

声 明！

本手册对本产品的操作使用进行尽可能充分的说明，但是，由于涉及到的可能性太多，无法将所有允许和不允许的操作全部予以说明，因此，为保证产品的正常使用和人身、设备安全，本手册未声明允许的操作应被视为不允许。

警 告！

对本产品进行安装连接、编程操作之前，必须详细阅读本手册及机床厂家的说明书，严格按照本手册和说明书的要求进行操作，否则可能导致产品及机床损坏，工件报废甚至人身伤害。

注 意！

本手册描述的产品功能仅针对本产品，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厂家的设计决定，数控机床功能配置和技术指标以机床厂家的说明书为准。

| | |
|--------------------|-----------|
| 第一章 概述篇 | 1 |
| 1.1 产品特点 | 2 |
| 1.2 技术规格 | 3 |
| 第二章 系统面板介绍 | 4 |
| 第三章 系统诊断 | 8 |
| 3.1 系统诊断画面 | 8 |
| 3.2 画面操作 | 8 |
| 第四章 程序管理方式 | 9 |
| 4.1 程序管理 | 9 |
| 4.2 程序删除 | 9 |
| 4.2.1 系统程序删除 | 9 |
| 4.2.2 U盘程序删除 | 10 |
| 4.3 程序新建和打开 | 10 |
| 4.3.1 程序打开 | 10 |
| 4.3.2 程序新建 | 11 |
| 4.4 系统与U盘程序拷贝 | 11 |
| 4.4.1 系统程序拷贝到U盘 | 11 |
| 4.4.2 U盘中的程序拷贝到系统中 | 11 |
| 第五章 参数设置 | 12 |
| 5.1 参数画面 | 12 |
| 5.2 系统参数修改 | 12 |
| 5.3 螺距补偿参数修改 | 13 |
| 5.4 参数保存 | 13 |
| 5.5 参数恢复 | 13 |
| 5.6 参数初始化 | 13 |
| 5.7 修改系统参数权限说明 | 14 |
| 第六章 自动运行方式 | 15 |
| 6.1 绝对坐标显示 | 15 |
| 6.2 相对坐标显示 | 15 |
| 6.3 机床坐标显示 | 15 |
| 6.4 刀补值显示及修改 | 16 |
| 6.5 系统变量输入及修改 | 16 |
| 6.6 任意段号输入 | 16 |
| 6.7 调用加工程序 | 16 |
| 6.8 单段/连续运行 | 16 |
| 6.9 倍率调整 | 16 |
| 6.10 程序暂停 | 17 |
| 6.11 加工零件计数及加工时间显示 | 17 |
| 6.12 空运行方式 | 17 |
| 6.13 机床锁 | 17 |
| 6.14 M锁 | 18 |
| 6.15 程序段跳选 | 18 |
| 第七章 手动运行方式 | 19 |
| 7.1 手动进给 | 19 |
| 7.2 手动辅助功能 | 19 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 7.3 刀补 | 20 |
| 7.3.1 试切对刀 | 20 |
| 7.3.2 刀补值的修改 | 21 |
| 7.4 手轮（手摇脉冲发生器）方式 | 22 |
| 7.5 手动单步运行 | 22 |
| 7.6 MDI | 22 |
| 7.7 机械回零 | 22 |
| 7.7.1 手动回机械零点 | 23 |
| 第八章 编程 | 24 |
| 8.1 程序的书写形式和程序构成 | 25 |
| 8.1.1 程序的一般结构 | 25 |
| 8.1.2 程序名与指令字 | 25 |
| 8.1.3 程序段及程序段号 | 27 |
| 8.1.4 程序段选跳符 | 27 |
| 8.2 坐标系统（坐标轴定义） | 28 |
| 8.2.1 机床坐标系、机床零点 | 29 |
| 8.2.2 工件坐标系 | 29 |
| 8.3 绝对坐标编程和相对坐标编程 | 29 |
| 8.4 直径编程和半径编程 | 30 |
| 8.5 编程指令 | 30 |
| 8.5.1 准备功能（G 功能） | 31 |
| 8.5.1.1 快速点定位指令G00 | 32 |
| 8.5.1.2 直线插补指令 G01 | 32 |
| 8.5.1.3 圆弧插补指令G02、G03 | 33 |
| 8.5.1.4 程序延时指令G04 | 36 |
| 8.5.1.5 返回机床零点G28 | 36 |
| 8.5.1.6 工件坐标系设定G50 | 37 |
| 8.5.1.7 G96/G97—恒线速切削指令 | 38 |
| 8.5.1.8 G98/G99—分进给指令/转进给指令 | 40 |
| 螺纹切削指令 | 41 |
| 8.5.1.9 等螺距螺纹切削指令G32 | 41 |
| 8.5.1.10 Z轴攻丝循环G33 | 43 |
| 8.5.1.11 螺纹切削循环G92 | 44 |
| 8.5.1.12 复合型螺纹切削循环G76 | 46 |
| 循环指令 | 50 |
| 单一型固定循环指令 | 50 |
| 8.5.1.13 G90—外圆/内圆车削循环指令 | 50 |
| 8.5.1.14 G94—端面车削循环指令 | 54 |
| 单一型固定循环指令的注意事项 | 57 |
| 单一形固定循环（G90、G94）的使用方法 | 58 |
| 复合型固定循环指令 | 59 |
| 8.5.1.15 G71—外圆粗车循环指令 | 59 |
| 8.5.1.16 G72—端面粗车循环指令 | 63 |
| 8.5.1.17 G73—封闭切削循环指令 | 66 |
| 8.5.1.18 G70—精加工循环指令 | 71 |
| 8.5.1.19 G74—端面深孔加工循环指令 | 72 |
| 8.5.1.20 G75—外圆/内圆切槽循环指令 | 75 |
| 复合型固定循环指令注意事项 | 77 |
| 8.5.1.21 宏指令（G65） | 78 |
| 关于宏指令的注意事项 | 82 |
| 刀尖半径补偿 | 83 |
| 8.5.1.22 刀尖半径补偿功能（G40,G41,G42） | 83 |

| | |
|---|------------|
| 8.5.2 辅助功能（M功能） | 103 |
| 8.5.2.1 程序暂停指令M00 | 103 |
| 8.5.2.2 程序结束指令M30, M02 | 103 |
| 8.5.2.3 主轴正转指令M03 | 104 |
| 8.5.2.4 主轴反转指令M04 | 104 |
| 8.5.2.5 主轴停止指令M05 | 104 |
| 8.5.2.6 冷却液开M08 | 104 |
| 8.5.2.7 冷却液关M09 | 104 |
| 8.5.2.8 尾座进M10 | 104 |
| 8.5.2.9 尾座退M11 | 104 |
| 8.5.2.10 卡盘夹紧M12 | 104 |
| 8.5.2.11 卡盘松开M13 | 104 |
| 8.5.2.12 M21~M28 辅助功能(仅R8011T具备该功能) | 105 |
| 8.5.2.13 润滑开M32 | 105 |
| 8.5.2.14 M41、M42、M43 主轴换挡 | 105 |
| 8.5.2.15 子程序调用指令M98 | 105 |
| 8.5.2.16 子程序返回指令M99 | 106 |
| 8.5.3 主轴功能（S功能） | 108 |
| 8.5.3.1 开关量输出S01-S04 | 108 |
| 8.5.3.2 模拟量输出 | 108 |
| 8.5.4 刀具功能（T功能） | 108 |
| 8.5.4.1 刀具指令执行 | 109 |
| 第九章 系统使用注意事项 | 110 |
| 9.1 系统技术参数 | 110 |
| 9.2 外形尺寸 | 110 |
| 9.2.1 R8010T外形尺寸 | 110 |
| 9.2.2 R8011T外形尺寸 | 111 |
| 9.3 使用注意事项 | 111 |
| 附录 1 系统插座定义 | 112 |
| 1.1 R8011T/R8010T系统电源接口定义 | 112 |
| 1.1.1 R8011T系统电源 | 112 |
| 1.1.2 R8010T系统电源 | 113 |
| 1.2 R8011T/R8010T系统信号线定义 | 113 |
| 1.3 R8011T/R8010T主轴编码器接口定义 | 114 |
| 1.4 R8011T/R8010T手摇脉冲发生器接口定义 | 115 |
| 1.4 R8011T/R8010T模拟主轴接口定义 | 116 |
| 1.5 R8011T/R8010T系统输入接口定义 | 117 |
| 1.5.1 输入功能接口定义: | 117 |
| 1.5.1.1 信号说明 | 117 |
| 1.6 R8011T/R8010T系统刀架功能接口定义: | 119 |
| 1.6.1 信号说明 | 120 |
| 1.6.2 外部进给倍率控制功能 | 121 |
| 1.6.3 手持控制单元 | 121 |
| 1.7 R8011T/R8010T系统输出接口定义 | 122 |
| 1.8 R8011T/R8010T系统信号接线图 | 125 |
| 1.8.1 R8011T/R8010T主轴电机控制接线 | 125 |
| 1.8.2 R8011T信号接线 | 126 |
| 1.9 R8010T电机线定义: | 126 |
| 2.0 R8010T内置RDY3 驱动介绍: | 127 |
| 附录 2 参数表 | 131 |

| | |
|----------------|-----|
| 附录 3 诊断表 | 144 |
| 附录 4 报警表 | 146 |
| 编程实例..... | 150 |

第一章 概述篇

南京锐普德数控设备股份有限公司由武汉华中数控股份有限公司与江苏仁和新产业有限公司共同发起成立，致力于经济型、普及型数控系统产品的研发、制造和市场推广，为广大客户提供高精度、高效率、高可靠的产品和快捷周到的服务。

企业理念：

【**锐捷**】 为用户提供精准高效的产品和快捷周到的服务。

【**普惠**】 追求用户、员工和公司股东的利益共赢。

【**德广**】 用产品、服务和真诚提升、拓展品牌美誉。

集成华中数控和仁和数控的核心技术，锐普德数控推出了精锐级、精益级、精简级、精惠级系列车床数控系统，以及 RSD/RST 系列单轴/双轴交流伺服单元、RDY3 系列三相混合式步进驱动单元。系列化的产品全面配合从简易数控车床到普及型数控车床的需要。

R8011T/R8010T 精惠级车床数控系统采用高性能微处理器和超大规模可编程器件，实现了高速高精度运动控制；采用 7" 宽屏 LCD，并配备了软功能键，界面直观丰富，操作简单快捷；全新设计的工程塑料面板美观大方，强度高，防护性能好；整机集成度高，结构紧凑，产品可靠性高。

精工细作，秀外惠中。R8011T/R8011T 精惠级车床数控系统是高性价比步进型数控车床的最佳选择。

安装、使用本产品以前务必仔细阅读本说明书，以免因安装、操作不当导致产品无法正常工作或损坏机器。在使用过程中如发现不能解决的问题，请及时与本公司联系，我们会及时为您提供优良的服务

1.1 产品特点



- 基于 32 位微处理器，采用硬件插补技术，两轴联动，0.001mm 插补精度，最高速度 12 米/分，适配 RDY3 驱动器。
- 具备反向间隙补偿、螺距误差补偿、刀具偏置补偿、C 型刀具半径补偿多种精度补偿功能。
- 丰富的 G 指令，支持多种单一循环指令和复合循环指令，可加工单头/多头公英制直螺纹、锥螺纹、端面螺纹。
- 适配普通主轴或变频主轴，具备恒线速切削、编码器电子齿轮功能。
- 支持 4-8 工位电动刀架和排刀。
- 7" 彩色宽屏 LCD 配备 7 个软功能键，操作简单易学。提供参数分类、系统诊断等方便调试维修。
- 零件程序全屏幕编辑，9.8MB 程序存储空间，最多可储存 200 个零件程序。
- 具备 USB 接口，支持 U 盘程序备份。

1.2 技术规格

| | |
|--------|---|
| 进给轴 | 控制轴数：2 轴（X、Z）；联动轴数：2 轴 |
| | 最小指令单位：0.001mm；位置指令范围：-99999.999~99999.999mm |
| | 电子齿轮：指令倍乘系数：1~256；指令分频系数：1~256 |
| | 接口信号：双脉冲或脉冲+方向输出，适配 RDY3 驱动器 |
| 进给功能 | 快速移动速度：最高 12m/min；快速倍率：F0、25%、50%、75%100%五级实时调节 |
| | 进给速度：1~8000mm/min；进给倍率：0~150%十六级实时调节 |
| | 插补方式：直线插补、圆弧插补、螺纹插补 |
| | 手轮进给：0.001、0.01、0.1mm 三档 |
| G 指令 | 加减速：直线式加减速，起始速度、终止速度和加减速时间由参数设定 |
| | 27 种 G 指令：G00、G01、G02、G03、G04、G28、G32、G33、G40、G41、G42、G50、G65、G70、G71、G72、G73、G74、G75、G76、G90、G92、G94、G96、G97、G98、G99 |
| 螺纹加工 | 可加工单头/多头公英制直螺纹、锥螺纹、端面螺纹。螺纹退尾长度、角度和速度可设定。螺纹螺距：0.001~500mm 或 0.006~25400 牙/英寸 |
| 精度补偿 | X 轴/Z 轴反向间隙补偿：0~9.999mm；螺距误差补偿：X 轴、Z 轴共 1024 个补偿点 |
| 主轴功能 | 1 路 0V~10V 模拟电压输出，支持主轴恒线速控制； 主轴转速范围：0~9999rpm；主轴倍率：50%~120%共 8 级实时修调； |
| 刀具功能 | 最大刀位数：8 位；刀具补偿数据：16 组 刀具补偿功能：刀具偏置补偿，刀尖半径补偿（C 型）； 对刀方式：试切对刀； 刀偏执行方式：修改坐标、刀具移动 |
| 辅助功能 | 特殊 M 指令：M00、M02、M30、M98、M99；普通 M 指令：M03、M04、M05、M08、M09、M10、M11、M12、M13、M21~M28。 |
| 人机界面 | 显示器：7" 彩色宽屏 LCD，分辨率 480×234； |
| | 显示界面：手动、自动、参数、回零、程序、诊断 |
| | 编辑键盘：39 按键；软功能键：7 按键（横向） |
| 程序编辑 | 程序容量：9.8M、200 个程序（含子程序）；子程序调用：支持四重嵌套； 程序格式：ISO 代码，支持相对坐标、绝对坐标混合编程； 编辑方式：全屏幕编辑； |
| 操作管理 | 操作面板：集成式面板，29 个按键，15 个指示灯 工作方式：编辑、自动、机械回零、手轮（单步）、手动 |
| 安全防护 | 紧急停止、硬件行程限位、软件行程检查、驱动报警检测、刀架锁紧检测等 |
| I/O 接口 | 输入：26 点；输出：23 点 |
| 编码器接口 | 1 路（A/B/Z），编码器线数 100~5000p/r 可设定； 编码器与主轴的传动比：（1~255）：（1~255） |
| 手轮接口 | 1 路（A/B），支持手持式手轮盒 |
| USB 接口 | 1 个，支持 U 盘程序备份。 |
| 外形尺寸 | R8011T：420×260×148mm（宽×高×厚） R8010T：446×306×270mm（宽×高×厚） |

表 1-1

第二章 系统面板介绍















R8011T/R8010T 数控系统采用彩色宽屏 LCD 显示器，全中文菜单显示，LCD 显示器可显示加工程序编制过程；各种参数设定过程；自动、手动状态下工作台坐标的动态计数值；主轴、刀位、冷却泵状态等辅助信息以及系统有关运行状态的实时监测结果显示。系统面板如图 2-1 所示



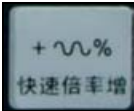
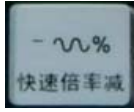















图 2-1 R8011T/R8010T 系统面板图

表 2.1 各键和开关的功能和使用

| 键名称 | 功能和使用 |
|------------------------|--|
| 程序管理键 <div>编辑</div> | 按此键进入程序管理方式，实现加工程序的输入、修改、拷贝、删除等操作。 |
| 参数设定键 <div>参数</div> | 按此键进入参数设定方式，对快速速度、主轴最高转速、间隙补偿、换刀反转时间、主轴输出方式、刀补、电子齿轮比、升降时间及位参数等参数进行设定操作。 |
| 手动键 <div>手动</div> | 按此键进入手动运行方式，可进行手动进给、MDI 及对刀操作。在手动方式下，可对主轴、冷却泵、刀架等进行操作。在手动方式下还可进入手轮功能，用手摇脉冲发生器代替四个点动方向键进行位移操作和对刀操作。 |
| 回零键 <div>回 零</div> | 按此键进入机械回零方式。 |

| | |
|--|--|
| 自动运行键  | 按此键进入自动运行方式，用于实际加工零件，实现程序单段运行或连续运行，可选择某一程序段运行或切换到另一程序运行。 |
| 诊断键  | 按此键进入诊断方式，可判断外接输入信号状态、面板操作键状态和检测编码器刻线。 |
| 复位键  | 结束当前状态，重新启动系统，回到主菜单。一般用于退出急停和用于误操作后出现的死机现象，以及退出检测状态。 |
| 软功能键 | F1、F2、F3、F4、F5、F6、F7 七个软功能键在各显示界面下功能不一样。根据屏幕底行汉字提示的功能，按相应软功能键即进入对应程序操作菜单。 |
| 字母键 | G、F、P、X、Z、L、M、N、U、D、Q、O、H W、I、J、K、R、S、T、 |
| 数字符号键 | 1、2、3、4、5、6、7、8、9、0、-、/、#、. |
| 翻页键  | 程序编辑时，超过满屏时可翻页； 参数修改时，翻页可实现快速查找 |
| 移动键  |  键用于光标或光带的上下移动，  键用于光标或光带的左右移动。 |
| 启动键  | 在“自动运行”方式下按  键，程序开始运行，运行中途若转换到暂停后需再次启动程序时，按  键继续运行。在 MDI 方式下输入某些指令后按  键可执行这些指令。 |
| 程序跳选键  | 自动运行状态下有效，在加工程序中判定存在跳选符“/”的程序段是否执行，自动运行状态下当跳选功能打开，则加工过程中会将程序段号前有跳选符“/”的程序段跳过不执行。选择跳选功能时 注意：需跳选执行时，是否会影响加工工序或加工程序的指令完整性。如程序第一行需跳选，则自动状态下需复位一次。 |
| 空运行键  | 在“自动运行”方式，按  键，使工件加工指令按空运行方式执行，即 G01/G02/G03/G23/G71/G72 等均按照参数 P19 号所设定的值执行，G00 按 F3000 执行，S、M 不执行，T 功能指令正常执行。 |

| | |
|---|---|
| <p>单段/连续键</p>  | <p>在“自动运行”方式下，系统每执行完一个程序段，系统检测单段/连续状态，若为连续状态（按键指示灯灭），则系统继续执行下一程序段；若为单段状态（按键指示灯亮），则工件加工程序暂停执行，直到[启动]键按下，才继续执行下一程序段。此键按一次，指示灯的亮暗变化一次，即单段/连续状态变化一次。</p> |
| <p>功能键</p>       | <p>在手动方式或诊断方式下：</p> <p>按此键发 M03 信号,主轴正转，按键指示灯亮。</p> <p>按此键发 M05 信号,主轴停止，正转或反转按键指示灯灭。</p> <p>按此键发 M04 信号,主轴反转，按键指示灯亮。</p> <p>按此键发 M08 信号，水泵开，按键指示灯亮；再按一次，水泵关，按键指示灯灭。</p> <p>按此键发 M32 信号，油泵开，按键指示灯亮；再按一次，油泵关，按键指示灯灭。</p> <p>按此键发刀架正转信号，直到系统检测到下一个刀位信号后，刀架反转锁紧</p> |
|   | <p>按此键，进给倍率增加 10%</p> <p>按此键，进给倍率减少 10%</p> |
|   | <p>模拟方式下，按此键主轴倍率增加 10%。</p> <p>模拟方式下，按此键主轴倍率减小 10%。</p> |

| | |
|--|--|
| <div></div> <div></div> | <p>快速倍率调整，倍率增加选择 0%，25%，50%，75%，100%五档</p> <p>快速倍率调整，倍率降低选择 100%，50%，25%，0%四档</p> |
| <p>点动方向键</p> <div></div> | <div></div> <p>在手动方式下，前置刀架，按键，刀架沿 X-方向进给按键，刀架沿 X+方向进给；后置刀架，按键，刀架沿 X-方向进给，按键，刀架沿 X+方向进给；按键，刀架沿 Z+方向进给，按键，刀架沿 Z-方向进给，进给速度由手动进给速度参数设定。</p> |
| <p>转换开关位置 (运行正常)</p>  | <p>自动运行状态下程序运行时开关处于正常位置</p> <p>其它状态如 MDI 状态下，回零状态（包括机械回零），开关处于正常位置</p> |
| <p>转换开关位置 (进给保持)</p>  | <p>此状态为进给保持状态，运行过程中程序的暂停，MDI 状态下运动指令的暂停，回零状态（包括回机械零点）下的中途暂停。</p> <p>此开关位置使上述运行状态中断，如需继续执行，则必须将此开关位置转换到正常位置，再按启动键。</p> |
| <p>转换开关位置 (主轴暂停)</p>  | <p>此开关位置为进给保持时选择主轴状态暂停，在自动运行状态下有效，当转换开关转到“进给保持”后，主轴状态能恢复成原状态（正转或反转）</p> |
| <p>急停开关</p> | <p>紧急情况下的停止，此开关按下后，正在执行的 G,S,T,M 指令停止(其中不包括 M10/M11/M12/M13)</p> |

第三章 系统诊断

3.1 系统诊断画面

系统诊断画面用于系统简单故障诊断，包括：按键、IO 口、系统内部参数。画面如下：



说明：

- (1) 按键诊断：检查所有按键当前状态。
- (2) I/O 诊断：检查所有 I/O 当前状态。
- (3) 系统诊断：检查系统内部处理数据。
- (4) 测试，检查系统硬件，是测试人员使用，用户不能使用。

3.2 画面操作

使用光标键和翻页键。

当使用光标上下移动时，在屏幕右边显示当前诊断号解释。



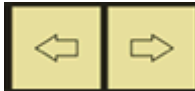

第四章 程序管理方式

4.1 程序管理

系统通电后，按`编辑`键，显示图程序管理画面



程序管理画面右边显示系统和 U 盘的程序目录表，左边显示目录表中光标所指文件名的程序内容。系统可再任何时候都可以编辑和修改程序，但如果当前程序正在加工是不可以编辑和修改。

程序目录表查看  按  键移动要查看的程序，按  键进行程序目录表翻页查看。
程序内容查看按  翻页键，程序显示内容进行翻页。

4.2 程序删除

4.2.1 系统程序删除

在画面按“CNC”下面对应的`F1`键，进入本系统的程序目录表，如上图。

如果要删除指定程序，将光标移动到当前程序名，按 `回车` 键后，当前程序名变为红色，同时光标移动到下一个程序名，同样，将要选择的程序名按同样方法进行选择。选择完成后，再按 `删除` 键，此时将删除选择的程序名。

如果要删除所有程序，可在画面按“全选”下面对应的`F5`键后，目录表中的所有程序被选中，同时所有程序名变为红色。当此时要不选择所有程序，则在画面按

“全撤”下面对应的`F6`键后，目录表中的所有被选中的程序名全部变为未被选中状态。当所有程序名被选中后，再按 `删除` 键，此时将删除所有被选中的程序名。此方法也可用删除指定程序名的方法，逐个选择程序名。

如果当前程序正在加工，则当前加工的程序是不能被删除的。

如果有选中的程序名未被删除的程序，则未被删除的程序名仍然显示为红色。

4.2.2 U盘程序删除

U 盘程序名删除操作同系统盘操作一样。

4.3 程序新建和打开

程序的新建和打开只能在 CNC 中进行，即不能在 USB 菜单下操作。



4.3.1 程序打开

在“CNC”画面下按“打开”对应的 **F4** 键后，则打开当前光标所指的程序，进入编辑程序画面，如下图。





- “保存”：可将当前程序内容保存为另一个程序名中。
- “首行”：光标指向第一行。
- “末行”：光标指向第最后一行。
- “行首”：光标指向当前行的第一个字符。
- “行尾”：光标指向当前行的第后一个字符。
- “退出”：退出编辑程序画面，同时也保存了当前编辑的程序。

按





键，光标上下行移动。

按



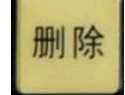
键，光标当前行左右移动。

按



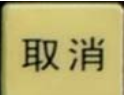
翻页键，程序内容进行翻页。

按




键，删除当前光标所指字符。

按





键，删除当前光标前的一个字符。



按  键，换行操作，同时插入换行符 ‘;’。
按指令代码和数字键，则在当前光标上插入所按键符。

4.3.2 程序新建

本系统最大能保存 100 个加工程序，如果超过 100 个程序，是不能新建新的程序名。



在“CNC”画面下按“新建”对应的  键后，画面弹出一个“文件名”输入对话框，输入“O+数字”后，再按  键，则进入编辑程序画面，此时操作同程序打开程序操作一样。

如果新建的程序名已经存在，则显示“文件名相同”，需重新输入文件名。

4.4 系统与U盘程序拷贝

4.4.1 系统程序拷贝到U盘



首先在 U 盘根目录下，建立一个 CNC 目录，然后将 U 盘插入 USB 接口中。

进入 CNC 程序目录表画面，选择要拷贝的的程序名，选择方法同上。此时要拷贝的文件名变为红色，在按“输出”对应的  键后，则所选程序全部拷贝到 U 盘中。如果 U 盘未插入，按“输出”对应的  键无任何动作。如果 U 盘中有同名文件，同名文件不会进行拷贝，同时 CNC 程序目录表显示仍为红色。

拷贝完成后再屏幕下方显示有多少个程序拷贝成功。

4.4.2 U盘中的程序拷贝到系统中

首先在 U 盘根目录下，建立一个 CNC 目录，然后将 U 盘插入 USB 接口中。

进入 USB 程序目录表画面，选择要拷贝的的程序名，选择方法同上。此时要拷贝的文件名变为红色，在按“输入”对应的  键后，则所选程序全部拷贝到系统中。如果 U 盘未插入，按“输入”对应的  键无任何动作。如果系统中有同名文件，同名文件不会进行拷贝，同时 USB 程序目录表显示仍为红色。

拷贝完成后再屏幕下方显示有多少个程序拷贝成功。

第五章 参数设置

5.1 参数画面

按系统操作面板的[参数]键，显示界面如下。



说明:

- “系统”: 系统参数设置画面。
- “螺补”: 螺距补偿参数设置画面。
- “密码”: 密码输入。
- “保存”: 备份参数，用户可备份 3 分系统和螺距补偿参数。
- “恢复”: 将备份的参数恢复到系统。
- “初始”: 系统和螺距补偿参数恢复到出厂状态。

用户要修改参数，必需先输入密码，否则不能修改。出厂密码是：888888。

输入密码后，在整个参数画面密码有效，一旦退出参数画面密码即失效，下次修改参数仍需输入密码。

5.2 系统参数修改

在画面按“密码”下面对应的[F3]键，进入密码输入状态，用户输入密码后，再按画面“系统”下对应的[F1]键，用[↑][↓]光标键移动到要修改的参数，用户可以查看画面右边显示参数含义，再输入数字后，按[回车]键，参数自动修改完成。如果是位参数，可以按[←][→]光标键左右移动，用户可以查看画面右边显示参数含义，选择要选的位参数，按‘1’或‘0’。


用户可使用[Page Up][Page Down]翻页键，快速选择要修改的参数。

5.3 螺距补偿参数修改




画面如下：






螺距补偿参数修改操作同系统参数修改一样，可参考 5.1 操作说明。不同之处在输入数字时,需指定‘X’和‘Z’说明要修改的是 X 轴，还是 Z 轴。即：先输入 X(Z),后输入数字，如下：

输入 X2 按  键，参数值输入成功。

5.4 参数保存

在画面按“密码”下面对应的  键，进入密码输入状态，用户输入密码后，如果已输入密码可不输入密码，直接按画面“保存”下对应的  键，再输入数字（1-3）后，按  键，参数自动保存。




5.5 参数恢复

在画面按“密码”下面对应的  键，进入密码输入状态，用户输入密码后，如果已输入密码可不输入密码，直接按画面“保存”下对应的  键，再输入数字（1-3）后，按  键，参数自动恢复。

注：参数恢复要先备份，否则提示找不到文件！
参数恢复后，必需重新上电！

5.6 参数初始化

参数初始化，将系统参数和螺距补偿参数恢复到出厂值。

在画面按“密码”下面对应的  键，进入密码输入状态，用户输入密码后，如果已输入密码可不输入密码，直接按画面“保存”下对应的  键，再输入数字（1-3）后，按  键，参数自动恢复。

注：参数初始化后，必需重新上电！

5.7 修改系统参数权限说明

参数号 107：系统生产编号，是由生产厂家设定，用户和其它厂家都不能修改。

参数号 108：用户密码，用户可修改，单必需先输入密码后，才能修改，否则显示*****。用户最多可输入 8 位密码。

参数号 109：系统加工总零件数。系统自出厂后加工零件总个数，此参数不能修改只有在输入生产编号后，自动恢复到‘0’。

参数号 110：系统加工总时间（小时）。系统自出厂后加工零件总时间，此参数不能修改，只有在输入生产编号后，自动恢复到‘0’。

参数号 111：系统当前运行状态。机床厂家可进行系统加锁，即将此参数设置为 0，加锁后，本系统只是处于试用期(运行时间由参数 106 决定)，到试用期后，用户不能修改参数和编辑程序，直到将此参数重新输入正确后，才可使用。机床厂家也可进行系统解锁，解锁方法如下：

说明：比如生产编号是：11090001

当输入机床厂密码后，将此参数(87)修改为：1 或 0001

如生产编号时：11091234

当输入机床厂密码后，将此参数(87)修改为：1234

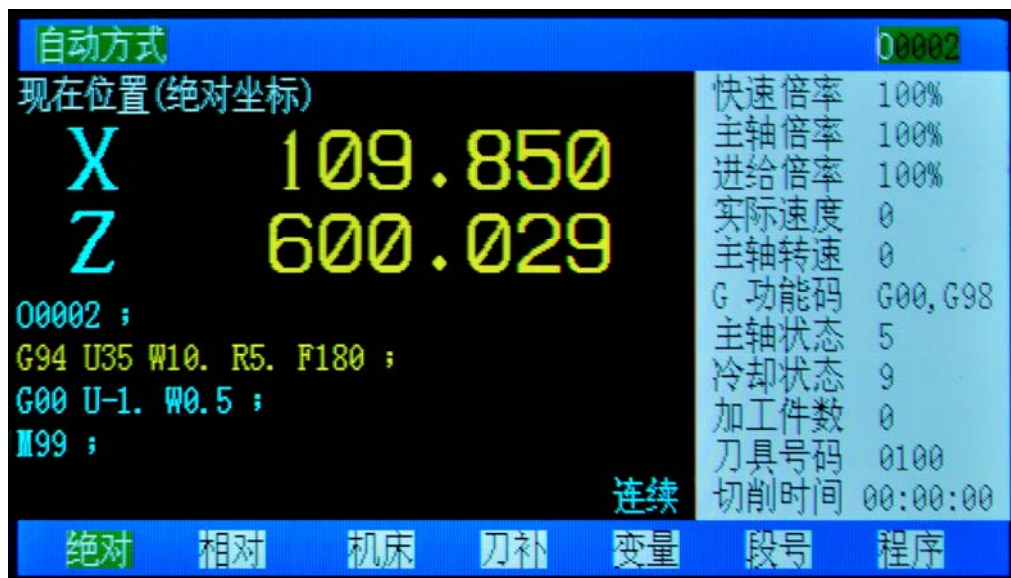
参数号 112：系统版本号，用户不能更改，由生产厂家设定。

注：1. 每台系统都有一个生产编号（由生产厂家设定）和机床厂家密码，随同发货单一起发出。

2. 输入机床厂家密码，也可修改用户密码。

第六章 自动运行方式

系统上电或按面板上的 $\boxed{\text{自动}}$ 键，系统进入自动运行方式，屏幕显示自动运行菜单如下图所示。界面显示信息有快速倍率、主轴倍率和进给倍率、主轴转速、G 功能码、主轴状态、冷却状态、加工件数、刀位及刀补号 T、加工时间。



说明:

- “绝对”: 显示绝对坐标值画面。
- “相对”: 显示相对坐标值画面。
- “机床”: 显示机床坐标值画面。
- “刀补”: 显示刀补参数画面, 可修改刀补。
- “变量”: 显示系统变量画面, 可修改变量值。
- “段号”: 输入任意段号。
- “程序”: 输入要加工的程序名。

6.1 绝对坐标显示

在画面按“绝对”下面对应的 $\boxed{\text{F1}}$ 键，进入绝对坐标画面，显示系统绝对坐标值。

6.2 相对坐标显示

在画面按“相对”下面对应的 $\boxed{\text{F2}}$ 键，进入相对坐标画面，显示系统相对坐标值。




在此画面按代码符‘U’或‘W’，相应的坐标符号‘U’或‘W’闪烁，在按“取消”键，相应的坐标值变为 0.000。


6.3 机床坐标显示

在画面按“机床”下面对应的 $\boxed{\text{F3}}$ 键，进入机床坐标画面，显示系统机床坐标值。

6.4 刀补值显示及修改


在画面按“刀补”下面对应的键，进入刀补修改画面，在此画面可进行刀补修改。




进入刀补修改画面后，用光标键移动移动到要修改的刀补值，输入 X(Z、U、W、R、T)+数字。
再按按键，刀补修改完成。


如：输入 U2 按键，参数值输入成功。

注：在自动画面一般用于修改画面。

6.5 系统变量输入及修改

在画面按“变量”下面对应的键，进入变量修改画面。

进入刀补修改画面后，用光标键移动移动到要修改的刀补值，输入数字。再按键，刀补修改完成。

如：输入 2 按键，变量值输入成功。

注：变量含义参考宏指令部分。



6.6 任意段号输入

在画面按“段号”下面对应的键，输入任意段号，程序可进行任意段加工。



注意：

1. 任意段启动所选择的程序段必须具有完整的指令，如果因为具备模态而在程序中省略的指令字必须先补齐。
2. 由于任意段启动时，计算机并不分析该段以前的程序内容，只按照本程序段指令执行程序，可能使同一部分程序的运行结果不同，即其轨迹可能会与运行整个程序时该部分轨迹完全不同，因此，在使用前必须对程序加以分析，找出合理的程序段再使用。否则达不到加工目的，可能使工件报废甚至撞坏刀架。

6.7 调用加工程序

在画面按“程序”下面对应的键，输入程序名：O+数字，再按键，系统显示当前调用的程序。
如果输入程序名系统中没有，系统则报警。



6.8 单段/连续运行


在辅助面板按键，系统进入单段运行，画面显示“单段”，同时单段指示灯亮，再按键，系统进入连续运行，画面显示“连续”，同时单段灯灭。




6.9 倍率调整



倍率调整分为进给倍率调整、快速倍率调整和主轴倍率调整。



进给倍率：主要适用于自动加工时切削进给走刀速度 F 的调整，作用的指令有 G01、G02、G03、G71、

G72 等，用操作键进行动态调整。本系统进给倍率调整范围：0%~150%，每 10%为一档。按一次，则速度倍率增加一档，按一次则速度倍率降低一档。

快速倍率：主要适用于自动加工时空行程走刀速度的调整，作用的指令有 G00、G28 等，可用操作键 、

 进行动态调整。本系统快速倍率调整范围：0%、25%、50%、75%、100% 共五档。按一次  则速度倍率增加一档，按一次  则速度倍率降低一档。

主轴倍率：主要适用于可变频调速的主轴转速的调整，作用的指令有 S×××× 等，可用操作键 、

进行动态调整。本系统主轴倍率调整范围：50%~120% 每 10% 为一档。按一次  则速度倍率增加一档，按一次  则速度倍率降低一档。

实际速度折算公式：

实际切削进给速度 = 程序中给定速度 F 值 × 进给倍率值

实际快速速度 = 参数设定速度 × 快速倍率

实际主轴转速 = 程序中给定速度 S 值 × 主轴倍率值

注：实际切削进给速度不能大于最高加工速度。

6.10 程序暂停

在程序调试，零件试切削及程序运行过程中，如需要程序暂停，拨动面板上的转换开关从“正常位置”到“进给禁止”位置，程序暂停运行，屏幕闪烁显示“暂停”。如需主轴暂停，只需将开关位置从“进给禁止”转到“主轴禁止”。如需从程序暂停处继续执行，需要将开关位置拨到“正常”后再按启动键，可再次启动程序。螺纹加工程序段执行时，转换开关至“进给禁止”位置暂停无效，当该段螺纹加工程序执行完退尾后，系统显示暂停。

6.11 加工零件计数及加工时间显示



“加工件数”和“加工时间”可通过参数（NO.1 bit 7）设置是否保存当天得加工记录，也可手动进行清零。

如果参数 NO.1 bit7=0，上电后调用系统所有加工时间和件数。



如果参数 NO.1 bit7=1，上电后，加工件数和加工时间自动清零。

不管参数怎样设置，上电后都可以清零。在自动画面，按‘T’键后，屏幕上切削时间会自动闪烁，再按‘取消’键，此时加工时间和加工件数自动清零。



6.12 空运行方式

按辅助面板上  键，空运行灯亮，机床进给、辅助功能有效（即对机床进给和辅助功能输出无影响）；不管程序中如何指定进给速度，系统坐标显示以快速进给（快速进给为“ON”）或手动进给速度运动，再按  键，空运行灯灭，系统进入正常操作状态。

6.13 机床锁



按辅助面板上  键，机床锁灯亮，机床不移动，但位置坐标的显示和机床运动时一样，并且 M、S、T 都能执行。此功能用于程序校验。再按  键，机床锁灯灭，系统恢复到正常操作状态。

6.14 M锁

按辅助面板上键，M锁灯亮，M、S、T代码指令不执行，机床被锁住，此时再按键，M锁灯灭，系统恢复到正常操作状态。

注：M00，M30，M98，M99按常规执行。在手动方式下按常规执行。

6.15 程序段跳选

按辅助面板上键，跳选灯亮，当程序运行到有跳选标记符‘/’时，系统自动跳过改段程序，执行下面的程序段，当再按键，跳选灯灭，系统段跳选功能无效。

第七章 手动运行方式





按[手动]键, 指示灯亮, 系统进入手动方式, 屏幕显示“手动方式”界面如下所示。











说明:

- “坐标”: 系统所有坐标显示。
- “刀补”: 刀补输入画面。
- “MDI”: MDI 数据输入。
- “手轮”: 手轮运行。





7.1 手动进给

按下点动方向键中的任何一个键就可按照键上所示的方向连续移动工作台。4 个点动方向键所代表的坐标轴及进给方向分别是:

 X 轴负方向,  X 轴正方向,  Z 轴负方向,  Z 轴正方向。

进给轴速度由进给倍率决定, 用操作键进行动态调整。本系统进给倍率调整范围: 0%~150%, 每 10%为一档。按一次, 则速度倍率增加一档, 按一次则速度倍率降低一档。

当需快速进给时, 按“手动快速”按键, 同时手动快速灯亮, 此时按四个轴方向键, 相应轴按参数 NO.13, NO.14 设置速度运行。当再按一次“手动快速”键, 就取消手动快速功能, 进入快速进给率设置速度运行, 同时手动快速灯灭。

手动快速进给同时可使用键设置。快速倍率调整范围: 0%,25%,50%,75%,100%共五档。按一次, 则速度倍率增加一档, 按一次则速度倍率降低一档。

7.2 手动辅助功能

当配有相应的机床电气时, 可分别对主轴、冷却泵及刀架等进行如下操作

1. 当主轴设定为模拟方式,按面板上的主轴倍率 S+或 S-键可使主轴转速提高或降低一档, 本系统主轴转速从设定速度的 50%-120%转速可调,但不能超过最高速度。主轴最高转速可根据用户要求设定。若为开关量方式, 按面板上的主轴倍率 S+或 S-键无任何动作。

- 2. 按辅助面板上正转键发 M03 信号,主轴正转, 按键指示灯亮。
- 3. 按辅助面板上停止键发 M05 信号,主轴停止, 正转或反转按键指示灯灭。
- 4. 按辅助面板上反转键发 M04 信号,主轴反转, 按键指示灯亮。
- 5. 按辅助面板上冷却键发 M08 信号, 水泵开, 按键指示灯亮; 再按一次, 水泵关, 按键指示灯灭。
- 6. 按辅助面板上润滑键发 M32 信号, 油泵开, 按键指示灯亮; 再按一次, 油泵关, 按键指示灯灭。
- 7. 按辅助面板上换刀键, 发刀架正转信号, 直到系统检测到下一个刀位信号后, 反转锁紧刀架。装有电动刀架的机床, 每按一次换刀键, 刀架旋转一个工位,同时屏幕上显示相应的刀位信息。
- 8. 辅助面板上超程解除键: 当 X、Z 轴超程时, 屏幕显示超程报警, 按超程解除键, 同时超程解除灯亮, 屏幕上超程报警解除, 反方向移动超程轴, 直到检测超程开关闭合, 超程解除功能结束同时超程解除灯灭。

7.3 刀补

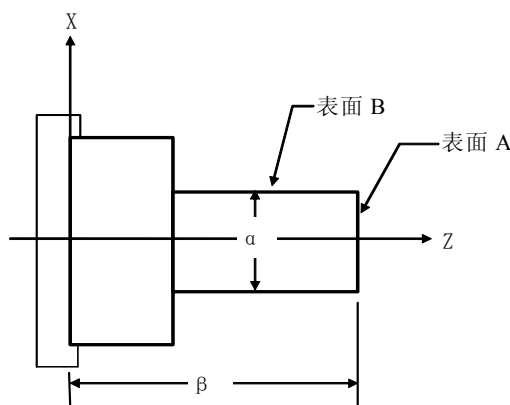
刀具偏置,就是以机床上的某一点为参考点的机床坐标系中,将刀具的绝对坐标值偏置到工件坐标系上。本系统采用了刀具偏置测量值的直接输入和刀具偏置自动生成的刀具调整方法,因而使刀具安装调整非常简便迅速。当使用多把刀加工时,用户只要根据零件图纸及加工工艺编制工件的加工程序。编写程序完全不必考虑刀具间的相关位置。

在手动方式下,按画面“刀补”对应的F2键,进入刀补输入和修改画面如下图:



7.3.1 试切对刀

在设定偏置量时的方法,当根据标准刀具设定了坐标系后,移动实际刀具至工件表面,输入工件表面的实际测量值,系统自动计算出其差值作为该把刀具的偏置值。



对刀步骤

- 用手动方式，沿 A 表面切削；
- 在 Z 轴不动的情况下沿 X 轴释放刀具，并且停止主轴旋转；
- 测量 A 表面与工件坐标系零点之间的距离“ β' ”并且将所测得的值设到一偏置号 Z 中；
- 用手动方式沿 B 表面切削；
- 在 X 轴不动的情况下，沿 Z 释放刀具，并且停止主轴旋转；
- 测量距离“ α' ”，并且将所测得的值设到一偏置号 X 中。

例如：为了将偏置量设到偏置号 03 的偏置单元中，就须向偏置号为 003 的偏置单元中设定“ α' ”和“ β' ”。

如果在 B 表面上刀具的坐标值为 105.0，测得的距离是 104.0，对应于偏置号为 003 设定的值则为 104.0，对应于偏置号 003 的偏置量则自动地设定为 1.0。

- 重执行步骤设置对其它刀具。

注：距离“ α ”按直径值设定。

7.3.2 刀补值的修改

当向系统输入刀具偏置测量值后，刀具在工件坐标系的位置便确定了。但由于种种原因，加工出的工件尺寸和图纸要求尺寸可能会有一定的误差。假如 1 号刀输入刀具测量值后，在加工工件时发现工件的实际尺寸比要求尺寸在 X 轴（直径）上大了 0.04，这时我们便可通过修改刀补值来达到工件的尺寸要求。

X 轴刀补值的修改：

一般情况下，对 X 轴凡是加工出的工件尺寸（直径）比要求尺寸大，就应该用一个负的数值去修改刀补值，反之用正值修改（本系统正号全部省略）。假如工件尺寸大 0.04，修改的数值就是 -0.04，假如加工出的工件尺寸（直径）比要求尺寸小 0.04，修改的数值就是 0.04。即尺寸大多少减去多少，小多少加上多少。

X 轴刀补修改的步骤：

1. 在手动工作方式下，按功能键 **F2**，系统进入刀补菜单画面。

2. 进入刀补号：001-016 画面，用 **↑**、**↓** 键移动光标，选择相应的刀补号，在光标处输入要修改的数值，如 U -0.04，按 **回车** 键确认。

Z 轴刀补值的修改：

1. 在手动工作方式下，按功能键 **F2**，系统进入刀补菜单画面。




2. 进入刀补号：001-016 画面，用 **↑**、**↓** 键移动光标，选择相应的刀补号，在光标处输入要修改的数值，如 W 0.04，按 **回车** 键确认。

注意：刀补值修改后，在加工程序中在执行刀补后必须含有绝对值的指令，以确定坐标系的建立。如加工程序中全部用相对值编程，修改刀补后无法补偿尺寸误差。

在加工过程中修改当前正在执行刀补时同样有效。

7.4 手轮（手摇脉冲发生器）方式

当参数 NO.1 bit1=1 时，手动画面中， 键对应显示“手轮”。

对配有手摇脉冲发生器（又称电子手轮）的系统，可在手动工作方式下按“手轮”对应功能键 键，进入手轮工作画面，按手动方向键 或 轴选择 X 轴运行或 Z 轴运行；旋转手摇脉冲发生器，对 X 轴或 Z 轴进行操作；运行方向取决于手摇脉冲发生器的旋转方向。手摇脉冲发生器转过一格刻度，工作台移动量对应屏幕下方的手轮增量刻度量。

手轮增量有 0.1、0.01、0.001 上档位，可同过光标移动键  键来选择。

手持单元功能

说明： 1.参数控制

NO11 bit 0 = 0 为普通手轮

NO11 bit 0 = 1 为手持单元

2. 信号说明

手持单元输入信号共用刀架口信号的5-8号刀，要使用手持单元，刀架总数必需小于5，即N071<5。

a) 5号刀位信号为X、Z选择信号

b) 6-8号刀位信号尾倍率选择信号






6号刀位= 1， 倍率 = 0.1



7号刀位= 1， 倍率 = 0.01

8号刀位= 1， 倍率 = 0.001

7.5 手动单步运行

当参数 NO.1 bit =0 时，手动画面中， 键对应显示“单步”。



在手动工作方式下按“单步”对应功能键 键，进入单步工作画面，按手动方向键   ，对 X 轴或 Z 轴进行操作；按一次轴方向键，工作台移动量对应屏幕下方的单步增量刻度量。

单步增量有 0.1、0.01、0.001 上档位，可同过光标移动键  键来选择。

7.6 MDI

在手动方式下，按画面对应的功能键，进入 MDI 菜单，在坐标显示区下面输入要执行的程序段。

在 MDI 方式下可以编制单一指令程序段执行。



在 MDI 方式下，键入 G、S、T、M 指令，按 键确认，按 键执行。

在 MDI 方式下，可执行的指令有：



G00、G01、G02、G03、T 指令，S 指令，M03~M05，M10~M12，M21~M27，M32~M33 指令。

对于 G00、G01、G02、G03 指令，还应根据需要输入相应的绝对坐标值或相对坐标值。

例 1：执行 S01 操作如下：

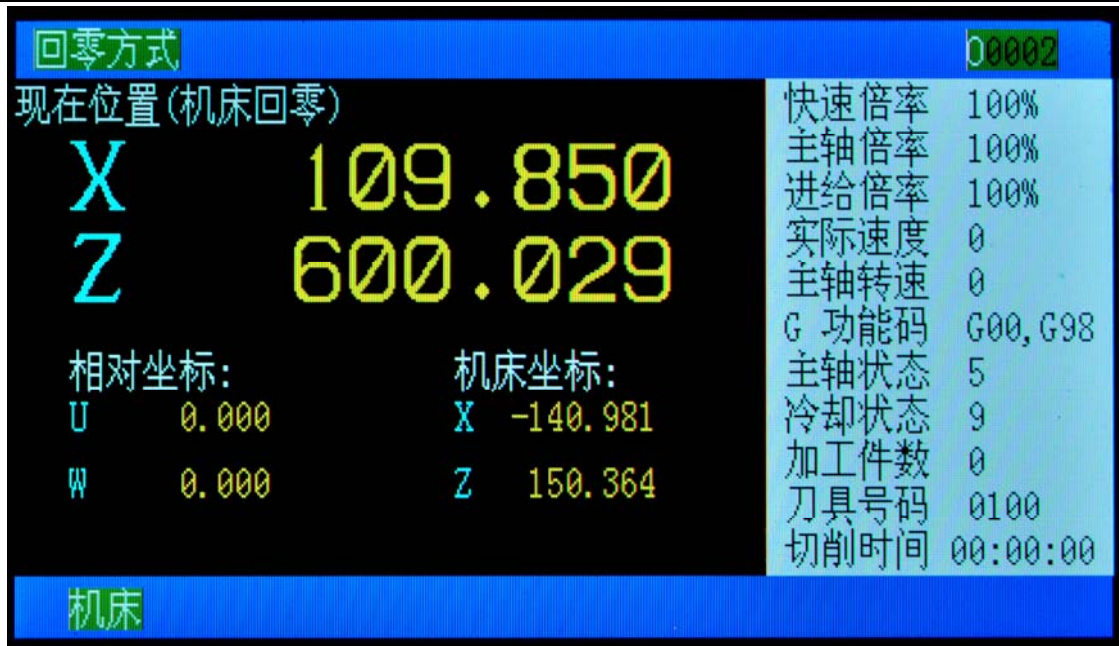
在 MDI 菜单下键入 S01，黄色光标处显示 S01，确认无误后按 键后，所输入指令变为绿色，再按 键，系统发 S01 信号。

例 2：执行 G01 U10 W10 F150 操作如下：

在 MDI 下键入 G01 U10 W10 F150，确认无误后按 键，所输入指令变为绿色，按 键，系统执行该指令。

7.7 机械回零

按 键，指示灯亮，系统进入机械回零画面，屏幕显示“回零方式”界面如下所示。



7.7.1 手动回机械零点

1) 选择模式，有机床零点（机械零点）与无机床零点两种方式，在（参数006号）的Bit2、3位设置，0表示无机床零点模式，1表示有机床零点模式。

2) 选择“机械回零”操作方式。

3) 选择手动轴方向键，机床沿着选择轴方向移动。

a) 当参数P003号的Bit2=0，Bit3=0时，为回零方式A，回参考点过程如下：

回零坐标轴以G0速度向机床坐标系零点移动（即X0或Z0），到达零点后，回零轴坐标清零。

b) 当参数P003号的Bit2=1，Bit3=1，Bit4=0，Bit5=0时，为回零方式B，回参考点过程如下：

① 零坐标轴以快速速度向正方向移动，回零撞块压下回零减速开关后，坐标轴开始减速到系统设定的最低速度(参数P043定义的速度)并以此速度移动，直到回零撞块脱离回零减速开关；

② 回零坐标轴继续以最低速度（参数P043定义的速度）运行，当检测到电机编码器的一转信号（或接近开关零点的信号）时，再向前移动很小一点距离即反向以系统内部定义的很小速度移动，当再次检测到电机编码器的一转信号（或接近开关零点的信号）时，到达坐标轴零点，停止运动，回零轴机床坐标清零。回零方式B只需要一个撞块作为减速信号，零点信号由驱动器提供PC信号。

c) 当参数P003号的Bit2=1，Bit3=1，Bit4=1，Bit5=1时，为回零方式C，回参考点过程如下：

① 回零坐标轴以快速速度向正方向移动，回零撞块压下回零减速开关后，坐标轴开始减速到系统设定的最低速度(参数P043定义的速度)，并以此速度移动；

② 当回零撞块脱离回零减速开关后，系统以最低速度（系统内部设定）向前继续移动一小段距离，然后反方向运行，压下档块时，即作为零点，系统停止运动，并回零轴机床坐标清零。

回零方式C需要一个撞块，作为减速及零点信号。

注 3: 参考点方向，请参照机床厂家说明书，然后根据参数 P004 的 Bit0 和 Bit1 位确定。回参考点之前，应使刀架停留在机床参考点的负方向。

注 4: 在机床上没有安装机床参考点开关时，切记将 P003 参数的 Bit2 和 Bit3 置成零，回机械零点选择 A 方式，此时不要执行回零，否则会因无减速开关，刀架一直高速移动而造成事故。

第八章 编程

本系统所有 G 指令代码如下表所示，各代码功能在后续会逐个说明。

表 8-1

| 指 令 字 | 组 别 | 功 能 | 备 注 |
|-------|-----|-------------|------------|
| *G00 | 01 | 快速点定位指令 | 上电时默认G代码 |
| G01 | | 直线插补指令 | 模态G代码 |
| G02 | | 圆弧插补(顺时针)指令 | |
| G03 | | 圆弧插补(逆时针)指令 | |
| G32 | | 等螺距螺纹切削指令 | |
| G33 | | 攻丝循环指令 | |
| G90 | | 外圆/内圆车削循环指令 | |
| G92 | | 螺纹切削循环指令 | |
| G94 | | 端面车削循环指令 | |
| G04 | 00 | 暂停指令 | 非模态G代码 |
| G28 | | 返回机床零点指令 | |
| G50 | | 工件坐标系设定指令 | |
| G70 | | 精加工循环指令 | |
| G71 | | 外圆粗车循环指令 | |
| G72 | | 端面粗车循环指令 | |
| G73 | | 封闭切削循环指令 | |
| G74 | | 端面深孔加工循环指令 | |
| G75 | | 外圆/内圆切槽循环指令 | |
| G76 | | 复合型螺纹切削循环指令 | |
| G96 | 02 | 恒线速切削开 | 模态G代码 |
| *G97 | | 恒线速切削关 | 上电时默认G代码 |
| *G98 | 03 | 每分进给指令 | 上电时默认G代码 |
| G99 | | 每转进给指令 | 模态G代码 |
| *G40 | 07 | 刀具半径补偿取消 | 上电时默认 G 代码 |
| G41 | | 左侧刀具半径补偿 | 模态 G 代码 |
| G42 | | 右侧刀具半径补偿 | 模态 G 代码 |

- 说明:1)G代码字分为00、01、02、03、07组，其中01与00组代码不能共段。
- 2)同一个程序段中可以输入几个不同组的G代码字，如果在同一个程序段中输入了两个或两个以上的同组G代码字时，最后一个G代码字有效。
- 3)G 代码执行后，其定义的功能或状态保持有效，直到被同组的其它 G 代码改变，这种 G 代码称为**模态 G 代码**。
- 4)G 代码执行后，其定义的功能或状态一次性有效，每次执行该 G 代码都必须重新输入该 G 代码，这种 G 代码为**非模态 G 代码**。
- 5)上电后不输入 G 代码时，按默认的初始化状态 G 代码执行。 R8011T 的上电默认状态 G 代码有 G00、G97、G98。

8.1.1 程序的一般结构

程序是由以“OXXXX”（程序名）开头、以“%”号结束的若干行程序段构成的。程序段是以程序段号开始（可省略），以“:”结束的若干个指令字构成。程序的一般结构如图 8.1 所示。

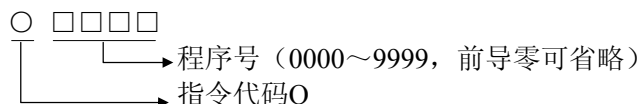
O0101;
N0100 S800 M03;
N0200 T0303;
N0300 G00 X80 Z50;
N0400 G00 X50 Z3;
N0500 G01 X45 Z0.5 F300;
N0600 G03 X35 Z-10 R15 F150;
N0700 G00 X100 Z50;
N0800 S0 M05;
/ N0900 M99;
N1000 M30;

