当程序后面还有另外的程序时，则第一个程序将被赋给指定的程序号。其他程序的程序号是依次加 1。

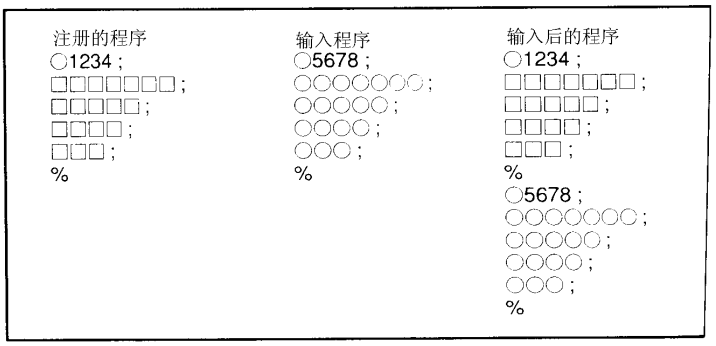
- **背景编辑时注册程序**

  注册程序的方法与前景的方法一样。然而，这种操作是在背景编辑区域注册程序。程序编辑时，用下述操作可将程序注册到前景程序存储的后面。

  [(OPRT)] [BG-END]

- **程序的贴补输入**

  输入的程序可以加到已注册程序的后面。



  在上面的例子中，程序 O5678 的所有行都贴补到程序 O1234 的后边。此时，程序号 O5678 没被注册。当输入的程序要贴补到已注册程序后面时，则在第 8 步中不必指定程序号码，按下**[READ]** 软键，然后按下**[CHAIN]**和**[EXEC]**软键。

  • 在整个程序输入中，程序的所有行除 O 号码之外，都被贴补到前一程序后面。

  • 为取消贴补输入方式，可按下复位键或者**[CAN]**或**[STOP]**软键。

- 按下**[CHAIN]**软键，将光标移动到注册程序的末尾。一旦程序被输入，光标就会被定位到新程序的开始。
- 贴补输入只在程序已经被注册到程序中时才能实现。

- **指定与已存在的程序相同的程序号**

如果试图以与已注册程序相同的程序号注册新程序，就会出现 P/S 报警 073 号，并且该程序不能被注册。

报警

报警号	描述
70	内存的容量不足以存储输入的程序
73	试图以内存中相同的程序号存储程序。
79	在核对时发现注册到内存中的程序与软盘上或者 NC 纸带上的程序不一致。

8.4.2 输出程序

存储于 CNC 单元内存中的程序输出到软盘或者纸带上。

输出程序

步骤

1．确认输出设备已经准备好。
2．要输出到纸带，通过参数指定穿孔代码类别（**ISO** 或 **EIA**）。
3．让系统处于 **EDIT** 方式。
4．按下功能键[PROG]，显示程序内容画面或者程序目录画面。
5．按下软键 **[(OPRT)]**。
6．再按下最右边的软键 [▷]（菜单扩展键）。
7．输入地址 O。
8．输入程序号。如果输入-9999，则所有存储在内存中的程序都将被输出。
要想一次输出多个程序，可象下面一样，指定程序号范围：
O△△△△, O□□□□
则程序 No.△△△△到 No.□□□□都将被输出。
当参数第 3107 号第 4 位(SOR)设定为 1 时程序目录画面显示的程序号按升序排列。
9．按下软键 **[PUNCH]** 和 **[EXEC]**
指定的一个或多个程序就被输出。

详细说明

（输出到软盘上）

- **文件输出位置**

当输出到软盘上时，则程序在磁盘上已存文件后面按新文件输出。若按上述操作，查找到文件头 N0，则新文件要从文件开头书写，使得老文件全部作废。

- **程序输出时的报警**

当程序输出时发生 P/S 报警（No.86）后，软盘被恢复到输出之前的状态。

- **在文件标题后输出程序**

当文件在执行完标题查找（N1 到 N9999）之后输出时，则新文件被输出到指定的第 n 个位置。在这种情况下，1 到 n-1 老文件是有效的，但是 n 文件之后的老文件都将被删除。如果在输出期间发生了报警，则仅恢复从 1 到 n-1 的文件。

- **有效使用空间**

要有效地使用软盘或者卡上的空间，可将参数 **NFD**（No.0101#7,No0111#7 或 No0121#7）设置为 1。这个参数可使同步孔不输出因之可有效使用空间。

- **备忘录**

文件从 CNC 输出到软盘或是重新输入到 CNC 内存中以及与 CNC 内存中的文件进行核对时，通过文件号进行的标题查找是有必要的，因此，在文件从 CNC 输出到软盘上时，请立即在备忘录上记上它的文件号。

- **在背景中将程序输出至穿孔机**

其输出操作与前景时相同。这个功能本身也可以在前景操作中对一个选定的程序输出。
<O>（程序号）**[PUNCH] [EXEC]**：穿孔输出一个指定的程序。
<O>H-9999I **[PUNCH] [EXEC]**：穿孔输出所有程序。

详细说明

（输出到 NC 纸带）

- **格式**

一个程序以如下的格式输出到纸带。



如果 3 英寸的同步孔太长，请在同步孔穿孔时按下[CAN]键，以取消其后的同步孔。

- **TV 校验**

一个用于 TV 校验的空格码会自动穿孔输出。

- **ISO 码**

当程序以 ISO 码的形式穿孔输出时，在 LF 码之后会输出两个 CR 码。

----------LF CR CR

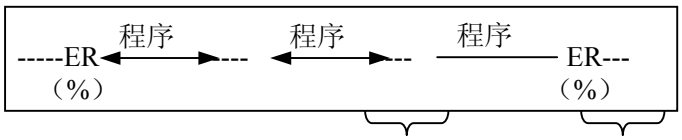
通过设置参数 **NCR**(No.0100#3)，可以省略 CR 码的输出，这样 LF 后就没有 CR。

- **停止打孔**

按下[RESET]键停止穿孔输出。

- **将所有程序穿孔输出**

所有的程序可以以如下的格式穿孔输出至纸带上。



程序输出的顺序没有指定。

8.5 偏置数据的输入/输出

8.5.1 输入偏置数据

将偏置数据从软盘或者 NC 纸带输入到 CNC 的内存中。输入格式与偏置值输出时的格式一样，请参阅**III-8.5.2**。当输入的偏置号与内存中已存储的偏置值号相同时，输入的数据就替换了已存在的数据。

输入偏置数据的步骤

步骤

1. 确认输入设备已经准备好。
2. 让系统处于 **EDIT** 方式。
3. 当使用软盘时，按照第**III-8.2** 的程序查找需要的文件。
4. 按下功能键 OFFSET SETTING ，显示刀具补偿画面。
5. 按下软键 **[(OPRT)]**。
6. 按下最右边的键 ▷（菜单扩展键）
7. 按下软键 **[READ]** 和 **[EXEC]**。
8. 输入操作完成后，输入的数据会显示在画面。

8.5.2 输出偏置数据

所有的偏置数据以输出格式从 CNC 内存输出到软盘或者纸带上。

输出偏置数据

步骤

1. 确认输出设备已经准备好。
2. 通过参数指定穿孔输出的代码（ISO 或 EIA）。
3. 使系统处于 **EDIT** 方式。
4. 按下功能键[OFFSET SETTING]，显示刀具补偿画面。
5. 按下软键**[(OPRT)]**。
6. 按下最右边的键[▷]（菜单扩展键）
7. 按下软键**[PUNCH]**和**[EXEC]**。
   偏置数据按照下面叙述的格式输出。

详细说明

- **输出格式**

输出格式如下：

格式

设置/修改 H 代码的几何补偿量
G10 L10 P_R_;
设置/修改 D 代码的几何补偿量
G10 L12 P_R_;
设置/修改 H 代码的磨损补偿量
G10 L11 P_R_;
设置/修改 D 代码的磨损补偿量
G10 L13 P_R_;

为与传统的 CNC 补偿量的格式兼容，可以用 L1 来代替 L11。

- **输出文件名称**

当使用软盘目录显示功能时，输出文件的名称为 OFFSET。

8.6 参数和螺距误差补偿数据的输入/输出

参数和螺距误差补偿值分别是从不同的画面进行输入和输出的。这章叙述输入/输出方法。

8.6.1 输入参数

参数从软盘或者 NC 纸带输入到 CNC 内存中。输入格式与输出格式相同。参阅III-8.6.2 节。当输入的参数号与 CNC 内存中存的参数号相同时，输入参数就会替换已经存在的数据。

输入参数

步骤

1. 确认输入设备已经准备好。
2. 当使用软盘时，按照**III-8.2** 节中所述的过程查找需要的文件。
3. 使系统处于**急停**状态（**EMERGENCY STOP**）。
4. 按下功能键[OFFSET SETTING]。
5. 按下章节选择的软键 **[SETING]**，出现 SETTING 画面。
6. 在 SETTING 数据中，当画面提示“**PARAMETER WRITE (PWE)**”时输入 1。出现报警 P/S 100 (表明参数可写)。
7. 按下软键[SYSTEM]。
8. 按下章节选择软键 **[PARAM]**，出现参数画面。
9. 按下软键 **[(OPRT)]**。
10. 按下最右边的软键 [▷]（菜单扩展键）。
11. 按下软键**[READ]**和**[EXEC]**。
    参数被读到内存中。输入完成后，在画面的右下脚出现的“INPUT”字样会消失。
12. 按下功能键[OFFSET SETTING]。
13. 按下用于章节选择的软键**[SETING]**。
14. 在 SETTING 数据中，当提示“**PARAMETER WRITE (PWE)**”时输入 0。

15. 切断 CNC 电源后再通电。
16. 解除系统的**急停“EMERGENCY STOP”**状态。

8.6.2 输出参数

所有的参数都以指定的格式从CNC内存中输出到软盘或者NC纸带上。

输出参数

步骤

1. 确认输出设备已经准备好。
2. 通过参数指定穿孔代码（**ISO** 或 **EIA**）。
3. 使系统处于 **EDIT** 状态。
4. 按下功能键[SYSTEM]，出现参数画面。
5. 按下章节选择键 **[PARAM]**。
6. 按下软键 **[(OPRT)]**。
7. 按下最右边的软键 [▷] （菜单扩展键）。
8. 按下软键 **[PUNCH]**。
9. 要输出所有的参数，按下 **[ALL]**软键。要想输出设置为非 0 的参数，按下 **[NON-0]** 软键。
10. 按下软键 **[EXEC]**。
    所有的参数以指定的格式输出。

详细说明

- **输出格式**

输出格式如下：

N…P….;
N…A1P.A2P..AnP..;
N…P….;

N…:参数号
A…:轴号（n 为控制轴的号码）
P…:参数设置值。

- **输出文件名称**

当使用软盘目录显示功能时，输出文件的名称为 PARAMETER。
当所有参数输出时，输出文件名为 ALL PARAMETER。如果仅有设置为非 0 的参数被输出，则输出文件名为 NON-0.PARAMETER。

- **值为 0 的参数不输出**

要想禁止下列参数输出，按下**[PUNCH]**软键，然后按下**[NON-0]**软键。

	轴型之外的参数	**轴型参数**
位型	所有位都为 0 的参数	均为 0 的某轴参数
值型	值为 0 的参数	其值为 0 的某轴参数

8.6.3 输入螺距误差补偿值

将螺距误差值从软盘或者 NC 纸带输入到 CNC 内存中。输入格式与输出格式相同。参阅**III-8.6.4** 节。当输入的螺距误差数据号与 CNC 内存已存的数据号相同时，则输入的数据替换已经存在的数据。

输入螺距误差补偿值

步骤

1. 确认输入设备已经准备好。
2. 使用软盘时，按照**III-8.2** 节中的所述查找文件。
3. 使系统处于**急停**状态（**EMERGENCY STOP**）。
4. 按下功能键 OFFSET SETTING。
5. 按下章节选择软键**[SETING]**。
6. 当提示写入参数 PWE 时输入 1，这时会出现 P/S100 报警（表示参数可写）。
7. 按下软键OFFSET SETTING。
8. 按下最右边的软键 ▷（菜单扩展键），然后按下章节选择软键**[PITCH]**。
9. 按下软键**[(OPRT)]**。
10. 按下最右边的软键 ▷（菜单扩展键）。
11. 按下软键**[READ]**和**[EXEC]**。
    参数被读到内存中。输入完成后，在画面的右下脚显示“INPUT”字样消失。
12. 按下功能键OFFSET SETTING。
13. 按下用于章节选择的软键**[SETING]**。
14. 在设置（SETTING）数据中，当有提示“**PARAMETER WRITE(PWE)**”时，输入 0。
15. 关掉电源，然后再通电。。
16. 解除系统的**急停**“**EMERGENCY STOP**”状态。

详细说明

- **螺距误差补偿**

参数 3620 到 3624 和螺距误差补偿数据必须进行正确的设置,才能得到正确的螺距误差补偿（见 **III-11.5.2**）。

8.6.4 输出螺距误差补偿值

所有的螺距误差补偿值按照指定的格式从 CNC 内存输出到软盘或者 NC 纸带中。

输出螺距误差补偿值

步骤

1. 确认输出设备已经准备好。
2. 通过参数指定穿孔代码（**ISO** 或 **EIA**）。
3. 使系统处于 **EDIT** 状态。
4. 按下功能键[SYSTEM]。
5. 按下最右边的软键 [▷] （菜单扩展键）并按下章节选择软键 **[PITCH]**。
6. 按下软键**[(OPRT)]**。
7. 按下最右边的软键 [▷] （菜单扩展键）。
8. 按下软键**[PUNCH]**和**[EXEC]**。
   所有的参数按指定的格式输出。

详细说明

- **输出格式**

输出格式如下：
N 10000 P … ;
N 11023 P ……;
N…:螺距误差补偿点 NO.+10000
P…:螺距误差补偿值

当使用双向螺距误差补偿时，输出格式如下：
N 20000 P … ;
N 21023 P ……;
N 23000 P … ;
N 24023 P ……;
N…:螺距误差补偿点 NO.+20000
P…:螺距误差补偿值

- **输出文件名**

当使用软盘目录显示功能时，输出文件名为“**PITCH ERROR**”。

8.7 用户宏程序的公共变量的输入/输出

8.7.1 用户宏程序公共变量的输入

将用户宏程序的公共变量（#500~#999）从软盘或者 NC 纸带中输入到 CNC 内存中。输入的变量格式与输出时相同。参阅**III-8.7.2** 节。要使宏变量有效，输入数据必须在输入后，通过按下循环启动按钮执行。公共变量输入到内存后，将原来内存中相同号的变量替换。

用户宏程序的公共变量的输入

步骤

1. 按照**III-8.4.1** 的步骤注册输出的程序（见 **III—8.7.2**）。
2. 输入完成后，使系统处于**自动运行**（**MEMORY** ）方式。
3. 按下循环启动执行输入的程序。
4. 显示宏变量画面，检查宏变量的值是否已经正确设置。

显示宏变量画面

- 按下功能键 OFFSET SETTING。
- 按下最右边的软键 ▷（菜单扩展键）。
- 按下软键 **[MACRO]**。
- 通过翻页键或数字键和软键**[NO.SRH]**选择宏变量。

详细说明

- **公共变量**

公共变量（#500~#999）可以输入/输出。
当参数 **PU5(No.6001#3)**设为 1 时，也可以输出#100~#199 宏变量。

8.7.2 用户宏程序公共变量的输出

存储在内存中的用户宏程序的公共变量（#500~#999）可以按照指定的格式输出到软盘或者 NC 纸带上。

用户宏程序公共变量的输出

步骤

1. 确认输出设备已经准备好。
2. 通过参数指定穿孔代码（**ISO** 或 **EIA**）。
3. 按下机床操作面板上的 **EDIT**（编辑）按钮。
4. 按下功能键 OFFSET SETTING。
5. 按下最右边的软键 ▷（菜单扩展键），然后按下软键**[MACRO]**。
6. 按下软键**[(OPRT)]**。
7. 按下最右边的软键 ▷（菜单扩展键）。
8. 按下软键**[PUNCH]**和**[EXEC]**。
   公共变量以定义的格式输出。

详细说明

- **输出格式**

输出格式如下：

```
%
;
#500=[25283*65536+65536]/134217728  ……(1)
#501=#0;……(2)
#502=0;……..(3)
#503= ……;
……;
……;
#531=……..;
M02;
%
```

（1） 变量的精度是通过输出变量<表达式>的值来保持的。
（2） 没有定义的变量。
（3） 当变量的值为 0 时。

- **输出文件名称**

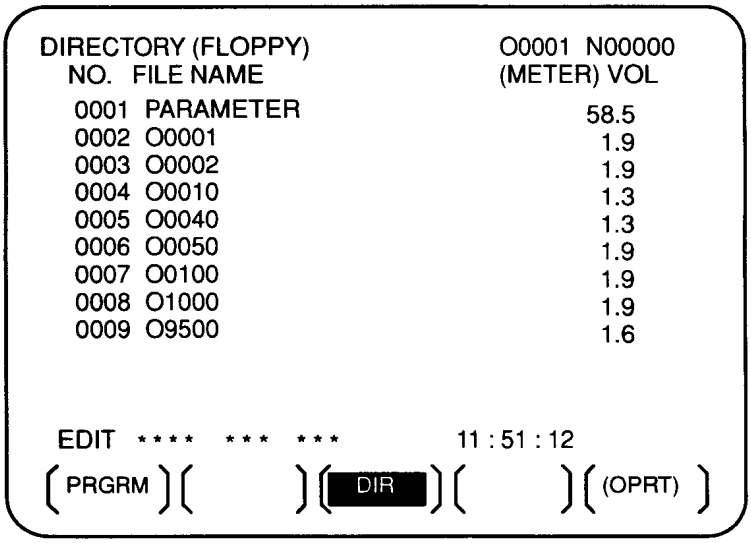
输出文件的名称为“**MACRO VAR**”。

- **公共变量**

公共变量（#500~#999）可以被输入/输出。
通过将参数 **PU5(No.6001#3)**设置为 1，也可以输入和输出#100~#199 的变量值。

8.8 软盘中目录的显示

可以在软盘的目录显示画面上，进行文件的一览显示（目录显示）的输入/输出和删除，这些文件事先已被登录在软盘格式的外部输入/输出设备(FANUC Handy File 等)上。



8.8.1 显示目录

软盘中文件目录的显示

步骤 1

用下面的步骤显示存储在软盘上所有文件的目录：

1. 使系统处于 **EDIT（编辑）**方式。
2. 按下功能键[PROG]。
3. 按下最右边的软键 [▷]（菜单扩展键）。
4. 按下软键**[FLOPPY]**。
5. 按下页面键[PAGE↑] 或者[PAGE↓]。
6. 画面显示如下。

```
DIRECTORY (FLOPPY)                O0001 N00000
NO. FILE NAME                  (METER) VOL
0001 PARAMETER                        58.5
0002 O0001                            1.9
0003 O0002                            1.9
0004 O0010                            1.3
0005 O0040                            1.3
0006 O0050                            1.9
0007 O0100                            1.9
0008 O1000                            1.9
0009 O9500                            1.6

EDIT ****   ***   ***                 11:53:04
[ F SRH ] [ READ ] [ PUNCH ] [ DELETE ] [        ]
```

图 8.8.1(a)

7. 按下翻页键，以显示目录的另一页。

步骤 2

用下面的步骤显示从指定文件号开始的文件目录：

1. 使系统处于 **EDIT（编辑）方式**。
2. 按下功能键 PROG。
3. 按下画面最右边的软键 ▷ (菜单扩展键)。
4. 按下软键**[FLOPPY]**。
5. 按下软键**[(OPRT)]**。
6. 按下软键**[F SRH]**。
7. 输入文件号。
8. 按下软键**[F SET]**和**[EXEC]**。
9. 按下翻页键显示文件目录的另一页。
10. 按下软键 **[CAN]** 返回如图 8.8.1(a)所示的软键显示画面。

```
DIRECTORY (FLOPPY)                O0001 N00000
NO. FILE NAME                    (METER) VOL
0005 O0040                              1.3
0006 O0050                              1.9
0007 O0100                              1.9
0008 O1000                              1.9
0009 O9500                              1.6


SEARCH
FILE NO.=
>_
EDIT ****   ***   ***                  11:54:19
[ F SET ] [       ] [       ] [  CAN  ] [ EXEC  ]
```

图 8.8.1（b）

详细说明

- **画面分区及其含义**

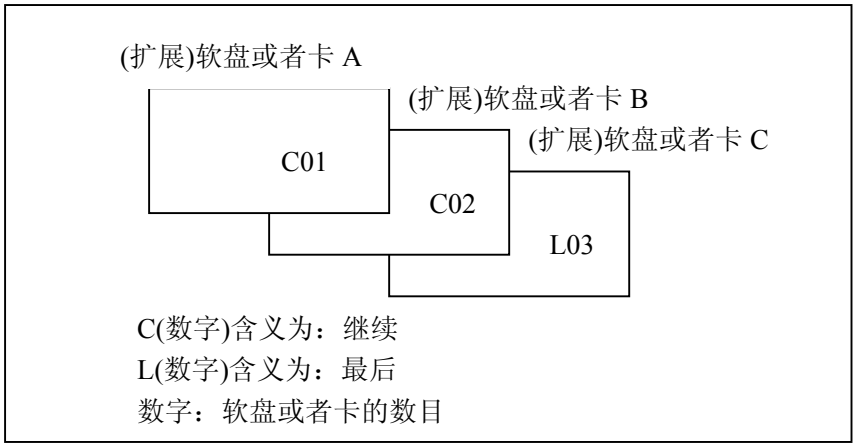
NO ：显示文件号。

FILE NAME：显示文件名称。

(METER) ：转换并显示文件容量相当于纸带的长度。你也可以创建 **H**。

(FEET) ：通过设置（SETTING）参数将 **INPUT UNIT** 设置为 **INCH** 可按英寸显示文件容量。

VOL. ：当文件分为几个磁盘存储时，显示这一状态。



8.8.2 读入文件

指定文件号的内容读入到 CNC 的内存中。

读入文件

步骤

1. 使系统处于 **EDIT（编辑）**方式。
2. 按下功能键**[PROG]**。
3. 按下最右边的软键 [▷] （菜单扩展键）。
4. 按下软键**[FLOPPY]**。
5. 按下软键**[(OPRT)]**。
6. 按下软键**[READ]**。

```
DIRECTORY (FLOPPY)                O0001 N00000
   NO. FILE NAME                (METER) VOL
   0001 PARAMETER                      58.5
   0002 O0001                           1.9
   0003 O0002                           1.9
   0004 O0010                           1.3
   0005 O0040                           1.3
   0006 O0050                           1.9
   0007 O0100                           1.9
   0008 O1000                           1.9
   0009 O9500                           1.6
READ
FILE NO.=                      PROGRAM NO.=
>_
EDIT ****   ***   ***          11:55:04
[ F SET ] [ O SET ] [ STOP ] [   CAN   ] [   EXEC ]
```

7. 输入文件号。
8. 按下软键**[F SET]**。
9. 要修改程序号，输入程序号，然后按下软键**[O SET]**。
10. 按下软键**[EXEC]**。画面左下角标明的程序号自动加 1。
11. 按下软键**[CAN]**返回如**图 8.8.1(a)**所示的软键画面显示。

8.8.3 输出程序

CNC 单元内存中的任何程序都可以作为一个文件输出到软盘上。

输出程序

步骤

1. 使系统处于 **EDIT（编辑）**方式。
2. 按下功能键 PROG。
3. 按下最右边的软键 ▷ （菜单扩展键）。
4. 按下软键**[FLOPPY]**。
5. 按下软键**[(OPRT)]**。
6. 按下软键**[PUNCH]**。

```
DIRECTORY (FLOPPY)                O0002 N01000
 NO. FILE NAME                   (METER) VOL
 0001 PARAMETER                        58.5
 0002 O0001                             1.9
 0003 O0002                             1.9
 0004 O0010                             1.3
 0005 O0040                             1.3
 0006 O0050                             1.9
 0007 O0100                             1.9
 0008 O1000                             1.9
 0009 O9500                             1.6
PUNCH
FILE NO.=                      PROGRAM NO.=
>_
EDIT ****   ***   ***          11:55:26
[ F SET ] [ O SET ] [ STOP ] [   CAN   ] [   EXEC ]
```

7. 输入程序号。要把所有的程序写入一个文件，在程序号码区域输入 -9999。在这种情况下，注册文件名为“**ALL.PROGRAM**”。
8. 按下软键**[O SET]**。
9. 按下软键**[EXEC]**。一个程序或者第 7 步中指定的所有程序都将被写到软盘上现有的最后一个文件之后。要在删除现有文件后输出程序，键入文件号，然后按下软键**[F SET]**和**[EXEC]**。
10. 按下软键**[CAN]**返回如**图 8.8.1(a)**中所示的软键显示画面。

8.8.4 删除文件

将指定文件号的文件删除。

删除文件

步骤

1. 使系统处于 **EDIT（编辑）**方式。
2. 按下功能键 **PROG** 。
3. 按下最右边的软键 ▷ （菜单扩展键）。
4. 按下软键**[FLOPPY]**。
5. 按下软键**[(OPRT)]**。
6. 按下软键**[DELETE]**。

```
DIRECTORY (FLOPPY)                    O0001 N00000
  NO. FILE NAME                      (METER) VOL
  0001 PARAMETER                          58.5
  0002 O0001                               1.9
  0003 O0002                               1.9
  0004 O0010                               1.3
  0005 O0040                               1.3
  0006 O0050                               1.9
  0007 O0100                               1.9
  0008 O1000                               1.9
  0009 O9500                               1.6
DELETE
FILE NO.=                 NAME=
>_
EDIT ****   ***   ***          11:55:51
[ F SET ] [ F NAME ] [      ] [   CAN   ] [   EXEC ]
```

7. 指定要删除的文件。
   如果指定的文件有文件号，键入文件号并按下软键**[F SET]**。当用文件名指定文件时，键入文件名称并按下软键**[F NAME]**。
8. 按下软键**[EXEC]**。
   在文件域指定的文件被删除。当文件被删除后，此文件后的文件号都减 1。
9. 按下软键**[CAN]**返回如**图 8.8.1(a)**所示的软键显示画面。

限制

- **用键盘输入文件号和程序号** 如果没有键入文件号或者程序号，就按下软键**[F SET]**或**[O SET]**，则文件号或程序号显示为空。当文件号或程序号输入 0 时，则显示 1。

- **I/O 设备** 要使用通道 0，在参数（**No.102**）中设置 I/O 设备号。
使用通道 1 时，在参数（**No.112**）中设置 I/O 设备号。
使用通道 2 时，在参数（**No.0122**）中设置 I/O 设备号。

- **有效数位** 在数据输入区输入的文件号和程序号，只有低 4 位有效。

- **核对** 当机床操作面板上的数据保护开关打开时，就不能从软盘中读入程序。它们只是对 CNC 内存中的内容进行核对。

报警

报警号	内容
71	输入了一个无效的文件号或程序号。（没有发现指定的程序号）
79	核对操作发现输入存储器中的程序和软盘中的程序不同
86	输入/输出设备的数据就绪信号（DR）被关闭。（因为输入了一个无效的文件号，程序号，或者文件名称，而在输入/输出设备上发生了无此文件或者文件重复的错误）

8.9 输出指定组的程序清单

存储在 CNC 内存中的程序可以根据它们的名称进行分组，因此允许以组的形式输出程序。第**III-11.3.2** 解释了显示指定组文件列表的步骤。

输出一组指定文件的步骤

步骤

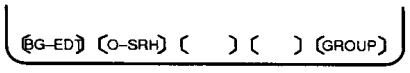
1. 显示一个指定组文件列表的画面如下，详细叙述见 **III-11.3.2** 节。

```
PROGRAM DIRECTORY(GROUP)     O0001 N00010

        PROGRAM(NUM.)       MEMORY (CHAR.)
        USED:          60             3321
        FREE:           2              429
    O0020 (GEAR-1000 MAIN)
    O0040 (GEAR-1000 SUB-1)
    O0200 (GEAR-1000 SUB-2)
    O2000 (GEAR-1000 SUB-3)


>_
EDIT  ****  ***  ***  ***     16:52:13
[ PRGRM ] [  DIR  ] [       ] [       ] [(OPRT)]
```

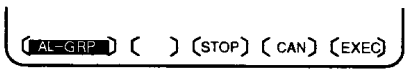
2. 按下操作软键**[(OPRT)]**。



3. 按下最右边的软键 ▷（菜单扩展键）。



4. 按下**[PUNCH]**操作软键。



5. 按下**[AL-GRP]**操作软键。
   查找到的该组的 CNC 程序被输出。当这些程序被输出到软盘中时，文件名为 **GROUP.PROGRAM.**。

8.10 ALL IO 画面的数据的输入/输出

要输入/输出一种特定类型的数据，通常选择相关的画面。例如参数画面用于对参数进行输入/输出，而程序画面用来对程序进行输入/输出。然而程序、参数、偏置数据和用户宏变量都可以通过一个共同的画面进行输入/输出，那就是 **ALL IO** 画面。

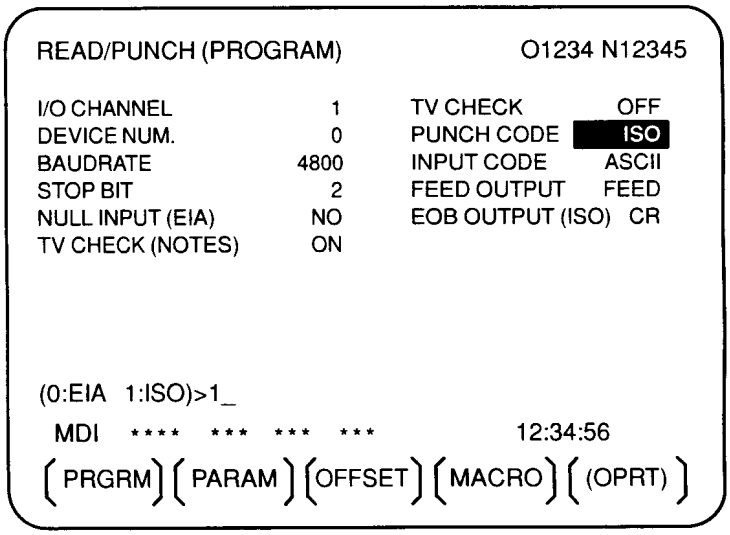


图 8.10 ALL IO 画面（当使用 1 通道进行输入/输出时）

8.10.1 与输入/输出相关的参数的设定

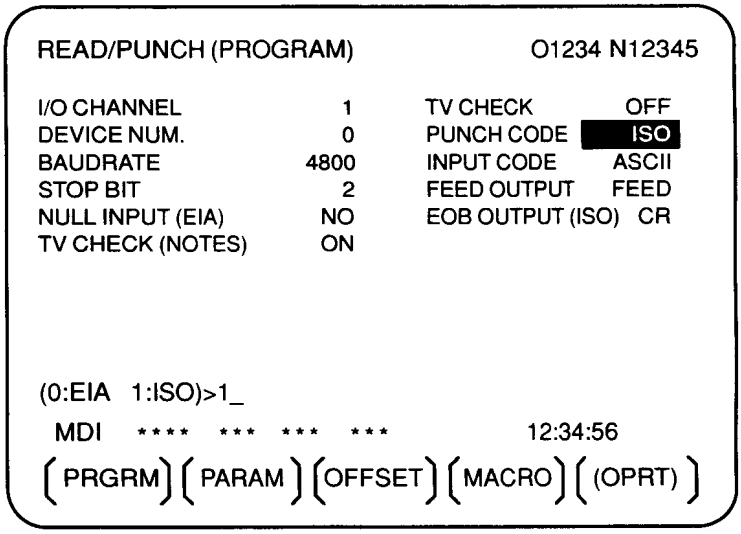
与输入/输出相关的参数可以在 **ALL IO** 画面上进行设置。无论处于何种方式，都可以进行参数的设置。

设置与输入/输出相关的参数

步骤

1. 按下功能键[SYSTEM]。
2. 按下最右边的软键 [▷]（菜单扩展键）若干次。
3. 按下软键**[ALL IO]**，显示 **ALL IO** 画面。

注
1. 如果在 **EDIT** 方式中选择了程序或者软盘，就显示程序目录或者软盘画面。
2. 当电源刚刚打开时，程序是通过默认状态选择的。



4. 按下与所需数据类型相关的软键（程序，参数等）。
5. 设定与使用的输入/输出设备相应的参数(参数的设定不受操作方式的影响)。

8.10.2 程序的输入/输出

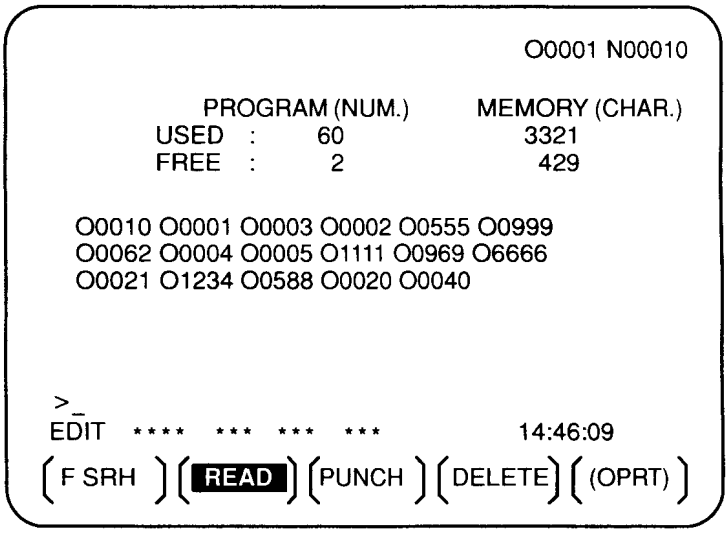
程序可以通过 **ALL IO** 画面输入/输出。

当使用软盘或卡输入/输出程序时，用户必须指定含有该程序的输入文件（文件查找）。

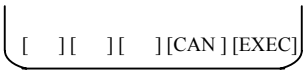
文件查找

步骤

1. 按下 **III-8.10.1** 所述的 **ALL IO** 画面上的**[PRGRM]**软键。
2. 选择 **EDIT** 方式。显示程序目录。
3. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键变化如下。
   仅在 **EDIT** 方式中才能显示程序目录。在其它方式中，只显示 **ALL IO** 画面。



4. 输入地址 N。
5. 输入将要查找的文件号。
   - N0
     查找软盘中第一个文件。
   - N1 到 N9999 中的一个
     查找从 1 到 9999 的文件。
   - N-9999
     查找最近用过的文件之后的文件。
   - N-9998
     指定-9998 时，查找下一个文件。然后，每次执行一个输入/输出操作，就会自动插入 N-9999。这意味着，顺序的自动查找文件。可以通过指定 N0,N1,N9999 或 N-9999 或执行一次复位操作取消这种状态。



6. 按下软键**[F SRH]**和**[EXEC]**查找指定的文件。

详细说明

- **N0 和 N1 之间的区别**

当软盘或卡中已经存在一个文件，指定 N0 和 N1 有相同的效果。如果软盘或卡中没有文件而指定了 N1，就会因为没有找到第一个文件而发出报警。指定 N0 时，将光标放在软盘或卡的开头，而不管软盘或卡中是否已经包含文件。因此在这种情况下不出现报警。N0 可以用在程序写入一个新的软盘或卡时，或者使用过的软盘或卡中的文件被全部删除时。

- **在文件查找过程中出现的报警**

如果在文件查找中出现一个报警（比如，文件查找失败），CNC 并不是立即显示报警。而是此后该文件进行输入/输出时，出现 P/S 报警（No.086）。

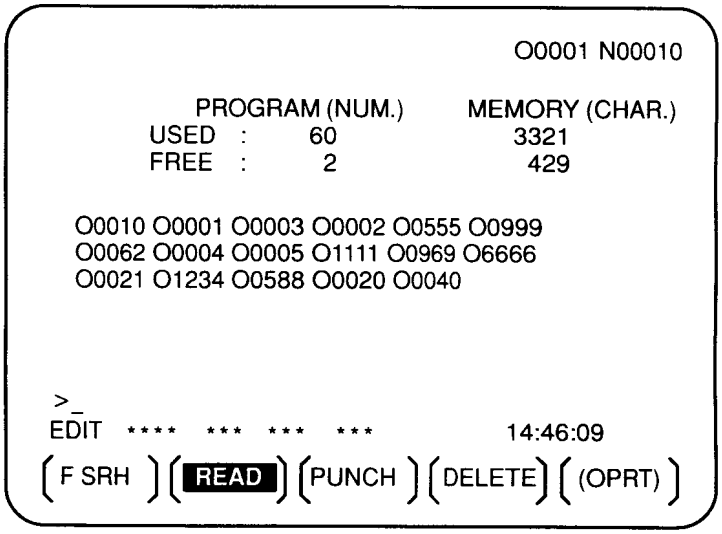
- **使用 N-9999 查找文件**

除了每次输入文件号进行顺序查找外，用户可以指定第一个文件号，然后通过指定 N-9999 找到后面的文件。当指定 N-9999 时，会减少文件查找所用的时间。

输入程序

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中叙述的 **ALL IO** 画面上的软键**[PRGRM]**。
2. 选择 **EDIT** 方式，显示程序目录。
3. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键的变化如下。
   只有在 **EDIT** 方式中才能显示程序目录。在其它方式中，显示 **ALL IO** 画面。

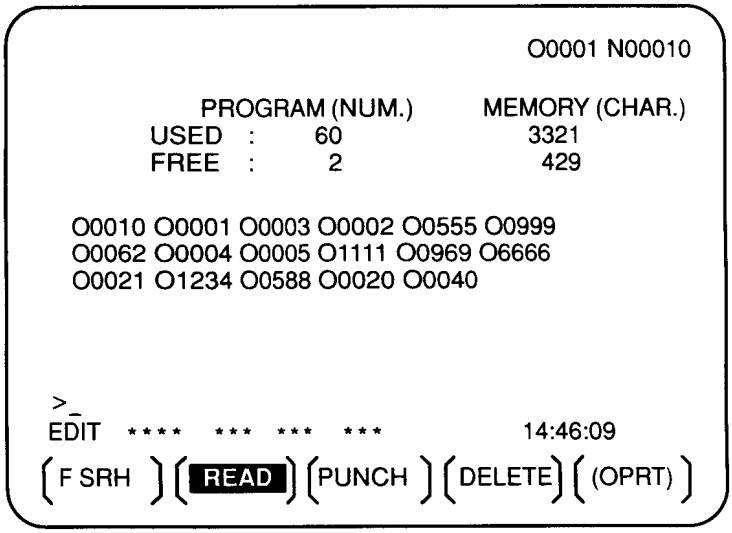


4. 要为一个即将输入的程序指定程序号，输入地址 O，然后再输入程序号。
   如果不指定程序号，则文件中或者纸带中的程序号就赋给输入到内存中的程序。
5. 按下软键**[READ]**，然后**[EXEC]**。
   于是在第 4 步中指定的程序号码的程序被输入。
   要取消输入，按下软键**[CAN]**。
   要在输入完成之前停止输入，按下软键**[STOP]**。

输出程序

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中叙述的 **ALL IO** 画面上的**[PRGRM]**软键。
2. 选择 **EDIT** 方式。显示程序目录。
3. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键的变化如下。
   程序目录仅在 **EDIT** 方式中显示，在其它方式中，显示 **ALL IO** 画面。



4. 输入地址 O。
5. 输入程序号。
   如果输入-9999，则内存中所有的程序都将被输出。
   要输出某一范围之内的程序，输入 OΔΔΔΔ，O□□□□。则程序号在ΔΔΔΔ和□□□□之间的程序都将被输出。
   若参数 3107 号第 4 位(SOR)设定为 1(程序按顺序显示)时，程序从最小程序号开始按顺序输出。

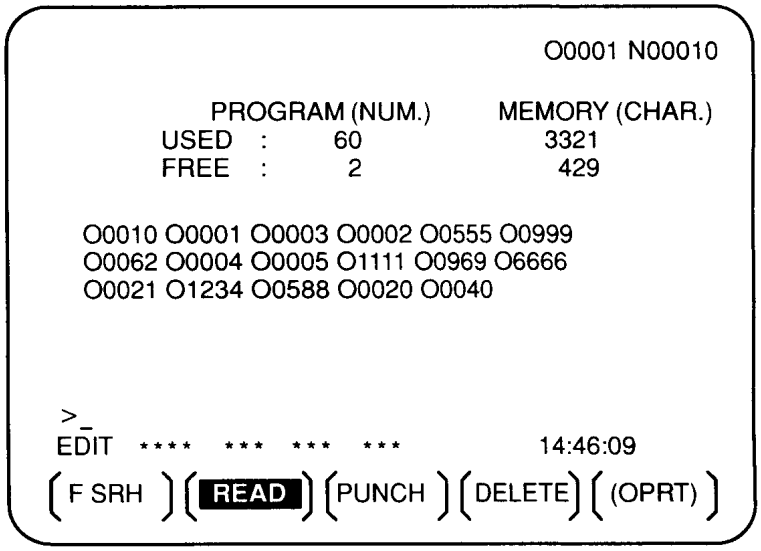
[ ] [ ] [STOP] [CAN] [EXEC]

6. 按下软键**[PUNCH]**,和**[EXEC]**。
   指定的一个或多个程序被输出，如果省略了第 4 和第 5 步，则当前选择的程序被输出。
   要取消输出，请按软键**[CAN]**。
   要在输出执行完之前停止输出，按下软键**[STOP]**。

删除文件

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中叙述的 **ALL IO** 画面上的**[PRGRM]**软键。
2. 选择 **EDIT** 方式。显示程序目录。
3. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键的变化如下。
   程序目录仅在 EDIT 方式中显示，在其它方式中，显示 **ALL IO** 画面。



4. 按下软键**[DELETE]**。
5. 输入文件号（从 1 到 9999）指明将要删除的文件。
6. 按下软键**[EXEC]**。
   则在第 5 步中指明的第 k 个文件被删除。

[ ][ ][ ][CAN][EXEC]

详细说明

- **在删除完成之后的文件号**

在删除了第 k 个文件之后，原来的程序号，从 k+1 到 n 都将减 1，变成 k 到 n-1。

删除前	删除后
1 到（k-1）	1 到（k-1）
K	删除
（k+1）到 n	k 到(n-1)

- **写保护**

在文件被删除之前，必须将软盘的写保护开关打开，使软盘可写。

8.10.3 参数的输入/输出

参数可以利用 **ALL IO** 画面进行输入/输出。

参数输入

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中所述的 **ALL IO** 画面上的软键**[PARAM]**。
2. 选择 **EDIT** 方式。
3. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键的变化如下。

```
READ/PUNCH(PARAMETER)        O1234 N12345

I/O CHANNEL          1    TV CHECK          OFF
DEVICE NUM           0    PUNCH CODE        ISO
BAUDRATE          4800    INPUT CODE        ASCII
STOP BIT             2    FEED OUTPUT       FEED
NULL INPUT(EIA)     NO    EOB OUTPUT(ISO)   CR
TV CHECK            ON


(0:EIA   1:ISO)>1_
MDI   ****   ***   ***   ***          12:34:56
[         ] [ READ ] [PUNCH] [         ] [         ]
```

4. 按下软键**[READ]**和**[EXEC]**。
   执行参数读入过程，并在画面的右下脚显示闪烁的“**INPUT**”字样。
   输入完成后，“**INPUT**”清除。
   要取消输入，按下软键**[CAN]**。

```
[    ][    ][    ] [CAN ] [EXEC]
```

参数输出

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中叙述的 **ALL IO** 画面上的软键**[PARAM]**。
2. 选择 **EDIT** 方式。
3. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键的变化如下。

```
READ/PUNCH(PARAMETER)          O1234 N12345

I/O CHANNEL          1    TV CHECK       OFF
DEVICE NUM           0    PUNCH CODE     ISO
BAUDRATE          4800    INPUT CODE     ASCII
STOP BIT             2    FEED OUTPUT FEED
NULL INPUT(EIA)     NO    EOB OUTPUT(ISO) CR
TV CHECK            ON


(0:EIA  1:ISO)>1_
MDI  ****  ***  ***  ***          12:34:56
[         ] [ READ ] [PUNCH] [         ] [         ]
```

4. 按下软键**[PUNCH]**和**[EXEC]**。

```
[   ][   ][   ][CAN ][EXEC]
```

执行参数的输出，并在画面的右下脚显示闪烁的“**OUTPUT**”字样。
输入完成后，“**OUTPUT**”清除。
要取消输出，按下软键**[CAN]**。

8.10.4 偏置数据的输入/输出

偏置数据可以通过 **ALL IO** 画面输入/输出。

偏置数据的输入

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中所述的 **ALL IO** 画面上的软键**[OFFSET]**
2. 选择 **EDIT** 方式。
3. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键的变化如下。

```
READ/PUNCH(OFFSET)                O1234 N12345

I/O CHANNEL          1   TV CHECK          OFF
DEVICE NUM           0   PUNCH CODE        ISO
BAUDRATE          4800   INPUT CODE        ASCII
STOP BIT             2   FEED OUTPUT       FEED
NULL INPUT(EIA)     NO   EOB OUTPUT(ISO)    CR
TV CHECK            ON

(0:EIA  1:ISO)>1_
MDI   ****  ***  ***  ***          12:34:56
[        ] [ READ ]  [PUNCH] [        ] [        ]
```

```
[    ][    ][    ][CAN ][EXEC]
```

4. 按下软键**[READ]**和**[EXEC]**。
   执行偏置数据的读入，并在画面的右下脚显示闪烁的“**INPUT**”字样。输入完成后，“**INPUT**”清除。
   要取消输入，按下软键**[CAN]**。

偏置数据的输出

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中所述的 **ALL IO** 画面上的软键**[OFFSET]**。
2. 选择 **EDIT** 方式。
3. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键的变化如下。

```
READ/PUNCH(OFFSET)                    O1234 N12345

I/O CHANNEL          3    TV CHECK          OFF
DEVICE NUM           0    PUNCH CODE        ISO
BAUDRATE          4800    INPUT CODE      ASCII
STOP BIT             2    FEED OUTPUT     FEED
NULL INPUT(EIA)     NO    EOB OUTPUT(ISO)   CR
TV CHECK            ON


(0:EIA  1:ISO)>1_
MDI   ****  ***  ***  ***              12:34:56
[         ] [ READ ]  [PUNCH] [         ] [         ]
```

4. 按下软键**[PUNCH]**和**[EXEC]**。

```
[   ][   ][   ][CAN ][EXEC]
```

执行偏置数据的输出，并在画面的右下脚显示闪烁的“**OUTPUT**”字样。输入完成后，“**OUTPUT**”清除。

要取消输出，按下软键**[CAN]**。

8.10.5 用户宏程序公共变量的输出

用户宏程序的公共变量可以利用 **ALL IO** 画面输出。

用户宏程序公共变量的输出

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中所述的 **ALL IO** 画面上的软键**[MACRO]**。
2. 选择 **EDIT** 方式。
3. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键的变化如下。

```
READ/PUNCH(MACRO)                    O1234 N12345

I/O CHANNEL          1    TV CHECK          OFF
DEVICE NUM           0    PUNCH CODE        ISO
BAUDRATE          4800    INPUT CODE      ASCII
STOP BIT             2    FEED OUTPUT     FEED
NULL INPUT(EIA)     NO    EOB OUTPUT(ISO) CR
TV CHECK            ON

(0:EIA  1:ISO)>1_
MDI   ****  ***  ***  ***          12:34:56
[       ] [ READ ] [PUNCH] [       ] [       ]
```

```
[   ][   ][   ][CAN ][EXEC]
```

4. 按下软键**[PUNCH]**和**[EXEC]**。
   执行公共变量的输出，并在画面的右下脚显示闪烁的“**OUTPUT**”字样。输出完成后，“**OUTPUT**”清除。
   要取消输出，按下软键**[CAN]**。

注
要输入宏变量，将用户宏语句作为程序读入，然后执行该程序。

8.10.6 软盘文件的输入/输出

ALL IO 画面支持软盘文件目录的显示，也支持文件的输入/输出。

显示文件目录

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中所述的 **ALL IO** 画面上最右边的 ▷ 软键（扩展菜单键）。
2. 按下软键**[FLOPPY]**。
3. 选择 **EDIT** 方式，显示软盘画面。
4. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键变化如下。
   软盘显示画面只在 **EDIT** 方式中显示。在所有其它方式中，显示 **ALL IO** 画面。

```
READ/PUNCH (FLOPPY)                O1234 N12345









>_
MDI   ****  ***  ***  ***          12:34:56
[F SRH] [ READ ]  [PUNCH]  [DELETE] [       ]
```

```
[F SET] [    ] [    ] [CAN ] [EXEC]
```

5. 按软键**[F SRH]**。
6. 输入文件号，然后按软键**[F SET]**。
7. 按软键**[EXEC]**。显示目录，按下翻页键可显示后面的文件。

```
READ/PUNCH (FLOPPY)              O1234 N12345
 No.    FILE NAME                (Meter) VOL
0001     PARAMETER                46.1
0002     ALL PROGRAM              12.3
0003     O0001                    1.9
0004     O0002                    1.9
0005     O0003                    1.9
0006     O0004                    1.9
0007     O0005                    1.9
0008     O0010                    1.9
0009     O0020                    1.9
F SRH
     File No.=2
>2_
EDIT   ****   ***   ***   ***          12:34:56
[F SRH] [        ] [       ] [   CAN   ] [ EXEC ]
```

通过简单的按下换页键可以显示前面文件的目录。（不需要按下**[F SRH]**软键。

输入文件

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中所述的 **ALL IO** 画面上最右边的 ▷ 软键（ 菜单扩展键）。
2. 按下软键**[FLOPPY]**。
3. 选择 **EDIT** 方式，显示软盘画面。
4. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键变化如下。
   软盘显示画面只在 **EDIT** 方式中显示。在所有其它方式中，显示 **ALL IO** 画面。

```
READ/PUNCH (FLOPPY)                O1234 N12345




>_
MDI   ****  ***  ***  ***            12:34:56
[F SRH] [ READ ] [PUNCH] [DELETE] [       ]
```

5. 按下软键**[READ]**。
6. 输入将要输入的文件或程序号。

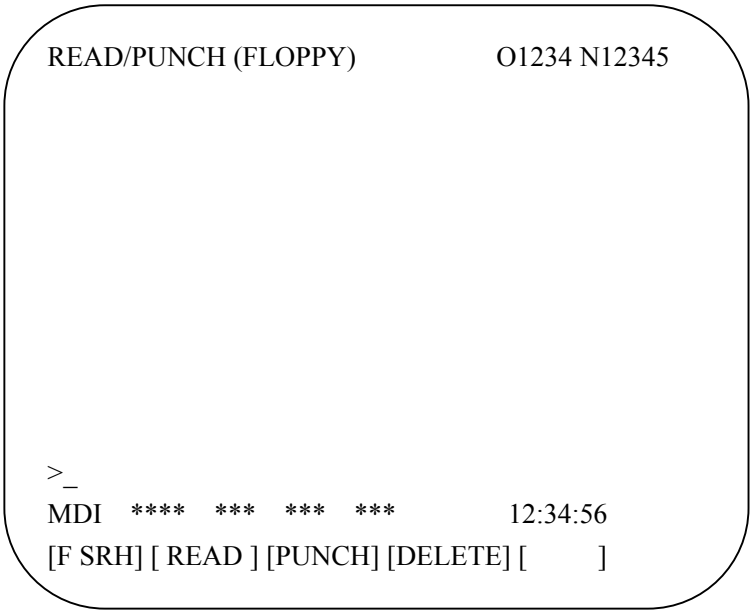
```
[F SET] [O SET] [STOP] [CAN ] [EXEC]
```

   - 设定文件号：输入文件号，然后按软键**[F SET]**。
   - 设定程序号：输入程序号，然后按软键**[O SET]**。
7. 按软键**[EXEC]**。
   指定的文件或程序被读入，并在画面的右下脚显示闪烁的“**INPUT**”字样，输入完成后，“**INPUT**”字样清除。

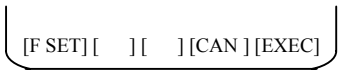
输出文件

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中所述的 **ALL IO** 画面上最右边的▷软键（菜单扩展键）。
2. 按下软键**[FLOPPY]**。
3. 选择 **EDIT** 方式，显示软盘画面。
4. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键变化如下。
   软盘显示画面只在 **EDIT** 方式中显示。在所有其它方式中，显示 **ALL IO** 画面。



5. 按下软键**[PUNCH]**。
6. 输入将要输出的文件号和程序号。
   - 设定文件号：输入文件号，然后按软键**[F SET]**。
   - 设定程序号：输入程序号，然后按软键**[O SET]**。



7. 按软键**[EXEC]**。
   指定的文件或程序被输出，并在画面的右下脚显示闪烁的“**OUTPUT**”字样，输入完成后，“**OUTPUT**”字样清除。
   如果不指定文件号，程序将写在当前注册文件的末尾。

删除文件

步骤

1. 按下第 **III-8.10.1** 节中所述的 **ALL IO** 画面上最右边的 [▷] 软键（菜单扩展键）。
2. 按下软键**[FLOPPY]**。
3. 选择 **EDIT** 方式，显示软盘画面。
4. 按下软键**[(OPRT)]**。画面和软键变化如下。
   软盘显示画面只在 **EDIT** 方式中显示。在所有其它方式中，显示 **ALL IO** 画面。

```
READ/PUNCH (FLOPPY)                O1234 N12345




>_
MDI   ****  ***  ***  ***            12:34:56
[F SRH] [ READ ] [PUNCH] [DELETE] [       ]
```

5. 按下软键**[DELETE]**。

```
[F SET] [    ] [    ] [CAN ] [EXEC]
```

6. 输入将要删除的文件号，然后按软键**[F SET]**。
7. 按软键**[EXEC]**，指定的文件或程序被删除， 在该文件被删除后，后面的文件将被前移。

8.11 利用存储卡输入/输出数据

将输入/输出通道设定为 4（参数 No.20），即可浏览被插入在显示器旁边的存储器接口中的存储卡内的文件，并以纯文本文件的格式，输入 / 输出不同类型的数据，如部件程序、参数、偏置数据。

主要功能如下：

- 显示文件的目录

  将存储卡中的文件显示到目录屏幕上。

- 搜索文件

  可对存储卡中的文件进行搜索，并将文件显示在目录屏幕上。

- 读文件

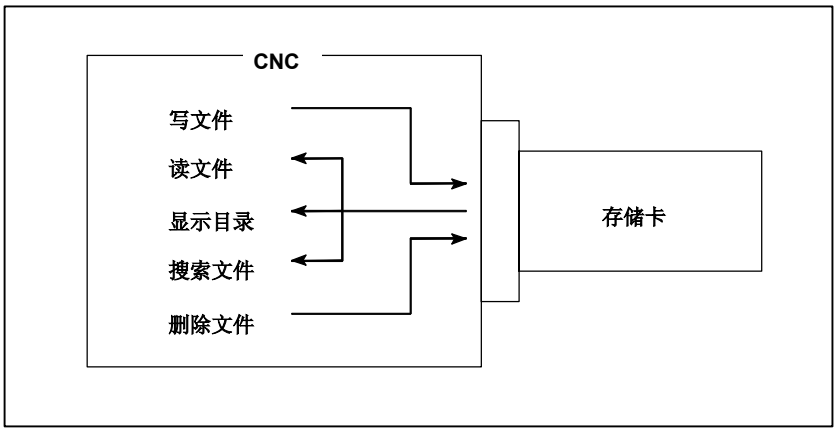
  可从存储卡中读取纯文本格式的文件。

- 写文件

  可以用纯文本格式将部件程序记录到存储卡中。

- 删除文件

  可从存储卡选取文件并删除它。



显示文件的目录

步骤

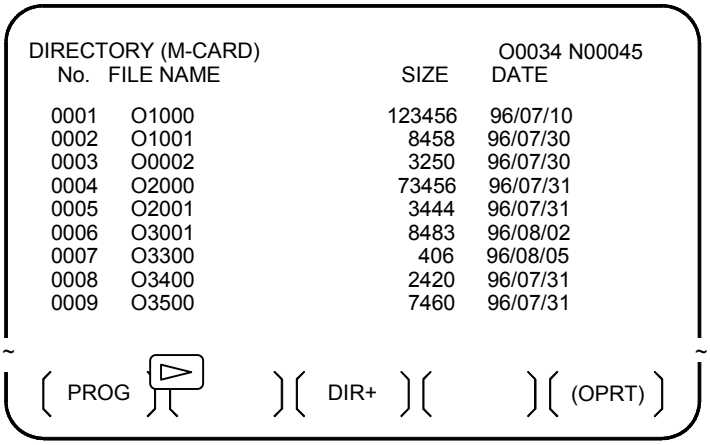
1 按下机床操作面板上的 EDIT（编辑）开关。

2 按下功能键 [PROG] 。

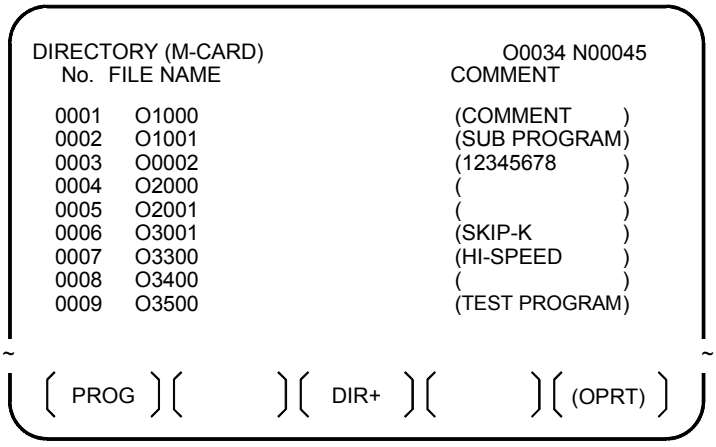
3 按下右边的软键 [▷] （继续菜单键）。

4 按下软键［CARD］（卡），显示出如下屏幕。

另外，还可以利用翻页键 [PAGE↑] 和 [PAGE↓] 使屏幕滚动。



5 可按下软键［DIR+］（目录）显示文件中的评注。



6 重复按下软键［DIR+］，交替显示评注⇔容量、日期的内容。
在评注显示部分，显示出紧跟文件中的 O 号之后的评注的描述。屏幕上最多可显示 18 个字符。

搜索文件

步骤

1　按下机床操作面板上的 EDIT 开关。

2　按下功能键 [PROG] 。

3　按下右边的软键 [▷] （继续菜单键）。

4　按下软键［CARD］，显示出如下屏幕。

```
DIRECTORY (M-CARD)                    O0034 N00045
  No.  FILE NAME          SIZE      DATE
 0001   O1000            123456    96/07/10
 0002   O1001              8458    96/07/30
 0003   O0002              3250    96/07/30
 0004   O2000             73456    96/07/31
 0005   O2001              3444    96/07/31
 0006   O3001              8483    96/08/02
 0007   O3300               406    96/08/05
 0008   O3400              2420    96/07/31
 0009   O3500              7460    96/07/31
~                                            ~
[ PROG ][      ][ DIR+ ][      ][ (OPRT) ]
```

5　按下软键［(OPRT)］（操作）。

6　利用软键［F SRH］（文件搜索）设定任意的文件号，再按下软键［EXEC］（执行）执行搜索。如果搜索到文件，则将其显示在目录屏幕顶部。

```
[ F SRH ][ F READ ][ N READ ][ PUNCH ][ DELETE ]
```

在搜索文件号“19”时

```
DIRECTORY (M-CARD)                    O0034 N00045
  No.  FILE NAME          COMMENT
 0019   O1000            (MAIN PROGRAM)
 0020   O1010            (SUBPROGRAM-1)
 0021   O1020            (COMMENT      )
 0022   O1030            (COMMENT      )
~                                            ~
```

读文件

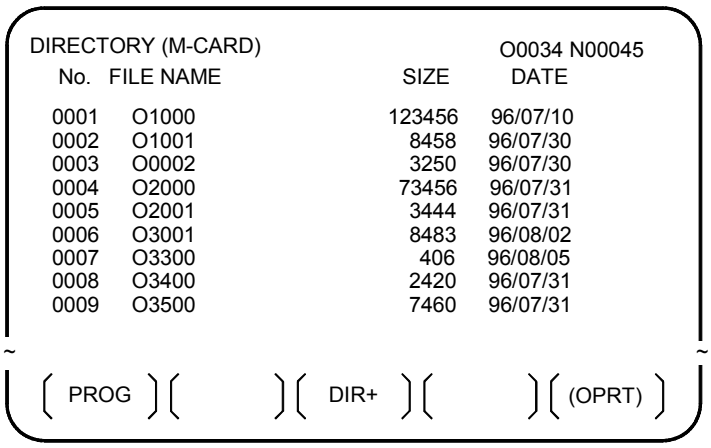
步骤

1 按下机床操作面板上的 EDIT 开关。

2 按下功能键 [PROG]。

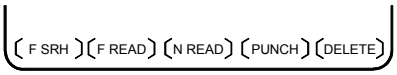
3 按下右边的软键 [▷]（继续菜单键）。

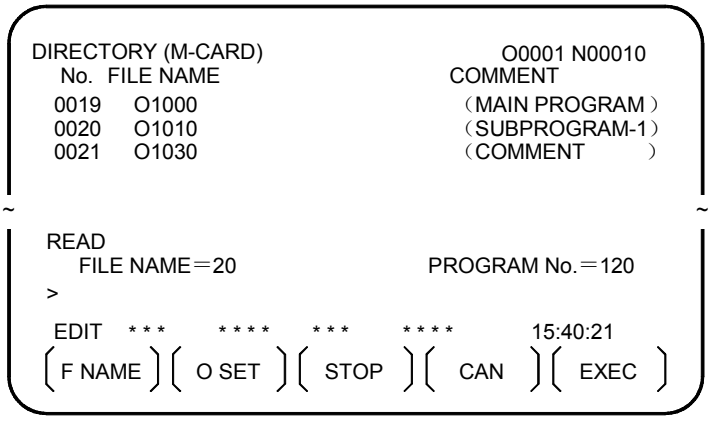
4 按下软键［CARD］，显示出如下屏幕。



5 按下软键［(OPRT)］。

6 指定文件号，按下软键［F READ］，屏幕显示如下。

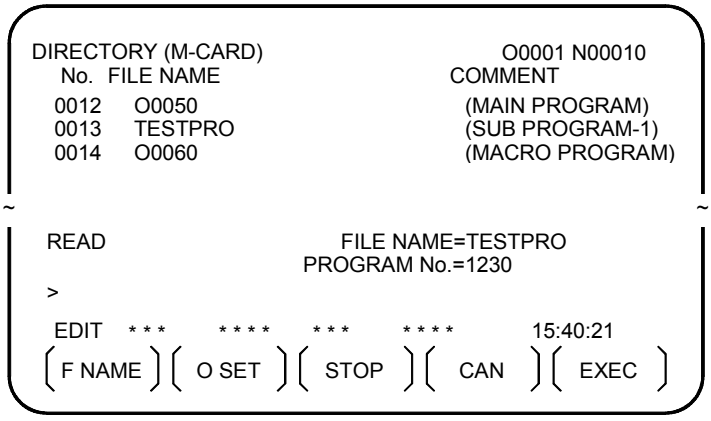




7 利用 MDI 键入文件号“20”，再按下软键［F SET］（文件设定）设定文件号。键入程序号“120”，再按下软键［O SET］（程序设定）设定程序号，再按下软键［EXEC］。

- 在 CNC 中，文件号 20 被记为 O0120。
- 在想要用另外的 O 号记录程序号将要读的文件的 O 号时设定。若不设程序号，则记录文件名中的 O 号。

8 要读取文件名时，在上面步骤 6 中，按下软键［N READ］（文件名读出）。屏幕显示如下。



9 为把文件名“TESTPRO”登记为 O1230，利用 MDI 键入文件名“TESTPRO”，再用软键［F NAME］（文件名）设定文件名。键入程序号“1230”，再用软键［O SET］设定程序号，再按下软键［EXEC］。

写文件

步骤

1 按下机床操作面板上的 EDIT 开关。

2 按下功能键 PROG。

3 按下右边的软键 ▷（继续菜单键）。

4 按下软键［CARD］，显示出如下屏幕。

```
DIRECTORY (M-CARD)                          O0034 N00045
  No.  FILE NAME          SIZE      DATE
 0001  O1000             123456   96/07/10
 0002  O1001               8458   96/07/30
 0003  O0002               3250   96/07/30
 0004  O2000               3456   96/07/31
 0005  O2001               3444   96/07/31
 0006  O3001               8483   96/08/02
 0007  O3300                406   96/08/05
 0008  O3400               2420   96/07/31
 0009  O3500               7460   96/07/31
~                                            ~
[ PROG ][      ][ DIR+ ][      ][ (OPRT) ]
```

5 按下软键［(OPRT)］。

```
[ F SRH ][ F READ ][ N READ ][ PUNCH ][ DELETE ]
```

6 按下软键［PUNCH］（穿孔）。

7 利用 MDI 键入想要进行穿孔输出的 O 号，再按下软键［O SET］设定程序号。
设定后按下［EXEC］时，文件写于文件号 O1230 下。

```
~                                                ~
 PUNCH                FILE NAME=
                      PROGRAM No.=1230
 >
 EDIT  ***    ****   ***    ****        15:40:21
[ F NAME ][ O SET ][ STOP ][ CAN ][ EXEC ]
```

8 用与设定 O 号相同的方法，利用 MDI 键入任意的文件名，再用软键［F SET］设定文件名。
设定后按下［EXEC］，将程序号 O1230 写入文件名为 ABCD12 的文件中。

```
~                                                ~
 PUNCH                FILE NAME=ABCD12
                      PROGRAM No.=1230
 >
 EDIT  ***    ****   ***    ****        15:40:21
[ F NAME ][ O SET ][ STOP ][ CAN ][ EXEC ]
```

解释

- 登记相同的文件名

在将文件输出到存储卡时，当存储卡内已经存在相同文件名的文件时，可以通过参数 OWM(No.0138#6)选择该文件被无条件覆盖，或是显示出覆盖的提示信息。

当 OWM 为 0 时，显示出提示信息，为 1 时就无条件地覆盖。但是，OWM 即使为 0，对画面硬拷贝功能、维护信息画面以及基于 PMC 画面操作的文件覆盖，也将无条件地进行。

- 写所有程序

为写全部程序，设定“程序号＝－9999”。此时若没有指定文件名，则写入文件名为“PROGRAM.ALL”。

- 文件名的限制

设定文件名时有如下限制。

〈文件名设定〉×××××××.　□□□

↑　↑

8 个字符之内 扩展名在 3 个字符之内

删除文件

步骤

1 按下机床操作面板上的 EDIT 开关。

2 按下功能键 PROG。

3 按下右边的软键 ▷（继续菜单键）。

4 按下软键［CARD］，显示出如下屏幕。

```
DIRECTORY (M-CARD)                          O0034 N00045
  No.  FILE NAME              SIZE      DATE

 0001   O1000                123456   96/07/10
 0002   O1001                  8458   96/07/30
 0003   O0002                  3250   96/07/30
 0004   O2000                 73456   96/07/31
 0005   O2001                  3444   96/07/31
 0006   O3001                  8483   96/08/02
 0007   O3300                   406   96/08/05
 0008   O3400                  2420   96/07/31
 0009   O3500                  7460   96/07/31
~                                               ~
[ PROG ][      ][ DIR+ ][      ][ (OPRT) ]
```

5 按下软键［(OPRT)］。

6 利用软键［DELETE］（删除）设定想要删除的文件号，再按下软键［EXEC］删除文件。目录屏幕重新显示文件已被删除的屏幕。

```
[ F SRH ][ F READ ][ N READ ][ PUNCH ][ DELETE ]
```

当文件号“21”被删除时

```
DIRECTORY (M-CARD)                          O0034 N00045
  No.  FILE NAME                COMMENT

 0019   O1000                (MAIN PROGRAM)
 0020   O1010                (SUBPROGRAM-1)
 0021   O1020                (COMMENT      )
 0022   O1030                (COMMENT      )
~                                               ~
```

O1020 文件名被删除。

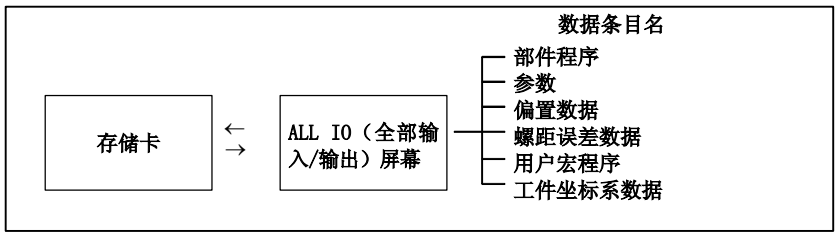
```
DIRECTORY (M-CARD)                          O0034 N00045
  No.  FILE NAME                COMMENT

 0019   O1000                (MAIN PROGRAM)
 0020   O1010                (SUBPROGRAM-1)
 0021   O1030                (COMMENT      )
~                                               ~
```

文件号 21 赋给了后一文件名。

利用存储卡的全部输入 / 输出

即使不显示部件程序、参数、偏置数据、螺距误差数据、用户宏程序、工作坐标系数据等各自的屏幕，也可以利用存储卡在 ALL IO（全部输入 / 输出）屏幕上进行数据的输入 / 输出。



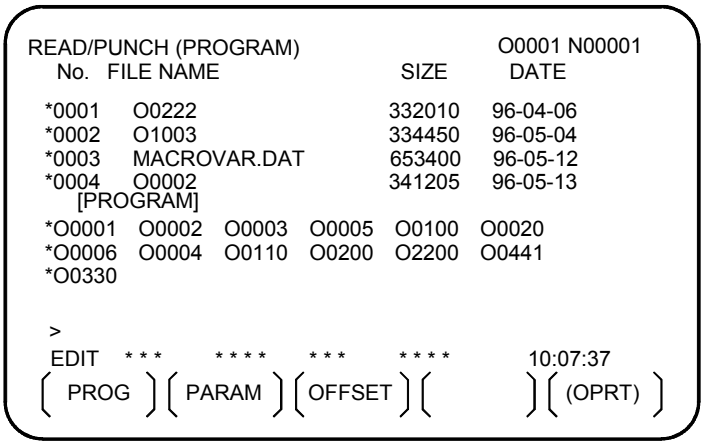
步骤

1　按下机床操作面板上的 EDIT 开关。

2　按下软键 [SYSTEM]。

3　按下几次右边的软键 [▷]（继续菜单键）。

4　按下软键［ALL IO］，显示出如下屏幕。



上面部分：存储卡中的文件目录
下面部分：已被记录的程序目录

5　利用光标键指定 [↑] [↓] 上面部分 / 下面部分的滚动。（左边的*号表示可滚动的部分）

[↑]：设定存储卡目录的滚动

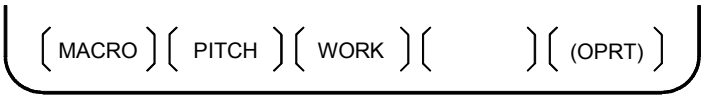
[↓]：设定程序目录的滚动

6　利用翻页键 [PAGE↑] 和 [PAGE↓] 可滚动文件目录或程序目录。

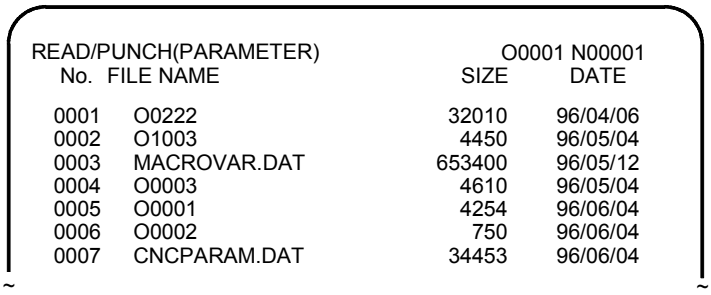
解释

- 每个数据条目

当在开头显示出本屏幕时，数据条目选择程序。
按下通过按下继续菜单键[▷]出现的软键，选择其他项目。



在选择非程序的数据条目时，屏幕上只显示文件目录。
在标题行上括号内显示所选的数据条目。

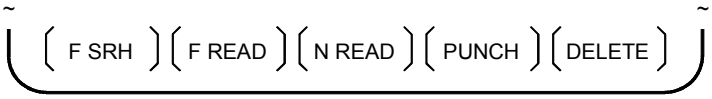


- 程序目录显示

程序目录显示与参数 NAM（No.3107#0）或参数 SOR（No.3107#4）不对应。

- 各功能的操作

利用软键［(OPRT)］显示下列软键。



各功能的操作和目录（存储卡）屏幕上的操作相同。
与程序号相关联的软键［O SET］和“PROGRAM NUMBER＝”（程序号＝）的显示，不显示非程序数据的条目
［F SRH］ ：搜索指定的文件号
［F READ］：读指定的文件号
［PUNCH］ ：写文件
［N READ］：读指定文件名下的文件
［DELETE］：删除指定的文件号

注释
不能从存储卡利用 RMT 方式操作及基于 M198 命令的子程序调用功能。

文件格式和误差信息

文件格式

所有输入 / 输出到存储卡的文件都是纯文本文件。有关文件的内容，其格式如下。

文件总是以“%”或“LF”开始，接着是数据内容。

文件总是以“%”结束。在读文件的操作中，在从开始检测“%”到检测出“LF”之间，数据被跳过。每个程序块以“LF”结束而非分号“;”。

- LF：ASCII 码的 0A（十六进制）。
- 当读的文件包含小写字母、日文假名字符及一些特殊字符（如$、¥和！等）时，可不去管这些字母和字符。

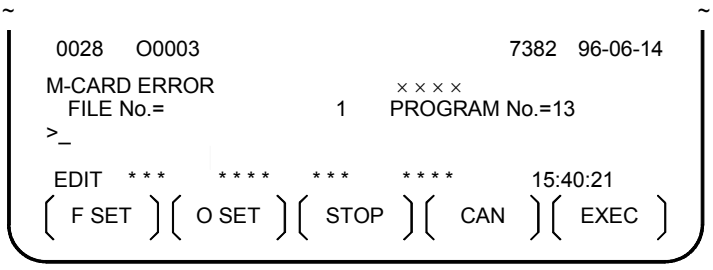
（例如）

```
%
O0001 (MEMORY CARD SAMPLE FILE)
G17 G49 G97
G92X-11.3Y2.33
•
•
M30
%
```

- 用 ASCII 码进行数据的输入 / 输出，而与设定参数（ISO/EIA）无关。
- 参数 NCR（No.0100#3）可用于指定程序块结束码（EOB）是仅作为 LF 输出还是作为 LF、CR、CR 输出。

