WinCNC 数控系统

使用手册

北京东方嘉宏机电技术有限责任公司

2002/12/20 V2.3

第一章 操作说明 1

§1.1 用好本手册 1
§1.2 系统简介 1
§1.2.1 主控模式 *1*
§1.2.2 手动模式 *2*
§1.2.3 编辑模式 *2*
§1.2.4 屏幕菜单 *3*
§1.3 操作要领 3
§1.3.1 常规操作 *3*
§1.3.2 对刀操作 *9*
§1.3.3 断点加工 *12*
§1.3.4 阵列加工 *13*
§1.4 参数详解 13
§1.4.1 设置系统参数 *13*
§1.4.2 设置预览参数 *23*
§1.4.3 设置刀具半径、长度补偿参数 *24*
§1.4.4 图形文件转换参数 *24*
§1.4.5 *IO* 点参数 *26*
§1.4.6 设置 *X*、*Y*、*Z*、*4*、*5*、*6* 轴参数 *27*
§1.4.7 *PID* 数字调节器 *30*
§1.4.8 刀库参数 *32*

第二章 程序制作概述 33

§2.1 概要 33
§2.2 指令概述 36

第三章 程序设计 39

§3.1 指令码说明 39
§3.2 快速定位(G00) 41
§3.3 直线切削(G01) 43
§3.4 圆弧切削(G02、G03) 44
§3.5 圆弧切削，极坐标编程(G05) 46
§3.6 螺旋线切削(G02、G03、G05) 46
§3.7 暂停指令(G04) 48
§3.9 平面选择(G17、G18、G19) 48
§3.8 单位设定(G20、G21) 49
§3.9 座标系设定(G92、G54--G59) 49
§3.9.1 机床座标系*(HOME)* *49*
§3.9.2 工件座标系统 *(G54--G59)* *50*

§3.9.3 用 *G92* 变更工件坐标系 *50*
§3.9.4 在程序中如何设定工件坐标系 *53*
§3.10 绝对和增量座标编程(G90、G91) 54
§3.11 程序段衔接处的速度控制(G61—G64) 55
§3.12 程序段循环(G78，G79) 56
§3.13 子程序(M98、M99) 57

第四章 辅助机能 60

§4.1 进给及 F 机能 60
§4.2 辅助机能 M 码 60
§4.3 主轴机能 S 码 63
§4.4 刀具机能 T 码 64

第五章 刀具补偿 65

§5.1 刀具补偿说明 65
§5.2 刀具半径补偿 G40-G42 65
§5.2.1 问题分析 *68*
§5.2.2 计算补偿矢量的数学模型 *69*
§5.2.3 编程时的注意事项 *72*
§5.3 刀具长度补偿 G43、G44、G49 81

第六章 固定循环 85

§6.1 固定循环概论 85
§6.2 固定循环解说 88

第七章 激光加工 96

§7.1 将 WINCNC 设定为激光加工模式 96
§7.2 激光加工专用代码 阵列加工（G11、G12、G13、G14) 98
§7.2.1 矩形阵列加工*（G11、G12)* *98*
§7.2.2 圆形阵列加工*（G13、G14)* *99*
§7.3 激光加工专用代码 辅助机能 M 码 100
§7.4 激光频率机能 S 码 101
§7.5 激光脉宽机能 T 码 101
§7.6 激光脉宽的自动调整（保留功能） 101

附录 A 虚拟 IO 变量说明 103

§1 虚拟输出点 103
§2 虚拟输入点 103
§3 真实 IO 点的排序说明 106

附录 B CORELDRAW PLT 文件输出配置 108

附录 **C**　联接参考（**6020** 卡、步进/全数字伺服电机系统） **110**

§1 PC 机与驱动系统及机床连接框图 110
§2　电机控制卡的安装与设置 110
1 板上开关与跳线 *110*
2　*ISA I/O* 地址 *(S1)* *111*
3 脉冲输出方式选择 *(J4,5)* *111*
§3　6020 卡连线表 112
§4　多加的 IO 卡的联接说明（可选） 115
I0 卡插头连线表 *116*

附录 **D**　联接参考（**GALIL** 系列电机控制卡） **118**

附录 **E**　**6030** 联接参考 **121**

附录 **F**　激光加工连线表 **126**

1 板上跳线 *126*
2　连线说明 *126*

版本声明：

WinCNC 数控系统随时在改进，《说明书》与实际的 **WinCNC 数控系统**可能会有差异，请以电子文档的《说明书》为准。敬请注意。

第一章 操作说明

§1.1 用好本手册

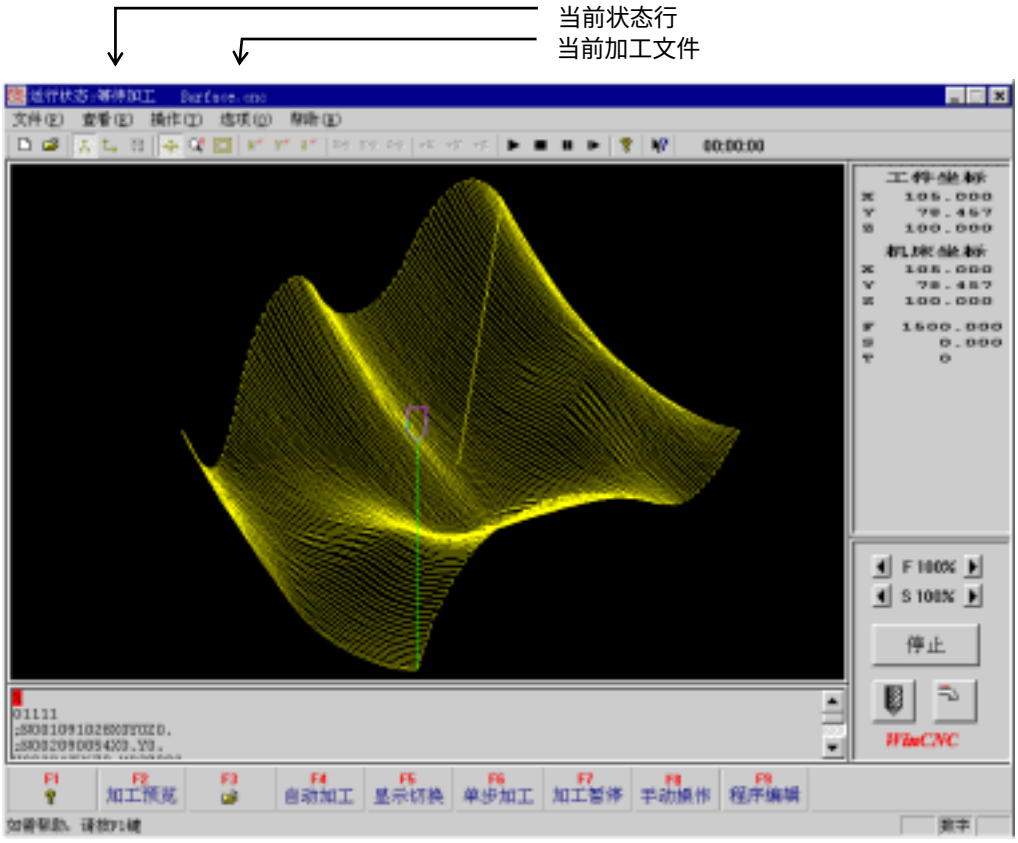
WinCNC 数控系统是为多轴数控铣床、数控雕刻机、激光加工机、PCB 钻孔机、服装切割机及火焰切割机等配套的专用数控系统，由《北京东方嘉宏机电技术有限责任公司》研制。该手册是 **WinCNC 数控系统**使用说明书，仅对该系统本身进行说明，关于加工机整机的使用说明可参阅整机说明书。

§1.2 系统简介

系统软件主要有三种模式：主控模式、手动模式、编辑模式。系统上电后的第一屏为主控模式，在主控模式按 F8 键可进入手动模式，按 F9 键可进入编辑模式。

§1.2.1 主控模式

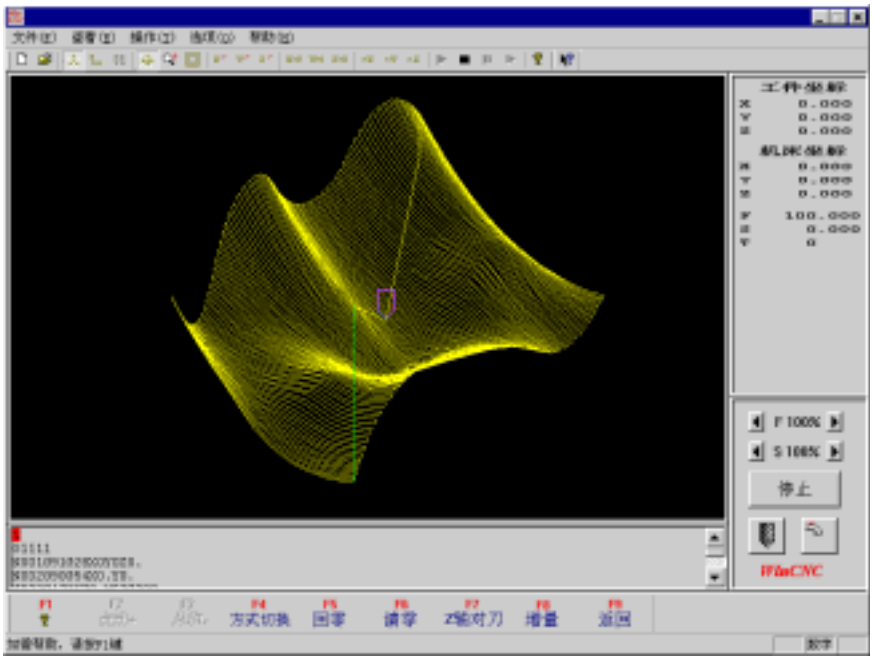
控制系统上电后进入主控模式，屏幕显示如下：



在主控模式下，操作者可根据 F 功能键及屏幕菜单来完成各种操作，按 F8 键可进入手动模式。

§1.2.2 手动模式

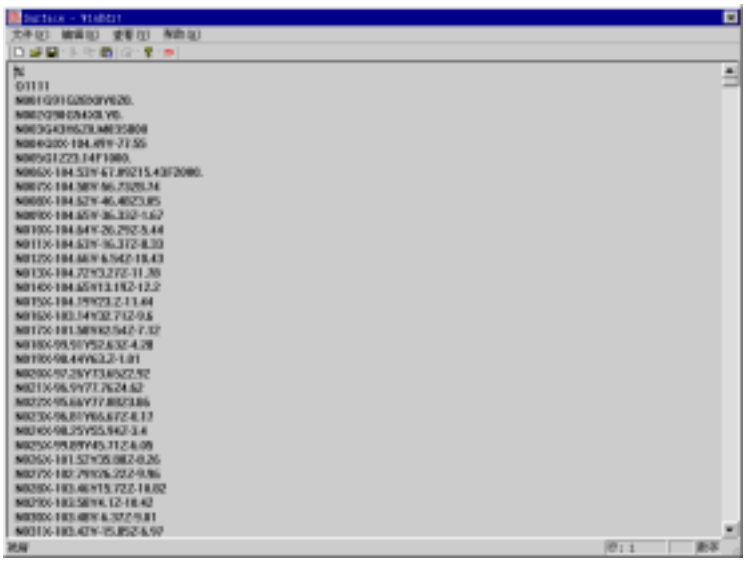
在主控模式按 F8 键可进入手动模式，屏幕显示（3 轴系统）如下：



手动模式为操作者手动控制机床提供方便，在手动模式下有 X、Y、Z 轴点动、回零点、找对刀仪、增量等操作，按 F9 键可返回到主控模式。

§1.2.3 编辑模式

在主控模式按 F9 键可进入编辑模式，屏幕显示如下：

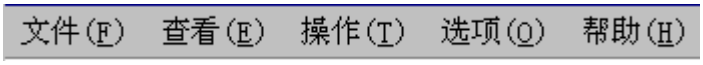


编辑模式主要为操作者编辑 G 代码文件提供方便。按 **F9** 键退出编辑模式。

§1.2.4 屏幕菜单

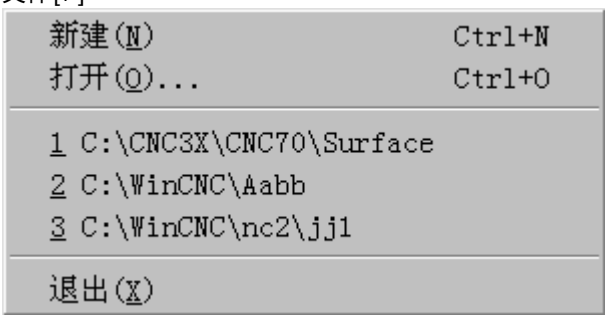
屏幕菜单如下：

主菜单：



子菜单：

文件[F]



… … …

§1.3 操作要领

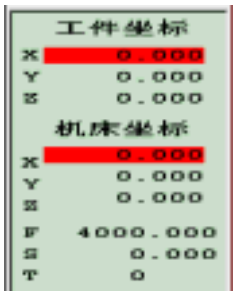
§1.3.1 常规操作

系统第一次运行时要正确设定参数(详见 §1.4 节),在设定完参数后，系统每次上电后，一般应按以下顺序进行操作：

*(一)*回零点*：*系统上电后，如果 X、Y、Z 轴的回 HOME 点有效(详见轴参数设定)，则首先 X、Y、Z 轴必须回零点，以建立机械坐标系。在主控模式按 F8 键，进入手动模式，

操作要领：

按 X、Y、Z 字母键选择轴→屏幕右侧显示加重→



加重

按 F5 健→选择轴回零点→

按 F9 健→返回主画面。

在手动方式下有 X、Y、Z 轴点动功能，这时用户可手工移

动 X、Y、Z 轴正/负向移动，操作要领是：按 X、Y、Z 字母键选择轴（屏幕右侧显示加重，按 Esc 键可取消选择轴），按 F2、或 F3 键不放手。轴的手动速度可在轴参数中设定（见 § 1.4.1 节）。

在 X、Y、Z 轴碰到限位开关时，可按点动键使轴脱离限位开关，如 X 轴碰到+限位，系统将出现报警，这时操作者可按 X 点动按钮(方向为负)使 X 轴脱离+限位。注意：如果机床某一轴碰到极限开关，必需通过点动操作使其脱离硬限位，否则其它操作都将无效。如果机床两个轴以上同时碰到极限开关，必需通过人工方式或通过 **Alt+F2、Alt+F3** 操作强行使其脱离硬限位，否则机床将被锁死。

在 F5 回零点操作时，如果用户没有选择轴，则机床的每个轴将按顺序依次回零点，轴的回零次序可在轴参数中设定（见 § 1.4.1 节）。

F8 增量、换刀：在手动方式中，按 F8 键可使 X、Y、Z 轴在当前位置上增量移动，命令格式是在轴名称（X、Y、Z 轴名称）字母后加数字，如：

X100.0

Y-21.55

假如命令为：X10，则 X 轴在当前位置上增量移动 10mm。

如果机床有换刀功能，则也可键入：T1、T2、T3…等，在手动方式下进行机床换刀。

Space（空格）键：

F9 键：在回零或增量操作过程当中，按 F9 或 空格 键可中断操作。

F4 键：点动/寸动转换按钮。看下图：



轴寸动移动量有两挡，在系统参数（系统速度及插补）第 9、10 号参数中可设定

Alt+F2 键：

Alt+F3 键：当机床碰到硬极限时，比如 X 轴碰到硬极限时，而要移动 Z 轴，这时按 Alt+F2、或 Alt+F3 键可强行移动 Z 轴。

手动操作面板：

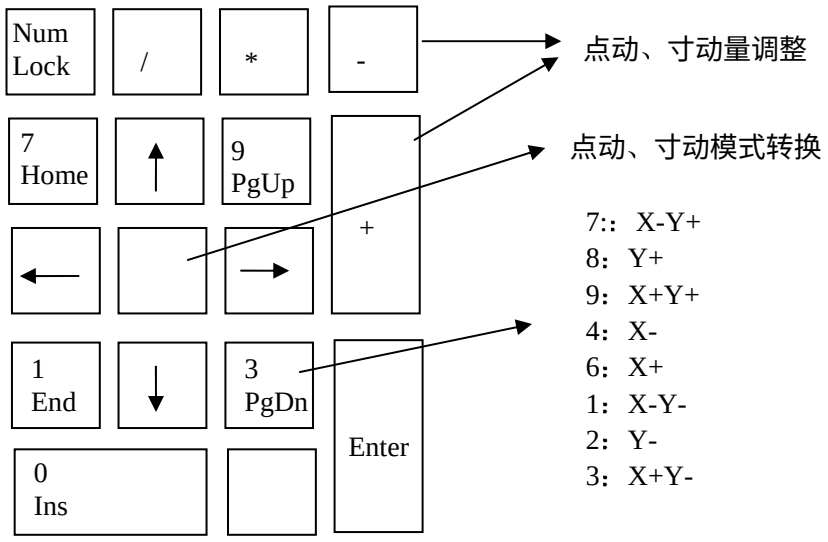
在手动模式下，鼠标点击 [工具条] 中的 [操作面板]，弹出对话窗如下：



“XY、Z 原点定位”功能只能在系统设定为 立即设定工件坐标系 模式时有效。点动速度在《系统参数》中的《其它功能》中设定。

键盘直接操作：

在手动模式下，键盘右侧小键盘区：

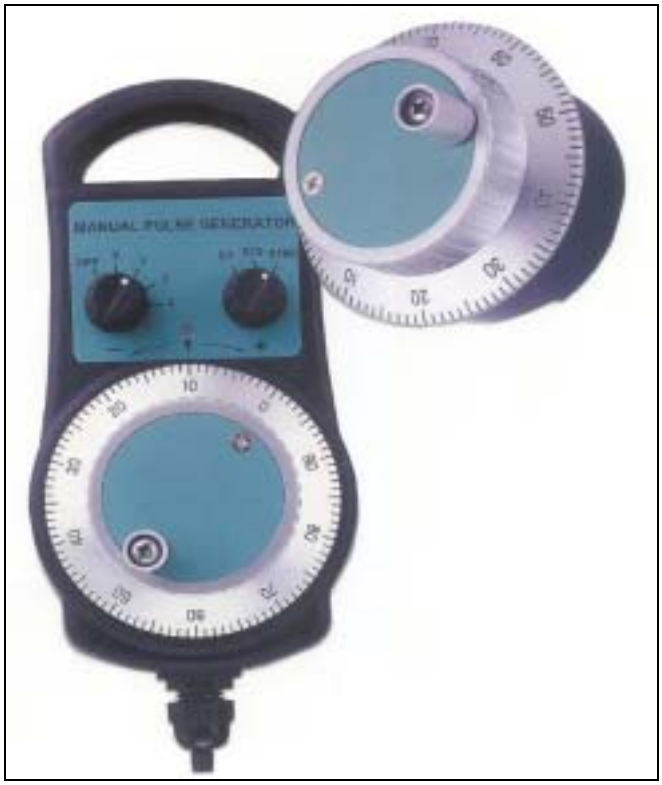


小键盘直接操作功能 在《系统参数》中的《其它功能》中设定。

手摇轮直接操作：

在 系统参数（其它功能）中设定好手摇轮参数，在[***IO*** 点参数] 中定义 MPG IO 信号，在手动模式下，

1．MPG IO 有效（在 IO 参数中定义 MPG IO 信号）：



选择轴：X、Y、Z

选择倍率：X1、X10、X100

摇动手轮…

2．MPG IO 无效：

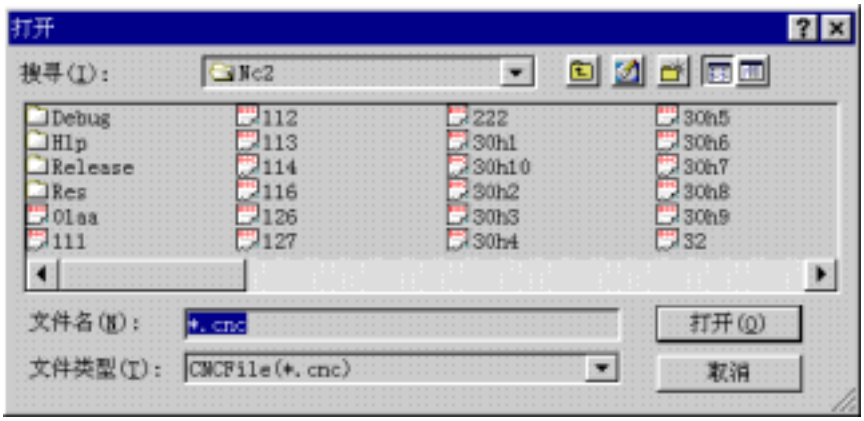
按 X、Y、Z 字母键选择轴

摇动手轮…

(二)打开文件：在加工预览或实际加工时，需要打开 G 代码文件。G 代码文件由用户自行编写，本说明书后面将介绍如何编写 G 码文件(零件加工程序)。G 代码文件也可由 PLT 文件或 DXF 文件转换而得，G 代码文件也可由其他 CAM 软件自动生成。（PLT 文件由用户在 AUTOCAD 或 CorelDraw 软件生成，DXF 文件由 AUTOCAD 或其他 CAD 软件生成,如何生成 PLT、DXF 文件可参考 AUTOCAD 及 CorelDraw 使用手册）

操作要领：

按 Alt+F 键→ 打开 文件[F] 菜单→打开・・・



当前打开的文件将在屏幕的状态行显示。

(三)加工预览：在实际加工前一般应先进行加工预览，这样可预先知道 X、Y、Z 轴的运动轨迹，验证加工轨迹是否正确。对于零件加工程序(G 代码文件)，用户可反复编辑修改；对于由 PLT 或 DXF 转换而来的 G 代码文件，用户可调整某些参数。这些调整包括相对位置(调整用户坐标系，见§1.4.4节)、加工尺寸(调整XY轴转换系数，见§1.4.4节)、移动速度(调整进给速率转换，见§1.4.4节)。

操作要领：

按 F2 键→ 屏幕模拟显示加工轨迹

预览的快慢可通过参数改变，见§1.4.2节。

(四)实际加工：

操作要领：

按 F4 键→ 屏幕实际显示加工轨迹;

F7 键： 加工暂停， 适应于加工预览及实际加工。

F6 键： 程序段加工/停止， 适应于加工预览及实际加工。

Space(空格)键：急停， 适应于加工预览及实际加工。

暂停： 再按 F2 或 F5 键，可在原暂停点恢复加工。

程序段停止：在本行程序运行完后停止。本行 ━ 指 G 代码的一行程序。

急停： 程序立即停止， 再按 F2 或 F5 键，将在下一程序段开始加工。

(五)图形操作：在 加工预览 和 实际加工 时，图形可能会显示在屏幕范围以外，可通过图形操作键来改变屏幕上图形的大小和相对位置。

操作键：

Ctrl+PgUp：图形放大

Ctrl+PgDn：图形缩小

PageDown: 平面、立体坐标转换

Ctrl + Home: 图形找回

Ctrl + →：图形右移

Ctrl + ←：图形左移

Ctrl + ↑：图形上移

Ctrl + ↓：图形下移

（六）其它操作：

F1 帮助： 按 F1 键可得到各种帮助项。按 Esc 键退出帮助。

清除错误：使用 工具[T] 屏幕菜单的子菜单。如果系统出现错误报警，可通过该菜单清除错误。

Alt+X： 退出 WinCNC 数控系统。

在实际加工时可通过屏幕按钮打开或关闭主轴及切削液。



←——— 进给倍率选择条 有 10、20、30---150、160% 共 16 挡，在加工时可通过鼠标或按键（+、—）实时选择。

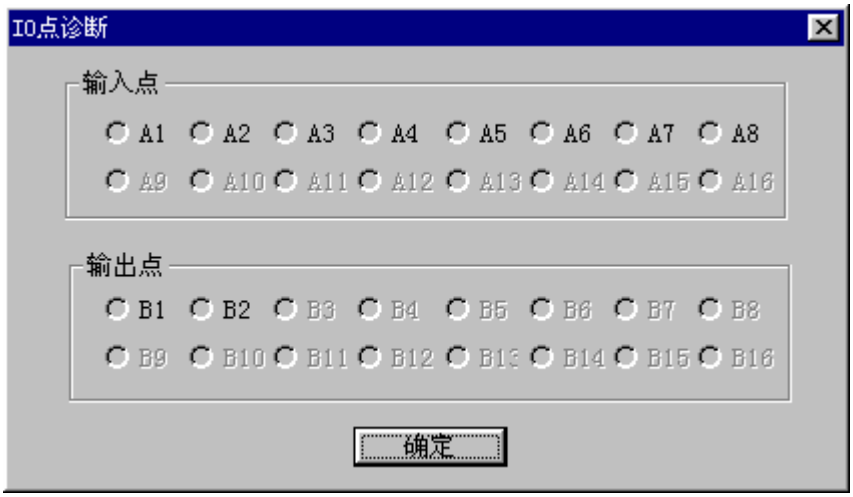
Alt+A: 主轴 旋转/停止

Alt+C: 切削液 打开/关闭

（七）IO 诊断

IO 点的状态可看到，操作要领：

按 Alt+**t** 键→ 打开 操作[T] 菜单→**IO** 诊断・・・



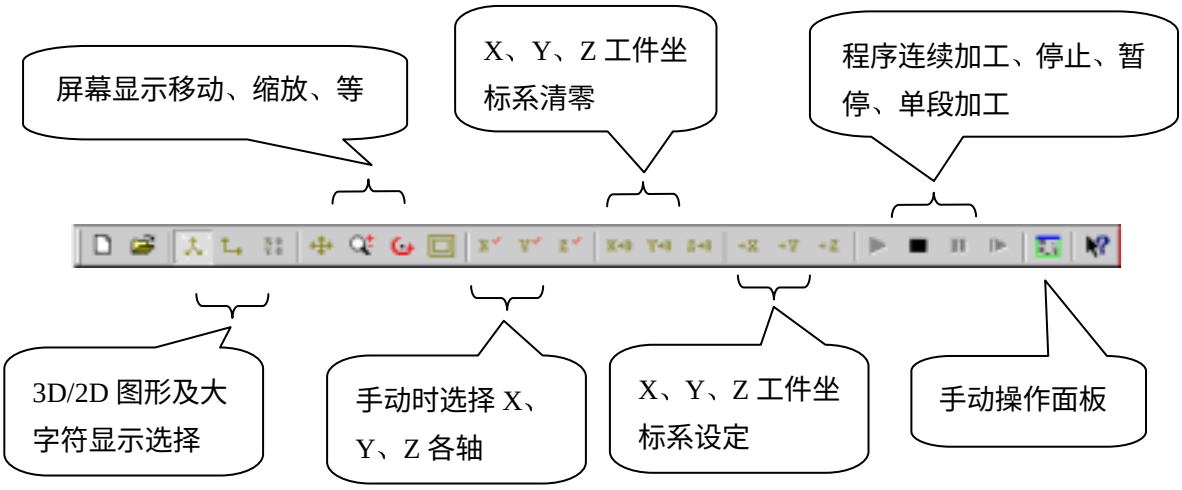
（八）PLT、DXF 文件转换：

操作要领：

按 Alt+**f** 键→ 打开 文件[**f**] 菜单→PLT、DXF 文件转换・・・

在转换前先正确设定[图形文件转换参数]。

（九）工具条说明：



§1.3.2 对刀操作

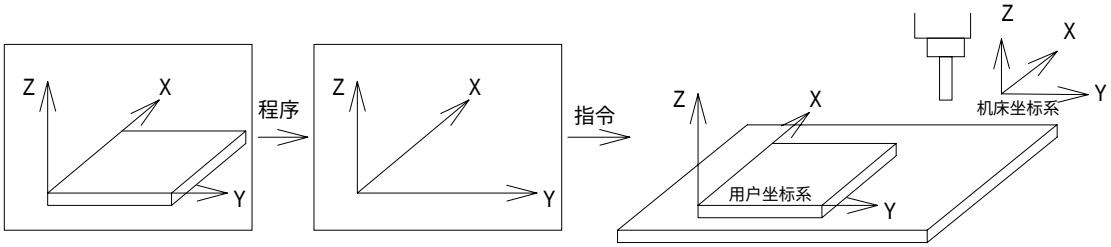
坐标系

坐标系的建立

在NC机床上设有机床特定的位置，其位置由机床的行程开关决定，此位置通常称为机床原点（机械原点、HOME点、零点），它是建立机床坐标系的基准点。CNC机床通电之后，首先要手动回HOME点，以建立机床坐标系。

在机床坐标系建立之后，操作者可以此为基准建立自己的坐标系，此坐标系一般称为用户坐标系（或工件坐标系）。

加工图纸上的坐标系与机床上坐标系的关系



加工图纸　　机床

用户在编程时，一般以加工图纸上的坐标系来进行编程。在实际加工时，要根据零件的装夹位置设定相对于机床坐标系的用户坐标系，用户坐标系相对机床坐标系（机床原点）有一位置差值，这种差值可通过CNC系统对刀操作来设定。位置差正确设定后，CNC系统在控制轴运动时会自动加上用户坐标系的位置差，因为CNC系统总是相对于机床原点来控制机床运动的。

在 **WinCNC 数控系统**中，工件坐标系的建立有两种方式（通过系统参数：G 代码指定工件坐标系 可任选一种），即：

①G 代码指定工件坐标系。在加工程序中用 G55 或 G92 设定工件坐标系，在程序中当运行到

G55 或 G92 代码时，工件坐标系将被建立，详见§3.9 座标系设定(G92、G54--G59) 一节。

②立即设定工件坐标系。 在加工程序前，操作者通过对刀操作立即建立工件坐标系，程序中的G55或G92代码将不再起作用。

F7 对刀仪 （在手动模式下）

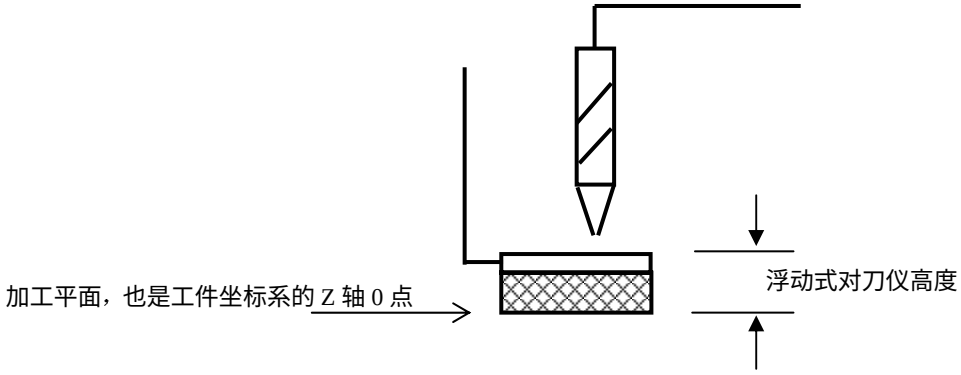
WinCNC 数控系统支持两种对刀仪操作，即：

①浮动式对刀仪

②固定位置对刀仪

对于 固定位置对刀仪 ：在进行对刀仪操作前，请在轴参数中正确设置 对刀仪 位置，固定位置对刀仪的对刀操作目的是自动测量刀具长度，一般用于 G 代码指定工件坐标系。 浮动式对刀仪，其对刀操作目的是自动设定 Z 轴的工件坐标系，一般用于立即设定工件坐标系。请注意两者的差别。

浮动式对刀仪作用示意图：



①固定位置对刀仪 ：

在手动模式下按 F7 键，系统将开始找对刀仪操作，首先 Z 轴以 G00 方式（快速定位方式）快速移动到对刀仪提刀点（Z 轴提刀点位置由 系统参数 决定），接着 XY 轴以 G00 方式（快速定位方式）快速移动到对刀仪上方，然后以 G01 方式慢速移动 Z 轴至接触到 对刀仪 的传感器，这时 Z 轴的移动速度在 系统参数 中设定，当 Z 轴接触到 对刀仪 的传感器后，这时 Z 轴反方向慢速移动（是 Z 轴下降速度的 1/10）直至脱离 对刀仪 的传感器，然后 XY 轴再以 G00 方式快速原路返回。

②浮动式对刀仪：

在手动模式下按 F7 键，系统将开始找对刀仪操作，首先 Z 轴以 G01 方式慢速移动 Z 轴至接触到 对刀仪 的传感器，当 Z 轴接触到 对刀仪 的传感器后，这时 Z 轴反方向移动直至脱离 对刀仪 的传感器，然后再快速原路返回。

在手动模式下，在 对刀仪操作 中，按 F9、或空格键可终止操作。

Alt+1

Alt+2

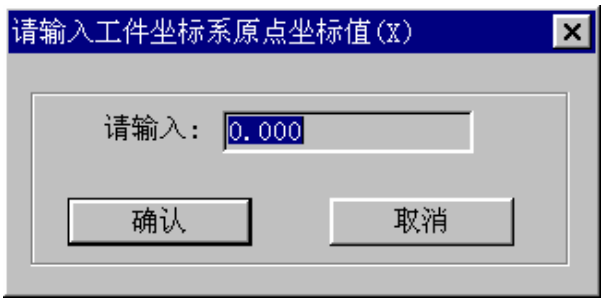
Alt+3

设定工件坐标系位置　（在主控模式、手动模式下）

根据系统参数：G 代码指定工件坐标系 本操作的含义有所不同。

① G 代码指定工件坐标系：

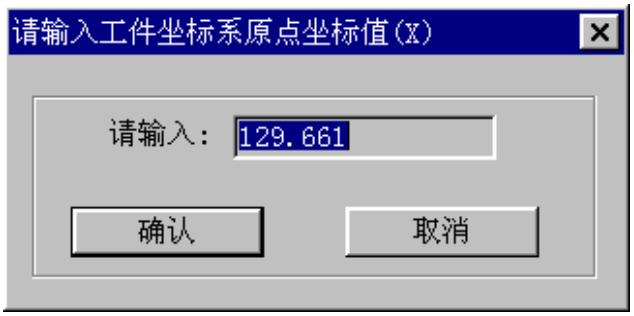
设定当前点在第 2 工件坐标系的 X、Y、Z 轴坐标值。当用户用第 2 工件坐标系编加工程序时（在程序前头加 G55 指令），用 Alt+1、Alt+2、Alt+3 可设定当前点在 G55 指定的工件坐标系中的坐标值。



注意：在 Z 轴对刀时，当前 刀具长度（系统参数中的第 12 号参数）将参与计算，所以必须正确设定刀具长度参数，如果机床有固定位置对刀仪，可先进行对刀仪操作，然后再进行对刀操作。如果机床没有固定位置对刀仪，可简单将刀具长度 参数设为 0。

②立即设定工件坐标系：

设定当前工件坐标系的 X、Y、Z 轴原点相对机床坐标系的坐标值。通过该对话窗也可看到当前或前次工件坐标系的 X、Y、Z 的原点值。



Ctrl+1　　X 轴

Ctrl+2　　Y 轴

Ctrl+3　　Z 轴

将当前点设定为工件坐标系原点位置　（在主控模式、手动模式下）

根据系统参数：G 代码指定工件坐标系 无效时（即在 立即设定工件坐标系 方式下）本操作才有效。将对应轴的当前点位置设定为工件坐标系的原点（零点）。

也可在《手动操作面板》直接定位工件坐标系。

在加工中微调 Z 轴工件坐标系

民用雕刻机在加工双色板时，可能会随时调整 Z 轴下刀深度。在系统参数中选中该功能，在加工被暂停时（按 F7 功能键），按 [Shift+箭头上] 和 [Shift+箭头下]键来微调 Z 轴坐标，每回调整幅度为 [轴手动寸动短距离]。

§1.3.3 断点加工

Alt+F2：查找断点 （在主控模式下）

当在实际加工发生断刀等意外事故时，用该操作可找到加工断点在程序中的位置行号（包括逻辑行号或编辑行号）。具体操作是将刀具移至断点处（只要求 X、Y 轴移动到断点处），然后按 Alt+F2 键，按照屏幕提示操作即可。在找断点操作时，系统是按指定速度预览。按 F9 键或 空格 键 或 Esc 键可中断找断点操作。

Alt+F5：从任意行开始加工 （在主控模式下）

用该操作可从程序的任意行（包括逻辑行或编辑行）开始加工。逻辑行是指加工程序中的 N 所代表的行号（N 行号在程序中可有可无，且可以不连续），编辑行是指加工程序的实际行。如果机床的当前位置不在该行的开始位置，则机床以 G01 方式移动到该行的开始位置，先移动 X、Y 轴再移动 Z 轴。

注意：当程序中有循环指令（G78、G79）、子程序调用指令（M98、M99）指令时，一般不能从任意行开始。

Alt+F7： 从断点处自动恢复加工 （在主控模式下）

用该操作可从程序的断点（意外断电或人为按空格 键 或 Esc 键急停所产生的断点）处自动开始加工。

注意：当程序正在实际加工时计算机断电，在计算机重新上电后，计算机将自动启动 Microsoft ScanDisk 磁盘扫描程序（在 Windows 9X 系统下），这时操作者不要中断磁盘扫描程序，不然 **WinCNC 数控系统**将有可能记不住断点位置。在一般情况下 **WinCNC 数控系统**能记住断电前 10 秒内程序的加工行位置。

为保证该操纵的有效性，机床必须有真实 HOME 点且机床重新上电后回 HOME。

§1.3.4 阵列加工

在[操作]菜单执行 -> [阵列加工]命令：

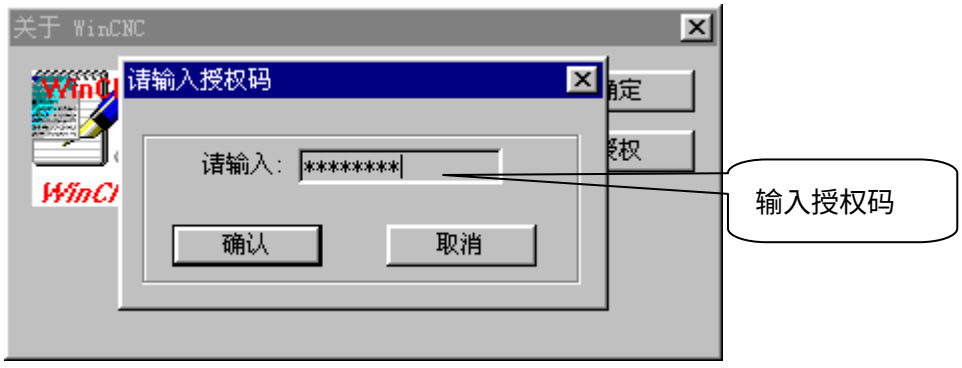


注意：
阵列加工不支持[单步加工]、[断点加工]等命令。

§1.4 参数详解

WinCNC 系统的所有参数均可在 选项[O] 菜单中设置，由于本 CNC 系统可支持多种电机控制卡（它们是：6020 卡、6030 卡、5040 卡、8020 卡及美国 GALIL 公司 1802、9940、1800 系列卡），有些参数与特定的电机控制卡有关，这些参数要正确设置。