程序由各个程序段构成，而程序段则由各种指令字构成，以“；”结束，如上例中的：

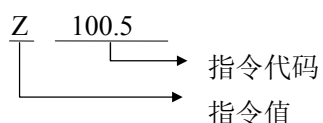
N0100 S800 M03;

另外程序可通过程序段选跳符“/”，在跳段开关有效的情况下，选择程序段跳过不执行。

R8011T/R8010T可以存储100个程序，为了识别区分各个程序，每个程序都有唯一的程序名（程序名不允许重复），程序名位于程序的开头，由O及其后的四位数字构成。



指令字是用于命令数控系统完成控制功能的基本指令单元，指令字由一个英文字母（称为**指令代码**）和其后的数值（称为**指令值**，为有符号数或无符号数）构成。



指令代码规定了其后指令值的意义，在不同的指令字组合情况下，同一个指令代码可能有不同的意义。

表8-2为R8011T/R8010T所有指令字的一览表：

表 8-2

| 代码符 | 取值范围 | 功能意义 |
|-----|-------------------------|--------------------------|
| O | 0~9999 | 程序名 |
| N | 0~9999 | 顺序号 |
| G | 00~99 | 准备功能 |
| X | -9999.999~9999.999 (mm) | X 向坐标地址 |
| | 0~9999.999 (s) | 暂停时间指定 |
| Z | -9999.999~9999.999 (mm) | Z 向坐标地址 |
| U | -9999.999~9999.999 (mm) | X 向增量 |
| | -9999.999~9999.999 (mm) | G71、G72、G73 指令中 X 向精加工余量 |
| | 0.001~9999.999 (mm) | G71 中切削深度 |
| | -9999.999~9999.999 (mm) | G73 中 X 向退刀距离 |
| W | -9999.999~9999.999 (mm) | Z 向增量 |
| | 0.001~9999.999 (mm) | G72 中切削深度 |
| | -9999.999~9999.999 (mm) | G71、G72、G73 指令中 Z 向精加工余量 |
| | -9999.999~9999.999 (mm) | G73 中 Z 向退刀距离 |
| R | -9999.999~9999.999 (mm) | 圆弧半径 |
| | 0.001~9999.999 (mm) | G71、G72 循环退刀量 |
| | 1~9999999 (次) | G73 中粗车次数 |
| | 0~9999.999 (mm) | G74、G75 中切削后的退刀量 |
| | 0~9999.999 (mm) | G74、G75 中切削到终点时候的退刀量 |
| | 0~9999.999 (mm) | G76 中精加工余量 |
| | -9999.999~9999.999 (mm) | G90、G92、G94 中锥度 |
| I | -9999.999~9999.999 (mm) | 圆弧中心相对起点在 X 轴矢量 |
| | 0.06~25400 (牙/inch) | 英制螺纹牙数 |
| K | -9999.999~9999.999 (mm) | 圆弧中心相对起点在 Z 轴矢量 |
| F | 0~8000 (mm/min) | 分进给速度 |
| | 0.001~500(mm/rev) | 转进给速度 |
| | 0.001~500 (mm) | 公制螺纹导程 |
| S | 0~9999 (r/min) | 主轴转速指定 |
| | 00~04 | 多档主轴输出 |
| M | 00~99 | 辅助功能输出、程序执行流程、子程序调用 |
| P | 1~9999999 (0.001s) | 暂停时间 |
| | 0~9999 | 调用子程序号 |
| | 0~999 | 子程序调用次数 |
| | 0.001~9999.999 (mm) | G74、G75 中 X 向循环移动量 |
| | | G76 中螺纹切削参数 |
| | 1~9999 | 复合循环指令精加工起始程序段顺序号 |
| Q | 1~9999 | 复合循环指令精加工结束程序段顺序号 |
| | 0~9999.999 (mm) | G74、G75 中 Z 向循环移动量 |
| | 1~9999.999 (mm) | G76 中第一次切入量 |
| H | 01~99 | G65 中运算符 |
| L | 01~99 | G92 中的螺纹头数 |

8.1.3 程序段及程序段号

程序段

程序段由若干个指令字构成，以“；”结束，是CNC程序运行的基本单位。程序段之间用字符“；”分开，本手册中用“；”表示。示例如下：

| | | | |
|----------|--------------|-------------------------------|----------|
| <u>/</u> | <u>N1000</u> | <u>G02 U100 Z30 R200 F500</u> | <u>;</u> |
| | | | |
| 跳段符 | 程序段号 | 指令 | 程序段结束符 |

注：（；）程序段结束符在编辑方式的程序页面按（EOB换行）键即可。

程序段号

程序段号由地址N和后面数字构成：N00000～N99999，前面零可省略。程序段号应位于程序段的开头，否则无效。

程序段号可以不输入，但程序调用、跳转的目标程序段必须有程序段号。为了方便查找、分析程序，建议程序段号按编程顺序递增或递减。

注：为了方便调用程序段本系统按不自动添加段号，用户可根据程序需要自行编写

8.1.4 程序段选跳符

程序段选跳符

如在程序执行时不执行某一程序段（而又不想删除该程序段），就在该程序段前插入“/”，这要求系统需外接程序段选跳开关。程序执行时此程序段将被跳过、不执行。如果程序段选跳开关未打开，即使程序段前有“/”该程序段仍会执行。

8.2 坐标系统（坐标轴定义）

R8011T/R8010T 采用标准坐标系统，即右手笛卡尔坐标系统，如图 8.2 所示(前置刀架)。

由图可见，刀具运动的正方向，是工件与刀具距离增大的方向。
在使用绝对尺寸编程时，X 值（X 坐标值）和 Z 值（Z 坐标值）指定了刀具运动终点的坐标值。在使用增量尺寸编程时，U 值（沿 X 轴的增量）和 W 值（沿 Z 轴的增量）指定了刀具运动的相对距离，其正方向分别与 X、Z 轴正方向相同, 在同一程序段内可同时采用绝对尺寸和增量尺寸，但必须依照正确的组合格式。

正确组合：X、Z； U、W； X、W； U、Z。

不正确组合：X、U； W、Z。

一般情况下 $U = X_{\text{终点}} - X_{\text{起点}}$ $W = Z_{\text{终点}} - Z_{\text{起点}}$

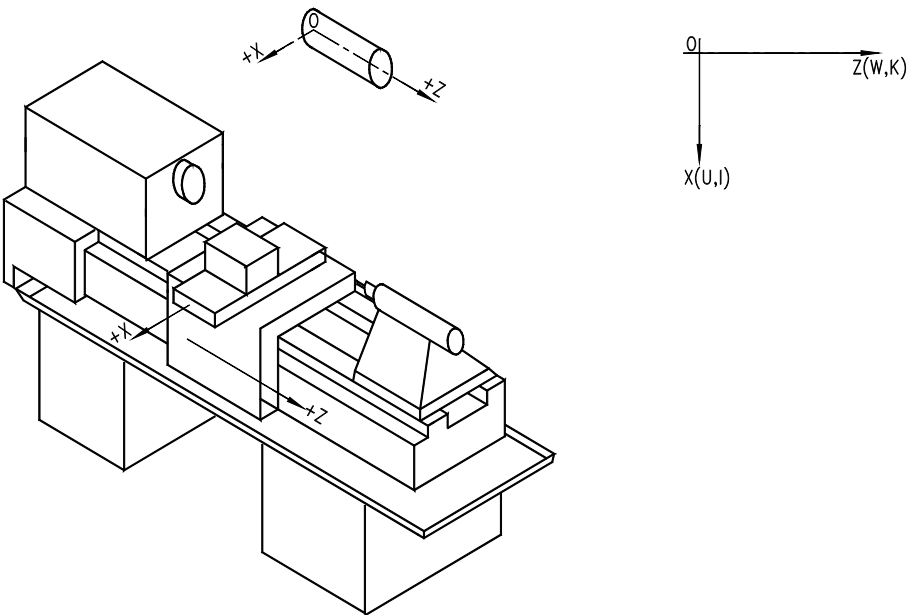


图 8.2 坐标系统

按刀座与机床主轴的相对位置划分，数控车床有前刀座坐标系和后刀座坐标系，图 8.3 为前刀座的坐标系，图 8.4 为后刀座的坐标系。从图中可以看出，前、后刀座坐标系的 X 轴方向正好相反，而 Z 轴方向是相同的。在以后的图示和例子中，用前刀座坐标系来说明编程的应用。

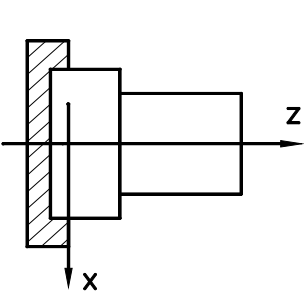


图 8.3 前刀座的坐标系

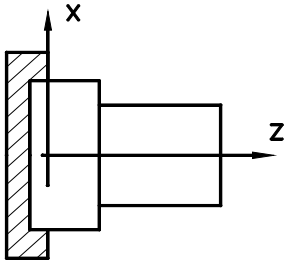


图 8.4 后刀座的坐标系

8.2.1 机床坐标系、机床零点

机床坐标系是数控系统进行坐标计算的基准坐标系，是机床固有的坐标系。

机床零点是机床上的一个固定点，由安装在机床上的零点开关或回零开关决定。通常情况下回零开关安装在 X 轴和 Z 轴正方向的最大行程处。

注：进行回机床参考点操作前，需检查车床是否安装了零点开关。如果没有，请不要进行回零操作，以免损坏机械。

8.2.2 工件坐标系

工件坐标系是按零件图纸设定的直角坐标系。当零件装夹到机床上后，根据工件的尺寸用 G50 指令设置刀具当前位置的绝对坐标，在系统中建立工件坐标系。通常工件坐标系的 Z 轴与主轴轴线重合，X 轴位于零件的首端或尾端。工件坐标系一旦建立便一直有效，直到被新的工件坐标系所取代。

8.3 绝对坐标编程和相对坐标编程

编写程序时，需要给定轨迹终点或目标位置的坐标值，按编程坐标值类型可分为：绝对坐标编程、相对坐标编程和混合坐标编程三种编程方式。

使用绝对尺寸编程时，用 X 值（X 坐标值）和 Z 值（Z 坐标值）指定了刀具运动终点的坐标值。

使用相对坐标编程时，用 U 值（沿 X 轴的增量）和 W 值（沿 Z 轴的增量）指定了刀具运动的相对距离。

混合坐标编程是允许在同一程序段 X、Z 轴分别使用绝对坐标编程和相对坐标编程，但必须依照正确的组合格式。

正确组合：X、Z；U、W； X、W； U、Z。

不正确组合：X、U； W、Z。

一般情况下 $U = X \text{ 终点} - X \text{ 起点}$ $W = Z \text{ 终点} - Z \text{ 起点}$

示例：刀具由(0, 0)点开始,依次运动到点 (100, 50) → (230, 115) → (230, 300)；X 轴是直径编程。

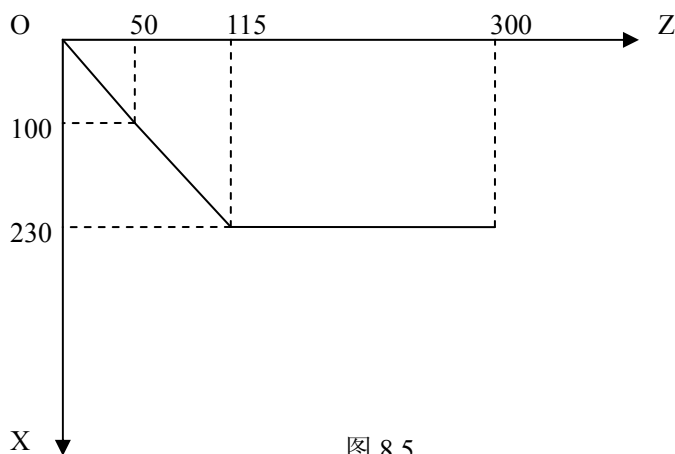


图 8.5

绝对坐标编程: G01 X100 Z50;
X230 Z115;
Z300;
相对坐标编程: G01 U100 W50;
U130 W65;
W185;
混合坐标编程: G01 X100 W50; 或 G01 U100 Z50;
X230 W65; 或 U130 Z115;
Z300; 或 W185;

8.4 直径编程和半径编程

按编程时 X 轴坐标值以直径值还是半径值输入可分为: 直径编程、半径编程。

直径编程: 参数№001 的 Bit0 位为 0 时, 程序中 X 轴的指令值按直径值输入, 此时, X 轴的坐标以直径值显示。

半径编程: 参数№001 的 Bit0 位为 1 时, 程序中 X 轴的指令值按半径值输入, 此时, X 轴的坐标以半径值显示。

说明: 例如 G50 设定 X 轴坐标, G71、G72、G73 指令中 X 轴精加工余量(用 U 表示), G74 中切削到终点时候的退刀量(用 R 表示)。以上 G 代码中的地址字与直径编程和半径编程有关。

例如: 圆弧半径、G90 的锥度等 X 轴指令值均按半径值输入, 与直径编程或半径编程的设置无关。在本说明书后述的说明中, 如没有特别指出, 均采用直径编程。

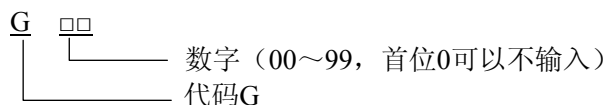
8.5 编程指令

必须在自动操作方式下才能运行当前打开的程序, 系统不能同时打开 2 个或更多程序, 因此, 系统在任一时刻只能运行一个程序。打开一个程序时, 光标位于第一个程序段的行首, 在自动操作方式下可以进行编辑, 但不能编辑当前正在运行加工的程序。程序运行停止。光标随着程序的运行而移动, 始终位于当前程序段的行首。在以下情况下, 程序运行的顺序或状态会发生改变:

- ✓ 程序运行时按了复位键或急停按钮, 程序运行终止;
- ✓ 程序运行时产生了 CNC 报警, 程序运行终止;
- ✓ 自动方式下程序运行时操作方式不能切换手手动方式、参数输入方式(可查看), 也不能执行回零;
- ✓ 程序运行时按了暂停键或外接暂停信号断开, 程序运行暂停, 再按运行键或外接循环启动信号接通时, 程序从停止的位置继续运行;
- ✓ 单段开关打开时, 每个程序段运行结束后程序运行暂停, 需再按运行键或外接循环启动信号接通时, 从下一程序段继续运行;
- ✓ 程序段选跳开关打开, 程序段前有“/”的程序段被跳过、不执行;
- ✓ 执行 G65 跳转指令时, 转到跳转目标程序段运行;
- ✓ 执行 G70~73 复合循环指令的程序运行顺序比较特殊, 详见本篇《G 指令》;
- ✓ 执行 M98 指令时, 调用对应的子程序运行; 子程序运行结束, 执行 M99 指令时, 返回主程序中调用程序段的下一程序段运行;
- ✓ 在主程序(该程序的运行不是因其它程序的调用而启动)中执行 M99 指令时, 返回程序第一段继续运行, 当前程序将反复循环运行。

8.5.1 准备功能（G 功能）

准备功能——G指令代码由G及其后二位数值组成，它用来指定刀具相对工件的运动轨迹、进行坐标设定等多种操作，G指令一览表。



G指令被分为00、01、02、03、06、07组。其中00组属于非模态指令。其余组的为模态G指令。

在同一个程序段中可以指令几个不同组的G指令，如果在同一个程序段中指令了两个以上的同组G指令时，产生131号报警。没有共同指令字的不同组G代码可以放在同一程序段中，功能同时有效并且与先后顺序无关。如果使用了下面G指令功能表以外的或指令了不具有的选择功能的G指令，则出现报警。

| 代 码 | 组别 | 格 式 | 说 明 |
|------|----|--|-----------------|
| *G00 | 01 | G00 X(U)___Z(W)___ | 定位，快速移动 |
| G01 | | G01 X(U)___Z(W)___F | 直线插补 |
| G02 | | G02 X(U)___Z(W)___R(I_K_) F | 顺时针圆弧插补，CW |
| G03 | | G03 X(U)___Z(W)___R(I_K_) F | 逆时针圆弧插补，CCW， |
| G04 | 00 | G04 P_； 或 G04 X_； | 暂停 |
| G28 | 00 | G28 X(U)___Z(W)___ | 返回参考点，X、Z 指定中间点 |
| *G40 | 07 | G40 | 刀具半径补偿取消 |
| G41 | | G41 | 左侧刀具半径补偿 |
| G42 | | G42 | 右侧刀具半径补偿 |
| G32 | 01 | G32 X(U)___Z(W)___F(I) | 等螺距螺纹切削 |
| G33 | 01 | G33 Z(W)___F(I) | 攻丝循环 |
| G50 | 00 | G50 X(U)___Z(W)___ | 坐标系设定 |
| G65 | 00 | G65 Hm P#I Q#J R#K | 宏指令（具体见后） |
| G70 | 00 | G70 P(ns) Q(nf) | 精加工循环 |
| G71 | | G71 U(ΔD) R(E) G71 P(NS) Q(NF) U(ΔU) W(ΔW) F(F) S(S) T(T) | 外圆粗车循环 |
| G72 | | G72 W(ΔD) R(E) G72 P(NS) Q(NF) U(ΔU) W(ΔW) F(F) S(S) T(T) | 端面粗车循环 |
| G73 | | G73 U(ΔI) W(ΔK) R(D) G73 P(NS) Q(NF) U(ΔU) W(ΔW) F(F) S(S) T(T) | 封闭切削循环 |
| G74 | | G74 R(e) G74 X(U) Z(W) P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F(f) | 端面深孔加工循环 |
| G75 | | G75 R(e) G75 X(U) Z(W) P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F(f) | 外圆内圆切槽循环 |
| G76 | | G76 P(m) (r) (a) Q(Δdmin) R(d) G76 X(U) Z(W) R(i) P(k) Q(Δd) F(L) | 复合型螺纹切削循环 |
| G90 | | G90 X(U)___Z(W)___R___F___ | 外圆，内圆车削循环 |
| G92 | 01 | G92 X(U)___Z(W)___R___F(I)___J___K___ | 螺纹切削循环 |
| G94 | | G94 X(U)___Z(W)___R___F___ | 端面车削循环 |
| G96 | | G96 | 恒线速控制 |
| *G97 | 02 | G97 | 取消恒线速控制 |
| *G98 | 03 | G98 | 每分进给 |
| G99 | | G99 | 每转进给 |

注 1: 带有*记号的 G 代码, 当电源接通时, 系统处于这个 G 代码的状态。

注 2: 00 组的 G 代码是—次性 G 代码。

8.5.1.1 快速点定位指令 G00

本指令可将刀具快速移动到所需位置上, 一般作为空行程运动, 既可是单坐标运动, 又可两坐标同时运动, 指令格式如下:

格式: G00 X(U) __ Z(W) __

例 1: G00 X100 Z300

表示将刀具快速移动到 X 为 100、Z 为 300 的位置上, 运动轨迹见图 8.6 所示。

例 2: G00 U-36.02

表示刀具从当前位置向 X 轴负方向快速移动 36.02 (直径量), 实际位移 18.01, 运动轨迹见图 8.7 所示。

注: (1) G00 指令中不需要给定速度, G00 运行速度应在参数设置方式下设定, 设定的范围: 2000mm/min ~ 8000mm/min (Z 轴), G00 的具体数值根据机床大小及负载情况调整。

(2) 只有一个坐标值时, 刀具将沿该方向运动 (见图 8.7); 有两个坐标值时, 刀具将先以 1:1 步数两坐标联动, 然后单坐标运动 (见图 8.6)。

(3) X、Z 轴各自的快速移动速度分别由参数 No. 013、No. 014 设定, 也可通过操作面板的快速移动速度倍率开关进行修调。

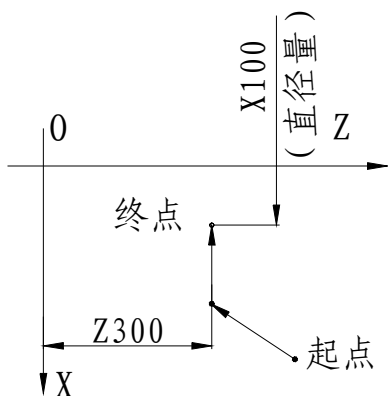


图 8.6 G00 运动图示

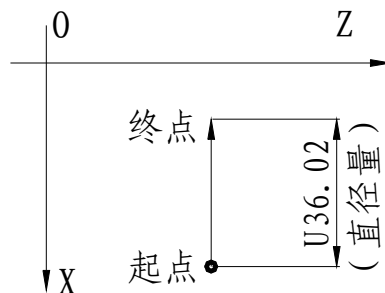


图 8.7 G00 运动图示

8.5.1.2 直线插补指令 G01

本指令可将刀具按给定速度沿直线移动到所需位置, 一般作为切削加工运动指令, 既可单坐标运动, 又可两坐标同时插补运动。指令格式如下:

格式: G01 X(U) __ Z(W) __ F __

例 1: G01 Z100 F200

表示将刀具以每分钟 200 毫米的速度走到 Z100 的位置, 运动轨迹见图 8.8 所示。

例 2: G01 U20.5 W-40 F150

表示刀具以每分钟 150 毫米的速度, 从当前位置开始按插补方式走一斜线, 终点相对于起点的坐标为 (U20.5, W-40), 即其沿 X 轴方向移动 20.5 (直径量), 沿 Z 轴移动 W-40, 运动轨迹见图 8.9 所示。

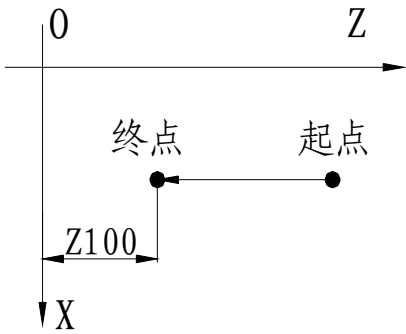


图 8.8 G01 运动图示一

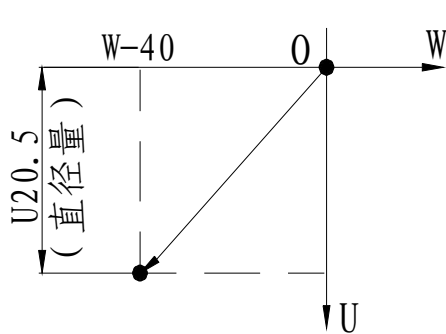


图 8.9 G01 运动图示二

- 注： (1) G01 指令中应给出速度 F 值，速度范围为 1~8000mm/min。
(2) 只有一个坐标值时，刀具将沿该方向运动，有两个坐标值时，刀具将按所给的终点坐标值做直线插补运动，其轨迹为连结起点到终点的一条斜线，见图 8.8。
(3) 加工速度可通过操作面板的进给倍率按钮进行进给速度的 16 级修调整。
(4) F: X、Z 轴的合成进给速度，模态指令字。其取值范围与是 G98 还是 G99 状态有关，具体如下：

| | G98 (mm/min) | G99 (mm/r) |
|------|--------------|------------|
| 取值范围 | 1~6000 | 0.001~500 |

- (5) 对于两轴同时移动的插补方式，F指定为两轴的合成进给速度。

X轴方向上的进给速度 $FB_{XB} = \frac{U}{L} \times F$ ：

Z轴方向上的进给速度 $FB_{ZB} = \frac{W}{L} \times F$ 。（其中 $L = \sqrt{U^2/4 + W^2}$ ，U 为直径值）

8.5.1.3 圆弧插补指令G02、G03

此指令可将刀具按所需圆弧运动，G02为顺圆弧，G03为逆圆弧，顺、逆方向设定见图8.10所示。
特别注意：这里的方向设定与人们日常顺、逆时针方向相反。本指令可自动过象限。

指令格式如下：

格式： G02 X(U)___ Z(W)___ I___ K___ F___
G03 X(U)___ Z(W)___ I___ K___ F___
G02 X(U)___ Z(W)___ R___ F___
G03 X(U)___ Z(W)___ R___ F___

这样，G02，G03既能以圆弧半径编程，又可以圆心坐标编程，用户可灵活应用。

X (U)：X 向圆弧插补终点的绝对（相对）坐标；

Z (W)：Z 向圆弧插补终点的绝对（相对）坐标；

R：圆弧半径；

I：圆心相对圆弧起点在 X 轴上的坐标值；（半径指令）

K：圆心相对圆弧起点在 Z 轴上的坐标值；

X、U、Z 、W、R、I、K 取值范围：（-9999.999~+9999.999）mm

F：圆弧切削速度。

I,K根据方向带有符号，I、K方向与X、Z轴方向相同，则取正值；否则，取负值。

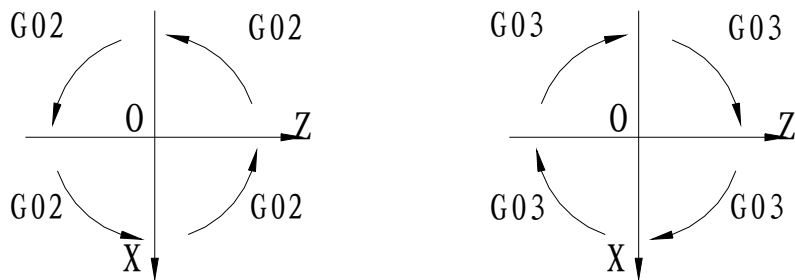


图 8.10 顺圆 逆圆方向设定

以上顺圆或逆圆方向设定是针对前刀座坐标系，在后刀座坐标系下的设定如下。

圆弧方向：G02/ G03 圆弧的方向定义，在前刀座坐标系和后刀座坐标系是相反的。顺时针或逆时针与采用前刀座坐标系还是后刀座坐标系有关，具体见下图 8.11。

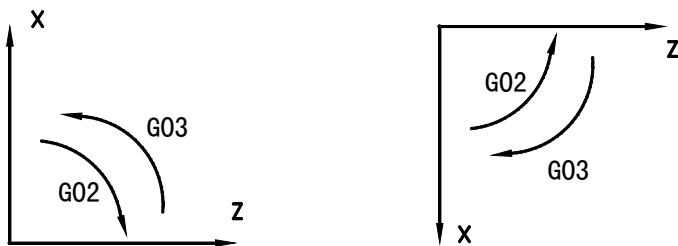


图 8.11

编制圆弧程序时，应确定圆弧终点位置与圆心位置。如需编制图 8.11 所示圆弧轨迹的程序，应明确圆弧终点位置为 (X120、Z10) 或 (U60、W-90)，圆心位置是相对于圆弧起点来描述的，用 (I、K) 表示圆心位置，这样图 8.11 中圆心位置应是 (I60、K-40)。确定了这两点，即可编程。I、K 表示圆心相对于起点的坐标值。

$$I = (X_{\text{圆心}} - X_{\text{起点}}) / 2$$

$$K = Z_{\text{圆心}} - Z_{\text{起点}}$$

- 注：(1) 圆弧终点位置及圆心位置中所用的 X、U 值均采用直径量编程。
(2) 圆弧终点坐标计算误差应小于 5 个脉冲当量值。
(3) 运行速度为 1~3000mm/min。

例 1：以绝对尺寸方式编制图 8.12 所示圆弧程序。程序如下：

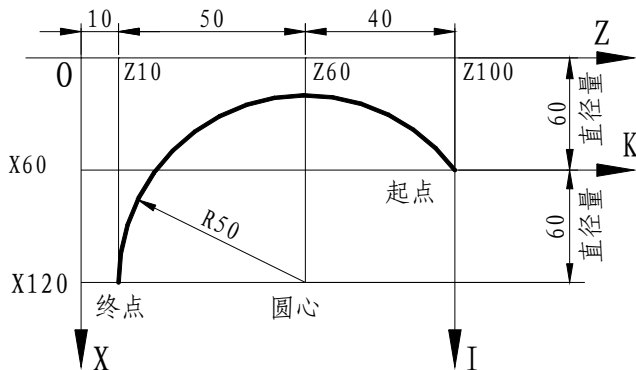


图 8.12 圆弧程序编制实例一

| | | | | |
|-------|-----|----------|------------|------|
| N0100 | G02 | X120 Z10 | I60 K-40 | F300 |
| | 顺圆弧 | 圆弧终点坐标值 | 圆心相对圆弧起点位置 | 运动速度 |

例 2：以增量尺寸方式编制图 8.12 所示圆弧程序。

程序如下：

```
N0100 G02 U60 W-90 I60 K-40 F300
```

例 3：按图 8.13 所示圆弧轨迹要求，以绝对尺寸方式编制程序。

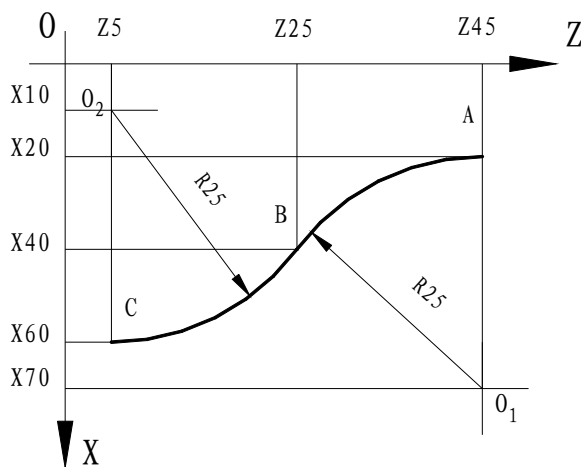


图 8.13 圆弧程序编制实例二

这是一个光滑曲线，它由 A→B→C 两段圆弧连接而成，AB 为顺圆弧，BC 为逆圆弧。所以整个圆弧曲线应由两段圆弧程序连接起来完成，AB 的圆心位置为 (I25、K0)，BC 的圆心位置为 (I-15、K-20)。

程序如下：

```
N0120 G02 X40 Z25 I25 K0 F250
```

```
N0130 G03 X60 Z5 I-15 K-20
```

按图 8.13 所示圆弧轨迹要求，以增量尺寸方式编制程序。

程序如下：

```
N0120 G02 U20 W-20 I25 K0 F250
```

```
N0130 G03 U20 W-20 I-15 K-20
```

以圆弧半径编程方式编制图8.13所示圆弧程序。

程序如下：

```
N0140 G02 U20 W-20 R25 F250
```

```
N0150 G03 U20 W-20 R25
```

说明：

1. 圆弧插补的进给速度用F指定，为刀具沿着圆弧切线方向的速度；
2. I0、K0时可以省略；
3. I、K和R同时指令时，R有效，I、K无效；
4. 使用R编程时，如果终点不在用R定义的圆弧上，系统会产生报警，R正值时为小于或等于180度的圆弧，R负值时为大于180度的圆弧；
5. 使用I、K值编程时，在圆弧的始点和终点即使有误差，也不报警；
6. 地址X(U)、Z(W)可省略一个或全部；当省略一个时，表示省略的该轴的起点和终点一致；同时省略表示终点和始点是同一位置，若用I、K指定圆心时，执行G02/G03代码的轨迹为全圆(360°)；用R指定时，表示0度的圆；

8.5.1.4 程序延时指令G04

本指令给定所需延时的时间，当程序执行到本程序段时，系统按所给定的时间延时，不做任何其它动作，延时结束后再执行下一段程序。指令格式如下：

格式：G04 P__ ；
G04 X__ ；
G04；

说明： G04为非模态G代码；

G04延时时间由代码字P__、X__指定；

P值取范围为1～9999999 ms。（单位为毫秒ms）

X代码范围为0～99999.999 s。（单位为秒s）

P、X在同一程序段，P有效。

当P、X未输入时,表示程序段间准确停。

当P、X指定负值时,表示暂停时间为0。

例： G04 X10

表示本段程序延时10秒后，执行下面一段。

8.5.1.5 返回机床零点 G28

本指令此指令使指令的轴经过 X（U）、Z（W）指定的中间点返回到机械零点。指令中可指令一个轴，也可指定两个轴。

格式： G28 IP__；

利用G28指令可以使指定的轴自动返回到机床零点。

IP：指定返回到参考点中途经过的中间点，用绝对值指令或增量值指令。

IP中间点可为坐标轴中的任一个或多个。例如以下：

G28 X(U) __ Z(W) __ ； X、Z轴同时回机床零点

G28 X(U) __ ； X轴回机床零点，Z轴保持在原位

G28 Z(W) __ ； Z轴回机床零点，X轴保持在原位

G28 ； 保持在原位，继续执行下一程序段

X、Z：中间点位置的绝对坐标；

U、W：中间点位置与起点位置的绝对坐标的差值。

指令动作过程：

- （1）快速从当前位置同时以各自独立的速度定位到指令轴的中间点位置（A点→B点）。
- （2）快速从中间点以各自独立的速度定位到机械零点（B点→R点）。
- （3）若非机床锁住状态，返回机械零点后坐标清零完毕。

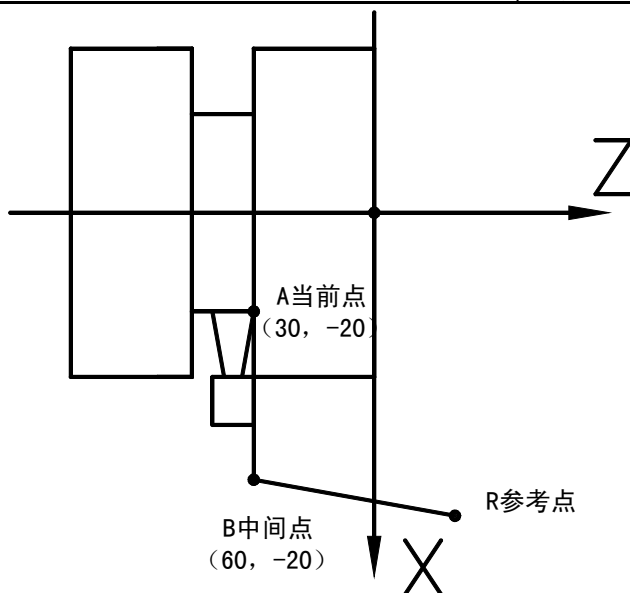


图 8.14

指令动作过程：（如图8.14所示）

- （1）快速从当前位置同时以各自独立的速度定位到指令轴的中间点位置（A点→B点）。
- （2）快速从中间点以各自独立的速度定位到机械零点（B点→R点）。
- （3）返回机械零点完毕时，绝对坐标清零。

- 注：
- （1）如果机床未安装零点开关，不得执行G28代码与返回机床零点的操作。
 - （2）在电源接通后，如果一次也没进行手动返回参考点，执行G28时，从中间点到参考点的运动与手动返回参考点时相同。
 - （3）从A点→B点及B点→R点过程中，两轴是以各自独立的快速速度移动的，因此，其轨迹并不一定是直线。
 - （4）执行G28代码回机床零点与手动回机床零点一样，都必须检测减速信号与一转信号。

8.5.1.6 工件坐标系设定G50

格式：G50 X(U)___ Z(W)___

功能：根据G50设置当前位置的绝对坐标，建立一个坐标系，使刀具上的某一点，例如刀尖在此坐标系中的坐标为X，Z。此坐标系成为工件坐标系。坐标系一旦建立后，后面指令中绝对值指令的位置都是用此坐标系中该点位置的坐标值来表示的，绝对坐标编程按这个坐标系输入坐标值，直至再次执行G50建立新的工件坐标系。

说明：1) G50为非模态G代码；

2) X，Z：当前位置新的X轴、Z轴绝对坐标；

3) U，W：当前位置新的X轴、Z轴绝对坐标与执行代码前的X轴、Z轴绝对坐标的差值；

4) 当G50代码中X(U)、Z(W)均未输入时，不改变当前坐标值，把当前点坐标值设定为工件坐标系的原点；仅未输入X(U)或Z(W)，则未输入的坐标轴保持原来的设定值不变。

5) 当参数设置为直径编程时 X 向为直径指定，参数设置为半径编程时,X 向为半径指定。

以下为G50设定工件坐标系的图示8.15

(例) 直径指定时的坐标系设定

G50 X1200.0 Z700.0

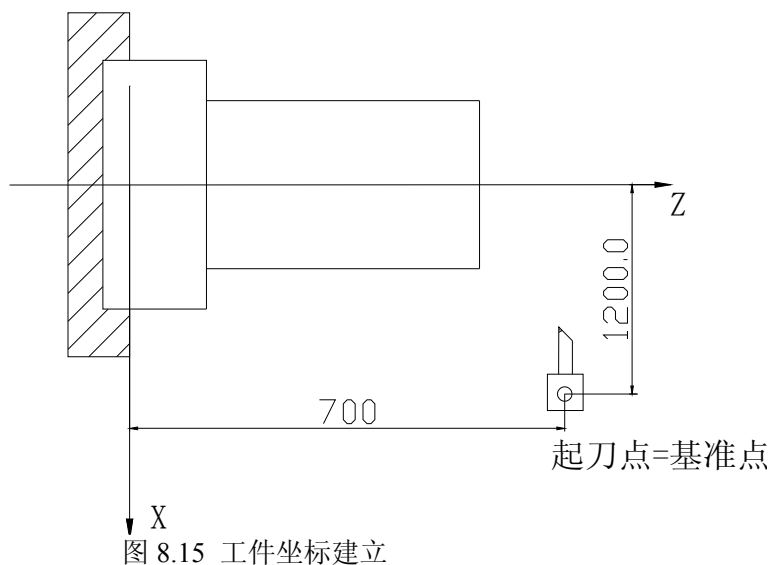


图 8.15 工件坐标建立

当执行代码段“G50 X1200 Z700;”后，建立了如图所示的工件坐标系，并将(X1200 Z700)点设置为工件坐标系的原点。

注 1：一般情况下，G50 应在程序开头设定工件坐标系，用在中间位置可能会导致程序运行的轨迹与理想的轨迹有出入。

注 2：一般情况下，用 G50 设定坐标系时应在刀补取消状态；若在补偿状态用 G50 设定坐标系，那么设定后显示的值是刀偏值以后的值，与实际对刀显示数值不一致。

注 3：当程序开头有 G50 设定坐标系时，在程序结尾时必须回到设定 G50 的点，否则会有撞刀可能。

8.5.1.7 G96/G97—恒线速切削指令

所谓的恒线速控制是指 S 后面的线速度是恒定的，随着刀具的位置变化，根据线速度计算出主轴转速，并把与其对应的电压值输出给主轴控制部分，使得刀具瞬间的位置与工件表面保持恒定的关系。线速度的单位为 m/min(米/分)，线速度单位根据机械厂家不同有时会不同。

恒线速控制指令如下：

格式： G96 S__ S (S0000～S9999)，前导零可省略，后数值指定的是刀尖的切线方向的线速度，G96 为模态 G 代码。S 后指定线速度(米/分)，该指令后的切削线速度均按设定的速度执行，当主轴转速达到系统设定的极限值时，主轴转速不再变化，而是以该速度继续运行。

恒线速控制指令取消如下：

格式： G97 S__；S(S0000～S9999)，前导零可省略，后数值指定的是主轴转速。G97 为模态 G 代码，如果当前为 G97 模态，可以不输入 G97。

恒线速控制时主轴最高速度设定如下：

格式： G50 S__；(S0000～S9999，前导零可省略)

用 G50 S 后面的数值，可以指令恒线速控制的主轴最高转速(r/min)。G50 S__；

在恒线速控制时，当主轴转速高于上述程序中指定的值时，则被限制在主轴最高转速上。

说明:

- 1) 主轴最高转速限制
 - 用 G50 S__ 后面的数值, 可以指令恒线速控制的主轴最高转速(r/min) ;
 - 在恒线速控制时, 当主轴转速高于 G50 S__指定的值时, 则被限制在主轴最高转速上;
 - 系统上电时, 主轴最高转速限制值未设定、主轴最高转速限制功能无效。G50 S__定义的最高转速限制值在重新指定前保持不变, 最高转速限制功能在 G96 状态下有效, 在 G97 状态下 G50 S_设置的主轴最高转速无效, 但主轴依然有最高转速限制(最高输出 10V 的模拟电压);
 - 如果执行 G50 S0, 恒线速控制时实际主轴转速将被限制在参数№057 设置值。
- 2) 快速进给(G00) 时的恒线速控制
对于用 G00 指令的快速进给程序段, 当恒线速控制时, 不进行时刻变化的刀具位置的线速度控制, 而是计算程序段终点位置的线速度。这是因为快速不进行切削的缘故。
- 3) 恒线速控制时, 工件坐标系的 Z 坐标轴必须与主轴轴线重合, 否则, 实际线速度将与给定的线速度不一致。
- 4) 恒线速控制时, 当由切削线速度计算出的主轴转速高于当前档位主轴最高转速(系统参数 №090~№092)时, 此时的主轴转速限制为当前主轴档位的最高转速。

- 注 1: 在 G96 状态中, 被指令的 S 值, 即使在 G97 状态中也保持着。当返回到 G96 状态时, 其值恢复;
- 注 2: 从 G96 状态变为 G97 状态时, 若 G97 程序段没有指令 S, 则 G96 状态的最后转速作为 G97 状态的 S 码使用;
- 注 3: 机床锁有效时, 仍可根据程序中 X 坐标值的变化, 进行恒线速控制;
- 注 4: 螺纹切削时, 恒线速控制是有效的, 但为保证加工精度, 在切螺纹时, 建议处于 G97 状态, 以使主轴以同一转速转动。
- 注 5: 每转进给 (G99), 在恒线速控制方式下 (G96), 有效。
- 注 6: 恒线速控制中指定的线速度是相对于编程轨迹的。

程序实例: (图 8.16 所示)

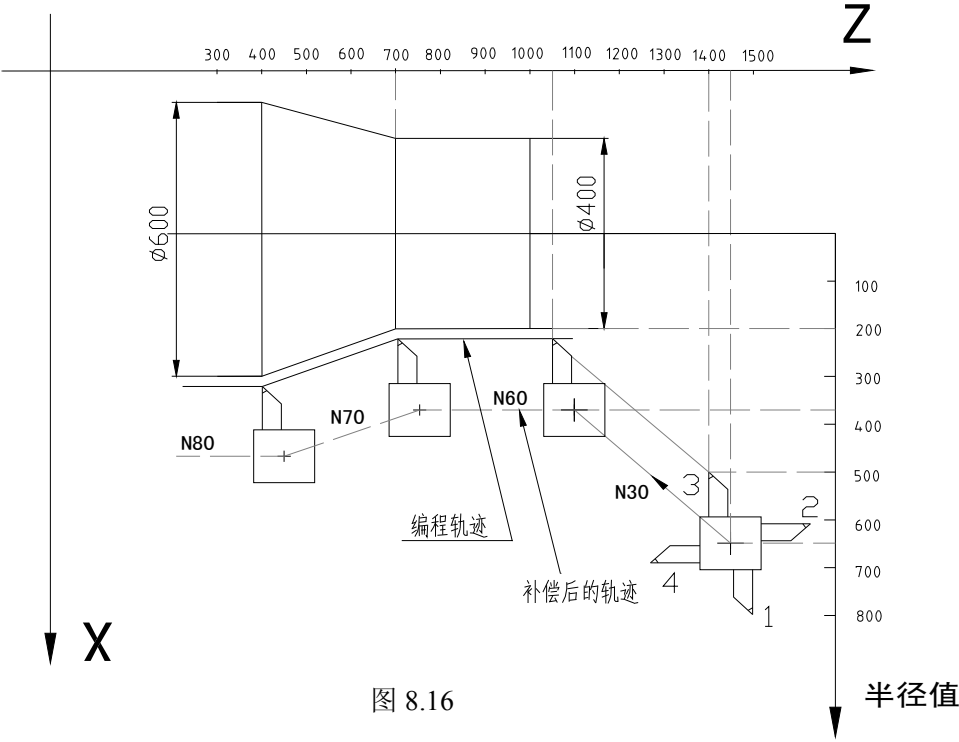


图 8.16

(直径指定)

N0010 G00 X1000 Z1400;

N0020 T0303;

N0030 X400.Z1050.;

N0040 G50 S3000; (指定最高转速)

N0050 G96 S200; (线速度 200m/min)

N0060 G01 Z700. F1000;

N0070 X600. Z400.;

N0080 Z....;

CNC 是用程序中的 X 坐标值进行线速度计算, 改变主轴转速使其达到指定的线速度。当有补偿时, 不是用补偿后的 X 坐标值进行计算的。上例的 N80 的终点, 不是转塔中心位置, 而是刀尖位置, 也就是说, 刀尖在 $\Phi 600$ 处, 线速度为 200 米/分, X 坐标值为负时, 取绝对值进行计算。

8.5.1.8 G98/G99—分进给指令/转进给指令

格式: G98 F__; (设置范围: 0~No027 号参数设置值)

功能: 以毫米/分为单位给定切削进给速度, G98 是模态的, 一旦指令了 G98 状态, 在 G99 指令前, 一直有效。系统上电时默认 G98 有效。

格式: G99 F__; (设置范围: 0.0001~500)

功能: 以毫米/转为单位给定切削进给速度, G99 是模态的, 一旦指令了 G99 状态, 在 G98 指令前, 一直有效。G99 状态下加工, 机床必须安装主轴编码器。G99 状态下实际切削速度为 G99 指令的 F 与当前主轴转速(转/分)的乘积。每转进给量与每分钟进给量的换算公式:

$$F = F_{G99} \times S$$

其中: F 为每分钟的进给量(mm/min), F_{G99} 为每转进给量(mm/r), S 为主轴转速(r/min)。

注 1: 当位置编码器的转速在 1r/min 以下时, 速度会出现不均匀。在 1 转/分以下, 转速越慢越不均匀。

注 2: G98, G99 是模态的, 一旦指令了, 在另一个代码出现前, 一直有效。

注 3: F 代码最多允许输入 7 位。但是, 即使输入进给速度值超过限制值, 移动时也限制在限制值上。

注 4: 使用每转进给时, 主轴上必须装有位置编码器。

螺纹切削指令

R8011T/R8010T的螺纹切削指令主要包括等螺距螺纹切削指令G32、螺纹循环切削指令G92、攻丝循环指令G93以及复合型螺纹切削循环指令G76，可加工单头螺纹、多头螺纹、并且可进行攻丝。

本系统螺纹切削功能使用的几点说明：

- 机床必须安装主轴编码器，系统以主轴编码器一转信号为螺纹切削标志，只要不改变主轴转速，可分粗车、精车多次切削完成同一螺纹加工（相关参数№051主轴编码器线数；参数№052、№053主轴与编码器的传动比）。
- 螺纹加工速度与主轴转速和螺纹螺距有关，在螺距一定的情况下，螺纹切削时X轴、Z轴的移动速度由主轴转速决定；因此在螺纹切削过程中不要进行主轴转速调整，更不要停止主轴，以免损坏刀具或工件。
- 考虑螺纹切削开始和结束时的加减速，需在实际的螺纹起点与结束时留出一定距离作为螺纹引入长度和退刀的距离。

8.5.1.9 等螺距螺纹切削指令G32

格式：G32 X(U)_ Z(W)_ F(I)_

功能：刀具的运动轨迹是从起点到终点的一条直线，如图8.17；从起点到终点位移量(X轴按半径值)较大的坐标轴称为长轴，另一个坐标轴称为短轴，短轴与长轴作直线插补，刀具切削工件时，在工件表面形成一条等螺距的螺旋切槽。此指令可以切削等导程的直螺纹、锥螺纹和端面螺纹。G32螺纹切削时，需退刀槽。

说明：G32为模态G代码；

螺纹的导程是指主轴转一圈长轴的位移量(X轴位移量则按半径值)；

起点和终点的X坐标值相同(不输入X或U)时，进行直螺纹切削；

起点和终点的Z坐标值相同(不输入Z或W)时，进行端面螺纹切削；

起点和终点X、Z坐标值都不相同时，进行锥螺纹切削。

F：公制螺纹导程；范围：0.0001mm~500 mm；

I：英制螺纹导程；取值范围：英制：0.06~25400牙/inch

注：F (I) 指定值执行后保持有效，直至再次执行给定螺纹螺距的代码字。

本系统不分长短轴，程序设定的螺纹导程为锥面上的导程。需要换算到长短轴的长度，算法如图8.17

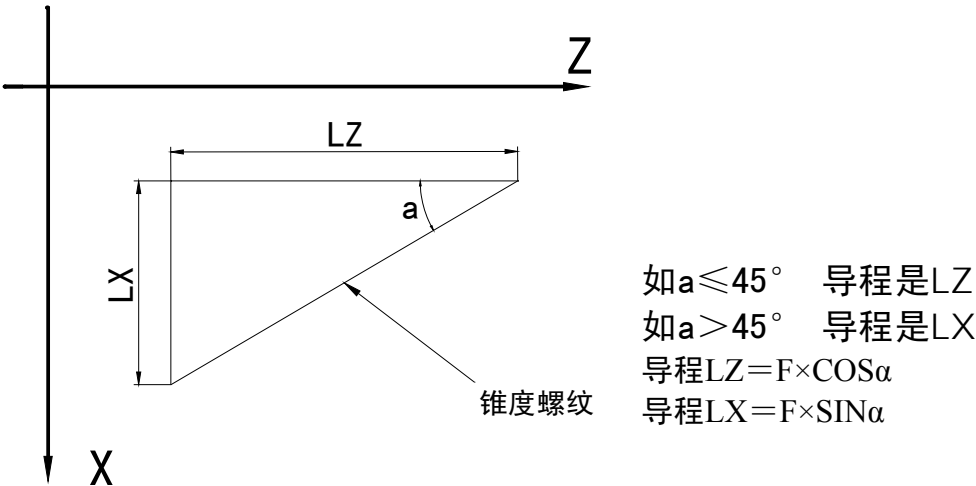


图8.17 长轴及短轴的判断

螺纹切削注意事项:

- a) 在螺纹切削开始及结束部分，一般由于升降速的原因，会出现导程不正确部分，考虑此因素影响，指令螺纹长度比需要的螺纹长度要长，如图8.18。
- b) 在切削螺纹过程中，进给速度倍率无效，恒定在100%。
- c) 在螺纹切削时主轴必须开动，否则产生报警；在螺纹切削过程中，主轴不能停止。
- d) 在螺纹切削过程中主轴倍率无效，因为改变主轴倍率，会因为升降速导致不能切出正确的螺纹。
- e) 暂停在螺纹切削中无效，在执行螺纹切削之后的第一个非螺纹切削程序段后可用单程序段停来停止。
- f) 若前一个程序段为螺纹切削程序段，当前程序段也为螺纹切削，在切削开始时不检测主轴位置编码器的一转信号。
- g) 主轴转速必须是恒定的，当主轴转速变化时，螺纹会或多或少产生偏差。
- h) F、I 同时出现在一个程序段时，系统会产生报警。

例1: 用G32指令编写图8.18-1 程序。

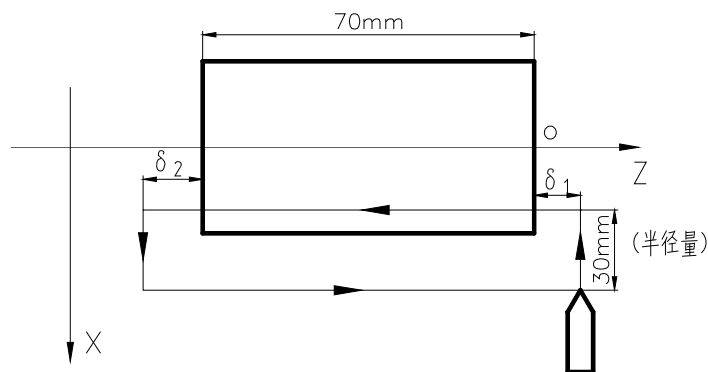


图8.18-1

螺纹导程: 2mm, 取 $\delta_1 = 3\text{mm}$, $\delta_2 = 1.5\text{mm}$ 。

```
G00 U-60.5;
G32 Z-74.5 F2.0;
G00 U60.5 W74.5;
    U-61.0;
G32 W-74.5;
G00 U61 W74.5。
```

例 2: 用 G32 指令编写图 8.18-2 锥螺纹程序。

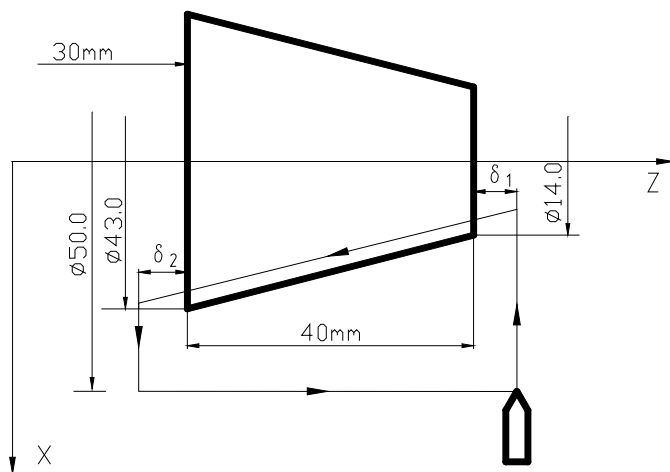


图8.18-2

螺纹导程：Z轴方向为3.5mm， $\delta 1 = 2\text{mm}$ ， $\delta 2 = 1\text{mm}$ ，总切深2mm，分两次切入

```
G00 X12 Z72;  
G32 X41 Z29 F3.5;  
G00 X50 Z72;  
X10;  
G32 X39 Z29;  
G00 X50 Z72。
```

8.5.1.10 Z轴攻丝循环G33

Z轴从起点位置（G33指令运行前的位置）到Z（W）指定的终点位置的刚性攻丝，主轴反转返回循环起点，再恢复主轴的正向旋转。

指令格式：G33 Z（W）__ F（I）__；

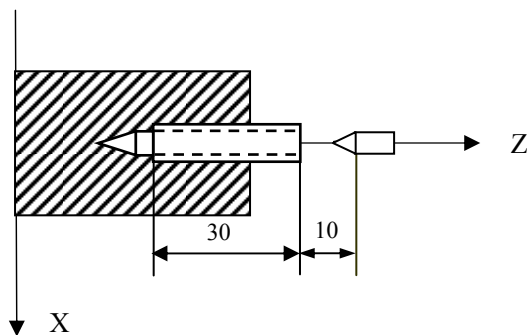
Z（W）：Z向螺纹切削终点的绝对（相对）坐标；Z(W)取值范围：-9999.999~+9999.999mm；

F：公制螺纹导程，即主轴每转一转刀具相对工件的移动量，取值范围：0.001~500mm，模态参数；

I：英制螺纹每英寸牙数，取值范围为（0.06~25400）牙/英寸，模态参数。

G33 Z轴攻丝循环的执行过程：

- 1) 轴进刀攻丝；
- 2) 关主轴；
- 3) 等待主轴完全停止；
- 4) 主轴反转；（与原来旋转方向相反）
- 5) Z轴退刀至加工起点；
- 6) 主轴停止；
- 7) 主轴恢复循环前的主轴旋转方向。



G33 攻丝循环

例：螺纹导程 2mm 的单头螺纹

N1 M03； 启动主轴

N2 G33 W-40 F2； 攻丝循环

N3 G0 Z100 X30 M30； 加工结束

注 1：由于本指令为刚性攻丝。在主轴停止信号有效后主轴还将有一定的减速时间。此时 Z 轴将仍然跟随主轴的转动，直到主轴完全停止，因此实际加工时螺纹的底孔应比实际的需要稍深一些，具体的长度应根据攻丝时主轴转速高低和是否有主轴刹车装置而定。

