

前 言

尊敬的用户：

对您选用的产品，本公司深感荣幸与感谢！

本《用户手册》详细介绍了铣床 / 加工中心数控系统的编程、操作及安装连接事项。

为了保证产品安全、正常与有效地运行工作，请您务必在安装、使用产品前仔细阅读本《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 16 页的 **[功能涵盖表]**，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]** 中标注的功能为“不支持”或打“X”符号时，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！



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！

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

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。

注 意！

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

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

* 本手册的内容如有变动，恕不另行通知。

目录

第一篇 编程说明

第一章 编程基础.....17

1.1 系统的介绍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.....22

1.1.4 电源适应能力.....22

1.1.5 防护.....22

1.2 程序的运行.....22

1.2.1 程序运行的顺序.....22

1.2.2 程序段内代码字的执行顺序.....23

第二章 MST 代码.....23

2.1 M 代码（辅助功能）23

2.1.1 程序结束 M02.....24

2.1.2 程序运行结束 M30.....25

2.1.3 子程序调用 M98.....25

2.1.4 从子程序返回 M99.....25

2.1.5 标准 PLC 梯形图定义的 M 代码.....26

2.1.6 程序停止 M0029

2.1.7 程序选择停 M01.....27

2.1.8 逆时针转、顺时针转和主轴停止控制 M03、M04 和 M05.....27

2.1.9 冷却泵控制 M08、M09.....27

2.1.10 刀具控制 M16、M17.....27

2.1.11 主轴定向 M18、M19.....28

2.1.12 刚性攻丝 M28、M29.....28

2.1.13 润滑油控制 M32、M33.....28

2.1.14 主轴自动换档 M41、M42、M43、M44.....28

2.2 主轴功能.....29

2.2.1 主轴转速开关量控制.....29

2.2.2 主轴转速模拟电压控制.....30

2.2.3 主轴倍率.....30

2.3 刀具功能.....30

第三章 G 代码.....32

3.1 准备功能 G 代码的种类.....32

3.2 简单 G 代码.....35

3.2.1 快速定位 G00.....35

3.2.2 直线插补 G01.....36

3.2.3 圆弧（螺旋）插补 G02/G03.....37

3.2.4 绝对值/增量编程 G90/G91.....41

3.2.5 暂停 (G04).....42

3.2.6 单方向定位（G60）43

3.2.7 系统参数的在线更改 (G10).....44

3.2.8 工件坐标系 G54 ~ G59.....45

3.2.9 附加工件坐标系.....47

3.2.10 选择机床坐标系 G53.....48

3.2.11 浮动坐标系 G92.....48

3.2.12 平面选择 G17/G18/G19.....50

3.2.13 极坐标开始 / 取消 G16/G15.....50

3.2.14 平面内的缩放 G51/G50.....52

3.2.15 坐标系旋转 G68/G69.....56

3.2.16 跳转功能 G31.....59

3.2.17 英制 / 公制转换 G20/G21.....61

3.2.18 任意角度倒角 / 拐角圆弧.....61

3.3 参考点 G 代码.....63

3.3.1 返回参考点 G28.....63

3.3.2 返回 2、3、4 参考点 G30.....64

3.3.3 从参考点自动返回 G29.....65

3.3.4 返回参考点检测 G2765

3.4 固定循环 G 代码 6 6

3.4.1 圆内凹槽粗铣 G22/G23.....72

3.4.2 全圆内精铣循环 G24/G25.....74

3.4.3 外圆精铣循环 G26/G32.....76

3.4.4 矩形凹槽粗铣 G33/G34.....78

| | | |
|--------|---------------------|-----|
| 3.4.5 | 矩形凹槽内精铣循环 G35/G36 | 80 |
| 3.4.6 | 矩形外精铣循环 G37/G38 | 82 |
| 3.4.7 | 高速深孔加工循环 G73 | 84 |
| 3.4.8 | 钻孔循环，点钻循环 G81 | 85 |
| 3.4.9 | 钻孔循环，铰镗循环 G82 | 87 |
| 3.4.10 | 排屑钻孔循环 G83 | 89 |
| 3.4.11 | 右旋攻丝循环 G84 | 90 |
| 3.4.12 | 左旋攻丝循环 G74 | 92 |
| 3.4.13 | 精镗循环 G76 | 94 |
| 3.4.14 | 镗孔循环 G85 | 95 |
| 3.4.15 | 镗孔循环 G86 | 97 |
| 3.4.16 | 镗孔循环，背镗孔循环 G87 | 98 |
| 3.4.17 | 镗孔循环 G88 | 100 |
| 3.4.18 | 孔循环 G89 | 102 |
| 3.4.19 | 左旋刚性攻丝 G74 | 103 |
| 3.4.20 | 右旋刚性攻丝 G84 | 105 |
| 3.4.21 | 深孔刚性攻丝（排屑）循环 | 107 |
| 3.4.22 | 固定循环取消 G80 | 109 |
| 3.5 | 刀具补偿 G 代码 | 112 |
| 3.5.1 | 刀具长度补偿 G43、G44、G49 | 111 |
| 3.5.2 | 刀具半径补偿 G40/G41/G42 | 115 |
| 3.5.3 | 刀具半径补偿的详细说明 | 121 |
| 3.5.4 | 拐角偏置圆弧插补（G39） | 139 |
| 3.5.5 | 刀具补偿值、补偿号用程序输入（G10） | 141 |
| 3.6 | 进给 G 代码 | 141 |
| 3.6.1 | 进给方式 G64/G61/G63 | 141 |
| 3.6.2 | 自动拐角倍率（G62） | 142 |
| 3.7 | 宏功能 G 代码 | 144 |
| 3.7.1 | 用户宏程序 | 144 |
| 3.7.2 | 宏变量 | 144 |
| 4.7.3 | 用户宏程序调用 | 151 |
| 3.7.4 | 运算和转移指令 | 151 |
| 3.7.5 | 用户宏程序实例 | 155 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 第二篇 操作说明 | |
| 第一章 操作方式和显示界面 | 160 |
| 1.1 面板划分 | 160 |
| 1.1.1 状态指示 | 161 |
| 1.1.2 编辑键盘 | 162 |
| 1.1.3 显示菜单 | 162 |
| 1.1.4 机床面板 | 163 |
| 1.2 操作方式概述 | 165 |
| 1.3 显示界面 | 166 |
| 1.3.1 位置界面 | 167 |
| 1.3.2 程序界面 | 170 |
| 1.3.3 刀具偏置磨损、宏变量界面 | 172 |
| 1.3.4 报警界面 | 173 |
| 1.3.5 设置界面 | 174 |
| 1.3.6 状态参数、数据参数、螺补参数界 | 177 |
| 1.3.7 CNC 诊断、PLC 信号、机床软面板、帮助信息、版本信息界面 | 179 |
| 第二章 开机、关机及安全防护 | 182 |
| 2.1 开机 | 182 |
| 2.2 关机 | 183 |
| 2.3 超程防护 | 183 |
| 2.3.1 硬件超程防护 | 183 |
| 2.3.2 软件超程防护 | 183 |
| 2.4 紧急操作 | 184 |
| 2.4.1 复位 | 184 |
| 2.4.2 急停 | 184 |
| 2.4.3 进给保持 | 184 |
| 2.4.4 切断电源 | 184 |
| 第三章 手动操作 | 185 |
| 3.1 坐标轴移动 | 185 |
| 3.1.1 手动进给 | 185 |
| 3.1.2 手动快速移动 | 186 |
| 3.1.3 速度修调 | 186 |
| 3.2 其它手动操作 | 187 |
| 3.2.1 逆时针转、顺时针转、停止控制 | 187 |

| | | |
|--------|---------------|-----|
| 3.2.2 | 主轴点动 | 187 |
| 3.2.3 | 冷却液控制 | 188 |
| 3.2.4 | 润滑控制 | 188 |
| 3.2.5 | 换刀 | 189 |
| 3.2.6 | 主轴倍率的修调 | 189 |
| 第四章 | 手轮 / 单步操作 | 190 |
| 4.1 | 单步进给 | 190 |
| 4.1.1 | 增量的选择 | 190 |
| 4.1.2 | 移动方向选择 | 192 |
| 4.2 | 手轮（手摇脉冲发生器）进给 | 192 |
| 4.2.1 | 增量的选择 | 192 |
| 4.2.2 | 移动轴及方向的选择 | 192 |
| 4.2.3 | 其它操作 | 192 |
| 4.2.4 | 说明事项 | 193 |
| 第五章 | 录入操作 | 194 |
| 5.1 | 代码字的输入 | 194 |
| 5.2 | 代码字的执行 | 195 |
| 5.3 | 参数的设置 | 195 |
| 5.4 | 数据的修改 | 196 |
| 5.5 | 其它操作 | 196 |
| 第六章 | 程序编辑与管理 | 197 |
| 6.1 | 程序的建立 | 197 |
| 6.1.1 | 程序段号的生成 | 197 |
| 6.1.2 | 程序内容的输入 | 198 |
| 6.1.3 | 光标的移动 | 199 |
| 6.1.4 | 字、行号的检索 | 199 |
| 6.1.5 | 字的插入 | 200 |
| 6.1.6 | 字的删除 | 200 |
| 6.1.7 | 字的修改 | 201 |
| 6.1.8 | 单程序段的删除 | 201 |
| 6.1.9 | 多个程序段的删除 | 202 |
| 6.1.10 | 块删除 | 201 |
| 6.1.11 | 单程序段的复制 | 201 |
| 6.1.12 | 多个程序段的复制 | 202 |