错误信息

在存储卡输入/输出时若发生错误，则显示出错误信息。



×××× 表示存储卡的错误码。

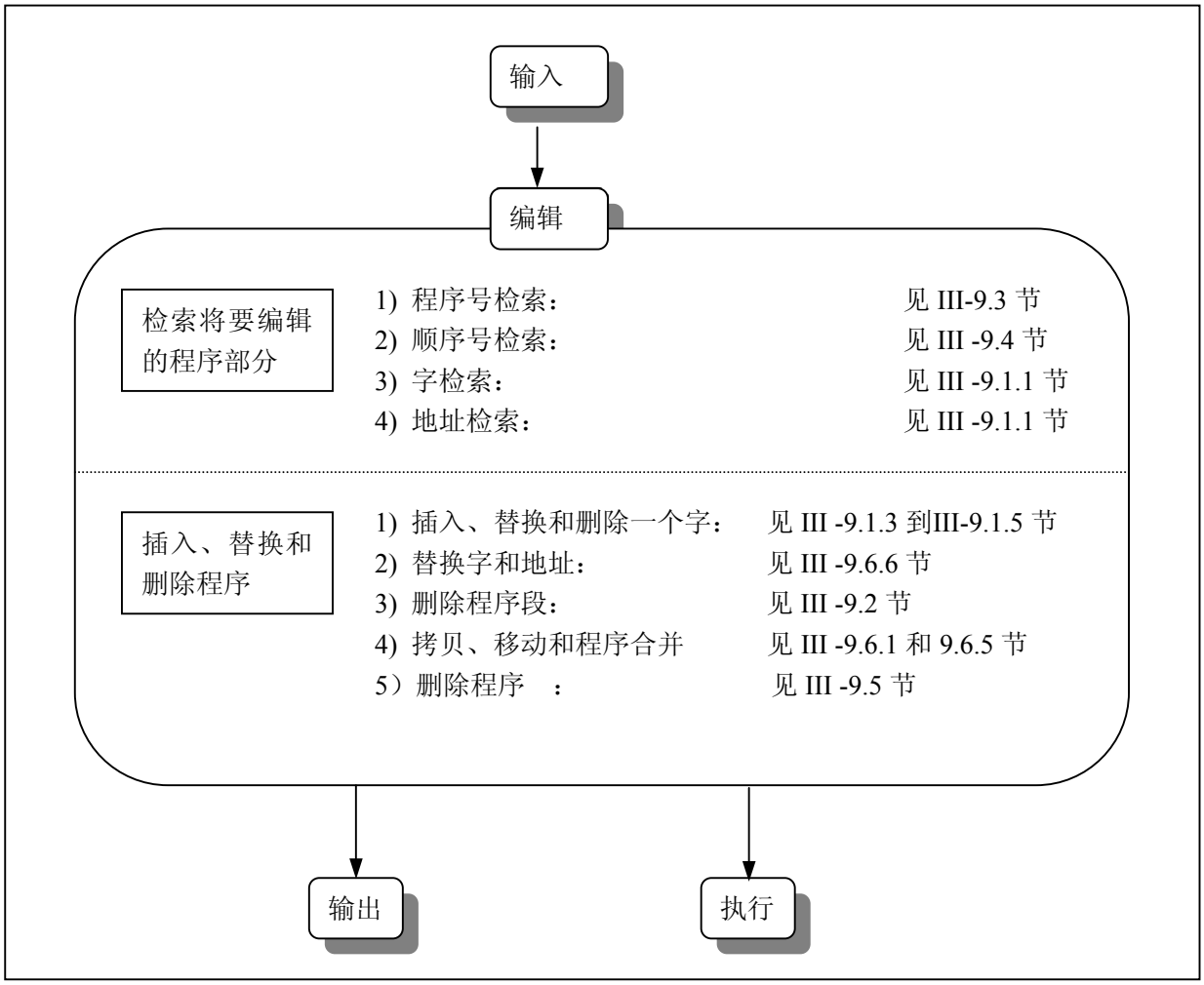
存储卡的错误代码表

代码	含义
99	存储卡的 **FAT** 区之前的一部分被破坏。
102	存储卡可用空间不足。
105	尚未安装存储卡。
106	已安装存储卡。
110	没有指定的目录。
111	在根目录下文件数太多，不能增加目录。
114	没有指定的文件名。
115	指定的文件处在被保护状态。
117	尚未打开文件。
118	已经打开文件。
119	文件被锁定。
121	存储卡的可用空间不足。
122	指定的文件名不正确。
124	指定的文件名的扩展名不正确。
129	指定了没有对应的功能。
130	指定的设备无效。
131	指定的路径名无效。
133	同时打开了多个文件。
135	没有格式化设备。
140	文件具有不能 **READ/WRITE** 的属性。

9 编辑程序

概述

本章叙述如何编辑存储到 CNC 内存中的文件。编辑操作包括插入、修改、删除和字的替换。编辑还包括删除整个程序和自动插入顺序号。扩展程序编辑功能包括拷贝、移动和程序的合并。本章还叙述程序号检索，顺序号检索，字检索，地址检索，这是在程序编辑之前必要的操作。



9.1 字的插入,替换和删除

这节叙述了如何对已经输入到内存中的程序进行字的插入，修改和删除。

字的插入,替换和删除

1. 选择 **EDIT (编辑)**方式。
2. 按下[PROG]键。
3. 选择要进行编辑的程序。
   如果已选择了要编辑的程序，执行操作 4。
   如果尚未选择将要编辑的程序，进行程序号检索。
4. 检索一个将要修改的字。
   .扫描方法
   .字检索方法
5. 执行替换、插入、删除字等操作

详细说明

- **字和编辑单元的概念**

字是一个地址后面带有一个数字。对于用户宏程序，字的概念变得很模糊。
所以在这里考虑编辑单元的概念。
编辑单元是一个用来进行替换或删除操作的单位。在一次扫描操作中，光标标明了编辑单元开始的位置。插入是在编辑单元后进行的。
编辑单元的定义
(i) 程序中，从一个地址到另一个地址的程序部分。
(ii) 一个地址是一个字母，**IF,WHILE,GOTO,END,DO**=或**(EOB)**等。
根据这个定义，一个字是一个编辑单元。
“字”的含义，当使用在编辑操作中时，意味着是有精确定义的编辑单元。

警告

用户通过单段运行或进给暂停使自动运行停止，进行程序的编辑，如替换，插入或删除后，不能继续程序的执行。这样做是很危险的，有可能不按显示的程序内容执行。因此，当要通过编辑功能修改内存中的数据时，一定要进入复位状态，或者在编辑执行完后，执行程序之前复位系统。

9.1.1 字的检索

字的检索可以通过简单的在文本中移动光标（扫描），字检索或者是地址检索实现。

扫描程序的步骤

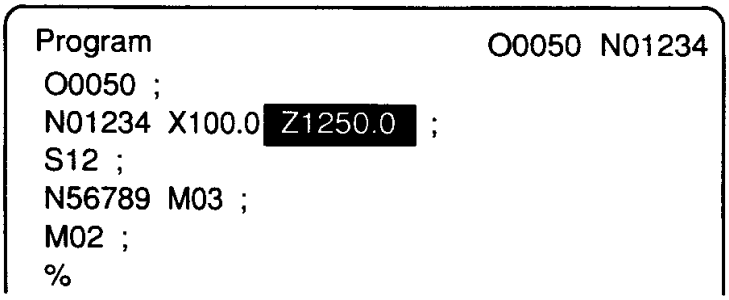
1. 按下光标键[→]。

   光标在画面上向前一个字一个字的移动，光标显示在所选的字上。

2. 按下光标键[←]。

   光标在画面上往回一个字一个字的移动，光标显示在所选的字上。

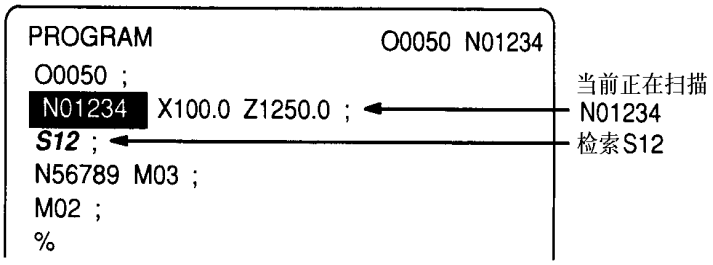
   例如）扫描 Z1250.0 时



3. 持续按下光标键[→]或[←]对字进行连续扫描。
4. 当按下光标[↓]时，检索下一程序段的第一个字。
5. 当按下光标[↑]时，检索上一程序段的第一个字。
6. 持续按下光标键[↓]或[↑]会连续的将光标移动到各程序段的开头。
7. 按下翻页键[PAGE↓]显示下一页，并检索该页中的第一个字。
8. 按下翻页键[PAGE↑]显示前一页，并检索该页中的第一个字。
9. 持续按下翻页键[PAGE↓]或[PAGE↑]会连续显示各页面。

字检索的步骤

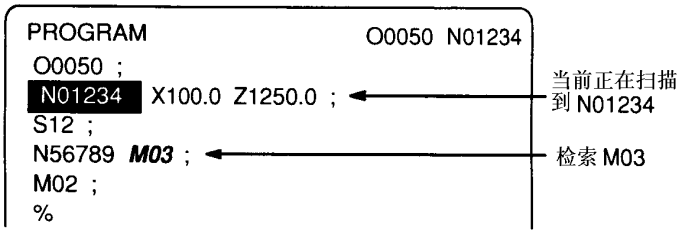
例如）检索 S12



1. 键入地址 [S] 。
2. 键入 [1] [2] 。
   - 如果仅键入 **S1** 就不能检索 **S12**。
   - 如果仅键入 **S9** 就不能检索 **S09**。
   - 如果要检索 **S09** 就必须输入 **S09**。
3. 按下**[SRH↓]**键开始检索过程。
   检索完成后，光标停留在 **S12** 上。
   若按下**[SRH↑]**而不是**[SRH↓]**键，就会执行相反方向的检索操作。

检索一个地址的操作步骤

例如）检索 M03



1. 键入地址 [M] 。
2. 按下**[SRH↓]**键。
   在检索完成后，光标停留在 **M03** 上。
   若按下**[SRH↑]**而不是**[SRH↓]**键，就会执行相反方向的检索操作。

报警

报警号	说明
71	没有找到检索的字或地址

9.1.2 跳到程序头

光标可以跳到程序头，该功能称为定位程序头指针。有 3 种定位程序头指针的方法。

定位程序头指针

方法 1

1. 在 **EDIT** 方式下，当处于程序画面时按下RESET键。

   当光标回到程序的起始部分后，在画面上从头开始显示程序的内容。

方法 2

检索程序号

1. 在 **MEMORY** 或 **EDIT** 方式下，当处于程序画面时，按下地址键 O。
2. 输入程序号。
3. 按下软键**[O SRH]**。

方法 3

1. 选择**[MEMORY]**或者**[EDIT]**方式。
2. 按下PROG键。
3. 按下**[(OPRT)]**键。
4. 按下**[REWIND]**键。

9.1.3 字的插入

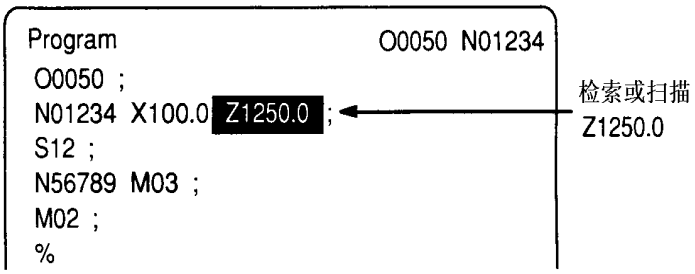
插入一个字的步骤

1. 检索或扫描插入位置前的字。
2. 键入将要插入的地址字。
3. 键入数据。
4. 按下[INSERT]键。

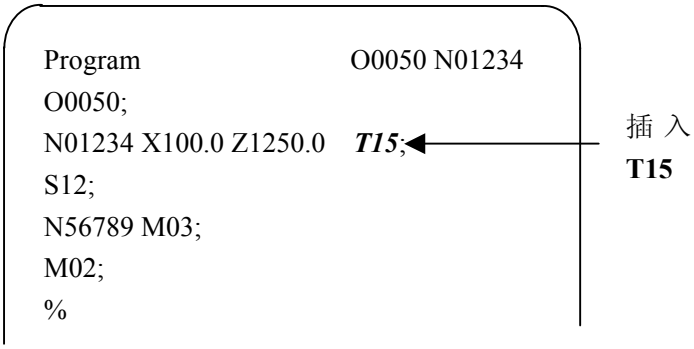
示例：插入 T15

步骤

1. 检索或扫描 Z1250



2. 键入[T] [1] [5] 。
3. 按下[INSERT]键。



9.1.4 字的替换

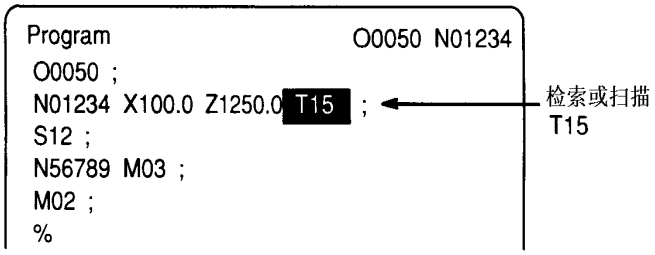
字的替换步骤

1. 检索或扫描将要替换的字。
2. 输入将要插入的地址字。
3. 输入数据。
4. 按下[ALTER]键。

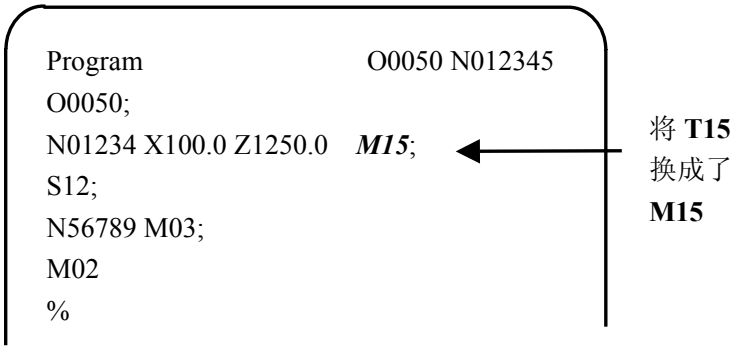
示例：将 T15 替换为 M15

步骤

1. 检索或扫描 T15。



2. 键入[M] [1] [5] 。
3. 按下[ALTER]键。



9.1.5 字的删除

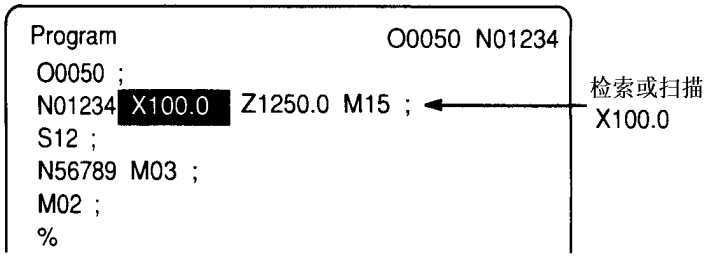
删除一个字的步骤

1. 检索或扫描将要删除的字。
2. 按下[DELETE]键。

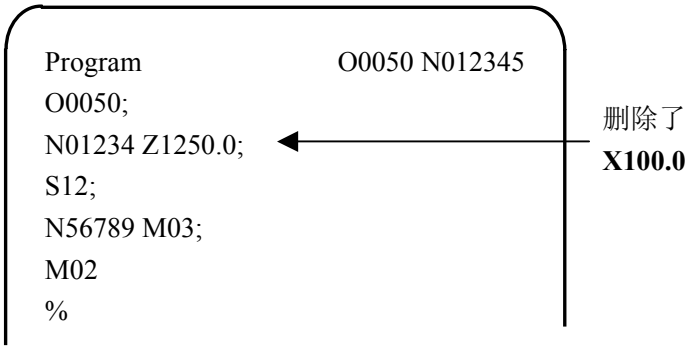
示例：删除 X100.0

步骤

1. 检索或扫描 X100.0。



2. 按下[DELETE]键。



9.2 程序段的删除

程序中的一个段或者几个段可被删除。

9.2.1 删除一个程序段

以下的步骤将删除一个程序段直到它的 EOB 码；光标移动到下一个字上。

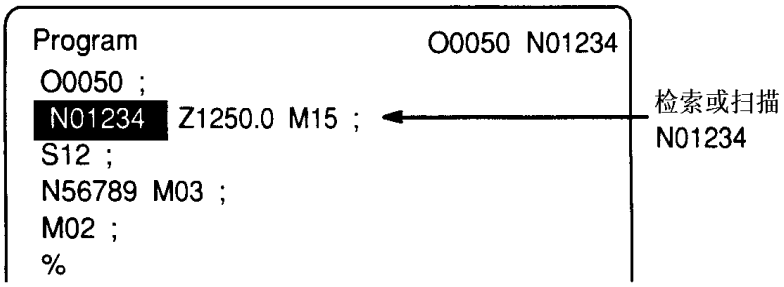
删除一个程序段的步骤

1. 检索或扫描将要删除的程序段地址 N。
2. 键入[EOB]。
3. 键入[DELETE]。

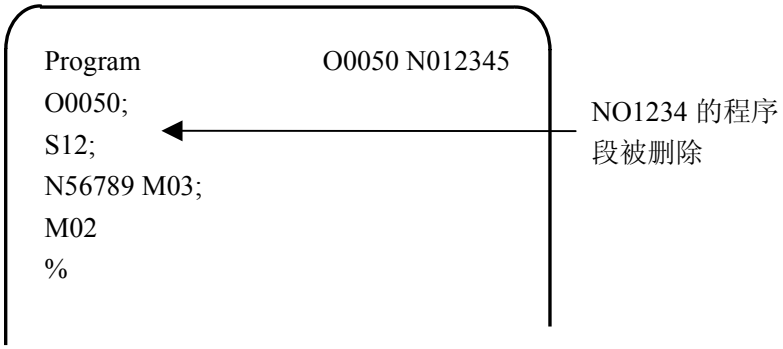
示例：删除 N01234 的程序段

步骤

1. 检索或扫描 N01234。



2. 输入[EOB]。
3. 按下[DELETE]键。



9.2.2 删除多个程序段

从当前显示的程序段到指定顺序号的程序段都被删除。

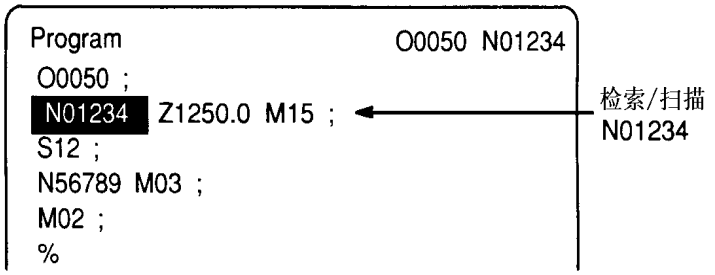
删除多个程序段的步骤

1. 检索或扫描将要删除的第一个程序段的第一个字。
2. 键入地址 N 。
3. 键入将要删除的最后一个程序段的顺序号。
4. 按下 DELETE 键。

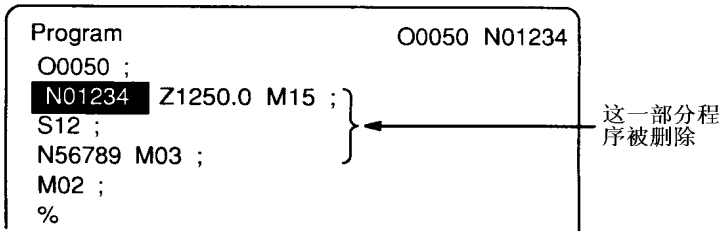
例如：删除从 N01234 到 N56789 的程序段的所有内容

步骤

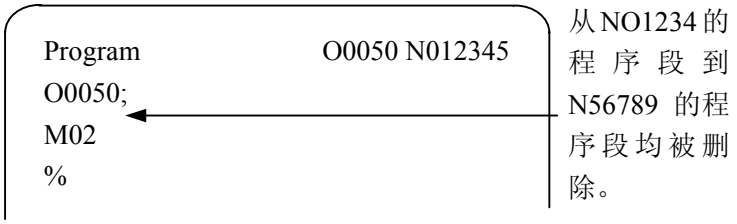
1. 检索或扫描 N01234。



2. 键入 N 5 6 7 8 9 。



3. 按下 DELETE 键。



9.3 程序号检索

当内存中存有多个程序时，可以检索出其中的一个程序。有以下三种方法。

程序号检索方法

方法 1

1. 选择 **EDIT** 或 **MEMORY** 方式。
2. 按下[PROG]键显示程序画面。
3. 输入地址[O]。
4. 输入要检索的程序号。
5. 按下**[O SRH]**。
6. 检索结束后，检索到的程序号显示在画面的右上角。如果没有找到该程序，就会出现 P/S 报警 No.71。

方法 2

1. 选择 **EDIT** 或 **MEMORY** 方式。
2. 按下[PROG]键显示程序画面。
3. 按下**[O SRH]**键。
   此时，检索存储器中的下一个程序。

方法 3

该方法检索 0001~0015 号程序，与机床自动运行的起动信号有关。详细操作请参阅机床制造厂商提供的操作说明书。

1. 选择 **MEMORY** 方式。
2. 设置复位状态（*1）
   复位状态是自动运行的关闭状态，由自动运行灯（灭）指示。（参阅由机床制造厂商提供的相关说明书。）
3. 在机床上设定程序号选择信号（从 01 到 15）。
   如果机床上与程序相关的信号没有设定，就会出现 P/S 报警 No.059。
4. 按下循环启动按钮。
   当机床侧的信号为 00 时，表示程序号检索操作没有进行。

报警

报警号	内容
59	选择的程序号不能在外部的程序号检索中检索。
71	指定的程序号未检索到。

9.4 顺序号检索

顺序号检索通常用于在程序中间检索某个程序段，以便从该段开始执行程序。

例如）检索程序（O0002）中的顺序号 02346。

	程序	
	O0001;	
	N01234X100.0Z100.0	
	S12;	
	:	
选择的程序 →	**O0002;**	从头开始对
	N**02345X20.0Z20.0;**	这一部分检
要检索的 →	**N02346 X10.0 Y10.0;**	索
目标顺序号	:	(检索操作只
	O0003;	在一个程序
	:	中进行)

顺序号检索的步骤

1. 选择 **MEMORY** 方式。
2. 按下[PROG]键。
3. • 如果程序包含有要检索的顺序号，执行下面 4 到 7 步的操作。
   • 如果程序不含有要查找的顺序号，选择含有要查找的顺序号的程序的程序号。
4. 输入地址 [N] 。
5. 输入要检索的顺序号。
6. 按下**[N SRH]**键。
7. 检索完成后，找到的顺序号显示在画面的右上角。
   如果在当前程序中没有找到指定的顺序号，则出现 **P/S No.060** 报警。

详细说明

- **在检索过程中的操作**

那些被跳过的程序段并不影响 CNC。这就意味着在跳过程序段中的坐标值，M,S,T 代码及模态值等数据并不改变。
因此，通过顺序号检索命令找到的将要开始执行或者重新开始执行的程序段中，一定要确保含有需要的 M,S 和 T 代码及坐标值。通过顺序号检索的程序段通常是从一个过程转换到另一个过程的转移点。当必须检索加工过程中间的一个程序段，以便从该段重新启动程序时，应该用 MDI 键盘输入所需的 M,S,T,G 代码及相应的坐标值，并仔细检查机床和 CNC 后从该点（程序段）启动程序。

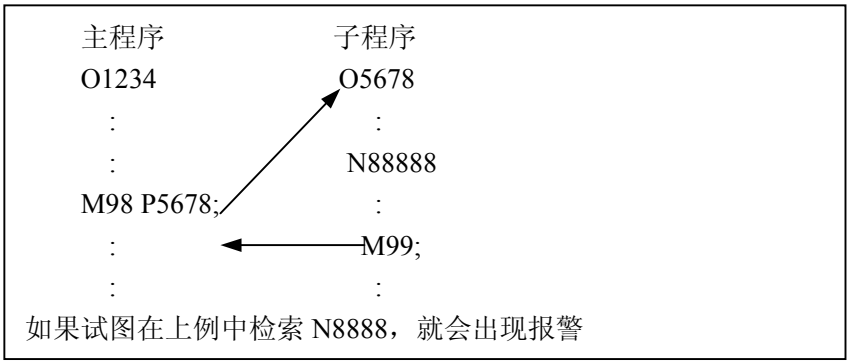
- **在检索过程中的检查**

在检索过程中，执行下列检查：
●程序段的选择跳过.

限制

- **在子程序中检索**

在顺序号检索过程中，不能执行 M98Pxxxx(子程序调用)。如果试图在当前执行的程序中的子程序段中检索一个顺序号时，就会出现 P/S 报警（No.060）。



如果试图在上例中检索 N8888，就会出现报警

报警

报警号	内容
60	在顺序号检索过程中没有找到要检索的顺序号。

9.5 程序的删除

存储到内存中的程序可以被删除，一个程序或者所有的程序都可以一次删除。同时，也可以通过指定一个范围删除多个程序。

9.5.1 删除一个程序

可以删除存储在内存中的一个程序。

删除一个程序的步骤

1. 选择 **EDIT** 方式。
2. 按下[PROG]键，显示程序画面。
3. 键入地址[O]。
4. 键入要删除的程序号。
5. 按下[DELETE]键。

   输入的程序号的程序被删除。

9.5.2 删除所有程序

删除存储在内存中的所有程序。

删除所有程序的步骤

1. 选择 **EDIT** 方式。
2. 按下[PROG]键，显示程序画面。
3. 键入地址[O]。
4. 键入-9999。
5. 按下[DELETE]键，所有的程序都被删除。

9.5.3 删除指定范围内的多个程序

内存中指定的程序号范围中的程序被删除。

通过指定一个范围删除多个程序的步骤

1. 选择 **EDIT** 方式。
2. 按下[PROG]键，显示程序画面。
3. 以如下格式输入将要删除的程序号的范围：

   OXXXX,OYYYY

   其中，XXXX 代表将要删除程序的起始程序号，YYYY 代表将要删除的程序的终了程序号。
4. 按下[DELETE]键，删除程序号从 No.XXXX 到 No.YYYY 之间的程序。

9.6 扩展零件程序的编辑功能

使用扩展零件程序的编辑功能，可以通过软键对存在内存中的程序执行如下操作。

可以执行下列的编辑操作：

- 一个完整的程序或者程序的一部分将被拷贝或移到另一个程序。
- 一个程序可以合并到另一个程序的任意位置。
- 一个程序中指定的字或者地址可以被替换为另一个字或地址。

9.6.1 拷贝一个完整的程序

通过拷贝可以生成一个新的程序。

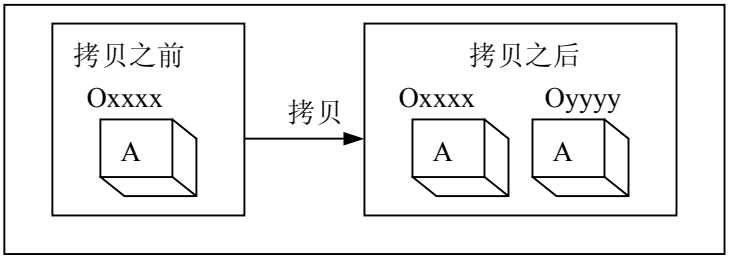
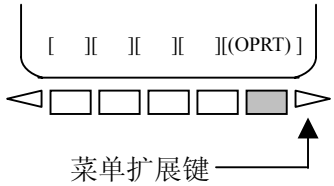


图 9.6.1 拷贝一个完整的程序

在图 9.6.1 中，具有程序号 xxxx 的程序被拷贝并重新创建一个程序号为 yyyy 的程序。通过拷贝创建的程序除了程序号，其它都和原程序一样。

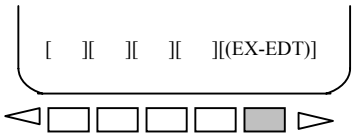
拷贝整个程序的步骤

2. 按下功能键[PROG]。

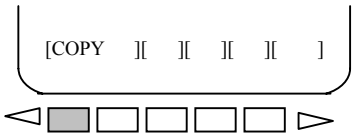


3. 按下软键**[(OPRT)]**。

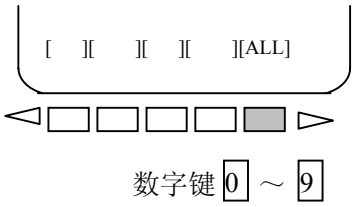
4. 按下菜单扩展键。



5. 按下软键**[EX-EDT]**。

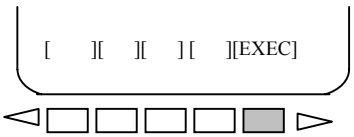


6. 检查拷贝的程序是否已经选择，并按下软键**[COPY]**。



7. 按下软键**[ALL]**。

8. 输入新建的程序号（只用数字键）并按下[INPUT]键。



9. 按下软键**[EXEC]**。

9.6.2 拷贝程序的一部分

通过拷贝程序的一部分也可以生成一个新的程序。

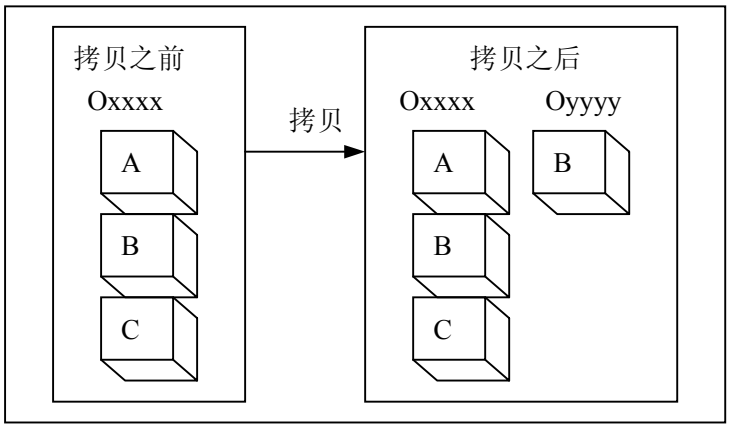
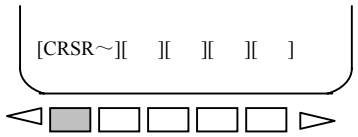


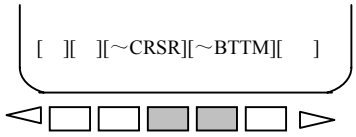
图 9.6.2 拷贝程序的一部分

在图 9.6.2 中，程序号 xxxx 的程序的一部分被拷贝，生成一个新的程序号为 yyyy 的程序。拷贝操作后，指定编辑范围的程序保持不变。

拷贝部分程序的步骤



1. 执行第**III-9.6.1** 节中的第 **1** 到 **6** 步。

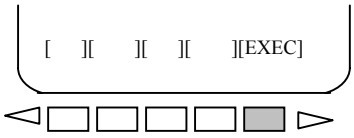


2. 将光标移动到要拷贝范围的开头，按下软键**[CRSR~]**。

3. 将光标移动到要拷贝范围的末尾，按下软键**[~CRSR]**或**[~BTTM]**（在后一种情况下，不管光标的位置如何，直到程序结束的程序都将被拷贝）。

数字键 0 ～ 9

4. 输入新的程序号（只用数字键）并按下 INPUT 键。



5. 按下软键**[EXEC]**。

9.6.3 移动程序的一部分

通过移动程序的一部分，可以生成一个新的程序。

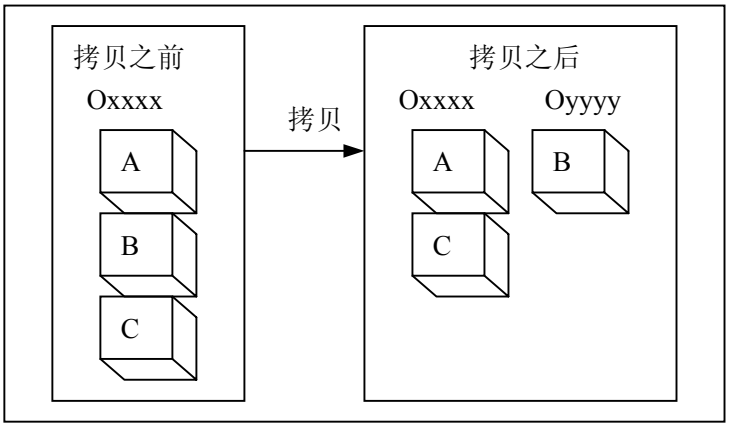


图 9.6.3 移动程序的一部分

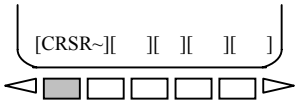
在图 9.6.3 中，程序号 xxxx 的程序的 B 部分被移出并生成了一个新程序，程序号为 yyyy；程序号为 xxxx 的 B 部分程序被删除。

移动部分程序的步骤

1. 执行第**III-9.6.1** 节中的第 1 到 5 步。



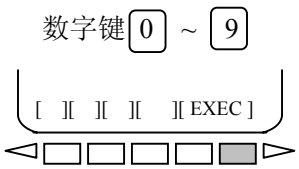
2. 检查程序画面中将要移动的程序是否被选出并按下**[MOVE]**键。



3. 将光标移动到要拷贝范围的开头，按下软键**[CRSR~]**。



4. 将光标移动到要拷贝范围的末尾，按下软键**[~CRSR]**或**[~BTTM]**（在后一种情况下，不管光标的位置如何，直到程序结束的程序段都将被拷贝）。



5. 输入新程序号（只用数字键）并按下INPUT键。

6. 按下软键**[EXEC]**。

9.6.4 合并程序

另外一个程序可以插入当前程序的任何位置。

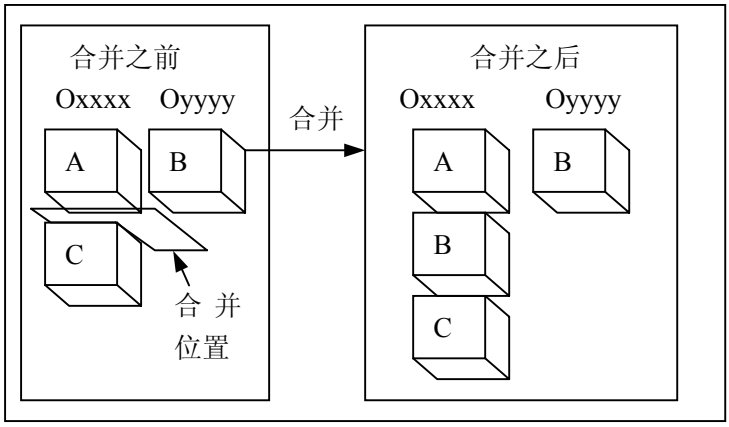
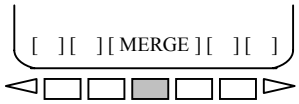


图 9.6.4 在指定位置合并一个程序

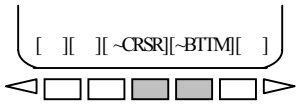
在图 9.6.4 中，程序号 yyyy 的程序被合并到程序号 xxxx 的程序中。程序 Oyyyy 在合并之后保持不变。

合并步骤

1. 执行第**III-9.6.1** 节中的第 **1** 到 **5** 步。



2. 检查是否选出将要编辑的程序，并按下**[MERGE]**键。



3. 将光标移动到插入另一个程序的位置，按下软键**[~CRSR]**或**[~BTTM]**（在后一种情况下，显示当前程序的末尾）。

数字键 0 ~ 9

4. 输入将要插入的程序号（只用数字键）并按下 INPUT 键。



5. 按下软键**[EXEC]**。
   在第 4 步中指定的程序号就被插入到在第 3 步中指定的光标位置的前面。

9.6.5 拷贝、移动和合并的补充说明

详细说明

- **设置编辑范围**

使用软键**[CRSR~]**设置编辑范围的起始点，在使用软键**[~CRSR]**或**[~BTTM]**指定编辑程序的终点之前可以任意地改变。如果编辑范围的起始点被设置到编辑范围终点之后，则编辑范围必须对起始点进行重新设定。

起始点设定和终点设定在执行使设置无效的操作之前都有效。

以下的操作可以使设置无效：

. 在设定完起始点和终点后，执行编辑操作，而不是地址检索，字检索/扫描和检索程序的起始点等操作。

. 在起始点和终点设定后，处理过程回到了操作选择。

- **不指定程序号**

拷贝和移动程序时，在编辑范围终点设置之后，如果没有指定程序号就按下**[EXEC]**键，则程序 O0000 就被注册为工件程序。O0000 程序具有如下特点：

●程序可以象通常的程序一样进行编辑（不要运行程序）。

●如果执行了新的拷贝和移动操作，则在执行时，以前的信息被删除，并注册新的设置信息（程序的全部或者部分）。（在合并时，不删除以前的信息。）然而，被设置为前景操作的程序，不能被注册到背景中，否则产生报警 **P/S(No.140 号)**。当注册程序时，会产生一个空白区域。用DELETE键删除这个区域。

当程序已经无用时，使用通常的操作删除该程序。

- **当系统等待输入程序号时进行编辑**

当系统在等待输入程序号时，不能执行任何的编辑操作。

限制

- **程序号码的位数**

如果指定了 5 位或者更多的程序号码，就会产生格式错误。

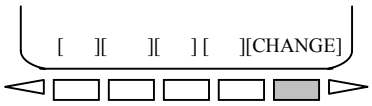
报警

报警号	内容
70	拷贝或插入程序时若内存不够，拷贝或插入操作终止。
101	拷贝、移动或插入程序时断电，必须清除用来进行编辑的内存。当出现这个报警时，按下RESET键的同时按下PROG键。 仅删除正在进行编辑的程序。

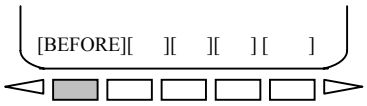
9.6.6
字和地址的替换

替换一个或者多个指定的字。
替换操作可以替换程序中指定的字或地址的全部或者只替换其中一部分。

替换词或地址的步骤



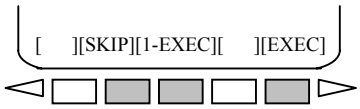
1. 执行**III-9.6.1** 节中的第 **1** 到 **5** 步。
2. 按下软键**[CHANGE]**。
3. 输入要被替换的字或地址。



4. 按下软键**[BEFORE]**。
5. 输入新字或地址。



6. 按下软键**[AFTER]**。



7. 按下软键**[EXEC]**，替换光标后的所有指定的字或地址。
   按下软键**[1-EXEC]**，搜索并替换光标的后第一个找到的指定字或地址。
   按下软键**[SKIP]**，仅搜索光标后的第一个指定的字或地址。

示例

- **用 Y200 替换 X100** **[CHANGE]** X 1 0 0 **[BEFORE]** Y 2 0 0 **[AFTER] [EXEC]**
- **用 X30 替换 X100Y200** **[CHANGE]** X 1 0 0 Y 2 0 0 **[BEFORE]** X 3 0 **[AFTER] [EXEC]**
- **用 WHILE 替换 IF** **[CHANGE]** I F **[BEFORE** W H I L E **[AFTER] [EXEC]**
- **用,C10 替换 X** **[CHANGE]** X **[BEFORE]** , C 1 0 **[AFTER] [EXEC]**

详细说明

- **替换用户宏程序**

  以下的用户宏指令字是可以替换的：
  IF, WHILE, GOTO, END, DO, BPRNT, DPRNT, POPEN, PCLOS
  可以指定用户宏指令的缩写。
  当使用缩写时，画面的显示就象用键输入的一样，即使在软键**[BEFORE]**和**[AFTER]**被按下以后也是这样。

限制

- **要替换的字符数**

  可以替换最多 15 个字符（替换前和替换后相同，不能指定 16 个或 16 个以上的字符）。

- **替换的字符**

  在替换前和替换后的字必须以地址字符开头，否则会发生格式错误。

9.7 用户宏程序的编辑

和通常的程序不同,用户宏程序是按编辑单元进行修改、插入或删除的。
用户宏程序可以以简写形式输入。
程序中可以加入注释。
有关注释请见 III-10.1 节。

详细说明

- **编辑单元**

当编辑已经存在的宏程序时,用户可以将光标移动到下列任何一种字符或符号开头的编辑单元上:

(a) 地址
(b) 以#开头的赋值语句
(c) /，(，=，和;
(d) **IF, WHILE, GOTO, END, DO, POPEN, BPRNT, DPRNT 和 PCLOS** 的第一个字符

在画面上，在以上任何一种字符或符号的前面都有一个空格。

(示例)光标停在起始位置

N001 X #100 ;
#1 =123 ;
N002 /2 X[12/#3] ;
N003 X-SQRT[#3/3*[#4+1]] ;
N004 X-#2 Z#1 ;
N005 #5 =1+2-#10 ;
IF[#1NE0] GOTO10 ;
WHILE[#2LE5] DO1 ;
#[200+#2] =#2*10 ;
#2 =#2+1 ;
END1 ;

- **用户宏程序字的缩写**

当替换或者插入用户宏指令字时,开始的两个或多个字符可以替换整个字。

如:

WHILE→WH	**GOTO→GO**	**XOR→XO**	**AND→AN**
SIN→SI	**ASIN→AS**	**COS→CO**	**ACOS→AC**
TAN→TA	**ATAN→AT**	**SQRT→SQ**	**ABS→AB**
BCD→BC	**BIN→BI**	**FIX→FI**	**FUP→FU**
ROUND→RO	**END→EN**	**EXP→EX**	**THEN→TH**
POPEN→PO	**BPRNT→BP**	**DPRNT→DP**	**PCLOS→PC**

（示例）键入

WH [AB[#2] LE RO [#3]]

与下面语句具有相同的效果

WHILE [ABS [#2] LE ROUND [#3]]

程序也是以这种形式显示的。

9.8 背景编辑

当执行一个程序时编辑另一个程序称为背景编辑。编辑方法和通常的编辑方法一样（前景编辑）。
背景操作中编辑的程序应该通过以下的操作注册到前景程序的内存中。
在背景编辑中，所有的程序都不能被立即删除。

背景编辑的步骤

1. 进入 **EDIT** 或者 **MEMORY** 方式。
   MEMORY 方式即使在程序执行时也是允许的。
2. 按下功能键[PROG]。
3. 按下软键**[(OPRT)]**，然后按下软键**[BG-EDT]**。
   背景操作编辑画面**(PROGRAM（BG-EDIT）**显示在画面的左上角)。
4. 在背景操作中编辑程序，方法和在前景操作一样。
5. 编辑完成后，按下软键**[(OPRT)]**，然后按下软键**[BG-EDT]**。被编辑的程序就注册到前景程序内存中了。

详细说明

- **在背景操作编辑中的报警**

背景编辑出现的报警不影响前景的运行。同样，在前景运行中出现的报警也不影响背景操作。在背景编辑中，如果试图编辑在前景操作中正在执行的程序，就会发生 **BP/S 报警（No.140）**。另外，如果试图在前景运行时选择正在背景操作中编辑的程序(如子程序调用或者通过外部信号进行的程序号检索)，在前景运行中就会发生 **P/S 报警(No.059，No.078)**。同理，如果试图在前景运行中选择正在背景操作中编辑的程序，就会在背景中产生一个 P/S 报警。这两种报警的区别方法是在背景编辑画面的数据输入行会显示 BP/S 报警。

9.9 口令功能

口令功能（**参数 No.3202#4(NE9)**）可以通过参数 **No.3210(PASSWD)** 和参数**No.3211(KEYWD)**将程序锁住，以保护程序**No.9000**到**No.9999**。在锁住状态下，除非输入了正确的口令，否则程序 **No.9000** 到 **No.9999** 将不能被修改。

锁住状态意味着参数 **PASSWD** 的设置值与参数 **KEYWD** 的设置值不同。这些参数中的设置值不显示。当参数 **PASSWD** 的设置值与参数 **KEYWD** 的设置值相同时，就可以解锁。当参数 **PASSWD** 显示为 0 时，表明 **PASSWD** 没有设置。

锁住和解锁的步骤

锁住

1. 选择 **MDI** 方式。
2. 设置参数开关为可写。这时，在 CNC 上显示 **P/S100** 报警。
3. 设置参数 **No.3210(PASSWD)**，这时就设定为锁住状态。
4. 将参数写入开关置为“禁止写入”。
5. 按下RESET，消除报警。

解锁

1. 选择 **MDI** 方式。
2. 设置参数开关为可写。这时，在 CNC 上显示 **P/S100** 报警。
3. 在参数 **No.3211(KEYWD)**中设置与参数 **No.3210(PASSWD)**相同的值，这时锁住状态解除。
4. 将参数 **NE9(No.3202#4)**设置为 0。
5. 将参数写入开关置为“禁止写入”。
6. 按下RESET，消除报警。
7. 程序 **No.9000** 到 **No.9999** 就可以编辑了。

详细说明

- **设置参数 PASSWD**

当参数 **PASSWD** 中设置非 0 值时，就设置了锁住状态。然而，参数 PASSWD 仅在锁住状态尚未设置时（**当 PASSWD=0 或 PASSWD=KEYWD**），才可以设置。如果在其它情况下设置该参数，就会出现一个不能写入的警告。当设置了锁住状态后（当 **PASSWD**=0, 且 **PASSWD=KEYWD**），参数 NE9 就会自动设置为 1。如果在这时试图将 NE9 改为 0，就会出现一个不能写入的警告。

- **改变参数 PASSWD**

当锁住状态解除后（**当 PASSWD=0 或 PASSWD=KEYWD**），就可以更改设置状态。在解锁步骤的第 3 步后，可以在参数 PASSWD 中设置一个新的参数，从这时起，必须在 KEYWD 中设置一个新值才能解除锁住状态。

- **在参数 PASSWD 中设置 0**

  当在参数 **PASSWD** 中设置 0 时，显示数字 0，并且口令功能被设为无效。换句话说，口令功能可以通过将 **KEYWD** 中的值设为与 **KEYWD** 中一样的值，或者干脆不设置 **PASSWD** 来取消。为了确保不进入锁住状态，必须千万小心不要在参数 **PASSWD** 中设置非 0 值。

- **重新锁住**

  在锁住状态解除后，可以通过在 **PASSWD** 参数中设置一个不同的值来重新设定，或者通过关掉 NC 电源再打开后将 **KEYWD** 复位来设定。

警告
一旦设定了锁住状态，参数 **NE9** 就不能被设为 **0**，并且参数 **PASSWD** 在锁住状态解除之前或者执行清除所有内存的操作之前不能进行修改。在设置 **PASSWD** 时要千万小心。

10 创建程序

可以通过下列方法创建程序：

- ●用 MDI 键盘创建程序
- ●在示教方式中编程
- ●图形对话编程
- ●通过编程引导 0i
- ●用自动编程设备(FANUC SYSTEM P)

本章说明用 MDI 面板，示教方式以及图形对话编程功能创建程序。在本章中也叙述顺序号的自动插入功能。

10.1 用 MDI 面板创建程序

可以在 **EDIT** 方式下通过 **III-9** 节中讲过的程序编辑功能创建程序。

使用 MDI 面板创建程序的步骤

步骤

1. 进入 **EDIT** 方式。
2. 按下[PROG]键。
3. 按下地址键[O]，输入程序号。
4. 按下[INSERT]键。
5. 使用 **III-9** 节中讲过的程序编辑功能创建程序。

详细说明

- **程序中的注释**

注释可以通过控制入/出代码加入程序。

例如）O0001(FANUC 16 系列);
M08 (冷却液开);

- 如果在输入控制出的代码“(”，注释，和控制入的代码“)”后按下[INSERT]键，输入的注释就被注册了。
- 如果在注释中间按下[INSERT]键，然后再输入其余的注释，则在[INSERT]之前键入的数据就有可能不能被正确的注册（未输入，被修改或者丢失了）。这是因为在通常的编辑中，数据通常要经过输入检查。

输入注释时，请注意以下事项：

- 控制入代码“)”不能通过自身注册。
- 在[INSERT]键按下之后输入的注释，不能以数字，空格或地址 O 开头。
- 如果输入了宏指令字的缩写，这个缩写将被转换为宏指令字的全名并被注册（见 9.7 节）。
- 可以输入地址 O 和顺序号或者空格，但它们在注册时都被忽略。

10.2 顺序号的自动插入

在 **EDIT** 方式下，通过 MDI 面板创建程序时，顺序号可以自动插入到每一程序段中。

在参数 **No.3216** 中设置顺序号的增量值。

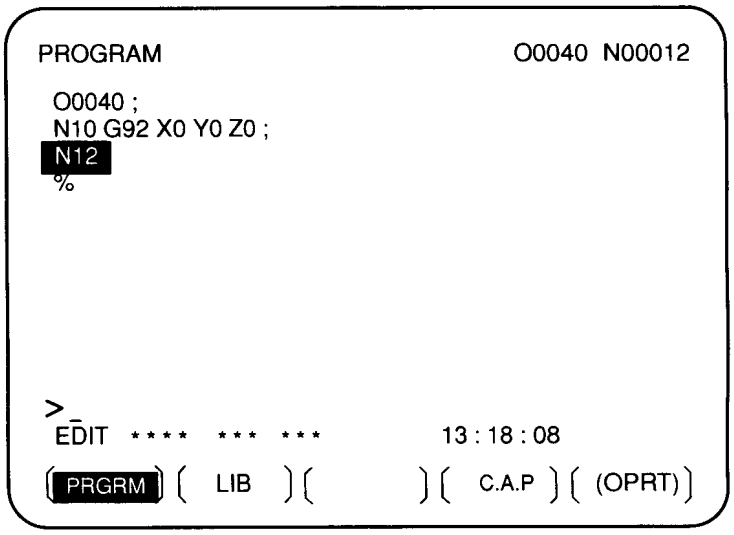
自动插入顺序号的步骤

步骤

1. 设置 **SEQUENCE NO** 为 1（**见 III-11.4.3 节**）。
2. 进入 **EDIT** 方式。
3. 按下[PROG]键显示程序画面。
4. 搜索或者注册将要编辑的程序号，并且将光标移动到要插入顺序号的段程序的 **EOB**(;)处。

   当程序号被注册后并通过[INSERT]键输入了 **EOB**(;)，顺序号就会从 0 开始自动加入。如果有必要，根据第 10 步修改初始值，然后跳到第 7 步。
5. 按下地址键[N o]并输入 N 的初始值。
6. 按下[INSERT]。
7. 输入程序段的每一个字。
8. 按下[EOB]。

9. 按下[INSERT]。**EOB** 被注册到内存中并自动插入顺序号。例如，如果 N 的初始值为 10 并且顺序号增量为 2，则插入 N12，并且光标在字符输入处显示。



10. ● 在上面的例子中，如果在另一个程序段中不需要 N12，则在 N12 显示后按下[DELETE]键可删除 N12。
    ● 要在下一个程序段中插入 N100 而不是 N12，在显示 N12 后输入 N100 再按[ALTER]键。则 N100 被注册，并将初始值改为 100。

10.3 在示教方式中创建程序（录返）

在 TEACH IN JOG 手动进给示教和 TEACH IN HANDLE 手轮示教方式，通过手动操作获得的机床沿 X,Y,Z 轴的位置被存储到内存中作为创建程序的位置。

除了 X,Y,Z，地址 O,N,G,R,F,C,M,S,T,P,Q 和 EOB 也可以用 EDIT 方式同样的方法存储到内存中。

在示教方式中创建程序的步骤

步骤

下面步骤可以用来存储机床沿 X,Y,Z 轴的位置。

1. 选择 **TEACH IN JOG** 或 **TEACH IN HANDLE** 方式。
2. 用手轮或 **JOG** 把刀具移动到需要的位置。
3. 按下[PROG]键显示程序画面。搜索或注册一个将要进行编辑的程序号，并将光标移动到沿各轴的将要注册（插入）的位置。
4. 键入[X]。
5. 按下[INSERT]键。机床沿 X 轴的位置就被存储到内存中。

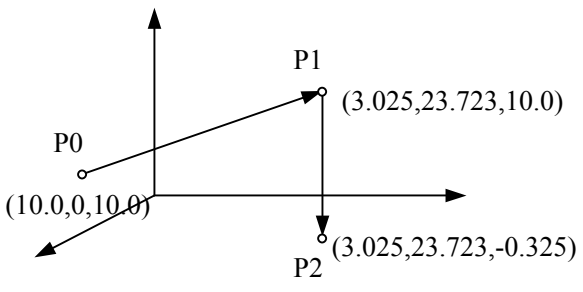
   例如）X10.521 绝对位置 (mm 输入)

   X10521 内存中存储的位置数据
6. 同样的，键入[Y]，按下[INSERT]键。机床沿 Y 轴的位置就被存储到内存中。键入[Z]，按下[INSERT]键。机床沿 Z 轴的位置就被存储到内存中。

通过这种方法存储的所有坐标值都是绝对坐标值。

示例

```
O1234;
N1 G92 X1000 Y0 Z1000;
N2 G00 G90 X3025 Y23723;
N3 G01 Z-325 F300;
N4 M02;
```



1. 将设置（SETTING）数据 **SEQUENCE NO** 设置为 1。(假设增量值参数（**No.3216**）已经设为 1。)
2. 选择 **TEACH IN HANDLE** 方式。
3. 通过手轮创建位置 P0。
4. 选择程序画面。
5. 按下列格式输入程序号 O1234：

   O **1** 2 3 4 INSERT

   这一操作将程序号 O1234 注册到程序中。

   下一步，按下下列键：

   EOB INSERT

   在程序号之后输入了一个 EOB(；)。因为在 N 之后没有指定号码，顺序号就会自动插入为 N0，并且第一个程序段（N1）被注册到 CNC 内存中。
6. 按照如下的格式输入机床位置 **P0** 作为第一个程序段的数据：

   G 9 2 INSERT X INSERT Y INSERT Z

   INSERT EOB INSERT

   这一操作将 G92X10000Y0Z10000；注册到程序中。顺序号自动插入功能将第二个程序段的顺序号 N2 注册到内存中。
7. 用手轮将刀具移动到 **P1** 点。
8. 按如下的格式输入第二程序段的数据，即 **P1** 点的坐标。

   G 0 0 INSERT G 9 0 X INSERT Y

   INSERT EOB INSERT

   这个操作将 G00G90X3025Z23723；注册到内存中。顺序号自动插入功能将第 3 程序段的顺序号 N3 自动注册到内存中。
9. 用手轮将刀具位置移动到 P2 点。
10. 将 P2 的位置作为第 3 段的数据输入如下：

    G 0 **1** INSERT Z INSERT F 3 0 0

    INSERT EOB INSERT

    这一操作将 G01Z-325F300;注册到内存中。顺序号自动插入功能将第 4 程序段的顺序号 N4 自动注册到内存中。
11. 按照下列格式将 M02 注册到内存中:

    M 0 2 INSERT EOB INSERT

    N5 表示第 5 个程序段已经通过自动顺序号插入功能注册到内存中。

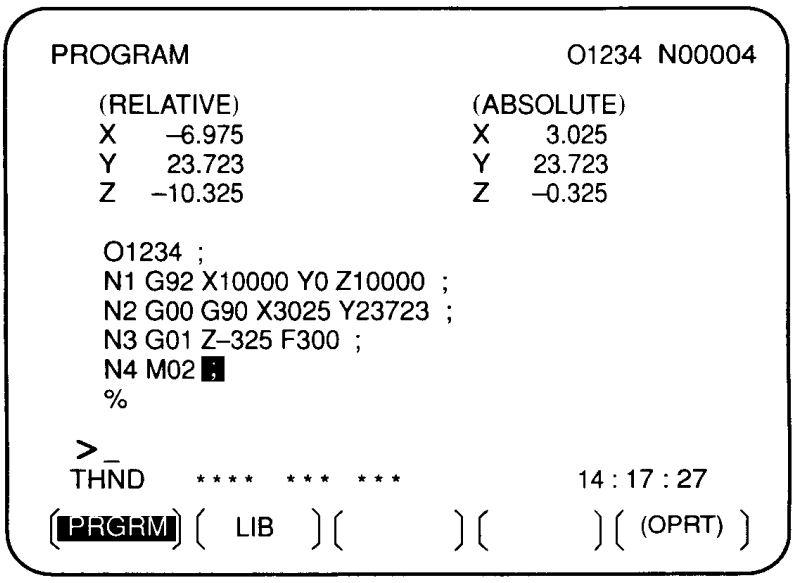
    按下 DELETE 键删除它。

以上完成了示例程序注册的全部操作。

详细说明

- **检查内存中的内容**

在 **TEACH IN HANDLE** 方式下可以检查内存中的内容，其过程与在 **EDIT** 方式下一样。



- **通过补偿功能注册一个位置**

在地址[X]，[Y]或[Z]后键入一个值，然后按下[INSERT]键，则机床的位置就被注册。这一方法可通过键入操作修改机床的位置。

- **除位置指令以外其它指令的注册**

根据程序的实际要求将其它指令在位置指令的前面或后面输入，输入方法与 **EDIT** 方式下编辑操作一样。

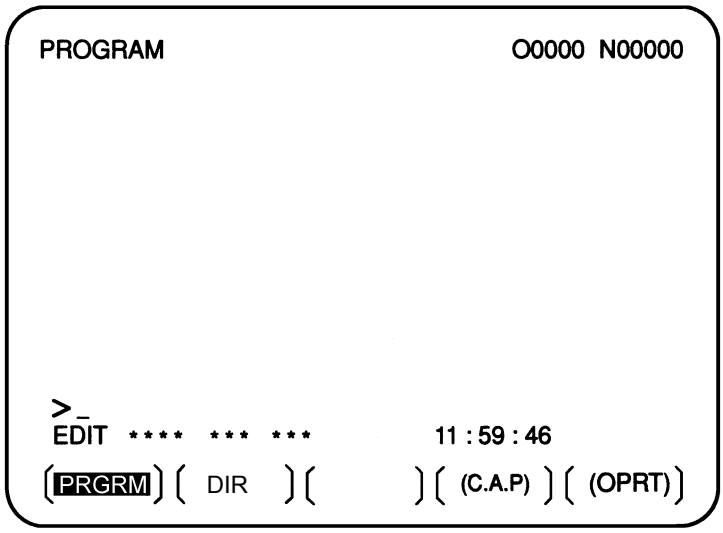
10.4 图形会话编程功能

根据图形画面的 G 代码菜单，在对话画面上一段一段地建立程序。
程序中的程序段可以用 G 代码菜单和对话画面进行修改，插入或删除。

图形会话编程的步骤

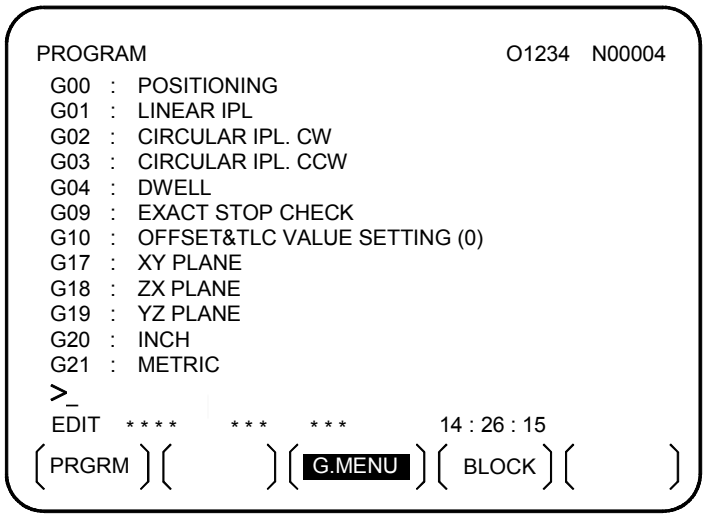
步骤 1
创建程序

1 进入 **EDIT** 方式。
2 按 PROG 。如没有存储程序，则显示下述画面。如果有存储程序，则显示当前选择的程序。



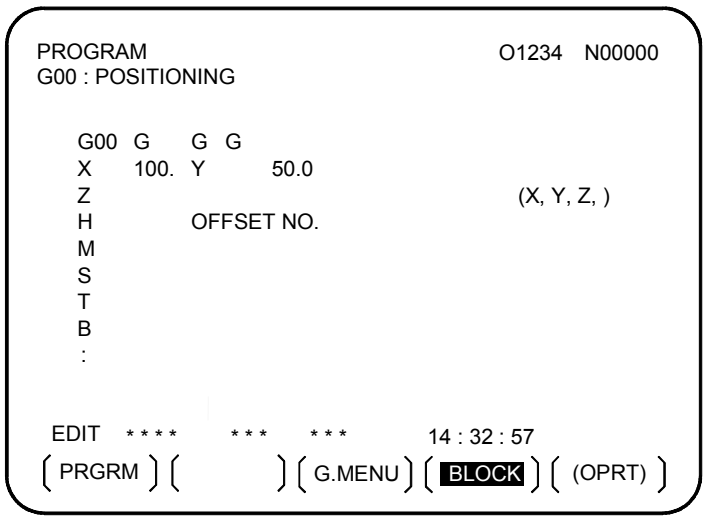
3 在键入地址 O 之后，键入欲存储程序的程序号，然后按 INSERT 。例如，当程序用程序号 10 存储时，键入 O 1 0，然后按 INSERT 。这就存储了一个新程序号 O0010。

4 按［**C.A.P**］软键。在画面上显示下述 G 代码菜单。
如果显示的软键与第 2 步中表示的不同，可以按菜单返回键 ◁ 使其显示正确的软键。

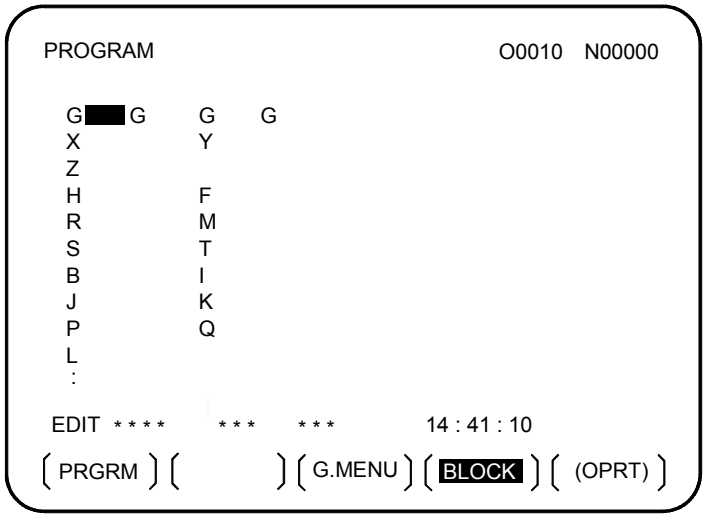


5 键入一个所需的 G 代码。例如，当希望是一个定位功能时，键入 G00。
如果画面上没有指示出要编程的功能，按翻页键 PAGE ↓ 显示下一个 G 代码菜单画面。重复这个操作直至出现想要的功能。如果想要的功能不是一个 G 代码，不要键入数据。

6 按软键［**BLOCK**］显示 G 代码的详细画面。下图是 G00 的详细画面。



当不按任何键时，显示标准细目画面。



7 移动光标到程序画面上要修改的程序段。此时，带光标的数据地址闪烁。

8 按数字键并按［**INPUT**］软键或 INPUT 键输入数字数据。这样完成了一个数据项的输入。

9 重复此操作直至输入 G 代码要求的全部数据。

10 按 INSERT 键。这就完成了在程序存储器中一个程序段数据的存储。

在画面上，G 代码菜单画面再次显示，允许用户输入另一个程序段的数据。如需要，重复从第 5 步开始的步骤。

11 存储全部程序之后，按［**PRGRM**］软键。存储的程序转换为对话格式并被显示。

12 按 RESET 键返回到程序开头。

步骤 2
修改程序段

1 在程序画面上将光标移动到要修改的程序段，并按［**C.A.P**］软键。
或者，先按［**C.A.P**］软键显示对话画面，然后按 PAGE 或 PAGE 翻页键直至显示要修改的程序段。
2 当要修改的数据不是 G 代码时，移动光标到数据处并键入希望值，然后按［**INPUT**］软键或 INPUT 键。
3 当要修改 G 代码时，按菜单返回键 ◁ 和软键［**G . MENU**］。
然后出现 G 代码菜单。选择想要的 G 代码，然后键入数值。例如，为了指令切削进给，键入 G01。然后按软键［**BLOCK**］。显示 G 代码细目画面，输入数据。
4 数据改完之后，按 ALTER 键。该操作替换程序中的一个程序段。

步骤 3
插入程序段

1 在会话方式，在程序画面，用翻页键和光标键将光标移到新程序段要插入点的前面。
2 按软键［**G.MENU**］显示 G 代码菜单。然后输入新程序段数据。
3 当在第 2 步中完成一个程序段的数据输入时，按 INSERT 键。这个操作插入了一个程序段的数据。

步骤 4
删除程序段

1 在对话画面上，显示要删除的程序段内容，然后按 DELETE 键。
2 显示的程序段内容从程序存储器中删除。随后在对话画面上显示下一程序段的内容。

11 数据的设定和显示

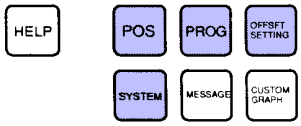
概述

要操作一台数控机床，必须在 MDI 面板上设定各种不同的参数。操作者在操作过程中可以通过数据监视当前的运行状态。
本章叙述如何为每种功能设定并显示这些数据。

详细说明

画面切换图

下面显示了当 MDI 面板上一个功能键被按下时画面的切换。同时显示了每一画面的子画面。有关每一画面的详细信息及其在画面上的设定步骤见相关的章节。如果这一章没有叙述这一画面，请见其它章节。

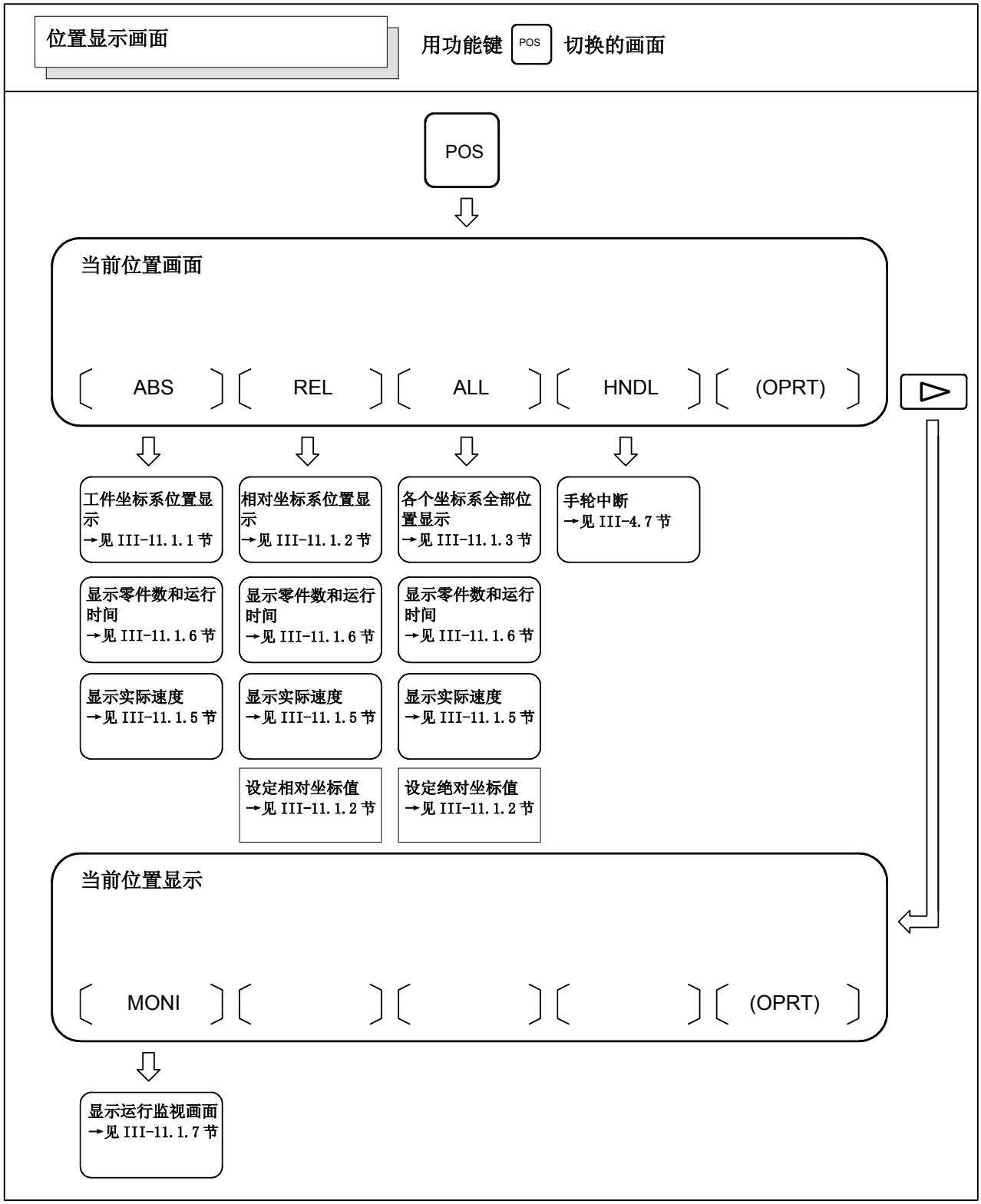


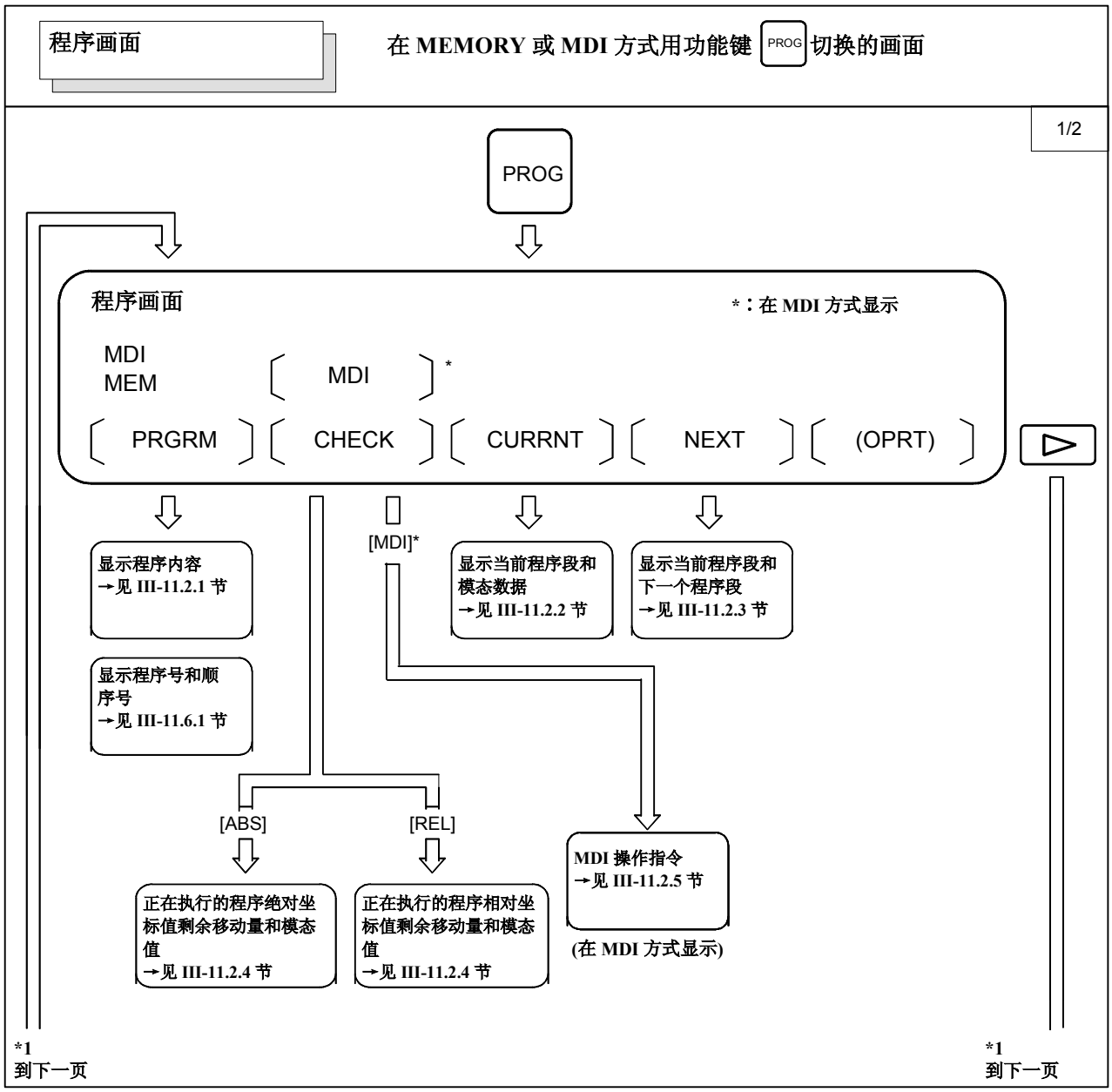
MDI 功能键
（本章中叙述了带有阴影的键）

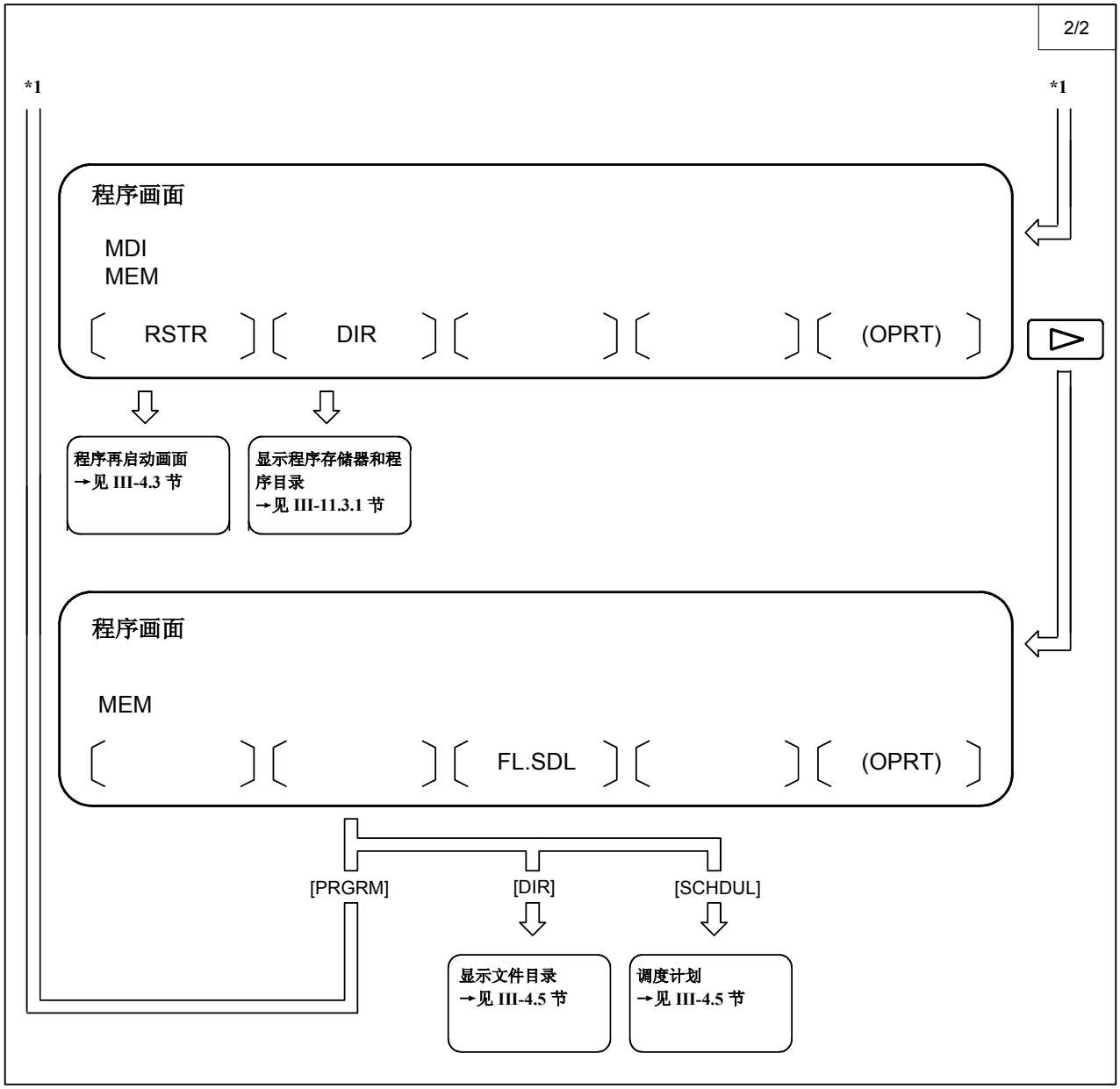
按下功能键[MESSAGE]时的画面显示请见第 7 章。按下功能键[CUSTOM GRAPH]后的画面显示请见第 12 章。按下功能键[HELP]时的画面显示，请见第 13 章。按下[CUSTOM GRAPH]键后的画面显示请见由机床制造者提供的说明书。