注 2：其它注意事项 G32 螺纹切削相同。

注 3：本指令为模态指令。

注 4：在本指令中输入 X 值时会产生报警：输入了非法字地址符。

8.5.1.11 螺纹切削循环G92

执行该指令，可进行等导程的直螺纹、锥螺纹单一循环螺纹加工，循环完毕刀具回起点位置。螺纹切削时不需退刀槽。当用户不用J、K设定螺纹的退尾长度时，可由参数№058设置螺纹的退尾宽度，**螺纹倒角宽度=№058 * 0.1 * 螺距**；在增量编程中地址U后面的数值的符号取决于轨迹1的X方向，地址W后面的数值的符号取决于轨迹2的Z方向。当J、K设定值时，按J、K设定值执行X、Z轴退尾；当只设定J或K值时，按45度退尾执行；当不需要退尾时，可设J0或K0即可。

指令格式： G92X(U)___Z(W)___J___K___F___R___L___； （公制螺纹）
G92X(U)___Z(W)___J___K___I___R___L___； （英制螺纹）

X(U)、Z(W)： 终点坐标；

J、K： 分别为 X、Z 向的退尾长度；

R： 为螺纹起点与螺纹终点的半径之差；

F： 公制螺纹导程，取值范围为（0.001~500），单位：mm，模态指定；

I： 英制螺纹每英寸牙数，取值范围为（0.06~25400），单位：牙/英寸，模态指定；

L： 螺纹头数，取值范围为（1~99），单位：头，模态指定；不指定时默认为 1。

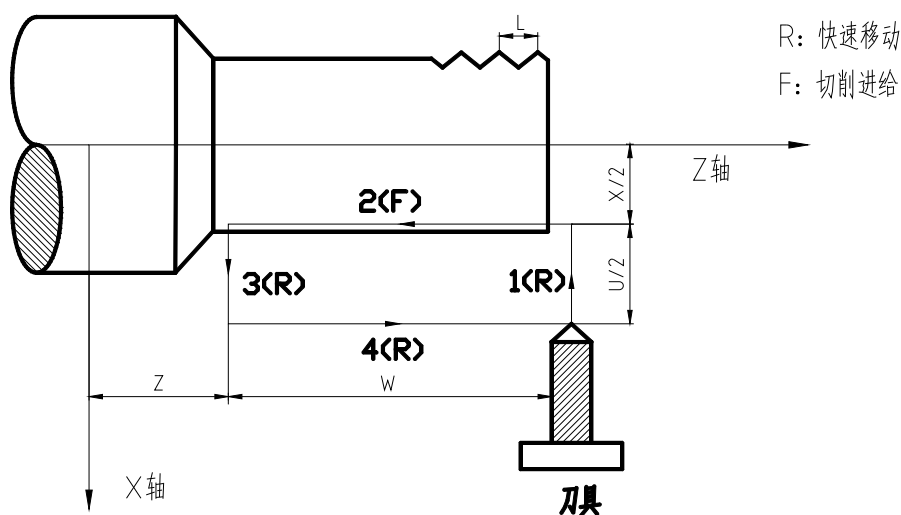


图 (1)

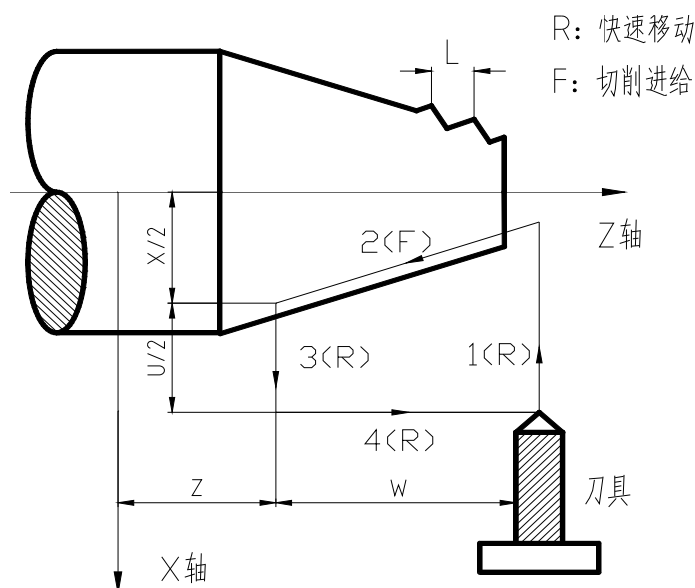
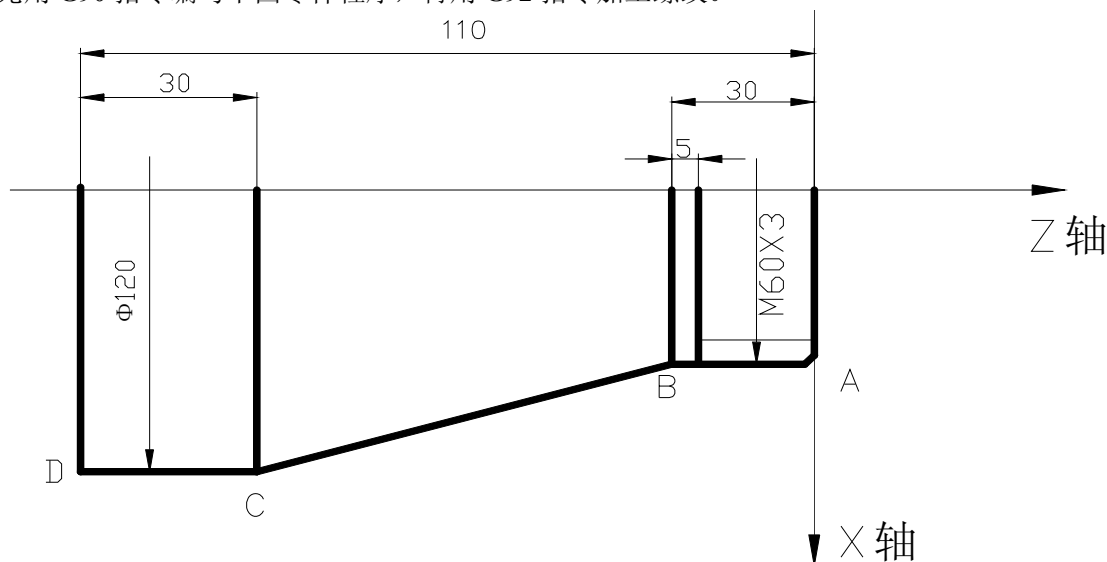


图 (2)

说明:

- 关于螺纹切削的注意事项，与G32螺纹切削相同。
- 螺纹切削循环中若有暂停输入，循环继续直到动作3结束后停止；
- 螺纹导程范围，主轴速度限制等，与G32的螺纹切削相同；
- 当用G92加工直螺纹时，如G92的起刀点与螺纹终点在X方向相同时，将产生报警，因为无法识别螺纹为内螺纹或外螺纹。

例：先用 G90 指令编写下图零件程序，再用 G92 指令加工螺纹。



程序如下:

```

M3 S300;
G0 X150 Z50;
T0101; (外圆车刀)
G0 X130 Z5;
G90 X120 Z-110 F200; (C→D)
X60 Z-30; (A→B)
G0 X130 Z-30;
G90 X120 Z-80 R-30 F150; (B→C)
G0 X150 Z150;
T0202; (螺纹刀)
G0 X65 Z5;
G92 X58.5 Z-25 F3; (加工螺纹，分4刀切削)
X57.5 Z-25;
X56.5 Z-25;
X56 Z-25;
M5 S0;
M30;
  
```

8.5.1.12 复合型螺纹切削循环G76

系统根据指令地址所给的数据自动计算并进行多次螺纹切削循环螺纹加工完成，指令轨迹如下图所示。

指令格式：**G76 P(m)(r)(a) Q(Δd_{min}) R(d);**
G76 X(U)___ Z(W)___ R(i) P(k) Q(Δd) F (I) ___;

功能： 系统根据指令地址所给的数据自动计算并进行多次螺纹切削循环螺纹加工完成，指令轨迹如图 8.19 所示。通过多次螺纹粗车、螺纹精车完成规定牙高(总切深)的螺纹加工，如果定义的螺纹角度不为 0° ，螺纹粗车的切入点由螺纹牙顶逐步移至螺纹牙底，使得相邻两牙螺纹的夹角为规定的螺纹角度。G76 代码可加工带螺纹退尾的直螺纹和锥螺纹，可实现单侧刀刃螺纹切削，吃刀量逐渐减少，有利于保护刀具、提高螺纹精度。G76 代码不能加工端面螺纹。

X、Z： 螺纹终点（螺纹底部）坐标值，单位：mm；

U、W： 螺纹终点相对加工起点的坐标值，单位：mm；

P(m)： 螺纹精车次数 00~99 (单位：次)，m 指定值执行后保持有效，并把系统数据参数№065 的值修改为 m。未输入 m 时，以系统数据参数№065 的值作为精车次数。在螺纹精车时，每次的进给的切削量等于螺纹精车的切削量 d 除以精车次数 m。

P(r)： 螺纹退尾长度 00~99(单位： $0.1 \times L$ ，L 为螺纹螺距)，r 指定值执行后保持有效，并把系统数据参数№058 的值修改为 r。未输入 r 时，以系统数据参数№058 的值作为螺纹退尾宽度。螺纹退尾功能可实现无退刀槽的螺纹加工，系统参数№058 定义的螺纹退尾宽度对 G92、G76 代码有效；

P(a)： 相邻两牙螺纹的夹角，取值范围为 00~99，单位：度($^\circ$)，a 指定值执行后保持有效，并把系统数据参数№068 的值修改为 a。未输入 a 时，以系统数据参数№068 的值作为螺纹牙的角度。实际螺纹的角度由刀具角度决定，因此 a 应与刀具角度相同；

Q(Δd_{min})： 螺纹粗车时的最小切削量，取值范围为 00~999.999，(单位：mm，无符号，半径值)。当 $(\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) \times \Delta d < \Delta d_{min}$ 时，以 Δd_{min} 作为本次粗车的切削量，即：本次螺纹切深为 $(\sqrt{n-1} \times \Delta d + \Delta d_{min})$ 。设置 Δd_{min} 是为了避免由于螺纹粗车切削量递减造成粗车切削量过小、粗车次数过多。Q(Δd_{min})执行后，指定值 Δd_{min} 保持有效，并把系统数据参数№069 的值修改为 Δd_{min} (单位：0.001 mm)。未输入 Q(Δd_{min})时，以系统数据参数№069 的值作为最小切削量；

R(d)： 螺纹精车的切削量，取值范围为 00~99.999，(单位：mm，无符号，半径值)，半径值等于螺纹精车切入点 B_e 与最后一次螺纹粗车切入点 B_f 的 X 轴绝对坐标的差值。R(d)执行后，指定值 d 保持有效，并把系统数据参数№070 的值修改为 $d \times 1000$ (单位：0.001 mm)。未输入 R(d)时，以系统数据参数№070 的值作为螺纹精车切削量；

R(i)： 螺纹锥度，螺纹起点与螺纹终点 X 轴绝对坐标的差值，取值范围为 -99999.999~99999.999(单位：mm，半径值)。未输入 R(i)时，系统按 $R(i)=0$ (直螺纹)处理；

P(k)： 螺纹牙高，螺纹总切削深度，取值范围为 1~99999.999(单位：mm，半径值、无符号)。未输入 P(k)时，系统报警；

Q(Δd)： 第一次螺纹切削深度，取值范围为 1~99999.999 (单位：mm，半径值、无符号)。未输入 Δd 时，系统报警；

F: 公制螺纹导程, 范围: 0.001mm~500 mm;

I: 英制螺纹导程, 范围: 0.06~25400 牙/英寸。

对以下图示点特别说明:

切深参考点: Z 轴绝对坐标与 A 点相同、X 轴绝对坐标与 C 点 X 轴绝对坐标的差值为 k(螺纹的总切削深度、半径值), 表示为 B 点。B 点的螺纹切深为 0, 是系统计算每一次螺纹切削深度的参考点;

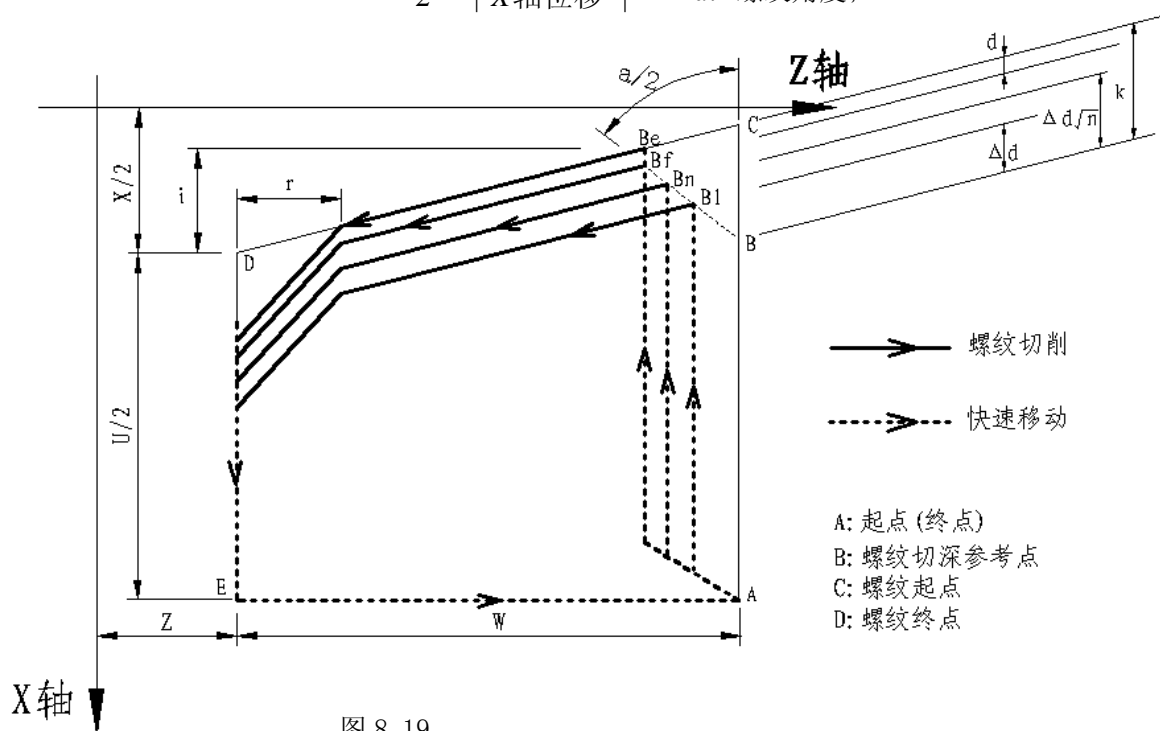
切深: 每一次螺纹切削循环的切削深度。每一次螺纹切削轨迹的反向延伸线与直线 BC 的交点, 该点与 B 点 X 轴绝对坐标的差值(无符号、半径值)为螺纹切深。每一次粗车的螺纹切深为 $\sqrt{n} \times \Delta d$, n 为当前的粗车循环次数, Δd 为第一次粗车的螺纹切深;

切削量: 本次螺纹切深与上一次螺纹切深的差值: $(\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) \times \Delta d$;

退刀终点: 每一次螺纹粗车循环、精车循环中螺纹切削结束后, 径向(X 轴)退刀的终点位置, 表示为 E 点;

切入点: 每一次螺纹粗车循环、精车循环中实际开始螺纹切削的点, 表示为 B_n 点(n 为切削循环次数), B_1 为第一次螺纹粗车切入点, B_f 为最后一次螺纹粗车切入点, B_e 为螺纹精车切入点。 B_n 点相对于 B 点 X 轴和 Z 轴的位移符合公式:

$$\tan \frac{a}{2} = \frac{|Z \text{轴位移}|}{|X \text{轴位移}|} \quad a: \text{螺纹角度};$$



切入方法的详细情况见图 8.20

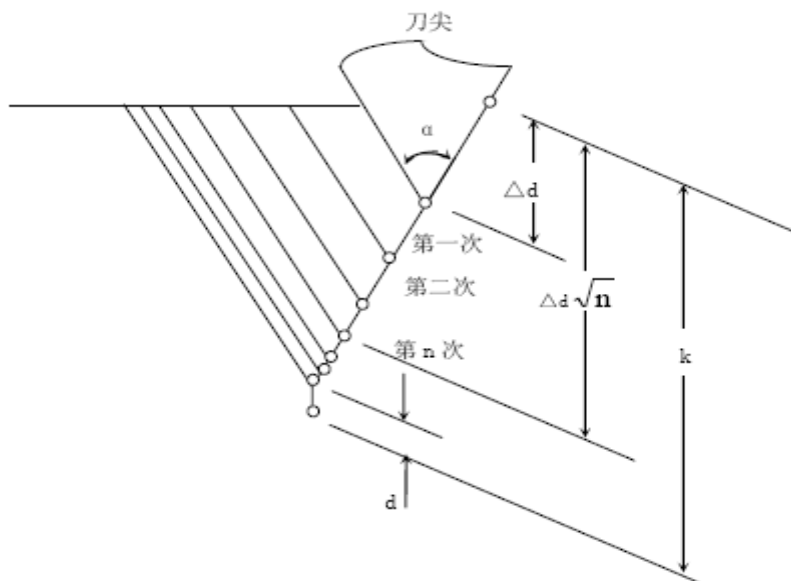


图 8.20

执行过程:

- ① 从起点快速移动到 B_1 , 螺纹切深为 Δd 。如果 $a=0$, 仅移动 X 轴; 如果 $a \neq 0$, X 轴和 Z 轴同时移动, 移动方向与 $A \rightarrow D$ 的方向相同;
- ② 沿平行于 $C \rightarrow D$ 的方向螺纹切削到与 $D \rightarrow E$ 相交处($r \neq 0$ 时有退尾过程);
- ③ X 轴快速移动到 E 点;
- ④ Z 轴快速移动到 A 点, 单次粗车循环完成;
- ⑤ 再次快速移动进刀到 B_n (n 为粗车次数), 切深取 $(\sqrt{n} \times \Delta d)$ 、 $(\sqrt{n-1} \times \Delta d + \Delta d_{min})$ 中的较大值, 如果切深小于 $(k-d)$, 转②执行; 如果切深大于或等于 $(k-d)$, 按切深 $(k-d)$ 进刀到 B_f 点, 转⑥执行最后一次螺纹粗车;
- ⑥ 沿平行于 $C \rightarrow D$ 的方向螺纹切削到与 $D \rightarrow E$ 相交处($r \neq 0$ 时有退尾过程);
- ⑦ X 轴快速移动到 E 点;
- ⑧ Z 轴快速移动到 A 点, 螺纹粗车循环完成, 开始螺纹精车;
- ⑨ 快速移动到 B_e 点(螺纹切深为 k 、切削量为 d)后, 进行螺纹精车, 最后返回 A 点, 完成一次螺纹精车循环;
- ⑩ 如果精车循环次数小于 m , 转⑨进行下一次精车循环, 螺纹切深仍为 k , 切削量为 0; 如果精车循环次数等于 m , G76 复合螺纹加工循环结束。

- 注: 1) 螺纹切削过程中执行进给保持操作后, 系统仍进行螺纹切削, 螺纹切削完毕, 显示“暂停”, 程序运行暂停;
- 2) 螺纹切削过程中执行单程式段操作, 在返回起点后(一次螺纹切削循环动作完成)运行停止;
- 3) 系统复位、急停或驱动报警时, 螺纹切削减速停止;
- 4) G76 P(m) (r) (a) Q(Δd_{min}) R(d) 可全部省略或省略部分代码地址, 省略的地址按参数设定值运行;
- 5) m、r、a 用同一个代码地址 P 一次输入, m、r、a 全部省略时, 按参数 No057、050、060 号设定值运行; 地址 P 输入 1 位或 2 位数时取值为 a; 地址 P 输入 3 位或 4 位数时取值为 r 与 a;
- 6) U、W 的符号决定了 $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ 的方向, R(i) 的符号决定了 $C \rightarrow D$ 的方向。U、W 的符号有四种组合方式, 对应四种加工轨迹。

例：用螺纹切削复合循环G76指令编下图程序，加工螺纹为M68×6。如下图8.21

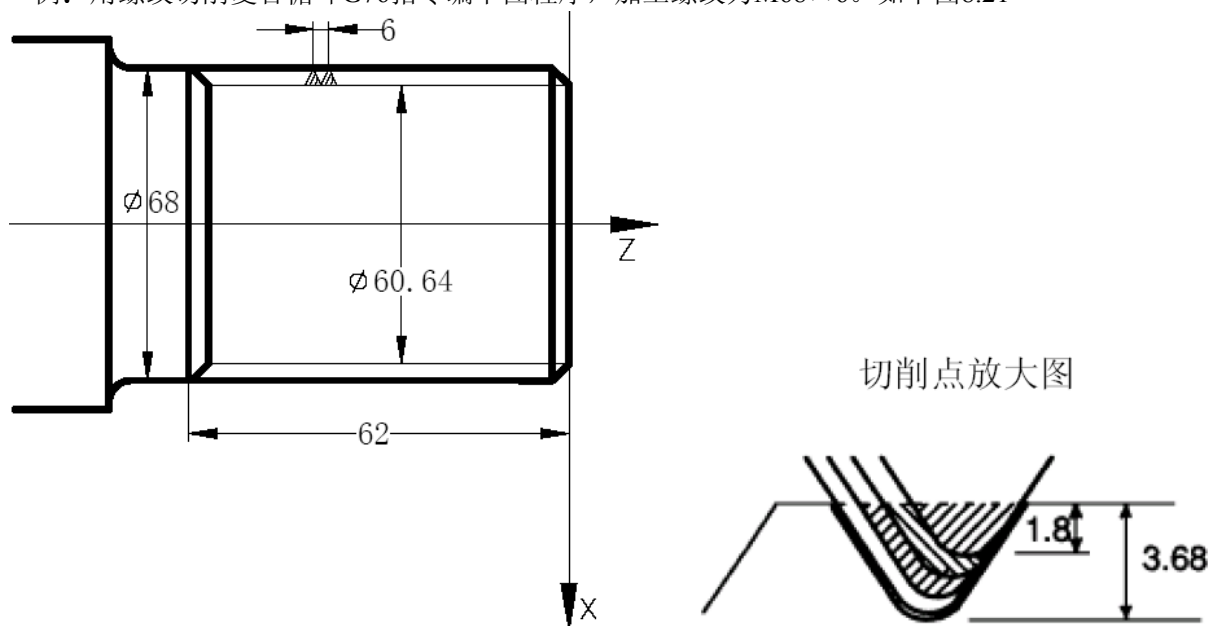


图 8.21

程序如下：

```
G50 X100 Z50;（设置浮动坐标系）  
M3 S300;（启动主轴，指定转速）  
G00 X80 Z10;（快速定位到加工起点）  
G76 P011060 Q0.1 R0.2;（进行螺纹切削）  
G76 X60.64 Z-62 P3.68 Q1.8 F6.0;  
G00 X100 Z50;（返回程序起点）  
M5 S0;（停主轴）  
M30;（程序结束）
```

循环指令

在有些特殊的粗车加工中，由于切削量大，同一加工路线要反复切削多次，此时可利用循环功能，用一个程序段可实现通常由多个程序段指令才能完成的加工路线。并且在重复切削时，只需改变数值。这种循环代码对简化程序非常有效。

单一型固定循环指令

单一型固定循环指令有外（内）圆切削循环G90和端面切削循环G94。

8.5.1.13 G90—外圆/内圆车削循环指令

(1) 用下述指令，可以进行圆柱切削循环。

格式： G90 X(U)___ Z(W)___ F___

R：快速移动
F：切削进给

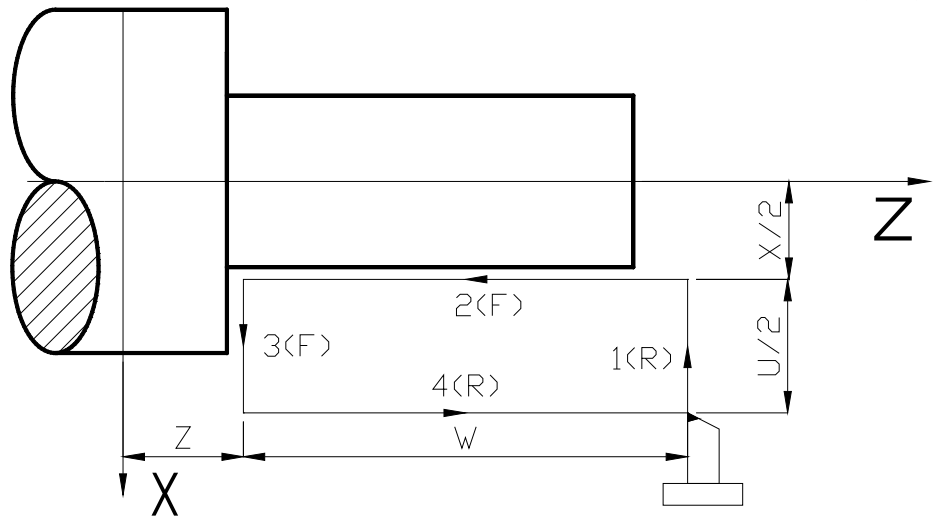


图 8.22 圆柱切削循环

增量值指令时,地址 U、W 后的数值的方向，由轨迹 1 和 2 的方向来决定。在上述循环中,U 是负,W 也是负。

- 说明：
- 1) G90为模态代码；
 - 2) 切削起点：直线插补(切削进给)的起始位置；
 - 3) 切削终点：直线插补(切削进给)的结束位置；
 - 4) X：切削终点X轴绝对坐标；
 - 5) Z：切削终点Z轴绝对坐标；
 - 6) U：切削终点与起点X轴绝对坐标的差值；
 - 7) W：切削终点与起点Z轴绝对坐标的差值；

注：单位均为mm

循环过程为：

- ① X轴从起点快速移动到切削起点；
- ② 从切削起点直线插补(切削进给)到切削终点；
- ③ X轴以切削进给速度退刀，返回到X轴绝对坐标与起点相同处；
- ④ Z轴快速移动返回到起点，循环结束。

(2) 用下述指令，可以进行圆锥切削循环。

格式： G90 X(U)___ Z(W)___ R___ F___

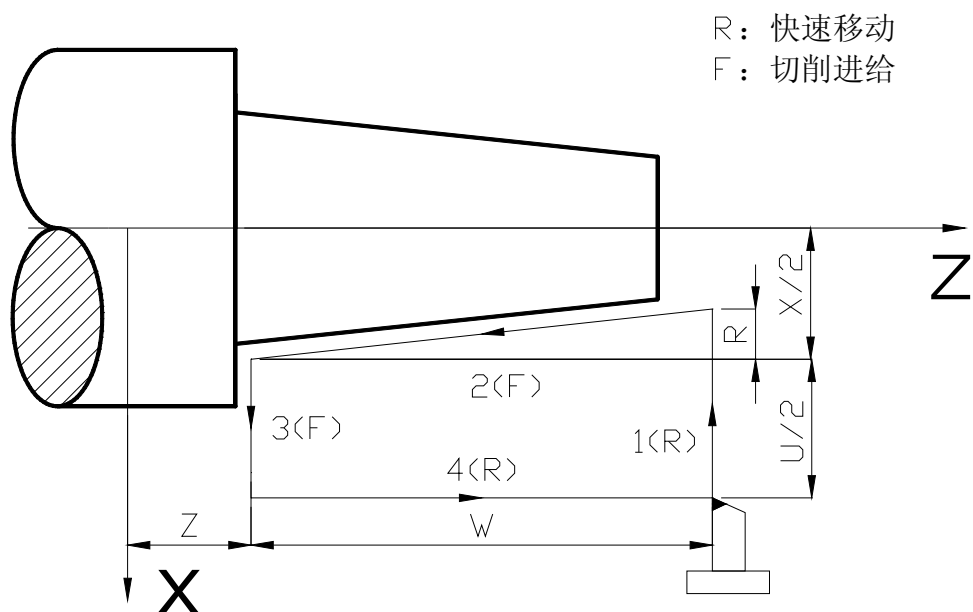


图 8.23 圆锥切削循环轨迹

说明：1) 圆锥切削循环与圆柱切削循环中有关代码X,Z,U,W的定义说明相同，只是用代码R指定锥度。

2) R：切削起点与切削终点X轴绝对坐标的差值(半径值)，带方向，当R与U的符号不一致时，要求 $|R| \leq |U/2|$ ；R=0或缺省输入时，进行圆柱切削，如图8.22所示，否则进行圆锥切削，如图8.23所示；（单位：mm）

3) G90指令中当没有指定新的X (U)，Z (W)，R时，前面指令的数据均有效；

4) G90指令中对于X (U)，Z (W)，R的数据，当指令了G04以外的非模态G指令或G00、G01、G02、G03、G32时，X(U)、Z(W)、R的指定值被清除；

5) 在MDI方式下执行G90指令时，运行结束后，只用启动按钮可以进行和前面相同轨迹的固定循环；

6) G90指令中，单段运行有效时，执行完整个固定循环后单段才停止；

7) G90指令中，如果指令了S，M；G90指令与S，M功能同时执行。

圆锥循环过程与上面圆柱循环过程步骤一样，不再叙述。

增量值指定时，地址 U、W、R 后的数值的符号和刀具轨迹的关系如图 8.24 所示：

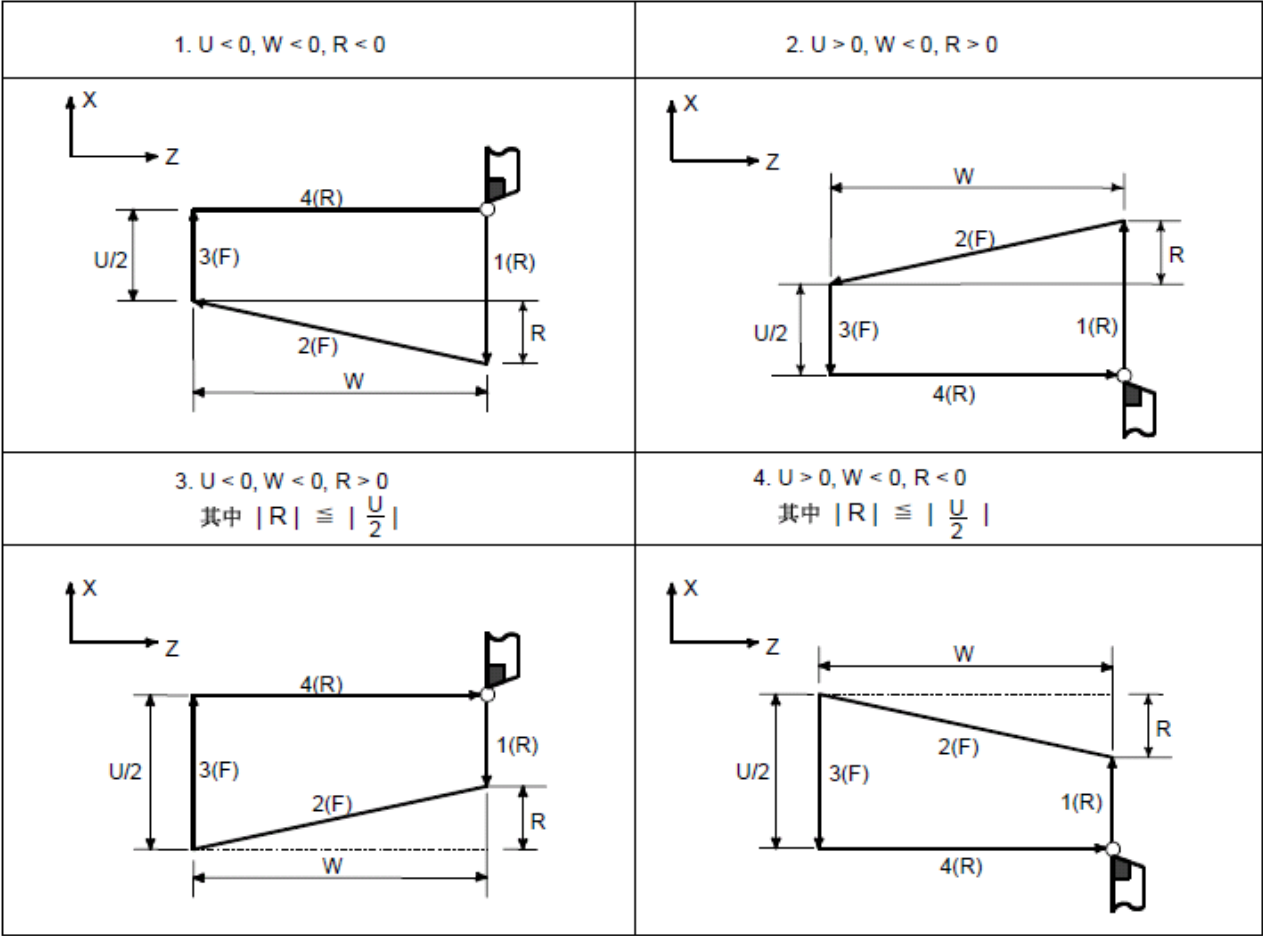


图 8.24 四种圆锥切削循环轨迹示范

例：如下图8.25（毛坯料 $\Phi 125 \times 110$ ；钢材45#）

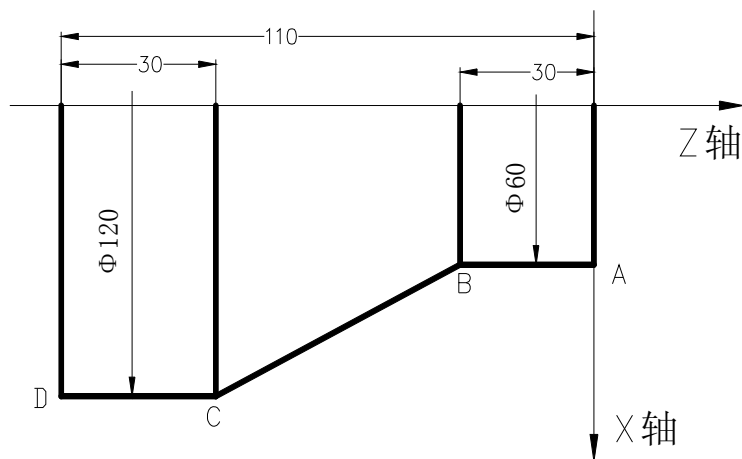


图 8.25

程序：O3599

N0010 M3 S500 T0101;

N0020 G0 X140 Z2;

N0030 G90 X120 Z-110 F200; (A→D, $\Phi 120$ 切削)

N0040 X112.5 Z-30;

N0050 X105;

N0060 X97.5;

N0070 X90;

N0080 X82.5;

N0090 X75;

N0100 X67.5;

N0110 X60;

N0120 G0 X120 Z-30;

N0130 G90 X120 Z-44 R-7.5 F150;

N0140 Z-56 R-15;

N0150 Z-68 R-22.5;

N0160 Z-80 R-30;

N0170 G00 X160 Z50;

N0180 M30;

(A→B, $\Phi 60$ 切削, 分 8 次进刀循环切削, 每次进刀 7.5mm)

(B→C, 锥度切削, 分 4 次进刀循环切削)

8.5.1.14 G94—端面车削循环指令

(1) 用下述指令, 可以进行端面切削循环。

格式: **G94** **X(U)**__ **Z(W)**__ **F**__

增量指令时, 地址 U、W 后续数值的符号由轨迹 1 和 2 的方向来决定。即如果轨迹 1 的方向是 Z 轴的负向, 则 W 为负值。

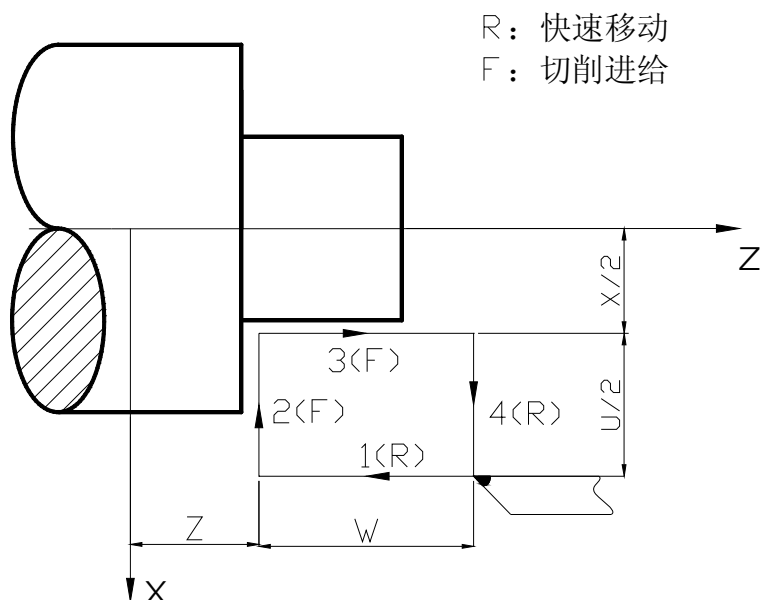


图 8.26 端面切削循环轨迹

- 说明:
- 1) G94 为模态代码;
 - 2) 切削起点: 直线插补(切削进给)的起始位置;
 - 3) 切削终点: 直线插补(切削进给)的结束位置;
 - 4) X: 切削终点X轴绝对坐标;
 - 5) Z: 切削终点Z轴绝对坐标;
 - 6) U: 切削终点与起点X轴绝对坐标的差值;
 - 7) W: 切削终点与起点Z轴绝对坐标的差值;

注: 单位均为mm

- 循环过程为:
- ① Z轴从起点快速移动到切削起点;
 - ② 从切削起点直线插补(切削进给)到切削终点;
 - ③ Z轴以切削进给速度退刀(与①方向相反), 返回到Z轴绝对坐标与起点相同处;
 - ④ X轴快速移动返回到起点, 循环结束。

(2) 用下述指令时, 可以进行锥度端面切削循环。

格式: G94 X(U)___ Z(W)___ R___ F___

R: 快速移动

F: 切削进给

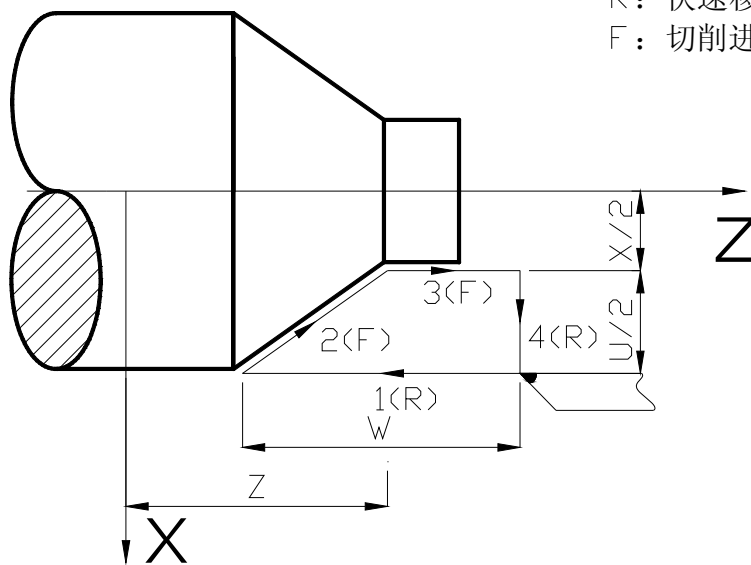


图 8.27 锥度端面切削轨迹

说明: 1) 锥度端面切削循环与端面切削循环中有关代码X,Z,U,W的定义说明相同, 只是用代码R指定锥度。

2) R: 切削起点与切削终点Z轴绝对坐标的差值, 当R与U的符号不同时, 要求 $|R| \leq |W|$, 端面切削循环轨迹如图8.26, 端面锥度切削循环轨迹如图8.27。 (单位: mm)

3) G94指令中当没有指定新的X (U), Z (W), R时, 前面指令的数据均有效;

4) G94指令中对于X (U), Z (W), R的数据, 当指令了G04以外的非模态G指令或G00、G01、G02、G03、G32时, X(U)、Z(W)、R的指定值被清除;

5) 在MDI方式下执行G94指令时, 运行结束后, 只用起动按钮可以进行和前面相同轨迹的固定循环;

6) G94指令中, 单段运行有效时, 执行完整个固定循环后单段才停止;

7) G94指令中, 如果指令了S, M; G94指令与S, M功能同时执行。

锥度端面循环过程与上面端面循环过程步骤一样, 不再叙述。

增量值指定时，地址 U、W、R 后续数值的符号和刀具轨迹的关系如图 8.27 所示。

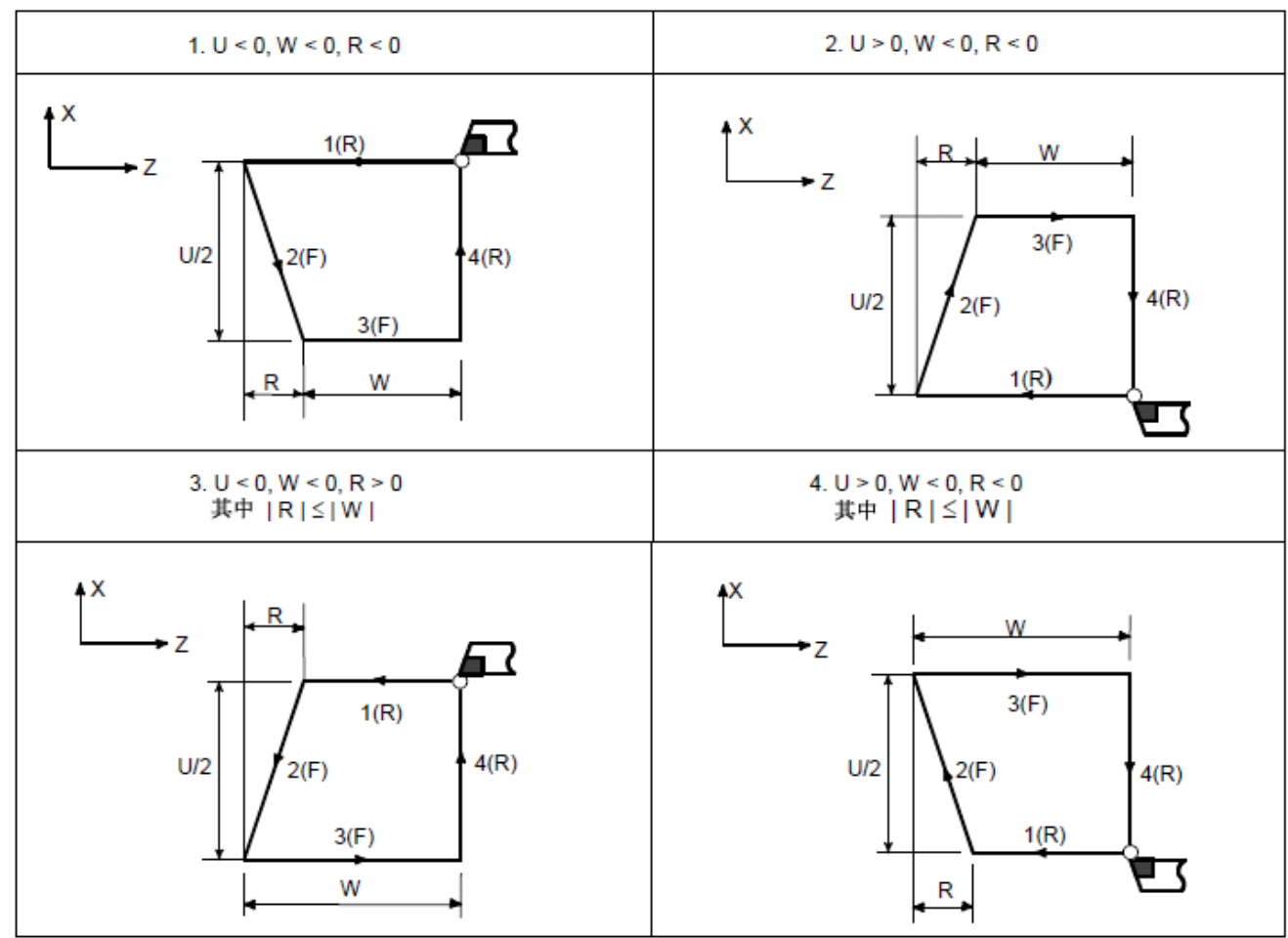


图 8.27 四种锥度端面切削循环轨迹示范

示例：图 8.28 (毛坯料 $\Phi 125 \times 113$ ；钢材 45#)

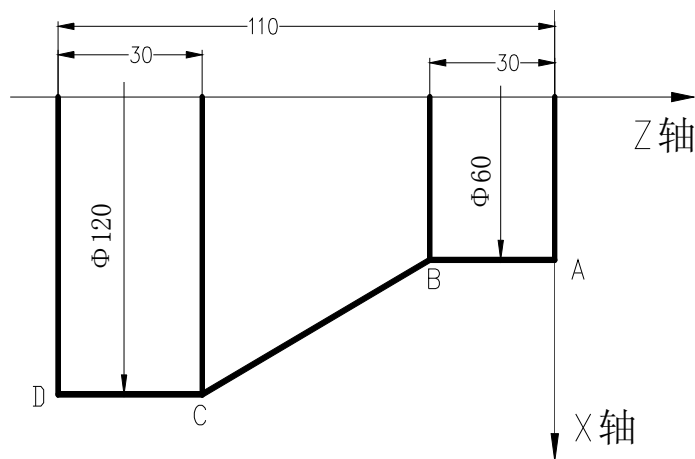


图 8.28

```

程序：O3366；
N0010 M3 S1000 T0101；
N0020 M8；
N0030 G00 X130 Z6 ；
N0040 G94 X0 Z0 F200；
N0050 X120 Z-110 F300；
N0060 G00 X120 Z0；
N0070 G94 X108 Z-30 R-10；
N0080 X96 R-20；
N0090 X84 R-30；
N0100 X72 R-40；
N0110 X60 R-50 ；
N0120 G00 X150 Z50；
N0130 M09；
N0140 M30；

```

单一型固定循环指令的注意事项

- 在单一型固定循环中，数据 X (U)，Z (W)，R 都是模态值，当没有指定新的 X (U)，Z (W)，R 时，前面指令的数据均有效；
- 在单一型固定循环中，对于 X (U)，Z (W)，R 的数据，当指令了 G04 以外的非模态 G 指令或 G90、G92 或 G94 以外的 01 组的指令时，被清除。
- 在 G90、G92 或 G94 程序段后只有无移动指令的程序段时，则不会重复此固定循环。
- 在固定循环状态中，如果指令了 M，S，T，那么，固定循环可以和 M，S，T 功能同时进行。如果不巧，象下述例子那样指令 M，S，T 后取消了固定循环（由于指令 G00，G01）时，请再次指令固定循环。

```

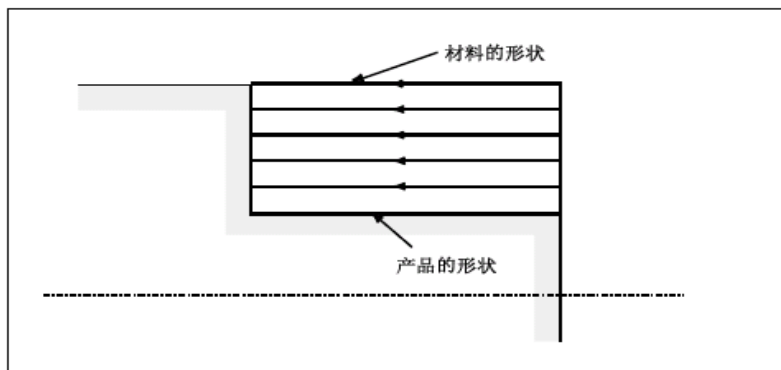
例：  N10 T0101；
      ...
      N100 G90 X20.0 Z10.0 F2000；
      N110 G00 T0202；
      N120 G90 X20.5 Z10.0；
      ...

```

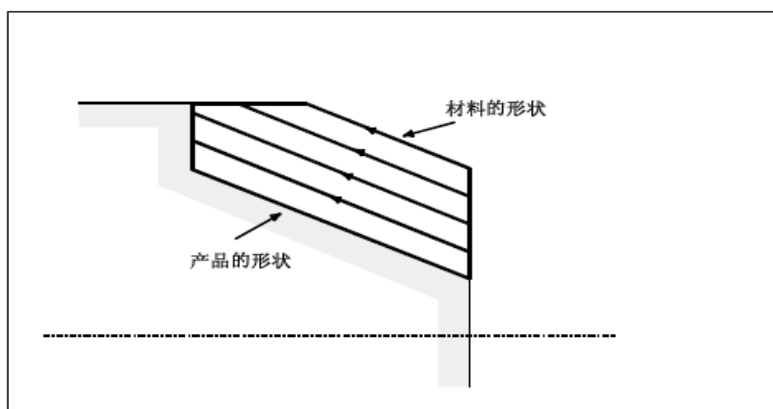
单一形固定循环（G90、G94）的使用方法

材料的形状和产品的形状选择一个合适的固定按照循环。

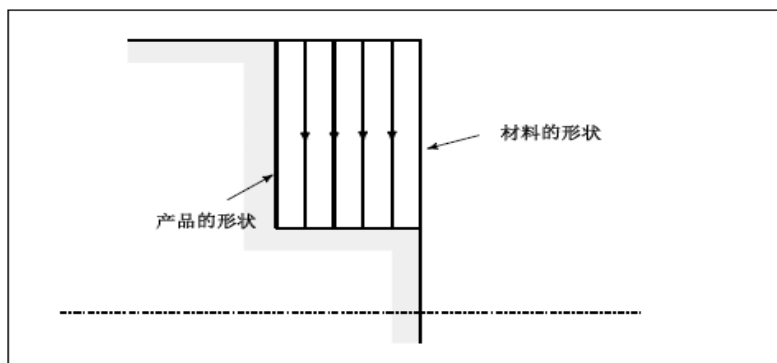
直线切削循环（G90）



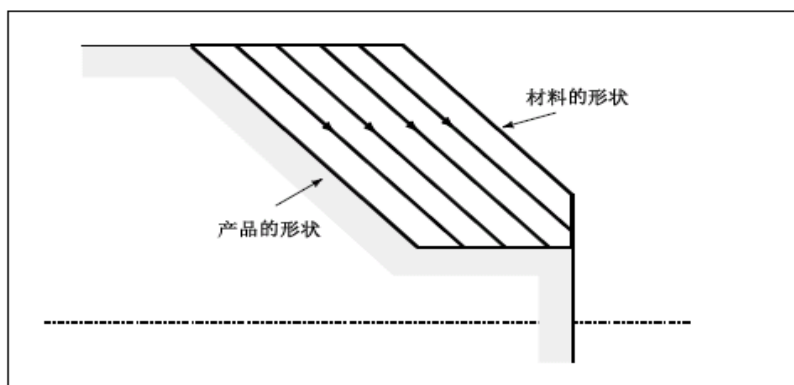
锥形切削循环（G90）



正面切削循环（G94）



锥面切削循环（G94）



复合型固定循环指令

为更简化编程，本系统提供了六个复合型固定循环指令，分别为：外（内）圆粗车循环G71；端面粗车循环G72；封闭切削循环G73；精加工循环G70；端面深孔加工循环G74；外圆切槽循环G75及复合型螺纹切削循环G76运用这组复合循环指令，只需指定精加工路线和粗加工的吃刀量等数据，系统会自动计算粗加工路线和走刀次数。

8.5.1.15 G71—外圆粗车循环指令

格式：G71 U(Δd) R(e) F__ S__ T__； (1)
 G71 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw)； (2)
 N(ns) G0/G1 X(U)..

 F；
 S；

 N(nf).....

