

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

目 录

前言.....	13
注意事项.....	13
第一篇 编程说明.....	17
第一章 编程基础.....	18
1.1 介绍.....	18
1.1.1 产品简介.....	18
1.1.2 技术规格.....	19
1.1.3 气候、环境的适应性.....	23
1.1.4 电源适应能力.....	23
1.1.5 防护.....	23
1.2 编程基本知识.....	23
1.2.1 工件坐标系和程序零点.....	23
1.2.2 绝对坐标编程和相对坐标编程.....	23
1.2.3 直径编程和半径编程.....	24
1.2.4 程序的一般结构.....	24
第二章 MST 代码.....	25
2.1 M 代码（辅助功能）.....	25
2.1.1 程序结束 M02.....	26
2.1.2 程序运行结束 M30.....	26
2.1.3 局部循环 M97.....	26
2.1.4 子程序调用 M98.....	26
2.1.5 从子程序返回 M99.....	26
2.1.6 自动重复上料功能 M35.....	27
2.1.7 强制信号输出 M80 和 M81.....	27

2.1.8 等待外部信号 M82 和 M83.....	27
2.1.9 Y 轴逆时针转、顺时针转和停止控制 M103、M104 和 M105.....	28
2.1.10 Y 轴是否使能 M110 和 M111.....	28
2.1.11 标准 PLC 梯形图定义的 M 代码.....	28
2.1.12 程序停止 M00.....	29
2.1.13 程序选择停 M01.....	30
2.1.14 逆时针转、顺时针转和主轴停止控制 M03、M04 和 M05.....	30
2.1.15 冷却泵控制 M08、M09.....	30
2.1.16 尾座控制 M10、M11.....	30
2.1.17 卡盘控制 M12、M13.....	30
2.1.18 主轴位置/速度控制切换 M14、M15.....	31
2.1.19 主轴夹紧/松开控制 M20、M21.....	31
2.1.20 第 2 主轴位置/速度控制切换 M24、M25.....	31
2.1.21 润滑液控制 M32、M33.....	31
2.1.22 主轴自动换档 M41、M42、M43、M44.....	32
2.1.23 第二主轴逆时针转、顺时针转和主轴停止控制 M63、M64 和 M65.....	32
2.2 主轴功能.....	32
2.2.1 主轴转速开关量控制.....	32
2.2.2 主轴转速模拟电压控制.....	33
2.2.3 恒线速控制 G96、恒转速控制 G97.....	33
2.2.4 主轴倍率.....	36
2.2.5 多主轴控制功能.....	36
2.2.6 Cs 轮廓控制功能.....	37
2.3 刀具功能.....	38
第三章 G 代码.....	40
3.1 概述.....	40
3.1.1 模态、非模态及初态.....	41

3.1.2 代码字的省略输入.....	41
3.1.3 相关定义.....	43
3.2 快速定位 G00.....	43
3.3 直线插补 G01.....	44
3.4 圆弧(螺旋)插补 G02、G03.....	45
3.5 三点圆弧插补 G05.....	49
3.5.1 椭圆插补 G6.2、G6.3.....	50
3.5.2 抛物线插补 G7.2、G7.3.....	53
3.5.3 极坐标插补 G12.1、G13.1.....	56
3.5.4 圆柱插补 G7.1.....	59
3.5.5 平面选择代码 G17 ~ G19.....	62
3.6 倒角功能.....	63
3.6.1 直线倒角.....	63
3.6.2 圆弧倒角.....	65
3.6.3 特殊情况.....	67
3.7 暂停代码 G04.....	68
3.8 机械零点(机床零点)功能.....	69
3.8.1 机床第一参考点 G28.....	69
3.8.2 机床第 2、3、4 参考点 G30.....	70
3.9 跳转插补 G31.....	72
3.10 浮动工件坐标系设定 G50.....	73
3.11 局部坐标系 G52.....	74
3.12 工件坐标系 G54 ~ G59.....	75
3.13 固定循环代码.....	77
3.13.1 轴向切削循环 G90.....	77
3.13.2 径向切削循环 G94.....	80
3.13.3 固定循环代码的注意事项.....	83

3.14 多重循环代码.....	83
3.14.1 轴向粗车循环 G71.....	83
3.14.2 径向粗车循环 G72.....	89
3.14.3 封闭切削循环 G73.....	93
3.13.4 精加工循环 G70.....	98
3.14.5 轴向切槽多重循环 G74.....	99
3.14.6 径向切槽多重循环 G75.....	102
3.15 螺纹切削代码.....	105
3.15.1 等螺距螺纹切削代码 G32.....	106
3.15.2 刚性螺纹切削代码 G32.1.....	108
3.15.3 变螺距螺纹切削代码 G34.....	110
3.15.4 Z 轴攻丝循环 G33.....	111
3.15.5 螺纹切削循环 G92.....	113
3.15.6 多重螺纹切削循环 G76.....	116
3.15.7 T 型螺纹切削循环 G78.....	120
3.16 恒线速控制 G96、恒转速控制 G97.....	121
3.17 每分钟进给 G98、每转进给 G99.....	121
3.18 断屑功能 G104.....	122
3.19 宏代码.....	122
3.19.1 宏变量.....	122
3.19.2 运算命令和转移命令 G65.....	126
3.19.3 宏程序调用代码.....	130
3.19.4 宏 B 指令使用说明.....	131
3.20 公英制转换.....	135
3.20.1 功能概述.....	135
3.20.2 功能代码 G20/G21.....	136
3.20.3 注意事项.....	136

第四章 刀尖半径补偿 (G41、G42)	138
4.1 刀尖半径补偿的应用	138
4.1.1 概述	138
4.1.2 假想刀尖方向	138
4.1.3 补偿值的设置	142
4.1.4 代码格式	143
4.1.5 补偿方向	143
4.1.6 注意事项	145
4.1.7 应用示例	146
4.2 刀尖半径补偿偏移轨迹说明	147
4.2.1 内侧、外侧概念	147
4.2.2 起刀时的刀具移动	148
4.2.3 偏置方式中的刀具移动	149
4.2.4 偏置取消方式中的刀具移动	155
4.2.5 刀具干涉检查	157
4.2.6 暂时取消补偿向量的代码	158
4.2.7 特殊情况	160
第二篇 操作说明	160
第一章 操作方式和显示界面	163
1.1 面板划分	163
1.1.1 状态指示	163
1.1.2 编辑键盘	163
1.1.3 显示菜单	164
1.1.4 机床面板	165
1.2 操作方式概述	168
1.3 显示界面	169
第二章 开机、关机及安全防护	170

2.1 开机.....	170
2.2 关机.....	170
2.3 紧急操作.....	170
2.3.1 复位.....	170
2.3.2 急停.....	170
2.3.3 进给保持.....	171
2.3.4 切断电源.....	171
第三章 手动操作.....	172
3.1 坐标轴移动.....	172
3.1.1 手动进给.....	172
3.1.2 手动快速移动.....	172
3.1.3 速度修调.....	173
3.2 其它手动操作.....	174
3.2.1 逆时针转、顺时针转、停止控制.....	174
3.2.2 主轴点动.....	174
3.2.3 冷却液控制.....	175
3.2.4 润滑控制.....	175
3.2.5 手动换刀.....	175
3.2.6 主轴倍率的修调.....	176
第四章 手轮/单步操作.....	177
4.1 单步进给.....	177
4.1.1 增量的选择.....	177
4.1.2 移动方向选择.....	177
4.2 手轮(手摇脉冲发生器)进给.....	177
4.2.1 增量的选择.....	178
4.2.2 移动轴及方向的选择.....	178
4.2.3 说明事项.....	178

第五章 录入操作.....	179
5.1 代码字的输入.....	179
5.2 代码字的执行.....	179
5.3 参数的设置.....	179
5.4 其它操作.....	179
第七章 刀具偏置与对刀.....	181
7.1 定点对刀.....	181
7.2 试切对刀.....	182
7.3 回机床零点对刀.....	183
7.4 刀具偏置值的设置与修改.....	185
7.4.1 刀具偏置值的设置.....	186
7.4.2 刀具偏置值的修改.....	186
7.4.3 刀具偏置值清零.....	186
7.4.4 刀具磨损值设置与修改.....	187
7.4.5 0号刀偏平移工件坐标系.....	187
第八章 自动操作.....	188
8.1 自动运行.....	188
8.2 运行时的状态.....	191
8.2.1 单段运行.....	191
8.2.2 空运行.....	191
8.2.3 机床锁住运行.....	192
8.2.4 辅助功能锁住运行.....	192
8.2.5 程序段选跳.....	192
8.3 其它操作.....	192
第九章 回零操作.....	193
9.1 程序回零.....	193
9.2 机床回零.....	193

9.2.1 机床零点.....	193
9.2.2 机床回零的操作步骤.....	193
9.3 回零方式下的其它操作.....	194
第三篇 安装连接说明.....	195
第一章 安装布局.....	196
1.1 系统连接.....	196
1.1.1 系统后盖接口布局.....	196
1.1.2 接口说明.....	196
1.2 系统安装.....	197
第二章 接口信号定义及连接.....	199
2.1 与驱动单元的连接.....	199
2.1.1 驱动接口定义.....	199
2.1.2 指令脉冲信号和指令方向信号.....	199
2.1.3 驱动单元报警信号 nALM.....	199
2.1.4 轴使能信号 nEN.....	200
2.1.5 零点信号 nPC.....	200
2.1.6 与驱动单元的连接.....	201
2.2 与主轴编码器的连接.....	202
2.2.1 主轴编码器接口定义.....	202
2.2.2 信号说明.....	202
2.2.3 主轴编码器接口连接.....	202
2.3 与手轮的连接.....	203
2.3.1 副面板接口定义.....	203
2.3.2 手轮与数控系统的接线图.....	203
2.4 主轴接口定义.....	204
2.5 模拟量接口.....	205
2.6 I/O 接口定义.....	206

2.6.1 输入信号.....	209
2.6.2 输出信号.....	210
2.7 I/O 功能与连接.....	211
2.7.1 LMT+, LMT-正负向硬件限位信号.....	211
2.7.2 换刀控制.....	212
2.7.3 机床回零.....	213
2.7.4 主轴控制.....	214
2.7.5 主轴转速开关量控制.....	214
2.7.6 主轴自动换档控制.....	214
2.7.7 外接循环启动和进给保持.....	215
2.7.8 冷却泵控制.....	215
2.7.9 润滑控制.....	216
2.7.10 卡盘控制.....	216
2.7.11 尾座控制.....	218
2.7.12 防护门检测.....	218
2.7.13 程序段选跳.....	219
2.7.14 CNC 宏变量.....	219
2.7.15 三色灯.....	220
第三章 机床调试方法与步骤.....	221
3.1 驱动单元设置.....	221
3.2 齿轮比调整.....	221
3.3 反向间隙补偿.....	222
3.4 刀架调试.....	222
第四章 存储型螺距误差补偿功能.....	224
4.1 功能说明.....	224
4.2 规格说明.....	224
4.3 参数设定.....	224

4.3.1 螺补功能.....	224
4.3.2 螺距误差补偿原点.....	224
4.3.3 补偿间隔.....	224
4.3.4 补偿量.....	225
4.4 补偿量设定的注意事项.....	225
4.5 补偿参数设定举例.....	225
附录一 系统参数.....	226
附录二 PLC 信号.....	235
附录三 系统报警.....	261

尊敬的客户： 对您选用的产品，本公司深感
荣幸与感谢！

本使用手册详细介绍了 S98T/S180T/S188T车床 CNC 的编程、操作及安装连接
事项。

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



操作不当将引起意外事故，必须要具有相应资格的人员才能操作本系

统。

特别提示：安装在机箱上（内）的系统电源，是仅为本公司制造的数控系统提供的专用电源。禁止用户
将这个电源作其他用途使用。否则，将产生极大的危险！

注 意 事 项

■ 运输与储存

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

■ 开箱检查

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

■ 接线

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

■ 检修

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

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

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

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

本系统虽配备有标准机床操作面板，但标准机床面板各按键的功能是由 PLC 程序（梯形图）定义的。本手册机床面板中按键的功能是针对标准 PLC 程序进行描述的，敬请注意！

* 本手册的内容如有变动，恕不另行通知。

第一篇 编程说明

介绍技术规格、产品型谱、指令代码和程序格式。

第二篇 操作说明

介绍 S98T/S180T/S188TCNC 的操作使用方法。

第三篇 安装连接

介绍 S98T/S180T/S188TCNC 的安装、连接及设置方法。

附录

介绍 S98T/S180T/S188TCNC 的出厂标准参数、报警信息表等。

制造者的安全责任

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

——制造者应对所提供的数控系统及随行供应的附件的安全负责。

——制造者应对提供给使用者的使用信息和建议负责。

使用者的安全责任

——使用者应通过数控系统安全操作的学习和培训，并熟悉和掌握安全操作的内容。

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

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

* 本手册为最终用户收藏。诚挚的感谢您在使用本公司的产品时, 对本公司友好的支持!

第一篇

编程说明

第一章 编程基础

1.1 S98T/S180T/S188T介绍

1.1.1 产品简介

系统可控制 6 个进给轴（含 C 轴）、2 个模拟主轴，1ms 高速插补， $0.1\mu\text{m}$ 控制精度，显著提高了零件加工的效率、精度和表面质量。

- * X、Z、Y、A、B、C 六轴控制，六个轴的轴名、轴型可定义
- * 1ms 插补周期，控制精度 $1\mu\text{m}$ 、 $0.1\mu\text{m}$ 可选
- * 最高速度 60m/min
- * 适配伺服主轴可实现主轴连续定位、刚性攻丝、刚性螺纹加工
- * 内置多 PLC 程序，当前运行的 PLC 程序可选择
- * 支持语句式宏代码编程，支持带参数的宏程序调用
- * 支持公制 / 英制编程，具有自动对刀、自动倒角、刀具寿命管理功能
- * 支持中文、英文显示，由参数选择
- * 具备 USB 接口，支持 U 盘文件操作、系统配置和软件升级
- * 2 路 $-10\text{V} \sim 10\text{V}$ 模拟电压输出，支持双主轴控制
- * 1 路手轮输入，支持手持单元
- * 48 点通用输入 /36 点通用输出

1.1.2 技术规格

控制轴数

* 控制轴数：6 轴（X、Z、Y、A、B、C）

* 联动轴数：6 轴

进给轴功能

* 最小输入增量：0.001mm（0.0001inch）和 0.0001mm（0.00001inch）可选

* 最小指令增量：0.001mm（0.0001inch）和 0.0001mm（0.00001inch）可选

* 最大行程： $\pm 99999999 \times$ 最小指令增量

* 快速移动速度：最高 60m/min

* 快速倍率：F0、25%、50%、100% 共四级实时修调

* 进给倍率：0 ~ 150% 共十六级实时修调

* 插补方式：直线插补、圆弧插补（支持三点圆弧插补）、螺纹插补、刚性攻丝

* 自动倒角功能

螺纹功能

* 普通螺纹（跟随主轴）/ 刚性螺纹

* 单头 / 多头公英制直螺纹、锥螺纹和端面螺纹，等螺距螺纹和变螺距螺纹

* 螺纹退尾长度、角度和速度特性可设定

* 螺纹螺距：0.01mm ~ 500mm 或 0.06 牙 / 英寸 ~ 2540 牙 / 英寸

加减速功能

* 切削进给：前加减速直线型、前加减速 S 型、后加减速直线型、后加减速指数型

* 快速移动：前加减速直线型、前加减速 S 型、后加减速直线型、后加减速指数型

* 螺纹切削：直线式、指数式可选

* 加减速的起始速度、终止速度和加减速时间由参数设定

主轴功能

* 2 路 -10V ~ 10V 模拟电压输出，支持双主轴控制

* 1 路主轴编码器反馈，主轴编码器线数可设定（100p/r ~ 5000p/r）

* 编码器与主轴的传动比：（1 ~ 255）：（1 ~ 255）

* 主轴转速：可由 S 代码或 PLC 信号给定，转速范围 0r/min ~ 9999r/min

* 主轴倍率：50% ~ 120% 共 8 级实时修调

- * 主轴恒线速控制

- * 刚性攻丝

刀具功能

- * 刀具长度补偿

- * 刀尖半径补偿（C 型）

- * 刀具磨损补偿

- * 刀具寿命管理

- * 对刀方式：定点对刀、试切对刀、回参考点对刀、自动对刀

- * 刀偏执行方式：修改坐标方式、刀具移动方式

精度补偿

- * 反向间隙补偿

- * 记忆型螺距误差补偿

PLC 功能

- * 两级 PLC 程序，最多 4700 步，第 1 级程序刷新周期 8ms

- * PLC 程序通信下载

- * 支持 PLC 警告和 PLC 报警

- * 支持多 PLC 程序（最多 20 个），当前运行的 PLC 程序可选择

- * 基本 I/O：36 输入 /36 输出

人机界面

- * 8.0 英寸宽屏 LCD，分辨率为 800×600

- * 中文、英文等多种语言显示

- * 二维刀具轨迹显示

- * 实时时钟

操作管理

- * 操作方式：编辑、自动、录入、机床回零、手轮/单步、手动、程序回零

- * 多级操作权限管理

- * 报警日志

程序编辑

- * 程序容量：240MB、1000 个程序（含子程序、宏程序）
- * 编辑功能：程序 / 程序段 / 字检索、修改、删除、复制、粘贴
- * 程序格式：ISO 代码，支持宏代码编程，支持相对坐标、绝对坐标和混合坐标编程
- * 程序调用：支持带参数的宏程序调用，4 级子程序嵌套

通信功能

- * USB：U 盘文件操作、U 盘文件直接加工，支持 PLC 程序、系统软件 U 盘升级

安全功能

- * 紧急停止
- * 硬件行程限位
- * 软件行程检查
- * 数据备份与恢复

G 代码表

代码	功能	代码	功能
G00	快速定位	G31	跳跃机能
G01	直线插补	G32	等螺距螺纹切削
G02	顺时针圆弧插补	G32.1	刚性螺纹切削
G03	逆时针圆弧插补	G33	Z 轴攻丝循环
G04	暂停、准停	G34	变螺距螺纹切削
G05	三点圆弧插补	G40	取消刀尖半径补偿
G6.2	顺时针椭圆插补	G41	刀尖半径左补偿
G6.3	逆时针椭圆插补	G42	刀尖半径右补偿
G7.1	圆柱插补	G50	浮动工件坐标系
G7.2	顺时针抛物线插补	G52	局部工件坐标系
G7.3	逆时针抛物线插补	G54-G59	设置工件坐标系
G8.2	顺时针双曲线插补	G65	宏代码非模态调用

G8.3	逆时针双曲线插补	G71	轴向粗车循环
G10	磨损补偿	G72	径向粗车循环
G12.1	启动极坐标插补	G73	封闭切削循环
G13.1	取消极坐标插补	G70	精加工循环
G12.2	顺时针渐开线插补	G74	轴向切槽循环
G13.2	逆时针渐开线插补	G75	径向切槽循环
G12.3	顺时针指数插补	G76	多重螺纹切削循环
G13.3	逆时针指数插补	G78	T型螺纹切削循环
G15	极坐标指令取消	G80	刚性攻丝状态取消
G16	极坐标指令	G84	轴向刚性攻丝
G17	平面选择代码	G88	径向刚性攻丝
G18	平面选择代码	G90	轴向切削循环
G19	平面选择代码	G92	螺纹切削循环
G20	英制单位选择	G94	径向切削循环
G21	公制单位选择	G96	恒线速控制
G24	启动车方	G97	取消恒线速控制
G25	取消车方	G98	每分进给
G28	自动返回机床零点	G99	每转进给
G30	回机床第 2、3、4 参考点	G104	断屑功能

1.1.3 气候、环境的适应性

贮存运输、工作的环境条件如下：

项目	工作气候条件	贮存运输气候条件
环境温度	0℃～ 45℃	-40℃～ +70℃
相对湿度	≤ 90%（不凝露）	≤ 95%（40℃）
大气压强	86 kPa ~ 106 kPa	86 kPa ~ 106 kPa
海拔高度	≤ 1000m	≤ 1000m

1.1.4 电源适应能力

在下列交流输入电源的条件下，能正常运行。电压变化：在 $(0.85 \sim 1.1) \times$ 额定交流输入电压（AC220V）的范围内；频率变化：49Hz ~ 51Hz 连续变化。

1.1.5 防护

防护等级不低于 IP20。

1.2 编程基本知识

1.2.1 工件坐标系和程序零点

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/G54~G59 设置刀具当前位置的绝对坐标，在 CNC 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。

用 G50 设定工件坐标系的当前位置称为程序零点，执行程序回零操作后就回到此位置。

注：在上电后如果没有用 G50 设定工件坐标系，请不要执行回程序零的操作，否则会产生报警。

1.2.2 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 X、Z 轴的绝对坐标值编程（用 X、Z 表示）称为绝对坐标编程；使用 X、Z 轴的相对位移量（以 U、W 表示）编程称为相对坐标编程；

允许在同一程序段 X、Z 轴分别使用绝对编程坐标值和相对位移量编程，称为混合坐标编程。

1.2.3 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：系统参数 N0001 为 0 时，程序中 X 轴的编程值按直径值输入，此时 X 轴的坐标以直径值显示。

半径编程：系统参数 N0001 为 1 时，程序中 X 轴的编程值按半径值输入，此时，X 轴的坐标以半径值显示。

1.2.4 程序的一般结构

程序名	00001
注释行 “//”	//注释
	N0010 G50 X0 Z0
程序段选跳符 “/”	/N0020 G01 X100 F500
	N0030 X200
	N0040 M30
程序结束符	%

程序名

最多可以存储 1000 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 0 及其后的四位数字构成。

第二章 MST 代码

2.1 M 代码（辅助功能）

M代码由代码地址 M 和其后的 1~2 位数字或 4 位数组成,用于控制程序执行的流程或输出 M 代码到 PLC。

M98、M99 由 NC 独立处理，不输出 M 代码给 PLC。

M02、M30 已由 NC 定义为程序结束代码，同时也输出 M 代码到 PLC，可由 PLC 程序用于输入输出控制（关主轴、关冷却等）。

M98、M99 作为程序调用代码，M02、M30 作为程序结束代码，PLC 程序不能改变上述代码意义。其它 M 代码都输出到 PLC，由 PLC 程序定义代码功能，请参照机床厂家的说明书。

一个程序段中只能有一个 M 代码，当程序段中出现两个或两个以上的 M 代码时，CNC 出现报警。

表 2-1 控制程序执行的流程 M 代码一览表

代码	功能
M02	程序运行结束
M30	程序运行结束
M97	局部循环
M98	子程序调用
M99	从子程序返回；若 M99 用于主程序结束（即当前程序并非由其它程序调用），程序反复执行
M35	自动重复上料功能
M80、M81	强制信号输出
M82、M83	等待外部信号
M103	Y 轴逆时针转
M104	Y 轴顺时针转
*M105	Y 轴停止
M110	Y 轴不使能
M111	Y 轴使能

2.1.1 程序结束 M02

代码格式：M02 或 M2

代码功能：在自动方式下，执行 M02 代码，当前程序段的其它代码执行完成后，自动运行结束，加工件数加 1，取消刀尖半径补偿，光标返回程序开头（是否返回程序开头由参数决定）。

2.1.2 程序运行结束 M30

代码格式：M30

代码功能：在自动方式下，执行 M30 代码，当前程序段的其它代码执行完成后，自动运行结束，加工件数加 1，取消刀尖半径补偿，光标返回程序开头（是否返回程序开头由参数决定）。

2.1.3 局部循环 M97

代码格式：M97 P Q L

代码说明：P：起始 N 号；

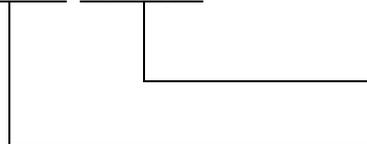
Q：结束 N 号；

L：调用次数；

代码功能：循环执行 P 到 Q 之间的代码，执行完 L 次后，然后执行 M97 之后的代码。通常将 M97 放在 Q 之后。

2.1.4 子程序调用 M98

代码格式：M98 P □□□□ □□□□



被调用的子程序号（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（1-9999），调用 1 次时，可不输入

代码功能：在自动方式下，执行 M98 代码时，当前程序段的其它代码执行完成后，CNC 去调用执行 P 指定的子程序，子程序最多可执行 9999 次。M98 代码在 MDI 下运行无效。

2.1.5 从子程序返回 M99

代码格式：M99 P_

代码说明：P：返回主程序将被执行的程序段号（0000 ~ 9999），前导 0 可以省略。

代码功能：（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。M99 代码在 MDI 下运行无效。

2.1.6 自动重复上料功能 M35

指令格式: M35 K_ I_ J_ P_ L_

代码说明: K: 上料输出口;

I: 到位信号输入口, 有符号数, 符号用来表示有效电平, <0 低电平有效, >0 高电平有效, 不可为 0;

J: 到位信号的最大等待时间, 单位: 秒, 在此期间, K 指定的口保持打开, 等待时间到时, 关闭 K 指定的输出口;

P: 两次上料之间的延时, 即关闭上料输出口到再次打开的延时时间, 单位: 秒, 可以带小数点, 在此期间, K 指定的口保持有关闭;

L: 上料重复执行次数, 小于 0 时, 被当作 1 处理。

功能描述: M35 功能适用于自动上料的工艺, 当上料卡料时, 可以自动退回, 并再次上料, 以提高上料的成功率和加工效率。

此功能用于上料控制, 当上料失败时, 会自动重试 L 次。

动作过程:

- (1) 上料输出口打开;
- (2) 检测 I 口输入是否有效, 有效时, 执行 (6), 否则当 J 指定的时间到达时, 执行下一步, 否则执行 (2);
- (3) 上料输出口关闭, 重试次数加 1;
- (4) 重试次数大于或等于 L 则报警, 否则执行下一步;
- (5) 等待 P 指定的时间, 执行 (1);
- (6) 关闭上料输出并结束。

2.1.7 强制信号输出 M80 和 M81

代码格式: M80 K J;

M81 K J;

代码说明: K: 端口号, 定义在输出口定义界面;

J: 延时时间, 单位 ms;

代码功能: M80: 强制一个端口输出高电平, 延时 J 后, 恢复原状态;

M81: 强制一个端口输出低电平, 延时 J 后, 恢复原状态;

2.1.8 等待外部信号 M82 和 M83

代码格式: M82 L J;

M83 L J;

代码说明: L: 端口号, 定义在输入口定义界面;

J: 等待超时时间, 如果没有 J, 则一直等待, 单位 ms;

代码功能: M82: 一直等待, 直到输入端口是高电平;

M83: 一直等待, 直到输入端口是低电平;

2.1.9 Y 轴逆时针转、顺时针转和停止控制 M103、M104 和 M105

代码格式: M103;

M104;

M105;

代码功能: M103: 逆时针转;

M104: 顺时针转;

M105: 停止;

2.1.10 Y 轴是否使能 M110 和 M111

代码格式: M110;

M111;

代码功能: M110: Y 轴不使能;

M111: Y 轴使能;

2.1.11 标准 PLC 梯形图定义的 M 代码

除上述代码 (M02、M30、M98、M99) 外, 其它 M 代码由 PLC 定义。以下所述为标准 PLC 定义的 M 代码, S98T/S180T/S188T 系列车床 CNC 用于机床控制, M 代码的功能、意义、控制时序及逻辑等请以机床厂家的说明为准。

标准 PLC 梯形图定义的 M 代码

代码	功能	备注
M00	程序暂停	
M01	程序选择停	
M03	主轴逆时针转	功能互锁, 状态保持
M04	主轴顺时针转	
*M05	主轴停止	

M08	冷却液开	功能互锁，状态保持
*M09	冷却液关	
M10	尾座进	功能互锁，状态保持
M11	尾座退	
M12	卡盘夹紧	功能互锁，状态保持
M13	卡盘松开	
M14	主轴位置控制	功能互锁，状态保持
*M15	主轴速度控制	
M20	主轴夹紧	功能互锁，状态保持
*M21	主轴松开	
M24	第 2 主轴位置控制	功能互锁，状态保持
*M25	第 2 主轴速度控制	
M32	润滑开	功能互锁，状态保持
*M33	润滑关	
M63	第 2 主轴逆时针转	功能互锁，状态保持
M64	第 2 主轴顺时针转	
*M65	第 2 主轴停止	
*M41、M42、 M43、M44	主轴自动换档	功能互锁，状态保持

注：标准 PLC 定义的标“*”的代码上电时有效。

2.1.12 程序停止 M00

代码格式：M00 或 M0

代码功能：执行 M00 代码后，程序运行停止，显示“暂停”字样，按循环启动键后，程序继续运行。

2.1.13 程序选择停 M01

代码格式：M01 或 M1



代码功能：在自动、录入方式有效，按  选择停键使选择停按钮指示灯亮，则表示进入选择停状态，此时执行 M01 代码后，程序运行停止，显示“暂停”字样，按循环启动键后，程序继续运行。如果程序选择停开关未打开，即使运行 M01 代码，程序也不会暂停。

2.1.14 逆时针转、顺时针转和主轴停止控制 M03、M04 和 M05

代码格式：M03 或 M3；

M04 或 M4；

M05 或 M5；

代码功能：M03：逆时针转；

M04：顺时针转；

M05：主轴停止。

注：标准 PLC 定义的 M03、M04、M05 的控制时序及逻辑详见本使用手册第三篇《安装连接》。

2.1.15 冷却泵控制 M08、M09

代码格式：M08 或 M8；

M09 或 M9；

代码功能：M08：冷却泵开；

M09：冷却泵关。

注：标准 PLC 定义的 M08、M09 的控制时序及逻辑详见本使用手册第三篇《安装连接》。

2.1.16 尾座控制 M10、M11

代码格式：M10；

M11；

代码功能：M10：尾座进；

M11：尾座退。

注：标准 PLC 定义的 M10、M11 的控制时序及逻辑详见本使用手册第三篇《安装连接》。

2.1.17 卡盘控制 M12、M13

代码格式: M12;

M13;

代码功能: M12: 卡盘夹紧;

M13: 卡盘松开。

注: 标准 PLC 定义的 M12、M13 的控制时序及逻辑详见本使用手册第三篇《安装连接》。

2.1.18 主轴位置/速度控制切换 M14、M15

代码格式: M14;

M15;

代码功能: M14: 主轴从速度控制方式切换为位置控制方式;

M15: 主轴从位置控制方式切换为速度控制方式。

注: 标准 PLC 定义的 M14、M15 的控制时序及逻辑详见本使用手册第三篇《安装连接》。

2.1.19 主轴夹紧/松开控制 M20、M21

代码格式: M20;

M21;

代码功能: M20: 主轴夹紧;

M21: 主轴松开。

注: 标准 PLC 定义的 M20、M21 的控制时序及逻辑详见本使用手册第三篇《安装连接》。

2.1.20 第 2 主轴位置/速度控制切换 M24、M25

代码格式: M24;

M25;

代码功能: M24: 第 2 主轴从速度控制方式切换为位置控制方式;

M25: 第 2 主轴从位置控制方式切换为速度控制方式。

注: 标准 PLC 定义的 M24、M25 的控制时序及逻辑详见本使用手册第三篇《安装连接》。

2.1.21 润滑油控制 M32、M33

代码格式: M32;

M33;

代码功能: M32: 润滑油泵开;

M33: 润滑油泵关。

注: 标准 PLC 定义的 M32、M33 的控制时序及逻辑详见本使用手册第三篇《安装连接》。

2.1.22 主轴自动换档 M41、M42、M43、M44

代码格式：M4n；（n=1、2、3、4）

代码功能：执行 M4n 时，主轴换到第 n 档

注：标准 PLC 定义的 M41、M42、M43、M44 的控制时序及逻辑详见本使用手册第三篇《安装连接》。

2.1.23 第二主轴逆时针转、顺时针转和主轴停止控制 M63、M64 和 M65

代码格式：M63；

M64；

M65；

代码功能：M63：逆时针转；

M64：顺时针转；

M65：主轴停止。

注 1：标准 PLC 定义的 M63、M64、M65 的控制时序同 M03、M04、M05。

注 2：本功能只有当第二主轴功能有效时才生效。

2.2 主轴功能

S 代码用于控制主轴的转速，系统控制主轴转速的方式有两种：主轴转速开关量控制方式：S □□（2 位数代码值）代码由 PLC 处理，PLC 输出开关量信号到机床，实现主轴转速的有级变化。

主轴转速模拟电压控制方式：S□□□□（4 位数代码值）指定主轴实际转速，NC 输出 0 ~ 10V 模拟电压信号给主轴伺服装置或变频器，实现主轴转速无级调速。

2.2.1 主轴转速开关量控制

当参数 N0105 设为 0 时主轴转速为开关量控制。一个程序段只能有一个 S 代码，当程序段中出现两个或两个以上的 S 代码时，CNC 出现报警。

S 代码与执行移动功能的代码字共段时，执行的先后顺序由 PLC 程序定义，具体请参阅机床厂家的说明书。

主轴转速开关量控制时，车床 CNC 用于机床控制，S 代码执行的时序和逻辑应以机床生产厂家说明为准。以下所述为标准 PLC 定义的 S 代码，仅供参考。

代码格式：S_

代码说明：S：00~04（前导零可省略）：1~4 档主轴转速开关量控制。

CNC 复位时，S01、S02、S03、S04 输出状态不变。

CNC 上电时，S1~S4 输出无效。执行 S01、S02、S03、S04 中任意一个代码，对应的 S 信号输出有效

并保持，同时取消其余 3 个 S 信号的输出。执行 S00 代码时，取消 S1 ~ S4 的输出，S1~S4 同一时刻仅一个有效。

2.2.2 主轴转速模拟电压控制

当参数 N0105 设为 1 时主轴转速为模拟电压控制。

代码格式：S_

代码说明：S: 0000 ~ 9999 (前导 0 可以省略)：主轴转速模拟电压控制

代码功能：设定主轴的转速，CNC 输出 0V~10V 模拟电压控制主轴伺服或变频器，实现主轴的无级变速，S 代码值掉电不记忆，上电时置 0。

主轴转速模拟电压控制功能有效时，主轴转速输入有 2 种方式：S 代码设定主轴的固定转速 (r/min)，S 代码值不改变时主轴转速恒定不变，称为恒转速控制 (G97 模态)；S 代码设定刀具相对工件外圆的切线速度 (m/min)，称为恒线速控制 (G96 模态)，恒线速控制方式下，切削进给时的主轴转速随着编程轨迹 X 轴绝对坐标值的绝对值变化而变化。

CNC 具有四档主轴机械档位功能，执行 S 代码时，根据当前的主轴档位的最高主轴转速（输出模拟电压为 10V）的设置值（对应参数 N0112）计算给定转速对应的模拟电压值，然后输出到主轴伺服或变频器，控制主轴实际转速与要求的转速一致。

CNC 上电时，模拟电压输出为 0V，执行 S 代码后，输出的模拟电压值保持不变（除非处于恒线速控制的切削进给状态且 X 轴绝对坐标值的绝对值发生改变）。执行 S0 后，模拟电压输出为 0V。CNC 复位、急停时，模拟电压输出保持不变。

2.2.3 恒线速控制 G96、恒转速控制 G97

代码格式：G96 S_；（S0000~S9999，前导零可省略）

代码功能：恒线速控制有效、给定切削线速度 (m/min)，取消恒转速控制。G96 为模态 G 代码，如果当前为 G96 模态，可以不输入 G96。

代码格式：G97 S_；（S0000~S9999，前导零可省略）

代码功能：取消恒线速控制、恒转速控制有效，给定主轴转速 (r/min)。G97 为模态 G 代码，如果当前为 G97 模态，可以不输入 G97。

代码格式：G50 S_；（S0000~S9999，前导零可省略）

代码功能：设置恒线速控制时的主轴最高转速限制值 (r/min)。

G96、G97 为同组的模态代码字，只能一个有效。G97 为初态代码字，CNC 上电时默认 G97 有效。车床车削工件时，工件通常以主轴轴线为中心线进行旋转，刀具切削工件的切削点可以看成围绕主轴轴线作圆周运

动，圆周切线方向的瞬时速率称为切削线速度（通常简称线速度）。不同材料的工件、不同材料的刀具要求的线速度不同。

主轴转速模拟电压控制功能有效时，恒线速控制功能才有效。在恒线速控制时，主轴转速随着编程轨迹（忽略刀具长度补偿）的 X 轴绝对坐标值的绝对值的变化，X 轴绝对坐标值的绝对值增大，主轴转速降低，X 轴绝对坐标值的绝对值减小，主轴转速提高，使得切削线速度保持为 S 代码值。使用恒线速控制功能切削工件，可以使得直径变化的工件表面光洁度保持一致。

$$\text{线速度} = \text{主轴转速} \times |X| \times \pi \div 1000 \quad (\text{m/min})$$

主轴转速：r/min

|X|：X 轴绝对坐标值的绝对值（直径值），mm

$\pi \approx 3.14$

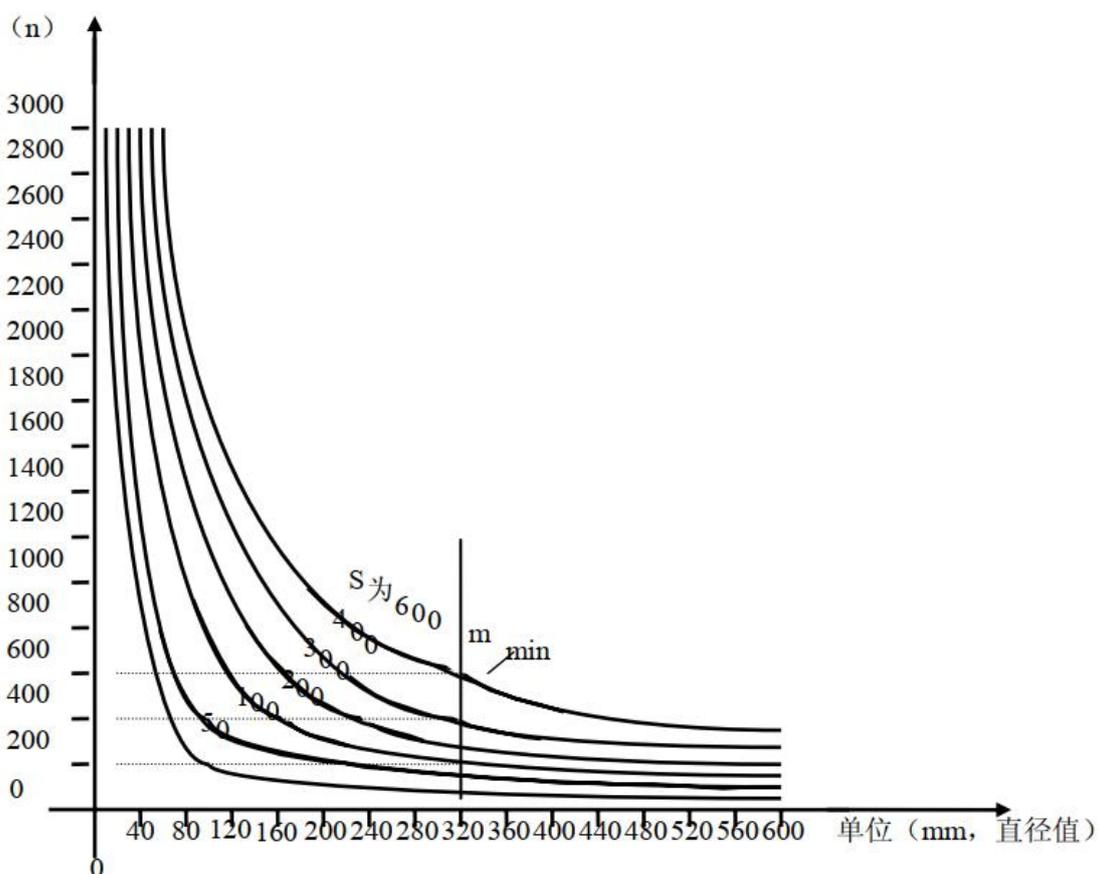


图 2-4

恒线速控制时，只在切削进给（插补）过程中随着编程轨迹 X 轴绝对坐标值的绝对值的变化改变主轴转速，对于 G00 快速移动，由于不进行实际切削，G00 执行过程中主轴转速保持不变，此时的主轴转速按程序段终点位置的线速度计算。

恒线速控制时，工件坐标系的 Z 坐标轴必须与主轴轴线（工件旋转轴）重合，否则，实际线速度将与给定的线速度不一致。

恒线速控制有效时，G50 S_可限制主轴最高转速（r/min），当按线速度和 X 轴坐标值计算的主轴转速高于 G50 S_设置的这个限制主轴最高转速限制值时，实际主轴转速为主轴最高转速限制值。CNC 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是保持的，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不起限制作用，但主轴最高转速限制值仍然保持。

需要特别注意：当参数 N0124 (恒线速控制时主轴的最低速度) 被设置为 0 时，如果执行 G50 S0，恒线速控制时主轴转速将被限制在 0r/min (主轴不会旋转)。

CNC 参数 N0124 为恒线速控制时的主轴转速下限，当按线速度和 X 轴坐标值计算的主轴转速低于这个值时，实际主轴转速限制为主轴转速下限。

示例：

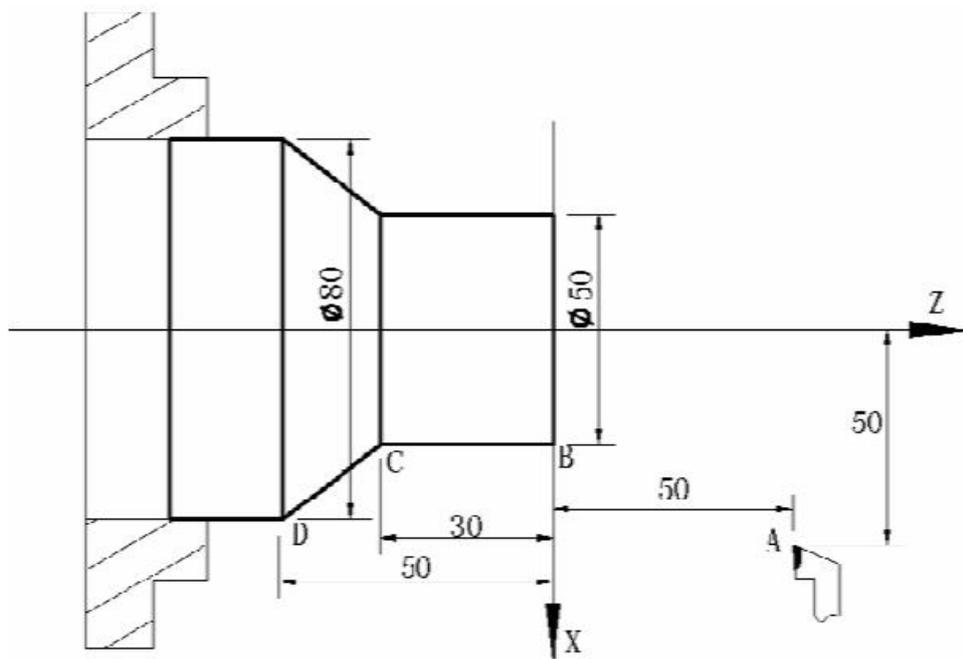


图 2-5

```

00001 ;           (程序名)
N0010 M3 G96 S300; (旋转主轴、恒线速控制有效、线速度为 300m/min)
N0020 G0 X100 Z50; (快速移动至 A 点，移动过程中主轴转速为 955r/min)
N0030 G0 X50 Z0;   (快速移动至 B 点，移动过程中主轴转速为 1910r/min)
N0040 G1 W-30 F200; (从 B 点切削至 C 点，切削中主轴转速恒为 1910r/min)
N0050 X80 W-20 F150; (从 C 点切削至 D 点，主轴转速从 1910r/min 线性变化为 1194r/min)
N0060 G0 X100 Z50; (快速退回 A 点，移动过程中主轴转速为 955r/min)
N0110 M30;        (程序结束，关主轴、冷却液)
N0120 %

```

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；

例如：G96 S50; (切削线速度 50m/min)

G97 S1000; (主轴转速 1000r/min)

G96 X3000; (切削线速度 50m/min)

注 2: 机床锁住(执行 X、Z 轴运动代码时 X、Z 轴不移动)时, 恒线速控制功能仍然有效;

注 3: 螺纹切削时, 恒线速控制功能虽然也能有效, 但为了保证螺纹加工精度, 螺纹切削时不要采用恒线速控制, 应在 G97 状态下进行螺纹切削;

注 4: 从 G96 状态变为 G97 状态时, G97 程序段如果没有 S 代码(r/min), 那么 G96 状态的最后转速作为 G97 状态的 S 代码使用, 即此时主轴转速不变;

注 5: 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主轴档位的最高转速(CNC 参数 N0112) 时, 此时的主轴转速限制为当前主轴档位的最高转速。

2.2.4 主轴倍率

在主轴转速模拟电压控制方式有效时, 主轴的实际转速可以用主轴倍率进行修调, 进行主轴倍率修调后的实际转速受主轴当前档位最高转速的限制, 在恒线速控制方式下还受最低主轴转速限制值和最高主轴转速限制值的限制。

NC 提供 8 级主轴倍率(50%~120%, 每级变化 10%), 主轴倍率实际的级数、修调方法等由 PLC 梯形图定义, 使用时应以机床生产厂家说明为准。以下所述为 S98T/S180T/S188T 系列标准 PLC 梯形图的功能描述, 仅供参考。

S98T/S180T/S188T 系列标准 PLC 梯形图定义的主轴倍率共有 8 级, 主轴的实际转速可以用主轴倍率修调键在 50%~120% 指令转速范围内进行实时修调, 主轴倍率掉电记忆。

2.2.5 多主轴控制功能

S98T/S180T/S188T 系列最多可以控制两个模拟主轴, 一个 S 代码用于指令这些主轴中的任一个, 选择哪个主轴由来自 PLC 的信号决定, 并分别具有齿轮换档功能。

由于 S98T/S180T/S188T 系列只有一个主轴编码器接口, 因此第 2 主轴无编码器反馈, 主轴转速没有显示。

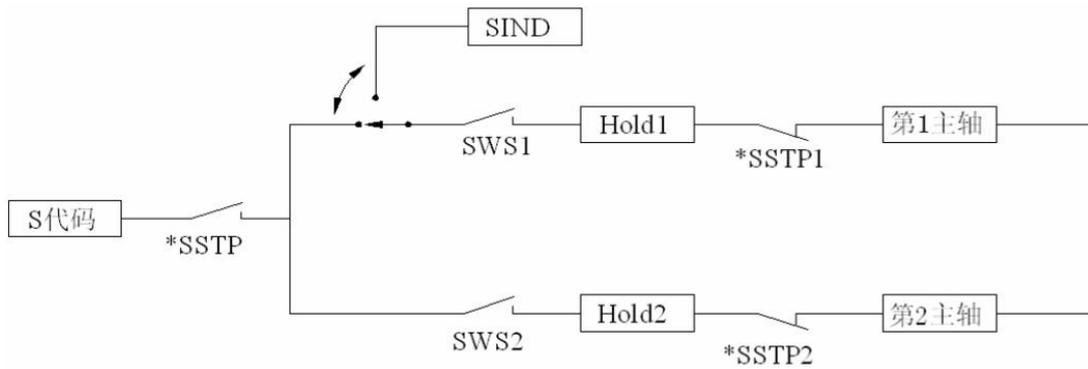
S 代码作为速度指令送至由主轴选择信号(SWS1、SWS2<G25#0、G25#1>)选定的主轴, 每个主轴以指定速度旋转。如果一个主轴没有收到主轴选择信号, 它以之前的速度继续旋转。这就允许各主轴在同一时间以不同的速度旋转。每个主轴都有各自的主轴停止信号和主轴使能信号。

主轴控制有下面几种形式:

●多主轴控制 A 型

当通过 SWS1 信号选择第 1 主轴时, SIND 信号用于决定主轴模拟电压由 PLC 还是 CNC 控制, R01I 到 R12I 信号用于设定主轴模拟电压。这些信号不影响第 2 主轴。

多主轴控制方法 A 的框图如下:

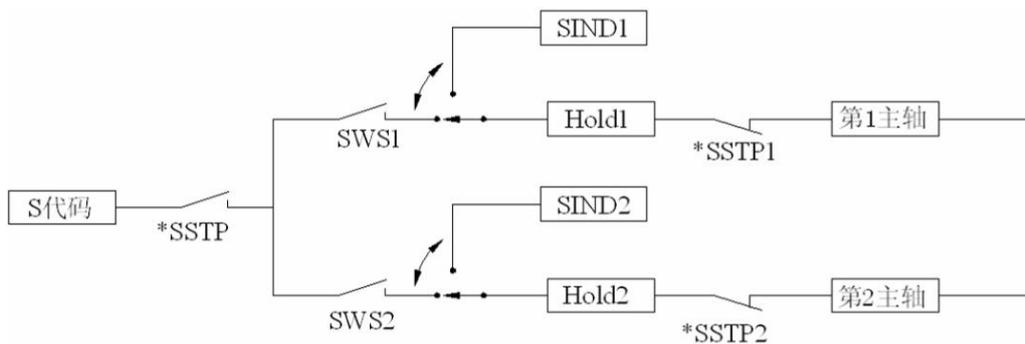


●多主轴控制 B 型

各主轴有独立的 SIND 信号。

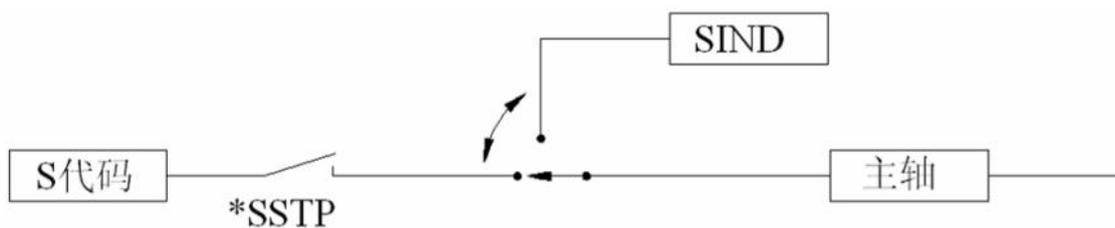
当主轴选择信号及第 1 主轴或第 2 主轴的 SIND 信号设定为“1”时，各主轴分别由 SIND 信号决定由 PLC 还是 CNC 控制。

多主轴控制方法 B 的框图如下：



●多主轴控制功能无效

当多主轴控制无效时，控制方法如下图



2.2.6 Cs 轮廓控制功能

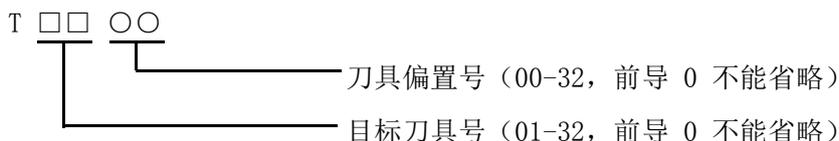
对主轴速度进行控制的情形叫做主轴旋转控制（通过速度指令来使主轴旋转），将对主轴的位置进行控制的情形叫做主轴轮廓控制（通过移动指令来使主轴旋转）。对该主轴进行轮廓控制的功能就是 Cs 轮廓控制功能。主轴作为伺服进给轴工作，通过位置移动指令来旋转和定位，并可与其它进给轴一起插补，加工出轮廓曲线。

2.3 刀具功能

2.3.1 刀具控制

的刀具功能（T 代码）具有两个作用：自动换刀和执行刀具偏置。自动换刀的控制逻辑由 PLC 梯形图处理，刀具偏置的执行由 NC 处理。

代码格式：



代码功能：自动刀架换刀到目标刀具号刀位，并按代码的刀具偏置号执行刀具偏置。刀具偏置号可以和刀具号相同，也可以不同，即一把刀具可以对应多个偏置号。在执行了刀具偏置后，再执行

T 00，CNC 将按当前的刀具偏置反向偏移，CNC 由已执行刀具偏置状态改变为未补偿状态，这个过程称为取消刀具偏置。上电时，T 代码显示的刀具号、刀具偏置号均为掉电前的状态。在一个程序段中只能有一个 T 代码，在程序段中出现两个或两个以上的 T 代码时，CNC 产生报警。

在加工前通过对刀操作获得每一把刀具的位置偏置数据（称刀具偏置或刀偏），程序运行中执行 T 代码后，自动执行刀具偏置。这样在编辑程序时每把刀具按零件图纸尺寸来编写，可不用考虑每把刀具相互间在机床坐标系的位置关系。如因刀具磨损导致加工尺寸出现偏差，可根据尺寸偏差修改刀具偏置。

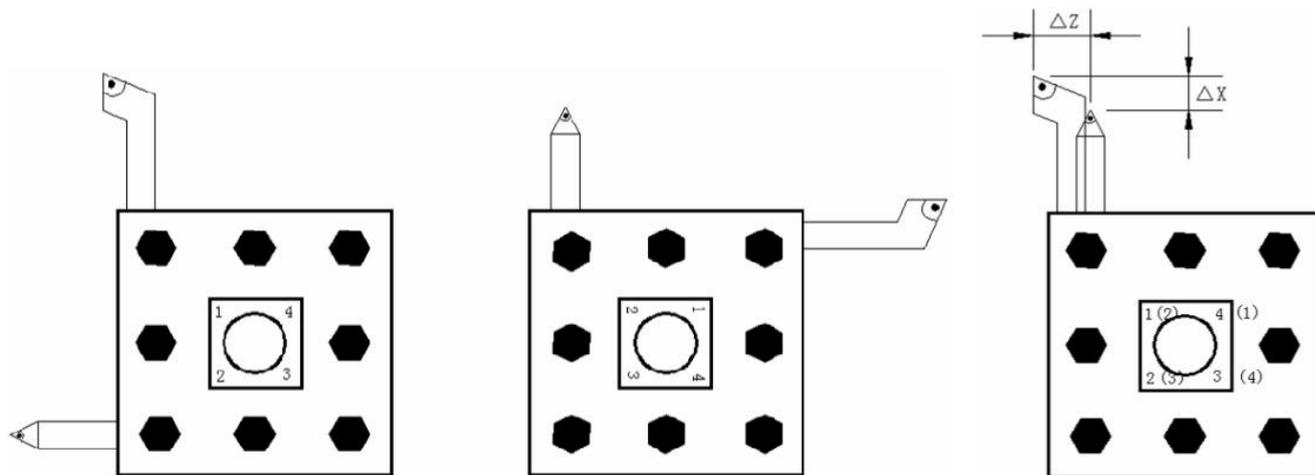


图 2-4 刀具偏置

刀具偏置是对编程轨迹而言的，T 代码中刀具偏置号对应的偏置，在每个程序段的终点被加上或减去补偿量。X 轴刀具偏置使用直径值还是半径值表示由系统参数 N0001 设定。X 轴的刀具偏置值使用直径值/半径值表示的意义是指当刀具长度补偿值改变时，工件外径以直径值/半径值变化。

T 代码与执行移动功能的代码在同一程序段且以修改坐标方式执行刀具偏置时，移动代码和 T 代码同时执行，在刀具换刀的同时，把当前的刀具偏置叠加到移动代码的坐标移动值里一起执行，移动速度由移动代码决定是切削进给还是快速移动速度。

T 代码与执行移动功能的代码在同一程序段且以刀具移动方式执行刀具偏置时，移动代码和 T 代码分开执行，先执行换刀及刀具偏置，然后执行移动功能的代码，刀具偏置执行的速度是当前的快速移动速度。

执行了下列任意一种操作后，将取消刀具偏置：

1、执行了 T □□ 00 代码；

2、执行了 G28 代码或手动回机床零点（只取消已回机床零点的坐标轴的刀具偏置，未回机床零点的另一坐标轴不取消刀偏）。

当系统参数 N0126（总刀位数选择）设置不为 1（2~32），且目标刀具号与当前显示刀具号不等时，指令 T 代码后，刀架的控制时序和逻辑由 PLC 梯形图决定，使用时应以机床生产厂家说明为准。

第三章 G 代码

3.1 概述

G 代码由代码地址 G 和其后的 1~2 位代码值组成，用来规定刀具相对工件的运动方式、进行坐标设定等多种操作，G 代码一览表见表 3-1。

G 代码分为 00、01、02、03、05、06、07、16、21 组。除 01 与 00 组代码不能共段外，同一个程序段中可以指令几个不同组的 G 代码，原则上不能同一个程序段中指令两个或两个以上的同组 G 代码，若指令了同组代码在同一段不报警，则以最后一个 G 代码有效。没有共同参数（代码字）的不同组 G 代码可以在同一程序段中，功能同时有效并且与先后顺序无关。如果使用了表 3-1 以外的 G 代码或选配功能的 G 代码，系统出现报警。

表 3-1 G 代码字一览表

指令字	组别	功能	备注
G00	01	快速移动	初态 G 代码
G01		直线插补	模态 G 代码
G02		圆弧插补（顺时针）	
G03		圆弧插补（逆时针）	
G32		螺纹切削	
G33		Z 轴攻丝循环	
G34		变螺距螺纹切削	
G90		轴向切削循环	
G92		螺纹切削循环	
G94		径向切削循环	
G04		00	
G10	磨损补偿		
G12	存储行程检测功能接通		
G13	存储行程检测功能断开		
G27	返回参考点检测		
G28	返回机床第 1 参考点		
G29	从参考点自动返回		
G30	返回机床第 2、3、4 参考点		
G31	跳转插补		
G50	坐标系设定		
G65	宏代码		
G70	精加工循环		
G71	轴向粗车循环		
G72	径向粗车循环		
G73	封闭切削循环		
G74	轴向切槽多重循环		

G75		径向切槽多重循环	
G76		多重螺纹切削循环	
G54	05	工件坐标系 1	模态 G 代码
G55		工件坐标系 2	
G56		工件坐标系 3	
G57		工件坐标系 4	
G58		工件坐标系 5	
G59		工件坐标系 6	
G20	06	英制单位选择	模态 G 代码
G21		公制单位选择	
G96	02	恒线速开	模态 G 代码
G97		恒线速关	初态 G 代码
G98	03	每分进给	初态 G 代码
G99		每转进给	模态 G 代码
G40	07	取消刀尖半径补偿	初态 G 代码
G41		刀尖半径左补偿	模态 G 代码
G42		刀尖半径右补偿	
G17	16	XY 平面	模态 G 代码
G18		ZX 平面	初态 G 代码
G19		YZ 平面	模态 G 代码

3.1.1 模态、非模态及初态

G 代码分为 00、01、02、03、05、06、07、16、21 组。

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。模态 G 代码执行后，其定义的功能或状态被改变以前，后续的程序段执行该 G 代码字时，可不需要再次输入该 G 代码。

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 代码时，必须重新输入该 G 代码字，这种 G 代码称为非模态 G 代码。

系统上电后，未经执行其功能或状态就有效的模态 G 代码称为初态 G 代码。上电后不输入 G 代码时，按初态 G 代码执行。

3.1.2 代码字的省略输入

为简化编程，表 3-2 所列举的代码字具有执行后值保持的特点，如果在前面的程序段中已经包含了这些代码字，在后续的程序段中需要使用且值相同、意义相同时，可以不必输入。

表 3-2

编程地址	功能意义	上电时的初始值
U	G71 中切削深度	N0187 参数值
U	G73 中 X 轴退刀距离	N0189 参数值
W	G72 中切削深度	N0187 参数值
W	G73 中 Z 轴退刀距离	N0190 参数值
R	G71、G72 循环退刀量	N0188 参数值
R	G73 中粗车循环次数	N0191 参数值
R	G74、G75 中切削后的退刀量	N0192 参数值
R	G76 中精加工余量	N0196 参数值
R	G90、G92、G94、G76 中锥度	0
(G98)F	分进给速度(G98)	N0027 参数值
(G99)F	转进给速度(G99)	0
F	公制螺纹螺距(G32、G92、G76)	0
I	英制螺纹螺距(G32、G92、G76)	0
S	主轴转速指定(G97)	0
S	主轴线速指定(G96)	0
S	主轴转速开关量输出	0
P	G76 中螺纹切削精加工次数； G76 中螺纹切削螺纹退刀宽度 G76 中螺纹切削刀尖角度；	N0193 参数值 N0183 参数值 N0194 参数值
Q	G76 中最小切入量	N0159 参数值

注 1：有多种功能的编程地址(如 F，可用于给定每分进给、每转进给、公制螺纹螺距等)只在代码字执行后、再次执行相同的功能定义代码字时才允许省略输入。如：执行了 G98 F_，未执行螺纹插补的 G 代码，进行公制螺纹加工时必须用 F 代码指定螺距；

注 2：在地址 X/U、Z/W 用于给定程序段终点坐标时允许省略输入，程序段中未输入 X/U 或 Z/W 时，系统取当前的 X 轴或 Z 轴的绝对坐标作为程序段终点的坐标值；

注 3：使用表 3-2 中未列入的编程地址时，必须输入相应的代码字，不能省略输入。

示例 1： 00001；

G0 X100 Z100； （快速移动至 X100 Z100；模态代码字 G0 有效）

X20 Z30； （快速移动至 X20 Z30；模态代码字 G0 可省略输入）

G1 X50 Z50 F300；（直线插补至 X50 Z50，进给速度 300mm/min；模态代码字 G1 有效）

X100；（直线插补至 X100 Z50，进给速度 300mm/min；未输入 Z 轴坐标，取当前坐标值 Z50；F300 保持、G01 为模态代码字可省略输入）

G0 X0 Z0； （快速移动至 X0 Z0，模态代码字 G0 有效）

M30；

3.1.3 相关定义

本使用手册以下内容的阐述中，未作特殊说明时有关词(字)的意义如下：

起点：当前程序段运行前的位置；

终点：当前程序段执行结束后的位置；

X：终点位置 X 轴的绝对坐标；

U：终点位置与起点位置 X 轴绝对坐标的差值；

Z：终点位置 Z 轴的绝对坐标；

W：终点位置与起点位置 Z 轴绝对坐标的差值；

F：切削进给速度。

3.2 快速定位 G00

代码格式：G00 X/U_ Z/W_；

代码功能：X 轴、Z 轴同时从起点以各自的快速移动速度移动到终点，如图 3-1 所示。两轴是以各自独立的速度移动，短轴先到达终点，长轴独立移动剩下的距离，其合成轨迹不一定是直线。

代码说明：G00 为 01 组 G 代码的初值；X/U、Z/W 可省略一个或全部，当省略一个时，表示该轴的起点和终点坐标值一致；同时省略表示终点和始点是同一位置，X 与 U、Z 与 W 在同一程序段时 X、Z 有效，U、W 无效。

运动轨迹图：

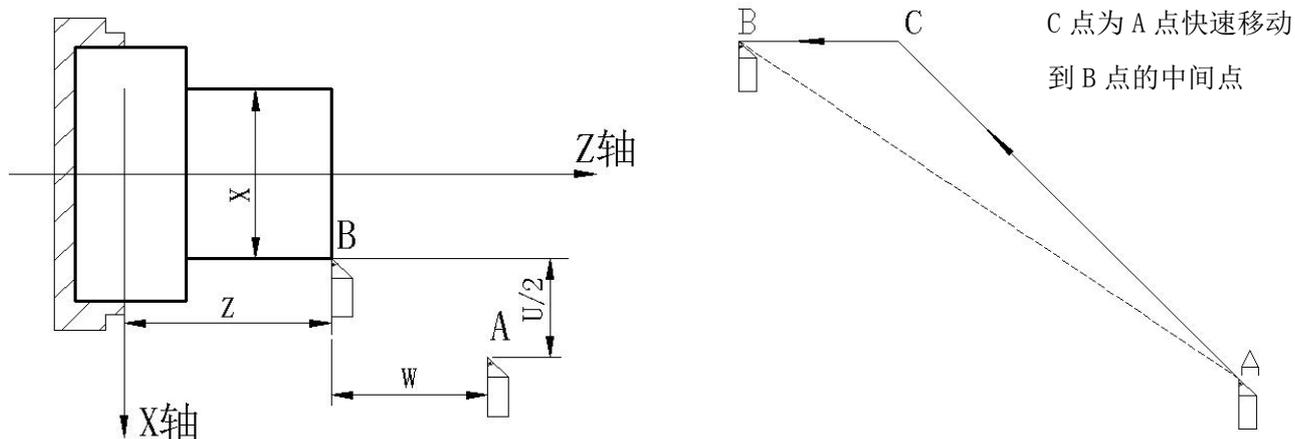


图 3-1

X、Z 轴各自快速移动速度分别由系统数据参数 N0021 设定，实际的移动速度可通过机床面板的快速倍率键进行修调。

示例：刀具从 A 点快速移动到 B 点。图 3-2

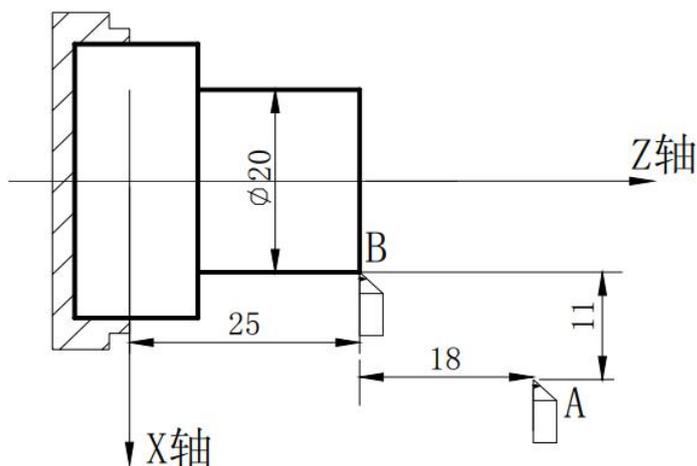


图 3-2

G0 X20 Z25; (绝对坐标编程) 或
 G0 U-22 W-18; (相对坐标编程) 或
 G0 X20 W-18; (混合坐标编程) 或
 G0 U-22 Z25; (混合坐标编程)

3.3 直线插补 G01

代码格式: G01 X/U_ Z/W_ F_;

代码功能: 运动轨迹为从起点到终点的一条直线。轨迹如图 3-3 所示。

代码说明: G01 为模态 G 代码;

X/U、Z/W 可省略一个或全部, 当省略一个时, 表示该轴的起点和终点坐标值一致; 同时省略表示终点和始点是同一位置。

F 代码值为 X 轴方向和 Z 轴方向的瞬时速度的向量合成速度, 实际的切削进给速度为进给倍率与 F 代码值的乘积;

F 代码值执行后, 此代码值一直保持, 直至新的 F 代码值被执行。后述其它 G 代码使用的 F 代码字功能相同时, 不再详述。取值范围见表 1-10。

注: G98 状态下, F 的最大值不超过数据参数 N0027(切削进给上限速度) 设置值。

运动轨迹图:

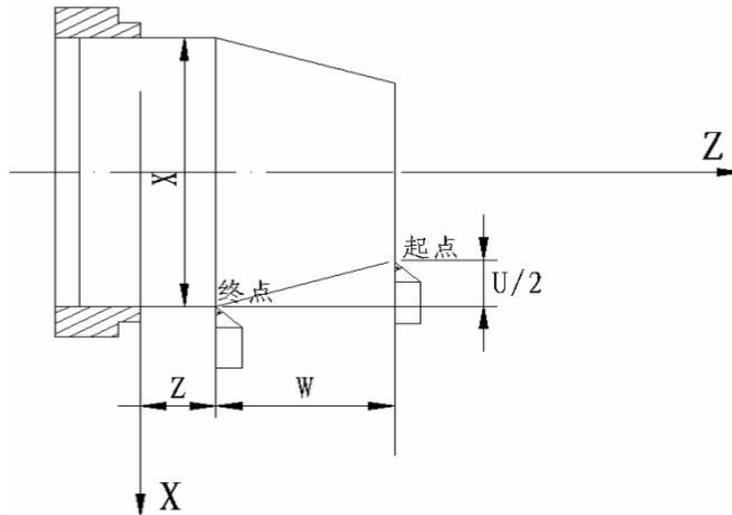
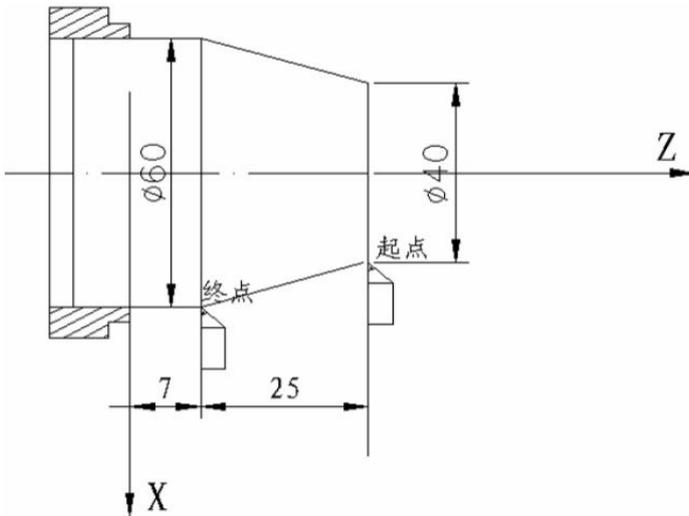


图 3-3

示例：从直径 $\Phi 40$ 切削到 $\Phi 60$ 的程序代码，图 3-4



程序：

G01 X60 Z7 F500; (绝对值编程)

G01 U20 W-25; (相对值编程)

G01 X60 W-25; (混合编程)

G01 U20 Z7; (混合编程)

3.4 圆弧(螺旋)插补 G02、G03

A、圆弧插补

代码格式： $\left. \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X/U_ Z/W_ \left\{ \begin{matrix} R \\ I_ K_ \end{matrix} \right.$

代码功能：G02 代码运动轨迹为从起点到终点的顺时针(后刀座坐标系)/逆时针(前刀座坐标系)圆弧，轨迹如图 3-5 所示。G03 代码运动轨迹为从起点到终点的逆时针(后刀座坐标系)/顺时针(前刀座坐标系)圆弧，轨迹如图 3-6 所示。

代码轨迹图：

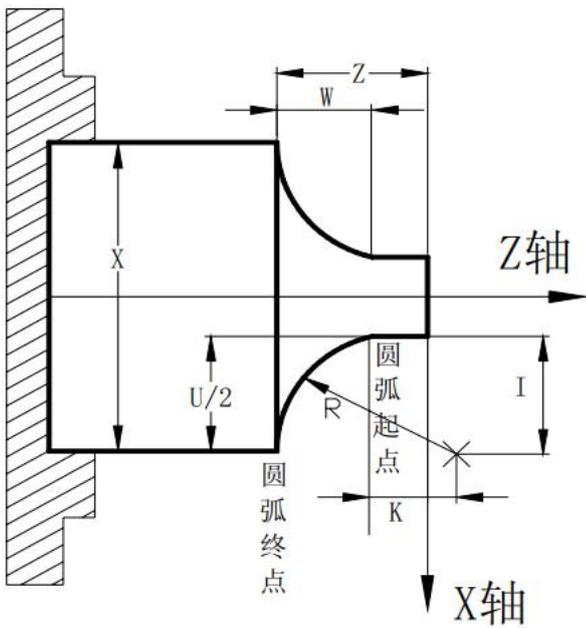


图 3-5 G02 轨迹图

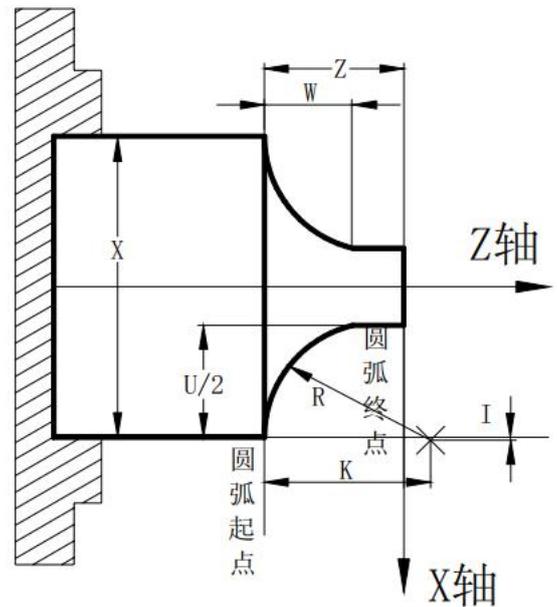


图 3-6 G03 轨迹图

代码说明：G02、G03 为模态 G 代码；

R 为圆弧半径；

I 为圆心与圆弧起点在 X 方向的差值，用半径表示；

K 为圆心与圆弧起点在 Z 方向的差值。圆弧中心用地址 I、K 指定时，其分别对应于 X、Z 轴 I、K 表示从圆弧起点到圆心的向量分量，是增量值；如图 3-6-1 所示。

$I = \text{圆心坐标 } X - \text{圆弧起始点的 } X \text{ 坐标}$ ； $K = \text{圆心坐标 } Z - \text{圆弧起始点的 } Z \text{ 坐标}$ ；