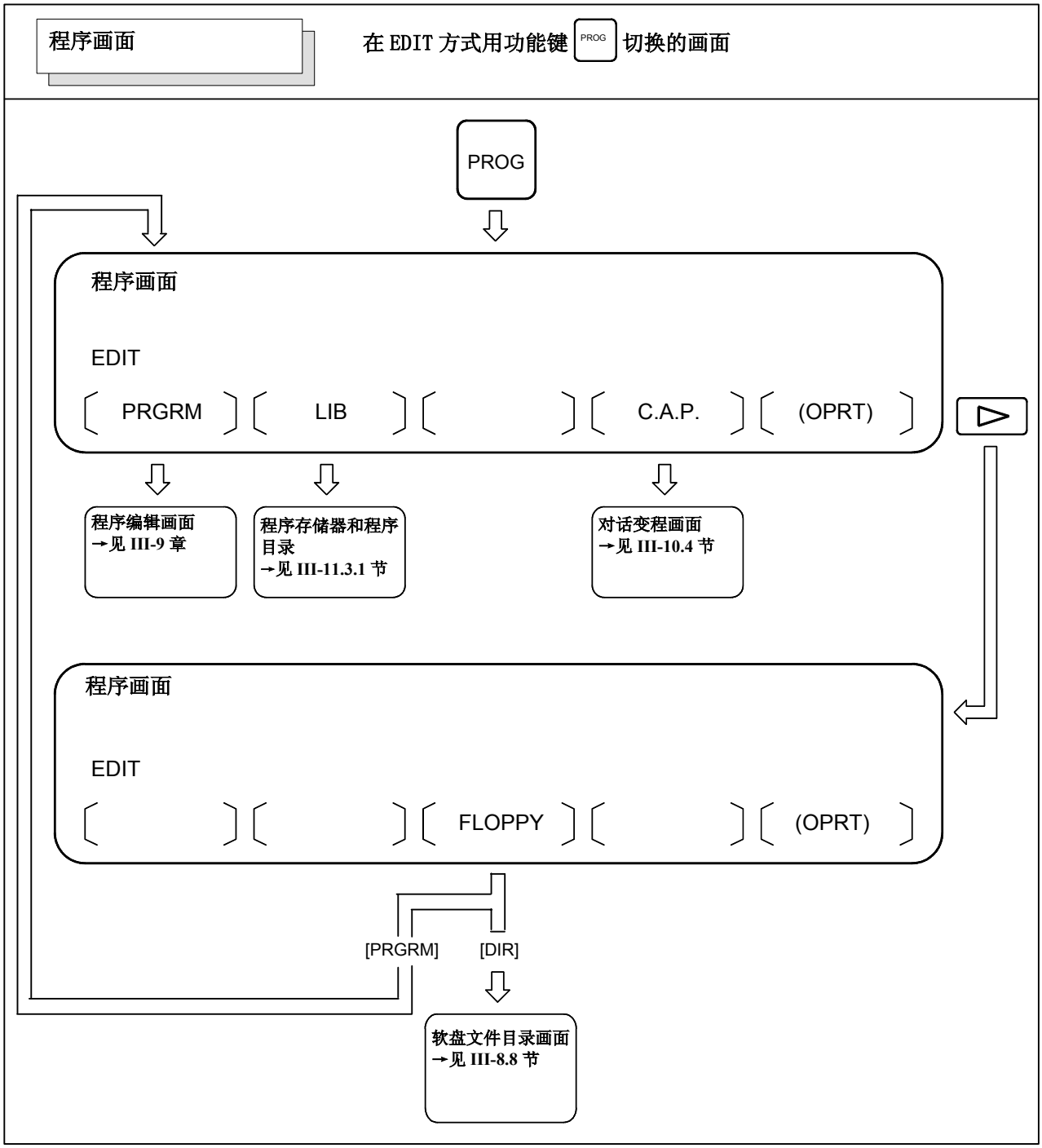
- **数据保护键**

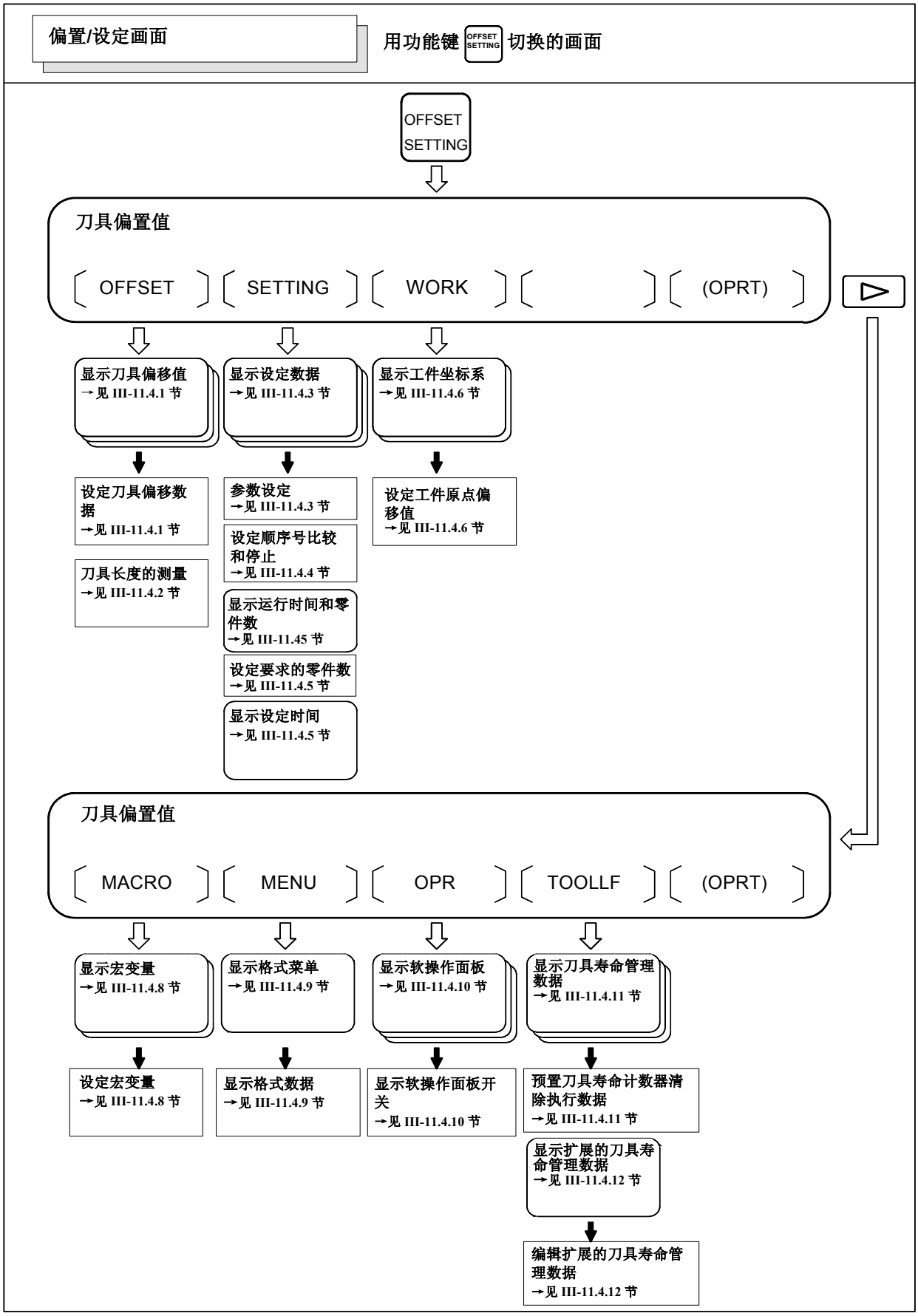
机床上有一个数据保护键以保护零件程序、刀具补偿量、设置数据、和用户宏程序等。有关数据保护键所处的位置及如何使用请见由机床制造厂商提供的说明书。

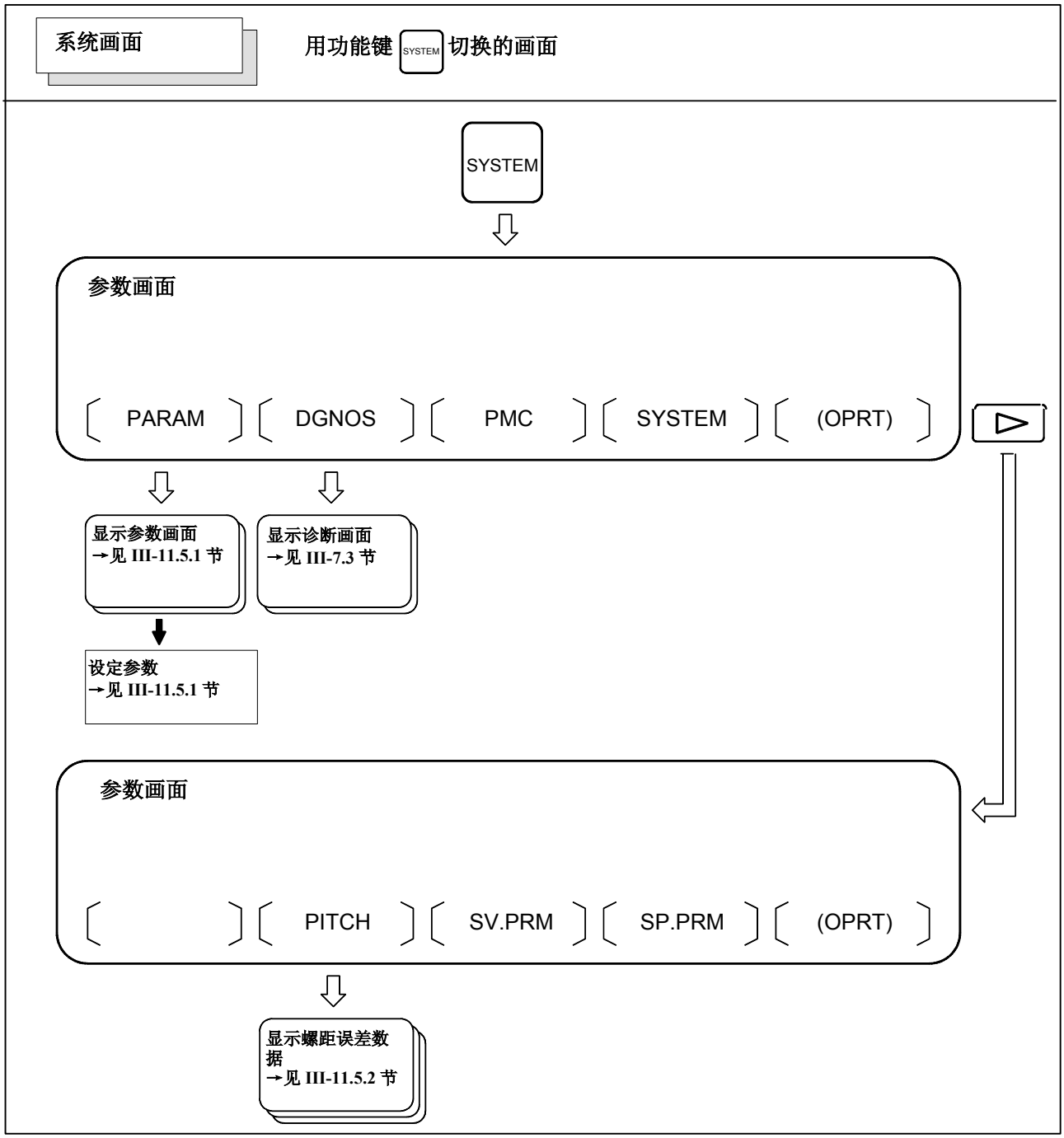

位置显示画面
用功能键 POS 切换的画面
POS
当前位置画面
ABS
REL
ALL
HNDL
(OPRT)
工件坐标系位置显示
→见 III-11.1.1 节
相对坐标系位置显示
→见 III-11.1.2 节
各个坐标系全部位置显示
→见 III-11.1.3 节
手轮中断
→见 III-4.7 节
显示零件数和运行时间
→见 III-11.1.6 节
显示零件数和运行时间
→见 III-11.1.6 节
显示零件数和运行时间
→见 III-11.1.6 节
显示实际速度
→见 III-11.1.5 节
显示实际速度
→见 III-11.1.5 节
显示实际速度
→见 III-11.1.5 节
设定相对坐标值
→见 III-11.1.2 节
设定绝对坐标值
→见 III-11.1.2 节
当前位置显示
MONI
(OPRT)
显示运行监视画面
→见 III-11.1.7 节


程序画面
在 MEMORY 或 MDI 方式用功能键 PROG 切换的画面
1/2
PROG
程序画面
*：在 MDI 方式显示
MDI
MEM
MDI
*
PRGRM
CHECK
CURRNT
NEXT
(OPRT)
显示程序内容
→见 III-11.2.1 节
显示程序号和顺序号
→见 III-11.6.1 节
[MDI]*
显示当前程序段和模态数据
→见 III-11.2.2 节
显示当前程序段和下一个程序段
→见 III-11.2.3 节
[ABS]
[REL]
正在执行的程序绝对坐标值剩余移动量和模态值
→见 III-11.2.4 节
正在执行的程序相对坐标值剩余移动量和模态值
→见 III-11.2.4 节
MDI 操作指令
→见 III-11.2.5 节
(在 MDI 方式显示)
*1
到下一页
*1
到下一页


2/2
*1
*1
程序画面
MDI
MEM
RSTR
DIR
(OPRT)
程序再启动画面
→见 III-4.3 节
显示程序存储器和程序目录
→见 III-11.3.1 节
程序画面
MEM
FL.SDL
(OPRT)
[PRGRM]
[DIR]
[SCHDUL]
显示文件目录
→见 III-4.5 节
调度计划
→见 III-4.5 节


程序画面
在 EDIT 方式用功能键 PROG 切换的画面
PROG
程序画面
EDIT
PRGRM
LIB
C.A.P.
(OPRT)
程序编辑画面
→见 III-9 章
程序存储器和程序目录
→见 III-11.3.1 节
对话变程画面
→见 III-10.4 节
程序画面
EDIT
FLOPPY
(OPRT)
[PRGRM]
[DIR]
软盘文件目录画面
→见 III-8.8 节


偏置/设定画面
用功能键 OFFSET SETTING 切换的画面
OFFSET SETTING
刀具偏置值
OFFSET
SETTING
WORK
(OPRT)
显示刀具偏移值
→见 III-11.4.1 节
显示设定数据
→见 III-11.4.3 节
显示工件坐标系
→见 III-11.4.6 节
设定刀具偏移数据
→见 III-11.4.1 节
刀具长度的测量
→见 III-11.4.2 节
参数设定
→见 III-11.4.3 节
设定顺序号比较和停止
→见 III-11.4.4 节
显示运行时间和零件数
→见 III-11.45 节
设定要求的零件数
→见 III-11.4.5 节
显示设定时间
→见 III-11.4.5 节
设定工件原点偏移值
→见 III-11.4.6 节
刀具偏置值
MACRO
MENU
OPR
TOOLLF
(OPRT)
显示宏变量
→见 III-11.4.8 节
显示格式菜单
→见 III-11.4.9 节
显示软操作面板
→见 III-11.4.10 节
显示刀具寿命管理数据
→见 III-11.4.11 节
设定宏变量
→见 III-11.4.8 节
显示格式数据
→见 III-11.4.9 节
显示软操作面板开关
→见 III-11.4.10 节
预置刀具寿命计数器清除执行数据
→见 III-11.4.11 节
显示扩展的刀具寿命管理数据
→见 III-11.4.12 节
编辑扩展的刀具寿命管理数据
→见 III-11.4.12 节


系统画面
用功能键 SYSTEM 切换的画面
SYSTEM
参数画面
PARAM
DGNOS
PMC
SYSTEM
(OPRT)
显示参数画面
→见 III-11.5.1 节
显示诊断画面
→见 III-7.3 节
设定参数
→见 III-11.5.1 节
参数画面
PITCH
SV.PRM
SP.PRM
(OPRT)
显示螺距误差数据
→见 III-11.5.2 节

- **数据的设定画面**

下表列出了在每一画面上的设定数据。

表 11 设定画面及其上的设定数据

号码	设定画面	设定内容	参考项
1	刀具偏置值	刀具偏置值 刀具长度偏置值 刀具补偿值	III-11.4.1
		刀具长度测量	III-11.4.2
2	SETTING 数据（I/O 的简便设定）	参数写入开关 TV 校验 穿孔代码 输入单位(mm/inch) I/O 通道 自动插入顺序号 转换为纸带格式(F15)	III-11.4.3
		顺序号比较和停止	III-11.4.4
3	设定数据（镜象）	镜象	III-11.4.3
4	设定数据（定时器）	要求的零件数	III-11.4.5
5	宏程序变量	用户宏程序公共变量 (#100~#199) (#500~#999)	III-11.4.8
6	参数	参数	III-11.5.1
7	螺距误差	螺距误差补偿值	III-11.5.2
8	软操作面板	方式选择 手动进给轴选择 手动快速进给 手摇脉冲发生器的轴的选择 手摇脉冲发生器的倍率 手动进给速度 进给倍率 快速移动倍率 选择程序段跳过 单程序段 机床锁住 空运行 保护键 进给暂停	III-11.4.10
9	刀具寿命数据（刀具寿命管理）	寿命计算	III-11.4.11
10	刀具寿命数据（扩展的刀具寿命管理）	寿命计算方法（次数或分钟） 寿命值 寿命计数器 刀具号 H 代码 D 代码 新刀具组 新刀号 刀具跳过 清除刀具	III-11.4.12
11	工作坐标系设置	工作原点偏置值	III-11.4.6

11.1 按下功能键[POS]的画面显示

按下功能键[POS]显示刀具的当前位置。

以下三种画面用于显示刀具的当前位置：

- 工件坐标系位置显示画面。
- 相对坐标系位置显示画面。
- 综合位置显示画面。

以上画面也可以显示进给速度，运行时间和加工的零件数。此外，也可以在这个画面上设定浮动参考点。

功能键[POS]也可以用于显示伺服电机和主轴电机的负载，主轴电机的旋转速度（操作监控画面的显示）。

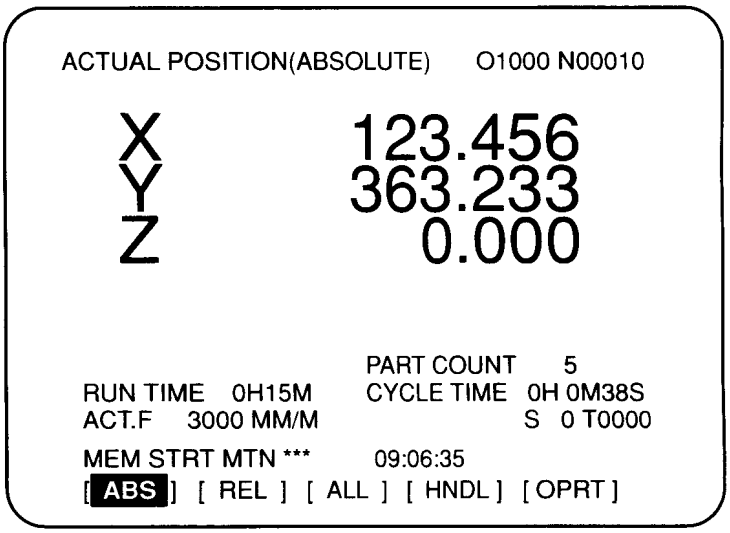
功能键[POS]也可以用来显示手轮中断的移动距离。有关详情请见第III-4.7节。

11.1.1 工件坐标系中的位置显示

显示工件坐标系中的当前位置。当刀具移动时，当前位置也在变化。最小的输入增量被用作数据值的单位。画面顶部的标题标明使用的是绝对坐标系。

工件坐标系中当前位置画面的显示步骤

1. 按下功能键[POS]。
2. 按下软键**[ABS]**。



详细说明

- **包括补偿值的显示**

参数 No.3104 的第 6 位和第 7 位（**DAL,DAC**）可以用来选择显示的值是否包括刀具长度偏置量和刀具补偿量。

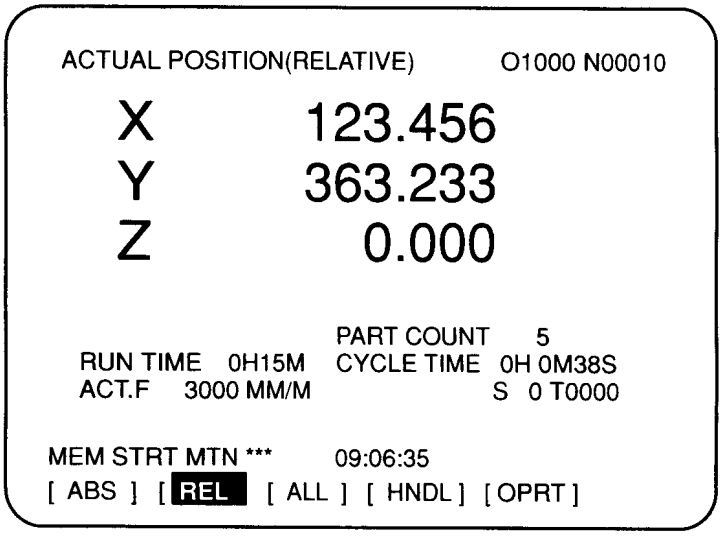
11.1.2 相对坐标系中的位置显示

根据操作者设定的坐标系显示刀具在相对坐标系中的当前位置。刀具移动时当前坐标也要变化。增量系统的单位用作数字值的单位。画面顶部标明使用的是相对坐标系。

显示相对坐标系的当前位置的步骤

1．按下功能键[POS]。

2．按下软键**[REL]**。



设置坐标系的步骤请见详细说明。

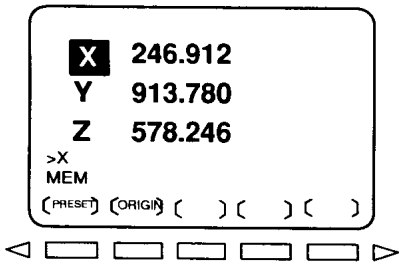
详细说明

- **设置相对坐标系**

相对坐标系中刀具的当前位置可以复位为 0 或者按照以下步骤预设一个指定值。

将轴的坐标设置为一个指定值的步骤

步骤

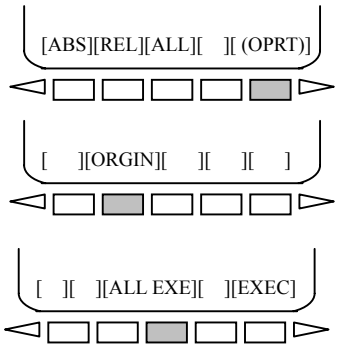


1 在相对坐标画面上输入轴的地址(比如 X,或 Y)。闪亮的轴标明了指定轴，软键变化如左图显示。

2 ●为了将坐标复位为 0，按下软键**[ORGIN]**。相对坐标系中闪亮的轴的坐标值被复位为 0。
●要将坐标预设为某一值，将值输入后按下软键**[PRESET]**。闪亮轴的相对坐标被设置为输入的值。

预设所有轴的步骤

步骤



1. 按下软键**[(OPRT)]**。

2. 按下软键**[ORIGIN]**。

3. 按下软键**[ALLEXE]**。
   所有轴的相对坐标值被复位为 0。

- **包括补偿值的显示**

参数 No.3104 的第 6 位和第 7 位**(DRL,DRC)**可以选择是否在显示的值中包括刀具长度偏置值和刀具半径补偿值。

- **用设置坐标系进行预置**

参数 No.3104 的第 3 位**(PPD)**用来指定相对坐标系的位置显示是不是使用 **G92** 命令或者手动返回参考点的预置的坐标系。

11.1.3 综合位置显示

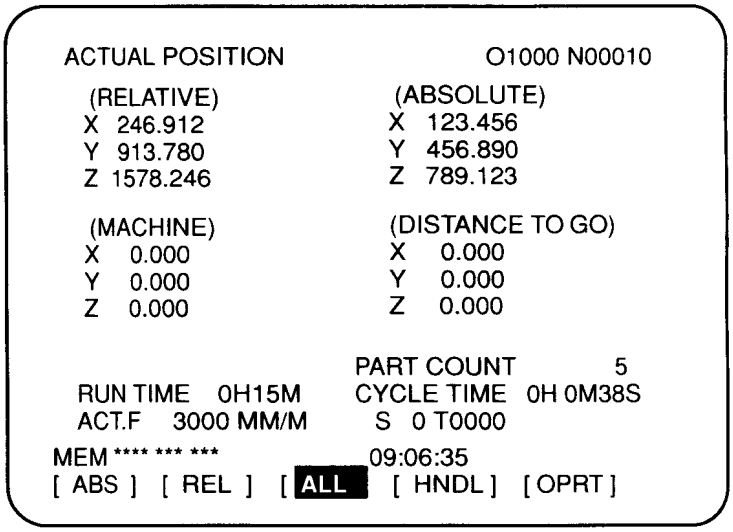
在该画面上显示下面的位置：刀具在工件坐标系，相对坐标系和机床坐标系中的位置以及剩余的移动量。在这个画面上也可以设置相对坐标系。操作步骤见 III-11.1.2 节。

显示综合位置画面步骤

步骤

1．按下功能键[POS]。

2．按下软键**[ALL]**。



详细说明

- **坐标显示**

可以同时显示下面坐标系中刀具的当前位置：
●相对坐标系的当前位置（相对坐标系）
●工件坐标系的当前位置（绝对坐标系）
●机床坐标系的当前位置（机床坐标系）
●剩余的移动量（剩余移动量）

- **剩余的移动量**

在 **MEMORY** 或者 **MDI** 方式中可以显示剩余移动量。即在当前程序段中刀具还需要移动的距离。

- **机床坐标系**

最小指令单位用作机床坐标系的数值单位。然而也可以通过参数 No.3104#0（**MCN**）的设置使用最小输入单位。

- **相对坐标系的预置**

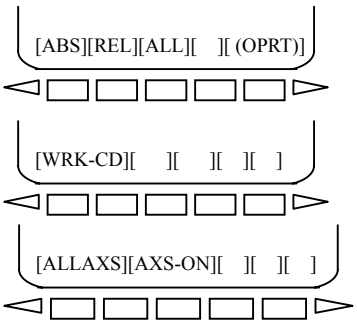
综合位置显示画面还支持将相对坐标系复位为 0 或者将它预置为一个指定值。其步骤请见第III-11.1.2 中叙述。

11.1.4 预置工件坐标系

通过手动操作（如手动干预）平移的工件坐标系可用 **MDI** 操作预置（平移）到一点上。预设的坐标系与机床零点的距离等于工件零点偏移量。可以通过编程指令（G92.1）预设工件坐标系（请见 II-7.2.4 节中的编程部分）。

预置工件坐标系的操作步骤

步骤



1. 按下功能键[POS]。
2. 按下软键**[(OPRT)]**。
3. 如果没有显示**[WRK-CD]**，请按菜单继续键[▷]。
4. 按下软键**[WRK-CD]**。
5. 按下软键**[ALLAXS]**，预设所有轴。
6. 要在第 5 步预设一个特定轴，输入轴的名称([X],[Y]…)和[0]，然后按下软键**[AXS-CD]**。

详细说明

- **运行方式**

预置坐标系的功能只能在复位状态或者自动运行停止状态操作，不管是那种运行方式。

- **相对坐标系的预置**

在绝对坐标中，用参数 **PPD**(No.3104#3)可以指定是否预置相对坐标系（**RELATIVE**）。

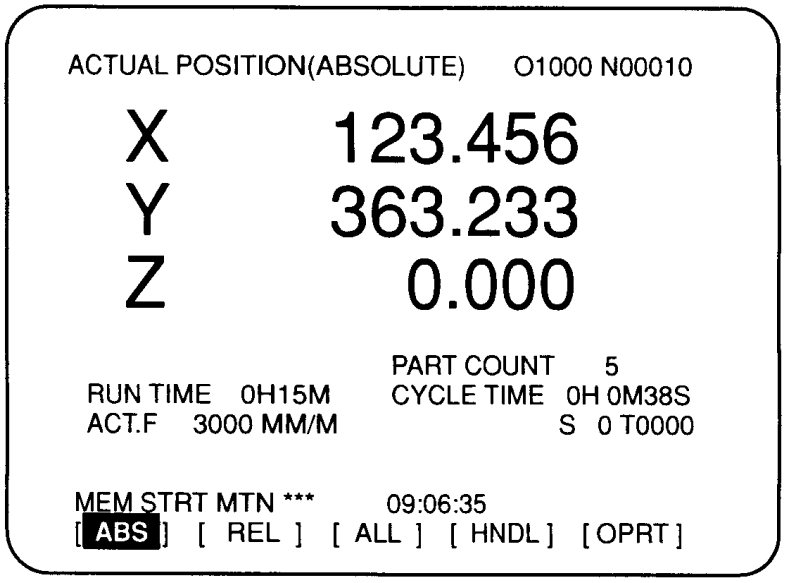
11.1.5 实际进给速度显示

设定参数 **DPF**(No.3105#0)，机床的实际进给速度（每分钟）可以显示在当前位置显示画面上或者程序检查画面上。

当前位置显示画面上实际进给速度的显示

步骤

1．按下功能键[POS]，出现当前位置显示画面。



实际进给速度显示在 ACT.F.之后

详细说明

实际进给速度在当前位置显示画面上显示的单位是 mm/min 或者 inch/mm（由指定的最小输入单位决定）。

- **实际进给速度的值**

实际进给速度用下式计算：

$$Fact = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (fi)^2}$$

其中
n：轴的数目
fi：在每一轴的切向的切削进给速度或者快速移动速度
Fact：显示的实际进给速度
显示单位：mm/min(公制输入)
inch/min(英制输入，小数点后显示两位)
沿 **PMC** 轴的进给速度可以通过参数 **PCF**(No.3105#1)设置为取消。

- **每转实际进给速度的显示**

在每转进给的情况下和螺纹切削中实际进给速度显示的是每分钟进给速度而不是每转进给速度。

- **旋转轴的实际进给速度的显示**

  有旋转轴的情况下，显示的速度单位为 deg/min，但在这时，显示在画面上的是输入系统的单位。例如，当旋转轴旋转速度为 50deg/min 时，显示为 0.50**INCH/M**。

- **在其它画面上显示实际进给速度**

  程序检查画面也可以显示实际进给速度。

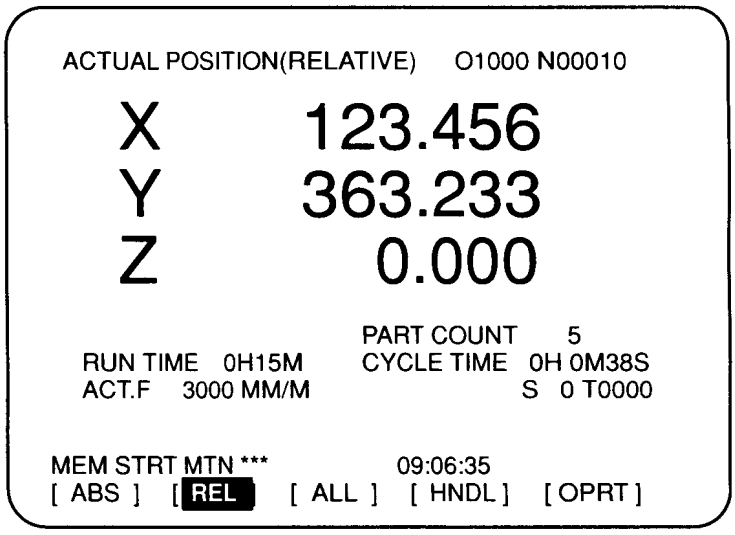
11.1.6 运行时间和零件数的显示

运行时间，循环时间和加工的零件数可以显示在当前位置显示画面上。

在当前位置显示画面上显示运行时间和加工零件数的步骤

步骤

1．按下功能键[POS]，显示当前位置画面。



加工的工件数（**PART COUNT**），运行时间**(RUN TIME)**和循环时间**(CYCLE TIME)**显示在当前位置的下面。

详细说明

- **零件数**

  标明已加工的零件数。每遇到一个 M02,M30 或者由参数 No.6710 指定的 M 代码执行后，工件数加 1。

- **运行时间**

  标明自动运行中总的运行时间，不包括停止和进给暂停的时间。

- **循环时间**

  标明一次自动运行循环的运行时间，不包括停止和进给暂停的时间。当在复位状态中执行循环启动时，这个时间被自动的预设为 0。当切断电源时，时间预设为 0

- **在其它画面上显示**

  运行时间和加工零件数的详细情况显示在设置（**SETTING**）画面上（见 III-11.4.5 节）。

- **参数设置**

  在当前位置显示画面上不能设定加工的零件数和运行时间。它们可以在参数 No.6711,6751 和 6752 或设置（**SETTING**）画面上进行设定。

- **加工零件数的增加**

  参数 **PCM**(No.6700#0)用来指定零件数是否在每次执行完 M02,M30 或者由参数 No6710 指定的 M 代码后加 1；或者仅在执行了由参数 No.6710 指定的 M 代码才加 1。

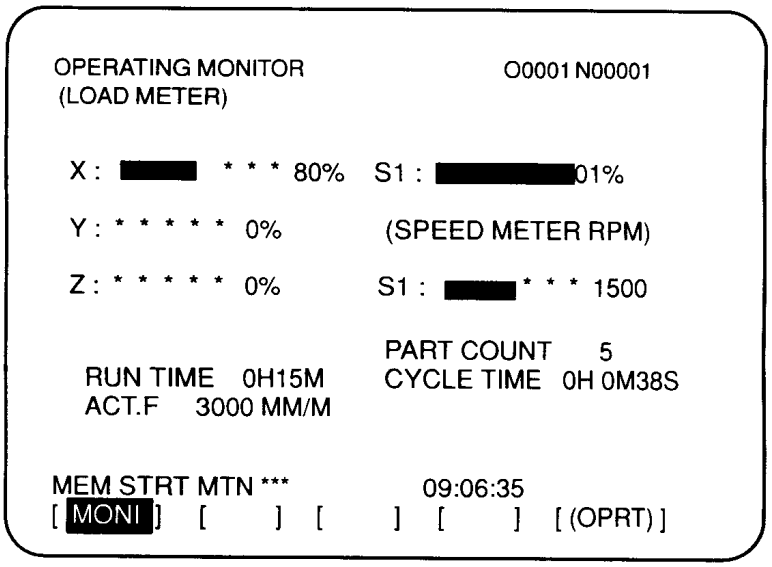
11.1.7 操作监控显示画面

每一个伺服轴和串行主轴的负载可以通过将参数 **OPM**(No.3111#5)设置为 1 进行显示。串行主轴的转速也可以显示。

操作监控画面的显示

步骤

1. 按下功能键[POS]显示当前位置画面。
2. 按下菜单继续键。
3. 按下软键**[MONI]**。



详细说明

- **显示伺服轴**

  通过设置参数 No.3154,，可以显示最多 8 轴的载荷表的读数。
  当所有这些参数都设为 0 时，只显示第 3 轴的数据。

- **显示主轴**

  当使用串行主轴时，仅显示主串行主轴的载荷表和转速表的读数。

- **图形单位**

  载荷表的条形图可以显示最多 200%的载荷（对于超过 200%的载荷仅显示一个值）。主轴转速表的条形图显示的是当前主轴转速与主轴最大转速（100%）的比值。

- **载荷表的显示**

  载荷表的读数取决于伺服参数 No.2086 和主轴参数 No.4127。

转速表

尽管转速表通常标明的是主轴电机的转速，通过将参数 **OPS**(No.3111#6)设为 1 也可以显示主轴的转速。
在操作监控画面中显示的主轴转速是由主轴电机转速通过公式计算得来的（见下面的公式）。因此即使没有位置编码器，也可以在操作监控画面中显示主轴转速。然而，要正确显示主轴的转速，必须在参数 No.3741~3744 中正确输入变速档的最高主轴转速（主轴电机以最高转速旋转时，各档的主轴转速）。

第一串行主轴的离合器和齿轮档输入信号可以决定当前选择的齿轮档次。齿轮档的选择控制信号 **CTH1A** 和 **CTH2A** 的输入，请见下表。

（计算显示的主轴转速的公式）

$$\text{在操作监视画面上显示的主轴转速} = \frac{\text{主轴电机的转速}}{\text{主轴电机的最大转速}} \times \text{使用的齿轮档次的最大主轴转速}$$

下表列出了离合器和齿轮档次选择信号 **CTH1A** 和 **CTH2A** 的对应关系，用来决定使用的档次及其参数：

CTH1A	**CTH2A**	**参数**	**串行主轴转速档次**
0	0	=No.3741(使用齿轮档 1 时的最大主轴转速)	高
0	1	=No.3742(使用齿轮档 2 时的最大主轴转速)	中高
1	0	=No.3743(使用齿轮档 3 时的最大主轴转速)	中低
1	1	=No.3744(使用齿轮档 4 时的最大主轴转速)	低

在操作监视期间，仅可以显示第一串行主轴及第一串行主轴电机的转速。不能显示第 2 主轴的转速。

- **图形的颜色**

如果一个载荷表的读数超过了 100%，则条形图变成紫色。

11.2 按下功能键[PROG]的画面显示(在 MEMORY 或者 MDI 方式中)

这部分叙述在 **MEMORY** 或者 **MDI** 方式中通过按下功能键[PROG]进行的画面显示。下面的前四个画面显示了在 **MEMORY** 或 **MDI** 方式中当前正在执行程序的执行状态，最后一个画面显示了在 **MDI** 方式中 **MDI** 操作的命令值：

1. 程序内容显示画面
2. 当前程序段显示画面
3. 下一程序段显示画面
4. 程序检查画面
5. **MDI** 操作的程序画面

功能键[PROG]在 **MEMORY** 方式中还可用来显示程序重新启动画面和计划调度画面。

程序重新启动画面请见 III-4.4。

计划调度画面请见 III-4.5。

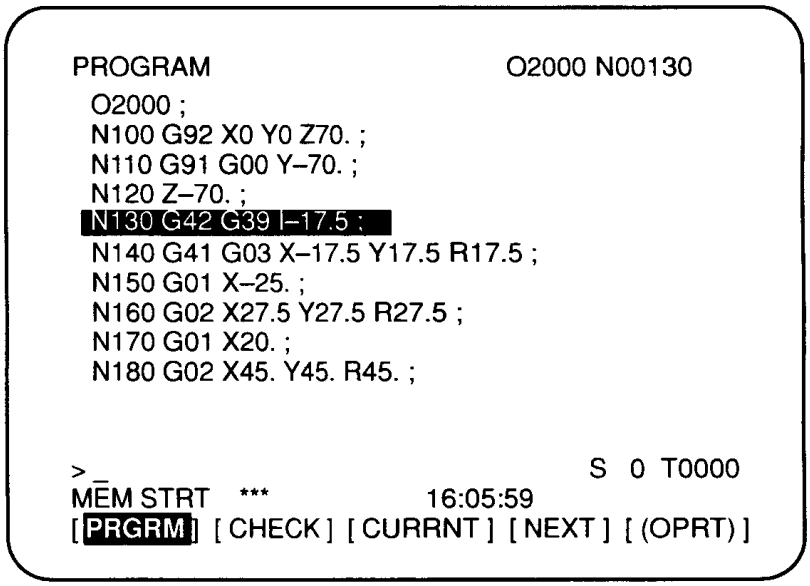
11.2.1 程序内容显示

在 MEMORY 或者 MDI 方式中，显示当前正在执行的程序。

显示程序内容的步骤

1．按下功能键[PROG]显示程序画面。

2．按下章选软键**[PRGRM]**。
光标位于当前正在执行的程序段上。



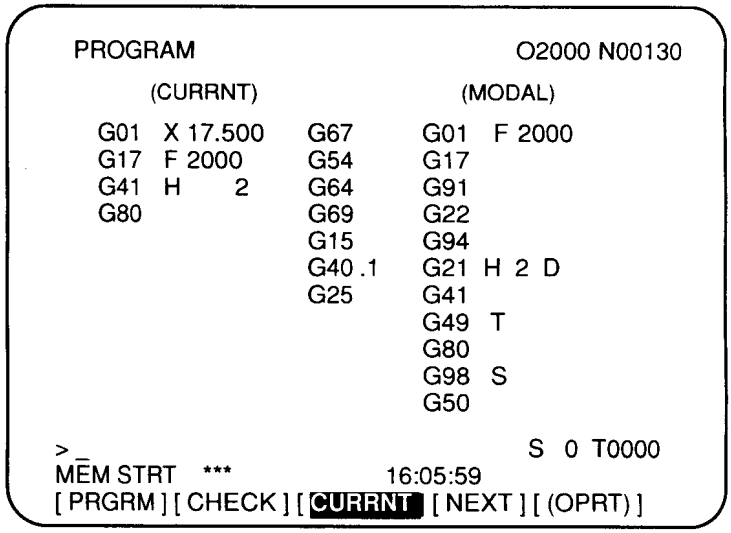
11.2.2 当前程序段显示画面

在 **MEMORY** 或者 **MDI** 方式中显示当前正在执行的程序段和模态数据。

显示当前程序段的步骤

步骤

1. 按下功能键[PROG]。
2. 按下章选软键**[CURRNT]**。
   当前正在执行的程序段及其模态数据被显示。程序最多显示 22 个模态 G 代码和 11 个在当前程序段中指定的 G 代码。



11.2.3 下一程序段显示画面

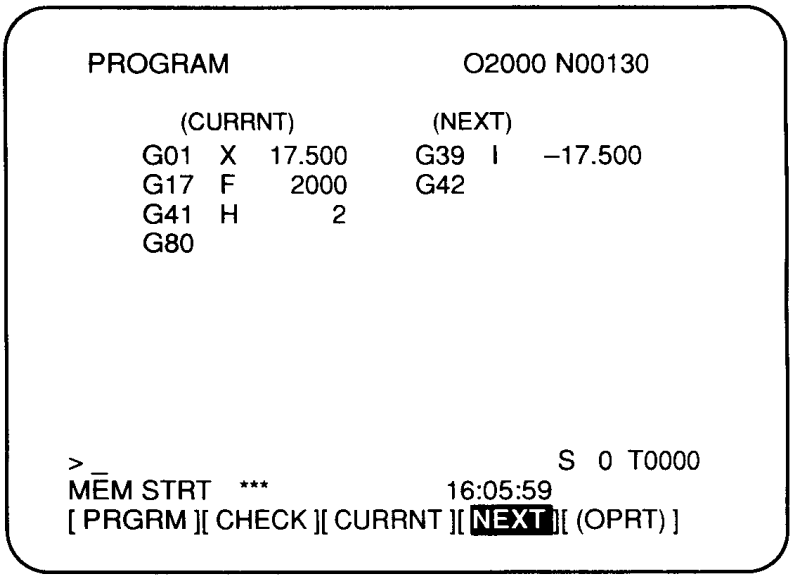
在 **MEMORY** 或者 **MDI** 方式中显示当前正在执行的程序段以及将要执行的程序段。

显示下一程序段画面的步骤

步骤

1．按下功能键[PROG]。

2. 按下章节选择软键**[NEXT]**。
当前正在执行的程序段以及下一段将要执行的程序被显示。
画面可以显示多达 11 个在当前程序段中指定的 G 代码和多达 11 个在下一程序段中指定的 G 代码。



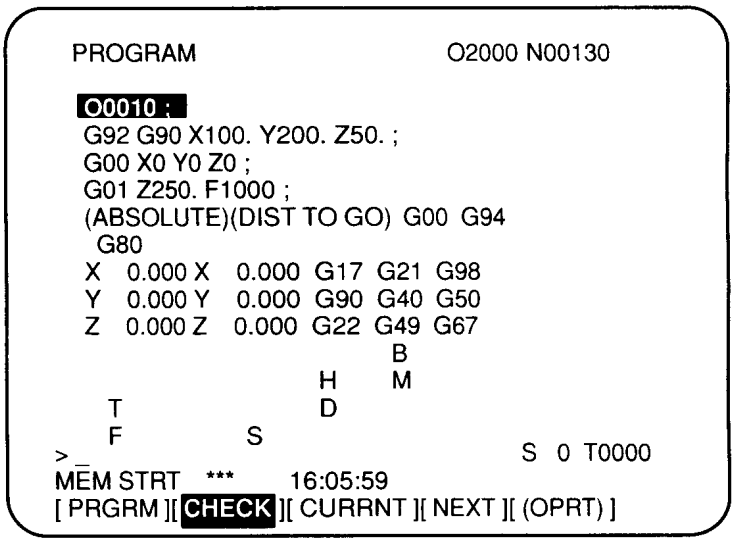
11.2.4 程序检查画面

在 **MEMORY** 方式中显示当前正在执行的程序，刀具当前的位置，和模态数据。

显示程序检查画面的步骤

步骤

1. 按下功能键[PROG]。
2. 按下章节选择软键**[CHECK]**。
   显示当前正在执行的程序段，刀具位置和模态数据。



详细说明

- **程序显示**

  画面可以显示从当前正在执行的程序段开始的 4 个程序段。当前正在执行的程序段以白色背景显示。在 **DNC** 操作中，仅能显示 3 个程序段。

- **当前位置显示**

  显示在工件坐标系或者相对坐标系中的位置以及剩余的移动量。绝对位置和相对位置可以通过**[ABS]**和**[REL]**软键进行切换。

- **模态 G 代码**

  可以显示最多 12 个模态 G 代码。

- **在自动运行中的显示**

  在自动运行中，可以显示实际转速（**SACT**）和重复次数。否则显示键盘输入提示符(>_)。

- **T 代码**

  参数 **PCT**(No.3108#2)设置为 1 时，显示由 **PMC(HD.T/NX.T)**指定的 T 代码，而不是程序中指定的 T 代码。有关 **HD.T/NX.T** 的详细情况请见 **FANUC PMC** 编程说明书**(B-61863E)**。

11.2.5

MDI 操作的程序画面

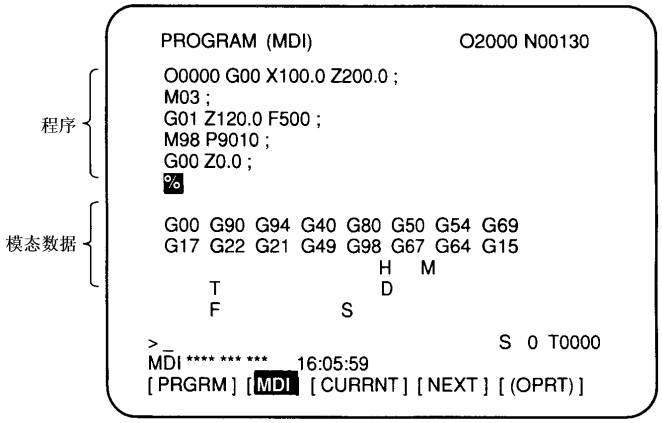
在 MDI 方式中显示由 MDI 面板输入的程序和模态数据。

显示用于 MDI 操作的程序画面的步骤

步骤

1．按下软键[PROG]。

2．按下章节选择软键**[MDI]**。
显示由 MDI 面板输入的程序和模态数据。



详细说明

- **MDI 操作**

  有关 **MDI** 操作请见 III-4.2 节。

- **模态数据**

  当参数 **MDL**(No.3107#7)设置为 1 时，显示模态数据。可以显示多达 16 个模态 G 代码。

- **在自动运行中的显示**

  在自动运行过程中，可以显示实际速度**(SACT)**和重复次数。否则显示键盘输入提示符(>_)。

11.3 按下功能键[PROG]的画面显示(在 EDIT 方式中)

本节叙述在 EDIT 方式中按下功能键[PROG]后显示的画面。在 **EDIT** 方式中功能键[PROG]可以显示程序编辑画面，和程序列表画面(显示使用的内存和程序列表)。在 **EDIT** 方式中按下功能键[PROG]也可以显示会话式的图形编程画面和软盘文件目录画面。有关程序编辑画面和会话式图形编程画面，请见 III-9 和 III-10，有关软盘目录显示画面请见 III-8。

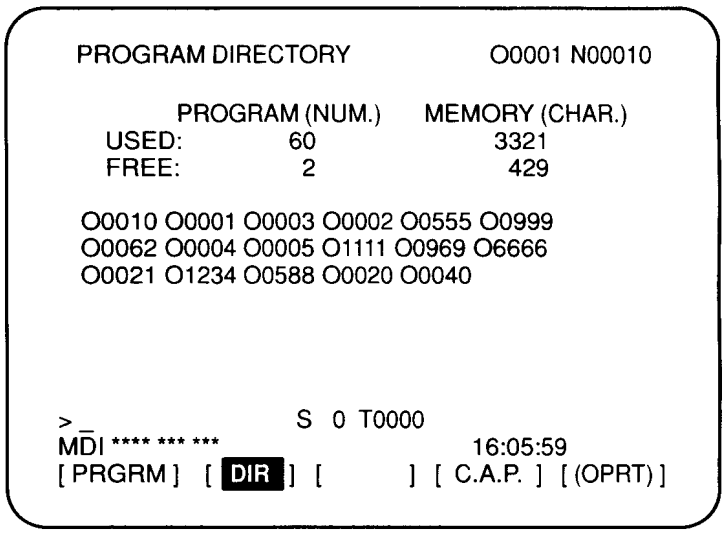
11.3.1 显示使用的内存和程序清单

显示注册的程序数目，使用的内存和已注册程序的列表。

显示使用的内容和程序列表的步骤

步骤

1. 选择 **EDIT** 方式。
2. 按下功能键[PROG]。
3. 按下章选软键**[DIR]**。



详细说明

- 使用内存的详细情况

PROGRAM NO.USED

PROGRAM NO.USED：已注册的程序数量（包括子程序）。

FREE：尚可注册的程序数目。

MEMORY AREA USED

MEMORY AREA USED：已经使用的的程序内存容量（由字符数标明）。

FREE　　：尚可使用的程序内存的容量（由字符数标明）。

- 程序库列表

显示出已被记录的程序的程序号。

显示出程序名称、程序大小以及程序更新日期。

程序名称列表画面（图 11.3.1(a)）和程序容量和程序更新时间画面通过软键**[DIR]**切换。

当程序号改变时该程序的更新时间也会改变。

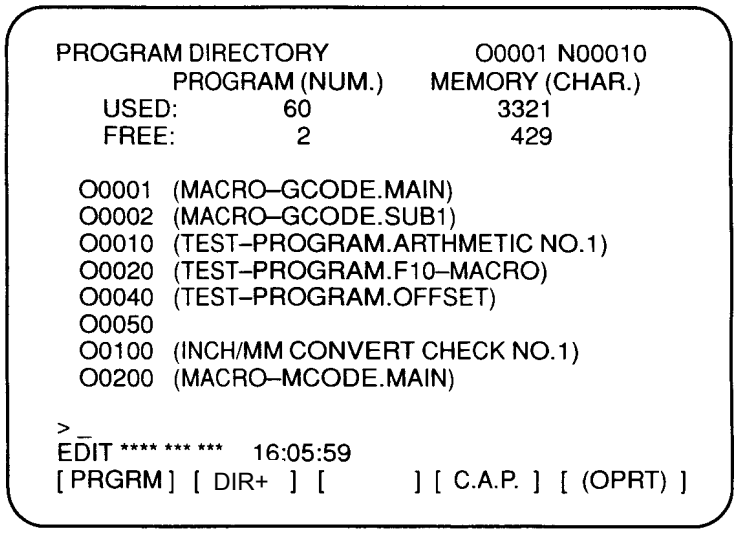


图.11.3.1(a)

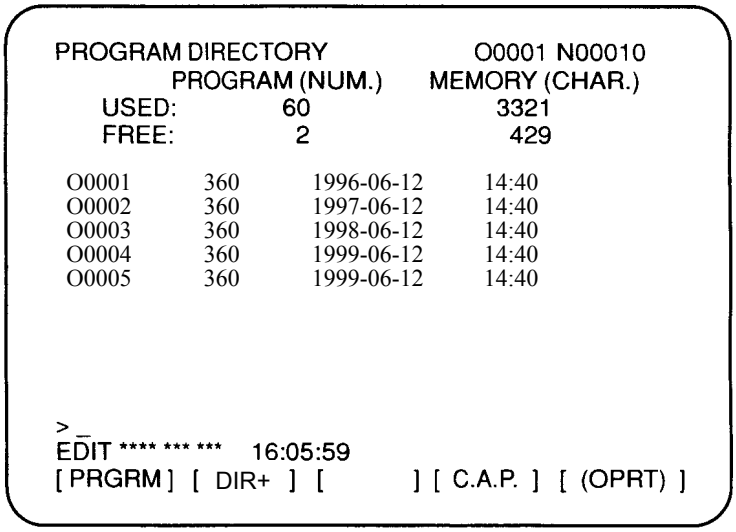


图.11.3.1(b)

● **程序名称**

在程序号后的控制输入和控制输出代码之间输入程序名称。
括号中的程序名最多可使用 31 个字符。如果超出了 31 个字符，则不显示超出的字符。
对于无程序名的程序，只显示程序号。

O □□□□ （△△△△---△）;
　　程序号　　程序名（最多 31 个字符）

● **软件系列号**

显示系统的软件系列号
用于维修；机床使用者不需要这个信息。

● **在程序库列表中显示程序的顺序**

显示在画面上的程序的顺序，与注册到程序库列表中的顺序一样。然而，如果将参数 **SOR**(No.3107#4)设为 1，程序按程序号从小到大的顺序显示。

程序注册的顺序

如果列表中的程序没有被删除，则新程序将注册到列表的最后。
如果列表中的有些程序已经被删除，然后注册一个新的程序，则新程序将注册到删除程序后留下的空位置上。

例如）当参数 SOR(No.3107#4)设为 0 时

1. **在删除所有程序后，以下面的顺序注册程序 O0001,O0002,O0003, O0004,O0005。则程序库列表以下面的形式显示程序：O0001,O0002,O0003,O0004,O0005**
2. **删除程序 O0002 和 O0004 后。则程序列表按下面的顺序显示程序：O0001，O0003，O0005**
3. **注册程序 O0009 后，程序库列表以如下的形式显示列表：O0001,O0009,O0003,O0005**

11.3.2 显示指定组的程序清单

除了通常的列表显示 CNC 内存中的程序号和程序名外，程序也可以根据将要加工的零件，以组为单位显示。

要将 CNC 程序设为同一组，给这些程序命名时，以相同的字符串开头。

通过一个指定的字符串在程序名中查找程序，所有名称中包含有该字符串的程序都将被列出。
要使本功能有效，需要将参数 GPL(No.3106#1)设为 1。

显示指定组程序列表的步骤

步骤

1．进入 EDIT 方式或者背景编辑方式。

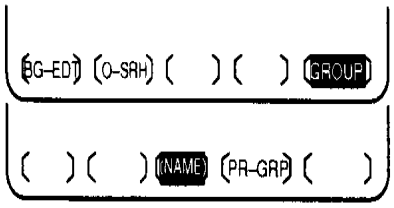
2．按下[PROG]功能键。

3．按下[PROG]功能键或者**[DIR]**软键来显示程序列表。

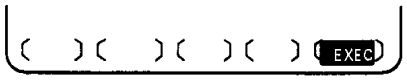
```
PROGRAM DIRECTORY                O0001 N00010
          PROGRAM (NUM.)     MEMORY (CHAR.)
   USED:          60               3321
   FREE:           2                429

  O0020  (GEAR-1000 MAIN)
  O0040  (GEAR-1000 SUB-1)
  O0060  (SHAFT-2000 MAIN)
  O0100  (SHAFT-2000 SUB-1)
  O0200  (GEAR-1000 SUB-2)
  O1000  (FRANGE-3000 MAIN)
  O2000  (GEAR-1000 SUB-3)
  O3000  (SHAFT-2000 SUB-2)

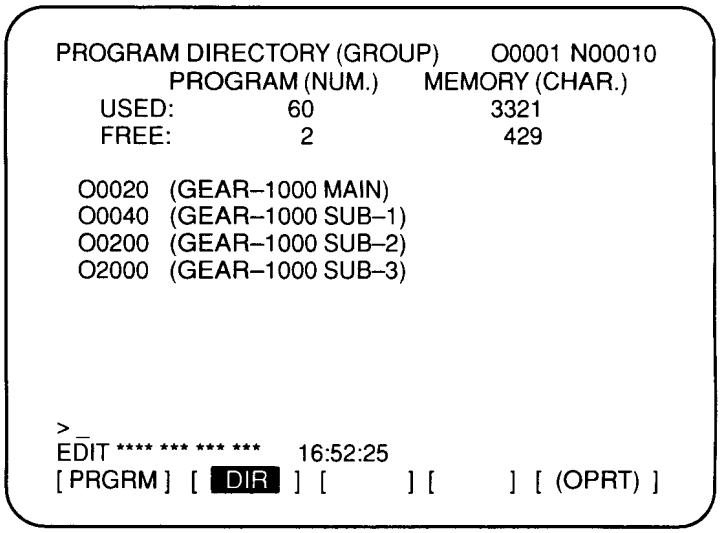
> _
EDIT **** *** *** ***    16:52:13
[ PRGRM ] [ DIR+ ] [       ] [       ] [ (OPRT) ]
```



4．按下**[(OPRT)]**操作软键。
5．按下**[GROUP]**操作软键。
6．按下**[NAME]**操作软键。
7．使用 **MDI** 键盘输入与该组相关的字符串进行检索。对于程序名的长度没有限制。注意，尽管这样，程序的检索是基于最初的 32 个字符进行的。
例如：要查找 **CNC** 程序名中以**“GEAR-1000”**开头的程序，按下列方式输入：
>GEAR-1000*_



8. 按下**[EXEC]**操作软键显示该组程序，列出了所有程序名中包含有指定字符串的程序。



[按字符串“GEAR-1000*”找出的以组为单位的程序列表画面]

当程序列表有两页或更多页时，用翻页键。

详细说明

- ***和？**

在上面的例子中，星号（*）不能省略。星号表示一个任意字符串。“GEAR-1000*”表示目标程序名的前 9 个字符必须是“GEAR-1000”，后面是一个任意字符串。如果只输入“GEAR-1000”,则只查找文件名为 9 个字符“GEAR-1000”的文件。

问号“？”可以用来指定一个单个的任意字符。例如，输入“？？？？-1000”可以查找前 4 个字母为任意字母，而后 4 个字符为-1000 的程序名称。

[用通配符进行检索的示例]

{输入字符串}		（要检索的程序组）
（a）	“*”	任意名称的 CNC 程序
（b）	“ABC*”	CNC 程序中程序名以“ABC”开头的程序
（c）	“*ABC”	CNC 程序中以程序名“ABC”结尾的程序
（d）	“*ABC*”	名称中包含有“ABC”的 CNC 程序
（e）	“？A?C”	名称为 4 个字符，第 2 个和第 4 个字符分别为 A 和 C 的 CNC 程序
（f）	“？？A?C”	名称为 5 个字符，第 3 个和第 5 个字符分别为 A 和 C 的 CNC 程序
（g）	“123*456”	以“123”开头以 456 结尾的 CNC 程序

- **当没有找到指定的字符串时**

如果在查找过程中，没有找到任何程序，在程序列表画面上就出现警告信息“DATA NOT FOUND”。

- **保留查找到的组的信息**

查找到的一组的程序列表，会一直保持到机床断电或者执行下一次查找。在画面由以组为单位的程序列表显示画面转到别的画面后，按下**[PR-GRP]**操作软键（显示在第 6 步），就会重新显示以组为单位的程序列表画面，在该画面上，会列出上一次查找过的程序组的信息。使用这个软键，不需要重新输入相关的信息，就可以重新显示操作结果。

- **以前查找中组的信息**

示例

假设程序号为 1000 的齿轮加工的零件主程序和子程序都包含有字符串“GEAR-1000”。可以通过输入字符串“GEAR-1000”在 CNC 程序中进行查找，显示这些程序的号码和名称列表。这个功能对于具有大容量存储器的 CNC 程序管理非常方便。

11.4 按下功能键[OFFSET SETTING]的画面显示

按下功能键[OFFSET SETTING]显示和设置补偿值和其他数据。

这一节叙述如何显示和设置下列数据：

1. 刀具偏置值
2. 设置（**SETTING**）
3. 运行时间和零件数
4. 工件原点偏移值
5. 用户宏程序公共变量
6. 格式菜单和格式数据
7. 软操作面板
8. 刀具寿命管理数据

这节还叙述刀具长度测量和顺序号比较和停止功能。

格式菜单，格式数据，软操作面板，和刀具寿命管理数据依赖于机床制造者的规格。详情请见由机床制造者提供的说明书。

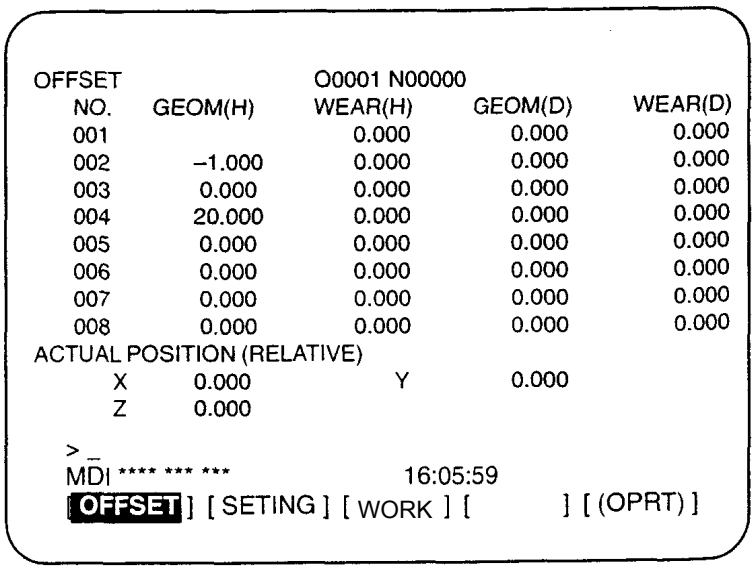
11.4.1 设定和显示刀具偏置值

刀具偏置量，刀具长度偏置值和刀具半径补偿值由程序中的 D 或者 H 代码指定。D 或者 H 代码的值可以显示在画面上并借助画面上进行设定。

设定和显示刀具偏置值的步骤

步骤

1. 按下功能键[OFFSET SETTING]。
2. 按下章节选择软键**[OFFSET]**或者多次按下[OFFSET SETTING]键直到显示刀具补偿画面。
   画面的变化取决于刀具偏置存储器的类型。



3. 通过页面键和光标键将光标移到要设定和改变补偿值的地方，或者输入补偿号码，在这个号码中设定或者改变补偿值并按下软键**[NO.SRH]**。
4. 要设定补偿值，输入一个值并按下软键**[INPUT]**。要修改补偿值，输入一个将要加到当前补偿值的值（负值将减小当前的值）并按下软键**[+INPUT]**。或者输入一个新值，并按下软键**[INPUT]**。

详细说明

● **小数点输入**

当输入补偿值时，可以用小数点。

● **其它的设定方法**

可以使用外部输入输出设备输入和输出刀具的偏置值。见 III-8 节。可以通过下一节中叙述的方法测量刀具长度并输入刀具长度偏置值。

● **刀具偏置存储器**

补偿值的数据，通过 D 代码/H 代码以及外形/磨损加以区别。

● **禁止输入补偿值**

补偿值的输入可以通过设定参数 **WOF** 和 **GOF**（No.3290#0 与 No.3290#1）而被禁止。

也可以禁止从 MDI 面板上对指定范围的补偿号输入补偿值。禁止输入的第一个补偿号码被设在参数 No.3294 中，从这一号码开始禁止输入的补偿值的个数设在参数 No.3295 中。连续输入补偿值方法如下：

（1） 从第一个未被禁止输入的补偿号到第一个禁止输入的补偿号之间顺序输入补偿值。否则将产生报警。只有未被禁止输入的补偿号才能输入设定值。

（2） 当按补偿号输入补偿值时，若在第一个被禁止输入的补偿号和第一个没有被禁止输入的补偿号之间输入偏置值，将产生警告，并且不能设入偏置值。

11.4.2 刀具长度的测量

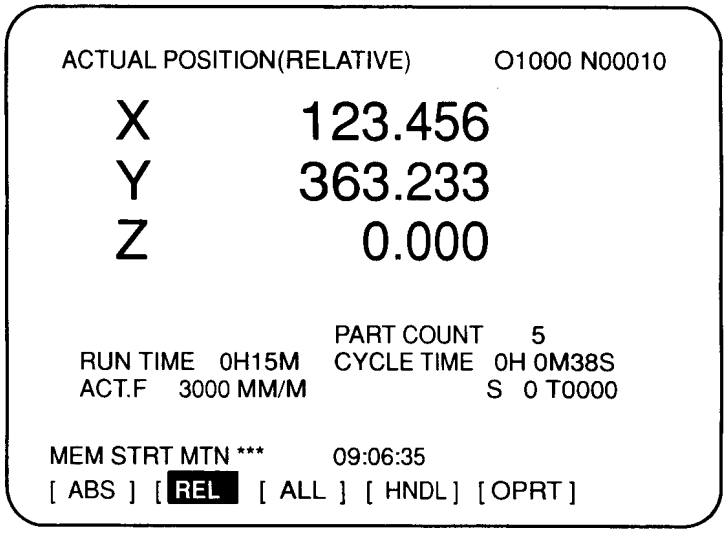
通过移动基准刀具和将要测量的刀具，使其接触到机床上的指定点，可以测量刀具长度并将刀具长度的偏置值存储到补偿存储器中。
沿 X-，Y-，和 Z-轴的刀具长度都可以测量。

测量刀具长度的步骤

步骤

1．用手动操作移动基准刀具使其与机床上（或工件上）的一个指定点接触。

2．按下功能键[POS]若干次，直到显示具有相对坐标的当前位置画面。



3．将 Z-轴的相对坐标值复位为 0（详见 III-11.1.2）。

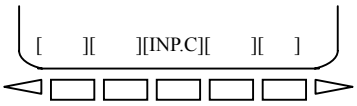
4．按下功能键[OFFSET SETTING]若干次直到显示刀具补偿画面。

5．通过手动操作移动要进行测量的刀具使其与同一指定位置接触。基准刀具和进行测量的刀具长度的差值就显示在画面的相对坐标系中。

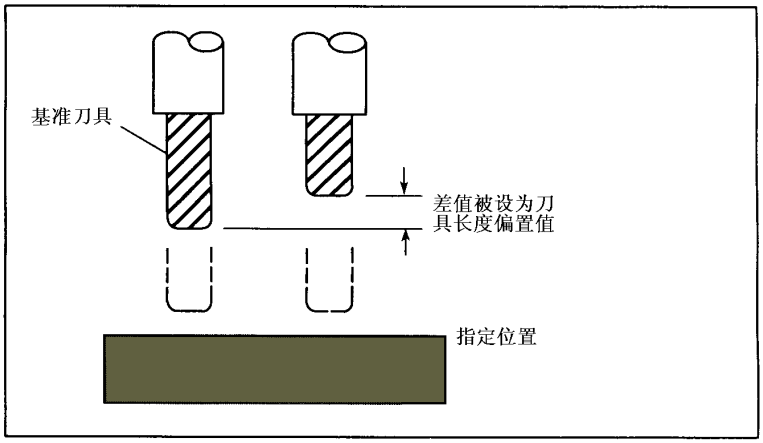
6．将光标移动到目标刀具的补偿号码上（光标移动的方法与设定刀具补偿值的方法一样）。

7．按下地址键[Z]。

如果按下了[X]或者[Y]键而不是[Z]键，则 X 或者 Y 轴的相对坐标值就被作为刀具补偿值输入。



8. 按下软键**[INP.C.]**。则 Z 轴的相对坐标值被输入，并被显示为刀具长度偏置补偿值。



11.4.3 显示和输入设置（SETTING）数据

诸如 TV 校验标志和穿孔代码是在设置（**SETTING**）数据画面上进行设定的。在这个画面上，操作者也可以禁止/使能参数的输入，禁止/使能在程序编辑中的顺序号自动插入功能，并对顺序号比较和停止功能进行设定。

有关自动插入顺序号的操作请见 III-10.2。

有关顺序号比较和停止功能请见 III-4.4 节。这一节叙述如何设定数据。

设定设置数据的步骤

步骤

1．选择 **MDI** 方式。

2．按下功能键[OFFSET SETTING]。

3．按下软键**[SETING]**显示设置（**SETTING**）数据画面。
该画面有几页。

按下换页键[PAGE↓]或者[PAGE↑]直到出现需要的画面。

设置（**SETTING**）数据画面如下。

```
SETTING (HANDY)                              O0001 N00000

  PARAMETER WRITE   =  1 (0:DISABLE 1:ENABLE)
  TV CHECK          =  0 (0:OFF  1:ON)
  PUNCH CODE        =  1 (0:EIA  1:ISO)
  INPUT UNIT        =  0 (0:MM   1:INCH)
  I/O CHANNEL       =  0 (0–3:CHANNEL NO.)
  SEQUENCE NO.      =  0 (0:OFF  1:ON)
  TAPE FORMAT       =  0 (0:NO CNV  1:F10/11)
  SEQUENCE STOP     =        0 (PROGRAM NO.)
  SEQUENCE STOP     =        0 (SEQUENCE NO.)

>_
MDI **** *** ***                          16:05:59
[ OFFSET ] [ SETING ] [ WORK ] [        ] [ (OPRT) ]
```

```
SETTING (HANDY)                              O0001 N00000

  MIRROR IMAGE        X  =  0 (0:OFF  1:ON)
  MIRROR IMAGE        Y  =  0 (0:OFF  1:ON)
  MIRROR IMAGE        Z  =  0 (0:OFF  1:ON)




>_
MDI **** *** ***                          16:05:59
[ OFFSET ] [ SETING ] [ WORK ] [        ] [ (OPRT) ]
```

4. 用光标键[↑][↓][←][→]将光标移动到将要设定的条目上。

5. 输入一个新值并按下软键**[INPUT]**。

设定的内容

- **参数写入开关**

  设定是否允许参数的写入。
  0：禁止写入
  1：可以写入

- **TV 校验**

  执行 **TV** 校验的设定。
  0：不执行 **TV** 校验
  1：执行 **TV** 校验

- **穿孔代码**

  当数据通过纸带穿孔机接口输出时的设定数据。
  0：**EIA** 代码输出
  1：**ISO** 代码输出

- **输入单位**

  设定程序的输入单位，英制或者公制。
  0：公制
  1：英制

- **I/O 通道**

  阅读机/纸带机接口使用的通道。
  0：通道 0
  1：通道 1
  2：通道 2
  3：通道 3

- **顺序号插入**

  在 **EDIT** 方式中编辑程序时，是否自动插入顺序号。
  0：不自动插入顺序号
  1：自动插入顺序号

- **纸带格式**

  设置 F15 纸带格式转换。
  0：纸带格式不转换
  1：纸带格式转换
  有关 F15 纸带格式请见 II.编程。

- **顺序号停止**

  设置顺序号比较和停止功能的停止自动运行的顺序号和所用程序的程序号。

- **镜像**

  设置各轴的镜像功能开/关。
  0：镜像功能关
  1：镜像功能开

- **其他**

  用换页键[PAGE↑]或者[PAGE↓]显示设置（**SETTING**）（定时）画面。有关这一画面请见 III-11.4.5。

11.4.4 顺序号的比较和停止

如果正在执行的程序段为指定的顺序号，则在该段程序执行完毕后，操作进入单程序段运行方式。

顺序号比较和停止的步骤

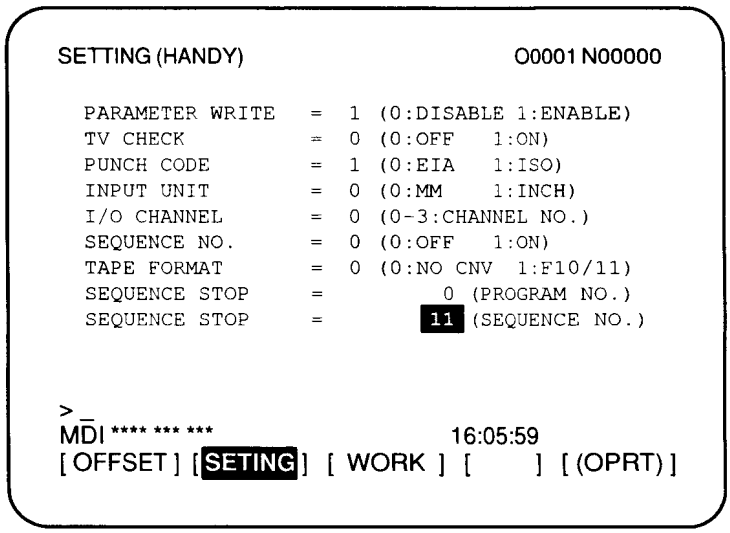
步骤

1．选择 **MDI** 方式。

2．按下功能键[OFFSET SETTING]。

3．按下章节选择键**[SETING]**。

4．按下翻页键[PAGE↑]或者[PAGE↓]若干次直到出现下面的画面。



5．为 **SEQUENCE STOP** 输入程序号码，程序号码（1~9999）包含将要停止操作的顺序号。

6．为 **SEQUENCE STOP** 输入顺序号（少于 5 位），程序将在这里停止。

7．当执行自动运行时，执行到所设的顺序号的程序段时停止，并进入单段运行方式。

详细说明

- **在程序执行之后的顺序号**

  在程序执行过程中发现指定的顺序号后，被设置为顺序号比较和停止的顺序号会减 1。当电源接通时，顺序号设置为 0。

- **不停止的程序段**

  当正在执行的 **CNC** 程序的一个程序段中发现了预先设置的顺序号，但在该段中所有指令均在 CNC 控制单元内部执行，则程序不会在该段停止。

  例如

  N1#1=1；
  N2 IF[#1 EQ 1] GOTO 08；
  N3 GOTO 09；
  N4 M98 P1000；
  N5 M99；

  在上例中，如果发现预先设定的顺序号，程序的执行就不会停止。

- **在固定循环中的停止**

  如果在预先设定的顺序号的程序段中含有固定循环，则程序在执行了返回操作后停止。

- **当在程序中多次发现相同的顺序号时**

  如果预先设定的顺序号在程序中出现了 2 次或更多次，则程序将在第一次发现预先设定的顺序号的程序段执行完毕后停止。

- **要重复执行指定次数的程序段**

  如果在重复执行的程序段中发现了预先设定的顺序号，则程序在重复执行了指定的次数后停止。

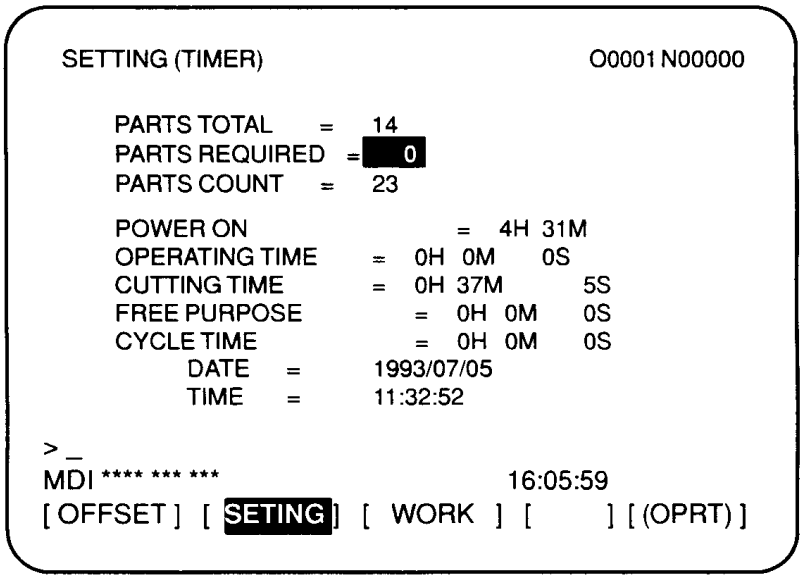
11.4.5 显示和设定运行时间、零件数和时间

可以显示各种运行时间，加工零件总数，需要加工的零件数，和已加工的零件数。这些数据可以通过参数设定或者在这一画面上进行设定（加工零件总数和开机时间除外，它们只能通过参数设定）。
该画面也能显示时钟的时刻，时钟可以在画面上设定。

显示和设定运行时间、零件数和时钟的步骤

步骤

1．选择 MDI 方式。
2．按下功能键[OFFSET SETTING]。
3．按下章节选择软键**[SETING]**。
4．按下换页键[PAGE↑]和[PAGE↓]若干次，直到出现下面的画面。



5．要设定需加工零件的数目，将光标移动到 **PARTS REQUIRED** 并输入要加工的零件数。
6．要设置时钟，将光标移动到 **DATE** 或者 **TIME** 上，输入新的时间和日期，并按下**[INPUT]**软键。

显示项目

- **零件总数**

当执行一次 M02,M30 或者由参数 No.6710 指定的 M 代码后该值会递增 1。这个值不能在这个画面上进行设定。在参数 No.6712 中设定。

- **要求加工的零件数**

用来设定需要加工的零件数。
当将其设为“0”时，对加工的零件数没有限制。同时，也可以通过参数（No.6713）设定该值。

- **零件的计数值**

  当执行一次 M02,M30 或者其他的由参数 No.6710 指定的 M 代码后，该值会递增 1。这个值也可以通过参数 No.6711 进行设置。通常，当这个值达到需要加工的零件数时会自动复位为 0。详情见机床制造厂商提供的说明书。