| | | |
|--------|-------------|-----|
| 6.1.13 | 程序块的复制 | 202 |
| 6.1.14 | 程序块的粘贴 | 202 |
| 6.2 | 程序的删除 | 201 |
| 6.2.1 | 单个程序的删除 | 202 |
| 6.2.2 | 全部程序的删除 | 203 |
| 6.3 | 程序的选择 | 203 |
| 6.3.1 | 检索法 | 203 |
| 6.3.2 | 扫描法 | 203 |
| 6.3.3 | 光标确认法 | 204 |
| 6.4 | 程序的改名 | 204 |
| 6.5 | 程序的复制 | 205 |
| 6.6 | 程序管理 | 205 |
| 6.6.1 | 程序目录 | 205 |
| 6.6.2 | 存储程序的数量 | 205 |
| 6.6.3 | 存储容量. 中文输入法 | 206 |
| 第七章 | 自动操作 | 207 |
| 7.1 | 自动运行 | 207 |
| 7.1.1 | 运行程序的选择 | 207 |
| 7.1.2 | 自动运行的启动 | 208 |
| 7.1.3 | 自动运行的停止 | 208 |
| 7.1.4 | 从任意段自动运行 | 209 |
| 7.1.5 | 进给、快速速度的调整 | 209 |
| 7.1.6 | 主轴速度调整 | 210 |
| 7.2 | DNC 运行 | 210 |
| 7.3 | 运行时的状态 | 211 |
| 7.3.1 | 单段运行 | 211 |
| 7.3.2 | 空运行 | 212 |
| 7.3.3 | 机床锁住运行 | 212 |
| 7.3.4 | 辅助功能锁住运行 | 212 |
| 7.3.5 | 程序段选跳 | 212 |
| 7.4 | 其它操作 | 213 |
| 第八章 | 回零操作 | 214 |
| 8.1 | 机床回零 | 214 |
| 8.1.1 | 机床零点 | 214 |
| 8.1.2 | 机床回零的操作步骤 | 214 |

8.2 回零方式下的其它操作.....215

第九章 数据的设置、备份和恢复.....216

9.1 数据的设置216

9.1.1 开关设置216

9.1.2 图形设置217

9.1.3 参数的设置217

9.2 数据还原与备份222

9.3 权限的设置与修改223

9.3.1 操作级别的进入223

9.3.2 操作密码的更改224

9.3.3 操作级别降级224

第十章 U 盘操作功能.....228

10.1 文件目录页面..... 228

10.2 文件复制.....229

第十一章 对刀操作230

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

介绍铣床 / 加工中心系统操作使用方法。

附录
介绍系统的出厂标准参数表等。

制造者的安全责任

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

使用者的安全责任

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

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

第一篇

编程说明

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〉中标记为“不支持”或打“X”符号的功能则视为与本手册随机出厂的数控系统不具备该功能！由于系统具备开放式 PLC 功能，机床厂家有可能根据实际应用对系统的 PLC 功能进行修改或都另行编辑，重新修改或另行编辑的 PLC 功能可能会与本说明书不符，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 | 刚性攻丝 | | |
| 11 | A 类宏程序 | | |
| 12 | B 类宏程序 | | |
| 13 | 记忆型宏变量 | | |
| 14 | 刀具寿命管理 | | |
| 15 | G10 程序修改参数、刀补功能 | | |
| 16 | 中文语言 | | |
| 17 | 英文语言 | | |
| 18 | I/O: 36 点通用输入 /36 通用输出 | | |
| 19 | I/O: 16 点通用输入 /16 通用输出 | | |
| 20 | I/O: 28 点通用输入 /24 通用输出 | | |
| 21 | 螺距误差补偿功能 | | |
| 22 | G54.1~G54.48 附加坐标系 | | |
| 23 | RS485 绝对值系统接口 | | |
| 24 | 总线式系统接口 | | |
| 25 | 中文输入法 | | |
| 26 | 用户自定义 M 功能 (M80/81/90) | | |
| 27 | 智能表格取点式编程功能 | | |
| 28 | | | |
| 29 | | | |
| 30 | | | |

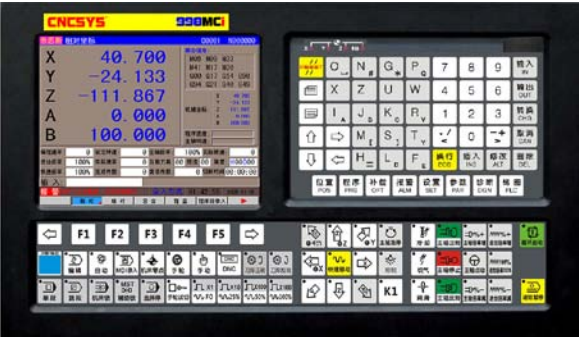
第一章 编程基础

1.1 系统介绍

1.1.1 产品简介

铣床 / 加工中心数控系统为我公司自主研发的普及型数控系统，具有竖式和横式两种结构，适配铣床、钻铣床、磨床等。

本系统采用 32 位高性能 CPU 和超大规模可编程器件 FPGA，实时控制和硬件插补技术保证了系统 μm 级精度下的高效率，可编辑的 PLC 使逻辑控制功能更加灵活强大。本系统可控制 5 个进给轴、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

产品特点

- 5 个进给轴，4 轴联动，2 个模拟主轴
- 1ms 插补周期，0.1um 控制精度
- 2 路 -10V ~ 10V 模拟电压输出，支持双主轴控制
- 直线型、指数型和 S 型多种加减速方式可选择
- 内置多 PLC 程序，当前运行的 PLC 程序可选择
- PLC 程序在线显示、实时监控、信号实时追踪
- 支持语句式宏代码编程，支持带参数的宏程序调用
- 刚性攻丝和柔性攻丝可由参数设定
- 具有旋转、缩放、极坐标，固定循环和多种铣槽复合循环功能
- 具有历史报警及操作履历功能，方便用户操作和维护管理
- 提供多级密码保护功能，方便设备管理
- 36 点通用输入 /36 点通用输出
- 支持标准 RS232 及 USB 接口，支持 U 盘文件操作、系统配置和软件升级，可实现文件传输、串口 DNC 加工和 USB 在线加工功能

1.1.2 技术规格

控制轴数

- 控制轴数：5 轴（X、Y、Z、4th、5th）
- 联动轴数：5 轴

进给轴功能

- 位置指令范围：
公制输入（G21）：-9999.9999mm ~ 9999.9999mm，最小指令单位：0.0001mm
英制输入（G20）：-999.9999inch ~ 999.9999inch，最小指令单位：0.0001inch
- 电子齿轮：指令倍频系数 1 ~ 65536，指令分频系数 1 ~ 65536
- 快速移动速度：最高 60m/min
- 快速倍率：F0、25%、50%、100%四级实时调节
- 切削进给速度：最高 15m/min（G94）或 500.00mm/r（G95）
- 进给倍率：0 ~ 150%十六级实时调节
- 手动进给倍率：0 ~ 150%十六级实时调节
- 手轮进给：0.001mm、0.01mm、0.1mm、1mm 四档
- 单步进给：0.001mm、0.01mm、0.1mm、1mm 四档
- 插补方式：直线插补、圆弧插补、螺旋插补和刚性攻丝
- 自动倒角功能

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
- 系统具有前瞻功能，最多可预读 15 段 NC 程序，使小线段插补高速平滑，适于零件加工模具加工
- 加减速的起始速度、终止速度和加减速时间由参数设定
- 手动方式、手轮方式为后加减速控制，手轮方式可选择即停方式或完全运行方式。
- 快速定位可选择直线或折线定位

主轴功能

- 2 路 -10V ~ 10V 模拟电压输出，支持双主轴控制
- 主轴编码器：编码器线数可设定（100 p/r ~ 5000p/r）
- 编码器与主轴的传动比：（1 ~ 255）：（1 ~ 255）
- 主轴倍率：50% ~ 120% 共 8 级实时修调
- 主轴恒线速控制
- 攻丝循环，刚性攻丝

刀具功能

- 刀具长度补偿
- 刀尖半径补偿（C 型）

精度补偿

- 螺距误差补偿：补偿点数、补偿间隔、补偿原点可设定
- 反向间隙补偿：可设定以固定频率或升降速方式补偿机床的反向间隙量

PLC 功能

- 两级 PLC 程序，处理速度为 1.5 μs/步基本指令；最多 4700 步，第 1 级程序周期 8ms
- 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
- 指令数：45 个（其中基本指令 10 个，功能指令 35 个）
- I/O 单元输入 / 输出：36/36

人机界面

- 8.0 /10.4 英寸两种宽屏 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、DNC
- 多级操作权限管理
- 报警日志

程序编辑

- 程序容量：56MB、最多可存储 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、极坐标编程
- 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
- 支持串口 DNC 加工功能和 USB 在线加工功能

