

前 言

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我公司车床 CNC 的编程及操作事项。

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《用户手册》。

由于本《用户手册》所描述的车床系统功能可能已涵盖了我公司所有系列车床系统的功能，所以当阁下翻开本《用户手册》时，请务必仔细查阅本手册第五页的「**功能涵盖表**」中的「随机系统是否支持」栏的标注，详细了解您订购的车床系统所支持的功能，以免造成误会！当「功能涵盖表」中「随机系统是否支持」栏标注的功能为“不支持”、打“X”符号或者留空时，即为随本《用户手册》的数控系统不具备该功能。

产品在不断改进，《用户手册》内容肯定来不及更新，由此可能会造成随机配套的《用户手册》的相关内容 with 数控系统不相符的现象，纯属正常。敬请谅解！数控系统在任何实际应用中如果有发现与本说明书存在差异或冲突时均以数控系统实际功能为准！

安全警告



操作不当将引起意外事故，必须要具有相应资格的人员才能操作本系统。

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

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 0.1Ω ，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。

声 明！

产品在不断改进，《用户手册》内容肯定来不及更新，或者新功能在新版本说明书中已说明，但实际数控系统版本未更新，由此可能会造成随机配套的《用户手册》的相关内容与数控系统不相符的现象，纯属正常。敬请谅解！故：“数控系统在任何实际应用中如果有发现与本说明书存在差异或冲突时均以数控系统实际功能为准！”

警 告！

在对本产品进行安装连接、编程和操作之前，必须详细阅读本产品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。

客观提示！

- 1> 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，应视机床制造厂家说明书为准；
- 2> 当可能由于不熟悉操作本产品会生产一些疑问时，请不要武断下结论，望客观分析，并给我们提出疑问！
- 3> 当您想按自己意愿或其它操作方法来操作本产品时可能会事与愿违！请不要“很奇怪！不管用！”，其实您需要认真阅读本手册！
- 4> 我们会认真听取一切客观的批评和建议，并综合这些批评和建议进行的新版本的改进！

* 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

介绍车床系统的操作使用方法。

功能涵盖表

注：本手册所描述的功能可能涵盖了我公司所有系列的数控车床系统的功能，故在该<功能涵盖表>的〔随机系统是否支持〕栏中标记为“不支持”、打“X”符号或者空白时均视为与本手册随机出厂的数控系统不具备该功能！另：机床厂家有可能根据实际应用对系统的PLC功能进行修改或重新编辑，故PLC功能也会因此与本说明书不符，用户务必以机床厂家说明书为准。

此表有可能根据实际出厂时系统的功能临时增加标注功能项！

序号	功能描述	随机系统是否支持	备注
1	最大轴数：5 轴		
2	最大轴数：4 轴		
3	最大轴数：3 轴		
4	最大模拟主轴：2 个		
5	最大模拟主轴数：1 个		
6	模拟主轴电压 0~10V/-10V~+10V 可选		
7	模拟主轴电压 0~10V		
8	0.1 μm 控制精度		
9	1 μm 控制精度		
10	刚性螺纹		
11	刚性攻丝		
12	A 类宏程序		
13	B 类宏程序		
14	记忆型宏变量		
15	刀具寿命管理		
16	G10 程序修改参数、刀补功能		
17	中文语言		
18	英文语言		
19	I/O：36 点通用输入 /36 通用输出		
20	I/O：16 点通用输入 /16 通用输出		
21	I/O：28 点通用输入 /24 通用输出		
22	螺距误差补偿功能		
23	G54.1~G54.48 附加坐标系		
24	RS485 绝对值系统接口		
25	总线式系统接口		
26	中文输入法		
27	用户自定义 M 功能		
28	智能表格取点式编程功能		
29	图形化对话式编程功能		
30	梯形螺纹切削指令 G93		
31	G45/G46 车削扁方功能		
32	G36 刚性螺纹指令功能		
33	端面、侧面攻丝 G84/G85		

安全责任

制造者的安全责任

- 制造者应对所提供的数控系统及随行供应的附件在设计和结构上已消除和 / 或控制的危险负责。
- 制造者应对所提供的数控系统及随行供应的附件的安全负责。
- 制造者应对提供给使用者的使用信息和建议负责。

使用者的安全责任

- 使用者应通过数控系统安全操作的学习和培训，并熟悉和掌握安全操作的内容。
- 使用者应对自己增加、变换或修改原数控系统、附件后的安全及造成的危险负责。
- 使用者应对未按使用手册的规定操作、调整、维护、安装和贮运产品造成的危险负责。

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

目 录

第一篇 编程说明

第一章 编程基础.....17

1.1 介绍.....17

1.1.1 产品简介.....17

1.1.2 技术规格.....18

1.1.3 气候、环境的适应性.....20

1.1.4 电源适应能力.....20

1.1.5 防护.....21

1.2 机床数控系统和数控机床.....21

1.3 编程基本知识.....22

1.3.1 坐标轴定义.....22

1.3.2 机床坐标系、机床零点和机床参考点.....23

1.3.3 工件坐标系和程序零点.....23

1.3.4 插补功能.....24

1.3.5 绝对坐标编程和相对坐标编程.....25

1.3.6 直径编程和半径编程.....26

1.4 程序的构成.....26

1.4.1 程序的一般结构.....27

1.4.2 主程序和子程序.....31

1.5 程序的运行.....32

1.5.1 程序运行的顺序.....32

1.5.2 程序段内代码字的执行顺序.....32

第二章 MST 代码.....34

2.1 M 代码（辅助功能）.....34

2.1.1 程序结束 M02.....34

2.1.2 程序运行结束 M30.....35

2.1.3 子程序调用 M98.....35

2.1.4 从子程序返回 M99.....35

2.1.5 标准 PLC 梯形图定义的 M 代码.....37

2.1.6 程序停止 M00.....37

2.1.7 程序选择停 M01.....38

2.1.8 逆时针转、顺时针转和主轴停止控制 M03、M04 和 M05.....38

2.1.9 冷却泵控制 M08、M09.....38

2.1.10 尾座控制 M10、M11.....38

2.1.11 卡盘控制 M12、M13.....39

2.1.12 主轴位置 / 速度控制切换 M14、M15.....39

2.1.13 主轴夹紧 / 松开控制 M20、M21.....39

2.1.14 第 2 主轴位置 / 速度控制切换 M24、M2539

2.1.15 润滑油控制 M32、M33.....40

2.1.16 主轴自动换档 M41、M42、M43、M4440

2.1.17 第二主轴逆时针转、顺时针转和主轴停止控制 M63、M64 和 M65.....40

2.1.18 用户 M 功能 M80P*, M81P*, M90P*40

2.2 主轴功能.....41

2.2.1 主轴转速开关量控制.....41

2.2.2 主轴转速模拟电压控制.....42

2.2.3 恒线速控制 G96、恒转速控制 G97.....42

2.2.4 主轴倍率.....44

2.2.5 多主轴控制功能.....45

2.2.6 Cs 轮廓控制功能.....46

2.3 刀具功能.....46

2.3.1 刀具控制.....46

2.3.2 刀具寿命管理.....49

第三章 G 代码.....61

3.1 概述.....61

3.1.1 模态、非模态及初态.....62

3.1.2 代码字的省略输入.....63

3.1.3 相关定义.....64

3.2 快速定位 G00.....64

3.3 直线插补 G01.....65

3.4 圆弧插补 G02、G0367

3.5 平面选择代码 G17 ~ G19.....69

3.6 倒角功能70

3.6.1 直线倒角.....70

3.6.2 圆弧倒角.....72

3.6.3 特殊情况.....74

3.7 暂停代码 G0476

3.8	机械零点（机床零点）功能	76
3.8.1	机床第一参考点 G28	76
3.8.2	机床第 2、3、4 参考点 G30	77
3.9	跳转插补 G31	79
3.10	浮动工件坐标系设定 G50	80
3.11	工件坐标系 G54 ~ G59	81
3.12	固定循环代码	83
3.12.1	轴向切削循环 G90	83
3.12.2	径向切削循环 G94	85
3.12.3	固定循环代码的注意事项	88
3.13	多重循环代码	88
3.13.1	轴向粗车循环 G71	88
3.13.2	径向粗车循环 G72	92
3.13.3	封闭切削循环 G73	96
3.13.4	精加工循环 G70	101
3.13.5	轴向切槽多重循环 G74	102
3.13.6	径向切槽多重循环 G75	105
3.14	螺纹切削代码	108
3.14.1	等螺距螺纹切削代码 G32	108
3.14.2	变螺距螺纹切削代码 G34	111
3.14.3	Z 轴攻丝循环 G33	112
3.14.4	螺纹切削循环 G92	114
3.14.5	多重螺纹切削循环 G76	117
3.15	恒线速控制 G96、恒转速控制 G97	121
3.16	每分钟进给 G98、每转进给 G99	121
3.17	宏代码	122
3.17.1	宏变量	122
3.17.2	运算命令和转移命令 G65	126
3.17.3	宏程序调用代码	129
3.18	公英制转换	130
3.18.1	功能概述	130
3.18.2	功能代码 G20/G21	131
3.18.3	注意事项	131
第四章	刀尖半径补偿 (G41、G42)	133
4.1	刀尖半径补偿的应用	133
4.1.1	概述	133

4.1.2	假想刀尖方向	134
4.1.3	补偿值的设置	137
4.1.4	代码格式	138
4.1.5	补偿方向	138
4.1.6	注意事项	139
4.1.7	应用示例	140
4.2	刀尖半径补偿偏移轨迹说明	141
4.2.1	内侧、外侧概念	141
4.2.2	起刀时的刀具移动	142
4.2.3	偏置方式中的刀具移动	143
4.2.4	偏置取消方式中的刀具移动	149
4.2.5	刀具干涉检查	150
4.2.6	暂时取消补偿向量的代码	152
4.2.7	特殊情况	154

第二篇 操作说明

第一章	操作方式和显示界面	157
1.1	面板划分	157
1.1.1	状态指示	158
1.1.2	编辑键盘	158
1.1.3	显示菜单	159
1.1.4	机床面板	160
1.2	操作方式概述	162
1.3	显示界面	163
1.3.1	位置界面	164
1.3.2	程序界面	167
1.3.3	刀具偏置与磨损、宏变量界面、刀具寿命管理	168
1.3.4	报警界面	170
1.3.5	设置界面	171
1.3.6	状态参数、数据参数、螺补参数界	174
1.3.7	CNC 诊断、PLC 信号、机床软面板、帮助信息、版本信息界面	175
第二章	开机、关机及安全防护	179
2.1	开机	179
2.2	关机	180

2.3	超程防护	180
2.3.1	硬件超程防护.....	180
2.4	紧急操作	181
2.4.1	复位	181
2.4.2	急停	182
2.4.3	进给保持	182
2.4.4	切断电源	182
第三章	手动操作	183
3.1	坐标轴移动	183
3.1.1	手动进给	183
3.1.2	手动快速移动	184
3.1.3	速度修调	184
3.2	其它手动操作	185
3.2.1	逆时针转、顺时针转、停止控制	185
3.2.2	主轴点动	185
3.2.3	冷却液控制	186
3.2.4	润滑控制	186
3.2.5	手动换刀	187
3.2.6	主轴倍率的修调	187
第四章	手轮 / 单步操作	188
4.1	单步进给	188
4.1.1	增量的选择	188
4.1.2	移动方向选择	189
4.2	手轮（手摇脉冲发生器）进给	189
4.2.1	增量的选择	190
4.2.2	移动轴及方向的选择	190
4.2.3	其它操作	190
4.2.4	说明事项	191
第五章	录入操作	192
5.1	代码字的输入	192
5.2	代码字的执行	193
5.3	参数的设置	193
5.4	数据的修改	194
5.5	其它操作	194

第六章	程序编辑与管理	195
6.1	程序的建立	195
6.1.1	程序段号的生成	196
6.1.2	程序内容的输入	196
6.1.3	光标的移动	196
6.1.4	字、行号的检索	197
6.1.5	字的插入	198
6.1.6	字的删除	198
6.1.7	字的修改	198
6.1.8	单程序段的删除	198
6.1.9	多个程序段的删除	199
6.1.10	块删除	199
6.1.11	单程序段的复制	199
6.1.12	多个程序段的复制	199
6.1.13	程序块的复制	200
6.1.14	程序块的粘贴	200
6.2	程序的删除	200
6.2.1	单个程序的删除	200
6.2.2	全部程序的删除	201
6.3	程序的选择	200
6.3.1	检索法	201
6.3.2	扫描法	201
6.3.3	光标确认法	202
6.4	程序的改名	202
6.5	程序的复制	203
6.6	程序管理	203
6.6.1	程序目录	203
6.6.2	存储程序的数量	203
6.6.3	存储容量	204
6.7	中文输入法	203
第七章	刀具偏置与对刀	206
7.1	定点对刀	206
7.2	试切对刀	207
7.3	回机床零点对刀	208
7.4	刀具偏置值的设置与修改	210
7.4.1	刀具偏置值的设置	211

7.4.2	刀具偏置值的修改	211
7.4.3	刀具偏置值清零	212
7.4.4	刀具磨损值设置与修改	212
7.4.5	0号刀偏平移工件坐标系	212
7.4.6	最大刀补值设置	213
第八章	自动操作	214
8.1	自动运行	214
8.1.1	运行程序的选择	214
8.1.2	自动运行的启动	215
8.1.3	自动运行的停止	215
8.1.4	从任意段自动运行	216
8.1.5	进给、快速速度的调整	216
8.1.6	主轴速度调整	217
8.2	运行时的状态	217
8.2.1	单段运行	218
8.2.2	空运行	218
8.2.3	机床锁住运行	218
8.2.4	辅助功能锁住运行	219
8.2.5	程序段选跳	219
8.3	其它操作	219
第九章	回零操作	220
9.1	程序回零	220
9.1.1	程序零点	220
9.1.2	程序回零的操作步骤	218
9.2	机床回零	221
9.2.1	机床零点	221
9.2.2	机床回零的操作步骤	221
9.3	回零方式下的其它操作	222
第十章	数据的设置、备份和恢复	223
10.1	数据的设置	223
10.1.1	开关设置	223
10.1.2	图形设置	224
10.1.3	参数的设置	224
10.2	数据还原与备份	226
10.3	权限的设置与修改	227

10.3.1	操作级别的进入	228
10.3.2	操作密码的更改	229
10.3.3	操作级别降级	230
10.3.4	系统软件的升级	231
第十一章	U盘操作功能	233
11.1	文件目录页面	233
11.2	文件复制	231
第十二章	加工举例	234
12.1	程序编制	235
12.2	程序的输入	236
12.2.1	查看已存的程序	236
12.2.2	建立新程序	237
12.3	程序校验	238
12.3.1	图形设置	238
12.3.2	程序的校验	238
12.4	对刀及运行	239
第十三章	独特功能	241
13.1	刚性螺纹 G36	241
13.2	扁方车削 G45/G46	242
13.3	梯形螺纹切削循环 G93	245
13.4	端面刚性攻丝 G84	245
13.5	侧面刚性攻丝 G85	247

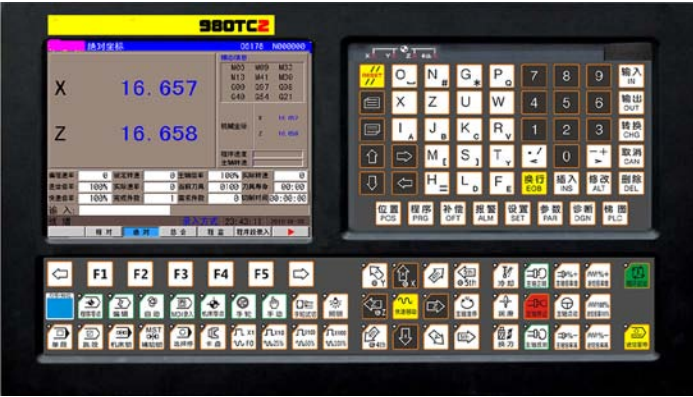
第一篇
编程说明

第一章 编程基础

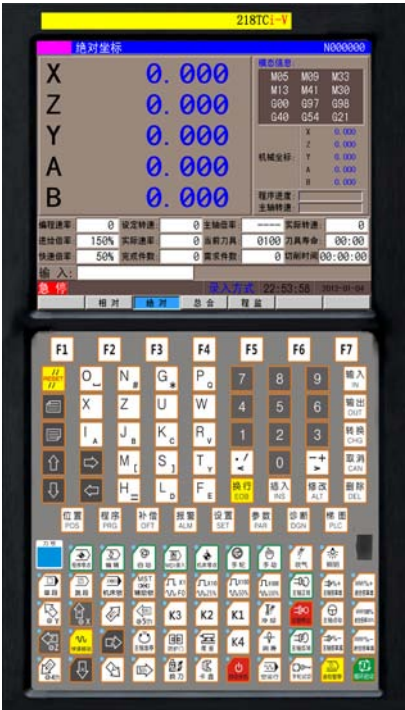
1.1 车床系统介绍

1.1.1 简介

系统最大可控制 5 个进给轴（含 C 轴）、2 个模拟主轴，1ms 高速插补，0.1 μm 控制精度，显著提高了零件加工的效率、精度和表面质量。



横式系统



竖式系统

- * X、Z、Y、4th、5th 五轴控制，Y、4th、5th 轴的轴名、轴型可定义
- * 1ms 插补周期，控制精度 1 μm、0.1 μm 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 -10V ~ 10V 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
- * 36 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：5 轴（X、Z、Y、4th、5th）
- * 联动轴数：5 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

- * 7.0/8.0/10.4/15 英寸宽屏 LCD，分辨率为 800×480
- * 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：56MB、400 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，支持语句式宏代码编程，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

- * RS232：零件程序、参数等文件双向传输，支持 PLC 程序、系统软件串口升级

- * 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	G50	浮动工件坐标系
G01	直线插补	G54-G59	设置工件坐标系
G02	顺时针圆弧插补	G65	宏代码非模态调用
G03	逆时针圆弧插补	G71	轴向粗车循环
G04	暂停、准停	G72	径向粗车循环
G17	平面选择代码	G73	封闭切削循环
G18	平面选择代码	G70	精加工循环
G19	平面选择代码	G74	轴向切槽循环
G10	数据输入方式有效	G75	径向切槽循环
G11	取消数据输入方式	G76	多重螺纹切削循环
G20	英制单位选择	G80	刚性攻丝状态取消
G21	公制单位选择	G84	轴向刚性攻丝
G28	自动返回机床零点	G88	径向刚性攻丝
G30	回机床第 2、3、4 参考点	G90	轴向切削循环
G31	跳跃机能	G92	螺纹切削循环
G32	等螺距螺纹切削	G94	径向切削循环
G33	Z 轴攻丝循环	G96	恒线速控制
G34	变螺距螺纹切削	G97	取消恒线速控制
G40	取消刀尖半径补偿	G98	每分进给
G41	刀尖半径左补偿	G99	每转进给
G42	刀尖半径右补偿		

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 (0.85～1.1) × 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 机床数控系统和数控机床

数控机床是由机床数控系统（Numerical Control Systems of machine tools）、机械、电气控制、液压、气动、润滑、冷却等子系统（部件）构成的机电一体化产品，机床数控系统是数控机床的控制核心。机床数控系统由控制装置（Computer Numerical Controler 简称 CNC）、伺服（或步进）电机驱动单元、伺服（或步进）电机等构成。

数控机床的工作原理：根据加工工艺要求编写加工程序（以下简称程序）并输入 CNC，CNC 按加工程序向伺服（或步进）电机驱动单元发出运动控制代码，伺服（或步进）电机通过机械传动机构完成机床的进给运动；程序中的主轴起停、刀具选择、冷却、润滑等逻辑控制代码由 CNC 传送给机床电气控制系统，由机床电气控制系统完成按钮、开关、指示灯、继电器、接触器等输入输出器件的控制。目前，机床电气控制通常采用可编程逻辑控制器（Programable Logic Controler 简称 PLC），PLC 具有体积小、应用方便、可靠性高等优点。由此可见，运动控制和逻辑控制是数控机床的主要控制任务。

车床 CNC 同时具备运动控制和逻辑控制功能，可完成数控车床的二轴运动控制，还具有 内置式 PLC 功能。根据机床的输入、输出控制要求编写 PLC 程序（梯形图），就能实现所需的机床电气控制要求，方便了机床电气设计，也降低了数控机床成本。

实现车床 CNC 控制功能的软件分为系统软件（以下简称 NC）和 PLC 软件（以下简称 PLC）二个模块，NC 模块完成显示、通信、编辑、译码、插补、加减速等控制，PLC 模块完成梯形图解释、执行和输入输出处理。

车床 CNC 出厂时已装载了标准 PLC 程序（特殊订货除外），在后述功能、操作说明时，涉及到 PLC 控制功能的说明将按标准 PLC 程序的控制逻辑描述，说明书中以“标准 PLC 功能”来标识。机床厂家可能会修改或重新编写 PLC 程序，因此，由 PLC 控制的功能和操作请参照机床厂家的操作说明书。



图 1-1

编程就是把零件的外形尺寸、加工工艺过程、工艺参数、刀具参数等信息，按照 CNC 专用的编程代码编写加工程序的过程。数控加工就是 CNC 按加工程序的要求，控制机床完成零件加工的过程。

数控加工的工艺流程如图 1-2。

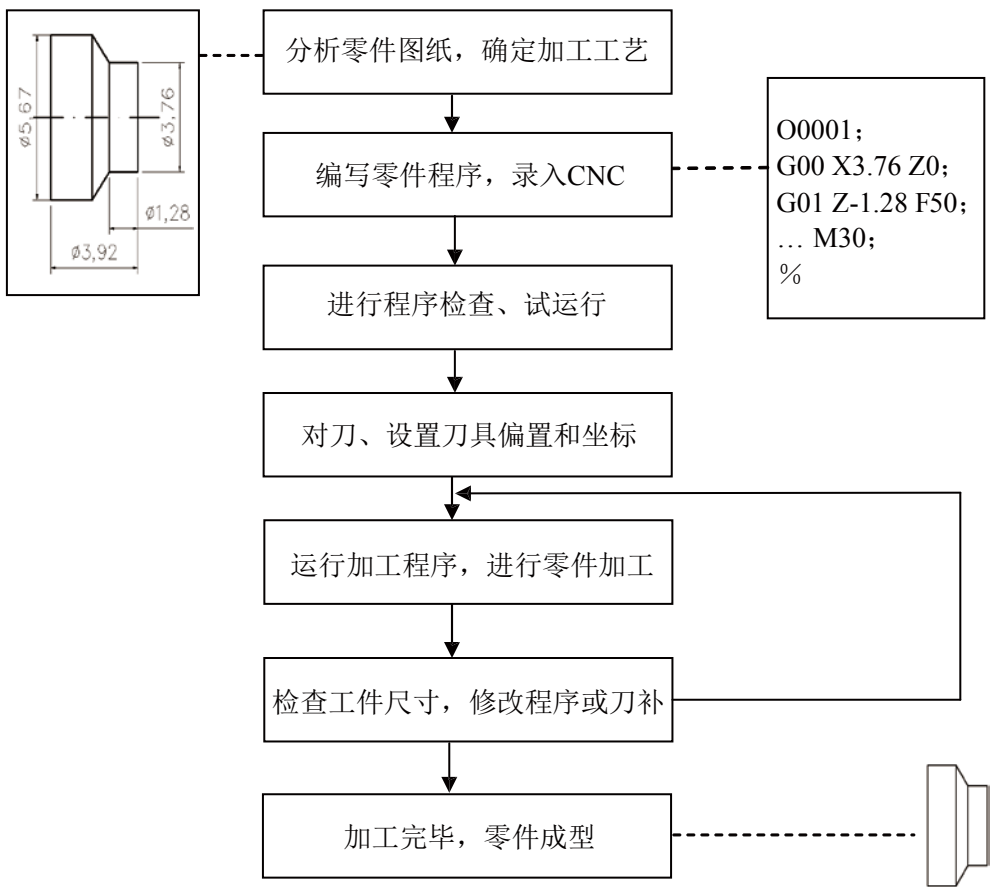


图 1-2

1.3 编程基本知识

1.3.1 坐标轴定义

右图为数控车床示意图。

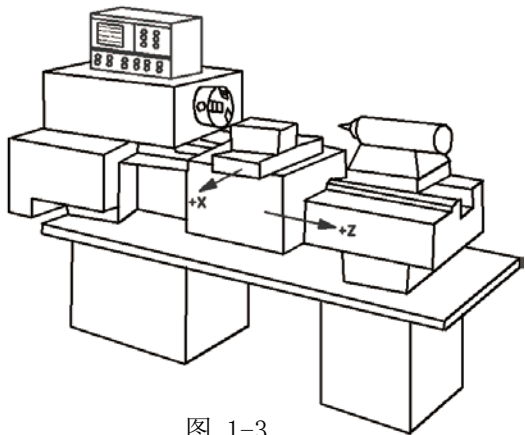


图 1-3

车床系统使用 X 轴、Z 轴组成的直角坐标系，X 轴与主轴轴线垂直，Z 轴与主轴轴线方向平行，接近工件的方向为负方向，离开工件的方向为正方向。

按刀座与机床主轴的相对位置划分，数控车床有前刀座坐标系和后刀座坐标系，图 1-4 为前刀座的坐标系，图 1-5 为后刀座的坐标系。从图中可以看出，前、后刀座坐标系的 X 轴方向正好相反，而 Z 轴方向是相同的。在以后的图示和例子中，用前刀座坐标系来说明编程的应用。

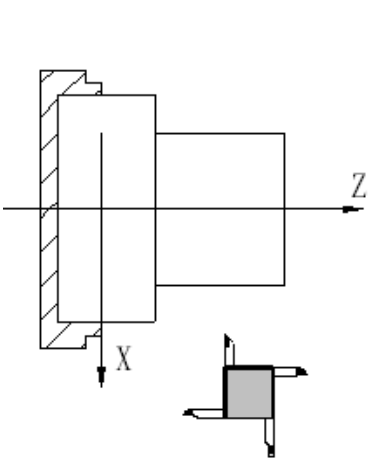


图 1-4 前刀座的坐标系

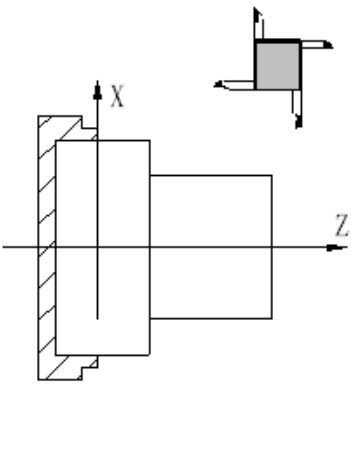


图 1-5 后刀座的坐标系

1.3.2 机床坐标系、机床零点和机床参考点

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。机床零点是机床上的一个固定点，由安装在机床上的零点开关或回零开关决定。通常情况下回零开关安装在 X 轴和 Z 轴正方向的最大行程处。机床参考点是机床零点偏移数据参数的值后的位置。当机床零点偏移数据参数的设置值均为 0 时，机床参考点与机床零点重合。机床参考点的坐标为数据参数第一参考点机床坐标设置的值。执行机床回零、G28 代码回零操作就是回机床参考点位置。进行机床回零操作、回到机床参考点后，车床系统建立了就以数据参数第一参考点机床坐标设置的值为参考点的机床坐标系。机床第 2, 3, 4 参考点请详见本篇 3.10 节。

注：如果车床上没有安装零点开关，请不要进行机床回零操作，否则可能导致运动超出行程限制、机械损坏。

1.3.3 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。

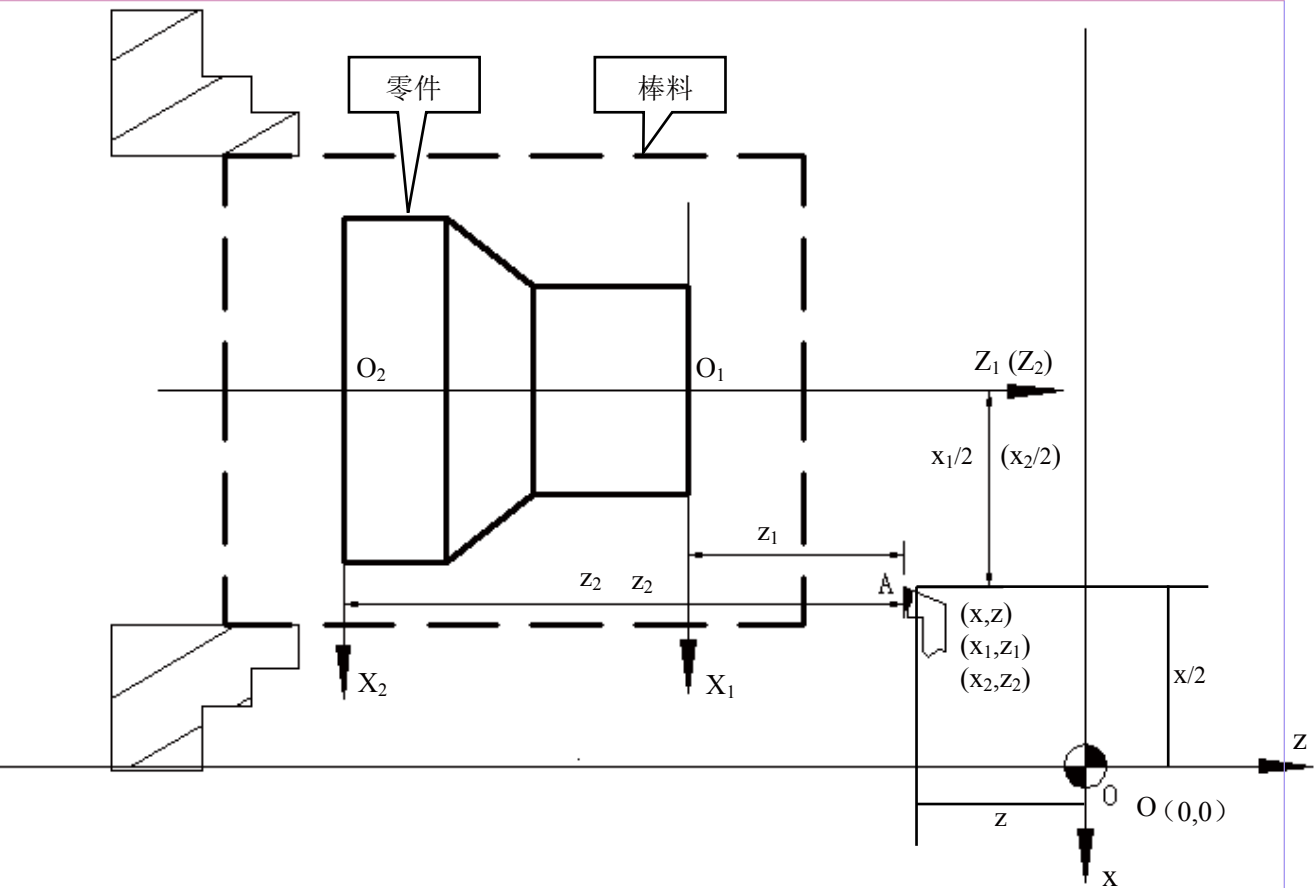


图 1-6

图中，X0Z 为机床坐标系，X₁O₁Z₁ 为 X 坐标轴在工件首端的工件坐标系，X₂O₂Z₂ 为 X 坐标轴在工件尾端的工件坐标系，O 为机床零点，A 为刀尖，A 在上述三坐标系中的坐标如下：

- A 点在机床坐标系中的坐标为 (x, z)；
- A 点在 X₁O₁Z₁ 坐标系中的坐标为 (X₁, Z₁)；
- A 点在 X₂O₂Z₂ 坐标系中的坐标为 (X₂, Z₂)；

1.3.4 插补功能

插补是指 2 个或多个轴同时运动，运动合成的轨迹符合确定的数学关系，构成二维（平面）或三维（空间）的轮廓，这种运动控制方式也称为轮廓控制。插补时控制的运动轴称为联动轴，联动轴的移动量、移动方向和移动速度在整个运动过程中同时受控，以形成需要的合成运动轨迹。只控制 1 轴或多轴的运动终点，不控制运动过程的运动轨迹，这种运动控制方式称为定位控制。

车床系统的 X 轴和 Z 轴为联动轴，属于 2 轴联动 CNC。具有直线、圆弧和螺纹插补功能。

直线插补：X 轴和 Z 轴的合成运动轨迹为从起点到终点的一条直线。

圆弧插补：X 轴和 Z 轴的合成运动轨迹为半径由 R 指定、或圆心由 I、K 指定的从起点到终点的圆弧。

螺纹插补：主轴旋转的角度决定 X 轴或 Z 轴或两轴的移动量，使刀具在随主轴旋转的回转体工件表

面形成螺旋形切削轨迹，实现螺纹车削。螺纹插补方式时，进给轴跟随主轴的旋转运动，主轴旋转一周螺纹切削的长轴移动一个螺距，短轴与长轴进行直线插补。

示例：

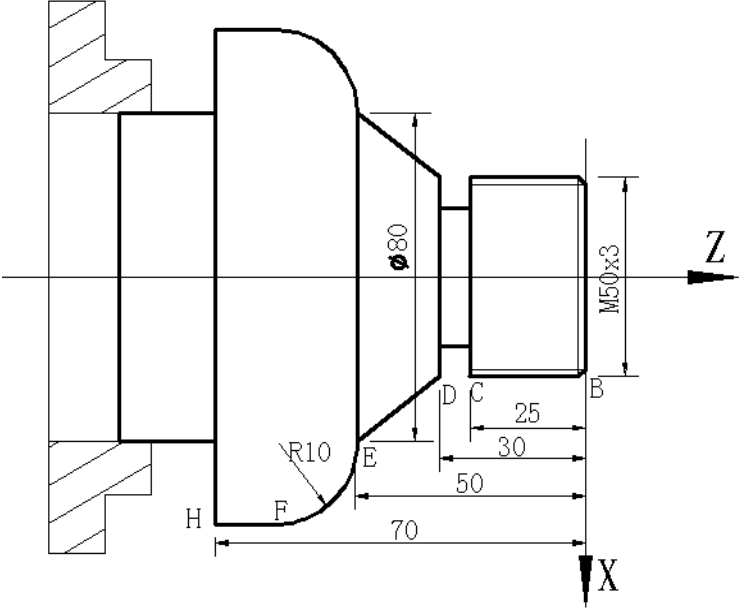


图 1-7

```
...
G32 W-27 F3;      (B → C; 螺纹插补)
G1 X50 Z-30 F100;
G1 X80 Z-50;      (D → E; 直线插补)
G3 X100 W-10 R10; (E → F; 圆弧插补)
...
M30;
```

1.3.5 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。

示例：A → B 直线插补。

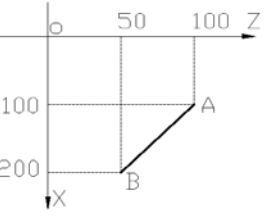


图 1-8

绝对坐标编程：G01 X200. Z50.；
相对坐标编程：G01 U100. W-50.；
混合坐标编程：G01 X200. W-50.；或 G01 U100. Z50.；

注：当一个程序段中同时有指令地址 X、U 或 Z、W 时，绝对坐标编程地址 X、Z 有效。

例如：G50 X10. Z20.；
G01 X20. W30. U20. Z30.；【此程序段的终点坐标为（X20，Z30）】

1.3.6 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：[进给轴参数] 类的（0：直径 1：半径）编程设为“直径”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：[进给轴参数] 类的（0：直径 1：半径）编程为“半径”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。

与直径编程或半径编程的设置有关的地址如下表：

地址	说明	直径编程	半径编程
X	X 轴坐标	直径值表示	半径值表示
	G50 设定 X 轴坐标		
U	X 轴移动增量	直径值表示	半径值表示
	G71、G72、G73 代码中 X 轴精加工余量	直径值表示	半径值表示
R	G74 中切削到终点时候的退刀量	直径值表示	直径值表示

除了上表中所列举的地址之外的其它的地址、数据，如圆弧的半径、G90 的锥度等 X 轴的编程值均按半径值输入，与直径编程或半径编程的设置无关。

值得注意的是：现在几乎所有数控车床调试都是将：[进给轴参数] 类的（0：直径 1：半径）编程设为“直径”，然后再设置 X 轴的电子齿轮比为：1 / 2 输出，（通常这个 1/2 的齿轮比都在伺服器驱动器端设置，因为伺服驱动器参数设置完成后一般很少再改动，这样可以减少误修改的风险，但如果是配步进驱动器时，由于步进驱动器可能没有电子齿轮比的功能，那么就需要在系统端进行 1 / 2 齿轮比的设置了）。例如：当一台数控车床 X 轴的齿轮比设为 4/5 时，刚好是 1/1 输出，即当系统运行 :G0 U 1.0 时，X 轴的拖板打表也向正向走了 1.0mm，为了让拖板只走 0.5mm，那么我们将 4 / 5 乘以 1/2 得 4/10，约分得 2/5，并将 2/5 设置为 X 向的齿轮比。然后，系统再运行 :G0 U 1.0 时，X 轴拖板打表则走：0.5mm，那么在加工双边切削刚好为：1mm。

注：在本使用手册后述的说明中，如没有特别指出，均采用直径编程。

1.4 程序的构成

为了完成零件的自动加工，用户需要按照 CNC 的编程格式编写零件程序（简称程序）。CNC 执行程序完成机床进给运动、主轴起停、刀具选择、冷却、润滑等控制，从而实现零件的加工。程序示例：

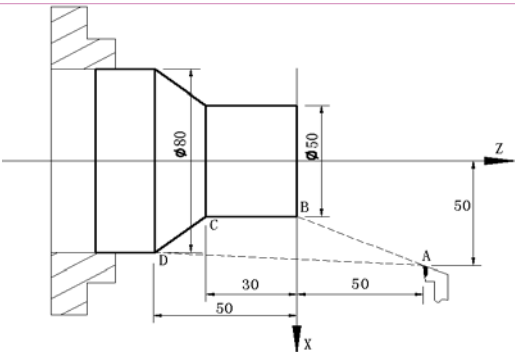


图 1-9

00001	；	（程序名）
N0005	G0 X100 Z50；	（快速定位至 A 点）
N0010	M12；	（夹紧工件）
N0015	T0101；	（换 1 号刀执行 1 号刀偏）
N0020	M3 S600；	（启动主轴，置主轴转速 600r/min）
N0025	M8	（开冷却液）
N0030	G1 X50 Z0 F600；	（以 600mm/min 速度靠近 B 点）
N0040	W-30 F200；	（从 B 点切削至 C 点）
N0050	X80 W-20 F150；	（从 C 点切削至 D 点）
N0060	G0 X100 Z50；	（快速退回 A 点）
N0070	T0100；	（取消刀偏）
N0080	M5 S0；	（停止主轴）
N0090	M9；	（关冷却液）
N0100	M13；	（松开工件）
N0110	M30；	（程序结束，关主轴、冷却液）
N0120	%	

执行完上述程序，刀具将走出 A → B → C → D → A 的轨迹。

1.4.1 程序的一般结构

程序是由以“OXXXX”（程序名）开头、以“%”号结束的若干行程序段构成的。程序段是以程序段号开始（可省略），以“；”结束的若干个代码字构成。程序的一般结构如图 1-10 所示。

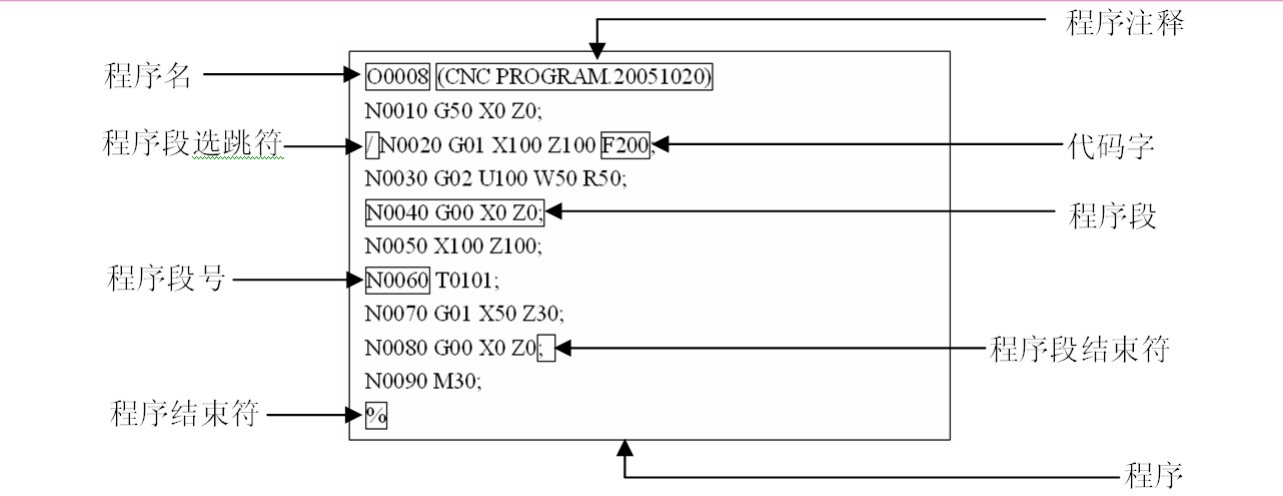
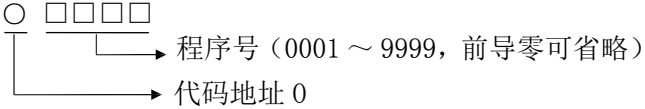


图 1-10 程序的一般结构

程序名
最多可以存储 400 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。



代码字
代码字是用于命令 CNC 完成控制功能的基本代码单元，代码字由一个英文字母（称代码地址）和其后的数值（称为代码值，为有符号数或无符号数）构成。代码地址规定了其后代码值的意义，在不同的代码字组合情况下，同一个代码地址可能有不同的意义。表 1-2 为车床系统所有代码字的一览表。

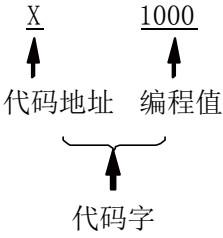


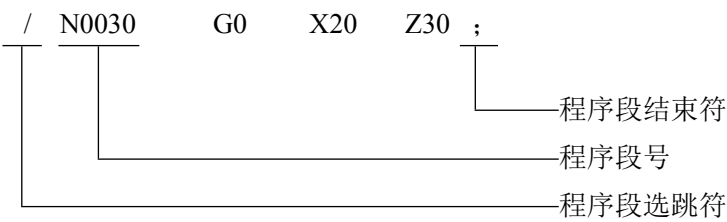
表 1-2 代码字一览表

代码地址	编程值取值范围	功能意义	单位
O	0001 ~ 9999	程序名	
N	0 ~ 999999	程序段号	
G	00 ~ 99	准备功能	
X	-999999.9999 ~ 999999.9999	X 轴坐标	与公制、英制输入有关
	0 ~ 99999.999 (s)	暂停时间	
Z	-999999.9999 ~ 999999.9999	Z 轴坐标	与公制、英制输入有关
Y	-999999.9999 ~ 999999.9999	Y 轴坐标	与公制、英制输入有关
U	-999999.9999 ~ 999999.9999	X 轴增量	与公制、英制输入有关
	0 ~ 99999.999 (s)	暂停时间	
	-99999.9999 ~ 99999.9999	G71、G72、G73 代码中 X 轴精加工余量	与公制、英制输入有关
	0.001 ~ 99.999	G71 中切削深度	与公制、英制输入有关
	-999999.9999 ~ 999999.9999	G73 中 X 轴退刀距离	与公制、英制输入有关
W	-999999.9999 ~ 999999.9999	Z 轴增量	与公制、英制输入有关
	0.001 ~ 99.999	G72 中切削深度	与公制、英制输入有关
	-99999.999 ~ 99999.999	G71、G72、G73 代码中 Z 轴精加工余量	与公制、英制输入有关
	-999999.9999 ~ 999999.9999	G73 中 Z 轴退刀距离	与公制、英制输入有关
V	-999999.9999 ~ 999999.9999	Y 轴增量	与公制、英制输入有关
R	-999999.9999 ~ 999999.9999	圆弧半径	与公制、英制输入有关
	0 ~ 99.999	G71、G72 循环退刀量	与公制、英制输入有关
	1 ~ 9999 (次)	G73 中粗车循环次数	
	0 ~ 99.999	G74、G75 中切削后的退刀量	与公制、英制输入有关
	0 ~ 99999.999	G74、G75 中切削到终点时候的退刀量	与公制、英制输入有关
	0 ~ 99.999	G76 中精加工余量	与公制、英制输入有关
	-999999.9999 ~ 999999.9999	G90、G92、G94、G96 中锥度	与公制、英制输入有关

代码地址	编程值取值范围	功能意义	单位
I	–999999.9999～999999.9999	圆弧中心相对起点在 X 轴矢量	与公制、英制输入有关
	0.06～25400（牙 / 英寸）	英制螺纹牙数	
K	–999999.9999～999999.9999	圆弧中心相对起点在 Z 轴矢量	与公制、英制输入有关
F	0～8000（mm/min）	分进给速度	
	0.0001～500（mm/r）	转进给速度	
	0.001～500（mm）	转进给速度	
S	0～9999（r/min）	主轴转速指定	
	00～04	多档主轴输出	
T	01～32	刀具功能	
M	00～99	辅助功能输出、程序执行流程	
	9000～9999	子程序调用	
P	0～9999999（0.001s）	暂停时间	
	0～9999	调用的子程序号	
	0～999	子程序调用次数	
	0～9999999	G74、G75 中 X 轴循环移动量	与公制、英制输入有关
		G76 中螺纹切削参数	
	0～9999	复合循环代码精加工程序段中起始程序段号	
Q	0～9999	复合循环代码精加工程序段中结束程序段号	
	0～9999999	G74、G75 中 Z 轴循环移动量	与公制、英制输入有关
	1～9999999	G76 中第一次切入量	与公制、英制输入有关
	1～9999999	G76 中最小切入量	与公制、英制输入有关
	0～360000	G32 中起始角，指主轴一转信号与螺纹切削起点的偏移角度	
H	01～99	G65 中运算符	

程序段

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



一个程序段中可输入若干个代码字，也允许无代码字而只有“；”号（EOB 键）结束符。

在同一程序段中，除 N、G、S、T、H、L 等地址外，其它的地址只能出现一次，否则将产生报警（代码字在同一个程序段中被重复指令）。N、S、T、H、L 代码字在同一程序段中重复输入时，相同地址的最后一个代码字有效。同组的 G 代码在同一程序段中重复输入时，最后一个 G 代码有效。


程序段号

程序段号由地址 N 和后面六位数构成：N000000～N999999，前导零可省略。程序段号应位于程序段的开头，否则无效。

程序段号可以不输入，但程序调用、跳转的目标程序段必须有程序段号。程序段号的顺序可以是任意的，其间隔也可以不相等，为了方便查找、分析程序，建议程序段号按编程顺序递增或递减。

如果在开关设置页面将“自动序号”设置为“开”，将在插入程序段时自动生成递增的程序段号，程序段号增量由参数 No 42 设定。

程序段选跳符

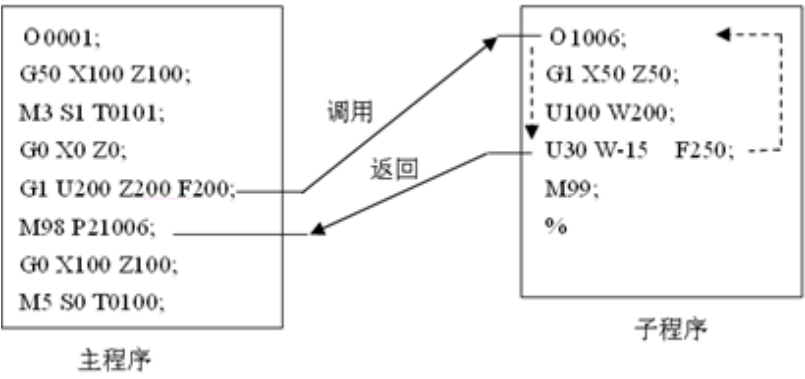
如在程序执行时不执行某一程序段（而又不想删除该程序段），就在该程序段前插入“/”，并打开程序段选跳开关 。程序执行时此程序段将被跳过、不执行。如果程序段选跳开关未打开，即使程序段前有“/”该程序段仍会执行。

程序结束符

“%”为程序文件的结束符，在通信传送程序时，“%”为通信结束标志。新建程序时，CNC 自动在程序尾部插入“%”。

1.4.2 主程序和子程序


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








1.5 程序的运行

1.5.1 程序运行的顺序

必须在自动操作方式下才能运行当前打开的程序，不能同时打开 2 个或更多程序，因此，在任一时刻只能运行一个程序。打开一个程序时，光标位于第一个程序段的行首，在编辑操作方式下可以移动光标。

在自动操作方式的运行停止状态，用循环启动信号（机床面板的键或外接循环启动信号）从当前光标所在的程序段启动程序的运行，通常按照程序段编写的先后顺序逐个程序段执行，直到执行了 M02 或 M30 代码，程序运行停止。光标随着程序的运行而移动，始终位于当前程序段的行首。在以下情况下，程序运行的顺序或状态会发生改变：