- **电源接通**

  显示开机总的时间。这个值不能在这个画面上进行设定，但是可以通过参数 No.6750 进行预设。

- **运行时间**

  指出自动运行过程的运行总时间，不包括停止和进给暂停时间。
  这个值可以通过参数 No.6751 和 No.6752 进行预设。

- **切削时间**

  显示切削总时间，包括切削进给，比如，线性插补(G01)和圆弧插补(G02 或 G03)。这个值可以通过参数 No.6753 或 No.6754 进行预设。

- **非切削时间**

  这个值可以用作诸如冷却液打开总的时间等用途。详情请见由机床制造厂商提供的说明书。

- **循环时间**

  指出一次自动循环的运行时间，不包括停止和进给暂停的时间。当在复位状态中按下循环启动按钮后，这个值被自动的预设为 0。当电源关闭后，这个值也会被预设为 0。

- **日期和时刻**

  显示当前的日期和时刻。在这个画面上可以设定日期和时刻。

限制

- **用途**

  当执行指令 M02 和 M30 时，已加工零件的总数和已加工零件的数目会递增 1。因此，在创建程序时，须在每加工完一个零件后就执行一次 M02 或 M30。另外，如果执行了由参数(No.6710)指定的 M 代码，计数也会作相似的变化。此外，可以使执行了 M02 或者 M30 后禁止计数（将参数 **PCM**(No.6700#0)设为 1）。详情见机床制造厂商提供的说明书。

限制

- **运行时间和零件计数值的设定**

  不能设定负值。同时，分和秒的值为 0 到 59 之间都有效。
  加工零件总数不能设为负值。

- **时间设定**

  不能设定负值或者超过下表中允许范围的值。

项目	最大值	项目	最大值
年	2085	小时	23
月	12	分钟	59
日	31	秒	59

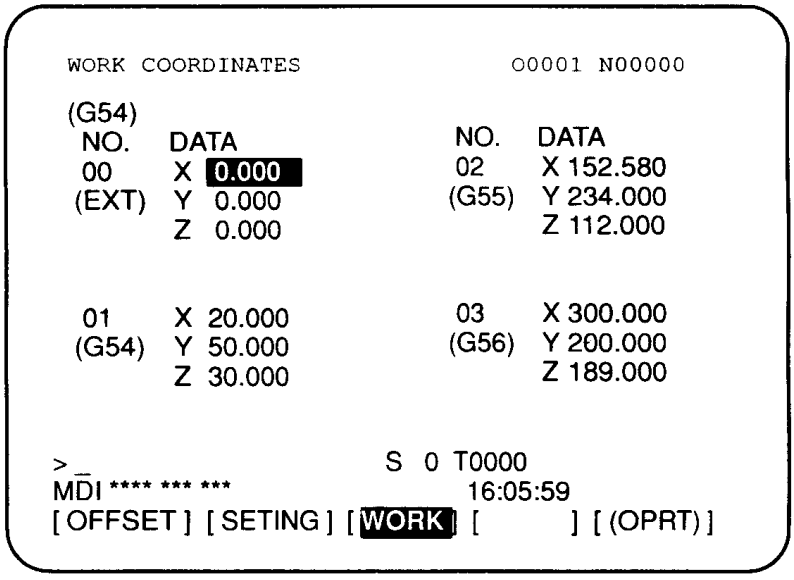
11.4.6 显示和设定工件原点偏移值

显示每一个工件坐标系的工件原点偏移值（G54 到 G59，G54.1 P1 到 G54.1P48 和 G54.1 P1 到 G54.1P300）和外部工件原点偏移值。工件原点偏移值和外部工件原点偏移值可以在这个画面上设定。

显示和设定工件原点偏移值的步骤

步骤

1. 按下功能键[OFFSET SETTING]。
2. 按下章节选择软键**[WORK]**。
   显示工件坐标系设定画面。



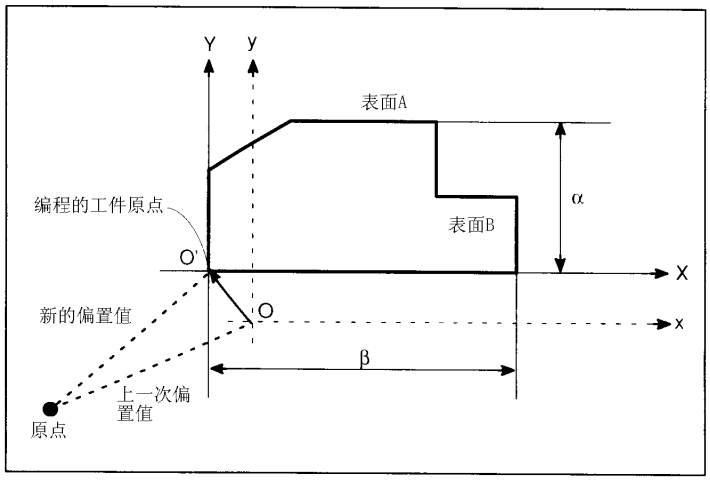
3. 显示工件原点偏移值的画面包括两页或者更多页。通过以下两种方式之一显示想要的画面：
   - 按下换页键[PAGE↑]或[PAGE↓]。
   - 输入工件坐标系号（0：外部工件原点偏移；1 到 6：工件坐标系 G54 到 G59；P1 到 P48：工件坐标系 G54.1 P1 到 G54.1 P48，P1 到 P300：工件坐标系 G54.1 P1 到 G54.1 P300）并按下操作选择软键**[NO.SRH]**。
4. 关掉数据保护键，使得可以写入。
5. 将光标移动到想要改变的工件原点偏移值上。
6. 通过数字键输入数值，然后按下软件**[INPUT]**。输入的数据就被指定为工件原点偏移值。或者，通过输入一个数值并按下软键**[+INPUT]**，输入的数值可以累加到以前的数值上。
7. 重复第 5 步和第 6 步，改变其它的偏移值。
8. 接通数据保护键禁止写入。

11.4.7 工件原点偏移测量值的直接输入

该功能用来补偿编程的工件坐标系与实际工件坐标系的差值。测量的工件坐标系原点的偏移值可以在画面上输入以使指令值与实际尺寸相符。选择新的坐标系以使编程的坐标系与实际坐标系一致。

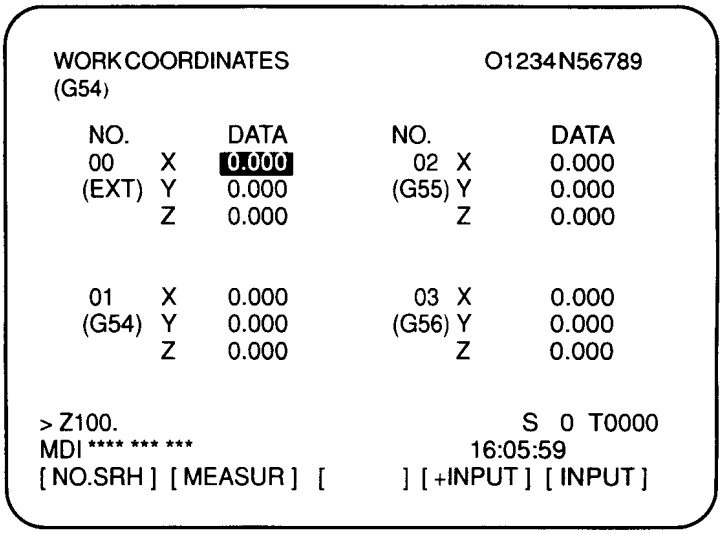
测量的工件原点偏移量的直接输入

步骤



1. 当工件形状如上图所示时，手动移动基准刀具，使其与工件表面 A 接触。
2. 使 Y 坐标值保持不变，将刀具退回。
3. 测量表面 A 与编程的工件原点之间的距离 α 。
4. 按功能键 OFFSET SETTING。

5．按下**[work]**软键，以显示工件原点偏移量的设定画面。



6．将光标移到设置的工件原点偏移量上。
7．按下欲设定偏移量的轴的地址键。
8．键入α值然后按**[MEASUR]**键。
9．手动移动刀具使其与 B 面接触。
10．使 X 坐标值不变，将刀具退回。
11．测量β值，然后在画面上输入 X 的距离，方法同第 7 和 8 步。

限制

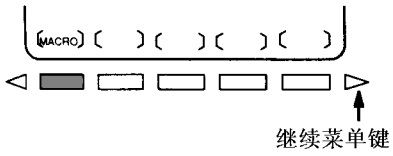
- **连续输入**　两个或更多轴的偏移量不能同时输入。
- **在程序执行时**　当程序正在执行时，此功能不能使用。

11.4.8 显示和设定用户宏程序公共变量

在画面上显示公共变量（#100——#199，和#500——#999）。当公共变量的绝对值超过 99999999 时，显示********。变量的数值可在该画面上设定。相对坐标值可以设在变量中。

显示和设定用户宏程序公共变量的步骤

步骤



1. 按功能键 OFFSET SETTING
2. 按下菜单继续键 ▷ 和**[MACRO]**，画面显示如下图

```
VARIABLE                                    O0001 N00000
NO.    DATA        NO.    DATA
100     1000.000    108       0.000
101        0.000    109   40000.000
102   -50000.000    110   153020.00
103        0.000    111    0001.000
104    1238501.0    112       0.000
105        0.000    113   20000.000
106        0.000    114       0.000
107        0.000    115       0.000
ACTUAL POSITION (RELATIVE)
  X   0.000          Y   0.000
  Z   0.000
>_                                          S  0  T0000
MDI **** *** ***                    16:05:59
 NO.SRH ] [       ] [ INP.C. ] [       ] [ INPUT ]
```

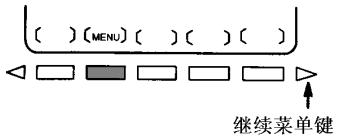
3. 用下面的方法将光标移至欲设定的变量号上：
   —键入变量号并按键**[NO.SRH]**。
   —按换页键 PAGE↑ PAGE↓ 和光标键 ↑ ↓ ← → 将光标移至欲设定的变量号上。
4. 用数字键键入数据并按**[INPUT]**。
5. 为了将相对坐标值设入变量中，请按 X，Y 或 Z 键，然后按**[INP.C]**键。
6. 为给一变量设定“空”值，只需按**[INPUT]**键，则变量的值域保持为“空”。

11.4.9 显示格式数据和格式菜单

本节用实例叙述怎样显示或设定机床厂建立的加工菜单。实际的格式加工菜单与数据请见机床厂的说明书。格式数据输入功能请见 § II.编程。

显示格式数据和格式菜单的步骤（例）

步骤



1. 按键 [OFFSET SETTING]。
2. 按下菜单继续键 [▷]，然后按下章选软键**[MENU]**，画面（格式菜单）如下图。

```
MENU : HOLE PATTERN                    O0000 N00000
      1. TAPPING
      2. DRILLING
      3. BORING
      4. POCKET
      5. BOLT HOLE
      6. LINE ANGLE
      7. GRID
      8. PECK
      9.
     10.

>_
MDI **** *** ***    16:05:59
[ MACRO ] [ MENU ] [ OPR ] [      ] [ (OPRT) ]
```

3. 键入菜单号并按**[SELECT]**键。

   在这个例子中，按下 [5] 键，然后按下**[SELECT]**。显示以下画面（格式数据）。

```
VAR. : BOLT HOLE                          O0001 N00000
  NO.     NAME          DATA      COMMENT
  500     TOOL          0.000
  501     STANDARD X    0.000     *BOLT HOLE
  502     STANDARD Y    0.000     CIRCLE*
  503     RADIUS        0.000     SET PATTERN
  504     S. ANGL       0.000     DATA TO VAR.
  505     HOLES NO      0.000     NO.500–505.
  506                   0.000
  507                   0.000

 ACTUAL POSITION (RELATIVE)
    X    0.000                Y    0.000
>_  Z    0.000
MDI **** *** ***                  16:05:59
[ OFFSET ] [SETING] [      ] [      ] [ (OPRT) ]
```

4. 键入必要的格式数据并按键[INPUT]。
5. 输入所有的必须数据之后，进入 **MEMORY** 方式并按下循环启动按钮以启动机床加工运行。

详细说明

- **格式加工菜单画面的解释**

HOLE PATTERN：菜单标题
显示任意 12 个字符的字符串。
BOLE HOLE：格式加工名称
任意 10 个字符的字符串。
机床制造厂商应该通过宏程序为菜单标题和加工循环的名称编制字符串，并将它们输入到程序存储器中。

- **格式加工数据画面的解释**

BOLT HOLE：格式加工数据标题
任意 12 个字符的字符串。
TOOL：变量名称
任意 10 个字符的字符串。
BOLT HOLE CIRCLE：注释语句
每行 12 个字符，共 8 行。
机床厂应该通过宏程序编制变量名称和注释的字符串，并将其装入程序存储器。

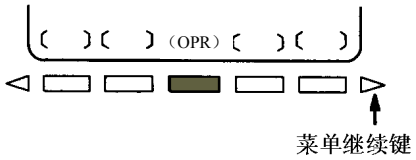
11.4.10 显示和设定软操作面板

该功能可以用 MDI 键盘代替机床操作面板上的开关或按钮，从而实现对机床的控制。

手动连续进给可用 MDI 上的数字键实现。

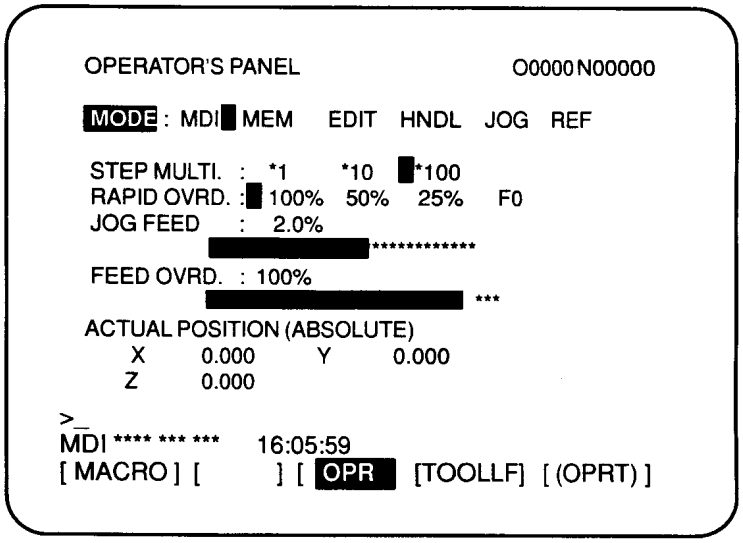
显示和设置软操作面板的步骤

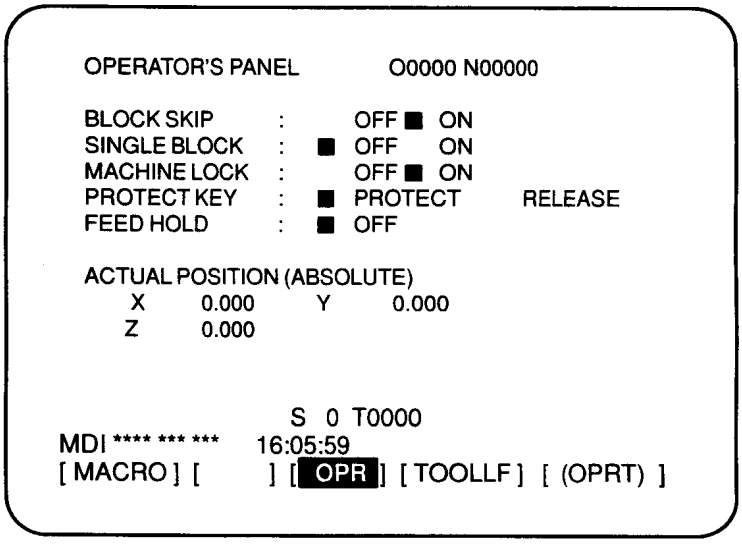
步骤



1. 按功能键 [OFFSET SETTING] 。
2. 按菜单继续键 [▷]，然后按章选键**[OPR]**。
3. 该屏有几页。

   按翻页键 [PAGE↑] 或 [PAGE↓] 直到显示所需画面页。

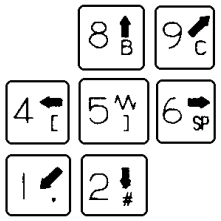




4．按光标键↑或↓，将光标移到所需的开关上。

5．移动光标键←或→使标志■移到所需位置，设定相应的状态。

6．为了实现手动连续进给，按下下面的一个键。按下INPUT键，可实现快速移动。



解释

- **有效的操作**

软操作面板的有效操作如下所述。
用 CRT/MDI 键盘还是用机床的操作面板由参数#7200 选择。操作分为 7 组，如下：
组 1：方式选择
组 2：手动进给轴或快速移动轴的选择
组 3：手摇脉冲发生器进给轴的选择，手摇脉冲放大倍数 x1,x10,x100 的选择
组 4：手动进给速度，进给倍率，快速移动倍率
组 5：程序段选跳，单段，机床锁住，空运行
组 6：保护键
组 7：进给暂停

- **显示**

参数#7200 选择的机床操作面板上的操作开关不在软操作面板上显示。

- **手动连续进给有效的画面**

非软操作面板画面和非诊断画面不能用 **MDI** 键盘实现手动连续进给，即使按下箭头键，也不起作用。

- **手动连续进给和箭头键**

进给轴及其方向与箭头键的对应关系由参数（Nos.7210-7217）设定。

- **通用开关**

作为软操作面板的扩展功能，系统提供了 8 个由用户任意定义的开关。这些开关的名称由参数（No.7220~7283）定义。每个开关最多可用 8 个字符。因此，这些开关的实际意义请见机床厂的说明书。

11.4.11 显示和设定刀具寿命管理数据

可以显示刀具的寿命管理数据，以使操作者了解刀具寿命管理的当前状态。可以显示各刀组的变化情况。各组的刀具寿命计数器可预置任意值。刀具数据（已执行数据）可以复位和清除。为了注册或修改刀具的寿命管理数据，必须编制程序并使其运行。请见本节的解释。

将参数 No.6801 的第 6 位（**EXT**）置 1 时，系统有刀具寿命管理扩展功能，见 III—11.4.2 节。

刀具寿命管理数据显示和设定的步骤

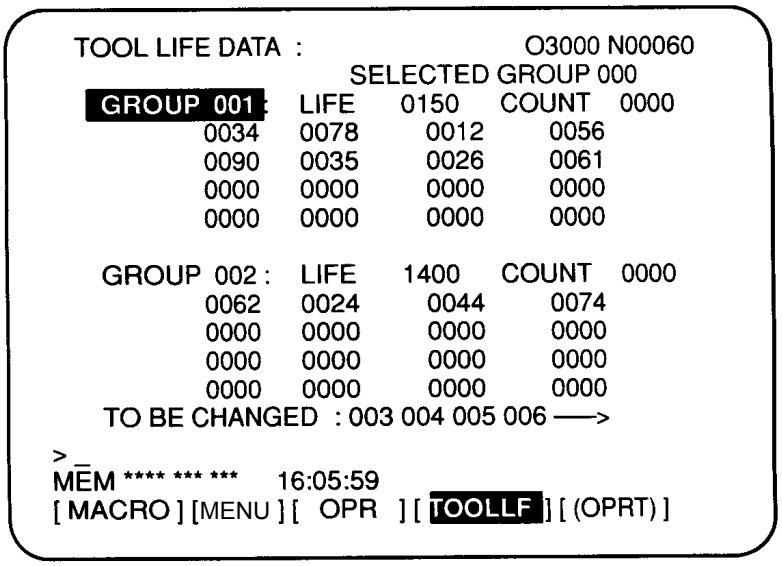
步骤

1．按功能键 [OFFSET SETTING]。

2．按菜单继续键 [▷] 显示章选软键**[TOOLLF]**。

3．按软键**[TOOLLF]**。

4．每页显示两组数据。用翻页键[PAGE↓]或[PAGE↑]显示各组数据，在每页的底部显示后面的换刀信号要选择的刀具组号，最多只显示 4 个组号，箭头表示还有其它组号。



5. 为显示含有刀组数据的页面，输入组号并按下**[NO．SRH]**键。

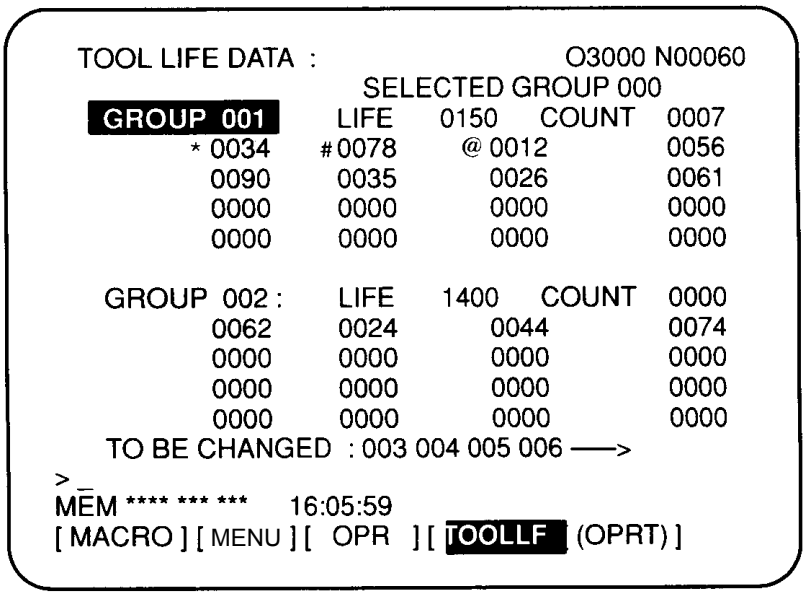
   按下光标键[↑]或[↓]，光标可移到任意组。

6. 为改变一组的寿命计数值，移动光标到该组，键入新值（4 位数字），并按下**[INPUT]**。光标指示的该组寿命计数值被预置为输入值，该组的其他数据不变。

7. 为了将刀具数据复位，首先将光标移至欲复位的刀组号处，依次按下键 **[OPRT]**，**[CLEAR]**和**[EXEC]**键。于是该组所有数据包括带有标志@,#和*的数据均被清除。

解释

- **显示内容**



- 第 1 行是标题行。
- 第 2 行显示当前命令的组号。当前命令没有组号时，显示 0。
- 第 3 到第 7 行显示该组的刀具寿命数据。

  第 3 行显示组号，寿命和寿命的计数（已用次数和时间）。

  寿命的计算方法通过参数 **LTM**（No.6800#2）选择，用分钟（或小时）或用次数计算。

  第 4 行到 5 行，显示刀具号。在图中所示情况，刀具选择的顺序是：0034→0078→0012→056→0090…

  刀具号前面的记号的含义如下：

  *：显示寿命已经结束。

  #：显示该刀具由跳过命令跳过。

  @：显示该工具当前正在被使用。

  刀具寿命计数器只对标有@的刀具计算寿命。

  当属于该组的下一把刀被选时，显示出“*”号。
- 第 8 到 12 行显示下一组的寿命数据。
- 发出换刀信号时，显示第 13 行。组号按升序显示。当不能完全显示时，显示“→”。

11.4.12 显示和设定扩展刀具寿命管理

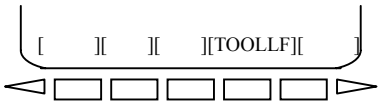
扩展的刀具寿命管理功能比普通刀具寿命管理功能提供更详细的数据显示和更多的数据编辑功能。

此外，如果刀具寿命是以时间单位计算，设定的时间可以放大或缩小（时间倍率）。

当参数 6801 的第 6 位（**EXT**）置 0 时，使用普通刀具寿命管理功能。详见 III—11.4.11。

扩展刀具寿命管理数据显示和设定的步骤

步骤



1. 按功能键 OFFSET SETTING。
2. 按菜单继续键 ▷ 显示章选软键**[TOOLLF]**。
3. 按软键**[TOOLLF]**显示刀具寿命管理数据画面。
   在此画面上，将光标置于欲编辑的刀组上。
4. 按软键**[(OPRT)]**。
5. 按软键**[EDIT]**。
   由光标指定欲编辑的某组的扩展刀具寿命管理数据编辑画面被显示。

```
LIFE DATA    EDIT   GROUP : 001  O0010 N00001
TYPE    : 1 (1:C 2:M)        NEXT GROUP:  ***
LIFE    : 9800               USE GROUP  :  ***
COUNT   : 6501               SELECTED GROUP :  001
 NO.   STATE     T-CODE      H-CODE      D-CODE
 01      *        0034         011         005
 02      #        0078         000         033
 03      @        0012         004         018
 04      *        0056         000         000
 05               0090         000         000
 06      *        0076         023         012

>_
MDI **** *** ***              16:05:59
[ INSERT ] [ DELETE ] [ STATE ] [ END ] [ INPUT ]
```

刀具寿命管理数据可按以下步骤编辑：

6. 选择 **MDI** 方式。
7. 用进给暂停、单段停止或复位操作使 **CNC** 停止、中断或复位（当数据是通过程序设定时，刀具寿命管理数据不能编辑）。

执行以下的编辑，参见有关各步的详述：

- 设定寿命计数方法、寿命值、当前寿命计数和刀具数据（T、H、或 D 代码）：　**7-1**
- 增加刀具组：　**7-2**
- 增加刀具数：　**7-3**

- 删除一个刀具组： **7-4**
- 删除刀具数据（T、H、或 D 代码）： **7-5**
- 跳过一把刀具： **7-6**
- 清除寿命计数（重新设置寿命）： **7-7**

7-1 设定寿命计数方法、寿命值、当前寿命计数和刀具数据（T、H、或 D 代码）

（1） 移动光标到被改变数据的位置。

（2） 输入期望的值。

（3） 按下输入软键**[INPUT]**。

7-2 增加一个刀具组

（1）在第 3 步，选择未被设定的一组数据，显示编辑画面。

（2）输入刀具号。

（3）按下输入键**[INSERT]**。

- 在这里，寿命计数方法由 **LTM**（NO.6800#2）的设定决定，0 设入寿命值和寿命计数器中。
- 0 设入 H 代码和 D 代码中。
- 光标停留在刀具号处，直至指定 T 代码。

7-3 增加一个刀具号

（1） 移动光标到欲加刀号的前一组刀具数据（T、H 或 D 代码）处。

（2） 输入刀具号。

（3）按下输入键**[INSERT]**。

例如）在 No.1 和 No.2 之间插入刀具 No.1500

NO.	STATE	T–CODE	H–CODE	D–CODE
01	*	0034	11	5
02	#	0078	0	33

将光标移动到上图中 D-CODE 一栏中 5 的位置，键入刀号后，按下软键 [INSERT]

NO.	STATE	T–CODE	H–CODE	D–CODE
01	*	0034	11	5
02		1500	0	0
03	#	0078	0	33

7-4 删除一个刀具组

（1）在第三步，将光标置于被删除的组号上，显示编辑画面。
（2）按下删除键**[DELETE]**。
（3） 按下组键**[GROUP]**。
（4） 按下执行键**[EXEC]**。

7-5 删除刀具数据（T、H 或 D 代码）

（1）将光标置于被删除的数据项（T、H 或 D 代码）。
（2）按下删除键**[DELETE]**。
（3）按下键**[<CRSR>]**。

- 光标所在行的内容被删除。
- 当标有@的刀具（正被使用）被删除，标号@将移到寿命最接近满期的或被跳转的刀具上。
- 在这里，标记*和#以反黑体显示。 # *

7-6 跳过一把刀具

（1）将光标置于被跳过的数据项（T、H 或 D 代码）。
（2）按下状态键**[STATE]**。
（3）按下键**[SKIP]**。

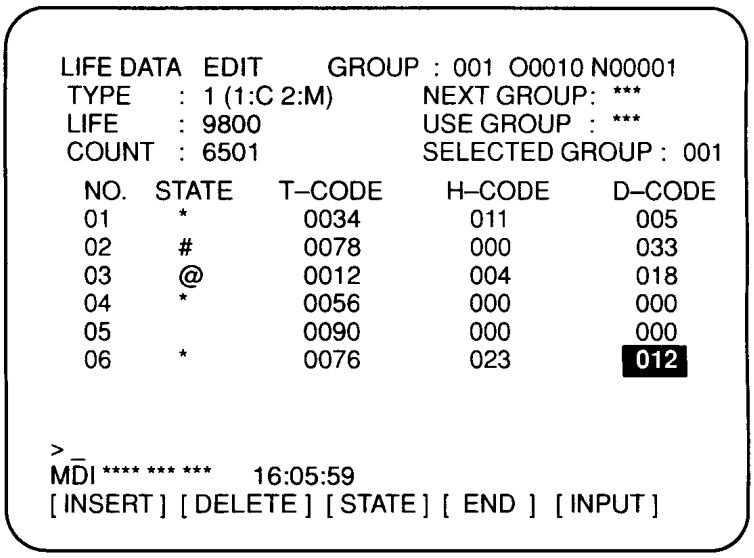
7-7 清除寿命计数（重设寿命）

（1）将光标置于被清除的刀具的数据项（T、H 或 D 代码）。
（2）按下状态键**[STATE]**。
（3）按下键**[CLEAR]**。

8 欲结束编辑操作，按结束键**[END]**。
刀具寿命管理画面重新显示。

解释

- 显示



下一组：
由下一个 M06 指令计算寿命的刀组号。
使用组：
正在被计算寿命的刀组号。
选择组：
正在被计算或最近已被计算寿命的刀组号。
类型：1：用使用次数计算寿命。
类型：2：用分钟为单位计算寿命。
寿命：寿命值
计数：寿命计数值
状态：刀具的状态

刀具状态	使用中	未使用
可用的	@	_(空格)
跳过	#	#
被跳过	w/ ※ (注)	※

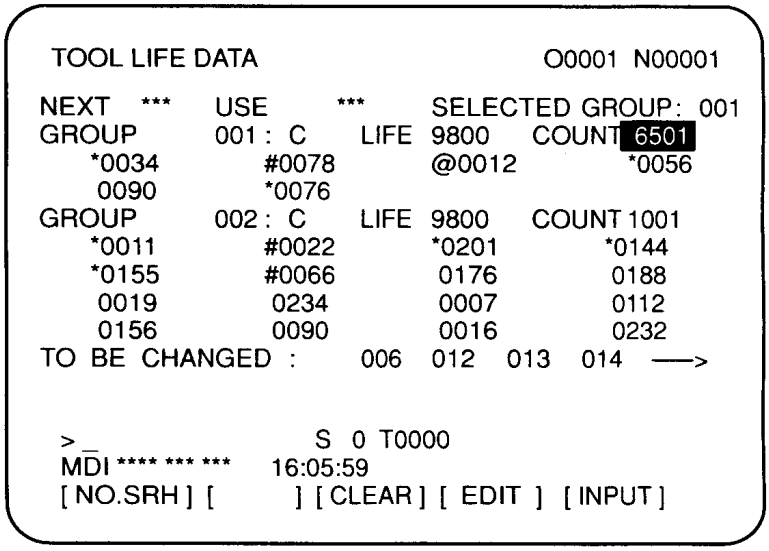
注
当参数 6801 的第 3 位（**EMD**）置为 0 时，@ 被显示直到选择下一个刀具。

T-CODE：刀具号
H-CODE：H 代码
D-CODE：D 代码

- **刀具寿命管理画面**

当提供扩展的刀具寿命管理功能时，以下的项目被增加到刀具寿命管理画面：

- **NEXT**：下面要使用的刀具组
- **USE**：正在使用的刀具组
- 刀具寿命的计数方法（C：次数，M：分钟）



- **寿命计数的倍率**

参数 **LTF**（No.6801 的第 2 位）为 1 时，用分钟为计数单位时，计数值可以倍率，倍率值为 0~99.9，由机床面板上的倍率开关设定。若倍率为 0，则不计数。若实际时间小于 4 秒，倍率值无效。

例如：

若实际切削为 10 分钟，倍率设为 0.1 时，则刀具寿命的计数值为 1 分钟。

- **刀具寿命到期的标志**

刀具寿命到期的符号*可以在机床开始使用下一把刀具时显示，也可以在当前使用刀具寿命到期时显示。通过 **EMD**（参数 6801 的第 3 位）选择用哪一种方法。

- **数据改变的影响**

- 寿命期望值或计数值的修改不影响刀具的状态或换刀信号。
- 当改变寿命计数方法时，应确保使寿命期望值和寿命计数值也相应变化。

11.5 按下功能键[SYSTEM]的画面显示

当 CNC 和机床连接调试时，必须根据机床的性能，规格和功能设定参数以充分使用伺服电机或其它部件的特性。
本章叙述用 MDI 键盘设定参数的方法。
参数也可用外部 I/O 设备（如便携式磁盘机）设定（见 III-8）。

此外，为提高机床的精度，可对滚珠丝杠进行螺距误差补偿。用[SYSTEM]键可以设定和显示螺补数据。

按下功能键[SYSTEM]可以显示系统的诊断画面（见 III-7）。

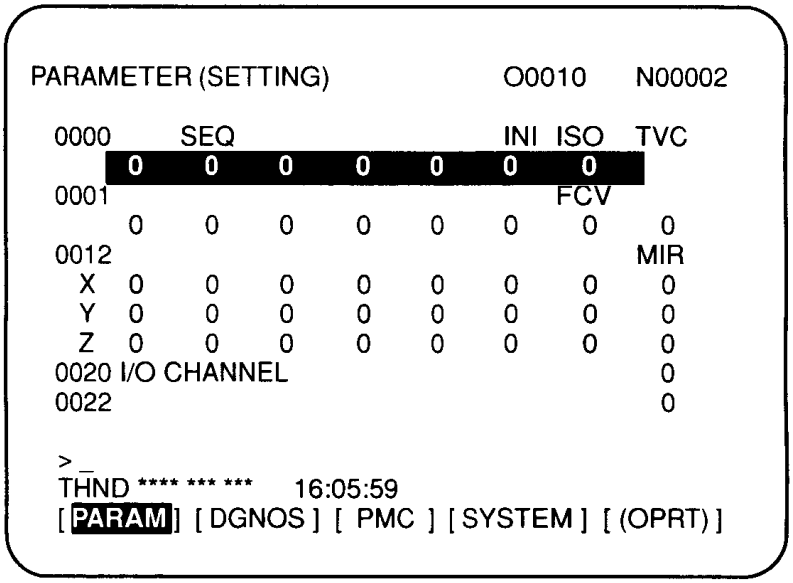
11.5.1 参数的显示和设定

当 CNC 和机床连接调试时，必须设定有关参数以确定机床的功能，性能与规格。并充分利用伺服电机的特性。参数要根据机床设定。见机床厂提供的参数表。
通常使用者不需要改变参数。

参数显示和设定的步骤

步骤

1. 将 **PARAMETER WRITE** 设为 1 以便使参数可写。详见下述的可写/不可写。
2. 按功能键[SYSTEM]。
3. 按章选软键**[PARAM]**显示参数画面。



4. 用下列方法移动光标，将其移到欲写入或显示的参数号处。
- 输入参数号，按下**[NO.SRH]**。
- 用翻页键[PAGE↑]和[PAGE↓]，和光标键[↑]，[↓]，[←]，[→] 移动光标到参数号处。

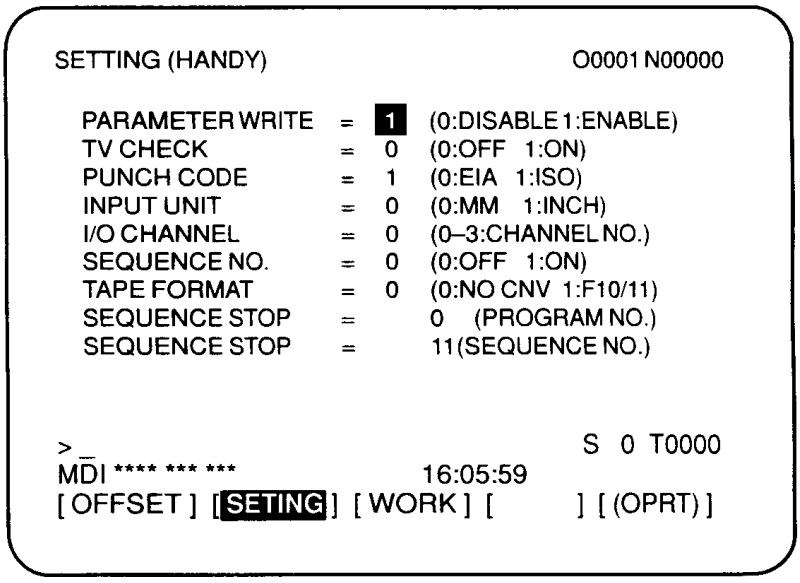
5. 用数字键和**[INPUT]**键输入一个新值，于是该参数置入新值并被显示。
6. 将 **PARAMETER WRITE** 设为 0 以关闭参数的写入状态，变为不可写。

使参数可以写入/禁止写入的方法

1．选择 **MDI** 方式或急停方式。

2．按功能键[OFFSET SETTING]。

3．按键**[SETING]**显示设置（**SETTING**）画面。



4．用光标键移动光标到 **PARAMETER WRITE**。

5．按键**[OPRT]**和**[1:ON]**使参数写入开关置 1，于是参数可以写入。此时，CNC 出现报警 P/S **[No.100]**。

6．输入参数后，返回到 SETTING 画面。移动光标到 **PARAMETER WRITE** 并按**[OPRT]**键和**[0:OFF]**。

7．按[RESET]键以解除报警状态。如果输入参数时出现报警 P/S No.000，则应使系统断电，然后再通电。

解释

- **用外部输入输出设备设定参数**

  有关输入/输出设备比如便携式软盘机设定参数的方法请见 III-8。

- **要求关断电源的参数**

  有些参数设定后要求关断电源再开机后才能生效。设定这些参数会产生 P/S000 报警。

- **参数表**

  有关参数表请见 **FANUC 0i-C/0i Mate-C 系列**参数说明书(B-64120CM)。

- **SETTING 数据**

  如果参数表的说明书上指示：**Setting entry is acceptable**（可用 **SETTING** 画面写入）则这些参数可在设置（**SETTING**）画面上写入。设定这些参数时不必将参数写入开关（**PARAMETER WRITE**）置 1。

11.5.2 螺距误差补偿数据的显示和设定

设定螺距误差补偿数据可以对各轴的螺距误差进行补偿。补偿值的单位为检测单位。

各轴按一定的距离间隔设定补偿点，对各点设定补偿量。补偿的原点为刀具返回的参考点。

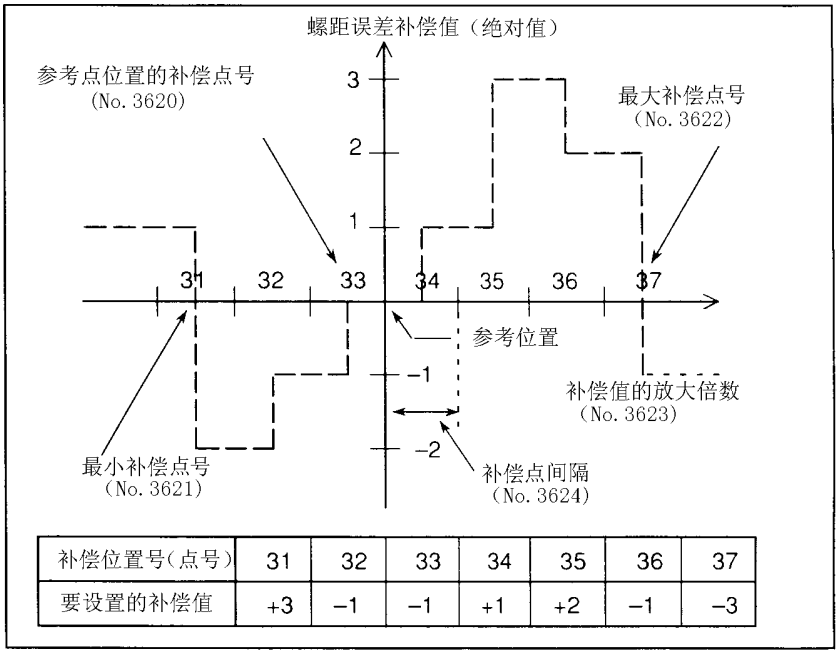
要根据连到 CNC 系统后的机床特性设定补偿数据。不同的机床补偿数据不一样。改变这些数据会降低机床精度。

原则上，最终用户不能更改这些数据。

可以用外部设备（如便携式软盘机）写入这些数据，还可用 MDI 键盘直接输入。

要设的螺补参数如下所述。由这些参数对各补偿点设定补偿值。

下例中，33 为参考点位置的螺距误差补偿点号。



补偿位置号(点号)	31	32	33	34	35	36	37
要设置的补偿值	+3	−1	−1	+1	+2	−1	−3

- 参考位置的螺距误差补偿点号（各轴）：参数 3620
- 补偿点的最小号数（各轴）：参数 3621
- 补偿点的最大号数（各轴）：参数 3622
- 螺距误差补偿值的放大倍数（各轴）：参数 3623
- 螺距误差补偿数据点的间隔（各轴）：参数 3624
- 旋转轴每转螺距误差补偿值（各轴）：参数 3625

双向螺距误差补偿

双向螺距误差补偿功能实现在轴运动方向不同时各补偿。(当运动方向相反时，自动执行补偿)。为了使用这个功能，在各自运动方向上指定螺距误差补偿，就是说，区分运动的正向和负向。

当使用双向螺距误差补偿功能（设置参数 3605 第 0 位 BDP 为 1）时，补充设置以下的螺距误差补偿的参数

- 负方向的补偿点的号数（当各轴运动方向为正向时)：参数 3621
- 正方向的补偿点的号数（当各轴运动方向为正向时)：参数 3622
- 负方向的补偿点的号数（当各轴运动方向为负向时)：参数 3626
- 自与参考点返回方向相反方向移动到参考点时的螺距误差补偿值(绝对值，每跟轴)：参数 3627

设定和显示螺距误差补偿数据的步骤

步骤

1 设定下述参数：
- 参考位置处的补偿点号：参数 3620
- 各轴最小的补偿点号：参数 3621
- 各轴最大的补偿点号：参数 3622
- 补偿值的倍率值（各轴)：参数 3623
- 各轴补偿点的间隔：参数 3624
- 旋转轴每转螺距误差补偿值（各轴)：参数 3625

当使用双向螺距误差补偿功能（设置参数 3605 第 0 位 **BDP** 为 1）时，补充设置以下的螺距误差补偿的参数

- 负方向的补偿点的号数（当各轴运动方向为正向时)：参数 3621
- 正方向的补偿点的号数（当各轴运动方向为正向时)：参数 3622
- 负方向的补偿点的号数（当各轴运动方向为负向时)：参数 3626
- 自与参考点返回方向相反方向移动到参考点时的螺距误差补偿值 (绝对值，每跟轴)：参数 3627



2 按键[SYSTEM]

3 按菜单继续键 [▷] ，然后按章选软键**[PITCH]**。
显示下述画面：

```
PIT-ERROR SETTING                O0000  N00000

    NO.    DATA    NO.    DATA    NO.    DATA
     0000       0    0010       0    0020       0
     0001       0    0011       0    0021       0
     0002       0    0012       0    0022       0
     0003       0    0013       0    0023       0
(X)  0004       0    0014       0    0024       0
     0005       0    0015       0    0025       0
     0006       0    0016       0    0026       0
     0007       0    0017       0    0027       0
     0008       0    0018       0    0028       0
     0009       0    0019       0    0029       0
    >_
   MEM **** *** ***                  16:05:59
   [ NO.SRH ] [ON:1] [ OFF:0 ] [+INPUT] [-INPUT ]
```

4 按下列方法将光标移到欲设定的补偿号上：

- 输入补偿点的序号，按下**[NO.SRH]**键。
- 用翻页键[PAGE↑]和[PAGE↓]和光标键[↑]，[↓]，[←]，[→] 移动光标到补偿点号处。

5 输入数值，按下**[INPUT]**键。

11.6 显示程序号、顺序号和状态及数据设定或输入/输出操作的警告信息和状态

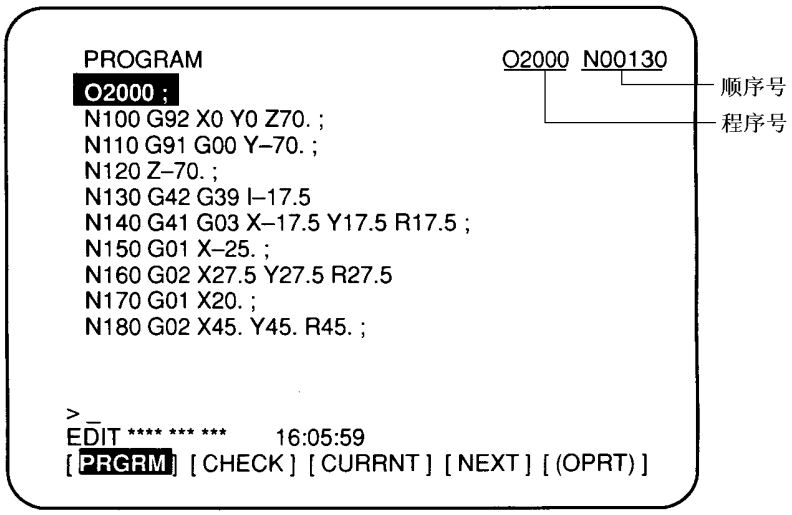
除了系统通电，出现报警和显示 PMC 画面时，程序号、顺序号和当前的 **CNC** 状态总是显示在画面上。

如果数据设定或输入/输出操作错误，**CNC** 就不接受操作并显示警告信息。

本节叙述程序号，顺序号和 **CNC** 状态的显示以及数据设定和输入/输出操作出错时的警告信息。

11.6.1 程序号和顺序号的显示

程序号和顺序显示在画面的右上方如下所示。



程序号和顺序号的显示取决于显示的是什么画面，如下所述：

在背景编辑的程序编辑屏上：

显示正在被编辑的程序号和光标前的顺序号。

在其他画面上：

显示最近已执行的程序号和顺序号。

在程序号检索和顺序号检索后立刻显示：

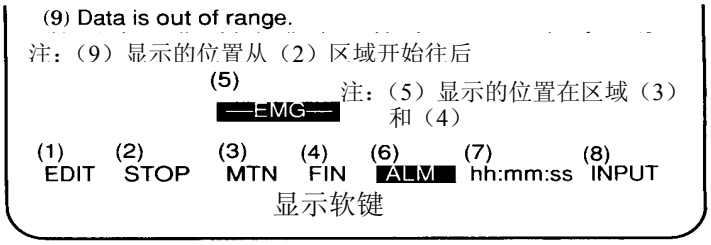
检索到的程序号和顺序号。

11.6.2 CNC 的状态和输入/输出操作或设定数据的报警信息显示

CNC 的当前工作方式，自动运行，报警和程序编辑状态显示在画面的倒数第 2 行，以使操作者充分了解系统的运行情况。
如果数据设定或输入/输出操作不正确，CNC 就不接受操作，并在倒数第二行显示警告信息。这可以防止无效的数据设定和输入/输出错误。

详细说明

状态和错误信息的显示



（1）当前工作方式

MDI：手动数据输入，**MDI** 运行
MEM：自动运行（存储器运行）
RMT：自动运行（**DNC** 运行或类似运行）
EDIT：存储程序编辑
HND：手轮进给
JOG：手动连续进给
TJOG：**TEACH IN JOG**（手动示教）
THND：**TEACH IN HANDLE**（手轮进给示教）
INC：手动增量进给
REF：手动返回参考点

（2）自动运行状态

********：复位（当电源通电或程序执行结束和自动运行终止时）
STOP ：自动运行停止（一段程序执行和自动运行结束时）
HOLD ：进给暂停（一段程序的执行被中断和自动运行停止）
STRT ：自动运行启动（系统自动运行状态）

（3）轴移动状态/DWELL 状态

MTN ：表示轴正在移动
DWL ：表示处于停刀状态
******* ：其他状态

（4）执行辅助功能的状态

FIN ：辅助功能正在执行（等待从 **PMC** 来的完成信号）
******* ：其他状态

（5）紧急停止和复位状态

—EMG— ：处于急停（连续闪烁）
---RESET--- ：正接受复位信号

（6）报警状态

ALM ：发生报警（连续闪烁）
BAT ：电池电压太低（连续闪烁）
空格：其他状态

（7）当前时间

hh:mm:ss – 时，分，秒

（8）程序编辑状态

INPUT ：正在输入数据。
OUTPUT：正在输出数据。
SRCH ：正在执行检索。
EDIT ：正在执行另一个编辑操作（插入、修改等）。
LSK ：输入数据时标志被跳过。
RSTR ：程序重新启动。
SPACE ：未执行编辑操作。
MBL APC ：**LOOK-AHEAD** 控制（预读多段）。

（9）数据设定或输入/输出操作的警告

当输入无效数据时（格式错误，值超出范围，等等），数据不允许输入时（错误方式，不可写入等等），或输入/输出不正确（错误方式等等）将显示出警告信息。这种情况下，**CNC** 不能接收设定或输入/输出操作（根据信息重新操作）。
下面是警告信息的实例：

例 1）
当输入一个参数时

```
>_
EDIT    WRONG MODE
          (软键显示)
```

例 2）
当输入一个参数时

```
>_999999999
MDI TOO MANY DIGITS
          (软键显示)
```

例 3）
当参数输出到外部设备时

```
>_
MEM    WRONG MODE
          (软键显示)
```

11.7 按下功能键[MESSAGE]的画面显示

按下[MESSAGE]键，可显示报警，报警履历和外部信息。

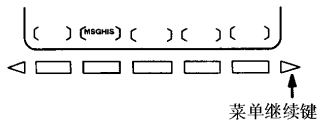
报警的显示见 III.7.1；报警履历的显示见 III.7.2。
外部信息见机床厂提供的相关说明书。

11.7.1 外部操作信息显示

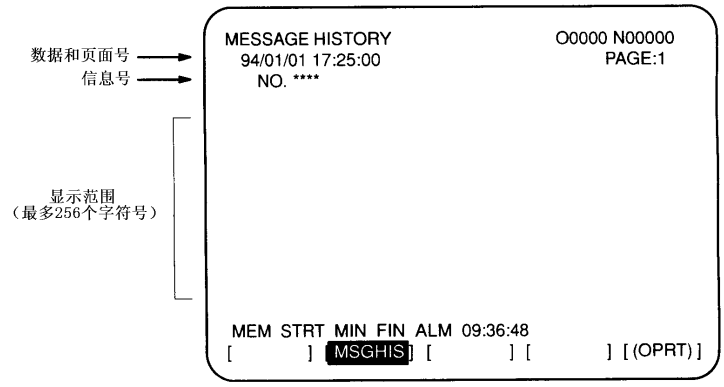
外部操作信息可被保存为履历数据。
保存的履历数据可以在外部操作信息履历画面上显示。

外部操作信息显示的履历显示

步骤



1. 按[MESSAGE]功能键
2. 按菜单继续键[▷]，按键**[MSGHIS]**。画面显示如下：



注
一个外部操作信息最多可有 255 个字符。然而，通过设置 **MS1** 和 **MS0**（参数 No.3113 的位 7 和位 6），可限制外部操作信息的字符数，以显示几个信息条目。

解释

- **外部操作信息履历数据的更新**

  当指定一个外部操作信息序号时，开始更新外部操作信息履历数据；更新一直执行，直到指定一个新的外部操作信息序号或指定的外部操作信息履历被删除。

- **外部操作信息履历数据的清除**

  按**[CLEAR]**软键清除外部操作信息的履历数据。这会清除所有的外部操作信息的履历数据（设置 **MSGCR**（参数 No.3113 的位 0）为 1）。
  注意当指定外部操作信息显示条数的参数 **MS1** 和 **MS0**（参数 No.3113 的位 7 和位 6）被改变时，所有存在的外部信息的履历数据均被清除。

11.8 清屏

当不需要屏幕显示时，可关闭显示单元，以延长 **LCD** 的寿命。
按指定键可以清屏。也可用参数设定一段时间，若在此期间内无任何键按下，屏幕可自动清除。
但是，当多次清屏和显示重复时显示单元的寿命会缩短。
当屏幕清除超过一小时，才会达到延长 LCD 寿命的预期效果。

11.8.1 清除屏幕显示

按住[CAN]键和任意功能键可以清屏。

清除屏幕显示的步骤

步骤

- **清屏**

同时按下[CAN]键和任意功能键（例如：[POS]或[PROG]）。

- **恢复屏显**

按任意功能键即可恢复屏幕显示。

11.8.2 自动清除屏幕显示

用参数设定时间，若在设定的期限内未按任何键，**CNC** 屏幕会自动清除。按任意键可恢复屏幕显示。

自动擦除屏幕显示的步骤

- **清屏**

用参数 No.3123 设定时间，若在此期限内满足下列条件，**CNC** 会自动清屏：

清除 CNC 屏幕的条件

- 参数 No.3123 设为 0 以外的数。
- 下述键未按：
  MDI 键
  软键
  外部输入键
- 没有报警出现

- **恢复屏幕显示**

恢复 **CNC** 屏显，需满足下面的条件：

恢复 CNC 屏幕显示的条件

- 下述任意键被按：
  MDI 键
  软按键
  外部输入键
- 出现报警。

有些机床有其专用的屏显恢复键。设定和使用这些键的情况，参见厂家提供的说明书。

解释

- **用 CAN +功能键清屏**

如果参数 No.3123 设定为 0，CAN +功能键（III-11.8.1）不能清屏。

> **注意**
> 当画面被清除时按任意键可恢复屏显。在这里，使用功能键时，不能按 DELETE 、INSERT 或 ALTER 键恢复屏显。

12 图形功能

具有两种图形功能。一种是图形显示功能，另一种是动态图形显示功能。
图形显示功能能够在屏幕上画出正在执行程序的刀具轨迹。图形显示功能可以放大或缩小图形。
动态图形显示功能能够在屏幕上画出刀具轨迹和实体图形。
刀具轨迹的绘制，可以实现自动缩放和立体图绘制。
在加工轮廓的实体绘制中，加工过程的状态可以通过模拟显示出来。毛坯也可以描绘出来。
本章主要详述绘图步骤和绘图参数：

1．用图形功能绘制正在执行的程序的刀具路径。
2．用动态图形显示功能绘制刀具轨迹和实体图形。

12.1. 图形显示

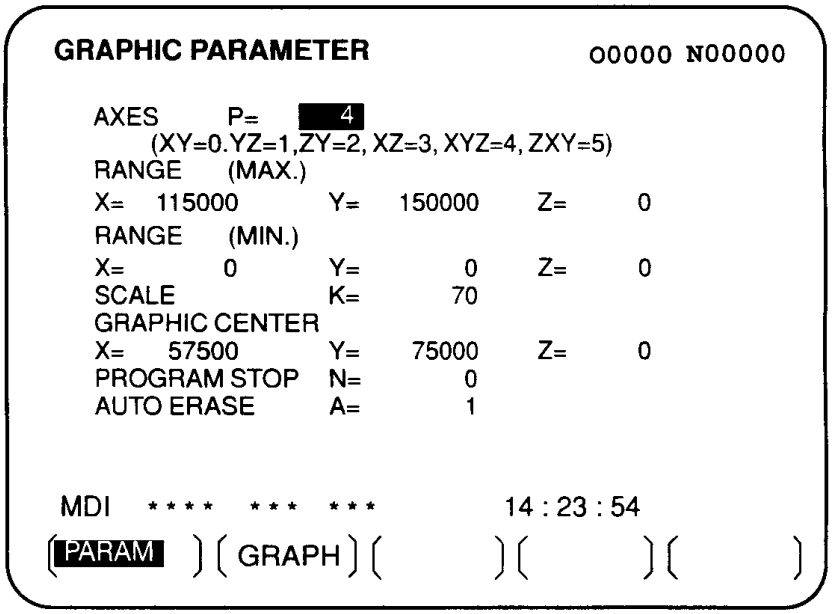
在屏幕上可以画出程编的刀具轨迹，通过观察屏幕上的轨迹，可以检查加工过程。
显示的图形可以放大/缩小。
画图之前，必须设定图形参数。
当使用动态图形功能时，不能使用本节所述的图形功能，请参阅 12.2 节的动态图形显示功能。

图形显示的步骤

步骤

1．按功能键[CUSTOM GRAPH]。

图形参数画面显示如下（如未出现，按**[PARAM]**键）。



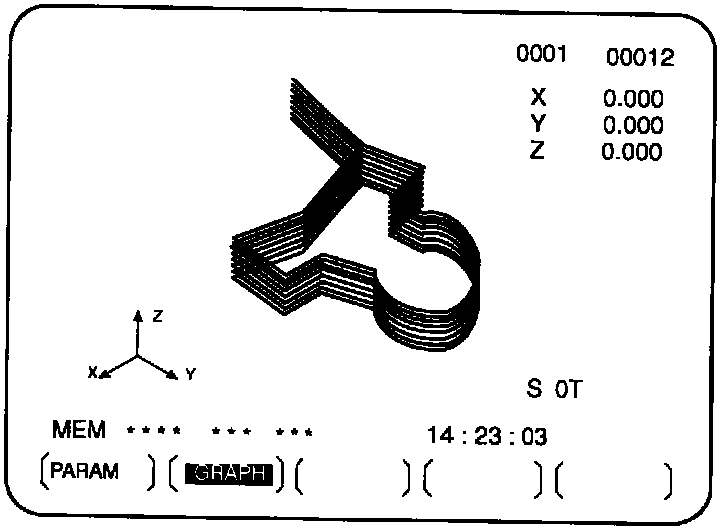
2．移动光标到欲设定的参数处。

3．输入数据，按[INPUT]键。

4．重复 2、3 步，直到所有的参数被设定。

5．按 **[GRAPH]** 键。

6． 启动自动运行，机床开始移动，刀具轨迹描绘如下：



解释

● **范围（实际图形范围）**

图形画面尺寸显示如下：

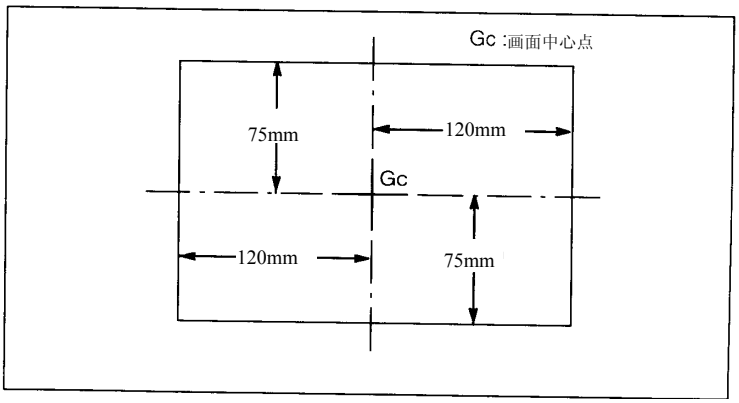


图 12.1(a)　图形范围

如图 12.1(a)所示，横向 144mm 左右，纵向 90mm 左右，是最大图形范围。

● **设定图形范围**

为了在实际图形范围内绘出程序的部分图形，用下述方法之一设定图形范围：

1. 设定范围的中心点坐标和放大比例。
2. 设定程序的最大和最小坐标值。

使用 1 还是 2，取决于参数的设定。设好的图形范围在关电后依然保留。

1．设定图形范围的中心点坐标和图形放大率

在屏幕的中心设定为图形范围的中心点。如果程序的画图范围在上述实际图形范围内，可设置放大率为 1（实际值是 100）。

当画图范围比屏幕大或小许多，应修改放大比率。图形放大率是 0.01 到 100.00 倍，可按下述方法决定：

图形放大率 = 图形放大率（**H**）或图形放大率（**V**）中的两者最小者

图形放大率 H = α /（程序中横轴方向的长度）

图形放大率 V = β /（程序中纵轴方向的长度）

α :144mm

α :240mm

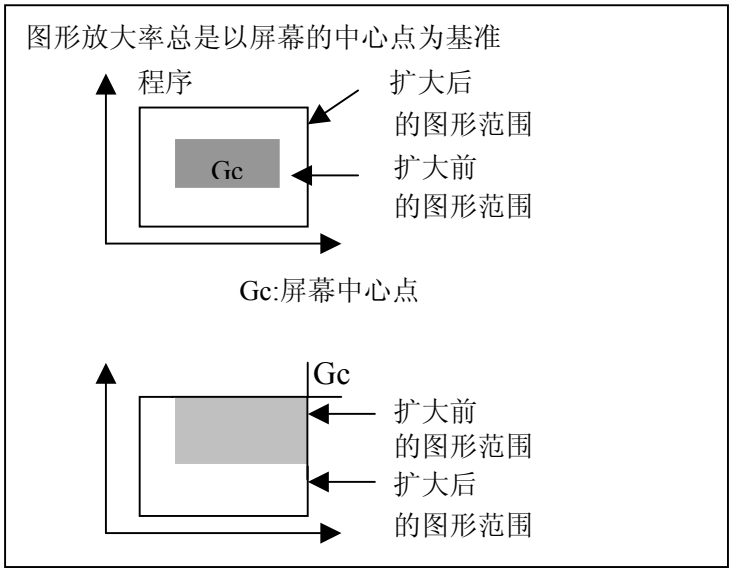


图 12.1(b) 放大率的使用（放大的例子）

2．程序的图形设定范围的最大和最小坐标

如果图形放大率设定不正确，当实际刀具轨迹不在屏幕的中心附近时，方法 1 将使绘制的刀具轨迹超出图形范围。

为了避免这种情况，可以使用以下六个图形参数：

图形范围（最大）X
图形范围（最大）Y
图形范围（最大）Z
图形范围（最小）X
图形范围（最小）Y
图形范围（最小）Z

用上述参数，屏幕中心点（Gcx，Gcy，Gcz）由 CNC 决定如下：

Gcx = (X(MAX.) + X(MIN.))/2
Gcy = (Y(MAX.) + Y(MIN.))/2
Gcz = (Z(MAX.) + Z(MIN.))/2

值的单位是 0.001mm 或 0.0001 英寸依赖于系统的输入单位。

此时，图形的放大率自动确定。当指定图形范围时，中心点坐标和放大率就不需要计算。

- **工件坐标系和图形**

即使工件坐标系原点改变，绘图原点和图形中心点位置也不改变。换句话说，工件坐标系原点总是与图形原点保持一致。

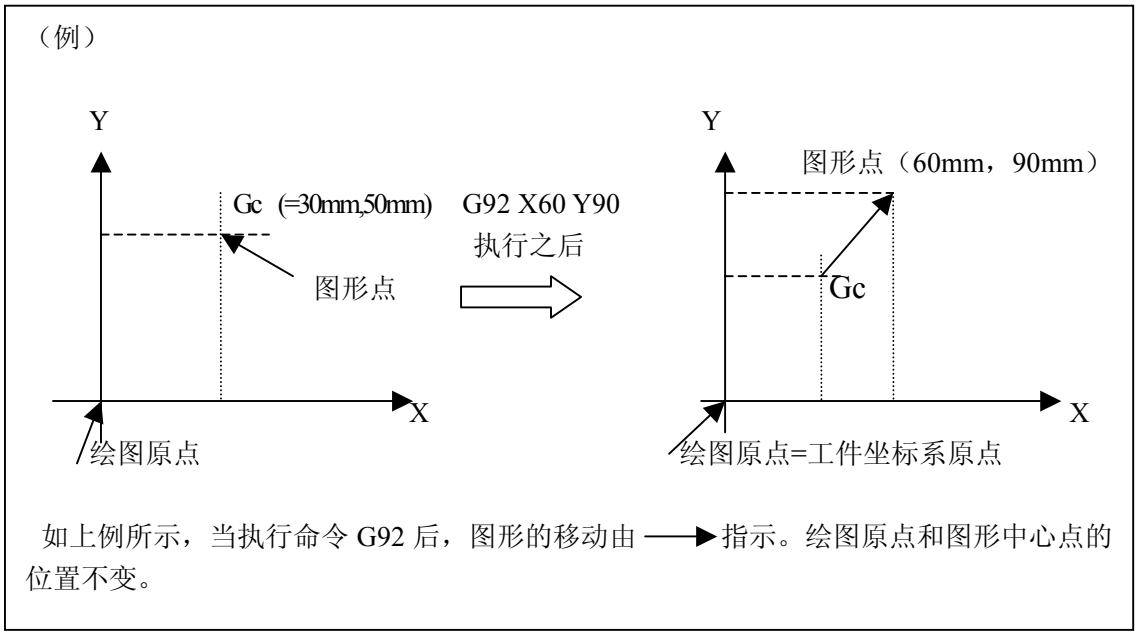
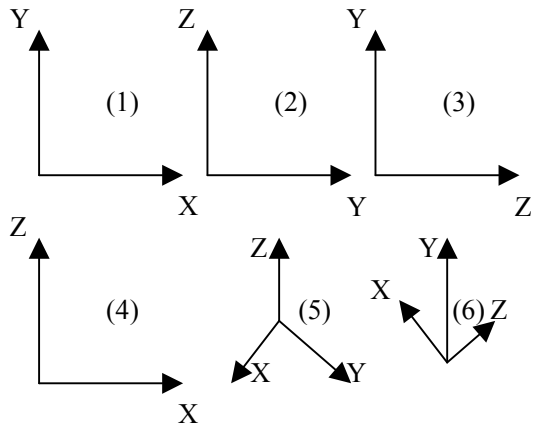


图 12.1(c)　工件坐标系统原点和绘图原点

● **图形参数**

• 轴

指定绘图平面。使用者可以选择以下六种坐标系统。



=0：选择 0
=1：选择 1
=2：选择 2
=3：选择 3
=4：选择 4
=5：选择 5

立体图 5）和 6）的旋转角度(水平,垂直)，固定为 45°。

图 12.1(d) 坐标系

• **范围（最大.，最小.）**

沿每一轴指定最大最小值，可以设定屏幕上的图形范围。

X = 最大值　　X = 最小值
Y = 最大值　　Y = 最小值
Z = 最大值　　Z = 最小值

有效范围：0 到±9999999

注意
1. 单位是 0.001mm 或 0.0001 英寸。每一轴的最大值必须大于最小值。
2. 当用绘图参数最大值和最小值设置图形范围时，不能再设定放大率和屏幕中心点坐标。最后设置的参数有效。

• **比例**

设定绘图的放大率。

值的范围是 0 到 10000（单位：0.01 倍）。

• **图形中心点**

X=_
Y=_
Z=_
将工件坐标系上的坐标值设在绘图中心。

注
当范围的最大和最小值设定后，一旦执行绘图，绘图点的值将被自动计算。
当用放大率和屏幕中心坐标参数设定绘图范围时，不必再设定范围的最大和最小值。若设定时最后设置的参数有效。

• **程序停止**

N=_
当只需绘制部分程序时，N 用来设定最后一段的顺序号。
这个值是自动取消的，一旦图形执行，就设为-1。

• **自动擦除**

1：在复位状态下，启动自动运行，则自动擦除以前的图形。
2：不自动擦除。

- **只执行绘图**

在自动运行期间，更新坐标值时，进行图形的绘制。因此必须通过自动运行才能绘图。为了不移动机床而执行绘图，应使机床处于锁住状态。

- **删除前面的图形**

在复位状态下，启动自动运行，自动擦除以前的图形后，执行程序（自动删除=1）。可以通过图形参数的设定不删除以前的图形（自动删除=0）。

- **只绘制程序的一部分**

为了描绘部分程序，在启动程序执行前，应首先用程序段号检索找到绘制的起始段。并在 PROGRAM STOP N= 中设定终止段号。

- **使用虚线和实线绘图**

刀具轨迹用虚线（----）表示快速移动，用实线（——）表示切削进给。

限制

- **进给速度**

进给速度很高时，不能正确绘图。为此应降低运行速度，如用空运行速度。

12.2.
动态图形显示

动态图形显示功能具有下列两种功能。

绘制刀具路径图形	用于绘制出被部件程序指定的刀具中心的路径图
绘制加工形状图形	用于绘制出被部件程序指定的刀具移动所加工出的工件形状的图形。

由于刀具路径图形绘制功能用线绘制出刀具路径图形，因而可以准确地检查部件程序。

此外，由于加工形状图形绘制功能以面绘制出被加工的立体形状，因而可以很容易把握部件程序的总体情况。

可以通过切换而自由地使用上述两种功能。

12．2．1 刀具轨迹绘制

刀具轨迹图形的特点是调用存储区中的程序并绘制出该程序的轨迹,提供以下功能。

1． 绘图平面

可以选择四种不同视角的平面图，两种等角投影图，和两面图。

2． 旋转角

当使用等角投影图时，图形可以水平和垂直的旋转

3． 图形扩大和缩小

可以通过指定的倍率对图形进行放大或缩小，倍率的范围为 0.01 到 100。此外，图形可以通过设定最大值和最小值自动的扩大或缩小。

4． 部分绘制

可以通过指定开始的顺序号和结束的顺序号绘制程序的某一部分。

5． 程序轨迹绘制和刀具轨迹绘制

可以指定在绘图中是否使用刀具长度偏置和半径补偿。因此可以绘制实际编程路径或刀具路径。

6． 颜色

当在屏幕上绘制刀具路径时，可以选择包括白色在内的七种颜色来显示。刀具路径的颜色可以通过 T 代码来选择。

7． 自动缩放

CNC 可自动确定各程序最大和最小的绘图坐标。可以由这些最大和最小值自动决定的倍率绘制图形。

8． 图形局部放大

除了两面图，可以将已经生成的各种视图放大到最大 100 倍。

9． 用标记显示当前刀具位置

当前刀具位置可以在屏幕上显示。

10．显示当前位置的坐标

可以用坐标值显示当前位置。

11．显示坐标轴和实际尺寸线

坐标轴、实际尺寸线和绘制的图形同时显示，因此，可以作为实际尺寸的参考。

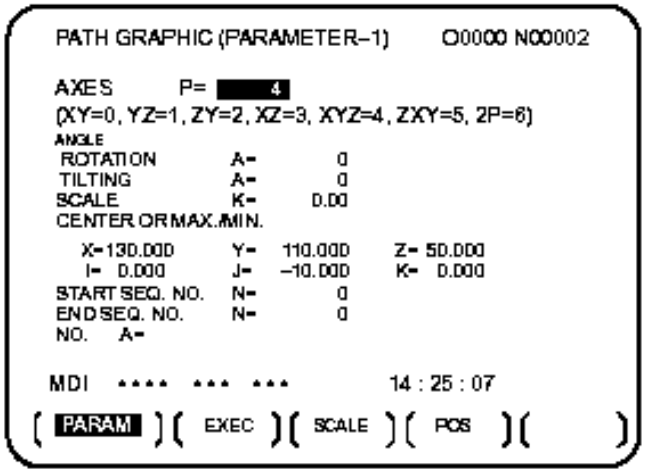
以上的第一到第六项功能（**1**.到 **6**.）可通过设定参数实现。第七到第九项功能（**7**.到 **9**.）在绘图建立后通过使用软键执行。第十项功能（**10**.）通过设定参数实现。第十一项功能（**11**.）可在任何时候使用。

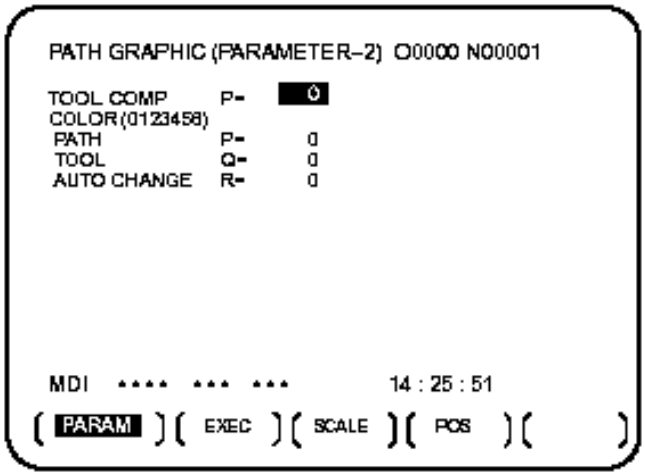
轨迹图形显示的步骤

步骤

1　在绘制刀具轨迹之前，必须设定必要的参数。连续按功能键[CUSTOM GRAPH]。

“PATH GRAPHIC（PARAMETER-1）”既[轨迹图形（参数-1）]画面将会显示。





2　共有两个设定图形参数画面。根据设定项目所处的画面，用“PAGE”键选择。

3　通过“CURSOR”键将光标移到要设定的项目上。

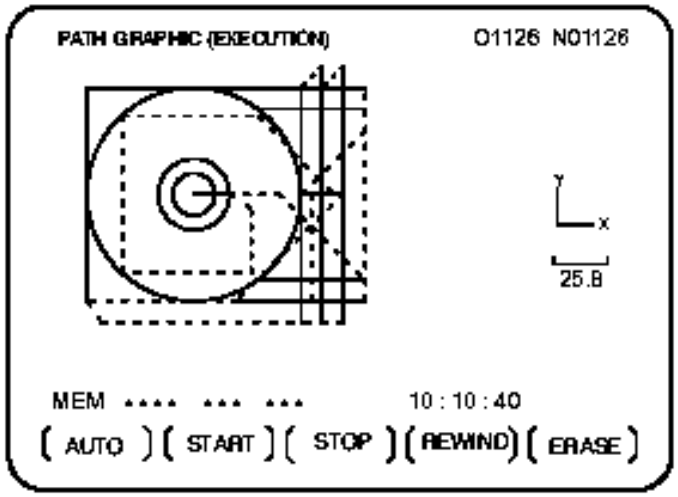
4　通过数字键输入数字。

5 按[INPUT]键

通过以上的操作输入数值，光标自动的移到下一个项目。输入的数据即使切断电源也能保存。

6 让系统进入存储器（自动运行）方式，按功能键[PROG]，调出要绘制轨迹图形的加工程序。

7 连续按功能键[CUSTOM GRAPH]重新显示“**PATH GRAPHIC（PARAMETER-1）**”即[轨迹图形（参数-1）]画面，然后按软键**[EXEC]**显示“**PATH GRAPHIC（EXECUTION）**”即[轨迹图形（执行）]画面。



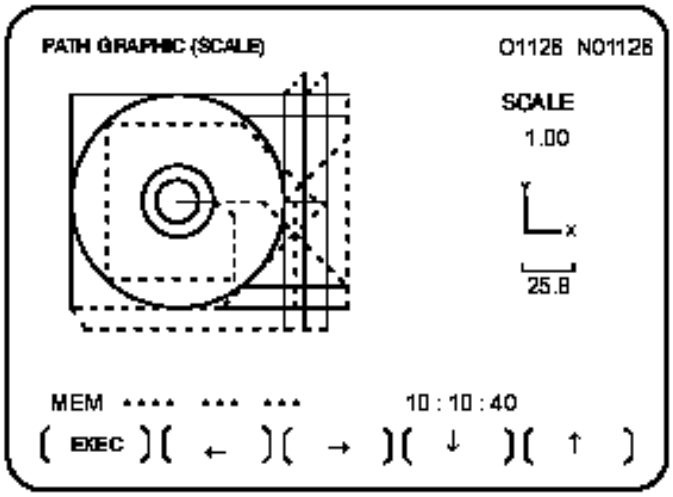
8 按软键**[（OPRT）]**，然后按软键**[（AUTO）]**或**[START]**。软键**[AUTO]**可以实现自动缩放。见刀具轨迹绘制的第七项关于软键**[AUTO]** 的详细解释。按了**[START]**之后开始绘图。在绘图期间，在屏幕的右下角的信息“**DRAWING**”不断闪烁。

9 按软键**[STOP]**停止绘图。在屏幕的右下角的信息“**STOP**”显示。按软键**[START]**又开始绘图。此外，在按软键**[START]**之前按**[REWIND]**可以从程序头重新将图形绘制出来。

10 执行加工程序的结束部分（**M02/M03**）将结束绘图。屏幕右下角的不断闪烁“**DRAWING**”消失。只要不描绘新的刀具轨迹，已描绘的刀具轨迹图直到切断电源会一直保存。

局部放大

11． 局部绘图放大的方法。在**“PATH GRAPHIC（PARAMETER-1）”**即[轨迹图形（参数-1）]画面下的软键**[ZOOM]**，则显示**“PATH GRAPHIC（SCALE）”**即[轨迹图形（参数-1）]画面，刀具轨迹在这个画面中绘出。下一步，按软键**[OPRT]**。