提示：在修改参数时，请在 帮助[H] 菜单中的 关于 WinCNC 中设置授权码（修改参数的密码）。



§1.4.1 设置系统参数

操作要领：

按 Alt+O 键→ 打开 选项[O] 菜单→系统参数・・・

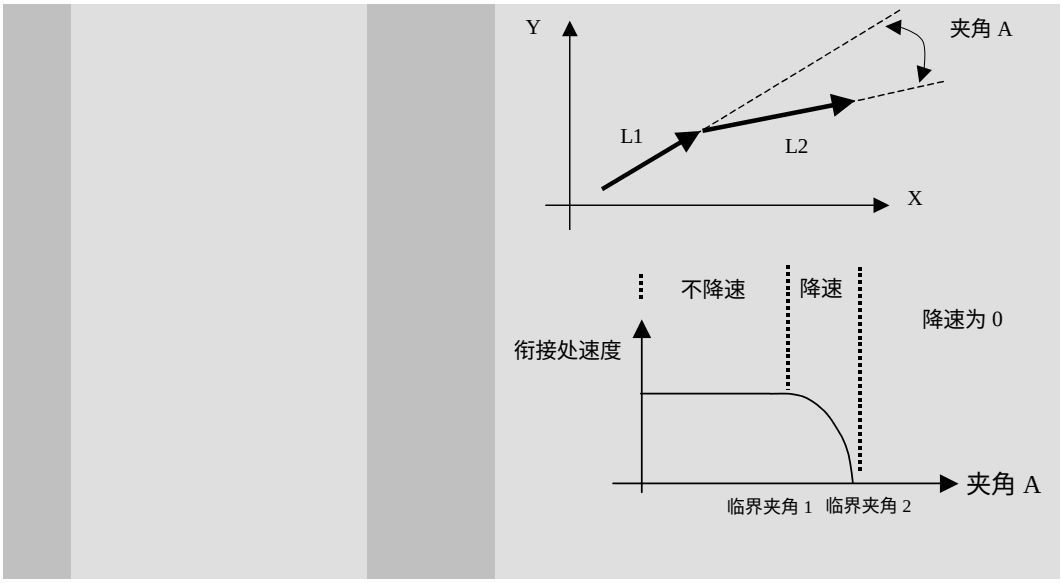
该窗口操作要领： 按 **Ctrl+Tab** 可切换主题

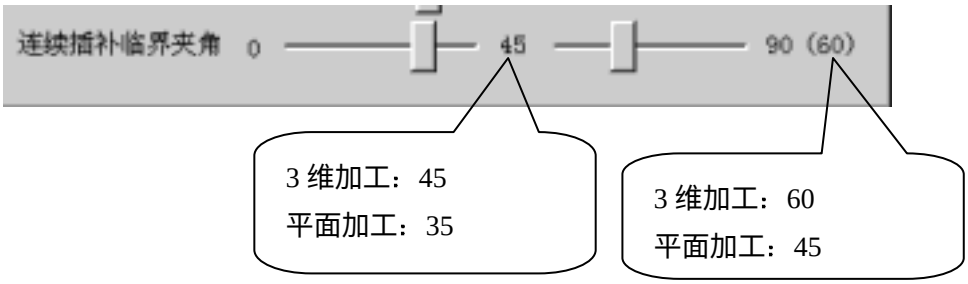


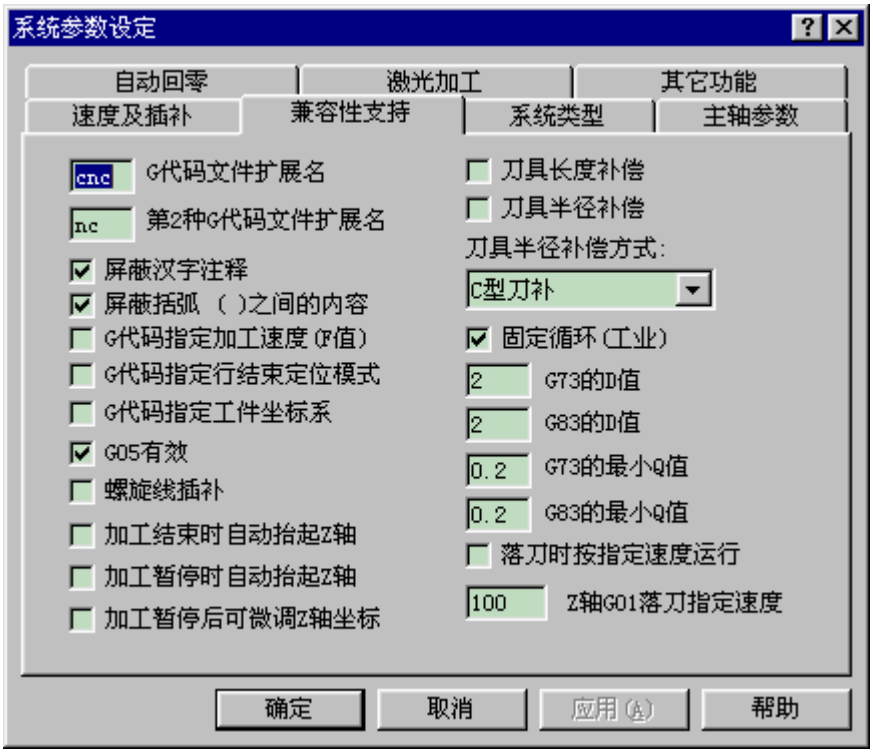
系统参数（速度及插补）一览表

序号	名称	单位	注释
1	快速定位速度	mm/min	加工时的快速定位速度(绿线轨迹所示),G00速度,空走刀速度。
2	机床缺省的加工速度（F 值）	mm/min	在加工文件中如果没有指定 F 值（机床切削速度），则以该值指定的速度为机床加工速度。
3	直线插补最大速度	mm/min	限定机床直线加工(G01)速度超过该值
4	园弧插补最大速度	mm/min	限定机床园弧加工(G02、G03)速度超过该值
5	插补加速度		加工时控制机床的加速过程，经验值。 单位：频率/系统插补周期(毫秒)。 在机床不产生振动、失步和冲击的前提下越大越好。最佳值在 200-3000 之间寻找。 6020、6030、8020 电机控制卡 值范围：1-600000。 Galil 系列电机控制卡 值范围：1024-68431360。

6	插补减速度		加工时控制机床的减速过程，经验值。 单位：频率/系统插补周期(毫秒)。 加大该值大，减速迅速，但容易产生冲击；减小该值，则减速平缓。最佳值在200-3000之间寻找。 6020、6030、8020 电机控制卡 值范围：1-600000。 Galil 系列电机控制卡 值范围：1024-68431360。
7	插补减速度放大系数		该值大于 1 可减小机床冲击
8	任意行开始加工时的定位速度	mm/min	刀具的当前位置到开始行的起点位置的定位速度。
9	轴手动寸动长距离	mm	
11	轴手动寸动短距离	mm	
12	当前刀具长度	mm	当前主轴上的刀具长度。当机床有固定式对刀仪时，该值可用 对刀仪 自动测量获得。
13	铣底速度优化		雕刻机在铣底加工时，往往是 X 或 Y 轴单独运行，这时希望提高加工效率，选中该参数后，X 或 Y 轴将按照《轴常规参数》中第 5 号参数（轴单独运行时速度放大系数）提高加工速度。
14	插补运动平滑调节系数		该参数仅适应于 Galil 系列电机控制卡。 值范围：256-1。 Galil 系列卡： 256：不进行运动平滑调节 值越小运动平滑调节的力度越大。
15	最小插补速度		机床在减速时，为了避免将速度降为 0，用该值限定机床的最小加工速度。单位:脉冲数/秒
16	插补 S 形加减速平滑度		该参数大于 1 时，在插补时系统将以 S 形曲线进行加减速，为 0 时将以直线进行加减速。该值越大，加减速越平缓。最佳值在 2 左右。 值范围：0-5。
17	当轴换向时自动减速		在一般情况下应选中该参数。
18	连续插补临界夹角		WinCNC 系统将预读前两行的加工代码，并根据 L1 程序段（当前加工行）、L2 程序段（前一加工行）之间的夹角来自动控制程序段衔接处的加减速，使连续加工更平滑，加工质量更好。加大临界夹角 1、2 可提高加工速度但对加工精度有影响。







系统参数（兼容性支持）一览表

序号	名称	单位	注释
1	G 代码文件扩展名		G 代码文件扩展名用户可设，系统省却设为 CNC，该扩展名主要为系统打开 G 代码文件时寻找该类文件。
2	第 2 种 G 代码文件扩展名		
3	屏蔽汉字注释行	ON/OFF	
4	屏蔽中括号()之间的注释	ON/OFF	
5	G 代码指定加工速度	ON/OFF	当该参数为 OFF 时，系统将以第 5 号参数（机床缺省的加工速度）的值为机床的加工速度，在 G 代码中的 F 值将不起作用。
6	G 代码指定行结束定位模式	ON/OFF	（保留）应选为 OFF
7	G 代码指定工件坐标系	ON/OFF	当该参数为 ON 时，工件坐标系由 G 代码中的 G55、G92 指定，当该参数为 OFF 时，工件坐标系通过操作者的对刀操作立即设定，在 G 代码中的 G55、G92 将不起作用。
8	G05 有效	ON/OFF	
9	螺旋线插补	ON/OFF	控制系统是否打开螺旋线插补功能
10	加工结束时自动抬起 Z 轴		当程序加工完毕后，Z 轴自动抬起到 Z 轴的 HOME 点(机械原点)位置，当 Z 轴没有 HOME 点时该选项无效。
11	加工暂停时自动抬起 Z 轴		当程序加工被暂停时（按 F7 功能键），Z 轴自动抬起到 Z 轴的 HOME 点(机械原点)位置，当 Z 轴没有 HOME 点时该选项无效。
12	加工暂停后可微调 Z 轴坐标		民用雕刻机在加工双色板时，可能会随时调整 Z 轴下刀深度，在加工被暂停时（按 F7 功能键），按 [Shift+箭头上]和 [Shift+箭头下]键来微调 Z 轴坐标，每回调整幅度为 [轴手动寸动短距离]。
13	刀具长度补偿	ON/OFF	控制系统是否打开刀具长度补偿功能。
14	刀具半径补偿	ON/OFF	控制系统是否打开刀具半径补偿功能。
15	刀具半径补偿模式选择		B 型刀补

			C 型刀补 控制刀具半径补偿形式
16	固定循环	ON/OFF	控制系统是否打开固定循环功能。
17	G73 中的退刀量（D 值）	Mm	
18	G83 中的退刀量（D 值）	Mm	
19	G73 中的 Q 最小值）	Mm	
20	G83 中的 Q 最小值）	Mm	
21	落刀时按指定速度运行		当参数[G 代码指定加工速度]为 OFF 时，选中该参数，则可控制 Z 轴 G01 落刀的速度按指定速度运行。
22	Z 轴 G01 落刀指定速度		



系统参数（系统类型）一览表

序号	名称	单位	注释
1	系统类型		用户自定义模式、民用雕刻机模式、工业铣床模式、激光加工模式、火焰切割模式、PCB 板专用钻孔机模式
2	主轴速度控制模式		

3	进给倍率可改变 G00 速度		
4	机床专用操作面板支持		（保留）
5	快速定位时各轴单独运行	ON/OFF	（保留）
6	外部倍率开关有效	ON/OFF	（保留）
7	插补方式		应选择：插补平滑优先
8	系统插补周期	毫秒	值范围：1-25。 该值与计算机 CPU 速度有关，对于 PII 300 的电脑可选 7。 理论上该值越小加工精度越好，但如果计算机主频承受不了，将产生不可预知的结果。
9	刀库类型		
10	对刀仪类型		没有对刀仪 浮动式对刀仪 固定位置对刀仪 在选择对刀仪类型时，须设定 Z 轴的第 23 号参数（对刀仪位置），当 **Z** 轴的该值设为 **0** 时，表明机床没有对刀仪。与此相关的对刀仪操作都将无效。
11	找对刀仪时 Z 轴速度	Mm/min	
12	找对刀仪时 Z 轴提刀位置	Mm	相对于机床 Z 轴原点。当对刀仪类型为固定位置对刀仪时该参数有效。
13	对刀仪高度	Mm	当对刀仪类型为浮动式对刀仪该参数有效
14	系统标定参数 1		（保留）
15	系统标定参数 2		（保留）
16	系统标定参数 3		（保留）
17	系统标定参数 4		（保留）



系统参数（主轴参数）一览表

序号	名称	单位	注释
1	加工时自动启动主轴	ON	该参数为 ON 时，程序运行时系统将启动主轴，完毕后将关闭主轴。
2	加工时禁止手动控制主轴	ON	该参数为 ON 时，程序运行时禁止手动启动或关闭主轴。
3	主轴可以反转		控制 M04、M14 是否有效
4	主轴反转控制电压为负		当主轴速度为连续控制时，系统控制输出电压是否为负。
5	最高正转速度		
6	最低正转速度		
7	最高反转速度		
8	最低反转速度		
9	最低速度对应控制电压值		
10	最高速度对应控制电压值		
11	主轴启动延时时间(秒)		该值应在 0.1-3000 秒之间，小于 0 .1 视为 0 秒。

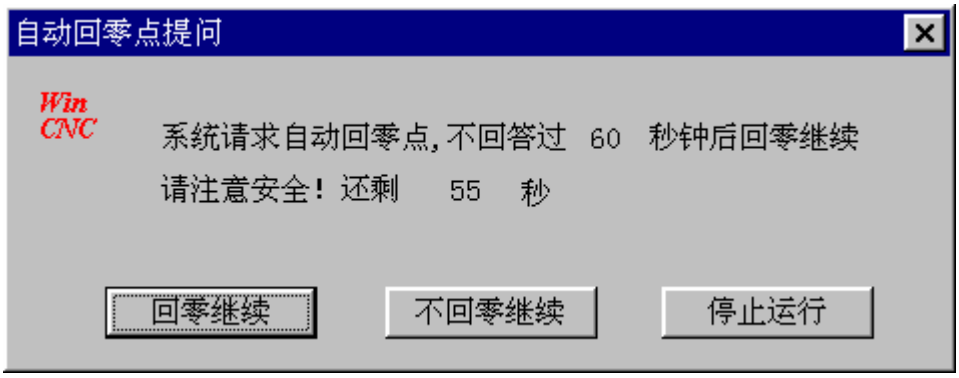
12	机床缺省的主轴转速	RPM	CNC 面板控制的主轴速度
13	外接主轴倍率拨段开关		指示外接主轴倍率开关是否有效
14	主轴速度档数	2-8	



系统参数（自动回零）一览表

序号	名称	单位	注释
1	在自动加工时自动回机械零点有效		该功能可定时消除机床的定位误差，特别是在步进电机系统中，该功能可自动消除步进电机长时间运行和频繁换向造成的微小丢步。
2	X 轴换向次数大于 Y 轴换向次数大于 Z 轴换向次数大于		
3	回零及返回速度	Mm/min	
4	累积加工时间大于		
5	仅在 G00 Z 轴提刀后回零		自动回零条件满足后，系统在第一个 G00 指令完成后自动回零。选中该功能则系统只在有 Z 轴提刀的 G00 指令后自动回零。

6	XY 轴同时回零		系统自动回零的方式如下： 选中该参数： 1． Z 轴回零 2． X、Y 轴同时回零。根据路径长短，先回零的轴将在零点处等待另一轴回零。 3． X、Y 轴同时返回 4． Z 轴返回 不选中该参数： 系统将根据每个轴的回零次序依次回零。
7	自动回零前窗口提问		每回加工开始后，如自动回零条件满足，系统将弹出对话窗提问操作者（提问窗口见下）。第一次提问如果操作者在 60 秒内不回答，则往后该窗口将不会以 60 秒再出现，除非操作者再次进行加工操纵。
8	自动回零前声音报警		
9	自动回零前 IO 报警		选中该功能，系统在自动回零前将 IO 点信号［CNC 报警］置 1。
10	自动回零前最少提前几秒报警		





系统参数（其它功能）一览表

序号	名称	单位	注释
1	小键盘方便模式使能		该功能控制 “§1.3.1 常规操作”中[直接键盘操作] 是否有效。
2	移动矢量速度	Mm/min	该功能控制 “§1.3.1 常规操作”中[手动面板操作]、[直接键盘操作]的移动速度。
3	手摇轮功能有效		该功能支持 Galil 系列卡，将手摇轮信号接入 Galil 系列卡的 W 轴反馈端。
4	MPG IO 有效		在手摇轮上有时有轴选择、倍率选择开关。该选项可控制这些开关是否有效。
5	MPG X1 当量 MPG X10 当量 MPG X100 当量	mm	当 MPG 倍率选择开关无效时，MPG X10 当量值是系统却省值

§1.4.2 设置预览参数

操作要领：

按 Alt+O 键→ 打开 选项[O] 菜单→预览 · · ·



实际速度预览就是机床进给速度，在加工程序 G 代码文件中，由 F 值给定。

§1.4.3 设置刀具半径、长度补偿参数

操作要领：

按 Alt+O 键→ 打开 选项[O] 菜单 →刀具半径、长度补偿参数 · · ·

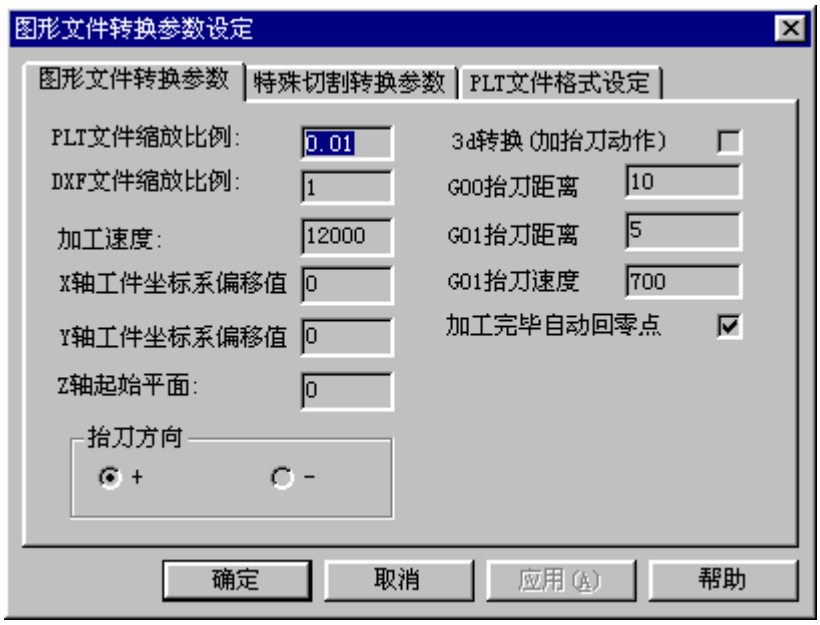
刀具半径补偿值在 G 码程序中用 D 字母后跟数字来表示，比如 D2 具体是表示多大的半径补偿值则在 D 参数中设定，同理刀具长度补偿值在 H 项中设定。用户共可设 20 个刀具半径、长度补偿值，即 D1-D20、H1-H20。



§1.4.4 图形文件转换参数

PLT 文件（*.PLT）是 CorelDraw、AUTOCAD 或其它绘图软件生成的绘图仪数据文件，用户在 CorelDraw 环境中画好一张图后，可通过 CorelDraw 的[导出] 命令自动生

成 PLT 文件，**WinCNC** 可读取该文件，并可生成相应的 G 代码文件。DXF 文件（*.DXF）是 AUTOCAD 或其他 CAD 系统生成的中间数据文件，**WinCNC** 也可读取该文件，并可生成相应的 G 代码文件。转换参数将影响 G 代码的生成，各参数解释如下：



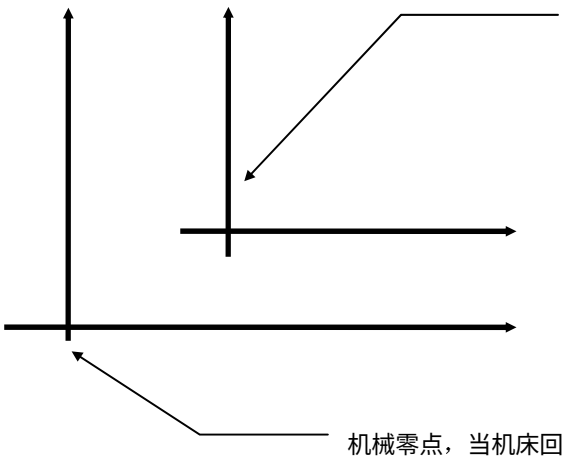
1 缩放比例：

PLT 文件缩放比例缺省值为 0.01。在 CorelDraw 环境下图形的尺寸数值要经过三个转换环节(三个转换系数 K1、K2、K3)才能变为数控机床的 X、Y 轴坐标值，WinCNC 系统中的缩放比例系数为 K3,则：G 代码文件中的轴坐标尺寸=CorelDraw 环境尺寸×K1×K2×K3。K1、K2 见本书附录。

2 X 轴工件坐标系偏移值

3 Y 轴工件坐标系偏移值

4 Z 轴工件坐标系偏移值



工件坐标系，操作者可设定该坐标系相对机械坐标系的坐标值。

机械零点，当机床回 Home 点操作完成后，CNC 系统将建立机械坐标系。

5 3 维转换（加抬刀动作）

6　Z 轴起始平面

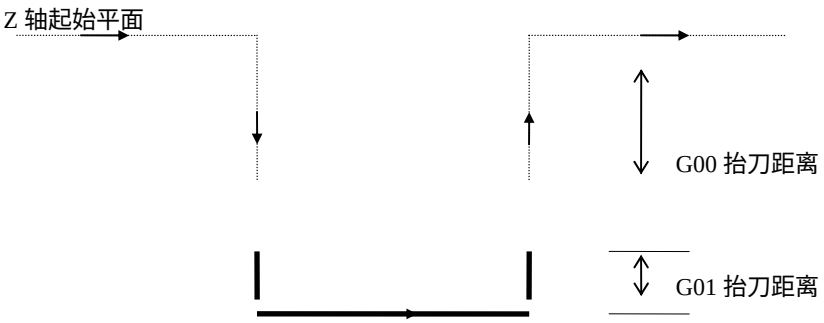
7　Z 轴抬刀方向

8　G00 抬刀距离

9　G01 抬刀距离

10　G01 抬刀速度

如参数 5 为 ON，系统在用 PLT 文件加工时，在适当位置加上抬刀或落刀动作如下图所示：



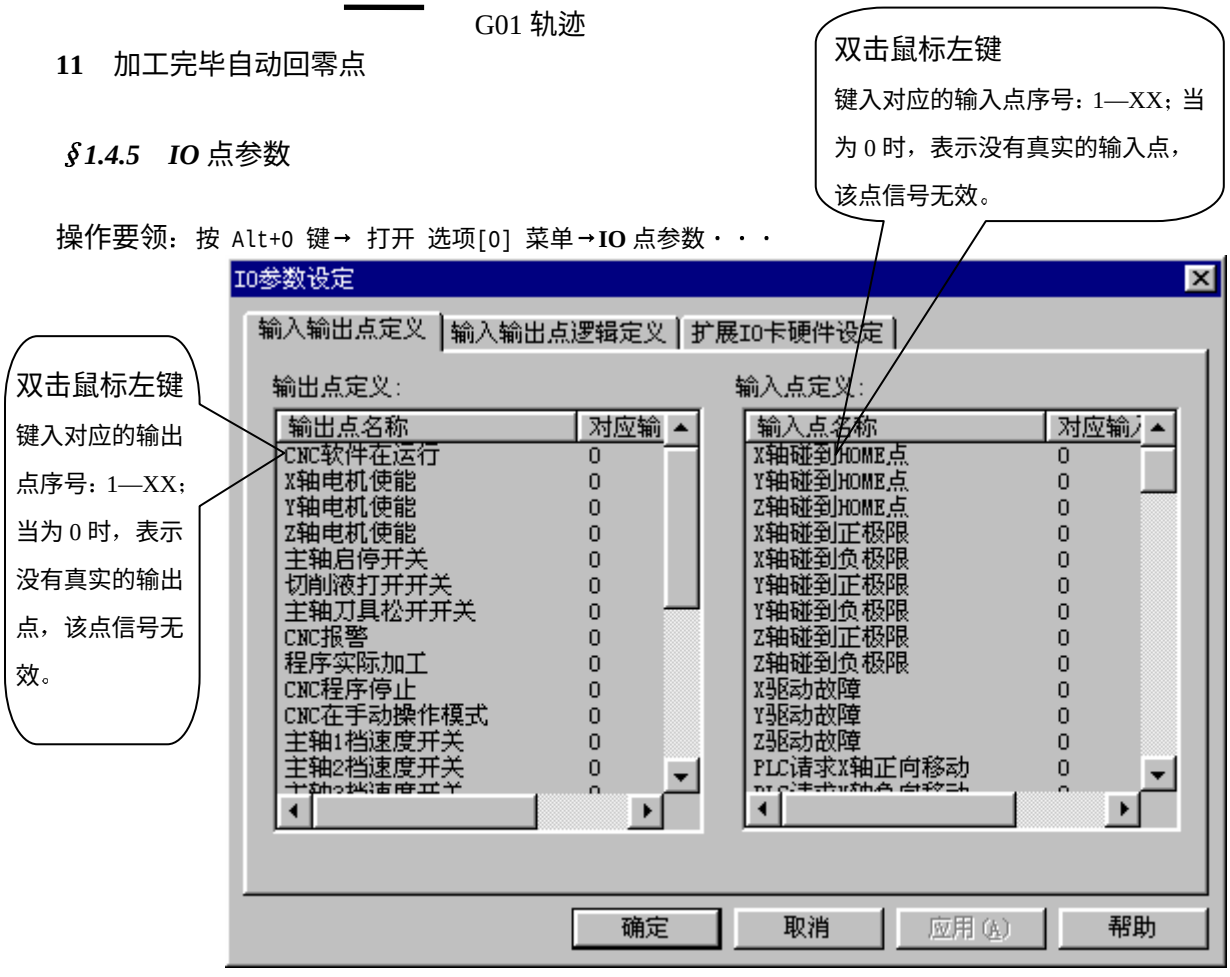
G00 轨迹

G01 轨迹

11　加工完毕自动回零点

§1.4.5　IO 点参数

操作要领：按 Alt+O 键→ 打开 选项[O] 菜单→**IO** 点参数・・・





双击鼠标左键

输入点：当为 0 时，高电平有效，当为 1 时，低电平有效。

在 **WinCNC 数控系统**系统内部定义了很多虚拟的 IO 点变量，它们可以和真实的 IO 点一一对应起来，这种映射关系的建立依靠操作者（加工机生产厂商的工程师）对输入输出点进行定义。当输入输出点序号为 0 表示虚拟的 IO 点变量无效或不起作用，当输入输出点序号不为 0 表示它与真实的 IO 点对应起来。真实的 IO 点的排序及虚拟 IO 点变量的含义请见本书附录 D。

IO 诊断

IO 点的状态可看到，操作要领：

按 Alt+**t** 键→ 打开 操作[T] 菜单→**IO** 诊断・・・

§1.4.6 设置 *X*、*Y*、*Z*、*4*、*5*、*6* 轴参数

操作要领：

按 Alt+O 键→ 打开 选项[O] 菜单→X、Y、Z 轴参数・・・

轴参数在出厂前已调好，用户一般不必调整。在下面列表中，对用户有用的参数将注上星(*)号。



轴参数列表

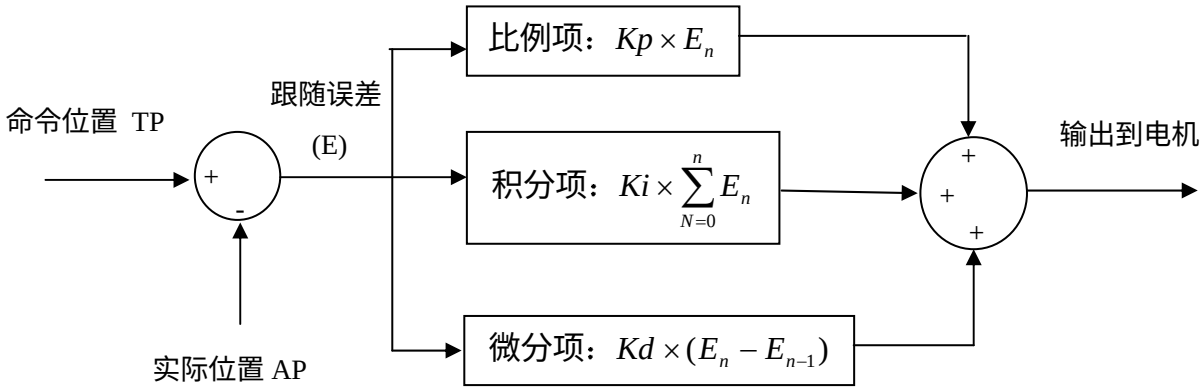
序号	参数名称	单位	解释
1	轴最大速度	毫米/分钟	最大速度应设为机床所能接受的最大值*
2	轴手动运动加速度	Hz/秒	加速度应设为机床所能接受的最大值*
3	手动速度	mm/min	
4	准确定位误差	毫米	在终点处，当轴实际位置值与理论位置值之差小于该值时，系统认为已准确定位。*
5	轴单独运行时速度放大系数		铣底速度优化用到该参数。当打开《铣底速度优化》选项时 X、Y 轴可设定比 1 大的某一值，Z 轴应设为 1。
6	轴工件坐标系位置值	毫米	该轴工件坐标系相对机械原点的位置值，也是第 2 工件坐标系（G55）相对机械原点的位置值。
7	回 Home 点有效		当回 Home 点有效时，该轴有机械零点。回 Home 点无效时，该轴可在任意点清零。
8	回 Home 点速度	mm/min	
9	找 Index 点速度	mm/min	当电机类型为③时该参数有效
10	回 Home 点次序	1-9	
11	零位脱离 Home 开关距离	mm	
12	回 Home 点方向	-/+	

13	PID 调节 KP 值		当电机类型为③时该参数有效 值范围对于各型电机控制卡： 5040：0-32767 Galil 系列：0-8191
14	PID 调节 KI 值		当电机类型为③时该参数有效 值范围对于各型电机控制卡： 5040：0-32767 Galil 系列：0-262182
15	PID 调节 KD 值		当电机类型为③时该参数有效 值范围对于各型电机控制卡： 5040：0-32767 Galil 系列：0-32767
16	PID 调节 IL 值		积分限，即 KI 最大值限制 当电机类型为③（伺服电机）时该参数有效 值范围对于各型电机控制卡： 5040：0-32767 Galil 系列：-/+33329
17	速度前馈 FV 值		当电机类型为③（伺服电机）且电机控制卡为 Galil 系列时该参数有效 值范围： Galil 系列：0-8191
18	轴跟随误差限	毫米	当电机类型为③时该参数有效
19	运动平滑调节 IT 值	256-1	当电机电机类型③且电机控制卡为 Galil 系列时，该参数有效，值范围：256-1。 256：不进行运动平滑调节 值越小运动平滑调节的力度越大。
20	运动平滑调节 KS 值	256-16	当电机电机类型①、②且电机控制卡为 Galil 系列产品时，该参数有效，值范围：256-16。 16：不进行运动平滑调节 值越大运动平滑调节的力度越大。
21	电机类型		可选类型： ①步进电机 （或全数字伺服电机的位置模式） ②步进电机+编码器（或全数字伺服电机的位置模式+编码器反馈） ③伺服电机 （模拟伺服电机或全数字伺服电机的速度或力矩方式） 对于各型电机控制卡： 6020、6030：只能选①

			5040：只能选③ Galil 系列 1802：可选①、②、③ Galil 系列 9940：可选①、②
22	轴螺距	毫米/转 或 度/转	直线轴：毫米/转 旋转轴：度/转 电机转一圈运动部件相应运动的距离。
23	编码器线数/每转脉冲数		电机类型为①、②时：电机转一圈所需脉冲数 电机类型为③时：编码器线数 注意：当电机电机类型②时：电机转一圈所需脉冲数应与电机编码器线数相等。
24	对刀仪位置	毫米	对刀仪传感器在机床坐标系中的位置。 注意：当 **Z** 轴的该值设为 **0** 时，表明机床没有对刀仪。与此相关的对刀仪操作都将无效。
25	轴方向	-/+	该值可改变轴的方向
26	轴软限位+	毫米	轴+方向最大行程
27	轴软限位-	毫米	轴-方向最大行程
28	检查软限位	ON/OFF	
29	反向间隙补偿	毫米	当轴运动方向改变时可能会有反向间隙误差，用该参数可对反向间隙误差进行补偿
30	轴起跳频率		（保留）
31	轴停止频率		（保留）
32	轴脉冲控制模式		仅对 6030、8020 卡有效。
33	轴脉冲输出电平反向		仅对 6030 有效。
34	轴工作区软极限+/-		（保留）
35	检查轴工作区软极限		（保留）

§1.4.7 PID 数字调节器

当 CNC 的轴电机类型为③（Servo Motor 模拟伺服电机或全数字伺服电机的速度或力矩方式），电机控制卡（5040 卡或 Galil 系列 1802、1800 等卡）用 PID 数字调节器组成伺服电机的闭环控制系统，控制框图如下：



跟随误差 $= PositionError_n = E_n = TP_n - AP_n$

输出 $= Output_n = (Kp \times E_n) + Ki\sum_{N=0}^{n} E_n + Kd(E_n - E_{n-1})$

其中：

n 是采样时间

TP_n是在采样时间n时的命令位置

AP_n是在采样时间n时的实际位置

从以上公式中可以看到：

KP 值（比例项）对当前的跟随误差敏感。与时间无关

KI 值（积分项）对跟随误差的累加值敏感。与时间有关，与轴的控制历史有关。

KD 值（微分项）对最近两次的跟随误差的差值比较敏感。与时间有关。

PID 调节器参数的大小一般靠经验值设定。注意当用户将某一轴的 KP、KI、KD 全设为 0 时，该伺服轴将组成不了位置闭环控制，该轴将完全不受电机控制卡的控制。用户在设 PID 调节参数时，可先将 KP 值设为 1，KI、KD 设为 0，然后根据轴的运动品质逐步增加 KP、KI、KD 的各项值，直到用户满意为止。切记：要逐步增加 KP、KI、KD 的各项值，不可突然加大 KP、KI、KD 的值，否则轴有可能产生剧烈震荡。

IL(积分极限)参数：

IL 值（积分极限）对积分项 $\sum_{N=0}^{n} E_n$ 设最大限制。

IL 值（积分极限）一般可设 500、或 1000、或 2000。

速度前馈 FV（Galil 系列卡特有参数）：

速度前馈偏移电压=1.22• 10^{-6} • FV• 电机速度[单位：count/s]

例：

伺服电机：10V 对应电机最高转数 3000RPM，编码器线数：2000/转

电机速度=3000• 2000• 4（4 倍频）/60=400000[count/s]

FV=10/(1.22• 10^{-6} 00000)=20

§1.4.8 刀库参数

操作要领：

按 Alt+O 键→ 打开 选项[O] 菜单→刀库参数・・・

在 **WinCNC 数控系统**中支持机床的自动换刀功能，目前 **WinCNC 数控系统**只支持笔式刀库（类似于平板式绘图仪的笔架）。

刀库参数列表

序号	参数名称	单位	解释
1	主轴当前刀具号		0 至 126 的整数
2	换刀时的 Z 轴速度	Mm/min	
3	换刀时 Z 轴的提刀位置	Mm	
4	换刀时 XY 轴移动方式		1：XY 轴同时移动 2：X 轴先移动 3：Y 轴先移动
5	刀库容量	2-20	
6	第 1 号刀座上的刀具号		0 至 126 的整数
7	第 2 号刀座上的刀具号		
6	晦 •		

解释：当刀具号为 0 时，就说明没有刀具，实际的刀具编号可以是 1-126 之间的任意整数值。1-N 号刀座在机床坐标系的位置应正确设定，否则在自动换刀时将产生不可预测的结果。

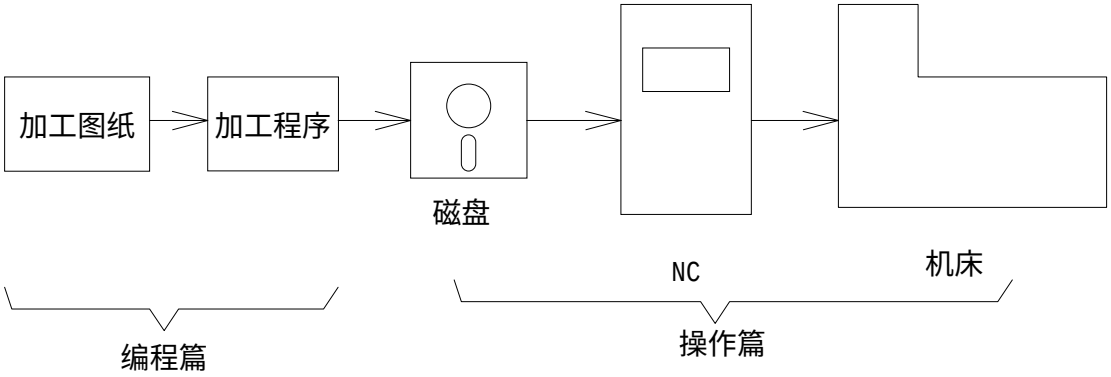
第二章 程序制作概述

§2.1 概要

在本章将叙述WinCNC数控系统的编程方法。

NC 机床的一般使用

用NC机床加工零件时，先制作程序，然后用这个程序来运行NC机床。其过程如下：



在实际编程之前，首先要制定加工工艺:

⑴零件的加工范围。

⑵决定工件夹持方法，并选择所需要的刀具与夹具。

⑶决定加工顺序，刀具切削路径。

⑷决定切削条件，如主轴回转速(S)，进给速率(F)，切削液…等。

零件程序是依照加工工艺，合理安排刀具的切削条件和刀具的切削路径，将其编写成加工程序单。加工程序可通过软盘或DNC通信等方式输入数控系统的内存，这时操作者就可操作机床进行零件加工了。

程序编程手段

手工程序编程 ***(manual programming)***

亦即以人工完成自零件图到数控程序的编程，其整个过程如下:

加工图→加工工艺→工件程序→输入数控系统→加工生产

在人工程序设计过程中，为了配合加工程序上的需要，首先必须计算出加工过程刀具的座标位置与移动量。加工路径如为直线或90度夹角所构成，则计算较为简单。如为复杂的曲线轮廓，则必须进行一定的几何、三角的运算。刀具的位置计算出来之后，再依据加工顺序将机床的移动指令、进给速率、主轴转速等加工参数按照一定的格式编写成一完整的数控加工程序，经复核无误之后，就可输入NC中进行零件加工。

自动程序编程 ***(automatical programming)***

即用计算机自动完成自加工零件图到数控加工程序的转换，其整个过程如下:

CAD（计算机辅助设计）→CAM（计算机辅助制造）自动生成加工程序→传送程序到数控系统→工作生产

加工零件轮廓形状复杂时，利用手工编程方法计算座标值，不但费时并且容易出错，致使编程效率低下，无法满足加工要求。利用CAM系统，程序设计者可以用键盘和鼠标器来描述零件的形状、大小、加工顺序、机床的动作等，然后交给计算机来进行刀具的加工轨迹计算和一定的后置处理。经后置处理后，计算机可将计算结果转换为NC程序，之后可利用计算机的RS23串口或软盘将程序输入到CNC控制器。

在**WinCNC**数控系统中融合了一定的CAM（计算机辅助制造）功能（参看第八章内容），即可将CAD系统的数据文件自动生成为加工程序，其整个过程如下:

CAD画出刀具轨迹图→CAD自动生成PLT或DXF数据文件→**WinCNC**数控系统自动生成加工程序→工作生产

何谓加工程序

数控系统是依据加工程序来控制机床的加工运转动作。当使用数控机床进行零件加工时，首先操作者须把刀具加工路径和加工条件用数控加工语言的形式表述出来，这种表述即称为加工程序或零件程序（part program），以下统称为 ***G***代码文件。

如何生成加工程序

在本数控系统中，包括有一字符型全屏幕编辑器，零件加工程序可直接在其上编辑生成。

程序的组成

NC机床的零件加工程序已标准化，本数控系统能接收ISO标准的数控加工程序。这里只对NC程序的组成作一简单介绍。

一个完整的程序，由若干行组成，而每个单行由序号和数个指令组成，每个指令由一字母(A-Z)和一些数字(+.-.0-9)所组成。

一完整的程序:

%%
N10 G92X0.000 Y0.000 Z.000
N20 G00X10.000 Y10.000
N30 M3 S3000
N40 G1 X20.000 F200
N50 Y20.000
N60 X10.000
N70 Y10.000
N80 G0 X0.000 Y0.000
N90 M05
N100 M02

一个完整的程序必须以%%打头，以M02或M30结束。加工程序在执行时，是以一行为单位来执行，顺序是从上到下一行一行的执行，直到碰到M02或M30指令。

一个单行程序:

N___G___X___Y___Z___F___S___T___M___

每一行程序一般由若干指令组成，每一个指令是由字母+数字组成，根据字母的不同其含义也不同。G及M字母比较特殊，其含义根据其后所跟数字的不同而不同，而X、Y、Z等字母所代表的含义比较明确和单一，它们一般代表机床运动轴的坐标值。

一个指令:

X-10.000

在数控语言的定义中，不同的字母代表不同的含义，即指令。下面为2000M系统所认识的指令：

D=刀具半径值补偿号码。
E=停顿时间。单位8毫秒
F=进给机能。
G=功能码。
H=刀具长度值补偿号码。
I=圆弧中心的X轴向座标。
J=圆弧中心的Y轴向座标。

K=圆弧中心的Z轴向座标。

L=重复执行次数。

M=机械及主轴、切削液控制码。

N=程序行号。

O=子程序号。

P=暂停时间;调子程序号。

R=圆弧半径。

S=主轴转速。

T=刀具号。

X=X轴座标移动坐标值。

Y=Y轴座标移动坐标值。

Z=Z轴座标移动坐标值。

A=A轴座标移动坐标值。（绕X旋转的轴为A轴）

B=B轴座标移动坐标值。（绕Y旋转的轴为B轴）

C=C轴座标移动坐标值。（绕Z旋转的轴为C轴）

U=U轴座标移动坐标值。（与X平行的轴为U轴）

V=V轴座标移动坐标值。（与Y平行的轴为V轴）

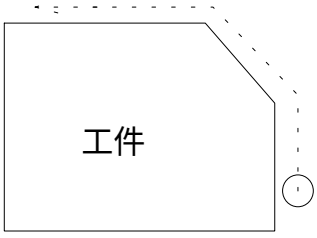
W=W轴座标移动坐标值。（与Z平行的轴为W轴）

§2.2 指令概述

（**1**）插补机能—沿着加工零件形状的刀具移动

在加工时，刀具是沿着构成加工零件外形的直线或圆弧进行相对移动，对加工零件进行切削加工。

直线移动



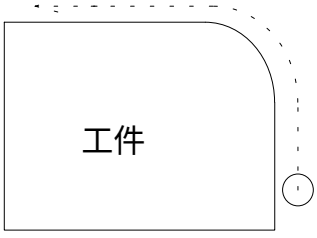
程序指令

G01Y-;

X-Y-;

X-;

圆弧移动



程序指令

G03X-Y-R-;

指令G01、G02、G03等就是加工程序的插补指令，当CNC系统读到这些指令后，就会控制机床相应的坐标轴按一定函数关系进行移动，以使刀具走出所需要的运动轨迹。

（2） 进给速率—刀具的相对移动速度

为了切削工件，刀具必须以一定的速度相对工件移动，即进给率。进给速度可用实际值指定。例如，刀具以150mm/min的速度进给时，在程序中指令形式为F150。

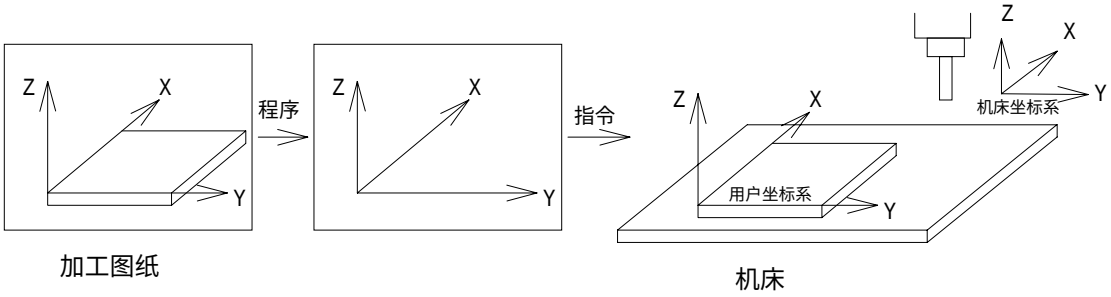
（3）坐标系

坐标系的建立

在NC机床上设有机床特定的位置，其位置由机床的行程开关决定，此位置通常称为机床原点（机械原点、HOME点、零点），它是建立机床坐标系的基准点。一般NC机床通电之后，首先要手动回HOME点，以建立机床坐标系。

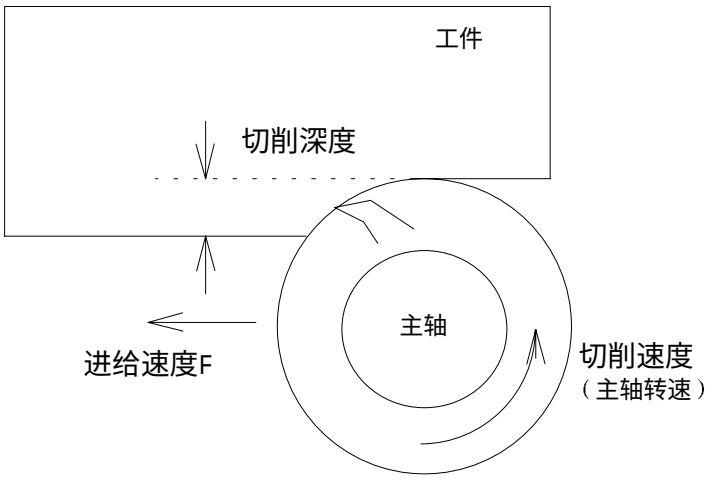
在机床坐标系建立之后，操作者可以此为基准建立自己的坐标系，此坐标系一般称为用户坐标系（或工件坐标系）。用户坐标系的建立可在加工程序中用G92来设定。

加工图纸上的坐标系与机床上坐标系的关系



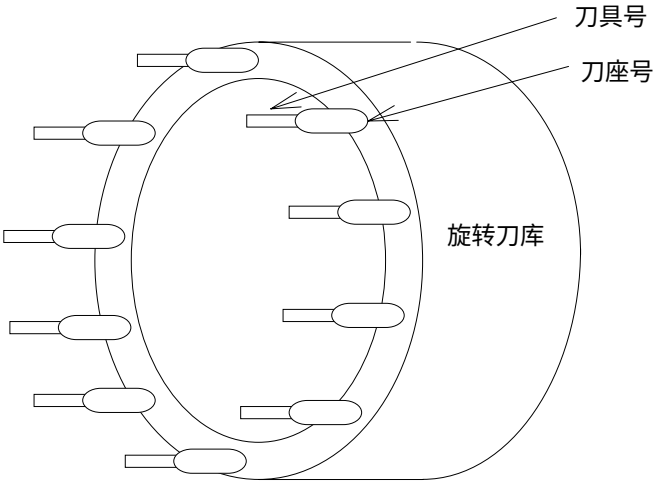
用户在编程时，一般以加工图纸上的坐标系来进行编程。在实际加工时，要根据零件的装夹位置设定相对于机床坐标系的用户坐标系，用户坐标系相对机床坐标系（机床原点）有一位置差值，这种差值可通过CNC系统参数设定（在WinCNC数控系统中可用 Alt+1、2、3、、、自动设第2工件坐标系）。位置差正确设定后，CNC系统在控制轴运动时会自动加上用户坐标系的位置差，因为CNC系统总是相对于机床原点来控制机床运动的。

(4) 切削速度—主轴机能



当切削工件时，刀具切削刃与工件表面的相对速度为切削速度。在数控系统中一般用主轴转速来表示，比如，S600在加工程序中即代表主轴转速为600转/分（PRM）。

（5）各种加工刀具的选择—刀具机能



在加工一个复杂零件时，有时需要多把刀具才能完成整个加工工序。在数控加工中心机床上一般配有旋转或链式刀库，在加工程序中可用换刀指令命令CNC系统在必要时自动换刀，比如T01即为选择编号为01的刀具。这种自动换刀的功能就称为刀具机能。

（6）各种机床操作的指令—辅助机能

命令主轴正反转及切削液打开或关闭的等功能称之为辅助机能。比如M13即为主轴正转、切削液打开。

（7）刀具形状的千变万化及加工程序的适应能力—刀具补偿机能

以铣刀为例，每把刀具的长度和刀具半径都可能不一样，一般加工程序是按工件外形编程的，即编程轨迹是与工件的轮廓外形相吻合。而在加工中，刀具中心点的实际运动轨迹与工件外形有一半径差，为了适应不同刀具的形状大小，在CNC系统中加入了刀具外形的补偿机能，这使得不同刀具加工同一工件时，只改变补偿值大小，而加工程序不用改变。

(8)刀具可以移动的范围—刀具行程

在机床各坐标轴的两端设置了极限开关，以检测刀具运动是否超越极限。在CNC系统中，系统在轴两端的极限开关（硬极限）稍里面点设置了两个极限值（软极限），系统每时每刻都在检测轴位置反馈是否超越两极限值，此称为软件限位。

第三章 程序设计

§3.1 指令码说明

上一章节说明了程序的格式及指令系统的简单概述，本章即针对各功能码作详细说明。

G码功能是NC加工程序中的主要功能，它的范围是从G00到G99。不同的G码代表不同的含义，并将导致NC机床完成不同的动作 。

G码功能分为以下两大类:

1.一次性有效**G**码**(one shot G codes)**

此类（A类）G码仅在指定的本行内有效。例如G4为A类G码，它在加工程序中某一行出现时，只在那一行有效。

例：

N10 G0 X30.000 Y40.000

N20 G4 P2000……G04在本行内有效

N30 X20.000 Y50.000…… 无G码，N10行G0码有效

2.持续有效**G**码**(modol G codes)**

此类（B类）G码经指定后，一直有效，直到被同一组的G码取代为止。

例:

N10 G0 X30.000 Y40.000…… G0在本行开始有效

N20 Z5.000…… 无同组其它G码，则G0码一直有效

N30 Y20.000……无同组其它G码，则G0码一直有效

N40 G1 X30.000 F200……G1在本行开始有效，G00被取代

G代码除进行分类外，还要进行分组，含义相类似的G码往往分为一组。G代码进行分组是数控系统在解释G代码时所要求的，也是在编辑零件加工程序时不产生二意性所要求的。

G码一览表

代码	组	类别	省缺项	意　　义

G00 G01 G02 G03 G05	01	B		快速定位(快速进给) 直线切削(切削进给) 圆弧切削 顺时针CW 圆弧切削 逆时针CCW 圆弧切削 极坐标编程方式
G04	02	A		暂停(时间由P值决定)
G17 G18 G19	03	B	* 	X.Y平面选择 Z.X平面选择 Y.Z平面选择
G20 G21	04	B	 *	英制单位输入 公制单位输入
G40 G41 G42	06	B	* 	刀径补偿取消 刀径补偿左侧 刀径补偿右侧
G43 G44 G49	07	B	 *	刀长补偿+方向 刀长补偿-方向 刀长补偿取消
G54 G55 G56 G57 G58 G59	08	B	* 	第一用户（工件）座标系 第二用户（工件）座标系 第三用户（工件）座标系 第四用户（工件）座标系 第五用户（工件）座标系 第六用户（工件）座标系
G61 G62 G63 G64	09	B	* 	精确定位方式（保留） 半精确方式（保留） 停顿片刻方式（保留） 粗定位定位方式（保留）
G78 G79	10	A	 	程序块循环开始 程序块循环结束

G73				钻深孔循环
G74				反攻丝循环（保留功能）
G76				精镗循环　（保留功能）
G80			*	固定循环取消
G81				钻孔循环
G82	11	B		钻孔循环，孔底暂停
G83				钻深孔循环
G84				攻丝循环　（保留功能）
G85				镗孔循环
G86				镗孔循环
G87				反镗孔循环（保留功能）
G88				镗孔循环　（保留功能）
G89				镗孔循环
G90	12	B	*	绝对值指令
G91				增量值指令
G92	13	B		用户坐标系变更
G94	14	B	*	每分进给
G95				每转进给　**(在WinCNC系统无效)**

有*记号者表示：如程序中不显式指定，则系统将以标*的G码为省缺有效G码
A组类为一次性有效G码
B组类为持续有效G码

第1组、第5组、第11组三组指令为互斥指令，它们不能在同一行中出现。

上表中:
在上表中，同组的 G 码如在同一行同时出现，则最后出现的 G 码有效
例:
G00 G1 X10.000。仅G01有效，G00自动被取消。

兹就各G码功能介绍如后:

§3.2 快速定位*(G00)*

程序格式:
G90(91)
G00 X___Y___ Z___ A___B___ C___ U___V___W___

该指令是刀具以系统预先设定的速度快速移动定位，它可同时控制1至6轴移动。在指令中没有设定的轴不做快速移动。

快速移动的速度，由系统软件参数来设定，可参照CNC操作手册来设定。

刀具的移动路径一般为一直线或各轴独立运行（由CNC系统参数决定，参看§1.4.1），如为直线，当各轴指令位移长度不同时，控制器则选择系统的G00位移速度（由CNC系统参数第一项决定，参看§1.4.1）为最大合成速度，其它轴则依据该轴位移长度与总位移长度之比，计算出该轴进给率。

G00例:

G00 X100.000 Y50.000 Z30.000

说明：

设系统G00速度为FG00MAX，则各轴进给率为：

$$Fx = FG00MAX \times \frac{100.00}{\sqrt{100^2 + 50^2 + 30^2}}$$

$$Fy = FG00MAX \times \frac{50.00}{\sqrt{100^2 + 50^2 + 30^2}}$$

$$Fz = FG00MAX \times \frac{30.00}{\sqrt{100^2 + 50^2 + 30^2}}$$

当CNC为4轴或4轴以上系统时，假如为4轴系统，且第4轴名称为W：

G00例:

G00 X100.000 Y50.000 Z30.000 W20.0

设系统G00速度为FG00MAX，则各轴进给率为：

$$Fx = FG00MAX \times \frac{100.00}{\sqrt{100^2 + 50^2 + 30^2 + 20^2}}$$

$$Fy = FG00MAX \times \frac{50.00}{\sqrt{100^2 + 50^2 + 30^2 + 20^2}}$$

$$Fz = FG00MAX \times \frac{30.00}{\sqrt{100^2 + 50^2 + 30^2 + 20^2}}$$

$$F_W = FG00MAX \times \frac{20.00}{\sqrt{100^2 + 50^2 + 30^2 + 20^2}}$$

§3.3 直线切削(G01)

程序格式:

G90(G91)

G01 X___Y___ Z___ A___B___ C___ U___V___W___F___

该指令执行直线切削运动，它可同时控制X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴运动，其切削进给速度由F码指定。上式的X、Y、Z 、A、B、C、U、V、W后的数值系指运动终点的座标值，其起始点系依据G01指令开始时刀具所在的座标位置。

其运动速度计算公式为: （3轴CNC系统）

F值定义=mm/min(毫米/分)

$$\text{X轴运动速度}=F\times\frac{DX}{\sqrt{DX^2+DY^2+DZ^2}}$$

$$\text{Y轴运动速度}=F\times\frac{DY}{\sqrt{DX^2+DY^2+DZ^2}}$$

$$\text{Z轴运动速度}=F\times\frac{DZ}{\sqrt{DX^2+DY^2+DZ^2}}$$

运动速度计算公式为: （4轴CNC系统，第4轴为W）

F值定义=mm/min(毫米/分)

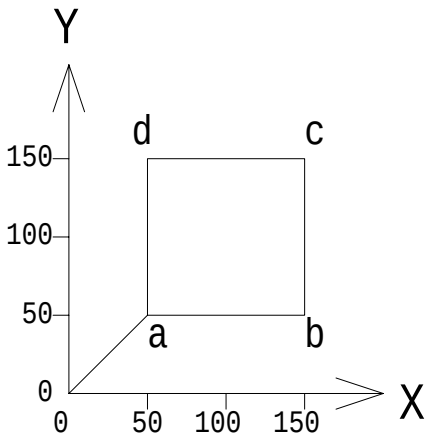
$$\text{X轴运动速度}=F\times\frac{DX}{\sqrt{DX^2+DY^2+DZ^2+DW^2}}$$

$$\text{Y轴运动速度}=F\times\frac{DY}{\sqrt{DX^2+DY^2+DZ^2+DW^2}}$$

$$\text{Z轴运动速度}=F\times\frac{DZ}{\sqrt{DX^2+DY^2+DZ^2+DW^2}}$$

$$\text{W轴运动速度}=F\times\frac{DW}{\sqrt{DX^2+DY^2+DZ^2+DW^2}}$$

例1:



N1 G90
N2 G00 X0 Y0 Z0
N3 G01 X500 Y500 F100
N4 X150
N5 Y150
N6 X50
N7 Y50
N8 G00 X0 Y0
N9 M02

上述程序是以每分钟100mm的速度行走从0点X0.Y0.经a点、b点、c点、d点再回到0点。

§3.4 圆弧切削(G02、G03)

程序格式:

G02 R___
{ }X___Y___{ }F___
G03 I___J___

G02 R___
{ }X___Z___{ }F___
G03 I___K___

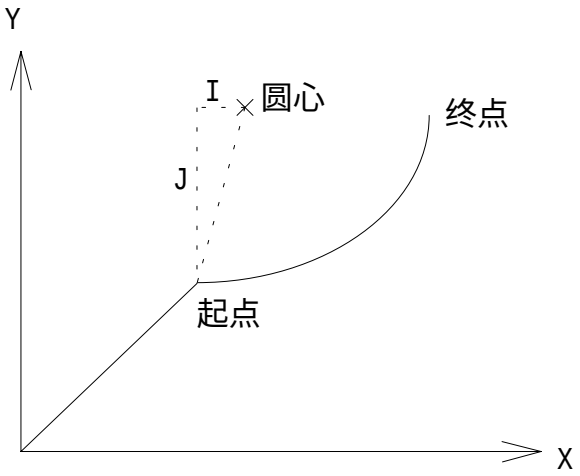
G02 R___
{ }Y___Z___{ }F___
G03 J___K____

该指令是控制刀具在X-Y.X-Z.Y-Z.平面上执行圆弧切削。
刀具运动路径方向由G02，G03决定:

G02:顺时针方向(cw)，(clockwise)
G03:逆时针方向(ccw)，(counter-clockwise)

一个圆弧构成的三要素为：起点、终点、圆心。起点为开始执行G02/G03指令那一时刻机床轴的坐标点；终点为本行中X、Y、Z所代表的坐标值，圆心位置则以I、J、K码设定。

I、J、K之值是由圆弧起点到圆心位置的座标的增量值。该值包括正负号。如图所示:



N1 G17

N2 G00 X___ Y___

N3 G03 X___ Y___ I___ J___ F___

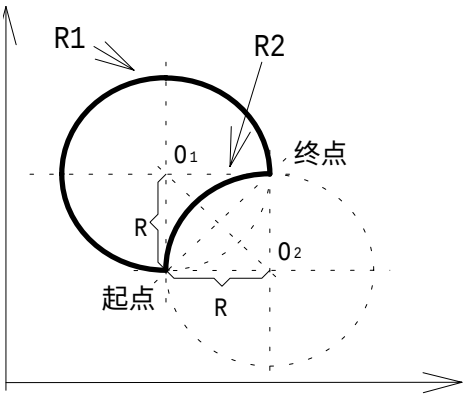
N4 M02

注意：I值仅是圆弧X轴坐标的增量值，同理J对应Y轴；K对应Z轴。具体是那一平面的圆弧可在程序中用G17、G18或G19指定。

圆弧中心的表示法亦可以用R取代I、J、K值，其程序格式为:

G02 X___Y___R±___F___

在下图中，已知起点、终点座标与半径值R。在此条件下,可决定两个圆弧,即圆弧1与圆弧2。为了区分两个圆弧，将R值设定为正值或负值，正值表示弧加角小于或等于180°的"R2"。负值表示大于180°的"R1"。



例1:

G03 X15.000 Y40.000 1-30.000 J-10.000 F200

或 G03 X15.000 Y40.000 R31.620 F200

例2:

G02 X60.000 Y45.000 I-9.000 J54.000 F200

或 G03 X60.000 Y45.000 R55.000 F200

假如欲切削一整圆时，则仅可使用I、J、K值，而不能使用R值法。(若使用R值其圆弧范围限制在0°-180°，180°-360°)

例3:

G02 I10.000 F100

§3.5 圆弧切削，极坐标编程(G05)

程序格式:

N1 G17

N2 G05 I___ J___ C___ F___

N1 G18

N2 G05 K___ I___ C___ F___

N1 G19

N2 G05 J___ K___ C___ F___

刀具运动路径方向由C的正负值决定:

C > 0:顺时针方向(cw)，(clockwise)

C < 0:逆时针方向(ccw)，(counter-clockwise)

一个圆弧构成的三要素为：起点、终点、圆心。起点为开始执行G05指令那一时刻机床轴坐标的当前值；圆心位置则由I、J、K码设定，I、J、K之值是由圆弧起点到圆心位置的座标的增量值（同G02、G03码）。终点由C值决定，C表示从圆弧起点旋转的角度，单位为度，其绝对值可大于360度。

§3.6 螺旋线切削(G02、G03、G05)

在圆弧指令上，指令一个与圆弧插补同步移动的另一轴时，可进行螺旋插补。即可把刀具按螺旋形状移动。同步移动的另一轴一般指与指定平面垂直的一运动轴。

程序格式:

N1 G17

G02 R____

N2{ }X____Y_____{ }Z_____F_____

G03 I_____J_____

N1 G18

G02 R_____

N2{ }Z_____X_____{ }Y_____F_____

G03 K_____I_____

N1 G19

G02 R_____

N2{ }Y_____Z_____{ }X_____F_____

G03 J_____K_____

N1 G17

N2 G05 I___ J___ C___ Z___F___

N1 G18

N2 G05 K___ I___ C___ Y___F___

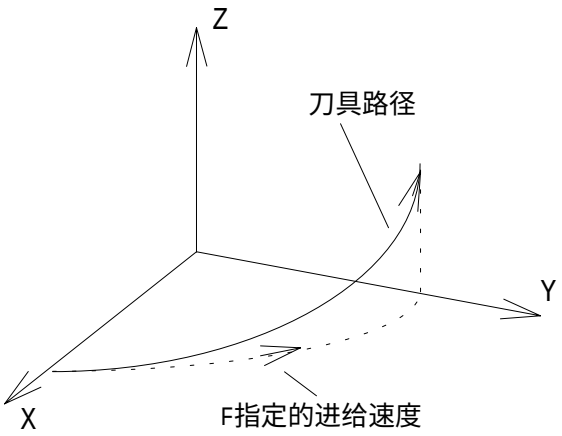
N1 G19

N2 G05 J___ K___ C___ X___F___

由F值指定的进给速度是指沿着圆弧的进给速度，直线轴的进给速度为：

$F_{(直线)}$=F*直线轴的长度/圆弧的弧长。

决定进给率F值时要十分注意直线轴的进给率不要超过各种限制。



注:
如有刀具半径补偿，则补偿值只加在圆弧上。在进行螺旋线插补时，看系统螺旋线插补功能是否处于关闭状态（由系统参数决定）。

§3.7 暂停指令(G04)

程序格式:

G04 P_____

在CNC程序指令中，在某些情形下因加工需要或程序需要，在某一行执行完了之后，各轴运动均暂停一段时间，再执行下一行指令。G04是暂停指令，停留时间由P_____设定。

其暂停最小单位为1秒，即P1

例:
N1 G1 X10.000 Y10.000 F100……以每分钟100mm之速度至X. Y座标
N2 G4 P2000……暂停2秒
N3 G0 X0.000 Y0.000…… 快速定位至X. Y座标点

§3.9 平面选择(G17、G18、G19)

在零件程序加工时，进行圆弧插补的平面、进行刀具半径补偿的平面等都依赖于平面选择功能，G17、G18、G19码就是为完成这一功能而设定的。

G17___ ___ XY平面
G18___ ___ ZX平面
G19___ ___ YZ平面

平面选择G码是持续有效代码，一经设定后就一直有效，除非再次设定。系统在上电和每次程序开始时，系统省缺为（G17）XY平面，平面外是Z轴有效。

§3.8 单位设定(G20、G21)

机床轴机械移动单位的决定，可在程序中来设定，即:

G20:英制单位设定

G21:公制单位设定

目前只有G21有效。

§3.9 座标系设定(G92、G54--G59)

就整个CNC机床座标系统而言，可将它分成两大类:

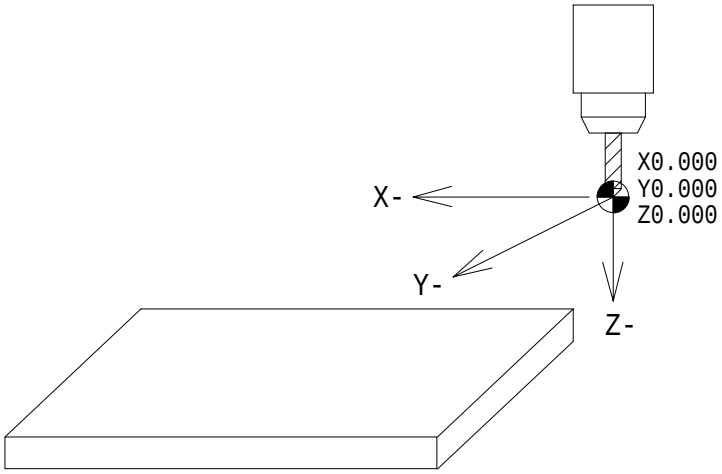
1.机床座标系统(HOME)

2.工件（或用户）座标系统（G92）

§3.9.1 机床座标系(HOME)

该座标系的零点为机械上一个固定不变的座标点，当手动方式回到机械原点（HOME点），即是指这一点。

机械原点在机床台面上是一个固定不变的基准座标点，用户座标系是依据此基准座标点来建立自己坐标系的零点位置。



§3.9.2 工件座标系统 *(G54--G59)*

在一般数控系统中，以G54到G59六个G码代表六个不同的工件座标系，WinCNC系统为了简化编程，只设有一个工件座标系G55（第2工件坐标系，该工件坐标系的原点位置在轴参数中可预设），而将G54、G56-G59这五个工件坐标系与机床坐标系重合，即它们的坐标原点与机械原点的距离为零。

指令格式：

G54_____

G55_____

G56_____

G57_____

G58_____

G59_____

G54可撤销G92建立的工件坐标系。

注意：在用G55设定工件坐标系时，当前 刀具长度（系统参数中的第12号参数）将参与计算，所以必须正确设定刀具长度 参数。如果机床有固定位置对刀仪，可先进行对刀仪操作（在G55指令的前一行加M15指令）。如果机床没有固定位置对刀仪，可简单将刀具长度 参数设为0。在用G55设定工件坐标系时，当 当前刀具长度 参数不为0时，由于当前 刀具长度（系统参数中的第12号参数）参与工件坐标系的转换计算，所以应该关闭刀具长度补偿功能（取消G43、G44功能）。

§3.9.3 用*G92*变更工件坐标系

指令格式：

G92 X_____Y_____ Z_____

在程序中利用G92指令设定座标系更为灵活，其指令含义是，在机械坐标系的基础上再设定工件坐标系，新坐标系原点对原坐标系的偏移量由G92码后的X、Y、Z给定。当那个轴出现时对那个轴有效，当某一轴没有出现时，则对本轴没有影响。

例1:假设机床起始点位置为（0.0,0.0）

N1 G0 X0.0 Y0.0

N2 G92 X50.000 Y80.000

N3 G1　X50.0 Y20.0 F100

N4 X100.0 Y100.0

N5 X200.0 Y200.0

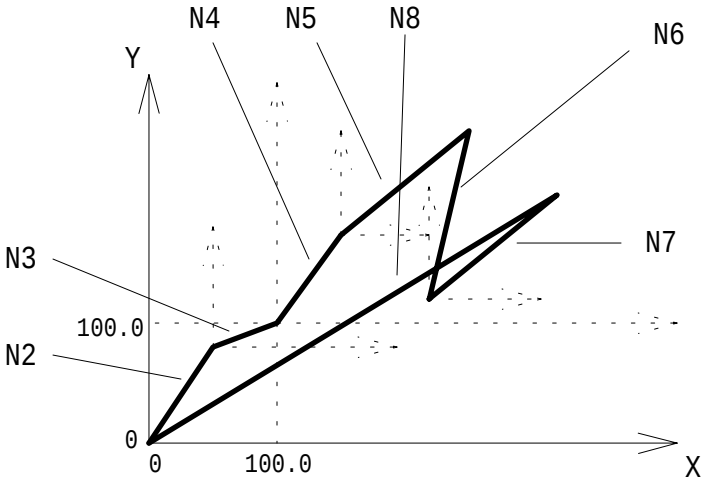
N6 Y180 Y40

N7 X280.0 Y140.0

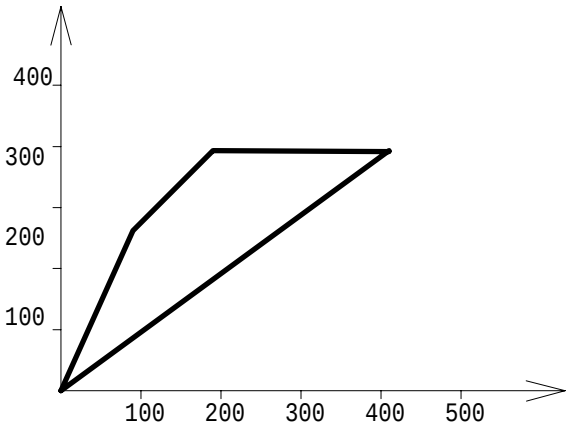
N8 G54 G0 X0.0 Y0.0

N9 M02

其运动轨迹如下：



以下进一步说明在程序中应用G92码时应注意的事项。



例2：

N1 G54 G0 X100.0 Y200.0

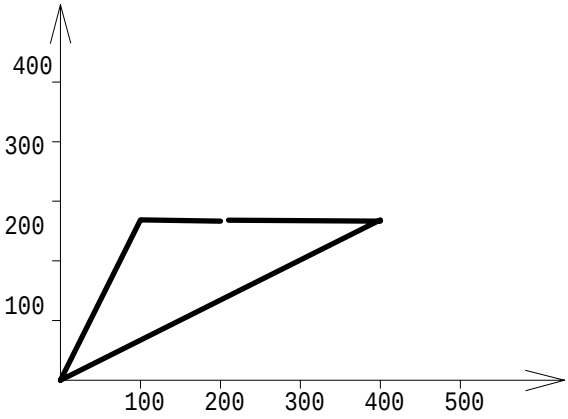
N2 G92 X200.0 Y300.0

N3 G1 X200 F400

N4 G54 G0 X0 Y0

N5 M02

在本例中，X、Y轴坐标变更都有效，为一般情况。



例3：

N1 G54 G0 X100.0 Y200.0

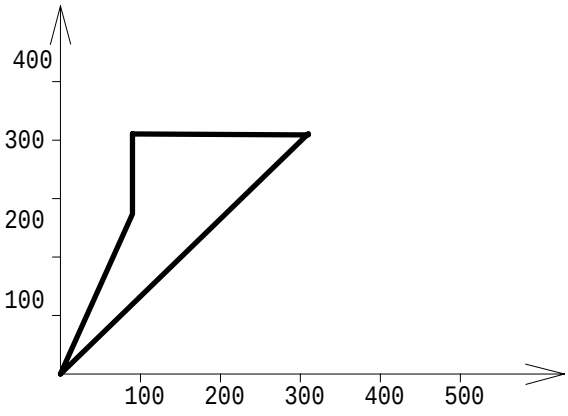
N2 G92 X200.0

N3 G1 X200 F400

N4 G54 G0 X0 Y0

N5 M02

在本例中，X轴坐标变更有效。



例4：

N1 G54 G0 X100.0 Y200.0

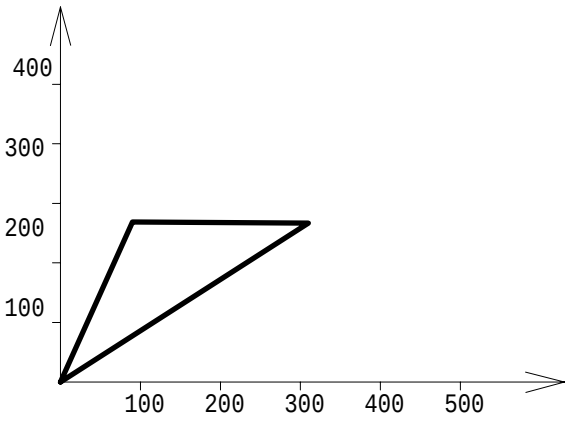
N2 G92 Y300.0

N3 G1 X200 F400

N4 G54 G0 X0 Y0

N5 M02

在本例中，Y轴坐标变更有效，



例5：

N1 G54 G0 X100.0 Y200.0

N2 G92 X Y

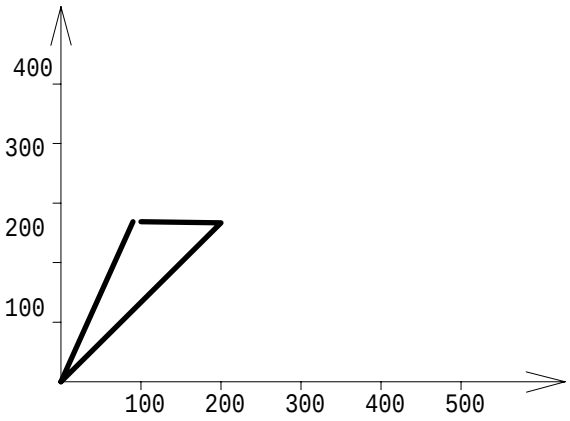
N3 G1 X200 F400

N4 G54 G0 X0 Y0

N5 M02

在本例中，X、Y轴坐标变更都

有效，但X、Y字母后只跟有空格，其含义是刀具当前位置为偏移量，与N2 G92 X100.0 Y200.0编程效果是一样的。



例6：

N1 G54 G0 X100.0 Y200.0

N2 G92

N3 G1 X200 F400

N4 G54 G0 X0 Y0

N5 M02

在本例中，X、Y轴坐标变更都没效， 其实际效果就如同没有G92指令一样。

在程序中，如有坐标系变更指令（G92或G54—G59），则应关闭刀具半径补偿和刀具长度补偿（通过G40、G49指令）。

§3.9.4 在程序中如何设定工件坐标系

在程序中设定工件坐标系，必须在系统参数中的选项 ***[G*** 代码指定工件坐标系***]*** 设为有效。在一般情况下，用户用某一 CAM 系统生成了一 NC 程序，首先操作者在手动方式下进行对刀仪操作（自动测量刀具长度，仅对固定位置对刀仪），然后进行对刀操作（见 § 1.3 操作要领 Ali+1、Alt+2…设定 G55 工件坐标系），然后在 NC 程序头部加入下列代码：

```
N0010   M15                （M15是自动对刀仪操作，自动测量刀具长度）
N0020   G55
```

在这种情况下，在加工当中如果刀具损坏，重新装刀后恢复起来比较容易。重新装刀后刀具长度可能发生变化，在G55指令前加入M15指令（M15是自动对刀仪操作，自动测量刀具长度）就可自动修正刀具长度在Z轴方向上的变化。