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。

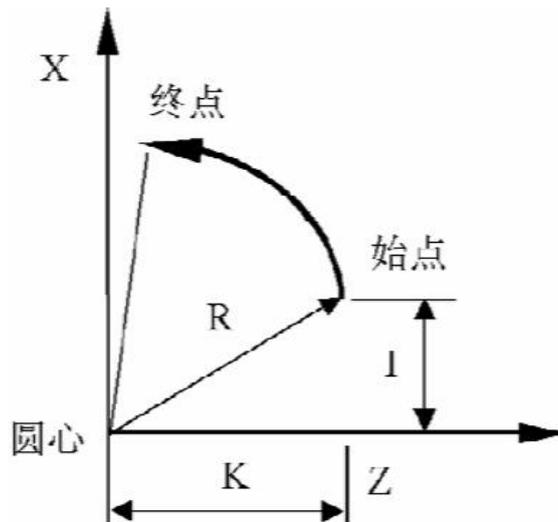


图 3-6-1

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，见图 3-7：

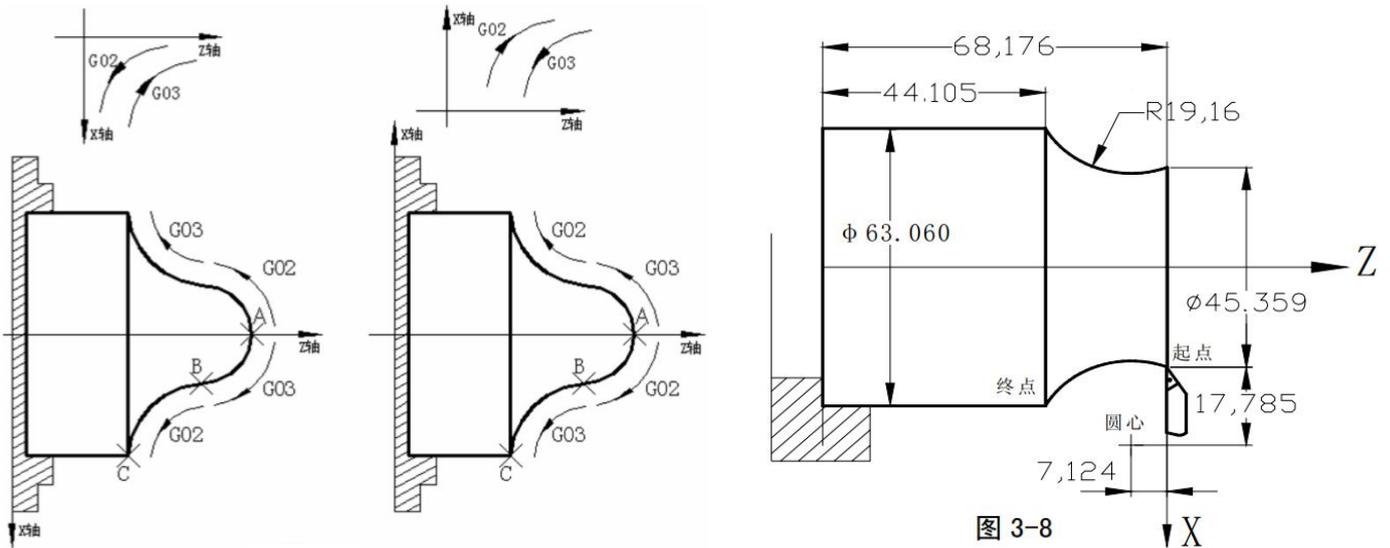


图 3-7

图 3-8

注意事项：

- 当 I=0 或 K=0 时，可以省略；但地址 I、K 或 R 必须至少输入一个，否则系统产生报警；
 - I、K 和 R 同时输入时，R 有效，I、K 无效；
 - R 值必须等于或大于起点到终点的一半，如果终点不在用 R 定义的圆弧上，系统会产生报警；
 - 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° 的圆；
 - 若使用 I、K 值进行编程，若圆心到的圆弧终点距离不等于 R ($R = \sqrt{I^2 + K^2}$)，系统会自动调整圆心位置保证圆弧运动的始点和终点与指定值一致，如果圆弧的始点与终点间距离大于 2R，系统报警。
 - R 指定时，是小于 360° 的圆弧，R 负值时为大于 180° 的圆弧，R 正值时为小于或等于 180 度的圆弧；
- 示例：从直径 $\Phi 45.25$ 切削到 $\Phi 63.06$ 的圆弧程序代码，图 3-8

程序：

```
G02 X63.060 Z-24.071 R19.16 F300 ; 或
G02 U17.701 W-24.071 R19.16 F300 ; 或
G02 X63.060 Z-24.071 I17.785 K-7.124 ; 或
G02 U17.701 W-24.071 I17.785 K-7.124 F300
```

G02/G03 代码综合编程实例：

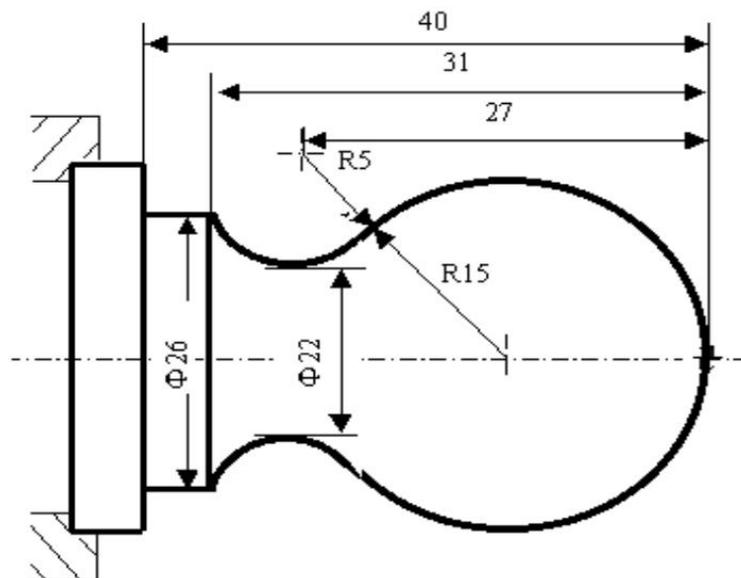


图 3-9 圆弧编程实例

程序：00001

```

N001 G0 X40 Z5;           ( 快速定位 )
N002 M03 S200;           ( 主轴开 )
N003 G01 X0 Z0 F900;     ( 靠近工件 )
N005 G03 U24 W-24 R15;    ( 切削 R15 圆弧段 )
N006 G02 X26 Z-31 R5;    ( 切削 R5 圆弧段 )
N007 G01 Z-40;           ( 切削 Φ26 )
N008 X40 Z5;             ( 返回起点 )
N009 M30;                 ( 程序结束 )

```

B、螺旋线插补

代码格式：G02/G03 X/U_ Z/W_ I_K_ Q_/P_

代码说明：

X/U_ Z/W_：螺旋线终点坐标；

I 为圆心与圆弧起点在 X 方向的差值，用半径表示；

K 为圆心与圆弧起点在 Z 方向的差值。

Q_：螺旋线之间的螺距；

P_：螺旋线圈数；

3.5 三点圆弧插补 G05

代码格式: G05 X(U)___ Z(W)___ I___ K___ F___

代码功能: 如果不知道圆弧的圆心, 半径但已知圆弧轮廓上的三个点的坐标, 则可使用 G5 功能; 通过始点和终点之间的中间点位置确定圆弧方向;

代码说明: G05 为模态 G 代码;

I: 圆弧所经过的中间点相对于起点的相对坐标值(X 向) (半径值表示, 带方向);

K: 圆弧所经过的中间点相对于起点相对坐标值(Z 向, 带方向)如图 3-10:

X、U、Z、W、 I、 K 取值范围为见 1.4.1 的表 1-2, 单位为 mm/inch

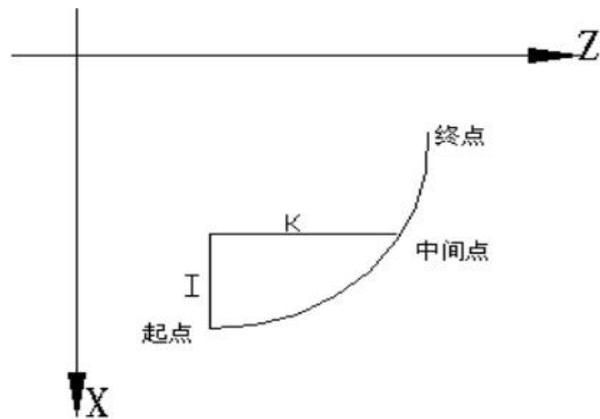
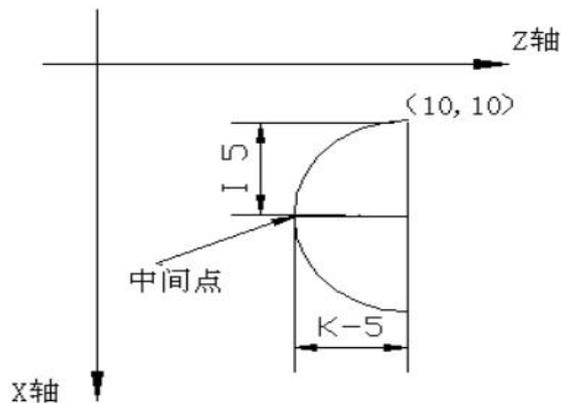


图 3-10

注意事项:

- 中间点: 是指圆弧上除起点和终点之外的任意一点;
- 当给出的三点共线时, 系统产生报警;
- 当省略 I 时即认为 I=0, 当省略 K 时即认为 K=0 ; 当同时省略 I、 K 时, 系统产生报警;
- I、 K 的意义类似于 G02/G03 代码中圆心坐标相对于起点坐标的位移值 I、 K;
- G05 不能加工整圆;

示例:(假设加工半圆)



程序:

G0 X10 Z10

G05 X30 Z10 I5 K-5

图 3-10-1

3.5.1 椭圆插补 G6.2、G6.3

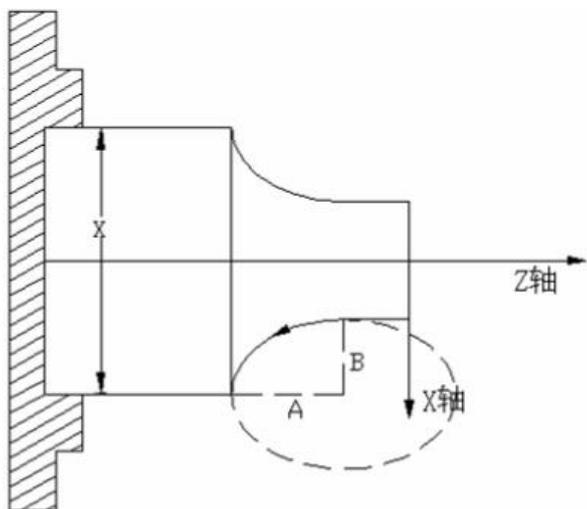
代码格式: G6.2 }
 X(U)_ Z(W)_ A_ B_ Q_
 G6.3 }

代码功能: G6.2\6.3 为模态 G 代码;

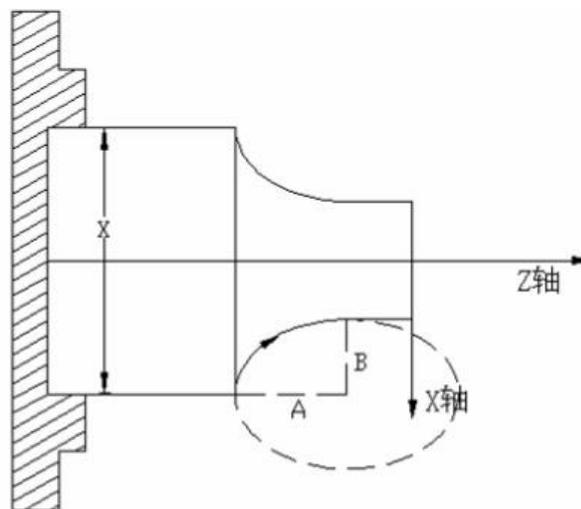
G6.2 代码运动轨迹为从起点到终点的顺时针(后刀座坐标系)/逆时针(前刀座坐标系)椭圆。

G6.3 代码运动轨迹为从起点到终点的逆时针(后刀座坐标系)/顺时针(前刀座坐标系)椭圆。

代码轨迹图:



G6.2 代码轨迹示意图



G6.3 代码轨迹示意图

代码说明:

A: 椭圆长半轴长 ($0 < A \leq 99999999 \times$ 最小输入增量, 无符号, 单位: mm/inch);

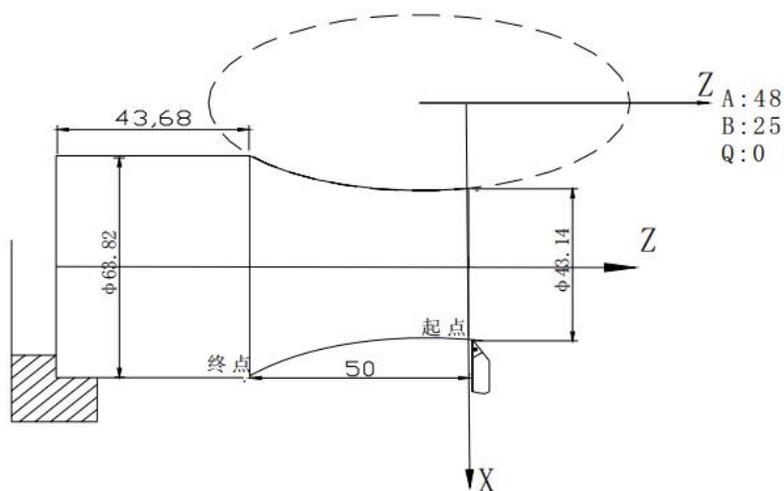
B: 椭圆短半轴长 ($0 < B \leq 99999999 \times$ 最小输入增量, 无符号, 单位: mm/inch);

Q: 椭圆的长轴与坐标系的 Z 轴的夹角(逆时针方向 0-99999999 单位: 0.001 度, 无符号, 角度对 180 取余)。

椭圆方向: G6.2/G6.3 方向的定义, 在前刀座坐标系和后刀座坐标系是相反的

- 椭圆只加工小于 180° (包含 180°) 的椭圆;
- G6.2、G6.3 代码可用于复合循环 G70—G73 中, 注意事项同 G02、G03;
- G6.2、G6.3 代码可用于 C 刀补中, 注意事项同 G02、G03;

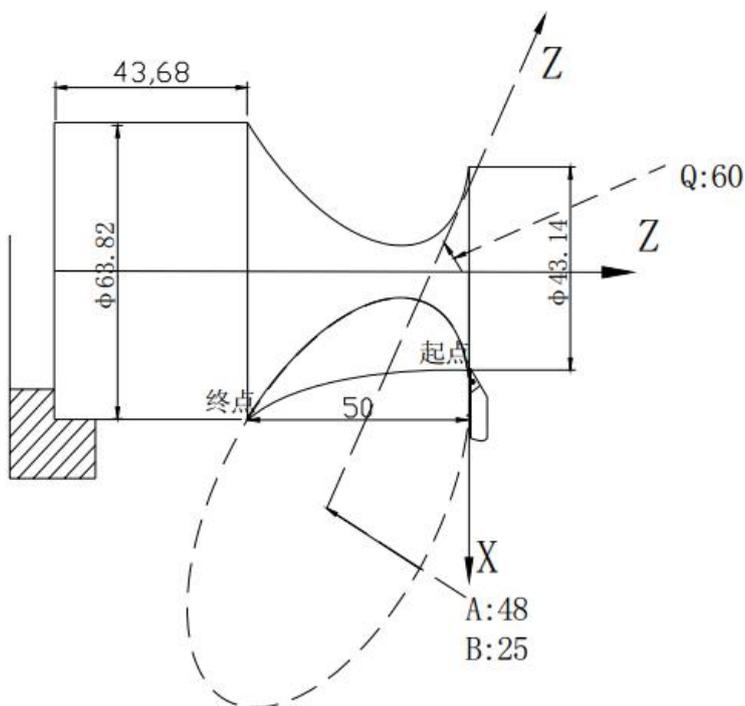
示例: 从直径 $\Phi 43.14$ 切削到 $\Phi 63.82$ 的椭圆



程序:

```
G6.2 X63.82 Z-50.0 A48 B25 Q0 ;
或
G6.2 U20.68 W-50.0 A48 B25 ;
```

示例: 从直径 $\Phi 43.14$ 切削到 $\Phi 63.82$ 的椭圆



程序:

```
G6.2 X63.82 Z-50.0 A48 B25 Q60000 ;
或
G6.2 U20.68 W-50.0 A48 B25 Q60000 ;
```

G6.2/G6.3 代码综合编程实例

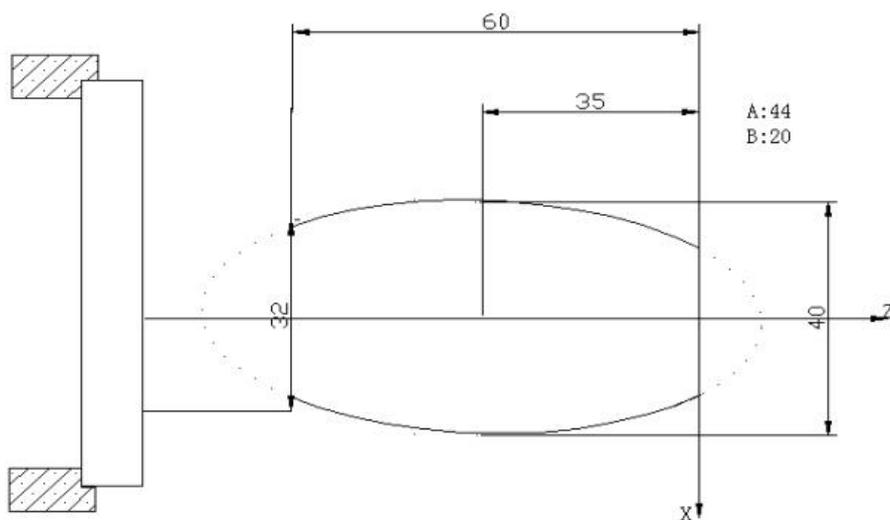


图 3-11

程序： 00001

```

N001 G0 X60 Z5;           (快速定位)
N002 M03 S200;           (主轴开)
N003 G01 X24.24 Z0 F100; (靠近工件)
N005 G6.3 X32 W-60 A44 B20; (切削 A44 B20 椭圆段)
N006 G01 Z-79;
N007 G0 X60
N008 Z5;                 (返回起点)
N009 M05;                (主轴关)
N010 M30;                (程序结束)

```

3.5.2 抛物线插补 G7.2、G7.3

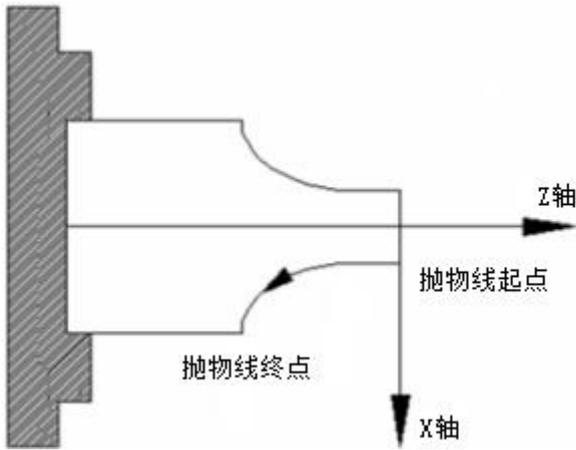
代码格式：

G7.2	}	X(U)___ Z(W)___ P___ Q___
G7.3		

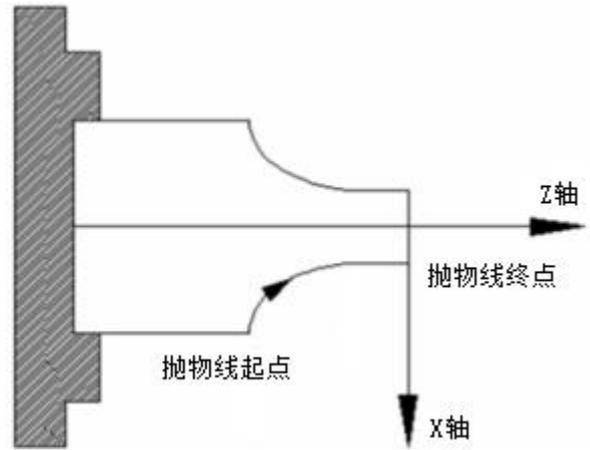
代码功能：G7.2 代码运动轨迹为从起点到终点的顺时针(后刀座坐标系)/逆时针(前刀座坐标系)抛物线；

G7.3 代码运动轨迹为从起点到终点的逆时针(后刀座坐标系)/顺时针(前刀座坐标系)抛物线。

代码轨迹图：



G7.2 代码轨迹示意图



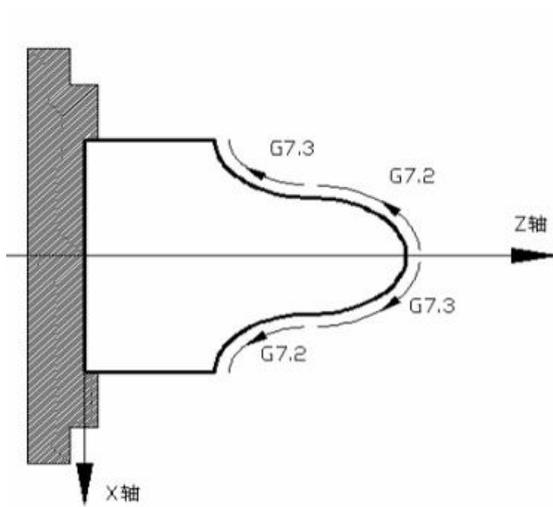
G7.3 代码轨迹示意图

代码说明： G7.2、 G7.3 为模态 G 代码；

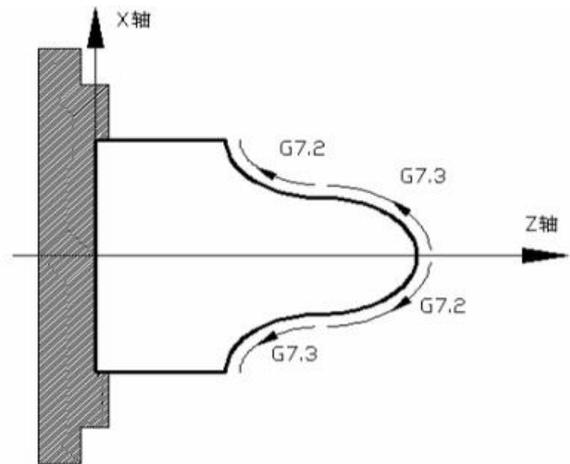
P 为抛物线标准方程 $Y^2=2PX$ 中的 P 值，取值范围 1~99999999(单位:最小输入增量,无符号)；

Q 为抛物线对称轴与 Z 轴的夹角，取值范围 0~99999999(单位:0.001 度，无符号)。

抛物线方向： G7.2/G7.3 插补的方向定义，在前刀架坐标系和后刀架坐标系是相反的，

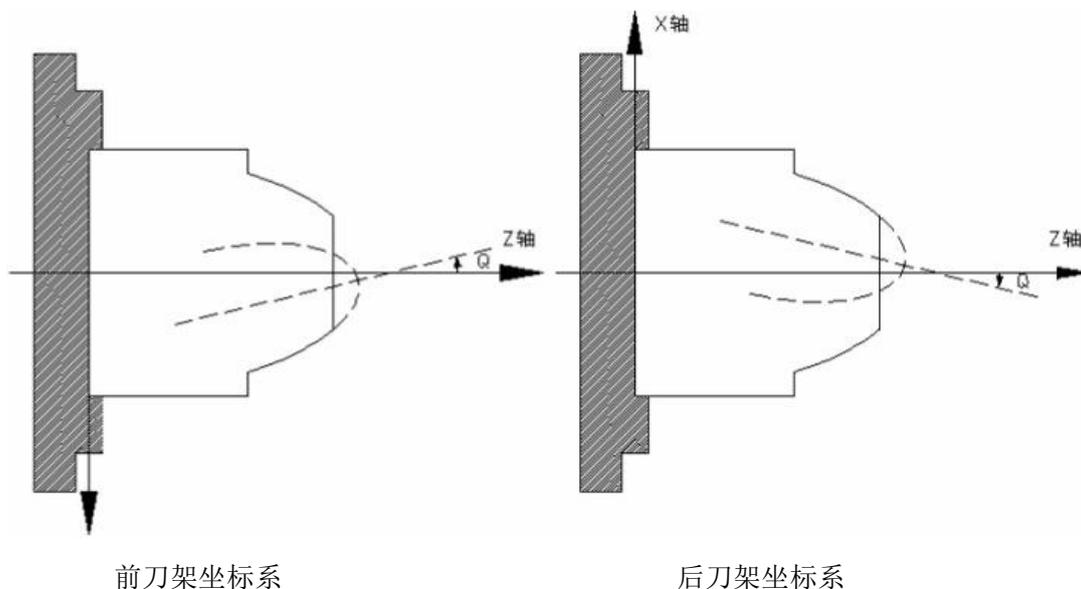


前刀架坐标系



后刀架坐标系

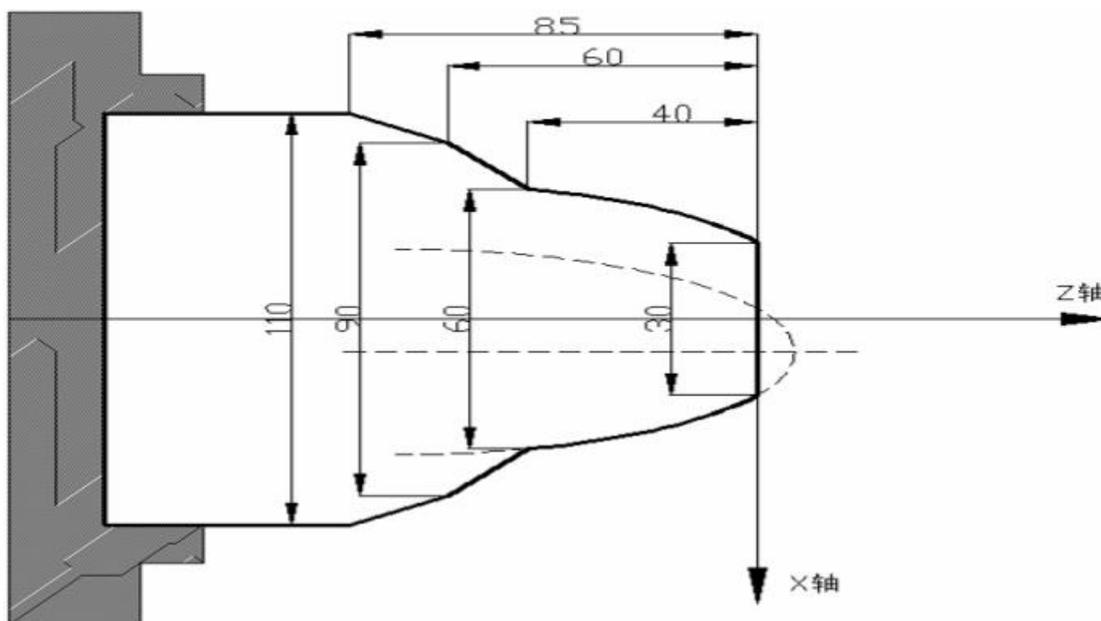
Q 值说明： Q 值是指在右手直角笛卡尔坐标系中,从 Y 轴的正方向俯视 XZ 平面, Z 轴正方向顺时针方向旋转到与抛物线对称轴重合时所经过的角度,见下图：



注意事项:

- P 值不可以为零或省略，否则产生报警；
- P 值不含符号，如果输入了负值，则取其绝对值；
- Q 值可省略，当省略 Q 值时，则抛物线的对称轴与 Z 轴平行或重合，Q 不含符号；
- 当起点与终点所在的直线与抛物线的对称轴平行时，产生报警；
- G7.2、G7.3 代码可用于复合循环 G70—G73 和 C 刀补中，注意事项同 G02、G03；

示例：假如抛物线的 $P=10\text{mm}$ （系统的最小增量为 0.0001mm ），其对称轴与 Z 轴平行，零件的加工尺寸示意图如图所示，则其精加工程序可编制如下：



程序：00001(00001)

G00 X120 Z100 T0101 M03 S800;

G00 X10 Z10;

```

G00 X0;
G01 Z0 F120 M08;
X30;
G7.3 X60 Z-40 P100000 Q180000;
G01 X90 Z-60;
X110 Z-85;
X120;
M09;
G00 X120 Z100 M05 S0;
M30;

```

3.5.3 极坐标插补 G12.1、 G13.1

代码格式： G12.1----启动极坐标插补方式 --- (1)

G98	}	--- (2)其中可用的指令
G01 X_ C_		
G04 X_		
G41/G42 G1 X_ C_		
G6.2/G6.3 X_ C_ A_ B_ Q_		
G7.2/G7.3 X_ C_ A_ B_ Q_		
G02/G03 X_ C_ R_		
G40 G1 X_ C_		
G65/G66/G67		

G13.1----取消极坐标插补方式 --- (3)

代码功能：极坐标插补是一种轮廓控制，它把在笛卡尔坐标系内的编程指令转换为直线轴的移动(刀具的移动)和旋转轴的移动(工件的旋转)。其对车削加工中的正面切口加工和凸轮轴的磨削等有效。

代码说明：G12.1、G13.1 为非模态 G 代码

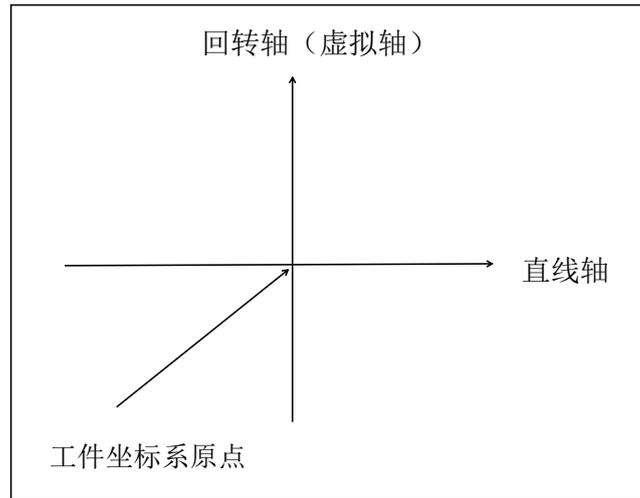
直线轴：X 轴或 Z 轴 Y 轴或第 4 四轴或第 5 轴

回转轴：进给轴以外的轴 (Y 轴或第 4 四轴或第 5 轴)

启动极坐标前，必须事先在参数 N0002 设定好直线轴和旋转轴。

以下以直线轴 X 和旋转轴第 5 轴来举例说明

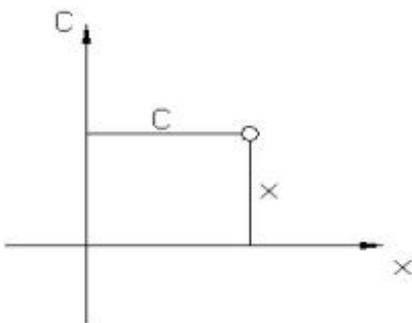
极坐标插补平面：G12.1 启动极坐标插补方式，并选择一个极坐标插补平面 (如下图)，极坐标在该平面内完成。



极坐标插补平面

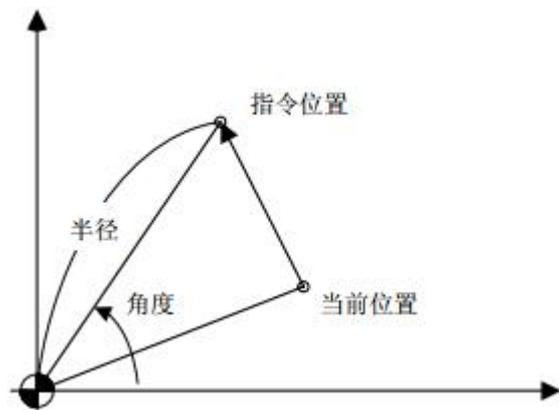
注意：在 G12.1 后之前的平面就取消，进入极坐标插补平面，使用 G13.1 后该平面取消，以前的平面恢复；复位后取消极坐标插补，平面恢复以前的平面，光标返回程序开头。

编程格式： 1. 在极坐标插补平面中编写直角坐标，如下图所示：



X: 直线轴距离，单位 mm/inch；
C: 旋转轴上的距离，单位 mm/inch；
直线轴可直径编程，旋转轴只有半径编程；

2. 在极坐标插补平面中编写极坐标，如下图所示：



X: 当前刀具到原点的长度，单位 mm/inch；
C: 当前旋转轴的角度单位 deg；
用 G16 来表示当前所编写坐标是极坐标，用 G15 来取消。
如果不编写 G16 则默认为程序为直角坐标。
G16/G15 只在极坐标插补中有效。

直线轴和旋转轴都是半径编程。如下所示：

- 长度补偿：旋转轴没有长度补偿，长度偏置应在成为 G12.1 方式之前指令，在极坐标插补方式中不能改变长度偏置。
- 刀尖半径补偿：刀尖方向为 0。
- 机床运动：直线轴和回转轴垂直。

●插补平面中的圆弧插补：在极坐标插补平面中为圆弧插补指令圆弧半径的地址取决于插补平面中的第一轴（直线轴）。

- 当直线轴是 X 轴或其平行轴时在 X_p - Y_p 平面中用 I 和 J
- 当直线轴是 Y 轴或其平行轴时在 Y_p - Z_p 平面中用 J 和 K
- 当直线轴是 Z 轴或其平行轴时在 Z_p - X_p 平面中用 K 和 I

圆弧半径也可用 R 指令。

●指令速度：极坐标平面中的切线速度。

当刀具移动到工件中心附近时，C 轴的速度分量变得较大且超过 C 轴的最大切削进给速度。程序中的 F 值应由以下的式子得出：

L: 刀具中心最接近工件中心时，刀具中心和工件中心之间的距离(mm)

R: C 轴的最大切削进给速度 (deg/min)

可得出： $F < L \times R \times \pi / 180$ (mm/min)

因此不建议在极点的附近加工工件，因为在一些情况下，要求进给率迅速变化以防止旋转轴过载。

如果刀具正好在极点处，不要选择极坐标插补功能。

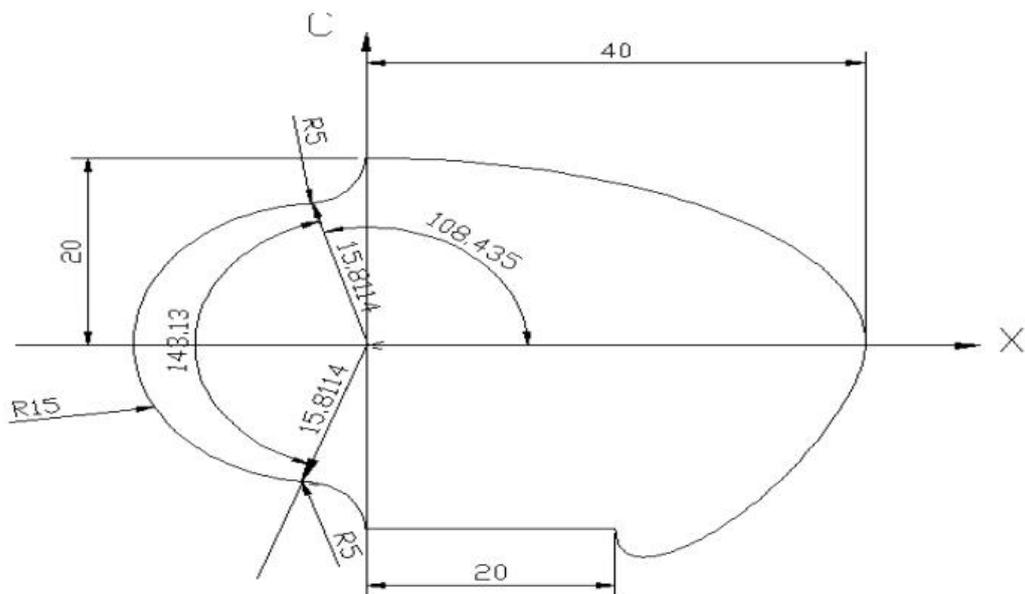
●在极坐标插补方式沿非极坐标插补平面中的轴的运动：刀具能沿这些轴正常移动而与极坐标插补无关，但是在圆弧或椭圆或抛物线指令非极坐标轴认为无效。

●坐标显示：当执行了 G12.1 后，绝对坐标，机床坐标，相对坐标都显示刀具的实际位置，剩余距离根据极坐标插补平面中的直角坐标来显示，而执行完 G13.1 或按复位后坐标显示当前系统平面中的坐标。

注意事项：

1. G12.1, G13.1 属于 21 组代码，G12.1, G13.1, G16, G15 要单独放在一行。
2. 在 G12.1-G13.1 之间不能换刀，换刀和换刀后的定位必须放在 G12.1 之前。
3. 在 C 刀补中间或 G99 状态不能启动极坐标插补，否则报警。
4. 指令了 G12.1 时，极坐标插补的刀具位置是从角度 0 开始的。
5. 椭圆和抛物线指令中的角度 Q，在 G18 是和 Z 轴的夹角，在 G19 平面是和 Y 轴的夹角，在 G17 平面是和 X 轴的夹角。

示例：



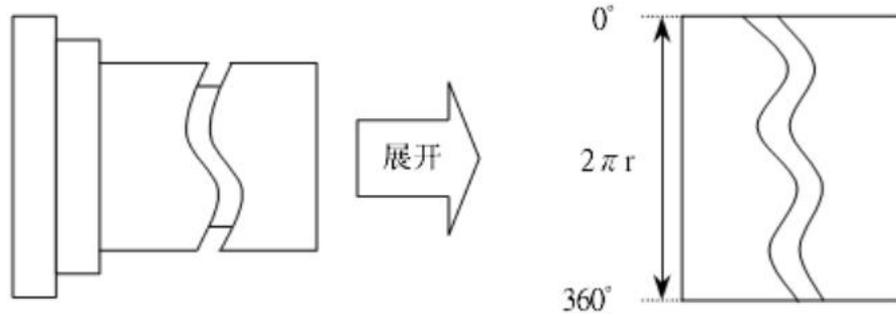
```
00001 (00001)
T0101
G0 X80 C0 W0
G12.1
G6.3 X0 C20 A40 B20 F1000
```

```
G2 X-10 C15 R5 } 可以替换为 { G16-----表示以下编程为长度和角度编程
G3 X-10 C-15 R15 }          { G2 X15.8114 C108.435 R5
                              { G3 X15.8114 C251.565 R15
                              { G15-----表示取消以上编程模式，以下为直角坐标编程
```

```
G2 X0 C-20 R5
G1 X40 C-20
G7.3 X80 C0 P10000 Q0
G13.1
M30
```

3.5.4 圆柱插补 G7.1

代码功能：用角度指定的回转轴的移动量内部转换为沿外表面的直线轴的距离，以便能同其它轴一起完成直线插补或圆弧插补。在插补完成后，这一距离又转换为回转轴移动量。圆柱插补用圆柱体的展开面编程（如下图）。



代码格式： G07.1 Cc ; （圆柱插补模式开始/取消）

Cc 为圆柱半径值；

半径值≠0：圆柱插补模式开始

半径值 = 0：圆柱插补模式取消

(1) 从圆柱插补模式开始至取消为止的区间的坐标指令为圆柱坐标系；

G07.1 Cxxxx(圆柱半径值)；圆柱插补开始

.....;

.....;在此区间的坐标指令为圆柱坐标系

.....;

G07.1 C0;圆柱插补取消

(2) G7.1 为非模态代码；

(3) 电源接通及复位时为圆柱插补取消模式；

(4) 旋转轴按角度执行程序，圆柱插补方式中旋转轴的滚动功能将会自动无效，插补范围大于一周时编程指令值要大于 3600；

(5) 坐标值可为绝对值或增量值；

(6) 可进行刀尖半径补偿 G41、G42 且刀尖方向认为是 0；

(7) 进给速度 F 是圆柱展开面上的切线速度，单位 mm/min 或 inch/min；

代码限制：

(1) 圆柱插补模式中可实现直线 G1、圆弧 G2、G3（圆弧的半径只能由 R 指定，单位是 mm 或 inch）、椭圆 G6.2、G6.3、抛物线 G7.2、G7.3 插补；

(2) 圆柱插补模式中不可 G00 定位操作；

(3) 进入圆柱插补方式之前应取消正在进行的刀具半径补偿模式，而在圆柱插补方式内开始并结束刀具补偿；

(4) 辅助功能 T 不能在圆柱插补模式中使用；

(5) 圆柱插补进给速度的指定只能是 G98 分进给；

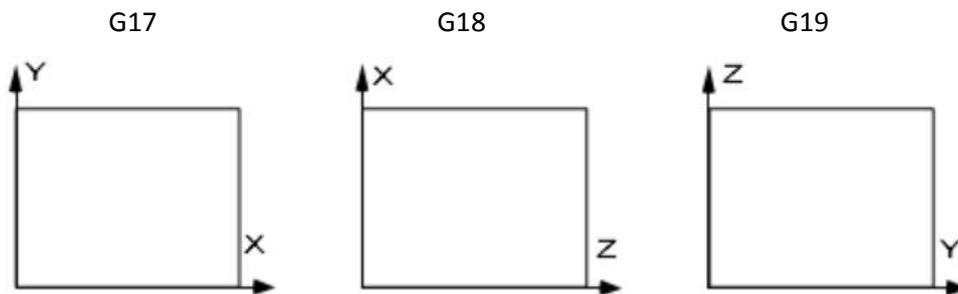
(6) 圆柱插补模式中不可再用 G50 设定工件坐标系；

(7) 圆柱插补中只允许指定当前圆柱的旋转轴及直线轴；

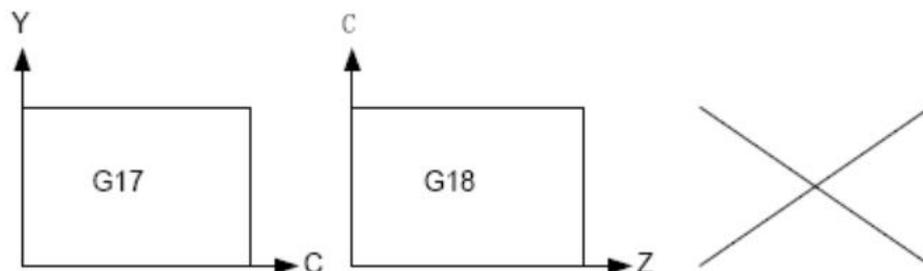
平面选择：圆柱插补开始前应先选择插补所在的平面，该平面中的一个轴将会是圆柱插补中的直线轴，另一

个轴作为圆柱插补中旋转轴展开时所对应的直线轴（见下图）。

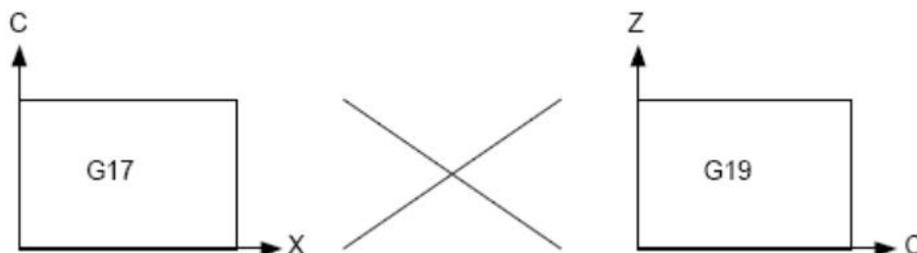
基本坐标系：



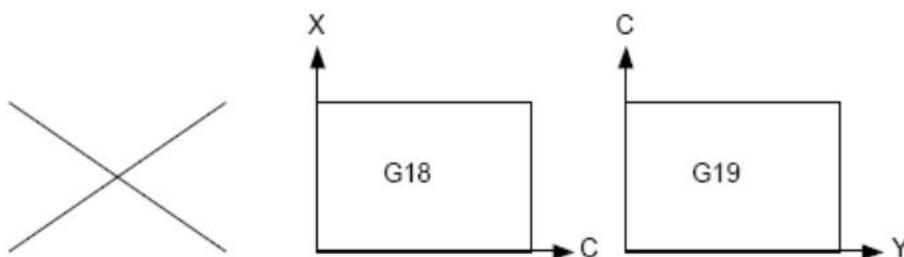
圆柱插补中旋转轴设为 X 轴或 X 轴的平行轴时：



圆柱插补中旋转轴设为 Y 轴或 Y 轴的平行轴时：



圆柱插补中旋转轴设为 Z 轴或 Z 轴的平行轴时：



相关参数：

圆柱插补中只能指定一个回转轴，回转轴既可以是基本轴也可以是基本轴的平行轴。三个附加轴的轴名可由参数 NO.225 设定（Y: 89, A: 65, B: 66, C: 67），轴的属性由数据参数 NO.230 设定（见下表）。

设定值	意义
0	既不是基本三轴，也不是平行轴
1	基本三轴中的 X 轴
2	基本三轴中的 Y 轴
3	基本三轴中的 Z 轴
5	X 轴的平行轴

6	Y 轴的平行轴
7	Z 轴的平行轴

使用举例：

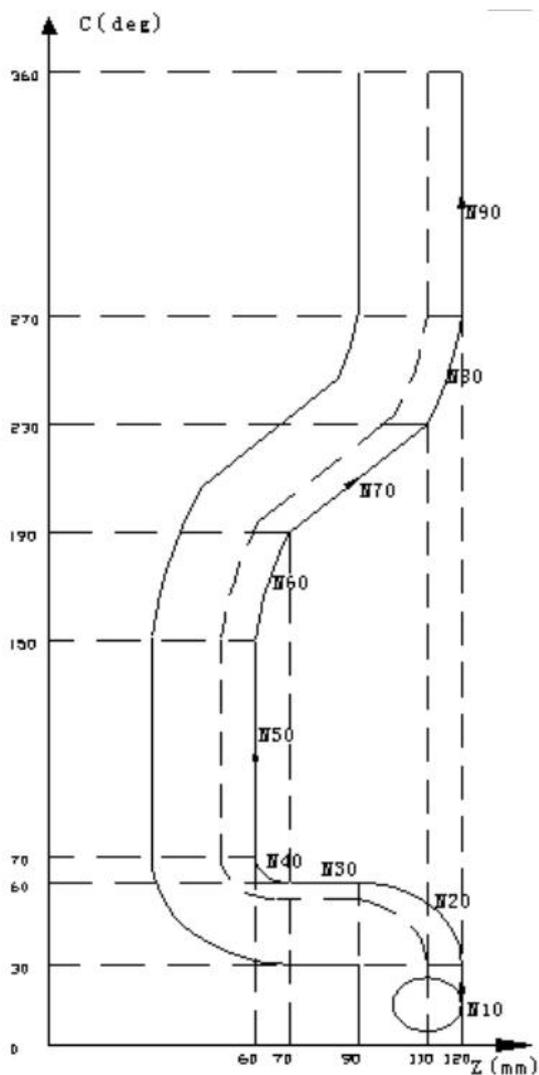
先将参数 NO. 224 设置成 5，选择在 G18 平面下进行圆柱插补，设定用于圆柱插补的旋转轴是第 5 轴，将第 5 轴的轴名设定为 C（数据参数 NO. 225），同时将第 5 轴的属性设定为 X 轴的平行轴（数据参数 NO. 230）。圆柱半径为 57.299mm，按柱面展开的轨迹如下图所示：

00071（圆柱插补 G7.1 应用举例）

```

G18;
G98;
G00 X150 Z105 C0;
G01 X114.598 Z105 F200;
G07.1 C57.299;
G41 G01 Z120;
N10 G01 C30.0;
N20 G03 Z90 C60 R30;
N30 G01 Z70;
N40 G02 Z60 C70 R10;
N50 G01 C150;
N60 G02 Z70 C190 R75;
N70 G01 Z110 C230;
N80 G03 Z120 C270 R75;
N90 G01 C360;
G40 G01 Z105;
G07.1 C0;
M30;

```



3.5.5 平面选择代码 G17 ~ G19

代码格式：

```

G17.....XY 平面
G18.....ZX 平面
G19.....YZ 平面

```

代码功能：用 G 代码选择圆弧插补的平面或刀具半径补偿的平面

代码说明：G17, G18, G19 为模态 G 代码，在没指令的程序段里，平面不发生变化。

注意事项：

- 选择 G17、G19 平面时要先设定基本轴 Y；
- C 刀补状态下不能进行平面切换；
- G71 ~ G76, G90, G92, G94 只能在 G18 平面内使用；
- 平面选择代码可与其他组 G 代码共段；
- 移动指令与平面选择无关；
- 关于直径或半径编程的处理：由于当前只有一个参数 N0001 选择是直径还是半径编程且只对 X 轴有效，因此在使用 G2, G3 等指令时 Z 轴与 Y 轴只能用半径编程，X 轴则由参数进行选择；
- G17 和 G19 平面下的 C 刀补的刀尖方向为 0。

3.6 倒角功能

倒角功能是在两轮廓间插入一段直线或圆弧，使刀具能比较平滑地从一轮廓过渡到另一轮廓。具有直线和圆弧两种倒角功能。

3.6.1 直线倒角

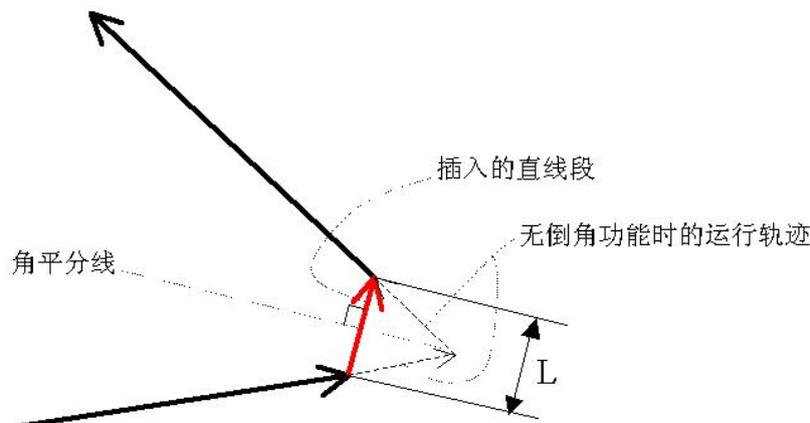
直线倒角：直线轮廓之间、圆弧轮廓之间、直线轮廓与圆弧轮廓之间插入一直线。直线倒角的代码地址为 L，倒角直线的长度用 L 指定，取值范围 0~1000mm，如果 L 指定的值超过范围，则忽略 L 代码。直线倒角必须在 G01、G02 或 G03 代码段中使用。

A. 直线接直线

代码格式： G01 X/U_ Z/W_ L_;

G01 X/U_ Z/W_;

代码功能：在两直线插补代码段中插入一段直线段。



B. 直线接圆弧

代码格式: G01 X/U_ Z/W_ L_;

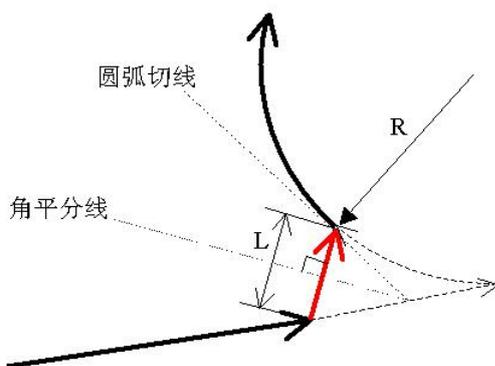
G02/G03 X/U_ Z/W_ R_;

或

G01 X/U_ Z/W_ L_;

G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_;

代码功能: 在直线和圆弧插补代码间插入一段直线段。



C. 圆弧接圆弧

代码格式: G02/G03 X/U_ Z/W_ R_ L_;

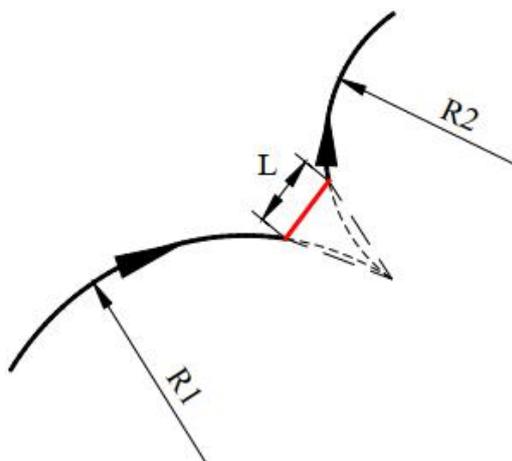
G02/G03 X/U_ Z/W_ R_;

或

G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_ L_;

G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_;

代码功能: 在两段圆弧插补代码间插入一段直线段。



D. 圆弧接直线

代码格式: G02/G03 X/U_ Z/W_ R_ L_;

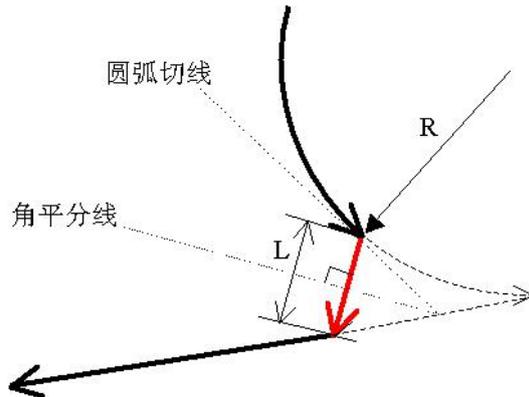
G01 X/U_ Z/W_;

或

G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_ L_;

G01 X/U_ Z/W_;

代码功能：在圆弧和直线插补代码间插入一段直线段。



3.6.2 圆弧倒角

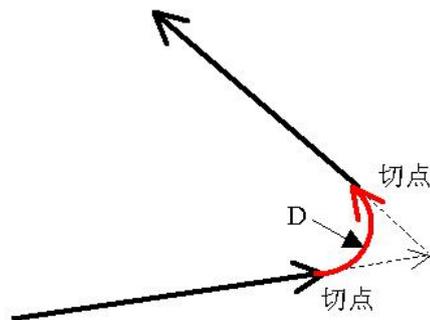
圆弧倒角：直线轮廓之间、圆弧轮廓之间、直线轮廓与圆弧轮廓之间插入一圆弧，圆弧与轮廓线间进行切线过渡。圆弧倒角的代码地址为D，倒角圆弧的半径用D指定，取值范围0~1000mm，如果D指定的值超过范围，则忽略D代码。圆弧倒角必须在G01、G02或G03代码段中使用。

A. 直线接直线

代码格式：G01 X/U_ Z/W_ D_;

G01 X/U_ Z/W_;

代码功能：在两段直线插补段中插入一段圆弧，插入的圆弧段与两直线相切，半径值用D指定。



B. 直线接圆弧

代码格式：G01 X/U_ Z/W_ D_;

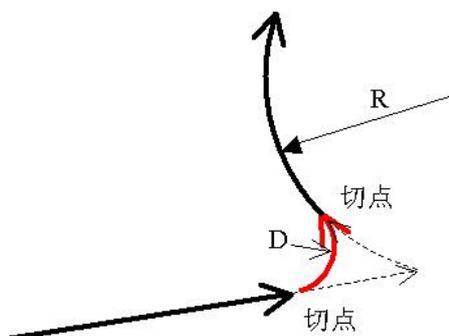
G02/G03 X/U_ Z/W_ R_;

或

G01 X/U_ Z/W_ D_;

G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_;

代码功能：在直线与圆弧交接处插入一段圆弧，插入圆弧段与直线、圆弧均相切，半径值用D指定。



C. 圆弧接圆弧

代码格式: G02/G03 X/U_ Z/W_ R_ D_;

G02/G03 X/U_ Z/W_ R_;

或

G02/G03 X/U_ Z/W_ R_ D_;

G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_;

或

G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_ D_;

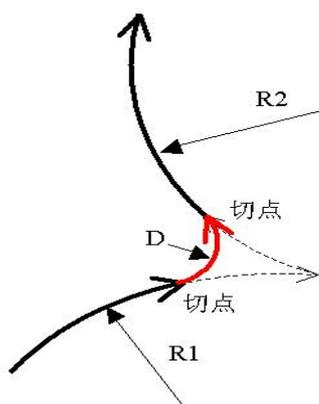
G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_;

或

G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_ D_;

G02/G03 X/U_ Z/W_ R_;

代码功能: 在两段圆弧间插入一段圆弧, 插入的圆弧段与两圆弧均相切, 半径值用 D 指定。



D. 圆弧接直线

代码格式: G02/G03 X/U_ Z/W_ R_ D_;

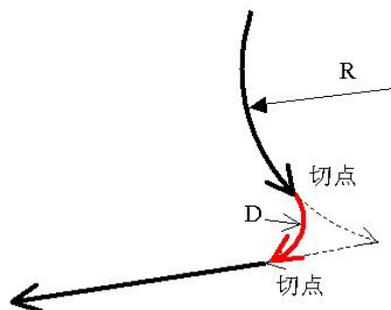
G01 X/U_ Z/W_;

或

G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_ D_;

G01 X/U_ Z/W_;

代码功能：在圆弧与直线交接处插入一段圆弧，插入圆弧段与圆弧、直线均相切，半径值用 D 指定。



3.6.3 特殊情况

当处于下面的情况时，倒角功能无效或报警。

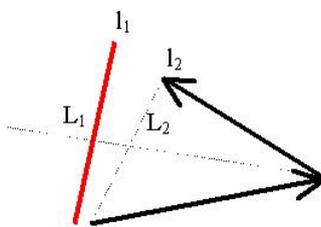
1) 直线倒角时

A. 两插补直线段在同一条直线上时，倒角功能无效。



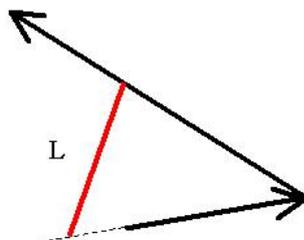
B. 倒角直线长度过长，CNC 产生报警。

如下图所示， l_1 为倒角直线，长度为 L_1 ； l_2 为两插补直线连接形成的三角形的第三边，长度为 L_2 ，当 L_1 大于 L_2 时，CNC 产生报警。



C. 某段直线（圆弧）过短，报警

如下图所示，倒角直线长度为 L ，经计算后倒角直线的另一端不在插补直线上（在插补直线的延长线上），CNC 产生报警。



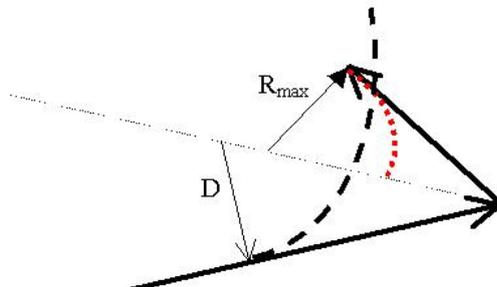
2) 圆弧倒角时

A. 两插补直线段在同一条直线上时，圆弧倒角功能无效。



B. 倒角圆弧半径过大，CNC 产生报警。

如下图所示，倒角圆弧半径为 D ，两直线相切的最大圆弧半径为 R_{max} ， R_{max} 小于 D ，CNC 产生报警。



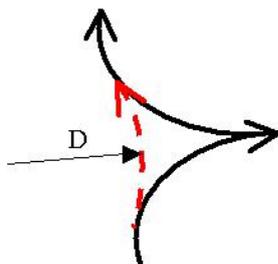
C. 直线与圆弧相切、圆弧与直线相切时，圆弧倒角功能无效。



D. 圆弧与圆弧相切时，圆弧倒角功能无效；



但如果是象下图类圆弧相切时，圆弧倒角功能有效。



3.7 暂停代码 G04

代码格式：G04 P_； 或

G04 X_； 或

G04 U_； 或

G04；

代码功能：各轴运动停止，不改变当前的 G 代码模态和保持的数据、状态，延时给定的时间后，再执行下一个程序段。

代码说明：G04 为非模态 G 代码；

G04 延时时间由代码字 P_、X_或 U_指定；

P 值取范围为 0~99999（单位：ms）。

X、U 代码范围为 0~9999.999× 最小输入增量（单位：s）。

注意事项：

- 当 P、X、U 未输入时，表示程序段间准确停。
- P、X、U 不能在同一程序段。

3.8 机械零点（机床零点）功能

3.8.1 机床第一参考点 G28

代码格式：G28 X/U_ Z/W_；

代码功能：从起点开始，以快速移动速度到达 X/U、Z/W 指定的中间点位置后再回机床零点。

代码说明：G28 为非模态 G 代码；

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 X 轴绝对坐标的差值。

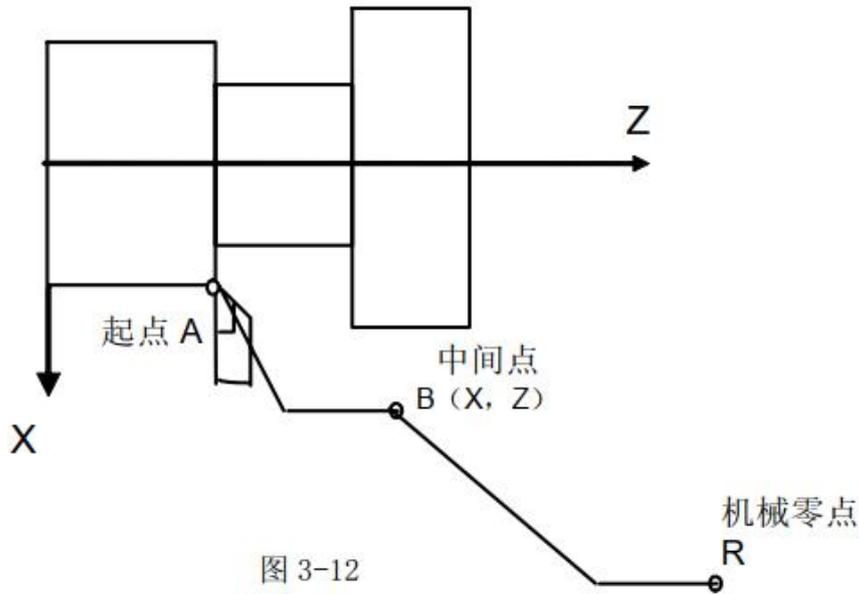
代码地址 X/U、Z/W 可省略一个或全部，详见下表：

表 3-4

指令	功能
G28 X/U	X 轴回机床零点，Z、Y 轴保持在原位
G28 Z/W	Z 轴回机床零点，X、Y 轴保持在原位
G28	保持在原位，继续执行下一程序段
G28 X/U Z/W	X、Z 轴同时回机床零点

代码动作过程（如图 3-12）：

- (1) 快速从当前位置定位到中间点位置（A 点→ B 点）；
- (2) 快速从中间点定位到参考点（B 点→ R 点）；
- (3) 若非机床锁住状态，返回参考点完毕时，回零灯亮。



注 1: 手动回机床零点与执行 G28 代码回机床零点的过程一致, 每次都必须检测减速信号与一转信号;

注 2: 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;

注 3: 执行 G28 代码回机床零点操作后, 系统取消刀具长度补偿;

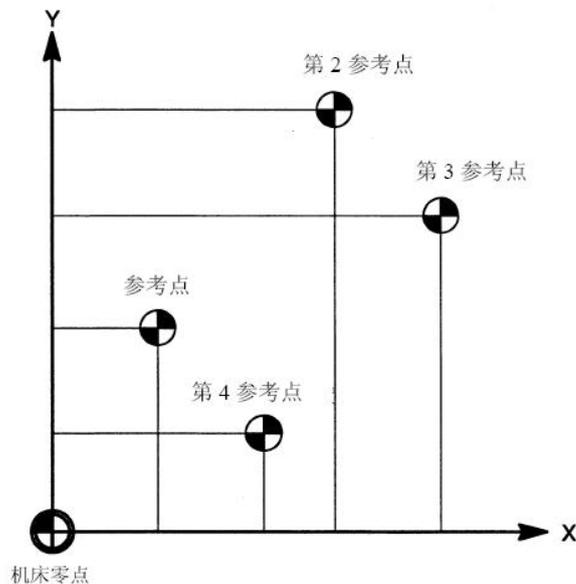
注 4: 如果机床未安装零点开关, 不得执行 G28 代码与返回机床零点的操作。

3.8.2 机床第 2、3、4 参考点 G30

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。机床参考点的坐标为参数 N0090 设置的值。

S98T/S180T/S188T系列具有机床第 2、3、4 参考点功能, 用参数 N0091~N0095 可分别设置机床第 2、3、4 参考点的 X、Z 轴的机床坐标。

机床零点, 机床参考点, 机床第 2、3、4 参考点在机床坐标系中的关系如下图所示。



代码格式:

G30 P2 X/U_ Z/W_;

G30 P3 X/U_ Z/W_;

G30 P4 X/U_ Z/W_;

代码功能: 从起点开始, 以快速移动速度移动到 X/U、Z/W 指定的中间点位置后再返回机床第 2, 3, 4 参考点。当返回机床第 2 参考点时, 代码地址 P2 可省略。

代码说明: G30 为非模态 G 代码;

X: 中间点 X 轴的绝对坐标;

U: 中间点 X 轴的相对坐标;

Z: 中间点 Z 轴的绝对坐标;

W: 中间点 Z 轴的相对坐标。

代码地址 X/U、Z/W 可省略一个或全部, 详见下表:

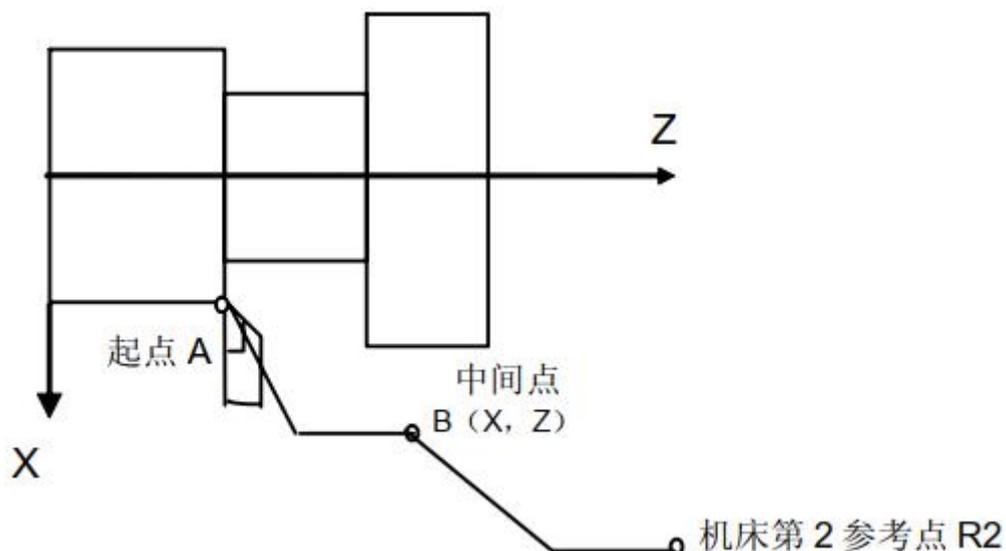
指令	功能
G30 Pn X/U_	X 轴回机床第 n 参考点, Z 轴保持在原位
G30 Pn Z/W_	Z 轴回机床第 n 参考点, X 轴保持在原位
G30	两轴保持在原位, 继续执行下一程序段
G30 Pn X/U_ Z/W_	X、Z 轴同时回机床第 n 参考点

注 1: 表中 n 取值 2、3 或 4;

注 2: 返回机床第 2, 3, 4 参考点过程中不需要检测减速、零点信号。

代码执行动作过程 (如下图, 以回机床第 2 参考点说明):

- (1) 快速从当前位置定位到指定轴的中间点位置 (A 点 → B 点);
- (2) 以参数 N0021 设定的速度从中间点定位到由参数 N0091 设定的第 2 参考点 (B 点 → R2 点);
- (3) 若非机床锁住状态, 返回参考点时, 参考点位置返回结束信号 ZP21 的 Bit0 位、Bit1 位为高。



- 注 1: 手动回机床参考点或执行 G28 代码回机床参考点之后, 才可使用返回机床第 2, 3, 4 参考点功能;
- 注 2: 从 A 点→ B 点及 B 点→ R2 点过程中, 两轴是以各自独立的速度移动的, 因此, 其轨迹并不一定是直线;
- 注 3: 执行 G30 代码回机床第 2, 3, 4 参考点后, 系统取消刀具长度补偿;
- 注 4: 如果机床未安装零点开关, 不得执行 G30 代码返回机床第 2, 3, 4 参考点操作;
- 注 5: 返回机床第 2, 3, 4 参考点, 不设置工件坐标系。

3.9 跳转插补 G31

代码格式: G31 X/U_ Z/W_ F_;

代码功能: 在该代码执行期间, 若输入了外部跳转信号 (X3.1), 则中断该代码的执行, 转而执行下一程序段。该功能可用于工件尺寸的动态测量(如磨床)、对刀测量等。

代码说明: 非模态 G 代码 (00 组);

与 G01 代码地址格式一致, 使用也类似;

使用该代码前需撤销刀尖半径补偿;

为保证停止位置精度, 进给速度不宜设置过大。

a. 跳转发生时后续段的行:

1. G31 的下一个程序段是增量坐标编程, 见图 3-13

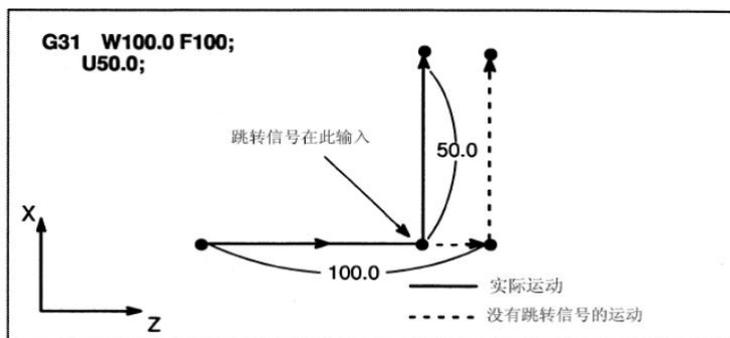


图 3-13

2. G31 的下一个程序段是 1 个轴的绝对坐标编程, 见图 3-14

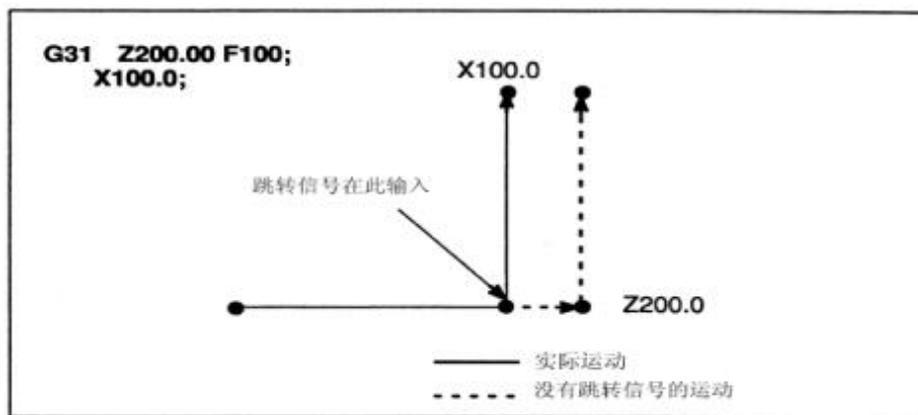


图 3-14

3. G31 的下一个程序段是 2 个轴的绝对坐标编程, 见图 3-15

程序: G31 Z200 F100

G01 X100 Z300

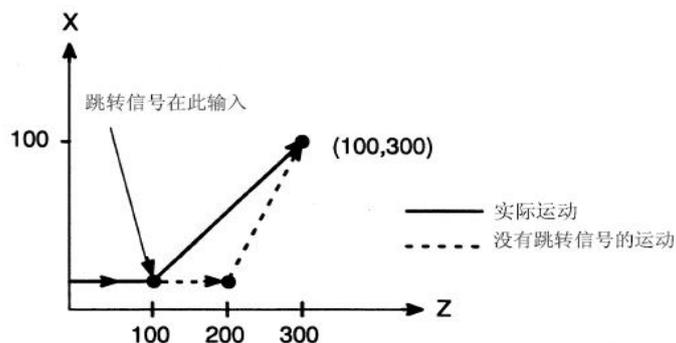


图 3-15

b. 与 G31 跳转代码有关的信号:

跳转信号:

SKIP: G6.6

类型: 输入信号

功能: G6.6 信号结束跳转切削。即, 在一个包含 G31 的程序段中, 跳转信号变为“1”的绝对坐标位置被存储在用户宏变量中(#5011~#5015 分别对应 X, Z, Y, 4th, 5th)。并且, 同时结束程序段的运动代码。

操作: 当跳转信号变为“1”时, CNC 处理如下所述:

当程序段正在执行跳转代码 G31 时, CNC 存储各轴的当前绝对坐标位置。CNC 停止 G31 代码的移动并开始下一程序段的执行, 跳转信号检测的不是其上升沿, 而是它的状态。因此如果跳转信号为“1”即认为立刻满足了其跳转条件。

注: 为保证停止位置精度, G31 的进给速度应尽可能低。

3.10 浮动工件坐标系设定 G50

代码格式: G50 X/U_ Z/W_;

代码功能: 设置当前位置的绝对坐标, 通过设置当前位置的绝对坐标在系统中建立浮动工件坐标系。执行本代码后, 系统将当前位置作为程序零点, 执行回程序零点操作时, 返回这一位置。浮动工件坐标系建立后, 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。

代码说明: G50 为非模态 G 代码;

X: 当前位置新的 X 轴绝对坐标;

U: 当前位置新的 X 轴绝对坐标与执行代码前的绝对坐标的差值;

Z: 当前位置新的 Z 轴绝对坐标;

W: 当前位置新的 Z 轴绝对坐标与执行代码前的绝对坐标的差值;