- * 程序运行时按了键或急停按钮，程序运行终止；
- * 程序运行时产生了 CNC 报警或 PLC 报警，程序运行终止；
- * 程序运行时操作方式被切换到了录入、编辑操作方式，程序运行单段停（运行完当前的程序段后，程序运行暂停），切换至自动操作方式，再按键或外接循环启动信号接通时，从当前光标所在的程序段启动程序的运行；
- * 程序运行时操作方式被切换到其它操作方式，程序运行停止，切换至自动操作方式；
- * 程序运行时按了键或外接暂停信号断开，程序运行暂停，再按键或外接循环启动信号接通时，程序从停止的位置继续运行；
- * 单段开关打开时，每个程序段运行结束后程序运行暂停，需再按键或外接循环启动信号接通时，从下一程序段继续运行；
- * 程序段选跳开关打开，程序段前有“/”的程序段被跳过、不执行；
- * 执行 G65 跳转代码时，转到跳转目标程序段运行；
- * 执行 G70 ~ 73 复合循环代码的程序运行顺序比较特殊，详见本篇第三章《G 代码》；
- * 执行 M98 代码时，调用对应的子程序或宏程序运行；子程序或宏程序运行结束，执行 M99 代码时，返回主程序中调用程序段的下一程序段运行（如果 M99 代码规定了返回的目标程序段号，则转到目标程序段运行）；
- * 在主程序（该程序的运行不是因其它程序的调用而启动）中执行 M99 代码时，返回程序第一段继续运行，当前程序将反复循环运行。

1.5.2 程序段内代码字的执行顺序

一个程序段中可以有 G、X、Z、F、R、M、S、T 等多个代码字，大部分 M、S、T 代码字由 NC 解释后送给 PLC 处理，其它代码字直接由 NC 处理。M98、M99，以及以 r/min、m/min 为单位给定主轴转速的 S 代码字也是直接由 NC 处理。

当 G 代码与 M00、M01、M02、M30 在同一个程序段中时，NC 执行完 G 代码后，才执行 M 代码，并把对应的 M 信号送给 PLC 处理。

当 G 代码字与 M98、M99 代码字在同一个程序段中时，NC 执行完 G 代码后，才执行这些 M 代码字（不送 M 信号给 PLC）。

当 G 代码字与其它由 PLC 处理的 M、S、T 代码字在同一个程序段中时，由 PLC 程序（梯形图）决定 M、S、T 代码字与 G 代码字同时执行，或者在执行完 G 代码后再执行 M、S、T 代码字，有关代码字的执行顺序应以机床厂家的说明书为准。

车床系统标准 PLC 程序定义的 G、M、S、T 代码字在同一个程序段的执行顺序为：

M3、M4、M8、M10、M12、M32、M41、M42、M43、M44、S □□、T □□□□与 G 代码字同时执行；

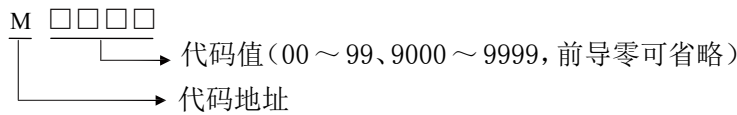
M5、M9、M11、M13、M33 在执行完 G 代码字后再执行；

M00、M01、M02、M30 在当前程序段其它代码执行完成后再执行。

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
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

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）。

当 CNC[功能参数] 类中 M 3 0 执行后光标（0：不返回 1：返回）设为“不返回”，光标不回到程序开头；当设为“返回”时，程序执行完毕，光标立即回到程序开头。

2.1.3 子程序调用 M98

代码格式：M98 P □□□□ L □□□□

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。

2.1.4 从子程序返回 M99

代码格式：M99 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 代码的下一程序段继续执行。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。

示例：图 2-1 表示调用子程序（M99 中有 P 代码字）的执行路径。图 2-2 表示调用子程序（M99 中无 P 代码字）的执行路径。

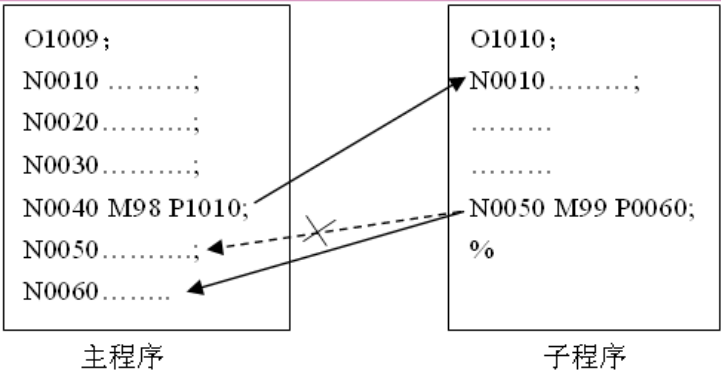


图 2-1

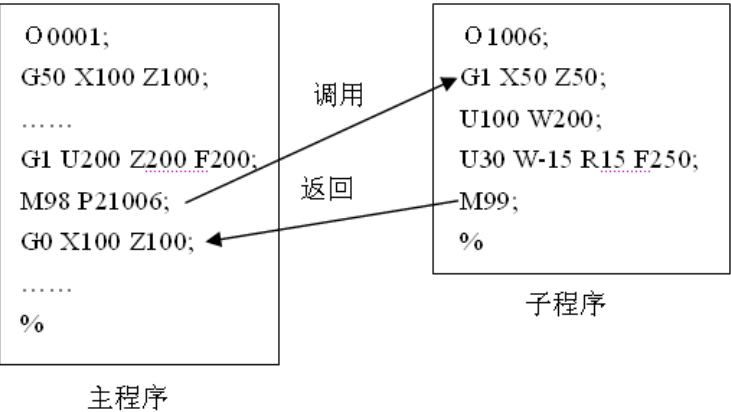


图 2-2

车床系统可以调用四重子程序，即可以在子程序中调用其它子程序（如图 2-3）。

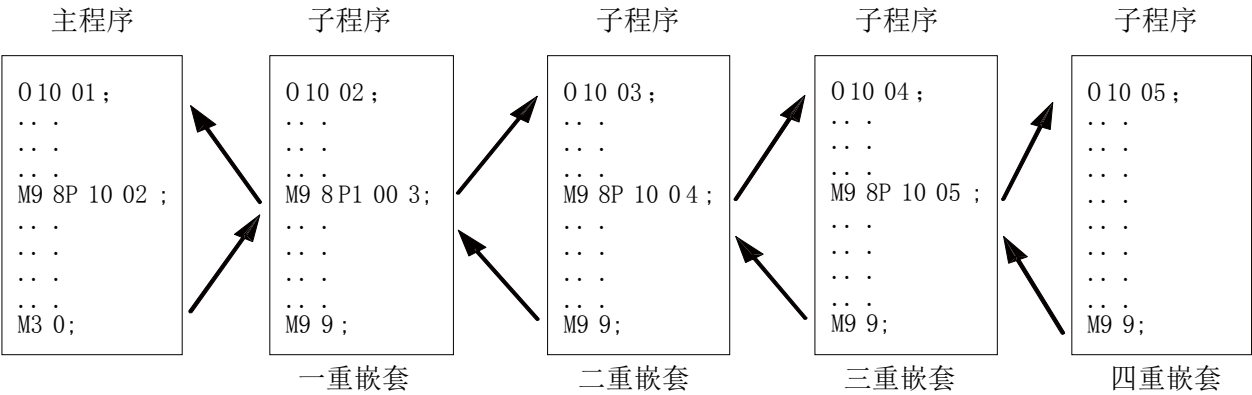


图 2-3 子程序嵌套

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


2.1.6 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。

2.1.7 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。

2.1.8 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》。

2.1.9 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》。

2.1.10 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《安装连接手册》。

2.1.11 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》。

2.1.12 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》。

2.1.13 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》。

2.1.14 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《安装连接手册》。

2. 1. 15 润滑液控制 M32、M33

代码格式：M32；
 M33；
代码功能：M32：润滑泵开；
 M33：润滑泵关。

注：标准 PLC 定义的 M32、M33 的控制时序及逻辑详见《安装连接手册》。

2. 1. 16 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. 17 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. 1. 18 用户 M 功能（此功能视系统发布时的软件版本而定，如果系统实际不能使用该功能则视为该系统不支持。）

代码格式：用户输出M功能：M80 P1~M80 P8 以控制 P1~P8 对应的 Y 点输出
 M81 P1~M81 P8 以控制 P1~P8 对应的 Y 点关闭
 用户输入M功能：M90 P1~P8 以检测 P1~P8 对应该 X 输入点（为 1 时 M90 完成，为 0 时 M 90 等待），用户M功能指令可灵活应用在自动上下料的自动化控制领域。

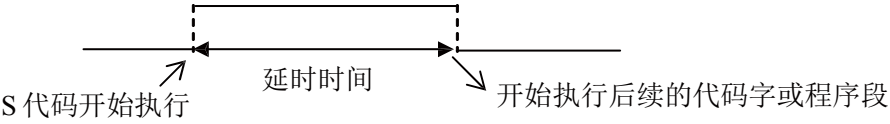
2. 2 主轴功能

S 代码用于控制主轴的转速，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〔主轴参数〕类的主轴转速（0：开关控制 1：模拟电压控制）设为“开关控制”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 □□
 └── 00 ～ 04（前导零可省略）：1 ～ 4 档主轴转速开关量控制。
主轴转速开关量控制方式下，S 代码的代码信号送 PLC 后，延迟主轴参数〕类的 S 代码执行持续时间后返回 FIN 信号，此时间称为 S 代码的执行时间。



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

〔主轴参数〕类的主轴转速（0：开关控制 1：模拟电压控制）设为“模拟电压控制”时主轴转速为模拟电压控制。

代码格式: 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。具体见本章 2.2.3 节。

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 [主轴参数] 类的“对应主轴第 1 档位的最高转速 ~ 对应主轴第 4 档位的最高转速”）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

$$\pi \approx 3.14$$

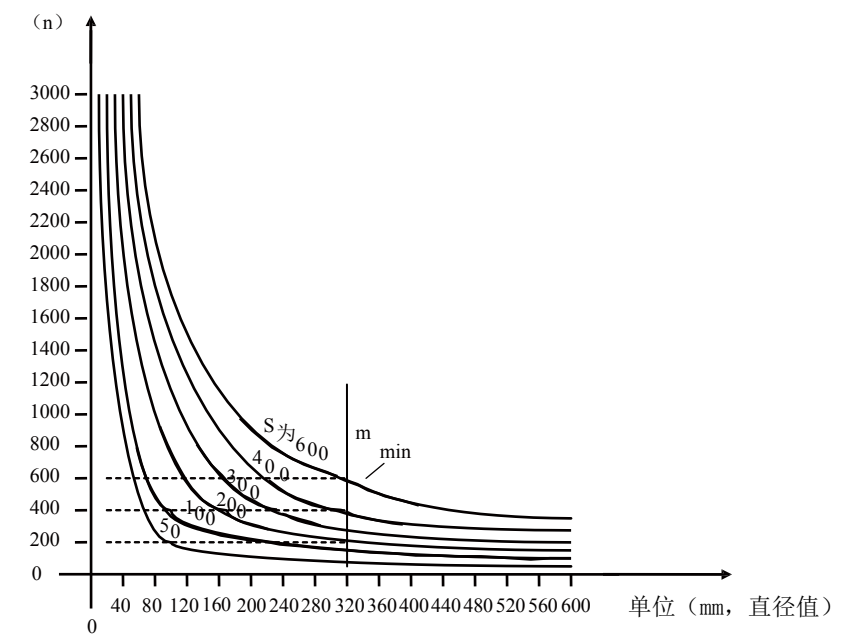


图 2-4

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 [主轴参数] 类中的恒线速 (G 9 6) 控制下，主轴的最低转速设置为 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 当 [主轴参数] 类中的恒线速 (G 9 6) 控制下, 主轴的最低转速设置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：

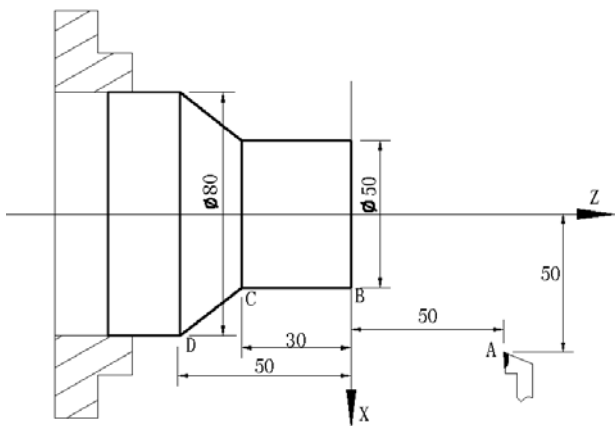


图 2-5

```
O0001      ;                      (程序名)
N0010      M3 G96 S300;          (逆时针转、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 [主轴参数] 类中对应主轴第 1 ~ 4 档位的最高转速）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。以下所述为车床系统标准 PLC 梯形图的功能描述，仅供参考。

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。主轴倍率修调操作详见本使用手册《操作说明篇》。

2.2.5 多主轴控制功能

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。

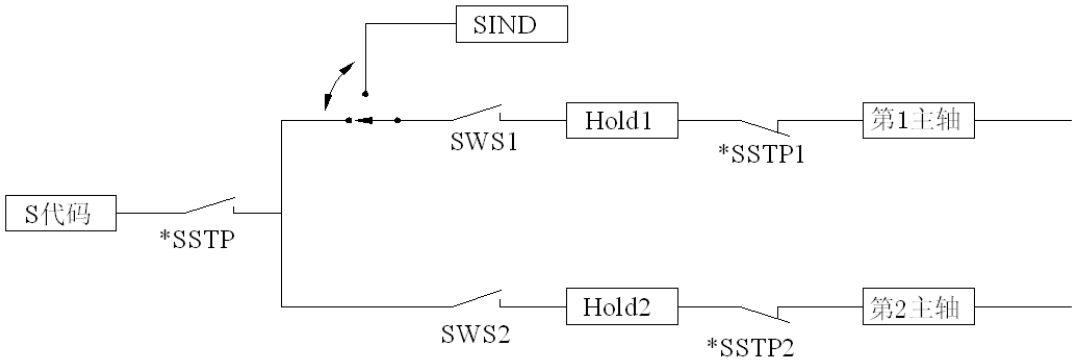
S 代码作为速度指令送至由主轴选择信号（SWS1、SWS2<G25 # 0、G25 # 1>）选定的主轴，每个主轴以指定速度旋转。如果一个主轴没有收到主轴选择信号，它以之前的速度继续旋转。这就允许各主轴在同一时间以不同的速度旋转。每个主轴都有各自的主轴停止信号和主轴使能信号。

状态参数 No 001 # 4 设定为 1 时，可以通过设定 MSEN（No 196 # 4）为 1 启动多主轴控制功能。主轴控制有下面几种形式，通过参数 MSI（No 196 # 7）来决定。具体方式如下：

●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：

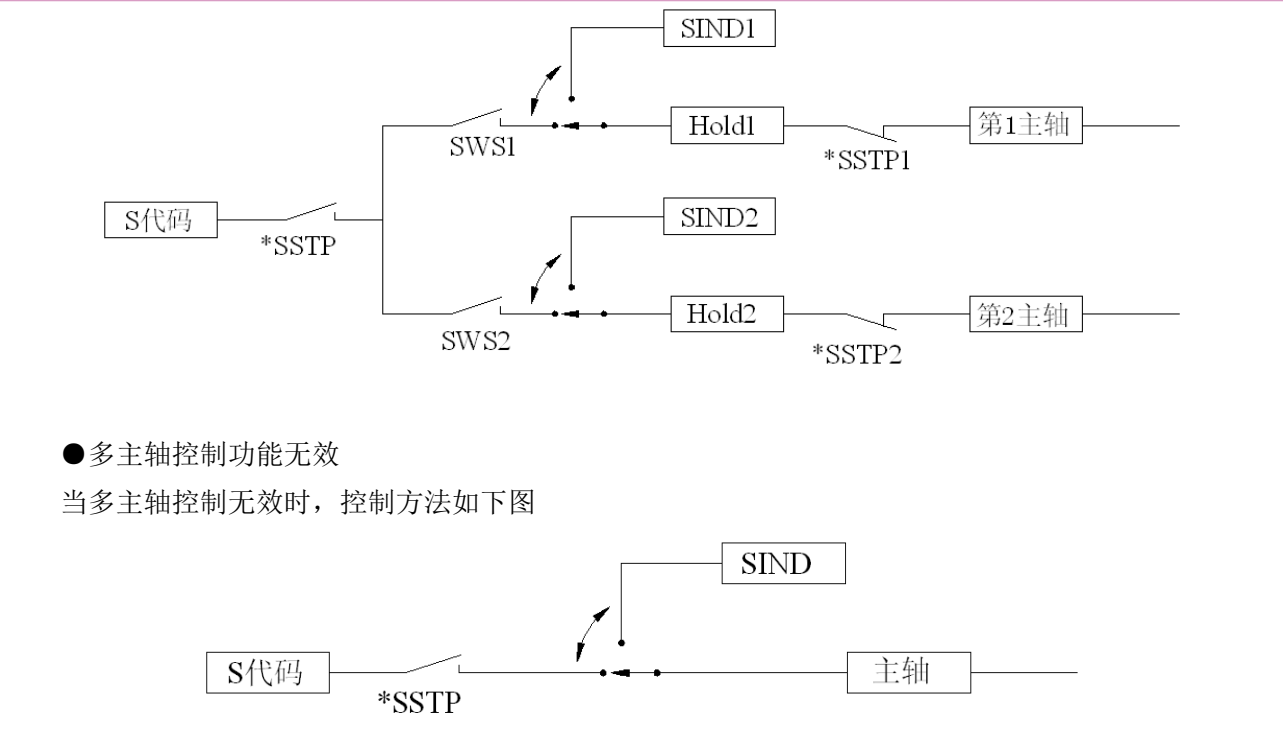


●多主轴控制 B 型

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：



2.2.6 Cs 轮廓控制功能

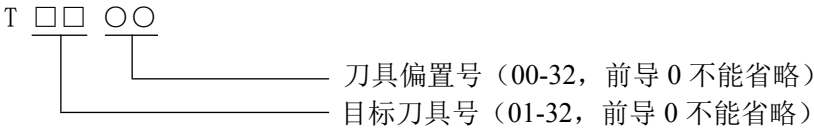
对主轴速度进行控制的情形叫做主轴旋转控制（通过速度指令来使主轴旋转），将对主轴的位置进行控制的情形叫做主轴轮廓控制（通过移动指令来使主轴旋转）。对该主轴进行轮廓控制的功能就是 Cs 轮廓控制功能。主轴作为伺服进给轴工作，通过位置移动指令来旋转和定位，并可与其它进给轴一起插补，加工出轮廓曲线。

2.3 刀具功能

2.3.1 刀具控制

车床 CNC 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。

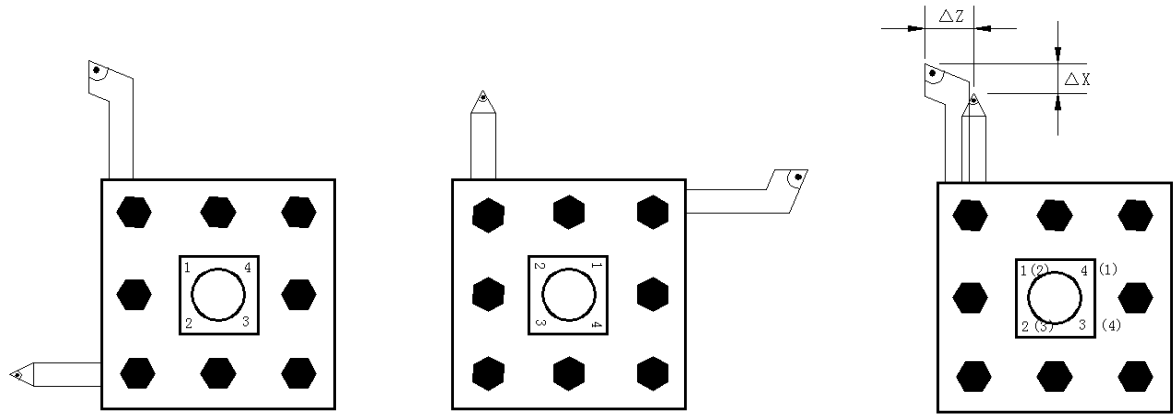


图 2-4 刀具偏置

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 [刀具参数] 的“刀具补偿值以（0：直径 1：半径）值表示”来设定。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。

示例：[刀具参数] 的“刀具补偿值以（0：直径 1：半径）值表示”设为直径时，若 X 轴的刀具长度补偿值改变 10mm，则工件外径的直径值改变 10mm；[刀具参数] 的“刀具补偿值以（0：直径 1：半径）值表示”设为半径时，若 X 轴的刀具长度补偿值改变 10mm，则工件外径的直径值改变 20mm。如图 2-5 为移动方式执行刀具偏置时建立、执行及取消的过程。

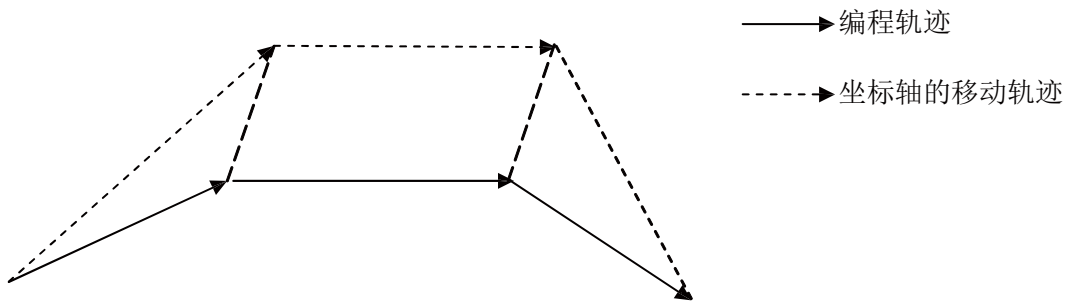


图 2-5 刀具长度补偿建立、执行及取消

```
G01 X100 Z100 T0101;    (程序段 1, 开始执行刀具偏置)
G01 W150;                (程序段 2, 刀具偏置状态)
```


G01 U150 W100 T0100; （程序段 3，取消刀具偏置）

执行刀具偏置的方式有两种，由 [刀具参数] 的“以（ 0：移动 1：坐标偏移）方式执行刀具偏置”设定：

当设为“移动”时，以刀具移动方式执行刀具偏置；

当设为“坐标偏移”时，以修改坐标方式执行刀具偏置；

示例：

表 2-4

刀具偏置号	X	Z
00	0.000	0.000
01	0.000	0.000
02	12.000	-23.000
03	24.560	13.452

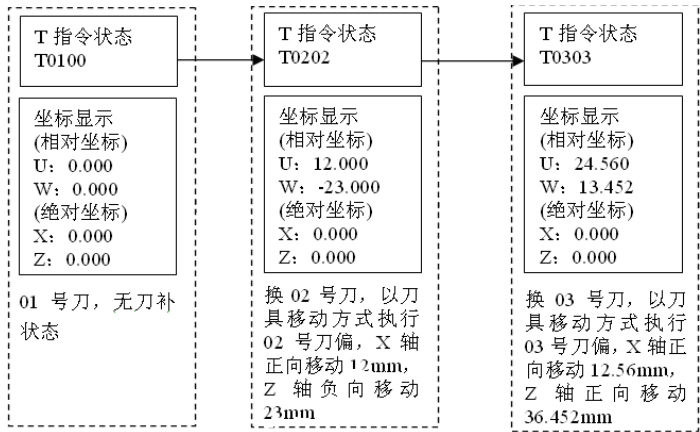


图 2-6 刀具移动方式执行刀具偏置

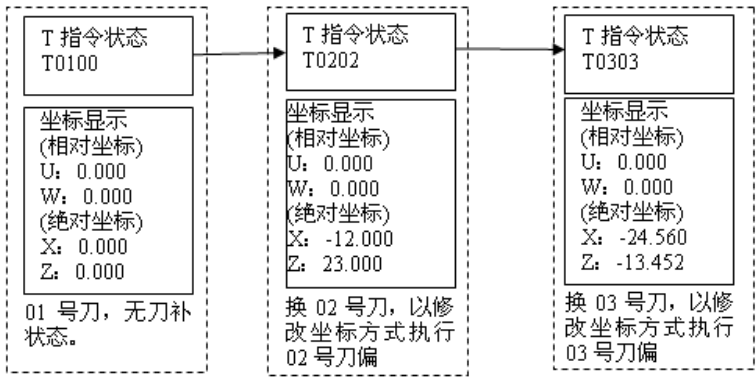


图 2-7 修改坐标方式执行刀具偏置

在录入和自动方式下，单独的 T 代码字（不与移动代码在同一程序段），执行刀具偏置的过程与 [刀具参数] 的“以（ 0：移动 1：坐标偏移）方式执行刀具偏置”设置有关（如图 2-6、图 2-7 所示）。

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 [刀具参数] 的“总刀位数”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。标准 PLC 梯形图定义的正转选刀、反转锁紧，刀位信号直接输入的换刀方式，换刀时序逻辑请参阅本使用手册第三篇《安装连接篇》。

使用排刀架（未安装自动刀架）时，[刀具参数] 的“总刀位数”设置为 1，同时将 [刀具参数] 的“换刀未完成报警的两次复位计数”设为“ 0 ”，然后关电重启。设置不同的刀具号是通过执行不同的刀具偏置来实现的，如：T0101、T0102、T0103。

2.3.2 刀具寿命管理

1. 刀具寿命管理功能的启用

[刀具参数] 的“刀具寿命管理（ 0：无效 1：有效）”设置作为刀具寿命管理功能是否有效的标志，当刀具寿命管理功能无效时，相应的刀具寿命管理界面也不显示。

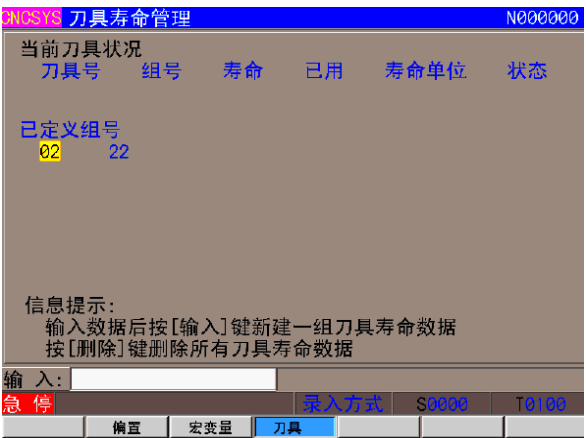
设为“无效”时：刀具寿命管理功能无效

设为“有效”时：刀具寿命管理功能有效

2. 刀具寿命管理显示界面

反复按 **补偿** **OFT** 键可进入刀具寿命管理显示界面。在刀具寿命管理界面中有多个页面（具体多少个页面与定义的刀具组号有关），主要有“当前刀具状况”和“某一刀具组状态”两个页面，按 **返回** 键、**菜单** 键可进行页面的切换。

1)“当前刀具状况”页面当前刀具状况页面显示当前所用刀具的寿命管理数据和已定义刀具组的清单。这页主要用来以组为单位监视刀具的寿命数据。页面显示如下：



当前刀具状态：显示当前正在使用中刀具的寿命管理数据。

刀具号：当前使用的刀具及刀补号。

组号：该刀具所在的组。

寿命：刀具寿命数据，根据计数方式 N 值的不同，指定的值可以是时间或次数。

已使用：已经使用了的刀具寿命数据。

方式：刀具寿命的计数单位，N1 为以使用时间（单位：分钟）计算刀具寿命，N0 表示以使用次数（单位：次）计算刀具寿命。

状态：显示刀具状态（0－未使用，1－使用中，2－寿命到，3－跳跃）。

已定义组号：只显示所有定义的组号，未定义的组号不显示。反白显示的组号表示该组内所有刀具的寿命都已达到。

2) “刀具组号 P” 页面

用于设定和显示某刀具组的寿命管理数据。每组内可设定 1～8 种刀具寿命管理数据。



刀具组号 P：显示某一刀具组中刀具寿命管理数据。

序号：每组内可设定序号从 1～8 的 8 把刀具。

刀具刀补：刀具及刀补号。

寿命：刀具寿命数据，根据计数方式 N 值的不同，指定的值可以是时间或次数。

已用：已经使用了的刀具寿命数据。

寿命单位：刀具寿命的计数单位，N0 为以使用次数（单位：次）计算刀具寿命，N1 表示以使用时间（单位：分钟）计算刀具寿命。

状态：显示刀具状态（未用、使用、用完、跳跃）。

3) 刀具组号的建立及显示

A. 在刀具组状态显示页面，输入 **P**、组号、**输入 IN** 即显示该组刀具寿命数据，如该组不存在，则作为新定义组号。（在录入方式下，并且参数开关为开状态）

说明：新定义组号后，会自动定义第一把刀，如新定义组号为 22 的刀具组后，显示页面如下：



B. 在当前刀具状况页面的《已定义组号》中移动光标选择组号，按翻页键到第二页时即显示该组内容。

C. 在刀具组状态显示页面，按翻页键可逐个显示各组号的内容。

3. 刀具寿命数据的定义

刀具寿命数据的设置有两种方式：

1) 编写 NC 程序并运行程序设置；

代码格式：G10 L3

代码功能：设定为刀具寿命管理数据输入方式

代码格式：G11

代码功能：取消刀具寿命管理数据输入方式

程序	意义	备注
00020 (00020)		T_：刀具及刀补号；
G10 L3；	设定为刀具寿命管理数据输入方式	
P01；	刀具组号，刀具组号设置范围（1～32）	N_：刀具寿命的计数方式，N0 表示以使用次数计算刀具寿命（单位：次数），N1 表示以使用时间计算刀具寿命（单位：分钟）
T0101 L500 N0；	刀具号码、寿命、方式（次数）的设置	
T0201 L600 N1；	刀具号码、寿命、方式（分钟）的设置	
P02；	另一个刀具组号	

T0303 L200 N0;		L_：刀具寿命数据，根据计数方式 N 值的不同，指定的值代表的是时间或次数
T0304 L300 N0;		
G11;	取消刀具寿命管理数据输入方式	
M30;		

编程注意：

注 1：P 代码指定的刀具组号可以不连续，但请尽可能按照升序，由画面监视时较容易看刀具组号。

注 2：省略寿命数据 L_ 时该刀具的寿命为 0，省略指定方式 N_ 时，该刀具的方式为 0（次数），这种情况下只进行计数不报警输出。

注 3：从 G10 L3 至 G11 之间的其他代码字一律忽略。

注 4：运行刀具寿命预置程序（如前面的 00020）将彻底清除原有的所有寿命数据，而只按程序要求预置寿命数据。

注 5：运行零件程序时禁止手工修改寿命数据，退出运行状态后可以修改（运行刀具寿命预置程序除外）。

注 6：所有刀具寿命数据掉电保护。

2) 直接从刀具寿命管理界面输入

录入操作方式、3 级操作权限下，在刀具组状态显示页面可直接输入刀具寿命管理数据。

A. 修改数据：

在刀具组状态显示页面，按 **修改 ALT** 键进入修改状态。从输入栏输入数据（如 9999），并按 **输入 IN** 键确认。

再按 **修改 ALT** 键，可退出修改状态。修改状态下，支持上下左右移动光标，支持（刀具刀补、寿命、已用、方式）数据输入（参数开关为开的状态）。



修改前



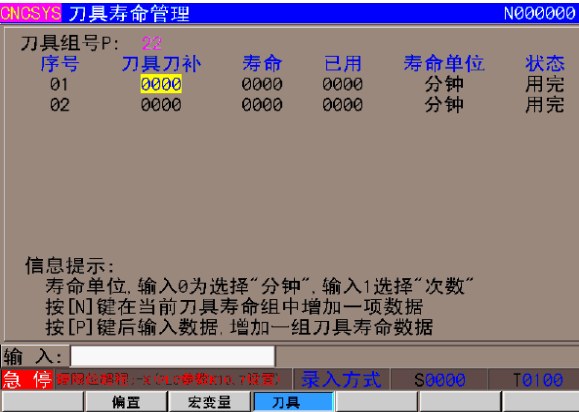
修改后

B. 插入数据：

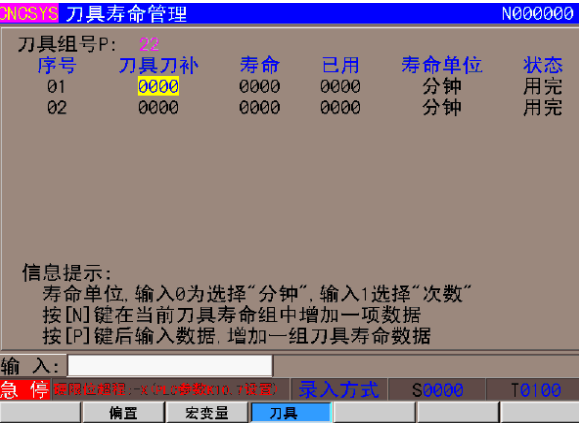
当前页面插入任意序号数据，按 **N#** ——> [01 ~ 08] ——> **输入 IN** 键，插入新行，定义初值如下：
(参数开关为开的状态)

序号	刀具刀补	寿命	已用	方式	状态
N	0000	0	0	0	用完

a) 在前面插入，原序号数据后移

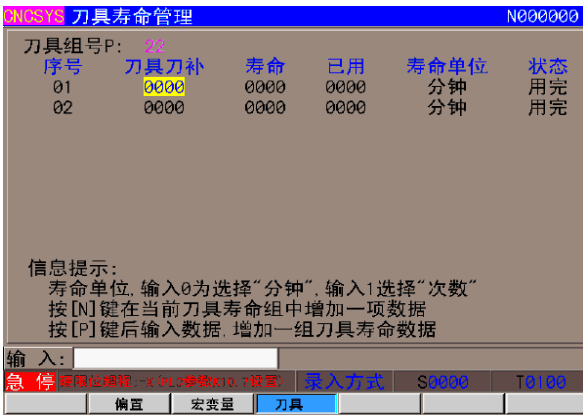


插入前

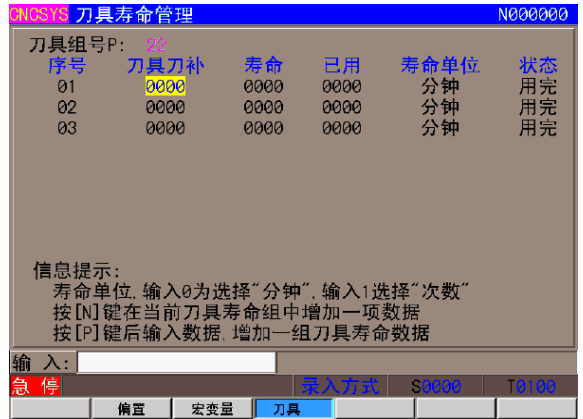


插入后

b) 在中间插入，原序号数据后移

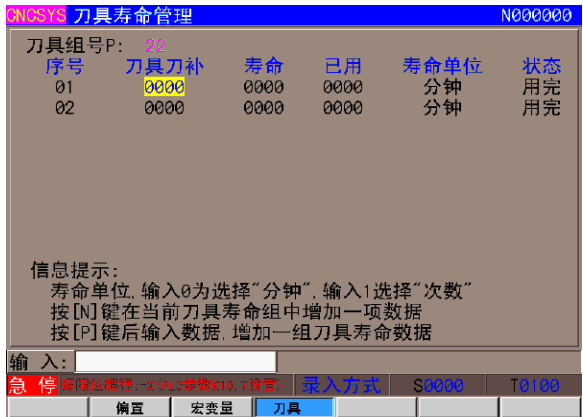


插入前



插入后

c) 在后面插入





插入前

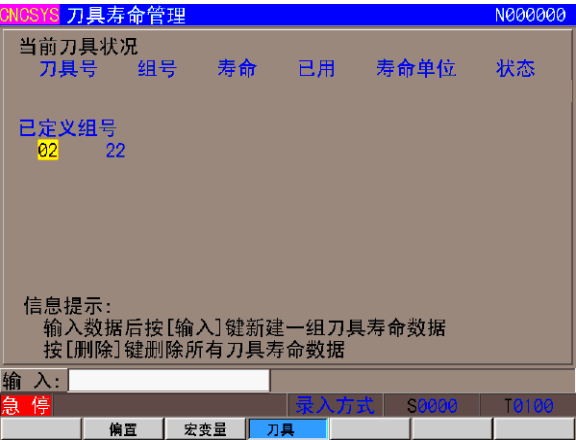


插入后

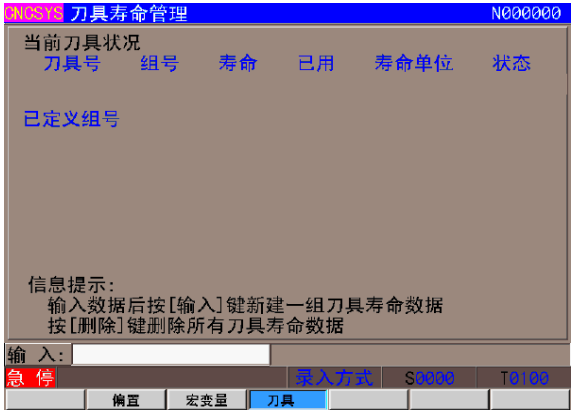
C. 删除数据:

a) 删除所有组号数据

在当前刀具状况页面下，按下  +  键可删除所有定义的数据（包括组号、组内刀具号及寿命值等）。



操作前



操作后

b) 删除任意组号数据（参数开关为开状态）

按 **P** **Q** ——> [组号] ——> **删除** **DEL**；



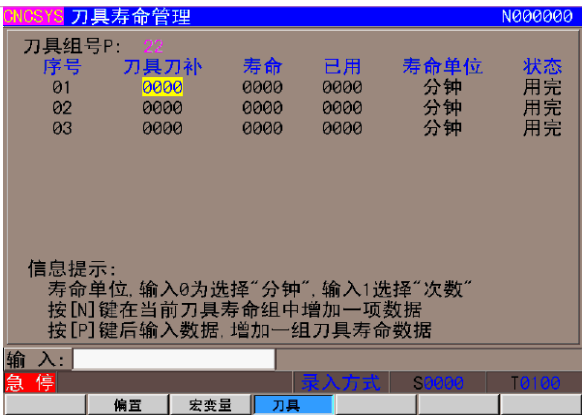
删除前



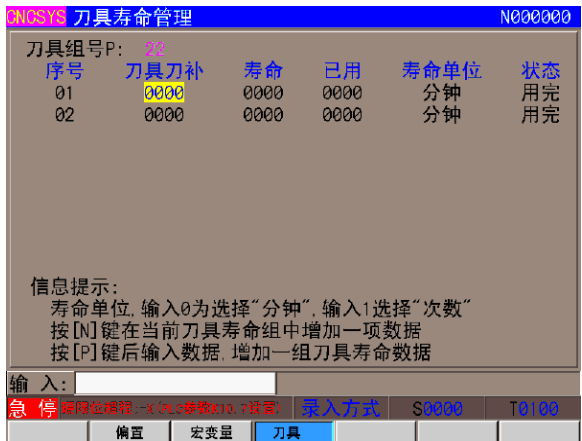
删除后

c) 当前页面删除任意序号数据（参数开关为开状态）

按 **N** **#** ——> [01 ~ 08] ——> **删除** **DEL**



删除前



删除后

D. 非法数据处理

若输入的数据为非法数据，则输入无效，并产生报警提示。

4. 刀具寿命功能使用

代码格式：

Txx99：结束当前使用的刀具组，开始启用 xx 组的刀具并进行寿命管理

Txx88：取消 xx 组的刀具补偿

下表给出这两个代码的使用示例。

使用示例：

00000 (00000)

...

T0199； 结束原来的刀具组，开始启用 01 组刀具

...

T0188； 取消 01 组刀具补偿（当前使用的刀具偏置）

```
...
T0508;    使用 05 号刀 08 刀补，无寿命管理
...
T0500;    撤消 05 号刀刀补
...
T0299;    结束刀号 05，开始启用 02 组刀具
...
T0199;    结束 02 组刀具，启用 01 组的刀具，如 01 刀具含多把刀具，启用下一把刀具
...
```

5. 刀具寿命的计数

若计数结果为使用寿命值大于或等于寿命数据的设定值，则下一次刀具组号选择命令选择刀具组内的备用刀具并对新选择的刀具进行计数，刀具组内的所有刀具寿命到达且无备用刀具时会继续进行计数，并给出报警信息输出到 PLC。录入操作方式下运行时是否进行计数由 [刀架参数] 类中“刀具寿命管理在录入方式下运行时计数（0：无效 1：有效）”决定。

- 设为“无效”：刀具寿命管理录入操作方式运行时无效
- 设为“有效”：刀具寿命管理录入操作方式运行时有效

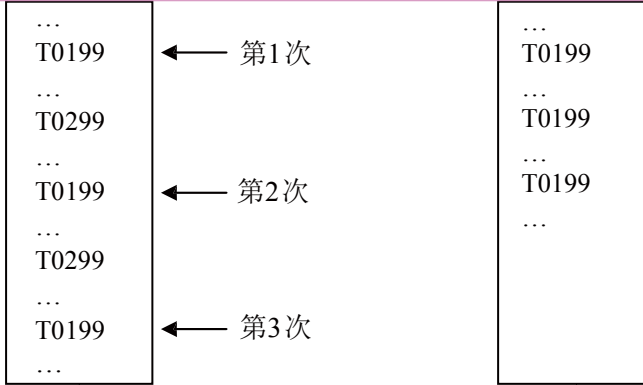
刀具寿命的计数方法有时间和次数方式两种方式：

- A. 时间方式计数在切削进给模式（如 G01、G02、G03、G32、G33、G34 等）下，以使用时间（单位：分钟）计算刀具寿命，在 G00 快速移动、G04 延时、暂停、单段停止、机械锁住、辅助功能锁住、空运行等状态下不进行计数。
- B. 次数方式计数次数方式计数下有两种形式，由 [刀架参数] 类中“次数方式计数下，刀具寿命管计数 0：方式 1 1：方式 2）”决定。

设为“方式 1”时：次数方式计数下，刀具寿命管理计数方式 1

此计数方式下，执行刀具组选择代码（Txx99）改变刀具号码，且切削进给模式下（机械锁住、辅助功能锁住、空运行状态时除外）将进行计数。只改变刀具号码而没有进入切削进给模式时不计数。

使用示例：



刀具组 01 的使用次数为 3 次 刀具组 01 的使用次数为 1 次

设为“方式 2”时：次数方式计数下，刀具寿命管理计数方式 2

只在切削使用的刀具组在加工程序开始到 M30 (M99) 结束为止累加 1 次，如果运行中途复位，次数不累加。机械锁住、辅助功能锁住、空运行状态时不进行计数。

6. 刀具寿命功能相关 G、F 信号

a) 刀具更换信号 TLCH (F60 # 0)

- [类型] 输出信号
- [功能] 通知 PLC 本组中最后一把刀具的寿命结束
- [输出条件] 该信号置为 1，当一组中最后一把刀具的寿命结束，并且该组所有刀具均到使用寿命。

b) 新刀具选择信号 TLNW (F60 # 1)

- [类型] 输出信号
- [功能] 通知选择了某刀具组的新刀具
- [输出条件] 该信号置为 1，当选择了某组的新刀具时。

c) 刀具更换复位信号 TLRST (G048 # 7)

- [类型] 输入信号
- [功能] 清除所有的执行数据
- [操作] 当该信号设定为 1 时，控制单元把所有组中的刀具的已使用寿命数据清零；刀具状态复位为未使用。

注：仅当自动操作信号 OP 为“0”时，刀具更换复位信号 TLRST 才有效。

d) 刀具跳过信号 TLSKP (G048 # 5)

- [类型] 输入信号
- [功能] 通过以下两种方式之一来更换尚未到达使用寿命的刀具：
 - 1) [刀架参数] 类中“次数方式计数下，刀具寿命管计数 0：方式 1 1：方式 2）”为 1 时，先由刀具组号选择信号（G47#0 ~ #4）指定刀具的组号，然后将刀具跳过信号 TLSKP 变为“1”，下一个 T 代码指令则跳过 当前组的正在使用的刀具，而使用由 G47#0 ~ #4 指定的刀具组中的第一把使用寿命

未到刀具。

2) [刀架参数] 类中 “次数方式计数下，刀具寿命管计数 0：方式 1 1：方式 2 ）” 为 0 时，刀具组号选择信号（G47#0 ～ #4）指定组号无效。将刀具跳过信号 TLSKP 变为 “1” 时，机床将跳到当前使用组的下一把刀具。

[操作] 当该信号设定为 1 时，按 [功能] 中的描述动作。

注：循环启动灯信号（STL）和进给暂停灯信号（SPL）都必须为 “0” 时，输入 TLSKP 信号才有效

e) 刀具组号选择信号 TL01 ～ TL16（G47#0 ～ #4）

[类型] 输入信号

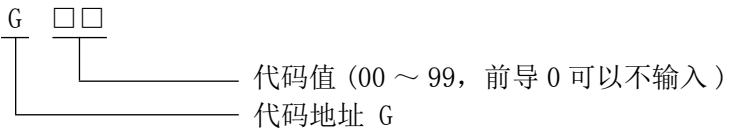
[功能] 输入 TLSKP 信号时，必须先用刀具组选择信号 TL01 ～ TL16 指定刀具组号。以二进制形式指定，指定的刀具组号 = G47#4 ～ #0 + 1；

[操作] 指定所选择的刀具组。

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	暂停、准停	非模态 G 代码
G10		数据输入方式有效	
G11		取消数据输入方式	
G12		存储行程检测功能接通	

指令字	组别	功能	备注
G13	00	存储行程检测功能断开	非模态 G 代码
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	NO. 51 参数值
U	G73 中 X 轴退刀距离	NO. 53 参数值
W	G72 中切削深度	NO. 51 参数值
W	G73 中 Z 轴退刀距离	NO. 54 参数值
R	G71、G72 循环退刀量	NO. 52 参数值
R	G73 中粗车循环次数	NO. 55 参数值
R	G74、G75 中切削后的退刀量	NO. 56 参数值
R	G76 中精加工余量	NO. 60 参数值
R	G90、G92、G94、G76 中锥度	0
(G98)F	分进给速度 (G98)	NO. 030 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；	NO. 57 参数值 NO. 19 参数值 NO. 58 参数值
Q	G76 中最小切入量	NO. 59 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；


```
示例 2:
00002;
G0 X50 Z5;      (快速移动至 X50 Z5)
G04 X4;         (延时 4 秒)
G04 X5;         (再次延时 5 秒, G04 为非模态 G 代码字, 必须再次输入)
M30;
```

```
示例 3(上电第一次运行):
00003;
G98 F500 G01 X100 Z100; (G98 每分进给, 进给速度为 500mm/min)
G92 X50 W-20 F2;       (螺纹切削, F 值为螺距必须输入)
G99 G01 U10 F0.01;     (G99 每转进给, F 值重新输入)
G00 X80 Z50 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。

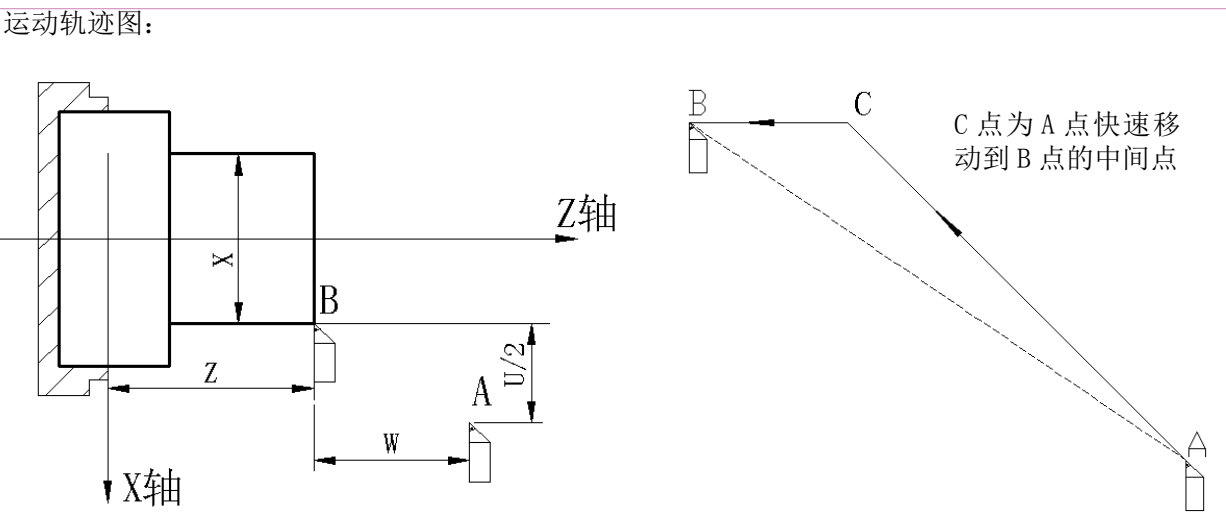


图 3-1

X、Z 轴各自快速移动速度分别由系统数据参数 NO.022、NO.023 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