在NC程序中如有自动换刀代码，应如下书写：

```
N0100   T5
N0110   M15
N0120   G55
```

如果机床没有固定位置对刀仪，可仅在NC程序头部加入G55代码，用如下方法解决：

①将刀具长度参数设为0，每次手动换刀后，重新对刀。

②如有自动换刀，则要保证刀具的装卡长度一致。

注意：在用G55设定工件坐标系时，当 当前刀具长度 参数不为0时，由于当前 刀具长度（系统参数中的第12号参数）参与工件坐标系的转换计算，所以应该关闭刀具长度补偿（G43、G44）功能。

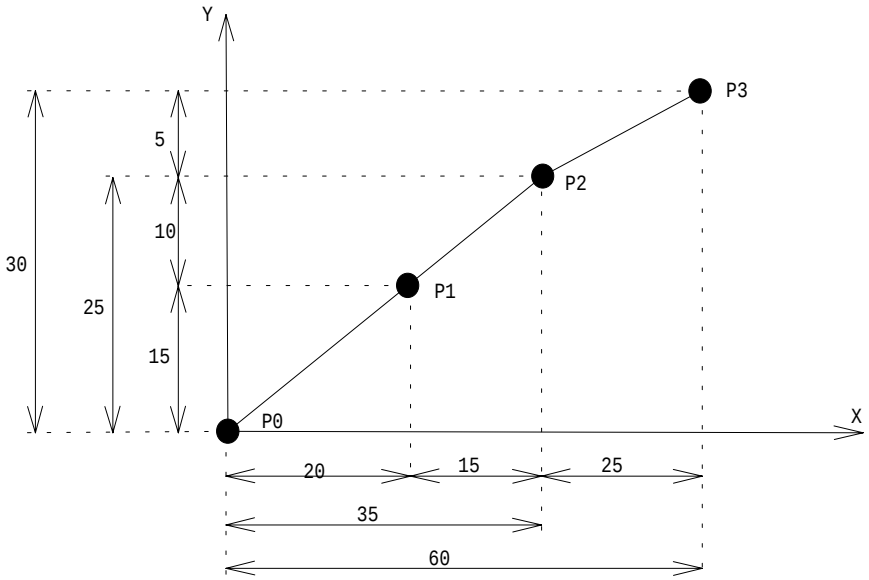
§3.10 绝对和增量座标编程*(G90、G91)*

程序格式:

G90(绝对座标值设定)
G91(增量座标值设定)

例1:(G90绝对座标值设定)(G90 G91图例)
N1 G90
N2 G1 X20.000 Y15.000
N3 X35.000 Y25.000
N4 X60.000 Y30.000

例2:(G91增量座标值设定)
N1 G91
N2 G1 X20.000 Y15.000
N3 X15.000 Y10.000
N4 X25.000 Y5.000



G90G91 程序图例

下面例子示意说明G90G91指令在程序执行时的作用周期：

例:

N1 G90…程序设定在绝对指令模式

N2 G1…切削进给，程序处于绝对指令模式

N3……切削进给，程序处于绝对指令模式

N4……同上

N5 G0…快速定位，程序处于绝对指令模式

N6……快速定位，程序处于绝对指令模式

N7 G91…快速定位，程序因G91指令而变更为增量指令模式

N8 G1…切削进给，程序处于增量指令模式

N9……切削进给，程序处于增量指令模式

N10 G90…切削进给，程序因G90指令而变更为绝对指令模式

N11……切削进给，程序处于绝对指令模式

N12……切削进给，程序处于绝对指令模式

N13 M2…程序终止

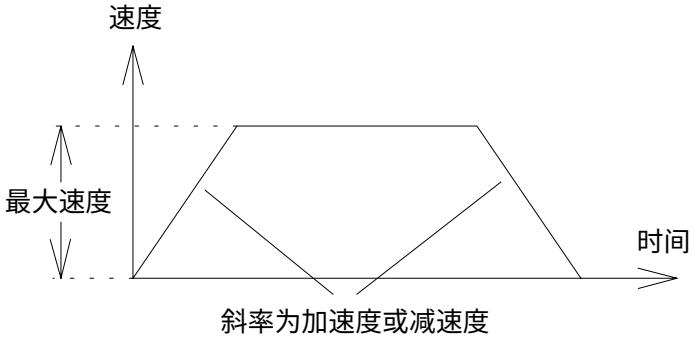
§3.11 程序段衔接处的速度控制(G61—G64)

一．自动加减速

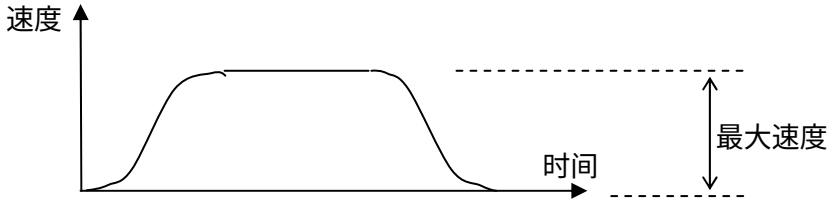
在机床轴运动的起步、停止阶段CNC系统将自动进行加减速控制，可使机床轴平滑的起动/停止。当轴进给速度变化时，CNC系统会自动进行加减速控制，可平滑改变速度。用户在编程时对加减速不需要特别考虑。

在本系统中，加减速采用直线型加减速和S曲线加减速控制，如下图所示为梯形和S形包络线，包络线的面积就是移动距离。

直线型加减速：



S曲线加减速控制：



在系统中，插补加减速的速率可不一样，用直线型加减速或S曲线加减速可由系统参数（系统速度及插补参数中的 [插补运动平滑]）决定。在上图中，最大速度：在切削进给时由加工程序中的F指定，快速进给时最大速率由系统参数决定(参看§1.4.1节)。

二．程序段衔接处的速度控制（保留）

程序格式:

G61　　(准停定位检查方式)

G62　　(半精确方式　　准确定位误差的5倍)

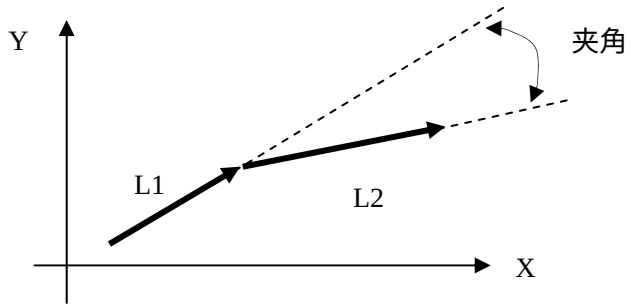
G63　E___　(插入时间，停顿片刻)

G64　　(粗定位定位方式　准确定位误差的15倍)

指令G61—G64（保留）。

三.动态连续插补

由系统参数指定为 [动态连续插补] 模式时，系统将预读前两行的加工代码，并根据L1程序段（当前加工行）、L2程序段（前一加工行）之间的夹角来自动控制程序段衔接处的加减速，使连续加工更平滑，加工效率更高、加工质量更好。



§3.12 程序段循环*(G78，G79)*

程序格式:

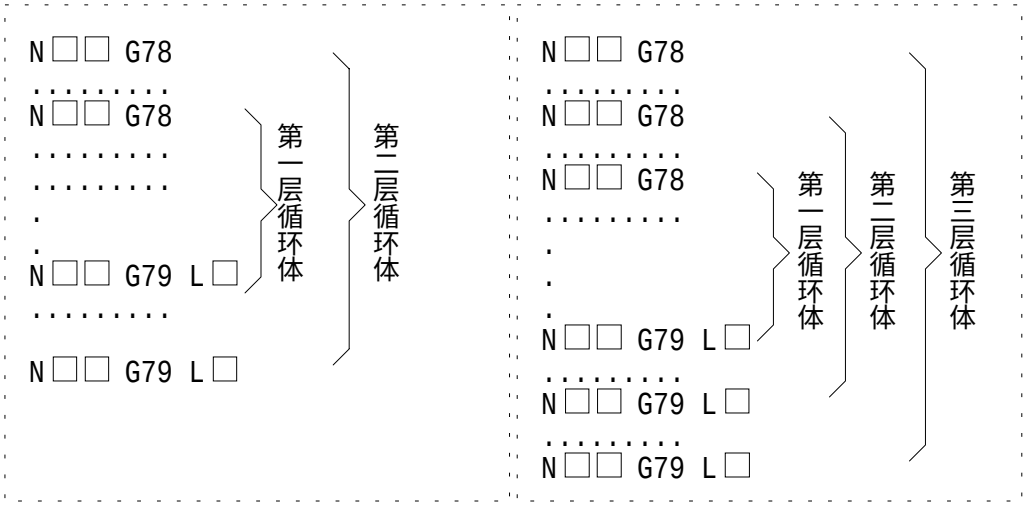
```
N□□ G78
.........
.........
.........
.
.
.
N□□ G79 L□
```

循环体

G78指示程序段循环开始行，G79指示程序段循环结束行，L为循环次数。L必须为大于或等于2的整数，如L=1或L不指定，则当程序执行到G79所在行时，将直接转到下一行。

在用G78、G79码编程时，G78、G79必须独占一行（可有N码或L码）。

程序段循环可嵌套，其嵌套情况如下图所示。



两层嵌套　　三层嵌套

在嵌套循环编程时，必须注意两点：

[1]G78与G79必须配对。

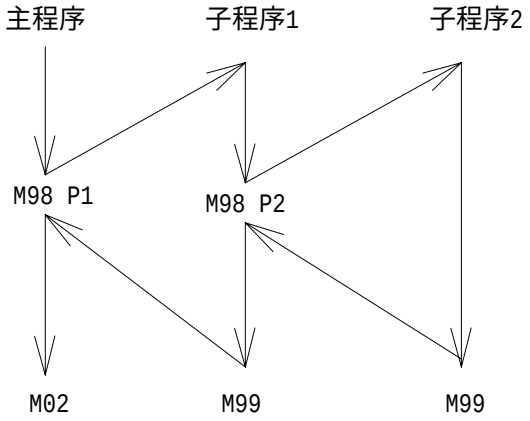
[2]嵌套层最大为十层。

[3]本功能只是在当零件加工程序小于64K时有效。

§3.13 子程序(M98、M99)

当一个主程序内，有一些固定的程序指令组，它们须时常重复执行，这时可将它们编成子程序，而在主程序中可对它们进行调用，如此可简化程序，使主程序的结构更简洁、清楚。一个子程序亦可调用另一子程序，这种情况称之谓子程序嵌套。

下图表示两层嵌套的子程序调用:



1.子程序的结构

子程序的组成，依下列格式编程:

O05…… 子程序编号

N1……指令内容

N2……指令内容

.....

Nn M99……子程序结束

即子程序以字母O（注意不是数字零0)为开始，其后跟数字，为子程序名编号。在上例中即为05。子程序的结束以M99为结束符。

2.子程序的执行

子程序必须在主程序调用时才能被执行。子程序的调用格式如下:

M98 P_____L_____

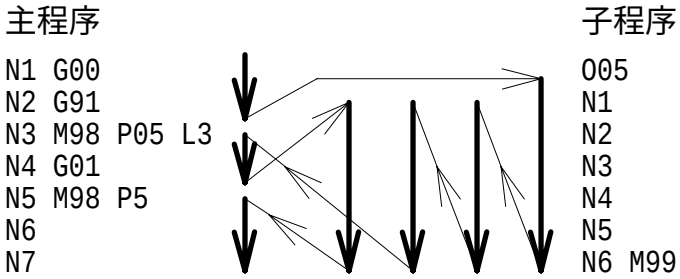
字母P后所跟的数字就是子程序编号，L后的数据是子程序调用次数，若L没有被指定时，子程序仅执行一次。

例:

M98 P05…… 执行05子程序一次。

M98 P05 L8……执行05子程序八次。

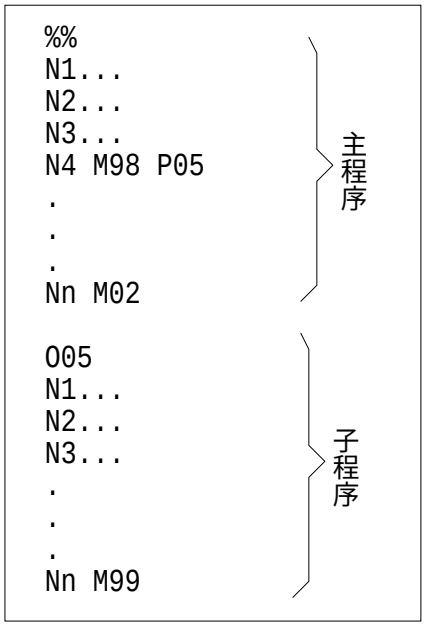
在主程序里，子程序的调用与执行顺序如下:



3．子程序的位置

在编写加工程序时，如需要用子程序调用功能，则子程序一般写在主程序之后，两者在一个加工文件里。如下图所示：

零件加工程序



如在一个加工程序中有多个子程序，则子程序必须都在主程序之后，而子程序之间的前后位置可以是任意的。

4.子程序编程时的注意事项

[1]如本节前所述，在子程序中可以调用其它子程序，即所谓子程序可以嵌套调用。在本系统中，系统规定子程序嵌套调用最多为十层。

[2]子程序不能递归调用。所谓递归调用就是在子程序中有自己调用自己的语句，或者是子程序1调用子程序2，在子程序2中又调用子程序1，当出现这种情况时也是间接的递归调用。

[3]本功能只是在当零件加工程序小于64K时有效。

第四章 辅助机能

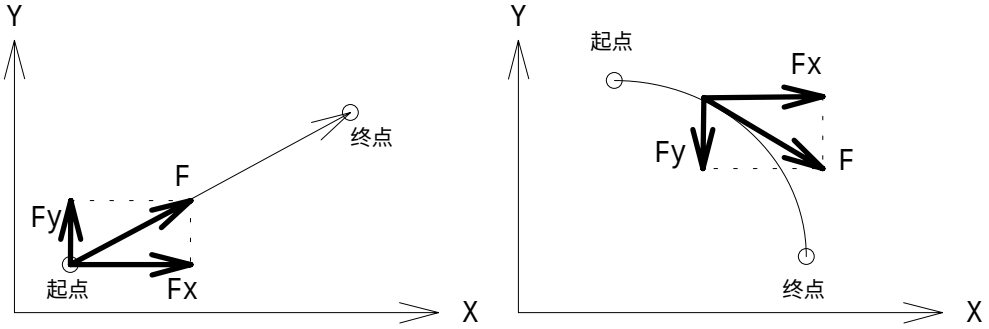
§4.1 进给及F机能

一．快速进给

由定位指令(G00)进行快速定位。快速定位速度由系统参数第1项设定，各轴独立允许时的最大快速进给速度由轴参数（第5项）设定，因此不需要在程序中指定。

二．切削进给

在直线(G01)和圆弧(G02、G03)插补时，刀具的进给速度由跟在F后的数字指定。在实际加工中，由F指定的进给速率是沿刀具运动轨迹切线方向的进给速率。如图所示：



设：F 切向速度；Fx X轴速度分量；Fy Y轴速度分量；则有下例等式：

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

§4.2 辅助机能 M 码

辅助机能控制码是由字母M码与附加的两位数字所组成，简称M码。M码应用于指令区段内，其范围自00--99，不同的M码代表不同的动作，如表所示:

M代码一栏表

M 码	G码前/后	机　　能	解　　说
M00	后	程序暂停	
M01	后	程序选择暂停	(可选功能)
M02	后	程序结束	
M03	前	主轴正转	
M04	前	主轴反转	(可选功能)

M05	后	主轴停止	
M06	后	换刀	(可选功能)
M07	前	切削液开	
M08	前		机床制造厂家定义
M09	后	切削液关	
M10	前		机床制造厂家定义
M11	后		机床制造厂家定义
M13	前	主轴正转，切削液开	
M14	前	主轴反转，切削液开	
M15	后	对刀仪自动对刀	
M16	后	对刀仪自动对刀并调整G55坐标系	
M19	后	主轴定位	(可选功能)
M20-M29	前		机床制造厂家定义
M30	后	程序结束	
M36-M39	前		机床制造厂家定义
M48	后		机床制造厂家定义
M49-M51	前		机床制造厂家定义
M55-M56	前		机床制造厂家定义
M60	前		机床制造厂家定义
M61-M62	前		机床制造厂家定义
M71-M72	前		机床制造厂家定义
M80-M89	后		机床制造厂家定义
M90	前	清屏	
M98	前	调用子程序	
M99	前	子程序结束	

在程序中，如某一行即有G码又有M码，G码和M码谁先执行在系统中有约定。在上表的第二栏就表示这些约定，比如：

例1：

. . .

N10 M03 S500 G01 X100 Y100 Z100 F300;

. . .

例2：

. . .

N10 G01 X100 Y100 Z100 F300 M03 S500;

. . .

在例1和例2中，无论M03 S500是写在G01前还是写在其后，在程序执行到N10行时，均先执行M03 S500指令而后执行G01指令。

在一行中，系统规定最多只能有四个M码，多于四个则系统将出现错误提示。在一行中如有多个M码出现，则G码前的M码先执行，G码后的M码后执行。如同为前M码或后M码则在一行中靠前者先执行，靠后者后执行。

在CNC系统中，有一些M码没有定义（在上表注释栏中已注明），这些M码一般可由机床制造厂家选用和定义，其具体机能用户可参阅机床厂家的使用说明书。

在上表所列M代码中，M00-M89必须由机床厂家编写PLC（可编程控制器）信号接口，才能实现，而M90-M99则不需要PLC配合，是CNC系统原有的M代码。

M码解说**:**

1.M00程序暂停　程序执行到此时，暂停，且主轴停止转动。接下"启动"键之后，再继续执行未了的程序。在加工中，如中间需要测量等操作，可有本码使加工程序暂停。

2.M01选择性程序暂停　　程序暂定与否，可由操作面盘上的选择暂停开关控制。若开关在ON处，程序暂停，且主轴停止转动。若在OFF处，则M01不生效。

3.M02程序结束　用于程序结束之用，程序执行到此，所有程序动作均结束，G码和M码恢复到系统初始约定值。M02指令也将使主轴停止转动，

4.M30程序结束　用于程序结束之用，与M02机能相同。在某一加工程序最后，如没有显式使用M02码，则系统隐含加入M30指令。

5.M03主轴正转　此码一般与S码配合使用，用于控制主轴转速。

6.M04主轴反转　此码一般与S码配合使用，用于控制主轴转速。

7.M05主轴停止　此码使主轴转速为零。

8.M06换刀（保留）　　此码用于机床的自动换刀，一般与T码配合使用，比如：M06 T10。此码是针对有自动换刀功能的加工中心而设定的，在换刀之前，机床一般要用G28或G30指令回换刀点。

9.M15 对刀仪自动对刀　　此码用于对刀仪自动对刀，自动检测刀具长度。如果机床有固定位置对刀仪，在程序中可用该 M 码自动对刀。如果系统仅有浮动式对刀仪则在程序中不能用 M15 自动对刀。在执行 M16 码时，首先 Z 轴以 G00 方式（快速定位方式）快速移动到对刀仪 Z 轴提刀点位置（在 系统参数 中设定），接着 XY 轴以 G00 方式（快速定位方式）快速移动到对刀仪上方，然后以 G01 方式慢速移动 Z 轴至接触到 对刀仪 的传感器（G01 的速度在系统参数 中设定），当 Z 轴接触到 对刀仪 的传感器后，这时 Z 轴反方向慢速移动（Z 轴落刀速度的 1/10）直至脱离 对刀仪 的传感器，再移动至 Z 轴提刀点位置，然后再以 G00 方式快速原路返回。注意：在编写 NC 代码时应正确预见对刀仪操作的刀具运动轨迹，以防撞刀。

10.M16 对刀仪自动对刀　　M16码等于：先执行M15码，再执行G55码

11.M19主轴准停定位　此码将使机床主轴停止在某一固定角度上。角度的调整一般由机床厂家调整。

12.M90清屏　　在本CNC系统中有刀具运动轨迹的图形显示功能，M90码是对图形显示区进行清屏。

13.M98、M99请看§3.13节。

§4.3 主轴机能 *S* 码

指令格式：

S_____;

S码一般与M03、M04、M13、M14配合使用，以控制主轴转速，单位是转/分（PRM）。S码也可单独使用，前提是在S码之前，M03、M04、M13、M14四码有一个指定过，如没有出现，则系统只记忆S值而不执行，当之后有M03、M04、M13、M14码指定而S码没有指定，则前面出现的S码有效。在S码单独执行时，S码是G码前指令。当M05或M02或M30码执行时，S将被清为零。

在一行程序中，如有多个S码出现，则总是最后一个S码有效。

§4.4 刀具机能 *T* 码

指令格式：

T____;

T码后跟数字（刀具编号），以进行自动换刀。T字母后所跟数字是机床刀具的编号，此编号一般由操作者自定。自动换刀功能一般要求机床有旋转刀库或链式刀库，目前**WinCNC**数控系统只支持笔式刀库，在刀库中有若干个刀座，刀座的编号是固定的，由机床制造者设定。在刀座中具体是第几号刀，操作者可用系统参数设定。

在自动换刀时，系统先判断主轴上是否有刀，如果没有刀，则系统根据 T 码后跟的刀具编号在刀库中找到该刀具所在的刀座号，接着 Z 轴以 G00 方式（快速定位方式）快速移动到换刀点提刀位置，然后 XY 轴以 G00 方式（快速定位方式）快速移动到该刀座上方，然后以 G01 方式慢速移动 Z 轴至换刀点位置，换刀完毕后 Z 轴反方向慢速移动刀座上方，然后再以 G00 方式快速原路返回到开始位置。

如果主轴上有刀，则系统先在刀库中找到空的刀座，接着Z轴以G00方式（快速定位方式）快速移动到换刀点提刀位置，再接着XY轴以G00方式（快速定位方式）快速移动到该刀座上方，然后以G01方式慢速移动Z轴至换刀点位置，将主轴上的刀换下后Z轴反方向移动直至提刀位置，然后XY轴以G00方式（快速定位方式）快速移动到 T码指定的刀具 所在的刀座上方，然后以G01方式慢速移动Z轴至换刀点位置，换刀完毕后Z轴反方向慢速移动刀座上方，然后再以G00方式快速返回到开始位置。

注意：在编写 NC 代码时应正确预见自动换刀时机床的运动轨迹，以防撞刀。

第五章　刀具补偿

§5.1 刀具补偿说明

WinCNC的刀具补偿可分为二种:

一.刀具半径补偿
二.刀具长度补偿

其补偿值可用系统参数D值和H值设定，刀具补偿功能有效与否可在系统参数中设定。

§5.2 刀具半径补偿*G40-G42*

对于铣床类机床，由于铣刀半径的存在，在实际加工时刀具中心点的运动轨迹与被加工零件的外形轮廓不重合，它们之间有一半径差。在编写零件加工程序时，如没有半径补偿机能，则编程者必须预先知道刀具半径值，根据零件形状手工计算出刀具中心点的运动轨迹，并以此进行刀具运动轨迹编程。而系统的刀具半径补偿机能可优化上述编程方法，当刀具半径补偿有效时，编程者可直接安零件轮廓编程，而在实际加工时，系统可根据刀具半径值（由D值预先设定），自动算出刀具中心点的运动轨迹。刀具半径补偿功能可简化零件程序编制。

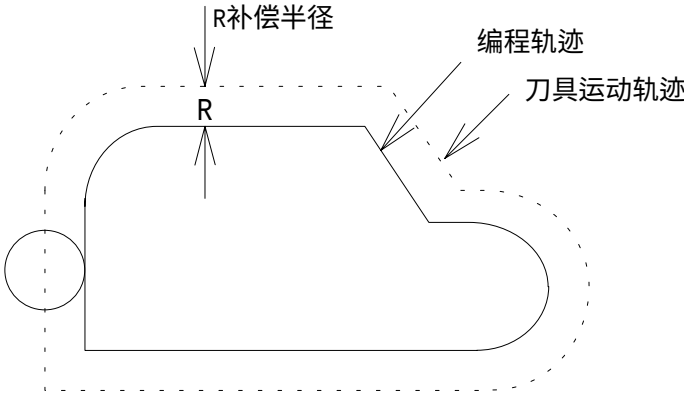


图4-2-1

一．补偿量（D代码）

在刀具半径补偿开始时，要用D码指定刀具半径补偿值的大小，在程序中，D码后所跟一般为1-20的整形数，它对应第§1.4.3节刀具半径补偿参数，D1-20可修改以适应不同的刀具半径值。

二。补偿平面与补偿矢量

如图4-2-3所示，刀具中心点运动轨迹与零件轮廓轨迹的偏置是在某一固定平面偏置，其偏置量就是补偿矢量，所在平面就是补偿平面。补偿平面的选择可用G17、G18、G19选择。

三．刀具半径补偿指令

G40　刀具半径补偿取消

G41　刀具前进方向的左侧补偿

G42　刀具前进方向的右侧补偿

G41和G42的补偿矢量方向如下图所示：

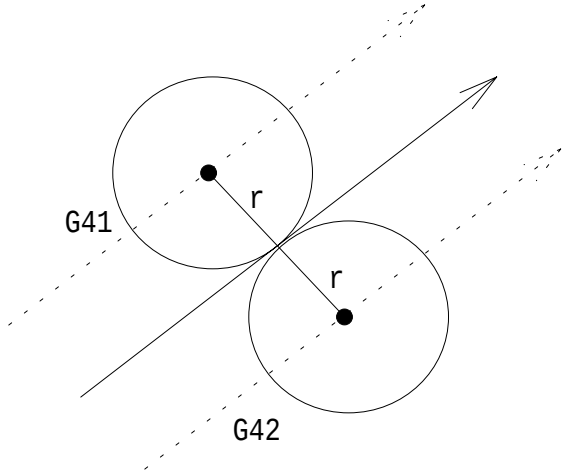


图4-2-2

下图说明如何用刀具半径补偿指令进行编程。在下图中，⑴的程序段称为起始段，由于指令了G41，系统从半径补偿无效方式变为有效方式。在⑴段的终点P1被加上了半径补偿矢量（在图中用粗线表示）。半径补偿值的大小是由D09指定，即在第9号补偿量中设有刀具半径的值。另外因为是G41，所以是在刀具运动方向的左侧加上补偿矢量。在随后的⑵-⑼八个程序段中，系统根据两两程序段的连接情况自动算出补偿矢量,这样按照工件形状从⑵至⑼编程时，系统就自动加上了刀具的半径补偿值。在⑽的程序段，由于用了G40指令，此程序段称为结束段，在返回出发点时半径补偿被取消。在一般情况下，在程序段的最后必须如⑽一样用G40指令清除刀具半径补偿。

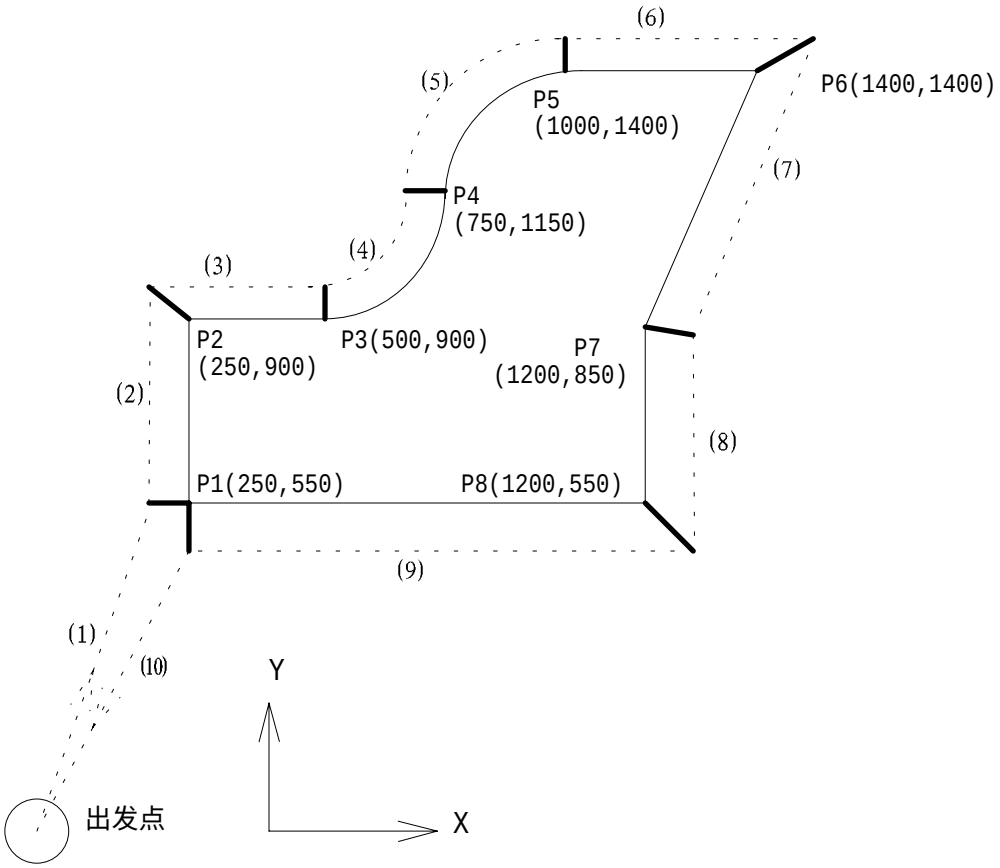


图4-2-3

N1 G92 X0 Y0 Z0

(1) N2 G90 G17 G00 G41 D09 X250.0 Y550.0

(2) N3 G01 Y900.0 F150

(3) N4 X500.0

(4) N5 G03 X750.0 Y1150.0 J250.0

(5) N6 G02 X1000.0 Y1400.0 I250.0

(6) N7 G01 X1400.0

(7) N8 X1200 Y850

(8) N9 Y550

(9) N10 X250

(10) N11 G00 G40 X0 Y0

N12 M02

在用刀具半径补偿进行编程时，最主要的是编程者要了解系统对补偿矢量的求解方法，这样在编程时可预先估计出在实际加工中刀具中心点的运动轨迹，对于判断是否会产生干涉或过切有益处。

下面就系统对刀具半径补偿矢量的计算方法进行详细说明。

§5.2.1 问题分析

在进行讲解前，我们首先对问题进行分解：

按起始阶段分，可分为

1．起动段

2．中间段

3．结束段

按补偿方向分，可分为

1．G41左补

2．G42右补

按程序段连接分，可分为

1．直线—直线

2．直线—圆弧

3．圆弧—直线

4．圆弧—圆弧

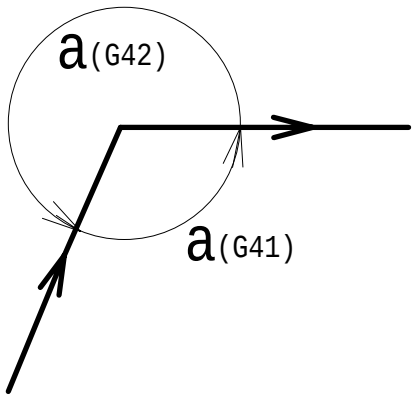
按程序段连接线的夹角a分，可分为

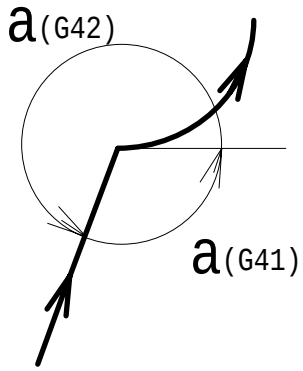
1．$a < 90^0$

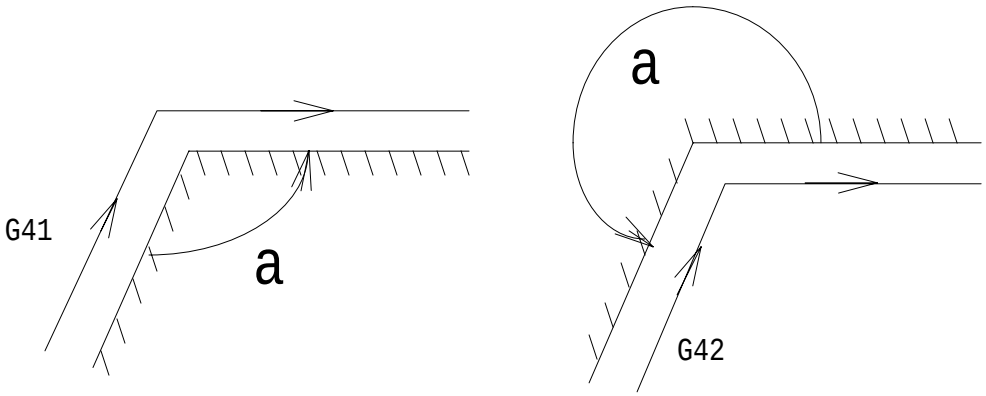
2．$90^0 \le a \le 180^0$

3．$a > 180^0$

夹角a是指编程轨迹毛坯侧的夹角，如下图所示：







对于圆弧，其夹角是用其在交点处的切线来计算。

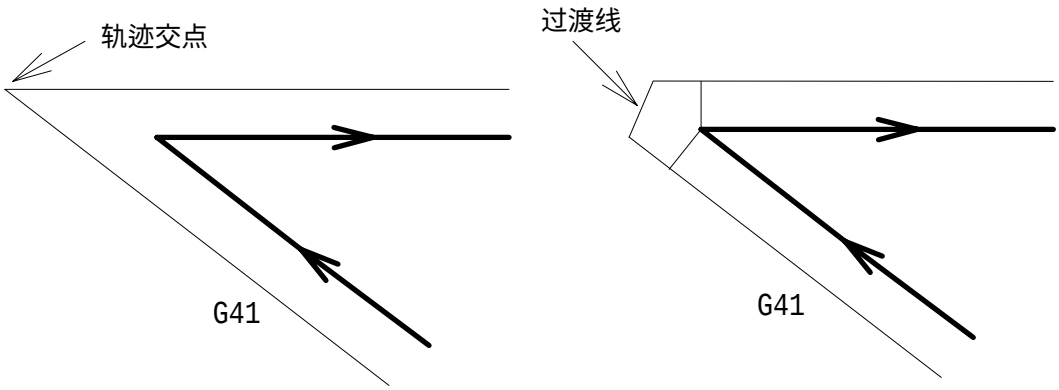
按程序段连接处有没有过渡线，可分为：

1．无过渡线（B型刀补）

2．有过渡线（C型刀补）

过渡线的含义如下：

在$a < 90^0$的情况下，可产生两种刀补形式：



B型刀补　　C型刀补

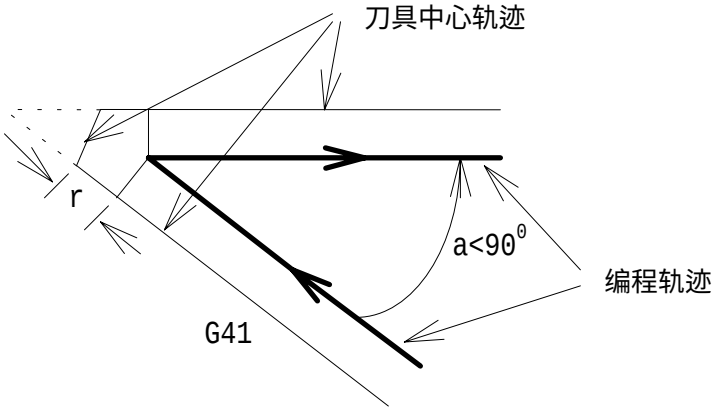
如图可知，在B型刀补中如a角很小时，轨迹交点将在很远的地方，这显然是不合理的，在实际加工时轨迹交点有可能超过机床的行程，所以C型刀补是一种比较合理的解决方法。在本系统中用那种刀补类型可在系统参数中设定，系统省缺为C型刀补。

§5.2.2 计算补偿矢量的数学模型

由§5.2.1节分析可知，刀具半径补偿矢量的计算，情况比较复杂，在理论上可有$3\times2\times4\times3\times2=144$种情况，但将其抽象为比较简单的数学模型，这样可比较容易掌握刀具半径补偿的编程方法。

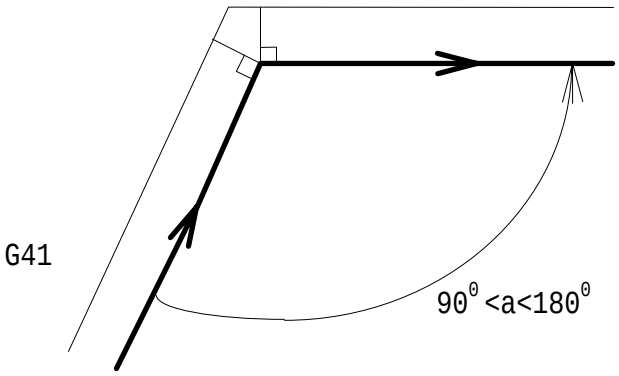
对于G41类、直线—直线、C型刀补的补偿矢量计算的数学模型，可简化成已知两直线，求它们平行线的交点问题。