G50 代码中, X/U、Z/W 未输入时, 不改变当前坐标值, 把当前点坐标值设定为程序零点(当 G50 SXXXX

时不设置程序零点)。

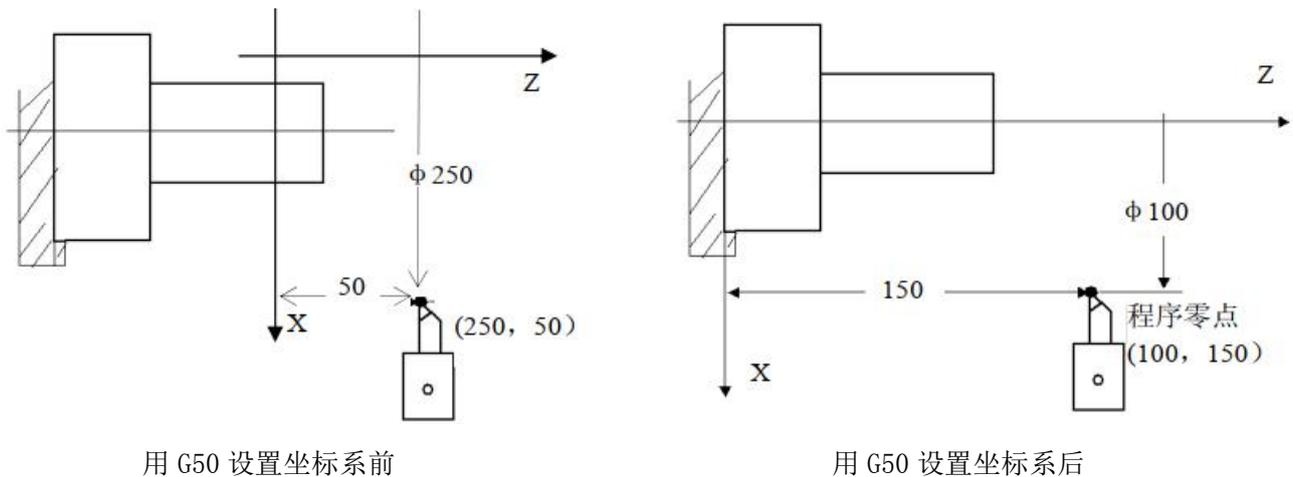


图 3-16

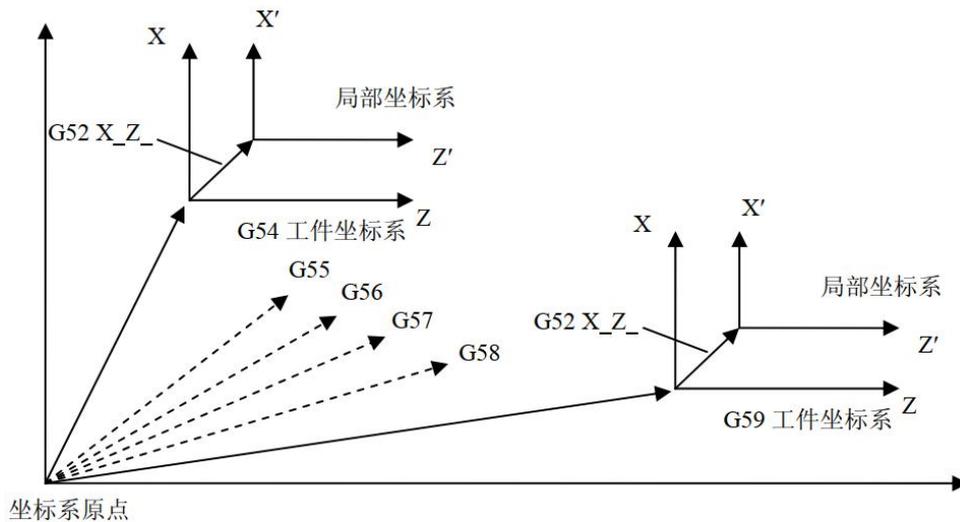
如图 3-16 所示, 当执行代码段“G50 X100 Z150;”后, 建立了如图所示的工件坐标系, 并将(X100 Z150)点设置为程序零点。

3.11 局部坐标系 G52

在工件坐标系上编程时, 为了方便起见, 可以在工件坐标系中再创建一个子工件坐标系。这样的子坐标系称为局部坐标系。

代码格式: G52 X(U)_ Z(W)_

代码功能: 使用 G52 指令, 可在所有的工件坐标系内 (G54~G59) 设定局部坐标系。各自的局部坐标系的原点, 成为各自工件坐标系中的 X(U)_ Z(W)_ 指定的位置。与工件坐标系的对应关系如下图:



代码说明: G52 代码为 00 组 G 代码, 为非模态代码。X(U) Z(W) 为指定局部坐标系的原点在当前工件坐标系中的坐标位置。绝对代码或相对代码指定时执行的结果一样。

注意事项:

- 局部坐标系的设定不改变工件坐标系和机床坐标系。

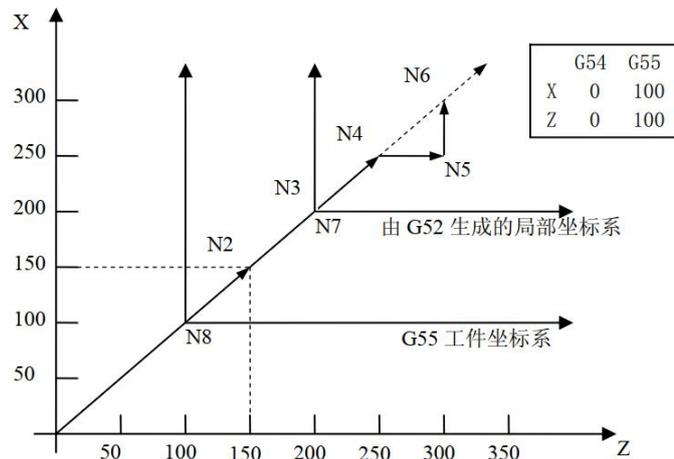
- 执行 G52 时，将暂时取消刀尖半径补偿。
- 指定 G52 后，在指定下一个 G52 指令之前，局部坐标系保持有效。且 G52 指令指定时不产生移动。
- 要取消局部坐标系，应使局部坐标系零点与工件坐标系零点一致，即指令 G52 X0 Z0 或 G52 U0 W0。
- 当用 G50 指令设定工件坐标系时，指定轴的所有工件坐标系下的局部坐标系被取消。如果不是指定所有轴的坐标值，则未指定坐标值的轴的局部坐标系不取消。
- 复位、机械回零、程序执行结束时是否取消局部坐标系，可由参数设置。

示例：

```

N1 G28 X0 Z0;
N2 G55 G00 X50 Z50;
N3 G52 X100 Z100;
N4 G00 X50 Z50;
N5 G01 Z100 F100;
N6 X100;
N7 G52 X0 Z0;
N8 G00 X0 Z0;
N9 M30;

```



在 N3 段，局部坐标系根据 G55 工件坐标系被建立，在 N7 段被取消。

3.12 工件坐标系 G54 ~ G59

代码格式：G54 ~ G59

代码功能：指定当前的工件坐标系，通过在程序中指定工件坐标系 G 代码的方式，选择工件坐标系。

代码说明：1. 无指令参数。

2. 系统本身可以设置六个工件坐标系，由指令 G54~G59 可选择其中的任意一个坐标

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

3. 当程序段中调用不同工件坐标系时，指令移动的轴，将定位到新的工件坐标系下的坐标点；

没有指令移动的轴，坐标将跳变到新工件坐标系下对应的坐标值，而实际机床位置不会发生改变。

例：G54 的坐标系原点对应的机床坐标为（20，20）

G55 的坐标系原点对应的机床坐标为（30，30）

顺序执行程序时，终点的绝对坐标与机床坐标显示如下：

程序	绝对坐标	机床坐标
G0 G54 X50 Z50	50, 50	70, 70, 70
G55 X100	100, 40	130, 70
X120 Z80	120, 80	150, 110

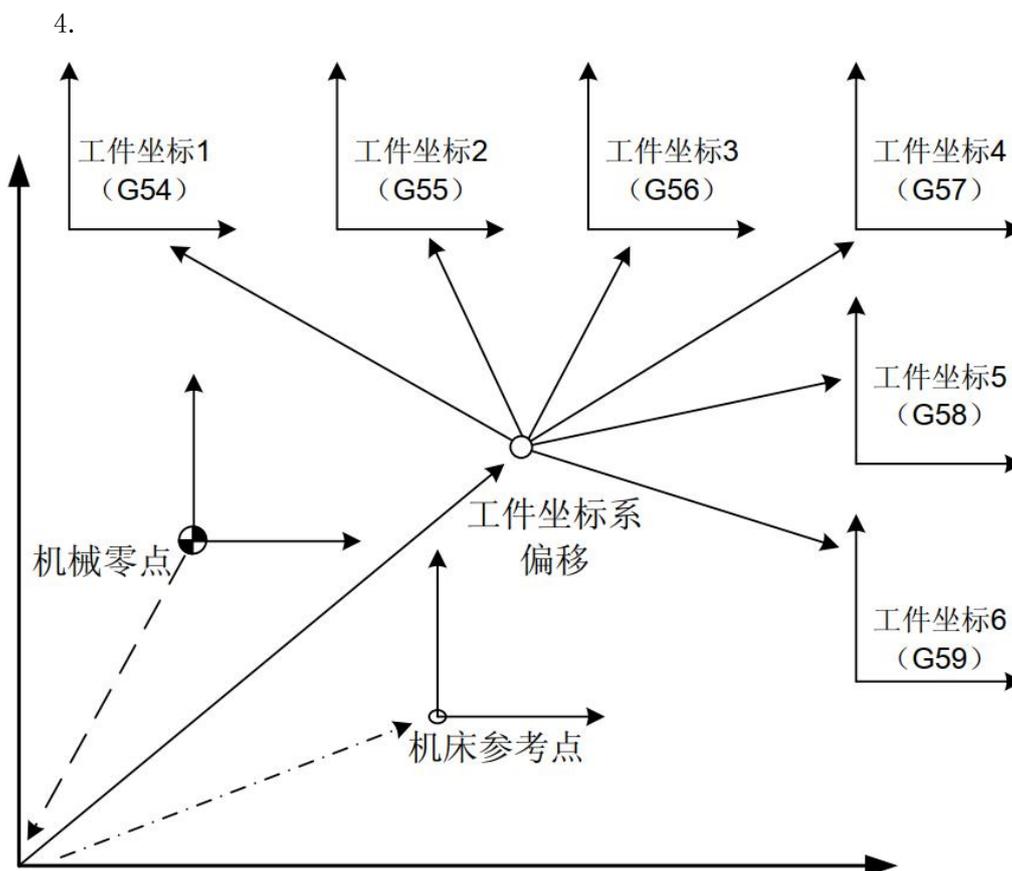


图 3.11.2

由上图所示，机床开机后手动回零回到机械零点，由机械零点建立机床坐标系，由此产生机床参考点和确定工件坐标系。外部工件原点偏移量数据参数 N0096 对应的值为 6 个工件坐标系的整体偏移量。可以通过录入方式下坐标偏置的输入或设置参数 N0090~N0095 可以指定 6 个工件坐标系的原点，这六个工件坐标系是根据从机械零点到各自坐标系零点的距离而设定的。

例：N10 G55 G90 G00 X100 Z20;

N20 G56 X80.5 Z25.5;

上述例子中，N10 程序段开始执行时，快速定位至工件坐标系 G55 的位置 (X=100, Z=20)。N20 程序段开始执行时，快速定位到工件坐标系 G56 的位置，绝对坐标值自动变成 G56 工件坐标系下的坐标值 (X=80.5, Z=25.5)。

3.13 固定循环代码

为了简化编程，S98T/S180T/S188T系列提供了只用一个程序段完成快速移动定位、直线/螺纹切削、最后快速移动返回起点的单次加工循环的G代码：

G90：轴向切削循环；

G92：螺纹切削循环；

G94：径向切削循环

G92 螺纹切削固定循环代码在螺纹功能一节中讲述。

3.13.1 轴向切削循环 G90

代码格式：G90 X/U_ Z/W_ F_； （圆柱切削）

G90 X/U_ Z/W_ R_ F_； （圆锥切削）

代码功能：从切削点开始，进行径向(X轴)进刀、轴向(Z轴或X、Z轴同时)切削，实现柱面或锥面切削循环。

代码说明：G90为模态代码；

切削起点：直线插补(切削进给)的起始位置；

切削终点：直线插补(切削进给)的结束位置；

X：切削终点X轴绝对坐标；

U：切削终点与起点X轴绝对坐标的差值；

Z：切削终点Z轴绝对坐标；

W：切削终点与起点Z轴绝对坐标的差值；

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3-17，否则进行圆锥切削，如图3-18。

循环过程：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。

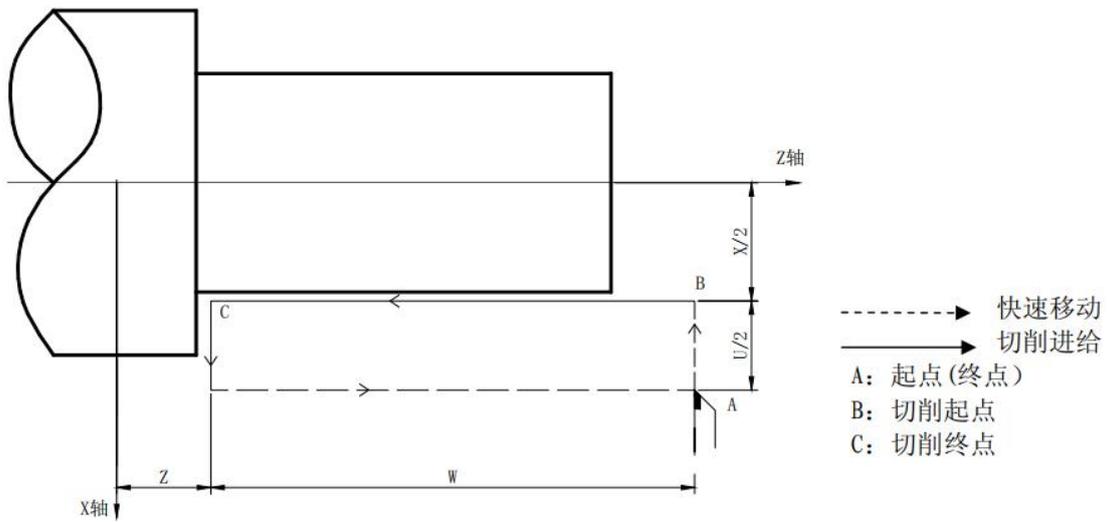


图 3-17

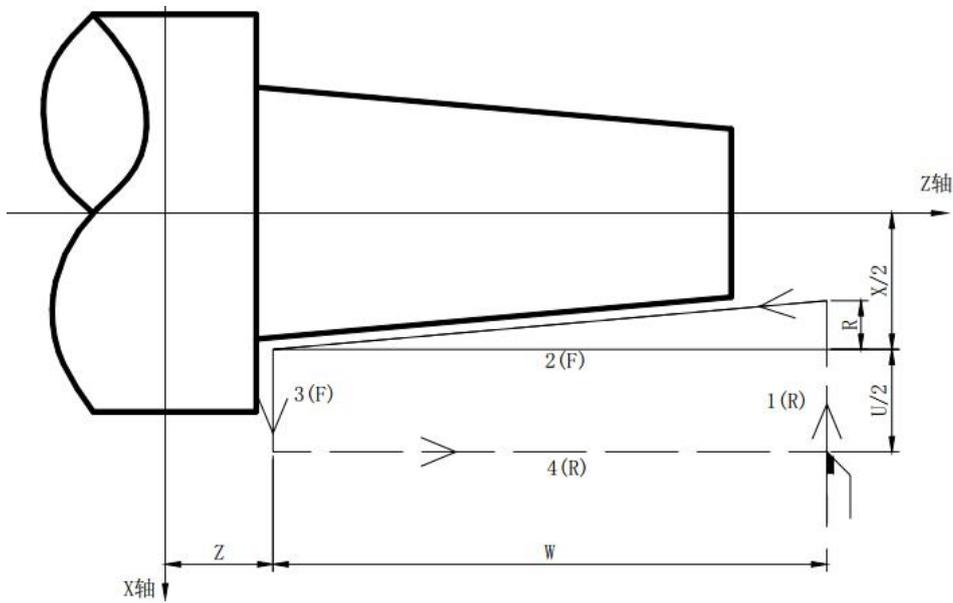
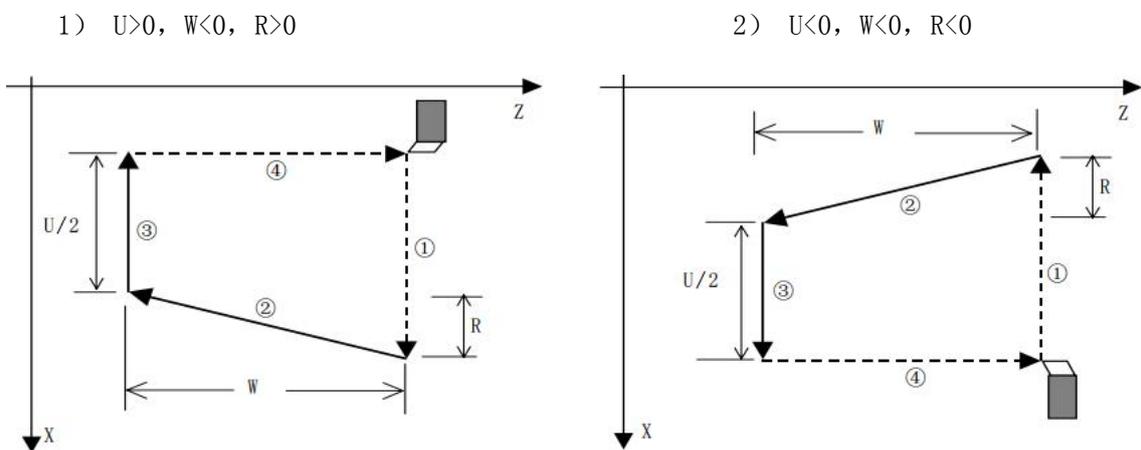
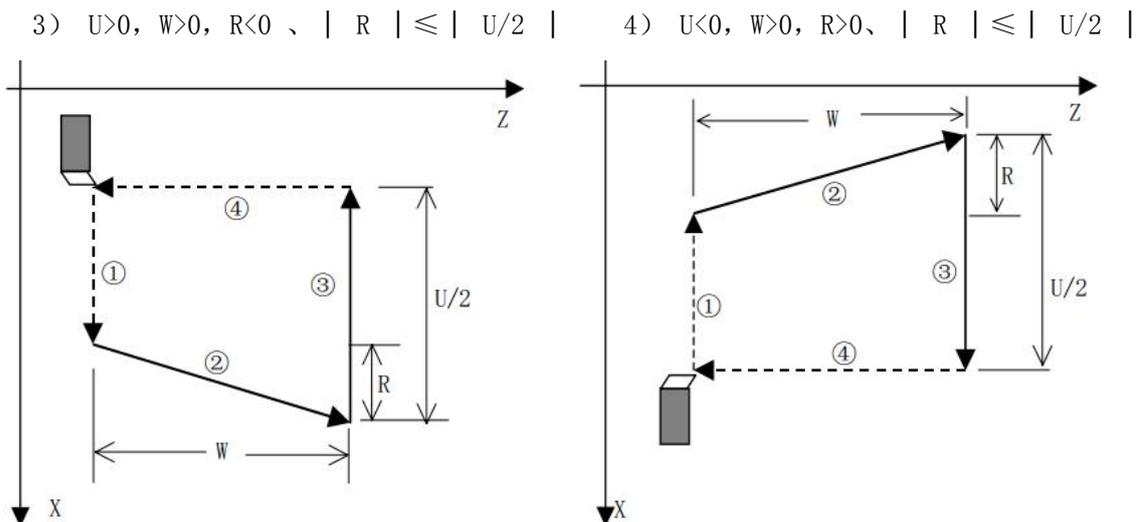


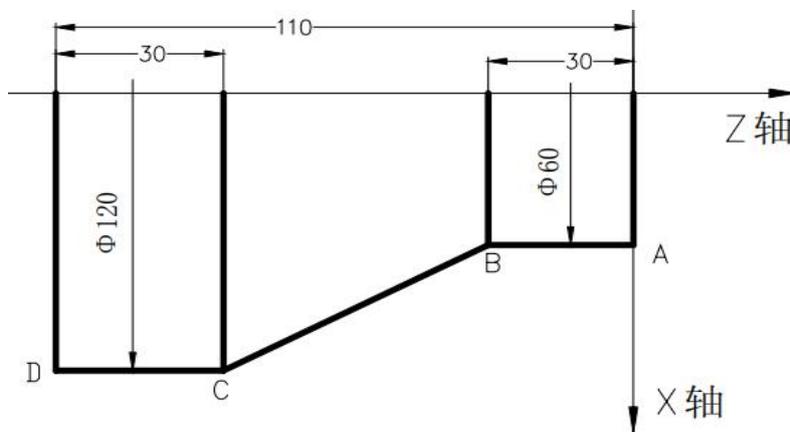
图 3-18

代码轨迹：U、W、R 反应切削终点与起点的相对位置，U、W、R 在符号不同时组合的刀具轨迹，如图 3-19。





示例：图 3-20，毛坯 $\Phi 125 \times 110$



程序：00002；

M3 S300 G0 X130 Z3；

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

X110 Z-30；

X100；

X90；

X80；

X70；

X60；

(A→B, $\Phi 60$ 切削, 分六次进刀循环切削, 每次进刀 10mm)

G0 X120 Z-30；

G90 X120 Z-44 R-7.5 F150；

Z-56 R-15

Z-68 R-22.5

Z-80 R-30

(B→C, 锥度切削, 分四次进刀循环切削)

M30；

3.13.2 径向切削循环 G94

代码格式: G94 X/U_ Z/W_ F_; (端面切削)

G94 X/U_ Z/W_ R_ F_; (锥度端面切削)

代码功能: 从切削点开始, 轴向(Z轴)进刀、径向(X轴或 X、Z轴同时)切削, 实现端面或锥面切削循环, 代码的起点和终点相同。

代码说明: G94 为模态代码;

切削起点: 直线插补(切削进给)的起始位置;

切削终点: 直线插补(切削进给)的结束位置;

X: 切削终点 X 轴绝对坐标, 单位: mm/inch;

U: 切削终点与起点 X 轴绝对坐标的差值;

Z: 切削终点 Z 轴绝对坐标;

W: 切削终点与起点 Z 轴绝对坐标的差值;

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 $|R| \leq |W|$, 径向直线切削如图 3-21, 径向锥度切削如图 3-22。

循环过程: 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。

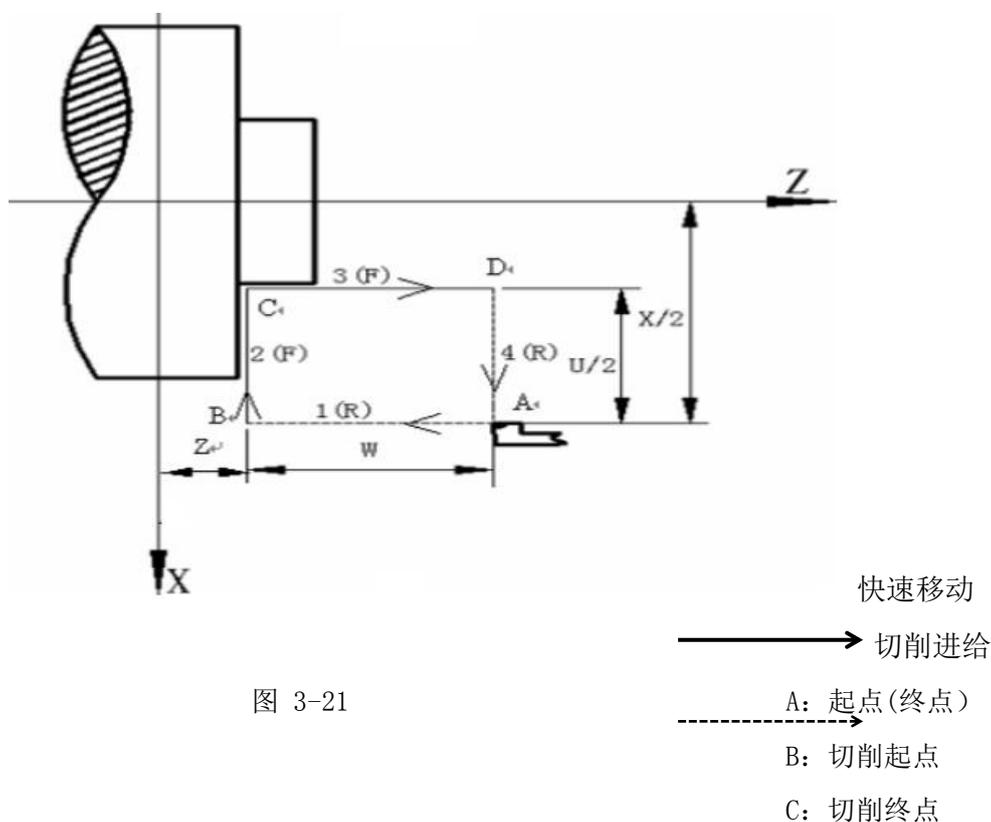


图 3-21

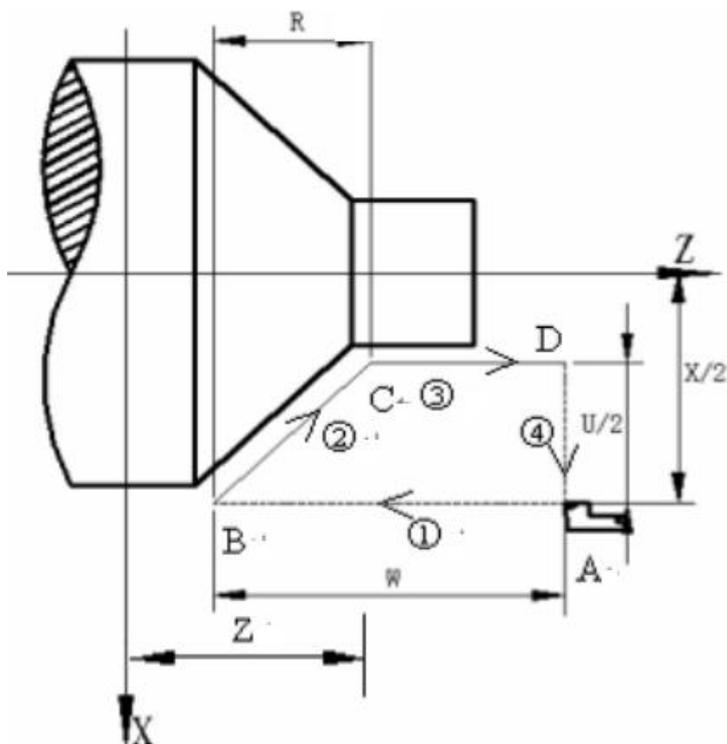
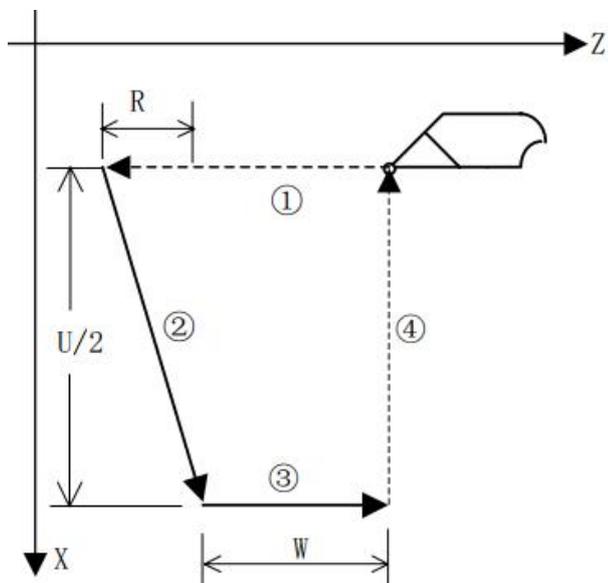


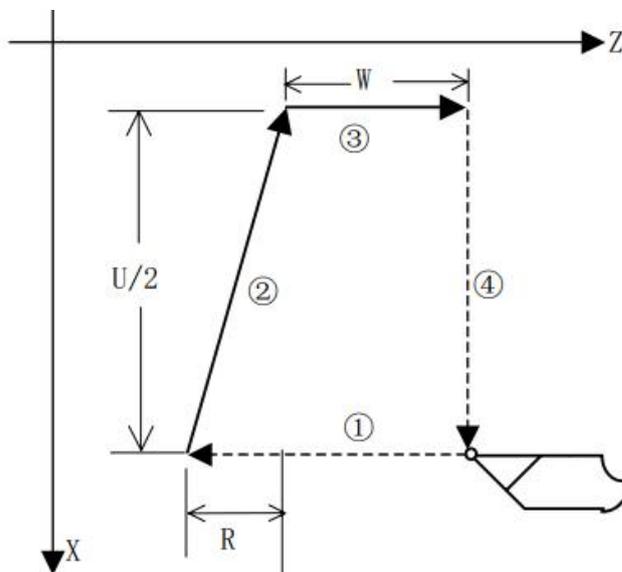
图 3-22

代码轨迹：U、W、R 反应切削终点与起点的相对位置，U、W、R 在符号不同时组合的刀具轨迹，如图 3-23：

1) $U > 0$ $W < 0$ $R < 0$

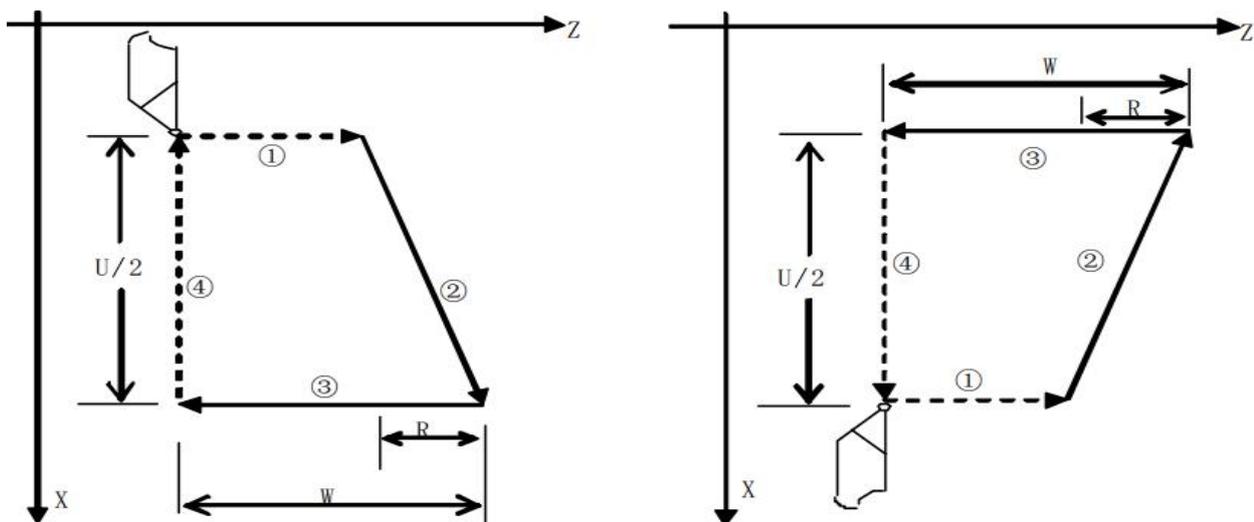


2) $U < 0$ $W < 0$ $R < 0$



3) $U > 0$ $W > 0$ $R < 0$ ($|R| \leq |W|$)

4) $U < 0$ $W > 0$ $R < 0$ ($|R| \leq |W|$)



示例：图 3-24，毛坯 $\Phi 125 \times 112$

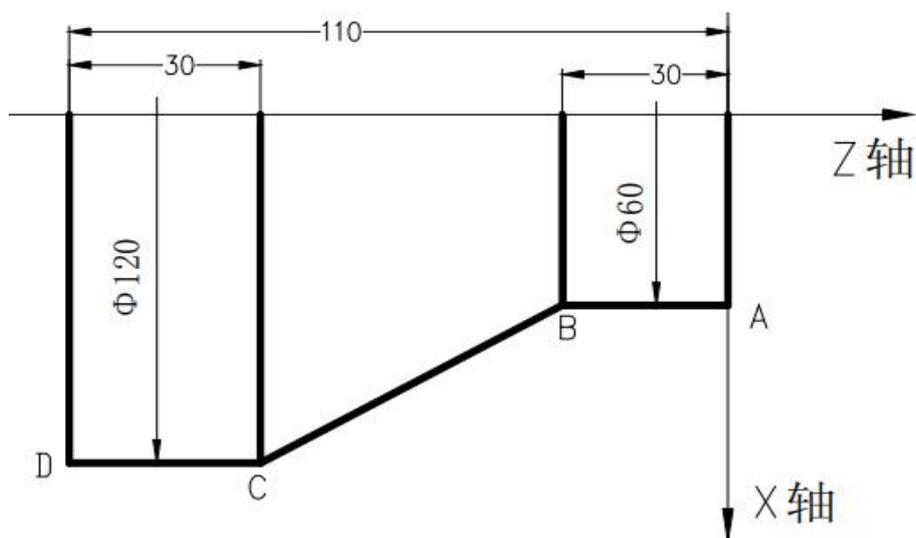


图 3-24

```

程序：00003；
G00 X130 Z5 M3 S1；
G94 X0 Z0 F200
X120 Z-110 F300； } 端面切削(外圆  $\Phi 120$  切削)
G00 X120 Z0
G94 X108 Z-30 R-10
X96 R-20
X84 R-30
X72 R-40
X60 R-50； } (C→B→A,  $\Phi 60$  切削)
M30；
    
```

3.13.3 固定循环代码的注意事项

1) 在固定循环代码中，X/U、Z/W、R 一经执行，在没有执行新的固定循环代码重新给定 X/U、Z/W、R 时，X/U、Z/W、R 的指定值保持有效。如果执行了除 G04 以外的非模态(00 组)G 代码或 G00、G01、G02、G03、G32 时，X/U、Z/W、R 的指定值被清除。

2) 在固定循环 G90、G94 代码中，单段运行的话，执行完整个固定循环后单段停止。

3.14 多重循环代码

S98T/S180T/S188T系列的多重循环代码包括：轴向粗车循环 G71、径向粗车循环 G72、封闭切削循环 G73、精加工循环 G70、轴向切槽多重循环 G74、径向切槽多重循环 G75 及多重螺纹切削循环 G76。系统执行这些代码时，根据编程轨迹、进刀量、退刀量等数据自动计算切削次数和切削轨迹，进行多次进刀→切削→退刀→再进刀的加工循环，自动完成工件毛坯的粗、精加工，代码的起点和终点相同。

G76 多重螺纹切削循环代码在螺纹功能一节中讲述。

3.14.1 轴向粗车循环 G71

G71 有两种粗车加工循环：类型 I 和类型 II

代码格式：G71 U(Δd) R(e) F_ S_ T_ ; (1)

G71 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw) K0/1; (2)

<pre>N(ns) G0/G1 X/U. . . ; ; F; S; N(nf). ;</pre>	(3)	<pre>N(ns) G0/G1 X(U) Z(W) ; ; F; S; N(nf). ;</pre>	(3)
类型 I		类型 II	

代码功能：G71 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 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(棒料)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 $0.001 \sim 99.999$ (IS_B) / $0.0001 \sim 99.9999$ (IS_C) (单位：mm/inch，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，并将该数据转换为相应的值保存在参数 N0187 中。未输入 U(Δd) 时，以参数 N0187 的值作为进刀量。

e：粗车时 X 轴的退刀量，(IS_B)/(IS_C) 下取值范围 $0 \sim 99.999$ (单位：mm/inch，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，并将该数据转换为相应的值保存在参数 N0188 中。未输入 R(e) 时，以参数 N0188 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 $-99999.999 \sim 99999.999$ (IS_B) / $-9999.9999 \sim 9999.9999$ (IS_C) (直径，单位：mm/inch，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 $-99999.999 \sim 99999.999$ (IS_B) / $-9999.9999 \sim 9999.9999$ (IS_C)，(单位：mm/inch，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。

K：当 K 不输入或者 K 不为 1 时，系统不检查程序的单调性除了圆弧或椭圆或抛物线的起点和终点的 Z 值相等或圆弧大于 180 度；当 K=1 时，系统检查程序的单调性。

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。

类型 I：

1) 代码执行过程：图 3-25。

- 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。

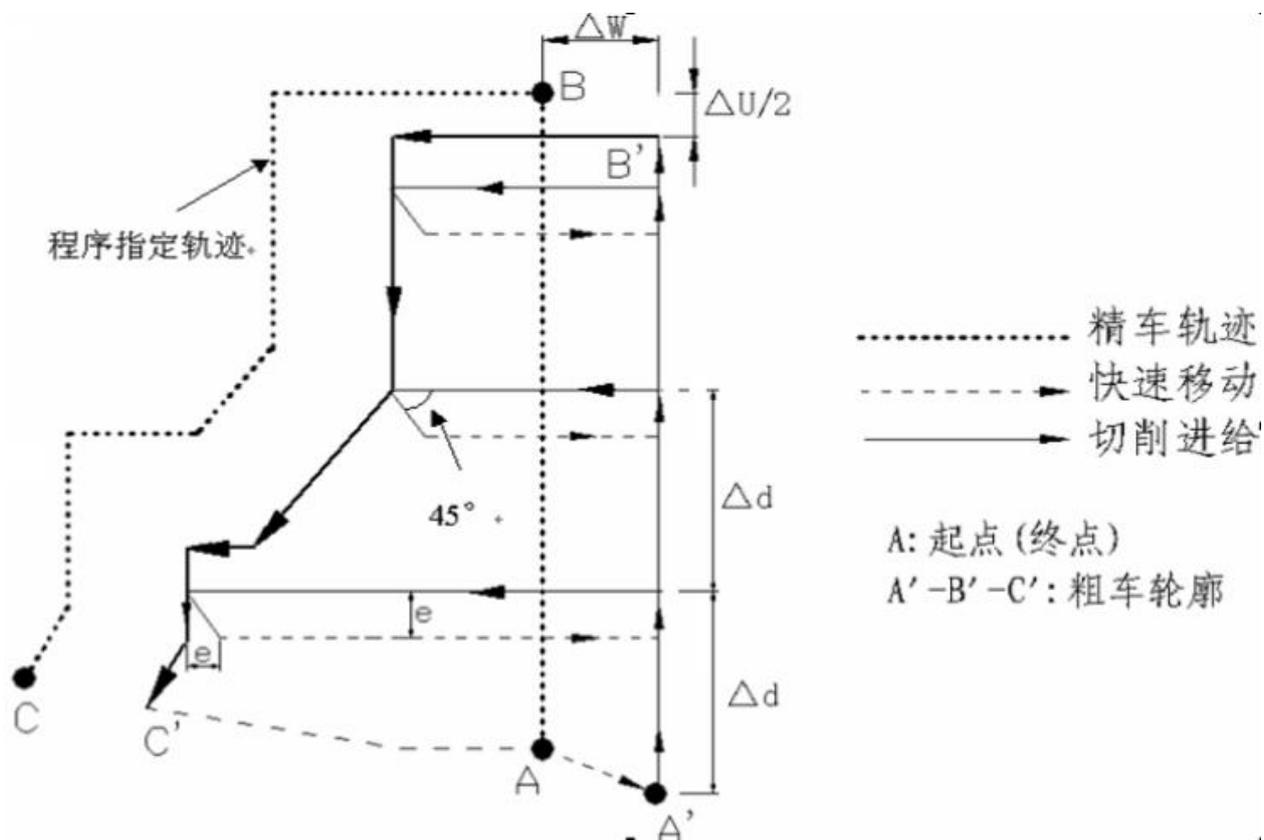


图 3-25 G71 代码循环轨迹

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 3-26, 图中 $B \rightarrow C$ 为精车轨迹, $B' \rightarrow C'$ 为粗车轮廓, A 为起刀点。

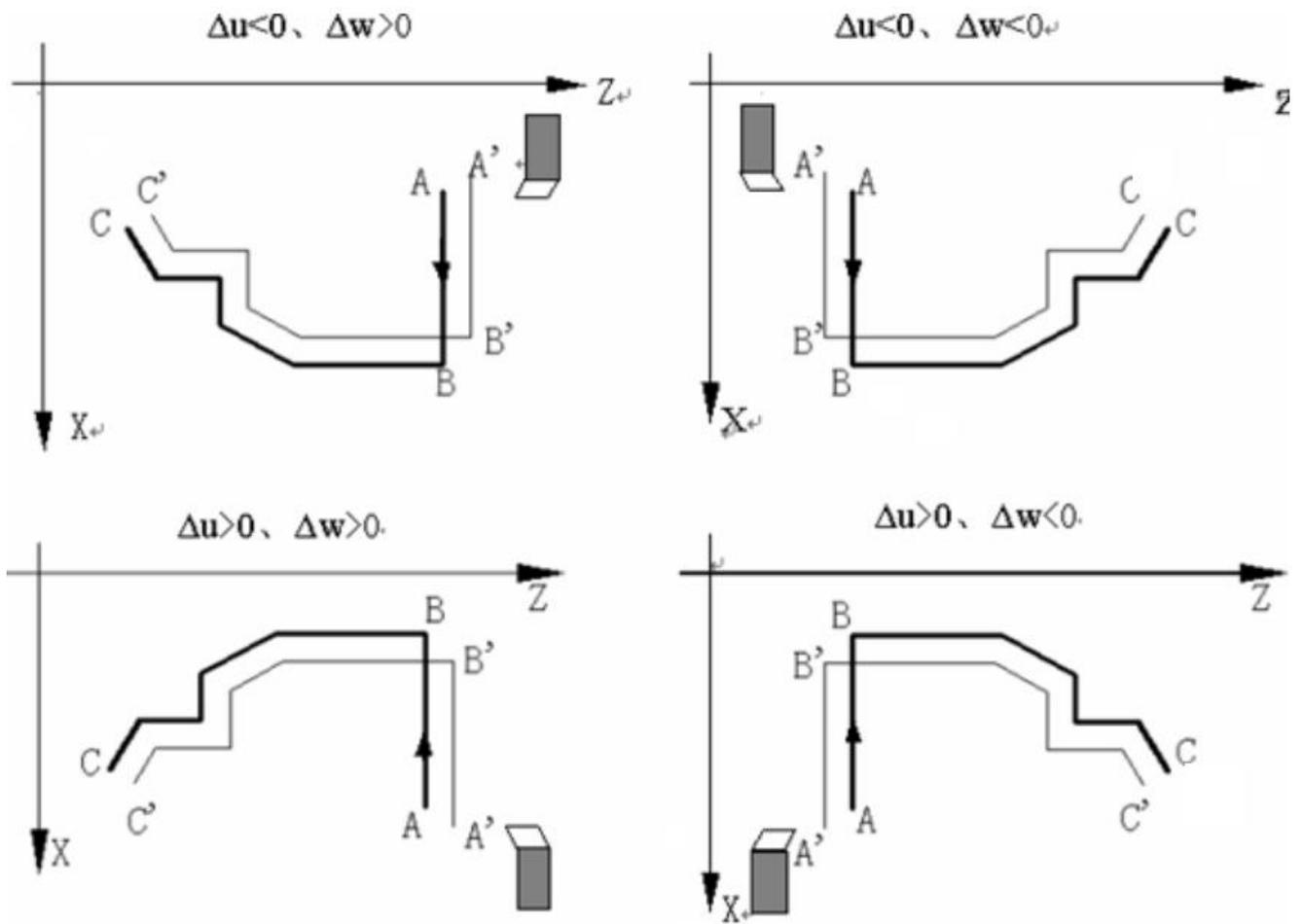


图 3-26

类型 II:

类型 II 不同于类型 I，如下所述：

1) 相关定义：比类型 I 多 1 个参数

J: 当 J 不输入或者 J 不为 1 时，系统不会沿着粗车轮廓再运行一次；当 J=1 时，系统会沿着粗车轮廓再运行一次

2) 沿 X 轴的外形轮廓不必单调递增或单调递减，并且最多可以有 10 个凹槽，示意如下。

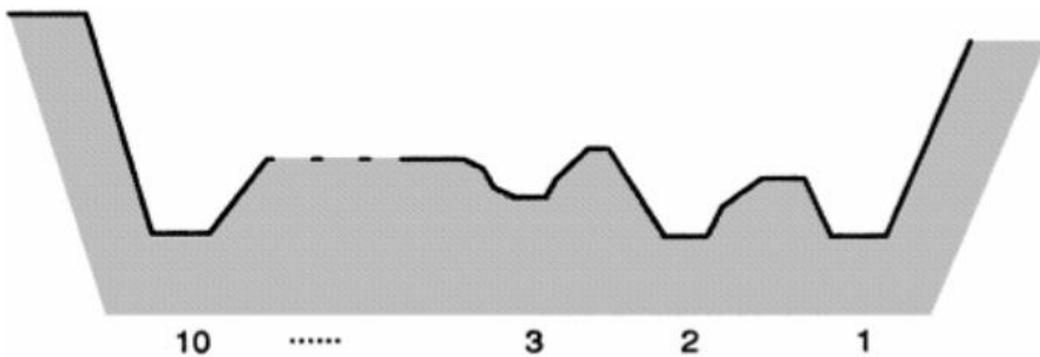


图 3-26-1 (类型 II)

但是，沿 Z 轴的外形轮廓必须单调递增或递减，下面的轮廓不能加工：

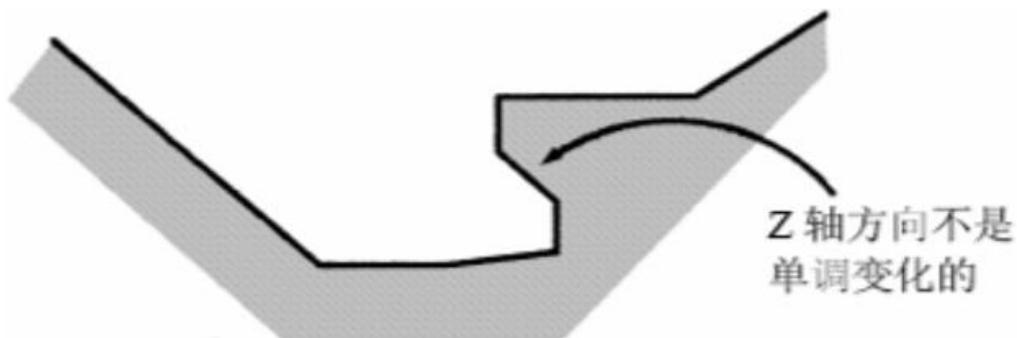


图 3-26-2 (类型 II)

3) 第一刀不必垂直: 如果沿 Z 轴为单调变化的形状就可进行加工, 示意图如下:

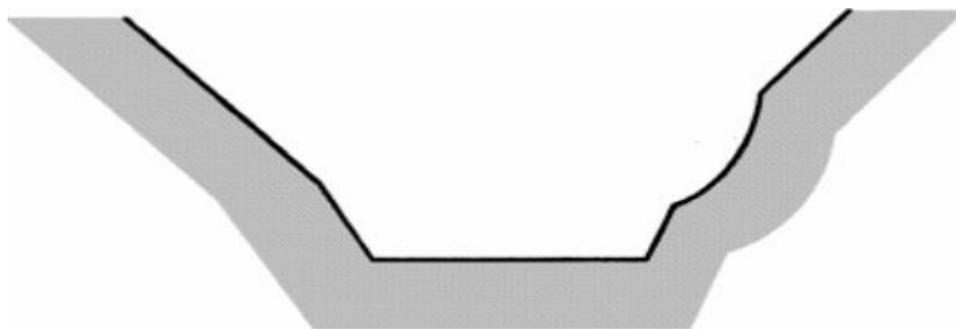


图 3-26-3 (类型 II)

4) 车削后, 应该退刀, 退刀量由 R (e) 参数指定或者以参数 N0188 号设定值指定, 示意图如下:

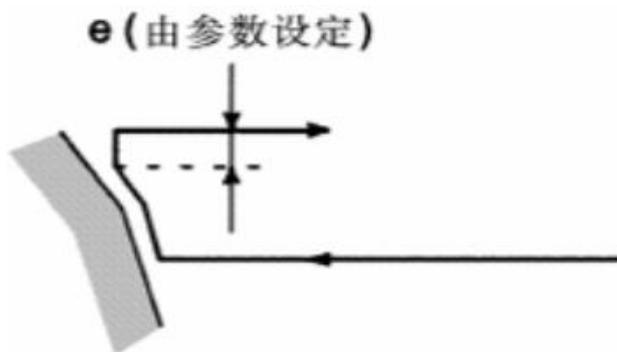
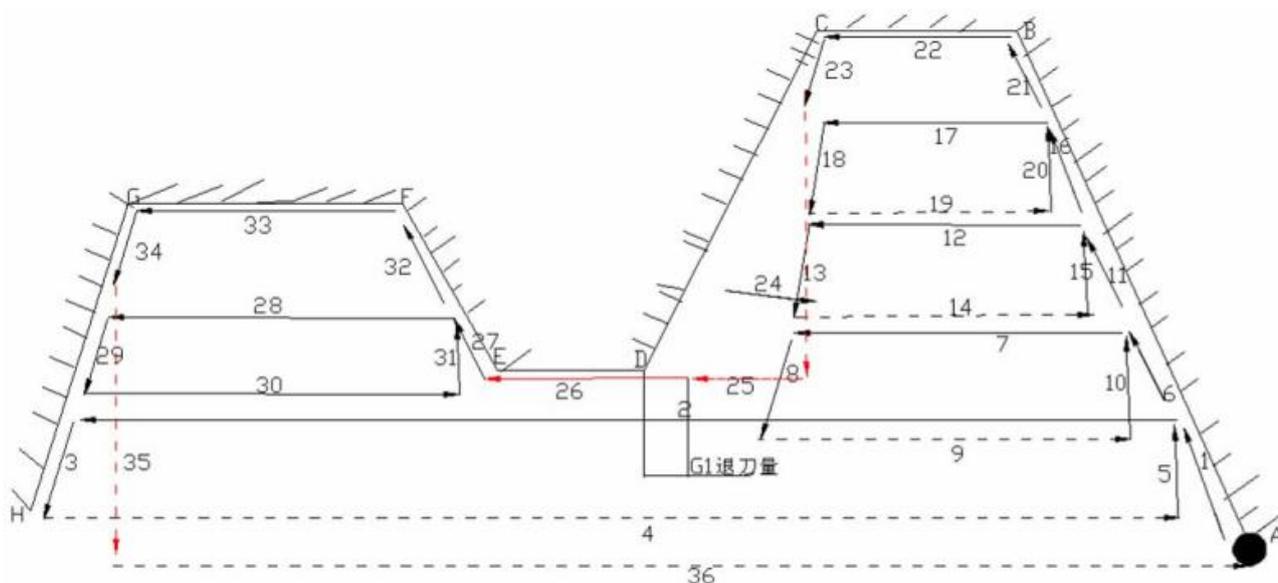


图 3-26-4 (类型 II)

5) 代码执行过程: 粗车轨迹 A→H



注意事项:

- ns 程序段只能是 G00、G01 代码，如果是类型 II，必须指定 X(U) 和 Z(W) 两个轴，当 Z 轴不移动时也必须指定 W0。
- 对于类型 II，精车余量只能指定 X 方向，如果指定了 Z 方向上的精车余量，则会使整个加工轨迹发生偏移，如果指定最好指定为 0。
- 对于类型 II，当当前槽切削完要切削下个槽的时候，留下退刀量的距离让刀以 G1 的速度靠向工件（标号 25 和 26），如果退刀量为 0 或者剩余距离小于退刀量，系统以 G1 靠向工件。
- 对于没有注明是类型 I 还是类型 II 的部分为两者公用。
- 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），类型 I 中 X 轴尺寸也必须是单调变化，类型 II 则不需要。
- 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 G71 程序段的下一程序，因此会引起重复执行 G71 程序段。
- 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。
- ns~nf 程序段中，只能有 G 功能：G00、G01、G02、G03、G04、G05、G6.2、G6.3、G7.2、G7.3、G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42 代码；不能有子程序调用代码（如 M98/M99）。
- G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42、G04 代码在执行 G71 循环中无效，执行 G70 精加工循环时有效。
- 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。
- 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。
- 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。
- 在录入方式中不能执行 G71 代码，否则产生报警。
- 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。

- 退刀点要尽量高或低，避免退刀碰到工件。

示例：图 3-27（类型 I）

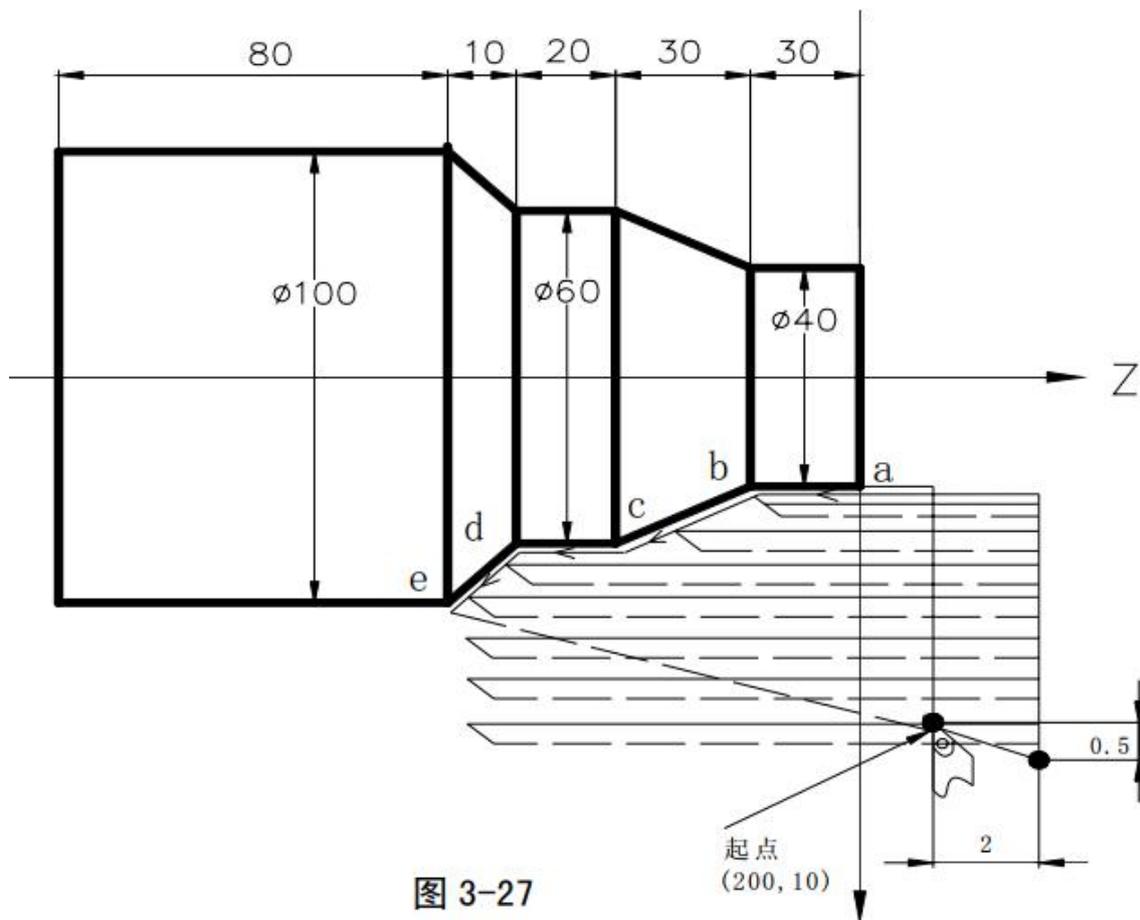


图 3-27

程序：00004；

G00 X200 Z10 M3 S800；（逆时针转，转速 800r/min）

G71 U2 R1 F200；（每次切深 4mm，退刀 2mm，[直径]）

G71 P80 Q120 U1 W2；（对 a---e 粗车加工，余量 X 方向 1mm，Z 方向 2mm）

N80 G00 X40 S1200；（定位）

G01 Z-30 F100；（a → b）

X60 W-30；（b → c）

W-20；（c → d）

N120 X100 W-10；（d → e）

精加工路线 a→b→c→d→e 程序段

G70 P80 Q120；（对 a---e 精车加工）

M30；（程序结束）

3.14.2 径向粗车循环 G72

代码格式：G72 W(Δd) R(e) F_ S_ T_； (1)

G72 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw) K0/1； (2)

```

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

```

(3)

代码功能：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~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 (IS_B) / 0.0001 (IS_C) ~ 99.999 (单位: mm/inch)，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，并将该数据转换为相应的值保存在参数 N0187 中。未输入 W(Δd) 时，以参数 N0187 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/inch)，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，并将该数据转换为相应的值保存在数据参数 N0188 中。未输入 R(e) 时，以参数 N0188 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，直径/半径指定，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，有符号)。

K: 当 K 不输入或者 K 不为 1 时, 系统不检查程序的单调性; 当 K=1 时, 系统检查程序的单调性。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 (T 指令除外)。在 G72 循环中, $ns \sim nf$ 间程序段号的 M、S、F 功能都无效, 仅在 G70 精车循环的程序段中才有效。

代码执行过程: 图 3-28。

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 \rightarrow 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 \rightarrow 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° 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 \rightarrow 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 \rightarrow 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。

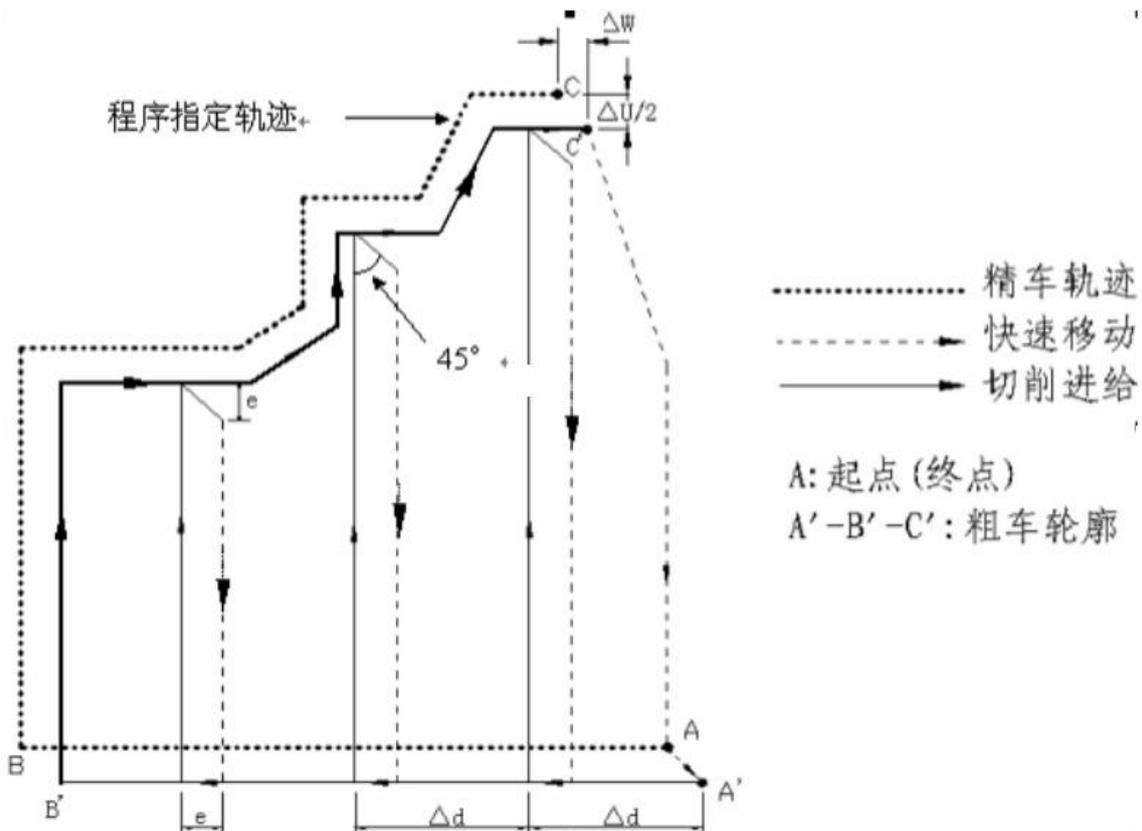


图 3-28

代码说明:

- 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，因此会引起重复执行 ns~nf 程序段。
- 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。
- ns 程序段只能是不含 X(U) 代码字的 G00、G01 代码，否则报警。
- 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)。
- ns~nf 程序段中，只能有 G 功能：G00、G01、G02、G03、G04、G05、G6.2、G6.3、G7.2、G7.3、G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42 代码；不能有子程序调用代码(如 M98/M99)。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 在录入方式中不能执行 G72 代码，否则产生报警。
- 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 3-29，图中： $B \rightarrow C$ 为精车轨迹， $B' \rightarrow C'$ 为粗车轮廓，A 为起刀点。

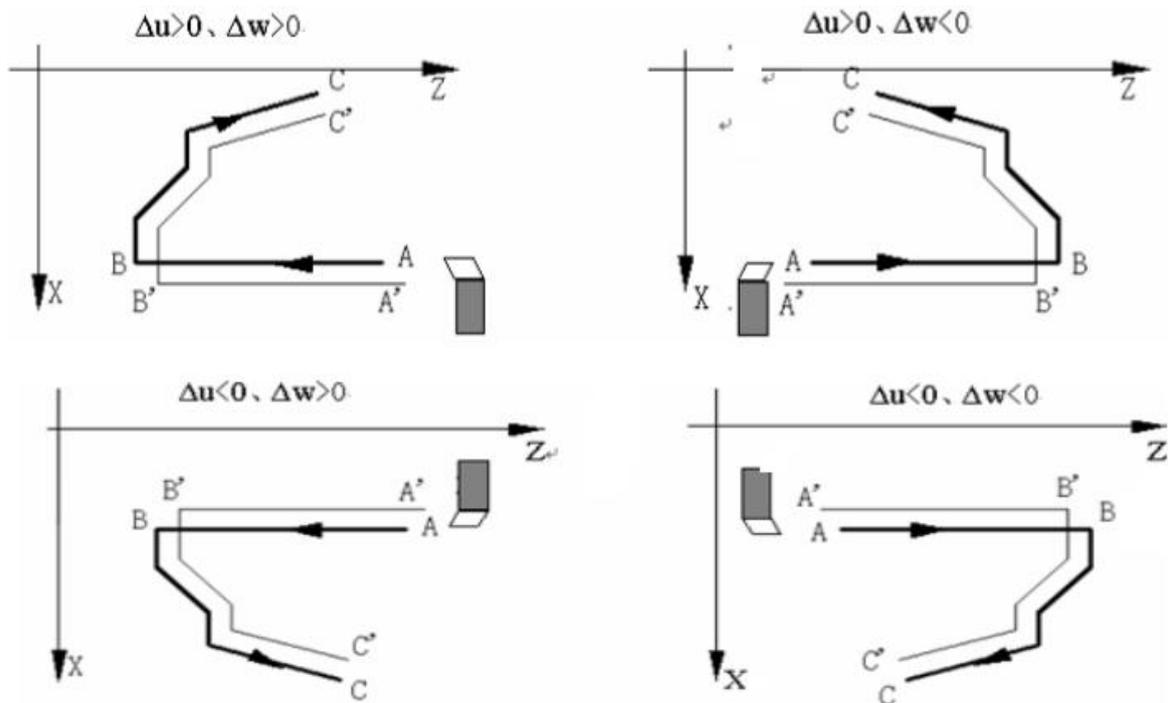


图 3-29

示例：图 3-30

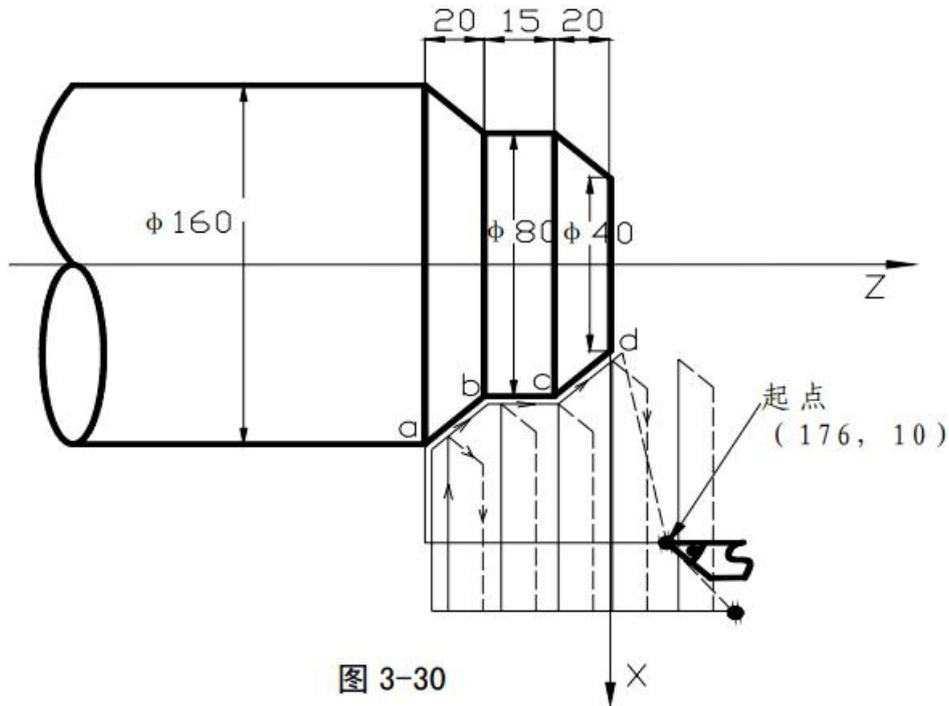


图 3-30

```

程序： 00005；
G00 X176 Z10 M03 S500 (换 2 号刀，执行 2 号刀偏，逆时针转，转速 500)
G72 W2.0 R0.5 F300； (进刀量 2mm，退刀量 0.5mm)
G72 P10 Q20 U0.2 W0.1； (对 a--d 粗车， X 留 0.2mm， Z 留 0.1mm 余量)
N10 G00 Z-55 S800； (快速移动)
G01 X160 F120； (进刀至 a 点)
X80 W20； (加工 a—b)
W15； (加工 b—c)
N20 X40 W20； (加工 c—d)
G70 P010 Q020 M30； (精加工 a—d)
    
```

} 精加工路线程序段

3.14.3 封闭切削循环 G73

```

代码格式： 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；
           . . . . .； (3)
    
```

$N_{(nf)} ;$

代码功能：G73 代码分为三个部分：

- (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，本代码适用于成型毛坯的粗车。G73 代码为非模态代码，代码轨迹如图 3-31。

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 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 A_1 、 B_1 、 C_1 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：

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

Δi ：X 轴粗车退刀量，取值范围 $-99999.999 \sim 99999.999$ (单位：mm，半径值)， Δi 等于 A_1 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 $|\Delta i|$ ，X 轴的切削方向与 Δi 的符号相反： $\Delta i > 0$ ，粗车时向 X 轴的负方向切削。 Δi 指定值执行后保持，并将该数据转换为相应的值保存在参数 N0189 中。未输入 $U(\Delta i)$ 时，以参数 N0189 的值作为 X 轴粗车退刀量。

Δk ：Z 轴粗车退刀量，取值范围 $-99999.999 \sim 99999.999$ (单位：mm)， Δk 等于 A_1 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 $|\Delta k|$ ，Z 轴的切削方向与 Δk 的符号相反： $\Delta k > 0$ ，粗车时向 Z 轴的负方向切削。 Δk 指定值执行后保持，并将该数据转换为相应的值保存在参数 N0190 中。未输入 $W(\Delta k)$ 时，以参数 N0190 的值作为 Z 轴粗车退刀量。

d ：切削的次数，取值范围 $1 \sim 9999$ (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 N0.055 的值修改为 d (单位：次)。未输入 R(d) 时，以参数 N0191 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。

Δu ：X 轴的精加工余量，取值范围 $-99999.999 \sim 99999.999$ (单位：mm，直径/半径指定)，最后一次粗车轨迹相对于精车轨迹的 X 轴坐标偏移，即： A_1 点相对于 A 点 X 轴绝对坐标的差值。 $\Delta u > 0$ ，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 $U(\Delta u)$ 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 $-99999.999 \sim 99999.999$ (单位：mm)，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。 $\Delta w > 0$ ，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 $W(\Delta w)$ 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：代码字可在第一个 G73 代码或第二个 G73 代码中，也可在 $ns \sim nf$ 程序中指定 (T 指令除外)。在 G73 循环中， $ns \sim nf$ 间程序段号的 M、S、F 功能都无效，仅在 G70 精车循环的程序段中才有效。

代码执行过程：如图 3-31。

① $A \rightarrow A_1$ ：快速移动；

② 第一次粗车， $A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow C_1$ ：

$A_1 \rightarrow B_1$ ：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；

$B_1 \rightarrow C_1$ ：切削进给。

③ $C_1 \rightarrow A_2$ ：快速移动；

④ 第二次粗车， $A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow C_2$ ：

$A_2 \rightarrow B_2$ ：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；

$B_2 \rightarrow C_2$ ：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；

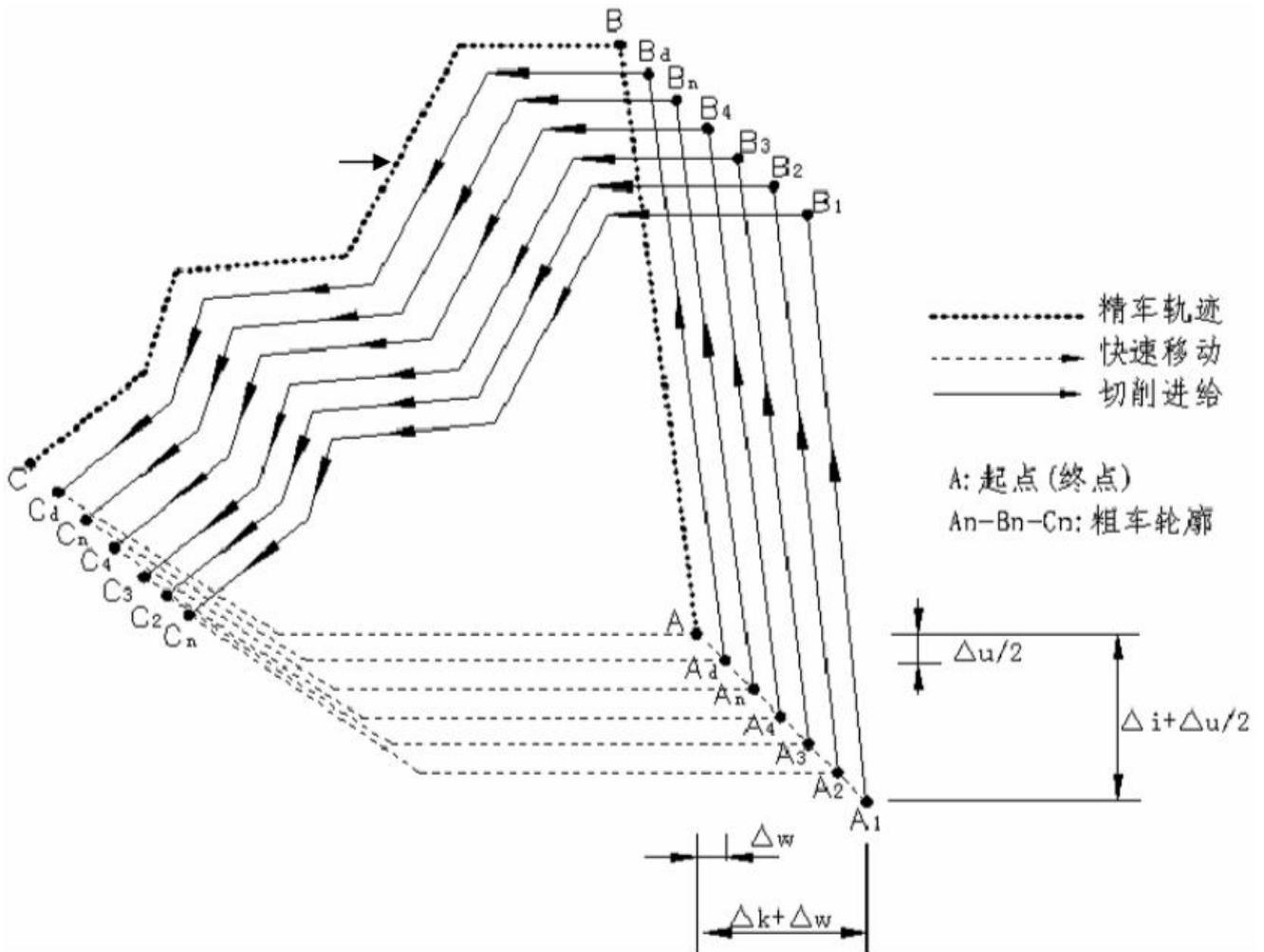


图 3-31 G73 代码运行轨迹

代码说明:

- $ns \sim nf$ 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。

- 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 代码在执行 G73 时无效。执行 G70 精加工循环时， $ns \sim nf$ 程序段中的 F、S、T 代码有效。

- ns 程序段只能是 G00、G01 代码。

- $ns \sim nf$ 程序段中，只能有下列 G 功能：G00、G01、G02、G03、G04、G05、G6.2、G6.3、G7.2、G7.3、G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42 代码；不能有下列 M 功能：子程序调用代码(如 M98/M99)。

- G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42 代码在执行 G73 循环中无效，执行 G70 精加工循环时有效。

- 在 G73 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 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。

- 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。

- 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，

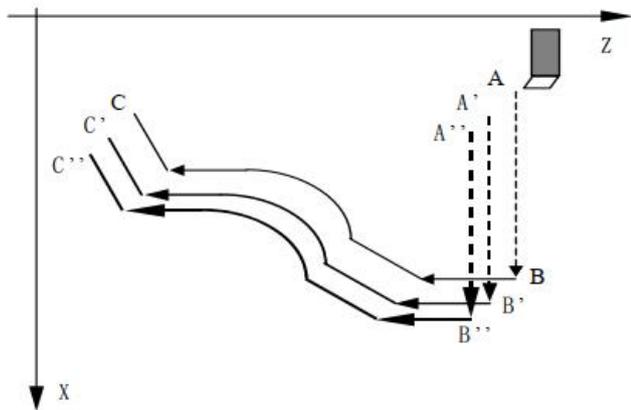
Q 代码字。

- 在录入方式中不能执行 G73 代码，否则产生报警。
- 在 G73 中可以编写宏程序
- 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。
- 退刀点要尽量高或低，避免退刀碰到工件。

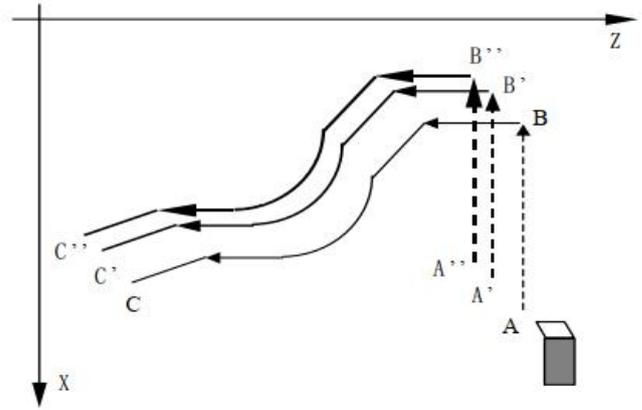
留精车余量时坐标偏移方向：

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 3-32，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。

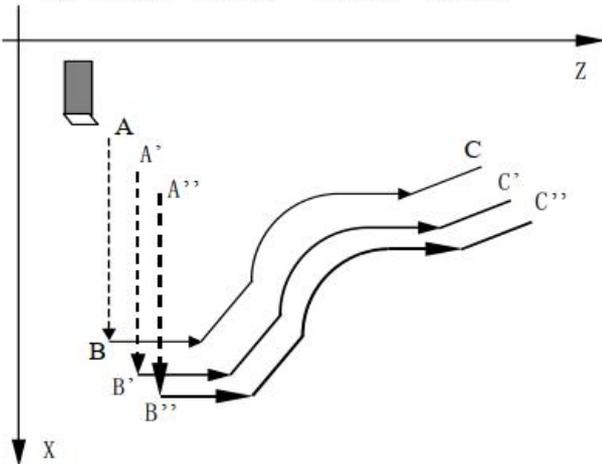
1) $\Delta i < 0$ $\Delta k > 0$, $\Delta u < 0$ $\Delta w > 0$;



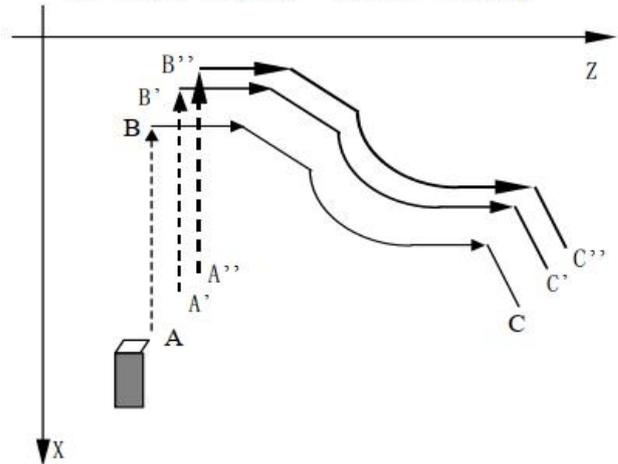
2) $\Delta i > 0$ $\Delta k > 0$, $\Delta u > 0$ $\Delta w > 0$;



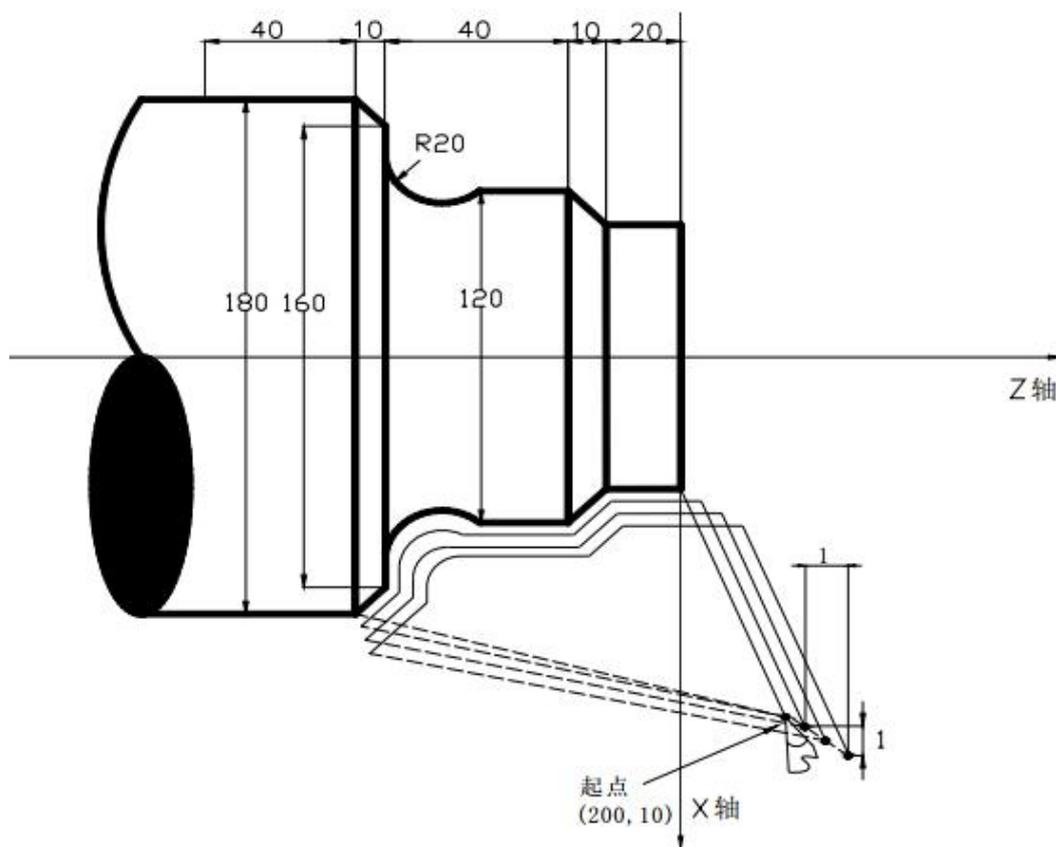
3) $\Delta i < 0$ $\Delta k < 0$, $\Delta u < 0$ $\Delta w < 0$;



4) $\Delta i > 0$ $\Delta k < 0$, $\Delta u > 0$ $\Delta w < 0$;



示例：图 3-33



程序:

O0006;

G99 G00 X200 Z10 M03 S500; (指定每转进给, 定位起点, 启动主轴)

G73 U1.0 W1.0 R3 ; (X轴退刀2mm, Z轴退刀1mm)

G73 P14 Q19 U0.5 W0.3 F0.3 ; (粗车, X轴留0.5mm, Z轴留0.3mm精车余量)

N14 G00 X80 Z0 ;

G01 W-20 F0.15 S600 ;

X120 W-10 ;

W-20 ;

G02 X160 W-20 R20 ;

N19 G01 X180 W-10 ;

精加工形状程序段

G70 P14 Q19 M30; (精加工)

3.13.4 精加工循环 G70

代码格式: G70 P(ns) Q(nf);

代码功能: 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 代码进行精车, 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 代码轨迹由 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：

```

. . . . .
G71/G72/G73 .....;
N_(ns) . . . . .
. . . . .
    • F
    • S
    •
    •
N_(nf).....
. . .
G70 P(ns) Q(nf);
. . .

