# GSK986 使用手册（简易版）

在本使用手册中，我们将尽力叙述各种与 **GSK986** 数控系统操作相关的事项。限于篇幅限制及产品具体使用等原因，不可能对系统中所有不必做或不能做的操作进行详细的叙述。因此，本使用手册中没有特别指明的事项均视为“不可能”或“不允许”进行的操作。

本使用手册的版权，归广州数控设备有限公司所有，任何单位与个人进行出版或复印均属于非法行为，广州数控设备有限公司将保留追究其法律责任的权利。

# 前　　言

尊敬的客户：

对您惠顾选用广州数控设备有限公司的**GSK986**数控系统产品（以下简称系统**)**，本公司深感荣幸并深表感谢！

**为保证产品安全、正常与有效地运行工作，请您务必在安装、使用产品前仔细阅读本使用手册。**

# 安 全 警 告



操作不当将引起意外事故，必须要具有相应资格的人员才能操作本系统。

特别提示：安装在机箱上（内）的系统电源，是仅为本公司制造的数控系统提供的专用电源。

禁止用户将这个电源作其他用途使用。否则，将产生极大的危险！

## 声 明!

- 本手册尽可能对各种不同的内容进行了说明，但是，由于涉及到的可能性太多，无法将所有可以或不可以进行的操作一一予以说明。因此，本手册中未作特别说明的内容即可认为是不可使用

## 警 告!

- 在对本产品进行安装连接、编程和操作之前，必须详细阅读本产品使用手册以及机床制造厂的使用说明书，严格按本手册与使用说明书等的要求进行相关的操作，否则可能导致产品、机床损坏，零件报废甚至人身伤害

## 注 意!

- 本使用手册描述的产品功能、技术指标（如精度、速度等）仅针对本产品，安装了本产品的数控机床，实际的功能配置和技术性能由机床制造厂的设计决定，数控机床功能配置和技术指标以机床制造厂的使用说明书为准

**本手册的内容如有变动，恕不另行通知！**

# 安 全 注 意 事 项

## ■ 运输与储存

- 产品包装箱堆叠不可超过六层
- 不可在产品包装箱上攀爬、站立或放置重物
- 不可使用与产品相连的电缆拖动或搬运产品
- 严禁碰撞、划伤面板和显示屏
- 产品包装箱应避免潮湿、暴晒以及雨淋

## ■ 开箱检查

- 打开包装后请确认是否是您所购买的产品
- 检查产品在运输途中是否有损坏
- 对照清单确认各部件是否齐全，有无损伤
- 如存在产品型号不符、缺少附件或运输损坏等情况，请及时与本公司联系

## ■ 接　线

- 参加接线与检查的人员必须是具有相应能力的专业人员
- 产品必须可靠接地，接地电阻应不大于0.1Ω，不能使用中性线（零线）代替地线
- 接线必须正确、牢固，以免导致产品故障或意想不到的后果
- 与产品连接的浪涌吸收二极管必须按规定方向连接，否则会损坏产品
- 插拔插头或打开产品机箱前，必须切断产品电源

## ■ 检　修

- 检修或更换元器件前必须切断电源
- 发生短路或过载时应检查故障，故障排除后方可重新启动
- 不可对产品频繁通断电，断电后若须重新通电，相隔时间至少1min

# 安 全 责 任

## 制造者的安全责任

——制造者应对所提供的数控系统及随行供应的附件在设计和结构上已消除和/或控制的危险负责。

——制造者应对所提供的数控系统及随行供应的附件的安全负责。

——制造者应对提供给使用者的使用信息和建议负责。

## 使用者的安全责任

——使用者应通过数控系统安全操作的学习和培训，并熟悉和掌握安全操作的内容。

——使用者应对自己增加、变换或修改原数控系统、附件后的安全及造成的危险负责。

——使用者应对未按使用手册的规定操作、调整、维护、安装和贮运产品造成的危险负责。

**本手册为最终用户收藏。**

**诚挚的感谢您——在使用广州数控设备有限公司的产品时，**

**对本公司友好的支持！**

# 目　　录

**第一章　安装连接 1**
1.1 安装连接注意事项 1
1.2 模拟量控制（增量式编码器） 2
1.3 总线控制（绝对式编码器） 3
1.4 机床输入/输出（标准 PLC 定义） 5
1.4.1 GSK986G 输入/输出 5
1.4.2 GSK986Gs 输入/输出 6
1.5 其它输入（量仪、附加面板） 7
1.5.1 主机后盖输入接口定义 7
1.5.2 输入与附加面板的连接（一体式 CNC 专用） 8
**第二章　功能调试 9**
2.1 系统功能 9
2.2 机床调试 9
2.3 全闭环控制（光栅尺） 9
2.3.1 半闭环控制 10
2.3.2 单位置环控制 10
2.3.3 双位置环控制（光栅尺） 10
2.3.4 参数调整 11
2.3.5 应用举例 12
2.3.6 注意事项 13
2.4 其它功能 13
2.4.1 多主轴功能 13
2.4.2 旋转轴（C/S 轴）多圈定位 13
2.4.3 手脉功能 13
2.4.4 手动干预 14
2.4.5 修整方式 14
2.4.6 公共变量的保存和恢复 14
2.4.7 个性化开机页面 15
**第三章　基本操作 17**
3.1 页面切换 17
3.1.1 主页面切换 17
3.1.2 子页面切换 17
3.2 数据输入 17
3.3 数据查找 18
3.4 文件的导入/导出 18
**第四章　常用加工模块 21**
4.1 平面/龙门磨床 21
4.1.1 页面描述 21
4.1.2 简易操作 24
4.2 外圆/斜轴磨床 26
4.2.1 页面描述 26
4.2.2 简易操作 29
4.3 螺纹磨床 31
4.3.1 页面描述 31
4.3.2 简易操作 32

4.4 砂轮修整 33
4.4.1 页面描述 33
4.5 桁架控制 35
4.5.1 页面描述 35
4.5.2 简易操作 37
4.6 内圆磨床 38
4.5.1 页面描述 38
4.5.2 简易操作 38
4.7 数控刀具磨床 38
4.8 数控曲轴/凸轮磨床 39
4.9 数控无心磨床 39
**第五章 指令 41**
5.1 常用指令 41
5.1.1 快速定位与进给 41
5.1.2 进给跳转 41
5.1.2 等待跳转 42
5.1.2 进给循环 42
5.1.2 信息显示请求 42
5.2 专用指令 42
5.2.1 单摆运动（振荡） 42
5.2.2 偏心轴类（曲轴） 43
5.2.3 椭圆磨削 47
5.2.4 轨迹（插补）表 48
**第六章 应用举例 51**
6.1 砂轮修整及补偿 51
6.2 砂轮往复运动提高光洁度 51

# 第一章　安装连接

## 1.1 安装连接注意事项

1、安装系统的操作箱需具有一定的通风降温功能，全密封的情况下，可以考虑系统电源盒与系统主机分离安装。

2、系统主机的开关电源额定功率在 75W 左右，机床 I/O 数量较多时，不建议采用系统 24V 电源给 I/O 供电，可采用独立＋24V 电源，其＋24V 地（COM 端）与系统主机开关电源短接。

3、一般情况下，建议通断电时序如下：

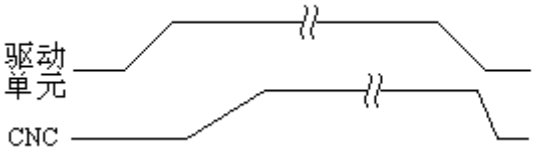



图 1- 1　上电时序图

4、CNC 属于微电子领域，对外部供电环境较为敏感，如果外部强电环境波动超过其承受的范围，会对系统控制稳定性造成影响或者损坏 CNC 装置，因此必须严格保证外部电源波动在可控范围内。若机床外部电压波动较大的，必须考虑使用稳压器、电抗器等附件保证机床供电的稳定性。

5、电柜设计要求：

① 电柜必须能够有效地防止粉尘、水气及有机溶液的进入；

② 电柜的设计中，CNC 后盖和机箱的距离不得小于 20cm，需考虑当电柜内的温度上升时，必须保证柜内和柜外的温度差不超过 10℃；

③ 为保证内部空气流通、散热等，一般电柜中安装有较为密封的风扇，但磨床的使用环境都较为潮湿，建议安装独立的柜式空调扇；

④ 系统显示面板、量仪等必须安装在冷却液（带腐蚀性的液体）接触不到，并较为通风的地方；

⑤ 电气柜元器件排列合理，例如变频器、交流接触器等容易产生电弧的器件尽量远离伺服控制器等电子产品；

⑥ 设计电柜时，必须考虑要尽量降低外部电气干扰，例如系统强电的地线与系统弱电的地线（24V 地、模拟电压地等）不能接在一起，柜中的强电电缆与信号电缆尽量分开，防止干扰向 CNC 传送；

⑦ 电柜的摆放尽量远离其它强电机构，工作范围做好防雷、防火等措施。

6、线缆长度。标准配线长度一般为 3～5m，个别达到 10m，按照上述要求安装连接都能保证系统使用的稳定性，若是超过 10m 以上，建议订货时需与厂家协商，信号的衰减是否在允许的接受范围内。