12．使用软键**[←][↑][→]**和**[↓]**移动画面中心的位置光标，使其到达想要放大的图形的中心。

13．用 MDI 键盘上的地址键[P]和[M]设定与被描绘的刀具轨迹图对应的相对倍率，地址键的意义如下：

地址键	功能
P	相对倍率增加 0.1
M	相对倍率减少 0.1

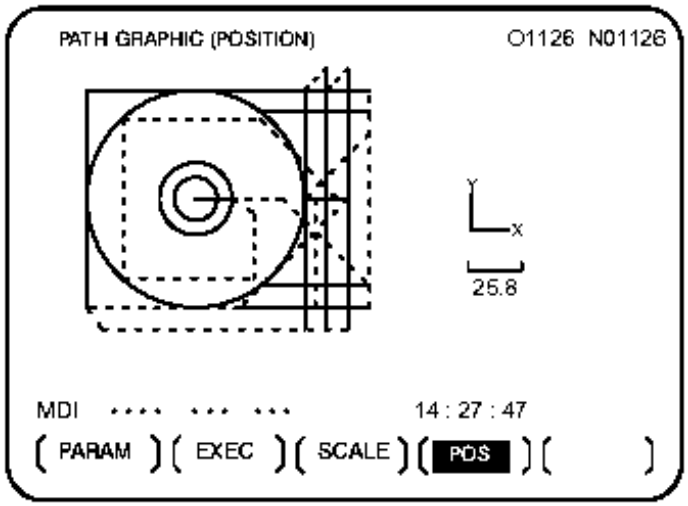
若连续按住地址键，相对倍率会连续变化，相对实际尺寸可以扩大到最大 100 倍。

14．设定相对倍率后，按软键**[EXEC]**，画面自动变为**“TOOL PATH（EXECUTION）”**即[轨迹图形（执行）]，开始描绘设定部分的放大图形。设定部分放大的状态直到按软键**[AUTO]**或**[ERASE]**之前有效。

光标显示

15．刀具现在位置的光标显示

在**“PATH GRAPHIC（PARAMETER-1）”**即[轨迹图形（参数-1）]画面中按软键**[POS]**。则显示**“PATH GRAPHIC（POSITION）”**即[轨迹图形（参数-1）]画面，在刀具轨迹图上闪亮的标记显示当前刀具的中心位置。



详细说明

● **AXES（绘图坐标）**

设定值和绘图画面的关系如下：

设定值	绘图平面
0	**平面图（XY）**
1	**平面图（YZ）**
2	**平面图（ZY）**
3	**平面图（XZ）**
4	**等角投影图（XYZ）**
5	**等角投影图（ZXY）**
6	**2 面图**

● **平面图（XY，YZ，ZY，XZ）**

选择以下坐标系。

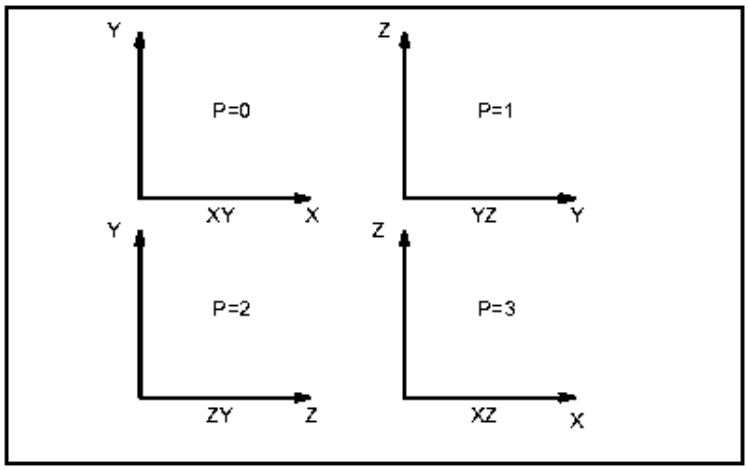


图 12.2.1(a)平面图的坐标系

● **等角投影图（XYZ，ZXY）**

根据等角投影，描绘立体图。

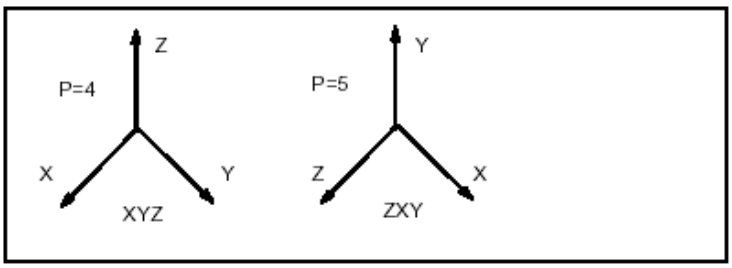


图 12.2.1(b)等角投影图的坐标系

●2 面图

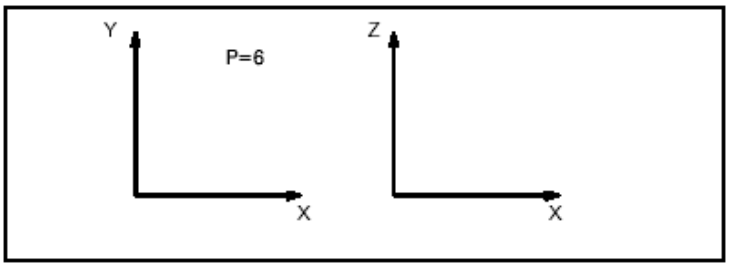


图 12.2.1(c)2 面图的坐标系

可以同时描绘 XY，XZ 2 个平面，要描绘 2 面图必须设定最大值和最小值。自动比例缩放也可以设定绘图的最大值和最小值。

● **旋转角**

在绘图画面的设定中，设定等角投影图的同时也设定坐标轴的方向。其方向用水平旋转角和垂直旋转角设定，单位为度。

● **水平旋转角**

在－180°到+180°的范围内以垂直轴为基准设定水平旋转角，若设定正值，坐标轴为顺时针旋转，因而投影方向（直观方向）为逆时针旋转。

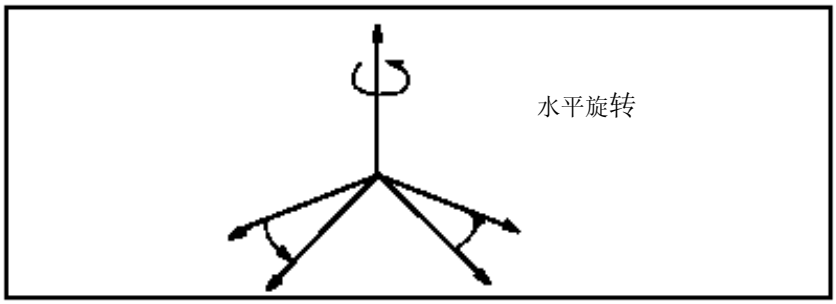
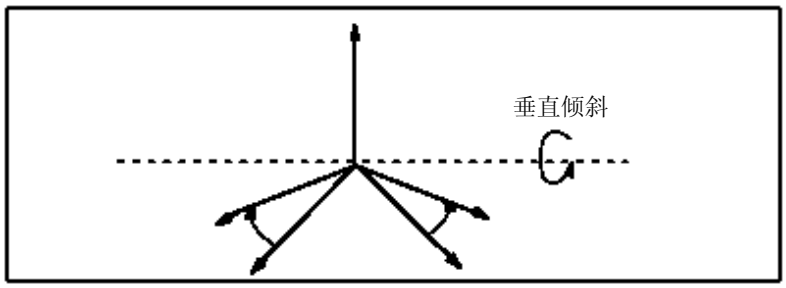


图 12.2.1(d)水平旋转

● **垂直倾斜角**

垂直倾斜角是以与垂直轴成直角的水平轴为基准的倾斜角。设定范围是－90°到+90°。若设定正值，垂直轴向绘图画面侧倾斜。因而，投影方向（直观方向）变为水平方向。



● **倍率**

在 0.01 到 100.00 的范围内设定绘图倍率。设定 1.0 时，用实际尺寸描绘。设定 0 时，根据设定的最大值和最小值，自动决定绘图倍率。

●**中心，最大/最小**

当绘图倍率为设定为 0 时，必须以地址 X，Y，Z 设定工件坐标系 X 轴，Y 轴，Z 轴的最大值，以地址 I，J，K 设定最小值。这样就指定了绘图的范围。描绘两面图时，必须设定绘图的最大值和最小值。

绘图倍率设定为 0 以外时，在地址 X，Y，Z 中设定绘图中心的 X 轴，Y 轴，Z 轴的坐标值，地址 I，J，K 无效。

设定值如下所示。

绘图倍率的设定	**设定**	
	地址 X/Y/Z	**地址 I/J/K**
零以外	**X 轴 Y 轴 Z 轴的绘图中心坐标值**	**无效**
零或两面图绘制	**X 轴 Y 轴 Z 轴的绘图最大坐标值**	**X 轴 Y 轴 Z 轴的绘图最小坐标值**

●**开始顺序号，结束顺序号**

绘图开始顺序号，结束顺序号分别用 5 位数字设定。被描绘的工件程序从程序头开始执行，但是仅描绘程序中开始顺序号到结束顺序号中间的部分。开始顺序号设定为零时，则从程序的开头描绘，结束顺序号设定为零时，则描绘到程序的最后，顺序号对于主程序和子程序无区别。

●刀具补偿

描绘刀具轨迹时，可以设定刀具补偿（刀具长度补偿，刀具半径补偿）有效或无效。

设定值	刀具长度补偿或半径补偿
0	刀具补偿有效(绘制实际轨迹)
1	刀具补偿无效(绘制程序轨迹)

当要显示刀具位置光标时在绘图之前设定为零。

● 颜色

指定描绘刀具轨迹的颜色，单色显示时不需要设定。设定值与显示的颜色关系如下。

设定值	颜色
0	白
1	红
2	绿
3	黄
4	蓝
5	紫
6	淡蓝

PATH：指定刀具轨迹的颜色

TOOL：指定刀具当前位置标记的颜色

AUTO CHANGE ：由 T 代码指令自动设定刀具轨迹的颜色

设定值	功能
0	不变更刀具轨迹的颜色
1	自动变更刀具轨迹颜色

设定为 1 时，当 T 代码被指令一次，刀具轨迹颜色的设定值加 1，随之刀具轨迹的颜色发生变化。设定值超过 6 时，返回零。

●“PATHGRAPHIC（EXECUTION）”即[轨迹图形（执行）]画面中的软键功能

软键	功能
[AUTO]	自动进行比例缩放。先设定绘图参数的最大值，最小值，求出零件程序的最大坐标值，最小坐标值。然后绘图倍率设定为零之后，开始绘图。由此刀具轨迹可恰当的分布在画面上。
[START]	开始绘图。 在非绘图停止的状态下，按[START]键，从加工程序开头开始绘图。在停止绘图状态中按[START]时，则继续绘图。
[STOP]	停止绘图（单程序段停止）
[REWIND]	从加工程序开头绘图时按此键。可以寻找到加工程序的开始部分
[ERASE]	擦除已描绘的刀具轨迹图。

●图形程序

没有存入系统存储器的的加工程序不能描绘。此外，在加工程序的最后，需要指定 M02 或 M30。

●刀具当前位置光标

刀具当前位置的光标闪亮的周期，刀具移动时短，刀具停止时变长。两面图描绘轨迹时，在 XY 平面上显示刀具当前位置光标。

●位置标记

参数 6501 第 5 位（CSR）用于指定用■或 X 作为当前刀具位置和局部放大图形中心的标记。

●显示坐标值

参数 6500 第 5 位（DPO）用于指定是否在刀具轨迹描绘画面显示当前位置的坐标。

●变更坐标系

如果加工程序指定的坐标系发生变化，参数 6501 第 0 位（ORG）用于指定是不变更坐标系继续绘图还是在新坐标系中将当前绘图位置作为当前位置。

限制

●绘图条件

如果机床不能操作，则不能执行绘图。在机床运行过程中不能执行绘图。绘图时所需要的设定数据和开关如下：

设定数据和开关	状态
刀具补偿量	进行刀具补偿绘图时，正确设定
单程序段	关断
跳过任选程序段	正确设定
进给暂停	关断

●局部放大

在平面图和等角投影图描绘中可以实现局部放大。在两面图描绘中不能实现局部放大

●刀具当前位置

在动态图形显示中，当机床正在运行时不能描绘图形，而在普通图形显示（见III12.1），这是可以实现的。然而，当绘图执行结束时，操作者可以通过刀具当前位置的光标看到操作机床时刀具如何沿着刀具轨迹运行。

为了在描绘刀具轨迹时能够正确的显示刀具当前位置，必须设定关于机床操作的数据和开关，使得它们在机床操作和绘图操作这两方面的状态一致。

12.2.2 实体图形

描绘实体图形，就是根据刀具的运动描绘出被加工工件的形状。有以下特点。

1．描绘立体形状

由于是用面描绘立体形状的，因此可以更具体地识别加工形状。

2．描绘毛坯形状

可以描绘加工前的毛坯形状。
可以描绘立方体，圆柱体或球体。可以选择该实体平行于 X 轴，Y 轴或 Z 轴。

3．描绘加工过程

可以模拟加工的进展情况。

4．描绘加工后的形状

可以描绘最终的精加工形状。

5．描绘方向的变更

可以从 4 个绘图方向和 8 个倾斜角度中选择。

6．平面图描绘

可绘制平面图或实体图。工件的高度，单色显示时用亮度区分，彩色显示时用色彩显示。

7．描绘三面图

除了实体外，还可以描绘三面图。用户可以选择四种平面图和侧视图。描绘侧视图的断面位置可以自由变更。

8．横向孔加工

刀具安装的方向除与 Z 轴的平行方向外，还可以是与 X 轴或 Y 轴的平行方向。

9．加工中更换刀具

可以在加工的中途用程序指令更换刀具。

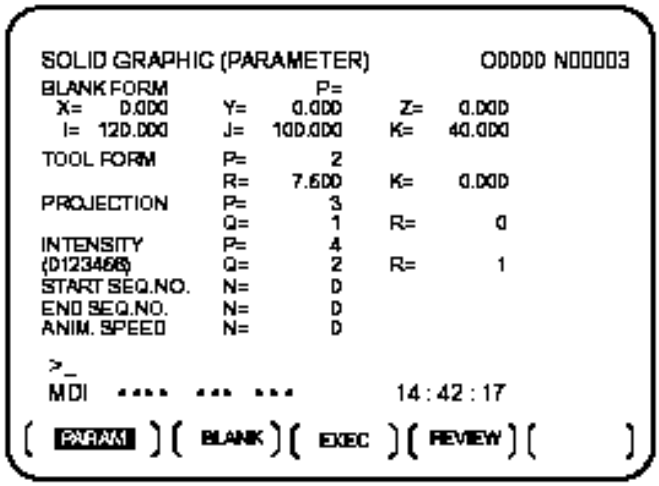
描绘实体图形的步骤

步骤

1．描绘实体图形之前，必须设定图形参数。

按功能键 GRAPH 。使用小型 MDI 单元时按 CUSTOM GRAPH

“SOLID GRAPHIC（PARAMETER）”即[实体图形（参数）]的屏幕显示如下：



2．将光标移到要设定的项目。

3．用数字键输入该项目的数值。

4．按 INPUT 键。

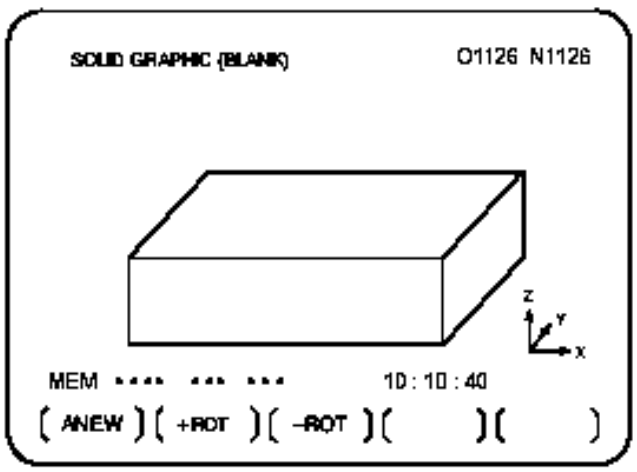
该操作使得输入的数字被设定。光标自动的移向下一个设定项目。

被设定的数据即使断电也能保存。

见图形参数设定的详细解释。

●实体描绘（毛坯）

5．在“**SOLID GRAPHIC（PARAMETER）**”即[实体图形（参数）]画面按软键**[BLANK]，**显示**“SOLID GRAPHIC（BLANK）”**即[实体图形（毛坯）]画面。显示毛坯形状。



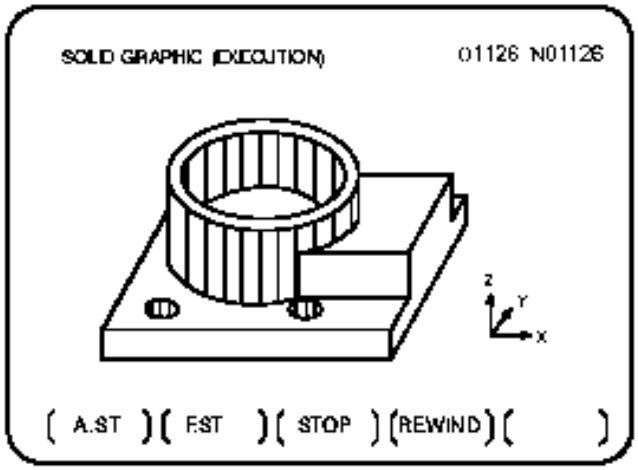
6　按软键**[ANEW]**，使得毛坯图形按照设定的参数刷新。

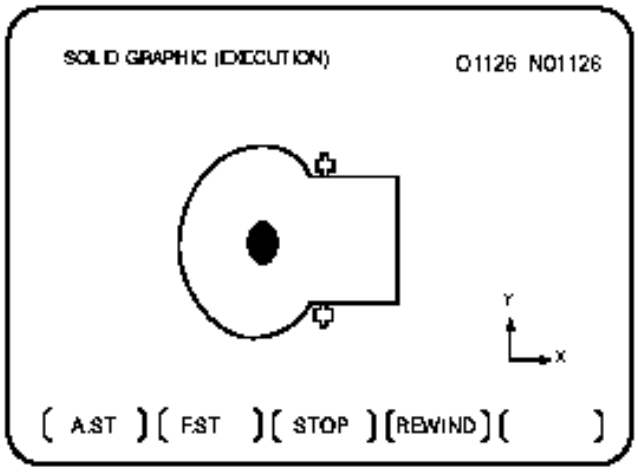
7　变更绘图方向进行描绘时按软键**[+ROT][-ROT][+TILT]**和**[-TILT]**，绘图方向参数 P 和 Q 被改变，用新的参数重新描绘。

●实体描绘（执行）

8．将方式变为自动运行方式，按功能键 PROG ，调出被描绘的加工程序。

9．在“**SOLID GRAPHIC（PARAMETER）**”即[实体图形（参数）]画面按软键**[EXEC]**，显示“**SOLID GRAPHIC（EXECUTION）**”即[实体图形（执行）]画面。描绘加工形状。





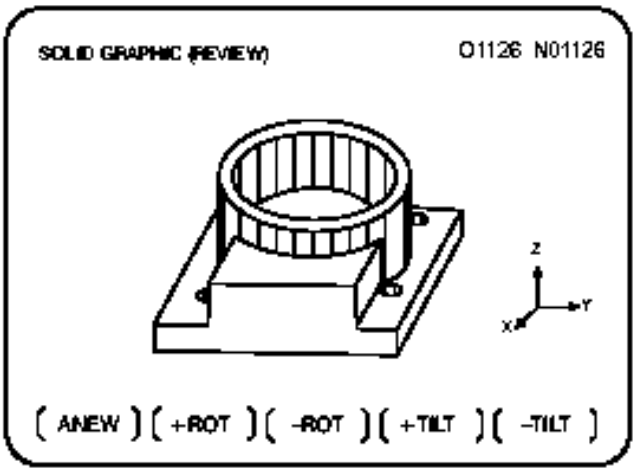
10. 按软键**[（OPRT）]**并按软键**[A. ST]**或软键**[F. ST]**。当按下**[A. ST]**时，模拟程序加工的情况。当按下**[F．ST]**时，在程序运行的过程中不描绘实体，只有程序走完以后才进行描绘。这个操作开始绘图。

11．按软键[STOP]暂时停止描绘。在描绘完当前的程序段之后，描绘停止，并在显示器画面右下方以“STOP”的闪亮显示表示停止。要继续描绘按软键**[A．ST]**或**[F．ST]**。若要从程序的开头重新描绘时，按软键**[REWIND]**后再按软键**[A．ST]**或**[F．ST]**。暂时停止描绘后，可变更描绘加工形状的参数。

12．当执行到程序最后（M02/M03），描绘结束。显示器屏幕上的“DRAWING”闪亮显示消失。在显示器屏幕上看到描绘出的最终加工形状图。只要不描绘新的加工形状图，直到切断电源均可保存。

● **重新绘制**

13．可以变更实体图的描绘方向、描绘颜色、和明亮度，在屏幕上重新绘制。
为了重新绘制实体图形，首先在第 1 步操作中显示的**“SOLID GRAPHIC（PARAMETER）”** 即[实体图形（参数）]画面中更改颜色、明亮度、和描绘方向的参数。然后按软键**[REWIND]**显示**“SOLID GRAPHIC（REVIEW）”** 即[实体图形（重新绘制）]画面。

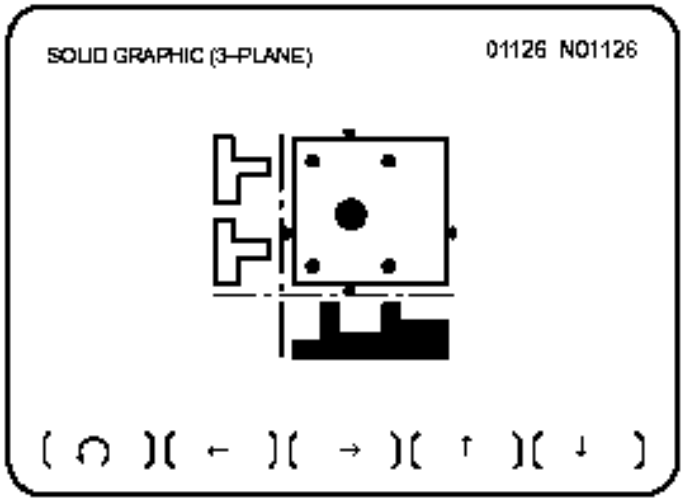


14．按软键**[（OPRT）]**，然后按软键**[ANEW]**，则按第 13 步操作中新设定的描绘颜色、明亮度、描绘方向重新绘制实体图形。

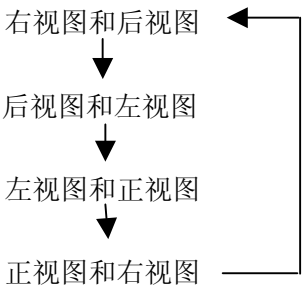
15．为了在不同模式下描绘。按软键**[+ROT][-ROT][+TILT]**和**[-TILT]**，绘图方向参数 P 和 Q 被改变，用重新变更的参数重新描绘。

●3 面图描绘

16．已描绘的实体图形可以用 3 面图显示。
为了描绘 3 面图。在第 1 步操作中显示的**“SOLID GRAPHIC（PARAMETER）”**即[实体图形（参数）]画面中按最右键（下一菜单键），再按软键**[3—PLN]**和**[（OPRT）]**，则显示**“SOLID GRAPHIC（3—PLANE）”**即[实体图形（3 面）]画面。



17．描绘侧视图是由软键[↶]变更，每按一次[↶]则按以下顺序变化。



18．按软键**[←]**[↑]**[→]**和[↓]可以改变侧视图的截面位置。左右侧视图的截面位置用软键**[←][→]**操作，使表示截面位置的符号▲▼移动左右侧。前后视图的截面位置用软键[↑][↓]操作，使表示截面位置的符号▲▼移动。连续按软键可以使其连续的变化。

解释

图形参数

●毛坯形状

◆ 毛坯形状（P）

用参数 P 设定毛坯的形状。设定值和毛坯形状的关系如下：

P	毛坯形状
0	直角平行六面体（立方体）
1	圆柱体或圆筒体（平行于 Z 轴）

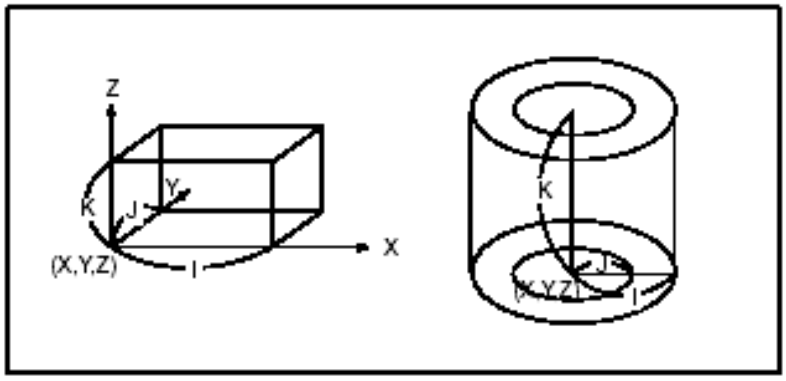
◆ 毛坯位置（X、Y、Z）

在地址 X、Y、Z 中设定毛坯基准点在工件坐标系中的 X 轴、Y 轴、Z 轴的坐标值。毛坯形状为立方体时毛坯的基准点为毛坯上的点（见图），毛坯形状为圆柱体或圆筒体时毛坯的基准点为底面的中心点。

◆ 毛坯尺寸（I、J、K）

设定毛坯的尺寸。毛坯的尺寸和地址 I/J/K 设定值的关系如下：

毛坯	I	J	K
立方体	X 轴方向长	Y 轴方向长	Z 轴方向长
圆柱体	上下面圆半径	0	圆柱体的长
圆筒体	外圆半径	内圆半径	圆筒体的长



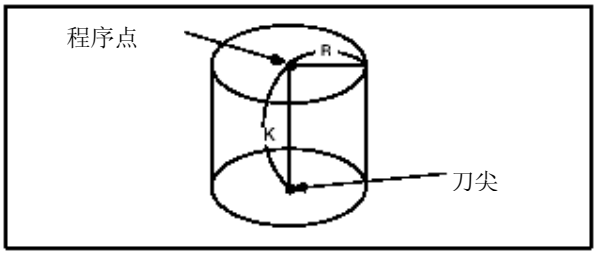
●刀具形状

◆ 刀具基准方向（P） 设定刀具的基准方向（加工方向）。

P	刀具基准方向（加工方向）
0、1	平行 Z 轴（从正方向加工）

◆ 刀具尺寸（R、K） 设定刀具尺寸。显示的地址和设定的值的关系如下：

地址	设定值
R	刀具半径值
K	从程序点到刀尖的距离（一般为 0）



●投影

◆ 描绘方法和方向（P） 描绘方法、方向和设定值的关系如下：

P	描绘方法和方向
0、4	斜投影图（+X 轴）
1、5	斜投影图（+Y 轴）
2、6	斜投影图（—X 轴）
3、7	斜投影图（—X 轴）

也可以通过按软键**[+ROT]**或**[-ROT]**来增加或减少这个参数值。在这种设定方式下，如果设定值超过 7，则返回 0。如果设定值小于零，则变为 7。

◆ 垂直轴（R） 垂直轴的方向固定为 Z 轴方向。

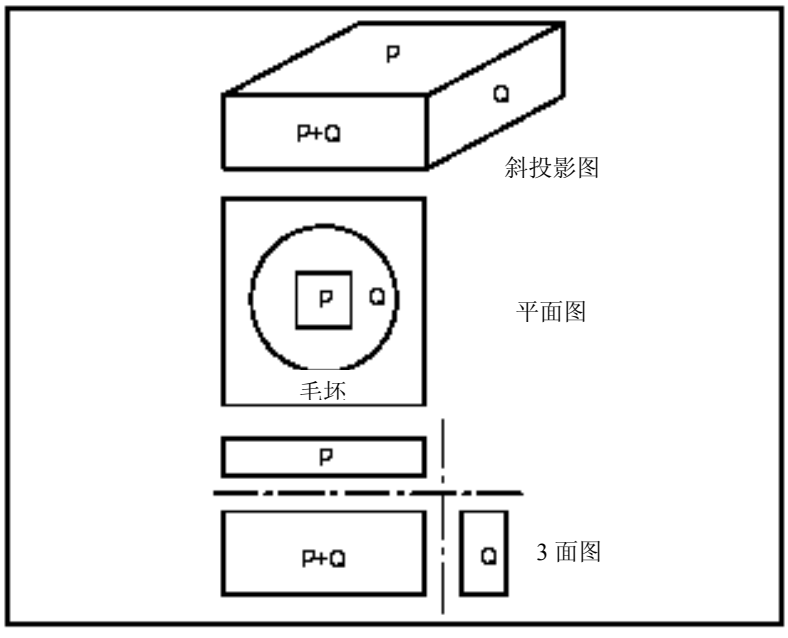
● **明亮度**

单色显示器绘图时，指定绘图面的明亮度。彩色显示器时，指定绘图面的颜色。设定值和明亮度、颜色的关系如下：
然而，在单色显示器上显示平面图时，由参数 P 或 Q 指定的更亮的表面成为上表面。

设定值	明亮度	颜色
0	最大明亮度	白
1	暗 ↓ 明	红
2		绿
3		黄
4		蓝
5		紫
6		淡蓝

显示地址和加工形状图上的面、线的关系如下：

地址	斜投影图	平面图	3 面图
P	上面	上面	上/下面
Q	侧面	中间面	左/右面
R	棱线	棱线	棱线
备注	P 和 Q 之间是正面的明亮度/颜色	下面是毛坯	P 和 Q 之间是平面图的明亮度/颜色



●开始顺序号，结束顺序号

绘图开始顺序号，结束顺序号分别用 5 位数字设定。被描绘的工件程序从程序头开始执行，但是仅描绘程序中从开始顺序号到结束顺序号中间的部分。开始顺序号设定为零时，则从程序的开头描绘，结束顺序号设定为零时，则描绘到程序的最后。顺序号对于主程序和子程序无区别。

●描绘速度

在 0 到 255 之间设定动态模拟描绘速度。每次加工时，按设定值重复描绘。设定为 0 时，每执行一个程序段重复描绘一次。

●SOLID GRAPHIC（EXECUTION）即[实体图形（参数）]画面中的软键功能

软键	功能
[A.ST]	模拟描绘加工过程情况
[F.ST]	不描绘加工中途的形状,根据程序仅描绘最终加工的形状。
[STOP]	按下时,在当前程序段描绘结束时暂时停止描绘(单程序段停止)。
[REWIND]	按下此键则从程序头开始描绘。执行程序结束（M02/M30）后自动返回程序开头。

●图形程序

没有存入系统存储器的的加工程序不能描绘。此外，在加工程序的最后，需要指定 M02 或 M30。

●在程序中指定毛坯形状和刀具形状

可以在程序中指定毛坯形状和刀具形状。程序指定格式如下。如果在执行绘图的过程中指定，则应设定在“**SOLID GRAPHIC（PARAMETER）**”画面的相应项目上。用新设定的数据继续描绘。

● **毛坯形状**的指令

G10 L90 P__X__Y__Z__I__J__K__;

地址后面的指令值与“**SOLID GRAPHIC（PARAMETER）**”画面中的项目：**毛坯形状** 中的地址的意义是一样的。若指定了新的毛坯形状，在描绘了新的毛坯形状之后继续绘图。

● **刀具形状**的指令

G10 L91 P__R__K__;

地址后面的指令值与“**SOLID GRAPHIC（PARAMETER）**”画面中的项目：**刀具形状** 中的地址的意义是一样的。若刀具半径指定为 0，指令之后则不能进行模拟加工。

●显示坐标值

参数 6500 第 5 位（DPO）用于指定是否在“**SOLID GARPHIC**”描绘画面显示当前位置的坐标。

● **刀具补偿**

参数 6501（**TLC**，第 1 位）用来设定在实体图形中是否使用刀具长度补偿。

● **图形方法**

参数 6501（**3PL**，第 2 位）用来设定是用 3 角法描绘 3 面图还是用 1 角法描绘 3 面图。

● **棱线描绘**

参数 6501（**RID**，第 3 位）用来设定在平面图中是否描绘棱线。

● **显示模式**

参数 6501（**FIM**，第 4 位）用来设定用精加工方式还是用粗加工方式显示加工形状图。如果用精加工方式描绘实体图形，则描绘速度要比用粗加工方式描绘实体图形慢。

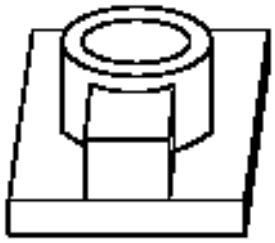
● **改变横截面位置**

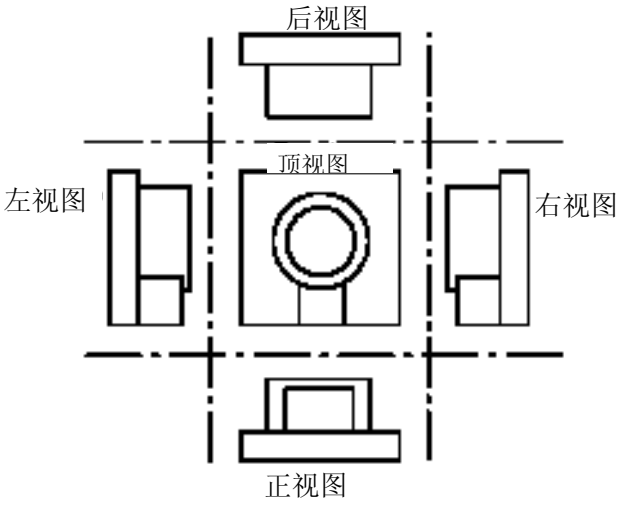
在 3 面图描绘中，当软键按下时可通过参数设定改变横截面的位置。设定值从 0 到 10。当设定为 0 时，默认为 1（参数 6515）。

例

●在 3 面图中选择侧视图

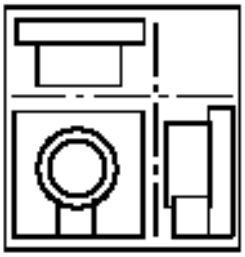
例）关于图形的侧视图的图解





在以上图形中，侧面图的选择如下所示

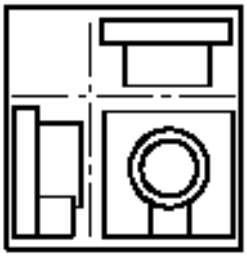
右视图和后视图



按 [↶]



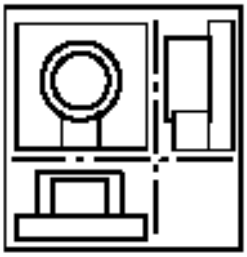
后视图和左视图



按 [↶]



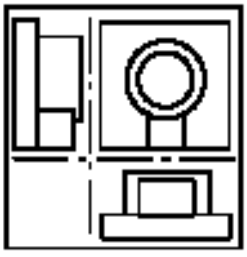
正视图和右视图



按 [↶]

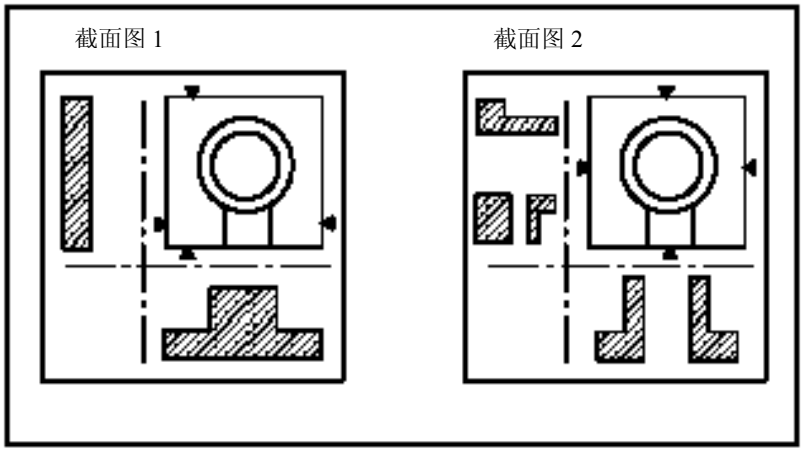


左视图和正视图



●3 面图中横截面选择

下图是前一页图中的左视图和正视图的横截面图的例子。



限制

●绘图条件

如果机床不能操作，则不能执行绘图。在机床运行过程中不能执行绘图。绘图时所需要的设定数据和开关如下：

设定数据和开关	状态
刀具补偿量	刀具补偿有效绘图时，要正确设定
单程序段	关断
跳过任选程序段	正确设定
进给暂停	关断

●刀具形状

刀具形状局限于圆柱体（相当于端面铣刀）。

●螺旋插补

在实体图形中，螺旋插补的轨迹不能描绘。

13 帮助功能

帮助功能可在屏幕上显示 CNC 系统中出现的报警和有关 CNC 操作的详细信息。显示下述信息。

- **详细报警信息** 当错误操作 CNC 或执行错误的加工程序时，CNC 进入报警状态。帮助画面显示已发出的报警的详细信息和怎样处理它。详细信息仅限于 P/S 报警号的信息。这些报警常被误解或难以理解。
- **操作方法** 如果对 CNC 操作不熟悉，可以打开每种操作的帮助画面。
- **参数表** 设定或查看参数时，如果对参数不熟悉，可打开帮助画面的参数表。

帮助功能画面的操作方法

步骤

1．在 MDI 面板上，按下[HELP]键，显示帮助（INIITAL MENU 初始菜单）画面。

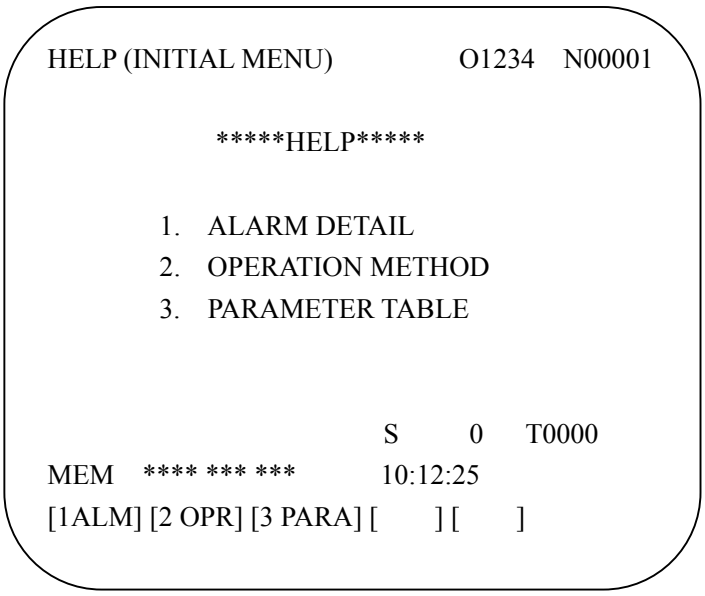


图 13(a) 帮助屏幕(初始菜单)

操作者不能从 **PMC** 画面或 **CUSTOM** 画面切换到帮助画面。通过按（**HELP**）键或其他功能键返回到正常 **CNC** 画面。

报警详情画面

2． 在帮助画面（**INITIAL MENU**）上按下**[ALAM]**键，显示当前正出现的报警的详细信息。

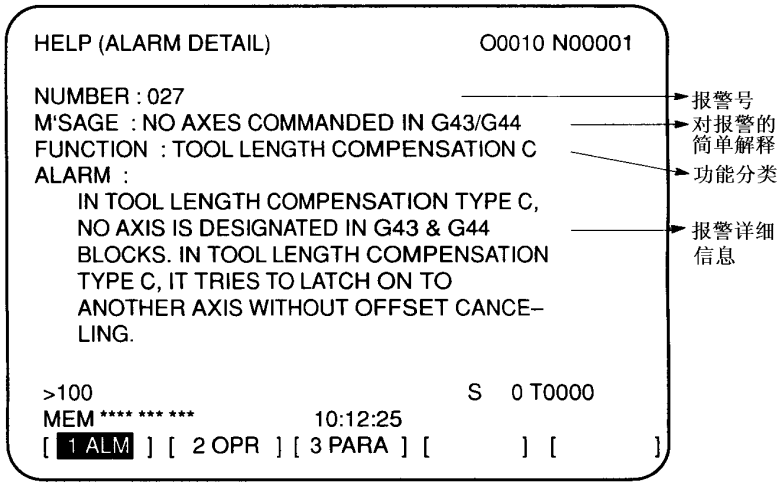


图 13（b）当报警 P/S 027 出现时的报警详情画面

只显示画面顶部列出的报警号的详细内容。
当帮助画面的报警被复位后，在 ALARM DETAIL 画面的警告信息被清除，显示无报警。

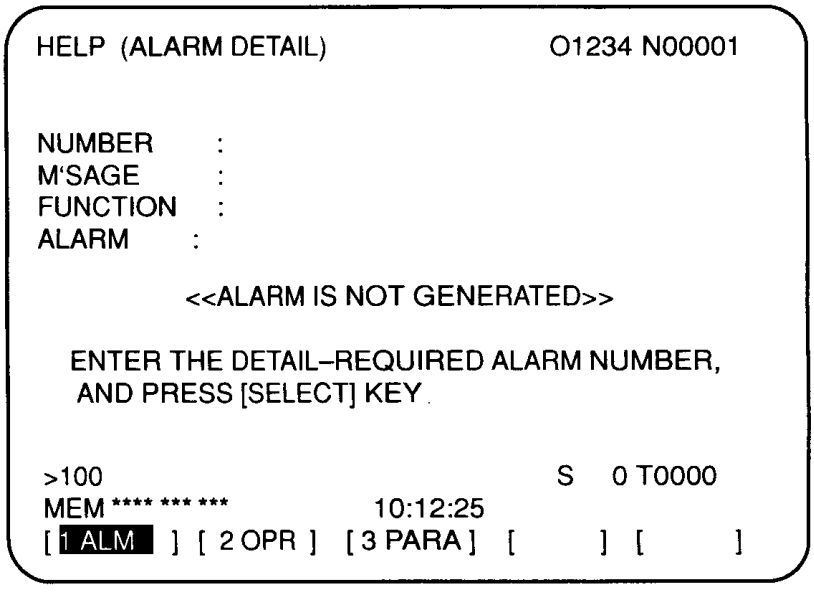


图 13(c) 无报警时的详细信息画面

3．为得到另一报警号的详细信息，先键入报警号，然后按**[SELECT]**键，这一操作对于查阅以前出现的报警有用。

```
>100                          S   0    T0000
MEM **** *** ***           10:12:25
[       ][       ][       ][       ][SELECT]
```

图 13(d) 如何查看报警号的详细信息

下面的画面是当 P/S 报警 100 被选择时的示例：

```
HELP (ALARM DETAIL)          O1234   N00001

NUMBER  :    100
M'SAGE  :      PARAMETER WRITE ENABLE
FUNCTION:
ALARM   :
          <<ALARM NOE GENERATED>>




>_100                              S    0   T0000
MEM **** *** ***           10:12:25
[        ][         ][         ][         ][SELECT]
```

图 13(e) P/S100 报警的详细信息

操作方法画面

4．为查看 **CNC** 操作方法，在帮助(**INITIAL MENU**)画面上按下**[OPR]**键，显示 **OPERATION METHOD** 菜单画面。

```
HELP (OPERATION METHOD) O1234   N00001


 1. PROGRAM EDIT
 2. SEARCH
 3. RESET
 4. DATA INPUT WITH MDI
 5. DATA INPUT WITH TAPE
 6. OUTPUT
 7. INPUT WITH FANUC CASSETTE
 8. OUTPUT WITH FANUC CASSETTE
 9. MEMORY CLEAR

                                        S     0   T0000
 MEM  ****  ***  ***          00 : 00 : 00
[ 1 ALAM ][ 2 OPR ][ 3 PARA ][        ][ (OPRT) ]
```

图 13（f） 操作方法菜单画面

为查看一种操作方法，从键盘上输入相应的序号，然后按下**[SELECT]**键。

```
>1                                S   0     T0000
MEM **** *** ***             10:12:25
[       ][       ][       ][       ][SELECT]
```

图 13（g）如何选择操作方法画面

例如：当“1.PROGRAM EDIT”操作方法被选择，图 13（h）的画面被显示。

在每一操作方法画面，可以通过换页键改变显示页。当前页码显示在屏幕的右上角。

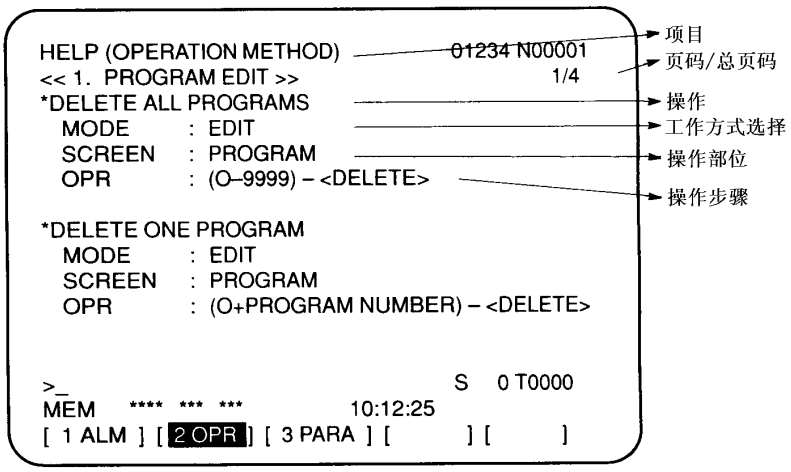
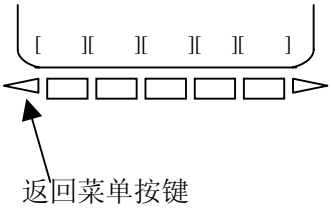


图 13(h) 选择操作方法显示画面



5. 为了返回到操作方法菜单画面，按下返回菜单键，显示“**[OPR]**”，然后再次按下“**[OPR]**”键。

   在显示图 13（h）的画面上，为了正确选择另一个操作方法画面，键入目标序号并按下**[SELECT]**键。

```
>1                                S   0     T0000
MEM **** *** ***             10:12:25
[       ][       ][       ][       ][SELECT]
```

图 13(i) 如何选择另一个操作方法画面

参数表画面

6. 如果不了解被设置的系统参数或为了查看系统参数，在帮助（**INITIAL MENU**）画面上按下**[PARA]**键。可显示每一功能的清单（见图 13（j））。

   参数画面有几页，可以按页显示。

当前页号显示在画面的右上角。

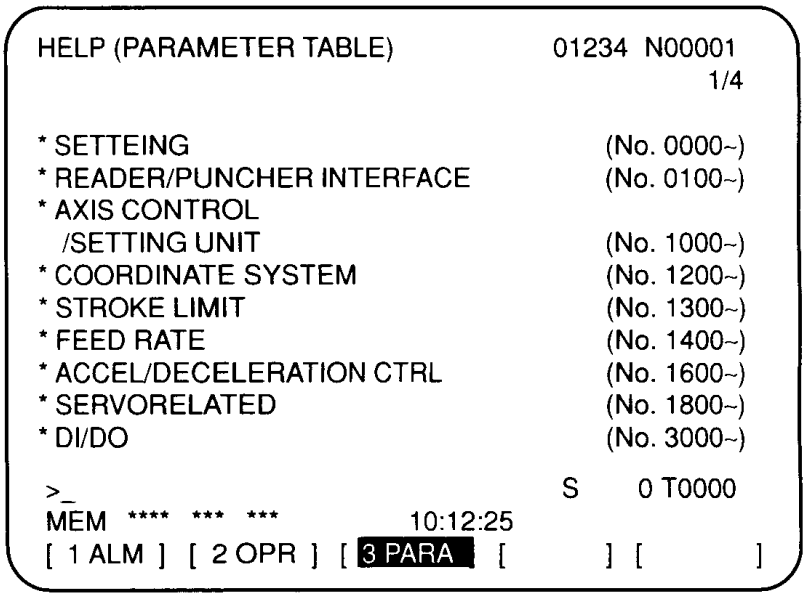
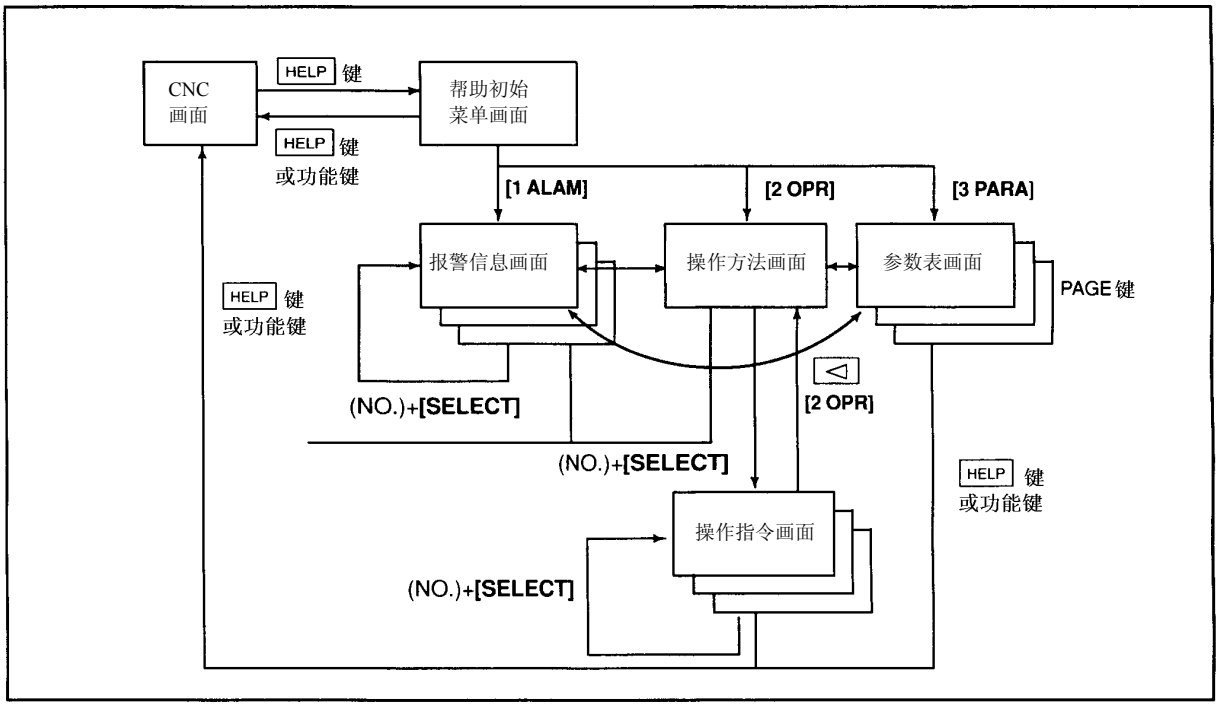


图 13(j)　参数表画面

7. 按[HELP]键或其他功能键，退出帮助画面。

解释

- **帮助画面的结构**



14 屏幕硬拷贝

此为将显示在 CNC 中的屏幕信息转换为 640*480 点的位图格式的数据后输出的功能。利用本功能，可以获得显示在 CNC 中的静止屏幕的硬拷贝。可以将制作好的位图格式数据显示在电脑上。

屏幕硬拷贝的步骤

1 确认参数设定。在使用屏幕硬拷贝功能时，需要将参数 HDC(No.3301#7)设为 1，并将参数 No.20 (I/O 通道选择)设为 4 (存储卡接口)。此外，还要根据需要，设定相关参数 (No.3301#0,#2,#3)。
2 插入存储卡。
3 要启用本功能时，将硬拷贝启动信号 HDREQ(G067#7)设为“1”，或者持续按住［SHIFT］（位移）键 5 秒钟。
4 通过按下［CAN］（取消）键或者将硬拷贝结束信号 HDABT(G067#6)设为“1”即可结束本功能。
5 在进行屏幕硬拷贝的过程中，硬拷贝执行中信号(F061#3)成为'1'，在硬拷贝结束之前的几十秒钟内(若是黑白 LCD 则位几秒钟)，屏幕保持静止状态。
6 当屏幕硬拷贝结束时，硬拷贝执行中信号(F061#3)变为'0'。

补充说明

在执行屏幕硬拷贝的过程中屏幕保持静止状态。利用此静止屏幕，如通过确认时钟的显示，可弄清下列情况：当时钟停止计数时开始执行硬拷贝，而当时钟重新开始计数时，屏幕硬拷贝结束。

注释

1 在屏幕硬拷贝的过程中，在几十秒钟内不能键入，在硬拷贝结束之前屏幕保持静止状态。在此期间，硬拷贝执行中信号(F061#3)成为'1'，而除此之外不输入任何信号。请不要随意切断电源。
2 当屏幕还没有静止下来时，有时就不能进行正常的硬拷贝。

限制

下列屏幕不能进行硬拷贝。

1 系统报警屏幕
2 RS-232-C 使用中的屏幕
3 自动操作中或者手动操作中屏幕。 (但是，可以在停机状态下进行硬拷贝。)

有关文件名

通过屏幕硬拷贝制作的位图格式数据的文件名，在接通电源后按照第一次硬拷贝顺序排列。

'HDCPY000.BMP' (通电后第一次硬拷贝的数据名)
'HDCPY001.BMP' (通电后第二次硬拷贝的数据名)
:
:
'HDCPY099.BMP'

注释

1 如果在输出文件名'HDCPY099.BMP'后执行屏幕硬拷贝，文件名为'HDCPY000.BMP'。

2 需要注意的是，当与屏幕硬拷贝执行时输出的 BMP 数据文件名相同名称的文件已经存在于内存卡上时，则会被无条件地替换。

3 在暂时切断电源后进行硬拷贝时，被输出的文件名变为'HDCPY000.BMP'。此时，如果内存卡上已经存在相同的文件名，则会被无条件替换，因此，在连续进行不同的屏幕硬拷贝时需要引起注意。

数据的色数

制作好的位图格式的数据色数，LCD 的硬件以及 CNC 显示屏幕的显示方式。其关系如表 14 (a)中所示。

表 14 (a) 利用屏幕硬拷贝制作的ＢＭＰ数据的颜色

LCD 硬件	CNC 屏幕显示方式	显示在 CNC 中的色数	制作的 BMP 数据的色数	备　　注
黑白 LCD	－－	2 色	2 色	与黑白的灰度不对应。
彩色 LCD	VGA 兼容方式 3119#7=1	字符 :16 色 图像 :16 色	在参数 3301#0 为 0 时，256 色 在参数 3301#0 为 1 时，16 色	请注意，在 16 色方式下，有时不能正常显示。
	VGA 方式 3119#7=0	256 色	256 色	

数据量

利用屏幕硬拷贝制作的位图格式的数据量，如表 14 (b) 所示。

表 14 (b) 利用屏幕硬拷贝制作的位图格式的数据量

位图色数	文件大小［单位 byte］
黑白 (2 色)	38,462
彩色 (16 色)	153,718
彩色 (256 色)	308,278

报警信息

当参数 HCA(No.3301#2)为 1 时，在执行硬拷贝没有成功的情况下，可以发出报警信息。
（P/S 报警器 No.5212～5214）
有关这些报警的内容，请参阅附录 G“报警清单”。

IV. 编程引导 0i

1 编程引导 0*i*

1.1 概述

编程引导 0*i* 是为帮助 0*i*-MC 系统的工件加工程序的编制而开发的。工件的加工程序包含一系列操作者要求执行的加工指令。
加工程序是用字符和数字表示加工指令和指令目标值的文本。因此，CNC 加工程序的编制就是组合一系列指令，每条指令执行一种加工操作。复杂的加工任务可以用不同的加工操作的组合来实现。

如果操作者对 CNC 的编程语言不熟悉，加工程序的编制是较为困难的。MANUAL GUIDE 0*i* 是一种完全引导式编程软件，帮助操作者特别是初学者编制加工程序。MANUAL GUIDE 0*i* 以 CNC 显示的文本和图形信息提供帮助，在显示画面上提示用户输入数据，根据用户的响应生成加工指令从而生成完整的加工程序。

MANUAL GUIDE 0*i* 还允许用户编辑已有的加工程序。将所需的程序行涂亮，即可按通常的编辑方法对其修改。另外，MANUAL GUIDE 0*i* 还提供了在线帮助，在程序编制期间作为编程参考。

1.2 前言

MANUAL GUIDE 0*i* 是 CNC 运行时给操作者使用的一个画面，这一画面可在任何时间使用。只要按一下 MDI 板上的“CUSTOM”键即可显示。在这一画面上可以选择编程帮助显示屏。

若用户希望建立一个新程序（或编辑一个已有的程序），无须选择“EDIT”方式，可在背景（后台）编辑方式进行。但是用户必须确保这一程序未处于工作状态。否则，CNC 就会显示警告信息，提示用户正确地操作。

对于铣削操作，MANUAL GUIDE 0*i* 提供了“高级的加工循环”，如：钻削，模式孔钻削，型腔、槽的加工等。这些加工循环，可以被其它程序（不是用 MANUAL GUIDE 0*i* 编制的）调用。在 MANUAL GUIDE 0*i* 的在线编程帮助画面上列出了可在线使用的数学运算。

MANUAL GUIDE 0*i* 还提供了“轮廓编程”功能。使用该功能用户可以输入由直线和圆弧组成的轮廓图形。轮廓编程包括复杂的轮廓计算，可以计算连续 10 个程序段，共有 11 种运算型式。

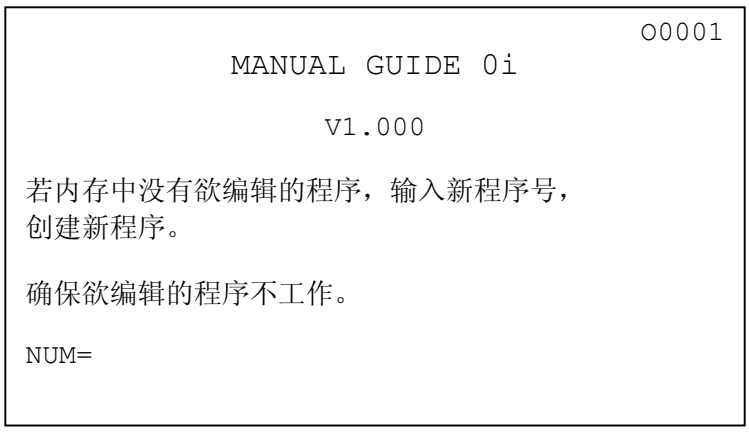
MANUAL GUIDE 0*i* 是为方便用户/操作者制作和编辑加工程序而开发的。但是，当熟悉了 CNC 的编程语言时，就会发现直接用 CNC 的编辑器编制加工程序反而更简单。MANUAL GUIDE 0*i* 适应于不同水平的用户，不熟悉 CNC 编程的觉得使用图形提示容易输入程序信息；而水平高一些的人员觉得：在需要时参考“在线编程帮助” 用 CNC 上的程序编辑器编程比较容易。就是说，用户可根据自己的实际水平使用 MANUAL GUIDE 0*i* 。

1.3 编制程序

1.3.1 启动

MANUAL GUIDE 0*i* 画面可在任何时间使用，按下 MDI 键盘上的“CUSTOM”键即可显示。在该画面上可以输入要创建的或编辑的程序号。

即使是用户要新建一个程序（或编辑一个程序），也不必将 CNC 设为 “编辑（EDIT）”方式。MANUAL GUIDE 0*i* 总是可工作于后台（背景）编辑方式。
用户必须确保欲编辑的程序不处于工作状态。确认程序不处于工作状态的方法是检查CNC 显示画面顶部的程序号 Oxxxx 是否与欲编辑的程序号不相同。为了更改工作的程序号，按 MDI 键盘上的 “PROG” 键，输入“Oxxxx” (这里 xxxx 是内存中的任意一个程序号，不是要编辑的程序号)，然后按 MDI 上的向下移动的光标键。于是在显示画面的顶部的程序号“O”，即变为输入的程序号。



如果选择了当前在 CNC 中工作的加工程序，CNC 的画面上将出现警告画面以提示操作者。在显示单元上用“向左移动键”（左移）返回主画面。然后输入希望创建的程序号。

1.3.2 启动

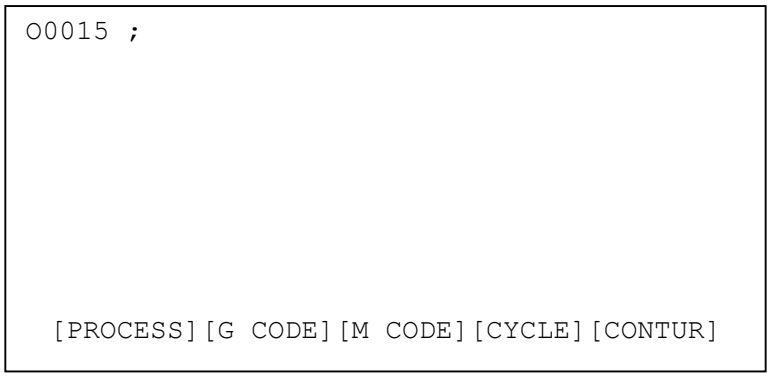
MANUAL GUIDE 0*i* 画面可在任何时间使用，按下 MDI 键盘上的“CUSTOM”键即可显示。在该画面上可以输入要建立的或编辑的程序号。

编辑 CNC 中的程序
创建新程序
选择

主页的左方键（软）

1.3.3 创建新的零件加工程序

欲创建新的加工程序，必须在 MANUAL GUIDE 0*i* 的主画面上输入欲创建程序的程序号。若此时系统未显示任何警告，则会出现 MANUAL GUIDE 0*i* 的编辑画面，并要求输入程序号，准备编辑。MANUAL GUIDE 0*i* 的编辑画面与 CNC 正常的编辑器不同，请不要混淆。为了比较两种编辑画面，可按一下 MDI 键盘上的“PROG”键。出现的编辑画面非常象 MANUAL GUIDE 0*i* 的显示画面，但是，可以注意到显示的信息并不相同。按 MDI 键盘的“CUSTOM”键，使显示回到 MANUAL GUIDE 0*i* 画面。



在这一编辑画面上，可以直接输入编程指令，也可以用 4 个软按键编制程序。这 5 个软按键用来提供文本或图形形式的帮助信息引导用户顺利地编制程序。

直接输入信息时，应首先将光标定位于插入信息的位置。编辑器是在光标“后”的位置插入信息的。
如果刚刚创建了一段新程序，光标将跳到程序段的结束字符（EOB）“；”。这样，新的信息将插在 EOB 后，可开始输入另一行新程序。请进行实际操作，弄清怎样将信息插入正在编辑的程序中。

假如用户欲在新创建的程序中插入文本“T1M6;”，则应首先检查光标是否置于一行程序的“;”之后，然后输入“T1M6[EOB]”（ [EOB] 是 MDI 上的 EOB 按键）。于是在编辑器的输入缓冲行上显示“>T1M6;”，此时按 MDI 板上的“INSERT”键，即将键入的信息作为一个新行插入程序，且光标移到本行的最后。

```
O0015 ;
T1M6;
%

  [PROCESS][G CODE][M CODE][CYCLE][CONTUR]
```

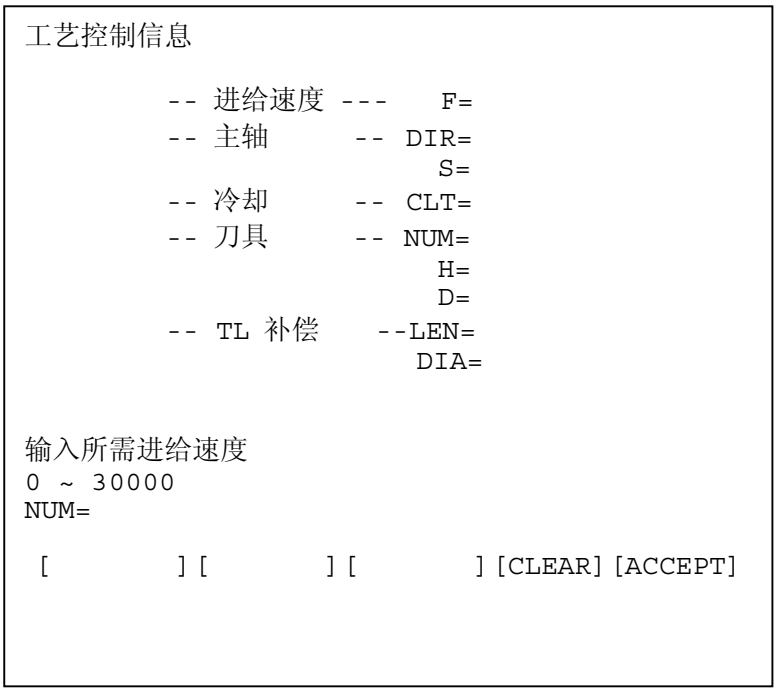
欲修改已输入的信息，将光标键移到修改项处，输入新数据后按"ALTER"键，即被修改。
类似地，为了删除信息，将光标移到项目处，按"DELETE"键即可。

用户可连续地插入程序信息或者使用 5 个软按键进行会话编程。用户编辑程序时，所有的修改都是直接在程序存储器中进行的。为了退出程序编辑，应按显示器最左边的软键（左箭头），返回到 MANUAL GUIDE 0*i* 的主画面（起始画面）。

下面我们将介绍在程序中插入加工信息的会话编程方法。

1.3.4 工艺帮助

我们已经学会创建了一个新程序后（或者编辑一个已有的程序），可以用编辑器直接给程序输入信息。但如果只有这一点的话，显现不出 MANUAL GUIDE 0*i* 比 CNC 通常的编辑器的优越。故而，MANUAL GUIDE 0*i* 提供了 5 个软按键，用于给用户提供编程帮助。 用这 5 个键，可使编程变得简单容易。



先讲第一个键---“Process Assistance（工艺帮助键）”。在该键激活的画面上可以输入对加工程序的工艺要求。使用光标键将光标定位于输入工艺信息的地方，一些项目要求用户输入数值信息，另外一些项目只需移动光标在显示的栏目中进行选择。

让我们看一个实例，在程序中输入以下信息：
进给速度： 300
冷却： 液冷

首先，将光标移到“FEED（进给速度）”项（第一次打开画面时光标自动定位于此处）。然后输入 300，按，“INPUT” 键，于是该项就指示出“300.0”。 下面输入“COOLANT（冷却）”。为此，使用下移光标键将光标移到“COOLANT”, 再用右移光标键使光标移到“FLOOD（液冷）.” 处。这只是一条帮助信息，尚未送入程序。为了将其送入程序，须按“ACCEPT（接受）”软键。该信息插入程序后，光标移回到原来位置。

```
O0015 ;
F300.;
M7;
%

      [PROCESS][G CODE][M CODE][CYCLE][CONTUR]
```

将光标移到“M7”行，准备编制其它程序内容。用户可以在编辑画面手工输入其他程序信息或者用帮助软按键帮助程序的编制。

1.3.5 G 代码帮助

既然我们在程序中编入了工艺信息，机床就会按指令要求完成加工操作。机床的移动由 CNC 的插补实现，它控制了两个指定点之间的刀具运动。首先需要建立 CNC 用于确定轴运动的坐标系。若我们知道建立坐标系的 G 代码，就可以简单地用编辑器加入所需信息。但是在现在的例子中假定我们不知道确切的 G 代码。

为了获得“G-Code Assistance （G 代码帮助）”画面，须按显示单元的软按键“G CODE”，于是就会显示 G 代码帮助菜单。G 代码帮助菜单列出了 0*i*-MB 系统支持的所有的 G 代码意义。这一菜单分几页。在菜单的顶部显示出总页数和当前页号。

```
G 代码帮助                                    1/7
  G00  快速移动
  G01  直线移动
  G02  CW 圆弧
  G03  CCW 圆弧
  G04  停刀
  G08  先行控制
  G09  准确停
  G17  XY 平面选择
  G18  XZ 平面选择



  按翻页键选页
页号 =
  G17 的帮助请输入 17
[        ][        ][        ][        ][        ]
```

用翻页键寻找“G 代码帮助画面”的显示页。菜单画面是滚动式的。

将画面向前滚动，可以找到我们想输入的坐标设定指令。滚动到最后一页，就见到设定工件坐标系的指令 G92。键入“92”后按“INPUT”，G92 的帮助信息就会显示出来。在页面的底部显示出两个软按键，用来控制显示的信息。

G92 设定工件坐标系

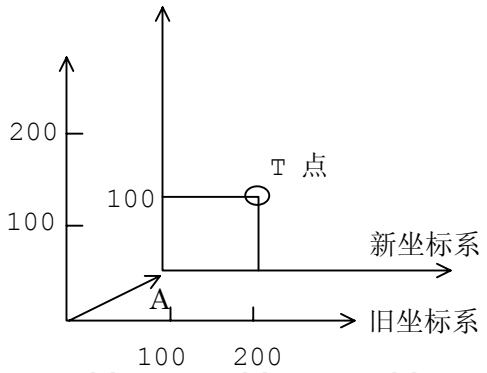
指定了 G92 指令，工件坐标系（由 G54—G59 选择的）发生偏移，设为一个新的坐标系。工件系的零点移动了零点偏移量。这就是说，所有的工件坐标系都移动了零点偏移量的距离。

[TEXT][GRAPH.][ ][ ][ ]

当用户第一次进入这一项目的帮助画面时，即显示文本信息。若按了“GRAPH.”软键，则显示出与此项目有关的所有图形信息。用这两种方法，可帮助用户正确地选择所需的编程信息。

G92 设定工件坐标系

G92X100Y100 在原坐标系的 X，Y 向偏移矢量 A 的距离



[TEXT][GRAPH.][ ][ ][ ]

注

有些 G 代码无图形帮助画面。此时，按“GRAPH”键不显示图形画面。

用户可用显示单元的左移箭头返回编辑器画面，或者在帮助画面输入所需信息。为在帮助画面插入程序信息，可以直接键入指令，然后按“INSERT” 键。本例中，假设我们需设定 X-和 Y-均为 1.0。因为我们已经知道 G92 的指令格式，于是键入：“G92X1.Y1.[EOB]”（ “EOB”是在 MDI 键盘上的程序段的结束键），然后按 MDI 上的“INSERT”键，该行程序作为一个程序段插入到程序中，并在编辑画面显示。将光标移到 G92X1.Y1. 程序段，继续编制下面的程序内容。

```
O0015 ;
F300.;
M7;
G92X1.Y1.;
%

  [PROCESS][G CODE][M CODE][CYCLE][CONTUR]
```

程序指令，如插补指令，平面选择及方式的切换等同样可用上述方法输入。但要记住，把键入程序缓冲区的信息输入程序必须按“INSERT（插入）”键， 否则，缓冲区的信息将会丢失。

1.3.6 M 代码帮助

CNC 用 M 代码请求执行机床的辅助控制动作。例如，在加工执行程序结束后使机床停止。和其它指令一样，M 代码可用编辑器画面直接输入到加工程序，也可用“M-Code Assistance.（M 代码帮助）”画面输入。使用显示单元上的软按键“M CODE”，可显示 M 代码的帮助画面。

```
M 代码帮助                                    1/3
   M00  程序停机
   M01  预选停机
   M02  程序结束
   M03  主轴正转
   M04  主轴反转
   M05  主轴停止
   M06  换刀
   M07  液冷
   M08  雾冷



   按翻页键选页
页号 =
   M30 的帮助请输入 30
[         ][         ][         ][         ][         ]
```

M 代码菜单的显示与 G 代码菜单的显示类似。帮助页的总数和当前页号显示在画面的顶部。M 代码菜单显示的操作方法与 G 代码的一样。用 MDI 的翻页键寻找所需的 M 代码。同样，M 代码帮助画面也是滚动的。

作为例子，如果我们想在程序中插入预选停机，则在 M 代码帮助画面上用翻页键寻找有预选停机指令的 M 代码。在第一页上找到“M01 OPTIONAL STOP”后，键入 1，按“INPUT”键，于是该代码的帮助文本即显示出来。但是，我们注意到，“GRAPH.”键显示灰色，这意思是本代码无图形帮助。

M01 选择停机

M01 是选择停机，使加工程序的执行暂时停止。通常在机床操作板上用一个按钮执行 M01。再按一次该按钮（有的机床是按循环启动按钮），即可恢复程序的连续运行。

[TEXT][GRAPH.][ ][ ][ ]

正如 G 代码帮助菜单一样，我们可以返回编辑器，也可以在这页上直接键入指令。我们的例子中，输入“M01[EOB]”，然后按“INSERT”键将 M01 指令插入程序。将光标定在“M01；”程序段，继续下面程序的编制。

```
O0015 ;
F300.;
M7;
G92X1.Y1.;
M01;
%
```

[PROCESS][G CODE][M CODE][CYCLE][CONTUR]

1.4 固定加工循环

MANUAL GUIDE 0*i* 提供了多种“固定加工循环”，使用户很方便地输入固定循环的程序段。这些循环可实现以下一些加工功能。

孔加工			
	加工形式段	G1000	钻中心孔
		G1001	钻孔
		G1002	攻丝
		G1003	绞孔
		G1004	镗孔
		G1005	精镗
		G1006	背镗
	图形段	G1210	模式孔—点
		G1211	模式孔—线（相等）
		G1212	模式孔—线（不等）
		G1213	模式孔—栅格
		G1214	模式孔—矩形
		G1215	模式孔—圆
		G1216	模式孔—弧（相等）
		G1217	模式孔—弧（不等）
平面加工			
	加工形式段	G1020	铣平面 – 粗铣
		G1021	铣平面 – 精铣
	图形段	G1220	固定图形 -- 矩形
		G1221	固定图形 – 圆
型腔加工			
	加工形式段	G1040	型腔加工 -- 粗加工
		G1041	型腔加工 - -腔底精加工
		G1042	型腔加工 – 侧面精加工
		G1043	型腔加工 - -斜面
		G1044	型腔加工 – 钻中心孔
		G1045	型腔加工 – 钻孔
	图形段	G1220	固定图形 – 矩形
		G1221	固定图形 – 圆
		G1222	固定图形 – 线条
槽加工			
	加工形式段	G1050	槽 – 粗加工
		G1051	槽 – 槽底精加工
		G1052	槽 – 侧面精加工
		G1053	槽 – 斜面加工
		G1054	钻中心孔
		G1055	钻孔
	图形段	G1223	固定图形 – 线

1.4.1 操作

为了使用“固定加工循环”，按显示单元上的“CYCLE”软按键，显示出加工循环菜单。
加工循环菜单上列出了 MANUAL GUIDE 0*i*.支持的所有固定循环。该菜单分为几页。在画面的顶部显示出总页数和当前的页号。用 MDI 板上的翻页键选择菜单画面的页面。菜单画面是滚动式的。因此，使最后页向前滚动，即可显示第一页；相反，使第一页向后滚动，则可显示最后页面。

.在菜单画面上，键入 G 代码号，然后按“INPUT”键，所选 G 代码的帮助信息即可显示。
固定循环的显示形式类似于工艺帮助画面。在此画面上可以输入各固定循环的所需信息，首先显示的是所选的固定循环内容。下面用输入 G1000 的信息作为例子。

如将光标移到 “F=” 项，画面上将提示：请输入钻孔速度。假如输入了“50”，然后按“INPUT”键，于是，画面上的进给速度设为“50.00.”。用同样方法输入其它信息：

W = 1 : 加工型式（不停刀）
C = 5.000 : 空刀量
I = 1 : 基准位置返回（返回初识位置）
F = 50.0 : 进给速度
P = 50 : 停刀时间 (msec)
可以看到，输入信息时，在引导图形上的相应数据项的地址就会闪烁，以提示用户正确地输入。

为了在程序中插入上面输入的固定循环段，须按显示单元上的“ACCEPT”软按键。在编辑器画面上可以看到操作结果：“G1000 W1. C10. I1. F50. P50. ;”。这就是说，我们已经在程序中插入了一个相当复杂的程序段，即使不熟悉怎样编制固定加工循环。

在编辑画面（节 1.3.3 中叙述）上按右端软按键，可在画面上出现“EDIT”软键。按此键可显示相应固定循环的数据项目输入画面。在此画面上，可键入新值，然后按“INPUT.”键，再按“ACCEPT”软按键，即可将原来的固定循环程序段变为新程序段。

MANUAL GUIDE 0*i* 提供的固定循环由两个（一对）程序段构成：加工型式段和图形段。因此，在编辑画面上输入了加工型式段后（例如 G1000），按“CYCLE”，选择模式孔 G 代码：G1210 -- G1217 进行输入。例如，实际输入的固定循环程序如下所示。

```
G1000 W1. C10. I1. F50. P50. ;
G1211 B0. L-10. H0. V0. A45. C3. D10. E111. ;
```

注释

1 MANUAL GUIDE 0*i* 固定循环必须按一对程序段输入：加工型式段和图形段。
每一加工型式段只有一个图形段。

2 各循环段的输入项目是维持不变的。
但是，这一功能在 03 及其后的软件版本才有效。

1.4.2 各固定循环的数据

1.4.2.1 孔加工型式段

钻中心孔: G1000

数据项		说明
W	加工型式	1：不停刀钻孔 2：停刀钻孔
C	空刀量	从实际切削运动起点到工件表面的距离
I	返回的基准位置	1：移向下个孔前返回到初始点 2：移向下个孔前返回到 R 点（实际切削运动的起点）
F	进给速度	切削的进给速度
P	停刀时间	孔底的停刀时间（msec.）

钻孔 ：G1001

数据项		说明
W	加工型式	1：不停刀钻孔 2：停刀钻孔 3：排屑钻孔 4：高速排屑钻孔
C	空刀量	从实际切削运动起点到工件表面的距离
I	返回的基准位置	1：移向下个孔前返回到初始点 2：移向下个孔前返回到 R 点（实际切削运动的起点）
Q	切削深度	一次切削运动的切深
F	进给速度	切削的进给速度
P	停刀时间	孔底的停刀时间（msec.）

攻丝 ：G1002

数据项		说明
W	加工型式	1：正攻丝 2：反攻丝 3：刚性攻丝 4：反刚性攻丝
C	空刀量	从实际切削运动起点到工件表面的距离
I	返回的基准位置	1：移向下个孔前返回到初始点 2：移向下个孔前返回到 R 点（实际切削运动的起点）
F	进给速度	切削的进给速度
P	停刀时间	孔底的停刀时间（msec.）
L	螺纹螺距 T	攻丝螺距
S	主轴转速	主轴回转速度 (min-1)

绞孔 ：G1003

数据项		说明
W	**加工型式**	1：用 G01 退出 2：用 G00 退出 3：在底部停刀后用 G01 退出
C	**空刀量**	从实际切削运动起点到工件表面的距离
I	**返回的基准位置**	1：移向下个孔前返回到初始点 2：移向下个孔前返回到 R 点（实际切削运动的起点）
F	进给速度	切削的进给速度
P	**停刀**时间	孔底的停刀时间（msec.）

镗孔 ：G1004

数据项		说明
W	**加工型式**	1：用 G01 退出 2：用 G00 退出 3：在底部停刀后用 G01 退出
C	**空刀量**	从实际切削运动起点到工件表面的距离
I	**返回的基准位置**	1：移向下个孔前返回到初始点 2：移向下个孔前返回到 R 点（实际切削运动的起点）
F	进给速度	切削的进给速度
P	**停刀**时间	孔底的停刀时间（msec.）

精镗 ：G1005

数据项		说明
C	**空刀量**	从实际切削运动起点到工件表面的距离
I	**返回的基准位置**	1：移向下个孔前返回到初始点 2：移向下个孔前返回到 R 点（实际切削运动的起点）
F	进给**速度**	切削的进给速度
Q	位移量	在孔底主轴定向后的移动距离。
P	**停刀**时间	孔底的停刀时间（msec.）

背镗 ：G1006

数据项		说明
C	**空刀量**	从工件的底面到实际切削运动起点的距离（正值）
F	切削**速度**	切削的进给速度
Q	位移量	在孔底主轴定向后的移动距离。
P	**停刀**时间	孔底的停刀时间（msec.）

1.4.2.2 孔加工的图形段

点 - 模式孔 : G1210

数据项		说明
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	孔深度（通常为负值）
H	点-1 (X-轴)	第一孔心的 X-坐标
V	点-1 (Y-轴)	第一孔心的 Y-坐标
A	点-2 (X-轴)	第二孔心的 X-坐标
C	点-2 (Y-轴)	第二孔心的 Y-坐标
D	点-3 (X-轴)	第三孔心的 X-坐标
E	点-3 (Y-轴)	第三孔心的 Y-坐标

注
无须输入所有的孔心数据项。只须输入一个孔心的一对 X , Y 数据。.