```

} 精加工路线程序段群

代码说明：

- G70 必须在 ns~nf 程序段后编写。
- 执行 G70 精加工循环时， ns~nf 程序段中的 F、 S、 T 代码有效。
- G96、 G97、 G98、 G99、 G40、 G41、 G42 代码在执行 G70 精加工循环时有效。
- 在 G70 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 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。
- 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。
- 在录入方式中不能执行 G70 代码，否则产生报警。
- 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。
- 退刀点要尽量高或低，避免退刀碰到工件。

3.14.5 轴向切槽多重循环 G74

代码格式： G74 R(e);

G74 X(U)_ Z(W)_ P(Δ i) Q(Δ k) R(Δ d) F_;

代码意义： 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 $0 \sim 99.999$ (IS-B) / $0 \sim 99.9999$ (IS-C) (单位：mm)，无符号。R(e)执行后指定值保持有效，并将该数据转换为相应的值保存在参数 N0192 中。未输入 R(e) 时，以参数 N0192 的值作为轴向退刀量。

X：切削终点 B_f 的 X 轴绝对坐标值。

U：切削终点 B_f 与起点 A 的 X 轴绝对坐标的差值。

Z：切削终点 B_f 的 Z 轴的绝对坐标值。

W：切削终点 B_f 与起点 A 的 Z 轴绝对坐标的差值。

P(Δi)：单次轴向切削循环的径向(X轴)切削量，取值范围 $0 < \Delta i \leq 9999999$ (IS_B) / $0 < \Delta i \leq 99999999$ (IS_C) (单位：最小输入增量，直径值，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 $0 < \Delta k \leq 9999999$ (IS_B) / $0 < \Delta k \leq 99999999$ (IS_C) (单位：最小输入增量，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 $0 \sim 99999999 \times$ 最小输入增量 (单位：mm/inch，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。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 3-34。

- 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 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($\Delta d + \Delta k$)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($\Delta d + \Delta k$)，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($\Delta d + \Delta k$)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 代码执行结束。

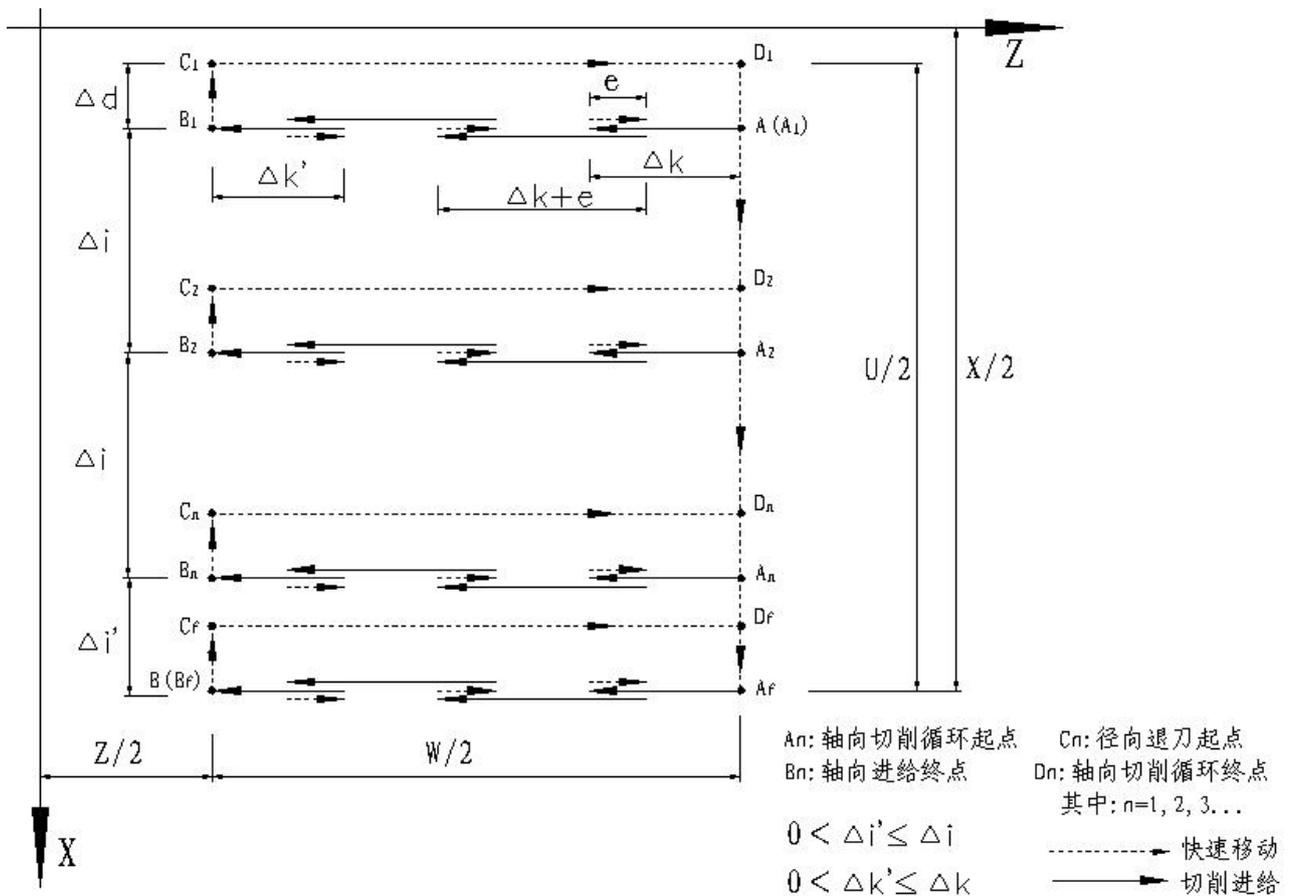


图 3-34 G74 轨迹图

代码说明：

- 循环动作是由含 Z(W) 和 Q(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；
- 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 Z(W) 和 Q(Δk) 代码字；
- 在 G74 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 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。
- 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。
- 进行盲孔切削时，必须省略 R(Δd) 代码字，因在切削至轴向切削终点无退刀距离。

示例：图 3-35

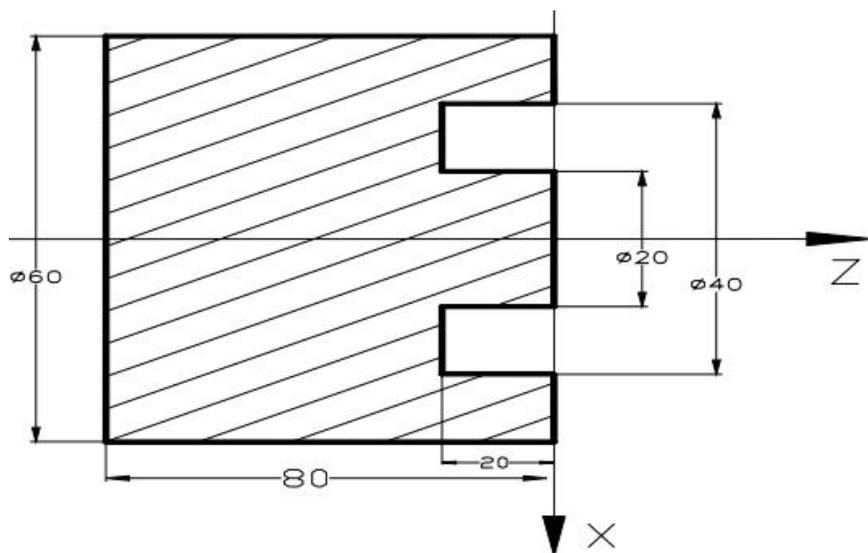


图 3-35

程序(假设切槽刀宽度为 4mm, 系统的最小增量为 0.001mm):

O0007 ;

G0 X36 Z5 M3 S500; (启动主轴, 定位到加工起点, X 方向加上刀具宽度)

G74 R0.5; (加工循环)

G74 X20 Z-20 P3000 Q5000 F50; (Z 轴每次进刀 5mm, 退刀 0.5mm, 进给到终点(Z-20)后, 快速返回到起点(Z5), X 轴进刀 3mm, 循环以上步骤继续运行)

M30; (程序结束)

3.14.6 径向切槽多重循环 G75

代码格式: G75 R(e);

G75 X(U)_ Z(W)_ P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F_;

代码意义: 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, 此代码用于加工径向环形槽或圆柱面, 径向断续切削起到断屑、及时排屑的作用。

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 $0 \sim 99.999$ (IS-B)/ $0 \sim 99.9999$ (IS-C) (单位：mm，半径值)，无符号。 $R(e)$ 执行后指定值保持有效，并将该数据转换为相应的值保存在参数 N0192 中。未输入 $R(e)$ 时，以参数 N0192 的值作为径向退刀量。

X：切削终点 B_f 的 X 轴绝对坐标值。

U：切削终点 B_f 与起点 A 的 X 轴绝对坐标的差值。

Z：切削终点 B_f 的 Z 轴的绝对坐标值。

W：切削终点 B_f 与起点 A 的 Z 轴绝对坐标的差值。

$P(\Delta i)$ ：径向(X 轴)进刀时，X 轴断续进刀的进刀量，取值范围 $0 < \Delta i \leq 9999999$ (IS_B)/ $0 < \Delta k \leq 99999999$ (IS_C) (单位：最小输入增量，无符号)。

$Q(\Delta k)$ ：单次径向切削循环的轴向(Z 轴)进刀量，取值范围 $0 < \Delta k \leq 9999999$ (IS_B)/ $0 < \Delta k \leq 99999999$ (IS_C) (单位：最小输入增量，无符号)。

$R(\Delta d)$ ：切削至径向切削终点后，轴向(Z 轴)的退刀量，取值范围 $0 \sim 99999999 \times$ 最小输入增量，(单位：mm/inch，无符号)。

省略 $R(\Delta d)$ 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 $Q(\Delta k)$ ，默认往正方向退刀。

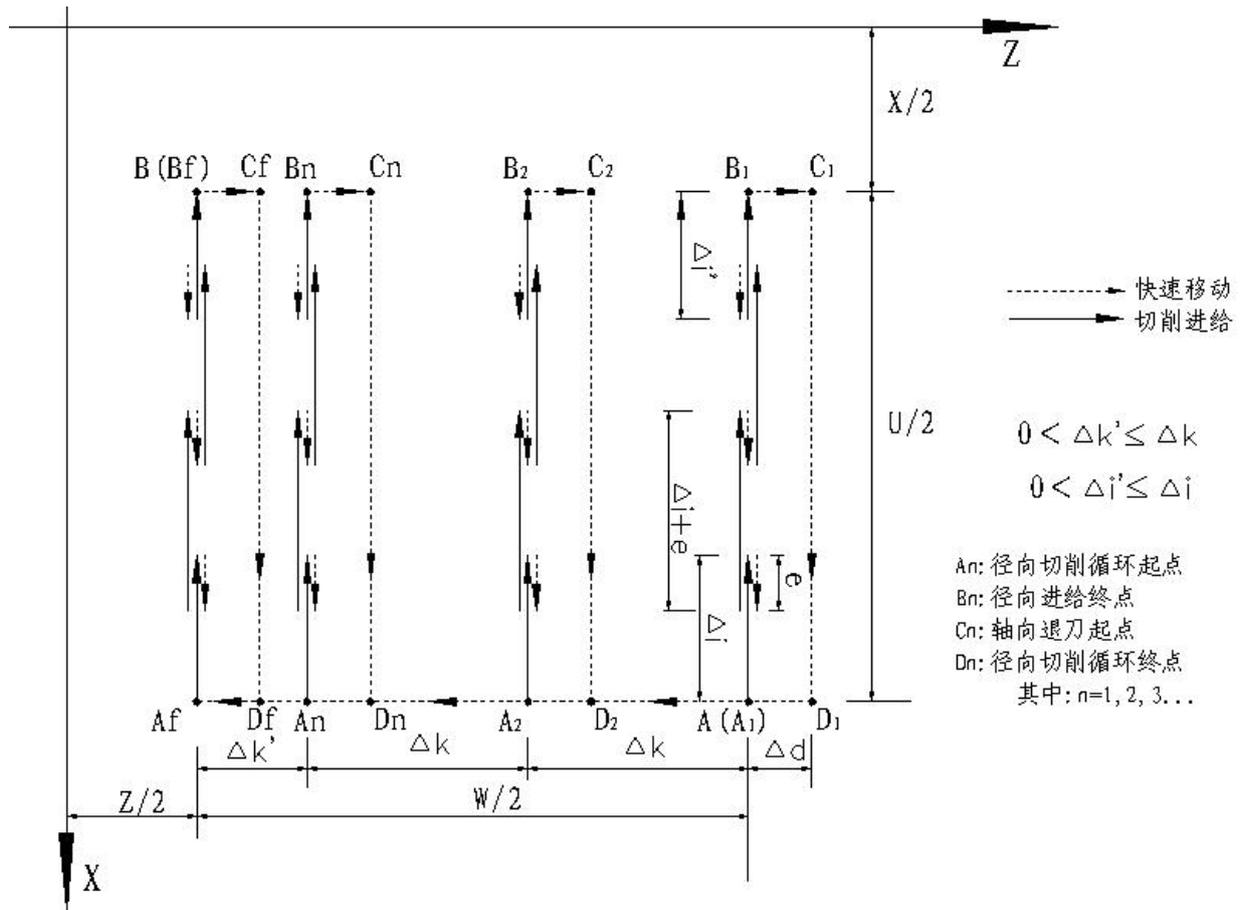


图 3-36 G75 轨迹图

代码执行过程： 图 3-36

- 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_f 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。

代码说明:

- 循环动作是由含 X(U) 和 P(Δ i) 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;
- Δ d 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(Δ i) 代码字;
- 在 G75 代码执行过程中, 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;
- 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。
- 进行切槽循环时, 必须省略 R(Δ d) 代码字, 因在切削至径向切削终点无退刀距离。

示例: 图 3-37

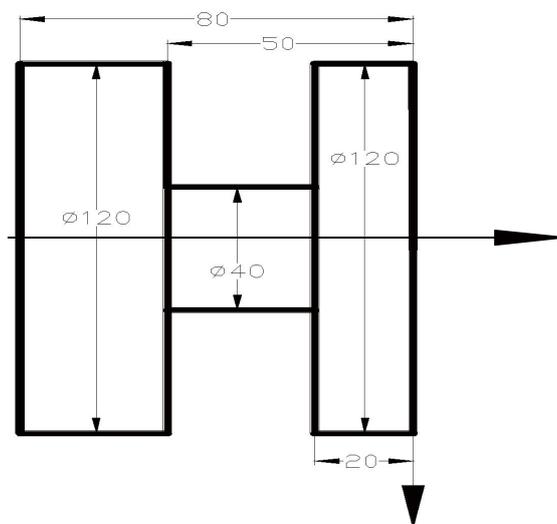


图 3-37 G75 代码切削图

程序 (假设切槽刀的宽度为 4mm, 系统的最小增量为 0.001mm):

O0008 ;

G00 X150 Z50 M3 S500; (启动主轴, 置转速 500)

G0 X125 Z-24; (定位到加工起点, Z 方向加上刀具宽度)

G75 R0.5 F150; (加工循环)

G75 X40 Z-50 P6000 Q3000; (X 轴每次进刀 6mm, 退刀 0.5mm, 进给到终点 (X40) 后, 快速返回到起点 (X125), Z 轴进刀 3mm, 循环以上步骤继续运行)

G0 X150 Z50; (返回到加工起点)

M30; (程序结束)

3.15 螺纹切削代码

具有多种螺纹切削功能, 可加工单头、多头、变导程螺纹与攻牙循环 (英制输入时 F 单位为英寸 / 导程, 公制输入时 F 单位为毫米 / 导程, I 指定每英寸螺纹的牙数与公英制无关), 螺纹退尾长度、角度可变, 多重循环螺纹切削可单边切削, 保护刀具, 提高表面光洁度。螺纹功能包括: 连续螺纹切削代码 G32、变螺

距螺纹切削代码 G34、攻牙循环切削代码 G33、螺纹循环切削代码 G92、螺纹多重循环切削代码 G76。

使用螺纹切削功能机床必须安装主轴编码器，由 N0110 号参数设置主轴编码器线数，N0113、N0114 号参数设置主轴与编码器的传动比。切削螺纹时，系统收到主轴编码器一转信号才移动 X 轴或 Z 轴、开始螺纹加工，因此只要不改变主轴转速，可以分粗车、精车多次切削完成同一螺纹的加工。

具有的多种螺纹切削功能可用于加工没有退刀槽的螺纹，但由于在螺纹切削的开始及结束部分 X 轴、Z 轴有加减速过程，此时的螺距误差较大，因此仍需要在实际的螺纹起点与结束时留出螺纹引入长度与退刀的距离。

在螺纹螺距确定的条件下，螺纹切削时 X 轴、Z 轴的移动速度由主轴转速决定，与切削进给速度倍率无关。螺纹切削时主轴倍率控制有效，主轴转速发生变化时，由于 X 轴、Z 轴加减速的原因会使螺距产生误差，因此，螺纹切削时不要进行主轴转速调整，更不要停止主轴，主轴停止将导致刀具和工件损坏。

3.15.1 等螺距螺纹切削代码 G32

代码格式：G32 X/U_ Z/W_ F(I)_ J_ K_ Q_

代码功能：刀具的运动轨迹是从起点到终点的一条直线；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，运动过程中主轴每转一圈长轴移动一个导程，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，实现等螺距螺纹的加工。F、I 代码字用于给定螺纹的螺距，执行 G32 代码可以加工等螺距的直螺纹、锥螺纹和端面螺纹和连续的多段螺纹加工。

代码说明： 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。

相关定义：

F: 指定螺纹导程，为主轴转一圈长轴的移动量，取值范围 $0 < F \leq 500\text{mm}$ (英制输入则为 $0 \sim 50\text{inch}$)，F 指定值执行后保持有效，直至再次执行给定螺纹螺距的 F 代码字。

I: 指定每英寸螺纹的牙数，为长轴方向 1 英寸 (25.4mm) 长度上螺纹的牙数，也可理解为长轴移动 1 英寸 (25.4mm) 时主轴旋转的圈数。取值范围 $0.06 \sim 25400$ 牙/英寸，I 指定值执行后保持有效，直至再次执行给定螺纹螺距的 I 代码字。公制输入、英制输入都表示每英寸螺纹的牙数。

J: 螺纹退尾时在短轴方向的移动量(退尾量)，带正负方向；如果短轴是 X 轴，该值为半径指定；J 值是非模态参数。

K: 螺纹退尾时在长轴方向的长度。如果长轴是 X 轴，则该值为半径指定；不带方向；K 值是非模态参数。

Q: 起始角，指主轴一转信号与螺纹切削起点的偏移角度。取值范围 $0 \sim 360000$ (单位: 0.001 度)。Q 值是非模态参数，每次使用都必须指定，如果不指定就认为是 0 度。

Q 使用规则:

- 1、如果不指定 Q，即默认为起始角 0 度；
- 2、对于连续螺纹切削，除第一段的 Q 有效外，后面螺纹切削段指定的 Q 无效，即使定义了 Q 也被忽略；
- 3、由起始角定义分度形成的多头螺纹总头数不超过 65535 头。
- 4、Q 的单位为 0.001 度，若与主轴一转信号偏移 180 度，程序中需输入 Q180000，如果输入的为 Q180 或 Q180.0，均认为是 0.18 度。

长轴、短轴的判断方法：图 3-38。

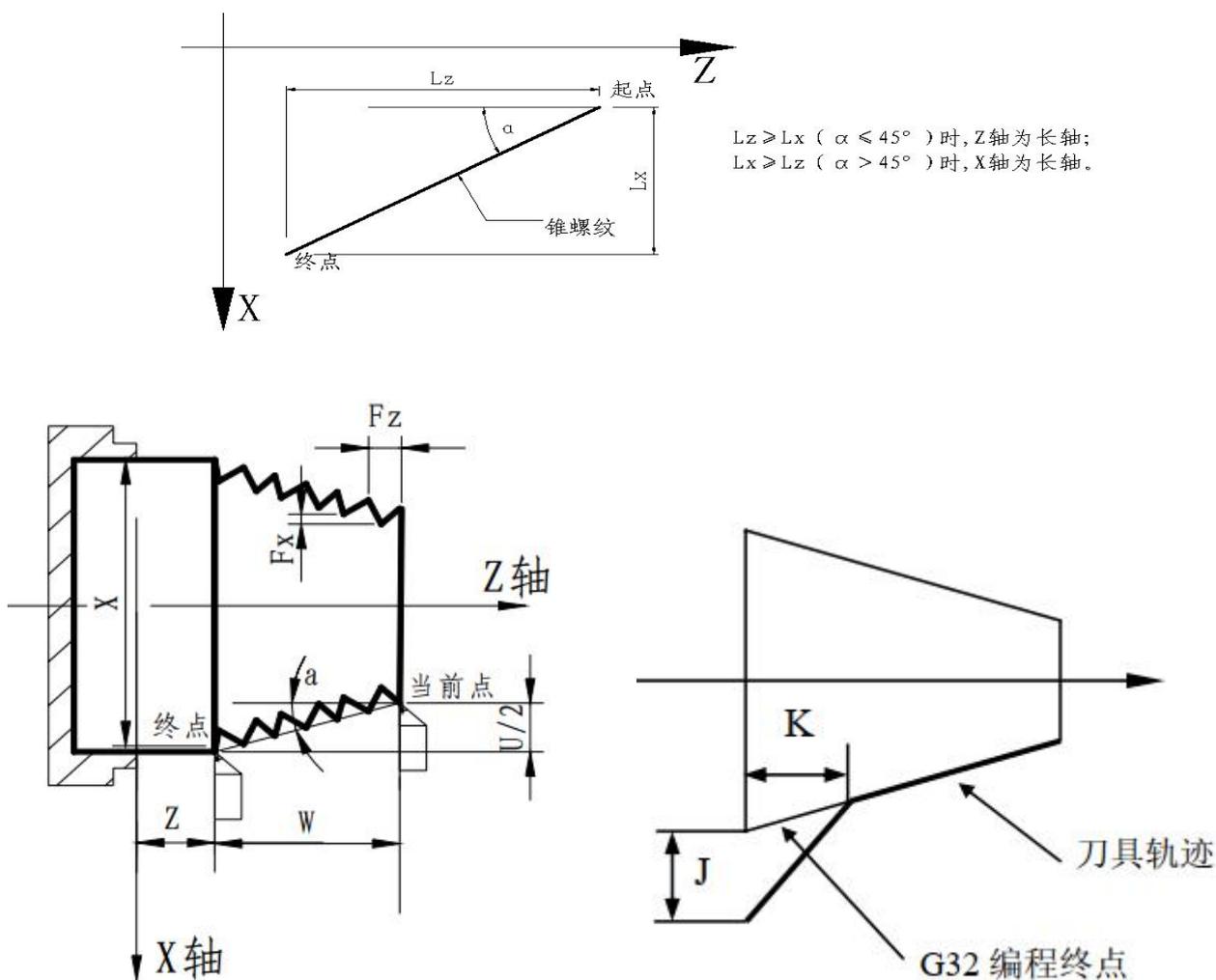


图 3-38 G32 轨迹图

注意事项:

- 省略 J 或 J、K 时，无退尾；省略 K 时，按 K=J 退尾；
- J=0 或 J=0、K=0 时，无退尾；
- J≠0，K=0 时，按 J=K 退尾；
- J=0，K≠0 时，无退尾；
- 当前程序段为螺纹切削，下一程序段也为螺纹切削，在下一程序段切削开始时不检测主轴位置编码器的一

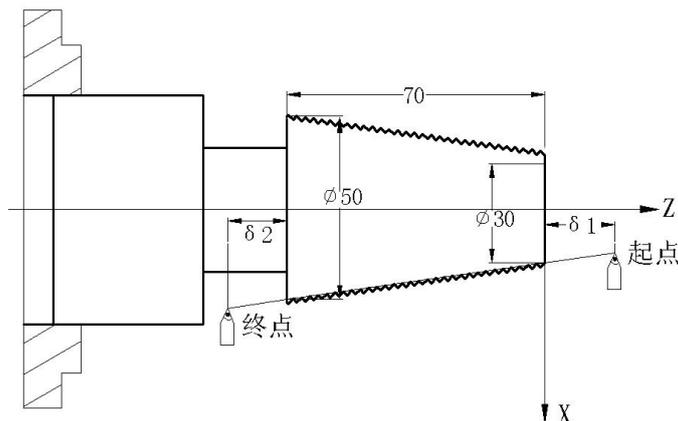
转信号，直接开始螺纹加工，此功能可实现连续螺纹加工。

●执行进给保持操作后，系统显示“暂停”、螺纹切削不停止，直到当前程序段执行完才停止运动；如为连续螺纹加工则执行完螺纹切削程序段才停止运动，程序运行暂停。

●在单段运行，执行完当前程序段停止运动，如为连续螺纹加工则执行完螺纹切削程序段才停止运动。

●系统复位、急停或驱动报警时，螺纹切削减速停止。

示例：螺纹螺距：2mm。 $\delta 1 = 3\text{mm}$ ， $\delta 2 = 2\text{mm}$ ，总切深 2mm，分两次切入。



程序：

O0009;

G00 X28 Z3; (第一次切入 1mm)

G32 X51 W-75 F2.0; (锥螺纹第一次切削)

G00 X55; (刀具退出)

W75; (Z轴回起点)

X27; (第二次再进刀 0.5mm)

G32 X50 W-75 F2.0; (锥螺纹第二次切削)

G00 X55; (刀具退出)

W75; (Z轴回起点)

M30;

3.15.2 刚性螺纹切削代码 G32.1

代码格式：G32.1 X(U)___ Z(W)___ C(H)___ F(I)___ S___;

代码功能：传统的螺纹插补是利用装在主轴上的位置编码器反馈的脉冲数，计算出进给轴的当前移动量，以实现进给轴跟随主轴的螺纹插补方式，其缺点是在加/减速处的螺纹导程误差较大。在刚性螺纹插补方式中，主轴电机的工作和伺服电机一样，由进给轴和主轴之间的插补来执行螺纹插补，从而得到精度较高的螺纹。

代码说明: G32.1: 刚性螺纹插补的 G 代码;

C: 螺纹插补的起始角度;

(X, Z): 螺纹插补的终点坐标;

F (I): 螺纹的导程, $F (I) > 0$ 右旋螺纹, $F (I) < 0$ 左旋螺纹;

S: 主轴的转速;

指令执行轨迹示意图如下:

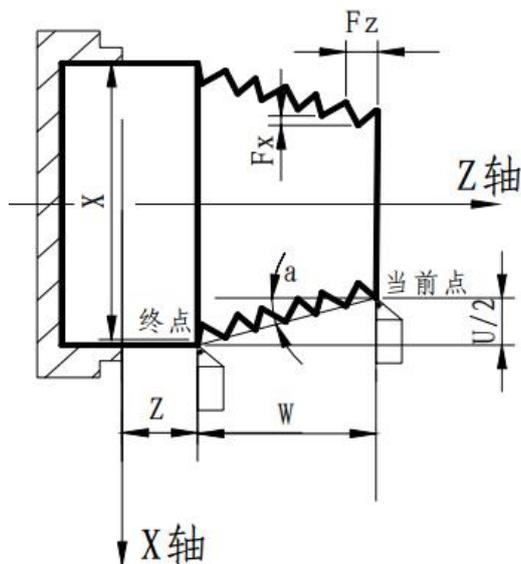


图 3-40 G32.1 指令轨迹示意图

说明:

- 1) G32.1 为 01 组 G 指令;
- 2) 当程序段中有 C 轴移动指令时, 则车削螺纹之前, 主轴先定位的 C 轴的起始位置;
- 3) 需要重复加工时, 须使 X、Z、C 轴的起始位置每次都相同;
- 4) G32.1 指令不指定螺纹退尾, 在螺纹终点处, 进给轴和主轴同时停止运动;
- 5) G32.1 指令中编程的地址值的输入范围同普通的螺纹车削指令 (G32);
- 6) G32.1 指令执行时, 暂停等信号暂时不起作用, 主轴倍率固定为 100%。

注意事项:

- 主轴必须工作在位置控制方式;
- 在有多主轴控制功能的情况下, 则 G32.1 只允许在第 1 主轴同进给轴之间使用, 使用的方法及相关的参数设定同刚性攻丝;
- 在执行 G32.1 指令时, CNC 系统不会检测当前的主轴是处于位置控制方式还是速度控制方式, 因此在使用本指令时, 请将第 1 主轴的伺服控制轴设定为 Cs 轴工作方式, 以保证安全;
- C 轴的绝对坐标要设定为循环方式, 避免坐标值溢出;
- 在主轴控制方式速度控制方式切换到位置方式, 请执行主轴返回参考点操作或用 G50 指令设定当前 C 轴的起始位置;

示例：假设 M14：主轴切换为位置控制方式； M15：主轴切换为速度控制方式；
 螺纹为右旋螺纹，导程为 2mm，螺纹切削时主轴转速为 500 转/分，螺纹切削的长度为 20mm，则编程式如下：

```

00132 (0132) ;
G00 X100 Z100; //定位到安全位置换刀
T0101; //换螺纹刀（假设 01 号为螺纹刀）
G00 X25 Z2; //定位到螺纹起点（假设是最后一刀成型）
M14; //把主轴从速度控制切换到位置控制方式（切换完成后为 0 度的位置）
G50 C0; //设置旋转轴的零点（很重要，关系到下面螺纹车削的起始角度）
G32.1 Z-20 F2 S500 M08; //螺纹车削，到终点时主轴和进给轴的速度同时为 0
G00 X30; //退刀
X24.5 Z2 C0; //回到螺纹起点，准备重复加工
G32.1 Z-20 F2 S500; //重复加工
. . . . ; //可以重复加工
G00 X100; //退刀
Z100; //回到换刀位置
M15; //把主轴从位置控制切换到速度控制方式
. . . . ; //可以进行第二道工序的加工
. . . . ;
M30; //程序结束

```

3.15.3 变螺距螺纹切削代码 G34

代码格式：G34 X/U_ Z/W_ F(I)_ J_ K_ R_;

代码功能：刀具的运动轨迹是从 X、Z 轴起点位置到程序段指定的终点位置的一条直线。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，运动过程中主轴每转一圈长轴移动一个导程，并且主轴每转一圈移动的螺距是不断增加指定的值或减少指定的值，在工件表面形成一条变螺距的螺旋切槽，实现变螺距螺纹的加工。切削时，可以设定退刀量。F、I 代码字分别用于指定螺纹的螺距，执行 G34 代码可以加工公制或英制变螺距的直螺纹、锥螺纹和端面螺纹。

代码说明：G34 为模态 G 代码；

X/U、Z/W、J、K 的意义与 G32 一致；

F：指定导程，取值范围 0 ~ 500mm；

I：指定每英寸螺纹的牙数，取值范围 0.06 ~ 25400 牙 / 英寸；

R：主轴每转螺距的增量值或减量值，R=F1-F2，R 带有方向；

F1>F2 时，R 为负值时螺距递减；

$F1 < F2$ 时, R 为正值时螺距递增 (如图 3-40);

R 值的范围: $\pm 0.001 \sim \pm 500.000$ 毫米 / 每螺距 (公制螺纹); $\pm 0.060 \sim \pm 25400$ 牙/每英寸 (英制螺纹)。当 R 值超过上述范围值和因 R 的增加/减小使螺距超过允许值或螺距出现负值时产生报警。

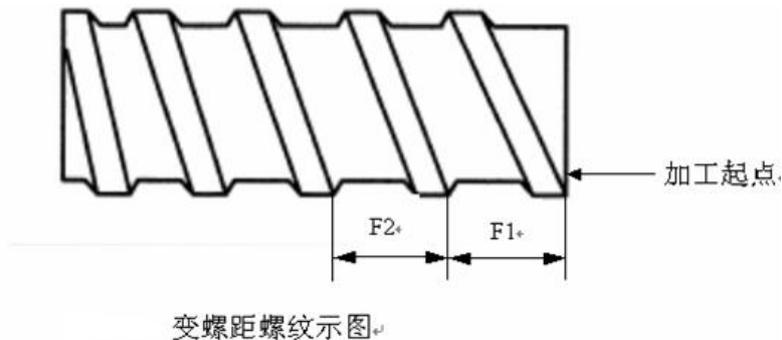


图 3-40

注意事项:

- 注意事项与 G32 螺纹切削相同。

示例: 起始点的第一个螺距 4mm, 主轴每转螺距的增量值 0.2。

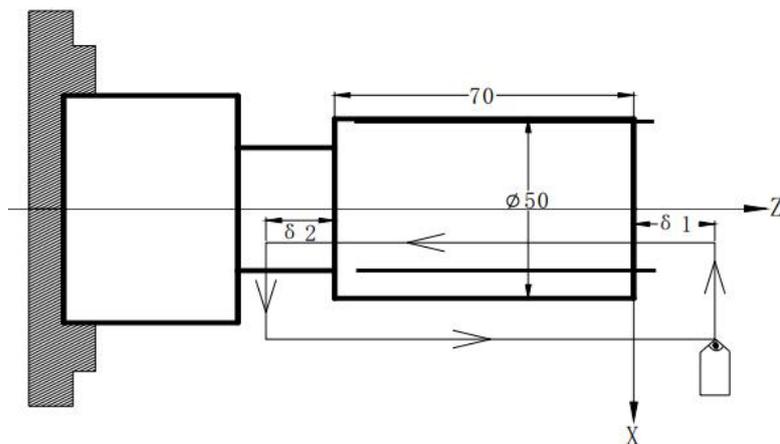


图 3-42 变螺纹加工

程序:

```
00010;
```

```
G00 X60 Z1 M03 S500;
```

```
G00 X48;
```

```
G34 W-78 F3.8 J5 K2 R0.2;
```

```
N30 M30;
```

3.15.4 Z 轴攻丝循环 G33

代码格式: G33 Z/W_ F(I)_ L_;

代码功能: 刀具的运动轨迹是从起点到终点, 再从终点回到起点。运动过程中主轴每转一圈 Z 轴移动一个螺距, 与丝锥的螺距始终保持一致, 在工件内孔形成一条螺旋切槽, 可一次切削完成内孔的螺纹加工。

代码说明: G33 为模态 G 代码;

Z/W: 不输入 Z 或 W 时, 起点和终点的 Z 坐标值相同, 不进行螺纹切削;

F: 螺纹导程, 取值范围见表 1-9;

I: 每英寸螺纹的牙数, 取值范围表见 1-9;

L: 多头螺纹的头数, 取值范围 1 ~ 99, 省略 L 时默认为 1 头。

循环过程:

- ① Z 轴进刀攻牙 (G33 代码前必须指定主轴开);
- ② 到达编程指定的 Z 轴坐标终点后, M05 信号输出;
- ③ 检测主轴完全停止后;
- ④ 顺时针转信号输出 (与原来主轴旋转的方向相反);
- ⑤ Z 轴退刀到起点;
- ⑥ M05 信号输出, 主轴停转;
- ⑦ 如为多头螺纹, 重复①~⑥步骤。

程序示例: 图 3-43, 螺纹 M10×1.5

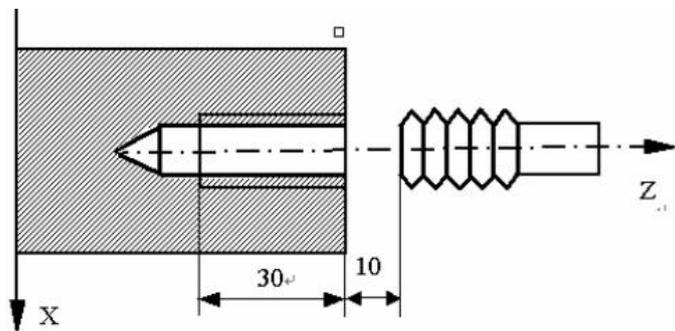


图 3-43

程序:

00011 ;

G00 Z90 X0 M03; 启动主轴

G33 Z50 F1.5; 攻牙循环

M03 再启动主轴

G00 X60 Z100; 继续加工

M30

注 1：攻丝前应根据丝锥的旋向来确定主轴旋转方向，攻丝结束后主轴将停止转动，如需继续加工则需要重新启动主轴。

注 2：此代码是柔性攻丝，在主轴停止信号有效后，主轴还将有一定的减速时间才停止旋转，此时 Z 轴将仍然跟随主轴的转动而进给，直到主轴完全停止，因此实际加工时螺纹的底孔位置应比实际的需要位置稍深一些，具体超出的长度根据攻牙时主轴转速高低和主轴刹车装置而决定。

注 3：攻丝切削时 Z 轴的移动速度由主轴转速与螺距决定，与切削进给速度倍率无关。

注 4：在单程式段运行或执行进给保持操作，系统显示“暂停”，攻丝循环不停止，直到攻丝完成后回到起始点才停止运动。

注 5：系统复位、急停或驱动报警时，攻丝切削减速停止。

3.15.5 螺纹切削循环 G92

代码格式： G92 X/U_ Z/W_ F_ J_ K_ L ; (公制直螺纹切削循环)

G92 X/U_ Z/W_ I_ J_ K_ L ; (英制直螺纹切削循环)

G92 X/U_ Z/W_ R_ F_ J_ K_ L ; (公制锥螺纹切削循环)

G92 X/U_ Z/W_ R_ I_ J_ K_ L ; (英制锥螺纹切削循环)

代码功能：从切削起点开始，进行径向 (X 轴) 进刀、轴向 (Z 轴或 X、Z 轴同时) 切削，实现等螺距的直螺纹、锥螺纹切削循环。执行 G92 代码，在螺纹加工末端有螺纹退尾过程：在距离螺纹切削终点固定长度 (称为螺纹的退尾长度) 处，在 Z 轴继续进行螺纹插补的同时，X 轴沿退刀方向指数或线性 (由参数设置) 加速退出，Z 轴到达切削终点后，X 轴再以快速移动速度退刀，如图 3-44 所示。

代码说明： G92 为模态 G 代码；

切削起点：螺纹插补的起始位置；

切削终点：螺纹插补的结束位置；

X：切削终点 X 轴绝对坐标；

U：切削终点与起点 X 轴绝对坐标的差值；

Z：切削终点 Z 轴绝对坐标；

W：切削终点与起点 Z 轴绝对坐标的差值；

R：切削起点与切削终点 X 轴绝对坐标的差值 (半径值)，当 R 与 U 的符号不一致时，
要求 $|R| \leq |U/2|$ ；

F：螺纹导程，取值范围 $0 < F \leq 500$ mm，F 指定值执行后保持，可省略输入；

I：螺纹每英寸牙数，取值范围 0.06~25400 牙/英寸，I 指定值执行后保持，可省略输入；

J：螺纹退尾时在短轴方向的移动量，取值范围 0~99999.999 (单位：mm)，不带方向 (根据程序起点位置自动确定退尾方向)，模态参数，如果短轴是 X 轴，则该值为半径指定；

K：螺纹退尾时在长轴方向的长度，取值范围 0 ~ 99999.999 (单位：mm)。不带方向，模态参数，如长轴是 X 轴，该值为半径指定；

L：多头螺纹的头数，该值的范围是：1~99，模态参数。(省略 L 时默认为单头螺纹)

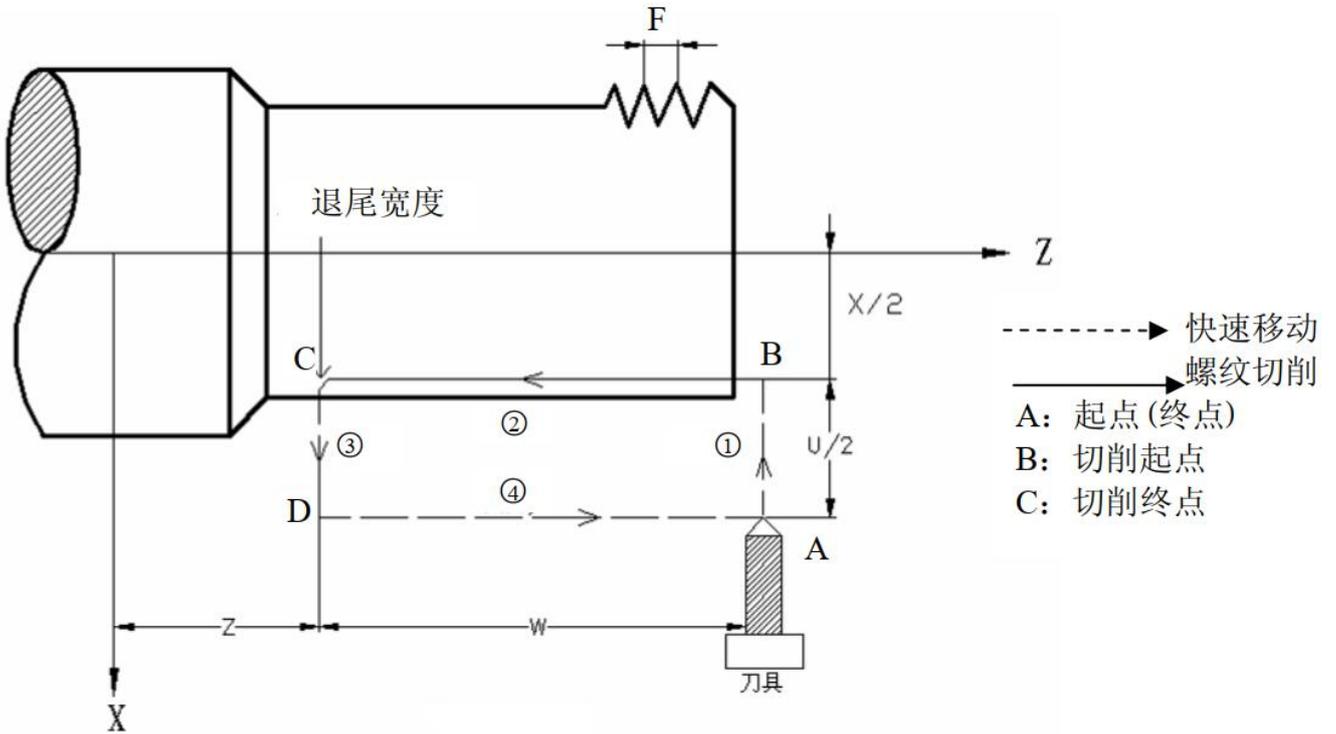


图 3-44

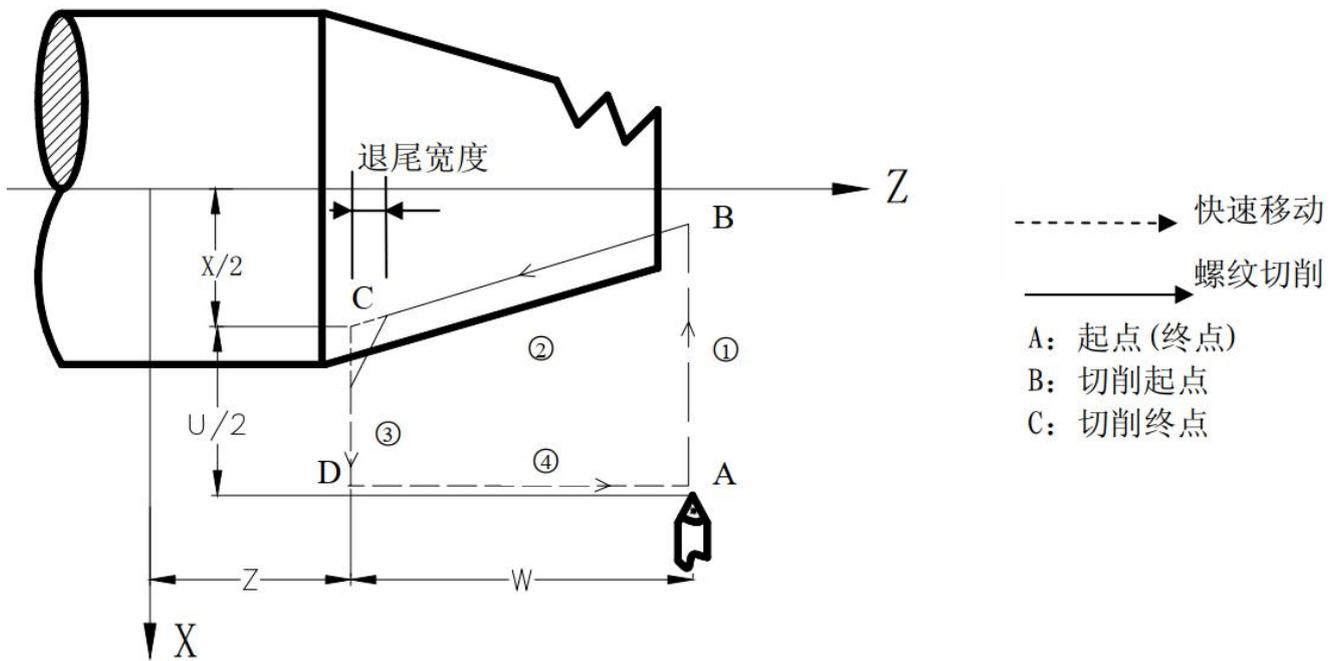


图 3-45

G92 代码可以分多次进刀完成一个螺纹的加工，但不能实现 2 个连续螺纹的加工，也不能加工端面螺纹。
G92 代码螺纹螺距的定义与 G32 一致，螺距是指主轴转一圈长轴的位移量(X 轴位移量按半径值)。

锥螺纹的螺距是指主轴转一圈长轴的位移量(X 轴位移量按半径值)，B 点与 C 点 Z 轴坐标差的绝对值大于 X 轴(半径值)坐标差的绝对值时，Z 轴为长轴；反之，X 轴为长轴。

循环过程：直螺纹如图 3-44，锥度螺纹如图 3-45。

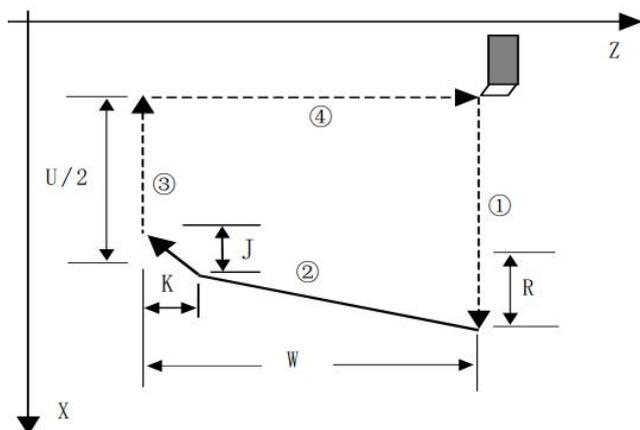
- ① X 轴从起点快速移动到切削起点；
- ② 从切削起点螺纹插补到切削终点；
- ③ X 轴以快速移动速度退刀(与①方向相反)，返回到 X 轴绝对坐标与起点相同处；
- ④ Z 轴快速移动返回到起点，循环结束。

注意事项：

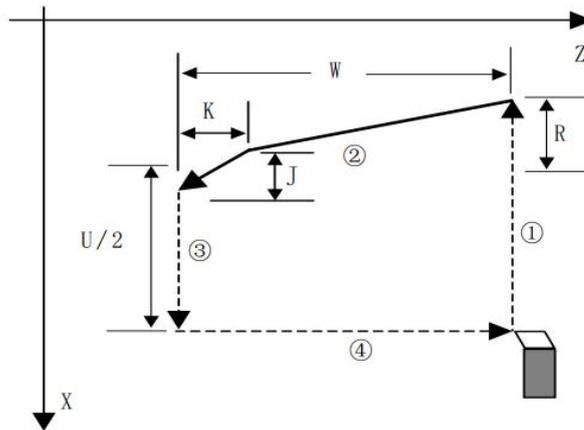
- 省略 J、K 时，按 N0183 号参数设定值退尾；
- 省略 J 时，长轴方向按 K 退尾，短轴方向按 N0183 号参数设定值退尾；
- 省略 K 时，按 J=K 退尾；
- J=0 或 J=0、K=0 时，无退尾；
- $J \neq 0, K=0$ 时，按 $K=J$ 退尾；
- $J=0, K \neq 0$ 时，无退尾；
- 螺纹切削过程中执行进给保持操作后，系统仍进行螺纹切削，螺纹切削完毕，显示“暂停”，程序运行暂停；
- 螺纹切削过程中执行单程式段操作后，在返回起点后(一次螺纹切削循环动作完成)运行停止；
- J、K 输入负值时，按正值处理；
- 系统复位、急停或驱动报警时，螺纹切削减速停止。

代码轨迹：U、W、R 反应螺纹切削终点与起点的相对位置，在符号不同时刀具轨迹与退尾方向如图：

1) $U>0, W<0, R>0$



2) $U<0, W<0, R<0$



3) $U>0, W>0, R<0, |R| \leq |U/2|$

4) $U<0, W>0, R>0, |R| \leq |U/2|$

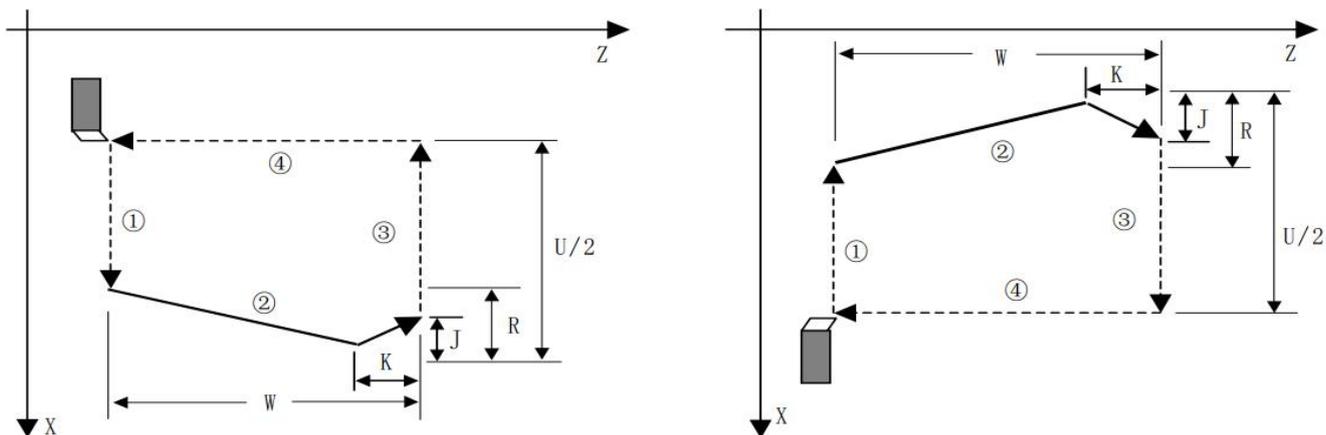


图 3-46

示例：图 3-47

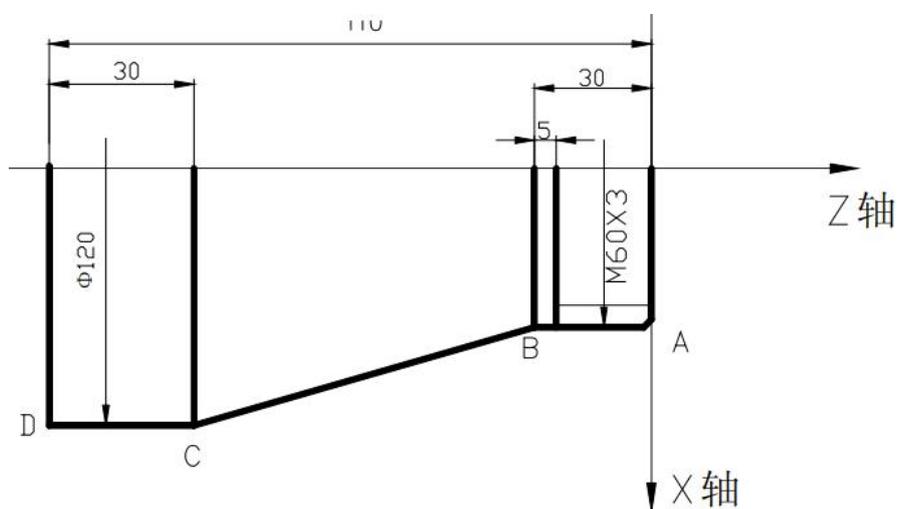


图 3-47

程序：

00012 ;

M3 S300 G0 X150 Z50 T0101; (螺纹刀)

G0 X65 Z5; (快速定位)

G92 X58.7 Z-28 F3 J3 K1; (加工螺纹, 分 4 刀切削, 第一次进刀 1.3mm)

X57.7; (第二次进刀 1mm)

X57; (第三次进刀 0.7mm)

X56.9; (第四次进刀 0.1mm)

M30;

3.15.6 多重螺纹切削循环 G76

代码格式: G76 P(m) (r) (a) Q(Δ dmin) R(d);

G76 X/U_ Z/W_ R(i) P(k) Q(Δ d) F(I)_;

代码功能：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。加工轨迹如图 3-48(a) 所示。

相关定义：

起点(终点)：程序段运行前和运行结束时的位置，表示为 A 点；

螺纹终点：由 X/U_ Z/W_定义的螺纹切削终点，表示为 D 点。如果有螺纹退尾，切削终点长轴方向为螺纹切削终点，短轴方向退尾后的位置。

螺纹起点：Z 轴绝对坐标与 A 点相同、X 轴绝对坐标与 D 点 X 轴绝对坐标的差值为 i (螺纹锥度、半径值)，表示为 C 点。如果定义的螺纹角度不为 0° ，切削时并不能到达 C 点；

螺纹切深参考点：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；

螺纹切深：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；

螺纹切削量：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；

螺纹切入点：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 Bn 点(n 为切削循环次数)，B1 为第一次螺纹粗车切入点，Bf 为最后一次螺纹粗车切入点，Be 为螺纹精车切入点。Bn 点相对于 B 点 X 轴和 Z 轴的位移符合公式：

$$\operatorname{tg} \frac{a}{2} = \frac{|Z\text{轴位移}|}{|X\text{轴位移}|}, \quad a: \text{螺纹角度}$$

X：螺纹终点 X 轴绝对坐标；

U：螺纹终点与起点 X 轴绝对坐标的差值；

Z：螺纹终点 Z 轴的绝对坐标值；

W：螺纹终点与起点 Z 轴绝对坐标的差值；

P(m)：螺纹精车次数 00~99(单位：次)，m 指定值执行后保持有效，并把系统参数 N0193 的值修改为 m。未输入 m 时，以系统参数 N0193 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。

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，并把系统参数 N0183 的值修改为 r。未输入 r 时，以系统参数 N0183 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 N0183 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, 并把系统参数 N0194 的值修改为 a。未输入 a 时, 以系统参数 N0194 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 00~99999(单位: 0.001mm, 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, 并把系统参数 N0195 的值修改为 Δd_{min} 。未输入 Q(Δd_{min}) 时, 以系统参数 N0195 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/inch, 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, 并把系统参数 N0196 的值修改为 $d\times 1000(IS_B)/d\times 1000(IS_C)$ 。未输入 R(d) 时, 以系统参数 N0196 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/inch, 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 1~99999999 \times 最小输入增量(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 1~99999999 \times 最小输入增量(半径值、无符号)。未输入 Δd 时, 系统报警;

F: 螺纹导程, 取值范围为 $0 < F \leq 500$ mm;

I: 螺纹每英寸的螺纹牙数, 取值范围为 0.06~25400 牙/英寸;

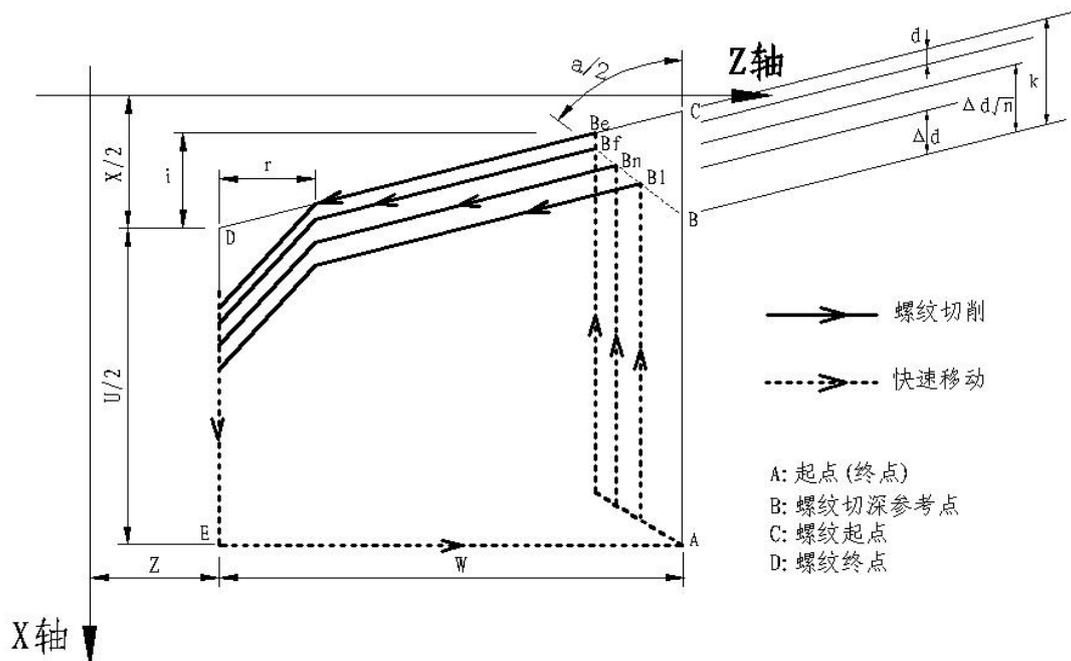


图 3-48 (a)

切入方法的详细情况见图 3-48 (b)：

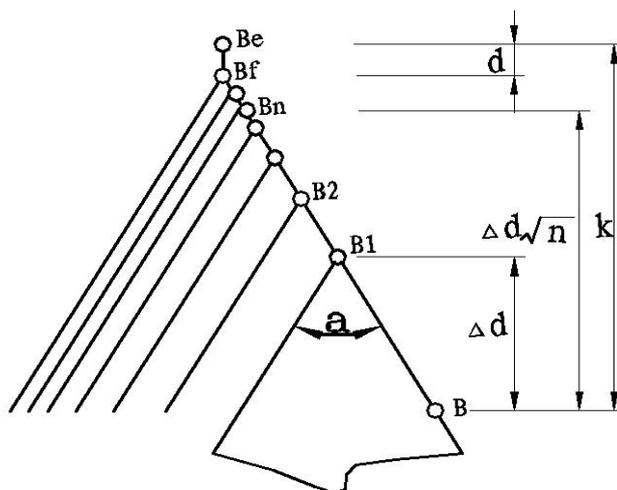


图 3-48 (b)

螺纹螺距指主轴转一圈长轴的位移量(X轴位移量按半径值)，C点与D点Z轴坐标差的绝对值大于X轴坐标差的绝对值(半径值，等于i的绝对值)时，Z轴为长轴；反之，X轴为长轴。

代码执行过程：

- ① 从起点快速移动到 B1，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 → D 的方向相同；
- ② 沿平行于 C→D 的方向螺纹切削到与 D→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 Bn(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 Bf 点，转⑥执行最后一次螺纹粗车；
- ⑥ 沿平行于 C → D 的方向螺纹切削到与 D → 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 Be 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。

注意事项：

- 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；
- 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；

- 系统复位、急停或驱动报警时，螺纹切削减速停止；
- 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；
- 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 N0193、N0183、N0194 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；
- 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，见图 3-46。

示例：图 3-49，螺纹为 M68 \times 6。

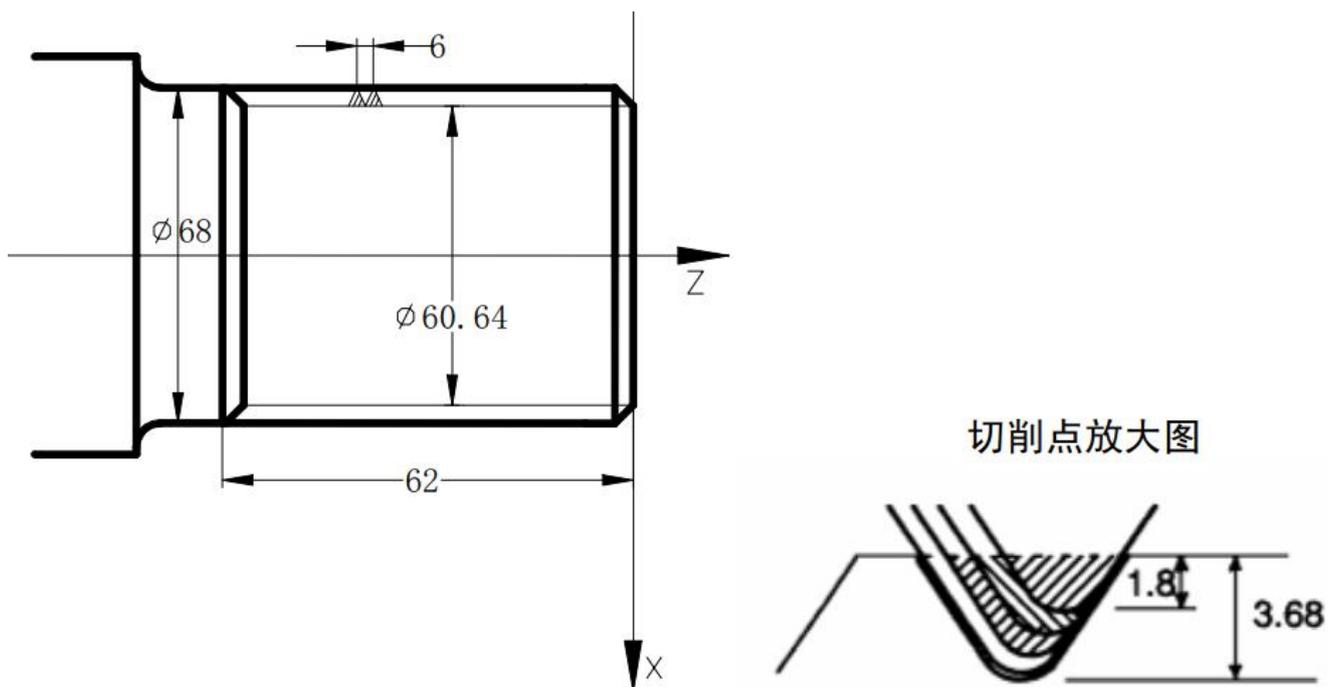


图 3-49

程序：00013；

G50 X100 Z5 M3 S300； （设置工件坐标系启动主轴，指定转速）

G00 X80 Z10； （快速移动到加工起点）

G76 P020560 Q150 R0.1； （精加工重复次数 2，倒角宽度 0.5mm，刀具角度 60°，最小切入深度 0.15，精车余量 0.1）

G76 X60.64 Z-62 P3680 Q1800 F6； （螺纹牙高 3.68，第一螺纹切削深度 1.8）

G00 X100 Z50； （返回程序起点）

M30； （程序结束）

3.15.7 T 型螺纹切削循环 G78

代码格式：G78 P_ R_ Q_ L_

G78 X/U_ Z/W_ R_ F(I)_ J_ K_ P_

代码功能：使用左右借刀分层车螺纹。每一层三刀，先中间车，再两边左右借刀车。

相关定义：

P: 螺纹夹角
 R: 每次进刀量
 Q: 刀宽
 L: 螺纹底部宽度
 X: 螺纹终点 X 轴绝对坐标;
 U: 螺纹终点与起点 X 轴绝对坐标的差值;
 Z: 螺纹终点 Z 轴的绝对坐标值;
 W: 螺纹终点与起点 Z 轴绝对坐标的差值;
 R: 螺纹锥度
 F: 导程

3.16 恒线速控制 G96、恒转速控制 G97

详细说明见本篇 2.2.3 节。

3.17 每分钟进给 G98、每转进给 G99

代码格式: G98 F_; (前导零可省略, 给定每分进给速度)

代码功能: 以 mm/min 为单位给定切削进给速度, G98 为模态 G 代码, 如果当前为 G98 模态, 可以不输入 G98。

代码格式: G99 F_;

代码功能: 以毫米/转为单位给定切削进给速度, G99 为模态 G 代码。如果当前为 G99 模态, 可以不输入 G99。CNC 执行 G99 F_时, 把 F 代码值 (毫米/转) 与当前主轴转速 (r/min) 的乘积作为代码进给速度控制实际的切削进给速度, 主轴转速变化时, 实际的切削进给速度随着改变。使用 G99 F_给定主轴每转的切削进给量, 可以在工件表面形成均匀的切削纹路。在 G99 模态进行加工, 机床必须安装主轴编码器。

G98、G99 为同组的模态 G 代码, 只能一个有效。G98 为初态 G 代码, CNC 上电时默认 G98 有效。每转进给量与每分钟进给量的换算公式: $Fm = Fr \times S$

其中: Fm: 每分钟的进给量 (mm/min);

Fr: 每转进给量 (mm/r);

S: 主轴转速 (r/min)。

CNC 上电时, 进给速度为系统参数 N0027 设定的值。执行 F0 后, 进给速度为 0。CNC 复位、急停时, F 值保持不变。

注: 在 G99 模态, 当主轴转速低于 1r/min 时, 切削进给速度会出现不均匀的现象; 主轴转速出现波动时, 实际的切削进给速度会存在跟随误差。为了保证加工质量, 建议加工时选择的主轴转速不能低于主轴伺服或变频器输出有效力矩的最低转速。

相关参数:

CNC 参数 N0013: 切削进给速率的上限值;

CNC 参数 N0029: 切削进给和手动进给时指数加减速时间常数;

CNC 参数 N0014: 切削进给时的起始（终止）速度。

3.18 断屑功能 G104

指令格式: G104 K_ L_ 断屑指令开始

G104 断屑指令结束

其中:

K: 停顿时间

L: 断屑距离

说明:

1. 使用断屑指令仅针对直线和圆弧加工指令 G01、G02、G03, 对其它指令无效。车削加工后, 务必要关闭断屑加工功能。复位或程序结束关闭断屑状态。

2. 主轴必须是速度模式, 不能处于伺服主轴的位置模式。

3. 参数 K 需要注意, 设定越小停顿时间越短, 但设定太小时容易因为加减速问题而导致进给轴速度未到 0, 而导致没有断屑功能, 但观察屑条还是有粗细变化的。

4. 参数 L 越短, 进行停止的次数就越频繁, 所以相对加工时间会变长很多, L 越长切出来的屑条就会越长。

5. 车床功能。

注意:

1. 当 K 和 L 中有一个为 0, 功能都不能打开。K 不能取负数, 会报警, L 负数则取绝对值。

2. K 的单位是秒, L 的单位是 mm。

3. 断屑功能只对 G01、G02、G03 有效。G01 是计算两点直线距离, G02 和 G03 是计弧长, 当达到 L 设定的距离后, 将当前 F 倍率变为 0, 并开始计时, 当到达 K 设定的时间之后, F 倍率恢复为之前, 并重新计算距离, 再次和 L 比较, 并重复。

4. 单独执行 G104 则关闭功能。执行程序结束和复位也会关闭功能。

3.19 宏代码

提供了类似于高级语言的宏代码, 用户宏代码可以实现变量赋值、算术运算、逻辑判断及条件转移, 利于编制特殊零件的加工程序, 减少手工编程时进行繁琐的数值计算, 精简了用户程序。

3.19.1 宏变量

●变量的表示

变量用符号“#”+ 变量号来指定;