7、线缆摆放。控制线缆、信号线缆属于弱电，电机动力线、供电线缆等属于强电，线缆摆放时注意强、弱电的分离，避免不必要的干扰。

## 1.2 模拟量控制（增量式编码器）

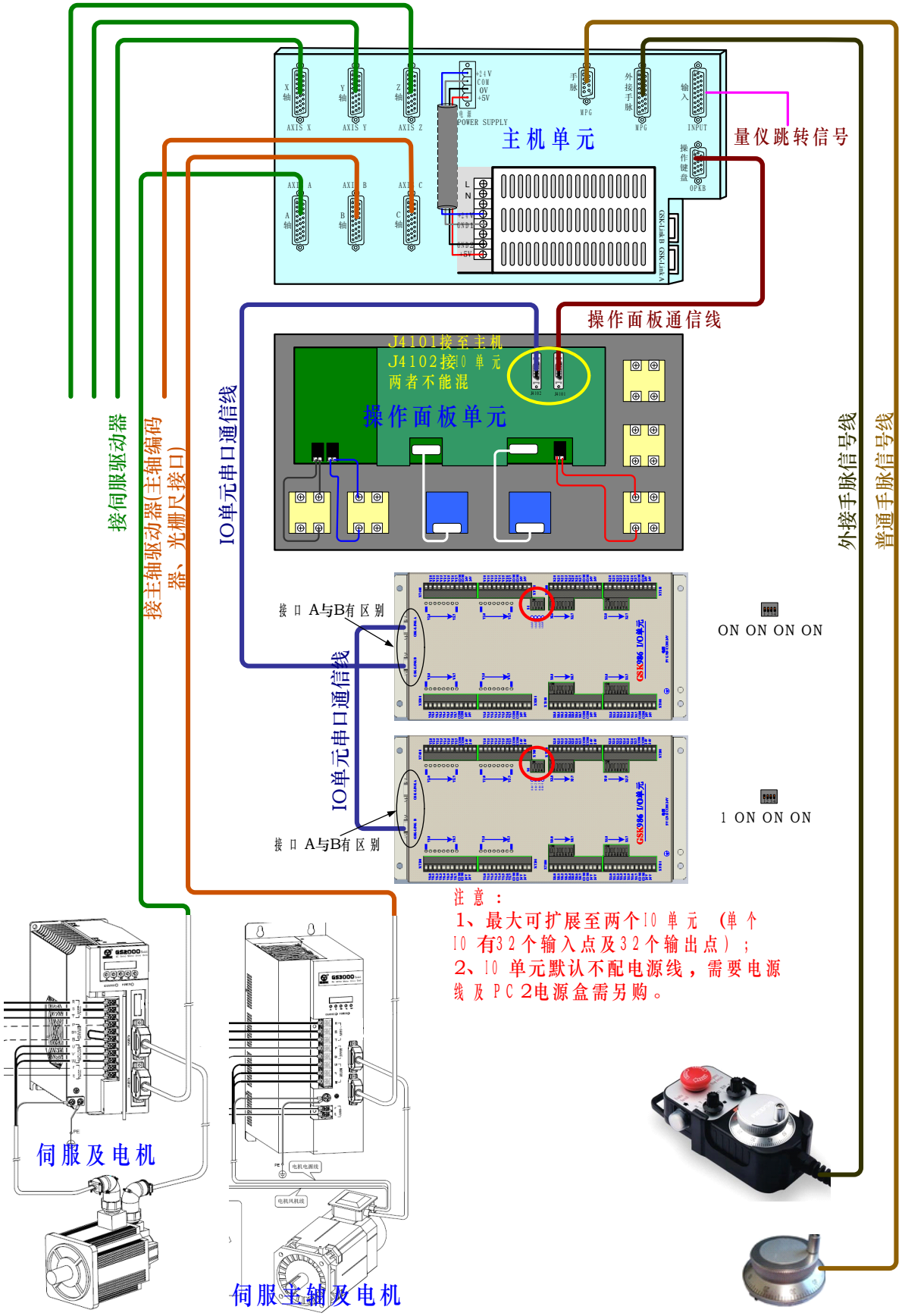



图 1- 2 模拟量控制连接示意图

## 1.3 总线控制（绝对式编码器）

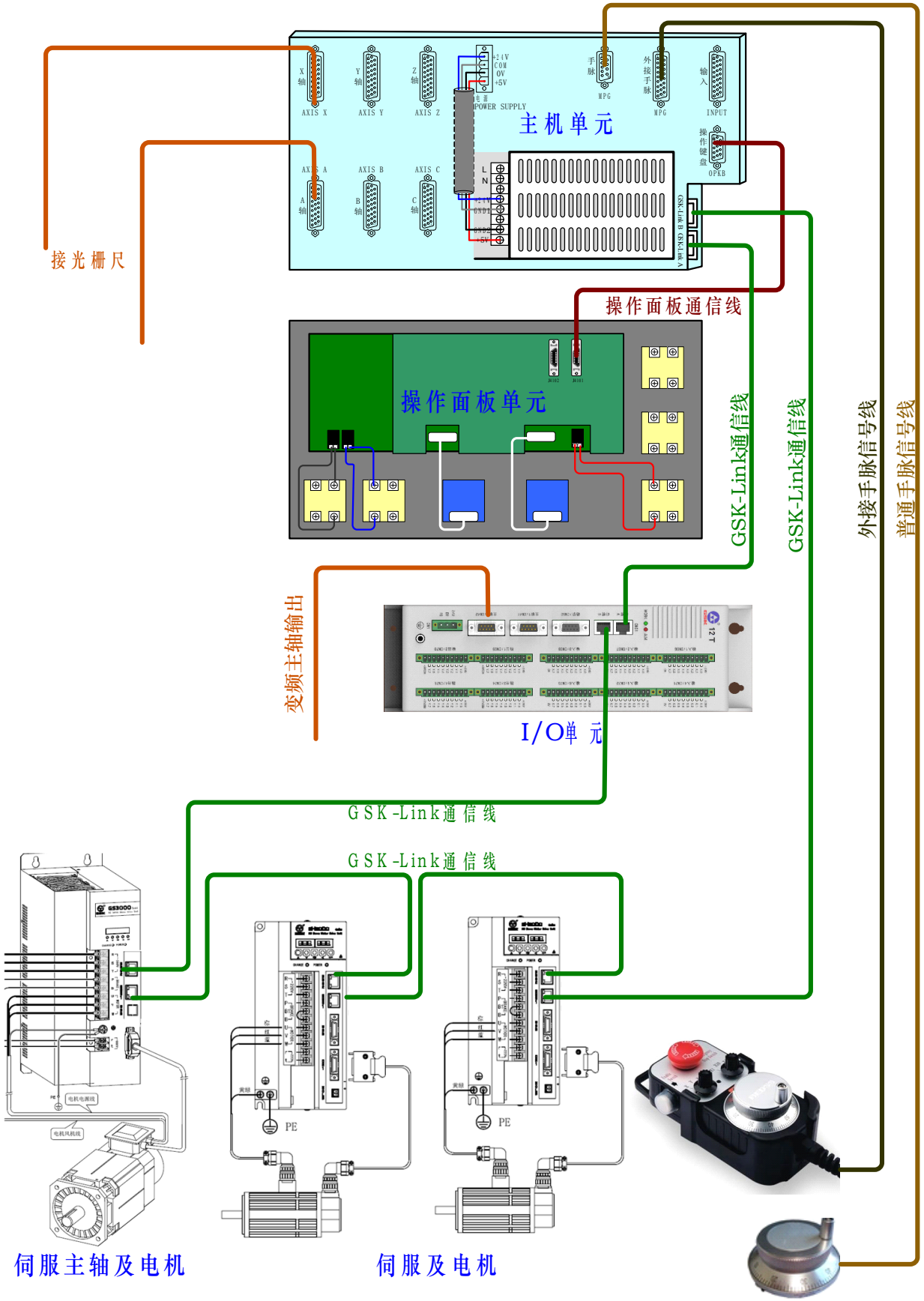



图 1- 3 总线控制连接示意图

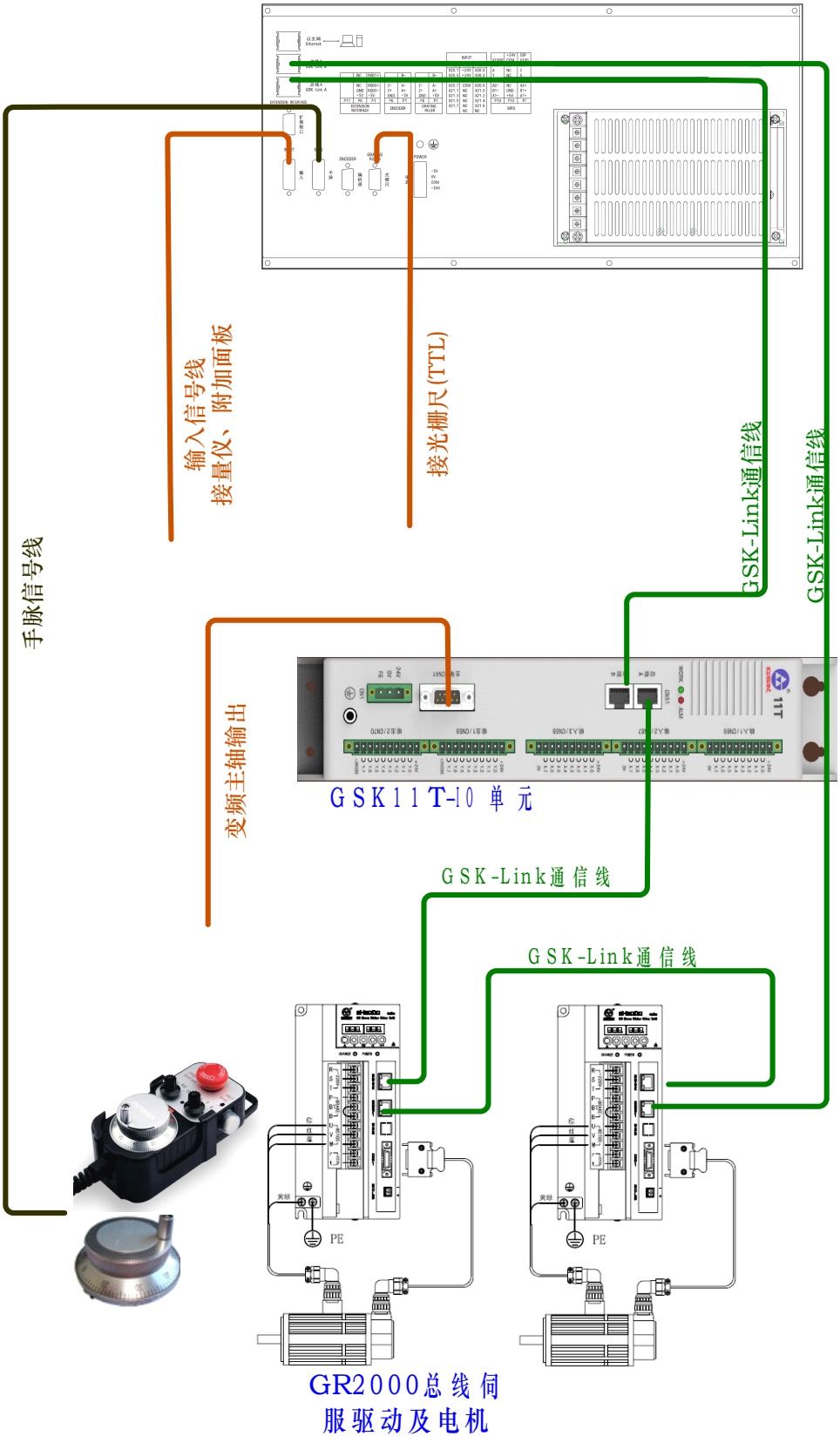



图 1- 4 总线控制连接示意图（一体化主机）

注：I/O 单元、系统的外形根据产品的演变有所变化，请以实物为准。

## 1.4 机床输入/输出（标准 PLC 定义）

### 1.4.1 GSK986G 输入/输出

| PLC 地址 | 定 义 | | PLC 地址 | 定 义 |
|---|---|---|---|---|
| X8.0 | 急退检测输入 | | Y8.0 | 头架(主轴)控制(高速) |
| X8.1 | 外接尾座控制信号 | | Y8.1 | 头架(主轴)控制(准停速度) |
| X8.2 | 卡盘外部控制输入/电磁吸盘检测输入 | | Y8.2 | 冷却控制 |
| X8.3 | 润滑电机过载/压力低/液位低检测输入 | | Y8.3 | 砂轮(右)控制 1 |
| X8.4 | 液压电机过载/液压液面低检测输入 | | Y8.4 | 砂轮(右)控制 2(星型) |
| X8.5 | 头架(主轴)电机过载检测输入 | | Y8.5 | 砂轮(右)控制 3(三角型) |
| X8.6 | 冷却电机过载 | | Y8.6 | 液压泵控制 |
| X8.7 | 砂轮电机过载检测输入 | | Y8.7 | 润滑控制 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X9.0 | X 轴机床正向限位 | | Y9.0 | 红色灯(三色灯) |
| X9.1 | 3th 轴机床正向限位 | | Y9.1 | 黄色灯(三色灯) |
| X9.2 | Z 轴机床正向限位 | | Y9.2 | 绿色灯(三色灯) |
| X9.3 | 4th 轴机床正向限位 | | Y9.3 | |
| X9.4 | X 轴机床负向限位 | | Y9.4 | |
| X9.5 | 3th 轴机床负向限位 | | Y9.5 | 端面/径向量仪测量显示切换输出 |
| X9.6 | Z 轴机床负向限位 | | Y9.6 | 端面量仪输出 |
| X9.7 | 4th 轴机床负向限位 | | Y9.7 | 径向量仪输出 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X10.0 | X 轴回零减速信号 | | Y10.0 | * 尾座进控制输出 |
| X10.1 | 3th 轴回零减速信号 | | Y10.1 | * 尾座退控制输出 |
| X10.2 | Z 轴回零减速信号 | | Y10.2 | * 传送带控制 |
| X10.3 | 4th 轴回零减速信号 | | Y10.3 | * 吹气控制 |
| X10.4 | 端面量仪进到位检测输入 | | Y10.4 | 档位 1 输出 |
| X10.5 | 端面量仪退到位检测输入 | | Y10.5 | 档位 2 输出 |
| X10.6 | 径向量仪进到位检测输入 | | Y10.6 | 档位 3 输出 |
| X10.7 | 径向量仪退到位检测输入 | | Y10.7 | 档位 4 输出 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X11.0 | 主轴准停到位信号 | | Y11.0 | * 气缸 1 上 |
| X11.1 | 防护门检测输入信号 | | Y11.1 | * 气缸 1 下 |
| X11.2 | | | Y11.2 | * 气缸 2 控制 |
| X11.3 | | | Y11.3 | |
| X11.4 | | | Y11.4 | * 送料夹具控制 |
| X11.5 | | | Y11.5 | * 退料夹具控制 |
| X11.6 | | | Y11.6 | * 夹头(卡盘)松 |
| X11.7 | | | Y11.7 | * 夹头(卡盘)紧 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X12.0 | | | | |
| X12.1 | | | | |
| X12.2 | * 料仓有料检测 | | | |
| X12.3 | * 送料夹具有料检测 | | | |
| X12.4 | * 退料夹具有料检测 | | | |
| X12.5 | * 气压检测信号 | | | |
| X12.6 | * 送料启动信号 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X12.7 | * 送料停止信号 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X13.0 | * 气缸 1(桁架)上到位 | | | |
| X13.1 | * 气缸 1(桁架)下到位 | | | |
| X13.2 | * 气缸 2(送料架)上到位 | | | |
| X13.3 | * 气缸 2(送料架)下到位 | | | |
| X13.4 | * 夹具旋转到位 | | | |
| X13.5 | * 夹具旋转回位 | | | |
| X13.6 | * 尾架进到位 | | | |
| X13.7 | * 尾架退到位 | | | |



### 1.4.2 GSK986Gs 输入/输出

| PLC 地址 | 定 义 | | PLC 地址 | 定 义 |
|---|---|---|---|---|
| X8.0 | 急退检测输入 | | Y8.0 | 头架(主轴)控制 |
| X8.1 | 外接尾座控制信号 | | Y8.1 | |
| X8.2 | 卡盘外部控制输入/电磁吸盘检测输入 | | Y8.2 | 冷却控制 |
| X8.3 | 润滑电机过载/压力低/液位低检测输入 | | Y8.3 | 砂轮(右)控制 1 |
| X8.4 | 液压电机过载/液压液面低检测输入 | | Y8.4 | 砂轮(右)控制 2(星型) |
| X8.5 | 头架(主轴)电机过载检测输入 | | Y8.5 | 砂轮(右)控制 3(三角型) |
| X8.6 | 冷却电机过载 | | Y8.6 | 液压泵控制 |
| X8.7 | 砂轮电机过载检测输入 | | Y8.7 | 润滑控制 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X9.0 | X 轴机床正向限位 | | Y9.0 | 红色灯(三色灯) |
| X9.1 | 3 轴机床正向限位 | | Y9.1 | 黄色灯(三色灯) |
| X9.2 | Z 轴机床正向限位 | | Y9.2 | 绿色灯(三色灯) |
| X9.3 | | | Y9.3 | |
| X9.4 | X 轴机床负向限位 | | Y9.4 | |
| X9.5 | 3 轴机床负向限位 | | Y9.5 | 端面/径向量仪测量显示切换输出 |
| X9.6 | Z 轴机床负向限位 | | Y9.6 | 端面量仪输出 |
| X9.7 | | | Y9.7 | 径向量仪输出 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X10.0 | X 轴回零减速信号 | | Y10.0 | * 尾架(顶料)控制 |
| X10.1 | 3 轴回零减速信号 | | Y10.1 | |
| X10.2 | Z 轴回零减速信号 | | Y10.2 | * 传送带控制 |
| X10.3 | | | Y10.3 | * 吹气控制 |
| X10.4 | 端面量仪进到位检测输入 | | Y10.4 | |
| X10.5 | 端面量仪退到位检测输入 | | Y10.5 | |
| X10.6 | 径向量仪进到位检测输入 | | Y10.6 | |
| X10.7 | 径向量仪退到位检测输入 | | Y10.7 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X11.0 | | | Y11.0 | * 气缸 1 上 |
| X11.1 | | | Y11.1 | * 气缸 1 下 |
| X11.2 | | | Y11.2 | * 气缸 2 控制 |
| X11.3 | | | Y11.3 | |
| X11.4 | | | Y11.4 | * 送料夹具控制 |
| X11.5 | | | Y11.5 | * 退料夹具控制 |
| X11.6 | | | Y11.6 | * 夹头(卡盘)松 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X11.7 | | | Y11.7 | * 夹头(卡盘)紧 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X12.0 | | | | |
| X12.1 | | | | |
| X12.2 | * 料仓有料检测 | | | |
| X12.3 | * 送料夹具有料检测 | | | |
| X12.4 | * 退料夹具有料检测 | | | |
| X12.5 | * 气压检测信号 | | | |
| X12.6 | * 送料启动信号 | | | |
| X12.7 | * 送料停止信号 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X13.0 | * 气缸 1(桁架)上到位 | | | |
| X13.1 | * 气缸 1(桁架)下到位 | | | |
| X13.2 | * 气缸 2(送料架)上到位 | | | |
| X13.3 | * 气缸 2(送料架)下到位 | | | |
| X13.4 | * 夹具旋转到位 | | | |
| X13.5 | * 夹具旋转回位 | | | |
| X13.6 | * 尾架进到位 | | | |
| X13.7 | * 尾架退到位 | | | |