可靠性及安全功能

- 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 | 定位（快速移动） | G51 | 比例缩放 |
| G01 | 直线插补（切削进给） | G53 | 选择机床坐标系 |
| G02 | 圆弧插补 CW（顺时针） | G54 | 选择工件坐标系 1 |
| G03 | 圆弧插补 CCW（逆时针） | G55 | 选择工件坐标系 2 |
| G04 | 暂停、准停 | G56 | 选择工件坐标系 3 |
| G12 | 存储行程检测功能接通 | G57 | 选择工件坐标系 4 |
| G13 | 存储行程检测功能断开 | G58 | 选择工件坐标系 5 |
| G15 | 极坐标指令取消 | G59 | 选择工件坐标系 6 |
| G16 | 极坐标指令 | G54.1—G54.50 | 选择附加工件坐标系 |
| G17 | XY 平面选择 | G60 | 单方向定位 |
| G18 | ZX 平面选择 | G61 | 准停方式 |
| G19 | YZ 平面选择 | G62 | 自动拐角倍率 |
| G20 | 英制数据输入 | G63 | 攻丝方式 |
| G21 | 公制数据输入 | G64 | 切削方式 |
| G22 | 逆时针圆内凹槽粗铣 | G65 | 宏程序指令 |
| G23 | 顺时针圆内凹槽粗铣 | G68 | 坐标旋转 |
| G24 | 逆时针方向全圆内精铣循环 | G69 | 坐标旋转取消 |
| G25 | 顺时针方向全圆内精铣循环 | G73 | 高速深孔加工循环 |
| G26 | 逆时针外圆精铣循环 | G74 | 左旋攻丝循环 |
| G27 | 返回参考点检测 | G76 | 精镗循环 |
| G28 | 返回参考点 | G80 | 固定循环取消 |
| G29 | 从参考点返回 | G81 | 钻孔循环（点钻循环） |
| G30 | 返回 2、3、4 参考点 | G82 | 钻孔循环，铰镗循环 |

| | | | |
|-----|--------------|-----|---------------|
| G31 | 跳转功能 | G83 | 排屑钻孔循环 |
| G32 | 顺时针外圆精铣循环 | G84 | 右旋攻丝循环 |
| G33 | 逆时针矩形凹槽粗铣 | G85 | 镗孔循环 |
| G34 | 顺时针矩形凹槽粗铣 | G86 | 镗孔循环 |
| G35 | 逆时针矩形凹槽内精铣循环 | G87 | 背镗孔循环 |
| G36 | 顺时针矩形凹槽内精铣循环 | G88 | 镗孔循环 |
| G37 | 逆时针矩形外精铣循环 | G89 | 镗孔循环 |
| G38 | 顺时针矩形外精铣循环 | G90 | 绝对值编程 |
| G39 | 拐角偏置圆弧插补 | G91 | 增量值编程 |
| G40 | 刀具半径补偿取消 | G92 | 浮动坐标系设定 |
| G41 | 左侧刀具半径补偿 | G94 | 每分进给 |
| G42 | 右侧刀具半径补偿 | G95 | 每转进给 |
| G43 | 正方向刀具长度补偿 | G96 | 恒周速控制（切削速度） |
| G44 | 负方向刀具长度补偿 | G97 | 恒周速控制取消（切削速度） |
| G49 | 刀具长度补偿取消 | G98 | 返回初始平面 |
| G50 | 比例缩放取消 | G99 | 返回到 R 点平面 |

PLC 指令表

| 指令代码 | 功能 | 指令代码 | 功能 | 指令代码 | 功能 |
|----------|-----------|------|---------|------|-----------|
| RD | 读常开触点 | SPE | 子程序结束 | DIFU | 上升沿检测 |
| RD. NOT | 读常闭触点 | SET | 置位 | DIFD | 下降沿检测 |
| WRT | 输出线圈 | RST | 复位 | COMP | 二进制数比较 |
| WRT. NOT | 输出线圈取反 | JMPB | 标号跳转 | COIN | 一致性比较 |
| AND | 常开触点串联 | LBL | 标号 | MOVN | 数据传送 |
| AND. NOT | 常闭触点串联 | TMR | 定时器 | MOVB | 一个字节的传送 |
| OR | 常开触点并联 | TMRB | 固定定时器 | MOVW | 二个字节的传送 |
| OR. NOT | 常闭触点并联 | TMRC | 任意地址定时器 | XMOV | 二进制变址数据传送 |
| OR. STK | 电路块的并联 | CTR | 二进制计数器 | DSCH | 二进制数据搜索 |
| AND. STK | 电路块的串联 | DEC | 二进制译码 | ADD | 二进制加法 |
| END1 | 第一级顺序程序结束 | COD | 二进制代码转换 | SUB | 二进制减法 |
| END2 | 第二级顺序程序结束 | COM | 公共线控制 | ANDF | 逻辑与 |
| CALL | 调用子程序 | COME | 公共线控制结束 | ORF | 逻辑或 |
| CALLU | 无条件调用子程序 | ROT | 二进制旋转控制 | NOT | 逻辑非 |
| SP | 子程序 | SFT | 寄存器移位 | EOR | 异或 |

1.1.3 气候、环境的适应性

铣床 / 加工中心数控系统贮存运输、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 | ≤998Mi | ≤998Mi |

1.1.4 电源适应能力


铣床 / 加工中心数控系统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 程序的运行

1.2.1 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。在以下情况下，程序运行的顺序或状态会发生变化：

- * 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；
- * 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 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。

1.2.2 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）。

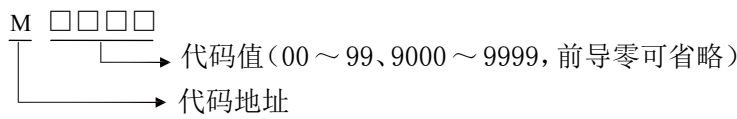
当 G 代码字与其它由 PLC 处理的 M、S、T 代码字在同一个程序段中时，由 PLC 程序（梯形图）决定 M、S、T 代码字与 G 代码字同时执行，或者在执行完 G 代码后再执行 M、S、T 代码字，有关代码字的执行顺序应以机床厂家的说明书为准。

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）。

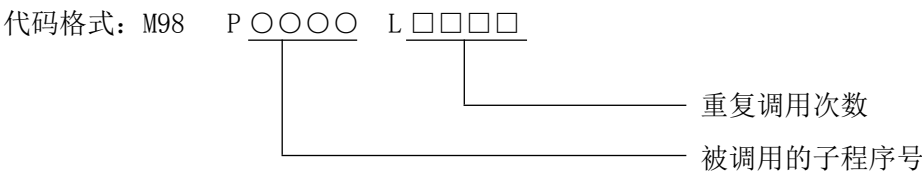
2.1.2 程序运行结束 M30

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）。

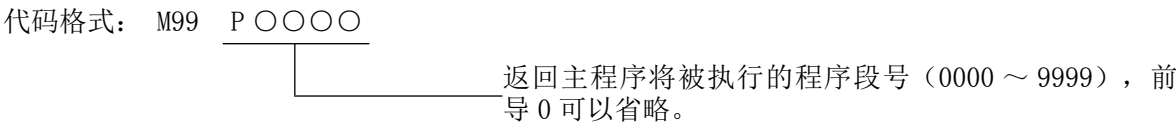
当 CNC 位参数 NO.005 的 BIT4 设为 0 时，光标不回到程序开头；当 CNC 状态参 NO.005 的 BIT4 设为 1 时，程序执行完毕，光标立即回到程序开头。（也可以在中文参数表 [少用参数] 类中找到）

2.1.3 子程序调用 M98



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



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

铣床 / 加工中心数控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）。

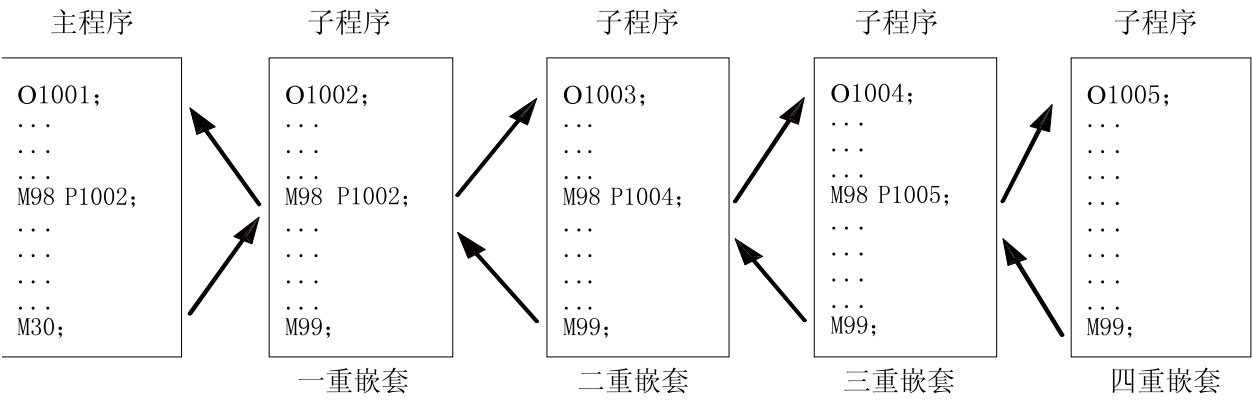


图 2-3 子程序嵌套

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，用于机床控制，M 代码的功能、意义、控制时序及逻辑等请以机床厂家的说明为准。

标准 PLC 梯形图定义的 M 代码


| 代码 | 功能 | 备注 |
|------------------|--------|-----------|
| M00 | 程序暂停 | |
| M01 | 程序选择停 | |
| M03 | 主轴逆时针转 | 功能互锁，状态保持 |
| M04 | 主轴顺时针转 | |
| *M05 | 主轴停止 | |
| M08 | 冷却液开 | 功能互锁，状态保持 |
| *M09 | 冷却液关 | |
| M16 | 主轴刀具松开 | 功能互锁，状态保持 |
| M17 | 主轴刀具夹紧 | |
| M18 | 主轴定向取消 | 功能互锁，状态保持 |
| M19 | 主轴定向 | |
| M28 | 刚性攻丝取消 | 功能互锁，状态保持 |
| M29 | 刚性攻丝 | |
| M32 | 润滑开 | 功能互锁，状态保持 |
| *M33 | 润滑关 | |
| *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《连接调试手册》。

2.1.10 刀具控制 M16、M17

代码格式：M16；

M17;