1．$a < 90^0$



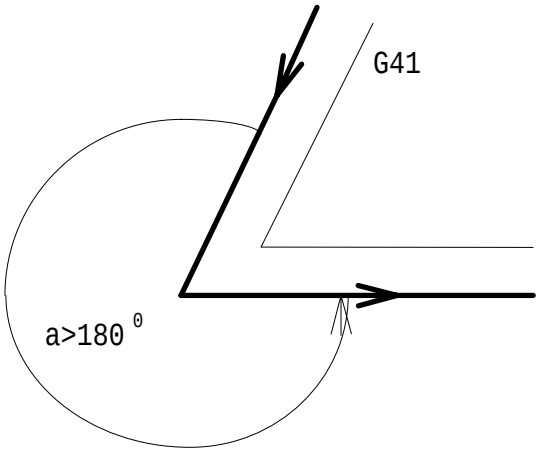
C型刀补　　r刀具半径

2．$90^0 \le a \le 180^0$



C型刀补

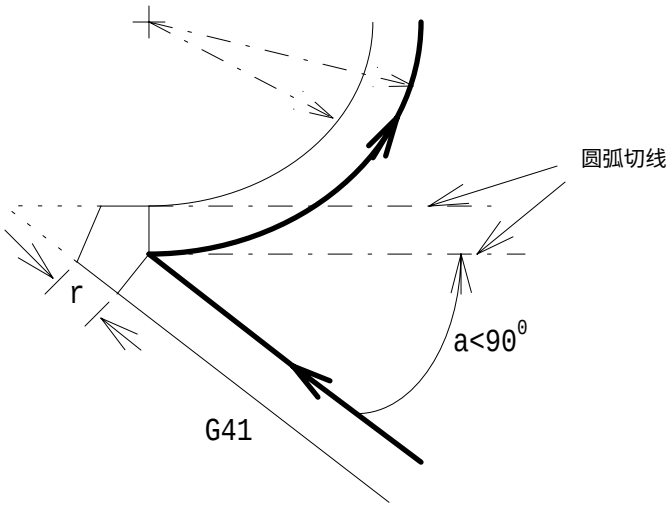
3．$a > 180^0$



C型刀补

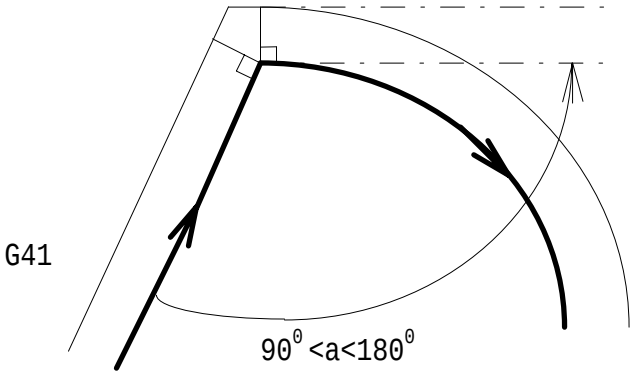
对于G41类、直线—圆弧（或圆弧—直线）、C型刀补的补偿矢量计算的数学模型，可简化成已知直线、圆弧，求它们平行线和同心圆弧的交点问题。

1．$a < 90^0$



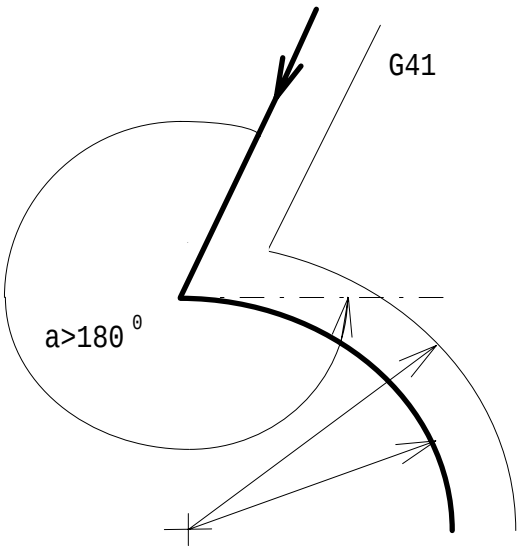
C型刀补　　r刀具半径

2．$90^0 \le a \le 180^0$



C型刀补

3．$a>180^0$



C型刀补

对于直线—圆弧的1、2种情况（$a \le 180^0$），可用圆弧切线来代替圆弧，其计算形式可还原成直线—直线型。直线—圆弧的第3种情况（$a>180^0$）与直线—直线型稍有不同，直线—圆弧是求平行线与同心圆弧的交点，但基本计算方法与直线—直线型一至。

对于圆弧—圆弧型，其1、2种情况（$a \le 180^0$）均可用圆弧切线来代替圆弧，可还原成直线—直线型，圆弧—圆弧型的第3种情况（$a>180^0$），是求两同心圆弧的交点。

了解以上数学模型，在实际编程中，就容易判断出刀具半径补偿后的运动轨迹。

§5.2.3 编程时的注意事项

在刀具半径补偿时，有一些约束条件和一些特殊情况，现总结归纳如下：

1．起动阶段

系统要求起动阶段的刀具运行轨迹必须是直线，即G00或G01，而不能是G02或G03。例：

N1 G92 X0 Y0 Z0

N2 G90 G17 G02 G41 D09 X500.0 Y500.0 I250 J250 F150

・・・

・・・

・・・

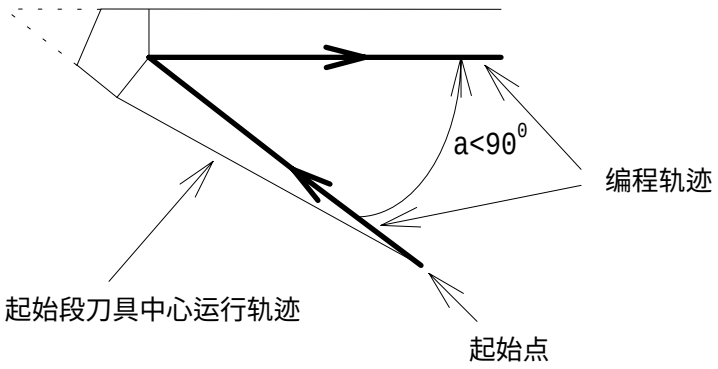
N11 G00 G40 X0 Y0

N12 M02

上例错误，在N2行G41起始阶段用了G02圆弧指令。

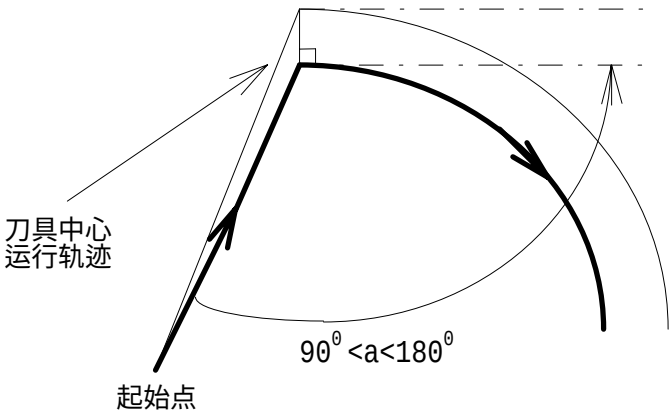
起始阶段的刀具中心运行轨迹如下：

直线—直线，$a < 90^0$型



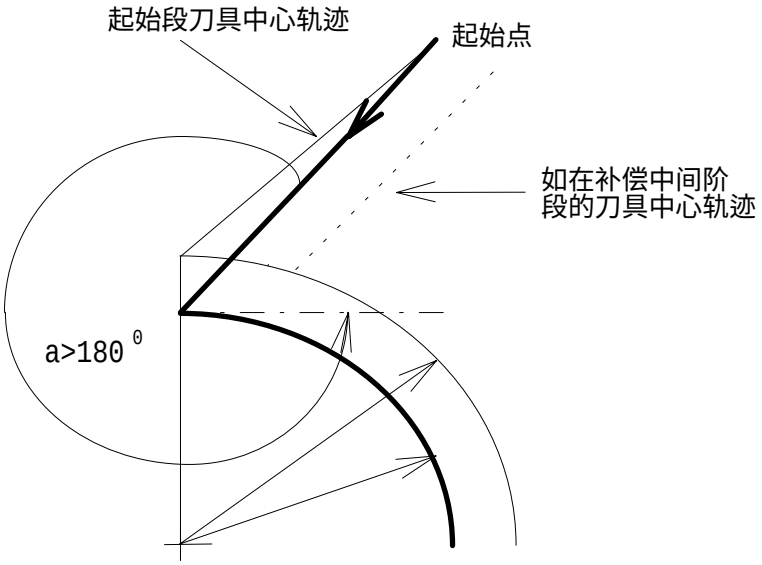
C型刀补　G41

直线—圆弧，$90^0 \le a \le 180^0$型



C型刀补　G41

直线—圆弧，$a > 180^0$型



C型刀补　G41

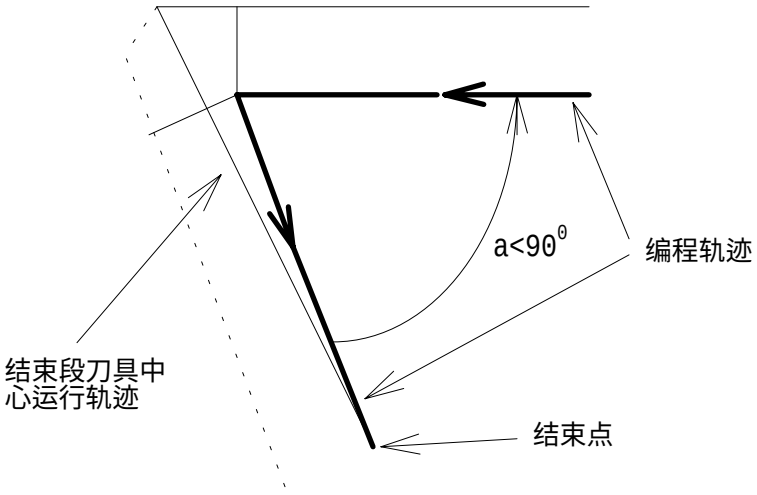
在刀具半径补偿起始阶段，在$90^0 \le a \le 180^0$和$a > 180^0$的情况下，与补偿中间阶段轨迹交点的求法不一样，望读者注意。

2. 结束阶段

系统要求刀具半径补偿的结束阶段的刀具运行轨迹必须是直线，即G00或G01，而不能是G02或G03。

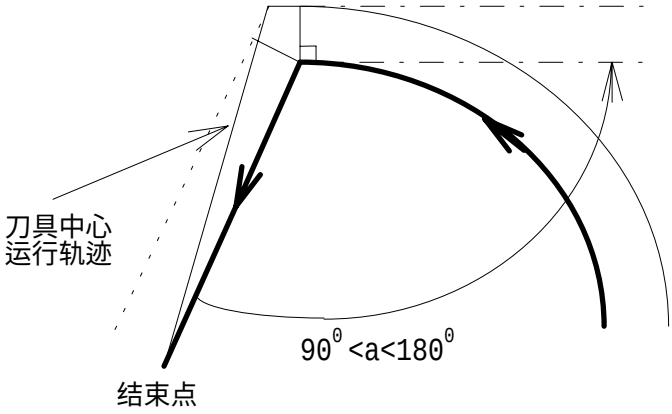
结束阶段的刀具中心运行轨迹如下：

直线—直线，$a < 90^0$型



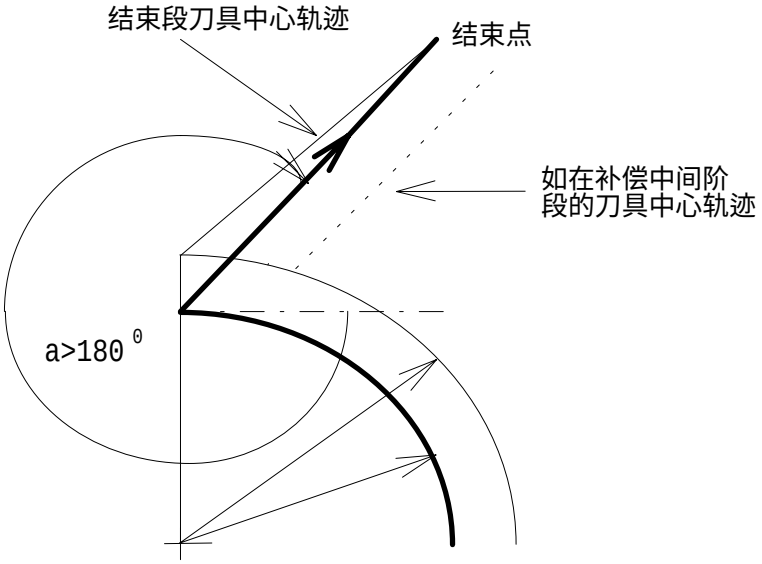
C型刀补　G42

直线—圆弧，$90^0 \le a \le 180^0$型



C型刀补　G42

直线—圆弧，$a > 180^0$型



C型刀补　G42

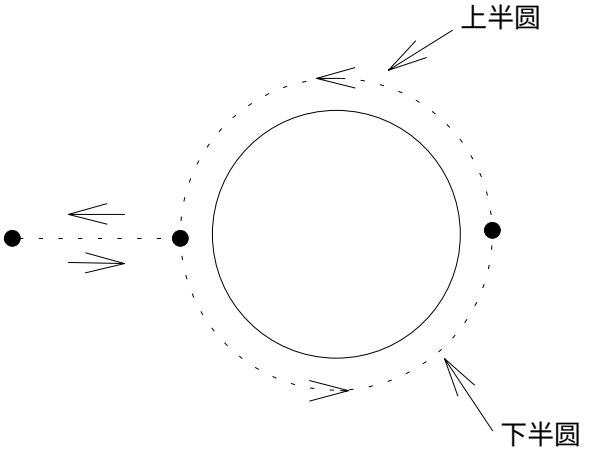
在刀具半径补偿结束阶段，其刀具中心运行轨迹与补偿中间阶段轨迹均不一样，望读者注意。

3．B型刀补

在$90^0 \le a \le 180^0$和$a > 180^0$的情况下，B型刀补与C型刀补没有区别。在$a < 90^0$情况下两者有显著差别。特别是在$a < 1^0$时，B型刀补的刀具中心轨迹交点将在非常远的地方，所以一般情况下，用C型刀补是比较安全的。

4．圆弧插补

在半径补偿阶段，如有圆弧插补，则圆弧不应该为整圆。如有整圆情况，可用两个半圆对接而成。



例1：

%%

N1 G00 X0 Y0

N2 G42 G17 D05 X100 M03 S600

N3 G03 X200.0 I50.0 F150

N4 G03 X100.0 I-50.0

N5 G00 G40 X0 M05

N6 M02

例1的编程方法正确，用两个半圆编程系统能正确算出刀具中心点的轨迹交点。

例2：

%%

N1 G00 X0 Y0

N2 G42 G17 D05 X100 M03 S600

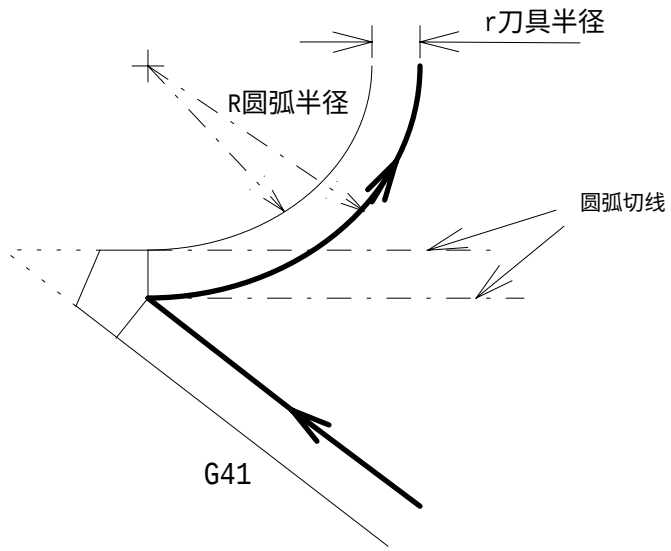
N3 G03 R50.0 F150

N4 G00 G40 X0 M05

N5 M02

例2的编程方法错误，用一个整圆编程系统将算不出刀具中心点的轨迹交点。

在G41、G03和G42、G02两种组合情况下，刀具补偿半圆r与编程轨迹的圆弧半径R两者有一定的关系要求，如下图所示：



如图可知，当$r \geq R$时，刀具中心点轨迹的同心圆弧将不存在。所以在G41、G03和G42、G02两种组合情况下，要求:

$r < R$

5.没有移动的程序段

如同下面的程序段，称为没有移动的程序段，当系统执行到本程序段时，在补偿平面上的轴将不运动。

⑴M05;・・・・・・・・・・・输出M代码

⑵S100; ・・・・・・・・・・输出S代码

⑶G04P100;・・・・・・・・・延时

⑷(G17)Z200;・・・・・・・・・补偿平面外的轴移动

⑸G90;・・・・・・・・・・・・只有G代码

⑹G91X0;・・・・・・・・・・・移动量为0

在半径补偿阶段，为了计算刀具中心点移动轨迹的交点，系统要预读下一行编程轨迹的数据，当下一行为没有移动的程序段，则系统再预读下下一行的编程数据，当这行还是没有移动的程序段，将导致系统报警。所以在刀具半径补偿阶段不能连续两行为没有移动的程序段。

6. 改变补偿方向

在半径补偿阶段，不能改变补偿方向，即G41与G42互斥。如要改变补偿方向，则必须用G40指令结束半径补偿后，再进行补偿方向的改变。

例1：

```
%%
N1 G92 X0 Y0 Z0
N2 G17 G41 D05 G00 X100 Y100
・・・
N10 G42
・・・
N20 G40 X0 Y0
N21 M02
```

例1编程错误，在G41有效阶段，指定了G42码，系统将报警。

例2：

```
%%
N1 G92 X0 Y0 Z0
N2 G17 G41 D05 G00 X100 Y100
・・・
N10 G40 X_ Y_
N11 G42 X_ Y_
・・・
N20 G40 X0 Y0
N21 M02
```

例2编程正确，在用G40指令结束G41后，再用G42指令进行补偿方向的改变。

7. 对其它代码的约束

在刀具半径补偿时，由于程序段之间相互关联，系统对一些代码的使用有一定的要求，在刀具半径补偿阶段如下代码不能使用：

⑴G17、G18、G19 ・・・・・・・（不能进行补偿平面的变换）

⑵G28、G29、G30 ・・・・・・・（不能进行回参考点的操作）

⑶G54-G59、G92 ・・・・・・・（不能进行坐标系变换）

⑷G73、G74、G76、G80-G89・・・（不能进行固定循环操作）

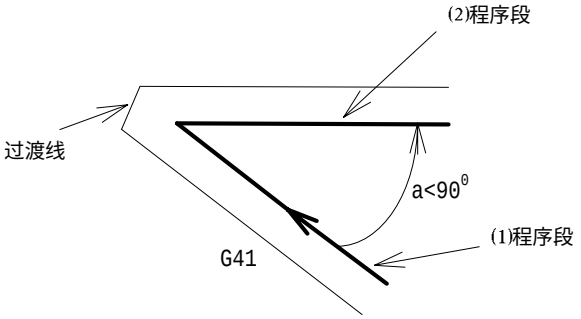
⑸G78、G79・・・・・・・・・・（不能进行程序段循环操作）

⑹M98 ・・・・・・・・・・・・（不能调用子程序）

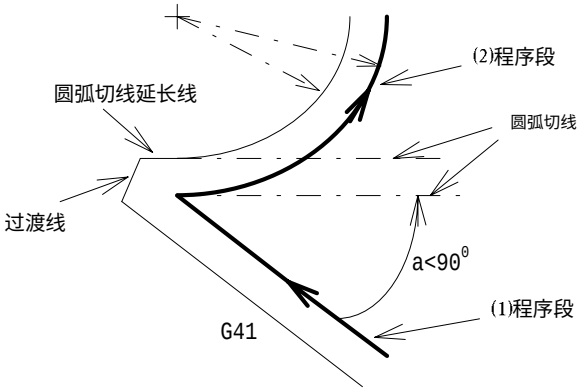
如在刀具半径补偿阶段进行了以上操作，系统将报警。

8．过渡线的执行

在C型刀补且$a < 90^0$时，系统将自动加上过渡线。如图所示：



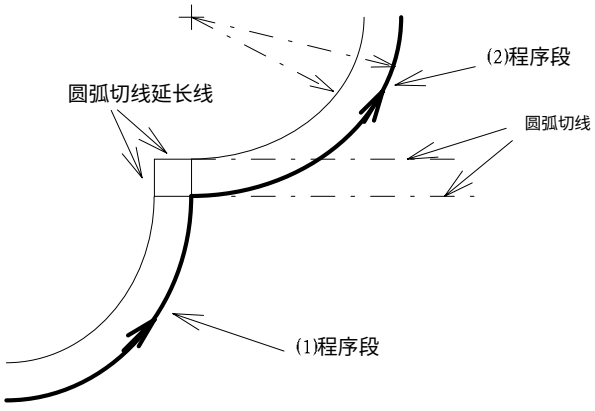
C型刀补 直线—直线型



C型刀补 直线—圆弧型

如图所示过渡线是直线，移动速度用G00还是G01由⑵程序段决定，当⑵程序段是G00时，过渡线为G00。当⑵程序段为非G00时，过渡线为G01。

在系统单步执行时，过渡线是随⑵程序段一起执行。如上图和下图所示圆弧切线的延长线是G01形直线。在系统单步执行时，也是随⑵程序段一起执行。



G41 圆弧—圆弧型（B或C型刀补）

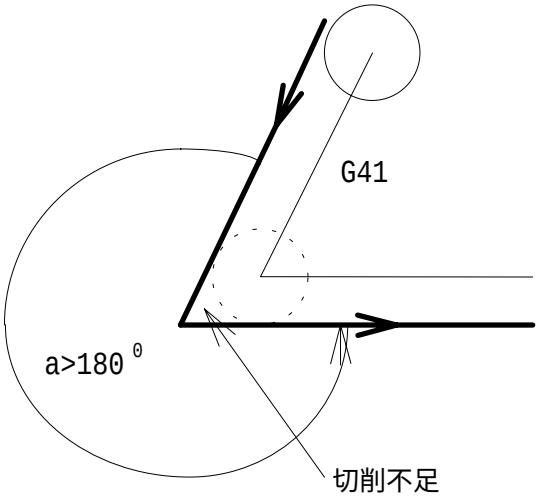
9．补偿半径的改变

在半径补偿开始时，补偿量是用D代码指定的，D代码是持续有效代码。在半径补偿阶段，补偿半径值D一般是不允许改变。当改变时，可用屏幕模拟显示刀具中心点的运行轨迹，以检测是否有异常现象。

系统约定D0指令与G40指令执行效果是一样的。

10．欠切和过切

在$a>180^0$的情况下，在实际加工时将产生切削不足，如下图所示。这种情况在理论当刀具半径为零可解决，但在实际中无法解决。

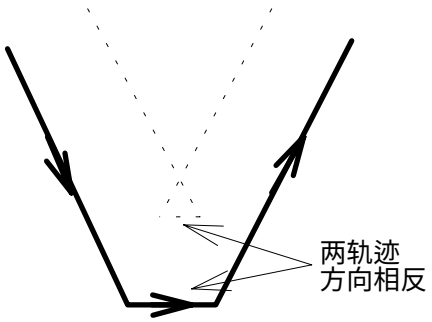


在半径补偿阶段，当补偿半径过大（相对于编程轮廓线）时，将产生过切现象。这时系统将产生报警。系统判断是否产生过切的依据是：

⑴当编程轨迹为直线时，补偿后的刀具中心轨迹移动方向与原编程轨迹移动方向不同（大于90度，小于270度）。

⑵当编程轨迹为圆弧时，补偿后的刀具中心轨迹移动圆弧与原编程轨迹圆弧的弧夹角相差180度。

一般在切削小的沟槽时将产生过切现象，如下图所示。在编程时应避免这种现象。



理论计算的中心轨迹

实际编程轨迹

§5.3 刀具长度补偿G43、G44、G49

G43、G44是为了使CNC系统对刀具长度进行补偿的指令，对于是哪个轴进行补偿，是由与G43或G44在一个程序段出现的轴名所决定。其程序格式如下:

G43 Z_____H_____

或

G44 Z_____H_____

H后所跟数字为0-20，它对应第§1.4.3节刀具长度补偿参数，H1-20可设定20个长度补偿值。

由G43或G44指令可把Z轴移动指令的终点位置在正向或负向进行补偿，其补偿值由H中的值设定。利用刀具长度补偿机能，通过编程时设想的刀具长度与实际加工时的刀具长度值之差设定在H参数中，可不修改程序进行正确的补偿加工。

1.刀具补偿的方向为正向或负向，由G43、G44指定设定

G43:沿正向补偿

G44:沿负方补偿

G49:补偿取消

2.补偿值的正负,可改变G43、G44所设定的补偿方向

G码/补偿值	正值	负值
G43	正方向	负方向
G44	负方向	正方向

3.G43、G44是持续有效代码

4.可同时往多个轴上加刀具长度补偿（多轴刀具长度补偿 保留功能）。

当指令了如下指令时，刀具长度补偿加在Z轴和W轴。

G43 Z_H_;在Z轴上加长度补偿

G43 W_H_;在W轴上加长度补偿

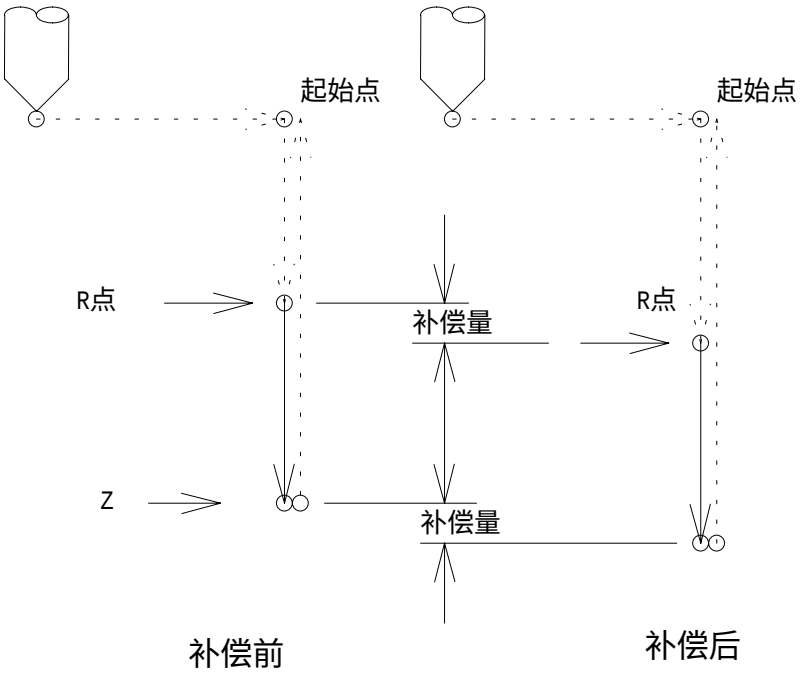
但两者必须在不同的程序段上，且各个轴的补偿量H可不一样。

5.补偿值由H设定,对应于H00的补偿值通常为零，不做任何补偿，其作用与G49指令相同。在长度补偿阶段，可变更H值。在对多个轴有长度补偿时，当变更H时，如没有指定轴名，则系统认为是对多轴都有效，当指定轴名时，只是对所指定的轴变更有效。

6.在同时进行刀具半径补偿和长度补偿时，两者的补偿轴应该不同。

7.在有固定循环（固定循环 保留功能）动作时，只有在G98方式下可有刀具长度补偿，且补偿轴与钻孔轴应一致。

补偿轨迹如下图：



当有固定循环时，对刀具长度补偿，可编程如下：

• • •

N10 G98 G43 Z H_;

N11 G81 X_ Y_ Z_ R_ F_;

• • •

在以上程序片段，请注意N10行中的Z字母后可不跟数字，而只跟空格，其含义就是指示系统对Z轴进行刀具长度补偿。

8.补偿量与轴移动距离的关系

当用G43或G44指定某一轴进行刀具长度补偿时，且轴移动距离为零时，刀具的长度补偿在本程序段也为零。

例1：

```
・・・
N10 G01 X_ Y_ Z_ F_;
N11 G43 G91 Z0 H05;
・・・
```

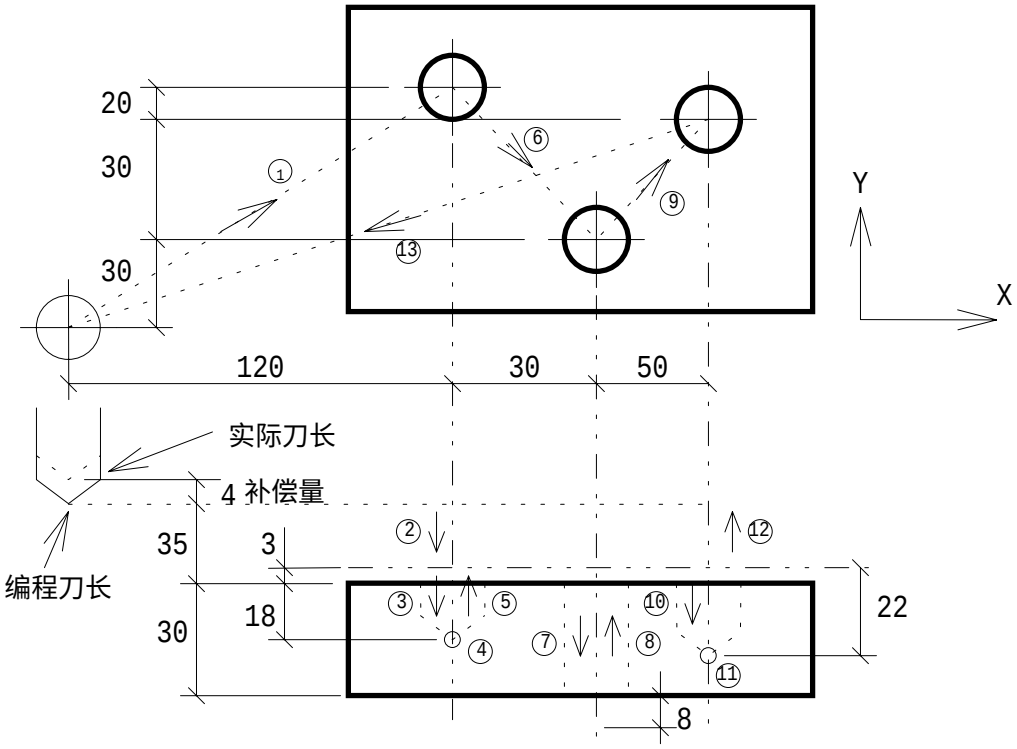
例2：

```
・・・
N10 G01 X_ Y_ Z_ F_;
N11 G43 G91 Z H05;
・・・
```

在例1和例2中，N11行Z轴的移动距离为零，所以在本行Z轴的刀具长度补偿也为零，但在以后程序段中，如Z轴移动不为零，则其长度补偿均有效。

注意：在用G55设定工件坐标系时，当 当前刀具长度 参数不为0时，由于当前刀具长度（在系统参数中）参与工件坐标系的转换计算，所以应该关闭刀具长度补偿功能。

10.编程实例



设系统H参数H01=-4.0

```
%%
N1 G91 G00 X120.0 Y80.0;
N2 G43 Z-32.0 H01;
N3 G01 Z-21.0 F1000;
N4 G04 P2000;
N5 G00 Z21.0;
N6 X30.0 Y-50.0;
N7 G01 Z-41.0;
N8 G00 Z41.0;
N9 X50.0 Y30.0;
N10 G01 Z-25.0;
N11 G04 P2000;
N12 G00 Z57.0 H00;
N13 X-200.0 Y-60.0;
N14 M02;
```

第六章 固定循环

§6.1 固定循环概论

固定循环有以下几种G代码：G73,G74,G76,G80-G89。固定循环是一组极具效率的功能码，它简化了程序设计，将一些固定动作以一特定的G码来表示。在CNC铣床、加工中心机等机床中，主要用固定循环进行孔类的加工。固定循环一般包括下列六个步骤，如图所示。

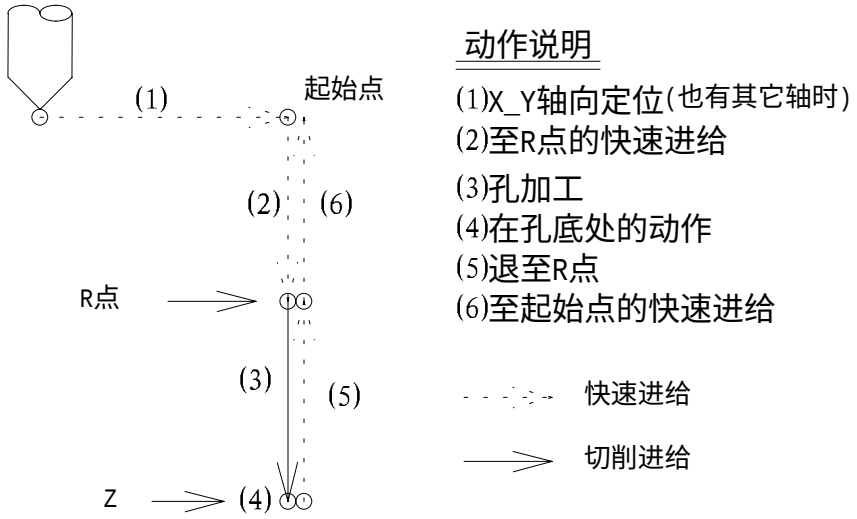


图6-1

固定循环一览表(6.1)

G代码	钻孔动作 (-Z方向)	在孔底位置的动作	退的动作 (+Z方向)	用　　途	说　明
G73	间隔进给	————	快速进给	高速深孔钻	
G74	切削进给	主轴正转	切削进给	反攻丝	（保留功能）
G76	切削进给	主轴定向停止	快速进给	精镗	（保留功能）
G80	———	————	———	清除	
G81	切削进给	————	快速进给	钻孔	
G82	切削进给	延时	快速进给	钻孔	
G83	间隔进给	————	快速进给	钻深孔	
G84	切削进给	主轴反转	切削进给	攻丝	（保留功能）
G85	切削进给	————	切削进给	镗孔	
G86	切削进给	主轴停止	快速进给	镗孔	

G87	切削进给	主轴停止	快速进给	反镗孔	（保留功能）
G88	切削进给	延时→主轴停止	手动/ 快速进给	镗孔	（保留功能）
G89	切削进给	延时	切削进给	镗孔	

在固定循环程序中，对绝对编程G90及相对编程G91时，其R、Z点的位置如下图所示：

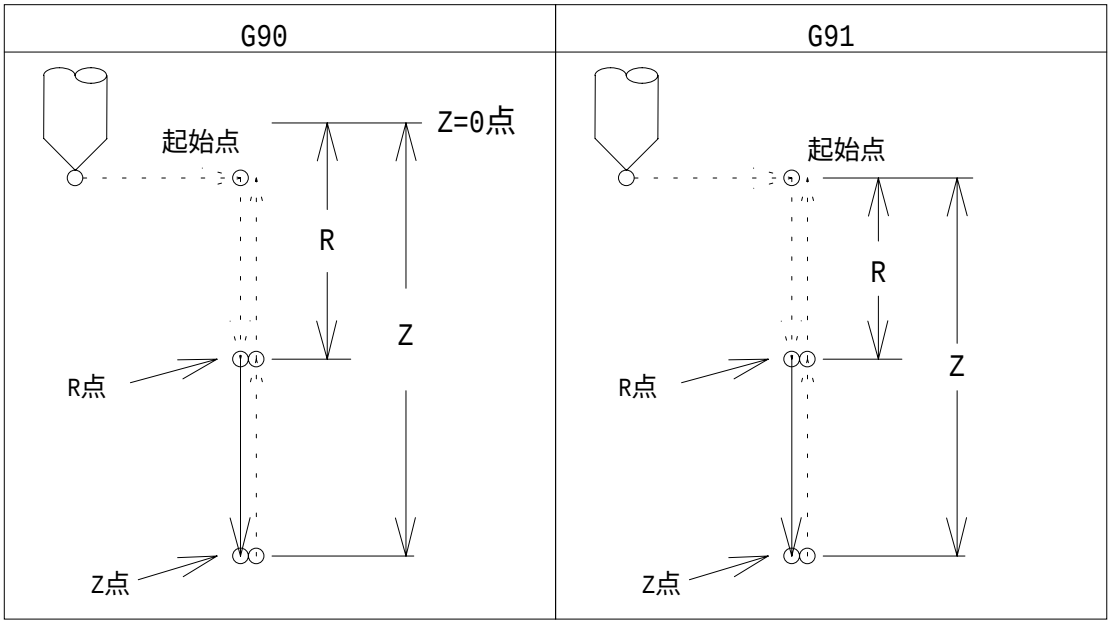


图6-2

在固定循环中，用绝对/相对编程时，R、Z的尺寸含义如上图所示。

固定循环最后的返回动作，把刀具返回至R点还是起始点是用G98/G99来区别的。其含义图解如下图。通常，最初的钻孔用G99，最后的钻孔用G98。

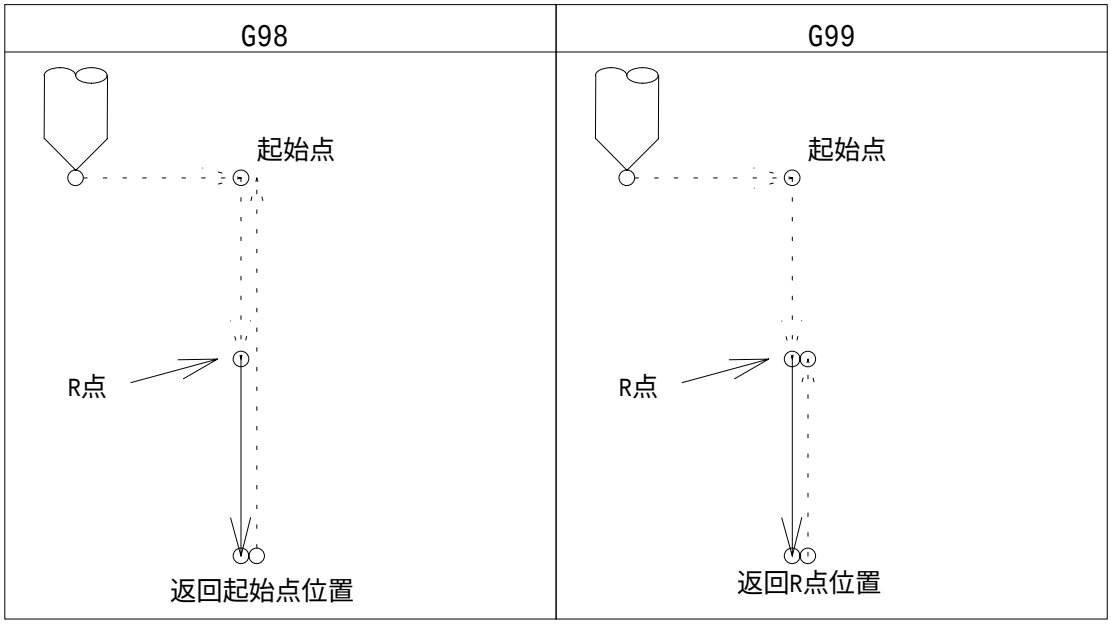
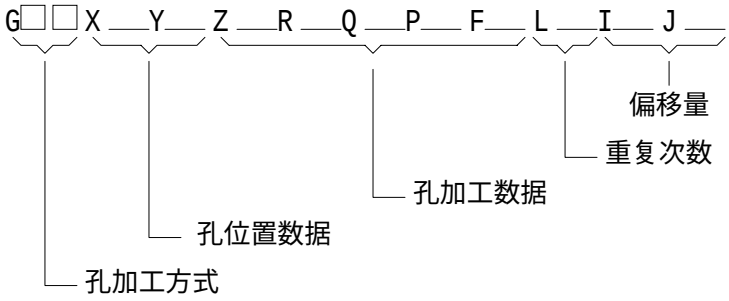