**注 意**

1、以上的地址个数不代表具体的I/O数量，根据不同需要选配I/O单元。

2、以上PLC地址的开头与配置第一个I/O单元模块的第一个地址标识对应，依此类推。

3、定义前面带有“*”的，表示该地址为标准PLC控制桁架的输入/输出。

## 1.5 其它输入（量仪、附加面板）

### 1.5.1 主机后盖输入接口定义

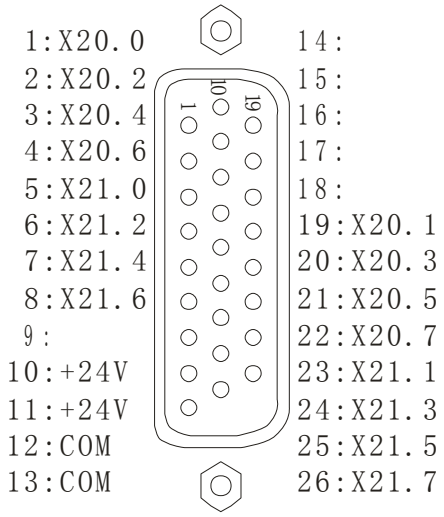



图 1- 5 输入接口（26 芯 D 型孔插座）

系统 G31 对应的 P 信号从 X20.0～X21.7 依次为 P0~P15。

### 1.5.2 输入与附加面板的连接（一体式 CNC 专用）

| 引脚 号 | PLC 地址 | 说 明 |
|---|---|---|
| P1 | X20.0 | 量仪信号 P0 |
| P2 | X20.2 | 量仪信号 P2 |
| P3 | X20.4 | 量仪信号 P4 |
| P4 | X20.6 | 外接循环启动 |
| P5 | X21.0 | 进给（16 位）波段开关 A |
| P6 | X21.2 | 进给（16 位）波段开关 B |
| P7 | X21.4 | 快速（8 位）波段开关 A |
| P8 | X21.6 | 快速（8 位）波段开关 B |
| P9 | 空 | |
| P10~P11 | ＋24V | |
| P12~P13 | COM | 输入信号公共端、波段开关 D |
| P14~P18 | 空 | |
| P19 | X20.1 | 量仪信号 P1 |
| P20 | X20.3 | 量仪信号 P3 |
| P21 | X20.5 | 量仪信号 P5 |
| P22 | X20.7 | 外接进给保持 |
| P23 | X21.1 | 进给（16 位）波段开关 F |
| P24 | X21.3 | 进给（16 位）波段开关 E |
| P25 | X21.5 | 快速（8 位）波段开关 F |
| P26 | X21.7 | 急停 |

**注 意**

波段开关从右往左依次为“G、F、E、D、 C、B、A”。

# 第二章　功能调试

## 2.1 系统功能

不同的 CNC 配备功能有所差异，请参照相关《技术指南》或系统厂家。

## 2.2 机床调试

机床调试见《***使用手册》的第三篇第四章节。

## 2.3 全闭环控制（光栅尺）

CNC 对机床多采用半闭环控制，在机械精度、环境允许的范围内，其调节相对简单，只需考虑电机的平稳控制及足够的力矩输出即可，通常调整基本参数（需要根据负载情况调整刚性）即可满足使用需求。

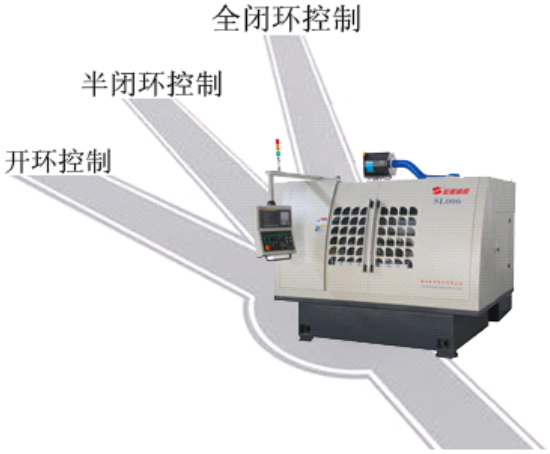



图 2- 1　CNC 常用控制模式

随着环境、机械精度等因素的局限，限制了加工精度的提升，越来越多的机床增加光栅、磁栅等外部反馈测量元件，要求 CNC 实时处理反馈数据，调整输出指令，以满足多变的加工需求。要求 CNC 具有全闭环的控制方式，以实现更高的控制性能。但是，使用全闭环控制在提高机床精度的同时，各种因素带来不同的弊端，比如震动、干扰等疑难问题在数控机床，乃至 CNC 的参数诊定中显得尤为突出，以下针对常见的参数诊定方法进行阐述。

**注 意**

外部反馈测量元件不仅局限于常见的光栅尺、磁栅尺等，甚至包括温度数据单元、震动仪等，以下为了方便表述统一以光栅尺为主。

### 2.3.1 半闭环控制

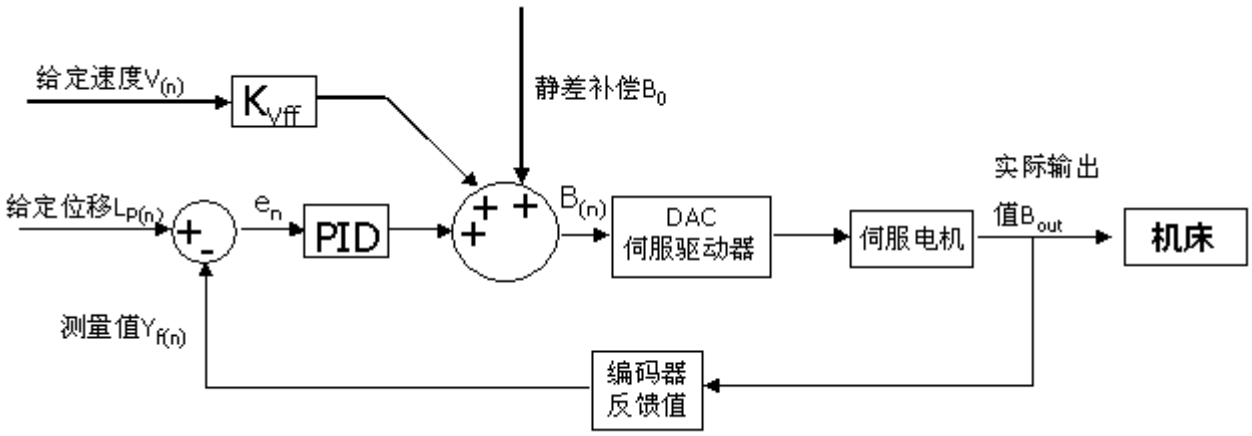



图 2- 2 半闭环控制原理

常规的半闭环控制模式，参数诊定以刚性调节为主，主要调整参数 P1*35，见《***使用手册》的第三篇 4.6.3 节。

### 2.3.2 单位置环控制

实际应用中，CNC 的全闭环控制分为单位置环控制和双位置环控制两种模式。

在环境、机械精度允许的情况下，建议采用单位置环控制，即 CNC 只采集光栅尺（机床当前位置信息）数据进行调整，数据量较少、参数诊定相对简单。

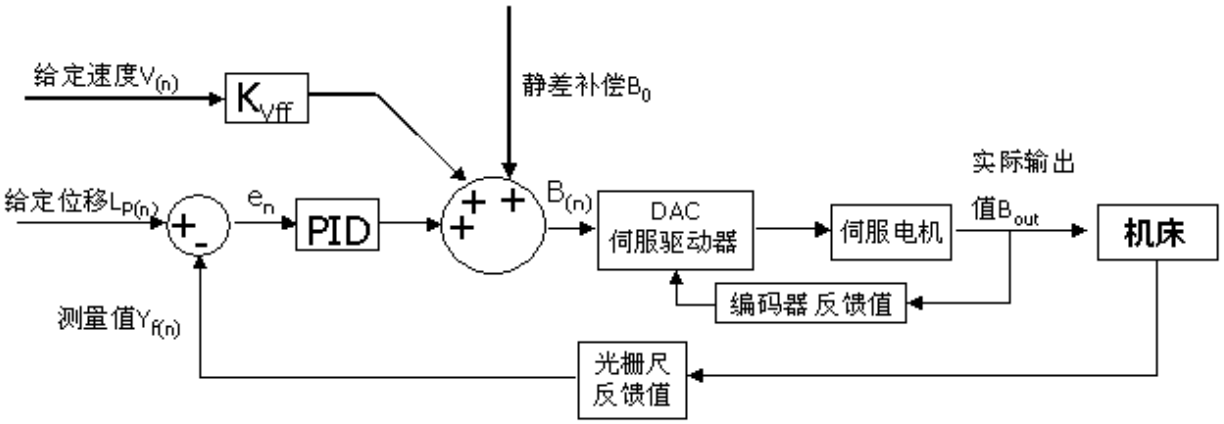



图 2- 3 单位置环控制原理

### 2.3.3 双位置环控制（光栅尺）

在环境干扰较大，机械精度不高的情况下，光栅尺反馈信号的谐波量超过系统抑制的范围，此时建议使用双位置环控制，此时 CNC 需要同时读取光栅尺、电机实时数据，进行指令调整，数据量较大、参数诊定复杂。

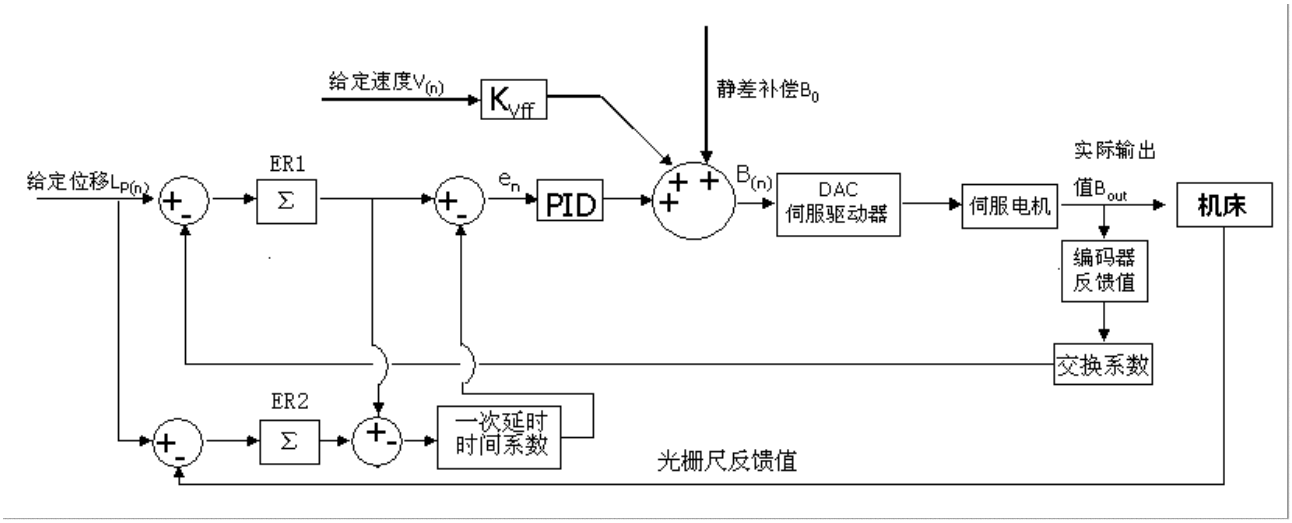



图 2-4　双位置环控制原理

### 2.3.4 参数调整

轴参数

| P | 1 | * | 0 | 2 | | | | | | | 光栅尺 | 类型 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Bit1：　0 = 增量式光栅尺

1 = 绝对式光栅尺

Bit2：　0 = 光栅尺功能不启用

1 = 光栅尺功能启用

| P | 1 | * | 0 | 1 | | | | | | | 方向 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Bit2：　0 = 光栅尺信号与电机运动方向同向

1 = 光栅尺信号与电机运动方向反向

| P | 1 | * | 0 | 0 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 双位置 | | | | | | | |

Bit6：　0 = 双位置环功能不启用

1 = 双位置环功能启用

| P | 1 | * | 4 | 2 | 光栅尺分辨率（um） |
|---|---|---|---|---|---|

光栅尺的分辨率

| P | 1 | * | 4 | 3 | 光栅尺多圈计数最大值（圈） |
|---|---|---|---|---|---|

光栅尺多圈计数最大值（绝对式光栅尺）

| P | 1 | * | 4 | 5 | PID 调节区间（mm） |
|---|---|---|---|---|---|

PID 调节区间用在限制轻微误差而引起的机械振荡

| P | 1 | * | 4 | 6 | 双位置环误差最大值（mm） |
|---|---|---|---|---|---|

双位置环误差最大值（报警范围）

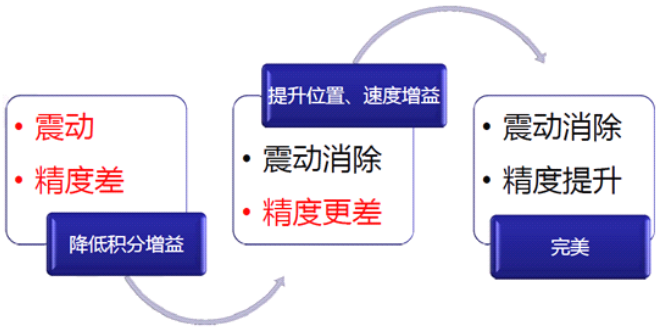
| P | 1 | * | 4 | 7 | 双位置环调节周期（mm） |
|---|---|---|---|---|---|