代码功能：M16：主轴刀具松开；
M17：主轴刀具夹紧。

2. 1. 11 主轴定向 M18、M19

代码格式：M18；
M19；
代码功能：M18：主轴定向取消；
M19：主轴定向。

2. 1. 12 刚性攻丝 M28、M29

代码格式：M28；
M29；
代码功能：M28：刚性攻丝取消；
M29：刚性攻丝。

2. 1. 13 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《连接调试手册》。

2. 1. 14 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《连接调试手册》。

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

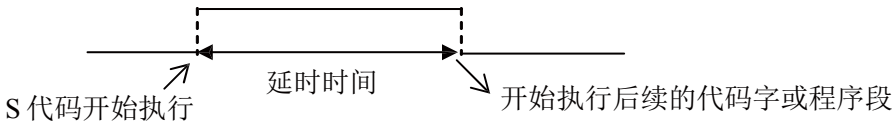
当位参数 NO. 001 的 BIT4 设为 0（也可以在中文参数表〔主轴参数〕类中找到该参数）时主轴转速为开关量控制。一个程序段只能有一个 S 代码，当程序段中出现两个或两个以上的 S 代码时，CNC 出现报警。

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，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 PLC T 参数 NO. 06 设置的时间后返回 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

当状态参数 NO.001 的 BIT4 设为 1 时主轴转速为模拟电压控制（也可以在中文参数表 [主轴参数] 类中找到该参数）。

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（对应数据参数 NO. 210 ~ NO. 213，也可以在中文参数表 [主轴参数] 类中找到该参数）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 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》。

2.3 刀具功能

在地址 T 后指定数值（最多 8 位），用于选择机床上的刀具。

原则上不能在同一个程序段中指令两个以上 T 代码，若设置了同组代码在同一段不报警。

则以后面出现的 T 代码为准，关于地址 T 可指定的位数，以及 T 代码所对应的机床动作请见机床厂的使用说明书。

当移动代码和 T 代码在同一程序段指定时，代码的执行有下面两种方法：

- 1、移动代码和 T 代码同时执行。
- 2、移动代码执行完后再执行 T 代码。

T 代码和换刀代码M06 同段时将先执行T 代码然后再执行换刀代码。如T 代码和换刀代码M06 不同段时，M06 执行上一次程序指定的 T 代码。

如下例程序:

000010;

N10 T2M6; 主轴上的刀为 T2 号刀

N20 M6T3; 主轴上的刀为 T3 号刀

N30 T4; 主轴上的刀为 T3 号刀

N40 M6; 主轴上的刀为 T4 号刀

N50 T5; 主轴上的刀为 T4 号刀

N60 M30

%

执行完换刀程序，主轴上的刀为 T4 号刀。

第三章 G 代码

3.1 准备功能 G 代码的种类

准备功能由 G 代码及后接数字表示，规定其所在的程序段的意义。G 代码有以下两种类型：

表 3-1-1

| 种类 | 意义 |
|----------|-------------------|
| 非模态 G 代码 | 只在被指令的程序段有效 |
| 模态 G 代码 | 在同组其它 G 代码指令前一直有效 |

（例）G01 和 G00 是同组的模态 G 代码

G01 X __ ；
Z _____ ； G01 有效
X _____ ； G01 有效
G00 Z ____； G00 有效

注：具体的系统参数请参考系统参数表

表 3-1-2 G 代码及功能表

| G 代码 | 组别 | 指令形式 | 功能 |
|------|----|-------------------|-----------------|
| *G00 | 01 | G00 X_Y_Z_ | 定位（快速移动） |
| G01 | | G01 X_Y_Z_F_ | 直线插补（切削进给） |
| G02 | | G02 R_ | 圆弧插补 CW(顺时针) |
| G03 | | G03 X_Y_ I_J_ F_； | 圆弧插补 CCW(逆时针) |
| G04 | 00 | G04 P_ 或 G04 X_ | 暂停，准停 |
| G10 | | G10 L_N_P_R_ | 可编程数据输入 |
| *G11 | | G11 | 可编程数据输入方式取消 |
| *G12 | 16 | G12 X_Y_Z_I_J_K_ | 存储行程检测功能接通 |
| *G13 | | G13 | 存储行程检测功能断开 |
| *G15 | 11 | G15 | 极坐标指令取消 |
| G16 | | G16 | 极坐标指令 |

| G 代码 | 组别 | 指令形式 | | | 功能 |
|--------------------|----|---------------------------------|--------|------|-------------------------------|
| *G17 G18 G19 | 02 | 在程序段中写入，用在圆弧插补与刀具半径补偿中。 | | | XY 平面选择 ZX 平面选择 YZ 平面选择 |
| G20 | 06 | 必须在程序开头，坐标系设定之前，单独程序段指定。 | | | 英制数据输入 |
| *G21 | | | | | 公制数据输入 |
| G22 | 09 | G22 X_Y_Z_R_I_L_W_Q_V_D_F_K | | | 逆时针圆内凹槽粗铣 |
| G23 | | G23 X_Y_Z_R_I_L_W_Q_V_D_F_K | | | 顺时针圆内凹槽粗铣 |
| G24 | | G24 X_Y_Z_R_I_J_D_F_K_ | | | 逆时针方向全圆内精铣循环 |
| G25 | | G25 X_Y_Z_R_I_J_D_F_K_ | | | 顺时针方向全圆内精铣循环 |
| G26 | | G26 X_Y_Z_R_I_J_D_F_K_ | | | 逆时针外圆精铣循环 |
| G27 | 00 | G27 | X_Y_Z_ | | 返回参考点检测 |
| G28 | | G28 | | | 返回参考点 |
| G29 | | G29 | | | 从参考点返回 |
| G30 | | G30Pn | | | 返回 2、3、4 参考点 |
| G31 | | G31 | | | 跳转功能 |
| G32 | 09 | G32 X_Y_Z_R_I_J_D_F_K_ | | | 顺时针外圆精铣循环 |
| G33 | | G33 X_Y_Z_R_I_J_L_W_Q_V_U_D_F_K | | | 逆时针矩形凹槽粗铣 |
| G34 | | G33 X_Y_Z_R_I_J_L_W_Q_V_U_D_F_K | | | 顺时针矩形凹槽粗铣 |
| G35 | | G35 X_Y_Z_R_I_J_L_ U_D_F_K_ | | | 逆时针矩形凹槽内精铣循环 |
| G36 | | G36 X_Y_Z_R_I_J_L_ U_D_F_K_ | | | 顺时针矩形凹槽内精铣循环 |
| G37 | | G37 X_Y_Z_R_I_J_L_ U_D_F_K_ | | | 逆时针矩形外精铣循环 |
| G38 | | G38 X_Y_Z_R_I_J_L_ U_D_F_K_ | | | 顺时针矩形外精铣循环 |
| G39 | 00 | G39 I_J_； I_K_； J_K_ 或 G39 | | | 拐角偏置圆弧插补 |
| *G40 | 07 | G17 | G40 | X_Y_ | 刀具半径补偿取消 |
| G41 | | G18 | G41 | X_Z_ | 左侧刀具半径补偿 |
| G42 | | G19 | G42 | Y_Z_ | 右侧刀具半径补偿 |
| G43 | 08 | G43 | | H_Z_ | 正方向刀具长度补偿 |
| G44 | | G44 | | | 负方向刀具长度补偿 |
| *G49 | | G49 | | | 刀具长度补偿取消 |
| *G50 | 12 | G51 | | | 比例缩放取消 |
| G51 | | G51 X_ Y_ Z_ P_ | | | 比例缩放 |
| G53 | 00 | 在程序中写入 | | | 选择机床坐标系 |
| *G54 | 05 | 在程序段中写入，一般放在程序的开始处。 | | | 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 |
| G60 | 00 | G60 X_ Y_ Z_ | | | 单方向定位 |

| G 代码 | 组别 | 指令形式 | 功能 |
|------|----|----------------------|-----------------|
| G61 | 14 | G61 | 准停方式 |
| G62 | | G62 | 自动拐角倍率 |
| G63 | | G63 | 攻丝方式 |
| *G64 | | G64 | 切削方式 |
| G65 | 00 | G65 H_P# i Q# j R# k | 宏程序指令 |
| G68 | 13 | G68 X_ Y_ R_ | 坐标旋转 |
| *G69 | | G69 | 坐标旋转取消 |
| G73 | 09 | G73 X_Y_Z_R_Q_F_; | 高速深孔加工循环 |
| G74 | | G74 X_Y_Z_R_P_F_; | 左旋攻丝循环 |
| G76 | | G76 X_Y_Z_R_P_F_K_; | 精镗循环 |
| *G80 | | 在程序段中随其它程序写入 | 固定循环取消 |
| G81 | | G81 X_Y_Z_R_F_; | 钻孔循环（点钻循环） |
| G82 | | G82 X_Y_Z_R_P_F_; | 钻孔循环（镗孔循环） |
| G83 | | G83 X_Y_Z_R_Q_F; | 排屑钻孔循环 |
| G84 | | G84 X_Y_Z_R_P_F_; | 右攻丝循环 |
| G85 | | G85 X_Y_Z_R_F_; | 镗孔循环 |
| G86 | | G86 X_Y_Z_R_F_; | 镗孔循环 |
| G87 | | G87 X_Y_Z_R_Q_P_F_; | 背镗孔循环 |
| G88 | | G88 X_Y_Z_R_P_F_; | 镗孔循环 |
| G89 | | G89 X_Y_Z_R_P_F_; | 镗孔循环 |
| *G90 | 03 | 在程序段中写入 | 绝对值编程 |
| G91 | | | 增量值编程 |
| G92 | 00 | G92 X_Y_Z_ | 浮动坐标系设定 |
| *G94 | 04 | G94 | 每分进给 |
| G95 | | G95 | 每转进给 |
| G96 | 15 | G96 S_ | 恒周速控制（切削速度） |
| *G97 | | G97 S_ | 恒周速控制取消（切削速度） |
| *G98 | 10 | 在程序段中写入 | 在固定循环中返回初始平面 |
| G99 | | | 在固定循环中返回到 R 点平面 |