(3)

意义：G71指令分为三个部分：

- (1)：给定粗车时的切削量、退刀量和切削速度、主轴转速、刀具功能的程序段；
- (2)：给定定义精车轨迹的程序段区间、精车余量的程序段；
- (3)：定义精车轨迹的若干连续的程序段，执行G71时，这些程序段仅用于计算粗车的轨迹，实际并未被执行。

系统根据精车轨迹、精车余量、进刀量、退刀量等数据自动计算粗加工路线，沿与Z轴平行的方向切削，通过多次进刀→切削→退刀的切削循环完成工件的粗加工。G71的起点和终点相同。本代码适用于非成型毛坯的成型粗车。

相关定义：

精车轨迹：由代码的第(3)部分(ns~nf程序段)给出的工件精加工轨迹，精加工轨迹的起点(即ns程序段的起点)与G71的起点、终点相同，简称A点；精加工轨迹的第一段(ns程序段)只能是X轴的快速移动或切削进给，ns程序段的终点简称B点；精加工轨迹的终点(nf程序段的终点)简称C点。精车轨迹为A点→B点→C点。

粗车轮廓：精车轨迹按精车余量(Δu 、 Δw)偏移后的轨迹，是执行G71形成的轨迹轮廓。精加工轨迹的A、B、C点经过偏移后对应粗车轮廓的A'、B'、C'点，G71代码最终的连续切削轨迹为B'点→C'点。

Δd ：粗车时X轴的切削量，取值范围0.001~99.999(单位：mm，半径值)，无符号，进刀方向由ns程序段的移动方向决定。U(Δd)执行后，指定值 Δd 保持，并把数据参数№061的值修改为 $\Delta d \times 1000$ (单位：0.001 mm)。未输入U(Δd)时，以数据参数№061的值作为进刀量。

e：粗车时X轴的退刀量，取值范围0~99.999(单位：mm，半径值)，无符号，退刀方向与进刀方向相反，R(e)执行后，指定值e保持，并把数据参数№062的值修改为 $e \times 1000$ (单位：0.001 mm)。未输入R(e)时，以数据参数№062的值作为退刀量。

ns：精车轨迹的第一个程序段的程序段号；

nf：精车轨迹的最后一个程序段的程序段号。

Δu : X轴的精加工余量, 取值范围-99999.999~99999.999(单位: mm, 直径), 有符号, 粗车轮廓相对于精车轨迹的X轴坐标偏移, 即: A'点与A点X轴绝对坐标的差值。U(Δu)未输入时, 系统按 $\Delta u=0$ 处理, 即: 粗车循环X轴不留精加工余量。

Δw : Z轴的精加工余量, 取值范围-99999.999~99999.999(单位: mm), 有符号, 粗车轮廓相对于精车轨迹的Z轴坐标偏移, 即: A'点与A点Z轴绝对坐标的差值。W(Δw)未输入时, 系统按 $\Delta w=0$ 处理, 即: 粗车循环Z轴不留精加工余量。

F: 切削进给速度; **S:** 主轴转速; **T:** 刀具号、刀具偏置号。

M、S、T、F: 可在第一个 G71 代码或第二个 G71 代码中, 也可在 ns~nf 程序中指定。在 G71 循环中, ns~nf 间程序段号的 M、S、T、F 功能都无效, 仅在 G70 精车循环的程序段中才有效。

1) 指令执行过程: 图 8.29

- ① 从起点 A 点快速移动到 A'点, X 轴移动 Δu 、Z 轴移动 Δw ;
- ② 从 A'点 X 轴移动 Δd (进刀), ns 程序段是 G0 时按快速移动速度进刀, ns 程序段是 G1 时按 G71 的切削进给速度 F 进刀, 进刀方向与 A 点→B 点的方向一致;
- ③ Z 轴切削进给到粗车轮廓, 进给方向与 B 点→C 点 Z 轴坐标变化一致;
- ④ X 轴、Z 轴按切削进给速度退刀 e(45° 直线), 退刀方向与各轴进刀方向相反;
- ⑤ Z 轴以快速移动速度退回到与 A'点 Z 轴绝对坐标相同的位置;
- ⑥ 如果 X 轴再次进刀($\Delta d+e$)后, 移动的终点仍在 A'点→B'点的联机中间(未达到或超出 B'点), X 轴再次进刀($\Delta d+e$), 然后执行③; 如果 X 轴再次进刀($\Delta d+e$)后, 移动的终点到达 B'点或超出了 A'点→B'点的联机, X 轴进刀至 B'点, 然后执行⑦;
- ⑦ 沿粗车轮廓从 B'点切削进给至 C'点;
- ⑧ 从 C'点快速移动到 A 点, G71 循环执行结束, 程序跳转到 nf 程序段的下一个程序段执行。

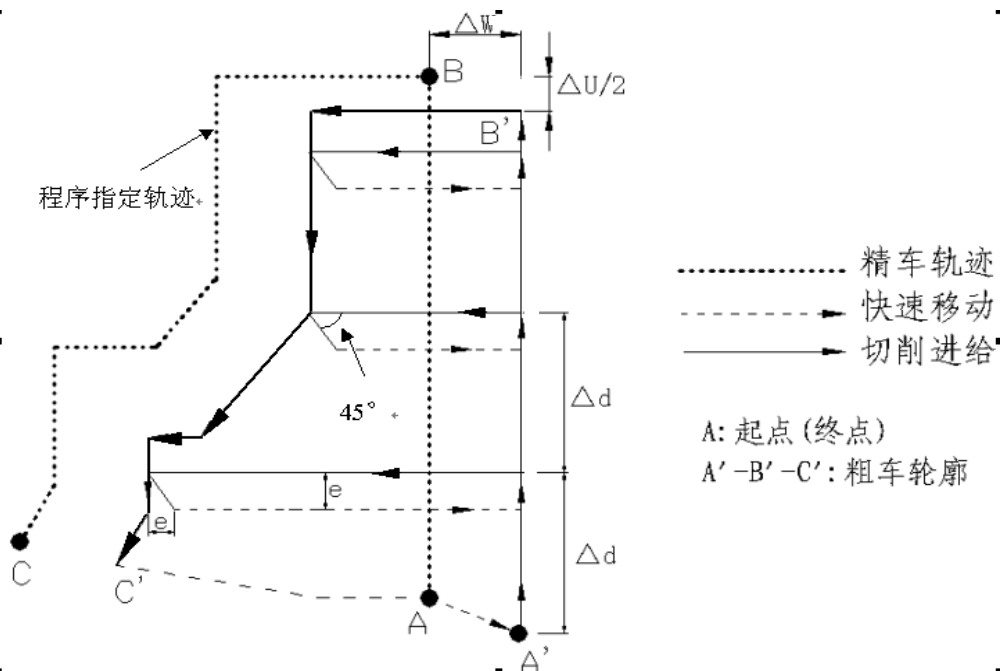


图 8.29 G71 代码循环轨迹

2) 留精车余量时坐标偏移方向:

Δu 、 Δw 反应了精车时坐标偏移和切入方向,按 Δu 、 Δw 的符号有四种不同组合,见图8.30,图中: B→C 为精车轨迹, B'→C'为粗车轮廓, A为起刀点。

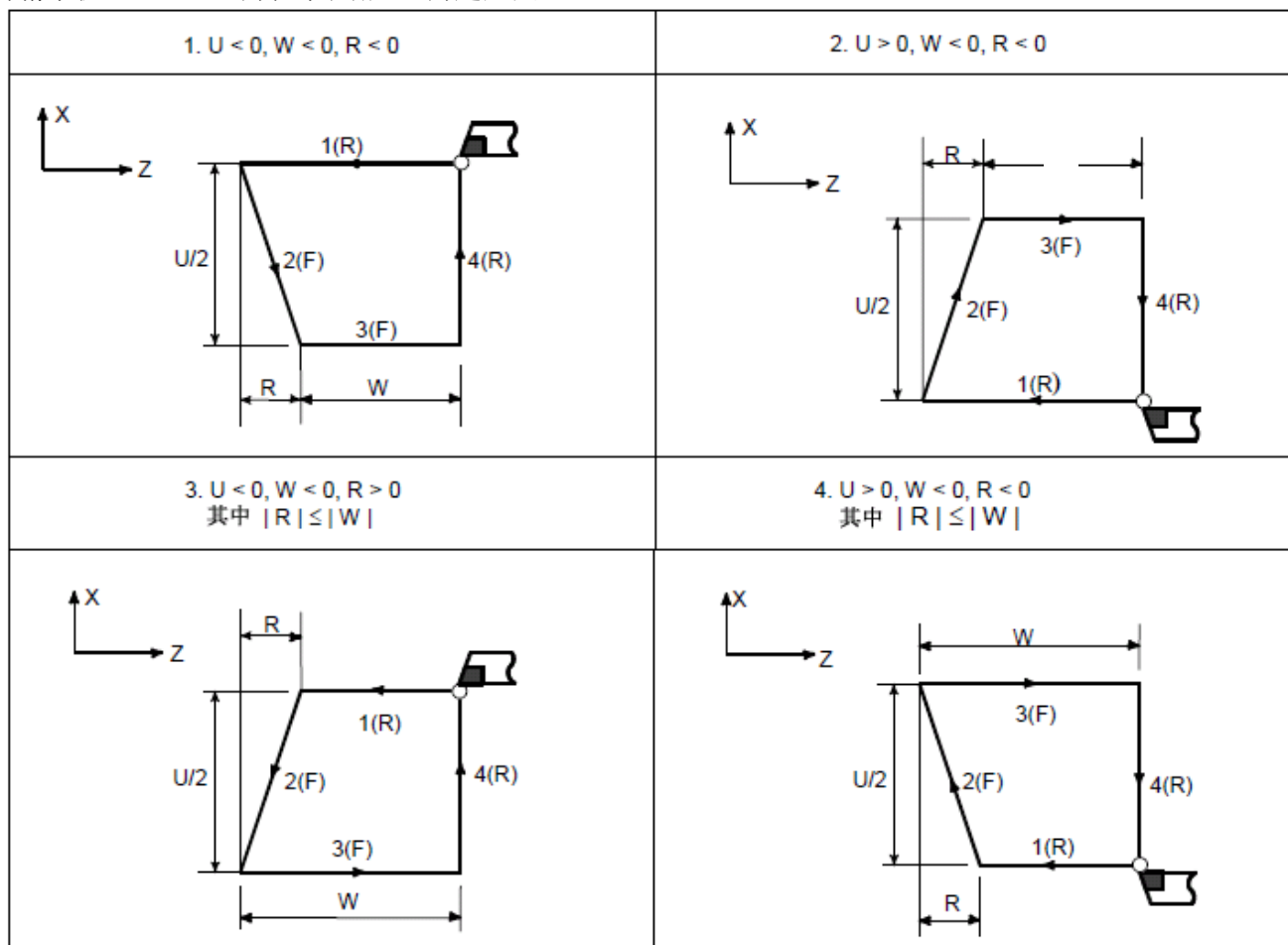


图 8.30

注意事项:

- (1) ns 程序段只能是G00、G01代码。
- (2) 精车轨迹(ns~nf 程序段), Z轴尺寸必须是单调变化(一直增大或一直减小), X轴尺寸也必须是单调变化。
- (3) ns~nf 程序段必须紧跟在G71程序段后编写。如果在G71程序段前编写,系统自动搜索到ns~nf程序段并执行,执行完成后,按顺序执行nf 程序段的下一程序,因此会引起重复执行ns~nf 程序段。
- (4) 执行G71时, ns~nf 程序段仅用于计算粗车轮廓,程序段并未被执行。ns~nf 程序段中的F、S、T 代码在执行G71循环时无效;执行G70精加工循环时, ns~nf程序段中的F、S、T代码有效。
- (5) ns~nf程序段中,只能有G功能: G00、G01、G02、G03、G04、G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42代码;不能有子程序调用代码(如M98/M99)。
- (6) G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42代码在执行G71循环中无效,执行G70精加工循环时有效。
- (7) 在G71代码执行过程中,可以停止自动运行并手动移动,但要再次执行G71循环时,必须返回到手动移动前的位置。如果不返回就继续执行,后面的运行轨迹将错位。
- (8) 执行进给保持、单程式段的操作,在运行完当前轨迹的终点后程序暂停。
- (9) Δd 、 Δu 都用同一地址U指定,其区分是根据该程序段有无指定P、Q代码。
- (10) 在MDI方式中不能执行G71代码,否则产生报警。
- (11) 在同一程序中需要多次使用复合循环代码时, ns~nf不允许有相同程序段号。

(12) 退刀点要尽量高或低，避免退刀碰到工件。

示例：

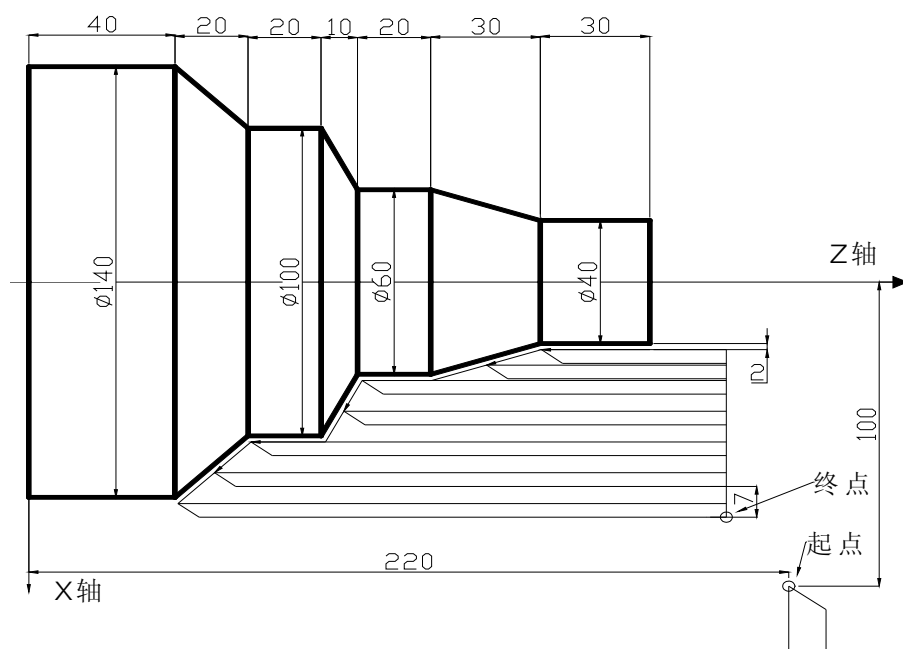


图8.31

程序：O6512；

G00 X200 Z220 M3 S800；

G01 X160 Z180 F1000；

G71 U7 R1 F200；

G71 P1 Q2 U4 W2；

N1 G00 X40 S1200；

G01 W-40 F100 ；

X60 W-30；

W-20；

X100 W-10；

W-20；

N2 X150 W-20

G70 P1 Q2；

M30；

8.5.1.16 G72—端面粗车循环指令

格式: G72 W(Δd) R(e) F__ S__ T__; (1)

G72 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw); (2)

N__(ns) ;
 ;
 F;
 S;
 ;
 .
 N__(nf) ;

(3)

意义: G72代码分为三个部分:

- (1): 给定粗车时的切削量、退刀量和切削速度、主轴转速、刀具功能的程序段;
- (2): 给定定义精车轨迹的程序段区间、精车余量的程序段;
- (3): 定义精车轨迹的若干连续的程序段, 执行G72时, 这些程序段仅用于计算粗车的轨迹, 实际并未被执行。

系统根据精车轨迹、精车余量、进刀量、退刀量等数据自动计算粗加工路线, 沿与X轴平行的方向切削, 通过多次进刀→切削→退刀的切削循环完成工件的粗加工, G72的起点和终点相同。本代码适用于非成型毛坯(棒料)的成型粗车。

相关定义:

精车轨迹: 由代码的第(3)部分($ns \sim nf$ 程序段)给出的工件精加工轨迹, 精加工轨迹的起点(即 ns 程序段的起点)与G72的起点、终点相同, 简称A点; 精加工轨迹的第一段(ns 程序段)只能是Z轴的快速移动或切削进给, ns 程序段的终点简称B点; 精加工轨迹的终点(nf 程序段的终点)简称C点。精车轨迹为A点→B点→C点。

粗车轮廓: 精车轨迹按精车余量(Δu 、 Δw)偏移后的轨迹, 是执行G72形成的轨迹轮廓。精加工轨迹的A、B、C点经过偏移后对应粗车轮廓的A'、B'、C'点, G72代码最终的连续切削轨迹为B'点→C'点。

Δd : 粗车时Z轴的切削量, 取值范围0.001~99.999(单位: mm), 无符号, 进刀方向由 ns 程序段的移动方向决定。W(Δd)执行后, 指定值 Δd 保持, 并把数据参数 $\#061$ 的值修改为 $\Delta d \times 1000$ (单位: 0.001 mm)。未输入W(Δd)时, 以数据参数 $\#061$ 的值作为进刀量。

e : 粗车时Z轴的退刀量, 取值范围0~99.999(单位: mm), 无符号, 退刀方向与进刀方向相反, R(e)执行后, 指定值 e 保持, 并把数据参数 $\#062$ 的值修改为 $e \times 1000$ (单位: 0.001 mm)。未输入R(e)时, 以数据参数 $\#062$ 的值作为退刀量。

ns : 精车轨迹的第一个程序段的程序段号。

nf : 精车轨迹的最后一个程序段的程序段号。

Δu : 粗车时X轴留出的精加工余量, 取值范围-99999.999~99999.999(粗车轮廓相对于精车轨迹的X轴坐标偏移, 即: A'点与A点X轴绝对坐标的差值, 单位: mm, 直径, 有符号)。

Δw : 粗车时Z轴留出的精加工余量, 取值范围-99999.999~99999.999(粗车轮廓相对于精车轨迹的Z轴坐标偏移, 即: A'点与A点Z轴绝对坐标的差值, 单位: mm, 有符号)。

F: 切削进给速度; **S:** 主轴转速; **T:** 刀具号、刀具偏置号。

M、S、T、F: 可在第一个G72代码或第二个G72代码中, 也可在 $ns \sim nf$ 程序中指定。在G72循环中, $ns \sim nf$ 间程序段号的M、S、T、F功能都无效, 仅在G70精车循环的程序段中才有效。

执行过程: 图 8.32。

- ① 从起点A点快速移动到A'点, X轴移动 Δu 、Z轴移动 Δw ;
- ② 从A'点Z轴移动 Δd (进刀), ns 程序段是G0时按快速移动速度进刀, ns 程序段是G1时按G72的切削进给速度F进刀, 进刀方向与A点→B点的方向一致;
- ③ X轴切削进给到粗车轮廓, 进给方向与B点→C点X轴坐标变化一致;

- ④ X 轴、Z 轴按切削进给速度退刀 $e(45^\circ \text{ 直线})$ ，退刀方向与各轴进刀方向相反；
- ⑤ X 轴以快速移动速度退回到与 A' 点 Z 轴绝对坐标相同的位置；
- ⑥ 如果 Z 轴再次进刀($\Delta d+e$)后，移动的终点仍在 A' 点→B' 点的联机中间(未达到或超出 B' 点)，Z 轴再次进刀($\Delta d+e$)，然后执行③；如果 Z 轴再次进刀($\Delta d+e$)后，移动的终点到达 B' 点或超出了 A' 点→B' 点的联机，Z 轴进刀至 B' 点，然后执行⑦；
- ⑦ 沿粗车轮廓从 B' 点切削进给至 C' 点；
- ⑧ 从 C' 点快速移动到 A 点，G72 循环执行结束，程序跳转到 nf 程序段的下一个程序段执行。

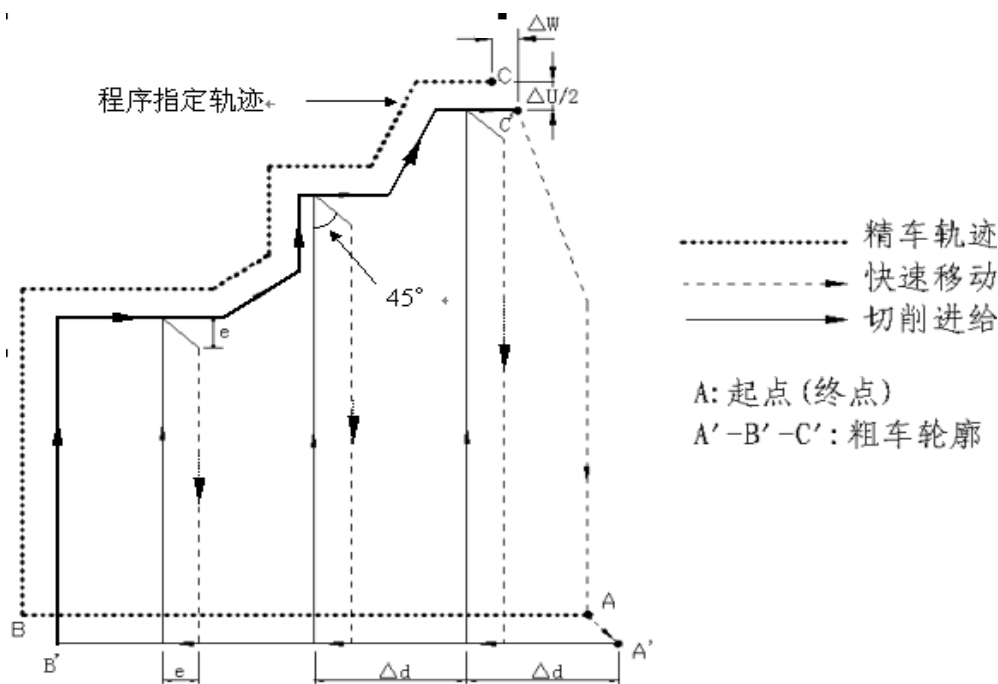


图 8.32

说明:

- (1) ns~nf 程序段必须紧跟在G72程序后编写。如果在G72程序段前编写，系统自动搜索到ns~nf程序段并执行，执行完成后，按顺序执行nf 程序段的下一程序。
- (2) 执行G72时，ns~nf 程序段仅用于计算粗车轮廓，程序段并未被执行。Ns~nf 程序段中的F、S、T代码在执行G72循环时无效。执行G70精加工循环时，ns~nf程序段中的F、S、T代码有效。
- (3) ns 程序段只能是不含X(U)代码字的G00、G01代码，否则报警。
- (4) 精车轨迹(ns~nf程序段)，X轴、Z轴的尺寸都必须是单调变化(一直增大或一直减小)；
- (5) ns~nf程序段中，只能有G功能：G00、G01、G02、G03、G04、G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42代码；不能有子程序调用代码。
- (6) G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42代码在执行G72循环中无效，执行G70精加工循环时有效。
- (7) 在G72代码执行过程中，可以停止自动运行并手动移动，但要再次执行G72循环时，必须返回到手动移动前的位置。如果不返回就继续执行，后面的运行轨迹将错位；
- (8) 执行进给保持、单程式段的操作，在运行完当前轨迹的终点后程序暂停；
- (9) Δd ， Δw 都用同一地址W指定，其区分是根据该程序段有无指定P，Q代码字；
- (10) 在同一程序中需要多次使用复合循环代码时，ns~nf不允许有相同程序段号。
- (11) 在MDI方式中不能执行G72代码，否则产生报警。

(12) 退刀点要尽量高或低，避免退刀碰到工件。

留精车余量时坐标偏移方向：

Δu 、 Δw 反应了精车时坐标偏移和切入方向，按 Δu 、 Δw 的符号有四种不同组合，见图8.33，图中：B→C为精车轨迹，B'→C'为粗车轮廓，A为起刀点。

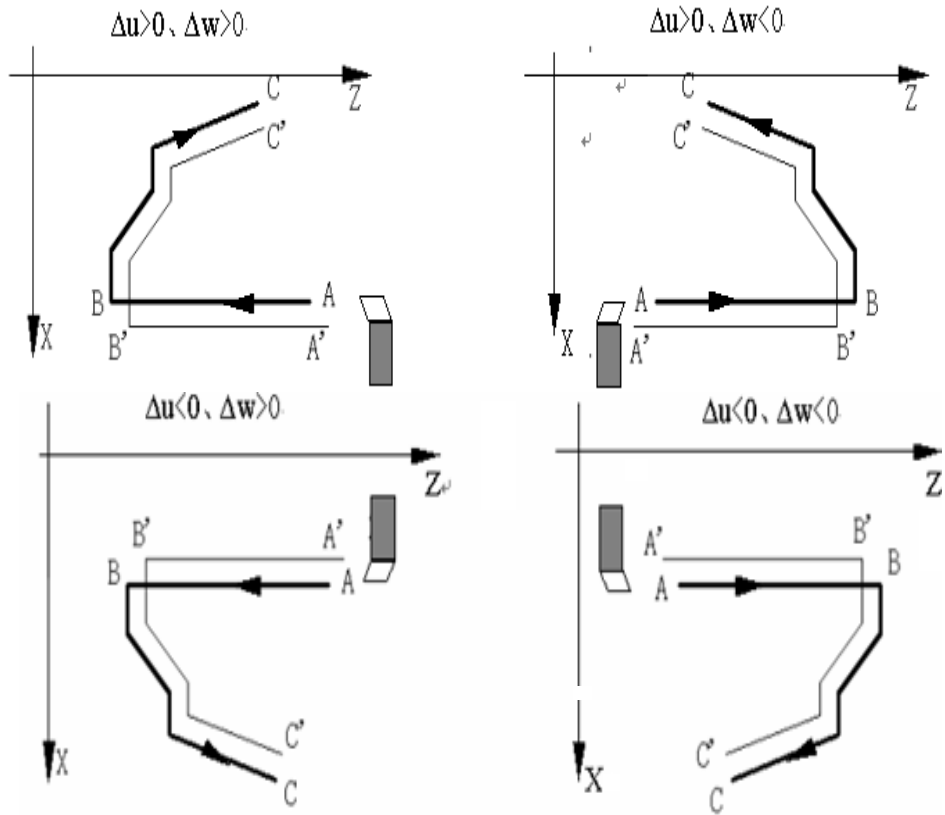


图 8.33

示例：图8.34

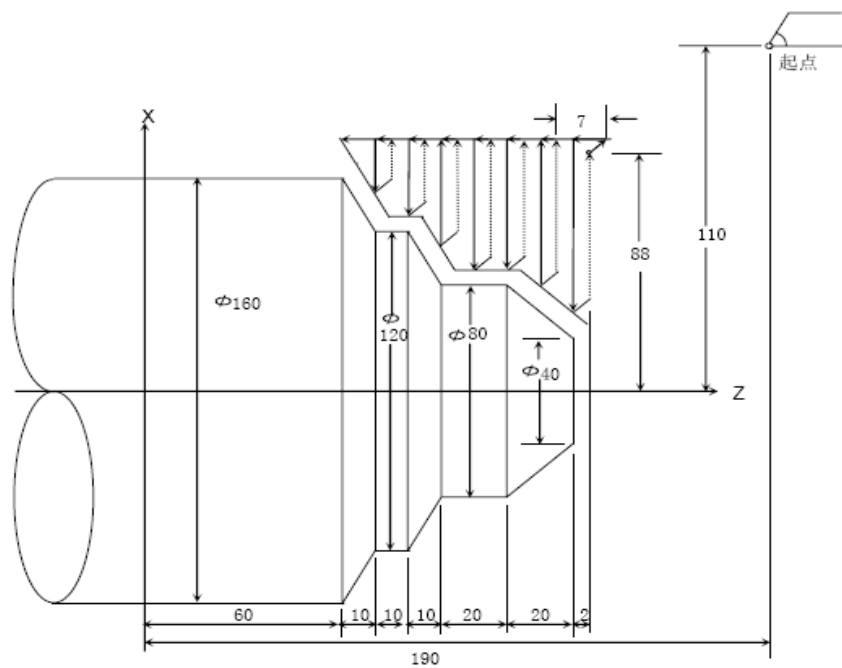


图 8.34

```
程序：O8909；
      N10 G00 X200 Z190 M3 S800；
      N11 G01 X176 Z132 F1000；
      N12 G72 W2 R1 F200；
      N13 G72 P14 Q19 U4 W2；
      N14 G00 Z58 S1200；
      N15 G01 X120 W12 F100；
      N16 W10；
      N17 X80 W10；
      N18 W20；
      N19 X36 W22.08；
      N20 G70 P14 Q19；
      N21 M30。
```

8.5.1.17 G73—封闭切削循环指令

```
格式：G73 U(Δi) W (Δk) R (d) F__ S__ T__；      (1)
      G73 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw)；      (2)
      N__(ns) . . . . . ;
      . . . . . ;
      . . . . F;
      . . . . S;
      . . . . ;
      .
      .
      N__(nf). . . . . ;      (3)
```

意义：G73指令分为三个部分：

- (1)：给定退刀量、切削次数和切削速度、主轴转速、刀具功能的程序段；
- (2)：给定定义精车轨迹的程序段区间、精车余量的程序段；
- (3)：定义精车轨迹的若干连续的程序段，执行G73时，这些程序段仅用于计算粗车的轨迹，实际并未被执行。

系统根据精车余量、退刀量、切削次数等数据自动计算粗车偏移量、粗车的单次进刀量和粗车轨迹，每次切削的轨迹都是精车轨迹的偏移，切削轨迹逐步靠近精车轨迹，最后一次切削轨迹为按精车余量偏移的精车轨迹。G73 的起点和终点相同，本指令适用于成型毛坯的粗车。G73 指令为非模态代码，指令轨迹如图 8.35。

相关定义：

- 精车轨迹：**由指令的第(3)部分(ns~nf程序段)给出的工件精加工轨迹，精加工轨迹的起点(即ns程序段的起点)与G73的起点、终点相同，简称A点；精加工轨迹的第一段(ns程序段)的终点简称B点；精加工轨迹的终点(nf程序段的终点)简称C点。精车轨迹为A点→B点→C点。
- 粗车轨迹：**为精车轨迹的一组偏移轨迹，粗车轨迹数量与切削次数相同。坐标偏移后精车轨迹的A、B、C点分别对应粗车轨迹的A_n、B_n、C_n点(n为切削的次数，第一次切削表示为A₁、B₁、C₁)。

C₁点,最后一次表示为A_d、B_d、C_d点)。第一次切削相对于精车轨迹的坐标偏移量为 $(\Delta i \times 2 + \Delta u, \Delta w + \Delta k)$ (按直径编程表示),最后一次切削相对于精车轨迹的坐标偏移量为 $(\Delta u, \Delta w)$,每一次切削相对于上一次切削轨迹的坐标偏移量为:

$$\left(-\frac{\Delta i \times 2}{1000 \times d - 1}, -\frac{\Delta k}{1000 \times d - 1}\right)$$

Δ i: X轴粗车退刀量,取值范围-99999.999~99999.999(单位: mm, 半径值, 有符号), Δ i等于A₁点相对于A_d点的X轴坐标偏移量(半径值),粗车时X轴的总切削量(半径值)等于|Δ i|,X轴的切削方向与Δ i的符号相反: Δ i>0,粗车时向X轴的负方向切削。Δ i指定值执行后保持,并把系统数据参数№063的值修改为Δ i×1000(单位: 0.001 mm)。未输入U(Δ i)时,以数据参数№063的值作为X轴粗车退刀量。

Δ k: Z轴粗车退刀量,取值范围-99999.999~99999.999(单位: mm, 有符号), Δ k等于A₁点相对于A_d点的Z轴坐标偏移量,粗车时Z轴的总切削量等于|Δ k|,Z轴的切削方向与Δ k的符号相反: Δ k>0,粗车时向Z轴的负方向切削。Δ k指定值执行后保持,并把数据参数№064的值修改为Δ k×1000(单位: 0.001 mm)。未输入W(Δ k)时,以数据参数№064的值作为Z轴粗车退刀量。

d: 切削的次数,取值范围1~9999(单位: 次),R5表示5次切削完成封闭切削循环。R (d) 指定值执行后保持,并将数据参数№065的值修改为d(单位: 次)。未输入R (d)时,以数据参数№065的值作为切削次数。如果切削次数为1,系统将按2次切削完成封闭切削循环。

ns: 精车轨迹的第一个程序段的程序段号。

nf: 精车轨迹的最后一个程序段的程序段号。

Δ u: X轴的精加工余量,取值范围-99999.999~99999.999(单位: mm, 直径, 有符号),最后一次粗车轨迹相对于精车轨迹的X轴坐标偏移,即: A₁点相对于A点X轴绝对坐标的差值。Δ u>0,最后一次粗车轨迹相对于精车轨迹向X轴的正方向偏移。未输入U(Δ u)时,系统按Δ u=0处理,即: 粗车循环X轴不留精加工余量。

Δ w: Z轴的精加工余量,取值范围-99999.999~99999.999(单位: mm, 有符号),最后一次粗车轨迹相对于精车轨迹的Z轴坐标偏移,即: A₁点相对于A点Z轴绝对坐标的差值。Δ w>0,最后一次粗车轨迹相对于精车轨迹向Z轴的正方向偏移。未输入W(Δ w)时,系统按Δ w=0处理,即: 粗车循环Z轴不留精加工余量。

F: 切削进给速度; S: 主轴转速; T: 刀具号、刀具偏置号。

M、S、T、F: 代码字可在第一个 G73 代码或第二个 G73 代码中,也可在 ns~nf 程序中指定。在 G73 循环中,ns~nf 间程序段号的 M、S、T、F 功能都无效,仅在 G70 精车循环的程序段中才有效。

执行过程: 如图 8.35。

① A→A₁: 快速移动;

② 第一次粗车, A₁→B₁→C₁ :

A₁→B₁: ns 程序段是 G0 时按快速移动速度, ns 程序段是 G1 时按 G73 指定的切削进给速度;

B₁→C₁: 切削进给。

③ C₁→A₂: 快速移动;

④ 第二次粗车, A₂→B₂→C₂ :

A₂→B₂: ns 程序段是 G0 时按快速移动速度, ns 程序段是 G1 时按 G73 指定的切削进给速度;

B₂→C₂: 切削进给。

⑤ $C_2 \rightarrow A_3$: 快速移动;

.....

第 n 次粗车, $A_n \rightarrow B_n \rightarrow C_n$:

$A_n \rightarrow B_n$: ns 程序段是 $G0$ 时按快速移动速度, ns 程序段是 $G1$ 时按 $G73$ 指定的切削进给速度;

$B_n \rightarrow C_n$: 切削进给。

$C_n \rightarrow A_{n+1}$: 快速移动;

.....

最后一次粗车, $A_d \rightarrow B_d \rightarrow C_d$:

$A_d \rightarrow B_d$: ns 程序段是 $G0$ 时按快速移动速度, ns 程序段是 $G1$ 时按 $G73$ 指定的切削进给速度;

$B_d \rightarrow C_d$: 切削进给。

$C_d \rightarrow A$: 快速移动到起点;

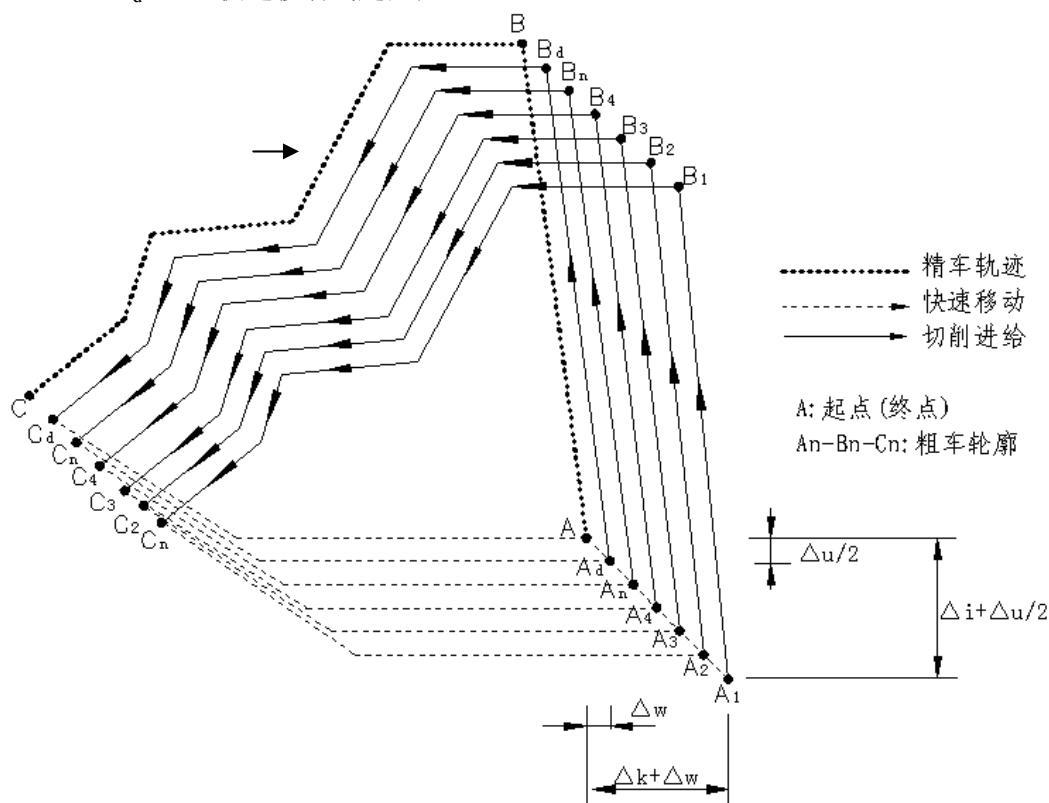


图 8.35 G73 代码运行轨迹

说明:

- (1) $ns \sim nf$ 程序段必须紧跟在 $G73$ 程序段后编写。 $ns \sim nf$ 程序段如果在 $G73$ 程序段前编写, 系统能自动搜索到 $ns \sim nf$ 程序段并执行, 执行完成后, 按顺序执行 nf 程序段的下一程序, 因此会引起重复执行 $ns \sim nf$ 程序段。
- (2) 执行 $G73$ 时, $ns \sim nf$ 程序段仅用于计算粗车轮廓, 程序段并未被执行。 $ns \sim nf$ 程序段中的 F 、 S 、 T 在执行 $G73$ 时无效。执行 $G70$ 精加工循环时, $ns \sim nf$ 程序段中的 F 、 S 、 T 有效。
- (3) ns 程序段只能是 $G00$ 、 $G01$ 指令。
- (4) $ns \sim nf$ 程序段中, 只能有下列 G 功能: $G00$ 、 $G01$ 、 $G02$ 、 $G03$ 、 $G04$ 、 $G96$ 、 $G97$ 、 $G98$ 、 $G99$ 、 $G40$ 、 $G41$ 、 $G42$ 指令; 不能有下列 M 功能: 子程序调用代码(如 $M98/M99$)。
- (5) $G96$ 、 $G97$ 、 $G98$ 、 $G99$ 、 $G40$ 、 $G41$ 、 $G42$ 在执行 $G73$ 循环中无效, 执行 $G70$ 精加工循环时有效。

- (6) 在G73指令执行过程中，可以停止自动运行并手动移动，但要再次执行G73循环时，必须返回到手动移动前的位置。如果不返回就继续执行，后面的运行轨迹将错位。
- (7) 执行进给保持、单程式段的操作，在运行完当前轨迹的终点后程序暂停。
- (8) Δi 、 Δu 都用同一地址U指定， Δk 、 Δw 都用同一地址W指定，其区分是根据该程序段有无指定P、Q代码字。
- (9) 在MDI方式中不能执行G73指令，否则产生报警。
- (10) 在同一程序中需要多次使用复合循环指令时， $ns \sim nf$ 不允许有相同程序段号。
- (11) 退刀点要尽量高或低，避免退刀碰到工件。

留精车余量时坐标偏移方向：

Δi 、 Δk 反应了粗车时坐标偏移和切入方向， Δu 、 Δw 反应了精车时坐标偏移和切入方向； Δi 、 Δk 、 Δu 、 Δw 可以有多种组合，在一般情况下，通常 Δi 与 Δu 的符号一致， Δk 与 Δw 的符号一致，常用有四种组合，见图8.36，图中：A为起刀点，B→C为工件轮廓，B'→C'为粗车轮廓，B''→C''为精车轨迹。

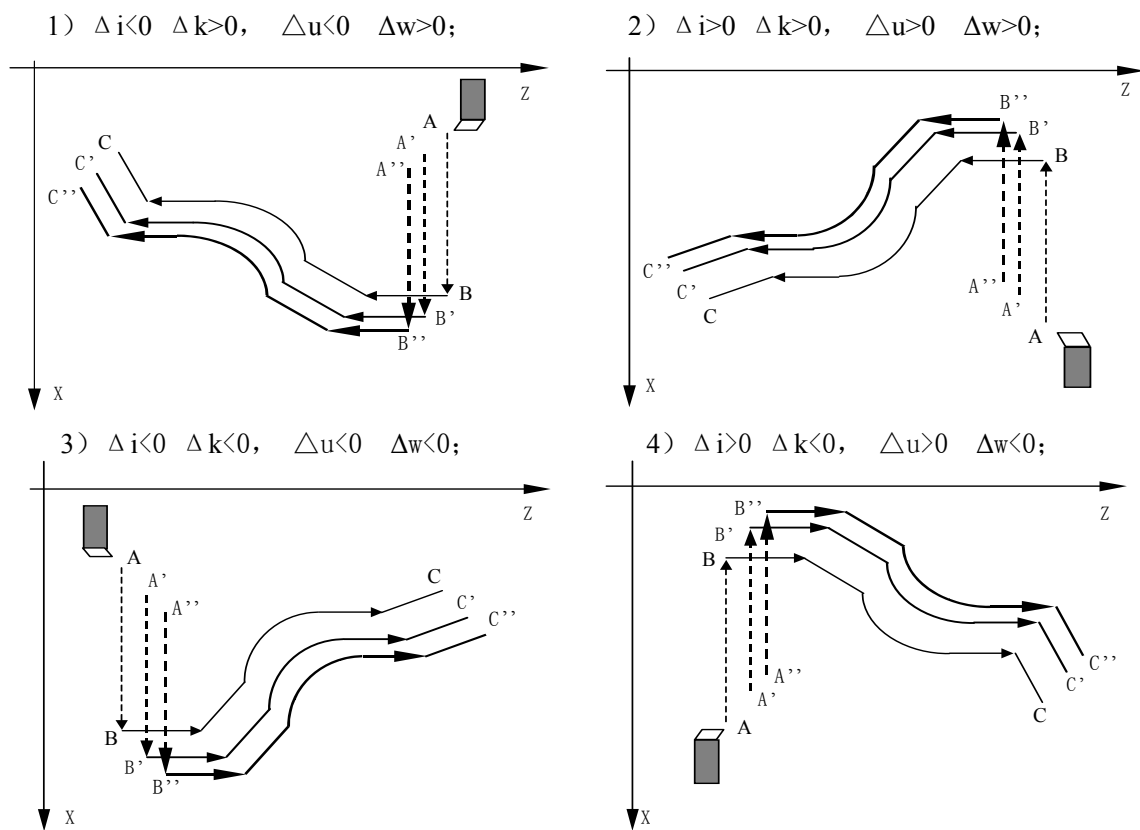


图 8.36

示例说明: 下图 8. 37

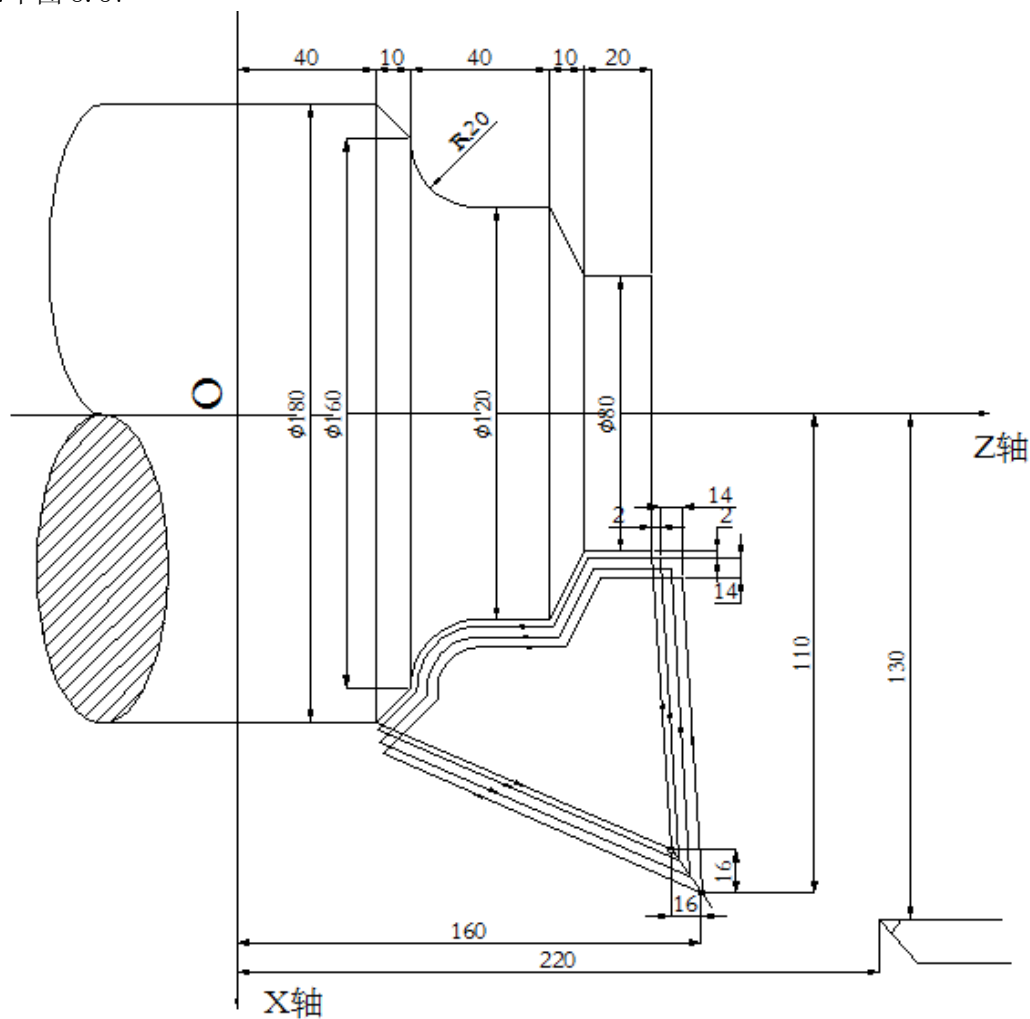


图 8. 37

程序如下:

```

O2000;
G00 X260 Z220 M3 S800;
G01 X220 Z160 F1000;
G73 U14 W14 R3 F200;
G73 P1 Q2 U4 W2;
N1 G00 X80 W-40 S1200;
G01 W-20. F100;
X120 W-10;
W-20;
G2 X160 W-20 R20;
N2 G1 X180 W-10;
G70 P1 Q2;
M30;
  
```

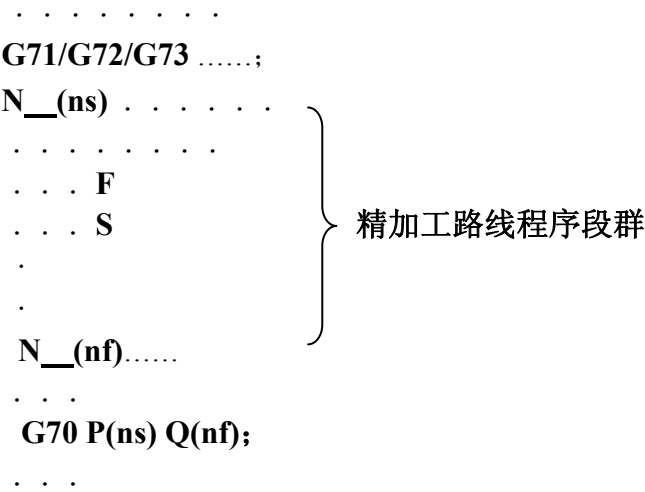
8.5.1.18 G70—精加工循环指令

格式: **G70 P(ns) Q(nf);**

功能: 刀具从起点位置沿着ns~nf程序段给出的工件精加工轨迹进行精加工。在G71、G72或G73进行粗加工后, 用G70指令进行精车, 单次完成精加工余量的切削。G70循环结束时, 刀具返回到起点并执行G70程序段后的下一个程序段。

其中: ns: 精车轨迹的第一个程序段的程序段号;
nf: 精车轨迹的最后一个程序段的程序段号;

G70 指令轨迹由 ns~nf 之间程序段的编程轨迹决定。ns、nf 在 G70~G73 程序段中的相对位置关系如下:



说明:

- (1) G70必须在ns~nf 程序段后编写。如果在ns~nf程序段前编写, 系统自动搜索到ns~nf程序段并执行, 执行完成后, 按顺序执行nf 程序段的下一程序。
- (2) 执行G70精加工循环时, ns~nf 程序段中的F、S、T有效。
- (3) G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42指令在执行G70精加工循环时有效。
- (4) 在G70指令执行过程中, 可以停止自动运行并手动移动, 但要再次执行G70循环时, 必须返回到手动移动前的位置。如果不返回就继续执行, 后面的运行轨迹将错位。
- (5) 执行单程式段的操作, 在运行完当前轨迹的终点后程序暂停。
- (6) 在MDI方式中不能执行G70, 否则产生报警。
- (7) 在同一程序中需要多次使用复合循环代码时, ns~nf 不允许有相同程序段号。
- (8) 退刀点要尽量高或低, 避免退刀碰到工件。

8.5.1.19 G74—端面深孔加工循环指令

格式: G74 R(e);

G74 X(U)___ Z(W)___ P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F___;

意义: 径向(X轴)进刀循环复合轴向断续切削循环: 从起点轴向(Z轴)进给、回退、再进给……直至切削到与切削终点 Z 轴坐标相同的位置, 然后径向退刀、轴向回退至与起点 Z 轴坐标相同的位置, 完成一次轴向切削循环; 径向再次进刀后, 进行下一次轴向切削循环; 切削到切削终点后, 返回起点(G74 的起点和终点相同), 轴向切槽复合循环完成。G74 的径向进刀和轴向进刀方向由切削终点 X(U)、Z(W)与起点的相对位置决定, 此代码用于在工件端面加工环形槽或中心深孔, 轴向断续切削起到断屑、及时排屑的作用。

相关定义:

轴向切削循环起点: 每次轴向切削循环开始轴向进刀的位置, 表示为 $A_n(n=1,2,3,\dots)$, A_n 的 Z 轴坐标与起点 A 相同, A_n 与 A_{n-1} 的 X 轴坐标的差值为 Δi 。第一次轴向切削循环起点 A_1 与起点 A 为同一点, 最后一次轴向切削循环起点(表示为 A_f)的 X 轴坐标与切削终点相同。

轴向进刀终点: 每次轴向切削循环轴向进刀的终点位置, 表示为 $B_n(n=1,2,3,\dots)$, B_n 的 Z 轴坐标与切削终点相同, B_n 的 X 轴坐标与 A_n 相同, 最后一次轴向进刀终点(表示为 B_f)与切削终点为同一点;

径向退刀终点: 每次轴向切削循环到达轴向进刀终点后, 径向退刀(退刀量为 Δd)的终点位置, 表示为 $C_n(n=1,2,3,\dots)$, C_n 的 Z 轴坐标与切削终点相同, C_n 与 A_n X 轴坐标的差值为 Δd ;

轴向切削循环终点: 从径向退刀终点轴向退刀的终点位置, 表示为 $D_n(n=1,2,3,\dots)$, D_n 的 Z 轴坐标与起点相同, D_n 的 X 轴坐标与 C_n 相同(与 A_n X 轴坐标的差值为 Δd);

切削终点: X(U)___ Z(W)___指定的位置, 最后一次轴向进刀终点 B_f 。

R(e): 每次轴向(Z轴)进刀后的轴向退刀量, 取值范围 0~99.999(单位: mm), 无符号。R(e)执行后指定值保持有效, 并把数据参数 $\#066$ 的值修改为 $e \times 1000$ (单位: 0.001 mm)。未输入 R(e)时, 以数据参数 $\#066$ 的值作为轴向退刀量。

X: 切削终点 B_f 的 X 轴绝对坐标值(单位: mm)。

U: 切削终点 B_f 与起点 A 的 X 轴绝对坐标的差值(单位: mm)。

Z: 切削终点 B_f 的 Z 轴的绝对坐标值(单位: mm)。

W: 切削终点 B_f 与起点 A 的 Z 轴绝对坐标的差值(单位: mm)。

P(Δi): 单次轴向切削循环的径向(X轴)切削量, 取值范围 $0 < \Delta i \leq 9999.999$ (单位: mm, 半径值), 无符号。

Q(Δk): 轴向(Z轴)切削时, Z 轴断续进刀的进刀量, 取值范围 $0 < \Delta k \leq 9999.999$ (单位: mm, 无符号)。

R(Δd): 切削至轴向切削终点后, 径向(X轴)的退刀量, 取值范围 0~99999.999(单位: mm, 直径值), 无符号, 省略 R(Δd)时, 系统默认轴向切削终点后, 径向(X轴)的退刀量为 0.。

注: 省略 X(U)和 P(Δi)代码字时, 默认往正方向退刀。

代码执行过程：如图 8.38。

- ① 从轴向切削循环起点 A_n 轴向(Z 轴)切削进给 Δk ，切削终点 Z 轴坐标小于起点 Z 轴坐标时，向 Z 轴负向进给，反之则向 Z 轴正向进给；
- ② 轴向(Z 轴)快速移动退刀 e ，退刀方向与①进给方向相反；
- ③ 如果 Z 轴再次切削进给($\Delta k+e$)，进给终点仍在轴向切削循环起点 A_n 与轴向进刀终点 B_n 之间，Z 轴再次切削进给($\Delta k+e$)，然后执行②；如果 Z 轴再次切削进给($\Delta k+e$)后，进给终点到达 B_n 点或不在 A_n 与 B_n 之间，Z 轴切削进给至 B_n 点，然后执行④；
- ④ 径向(X 轴)快速移动退刀 Δd (半径值)至 C_n 点， B_f 点(切削终点)的 X 轴坐标小于 A 点(起点)X 轴坐标时，向 X 轴正向退刀，反之则向 X 轴负向退刀。；
- ⑤ 轴向(Z 轴)快速移动退刀至 D_n 点，第 n 次轴向切削循环结束。如果当前不是最后一次轴向切削循环，执行⑥；如果当前是最后一次轴向切削循环，执行⑦；
- ⑥ 径向(X 轴)快速移动进刀，进刀方向与④退刀方向相反。如果 X 轴进刀($\Delta d+\Delta i$)(半径值)后，进刀终点仍在 A 点与 A_f 点(最后一次轴向切削循环起点)之间，X 轴快速移动进刀($\Delta d+\Delta i$)(半径值)，即： $D_n \rightarrow A_{n+1}$ ，然后执行①(开始下一次轴向切削循环)；如果 X 轴进刀($\Delta d+\Delta i$)(半径值)后，进刀终点到达 A_f 点或不在 D_n 与 A_f 点之间，X 轴快速移动至 A_f 点，然后执行①，开始最后一次轴向切削循环；
- ⑦ X 轴快速移动返回到起点 A，G74 指令执行结束。

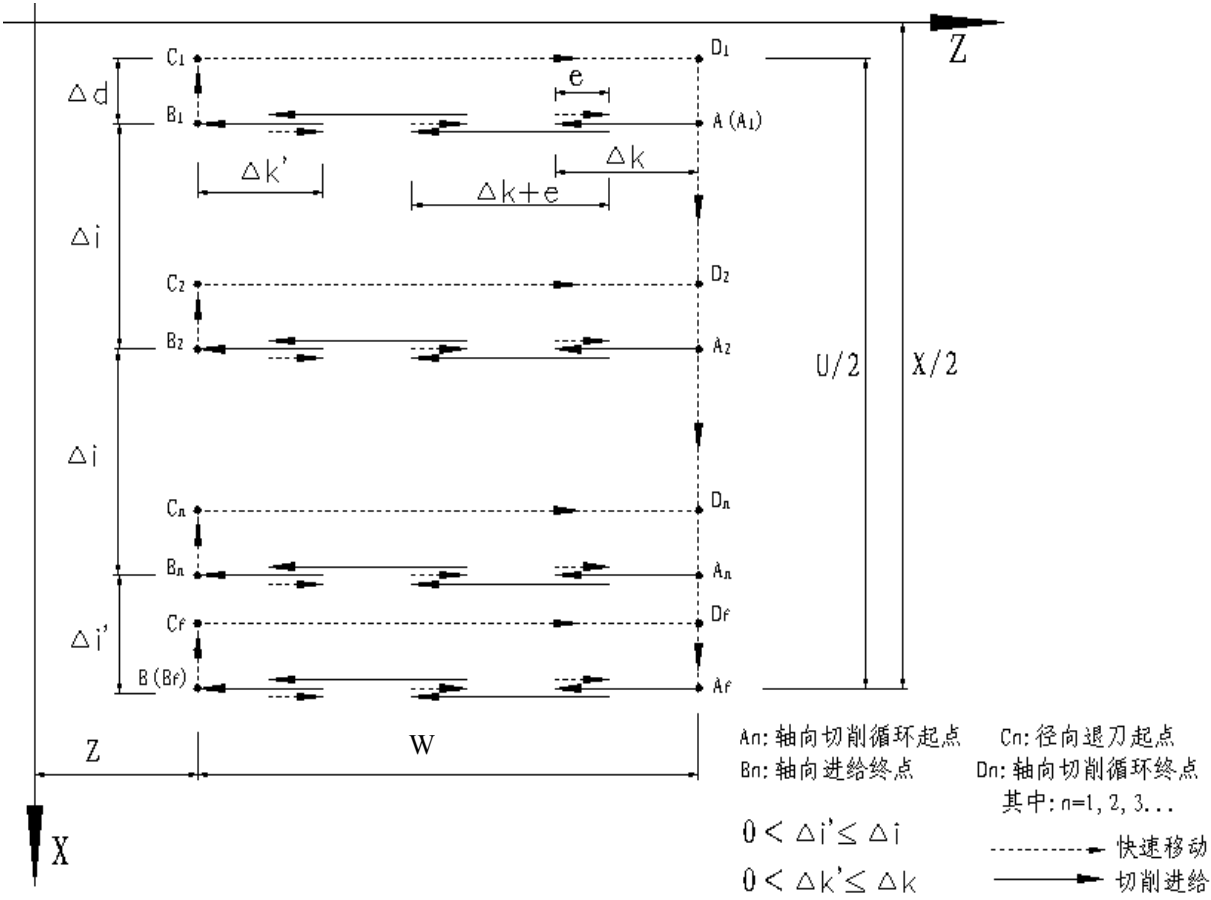


图8.38

说明:

- (1) 循环动作是由含Z(W)和P(Δk)的G74程序段进行的, 如果仅执行“G74 R(e);”程序段, 循环动作不进行;
- (2) Δd 和e 均用同一地址R指定, 其区别是根据程序段中有无Z(W)和P(Δk)代码字;
- (3) 在G74指令执行过程中, 可以停止自动运行并手动移动, 但要再次执行G74循环时, 必须返回到手动移动前的位置。如果不返回就继续执行, 后面的运行轨迹将错位。
- (4) 执行单程式段的操作, 在运行完当前轨迹的终点后程序暂停。
- (5) 进行盲孔切削时, 必须省略R(Δd)字, 因在切削至轴向切削终点无退刀距离。