双位置环调节周期

**注 意**

1、单位置环控制时，P1*00的D6、P1*46、P1*47不需要调整；

2、参数的调整顺序为“先调整速度环，再调整位置环”。先设好上述除了P1*45、P1*47以外的参数，然后移动机床测试性能，当出现振动、有噪音、爬行、出力不够等异常情况，需要调整基本性能参数（伺服电机的速度环比例增益、速度环积分系数、速度反馈滤波系数），调整方向如下：




### 2.3.5 应用举例

某机床改造，丝杆、导轨磨损严重，机床运动噪音较大，加工精度不理想，公差范围大。

处理：以 X 轴为例，增加光栅尺（HEIDENHAIN 的 LS487），参数设定如下：

（1）设置双位置环误差 P1146，电机及光栅尺最大误差范围；

（2）开启双重位置反馈，设置双位置环调节周期 P1151 为 100ms ，震动有所缓解。

（3）调整驱动刚性参数 PA15~18，降低电机噪音。

（4）打开 CNC 静差调节开关 P0007 的 D0，切换到位置页面、手动方式，等待系统静态跟随误差自动为 0。

（5）给定系统位置环比例系数 P1133，进一步提高电机控制刚性。

（6）快速移动该轴，观察匀速的跟随误差，调整 P1137 和 P1138 参数。

（7）修改双位置环误差 P1146 范围为 0.2mm；

（8）进行螺距补偿。

### 2.3.6 注意事项

- 目前 CNC 使用的光栅尺为增量式，信号为带差分的方波信号（TTL 电平），绝对式光栅尺在使用前请向厂家咨询。
- 选用光栅尺时，注意光栅尺的精度不能选太低，不然越容易引起机械共振。
- 光栅尺等检测元件（光栅尺、编码器等）容易受使用环境（水气、油雾、粉尘等因素）影响正常使用而造成误操作，安装前请慎重。
- 全闭环控制对于机械传动机构的配合精度要求较高，当机械出现过大的间隙或误差时，会产生伺服调整振荡，机床工作时出现高频噪声，无法正常使用，因此需要严格控制机械误差。



## 2.4 其它功能

### 2.4.1 多主轴功能

主轴数量：P0010；

多个主轴时，主轴转速输出依次为：“S**** IPn（n=1，2,……）”。即当主轴数量为 1，主轴转速输出为“S****”或“S**** IP1”；当主轴数量为 2，第一主轴转速为“S****”或“S**** IP1”，第二主轴转速为“S**** IP2”。

C/S 轴控制时，位置指令通过该轴轴名定义，例如 A 轴；速度指令也通过“S**** IPn（n=1，2,……）”，这里的 n=模拟主轴个数＋当前 C/S 轴的主轴顺序，例如 P0010 设定为 2，C/S 轴共有 3 个，第二个 C/S 轴的 S 指令为“S**** IP4”，依此类推。

### 2.4.2 旋转轴（C/S 轴）多圈定位

C/S 轴用该轴轴名指定定位位置时，例如 C 轴，定位可以直接通过“C****”指定。

若出现定位位置超过 1 圈，C 轴定位 “****”超过±99999.9999 时，可以通过增加指定圈数的方式“CC****”，第一个“C”代表圈数指定，第二个“C”代表当前 C/S 轴指定轴名。

示例，A 轴以每分钟一圈的速度旋转 10000 度，编程如下：

G1 A10000 F360；　　等同　G1 CA27 A280 F360；

### 2.4.3 手脉功能

本 CNC 提供的手脉功能在程序中分为两种，包括手脉插入和手脉干预两种。

- **手脉插入**

程序执行到手脉插入指令，程序段处于进给保持状态，此时手脉插入功能有效，可通过轴选、倍率选控制轴移动，消除空程或对刀。再次按 

键当前指令执行完成。

指令：M87（PLC 指定）；

指令格式：单独成行；

坐标变化：工件坐标系与机床坐标系同时变化。

- **手脉干预**

程序执行手脉干预指令，后面的程序段继续正常运行，在收到关闭手脉干预指令前，任意程序段位置都可以通过手脉叠加移动指令值，叠加的指令值直接反应在机床坐标系中，工件坐标系不受影响，直到收到关闭手脉干预指令后，机床坐标系偏移的值将补偿到工件坐标系中。

指令：M88_开启手脉干预功能（PLC 指定）；

M89_关闭手脉干预功能（PLC 指定）；

指令格式：单独成行；

坐标变化：手脉干预的过程中，干预的位移量叠加到机床坐标系中，工件坐标系不变，直到关闭手脉干预功能，干预的位移量将补偿到工件坐标系中。



**注 意**

以上功能建议选用外挂手持单元，否则容易由于系统工作状态的限制手脉面板轴选功能（PLC设定）。

### 2.4.4 手动干预

手动干预，又叫手动插入位移量，功能有待完善中。

### 2.4.5 修整方式

GSK986 提供了平行于自动工作方式的“修整”，“修整”模式固定调用程序“8000.CNC”，可通过自定义按键调用该模式直接执行砂轮修整。

### 2.4.6 公共变量的保存和恢复

宏变量段#500～#999 为公共变量(2)，在 程序 PRG 的“**目录”页面和 设置 SET 的“宏变量”页面提供保存该段变量的数值。

在当前页面下，按 HOME 键弹出信息栏，显示“备份宏变量：　　”，输入备份的文件名称（范围 0～9999），例如，输入 10，然后按 回车 ENT 确认，CNC 即完成“10.MAC”文件的备份操作。

在当前页面下，按 END 键弹出信息栏，显示“恢复宏变量：　　”，输入恢复的文件名称（范围 0～

9999)，例如，输入 10，然后按 回车 ENT 确认，CNC 即完成“10.MAC”文件的恢复操作，恢复的变量数据将直接覆盖当前数据，因此注意恢复操作时的工作方式。

### 2.4.7 个性化开机页面

CNC 提供个性化开机图片，在参数 P0001 的 D2 为 1 有效时，在开机初始化完成后将停留显示自定义图片，直到有效的编辑面板操作后，再正常进入系统。

支持的自定义图片格式为“.BMP”，大小为 800×600，名称为“LOGO.BMP”，储存路径为“CNC 目录/USBDisk”的根目录下。

# 第三章　基本操作

## 3.1 页面切换

### 3.1.1 主页面切换

CNC 主机编辑面板提供页面切换按键如下，可以在位置、程序、图形、设置、系统、信息等六大页面来回切换：




### 3.1.2 子页面切换

- **软按键切换（屏幕下方）**

如下图，屏幕下方显示相应页面的软键操作，其中，黑色字体表示的是该主页面的子页面切换按键，蓝色字体表示的是该页面的相关操作，蓝色背景代表当前页面。



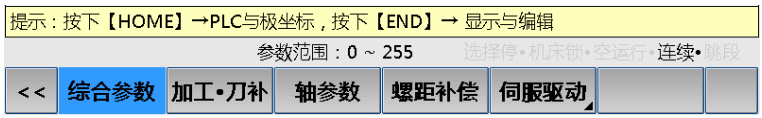

- **子页面内各菜单翻页**

在 

主页面，子页面的内容较多的情况下，使用 

和 

键在各子菜单中来回切换，如下图：




## 3.2 数据输入

- **编程输入**

具有 

的编辑键盘，直接按相应的字符完成数据输入，输入上档字符时，需要按一下 

键，其指示灯亮了以后，其上档键值才能有效，再按一下 

键，上档键值取消；

没有上档键的编辑键盘，直接按相应的字符完成数据输入，瞬间再按第二次切换到上档字符，再按第三次时确认录入并再次输入第一个字符，如此循环。

- **坐标设置、宏变量、参数、PLC 数据的输入**

按 

键后对应的输入框清空，然后输入相应字符后，按 

确认；

- **刀偏设置**

按相应轴符号，绝对值输入时按 X、Z、Y、C，相对输入时按 U、W、V、H，出现对话框后直接输入相应字符，按 回车 ENT 确认；

## 3.3 数据查找

按 查找 出现数据对话框，输入需要查找的完整字符，按 回车 ENT 确认即可自动跳转到查找到的位置，再次查找请按 下一个 或 上一个 。

## 3.4 文件的导入/导出

在 程序 PRG 页面下选择 文件管理 软键进入文件管理页面，插入U盘，系统识别后将在右边刷新U盘的信息，页面如下所示：




例如，从U盘导入程序100.CNC：

1）通过 ⇧ 或 ⇩ 移动光标选择程序所在“Prog”文件夹，选择程序所在的文件夹；

2）通过方向键移动光标到“SysParameter”，按 回车 ENT 展开下一级；

3）通过 ⇩ 移动光标到“Prog”，选中程序所在的“Prog”文件夹；

4）通过 ⇨ 移动光标选择U盘目录下的100.CNC文件，选中需要拷贝的文件；

5）通过 ⇦ 移动光标选择方向“<<”，回车 ENT 键确认后页面刷新，完成拷贝，如图：



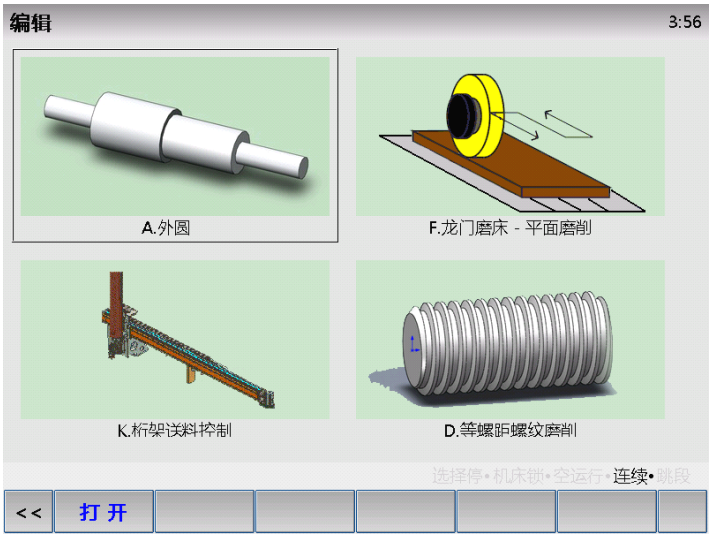

当拷贝的路径已经存在相同的文件名，系统提示“警告：该文件名已存在，是否将文件覆盖？回车/退出”，按 回车 ENT 键确认覆盖；按 退出 ESC 键退出操作。

同理，其它文件夹、梯形图工程、注释等文件的导入/导出操作同上。

简易操作手册

# 第四章　常用加工模块

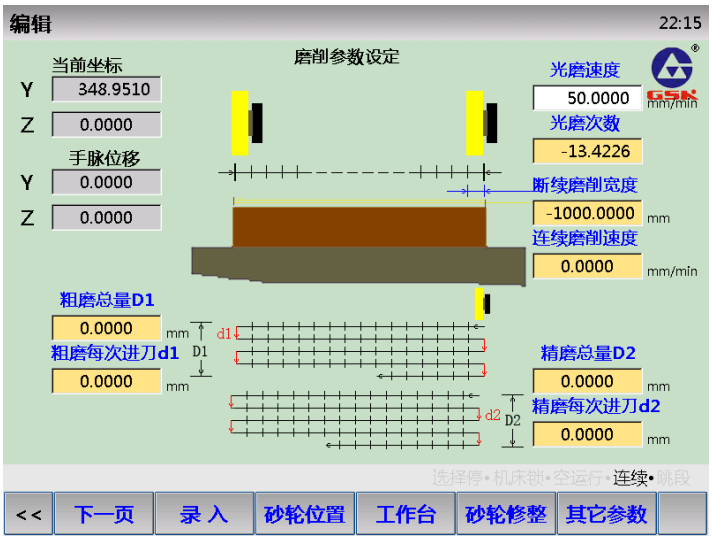
GSK986 提供一个自定义界面功能，机床厂家或者终端用户可以根据需要，在相应页面中设定相应的参数或者变量，即可完成加工需要。在 程序 PRG 页面下，按 图参目录 进入目录，如下：