图6-3

通常固定循环的指令格式如下：



孔加工方式... G____ 请参看表6.1

孔位置数据(X,Y)孔位置用绝对值或增量值指定。进给速度为G00方式。

孔加工数据Z... 孔底位置，如图6-2所示。

R... R点位置，如图6-2所示

Q... 指定在G73、G83的每次进刀量，参看后面G73、G83解说。

P... 指定在孔底的延时时间，时间与P数值的关系与G04指令相同

F... 指定切削进给速率。

重复次数 L... 指定每一固定循环六个一连串动作的重复次数。如没指定，则系统认为L=1，当指定L=0时，只记忆孔加工数据而不进行孔加工。

偏移量(I,J)... 在指令G76及G87中指定刀具定向停止后的偏移量。

固定循环是持续有效代码，孔加工方式被一次指定后，在指令其它孔加工方式之前和固定循环取消之前一直有效。同样孔加工数据在指定一次后一直有效，所以连续

进行同样的孔加工的情况下，不需要在每一程序行指定，而孔加工数据也只需给定要变更的数据。

重复次数L只在有必要重复时指定，L值不保持。

固定循环的取消

在程序中可用G80指令显式取消固定循环，也可用第1组和第5组的指令隐式取消。在程序中如出现第1组或第5组的指令，则前面的固定循环指令将自动取消。

例:

N1 G90/G91……程序座标值模式使用绝对值或增量值。

N1 G98/G99……固定循环中每回退刀点选用起始点或R指定点。

N2 G81 X_____Y_____Z_____R_____F____…第一钻/ 镗孔点座标，深度，指定R点座标，钻孔速度。

N3 X_____Y_____……第二钻孔座标点

N4 Y_____……第三钻孔座标点

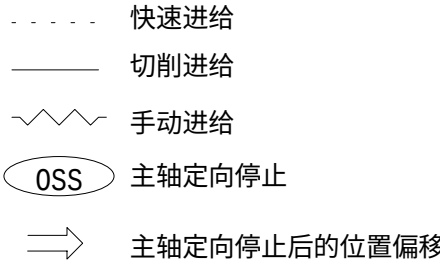
N5 X_____……第四钻孔座标点

N6 G80 X_____Y_____…… 取消固定循环--定位

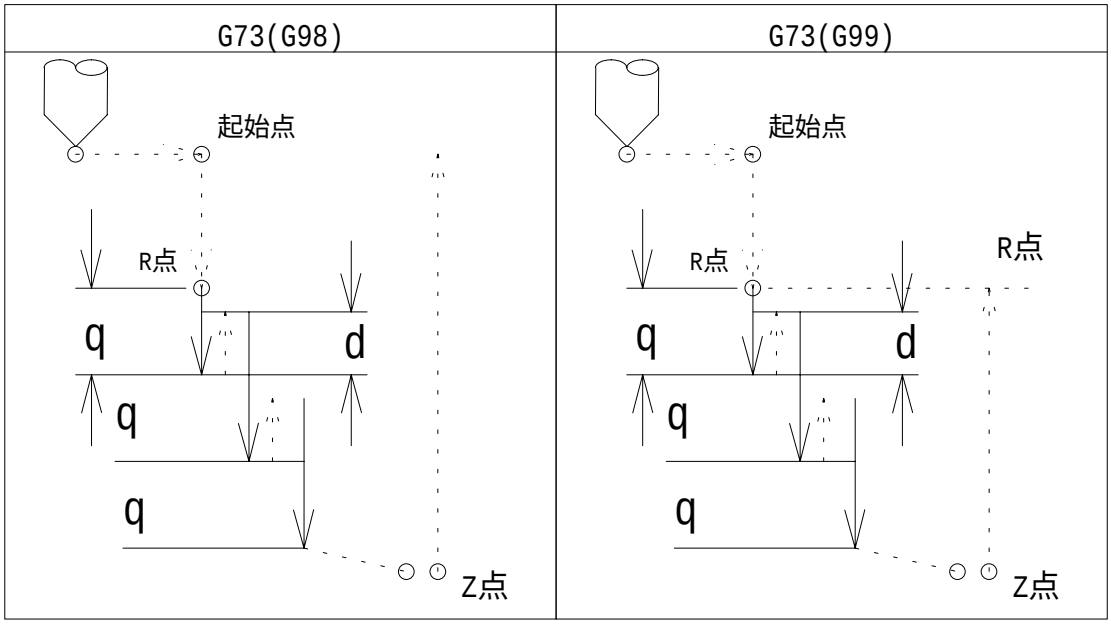
§6.2 固定循环解说

以下就各固定循环指令分别作图解说明:

在图解时的符号约定如下:

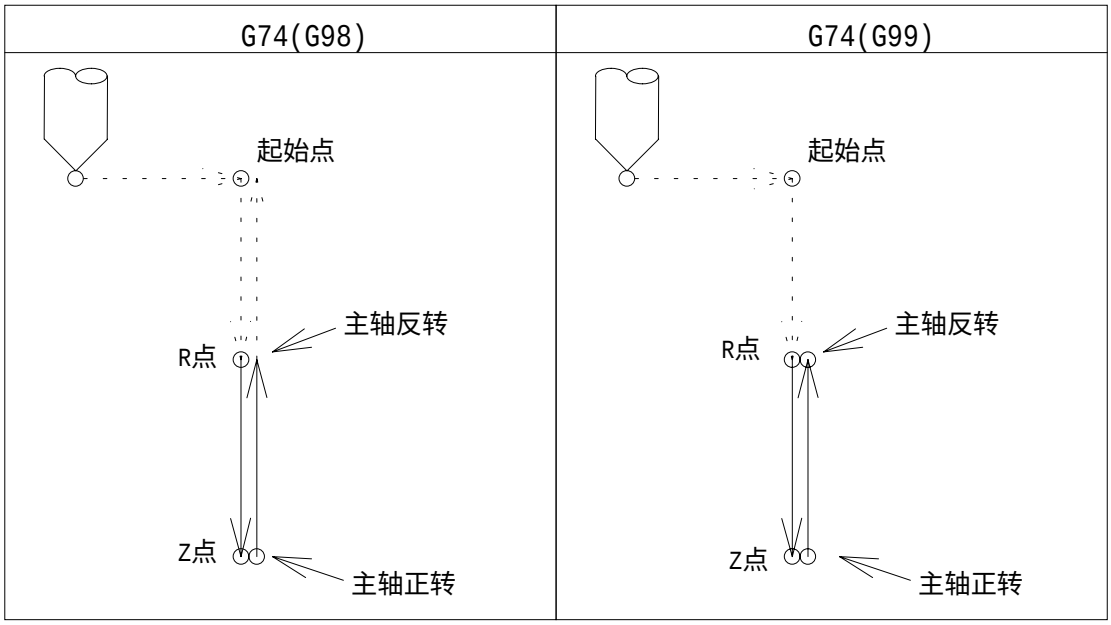


⑴G73(高速深孔钻循环)



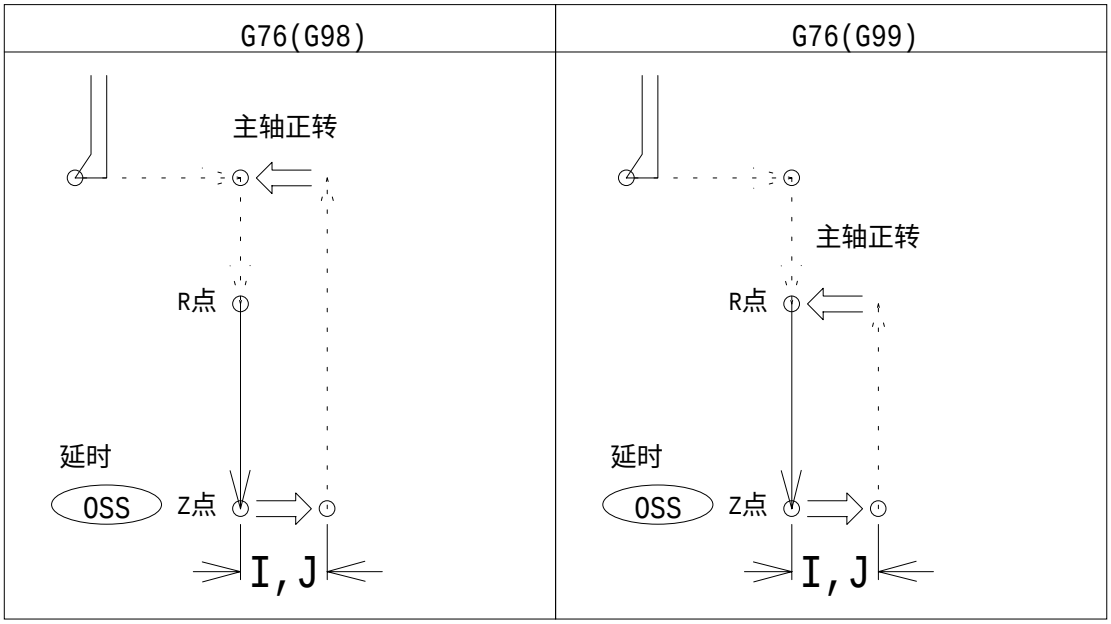
退刀量d由系统参数设定。退刀是以快速移动进行。由于在Z轴方向的间隔进给，使在深孔钻时的排宵容易进行。

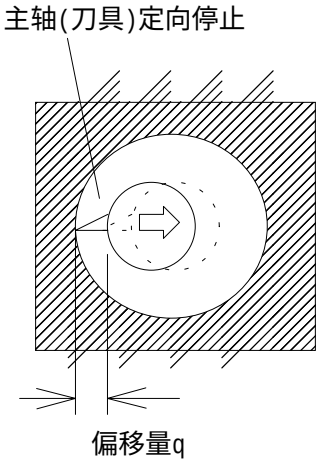
⑵G74(反攻丝循环) （保留功能）



如果主轴是非位控方式，则该功能无效。

⑶G76(精镗) （保留功能）

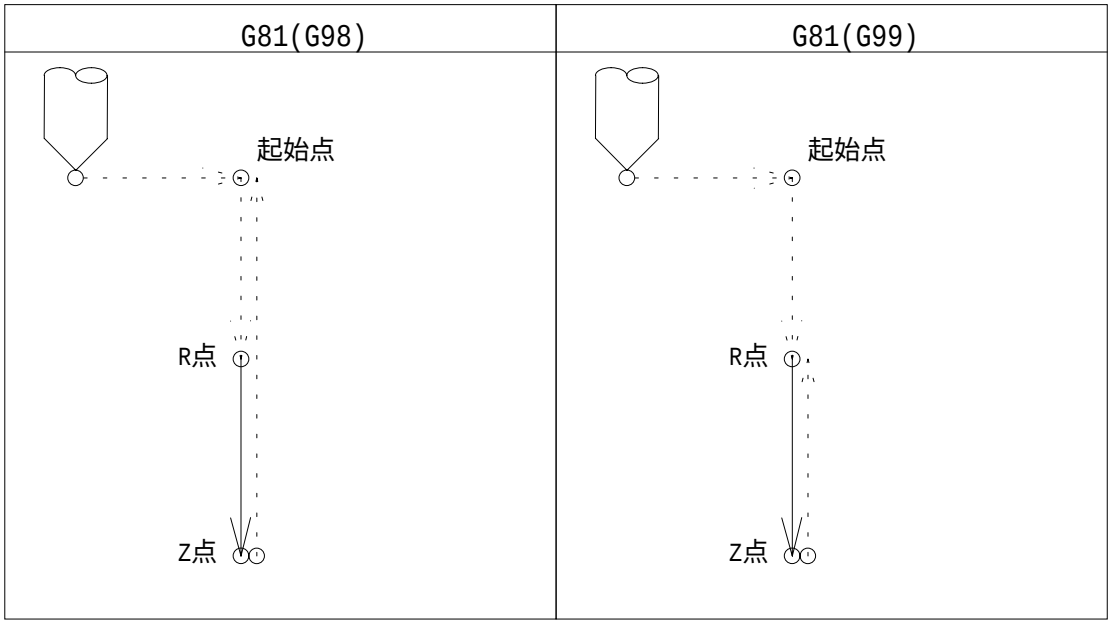




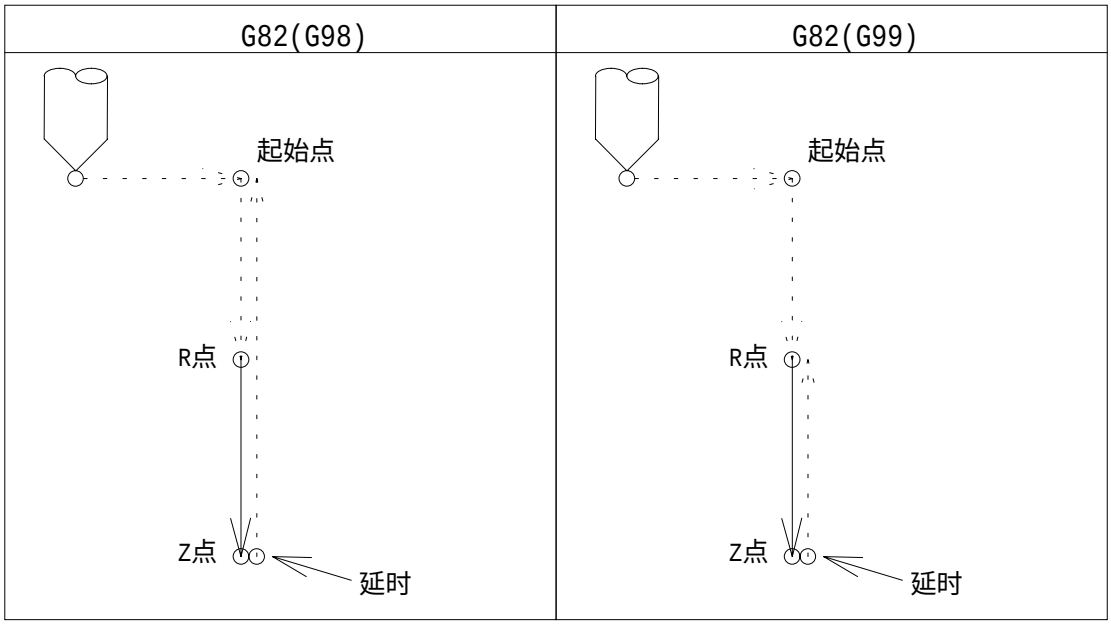
G76要求主轴必须有M19（主轴定向停止）功能。在孔底，主轴停止在定向位置，并沿刀尖反方向偏移退出，在Z轴返回起始点或R点时，不会划伤工件加工表面，得以高精度、高效率的进行镗削加工。

在用G76码编程时，主轴定向停止后刀尖位置应预先测定，I、J分别代表退刀量在X、Y轴方向上的分量（增量值），I、J值必须正确设定，如不正确将会产生严重后果。

⑷G81(钻削循环，定点钻孔)

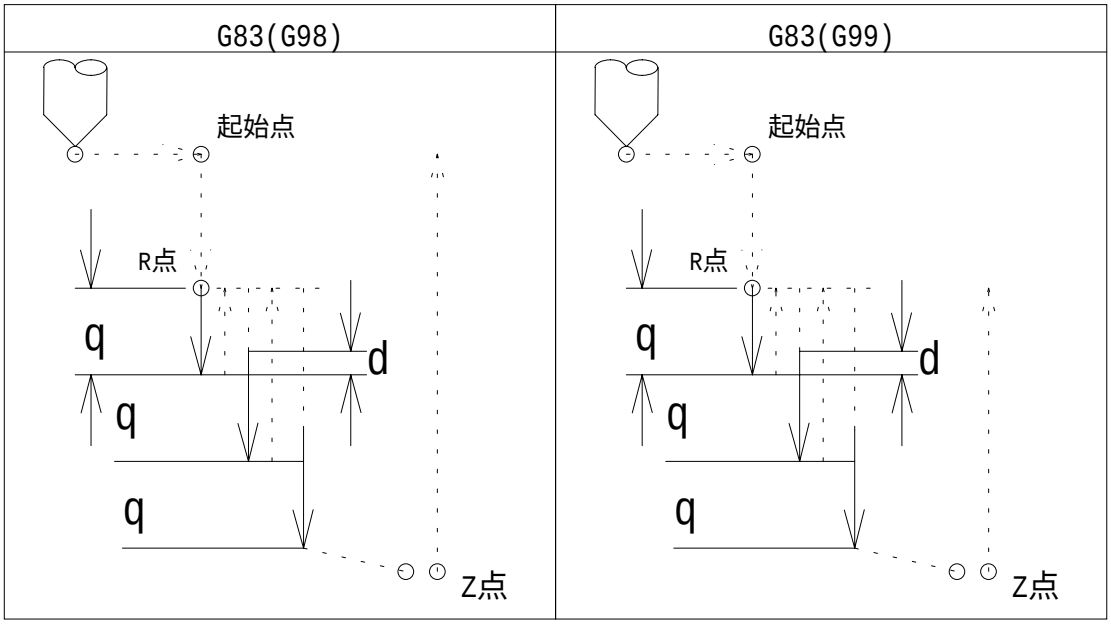


⑸G82(钻削循环)



和G81相同，但在孔底延时，延时后再上升，因此可提高在盲孔加工的孔深的精度。

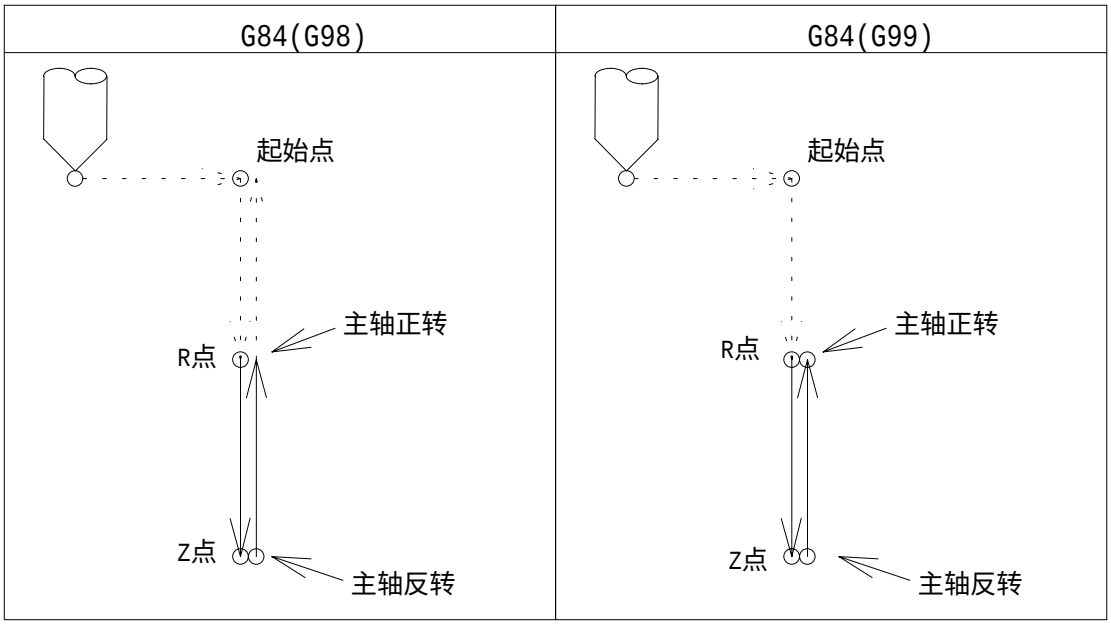
⑹G83(深孔钻循环)



G83 X--Y--Z--Q--R--F--;

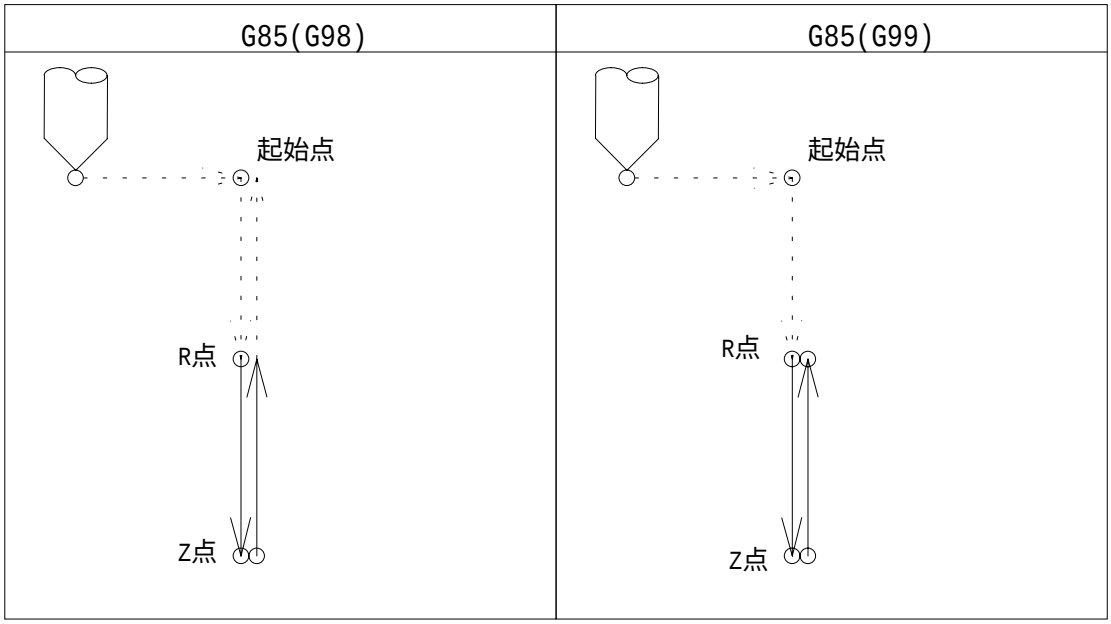
指令中Q是每一次的进刀量（增量），当退回R点第二次进刀以后，就在前次加工位置的d(mm)之前从快速进给转换为切削进给速度。d值是由系统参数设定。

⑺G84(攻丝循环) （保留功能）

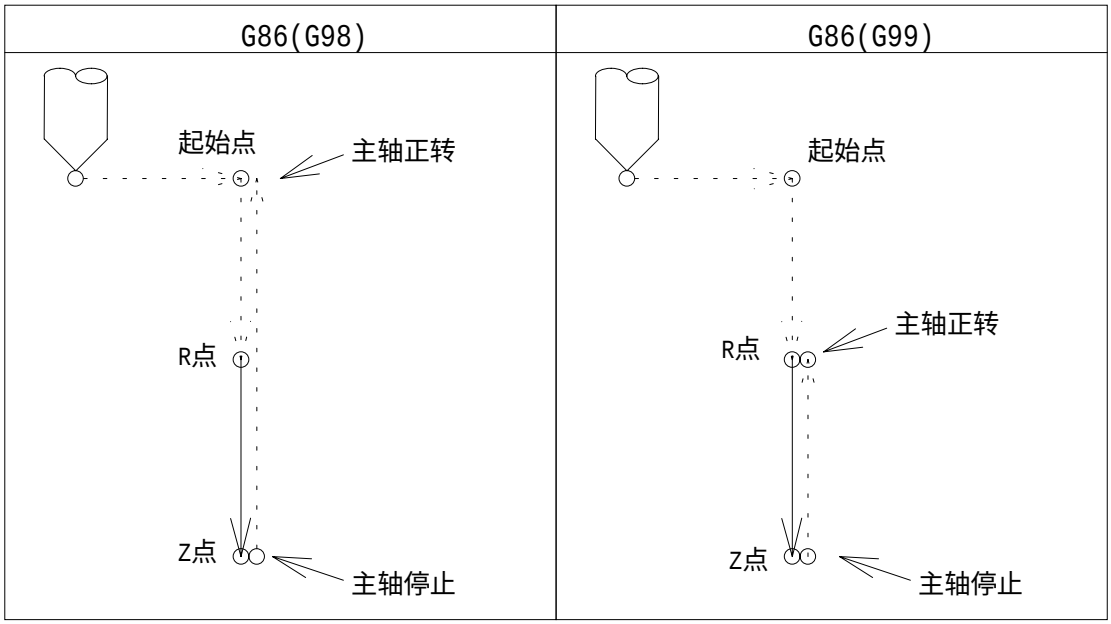


如果主轴是非位控方式，则该功能无效。

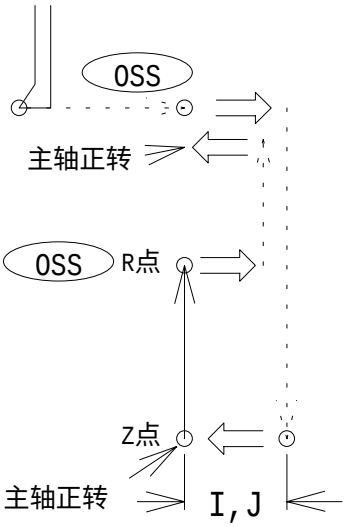
⑻G85(镗削循环)



⑼G86(镗削循环)

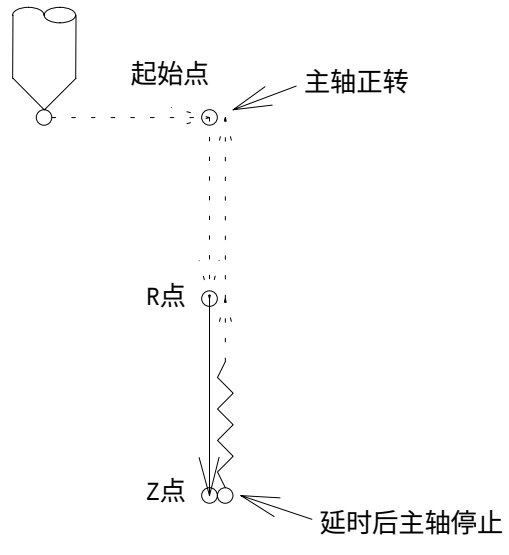
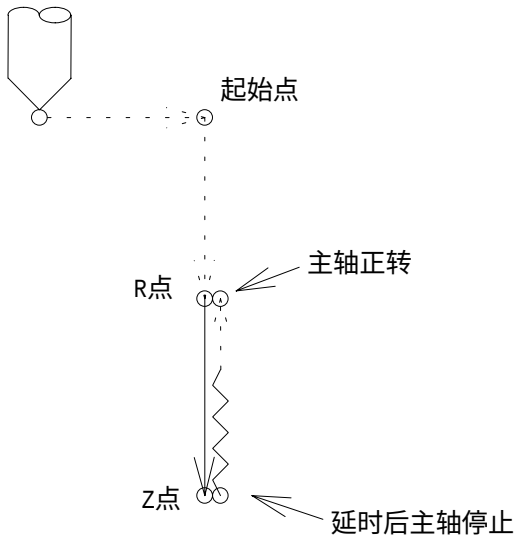


⑽G87(反镗削循环) （保留功能）

G87(G98)	G87(G99)
	不使用

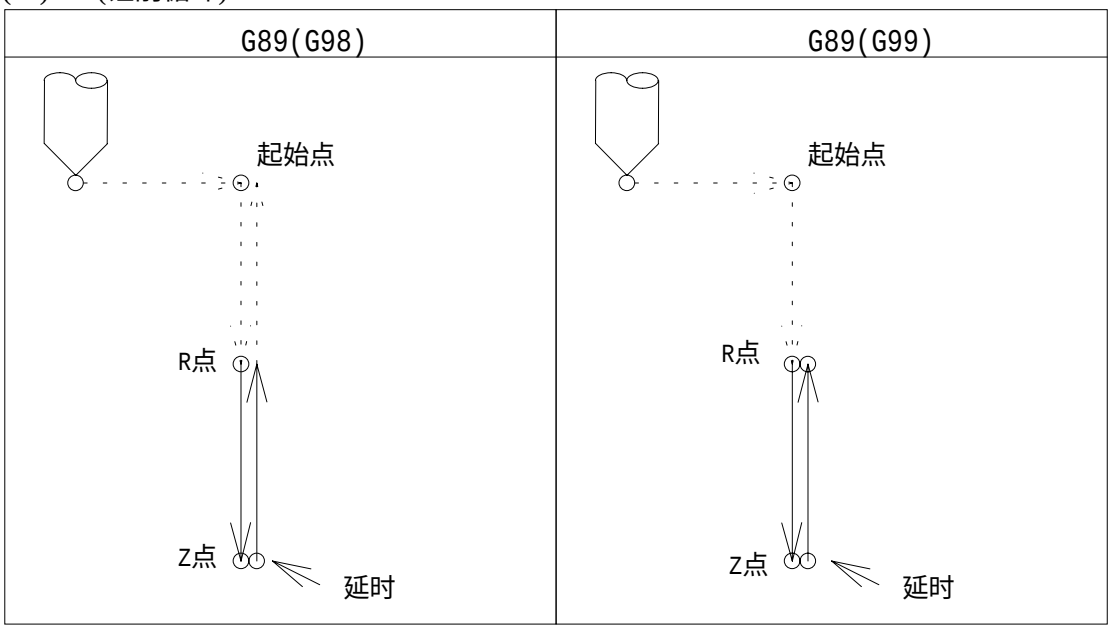
主轴在起始点位置定向停，并退刀，快速定位在Z点位置后，进刀，主轴正转，然后以切削速度移动到R点，主轴定向停，退刀，快速定位在起始点位置，进刀，主轴正转。偏移量的情况与G76相同。

(11)G88(镗削循环) （保留功能）

G88(G98)	G88(G99)
	

在孔底延时后主轴停止，这时程序运行处于中止状态，此时可转换到手动操作方式，可用点动、增量或手摇方式操作机床运动，一般情况是将机床退回到比较安全的地方，然后操作者可再按启动键，恢复原固定循环操作。

(12)G89(镗削循环)



在用固定循环编程时的注意事项：

［1］在指定固定循环时或之前，必须用M、S等辅助机能使主轴正转。

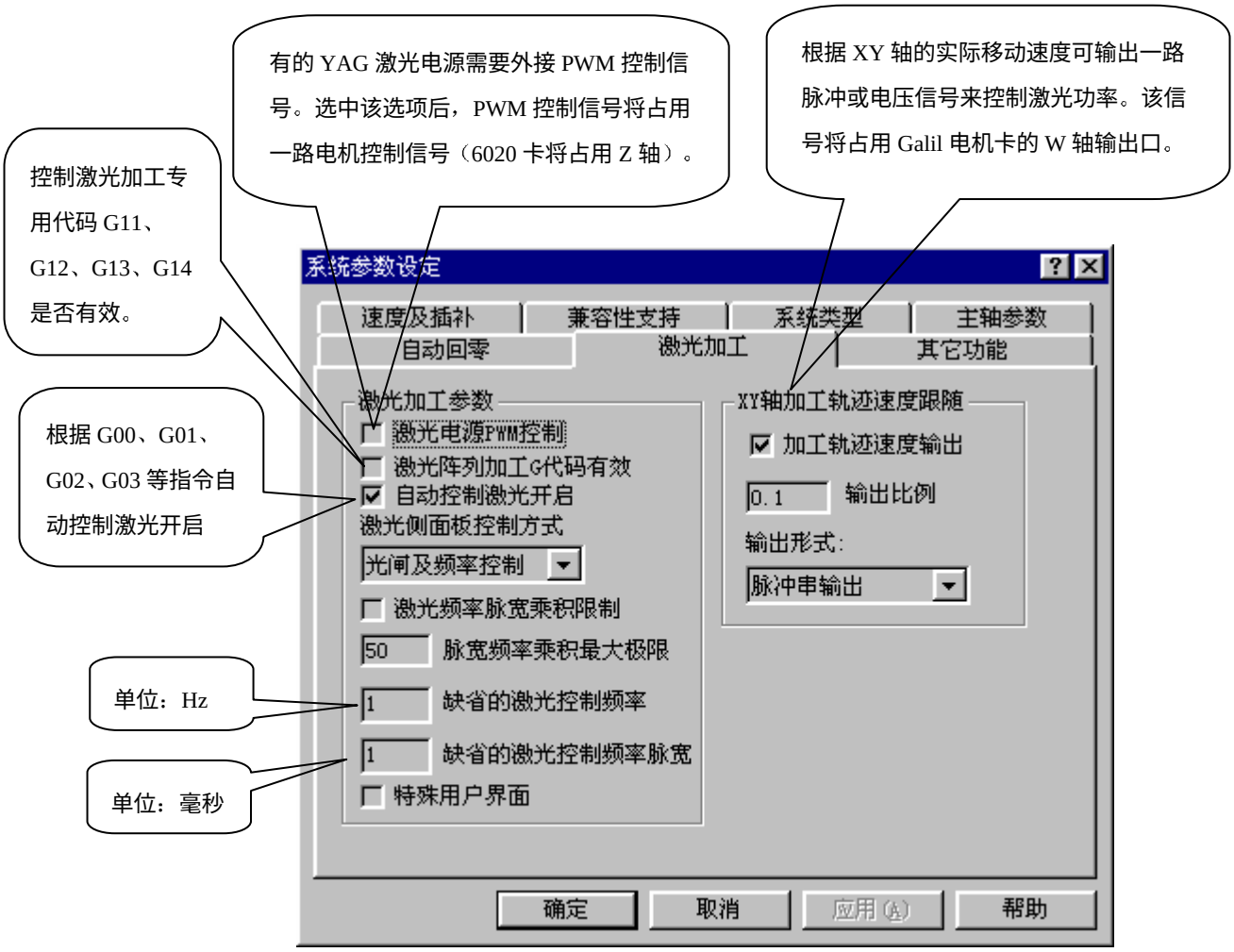
［2］在固定循环方式中，X、Y、Z、R数据有一个以上在本行出现，则本行进行钻孔动作，如它们不出现而有其它数据出现（Q、P、I、J、K）则不进行孔动作，Q、P、I、J、K数据也将不记忆。

［3］在固定循环方式中，刀具半径补偿必须在取消状态，而刀具长度补偿可有效。

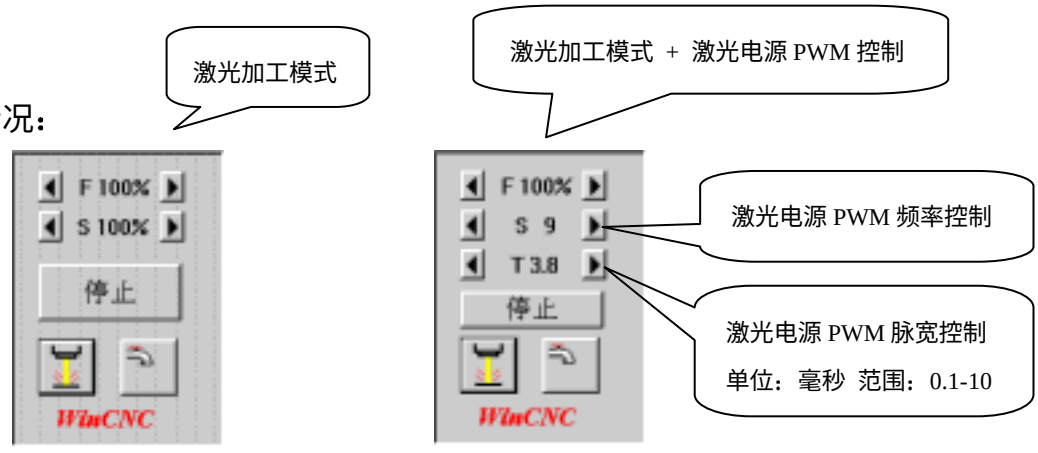
第七章 激光加工

§7.1 将 *WinCNC* 设定为激光加工模式

参数设置：



右侧面板情况：





PLT、DXF 文件转换：



参数解释：

GALIL 系列电机控制卡（包括 18x2、9940、1800 等）支持 [**XY** 轴加工轨迹速度跟随]功能。它的跟随精度非常高，跟随运算周期小于 1ms。[加工轨迹速度输出]要求 X、Y 轴的轴螺距及电机每转脉冲是一样的，即 X、Y 轴的机械电气分辨率要一致。[加工轨迹速度输出]有脉冲输出和电压输出两种。计算公式如下：

脉冲输出频率=**XY** 轴移动矢量速度（单位 count/s）• 输出比例（范围-/+127.9999）

输出电压=1.22• 10^{-6} • 脉冲输出频率

§7.2 激光加工专用代码 阵列加工*（G11、G12、G13、G14)*

在激光切割加工时，有时会在钢板上切割一系列的圆孔，这些孔的排列一般是有规律的，比如矩形点阵分布或圆弧分布等。G11、G12、G13、G14为阵列加工服务，用这些代码可简化编程。

§7.2.1 矩形阵列加工*（G11、G12)*

程序格式:

G11 A___ B___ E___ L___ I___ J___ C___ F___

G12 A___ B___ E___ L___ P___

A X方向点间距，可正负。

B Y方向点间距，可正负。

E X方向点数（列数）。

L Y方向点数（行数）。

I 孔圆心在X方向距点阵的扁移量（仅G11需要）。

J 孔圆心在Y方向距点阵的扁移量（仅G11需要）。

C 从圆弧起点切割旋转的角度，单位度（仅G11需要）。

P 在点阵处的停顿时间（仅G12需要）。

F G11码在点阵位置上进行圆弧运动的进给量（仅G11需要）。

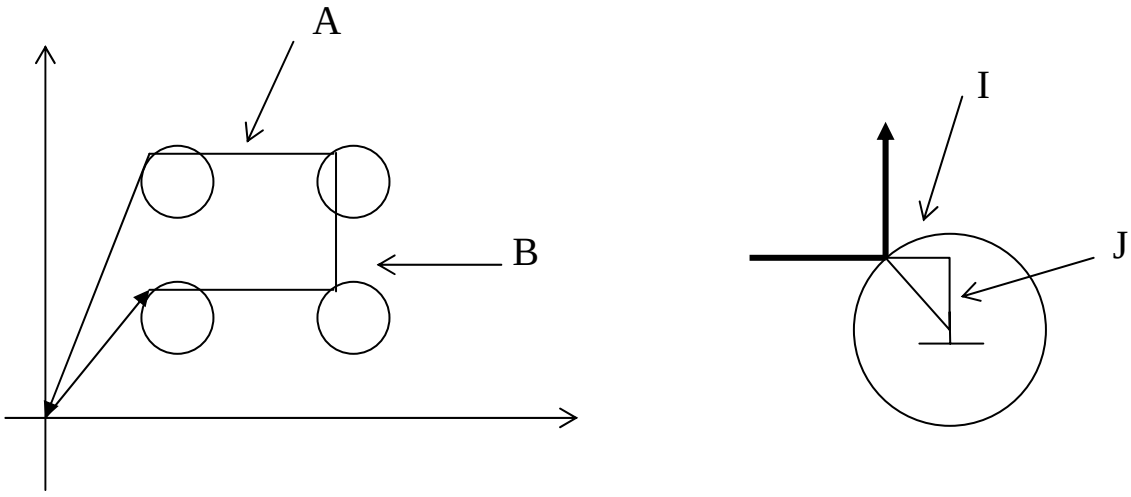
例:

N1 G0 X30.0 Y30.0 S1 T1……以G0方式定位在阵列加工的开始点。

N2 G11 A50 B50 E2 L2 I10 J-10 C360 F100…2X2阵列加工。

N3 G0 X0.000 Y0.000……快速定位至X. Y座标点

N4 M02



G11、G12在阵列加工时，各点之间以G0方式定位，在每个点的位置上***G11***的动作类似于***G05，G12***类似于***G04***。在每个点的位置上G11、G12会自动打开激光，完成动作后会自动关闭激光，所以在G11、G12程序段之前应设定S（激光频率）、T（激光脉宽）值。

§7.2.2 圆形阵列加工 *（G13、G14)*

程序格式:

G13 A___ B___ E___ L___ I___ J___ C___ F___ U___ V___ R___

G14 A___ B___ E___ L___ P___ U___ V___ R___

A X方向点间距，可正负。

B Y方向点间距，可正负。

E X方向点数（列数）。

L Y方向点数（行数）。

I 孔圆心在X方向距点阵的扁移量（仅G13需要）。

J 孔圆心在Y方向距点阵的扁移量（仅G13需要）。

C 从圆弧起点切割旋转的角度，单位度（仅G13需要）。

P 在点阵处的停顿时间（仅G14需要）。

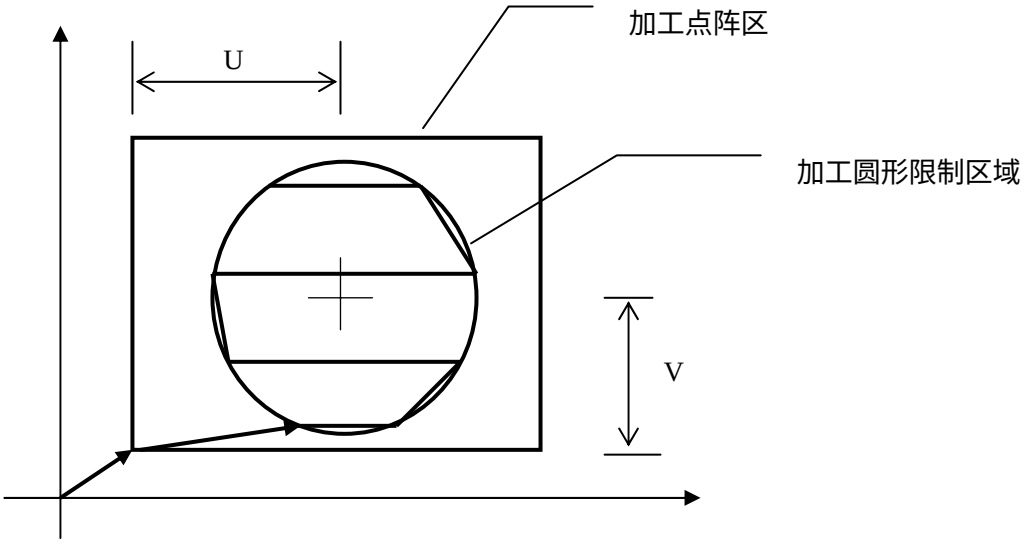
F G13码在点阵位置上进行圆弧运动的进给量（仅G13需要）。

U 加工圆型区域的圆心相对加工点阵X轴坐标的扁移量。

V 加工圆型区域的圆心相对加工点阵Y轴坐标的扁移量。

R 加工圆型区域的圆半径。

G13、G14码类似于G11、G12码，只是加工点被限制在由U、V、R设定的圆型区域内。



§7.3 激光加工专用代码 辅助机能 M 码

激光加工专用M代码一栏表

M码	G码前/后	机　　能	解　　说
M03	前	激光PWM脉冲打开，光闸打开	
M04	前	激光PWM脉冲打开	脉冲宽度逐渐变宽到设定值（保留功能）
M05	后	激光PWM脉冲关闭，光闸关闭，气阀关闭	
M06	后	激光关闭，	脉冲宽度逐渐变为0（保留功能）
M07	前	气阀开	
M09	后	气阀关	
M08	前	光闸打开	
M10	后	光闸关闭	
M11	前	激光PWM脉冲打开	
M12	后	激光PWM脉冲关闭	

在程序中，如某一行即有G码又有M码，G码和M码谁先执行在系统中有约定，M码分为前M码和后M码。在上表的第二栏就表示这些约定

M码解说**:**

1、M03 激光PWM脉冲打开，光闸打开。　此码一般与S、T码配合使用，用于控制激光频率脉宽，并打开光闸。

2、M04 激光PWM脉冲打开　此码一般与S、T、L码及G01指令配合使用，用于控制激光频率脉宽。激光脉宽有从0到设定值的逐渐加宽过程，加速时间由L值决定，单位为：8毫秒。（保留功能）

3、M05 激光PWM脉冲关闭、光闸关闭、气阀关闭，　此码使激光、气阀均关闭。

4、M06 关闭激光PWM脉冲　此码一般与S、T、L码及G01指令配合使用，用于控制激光关闭。激光脉宽有从设定值到0的逐渐变窄过程，变窄时间由L值决定，单位为：8毫秒。（保留功能）

5、M07 气阀打开。

6、M09 气阀关闭。

7、M08 光闸打开。

8、M10 光闸关闭。

9、M11 激光PWM脉冲打开　此码一般与S、T码配合使用，用于控制激光频率脉宽，它与M03的区别是M13不控制光闸。

10、M12 激光PWM脉冲关闭。

§7.4 激光频率机能 S 码

指令格式：

S_____;

S码一般与M03、M04、M06、M11配合使用，以控制激光频率，单位是Hz。S码也可单独使用，在S码的行中，M03、M04、M06、M11四码都没有出现，则系统只记忆S值而不执行，当之后有M03、M04、M06、M11码指定而S码没有指定，则前面出现的S码有效。

在一行程序中，如有多个S码出现，则总是最后一个S码有效。

§7.5 激光脉宽机能 T 码

指令格式：

T____;

T码一般与M03、M04、M06、M11配合使用，以控制激光脉宽，单位是毫秒。T码也可单独使用，在T码的行中，M03、M04、M06、M11四码都没有出现，则系统只记忆T值而不执行，当之后有M03、M04、M06、M11码指定而T码没有指定，则前面出现的T码有效。

在一行程序中，如有多个T码出现，则总是最后一个T码有效。

§7.6 激光脉宽的自动调整（保留功能）

在激光焊接加工时，工作台有加速过程，在该过程中不希望激光功率马上达到设定值，这时可用M04指令与G01（直线插补）指令配合来逐渐加大激光脉宽，编程如下：

例1：

. . .

N10 M04　S10　T3　L 125　G01　X100　Y100　F100;

. . .

在上例中，L125指激光脉宽从0到设定值（3）的逐渐加宽时间为1秒（8毫秒 X 125=1000毫秒，见 **M**码解说），在M04指令中，如果L值为0或没有指定，则M04指令与M03指令相同。注意，M04指令只能与G01指令配合来完成激光脉宽渐变，G01指令所走直线的时间应大于脉宽渐变时间。

同理，在工作台减速时，可用M06指令（与G01直线插补指令配合）来逐渐减小激光脉宽，编程如下

例2：

. . .

N10 M06　S10　T3　L 125　G01　X100　Y100　F100;

. . .

在上例中，在G01插补到直线终点处的前一秒钟时（由L指定）开始逐渐减小激光脉宽直至为0。M06指令只能与G01指令配合来完成激光脉宽渐变过程，G01指令所走直线的时间应大于脉宽渐变时间。

注意，M04、M06一般在激光焊接加工开始线段和结束线段使用，在其它场合不宜使用。

附录 A　虚拟 IO 变量说明

§1　虚拟输出点

虚拟输出点名称	说明
CNC软件在运行	CNC初始化完毕后，退出前一直为1
X轴电机使能 Y轴电机使能 Z轴电机使能	当CNC系统上电后，进过必要的初始化将使该信号为1， 如果该轴跟随误差超限该信号为0
主轴启停开关	当CNC要求主轴转动时，该信号为1（电平信号）
切削液打开开关	当CNC要求打开切削液时，该信号为1（电平信号）
主轴刀具松开开关	在自动换刀时，该信号为1表示主轴刀具松开，反之主轴刀具卡紧
CNC报警	
程序实际加工	当CNC为实际加工时该信号为1
CNC程序停止	当操作者按Alt+F9或空格键时(程序急停)时，该信号为1。该信号为脉冲信号，该信号为1时，过0.1秒后自动转为0。
CNC在手动操作模式	
主轴1档速度开关 主轴2档速度开关 主轴3档速度开关 主轴4档速度开关 主轴5档速度开关 主轴6档速度开关 主轴7档速度开关 主轴8档速度开关	在主轴速度为分档时，下面的每个信号对应主轴速度的一个档位
主轴反转开关	该信号为1表示主轴反转

§2　虚拟输入点

虚拟输入点名称	说明
X轴碰到HOME点 Y轴碰到HOME点 Z轴碰到HOME点	GALIL 系列卡该信号不用映射
X轴碰到正极限 X轴碰到负极限 Y轴碰到正极限 Y轴碰到负极限 Z轴碰到正极限 Z轴碰到负极限	GALIL 系列卡该信号不用映射
X驱动故障 Y驱动故障 Z驱动故障	
PLC请求X轴正向移动 PLC请求X轴负向移动 PLC请求Y轴正向移动 PLC请求Y轴负向移动 PLC请求Z轴正向移动 PLC请求Z轴负向移动	PLC程序请求NC程序：X轴正向移动。该信号可外接点动开关，在CNC的手动操作模式下，该信号为1则X轴正向移动。
z 轴碰到对刀点	当该信号为1时，表示刀具已碰到对刀仪的探针。
循环启动	外部开关指示NC程序：循环启动。该信号相当于CNC系统中主模式下的F5功能键。该信号应为脉冲信号，脉宽大于25毫秒。如果CNC系统在手动模式下，CNC系统将忽略该信号。
单步加工启动	
急停	急停开关按下 （GALIL 系列卡该信号不用映射）
程序行停止	
程序暂停	该输入信号为1时，程序暂停。
机床锁定	当该输入信号为1时：当机床X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴不能移动。
机床自动运行锁定	当该输入信号为1时，机床不能自动运行，即操作者按F5键（自动加工）无效。
PLC请求进入主控界面	当该信号为1时，PLC指示NC，进入主控界面
PLC请求进入编辑界面	当该信号为1时，PLC指示NC，进入编辑界面
PLC请求进入手动界面	当该信号为1时，PLC指示NC，进入手动界面
PLC请求回HOME点	在手动界面，当该信号为1时（大于25毫秒的脉冲量），PLC指示NC回home点。

PLC请求对刀仪对刀	在手动界面，当该信号为1时（大于25毫秒的脉冲量），PLC指示NC进行对刀仪对刀。
机床有故障1 机床有故障2 机床有故障3	当该输入信号为1时指示：机床有故障。
主轴转动	
切削液打开	
外接进给倍率拨段开关1 外接进给倍率拨段开关2 外接进给倍率拨段开关3 外接进给倍率拨段开关4	（保留）
外接进给倍率开关+ 外接进给倍率开关-	（保留）
X点动方式选择 Y点动方式选择 Z点动方式选择	（保留）
X轴位置清零 Y轴位置清零 Z轴位置清零	（保留）
点动方式选择1 点动方式选择2	（保留）
外接主轴倍率开关1 外接主轴倍率开关2 外接主轴倍率开关3	（保留）
4轴碰到HOME点 4轴碰到正极限 4轴碰到负极限 4驱动故障 PLC请求4轴正向移动 PLC请求4轴负向移动	（保留）
5轴碰到HOME点 5轴碰到正极限 5轴碰到负极限 5驱动故障 PLC请求5轴正向移动 PLC请求5轴负向移动	（保留）
6轴碰到HOME点 6轴碰到正极限	（保留）

6轴碰到负极限 6驱动故障 PLC请求6轴正向移动 PLC请求6轴负向移动	
轴位置清零	（保留）
外接进给倍率开关5 外接进给倍率开关6 外接进给倍率开关7 外接进给倍率开关8 外接进给倍率开关9 外接进给倍率开关10 外接进给倍率开关11	（保留）
MPG选择X轴 MPG选择y轴 MPG选择z轴 MPG选择4轴 MPG倍率开关X1 MPG倍率开关X10 MPG倍率开关X100	MPG IO点

§3 真实 *IO* 点的排序说明

WinCNC 系统的 IO 点数可扩充，它支持 8 入/8 出及 16 入/16 出数字 IO 卡，比如台湾菱华公司（ADLINK TECHNOLOGY INC.）产品：ACL-7125、ACL-7225。在实际中 CNC 系统的电机控制卡本身也自带有通用数字 IO 点，比如 6020 电机控制卡有 8 个输入点、2 个输出点，8020 电机控制卡有 16 个输入点、8 个输出点，18x2 电机控制卡有通用的 8 个输入点、8 个输出点，5040 电机控制卡没有通用数字 IO 点。如果系统另加的了一块 8 入/8 出 IO 卡，则系统的输入点、输出点排序如下：

① 电机控制卡为 6020

A：3 轴系统（一块 **6020** 卡）

6020 电机控制卡的 8 个输入点为 I1-I8，扩充 IO 卡的 8 个输入点为：I9-I16

6020 电机控制卡的 2 个输出点为 O1-O2，扩充 IO 卡的 8 个输出点为：O3-O10

B：4 轴以上系统（两块 **6020** 卡）

1 号 6020 电机控制卡的 8 个输入点为 I1-I8，2 号 6020 电机控制卡的 8 个输入点为 I9-I16，扩充 IO 卡的 8 个输入点为：I17-I24
1 号 6020 电机控制卡的 2 个输出点为 O1-O2，2 号 6020 电机控制卡的 2 个输出点为 O3-O4，扩充 IO 卡的 8 个输出点为：O5-O12

②电机控制卡为 5040
扩充 IO 卡的 8 个输入点为：I1-I8
扩充 IO 卡的 8 个输出点为：O1-O8

③电机控制卡为 GALIL 系列
GALIL 系列电机控制卡的 8 个输入点为 I1-I8，扩充 IO 卡的 8 个输入点为：I9-I16
GALIL 系列电机控制卡的 8 个输出点为 O1-O8，扩充 IO 卡的 8 个输出点为：O9-O16

④电机控制卡为 8020
8020 电机控制卡的 16 个输入点为 I1-I16，扩充 IO 卡的 8 个输入点为：I17-I24
8020 电机控制卡的 8 个输出点为 O1-O8，扩充 IO 卡的 8 个输出点为：O9-O16

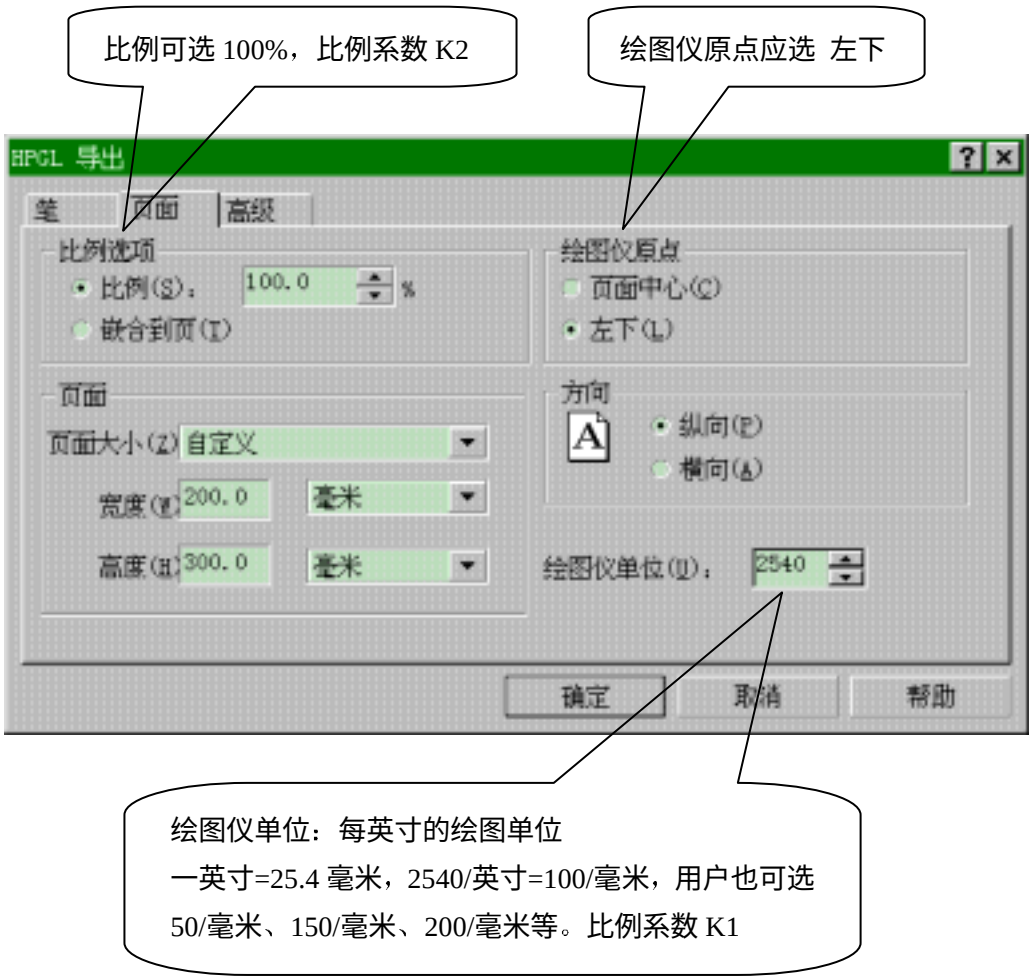
附录 B　CorelDraw PLT 文件输出配置

以 CorelDraw 8 中文版为例：

用户要在 200X300 的钢板上雕刻出某一图案，步骤如下：

㈠ 用户进入 CorelDraw 环境，在 “版面”→“页面设置”菜单项中设定页面大小为自定义 200X300，然后画出图案。

㈡ 用户导出图案的 PLT 文件（保存类型：HPGL Plotter File ），在导出 PLT 文件时应选择如下参数：



CorelDraw 在生成 PLT 文件时，对图形的坐标值进行 K1、K2 变换。

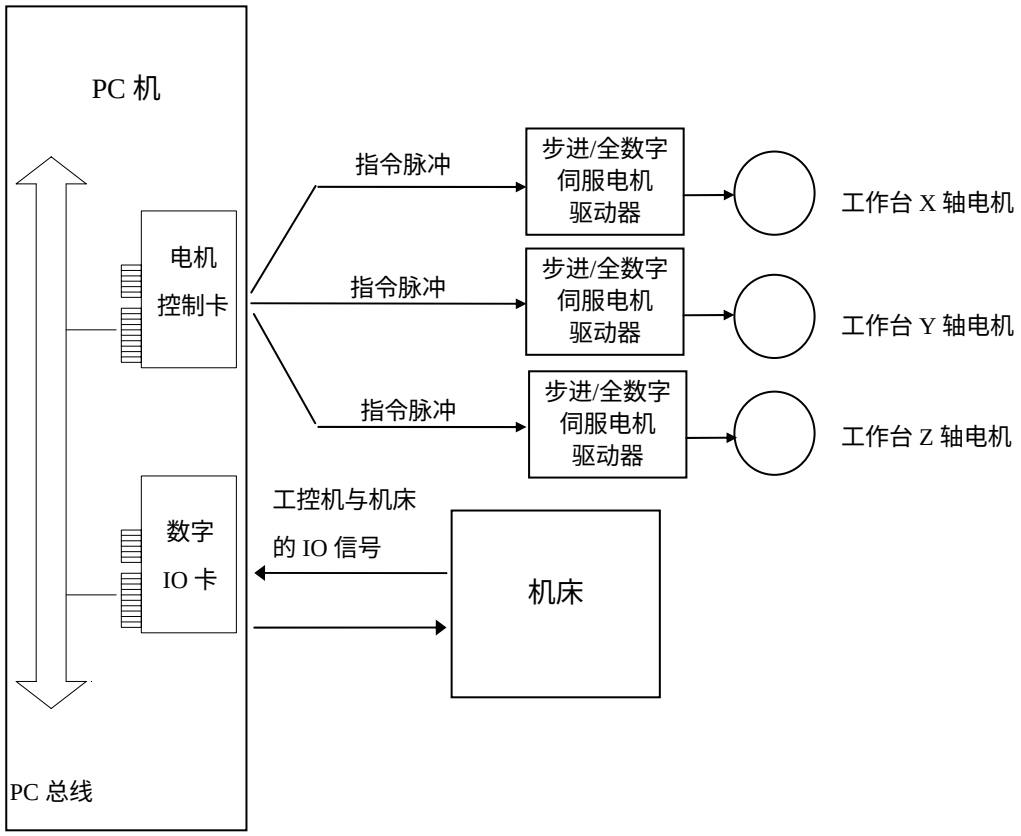
㈢ 用户加工钢板时，将钢板放置在 XY 工作台上，测出钢板左下角相对 XY 工作台原点的坐标值，将该值设定为用户坐标系参数（参看 § 1.4.4 中的内容），并设定 XY 转换系数

为 0.01 （因为 K1=100，K2=100%，所以应 K3 为 0.01，参看 § 1.4.4 中的内容），这时用户就可调入 PLT 文件，进行预览或实际加工。

附录 C　联接参考（6020 卡、步进/全数字伺服电机系统）

§1 PC 机与驱动系统及机床连接框图

1．框图

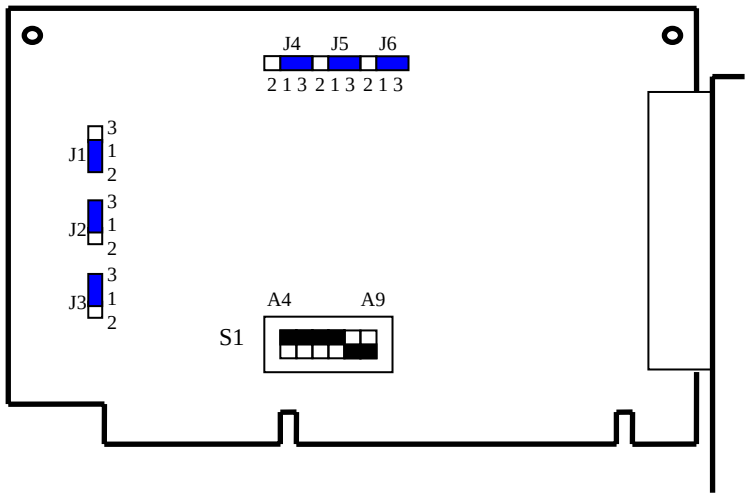


§2　电机控制卡的安装与设置

在安装控制卡前，先要正确设置好板地址和板上跳线。请确保在计算机关闭电源后再插拔控制卡。

1 板上开关与跳线

在板上有几组跳线和一拨段开关如下图：



2 ISA I/O 地址 *(S1)*

电机控制卡的出厂省却板地址为 300H，该板共占用 16 个 IO 口，如板地址为 300H，则该板将占用 300H-30FH 的 PC 机 IO 地址。在设置板地址时，请参考 PC 机 IO 地址图，利用其中空闲的部分，并注意不要与其它板卡的地址相冲突。

表 1.2　S1 拨段开关的省缺设置

板地址	A9	A8	A7	A6	A5	A4
• • •						
280H	OFF（1）	ON（0）	OFF（1）	ON（0）	ON（0）	ON（0）
• • •						
300H	OFF（1）	OFF（1）	ON（0）	ON（0）	ON（0）	ON（0）
• • •						
330H	OFF（1）	OFF（1）	ON（0）	ON（0）	OFF（1）	OFF（1）
340H	OFF（1）	OFF（1）	ON（0）	OFF（1）	ON（0）	ON（0）
• • •						

3 脉冲输出方式选择 *(J4,5)*

有的步进电机驱动器需要两路脉冲信号(即 CW 脉冲+CCW 脉冲)，而有的驱动器需要一路脉冲信号加方向信号(即一路脉冲+方向信号)，**WinCNC 数控系统**电机控制卡通过板上调线，可设置每个轴的驱动信号为：

CW（正转）+ CCW（反转）　　或

CW（正转）+ 方向控制信号　　两种形式。

表 1.3　J4、J5、J6 跳线设置

驱动形式	J4 Axis 1	J5 Axis2	J6

CW+CCW	1-2	1-2	1-2
CW+方向(省缺)	1-3	1-3	1-3

板上的 J1、J2、J3 等三个跳线为生产商保留，用户不要改动。

表 1.4　J1、J2、J3 设置

功能	J1	J2	J3
(省缺)	1-2	1-3	1-3
（激光 PWM 功能）	1-3	1-2	1-2

§3　6020 卡连线表

在板上右侧有一 37 芯 D 型母插头，该插头管腿的定义如下表：

管腿号	定义	解释
1	I7　　12-24DVC	I008 正端
2	I6	I007 正端
3	I5	I006 正端
4	I4	I005 正端
5	I3	I004 正端
6	I2	I003 正端
7	I1	I002 正端
8	I0　　12-24DVC	I001 正端
9	I-COM　　输入信号公共地	I001-I008 的输入信号公共地
10	(保留)	
11	CP1　X 轴脉冲输出（CCW）*	
12	CP2　Y 轴脉冲输出（CCW）*	
13	CP2　Z 轴脉冲输出（CCW）*	
14	CP1　X 轴脉冲输出 (CW)　*	高电平 4.5-5V,驱动电流最大 50mA
15	CP2　Y 轴脉冲输出 (CW)　*	（同上）
16	CP2　Z 轴脉冲输出 (CW)　*	（同上）
17	(保留)	
18	(保留)	
19	(保留)	
20	O-0COM　O0 触点信号 公共端	O01 公共端

21	O-0A	O0 触点信号 常闭点	O01 常闭点
22	O-0B	O0 触点信号 常开点	O01 常开点
23	O-1COM	O1 触点信号 公共端	O02 公共端
24	O-1A	O1 触点信号 常闭点	O02 常闭点
25	O-1B	O1 触点信号 常开点	O02 常开点
26			
27			（空）
28			（空）
29	+5V		
30	+5V		
31	+5V		
32	U/D1	X 轴方向控制	高电平 4.5-5V,驱动电流最大 50mA *
33	U/D2	Y 轴方向控制	（同上） *
34	U/D3	Z 轴方向控制	（同上） *
35	GND 地		
36	GND 地		
37	GND 地		

***** 注释：通过 J4、5、6 跳线，每个轴的驱动信号可设两种输出方式为：

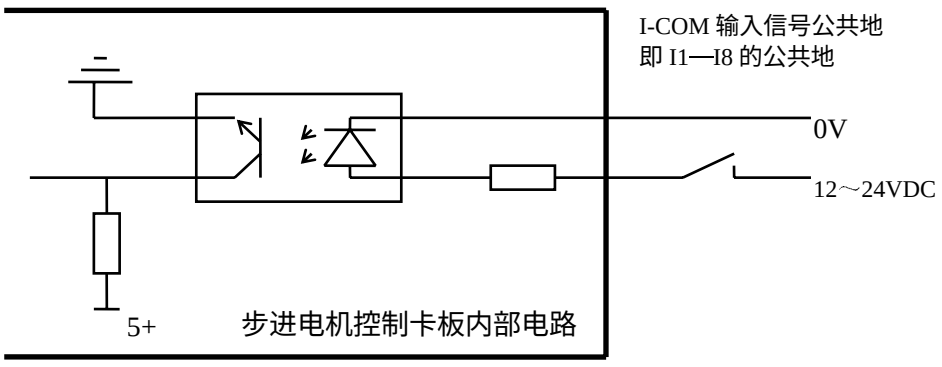
CW（正转）+ CCW（反转） 或

CW（正转）+ 方向控制信号

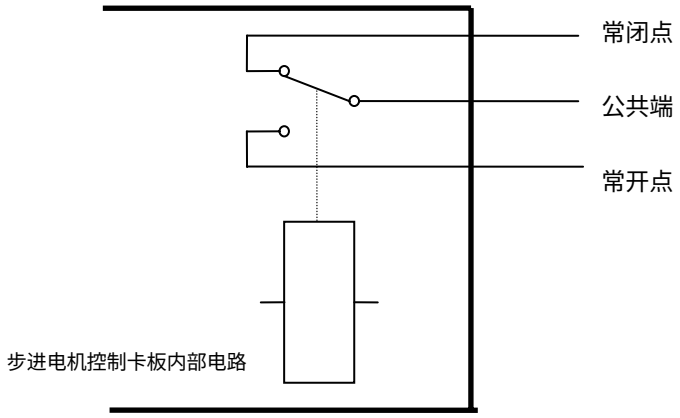
联线时请注意。

@注释：**X、Y** 轴 HOME 点可以和轴负极限用一个开关，Z 轴 HOME 点可以和正极限用一个开关。如果用两个开关，则 HOME 点应靠近负极限一端,但其中 Z 轴的 HOME 点要靠近正极一端。

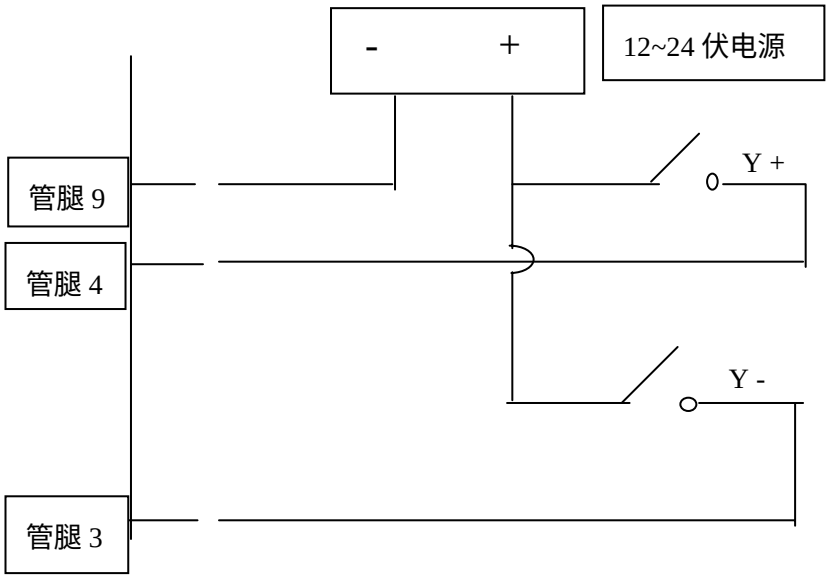
输入点连接图



输出点连接图



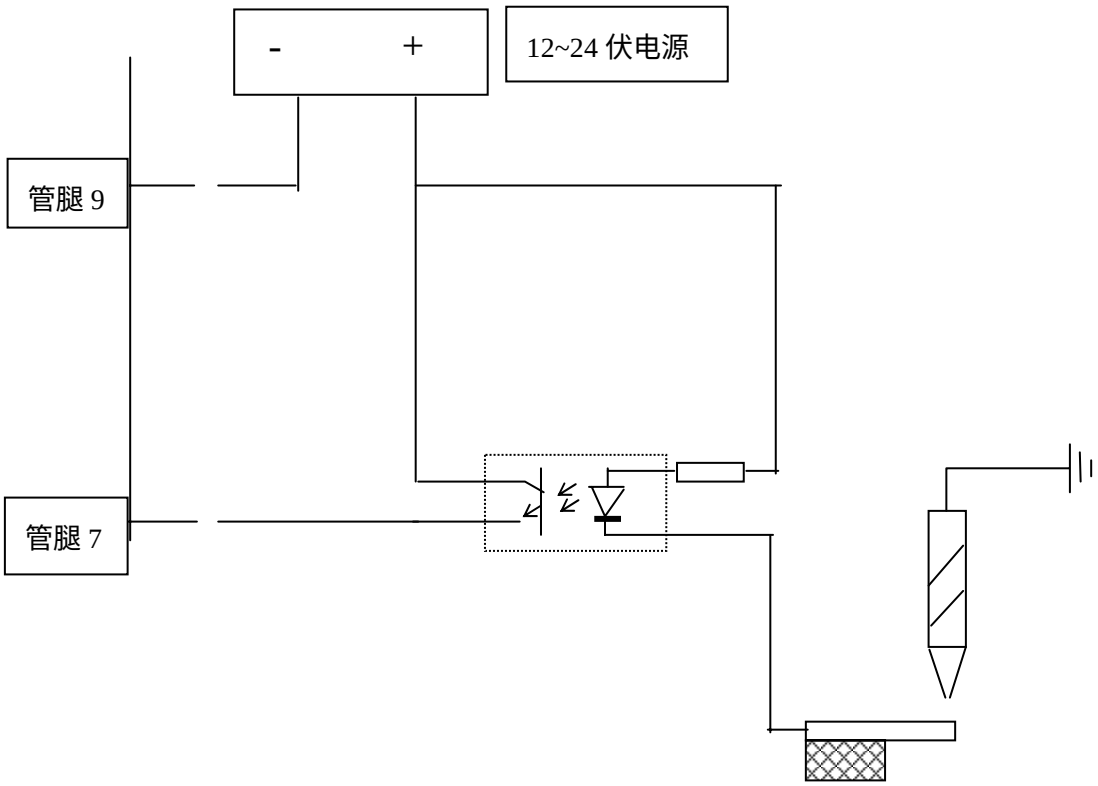
下面是 y 轴联线示意图（图中为机械开关），同理,x 和 z 轴按相应的管脚联线即可



解释：

如按照在上图中连线，则在 WinCNC 的《IO 点参数》的《输入输出点定义》中，将 [**Y** 轴碰到正极限] 定义为 5（管腿 4 对应 I5）、将 [**Y** 轴碰到负极限] 定义为 6（管腿 3 对应 I6）。

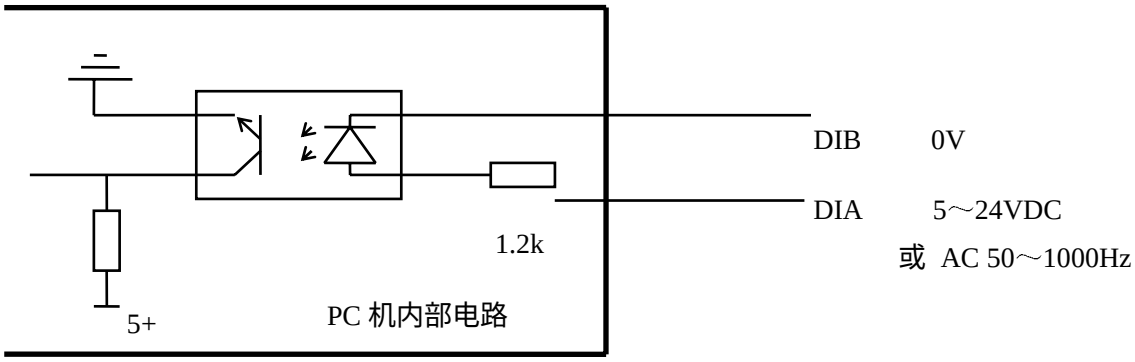
下面是对刀仪联线参考示意图。



§4 多加的 IO 卡的联接说明（可选）

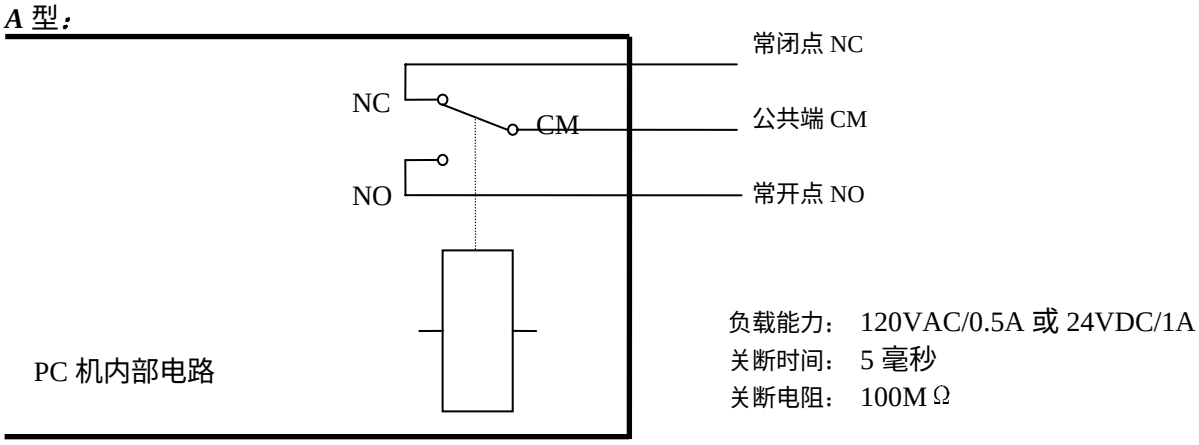
通用数字 **IO** 连线图

输入点连接图

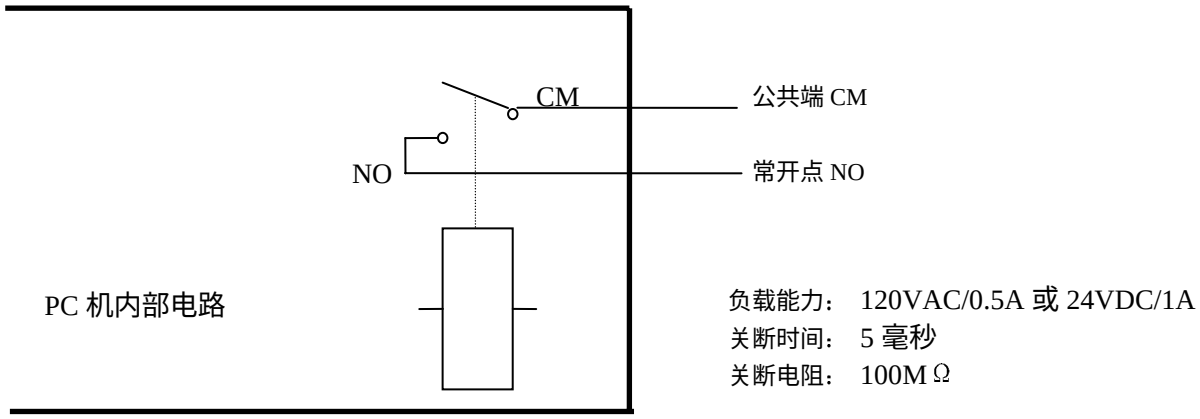


输出点连接图

***A* 型：**



***B* 型：**



I0 卡插头连线表

37 针插头连线表

管腿号	定义	O 点类型	定义
1	NO0	A	O03 常开点
2	COM0	A	O03 公共端
3	NC0	A	O03 常闭点
4	NO1	A	O04 常开点
5	COM1	A	O04 公共端
6	NC1	A	O04 常闭点
7	NO2	A	O05 常开点
8	COM2	A	O05 公共端
9	NC2	A	O05 常闭点
10	NO7	B	O010 常开点
11	COM7	B	O010 公共端
12	DIA0	输入点	I009 正端
13	DIA1	输入点	I010 正端
14	DIA2	输入点	I011 正端
15	DIA3	输入点	I012 正端
16	DIA4	输入点	I013 正端
17	DIA5	输入点	I014 正端
18	DIA6	输入点	I015 正端
19	DIA7	输入点	I016 正端
20	NO3	A	O06 常开点
21	COM3	A	O06 公共端