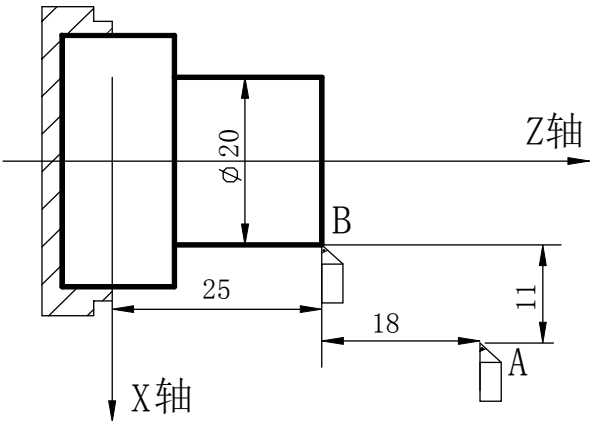


图 3-2

```
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 [进给轴参数] 类中 “X / Z 轴定位和进给上限速度” 设置值。

运动轨迹图：

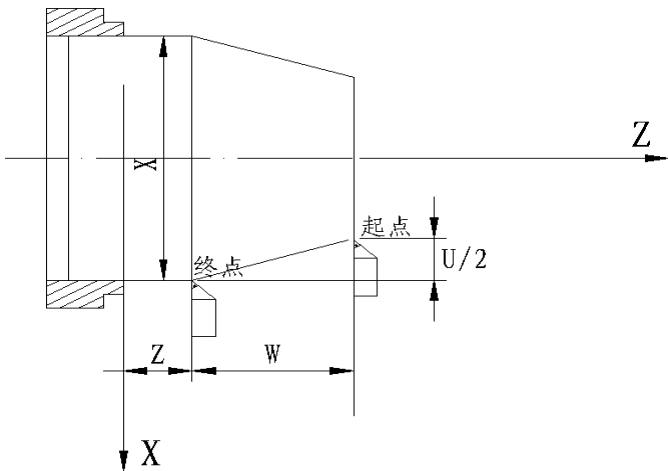
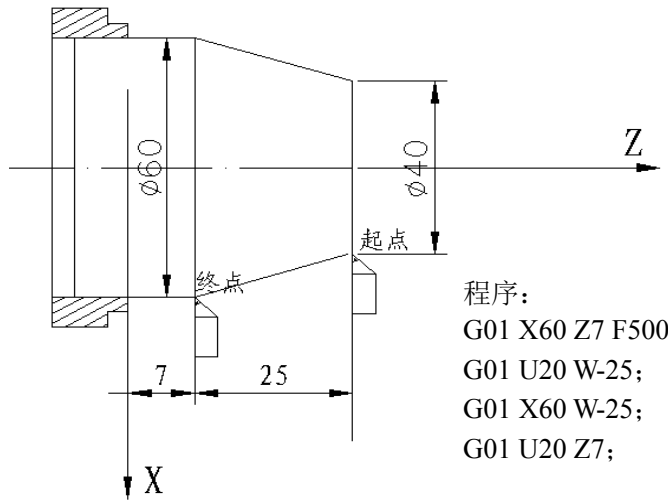


图 3-3

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）或
G01 U20 W-25; （相对值编程）或
G01 X60 W-25; （混合编程）或
G01 U20 Z7; （混合编程）

3.4 圆弧插补 G02、G03

代码格式：
$$\left. \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} \begin{matrix} X/U \\ Z/W \end{matrix} \quad \left. \begin{matrix} R_ \\ I_K_ \end{matrix} \right\} \begin{matrix} Z/W \\ R_ \\ I_K_ \end{matrix}$$

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：

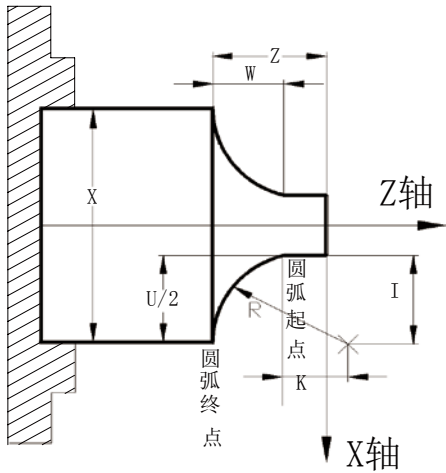


图 3-5 G02 轨迹图

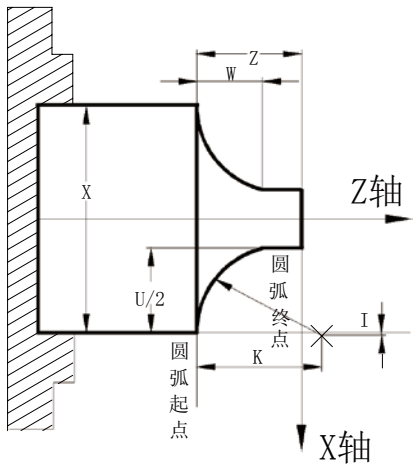


图 3-6 G03 轨迹图

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 = 圆心坐标 X - 圆弧起始点的 X 坐标； K = 圆心坐标 Z - 圆弧起始点的 Z 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。

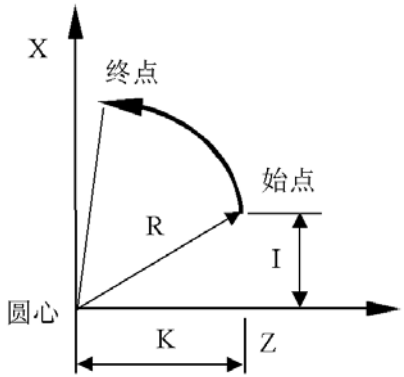


图 3-6-1

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：

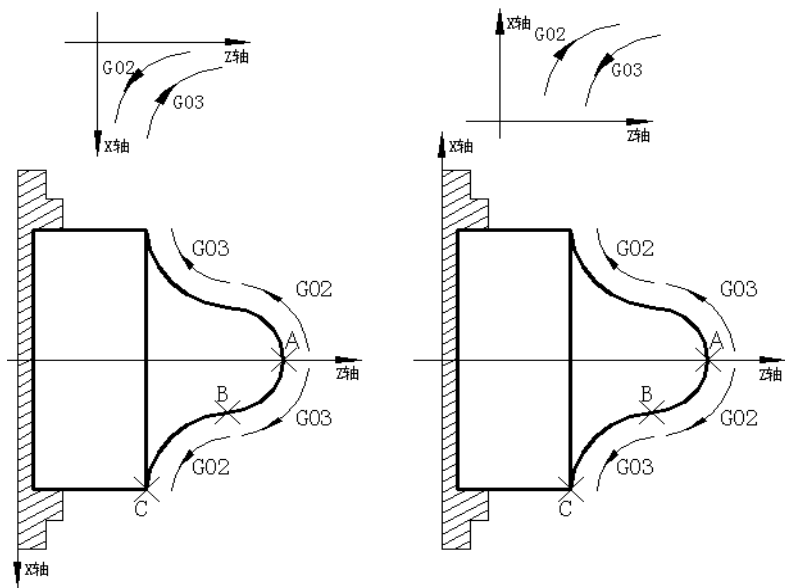
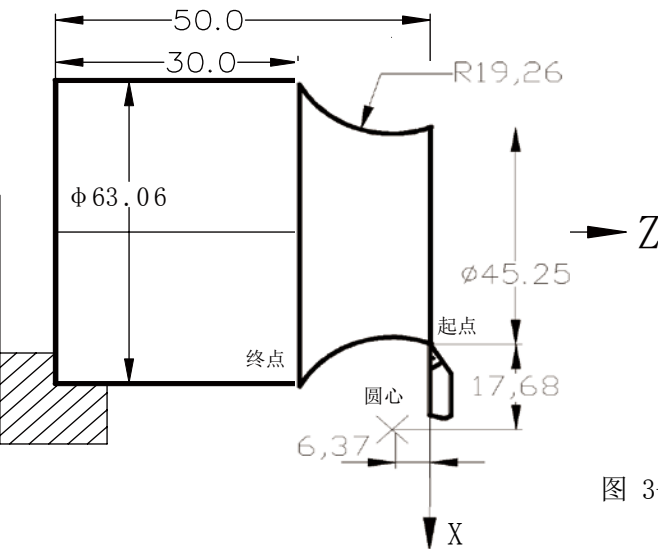


图 3-7

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 X63.06 Z-20.0 R19.26 F300；或
G02 U17.81 W-20.0 R19.26 F300；或
G02 X63.06 Z-20.0 I17.68 K-6.37；或
G02 U17.81 W-20.0 I17.68 K-6.37 F300。

图 3-8

G02/G03 代码综合编程实例：

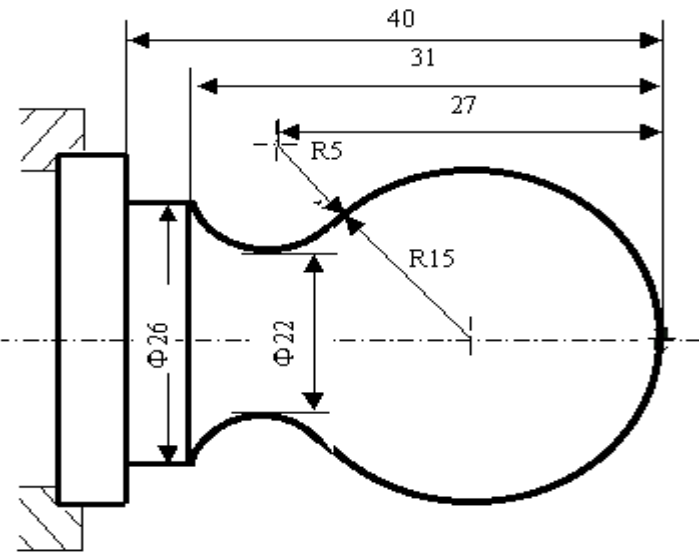


图 3-9 圆弧编程实例

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 $\Phi 26$)
N008 X40 Z5； (返回起点)
N009 M30； (程序结束)

3.5 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 [进给轴参数] 类中 “(0: 直径 1: 半径) 编程” 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

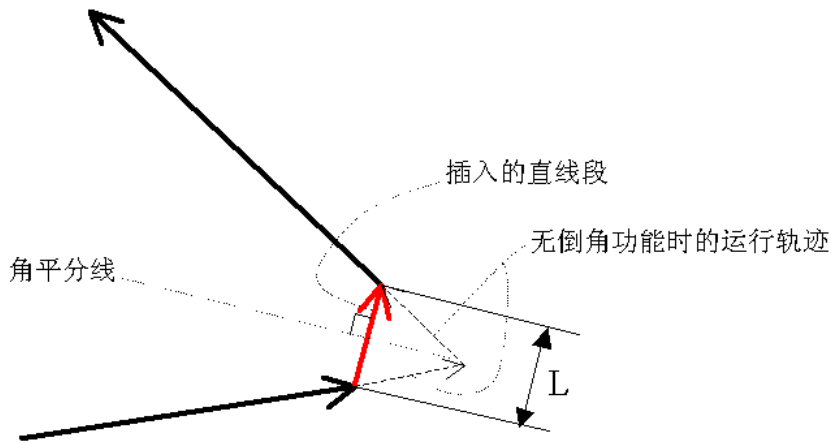
倒角功能是在两轮廓间插入一段直线或圆弧, 使刀具能比较平滑地从一轮廓过渡到另一轮廓。具有直线和圆弧两种倒角功能。

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

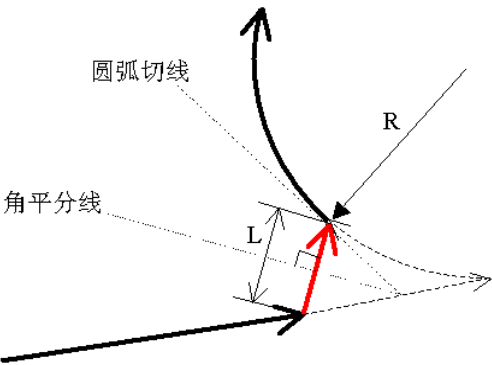
代码格式: G01 X/U_ Z/W_ L_ ;
G01 X/U_ Z/W_ ;
代码功能: 在两直线插补代码段中插入一段直线段。



B. 直线接圆弧

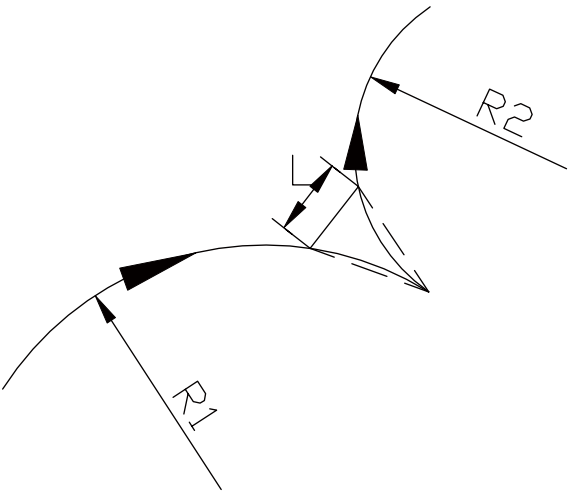
代码格式: G01 X/U_ Z/W_ L_ ;
G02/G03 X/U_ Z/W_ R_ ;

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。



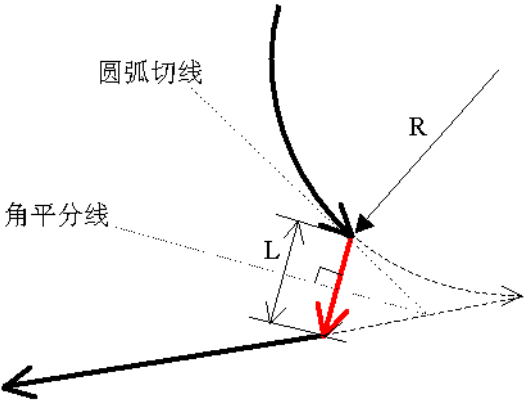
D. 圆弧接直线

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

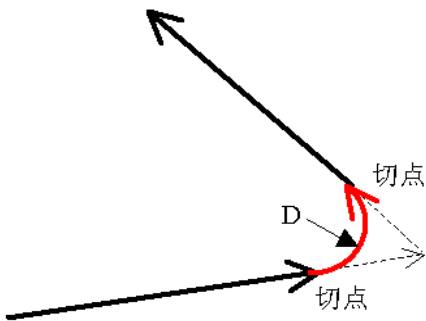
圆弧倒角：直线轮廓之间、圆弧轮廓之间、直线轮廓与圆弧轮廓之间插入一圆弧，圆弧与轮廓线间进行切线过渡。圆弧倒角的代码地址为 D，倒角圆弧的半径用 D 指定，取值范围 0 ~ 1000mm，如果 D 指定的值超过范围，则忽略 D 代码。圆弧倒角必须在 G01、G02 或 G03 代码段中使用。

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_;

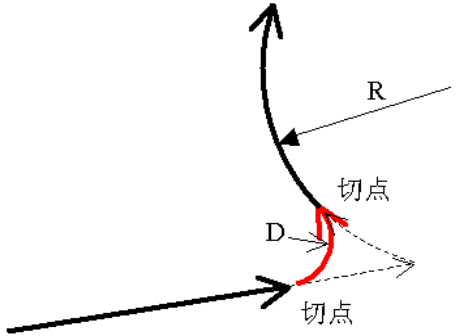
G02/G03 X/U_ Z/W_ R_;

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_;

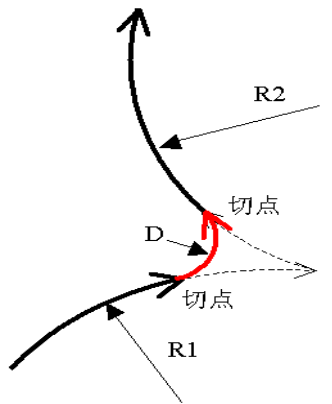
G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_;

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_;

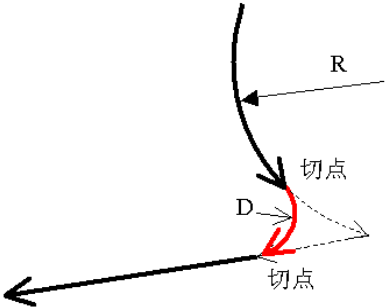
G01 X/U_ Z/W_;

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。

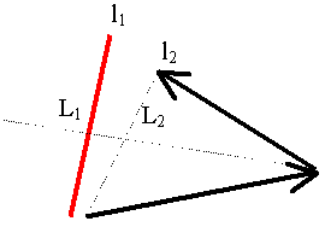
1) 直线倒角时

A. 两插补直线段在同一条直线上时，倒角功能无效。



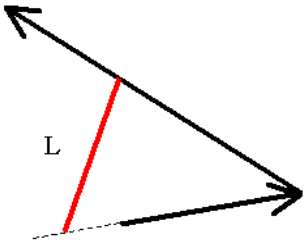
B. 倒角直线长度过长，CNC 产生报警。

如下图所示，l1 为倒角直线，长度为 L1；l2 为两插补直线连接形成的三角形的第三边，长度为 L2，当 L1 大于 L2 时，CNC 产生号报警。



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。



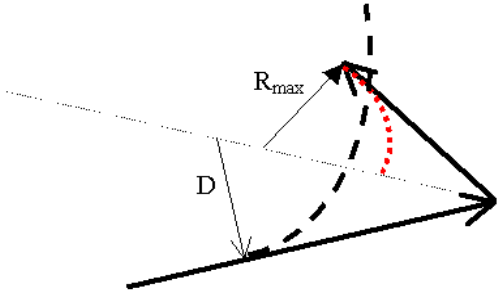
2) 圆弧倒角时

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 Rmax，Rmax 小于 D，CNC 产生报警。



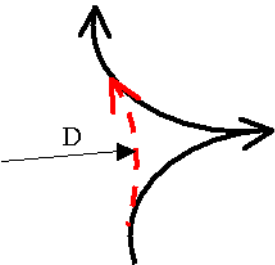
C. 直线与圆弧相切、圆弧与直线相切时，圆弧倒角功能无效。



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:

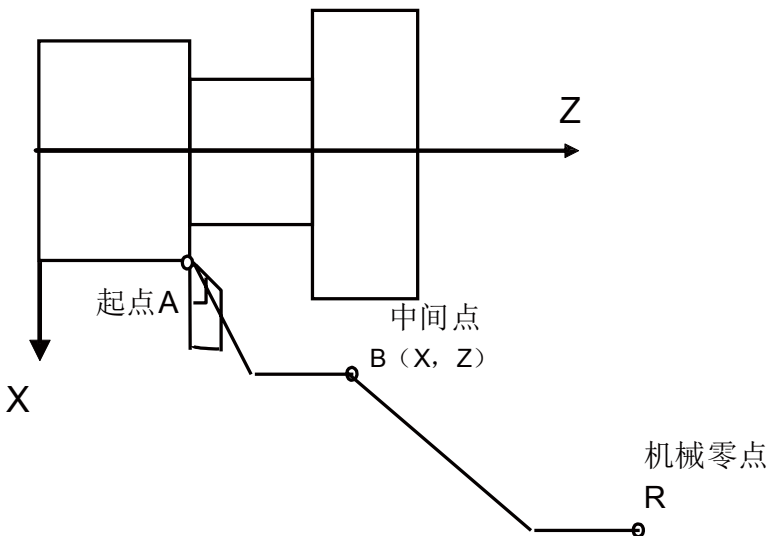
表 3-4

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);

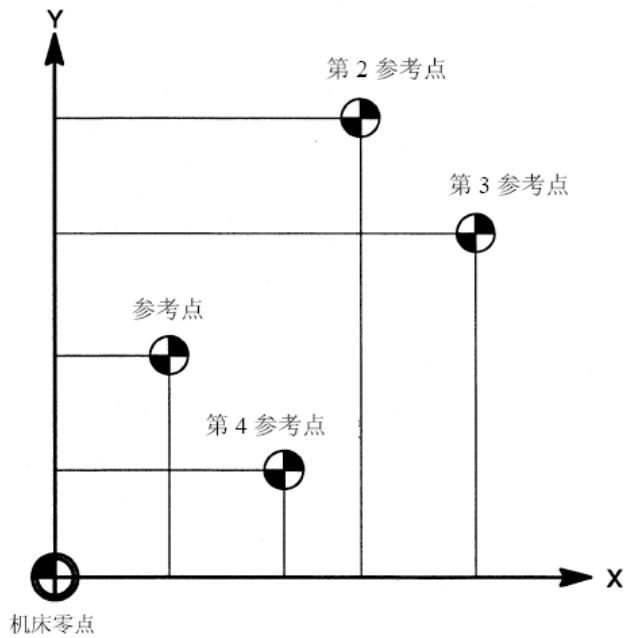
(3) 若非机床锁住状态, 返回参考点完毕时, 回零灯亮。



- 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 [回零参数] 中 “X 轴第 1 参考点机床坐标” 和 “Z 轴第 1 参考点机床坐标” 设置的值。
车床具有机床第 2、3、4 参考点功能, 用 [回零参数] 中 “X 轴第 2 参考点机床坐标” ~ “Z 轴第 4 参考点机床坐标” 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：

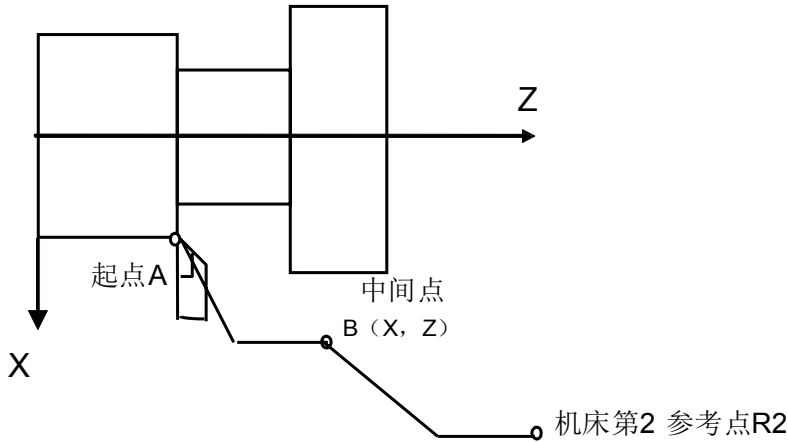
指令	功能
G30 P _n X/U_	X 轴回机床第 n 参考点，Z 轴保持在原位
G30 P _n Z/W_	Z 轴回机床第 n 参考点，X 轴保持在原位
G30	两轴保持在原位，继续执行下一程序段
G30 P _n X/U_ Z/W_	X、Z 轴同时回机床第 n 参考点

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) 以数据参数 № 113 设定的速度从中间点定位到由“[回零参数] 中“X 轴第 2 参考点机床坐标”和“Z 轴第 2 参考点机床坐标”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（X3.5），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

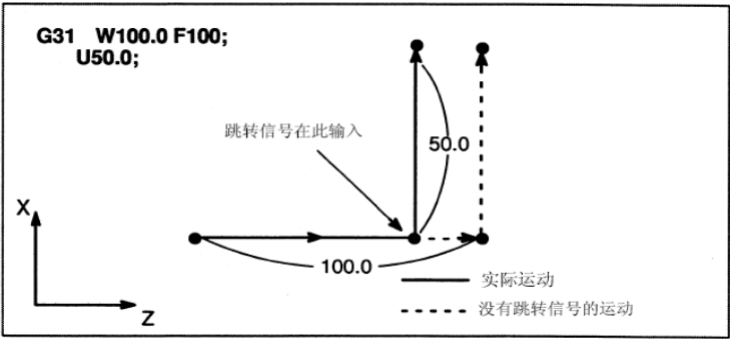


图 3-13

- 2. G31 的下一个程序段是 1 个轴的绝对坐标编程，见图 3-14

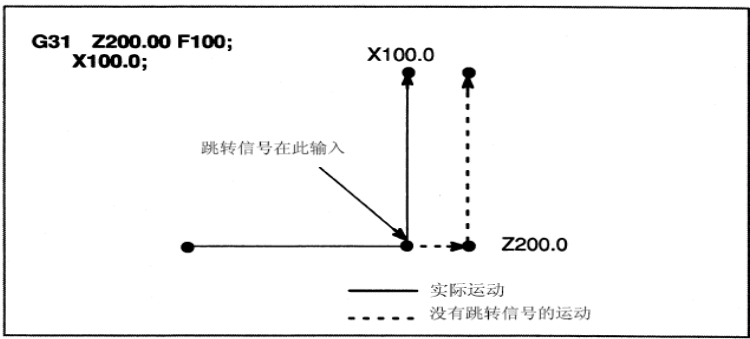


图 3-14

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
```

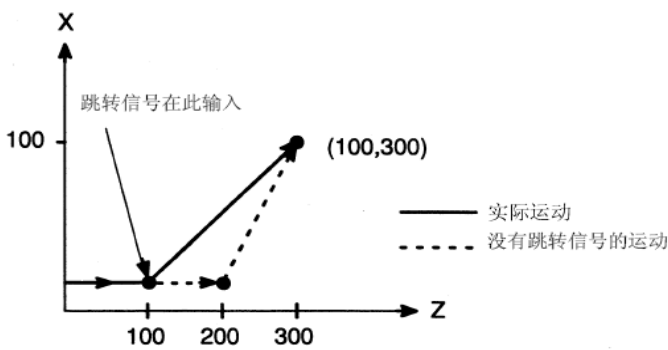


图 3-15

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;

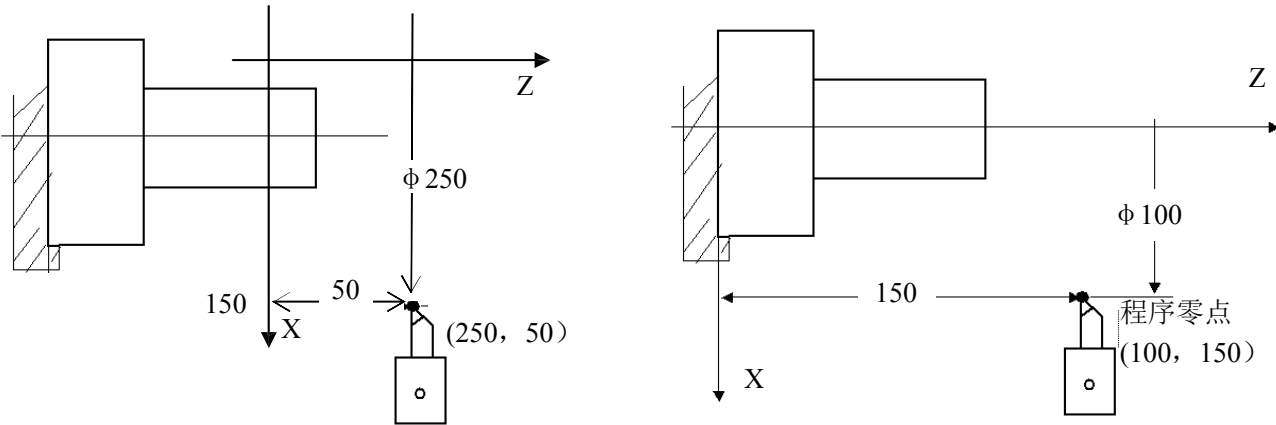
X: 当前位置新的 X 轴绝对坐标;

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 未输入的，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）。



用 G50 设置坐标系前

用 G50 设置坐标系后

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 (X100Z150) 点设置为程序零点。

3.11 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：

表 3.11.1

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

4.

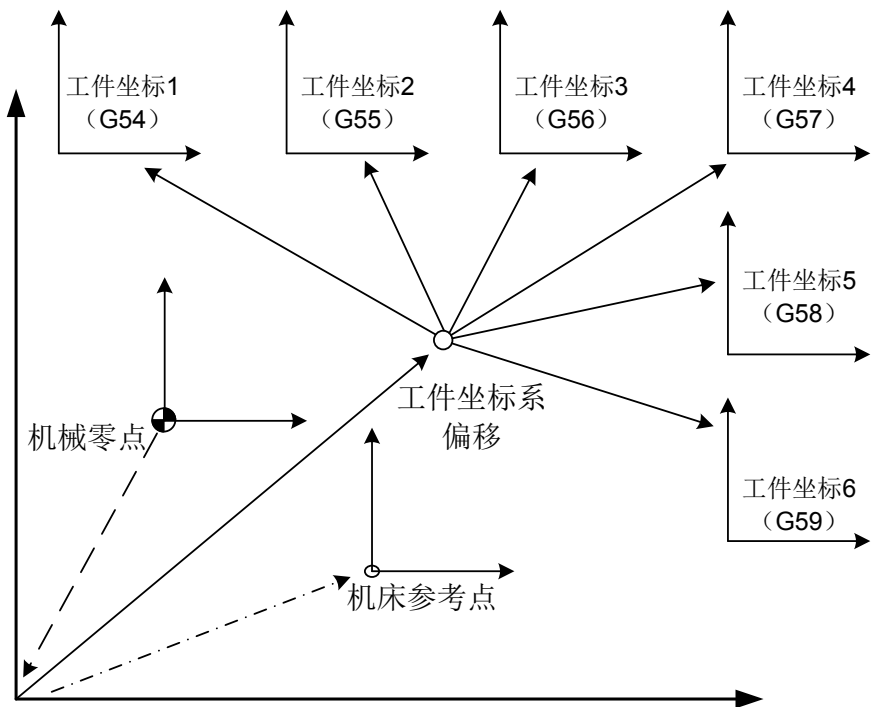


图 3.11.2

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 [回零参数] 类中“外部工件 X 轴原点偏移量”~“外部工件 5 轴原点偏移量”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 [回零参数] 类中“G 5 4 _ X X 轴工件坐标系 1 的工件原点偏移量”~“G 5 9 _ Z Z 轴工件坐标系 1 的工件原点偏移量”，[回零参数] 类中“G 5 4 Y 轴工件坐标系 6 的工件原点偏移量”~“G 5 9 5 T H 轴工件坐标系 6 的工件原点偏移量”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)。

3.12 固定循环代码

为了简化编程，车床系统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。

3.12.1 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。

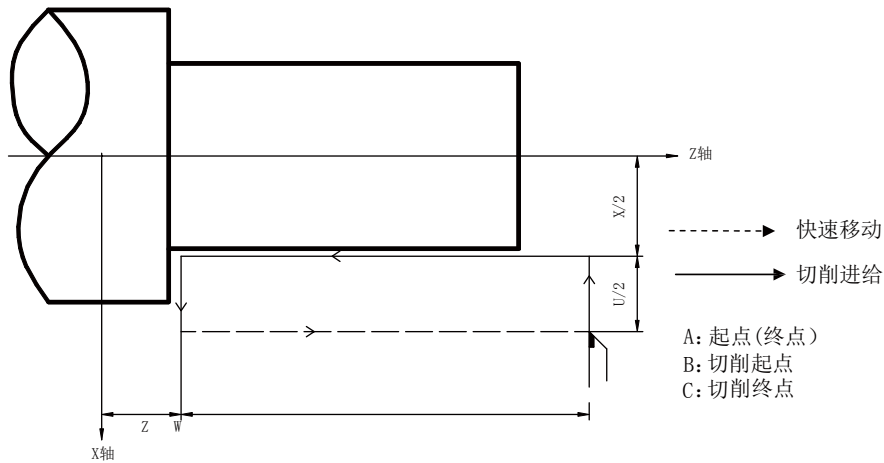


图 3-17

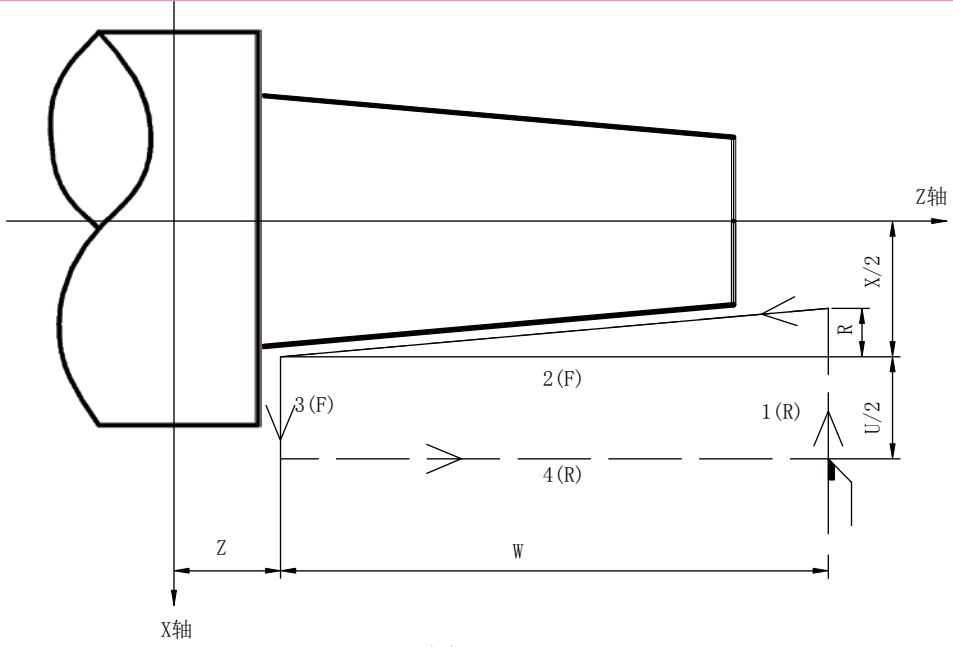


图 3-18

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。

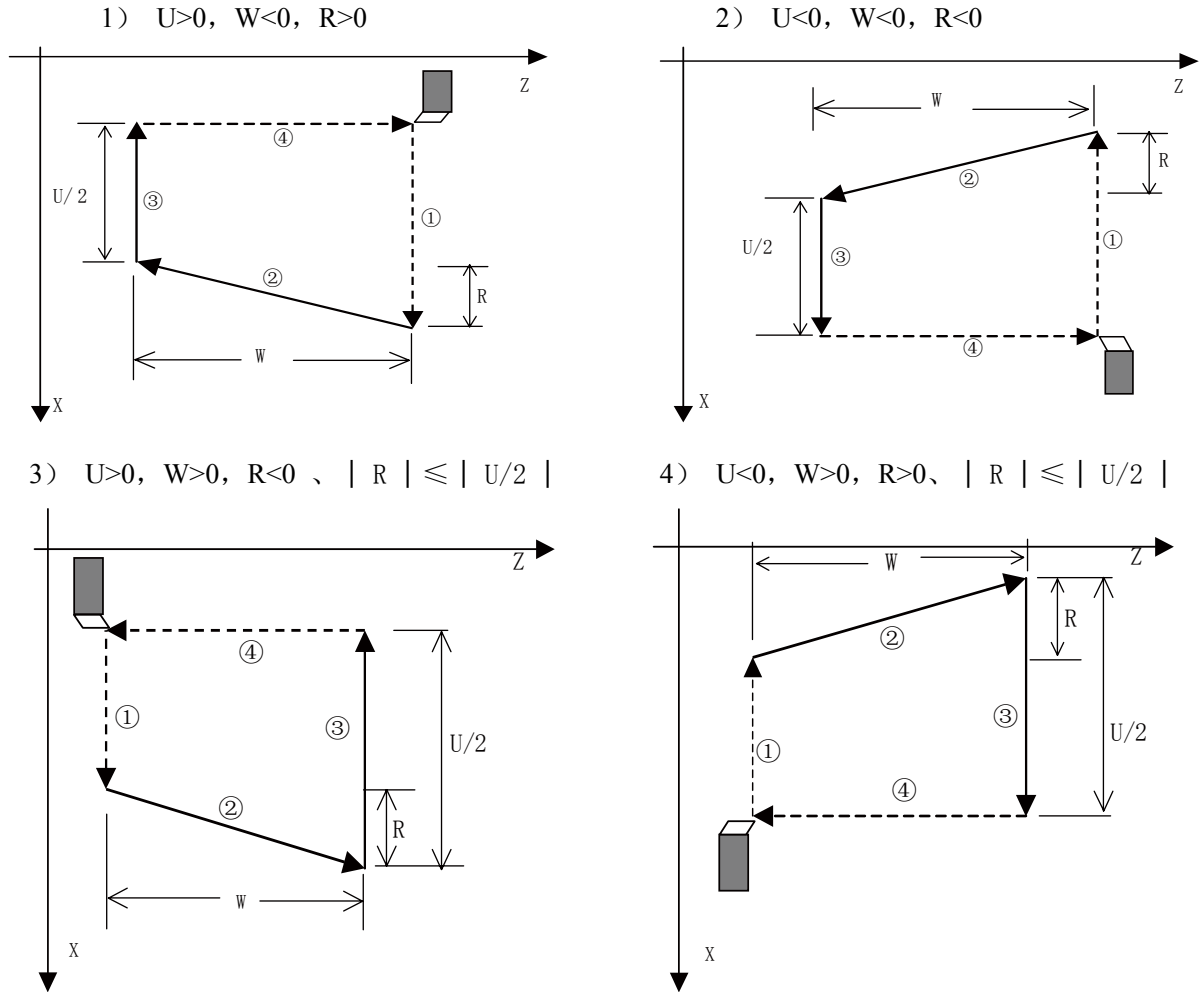


图 3-19

示例：图 3-20，毛坯 $\Phi 125 \times 110$

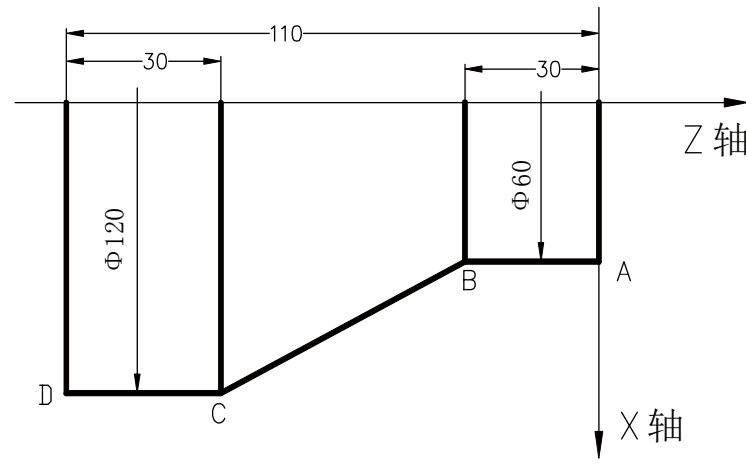


图 3-20

```
程序：O0002；
M3 S300 G0 X130 Z3；
G90 X120 Z-110 F200； （A → D， $\Phi 120$  切削）
X110 Z-30；
X100；
X90；
X80；
X70；
X60；
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
M30；
```

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

(B → C，锥度切削，分四次进刀循环切削)

3.12.2 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。

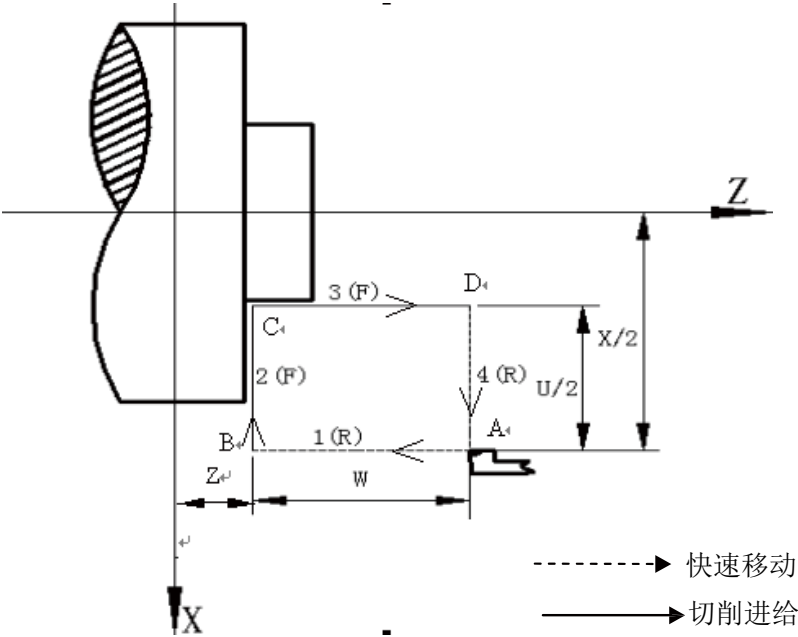


图 3-21

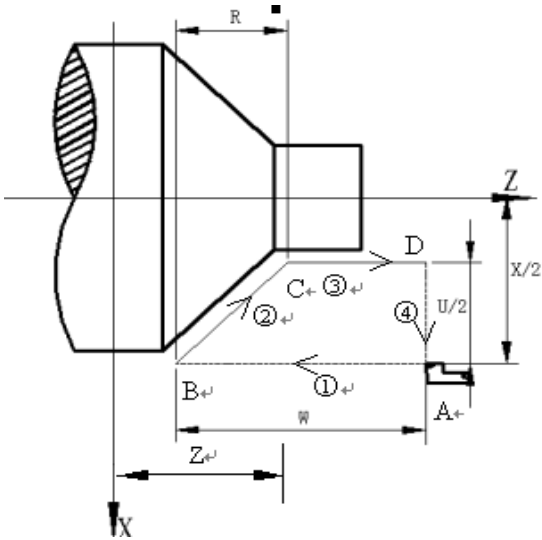


图 3-22

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:

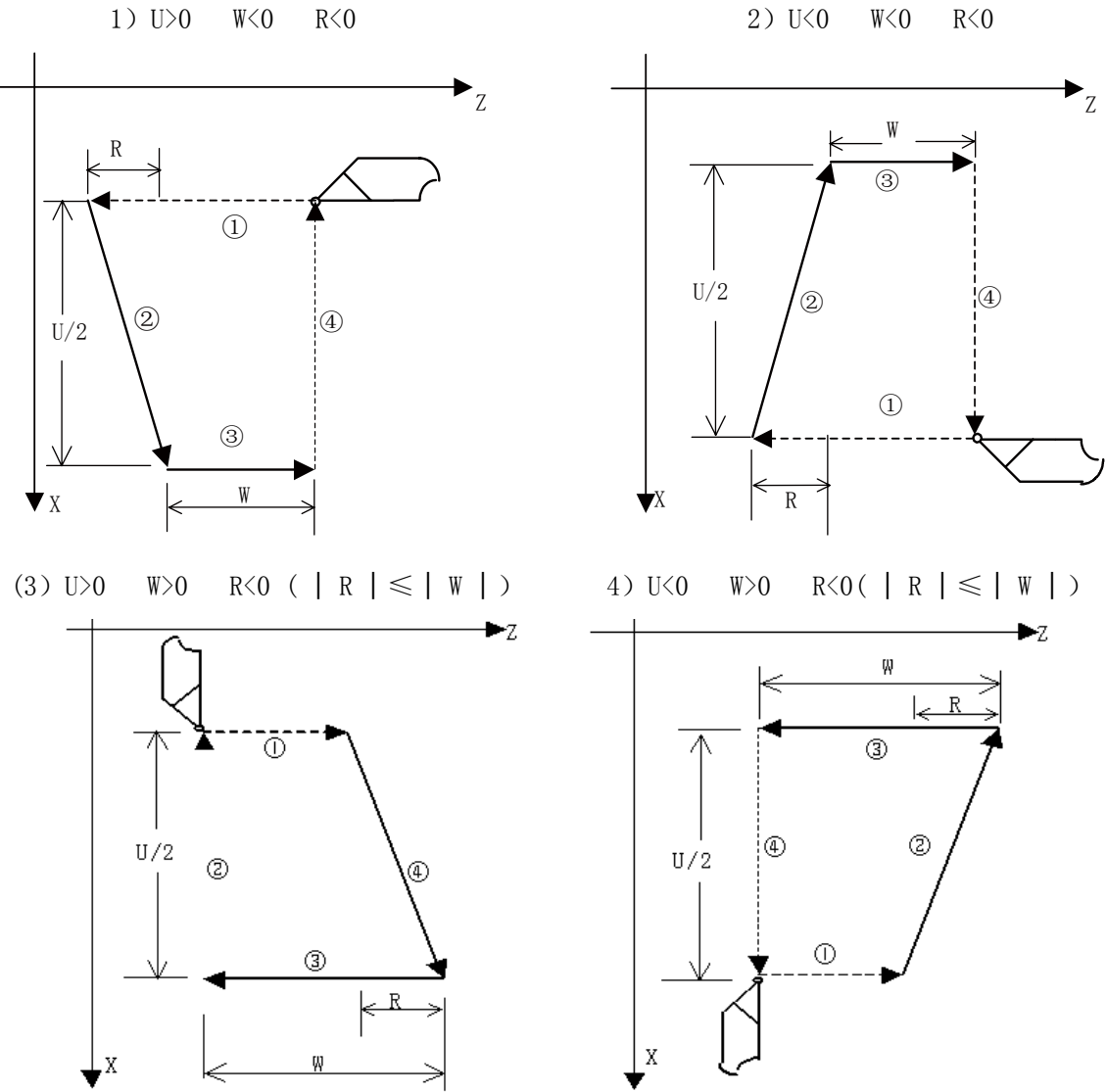


图 3-23

示例: 图 3-24, 毛坯 $\Phi 125 \times 112$

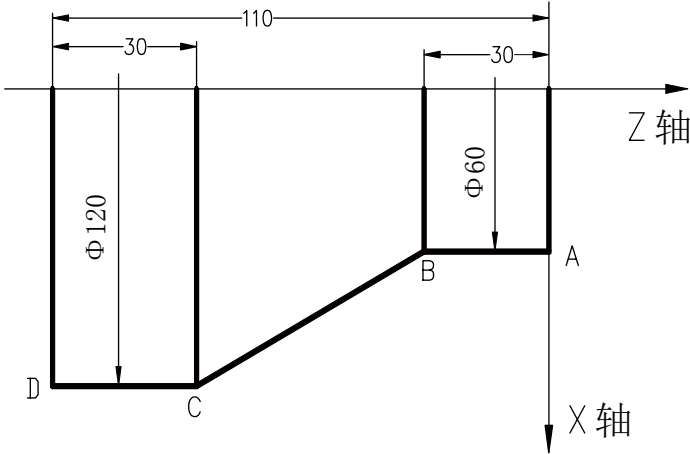


图 3-24

```
程序：O0003；
G00 X130 Z5 M3 S1；
G94 X0 Z0 F200
X120 Z-110 F300；
G00 X120 Z0
G94 X108 Z-30 R-10
X96 R-20
X84 R-30
X72 R-40
X60 R-50；
M30；
```

端面切削（外圆 Φ120 切削）

(C → B → A, Φ60 切削)

3. 12. 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. 13 多重循环代码

车床 cnc 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. 13. 1 轴向粗车循环 G71

```
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)
N(ns) G0/G1 X/U. . . ；
. . . . . ；
. . . . F；
. . . . S；
. . . .
. . . .
N(nf). . . . . ；
```

(3)

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 (IS_B) / 0.0001 (IS_C) ～ 99.999 (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 [加工工艺] 参数中 “ G 7 1 / G 7 2 循环车削时的单次进刀量 ” 中。未输入 U (Δd) 时，以 [加工工艺] 参数中 “ G 7 1 / G 7 2 循环车削时的单次进刀量 ” 的值作为进刀量。

e：粗车时 X 轴的退刀量， 取值范围 0 ～ 99.999 (单位：mm/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 [加工工艺] 参数中 “ G 7 1 / G 7 2 循环车削时的单次退刀量 ” 中。未输入 R (e) 时，以 [加工工艺] 参数中 “ G 7 1 / G 7 2 循环车削时的单次退刀量 ” 的值作为退刀量。ns：精车轨迹的第一个程序段的程序段号；nf：精车轨迹的最后一个程序段的程序段号。

Δu：X 轴的精加工余量，取值范围 -99999.999 ～ 99999.999 (直径 / 半径指定)，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 Δu=0 处理，即：粗车循环 X 轴不留精加工余量。

Δw：Z 轴的精加工余量，取值范围 -99999.999 ～ 99999.999，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 Δw=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；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 (T 指令除外)。在 G71 循环中，ns ～ 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。

- 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。

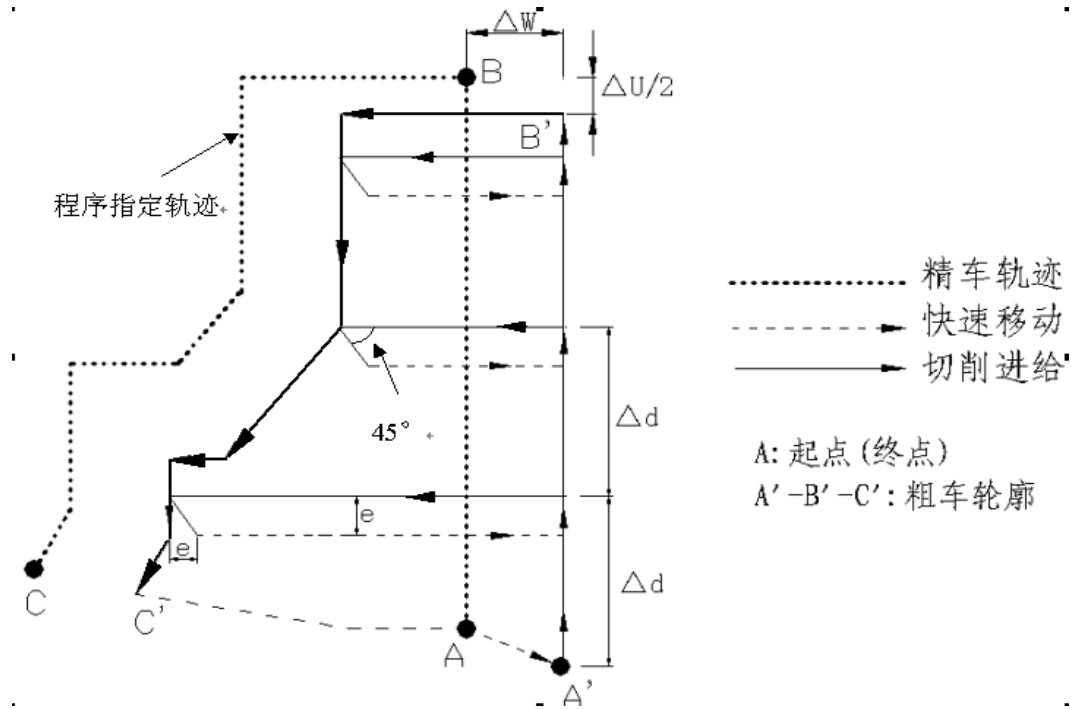


图 3-25 G71 代码循环轨迹

- 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→C 为精车轨迹，B'→C' 为粗车轮廓，A 为起刀点。