行（等间隔） - 模式孔 : G1211

数据项		说明
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	孔深度（通常为负值）
H	起点 (X-轴)	行的起点 X-坐标（第 1 孔心）
V	起点 (Y-轴)	行的起点 Y-坐标（第 1 孔心）
A	角度	行线的角度
C	孔数	行的孔数
D	孔间隔	行上两孔的间距（正值）
E	行长	行的起点至最后孔心的距离（正值）
F	忽略点-1	第一个加工忽略孔的孔号
I	忽略点-2	第二个加工忽略孔的孔号
J	忽略点-3	第三个加工忽略孔的孔号
K	忽略点-4	第四个加工忽略孔的孔号

注
可以输入间隔宽度，也可以深入行长。
无须输入所有忽略孔的数据项。

行 (任意间隔) – 模式孔 : G1212

数据项		说明
B	基准位置	工件表面的 Z 坐标
L	深度	孔的深度（通常为负值）
H	起点 (X-轴)	行的起点 X 坐标值 （第 1 孔心）
V	起点 (Y-轴)	行的起点 Y 坐标值 （第 1 孔心）
A	角度	行线的角度
C	孔间隔 -1	行上第 1 孔心和第 2 孔心的距离（正值）
D	孔间隔 -2	行上第 2 孔心和第 3 孔心的距离（正值）
E	孔间隔 -3	行上第 3 孔心和第 4 孔心的距离（正值）
F	孔间隔 -4	行上第 4 孔心和第 5 孔心的距离（正值）
I	孔间隔 -5	行上第 5 孔心和第 6 孔心的距离（正值）
J	孔间隔 -6	行上第 6 孔心和第 7 孔心的距离（正值）
K	孔间隔 -7	行上第 7 孔心和第 8 孔心的距离（正值）
M	孔间隔 -8	行上第 8 孔心和第 9 孔心的距离（正值）
P	孔间隔 -9	行上第 9 孔心和第 10 孔心的距离（正值）
Q	孔间隔 -10	行上第 10 孔心和第 11 孔心的距离（正值）

注

无须输入所有孔间隔的数据项。

栅格 – 模式孔: G1213

数据项		说明
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	孔的深度（通常为负值）
H	起点 (X-轴)	第 1 侧边起点的 X 坐标 （第 1 孔心）
V	起点 (Y-轴)	第 1 侧边起点的 Y 坐标 （第 1 孔心）
U	第 1 侧边的长度	第 1 侧边的边长
W	第 2 侧边的长度	第 2 侧边的边长
I	第 1 侧边的孔数	第 1 侧边的孔数
J	第 2 侧边的孔数	第 2 侧边的孔数
K	第 1 侧边的角度	第 1 侧边的角度
M	第 2 侧边的角度	第 2 侧边的角度
A	忽略点-1	第 1 加工忽略孔的孔号
C	忽略点-2	第 2 加工忽略孔的孔号
D	忽略点-3	第 3 加工忽略孔的孔号
E	忽略点-4	第 4 加工忽略孔的孔号

注

无须输入所有的忽略孔数据项。

矩形 – 模式孔 : G1214

数据项		说明
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	孔的深度 (通常为负值)
H	起点 (X-轴)	第 1 侧边起点的 X 坐标 (第 1 孔心)
V	起点 (Y-轴)	第 1 侧边起点的 Y 坐标 (第 1 孔心)
U	第 1 侧边的长度	第 1 侧边的边长
W	第 2 侧边的长度	第 2 侧边的边长
I	第 1 侧边的孔数	第 1 侧边的孔数
J	第 2 侧边的孔数	第 2 侧边的孔数
K	第 1 侧边的角度	第 1 侧边的角度
M	第 2 侧边的角度	第 2 侧边的角度
A	忽略点-1	第 1 加工忽略孔的孔号
C	忽略点-2	第 2 加工忽略孔的孔号
D	忽略点-3	第 3 加工忽略孔的孔号
E	忽略点-4	第 4 加工忽略孔的孔号

注
无须输入所有的忽略孔数据项。

圆 – 模式孔 : G1215

数据项		说明
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	孔的深度 (通常为负值)
H	圆心 (X-轴)	圆心的 X-坐标
V	圆心 (Y-轴)	圆心的 Y-坐标
R	半径	圆的半径
A	起始角度	第 1 孔心的角度
C	孔数	沿圆弧的孔数
D	忽略点-1	第 1 加工忽略孔的孔号
E	忽略点-2	第 2 加工忽略孔的孔号
F	忽略点-3	第 3 加工忽略孔的孔号
I	忽略点-4	第 4 加工忽略孔的孔号

注
无须输入所有的忽略孔数据项。

弧 (等间隔) – 模式孔 : G1216

数据项		说明
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	孔的深度 (通常为负值)
H	弧心 (X-轴)	弧心的 X-坐标
V	弧心 (Y-轴)	弧心的 Y-坐标
R	半径	弧的半径
A	起始角度	第 1 孔心的角度
C	间隔角度	2 个孔心间的夹角
D	孔数	沿圆弧的孔数
E	忽略点-1	第 1 加工忽略孔的孔号
F	忽略点-2	第 2 加工忽略孔的孔号
I	忽略点-3	第 3 加工忽略孔的孔号
J	忽略点-4	第 4 加工忽略孔的孔号

注
无须输入所有的忽略孔数据项。

弧 (间隔不等) – 模式孔 : G1217

数据项		说明
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	孔的深度 (通常为负值)
H	弧心 (X-轴)	弧心的 X-坐标
V	弧心 (Y-轴)	弧心的 Y-坐标
R	半径	弧的半径
A	起始角度	第 1 孔心的角度
C	间隔角 -1	第 1 孔心和第 2 孔心间的夹角
D	间隔角 -2	第 2 孔心和第 3 孔心间的夹角
E	间隔角 -3	第 3 孔心和第 4 孔心间的夹角
F	间隔角 -4	第 4 孔心和第 5 孔心间的夹角
I	间隔角 -5	第 5 孔心和第 6 孔心间的夹角
J	间隔角 -6	第 6 孔心和第 7 孔心间的夹角
K	间隔角 -7	第 7 孔心和第 8 孔心间的夹角
M	间隔角 -8	第 8 孔心和第 9 孔心间的夹角
P	间隔角 -9	第 9 孔心和第 10 孔心间的夹角
Q	间隔角 -10	第 10 孔心和第 11 孔心间的夹角

1.4.2.3 平面加工型式段

铣平面 – 粗铣 : G1020

数据项		说明
T	加工裕量	粗加工量
J	切削深度	沿刀具轴（Z 轴）的每次切深
H	精加工量	精铣量
F	刀具径向进给速度	沿刀具径向的切削
D	刀具直径	刀具直径
L	径向切削量	刀具径向的切削量
C	刀具轴向的空刀量	Z-轴从工件表面到接近点的距离
W	加工型式	1 : X-Y 平面单向切削 2 : X-Y 两个方向切削
M	沿刀具径向的空刀量	X-Y 平面从工件侧面到起刀点的距离
B	起点	1 : 切削起点 1 2 : 切削起点 2 3 : 切削起点 3 4 : 切削起点 4

铣平面 – 精铣 : G1021

数据项		说明
F	进给速度	沿刀具径向的精铣速度
D	刀具直径	刀具直径
L	径向切削量	刀具径向的切削量
C	刀具轴向的空刀量	Z-轴从工件表面到接近点的距离
W	加工型式	1 : X-Y 平面单向切削 2 : X-Y 两个方向切削
M	沿刀具径向的空刀量	X-Y 平面从工件侧面到起刀点的距离
B	起点	1 : 切削起点 1 2 : 切削起点 2 3 : 切削起点 3 4 : 切削起点 4

1.4.2.4 平面加工的图形段

矩形 – 固定形状 : G1220

数据项		说明
H	中心点 (X-轴)	矩形中心的 X-坐标
V	中心点 (Y-轴)	矩形中心的 Y-坐标
U	X-向长度	矩形沿 X 轴向的长度
W	Y-向长度	矩形沿 X 轴向的长度
B	基准位置	工件表面的 Z-向坐标
L	深度	平面铣削不用，故无须输入
A	角度	与 X-轴的夹角
R	拐角的半径	矩形拐角处的半径

注
深度和拐角半径可不输入。

圆 - 固定形状: G1221

数据项		说明
H	圆心 (X-轴)	圆心的 X-坐标
V	圆心 (Y-轴)	圆心的 Y-坐标
R	半径	圆的半径
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	平面铣削不用，故无须输入

注
深度无须输入。

1.4.2.5 型腔的加工型式段

型腔 – 粗加工 : G1040

数据项		说明
T	加工裕量	从腔底算起的切除量
J	刀具轴切深	刀具轴向（Z 轴）的每次切削深度
H	腔底精切量	底部的精切量
K	侧面精切量	腔壁的精切量
F	刀具径向进给速度	刀具半径方向的切削进给速度
E	刀具轴向进给速度	沿刀具轴向（Z）的切削进给速度
D	刀具的直径	刀具的直径
L	刀具径向的切削量	沿刀具径向的切削量
C	刀具轴向的空刀量	Z 轴从工件表面到接近点的距离
W	向上切/向下切	1 : 向下切 2 : 向上切

型腔 – 底部精切 : G1041

数据项		说明
T	加工裕量	腔底的切除量
K	侧面精切量	腔壁的精切量
F	刀具径向进给速度	刀具半径方向的切削进给速度
E	刀具轴向进给速度	沿刀具轴向（Z）的切削进给速度
D	刀具的直径	刀具的直径
L	刀具径向的切削量	沿刀具径向的切削量
C	刀具轴向的空刀量	Z 轴从工件表面到接近点的距离
W	向上切/向下切	1 : 向下切 2 : 向上切

型腔 –腔壁精切 : G1042

数据项		说明
T	加工裕量	腔底的切除量
F	刀具径向进给速度	刀具半径方向的切削进给速度
E	刀具轴向进给速度	沿刀具轴向（Z）的切削进给速度
D	刀具的直径	刀具的直径
S	刀具补偿号 NO.	刀具半径 R 补偿号
C	刀具轴向的空刀量	Z 轴从工件表面到接近点的距离
W	向上切/向下切	1 : 向下切 2 : 向上切
R	接近/退出半径	接近/退出运动的圆弧半径

型腔 – 倒角 : G1043

数据项		说明
F	刀具径向的进给速度	沿刀具径向的切削进给速度
E	刀具轴向的进给速度	沿刀具轴向（Z）的切削进给速度
Z	倒角量	侧壁顶部的倒角量
C	刀具轴向的空刀量	Z 向从工件表面到接近点的距离
W	向上切/向下切	1 : 向下切 2 : 向上切
M	接近半径	接近运动的圆弧半径
K	刀具的小直径	倒角刀具端部的直径
H	刀具端部的空刀量	倒角刀具端部的空刀量

型腔 – 钻削 : G1045

数据项		说明
T	腔底裕量	腔部的切除量
C	刀具轴向的空刀量	Z 向从工件表面到接近点的距离
R	加工型式	1 : 正常钻削，退出时停刀 3 : 不停刀排削钻孔 注） 2 型和 4 型不能用
F	进给速度	切削进给速度
Q	切削深度	一次进刀的切削深度

注

本循环用于型腔加工的预钻孔。

1.4.2.6 型腔加工的图形段

矩形 – 固定图形 : G1220

数据项		说明
H	中心点 (X-轴)	矩形的中心的 X-坐标
V	中心点 (Y-轴)	矩形的中心的 Y-坐标
U	沿 X 轴的长度	矩形沿 X 轴的长度
W	沿 XY 轴的长度	矩形沿 Y 轴的长度
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	型腔的深度，从工件表面到腔的的距离，通常为负值。
A	角度	相对与 X 轴的角度
R	拐角半径	矩形各拐角的半径

注
根据矩形的实际形状，输入拐角数据。

圆 – 固定图形 : G1221

数据项		说明
H	中心点 (X-轴)	矩形的中心的 X-坐标
V	中心点 (Y-轴)	矩形的中心的 Y-坐标
R	半径	圆弧的半径
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
L	深度	型腔的深度，从工件表面到腔的的距离，通常为负值。

迹线 – 固定形状 : G1222

数据项		说明
H	中心点 (X-轴)	第一圆的圆心 X- 坐标
V	中心点 (Y-轴)	第一圆的圆心 Y- 坐标
U	中心距	第一圆和第二圆的圆心距
R	半径	第二圆的半径 (必须为等半径)
B	基准位置	工件表面的 Z - 坐标
L	深度	型腔的深度，从工件表面到腔的的距离，通常为负值。
A	角度	第一圆的圆心相对于与 X 轴的角度。

1.4.2.7 槽的加工型式段

槽 – 粗加工 : G1050

数据项		说明
T	底部裕量	槽的加工裕量，从表面至槽底的距离
J	刀具轴的切削深度	沿刀具轴 （Z 轴） 一次进刀的切削深度
H	底部的精切量	槽底部的精切量
K	侧壁的精切量	槽壁的精切量
F	刀具径向的进给速度	沿刀具半径方向的切削进给速度
E	刀具轴向的进给速度	沿刀具轴向（Z）的切削进给速度
D	刀具直径	刀具的直径
L	刀具径向的切削量	沿刀具的半径方向的切削量
C	刀具轴向的空刀量	Z 轴从工件表面到接近点的距离
W	向上切/向下切	1 : 向下切 2 : 向上切

槽 – 槽底精加工 : G1051

数据项		说明
T	底部裕量	槽的加工裕量，从表面至槽底的距离
K	侧壁的精切量	槽壁的精切量
F	刀具径向的进给速度	沿刀具半径方向的切削进给速度
E	刀具轴向的进给速度	沿刀具轴向（Z）的切削进给速度
D	刀具直径	刀具的直径
L	刀具径向的切削量	沿刀具的半径方向的切削量
C	刀具轴向的空刀量	Z 轴从工件表面到接近点的距离
W	向上切/向下切	1 : 向下切 2 : 向上切

槽 – 侧壁精加工 : G1052

数据项		说明
T	底部裕量	槽的加工裕量，从表面至槽底的距离
F	刀具径向的进给速度	沿刀具半径方向的切削进给速度
E	刀具轴向的进给速度	沿刀具轴向（Z）的切削进给速度
D	刀具直径	刀具的直径
S	刀具半径的补偿号 NO.	刀具半径-R 补偿的偏置号
C	刀具轴向的空刀量	Z 轴从工件表面到接近点的距离
W	向上切/向下切	1 : 向下切 2 : 向上切
R	接近 / 退出的半径	刀具接近 / 刀具退出的圆弧半径

槽 – 倒角 : G1053

数据项		说明
F	刀具径向的进给速度	沿刀具径向的切削进给速度
E	刀具轴向的进给速度	沿刀具轴向（Z）的切削进给速度
Z	倒角量	侧壁顶部的倒角量
C	刀具轴想的空刀量	Z 向工件表面到接近点的距离
W	向上切/向下切	1 : 向下切 2 : 向上切
M	接近半径	接近运动的圆弧半径
K	刀具的小直径	倒角刀具端部的直径
H	刀具端部的空刀量	倒角刀具端部的空刀量

槽 – 钻削 : G1055

数据项		说明
T	槽底裕量	槽的切除量
C	刀具轴向的空刀量	Z 向从工件表面到接近点的距离
R	加工型式	1 : 正常钻削，退出时停刀 3 : 不停刀排削钻孔 注） 2 型和 4 型不能用
F	进给速度	切削进给速度
Q	切削深度	一次进刀的切削深度

注

该循环用于槽加工前的预钻孔。

1.4.2.8 槽加工的图形段

射线槽 – 固定图形 : G1223

数据项		说明
U	中心距	槽两端的两圆心的距离
D	槽宽	槽的宽度
L	槽深	槽深， 从工件表面至槽底的距离
E	槽线的角度	槽的角度
A	角度	第一条射线槽的中心线与 X 轴的夹角
H	中心点 (X-轴)	多射线槽的中心点的 X-坐标
V	中心点 (Y-轴)	多射线槽的中心点的 Y-坐标
R	槽位半径	多射线槽的定位圆弧半径
B	基准位置	工件表面的 Z-坐标
C	间隔角度	两条射线槽的槽心线的夹角
M	槽数	射线槽数

注
1 第一射线槽的位置根据中心点，槽位半径和角度计算得到，故这些数据必须输入。
2 若只有一条槽，则间隔角度不必输入。

1.5 轮廓编程

MANUAL GUIDE 0*i* 还提供了轮廓编程，用户通过输入组成工件轮廓的直线或圆弧等几何元素，编制任意形状的轮廓图形。0*i* 的轮廓编程中提供了高性能的轮廓计算，可连续计算 10 个未决程序段，11 种图素的辅助计算。

在轮廓编程中，操作者输入组成轮廓图形的直线，圆弧等元素，很容易地建立由 G01/G02/G03 等指令组成的刀具沿工件轮廓运动的加工程序。
该程序中只含有刀具的运动指令，其它指令，如辅助功能等，必须另外输入。
当输入轮廓图形时，可使用辅助计算（交点的计算除外）得到图形的坐标终点。

注
轮廓编程时，可输入 40 个图形。

1.5.1 轮廓编程的操作

1.5.1.1 调出轮廓编程的画面

按“CONTUR”键显示轮廓编程的初始画面。

1.5.1.2 选择轮廓编程的方法

按“CONTUR”使轮廓编程的初始画面显示。
轮廓编程画面运行后，显示下一个画面，在该画面上用户选择创建新程序或编辑已存在的程序。

创建新程序时，按 [NEW]键 ；编辑新程序时按 [EDIT]键。

```
选择轮廓编程的方法


 [NEW]:  创建新程序
 [EDIT]: 编辑已有的程序




 [   NEW   ][   EDIT   ][         ][         ][      ]
```

注

在轮廓编程时，必须指定一个临时工作程序以保存临时的 NC 程序。该临时程序的程序号在参数 No.9330 中设定，设非 0 值。本说明书中， 用 9999 号。
若在 CNC 存储器中已经使用了这一程序号，在轮廓编程的开始即显示下面的警告画面。

```
请删除工作程序

工作程序已存在 -> O9999
该程序将删除。
继续轮廓编程吗 ？


   [CONT. ]    [ EXIT ]    [      ]    [      ]    [      ]
```

注

若该程序号已用于其它目的，请按 [EXIT] 键，退出轮廓编程。然后，在参数 No.9330 中设另外的程序号后，再执行轮廓编程。

1.5.1.3 轮廓程序的输入

起点

选择程序的输入项时，首先显示起点的数据项画面。

数据项	说明
起点 X	轮廓图形起点的 X 坐标
起点 Y	轮廓图形起点的 Y 坐标
进给方法	移向起点的运动显示 (No G-code/G00/G01)
进给速度	G01 选定的进给速度

[AUX.] ：调出辅助计算画面。其计算结果将设入起点的坐标值。
[OFFSET]：调出刀具的补偿画面 (当参数 No.9341#5(DCD) 为 1 时有效)。
[OK] ：确认起点数据，存入存储器。
[EXIT] ：删除起点的输入，退出轮廓编程。

> 注
> 参数 No.9342#2(STP) 设为 1, 则起点数据的解释就变为 "APPROACH POINT（接近点数据）"。

偏移

在叙述前一项和后一行的起点的数据项画面， 按[OFFSET] 键，显示刀具补偿设定画面，如下图：

```
刀具半径补偿的设定

刀偏形式 ： 不输出


   [NO OUT]    [ G41  ]    [ G42  ]    [ G40  ]    [RETURN]
```

[NO OUT] ：不输出刀具半径补偿指令
[G41] ：输出 G41
[G42] ：输出 G42
[G40] ：输出刀补取消 G40
[RETURN] ：返回以前的画面/起点/行

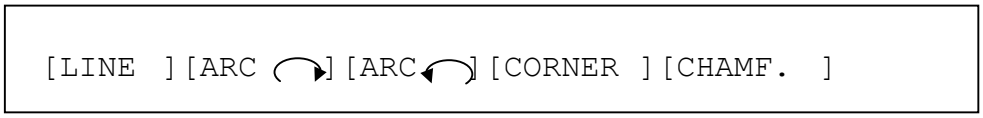
如果必要，输入偏置号。否则保持为空。
必要的数据输入后，按[RETURN]键，返回以前画面。

然后，输入其它数据，或修改图形数据，按[OK]键将数据存入存储器。
选定了 G41 或 G42 时，将显示出 “OFFSET NO.（偏置号）”，根据要求输入偏置号数据。

> 注
> 将参数 DCD（ No.9341 的第 5 位 ）设为 1, 上述的偏置号数据项可被删除。

选择轮廓类型

在轮廓编程时，画面上可显示以下的轮廓图形和软按键。用它们可输入相关的图形轮廓。



按最右端软键，显示下页的软按键。



[LINE] ：选行（直线）
[ARC] ：选 CW 圆弧
[ARC] ：选 CCW 圆弧
[CORNER] ：选拐角 R
[CHAMF.] ：选倒角
[MODIFY] ：显示各图形的数据输入的菜单画面，以便对以前的数据进行修改。
[RECALC] ：重新计算整个轮廓，在修改过图形或送入新图形后必须这样做。
[GRAPH] ：显示绘图画面， 用于检查输入的图形。图形可以放大或缩小。
[NC CNV] ：将输入的图形变为 NC 程序。
精确变换后，轮廓编程结束，并退到前一画面。
[STOP] ：停止轮廓编程，回答了显示的提问后，可以退到前一画面。但 NC 程序就不可能生成。

> 注
> 轮廓编程，只有 XY 平面的线/圆弧/倒角/拐角 R 可以输入。

轮廓图形数据的输入例

若选择了直线，则显示出直线画面。按图形提示，输入要求的图形数据。
即使终点的坐标值未在图上显示，仍可按此次输入的图形和下面输入的图形的交点计算出来。

数据项	说明
终点 X	直线终点的 X 坐标
终点 Y	直线终点的 Y 坐标
角 A	直线与 +X- 轴的夹角。正角度定义为反时针方向
接触状态	在软按键菜单上选择是否与相邻图形相切 [NO] : 不相切 [LAST] : 与前一图形相切
进给速度	进给速度

注
当参数 No.9341#3(FCD) 设为 1 时，显示进给速度数据项。

[AUX.] : 调出辅助计算画面。其计算结果将设入终点坐标值或角度值。
[OFFSET] : 调出刀具半径补偿设定画面。(当参数 No.9341#5(DCD) 设 1 时有效。)
[OK] : 确认直线图形的数据后，存入存储器。
[CANCEL] : 删除输入的图形数据，返回轮廓编程表画面。

修改轮廓图形

对存储的已有图形数据的修改，有两种方法。

方法 1

使用轮廓图形数据画面
在轮廓编程表画面上，将光标定位于要修改的图形段。然后按 [MODIFY]键。于是，显示出选择的图形数据画面，此时可输入新数据。 数据输入后，按 [OK]键，再按 [RECALC] 键，用新数据重新计算所有轮廓图形。

方法 2

直接在轮廓编程表画面修改数据
在轮廓编程表画面上，将光标定位于欲修改数据处，输入新数据，然后按 INPUT 键。再按 [RECALC] 键，以新数据重新计算各轮廓图形。

注
为了清除数据项，请按 CAN 和 INPUT 键。

插入新的轮廓图形

插入新图形前，须将光标定位于插入的程序段位置。按例 2 和例 3 叙述的方法输入新图形段。
然后，按[RECALC]键，用新数据重新计算所有的轮廓图形。

删除轮廓图形

将光标定位于欲删除的图形段或图形符号前，按 DELETE 键。于是画面上显示出提示："ARE YOU SURE TO DELETE BLOCK（确信删除此段吗）？" 按 [YES] ，即可删除该图形。按 [NO] ，则图形不变。
然后，按 [RECALC] 键，用新数据重新计算轮廓图形。

修改轮廓图形

为修改已输入的图形，须首先删除旧图形，再输入新图形。

1.5.1.4 轮廓图形的检查

输入的轮廓图形可用图形的放大、缩小等操作在画面上检查。
在轮廓程序表画面上按 [GRAPH]键，出现绘图画面，如下所示。
绘图的显示在画面底部。

```
[LARGE ][SMALL ][ AUTO ][ REAL ][RETURN]
```

按最右端软键显示下页软键页面。

```
[ ← ][ → ][ ↑ ][ ↓ ][CENTER ]
```

[LARGE] : 双倍比例系数
[SMALL] : 比例系数减小一半
[AUTO] : 自动决定比例系数，以便在一个画面上完整的显示零件图。
[REAL] : 按实际图形比例显示轮廓。
[RETURN] : 返回到图形程序表画面。
[←] [→] [↑] [↓] : 移动方向软按键。也可用键盘上的光标键。
[CENTER] : 将图移到画面中心。

1.5.1.5 转变为 NC 程序

输入的轮廓图形可以变为 G 代码形式的 NC 程序。
按 [NC CNV]. ， 显示提示 "ARE YOU SURE TO CONVERT NC PROGRAM（确信转变为 NC 程序吗）?" 。
按 [YES] 键, 启动转换。按[NO] 键，取消转换命令。

轮廓图形按下表变为相应的 G 代码。

图形类型	符号	G-代码
起点	●	G00 or G01
直线	→	G01
圆弧 (CW)		G02
圆弧 (CCW)		G03
拐角 R	R	G02 or G03
倒角	C	G01
刀具半径补偿		G41 or G42
取消刀具半径补偿		G40

注
1 转变后的 NC 程序存储在光标所处段的后面。
返回原先画面后，光标定位在新存储程序段的前面。
2 若被转换的图形程序中，有终点需由未决段确定的图形，则 NC 程序转换至未决段前。
3 轮廓图形变为 NC 程序格式后， 原来的轮廓图形保持不变。因此继续编程时可以调用。(但是，执行了循环程序后，原来的轮廓图形不再保存。)
4 变为 NC 程序的轴运动 (X/Y) 指令值可以输入最多 8 位数字，该数值必须有小数点。数值单位符合设定，且遵循舍入规则。

IS-B

	最小输入增量	最小指令增量	最大
mm	0.001 mm	0.001 mm	±99999.999 mm
inch	0.0001 inch	0.0001 inch	±9999.9999 inch

IS-C

	最小输入增量	最小指令增量	最大
mm	0.0001 mm	0.0001 mm	±9999.9999 mm
inch	0.00001 inch	0.00001 inch	±999.99999 inch

注
5 将参数 No.9341 的第 0 位 IJR 设 1，输出圆弧的半径值 "R" 。设 0， 输出圆心点的坐标 "I" 和 "J" 。
6 即使对于某一地址连续输出同样的值，它们也不会被取消。

1.5.2 轮廓图形数据详述

本章详细叙述轮廓图形的数据，这些数据在轮廓图形数据画面输入。
起点和直线的轮廓图形数据已在前一章叙述。如有必要，请见相应的解释。

1.5.2.1 圆弧

数据项	说明
终点 X	圆弧终点的 X 坐标
终点 Y	圆弧终点的 Y 坐标
半径 R	圆弧的半径，正值
中心 I	弧心的 X 坐标
中心 J	弧心的 Y 坐标
接触状态	用下列软按键选择是否与相邻图形相切。 [NO] ：不相切 [LAST]：与后续图形相切
进给速度	选择 G01 的进给速度

注
参数 No.9341#3(FCD)设 1，显示进给速度数据项。

[AUX.] ：调出辅助计算画面。其计算结果将设入起点坐标数据。
[OK] ：确认圆弧图形数据，并存入存储器。
[CANCEL] ：取消图形数据的输入，返回轮廓程序表画面。

1.5.2.2 拐角 R

数据项	说明
半径 R	拐角半径 R,，正值
进给速度	进给速度

注
参数 No.9341#3(FCD) 设 1，显示进给速度数据项。

[OK] ：确认拐角 R 数据，并存入存储器。
[CANCEL] ：取消 R 数据的输入，返回轮廓程序表画面。

1.5.2.3 倒角

数据项	说明
倒角 C	倒角量，正值
进给速度	进给速度

注
参数 No.9341#3(FCD)设 1，显示进给速度数据项。

[OK] ：确认倒角的图形数据，并存入存储器。
[CANCEL] ：取消倒角图形数据的输入，返回轮廓程序表画面。

1.5.2.4 选择图的交点

轮廓图形计算时，例如直线和圆弧间的计算，有可能出现两个、三个交点或交叉图形。这时，就显示交点和图形的选择画面。

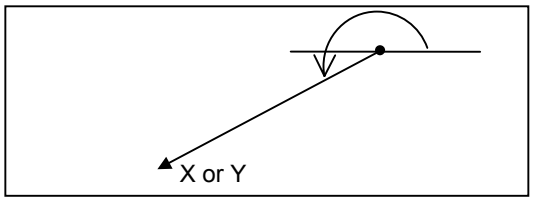
[PREV.]/[NEXT] : 交点，图形选择的切换。在选择某些图形时，选中的要闪烁。
[OK] : 确认选择的图形。选中的闪烁。
[CANCEL] : 取消选择操作，将实际图形数据存入存储器，并保持为未决状态。

1.5.3 轮廓计算的详述

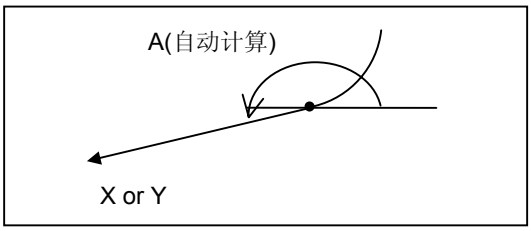
本节详细叙述轮廓编程支持的轮廓计算，如：交点计算，切点计算等。
编程时，其终点未确定的图形或部分轮廓我们称为其处于未决状态。未决图形用点划线表示。
在图形数据的输入画面，会出现数据的输入项比要求多的情况。这些数据项用于计算与未决图形段的交点或程序段的终点。
可以指定连续的 10 个未决段。

1.5.3.1 直线

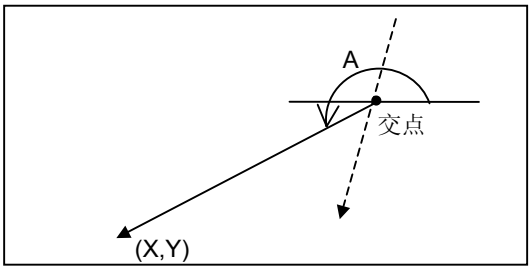
(1) 前一图形并非未决段时，
  (a) 只输入 X 时，
    -> 这条线认为是一条水平线。
  (b) 只输入 Y 时，
    -> 认为这是一条垂直线。
  (c) 输入 A ， X 或 Y 时，
    -> 是一条直线，其终点需要计算。



(2) 前一图形为圆弧，但并非未决段，且 "TOUCH LAST"指定在直线上。
  (a) 输入 X 或 Z 时，
  -> 自动计算角 A ，并确定终点。
    如果 X 或 Y 均未输入，此直线将为未决。

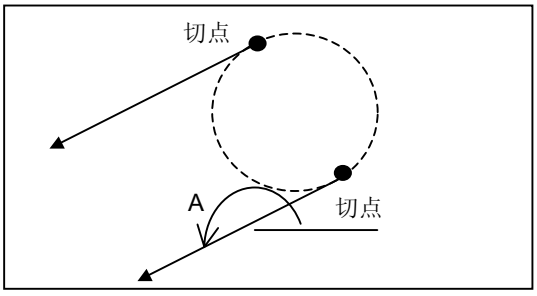


(3) 前一图形为未决图形，且 "TOUCH LAST"指定在直线上。
(a) X ，Y 和 A 均输入时，
-> 将对未决图形的交点进行计算。

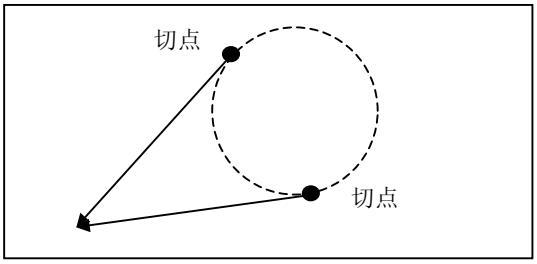


当未决图形是圆弧时，显示交点部分的图形，此时可对所需要的进行选择。

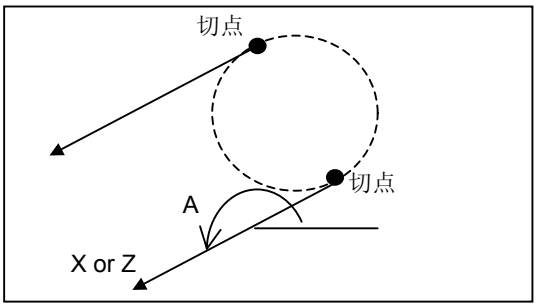
(4) 前一图形为未决图形，且 "TOUCH LAST"指定在直线上。
假定圆弧的半径和弧心的坐标(I,J) 已经输入。
(a) 只输入 A 时，
-> 显示出切点部分的画面，此时可对所需要的进行选择。
这条线为未决。



(b) 输入了 X ，Y
-> 显示切点部分的画面，此时可对所需要的进行选择。
这条线可被确定。



(c) 输入了 A 和 X 或者 A 和 Y 时，
-> 显示切点部分的画面，此时可对所需要的进行选择。这条线可被确定。.



若切点与直线的位置关系在输入 A 与输入 X 或 Y 时有冲突，将会显示警告信息，指出输入了无效数据。

1.5.3.2 圆弧

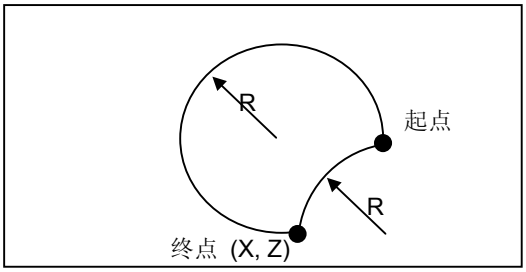
(1) 前一图形不是未决图形，且 "TOUCH LAST" 没有指定在圆弧上。

(a) 输入了 I 和 J 时，

-> 该圆弧为未决。

(b) 输入了 X, Y 和 R 时，

-> 显示 "Long path arc（长弧）" 或 "Short path arc（短弧）" 的选择画面。根据需要进行选择。.



(c) 输入了 X, Z, I 和 J

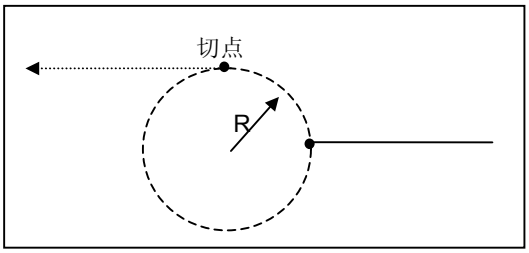
-> 该圆弧是确定的。

注

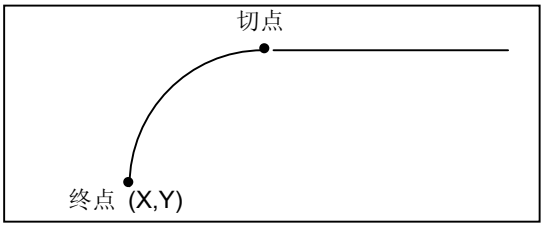
若起点和中心的距离（半径）与终点和圆心的距离不同，则图形将根据实际形状显示。加工的实际形状不正确。

(d) 只输入 R 时，

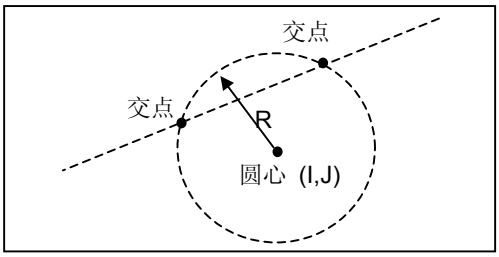
-> 图形输入后，立即指定 "TOUCH LAST" ，并输入 A=0 的直线和 Y 坐标，该圆弧即可确定。此时显示 "Long path arc" 或 "Short path arc"的选择画面，根据要求进行选择。



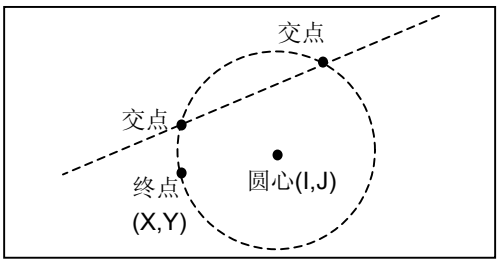
(2) 前一图形不是未决图形，且 "TOUCH LAST" 指定在圆弧上。
(a) 输入 X ， Y 时，
-> 自动计算半径。该圆弧将被确定。



(3) 前一图形是未决图形（其起点已确定），且 "TOUCH LAST" 没有指定在圆弧上。
(a) 输入了 R, I 和 J 时，
-> 显示交点部分的画面，根据需要进行选择。该圆弧是未决的。



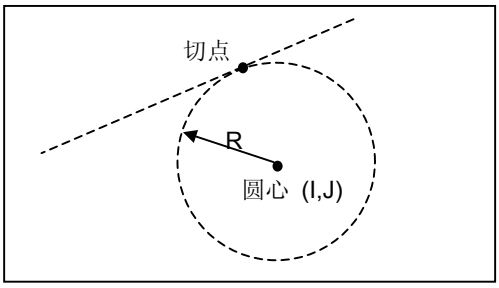
(b) 输入了 X, Y, I 和 J 时，
-> 显示交点部分的画面，根据需要进行选择。该圆弧将被确定。



(4) 前一图形是未决图形（其起点已确定），且 "TOUCH LAST" 指定在圆弧上。

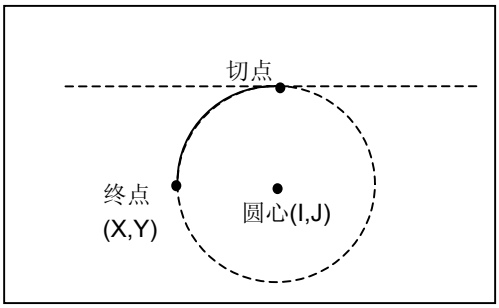
(a) 输入了 R, I 和 K 时，

-> 计算出切点。该圆弧是未决的。



(b) 输入 X, Y, I 和 J 时，

-> 计算出切点。该圆弧将被确定。

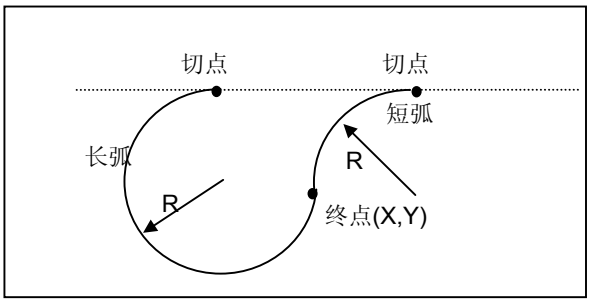


注

若图形的起点和圆心的距离（半径）与终点和圆心的距离不同，则图形按实际形状显示。加工的实际形状不正确。

(c) 输入 R 和 X, Y 时，

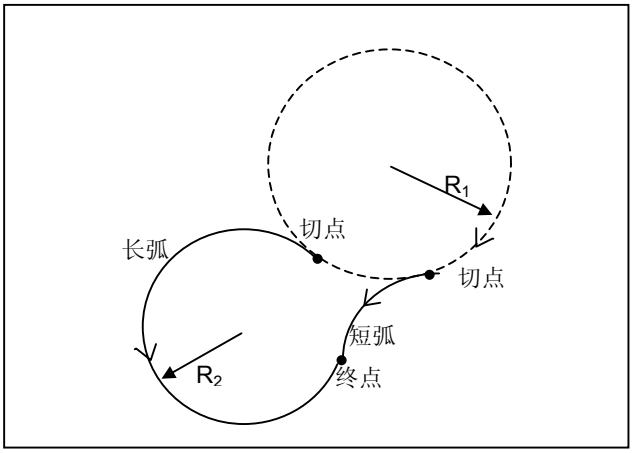
-> 显示"Long path arc（长弧）" 或 "Short path arc（短弧）" 的选择画面。根据需要选择图形。



(5) 前一图形"arc（弧）" 是未决的（其起点已确定，但只输入了R）， "TOUCH LAST" 指定在圆弧上。

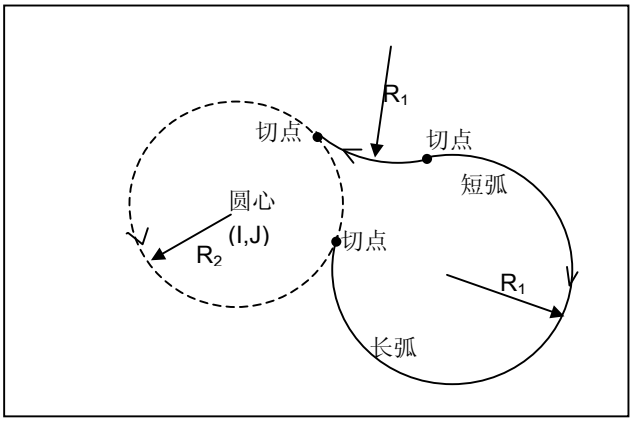
(a) 输入 R,，X 和 Y 时，

-> 显示"Long path arc（长弧）" 或 "Short path arc（短弧）" 的选择画面。根据需要选择图形。该圆弧将被确定。

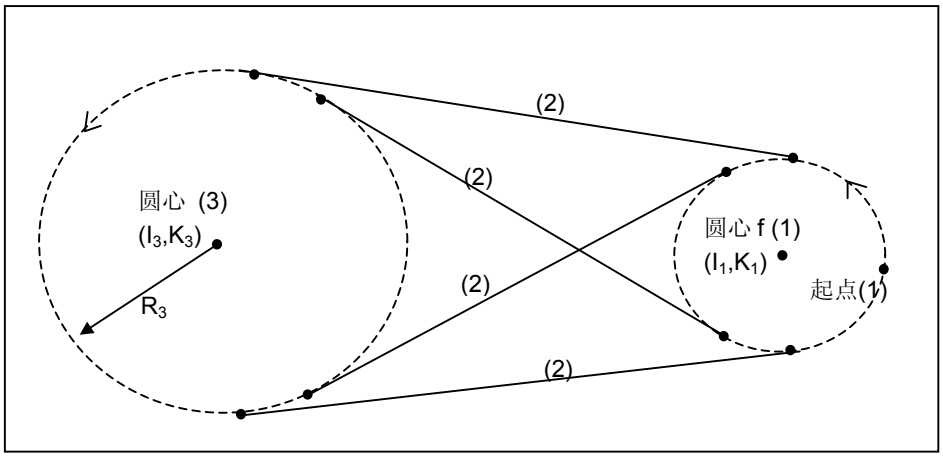


(b) 输入了 R， X 和 Y 时，

-> 显示"Long path arc（长弧）" 或 "Short path arc（短弧）" 的选择画面。根据需要选择图形。该圆弧是未决的。



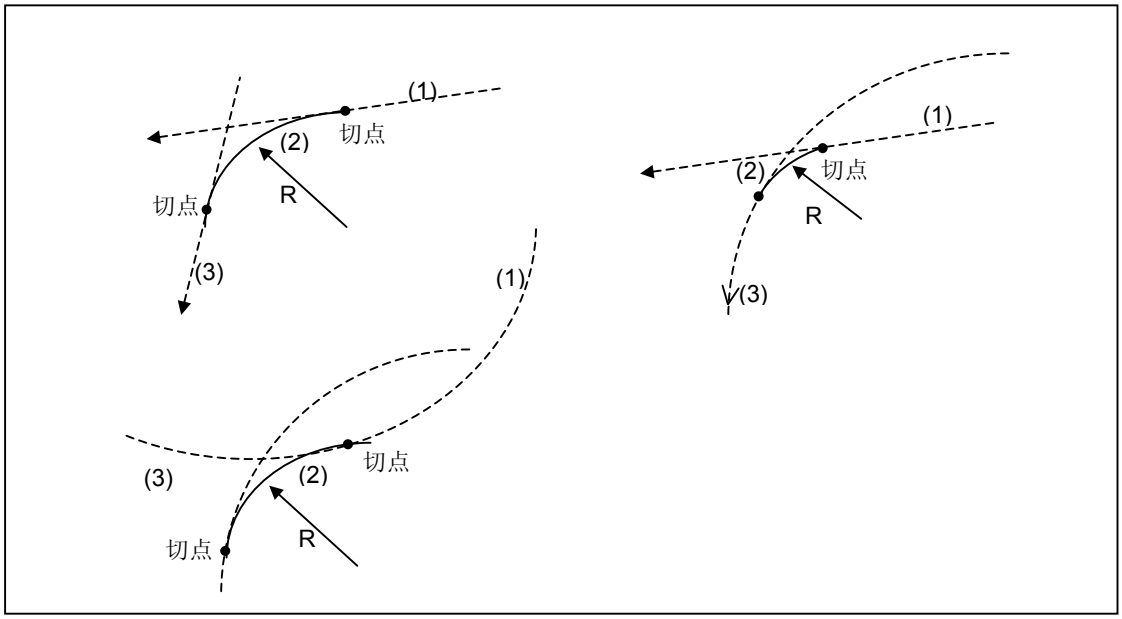
1.5.3.3 与两个圆弧相切的直线



按下面的图示输入 3 个连续的图形，图中的直线 (2) 与两个圆相切。(1) 和 (2) 的终点是确定的， (3) 的终点是未决的。
在上述的 4 条可能的直线中，根据两个圆弧的方向，自动地选择。

弧 (1) :
输入 I ，J 。 (起点是确定的。该圆弧是未决的。)
弧 (2) ：
只输入 "TOUCH LAST" 。
弧 (3) ：
输入 R,，I 和 J 。

1.5.3.4 与相交直线、相交圆弧、相交直线和圆弧相切的圆弧



如下图所示，输入连续的 3 个图形，图中，圆弧（2）与相交的直线、圆弧相切。(1) 和 (2) 的终点是确定的，而 (3) 的终点是未决的，但是当(3) 是直线时，其终点即为确定的。

直线 (1) 或圆弧 (1) ：

未决直线 (输入 A ，其起点已确定)，或未决圆弧 (输入 I ，J ，其起点已确定)。

圆弧 (2) ：

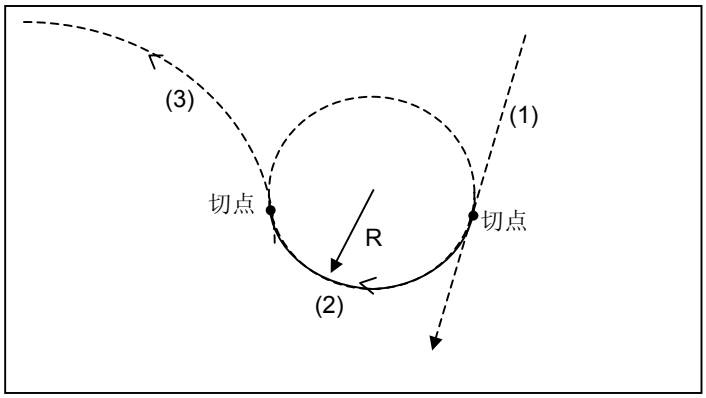
输入 R 和 "TOUCH LAST" 。

Line (3) or Arc (3) ：

直线：输入 A,，X ；圆弧：输入 R, I, J ；并输入 "TOUCH LAST"。

当图形 (1) 和 (3) 之一是圆弧时，或两者都是圆弧时，会显示圆弧的选择画面，在此画面上根据需要选择合适的图形。

1.5.3.5 与不相交的直线、圆弧相切的圆弧



如下图所示，输入连续的 3 个图形，弧 (2)与不相交的直线 (1) 和圆弧(3) 相切。(1) 和 (2) 的终点是确定的。(3) 的终点是未决的。上图中，自动选择与直线(1) 和圆弧 (3) 平滑连接的弧线。但图中有两个圆弧： "Long path arc（长弧）" 和 "Short path arc（短弧）"，因此，需在选择画面上根据需要选择图形。

直线 (1) ：

未决直线 (输入 A ，起点已经确定。)

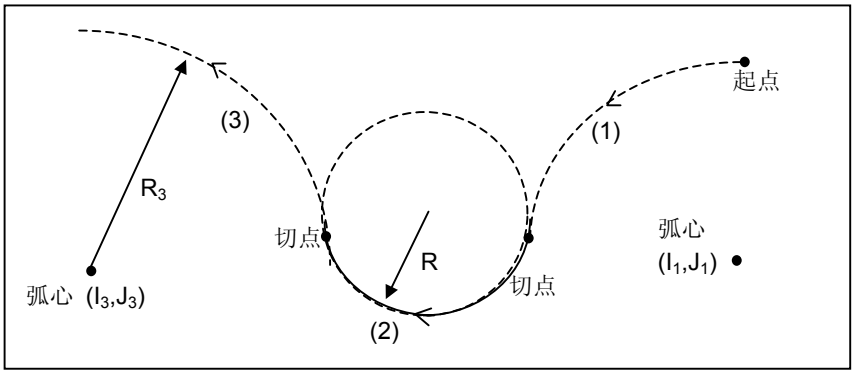
弧 (2) :

输入 R 和 "TOUCH LAST" 。

弧 (3) :

用 R, I 和 J 定义的圆弧。

1.5.3.6 与不相交的两个圆弧相切的圆弧



如下图所示，输入连续的 3 个图形，弧 (2) 是与不相交的弧 (1) 和弧 (3) 相切的圆弧。
弧 (1) 和 (2) 的终点是确定的， 弧 (3) 的终点是未决的。图中，自动选择与弧 (1) 和弧 (3) 平滑连接的弧线。但是，因为有"Long path arc（长弧）" and 和 "Short path arc（短弧）" ，故应在选择画面上根据需要选择合适的一个。

弧 (1) ：
用 I 和 J 定义的弧，该弧是未决的 (其起点已经确定)。
弧 (2) ：
输入 R 和 "TOUCH LAST" 。
弧 (3) ：
用 R,，I 和 J 定义的弧。

1.5.4 辅助计算的详述

本节详细叙述辅助计算。
用辅助计算，可确定交点的坐标和直线的角度。此外，轮廓的形状，如：与原始形状偏移了一个刀具半径的轮廓可以很容易地输入。

1.5.4.1 概述

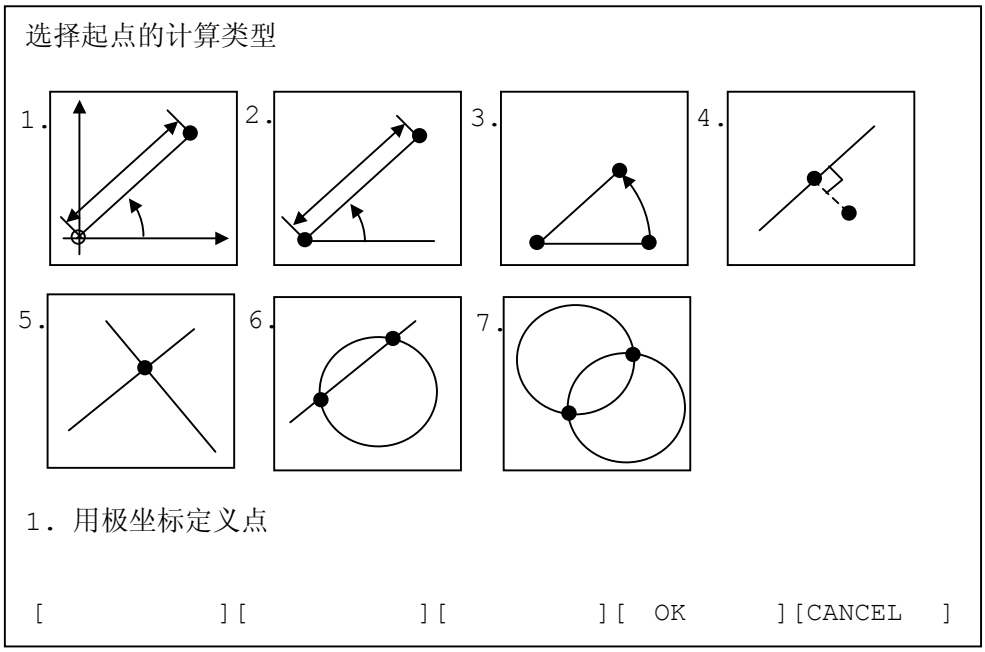
(1) 辅助计算可使用的数据项：
  (a) 起点
    - 起点的坐标 (X, Y)
  (b) 直线
    - 终点的坐标 (X, Y)
    - 直线的角度 (A)
  (c) 圆弧
    - 终点的坐标 (X, Y)
    - 圆心的坐标 (I, J)
    - 指定一个圆弧

(2) 可用的辅助计算类型
  (a) 坐标的计算
    - 用极坐标指定点
    - 用点，角度和距离指定点
    - 用点的回转指定点
    - 直线的相邻点
    - 两直线的交点
    - 直线和圆弧的交点
    - 两圆弧的交点
  (b) 角度计算
    - 经过两点的直线的角度
    - 与过两点的直线相垂直的直线的角度
  (c) 指定一个圆弧（圆心，半径）
    - 经过一点和确定圆心的圆弧
    - 经过两点和确定半径的圆弧
    - 经过三点的圆弧

1.5.4.2 起点

选择计算型式

在起点的数据输入画面，按[AUX.]键，即显示如下的计算类型菜单。
用光标键滚动画面，选择所需的菜单项。



[OK] ：使用选择的计算类型
[CANCEL] ：取消选择的计算类型，返回原来画面

注

当参数 No.9342 的第 5 位(AUX) 设为 1 时，.辅助计算的菜单即可如上述的画面显示。 设为 0 时，则菜单按计算命令方式显示。
这一参数对其它辅助计算菜单也适用。

计算数据的输入

- 用极坐标指定点

数据项	说明
DIST. D	该点到工件坐标系原点的距离
角度 A	直线于+X 轴的夹角。逆时针为正。

- 用点，角度和距离指定点

数据项	说明
点 X	基点的 X 指标
点 Y	基点的 Y 指标
DIST. D	欲指定点到基点的距离
角度 A	直线与 +X 轴的夹角。逆时针为正。

- 用点的回转指定点

数据项	说明
点 X	基点的 X 指标
点 Y	基点的 Y 指标
中心 I	回转中心的 X 坐标
中心 J	回转中心的 Y 坐标
角度 A	直线与 +X 轴的夹角。逆时针为正。

- 直线的相邻点

可以确定距一条直线的一个最近点（给定距离值）。在此基础上，可以确定移动了指定距离的直线的最近点。
这种计算可以用于确定：从一个给定点到一条线的接近运动的终点。

(1) 用一点和一个角度指定一条直线时

数据项	说明
基点 X	直线外的基准点 X 坐标
基点 Y	直线外的基准点 Y 坐标
经过点 U	直线上一点的 X 坐标
经过点 V	直线上一点的 Y 坐标
角度 A	直线与 +X 轴的夹角。逆时针为正。
SHIFT DIST. D（位移距离）	当一条直线用某条线的移动指定时，输入该值。
SHIFT DIRC.（移动方向）	用箭头（软键）选择移动方向

(2) 当用两点指定一条直线时
按 [XY,XY] 键，可用两点定义一条直线。
按 [XY, A] 键，回到上述型式，用点和角度定义直线。

数据项	说明
基点 X	直线外的基准点的 X 坐标
基点 Y	直线外的基准点的 Y 坐标
经过点 U	直线上第一经过点的 X 坐标
经过点 V	直线上第一经过点的 Y 坐标
经过点 P	直线上第二经过点的 X 坐标
经过点 Q	直线上第二经过点的 Y 坐标
SHIFT DIST. D（位移距离）	当一条直线用某条线的移动指定时，输入该值。
SHIFT DIRC.（移动方向）	用箭头（软键）选择移动方向

- 两条直线的交点

两条直线的交点可以计算出来。在此基础上，可以计算移动了一定距离的直线的交点
这种运算可用于计算偏离原始轮廓一个刀具半径的刀具轨迹。

(a) 当用一个点和一个角度定义直线时
起初，下面的数据显示在第一行。

数据项	说明
经过点 X	直线上一点的 X 坐标
经过点 Y	直线上一点的 Y 坐标
角度 A	直线与 +X 轴的夹角。逆时针为正。
SHIFT DIST. D（位移距离）	当一条直线用某条线的移动指定时，输入该值。
SHIFT DIRC.（移动方向）	用箭头（软键）选择移动方向

数据输入后，按[NEXT] 键， 显示出相似的画面，输入第二行数据。按 [PREV.]键，就返回到前述的第一画面。

(b) 当用两个点定义直线时
按 [XY,XY]键，可用两点定义一条直线。
按 [XY, A] 键，即返回上述的用点和角度定义直线。
显示下列数据项，用于第一行和第二行的输入。

数据项	说明
经过点 X	直线上第一经过点的 X 坐标
经过点 Y	直线上第一经过点的 Y 坐标
经过点 U	直线上第二经过点的 X 坐标
经过点 V	直线上第二经过点的 Y 坐标
SHIFT DIST. D（位移距离）	当一条直线用某条线的移动指定时，输入该值。
SHIFT DIRC.（移动方向）	用箭头（软键）选择移动方向

- 直线和圆弧的交点

可计算出直线和圆弧的交点。对于直线，可用移动了某一距离的直线进行计算。
这种运算可用于计算偏离原始轮廓一个刀具半径的刀具轨迹。

(a) 当用一个点和一个角度定义直线时
起初，下面的数据显示在第一行。

数据项	说明
经过点 X	直线上第一经过点的 X 坐标
经过点 Y	直线上第一经过点的 Y 坐标
角度 A	直线与 +X 轴的夹角。逆时针为正。
SHIFT DIST. D（位移距离）	当一条直线用某条线的移动指定时，输入该值。
SHIFT DIRC.（移动方向）	用箭头（软键）选择移动方向

数据输入后，按 [NEXT] 键，显示下列用于圆弧的画面。按 [PREV.] 键，即回到前面用于直线的画面。
数据输入后按 [NEXT] 键，显示相似的数据项画面，用于第 2 行的输入。 按 [PREV.]键，返回前面的第 1 行输入画面。,

数据项	说明
弧心 I	弧心的 X 坐标
弧心 J	弧心的 Y 坐标
半径 R	圆弧半径，为正值
选择	用箭头（软键）在两个可能的交点中选择一个点

(b) 当用两点定义一条直线时
按 [XY,XY]键，可用两点定义一条直线。
按 [XY, A] 键，回到上述的用一个点和一个角度定义直线。

数据项	说明
经过点 X	直线上第一经过点的 X 坐标
经过点 Y	直线上第一经过点的 Y 坐标
经过点 U	直线上第二经过点的 X 坐标
经过点 V	直线上第二经过点的 Y 坐标
SHIFT DIST. D（位移距离）	当一条直线用某条线的移动指定时，输入该值。
SHIFT DIRC.（移动方向）	用箭头（软键）选择移动方向

・ 弧的数据画面非常类似于 i) 的情况。

- 两个圆弧的交点

在如下的显示画面上，输入两个圆弧的数据，其交点可以计算出来。

数据项	说明
弧心 X1	第一圆弧的弧心 X 坐标
弧心 Y1	第一圆弧的弧心 Y 坐标
半径 R1	第一圆弧的半径，正值
弧心 X2	第二圆弧的弧心 X 坐标
弧心 Y2	第二圆弧的弧心 Y 坐标
半径 R2	第二圆弧的半径，正值
选择	用箭头（软键）在两种可能性中选择一个交点

辅助计算的执行

输入上面的必要数据后按 [OK] 键。辅助计算结束后，其结果输入起点的坐标数据项(X, Y)。
按 [CANCEL]键，返回辅助计算的菜单画面。

1.5.4.3 直线

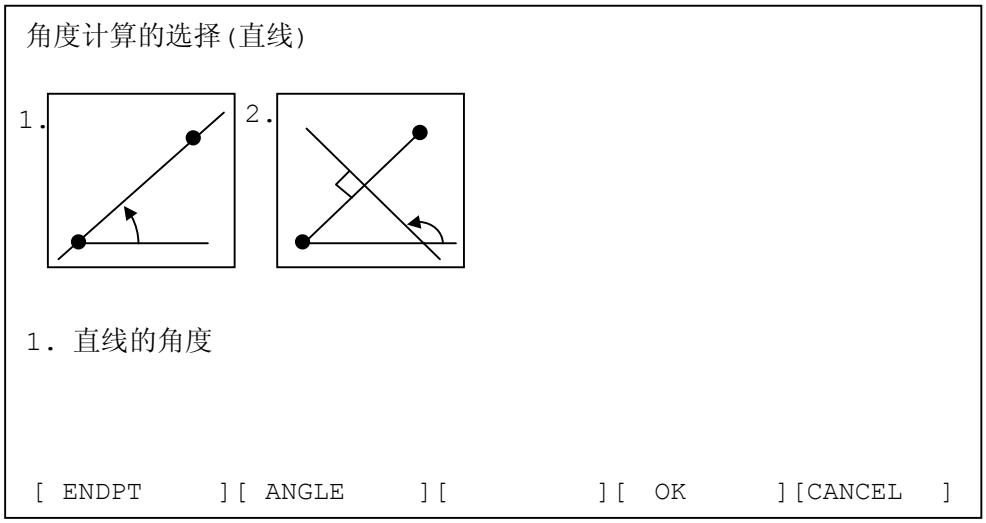
对直线的辅助计算，包括算出终点坐标和直线的角度。
下列的软按键显示在辅助计算的菜单画面。

[ENDPNT] : 显示终点计算的菜单画面
[ANGLE] : 显示角度计算的菜单画面

对于终点的计算，计算项目类似于起点的数据项，请见前面的叙述。

选择计算的类型

在直线的辅助计算画面，按 [ANGLE] 键，即显示如下的角度计算的菜单画面。
按住光标键，使滚动画面，选择所需的类型。



输入计算数据

- 经过 2 点的直线的角度

数据项	说明
点 X	直线上第一点的 X 坐标
点 Y	直线上第一点的 Y 坐标
点 U	直线上第二点的 X 坐标，不能与第一点重合
点 V	直线上第二点的 Y 坐标，不能与第一点重合

-与过 2 点直线的垂直线的角度

可以计算出直线（经过两点的）的垂线的角度。

数据项	说明
点 X	直线上第一点的 X 坐标
点 Y	直线上第一点的 Y 坐标
点 U	直线上第二点的 X 坐标，不能与第一点重合
点 V	直线上第二点的 Y 坐标，不能与第一点重合

辅助计算的执行

输入了上面所述的必要数据后，按 [OK] 键，执行辅助计算。计算后的结果输入到终点的坐标 (X, Y) 或直线的角度 (A) 。
按 [CANCEL] 键，返回辅助计算的菜单画面。

1.5.4.4 弧

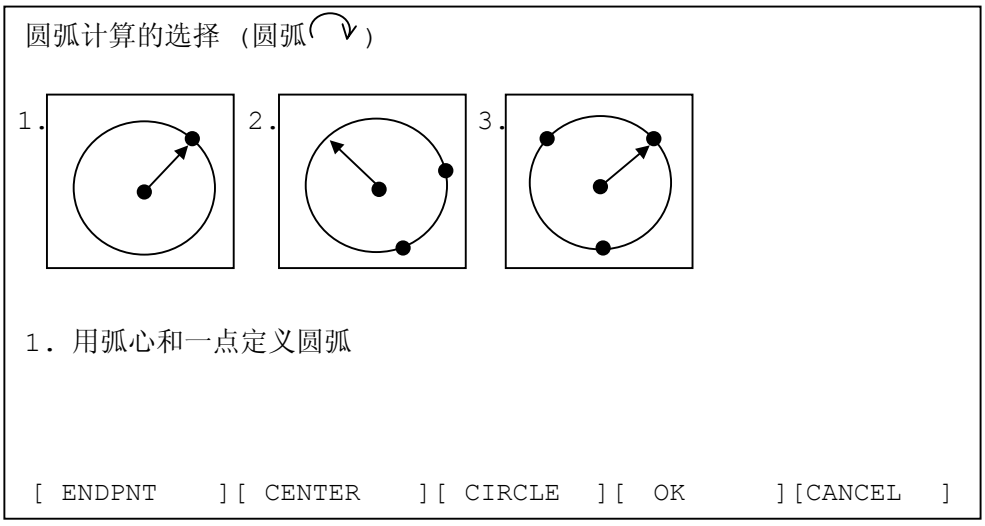
对于弧的计算，包括终点的坐标和弧心的坐标的计算。此外，弧本身的指定类似过 3 点的线段的输入数据。
在辅助计算的菜单画面上显示以下软按键。

[ENDPNT] ：显示终点计算菜单
[CENTER] ：显示弧心计算菜单
[CIRCLE] ：显示圆弧定义菜单

终点和弧心的计算画面，非常类似于起点的计算，请见前面的叙述。

选择计算的类型

在弧的计算画面上，按 [CIRCLE] 键，显示以下的圆弧指定画面。按住光标键，使画面滚动，选择所需的项目。于是选定的项目即以亮黄色显示。



输入计算数据

- 过一点和确定弧心的圆弧

数据项	说明
点 X	弧上一点的 X 坐标
点 Y	弧上一点的 Y 坐标
弧心 I	弧心的 X 坐标
弧心 J	弧心的 Y 坐标

- 经过两点和确定半径的圆弧

数据项	说明
点 X	弧上第一点的 X 坐标
点 Y	弧上第一点的 Y 坐标
点 U	弧上第二点的 X 坐标，不能与第一点重合
点 V	弧上第二点的 Y 坐标，不能与第一点重合
半径 R	圆弧半径，正值
选择	用箭头（软键）在两个可能弧中选择所需的一个

- 过 3 点的弧

数据项	说明
点 X	弧上第一点的 X 坐标
点 Y	弧上第一点的 Y 坐标
点 U	弧上第二点的 X 坐标，不能与其它点重合
点 V	弧上第二点的 Y 坐标，不能与其它点重合
点 P	弧上第三点的 X 坐标，不能与其它点重合
点 Q	弧上第三点的 Y 坐标，不能与其它点重合

辅助计算的执行

输入了上述计算类型的必要数据后，按 [OK] 键，执行辅助计算。其计算结果输入到终点坐标 (X, Y) 或弧心坐标 (I, J) 中。
当用 [CIRCLE] 选择弧的定义时，计算出弧的半径和弧心的坐标，并将结果送入这些数据项。.