22	NC3	A	O06 常闭点
23	NO4	B	O07 常开点
24	COM4	B	O07 公共端
25	NO5	B	O08 常开点
26	COM5	B	O08 公共端
27	NO6	B	O09 常开点
28	COM6	B	O09 公共端
29	GND	B	
30	DIB0	输入点	I009 负端
31	DIB1	输入点	I010 负端
32	DIB2	输入点	I011 负端
33	DIB3	输入点	I012 负端
34	DIB4	输入点	I013 负端
35	DIB5	输入点	I014 负端
36	DIB6	输入点	I015 负端
37	DIB7	输入点	I016 负端

附录 D　联接参考（Galil 系列电机控制卡）

1. 概述

GALIL 系列电机控制卡（包括 18x2、9940、1800 等）由美国 GALIL 公司出品，为 PCI 总线接口卡，它一块卡可控制 2-4 轴，输出信号±10VCMD 或脉冲串可选，最高可接收 12MHz 编码器反馈频率，最高脉冲输出频率可达 3MHz。**WinCNC** 数控软件支持 GALIL 系列电机控制卡，WinCNC 数控软件 + **GALIL** 系列电机控制卡 将组成一款高性能的数控系统。

2. 联接框图

GALIL 18x2、1800 电机控制卡可工作在伺服电机模式（输出±10VCMD 信号，要求编码器反馈）或 步进电机模式（输出信号为脉冲串，编码器反馈可接也可不接），它可联接步进电机驱动器、全数字伺服电机驱动器（位置模式或速度模式任选）或模拟伺服电机驱动器，且这几种情况可任意组合。他们的联接框图如下：

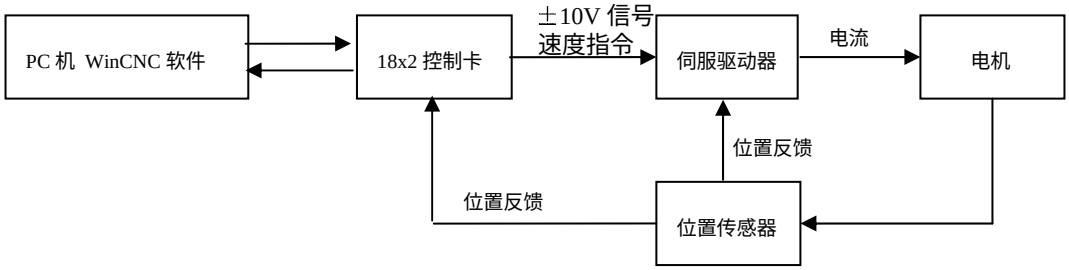


图 1 GALIL 18x2 卡工作在伺服模式

在图 1 中，伺服驱动器可是模拟伺服驱动器或全数字伺服驱动器但它工作在速度模式或力矩模式。

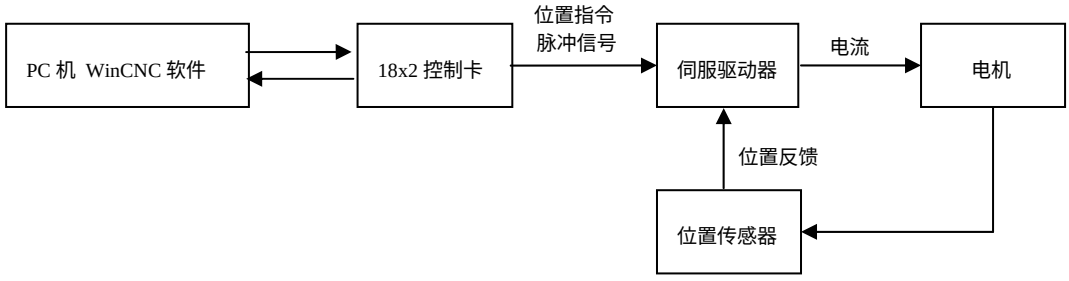


图 2 GALIL 18x2 卡工作在步进模式

在图 2 中，伺服驱动器是全数字伺服驱动器它工作在位置模式。

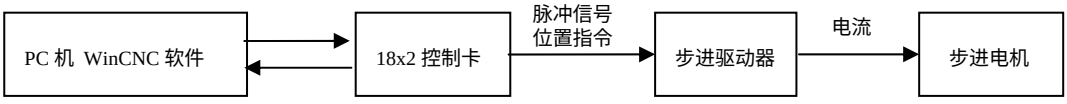


图 3 GALIL 18x2 卡工作在步进模式

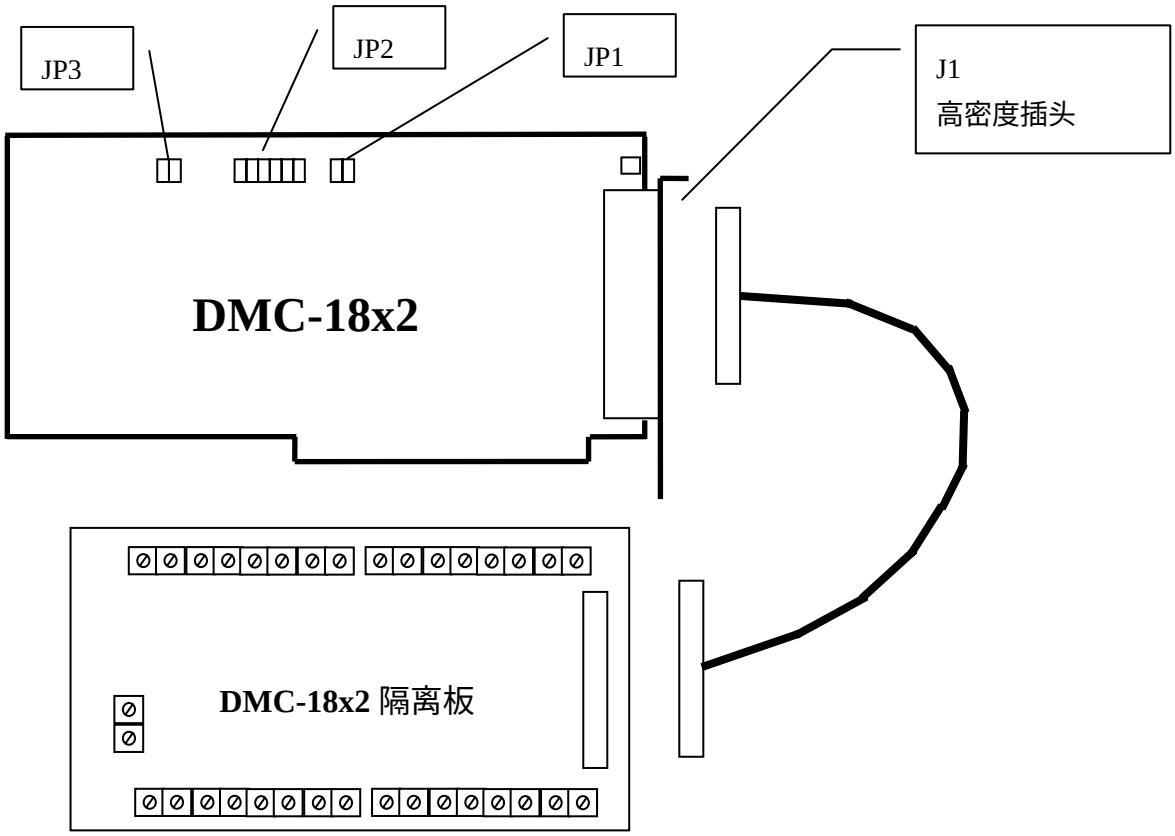
图 3 是 GALIL 18x2 卡与步进电机系统相连的情况，它组成一个开环的控制系统。

总结如下：（GALIL 18x2、1800 卡）如果用户用模拟伺服电机只能按图 1 方式相联，如果是步进系统只能按图 3 方式相联，如果是全数字伺服电机系统可按图 1 或图 2 方式联接，在一般情况下两者差别不大，且图 2 方式连线要简单些。

（GALIL 9940 卡）如果是步进系统只能按图 3 方式相联，如果是全数字伺服电机系统可按图 2 方式联接。

3. 硬件组成与板上跳线

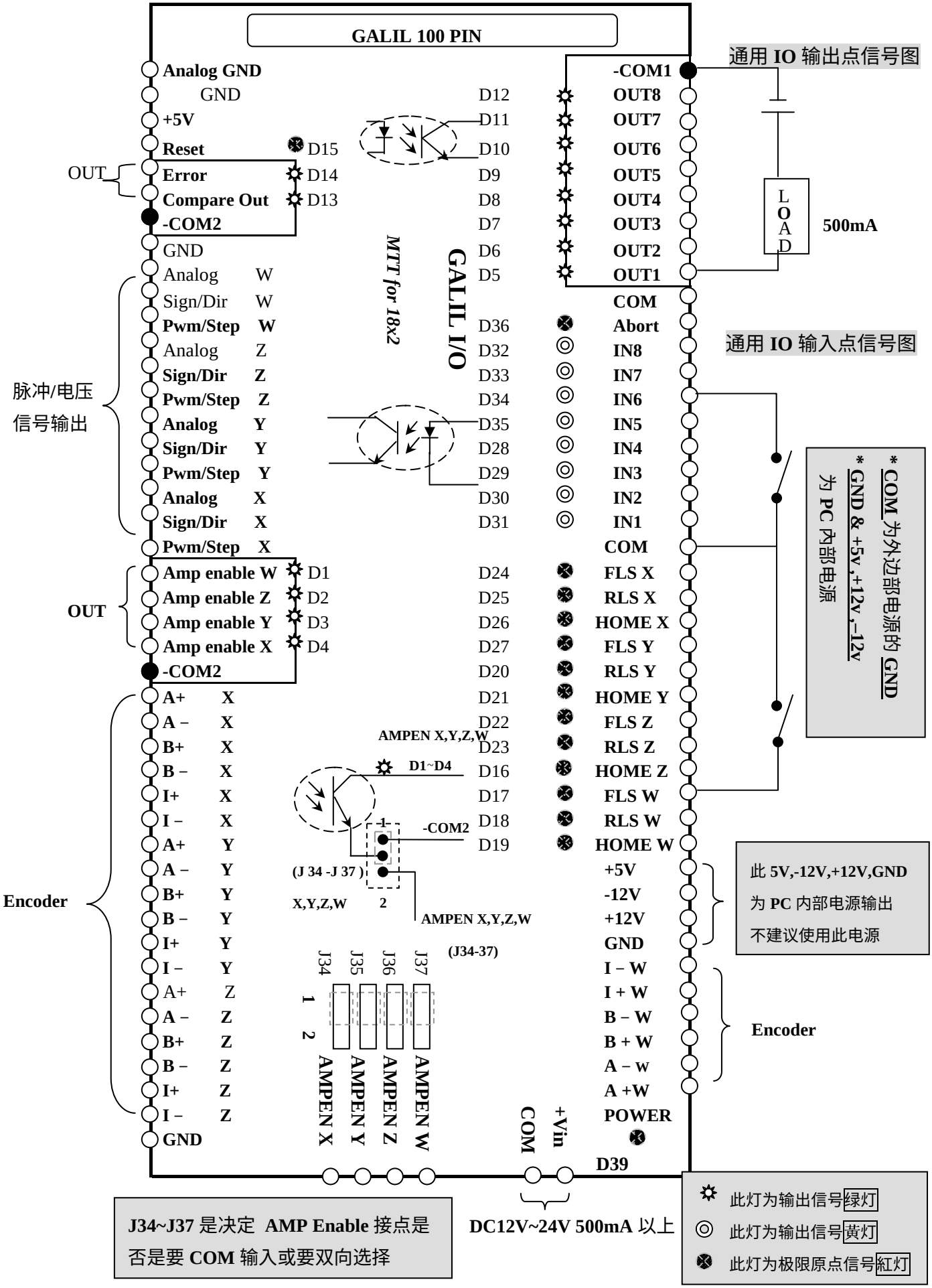
在板上有几组跳线如下图：



其中 JP2 可对 GALIL 18x2 卡各轴分别设定工作模式。闭合为步进电机模式，断开为伺服电机模式。

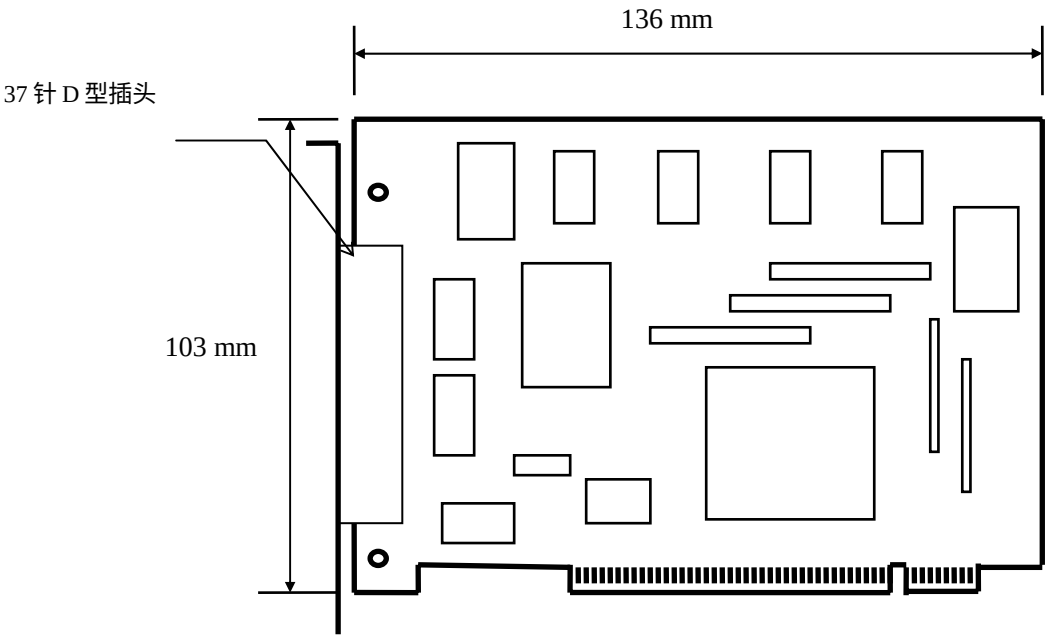
5. Galil 18x2 隔离板接线图

（见下页）

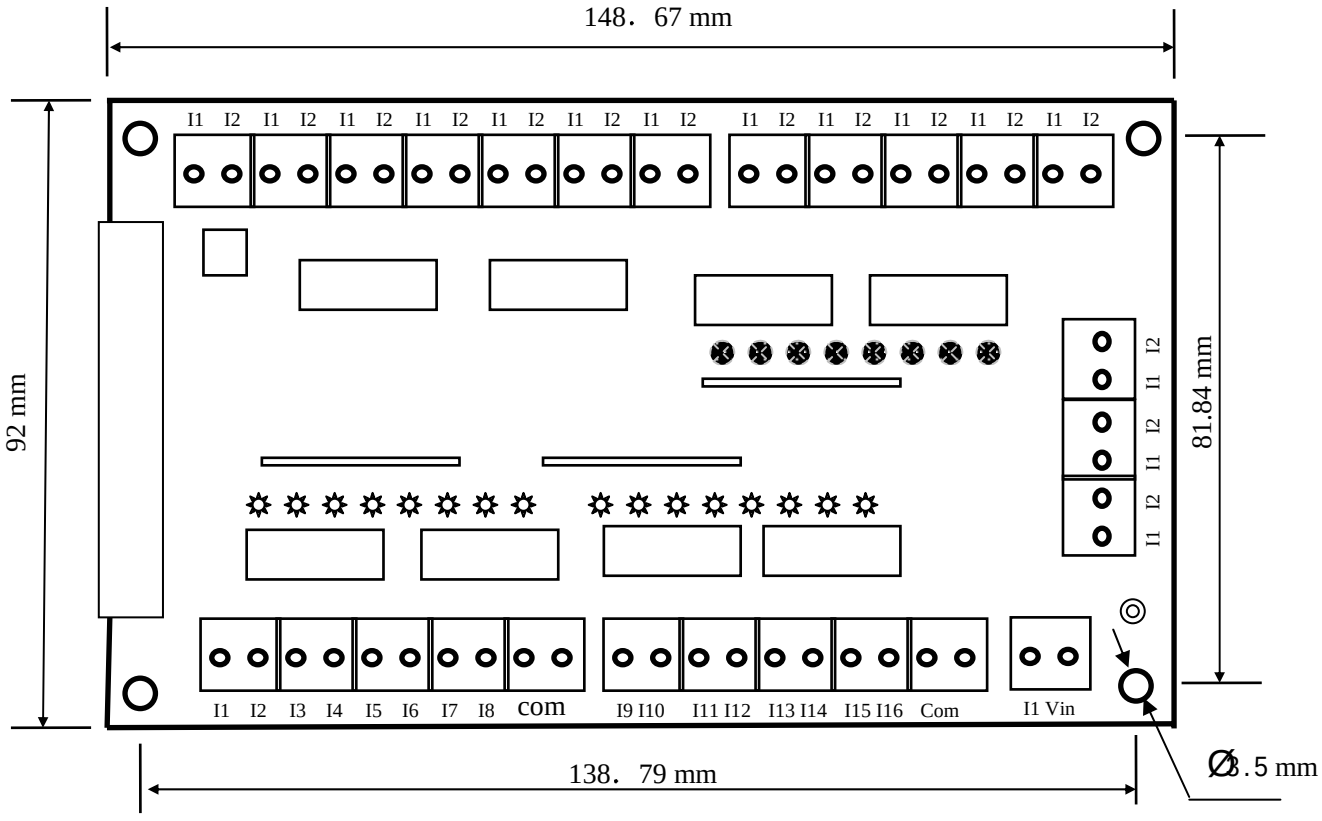

GALIL 100 PIN
Analog GND
GND
+5V
Reset
Error
Compare Out
-COM2
GND
Analog W
Sign/Dir W
Pwm/Step W
Analog Z
Sign/Dir Z
Pwm/Step Z
Analog Y
Sign/Dir Y
Pwm/Step Y
Analog X
Sign/Dir X
Pwm/Step X
Amp enable W
Amp enable Z
Amp enable Y
Amp enable X
-COM2
A+ X
A – X
B+ X
B – X
I+ X
I – X
A+ Y
A – Y
B+ Y
B – Y
I+ Y
I – Y
A+ Z
A – Z
B+ Z
B – Z
I+ Z
I – Z
GND
D15
D14
D13
D1
D2
D3
D4
D12
D11
D10
D9
D8
D7
D6
D5
D36
D32
D33
D34
D35
D28
D29
D30
D31
D24
D25
D26
D27
D20
D21
D22
D23
D16
D17
D18
D19
-COM1
OUT8
OUT7
OUT6
OUT5
OUT4
OUT3
OUT2
OUT1
COM
Abort
IN8
IN7
IN6
IN5
IN4
IN3
IN2
IN1
COM
FLS X
RLS X
HOME X
FLS Y
RLS Y
HOME Y
FLS Z
RLS Z
HOME Z
FLS W
RLS W
HOME W
+5V
-12V
+12V
GND
I – W
I + W
B – W
B + W
A – W
A +W
POWER
D39
GALIL I/O
MTT for 18x2
OUT
脉冲/电压
信号输出
OUT
Encoder
AMPEN X,Y,Z,W
D1~D4
-COM2
(J 34 -J 37)
X,Y,Z,W
2
AMPEN X,Y,Z,W
(J34-37)
J34
J35
J36
J37
1
2
AMPEN X
AMPEN Y
AMPEN Z
AMPEN W
COM
+Vin
通用 IO 输出点信号图
LOAD
500mA
通用 IO 输入点信号图
* COM 为外边部电源的 GND
* GND & +5v ,+12v ,–12v
为 PC 内部电源
此 5V,-12V,+12V,GND
为 PC 内部电源输出
不建议使用此电源
Encoder
J34~J37 是决定 AMP Enable 接点是
否是要 COM 输入或要双向选择
DC12V~24V 500mA 以上
此灯为输出信号绿灯
此灯为输出信号黄灯
此灯为极限原点信号紅灯

附录 E　6030 联接参考

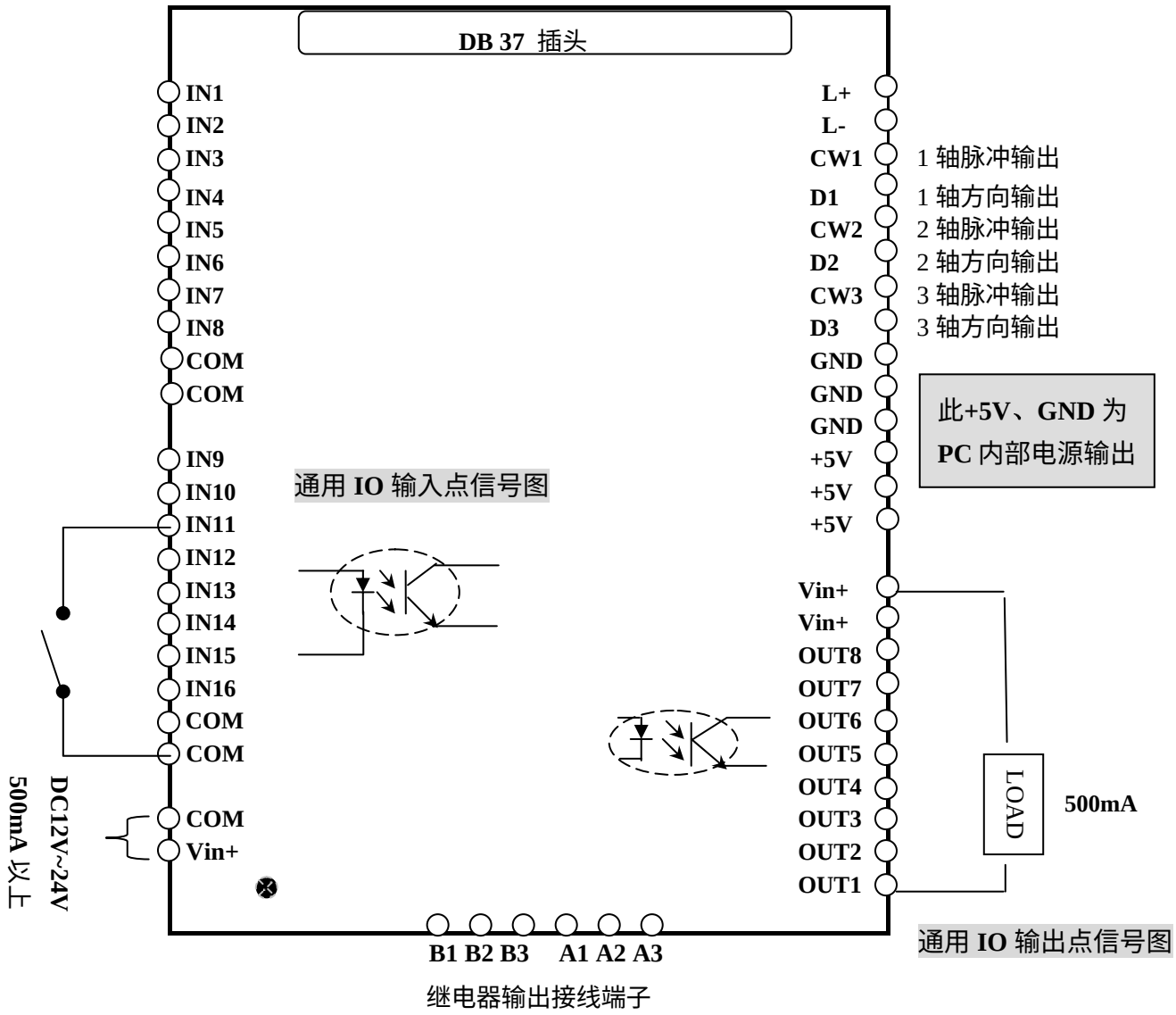
6030 PCI 控制卡主板外形尺寸



端子板外形尺寸



DFJZH 6030 隔离板接线图



在上图中：

* **COM** 为外部电源的 **GND**
* **Vin+**接外部电源 12V-24V
* **GND & +5v** 是从 **PC** 机内部引出的电源
* CW1、D1、CW2、D2、CW3、D3 是电机的控制信号
* IN1-16 是 16 个通用 IO 输入点
* OUT1-8 是 8 个通用 IO 输出点

如果用户要用到 16 个通用 IO 输入点或 8 个通用 IO 输出点，必须在 COM 与 Vin+ 之间外接 12V-24V 电源。

电机控制信号

表 1.　电机控制信号

管腿名称	定义	解释
CW1	X 轴脉冲输出（CW）	高电平 4.5-5V,驱动电流最大 50mA，可直接打开光电偶合器
D1	X 轴方向控制/或反向脉冲输出（CCW）	高电平 4.5-5V,驱动电流最大 50mA，可直接打开光电偶合器
CW2	Y 轴脉冲输出（CW）*	（同上）
D2	Y 轴方向控制/或反向脉冲输出（CCW）	（同上）
CW3	Z 轴脉冲输出（CW）*	（同上）
D3	Z 轴方向控制/或反向脉冲输出（CCW）	（同上）

通过 轴参数，每个轴的驱动信号可设两种输出方式为：

CW（正转）+ CCW（反转）　　或
CW（正转）+ 方向控制信号

如设为 脉冲/方向 方式则：CW 端为脉冲输出，D 端为方向输出如下：

CW 端：



D 端：

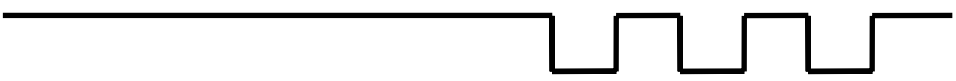


如设为 正向脉冲/反向脉冲 方式，则：CW 端为正向脉冲（CW）输出，D 端为反向脉冲（CCW）输出如下：

CW 端：

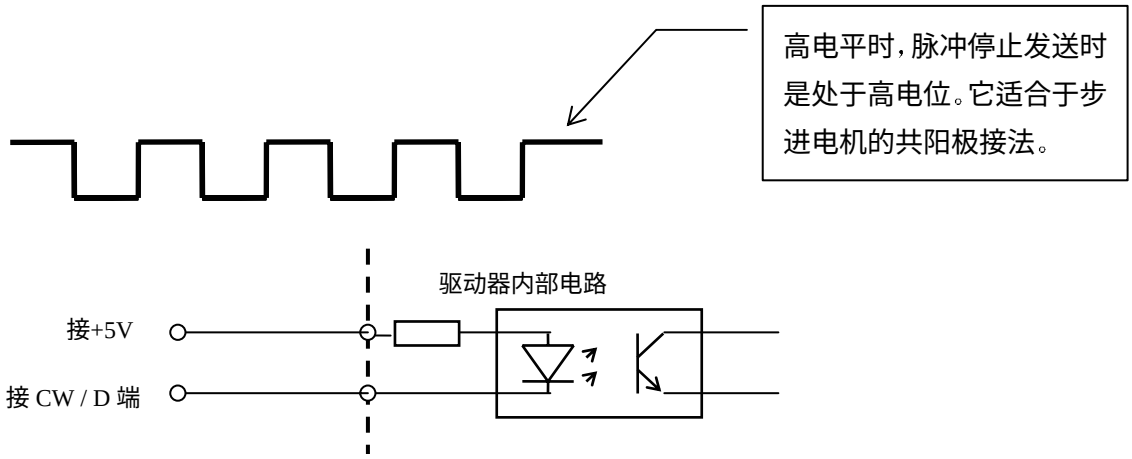


D 端：



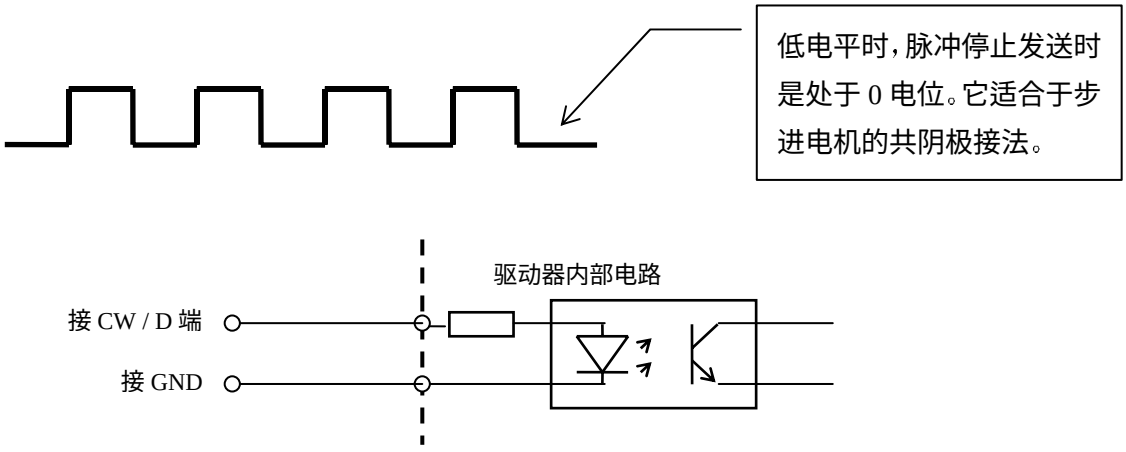
无论设为哪种方式，输出脉冲电平的高低也可通过 轴参数 来设定。

A．设为高电平：



共阳极接法

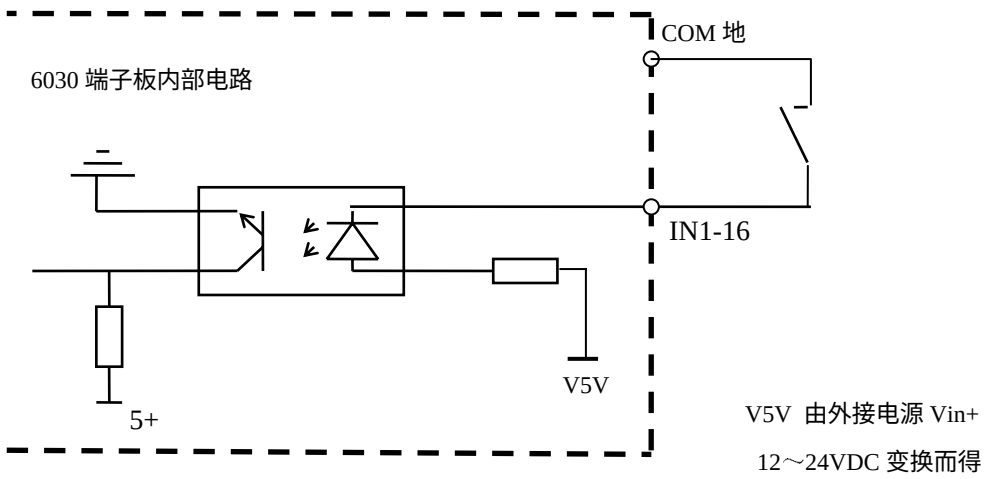
B．设为低电平：



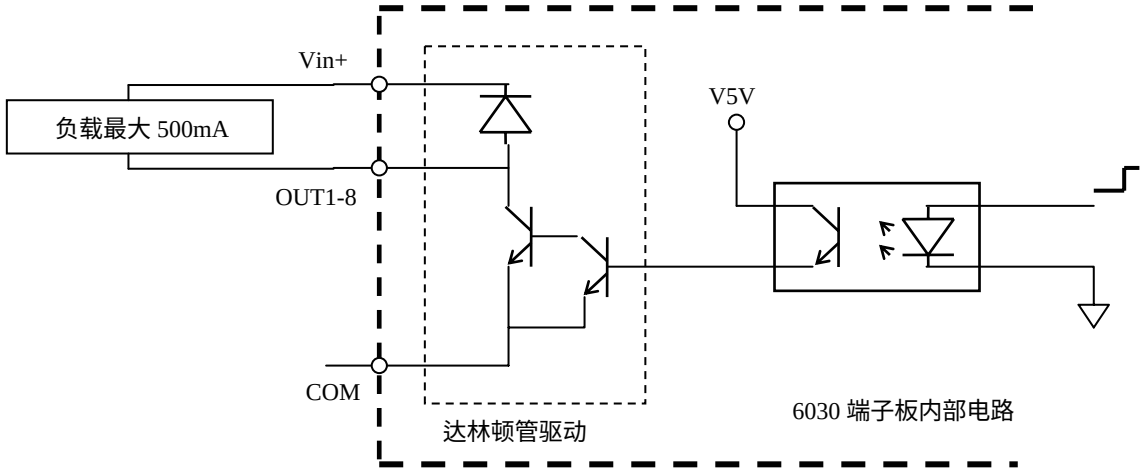
共阴极接法

通用数字 **IO** 信号

输入点原理图

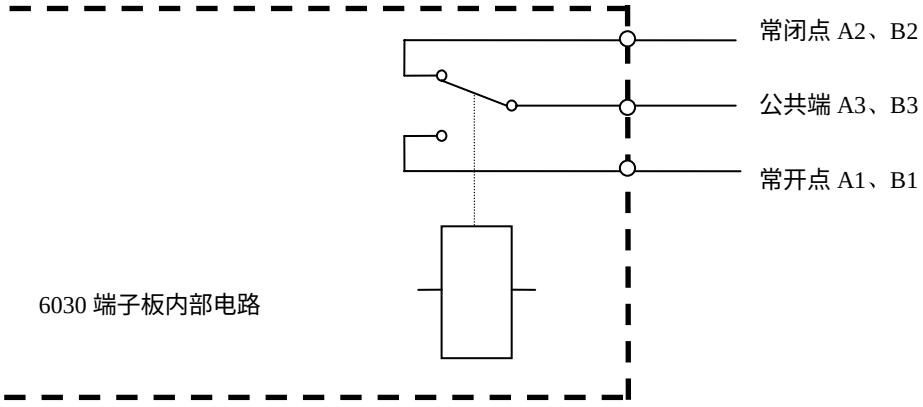


输出点原理图



在端子板上有 J1、J2 跳线，当 J1、J2 的 1-2 短路时，输出点 1、2 为 继电器输出；1-3 短路时为达林顿输出。

继电器输出原理图：



附录 F　激光加工连线表

如激光电源需要 PWM 脉冲控制，则 6020 卡的 PWM 脉冲输出信号的连接如下：

1 板上跳线

表 1.4　J1、J2、J3 设置

功能	J1	J2	J3
（Z 轴正常输出）	1-2	1-3	1-3
（激光 PWM 功能）	1-3	1-2	1-2

2 连线说明

在板上右侧有一 37 芯 D 型母插头，该插头管腿的定义如下表：

管腿号	定义	解释
1		I008 正端
2		I007 正端
3		I006 正端
4		I005 正端
5		I004 正端
6		I003 正端
7		I002 正端
8		I001 正端
9	I-COM　输入信号公共地	I1-I8　输入信号公共地
10	激光 PWM 脉冲频率输出	激光控制脉冲 输出 （—）端　#
11	CP1　X 轴脉冲输出（CCW）*	
12	CP2　Y 轴脉冲输出（CCW）*	
13	(保留)	
14	CP1　X 轴脉冲输出 (CW)　*	高电平 4.5-5V,驱动电流最大 50mA 接驱动器 ***CP*** 信号端
15	CP2　Y 轴脉冲输出 (CW)　*	（同上）
16	(保留)	
17	(保留)	
18	(保留)	
19	(保留)	

20	O-0COM　O0 触点信号 公共端	光闸开关触点信号 公共端
21	O-0A　　O0 触点信号 常闭点	光闸开关触点信号 常闭点
22	O-0B　　O0 触点信号 常开点	光闸开关触点信号 常开点
23	O-1COM　O1 触点信号 公共端	气阀开关触点信号 公共端
24	O-1A　　O1 触点信号 常闭点	气阀开关触点信号 常闭点
25	O-1B　　O1 触点信号 常开点	气阀开关触点信号 常开点
26		（空）
27		（空）
28		激光控制脉冲 输出 （+）端 12V　#
29	+5V	可接电机步距角选择信号
30	+5V	接驱动器 ***DIV*** 信号端
31	+5V	
32	U/D1　　X 轴方向控制	高电平 4.5-5V,驱动电流最大 50mA　　* 接驱动器 ***U/D*** 信号端
33	U/D2　　Y 轴方向控制	（同上）　　*
34	(保留)	
35	GND　地	接驱动器 ***SGND*** 信号端
36	GND　地	
37	GND　地	

●

注释：激光 PWM 控制脉冲应取管腿 28(+)、10(-)之间的电压，为 12V。