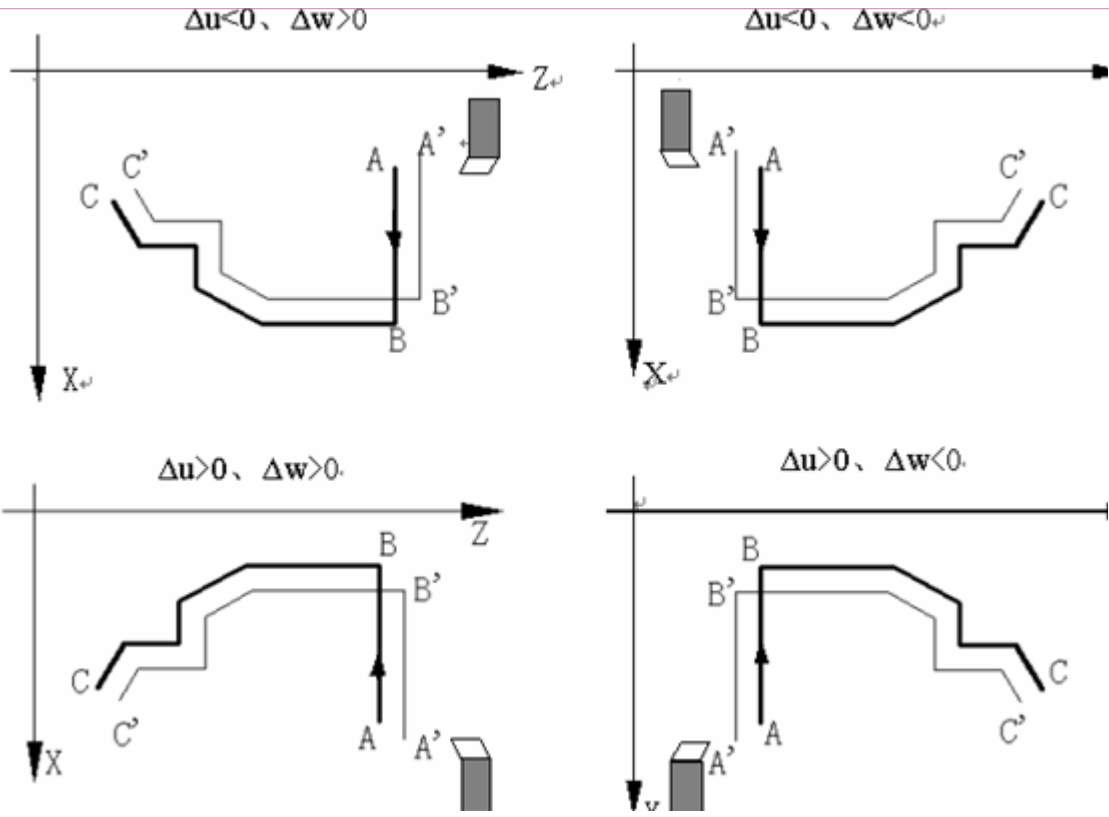
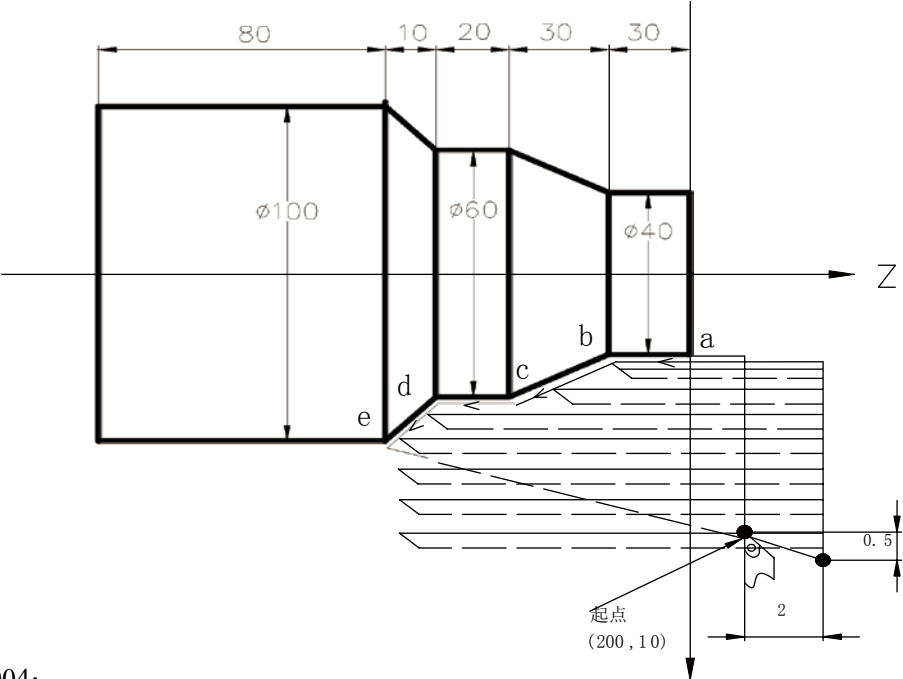


图 3-26

- 注意事项：
- ns 程序段只能是 G00、G01 代码。
 - 精车轨迹 (ns ~ nf 程序段)，X 轴、Z 轴的尺寸必须是单调变化 (一直增大或一直减小)。
 - ns ~ nf 程序段必须紧跟在 G71 程序段后编写。
 - 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 代码有效。
 - ns ~ nf 程序段中，只能有 G 功能：G00、G01、G02、G03、G04、G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42 代码；不能有子程序调用代码 (如 M98/M99)。
 - G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42 代码在执行 G71 循环中无效，执行 G70 精加工循环时有效。
 - 在 G71 代码执行过程中，可以暂停自动运行并手动移动。
 - 执行单段的操作，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



```
程序：O0004;
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 )
G70 P80 Q120;                   ( 对 a---e 精车加工 )
M30;                            ( 程序结束 )
```

3. 13. 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 [加工工艺] 参数中“G 7 1 / G 7 2 循环车削时的单次进刀量”中。未输入 W(Δd) 时，以 [加工工艺] 参数中“G 7 1 / G 7 2 循环车削时的单次进刀量”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 [加工工艺] 参数中“G 7 1 / G 7 2 循环车削时的单次退刀量”中。未输入 R(e) 时，以数 [加工工艺] 参数中“G 7 1 / G 7 2 循环车削时的单次退刀量”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 ~ nf 程序中指定 (T 指令除外)。在 G72 循环中，ns ~ 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→B 点的方向一致；
- 3. X 轴切削进给到粗车轮廓，进给方向与 B 点→C 点 X 轴坐标变化一致；
- 4. X 轴、Z 轴按切削进给速度退刀 e (45° 直线)，退刀方向与各轴进刀方向相反；
- 5. X 轴以快速移动速度退回到与 A' 点 Z 轴绝对坐标相同的位置；
- 6. 如果 Z 轴再次进刀 ($\Delta d+e$) 后，移动的终点仍在 A' 点→B' 点的联机中间 (未达到或超出 B' 点)，Z 轴再次进刀 ($\Delta d+e$)，然后执行③；如果 Z 轴再次进刀 ($\Delta d+e$) 后，移动的终点到达 B' 点或超出了 A' 点→B' 点的联机，Z 轴进刀至 B' 点，然后执行⑦；
- 7. 沿粗车轮廓从 B' 点切削进给至 C' 点；
- 8. 从 C' 点快速移动到 A 点，G72 循环执行结束，程序跳转到 nf 程序段的下一个程序段执行。

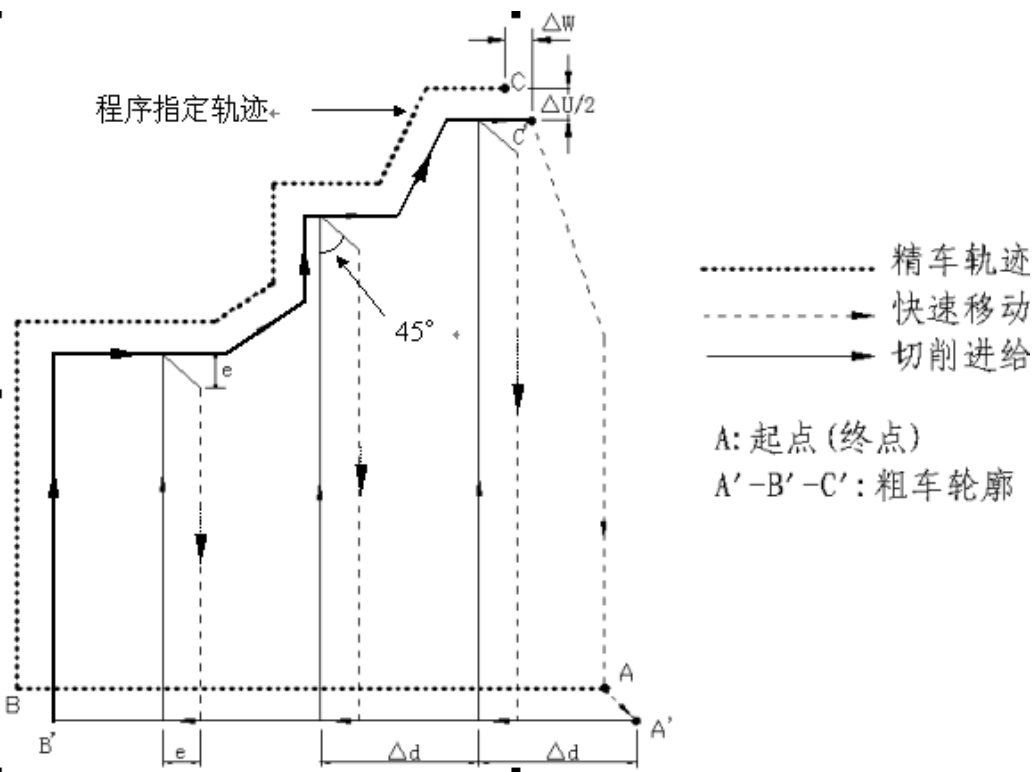


图 3-28

代码说明:

- ns ~ nf 程序段必须紧跟在 G72 程序后编写。
- 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、M 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、M 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、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，可以暂停自动运行并手动移动。
- 执行单段的操作，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→C 为精车轨迹，B'→C' 为粗车轮廓，A 为起刀点。

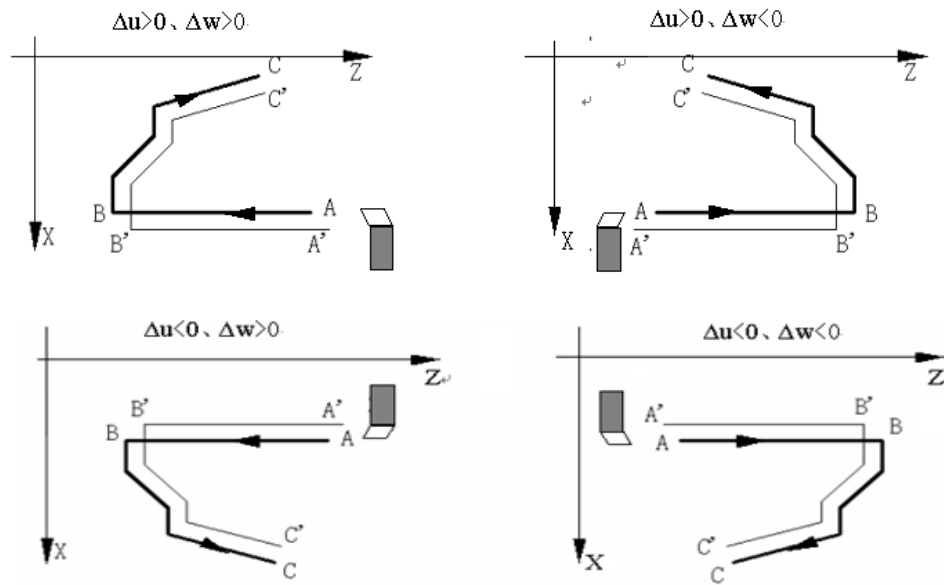


图 3-29

示例: 图 3-30

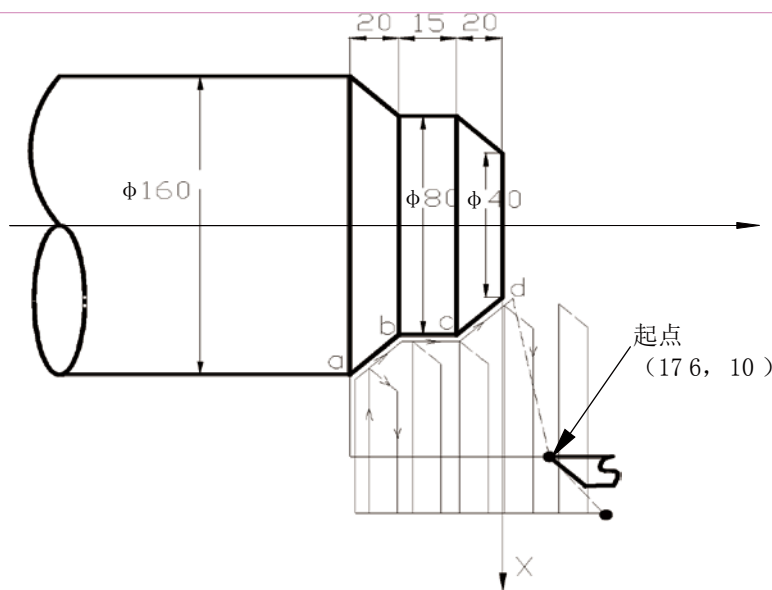


图 3-30

```
程序: O0005 ;
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. 13. 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;
. ;
. ;
N_(nf) ;

} (3)

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 ~ 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 An、Bn、Cn 点 (n 为切削的次数, 第一次切削表示为 A1、B1、C1 点, 最后一次表示为 Ad、Bd、Cd 点)。第一次切削相对于精车轨迹的坐标 偏移量为 (Δi×2+Δu, Δw+Δk) (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 (Δu, Δw), 每一次切削相对于上一次切削轨迹的坐标偏移量为:

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

Δi: X 轴粗车退刀量, 取值范围 -99999.999 ~ 99999.999 (单位: mm, 半径值), Δi 等于 A1 点相对于 Ad 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 |Δi|, X 轴的切削方向与 Δi 的符号相反: Δi > 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数据参数 NO.053 中。未输入 U(Δi) 时, 以 [加工工艺] 参数中 “G 7 3 循环车削时的 X 轴的退刀量” 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 ~ 99999.999 (单位: mm), Δk 等于 A1 点相对于 Ad 点的 Z 轴坐标偏移量, 粗车时 Z 轴的总切削量等于 |Δk|, Z 轴的切削方向与 Δk 的符号相反: Δk > 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数据参数 NO.054 中。未输入 W(Δk) 时, 以 [加工工艺] 参数中 “G 7 3 循环车削时的 Z 轴的退刀量” 值作为 Z 轴粗车退刀量。

d: 切削的次数, 取值范围 1 ~ 9999 (单位: 次), R5 表示 5 次切削完成封闭切削循环。R(d) 指定值执行后保持, 并将数据参数 NO.055 的值修改为 d (单位: 次)。未输入 R(d) 时, 以 [加工工艺] 参数中 “G 7 3 循环车削的切削次数” 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 ~ 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：A1 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(Δu) 时，系统按 $\Delta u=0$ 处理，即：粗车循环 X 轴不留精加工余量。

Δw ：Z 轴的精加工余量，取值范围 -99999.999 ~ 99999.999 (单位：mm)，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(Δw) 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 ~ nf 程序中指定 T 指令除外)。在 G73 循环中，ns ~ 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 → A1：快速移动；

②第一次粗车，A1 → B1 → C1：

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

B1 → C1：切削进给。

③ C1 → A2：快速移动；

④第二次粗车，A2 → B2 → C2：

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

B2 → C2：切削进给。

⑤ C2 → A3：快速移动；

.....

第 n 次粗车，An → Bn → Cn：

An → Bn：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；

Bn → Cn：切削进给。

Cn → An+1：快速移动；

.....

最后一次粗车，Ad → Bd → Cd：

Ad → Bd：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；

Bd → Cd：切削进给。

Cd → A：快速移动到起点；

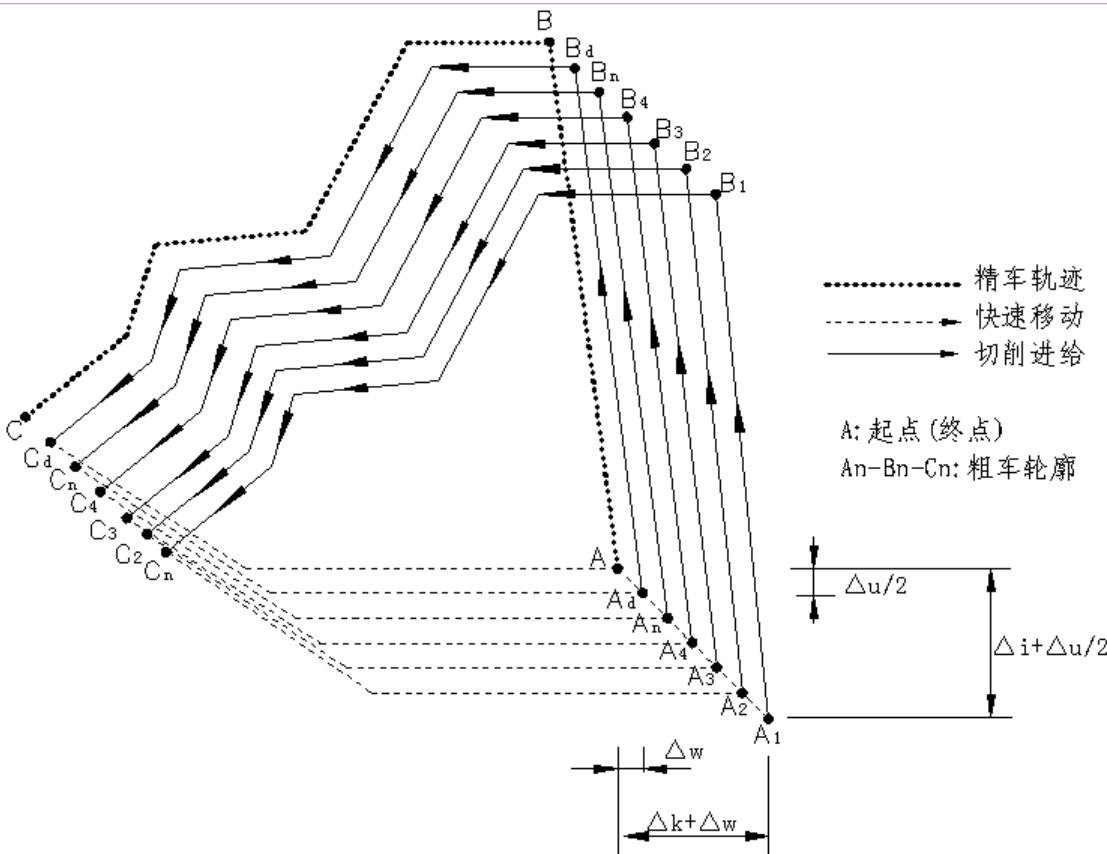


图 3-31 G73 代码运行轨迹

代码说明：

- ns ~ nf 程序段必须紧跟在 G73 程序段后编写。
- 执行 G73 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、M 代码在执行 G73 时无效。执行 G70 精加工循环时，ns ~ nf 程序段中的 F、S、M 代码有效。
- ns 程序段只能是 G00、G01 代码。
- ns ~ nf 程序段中，只能有下列 G 功能：G00、G01、G02、G03、G04、G96、G97、G98、G99、G40、G41、G42 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，可以暂停自动运行并手动移动。
- 执行单段的操作，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。

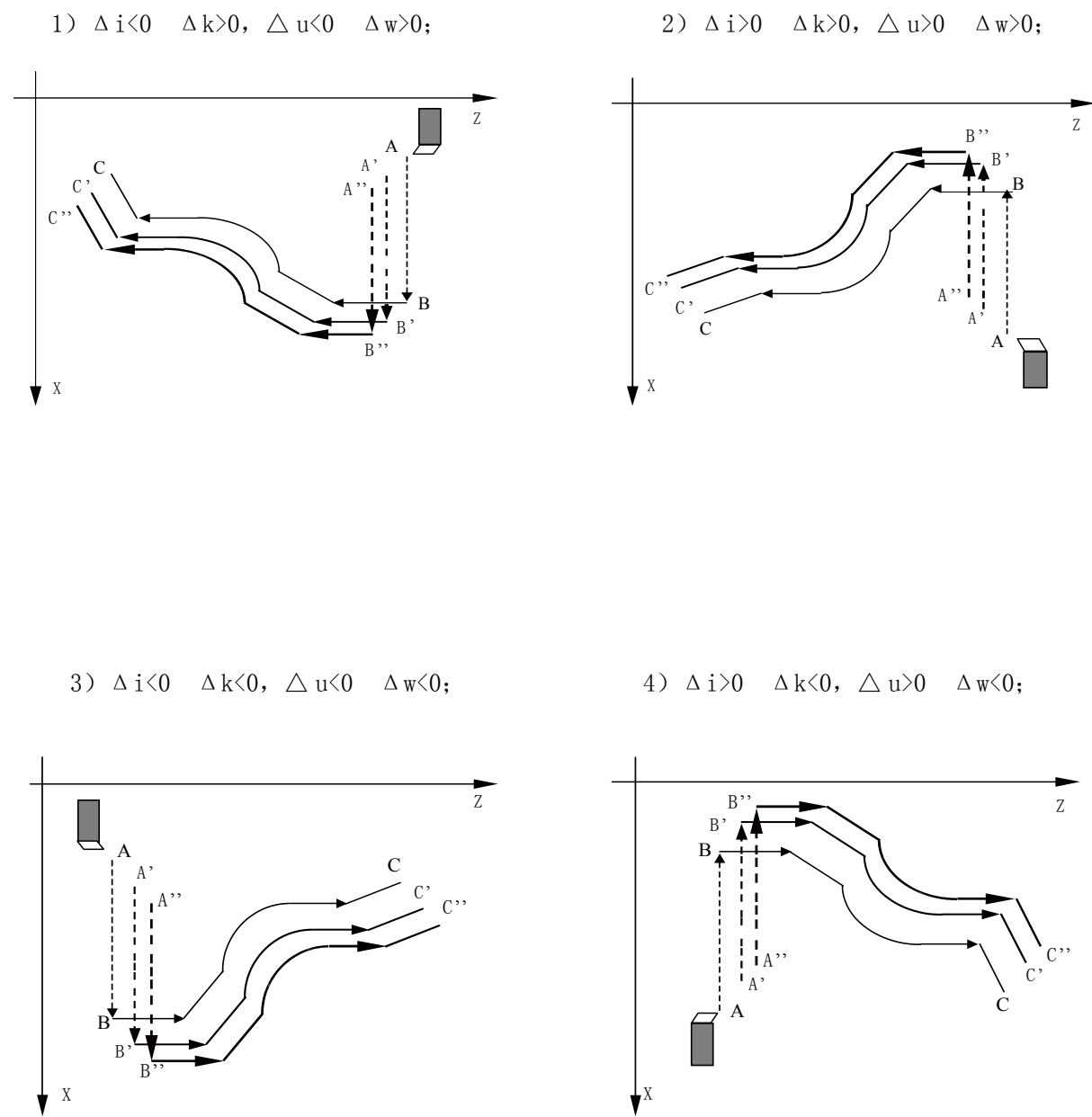


图 3-32

示例：图 3-33

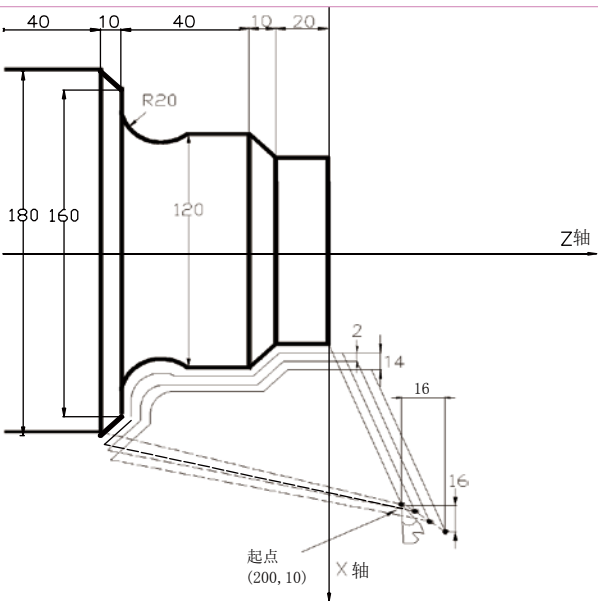


图 3-33

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;
G70 P14 Q19 M30;
```

精加工形状程序段

(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、M 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，可以暂停自动运行并手动移动。
- 执行单段操作，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. 13. 5 轴向切槽多重循环 G74

代码格式：G74 R(e)；

G74 X/U_Z/W_P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F_；

代码功能：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 An (n=1, 2, 3.....)，An 的 Z 轴坐标与起点 A 相同，An 与 An-1 的 X 轴坐标的差值为 Δi。第一次轴向切削循环起点 A1 与起点 A 为同一点，最后一次轴向切削循环起点 (表示为 Af) 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 Bn (n=1, 2, 3.....)，Bn 的 Z 轴坐标与切削终点相同，Bn 的 X 轴坐标与 An 相同，最后一次轴向进刀终点 (表示为 Bf) 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 Cn (n=1, 2, 3.....)，Cn 的 Z 轴坐标与切削终点相同，Cn 与 An 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 Dn (n=1, 2, 3.....)，Dn 的 Z 轴坐标与起点相同，Dn 的 X 轴坐标与 Cn 相同 (与 An 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 Bf。

R(e)：每次轴向 (Z 轴) 进刀后的轴向退刀量，取值范围 0 ~ 99.999 (单位：mm)，无符号。

R(e) 执行后指定值保持有效，并将该数据转换为相应的值保存在数据参数 NO.056 中。未输入 R(e) 时，以数据参数 NO.056 的值作为轴向退刀量。

X：切削终点 Bf 的 X 轴绝对坐标值 (单位：mm)。

U：切削终点 Bf 与起点 A 的 X 轴绝对坐标的差值 (单位：mm)。

Z：切削终点 Bf 的 Z 轴的绝对坐标值 (单位：mm)。

W：切削终点 Bf 与起点 A 的 Z 轴绝对坐标的差值 (单位：mm)。

P(Δi)：单次轴向切削循环的径向 (X 轴) 切削量，取值范围 0 < Δi ≤ 9999999 (单位：0.001mm，直径 / 半径指定)。

Q(Δk)：轴向 (Z 轴) 切削时，Z 轴断续进刀的进刀量，取值范围 0 < Δk ≤ 9999999 (单位：0.001mm)。

R(Δd)：切削至轴向切削终点后，径向 (X 轴) 的退刀量，取值范围 0 ~ 99999.999 (单位：mm，直径 / 半径指定)，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 An 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 (Δk+e)，进给终点仍在轴向切削循环起点 An 与轴向进刀终点 Bn 之间，Z 轴再次切削进给 (Δk+e)，然后执行②；如果 Z 轴再次切削进给 (Δk+e) 后，进给终点到达 Bn 点或不在 An 与 Bn 之间，Z 轴切削进给至 Bn 点，然后执行④；
- ④ 径向 (X 轴) 快速移动退刀 Δd (半径值) 至 Cn 点，Bf 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 Dn 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 (Δd+ Δi) (半径值) 后，

进刀终点仍在 A 点与 Af 点（最后一次轴向切削循环起点）之间，X 轴快速移动进刀 ($\Delta d + \Delta i$)（半径值），即：Dn \rightarrow An+1，然后执行①（开始下一次轴向切削循环）；如果 X 轴进刀 ($\Delta d + \Delta i$)（半径值）后，进刀终点到达 Af 点或不在 Dn 与 Af 点之间，X 轴快速移动至 Af 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。

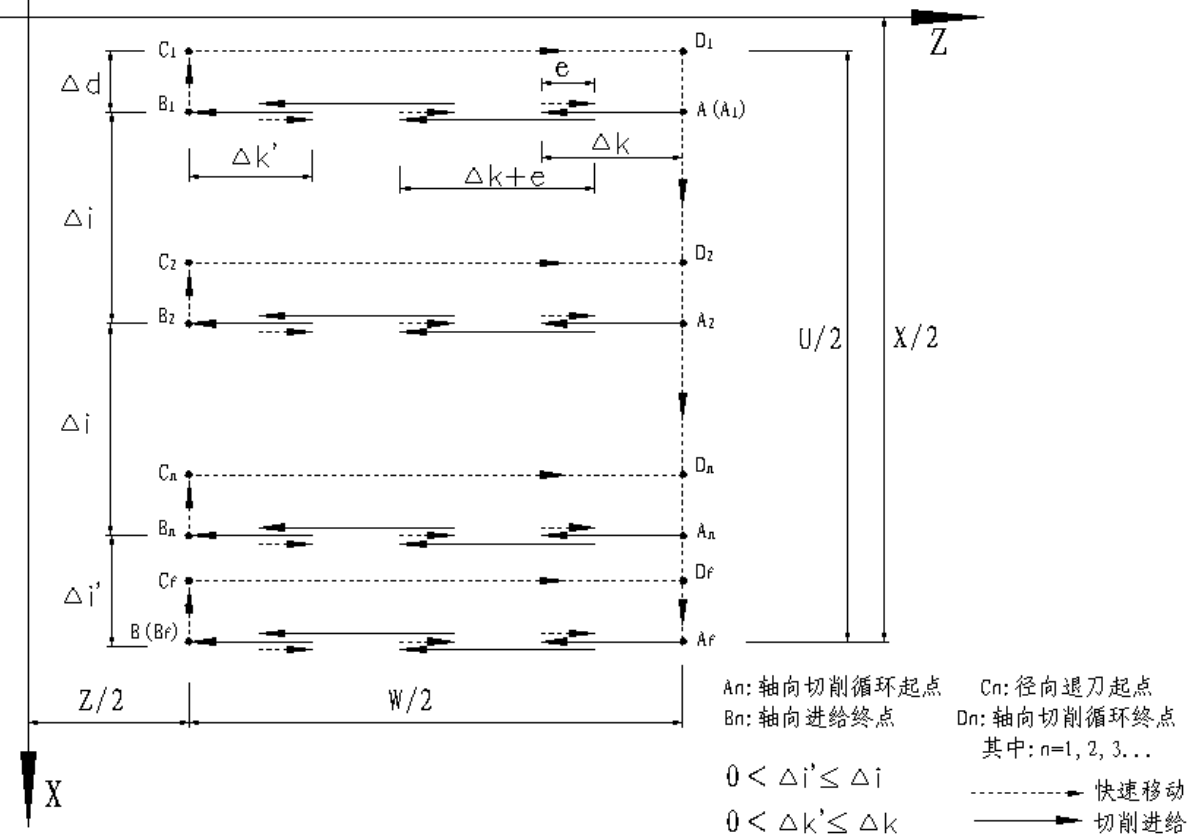


图 3-34 G74 轨迹图

代码说明：

- 循环动作是由含 Z/W 和 P(Δk) 的 G74 程序段进行的，如果仅执行“G74 R(e);”程序段，系统报警；
- 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 P(Δk) 代码字；
- 在 G74 代码执行过程中，可以暂停自动运行并手动移动。
- 执行单段的操作，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

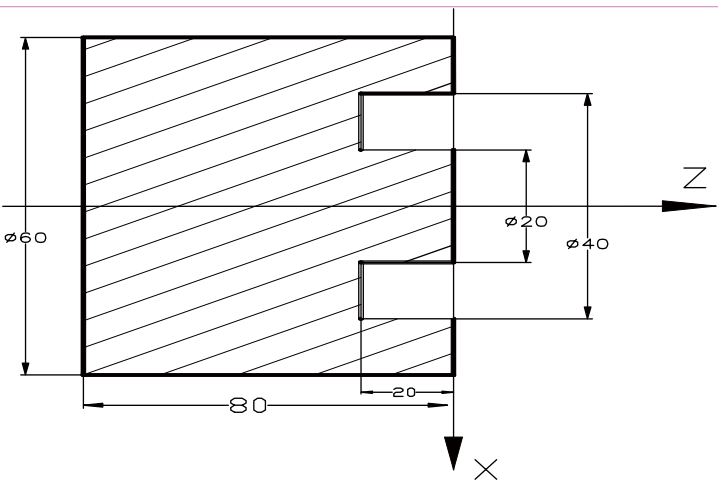


图 3-35

程序（假设切槽刀宽度为 4mm，系统的最小增量为 0.001mm）：

```
00007 ;  
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. 13. 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__;

代码功能：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/UZ/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 An(n=1, 2, 3……)，An 的 X 轴坐标与起点 A 相同，An 与 An-1 的 Z 轴坐标的差值为 Δk 。第一次径向切削循环起点 A1 与起点 A 为同一点，最后一次径向切削循环起点（表示为 Af）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 Bn(n=1, 2, 3……)，Bn 的 X 轴坐标与切削终点相同，Bn 的 Z 轴坐标与 An 相同，最后一次径向进刀终点（表示为 Bf）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 Cn(n=1, 2, 3……)，Cn 的 X 轴坐标与切削终点相同，Cn 与 An 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 $0 \sim 99.999$ （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 [加工工艺] 参数中“G 7 4 / 7 5 循环车削时的 X / Z 轴的退刀量”中。未输入 $R(e)$ 时，以 [加工工艺] 参数中“G 7 4 / 7 5 循环车削时的 X / Z 轴的退刀量”值作为径向退刀量。

X：切削终点 B_f 的 X 轴绝对坐标值（单位：mm）。

U：切削终点 B_f 与起点 A 的 X 轴绝对坐标的差值（单位：mm）。

Z：切削终点 B_f 的 Z 轴的绝对坐标值（单位：mm）。

W：切削终点 B_f 与起点 A 的 Z 轴绝对坐标的差值（单位：mm）。

$P(\Delta i)$ ：径向（X 轴）进刀时，X 轴断续进刀的进刀量，取值范围 $0 < \Delta i \leq 9999999$ （单位：0.001mm，直径 / 半径指定）。

$Q(\Delta k)$ ：单次径向切削循环的轴向（Z 轴）进刀量，取值范围 $0 < \Delta k \leq 9999999$ （单位：0.001mm）。

$R(\Delta d)$ ：切削至径向切削终点后，轴向（Z 轴）的退刀量，取值范围 $0 \sim 99999.999$ （单位：mm）。

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。

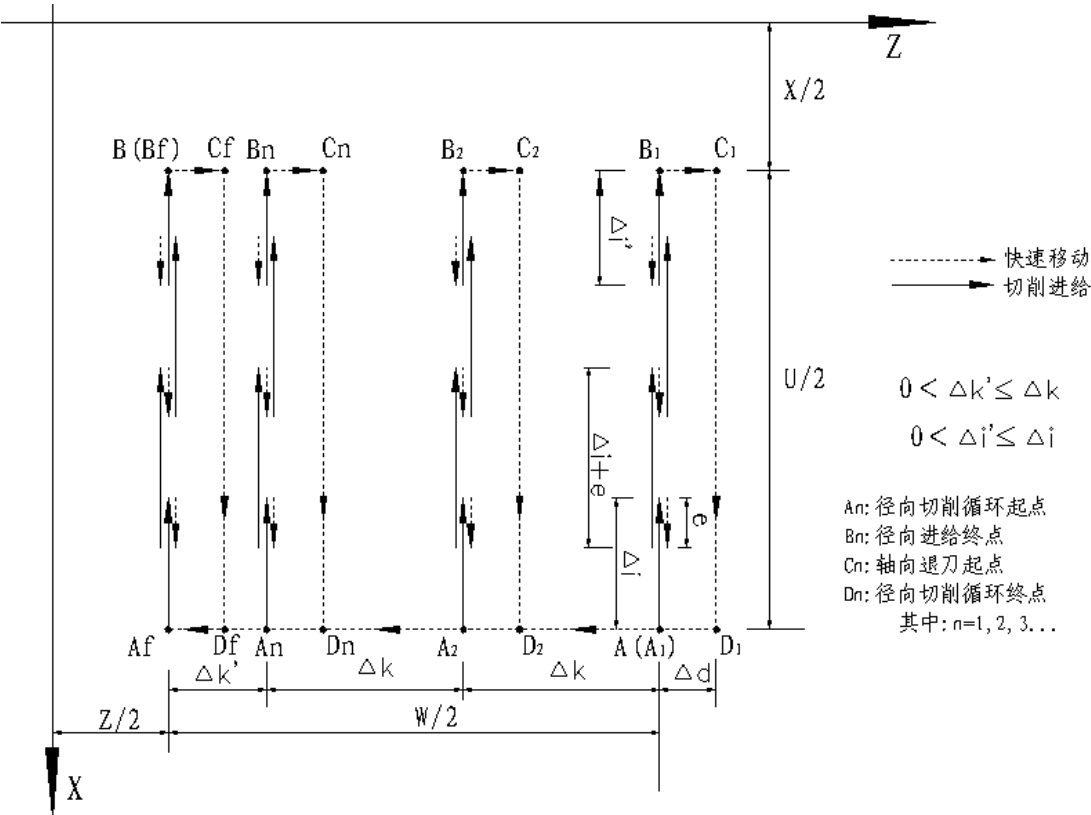


图 3-36 G75 轨迹图

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 $P(\Delta i)$ 的 G75 程序段进行的，如果仅执行“G75 $R(e)$ ；”程序段，系统报警；
- Δd 和 e 均用同一地址 R 指定，其区别是根据程序段中是否有 X/U 和 $P(\Delta i)$ 代码字；
- 在 G75 代码执行过程中，可使自动运行暂停并手动移动；
- 执行单段的操作，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 $R(\Delta d)$ 代码字，因在切削至径向切削终点无退刀距离。

示例：图 3-37

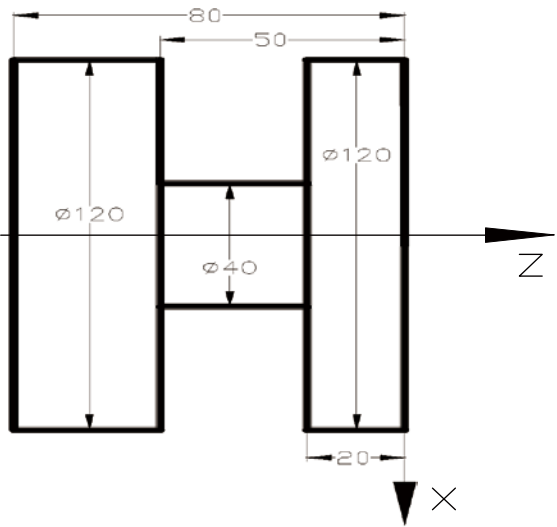


图 3-37 G75 代码切削图

程序（假设切槽刀的宽度为 4mm，系统的最小增最为 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）

3.14 螺纹切削代码

车床 cnc 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 [主轴参数] 类中“主轴编码器线数”设置主轴编码器线数，[主轴参数] 类中“编码器与主轴齿轮比参数：主轴齿轮数”和“编码器与主轴齿轮比参数：编码器齿轮数”设置主轴编码器线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。

车床 cnc 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。

3.14.1 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 ≤ 500mm（英制输入则为 0 ~ 50inch），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 ~ 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。

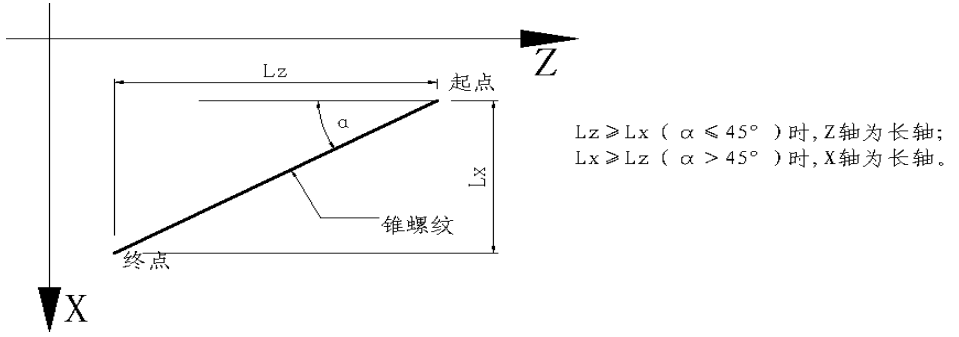
K：螺纹退尾时在长轴方向的长度。如果长轴是 X 轴，则该值为半径指定；不带方向；K 值是非模态参数。

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 ~ 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。



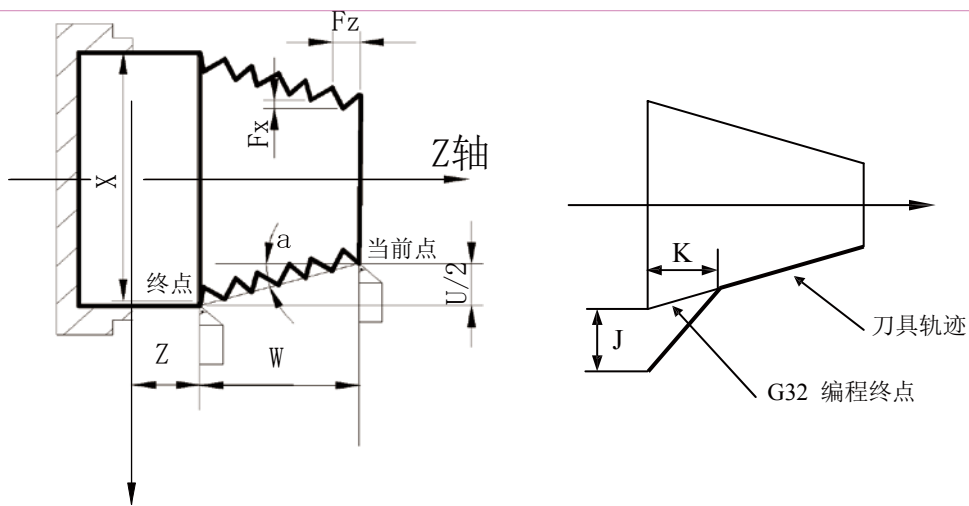


图 3-38 G32 轨迹图

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。δ1 = 3mm，δ2 = 2mm，总切深 2mm，分两次切入。

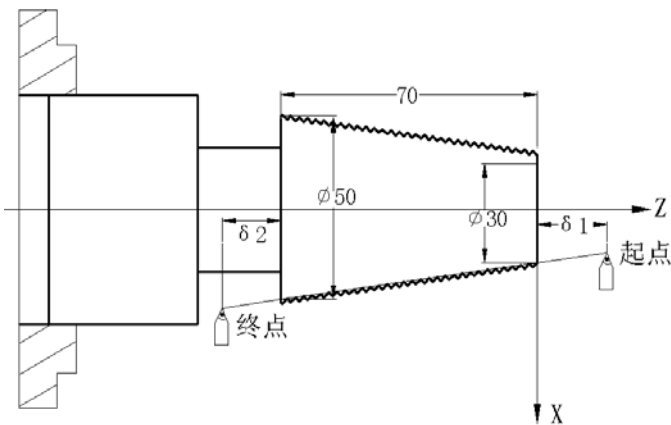


图 3-39

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. 14. 2 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: ±0.001 ~ ±500.000 毫米 / 每螺距 (公制螺纹); ±0.060 ~ ±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。

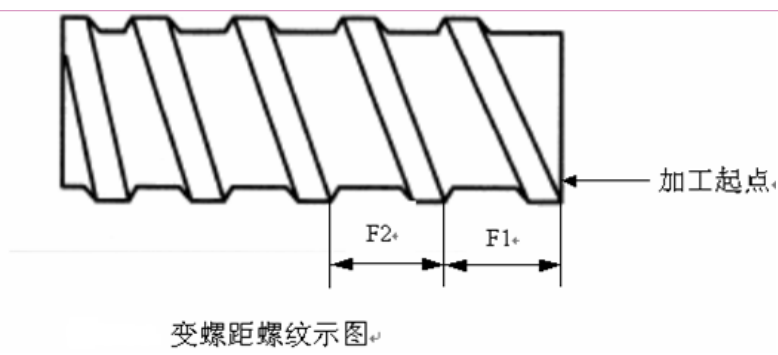


图 3-40

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。

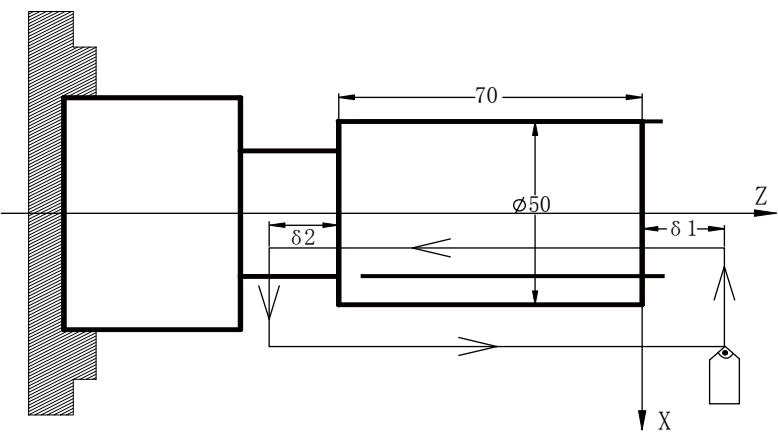


图 3-42 变螺距加工

```
程序：
O0010;
G00 X60 Z1 M03 S500;
G00 X48;
G34 W-78 F3.8 J5 K2 R0.2;
N30 M30;
```

3. 14. 3 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

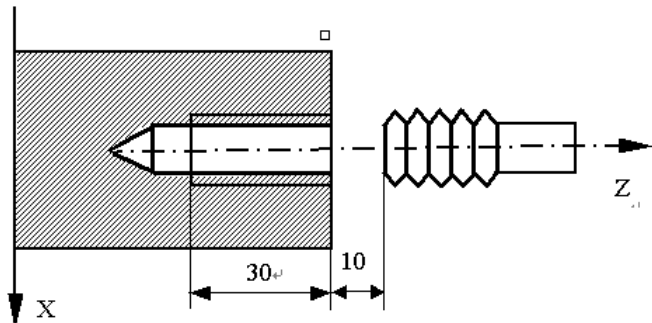


图 3-43

```
程序：
O0011；
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. 14. 4 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）

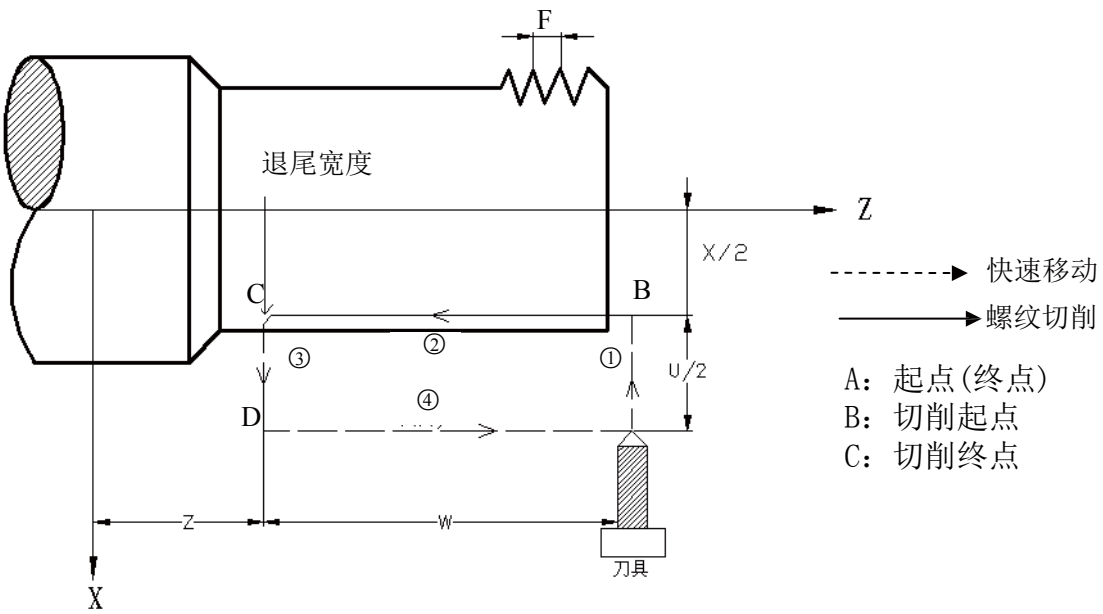


图 3-44

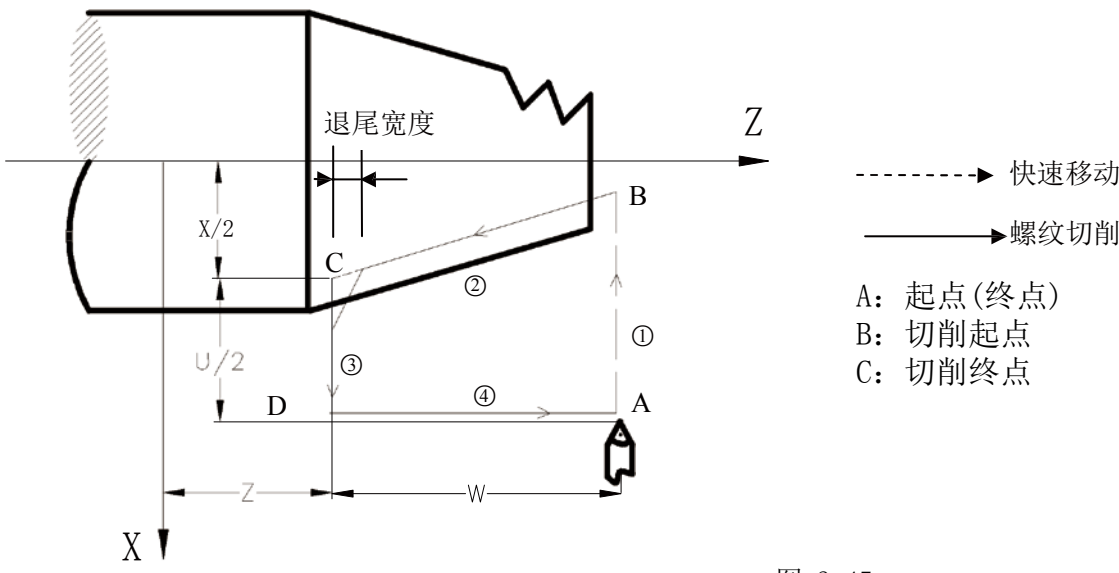


图 3-45

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 NO. 19 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 NO. 19 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 ≠ 0, K=0 时，按 K=J 退尾；
- J=0, K ≠ 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:

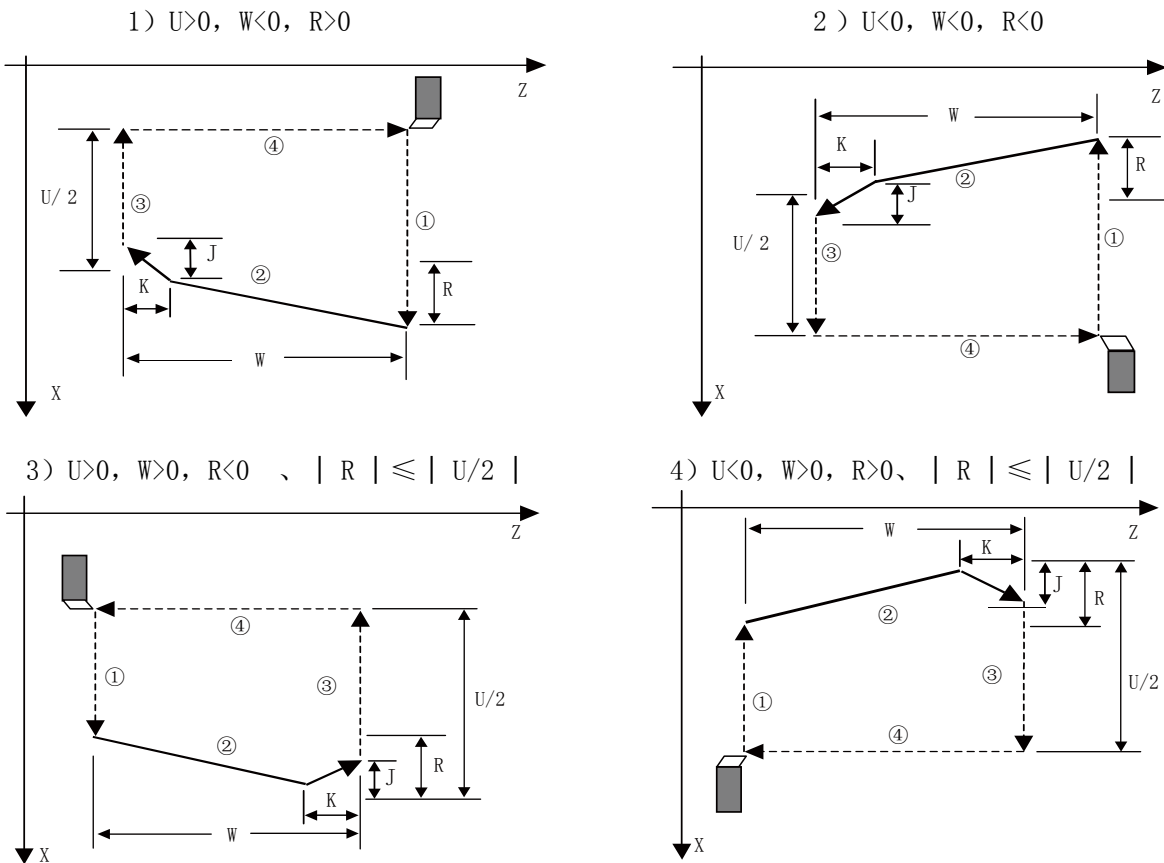


图 3-46

示例: 图 3-47

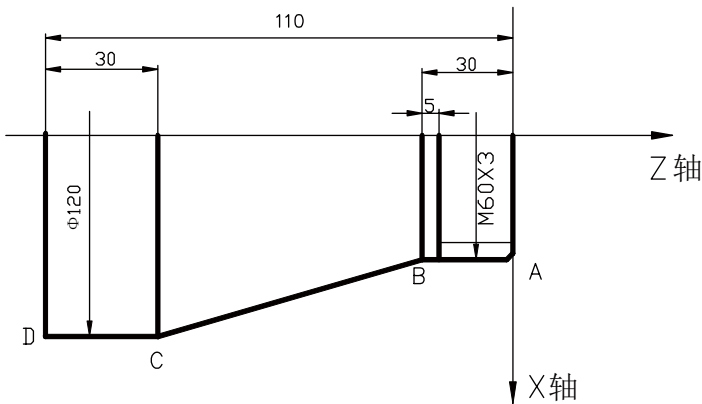


图 3-47

程序:

```
O0012 ;
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. 14. 5 多重螺纹切削循环 G76

代码格式: G76 P(m) (r) (a) Q(△dmin) R(d);
G76 X/U__Z/W__R(i) P(k) Q(△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：

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

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 [螺纹工艺] 参数中“G 7 6 精加工的重复次数”的值修改为 m。未输入 m 时，以 [螺纹工艺] 参数中“G 7 6 精加工的重复次数”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×L，L 为螺纹螺距），r 指定值执行后保持有效，并把 [螺纹工艺] 参数中“螺纹切削时的退尾长度 T C H”的值修改为 r。未输入 r 时，以 [螺纹工艺] 参数中“螺纹切削时的退尾长度 T C H”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 [螺纹工艺] 参数中“螺纹切削时的退尾长度 T C H”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（°），a 指定值执行后保持有效，并把 [螺纹工艺] 参数中“G76 循环中刀尖的角度”的值修改为 a。未输入 a 时，以 [螺纹工艺] 参数中“G76 循环中刀尖的角度”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(Δdmin)：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(Δdmin) 执行后，指定值 Δd_{\min} 保持有效，并把 [螺纹工艺] 参数中“G76 循环中最小的切削深度”的值修改为 Δd_{\min} 。未输入 Q(Δdmin) 时，以 [螺纹工艺] 参数中“G76 循环中最小的切削深度”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 Be 与最后一次螺纹粗车切入点 Bf 的 X 轴绝对坐标的差值。R(d) 执行后，指定值 d 保持有效，并把系统数据参数 N0.060 的值修改为 $d \times 1000 (IS_B) / d \times 1000 (IS_C)$ 。未输入 R(d) 时，以 [螺纹工艺] 参数中“G76 循环中精加工余量”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× 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× 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 ≤ 500 mm；

I：螺纹每英寸的螺纹牙数，取值范围为 0.06 ~ 25400 牙 / 英寸；

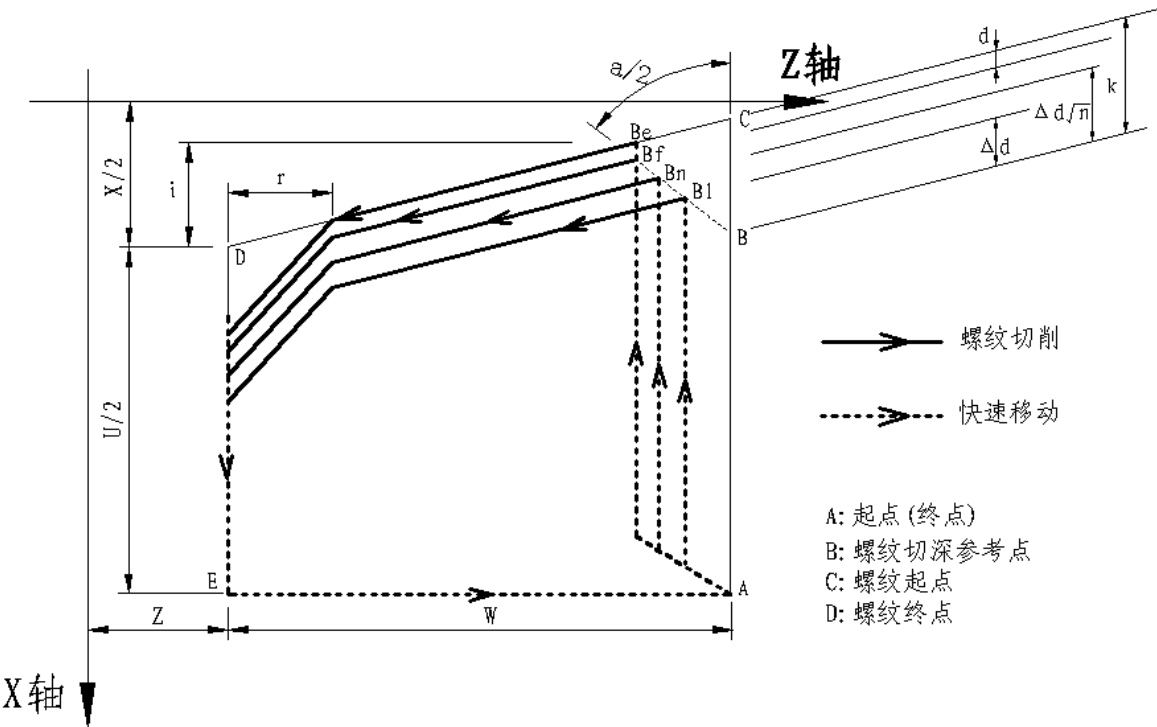


图 3-48 (a)

切入方法的详细情况见图 3-48 (b)：

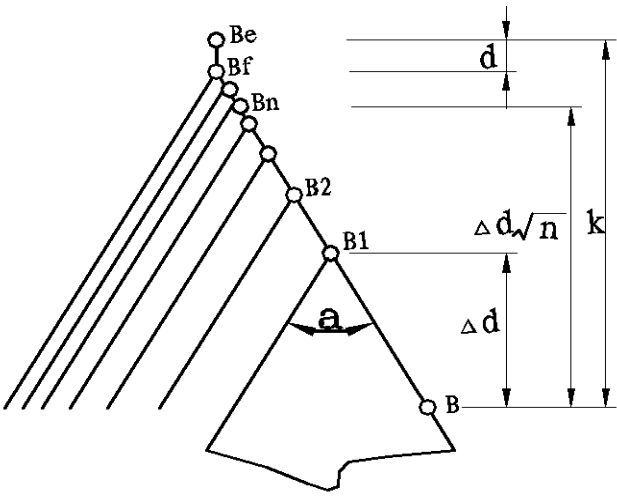


图 3-48 (b)

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 $A \rightarrow D$ 的方向相同；
- ② 沿平行于 $C \rightarrow D$ 的方向螺纹切削到与 $D \rightarrow E$ 相交处 ($r \neq 0$ 时有退尾过程)；
- ③ X 轴快速移动到 E 点；
- ④ Z 轴快速移动到 A 点，单次粗车循环完成；
- ⑤ 再次快速移动进刀到 B_n (n 为粗车次数)，切深取 $(\sqrt{n} \times \Delta d)$ 、 $(\sqrt{n-1} \times \Delta d + \Delta d_{min})$ 中的较大中的较大值，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 $C \rightarrow D$ 的方向螺纹切削到与 $D \rightarrow E$ 相交处 ($r \neq 0$ 时有退尾过程)；
- ⑦ X 轴快速移动到 E 点；
- ⑧ Z 轴快速移动到 A 点，螺纹粗车循环完成，开始螺纹精车；
- ⑨ 快速移动到 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 [螺纹工艺] 参数中“G76 循环中精加工重复次数”、“G76 循环中刀尖角度”和“螺纹切削时的退尾长度 T C H”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 M68×6。

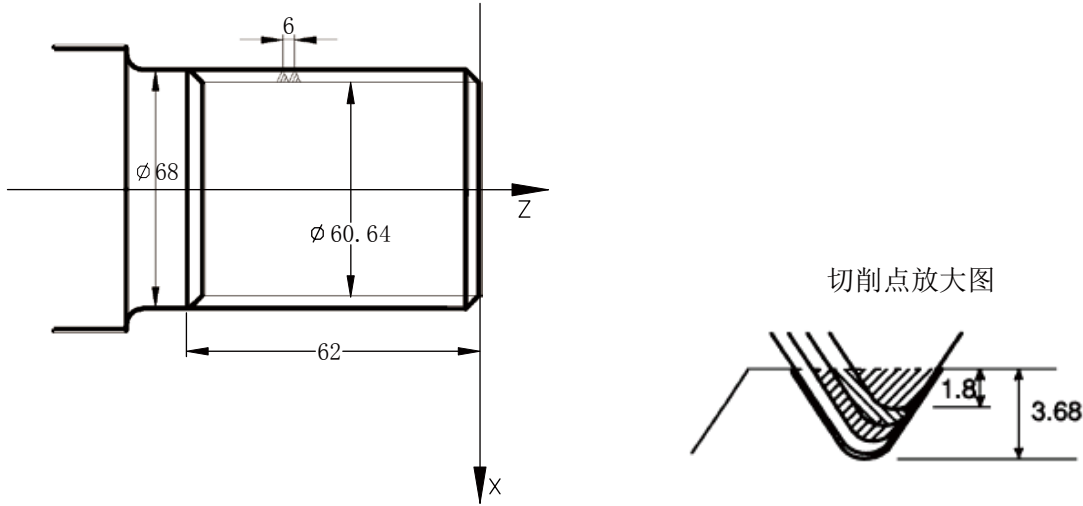


图 3-49

```
程序：O0013；
G50 X100 Z50 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 恒线速控制 G96、恒转速控制 G97

详细说明见本篇 2.2.3 节。

3.16 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：

$$F_m = F_r \times S$$

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 [加工工艺] 参数类中“接通电源时的切削速度”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：

[进给轴参数] 类中：切削进给速率的上限值；

[加减速参数] 类中：切削进给和手动进给时指数加减速时间常数；

[加减速参数] 类中：切削进给时的起始（终止）速度。

3.17 宏代码

车床 C N C 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。

3.17.1 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 #1032	对应系统 G54.0 ~ G54.7, G55.0 ~ G55.7 的信号状态
	对应系统 G54, G55 两字节的信号状态
#1100 ~ #1115 #1132	对应系统 F54.0 ~ F54.7, F55.0 ~ F55.7 的信号状态
	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. 17. 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 = #jO#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 ÷ # k
G65 H11 P#i Q#j R#k;	二进制加法 (或运算)	# i = # j OR # k
G65 H12 P#i Q#j R#k;	二进制乘法 (与运算)	# i = # j AND # k
G65 H13 P#i Q#j R#k;	二进制异或	# i = # j 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 ÷ # k) 的余数
G65 H24 P#i Q#j;	十进制变为二进制	# i = BIN(# j)
G65 H25 P#i Q#j;	二进制变为十进制	# i = BCD(# j)
G65 H26 P#i Q#j R#k;	十进制乘除运算	# i = # i × # j ÷ # 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 × sin(# k)
G65 H32 P#i Q#j R#k;	余弦	# i = # j × cos(# k)
G65 H33 P#i Q#j R#k;	正切	# i = # j × tan(# k)
G65 H34 P#i Q#j R#k;	反正切	# i = 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 ≠ # 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
代码格式	功能	定义
G65 H85 Pn Q#j R#k;	条件转移 5	如果 # j ≥ # 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 ≤ # 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 × # K

G65 H04 P#I Q#J R#K

(例)G65 H04 P#101 Q#102 R#103; (#101 = #102×#103)

5) 十进制除法运算：# I = # J ÷ # K

G65 H05 P#I Q#J R#K

(例)G65 H05 P#101 Q#102 R#103; (#101 = #102÷#103)

6) 二进制逻辑加 (或)：# I = # J.OR. # K

G65 H11 P#I Q#J R#K

(例)G65 H11 P#101 Q#102 R#103; (#101 = #102.OR. #103)

7) 二进制逻辑乘 (与)：# I = # J.AND. # K

G65 H12 P#I Q#J R#K

(例)G65 H12 P# 101 Q#102 R#103; (#101 = #102.AND.#103)

8) 二进制异或：# I = # J.XOR. # K

G65 H13 P#I Q#J R#K

(例)G65 H13 P#101 Q#102 R#103; (#101 = #102.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 - TRUNC(#J/#K)×#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- TRUNC (#102/#103)×#103)
12) 十进制转换为二进制: #I = BIN (#J)
G65 H24 P#I Q#J
(例)G65 H24 P#101 Q#102 ; (#101 = BIN(#102))
13) 二进制转换为十进制: #I = BCD (#J)
G65 H25 P#I Q#J
(例)G65 H25 P#101 Q#102 ; (#101 = BCD(#102))
14) 十进制取乘除运算: #I =(#I×#J)÷#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•SIN(#K)(单位: 度)
G65 H31 P#I Q#J R#K
(例)G65 H31 P#101 Q#102 R#103; (#101 = #102•SIN(#103))
17) 余弦: #I = #J•COS(#K)(单位: 度)
G65 H32 P#I Q#J R# k
(例)G65 H32 P#101 Q#102 R#103; (#101 =#102•COS(#103))
18) 正切: #I = #J•TAM(#K)(单位: 度)
G65 H33 P#I Q#J R# K
(例)G65 H33 P#101 Q#102 R#103; (#101 = #102•TAM(#103))
19) 反正切: #I = ATAN(#J /#K)(单位: 度)
G65 H34 P#I Q#J R# k
(例)G65 H34 P#101 Q#102 R#103; (#101 =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 ≠ #102 时, 顺序执行。
3) 条件转移 2 #J.NE.#K (≠)
G65 H82 Pn Q#J R# K; n: 顺序号
(例) G65 H82 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。
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. 17. 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)

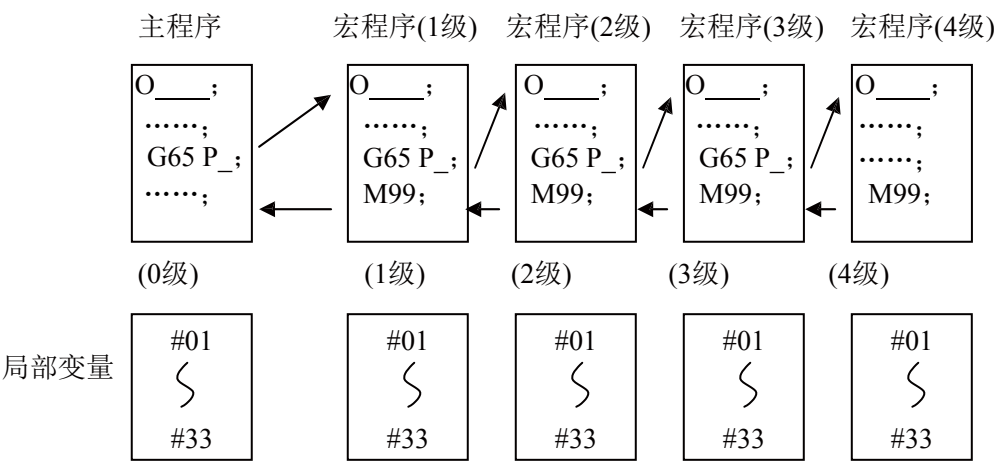
代码格式: G65 P_ L_ <自变量>_ ; 以地址 P 指定的宏程序被调用, 自变量 (数据) 传递到用户宏程序体中。

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。



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。

方式 I 的自变量地址及所对应的变量号一览表

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

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. 18 公英制转换

3. 18. 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)。

车床系统中与公英制有关的参数有下列状态参数:

No001 # 0(INI): 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。

No003 # 0(OIM): 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

No004 # 0(SCW): 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. 18. 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. 18. 3 注意事项

(1). No001 # 0(INI) 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)

— 部分数据参数, 包括 NO.45~NO.48、NO.56、NO.59、NO.60、NO.114~ NO.116、NO.120~ NO.131、NO.139、No.140、No.154; 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 NO.45 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). No004 # 0(SCW) 输出代码单位改变

SCW=0 时表示系统的最小代码增量按公制输出 (0.001mm) SCW=1 时系统的最小代码增量按英制输出 (0.0001inch) 当改变输出控制位参数 SCW 时部分数据参数的意义会改变:

- 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。这些速度参数有：No.22、No.23、No.27、No.28~No.31、No.32、No.33、No.41、No.107、 No.113、No.134；
- 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。这些参数有：No.34、No.35、No.37~No.40、No.45~No.48、No.102~No.104、No.136~No.138 以及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。

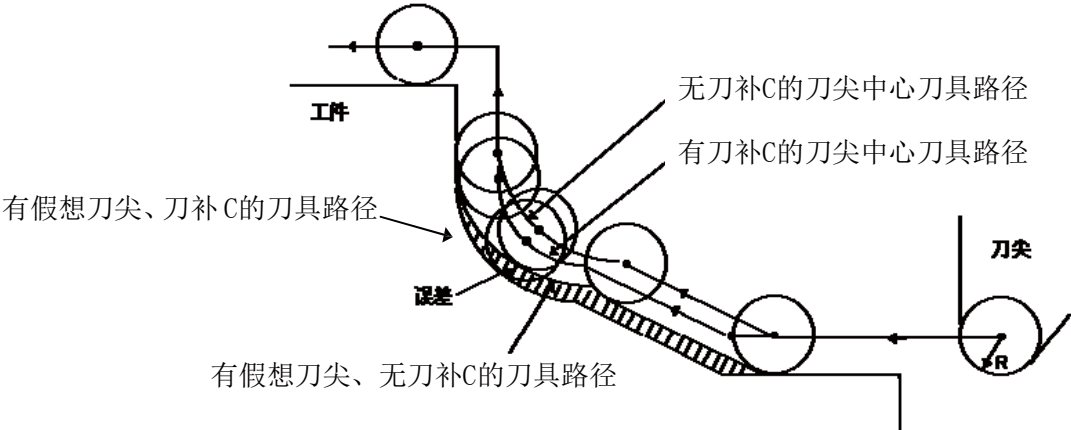


图 4-2

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。

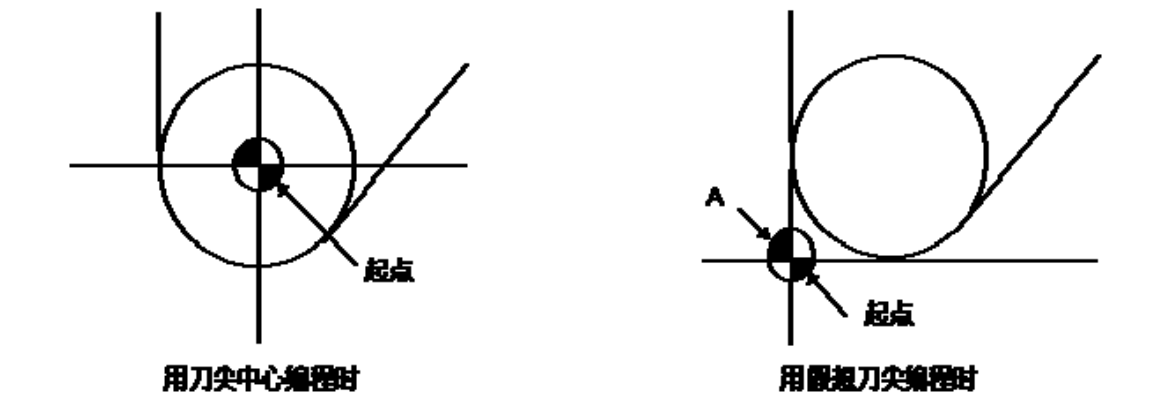


图 4-3 如果不用刀尖半径补偿，刀尖中心轨迹将同于编程轨迹
图 4-4 如果使用刀尖半径补偿，将实现精密切削



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

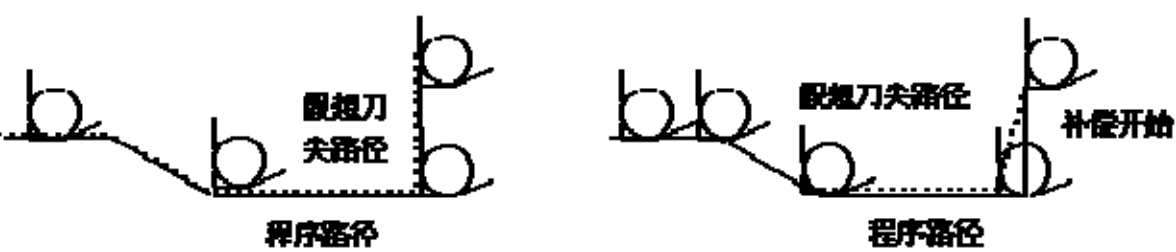


图 4-6

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。

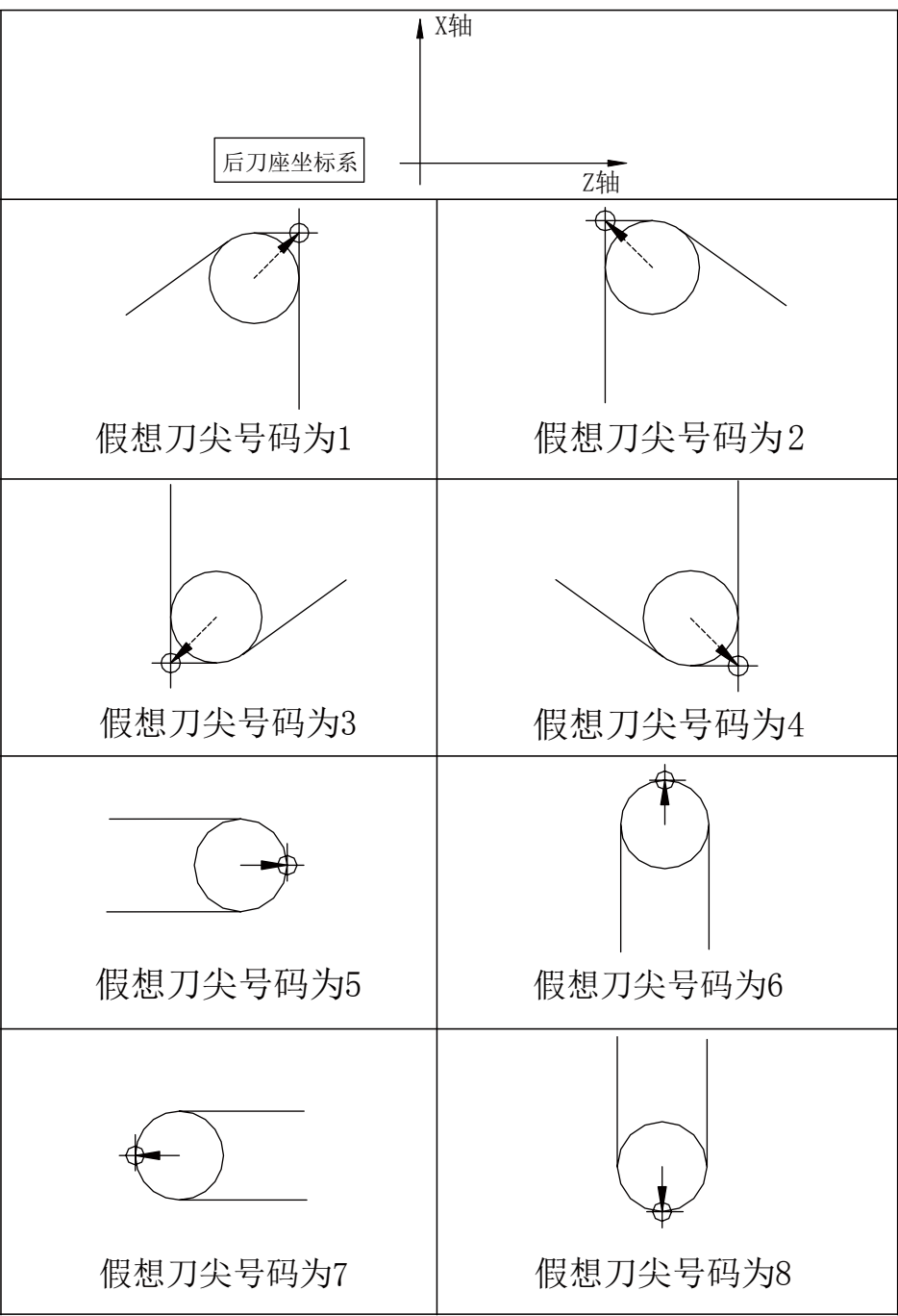


图 4-7 后刀座坐标系中假想刀尖号码

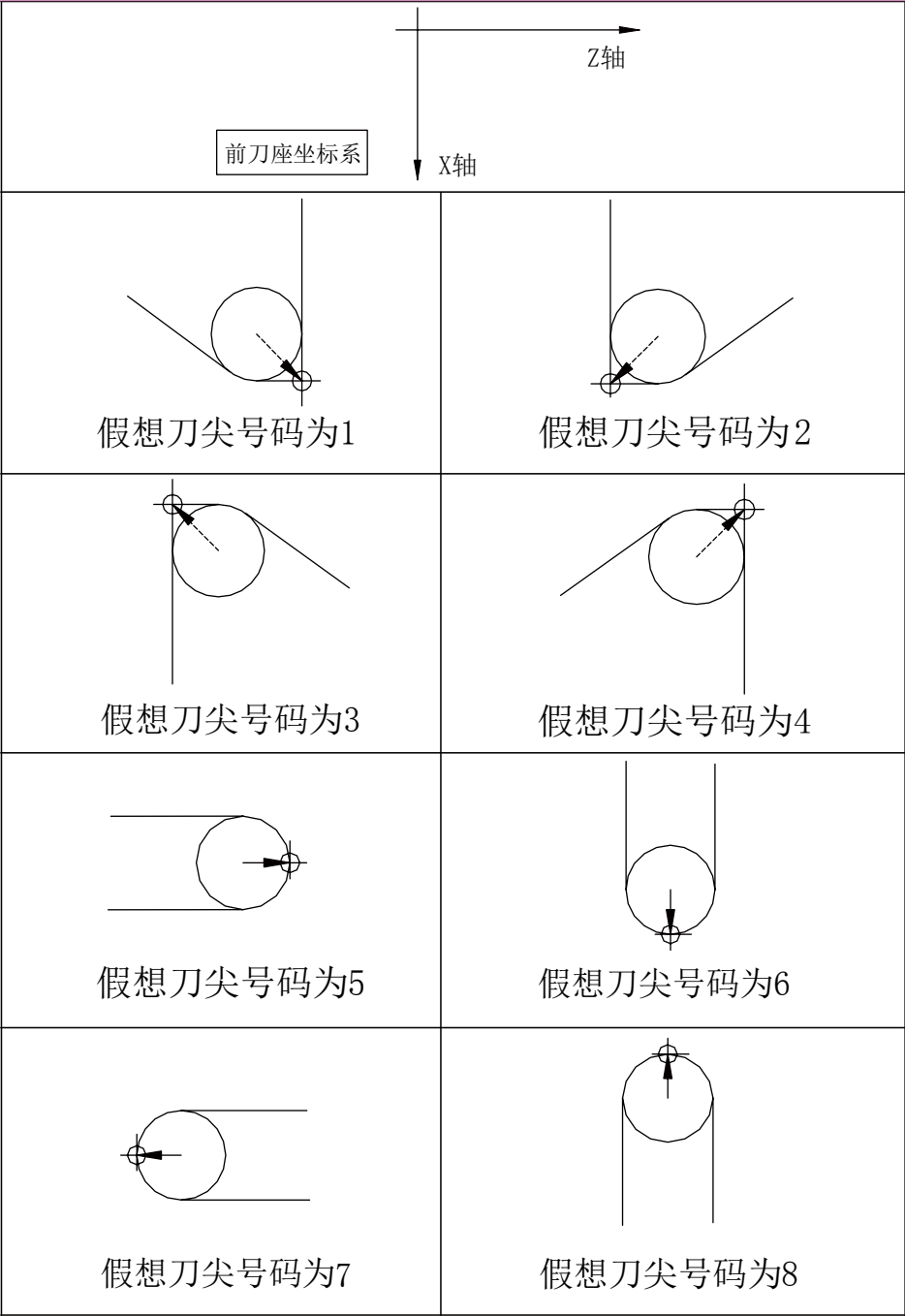


图 4-8 前刀座坐标系中假想刀尖号码

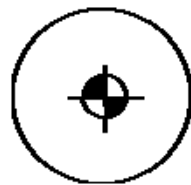


图 4-9 刀尖中心与起点一致

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

注：X 方向刀具偏置值可以用直径或半径值指定，由参 [刀架参数] 类中“刀尖补偿值以（0：直径 1：半径）值表示”设定，ORC = 1 时偏置值以半径表示，ORC = 0 时偏置值以直径表示。

在进行对刀操作时要特别注意，当选择了 Tn(n=0 ~ 9) 号假想刀尖时，对刀点一定也要是 Tn(n=0 ~ 9) 号假想刀尖点。如图 4-10 所示为在后刀座坐标系中选择 T0 与 T3 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 T0 时）的偏置值与从标准点到假想刀尖（假想刀尖为 T3 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 T3 号刀尖方向）。

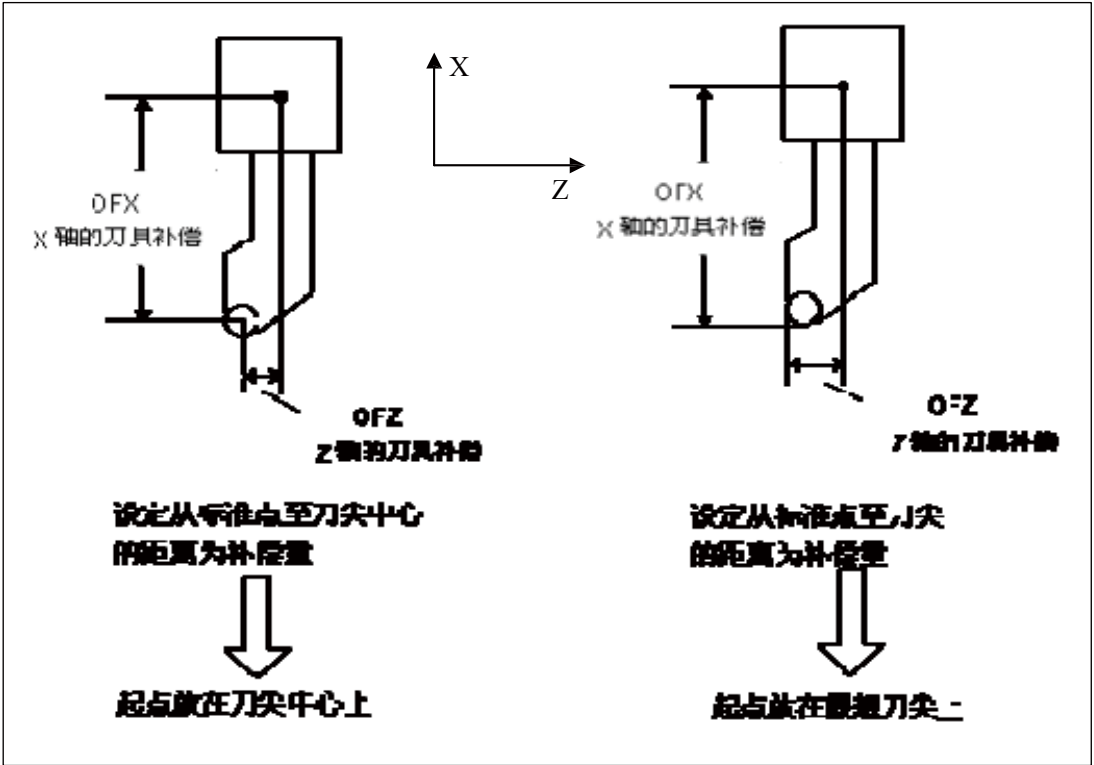


图 4-10 以刀架中心为基准点的刀具偏置值

4.1.4 代码格式

G40

G41

G42

{

}

G00

G01

{

}

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。

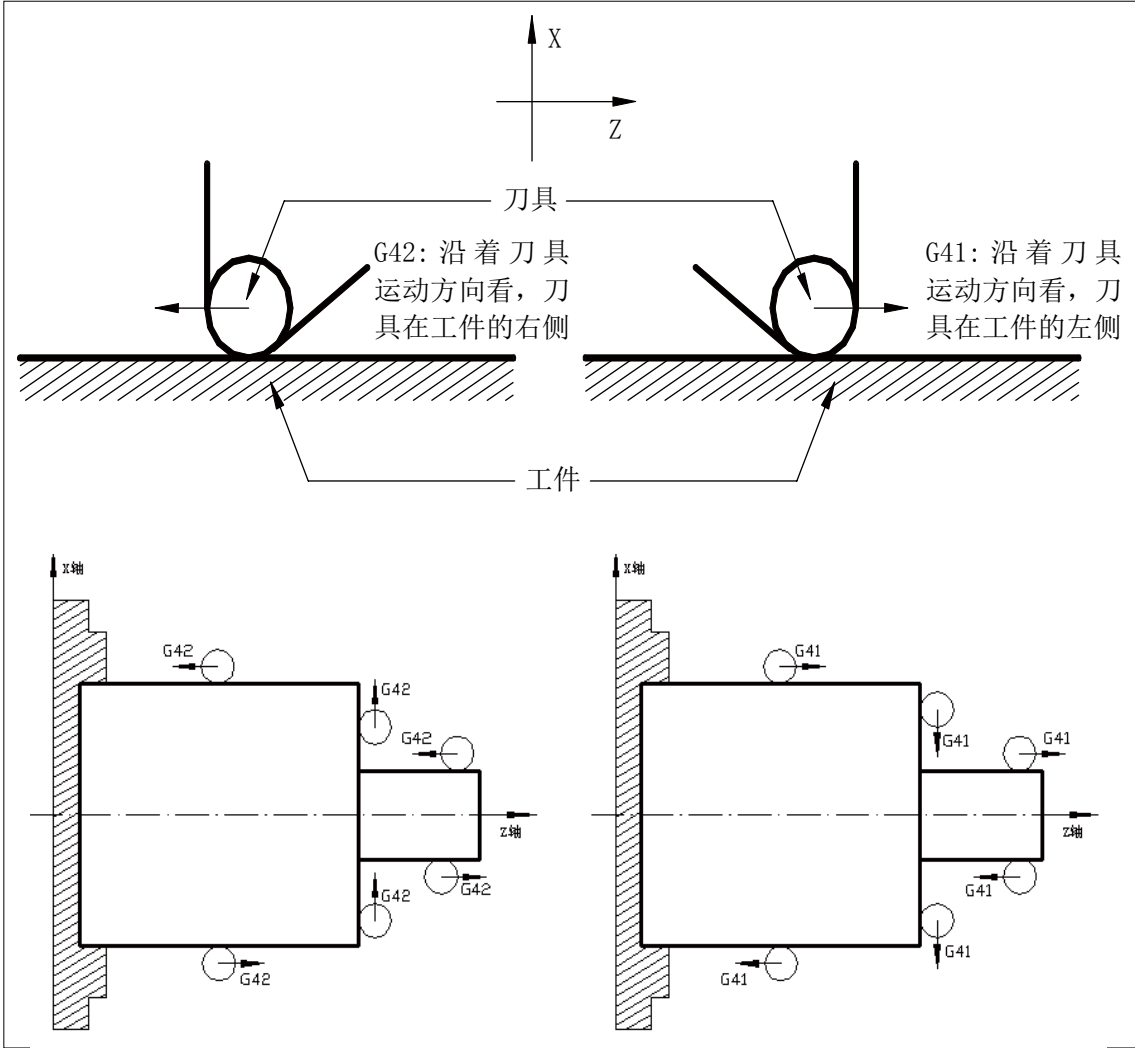


图 4-11 后刀座坐标系补偿方向

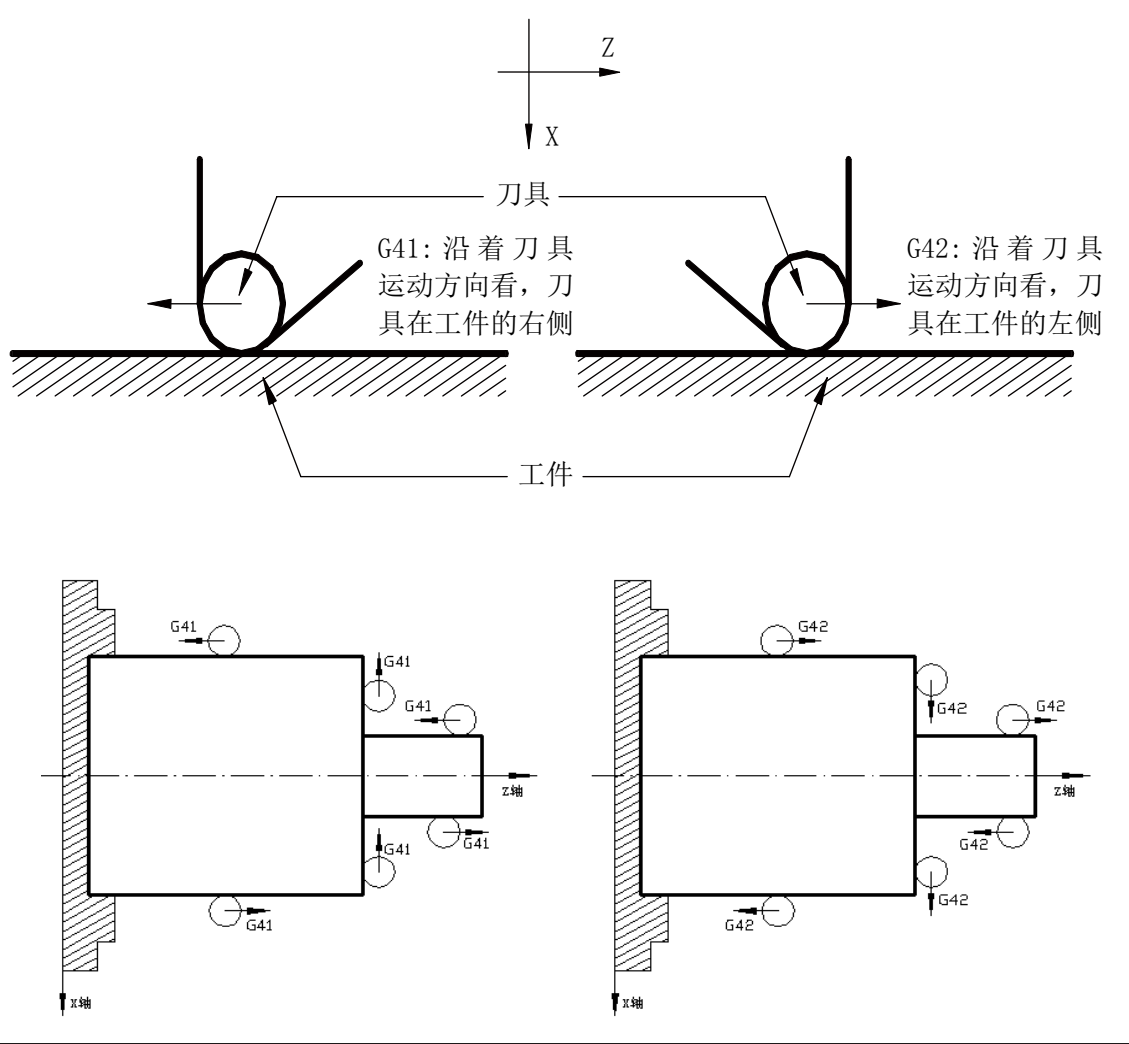


图 4-12 前刀座坐标系补偿方向

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。
- 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。