格式: #i (i=100, 102, 103, ……); 示例: #105, #109, #125。

● 变量的类型

变量根据变量号可以分成四种类型。

变数号	变量类型	功 能
#0	空变量	该变量总是空，没有值能赋给该变量。
#1 ~ #50	局部变量	局部变量只能用在宏程序中存储数据，例如，运算结果。当断电时，局部变量被初始化为空。调用宏程序时自变量对局部变量赋值。
#100 ~ #199 #500 ~ #999	公共变量	公共变量在不同的宏程序中的意义相同。当断电时，变量 #100 ~ #199 被初始化为空，变量 #500 ~ #999 的数值被保存，即使断电也不丢失。
#1000 ~ #5235	系统变量	系统变量

● 变量的引用

用变量置换地址后数值。

格式：<地址> + “#I” 或 <地址> + “- #I”，表示把变量“#I”的值或把变量“#I”的值的负值作为地址值。

示例：F#103…当 #103=15 时，与 F15 代码功能相同；

Z-#110…当 #110=250 时，与 Z-250 代码功能相同；

注 1：地址 O、G 和 N 不能引用变量。如 O#100，G#101，N#120 为非法引用；

注 2：如超过地址规定的最大代码值，则不能使用；例：#150 = 120 时，M#150 超过了最大代码值。

● 空变量

当变量值未定义时，该变量为空变量，变量 #0 总是为空变量，它不能写，只能读。

当引用一个未定义的变量(空变量)时，地址本身也被忽略。

当 #1=<空>时	当 #1=0 时
G00 X100 Z#1 等价于 G00 X100	G00 X100 Z#1 等价于 G00 X100 Z0

● 变量的显示

(1) 在宏变量页面中，当变量显示空白时，表示该变量为空变量，即没有被定义。

(2) 公共变量（#100 ~ #199，#500 ~ #999）的值在宏变量页面有显示，也可在该页面下，直接输入数据对公共变量进行赋值。

(3) 局部变量（#1 ~ #50）和系统变量的值不能显示，如需查看某一局部变量或系统变量的值，可通过将其赋予公共变量的方式进行显示。

● 系统变量——分别如下所示：

- | | | | | |
|-------------|-------|-----|-------|------------------|
| 1) 接口输入信号 | #1000 | --- | #1047 | (按位读取 PMC 输入的信号) |
| 2) 接口输出信号 | #1100 | --- | #1147 | (按位写输出到 PMC 的信号) |
| 3) X 轴长度补偿值 | #1500 | --- | #1531 | (半径值, 可读写) |
| 4) Z 轴长度补偿值 | #1600 | --- | #1631 | (可读写) |
| 5) Y 轴长度补偿值 | #1700 | --- | #1731 | (可读写) |
| 6) 刀具半径补偿值 | #1800 | --- | #1831 | (可读写) |
| 7) X 轴磨损补偿值 | #1900 | --- | #1931 | (半径值, 可读写) |
| 8) Z 轴磨损补偿值 | #2000 | --- | #2031 | (可读写) |
| 9) Y 轴磨损补偿值 | #2100 | --- | #2131 | (可读写) |
| 10) 半径磨损补偿值 | #2200 | --- | #2231 | (可读写) |
| 11) 报警 | #3000 | | | |
| 12) 用户数据表 | #3500 | --- | #3755 | (只读, 不能写) |
| 13) 模态信息 | #4000 | --- | #4030 | (只读, 不能写) |
| 14) 位置信息 | #5001 | --- | #5030 | (只读, 不能写) |

系统变量详细说明

(1) 接口信号: CNC 只对 G 及 F 信号进行操作, 至于是否有相应的 I/O 号与之对应要看具体的 PLC 定义。

变量号	功能
#1000 ~ #1015	对应系统 G54.0 ~ G54.7, G55.0 ~ G55.7 的信号状态
#1032	对应系统 G54, G55 两字节的信号状态
#1100 ~ #1115	对应系统 F54.0 ~ F54.7, F55.0 ~ F55.7 的信号状态
#1132	对应系统 F54, F55 两字节的信号状态
#1133	对应系统 F56, F57, F58, F59 四字节的信号状态

(2) 刀具补偿系统变量:

补偿号	偏置补偿值				磨损补偿值			
	X 轴	Z 轴	Y 轴	半径	X 轴	Z 轴	Y 轴	半径
1	#1500	#1600	#1700	#1800	#1900	#2000	#2100	#2200
...
32	#1531	#1631	#1731	#1831	#1931	#2031	#2131	#2231

(3) 系统模态信息变量

变量号	功能	
#4001	G00, G01, G02, G03, G32, G33, G34, G80, G84, G88, G90, G92, G94	第 1 组
#4002	G96, G97	第 2 组
#4003	G98, G99	第 3 组
#4005	G54, G55, G56, G57, G58, G59	第 5 组
#4006	G20, G21	第 6 组
#4007	G40, G41, G42	第 7 组
#4016	G17, G18, G19	第 16 组
#4120	F 代码	
#4121	M 代码	
#4122	顺序号	
#4123	程序号	
#4124	S 代码	
#4125	T 代码	

(4) 坐标位置信息的系统变量:

变量号	位置信号	坐标系	刀具补偿值	运动时的读操作
#5001 ~ #5005	程序段终点	工件坐标系	不包含	可以
#5006 ~ #5010	当前位置 (机床坐标)	机床坐标系	包含	不可以
#5011 ~ #5015	当前位置 (绝对坐标)	工件坐标系		

注: 上表中所列出的位置信息按顺序分别对应于 X 轴、Z 轴、Y 轴、第 4 轴、第 5 轴, 例如: #5001 表示 X 轴的位置信息, #5002 表示 Z 轴的位置信息, #5003 表示 Y 轴的位置信息, #5004 表示第 4 轴的位置信息, #5005 表示第 5 轴的位置信息;

(5) 工件零点偏移量和工件坐标系:

基偏移量: #5201 ~ #5205

G54: #5206 ~ #5210

G55: #5211 ~ #5215

G56: #5216 ~ #5220

G57: #5221 ~ #5225

G58: #5226 ~ #5230

G59: #5231 ~ #5235

●局部变量 地址与局部变量的对应关系:

自变量地址	局部变量号	自变量地址	局部变量号	自变量地址	局部变量号
A	#1	E	#8	U	#21
B	#2	F	#9	V	#22
C	#3	M	#13	W	#23
I	#4	Q	#17	X	#24
J	#5	R	#18	Y	#25
K	#6	S	#19	Z	#26
D	#7	T	#20		

3.19.2 运算命令和转移命令 G65

一般代码格式: G65 H(m) P(#i) Q(#j) R(#k);

其中: m: 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, 可以是常数。

#k: 进行运算的变量名 2, 可以是常数。

代码意义: #i = #j Q #k

运算符号, 由 Hm 决定

例: P#100 Q#101 R#102...#100 = #101 O #102;

P#100 Q#101 R15...#100 = #101 O 15;

P#100 Q-100 R#102...#100 = -100 O #102;

说明: 变量是常数时不可以带“#”;

宏运算(跳转)表

代码格式	功能	定义
G65 H01 P#I Q#J;	赋值运算	#i = #j; 把变量 #j 的值赋给变量 #i
G65 H02 P#i Q#j R#k;	十进制加法运算	#i = #j + #k
G65 H03 P#i Q#j R#k;	十进制减法运算	#i = #j - #k
G65 H04 P#i Q#j R#k;	十进制乘法运算	#i = #j × #k

G65 H05 P#i Q#j R#k;	十进制除法运算	$\#i = \#j \div \#k$
G65 H11 P#i Q#j R#k;	二进制加法(或运算)	$\#i = \#j \text{ OR } \#k$
G65 H12 P#i Q#j R#k;	二进制乘法(与运算)	$\#i = \#j \text{ AND } \#k$
G65 H13 P#i Q#j R#k;	二进制异或	$\#i = \#j \text{ XOR } \#k$
G65 H21 P#i Q#j;	十进制开平方	$\#i = \sqrt{\#j}$
G65 H22 P#i Q#j;	十进制取绝对值	$\#i = \#j $
G65 H23 P#i Q#j R#k;	十进制取余数	$\#i = (\#j \div \#k) \text{ 的余数}$
G65 H24 P#i Q#j;	十进制变为二进制	$\#i = \text{BIN}(\#j)$
G65 H25 P#i Q#j;	二进制变为十进制	$\#i = \text{BCD}(\#j)$
G65 H26 P#i Q#j R#k;	十进制乘除运算	$\#i = \#i \times \#j \div \#k$
G65 H27 P#i Q#j R#k;	复合平方根	$\#i = \sqrt{\#j^2 + \#k^2}$
G65 H31 P#i Q#j R#k;	正弦	$\#i = \#j \times \sin(\#k)$
G65 H32 P#i Q#j R#k;	余弦	$\#i = \#j \times \cos(\#k)$
G65 H33 P#i Q#j R#k;	正切	$\#i = \#j \times \tan(\#k)$
G65 H34 P#i Q#j R#k;	反正切	$\#i = \text{ATAN}(\#j / \#k)$
G65 H80 Pn;	无条件转移	跳转至程序段 n
G65 H81 Pn Q#j R#k;	条件转移 1	如果 $\#j = \#k$, 则跳转至程序段 n, 否则顺序执行
G65 H82 Pn Q#j R#k;	条件转移 2	如果 $\#j \neq \#k$, 则跳转至程序段 n, 否则顺序执行
G65 H83 Pn Q#j R#k;	条件转移 3	如果 $\#j > \#k$, 则跳转至程序段 n, 否则顺序执行
G65 H84 Pn Q#j R#k;	条件转移 4	如果 $\#j < \#k$, 则跳转至程序段 n, 否则顺序执行
G65 H85 Pn Q#j R#k;	条件转移 5	如果 $\#j \geq \#k$, 则跳转至程序段 n, 否则顺序执行
G65 H86 Pn Q#j R#k;	条件转移 6	如果 $\#j \leq \#k$, 则跳转至程序段 n, 否则顺序执行
G65 H99 Pn;	产生用户报警	产生 (3000+n) 号用户报警

1. 运算命令

1) 变量的赋值: $\#I = \#J$

G65 H01 P#I Q#J

(例)G65 H01 P# 101 Q1005; ($\#101 = 1005$)

G65 H01 P#101 Q#110; ($\#101 = \#110$)

G65 H01 P#101 Q-#102; ($\#101 = -\#102$)

2) 十进制加法运算: $\#I = \#J + \#K$

G65 H02 P#I Q#J R#K

(例)G65 H02 P#101 Q#102 R15; ($\#101 = \#102 + 15$)

3) 十进制减法运算: $\#I = \#J - \#K$

G65 H03 P#I Q#J R# K

(例)G65 H03 P#101 Q#102 R#103; ($\#101 = \#102 - \#103$)

4) 十进制乘法运算: $\#I = \#J \times \#K$

G65 H04 P#I Q#J R#K

(例)G65 H04 P#101 Q#102 R#103; ($\#101 = \#102 \times \#103$)

5) 十进制除法运算: $\#I = \#J \div \#K$

G65 H05 P#I Q#J R#K

(例)G65 H05 P#101 Q#102 R#103; ($\#101 = \#102 \div \#103$)

6) 二进制逻辑加 (或): $\#I = \#J \text{ OR } \#K$

G65 H11 P#I Q#J R#K

(例)G65 H11 P#101 Q#102 R#103; ($\#101 = \#102. \text{OR. } \#103$)

7) 二进制逻辑乘 (与): $\#I = \#J \text{ AND } \#K$

G65 H12 P#I Q#J R#K

(例)G65 H12 P# 101 Q#102 R#103; ($\#101 = \#102. \text{AND. } \#103$)

8) 二进制异或: $\#I = \#J \text{ XOR } \#K$

G65 H13 P#I Q#J R#K

(例)G65 H13 P#101 Q#102 R#103; ($\#101 = \#102. \text{XOR. } \#103$)

9) 十进制开平方: $\#I = \sqrt{\#J}$

G65 H21 P#I Q#J

(例)G65 H21 P#101 Q#102 ; ($\#101 = \sqrt{\#102}$)

10) 十进制取绝对值: $\#I = |\#J|$

G65 H22 P#I Q#J

(例)G65 H22 P#101 Q#102 ; ($\#101 = |\#102|$)

11) 十进制取余数: $\#I = \#J - \text{TRUNC}(\#J/\#K) \times \#K$, TRUNC: 舍取小数部分

G65 H23 P#I Q#J R#K

(例)G65 H23 P#101 Q#102 R#103; ($\#101 = \#102 - \text{TRUNC}(\#102/\#103) \times \#103$)

12) 十进制转换为二进制: $\#I = \text{BIN}(\#J)$

G65 H24 P#I Q#J

(例)G65 H24 P#101 Q#102 ; ($\#101 = \text{BIN}(\#102)$)

13) 二进制转换为十进制: $\#I = \text{BCD}(\#J)$

G65 H25 P#I Q#J

(例)G65 H25 P#101 Q#102 ; ($\#101 = \text{BCD}(\#102)$)

14) 十进制取乘除运算: $\#I = (\#I \times \#J) \div \#K$

G65 H26 P#I Q#J R# k

(例)G65 H26 P#101 Q#102 R#103; (#101 = (# 101×# 102) ÷# 103)

15) 复合平方根: $\#I = \sqrt{\#J^2 + \#K^2}$

G65 H27 P#I Q#J R#K

(例)G65 H27 P#101 Q#102 R#103; (#101 = $\sqrt{\#102^2 + \#103^2}$)

16) 正弦: $\#I = \#J \cdot \text{SIN}(\#K)$ (单位: 度)

G65 H31 P#I Q#J R#K

(例)G65 H31 P#101 Q#102 R#103; (#101 = $\#102 \cdot \text{SIN}(\#103)$)

17) 余弦: $\#I = \#J \cdot \text{COS}(\#K)$ (单位: 度)

G65 H32 P#I Q#J R#k

(例)G65 H32 P#101 Q#102 R#103; (#101 = $\#102 \cdot \text{COS}(\#103)$)

18) 正切: $\#I = \#J \cdot \text{TAM}(\#K)$ (单位: 度)

G65 H33 P#I Q#J R#K

(例)G65 H33 P#101 Q#102 R#103; (#101 = $\#102 \cdot \text{TAM}(\#103)$)

19) 反正切: $\#I = \text{ATAN}(\#J / \#K)$ (单位: 度)

G65 H34 P#I Q#J R#k

(例)G65 H34 P#101 Q#102 R#103; (#101 = $\text{ATAN}(\#102 / \#103)$)

2. 转移命令

1) 无条件转移 G65 H80 Pn;

n: 顺序号

(例)G65 H80 P120; (转到 N120 程序段)

2) 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 #101 = #102 时, 转到 N1000 程序段, 当 #101 \neq #102 时, 顺序执行。

3) 条件转移 2 #J NE #K (\neq)

G65 H82 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

(例) G65 H82 P1000 Q#101 R#102;

当 #101 \neq #102 时, 转到 N1000 程序段, 当 #101 = #102 时, 程序顺序执行。

4) 条件转移 3 #J GT #K (>)

G65 H83 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

(例) G65 H83 P1000 Q#101 R#102;

当 #101 > #102 时，转到 N1000 程序段，当 #101 ≤ #102 时，程序顺序执行。

5) 条件转移 4 #J LT #K (<)

G65 H84 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

(例) G65 H84 P1000 Q#101 R#102;

当 #101 < #102 时，转到 N1000 程序段，当 #101 ≥ #102 时，程序顺序执行。

6) 条件转移 5 #J GE #K (≥)

G65 H85 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

(例) G65 H85 P1000 Q#101 R#102;

当 #101 ≤ #102 时，转到 N1000 程序段，当 #101 < #102 时，顺序执行。

7) 条件转移 6 #J LE #K (≤)

G65 H86 Pn Q#J R# K; n: 顺序号

(例) G65 H86 P1000 Q#101 R#102;

当 #101 ≤ #102 时，转到 N1000 程序段，当 #101 > #102 时，顺序执行。

8) 发生 P/S 报警

G65 H99 Pi; i: 报警号 +500

(例) G65 H99 P15; 发生 P/S 报警 515.

注：可以用变量指定顺序号。如：G65 H81 P#100 Q#101 R#102; 当条件满足时，程序移到 #100 指定的顺序号的程序段。

3.19.3 宏程序调用代码

用户宏程序调用 (G65) 和子程序调用 (M98) 的区别如下：

- 1、用 G65 可以指定自变量数据并传送到宏程序，而 M98 没有该功能。
- 2、用 G65 可以改变局部变量的级别，用 M98 不能。
- 3、G65 该代码之前只允许出现代码字 N 且紧跟其后要出现 P 或 H 代码字。

非模态调用 (G65)

代码格式：G65 P_ L_ < 自变量 >; 以地址 P 指定的宏程序被调用，自变量(数据)传递到用户宏程序体中。

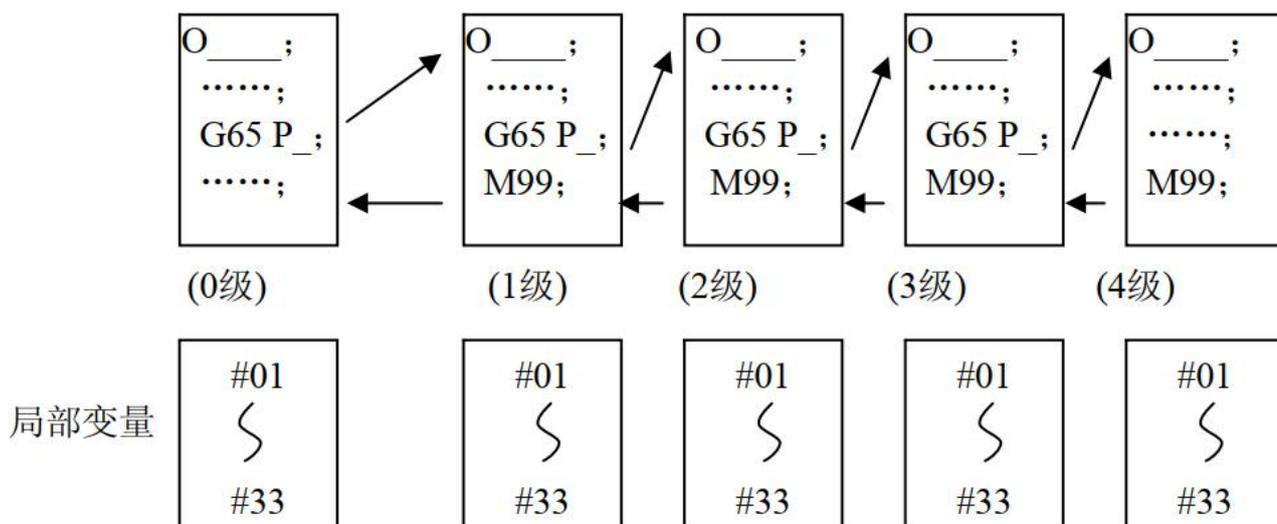
代码说明： P_被调用的宏程序号

L_被调用的次数 (省略则默认为 1, 可以指定从 1 到 9999 的重复次数)

<自变量>_被传送到宏程序中的数据，其值被赋给相应的局部变量。

嵌套调用：G65 调用可以有四级嵌套。

主程序 宏程序(1级) 宏程序(2级) 宏程序(3级) 宏程序(4级)



自变量的指定：使用除 G, L, O, N, P 以外的字母，每个字母只能指定一次，重复指定则最后指定的有效。

自变量地址	局部变量号	自变量地址	局部变量号	自变量地址	局部变量号
A	#1	E	#8	U	#21
B	#2	F	#9	V	#22
C	#3	M	#13	W	#23
I	#4	Q	#17	X	#24
J	#5	R	#18	Y	#25
K	#6	S	#19	Z	#26
D	#7	T	#20		

注：不需要指定的地址可以省略，于被省略的地址相对应的局部变量将被赋为〈空〉。

3.19.4 宏 B 指令使用说明

一、格式和引用：

变量的表示：#I (I=1, 2, 3...) 或#[<式子>]

变量的使用：

1. 地址字后面指定变量号或公式。格式：<地址字>#I、<地址字>#[<式子>]

2. 变量号可用变量代替，例：#[#30]，设#30=3，则为#3。[<数学表达式>]：可以引用变量或变量号来直接描述运算式。

例：1、X[#1+#2-12] Y[#24+#18*COS[#1]]

2、#20=#500*SIN[#120]

注意：地址符 X/Z 等后若要跟数学表达式，则必须以[]括起来。

二、算数和逻辑运算：

运算符的右边可以是常数、变量、函数、式子，式中#j、#k 也可为常数。表达式中的#j 和#k 可以用

常数赋值。运算符左边的变量也可以用表达式赋值。

功能	表达式格式	备注
定义或赋值	#i = #j	
加法 减法 乘法 除法	#i = #j + #k #i = #j - #k #i = #j * #k #i = #j / #k	
或 与 异或	#i = #j OR #k #i = #j AND #K #i = #j XOR #K	逻辑运算一位一位的按二进制数执行
平方根 绝对值 舍入 上取整 下取整 自然对数 指数函数	#i = SQRT[#j] #i = ABS[#j] #i = ROUND[#j] #i = FUP [#j] #i = FIX [#j] #i = LN[#j] #i = EXP[#j]	
正弦 反正弦 余弦 反余弦 正切 反正切	#i = SIN[#j] #i = ASIN[#j] #i = COS[#j] #i = ACOS[#j] #i = TAN[#j] #i = ATAN[#i] / [#j]	角度的单位以度指定，如： 90° 30' 用 90.5 度表示
从 BCD 转为 BIN 从 BIN 转为 BCD	#i = BIN[#j] #i = BCD[#j]	用于与 PLC 信号转换

注意：本系统支持包括括号的混合四则运算，但是表达式中的括号必须为方括号“[]”，三角函数等特殊函数后必须跟方括号“[]”。

三、转移和循环

在程序中，使用 GOTO 语句和 IF 语句可以改变控制的流向。有三种转移和循环操作可供使用。

- 1、GOTO 语句(无条件转移)。
- 2、条件控制 IF 语句。
- 3、WHILE 循环语句。

1) 无条件转移(GOTO 语句)

转移到序号为 n 的程序段。当指定 1 到 99999 以外的序号时报警，可用表达式指定序号。

格式：GOTO n; n: 序号(1~99999)

例：GOTO1;

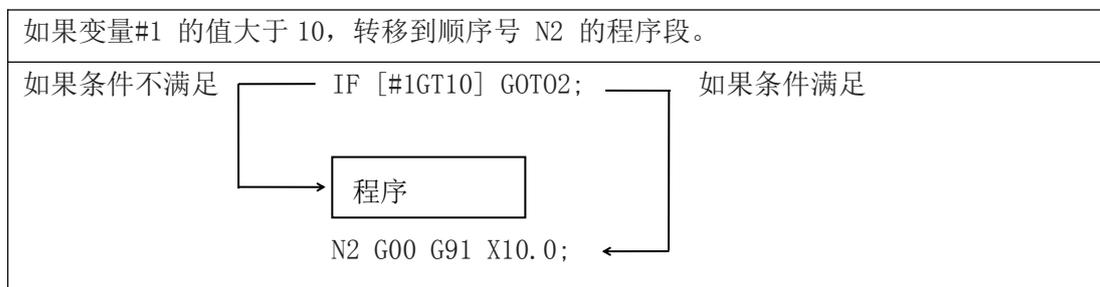
GOTO#101;

2) 条件控制(IF 语句)

GOTO 格式： IF[条件表达式]GOTO n;

如果指定的条件表达式成立时，转移到顺序号为 n 的程序段；如果指定的条件表达式不成立，则顺序执行下个程序段。

例：



THEN 格式： IF[条件表达式]THEN<宏程序语句>;

如果条件表达式成立，执行 THEN 后面的语句，只能执行一条语句。

例： IF[#1 EQ #2] THEN #3=0;

如果#1 的值与#2 的值相等，将 0 赋予变量#3；如不相等，则顺序往下而不执行 THEN 后的赋值语句。

条件表达式：条件表达式必须包括条件运算符，条件运算符两边可以是变量、常数或表达式，条件表达式要用括号 ‘[’ ‘]’ 封闭。

条件运算符：本系统可使用下表中列出的条件运算符。

条件运算符	含义
EQ 或 ==	等于(=)
NE 或 <>	不等于(≠)
GT 或 >	大于(>)
GE 或 >=	大于等于(≥)
LT 或 <	小于(<)
LE 或 <=	小于等于(≤)

典型程序： 下面的

程序计算整数 1~10 的和。

O9500

#1=0;和初始化为 0

#2=1;被加数初值为 1

N1 IF[#2 GT 10]GOTO2;当被加数大于 10 时转移到 N2

#1= #1+#2;计算两数的和

#2= #2+1;被加数加 1

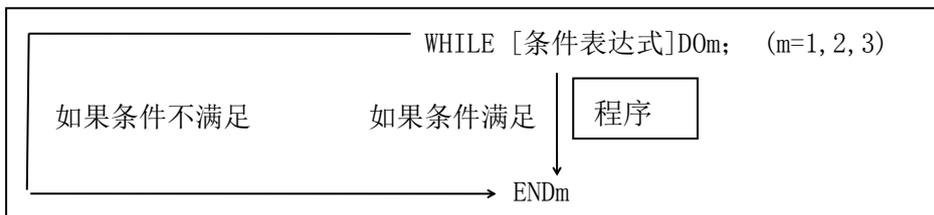
GOTO1;无条件跳转到程序段 N1

N2 M30;程序结束

3) 循环 (WHILE 语句)

在 WHILE 后指定一个条件表达式，当指定条件成立时，执行从 DO 到 END 之间的程序段；否则，跳转到 END 后的程序段。

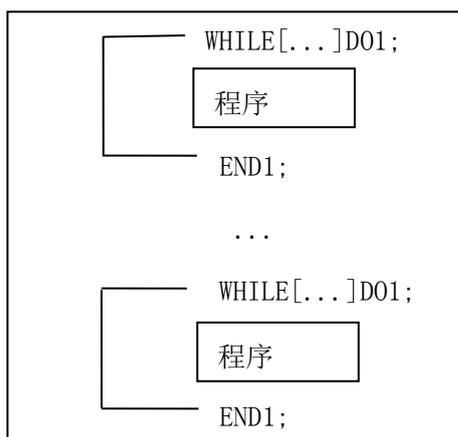
例：



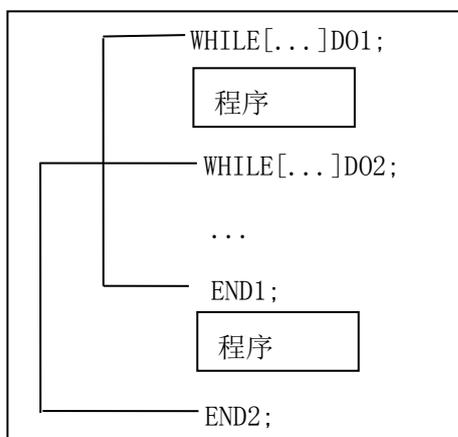
说明： 当指定的条件成立时，执行从 DO 到 END 之间的程序段；否则，转而执行 END 之后的程序段。 DO 后的标号和 END 后的标号要一致，标号值可以是 1、 2 或 3 。若用 1、 2、 3 以外的值将会报警。

嵌套： DO,END 循环中的标号(1~3)可根据需要多次使用。但是，当程序中有交叉重复循环时将报警。

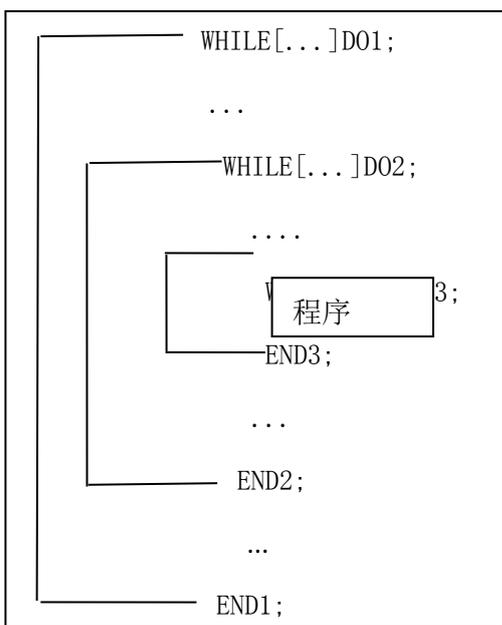
1. 标号（1 到 3）可以根据要求多次使用



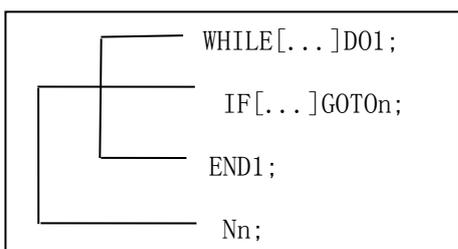
2. DO 的范围不能交叉



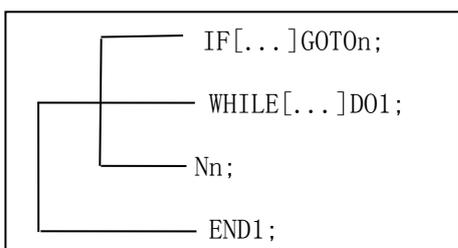
3. D0 循环可以嵌套 3 层



4. 控制可以转到循环的外边



5. 转移不能进入循环区内



3.20 公英制转换

3.20.1 功能概述

CNC 数控系统的输入和输出单位分别有两种单位：公制单位，毫米（mm）和英制单位，英寸（inch）。系统中与公英制有关的参数有下列参数：

N0134：输入增量单位选择

0：公制输入（G21）

1：英制输入（G20）

该参数与功能代码 G20/G21 完全对应。即：程序中执行 G20/G21 时该参数也随之改变；修改该参数时，G20/G21 模态也相应变化。

N0162：公英制输入方式转换时，刀具补偿值及磨损值是否进行自动转换：

- 0：不进行自动转换（只移动一位小数点）
- 1：进行自动转换

N0135：公制机床、英制机床选择（最小输出增量选择）

- 0：公制机床输出（0.001mm）
- 1：英制机床输出（0.0001inch）

3.20.2 功能代码 G20/G21

代码格式： G20；（英寸输入）

G21；（毫米输入）

该 G 代码必须编在程序的开头，以单独程序段指定。

3.20.3 注意事项

(1). N0134 输入增量单位改变

①. 在输入增量单位改变（英制/公制输入）转换之后，改变下面值的单位制（即：mm<>inch；mm/min<>inch/min）：

- 由 F 代码指定的进给速度（mm/min<>inch/min），螺纹导程（mm <>inch）
- 位置代码（mm<>inch）
- 刀具补偿值（mm<>inch）
- 手轮的刻度单位（mm<>inch）
- 增量进给中的移动距离（mm<>inch）
- 部分参数，包括速度和位移；当是公制输入（G21）时其单位按 0.001mm（IS-B），当是英制输入（G20）时其单位按 0.0001inch（IS-B）。例如：同一参数 N0101 设置值都为 100，当输入方式是公制 G21 时代表的意义是 100mm；当输入是英制 G20 时代表的的意义是 100inch。

②. 在输入增量单位改变（英制/公制输入）转换之后，机床坐标将自动转换：

(2). N0135 输出代码单位改变

N0135=0 时表示系统的最小代码增量按公制输出（0.001mm）

N0135=1 时系统的最小代码增量按英制输出（0.0001inch）

当改变输出控制参数时部分参数的意义会改变：

- ①. 速度参数： 公制机床：mm/min
- 英制机床：0.1 inch/min

如：速度设定值 3800，公制机床表示 3800 mm/min，英制机床表示 380 inch/min。

②. 位置(长度)参数: 公制机床: 0.001 mm

英制机床: 0.0001 inch

如: 设定值 100, 公制机床表示 0.1 mm, 英制机床表示 0.01 inch。

还包括所有的螺距误差补偿参数;

注 1: 当最小输入增量和最小指令增量单位不同时, 最大误差是最小指令增量的一半。这个误差不累积。

注 2: 以上说明中, 当前的系统增量为 IS-B。

第四章 刀尖半径补偿 (G41、G42)

4.1 刀尖半径补偿的应用

4.1.1 概述

零件加工程序一般是以刀具的某一点（通常情况下以假想刀尖，如图 4-1 的 A 点所示）按零件图纸进行编制的。但实际加工中的车刀，由于工艺或其他要求，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。因此在加工中进行刀尖半径补偿以提高零件精度。

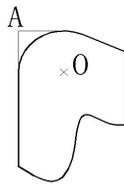


图 4-1 刀具

将零件外形的轨迹偏移一个刀尖半径的方法就是 B 型刀具补偿方式，这种方法简单，但在执行一程序段完成后，才处理下一程序段的运动轨迹，因此在两程序的交点处会产生过切等现象。为解决上述问题、消除误差，因此有必要建立 C 型刀具补偿方式。C 型刀具补偿方式在读入一程序段时，并不马上执行，而是再读入下一程序段，根据两个程序段交点连接的情况计算相应的运动轨迹（转接向量）。由于读取两个程序段进行预处理，因此 C 型刀具补偿方式在轮廓上能进行更精确的补偿。如图 4-2 所示。

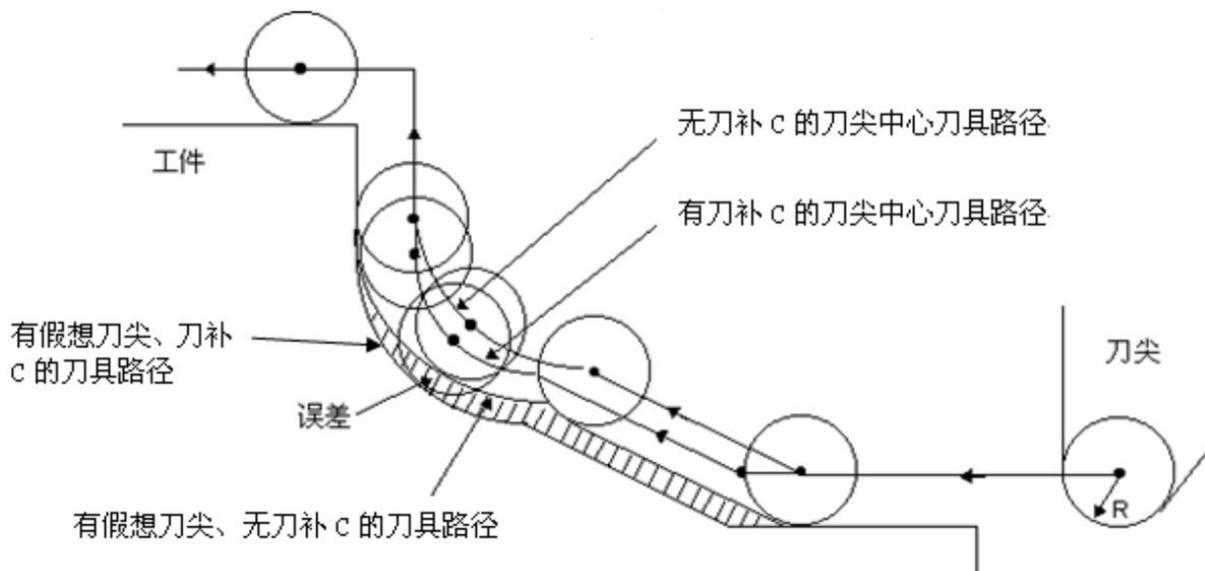


图 4-2

4.1.2 假想刀尖方向

假想刀尖的设定是因为一般情况下将刀尖半径中心设定在起始位置比较困难的，如图 4-3；而假想刀尖

设在起始位置是比较容易的，如图 4-4；编程时可不考虑刀尖半径。图 4-5、4-6 分别为以刀尖中心编程和以假想刀尖编程时，使用刀尖半径补偿与不使用刀尖半径补偿时的刀具轨迹图对比。

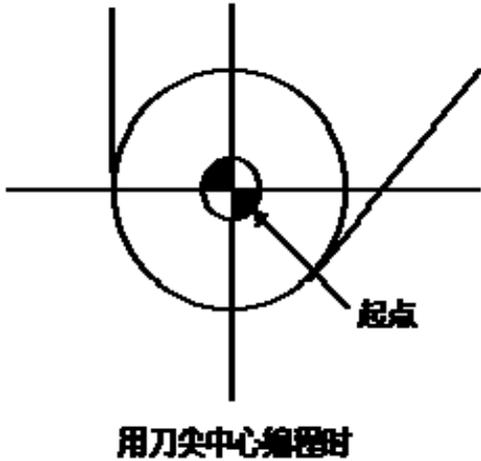


图 4-3

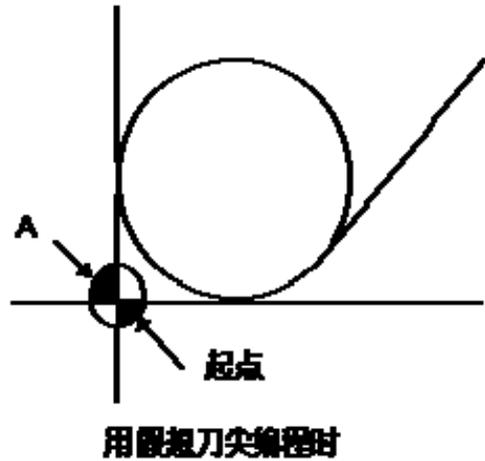


图 4-4

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

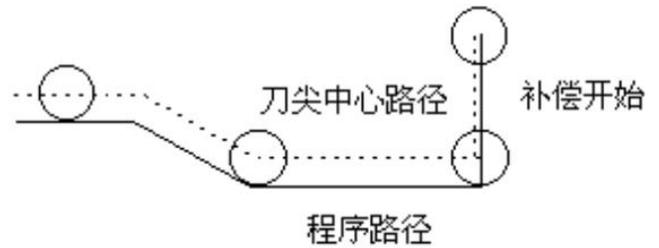
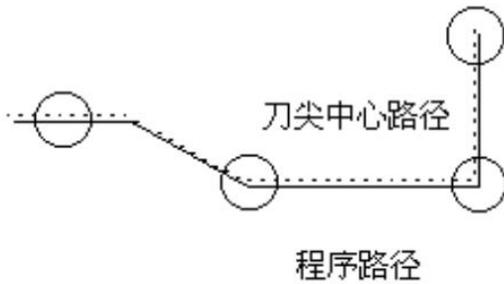


图 4-5 以刀尖中心编程时的刀具轨迹

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

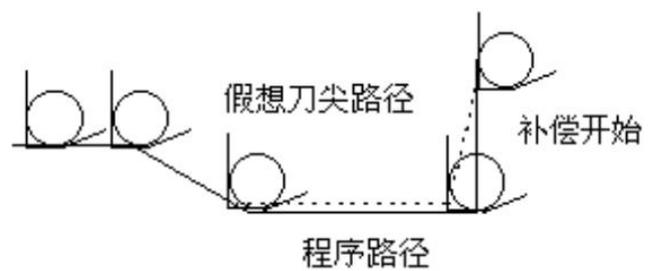
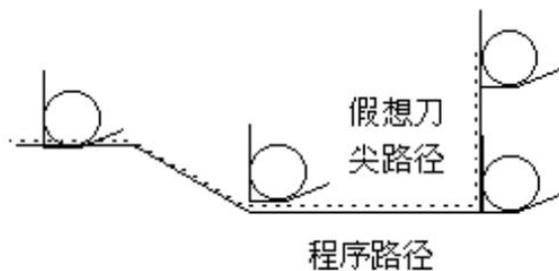


图 4-6

以假想刀尖编程时的刀具轨迹 在程序的编制过程中刀具是被假想成为一点，而实际的切削刃因工艺要求或其它原因不可能是一个理想的点。这种由于切削刃不是一理想点而是一段圆弧造成的加工误差，可用刀尖圆弧半径补偿功能来消除。在实际加工中，假想刀尖点与刀尖圆弧中心点有不同的位置关系，因此要正确建立假想刀尖的刀尖方向（即对刀点是刀具的哪个位置）。

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。需特别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 4-7；前刀座坐标系 T1 ~ T8 的情况，如图 4-8。T0 与 T9

是刀尖中心与起点一致时的情况，如图 4-9。

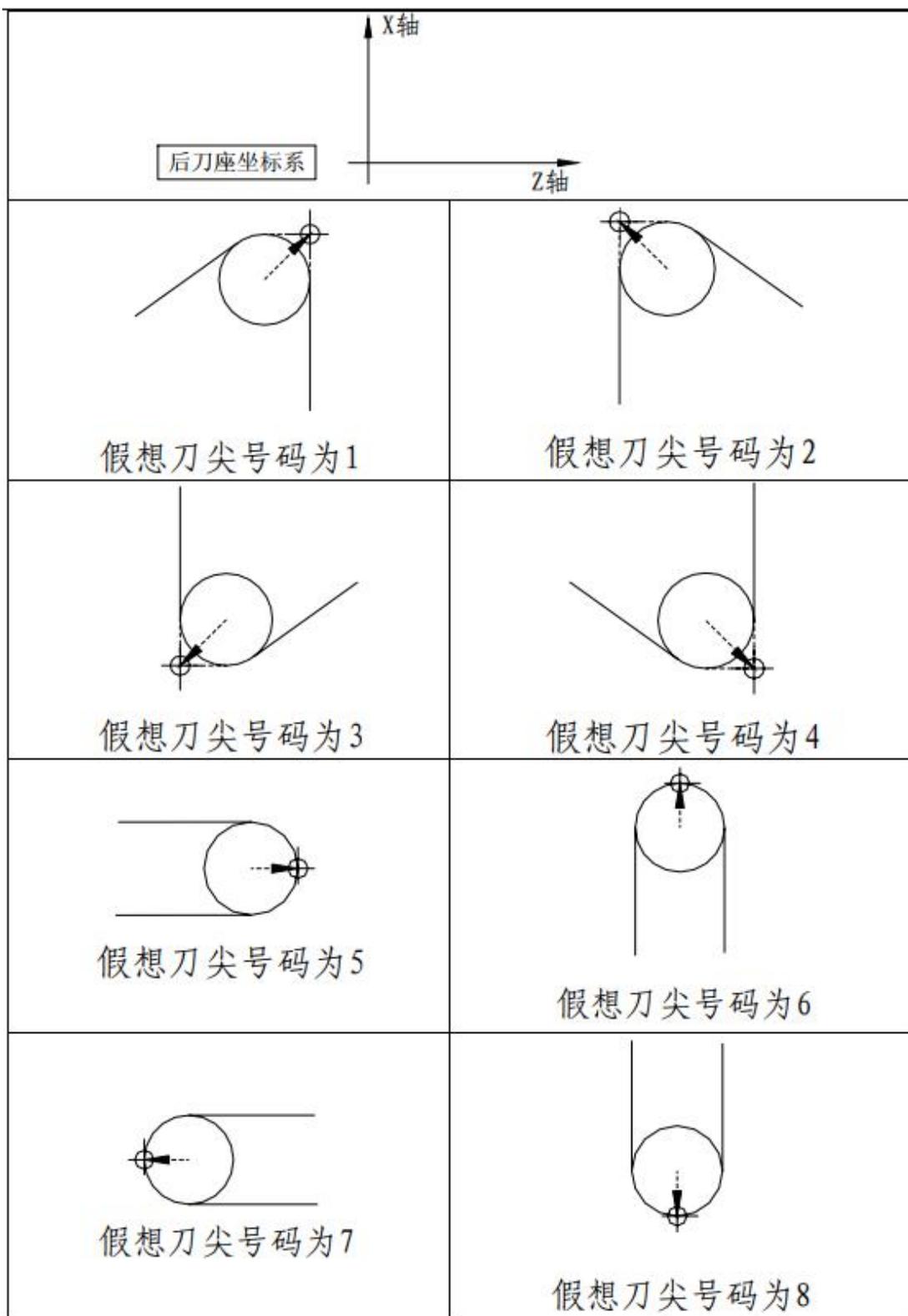


图 4-7 后刀座坐标系中假想刀尖号码

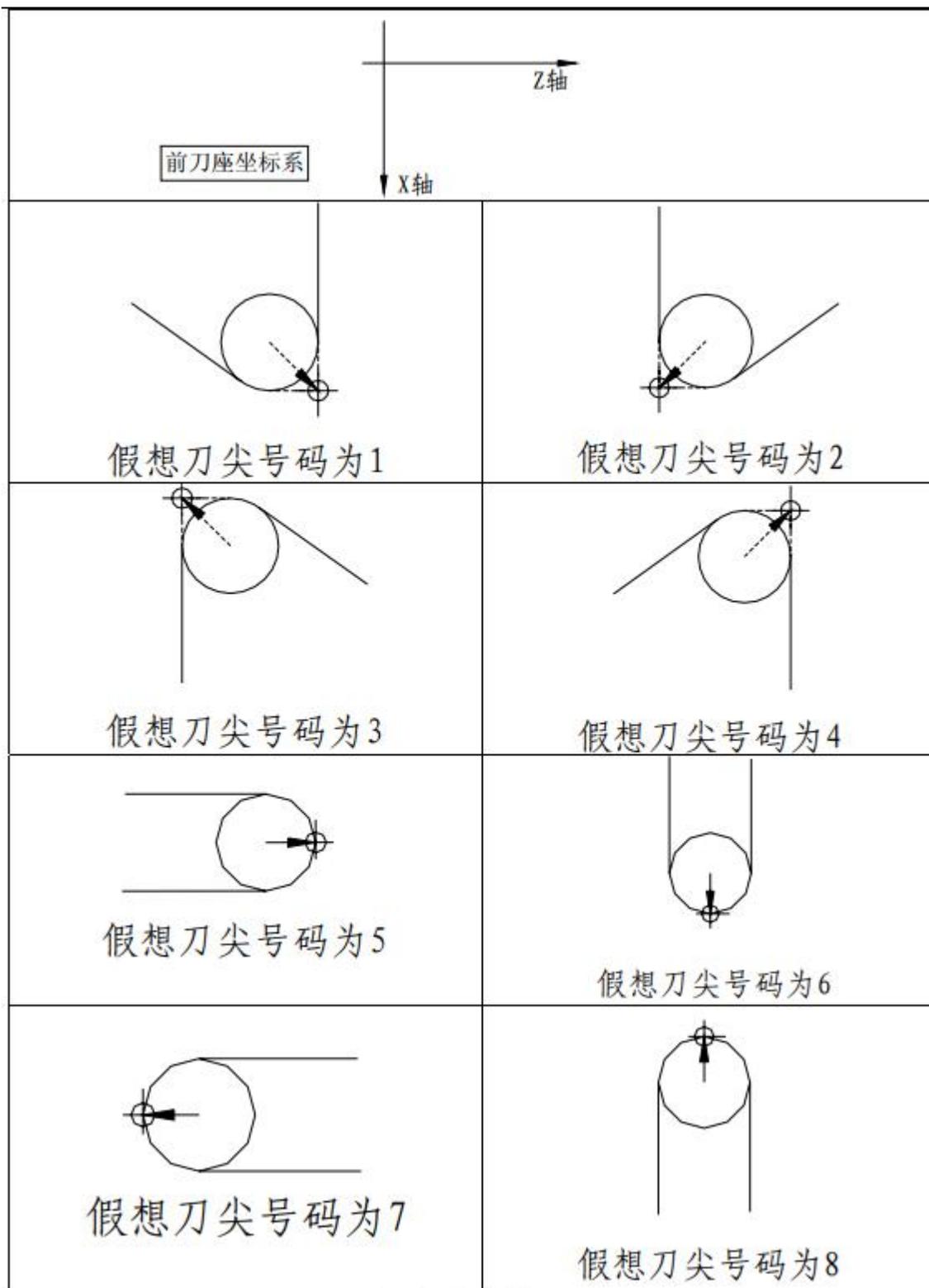


图 4-8 前刀座坐标系中假想刀尖号码

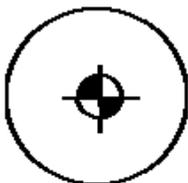


图 4-9 刀尖中心与起点一致

4.1.3 补偿值的设置

每把刀的假想刀尖号与刀尖半径值必须在应用 C 刀补前预先设置。刀尖半径补偿值在偏置页面(见表 4-1)下设置，R 为刀尖半径补偿值，T 为假想刀尖号。

表 4-1 CNC 刀尖半径补偿值显示页面

序号	X	Z	R	T
000	0.000	0.000	0.000	0
001	0.020	0.030	0.020	2
002	1.020	20.123	0.180	3
...
032	0.050	0.038	0.300	6

在进行对刀操作时要特别注意，当选择了 T_n ($n=0\sim 9$) 号假想刀尖时，对刀点一定也要是 T_n ($n=0\sim 9$) 号假想刀尖点。如图 4-10 所示为在后刀座坐标系中选择 T_0 与 T_3 刀尖点时的不同对刀方法，以刀架中心为标准点，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)。

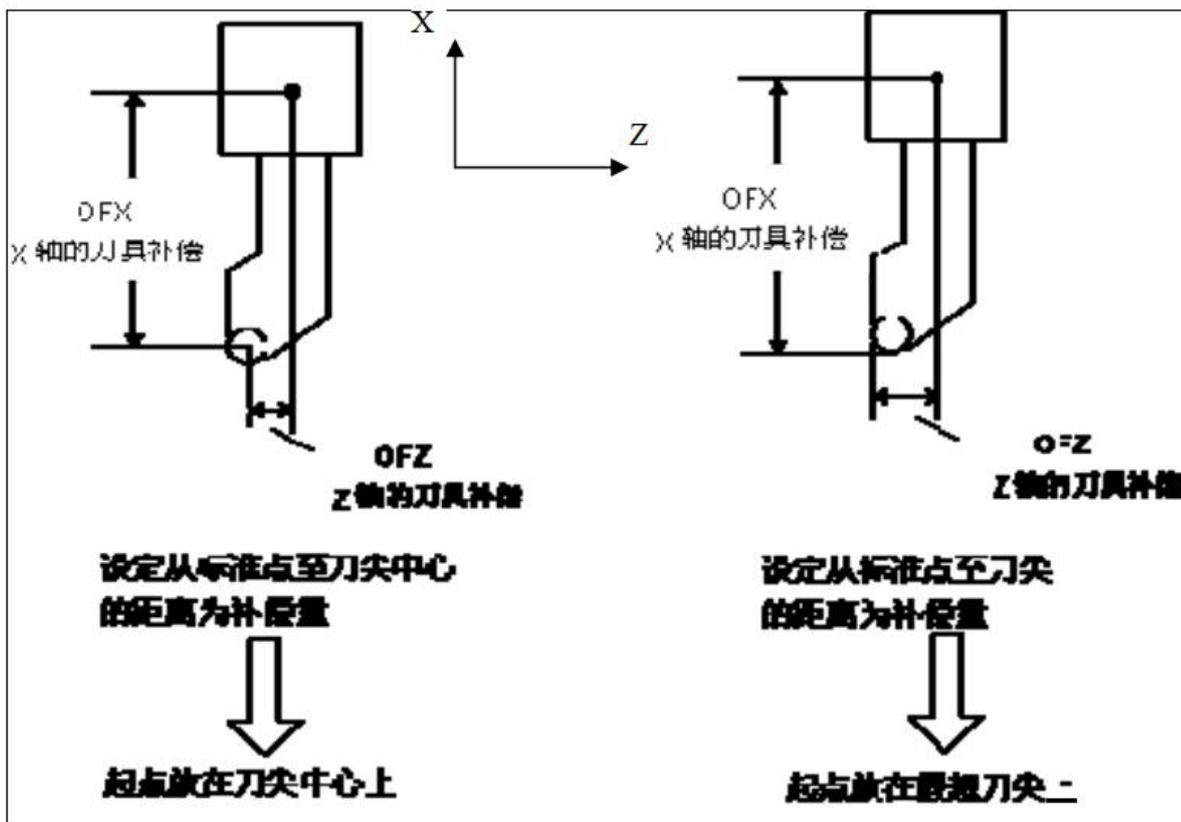


图 4-10 以刀架中心为基准点的刀具偏置值

4.1.4 代码格式

$$\left\{ \begin{matrix} G40 \\ G41 \\ G42 \end{matrix} \right\} \left\{ G00/G01 \right\} X_ Z_ T_;$$

代码	功能说明	备注
G40	取消刀尖半径补偿	详见图 4-11、图 4-12 的说明
G41	后刀座坐标系中 G41 指定是左刀补，前刀座坐标系中 G41 指定是右刀补	
G42	后刀座坐标系中 G42 指定是右刀补，前刀座坐标系中 G42 指定是左刀补	

4.1.5 补偿方向

应用刀尖半径补偿，必须根据刀尖与工件的相对位置来确定补偿的方向，如图 4-11、4-12。

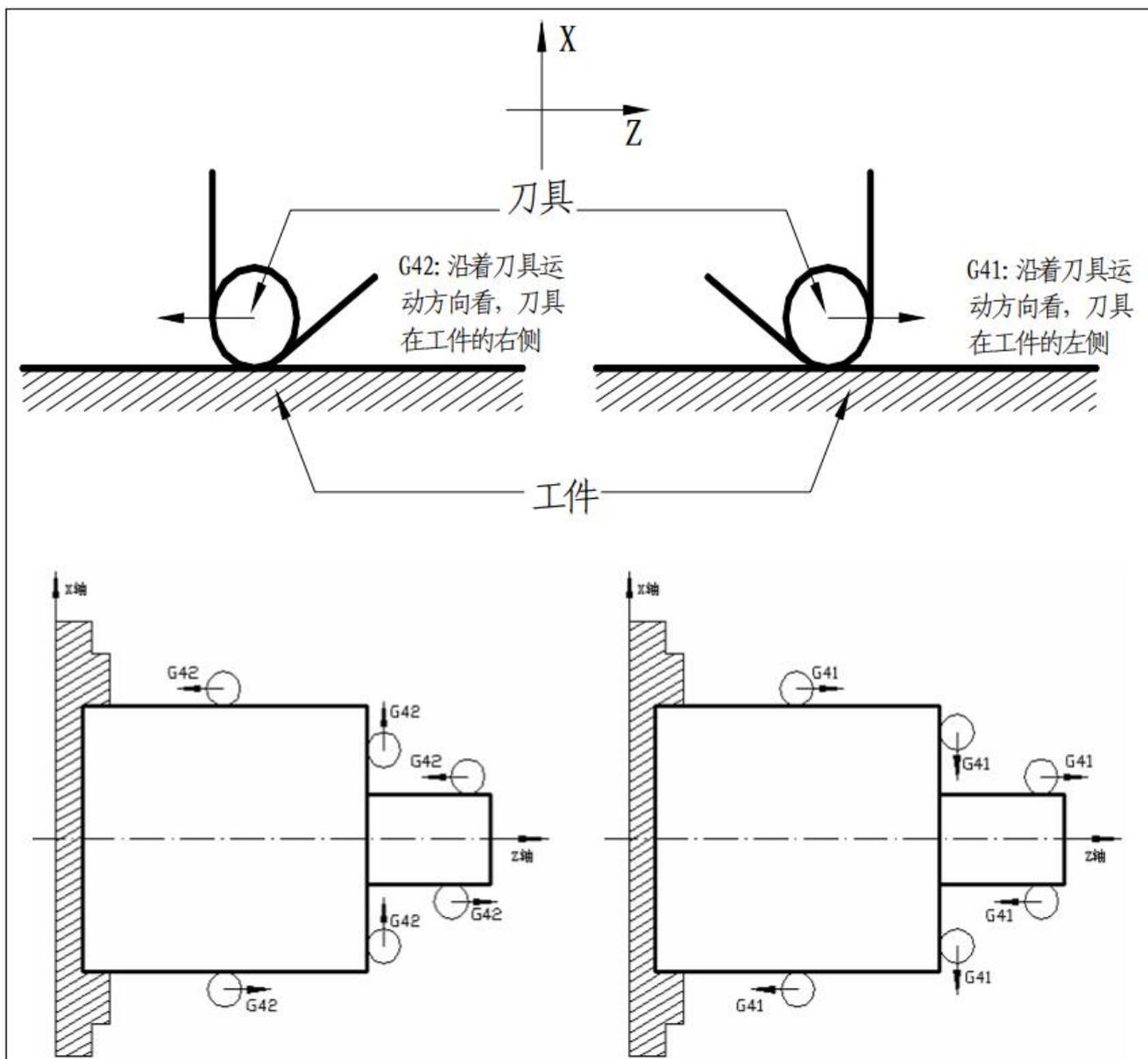


图 4-11 后刀座坐标系补偿方向

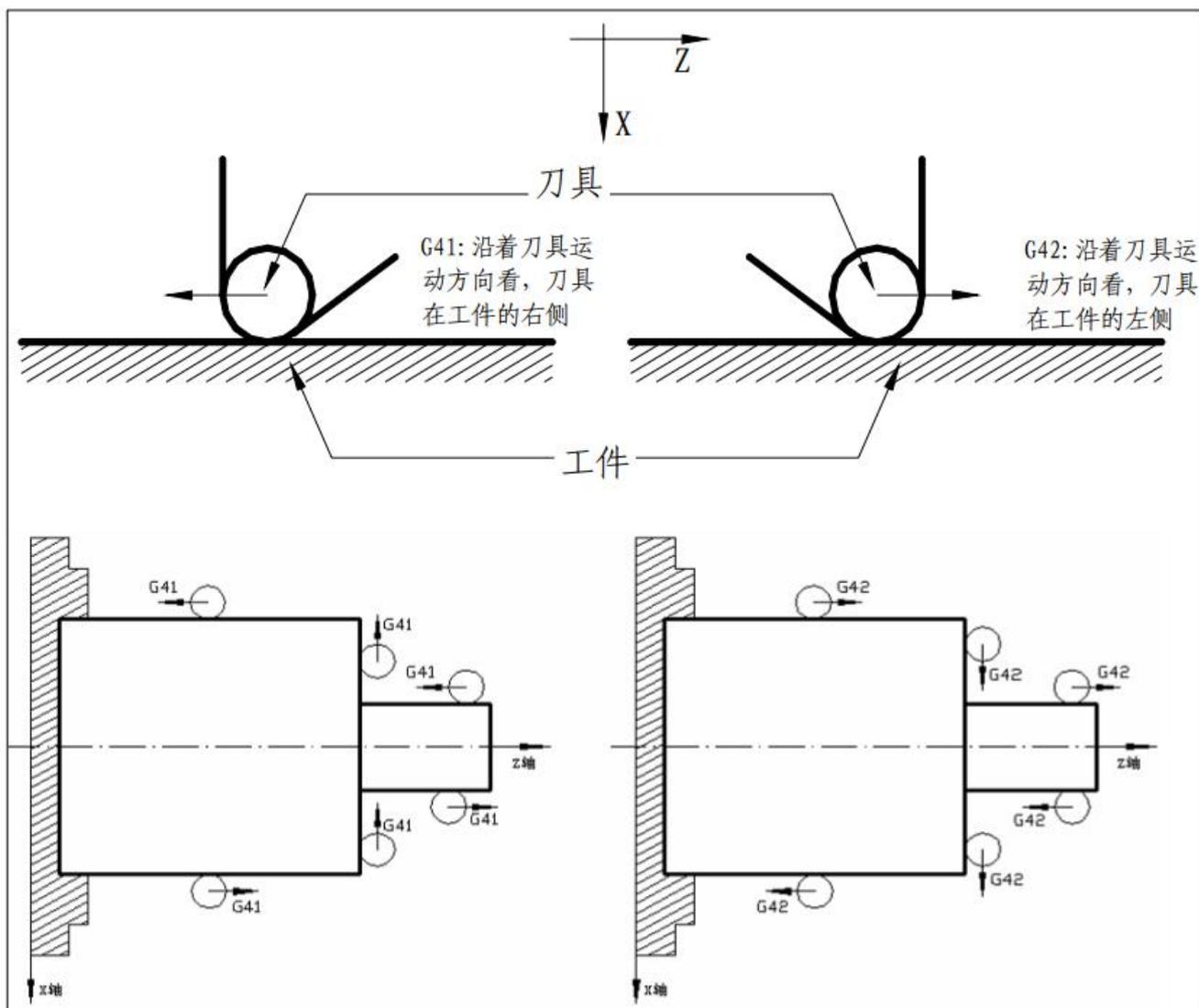


图 4-12 前刀座坐标系补偿方向

4.1.6 注意事项

- 初始状态 CNC 处于刀尖半径补偿取消方式，在执行 G41 或 G42 代码，CNC 开始建立刀尖半径补偿偏置方式。在补偿开始时，CNC 预读 2 个程序段，执行一程序段时，下一程序段存入刀尖半径补偿缓冲存储器中。在单段运行时，读入两个程序段，执行第一个程序段终点后停止。在连续执行时，预先读入两个程序段，因此在 CNC 中正在执行的程序段和其后的两个程序段。
- 在刀尖半径补偿中，处理 2 个或两个以上无移动代码的程序段时（如辅助功能，暂停等），刀尖中心会移到前一程序段的终点并垂直于前一程序段程序路径的位置。
- 在录入方式（MDI）下不能执行刀补 C 建立，也不能执行刀补 C 撤消。
- 刀尖半径 R 值不能输入负值，否则运行轨迹出错。
- 刀尖半径补偿的建立与撤消只能用 G00 或 G01 代码，不能是圆弧代码（G02 或 G03）。如果指定，会产生报警。

- * 按 RESET（复位）键或执行 M30 后，CNC 将取消刀补 C 补偿模式。
- * 在程序结束前必须指定 G40 取消偏置模式。否则，再次执行时刀具轨迹偏离一个刀尖半径值。
- * 在主程序和子程序中使用刀尖半径补偿，在调用子程序前（即执行 M98 前），CNC 必须在补偿取消模式，在子程序中再次建立刀补 C。
- *G71、G72、G73、G74、G75、G76 代码不执行刀尖半径补偿，暂时撤消补偿模式。
- *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 0 号）进行切削。

4.1.7 应用示例

在前刀座坐标系中加工图 4-13 所示零件。使用刀具号为 T0101，刀尖半径 $R = 2$ ，假想刀尖号 $T=3$ 。

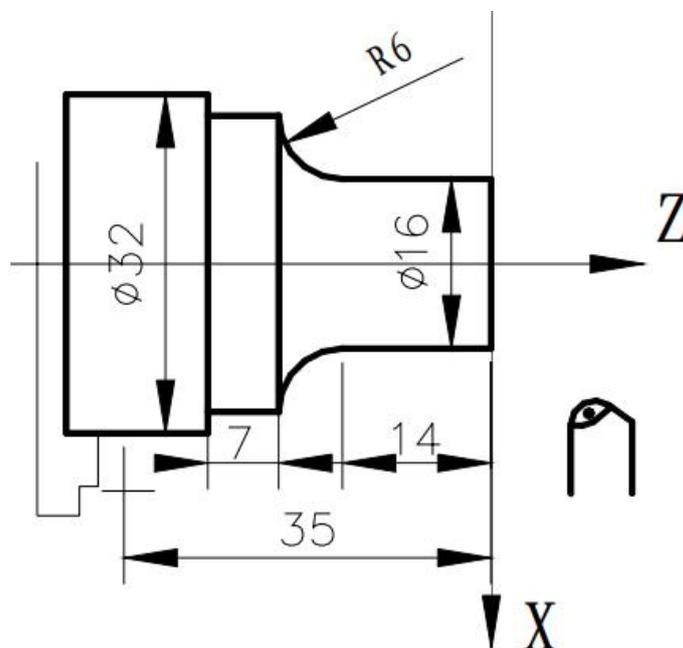


图 4-13

在偏置取消模式下进行对刀，对刀完成后，通常 Z 轴要偏移一个刀尖半径值，偏移的方向根据假想刀尖方向和对刀点有关，否则在起刀时会过切一个刀尖半径值。

在刀偏设置页面下，刀尖半径 R 与假想刀尖方向的设置：

表 4-2

序号	X	Z	R	T
001			2.000	3
002
...
007
008

示例:

G00 X100 Z50 M3 T0101 S600; (定位, 开主轴、换刀与执行刀补)

G42 G00 X0 Z3; (建立刀尖半径补偿)

G01 Z0 F300; (切削开始)

X16;

Z-14 F200;

G02 X28 W-6 R6;

G01 W-7;

X32;

Z-35;

G40 G00 X90 Z40; (取消刀尖半径补偿)

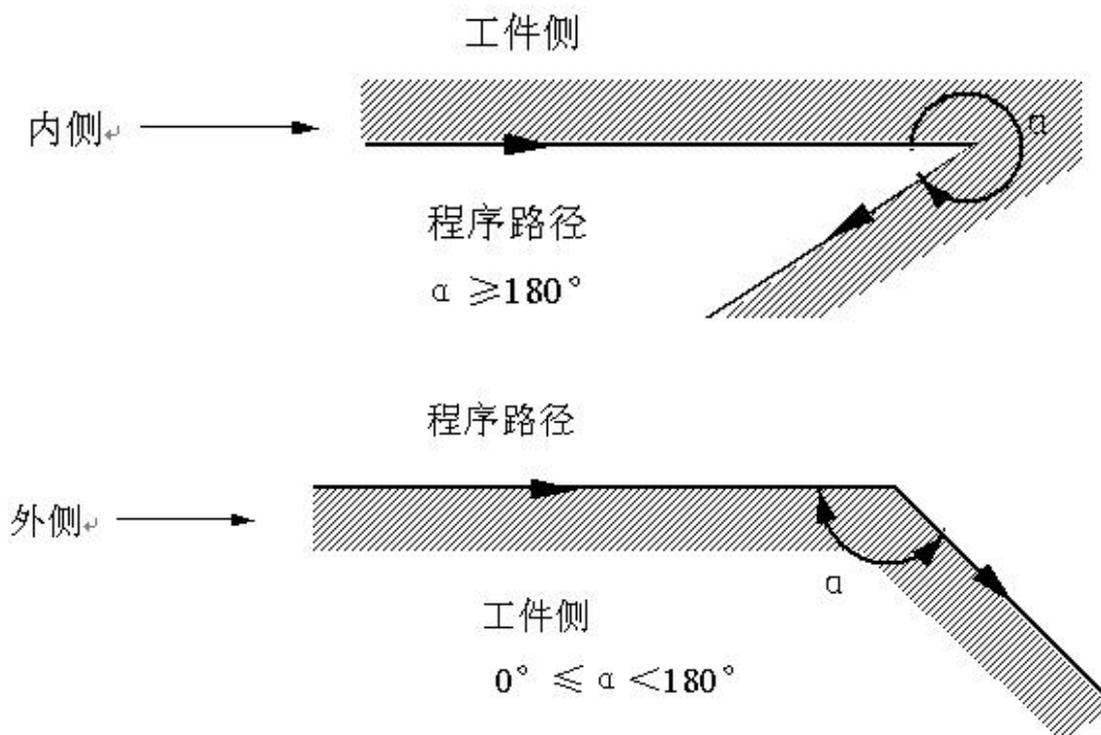
G00 X100 Z50 T0100;

M30;

4.2 刀尖半径补偿偏移轨迹说明

4.2.1 内侧、外侧概念

在后面的说明中将用到两个术语‘内侧’‘外侧’。两个移动程序段交点的夹角大于或等于 180° 时称为‘内侧’；两个移动程序段交点的夹角在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 之间时称为‘外侧’。