注：1、若模态指令与非模态指令同段，则以非模态指令优先，同时根据同段中其它模态指令改变相应模态，但不执行它们。

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

3、00 组的 G 代码除了 G10、G11、G92 外，都是非模态 G 代码。

4、如果使用了 G 代码一览表中未列出的 G 代码，则出现报警，或指令了不具有的选择功能的 G 代码，也报警。

5、在同一个程序段中可以指令几个不同组的 G 代码，原则上不能在同一个程序段中指令两个以上的同组 G 代码，若设置了同组指令在同一段不报警，则以后面出现的 G 代码为准。

6、01 组和 09 组 G 指令同段时，将以 01 组为准。在固定循环模式中，如果指令了 01 组的 G 代码，固定循环则自动被取消，变成 G80 状态。

7、G 代码根据类型的不同，分别用各组号表示。由位参数 NO：46#1 ～ 7 和 NO：47#0 ～ 7 设定复位或急停时是否清除各组 G 代码。

8、旋转缩放指令和 01 组或 09 组指令同段时将以旋转缩放指令为准，同时改变 01 或 09 组的模态。旋转缩放指令和 00 组指令同段时系统将报警。

3.2 简单 G 代码

3.2.1 快速定位 G00

指令格式： G00 X_Y_Z_

功能：G00 指令，刀具以快速移动速度移动到用绝对值指令或增量值指令指定工件坐标系中的位置。

用位参数 NO：14#0 设定，选择以下两种刀具轨迹之一（如图 3-2-1-1）

- 1. 直线插补定位：刀具轨迹与直线插补（G01）相同，刀具以不超过每轴的快速移动速度，在最短的时间内定位。
- 2. 非直线插补定位：刀具分别以每轴的快速移动速度定位，刀具轨迹一般不是直线（定位效率较高）。

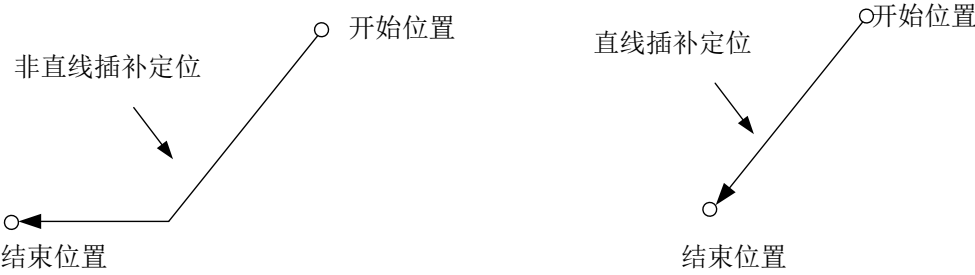


图 3-2-1-1

说明：

- 1. 执行 G00 后，系统把当前刀具移动方式的模态改为 G00 方式。通过改变系统位参数 NO：48#0 的值，可以设定接通电源时系统默认的模式是 G00（参数值为 0 时）还是 G01（参数值为 1 时）。
- 2. 不指定定位参数刀具不移动，系统只改变当前刀具移动方式的模态为 G00。
- 3. G00 与 G0 是等效格式。
- 4. X、Y、Z 轴 G0 速度由数据参数 P90 ～ P92 设定。

限制：

快速移动速度由参数设定，如在 G0 指令中设置 F 速度，为后面加工段的切削进给速度。

例如：

G0 X0 Y10 F800； 采用系统参数设定的速度快速进给

G1 X20 Y50； 采用 F800 的进给速度

快速进给速度用操作面板上的按键调整（如图 3-2-1-2）F0，25，50，100%；F0 对应的速度是由数据参数 P85 设定，各轴通用。

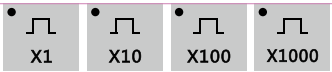


图 3-2-1-2 快速进给倍率按键

注意：编程时注意工作台和工件位置，以防撞刀。

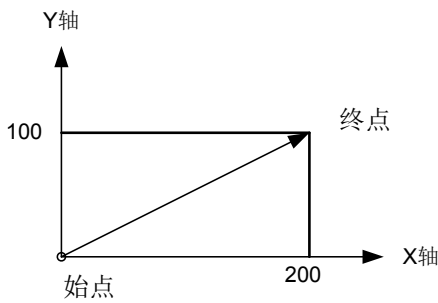
3.2.2 直线插补 G01

指令格式： G01 X_ Y_ Z_ F_

指令功能：刀具以参数 F 指定的进给速度（毫米 / 分）沿直线移动到指定的位置。

指令说明：

- 1. X_ Y_ Z_ 为终点坐标值。
- 2. F 指定的进给速度，直到新的 F 值被指定之前一直有效。用 F 代码指令的进给速度是沿着直线轨迹插补计算出的，如果在程序中 F 代码不指令，进给速度采用系统上电时默认的 F 值进给。（设置见数据参数 P83）。



G01 X200 Y100 F200 ;

注：各轴方向的速度如下：
G01 Xα Yβ Zγ Ff ;
在这个程序段中：

X 轴方向的速度： $F_x = \frac{\alpha}{L} \times f$

Y 轴方向的速度： $F_y = \frac{\beta}{L} \times f$

Z 轴方向的速度： $F_z = \frac{\gamma}{L} \times f$

$L = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}$

图 3-2-2-1

注意事项：

- 1、除 F 外的指令参数均为定位参数。用数据参数 P86 可以设定切削进给速度 F 的上限值。实际的切削速度（使用倍率后的进给速度）如果超过了上限值，则被限制在上限值。单位为 mm/min。用数据参数 P87 可以设定切削进给速度 F 的下限值。实际的切削速度（使用倍率后的进给速度）如果低于限值，则被限制在下限值。单位为 mm/min。
- 2、当 G01 后不指定定位参数时刀具不移动，系统只改变当前刀具移动方式的模态为 G01。通过改变系统位参数 N0:48#0 的值，可以设定接通电源时系统默认的模式是 G00（参数值为 0 时）还是 G01（参数值为 1 时）。

3.2.3 圆弧（螺旋）插补 G02/G03

A、圆弧插补 G02/G03

G02 与 G03 规定：

平面内圆弧插补即在指定平面内完成由起点到终点按指定旋向及半径（或圆心）运行的圆弧轨迹。由于已知起点和终点，并不能完全确定圆弧的轨迹，所以需要给出：

- * 圆弧的旋转方向（G02，G03）
- * 圆弧插补的平面（G17、G18、G19）
- * 圆心坐标或半径，由此引出两种代码指令格式，圆心坐标 I、J、K 或半径 R 编程。

只有上述三点全部确认才能在坐标系内进行插补运算。

用下面的指令可以进行圆弧插补，刀具可以沿着圆弧运动，如下所示：

XY 平面的圆弧

G17 G02 X_Y_ R_ F_ ;
G03 X_Y_ I_J_ F_ ;

ZX 平面的圆弧

G18 G02 X_Z_ R_ F_ ;
G03 X_Z_ I_K_ F_ ;

YZ 平面的圆弧

G19 G02 Y_Z_ R_ F_ ;
G03 Y_Z_ J_K_ F_ ;

表 3-2-3-1

| 项目 | 指 定内容 | 命令 | 意义 |
|----|--------|------------|---------------|
| 1 | 平面指定 | G17 | XY 平面圆弧指定 |
| | | G18 | ZX 平面圆弧指定 |
| | | G19 | YZ 平面圆弧指定 |
| 2 | 回转方向 | G02 | 顺时针转 CW |
| | | G03 | 逆时针转 CCW |
| 3 | G90 方式 | X、Y、Z 中的两轴 | 工件坐标系中的终点位置坐标 |
| | 终点位置 | X、Y、Z 中的两轴 | 终点相对始点的坐标 |
| 4 | G91 方式 | I、J、K 中的两轴 | 圆心相对起点的位置坐标 |
| | 圆弧半径 | R | 圆弧半径 |
| 5 | 进给速度 | F | 圆弧的切线速度 |

所谓顺时针和逆时针是指在右手直角坐标系中，对于XY平面（ZX平面，YZ平面）从Z轴（Y轴，X轴）的正方向往负方向看而言（如图3-2-3-1）

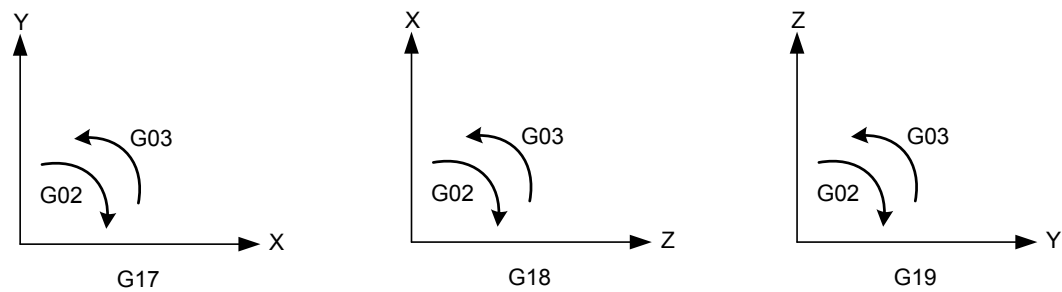


图 3-2-3-1

设置位参数 N0：48#1、#2、#3 号可以指定开机时缺省的平面模态信息。

用参数 X、Y 或 Z 指定圆弧的终点。对应于 G90 指令的是用绝对值表示，对应于 G91 的是用增量值表示，增量值是终点相对始点的坐标。圆弧中心用参数 I、J、K 指定，它们分别对应于 X、Y、Z。I、J、K 参数值无论是在绝对方式 G90 还是相对方式 G91 下，都是圆心相对圆弧起点的坐标（简单的可理解为临时以起点为坐标原点，圆心所在的坐标），是含符号的增量值。（如图 3-2-3-2）：