示例: 图8.39

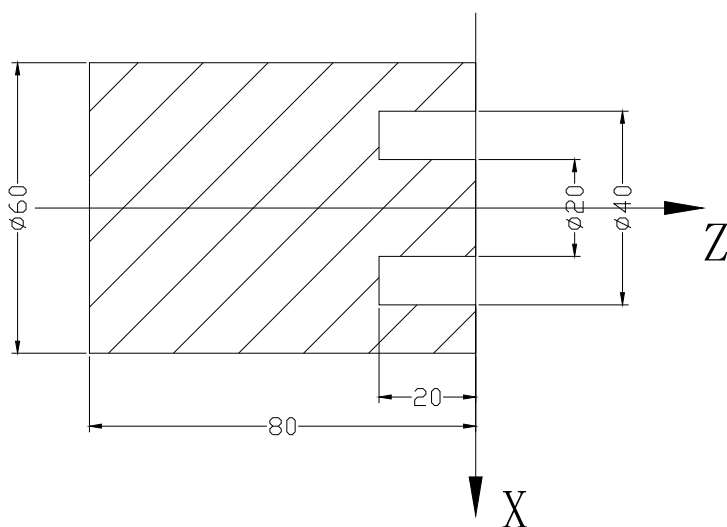


图8.39

程序(设切槽刀宽度: 3mm):

```

O8255;
M3 S500;
G0 X37 Z5;
G74 R0.6;
G74 X20 Z60 P2.5 Q6 F150;
M30;

```


8.5.1.20 G75—外圆/内圆切槽循环指令

格式: G75 R(e);

G75 X(U)___ Z(W)___ P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F___;

意义: 轴向(Z 轴)进刀循环复合径向断续切削循环: 从起点径向(X 轴)进给、回退、再进给……直至切削到与切削终点 X 轴坐标相同的位置, 然后轴向退刀、径向回退至与起点 X 轴坐标相同的位置, 完成一次径向切削循环; 轴向再次进刀后, 进行下一次径向切削循环; 切削到切削终点后, 返回起点(G75 的起点和终点相同), 径向切槽复合循环完成。G75 的轴向进刀和径向进刀方向由切削终点 X(U), Z(W) 与起点的相对位置决定, 此指令可以进行端面切削的断屑处理, 并且可以对外径进行沟槽加工和切断加工。

相关定义:

径向切削循环起点: 每次径向切削循环开始径向进刀的位置, 表示为 $A_n(n=1,2,3,\dots)$, A_n 的 X 轴坐标与起点 A 相同, A_n 与 A_{n-1} 的 Z 轴坐标的差值为 Δk 。第一次径向切削循环起点 A_1 与起点 A 为同一点, 最后一次径向切削循环起点(表示为 A_f)的 Z 轴坐标与切削终点相同。

径向进刀终点: 每次径向切削循环径向进刀的终点位置, 表示为 $B_n(n=1,2,3,\dots)$, B_n 的 X 轴坐标与切削终点相同, B_n 的 Z 轴坐标与 A_n 相同, 最后一次径向进刀终点(表示为 B_f)与切削终点为同一点;

轴向退刀终点: 每次径向切削循环到达径向进刀终点后, 轴向退刀(退刀量为 Δd)的终点位置, 表示为 $C_n(n=1,2,3,\dots)$, C_n 的 X 轴坐标与切削终点相同, C_n 与 A_n Z 轴坐标的差值为 Δd ;

径向切削循环终点: 从轴向退刀终点径向退刀的终点位置, 表示为 $D_n(n=1,2,3,\dots)$, D_n 的 X 轴坐标与起点相同, D_n 的 Z 轴坐标与 C_n 相同(与 A_n Z 轴坐标的差值为 Δd);

切削终点: X(U)___ Z(W)___ 指定的位置, 最后一次径向进刀终点 B_f 。

R(e): 每次径向(X 轴)进刀后的径向退刀量, 取值范围 0~99.999(单位: mm, 半径值), 无符号。

R(e)执行后指定值保持有效, 并把系统参数 $\#066$ 的值修改为 $e \times 1000$ (单位: 0.001 mm)。

未输入 R(e)时, 以系统参数 $\#066$ 的值作为径向退刀量。

X: 切削终点 B_f 的 X 轴绝对坐标值(单位: mm)。

U: 切削终点 B_f 与起点 A 的 X 轴绝对坐标的差值(单位: mm)。

Z: 切削终点 B_f 的 Z 轴的绝对坐标值(单位: mm)。

W: 切削终点 B_f 与起点 A 的 Z 轴绝对坐标的差值(单位: mm)。

P(Δi): 径向(X 轴)进刀时, X 轴断续进刀的进刀量, 取值范围 $0 < \Delta i \leq 9999.999$ (单位: mm, 半径值), 无符号。

Q(Δk): 单次径向切削循环的轴向(Z 轴)进刀量, 取值范围 $0 < \Delta k \leq 9999.999$ (单位: mm), 无符号。

R(Δd): 切削至径向切削终点后, 轴向(Z 轴)的退刀量, 取值范围 0~99999.999(单位: mm), 无符号。

省略 R(Δd)时, 系统默认径向切削终点后, 轴向(Z 轴)的退刀量为 0。

省略 Z(W)和 Q(Δk), 默认往正方向退刀。

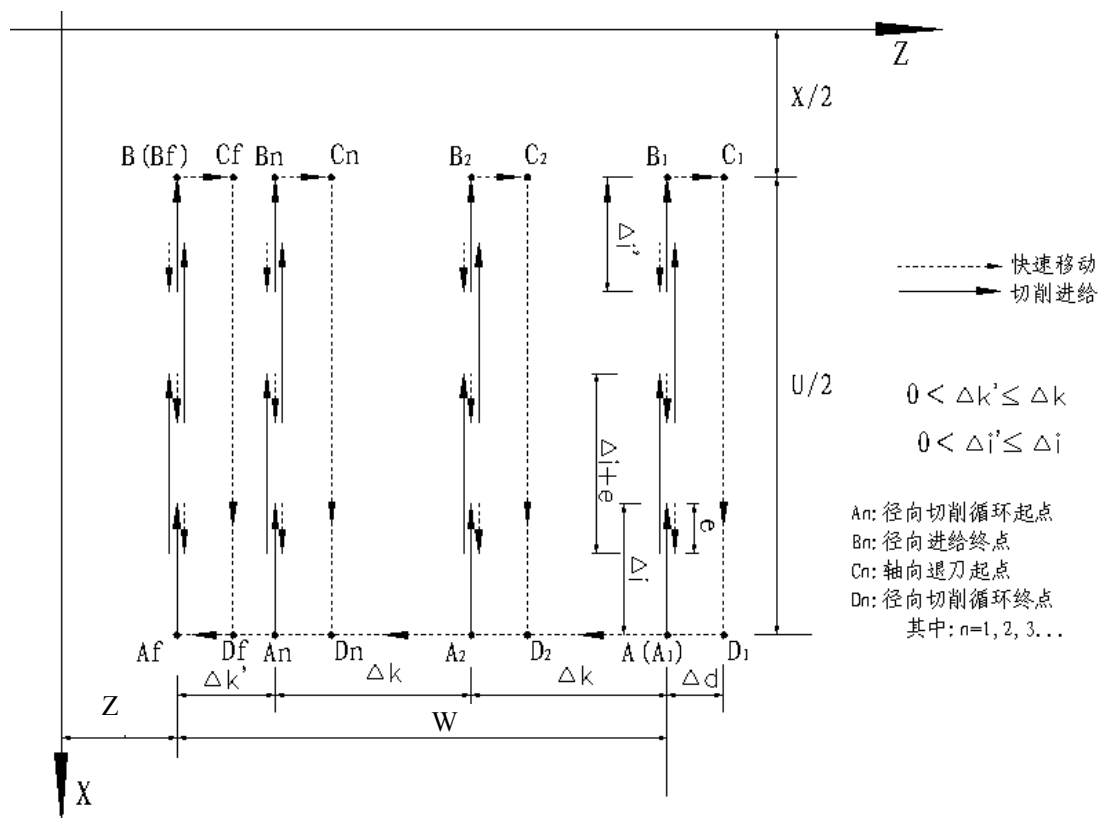


图 8.40 G75 轨迹图

执行过程：图 8.40

- ① 从径向切削循环起点 A_n 径向(X 轴)切削进给 Δi ，切削终点 X 轴坐标小于起点 X 轴坐标时，向 X 轴负向进给，反之则向 X 轴正向进给；
- ② 径向(X 轴)快速移动退刀 e ，退刀方向与①进给方向相反；
- ③ 如果 X 轴再次切削进给($\Delta i + e$)，进给终点仍在径向切削循环起点 A_n 与径向进刀终点 B_n 之间，X 轴再次切削进给($\Delta i + e$)，然后执行②；如果 X 轴再次切削进给($\Delta i + e$)后，进给终点到达 B_n 点或不在 A_n 与 B_n 之间，X 轴切削进给至 B_n 点，然后执行④；
- ④ 轴向(Z 轴)快速移动退刀 Δd 至 C_n 点， B_n 点(切削终点)的 Z 轴坐标小于 A 点(起点)Z 轴坐标时，向 Z 轴正向退刀，反之则向 Z 轴负向退刀；
- ⑤ 径向(X 轴)快速移动退刀至 D_n 点，第 n 次径向切削循环结束。如果当前不是最后一次径向切削循环，执行⑥；如果当前是最后一次径向切削循环，执行⑦；
- ⑥ 轴向(Z 轴)快速移动进刀，进刀方向与④退刀方向相反。如果 Z 轴进刀($\Delta d + \Delta k$)后，进刀终点仍在 A 点与 A_f 点(最后一次径向切削循环起点)之间，Z 轴快速移动进刀($\Delta d + \Delta k$)，即： $D_n \rightarrow A_{n+1}$ ，然后执行①(开始下一次径向切削循环)；如果 Z 轴进刀($\Delta d + \Delta k$)后，进刀终点到达 A_f 点或不在 D_n 与 A_f 点之间，Z 轴快速移动至 A_f 点，然后执行①，开始最后一次径向切削循环；
- ⑦ Z 轴快速移动返回到起点 A，G75 代码执行结束。

说明：

- (1) 循环动作是由含 X(U) 和 P(Δi) 的 G75 程序段进行的，如果仅执行“G75 R(e)；”程序段，循环动作不进行；
- (2) Δd 和 e 均用同一地址 R 指定，其区别是根据程序段中是否有 X(U) 和 P(Δi) 代码字；
- (3) 在 G75 指令执行过程中，可使自动运行停止并手动移动，但要再次执行 G75 循环时，必须返回到手动

移动前的位置。如果不返回就再次执行，后面的运行轨迹将错位；

(4) 执行单程式段的操作，在运行完当前轨迹的终点后程序暂停。

(5) 进行切槽循环时，必须省略R(Δd)，因在切削至径向切削终点无退刀距离。

示例：图8.41

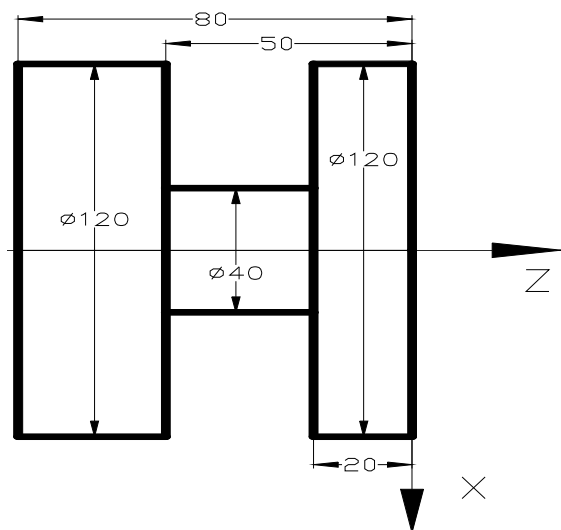


图 8.41 G75 切削

程序(设切槽刀的宽度：3mm)：

```
O4616;  
M3 S500;  
G00 X150 Z50;  
G0 X125 Z-23;  
G75 R0.6 F50;  
G75 X40 Z-50 P6 Q3;  
G0 X150 Z50;  
M30;
```

复合型固定循环指令注意事项

- 1) 在指定复合型固定循环的程序段中 P, Q, X, Z, U, W, R 等必要的参数，在每个程序段中必须正确指令。
- 2) 在 G71, G72, G73 指令的程序段中，如果有 P 指令了顺序号，那么对应此顺序号的程序段必须指令 01 组 G 指令的 G00 或 G01，否则报警 (No065)。
- 3) 在 MDI 方式中，不能执行 G70, G71, G72, G73, G74, G75, G76 指令。即使指令了，也不执行。
- 4) 在 G70, G71, G72, G73 程序段中，用 P 和 Q 指令顺序号的程序段范围内，不能有以下指令。
 - ★ G00, G01, G02, G03 以外的 01 组指令；
 - ★ M98/M99；
 - ★ G04 在粗加工最后成形一刀及精加工中有效。
- 5) 在执行复合固定循环 (G70~G76) 中，可以使动作停止插入手动运动，但要再次开始执行复合型固定循环时，必须返回到插入手动运动前的位置。如果不返回就再开始，手动的移动量不加在绝对值上，后面的动作将错位，其值等于手动的移动量。
- 6) 执行 G70, G71, G72, G73 时，用 P, Q 指定的顺序号，在这个程序内不能重合。
- 7) 对于 G76 指定切螺纹的注意事项，与 G32 切螺纹和用 G92 螺纹切削循环相同，对螺纹倒角量的指定，对 G92 螺纹切削循环也有效。

8.5.1.21 宏指令（G65）

宏指令最大特点是能使用变量。变量间可以运算，并且用宏指令命令可以给变量赋值。

1) 变量的使用方法

变量值可以由主程序赋值或通过键盘设定，或者在执行宏指令时，赋给计算出的值。可使用多个变量，这些变量用变量号来区别。

a) 变量的表示

用#后变量号来表示度量，格式如下：

(i=200, 202, 203, 204.....)

例：#205, #209, #1005

b) 变量的引用

用变量可以置换地址后的数值。

如果程序中有“< 指令代码符 > #i”或者“< 指令代码符 > -#i”，则表示把变量的值或者把变量的值的负值作为地址值。

例：F#203...当#203=15 时，与 F15 指令是同样的。

Z-#210...当#210=250 时，与 Z-250 是同样的。

G#230...当#230=3 时，和 G3 是同样的。

用变量置换变量号时，不用##200 描述，而写为#9200，也就是#后面的“9”表示置换变量号。

下面的三行是置换变量号的实例。

例：#200 = 205 时，#205 = 500 时

X#9200 和 X500 指令是同样的

X-#9200 和 X-500 指令是同样的

注1：地址O和N不能引用变量。不能用O#200，N#220编程。

注2：如果超过了地址所规定的最大指令值，不能使用。#230 = 120时，M#230超过了最大指令值。

注3：变量值的显示和设定：变量值可以显示在LCD画面上，也可以用按键给变量设定值。

2) 变量的种类

根据变量号的不同，变量分为公用变量和系统变量，它们的用途和性质都不同。

a) 公用变量#200～#231

公用变量在主程序以及由主程序调用的子程序中的宏指令是公用的。即某一用户宏程序中使用的变量 #i 和其它宏指令使用的#i 是相同的。因此，某一宏指令中运算结果的公用变量 #i 可以用于其他宏指令中。公用变量的用途，系统中不规定，用户可以自由使用。

注：公用变量#200～#231，切断电源清除，电源接通时全部为“0”。

b) 公用变量#500～#515

此变量用法跟#200～#231 一样，但切断电源后，变量的数据保留，在下次通电后仍可继续使用上次的数据。

c) 系统变量

此变量的用途在系统中是固定的。

(G65) 运算命令和转移命令

一般形式:

G65 Hm P#i Q#j R#k;

m: 01~99 表示运算命令或转移命令功能。

#i: 存入运算结果的变量名。

#j: 进行运算的变量名 1, 也可以是常数。

#k: 进行运算的变量名 2, 也可以是常数。

意义: $\#i = \#j \bigcirc \#k$

└──────────┘ 运算符号, 由 Hm 指定

例: P#200 Q#201 R#202.....#200 = #201 O #202;

P#200 Q#201 R15.....#200 = #201 O 15;

P#200 Q-100 R#202.....#200 = -100 O #202;

注 1: 变量值不含小数点。各变量值所表示的意义同用各地址不带小数点所表示的意义是同样的。

(例) #200 = 10

X#200=X 10mm(毫米输入时)

注 2: 常数直接表示, 不带 #

注 3: 用 G65 指定的 H 代码, 对偏置量的选择没有任何影响。

| G 代码 | H 码 | 功 能 | 格 式 | 定 义 |
|------|-----|----------|---------------------|---|
| G65 | H01 | 赋值 | G65 H01 P#I Q#J | $\#i = \#j$ |
| G65 | H02 | 加法 | G65 H02 P#I Q#J R#K | $\#i = \#j + \#k$ |
| G65 | H03 | 减法 | G65 H03 P#I Q#J R#K | $\#i = \#j - \#k$ |
| G65 | H04 | 乘法 | G65 H04 P#I Q#J R#K | $\#i = \#j \times \#k$ |
| G65 | H05 | 除法 | G65 H05 P#I Q#J R#K | $\#i = \#j \div \#k$ |
| G65 | H11 | 逻辑加 (或) | G65 H11 P#I Q#J R#K | $\#i = \#j \text{ OR } \#k$ |
| G65 | H12 | 逻辑乘 (与) | G65 H12 P#I Q#J R#K | $\#i = \#j \text{ AND } \#k$ |
| G65 | H13 | 异或 | G65 H13 P#I Q#J R#K | $\#i = \#j \text{ XOR } \#k$ |
| G65 | H21 | 十进制开平方 | G65 H21 P#I Q#J | $\#i = \sqrt{\#J}$ |
| G65 | H22 | 绝对值 | G65 H22 P#I Q#J | $\#i = \#j $ |
| G65 | H23 | 取余数 | G65 H23 P#I Q#J R#K | $\#i = \#j - \text{trunc}(\#j \div \#k) \times \#k$ |
| G65 | H24 | 十进制变为二进制 | G65 H24 P#I Q#J | $\#i = \text{B 输入}(\#j)$ |
| G65 | H25 | 二进制变为十进制 | G65 H25 P#I Q#J | $\#i = \text{BCD}(\#j)$ |
| G65 | H27 | 复合平方根 | G65 H27 P#I Q#J R#K | $\#i = \sqrt{\#(J * J) + \#(K * K)}$ |
| G65 | H31 | 正弦 | G65 H31 P#I Q#J R#K | $\#i = \#J \times \sin(\#K)$ |
| G65 | H32 | 余弦 | G65 H32 P#I Q#J R#K | $\#i = \#J \times \cos(\#K)$ |
| G65 | H33 | 正切 | G65 H33 P#I Q#J R#K | $\#i = \#J \times \tan(\#K)$ |
| G65 | H34 | 反正切 | G65 H34 P#I Q#J R#K | $\#i = \text{ATAN}(\#j / \#k)$ |
| G65 | H80 | 无条件转移 | G65 H80 PN | 转向 N |
| G65 | H81 | 条件转移 1 | G65 H81 PN Q#J R#K | IF $\#j = \#k$, GOTO N |
| G65 | H82 | 条件转移 2 | G65 H82 PN Q#J R#K | IF $\#j \neq \#k$, GOTO N |
| G65 | H83 | 条件转移 3 | G65 H83 PN Q#J R#K | IF $\#j > \#k$, GOTO N |
| G65 | H84 | 条件转移 4 | G65 H84 PN Q#J R#K | IF $\#j < \#k$, GOTO N |
| G65 | H85 | 条件转移 5 | G65 H85 PN Q#J R#K | IF $\#j \geq \#k$, GOTO N |
| G65 | H86 | 条件转移 6 | G65 H86 PN Q#J R#K | IF $\#j \leq \#k$, GOTO N |
| G65 | H99 | 产生报警 | G65 H99 PN | 产生 400+N 号的报警 |

8.5.1.21.1 运算命令

a) 变量的赋值, $\#I = \#J$

G65 H01 P#I Q#J;

例: G65 H01 P#201 Q1005; ($\#201 = 1005$)
 G65 H01 P#201 Q#210; ($\#201 = \#210$)
 G65 H01 P#201 Q-#202; ($\#201 = -\#202$)

b) 加算 $\#I = \#J + \#k$

G65 H02 P#I Q#J R#K;

例: G65 H02 P#201 Q#202 R15; ($\#201 = \#202 + 15$)c) 减算 $\#I = \#J - \#k$

G65 H03 P#I Q#J R#k;

例: G65 H03 P#201 Q#202 R#203; ($\#201 = \#202 - \#203$)d) 乘算 $\#I = \#J \times \#k$

G65 H04 P#I Q#J R#k;

例: G65 H04 P#201 Q#202 R#203; ($\#201 = \#202 \times \#203$)e) 除算 $\#I = \#J / \#k$

G65 H05 P#I Q#J R#k;

例: G65 H05 P#201 Q#202 R#203; ($\#201 = \#202 / \#203$)

f) 逻辑加 (或)

G65 H11 P#I Q#J R#k;

例: G65 H11 P#201 Q#202 R#203; ($\#201 = \#202 \text{ or } \#203$)

g) 逻辑乘 (与)

G65 H12 P#I Q#J R#k;

例: G65 H12 P#201 Q#202 R#203; ($\#201 = \#202 \text{ and } \#203$)

h) 异或

G65 H13 P#I Q#J R#k;

例: G65 H13 P#201 Q#202 R#203; ($\#201 = \#202 \text{ xor } \#203$)

i) 开平方

G65 H21 P#I Q#J;

例: G65 H21 P#201 Q#202; ($\#201 = \text{sqrt } \#202$)

j) 复合平方根

G65 H27 P#I Q#J R#K

例: G65 H27 P#201 Q#202 R#203; ($\#201 = \text{sqrt } (\#202) + (\#203)$)

k) 取绝对值

G65 H22 P#I Q#J;

例: G65 H22 P#201 Q#202; ($\#201 = |\#202|$)

l) 取余数

G65 H23 P#I Q#J R#k;

例: G65 H23 P#201 Q#202 R#203; ($\#201 = \#202 - \text{trunc}(\#202 \div \#203) \times \#203$)

f) 十进制转换为二进制

G65 H24 P#I Q#J;

例: G65 H24 P#201 Q#202; ($\#201 = \text{B 输入}(\#202)$)

g) 异或

G65 H25 P#I Q#J;

例: G65 H25 P#201 Q#202; ($\#201 = \text{BCD}(\#202)$)

o) 正弦

G65 H31 P#I Q#J R#K;

例: G65 H31 P#201 Q#202 R#203; ($\#201 = \#202 \times \sin(\#203)$)

p) 余弦

G65 H32 P#I Q#J R#K

例: G65 H32 P#201 Q#202 R#203 ($\#201 = \#202 \times \cos(\#203)$)

q)正切

G65 H33 P#I Q#J R#K

例: G65 H33 P#201 Q#202 R#203 ($\#201 = \#202 \times \tan(\#203)$)

r)余切

G65 H34 P#I Q#J R#K

例: G65 H34 P#201 Q#202 R#203 ($\#201 = \operatorname{atan} \frac{\#202}{\#203}$)

注 1: 用度指定 (P) ~ (S) 的单位, 单位是 1°。

注 2: 在各运算中, 当必要的 Q, R 没指定时, 其值作为零参加运算。

8.5.1.21.2 转移命令

a) 无条件转移

G65 H80 Pn; n: 顺序号

例: G65 H80 P120; (转到 N120 程序段)

注: 无条件跳转指令使用时, 应避免以下情况发生:

N120 G65 H80 P120;

会造成系统一定时间内反应较为迟钝;

N120 G65 H80 P130;

N130 G65 H80 P120;

会造成系统不能正常运行。

b) 条件转移 1 #J.EQ.# K (=)

G65 H81 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

例: G65 H81 P1000 Q#201 R#202;

当 $\#201 = \#202$ 时, 转到 N1000 程序段, 当 $\#201 \neq \#202$ 时, 顺序执行。

c) 条件转移 2 #J.NE.# K (≠)

G65 H82 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

例: G65 H82 P1000 Q#201 R#202;

当 $\#201 \neq \#202$ 时, 转到 N1000 程序段, 当 $\#201 = \#202$ 时, 程序顺序执行。

d) 条件转移 3 #J.GT.# K (>)

G65 H83 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

例: G65 H83 P1000 Q#201 R#202;

当 $\#201 > \#202$ 时, 转到 N1000 程序段, 当 $\#201 \leq \#202$ 时, 程序顺序执行。

e) 条件转移 4 #J.LT.# K (<)

G65 H84 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

例: G65 H84 P1000 Q#201 R#202;

当 $\#201 < \#202$ 时, 转到 N1000 程序段, 当 $\#201 \geq \#202$ 时, 程序顺序执行。

f) 条件转移 5 #J.GE.# K (≥)

G65 H85 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

例: G65 H85 P1000 Q#201 R#202;

当 $\#201 \geq \#202$ 时, 转到 N1000 程序段, 当 $\#201 < \#202$ 时, 顺序执行。

g) 条件转移 6 #J.LE.# K (≤)

G65 H86 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

例: G65 H86 P1000 Q#201 R#202;

当 $\#201 \leq \#202$ 时, 转到 N1000 程序段, 当 $\#201 > \#202$ 时, 顺序执行。

h) 发生报警

G65 H99 Pi i: 报警号+400

例: G65 H99 P15

发生报警 415.

注1:当转移地址的顺序号指定为正值时,开始是顺序方向然后是逆方向检索,指定负值时,开始是逆方向,然后是正方向。

注2: 也可以用变量指定顺序号。

G65 H81 P#200 Q#201 R#202;

当条件满足时,程序移到#200指定的顺序号的程序段。

关于宏指令的注意事项

1) 用键输入的方法

在代码符 G、X、Z、U、W、R、I、K、F、H、M、S、T、P、Q 的后面按#键, #便被输入进去。

2) 在 MDI 状态, 也可指令运算, 转移命令。

除 G65 以外, 其它代码符数据能用键输入, 而不能显示。

3) 运算、转移命令的 H、P、Q、R 必须写在 G65 之后, 写在 G65 以前的地址只有 O、N。

H02 G65 P#200 Q#201 R#202; ...错误

N100 G65 H01 P#200 Q10; ...正确

4) 变量值在 $-2P^{32P} \sim +2P^{32P}-1$ 的范围内, 但只能正确显示-9999.999~9999.999。超过上述范围时, 显示*****。

5) 子程序的嵌套可到四重。

6) 变量值只取整数, 所以运算结果出现小数点时舍掉。请特别注意运算顺序。

7) 运算、转移命令的执行时间, 因条件不同而异, 一般平均值可考虑为 10 毫秒。

刀尖半径补偿

8.5.1.22 刀尖半径补偿功能（G40,G41,G42）

当刀尖为圆形时，仅仅用刀具偏置补偿功能，做出正确的加工程序是很困难的。由于刀尖圆弧的影响，实际加工结果与工件程序会存在误差，实际加工中的车刀，由于工艺的要求，刀尖往往不是一假想点，而是一段圆弧。切削加工时,实际切削点与理想状态下的切削点之间的位置有偏差，会造成过切或少切，影响零件的精度。

为解决这一问题，消除位置偏差，本系统应用了 C 型刀尖半径补偿（简称 C 刀补）。C 刀补方式是连续读入两段或两段以上程序段，根据相邻两个移动程序段的位置以及当前的刀尖半径、刀尖假想方向等自动计算两段的转接点，连接这些转接点得到刀具的运动轨迹（如图 8.41 所示），此种方法的补偿可使刀具实际运动轨迹更加逼近理论轨迹。

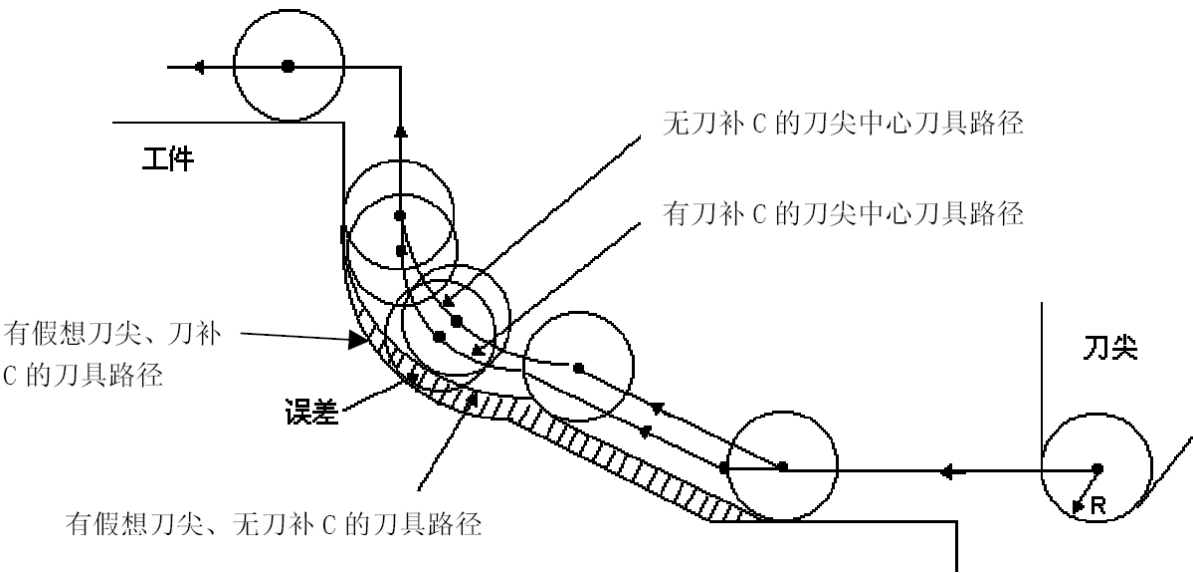


图 8.41 刀尖半径补偿图示

8.5.1.22.1 假想刀尖概念

下图 8.42 中刀尖 A 点即为假想刀尖点，实际上不存在，故称之为假想刀尖。假想刀尖的设定是因为一般情况下刀尖半径中心设定在起始位置比较困难，而假想刀尖设在起始位置是比较容易的，如下图所示。与刀尖中心一样，使用假想刀尖编程时不需考虑刀尖半径。

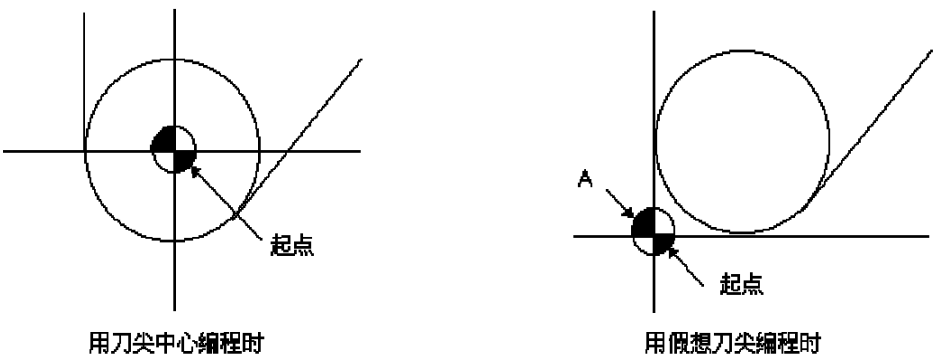
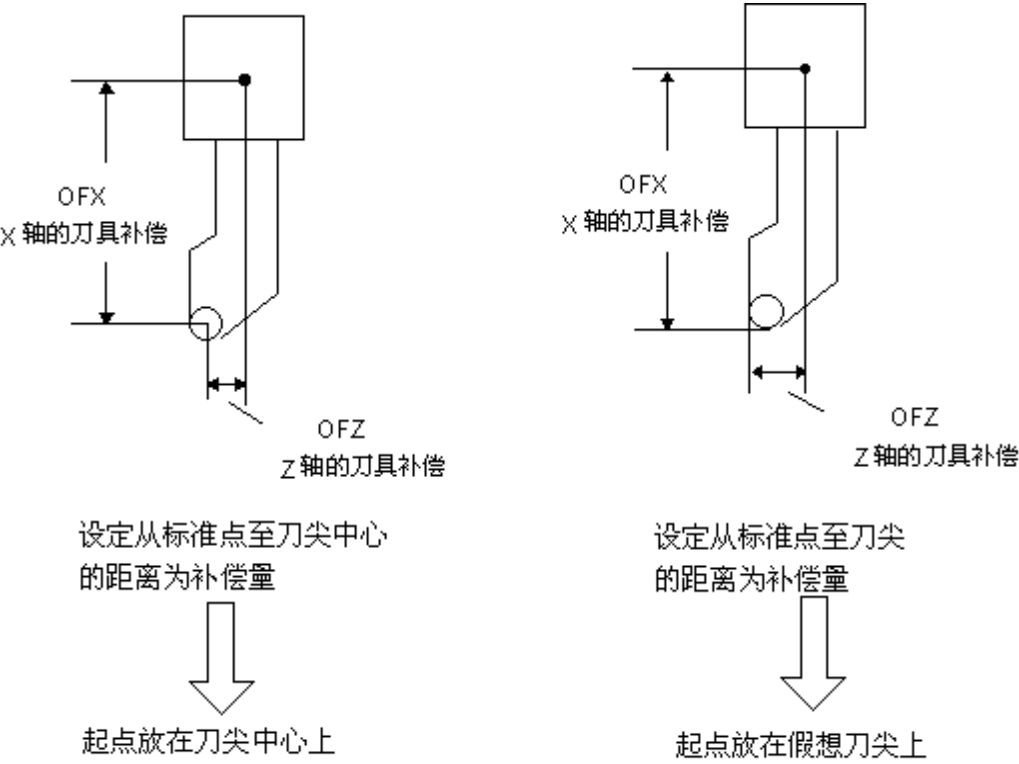


图 8.42 刀尖起始点位置

设置从标准点到刀尖半径中心的距离作为偏置值如同设置刀尖半径中心作为起点，而设置从标准点到假想刀尖的距离作为偏置值如同设置假想刀尖作为起点。为了设置刀具偏置值，通常测量从标准点到假想刀尖的距离比测量从标准点到刀尖半径中心的距离容易，所以通常就以标准点到假想刀尖的距离来设置刀具偏置值。

在进行对刀操作时要特别注意，当选择了 $T_n(n=0\sim9)$ 号假想刀尖时，对刀点一定也要是 $T_n(n=0\sim9)$ 号假想刀尖点。同一刀具，从标准点到刀尖半径中心（假想刀尖为 T_0 时）的偏置值与从标准点到假想刀尖（假想刀尖为 T_3 时）的偏置值，两者是不一样的。测量从标准点到假想刀尖的距离比测量从标准点到刀尖半径中心的距离容易很多，因此通常以标准点到假想刀尖的距离来设置刀具偏置值(即通常选择 T_3 号刀尖方向)。

当以刀架中心这个标准点作为起点时，刀具偏置值的设置：



分别为以刀尖中心编程和以假想刀尖编程的刀具轨迹。左图是没有刀尖半径补偿，右图是有刀尖半径补偿。

如果不用刀尖半径补偿，刀尖中心轨迹将同于编程轨迹

如果使用刀尖半径补偿，将实现精密切削

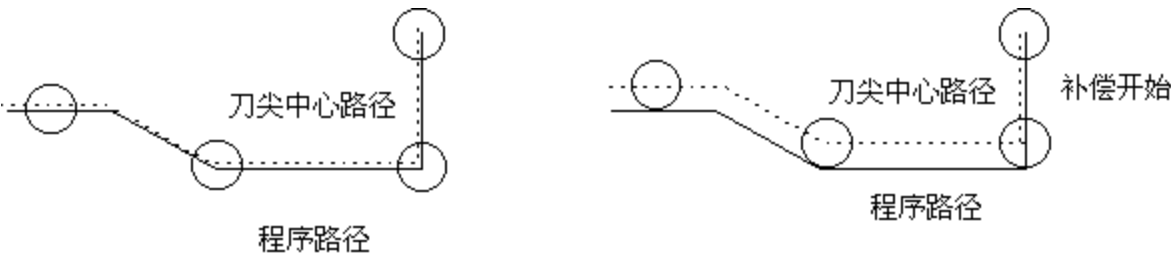
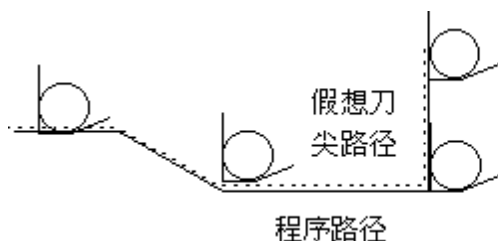


图 8.43 以刀尖中心编程时的刀具轨迹

没有刀尖半径补偿，假想刀尖轨迹
将同于编程轨迹



使用刀尖半径补偿，将实现精密切削

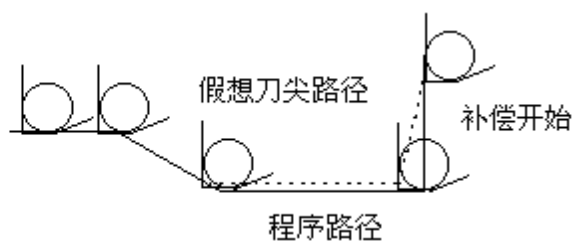


图 8.44 以假想刀尖编程时的刀具轨迹

8.5.1.22.2 假想刀尖的方向（即圆弧车刀刀沿位置）

在实际加工中，由于被加工工件的加工需要，刀具和工件间将会存在不同的位置关系。从刀尖中心看假想刀尖的方向，由切削中刀具的方向决定。数控车床采用刀尖半径补偿进行加工时，假想刀尖的方向由切削中刀具的方向决定，如果刀具的刀尖形状和切削时所处的位置（即刀沿位置）不同，那么刀具的补偿量和补偿方向也不同。从刀尖中心往假想刀尖的方向看，由切削中刀具的方向确定假想刀尖号。假想刀尖共有 10（T0~T9）种设置，共表达了 9 个方向的位置关系。假想刀尖号码必须在进行刀尖半径补偿前与补偿量一起设置在刀尖半径补偿存储器中。

注意：即使同一刀尖方向号在不同坐标系（后刀座坐标系与前刀座坐标系）表示的刀尖方向也是不一样的，如下图所示。图中说明了刀尖与起点间的关系，箭头终点是假想刀尖；后刀座坐标系 T1~T8 的情况，如图 8.45；前刀座坐标系 T1~T8 的情况，如图 8.46。当刀尖中心与起点一致时，设置刀尖号码 0 或 9（T0 与 T9）是刀尖中心与起点一致时的情况，如图 8.47。

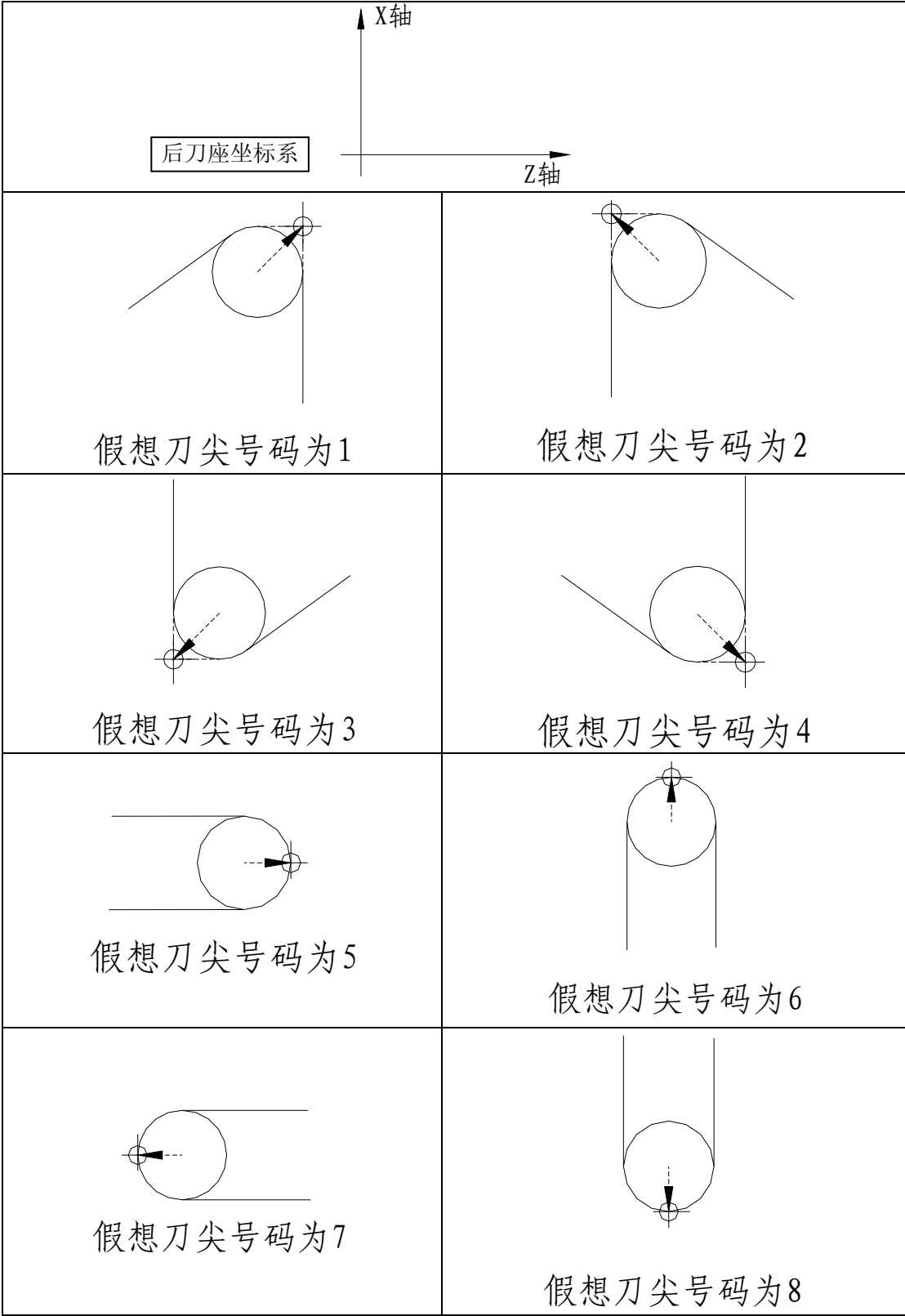


图 8.45 后刀座坐标系中假想刀尖号码

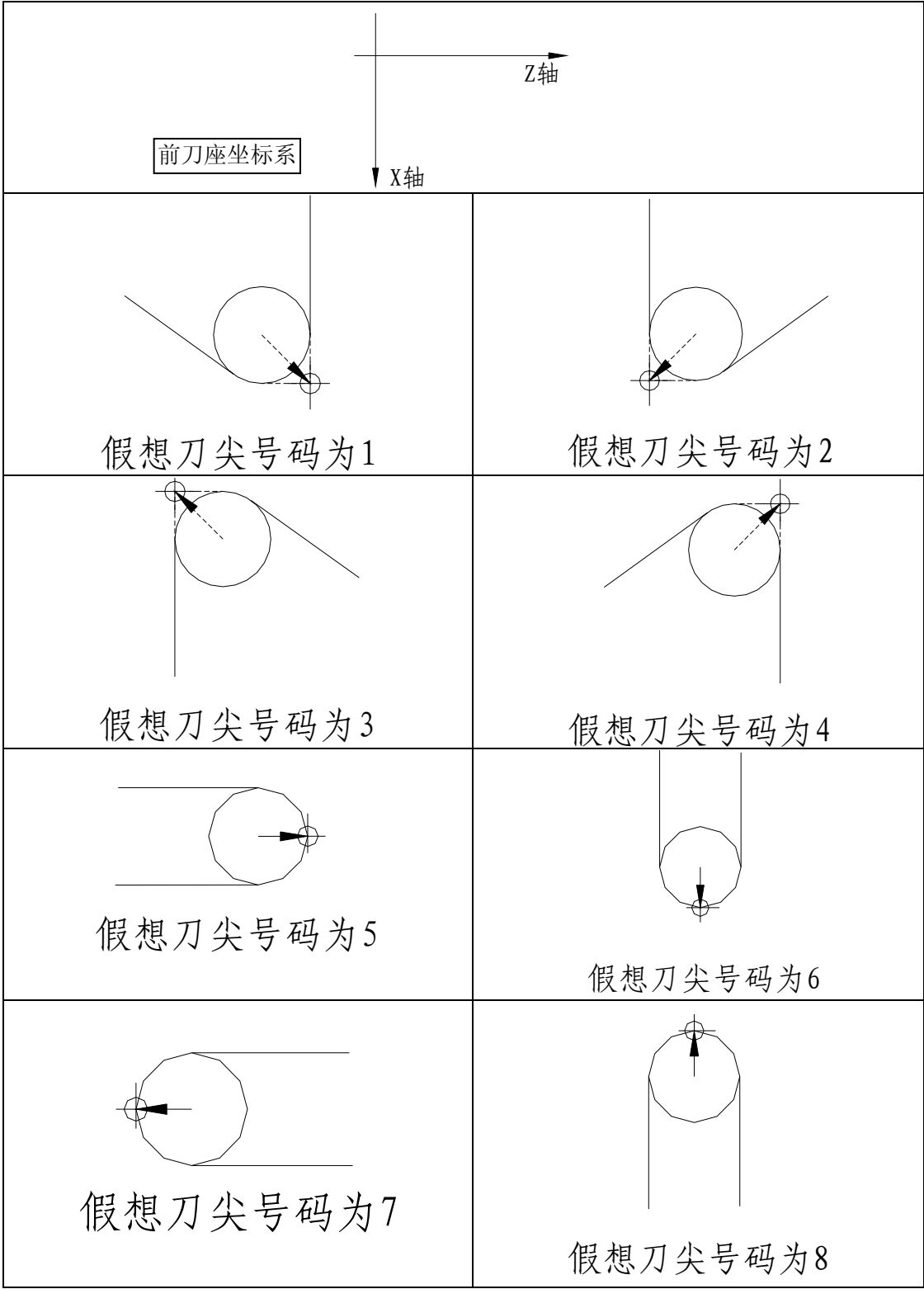


图 3.8.46 前刀座坐标系中假想刀尖号码

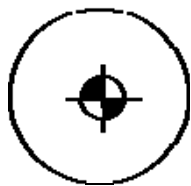


图 8.47 刀尖中心与起点一致

8. 5. 1. 22. 3 刀尖半径补偿值的设定

进行刀尖半径补偿前需要对以下几项补偿值进行设置：X、Z、R、T。其中 X、Z 分别为 X 轴、Z 轴方向从刀架中心到刀尖的刀具偏置值；R 为假想刀尖的半径补偿值；T 为假想刀尖方向。每一组值对应一个刀补号，在刀补界面下设置。

表 3-4 系统刀尖半径补偿值显示页面

| 序号 | X | Z | R | T |
|-----|-------|-------|-------|----|
| 001 | 0.020 | 0.030 | 0.020 | 2 |
| 002 | 0.060 | 0.060 | 0.016 | 3 |
| .. | .. | .. | .. | .. |
| .. | .. | .. | .. | .. |
| .. | .. | .. | .. | .. |
| 014 | 0.030 | 0.026 | 0.18 | 9 |
| 016 | 0.050 | 0.038 | 0.20 | 1 |

注：X 方向刀具偏置值可以用直径或半径值指定，由参数№001 的 bit0 位设定，为 1 时偏置值以半径表示，为 0 时偏置值以直径表示。

8. 5. 1. 22. 4 刀具与工件的相对位置

进行刀尖半径补偿时，必须指定刀具与工件的相对位置。在后刀座坐标系中，当刀具中心轨迹在编程轨迹（零件轨迹）前进方向的右边时，称为右刀补，用 G42 指令实现；当刀具中心轨迹在编程轨迹（零件轨迹）前进方向的左边时，称为左刀补，用 G41 指令实现；前刀座与其反之。指令 G40、G41、G42 时刀具与工件的相对位置的具体说明如表：

G41、G42 及 G40 的指令格式

G40

G41

G42

G00

G01

X__ Z__ T__ ;

注 1: G40, G41, G42均为模态G代码。
注 2: 正常建立刀补后，G41/G42 后可以跟 G02 或 G03 指令。

| 指令 | 功 能 说 明 | 备 注 |
|-----|-------------------------------|------------------|
| G40 | 取消刀尖半径补偿 | 详见图8.48、图8.49的说明 |
| G41 | 后刀座坐标系中刀尖半径左补偿，前刀座坐标系中刀尖半径右补偿 | |
| G42 | 后刀座坐标系中刀尖半径右补偿，前刀座坐标系中刀尖半径左补偿 | |

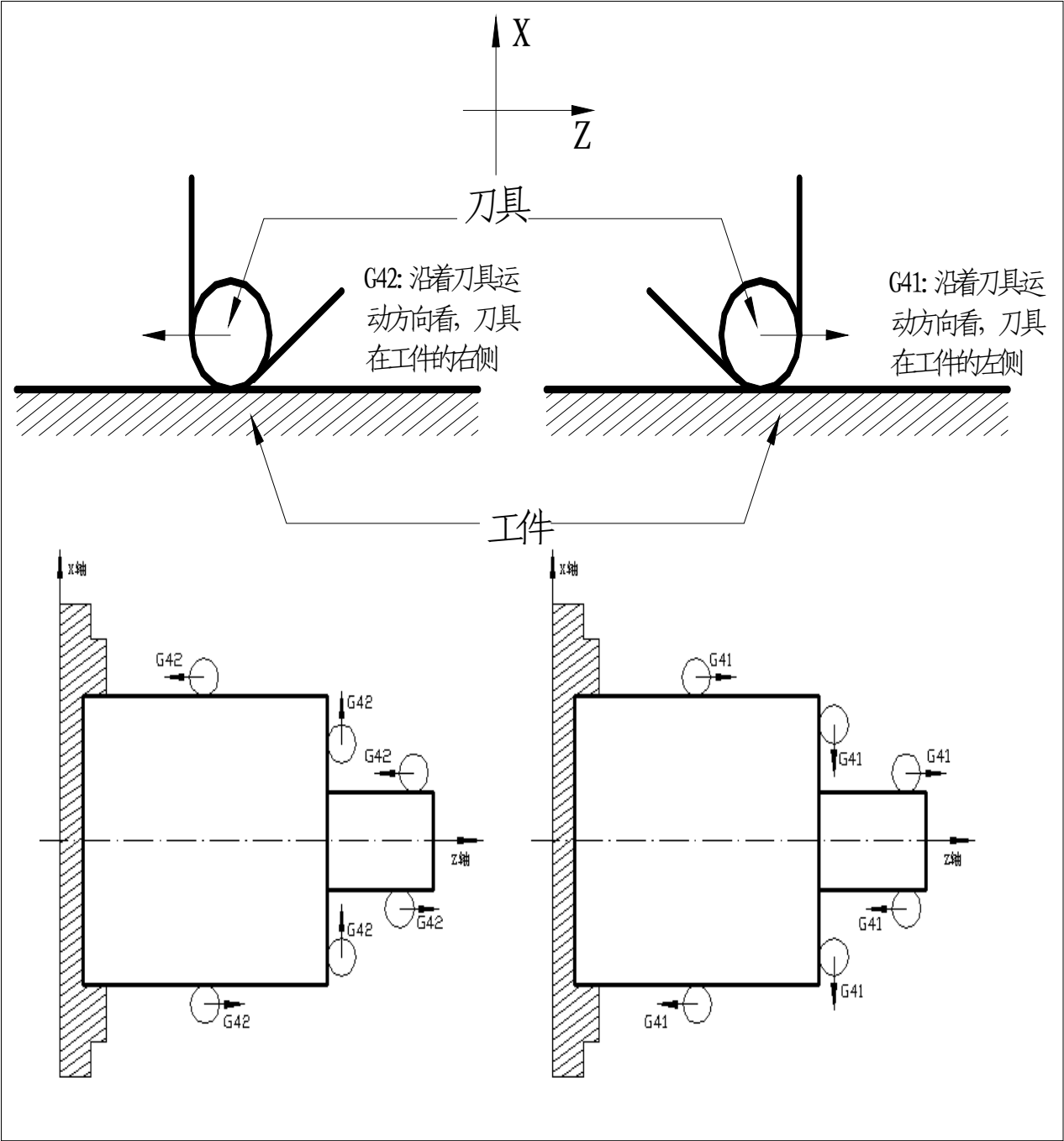


图8.48 后刀座坐标系中刀尖半径补偿

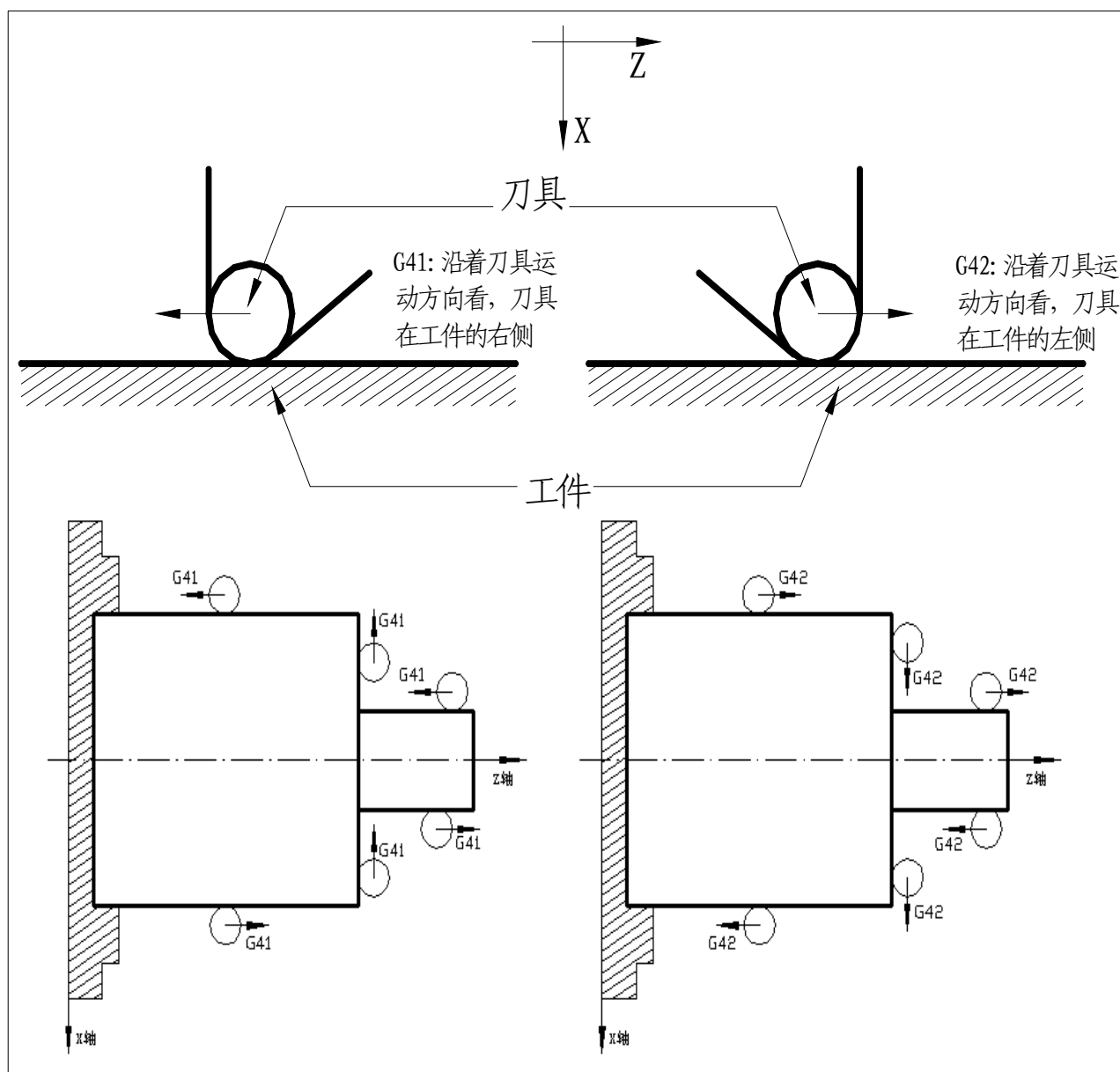


图 8.49 前刀座坐标系中刀尖半径补偿

说明:

- 系统上电默认处于 G40 刀补撤销状态。
- 刀尖半径补偿的建立与撤销时不能是圆弧代码。
- 在MDI方式下不能执行C刀补。
- 刀尖半径R值不能输入负值, 否则运行轨迹出错。
- 按复位键或执行 M30 后, 系统将取消刀补 C 补偿模式。
- 在调用子程序前, 必须先撤销 C 刀补。
- G71、G72、G73、G74、G75、G76 指令不执行刀尖半径补偿, 暂时撤销补偿模式。
- G90、G94 代码在执行刀尖半径补偿, 无论是 G41 还是 G42 都一样偏移一个刀尖半径 (按假想刀尖在刀具中心处理, 即假想刀尖 T=0) 进行切削。
- 在程序结束前必须指定 G40 取消偏置模式。

8. 5. 1. 22. 5 刀尖半径补偿偏移轨迹

1) 内侧、外侧

进行刀尖半径补偿时,前后两个编程轨迹的拐角不相同,刀尖补偿轨迹也不相同。因此,规定两个移动程序段交点在工件侧的夹角大于或等于 180° 时称为“内侧”, 在 $0\sim180^\circ$ 之间时称为“外侧”。下图 8.50 示意

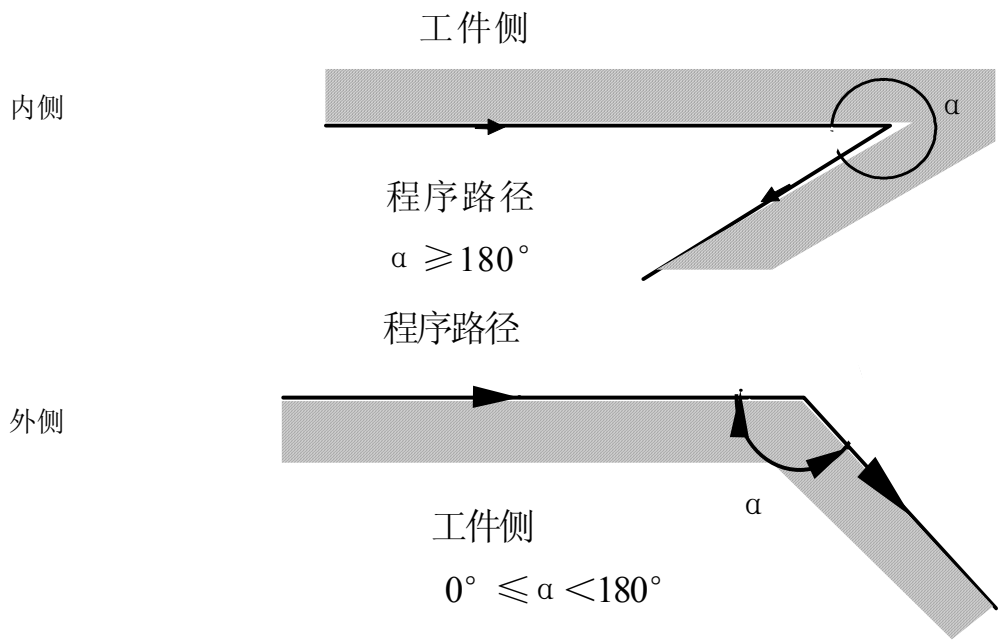
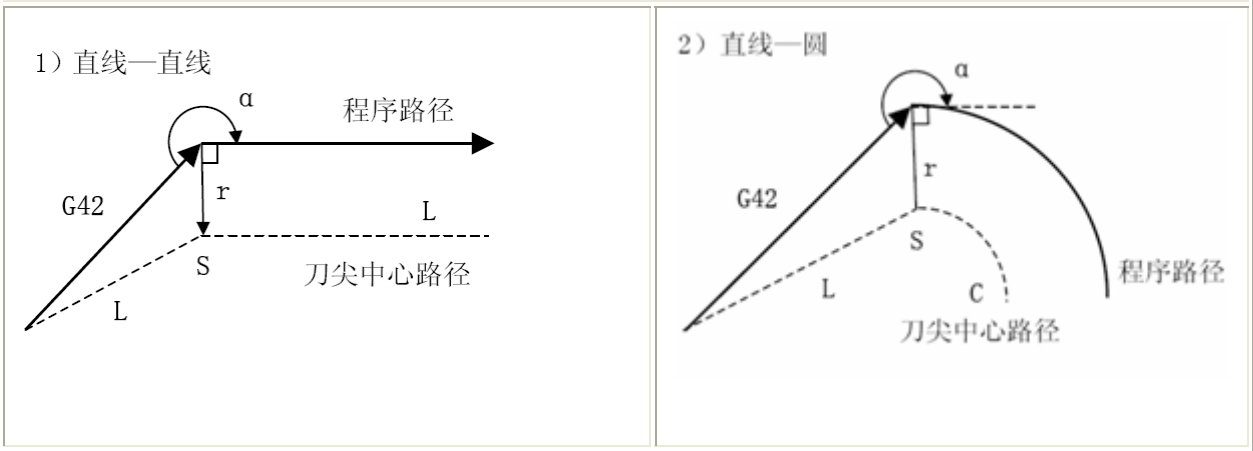


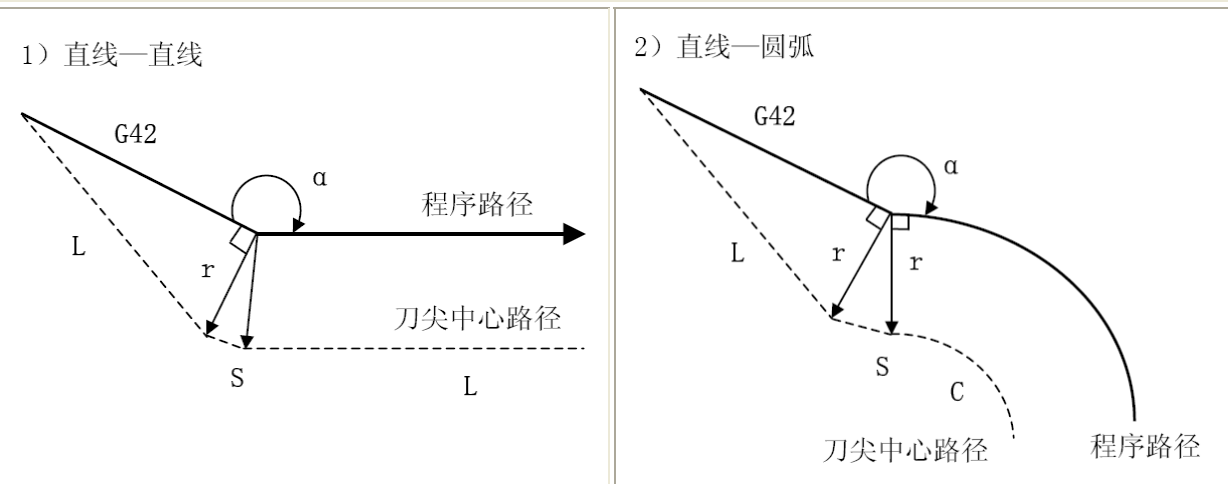
图 8.50 内侧与外侧

2) 刀补建立（如下图 8.51 所示）

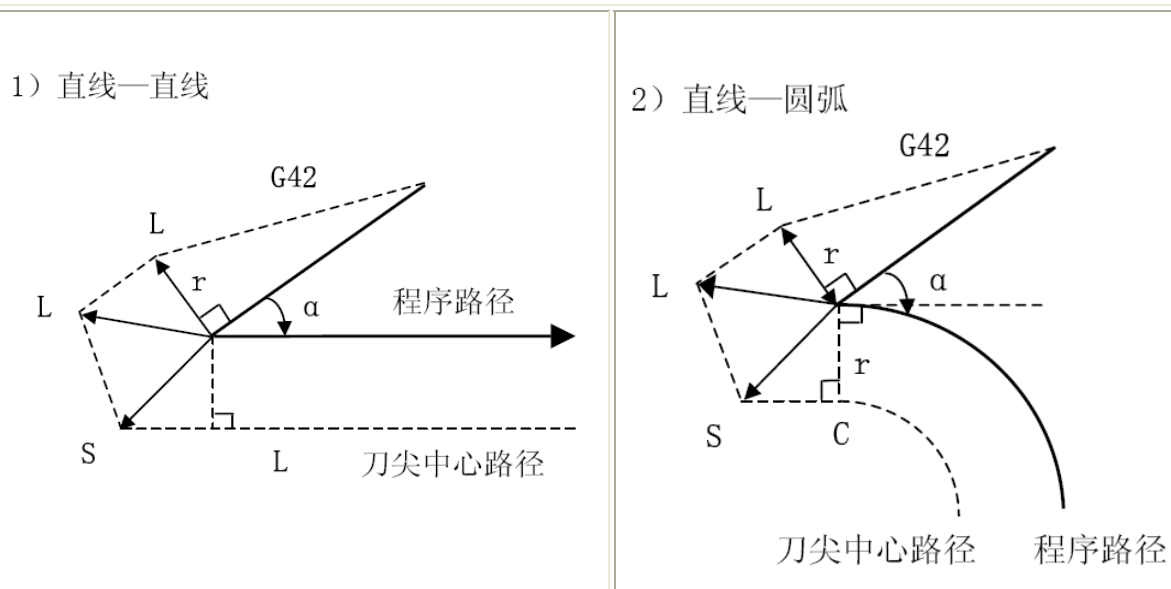
(a) 沿着拐角的内侧移动（ $\alpha \geq 180^\circ$ ）



(b) 沿着拐角为钝角的外侧移动 ($180^\circ > \alpha \geq 90^\circ$)



(c) 沿着拐角为锐角的外侧移动 ($\alpha < 90^\circ$)



(d) 沿着拐角为小于 1 度的锐角的外侧移动，直线→直线。 ($\alpha < 1^\circ$)

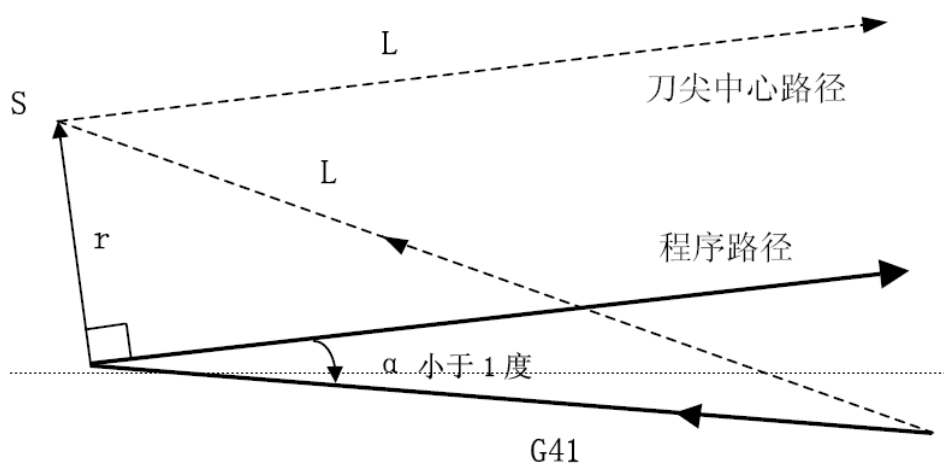
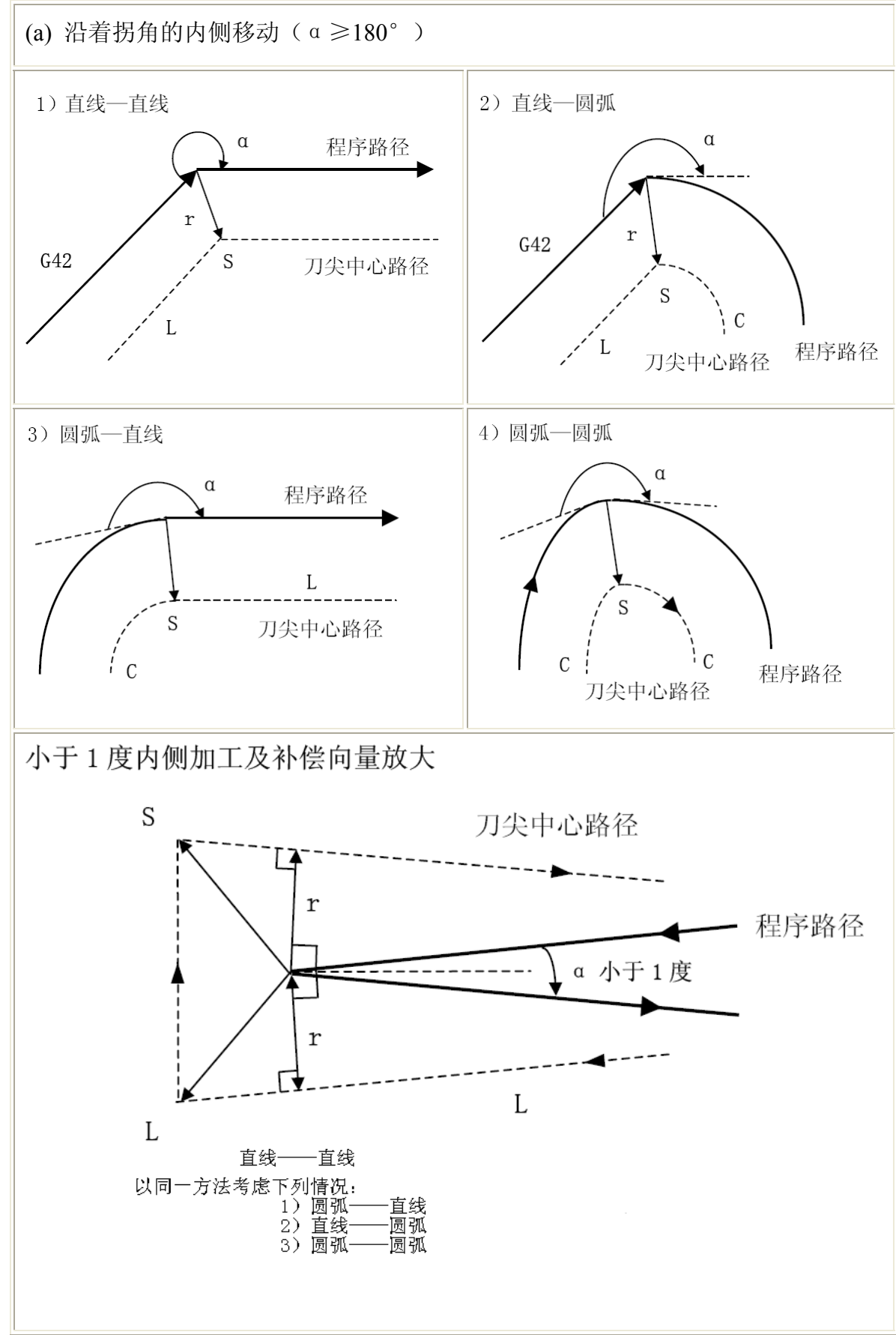


图 8.51 刀补建立

3) 刀补进行

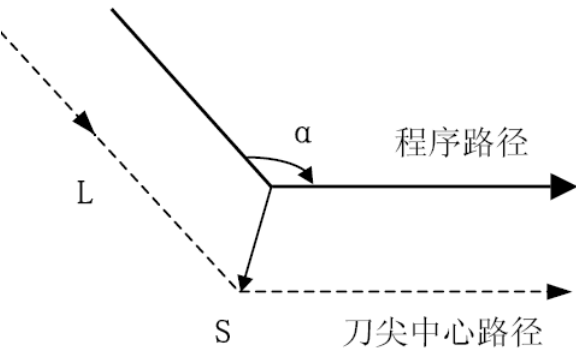
从刀补建立之后，到刀补取消之前的偏置轨迹称之为刀补进行。

具体刀补进行如下图 8.52 所示：

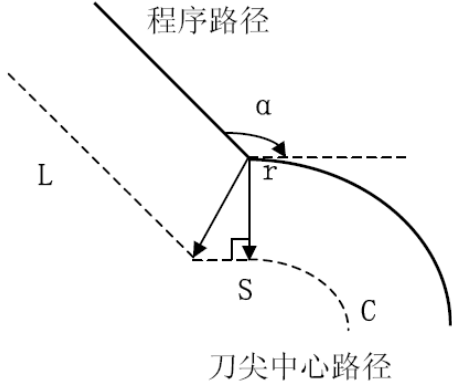


(b) 沿着拐角为钝角的外侧移动 ($180^{\circ} > \alpha \geq 90^{\circ}$)

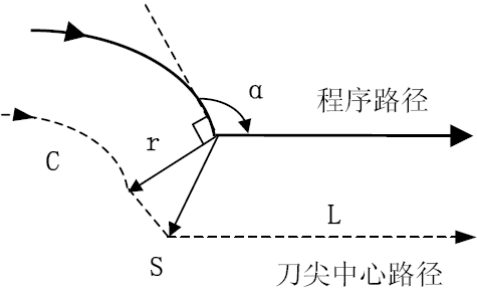
1) 直线—直线



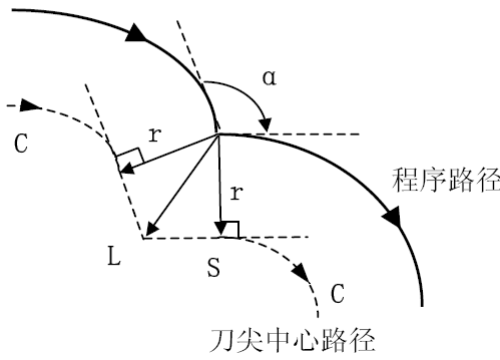
2) 直线—圆弧



3) 圆弧—直线

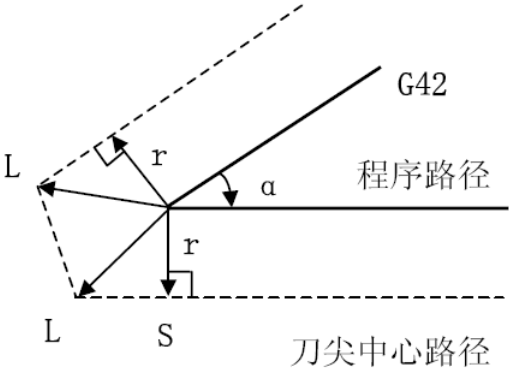


4) 圆弧—圆弧

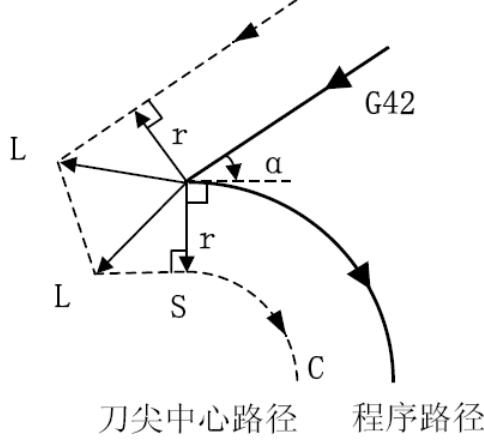


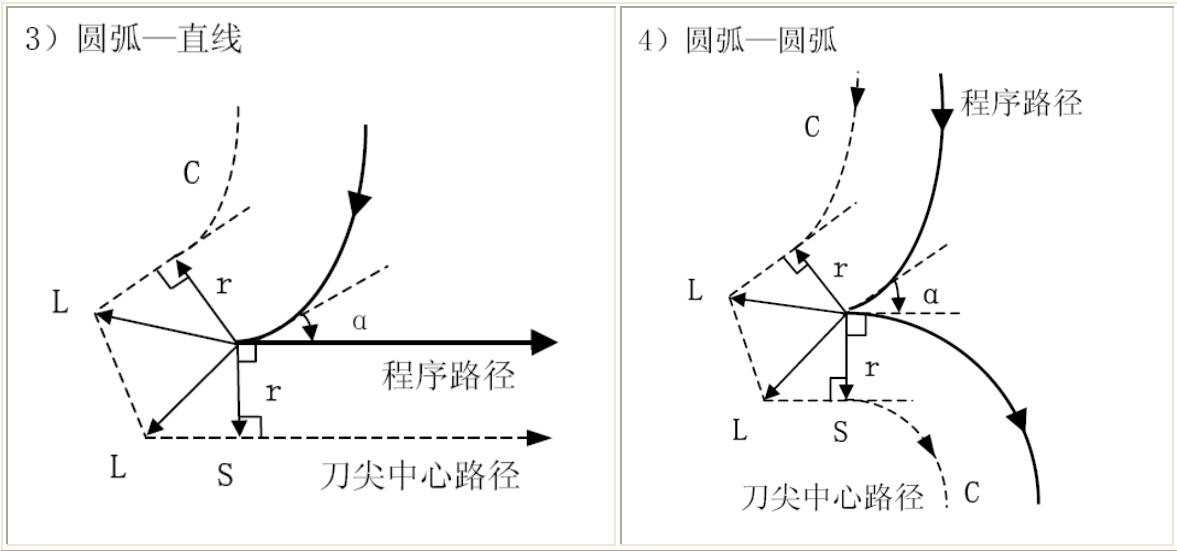
(c) 沿着拐角为锐角的外侧移动 ($\alpha < 90^{\circ}$)

1) 直线—直线



2) 直线—圆弧





刀补进行情况

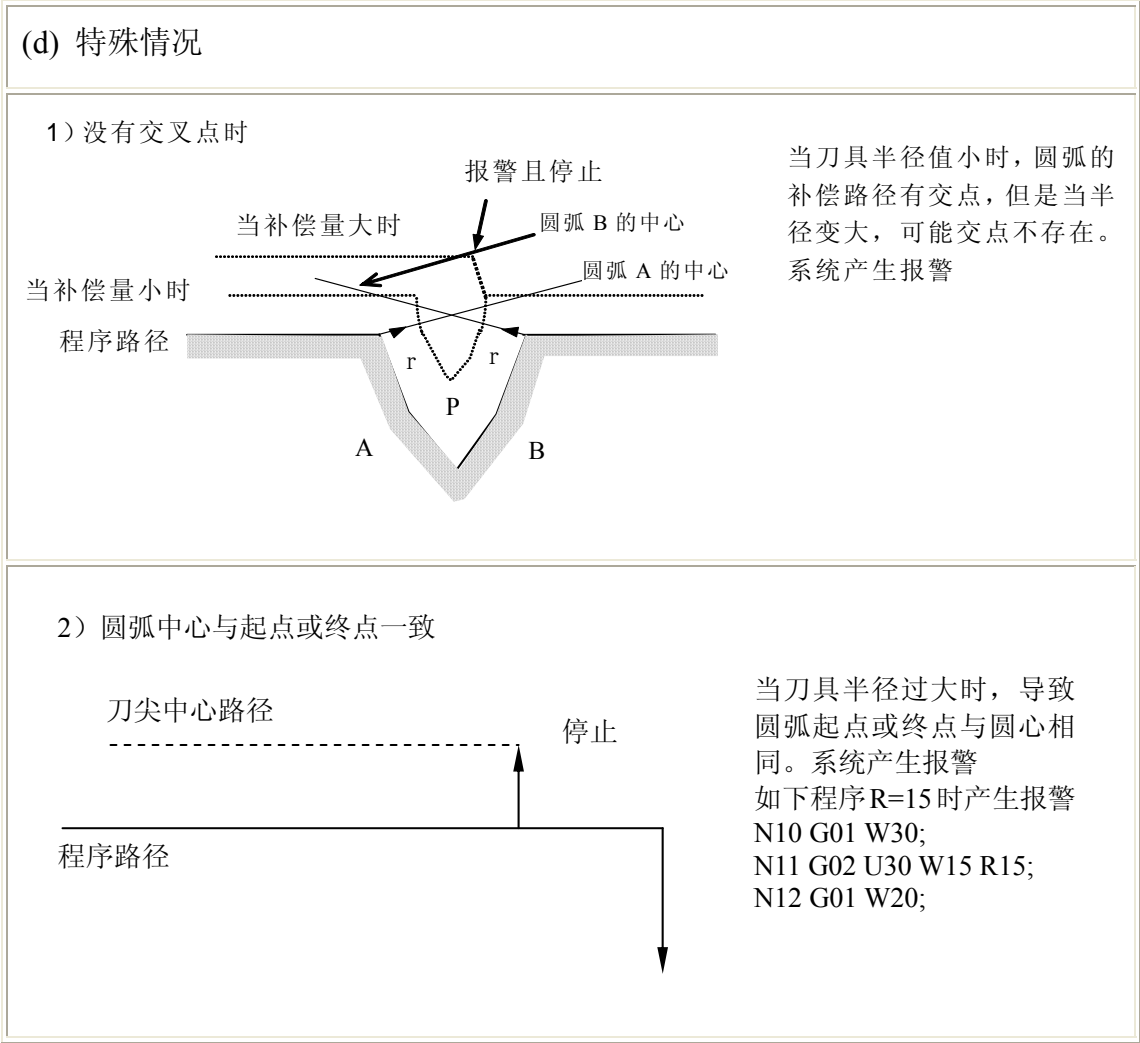
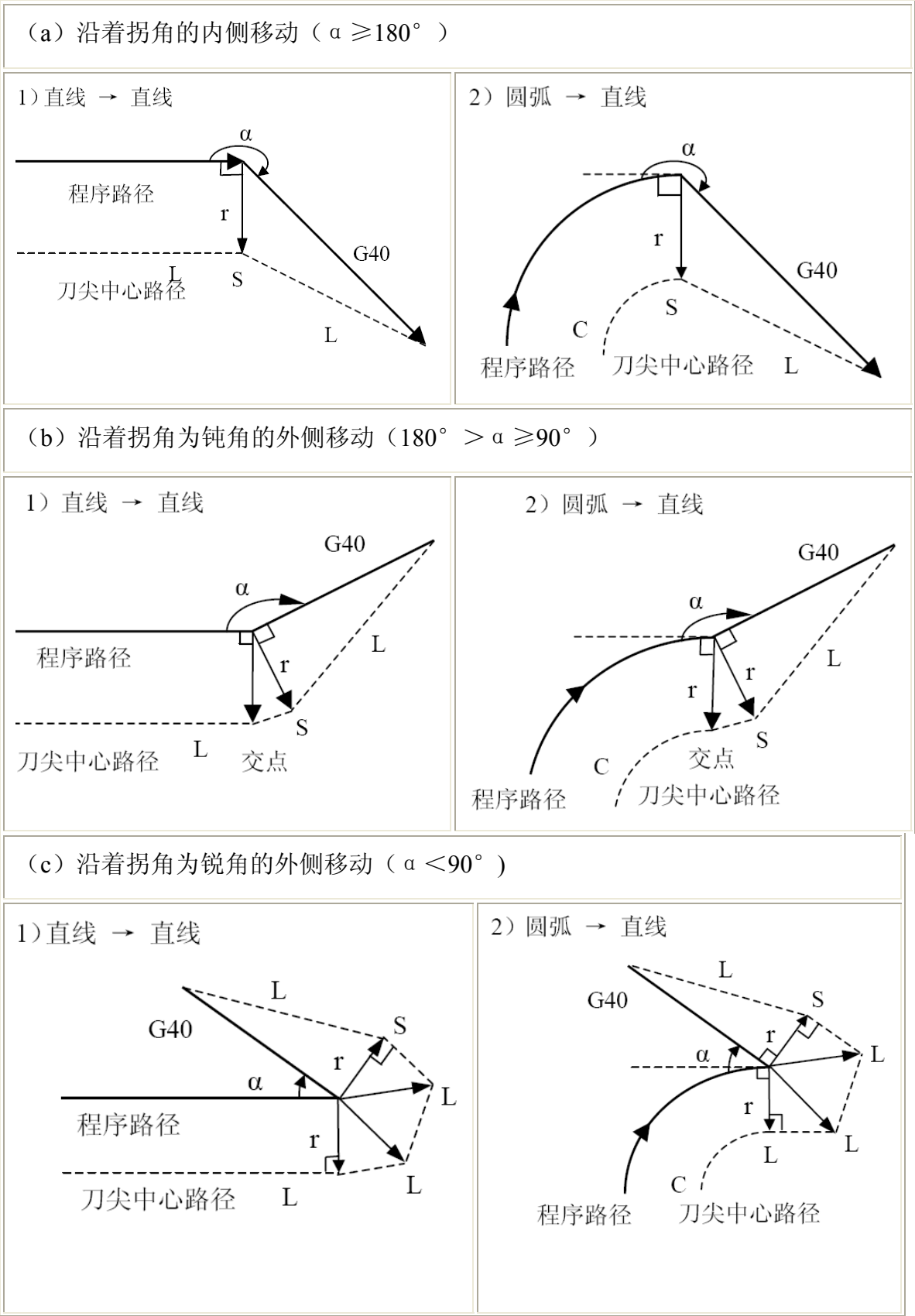


图 8.52 刀补进行

4) 刀补取消

正常情况下需使用指令 G40 来取消 C 刀补。
在执行刀补取消时，移动指令不可是圆弧指令（G02/G03）。如果指令圆弧系统将会产生报警且停止运动。
下图 8.53 为具体刀补取消情况



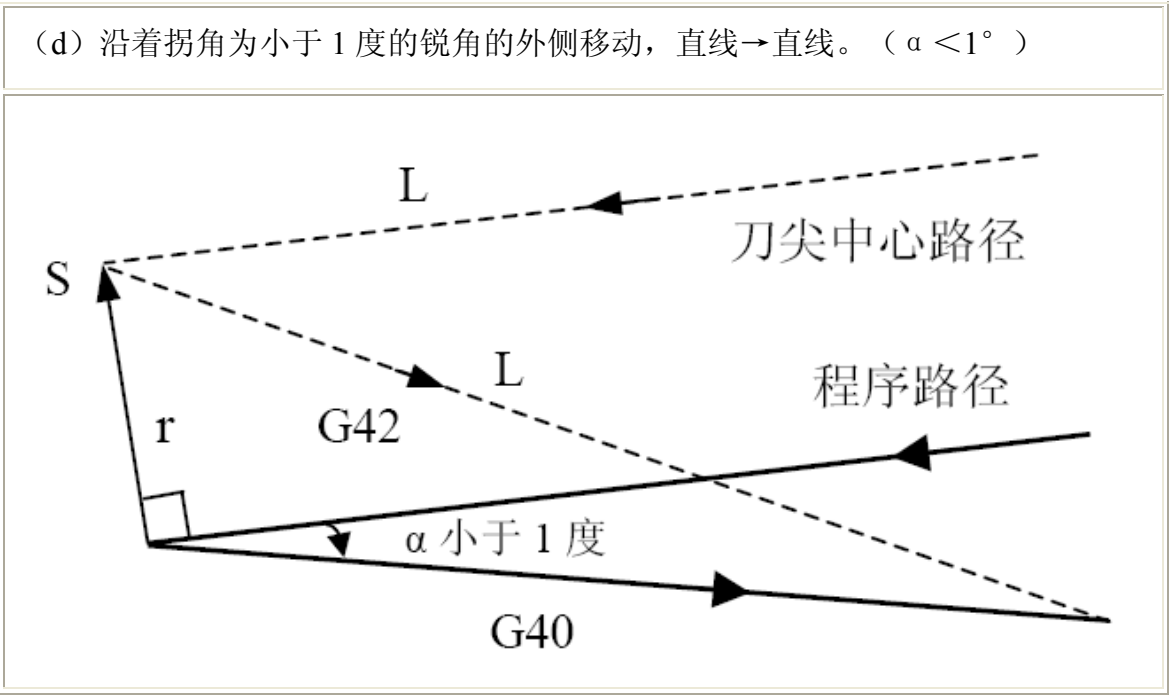


图 8.53 刀补取消

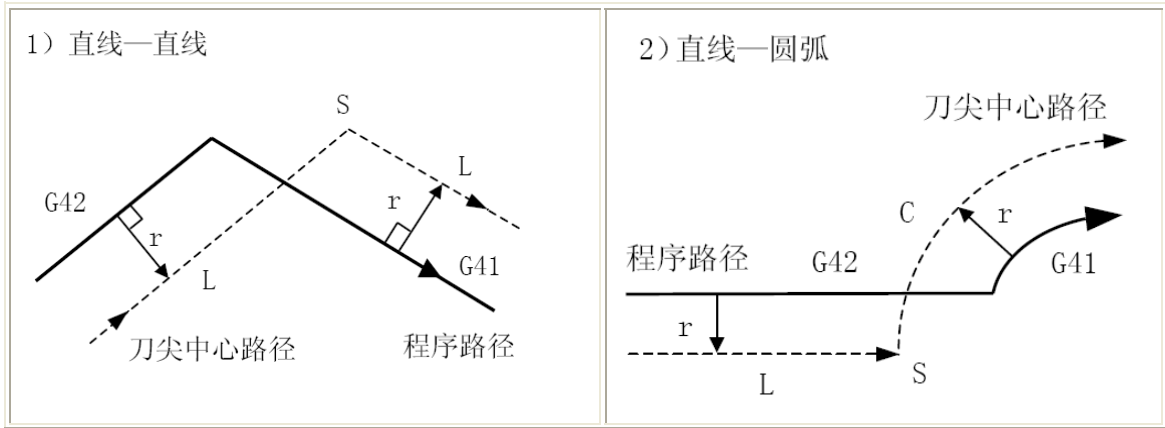
5) 刀补进行中变更补偿方向

刀具径补偿 G 码（G41 及 G42）决定补偿方向，补偿量的符号如下：

表 8-5

| G 码 \ 补偿量符号 | + | - |
|-------------|------|------|
| | 左侧补偿 | 右侧补偿 |
| G41 | 左侧补偿 | 右侧补偿 |
| G42 | 右侧补偿 | 左侧补偿 |

在特殊场合，在补偿模式中可变更补偿方向。但不可在起开始程序段变更。补偿方向变更时，对全部状况没有内侧和外侧的概念。下列的补偿量假设为正。



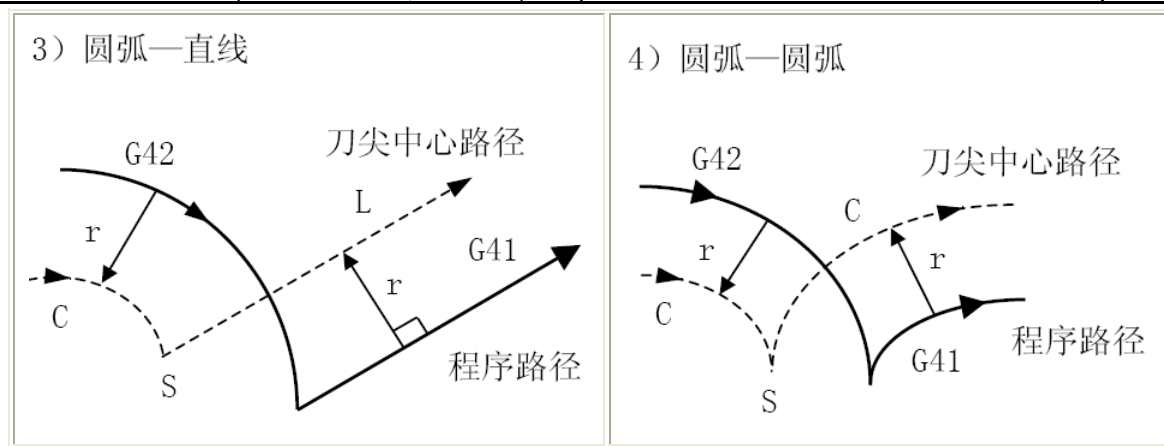
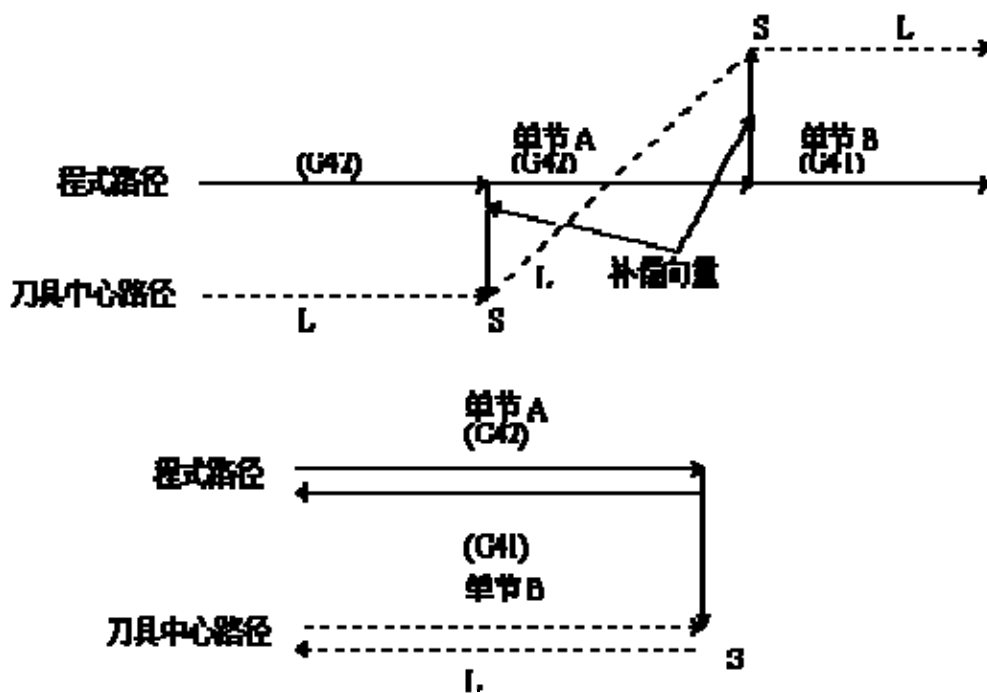


图 8.54 刀补进行中变更补偿方向情况

如果补偿正常执行，但没有交点时

当用 G41 及 G42 改变程序段 A 至程序段 B 的偏置方向时，如果不需要偏置路径的交点，在程序段 B 的起点做成垂直与程序段 B 的向量。

i) 直线-----直线



ii) 直线-----圆弧

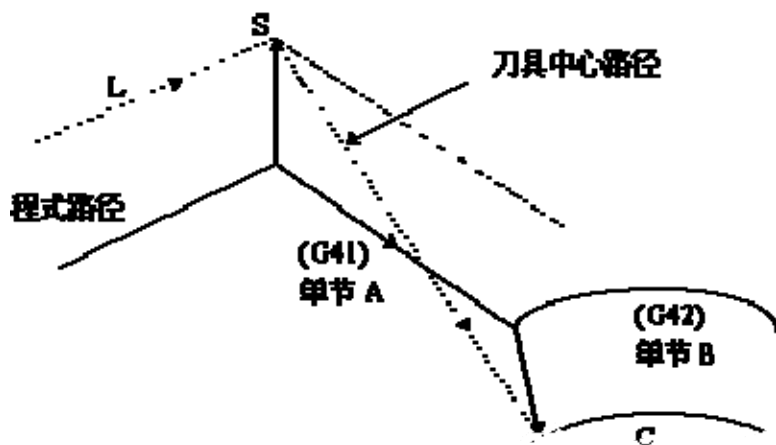


图 8.55 直线—圆弧、无交点

6) 刀补暂时取消

在补偿模式中，如果指定了 G50、G71~G76 代码时，补偿向量会暂时取消，执行完该代码后，补偿向量会自动恢复。此时的补偿暂时取消不同于补偿取消模式，刀具直接从交点移动到补偿向量取消的指令点。在补偿模式恢复时，刀具又直接移动到交点。

● 坐标系设定 G50 代码

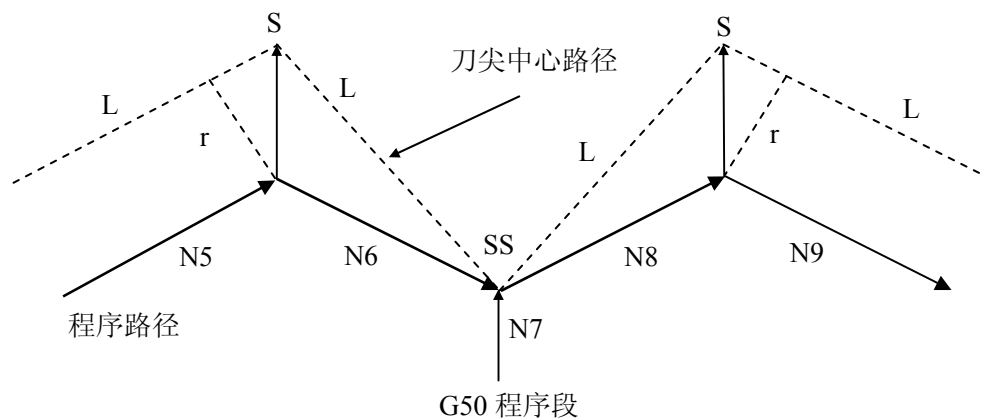


图 8.56 G50 代码暂时补偿向量

注：S 表示在单程序段方式下刀具停止两次的点。

● G28 自动返回参考点

在补偿模式中，如果指令 G28，补偿将在中间点取消，在参考点返回后补偿模式自动恢复。

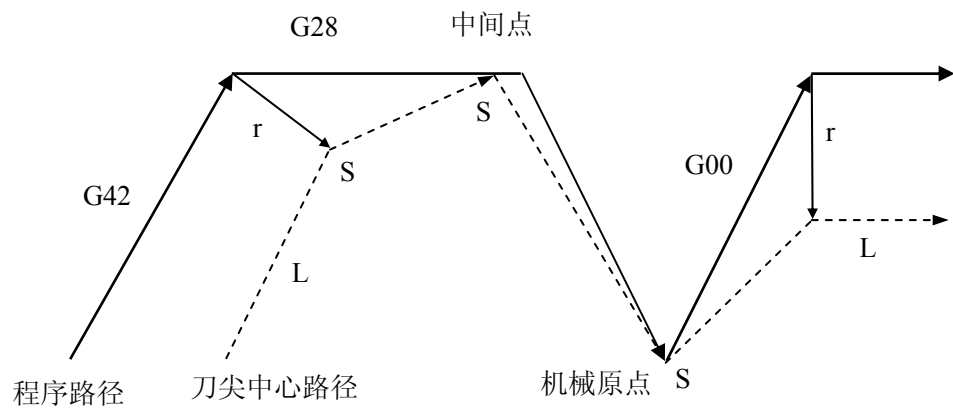


图 8.57 G28 暂时取消补偿向量

● G71~G76 复合循环； G32、G34、G93 指令。

当执行 G71~G76 固定循环代码；G32、G34、G93 指令代码时，在循环过程中，不执行刀尖半径补偿，暂时取消刀尖半径补偿，在后面程序段中 G00、G01、G02、G03、G70 代码，CNC 会将补偿模式自动恢复。

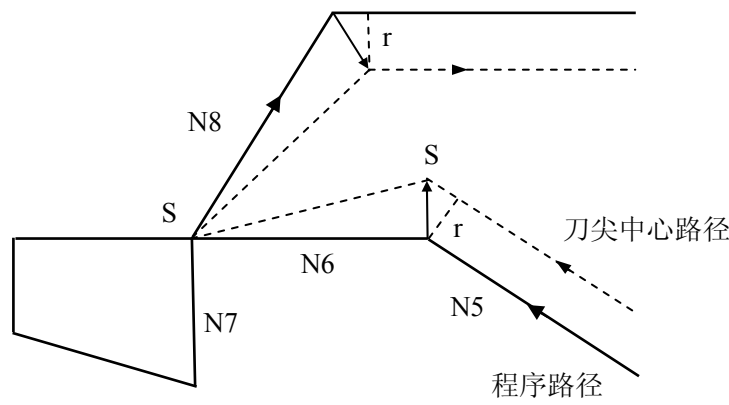


图 8.58 暂时取消 C 刀补

● G90、G94 代码

G90 或 G94 代码执行刀尖半径补偿的补偿方式：

- A. 对循环的各路径，刀尖中心路径平行于程序路径。
- B. 使用 G41、G42 代码，偏置方向都一样，如下图所示。
- C. 按固定的假想刀尖方向 0 号进行补偿（如为 T1~T9 号假想刀尖方向同样按 T0 号进行补偿），运行轨迹偏移刀尖半径向量，在循环过程中，不进行任何交点计算。

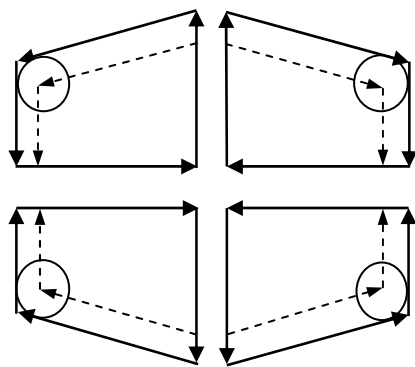


图 8.59 G90 刀尖半径补偿的偏置方向

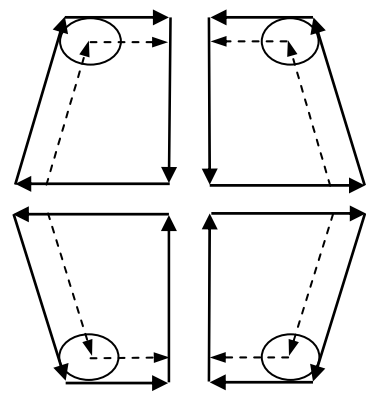


图 8.60 G94 刀尖半径补偿的偏置方向

特殊情况

- 当内侧转角加工小于刀尖半径时

此时，刀具的内侧偏置会导致过量切削。在前一程序段的开始或拐角移动后，刀具运动停止并显示报警。

- 当加工一个小于刀尖直径的凹型时

当刀尖半径补偿使得刀尖中心形成与程序路径相反的方向运动时，将会产生过切。此时，在前一程序段的开始或拐角移动后，刀具运动停止并显示报警。

- 当加工一个小于刀尖半径的台阶时

当程序包含一个小于刀尖半径的台阶而且这个台阶又是一个圆弧时，刀具中心路径可能会形成一个与程序路径相反的运动方向。此时，将自动忽略第一个向量而直接直线移动到第二个向量的终点。单程序段时，程序会在此点停止，如果不在单程序段方式，循环操作会继续。如果台阶是直线，补偿会正确执行而不产生报警。但未切削部分仍会保留。

- G 代码中含子程序时

在调用子程序前，系统必须在补偿取消模式。进入子程序后可以重新建立 C 刀补，但在返回主程序前必须为补偿取消模式。否则会出现报警。

- 变更补偿量时

(a) 通常在取消模式换刀时，改变补偿量的值。如果在补偿模式中变更补偿量，只有在换刀后新的补偿量才有效。

(b) 补偿量的正负及刀尖中心路径

如果补偿量是负 (-)，在程序上 G41 及 G42 彼此交换。如果刀具中心沿工件外侧移动，它将会沿内侧移动，反之亦然。

以下范例所示。一般，制作程序时补偿量为 (+)。当刀具路径如在 (a) 制作程示时，如果补偿量作为负 (-)，刀具中心移动如 (b)，反之亦然。

此外请注意，当偏置量符号改变时，刀尖偏置方向也改变，但假想刀尖方向不变。所以不要随意改变偏置量的符号。

- 编程圆弧的终点不在圆弧上

当程序中的圆弧终点不在圆弧上时，刀具运动停止并显示“圆弧终点不在圆弧上”的报警信息。

7) 刀具干涉检查

刀具过渡切削称为“干涉”，干涉能预先检查刀具过渡切削，即使过渡切削未发生也会进行干涉检查。但并不是所有的刀具干涉都能检查出来。

(1) 干涉的基本条件

- 1) 刀具路径方向与程序路径方向不同。(路径间的夹角在 90 度与 270 度之间)。
- 2) 圆弧加工时，除以上条件外，刀具中心路径的起点和终点间的夹角与程序路径起点和终点间的夹角有很大的差异 (180 度以上)。

示例：直线加工

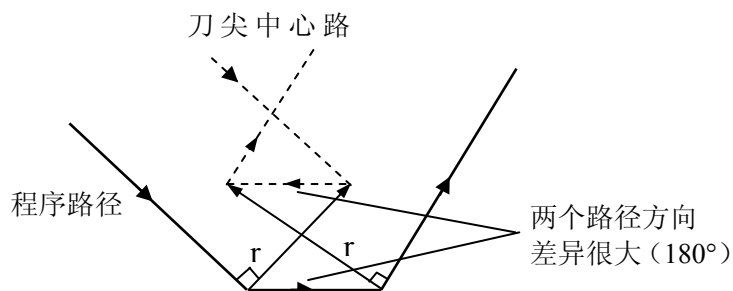


图 8.61 加工干涉 (1)

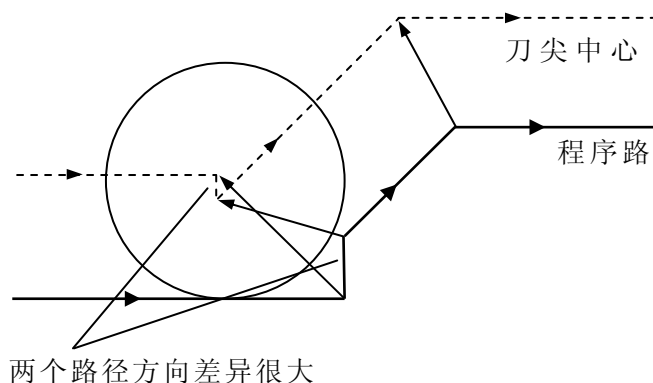


图 8.61 加工干涉 (2)

(2) 实际上没有干涉，也作为干涉处理。

1) 凹槽深度小于补偿量

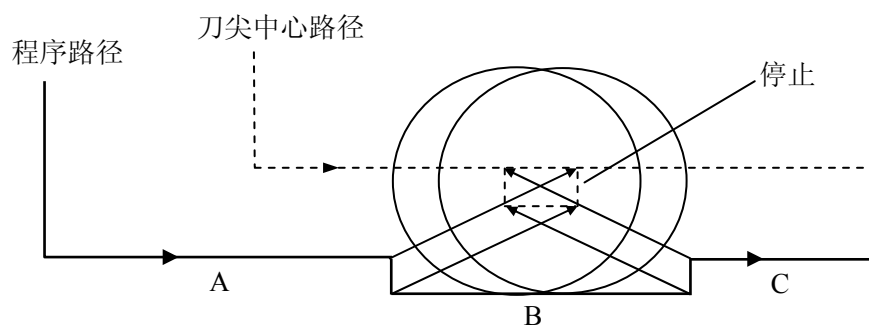


图 8.62 作干涉处理特殊情况 (1)

实际上没有干涉，但在程序段 B 程序的方向与刀尖半径补偿的路径相反，刀具停止并显示报警。

2) 凹沟深度小于补偿量

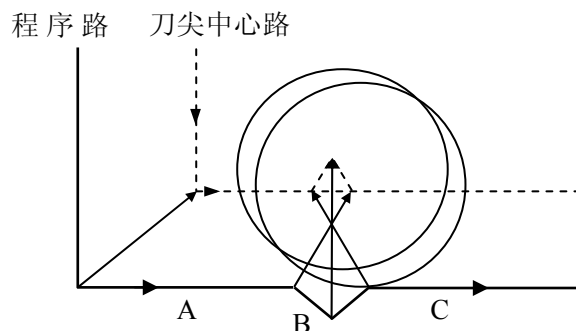


图 8.62 作干涉处理的几种特殊情况 (2)

实际上没有干涉，但在程序段 B 程序的方向与刀尖半径补偿的路径相反，刀具停止并显示报警。

8.5.2 辅助功能（M功能）

在地址M后面指令2位数值，系统把对应的控制信号送给机床，用来控制机床相应功能的开或关。M 代码在一个程序段中只允许一个有效。

一般 M 代码：

M03 ：主轴正转。

M04 ：主轴反转。

M05 ：主轴停止。

M08 ：冷却液开。

M09 ：冷却液关。

M10 ：尾座进。

M11 ：尾座退。

M12 ：卡盘夹紧。

M13 ：卡盘松开。

M21~M28 ：辅助M功能。

M32 ：润滑开。

M33 ：润滑关。

M00 ：程序暂停，按循环起动按钮后程序继续执行。

M30 /M02：程序结束，程序返回开始。

M98 ：子程序调用。

M99 ：从子程序返回，若M99用于主程序结束，程序反复执行。

除M00，M30 外，其它 M 代码的执行时间（不是脉冲宽度）可由参数号№76设定。

设定值：0~9999999

设定时间 = 设定值×4ms。

注1：当在程序中指定了上述以外的M代码时，系统将产生以下报警并停止执行。

181：M代码错，程序中编入了非法的M代码。

注2：M代码起动后，即使方式改变，也仍然保持，可按‘复位’键关闭（由参数005BIT5设置是否有效）。

8.5.2.1 程序暂停指令M00

格式： M00

本指令使程序暂时停止执行，以便操作者做其它工作，按下启动键后，程序可继续向下执行。

注：程序暂停和暂停键的功能不同，区别在于前者适用于需要固定暂停的场合，后者为随机需要。

8.5.2.2 程序结束指令M30， M02

格式： M30

在自动方式下，执行M30代码，当前程序段的其它代码执行完后，自动运行结束，加工件数加1，光标返回到程序开头。

格式： M02

同M30功能一样，不同之处是不关闭M03或M04输出信号。

8.5.2.3 主轴正转指令M03

格式： M03

执行本指令，接口发出主轴正转信号，M03 与 M04 功能互锁，状态保持。

8.5.2.4 主轴反转指令M04

格式： M04

执行本指令，接口发出主轴反转信号，M03 与 M04 功能互锁，状态保持。

8.5.2.5 主轴停止指令M05

格式： M05

执行本指令，接口发出主轴停止信号。

8.5.2.6 冷却液开M08

格式： M08

执行改指令，接口发出开冷却信号，状态保持。

8.5.2.7 冷却液关M09

格式： M09

执行改指令，接口发出关冷却信号，状态保持。

8.5.2.8 尾座进M10

格式： M10

执行改指令，接口发出尾座进信号，M10 与 M11 功能互锁，状态保持。

8.5.2.9 尾座退M11

格式： M11

执行改指令，接口发出尾座退信号，M11 与 M10 功能互锁，状态保持。

8.5.2.10 卡盘夹紧M12

格式： M12

执行改指令，接口发出卡盘夹紧信号，M12 与 M13 功能互锁，状态保持。

8.5.2.11 卡盘松开M13

格式： M13

执行改指令，接口发出卡盘松开信号，M13 与 M12 功能互锁，状态保持。

8.5.2.12 M21~M28 辅助功能(仅R8011T具备该功能)

格式: M21
M22
M23
M24
M25
M26
M27
M28

功能说明:

M21、M22 一组。M21 发信，M22 关闭 M21，不发信。
M23、M24 一组。M23 发信，M24 关闭 M23，不发信。
M25、M26 一组。M25 发信，M26 关闭 M25，不发信。
M27、M28 一组。M27 发信，M28 关闭 M27，不发信。

每组信号在发信时都可进行到位信号检测，检测时间以及检测电平都可进行参数(No.009)设置，详见接口说明章节。

8.5.2.13 润滑开M32

格式: M32
执行改指令，接口发出开润滑信号，状态保持。

8.5.2.14 M41、M42、M43 主轴换挡

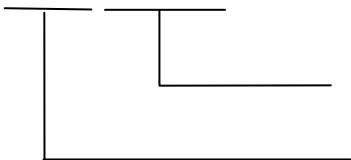
格式: M41
M42
M43
该指令使用模拟主轴时有效。

8.5.2.15 子程序调用指令M98

为简化编程，当相同或相似的加工轨迹、控制过程需要多次使用时，就可以把该部分的程序指令编辑为独立的程序进行调用。调用其它程序的程序称为主程序，被调用的程序（以M99结束）称为子程序。子程序和主程序一样占用系统的程序容量和存储空间，子程序也必须有自己独立的程序名，子程序可以被其它任意主程序调用，也可以独立运行。子程序结束后就返回到主程序中继续执行。