4.2.2 起刀时的刀具移动

实现刀尖半径补偿要经过 3 个步骤：刀补建立、刀补进行、刀补撤消。

从偏置取消方式到建立 G41 或 G42 代码的开始执行过程，其刀具的移动称为刀补建立（也称为起刀）。

注：在下面的图中标注的 S、L、C，如无特别注明均为以下意思：

S—— 单段停止点；L—— 直线；C—— 圆弧。

刀具路径在补偿开始或取消时的动作有 A 型和 B 型 2 种，由参数 N0165 选择。

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

1) 直线—直线

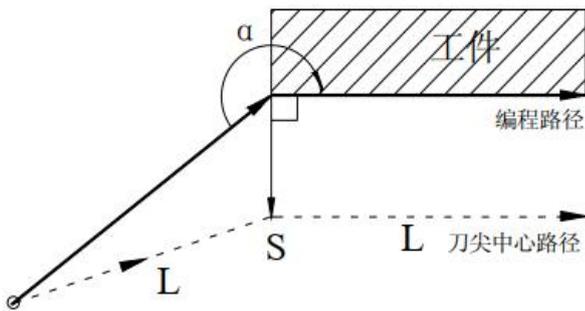


图 4-14a 直线—直线（内侧起刀）

2) 直线—圆弧

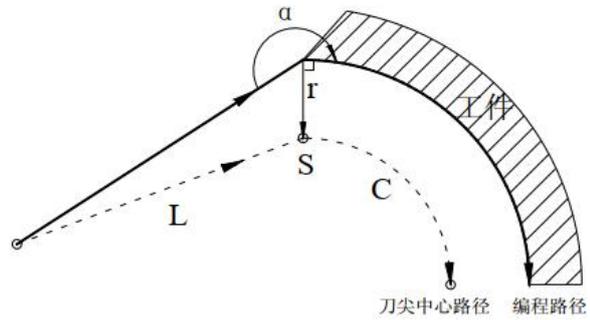


图 4-14b 直线—圆弧（内侧起刀）

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

1) 直线—直线

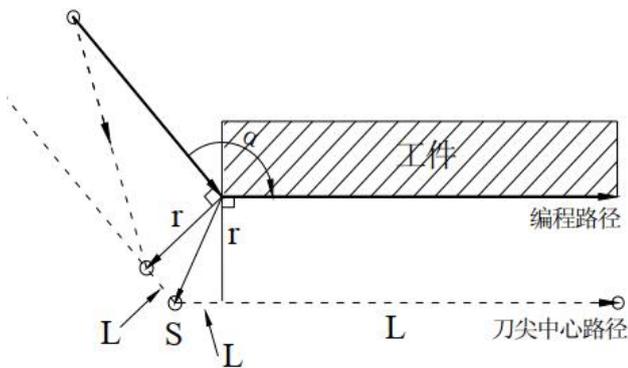


图 4-15a 直线—直线（外侧起刀）

2) 直线—圆弧

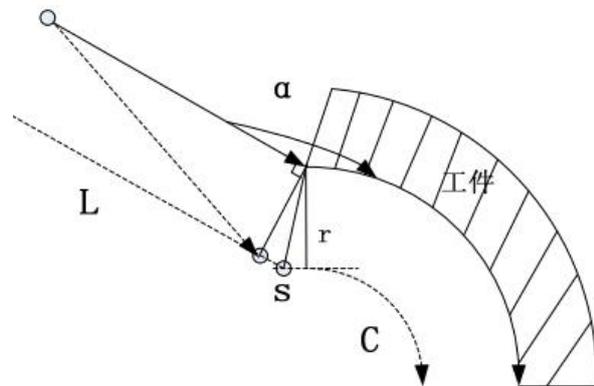


图 4-15b 直线—圆弧（外侧起刀）

(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

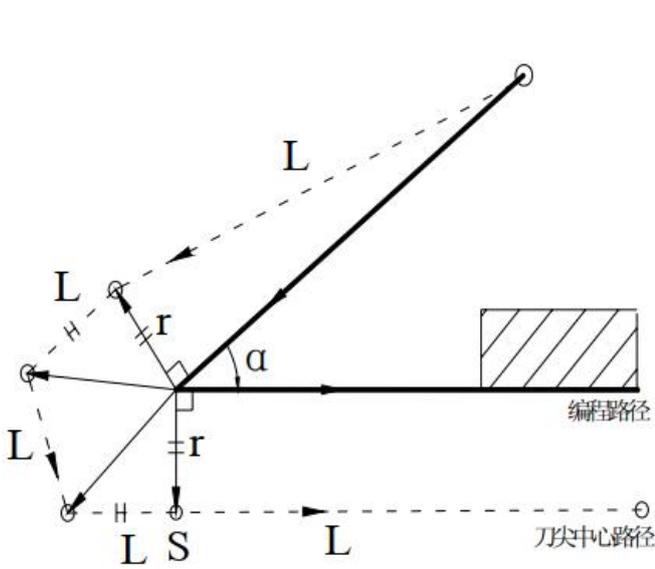


图 4-16a 直线—直线（外侧起刀）

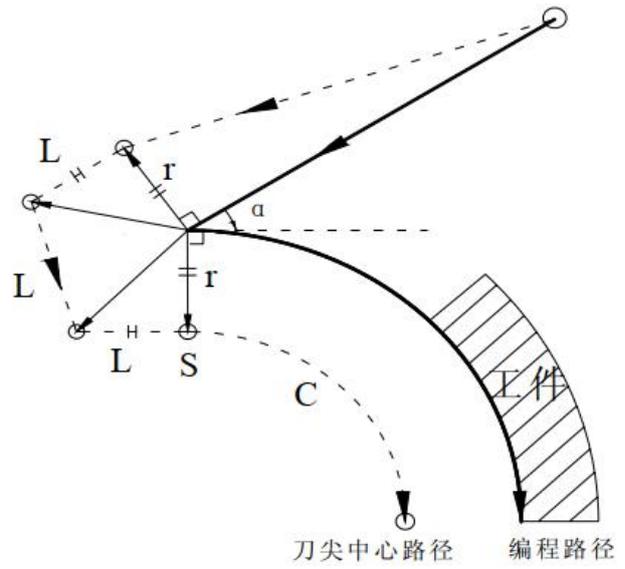


图 4-16b 直线—圆弧（外侧起刀）

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

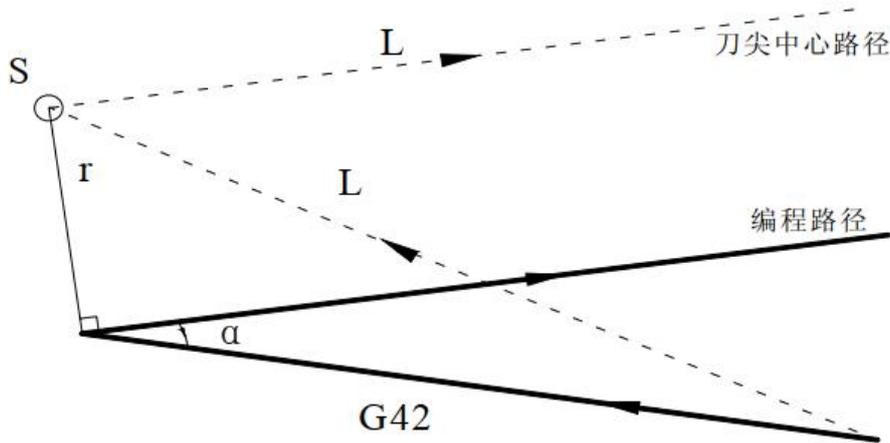


图 4-17 直线—直线（拐角小于 1 度、外侧起刀）

4.2.3 偏置方式中的刀具移动

在建立刀尖半径补偿后、取消刀尖半径补偿前称为偏置方式。

* 补偿模式中不变更补偿方向的偏移轨迹

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

1) 直线—直线

2) 直线—圆弧

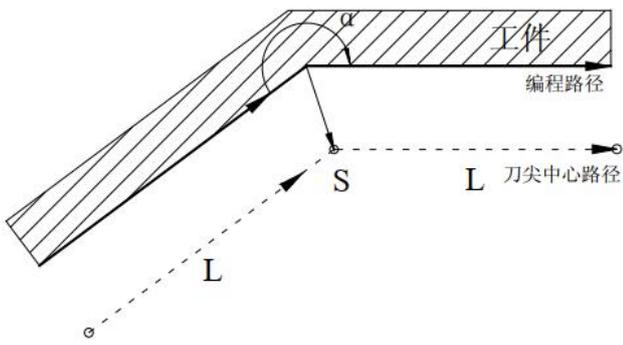


图 4-18a 直线—直线（内侧移动）

3) 圆弧—直线

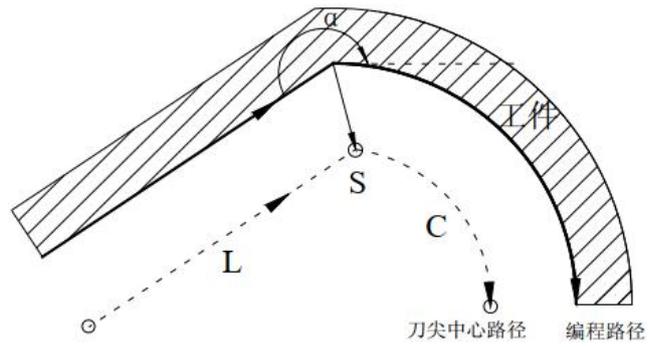


图 4-18b 直线—圆弧（内侧移动）

4) 圆弧—圆弧

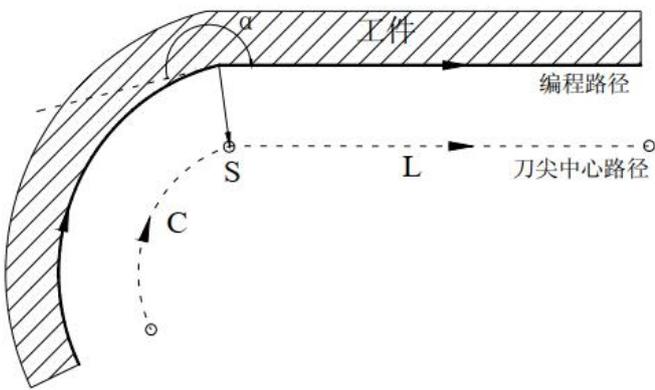


图 4-18c 圆弧—直线（内侧移动）

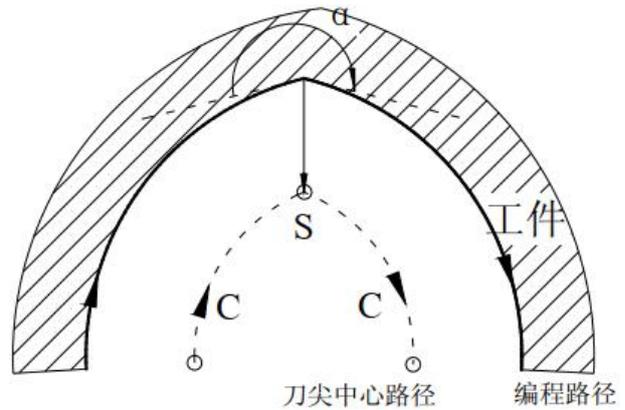


图 4-18d 圆弧—圆弧（内侧移动）

(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

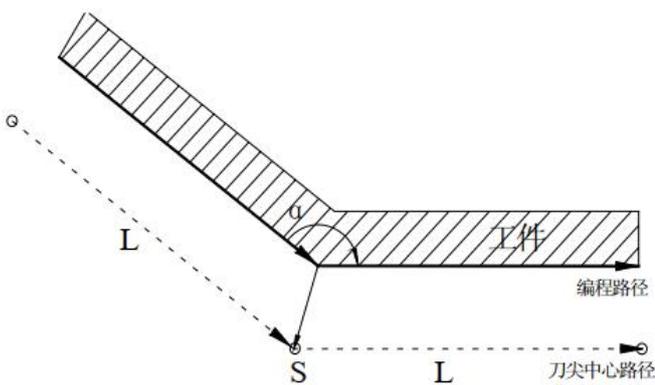


图 4-19a 直线—直线（钝角、外侧移动）

3) 圆弧—直线

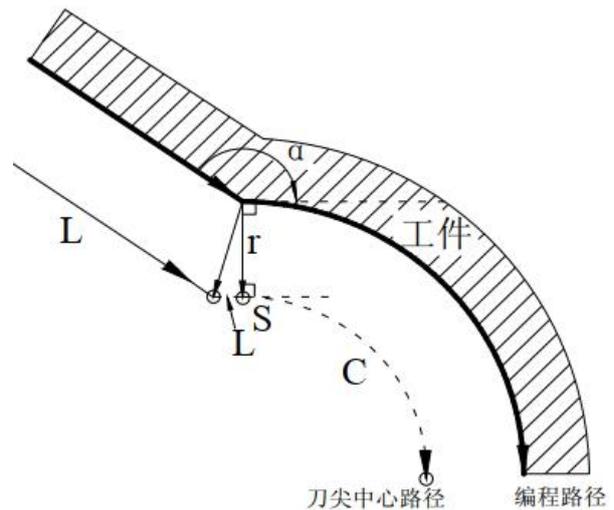


图 4-19b 直线—圆弧（钝角、外侧移动）

4) 圆弧—圆弧

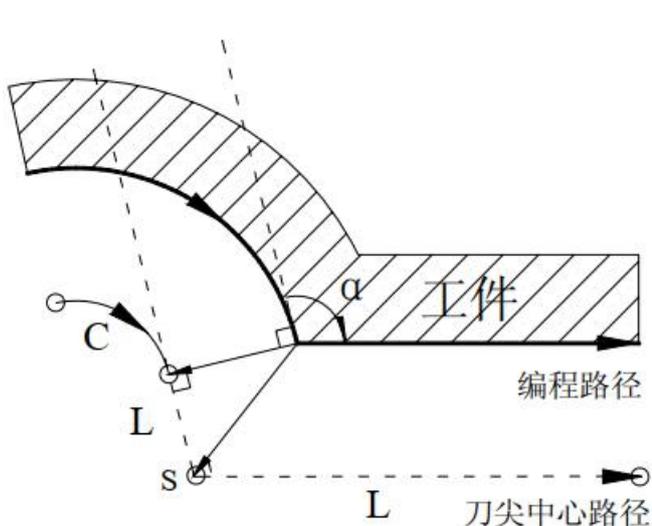


图 4-19c 圆弧—直线（钝角、外侧移动）

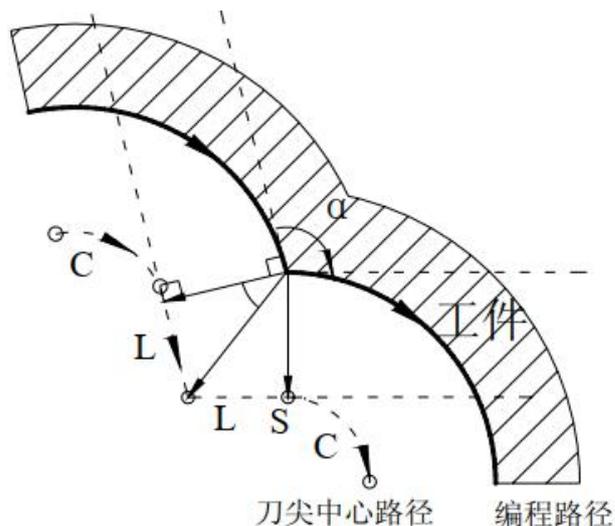


图 4-19d 圆弧—圆弧（钝角、外侧移动）

(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

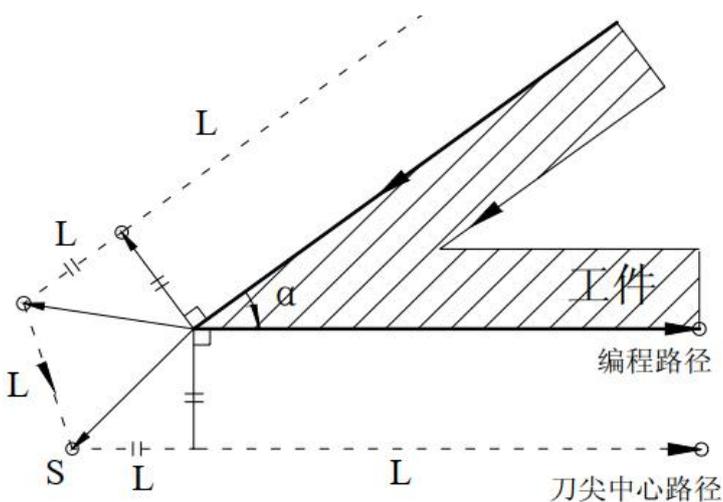


图 4-20a 直线—直线（锐角、外侧移动）

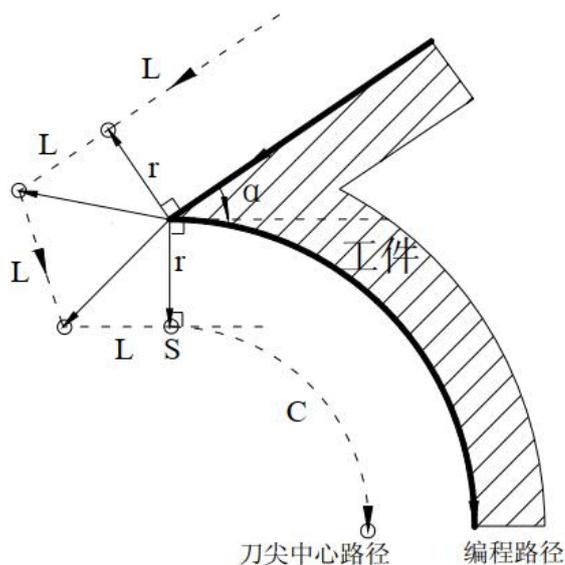


图 4-20b 直线—圆弧（锐角、外侧移动）

3) 圆弧—直线 4) 圆弧—圆弧

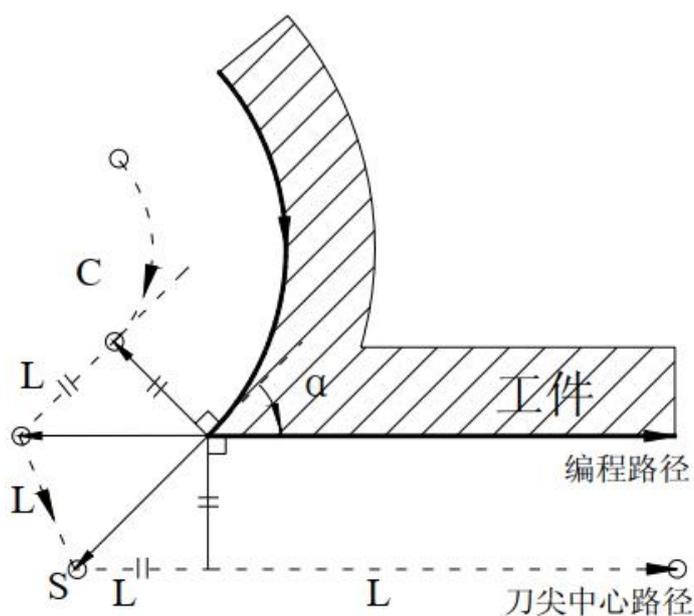


图 4-20c 圆弧—直线（锐角、外侧移动）

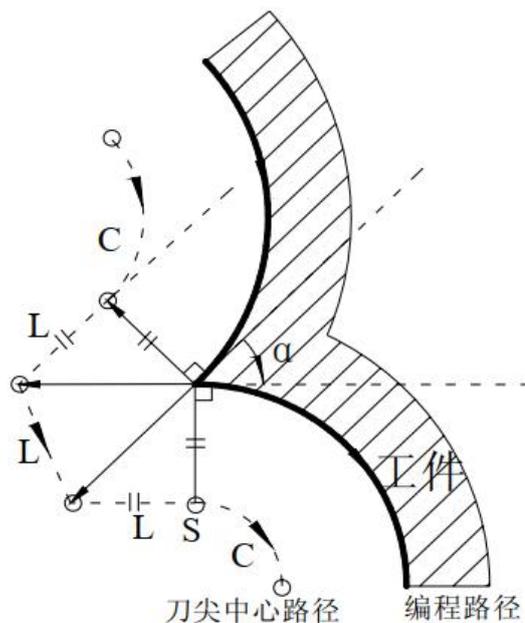


图 4-20d 圆弧—圆弧（锐角、外侧移动）

5) 小于 1 度内侧加工及补偿向量放大

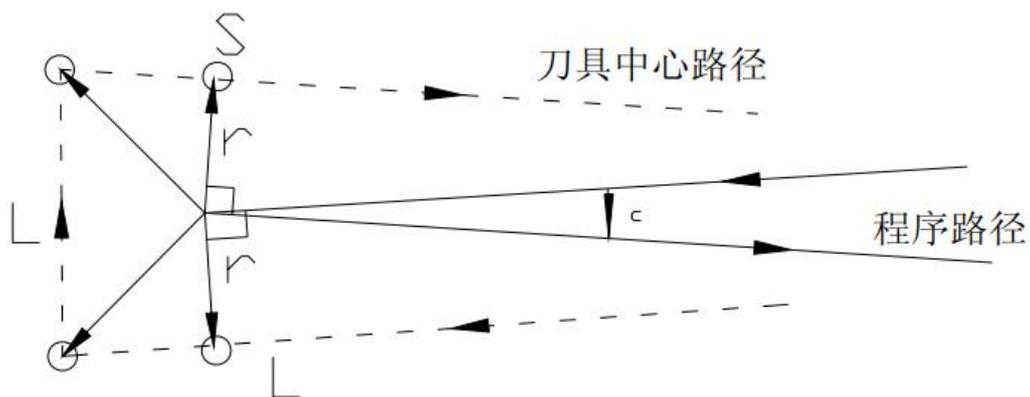
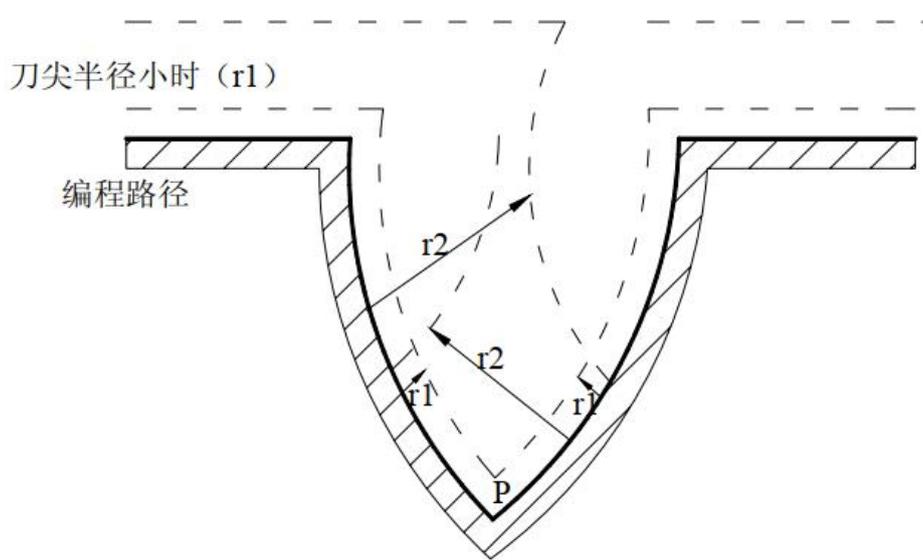


图 4-20e 直线—直线（拐角小于 1 度、内侧移动）

(d) 特殊情况

1) 没有交叉点时

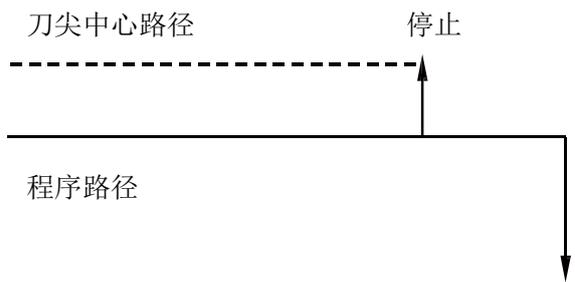
刀尖半径大时(r_2)



当刀尖半径小时，圆弧和圆弧补偿的路径有交点P，当刀尖半径大时，圆弧和圆弧的补偿路径就可能无交点，系统将提示报警

图 4-21 特殊情况一偏置后的轨迹无交叉点

2) 圆弧中心与起点或终点一致



产生报警：圆弧起点或终点与圆心相同；并停止在前一程序段的终点

```
(G41)
N5 G01 W20;
N6 G02 W10 I K0;
N7 G03 U-10 I-10;
```

图 4-22 圆弧的圆心与起点或终点一致

* 补偿模式中变更补偿方向的偏移轨迹

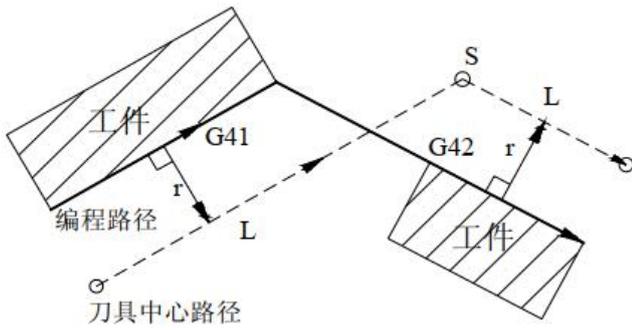
刀尖半径补偿 G41 及 G42 代码决定补偿方向，补偿量的符号如下

表 4-3

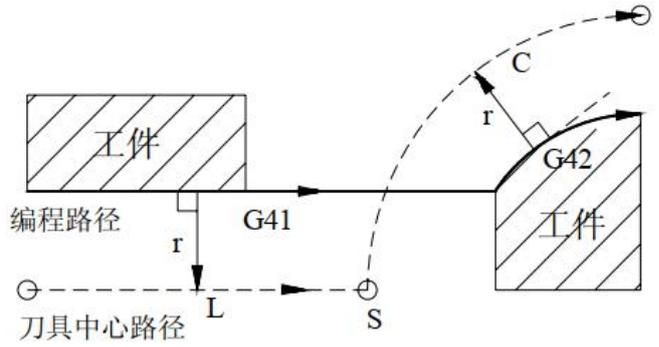
G 码 补偿量符号	+	-
G41	左侧补偿	右侧补偿
G42	右侧补偿	左侧补偿

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及其后面的程序段变更。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。

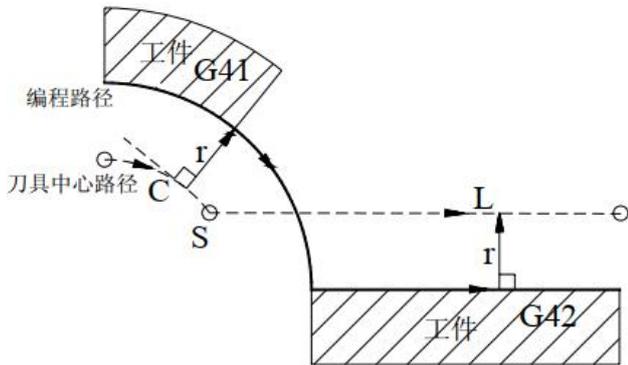
1) 直线—直线



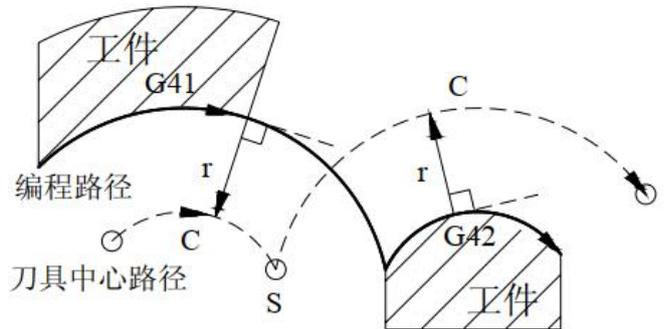
2) 直线—圆弧



3) 圆弧—直线



4) 圆弧—圆弧



5) 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

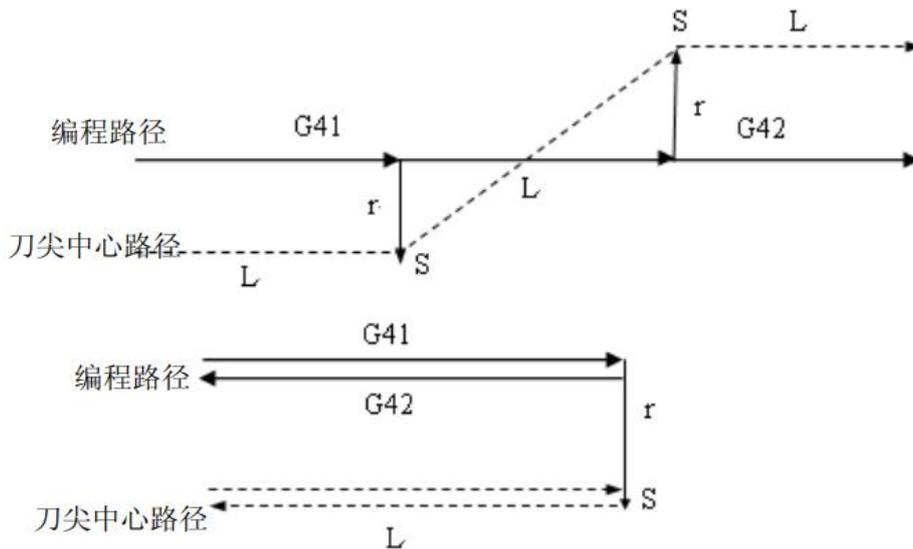


图 4-27a 直线—直线、无交点（变更补偿方向）

ii) 直线—圆弧

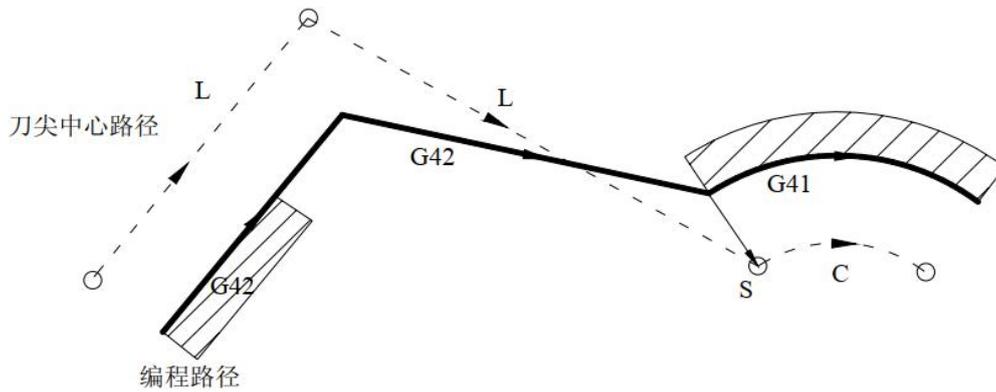


图 4-27b 直线—圆弧、无交点（变更补偿方向）

iii) 圆弧—圆弧

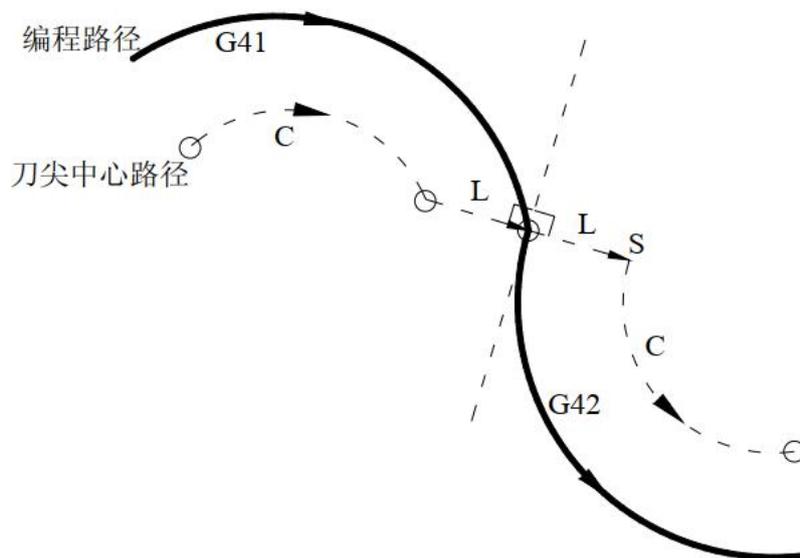


图 4-27c 圆弧—圆弧、无交点（变更补偿方向）

4.2.4 偏置取消方式中的刀具移动

在补偿模式，当程序段满足以下任何一项条件执行时，CNC 进入补偿取消模式，这个程序段的动作称为补偿取消。

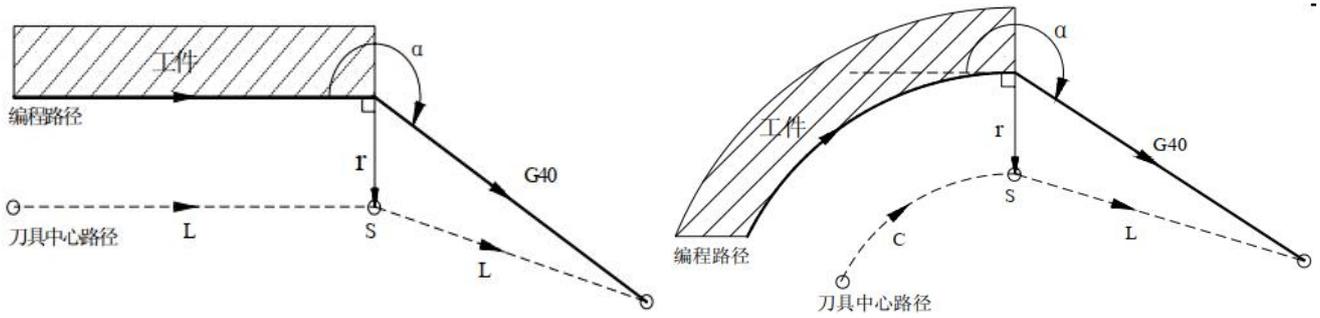
- 1、在程序中使用了 G40 代码；
- 2、执行了 M30 代码。

在 C 刀补取消时，不可用圆弧代码 (G02 及 G03)。如果指令圆弧会产生报警且运行停止。在补偿取消模式，控制执行该程序段及在刀尖半径补偿缓冲寄存器中的程序段。此时，如果单程序段开关为开，执行一个程序段后停止。再一次按起动按钮，执行下一个程序段而不用读取下一个程序段。

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

1) 直线→直线

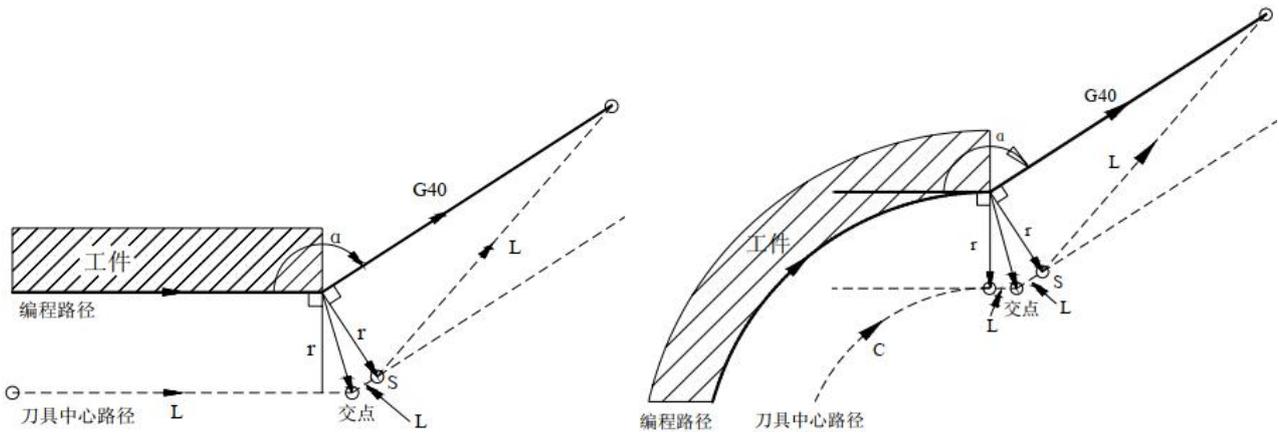
2) 圆弧→直线



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

1) 直线 → 直线

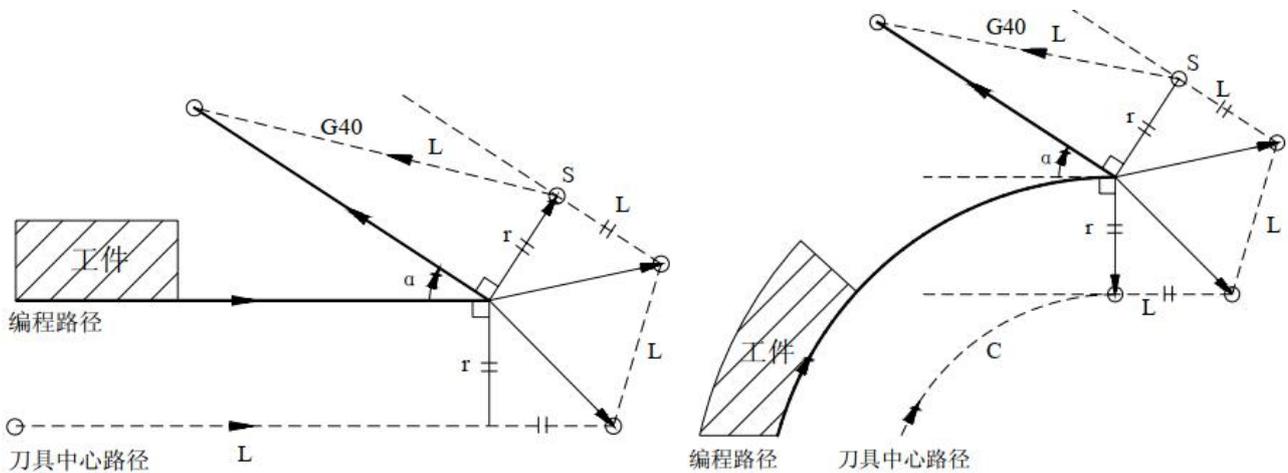
2) 圆弧 → 直线



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

1) 直线 → 直线

2) 圆弧 → 直线



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

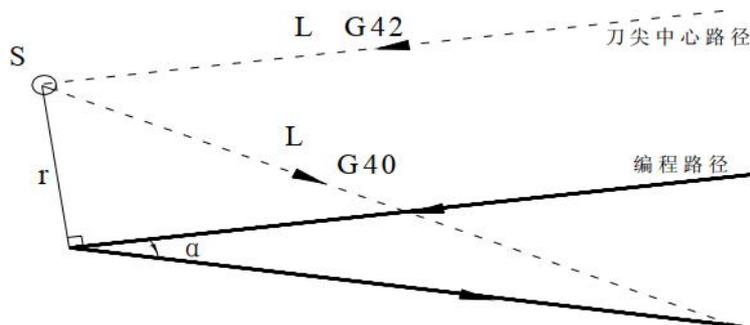


图 4-31 直线—直线（夹角小于1度、外侧、取消偏置）

4.2.5 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

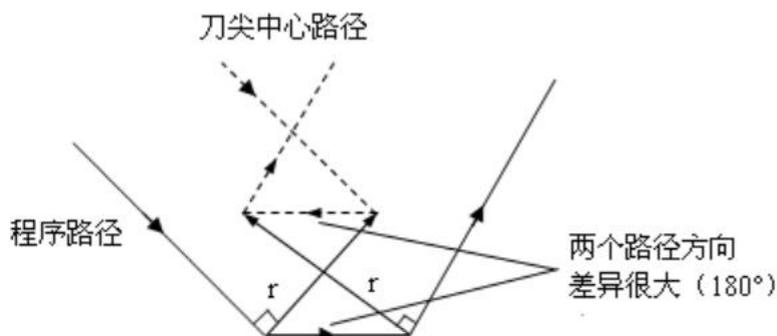


图 4-32a 加工干涉 (1)

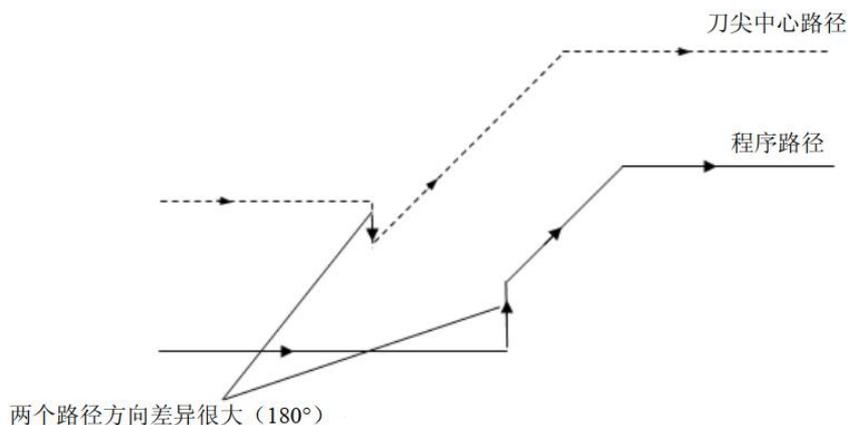


图 4-32b 加工干涉 (2)

(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

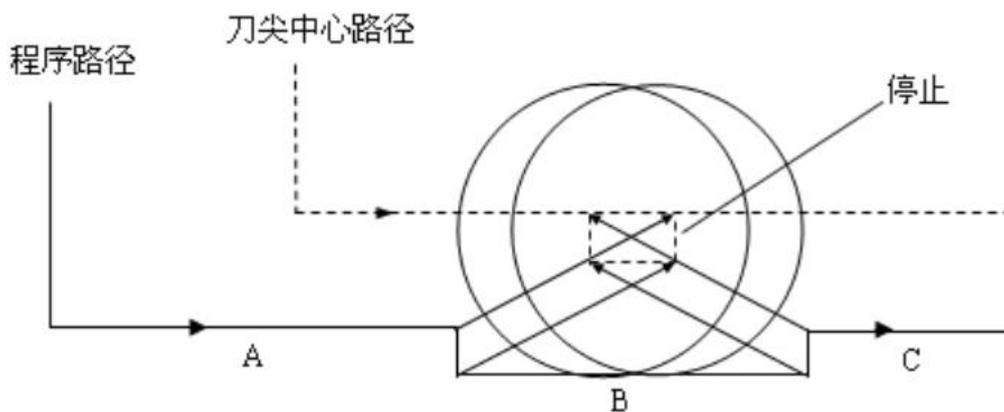


图 4-33 作干涉处理特殊情况 (1)

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

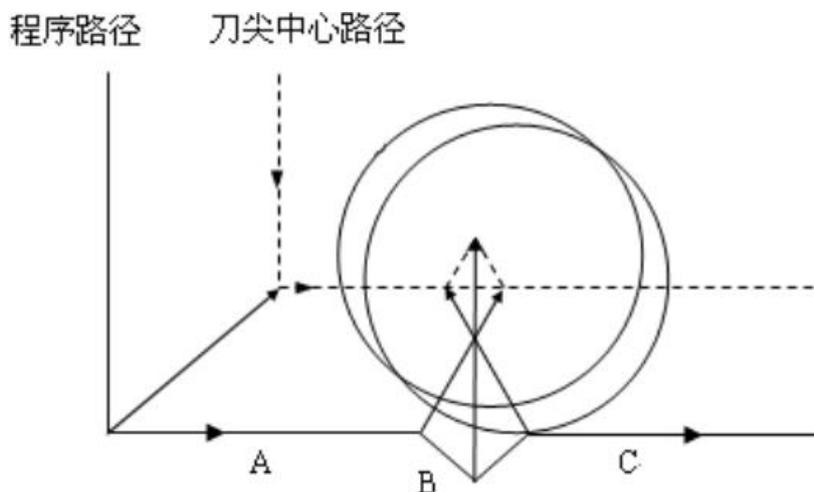


图 4-34 作干涉处理的几种特殊情况 (2)

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。

4.2.6 暂时取消补偿向量的代码

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

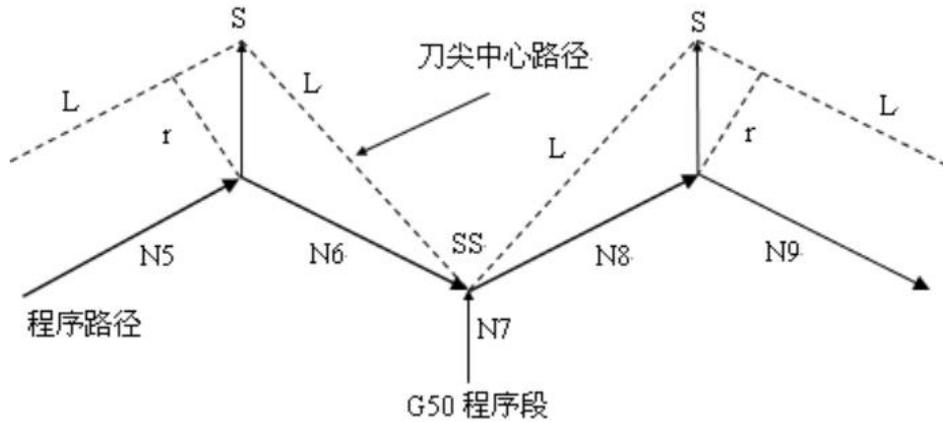


图 4-35 G50 暂时取消补偿向量

注：SS 表示在单程序段方式下刀具停止两次的点。

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。

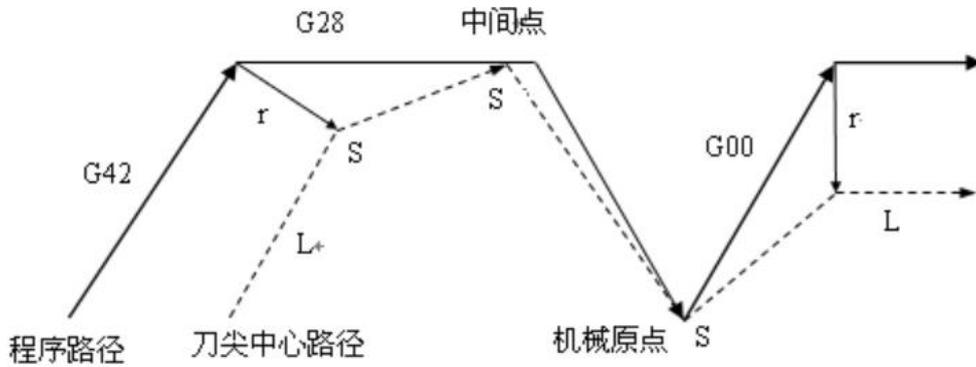


图 4-36 G28 暂时取消补偿向量

*G71 ~ G75 复合循环；G76、G92 螺纹切削

当执行 G71 ~ G76 固定循环代码；G92 螺纹切削代码时，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，在后面程序段中有 G00、G01 代码，CNC 会将补偿模式自动恢复。

*G32、G33、G34 等螺纹切削

不能在有刀尖半径补偿模式下运行，若运行将报警 131 号“……指令不能用于 C 刀补中”。

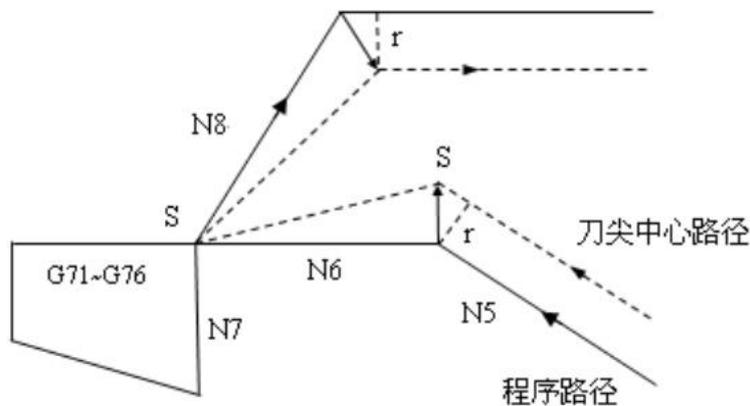


图 4-37 G71 ~ G76 暂时取消补偿向量

*G90、G94 代码

G90 或 G94 代码执行刀尖半径补偿的补偿方式：

- A. 定位到循环起点时将撤消原先的刀尖半径补偿；
- B. 切削开始前建立之前的 C 补偿，下图轨迹①将建立原先的半径补偿模式；
- C. 下图轨迹②、③为带半径补偿切削；
- D. 下图轨迹④将撤消半径补偿，回到循环起点；后面程序段中有 G00、G01 代码，CNC 又会将补偿模式自动恢复；

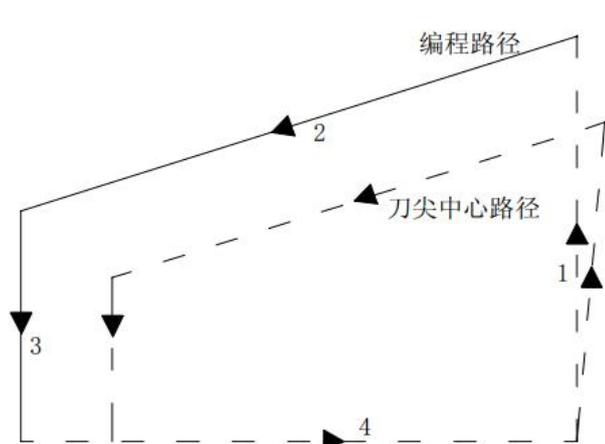


图 4-38 G90 刀尖半径补偿的偏置方向

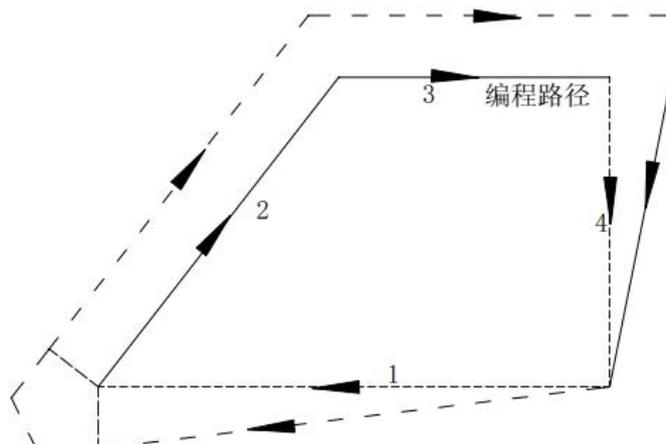


图 4-39 G94 刀尖半径补偿的偏置方向

4.2.7 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（P/S41）。但是，如果‘单程序段’开关为 ON 时，刀具将停止在前一程序段的终点。

* 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。（但是，未切削部分仍然会保留）

* G 代码中含子程序时

在调用子程序前（即执行 M98 前），CNC 必须在补偿取消模式。进入子程序后，可以起刀偏置，但在返回主程序前（即执行 M99 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。

* 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。

第二篇

操作说明

第一章 操作方式和显示界面

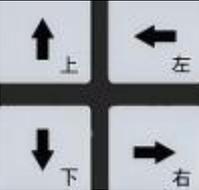
1.1 面板划分

1.1.1 状态指示

	轴回零结束指示灯
---	----------

1.1.2 编辑键盘

按键	名称	功能说明
	复位键	CNC 复位，进给、输出停止等
	地址键	地址输入
		双地址键，反复按键，在两者间切换

	数字键	数字输入
	输入键	参数、补偿量等数据输入的确定
	转换键	信息、显示的切换
	编辑键	编辑程序时前删、后删
	EOB 键	程序段结束符的输入
	光标移动键	控制光标移动
	翻页键	同一显示界面下页面的切换

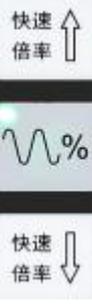
1.1.3 显示菜单

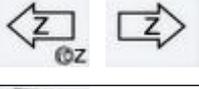
菜单键	备注
	进入位置界面。位置界面有相对坐标、绝对坐标、综合坐标、程监等四个面
	进入程序界面。程序界面有程序内容、程序状态、程序目录、文件目录四个页面
	进入补偿界面、宏变量界面、刀具寿命管理（参数设置该功能），反复按键可在三界 面间转换。补偿界面可显示刀具偏置磨损；宏变量界面可显示 CNC 宏变量；刀 具寿命 管理可显示当前刀具寿命的使用情况并设置刀具的组号
	进入报警界面、报警日志，反复按键可在两界面间转换。报警界面有 CNC 报警、PLC 报 警两个页面；报警日志可显示产生报警和消除报警的历史记录
	进入设置界面、图形界面，反复按键可在两界面间转换。 设置界面有开关设置、G54-G59、数据操作、权限设置、时间设置；图形界面可显示 进给轴的移动轨迹

	进入状态参数、数据参数、螺补参数界面。反复按键可在各界面间转换
	进入 CNC 诊断界面、PLC 状态、PLC 数据、机床软面板、版本信息界面。反复按键可在各界面间转换。CNC 诊断界面、PLC 状态、PLC 数据显示 CNC 内部信号状态 PLC 各地址、数据的状态信息；机床软面板可进行机床软键盘操作；版本信息界面显示 CNC 软件、硬件及 PLC 的版本号
	进入梯形图界面，PLC 版本概览，PLC 状态、PLC 数据、梯形图界面、反复按键可在各界面间转换。

1.1.4 机床面板

机床面板中按键的功能是由 PLC 程序（梯形图）定义，各按键具体功能意义请参阅机床厂家的说明书。系列标准 PLC 程序定义的机床面板各按键功能见下表：

按键	名称	功能说明	功能有效时操作方式
	进给保持键	程序、MDI 代码运行暂停	自动方式、录入方式
	循环启动键	程序、MDI 代码运行启动	自动方式、录入方式
	进给倍率键	进给速度的调整	自动方式、录入方式、编辑方式、机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	快速倍率键	快速移动速度的调整	自动方式、录入方式机床回零、手动方式、程序回零

	主轴倍率键	主轴速度调整（主轴转速模 拟量控制方式有效）	自动方式、录入方式、编辑方式、机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	手动换刀键	手动换刀	机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	点动开关键	主轴点动状态开/关	机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	润滑开关键	机床润滑开/关	自动方式、录入方式、编辑方式、机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	冷却液开关键	冷却液开/关	自动方式、录入方式、编辑方式、机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	主轴控制键	主轴正转 主轴停止 主轴反转	机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	快速开关	快速速度/进给速度切换	自动方式、录入方式、手动方式
	X 轴进给键	手动、单步操作方式各轴正向 / 负向移动	机床回零、单步方式、手动方式、程序回零
	Z 轴进给键		
	Y 轴进给键		
	4th 轴进给键		

	手轮/单步增量选择与快速倍率选择键	手轮每格移动 1/10/100/1000 * 最小当量 单步每步移动 1/10/100/1000 * 最小当量 快速倍率 Fo、25%、F50%、 F100%	自动方式、录入方式、机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	选择停	选择停有效时，执行 M01 暂停	自动方式、录入方式
	单段开关	程序单段运行 / 连续运行状态切换，单段有效时单段运行指示灯亮	自动方式、录入方式
	程序段选跳开关	程序段首标有“/”号的程序段是否跳过状态切换，程序段选跳开关打开时，跳段指示灯亮	自动方式、录入方式
	机床锁住开关	机床锁住时机床锁住指示灯亮，进给轴输出无效	自动方式、录入方式、编辑方式、机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	辅助功能锁住开关	辅助功能锁住时辅助功能锁住指示灯亮，M、S、T 功能 输出无效	自动方式、录入方式
	空运行开关	空运行有效时空运行指示灯点亮，加工程序 /MDI 代码段空 运行	自动方式、录入方式
	编辑方式选择键	进入编辑操作方式	自动方式、录入方式、机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	自动方式选择键	进入自动操作方式	录入方式、编辑方式、机床回零、

			手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	录入方式选择键	进入录入（MDI）操作方式	自动方式、编辑方式、机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	机床回零方式选择键	进入机床回零操作方式	自动方式、录入方式、编辑方式、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	单步/手轮方式选择键	进入单步或手轮操作方式（两种操作方式由参数选择其一）	自动方式、录入方式、编辑方式、机床回零、手动方式、程序回零
	手动方式选择键	进入手动操作方式	自动方式、录入方式、编辑方式、机床回零、手轮方式、单步方式、程序回零
	程序回零方式选择键	进入程序回零操作方式	自动方式、录入方式、编辑方式、机床回零、手轮方式、单步方式、手动方式

1.2 操作方式概述

有编辑、自动、录入、机床回零、单步 / 手轮、手动、程序回零等七种操作方式。

● 编辑操作方式

在编辑操作方式下，可以进行加工程序的建立、删除和修改等操作。

● 自动操作方式

在自动操作方式下，自动运行程序。

● 录入操作方式

在录入操作方式下，可进行参数的输入以及代码段的输入和执行。

● 机床回零操作方式

在机床回零操作方式下，可分别执行进给轴回机床零点操作。

- 手轮/单步操作方式

在单步/手轮进给方式中，CNC 按选定的增量进行移动。

- 手动操作方式

在手动操作方式下，可进行手动进给、手动快速、进给倍率调整、快速倍率调整及主轴启停、冷却液开关、润滑液开关、主轴点动、手动换刀等操作。

- 程序回零操作方式

在程序回零操作方式下，可分别执行进给轴回程序零点操作。

1.3 显示界面

有位置界面、程序界面等 8 个界面，每个界面下有多个显示页面。各界面（页面）与操作方式独立。

第二章 开机、关机及安全防护

2.1 开机

系统通电开机前，应确认：

- 1、机床状态正常。
- 2、电源电压符合要求。
- 3、接线正确、牢固。

2.2 关机

关机前，应确认：

- 1、CNC 的进给轴处于停止状态；
- 2、辅助功能（如主轴、水泵等）关闭；
- 3、先切断 CNC 电源，再切断机床电源。

注：关于切断机床电源的操作请见机床制造厂的说明书。

2.3 紧急操作

在加工过程中，由于用户编程、操作以及产品故障等原因，可能会出现一些意想不到的结果，此时必须使 S98T/S180T/S188T 系列立即停止工作。本节描述的是在紧急情况下所能进行的处理，数控机床在紧急情况下的处理请见机床制造厂的相关说明。

2.3.1 复位

系统异常输出、坐标轴异常动作时，按  键，使系统处于复位状态：

- 1、所有轴运动停止；
- 2、M、S 功能输出无效（可由参数设置按  键后是否自动关闭主轴逆时针转 / 顺时针转、润滑、冷却等信号，PLC 梯形图定义）；
- 3、自动运行结束，模态功能、状态保持。

2.3.2 急停

机床运行过程中在危险或紧急情况下按急停按钮（外部急停信号有效时），CNC 即进入急停状态，此时机床移动立即停止，主轴的转动、冷却液等输出全部关闭。松开急停按钮解除急停报警，CNC 进入复位状态。

注 1：解除急停报警前先确认故障已排除；

注 2：在上电和关机之前按下急停按钮可减少设备的电冲击；

注 3：急停报警解除后应重新执行回机床零点操作，以确保坐标位置的正确性（若机床未安装机床零点，则不得进行回机床零点操作）；

注 4：只有将系统参数 130 设置为 0，外部急停才有效。

2.3.3 进给保持



机床运行过程中可按  键使运行暂停。需要特别注意的是在螺纹切削时、循环代码运行中，此功能不能使运行动作立即停止。

2.3.4 切断电源

机床运行过程中在危险或紧急情况下可立即切断机床电源，以防事故发生。但必须注意，切断电源后 CNC 显示坐标与实际位置可能有较大偏差，必须进行重新对刀等操作。

第三章 手动操作

系统机床面板中按键的功能是由 PLC 程序（梯形图）定义的，各按键的功能意义请参阅机床厂家的说明书。

本章以下与操作面板按键相关功能是针对 标准 PLC 程序进行描述的，敬请注意！



按 **手动** 键进入手动操作方式，手动操作方式下可进行手动进给、主轴控制、倍率修调、换刀等操作。

3.1 坐标轴移动

在手动操作方式下，可以使两轴手动进给、手动快速移动。

3.1.1 手动进给



按住进给轴方向选择键 中的 或 X 轴方向键可使 X 轴向正向或

正向进给，松开按键时轴运动停止；按住 或 Z 轴方向键可使 Z 轴向正向或正向进给，松开按

键时轴运动停止；按住 或 Y 轴方向键可使 Y 轴向正向或正向进给，松开按键时轴运动停止；

按住 或 4th 轴方向键可使 4th 轴向正向或正向进给，松开按键时轴运动停止。

当进行手动进给时，按下 键，使指示灯亮则进入手动快速移动状态。

3.1.2 手动快速移动

按下 键直至快速移动指示灯亮，按下 或 键可使 X 轴向正向或正向快速移动，松

开按键时轴运动停止；按下 或 键可使 Z 轴向正向或正向快速移动，松开按键时轴运动停止；

按住 或 Y 轴方向键可使 Y 轴向正向或正向进给，松开按键时轴运动停止；按住 或



4th 轴方向键可使 4th 轴向负向或正向进给，松开按键时轴运动停止。快速倍率实时修调有效。



当进行手动快速移动时，按下 **快速** 键，使指示灯熄灭，快速移动无效，以手动速度进给。

注 1：在接通电源后，如没有返回参考点，当快速移动开关打开（快速移动指示灯亮）时，快速移动速度是手动进给速度还是快速移动速度由 参数 N0048 选择；

注 2：在编辑 / 手轮方式下，键无效。

3.1.3 速度修调

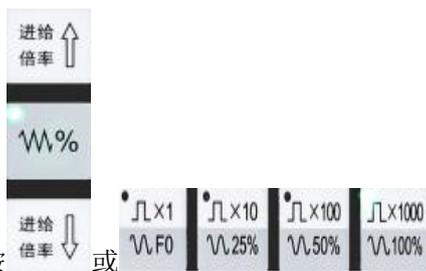


在手动进给时，可按 **进给倍率** 修改手动进给倍率，共 16 级。当参数 N0051 设为 1260 时进给倍率与进

给速度的关系如下表

进给倍率 (%)	进给速度 (mm/min)
0	0
10	126
20	252
30	378
40	504
50	630
60	756
70	882
80	1008
90	1134
100	1260
110	1386
120	1512
130	1638
140	1764
150	1890

注：此表约有 2% 的误差。



在手动快速移动时，可按 或 修改手动快速移动的倍率，快速倍率有 F_0 ，25%，50%，100%四挡。（ F_0 速度由数据参数 N0022 设定）

快速倍率选择在下列情况有效：

- (1) G00 快速移动 (2) 固定循环中的快速移动 (3) G28 时的快速移动 (4) 手动快速移动

3.2 其它手动操作

3.2.1 逆时针转、顺时针转、停止控制



正转：手动操作方式下，按此键，主轴逆时针转；



停止：手动操作方式下，按此键，主轴停止；



反转：手动操作方式下，按此键，主轴顺时针转。

3.2.2 主轴点动



点动：此时主轴处于点动状态。



功能描述：按面板上的 **点动** 键可进入点动状态，主轴点动功能的开启与关闭需主轴处于停止状态。主

轴点动状态，按 **正转** 键，逆时针转点动；按 **反转** 键，顺时针转点动。点动速度由参数 N0118 设定。



主轴点动旋转时，按 **停止** 键，可停止主轴点动旋转，点动旋转停止时不会输出主轴制动信号。

K10.4 设置为 1，主轴点动在任何方式下有效。自动或录入方式下主轴处于点动旋转状态，此时运行程序将关闭主轴点动旋转并关闭点动功能。

参数设置:

PLC 参数 K10.4 1/0: 主轴点动在任何方式下 / 手动、手轮、回零方式下有效。

系统参数 N0118: 主轴点动时的旋转速度

定时器 T12: 主轴点动时间

3.2.3 冷却液控制



: 任意操作方式下, 按此键, 冷却液在开关之间切换。

参数设置: PLC 参数 K10.1 1/0: 复位时主轴润滑以及冷却输出保持 / 关闭

3.2.4 润滑控制

功能描述:

1、非自动润滑:

DT13=0: 非自动润滑。



按下机床操作面板  键, 润滑输出, 重复按下则润滑输出取消。执行 M32 时, 润滑输出, 然后执行 M33, 润滑输出取消。

2、自动润滑:

DT13>0: 自动润滑, 可设置润滑时间 DT13 和润滑间隔时间 DT53

上电后开始润滑 DT13 设置的时间, 然后停止输出, 经过 DT53 设置的时间后, 再重复输出润滑, 依次

循环。自动润滑时, M32、M33 代码, 机床操作面板  键也有效。

参数设置:

PLC 参数: K10.1 1/0: 复位时主轴润滑冷却输出保持 / 关闭

PLC 参数: K16.2 1/0: 自动润滑有效时开机是 / 否输出润滑

PLC 数据: DT53: 自动润滑间隔时间 (ms)

PLC 数据: DT13: 自动润滑输出时间 (ms)

3.2.5 手动换刀



: 手动操作方式下, 按此键, 手动按顺序依次换刀 (若当前为第 1 把刀具, 按此键后, 刀具换至第 2 把; 若当前为最后一把刀具, 按此键后, 刀具换至第 1 把)。

3.2.6 主轴倍率的修调

手动操作方式下，当选择模拟电压输出控制主轴速度时，可修调主轴速度。



按  键，修调主轴倍率改变主轴速度，可实现主轴倍率 50%~ 120%共 8 级实时调节。

第四章 手轮/单步操作

在手轮/单步操作方式中，机床按选定的增量值进行移动。

系统机床面板中按键的功能是由 PLC 程序（梯形图）定义的，各按键的功能意义请参阅机床厂家的说明书。

本章以下与操作面板按键相关功能是针对系统标准 PLC 程序进行描述的，敬请注意！

4.1 单步进给

设置系统参数 N0052 为 0，按  键进入单步操作方式。

4.1.1 增量的选择

按  键，选择移动增量，移动增量会在页面中显示。当 PLC 状态参数 K016 的 BIT7

位 (SINC) 为 1 时， 步长值无效；当 BIT7 为 0 时，均有效。

4.1.2 移动方向选择

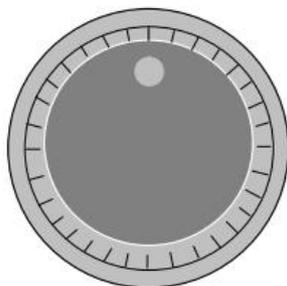
按一次  或  键，可使 X 轴向负向或正向按单步增量进给一次；按一次  或  键，

可使 Z 轴向负向或正向按单步增量进给一次。按一次  或  键，可使 Y 轴向负向或正向按单步增量进给一次。

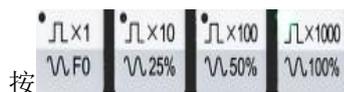
4.2 手轮(手摇脉冲发生器)进给

设置系统参数 N0052 为 1，按  键进入手轮操作方式。

手轮外形如下图所示：



4.2.1 增量的选择

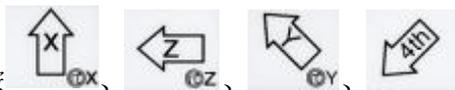


按 键，选择移动增量，移动增量会在页面上显示。当 PLC 参数 K016 的 BIT7

位 (SINC) 为 1 时，步长值无效；当 BIT7 为 0 时，均有效。



4.2.2 移动轴及方向的选择



在手轮操作方式下，按 键选择相应的轴。手轮进给方向由手轮旋转方向决定。一般情况下，手轮顺时针为正向进给，逆时针为负向进给。如果有时手轮顺时针为负向进给，逆时针为正向进给，可交换手轮端 A、B 信号。也可由参数 N0061 选择手轮旋转时的进给方向。

4.2.3 说明事项

1、手轮刻度与机床移动量关系见下表：

	手轮上每一刻度的移动量			
手轮增量	0.001	0.01	0.1	1
坐标指定值	0.001mm	0.01mm	0.1mm	1mm

(最小输入增量 0.001mm 为例)

注 1：手轮增量与系统当前的公英制输入状态及系统最小输入增量有关；

注 2：手轮旋转的速度不得高于 5r/s，如果超过 5r/s，可能会导致刻度值和移动量不符。

第五章 录入操作

在录入操作方式下，可进行参数的设置、代码字的输入以及代码字的执行。

系统机床面板中按键的功能是由 PLC 程序（梯形图）定义的，各按键的功能意义请参阅机床厂家的说明书。

本章以下与操作面板按键相关功能是针对 标准系统 PLC 程序进行描述的，敬请注意！

5.1 代码字的输入

选择录入操作方式，进入程序状态页面，输入一个程序段 G50 X50 Z100，操作步骤如下：



1、按 MDI 键进入录入操作方式；



2、按 PRG 键进入 MDI 页面；

3、输入指令；

5.2 代码字的执行



按 循环启动 键执行输入的程序段。运行过程中可按 循环暂停 键、 键以及急停按钮使程序段停止运行。

注：子程序调用代码（M98 P；等）、复合型切削循环代码（G70、G71、G72、G73、G74、G75、G76 等）在 MDI 下执行无效。

5.3 参数的设置

在录入方式下，进入参数界面可以进行参数值的修改。

5.4 其它操作

1、可修调主轴倍率

手轮/单步方式下，当选择模拟电压输出控制主轴速度时，可修调主轴速度。



按 键，修调主轴倍率改变主轴速度，可实现主轴倍率 50%~ 120% 共 8 级实时调节。

2、可修调快速倍率

按  键，修调快速移动进给速度，可实现快速移动速度 4 级实时调节。

3、可修调进给倍率



录入操作方式下，按  键，修调进给倍率改变进给速度，可实现实际速度为 F 代码指定的进给速度的 0~150% 共 16 级的实时调节。

第七章 刀具偏置与对刀

为简化编程，允许在编程时不考虑刀具的实际位置，提供了定点对刀、试切对刀及回机床零点对刀三种对刀方法，通过对刀操作来获得刀具偏置数据。

7.1 定点对刀

操作步骤如下：

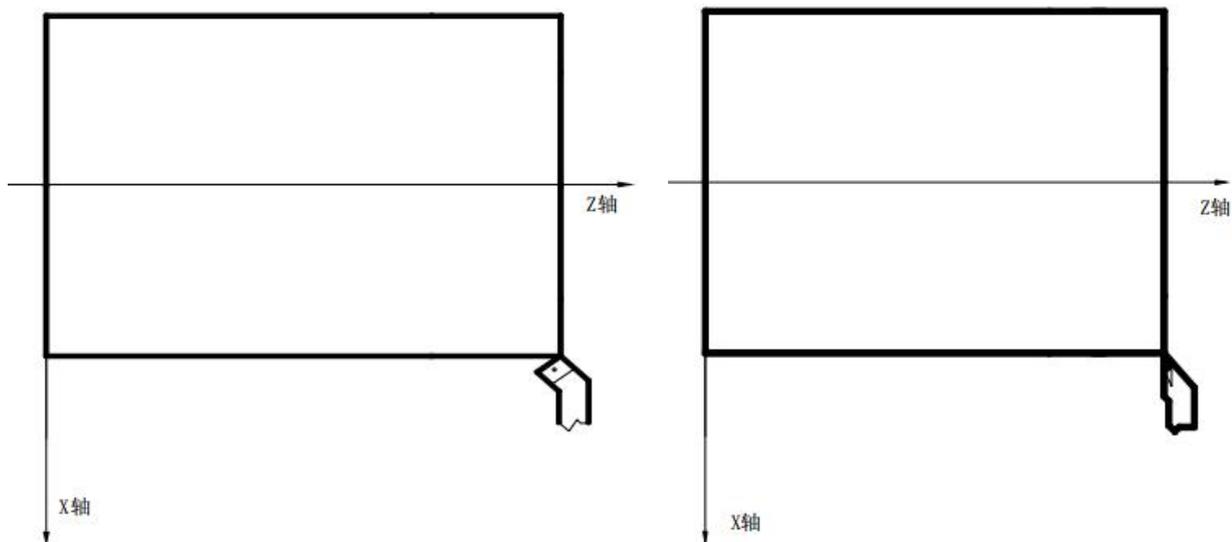


图 A

图 B

- 1、首先确定 X、Z 向的刀补值是否为零，如果不为零，必须把所有刀具号的刀补值清零；
- 2、使刀具中的偏置号为 00（如 T0100，T0300）；
- 3、选择任意一把刀（一般是加工中的第一把刀，此刀将作为基准刀）；
- 4、将基准刀的刀尖定位到某点（对刀点），如图 A；
- 5、在录入操作方式、程序状态页面下用 G50 X_ Z_ 代码设定工件坐标系；
- 6、使相对坐标（U, W）的坐标值清零；
- 7、移动刀具到安全位置后，选择另外一把刀具，并移动到对刀点，如图 B；

- 8、按 **刀补** **OFT** 键，按 **↑** **上** 键、**↓** **下** 键移动光标选择该刀对应的刀具偏置号；

- 9、按地址键 **U** **[**，再按 **输入** **IN** 键，X 向刀具偏置值被设置到相应的偏置号中；

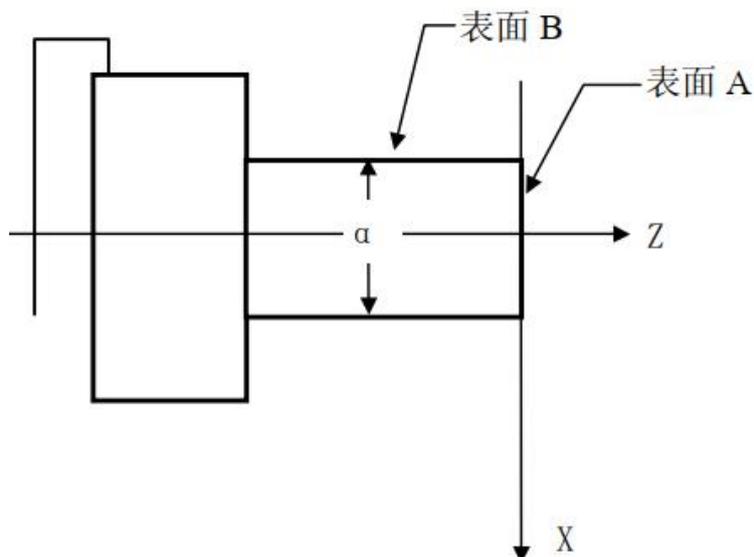
- 10、按地址键 **W** **!**、再按 **输入** **IN** 键，Z 向刀具偏置值被设置到相应的偏置号中；

- 11、重复步骤 7 ~ 10，可对其它刀具进行对刀。

注：在定点对刀时，必须先将系统中原有的刀偏清除，在按 U 与 W 输入新刀偏值时不能重复多次，只能输入一次，刀补值清零的方法详见本篇 7.4.4 节。

7.2 试切对刀

操作步骤如下（以工件端面建立工件坐标系）：



- 1、选择任意一把刀，使刀具沿 A 表面切削；
- 2、在 Z 轴不动的情况下沿 X 轴退出刀具，并且停止主轴旋转；

3、按 **刀补 OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑上** 键、**↓下** 键移动光标选择该刀具对应的偏置号；

4、依次键入地址键 **Z=**、数字键 **0** 及 **输入 IN** 键；

5、使刀具沿 B 表面切削；

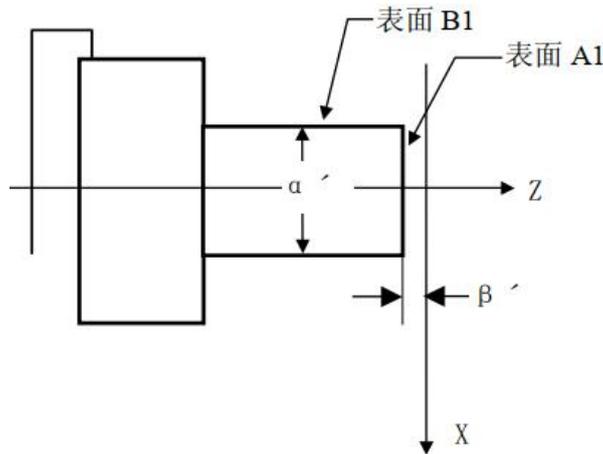
6、在 X 轴不动的情况下，沿 Z 轴退出刀具，并且停止主轴旋转；

7、测量直径“α”（假定 $\alpha = 15$ ）；

8、按 **刀补 OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑上** 键、**↓下** 键移动光标选择该刀具对应的偏置号；

9、依次键入地址键 **X>**、数字键 **1**、**5** 及 **输入 IN** 键；

10、移动刀具至安全换刀位置，换另一把刀；



- 11、使刀具沿 A1 表面切削；
- 12、在 Z 轴不动的情况下沿 X 轴退出刀具，并且停止主轴旋转；
- 13、测量 A1 表面与工件坐标系原点之间的距离 " β' "（假定 $\beta' = 1$ ）；

14、按 **刀补** **OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **上** 键、**下** 键移动光标选择该刀具对应的偏置号；

15、依次按地址键 **Z**、符号键 **-**、数字键 **1** 及 **输入** **IN** 键；

- 16、使刀具沿 B1 表面切削；
- 17、在 X 轴不动的情况下，沿 Z 轴退出刀具，并且停止主轴旋转；
- 18、测量距离 " α' "（假定 $\alpha' = 10$ ）；

19、按 **刀补** **OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **上** 键、**下** 键移动光标选择该刀具对应的偏置号；

20、依次键入地址键 **X**、数字键 **1**、**0** 及 **输入** **IN** 键；

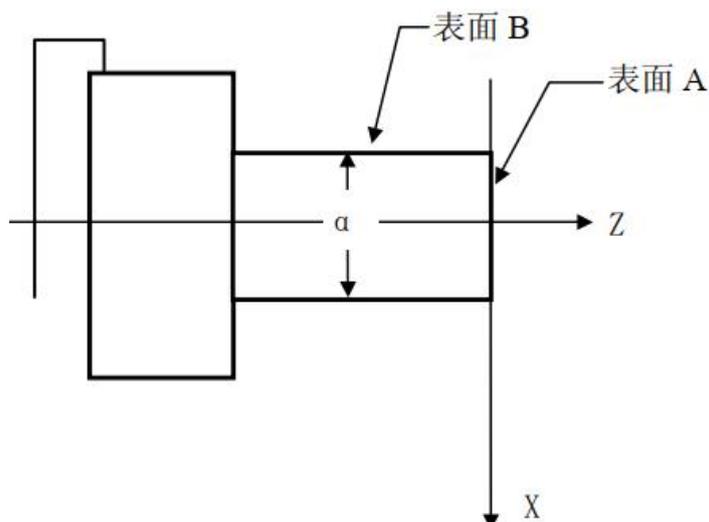
21、其他刀具对刀方法重复步骤 10 ~ 20。

注：此对刀方法的刀补值有可能很大，因此 CNC 必须设置为以坐标偏移方式执行刀补（CNC 参数 N0163 设置为 1），并且，第一个程序段用 T 代码执行刀具长度补偿或程序的第一个移动代码程序段包含执行刀具长度补偿的 T 代码。

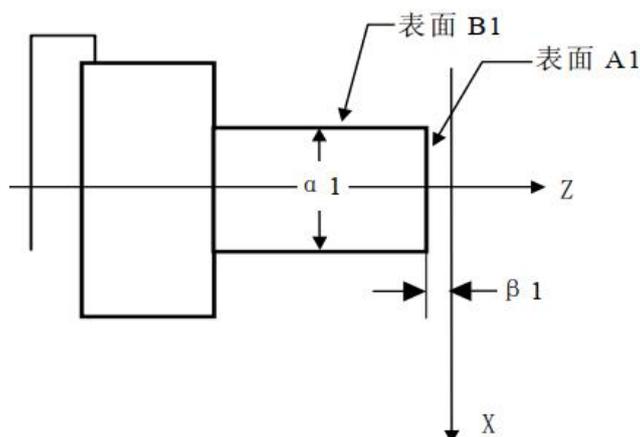
7.3 回机床零点对刀

用此对刀方法不存在基准刀非基准刀问题，在刀具磨损或调整任何一把刀时，只要对此刀进行重新对刀即可。对刀前回一次机床零点。断电后上电只要回一次机床零点后即可继续加工，操作简单方便。

操作步骤如下（以工件端面建立工件坐标系）：



- 1、按 **机床零点** 键进入机床回零操作方式，使两轴回机床零点；
- 2、选择任意一把刀，使刀具中的偏置号为 00（如 T0100，T0300）；
- 3、使刀具沿 A 表面切削；
- 4、在 Z 轴不动的情况下，沿 X 退出刀具，并且停止主轴旋转；
- 5、按 **刀补** **OFT** 进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 上键、**↓** 下键移动光标选择某一偏置号；
- 6、依次按地址键 **Z** =、数字键 **0** 及 **输入** **IN** 键，Z 轴偏置值被设定；
- 7、使刀具沿 B 表面切削；
- 8、在 X 轴不动的情况下，沿 Z 退出刀具，并且停止主轴旋转；
- 9、测量距离“a”（假定 $a = 15$ ）；
- 10、按 **刀补** **OFT** 进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 上键、**↓** 下键移动光标选择偏置号；
- 11、依次键入地址键 **X** >、数字键 **1**、**5** 及 **输入** **IN** 键，X 轴刀具偏置值被设定；
- 12、移动刀具至安全换刀位置；
- 13、换另一把刀，使刀具中的偏置号为 00（如 T0100，T0300）；