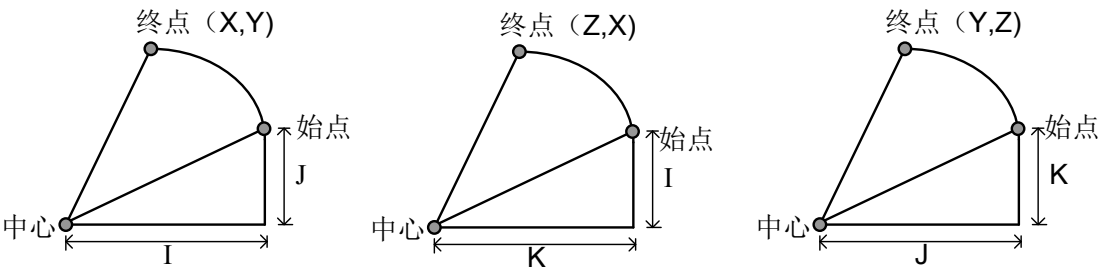


图 3-2-3-2

I，J，K 根据圆心相对与起点方向带有符号。圆弧中心除用 I，J，K 指定外，还可以用半径 R 来指定。如下：

```
G02 X_ Y_ R_ ;
G03 X_ Y_ R_ ;
```

1、此时可画出下面两个圆弧，大于 180° 的圆和小于 180° 的圆。对于大于 180° 的圆弧则半径用负值指定。

（例如图 3-2-3-3）

- ① 的圆弧小于 180° 时
G91 G02 X60 Y20 R50 F300 ;
- ② 的圆弧大于 180° 时
G91 G02 X60 Y20 R-50 F300 ;

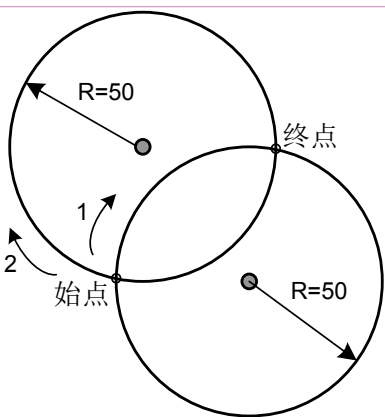


图 3-2-3-3

2. 对于等于 180° 的圆弧可用 I、J、K 也可用 R 编程：

```
例：      G90 G0 X0 Y0; G2 X20 I10 F100;
          等同于      G90 G0 X0 Y0; G2 X20 R10 F100
          或            G90 G0 X0 Y0; G2 X20 R-10 F100
```

注意：对于 180° 的圆弧 R 的正负值不影响圆弧的运行轨迹。

3. 对于等于 360° 的圆弧只能使用 I、J、K 编程。
（程序的实例）：

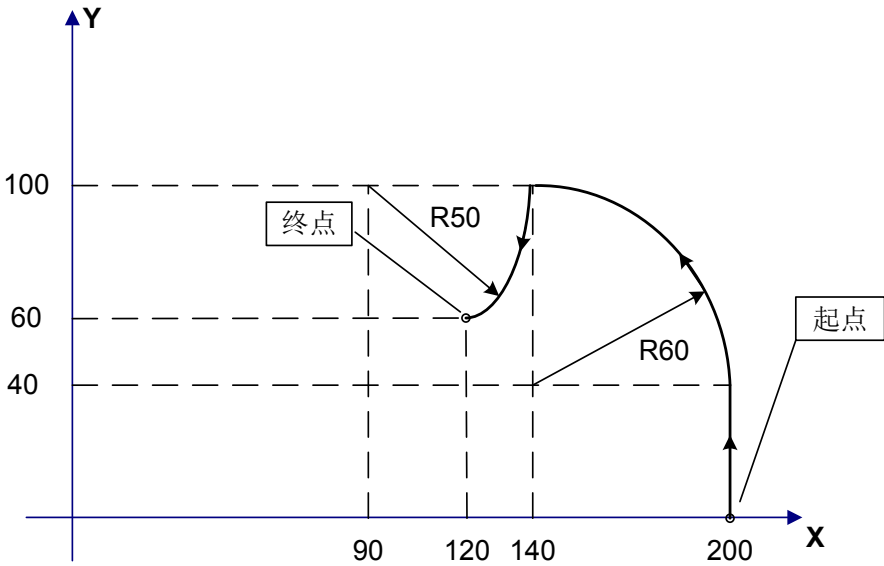


图 3-2-3-4

图 3-2-3-4 的刀具轨迹编程如下

1. 绝对值编程

```
G90 G0 X200 Y40 Z0;  
G3 X140 Y100 R60 F300;  
G2 X120 Y60 R50;  
或  
G0 X200 Y40 Z0;  
G90 G3 X140 Y100 I-60 F300;  
G2 X120 Y60 I-50;
```

2. 增量值编程

```
G0 G90 X200 Y40 Z0;  
G91 G3 X-60 Y60 R60 F3000;  
G2 X-20 Y-40 R50;  
或  
G0 G90 X200 Y40 Z0;  
G91 G3 X-60 Y60 I-60 F300;  
G2 X-20 Y-40 I-50;
```

限制：

- 1、如果程序同时指定地址 I，J，K 和 R 时，以地址 R 指定的圆弧优先，其它被忽略。
- 2、如果圆弧半径参数与从起点到圆弧中心的参数都没有指定，系统将报警。
- 3、如果要插补整圆，只可通过指定从起点到圆弧中心的参数 I，J，K 的形式，而不能采取指定 R 的形式。
- 4、注意在进行圆弧插补时，对坐标平面的选择设置。
- 5、如果 X, Y, Z 全都省略，即起点和终点位置相同，并且指定 R 时（如：G02R50;），刀具不移动。

B、螺旋线插补

指令格式：G02/G03

在XY平面上的圆弧

$$G17 \begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} \quad X_p_Y_p_Z_p_ \quad \begin{Bmatrix} I_J_ \\ R_ \end{Bmatrix} \quad F_$$

在ZX平面上的圆弧

$$G18 \begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} \quad X_p_Y_p_Z_p_ \quad \begin{Bmatrix} I_K_ \\ R_ \end{Bmatrix} \quad F_$$

在YZ平面上的圆弧

$$G19 \begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} \quad X_p_Y_p_Z_p_ \quad \begin{Bmatrix} J_K_ \\ R_ \end{Bmatrix} \quad F_$$

图 3-2-3-5

功能：使刀具以参数 F 指定的进给速度从当前点以螺旋的轨迹移动到指定的位置。

说明：

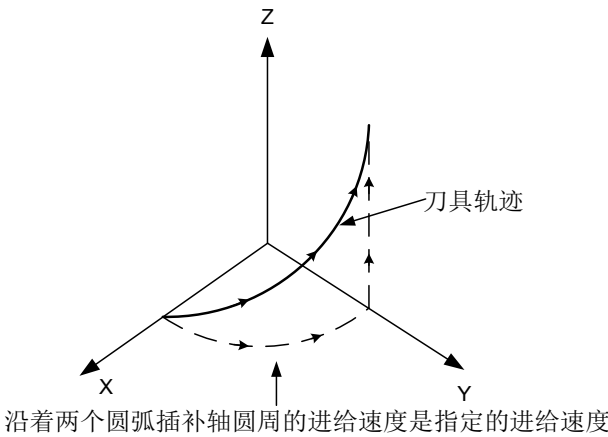


图 3-2-3-6

指令参数前两位为定位参数。参数字为当前平面内的两个轴的轴号 (X，Y 或者 Z)。这两个定位参数指定刀具在当前平面内应移动到的位置。指令参数第三位的参数字为除圆弧插补轴外的直线轴。其参数值为螺旋的高度。其他指令参数的具体含义和限制相同于圆弧插补。

如果系统根据给定的指令参数无法加工出圆，则系统返回出错信息。执行后系统把当前刀具移动方式的模态改为 G02/G03 方式。

沿着两个圆弧插补轴圆周的进给速度是指定的

指令方法只是简单地加上一个不是圆弧插补轴的移动轴，F 指令指定沿圆弧的进给速度。因此直线轴的进给速度如下：

$$F_C = F \times \frac{\text{直线轴的长度}}{\text{圆弧的长度}}$$

确定进给速度使直线轴的进给速度不超过任何限制值。

限制：注意在进行螺旋插补时，对坐标平面的选择设置。

3. 2. 4 绝对值 / 增量编程 G90/G91

指令格式：G90/G91

功能：作为指令轴移动量的方法，有绝对值指令和增量值指令两种方法。绝对值指令是用轴移动的终点位置的坐标值进行编程的方法。增量值指令是用轴的相对移动量直接编程的方法。增量值与所在的坐标系无关系，只需给出终点位置相对于起点位置的运动方向和距离即可。绝对值指令和增量值指令分