## 4.1 平面/龙门磨床

### 4.1.1 页面描述




- 磨削参数页面：设定常用的磨削参数，包括速度、进给量等；

粗磨总量 D1：粗磨的总磨削量（Y 向）；

粗磨每次进刀 d1：粗磨时每次进给的切削量（Y 向）；

精磨总量 D1：精磨的总磨削量（Y 向）；

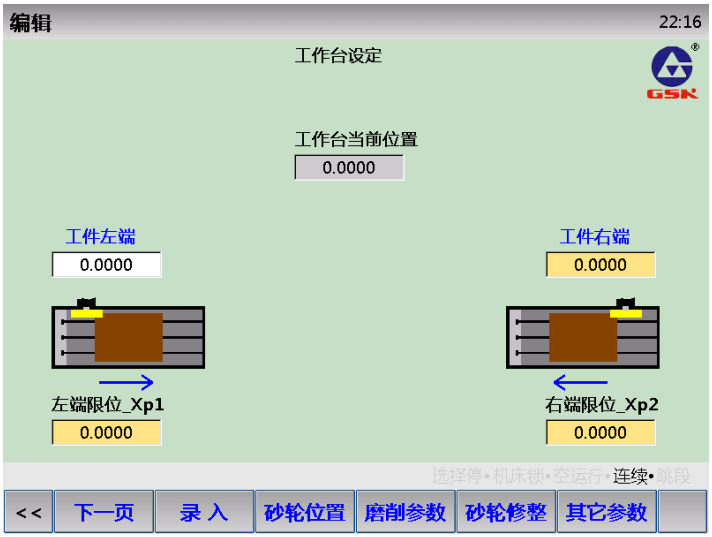
精磨每次进刀 d1：精磨时每次进给的切削量（Y 向）；

光磨速度：不带进给量磨削时的进给速度（Z 向）；

光磨次数：不带进给量磨削时的往复次数（Z 向）；

断续磨削宽度：断续磨削时 Z 向进给一次的宽度；

连续磨削速度：连续磨削时 Z 向连续进给的速度；

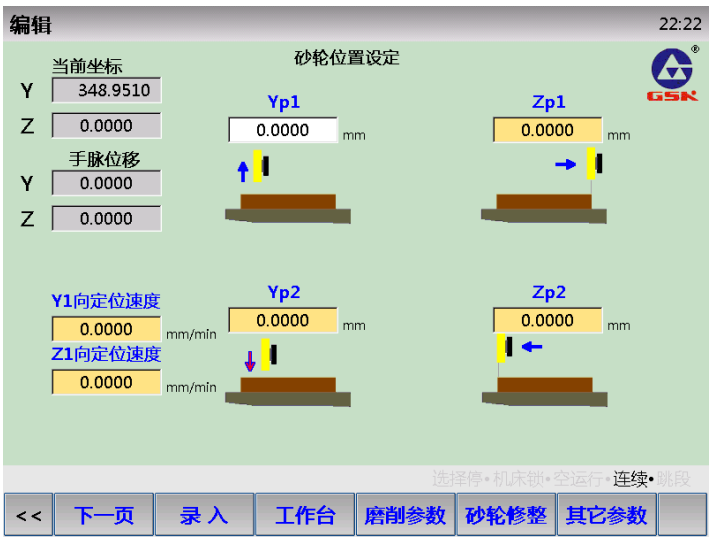



● 工作台页面：设定工作台换向的位置及限位，挡块换向时无效（X 向）；

工作台当前位置：通过编码器（光栅尺）或差分的开关信号读取机床位置；

工件左端：设定工件移动到最左端的换向位置；

工件右端：设定工件移动到最右端的换向位置；




● 砂轮位置页面：设定砂轮起点位置；

Yp1：设定砂轮 Y 向进刀的起始位置（安全位置）；

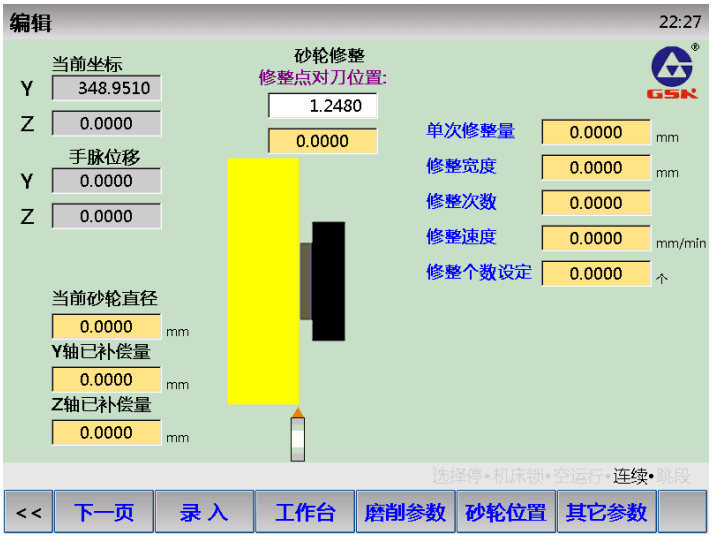
Yp2：设定砂轮 Y 向的磨削起始位置（对刀位置）；

Zp1：设定砂轮 Z 向进刀的起始位置（起点）；

Zp2：设定砂轮 Z 向进刀的起始位置（终点）；

Y1 向定位速度：Y 向的定位速度；

Z1 向定位速度：Z 向的定位速度；




- 砂轮修整页面：设定砂轮修整的相关参数；

当前砂轮直径：监视当前砂轮的大小；

Y 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Y 向的偏移量；

Z 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Z 向的偏移量；

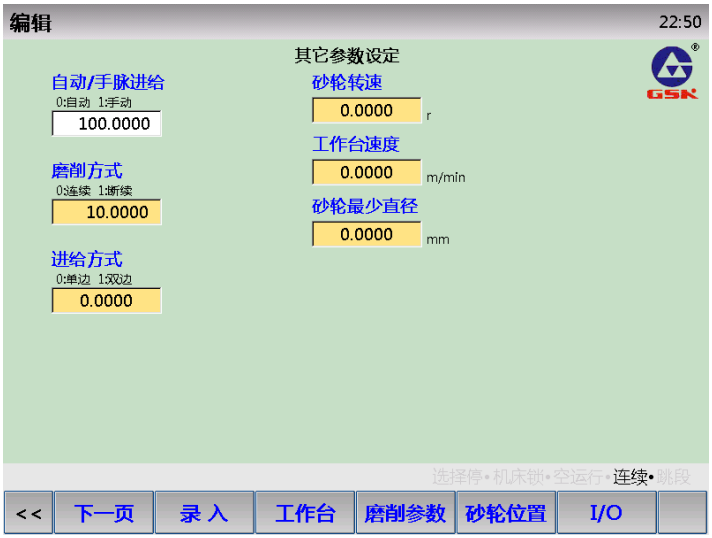
单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（Y 向）；

修整宽度：砂轮修整横向移动的宽度（Z 向）；

修整次数：砂轮修整进给的次数；

修整速度：砂轮修整进给的次数；

修整个数设定：设定砂轮加工循环多少个工件以后进入砂轮自动修整工序；




- 其它参数页面：设定磨削过程中其它参数页面；

自动/手脉进给：循环过程中，砂轮进给的方式，通过程序自动进给还是通过手脉进给（Y 向）；

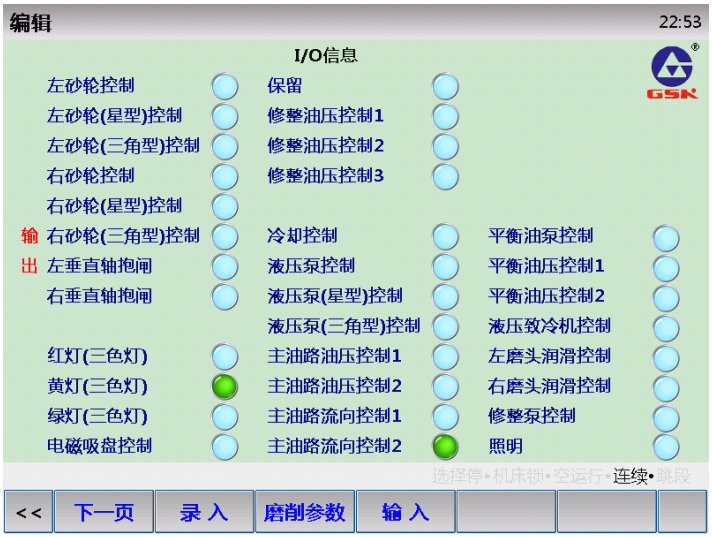
磨削方式：循环过程中，砂轮横向进给的方式，是连续还是断续（Z 向）；

进给方式：断续进给中，砂轮进给方式，是同向进给还是双向进给（Z 向）；

砂轮转速：砂轮转速；

工作台速度：工作台运行的速度（X 向）；

砂轮最少直径：砂轮允许使用的最少直径范围；




- I/O 页面：机床输出的诊断页面；




- I/O 页面：机床输入的诊断页面；

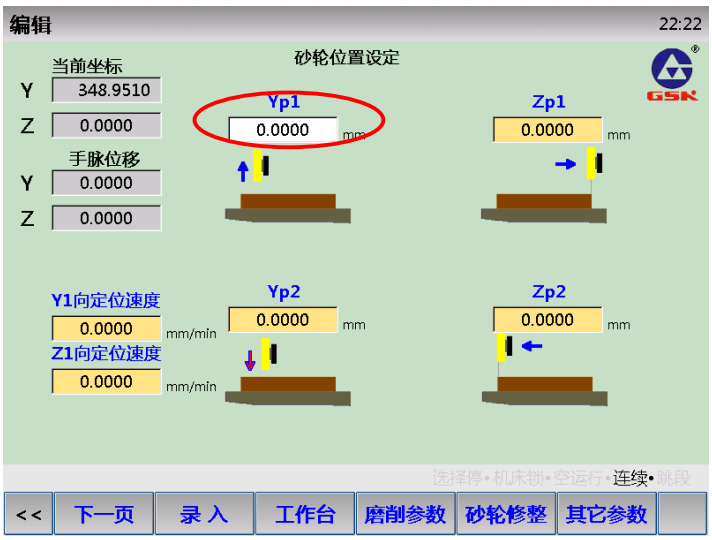
### 4.1.2 简易操作

1）机床、CNC 上电，机床各轴回零；

2）对刀：

放入工件，工作台上磁。

移动砂轮到 Y 向的起刀位置，按 TAB 键选择需要对刀录入的数据，选中后数据框反色显示，如图：




按 录 入 键，位置数据自动填入选择的框中；继续移动砂轮到工件表面，再次按 TAB 键切换光标到 Yp2，按 录 入 键录入当前位置。

依次完成 Z 向、X 向（工作台）的对刀，然后填写 Y、Z 在定位过程中的速度；

3）录入磨削参数：

切换到其它参数页面，选择相应工艺参数。

然后返回磨削参数页面，填入对应的切削量、速度等参数。

4）机床运行：

按 循环起动 运行。

## 4.2 外圆/斜轴磨床

### 4.2.1 页面描述




● 监控主页面：加工在过程中监视普通的加工状态；

正在加工第？个阶梯：显示当前加工工件的部位；

当前砂轮形状：当前修整砂轮的形状；

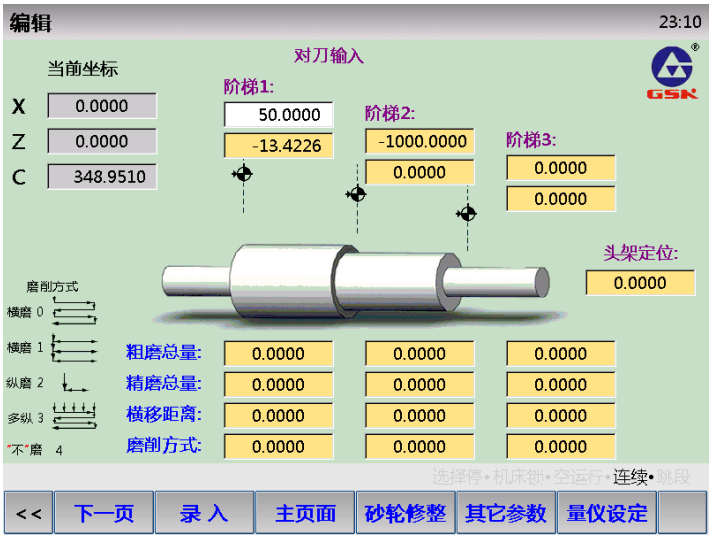
修整时机：加工多少个工件后开始修整砂轮，修整完成后重新计数；

工件总数：当前加工工件总数量；

阶梯总数：当前程序允许加工的阶梯数量，最大可扩展到 32 个；

起始阶梯：分段加工时选择开始加工的阶梯位置；

当前模式：当前程序运行模式是加工？对刀？修整？；




● 对刀输入页面：输入对刀位置，以及常用加工参数的页面；

阶梯 1～3：阶梯的对刀位置；

头架定位：具有头架定位功能时工件准停的位置；

粗磨总量：当前阶梯粗磨时总切削量（X 向）；

精磨总量：当前阶梯精磨时总切削量（X 向）；

横移距离：砂轮横向移动的宽度（Z 向）；

磨削方式：磨削工艺方式选择；




- 磨削参数设定页面：设定基本的磨削参数；

粗磨单次磨量：粗磨时单次进给的切削量（X 向）；

粗磨进给速度：粗磨时砂轮进给速度（X 向）；

精磨单次磨量：精磨时单次进给的切削量（X 向）；

精磨进给速度：精磨时砂轮进给速度（X 向）；

横(Z)向速度：有切削量进给时 Z 轴横向移动的速度；

光磨(Z)速度：光磨时 Z 轴横向移动的速度；

到位停段时间：砂轮每次切削进给，横向到达工件两端时停段时间；

光磨次数/时间：光磨（无切削量进给）时 Z 轴横向来回的次数，或者砂轮停留工件表面的时间；

多纵单次宽度：选用多纵磨削方式时，Z 轴单次横向移动的距离；

X 轴停机位置：X 轴停止运动的安全位置；

Z 轴停机位置：Z 轴停止运动的安全位置；

退刀距离：砂轮磨削完成离开工件表面的距离；

退刀速度：砂轮磨削完成离开工件表面时回退的速度；

表面让刀距离：砂轮快速进刀位置与对刀位置的距离（毛坯的公差范围）；

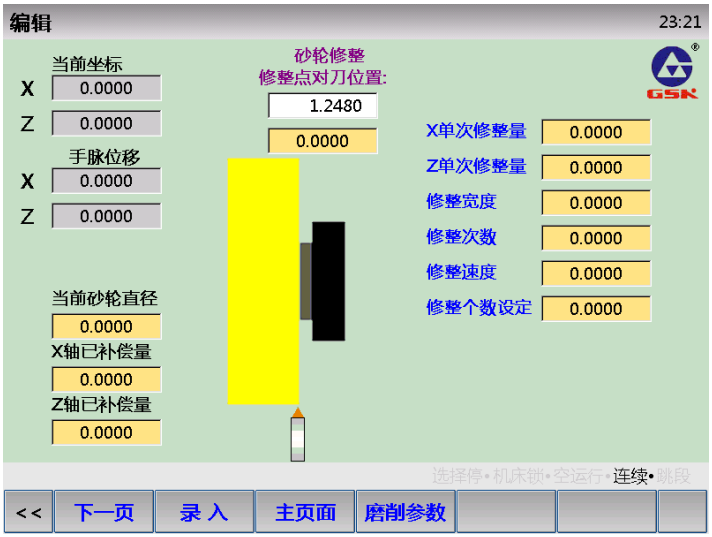
靠近表面速度：砂轮快速移动到进给位置的速度；

定位速度：其它程序段定位的速度；

头架转速：头架的转速；

砂轮转速：砂轮的转速；

砂轮最少直径：砂轮允许使用的最少直径范围；




- 砂轮修整页面：设定砂轮修整的相关参数；

当前砂轮直径：监视当前砂轮的大小；

Y 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Y 向的偏移量；

Z 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Z 向的偏移量；

X 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（X 向）；

Z 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（Z 向）；

修整宽度：砂轮修整横向移动的宽度（Z 向）；

修整次数：砂轮修整进给的次数；

修整速度：砂轮修整进给的次数；

修整个数设定：设定砂轮加工循环多少个工件以后进入砂轮自动修整工序；




- 量仪信号设定页面：量仪信号的分配页面；




- 量仪端口页面：量仪端口诊断页面；



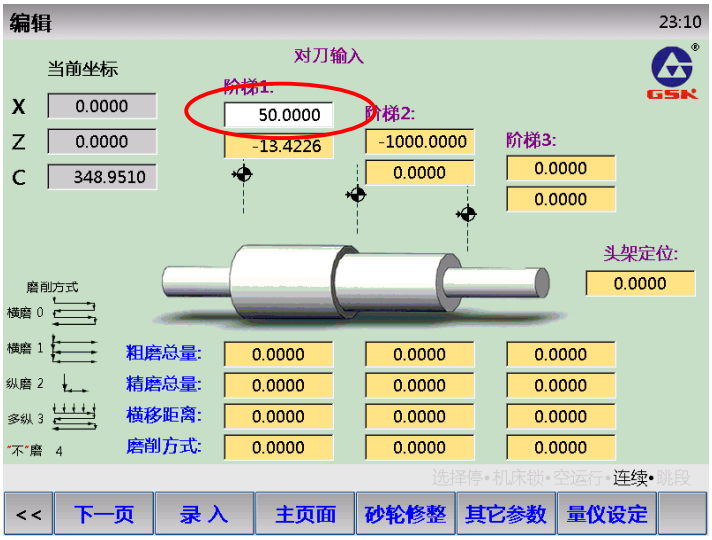

- I/O 页面：机床 I/O 诊断页面；

### 4.2.2 简易操作

1）机床、CNC 上电，机床各轴回零；

2）对刀：

装夹工件，打开 CNC 页面如下。




切换到 手脉 方式，移动砂轮接触到第一个阶梯的表面，按 TAB 键选择相应的对刀位置框，选中后数据框反色显示，如上图，然后按 录 入 键记录当前坐标。依此类推，完成 Z 向定位以及其它台阶、头架（C 向）的定位。