按 [CANCEL] 键，返回辅助计算的菜单画面。

1.5.5 其它

1.5.5.1 输入数据的计算

在轮廓编程的画面上输入的数据，可以用计算器形式的运算计算出来。方法如下：

加 ： :
10+10 [INPUT] → 20

减 ： :
10-10 [INPUT] → 0
从已输入数据 (例如 10) 中减去 :
- → - → 1 [INPUT] → 9

乘 ：
10*10 [INPUT] → 100

除 ：
10/10 [INPUT] → 1

SIN ：
S30 [INPUT] → 0.5

COS ：
C60 [INPUT] → 0.5

TAN ：
T45 [INPUT] → 1

平方根 ：
R9 [INPUT] → 3

注
1 +，- * / 一次处理不能多于两项，第三和其后的各项将被忽略。所以 1 + 2 + 3 将按 1 +2 计算。.
2 SIN, COS, TAN 和平方根只能独立计算，**若指令了第二和其后**项，这些项**将被忽略。如** :C60 + S60 将按 C60 计算。
计算时，可以使用前面已输入的数据。

1.5.5.2 轮廓编程的注意事项

注
1 一个轮廓程序不能输入 40 个以上的图形。
2 在轮廓程序运行过程中，如果操作者按错键（如：功能键），使画面发生了改变，则轮廓编程的工作画面将被强迫关闭。
3 若在轮廓编程时发生 CNC 的电源关闭，则已输入的轮廓图形会被保留。但是，输入菜单和数据将被取消。

1.5.5.3 宏执行器的注意事项

注
1 当 MANUAL GUIDE 0*i* 装到宏执行器的宏程序中时，下列的宏变量和程序号由该功能使用，不能再用于其它功能。
- 程序号： O1000 - O1299
O3000 - O3299
O5000 - O5099
O6000 - O6899
O7200 - O7999
O8000 - O8699
O9700 - O9919
- 宏变量： #20000 - #23999,
#30000 - #31199,
#10000 - #11999

2 当安装了 MANUAL GUIDE 0*i* 时，该功能要占用 2GB 宏执行器的程序存储区。故应确保 至少 2 MB 的用户软件的存储容量。
另外，若机床厂编制了自己的宏程序，并将其装到宏执行器中时，有可能占用比上述更大的容量。

1.6 参数

9330	用于转换为 NC 程序时的程序号

该程序号用于临时存储转换的 NC 程序。设 0 时，将显示警告信息，且不能进行 NC 程序的转换。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
9341	M99	CMP	DCD	G41	FCD		RAD	IJR

IJR = 0 ：NC 程序转换时，将输出 I/J 格式的圆弧指令
= 1 ：输出 R 格式的圆弧指令

RAD = 0 ：角度的单位是“度”
= 1 ：角度的单位是“弧度”

FCD = 0 ：不能输入进给速度数据
= 1 ：可以输入进给速度

G41 = 0 ：刀具半径 R 补偿数据不能输入
= 1 ：刀具半径 R 补偿数据可以输入

DCD = 0 ：“G41”=1 时，可以输入偏置号
= 1 ：“G41”=1 时，不能输入偏置号

CMP = 0 ：开始显示起点画面
= 1 ：开始显示偏置数据画面

M99 = 0 ：转变后的 NC 程序的末尾不输出 M99
= 1 ：转变后的 NC 程序的末尾不输出 M99

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
9342			AUX			STP	KEY	COL

COL = 0 ： 引导画面用标准色彩
= 1 ： 引导画面用参数 NO. 9344 ~ 9353 设定的色彩（彩色编程画面）

KEY = 0 ： 所有的光标键：向上，向下，向左和向右 均在 MDI 键盘上
= 1 ： 只有 向上，向下 键在 MDI 键盘上
- 向上，向下，向左向右键在轮廓编程表的第三页上显示（软键）
- 在轮廓编程画面上，光标向左和向右移动分别用向上和向下光标键

STP = 0 ： “START POINT（起点）”在起点数据窗口显示
= 1 ： “APPROACH POINT(接近点)” 在起点数据窗口显示

AUX = 0 ： 辅助计算菜单以注释表形式显示
= 1 ： 辅助计算菜单以图形形式显示

1.7 报警

程序执行时,若发现有参数或程序的错误,会显示以下的 P/S 报警。
若报警为非 P/S 报警，请见相关的 NC 操作说明书。

报警	意义	
3001	原因	必要数据未输入或输入的数据无效。
	措施	显示弹出窗口的程序段数据，显示报警，输入正确数据
	参考	1.4.2 各固定循环的数据 除孔加工外的加工循环
3002	原因	对应于指定 D 代码的偏置数据为 0 或小于 0
	措施	确认 D 代码，输入正确的偏置数据
	参考	1.4.2 各固定循环的数据 除孔加工外的加工循环
3004	原因	因刀具直径太大，不能加工
	措施	确认出现报警时的刀具或程序段数据，用较小直径的刀具
	参考	1.4.2 各固定循环的数据 型腔加工
3005	原因	因接近距离太长，刀具与工件干涉
	措施	确认发生报警时的接近数据，输入正确的接近数据
	参考	1.4.2 各固定循环的数据 型腔加工
3006	原因	因拐角半径 R 太大，拐角处干涉
	措施	确认出现报警时的拐角半径 R，输入正确的拐角半径 R
	参考	1.4.2 各固定循环的数据 有拐角 R 的型腔加工
3008	原因	因刀具直径大于拐角 R，拐角不能加工
	措施	确认发生报警时的刀具或程序段数据，选择直径小的刀具
	参考	1.4.2 各固定循环的数据 有拐角 R 的型腔加工
3012	原因	倒角刀具与底面（Z 点）干涉
	措施	确认发生报警时的程序段数据或有关倒角刀具的数据，输入正确的数据
	参考	1.4.2 各固定循环的数据 型腔加工
3013	原因	倒角刀具的置放角度不对
	措施	确认发生报警时与刀具有关的程序段数据，输入正确值
	参考	1.4.2 各固定循环的数据 型腔加工的倒角

V. 维护

1 电池的更换方法

使用本 CNC 的系统中，在下列部分使用电池。

用途	电池的连接场所
用于 CNC 控制单元的存储器备份	CNC 控制单元
用来保持分离式绝对脉冲编码器的当前位置	分离式检测器接口单元
用来保持电机内置绝对脉冲编码器的当前位置	伺服放大器

已经用完了的电池，应当根据地方自治团体的条例或者规定进行适当处理。
此外，废弃之前应用胶带等进行绝缘处理，以免端子形成短路。

1.1 用于CNC控制单元的存储器备份的电池（DC3V）

零件程序，偏置数据和系统参数存在控制单元的 CMOS 存储器中。存储器的电源由安装在控制单元上的锂电池供电。即使主电源关闭，上述数据不也会丢失。发货时，后备电池装在控制单元上。后备电池可用一年。

当电池的电压变低，LCD 屏幕上闪烁显示报警信息“BAT”，电池报警信号输出到 PMC。当显示警告后，要尽早更换电池。通常，可以在第一次发出报警信息的 1-2 周内更换，但这要取决于系统的配置。

如果电池的电压进一步降低，存储的内容将会丢失。在这种状态下给控制单元通电，由于存储内容丢失，将引起系统报警 935（ECC 报警）。此时在更换电池后，应对存储器全清并重新输入数据。

因此，FANUC 公司建议用户不管是否出现电池报警，每年定期地更换一次电池。

在更换电池时，务须在接通控制单元的电源的状态下进行。如果在断开电源的状态下拆下用于存储器备份的电池，存储器中的数据有可能丢失，这一点需要引起注意。此外，如前所述，控制单元使用锂电池。应遵守下列注意事项。

警告

电池的不正确安装可能会引起爆炸。

请不要使用非指定电池（指定电池 A02B-0200-K102）。

电池的使用方法有两种：使用内置在 CNC 控制单元中的锂电池的方法，和在外部安装电池盒使用市面出售的碱性干电池（一号）的方法。

注

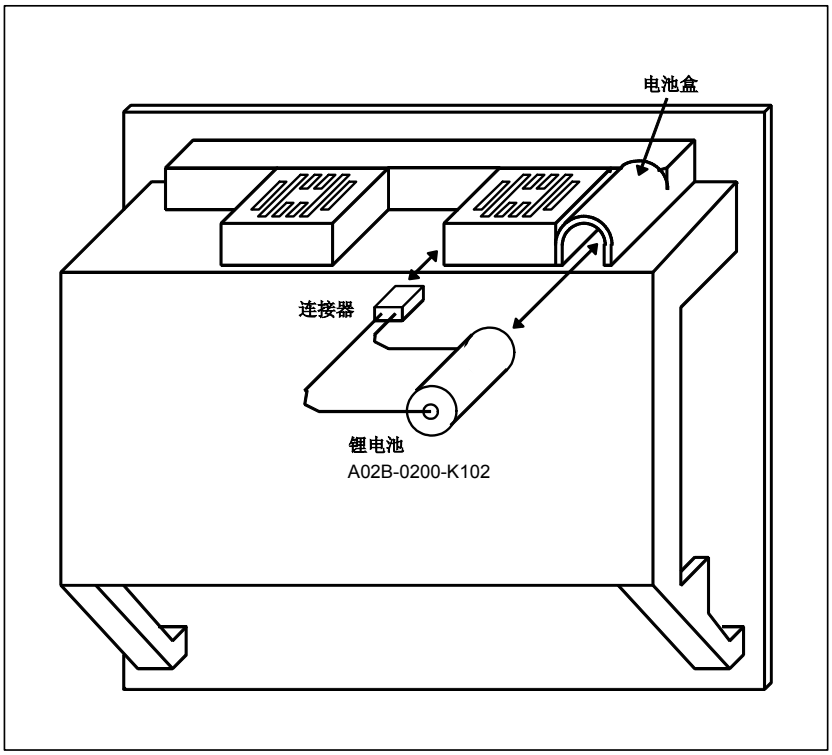
出厂时标准配置为锂电池。

使用锂电池时的电池更换方法

1 请使用锂电池（备货图号：A02B-0200-K102）。
2 接通控制单元的电源（30 秒左右）。
3 断开控制单元的电源。
4 首先拆下连接器，然后从电池盒中取出电池。
电池盒，若是无插槽的单元位于单元的上部右边，若是带有插槽的单元则在上部靠中（夹在两风扇之间）位置。
5 更换电池，连接上连接器。

注

从 3）到 5）的步骤应在 10 分钟内完成。请注意，如果电池脱开的时间太长，存储器中的内容将会丢失。



警告

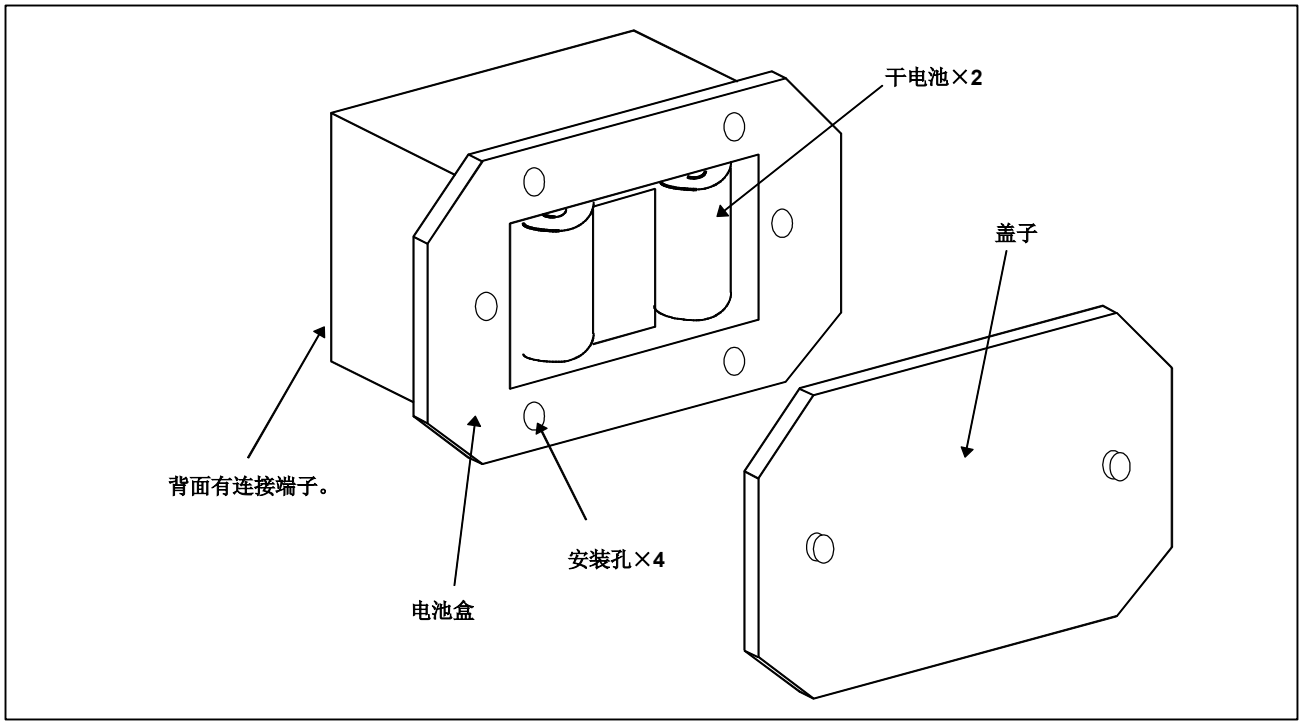
电池的不正确安装可能会引起爆炸。
请不要使用非指定电池（指定电池 A02B-0200-K102）。

使用市面出售的碱性干电池（一号）时的电池更换方法

1 请使用市面上出售的碱性干电池（一号）。
2 接通控制单元的电源（30 秒左右）。
3 断开控制单元的电源。
4 取下电池盒的盖子。
5 更换电池，要注意电池的极性。
6 安装电池盒的盖子。

警告

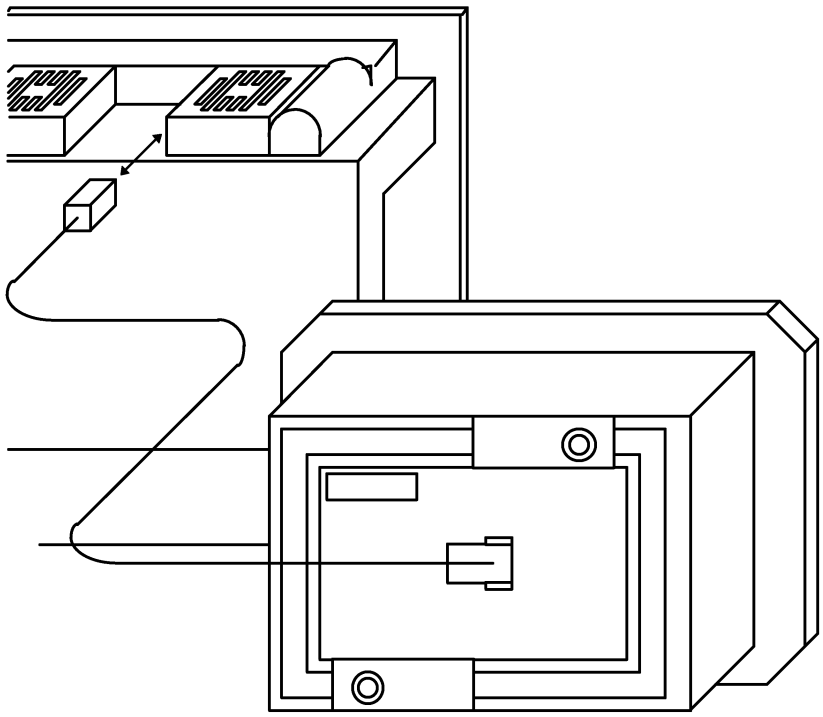
在进行更换作业时，请按照与上面所述的锂电池的更换方法相同的方法予以更换。



当使用普通 D 型尺寸碱性干电池时

- **连接方法**

使用连接有锂电池的连接器，使用外部的电池。按照上面所述的电池的更换方法，从标准安装的锂电池，将其更换为使用电池盒（A02B-0236-C281）的外部电池。



注

1 电池盒（A02B-0236-C281）的安装位置，应设置在即使在控制单元的电源处在接通状态下也可以进行电池更换作业的场所。

2 本电池线缆的连接器部分采用简单嵌合的方式，应将距离连接器 50cm 之内的线缆部分在不会产生拉伸的状态下固定起来，以避免线缆的自重和线缆的拉伸等引起连接器的脱落。

1.2 分离型绝对脉冲编码器的电池（6VDC）

一个电池单元在一年内可以保存六个绝对位置编码器的当前位置信息。

当电池电压低时，在 LCD 显示器上将显示 APC 报警 3n6~3n8（+轴号）。显示 APC 报警 3n7 时，请尽快更换电池。通常， 在第一次报警出现后，应该在 1-2 个星期内换电池，然而，这取决于使用的脉冲编码器的数量。

当电池的电压下降的更低，脉冲编码器的当前位置将丢失。在这种状态下接通控制单元的电源，会出现 APC 报警 3n0（要求返回参考点）。更换电池之后，使刀具返回到参考点位置。

因此，FANUC 公司建议用户不管是否出现 APC 报警，每年定期地更换一次电池。

有关与分离式绝对脉冲编码器之间的连接，请参阅 7.1.3 项。

- **更换电池**

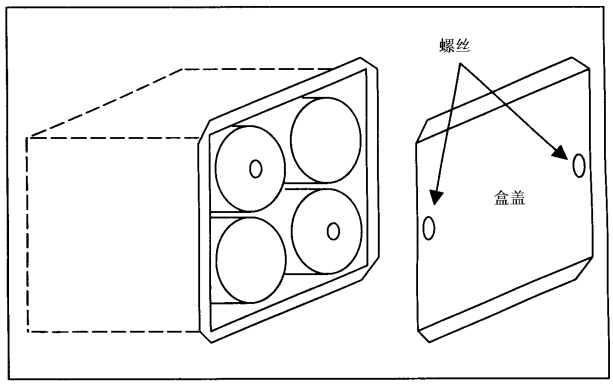
准备四节普通碱性电池（D 型尺寸）。

（1） 给系统通电。（伺服放大器通电的状态）

（2） 松开电池盒的螺丝，拆下盒盖。

（3） 更换上述的干电池。

注意电池的极性如下图所示（以一个方向装入两节电池，以相反的方向装入另外两节电池）。



（4） 装入新电池后，盖上电池盖。

（5） 将系统电源断开。

警告

如果错误的安装电池，可能会引起爆炸。决不要使用指定电池（D 型尺寸碱性电池）之外的电池。

注意
电池的更换应在机床通电的状态（伺服放大器通电的状态）下进行。
如果在 CNC 断电时更换电池，存储的绝对位置将丢失。

1.3 电机内置绝对脉冲编码器的电池（6VDC）

电机内置绝对脉冲编码器的电池安装在伺服放大器上。请参阅下列说明书。

- FANUC SERVO MOTOR α is series 维修说明书
- FANUC SERVO MOTOR β is series 维修说明书
- FANUC SERVO MOTOR β series (I/O Link Option) 维修说明书

附　　录

A 纸带代码表

ISO 代码										EIA 代码											含义	
字符	8	7	6	5	4		3	2	1	字符	8	7	6	5	4		3	2	1		不使用用户宏程序 B	使用用户宏程序 B
0			○	○		o				0			○			o				数字 0		
1	○		○	○		○			○	1						○			○	数字 1		
2	○		○	○		o		○		2						o		○		数字 2		
3			○	○		o		○	○	3				○		o		○	○	数字 3		
4	○		○	○		o	○			4						o	○			数字 4		
5			○	○		o	○		○	5				○		o	○		○	数字 5		
6			○	○		o	○	○		6				○		o	○	○		数字 6		
7	○		○	○		o	○	○	○	7						o	○	○	○	数字 7		
8	○		○	○	○	o				8					○	o				数字 8		
9			○	○	○	o			○	9				○	○	o			○	数字 9		
A		○				o			○	a		○	○			o			○	地址 A		
B		○				o		○		b		○	○			o		○		地址 B		
C	○	○				o		○	○	c		○	○	○		o		○	○	地址 C		
D		○				o	○			d		○	○			o	○			地址 D		
E	○	○				o	○		○	e		○	○	○		o	○		○	地址 E		
F	○	○				o	○	○		f		○	○	○		o	○	○		地址 F		
G		○				o	○	○	○	g		○	○			o	○	○	○	地址 G		
H		○			○	o				h		○	○		○	o				地址 H		
I	○	○			○	o			○	i		○	○	○	○	o			○	地址 I		
J	○	○			○	o		○		j		○		○		o		○	○	地址 J		
K		○			○	o		○	○	k		○		○		o		○		地址 K		
L	○	○			○	o	○			l		○				o		○	○	地址 L		
M		○			○	o	○		○	m		○		○		o	○			地址 M		
N		○			○	o	○	○		n		○				o	○		○	地址 N		
O	○	○			○	o	○	○	○	o		○				o	○	○		地址 O		
P		○		○		o				p		○		○		o	○	○	○	地址 P		
Q	○	○		○		o			○	q		○		○	○	o				地址 Q		
R	○	○		○		o		○		r		○			○	o			○	地址 R		
S		○		○		o		○	○	s			○	○		o		○		地址 S		
T	○	○		○		o	○			t			○			o		○	○	地址 T		
U		○		○		o	○		○	u			○	○		o	○			地址 U		
V		○		○		o	○	○		v			○			o	○		○	地址 V		
W	○	○		○		o	○	○	○	w			○			o	○	○		地址 W		
X	○	○		○	○	o				x			○	○		o	○	○	○	地址 X		
Y		○		○	○	o			○	y			○	○	○	o				地址 Y		
Z		○		○	○	o		○		z			○		○	o			○	地址 Z		

ISO 代码										EIA 代码										含义		
字符	8	7	6	5	4		3	2	1	字符	8	7	6	5	4		3	2	1		不使用用户宏B	使用用户宏B
DEL	○	○	○	○	○	o	○	○	○	DEL	○	○	○	○	○	o	○	○	○	删除（删除错误打孔）	×	×
NUL						o				Blank						o				无孔.EIA 代码不能用在重要的信息部分	×	×
BS	○				○	o				BS			○		○	o		○		退格	×	×
HT					○	o			○	Tab			○	○	○	o	○	○		跳格键	×	×
LF /NL					○	o		○		CR/EOB	○					o				段结束		
CR	○				○	o	○		○	_						o				回车	×	×
SP	○		○			o				SP				○		o				空格	□	□
%	○		○			o	○		○	ER					○	o		○	○	绝对停止		
(			○		○	o				(2-4-5)				○	○	o		○		跳出控制（注释开始）		
)	○		○		○	o			○	(2-4-7)		○			○	o		○		进入控制（注释结束）		
+			○		○	o		○	○	+		○	○	○		o				正符号	△	
-			○		○	o	○		○	-		○				o				负符号		
:			○	○	○	o		○		_						o				冒号（地址 O）		
/	○		○		○	o	○	○	○	/			○	○		o			○	选择段跳过		
.			○		○	o	○	○		.		○	○		○	o		○	○	句点（小数点）		
#	○		○			o		○	○	参数 (No.6012)						o				Sharp		
$			○			o	○			_						o				美元符号	△	○
&	○		○			o	○	○		&					○	o	○	○		&(=and) 的记号名称	△	○
’			○			o	○	○	○	_						o				省略符号	△	○
*	○		○		○	o		○		参数 (No.6010)						o				星号	△	
,	○		○		○	o	○			,			○	○	○	o		○	○	逗号		
;	○		○	○	○	o		○	○	_						o				分号	△	△
<			○	○	○	o	○			_						o				左角括号	△	△
=	○		○	○	○	o	○		○	参数 (No.6011)						o				等号	△	
>	○		○	○	○	o	○	○		_						o				右角括号	△	△
?			○	○	○	o	○	○	○	_						o				问号	△	○
@	○	○				o				_						o				标记符号	△	○
”			○			o		○		_						o				引号	△	△
[	○	○		○	○	o		○	○	参数 (No.6013)						o				左方括号	△	
]	○	○		○	○	o	○		○	参数 (No.6014)						o				右方括号	△	

注

1．备注栏的符号有如下含义：

（空格）：字符被存储在存储器中并且有特定含义。
如果它在除注释外的其它语句中使用不正确，将会产生报警。

╳ ：不能在存储器中存储的字符，将被忽略。

△ ：可被存储的字符但在程序执行期间将被忽略。

○ ：可被存储的字符，如果它使用在除了注释外的其它语句中，将产生报警。

□ ：如果它使用在注释中，字符可以被存储。如果用于注释以外的语句中，将不能存储。

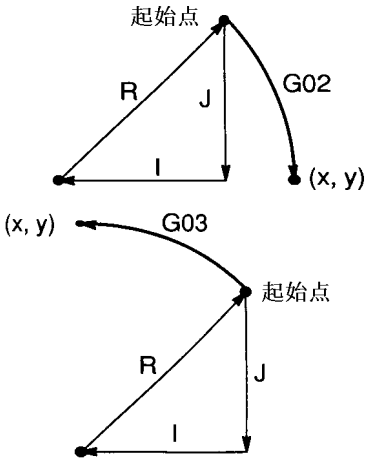
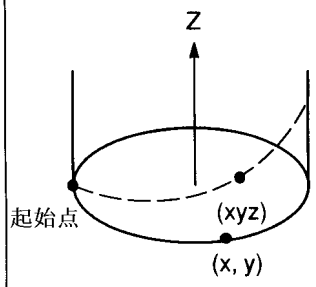
2．如果不在表里的代码的奇偶性正确，那么这些代码被忽略。

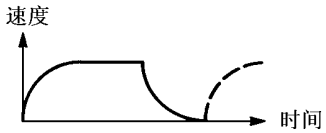
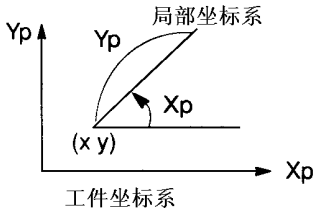
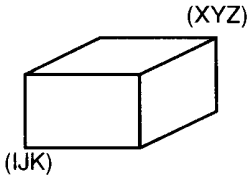
3．奇偶性不正确的代码产生 TH 报警。但当它们在注释部分时，将被忽略并且不产生 TH 报警。

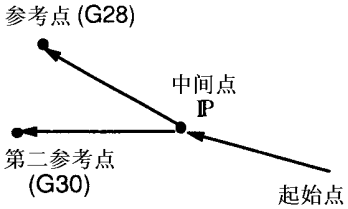
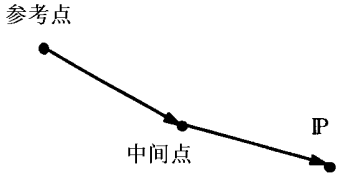
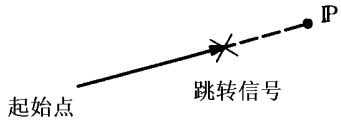
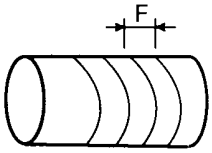
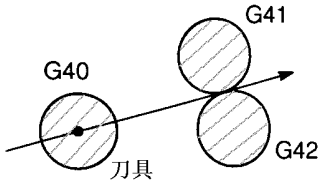
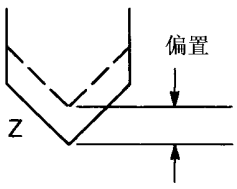
4．对于 EIA 代码，8 个孔全穿的字符被忽略并且不产生 TH 报警。

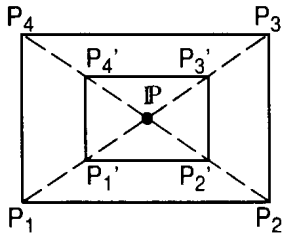
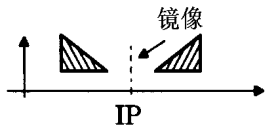
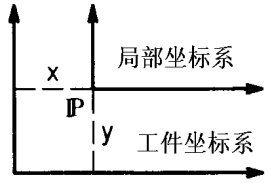
B 功能和纸带格式表

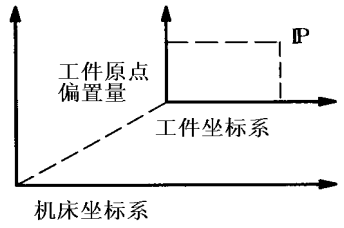
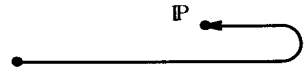
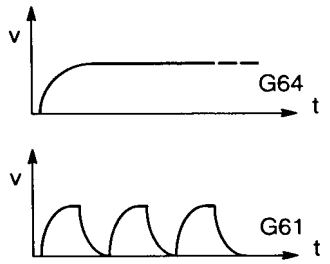
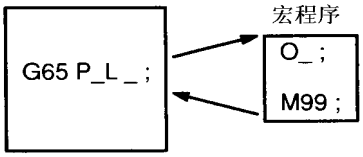
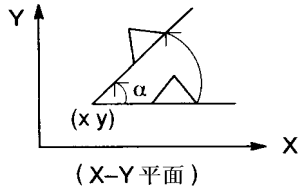
根据 CNC 的型号不同，有些功能不能作为选择功能。下表中 IP_表示：X，Y，Z，A，B 及 C 任意轴地址的组合（如 X_Y_Z_A_）。
x=第一基本轴（通常 X）
y=第二基本轴（通常 Y）
z=第三基本轴（通常 Z）

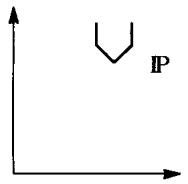
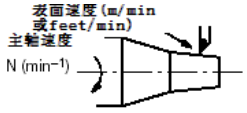
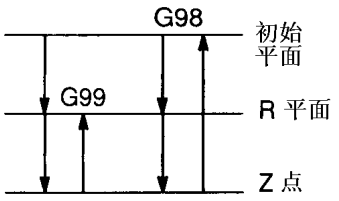
功能	说明	纸带格式
定位 (G00)		G00 IP_ ;
直线插补 (G01)		G01 IP_ F_;
圆弧插补 (G02, G03)		G17 {G02 / G03} X_ Y_ {R_ / I_ J_} F_ ; G18 {G02 / G03} X_ Z_ {R_ / I_ K_} F_ ; G19 {G02 / G03} Y_ Z_ {R_ / J_ K_} F_ ;
螺旋插补 (G02, G03)	 (在 X–Y 平面)	G17 {G02 / G03} X_ Y_ {R_ / I_ J_} α_ F_ ; G18 {G02 / G03} X_ Z_ {R_ / I_ K_} α_ F_ ; G19 {G02 / G03} Y_ Z_ {R_ / J_ K_} α_ F_ ; α：任何圆弧插补轴以外的轴地址

功能	说明	纸带格式
停刀(G04)		G04 { X_ / P_ } ;
AI 先行控制(G05.1)		**G05.1 Q1; 启动 AI 先行控制方式** **G05.1 Q0; 取消 AI 先行控制方式**
圆柱插补 (G07.1)		G07 IP_ R_ ; 圆柱插补方式 R : 圆柱半径 G07 IP 0 ; 取消圆柱插补方式
预读控制 (G08)		**G08 P1; 启动先行控制方式** **G08 P1; 取消先行控制方式**
准确停止 (G09)		G09 { G01 / G02 / G03 } IP_;
用程序更该偏置量(G10)		**刀具偏置存储器 C** **G10 L10 P_R_;(几何偏置量/H)** **G10 L11 P_R_;(磨损偏置量/H)** **G10 L12 P_R_;(几何偏置量/D)** **G10 L13 P_R_;(磨损偏置量/D)**
极坐标指令 (G15, G16)		G17 G16 Xp_ Yp_ . . . ; G18 G16 Zp_ Xp_ . . . ; G19 G16 Yp_ Zp_ . . . ; G15 ; 取消
平面选择 (G17, G18, G19)		G17 ; G18 ; G19 ;
英制/公制转换 (G20, G21)		G20 ; 英制输入 G21 ; 公制输入
存储行程检查 (G22, G23)		G22 X_Y_Z_I_J_K_; G23; 取消

功能	说明	纸带格式
返回参考点检测 (G27)		G27 IP_ ;
返回参考点 (G28) 返回第二参考点 (G30)		G28 IP_ ; G30 IP_ ;
从参考点返回到起始点 (G29)		G29 IP_ ;
跳转功能 (G31)		G31 IP_ F_;
螺纹切削 (G33)		**G33 IP_F_;** **F:螺距**
刀具半径补偿 C (G40 – G42)		{ G17 / G18 / G19 } { G41 / G42 } D_ ; D : 刀具偏置号 G40 : 取消
法线方向控制 (G40.1, G41.1, G42.1) (G150, G151, G152)		G41.1 (G151) 法线方向控制　左侧 G42.1 (G152) 法线方向控制　右侧 G40.1 (G150) 取消法线方向控制
刀具长度补偿 A (G43, G44, G49)		{ G43 / G44 } Z_ H_ ; { G43 / G44 } H_ ; H : 刀具偏置号 G49 : 取消

功能	说明	纸带格式
刀具长度补偿 B (G43, G44, G49)		{G17 G18 G19} {G43 G44} {Z_ Y_ X_} H_ ; {G17 G18 G19} {G43 G44} H_ ; H : 刀具偏置号 G49 : 取消
刀具长度补偿 C (G43, G44, G49)		{G43 G44} α_ H_ ; α : 单轴地址 H : 刀具偏置号 G49 : 取消
刀具偏置 (G45 – G48)	G 45 增加 G 46 IP 减小 G 47 扩大两倍 G 48 IP 缩小两倍 补偿量	{G45 G46 G47 G48} IP_ D_; D : 刀具偏置号
比例缩放 (G50, G51)		G51 X_ Y_ Z_ {P_ I_ J_ K_} ; P, I, J, K : 比例缩放倍率 X, Y, Z : 比例缩放中心坐标 G50 : 取消
可编程镜像 (G50.1, G51.1)		G51.1 IP_ ; G50.1 ; ..... 取消
局部坐标系设定 (G52)		G52 IP_ ;
机床坐标系选择 (G53)		G53 IP_ ;

功能	说明	纸带格式
工件坐标系选择 (G54 – G59)		{ G54 : G59 } IP_ ;
单向定位 (G60)		G60 IP_ ;
切削方式(G64) **准确停止方式(G61)** **攻丝方式(G63)** **自动拐角倍率(G62)**		G64_ ； 切削方式 G61_ ； 准确停止方式 G63_ ； 攻丝方式 G62_ ； 自动拐角倍率
用户宏程序 (G65, G66, G67)		调用一次 G65 P_ L_ <指定自变量> ; P：程序号 L：重复次数 模态调用 G66 P_L_ <自变量赋值> ; G67 ; 取消
坐标系旋转 (G68, G69)		G68 { G17 X_ Y_ / G18 Z_ X_ / G19 Y_ Z_ } R α ; G69 ; 取消
固定循环 **(G73,G74,G76,G80-G89)**	**参阅 II.13 “简化编程功能”**	G80 ； 取消 { G73 / G74 / G76 / G81 / : / G89 } X_ Y_ Z_ P_ Q_ R_ F_ K_ ;
绝对指令/增量指令编程 (G90/G91)		G90_ ； 绝对指令 G91_ ； 增量指令 G90_ G91_ ； 并用

功能	说明	纸带格式
工件坐标系变更 (G92) **最大主轴速度钳制(G92)**		**G92 IP_；** 改变工件坐标系 **G92 S_；** 最大主轴速度钳制
工件坐标系预置 (G92.1)		G92.1 IP 0;
每分/每转进给 (G94, G95)	mm/min inch/min mm/rev inch/rev	**G94 F_；** 每分进给 **G95 F_；** 每转进给
恒表面切削速度控制 **(G96,G97)**		**G96 S_；** 启动恒表面切削速度控制 （表面速度指令） **G97 S_；** 取消恒表面切削速度控制 （最大主轴速度指令）
返回起始点/返回 R 点 (G98, G99)		G98_ ; G99_ ;

C 指令值范围

直线轴

- **进给丝杠用公制丝杠，毫米输入**

	增量系统	
	IS—B	**IS—C**
最小输入增量	0.001 mm	0.0001 mm
最小指令增量	0.001 mm	0.0001 mm
最大编程尺寸	±99999.999 mm	±9999.9999 mm
最大快速移动速度 **注**	240000 mm/min	100000 mm/min
进给速度范围 **注**	1~240000 mm/min	1~100000 mm/min
增量进给	0.001，0.01，0.1，1 mm/step	0.0001，0.001，0.01，0.1mm/step
刀具补偿	0~±999.999 mm	0~±999.9999 mm
停刀时间	0~99999.999 sec	0~9999.9999 sec

- **进给丝杠用公制丝杠，英寸输入**

	增量系统	
	IS—B	**IS—C**
最小输入增量	0.0001 inch	0.0001inch
最小指令增量	0.001inch	0.0001inch
最大编程尺寸	±9999.9999 inch	±393.70078 inch
最大快速移动速度 **注**	240000 mm/min	100000 mm/min
进给速度范围 **注**	0.01~9600 inch /min	0.01~4000 inch /min
增量进给	0.0001，0.001，0.01，0.1 inch/step	0.00001 ， 0.0001 ，0.001，0.01 inch/step
刀具补偿	0~±99.9999 inch	0~±99.9999 mm
停刀时间	0~99999.999 sec	0~9999.9999 sec

- **进给丝杠用英制丝杠，英寸输入**

	增量系统	
	IS—B	**IS—C**
最小输入增量	0.0001 inch	0.00001 inch
最小指令增量	0.0001 inch	0.00001 inch
最大编程尺寸	±9999.9999 inch	±9999.9999 inch
最大快速进给速度 **注**	9600 inch/min	4000 inch/min
进给速度范围 **注**	0.01~9600 inch /min	0.01~4000 inch/min
增量进给	0.0001，0.001，0.01，0.1 inch/step	0.00001 ， 0.0001 ，0.001，0.01 inch /step
刀具补偿	0~±99.9999 inch	0~±99.9999 inch
停刀时间	0~99999.999 sec	0~9999.9999 sec

- **进给丝杠用英制丝杠，毫米输入**

	增量系统	
	IS—B	**IS—C**
最小输入增量	0.001 mm	0.0001 mm
最小指令增量	0.0001 inch	0.00001 inch
最大编程尺寸	±99999.999 mm	±9999.9999 mm
最大快速移动速度 **注**	9600 inch/min	4000 inch/min
进给速度范围 **注**	1~240000 mm/min	1~100000 mm/min
增量进给	0.001，0.01，0.1，1 mm/step	0.0001，0.001，0.01，0.1mm/step
刀具补偿	0~±999.999 mm	0~±999.9999 mm
停刀时间	0~99999.999sec	0~9999.9999sec

旋转轴

	增量系统	
	IS—B	**IS—C**
最小输入增量	0.001 deg	0.0001 deg
最小指令增量	0.001 deg	0.0001 deg
最大编程尺寸	±99999.999 deg	±9999.9999 deg
最大快速移动速度 **注**	240000 deg/min	100000 deg/min
进给速度范围 **注**	1~240000 deg/min	1~100000 deg/min
增量进给	0.001，0.01，0.1，1 deg/step	0.0001，0.001，0.01，0.1deg/step

注

上表中所示进给速度范围受 CNC 插补能力的限制，作为一个整体系统，伺服系统的限制也要考虑在内。

D 图解计算

D.1 不精确的螺纹长度

如图 D.1（a）所示，由于自动加/减速造成在 δ_1 和 δ_2 部分螺纹的螺距通常是不精确的。

因此，在程序中应该留出 δ_1 和 δ_2 的距离，以保证工件上的精确的螺纹加工。

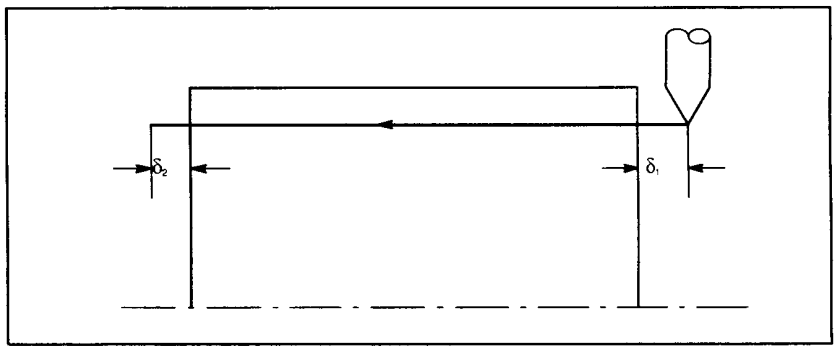


图 D.1(a) 不精确的螺纹位置

解释

- **如何确定 δ_2**

$\delta_2 = T_1 V$（mm）……..（1）

$$V = \frac{1}{60} RL$$

T_1：伺服系统的时间常数（sec）
V： 切削速度（mm/sec）
R： 主轴转速（min^{-1}）
L： 螺纹切削进给量（mm）

伺服系统的时间常数 T_1：通常为 0.033s。

- **如何确定 δ_1**

$$\delta_1 = \{t - T_1 + T_1 \exp(-\frac{t}{T})\} V \quad \text{…（2）}$$

$$\alpha = \exp(-\frac{t}{T}) \quad \text{……（3）}$$

T_1：伺服系统的时间常数（sec）
V： 切削速度（mm/sec）

伺服系统的时间常数 T_1：通常为 0.033s。

螺纹切削起始部分的螺纹螺距比指定的螺距 L 短。其允许误差为 ΔL。

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L}$$

当确定了 HαI 后，即可求得切削精确螺纹的时间。将时间 HtI 代入式（2）计算 δ_1，常数 V 和 T_1 与 δ_2 计算公式中的常数相同。但是由于 δ_1 的计算很复杂，所以可以采用下页的图表进行计算。

- **怎样使用图解计算法**

首先指定螺纹的精度等级和螺距。根据切削进给的加/减速时间常数，由（1）得到螺纹的精度 α（见图），当 V=10mm/s 时的 δ_1 值由（2）得到。其它切削速度（不是 10mm/s）时的 δ_1 值可由（3）得到。

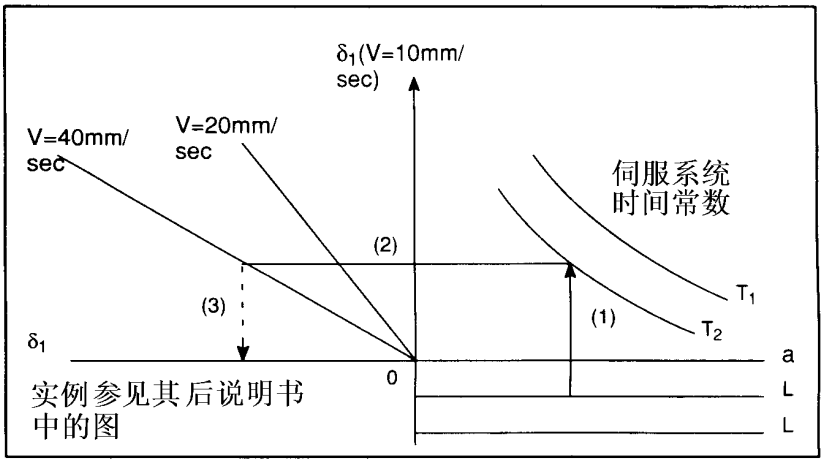


图 D.1(b) 图解计算法

注

δ_1 和 δ_2 的计算公式用于切削进给时间常数为 0 时的计算。

D.2 不精确螺纹长度的简单计算

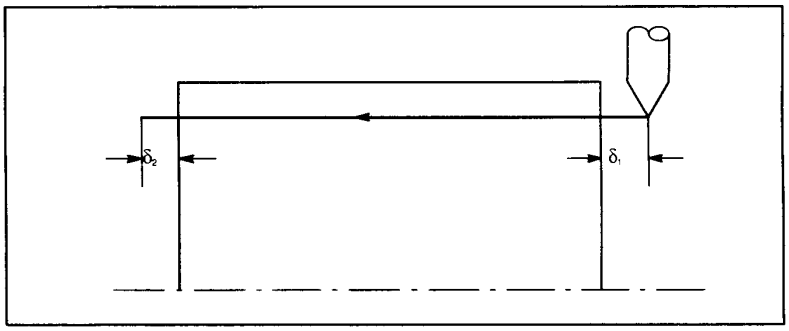


图 D.2(a) 不精确的螺纹部分

解释

- 如何确定 δ_2

$$\delta_2 = \frac{LR}{1800 * (mm)}$$

R：主轴转速（min^{-1}）
L：螺纹螺距（mm）

*当伺服系统的时间常数 T 为 0.033s 时。

- 如何确定 δ_1

$$\delta_1 = \frac{LR}{1800^*}(-1-\ln a) \quad (\text{mm})$$
$$= \delta_2(-1-\ln a)$$

R：主轴转速（min^{-1}）
L：螺纹螺距（mm）

*当伺服系统的时间常数
T：通常为 0.033s 时

下述为螺纹的允许值：

a	-1-Lna
0.005	4.298
0.01	3.605
0.015	3.200
0.02	2.912

例

R=350min^{-1}
L=1mm
a=0.01 则

$$\delta_2 = \frac{350 \times 1}{1800} = 0.194(mm)$$

$$\delta_1 = \delta_2 \times 3.605 = 0.701(mm)$$

- 参考

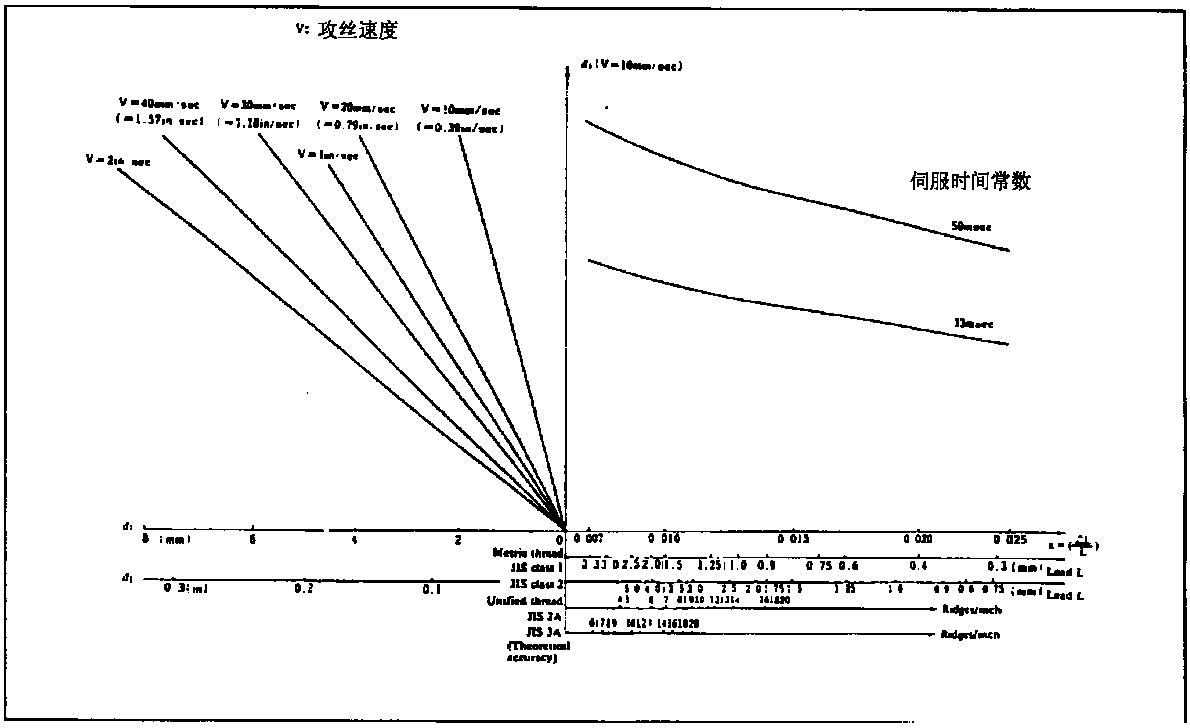


图 D.2(b)　获得接近距离 δ_1 的图解计算方法

D．3 拐角处的刀具路径

切削拐角形状时，由于伺服系统有时间滞后（由切削进给的指数函数加/减速或伺服电机定位系统引起的），实际的刀具轨迹（刀具中心轨迹）与编程轨迹有偏差，如图 D.3（a）所示。
图中指数加/减速时间常数 T_1 固定为 0。

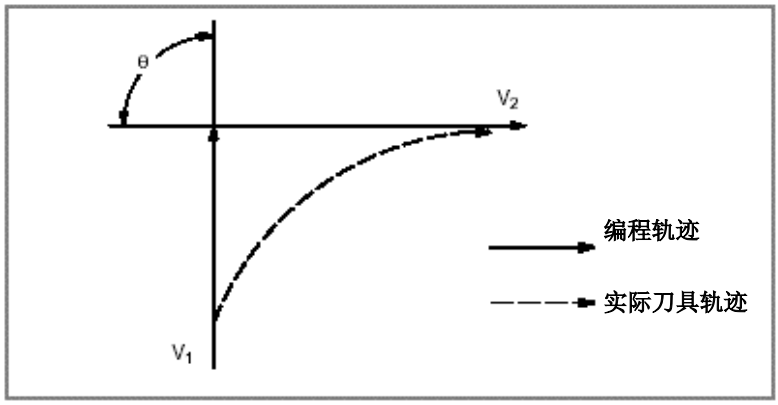


图 D.3(a) 实际刀具轨迹和编程轨迹之间的偏差

刀具轨迹由以下参数决定：

- **进给速度（V_1，V_2）**
- **拐角角度（θ）**
- **切削时指数加/减速时间常数（T_1）（T_1=0）**
- **缓冲寄存器中缓冲量的大小。**

以上参数通常用来理论分析刀具轨迹。上图绘制的刀具轨迹为一实例。实际编程时必须仔细考虑上述各项参数，以使加工出的工件形状满足所需精度。
换句话说，当工件的形状不满足理论要求的精度时，在指定的进给速度为 0 以前不能读入下一段指令。此时应该用停刀指令使工作台停止移动一段时间。

分析

根据以下条件对如图 D.3（b）所示刀具轨迹进行分析：
在拐角前和拐角后的两个程序段内进给速度为常数。
控制器有缓冲寄存器（误差量随纸带机的读入速度、下一程序段的字符数等的不同而不同）。

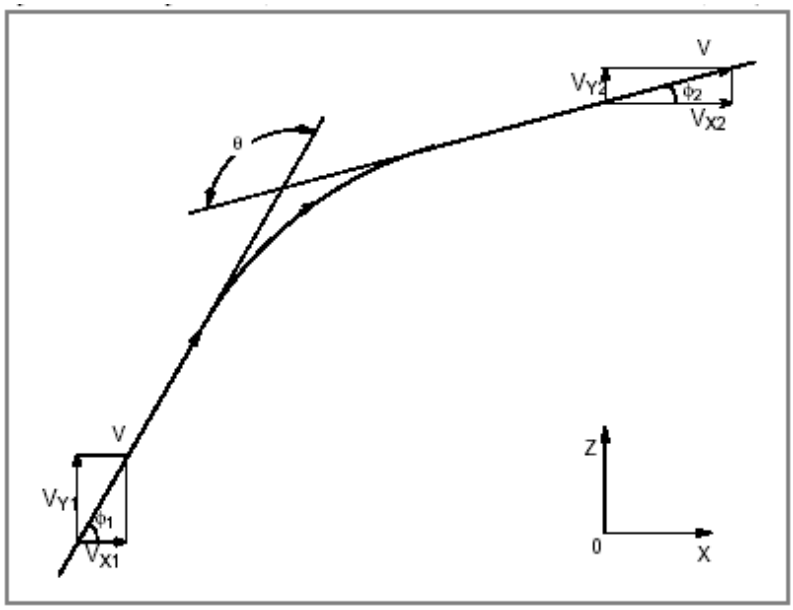


图 D.3(b) 刀具轨迹示例

- **条件和符号**

$V_{x1} = V\cos\varphi_1$
$V_{y1} = V\sin\varphi_1$
$V_{x2} = V\cos\varphi_2$
$V_{y2} = V\sin\varphi_2$
V： 拐角前后两个程序段的进给速度
V_{x1}：拐角前进给速度的 X 轴分量
V_{y1}：拐角前进给速度的 Y 轴分量
V_{x2}：拐角后进给速度的 X 轴分量
V_{y2}：拐角后进给速度的 Y 轴分量

θ： 拐角角度
φ_1：拐角前指定的轨迹方向与 X 轴的夹角。
φ_2：拐角后指定的轨迹方向与 Y 轴的夹角。

- 初始值计算

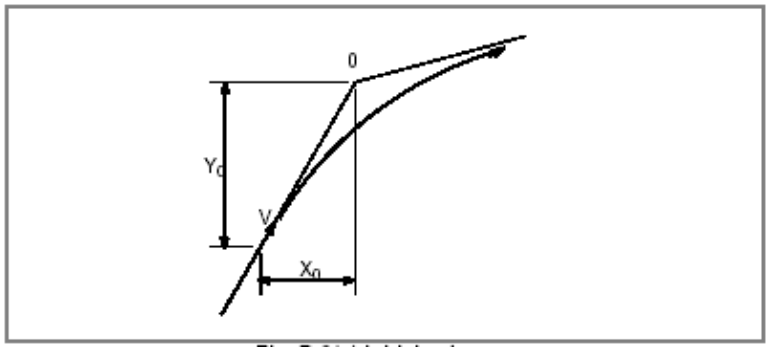


图 D.3(c) 初始值

拐角开始时的初始值，即控制器分配指令的终点坐标值由伺服电机定位系统的进给速度和时间常数确定。

$X_0 = V_{x1}(T_1+ T_2)$
$Y_0 = V_{y1}(T_1+ T_2)$
T_1：指数加/减速的时间常数（T = 0）
T_2：定位系统的时间常数（位置回路增益的倒数）

- 拐角刀具轨迹的分析

下面公式可计算在拐角部分 X 轴和 Y 轴方向的进给速度。

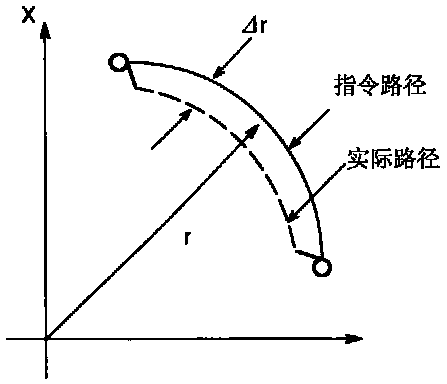
$$V_X(t) = (V_{X2} - V_{X1})[1 - \frac{V_{X1}}{T_1 - T_2}\{T_1 \exp(-\frac{t}{T_1}) - T_2 \exp(-\frac{t}{T_2})\} + V_{X1}]$$
$$= V_{X2}[1 - \frac{V_{X1}}{T_1 - T_2}\{T_1 \exp(-\frac{t}{T_1}) - T_2 \exp(-\frac{t}{T_2})\}]$$
$$V_Y(t) = \frac{V_{Y1} - V_{Y2}}{T_1 - T_2}\{T_1 \exp(-\frac{t}{T_1}) - T_2 \exp(-\frac{t}{T_2})\} + V_{Y2}$$

因此，在时间 *t* 的刀具轨迹的坐标值由下述公式计算：

$$X(t) = \int_0^t V_X(t)dt - X_0$$
$$= \frac{V_{X2} - V_{X1}}{T_1 - T_2}\{T_1^2 \exp(-\frac{t}{T_1}) - T_2^2 \exp(-\frac{t}{T_2})\} - V_{X2}(T_1 + T_2 - t)$$
$$Y(t) = \int_0^t V_Y(t)dt - Y_0$$
$$= \frac{V_{Y2} - V_{Y1}}{T_1 - T_2}\{T_1^2 \exp(-\frac{t}{T_1}) - T_2^2 \exp(-\frac{t}{T_2})\} - V_{Y2}(T_1 + T_2 - t)$$

D.4 圆弧切削的径向误差

使用伺服电机时，定位系统会造成指令轨迹和实际轨迹的误差。由于刀具是沿指令的线段行进，因此直线插补时没有形状误差。而在圆弧插补时，特别是当高速切削时，会产生径向误差。
误差由下式计算：



$$\Delta r = \frac{1}{2}(T_1{}^2 + T_2{}^2(1-\alpha^2))\frac{V^2}{r} \text{.....(1)}$$

Δr ： 径向误差的最大值(mm)
v ： 进给速度（mm/s）
r ： 圆弧半径（mm）
T_1 ： 切削进给指数加/减速的时间常数（T = 0）
T_2 ： 定位系统的时间常数（sec）（位置回路增益的倒数）
α ： 进给倍率（%）

在切削进给插补后的铃形加/减速和直线加/减速时的径向误差可由下列公式计算：
切削进给插补后的直线加/减速：

$$\Delta r = (\frac{1}{24}T_1{}^2 + \frac{1}{2}T_2{}^2(1-\alpha^2))\frac{V^2}{r}$$

切削进给插补之后的铃形加/减速：

$$\Delta r = (\frac{1}{48}T_1{}^2 + \frac{1}{2}T_2{}^2(1-\alpha^2))\frac{V^2}{r}$$

因此铃形加/减速和直线加/减速的半径误差小于指数加/减速中的半径误差，约为其 1/12。但是该误差不包括伺服回路的时间常数造成的误差。

由于加工半径 r(mm)和允许误差 Δr(mm)在实际加工时给出，所以进给速度 V 的极限值（mm/sec）可由公式（1）确定。

不同的机床设备其设定的切削进给加/减速时间常数是不同的，其设定值请参阅机床制造厂商提供的说明书。

E 通电、清除和复位时的状态

参数 CLR（No.3402#6）用来选择在清除时，将 CNC 置于清除状态还是置于复位状态（0：复位状态；1：清除状态）。

表中的符号表示如下的含义：

○：状态不改变或继续移动。

╳：状态被取消或中断移动。

项目		电源接通时	清除	复位
设置数据	偏置量	○	○	○
	通过 MDI 设置操作设定的数据	○	○	○
	参数	○	○	○
各种数据	存储器的程序	○	○	○
	缓冲区中的内容	╳	╳	○：MDI 方式 ╳：其他方式
	显示的顺序号	○	○ （**注 1**）	○ （**注 1**）
	非模态 G 代码	╳	╳	╳
	模态 G 代码	初始 G 代码。（G20 和 G21 为上次电源关闭时的状态）	初始 G 代码。（G20/G21 不改变）	○
	F	零	零	○
	S，T，M	╳	○	○
	K（重复次数）	╳	╳	╳
工件坐标值		零	○	○

项目		当电源接通时	清除	复位
操作	移动	×	×	×
	停刀	×	×	×
	M，S 和 T 代码的发出	×	×	×
	刀具长度补偿	×	取决于参数 LVK（No.5003#6）	○：MDI 方式 其它方式取决于参数 LVK（No.5003#6)
	刀具半径补偿	×	×	○：MDI 方式 ×：其他方式
	调用存储的子程序号	×	×（注 2）	○：MDI 方式 ×：其他方式 （注 2）
输出信号	CNC 报警信号 AL	如果没有报警就熄灭	如果没有报警就熄灭	如果没有报警就熄灭
	返回参考位置结束灯	×	○（×：紧急停止）	○（×：紧急停止）
	S，T 和 B 代码	×	○	○
	M 代码	×	×	×
	M，S 和 T 选通信号	×	×	×
	主轴旋转信号 （S 模拟信号）	×	○	○
	CNC 就绪信号 MA	ON	○	○
	伺服就绪信号 SA	ON （非伺服报警时）	ON （非伺服报警时）	ON（非伺服报警时）
	循环启动灯（STL）	×	×	×
	进给暂停灯（SPL）	×	×	×

注
1．当找到程序头时，显示主程序号。
2．当子程序执行期间执行复位时，控制将返回主程序头。
不能从子程序的中间部分开始执行程序。

F 字符-代码对应表

字符	代码	注释	字符	代码	注释
A	065		6	054	
B	066		7	055	
C	667		8	056	
D	068		9	057	
E	069			032	空格
F	070		!	033	感叹号
G	071		“	034	双引号
H	072		#	035	#
I	073		$	036	美元符号
J	074		%	037	百分号
K	075		&	038	与符号
L	076		‘	039	单引号
M	077		(	040	左括号
N	078		)	041	右括号
O	079		*	042	星号
P	080		+	043	加号
Q	081		,	044	逗号
R	082		-	045	减号
S	083		.	046	句号
T	084		/	047	斜杠
U	085		:	058	冒号
V	086		;	059	分号
W	087		<	060	左尖角号
X	088		=	061	等号
Y	089		>	062	右尖角号
Z	090		?	063	问号
0	048		@	064	HAtl 标志
1	049		[	091	左方括号
2	050		^	092	
3	051		]	094	右方括号
4	052		_	095	下划线
5	053				

G 报警表

1） 程序错误（P/S 报警）

序号	信息	内容
000	请关闭电源	设置了需要关闭电源的参数后必须关闭电源。
001	TH 奇偶校验报警	TH 报警（输入了不正确的奇偶校验字符）。请纠正纸带。
002	TV 奇偶校验报警	TV 报警（程序段中的字符数是奇数）。TV 检查有效时，此报警将发生。
003	数字位太多	输入了超过允许位数的数据。（参见最大指令值一项）。
004	地址没找到	在程序段的开始无地址而输入了数字或字符“—”。修改程序。
005	地址后面无数据	地址后面无适当数据而是另一地址或 EOB 代码。修改程序。
006	非法使用负号	符号“—”输入错误（在不能使用负号的地址后输入了“—”符号或输入了两个或多个“—”符号）。修改程序。
007	非法使用小数点	小数点“.”输入错误(在不允许使用的地址中输入了“.”符号，或输入了两个或多个“.”符号)。修改程序。
009	输入非法地址	在有效信息区输入了不能使用的字符。 修改程序。
010	不正确的 G 代码	使用了不能使用的 G 代码或指令了无此功能的 G 代码。 修改程序。
011	无进给速度指令	在切削进给中未指令进给速度或进给速度不当。 修改程序。
014	不能指令 G95	没有螺纹切削/同步进给功能时，指令了同步进给。
015	指令了太多的轴	超过了允许的同时控制轴数。
020	超出半径公差	在圆弧插补（G02 或 G03）中，起始点与圆弧中心的距离不同于终点与圆弧中心的距离，差值超过了参数 3410 中指定的值。
021	指令了非法平面轴	在圆弧插补中，指令了不在所选平面内（用 G17，G18，G19）的轴。 修改程序。
022	没有圆弧半径	在圆弧插补中，不管是 R（指定圆弧半径），还是 I，J 和 K（指定从起始点到中心的距离）都没有被指令。
025	在 G02/G03 中不能指令 F0	在圆弧插补中，指令了 F1 位数 F0。 修改程序。
027	在 G43/G44 中没有轴指令	在刀具长度补偿 C 的程序段 G43 和 G44 中，没有指定轴地址。 补偿未被取消，但另一轴加了刀具长度补偿 C。 修改程序。
028	非法的平面选择	在平面选择指令中，同一方向上指令了两个或更多的轴。 修改程序。
029	非法偏置值	由 H 代码指定的补偿值太大。 修改程序。
030	非法补偿号	由 D/H 代码指定的刀具长度补偿号或刀具半径补偿号太大。另外，由 P 代码指定的工件坐标系号也太大。 修改程序。

序号	信息	内　　容
031	G10 中有非法 P 指令	由 G10 设定偏置量时，偏置号的指令 P 值过大或未被指定。 修改程序。
032	G10 中有非法补偿值	由 G10 设定偏置量时或由系统变量写入偏置量时，偏置量过大。
033	在 CRC 中无结果	刀具补偿 C 方式中的交点不能确定。 修改程序。
034	圆弧指令时不能起刀或取消刀补	刀具补偿 C 方式中 G02 或 G03 指令时企图起刀或取消刀补。 修改程序。
036	不能指令 G31	在刀具补偿方式中，指令了跳转切削（G31）。 修改程序。
037	在 CRC 中不能改变平面	由 G17，G18 或 G19 选择的平面在刀具补偿 C 中被改变。 修改程序。
038	在圆弧程序段中的干涉	在刀具补偿 C 方式中，将出现过切，因为圆弧起始点或终止点与圆弧中心相同。 修改程序。
041	在 CRC 中有干涉	在刀具补偿 C 方式中，将出现过切。刀具补偿方式下连续指令了两个没有移动指令只有停刀指令的程序段。 修改程序。
042	在 CRC 中不允许指令 G45/G48	在刀具半径补偿中，指令了刀具偏置（G45～G48）。 修改程序。
044	在固定循环中不允许指令 G27/G30	在固定循环方式中，指令了 G27～G30 中的一个。 修改程序。
045	地址 Q 未发现（G73/G83）	在固定循环 G73/G83 中，没有每次切深（Q）指定。 修改程序。
046	非法的参考点返回指令	在第 2、第 3 和第 4 参考点返回指令中，指令了 P2、P3 和 P4 之外的指令。
050	在螺纹切削程序段中不允许 CHF/CNR	在螺纹切削程序段中，指定了倒角和拐角 R。 修改程序。
051	在 CHF/CNR 之后错误移动	在倒角或拐角 R 后面的程序段中指定了错误的移动指令或移动距离。 修改程序。
052	在 CHF/CNR 之后不是 G01 代码	倒角或拐角 R 后面的程序段，不是 G01、G02 或 G03 指令。 修改程序。
053	太多的地址指令	在没有 CHF/CNR 功能的系统中，指令了逗号。在有 CHF/CNR 功能的系统中，逗号之后指令了 R 或 C 之外的符号。 修该程序。
055	CHF/CNR 中错误的移动值	在任意倒角或拐角 R 的程序段中，移动距离小于倒角或拐角 R 值。
058	未发现终点	在任意倒角或拐角 R 的程序段中，指定轴不在所选择的平面内。 修改程序。
059	未发现程序号	在外部程序号检索或外部工件号检索中，未发现指定程序号。或者指定的程序在背景中被编辑。或者内存中没有非模态宏程序调用的程序。请检查程序号和外部信号。或中止背景编辑。
060	未发现顺序号	在顺序号搜寻中未发现指令的顺序号。检查顺序号。
070	存储器容量不足	内存不足。 删除不必要的程序，重试。
071	未发现数据	未发现要搜寻的地址。或在程序检索中未发现指定程序号的程序。 检查数据。
072	太多的程序数量	存储的程序数量超过 63（基本）或 200（选择）个。 删除不要的程序，重新执行程序存储

序号	信息	内 容
073	程序号已经使用	被指令的程序号已经使用。 改变程序号或删除不要的程序，重新执行程序存储。
074	非法程序号	程序号为 1～9999 之外的数。 改变程序号。
075	保护	企图存储一个被保护的程序号。
076	没有定义地址 P	在 M98、G65 或 G66 的程序段中未指令地址 P（程序号）。 修改程序。
077	子程序嵌套错误	子程序调用超过了 5 重。 修改程序。
078	未发现序号	在 M98、M99、M65 或 G66 的程序段中未发现由地址 P 指定的程序号或顺序号。没有发现由 GOTO 语句指定的顺序号。或者，调用的程序在背景程序中被编辑。修改程序或中止背景编辑。
079	程序校验错误	在存储器或程序校对中，存储器中的程序与从外部输入/输出设备读到的程序不一致。检查存储器中的和外部设备的程序。
080	G37 没有到达信号	在自动刀具长度测量功能中（G37），测量位置到达信号（XAE，YAE，ZAE）未在参数 6254（值 ε ）指定的范围内输出。 设置和操作错误。
081	G37 中未发现补偿号	刀具长度自动测量（G37）中未指定 H 代码。（自动刀具长度测量功能） 修改程序。
082	G37 中不允许指令 H 代码	在同一程序段中指定了 H 代码和自动刀具补偿指令（G37）。（自动刀具长度测量功能） 修改程序。
083	G37 中非法轴指令	在自动刀具长度测量中，指定了无效轴或指令为增量值。 修改程序。
085	通讯错误	当使用阅读机/穿孔机接口向存储器输入数据时，出现溢出、奇偶或帧格式的错误。 输入数据位数或波特率的设置或输入/输出设备不正确。
086	DR 信号断开	当使用阅读机/穿孔机接口向存储器输入数据时，阅读机/穿孔机的就绪信号（DR）关闭。 输入/输出设备的电源关闭或未连接电缆或 P.C.B 故障.。
087	缓冲区溢出	当使用阅读机/穿孔机接口向存储器输入数据时，尽管指定了读入终止指令，但在读入 10 个字节后，输入仍不中断。 输入/输出设备或 P.C.B.故障。
090	参考点返回未完成	参考点返回的起点太接近于参考点或速度太慢使得不能执行参考点返回。 参考点离起点要足够远或为参考点返回指定适当快的速度。
091	参考点返回未完成	在自动运行的中止状态，不能进行手动参考点返回。
092	不在参考点的轴	G27（参考点返回检查）指令不能返回到参考点。
094	不允许 P 型（坐标改变）	程序再启动时，不能指定 P 型。（自动运行被中断之后，执行坐标系设定操作。） 按照操作说明书进行正确的操作。
095	P 型不允许(EXT OFS CHG)	程序再启动时，不能指定 P 型。（自动运行被中断之后，外部改变了工件偏移量。） 按照操作说明书进行正确的操作。

序号	信息	内 容
096	P 型不允许(WRK OFS CHG)	程序再启动时，不能指定 P 型。（自动运行被中断之后，外部改变了工件偏移量。） 按照操作说明书进行正确的操作。
097	P 型不允许（自动执行）	程序再启动时，不能指定 P 型。（急停后或 P/S 报警 94-97 复位后，未执行自动运行） 执行自动运行。
098	在顺序返回中发现 G28	通电后、急停后或程序中有 G28，但未回参考点即执行程序再启动。 执行返回参考点操作。
099	检索之后不允许执行 MDI	在程序再启动中，检索完成后，用 MDI 给出了移动指令。
100	参数写入有效	在参数（设置）屏幕上，PWE（参数写入有效）被设置为 1。 将该参数设置为 0，然后再启动系统。
101	请清除存储器	当用程序编辑操作对内存执行写入操作时，关闭了电源。如果该报警出现，按住<PROG>键，同时按住<RESET>键清除存储器，但是只删除编辑的程序。 存储被删除的程序。
109	G08 中格式错误	在 G08 代码中 P 后指定了除 0 或 1 之外的值或没有值被指定。
110	数据溢出	固定小数点显示数据的绝对值超过了允许范围。 修改程序。
111	计算数据溢出	计算结果在允许范围（-10^{47} 到-10^{-29}，0 和 10^{-29} 到 10^{47}）之外。
112	被零除	指定的除数为零（包括 tan90°）
113	不正确指令	在用户宏程序中指定了不能用的功能指令。 修改程序。
114	宏程序格式错误	<公式>的格式出错。 修改程序。
115	非法变量号	在用户宏程序中指定了不能作为变量号的值。 修改程序。
116	写保护变量	赋值语句的左边的变量不允许赋值。 修改程序。
118	括号嵌套错误	括弧的嵌套超过了上限（五重）。 修改程序。
119	非法自变量	SQRT 的自变量、BCD 的自变量为负数或在 BIN 变量中的每一行为 0-9 之外的值。 修改程序。
122	四重的宏模态-调用	宏模态-调用的嵌套层次为 4 重。 修改程序。
123	DNC 中不能使用宏指令	在 DNC 操作期间，使用了宏指令。 修改程序。
124	缺少结束状态	DO-END 没有一一对应。 修改程序。
125	宏程序格式错误	<公式>格式错误。 修改程序。
126	非法循环数	对 DO n 循环，条件 1≤n≤3 不满足。 修改程序。
127	NC 指令和宏指令在同一程序段	NC 指令和用户宏指令语句共存。 修改程序。
128	非法宏指令顺序号	在分支指令中的顺序号不是 0-9999，或未被检索到。 修改程序。

序号	信息	内 容
129	非法自变量地址	<自变量赋值>的地址不对。 修改程序。
130	非法轴操作	PMC 的轴控制指令输出到了由 CNC 控制的轴。或 CNC 的轴控制指令输出到了 PMC 控制的轴。 修改程序。
131	太多的外部报警信息	出现 5 个或 5 个以上的外部报警信息。 检查 PMC 梯形图。
132	未发现报警号	外部报警信息的报警号不存在。 检查 PMC 梯形图。
133	EXT.报警信息中非法数据	外部报警信息或外部操作信息中部分数据错误。 检查 PMC 梯形图。
135	非法角度指令	分度工作台的分度角不是角度单位的倍数。 修改程序。
136	非法轴指令	在分度工作台分度中，同 B 轴一起指令了另一轴。 修改程序。
139	不能改变 PMC 控制轴	PMC 轴控制选择轴错误。 修改程序。
141	CRC 中不能指令 G51	刀具偏置方式中 G51（缩放）被指令。 修改程序。
142	非法比例率	指令了 1 到 999999 之外的比例缩放倍率。 修正比例缩放比例设置（G51Pp..或参数 5411、5421）
143	缩放运动数据溢出	比例缩放结果，移动距离，坐标值和圆弧半径超过最大指令值。 修正程序或比例缩放倍率。
144	非法平面选择	坐标旋转平面和圆弧或刀具半径补偿 C 平面必须一样。 修改程序。
148	非法数据设定	自动拐角减速速度在判断角范围设定值之外。 修改参数（No.1710-1714）。
149	G10 L3 中格式错误	扩展型刀具寿命管理中 Q1，Q2，P1，P2 以外的代码被指定为寿命计数类型。
150	非法刀具组号	刀具组号超出最大允许值。 修改程序。
151	未发现刀具组号	机床程序中指令的刀具组未设置。修改程序或参数值。
152	刀具数据不能存储	一组内的刀具号超出最大允许值。 修改刀具号。
153	未发现 T 代码	程序中指定的刀号 T 未在刀具寿命数据中存储。或者换刀方式 D 中只指令了 M06，未指定刀号。修改程序。
154	未用寿命组中刀具	未指令刀组时指令了 H99 或 D99。
155	M06 中非法 T 代码	加工程序中，在同一程序段的 M06 和 T 代码与使用的刀组不一致。 修改程序。
156	未发现 P/L 指令	在设置刀具组的程序开始部分，没有指定 P 和 L。
157	太多的刀具组	设置的刀具组号超过最大允许值。见参数 GS1,GS2(NO.6800 第 0 位和第 1 位)。 修改程序。
158	非法刀具寿命数据	设置的刀具寿命太长。 修改设置值。
159	刀具数据设定未完成	设定寿命数据时电源断电。 重新设置。

序号	信息	内 容
175	非法 G107 指令	启动获取消圆柱插补时的条件不正确。 进入圆柱插补方式的指令格式应为“G07.1 旋转轴名 圆柱半径”。
176	G107 中有不正确的 G 代码	在圆柱插补方式中不能指令下述任意一种 G 代码。 （1）定位 G 代码，如 G28,G73,G74,G76,G81-G89 等，包括在快速移动循环时指定的这些代码。 （2）设定坐标系的 G 代码：G52,G92。 （3）选择坐标系的 G 代码：G53,G54-59。 修改程序。
177	和校验错误 (G05 方式)	和校验错误。 修改程序。
178	在 G41/G42 方式中指令了 G05	在 G41/G42 方式中指令了 G05。 修改程序。
179	参数 N0.7510 设定错误	参数 N0.7510 设定的控制轴数超过了最大值。 修改程序。
180	通讯错误（远程缓冲）	发生远程缓冲连接报警。 确认电缆号、参数及 I/O 设备。
190	非法轴选择	恒表面切削速度控制中，指定轴是错误的。（见参数 No.3770）。指定轴的指令 P 中有非法数据。 修改程序。
194	同步控制方式中的主轴指令	在串行主轴的同步控制方式中指定了轮廓控制方式、主轴定位方式、（Cs 轴控制）方式或刚性攻丝方式，。 修改程序提前解除串行主轴同步控制方式。
197	主轴方式中指令了 C 轴控制	当信号 CON（DGN=G027#7）关闭时，程序指定了沿 Cs 轴的移动。 修改程序或在梯形图程序找出信号未接通的原因。
199	宏程序字未定义	未定义宏程序字。 修改程序。
200	非法 S 方式指令	刚性攻丝中，S 值在范围之外或未被指定。 刚性攻丝中，S 的最大值用参数（No.5241-5243）指定。 改变参数设置或修改程序。
201	刚性攻丝中未发现进给速度	刚性攻丝中无 F 值。修改程序。
202	位置 LSI 溢出	刚性攻丝中，主轴的分配值太大。
203	刚性攻丝中程序不对	刚性攻丝中，程序中的 M 代码（M29）或 S 指令的位置不正确。 修改程序。
204	非法轴操作	刚性攻丝中，在 M 代码（M29）程序段和 G84(G74)程序段之间指定轴的移动。 修改程序。
205	刚性方式 DI 信号关闭	指令了 M 代码（M29）执行 G84（或 G74）时，刚性攻丝信号（DGN—G61#1）不是 1。 检查梯形图，找出其原因。
206	不能改变平面（刚性攻丝）	在刚性方式指令了平面的切换。 修改程序。
207	攻丝数据不对	在刚性攻丝中指定的距离太短或太长。
210	不能指令 M198/M99	1． 在计划调度方式指令了 M198 和 M199 或在 DNC 操作中执行了 M198。 2． 在多重型腔加工固定循环中，指定了宏程序中断并且执行了 M99。

序号	信息	内 容
212	非法平面选择	指令了倒角或拐角 R 或在平面中有一附加轴。 修改程序。
213	同步控制方式中 有非法指令	在简易同步控制中出现下述报警： 1）程序指定了从动轴的移动指令。 2）程序指令了手动连续进给/手动进给/增量进给指令到从动轴。 3）程序指定了自动参考点返回指令但开机后并未进行手动参考点返回。 4）主动轴和从动轴之间的位置误差超过了参数 No.8313 的设定值。
214	同步控制方式中 有非法指令	在同步控制中执行了坐标系设定或平移型的刀具补偿。 修改程序。
224	返回参考点	在自动运行启动之前，未执行参考点返回。
231	G10 或 L50 中的非法格式	在程序参数输入的指定格式中，下述错误出现： 1）地址 N 或 R 未被输入。 2）未指定参数号。 3）轴号太大。 4）轴号被指定到不是轴型的参数中。 5）轴号未被指定在轴型参数中。 6）当有口令保护时，企图修改参数 No.3202 的第 4 位（NE9）和 No.3210(PSSWD)。 修改程序。
232	指令的螺旋插补轴太多	3 个轴或更多轴被指定为螺旋插补轴。
233	设备忙	其它操作正在使用与 RS-232-C 口连接的设备。
239	BP/S 报警	正在进行背景编辑时执行穿孔操作。
240	BP/S 报警	在 MDI 操作期间进行背景编辑。
253	不能执行 G05	在先行控制方式（G08 P1）中指定了使用高速远程缓冲（G05）或高速循环加工（G05）的二进制输入操作。 在指定这些指令前，先指令 G08 P0 取消先行控制方式。
5010	记录结束	指令了记录结束符（%）。
5020	程序再启动参数错误	程序再启动的参数设定错误。
5046	非法参数（线性补偿）	指定了非法的线性补偿参数，可能的原因如下： 1) 没有与指定的移动轴名或补偿轴参数对应的轴。 2) 多于 128 个点的螺距误差补偿点没有按顺序排列。 3) 线性补偿点没有按顺序排列。 4) 线性补偿点不在最大正向坐标和最大负向坐标的螺距误差补偿点的范围内。 5) 对各个补偿点指定的补偿值太小或太大。
5073	无小数点	必须指定小数点的指令未指令小数点。
5074	地址重复错误	在一个程序段中同一地址出现过多次。或者程序段中有两个或更多属于同一组的 G 代码。
5110	非法 G 代码 （G05.1 Q1 方式）	在 AI 先行控制方式中指令了非法 G 代码。
5111	非法 G 代码（G05.1 Q1 ）	当指令 AI 先行控制方式时，存在一个非法的非模态 G 代码。
5112	不能指令G08 (G05.1 Q1)	在 AI 先行控制方式中指定了先行控制（G08）。
5114	不是停止位置(G05.1 Q1)	在手动干预后重新启动程序时，没有恢复手动干预的坐标值。

序号	信息	内　　容
5134	FSSB：接通准备超时	初始化期间不能接通 FSSB。
5135	FSSB：方式错误	FSSB 的方式错误。
5136	FSSB：放大器数量少	FSSB 识别的放大器数量小于指定的控制轴数。
5137	FSSB：结构错误	FSSB 检测到一个结构错误。
5138	FSSB：轴的设定未完成	在自动设定模式下没有执行轴的设定。 在 FSSB 设定画面执行轴的设定。
5139	FSSB：错误	伺服初始化没有正常结束。 可能是光缆损坏，或者是从放大器到另外一个模块的连接有错误。 检查光缆和连接状态。
5156	非法轴操作(AICC)	在 AI 先行控制方式中，改变了控制轴选择信号（PMC 轴控制）。 在 AI 先行控制方式中，改变了简易同步轴选择信号。
5157	参数为 0(AICC)	最大切削进给参数设置为 0（参数 No.1422 或 1432）。 插补前加/减速的参数设置为 0（参数 No.1770 或 1771）。 正确设置参数。
5197	FSSB：接通超时	在 CNC 允许接通 FSSB 时，不能接通 FSSB。
5198	FSSB：不能读取 ID 数据	由于一个临时分配错误不能读取放大器的初始 ID 信息。
5212	SCREEN COPY:PARAMETER ERROR	参数设置不正确。请检查 I/O 通道(参数 No.20)是否为 4。
5213	SCREEN COPY:COMMUNICATION ERROR	不能使用存储卡。请检查存储卡。(写入保护 ON 和故障等)
5214	SCREEN COPY:DATA TRANSFER ERROR	向存储卡传输数据失败。请检查是否为存储卡的可用空间不足，或是在传输数据中没有拔出存储卡。
5220	参考点调整方式	设定了自动设定参考点的参数（参数 No.1819#2=1）。 执行自动设定。 （手动将机床移动到参考点，然后执行手动返回参考点操作） 补充说明：自动设定完成后，参数 No.1819#2 自动变为 0。
5222	SRAM 纠正错误	不能纠正 SRAM 的纠正错误。 原因：在存储器初始化期间发生错误。 措施：更换主印刷版（SRAM 模块）。
5227	未找到文件	在与内置手持文件盒通讯时，没有找到指定文件。
5228	文件同名	内置手持文件盒中有相同的文件名。
5229	写保护	内置手持文件盒中的软盘处于写保护状态。
5231	文件过多	在与内置手持文件盒通讯时，文件数量超过了限制。
5232	数据溢出	内置手持文件盒中的软盘空间不足。
5235	通讯错误	在与内置手持文件盒通讯时，发生了通讯错误。
5237	读取错误	不能读取内置手持文件盒中的软盘内容。可能是软盘已损坏或者是磁头太脏，也可能是手持文件盒已损坏。
5238	写入错误	不能向内置手持文件盒中的软盘执行写入。可能是软盘已损坏或者是磁头太脏，也可能是手持文件盒已损坏。
5257	MDI 方式中不允许 G41/G42	在 MDI 方式中，指定了 G41/G42（刀具半径补偿 C：M 系列，刀尖补偿：T 系列）（取决于参数 No.5008 的第 4 位的设置）。
5303	触摸屏错误	触摸屏发生了错误： 原因如下： 1) 持续按压触摸屏。 2) 在电源接通过程中按压了触摸屏。 排除上述原因后重新接通电源。