14、使刀具沿 A1 表面切削；

15、在 Z 轴不动的情况下沿 X 轴退出刀具，并且停止主轴旋转；测量 A1 表面与工件坐标系原点之间的距离 " $\beta 1$ "（假定 $\beta 1=1$ ）；

16、按 **刀补 OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **上** 键、**下** 键移动光标选择该刀具对应的偏置号；

17、依次按地址键 **Z**、符号键 **=**、数字键 **1** 及 **输入 IN** 键，Z 轴刀具偏置值被设定；

18、使刀具沿 B1 表面切削；

19、在 X 轴不动的情况下，沿 Z 轴退出刀具，并且停止主轴旋转；

20、测量距离 " $\alpha 1$ "（假定 $\alpha 1=10$ ）；

21、按 **刀补 OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **上** 键、**下** 键移动光标选择该刀具对应的偏置号；

22、依次键入地址键 **X**、数字键 **1**、**0** 及 **输入 IN** 键，X 轴刀具偏置值被设定；

23、移动刀具至安全换刀位置；

24、重复步骤 12 ~ 23，即可完成所有刀的对刀。

注 1：机床必须安装机床零点开关才能进行回机床零点对刀操作。

注 2：回机床零点对刀后，不能执行 G50 代码设定工件坐标系。

注 3：CNC 必须设置为以坐标偏移方式执行刀补（CNC 参数 N0163 设置为 1），而且，第一个程序段用 T 代码执行刀具长度补偿或程序的第一个移动代码程序段包含执行刀具长度补偿的 T 代码。

7.4 刀具偏置值的设置与修改

按 **刀补 OFT** 键进入偏置界面，通过 **上页 PAGE** 键、**下页 PAGE** 键分别显示 No.000 ~ No.032 偏置号。

7.4.1 刀具偏置值的设置

- 1、按  键进入刀具偏置页面，按  键、 键选择需要的页；
- 2、移动光标至要输入的刀具偏置、磨损号的位置。扫描法：按  键、 键顺次移动光标。
- 3、按地址键  > 或  = 后，输入数字(可以输入小数点)；
- 4、按  键后，CNC 自动计算刀具偏置量，并在页面上显示出来。

7.4.2 刀具偏置值的修改

- 1、按上节所述的方法将光标移到要变更的刀具偏置号的位置；
- 2、如要改变 X 轴的刀具偏置值，键入 U；对于 Z 轴，键入 W；
- 3、键入增量值；

- 4、按  键，把现在的刀具偏置值与键入的增量值相加，其结果作为新的刀具偏置值显示出来。

示例：已设定的 X 轴的刀具偏置值为 5.678，用键盘输入增量 U1.5，则新设定的 X 轴的刀具偏置值为 7.178(=5.678+1.5)。

7.4.3 刀具偏置值清零

- 1、把光标移到要清零的补偿号的位置。
 - 2、
- 方法一：

如果要把 X 轴的刀具偏置值清零，则按  > 键，再按  键，X 轴的刀具偏置值被清零；

如果要把 Z 轴的刀具偏置值清零，则按  = 键，再按  键，Z 轴的刀具偏置值被清零；

方法二：

如果 X 向当前刀具偏置值为 α ，输入 U- α 、再按  键，则 X 轴的刀具偏置值为零；

如果 Z 向当前刀具偏置值为 β ，输入 W- β 、再按  键，则 Z 轴的刀具偏置值为零；

7.4.4 刀具磨损值设置与修改

为防止刀具偏置值设置、修改时误操作（未输入小数点、小数点位置不对等），致使刀具偏置值修改量过大，造成撞刀等现象，利于操作者直观的判断每把刀的磨损程度，S98T/S180T/S188T系列设置了刀具磨损页面。当由于刀具磨损等原因引起加工尺寸不准需修改刀补值时，可在刀具磨损量中设置或修改。加工刀具磨损值的输入范围由数据参数 N0170 设定。刀具磨损数据掉电保存。

刀具磨损值的设置与修改方法与刀具偏置值的设置与修改方法基本相同，用 U（X 轴）、W（Z 轴）、V（Y 轴）进行磨损量的输入。

7.4.5 0 号刀偏平移工件坐标系

CNC 参数 N0164 设定为 1 时，0 号刀偏平移工件坐标系有效。在 0 号刀偏中输入值后，工件坐标系会按输入值进行偏移。

第八章 自动操作

系统机床面板中按键的功能是由 PLC 程序（梯形图）定义的，各按键的功能意义请参阅机床厂家的说明书。

本章以下与操作面板按键相关的功能是针对系统标准 PLC 程序进行描述的，敬请注意！

8.1 自动运行

8.1.1 运行程序的选择

a) 选择自动操作方式（必须处于非运行状态）

b) 按  键进入程序目录显示页面；

c) 按 、 键将光标移动到待选择程序名。

d) 按  键。

8.1.2 自动运行的启动

1、按  键选择自动操作方式；

2、按  键启动程序，程序自动运行。

注：程序的运行是从光标的所在行开始的，所以在按下  键运行之前应先检查一下光标是否在需要运行的程序段上。

8.1.3 自动运行的停止

* 代码停止 (M00)

1、M00

含有 M00 的程序段执行后，停止自动运行，模态功能、状态全部被保存起来。按面板  键或外接运行键后，程序继续执行。

2、M01

按  键，选择停指示灯亮，选择停功能有效。执行含有 M01 的程序段执行后，停止自动运行，模态



功能、状态全部被保存起来。按面板  键或外接运行键后，程序继续执行。

* 按相关键停止



1、自动运行中按  键或外接暂停键后，机床呈下列状态：

- (1) 机床进给减速停止；
- (2) 模态功能、状态被保存；



(3) 按  键后，程序继续执行。



2、按复位键

(1) 所有轴运动停止；

(2) M、S 功能输出无效（可由参数设置按  键后是否自动关闭主轴逆时针转/顺时针转、润滑、冷却等信号）；

(3) 自动运行结束，模态功能、状态保持。

3、按急停按钮

机床运行过程中在危险或紧急情况下按急停按钮（外部急停信号有效时），CNC 即进入急停状态，此时机床移动立即停止，所有的输出（如主轴的转动、冷却液等）全部关闭。松开急停按钮解除急停报警，CNC 进入复位状态。

4、转换操作方式

在自动运行过程中转换为机床回零、手轮/单步、手动、程序回零方式时，当前程序段立即“暂停”；在自动运行过程中转换为编辑、录入方式时，在运行完当前的程序段后才显示“暂停”。

注 1：解除急停报警前先确认故障已排除；

注 2：在上电和关机之前按下急停按钮可减少设备的电冲击；

注 3：急停报警解除后应重新执行回机床零点操作，以确保坐标位置的正确性（若机床未安装机床零点，则不得进行回机床零点操作）；

注 4：只有将参数 N0173 设置为 0，外部急停才有效。

8.1.4 从任意段自动运行



按编辑键进入编辑操作方式，按程序键进入程序界面，按  键或  键选择程序内容页面；

- 1、将光标移至准备开始运行的程序段处（如从第二行开始运行，移动光标至第二行开头）；
- 2、如当前光标所在程序段的模态（G、M、T、F 代码）缺省，并与运行该程序段的模态不一致，必须

执行相应的模态功能后方可继续下一步骤；

- 3、按  键进入自动操作方式，按  键启动程序运行。

8.1.5 进给、快速速度的调整

自动运行时，可以通过调整进给、快速移动倍率改变运行速度，而不需要改变程序及参数中设定的速度值。

* 进给倍率的调整



按  键，可实现进给倍率 16 级实时调节。

注 1：进给倍率调整程序中 F 指定的值；

注 2：实际进给速度 = F 指定的值 × 进给倍率。

* 快速倍率的调整

按  或  键，可实现快速倍率 F0、25%、50%、100% 四档实时调节。

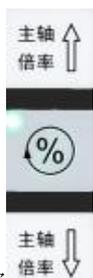
注 1：CNC 参数 N0021 分别设定 X、Z 轴快速移动速率；

X、Z 轴实际快速移动速率 = N0021 设定的值 × 快速倍率

注 2：当快速倍率为 F0 时，快速移动的最低速率由 CNC 参数 N0022 设定。

8.1.6 主轴速度调整

自动运行中，当选择模拟电压输出控制主轴速度时，可修调主轴转速。



按 **主轴倍率** 键，修调主轴倍率改变主轴速度，可实现主轴倍率 50% ~ 120% 共 8 级实时调节。

注：实际输出的模拟电压值 = 按参数计算出的模拟电压值 × 主轴倍率

8.2 运行时的状态

8.2.1 单段运行

首次执行程序时，为防止编程错误出现意外，可选择单段运行。

自动操作方式下，单段程序开关打开的方法如下：



按 **单段** 键使单段运行指示灯亮，表示选择单段运行功能；

单段运行时，执行完当前程序段后，CNC 停止运行；继续执行下一个程序段时，需再次按 **循环启动** 键，如此反复直至程序运行完毕。

注 1：G28 代码中，在中间点的位置，单段停止；

注 2：执行固定循环 G90, G92, G94, G70 ~ G76 代码时，单段状态见第一篇《编程说明》；

注 3：执行调用子程序（M98）、子程序调用返回代码（M99）单程序段无效。但 M98、M99 程序段中，除 N, O, P 以外的其它地址外，单段停止有效。

8.2.2 空运行

自动运行程序前，为了防止编程错误出现意外，可以选择空运行状态进行程序的校验。自动操作方式下，空运行开关打开的方法如下：



按 **空运行** 键使状态指示区中的空运行指示灯亮，表示进入空运行状态；空运行状态下，机床进给、辅助功能有效（如果机床锁住、辅助锁住开关处于关状态），也就是说，空运行开关的状态对机床进给、辅助功能的执行没有任何影响，程序中指定的速度无效，CNC 以下表中的速度运动。

	程序指令	
	快速移动	切削进给
快速移动按钮开	快速移动	手动进给最高速度
快速移动按钮关	手动进给速度或快速移动（见注）	
		手动进给速度

注 1：可由 CNC 参数 N0015 设定是手动进给速度还是快速移动。

注 2：空运行状态下，快速开关切换对当前运行的程序段运行速度不起作用，均在下一程序段起作用。

注 3：标准梯形图定义在自动运行状态（自动方式、录入方式运行时），空运行开关操作无效。

8.2.3 机床锁住运行



自动操作方式下，机床锁住开关打开的方法如下：按 **机床锁** 键使机床锁住运行指示灯亮，表示进入机床锁住运行状态；

机床锁住运行常与辅助功能锁住功能一起用于程序校验。机床锁住运行时：

- 1、机床拖板不移动，位置界面下的综合坐标页面中的“机床坐标”不改变，相对坐标、绝对坐标和余移动量显示不断刷新，与机床锁住开关处于关状态时一样；
- 2、M、S、T 代码能够正常执行。

8.2.4 辅助功能锁住运行



自动操作方式下，辅助锁住开关打开的方法如下：按 **辅助锁** 键使辅助功能锁住运行指示灯亮，表示进入辅助功能锁住运行状态；

此时 M、S、T 代码不执行，机床拖板移动。通常与机床锁住功能一起用于程序校验。

注：辅助功能锁住有效时不影响 M00、M30、M98、M99 的执行。

8.2.5 程序段选跳

在程序中不想执行某一段程序而又不想删除时，可选择程序段选跳功能。当程序段段首具有“/”号且程序段选跳开关打开（机床面板按键或程序选跳外部输入有效）时，在自动运行时此程序段跳过不运行。自动操作方式下，程序段选跳开关打开的方法如下：



按 **跳段** 键使程序段选跳指示灯亮；

注：当程序段选跳开关未开时，程序段段首具有“/”号的程序段在自动运行将不会被跳过，照样执行。

8.3 其它操作



- 1、自动操作方式下，按 **冷却** 键，冷却液开/关切换；



- 2、按 **编辑**、**MDI**、**机床零点**、**手脉**、**手动** 或 **程序零点** 键中的任意键，实现操作方式的转换；



- 3、按 **RESET** 键实现 CNC 的复位。

- 4、自动润滑功能（具体见本篇第三章）。

第九章 回零操作

机床面板中按键的功能是由 PLC 程序（梯形图）定义的，各按键的功能意义请参阅机床厂家的说明书。
本章以下与操作面板按键相关功能是针对 标准 PLC 程序进行描述的，敬请注意！

9.1 程序回零

9.1.1 程序零点

当零件装夹到机床上后，根据刀具与工件的相对位置用 G50 代码设置刀具当前位置的绝对坐标，就在 CNC 中建立了工件坐标系。刀具当前位置称为程序零点，执行程序回零操作后就回到此位置。

9.1.2 程序回零的操作步骤



- 1、按 **程序零点** 键进入程序回零操作方式，显示页面的最下行显示“程零”字样；
- 2、按 X、Z、Y 轴的任意方向键，即可回 X、Z 或 Y 轴程序零点；
- 3、机床轴沿着程序零点方向移动，回到程序零点后，轴停止移动，回零结束指示灯亮。



注 1：进行回程序零点操作后，不改变当前的刀具偏置状态，如有刀具偏置则回到的位置是用 G50 设定的位置是含有刀具偏置的位置。

9.2 机床回零

9.2.1 机床零点

机床坐标系是 CNC 进行坐标计算的基准坐标系，是机床固有的坐标系，机床坐标系的原点称为机床零点（或机床参考点），机床零点由安装机床上的零点开关或回零开关决定，通常零点开关或回零开关安装在 X 轴和 Z 轴正方向的最大行程处。

9.2.2 机床回零的操作步骤



- 1、按 **机床零点** 键，进入机床回零操作方式，显示页面的最下行显示“机零”字样；



- 2、按 、、 或  键，选择回 X、Z、Y 或 4th 轴机床零点；

- 3、机床沿着机床零点方向移动，经过减速信号、零点信号检测后回到机床零点，此时轴停止移动，回零结束指示灯亮。



注 1: 如果数控机床未安装机床零点, 不得使用机床回零操作;

注 2: 回零结束指示灯在下列情况下熄灭:

- 1) 从零点移出;
- 2) CNC 断电;

注 3: 进行回机床零点操作后, CNC 取消刀具长度补偿;

注 4: 与机床回零相关的参数详见第四篇《安装连接》;

注 5: 执行机床回零操作后, 原工件坐标系被重置, 需要重新用 G50 进行设置。

9.3 回零方式下的其它操作



1、按 **正转** 键, 主轴逆时针转;



2、按 **停止** 键, 主轴停止;



3、按 **反转** 键, 主轴顺时针转;



4、按 **冷却** 键, 冷却液开/关切换;

5、润滑控制 (具体见本篇第三章);



6、按 **换刀** 键, 手动相对换刀;

7、主轴倍率的修调;

8、快速倍率的修调;

9、进给倍率的修调。

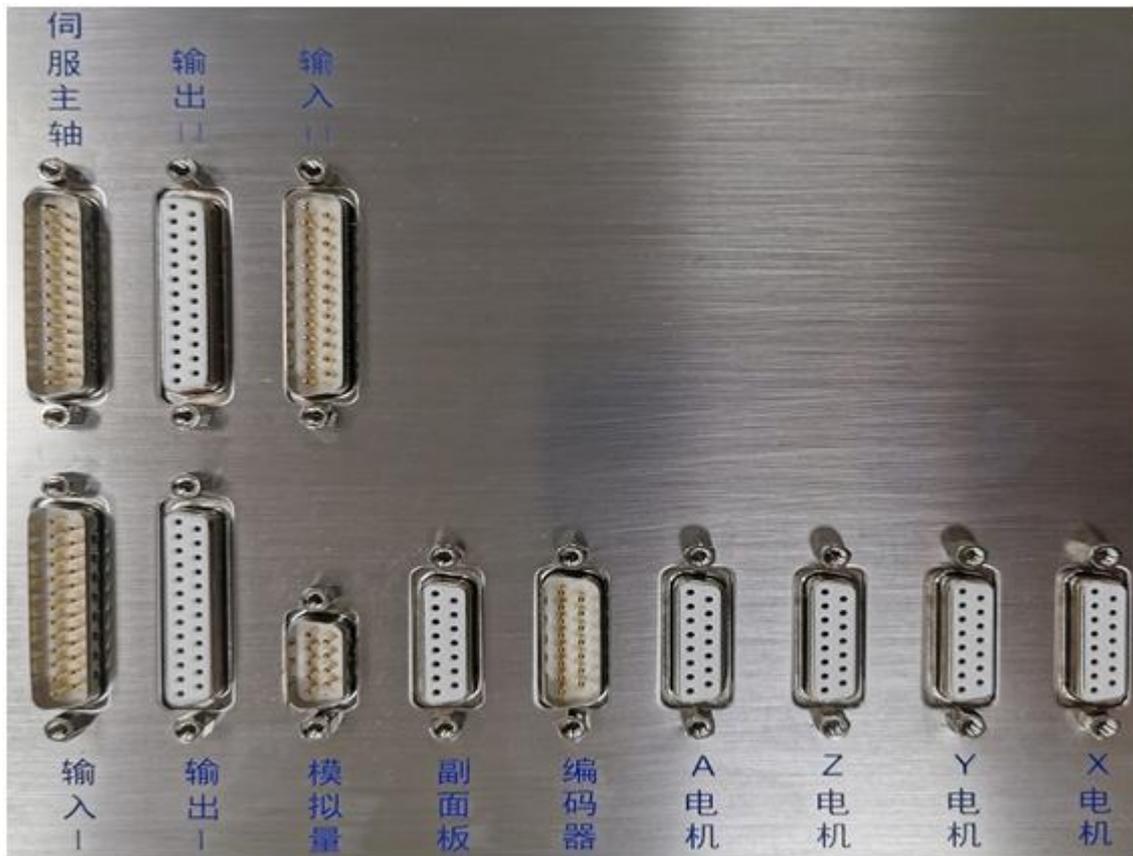
第三篇

安装连接说明

第一章 安装布局

1.1 系统连接

1.1.1 系统后盖接口布局



1.1.2 接口说明

- ◎ XYZA 轴： 15 芯 D 型孔插座，连接轴驱动单元
- ◎ 伺服主轴： 25 芯 D 型孔插座，连接伺服主轴驱动单元
- ◎ 编码器： 15 芯 D 型针插座，连接主轴编码器
- ◎ 副面板： 15 芯 D 型针插座，连接手轮
- ◎ 模拟量： 9 芯 D 型针插座，连接主轴驱动单元
- ◎ 输入 1： 25 芯 D 型针插座，连接机床输入
- ◎ 输入 2： 25 芯 D 型针插座，连接机床输入
- ◎ 输出 1： 25 芯 D 型孔插座，连接机床输出
- ◎ 输出 2： 25 芯 D 型孔插座，连接机床输出

1.2 系统安装

1.2.1 电柜的安装条件

◎电柜必须能够有效地防止灰尘、冷却液及有机溶液的进入；

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

◎为保证能有效散热，电柜内最好安装风扇；

◎显示面板必须安装在冷却液不能喷射到的地方；

◎设计电柜时，必须考虑要尽量降低外部电气干扰，防止干扰向 CNC 传送。

1.2.3 防止干扰的方法

CNC 在设计时已经采取了屏蔽空间电磁辐射、吸收冲击电流、滤除电源杂波等抗干扰措施，可以在一定程度上防止外部干扰源对 CNC 本身的影响。为了确保 CNC 稳定工作，在 CNC 安装连接时有必要采取以下措施：

1、CNC 要远离产生干扰的设备（如变频器、交流接触器、静电发生器、高压发生器以及动力线路的分段装置等）。

2、要通过隔离变压器给 CNC 供电，安装 CNC 的机床必须接地，CNC 和驱动单元必须从接地点连接独立的接地线。

3、抑制干扰：在交流线圈两端并联 RC 回路（如图 1-3），RC 回路安装时要尽可能靠近感性负载；在直流线圈的两端反向并联续流二极管（如图 1-4）；在交流电机的绕组端并接浪涌吸收器（如图 1-5）。

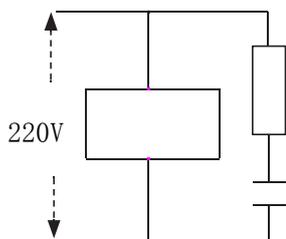


图 1-3

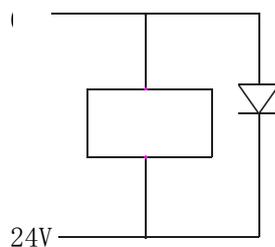


图 1-4

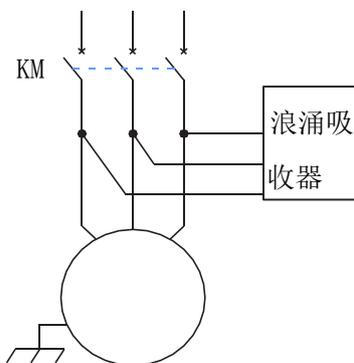


图 1-5

4、CNC 的引出电缆采用绞合屏蔽电缆或屏蔽电缆，电缆的屏蔽层在 CNC 侧采取单端接地，信号线应尽可能短。

5、为了减小 CNC 信号电缆间以及与强电电缆间的相互干扰，布线时应遵循以下原则：

组别	电缆种类	布线要求
A	交流电源线	将 A 组的电缆与 B 组、C 组分开捆绑，保留它们之间的距离至少 10cm，或者将 A 组电缆进行电磁屏蔽
	交流线圈	
	交流接触器	
B	直流线圈（DC24V）	将 B 组电缆与 A 组电缆分开捆绑或将 B 组电缆进行屏蔽；B 组电缆与 C 组电缆离得越远越好
	直流继电器（DC24V）	
	CNC 和强电柜之间电缆	
	CNC 和机床之间电缆	
C	CNC 和伺服驱动单元之间的电缆	将 C 组与 A 组电缆分开捆绑，或者将 C 组电缆进行屏蔽 C 组电缆与 B 组电缆之间的距离至少 10cm，电缆采用双绞线
	位置反馈电缆	
	位置编码器电缆	
	手轮电缆	
	其它屏蔽用电缆	

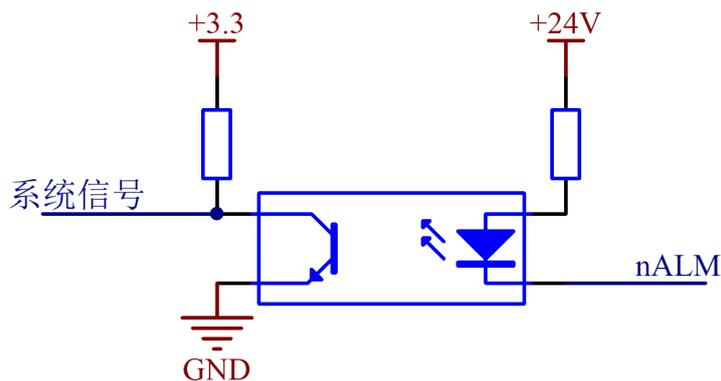


图 2-3 驱动单元报警信号内部电路

该类型的输入电路要求驱动单元采用下图 2-4 的方式提供信号：

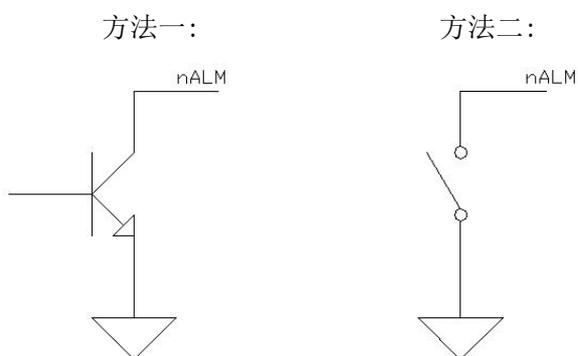


图 2-4 驱动单元提供信号的方式

2.1.4 轴使能信号 nEN

CNC 正常工作时，nEN 信号输出有效（nEN 信号与 0V 接通），当驱动单元报警时，CNC 关闭 nEN 信号输出（nEN 信号与 0V 断开）。内部接口电路见下图 2-5：

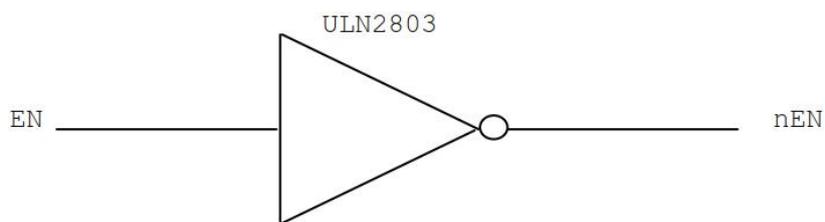


图 2-5 轴使能信号内部接口电路

2.1.5 零点信号 nPC

机床回零时用电机编码器的一转信号或接近开关信号等来作为零点信号。内部连接电路见下图 2-7：

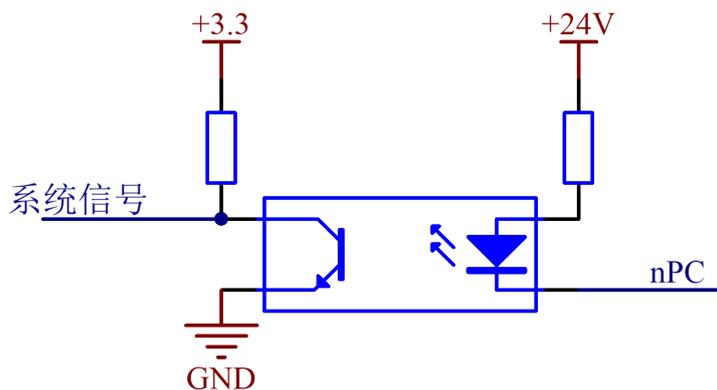


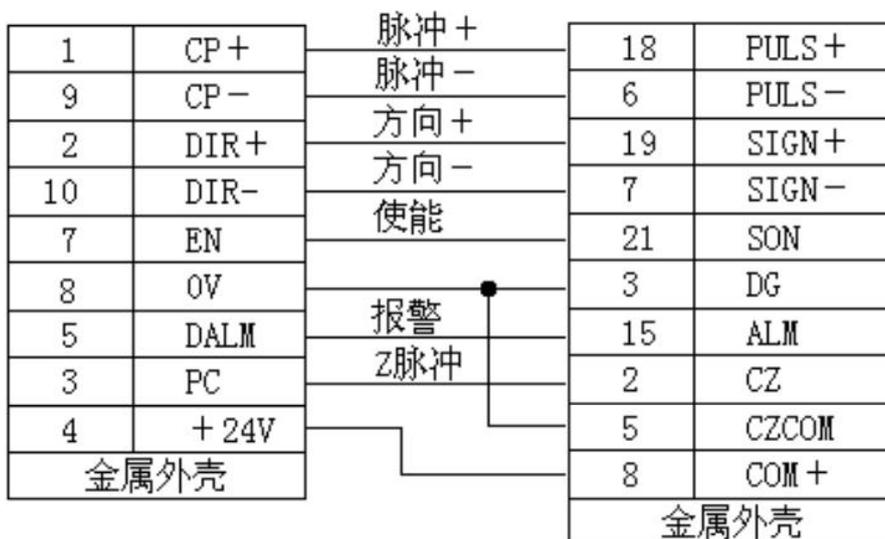
图 2-7 零点信号电路

2.1.6 与驱动单位的连接

与步进驱动单位的连接如下图 2-11 所示：

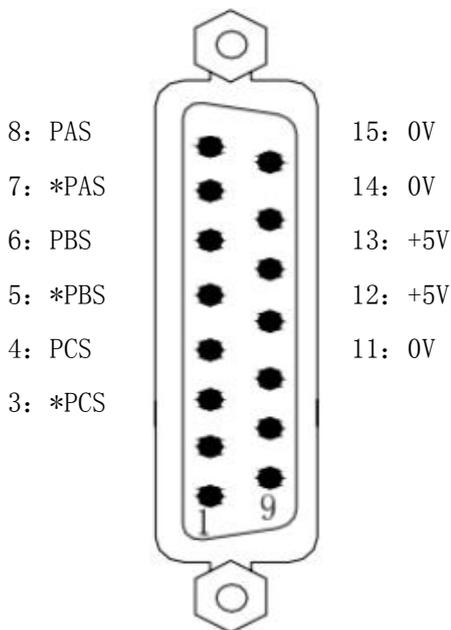


与伺服驱动器的连接



2.2 与主轴编码器的连接

2.2.1 主轴编码器接口定义



脚号	信号名	信号说明
1, 2, 9, 10	空	(不接线)
3	*PCS	编码器 C-
4	PCS	编码器 C+
5	*PBS	编码器 B-
6	PBS	编码器 B+
7	*PAS	编码器 A-
8	PAS	编码器 A+
12, 13	+5V	电源信号
11, 14, 15	0V	地信号

注意：总线系统此接口1脚是0V，9脚是+5V

2.2.2 信号说明

*PCS/PCS、*PBS/PBS、*PAS/PAS 分别为编码器的 C 相、B 相、A 相的差分输入信号，采用 26LS32 接收；*PAS/PAS、*PBS/PBS 为相差 90 的正交方波，最高信号频率<1MHz；使用的编码器的线数由参数(范围 100~5000)设置。

内部连接电路如下图 2-13：（图中 n=A、B、C）

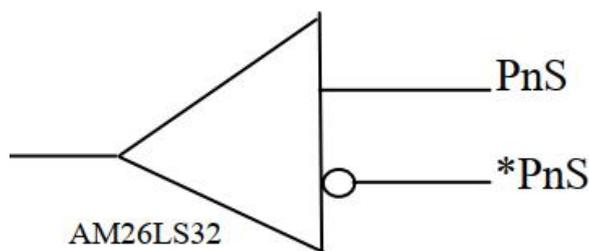
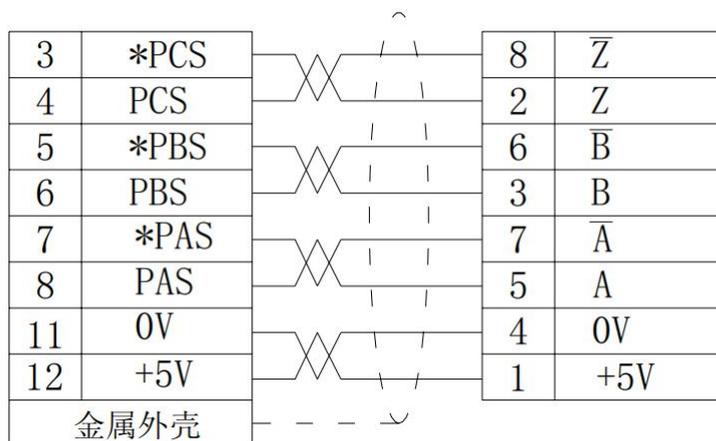


图 2-13 编码器信号电路

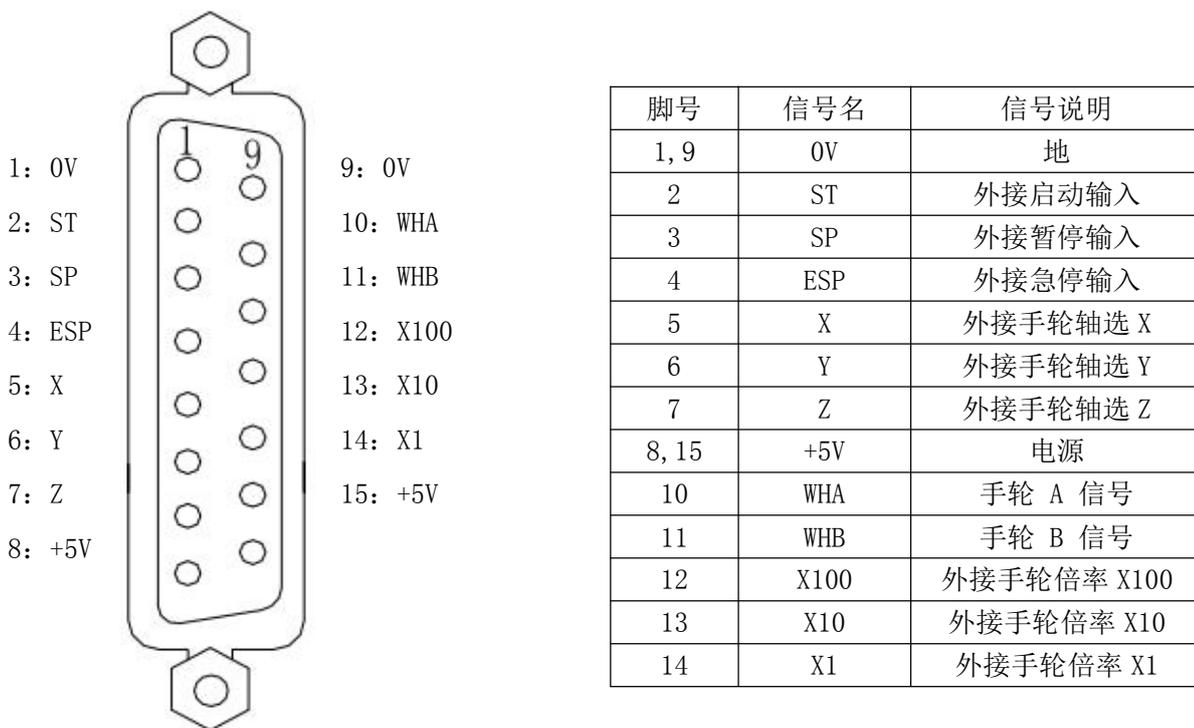
2.2.3 主轴编码器接口连接

S98T/S180T/S188T系列与主轴编码器的连接如下图 2-14 所示，连接时采用双绞线。



2.3 与手轮的连接

2.3.1 副面板接口定义

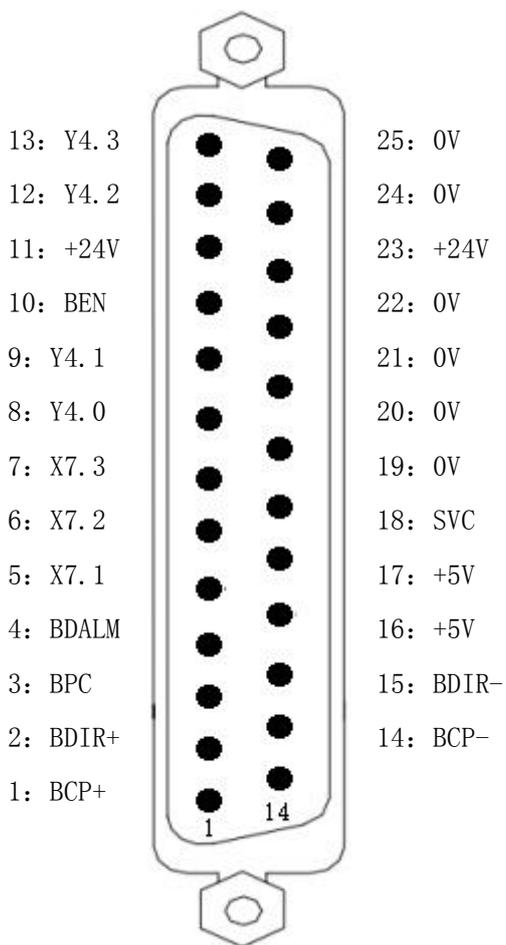


2.3.2 手轮与数控系统的接线图



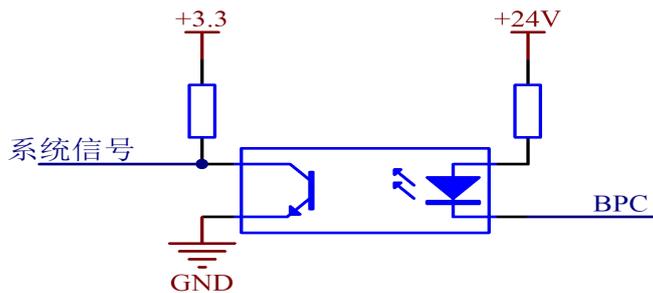
根据输出信号模式不同，一般有两种类型手轮：两信号线式（A+、B+ 信号）和四信号线式（A+、A-、B+、B-）。对于四信号线手轮，A-，B-信号不接。

2.4 主轴接口定义

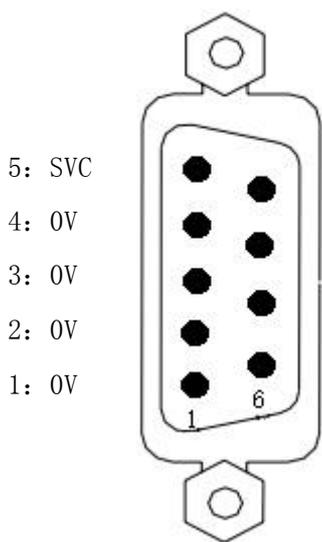


脚号	信号名	信号说明
1	BCP+	主轴脉冲正信号
14	BCP-	主轴脉冲负信号
2	BDIR+	主轴方向正信号
15	BDIR-	主轴方向负信号
3	BPC	主轴 Zero 脉冲
4	BDALM	主轴报警输入口
5	X7.1	用户自定义输入口
6	X7.2	用户自定义输入口
7	X7.3	用户自定义输入口
8	Y4.0	用户自定义输出口
9	Y4.1	用户自定义输出口
10	BEN	主轴使能输出
12	Y4.2	用户自定义输出口
13	Y4.3	用户自定义输出口
18	SVC	模拟量 1(与模拟量口一样)
16、17	+5V	+ 5V 电源
19~22、24、25	0V	信号地
11、23	+24V	+ 24V 电源

注：BPC 的信号内部电路见下图：



2.5 模拟量接口



脚号	信号名	信号说明
5	SVC	模拟量 1
其它脚	0V	地

模拟主轴接口 SVC 端可输出 0 ~ 10V 电压，信号内部电路见下图 2-20：

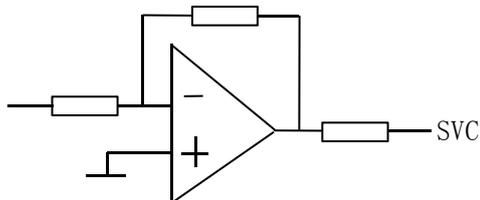


图 2-20 SVC 信号电路

与变频器的连接如下图 2-21 所示：

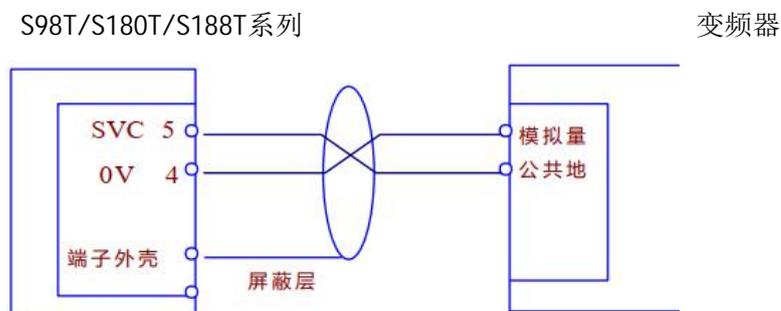


图 2-21 与变频器的连接

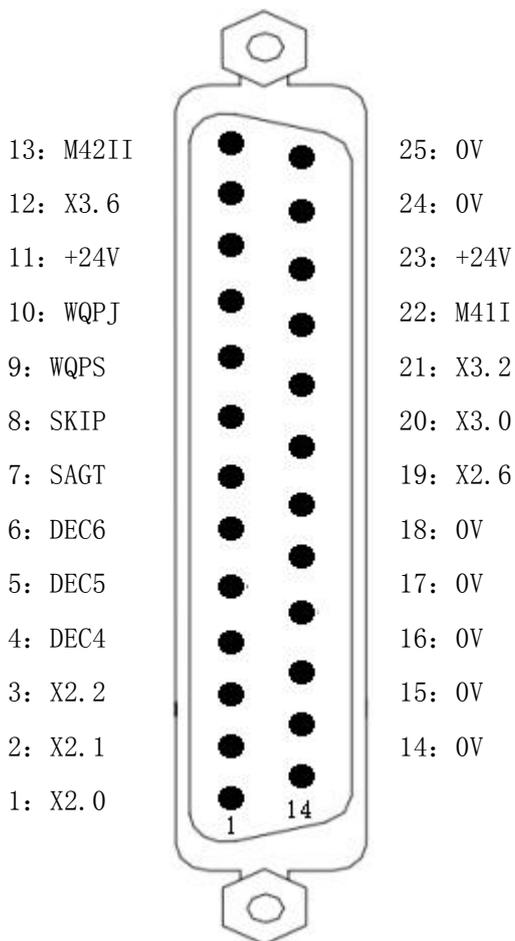
2.6 I/O 接口定义

注意!

S98T/S180T/S188T系列车床 CNC 未标注固定地址 I/O 功能意义由 PLC 程序（梯形图）定义的，当 S98T/S180T/S188T系列车床 CNC 装配机床时，I/O 功能由机床厂家设计决定，具体请参阅机床厂家的说明书。

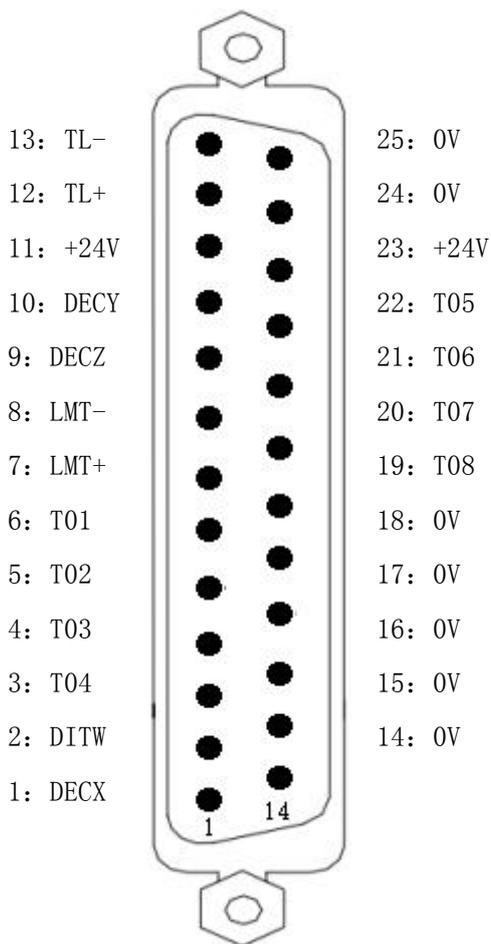
本节未标注固定地址的 I/O 功能是针对 标准 PLC 程序进行描述的。

输入 1 管脚定义



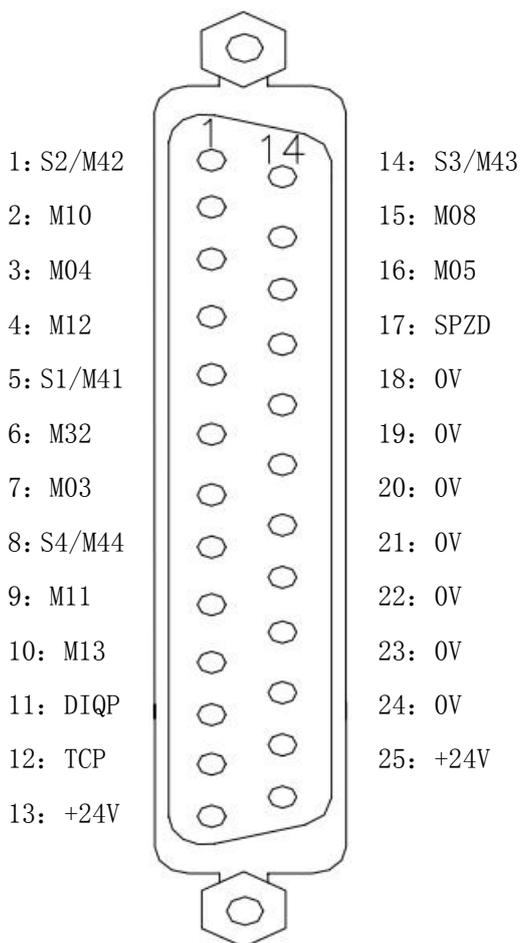
脚号	信号名	信号说明
1	X2.0	自定义输入口
2	X2.1	自定义输入口
3	X2.2	自定义输入口
4	DEC4	4TH 轴减速信号
5	DEC5	5TH 轴减速信号
6	DEC6	6TH 轴减速信号
7	SAGT	防护门检测信号
8	SKIP	G31 跳转信号
9	WQPS	卡盘松开到位
10	WQPJ	卡盘夹紧到位
11, 23	+24V	+24V 电源
12	X3.6	主轴 1 位置/速度信号
13	M42II	主轴自动换档第 2 档到位信号
14-18, 24, 25	0V	信号地
19	X2.6	自定义输入口
20	X3.0	自定义输入口
21	X3.2	M51-58 定向完成信号
22	M41I	主轴自动换档第 1 档到位信号

输入 2 管脚定义



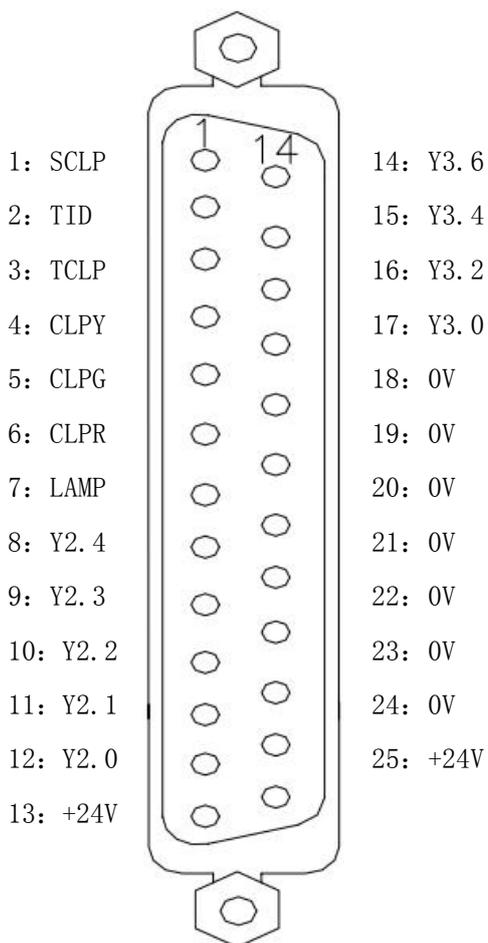
脚号	信号名	信号说明
1	DECX	X 轴减速输入口
2	DITW	尾座状态输入口
3	T04	4 号刀位输入口
4	T03	3 号刀位输入口
5	T02	2 号刀位输入口
6	T01	1 号刀位输入口
7	LMT+	正向超程输入口
8	LMT-	负向超程输入口
9	DECZ	Z 轴减速输入口
10	DECY	Y 轴减速输入口
11, 23	+24V	+24V 电源
12	TL+	刀架正转输出口
13	TL-	刀架反转输出口
14-18, 24, 25	0V	信号地
19	T08	8 号刀位输入口
20	T07	7 号刀位输入口
21	T06	6 号刀位输入口
22	T05	5 号刀位输入口

输出 1 管脚定义



脚号	信号名	信号说明
1	S2/M42	主轴机械档位输出 2
2	M10	尾座前进输出
3	M04	主轴反转输出
4	M12	卡盘夹紧输出
5	S1/M41	主轴机械档位输出 1
6	M32	润滑输出
7	M03	主轴正转输出
8	S4/M44	主轴机械档位输出 4
9	M11	尾座后退输出
10	M13	卡盘松开输出
11	DIQP	卡盘夹紧/松开输入口(脚踏开关)
12	TCP	刀架锁紧输入口
13, 25	+24V	+24V 电源
14	S3/M43	主轴机械档位输出 3
15	M08	冷却输出
16	M05	主轴停止输出
17	SPZD	主轴制动输出口
18-24	0V	信号地

输出 2 管脚定义



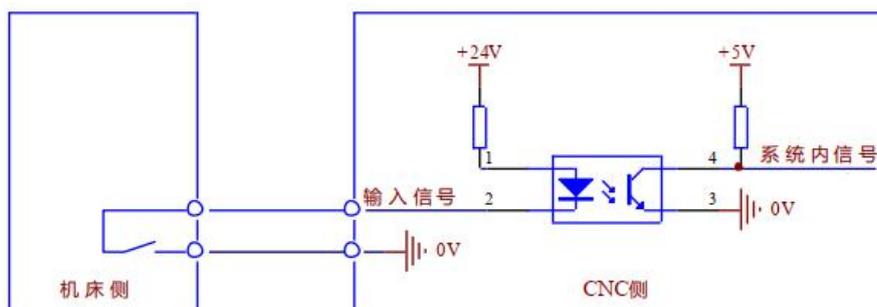
脚号	信号名	信号说明
1	SCLP	主轴夹紧
2	TID	刀架制动
3	TCLP	刀架锁紧输出
4	CLPY	三色灯-黄灯
5	CLPG	三色灯-绿灯
6	CLPR	三色灯-红灯
7	LAMP	照明灯
8	Y2.4	自定义输出口
9	Y2.3	自定义输出口
10	Y2.2	自定义输出口
11	Y2.1	自定义输出口
12	Y2.0	自定义输出口
13, 25	+24V	+24V 电源
14	Y3.6	Cs 主轴速度/位置切换输出
15	Y3.4	M51-58 主轴定向输出信号
16	Y3.2	自定义输出口
17	Y3.0	自定义输出口
18-24	0V	信号地

2.6.1 输入信号

所有输入口与系统内部电路经过了光电隔离处理，每路输入口电气规格为：

- (1) 光电隔离电路，最大隔离电压 2500VRMS
- (2) 输入电压范围直流 0V~24V

输入口电气原理图如下图：



2.6.2 输出信号

输出信号用于驱动机床侧的继电器和指示灯，该输出信号与 0V 接通时，输出功能有效；与 0V 断开时，输出功能无效。I/O 接口中共有 32 路数字量输出，全部具有相同的结构，如图 2-29 所示：

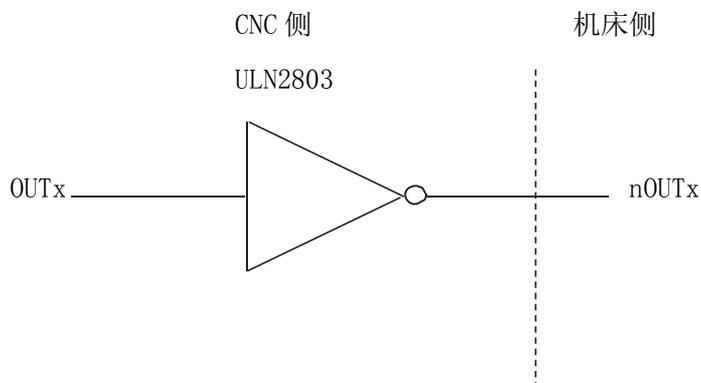


图 2-29 数字量输出模块电路结构图

由主板输出的逻辑信号 OUT_x 经由连接器，送到了反相器 (ULN2803) 的输入端， $nOUT_x$ 有两种输出状态：0V 输出或高阻。典型应用如下：

驱动发光二极管

使用 ULN2803 输出驱动发光二极管，需要串联一个电阻，限制流经发光二极管的电流（一般约为 10mA）。如下图 2-30 所示：

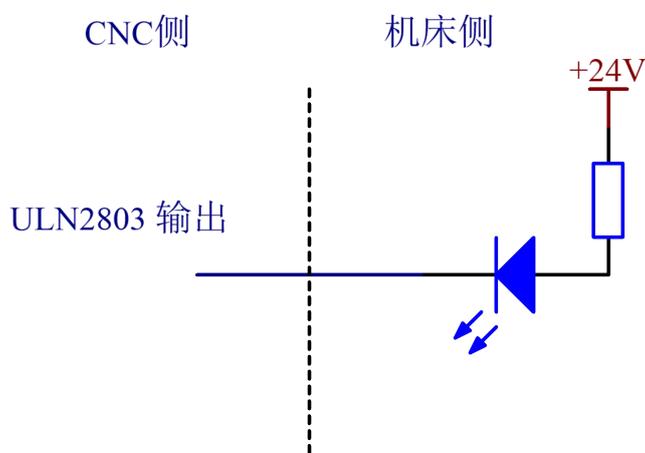


图 2-30

驱动灯丝型指示灯

使用 ULN2803 输出驱动灯丝型指示灯，需外接一预热电阻以减少导通时的电流冲击，预热电阻阻值大小以使指示灯不亮为原则，如下图 2-31 所示。

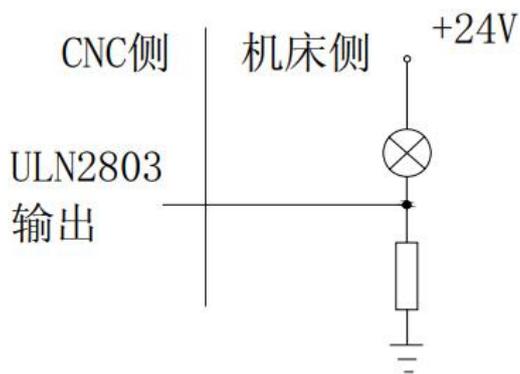


图 2-31

驱动感性负载（如继电器）

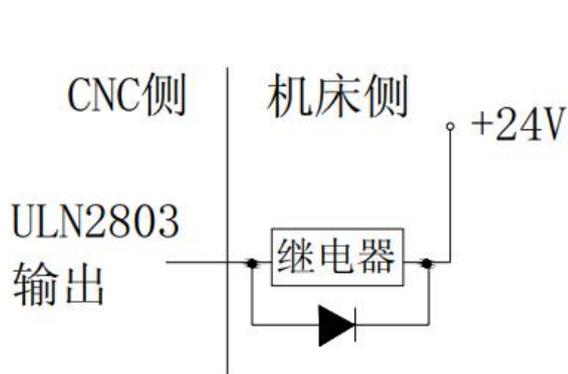


图 2-32

使用 ULN2803 型输出驱动感性负载，此时需要在线圈附近接入续流二极管，以保护输出电路，减少干扰。如上图 2-32 所示。

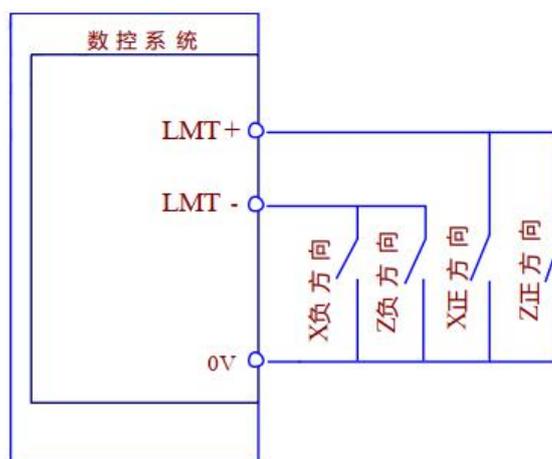
I/O 接口中输出信号的意义由 PLC 程序定义，标准 PLC 程序定义的输出信号包括 S1~S4 (M41~M44)、M3~M5、M8、M10、M11、M32、TL-、TL+、U00~U05、DOQPJ、DOQPS、SPZD 等信号。

2.7 I/O 功能与连接

2.7.1 LMT+， LMT- 正负向硬件限位信号

LMT+， LMT- 信号为低电平有效，为各轴共有信号。接线时将各轴的正向限位信号接入 LMT+，各轴的负向限位信号接入 LMT-。限位开关应为常开模式。当产生超程报警时，系统停止该方向进给，可以手动操作反向进给。

接线图：



2.7.2 换刀控制

相关信号

信号类型	符号	信号功能
输入信号	T01	刀位信号 1
	T02	刀位信号 2
	T03	刀位信号 3
	T04	刀位信号 4
	T05	刀位信号 5
	T06	刀位信号 6
	T07	刀位信号 7
	T08	刀位信号 8
输出信号	TCP	刀架锁紧信号
	TL+	刀架正转信号
	TL-	刀架反转信号

控制参数

K011			CHET	TCPS	CTCP	TSGN		CHT
------	--	--	------	------	------	------	--	-----

CHT =0: 换刀方式选择方式 B

=1: 换刀方式选择方式 A

TSGN=0: 刀位信号高电平有效

=1: 刀位信号低电平有效

CTCP=0: 不检测刀架锁紧信号

=1: 检测刀架锁紧信号

TCPS=0: 刀架锁紧信号低电平有效

=1: 刀架锁紧信号高电平有效

CHET=0: 换刀结束时不检查刀位信号

=1: 换刀结束时检查刀位信号

DT004: 换刀时, 移动最多刀位的时间上限

DT007: 刀架从正转停止到刀架反转输出的延迟时间 (ms)

DT008: 刀架锁紧输出的超时时间

DT009: 刀架反转锁紧时间

2.7.3 机床回零

相关信号

DECX: X轴减速信号;

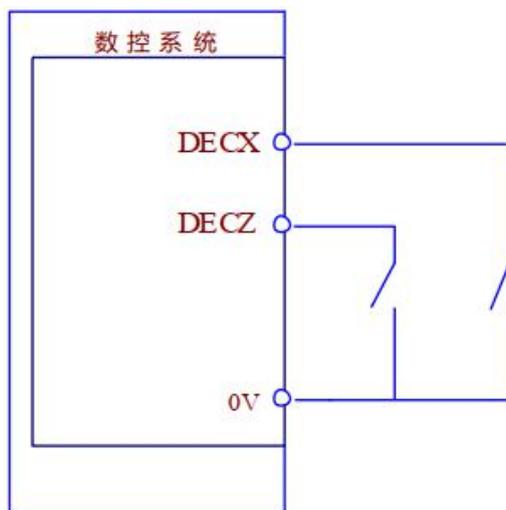
DECY: Y轴减速信号;

DECZ: Z轴减速信号;

DEC4: 第4轴减速信号;

DEC5: 第5轴减速信号;

接线图:



控制参数

K022	DEC4T	DECY	DECZ	DECX				
------	-------	------	------	------	--	--	--	--

DEC4T =0: 4th轴减速信号低电平

=1: 4th轴减速信号高电平

DECY =0: Y轴减速信号低电平

=1: Y轴减速信号高电平

DECZ =0: Z轴减速信号低电平

=1: Z轴减速信号高电平

DECX =0: X轴减速信号低电平

=1: X轴减速信号高电平

在系统参数回零分类下，可以设置回零的类型和速度。

2.7.4 主轴控制

相关信号（标准 PLC 程序定义）

信号类型	符号	功能说明
输入信号	SAR	主轴速度到达信号
	SALM	主轴异常报警输入
输出信号	M03	主轴逆时针旋转(正转)
	M04	主轴顺时针旋转(反转)
	M05	主轴停止
	SCLP	主轴夹紧
	SPZD	主轴制动
	SVF	主轴伺服断开

2.7.5 主轴转速开关量控制

相关信号（标准 PLC 程序定义）

S01~S04: 主轴转速开关量控制信号, 标准 PLC 程序定义的 S01~S04 信号接口为复用接口, S01~S04 与 M41~M44 共用接口。参数 N0105 设置开关量控制。

控制逻辑（标准 PLC 程序定义）

CNC 上电时, S1~S4 输出无效。执行 S01、S02、S03、S04 中任意一个代码, 对应的 S 信号输出有效并保持, 同时取消其它 S 信号的输出。执行 S00 代码时, 取消 S1~S4 的输出, S1~S4 同一时刻仅一个输出有效。

2.7.6 主轴自动换档控制

相关信号（标准 PLC 程序定义）

M41 ~ M44: 主轴自动换档输出信号, 当选择主轴模拟量控制 (0~10V 模拟电压输出) 时可支持 4 个档位主轴自动换档控制。

M41I、M42I: 主轴自动换档第 1、2 档位换档到位信号, 可支持 2 个档位换档到位检测功能。

控制参数

K015					SHT	AGIM	AGIN	AGER
------	--	--	--	--	-----	------	------	------

AGER=1: 主轴自动换档功能有效;

=0: 主轴自动换档功能无效。

- AGIN=1: 主轴自动换档至 1、2 档时, 检查换档到位信号 M41I、M42I;
 =0: 主轴自动换档至 1、2 档时, 不检查换档到位信号 M41I、M42I。
- AGIM=1: 换档到位信号 M41I、M42I 与 +24V 断开时有效;
 =0: 换档到位信号 M41I、M42I 与 +24V 接通时有效。
- SHT =1: 主轴档位掉电记忆;
 =0: 主轴档位掉电不记忆。

2.7.7 外接循环启动和进给保持

相关信号 (标准 PLC 程序定义)

ST: 外接自动循环启动信号, 与机床面板中的自动循环启动键功能相同。

SP: 外接进给保持信号, 与机床面板中的进给保持键功能相同。

2.7.8 冷却泵控制

相关指令信号 (标准 PLC 程序定义)

信号类型	符号	功能说明
输出信号	M08	冷却泵控制输出
指令格式	M08	冷却液开
	M09	冷却液关

信号连接

内部电路如下图 2-50 所示:

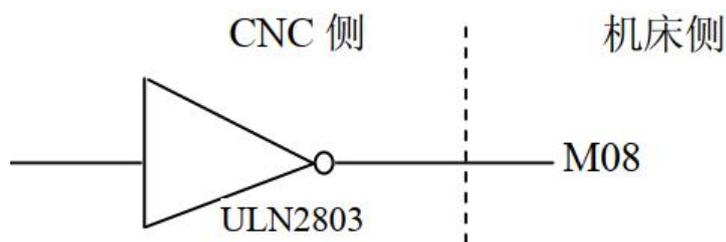


图 2-50

功能描述 (标准 PLC 程序定义)

CNC 上电后, M09 有效, 即 M08 输出无效。执行 M08, M08 输出有效, 冷却泵开; 执行 M09, 取消 M08 输出, 冷却泵关。

2.7.9 润滑控制

相关指令信号（标准 PLC 程序定义）

信号类型	符号	功能说明
输出信号	M32	润滑控制输出
指令格式	M32	润滑开
	M33	润滑关

信号连接

内部电路如下图 2-51 所示：

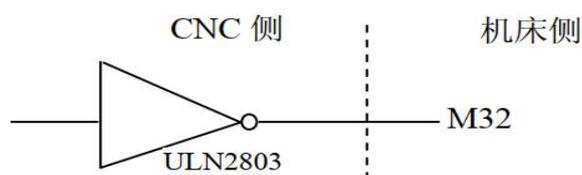


图 2-51

2.7.10 卡盘控制

相关信号（标准 PLC 程序定义）

DIQP: 卡盘控制输入信号

DOQPJ: 内卡盘夹紧输出 / 外卡盘松开输出信号

DOQPS: 内卡盘松开输出 / 外卡盘夹紧输出信号

NQPJ: 内卡盘夹紧到位 / 外卡盘松开到位信号

WQPJ: 内卡盘松开到位 / 外卡盘夹紧到位信号

控制参数

K012					CCHU	NYQP	SLSP	SLQP
------	--	--	--	--	------	------	------	------

SLQP=1: 卡盘控制功能有效；

=0: 卡盘控制功能无效。

SLSP=1: 卡盘功能有效时，不检查卡盘是否夹紧；

=0: 卡盘功能有效时，检查卡盘是否夹紧，如果卡盘未夹紧，则无法启动主轴，产生报警。

NYQP=1: 外卡方式，NQPJ 为外卡盘松信号，WQPJ 为外卡盘紧信号；

=0: 内卡方式，NQPJ 为内卡盘紧信号，WQPJ 为内卡盘松信号。

CCHU=1: 检查卡盘到位信号；

=0: 不检查卡盘到位信号。

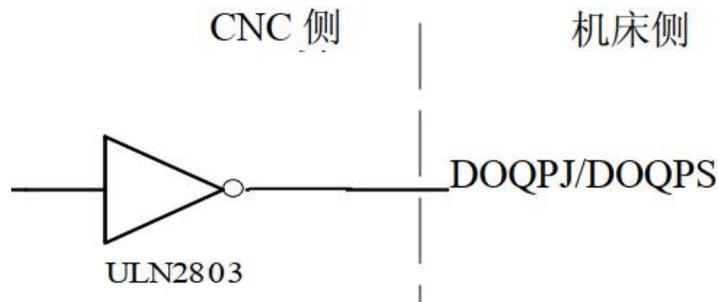
DT018	
-------	--

DT18>0: 卡盘夹紧和松开信号为脉冲输出, 脉冲宽度由 DT18 设置

=0: 卡盘夹紧和松开信号为电平输出

信号连接

DOQPJ/DOQPS 电路如下图 2-52 所示:



动作时序

①当 SLQP=1、SLSP=0、NYQP=0、CCHU=1 时, CNC 选择内卡方式, 卡盘到位信号检测机能有效:

DOQPS: 卡盘松开输出; WQPJ: 松开到位信号;

DOQPJ: 卡盘夹紧输出; NQPJ: 夹紧到位信号。

开机时, DOQPJ 及 DOQPS 都输出高阻, 当 CNC 第一次检测到卡盘控制输入信号 DIQP 有效时, DOQPJ 与 0V 接通、卡盘夹紧。

执行 M12 后, DOQPS 输出高阻, DOQPJ 输出 0V, 卡盘夹紧, CNC 等待 NQPJ 信号到位;

执行 M13 后, DOQPJ 输出高阻, DOQPS 输出 0V, 卡盘松开, CNC 等待 WQPJ 信号到位。

②当 SLQP=1、SLSP=0、NYQP=1、CCHU=1 时, CNC 选择外卡方式, 卡盘到位信号检测机能有效:

DOQPS: 卡盘夹紧输出。WQPJ: 夹紧到位信号

DOQPJ: 卡盘松开输出。NQPJ: 松开到位信号。

开机时, DOQPJ 及 DOQPS 都输出高阻, 当 CNC 第一次检测到卡盘控制输入信号 DIQP 有效时, DOQPS 与 0V 接通、卡盘夹紧。

执行 M12 后, DOQPS 输出 0V, DOQPJ 输出高阻, 卡盘夹紧, CNC 等待 WQPJ 信号到位;

执行 M13 后, DOQPJ 输出 0V, DOQPS 输出高阻, 卡盘松开, CNC 等待 NQPJ 信号到位。

第二次卡盘控制输入有效时, DOQPS 输出 0V, 卡盘松开, 卡盘夹紧/松开信号互锁交替输出, 即每有一次卡盘控制输入信号有效时, 其输出状态就改变一次。

③卡盘与主轴的互锁关系:

SLQP=1、SLSP=0、M3 或 M4 有效时, 执行 M13 产生报警, 输出状态不变;

SLQP=1、SLSP=0、CCHU=1 时, 在 MDI 或自动方式下执行 M12 代码, CNC 未检测到卡盘夹紧到位有效之前, CNC 不执行下一代码, 手动方式下卡盘控制输入信号 DIQP 有效时, 在 CNC 未检测到卡盘夹紧到位有效之前, 面板主轴正、反转键无效。在主轴旋转时或自动循环加工过程中, DIQP 信号输入无效; DOQPS、DOQPJ 在 CNC 复位、急停时输出状态保持不变。

2.7.11 尾座控制

相关信号（标准 PLC 程序定义）

DOTWJ：尾座进输出信号

DOTWS：尾座退输出信号

DITW：尾座控制输入信号

控制参数

K013							SPTW	SLTW
------	--	--	--	--	--	--	------	------

SLTW=1：尾座控制功能有效；

=0：尾座控制功能无效。

SPTW=1：主轴旋转和尾座进退不互锁，无论主轴处于何种状态，尾座均可以进退；无论尾座处于何种状态，主轴均可以旋转；

=0：主轴旋转和尾座进退互锁，当主轴旋转时，尾座不可以退出；当尾座没有进时，不得启动主轴。

信号连接

尾座控制信号电路见下图 2-55 所示：

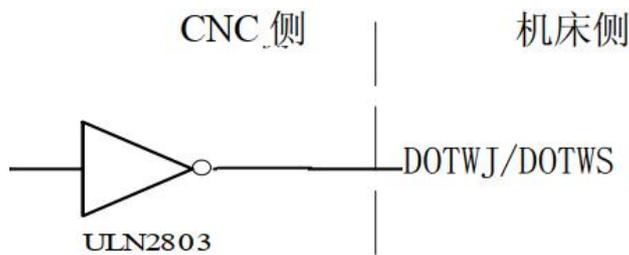


图 2-55

动作时序（标准 PLC 程序定义）

开机时，尾座进 DOTWJ 及尾座退 DOTWS 都无效；第一次尾座控制输入 DITW 有效时，尾座进有效；第二次尾座控制输入有效时，尾座退有效，尾座进/尾座退信号互锁交替输出，即每有一次尾座控制输入信号有效时，输出状态就改变一次。执行代码 M10 后，DOTWJ 输出 0V，尾座进；执行代码 M11 后，DOTWS 输出 0V，尾座退。

主轴旋转时，尾座控制输入信号无效，其输出状态保持不变；DOTWS、DOTWJ 在 CNC 复位、急停时其输出状态保持不变。

2.7.12 防护门检测

相关信号（标准 PLC 程序定义）

SAGT：防护门检测输入信号。

控制参数

K014					SPB4	PB4		
------	--	--	--	--	------	-----	--	--

PB4 =0: 防护门检测功能无效;

=1: 防护门检测功能有效。

SPB4=0: SAGT 低电平时为防护门关闭;

=1: SAGT 高电平时为防护门关闭。

功能描述（标准 PLC 程序定义）

① 防护门检测功能在自动方式下有效，但防护门打开时，在所有方式下都会给出“防护门已打开”的警告提示，不影响其它功能执行；

② 自动方式下，自动循环启动时，如果 CNC 检测到防护门打开，则产生报警；

③ 自动运行过程中，如果 CNC 检测到防护门打开，则轴进给暂停，关闭主轴、冷却输出；

2.7.13 程序段选跳

在程序中不想执行某一段程序段而又不想删除该程序段时，可选择程序段选跳功能。当程序段段首具有“/”号且程序段选跳开关打开（机床面板按键或程序选跳外部输入有效）时，在自动运行时此程序段跳过去不运行。

相关信号（标准 PLC 程序定义）

AEY/BDT: 程序段选跳信号。

2.7.14 CNC 宏变量

相关信号

宏输出信号：标准 PLC 定义了 5 个 #1100 ~ #1105 宏输出口；

宏输入信号：标准 PLC 定义了 16 个 #1000 ~ #1015 宏输入口。

信号诊断

宏变量号	#1105	#1104	#1103	#1102	#1101	#1100
诊断地址	Y3.7	Y3.6	Y3.5	Y3.4	Y3.3	Y3.2

宏变量号	#1007	#1006	#1005	#1004	#1003	#1002	#1001	#1000
诊断地址	X0.7	X0.6	X0.5	X0.4	X0.3	X0.2	X0.1	X0.0

宏变量号	#1015	#1014	#1013	#1012	#1011	#1010	#1009	#1008
诊断地址	X1.7	X1.6	X1.5	X1.4	X1.3	X1.2	X1.1	X1.0

功能描述（标准 PLC 程序定义）

给宏变量 #1100～#1105 赋值，可改变 U00～U05 输出信号状态；赋值为“1”时，输出 0V；赋值为“0”时，关闭其输出信号。

检测宏变量 #1000～#1015 的值可知道输入接口 X0.0～X0.7、X1.0～X1.7 的输入状态。

2.7.15 三色灯

相关信号及功能定义（标准 PLC 程序定义）

Y3.1: 黄灯，表示常态（非运行、非报警状态）

Y2.7: 绿灯，表示运行状态

Y2.6: 红灯，表示报警状态

第三章 机床调试方法与步骤

本章介绍 S98T/S180T/S188T 数控系统首次通电时的试运行方法及其步骤，按下面的操作步骤进行调试后，可以进行相应的机床操作。

3.1 驱动单元设置

根据驱动单元的报警逻辑电平设置参数 N0176。

如果机床移动方向与指令要求方向不一致，可修改参数 N0177。

手动移动方向可通过参数 N0178 来改变。

3.2 齿轮比调整

系统提供了两种设置方法，第一种使用分子和分母的方式，参数 N0007 和 N0008；第二种只用设置参数，不用计算，参数 N0009~N0012，但要把 N0007 和 N0008 设置为 0。

分子和分母的计算方法：

机床移动距离与 CNC 坐标显示的位移距离不一致时，可修改参数 N0007 和 N0008 来进行电子齿轮比的调整，适应不同的机械传动比。计算公式：

$$\frac{CMR}{CMD} = \frac{\delta \times 360}{\alpha \times L} \times \frac{Z_M}{Z_D}$$

CMR：电子齿轮比分子

CMD：电子齿轮比分母

α ：脉冲当量，电机接受一个脉冲转动的角度 L：丝杠的导程

δ ：CNC 的当前输入最小单位 Z_M：丝杠端齿轮的齿数 Z_D：电机端齿轮的齿数

例：丝杠端齿轮的齿数为 50，电机端齿轮的齿数为 30，脉冲当量 $\alpha = 0.075$ 度，丝杠导程为 4 毫米；

X、Z 轴电子齿轮比：

$$\frac{CMR}{CMD} = \frac{\delta \times 360}{\alpha \times L} \times \frac{Z_M}{Z_D} = \frac{0.001 \times 360}{0.075 \times 4} \times \frac{50}{30} = \frac{2}{1}$$

则参数 N0007=2， N0008=1。

当电子齿轮比分子大于分母时，CNC 允许的最高速度将会下降。

当电子齿轮比分子与分母不相等时，CNC 的定位精度可能会下降。例：参数 N0007=1，N0008=5 时，输入增量为 0.004 时不输出脉冲，输入增量达到 0.005 时输出一个脉冲。配套步进驱动时，尽可能选用带步进细分功能的驱动单元，同时合理选择机械传动比，尽可能保持 CNC 的电子齿轮比设置为 1:1，避免 CNC 的电子齿轮比的分子与分母悬殊过大。

3.3 反向间隙补偿

反向间隙补偿量以实际测得间隙量为输入值。单位为 mm(公制机床)或 inch(英制机床)。可以使用百分表、千分表或激光检测仪测量，反向间隙补偿要进行准确补偿方可提高加工的精度，因此不推荐使用手轮或单步方式测量丝杠反向间隙，建议按如下方法来测量反向间隙：