3）录入磨削参数：

切换到其它参数页面，录入相应工艺参数。

返回主页面，填入起始数据。

4）加工：

按 循环起动 键后开始加工。

5）量仪使用：

试磨完成，按 径向量仪进 控制量仪进到工件表面，调整量仪尺寸，然后切换到量仪信号设定页面，按照阶梯位置填入量仪进退控制指令，以及填入量仪端口序号。

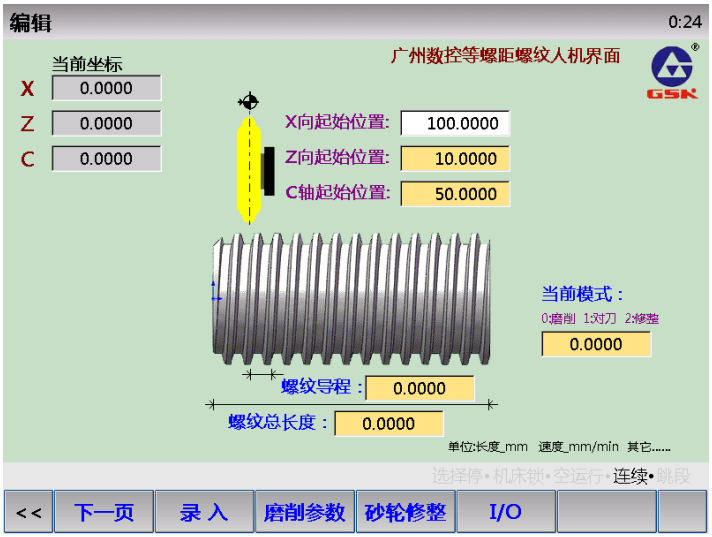
6）重新开始加工。

**注 意**

本外圆/斜轴模块中设定了各阶梯的加工尺寸顺序为单调递增或递减的关系，若有差异，请修改相关程序。

## 4.3 螺纹磨床

### 4.3.1 页面描述



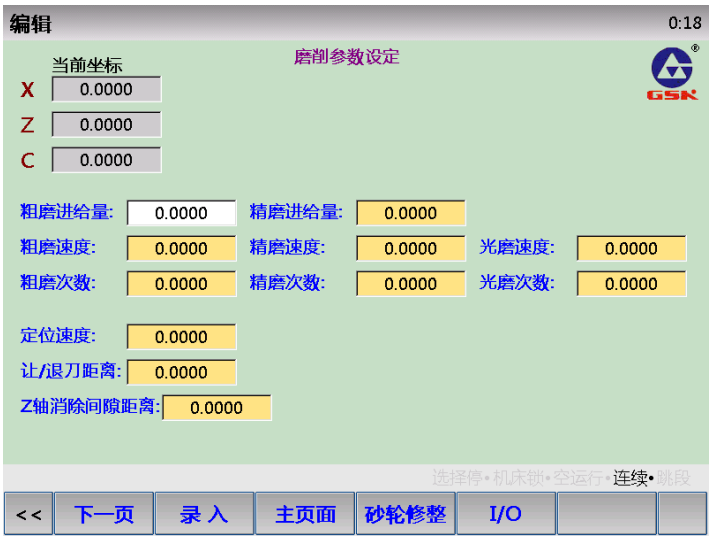

● 螺纹主页面：设定螺纹基本参数；

X、Z、C 向起始位置：工件对刀位置；

当前模式：选择当前程序执行的目标；

螺纹导程：螺纹的螺距；

螺纹总长度：螺纹磨削的总长度；




● 磨削参数页面：设定螺纹磨削的基本参数；

粗磨进给量：粗磨时单次进给的切削量（X 向）；

粗磨速度：粗磨时砂轮进给速度；

粗磨次数：粗磨循环次数；

精磨进给量：精磨时单次进给的切削量（X 向）；

精磨速度：精磨时砂轮进给速度；

精磨次数：精磨循环次数；

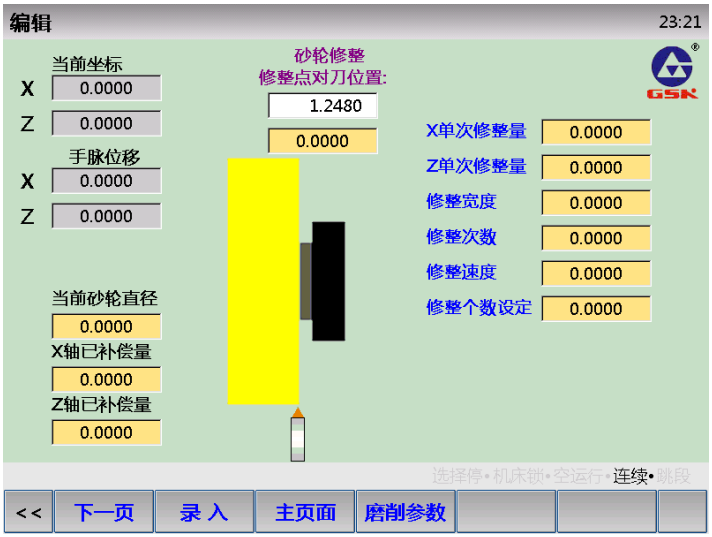
光磨速度：光磨时 Z 轴横向移动的速度；

光磨次数：光磨（无切削量进给）时 Z 轴横向来回的次数；

定位速度：其它程序段定位的速度；

退刀距离：砂轮磨削完成离开工件表面的距离；

Z 轴消除间隙距离：在换向时由于装夹、丝杆等原因出现的间隙补偿值；




- 砂轮修整页面：设定砂轮修整的相关参数；

当前砂轮直径：监视当前砂轮的大小；

Y 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Y 向的偏移量；

Z 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Z 向的偏移量；

X 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（X 向）；

Z 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（Z 向）；

修整宽度：砂轮修整横向移动的宽度（Z 向）；

修整次数：砂轮修整进给的次数；

修整速度：砂轮修整进给的次数；

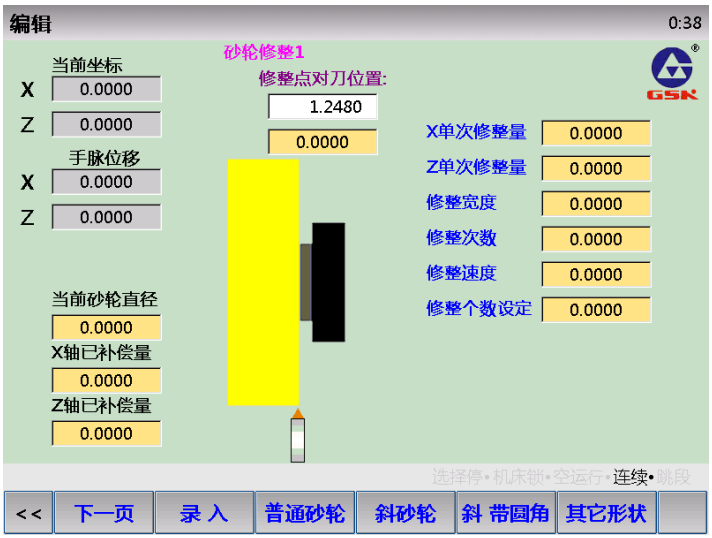
修整个数设定：设定砂轮加工循环多少个工件以后进入砂轮自动修整工序；

### 4.3.2 简易操作

参照 4.2.2。

## 4.4 砂轮修整

### 4.4.1 页面描述




- 普通砂轮修整页面：普通砂轮修整参数设定页面；

当前砂轮直径：监视当前砂轮的大小；

Y 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Y 向的偏移量；

Z 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Z 向的偏移量；

X 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（X 向）；

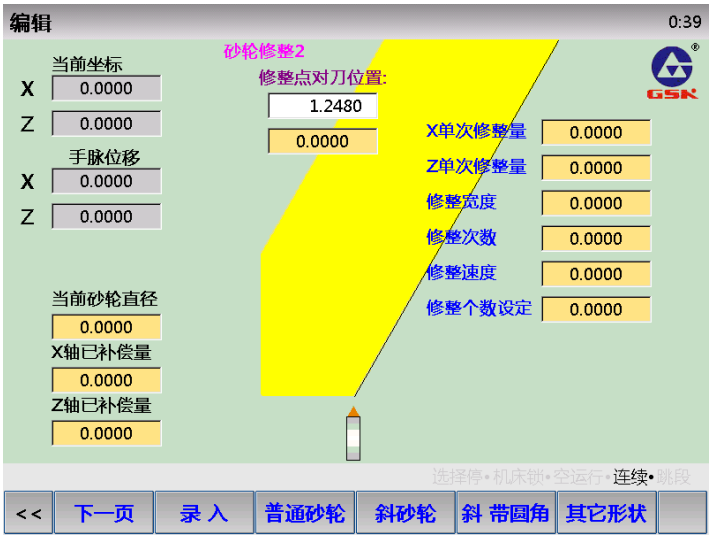
Z 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（Z 向）；

修整宽度：砂轮修整横向移动的宽度（Z 向）；

修整次数：砂轮修整进给的次数；

修整速度：砂轮修整进给的次数；

修整个数设定：设定砂轮加工循环多少个工件以后进入砂轮自动修整工序；




- 斜砂轮修整页面：斜砂轮修整参数设定页面；

当前砂轮直径：监视当前砂轮的大小；

Y 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Y 向的偏移量；

Z 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Z 向的偏移量；

X 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（X 向）；

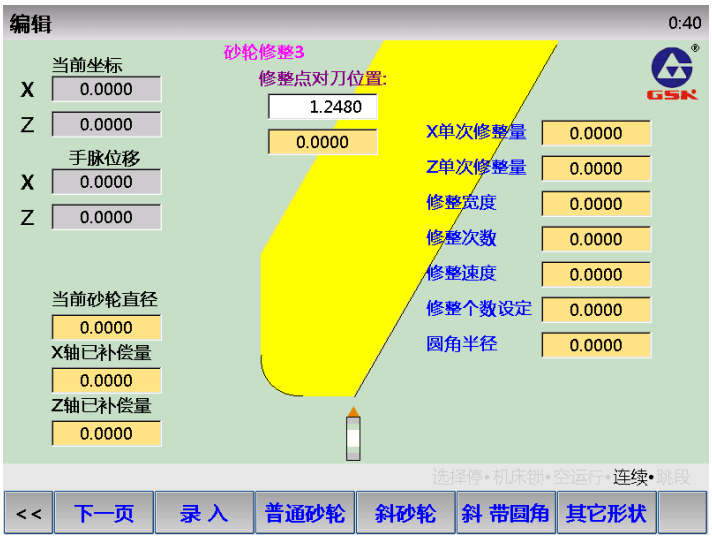
Z 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（Z 向）；