序号	信息	内 容
5306	方式切换错误	使用非模态宏程序调用时，开始并没有正常切换方式。
5311	FSSB：错误连接	1) 当在参数 No.1023 中设置的某个奇数号的轴与紧随其后的那个偶数号的轴没有通过 FSSB 连接在同一个放大器上时会出现该报警。 2) 当系统不满足高速 HRV 控制的限制要求、两个 FSSB 的电流控制周期不同、指定的脉冲发生器模块连接到不同通道的 FSSB 时，会出现该报警。

2）背景编辑报警

序号	信息	内容
???	BP/S 报警	BP/S 报警号与普通编辑时出现的 P/S 报警号相同。 （P/S 报警 No.070，071，072，073，074，085-087）。 修改程序。
140	BP/S 报警	在后台企图选择或删除在前台已选择的程序（注）。 正确使用背景编辑。

注：
背景编辑中的报警显示在背景编辑画面的键输入行，而并非显示在通常的报警画面。用 MDI 键盘可以使其复位。

3）绝对脉冲编码器（APC）报警

序号	信息	内容
300	n-轴原点返回	n-轴（n=1-4）要求手动返回参考点。
301	APC 报警：n-轴通讯	n-轴（n=1-4）APC 通讯错误。数据传输失败。 可能原因包括 APC 错误，电缆，或伺服接口模块故障。
302	APC 报警：n-轴超时	n-轴（n=1-4）APC 超时错误。数据传输失败。 可能原因包括 APC 错误，电缆，或伺服接口模块故障。
303	APC 报警：n-轴数据格式	n-轴（n=1-4）APC 数据格式错误。数据传输失败。 可能原因包括 APC 错误，电缆，或伺服接口模块故障。
304	APC 报警：n-轴奇偶	n-轴（n=1-4）APC 奇偶错误。数据传输失败。 可能原因包括 APC 错误，电缆，或伺服接口模块故障。
305	APC 报警：n-轴脉冲错误	n-轴（n=1-4）APC 脉冲错误报警。 APC 报警。APC 或电缆错误。
306	APC 报警： n-轴电池电压为 0	n-轴（n=1-4）APC 电池电压太低以致于数据不能被保存。 APC 报警。电池或电缆错误。
307	APC 报警： n-轴电池电压低 1	n-轴（n=1-4）APC 电池电压低必须更换电池。 APC 报警。更换电池。
308	APC 报警： n-轴电池电压低 2	n-轴（n=1-4）APC 电池电压低必须更换电池（包括电源关闭）。 APC 报警。更换电池。
309	APC 报警： n 轴返回参考点不可能	在电机还从未转动过时即执行机床返回参考点。应先将电机转几转，关掉电源然后开机再执行参考点返回。

4）串行脉冲编码器（SPC）报警

序号	信息	内 容
360	n-轴：校验和异常（内装）	内装脉冲编码器发生校验和错误。
361	n-轴：相位数据异常（内装）	内装脉冲编码器发生相位数据错误。
362	n-轴：回转数据异常（内装）	内装脉冲编码器发生旋转速度计数错误。
363	n-轴：时钟异常（内装）	内装脉冲编码器发生时钟错误。
364	n-轴：软相位报警（内装）	数字伺服软件在内装脉冲编码器内检测到无效数据。
365	n-轴：灯损坏（内装）	内装脉冲编码器发生灯错误。
366	n-轴：脉冲遗漏（内装）	内装脉冲编码器发生脉冲错误。
367	n-轴：计数遗漏（内装）	内装脉冲编码器发生计数错误。
368	n-轴：串行数据错误（内装）	不能接收来自内装脉冲编码器的通讯数据。
369	n-轴：数据传输错误（内装）	接收到的来自内装脉冲编码器的通讯数据发生 CRC 错误或停止位错误。
380	n-轴：灯损坏（分离）	分离型检测器错误。
381	n-轴：相位异常（分离型直线尺）	分离型直线尺发生相位数据错误。
382	n-轴：计数遗漏（分离）	分离型检测器发生计数错误。
383	n-轴：脉冲遗漏（分离）	分离型检测器发生脉冲错误。
384	n-轴：软相位报警（分离）	数字伺服软件在分离型检测器内检测到无效数据。
385	n-轴：串行数据错误（分离）	不能接收来自分离型检测器的通讯数据。
386	n-轴：数据传输错误（分离）	接收到的来自分离型检测器的通讯数据发生 CRC 错误或停止位错误。
387	n-轴：编码器异常（分离）	分离型检测器发生错误。详细内容请联系检测器生产商。

- **串行脉冲编码器报警**

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
202		CSA	BLA	PHA	PCA	BZA	CKA	SPH

#6（CSA）：校验和检查报警。

#5（BLA）：电池电压低报警。

#4（PHA）：相位数据错误报警。

#3（PCA）：速度计数故障报警。

#2（BZA）：电池零电压报警。

#1（CKA）：时钟报警。

#0（SPH）：软相位数据故障报警。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
203	DTE	CRC	STB	PRM				

#7（DTE）：数据错误报警。

#6（CRC）：CRC 错误报警。

#5（STB）：停止位错误报警。

#4（PRM）：参数错误报警。在此情况下，还会出现伺服参数错误报警（No.417）。

5）伺服报警

序号	信息	内容
401	伺服报警： n-轴 VRDY OFF	n-轴（轴 1-4）伺服放大器 READY 信号（DRDY）断开。
402	伺服报警： SV 卡不存在	没有轴控制卡。
403	伺服报警： 卡/软件不匹配	轴控制卡和伺服软件的组合错误。 可能的原因有： ● 没有提供正确的轴控制卡。 ● 在 Flash Memory 中没有安装正确的伺服软件。
404	伺服报警： n-轴 VRDY ON	尽管 n-轴（1-4）READY 信号（MCON）断开，伺服放大器 READY 信号（DRDY）仍为 1。或当电源打开时，即使 MCON 断开，DRDY 仍接通。 检查伺服接口模块和伺服放大器的连接。
405	伺服报警： （零点返回错误）	位置控制系统错误。在参考点返回中由于 NC 或伺服系统错误，可能不能正确执行返回参考点。 用手动参考点返回再试。
407	伺服报警：超差	在简易同步控制中发生了如下错误：同步轴间的机床坐标位置偏差超过了参数 No.8314 的设定值。
409	伺服报警： n-轴转矩报警	检测到伺服电机负载异常。或者，在 Cs 方式中检测到主轴电机负载异常。
410	伺服报警：n-轴超差	当 n-轴（轴 1-4）停止时位置误差超过了参数 No.1829 的设定值。 参阅排除故障步骤。
411	伺服报警：n-轴超差	当 n-轴（轴 1-4）移动时位置误差超过了参数 No.1828 的设定值。 参阅排除故障步骤。
413	伺服报警： n-轴 LSI 溢出	n-轴（轴 1-4）的误差寄存器中的数值超过了 $\pm 2^{31}$。 这个错误通常是由于参数设置不正确造成的。
415	伺服报警： n-轴移动太快	在 n-轴（轴 1-4）中定的速度高于 524288000 单位/秒。 这个错误是由于 CMR 设置不正确造成的。
417	伺服报警：n-轴参数不正确	n-轴（轴 1-4）在下面任一条件下产生报警。（数字伺服系统报警） 1）参数 No.2020（电机型号）设置的值超出指定范围。 2）没有给参数 No.2022（电机旋转方向）设置正确的值（111 或-111） 3）参数 No.2023（电机每转速度反馈脉冲数）设置了非法数据（小于 0 的值，等等） 4）参数 No.2024（电机每转位置反馈脉冲数）设置了非法数据（小于 0 的值，等等） 5）没有设置参数 No.2084 和 No.2085（柔性齿轮比） 6）参数 1023（伺服轴号）设定值不在<1~控制轴数>范围内，或者是没有按照大小顺序设置（例如：4 没有设在 3 的后面）。
420	伺服报警： n-轴同步转矩	简易同步控制中，主动轴和从动轴之间的转矩差超过了参数 No.2031 的设定值。
421	伺服报警： n-轴超差(D)	双位置反馈时，全闭环误差和半闭环误差的差值过大。 检查双位置转换系数参数 No.2078 和 No.2079 中的设定值。
422	伺服报警：n-轴	PMC 轴控制的转矩控制中，超过指定的允许速度。
423	伺服报警：n-轴	PMC 轴控制的转矩控制时累积的行程距离超过参数的设定值。
430	n-轴：SV 电机过热	伺服电机过热。
431	n-轴：CNV 过载	1) PSM：发生过热。 2) β 系列 SVU：发生过热。

序号	信息	内 容
432	n-轴：CNV.低电压控制	1) PSMR：控制电压过低。 2) α 系列 SVU：控制电压过低。
433	n-轴： CNV.低电压 DC LINK	1) PSM：DC LINK 电压过低。 2) PSMR：DC LINK 电压过低。 3) α 系列 SVU：DC LINK 电压过低。 4) β 系列 SVU：DC LINK 电压过低。
434	n-轴：INV.低电压控制	SVM：控制电压过低。
435	n-轴： INV.低电压 DC LINK	SVM：DC LINK 电压过低。
436	n-轴：软过热(OVC)	数字伺服软件检测到软过热状态(OVC)。
437	n-轴：CNV.过电流	PSM：输入回路有过大的电流。
438	n-轴：INV.电流异常	1）SVM：电机电流过大。 2）α 系列 SVU：电机电流过大。 3）β 系列 SVU：电机电流过大。
439	n-轴： CNV.过电压 DC LINK	1) PSM：DC LINK 电压过高。 2) PSMR：DC LINK 电压过高。 3) α 系列 SVU：DC LINK 电压过高。 4) β 系列 SVU：DC LINK 电压过高。
440	n-轴：CNV.EX DECELERATION POW.	1) PSM：再生放电量过大。 2) α 系列 SVU：再生放电量过大。或者再生放电回路异常。
441	n-轴：异常电流偏差	数字伺服软件在伺服电机检测回路检测到异常状态。
442	n-轴：CNV.充电故障	1）PSM：DC LINK 的备用放电回路异常。 2）PSMR：DC LINK 的备用放电回路异常。
443	n-轴：CNV.冷却风扇故障	1）PSM：内部风扇故障。 2）PSMR：内部风扇故障。 3）β 系列 SVU：内部风扇故障。
444	n-轴：INV.冷却风扇故障	SVM：内部风扇故障。
445	n-轴：软断线报警	数字伺服软件检测到脉冲编码器断线。
446	n-轴：硬断线报警	硬件检测到内装脉冲编码器断线。
447	n-轴：硬断线(外部)	硬件检测到分离型检测器断线。
448	n 轴：不匹配的反馈报警	内置脉冲编码器的反馈数据的符号与分离型检测器的反馈数据符号不相同。
449	n 轴：INV.IPM 报警	1）SVM：IPM（智能电源模块）检测到报警。 2）α 系列 SVU：IPM（智能电源模块）检测到报警。
453	n-轴：SPC 软断线报警	α 脉冲编码器的软件断线报警。 关闭 CNC 电源，将脉冲编码器的电缆重新连接，再接通电源，如果该报警不能消除，请更换脉冲编码器。
456	n-轴：非法电流环	指定了非法的电流控制周期。 使用的放大器脉冲模块不匹配高速 HRV。或者系统不满足使用高速 HRV 控制的限制条件。
457	n-轴： 非法高速 HRV(250μs)	当电流控制周期为 250μs 时，指定了高速 HRV 控制功能。
458	n-轴：电流环错误	指定的电流控制周期与实际的电流控制周期不匹配。
459	n-轴：高速 HRV 设定错误	当在参数 No.1023 中设置的某个奇数号的轴与紧随其后的那个偶数号的轴连接在一个放大器上时，其中只有一个轴支持高速 HRV 功能而另一个轴不支持高速 HRV 功能。

序号	信息	内 容
460	n-轴：FSSB 断线	FSSB 的通讯突然中断，可能的原因有以下几点： 1) FSSB 通讯电缆未连接好或损坏。 2) 放大器的电源突然断电。 3) 放大器发生低电压报警。
461	n-轴：非法放大器接口	2 轴放大器的两个轴都被指定为快速接口。
462	n-轴：发送 CNC 数据失败	由于 FSSB 通讯错误，子单元不能接收到正确的数据。
463	n-轴： 发送子单元数据失败	由于 FSSB 通讯错误，CNC 不能接收到正确的数据。
464	n-轴：ID 数据写入失败	试图在放大器维护画面上写入维护信息，但是写入失败。
465	n-轴：ID 数据读取失败	电源接通时，不能读取放大器初始 ID 信息。
466	n-轴：电机/放大器组合	放大器的最大额定电流与电机的最大额定电流不匹配。
467	n-轴：非法的轴设定	当一个轴单独使用一个 DSP 时（对应于两个普通轴），在轴设定画面指定了以下所示的无效的伺服功能。 1) 自学习控制（参数 No.2008#5=1） 2) 高速电流环（参数 No.2004#0=1） 3) 高速接口轴（参数 No.2005#4=1）
468	n-轴：高速 HRV 设定错误（放大器）	当对某个控制轴指定了高速 HRV 控制功能时，但是该轴连接的放大器没有使用高速 HRV 控制功能。

- **伺服报警的详细信息**

伺服报警在诊断中的详细显示如下（No.200 和 No.204）：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
200	OVL	LV	OVC	HCA	HVA	DCA	FBA	OFA

#7（OVL）：发生过载报警。
#6（LV）： 伺服放大器中发生低电压报警。
#5（OVC）：数字伺服内部发生过电流报警。
#4（HCA）：伺服放大器发生异常电流报警。
#3（HVA）：伺服放大器中发生过电压报警。
#2（DCA）：伺服放大器中发生再生放电回路报警。
#1（FBA）：发生断线报警。
#0（OFA）：数字伺服内部发生溢出报警。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
201	ALD			EXP				

当诊断数据 No.200 中的 OVL 等于 1 时（发生伺服报警 No.400）。

#7（ALD）： 0：电机过热
1：放大器过热
当诊断数据 No.200 中的 FBA 等于 1 时
（伺服报警产生 No.416）。

ALD	EXP	报警详述
1	0	内置编码器断线（硬件）
1	1	分离型脉冲编码器断线（硬件）
0	0	脉冲编码器断线（软件）

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
204		OFS	MCC	LDA	PMS			

#6（OFS）： 数字伺服中发生电流变换错误。
#5（MCC）： 伺服放大器上的电磁接触器触点熔焊。
#4（LDA）： LED 指示串行脉冲编码器 C 故障。
#3（PMS）： 反馈电缆故障造成反馈脉冲错误。

6）超程报警

序号	信息	内容
500	超程：+n	超过 n-轴+向行程极限 I（参数 No.1320 或 1326 **注**）
501	超程：-n	超过 n-轴-向行程极限 I（参数 No.1321 或 1327 **注**）
502	超程：+n	超过 n-轴+向行程极限 II（参数 No.1322 ）
503	超程：-n	超过 n-轴-向行程极限 II（参数 No.1323 ）
506	超程：+n	超过 n-轴+向硬限位
507	超程：-n	超过 n-轴-向硬限位
510	超程：+n	移动前冲程极限检查程序块的终点落入 N 轴正(+)端冲程极限的禁止区。请修改程序。
511	超程：-n	开始移动以前作的冲程检查程序块的终点落入 N 轴负(-)端冲程极限的禁止区。请修改程序。

注：
当信号 EXLM（行程限位切换信号）为 1 时，参数 1326 和 1327 有效。

7）伺服报警

序号	信息	内容
600	n-轴：INV. DC LINK 过电流	1）SVM：DC LINK 电流过大。 2）β 系列 SVU：DC LINK 电流过大。
601	n-轴：INV.辐射风扇故障	1）SVM：排热风扇故障。 2）β 系列 SVU：排热风扇故障。
602	n-轴：INV.过热	SVM：伺服放大器过热。
603	n-轴：INV.IPM 报警	1）SVM：IPM（智能电源模块）检测到过热报警条件。 2）β 系列 SVU：IPM（智能电源模块）检测到过热报警条件。
604	n-轴：放大器通讯错误	PSM 和 SVM 之间的通讯异常。
605	n-轴：CNV.外部放电 POW.	PSMR：电机再生电源过高。
606	n-轴：INV. 辐射风扇故障	1）PSM：排热风扇故障。 2）PSMR：排热风扇故障。
607	n-轴：CNV.单相故障	1）PSM：输入电源的一相异常。 2）PSMR：输入电源的一相异常。

8）过热报警

序号	信息	内容
700	过热：控制单元	控制单元过热。 检查风扇电机和清扫空气过滤器。
701	过热：风扇电机	控制单元柜顶部的风扇电机过热。 检查风扇电机或在需要时更换电动机。

9）刚性攻丝报警

序号	信息	内　　容
740	刚性攻丝报警：超差	刚性攻丝过程中，主轴停止时的位置偏差超过设定值。
741	刚性攻丝报警：超差	刚性攻丝过程中，主轴移动时的位置偏差超过设定值。
742	刚性攻丝报警：LSI 溢出	刚性攻丝过程中，主轴侧出现 LSI 溢出。

10）主轴报警

序号	信息	内　　容
749	S-主轴 LSI 错误	通电后，系统运行时出现串行主轴通讯错误。可能有以下原因： 1）光缆连接故障、电缆未连接或被切断。 2）主 CPU 板或第 2 选择板故障。 3）主轴放大器印刷板故障。 如果当 CNC 通电时出现该报警，或即使 CNC 复位也不能清除该报警，则应关闭 CNC 电源和主轴电源，再重新启动。
750	主轴串行连接启动错误	当连接串行主轴的系统通电后，主轴控制单元未准备就绪时，出现该报警。 可能有下述四个原因： 1）光缆连接不当或主轴控制单元的电源关断。 2）在主轴控制单元的 LED 显示 AL-24 或 SU-01 以外的报警时给 CNC 单元通电。此时，应切断主轴放大器的电源，再重新启动。 3）其他原因（硬件配置不对） 在包括主轴在内的整个系统工作时不会出现该报警。 4）当参数 3701#4 （SP2）=1 时，第二主轴的情况请参考上述情况 1）到 3）。 详细信息见诊断显示 No.409。
752	第一主轴方式切换错误	当系统不能够正确进行方式切换时出现该报警。方式包括 C_S 轮廓控制、主轴定位、刚性攻丝和主轴控制方式。如果主轴控制单元不能正确响应由 NC 指定的方式切换指令，出现该报警。
754	第一主轴异常转矩报警	检测到第一主轴电机的负载异常。
762	第二主轴方式切换错误	参见报警 No.752（对第二主轴）。
764	第二主轴异常转矩报警	参见报警 No.754（对第二主轴）。

- **主轴报警 No.750**

主轴报警 No.750 的诊断显示（No.409）如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
409					SPE	S2E	S1E	SHE

#3（SPE）：0：在主轴串行控制中，串行主轴参数满足主轴单元的启动条件。
1：在主轴串行控制中，串行主轴参数不满足主轴单元的启动条件。

#2（S2E）：0：主轴串行控制启动时，第二主轴正常。
1：主轴串行控制启动时，第二主轴有故障。

#1（S1E）：0：主轴串行控制启动时，第一主轴正常。
1：主轴串行控制启动时，第一主轴有故障。

#0（SHE）：0：在 CNC 中串行通讯模块正常。
1：在 CNC 中串行通讯模块有故障。

报警表（串行主轴）

发生串行主轴报警时，在 CNC 上显示以下数值。n 表示发生报警的主轴号（n=1：第一主轴；n=2：第二主轴）。

注*1：
SPM 的红色和黄色指示灯表示的意义是不同的。红色灯亮时，SPM 显示 2 位数的报警号。黄色灯亮时，表示是操作顺序错误（例如，当急停状态尚未解除时即送出主轴的旋转指令）。
→请参考“错误代码（串行主轴）”。

αi 系列主轴放大器的报警号和报警显示

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
(750)	主轴串行连接错误	A0 A	更换 SPM 的控制电路印刷板上的 ROM。 更换 SPM 控制电路印刷板。	程序未正常启动。 SPM 的控制电路印刷板上的 ROM 版本号错误或硬件故障。
(749)	S-主轴 LSI 错误	A1	更换 SPM 控制电路印刷板	SPM 控制电路的 CPU 外围电路工作异常。
7n01	SPN_n_：电机过热	01	检查并纠正外围设备的温度和负载状态。 2 如果风扇电机不工作，请立即更换。	电机的内部温度超过规定值。 电机的运行超过了连续额定情况的限制，或冷却元件损坏。
7n02	SPN_n_：EX 速度误差	02	1 检查并改善切削条件以减小负载。 2 修改参数 NO.4082.	电机未按指定速度运转。 检测到过大的电机的负载转矩。 参数 NO.4082 设定的加/减速时间不足。
7n03	SPN_n_：DCLINK 保险熔断	03	1 更换 SPM 单元。 2 检查电机的绝缘状态。	PSM 就绪（指示 0），但在 SPM 中 DC 整流电压过低。 SPM 的 DC 保险丝的熔断。（功率元件坏，或电机接地故障）。
7n04	SPN_n_：输入保险/电源故障	04	检查 PSM 输入电源的状态。	PSM 电源缺相（PSM 报警显示：E）。
7n06	SPN_n_：热传感器未连接	06	1 检查并修改参数。 2 更换反馈电缆。	没有连接电机的温度传感器。
7n07	SPN_n_：速度过高	07	检查是否是操作顺序错误。（例如是否在主轴不能运行的情况下指定了主轴同步）	电机速度超过其额定值的 115%。 在主轴定位方式中，累计的定位误差太大（在主轴同步控制期间，SFR 和 SRV 被关断）。
7n09	SPN_n_：主回路过热	09	1 改善散热器的散热条件。 2 若散热器的风扇不工作，请立即更换。	功率晶体管温升异常。
7n11	SPN_n_：电源回路过压	11	1 检查选择的 PSM。 2 检查输入电源电压和电机减速时的功率。如果电压超过 264V（200V 系统），或 530 V（400V 系统），请提高电源的阻抗。	PSM 的 DC 部分过压（PSM 报警显示：7）。 PSM 选择错误。（超过 PSM 的最大输出功率）。

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
7n12	SPN_n_: 电源回路过流	12	检查电机绝缘状况。 检查主轴参数。 更换 SPM 单元。	放大器输出电流过大。 电机参数与电机型号不匹配。 电机绝缘不好。
7n13		13	更换 SPM 控制电路印刷板	检测出了 SPM 控制电路的异常。(SPM 内部 RAM 请求)
7n15	SPN_n_: 主轴开关控制报警	15	检查和修改梯形图 更换 MC 开关。	主轴开关/输出开关的操作顺序不对。 MC 触点状态检查信号与指令不符。
7n18	SPN_n_: 程序校验和错误	18	更换 SPM 的控制印刷电路板	SPM 控制电路工作异常（程序 ROM 数据异常）。
7n19	SPN_n_: U 相电流偏差过大	19	更换 SPM 单元	SPM 控制电路工作异常（U 相电流检测电路的初始值异常）。
7n20	SPN_n_: V 相电流偏差过大	20	更换 SPM 单元	SPM 控制电路工作异常（V 相电流检测电路的初始值异常）。
7n21	SPN_n_: 位置传感器极性错误	21	检查并修改参数。 （参数 No.4000#0，4001#4）	有关位置传感器极性的参数设定错误
7n24	SPN_n_: 串行数据传送错误	24	使 CNC-到-主轴的电缆远离电源电缆。 更换电缆。	CNC 电源关闭（正常关闭电源或电缆断线）。 传送到 CNC 的通讯数据有错误。
7n27	SPN_n_: 未连接位置编码器	27	更换电缆。	主轴位置编码器（JYA3 接口）信号不正常。
7n29	SPN_n_: 未连接位置编码器	29	检查和调整负载。	在某一时间段内持续有过大的负载（当电机在激磁状态轴被锁住时也会出现该报警）。
7n30	SPN_n_: 电源回路过流	30	检查和调整电源电压。	PSM 主输入回路中，出现过电流。（PSM 报警显示：1）。 电源不平衡。 PSM 选择错误（超过 PSM 的最大输出功率）。
7n31	SPN_n_: 电机锁住	31	检查和调整负载。	电机不能以指定速度旋转（持续存在未超过 SST 电平的旋转指令）。
7n32	SPN_n_: RAM 故障串行 LSI	32	更换 SPM 的控制印刷电路板	SPM 控制电路工作异常（传送串行数据的 LSI 设备异常）。
7n33	SPN_n_: 电源充电不足	33	SVM、SPM 连接台数的确认 更换 PSM 单元	主电路的充电尚未在规定时间内结束。
7n34	SPN_n_: 参数设定错误	34	按照参数说明书修改参数。 若不知道参数号，连接主轴检查板，检查指示的参数号。	参数数据超过设定的允许值。

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
7n36	SPN_n_: 计数器溢出错误	36	检查位置增益值是否太大。修改该值。	误差计数器溢出。
7n37	SPN_n_: 主轴检测参数错误	37	根据参数说明书修改参数值。	有关检测器的速度脉冲数的参数设定不正确。
7n41	SPN_n_: 1 转位置编码器信号错误	41	检查和修改参数。 更换电缆。	1．主轴位置编码器（JYA3 接口）1 转信号异常。 2．参数设定错误。
7n42	SPN_n_: 未检测到 1 转位置编码器信号	42	更换电缆。	未检测到主轴位置编码器（JYA3 接口）1 转信号。
7n43	SPN_n_: 未连接差值速度的位置编码器	43	更换电缆。	差值速度位置编码器信号异常。
7n46	SPN_n_: 螺纹 1 转信号位置编码器报警	46	检查并修改参数。 2．更换电缆。 3．重新调整 BZ*i* 传感器信号。	螺纹切削过程中，检测到了与报警 41 号相同的异常情况。
7n47	SPN_n_: 位置编码器信号异常	47	更换电缆。 调整电缆布线（电源线附近）	主轴位置编码器（JYA3 接口）的 A/B 相信号异常。 A/B 相和 1-转信号之间的关系不正确（脉冲时间间隔不匹配）。
7n49	SPN_n_: 转换的差值速度过高	49	检查计算的差值速度值是否超过最大电机速度值。	在差值速度方式中，另一个主轴的速度转换为当前主轴的速度，该速度值超过了最大允许值（差值速度由另一个主轴的速度乘上齿轮比计算得到）。
7n50	SPN_n_: 主轴控制速度过高	50	检查计算值是否超过最大电机速度。	主轴同步方式中，速度指令计算值超过了允许值（电机速度由指定的主轴速度乘上齿轮比计算得到）。
7n51	SPN_n_: DC LINK 电压过低	51	检查并调整电源电压 更换 MC。	输入电源掉电（PSM 报警：4）（瞬间电源故障或 MC 接触不良）。
7n52	SPN_n_: ITP 信号异常 I	52	更换 SPM 控制电路板。 更换 CNC 中的主轴接口电路板。	NC 接口异常（ITP 信号停止）。
7n53	SPN_n_: ITP 信号异常 II	53	更换 SPM 控制电路板。 更换 CNC 中的主轴接口电路板。	NC 接口异常（ITP 信号停止）。
7n54	SPN_n_: 过载电流	54	检查负载状态。	检测到过载电流。
7n55	SPN_n_: 电源线切换错误	55	更换电磁接触器。 检查并修改顺序程序。	用于选择主轴的电磁接触器的电源线状态信号或输出异常。

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
7n56	SPN_n_: 内部冷却风扇停止	56	更换 SPM 单元。	SPM 控制电路的冷却风扇停止工作。
7n57	SPN_n_: 减速时功率过大	57	减少加/减速的次数。 检查冷却条件（外围温度）。 若风扇不工作，更换电阻。 若电阻异常，更换电阻。	再生放电电阻过载（PSMR 报警：H） 恒温器动作或短期过载。 未连接再生放电电阻或电阻不正常。
7n58	SPN_n_: PSM 过载	58	检查 PSM 冷却状况。 更换 PSM 单元。	PSM 的温升异常（PSM 报警显示：3）。
7n59	SPN_n_: PSM 内冷却风扇停止	59	更换 PSM 单元。	PSM 内的冷却风扇不工作（PSM 报警显示：2）。
7n61		61	确认参数设定	使用双位置反馈功能时的半封闭环路端与全封闭环路端的误差过大
7n65		65	确认参数设定 确认传感器的连接和信号 确认动力线的连接	确定磁极移动时的移动量过大
7n73	SPN_n_: 未连接电机传感器	73	更换电缆。 检查屏蔽情况。 检查并调整连线。 调整传感器。	没有发出传感器反馈信号。
7n74	SPN_n_: CPU 检验错误	74	更换 SPM 控制印刷电路板。	检验 CPU 时发现错误。
7n75	SPN_n_: CRC 错误	75	更换 SPM 控制印刷电路板。	CRC 检验时发现错误。
7n79	SPN_n_: 初始化检测错误	79	更换 SPM 控制印刷电路板。	初始化检验时发现错误。
7n81	SPN_n_: 1 转电机编码器信号错误	81	检查和修改参数。 更换反馈电缆。 调整传感器。	不能正确检测到电机传感器的 1 转信号。
7n82	SPN_n_: 无 1 转电机编码器信号	82	更换反馈电缆。 调整传感器。	电机传感器的 1 转信号没有发出。
7n83	SPN_n_: 电机传感器信号错误	83	更换反馈电缆。 调整传感器。	电机传感器的反馈信号错误。
7n84	SPN_n_: 未连接主轴传感器	84	更换反馈电缆。 检查屏蔽情况。 检查连接情况。 检查和调整参数。 调整传感器。	主轴传感器的反馈信号没有发出。

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
7n85	SPN_n_: 主轴传感器 1 转信号错误	85	检查和调整参数。 更换反馈电缆。 调整传感器。	不能正确检测到主轴传感器的 1 转信号。
7n86	SPN_n_: 无 1 转主轴编码器信号	86	更换反馈电缆。 调整传感器。	主轴传感器的 1 转信号没有发出。
7n87	SPN_n_: 主轴传感器信号错误	87	1. 更换反馈电缆。 2. 调整传感器。	主轴传感器的反馈信号错误。
7n88	SPN_n_: 冷却风扇错误	88	更换 SPM 外部冷却风扇。	外部冷却风扇不工作。
7n89		89	1. 确认 SPM 和辅助模块 SM 内的连接。 2. 更换辅助模块 SM 3. 更换 SPM 控制电路板	辅助模块 SM 的异常
7n97	SPN_n_: 主轴的其它报警	97	更换 SPM。	检测到其它一些异常情况。
7n98	SPN_n_: 其它转换错误	98	检查 PSM 报警显示。	检测到 PSM 报警。

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
9001	SPN_n_: 电机过热	01	1 检查并改善散热器的散热条件和负载状态。 2 若散热器的风扇不工作，请立即更换。	电机的内部温度超过了正常范围。 电机的工作时间超过了连续额定时间，或者是冷却元件异常。
9002	SPN_n_: EX 速度误差	02	1 检查并改善切削条件以减小负载。 2 修改参数 NO.4082.	电机未按指定速度运转。 检测到过大的电机的负载转矩。 参数 NO.4082 设定的加/减速时间不足。
9003	SPN_n_: DCLINK 保险熔断	03	1 更换 SPM 单元。 2 检查电机的绝缘状态。	PSM 就绪（指示 0），但在 SPM 中 DC 整流电压过低。 SPM 的 DC 保险丝的熔断。（功率元件坏，或电机接地故障）。
9004	SPN_n_: 输入保险/电源故障	04	检查 PSM 输入电源的状态。	PSM 电源缺相（PSM 报警显示：E）。
9006	SPN_n_: 热传感器未连接	06	1 检查并修改参数。 2 更换反馈电缆。	没有连接电机的温度传感器。

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
9007	SPN_n_: 速度过高	07	检查是否是操作顺序错误。（例如是否在主轴不能运行的情况下指定了主轴同步）	电机速度超过其额定值的 115%。 在主轴定位方式中，累计的定位误差太大（在主轴同步控制期间，SFR 和 SRV 被关断）。
9009	SPN_n_: 主回路过热	09	1 改善散热器的散热条件。 2 若散热器的风扇不工作，请立即更换。	功率晶体管温升异常。
9011	SPN_n_: 电源回路过压	11	1 检查选择的 PSM。 2 检查输入电源电压和电机减速时的功率。如果电压超过 264V（200V 系统），或 530 V（400V 系统），请提高电源的阻抗。	PSM 的 DC 部分过压（PSM 报警显示：7）。 PSM 选择错误。（超过 PSM 的最大输出功率）。
9012	SPN_n_: 电源回路过流	12	1. 检查电机绝缘状况。 2. 检查主轴参数。 3. 更换 SPM 单元。	放大器输出电流过大。 电机参数与电机型号不匹配。 电机绝缘不好。
9013		13	更换 SPM 控制电路印刷板	检测出了 SPM 控制电路的异常。(SPM 内部 RAM 请求)
9015	SPN_n_: 主轴开关控制报警	15	1. 检查和修改梯形图 2. 更换 MC 开关。	主轴开关/输出开关的操作顺序不对。 MC 触点状态检查信号与指令不符。
9018	SPN_n_: 程序校验和错误	18	更换 SPM 的控制印刷电路板	SPM 控制电路工作异常（程序 ROM 数据异常）。
9019	SPN_n_: U 相电流偏差过大	19	更换 SPM 单元	SPM 控制电路工作异常（U 相电流检测电路的初始值异常）。
9020	SPN_n_: V 相电流偏差过大	20	更换 SPM 单元	SPM 控制电路工作异常（V 相电流检测电路的初始值异常）。
9021	SPN_n_: 位置传感器极性错误	21	检查并修改参数。 （参数 No.4000#0，4001#4）	有关位置传感器极性的参数设定错误
9024	SPN_n_: 串行数据传送错误	24	使 CNC-到-主轴的电缆远离电源电缆。 更换电缆。	CNC 电源关闭（正常关闭电源或电缆断线）。 传送到 CNC 的通讯数据有错误。
9027	SPN_n_: 未连接位置编码器	27	更换电缆。	主轴位置编码器（JYA3 接口）信号不正常。
9029	SPN_n_: 未连接位置编码器	29	检查和调整负载。	在某一时间段内持续有过大的负载（当电机在激磁状态轴被锁住时也会出现该报警）。
9030	SPN_n_: 电源回路过流	30	检查和调整电源电压。	PSM 主输入回路中，出现过电流。（PSM 报警显示：1）。 电源不平衡。 PSM 选择错误（超过 PSM 的最大输出功率）。

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
9031	SPN_n_: 电机锁住	31	检查和调整负载。	电机不能以指定速度旋转（持续存在未超过 SST 电平的旋转指令）。
9032	SPN_n_: RAM 故障串行 LSI	32	更换 SPM 的控制印刷电路板	SPM 控制电路工作异常（传送串行数据的 LSI 设备异常）。
9033	SPN_n_: 电源充电不足	33	SVM、SPM 连接台数的确认 更换 PSM 单元	主电路的充电尚未在规定的时间内结束。
9034	SPN_n_: 参数设定错误	34	按照参数说明书修改参数。 若不知道参数号，连接主轴检查板，检查指示的参数号。	参数数据超过设定的允许值。
9036	SPN_n_: 计数器溢出错误	36	检查位置增益值是否太大。修改该值。	误差计数器溢出。
9037	SPN_n_: 主轴检测参数错误	37	根据参数说明书修改参数值。	有关检测器的速度脉冲数的参数设定不正确。
9041	SPN_n_: 1 转位置编码器信号错误	41	检查和修改参数。 更换电缆。	1．主轴位置编码器（JYA3 接口）1 转信号异常。 2．参数设定错误。
9042	SPN_n_: 未检测到 1 转位置编码器信号	42	更换电缆。	未检测到主轴位置编码器（JYA3 接口）1 转信号。
9043	SPN_n_: 未连接差值速度的位置编码器	43	更换电缆。	差值速度位置编码器信号异常。
9046	SPN_n_: 螺纹 1 转信号位置编码器报警	46	检查并修改参数。 2．更换电缆。 3．重新调整 BZ*i* 传感器信号。	螺纹切削过程中，检测到了与报警 41 号相同的异常情况。
9047	SPN_n_: 位置编码器信号异常	47	更换电缆。 调整电缆布线（电源线附近）	主轴位置编码器（JYA3 接口）的 A/B 相信号异常。 A/B 相和 1-转信号之间的关系不正确（脉冲时间间隔不匹配）。
9049	SPN_n_: 转换的差值速度过高	49	检查计算的差值速度值是否超过最大电机速度值。	在差值速度方式中，另一个主轴的速度转换为当前主轴的速度，该速度值超过了最大允许值（差值速度由另一个主轴的速度乘上齿轮比计算得到）。
9050	SPN_n_: 主轴控制速度过高	50	检查计算值是否超过最大电机速度。	主轴同步方式中，速度指令计算值超过了允许值（电机速度由指定的主轴速度乘上齿轮比计算得到）。
9051	SPN_n_: DC LINK 电压过低	51	检查并调整电源电压 更换 MC。	输入电源掉电（PSM 报警：4）（瞬间电源故障或 MC 接触不良）。

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
9052	SPN_n_: ITP 信号异常 I	52	更换 SPM 控制电路板。 更换 CNC 中的主轴接口电路板。	NC 接口异常（ITP 信号停止）。
9053	SPN_n_: ITP 信号异常 II	53	更换 SPM 控制电路板。 更换 CNC 中的主轴接口电路板。	NC 接口异常（ITP 信号停止）。
9054	SPN_n_: 过载电流	54	检查负载状态。	检测到过载电流。
9055	SPN_n_: 电源线切换错误	55	更换电磁接触器。 检查并修改顺序程序。	用于选择主轴的电磁接触器的电源线状态信号或输出异常。
9056	SPN_n_: 内部冷却风扇停止	56	更换 SPM 单元。	SPM 控制电路的冷却风扇停止工作。
9057	SPN_n_: 减速时功率过大	57	减少加/减速的次数。 检查冷却条件（外围温度）。 若风扇不工作，更换电阻。 若电阻异常，更换电阻。	再生放电电阻过载（PSMR 报警：H） 恒温器动作或短期过载。 未连接再生放电电阻或电阻不正常。
9058	SPN_n_: PSM 过载	58	检查 PSM 冷却状况。 更换 PSM 单元。	PSM 的温升异常(PSM 报警显示:3)。
9059	SPN_n_: PSM 内冷却风扇停止	59	更换 PSM 单元。	PSM 内的冷却风扇不工作(PSM 报警显示：2)。
9061		61	确认参数设定	使用双位置反馈功能时的半封闭环路端与全封闭环路端的误差过大
9065		65	1. 确认参数设定 2. 确认传感器的连接和信号 3. 确认动力线的连接	确定磁极移动时的移动量过大
9073	SPN_n_: 未连接电机传感器	73	更换电缆。 检查屏蔽情况。 检查并调整连线。 调整传感器。	没有发出传感器反馈信号。
9074	SPN_n_: CPU 检验错误	74	更换 SPM 控制印刷电路板。	检验 CPU 时发现错误。
9075	SPN_n_: CRC 错误	75	更换 SPM 控制印刷电路板。	CRC 检验时发现错误。
9079	SPN_n_: 初始化检测错误	79	更换 SPM 控制印刷电路板。	初始化检验时发现错误。
9081	SPN_n_: 1 转电机编码器信号错误	81	检查和修改参数。 更换反馈电缆。 调整传感器。	不能正确检测到电机传感器的 1 转信号。
9082	SPN_n_: 无 1 转电机编码器信号	82	更换反馈电缆。 调整传感器。	电机传感器的 1 转信号没有发出。

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
9083	SPN_n_：电机传感器信号错误	83	更换反馈电缆。 调整传感器。	电机传感器的反馈信号错误。
9084	SPN_n_：未连接主轴传感器	84	更换反馈电缆。 检查屏蔽情况。 检查连接情况。 检查和调整参数。 调整传感器。	主轴传感器的反馈信号没有发出。
9085	SPN_n_：主轴传感器 1 转信号错误	85	检查和调整参数。 更换反馈电缆。 调整传感器。	不能正确检测到主轴传感器的 1 转信号。
9086	SPN_n_：无 1 转主轴编码器信号	86	更换反馈电缆。 调整传感器。	主轴传感器的 1 转信号没有发出。
9087	SPN_n_：主轴传感器信号错误	87	1. 更换反馈电缆。 2. 调整传感器。	主轴传感器的反馈信号错误。
9088	SPN_n_：冷却风扇错误	88	更换 SPM 外部冷却风扇。	外部冷却风扇不工作。
9089		89	1. 确认 SPM 和辅助模块 SM 内的连接。 2. 更换辅助模块 SM 3. 更换 SPM 控制电路板	辅助模块 SM 的异常
9110		b0	1. 更换放大器模块间的通信线缆 2. 更换 SPM 或者 PSM 的控制印刷电路板	放大器模块间通信异常
9111		b1	SVPM 控制电路板的更换	转换器控制电源低电压（PSM 显示：6）
9112		b2	1. 确认再生电阻的连接 2. 确认电机的选定 3. 更换 PSM。	转换器控制电源低电压（PSM 显示：8）
9113		b3	更换冷却风扇	转换器散热器冷却风扇停止（PSM 显示：A）
9120		C0	1 更换 CNC 和 SPM 之间的通信线缆 2 更换 SPM 控制电路板 3 更换 CNC 端主轴接口印刷电路板	通信数据报警
9121		C1	1 更换 CNC 和 SPM 之间的通信线缆 2 更换 SPM 控制印刷电路板 3 更换 CNC 端主轴接口印刷电路板	通信数据报警

报警号	信息	SPM 指示 (*1)	故障位置及处理	说明
9122		C2	1 更换 CNC 和 SPM 之间的通信线缆 2 更换 SPM 控制印刷电路板 3 更换 CNC 端主轴接口印刷电路板	通信数据报警
9123		C3	更换辅助模块 SW	辅助模块 SW 的异常

错误代码（串行主轴）

注*1
SPM 中红灯和黄灯表示的意义是不同的。黄灯亮时，错误代码用 2 位数显示，错误代码显示在ＣＮＣ诊断数据 712 号处。
红灯亮时 SPM 指示出串行主轴的报警号。
→参考“报警（串行主轴）”。

SPM 显示 (*1)	故障位置及处理	说明
01	虽然没有输入*ESP(包括急停信号、输入信号和 PSM 接点信号(*2)两类)和 MRDY(设备准备就绪信号)，却输入了 SFR(正转指令)/SRV(逆转指令)/ORCM(定向指令)。	请检查*ESP、MRDY 的顺序。 有关 MRDY，要注意 MRDY 信号的使用／不使用的参数设定(NO.4001#0)。
03	参数设定虽为没有位置传感器(不进行位置控制)(No.4002#3,2,1,0=0,0,0,0)，却输入了 Cs 轮廓控制指令。 此时，电机不会被激活。	请确认参数设定。
04	参数设定虽为没有位置传感器(不进行位置控制)(No.4002#3,2,1,0=0,0,0,0)，却输入了主轴方式（刚性攻丝、主轴定位等）、主轴同步控制的指令。 此时，电机不会被激活。	请确认参数设定。
05	虽然没有设定定向功能的可选参数，却输入了 ORCM(定向指令)。	请确认定向功能的参数设定。
06	虽然不使用输出切换控制功能，却选择了低速特性绕组(RCH=1)。	请确认动力线状态确认信号(RCH)。
07	虽然输入了 Cs 轮廓控制指令，却没有输入 SFR(正转指令)/SRV(逆转指令)。	请确认顺序。
08	虽然输入了伺服方式（刚性攻丝、主轴定位等）控制指令，却没有输入 SFR(正转指令)/SRV(逆转指令)。	请确认顺序。
09	虽然输入了主轴同步控制指令，却没有输入 SFR(正转指令)/SRV(逆转指令)。	请确认顺序。
10	虽然输入了 Cs 轮廓控制指令，却指定了其他方式(伺服方式、主轴同步控制、定向)。	Cs 轮廓控制指令中请勿选择其他方式。 转移到其他方式时，请解除 Cs 轮廓控制指令后再进行。
11	虽然输入了伺服方式(刚性攻丝、主轴定位等)指令，却指定了其他方式(Cs 轮廓控制、主轴同步控制、定向)。	伺服方式指令中请勿选择其他方式。 转移到其他方式时请在解除伺服方式指令后再进行。
12	虽然输入了主轴同步控制指令，却指定了其他方式(Cs 轮廓控制、伺服方式、定向)。	主轴同步控制指令中请勿选择其他方式。 转移到其他方式时请在解除主轴同步控制指令后再进行。
14	同时输入了 SFR(正转指令)和 SRV(逆转指令)。	请指定其中一方。
17	速度检测器的参数设定(NO.4011#2,1,0)不恰当。没有与设定相符的速度检测器。	确认参数设定。

SPM 显示 (*1)	故障位置及处理	说明
18	参数设定虽为没有位置传感器(不进行位置控制)(No.4002#3,2,1,0=0,0,0,0)，却指定了位置编码器方式定向。	请确认参数设定和输入信号。
24	在位置编码器方式定向中连续进行分度时，在进行最初的增量动作(INCMD=1)后，紧接着输入了绝对位置指令(INCMD=0)。	确认 INCMD(增量指令)。 接着给出绝对位置指令时，一定要先进行绝对位置指令定向。
29	参数设定为使用最短时间定向功能(No.4018#6=0, No.4320～4323≠0)	不能在αi 系列主轴放大器中使用最短时间定向功能。请使用通常方式的定向。请使用通常方式的定向。
31	硬件配置为不能使用主轴 FAD 功能。 此时，电机不会被激活。	请确认 CNC 的机型。
33	硬件配置为不能使用主轴 EGB 功能。 此时，电机不会被激活。	请确认 CNC 的机型。
34	主轴 FAD 功能和主轴 EGB 功能两者都处在有效状态。 此时，电机不会被激活。	不能同时使用两种功能。请仅将其中一种功能设为有效。
36	辅助模块 SM（SSM）的故障或者 SPM 与 SSM 间连接的异常。	辅助模块 SM（SSM）异常（同步主轴）

注*2

PSM 触点信号

位于 PSM 上的 ESP2 和 ESP1 之间　　触点打开：急停

触点闭合：正常运行

11）关于 FANUC 伺服电机放大器β系列（I/O Link 选项）的报警

可以通过Power Mate ＣＮＣ管理器确认的ＦＡＮＵＣ 伺服电机放大器β系列

此系（I/O Link选项）的报警。

报警号	报警类别
０００ ～ ２９９	程序／设定报警
３００ ～ ３９９、４０１	脉冲编码器报警
４００ ～ ４９９（４０１除外）	伺服报警
５００ ～ ５９９	超程报警
—	系统 / I/O Link报警

程序／设定报警（ＰＳ报警）

报警号	LED显示	内容	对策
０００	0	进行了需要断开电源的参数设定。	请暂时断开电源。
０１１	1	进给速度零（指令速度）	请确认功能代码指令速度的参数。
０１３	3	进给速度零（最大进给速度）	请确认速度指令上限值的参数Ｎｏ.０４３。
０７０	7	登录了超过３２个程序段的用于缓冲运行的程序段。	请将登录程序段的数量减少到３２个程序段以下。
０９０	9	不能正常执行参考点的设定。	在ＪＯＧ方式下以使伺服位置偏差值至参考点返回方向的速度超过１２８的速度运行机床之后，重新指定参考点的设定。
０９３	-	由于第１－３高速参考点返回时参考点尚未建立而不能执行。	请进行参考点设定。

报警号	LED显示	内容	对策
２２４		参考点尚未建立。仅限参数０００１的ＺＲＴＮ＝0时。	请进行参考点设定。
２５０		输入数据1非法	请确认功能代码指令的输入数据１的指定值。
２５１		输入数据2非法	请确认功能代码指令的输入数据2的指定值。
２５４		功能代码或方式非法	请确认功能代码指令的功能代码的指定值。请确认方式。
２５５		由于启动时方式不同或者正在执行程序段而不能启动。	请确认方式。请确认是否正在执行程序段。
２９０		正在执行程序段时切换了接口切换信号（ＤＲＣ）。	请在程序段停止后进行切换。
２９１		在基于外部脉冲的轴移动中，速度超过了上限值。仅限参数０００１的ＥＰＥＸＡ＝１时。	请确认外部脉冲的指令速度。请确认外部脉冲的倍率（参数０６２、０６３）。
２９２		检测出了保持型存储器的校验和错误。	参数会被清除，请重新进行设定。即使进行上述操作之后仍然不能解除时，请更换单元。

脉冲编码器报警

报警号	LED显示	内容	对策
３００		检测出了串行脉冲编码器的通信异常。（ＤＴＥＲ）	请进行信号线缆的导通检测。如果线缆正常，就说明脉冲编码器异常。即使暂时断开电源仍然不能解除报警时，请更换整台电机。
３０１		检测出了串行脉冲编码器的通信异常。（ＣＲＣＥＲ）	请进行信号线缆的导通检测。如果线缆正常，就说明脉冲编码器或伺服放大器单元异常。此外，有时是由于外部噪声的影响造成的。
３０２		检测出了串行脉冲编码器的通信异常。（ＳＴＢＥＲ）	请进行信号线缆的导通检测。如果线缆正常，就说明脉冲编码器或伺服放大器单元异常。此外，有时是由于外部噪声的影响造成的。
３０３		检测出了串行脉冲编码器的ＬＥＤ断线（ＬＤＡＬ）	即使暂时断开电源仍然不能解除报警时，请更换电机。

报警号	LED显示	内容	对策
３０４		检测出了串行脉冲编码器的脉冲丢失报警。（ＰＭＡＬ）	即使暂时断开电源仍然不能解除报警时，请更换电机。
３０５		检测出了串行脉冲编码器的计数值丢失报警。（ＣＭＡＬ）	即使暂时断开电源仍然不能解除报警时，请更换电机。 在解除报警的情形下，也应从参考点返回重新操作。
３０６		检测出了电机的过热。（ＯＨＡＬ）	电机温度过分上升，恒温器进入工作状态时就发出报警。 可能是因为周围温度处在高温，或者电机的运行条件过于恶劣，请予确认。 在电机冷却的状态下仍然会发生类似情况时，可能是因为电机或伺服放大器出现故障，请予更换。
３０８		检测出了软相报警。（ＳＰＨＡＬ）	请暂时断开电源。可能是由于噪声引起的。
３１９		在使用绝对脉冲编码器时首次通电后尚未转动电机一圈以上。	请在JOG进给方式下转动电机一圈以上，而后断开/接通电源。
３５０		绝对脉冲编码器的电池电压下降。	请更换电池。 请从参考点返回重新操作。
３５１		绝对脉冲编码器的电池电压下降。（警告）	请更换电池。
４０１		检测出了串行脉冲编码器的通信异常。	请进行脉冲编码器信号线缆的导通检测。如果线缆正常，就说明脉冲编码器或伺服放大器单元异常。此外，有时是由于外部噪声的影响造成的。

伺服报警

报警号	LED显示	内容		对策
400		检测出了伺服电机过热（推测值）。		可能是因为电机的运行条件过于恶劣。请确认运行条件。
403		SVU-12 SVU-20	检测出了散热片过热。（硬件检测）	请重新研究负载条件，是否因为施加到电机上的负载过大。
		SVU-40 SVU-80	此报警不会发生。	
404		检测出了再生放电单元的过热。		平均的再生发放电能量较大时，就会发出报警。 （加/减速频率过高时）
		(1) 在不使用分离式再生放电电阻时，若是SVU-12、SVU-20，确认连接器CX11-6是否在虚设连接器处形成短路；若是SVU-40、SVU-80，确认连接器CX20和CX23是否在虚设连接器处形成短路。 (2) 可能是因为平均的再生放电能量大造成的。请调低加/减速频率。 (3) 可能是因为分离式再生放电单元的连接故障造成的。请确认连接。 (4) 可能是因为分离式再生放电单元的恒温器异常造成的。请拆下分离式再生放电单元的配线，确认恒温器的状态。虽然分离式再生放电单元已经冷却但恒温器仍然处在开启状态时，请更换分离式再生放电单元。 (5) 可能是因为分离式再生放电单元的电阻异常造成的。请拆下分离式再生放电单元的配线，确认电阻值。规定的电阻值未处在±20%之内时，请更换分离式再生放电单元。 (6) 不属于上述(1)～(5)的任一情形时，请更换伺服放大器单元。		
405		在参考点返回中不能正确地返回到参考点。		请重新进行参考点返回的设定。
		此外，在参数No.032(CMR)中设定4～96的值时，有时会有报警发生。此时，请将参数No.001#4(N405)设为“1”，以避免其发出报警。		
410		停止中的伺服位置偏差值大于参数的设定值（No.110）。		请检查导致位置偏差增大的机械性原因。如果机械方面处在正常的范围之内，请放大设定参数的检测值。

报警号	LED显示	内容	对策
411		移动中的伺服位置偏差值大于参数的设定值（No.182）。	请检查导致位置偏差增大的机械性原因。如果机械方面处在正常的范围之内，请采取下列对策。 - 放大参数的检测值。 - 减小进给速度指令。 - 延长各类时间常数。
412		[SVU-12、SVU-20的情形] 发生了过电流报警。	主电路中流过异常大的电流时会发出报警。 (1) 通过30号参数来确认电机号是否正确设定。 (2) 确认伺服控制的与电流控制相关的参数是否处在标准的设定值。 当这些参数与标准设定值不同时，就不能正常地进行电流控制。 No.70,71,72,78,79,84,85,86,87,88,89,90 (3) 将动力线从伺服放大器单元的连接器上拆下，解除急停。 →如果还发生过电流报警，请更换伺服放大器单元。 →如果不发生过电流报警，就进入(4) (4) 检查U、V、W其中之一与接地之间的绝缘情况。 →若已经进行绝缘，就进入(5) 如果形成短路，就从电机的连接器上拆下动力线，按照顺序检查电机U、V、W其中之一与接地之间的绝缘情况。 →如果电机U、V、W与接地形成短路，就更换电机。 →如果已经绝缘，则更换动力线。 (5) 布设动力线，观察电机在加/减速中的电机电流(IR、IS)的波形。 →当电机电流(IR、IS)的波形不是正常的正弦波时，更换伺服放大器单元。 (6) 确认电机电流（IR、IS）的波形是否受到噪声的影响。 →当受到噪声影响时，就应采取噪声对策，如撤除屏蔽接地等。 →没有受到噪声影响时，更换伺服放大器单元。 (7) 不属于(1)～(4)的情形时，可能是因为脉冲编码器、指令电缆、CNC内部的硬件不良等原因引起的。

报警号	LED显示	内容	对策
412		[SVU-40、SVU-80的情形] 发生了过电流报警或IPM报警。	在下列情形下发生报警。 - 主电路中流过异常大的电流时会发出报警。 - 在IPM（驱动电机的半导体）中检测出异常（过电流、过热、IPM控制电源电压下降）时，发生报警。
		(1) 通过30号参数来确认电机号是否正确设定。 (2) 确认伺服控制的与电流控制相关的参数是否处在标准的设定值。 当这些参数与标准设定值不同时，就不能正常地进行电流控制。 No.70,71,72,78,79,84,85,86,87,88,89,90 (3) 在断开伺服放大器单元10分钟左右后，解除急停。 如果还发生过电流报警，可能是因为IPM的保护功能（过热）在发挥作用。 发生过热，可能是因为周围温度处在高温，或者电机的运行条件过于恶劣，请予确认。 →如果还发生过电流报警，就进入(4) (4) 将动力线从伺服放大器单元的连接器上拆下，解除急停。 →如果还发生过电流报警，可能是因为IPM的保护功能（过电流、控制电源电压下降、过热）在发挥作用。→请更换IPM，或者更换伺服放大器单元。 →不发生过电流报警时，就进入(5) (5) 从放大器的连接器上拆下动力线，按照顺序检查U、V、W其中之一与接地之间的绝缘情况。 →如果电机U、V、W形成短路，就更换电机。 →如果已经绝缘，则更换动力线。 (6) 布设动力线，观察电机在加/减速中的电机电流(IR、IS)的波形。 →当电机电流(IR、IS)的波形不是正常的正弦波时，更换伺服放大器单元。 (7) 确认电机电流（IR、IS）的波形是否受到噪声的影响。 →当受到噪声影响时，就应采取噪声对策，如撤除屏蔽接地等。 →没有受到噪声影响时，更换伺服放大器单元。 (8) 不属于(1)～(7)的情形时，可能是因为脉冲编码器、指令电缆、CNC内部的硬件不良等原因引起的。	

报警号	LED显示	内容	对策
413		发生了直流链路过电压报警。	主电路电源的直流电压异常高时会发出报警。
		(1) 在SVU-12、SVU-20的情形下使用分离式再生放电单元时，请确认规格，检查平均每次的再生能量是否超过伺服放大器单元的容许再生能量。 (2) 在SVU-40、SVU-80的情形下使用分离式再生放电单元时，确认连接器CX23是否在虚设连接器处形成短路。 (3) 可能是因为用于动力电源的输入电压过高（超过额定值）。请确认电压。电压高时要将电压调为适当值。 (4) 可能是因为分离式再生放电单元的连接故障造成的。请确认连接。 (5) 可能是因为分离式再生放电单元的电阻异常造成的。请拆下分离式再生放电单元的配线，确认电阻值。规定的电阻值未处在±20%之内时，请更换分离式再生放电单元。 (6) 不属于上述(1)～(5)的任一情形时，请更换伺服放大器单元。	
414		发生了直流链路电压不足报警。	主电路电源的直流电压异常低时会发出报警。
		(1) 可能是因为在从内置DI的*ESP和I/O Link接口信号的*ESP都被解除起到插入到动力电源用输入的外设电磁接触器接通为止，需要190ms（包括电磁接触器的动作时间）以上导致的。请在100ms之内接通电磁接触器。 (2) 可能是因为外部无保险丝断路器处在断开状态。请确认无保险丝断路器。 (3) 可能是因为用于动力电源的输入电压过高（超过额定值）。请确认电压。电压低时要将电压调为适当值。 (4) 可能是因为外部设置的电磁接触器的连接故障造成的。请确认连接。 不属于上述(1)～(4)的任一情形时，请更换伺服放大器单元。	
417		参数设定异常。	请进行下列参数的确认。 No.30 电机型号 No.31 电机旋转方向 No.106 电机每转动一圈的脉冲数的分母是否为0（零） No.180 参考计数器的容量是否为0（零）或负？
418		发生了DO报警。	更换伺服放大器单元。
423		指定了超过32767000检测单位／sec的速度。	请重新修改CMR、指令速度的设定。

报警号	LED显示	内容	对策
425		用于冷却的风扇停止。	内置在伺服放大器中的风扇电机发生故障时会有报警发出。风扇电机属于耗件。
		(1) 请确认风扇上面是否夹有异物。 (2) 请确认风扇的电源插头的连接。 (3) 更换风扇或伺服单元。	
446		外部脉冲输入的线折断。	请正确连接外部脉冲输入信号。
447		速度偏差过大（速度控制）	请确认实际速度。 请确认参数No.136的内容。

超程报警

报警号	LED显示	内容	对策
500		超过了正端的行程极限。	请确认是否已经正确连接*+OT、*-OT。 请确认移动指令是否有误。 请在JOG方式下将其退到相反一侧后再复位。
501		超过了负端的行程极限。	
510		超过了正端的软行程极限。	请确认参数的设定值（Ｎｏ.１４２、１４３）是否合适。请确认移动指令是否有误。 请在JOG方式下将其退到相反一侧后再复位。
511		超过了负端的软行程极限。	

系统报警

报警号	LED显示	内容	对策
—		在通电时的ＲＡＭ的写入／读出测试中检测出了异常。	请更换伺服放大器单元。
—		在保持型存储器的数据核对检查中检测出了错误。	重新通电，并且再次设定参数。即使进行上述操作之后报警仍然不能解除时，请更换伺服放大器单元。
—		保持型存储器的数据传输报警。	请更换伺服放大器单元。
—		检测出了看门狗报警。	请重新通电。即使进行上述操作之后报警仍然不能解除时，请更换伺服放大器单元。
—		检测出了用于控制软件的ＲＯＭ的和数校验报警。	请更换伺服放大器单元。
—		检测出了ＣＰＵ内置的ＲＯＭ的和数校验报警。	请更换伺服放大器单元。
—		检测出了控制电路的异常。	请更换伺服放大器单元。

Ｉ/Ｏ　ＬＩＮＫ报警

报警号	LED显示	内容	对策
—		ＦＡＮＵＣ　Ｉ／Ｏ　Ｌｉｎｋ发生了异常。 连接在线上的某一台设备的电源被切断。	请暂时断开连接在线上的所有设备的电源，而后按照从动装置、主动装置的顺序通电。

ＬＥＤ无显示

报警号	LED显示	内容	对策
—	全部熄灭	控制电路尚未正常运行。	(1)清确认控制用DC24V电源的输入电压。电压低时要将电压调为适当值。 (2)请确认伺服放大器单元内置保险丝是否已被熔断。保险丝熔断时，请按照“IV　伺服放大器单元的维护”进行更换。 不属于上述(1)～(2)的任一情形时，请更换伺服放大器单元。

12）系统报警

（使用复位键并不能复位以下报警）

序号	信息	内 容
900	ROM 奇偶错误	CNC、用户宏程序或伺服的 ROM 奇偶性错误。 按照指示的 ROM 顺序号对 Flash ROM 重新进行写入操作。
910	SRAM 奇偶错误：（0 字节）	纸带存储器 SRAM 模块的 RAM 奇偶错误。进行存储器全清操作或更换模块。 进行完该操作后，重新设置包括参数在内的所有数据。
911	SRAM 奇偶错误：（1 字节）	纸带存储器 SRAM 模块的 RAM 奇偶错误。进行存储器全清操作或更换模块/母板。 进行完该操作后，重新设置包括参数在内的所有数据。
912	DRAM 奇偶错误：（字节 0）	DRAM 模块 RAM 奇偶错误。更换 DRAM 模块。
913	DRAM 奇偶错误：（字节 1）	
914	DRAM 奇偶错误：（字节 2）	
915	DRAM 奇偶错误：（字节 3）	
916	DRAM 奇偶错误：（字节 4）	
917	DRAM 奇偶错误：（字节 5）	
918	DRAM 奇偶错误：（字节 6）	
919	DRAM 奇偶错误：（字节 7）	
920	伺服报警（1~4 轴）	伺服报警（1~4 轴）。伺服模块发生监控报警或 RAM 奇偶性校验错误。 更换主 CPU 板的伺服控制模块。
926	FSSB 报警	FSSB 报警。 更换主 CPU 板的伺服控制模块。
930	CPU 中断	CPU 错误（异常中断）。 主 CPU 板故障。
935	SRAM ECC 错误	程序存储器 RAM 发生错误。 解决方法： 更换主印刷电路板（SRAM 模块），执行全清操作，然后重新设置所有的参数和其它数据。
950	PMC 系统报警	PMC 内部发生错误。主 CPU 板上的 PMC 控制模块或选择板故障。
951	PMC-RC 看门狗报警	PMC-RC（看门狗报警）发生错误。选择板可能损坏。
970	PMC LSI 内发生 NMI	对于 PMC-SA1，母板上的 PMC 控制 LSI 设备发生错误。（ I/O RAM 奇偶错误）。 更换母板。
971	SLC 内发生 NMI	对于 PMC-SA1，检测到未连接 I/O Link。 检查 I/O Link。
972	其它模块内发生 NMI	在非主 CPU 板内发生了的 NMI。

序号	信息	内 容
973	非屏蔽中断	未知原因的 NMI（非屏蔽中断）。 主 CPU 板或选择板可能损坏。
974	F-BUS 错误	FANUC 总线发生总线错误。 主 CPU 板或选择板可能损坏。
975	BUS 错误（主）	主 CPU 板错误。 主 CPU 板或选择板可能损坏。
976	L-BUS 错误	局部总线发生总线错误。 主 CPU 板或选择板可能损坏。

7

7.2″ 单色 / 8.4″ 彩色 LCD/MDI 单元（竖形）.....432
7.2″ 单色 / 8.4″ 彩色 LCD/MDI 单元（横形）.....431

A

AI 先行控制 / AI 轮廓控制.....380
ALL IO 画面下数据的输入/输出.....567
安全功能.....522
安全须知.....s-1
按下功能键 [POS] 的画面显示.....643
按下功能键 [OFFSET SETTING] 的画面显示.....666
按下功能键 [SYSTEM] 的画面显示.....693
按下功能键 [MESSAGE] 的画面显示.....702
按下功能键 [PROG] 的画面显示（在 EDIT 方式中）.....660
按下功能键 [PROG] 的屏幕显示(在 MEMORY 方式或 MDI 方式中）.....654

B

帮助功能.....734
报警.....813
报警表.....851
报警和自诊断功能.....532
报警履历显示.....535
报警显示.....426, 533
报警信息.....456
背景编辑.....621
背镗孔循环（G87）.....168
编程引导 0i.....745
编辑程序.....596
编辑零件加工程序.....421
编制程序.....748
变量.....306
比例缩放（G50、G51）.....287
不精确的螺纹长度.....840
不精确螺纹长度的简单计算.....742
不同加工使用的刀具选择——刀具功能.....21

C

CNC 机床操作流程.....6
CNC 的状态和数据设定或输入/输出操作的报警信息显示.....700
参考点.....79
参考位置（机床的特定位置）.....15
参数.....812
参数的输入/输出.....574
参数的显示和设定.....694
参数和螺距误差补偿数据的输入/输出.....552
操作.....760
操作监控显示画面.....652
操作设备.....429
插补功能.....36
插补前钟型加速 / 减速时间常数变更功能.....398
超程.....524
程序部分的构成.....131
程序部分以外的程序组成部分.....128
程序的重新启动.....488
程序的删除.....609
程序的输入/输出.....545, 569
程序段的删除.....604
程序号和顺序号的显示.....699
程序号检索.....606
程序检查.....419, 514
程序检查画面.....658
程序结构.....23, 126
程序内容显示.....655
程序显示.....425
创建程序.....624
创建新的零件加工程序.....750
串联控制.....407
存储器运行.....478
存储式行程检查.....525

D

DNC 运行.....485
单程序段.....520

单方向定位（G60） 39
当前程序段显示画面 656
当前位置显示 426
刀具按照工件外形移动——插补 12
刀具半径补偿 C （G40-G42） 224
刀具半径补偿产生的过切 260
刀具半径补偿 C 的详细说明 230
刀具半径补偿 C 方式中的 G53、G28、G30 和 G29 指令 264
刀具补偿功能 206
刀具补偿值、补偿号和用程序输入补偿值（G10） 285
刀具长度的测量 669
刀具长度偏置（G43、G44、G49） 207
刀具长度偏置方式中的 G53、G28 和 G30 指令 212
刀具功能（T 功能） 111
刀具轨迹绘制 713
刀具偏置（G45—G48） 219
刀具寿命 121
刀具寿命管理功能 113
刀具寿命管理数据 114
刀具寿命管理数据的存储、修改和删除 115
刀具形状和用程序控制刀具移动 26
刀具选择功能 112
刀具移动范围——行程 27
刀具移动指令尺寸的表示方法——绝对值/增量值指令 ...19
电机内置绝对脉冲编码器的电池（6VD） 824
电源通/断 460
第二辅助功能（B 代码） 125
定位（G00） 37
动态图形显示 713
读入文件 562
断电 462
断续进给平面磨削循环（G79） 194
多重跳转（G31） 56

F

FANUC 手持文件盒 459
返回参考点 80
法线方向控制（G40.1、G41.1、G42.1 或 G150、G1 29851、G152） 298
非模态调用（G65） 329
分度工作台的分度功能 203
分离型绝对脉冲编码器的电池（6VDC） 822
辅助功能 122
辅助功能（M 功能） 123
辅助计算详述 800
附加工件坐标系（G54.1 或 G54） 94

G

G 代码帮助 754
改变工件坐标系 89
概述 3, 11, 60, 207, 230, 413, 746
刚性攻丝 177
刚性攻丝（G84） 178
干涉检查 255
高速排屑钻孔循环（G73） 146
高速切削功能 376
高速跳转信号（G31） 55
格式数据输入功能 362
格式数据输入功能的字符和代码 371
格式数据显示 367
各固定循环的数据 762
各种数据的注意事项 8
根据圆弧半径箝制进给速度 377
工件原点偏移测量值的直接输入 678
工件坐标系 87
工件坐标系预置（G92.1） 92
工件坐标系中的位置显示 644
工艺帮助 752
功能的详细说明 354
功能和纸带格式表 830
功能键 438
功能键和软键 437
攻丝循环（G84） 162
固定加工循环 759
固定磨削循环（磨床） 187
固定循环 142
固定循环取消（G80） 174, 186
拐角处的刀具路径 844
拐角圆弧插补（G39） 283

H

合并程序 615
恒表面切削速度控制（G96,G97） 108
宏程序调用 328

宏程序语句的处理 341
宏程序语句和 NC 语句 322

J

机床操作指令——辅助功能 22
机床锁住和辅助功能锁住 515
机械坐标系 86
基于拐角的方法 74
基于每个轴速度差的方法 76
极坐标指令（G15，G16） 101
加工程序中的刀具寿命管理指令 118
简化编程功能 141
简易同步控制 403
键盘的详细说明 435
键盘输入和输入缓冲区 455
紧急停止 523
进给倍率 517
进给功能 59
进给—进给功能 14
精镗循环（G76） 150
镜像 505
局部坐标系 96
绝对值编程与增量值编程（G90，G91） 100

K

拷贝程序的一部分 613
拷贝、移动和合并的补充说明 616
拷贝一个完整程序 612
可编程参数输入（G10） 373
可编程镜像（G50.1、G51.1） 303
空运行 519
控制轴 28, 29
口令功能 622
快速移动 62
快速移动倍率 518
扩展零件程序的编辑功能 611

L

利用存储卡进行 DNC 操作 509
利用存储卡输入/输出数据 584
连续进给平面磨削循环（G78） 192
连续修正砂轮磨削补偿（磨床） 196
零件数的显示、运行时间的显示 427
零件图纸和刀具移动 15
零件图纸坐标系和 CNC 系统指定的坐标系 16
轮廓编程 777
轮廓编程的操作 778
轮廓计算详述 789
轮廓图形数据详述 787
螺距误差补偿数据的显示和设定 696
螺纹切削（G33） 51
螺旋插补（G02，G03） 47

M

M 代码帮助 757
MDI 操作的程序画面 659
MDI 键的位置（竖形 LCD/MDI 单元） 434
MDI 运行 481
MDI 键的位置（横形 LCD/MDI 单元） 33
模态调用（G66） 33

N

NC 语句和宏程序的执行顺序 41
内拐角自动倍率（G62） 0
内圆弧切削进给速度变化 3
扭矩极限跳跃（G31 P99） 7

P

排屑刚性攻丝循环（G84 或 G74） 84
排屑钻孔循环（G83） 56
偏置方式中的刀具移动 35
偏置取消方式中的刀具移动 49
偏置数据的输入/输出 50, 76
平面选择 8
屏幕硬拷贝 39

Q

其它 810
启动 48, 49
起刀时的刀具移动 31
前言 47
切入式磨削循环（G75） 88
切削进给 3
切削进给速度控制 68
切削速度——主轴速度功能 20
清除屏幕显示 704
清屏 704

R

任意角度倒角/拐角圆弧 199
如何在不运行机床的情况下观察位置显示的变化 420
软键 439
软盘文件的输入/输出 579
软盘中目录的显示 558

S

删除多个程序段 605
删除所有程序 609
删除文件 564
删除一个程序 609
删除一个程序段 604
删除指定范围内的多个程序 610
设定和显示刀具偏置值 667
设置工件坐标系 87
设置和显示单元 430
实际进给速度显示 649
实体图形 722
使用系统变量时的注意事项 343
使用 FS10/11 纸带格式的存储器运行 375
示例程序 339
手动操作 414, 463
手动返回参考点 464
手动干预和返回 507
手动绝对值开 / 关 472
手动连续进给（JOG） 466
手轮进给 469
手轮中断 502
输出参数 553
输出程序 548, 563
输出螺距误差补偿值 555
输出偏置数据 551
输出指定组的程序清单 566
输入参数 552
输入程序 545
输入螺距误差补偿值 554
输入偏置数据 550
数据的设定和显示 635
数据的输入/输出 428, 539
顺序号比较和停止 673
顺序号的自动插入 626
顺序号检索 607
算术和逻辑运算 317

T

镗孔循环（G85） 164
镗孔循环（G86） 166
镗孔循环（G88） 170
镗孔循环（G89） 172
条件转移（IF 语句） 323
跳到程序头 600
跳转功能（G31） 53
停刀（G04） 78
通电 460
通电后的屏幕显示 461
通电、清除和复位时的状态 848
通过自诊断画面检查 536
图解计算 839
图形功能 706
图形会话编程功能 631
图形显示 427
图形显示 707

W

外部操作功能（G81） 202
外部操作信息显示 702
外部 I/O 设备 457
外部输出指令 348
文件 540
文件查找 542
文件删除 544
无条件转移（GOTO 语句） 323

X

系统变量 309
下一程序段显示画面 657
显示 425
显示程序号、顺序号及数据设定或输入/输出操作的警告信息和状态 699
显示格式名菜单 363
显示格式数据和格式菜单 681
显示和设定刀具寿命管理数据 685
显示和设定工件原点偏移值 677
显示和设定扩展的刀具寿命管理 688

显示和设定软操作面板 683
显示和设定用户宏程序公共变量 680
显示和设定运行时间、工件数和时间 675
显示和设置数据 422
显示和输入设置（SETTING）数据 671
显示目录 559
显示使用的内存和程序清单 660
显示指定组的程序清单 663
先行控制（G08） 378
限制 347
相对坐标系中的位置显示 645
小孔排屑钻孔循环（G83） 158
小数点编程 105
斜轴控制 408
旋转轴的循环功能 406
选择工件坐标系 88
循环（WHILE 语句） 325

Y

沿工作台摆动终点的 Y 轴和 Z 轴的横向进磨（磨床） 198
一般的屏幕操作 437
一个程序段中有多个 M 指令 124
移动程序的一部分 614
移动前的冲程极限检查 529
英制/公制转换（G20，G21） 104
用程序移动刀具——自动运行 416
用 G 代码调用宏程序 335
用 M 代码调用宏程序 336
用 M 代码调用子程序 337
用 T 代码调用子程序 338
用代码指定主轴速度 107
用户宏程序 305
用户宏程序的编辑 620
用户宏程序的存储 346
用户宏程序的公共变量的输入/输出 556
用户宏程序公共变量的输出 557
用户宏程序公共变量的输入 556
用户宏程序公共变量的输出 578
用 MDI 面板创建程序 625
用于 CNC 控制单元的存储器备份的电池（DC3V） 818
由 MDI 输入指令 263
与输入/输出相关的参数的设定 568
预备功能（G 功能） 31
预置工件坐标系 648
圆弧插补（G02，G03） 43
圆弧切削的径向误差 847
圆柱插补（G07.1） 48
阅读本说明书的注意事项 8
运行机床进行检查 419
运行时间和零件数的显示 651

Z

在示教方式中创建程序（录返） 628
增量进给 468
增量系统 30
直接固定尺寸切入式磨削循环（G77） 190
直接指定主轴速度值（S5 位数指令） 107
直线插补（G01） 41
纸带代码表 827
指定方法说明 353
指令值范围 836
中断型用户宏程序 352
轴控制功能 402
轴名 29
主轴速度功能（S 功能） 106
转移和循环 323
准确停止（G09，G61）切削方式（G64）攻丝方式（G63） 69
子程序（M98，M99） 137
子程序调用功能（M198） 500
字的插入 601
字的插入、替换和删除 597
字的检索 598
字的删除 603
字的替换 602
自动刀具长度测量（G37） 215
自动拐角倍率 70
自动拐角减速 74
自动清除屏幕显示 705
自动运行 417, 477
字符-代码对应表 850
字和地址的替换 618
综合位置显示 647
钻孔循环，点钻循环（G81） 152
钻孔循环，锪镗循环（G82） 154
最大行程 30

左旋刚性攻丝循环（G74） 181
左旋攻丝循环（G74） 148
坐标系 85
坐标系旋转（G68、G69） 292
坐标值与尺寸 99
作业调度功能 495

说 明 书 改 版 记 录

FANUC Series 0*i*-MC 操作说明书（B-64124CM）

01	**2004 年 7 月**	———			
版本	年月	变 更 内 容	版本	年月	变 更 内 容