在自动方式下，执行至 M98 程序段时（当前程序段的其它指令执行完成后），系统不执行下一程序段，而是去执行 P 指定的子程序，子程序最多可执行 9999 次。

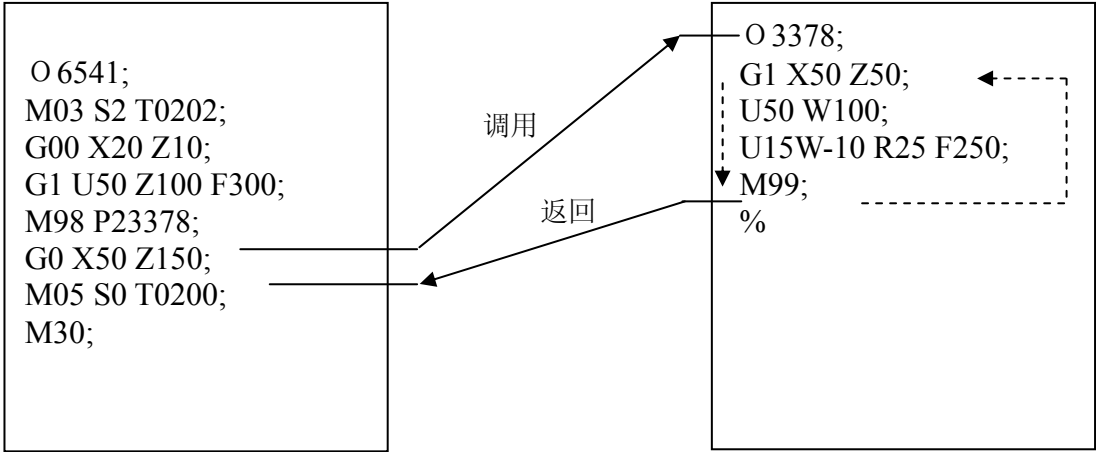
格式: M98 P○○○○□□□□



被调用的子程序号（范围：0000~9999）。当调用次数未输入时，子程序号的前导 0 可省略；当输入调用次数时，子程序号必须为 4 位数；
调用次数（范围：1-9999），调用 1 次时，可不输入。

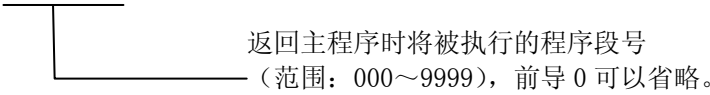
注意: 在 MDI 方式下不能用 M98 调用子程序!
执行 M98 时，信号不输出。

程序调用示例:



8.5.2.16 子程序返回指令M99

格式: M99 P○○○○



功能: (子程序中) 当前程序段的其它代码执行完成后, 返回主程序中由P指定的程序段继续执行, 当未输入P时, 返回主程序中调用当前子程序的M98代码的后一程序段继续执行。如果M99用于主程序结束 (即当前程序不是由其它程序调用执行), 当前程序将反复执行。

注1: M99指令在MDI方式下运行无效。

注 2: 执行 M99 时, 信号不输出。

M99指令运用示例如下:

图8.63表示调用子程序 (M99中有P代码字) 的执行路径。

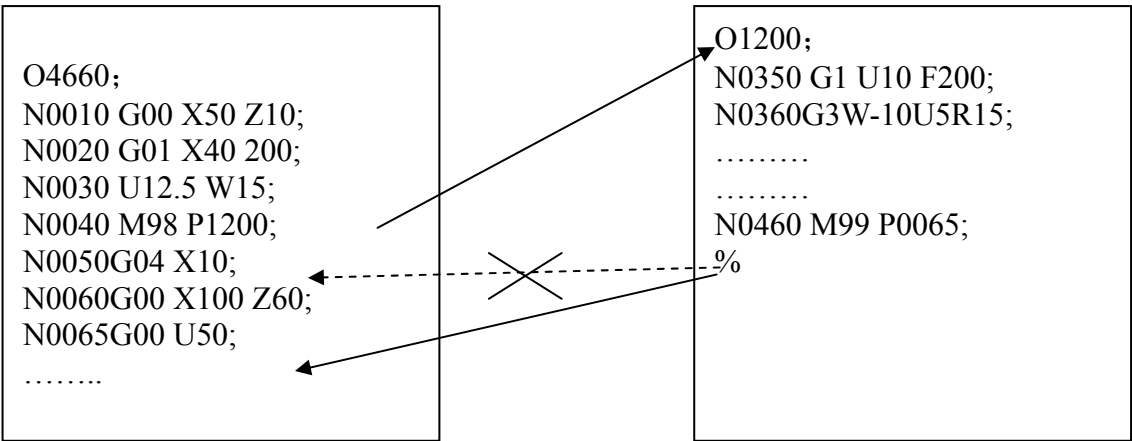
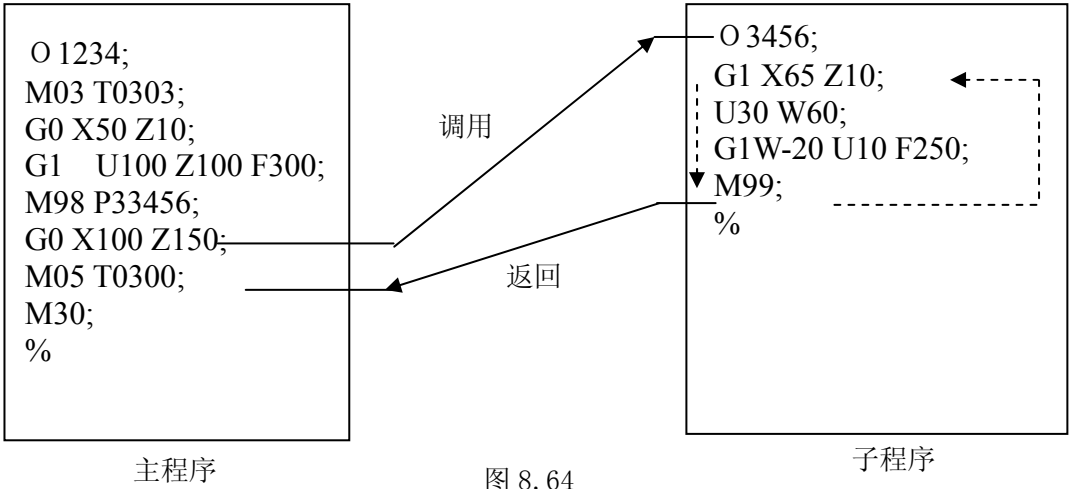


图 8. 63

子程序O1200在执行到N0460段后，因M99后有P0065,所以直接跳转到主程序O4660中的N0065段执行。
图8.64表示调用子程序（M99中无P代码字）的执行路径。



R8011T最多可以调用四重子程序，即在子程序中调用其它子程序（图8.65为两重子程序嵌套）。

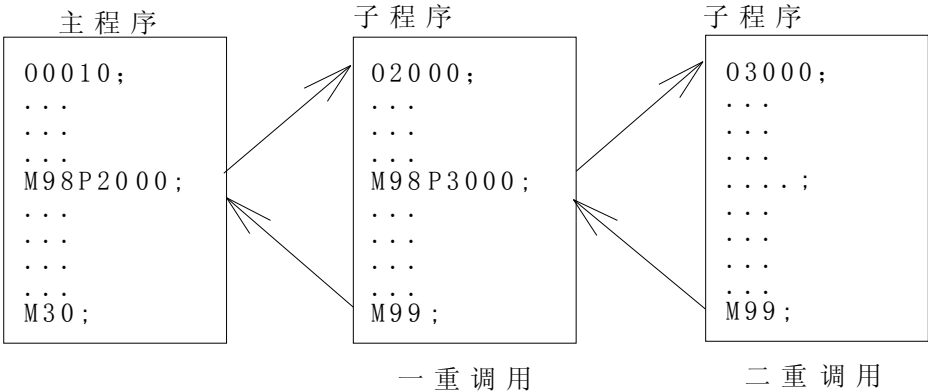


图8.65 二重子程序调用

四重子程序调用如图8.66

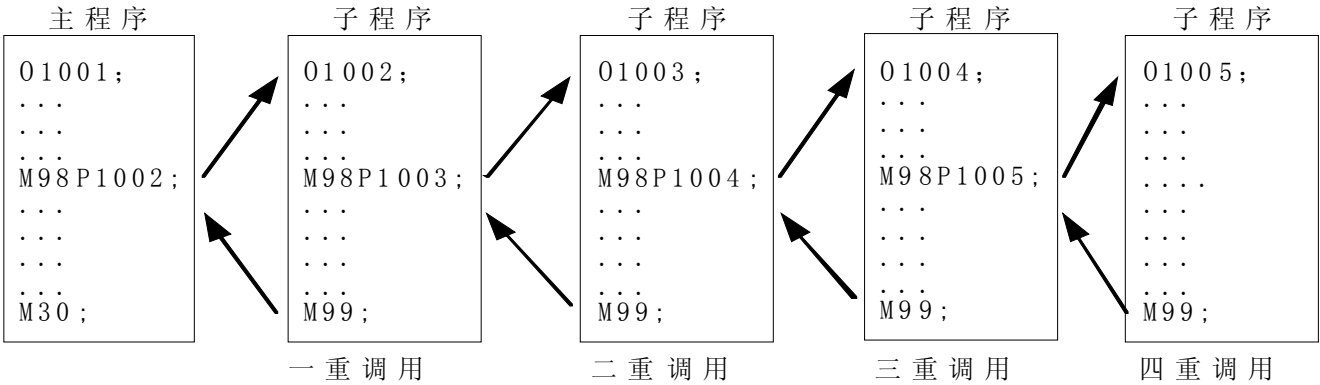


图8.66 四重子程序调用

8.5.3 主轴功能（S功能）

通过设定 S 指令可控制主轴转速，S 指令有两种输出方式，即开关量输出和模拟量输出，输出方式的选择在参数设定菜单中参数参数号 001 BIT2 设定，如果参数设定菜单中的主轴输出方式为开关量方式，则 S 指令输出为开关量，若主轴输出方式为模拟方式，则 S 指令输出为模拟量。

8.5.3.1 开关量输出S01-S04

当参数号001，BIT2=0时，用地址S和其后面两位数控控制主轴转速。

指令格式： S XX

系统可提供4 级主轴机械换挡，档位信号：S1～S4

S 代码的执行时间可由参数号№077设定。

设定值：0～9999999

设定时间 = 设定值×4 毫秒。

注：当在程序中指定了上述以外的 S 代码时，系统将产生以下报警并停止执行。

182: S 代码错，程序中编入了非法的 S 代码。

8.5.3.2 模拟量输出

当参数号 001，BIT2=1 时，用地址 S 和其后面的 4 位数值，直接指令主轴的转数(r/min)，根据不同的机床厂家，转数的单位也有所不同。

指令格式： S XXXX

当选择主轴模拟量控制时，系统可实现主轴无级调速。

系统可提供3档机械挡位，档位信号：M41～M43

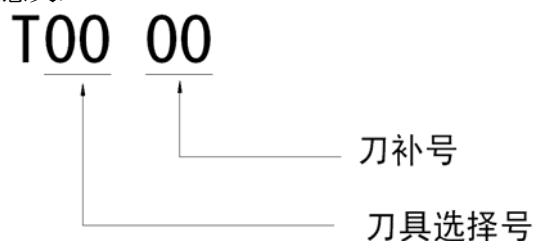
档位对应速度由参数№90～№92决定最高转速

8.5.4 刀具功能（T功能）

用 T 及其后面 2 位数来选择机床上的刀具。在一个程序段中，可以指令一个 T 代码。系统可提供的刀具数由参数号№071 设定，最大设定为 8。

当使用多把刀具时由于每把刀具长度不一致，为了简化编程和操作可以使用补偿功能，即刀具偏置。

T 代码具有下述意义：



刀具选择号：就是刀架上相应的刀具。

刀具偏置号：用于选择与偏置号相对应的偏置值，刀具偏置值必须先设定在刀补页面中相应的刀补号上，每一个刀补号有两个偏置值，一个用于 X 轴，一个用于 Z 轴。

如 T0101 表示 1 号刀具，同时执行 01 号刀偏中设定的刀补值。

当指定了 T 代码且它的偏置号不是 00 时刀具偏置有效。

如果偏置号是 00，则刀具偏置功能被取消。

偏置值可设定的范围如下：毫米输入：0～999.999mm

通过设定参数(№001: BIT6)可对 X 轴的刀具偏置量进行直径/半径规格的指定。

排刀架时参数号№071 设定为 1。

8.5.4 .1 刀具指令执行

T 指令代码与执行移动功能的指令在同一程序段时，执行刀具长度补偿的移动速度，由移动指令决定是切削进给还是快速移动速度。

系统参数 NO.001 的 Bit6=0，执行单独的 T 指令时，执行刀具长度补偿的速度由当前模态决定：当前模态为切削进给时，以当前切削进给的速度执行刀具长度补偿；当前模态为 G00 时，以当前快速移动速度执行刀具长度补偿。

系统参数 NO.001 的 Bit6=1 时，执行单独的 T 指令时，刀具长度补偿与后续的第一个移动指令同时执行，执行刀具长度补偿的速度由该移动指令决定。

第九章 系统使用注意事项

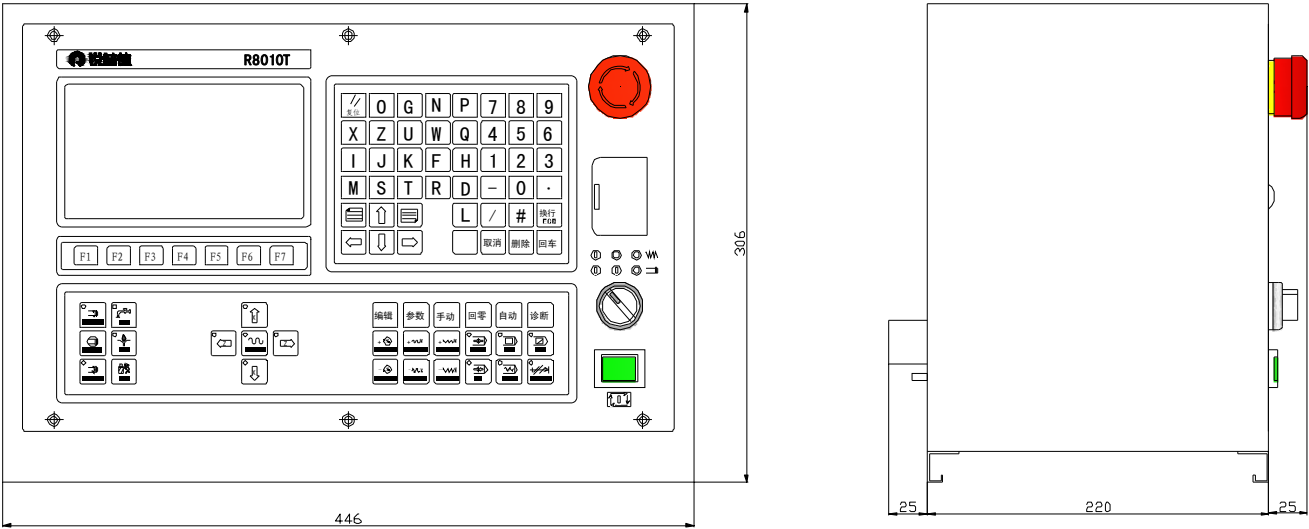
9.1 系统技术参数

表 9.1 产品通用技术参数

| 序 号 | 项 目 | 技 术 参 数 |
|-----|---------|--------------------|
| 1 | 输 入 电 源 | AC220V±10% 50~60Hz |
| 2 | 控 制 精 度 | 1 步 |
| 3 | 环 境 温 度 | 0~40℃ |
| 4 | 环境相对湿度 | 80% (25℃) |

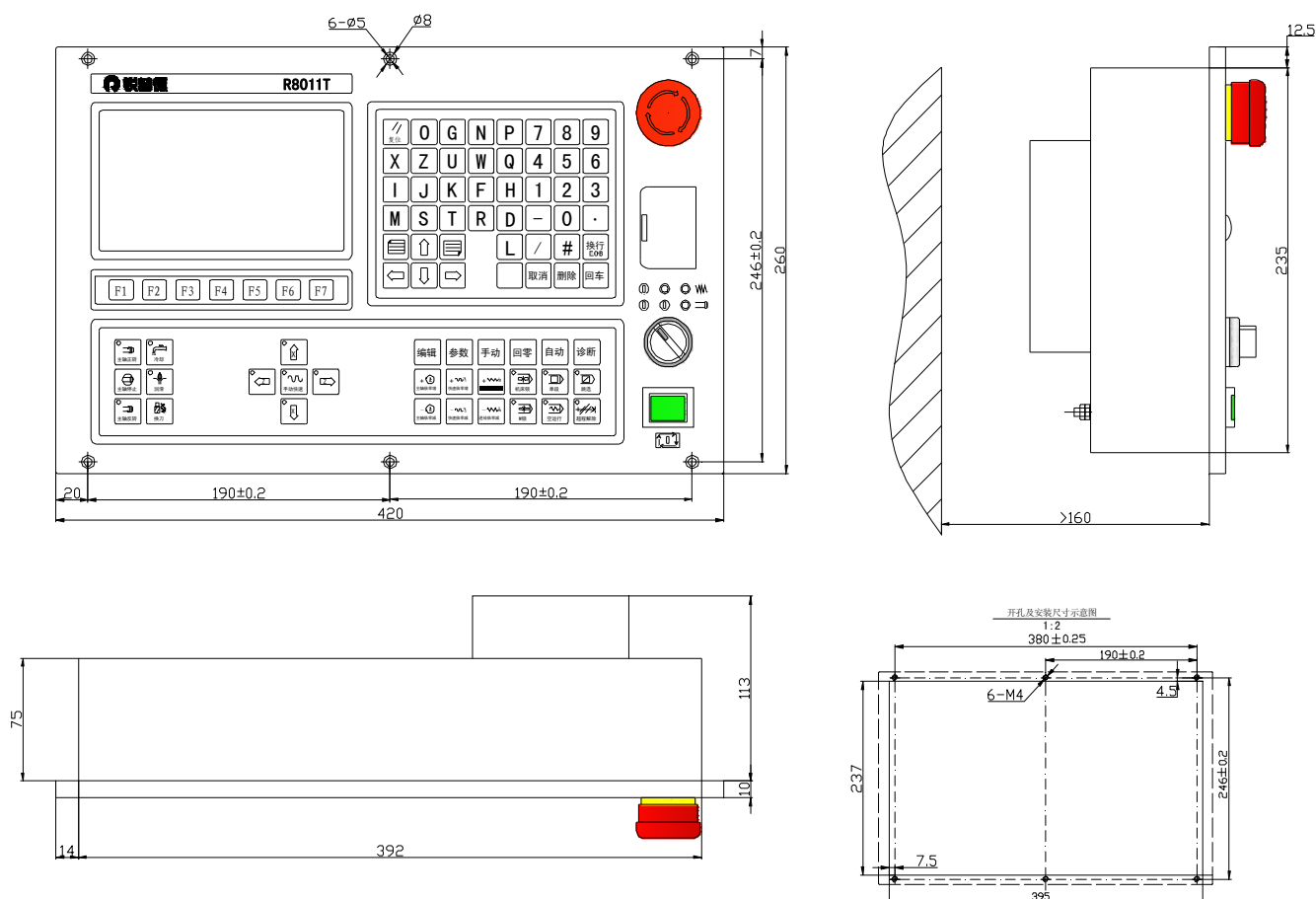
9.2 外形尺寸

9.2.1 R8010T外形尺寸



注：以上尺寸单位均为 mm

9.2.2 R8011T外形尺寸



注：以上尺寸单位均为 mm

9.3 使用注意事项

1. 开箱检查

系统通电前应开箱检查机箱内的各接插件是否插牢，紧固件是否有松动（特别是长途运输后）。应保证各紧固件不松动，线路接触良好。

2. 通电调试

将机床各信号线插到后盖板的对应插座上，确认无误后接通电源。

3. 系统通电且系统屏幕显示正常后，在手动方式下检查系统的伺服电机驱动单元或步进电机驱动单元工作是否正常。

4. 按照程序输入步骤试输入零件加工程序，检查各功能，正常后方可联机调试。

5. 其它注意事项：

（1）通电状态下切忌用手触摸集成电路芯片，严禁在通电状态下插、拔芯片，如在维修时必须进行焊接，则应先切断系统所有电源，并分离计算机与外部联接的所有接插件。

（2）调试时若发现电机不能正常工作，请先切断电源，检查所有的连线是否已正确连接。

（3）系统电源切断后，必须等待数十秒以上时间后方可再次接通电源。不允许连续开、关电源，否则会使计算机工作不正常，并可能损坏器件。

（4）系统在较长时间运行后，电机表面温度较高，注意安全谨防烫伤。

系统出厂配置为标准功能，对于选择功能一般都需要加一定的选件及费用，请参照订货清单。

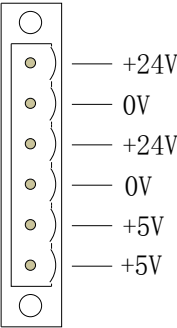
附录 1 系统插座定义

系统后盖板上有 SM 发信功能、T 功能、收信功能、变频功能、编码器、手轮、系统电源和 X、Z 两个电机信号插座。

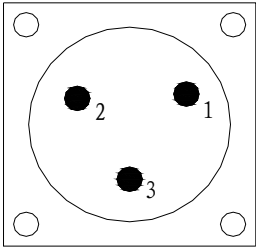
- 1) 电源接口：
R8011T 电源接口 6 接线端子，用于系统及接口电源。
R8010T 电源接口 20J-3A 航空插座（针）
- 2) X，Z 轴驱动接口：
R8011T X,Z 轴驱动接口 15 芯 D 型插座（孔）。
R8010T X,Z 轴电机接口 20J-6A 航空插座（孔）
- 3) 主轴编码器接口，15 芯 D 型插座（针）。
- 4) 手轮接口, 9 芯 D 型插座（孔）。
- 5) 变频器模拟接口（0~10V），9 芯 D 型插座（孔）。
- 6) T 功能输入接口，25 芯 D 型插座（孔）。
- 7) 收信输入接口，25 芯 D 型插座（针）。
- 8) SM 输出接口，37 芯 D 型插座（孔）。

1.1 R8011T/R8010T系统电源接口定义

1.1.1 R8011T系统电源



1.1.2 R8010T 系统电源



航空插座（针座）20J-3A 定义：

| 脚号 | 定义 |
|----|----|
| 1 | L |
| 2 | 地 |
| 3 | N |

1.2 R8011T/R8010T系统信号线定义

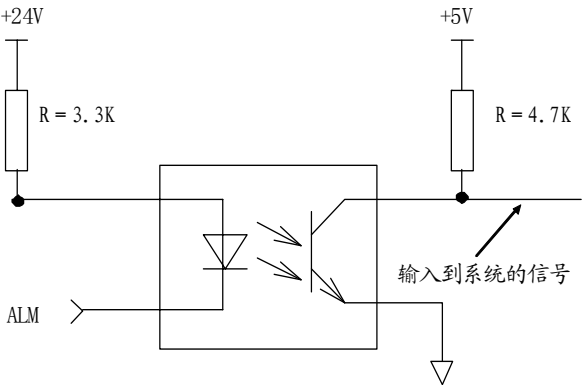
信号定义 DB15(孔)

| DB 15F | | | |
|--------|------|----|------|
| 1 | CP+ | 9 | CP- |
| 2 | DIR+ | 10 | DIR- |
| 3 | PC+ | 11 | PC- |
| 4 | | 12 | VP |
| 5 | *ALM | 13 | VP |
| 6 | | 14 | 0V |
| 7 | | 15 | 0V |
| 8 | | | |

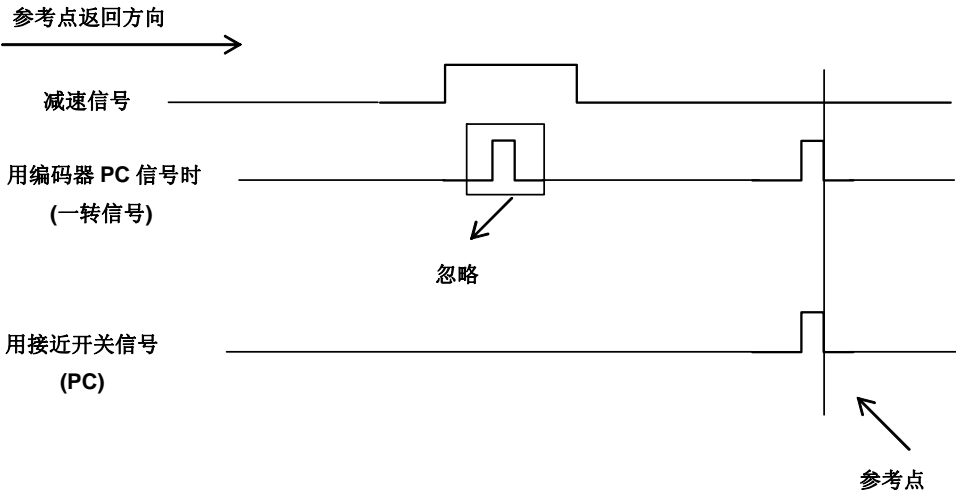
信号说明

- 1) 单脉冲运动指令信号
CP+、CP-为指令脉冲信号，DIR+、DIR-为运动方向信号，这两组信号均为差分输出。
- 2) 驱动器报警信号 ALM（输入）

该信号在系统侧的接收方式如下。可由参数 No.2, Bit6、Bit7 设定为低电平“0”驱动器故障，还是高电平“1”驱动器故障。



5) 返回参考点用信号 PC+、PC-
该信号为差分信号，通过信号转换为编码器一转信号 PC。波形如下图所示：



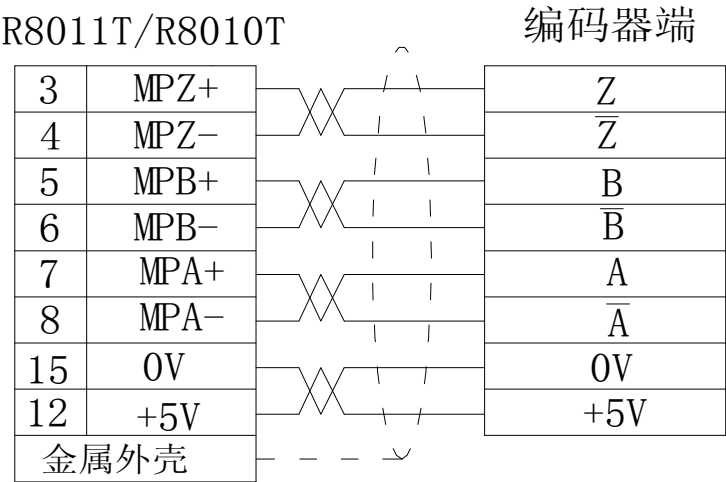
注：1. JP1、JP2 为 PC 信号电压选择跳线器，位于接口板。出厂配置为断开。
如果 PC 信号输入是+24V 电压，需断开。
如果 PC 信号输入是+5V 电压，需短接。
2. JP15 为电机信号口 VP 低压选择跳选器，位于接口板。出厂配置为+24V。

1.3 R8011T/R8010T主轴编码器接口定义

系统使用增量式位置编码器, 使用差分接口。

| DB15M | | | |
|-------|----|----|----|
| 1 | | 9 | |
| 2 | | 10 | |
| 3 | Z+ | 11 | |
| 4 | Z- | 12 | 5V |
| 5 | B+ | 13 | 5V |
| 6 | B- | 14 | 0V |
| 7 | A+ | 15 | 0V |
| 8 | A- | | |

R8011T/R8010T 与编码器接线图：

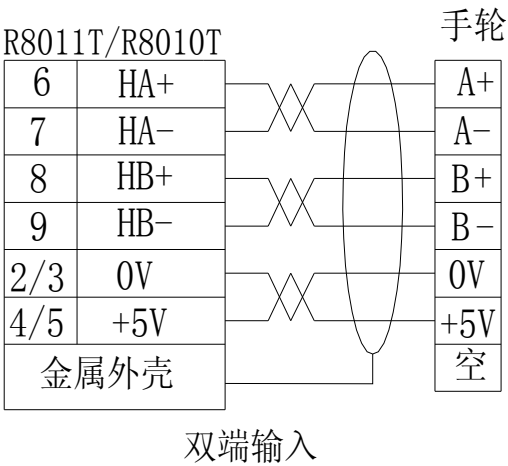
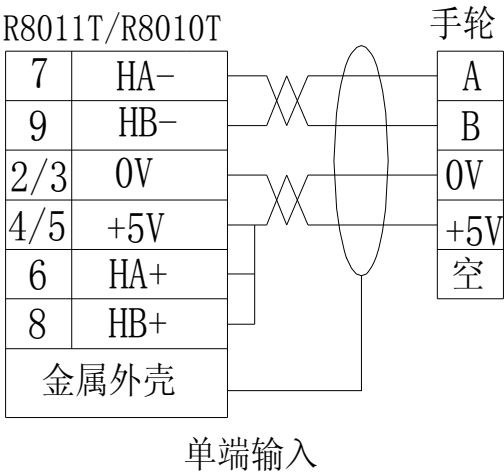


1.4 R8011T/R8010T手摇脉冲发生器接口定义

系统手轮连定义：

| | | | |
|------|-----|---|-----|
| DB9F | | | |
| 1 | | 6 | HA+ |
| 2 | 0V | 7 | HA- |
| 3 | 0V | 8 | HB+ |
| 4 | +5V | 9 | HB- |
| 5 | +5V | | |

R8011T/R8010T 与手轮接线图：



1.4 R8011T/R8010T模拟主轴接口定义

模拟主轴接口SVC端可输出0~10V电压，

R8011T模拟主轴接口定义：

DB9F

| | | | |
|---|-----|---|--|
| 1 | | 6 | |
| 2 | 0V | 7 | |
| 3 | 0V | 8 | |
| 4 | | 9 | |
| 5 | SVC | | |

R8010T 模拟主轴接口定义：

DB9F

| | | | |
|---|-----|---|--|
| 1 | | 6 | |
| 2 | | 7 | |
| 3 | 0V | 8 | |
| 4 | 0V | 9 | |
| 5 | SVC | | |

1.5 R8011T/R8010T系统输入接口定义

系统输入接口包括收信功能、T 功能，其接口定义如下：

1.5.1 输入功能接口定义：

| | | | |
|-------|-------|----|------|
| DB25M | | | |
| 1 | LMIX | 14 | M25I |
| 2 | M21I | 15 | M27I |
| 3 | LMIZ | 16 | |
| 4 | M41I | 17 | M42I |
| 5 | +24V | 18 | +24V |
| 6 | *DECX | 19 | M23I |
| 7 | *DECZ | 20 | |
| 8 | TWI | 21 | QPI |
| 9 | 0V | 22 | 0V |
| 10 | *ESP | 23 | ST |
| 11 | SP | 24 | PCH |
| 12 | DOR | 25 | |
| 13 | 0V | | |

注：输入信号与+24V 导通时输入功能有效，反之输入功能无效。

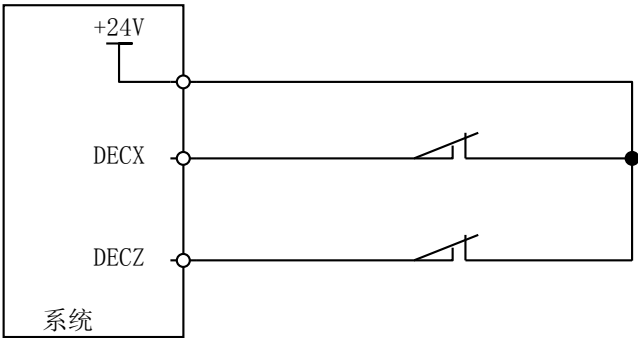
1.5.1.1 信号说明

1) DECX、DECZ 减速开关信号

该信号在返回机械参考点时使用，为常闭触点。返回参考点的过程如下：

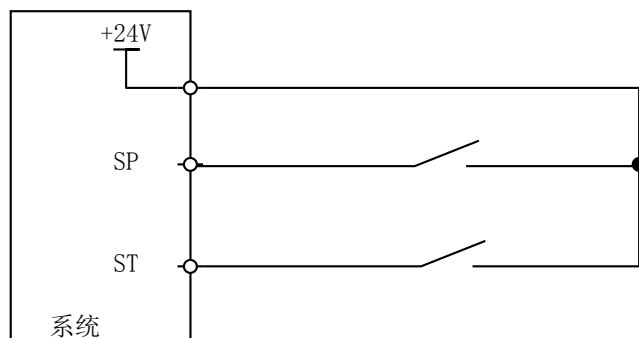
选择机械原点方式之后，按相应轴的手动进给键，则机床将以快速移动速度向参考点方向运动。当返回参考点减速信号触点断开时（压上减速开关），进给速度立即下降，之后机床以固定的低速（参数 No035 设定）继续运行。当减速开关释放后，减速信号触点重新闭合，之后系统检测编码器的一转信号或者磁开关信号（PC 信号）。如该信号为高电平，则运动停止。返回参考点操作结束。

每一个轴的返回参考点方向可以由参数进行设定。连接图如下所示：



2) ST 和 SP 信号

自动循环启动信号 ST 和进给保持信号 SP 的作用与系统面板中的自动循环启动键和进给保持键的作用相同。参数 No007, BIT2=0, BIT3=0 时, ST、SP 信号有效, 否则该点信号为空, 当 BIT3=0 时, 必须外接进给保持开关, 否则进给保持信号一直有效。



3) ESP 紧急停止信号

该信号为常闭触点信号。当触点断开时, 控制系统复位, 并使机床紧急停止。产生急停后, 封锁运动指令输出。

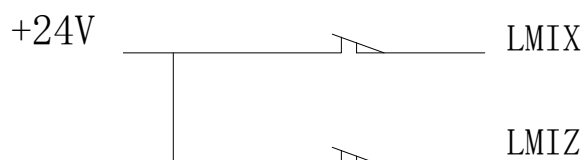
注: 接外接ESP信号时面板急停信号必须为OFF (断开), 外接急停才有效;

且两个急停只能选择一个急停有效, 否则急停功能不起作用。

4) LMIX、LMIZ硬限位信号

该信号为常闭触点信号。当触点断开时, 控制系统复位, 并使机床紧急停止。产生急停后, 系统产生硬限位报警, 同时封锁运动指令输出。

使用该功能时, 参数No006, Bit1、Bit2需设置为1, 若为0该功能不起作用。同时可通过Bit4, Bit5来设定该信号为高/低电平有效。当高电平有效时, 该信号与+24V断开时报警。产生报警后, 按面板上得“超程解除”键, 超程解除灯亮, 此时超程报警消失, 再手动向反方向运动已限位轴, 移出限位后超程解除灯自动熄灭。



5) DOR防护门检测信号

该信号为常闭触点信号。当触点断开时, 控制系统复位, 并使机床紧急停止。产生急停后, 系统产生防护门未关闭的报警, 同时封锁运动指令输出。

当参数No008, Bit5=1时, 该功能有效, 系统在防护门打开时不能运行, 加工时必须关闭防护门。当Bit5=0时, 系统不检测防护门是否关闭。可通过No008, Bit6设定该信号为高/低电平有效。当高电平有效时, 该信号与+24V接通表示防护门关闭, 与+24V断开时报警; 当低电平有效时, 该信号与+24V断开表示防护门关闭, 与+24V接通时报警。

注: 该功能在自动方式下有效, 其他方式不检测防护门。

6) PCH压力检测信号

该信号为常闭触点信号。当触点断开时, 控制系统复位, 并使机床紧急停止。产生急停后, 系统产生压力未到达的报警, 同时封锁运动指令输出。

当参数No008，Bit4=1时该功能有效，此时当压力偏低时，不能正常起动系统。可通过参数No008，Bit3来设定该信号为高/低电平有效。当高电平有效时，该信号与+24V接通表示压力到达设定值，与+24V断开时报警；当低电平有效时，该信号与+24V断开表示压力到达设定值，与+24V接通时报警。

当该功能有效时，系统一旦检测到压力低的报警信号有效，且信号保持时间超出参数No074设定的值时，系统产生报警，此时轴进给暂停、主轴停转、自动循环不能启动、关闭冷却及润滑。按复位键或断电可取消报警。

7) TWI尾座控制输入信号

见尾座控制章节。

8) QPI卡盘加紧输入信号

见卡盘加紧控制章节。

9) M21I~M27I 控制输入信号

见M21~M27控制章节。

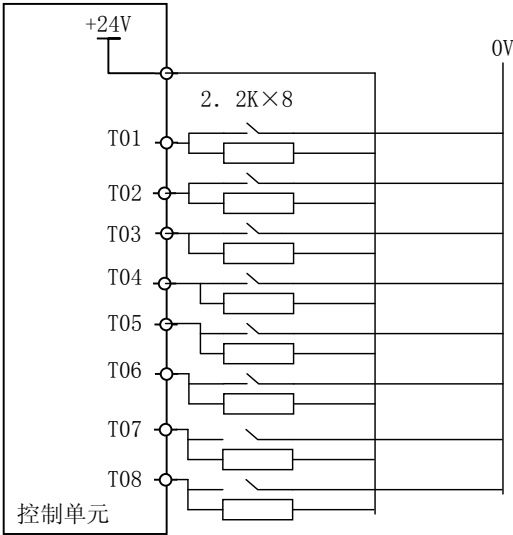
1.6 R8011T/R8010T系统刀架功能接口定义：

| | | | |
|-------|---------|----|---------|
| DB25F | | | |
| 1 | TL+ | 14 | TL- |
| 2 | +24V | 15 | +24V |
| 3 | | 16 | |
| 4 | 0V | 17 | 0V |
| 5 | TCP | 18 | T10 |
| 6 | T20 | 19 | T30 |
| 7 | T40 | 20 | T50/0V1 |
| 8 | T60/0V2 | 21 | T70/0V3 |
| 9 | T80/0V4 | 22 | |
| 10 | | 23 | |
| 11 | | 24 | |
| 12 | | 25 | |
| 13 | | | |

1.6.1 信号说明

1) 输入信号

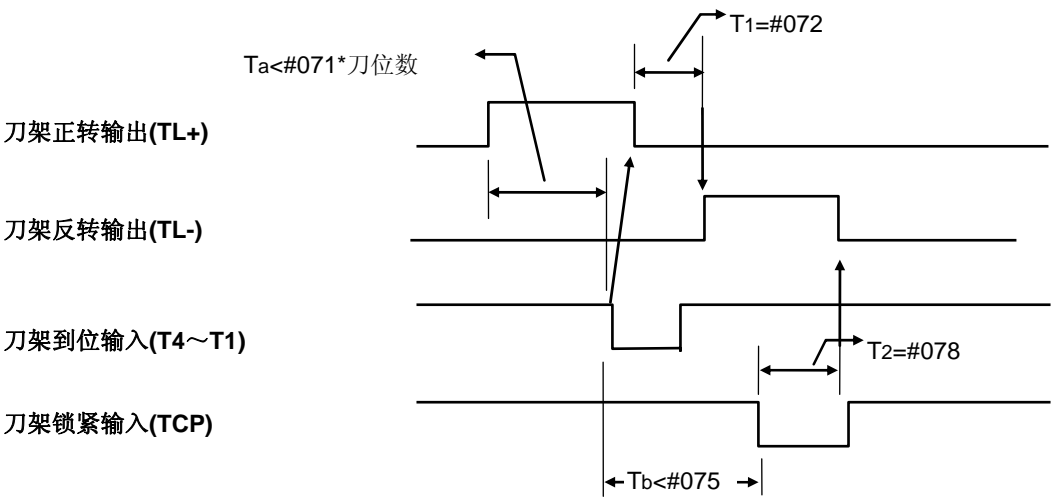
有效电平为低。当其中的一个信号为低电平时，表示此时的刀架处于该刀号位置。刀架到位电平信号可通过参数号 No005 的 BIT1 位设置（0 为高电平有效，1 为低电平有效）。



2) TCP：刀架锁紧信号

在换刀过程中，刀架到位后系统输出刀架反转信号(TL-)，并开始检查锁紧信号 TCP，当接收到该信号后，延迟参数号 No075 设置的时间，关闭刀架反转信号(TL-)， T 代码指令结束，程序继续执行下一程序段。当系统输出刀架反转信号后，在参数号 No078 设定的时间内，如果系统没有接收到 TCP 信号，系统将产生报警并关闭刀架反转信号。若刀架控制器无刀架锁紧信号输出时，可把参数 No005 的 Bit0 设定为 1，此时系统不检查刀架锁紧信号。

换刀时序图：



1.6.2 外部进给倍率控制功能

1. 功能说明:

进给倍率由外部信号口OV1~OV4 (刀架5-8号刀位信号)控制, 与手持单元控制信号共用, 因此这两个功能只能使用一个, 且刀架总到位数必须小于5。

2. 参数控制

No11.BIT1 = 1, 进给倍率由外部控制信号OV1~OV4(刀位信号5-8)控制

No11.BIT1 = 0, 进给倍率由面板按键控制

No11.BIT2 = 1, 外部进给倍率信号取反

No11.BIT2 = 0, 外部进给倍率信号取正

3. 控制信号说明

a) No11.BIT2 = 0

| 刀位信号8765 | 档位 | 刀位信号8765 | 档位 |
|----------|----|----------|----|
| 0000 | 16 | 1000 | 8 |
| 0001 | 15 | 1001 | 7 |
| 0010 | 14 | 1010 | 6 |
| 0011 | 13 | 1011 | 5 |
| 0100 | 12 | 1100 | 4 |
| 0101 | 11 | 1101 | 3 |
| 0110 | 10 | 1110 | 2 |
| 0111 | 9 | 1111 | 1 |

b) No11.BIT2 = 1

| 刀位信号8765 | 档位 | 刀位信号8765 | 档位 |
|----------|----|----------|----|
| 0000 | 1 | 1000 | 9 |
| 0001 | 2 | 1001 | 10 |
| 0010 | 3 | 1010 | 11 |
| 0011 | 4 | 1011 | 12 |
| 0100 | 5 | 1100 | 13 |
| 0101 | 6 | 1101 | 14 |
| 0110 | 7 | 1110 | 15 |
| 0111 | 8 | 1111 | 16 |

注: 当 No11.BIT1=1, No11.BIT0=1(手持单元)时, 则共用信号口功能(手持单元和外部进给倍率)都无效。
当选择了外接进给倍率有效时, 面板上的进给倍率调节按钮将无效。

1.6.3 手持控制单元

手持单元功能

1. 参数No11.BIT0 = 1 为手持单元

2. 信号说明

手持单元输入信号OV1~OV4共用刀架口信号的5-8号刀, 要使用手持单元, 刀架总数必需小于5, 即No .71 < 5。

a) OV1为X、Z选择信号

当OV1与+24V有效时, 选轴为Z轴有效, 断开时为X轴有效。

b) OV2~OV4为倍率选择信号

OV2 = 1, 倍率 = 0.1

OV3 = 1, 倍率 = 0.01

OV4 = 1, 倍率 = 0.001

1.7 R8011T/R8010T系统输出接口定义

| | | | |
|-------|--------|----|--------|
| DB37F | | | |
| 1 | S1/M41 | 20 | S2/M42 |
| 2 | S3/M43 | 21 | S4 |
| 3 | TWJ | 22 | TWT |
| 4 | QPJ | 23 | QPS |
| 5 | | 24 | |
| 6 | 0V | 25 | 0V |
| 7 | | 26 | |
| 8 | +24V | 27 | +24V |
| 9 | M25 | 28 | M27 |
| 10 | M03 | 29 | M04 |
| 11 | M05 | 30 | SPZD |
| 12 | M32 | 31 | M08 |
| 13 | | 32 | |
| 14 | 0V | 33 | 0V |
| 15 | M23 | 34 | M21 |
| 16 | +24V | 35 | +24V |
| 17 | CLPR | 36 | CLPY |
| 18 | CLPG | 37 | |
| 19 | | | |

信号说明

直流输出信号用于驱动机床侧的继电器和指示灯。本系统的输出信号全部由达林顿管提供，输出有效时相应的达林顿管导通。除 TL-、TL+、SPZD 为脉冲信号（非保持输出）外，其它输出均为电平信号（输出保持），信号的公共端为+24V。

1) 主轴档位信号

当参数 No.1，Bit2=0 时，执行 S0-S4 指令有效，S1-S4 指令输出控制信号，S0 取消 S1-S4 信号。S0-S4 信号互锁。

当参数 No.1，Bit2=1 时，执行 M41~M43 指令有效，M41~M43 指令输出控制信号，M40 取消 M41~M43 信号。M41~M43 信号互锁。

2) 主轴正传信号 M03

当执行 M03 指令时，系统输入主轴正传信号 M03，此时不能再执行 M04 指令，必需先执行 M05 指令后，才可执行 M04 指令。

3) 主轴反传信号 M04

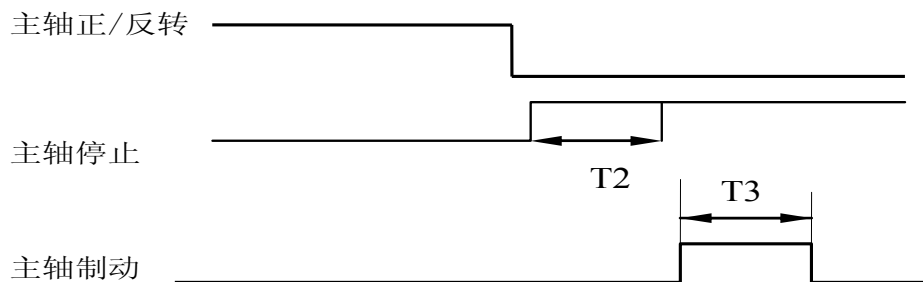
当执行 M04 指令时，系统输入主轴正传信号 M04，此时不能再执行 M03 指令，必需先执行 M05 指令后，才可执行 M03 指令。

4) 主轴停止信号 M05

当执行 M05 指令时，系统输出 M05 信号

5) 主轴制动信号 SPZD

动作关系如下：



T2: 从发出主轴停止信号到发出主轴制动信号的延迟时间。设定在参数 No.79 中。

T3: 主轴制动时间，设定在参数 No.80 中。

6) 冷却液信号 M08

执行 M08 指令，系统输出 M08 信号。

7) 润滑信号 M32

执行 M32 指令，系统输出 M32 信号。

8) 输出报警信号 CLPR(红灯)

当参数No.007, Bit7=1时，该信号有效。当系统产生报警时，该信号输出有效；在取消报警时，同时使该信号无效。该信号用于提醒用户系统处于报警状态。

9) 加工完毕信号 CLPY (黄灯)

当参数No.007, Bit6=1时，该信号有效。当系统刚上电或执行M30后，处于工作完毕状态时，该信号输出有效，当系统处于自动加工或运转过程中，该信号无效。该信号用于提醒用户系统处于加工完毕或待机状态。

10) 运行信号 CLPG (绿灯)

当参数No.007, Bit5=1时，该信号有效。当系统正在自动执行时，该信号输出有效，执行M30或复后该信号无效。

注：CLPR、CLPY与CLPG三个信号互锁，分别表示系统的报警、待机及加工三种状态。主要用于机床的状态信号灯控制。

11) 卡盘控制信号 QPJ, QPS

相关参数：No.008

当 No.008, Bit7=0, 内卡方式；Bit8=1, 外卡方式。

当 No.008, Bit1=0, 卡盘与主轴不关联；Bit1=1, 卡盘与主轴关联。

当 No.008, Bit0=0, 卡盘功能无效；Bit0=1, 卡盘功能有效。

信号说明：

如果 Bit1=1 与 Bit0=1 时，如果卡盘未夹紧，则无法启动。（报警 044，卡盘未夹紧启动主轴）。

如果 Bit1=1 与 Bit0=1 时，M3 或 M4 有效时，执行 M13 产生报警 045：主轴运转时松开卡盘，输出状态不变。

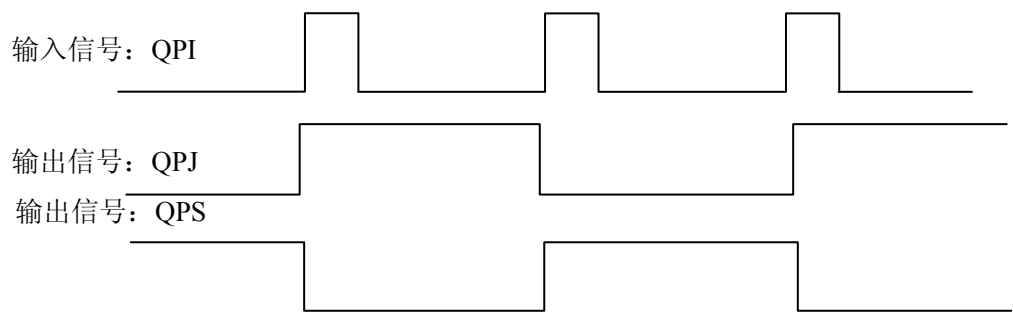
如果 Bit7=0, 执行 M12 指令, 输出 QPJ 信号, QPS 信号信号关闭, 执行 M13 指令, 输出 QPS 信号, QPJ 信号关闭。

如果 Bit7=1, 执行 M13 指令, 输出 QPJ 信号, QPS 信号信号关闭, 执行 M12 指令, 输出 QPS 信号, QPJ 信号关闭。

当 Bit0=1, M12/M13 只在 MDI/自动方式下有效。

当 Bit0=1, QPS、QPJ 在系统复位、急停时输出状态不变。

当 Bit0=1, 可使用收信口 QPI 作为卡盘夹紧/松开输入信号, 一般为脚踏开关控制。其控制时序图如下:



注 1: 开机时, QPJ 及 QPS 都输出 0, 第一次有卡盘输入信号时, QPJ 输出 1。

注 2: 在主轴旋转时或自动循环加工过程中, QPI 输入无效。

12) 尾座控制信号 TWJ, TWT

相关参数: No.008

当 No.008, Bit2=0, 尾座功能无效; Bit2=1, 尾座功能有效。

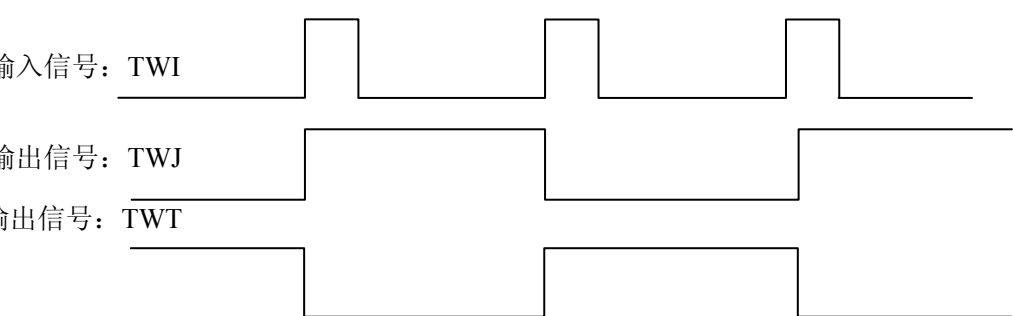
信号说明:

如果 Bit2=1, 执行 M10 指令, 输出 TWJ 信号, TWT 信号信号关闭, 执行 M11 指令, 输出 TWT 信号, TWJ 信号关闭。

当 Bit2=1, M10/M11 只在 MDI/自动方式下有效。

当 Bit2=1, TWJ、TWT 在系统复位、急停时输出状态不变。

当 Bit0=1, 可使用收信口 TWI 作为尾座进/退输入信号, 一般为脚踏开关控制。其控制时序图如下:



注 1: 开机时, TWJ 及 TWT 都输出 0, 第一次有尾座输入信号时, TWJ 输出 1。

注 2: 在主轴旋转时或自动循环加工过程中, TWI 输入无效。

13) 发信后等待回答指令 M21~M28

- M21 发 M21 信号, 长信号输出
- M22 撤消 M21 信号。无信号输出。
- M23 发 M23 信号, 长信号输出
- M24 撤消 M23 信号。无信号输出。
- M25 发 M25 信号, 长信号输出

- M26 撤消 M25 信号。无信号输出。
- M27 发 M27 信号，长信号输出
- M28 撤消 M27 信号。无信号输出。

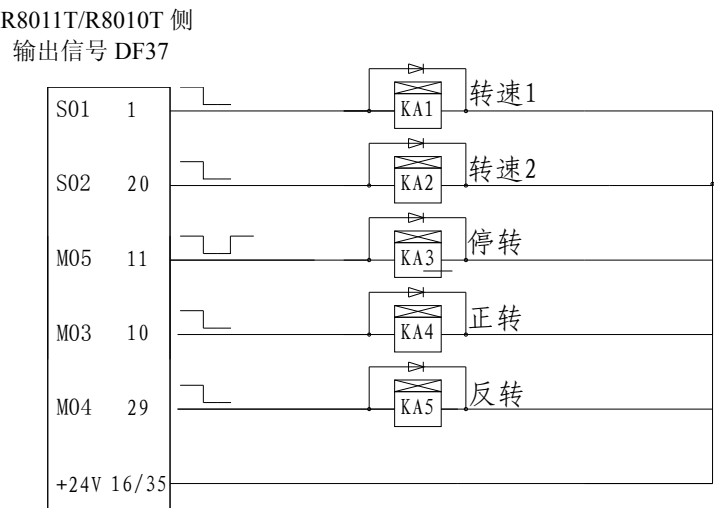
当参数No.009Bit7=1，No.009 Bit3=1，No.093=0时， M21发信后一直等待M21I收信后M21指令才结束。但M21一直保持输出。

当参数No.009Bit7=1，No.009 Bit3=1，No.093=500时， M21发信后一直等待M21I收信后M21指令才结束。在单位时间500内M21I没有收到信号，系统产生报警。但M21一直保持输出。

其他M23~M28同M21， M22。受参数No.009， No.094， No.095， No.010 Bit0控制。

1.8 R8011T/R8010T系统信号接线图

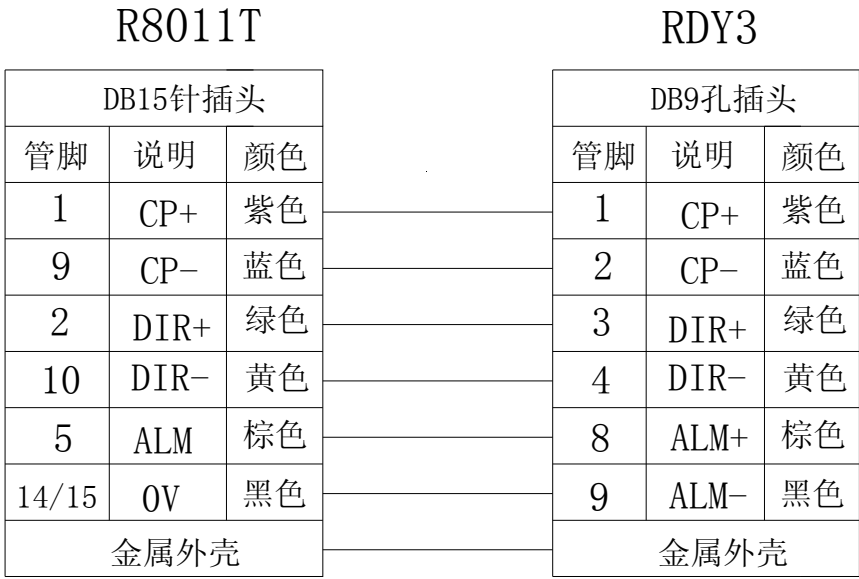
1.8.1 R8011T/R8010T主轴电机控制接线



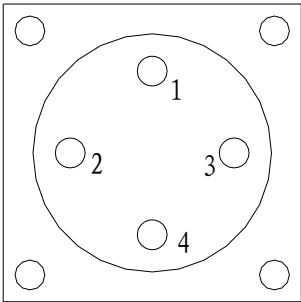
此图中的 KA1——KA5 均为 24V 直流继电器。数控系统仅控制这些继电器，再由继电器配合机床其它电路控制主电机的高低速及正反转。