修整宽度：砂轮修整横向移动的宽度（Z 向）；

修整次数：砂轮修整进给的次数；

修整速度：砂轮修整进给的次数；

修整个数设定：设定砂轮加工循环多少个工件以后进入砂轮自动修整工序；




- 斜砂轮修整页面：斜砂轮修整参数设定页面；

当前砂轮直径：监视当前砂轮的大小；

Y 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Y 向的偏移量；

Z 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Z 向的偏移量；

X 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（X 向）；

Z 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（Z 向）；

修整宽度：砂轮修整横向移动的宽度（Z 向）；

修整次数：砂轮修整进给的次数；

修整速度：砂轮修整进给的次数；

修整个数设定：设定砂轮加工循环多少个工件以后进入砂轮自动修整工序；

圆角半径：砂轮修整圆角的半径值；




- 斜砂轮修整页面：斜砂轮修整参数设定页面；

当前砂轮直径：监视当前砂轮的大小；

Y 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Y 向的偏移量；

Z 轴已补偿量：砂轮修整或磨损后补偿到 Z 向的偏移量；

X 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（X 向）；

Z 单次修整量：砂轮修整进给一次的切削量（Z 向）；

修整宽度：砂轮修整横向移动的宽度（Z 向）；

修整次数：砂轮修整进给的次数；

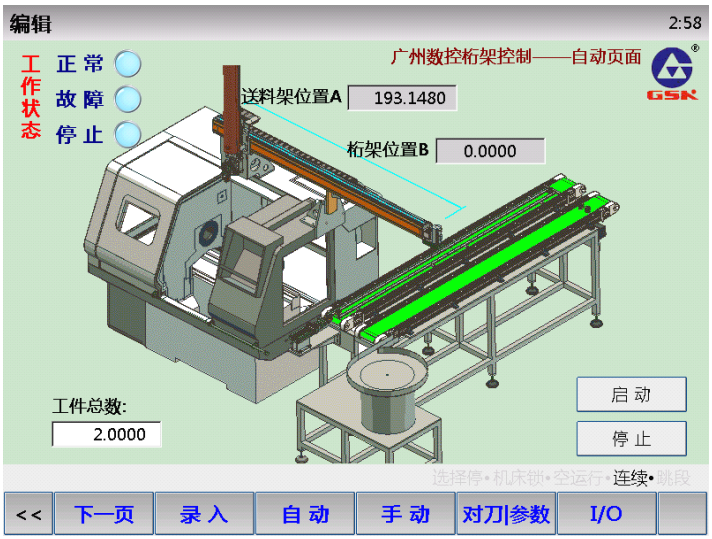
修整速度：砂轮修整进给的次数；

修整个数设定：设定砂轮加工循环多少个工件以后进入砂轮自动修整工序；

第一～六段：砂轮各段的轨迹参数（自定义）；

## 4.5 桁架控制

### 4.5.1 页面描述

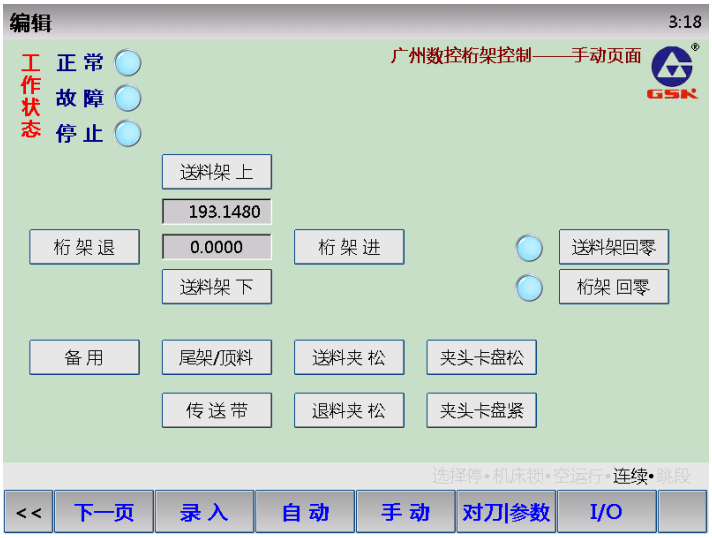


- 自动页面：显示桁架的当前信息；

工件个数：工件计数；

按钮“启动”：启动桁架控制；

按钮“停止”：停止桁架控制；




- 手动页面：此页面通过软键，在整个桁架送料停止的状态下，完成桁架送料的所有手动操作；

按钮“桁架进”“桁架退”：控制桁架（伺服轴）左右移动；

按钮“送料架上”“送料架退”：控制送料架（伺服轴）上下移动；

按钮“送料架回零”： 控制送料架机床回零；

按钮“桁架回零”：控制桁架机床回零；

按钮“备用”：

按钮“尾座/顶料”：控制尾座进行顶料/退料操作；

按钮“传送带”：控制送料传送带；

按钮“送料夹松”：控制送料夹松；

按钮“退料夹松”：控制退料夹松；

按钮“夹头卡盘松”： 控制夹头（头架）卡盘松；

按钮“夹头卡盘紧”：控制夹头（头架）卡盘紧；




- 对刀|参数页面：页面的左边为对刀设置，页面右边设定基本的加工参数；

桁架始端位置：桁架上料的位置；

桁架末端位置：桁架送料的位置；

送料架顶端位置：送料架上料的位置；

送料架尾端位置：送料架送料的位置；

桁架控制模式：选用桁架的控制模式，分 2 伺服轴，1 伺服轴 1 气缸，2 气缸控制共 3 种；

桁架定位速度：桁架移动速度；

送料架速度：送料架移动速度；

传送带速度：传送带运行速度；




- I/O 监控：监控桁架相关 I/O 信息；

### 4.5.2 简易操作

1）手动操作：

在手动页面，按 TAB 键选择对应操作按钮，选中后按钮反色显示，如图所示：




然后按 回车 ENT 键按钮有效，松开 回车 ENT 键复位按钮状态（按钮的输出通过 PLC 控制）；

2）对刀|参数设定：

在“手动”页面，分别移动桁架及工作台到对应的起始、终点位置，然后切换到“对刀|参数”，按 TAB 键切换光标，按 录 入 键分别录入坐标位置。

然后按照页面所示输入速度参数，即完成对刀及参数录入操作。

3）启动送料：

当机床准备完毕，按外部循环启动按钮，或者“自动”页面下的“启动按钮“开始桁架送料流程；

4）停止送料：

当产生报警，例如料盘却料、伺服电机报警、气缸故障等报警时，或者“自动”页面下的“停止按钮”，终止送料并显示报警状态；

## 4.6 内圆磨床

### 4.5.1 页面描述

待补充。

### 4.5.2 简易操作

## 4.7 数控刀具磨床

待补充。

## 4.8 数控曲轴/凸轮磨床

待补充。

## 4.9 数控无心磨床

待补充。

# 第五章　指令

本篇章针对常见的磨削功能，结合 GSK986 数控系统的特点，阐述系统的相关功能指令的应用，这里重点对非圆磨削功能进行描述。

## 5.1 常用指令

### 5.1.1 快速定位与进给

快速定位　G00 X(U) Z(W)

切削进给　G01 X(U)_ Z(W)_ F_

示例：
```
G00 X100 Z2                ；快速定位到安全位置
G01 X82 Z1 F500            ；以 F500 的速度靠近工件磨削位置
G01 X80.5 Z0.5 F30         ；以 F30 的速度进入磨削起点
G01 X80.1 Z0.3 F3          ；以 F3 的速度粗磨
G01 X80.005 Z0.05 F0.6     ；以 F0.6 的速度精磨
G01 X80 Z0 F0.1            ；以 F0.1 的速度磨到尺寸
…
```

- 相关参数

轴参数

| P | 1 | * | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|

快速加减速时间

快速（G00）加减速时间常数（ms）

| P | 1 | * | 2 | 2 |
|---|---|---|---|---|

切削加减速时间

切削（G01）加减速时间常数（ms）

### 5.1.2 进给跳转

进给跳转　G31 X(U)_ Z(W)_ F_ P_;

示例：
```
G01 X80.5 Z0.5 F30      ；以 F30 的速度进入磨削起点
G31 X80 Z0.5 F3 P1      ；以 F3 速度粗磨，期间等待 P1，若从 X80.5 到 X80 的过程中
                          收到 P1，则立即执行下一段；若收不到，程序到 X80 后再
                          往下执行
G31 X80 Z0.05 F0.6 P2   ；以 F0.6 速度精磨，期间等待 P2，若到 X80 的过程中收到 P2，
                          则立即执行下一段；若收不到，程序到 X80 后再往下执行
G31 X79.99 Z0 F0.1 P3   ；以 F0.1 速度磨到尺寸，期间等待 P3，若到 X79.99 的过程中
                          收到 P3，则立即执行下一段；若收不到，程序到 X79.99 后
                          再往下执行
```

…

- 相关参数

轴参数

| P | 0 | 1 | 3 | 7 | G31 即时响应速度 |
|---|---|---|---|---|---|

G31 即时响应速度，即不进行加减速过程马上停止运动的上限速度。

### 5.1.2 等待跳转

等待跳转　G04 D_ P_

示例：　G31 X79.99 Z0 F0.1 P3　；精磨
　　G04 D10 P4　　；光磨，砂轮停留在工件表面，延时 10s，同时等待 P4，若收到 P4，则立即执行下一段；否则，延时 10s 后再往下执行

### 5.1.2 进给循环

循环语句　WHILE（条件表达式） DOm
　　—程序—
　　ENDm

示例：WHILE （#520 LT 20）DO1　；判断，如果#520 小于 20，则 U 以 F0.5 进给 0.01，然后#520
　　G01 U0.01 F0.5　　加 1，如此循环；否则，WHILE 结束
　　#520=#520+1
　　END1

### 5.1.2 信息显示请求

普通用户，CNC 报警信息不允许编辑，PLC 报警修改又不方便，系统针对用户需要运行状态提示，提供 NC 程序信息提示功能，在相应的程序段中增加格式为“MSG=中文注释只能在 PC 机上导入”，即可在程序段执行到该段时显示相应信息，直到有其它信息覆盖或者再次执行“MSG=”清掉为止。

## 5.2 专用指令

### 5.2.1 单摆运动（振荡）

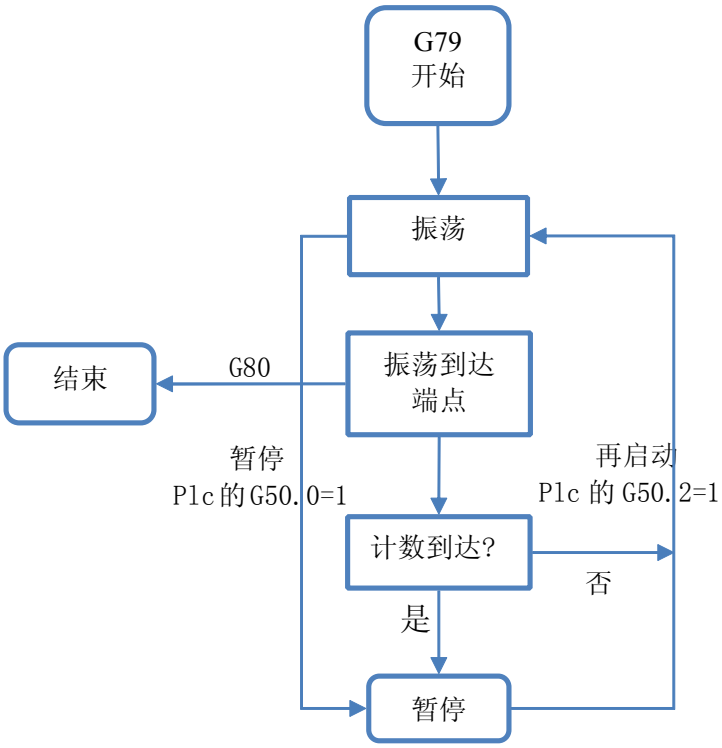
振荡进给　G79 X(U)_ Z(W)_ F_
振荡结束　G80

- 相关参数

加工与刀补

| P | 0 | 1 | 3 | 8 | G79 振荡次数 |
|---|---|---|---|---|---|

G79 作往复运动的次数，设 0 时为不计次数往复运动直到取消。




运行流程图

振荡轴通过指令启动、结束，或者自动运行程序结束后自动停止（需要指令 G80 结束），遇到系统紧急报警时自动停止并结束。控制流程图如上图。

振荡过程中的速度改变，受 G88 信号倍率控制。

振荡与普通进给指令不能在同时出现在同一个轴；但振荡轴和其它进给轴的运动是并行，相互不干扰。

执行振荡轴停止的 G80 指令，当振荡轴没有回到震荡端点前，发生模式切换时震荡轴继续执行到端点后才会停止。

示例：G0 X10 Z20；定位到起始位置

G79 Z30 F4000；启动 Z 轴振荡，以最高 4000 的速度在 20 与 30 之间来回振荡；

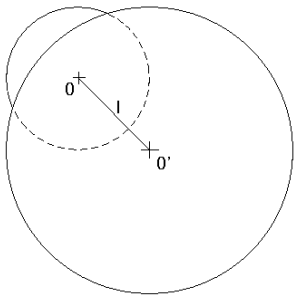
…

G80;取消振荡

…

### 5.2.2 偏心轴类（曲轴）

偏心轴类工件，即磨削的柱体横截面为标准圆，但是其圆心的中轴线 O’偏离工件中轴母线 O 一定距离 I，这个距离即为偏心距（如图）。常见的偏心轴类工件有减速机的偏心轴，发动机的曲轴等等。




目前，此类工件的加工主要依靠工装实现，此方法能很好地保证磨削柱体的圆度，但是对于偏心距精度，多个柱体的锥度、同轴度等要求，则无法给出很好的加工效果。GSK986 针对此类工件的磨削给出了偏心类工件随动磨削指令 G87，在以工件中轴线为基准，砂轮接触工件表面磨削点轨迹为目标；以工件主轴旋转为主控制对象，砂轮控制为从动对象的控制模式；以机床及 CNC 保证工件的加工精度，避免由于工装、靠模等加工方法出现的尺寸一致性较低，精度不高的情况。



#### 5.2.2.1 指令格式

代码格式：G87 I_ RI_ RK_ K_

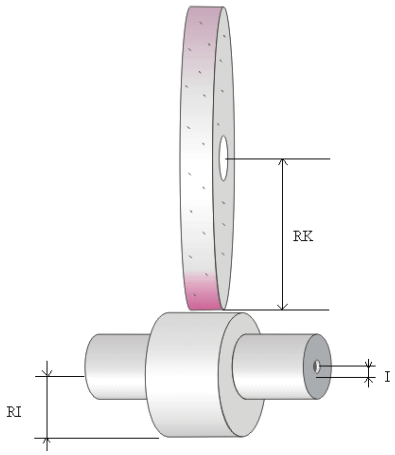
代码功能：工件随着 C 轴旋转，X 轴以随动方式贴着工件表面进行运动。

代码说明：I 为偏心距，需要磨削的圆柱体的中轴线与工件中轴线（顶尖）之间的距离。

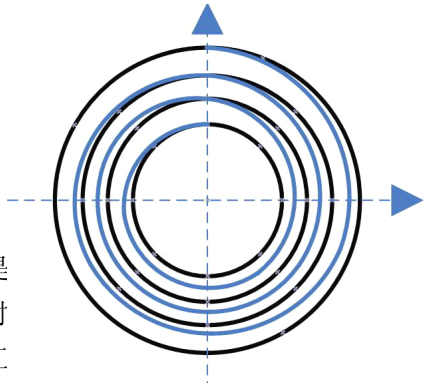
RI 为磨削圆柱体的圆半径。

RK 为砂轮半径。

K 为单圈进给量。




#### 5.2.2.2 进给轨迹



（黑）：圆的轨迹

（蓝）：磨削进给轨迹

指令中的进给方式，是线进给。一方面是避免在一次性进给中，由于进给位置的固定对磨损；二是提高磨削效率；三是砂轮连续进刀的过程中，提高工

#### 5.2.2.3 相关参数

- 加工参数

  加工与刀补参数

| P | 0 | 1 | 0 | 4 | | | | | | | | 匀速 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Bit0： 0 = 磨削点表面匀角速度