别用 G90 和 G91。

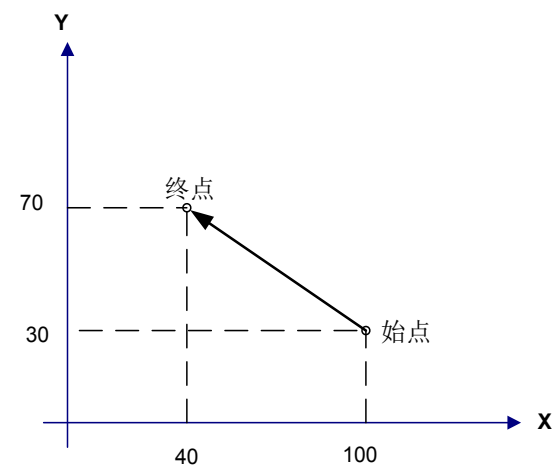


图 3-2-4-1

图 3-2-4-1 中的从始点到终点的移动，用绝对值指令 G90 编程和增量值指令 G91 编程的情况如下：

```
G90 G0 X40 Y70 ;  
或 G91 G0 X - 60 Y40 ;
```

两种方式都可完成同样的动作，操作者可根据需要灵活使用。

说明：

- * 无指令参数。可随其它指令写入程序段。
- * G90 与 G91 为同组的模态值，即在指定为 G90 时，在未指定 G91 之前，均为 G90 方式（默认方式），对于 G91，在未指定 G90 方式之前，均有效。

系统参数：

设置位参数 N0：48#4 可以指定开机时缺省的定位参数是 G90 方式（参数为 0 时）还是 G91 方式（参数为 1 时）。

3.2.5 暂停 (G04)

指令格式：G04 X_ 或 P_

功能：G04 执行暂停操作，按指定的时间延时执行下个程序段。另外在切削方式，G64 方式中为进行准确停止检查，可以指定暂停。

表 3-2-5-1

| | | | |
|-----|---|----------------|--------|
| G04 | X | 0 ~ 9999.999 | X 对应秒 |
| | P | 0 ~ 99999.9999 | P 对应毫秒 |

说明：

- 1、G04 为非模态指令，只在当前行有效。
- 2、当 X、P 参数同时出现时，X 值有效。
- 3、X、P 值设为负值时，将报警。
- 4、当 X、P 都不指定时，系统不执行暂停。

3.2.6 单方向定位 (G60)

指令格式：G60 X_ Y_ Z_

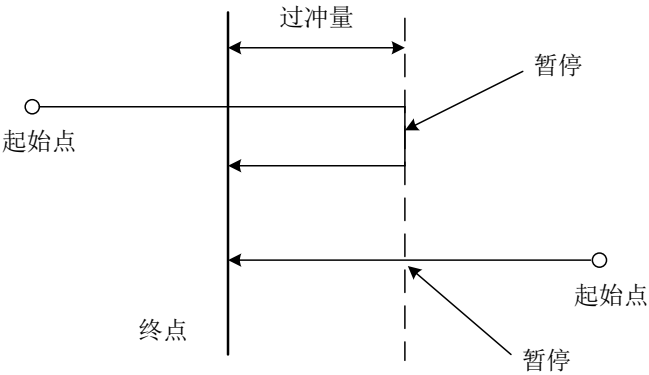


图 3-2-6-1

功能：为消除机床反向间隙而要精确定位时，可以使用 G60 从一个方向的准确定位。

说明：

G60 为非模态 G 代码（可由位参 N0:52#2 设定是否为模态值），仅在指定的程序段中有效。

参数 X、Y 和 Z，在绝对值编程时，表示终点的坐标值，在增量值编程时，表示刀具移动的距离。在刀具偏置下，使用单方向定位时，单方向定位的轨迹是刀具补偿后的轨迹。

上图中，标记的过冲量可以通过系统参数 P351，P352，P353，P354，P355 来设定，暂停时间可以通过 P350 来设定，定位的方向可通过设置的过冲量的正负来确定，具体情况请参考系统参数。

例 1：

```
G90 G00 X-10 Y10;  
G60 X20 Y25; (1)
```

若在系统参数为 P350=1、P351=-8、P352=5；的情况下，则对 (1) 语句，刀具的轨迹为 AB → 暂停 1s → BC

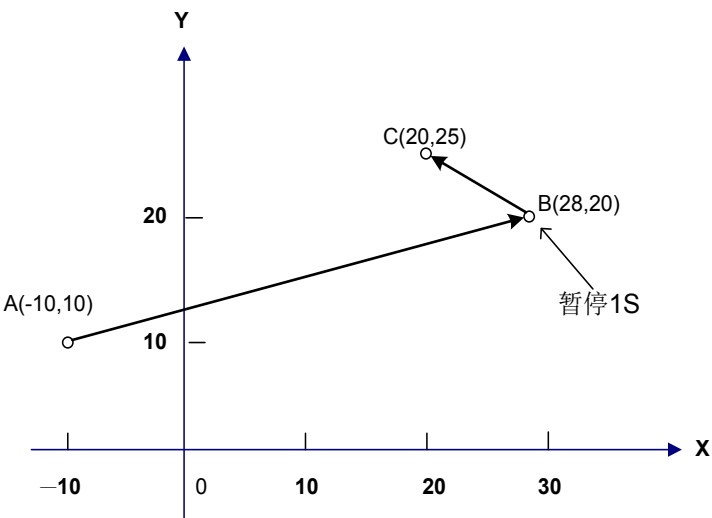


图 3-2-6-2

系统参数：

表 3-2-6-1

| | |
|------|------------------------|
| P350 | 单方向定位时的暂停时间（单位：s） |
| P351 | X 轴单向定位方向和超程量（单位：mm） |
| P352 | Y 轴单向定位方向和超程量（单位：mm） |
| P353 | Z 轴单向定位方向和超程量（单位：mm） |
| P354 | 4TH 轴单向定位方向和超程量（单位：mm） |
| P355 | 5TH 轴单向定位方向和超程量（单位：mm） |

注：1、数参 P351 ~ P354 的符号表示单方向定位的方向，参数的值表示超程量。
2、超程量 >0，定位方向为正方向。
3、超程量 <0，定位方向为负方向。
4、超程量 =0，不进行单方向定位。

3.2.7 系统参数的在线更改 (G10)

功能说明：该功能用于在程序中设定或修改螺距误差补偿、刀具半径、长度偏移量，外部零点偏移量，工件零点偏移量，附加工件零点偏移量，数参，位参等的值。

指令格式：

G10 L50 N_P _R_； 设定或修改位参
G10 L51 N_ R_； 设定或修改数参
G11； 取消参数输入方式

参数定义：

N：参数号。要修改的参数序号。
P：参数位号。要修改的参数位号。
R：修改值。用于指定参数修改后的值。

还可以通过下列指令进行修改指定值，详细说明参考相关章节：

G10 L2 P_X_Y_Z_A_B_； 设定或修改外部零点偏移量或工件零点偏移量
G10 L10 P_R_； 设定或修改长度偏移量
G10 L11 P_R_； 设定或修改长度磨损值
G10 L12 P_R_； 设定或修改半径偏移量
G10 L13 P_R_； 设定或修改半径磨损值
G10 L20 P_X_Y_Z_A_B_； 设定或修改附加工件零点偏移量

注：1、在参数输入方式下，除注释性语句，不能指定其它的 NC 语句。
2、G10 程序段中必须单独指令，否则出现报警，使用 G10 后切记要用 G11 取消参数输入方式，以免影响程序正常使用。
3、G10 修改的参数值，必须满足系统参数的范围，如果不满足将报警
4、运行 G10 前必须取消固定循环的模式指令，否则系统会报警
5、需要断电重启才有效的参数均不能用 G10 修改。

3.2.8 工件坐标系 G54 ~ G59

指令格式：G54 ~ G59

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。

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、开机时系统显示断电前执行过的工件坐标系 G54 ~ G59 或附加工件坐标系。。

4、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（10，10，10）
G55 的坐标系原点对应的机床坐标为（30，30，30）

顺序执行程序时，终点的绝对坐标与机床坐标显示如下：

表 3-2-8-1

| 程序 | 绝对坐标 | 机床坐标 |
|--------------------|--------------|---------------|
| G0 G54 X50 Y50 Z50 | 50, 50, 50 | 60, 60, 60 |
| G55 X100 Y100 | 100, 100, 30 | 130, 130, 60 |
| X120 Z80 | 120, 100, 80 | 150, 130, 110 |