1.8.2 R8011T信号接线

R8011T 接 RDY3 三相混合式步进电机驱动器时电缆的制作



1.9 R8010T电机线定义：



| 航空插座（孔座）20J-6A： | |
|-----------------|----|
| 脚号 | 定义 |
| 1 | A |
| 2 | B |
| 3 | C |
| 4 | 地 |

2.0 R8010T内置RDY3 驱动介绍:

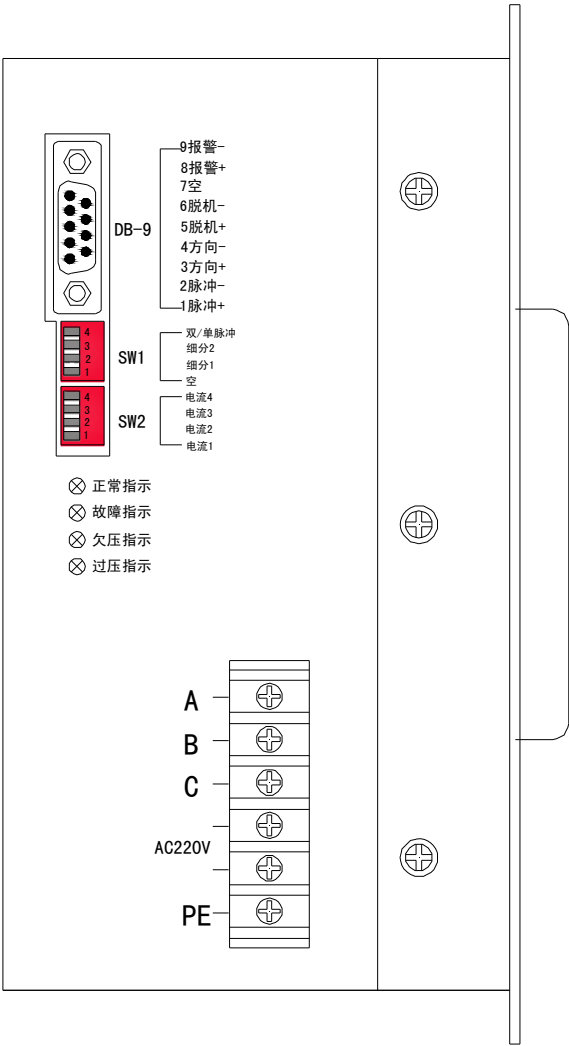
2.0.1 性能简介

RDY3 驱动器主要用于驱动静转矩 5—35Nm 三相混合步进电动机，该驱动器应用嵌入式单片与大规模可编程逻辑芯片将电路优化，提高了控制性能，运用了矢量细分技术，控制精度可达微米级，功放采用日本三菱的 IGBT 模块，驱动器具有过压、过流、欠压等保护功能，具有断电相位记忆功能，输入信号与 TTL 电平兼容，内置光电隔离，运行平稳，可靠性高，特别适用加工精度、粗糙度、速度要求高的场合。

2.0.2 电气技术参数

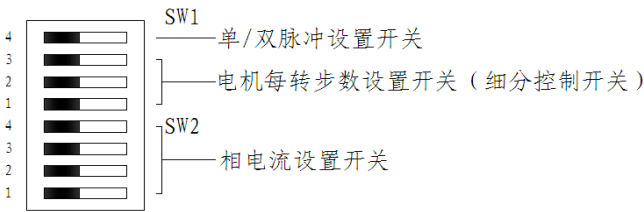
| | |
|--------------|--|
| 输入电源 | AC220V -15%~+10% 50/60Hz 5.8A(Max) |
| 输出相电流 | 1.2A~6.2A/相 |
| 工作环境 | 0℃~50℃ 15~85%RH 不结露、无腐蚀性、易燃、易爆、导电性气体、液体和粉尘 |
| 存放环境 | -25℃~70℃ 15~85%RH 不结露 |
| 驱动方式 | PWM（脉冲调制）恒流斩波 三相正弦波电流输出 |
| 步 距 角 | 0.036°、0.045°、0.06°、0.072° |
| 对应电机 每转脉冲 | 10000、8000、6000、5000 |
| 适配电机 | 三相混合式步进电机 |
| 输入信号 | CP+/CP-；CW+/CW-；FREE+/FREE- |
| 输入电平 | 5V 5~10mA |
| 绝缘强度 | 1000V /分钟 |
| 状态信号 | 红色 LED：报警指示灯 绿色 LED：电源指示灯 |

2.0.3 内置 RDY3 外观



2.0.4 拨码开关设置

RDY3 驱动器有二个拨码开关，SW1（4 位拨码）是功能开关，SW2（4 位拨码）用于设置电机相电流。



其中 SW1 中 SW1-1、SW1-2、SW1-3 用于电机，每转步数的设置。
具体参数如下：

| 位 1 为空，位 2、3 设置电机每转步数，位 4 为脉冲方式选择 | | | | |
|-----------------------------------|--------|-------|--------|--------|
| 步数 | 5000 | 6000 | 8000 | 10000 |
| 细分 | 0.072° | 0.06° | 0.045° | 0.036° |
| SW1-1 | 空 | | | |
| SW1-2 | ON | OFF | ON | OFF |
| SW1-3 | ON | ON | OFF | OFF |

SW1-4 则用于调整脉冲的输入方式，使驱动器适应输入的信号在单脉冲和双脉冲之间进行选择。当其为 ON 时是单脉冲，为 OFF 时是双脉冲。

SW2 用于相电流设置。驱动器相电流设置必须小于等于电机铭牌上的额定相电流，具体设置如下：

| 电流 SW2 | 1.2A | 1.5A | 1.8A | 2.1A | 2.5A | 2.8A | 3.2A | 3.5A |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SW2-1 | OFF | ON | OFF | ON | OFF | ON | OFF | ON |
| SW2-2 | OFF | OFF | ON | ON | OFF | OFF | ON | ON |
| SW2-3 | OFF | OFF | OFF | OFF | ON | ON | ON | ON |
| SW2-4 | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |

| 电流 SW2 | 4.0A | 4.3A | 4.5A | 4.9A | 5.2A | 5.5A | 5.8A | 6.2A |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SW2-1 | OFF | ON | OFF | ON | OFF | ON | OFF | ON |
| SW2-2 | OFF | OFF | ON | ON | OFF | OFF | ON | ON |
| SW2-3 | OFF | OFF | OFF | OFF | ON | ON | ON | ON |
| SW2-4 | ON | ON | ON | ON | ON | ON | ON | ON |

注意：若电机额定电流标称值是“Y”接法的电流值时，设定电流值是额定值的 1.732 倍。

2.0.5 功率接口

2.0.5.1. 电源接线端子

电源输入为交流 220V，波动范围：-15%~+10%，电流最大 5.8 安培，电源电缆横截面积不小于 1mm²；
电缆长度大于 30m 时，截面积不小于 1.5mm²。

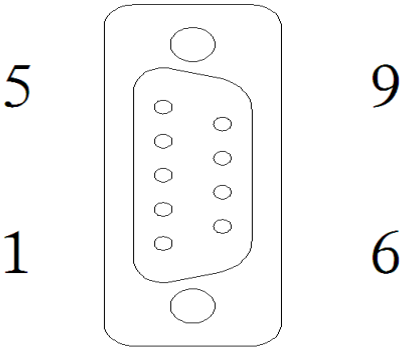
2.0.5.2. 电机接线端子 A、B、C

电机相电压 325VDC，相电流 1.2A~6.2A，电机电缆长度大于 30m 时，横截面积不小于 1.5mm²。改变电机旋转方向可以互换电机的任意两根相线。

注：电源线，电机线应正确连接，并完全拧紧。驱动器的电源必须用隔离变压器变变成 AC220V 后，再提供给驱动器。本驱动器有接地端 PE，用户必须可靠地接大地，以保证安全！

用户必须在断电三分钟后接线，安装，设置拨码开关。

2.0.6 信号接口定义



2.0.6.1 接口信号定义

| 引脚 | 端子名 | 信号定义 |
|----|-------|--------------------|
| 1 | CP+ | 脉冲信号正端输入 |
| 2 | CP- | 脉冲信号负端输入 |
| 3 | CW+ | 方向信号正端输入 |
| 4 | CW- | 方向信号负端输入 |
| 5 | FREE+ | 脱机信号正端输入 |
| 6 | FREE- | 脱机信号负端输入 |
| 7 | 空 | |
| 8 | ALM+ | 报警信号输出接口，接数控系统 ALM |
| 9 | ALM- | 报警电源端，接数控系统 0V |

2.0.6.2 接口信号说明

CP+/CP-（脉冲信号）：每个脉冲上升沿使电机转动一步，最小脉宽 $\geq 2.5\mu\text{S}$ ，最高接收频率 200KHz，脉冲为占空比 1: 1 方波。

CW+/CW-（方向信号）：单脉冲控制方式时为方向控制信号输入接口，若 CW 为低电平，电机顺时针旋转，CW 为高电平，电机逆时针旋转。双脉冲控制方式时为反转步进脉冲信号输入接口。方向信号切换时间 $\geq 10\mu\text{S}$ 。改变电机旋转方向可通过互换电机任意两相接线。

FERR+/FREE-（脱机信号）：脱机信号输入接口，脱机+与脱机-之间分别加高低电平，电机无相电流，电机转子处于不稳定的自由状态（脱机状态）：反之脱机+与脱机-之间分别加相同电平和

不接，电机处于锁定状态。

ALM+ 报警信号输出接口，接数控系统 ALM

ALM- 报警电源端，接数控系统 0V

附录 2 参数表

本表中没有提到的参数，必须设定为0。

| 0 0 1 | | | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|-------|---|--|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| BIT7 | 1 | | 加工时间及加工件数断电不记忆。 | | | | | | | |
| | 0 | | 加工时间及加工件数断电记忆。 | | | | | | | |
| BIT6 | 1 | | 偏置值以半径表示 | | | | | | | |
| | 0 | | 偏置值以直径表示 | | | | | | | |
| BIT5 | 1 | | 有刀补 C 功能 | | | | | | | |
| | 0 | | 无刀补 C 功能 | | | | | | | |
| BIT4 | 1 | | 有螺补功能 | | | | | | | |
| | 0 | | 无螺补功能 | | | | | | | |
| BIT3 | 1 | | 以座标偏移方式执行刀补 | | | | | | | |
| | 0 | | 以刀具移动方式执行刀补 | | | | | | | |
| BIT2 | 1 | | 主轴为模拟量控制 | | | | | | | |
| | 0 | | 主轴为数字量控制 | | | | | | | |
| BIT1 | 1 | | 手轮方式 | | | | | | | |
| | 0 | | 单步方式 | | | | | | | |
| BIT0 | 1 | | X 轴半径编程 | | | | | | | |
| | 0 | | X 轴直径编程 | | | | | | | |

| 0 0 2 | | | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|-------|---|--|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| BIT7 | 1 | | Z 轴驱动器为低电平报警 | | | | | | | |
| | 0 | | Z 轴驱动器为高电平报警 | | | | | | | |
| BIT6 | 1 | | X 轴驱动器为低电平报警 | | | | | | | |
| | 0 | | X 轴驱动器为高电平报警 | | | | | | | |
| BIT5 | | | 未用 | | | | | | | |
| BIT4 | 1 | | 手轮顺时针旋转方向为负 | | | | | | | |
| | 0 | | 手轮顺时针旋转方向为正 | | | | | | | |
| BIT3 | 1 | | Z 轴电机旋转方向为正 | | | | | | | |
| | 0 | | Z 轴电机旋转方向为负 | | | | | | | |
| BIT2 | 1 | | X 轴电机旋转方向为正 | | | | | | | |
| | 0 | | X 轴电机旋转方向为负 | | | | | | | |
| BIT1 | 1 | | 驱动器/伺服准备号信号已准备好 | | | | | | | |
| | 0 | | 驱动器/伺服准备号信号未准备好 | | | | | | | |
| BIT0 | 1 | | 脉冲+方向 | | | | | | | |
| | 0 | | 双脉冲 | | | | | | | |

| 0 0 3 | | | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|-------|---|--|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| BIT7 | | | 未用 | | | | | | | |
| BIT6 | | | 未用 | | | | | | | |
| BIT5 | 1 | | Z 轴回零方式 C | | | | | | | |
| | 0 | | Z 轴回零方式 B | | | | | | | |
| BIT4 | 1 | | X 轴回零方式 C | | | | | | | |
| | 0 | | X 轴回零方式 B | | | | | | | |
| BIT3 | 1 | | Z 轴无机械零点 | | | | | | | |
| | 0 | | Z 轴有机械零点 | | | | | | | |

| | | |
|------|---|-------------------|
| BIT2 | 1 | X 轴无机械零点 |
| | 0 | X 轴有机械零点 |
| BIT1 | 1 | Z 轴返回参考点减速信号高电平有效 |
| | 0 | Z 轴返回参考点减速信号低电平有效 |
| BIT0 | 1 | X 轴返回参考点减速信号高电平有效 |
| | 0 | X 轴返回参考点减速信号低电平有效 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 0 | 4 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | |
|------|----|---|
| BIT7 | 1: | G50 参考刀尖位置, 即 G50 设置绝对坐标系时直接设置当前坐标系 |
| | 0: | G50 参考刀架位置, 即 G50 设置绝对坐标系时加上刀偏值作为当前绝对坐标 |
| BIT6 | | 未用 |
| BIT5 | | 未用 |
| BIT4 | 1 | 工件坐标系平移有效 |
| | 0 | 工件坐标系平移无效 |
| BIT3 | 1 | 回零前手动快速有效 |
| | 0 | 回零前手动快速无效 |
| BIT2 | 1 | 间隙补偿以升降速方式补偿 |
| | 0 | 间隙补偿以固定频率补偿 |
| BIT1 | 1 | Z 轴回零和间隙补偿方向为正 |
| | 0 | Z 轴回零和间隙补偿方向为负 |
| BIT0 | 1 | X 轴回零和间隙补偿方向为正 |
| | 0 | X 轴回零和间隙补偿方向为负 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 0 | 5 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | |
|------|---|-----------------|
| BIT7 | 1 | S 型加减速 |
| | 0 | 直线型加减速 |
| BIT6 | 1 | 加减速类型后加减速 |
| | 0 | 加减速类型前加减速 |
| BIT5 | 1 | 复位不关闭主轴, 润滑, 冷却 |
| | 0 | 复位关闭主轴, 润滑, 冷却 |
| BIT4 | | 未用 |
| BIT3 | | 未用 |
| BIT2 | 1 | G0 与 T 指令不同时执行 |
| | 0 | G0 与 T 指令同时执行 |
| BIT1 | 1 | 刀架到位低电平有效 |
| | 0 | 刀架到位高电平有效 |
| BIT0 | 1 | 刀架锁紧高电平有效 |
| | 0 | 刀架锁紧低电平有效 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 0 | 6 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | |
|------|---|-------------------------|
| BIT7 | | 特殊功能 (权限需更改) |
| BIT6 | | X 轴 0-360° 显示功能 (权限需更改) |
| BIT5 | | 未用 |
| BIT4 | 1 | Z 轴硬限位高电平有效 |
| | 0 | Z 轴硬限位低电平有效 |
| BIT3 | 1 | X 轴硬限位高电平有效 |
| | 0 | X 轴硬限位低电平有效 |

| | | |
|------|---|------------|
| BIT2 | 1 | 检查 Z 轴硬限位 |
| | 0 | 不检查 Z 轴硬限位 |
| BIT1 | 1 | 检查 X 轴硬限位 |
| | 0 | 不检查 X 轴硬限位 |
| BIT0 | 1 | 不检查软限位 |
| | 0 | 检查软限位 |

0 0 7

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | |
|------|----|-----------------|
| BIT7 | 1 | 输出报警信息有效 |
| | 0 | 输出报警信息无效 |
| BIT6 | 1 | 输出 M30 信息有效 |
| | 0 | 输出 M30 信息无效 |
| BIT5 | 1 | 输出 STM 信息有效 |
| | 0 | 输出 STM 信息无效 |
| BIT4 | 1 | 屏蔽急停(ESP)信号 |
| | 0 | 不屏蔽急停(ESP)信号 |
| BIT3 | 1 | 屏蔽外接暂停(SP)信号 |
| | 0 | 不屏蔽外接暂停(SP)信号 |
| BIT2 | 1 | 屏蔽外接循环启动(ST)信号 |
| | 0 | 不屏蔽外接循环启动(ST)信号 |
| BIT1 | 未用 | |
| BIT0 | 未用 | |

0 0 8

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | |
|------|---|---------------|
| BIT7 | 1 | 卡盘外卡方式 |
| | 0 | 卡盘内卡方式 |
| BIT6 | 1 | 防护门信号高电平有效 |
| | 0 | 防护门信号低电平有效 |
| BIT5 | 1 | 自动启动时检测防护门信号 |
| | 0 | 自动启动时不检测防护门信号 |
| BIT4 | 1 | 自动启动时检测压力信号 |
| | 0 | 自动启动时不检测压力信号 |
| BIT3 | 1 | 压力检测信号高电平有效 |
| | 0 | 压力检测信号低电平有效 |
| BIT2 | 1 | 尾座控制功能有效 |
| | 0 | 尾座控制功能无效 |
| BIT1 | 1 | 检查卡盘是否加紧 |
| | 0 | 不检查卡盘是否加紧 |
| BIT0 | 1 | 卡盘功能有效 |
| | 0 | 卡盘功能无效 |

0 0 9

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | |
|------|---|-------------|
| BIT7 | 1 | 检测 M21 收信 |
| | 0 | 不检测 M21 收信 |
| BIT6 | 1 | 检测 M23 收信 |
| | 0 | 不检测 M23 收信 |
| BIT5 | 1 | 检测 M25 收信 |
| | 0 | 不检测 M25 收信 |
| BIT4 | 1 | 检测 M27 收信 |
| | 0 | 不检测 M21 收信 |
| BIT3 | 1 | M21 收信高电平有效 |

| | | |
|------|---|-------------|
| | 0 | M21 收信低电平有效 |
| BIT2 | 1 | M23 收信高电平有效 |
| | 0 | M23 收信低电平有效 |
| BIT1 | 1 | M25 收信高电平有效 |
| | 0 | M25 收信低电平有效 |
| BIT0 | 1 | M27 收信高电平有效 |
| | 0 | M27 收信低电平有效 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 0 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | |
|------|----|---------------------------|
| BIT7 | 1 | 主轴自动换挡有效 |
| | 0 | 主轴自动换挡无效 |
| BIT6 | 1 | 主轴自动换挡手动方式 |
| | 0 | 主轴自动换挡自动方式 |
| BIT5 | 1 | 检测换挡到位信号 |
| | 0 | 不检测换挡到位信号 |
| BIT4 | 1 | 换挡到位信号高电平有效 |
| | 0 | 换挡到位信号低电平有效 |
| BIT3 | 未用 | |
| BIT2 | 未用 | |
| BIT1 | 1 | 复位时当前程序段移动到首段 |
| | 0 | 复位时当前程序段不移动到首段 |
| BIT0 | 1 | 复位时关闭 M21、M23、M25、M27 动作 |
| | 0 | 复位时不关闭 M21、M23、M25、M27 动作 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 1 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | |
|------|----|-----------------------|
| BIT7 | 未用 | |
| BIT6 | 未用 | |
| BIT5 | 未用 | |
| BIT4 | 未用 | |
| BIT3 | 1 | 手轮进给速度超过快进速率时不忽略超过的脉冲 |
| | 0 | 手轮进给速度超过快进速率时忽略超过的脉冲 |
| BIT2 | 1 | 外部倍率反向选择 |
| | 0 | 外部倍率正向选择 |
| BIT1 | 1 | 进给倍率外部开关控制 |
| | 0 | 进给倍率键盘控制 |
| BIT0 | 1 | 手持单元 |
| | 0 | 普通手轮 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 2 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

未用

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 3 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

未用

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 4 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

未用

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 5 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

未用

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 6 | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|

未用

- 017 X轴指令倍乘比** **CMRX**
 设定范围： 1～65535
 标准设定： 1
- 018 Z轴指令倍乘比** **CMRZ**
 设定范围： 1～65535
 标准设定： 1
- 019 X轴指令分频系数** **CMDX**
 设定范围： 1～65535
 标准设定： 1
- 020 Z轴指令分频系数** **CMDZ**
 设定范围： 1～65535
 标准设定： 1
- 021 X轴快速速率 (mm/min)**
 设定范围： 30～8000（直径编程时最大不能超过4000）
 标准设定： 3000（直径编程时设定值为实际速度的一半）
- 022 Z轴快速速率 (mm/min)**
 设定范围： 30～12000
 标准设定： 6000
- 023 X轴线性加减速时间常数（用于快速移动）**
 设定范围： 30～300
 标准设置： 130
- 024 Z轴线性加减速时间常数（用于快速移动）**
 设定范围： 20～200
 标准设置： 130
- P25 X轴S加减速时间常数（用于快速移动）**
 设定范围： 20～200
 标准设置： 130
- 026 Z轴S加减速时间常数（用于快速移动）**
 设定范围： 20～200
 标准设置： 130
- P27 切削进给上限速度 (mm/min)**
 切削进给上限速度(适用于所有坐标)。
 设定量： 0～8000 单位： mm/min
 标准设定： 3000
- 028 切削进给时的加减速的低速下限值**
 设定量： 0～500 单位： mm/min
 标准设定： 40
- 029 切削进给时的S加速时间常数**
 设定量： 8～200
 标准设定： 80
- P30 切削进给时的S减速时间常数**
 设定量： 8～200
 标准设定： 80

- 031 切削进给时的直线加减速时间常数**
设定量：8~200
标准设定： 60
- 032 快速移动倍率最低速度 F_0**
设定量： 0~8000 单位：mm/min
标准设定： 200
- 033 反向间隙补偿的脉冲频率**
设定量： 1~100 单位：Hz
标准设定： 5
- 034 补偿反向间隙的速度值**
设定量： 1~500 单位：mm/min
标准设定： 40
- 035 补偿反向间隙的直线加减速时间**
设定量： 1~200
标准设定： 40
- 036 X轴间隙补偿量(μm)**
设定量： 0~65535
标准设定： 0
- 037 Z轴间隙补偿量(μm)**
设定量： 0~65535
标准设定： 0
- 038 螺距误差补偿倍率（各轴通用）**
设定量： 1~8
标准设定： 1
- P39 X轴螺距误差补偿原点**
设定量： 0~255
标准设定： 0
- 040 Z轴螺距误差补偿原点**
设定量： 0~255
标准设定： 0
- 041 X轴螺距误差补偿间隔**
设定量： 1000~9999999 单位： μm
标准设定： 1000
- 042 Z轴螺距误差补偿间隔**
设定量： 1000~9999999 单位： μm
标准设定： 1000
- 043 返回参考点时（FL）速度**
设定量： 6~600 单位：mm/min
标准设定： 200
- 044 未用**
- 045 未用**
- 046 X轴正向行程极限**
设定量： ± 9999999 单位： μm
标准设定： 9999999
- 047 X轴负向行程极限**
设定量： ± 9999999 单位： μm
标准设定： -9999999

- 048 Z轴正向行程极限**
设定量: ± 9999999 单位: μm
标准设定: 9999999
- 049 Z轴负向行程极限**
设定量: ± 9999999 单位: μm
标准设定: -9999999
- 050 主轴模拟调正数据**
设定量: -999~999
标准设定: -850
- 051 主轴编码器线数**
设定量: 1~65535
标准设定: 1200
- 052 主轴和编码器齿轮比: 主轴齿数**
设定量: 1~65535
标准设定: 1
- 053 主轴和编码器齿轮比: 编码器齿数**
设定量: 1~65535
标准设定: 1
- 054 未用**
- 055 主轴速度采样周期(x4ms)**
设定量: 0~100
标准设定: 50
- 056 每转进给最大切削进给速度**
设定量: 0~500 单位: mm/rev
标准设定: 500
- 057 恒线速控制下的主轴转速下限值**
设定量: 0~9999 单位: r/min
标准设定: 100
- 058 螺纹切削的倒角宽度 (THDCH)**
设定量: 0~99
螺纹倒角宽度 = $\text{THDCH} \times 1/10 \times \text{螺距}$
标准设定: 5
- 059 在螺纹切削中 (G92) X轴的直线加减速常数**
设定量: 6~4000 单位: mm/min
标准设定: 60
- 060 在螺纹切削中 (G92) 各轴的S加减速下限值**
设定量: 6~4000 单位: mm/min
标准设定: 60
- 061 多重固定循环 (G71, G72) 的切削深度**
设定量: 0~9999999 单位: 0.001mm
标准设定: 0
- 062 多重固定循环 (G71, G72) 的退刀量**
设定量: 0~9999999 单位: 0.001mm
标准设定: 0

- 063 多重固定循环（G73）在X轴向退刀量**
设定量： ±9999999 单位： 0.001mm
标准设定： 0
- 064 多重固定循环（G73）在Z轴向退刀量**
设定量： ±9999999 单位： 0.001mm
标准设定： 0
- 065 多重固定循环（G73）的循环切削次数**
设定量： 0~9999999 单位： 次
标准设定： 0
- 066 多重固定循环（G74，G75）的退刀量**
设定量： 0~9999999 单位： 0.001mm
标准设定： 0
- 067 多重固定循环（G76）精加工的重复次数**
设定量： 0~9999999 单位： 次
标准设定： 0
- 068 多重固定循环（G76）的刀尖角度**
设定量： 0, 29, 30, 55, 60, 80
标准设定： 0
- 069 多重固定循环（G76）的最小切削深度**
设定量： 0~9999999 单位： 0.001mm
标准设定： 0
- 070 多重固定循环（G76）的精加工余量**
设定量： 0~9999999 单位： 0.001mm
标准设定： 0
- 071 总刀位数选择**
设定量： 1~8 单位： 把
标准设定： 4 （排刀时修改为1）
- 072 换刀T1时间**
设定量： 0~9999999 单位： ×4ms
标准设定： 100
- 073 移动一刀位所需的时间上限**
设定量： 0~9999999 单位： ×4ms
标准设定： 1000
- 074 从第一把刀换到最后一把的时间上限**
设定量： 0~9999999 单位： ×4ms
标准设定： 15000
- 067 刀架反转锁紧时间**
设定量： 0~9999999 单位： ×4ms
标准设定： 300
- 076 M代码执行持续时间**
设定量： 0~9999999 单位： ×4ms
标准设定： 10
- 077 S代码执行持续时间**
设定量： 0~9999999 单位： ×4ms
标准设定： 10

- 078 未接到*TCP的报警时间**
设定量: 0~9999999 单位: $\times 4\text{ms}$
标准设定: 500
- 079 主轴指令停止到主轴制动输出时间**
设定量: 0~9999999 单位: $\times 4\text{ms}$
标准设定: 100
- 080 主轴制动输出时间**
设定量: 0~9999999 单位: $\times 4\text{ms}$
标准设定: 100
- 081 卡盘夹紧到位时间**
设定量: 0~9999999 单位: $\times 4\text{ms}$
标准设定: 100
- 082 压力检测时间**
设定量: 0~9999999 单位: $\times 4\text{ms}$
标准设定: 100
- 083 圆弧R值的误差范围**
设定量: 100~9999999 单位: μm
标准设定: 9999999
- 084 G33攻牙退刀误差调整量 (-100到100)**
设定量: -100~100
标准设定: 0
- 085 加减速段间拐角精度 (0%—100%)**
设定量: 0~100
精度越小, 效率约高; 精度越大, 效率约低。在0%情况下拐角最大, 在100%情况下没有拐角, 相当于没有拐角。段间拐角是自动形成的, 受加减速时间与当前速度影响。
标准设定: 50
- 086 切削初始速度**
系统上电后, 当不指令F值时, 系统的默认插补速度。
设定量: 0~2000 单位: mm/min
标准设定: 40
- 087 C方式返回参考点时逆行速度**
设定量: 0~1000 单位: mm/min
标准设定: 100
- 088 未用**
- 089 G11指令设置时间**
设定量: 0~500 单位: $\times 4\text{ms}$
标准设定: 0
- 090 第一档主轴最高转速**
设定量: 1~6000 单位: rev/min
标准设定: 3000
- 091 第二档主轴最高转速**
设定量: 1~6000 单位: rev/min
标准设定: 3000

- 092 第三档主轴最高转速**
设定量: 1~6000 单位: rev/min
标准设定: 3000
- 093 检测M21收信时间**
设定量: 0~10000 单位: ×4ms
标准设定: 0
- 094 检测M23收信时间**
设定量: 0~10000 单位: ×4ms
标准设定: 0
- 095 检测M25收信时间**
设定量: 0~10000 单位: ×4ms
标准设定: 0
- 096 检测M27收信时间**
设定量: 0~10000 单位: ×4ms
标准设定: 0
- 097 主轴换挡时转速**
设定量: 0~1000 单位: rev/min
标准设定: 300
- 098 主轴换挡时间1**
设定量: 0~10000 单位: ×4ms
标准设定: 500
- 099 主轴换挡时间2**
设定量: 0~10000 单位: ×4ms
标准设定: 500
- 100 检测第一档换挡时间**
设定量: 0~10000 单位: ×4ms
标准设定: 500
- 101 检测第二档换挡时间**
设定量: 0~10000 单位: ×4ms
标准设定: 500
- 102 未用**
- 103 未用**
- 104 未用**
- 105 未用**
- 106 未用**
- 107 系统生成编号**
- 108 用户密码**
- 109 系统加工总零件数**
- 110 系统加工总时间(小时)**
- 111 系统当前运行状态**
- 112 系统版本号**

R8011T/R8010T 出厂参数表

| 参数号 | 数 据 | 含 义 |
|-----|----------|-------------------|
| 001 | 00001110 | 位变量 |
| 002 | 11000001 | 位变量 |
| 003 | 00000000 | 位变量 |
| 004 | 10011011 | 位变量 |
| 005 | 00000100 | 位变量 |
| 006 | 00000001 | 位变量 |
| 007 | 11101100 | 位变量 |
| 008 | 00000000 | 位变量 |
| 009 | 00000000 | 位变量 |
| 010 | 00000010 | 位变量 |
| 011 | 00001000 | 位变量 |
| 012 | 00000000 | 位变量 |
| 013 | 00000000 | 位变量 |
| 014 | 00000000 | 位变量 |
| 015 | 00000000 | 位变量 |
| 016 | 00000000 | 位变量 |
| 017 | 1 | X轴指令倍乘比 |
| 018 | 1 | Z轴指令倍乘比 |
| 019 | 1 | X轴指令分频系数 |
| 020 | 1 | Z轴指令分频系数 |
| 021 | 3000 | X轴快速速率 |
| 022 | 6000 | Z轴快速速率 |
| 023 | 130 | X轴线性加减速时间常数 |
| 024 | 130 | Z轴线性加减速时间常数 |
| 025 | 130 | X轴S加减速时间常数 |
| 026 | 130 | Z轴S加减速时间常数 |
| 027 | 3000 | 切削进给速度上限 |
| 028 | 40 | 切削进给时的加减速的低速下限值 |
| 029 | 80 | 切削进给时的 S 加速时间常数 |
| 030 | 80 | 切削进给时的 S 减速时间常数 |
| 031 | 60 | 切削进给时的直线加速时间常数 |
| 032 | 200 | 快速移动倍率最低速度Fo |
| 033 | 5 | 反向间隙补偿的脉冲频率 |
| 034 | 40 | 补偿反向间隙的速度值 |
| 035 | 40 | 补偿反向间隙的直线加减速时间 |
| 036 | 0 | X轴间隙补偿量 |
| 037 | 0 | Z轴间隙补偿量 |
| 038 | 1 | 螺距误差补偿倍率 |
| 039 | 0 | X 轴螺距误差补偿原点 0-255 |
| 040 | 0 | Z 轴螺距误差补偿原点 0-255 |
| | | |

| | | |
|-----|----------|----------------------------|
| 041 | 1000 | X 轴螺距误差补偿间隔 |
| 042 | 1000 | Z 轴螺距误差补偿间隔 |
| 043 | 200 | 返回参考点的低速, (FL)速度 |
| 044 | 0 | 未用 |
| 045 | 0 | 未用 |
| 046 | 9999999 | X 轴正向行程极限 |
| 047 | -9999999 | X 轴负向行程极限 |
| 048 | 9999999 | Z 轴负正行程极限 |
| 049 | -9999999 | Z 轴负向行程极限 |
| 050 | -850 | 主轴模拟调整数据 |
| 051 | 1200 | 主轴编码器线数 |
| 052 | 1 | 主轴与编码器齿轮比: 主轴齿轮 |
| 053 | 1 | 主轴与编码器齿轮比: 编码器齿轮 |
| 054 | 0 | 未用 |
| 055 | 5 | 主轴速度采样周期 |
| 056 | 500 | 每转进给最大切削进给速度 |
| 057 | 100 | 恒线速控制下的主轴转速下限值 |
| 058 | 5 | 螺纹切削的倒角宽度 |
| 059 | 80 | 在螺纹切削中直线加减速常数 |
| 060 | 80 | 在螺纹切削中 S 加减速常数 |
| 061 | 0 | 多重固定循环 (G71, G72) 的切削深度 |
| 062 | 0 | 多重固定循环 (G71, G72) 的退刀量 |
| 063 | 0 | 多重固定循环 (G73) 在 X 轴向的退刀量 |
| 064 | 0 | 多重固定循环 (G73) 在 Z 轴向的退刀量 |
| 065 | 0 | 多重固定循环 (G73) 的循环切削次数 |
| 066 | 0 | 多重固定循环 (G74, G75) 的退刀量 |
| 067 | 0 | 多重固定循环 (G76) 精加工的重复次数 |
| 068 | 0 | 多重循环的刀尖角度 0,29,30,55,60,80 |
| 069 | 0 | 多重固定循环 (G76) 中的最小切削深度 |
| 070 | 0 | 多重固定循环 (G76) 中的精加工余量 |
| 071 | 4 | 总刀位数选择 |
| 072 | 40 | 换刀 T1 时间 |
| 073 | 1000 | 移动一刀位所需的时间上限 |
| 074 | 15000 | 第一把刀到最后一把刀的时间上限 |
| 075 | 250 | 刀架反转锁紧时间 |
| 076 | 10 | M 代码执行持续时间 |
| 077 | 10 | S 代码执行持续时间 |
| 078 | 500 | 位接到*TCP 的报警时间 |
| 079 | 100 | 主轴指令停止到主轴制动输出时间 |
| 080 | 100 | 主轴制动输出时间 |
| 081 | 100 | 卡盘加紧到位时间 |
| 082 | 100 | 压力检测时间设置 |

| | | |
|-----|---------|----------------|
| 083 | 9999999 | 圆弧 2*R 值的误差范围 |
| 084 | 0 | G33 攻丝退误差调整量 |
| 085 | 50 | 加减速方式下段间拐角度 |
| 086 | 40 | 切削初始速度 |
| 087 | 100 | C 方式返回参考点时逆行速度 |
| 088 | 0 | 未用 |
| 089 | 0 | G11 指令设置时间 |
| 090 | 3000 | 主轴第一档最高转速 |
| 091 | 3000 | 主轴第二档最高转速 |
| 092 | 3000 | 主轴第三档最高转速 |
| 093 | 0 | 检测 M21 收信时间 |
| 094 | 0 | 检测 M23 收信时间 |
| 095 | 0 | 检测 M25 收信时间 |
| 096 | 0 | 检测 M27 收信时间 |
| 097 | 300 | 主轴换挡时转速 |
| 098 | 300 | 主轴换当时间 1 |
| 099 | 300 | 主轴换挡时间 2 |
| 100 | 500 | 检测第一档到位时间 |
| 101 | 500 | 检测第二档到位时间 |
| 102 | 0 | 未用 |
| 103 | 0 | 未用 |
| 104 | 0 | 未用 |
| 105 | 0 | 未用 |
| 106 | 0 | 未用 |
| 107 | 0 | 系统生产编号 |
| 108 | 888888 | 用户设置密码 |
| 109 | 0 | 系统加工总零数 |
| 110 | 0 | 系统加工总时间 |
| 111 | 0 | 系统当前运行状态 |
| 112 | 300 | 系统版本号 |

附录 3 诊断表

本系统诊断分三部分：

- 1. 按键诊断，诊断号001-016
- 2. 系统IO口诊断，诊断号017-024
- 3. 系统内部数据诊断，诊断号025-032

下面介绍诊断表含义：

| | | | | | | | | |
|-------|------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0 0 1 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 0 0 2 | N | G | O | RST | . | - | 0 | 9 |
| 0 0 3 | J | I | Q | W | U | Z | X | P |
| 0 0 4 | D | R | T | S | M | H | F | K |
| 0 0 5 | * | * | * | * | EOB | # | / | L |
| 0 0 6 | * | * | * | * | 右光标 | 左光标 | 下光标 | 上光标 |
| 0 0 7 | * | * | 回车 | 删除 | 取消 | 修改 | 下翻页 | 上翻页 |
| 0 0 8 | * | * | 诊断 | 自动 | 回零 | 手动 | 参数 | 编辑 |
| 0 0 9 | * | F7 | F6 | F5 | F4 | F3 | F2 | F1 |
| 0 1 0 | * | * | 换刀 | 润滑 | 冷却 | 反转 | 停止 | 正传 |
| 0 1 1 | * | M锁 | 轴锁 | 快速 | Z- | Z+ | X- | X+ |
| 0 1 2 | * | * | 进给 倍率- | 进给 倍率+ | 快速 倍率- | 快速 倍率+ | 主轴 倍率- | 主轴 倍率- |
| 0 1 3 | * | * | * | 启动 | 超程 释放 | 跳选 | 空运行 | 单段 |
| 0 1 4 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 0 1 5 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 0 1 6 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 0 1 7 | DIQP | DITW | LIMITZ | M21 | LIMITX | *DECZ | M23 | *DECX |
| 0 1 8 | T08 | T07 | T06 | T05 | T04 | T03 | T02 | T01 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 0 | 1 | 9 | ESP | SAR | SPEN | TCP | * | * | PCH | DOOR |
| 0 | 2 | 0 | * | * | PCS | PCZ | * | PCX | ST | SP |
| 0 | 2 | 1 | * | * | M27 | * | M25 | ALMZ | * | ALMX |
| 0 | 2 | 2 | * | DQPS | DQPJ | DTWS | DTWJ | STM | M30 | WAR |
| 0 | 2 | 3 | M08 | M05 | M04 | M03 | S04 | S03 | S02 | S01 |
| 0 | 2 | 4 | M27 | M25 | M23 | M21 | SPZD | M32 | TL+ | TL- |
| 0 | 2 | 5 | 手轮数据 | | | | | | | |
| 0 | 2 | 6 | 主轴编码器反馈数据 | | | | | | | |
| 0 | 2 | 7 | 主轴模拟量输出值 | | | | | | | |
| 0 | 2 | 8 | 主轴数字量输出值 | | | | | | | |
| 0 | 2 | 9 | X轴输出脉冲个数 | | | | | | | |
| 0 | 2 | 9 | Z轴输出脉冲个数 | | | | | | | |
| 0 | 3 | 0 | 未用 | | | | | | | |
| 0 | 3 | 1 | 未用 | | | | | | | |

附录 4 报警表

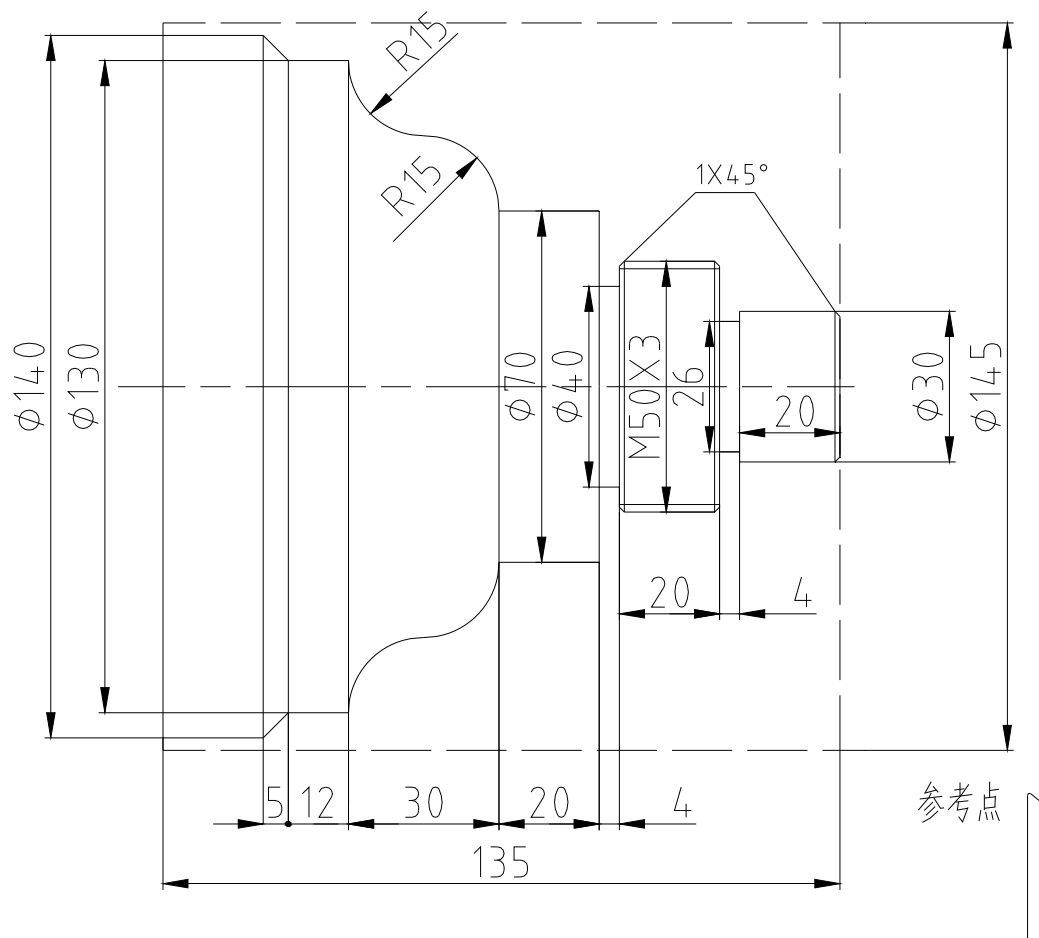
| 报警号码 | 内 容 | 备 注 |
|------|------------------------------|-----|
| 000 | 设定了必须切断一次电源的参数，请切断电源。 | |
| 001 | 文件打开失败。 | |
| 003 | 指令脉冲过大或加速度过大.需要重启、重对刀。 | |
| 006 | “-”符号输入错误。 | |
| 007 | 小数点输入错误。 | |
| 008 | 文件创建不成功。 | |
| 009 | 输入了非法地址符。 | |
| 010 | 指令了无效 G 代码。 | |
| 011 | 切削进给 F 指令值错。 | |
| 012 | 输入的数值其位数超出最大允许数据。 | |
| 015 | 存储器存储容量不够。 | |
| 016 | 螺纹插补中主轴速度过小或者主轴未开启。 | |
| 017 | 除零错误。 | |
| 018 | 螺纹切削时 F、I 指令值错。 | |
| 019 | 程序段长超过 255 个字符。 | |
| 020 | 攻丝循环中没有指定 F 值。 | |
| 023 | 在使用半径 R 指定的圆弧插补中、R 值指令了负值。 | |
| 024 | 圆弧插补半径过大。 | |
| 026 | 在圆弧插补中给出的数据不能构成一个圆弧。 | |
| 027 | 在圆弧插补中 R 与(K、I)同时指定。 | |
| 028 | 在圆弧插补中 R 与(K、I)全为零。 | |
| 029 | 用 T 代码指令的偏置值过大。 | |
| 030 | 刀偏号超出取值范围。 | |
| 031 | 搜索不到该文件。 | |
| 033 | 刀尖半径补偿中没有交叉点。 | |
| 034 | 刀具半径补偿起动或取消时执行 G2 或 G3 操作。 | |
| 035 | 补偿开始程序段的下一程序段改变了刀补方向。 | |
| 036 | 刀具偏置号未指定时执行了刀具半径补偿指令。 | |
| 037 | 补偿开始程序段为非移动指令。 | |
| 038 | 刀尖半径补偿中圆弧起始点或终点与圆弧中心重合而出现切。 | |
| 039 | 在刀补过程，连续出现了 30 段非移动指令。 | |
| 040 | 在刀补过程中出现了不正确的操作指令。 | |
| 041 | 在刀尖半径补偿中将出现过切。 | |
| 042 | 刀具半径补偿时，圆弧指令中重复指定刀尖半径补偿 G 码。 | |
| 043 | 输入的数据超出允许范围。 | |
| 044 | 卡盘未夹紧启动主轴。 | |
| 045 | 主轴运转时，不能够松开卡盘。 | |

| 报警号码 | 内 容 | 备 注 |
|------|---|-----|
| 046 | 断电保存数据错乱，请重新上电。 | |
| 047 | 主轴正转（反转）时，没有经过停止而又指定了主轴反转（正转）。 | |
| 050 | 在 G76 中指定了一个不可用的刀尖角度。 | |
| 051 | 在 G76 中指定的最小切深大于螺纹高度，或者精加工余量大于螺纹高度。 | |
| 052 | G76 中为螺纹高度或首次切削深度指定了 0 或负值。 | |
| 053 | 在 G70、G71、G72、G73 指令中没有指令 P 或 Q 值。 | |
| 054 | G74 或 G75 中的 #I 或 #K 被指定为负值。 | |
| 055 | G76 精加工余量为负值。 | |
| 062 | (1)G71 或 G72 中的切削深度是零或负值。 (2)G73 的重复次数是零或负值。 (3)G74 或 G75 中的 D-i 或 D-k 指令为负值。 (4)虽然 G74 或 G75 中的 D-i 或 D-k 不为零但地址 U 或 W 指定为零或负值。 (5)虽然指定了 G74 或 G75 的退刀方向但 D-d 是负值。 | |
| 063 | 在 G70 中 P 或 Q 指定的程序段检索不到。 | |
| 064 | 当 G 代码为 G32、G33、G90--G94、G70--G76 时未取消刀补。 | |
| 065 | (1)在 G71、G72 或 G73 指令中，由地址 P 指定的顺序号的那个程序段未指令 G00 或 G01。 (2)在 G71 或 G72 指令中，由地址 P 指定的顺序号的程序段中，指令了地址 Z(W)(G71 时)或 X(U)(G72 时)。 | |
| 066 | 在 G70、G71、G72、G73 指令中由地址 P 或 Q 指定的两程序段中指令了非移动指令或不能使用的 G 代码。 | |
| 067 | 由地址 P 或 Q 指定的两程序段中指令了 M98、M99 或 M30。 | |
| 068 | 程序段中重复指定了 G70 的 P 或 Q 值 | |
| 074 | 程序号不在 0001-9999 范围内。 | |
| 076 | 在 M98 的程序段中，没有指定 P。 | |
| 077 | 子程序调用嵌套过多。 | |
| 078 | 子程序调用中，没有找到指定的程序号或者顺序号。 | |
| 079 | 宏指令报警不存在。 | |
| 081 | NC 程序和用户宏指令同时存在。 | |
| 101 | 在程序编辑中，电源断电，请重新编写程序。 | |
| 102 | 编辑行数超过最大值。 | |
| 114 | 在 G65 的程序段中，指令了未定义的 H 代码。 | |
| 115 | 指定了非法的变量号。 | |
| 128 | 在转移指令中，转移地址的顺序号不在允许的范围内，或者没有找到要转移的顺序号。 | |
| 129 | 同一个程序段中不能出现两个相同的功能字或同一组 G 代码。 | |
| 130 | 有地址值超出取值范围。 | |
| 131 | G00 组和 G01 组不能同时出现。 | |
| 132 | 坐标值 X 与 U 或 Z 与 W 同时出现。 | |
| 133 | 连续指定了两个重复性固定循环 G 指令。 | |

| 报警号码 | 内 容 | 备 注 |
|------|--|-----|
| 134 | 指令 G32,G33,G92 时,I,F 同时出现. | |
| 137 | 重复性固定循环 G71 或 G72、G73 中程序段个数过多。 | |
| 138 | N 必须递增 | |
| 141 | 在主轴为档位控制时指定了恒线速指令。 | |
| 142 | 程序非法结束无 M30 或 M99 | |
| 144 | G70、G71、G72、G73、G74、G75、G76 中进刀量，退刀量，倒角余量或 螺纹切削的牙高指定错误。 | |
| 145 | G70、G71、G72、G73、G74、G75、G76 地址字取值错误。 | |
| 146 | 地址 O 和 N 不能引用变量 | |
| 147 | G65 中 P 不能为常量 | |
| 149 | 进入或退出子程序时未取消刀具半径补偿错. | |
| 150 | 重复性固定循环中有坐标不单调 | |
| 151 | 在 G71、G72 指令中 U 和 W 的值的正负与轨迹形状无法匹配或者无 U(W) 值或者超出处理范围，坐标不单调。 | |
| 152 | 在加工圆锥切削循环时超出 G76、G90、G92、G94 所能处理的加工循环情况 | |
| 153 | 指令 G32,G33,G92 时,I,F 同时出现 | |
| 155 | 恒线速指令错误 | |
| 156 | 在 G71、G72、G73 中 P 所指定的程序段未紧邻 G71、G72、G73 程序段或 者 P 或 Q 所指定的程序段不存在。 | |
| 158 | G70、G71、G72 或 G73 所指定的 P 值大于或等于 Q 值。 | |
| 162 | 在调用子程序的程序段中，P 为非整数值或负值。 | |
| 163 | 子程序调用次数过多。 | |
| 165 | 调用子程序和返回子程序的语句在非法的程序段(G90-G94、G70-G76) | |
| 166 | G70、G71、G72、G73 所赋的 Pno 和 Qno 值越界或不是整数。 | |
| 168 | 暂停指令下 P 和 X 不能同时指定。 | |
| 169 | 宏指令中 Q、R 值指定错误。 | |
| 170 | 系统以锁定，请联系销售商或锐普德数控 | |
| 171 | 未接到主轴旋转允许信号. | |
| 181 | M 代码错，程序中编入了非法的M 代码 | |
| 182 | S 代码错，程序中编入了非法的 S 代码 | |
| 183 | T 代码错，程序中编入了非法的 T 代码 | |
| 185 | 换刀时间过长，刀架开始正转经过 Ta 时间后指定的刀位到达信号仍然没有 接收到时，产生报警。 | |
| 186 | 在刀架反转锁紧时间内未接到刀架反转锁紧信号. | |
| 187 | 换刀未绪;检测到刀号与当前系统刀号不符. | |
| 201 | 超出 X 轴正向行程极限 | |
| 202 | 超出 X 轴负向行程极限 | |
| 203 | 超出 Z 轴正向行程极限 | |
| 204 | 超出 Z 轴负向行程极限 | |
| 207 | X 轴硬限位超程 | |

| 报警号码 | 内 容 | 备 注 |
|------|-------------------------------|-----|
| 208 | Z 轴硬限位超程 | |
| 211 | X 轴驱动器报警 | |
| 212 | Z 轴驱动器报警 | |
| 213 | X /Z 轴驱动器未绪 | |
| 250 | 尾座进退中自动运行或开启主轴或主轴旋转时执行了尾座进退指令 | |
| 253 | 压力过低 | |
| 254 | 急停报警 | |
| 255 | 自动运行中防护门开 | |
| 262 | 未检测到 M21 信号 | |
| 263 | 未检测到 M23 信号 | |
| 264 | 未检测到 M25 信号 | |
| 265 | 未检测到 M27 信号 | |
| 266 | 未检测到 M41 信号 | |
| 267 | 未检测到 M42 信号 | |
| | | |

编程实例



综合加工（外圆加工、圆弧加工、直线/斜线加工、螺纹加工、切槽加工）

毛坯为 $\phi 145$ 的棒料；

设定：1 号刀为外圆粗车刀；2 号刀为外圆精车刀；3 号刀为刀宽 4mm 的切槽刀；4 号刀为 60° 螺纹车刀，

O0001

| | | |
|-------|-----------------------|--------------------------|
| N0000 | G50 X180 Z160; | |
| N0010 | M03 S800; | 启动主轴 |
| N0020 | M08; | 开启冷却 |
| N0030 | T0101; | 换 1 号刀，执行相应刀补 |
| N0040 | G00 X147 Z140; | 靠近工件 |
| N0050 | G71 U5 R1 F200; | 外圆粗车循环 |
| N0060 | G71 P70 Q200 U1 W0.2; | |
| N0070 | G01 X28 F100 | |
| N0080 | Z135 | |
| N0090 | X30 W-1 | 车 $1 \times 45^\circ$ 倒角 |
| N0100 | W-23 | 车直径 $\phi 30$ 外圆 |
| N0110 | X48 | |
| N0120 | X50 W-1 | 车 $1 \times 45^\circ$ 倒角 |
| N0130 | W-24 | 车直径 $\phi 50$ 外圆 |
| N0140 | X70 | |
| N0150 | W-20 | 车直径 $\phi 70$ 外圆 |
| N0160 | G03 X100 W-15 R15 | 车半径为 15 的逆圆弧 |
| N0170 | G02 X130 W-15 R15 | 车半径为 15 的顺圆弧 |

| | | |
|-------|-------------------|--------------------|
| N0180 | G01 W-12 | 车直径 $\phi 130$ 外圆 |
| N0190 | X140 W-5 | 车锥面 |
| N0200 | Z0 | 车直径 $\phi 140$ 外圆 |
| N0210 | G00 X180 Z160 | 粗车完成，退回安全位置，等待精加工 |
| N0220 | T0202 | 换外圆精车刀，执行对应刀补 |
| N0230 | M03 S1200 | 加快主轴转速， |
| N0240 | G70 P70 Q200 | 执行精车加工 |
| N0250 | G00 X180 Z160 | 精车完成，退回安全位置 |
| N0260 | T0303 | 换切槽刀，执行对应刀补 |
| N0270 | M03 S300 | 降低主轴转速 |
| N0280 | G00 Z111 | 切槽前定位 |
| N0290 | G01 X26 F50 | 切槽 |
| N0300 | X70 | 退刀 |
| N0310 | G00 Z87 | 切槽前定位 |
| N0320 | G01 X40 F50 | 切槽 |
| N0330 | X60 | 退刀 |
| N0340 | G00 X52 Z88 | |
| N0350 | G01 X50 F100 | |
| N0360 | X48 W-1 | 导 $1^{\circ}45'$ 角 |
| N0370 | G00 X70 | 退刀 |
| N0380 | X180 Z160 | 退回安全位置换刀 |
| N0390 | T0404 | 换螺纹刀，执行对应刀补 |
| N0400 | G00 X60 Z112 | |
| N0410 | G92 X48.5 W-23 F3 | 加工螺纹，分 4 刀切削 |
| N0420 | X47.5 | |
| N0430 | X47 | |
| N0440 | X46.77 | |
| N0450 | G00 X80 | |
| N0460 | X180 Z160 | 退回安全位置 |
| N0470 | M05 | 关主轴 |
| N0480 | M09 | 关冷却 |
| N0490 | M30 | 程序结束 |