- 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 $T=3$ 。

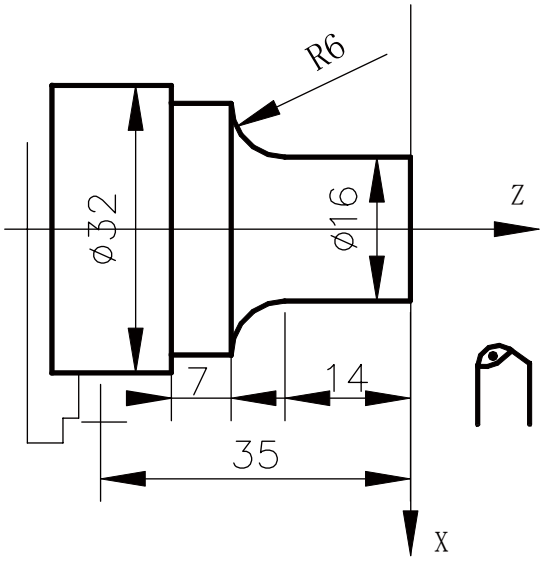


图 4-13

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

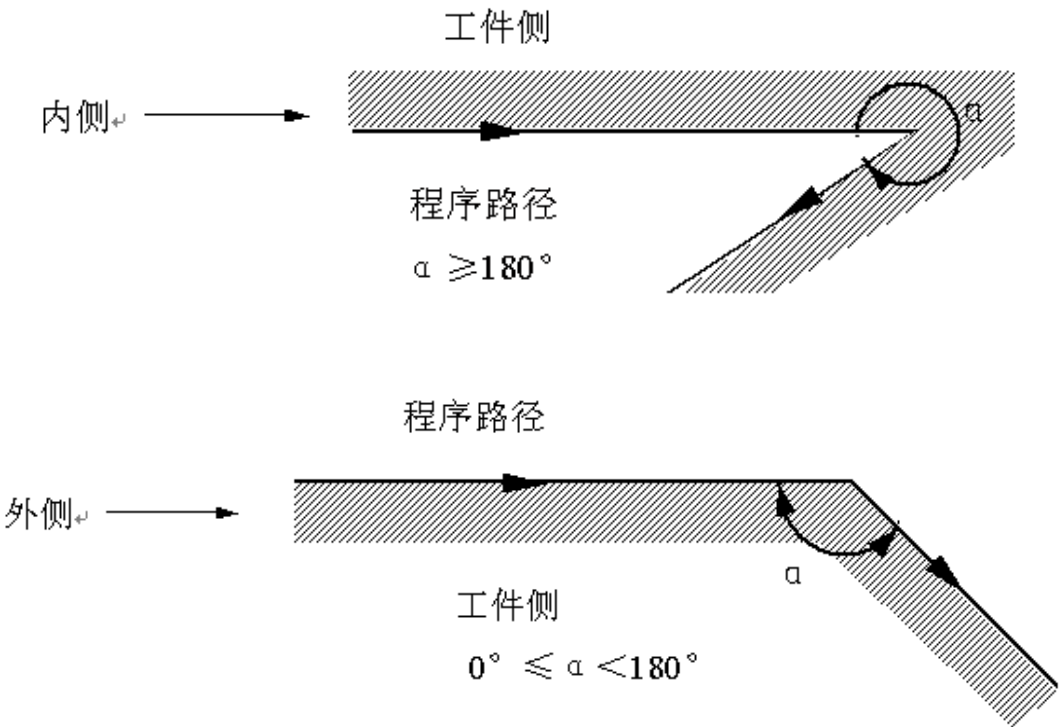
序号	X	Z	R	T
001			2.000	3
002
...
007
008

```
程序：
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 $0 \sim 180^\circ$ 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，由状态参数 172.3 选择。

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

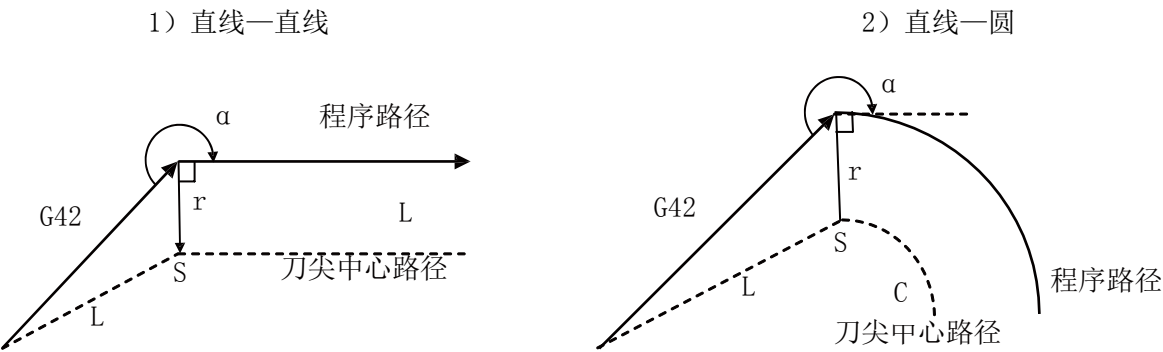


图 4-14a 直线—直线（内侧起刀）

图 4-14b 直线—圆弧（内侧起刀）

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

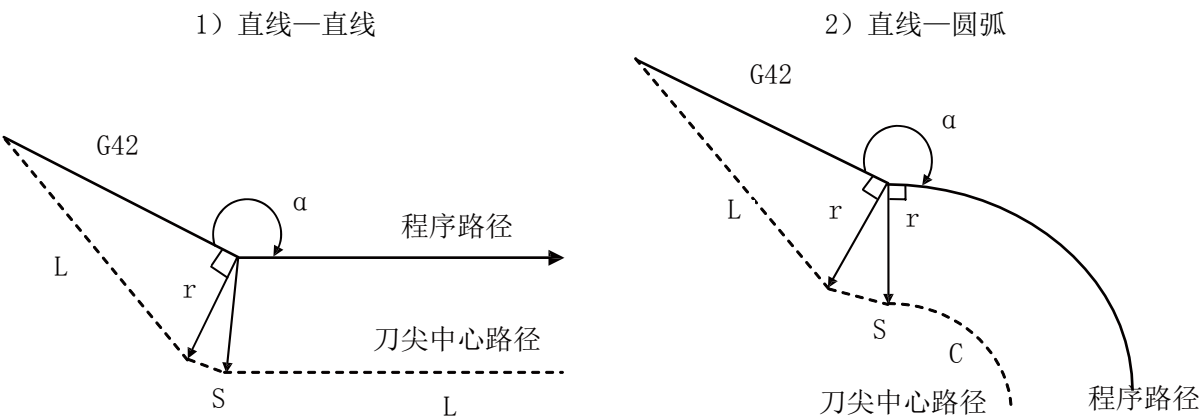


图 4-15a 直线—直线（外侧起刀）

图 4-15b 直线—圆弧（外侧起刀）

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

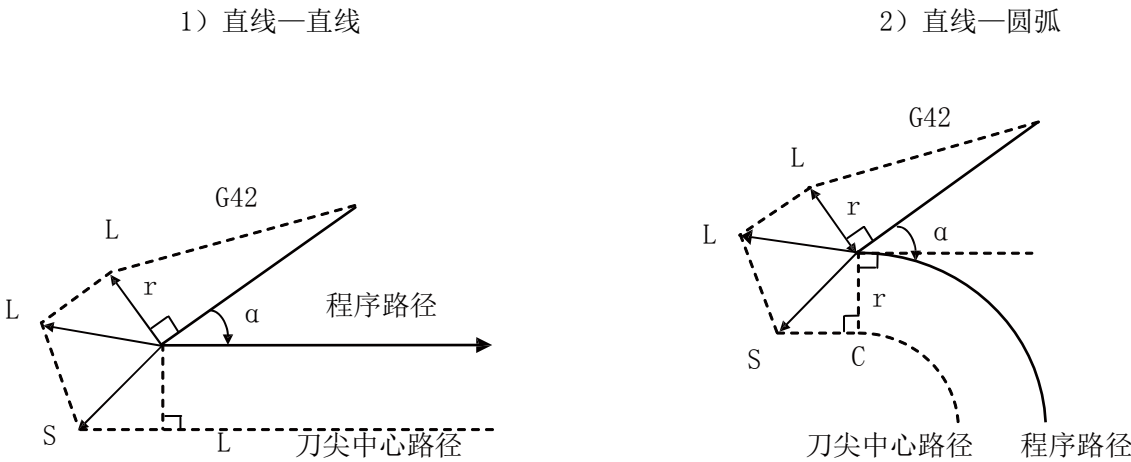


图 4-16a 直线—直线（外侧起刀）

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。 ($\alpha \leq 1^\circ$)

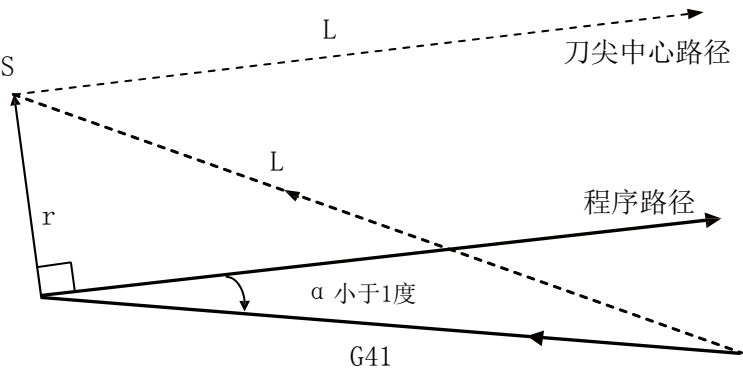


图 4-17 直线—直线（拐角小于 1 度、外侧起刀）

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 ($\alpha \geq 180^\circ$)

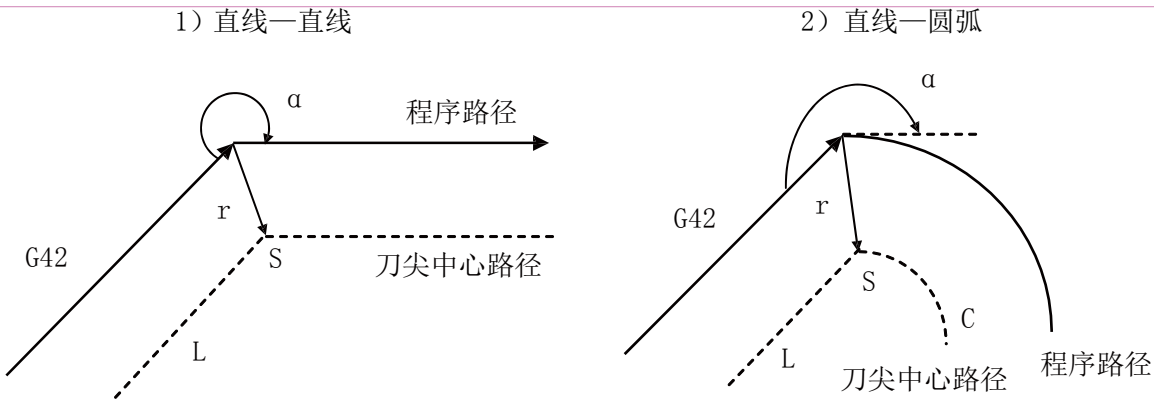


图 4-18a 直线—直线（内侧移动）

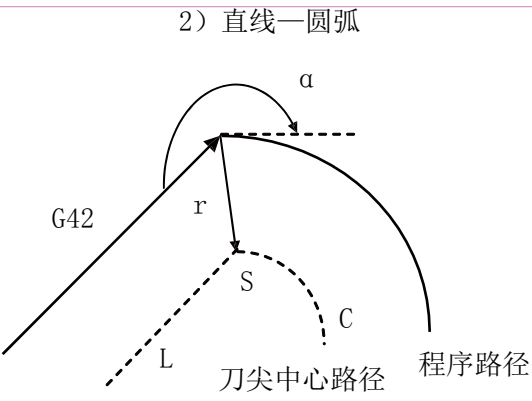


图 4-18b 直线—圆弧（内侧移动）

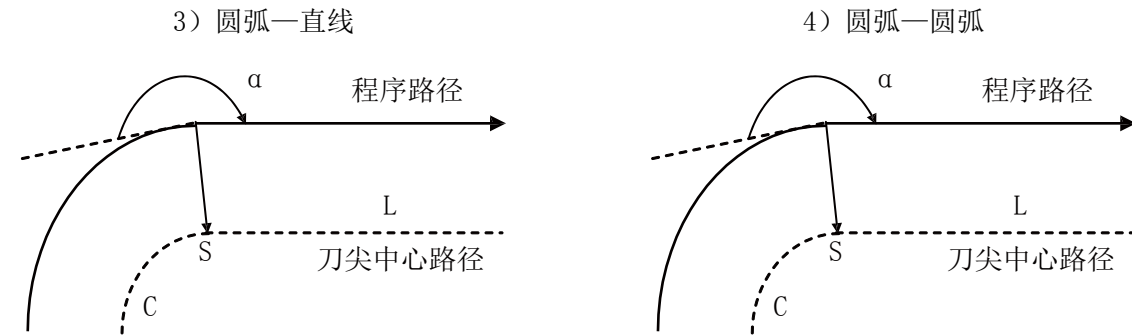


图 4-18c 圆弧—直线（内侧移动）

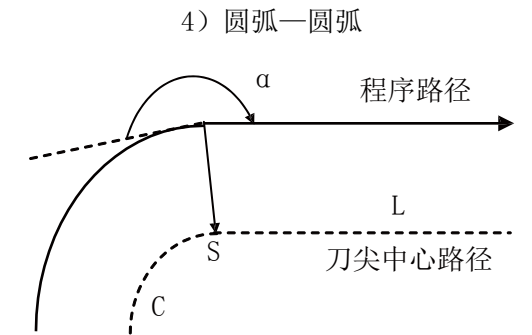


图 4-18d 圆弧—圆弧（内侧移动）

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

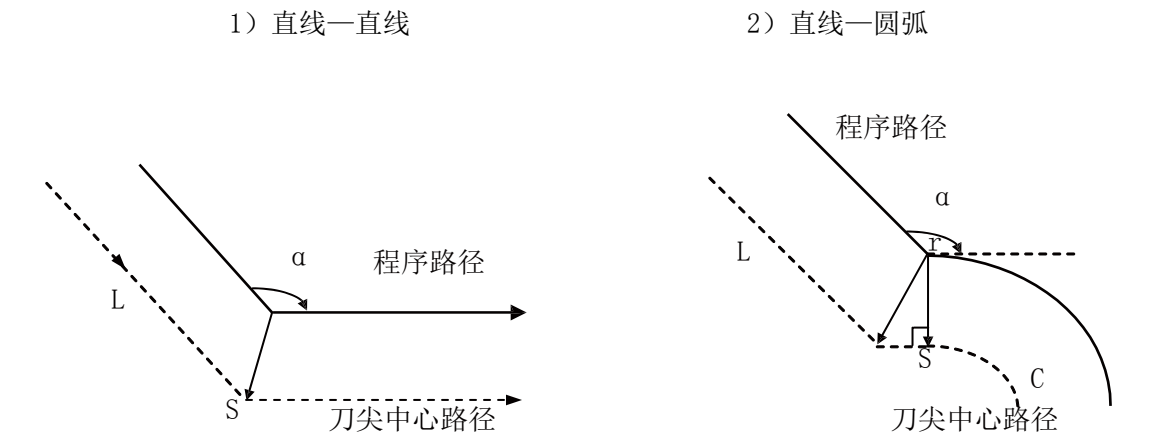


图 4-19a 直线—直线（钝角、外侧移动）

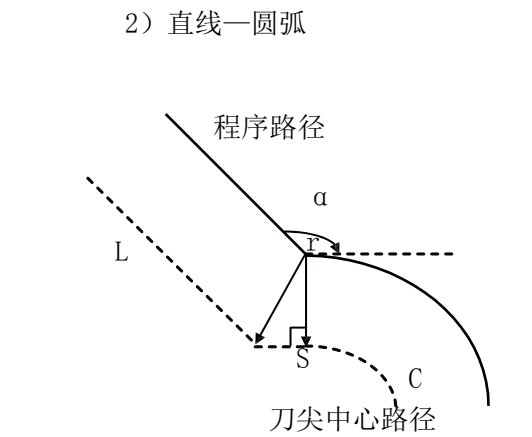


图 4-19b 直线—圆弧（钝角、外侧移动）

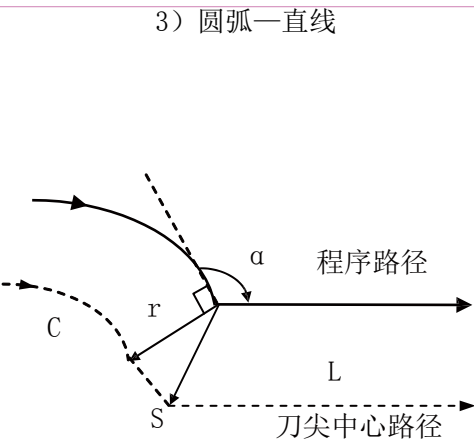


图 4-19c 圆弧—直线（钝角、外侧移动）

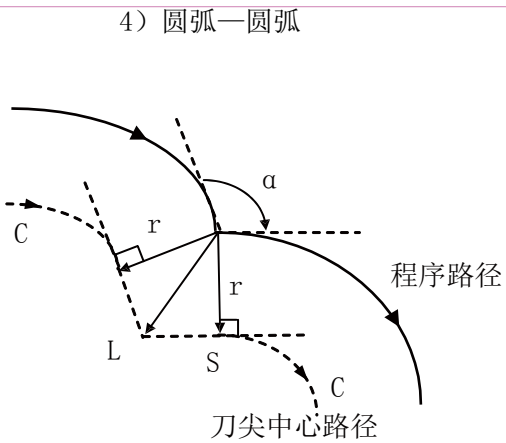


图 4-19d 圆弧—圆弧（钝角、外侧移动）

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

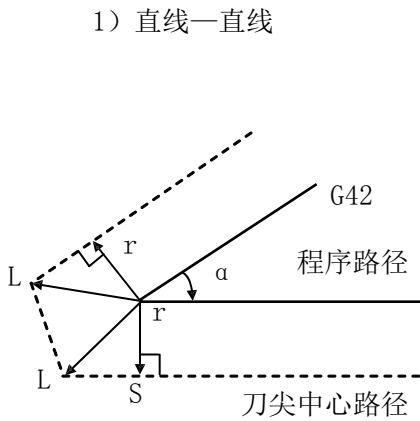


图 4-20a 直线—直线（锐角、外侧移动）

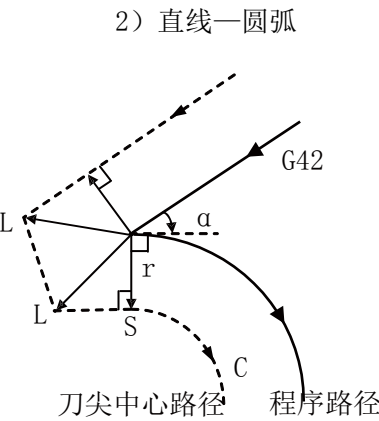


图 4-20b 直线—圆弧（锐角、外侧移动）

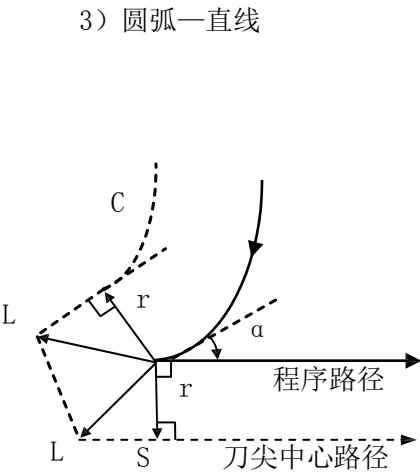


图 4-20c 圆弧—直线（锐角、外侧移动）

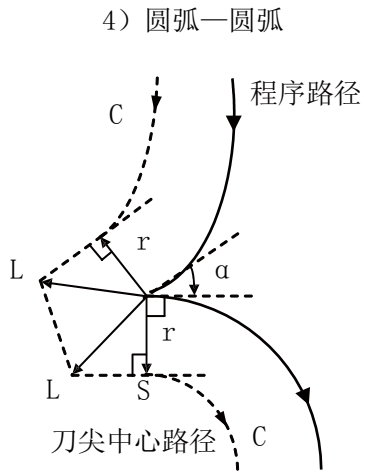


图 4-20d 圆弧—圆弧（锐角、外侧移动）

5) 小于 1 度内侧加工及补偿向量放大

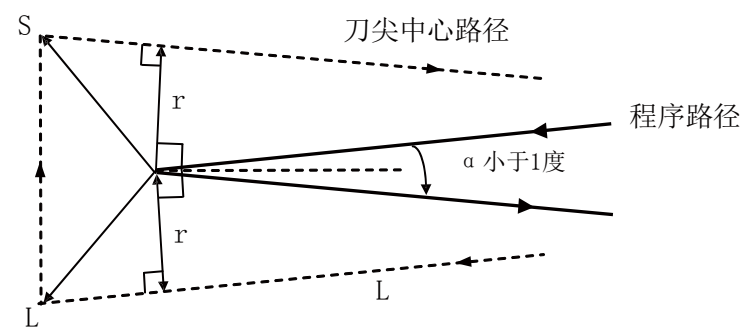


图 4-20e 直线—直线（拐角小于 1 度、内侧移动）

(d) 特殊情况
1) 没有交叉点时

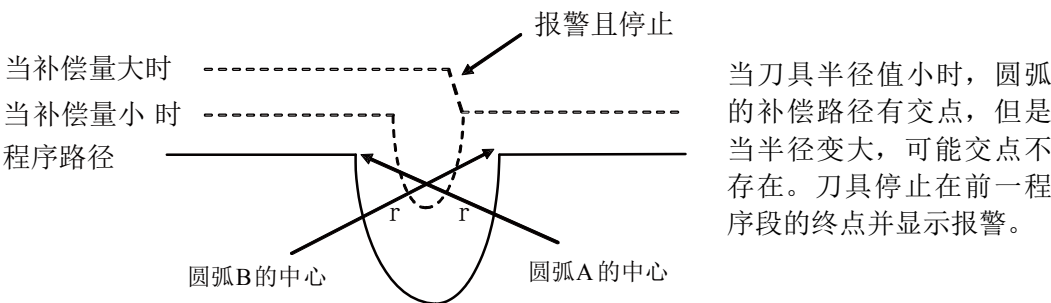


图 4-21 特殊情况—偏置后的轨迹无交叉点

2) 圆弧中心与起点或终点一致

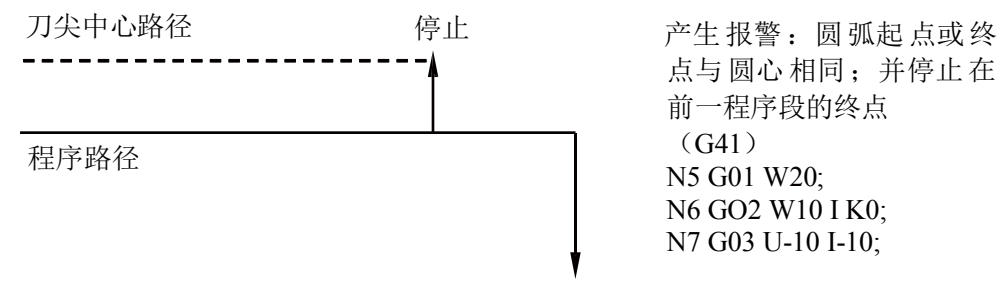


图 4-22 圆弧的圆心与起点或终点一致

* 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

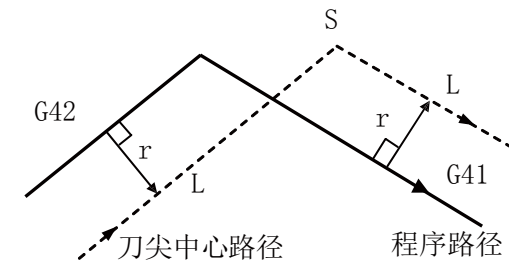


图 4-23 直线—直线（变更补偿方向）

2) 直线—圆弧

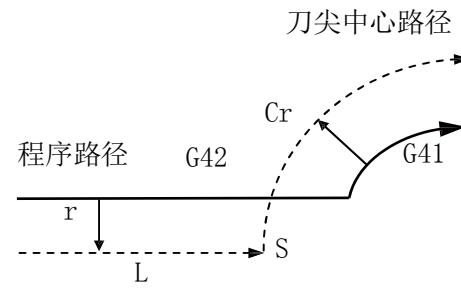


图 4-24 直线—圆弧（变更补偿方向）

3) 圆弧—直线

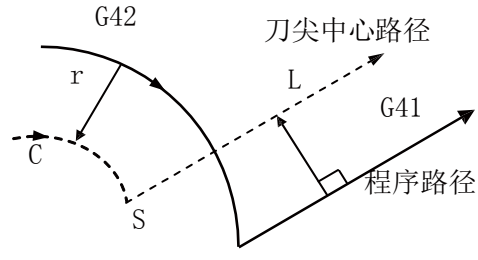


图 4-25 圆弧—直线（变更补偿方向）

4) 圆弧—圆弧

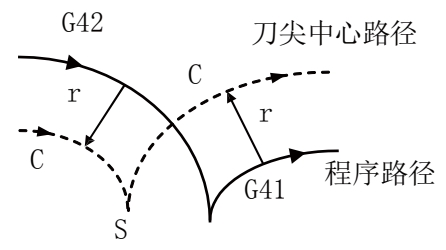


图 4-26 圆弧—圆弧（变更补偿方向）

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

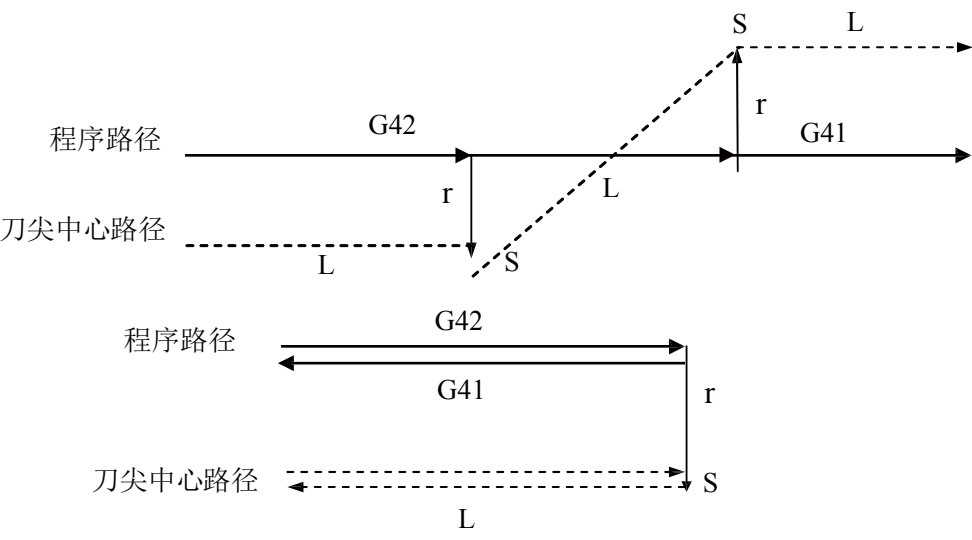


图 4-27a 直线—直线、无交点（变更补偿方向）

ii) 直线—圆弧

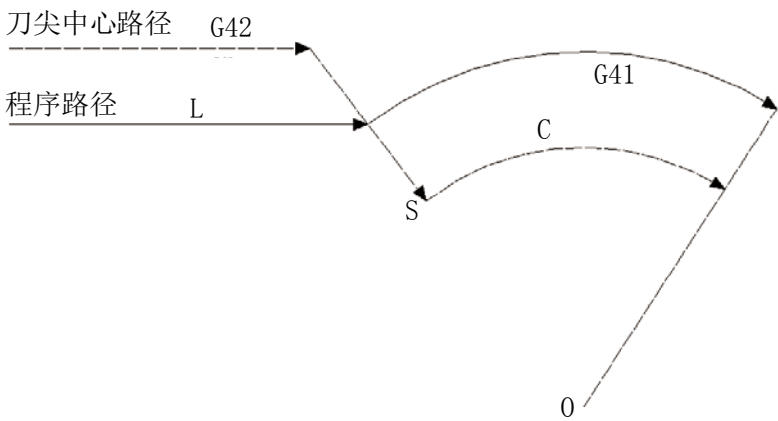


图 4-27b 直线—圆弧、无交点（变更补偿方向）

iii) 圆弧—圆弧

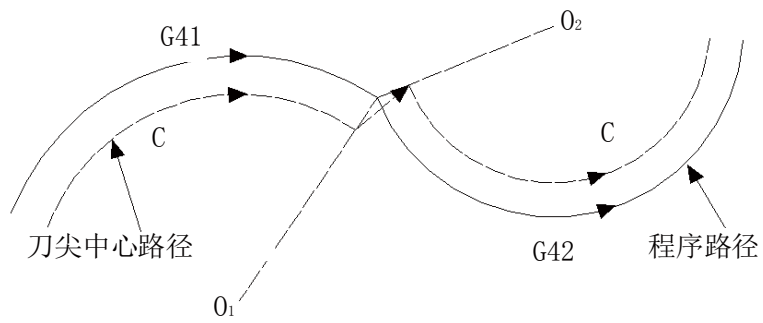


图 4-27c 圆弧—圆弧、无交点（变更补偿方向）

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 (N0.34) 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 ($\alpha \geq 180^\circ$)

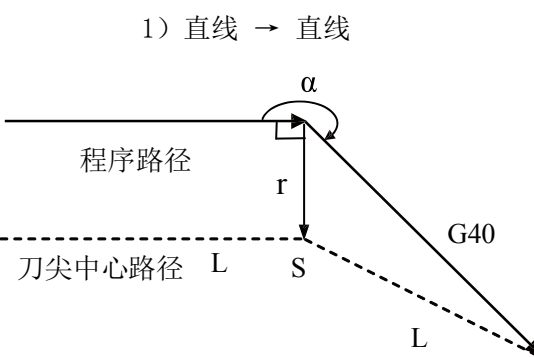


图 4-28a 直线—直线（内侧、取消偏置）

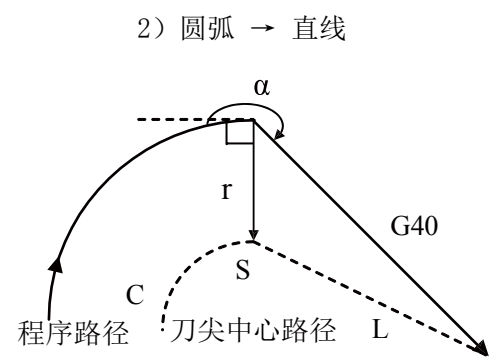


图 4-28b 圆弧—直线（内侧、取消偏置）

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

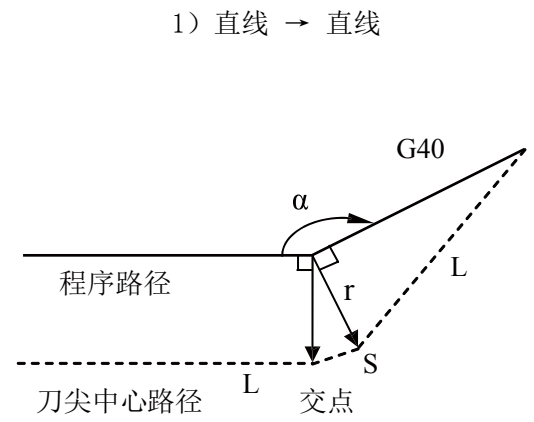


图 4-29a 圆弧—直线（钝角、外侧、取消偏置）

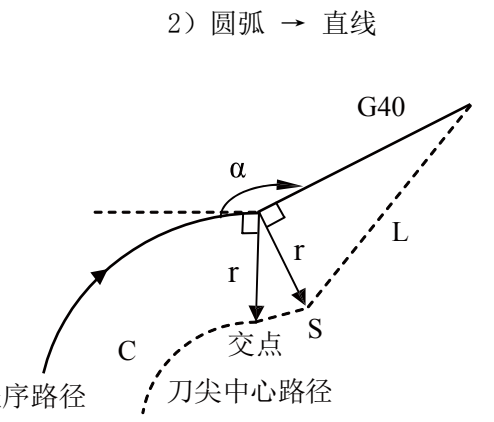


图 4-29b 圆弧—直线（钝角、外侧、取消偏置）

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

1) 直线 \rightarrow 直线

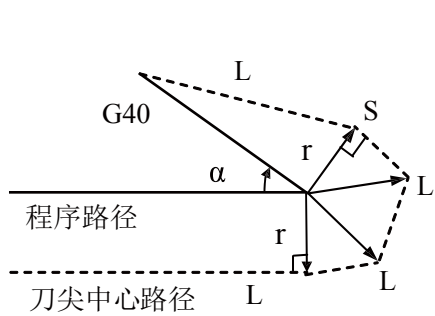


图 4-30a 直线一直线 (锐角、外侧、取消偏置)

2) 圆弧 \rightarrow 直线

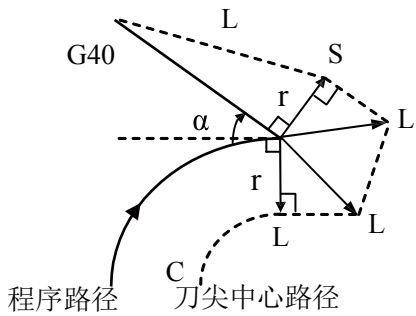


图 4-30b 直线一直线 (锐角、外侧、取消偏置)

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

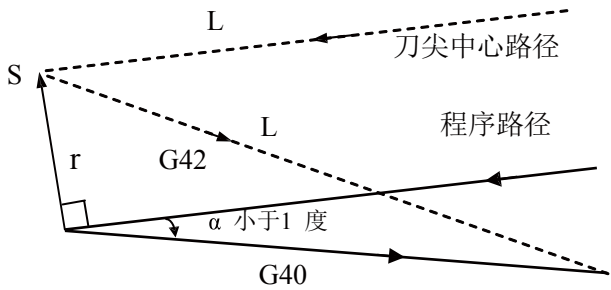


图 4-31 直线一直线 (夹角小于 1 度、外侧、取消偏置)

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

刀尖中心路径

程序路径

两个路径方向差异很大 (180°)

图 4-32a 加工干涉 (1)

刀尖中心路径

程序路径

两个路径方向差异很大 (180°)

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

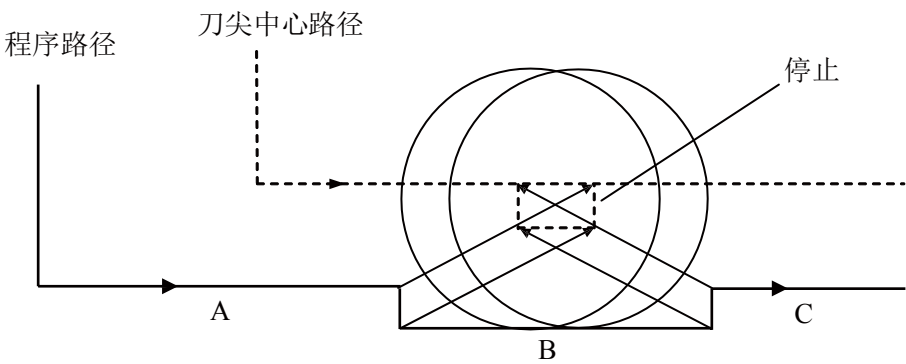


图 4-33 作干涉处理特殊情况 (1)

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。

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

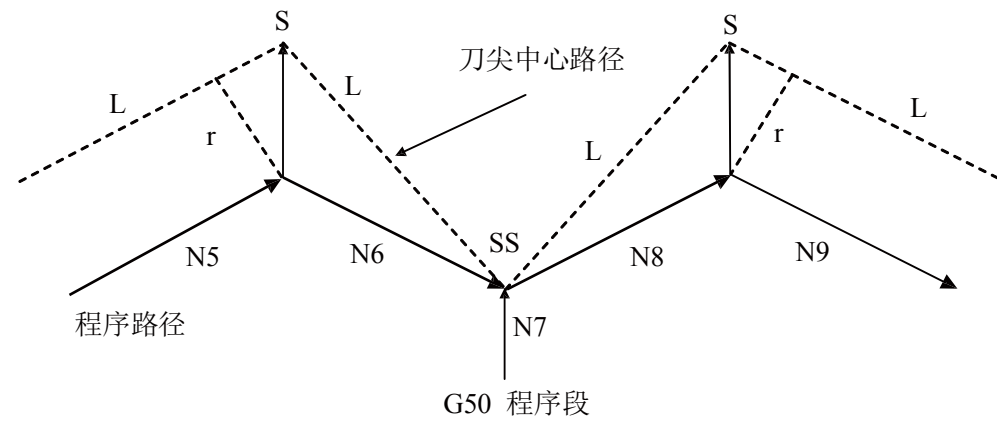


图 4-35 G50 暂时取消补偿向量

注：SS 表示在单程序段方式下刀具停止两次的点。

*G28 自动返回参考点

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

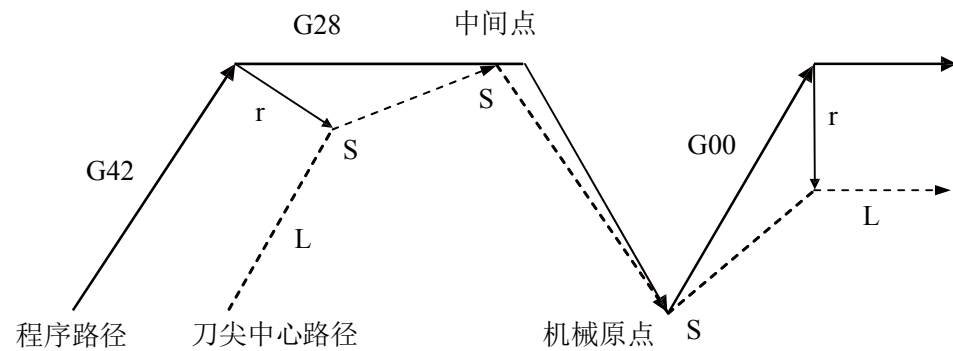


图 4-36 G28 暂时取消补偿向量

*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”。

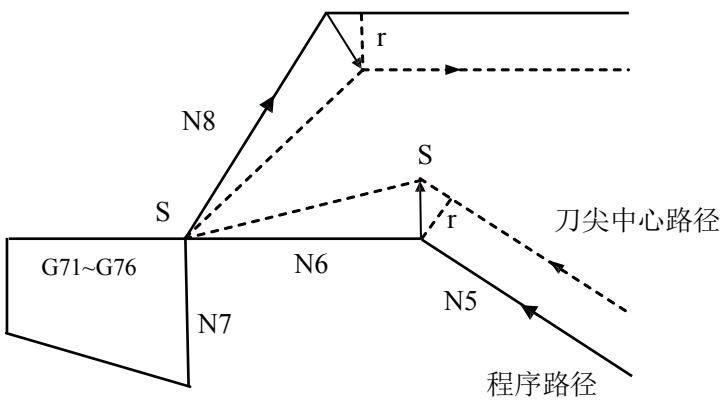


图 4-37 G71 ~ G76 暂时取消补偿向量

*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；

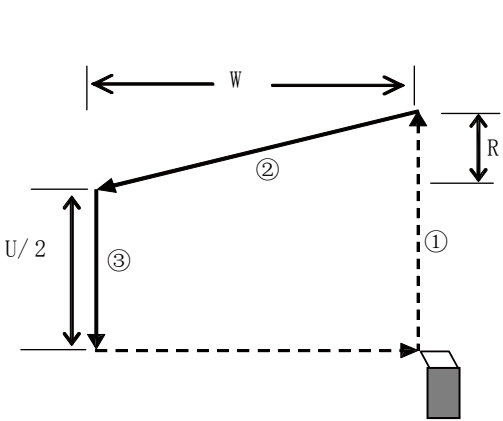


图 4-38 G90 刀尖半径补偿的偏置方向

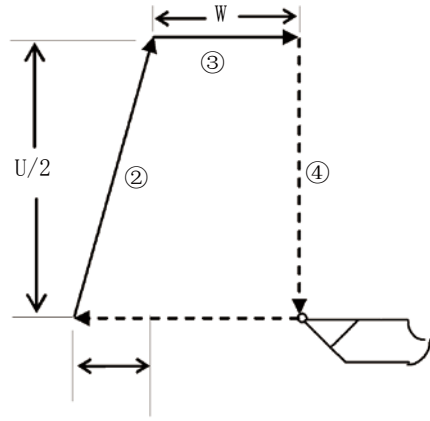


图 4-39 G94 刀尖半径补偿的偏置方向

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，可以起动偏置，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。
此外请注意，当偏置量符号改变时，刀尖偏置方向也改变，但假想刀尖方向不变。所以不要随意改变偏置量的符号。
- * 编程圆弧的终点不在圆弧上当程序中的圆弧终点不在圆弧上时，刀具运动停止并显示“圆弧终点不在圆弧上”的报警信息。

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

车床系统采用集成式操作面板，面板划分如下



横式系统面板划分



竖式系统面板划分



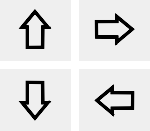

1. 1. 1 状态指示











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
	符号键	三地址键，反复按键，在三者间切换
	数字键	数字输入
	输入键	参数、补偿量等数据输入的确定
	输出键	启动通信输出
	转换键	信息、显示的切换

按键	名称	功能说明
	编辑键	编辑时程序、字段等的插入、修改、删除
	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

车床系统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。

车床系统系列标准 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
	C/S 轴切换	切换主轴速度 / 位置控制	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

按键	名称	功能说明	功能有效时操作方式
 主轴正转  主轴停止  主轴反转	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 F0、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

按键	名称	功能说明	功能有效时操作方式
	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

系统有编辑、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


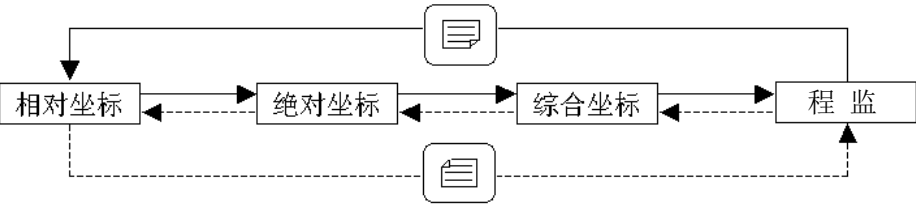
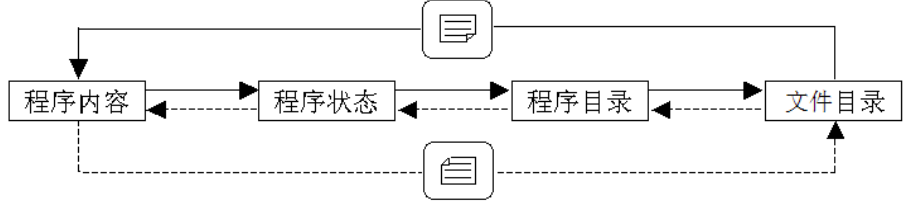

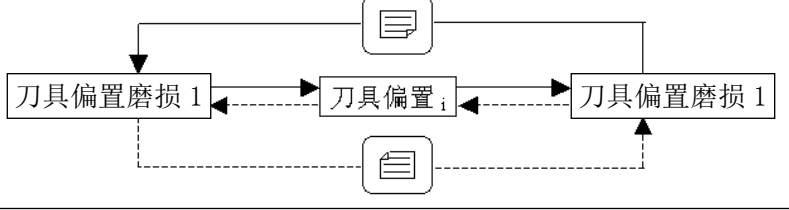
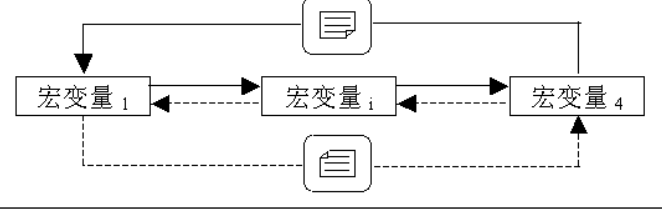


液开关、润滑液开关、主轴点动、手动换刀等操作。

●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

车床系统有位置界面、程序界面等 9 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。显示菜单、显示界面及页面层次结构见下图：

菜单键	显示界面	显示页面
	位置界面	
	程序界面	
	补偿界面	
	宏变量界面	
	报警界面	报警信息
	报警日志界面	报警日志
	设置界面	各页面为：开关设置、G54-G59、数据操作、权限设置、时间设置
	图形界面	图形显示

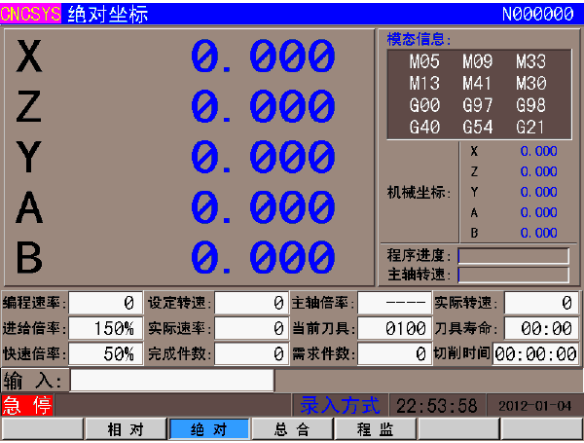
菜单键	显示界面	显示页面
参数 PAR	状态参数	
	数据参数	
	螺补参数	
诊断 DGN	CNC 诊断	
	PLC 信号	
	机床软面板	
	帮助信息	
	版本信息	
梯图 PLC	PLC 信息	
	PLC 梯形图	
	PLC 参数	
	PLC 诊断	

1.3.1 位置界面

按  键进入位置界面，位置界面有绝对坐标、相对坐标、综合坐标及程监四个页面，可通过  键或  键查看。

1) 绝对坐标显示页面

显示的 X、Z 坐标值为刀具在当前工件坐标系中的绝对位置，CNC 上电时 X、Z 坐标保持，工件坐标系由 G50、G54-G59 指定。



注：在编辑、自动、录入、显示“编程速度”；在机床回零、程序回零、手动方式下显示“手动速度”。在手轮方式下显示“手轮增量”；在单步方式下显示“单步增量”。

- 实际速度：实际加工中，进给倍率运算后的实际加工速度；
- 进给倍率：由进给倍率开关选择的倍率；
- G 功能码：01 组 G 代码和 03 组 G 代码的模态值；
- 加工件数：当程序执行完 M30（或主程序中的 M99）时，加工件数加 1；
- 切削时间：当自动运转启动后开始计时，时间单位依次为小时、分、秒；
- 快速倍率：显示当前的快速倍率；
- 主轴倍率：当 [主轴参数] 类中“主轴正反转（0：开关 1：电压）”设为电压时，显示主轴倍率；
- S0000：主轴编码器反馈的主轴转速，必须安装主轴编码器才能显示主轴的实际转速；
- T0100：当前的刀具号及刀具偏置号。

加工件数和切削时间掉电记忆，清零方法如下：



加工件数清零：先按住  键，再按  键，或按 [加工件数清零] F 软键清零。



切削时间清零：先按住  键，再按  键，或按 [切削时间清零] F 软键清零。

2) 相对坐标显示页面

显示的 U、W 坐标值为当前位置相对于相对参考点的坐标，CNC 上电时 U、W 坐标保持。U、W 坐标可随时清零。U、W 坐标清零后，当前点为相对参考点。

U、W 坐标清零的方法：

在相对坐标显示页面下按住  键直至页面中 U 闪烁，按  键，U 坐标值清零；

在相对坐标显示页面下按住  键直至页面中 W 闪烁，按  键，W 坐标值清零。

注：如果 Y、4th、5th 有效，其清零方法同上。

3) 综合坐标显示页面

在综合位置页面中，同时显示相对坐标、绝对坐标、机床坐标、余移动量（余移动量只在自动及录入方式下显示）。

机床坐标的显示值为当前位置在机床坐标系中的坐标值，机床坐标系是通过回机床零点建立的。余移动量为程序段或 MDI 代码的目标位置与当前位置的差值。

显示页面如下：



4) 程监显示页面

在程监显示页面中，同时显示当前位置的绝对坐标、相对坐标(若 [功能参数] 类中“位置程监显示 (0：相对坐标 1：剩余坐标)”为 1 时，则显示当前位置的绝对坐标、余移动量) 及当前程序的 6 个程序段，在程序运行中，显示的程序段动态刷新，光标位于当前运行的程序段。



1.3.2 程序界面

按 **程序 PRG** 键进入程序界面，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，通过反复按 **程序 PRG** 键在各页面中切换。

1) 程序内容页面

在程序内容页面中，显示包括当前程序段在内的程序内容。在编辑操作方式下按 **≡** 键、**≡** 键向前、向后查看程序内容。



2) 程序段录入页面

在程序内容页面时，按 **程序 PRG** 键将进入程序段录入页面



3) 程序目录页面

在程序状态页面时，按 **程序 PRG** 键将进入程序目录页面。在该界面下，列出了所有的加工程序，为方使用户查找想要选取的程序，系统在页面右侧显示了当前程序的前 12 行程序段。

程序目录页面显示的内容：

(a) 已存程序数：

显示 CNC 中已存入的程序数（包括子程序）

- (b) 剩余程序数：
显示 CNC 中还可以存入的程序数
- (c) 已用存储量：
显示 CNC 已存入的零件程序占用的存储量（KB）
- (d) 剩余存储量：
显示 CNC 存储零件程序的剩余容量（KB）
- (e) 程序目录：
按零件程序名的大小依次显示存入零件程序的程序号
- (f) 程序大小：
显示 CNC 程序所占存储空间的大小



4) 文件目录页面

在程序目录页面时，按 **程序 PRG** 键将进入文件目录页面。页面显示如下：



1.3.3 刀具偏置与磨损、宏变量界面、刀具寿命管理

补偿 OFT 键为一复合键，从其它显示页面按一次 **补偿 OFT** 键进入刀补界面，再按 **补偿 OFT** 键进入宏变量界面。
当 [刀架参数] 类中“刀具寿命管理功能”为 1 时，再按 **补偿 OFT** 键进入刀具寿命管理界面

- 1) 刀具偏置 & 磨损界面
刀具偏置 & 磨损界面共有 7 个页面，共有 33 个偏置、磨损号（No. 000 ～ No. 032）供用户使用，通过 **偏置** 键、**磨损** 键显示各页面，显示页面如图：

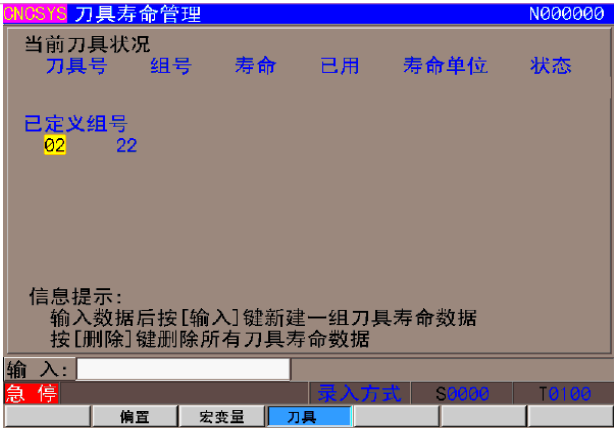
KINGSYS 刀具偏置磨损					N000000					
序号	X	Z	R	T	相对坐标					
00	0.000	0.000	0.000	0	U	0.000	W	0.000	V	0.000
01	0.000	0.000	0.000	0	A	0.000	B	0.000		
02	0.000	0.000	0.000	0	绝对坐标					
03	0.000	0.000	0.000	0	X	0.000	Z	0.000	Y	0.000
04	0.000	0.000	0.000	0	A	0.000	B	0.000		
05	0.000	0.000	0.000	0						
06	0.000	0.000	0.000	0						
	0.000	0.000	0.000		按[H]帮助					
输入:										
急停					输入方式		S0000		T0100	
偏置		宏变量		刀具						

2) 宏变量界面

宏变量界面有 20 个页面，可通过 **偏置** 键、**磨损** 键显示各页面，宏变量页面共显示 600 个（No. 100 ～ No. 199 及 No. 500 ～ No. 999）宏变量，宏变量值可通过宏代码指定或键盘直接设置。

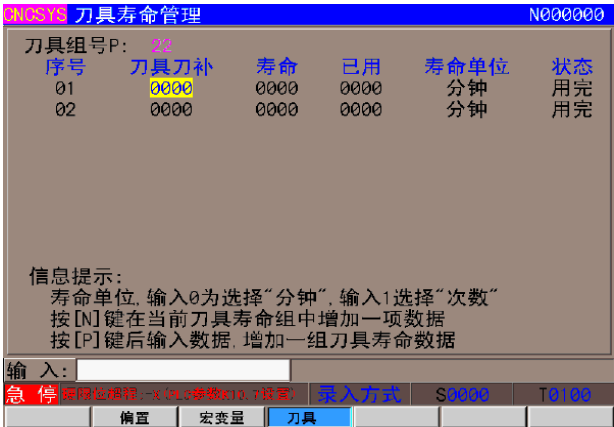
KINGSYS 宏变量 N000000					
序号	数据	序号	数据	序号	数据
100	52.000	113		126	
101		114		127	
102		115		128	
103	201.000	116		129	20.000
104		117		130	
105		118		131	
106		119		132	
107		120		133	
108		121		134	
109		122		135	
110		123		136	
111		124		137	
112		125		138	
公用变量					
输入: 按 [H] 帮助					
急停 输入方式 S0000 T0100					
偏置 宏变量 刀具					

- 3) 刀具寿命管理
刀具寿命管理界面由两个页面组成（按翻页键翻页）
刀具寿命管理页面：
第一页显示当前所用刀具的寿命管理数据和已定义刀具组的清单。



刀具寿命管理页面：

第二页用于设定和显示某刀具组的寿命管理数据，按序号 1 ～ 8 显示。



1.3.4 报警界面

1) 报警：

按 键进入报警界面，通过 键、 键查看全部报警显示，页面显示如下：



注：报警的清除：当报警已取消时，按 键可清除报警内容。（100 号报警必须同时按 键和 键才能清除）。

2) 报警日志：

再按 键进入报警日志界面。通过 键、 键可查看共 200 条的报警日志信息；

排列顺序：最新的报警日志信息排在第一页的最前面，依次顺推。当报警日志每超过 200 条时，最后一条历史日志信息被清除。



注：报警日志的手动清除：在 2 级密码下按 + 键，可清除全部的日志信息。

1.3.5 设置界面

键为一复合键，从其它页面按一次 键进入设置界面，再按一次 键则进入图形界面，反复按 则在设置与图形两界面间切换。

1) 设置界面

设置界面有五个页面，通过 键、 键查看。

开关设置：显示参数、程序、自动序号的开、关状态。

参数开关：参数开关打开时，可以修改参数；关闭时，禁止修改参数。

程序开关：程序开关打开时，可以编辑程序；关闭时，禁止编辑程序。

自动序号：自动序号开关打开时，编辑程序时自动生成程序段号；自动序号开关关闭时，程序段号不会自动生成，需要时须手动输入。



数据操作：在此页面中，可进行 CNC 数据（状态参数、数据参数、螺补参数、刀具偏置等）的备份及还原。

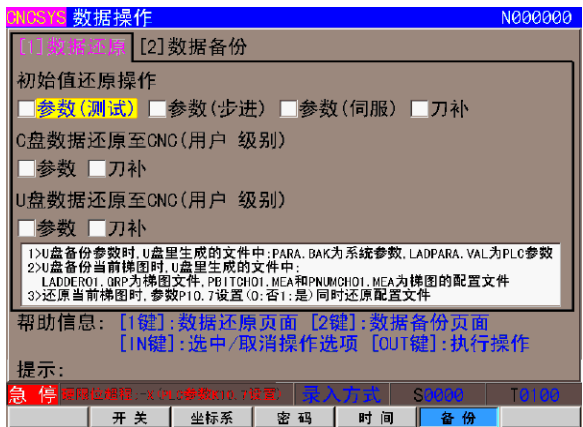
初始值还原操作：可把参数、刀补和螺补还原为系统默认值。

C 盘数据还原至 CNC：把备份在系统盘的数据文件还原至系统。

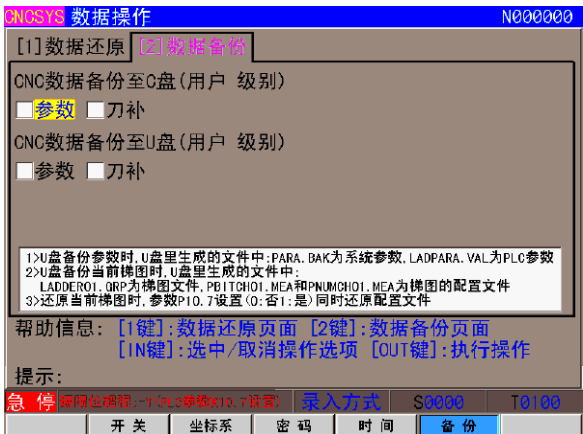
U 盘数据还原至 CNC：把备份在 U 盘的数据文件还的至系统。

CNC 数据备份至 C 盘：把系统当前的参数、刀补、螺补和梯图备份至系统盘。

CNC 数据备份至 U 盘：把系统当前的参数、刀补、螺补和梯图备份至 U 盘。



数据还原显示页面



数据备份显示页面

权限设置：显示、设置用户操作级别。

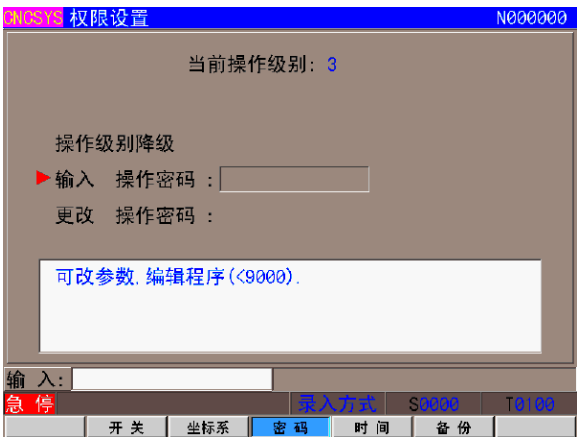
密码等级分为 4 级，由高到低分别是机床厂家级（2 级）、设备管理级（3 级）、工艺员级（4 级）、加工操作级（5 级）。

机床厂家级：允许修改 CNC 的状态参数、数据参数、螺补参数、刀补数据、编辑零件程序（包括宏程序）、编辑修改 PLC 梯形图、下载上传梯形图；

设备管理级：初始密码 12345，允许修改 CNC 的状态参数、数据参数、刀补数据、编辑程序；

工艺员级：初始密码 1234，可修改刀补数据（进行对刀操作）、宏变量，编辑零件程序，不可修改 CNC 的状态参数、数据参数及螺补参数。

加工操作级：无密码级别，可进行机床操作面板的操作，不可修改刀补数据，不可选择零件程序，不可编辑程序，不可修改 CNC 的状态参数、数据参数及螺补参数。



时间日期：显示当前时间和日期。

可按 **转换** 键进入修改模式，按 **←**、**→** 键切换所需修改的年 / 月 / 日 / 时 / 分 / 秒，按 **↑**、**↓** 键对其值进行修改，如需退出修改模式，再次按下 **转换** 键即可。



2) 图形界面

在图形界面中，可进行图形的放大、缩小、清除等操作。



1.3.6 状态参数、数据参数、螺补参数界

参数 **PAR** 键为一复用键，反复按此键可进入状态参数、数据参数与螺补参数等几个界面。

1) 状态参数界面

按 **参数** **PAR** 键进入状态参数界面，状态参数共 60 个分两页显示，可通过 键、 键进入每个页面查看或修改相关参数，具体如下：

从状态参数页面可以看到，页面的下部有两行参数内容显示行，第一行显示当前光标所在参数所有位的英文缩写；第二行显示当前光标所在的参数某一位的中文含义，可以按 **S₁** 键或 **L₀** 键来改变显示的参数位。



2) 数据参数界面

反复按 **参数** **PAR** 键（如在状态参数页面可按 键）进入数据参数界面，可通过 键、 键进入每个页面查看或修改相关参数，具体如下：

从数据参数页面可以看到，页面的下部有一行中文提示行，显示当前光标所指参数的含义。



3) 螺补参数界面

反复按 **参数** **PAR** 键进入螺距误差补偿界面，螺距误差补偿共 256 个分 11 页显示，可通过 键 键显示各页：



1.3.7 CNC 诊断、PLC 信号、机床软面板、帮助信息、版本信息界面

诊断 **DGN** 键为一复合键，反复按此键可进入 CNC 诊断界面、PLC 信号界面、机床软面板、帮助信息及版本信息界面。

1) CNC 诊断界面

CNC 和机床间的输入 / 输出信号的状态，CNC 和 PLC 间传送的信号状态，PLC 内部数据及 CNC 内部状态等都可以通过诊断显示出来。按 **诊断** **DGN** 键进入 CNC 诊断页面显示，CNC 诊断页面显示有键盘诊断、状态诊断及辅助机能参数等内容。可通过 键、 键查看。

在 CNC 诊断显示页面，页面的下部有两行诊断号详细内容显示行，第二行显示当前光标所在的诊断号的某一位的中文含义，可以按 **S₁** 键或 **L₀** 键来改变显示的诊断位；第一行显示当前光标所在诊断

号所有位的英文缩写。



2) PLC 信号界面

在 PLC 信号界面的页面依次共显示 X0000 ~ X0063、Y0000 ~ Y0047、F0000 ~ F063、G0000 ~ G063 等地址状态。反复按 **诊断 DGN** 键进入 PLC 状态界面。按 **菜单** 键、**退出** 键即可查看到 PLC 各地址的信号状态。

在 PLC 状态页面，页面的下部有二个详细内容显示行，第二行显示当前光标所在的地址号的某一位的中文含义，可以按 **S₁** 键或 **L₀** 键来改变显示的地址位；第一行显示当前光标所在地址号所有位的英文缩写。



3) 机床软面板

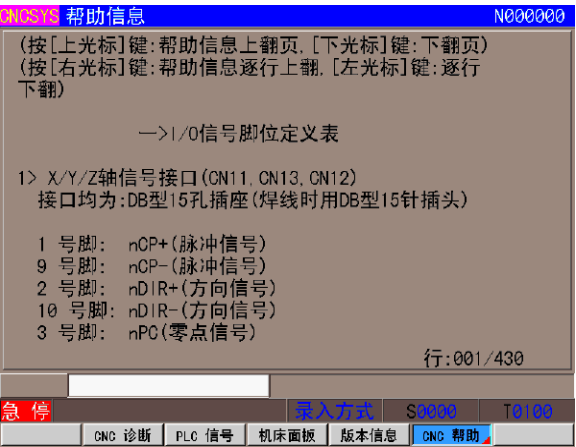
反复按 **诊断 DGN** 键进入机床软面板，此页面中可对机床进行软键盘的控制，机床软面板页面显示如下：



说明：按转换键，可在列之间切换。

4) 帮助信息

反复按 **诊断 DGN** 键进入帮助信息界面。在帮助信息页面可以查看 CNC 当前的操作表、报警表、G 码表、宏指令等信息，显示页面如图所示。



5) 版本信息

反复按 **诊断 DGN** 键进入版本信息界面。在版本信息页面显示 CNC 当前的软、硬件、系统编号、PLC 版本的信息等，显示页面如图所示。



第二章 开机、关机及安全防护

2.1 开机

车床系统通电开机前，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。

系统上电后显示页面如下：



此时系统自检、初始化。自检、初始化完成后，显示现在位置（相对坐标）页面。



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。

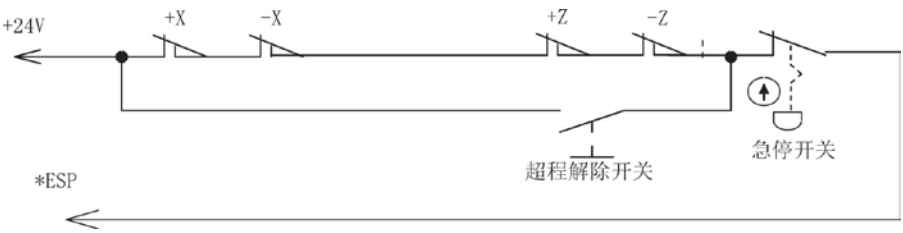
注：关于切断机床电源的操作请见机床制造厂的说明书。

2.3 超程防护

为了避免因 X 轴、Z 轴、Y 轴超出行程而损坏机床，机床必须采取超程防护措施。

2.3.1 硬件超程防护

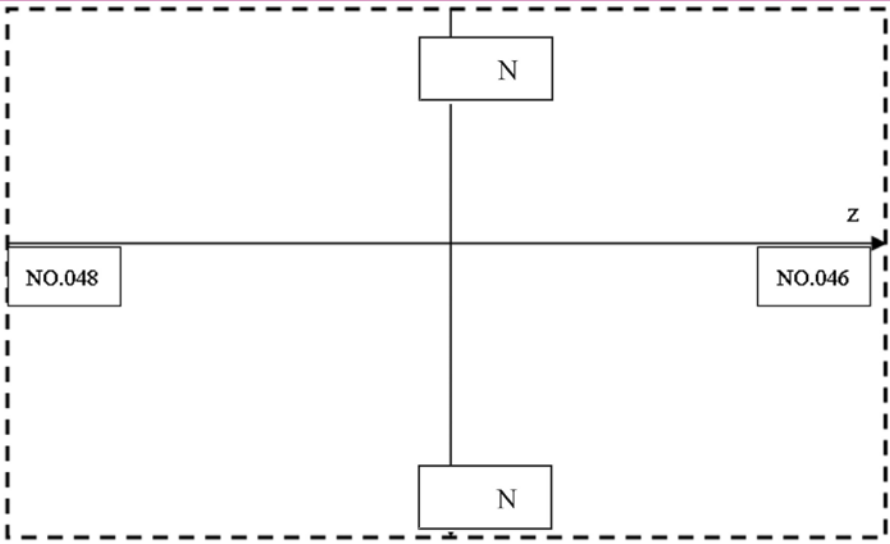
分别在机床 X、Z 轴的正、负向最大行程处安装行程限位开关，并按下图接线。当出现超程时，行程限位开关动作，系统停止运动并显示急停报警。（此方法是用急停信号来做为 X / Z 轴的限位信号用，在早期的系统几乎按这个方法接线，因此这里还保留该方法，但现在的系统都有独立的轴限位信号，因此这里也强烈建议大家废弃此方法！）



当出现硬件超程，车床系统会出现“急停”报警。消除“急停”报警的方法为：按下超程解除按钮不松开，切换到报警信息页面，查看报警信息后，复位清除报警后，反方向移动工作台（如正向超程，则负向移出；如负向超程，则正向移出）脱离行程开关。

X、Z 轴

X、Z 轴软件行程范围由 [急停限位] 参数类中 “X 轴正向最大行程（第一行程限位）” ~ “Z 轴负向最大行程（第一行程限位）” 设置，以机床坐标值为参考值。如下图所示，X、Z 为机床坐标系的两轴，NO. 045、NO. 047 为 X 轴正、负向最大行程，NO. 046、NO. 048 为 Z 轴正、负向最大行程，虚线框内为软件行程范围。



如果机床位置（机床坐标）超出了上图的虚线区域，则会出现超程报警。解除超程报警的方法为：按复位键，清除报警显示，反方向移动（如正向超程，则负向移出；如负向超程，则正向移出）即可。

附加轴

Y 轴软件行程范围由 [急停限位] 参数类中 “Y 轴正向最大行程（第一行程限位）” ~ “Y 轴负向最大行程（第一行程限位）” 设置，以机床坐标值为参考值。NO. 192 为 Y 轴正向最大行程，NO. 195 为 Y 轴负向最大行程。


4th 轴软件行程范围由 [急停限位] 参数类中 “4 T H 轴正向最大行程（第一行程限位）” ~ “4 T H 轴负向最大行程（第一行程限位）” 设置，以机床坐标值为参考值。NO. 193 为 4th 轴 正向最大行程，NO. 196 为 4th 轴负向最大行程。

5th 轴软件行程范围由 [急停限位] 参数类中 “5 T H 轴正向最大行程（第一行程限位）” ~ “5 T H 轴负向最大行程（第一行程限位）” 设置，以机床坐标值为参考值。NO. 194 为 5th 轴 正向最大行程，NO. 197 为 5th 轴负向最大行程。

2.4 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，此时必须使车床系统立即停止工作。本节描述的是在紧急情况下系统所能进行的处理，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。

2.4.1 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。

2.4.2 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。电路连接方法如本章 2.3.1 节所示。


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 [急停限位] 参数类中 “是否检查急停信号” 设置为 检查, 外部急停才有效。

2.4.3 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。


2.4.4 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

车床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。

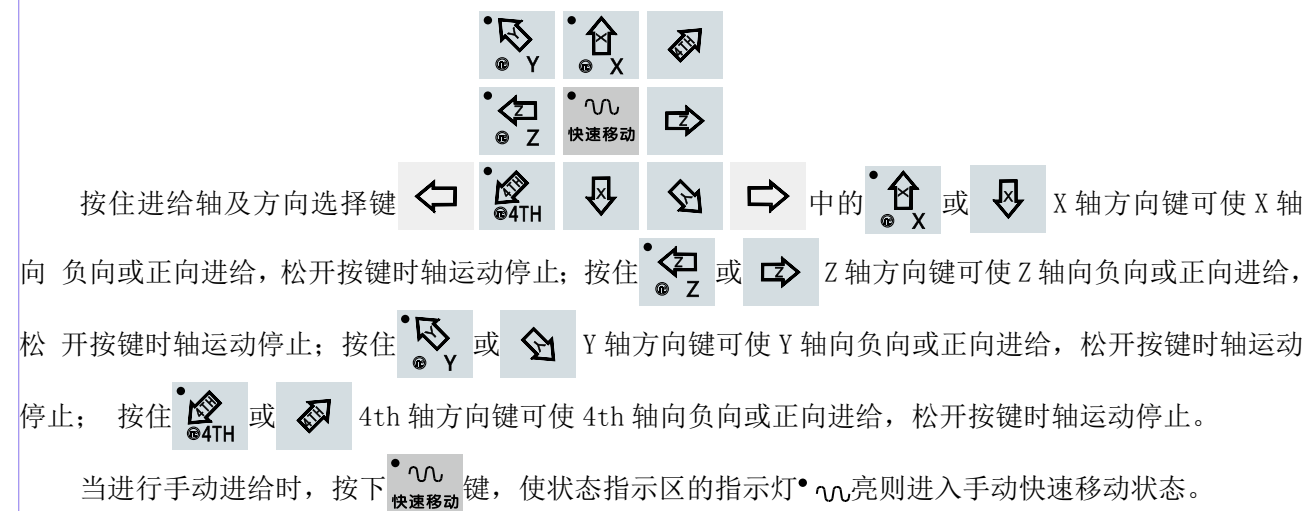
本章以下与操作面板按键相关功能是针对系统标准 PLC 程序进行描述的，敬请注意！

按  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

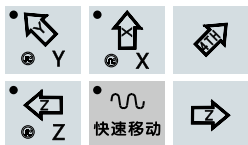








在手动操作方式下，可以使两轴手动进给、手动快速移动。

3.1.1 手动进给




特别提醒：很多用户在轴进给方向调整时往往会错误认为：当工作台按轴键箭头所指的方向移动就错误认为该轴移动的方向为正确！其实不然，轴移动方向是否正确应该遵循：“轴靠近工件（或者卡盘）的方向移动，该轴的系统坐标在递减为正确”！（想想：“工件在切削加工，坐标肯定是在减小的！”）

3.1.2 手动快速移动

 按  或  键可使 X 轴向负向或正向快速移动，松开按键时轴运动停止；按下  或  键可使 Z 轴向负向或正向快速移动，松开按键时轴运动停止；按住  或  Y 轴方向键可使 Y 轴向负向或正向进给，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  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 [回零参数] 参数类中“通电后回机械零点前手动快速移动（0：无效 1：有效）”设置；

注 2：在编辑 / 手轮方式下， 键无效。

3.1.3 速度修调

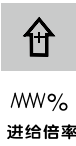







在手动进给时，可按  修改手动进给倍率，共 16 级。当 [数参]NO.017 设为 1260 时进给倍率与进给速度的关系如下表

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
进给倍率 (%)	进给速度 (mm/min)
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 Fo，25%，50%，100% 四挡。（Fo 速度由数据参数 No.018 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


- ：手动操作方式下，按此键，主轴逆时针转；
- ：手动操作方式下，按此键，主轴停止；
- ：手动操作方式下，按此键，主轴顺时针转。

3.2.2 主轴点动

- ：此时主轴处于点动状态。


功能描述：按面板上的  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，按键，逆时针转点动；按键，顺时针转点动。点动时间和速度分别由〔主轴参数〕类中“主轴点动时间”和“主轴动时的旋转速度”设定。




主轴点动旋转时，按键，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。
〔主轴参数〕类中“主轴点动范围”设置为：任何方式，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：
〔主轴参数〕类中“主轴点动范围”：主轴点动在任何方式下 / 手动、手轮、回零方式下有效。
〔主轴参数〕类中：主轴点动时间
〔主轴参数〕类中：主轴点动时的旋转速度

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。
〔主轴参数〕类中：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：
〔进给轴参数〕类中：“润滑开启时间”设为 0：非自动润滑。
当〔进给轴参数〕类中：“润滑开启时间”设为 0 时，为润滑翻转输出，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。
当数〔进给轴参数〕类中：“润滑开启时间”设为 > 0 时，为润滑定时输出，按下机床操作面板键，润滑输出，经过〔进给轴参数〕类中：“润滑开启时间”设置的时间后，润滑输出取消；执行 M32，润滑输出，经过〔进给轴参数〕类中：“润滑开启时间”设置的时间后，润滑输出取消。若〔进给轴参数〕类中：“润滑开启时间”设置的时间未到，此时执行 M33，则润滑输出取消。
2、自动润滑：
〔进给轴参数〕类中：“润滑开启时间”设为 > 0：自动润滑，可设置〔进给轴参数〕类中：“润滑开启时间”设为 0 和〔进给轴参数〕类中：“润滑间隔时间”
系统上电后开始润滑 “润滑开启时间”设置的时间，然后停止输出，经过“润滑间隔时间”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：
〔主轴参数〕类中：复位时主轴润滑冷却输出保持 / 关闭
〔进给轴参数〕类中：自动润滑有效时开机是 / 否输出润滑
〔进给轴参数〕类中：自动润滑间隔时间 (s)
〔进给轴参数〕类中：自动润滑输出时间 (ms)
〔主轴参数〕类中：M 代码执行持续时间 (ms)
〔进给轴参数〕类中：润滑开启时间 (0-60000ms) (0: 润滑不限时)

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

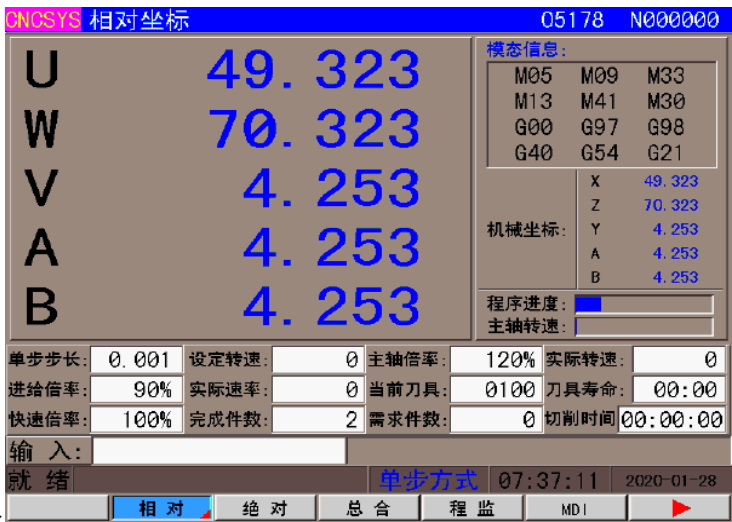
在手轮 / 单步操作方式中，机床按选定的增量值进行移动。

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 [手轮参数] 类中 “（ 0：单步 1：手轮）” 位为 0，按  键进入单步操作方式，此时显示页面如下：




4.1.1 增量的选择

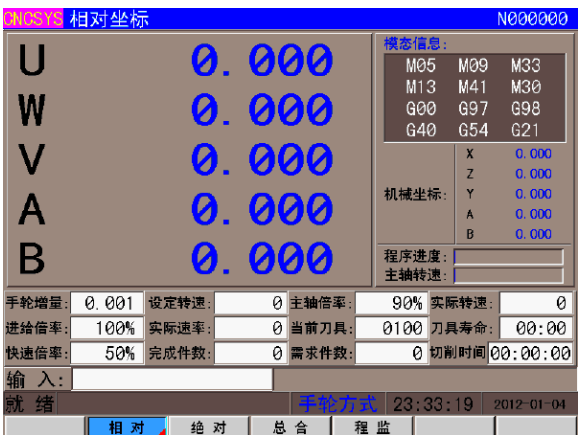
按     键，选择移动增量，移动增量会在页面中显示。当 [手轮参数] 类中 “手轮 / 单步方式 x1000 增量” 为 1 时， 步长值无效；当 BIT7 为 0 时，    均有效。如按  键，页面显示如下：

4.1.2 移动方向选择

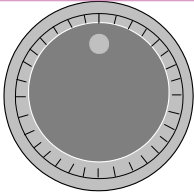
按一次  或  键，可使 X 轴向负向或正向按单步增量进给一次；按一次  或  键，可使 Z 轴向负向或正向按单步增量进给一次。按一次  或  键，可使 Y 轴向负向或正向按单步增量进给一次。

4.2 手轮（手摇脉冲发生器）进给

设置 [手轮参数] 类中 “（ 0：单步 1：手轮）” 位为 1，按  键进入手轮操作方式，此时显示页面如下：



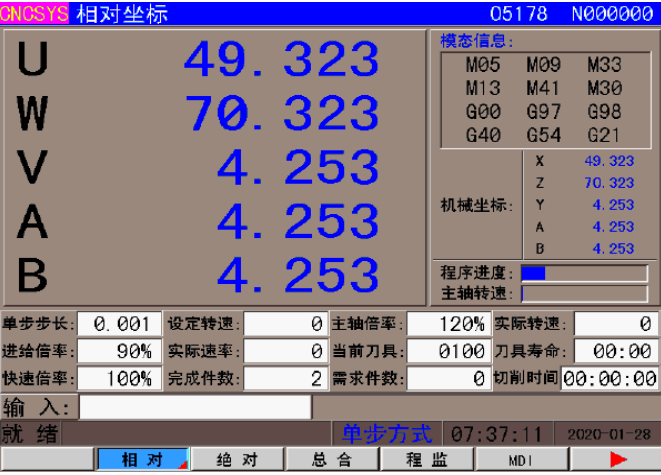
手轮外形如下图所示：



手轮外形图

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 [手轮参数] 类中“手轮 / 单步方式 x1000 增量”为：无效时， 步长值无效；当设为：有效时， 均有效。如按 键， 页面显示如下：



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 [手轮参数] 类中“手轮（0：顺 1：逆）时坐标增大”选择手轮旋转时的进给方向。

4.2.3 其它操作

1、逆时针转、顺时针转、停止控制

- ：手轮 / 单步方式下，按此键，主轴顺时针转；
- ：手轮 / 单步方式下，按此键，主轴停止；
- ：手轮 / 单步方式下，按此键，主轴逆时针转。

2、主轴点动

- ：此时主轴处于点动状态。
在主轴点动状态，按 键，逆时针转点动；按 键，顺时针转点动。主轴点动时间和速度分别由 [主轴参数] 类中的“点动时间”和“点动转速”设定。具体见本篇第 3.2.2。

3、冷却液控制

具体见本篇第 3.2.3

4、润滑控制

具体见本篇第 3.2.4

5、手动换刀

- ：手轮 / 单步方式下，按此键，按顺序依次换刀。

6、主轴倍率的修调

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。



100%
主轴倍率

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。

4.2.4 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系统标准 PLC 程序进行描述的，敬请注意！

5.1 代码字的输入

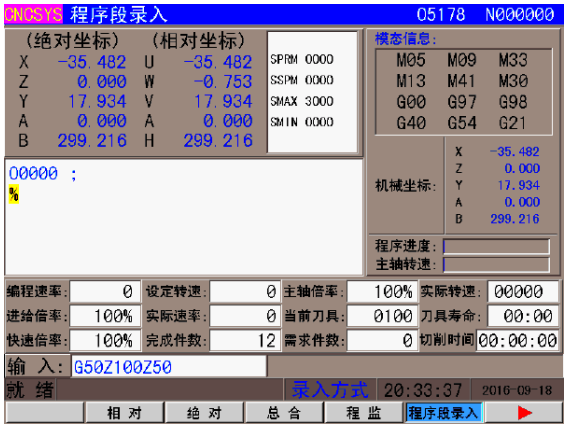
选择录入操作方式，进入 [程序段录入] 页面，输入一个程序段 G50 Z100 X50，操作步骤如下：

- 1、按  键进入录入操作方式；
- 2、按 [位置] 键，然后按对应 [程序段录入] 的 F 功能键，进入 [程序段录入] 页面：



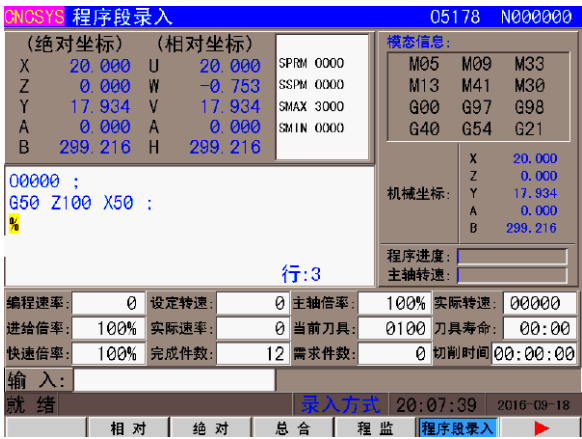
- 3、依次键入地址键 **G***、数字键 **5**、**0** ；
- 4、依次键入地址键 **Z**、数字键 **1**、**0**、**0**

- 5、依次键入地址键 **X**、数字键 **5**、**0** ；
- 执行完上述操作后页面显示如下（可录入 4 段程序，显示 6 段程序）：



5.2 代码字的执行

代码字输入后，按下  键，页面显示如下：



按  键执行输入的程序段。运行过程中可按  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，详见本篇第 10 章。

5.4 数据的修改

在程序状态页面下，对输入的程序段进行执行前，若字段输入过程中有错，可按 **取消** **CAN** 键来取消反显状态并进行程序的修改，也可按 **RESET** 键清除所有内容，再重新输入正确的程序段。

5.5 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。



二#%
主轴倍率

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 **X1** **X10** **X100** **X1000** 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



MW%
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。

第六章 程序编辑与管理

在编辑操作方式下，可建立、选择、修改、复制、删除程序，也可实现 CNC 与 CNC、CNC 与 PC 机的双向通信。

为防程序被意外修改、删除，系统设置了程序开关。编辑程序前，必须打开程序开关，程序开关的设置详见本篇 10.1.1 节。

为方便管理，系统提供了 3 级用户权限设置。必须具有 4 级以上的操作级别（4 级、3 级等）才能打开程序开关、进行程序的编辑。各操作级别允许的操作见 10.3 节。

6.1 程序的建立



6.1.1 程序段号的生成

程序中，可编入和不编入程序段号，程序是按程序段编入的先后顺序执行的（调用时例外）。当开关设置页面“自动序号”开关处于关状态时，CNC 不自动生成程序段号，但在编程时可以手动编入程序段号。



当开关设置页面“自动序号”开关处于开状态时，CNC 自动生成程序段号，编辑时，按 **换行** **EOB** 键自动生成下一程序段的程序段号，程序段号的增量值由 CNC[功能参数] 类中“自动插入程序段号时段号的增量值”设置（自动序号的设置详见本篇 10.1.1 节说明）。




6.1.2 程序内容的输入

1、按  键进入编辑操作方式；按  键进入程序界面。



2、依次键入地址键 、数字键 、、、（以建立 O 0123 程序为例）。


3、按  键，或者按对应 [新建] F 功能软键，建立新程序。














4、按照编制好的零件程序逐个输入，每输入一个字符，在屏幕上立即给予显示输入的字符（复合键的处理是反复按此复合键，实现交替输入），完成后需切换到其它工作方式将程序存储起来。

5、按步骤 4 的方法可完成程序其它程序段的输入。

注：1、在编辑方式下，只有输入完整的指令字才能输入，单独的字母或数字，系统不支持。






2、在输入程序时发现输入的指令字出错，可按  键逐个取消输入指令。

6.1.3 光标的移动

- 1) 按  键进入编辑操作方式，按  键选择程序内容显示页面。
- 2) 按  键，光标上移一行；若当前光标所在的列数大于上一行总的列数，按  键后，光标移到上一程序段段尾；
- 3) 按  键，光标下移一行，若当前光标所在的列数大于下一行总的列数，按  键后，光标移到下一行末尾；
- 4) 按  键，光标右移一列；若光标在行末，光标则移到下一程序段段首；
- 5) 按  键，光标左移一列；若光标在行首，光标移到上一程序段段尾；
- 6) 按  键，向上翻页；
- 7) 按  键，向下翻页；
- 8) 在编辑操作方式、程序显示页面中，按  键，光标回到程序开头。

6.1.4 字、行号的检索

字的检索：从光标当前位置开始，向上或向下查找指定的字符
查找法操作步骤如下：

- 1) 按  选择编辑操作方式；
- 2) 按  键，显示程序内容页面；
- 3) 输入要检索的字。
- 4) 按  键（根据欲查找字符与当前光标所在字符的位置关系确定按  键还是  键），显示页面如下：



5) 再次按向上 / 向下键，可以查找下一位置的字。

注 1: 如未查找到，输入检索的字则会消失。
注 2: 在宏编辑方式下不能进行字符的检索和扫描。
注 3: 在字符检索中，不检索被调用的子程序中的字符，子程序中的字符在子程序中检索。

行的检索：把光标快速定位到程序的某一指定行上。
查找法操作步骤如下：

- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
- 2) 按 **转换** **CHG** 键（地址栏数据要为空）；
- 3) 输入程序行号；
- 4) 按 **输入** **IN** 键，光标将跳至输入的程序行号上。

6.1.5 字的插入

- 操作方法步骤如下：
- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
 - 2) 输入要插入的字，按下 **插入** **INS** 键，系统会将输入内容插入在光标的左边。

6.1.6 字的删除

- 操作方法步骤如下：
- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
 - 2) 把光标定位到需要删除的位置，按 **删除** **DEL** 键，系统会将光标所在的内容删除，若连续按 **删除** **DEL** 键，则会连续删除光标右边的程序内容。