1 = 磨削点表面匀线速度

| P | 0 | 1 | 2 | 8 | 光磨圈数 |
|---|---|---|---|---|---|

无进给量（光磨）的旋转圈数

| P | 0 | 1 | 2 | 9 | 工件转速 |
|---|---|---|---|---|---|

工件磨削转速（r/min）

- 补偿参数

| P | 0 | 1 | 3 | 0 | 凸点补偿角度 |
|---|---|---|---|---|---|

砂轮从正向换到负向的输出扭矩补偿范围

| P | 0 | 1 | 3 | 1 | 凹点补偿角度 |
|---|---|---|---|---|---|

砂轮从负向换到正向的输出扭矩补偿范围

| P | 0 | 1 | 3 | 2 | 砂轮半径补偿值 |
|---|---|---|---|---|---|

砂轮半径误差补偿值

| P | 0 | 1 | 3 | 3 | 水平方向补偿值 |
|---|---|---|---|---|---|

工件水平方向的形位偏差

| P | 0 | 1 | 3 | 4 | 垂直方向补偿值 |
|---|---|---|---|---|---|

工件垂直方向的形位偏差

#### 5.2.2.4 相关指标

- 数控系统控制精度

  CNC 的显示及控制理论精度为±0.1um。

  实际的控制精度根据不同的控制条件而有所差异。按照标准配置，系统控制精度以公式表示如下：

$$Err \approx \frac{\sin(\theta) \times \varepsilon \times d \times R}{\sqrt{R^2 + d^2 + 2Rd\cos(\theta)}}$$

Err 表示误差值

θ 当前点的角度位置

ε 旋转轴跟随误差

d 偏心距

R 为砂轮半径与工件半径之和

示例：砂轮半径为 150mm，工件转速 60r/min，半径 13mm，偏心距 1.3mm，系统最大误差 Err ≈0.23um（θ=90°）。

- 圆度

工件圆度是衡量加工精度的一个重要指标，直接反映机床整机性能。除上述列举的 CNC 控制精度外，还需要考虑整机综合性能，在缺乏精密测量仪器情况下，可通过机床加工外圆的圆度，以及加工过程中最大跟随误差（数据诊断）来综合评估加工圆度。

实际加工中，跟随误差越小，圆度越好；转速越低，圆度越好。

- 柱体的尺寸精度

柱体的尺寸精度主要决定于工件对刀精度（忽略机床精度），以对刀点处的半径/直径为基准（其它位置的值由于圆度、锥度关系会出现偏差）。

- 工件圆柱度（锥度）

随动磨削的工件锥度与外圆磨削锥度会有所差异：这是在于外圆磨削属于定点磨削，一般情况下，不同尺寸的工件锥度基本趋向一致，而且机床锥度调节相对简便；但是随动磨削中，工件的锥度受整个砂轮摆动的影响，导轨间隙、线性精度等会在随动过程中容易造成磨削面的摆动，在柱体不同的相位位置出现不同的锥度误差。

对于同一个柱体，相位锥度的偏差将直接影响工件圆柱度；对于同一个工件的多个偏心柱体，柱体间的投影重合度以及综合锥度直接影响工件整体精度。

- 中轴线的平行度

平行度指的是磨削柱体中轴线与工件母线之间的平行度。平行度误差涉及到中心孔、顶尖旋转精度，单个偏心柱体影响可以忽略，但同一个工件具有多个偏心柱体时，平行度要求则比较严格，不同相位的柱体组合的综合平行度误差往往呈几何增长。

- 表面的光洁度

光洁度是验证磨床性能的另外一个重要指标。影响光洁度的因素有砂轮线速度、工件转速、砂轮材质颗粒度、光磨时间等等，CNC 根据不同参数的偏心轴表面光洁度存在差异的特点，给出了恒线速度、恒角速度磨削选项（P0104 的 Bit0）。

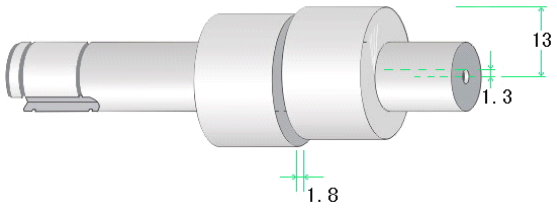
另外，光洁度的重要影响因素是砂轮的材质、颗粒度。

- 加工效率

加工效率同样是机床性能的重要体现。涉及的因素不作一一表述，在此只对加工余量作出要求。磨床加工属于精加工范畴，余量太大容易导致磨削效率、效果降低，另外大余量磨削、分段磨削容易引起工件表面应力的变化，出现工件变形、硬度降低等情况，因此严格控制余量的选择以及粗精光磨的工艺分配。

#### 5.2.2.5 应用举例

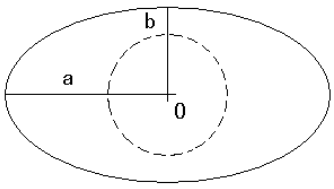
示例：加工尺寸如图的偏心轴




```
O87;
G00 X120;                                  快速定位到砂轮安全位置
C0;                                        工件旋转到对刀零点
G01 X30 F500;                              以 F500 速度靠近工件
M08;                                       开冷却
N1 G01 X29 F20;                            以 F20 速度定位到磨削起点
#6122=2;                                   指定光磨圈数
#6123=60;                                  指定粗磨时工件转速
G87 I1.3 RI13.05 RK200 K0.02 ;             以单圈进给 0.02 开始目标尺寸为 13.05 的粗磨
#6122=20;                                  指定光磨圈数
#6123=40;                                  指定精、光磨时工件转速
G87 I1.3 RI13 RK200 K0.005 ;               以单圈进给 0.005 开始目标尺寸为 13 的粗、光磨
N2 G01 X30 F500;                           柱体 1 完成，退刀
G00 C180;                                  工件翻转 180°，开始柱体 2 磨削
…                                          重复执行 N1～N2 之间程序段
M09;                                       关冷却
M02;                                       程序结束
```

### 5.2.3 椭圆磨削

系统针对横截面为椭圆的工件磨削，设计有椭圆磨削指令 G88。




#### 5.2.3.1 指令格式

代码格式：G88 A_ B_ RK_ K_

代码功能：椭圆的工件围绕 C 轴旋转，X 轴以随动方式贴着工件表面进行运动。

代码说明：A 为椭圆的长轴（工件对刀的轴）

B 为椭圆的短轴

RK 为砂轮半径

K 为单圈进给量

#### 5.2.3.2 进给轨迹

参考“偏心轴类”。

#### 5.2.3.3 相关参数

- 加工参数

加工与刀补参数

| P | 0 | 1 | 2 | 8 | 光磨圈数 |
|---|---|---|---|---|---|

无进给量（光磨）的旋转圈数

| P | 0 | 1 | 2 | 9 | 工件转速 |
|---|---|---|---|---|---|

工件磨削转速（r/min）

- 补偿参数

| P | 0 | 1 | 3 | 0 | 凸点补偿角度 |
|---|---|---|---|---|---|

砂轮从正向换到负向的输出扭矩补偿范围

| P | 0 | 1 | 3 | 1 | 凹点补偿角度 |
|---|---|---|---|---|---|

砂轮从负向换到正向的输出扭矩补偿范围

#### 5.2.3.4 相关指标

参考“偏心轴类”。

### 5.2.4 轨迹（插补）表

GSK986 针对模型为封闭式曲线的工件磨削加工，提供了轨迹（插补）表功能。一般的小线段加工，需要额外处理刀具半径，但是对于磨床使用的刀具，刀具半径在变小的情况下，此方式就不太适用。本 CNC 提供的轨迹表功能，用户只需要提供工件的轮廓轨迹，由于磨损导致的刀具半径的变化而引起的补偿通过系统实现。

#### 5.2.4.1 指令格式

1） 调用指令 G200 P_ Q_

P_指针，调用的子程序，该子程序是凸轮插补点；

Q_速度表子程序号，该子程序是加工速度表；

2） 执行指令 G86 R_ K_ I_

R：砂轮半径

K：每圈进给量

I：预留量

#### 5.2.4.2 插补表格式

1）绝对值输入：

O****；****为程序号

X_ C_；X 为当前点的绝对坐标，C 为当前点的角度

……

M99；子程序结束符

2）相对值输入：

O****；****为程序号

U_ H_；U 为当前点的相对对刀点（0 度位置）的相对位置，H 为当前角度细分的增量

……

M99；子程序结束符

3）混合输入：

O****；****为程序号

X_　H_；X 为当前点的绝对坐标（0 度位置）的相对位置，H 为当前角度细分的增量

……

M99；子程序结束符

#### 5.2.4.3 速度表格式

速度表的速度指令细分范围为 1～360 段；1 段时直接表示为 “C0 F1000；”，360 段时依次为“C0 F1000； C1 F2000……”。具体格式如下：

O****；****为程序号

C_　F_； C 为当前点的角度，F 当前角度的速度

……

M99；子程序结束符

#### 5.2.4.4 插补表细分条件

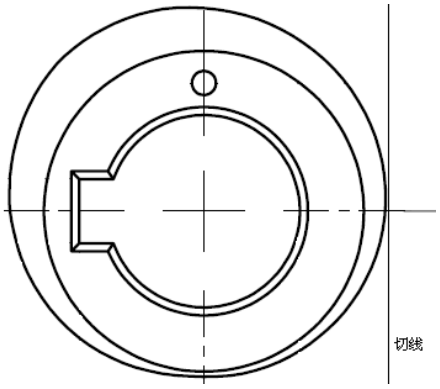
一般情况下，图形轨迹细分段数越多（C/H），但是系统内部有一定的储存限制，因此 986 规定当前执行插补表的行数不超过 40000；若是有补偿表的情况下，插补表+补偿表的行数≤40000。

行数换算为角度即 C（H）轴的分段数范围在 1º~0.01º。

#### 5.2.4.5 插补表的起点与对刀位置

插补表生成时，必须遵循一个原则：

**起点的切线前后不能存在与起点有干涉的其它点。**




工件加工对刀位置即系工件插补表的起点。

起点的切线前后不能存在与起点有干涉的其它点，是由于在磨削过程中，系统对小线段轨迹中作出相应的平滑处理，其原则会导致系统把轨迹中存在干涉的点去掉，致使在工件加工过程收尾过程中，起始点由于终点的变化而差异。

平滑处理不会导致整个工件的形状发生明显变化，其主要目的是在随动加工中，保证两个轴加减速平稳，优化速度跃变超出范围的点。

从平滑处理的公式中可以看出，砂轮直径越大，平滑处理的条件越苛刻。将导致存在凹槽的部分由于平滑的原因形状有所变化。因此，选用直径越小的砂轮将减少干涉的影响。

一般起点（对刀点）就是工件的最远点或最凸出的点。

#### 5.2.4.6 插补表加工的进给方式

同样采用螺旋进给方式（见 5.2.2.2）。

#### 5.2.4.7 速度表的速度处理方式

CNC 执行 G89、G86 时，内部速度表以表中的第一个 F 为参考值，最大的速度增量为 F 的 100 %/秒，超过最大速度增量以最大速度增量算。

#### 5.2.4.8 相关参数

- 加工参数

加工与刀补参数

| P | 0 | 1 | 2 | 8 | 光磨圈数 |
|---|---|---|---|---|---|

无进给量（光磨）的旋转圈数

| P | 0 | 1 | 2 | 9 | 工件转速 |
|---|---|---|---|---|---|

工件磨削转速（r/min）

#### 5.2.4.9 插补表加工技术要点

1） 选用合适的砂轮

从速度平滑处理可以看出，加工不同的工件，为减少砂轮进给速度平滑处理的影响，应该选用相对合适的砂轮。当然，砂轮直径太小时，注意砂轮速度的选择。

2） 对刀原则

一般情况下，对刀时先确定工件中轴线位置（两顶尖位置为工件零点），可以通过试磨外圆的方式确定对刀的位置。

3） 中心高影响的消除

对刀时，一般选用最高点进行对刀，因此注意两顶尖中轴线、对刀点、砂轮中轴线尽量在同一个平面。

4）基圆越大，误差越大的处理

由于插补表的加工采用的是随动磨削方式，轴的跟随性直接影响误差及精度，因此一般基圆越大，单位角度对应的弧长越大，同样跟随性的情况下误差越大。此时尽量降低磨削速度而减少误差范围。

4） 一次性磨削

二次加工时，注意工件的基圆尺寸的变化而引起的工件形状误差。

同时，需要注意分段磨削对工件应力的影响。

# 第六章　应用举例

## 6.1 砂轮修整及补偿

```
O100;砂轮修整
G55;
G00 X#516;              X 向修整起点
G00 Z#517;              Z 向修整起点
M08;                    开冷却
G01 U-0.02 F10;         砂轮修整 0.02
G01 W40 F300;           修整笔横向移动
G01 U-0.02 F10;         砂轮修整 0.02
G01 W-40 F300;          修整笔横向移动
M09;                    关冷却
#5208=#5208+0.04;       G54 坐标偏移（在偏置值上面叠加修整量）
#5216=#5216+0.04;       G55 坐标偏移（在偏置值上面叠加修整量）
G54;
G00 U10;                返回加工零点
M99;
```

## 6.2 砂轮往复运动提高光洁度

```
O101;加工程序
G54;
G00 X50 Z100;           定位到起点
M08;                    开冷却
G79 Z150 F3000;         Z 向以最高 F3000 的速度往复运动
G01 U-0.5 F1;           砂轮以 F1 的速度粗磨进给 0.5mm
G01 U-0.02 F0.2;        砂轮以 F0.2 的速度精磨进给 0.02mm
G04 D1;                 光磨等待 1s
M09;                    关冷却
M02;
```