编辑程序（Z轴为例）：

```
00001;
N10 G01 W10 F800;
N20 W15;
N30 W1;
N40 W-1;
N50 M30。
```

测量前应将反向间隙误差补偿值设置为零；

单段运行程序，定位两次后找测量基准 A，记录当前数据，再进行同向运行 1mm，然后反向运行 1mm 到 B 点，读取当前数据。

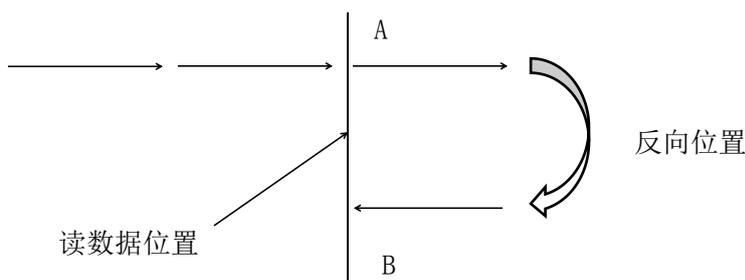


图 4-4 反向间隙测量方法示意图

反向间隙误差补偿值 = |A 点记录的数据 - B 点记录的数据|；把计算所得的数据输入到 CNC 数据参数 N0063 中。

数据 A：A 处读到百分表的数据；

数据 B：B 处读到百分表的数据；

注 1：CNC 参数 N0062 可设定反向间隙补偿的方式，参数 N0064 可设定反向间隙以固定频率方式补偿的补偿步长；

注 2：机床每使用 3 个月后要重新检测反向间隙。

3.4 刀架调试

可支持多种刀架，具体参数设定由机床的说明书为准。刀架正常运转的相关参数设定：

K 参数 No011 的 Bit2 位 (TSGN)：刀架到位信号高/低电平选择，如果刀具到位信号为低电平有效要并接上拉电阻；

K 参数 No011 的 Bit3 位 (CTCP)：换刀时检测/不检测刀架锁紧信号；

K 参数 No011 的 Bit4 位 (TCPS)：刀架锁紧信号高/低电平选择；

K 参数№011 的 Bit5 位 (CHET)：换刀结束时检查/不检查刀位信号；

K 参数№011 的换刀方式选择位 Bit0 位 (CHT) 的功能详见换刀控制部分；

T 参数№004：换刀所需要的时间上限；

T 参数№007：刀架正转停止到反转锁紧开始的延迟时间；

系统参数 N0126：总刀位选择；

T 参数№008：刀架反转锁紧时间。首次上电进行换刀时，如果刀架不转动，可能是由于刀架电机的三相电源的相序连接不正确，此时应立即按复位键，切断电源并检查接线，如为三相电源的相序连接不正确造成，可调换三相电源中的任意两相。

反转锁紧时间设置要合适，设置时间不能太长也不能太短，反转锁紧时间过长损坏电机；反转锁紧时间过短刀架可能锁不紧，检验刀架是否锁紧的方法为：用百分表靠紧刀架，人为的扳动刀架，百分表指针浮动不应超出 0.01mm。

调试中，必须每一把刀位、最大转换的刀位都进行一次换刀，观察换刀正确性，时间参数设定是否合适。

第四章 存储型螺距误差补偿功能

4.1 功能说明

机床各轴丝杆的螺距或多或少存在着精度误差，这必然会影响零件的加工精度，S98T/S180T/S188T系列具有存储型螺距误差补偿功能可以对丝杆的螺距误差进行精确的补偿。

4.2 规格说明

- 1、设定的补偿量与补偿原点、补偿间隔等因素有关；
- 2、螺距误差补偿值是根据机床坐标（机械坐标）值及螺距误差补偿原点查表获取的；
- 3、补偿的点数：各轴最多 256 个；
- 4、可以补偿的轴：X、Z、Y、4th、5th、6th；
- 5、补偿量范围：0 ~ $\pm 99 \times$ 最小指令增量；
- 6、补偿间隔：1 ~ 9999.9999；
- 7、补偿点 N (N=0, 1, 2, 3, ...255) 的补偿量，由区间 N、N-1 的机械误差来决定；
- 8、设定方法与 CNC 参数的输入方法相同，详见《操作说明篇》。

4.3 参数设定

4.3.1 螺补功能

系统参数 N0067 设置是否启动螺距误差补偿功能。

4.3.2 螺距误差补偿原点

机床零点所对应的在螺距误差补偿表中的补偿位置号叫螺距误差补偿原点(参考点)；螺距误差补偿原点由系统参数 N0068 设定。根据实际需求，各轴可设定在 0~255 中的任意位置。

4.3.3 补偿间隔

螺距误差补偿间隔：N0069；

输入单位：公制机床：mm，英制机床：inch；

设定范围：1 ~ 9999.9999。

注：X 轴螺距误差补偿间隔以半径值输入。

4.3.4 补偿量

各轴螺距误差补偿量，按下表的参数号设定，补偿量固定以半径值输入，与直径编程还是半径编程无关，输入值单位为 mm（公制机床）或 inch（英制机床）。

补偿序号	X	Z	Y
000
001	5	-2	3
002	-3	4	-1
...
255

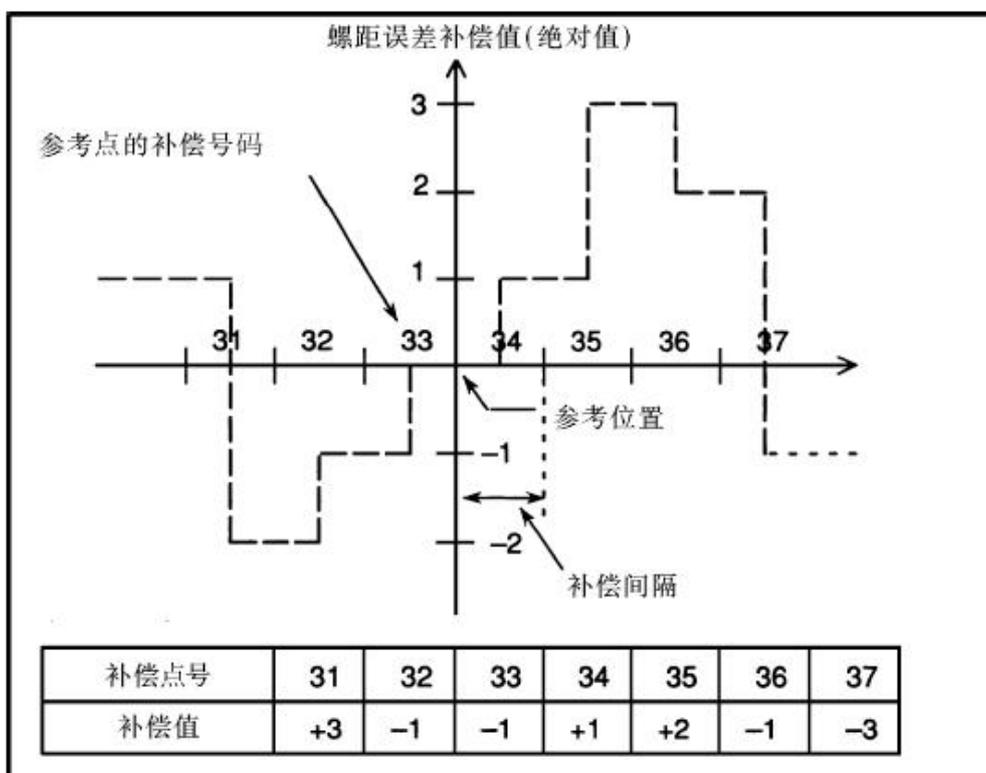
4.4 补偿量设定的注意事项

- ①操作权限必须为二级密码才可进行螺补参数的设定与修改。
- ②设定了螺距误差补偿的参数后，重新返回机床零点后才可进行正确的补偿。

4.5 补偿参数设定举例

系统参数 N0068（螺距误差补偿原点）=33，系统参数 N0069（补偿间隔）=10.000mm

在下例中参考点的螺距误差补偿点号为 33。



附录一 系统参数

轴伺服

序号	注释	默认值	范围
0001	编程方式(0:直径 1:半径)	0	0 或 1
0002	轴类型(0:直线轴 1:旋转轴)	0	0 或 1
0003	为旋转轴时,绝对坐标循环功能(0:无效 1:有效)	1	0 或 1
0004	为旋转轴时,(0:就近旋转 1:按符号方向旋转)	0	0 或 1
0005	为旋转轴时,相对坐标循环功能(0:无效 1:有效)	0	0 或 1
0006	C轴控制类型(0:脉冲和方向 1:MII)	0	0 或 1

齿轮比 1

序号	注释	默认值	范围
0007	电子齿轮比分子	1	0~99999999
0008	电子齿轮比分母	1	0~99999999

齿轮比 2

序号	注释	默认值	范围
0009	每圈的脉冲数	1	1~99999999
0010	丝杠的导程	1	0~99999999
0011	丝杠端齿轮的齿数	1	1~99999999
0012	电机端齿轮的齿数	1	1~99999999

速度

序号	注释	默认值	范围
0013	最高控制速度(全轴通用 mm/min)	8000	0~90000
0014	最低控制速度(全轴通用 mm/min)	30	0~8000
0015	空运行时,G00 运行的速度为(0:手动进给 1:快速速度)	1	0 或 1
0016	G00 插补轨迹为(0:非直线型 1:直线型)	0	0 或 1
0017	快速运行方式(0:前加减速 1:后加减速)	0	0 或 1
0018	快速运行为(0:直线型 1:前加减速S型/后加减速指数型)	0	0 或 1
0019	快速各轴前加减速的时间常数(ms)	100	1~4000
0020	快速各轴后加减速的时间常数(ms)	80	1~4000

0021	各轴快速移动最高速度	5000	0~90000
0022	快速进给倍率为F ₀ 时(0:不停止 1:停止)	0	0或1
0023	快速移动倍率为F ₀ 时的快速移动速度(mm/min)	400	6~4000
0024	切削进给方式(0:前加减速, 1:后加减速)	0	0或1
0025	切削进给为(0:直线型 1:前加减速S型/后加减速指数型)	0	0或1
0026	预读加减速类型(0:NEW 1:OLD)	0	0或1
0027	接通电源时的切削进给速度(mm/min)	300	0~9999
0028	切削进给前加减速的时间常数(ms)	530	1~4000
0029	切削进给后加减速的时间常数(ms)	100	1~4000
0030	指数型加减速最低速度	0	0~9999
0031	指数型加减速切削进给加速度是否钳制(0:否 1:是)	0	0或1
0032	指数型加减速加速度箝制常数	50	0~1000
0033	自动拐角减速功能(0:角度控制, 1:速度差控制)	1	0或1
0034	自动拐角减速最低进给速度(mm/min)	60	0~4000
0035	自动拐角减速的两个程序段的临界夹角(度)	0	0~10
0036	速度差方式减速功能各轴允许偏差	10	0~4000
0037	圆弧插补法向加速度限制	1000	0~9999
0038	圆弧插补法向加速度嵌位的低速下限	200	0~9999
0039	圆弧半径误差最大值(mm)	0.01	0~1
0040	圆弧插补控制精度(mm)	0.03	0~1
0041	最大合并程序段数	0	0~25
0042	合并程序段控制精度	0	0~1
0043	切削进给是否控制到位精度(0:否 1:是)(后加减速才有效)	1	0或1
0044	前加减速程序段重叠插补是否有效(0:否 1:是)	0	0或1
0045	切削进给到位精度	0	0~1
0046	预读方式, 切削加工精度级别	2	1~3
0047	图形预览速度(mm/min)	1000	0~9999

手动

序号	注释	默认值	范围
0048	通电后回机械零点前, 手动快速移动(0:无效 1:有效)	1	0或1
0049	手动运行选择(0:直线 1:指数)型加减速	0	0或1

0050	各轴手动进给的加减速时间常数(ms)	100	1~4000
0051	手动进给倍率为100%时的设定速度(mm/min)	1260	0~9999

手轮

序号	注释	默认值	范围
0052	手脉键作用(0:单步 1:手轮)方式	1	0 或 1
0053	X轴手轮或单步按(0:坐标 1:机床)移动量	0	0 或 1
0054	手轮轮盘转动位移量是否全部运行(0:否 1:是)	1	0 或 1
0055	手轮运行选择(0:直线 1:指数)型加减速	1	0 或 1
0056	手轮加减速时间常数(ms)	120	1~4000
0057	手轮不完全运行方式最高钳制速度	2000	0~3000
0058	手轮不完全运行方式加速度箝制常数	50	0~1000
0059	手轮/单步进给最高箝制速度	1000	0~3000
0060	手轮试切倍率	0.2	0~100
0061	各轴手轮旋转方向	0	0 或 1

补偿

序号	注释	默认值	范围
0062	反向间隙补偿方式为(0:固定频率 1:加减速)	0	0 或 1
0063	各轴反向间隙补偿量(mm)	0	0~0.5
0064	各轴间隙以固定频率方式补偿的补偿步长	0.003	0~0.5
0065	反向间隙补偿确定反向的精度(mm)	0.01	0.0001~1
0066	反向间隙以升降速方式补偿的时间常数	20	0~400
0067	螺距误差补偿功能(0:无效 1:有效)	0	0 或 1
0068	各轴机床零点位置对应的螺距误差补偿位置号	0	0~225
0069	螺距误差补偿间隔距离(mm)	10	1~10000
0070	螺距误差补偿倍率	0.001	0~10000

回零

序号	注释	默认值	范围
0071	回零模式选择(0:档块后 1:档块前)	1	0 或 1
0072	回零方式选择:(0:无 1:有)一转信号	0	0 或 1

0073	无一转信号时回零方式选择(0:U型 1:T型)	1	0或1
0074	手动回零点(0:可以 1:不能)同时选择多轴	0	0或1
0075	进行参考点返回的相对坐标(0:不取消 1:取消)	0	0或1
0076	参考点建立记忆后手动返回参考点为(0:快速 1:手动)速度	0	0或1
0077	参考点没建立时,执行G28以外指令(0:不报警 1:报警)	0	0或1
0078	参考点没建立时的G28指令(0:使用挡块 1:报警)	0	0或1
0079	机械零点(0:不记忆 1:记忆)	0	0或1
0080	各轴减速信号(0:低,1:高)电平有效	0	0或1
0081	各轴返回参考点方向为(0:正 1:负)方向	0	0或1
0082	各轴返回机床零点的低速速度(mm/min)	40	1~400
0083	各轴回机床零点的高速速度(mm/min)	4000	10~9999
0084	各轴机床零点偏移量(mm)	0	-10000~10000
0085	第1参考点机床坐标(mm)	0	-10000~10000
0086	第2参考点机床坐标(mm)	0	-10000~10000
0087	第3参考点机床坐标(mm)	0	-10000~10000
0088	第4参考点机床坐标(mm)	0	-10000~10000

坐标系

序号	注释	默认值	范围
0089	公英制转换时工件坐标系值自动转换(0:不进行 1:进行)	1	0或1
0090	G54 工件原点偏移量(mm)	0	-99999~99999
0091	G55 工件原点偏移量(mm)	0	-99999~99999
0092	G56 工件原点偏移量(mm)	0	-99999~99999
0093	G57 工件原点偏移量(mm)	0	-99999~99999
0094	G58 工件原点偏移量(mm)	0	-99999~99999
0095	G59 工件原点偏移量(mm)	0	-99999~99999
0096	外部工件原点偏移量(mm)	0	-99999~99999

限位

序号	注释	默认值	范围
0097	移动前是否行程检测(0:否 1:是)	1	0或1
0098	发出超程指令时,在超程(0:前 1:后)报警	1	0或1

0099	回机械零点前软限位是否有效(0:无效 1:有效)	0	0 或 1
0100	第二行程限位的禁入区域(0:里面 1:外面)	1	0 或 1
0101	正向最大行程(第一行程极限 mm)	9999.999	-99999~99999
0102	负向最大行程(第一行程极限 mm)	-9999.999	-99999~99999
0103	正向最大行程(第二行程极限 mm)	9999	-99999~99999
0104	负向最大行程(第二行程极限 mm)	-9999	-99999~99999

主轴

序号	注释	默认值	范围
0105	主轴转速(0:开关量控制 1:模拟电压控制)	1	0 或 1
0106	切削前(0:不检查 1:检查)主轴转速到达信号	0	0 或 1
0107	每转进给方式下,G04 是否为每转暂停(0:否 1:是)	0	0 或 1
0108	主轴模拟电压输出为 10V 时电压偏置补偿值	0	-0.2~0.2
0109	主轴速度模拟输出的增益调整数据	1	0.98~1.02
0110	主轴编码器线数	1024	100~5000
0111	允许输入的最大主轴速度(r/min)	6000	10~99999
0112	主轴相应档位的最高转速(r/min)	6000	10~99999
0113	编码器与主轴齿轮比参数:主轴齿轮数	1	1~255
0114	编码器与主轴齿轮比参数:编码器齿轮数	1	1~255
0115	主轴指令倍乘系数	512	0~9999
0116	主轴指令分频系数	125	0~9999
0117	主轴换档时输出的电压(mV)	100	0~10000
0118	主轴点动时的旋转速度(r/min)	40	1~8000
0119	主轴反转的间隙补偿量	0	0~100
0120	主轴速度采样周期	1	0~32
0121	变频器对应的最大设置值	65535	10~99999
0122	G0 定位时计算 G96 主轴转速根据(0:终点坐标 1:当前坐标)	0	0 或 1
0123	G96 主轴转速钳制(0:主轴倍率之前 1:主轴倍率之后)	0	0 或 1
0124	恒线速(G96)控制下,主轴的最低转速(r/min)	100	0~9999
0125	表面速度控制时作为计数基准的轴	0	0~4

刀架

序号	注释	默认值	范围
0126	总刀位数选择(小于2为排刀架)	4	1~32

系统配置

序号	注释	默认值	范围
0127	是否忽略外部用户报警(0:否 1:是)	0	0或1
0128	是否忽略进给轴驱动器报警(0:否 1:是)	0	0或1
0129	是否忽略主轴驱动器报警(0:否 1:是)	0	0或1
0130	是否忽略急停报警(0:否 1:是)	0	0或1
0131	是否忽略硬限位报警(0:否 1:是)	0	0或1
0132	是否忽略MII报警(0:否 1:是)	0	0或1
0133	最小移动单位:(0:0.001 1:0.0001)	0	0或1
0134	(0:公制 1:英制)输入	0	0或1
0135	(0:公制 1:英制)输出	0	0或1
0136	接通电源或清除状态时(0:G00方式, 1:G01方式)	0	0或1
0137	接通电源或清除状态时设定(0:G12 1:G13)	1	0或1
0138	按[编辑]键是否切换到程序界面(0:否 1:是)	1	0或1
0139	刀具寿命管理功能(0:无效 1:有效)	0	0或1
0140	控制轴数	2	1~6
0141	轴名称(0:X 1:Z 2:Y 3:A 4:B 5:C)		0~5
0142	当前使用的梯形图号	66	1-99
0143	FPGA插补周期	1	0.5或1
0144	复位信号输出时间(ms)	200	50~400
0145	需要加工总零件数	0	0~99999
0146	已加工总零件数	0	0~99999
0147	通电时间的累计值(小时)	0	0~99999
0148	切削时间的累计值(小时)	0	0~99999

程序

序号	注释	默认值	范围
0149	M02执行后光标(0:不返回 1:返回)开头	1	0或1
0150	M30执行后光标(0:不返回 1:返回)开头	1	0或1

0151	复位时光标返回程序开头在(0:编辑 1:任何)方式有效	1	0 或 1
0152	(0:不禁止 1:禁止)程序号为 8000~8999 的程序编辑	1	0 或 1
0153	(0:不禁止 1:禁止)程序号为 9000~9999 的程序编辑	1	0 或 1
0154	是否自动插入顺序号(0:否, 1:是)	0	0 或 1
0155	自动插入程序段号时的段号增量值	10	
0156	单件加工时间是否自动清零(0:否 1:是)	0	0 或 1
0157	同一段中, 指令两个以上相同地址时(0:不报警 1:报警)	1	0 或 1
0158	MDI 界面下复位键是否删除编制的程序(0:否 1:是)	0	0 或 1
0159	MDI 界面执行程序后是否删除编制的程序(0:否 1:是)	0	0 或 1
0160	单方向定位 G 代码是否设定为模态代码(0:否 1:是)	0	0 或 1
0161	断电再启动的各轴移动顺序(1:X 2:Z 3:Y 4:A 5:B 6:C)	123456	1~6

刀补

序号	注释	默认值	范围
0162	公英制转换时刀补值(0:不进行 1:进行)自动转换	1	0 或 1
0163	以(0:移动 1:坐标偏移)方式执行刀具偏置	1	0 或 1
0164	No. 0 刀补平移工件坐标系(0:无效 1:有效)	0	0 或 1
0165	刀具半径补偿中起刀形式为(0:A 型 1:B 型)	0	0 或 1
0166	G28, G30 指令移动到中间点, (0:不取消 1:取消)半径补偿	1	0 或 1
0167	是否进行半径补偿干涉检查(0:否, 1:是)	1	0 或 1
0168	刀具半径补偿 C 中沿拐角外侧移动时忽视矢量的极限值	0	0~10000
0169	刀具半径补偿 C 的最大误差值	0.001	0.0001~0.01
0170	每次输入刀具磨损量的正/负极限值(mm)	10	0.01~100

PLC

序号	注释	默认值	范围
0171	外接循环启动信号(0:有效 1:无效)	0	0 或 1
0172	外接暂停信号(0:有效 1:无效)	0	0 或 1
0173	外接急停信号(0:有效 1:无效)	0	0 或 1
0174	急停有效电平(0:高电平 1:低电平)	0	0 或 1
0175	是否使用外部编辑锁(0:否 1:是)	0	0 或 1
0176	驱动器报警电平	0	0 或 1
0177	进给方向电平	0	0 或 1

0178	轴移动键是否取反(0:是 1:否)	1	0 或 1
0179	所有轴互锁信号是否有效(0:否 1:是)	0	0 或 1

螺纹

序号	注释	默认值	范围
0180	螺纹加减速方式(0:直线型 1:S型)	0	0 或 1
0181	螺纹切削 X/Z 轴的起始速度(mm/min)	50	6~8000
0182	在螺纹切削中直线加减速时间常数(主轴档位 ms)	100	1~4000
0183	螺纹切削时的退尾长度 TCH(*0.1*螺纹导程)	5	0~225
0184	螺纹退尾时短轴的加减速时间常数(ms)	100	1~4000
0185	螺纹退尾时短轴的速度(设为0时按螺纹切削进给速度退尾)	0	0~8000
0186	螺纹加工时主轴转速波动报警限制值(设定为0时表示不检测)	0	0~100

固定循环

序号	注释	默认值	范围
0187	G71/G72 循环车削时的单次进刀量(mm)	0.001	0.001~100
0188	G71/G72 循环车削时的单次退刀量(mm)	0	0~100
0189	G73 循环车削时, X 轴的退刀量(mm)	0	-10000~10000
0190	G73 循环车削时, Z 轴的退刀量(mm)	0	-10000~10000
0191	G73 循环车削的切削次数	1	1~9999
0192	G74/G75 循环车削 Z/X 轴的退刀量(mm)	0	0~100
0193	G76 循环精加工的重复次数	1	1~99
0194	G76 循环中的刀尖角度	0	0~99
0195	G76 循环中的最小切削深度(mm)	0	0~100
0196	G76 循环中的精加工余量(mm)	0	0~100

攻丝

序号	注释	默认值	范围
0197	攻丝期间, 空运行(0:无效 1:有效)	0	0 或 1
0198	攻丝时主轴控制方式为(0:跟随 1:伺服)	0	0 或 1
0199	攻丝是否变为高速深孔攻丝循环(0:否 1:是)	0	0 或 1
0200	柔性攻丝开始时, 主轴是否进行准停(0:否 1:是)	0	0 或 1

0201	刚性攻丝进刀,退刀是否使用相同的时间常数(0:否 1:是)	0	0或1
0202	刚性攻丝退刀时,倍率是否有效(0:否 1:是)	0	0或1
0203	刚性攻丝退刀倍率为(0:1% 1:10%)	0	0或1
0204	刚性攻丝退刀时的倍率值	1	0~1
0205	刚性攻丝允许的最高主轴转速(r/min)	800	0~6000
0206	深孔攻丝循环时回退量或留空量	0	0~9999
0207	主轴与攻丝轴的直线加减速时间常数	200	0~9999
0208	退刀时主轴与攻丝轴的时间常数	200	0~9999

宏程序

序号	注释	默认值	范围
0209	宏程序公共变量#100~#199,复位后(0:不清空 1:清空)	0	0或1
0210	宏程序局部变量#1~#50,复位后(0:不清空 1:清空)	0	0或1
0211	宏程序指令语句中是否可以使用单段(0:否 1:是)	0	0或1
0212	宏程序指令语句中是否延时(0:延时 1:不延时)	0	0或1

附录二 PLC 信号

X 信号

序号	位	注释
X000	.0	X 轴减速信号
	.1	尾座控制输入
	.2	刀位信号 04
	.3	刀位信号 03
	.4	刀位信号 02
	.5	刀位信号 01
	.6	刀位 T08/刀架过热
	.7	正向限位(所有轴)
X001	.0	刀位信号 T07
	.1	负向限位(所有轴)
	.2	刀位 06/刀位选通
	.3	Z 轴减速信号
	.4	刀位信号 05
	.5	Y 轴减速信号
	.6	卡盘夹紧/松开输入
	.7	刀架锁紧信号
X002	.0	
	.1	
	.2	
	.3	4TH 轴减速信号
	.4	5TH 轴减速信号
	.5	6TH 轴减速信号
	.6	
	.7	防护门检测信号
X003		
	.1	G31 跳转信号
	.2	M51-58 定向完成信号
	.3	卡盘松开到位
	.4	主轴档位 1 到位电平

	.5	卡盘夹紧到位
	.6	位置/速度信号
	.7	主轴档位 2 到位
X006	.0	辅助面板启动信号
	.1	辅助面板暂停信号
	.2	辅助面板急停信号
	.3	外接手轮倍率 X100
	.4	外接手轮轴选 X
	.5	外接手轮倍率 X10
	.6	外接手轮轴选 Y
	.7	外接手轮倍率 X1
X007	.0	外接手轮轴选 Z
X010	.0	外接手轮轴选 A
	.1	第 2 主轴驱动器在位置模式信号
	.2	第 2 主轴报警
X020	.0	编辑方式按键
	.1	自动方式按键
	.2	录入方式按键
	.3	机床零点方式按键
	.4	手轮方式按键
	.5	手动方式按键
	.6	程序零点方式按键
	.7	MES 方式按键
X021	.0	单段键
	.1	跳段键
	.2	机床锁键
	.3	辅助锁键
	.4	空运行键
	.5	选择停键
	.6	冷却液按键
	.7	润滑液按键
X022	.0	快速倍率增
	.1	快速倍率取消 (100%)

	.2	快速倍率减
	.3	进给倍率增
	.4	进给倍率取消 (100%)
	.5	进给倍率减
	.6	主轴倍率增
	.7	主轴倍率取消 (100%)
X023	.0	主轴倍率减
	.1	快速倍率 Fo
	.2	快速倍率 25%
	.3	快速倍率 50%
	.4	快速倍率 100%
	.5	单步步长 X1
	.6	单步步长 X10
	.7	单步步长 X100
X024	.0	单步步长 X1000
	.1	手动快速开关按键
	.2	X 轴正方向/手轮选择按键
	.3	按下 Y+键/手轮选择按键
	.4	Z 轴正方向/手轮选择按键
	.5	4TH 轴正方向/手轮选择按键
	.6	5TH 轴正方向/手轮选择按键
	.7	按下 X-键
X025	.0	按下 Y-键
	.1	按下 Z-键
	.2	4TH 轴负方向按键
	.3	5TH 轴负方向按键
	.4	主轴正转键
	.5	主轴停止键
	.6	主轴反转键
	.7	主轴点动键
X026	.0	主轴准停/主轴定向
	.1	程序再启动
	.2	照明灯

	.3	防护门
	.4	排屑器
	.5	尾座按键
	.6	卡盘按键
	.7	换刀键
X027	.0	FUN1
	.1	FUN2
	.2	FUN3
	.3	刀库前进
	.4	刀库后退
	.5	夹松刀
	.6	循环启动按键
	.7	暂停按键
X028	.0	锁 1（操作）
	.1	锁 2（编辑）
	.2	急停
	.3	复位(面板按键)
	.4	外接循环启动
	.5	外接暂停
	.6	快速倍率 1/三段开关一档
	.7	快速倍率 2/三段开关二档
X029	.0	主轴倍率 1
	.1	主轴倍率 2
	.2	主轴倍率 3
	.3	进给倍率 1
	.4	进给倍率 2
	.5	进给倍率 3
	.6	进给倍率 4
X030	.0	TH6 轴正方向
	.1	TH6 轴负方向按键
	.2	手脉试切键

Y 信号

序号	位	注释
Y000	.0	刀架反转输出
	.1	刀架正转输出
	.2	卡盘松开输出
	.3	尾座后退输出
	.4	机械档位 4 输出
	.5	主轴正转输出
	.6	润滑输出
	.7	机械档位 1 输出
Y001	.0	主轴制动
	.1	卡盘夹紧输出
	.2	主轴停止输出
	.3	主轴反转输出
	.4	冷却输出
	.5	尾座前进输出
	.6	机械档位 3 输出
	.7	机械档位 2 输出
Y002	.0	
	.1	
	.2	
	.3	
	.4	
	.5	照明
	.6	三色灯-红
	.7	三色灯-绿
Y003	.0	
	.1	三色灯-黄
	.2	
	.3	刀架锁紧输出
	.4	M51-58 定向输出信号
	.5	刀架制动/松开
	.6	Cs 主轴速度/位置切换输出

	.7	主轴夹紧
Y007	.0	X 轴使能
	.1	Y 轴使能
	.2	Z 轴使能
	.3	4TH 轴使能
	.4	主轴 1 使能
	.5	主轴 2 使能
Y019	.0	第 4 轴回零结束灯
	.1	Z 轴回零结束灯
	.2	Y 轴回零结束灯
	.3	X 轴回零结束灯
	.4	第 5 轴回零结束灯
	.5	第 6 轴回零结束灯
Y020	.0	编辑方式灯
	.1	自动方式灯
	.2	录入方式灯
	.3	机床零点方式灯
	.4	手轮方式灯
	.5	手动方式灯
	.6	程序零点方式灯
	.7	MES 方式指示灯
Y021	.0	单段指示灯
	.1	跳段指示灯
	.2	机床锁指示灯
	.3	辅助锁指示灯
	.4	空运行指示灯
	.5	选择停指示灯
	.6	冷却液指示灯
	.7	润滑油指示灯
Y022	.1	快速倍率（100%）指示灯
	.4	进给倍率（100%）指示灯
	.7	主轴倍率（100%）指示灯
Y023	.1	快速倍率 Fo 指示灯

	.2	快速倍率 25%指示灯
	.3	快速倍率 50%指示灯
	.4	快速倍率 100%指示灯
	.5	单步步长 X1 指示灯
	.6	单步步长 X10 指示灯
	.7	单步步长 X100 指示灯
Y024	.0	单步步长 X1000 指示灯
	.1	手动快速开关指示灯
	.2	X 轴手轮选择指示灯
	.3	Y 轴手轮选择指示灯
	.4	Z 轴手轮选择指示灯
	.5	4TH 轴手轮选择指示灯
	.6	5TH 轴手轮选择指示灯
Y025	.4	主轴正转指示灯
	.5	主轴停止指示灯
	.6	主轴反转指示灯
	.7	主轴点动指示灯
Y026	.0	主轴准停/主轴定向指示灯
	.1	程序再启动指示灯
	.2	照明指示灯
	.3	防护门指示灯
	.4	排屑器指示灯
	.5	尾座指示灯
	.6	卡盘指示灯
	.7	换刀指示灯
Y027	.0	刀库回零指示灯
	.1	刀库正转指示灯
	.2	刀库反转指示灯
	.3	刀库前进指示灯
	.4	刀库后退指示灯
	.5	夹松刀指示灯
	.6	循环启动按键指示灯
	.7	暂停按键指示灯

Y028	.0	当前档位数码管指示 1
	.1	当前档位数码管指示 2
	.2	当前刀号数码管指示 1
	.3	当前刀号数码管指示 2
	.4	当前刀号数码管指示 3
	.5	当前刀号数码管指示 4
	.6	当前刀号数码管指示 5
	.7	机床面板 ALM 灯
Y029	.0	机床面板 RDY 灯
	.1	X 轴回零指示灯
	.2	Y 轴回零指示灯
	.3	Z 轴回零指示灯
	.4	4TH 轴回零指示灯
	.5	5TH 轴回零指示灯
	.6	外接循环启动指示灯
	.7	外接暂停指示灯

F 信号

序号	位	注释
F000	.4	进给暂停灯信号
	.5	循环启动灯信号
	.6	伺服就绪信号
	.7	自动运行信号
F001	.0	报警信号
	.1	复位信号
	.2	主轴转速到达信号
	.3	分配结束信号
	.4	主轴使能信号
	.5	攻丝信号
	.7	CNC 就绪信号
F002	.1	快速进给信号
	.3	螺纹切削信号
	.4	程序启动信号
	.5	选择停检测信号
	.6	切削进给信号
	.7	系统发送空运行信号
F003	.0	系统在单步模式
	.1	系统在手轮模式
	.2	系统在手动模式
	.3	系统在录入模式
	.4	DNC 运行选择检测信号
	.5	系统在自动模式
	.6	系统在编辑模式
.7	系统发送手脉试切信号	
F004	.0	系统发送跳段
	.1	系统发送机床锁信号
	.3	系统发送单段信号
	.4	系统发送辅助锁信号
	.5	系统在机械零点模式
	.6	系统在程序零点模式

F007	.0	辅助功能选通信号
	.2	主轴挡位控制时执行 S
	.3	刀具功能选通信号
F009	.4	M30 译码信号
	.5	M02 译码信号
	.6	M01 译码信号
	.7	M00 译码信号
F010	.0	辅助功能代码 MB00
	.1	辅助功能代码 MB01
	.2	辅助功能代码 MB02
	.3	辅助功能代码 MB03
	.4	辅助功能代码 MB04
	.5	辅助功能代码 MB05
	.6	辅助功能代码 MB06
	.7	辅助功能代码 MB07
F014	.0	PLC 进入调试模式
	.1	切换方式禁止信号
F015	.1	Z 轴选择(是否启用)
	.2	Y 轴选择(是否启用)
	.3	4TH 轴选择(是否启用)
	.4	5TH 轴选择(是否启用)
	.5	6TH 轴选择(是否启用)
F018	.0	主轴实际速度 AR00
	.1	主轴实际速度 AR01
	.2	主轴实际速度 AR02
	.3	主轴实际速度 AR03
	.4	主轴实际速度 AR04
	.5	主轴实际速度 AR05
	.6	主轴实际速度 AR06
	.7	主轴实际速度 AR07
F019	.0	主轴实际速度 AR08
	.1	主轴实际速度 AR09
	.2	主轴实际速度 AR10

	.3	主轴实际速度 AR11
	.4	主轴实际速度 AR12
	.5	主轴实际速度 AR13
	.6	主轴实际速度 AR14
	.7	主轴实际速度 AR15
F021	.3	屏蔽外接急停信号
	.4	外接急停电平
	.5	屏蔽外接暂停信号
	.6	屏蔽外接循环启动信号
F022	.0	主轴速度代码信号 SB00
	.1	主轴速度代码信号 SB01
	.2	主轴速度代码信号 SB02
	.3	主轴速度代码信号 SB03
	.4	主轴速度代码信号 SB04
	.5	主轴速度代码信号 SB05
	.6	主轴速度代码信号 SB06
	.7	主轴速度代码信号 SB07
F026	.0	刀具功能代码信号 TB00
	.1	刀具功能代码信号 TB01
	.2	刀具功能代码信号 TB02
	.3	刀具功能代码信号 TB03
	.4	刀具功能代码信号 TB04
	.5	刀具功能代码信号 TB05
	.6	刀具功能代码信号 TB06
	.7	刀具功能代码信号 TB07
F030	.0	S12 位代码信号 R010
	.1	S12 位代码信号 R020
	.2	S12 位代码信号 R030
	.3	S12 位代码信号 R040
	.4	S12 位代码信号 R050
	.5	S12 位代码信号 R060
	.6	S12 位代码信号 R070
	.7	S12 位代码信号 R080

F031	.0	S12 位代码信号 R090
	.1	S12 位代码信号 R100
	.2	S12 位代码信号 R110
	.3	S12 位代码信号 R120
F032	.4	步长 X1 软键
	.5	步长 X10 软键
	.6	步长 X100 软键
	.7	步长 X1000 软键
F033	.0	攻丝方式, 执行 M29 时同时发出
	.1	G84 刚性攻丝方式信号
	.2	G88 刚性攻丝方式信号
F034	.2	X+软键
	.3	X-软键
	.4	Z+软键
	.5	Z-软键
	.6	主轴正转软键
	.7	主轴停止软键
F035	.0	快速移动软键
	.1	软面板空运行
	.2	软面板机床锁
	.3	软键盘的单段
	.4	软键盘跳段键
	.5	软面板辅助锁
	.6	软面板选择停
	.7	主轴反转软键
F036	.0	进给倍率增软键
	.1	进给倍率减软键
	.4	快速倍率增软键
	.5	快速倍率减软键
	.6	主轴倍率增软键
	.7	主轴倍率减软键
	F037	.0
.1		Z 返回零点结束信号 ZP2

	.2	Y 返回零点结束信号 ZP3
	.3	4TH 返回零点结束信号 ZP4
	.4	5TH 返回零点结束信号 ZP5
	.5	6TH 返回零点结束信号 ZP6
F038	.0	X 轴移动信号 MV1
	.1	Z 轴移动信号 MV2
	.2	Y 轴移动信号 MV3
	.3	4TH 轴移动信号 MV4
	.4	5TH 轴移动信号 MV5
	.5	6TH 轴移动信号 MV6
F039	.0	轴运动方向信号 MVD1
	.1	轴运动方向信号 MVD2
	.2	轴运动方向信号 MVD3
	.3	轴运动方向信号 MVD4
	.4	轴运动方向信号 MVD5
F040	.0	参考点建立信号 ZRF1
	.1	参考点建立信号 ZRF2
	.2	参考点建立信号 ZRF3
	.3	参考点建立信号 ZRF4
	.4	参考点建立信号 ZRF5
F041	.0	X 轴返回第一参考点结束信号
	.1	Z 轴返回第一参考点结束信号
	.2	Y 轴返回第一参考点结束信号
	.3	4TH 轴返回第一参考点结束信号
	.4	5TH 轴返回第一参考点结束信号
	.5	6TH 轴返回第一参考点结束信号
F042	.0	返回程序零点结束信号 PR01
	.1	返回程序零点结束信号 PR02
	.2	返回程序零点结束信号 PR03
	.3	返回程序零点结束信号 PR04
	.4	返回程序零点结束信号 PR05
F043	.0	系统在点动状态
F044	.1	主轴已在 (0:速度 1:位置) 模式

	.2	第 2 主轴 Cs 轮廓控制切换结束信号
	.4	(0:开关量控制 1:模拟电压控制)
F045	.1	第 2 主轴已在(0:速度 1:位置)模式
F047	.0	刀位数 0 位
	.1	刀位数 1 位
	.2	刀位数 2 位
	.3	刀位数 3 位
	.4	刀位数 4 位
	.5	刀位数 5 位
	.6	刀位数 6 位
	.7	刀位数 7 位
F051	.0	X 轴移动键是否取反(0:否 1:是)
	.1	Z 轴移动键是否取反(0:否 1:是)
	.2	Y 轴移动键是否取反(0:否 1:是)
	.3	4TH 轴移动键是否取反(0:否 1:是)
	.4	5TH 轴移动键是否取反(0:否 1:是)
	.5	6TH 轴移动键是否取反(0:否 1:是)
F054	.0	宏输出信号 U000
	.1	宏输出信号 U001
	.2	宏输出信号 U002
	.3	宏输出信号 U003
	.4	宏输出信号 U004
	.5	宏输出信号 U005
	.6	宏输出信号 U006
	.7	宏输出信号 U007
F055	.0	宏输出信号 U008
	.1	宏输出信号 U009
	.2	宏输出信号 U010
	.3	宏输出信号 U011
	.4	宏输出信号 U012
	.5	宏输出信号 U013
	.6	宏输出信号 U014
	.7	宏输出信号 U015

F057	.0	X 轴返回第二参考点结束信号
	.1	Z 轴返回第二参考点结束信号
	.2	Y 轴返回第二参考点结束信号
	.3	4TH 轴返回第二参考点结束信号
	.4	5TH 轴返回第二参考点结束信号
	.5	6TH 轴返回第二参考点结束信号
F058	.0	X 轴返回第三参考点结束信号
	.1	Z 轴返回第三参考点结束信号
	.2	Y 轴返回第三参考点结束信号
	.3	4TH 轴返回第三参考点结束信号
	.4	5TH 轴返回第三参考点结束信号
	.5	6TH 轴返回第三参考点结束信号
F059	.0	X 轴返回第四参考点结束信号
	.1	Z 轴返回第四参考点结束信号
	.2	Y 轴返回第四参考点结束信号
	.3	4TH 轴返回第四参考点结束信号
	.4	5TH 轴返回第四参考点结束信号
	.5	6TH 轴返回第四参考点结束信号
F060	.0	同组内所有刀具的寿命已到达
F061	.1	所需零件数到达信号

G 信号

序号	位	注释
G004	.3	辅助功能结束信号
G005	.4	所有轴互锁信号
	.6	辅助锁信号
	.7	编辑锁信号
G006	.0	程序再启动信号
	.1	选择停信号
	.2	手动绝对值信号
	.4	进给倍率取消信号
	.6	G31 跳转信号
	.7	M92 跳转信号
G007	.2	循环启动信号
G008	.4	急停信号
	.5	进给保持信号(0 有效)
	.6	复位信号
G009	.0	冷却信号
	.1	润滑信号
	.2	卡盘夹紧信号
	.3	尾座前进信号
G010	.0	手动移动倍率信号 JV00
	.1	手动移动倍率信号 JV01
	.2	手动移动倍率信号 JV02
	.3	手动移动倍率信号 JV03
	.4	手动移动倍率信号 JV04
	.5	手动移动倍率信号 JV05
	.6	手动移动倍率信号 JV06
	.7	手动移动倍率信号 JV07
G012	.0	进给速度倍率信号 FV00
	.1	进给速度倍率信号 FV01
	.2	进给速度倍率信号 FV02
	.3	进给速度倍率信号 FV03
	.4	进给速度倍率信号 FV04

	.5	进给速度倍率信号 FV05
	.6	进给速度倍率信号 FV06
	.7	进给速度倍率信号 FV07
G014	.0	快速进给倍率信号 RV01
	.1	快速进给倍率信号 RV02
	.2	快速进给倍率信号 RV03
	.3	快速进给倍率信号 RV04
	.4	快速进给倍率信号 RV05
	.5	快速进给倍率信号 RV06
	.6	快速进给倍率信号 RV07
	.7	快速进给倍率信号 RV08
G016	.3	主轴速度到达信号
	.4	主轴速度到达
G017	.0	X 轴回零减速信号检测
	.1	Z 轴回零减速信号检测
	.2	Y 轴回零减速信号检测
	.3	4TH 轴回零减速信号检测
	.4	5TH 轴回零减速信号检测
	.5	6TH 轴回零减速信号检测
G018	.0	X 轴手轮进给选择信号
	.1	Z 轴手轮进给选择信号
	.2	Y 轴手轮进给选择信号
	.3	4TH 轴手轮进给选择信号
	.4	5TH 轴手轮进给选择信号
	.5	6TH 轴手轮进给选择信号
G019	.4	手轮倍率信号 MP1
	.5	手轮倍率信号 MP2
	.7	手动快速进给选择信号
G021	.0	主轴速度倍率信号 SOV0
	.1	主轴速度倍率信号 SOV1
	.2	主轴速度倍率信号 SOV2
	.3	主轴速度倍率信号 SOV3
	.4	主轴速度倍率信号 SOV4

	.5	主轴速度倍率信号 SOV5
	.6	主轴速度倍率信号 SOV6
	.7	主轴速度倍率信号 SOV7
G025	.0	多主轴第 1 主轴选择信号
	.1	多主轴第 2 主轴选择信号
	.4	主轴正转信号
	.5	主轴反转信号
G026	.0	第 1 主轴模拟电压关闭信号
	.1	第 2 主轴模拟电压关闭信号
	.6	第 2 主轴 CS 轮廓控制的切换信号
	.7	CS 轮廓控制的切换信号
G027	.0	X+进给轴和方向选择信号
	.1	Z+进给轴和方向选择信号
	.2	Y+进给轴和方向选择信号
	.3	4TH+进给轴和方向选择信号
	.4	5TH+进给轴和方向选择信号
	.5	6TH+进给轴和方向选择信号
G028	.0	X-进给轴和方向选择信号
	.1	Z-进给轴和方向选择信号
	.2	Y-进给轴和方向选择信号
	.3	4TH-进给轴和方向选择信号
	.4	5TH-进给轴和方向选择信号
	.5	6TH-进给轴和方向选择信号
G030	.0	X 轴正向超程信号+L1(低有效)
	.1	Z 轴超程信号+L2(低有效)
	.2	Y 轴超程信号+L3(低有效)
	.3	4TH 轴超程信号+L4(低有效)
	.4	5TH 轴超程信号+L5(低有效)
	.5	6TH 轴超程信号+L6(低有效)
G031	.0	X 轴负向超程信号-L1(低有效)
	.1	Z 轴超程信号-L2(低有效)
	.2	Y 轴超程信号-L3(低有效)
	.3	4TH 轴超程信号-L4(低有效)

	.4	5TH 轴超程信号-L5(低有效)
	.5	6TH 轴超程信号-L6(低有效)
G032	.0	轴超程解除信号
G036	.0	在主轴点动状态
	.6	分度工作台夹紧完成信号
	.7	分度工作台松开完成信号
G037	.0	当前刀具号 NT00
	.1	当前刀具号 NT01
	.2	当前刀具号 NT02
	.3	当前刀具号 NT03
	.4	当前刀具号 NT04
	.5	当前刀具号 NT05
	.6	当前刀具号 NT06
	.7	当前刀具号 NT07
G043	.0	当前工作方式选择 1
	.1	当前工作方式选择 2
	.2	当前工作方式选择 3
	.5	DNC 运行选择信号
	.7	当前工作方式选择 4
G044	.0	跳段信号
	.1	机床锁信号
	.7	手动顺序换刀信号
G046	.1	单段信号
	.3	存储器保护信号
	.6	手脉试切信号
	.7	空运行信号
G048	.0	齿轮选择信号, 即 K3. 1
	.1	齿轮选择信号, 即 K3. 2
G054	.0	宏输入信号 UI00
	.1	宏输入信号 UI01
	.2	宏输入信号 UI02
	.3	宏输入信号 UI03
	.4	宏输入信号 UI04

	.5	宏输入信号 UI05
	.6	宏输入信号 UI06
	.7	宏输入信号 UI07
G055	.0	宏输入信号 UI08
	.1	宏输入信号 UI09
	.2	宏输入信号 UI10
	.3	宏输入信号 UI11
	.4	宏输入信号 UI12
	.5	宏输入信号 UI13
	.6	宏输入信号 UI14
	.7	宏输入信号 UI15
G061	.0	在刚性攻丝方式

A 信号

地址	报警号	显示内容
A0000.0	1200	换刀时间过长
A0000.1	1201	换刀结束时，刀架未到位报警
A0000.2	1202	换刀未完成报警
A0000.3	1203	未收到锁紧信号报警
A0000.4	1204	换刀完成时，重复检测锁紧信号，锁紧信号无效
A0000.5	1205	系统断电前，换刀出错
A0001.0	1208	尾座功能无效，不能执行 M10 和 M11 指令
A0001.1	1209	主轴旋转中，不可以退尾座
A0001.3	1211	没有检测到尾座进，不能旋转主轴
A0001.4	1212	换刀方式 A 或 B 最多可有 8 把刀
A0001.5	1213	刀具的使用寿命结束
A0002.0	1216	防护门未关/不允许自动运行
A0002.1	1217	压力低报警
A0002.3	1219	主轴旋转时，不得松开卡盘
A0002.4	1220	主轴旋转时，夹紧到位信号无效报警
A0002.5	1221	卡盘夹紧到位信号无效时，不得启动主轴
A0002.6	1222	卡盘松开，不得启动主轴
A0003.0	1224	卡盘功能无效，无法执行 M12/M13 指令
A0003.1	1225	未检测到卡盘夹紧/松开到位信号
A0003.7	1231	刀架总刀位数大于 4，不能接外接倍率（地址复用）
A0004.0	1232	非法的 M 代码
A0004.1	1233	当前不是模拟主轴，无法执行点动功能
A0004.2	1234	M03, M04 代码指定错误
A0004.4	1236	主轴换档时间过长
A0004.5	1237	主轴速度/位置控制切换时间过长
A0005.1	1241	主轴伺服或变频器异常报警
A0007.1	1257	防护门已打开
A0007.3	1259	刀盘未锁紧警告

K 参数

序号	位	注释
K000	.1	梯形图界面数据显示为(0:十进制 1:十六进制)
	.7	PLC 进入(0:运行模式 1:调试模式)
K001	.0	调试 PLC
K003	.1	主轴档位保持寄存器
	.2	主轴档位保持寄存器
	.4	外接手轮轴选(0:有效 1:无效)
	.6	手轮倍率信号 MP1
	.7	手轮倍率信号 MP2
K004	.0	X 正向超程信号
	.1	X 负向超程信号
	.2	Z 正向超程信号
	.3	Z 负向超程信号
	.4	Y 正向超程信号
	.5	Y 负向超程信号
	.6	4TH 正向超程信号
	.7	4TH 负向超程信号
K005	.0	X 轴手轮进给选择保持信号
	.1	Z 轴手轮进给选择保持信号
	.2	Y 轴手轮进给选择保持信号
	.3	4TH 轴手轮进给选择保持信号
	.4	5TH 正向超程信号
	.5	5TH 负向超程信号
	.6	6TH 正向超程信号
	.7	6TH 负向超程信号
K006		进给倍率保持寄存器
K007		快速倍率保持寄存器
K008		主轴倍率保持寄存器
K009		工作方式保持寄存器
K010	.1	复位时主轴润滑冷却输出(0:关闭 1:保持)
	.2	1:Z 轴返回第一参考点后启动程序
	.3	进给倍率(0:倍率可以调节 1:固定为 100%)

	.4	主轴点动在(0:手动,手轮,回零方式有效 1:任何方式)
	.5	各轴超程解除信号(0:高电平 1:低电平)
	.6	各轴超程信号(0:高电平报警 1:低电平报警)
	.7	各轴超程(0:无效 1:有效)
K011	.0	换刀方式选择(0:方式B 1:方式A)
	.1	使用烟台刀架功能
	.2	刀位信号有效(0:高电平 1:低电平)
	.3	刀架锁紧信号(0:不检测 1:检测)
	.4	刀架锁紧信号有效(0:低电平 1:高电平)
	.5	换刀结束时刀位信号(0:不检查 1:检查)
	.6	是否显示换刀报警(0:报警 1:不报警)
K012	.0	卡盘控制(0:无效 1:有效)
	.1	主轴启动前卡盘夹紧(0:检查 1:不检查)
	.2	卡盘控制方式(0:内卡 1:外卡)
	.3	卡盘到位信号(0:不检查 1:检查)
	.4	卡盘夹紧完成(0:否 1:是)断开输出
	.5	卡盘松开完成(0:否 1:是)断开输出
K013	.0	尾座控制(0:无效 1:有效)
	.1	主轴旋转和尾座进退(0:互锁 1:不互锁)
	.4	尾座前进完成(0:否 1:是)断开输出
	.5	尾座后退完成(0:否 1:是)断开输出
K014	.2	防护门功能(0:无效 1:有效)
	.3	防护门关闭信号(0:低电平 1:高电平)
	.4	防护门开时(0:关闭主轴 1:不关主轴)
K015	.0	主轴自动换档功能(0:无效 1:有效)
	.1	换档到位信号(0:不检查 1:检查)
	.2	M41IM42I 有效电平(0:高电平 1:低电平)
	.3	主轴档位掉电记忆(0:不记忆 1:记忆)
	.4	程序运行中按键操作主轴(0:有效 1:无效)
	.5	主轴定向功能(0:无效 1:有效)
	.6	急停/复位时主轴轮廓控制(0:不关闭 1:关闭)
	.7	Cs 轴功能(0:无效 1:有效)
K016	.0	外接进给倍率开关(0:无效 1:有效)

	.1	位置模式电平(0:低 1:高)
	.2	自动润滑有效, 开机时润滑(0:不输出 1:输出)
	.3	M51-58 定向完成电平(0:低电平 1:高电平)
	.7	手轮、单步方式 X1000 增量(0:有效 1:无效)
K017	.5	第 2 主轴报警(0:高电平 1:低电平)
	.6	多主轴有效时, 主轴夹紧(0:第 1 主轴 1:第 2 主轴)
	.7	多主轴功能(0:无效 1:有效)
K018	.0	操作方式设定 MD1: 000:录入 001:自动 010:程序回零
	.1	操作方式设定 MD2: 011:编辑 100:手轮 101:手动
	.2	操作方式设定 MD4: 110:机械回零
	.3	操作方式(0:掉电记忆 1:指定方式)
K019		手动倍率保持寄存器
K020	.0	外接循环启动有效(0:高电平 1:低电平)
	.1	外接进给保持有效(0:高电平 1:低电平)
	.4	M92 跳转信号(0:高电平 1:低电平)
K021	.0	换刀成功, 当前刀==T 指令刀
K022	.2	5TH 轴减速信号(0:低电平 1:高电平)
	.3	6TH 轴减速信号(0:低电平 1:高电平)
	.4	X 轴减速信号(0:低电平 1:高电平)
	.5	Y 轴减速信号(0:低电平 1:高电平)
	.6	Z 轴减速信号(0:低电平 1:高电平)
	.7	4TH 轴减速信号(0:低电平 1:高电平)

T 参数

序号	注释
T000	主轴换档关闭原档位时间的计时
T001	主轴新档位输出到结束的时间
T004	换刀超时时间
T005	M 代码执行持续时间
T006	档位主轴 S0~S4 执行时间
T007	刀架正转停止到反转锁紧的延时时间(方式 B)
T008	刀架锁紧输出的超时时间
T009	刀架反转锁紧后的延时时间
T010	主轴间隔制动的间隔时间
T011	主轴制动输出的总时间
T012	主轴点动时间
T013	润滑间隔输出的输出时间. 0: 一直输出
T018	卡盘输出最大时间, 时间到, 停止输出. 0 忽略
T021	主轴停止后, 延时多久才能控制卡盘
T023	主轴夹紧输出时间
T024	卡盘夹紧输出时间
T025	卡盘松开输出时间
T026	尾座前进输出时间
T027	尾座后退输出时间
T039	M30, M02, M01, M00 延时
T040	轴未移动延时时间
T041	机械回零、程序回零方式切换时间
T043	卡盘加紧/松开超时时间(检测到位信号)
T045	主轴自动换档超时时间
T046	主轴速度/位置切换计时
T053	润滑间隔输出的关闭时间
T054	主轴 V/P 切换超时时间
T055	M51-M58 定向前的延时时间
T056	M51-M58 定向延时关闭主轴的时间
T057	M51-M58 定向超时时间
T059	三色灯-红灯报警闪烁时间

C 参数

序号	注释
C004	面板进给倍率计数
C005	面板快速倍率计数
C006	面板主轴倍率计数
C007	面板手动倍率计数
C020	按几次复位可以取消换刀未完成报警

D 参数

序号	注释
D000	DSCH 的 S1, 刀号数
D080	当前 T08-T01 总刀位信号
D081	DSCH 的 S4, 当前刀号
D099	主轴零速输出范围 (r/min)
D100	保存当前刀具号

附录三 系统报警

序号	内容
0000	修改了必须切断一次电源的参数.
0001	打开文件失败
0002	录入数据超出范围
0003	复制或更名的程序号存在.
0004	地址没找到
0005	地址后面无数据
0006	非法使用负号
0007	非法使用小数点
0008	程序文件过大, 未完全载入.
0009	输入非法地址
0010	不正确的 G 代码
0011	无进给速度指令
0012	磁盘空间不足.
0013	程序文件数已达到上限
0014	不能指令 G95, 主轴不支持
0015	指令了太多的轴
0016	当前螺距误差补偿点超出范围
0017	无权限修改
0018	不允许修改
0019	缩放功能未开通
0020	超出半径公差
0021	指令了非法平面轴
0022	圆弧中 R 和 IJK 全为 0
0023	圆弧插补中 IJK 和 R 同时指定
0024	螺旋插补转动角度为 0
0025	G12 不能与其它 G 指令同段
0026	系统不支持的文件格式.
0027	长度刀补指令不能跟 G92 同段.
0028	非法的平面选择

0029	非法偏置值
0030	非法补偿号
0031	G10 中指令了非法 P 地址, 或 P 地址未被指令.
0032	G10 中的非法补偿值
0033	刀补 C 或倒角中无交点
0034	圆弧指令时不能建立或取消刀补
0035	M99 指令前没有取消 C 刀补
0036	不能指令 G31
0037	在刀补 C 中不能改变平面
0038	在圆弧程序段中的干涉
0039	刀补 C 中刀尖定位错误
0040	刀补 C 执行中改变工件坐标系
0041	在刀补 C 中存在干涉
0042	在刀补 C 中补偿平面的非移动指令超过十个
0043	权限不足
0044	在固定循环中不允许指令 G27~G30
0045	地址 Q 未发现或 Q 值为 0 (G73/G83)
0046	非法的参考点返回指令
0047	执行该指令前需先执行机械回零
0048	Z 平面应高于 R 平面
0049	Z 平面应低于 R 平面
0050	改变固定循环方式时应移动位置
0051	在倒角之后错误移动或倒角值过大
0052	铣槽固定循环不能使用镜像功能
0053	倒斜角或倒圆角指令格式有误.
0054	DNC 传送错误
0055	倒角或倒 R 中错误的移动值
0056	M99 不能与宏程序指令同段
0057	写入文件失败, 必须断电重启.
0058	未发现终点
0059	未发现程序号
0060	未发现顺序号

0061	X 轴不在参考点
0062	Z 轴不在参考点
0063	Y 轴不在参考点
0064	A 轴不在参考点
0065	B 轴不在参考点
0066	C 轴不在参考点
0067	G10 不支持的设置格式.
0068	未打开参数开关
0070	存储器容量不足内存不足
0071	未发现数据末
0072	太多的程序数量
0073	程序号已经使用
0074	非法程序号
0075	保护
0076	没有定义地址 P
0077	子程序嵌套错误
0078	未发现程序号
0079	系统使用时间到期.
0080	录入数据不合理
0081	宏程序不能调用子程序.
0082	G37 中指令了 H 代码
0083	G37 中非法轴指令
0084	按键出现超时或短路现象
0085	通讯错误
0086	固定循环模态中不能切换平面
0087	X 轴参考点返回未完成
0088	Z 轴参考点返回未完成
0089	Y 轴参考点返回未完成
0090	A 轴参考点返回未完成
0091	B 轴参考点返回未完成
0092	C 轴参考点返回未完成
0094	不允许 P 类型 (坐标)

0095	P 类型不允许(EXT OFS CHG)
0096	P 类型不允许(WRK OFS CHG)
0097	P 类型不允许(自动执行)
0098	在顺序返回中发现 G28
0099	检索之后不允许执行 MDI
0100	参数写入有效
0101	断电记忆数据错乱, 请确保位置正确
0102	系统与驱动的电机型号参数不一致
0103	485 总线通讯错误
0104	设置机床零点超时
0105	获取驱动器数据超时
0106	驱动器与系统伺服参数的齿轮比不一致.
0107	驱动器参数与系统伺服参数不一致.
0109	螺补值已改变, 请回零.
0110	位置数据超过了允许范围. 请回零.
0111	计算数据溢出
0112	被零除
0113	不正确指令
0114	G39 格式错误
0115	非法变量
0116	写保护变量
0117	该参数不支持 G10 在线修改
0118	大括号嵌套错误
0119	M00~M02, M06, M98, M99, M30 不能和其它 M 指令同段
0120	部分设置被恢复
0121	机床坐标与编码器反馈值超出偏差设定值
0122	四重的宏模态-调用
0123	DNC 中不能使用宏指令
0124	程序非法结束
0125	宏程序格式错误
0126	非法循环数
0127	NC 和宏指令在同一程序段

0128	非法宏指令的顺序号
0129	非法自变量地址
0130	非法轴操作
0131	太多的外部报警信息
0132	未发现报警号
0133	系统不支持的轴指令
0134	系统控制轴数大于 3 轴时不能使用刚性攻丝
0135	非法角度指令
0136	非法轴指令
0139	不能改变 PLC 控制轴
0140	宏指令跳转的顺序号不存在
0141	MDI 现模和 DNC 方式不支持宏指令跳转
0142	非法比例率
0143	缩放运动数据溢出
0144	非法平面选择
0148	非法数据设定
0149	G10 L3 中格式错误
0150	非法刀具组号
0151	未发现刀具组号
0152	刀具数据不能存储
0153	换刀前没有取消 C 刀补
0154	未用寿命组中刀具
0155	M06 中非法 T 代码
0156	未发现 P/L 指令
0157	太多的刀具组
0158	非法刀具寿命数据
0159	刀具数据设定未完成
0160	极坐标方式中圆弧只能使用 R 编程
0161	极坐标方式中不能执行该指令
0162	在录入模式使用了 G70~G76 指令
0163	旋转方式中不能执行该指令
0164	缩放方式中不能执行该指令

0165	请在单独的程序段内指定该指令
0166	回参考点时没有指定轴
0167	中间点坐标太大
0168	孔底最小暂停时间应小于孔底最大暂停时间
0169	进入或退出圆柱或极坐标插补时未取消刀具半径补偿
0170	进入或退出子程序时未取消刀具半径补偿
0172	调用子程序的程序段中,P 不是整数或 P 小于等于 0
0173	子程序调用次数应小于 9999 次
0175	固定循环只能在 G17 平面执行
0176	刚性攻丝开始前未指定主轴转速
0177	不支持主轴定向功能
0178	固定循环开始前未指定主轴转速
0181	非法的 M 代码
0182	非法的 S 代码
0183	非法的 T 代码
0184	所选刀具超出范围
0185	L 太小或 L 未定义
0186	L 太大
0187	刀具半径太大
0188	U 太大
0189	U 值小于刀具半径
0190	V 太小或 V 未定义
0191	W 太小或 W 未定义
0192	Q 太小或 Q 未定义
0193	I 未定义或 I 为 0
0194	J 未定义或 J 为 0
0195	D 未定义或 D 为 0
0198	G96 的 P 指令超出取值范围
0199	宏指令未定义
0200	非法 S 方式指令
0201	刚性攻丝中未发现进给速度
0202	位置 LSI 溢出

0203	刚性攻丝中程序不对
0204	M29 应该在 G80 模态下指定
0205	刚性方式 DI 信号关闭
0206	不能改变平面(刚性攻丝)
0207	攻丝数据不对
0208	G10 模态下不能执行该指令.
0209	缩放旋转极坐标模态不支持程序再启动.
0210	程序再启动文件名不一致.
0212	非法平面选择
0213	换刀宏程序不支持 G31 跳转.
0214	换刀宏程序不支持跳段操作.
0215	换刀宏程序不支持动态修改坐标系和刀补.
0216	缩放/旋转/极坐标不支持 G31 跳转.
0217	缩放/旋转/极坐标模态中不能更改跳段状态.
0218	缩放/旋转/极坐标不支持动态修改坐标系和刀补.
0219	刀库未使用, 不能使用换刀指令 M06.
0220	缩放/旋转/极坐标不支持公英制输入切换.
0221	换刀宏程序不支持公英制输入切换.
0224	返回参考点
0225	等待信号超时
0226	主轴不在位置模式
0231	G10 L50 或 L51 中的非法格式
0232	指令的螺旋插补轴太多
0233	设备忙
0235	记录结束
0236	程序再启动参数错误
0237	无小数点
0238	地址重复错误
0239	参数 0
0240	MDI 方式中不允许 G41/G42
0241	手轮脉冲异常
0242	总线连接错误

0243	主轴零点偏差过大
0244	螺纹加工速度超过上限值
0245	螺纹加工时主轴转速波动超过限制值
0251	急停报警
0255	螺纹段不能指定主轴转速
0256	螺纹导程超出范围
0257	G71~G73 指令的程序段中使用了 T 指令
0258	地址 P 或 Q 指定的两程序段中指令了 M98/M99/M30/M02
0259	在 G71/G72 指令中, P 程序段中指令了地址 Z(W)/X(U)
0260	轴名重复, 请修改参数
0261	刀具偏置号超出有效范围(0~32)
0262	刀具号不在参数设定的范围内
0263	刀具寿命管理中, 刀具组号超出范围(1~32)
0264	C 刀补中不能执行 T 指令, 请撤销 C 刀补
0265	G70~G76, G90, G92, G94 等只能在 G18 平面内使用
0266	不能执行平面转换指令 G17~G19
0267	程序中缺少 G11 或 G13.1
0268	刀具寿命管理中, 当前刀具组内无刀具
0269	刀具寿命管理中, 当前刀具组未定义
0270	同组内所有刀具的寿命已到达
0271	刀具寿命管理功能无效, 不得使用 G10 L3 指令
0272	G11 不能编在 G10 之前
0273	G33 攻牙时在 X 方向移动量不为 0
0274	螺纹分度头数大于 65535 头
0275	在 G90, G92 指令中的 R 绝对值大于 U/2 绝对值
0276	在 G94 指令中的 R 绝对值大于 W 绝对值
0277	G70~G73 指令中精加工程序段超过 31 段
0278	G70~G73 指令中精加工程序段的 Ns 与 Nf 顺序错误
0279	G70~G73 指令中循环段号 Ns 或 Nf 不存在
0280	G70~G73 指令未输入循环起始循环终止段号
0281	G70~G73 循环中调用了子程序
0282	G70~G73 循环起始段中没有指令 G00 或 G01

0283	G70~G73 循环起始段中使用了被禁止使用的 G 指令
0284	G70~G73 循环终止段中使用了被禁止使用的 G 指令
0285	在录入方式使用了 G70~G73 指令
0286	在 G71~G72 循环精加工程序段中坐标变化非单调
0287	G71 或 G72 中的单次进刀量超出允许范围
0288	G71 或 G72 中的单次退刀量超出允许范围
0289	G71 指令的第一段指令了 Z 或 W
0290	G72 指令的第一段指令了 Z 或 W
0291	G73 的总切削量超出允许范围
0292	G73 的循环次数小于 1 或大于 9999
0293	G74 或 G75 中的单次退刀量 R(e) 超出允许范围
0294	G74 或 G75 中切削到终点时的退刀量为负值
0295	G74 或 G75 中 X 或 Z 方向的单次切削量超出允许范围
0296	G74 指令中未输入 Z 的值
0297	G74 指令中 Q 的值为 0 或未输入
0298	G75 指令中未输入 X 的值
0299	G75 指令中 P 的值为 0 或未输入
0300	G76 加工锥螺纹时起点在螺纹起点与螺纹终点之间
0301	G76 指令中最小切入量超出允许范围
0302	G76 精加工余量超出允许范围
0303	G76 牙高小于精加工余量或小于 0
0304	G76 循环次数超出允许范围
0305	G76 螺纹倒角宽度超出允许范围
0306	G76 指令中刀尖角度超出允许范围
0307	G76 指令中 X 或 Z 轴移动量为 0
0308	G76 指令中没有指定螺纹牙高 P 值
0309	G76 指令中没有指定第一次切削深度 Q 值或 Q 值为 0
0310	循环起点在精加工轨迹起点与终点形成的封闭区域内
0311	变螺距螺纹切削过程中出现螺距小于 0
0312	G76 指令中牙高小于 X 轴移动量
0313	超过 10 个凹槽
0320	附加轴指令无倒角功能

0321	在录入方式使用了 WHILE, END 指令
0322	宏程序格式指定错误
0323	宏程序中 DO, END 标号不是 1, 2, 3
0324	宏程序中 DO, END 格式指定错误
0325	宏语句中括号不匹配或格式指定错误
0326	宏语句中除数不能为 0
0327	宏语句中指定的反正切 ATAN 格式错误
0328	宏语句中 LN 的反对数为 0 或小于 0
0329	宏语句中开平方不能为负数
0330	宏语句中正切 TAN 的结果为无穷
0331	宏语句中 ASIN 或 ACOS 的操作数超出-1 到 1 范围
0332	宏语句中宏变量号或变量值非法(错误)
0333	宏语句中 WHILE 嵌套太多
0334	宏语句中 WHILE 循环没有 END 结束
0340	A 或 B 的值不能为 0
0341	A 不能小于 B
0342	双曲线 A、B 值不能为 0
0343	地址值超出取值范围.
0344	M97 指令错误
0345	M97 有多个起始行
0346	没有找到起始行或结束行
0347	没有找到对应的起始行
0350	SPC 报警 n 轴脉冲编码器
0351	SPC 报警 n-轴通讯
0360	单周期内脉冲过多
0401	驱动器报警 01:超速
0402	驱动器报警 02:主电路过压
0403	驱动器报警 03:主电路欠压
0404	驱动器报警 04:位置超差
0405	驱动器报警 05:电机过热
0406	驱动器报警 06:速度放大器饱和故障
0407	驱动器报警 07:驱动禁止异常

0408	驱动器报警 08:位置偏差计数器溢出
0409	驱动器报警 09:编码器故障
0410	驱动器报警 10:控制电源欠压
0411	驱动器报警 11:IPM 模块故障
0412	驱动器报警 12:过电流
0413	驱动器报警 13:过负载
0414	驱动器报警 14:制动故障
0415	驱动器报警 15:编码器计数错误
0420	驱动器报警 20:EEPROM 错误
0430	驱动器报警 30:编码器 Z 脉冲丢失
0431	驱动器报警 31:编码器 UVW 信号错误
0432	驱动器报警 32:编码器 UVW 信号非法编码
0433	驱动器报警 33:通讯中断
0434	驱动器报警 34:编码器速度异常
0435	驱动器报警 35:编码器状态异常
0436	驱动器报警 36:编码器计数异常
0437	驱动器报警 37:编码器单圈计数溢出
0438	驱动器报警 38:编码器多圈计数溢出
0439	驱动器报警 39:编码器电池报警
0440	驱动器报警 40:编码器电池缺电
0441	驱动器报警 41:电机型号不匹配
0442	驱动器报警 42:绝对位置数据异常报警
0443	驱动器报警 43:编码器 EEPROM 校验报警
0449	以太网初始化失败.
0450	驱动器断开.
0451	X 轴驱动器报警.
0452	Z 轴驱动器报警.
0453	Y 轴驱动器报警.
0454	A 轴驱动器报警.
0455	B 轴驱动器报警.
0456	主轴驱动器报警.
0498	软限位超程:-C

0499	软限位超程:+C
0500	软限位超程:-X
0501	软限位超程:+X
0502	软限位超程:-Z
0503	软限位超程:+Z
0504	软限位超程:-Y
0505	软限位超程:+Y
0506	软限位超程:-A
0507	软限位超程:+A
0508	软限位超程:-B
0509	软限位超程:+B
0510	硬限位超程:-X
0511	硬限位超程:+X
0512	硬限位超程:-Z
0513	硬限位超程:+Z
0514	硬限位超程:-Y
0515	硬限位超程:+Y
0516	硬限位超程:-A
0517	硬限位超程:+A
0518	硬限位超程:-B
0519	硬限位超程:+B
0520	硬限位超程:-C
0521	硬限位超程:+C
0523	该轴不是 PMC 轴
0530	没有定义程序零点
0531	加工件数已达到设定值
0600	设备试用到期.
0601	机器码不匹配
0602	自动上料出错.
0740	刚性攻丝报警: 超差
0741	刚性攻丝报警: 超差
0742	刚性攻丝报警: LSI 溢出

0751	检测到第一主轴报警 (AL-XX)
0754	主轴异常转矩报警
1001	继电器或者线圈的地址未设定
1002	输入代码的功能指令不存在
1003	功能指令 COM/COME 未正确使用.
1004	用户梯形图超出最大允许行数或者步数.
1005	功能指令 END1 或 END2 未正确使用.
1006	网络中存在非法的输出.
1007	硬件故障或者系统中断错误导致 PLC 无法通信.
1008	功能指令未正确连接.
1009	网络水平线未连上或短路.
1010	在编辑梯形图时断电导致在编辑的网络丢失.
1011	地址数据未正确输入.
1012	输入符号未定义或者输入地址超出范围.
1013	指定了非法字符或数据超出范围.
1014	CTR 地址重复.
1015	功能指令 JMP/LBL 未正确处理或者超出容量.
1016	网络结构不完整.
1017	出现当前不支持的网络结构.
1019	TMR 地址重复.
1020	功能指令中缺少参数.
1021	PLC 执行超时, 系统自动停止 PLC.
1022	功能指令名丢失.
1023	功能指令参数的地址或常数超出范围.
1024	存在有不必要的继电器或线圈.
1025	功能指令未正确输出.
1026	网络连接行数超出支持范围.
1027	同一输出地址在另一处被使用.
1028	梯图文件格式错误.
1029	在使用的梯图文件丢失.
1030	网络中有不正确的垂直线.
1031	用户数据区已满, 请减少 COD 指令数据表容量.

1032	梯形图的第一级太大,不能及时执行完毕.
1033	SFT 指令超出最大允许使用数.
1034	功能指令 DIFU/DIFD 未正确使用.
1035	当前打开的梯图文件转换未成功.
1036	PLC 异常停止报警.
1037	打开的梯形图与数据参数设置梯形图不一致.
1039	指令或网络不在可执行范围内.
1040	功能指令 CALL/SP/SPE 未正确使用.
1041	水平导通线与节点网络并联.
1042	PLC 系统参数文件未载入.