6.1.7 字的修改

- 操作方法步骤如下：
- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
 - 2) 将光标移到需要修改的地方，输入修改的字，然后按 **修改** **ALT** 键，系统将光标定位的内容替换为输入的内容。

6.1.8 单程序段的删除

- 操作方法步骤如下：
- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
 - 2) 移动光标移至删除程序段的行首（第 1 列），按 **N** **#** 键，再按 **删除** **DEL** 键删除光标所在段。

6.1.9 多个程序段的删除

- 操作方法步骤如下：
- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
 - 2) 通过 F 功能的左移和右移键；找到〔着色选择〕对就的 F 键，并按该键打开着色选择功能；
 - 3) 称动光标着色选择要删除的程序段；
 - 3) 按 **删除** **DEL** 键，即可将已着色的程序段删除。

6.1.10 块删除

- 操作方法步骤如下：
- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
 - 2) 通过 F 功能的左移和右移键；找到〔着色选择〕对就的 F 键，并按该键打开着色选择功能；
 - 3) 称动光标着色选择要删除的程序段；
 - 4) 按 **删除** **DEL** 键，即可将已着色的程序块删除。

6.1.11 单程序段的复制

- 操作方法步骤如下：
- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
 - 2) 移动光标移至复制的程序段的行首；
 - 3) 按下 **N** **#** 键，再按 **转换** **CHG** 键，复制光标所在程序段。

6.1.12 多个程序段的复制

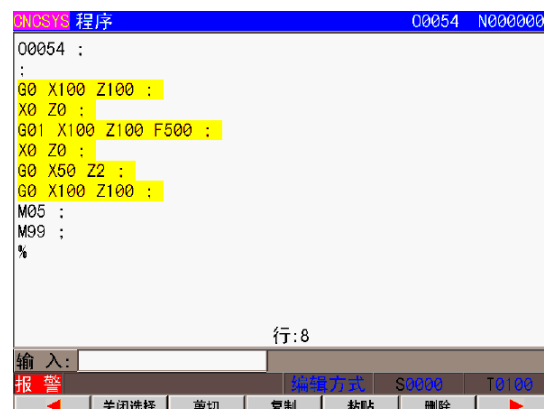
- 操作方法步骤如下：
- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
 - 2) 通过 F 功能的左移和右移键；找到〔着色选择〕对就的 F 键，并按该键打开着色选择功能；
 - 3) 称动光标着色选择要删除的程序段；

4) 按F软功能键的[复制], 则已着色选择的程序段复制完成。

6.1.13 程序块的复制

操作方法步骤如下：

- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
- 2) 通过 F 功能的左移和右移键；找到 [着色选择] 对应的 F 键，并按该键打开着色选择功能；
- 3) 移动光标着色选择要删除的程序段；
- 4) 按 F 软功能键的 [复制]，则已着色选择的程序段复制完成。



6.1.14 程序块的粘贴

操作方法步骤如下:

- 1) 选择编辑操作方式，程序内容显示页面；
- 2) 移动光标移至粘贴的程序位置；
- 3) 按 **输出** 键，或按 [粘贴] 的 F 功能，将复制的程序内容插入到光标之前，完成粘贴操作。

6.2 程序的删除

6.2.1 单个程序的删除

操作步骤如下：

- 1) 选择编辑操作方式, 进入程序显示页面;

- 2) 依次键入地址键 **0**，数字键 **0**、**0**、**0**、**1**（以 00001 程序为例）；
- 3) 按 **删除** 键，0 0001 程序被删除。

6.2.2 全部程序的删除

操作步骤如下：

- 1) 选择编辑操作方式，进入程序显示页面；
- 2) 依次键入地址键 **Q_L**，符号键 **-+**，数字键 **9**、**9**、**9**、**9**；
- 3) 按 **删除** **DEL** 键，全部程序被删除。

6.3 程序的选择

当 CNC 中已存有多多个程序时，可以通过以下三种方法选择程序。

6.3.1 检索法

- 1) 选择编辑或自动操作方式;
- 2) 按 **程序**
PRG 键, 并进入程序内容显示画面;
- 3) 按地址键 **O**_L, 键入程序号;
- 4) 按 **↓** 或 **换行**
EOB 键或在自动方式按 **↓**, 在显示画面上显示检索到的程序, 若程序不存在, CNC 现报警。

注：步骤 4 中，编辑操作方式下，若该程序不存在，按 **换行** 键后，CNC 会新建一个程序。

6.3.2 扫描法

- 1) 选择编辑或自动操作方式；
- 2) 按 **程序**
PRG 键，并进入程序显示画面；
- 3) 按地址键 **O**_□；
- 4) 按 **↓** 或 **↑** 键，显示下一个或上一个程序；
- 5) 重复步骤 3、4，逐个显示存入的程序。

6.3.3 光标确认法

- 1) 选择自动操作方式（必须处于非运行状态）；
- 2) 按 **程序 PRG** 键，进入程序目录显示页面；



- 3) 按 **↑**、**↓** 键光标向上 / 下移动，或按 **⏮**、**⏭** 键进行上 / 下翻页，或按 **✕**、**⏏** 键光标移至目录下的第一个 / 最后一个程序，将光标移动到待选择的程序名上（光标移动的同时，程序内容也随之改变）；



- 4) 按 **换行 EOB** 键或 **输入 IN** 键

6.4 程序的改名

- 1) 选择编辑操作方式，进入程序内容显示页面；
- 2) 按地址键 **O**，键入新程序名；
- 4) 按 **修改 ALT** 键。

6.5 程序的复制

将当前程序另存：

- 1) 选择编辑操作方式，进入程序内容显示页面；
- 2) 地址键 **O**，键入新程序号；
- 3) 按 **转换 CHG** 键。

6.6 程序管理

6.6.1 程序目录

按 **程序 PRG** 键进入程序目录显示页面。在此页面中，以目录表形式显示 CNC 已存的程序名，一页最多只能显示 10 个程序名，当已存程序的数量超过 10 个，可按上 / 下翻页键显示程序目录另一页。



1) 打开程序

打开指定程序：**O** + 序号 + 回车（或 **换行 EOB**）或 序号 + 回车（或 **换行 EOB**）。
在编辑方式下，如果输入的序号不存在则会创建程序。

2) 程序的删除：

- 1. 编辑方式 按 **删除 DEL** 删除光标指定程序。
- 2. 编辑方式 **O** + 序号 + **删除 DEL** 或 序号 + **删除 DEL**。

6.6.2 存储程序的数量

本系统存储程序的数量最多为 400 个，此项显示 CNC 可当前已经存储和剩余的零件程序数量。

6.6.3 存储容量

本系统的程序存储容量（总容量为 56M），此项显示当前已经被占用的存储容量和剩余存储容量。

6.7 中文输入法

我公司各系列数控系统都具备中国人使用习惯的“中文输入法”，当技术人员在编制加工程序时，只要把“中文输入法”打开，则可以在加工程序的任何位置进行必要的中文注释。以提高加工程序的可阅读性，也使加式程序更容易查找。具体操作步骤如下：

1> 打开编辑方式，按 [程序] 进入程序编辑界面，再按 F 功能键的 [右移] 键找到 [打开拼音] 的功能软键，然后按 [打开拼音] 对应的 F 5 键把拼音中文模式打开，同时“拼音”指示灯“绿”，说明当前处于“中文输入法”模式。如下图：



2> 如在程序中注释“多头螺纹”，先输入“多”字的拼音“DUO”如下图，移动左右光标键，选中“多”字，然后插入，系统自动在“多”字前加入注释符“//”并录入加工程序中。（所有的注释字符前都必须加注释符 //，否则系统会报错！），如果在录入拼音“DUO”后按 [输入] 键，则字母“DUO”作为注释字符被录入到加工程序中。其它字符：“头螺纹”同理操作即可。



3> 按 [O] 键可以选择 0 ~ 9 的数字，按 [G] 键可以选择常用的符号。

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，系统提供了定点对刀、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：

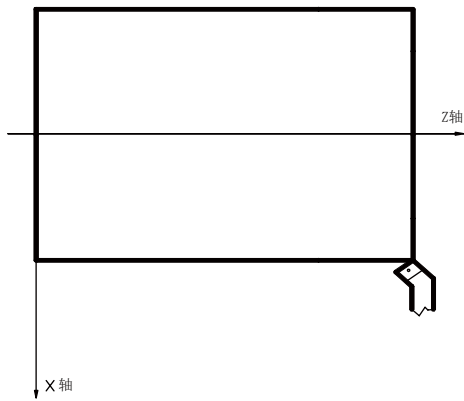


图 A

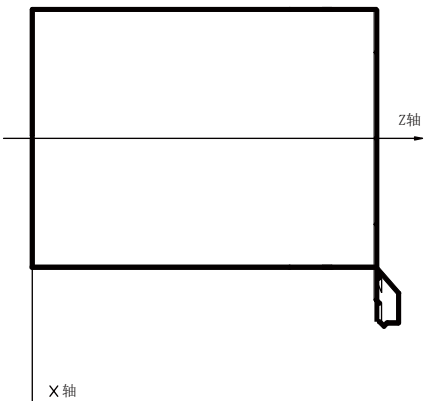


图 B

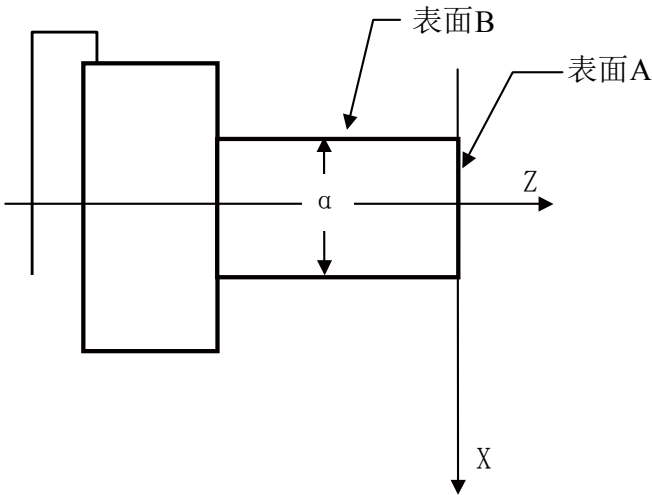
- 1、首先确定 X、Z 向的刀补值是否为零，如果不为零，必须把所有刀具号的刀补值清零；
- 2、使刀具中的偏置号为 00（如 T0100，T0300）；
- 3、选择任意一把刀（一般是加工中的第一把刀，此刀将作为基准刀）；
- 4、将基准刀的刀尖定位到某点（对刀点），如图 A；
- 5、在录入操作方式、程序状态页面下用 G50 X__Z__代码设定工件坐标系；
- 6、使相对坐标 (U, W) 的坐标值清零，清零方法详见附录十《常用操作一览表》；
- 7、移动刀具到安全位置后，选择另外一把刀具，并移动到对刀点，如图 B；
- 8、按 **补偿** 键，按 **↑** 键、**↓** 键移动光标选择该刀对应的刀具偏置号；

- 9、按地址键 **U**，再按 **输入** 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** 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。

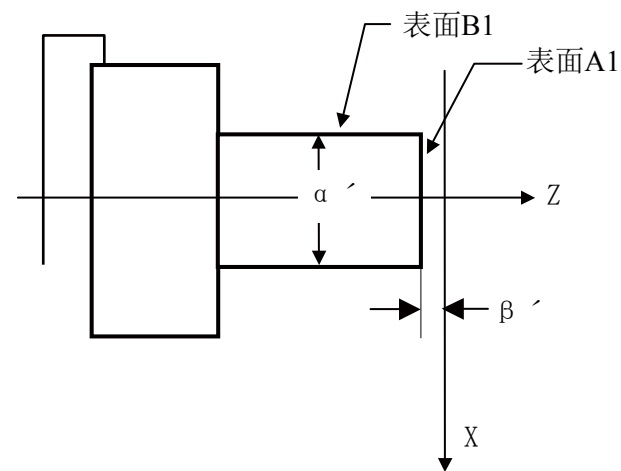
7.2 试切对刀

试切对刀方法是否有效，取决于 CNC 参数 [刀架参数] 类中“试切对刀功能”设定为有效。
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 **补偿** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 键、**↓** 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** 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“a”（假定 a=15）；
- 8、按 **补偿** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 键、**↓** 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** 键；

10、移动刀具至安全换刀位置，换另一把刀；



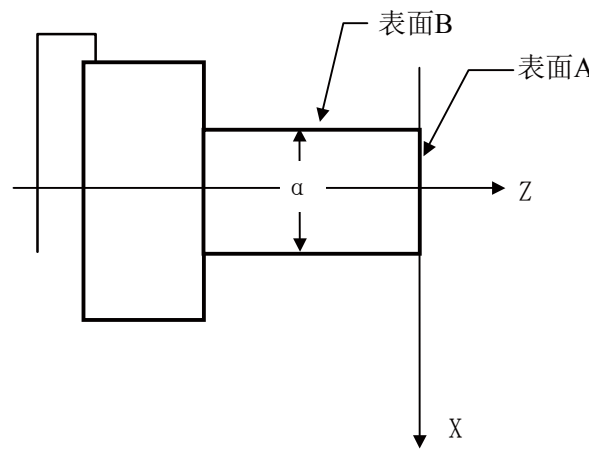
- 11、使刀具沿 A1 表面切削；
- 12、在 Z 轴不动的情况下沿 X 轴退出刀具，并且停止主轴旋转；
- 13、测量 A1 表面与工件坐标系原点之间的距离 “ β' ”（假定 $\beta' = 1$ ）；
- 14、按 **补偿** **OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 键、**↓** 键移动光标选择该刀具对应的偏置号；
- 15、依次按地址键 **Z**、符号键 **±**、数字键 **1** 及 **输入** **IN** 键；
- 16、使刀具沿 B1 表面切削；
- 17、在 X 轴不动的情况下，沿 Z 轴退出刀具，并且停止主轴旋转；
- 18、测量距离 “ α' ”（假定 $\alpha' = 10$ ）；
- 19、按 **补偿** **OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 键、**↓** 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[刀架参数] 类中“以（0：移动 1：坐标偏移）方式执行刀补”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。

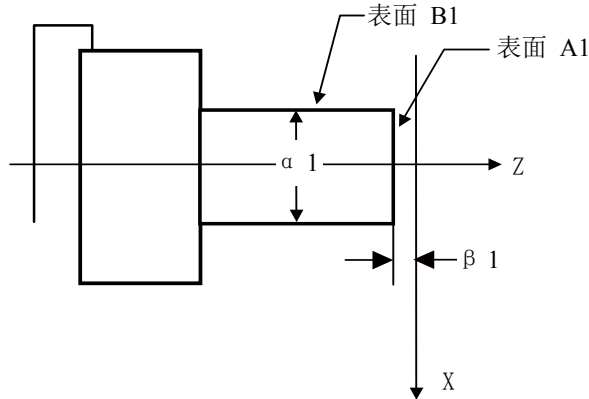
7.3 回机床零点对刀

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 **补偿** **OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 键、**↓** 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 “ α ”（假定 $\alpha = 15$ ）；
- 10、按 **补偿** **OFT** 键进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 键、**↓** 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“β1”（假定 β1 = 1）；
- 16、按 **补偿** **OFT** 进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 键、**↓** 键移动光标选择某一偏置号；
- 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 退出刀具，并且停止主轴旋转；
- 20、测量距离“α1”（假定 α1 = 10）；
- 21、按 **补偿** **OFT** 进入偏置界面，选择刀具偏置页面，按 **↑** 键、**↓** 键移动光标选择偏置号；
- 22、依次键入地址键 **X**、数字键 **1**、**□** 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 [刀架参数] 类中“以（0：移动1：坐标偏移）方式执行刀补”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 **补偿** **OFT** 键进入偏置界面，通过 **≡** 键、**≡** 键分别显示 No.000 ~ No.032 偏置号。按 [H] 键可弹出系统的帮助信息，当光标停留在刀偏号上，按 [C H G] 转换键可锁定刀偏禁止修改，再次按 [C H G] 转换键时解除刀偏锁定。

刀具偏置磨损					N000000	
序号	X	Z	R	T	相对坐标	
00	0.000	0.000	0.000	0	U	77.997
	----	----	----		W	88.998
					V	0.000
01	0.000	0.000	0.000	0	A	0.000
	0.000	0.000	0.000		B	0.000
02	0.000	0.000	0.000	0	绝对坐标	
	0.000	0.000	0.000		X	77.997
03	0.000	0.000	0.000	0	Z	88.998
	0.000	0.000	0.000		Y	0.000
04	0.000	0.000	0.000	0	A	0.000
	0.000	0.000	0.000		B	0.000
05	0.000	0.000	0.000	0	按[H]帮助	
	0.000	0.000	0.000			
06	0.000	0.000	0.000	0		
	0.000	0.000	0.000			

输入: 急停 保持进给速度 100% 保持进给速度 100% 输入方式 S0000 T0100

偏置 宏变量 刀具

刀具偏置（两轴）

刀具偏置磨损					C05178 N000000	
序号	X	Z	R	T	相对坐标	
00	0.000	0.000	0.000	0	U	77.997
	----	----	----		W	88.998
					V	0.000
01	0.000	0.000	0.000	0	A	0.000
	0.000	0.000	0.000		B	0.000
02	0.000	0.000	0.000	0	绝对坐标	
	0.000	0.000	0.000		X	77.997
03	0.000	0.000	0.000	0	Z	88.998
	0.000	0.000	0.000		Y	0.000
04	0.000	0.000	0.000	0	A	0.000
	0.000	0.000	0.000		B	0.000
05	0.000	0.000	0.000	0	按[H]帮助	
	0.000	0.000	0.000			
06	0.000	0.000	0.000	0		
	0.000	0.000	0.000			

输入: 就绪 偏置方式 S0000 T0100

偏置 宏变量 刀具

刀具磨损（两轴）

7.4.1 刀具偏置值的设置

- 1、按 **补偿** **OFT** 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

检索法：用下述按键顺序可直接将光标移动至键入的位置

P_α + 偏置号 + **输入** **IN**

- 3、按地址键 **X** 或 **Z** 后，输入数字（可以输入小数点）；
- 4、按 **输入** **IN** 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、按本章 7.4.1 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 **输入** **IN** 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 **X** 键，再按 **输入 IN** 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 **Z** 键，再按 **输入 IN** 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 **输入 IN** 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 **输入 IN** 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，系统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№140 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 [刀架参数] 类中“N O 0：刀补平移工作坐标系”的设定为 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。

刀具偏置磨损					C0178 N000000	
序号	X	Z	R	T	相对坐标	
00	0.000	0.000	0.000	0	U	77.997
					W	88.998
01	0.000	0.000	0.000	0	V	0.000
	0.000	0.000	0.000		A	0.000
02	0.000	0.000	0.000	0	B	0.000
	0.000	0.000	0.000		绝对坐标	
03	0.000	0.000	0.000	0	X	77.997
	0.000	0.000	0.000		Z	88.998
04	0.000	0.000	0.000	0	Y	0.000
	0.000	0.000	0.000		A	0.000
05	0.000	0.000	0.000	0	B	0.000
	0.000	0.000	0.000		按[F4]帮助	
06	0.000	0.000	0.000	0		
	0.000	0.000	0.000			
输入:						
就 绪					偏置方式 S0000 T0:00	
					偏置 宏变量 刀具	

输入 0 号刀偏前

刀具偏置磨损					N000000	
序号	X	Z	R	T	相对坐标	
00	25.000	25.000	0.000	0	U	77.997
					W	88.998
01	-24.465	0.000	0.000	0	V	0.000
	0.000	0.000	0.000		A	0.000
02	0.000	0.000	0.000	0	B	0.000
	0.000	0.000	0.000		绝对坐标	
03	0.000	0.000	0.000	0	X	127.997
	0.000	0.000	0.000		Z	113.998
04	0.000	0.000	0.000	0	Y	0.000
	0.000	0.000	0.000		A	0.000
05	0.000	0.000	0.000	0	B	0.000
	0.000	0.000	0.000		按[F4]帮助	
06	0.000	0.000	0.000	0		
	0.000	0.000	0.000			
输入:						
就 绪					偏置方式 S0000 T0:00	
					偏置 宏变量 刀具	

输入 0 号刀偏后

上图所示，在 0 号刀偏输入 X25,Z25 后，工件坐标系偏移了 X25,Z25。

7.4.6 最大刀偏值设置

CNC 参数 [刀架参数] 类中“刀最大刀偏值可设置功能”的设定为 1 时，最大刀偏值可设置功能有效。然后根据实际机床加工长度的大小，设置数 [刀架参数] 类中“最大刀补设定值”，如设为：4 0 0 0，那么就允许在对刀时录入的最大刀补值不能超出 4000，如果超出这个值系统则会报警：“非法偏置值”。












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

- 1、检索法
 - 1) 选择编辑或自动操作方式；
 - 2) 按  键，并进入程序内容显示画面；
 - 3) 按地址键 ，键入程序号；
 - 4) 按  或  键，在显示画面上显示检索到的程序，若程序不存在，CNC 出现报警。
- 2、扫描法
 - 1) 选择编辑或自动操作方式；
 - 2) 按  键，并进入程序显示画面；
 - 3) 按地址键 ；
 - 4) 按  或  键，显示下一个或上一个程序；
 - 5) 重复步骤 3)、4)，逐个显示存入的程序。
- 3、光标确认法
 - 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（必要时再按  键、 键）；

- 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〔急停限位〕参数类中“是否检查急停信号”设置为 0，外部急停才有效。



8.1.4 从任意段自动运行

按  键进入编辑操作方式，按  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



进给倍率






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



快速倍率

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

- 注 1：CNC〔进给轴参数〕类中“X 轴快速移动最高速度”和“Z 轴快速移动最高速度”分别设定 X、Z 轴快速移动速率；
X 轴实际快速移动速率 = 轴快速移动最高速度设定的值 × 快速倍率
Z 轴实际快速移动速率 = 轴快速移动最高速度设定的值 × 快速倍率
- 注 2：当快速倍率为 F0 时，快速移动的最低速率由〔进给轴参数〕类中“快速移动倍率为 0 时快速移动的速度”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。



主轴倍率

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。




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

示例：CNC 参数 NO.037 设置为 9999，执行 S9999 代码，选择主轴倍率为 100%，则实际输出的模拟电压 ≈ 10 × 100% = 10V

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  键使状态指示区中的单段运行指示灯  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  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（有的版本已取消该功能，为了安全请用手轮试切功能）

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  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〔功能参数〕类中“空运行时，G00 运行的速度为（0：手动进给 1：快速速度）”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：系统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  键使状态指示区中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，机床锁住开关打开的方法如下：

按  键使状态指示区中的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  键使状态指示区中程序段选跳指示灯  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  键，冷却液开 / 关切换；
- 2、按 、、、、 或  键中的任意键，实现操作方式的转换；
- 3、按  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

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！

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。此功能是保留了早期系统都使用 G50 来设定浮动坐标而设计，（现在的系统某些版本还保留程序回零的操作方式），如果程序编程时没有使用 G50 设定坐标，[程序零点] 毫无意义！

9.1.2 程序回零的操作步骤

1、按  键进入程序回零操作方式，显示页面的最下行显示“程序回零”字样，页面如下图：



- 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。


注 2：程序回零时按键是否自保由状态参数№ 11 的 Bit2 位（ZNIK）决定。

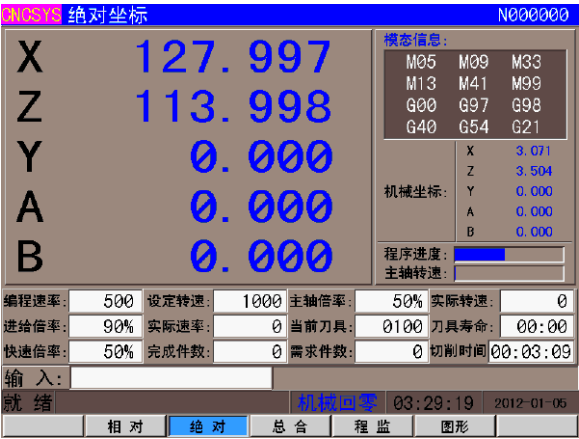
9.2 机床回零





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  键，进入机床回零操作方式，显示页面的最下行显示“机床回零”字样，显示如下：



- 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  键，主轴逆时针转；
- 2、按  键，主轴停止；
- 3、按  键，主轴顺时针转；
- 4、按  键，冷却液开 / 关切换；
- 5、润滑控制（具体见本篇第三章）；
- 6、按  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。










第十章 数据的设置、备份和恢复



10.1 数据的设置

10.1.1 开关设置

在开关设置页面，可显示、设置参数、程序、自动序号的开、关状态，页面显示如下图：



- 1、按  键进入设置界面，按  或  键进入开关设置页面；
 - 2、按  或  键移动光标到要设置的项目上；
 - 3、按  和  键切换开关状态，按  键，“*”左移，关闭开关，按  键，“*”右移，打开开关；
- 只有在参数开关打开时，才可以修改参数；只有在程序开关打开时，才可以编辑程序；只有在自动序号开关打开时，程序编辑时才会自动加程序段顺序号。

注：当参数开关由“关”切换为“开”时，CNC 会出现报警，先按住  键再按住  键可消除报警，如果再切换参数 的开关状态，则不报警。为安全起见，参数修改结束后，务必设置参数开关为“关”。

10.1.2 图形设置

按两次 **设置** **SET** 键进入轨迹页面



图形参数的意义

坐标系的设置：根据前、后刀座坐标系等的不同，系统可显示 8 种图形轨迹

A：图形轨迹的放大、缩小

在图形显示页面，可通过编辑键盘上的 **I_A**、**M_I** 键进行图形轨迹的实时放大、缩小。

B：图形轨迹显示的开始、停止与清除

在图形轨迹显示页面，按一次 **S_I** 键，开始作图；按一次 **T_Y** 键，停止作图；按一次 **J_B** 键，清除当前的图形轨迹。

C：图形轨迹显示的移动

在图形轨迹显示页面，可按方向键实现图形轨迹的移动。

10.1.3 参数的设置

通过参数设定，可调整驱动单元、机床等的相关特性。

按 **参数** **PAR** 键进入参数界面，再按 F 功能键（屏幕下方对应 F 键显示的注释是该 F 键的功能）切换各参数页面，如下图所示：



A、参数修改设置

1、字节修改：

1) 打开参数开关；

2) 选择录入方式；

3) 把光标移到要设置的参数号上：

方法 1：按 **左** 或 **右** 键至需设定的参数所在的页面，按 **上** 键或 **下** 键将光标移至需设置的参数号上；

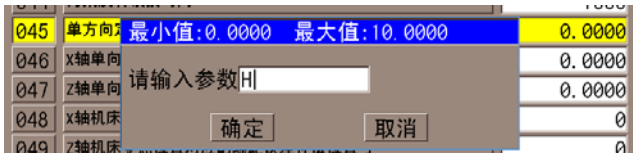
方法 2：按地址键 **P_a**，在弹出框中输入参数号及 **输入** **IN** 键，如下图：



4) 当输入新的参数值时；（如将手轮方式修改为单步方式），按 **[修改]** 键，参数值位置则会弹出一个下拉框，如下图，然后按上下光标键选择你要修改的值：“单步”，然后按 **[输入]** 键确定，或者按对应 **[确定]** 的 F 功能键确定即可！

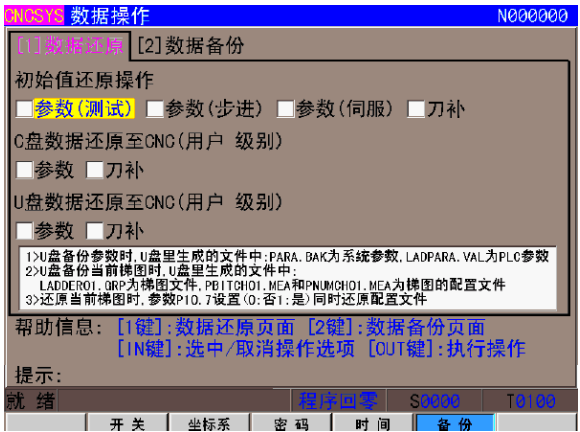








5) 对于数据型的参数修改时会弹出一个填数字的对话框，如下图所示，填入要修改的数字值，然后按 [输入] 键确定，或者按对应 [确定] 的 F 功能键确定即可。





10.2 数据还原与备份

系统的用户数据（如状态参数、数据参数、螺补数据等）可进行备份（保存）及还原（读取）。进行数据的备份与还原的同时，不影响存储在 CNC 中的零件程序。数据操作页面显示如下：



- 1、打开参数开关；
- 2、按  键进入录入操作方式，按  键（必要时按  或  键）进入数据操作页面；
- 3、按  键进入数据备份页面，按  键进入数据还原页面。

4、移动光标到要操作的选项上，按  键选中 / 取消操作选项；

5、按  键执行全部所选操作。

注 1：在进行数据的备份与还原操作时，请勿断电，并在提示操作完成之前建议不要进行其它操作；

注 2：3 级操作及以上密码级别用户对状态参数、数据参数及螺补参数均可进行备份及还原。

10.3 权限的设置与修改

为了防止加工程序、CNC 参数被恶意修改，车床系统提拱了权限设置功能，密码等级分为 4 级，由高到低分别是 2 级（机床厂家级）、3 级（设备管理级）、4 级（工艺员级）、5 级（加工操作级），CNC 当前所处的操作级别由权限设置页面的“当前操作级别：___”进行显示。



2 级：机床厂家级，允许修改 CNC 的状态参数、数据参数、螺补数据、刀补数据、编辑零件程序，传输 PLC 梯形图等。



3 级：初始密码为 12345，允许修改 CNC 的状态参数、数据参数、刀补数据、编辑零件程序。



4 级：初始密码为 1234，可修改刀补数据（进行对刀操作）、宏变量，编辑零件程序，不可修改 CNC 的状态参数、数据参数及螺补数据。

5 级：无密码级别，可进行机床操作面板的操作，不可修改刀补数据，不可选择零件程序，不可编辑程序，不可修改 CNC 的状态参数、数据参数及螺补数据。




进入权限设置页面后，光标首先停留在“输入操作密码”行。可按  键或  键移动光标至相应的操作上。

a) 按一次  键，光标上移一行。若当前光标在“操作级别降级”行（首行），按一次  键后，光标移到“更改操作密码”行（尾行）；

b) 按一次  键，光标上移一行。若当前光标在尾行，按一次  键后，光标移到首行。

10.3.1 操作级别的进入

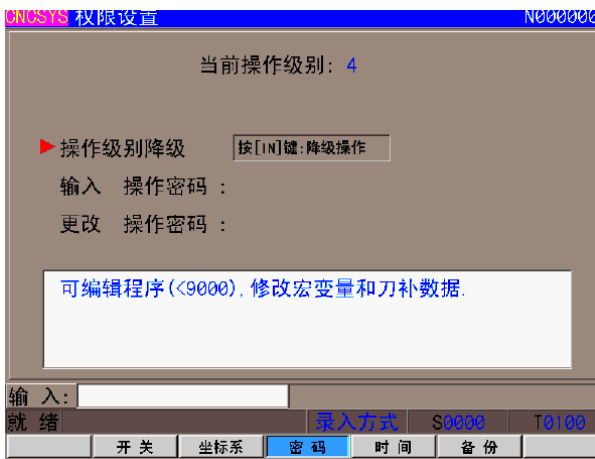
- 1、进入权限设置页面后，移动光标至“输入操作密码”行；
- 2、输入操作密码（每输入一个数，显示增加一个“*”号）；
- 3、输入完成按  键，即可进入该密码对应的操作级别。


注：系统定义的密码数据长度和操作级别是对应的，用户不能按照个人想象随意增加或减少密码数据的长度。

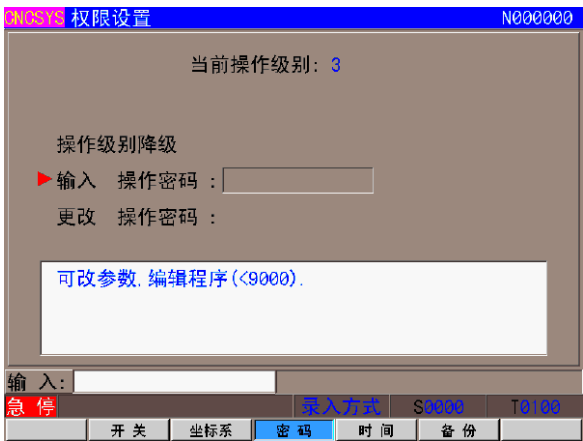
具体如下：

操作级别	密码数据长度	初始密码
3 级	5 位数	12345
4 级	4 位数	1234
5 级	无	无

示例 :CNC 当前操作级别为 4 级，显示页面如下。CNC3 级操作密码为 12345，请将当前操作级别改为 3 级。




移动光标至“输入操作密码”行，输入 12345，按  键，CNC 提示“可修改参数，可编辑程序。”、“密码通过”，当前操作级别改为 3 级。显示页面如下：

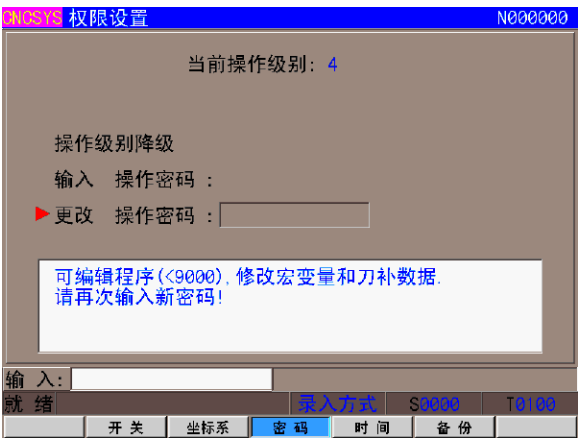



注：若当前操作权限小于或等于 3 级（3 级，4 级或 5 级），则再上电时，操作权限不变。若上次操作权限为 2 级，则再上电时，操作权限默认为 3 级。

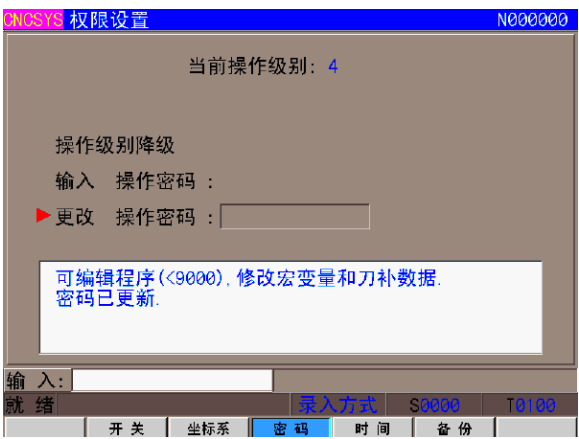
10.3.2 操作密码的更改

更改密码的操作步骤如下：

- 1、进入权限设置页面后，按 10.3.1 节所述方法步骤输入密码；
- 2、移动光标至“更改操作密码”行；
- 3、输入新的操作密码，按  键；
- 4、CNC 提示“请再次输入新密码”，显示页面如下：



5、再次输入操作密码后按  键，若两次输入的密码相同，CNC 提示“密码已更新”，操作密码更改成功。



6、若两次输入的密码不相同，CNC 提示“更改密码校验不符，请重新输入”，显示页面如下：



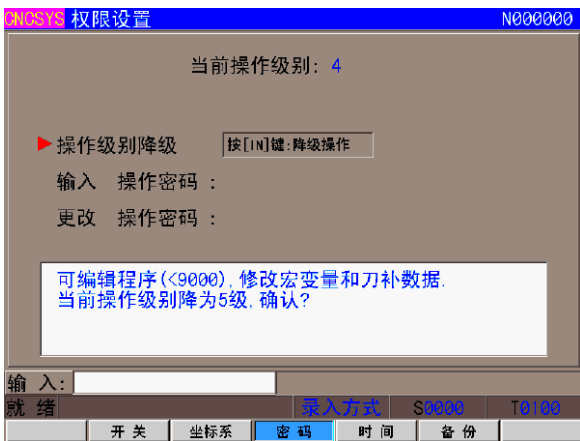
10.3.3 操作级别降级

操作级别降级可方便用户从高一级的操作级别降低到低一级的操作级别，操作步骤如下：

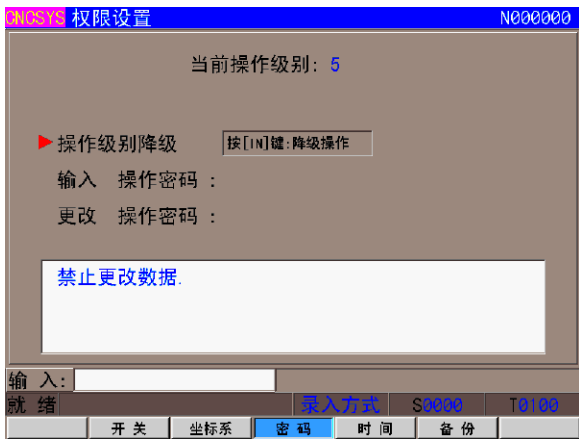
- 1、进入权限设置页面后，按 10.3.1 节所述方法步骤输入密码；
- 2、移动光标至“操作级别降级”行，若 CNC 当前操作级别为 3 级，显示页面如下：



- 3、按 **输入 IN** 键，CNC 提示“当前操作级别降为 4 级，确认？”；显示页面如下：



- 4、再按一次 **输入 IN** 键，操作级别降级成功，显示页面如下：



注：若当前操作权限已为 5 级，不可进行操作级别降级操作。

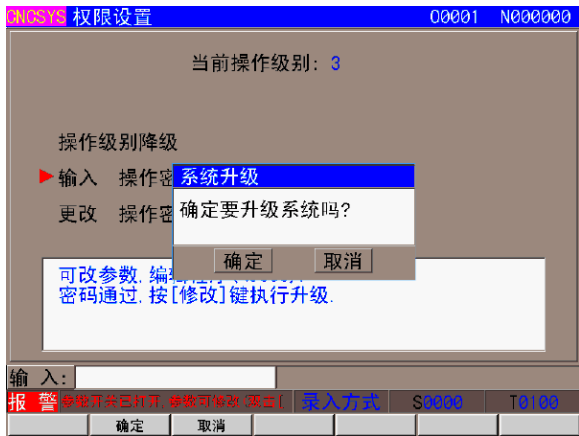
10.3.4 系统软件的升级

在录入方式下按 [设置] 键，然后按 [密码] F 功能键，进入密码输入界面，如下图：

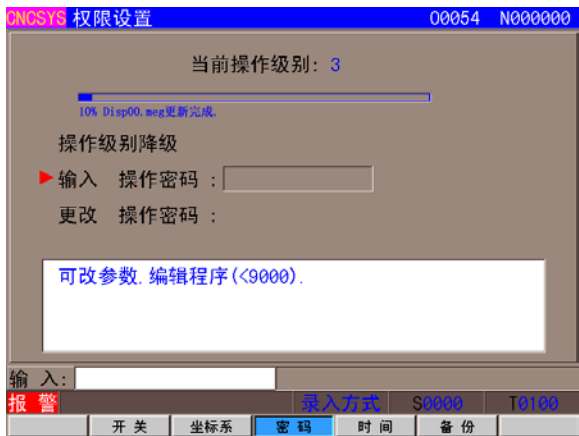


- 1、输入系统升级专用密码（密码请向我公司索取）并按 [输入] 键，如果密码正确会有“密码通过，按修改键行升级”的提示。说明升级准备就绪。
- 2、把准备好的升级文件复制到U 盘的根目录（请注意：是U 盘的根目录，即打开U 盘时的目录，因为系统不读二级目录，所以升级文件必须放置在U 盘的根目录下。一般我公司技术人员会把系统升级文件打包成压缩文件包发给用户，用户从邮箱里下载到电脑后，需进行解压，解压出来的文件夹里面装所有的升级文件，每个系统的升级文件一般都有几十个不等。用户只需把这几十个升级文件全部复制，并粘贴在U 盘的根目录下。然后将U 盘插入系统的U 盘接口。

3、按 [修改] 键，系统会弹出询问对话框：“确定要升级系统吗？”如下图所示：



4、按 [输入] 键或按 [确定] F 功能软键，系统将会自动升级，如下图所示：



5、当系统升级完成时，会提示“升级完成，请重启！”，这时重新启动系统即可。

第十一章 U 盘操作功能

11.1 文件目录页面

在非编辑状态下按 **程序 PRG** 键进入程序页面，按 **目录** 键进入 [文件目录] 界面，插入 U 盘后如图：



页面左边显示 CNC 盘目录信息。右边显示 USB 盘目录信息，若检测不到 U 盘，右边显示栏不显示内容。文件目录下只显示 U 盘根目录下的 “.CNC”、”.NC” 和 “.txt” 文件。

按 **转换 CHG** 光标就会从 CNC 盘切换到 USB 盘，按 **↑** 键或 **↓** 键可移动光标。

11.2 文件复制和粘贴

把光标移动到所需要复制的文件上，按 [输出] 键进行复制，按 [输入] 键进行粘贴。

第十二章 加工举例

加工下图所示工件，棒料尺寸为 $\Phi 136\text{mm} \times 180\text{mm}$ 。

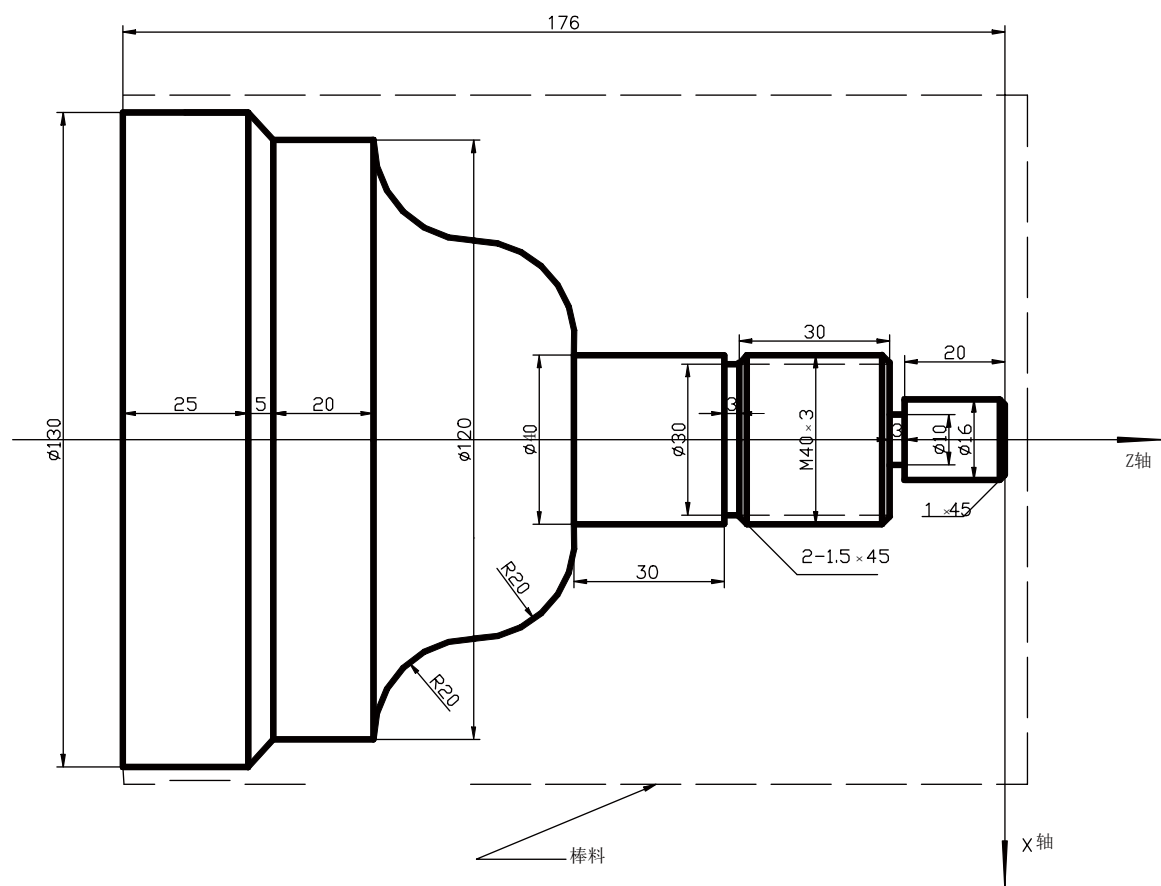





图 14-1

用 4 把刀加工，具体如下：

刀号	刀型	说明
1 号刀		外圆粗车刀
刀号	刀型	说明

刀号	刀型	说明
2 号刀		外圆精车刀
3 号刀		切槽刀，刀宽 3mm
4 号刀		螺纹车刀，刀尖角 60°

12.1 程序编制

根据机械加工工艺及本说明书的代码解释，建立图 14-1 所示的工件坐标系，编辑程序如下：

O 0 0 0 1	;	零件程序名
N 0 0 0 0	G0 X150 Z50;	定位至安全位置换刀
N 0 0 0 5	M12;	夹紧卡盘
N 0 0 1 0	M3 S800;	开主轴，转速 800
N 0 0 2 0	M8;	开冷却液
N 0 0 3 0	T0101;	换第一把刀
N 0 0 4 0	G0 X136 Z2;	靠近工件切深 1mm，退刀 1mm
N 0 0 5 0	G71 U0.5 R0.5 F200;	X 轴预留 0.5mm，Z 轴 0.5mm 余量
N 0 0 5 5	G71 P0060 Q0150 U0.25 W0.5;	靠近到工件端面
N 0 0 6 0	G0 X16;	车 $\Phi 16$ 外圆
N 0 0 7 0	G1 Z-23;	车端面
N 0 0 8 0	X39.98;	车 $\Phi 39.98$ 外圆
N 0 0 9 0	W-33;	车端面
N 0 1 0 0	X40;	车 $\Phi 40$ 外圆
N 0 1 0 5	W-30;	车凸圆弧
N 0 1 1 0	G3 X80 W-20 R20;	车凹圆弧
N 0 1 2 0	G2 X120 W-20 R20;	车 $\Phi 120$ 外圆
N 0 1 3 0	G1 W-20;	车锥度
N 0 1 4 0	G1 X130 W-5;	车 $\Phi 130$ 外圆
N 0 1 5 0	G1 W-25;	粗车完毕回换刀点

N 0 1 7 0	T0202;	换 2 号刀, 执行 2 号刀偏
N 0 1 8 0	G70 P0060 Q0150;	精车循环
N 0 1 9 0	G0 X150 Z185;	粗车完毕回换刀点
N 0 2 0 0	T0303;	换 3 号刀, 执行 3 号刀偏
N 0 2 1 0	G0 Z-56 X42;	靠近工件
N 0 2 2 0	G1 X30 F100;	切 Φ30 槽
N 0 2 3 0	G1 X37 F300;	
N 0 2 4 0	G1 X40 W1.5;	返回
N 0 2 5 0	G0 X42 W30;	倒角
N 0 2 6 0	G1 X40;	让出切槽刀宽
N 0 2 6 2	G1 X37 W1.5;	倒角
N 0 2 6 4	G1 X10;	切 Φ10 槽
N 0 2 6 6	G0 X17 Z-1;	
N 0 2 6 8	G1 X16;	
N 0 2 7 0	G1 X14 Z0 F200;	倒角
N 0 2 8 0	G0 X150 Z50;	返回换刀点
N 0 2 9 0	T0404 S100;	换 4 号刀, 置主轴 100 速
N 0 3 0 0	G0 X42 Z-20;	靠近工件
N 0 3 1 0	G92 X39 W-34 F3;	切螺纹循环
N 0 3 2 0	X38;	进给 1mm 切第二刀
N 0 3 2 0	X37;	进给 1mm 再切第三刀
N 0 3 3 0	X36.4;	进给 0.6mm 切第四刀
N 0 3 3 2	X36;	进给 0.4mm 切第五刀
N 0 3 4 0	G0 X150 Z50;	回换刀点
N 0 3 5 0	T0100 U0 W0;	换回 1 号刀, 将刀偏值执行
N 0 3 6 0	M5;	关主轴
N 0 3 7 0	M9;	关冷却液
N 0 3 8 0	M13;	松开卡盘
N 0 3 9 0	M30;	程序结束

12.2 程序的输入

12.2.1 查看已存的程序

非编辑操作方式下，按 **程序 PRG** 键，进入程序界面，按 F 功能键选择程序目录页面，显示如下：



在上页面中可查看 CNC 中已存储程序的程序名，为新程序名的确定作准备。

12.2.2 建立新程序

在编辑操作方式，按 **程序 PRG** 键，进入程序内容页面，显示如下：



按地址键 **O**，选择一个程序目录页面中没有的程序名（如 0001），依次按数字键 **0**、**0**、**0**、**1**，按 **换行 EOB** 键，建立新程序，页面显示如下：












12.3 程序校验




12.3.1 图形设置

1、按 [位置] 键并按 [图形] 对应的 F 功能进入图形界面，页面显示如下：



12.3.2 程序的校验（手轮试切功能）

按  或  键进入图形显示页面，按  键进入自动操作方式，按 、、 键使状 态指示区中的辅助功能锁住灯 、机床锁住灯  及空运行指示灯  亮，进入辅助功能锁住、机床锁住及空运行状态。按  开始作图，按  自动运行程序，可通过显示刀具运动的轨迹，检验程序的正确性，运行完毕。

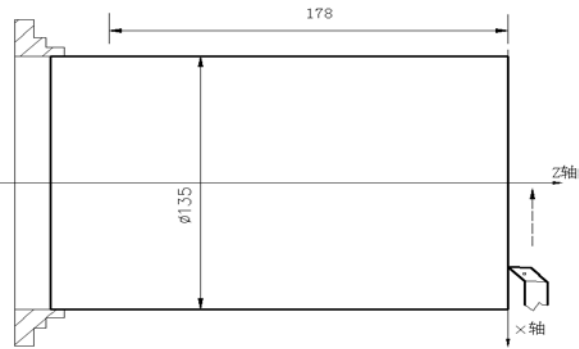
如显示的程序轨迹有误，分析程序中的错误并修改零件程序，按上述方法进行再一次校验，直至无误为止。在图形显示界面，按面板中的  键开始作图，按  键停止作图，按  键清除图形。

强烈建议使用手轮试切功能进行程序校验，具体操作方法如下：

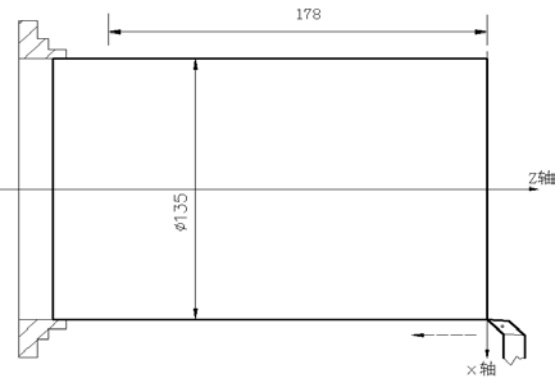
- 1) 先确定参数中手轮试切功能有效，并选择手轮方式下选择手轮的 X100 档，
- 2) 转到自动方式，按 [手轮试切] 键，同时手轮试切指示灯点亮；
- 3) 按 [循环启动] 键启动程序，程序只运行 M S T 辅助功能代码，而进给轴指令则等待手轮驱动，状态栏也会闪烁“切削进给速度为零”或“手轮试切速度为零”的等待信息；
- 4) 任意方向转动手轮，进给轴根据手轮转动的快慢执行轴指令。当手轮停转动时进给轴立刻停止进给，等待手轮再次转动来驱动程序执行，直到程序全部运行为止。

12.4 对刀及运行

- 1、移动刀具至安全位置，在录入操作方式、程序状态页面执行 T0100 U0 W0，取消刀具偏置；
- 2、移动刀具并使刀具沿工件端面切削；

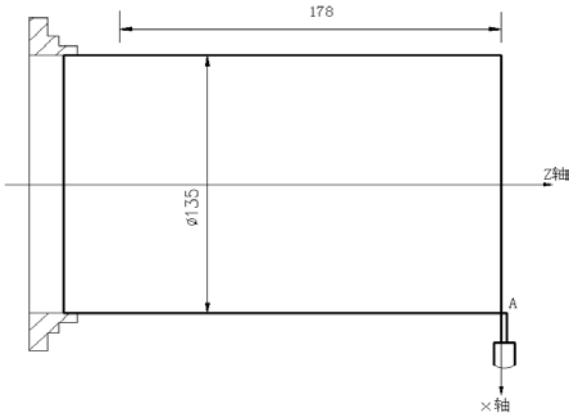


- 3、在 Z 轴不动的情况下沿 X 轴释放刀具，并且停止主轴旋转，在录入操作方式、程序状态页面执行 G50 Z0，设置 Z 轴的坐标；
- 4、切换至刀具偏置页面，在 001 号偏置输入 Z0；
- 5、移动刀具并使刀具沿工件外圆切削；

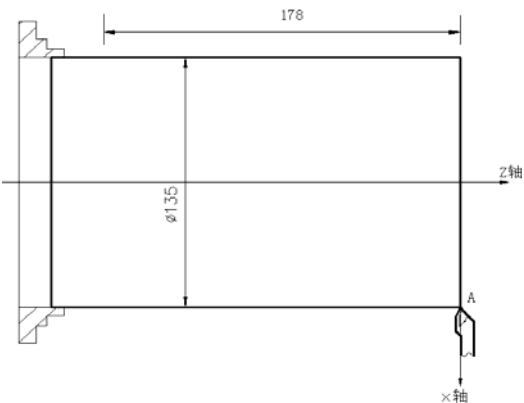



- 6、在 X 轴不动的情况下沿 Z 轴释放刀具，并且停止主轴旋转，测量工件外圆尺寸（如测量值为 135mm）；
- 7、在录入操作方式、程序状态页面执行 G50 X135，设置 X 轴的坐标；
- 8、切换至刀具偏置页面，在 001 号偏置输入 X135；
- 9、移动刀具至安全位置，在手动操作方式按换刀键执行第二号刀；
- 10、启动主轴，移动刀具至对刀点处，如下图 A 点；



- 11、切换至刀具偏置页面，将光标移至 002 号偏置上，输入 X135、Z0；
- 12、移动刀具至安全位置，在手动操作方式按换刀键执行第三号刀；
- 13、启动主轴，移动刀具至对刀点处，如下图 A 点；



- 14、切换至刀具偏置页面，将光标移至 003 号偏置上，输入 X135、Z0；
- 15、移动刀具至安全位置，在手动操作方式按换刀键执行第四号刀；
- 16、移动刀具至对刀点处，如下图 A 点；



- 17、切换至刀具偏置页面，将光标移至 004 号偏置上，输入 X135、Z0；
- 18、对刀完毕，移开刀具至安全位置；
- 19、在自动操作方式，按  自动开始加工；
- 20、测量工件尺寸，如与实际零件尺寸有偏差，可修改刀偏值直至零件尺寸在公差范围之内。

注：如中途需暂停，按  使自动运行暂停。如中途出现紧急情况，可按  键、急停按钮、切断电源终止。

第十三章 独特功能

13.1 刚性螺纹 G36

刚性螺纹切削代码 G36

代码格式：G36 X(U)___ Z(W)___ 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：G36 ：刚性螺纹插补的 G 代码；

(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；第一篇 编程说明

说明：

- 1) G36 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) G36 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) G36 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）；

注意事项：

- 先把系统开通第四轴功能 .
- 主轴必须工作在位置控制方式；
- 在 [旋转轴参数] 类中：设 A 轴为旋转轴（5 轴系统时），设 Y 轴为旋转轴（3 轴系统时）
- 设好 A 轴（或 Y 轴）的齿轮比，确保 A 轴（或 Y 轴）坐标走 360，主轴刚好旋转一周。

示例编程式如下：

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）

G50 A0； // 设置旋转轴的零点 A0（很重要，关系到下面螺纹车削的起始角度）

G36 Z-20 F100 S4 M08； // 螺纹车削，到终点时主轴和进给轴的速度同时为 0

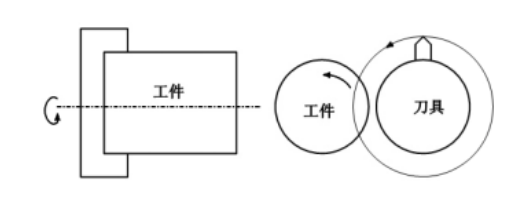
G00 X30； // 退刀

X24.5 Z2 A0； // 回到螺纹起点 A0，准备重复加工

```
G36 Z-20 F100 S4; // 重复加工
. . . . ; // 可以重复加工
G00 X100; // 退刀
Z100; // 回到换刀位置
. . . . ; // 可以进行第二道工序的加工
. . . . ;
M30; // 程序结束
```

13.2 扁方车削 G45/G46

多边形加工是指通过使工件和刀具按一定的比率同向旋转，将工件的形状加工成多边形的加工。通过改变工件和刀具的旋转比和刀具的安装数量，可以把工件加工成四边形或者六边形。



与用极坐标插补的加工相比，虽然多边形加工效率较高，但也有不能加工精密多边形的缺点，是一种近似多边形的加工方法。一般情况下，适合加工四角螺栓、六角螺栓的螺栓头、六角螺母。

控制轴构成：

- X 轴（径向移动轴）
- Z 轴（轴向移动轴）
- Y 轴（刀具轴，主控轴，由位参 10.4 设定是 Y 轴还是 A 轴）
- B 轴

注：使用此功能时，从控轴与主控轴都需处于位置控制并且设置为旋转轴

指令格式：

```
开始同步：      G45 R__ L__
主控转速：      S__
解除同步：      G46
```

R：主控轴旋转系数（工件边数） （指令范围：-1000 ~ 1000，且不能为 0）
R 值为正值时，主控轴正方向旋转；
R 值为负值时，主控轴反方向旋转；

L：从控轴旋转系数（刀具数） （指令范围：-1000 ~ 1000，且不能为 0）

通过 L 的符号来指定从控轴相对主控轴的旋转方向。

- L 为正时，从控轴的旋转方向与主控轴的旋转方向相同
- L 为负时，从控轴的旋转方向为主控轴的旋转方向相反

S：主控轴的旋转速度。

S 值为 0 时，主控轴停止旋转。

注：以上指令请单独指定，不要与其它程序指令共段执行。

相关定义：

主控轴、从控轴：

成为同步标准的轴称作主控轴，与主控轴同步移动的轴称为从控轴。在多边形加工中，刀具轴成为主控轴，工件轴成为从控轴。

同步控制：

1、开始同步

指令 G45 进入同步方式时，主控轴和从控轴之间的同步开始。在同步中，主控轴和从控轴的旋转，一直保持 R : L 的比例关系。同步过程中不管是自动运行还是手动运行，始终保持同步关系。

在同步中没有取消同步又重新指令 G45 时，将根据新指定的 R、L 系数重新同步。

注意：在同步旋转中重新指令 G45 时，如果更改了 R、L 系数，为了按新的同步系数进行同步，会造成主控轴或从控轴的速度突变。

2、同步过程中

开始同步后，通过指定 S**** 指令，可设定主控轴的旋转速度并起动旋转， S 值为 0 时，主控轴停止旋转。当主控轴开始旋转时，从控轴将按 G45 程序段中指定的同步比例关系同时开始旋转。

从控轴的旋转方向取决于主控轴的旋转方向。当主控轴的旋转方向是正方向时，从控轴的旋转方向也是正方向；当主控轴的旋转方向是负方向时，从控轴的旋转方向也是负方向。但是，通过指令 L 为负值，可使从控轴的旋转方向相对主控轴的旋转方向相反。

在同步过程中，从控轴和主控轴的机械坐标随着同步移动而被不断更新，但是不会被反映到绝对坐标和相对坐标中。

3、解除同步

指令同步取消时，从控轴和主控轴的绝对坐标按照同步中的移动量被更新，之后，可以对从控轴和主控轴进行绝对指令。旋转轴的情况下，同步过程中的移动量与旋转轴的每转移动量取模后被更新到绝对坐标上。

注意：

S 最高转速受系统最高输出脉冲频率限制，当选择以脉冲加方向形式输出，所能输出的最高转速为 166（转 / 分），以 AB 相形式输出时为 666（转 / 分）；

注：以上最高转速分析为不考虑齿轮比时的分析结果。

示例：


```
00000 ；
N0005  M14； // 第一主轴选择位置模式
N0006  M24； // 第二主轴选择位置模式
N0010  G28  U0  W0 ；// 移动轴 X、Z 返回参考点
//N0008 M14 ；主轴定向并切换到位置模式 （主轴零点也可以用此法设定，视主轴单元功能定）
//N0009 G50 B0；设定定向角度为主轴零点（主轴零点也可以用此法设定，视主轴单元功能定）
N0020  G28  H0  V0 ；// 刀具轴和工件轴返回参考点，完成初始定向
N0030  G45  R6  L2 ；// 开始刀具轴和工件轴的同步

N0040  S300；// 刀具轴按 300r/min 正方向旋转
N0050  G01  X    F    ；// 移动 X 轴 （切削）
N0060  G01  Z    F    ；// 移动 Z 轴 （加工）

-----；

    根据需要可指令 X，Z 等轴。

-----；

N0100  G01  X    F    ；// 移动 X 轴（退刀）
N0110  S0    ；// 停止旋转
N0120  G46    ；// 解除刀具轴和工件轴的同步
N0130  M30    ；
```

注意事项

- ①、同步过程中，对于主控轴和从控轴，进给保持、机械锁住无效。
- ②、同步过程中，不可对主控轴和从控轴进行指令控制，此时只能指令主轴控的旋转速度与旋转方向。但可以通过程序对其他轴指定移动指令。
- ③、同步过程中，不能指定公英制变换的指令（G20，G21）
- ④、同步过程中，不会更新机械坐标、绝对坐标和相对坐标。同步取消时，工件轴和刀具轴的机械坐标和绝对坐标按照同步中的移动量被更新
- ⑤、在同步旋转中重新指令 G45 时，如果更改了 R、L 系数，为了按新的同步系数进行同步，会造成主轴轴或从控轴的速度突变。因此，在同步过程中更改 R、L 比例关系时，需先停止同步轴的旋转。
- ⑥、同步控制中的主控轴与从控轴都需设置成旋转轴 A 型，否则可能导致坐标显示异常。
- ⑦、系统显示的实际速度为不考虑同步脉冲的速度值。
- ⑧、急停和复位时，自动撤销同步控制；
- ⑨、报警时根据报警类型判断是否撤销同步控制，用户报警不自动解除同步，其它类型报警解除同步控制。
- ⑩、工件轴与刀具轴同步旋转时，可通过主轴倍率按键调整旋转速度。在同步切削过程中，请不

13.3 梯形螺纹切削循环 G93

代码格式：

```
G93 X/U_ Z/W_ F_ J_ K_ L_R ； （ 公制梯形螺纹切削循环）
G93 X/U_ Z/W_ I_ J_ K_ L_R ； （ 英制梯形螺纹切削循环）
```

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，实现梯形螺纹切削循环。执行 G93 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：G93 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；

F：螺纹导程，取值范围 0 < F ≤ 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，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；

R： 梯形螺纹牙宽；

L： 梯形螺纹切削次数，需要根据牙宽及刀具宽度选择合适的切削次数，如 R 指定为 5mm,L 为 3，刀具宽带为 3，则加工时先在梯形螺纹牙中点位置切削一刀，在左右各切削一刀。

13.4 端面刚性攻丝 G84

指令格式：G84 X_Z_ R_ P_ F_

功能：该循环执行攻丝。在这个攻丝循环中当到达孔底时主轴以反方向旋转。

说明：

X_：孔定位数据；

Z_：增量编程表示指定 R 点到孔底距离；绝对编程表示孔底的绝对坐标值；

R_：增量编程表示从初始点平面到 R 点距离；绝对编程表示 R 点的绝对坐标值；

P_：暂停时间；

P_：暂停时间；
F_：切削进给速度。

G84 指令可以通过 M24/M25 来指定攻丝的旋转轴，指令 M24 时指定的主轴旋转 Z 轴同步进给来实现刚性攻丝，因为是主轴旋转，所以只能实现中心也的攻丝；而当指令 M25 时，指定的是 Y 轴旋转与 Z 轴同步进给实现刚性攻丝，通过 X 轴的定位则可实现在端面任意位置攻丝。

在攻丝期间，进给倍率被忽略。进给暂停，不停止机床，直到返回动作完成。

在指定 G84 之前，用刚性攻丝辅助功能 M29 代码使主轴旋转。

在每分进给方式中，螺纹导程与进给速度以及主轴转速的关系：

进给速度 F= 丝锥螺距 × 主轴转速 S

如：在零件上攻 M12×1.5 的螺纹孔，可选用参数：

S500=500 r /min; F=1.5×500=750mm/min;

例 1 (M24 指定的中心孔攻丝)：

```
00001;
G80; // 取消固定循环
M14;// 指定第一主轴旋转攻丝
G0 X0 Z5;// 定位到中心孔
M29 S1000;// 指定刚性攻丝，主轴 1000 转
G84 Z-15 R2 F700;// 攻丝深度 Z-15，螺距 0.7 (F=0.7*1000)
M28;// 取消刚性攻丝
G0 X0 Z5;
M30
%
```

例 2 (M25 指定端面任意位置孔攻丝)：

```
00001;
G80; // 取消固定循环
M24;// 指定第二主轴（Y 轴）旋转攻丝
G0 X25 Z5;// 定位到 X25 坐标上的孔
M29 S1000;// 指定刚性攻丝，主轴 1000 转
G84 X25 Z-15 R2 F700;// 攻丝深度 Z-15，螺距 0.7 (F=0.7*1000)
M28;// 取消刚性攻丝
G0 X0 Z5;
M30
%
```

13.5 侧面刚性攻丝 G85

指令格式：G85 Z_ X_ R_ P_ F_

功能：该循环执行攻丝。在这个攻丝循环中当到达孔底时主轴以反方向旋转。

说明：

Z_：孔定位数据；

X_：增量编程表示指定 R 点到孔底距离；绝对编程表示孔底的绝对坐标值；

R_：增量编程表示从初始点平面到 R 点距离；绝对编程表示 R 点的绝对坐标值；

P_：暂停时间；

F_：切削进给速度。

在攻丝期间，进给倍率被忽略。进给暂停，不停止机床，直到返回动作完成。

在指定 G84 之前，用刚性攻丝辅助功能 M29 代码使主轴旋转。

在每分进给方式中，螺纹导程与进给速度以及主轴转速的关系：

进给速度 F= 丝锥螺距 × 主轴转速 S

如：在零件上攻 M12×1.5 的螺纹孔，可选用参数：

S500=500 r /min; F=1.5×500=750mm/min;

例：：

```
00001;
G80; // 取消固定循环
G0 Z-30 X30 ;// 定位到 X30 坐标上的孔（假设棒料直径为 28mm）
M29 S1000;// 指定刚性攻丝，主轴 1000 转
G85 X15 Z-30 R2 F700;// 攻丝深度直径为 X15，螺距 0.7 (F=0.7*1000)
M28;// 取消刚性攻丝
G0 X30 Z-20;
M30
%
```