5、可以用 G10 改变外部工件零点偏移值或工件零点偏移值。方法如下：

用指令 G10 L2 Pp X_Y_Z_

P=0：外部工件零点偏移值（基偏移量）。

P=1 到 6：工件坐标系 1 到 6 的工件零点偏移。

X_Y_Z_：对于绝对值指令（G90），为每个轴的工件零点偏移值。

对于增量值指令（G91），为每轴加到设定的工件零点的偏移量（加的结果为新的工件零点偏移）。

用 G10 指令，各工件坐标系可以分别改变。

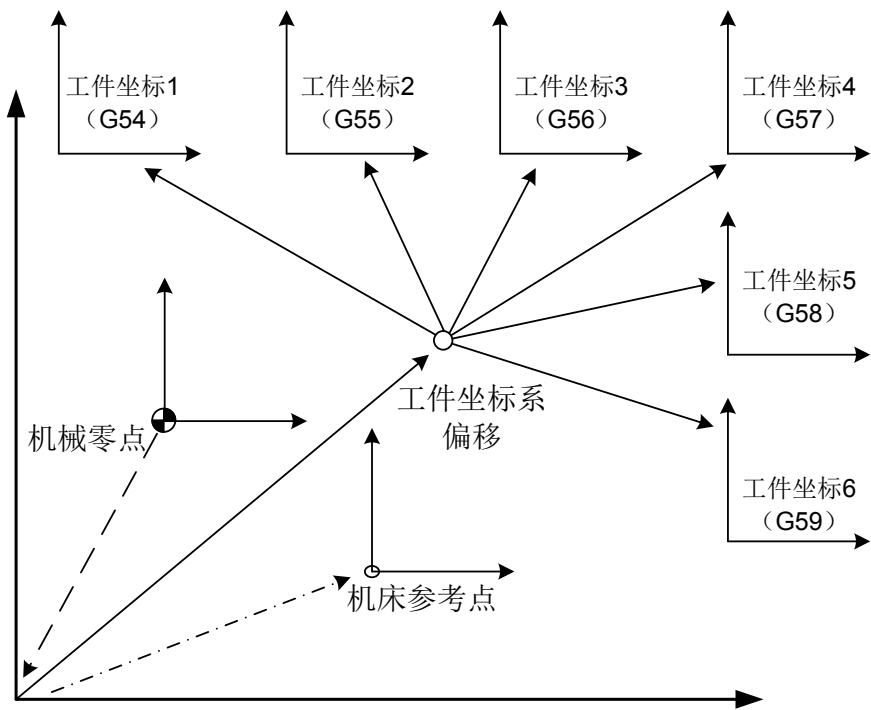


图 3-2-8-1

由上图 3-2-8-1 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。工件坐标系偏移数据参数 P260 ~ 264 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数据参数 P265 ~ P294 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。

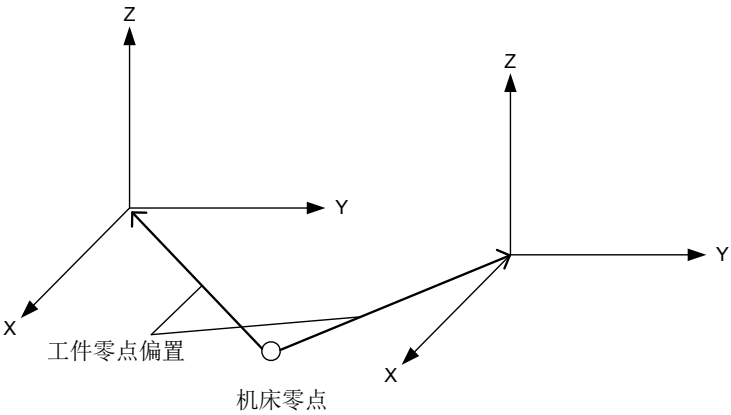


图 3-2-8-2

例：N10 G55 G90 G00 X100 Y20;
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，Y=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）。

3.2.9 附加工件坐标系

系统除了 6 个工件坐标系（G54 到 G59 坐标系），还可使用 48 个附加工件坐标系。

指令格式：G54 Pn

Pn：指定附加工件坐标系的代码。Pn 的范围是 1 ~ 48。

如：附加坐标系：G54.1，加工程序编辑调用格式为：G54 P1，其它同理。

附加工件坐标系的设置和限制与工件坐标系 G54 ~ G59 一致。

在附加工件坐标系中可以用 G10 设定工件零点偏移值。方法如下：

指令：G10 L20 Pn X_Y_Z_;

n=1 到 50：附加工件坐标系代码。

X_Y_Z_：设定工件零点偏移的轴地址和偏移值。

对于绝对值指令（G90），指定值是新的偏移值。

对于增量值指令（G91），指定值与当前的偏移值相加，获得新的偏移量。

用 G10 指令，各工件坐标系可以分别改变。

附加工件坐标系的 P 地址与含有 P 地址的其它指令同段时，共用一个 P 地址。

3.2.10 选择机床坐标系 G53

指令格式: G53 X_ Y_ Z_

功能: 将刀具快速定位到机床坐标系下对应的坐标处。

说明:

- 1、当 G53 在程序内使用，其后的指令坐标应为机床坐标下的坐标值，机床将快速定位到指定的位置。
- 2、G53 为非模态指令，只在当段有效。且不影响之前定义的坐标系。

限制:

选择机床坐标系 G53

当指令机床坐标系上的位置时，刀具快速移动到该位置。用于选择机床坐标系的 G53 是非模态 G 代码；即它仅在指令机床坐标系的程序段有效。对 G53 应指定绝对值 G90，当增量值方式下（G91）时指定 G53，G91 被忽略（G53 仍然以 G90 方式，但不改变 G91 方式的模态）。可指令刀具移动到机床的特殊位置，例如，换刀位置可以用 G53 编制移动程序定位到该点。

注：当指定 G53 时，将暂时取消刀具半径补偿和刀具长度偏置，并在下一程序段恢复。

3.2.11 浮动坐标系 G92

指令格式: G92 X_ Y_ Z_

功能: 设置浮动工件坐标系。3 个指令参数指定当前刀具在新的浮动工件坐标系下的绝对坐标值。该指令不会产生运动轴的移动。

说明:

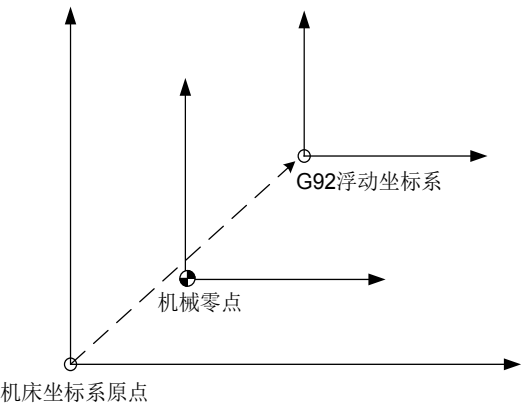


图 3-2-11-1

- 1、如图 3-2-11-1 所示，G92 浮动坐标系对应的原点为机床坐标系下的值，与工件坐标系没有关系，是在机床回机械零点后才能建立的。

对于 G92 设定后的有效性在以下情况前有效：

- 1) 系统断电前
- 2) 调用工件坐标系前
- 3) 机床回零操作前

G92 浮动坐标系通常用于临时工件加工时的找正，因断电后将丢失。通常运行在程序开始处或自动运行程序之前 MDI 方式下指令 G92。

2、确定浮动坐标系的方法有以下两种：

- 1) 以刀尖定坐标系：

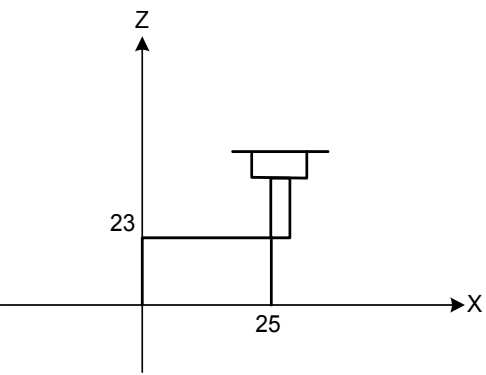


图 3-2-11-2

如图 3-2-11-2 所示，G92 X25 Z23，将刀尖所在的位置作为浮动坐标系下（X25，Z23）点。

- 2) 以刀柄上的某一固定点为基准定坐标系：

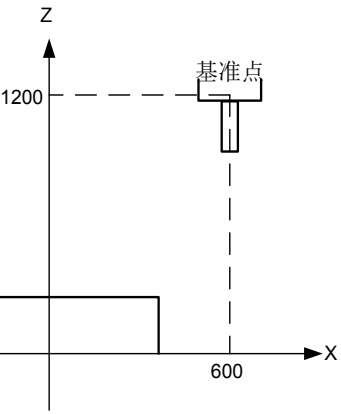


图 3-2-11-3

如图 3-2-11-3 所示，利用 G92 X600 Z1200；指令进行坐标系设定（以刀柄上某基准点为起刀点时）。把刀柄上某一基准点作为起点，如果按程序中的绝对值指令运动，则基准点移到被指令的位置，必须加

刀具长度补偿，其值为基准点到刀尖的差。

注：1、如果在刀偏中用 G92 设定坐标系，则对刀具长度补偿来说是没有加刀偏前，用 G92 设定的坐标系。
2、对于刀具半径补偿，用 G92 指令时要取消刀偏。

限制：
设置浮动坐标系后，第一个固定循环指令必须以完整的格式出现，不然将出现走刀不正确。

3.2.12 平面选择 G17/G18/G19

指令格式：G17/G18/G19

功能：对圆弧插补，刀具半径补偿或钻孔、镗孔时，需要进行平面选择。此时通过 G17/G18/G19 进行选择平面。

说明：无指令参数，开机时系统默认为 G17 平面。也可以设置位参数 N0：48#1、#2、#3 来决定开机后系统默认的平面。指令与平面对应关系：

- G17-----XY 平面
- G18-----ZX 平面
- G19-----YZ 平面

G17, G18, G19 在没被指令的程序段里，平面不发生变化。
例：G18 X_ Z_； ZX 平面
G0 X_ Y_； 平面不变 (ZX 平面)
另外，移动指令与平面选择无关。例如，在下面这条指令情况下，Y 轴不存在 ZX 平面上，Y 轴移动与 ZX 平面无关。
G18Y_；
提示：目前只支持 G17 平面下的固定循环，在进行编程时，为规范或严格起见，最好在相应程序段中明确指定平面，尤其是在多人共用同一系统的情况下。这样能避免因编程错误而引起意外或异常。

3.2.13 极坐标开始 / 取消 G16/G15

指令格式：G16/G15

功能：
G16 指定定位参数的极坐标表示方式的开始。
G15 指定定位参数的极坐标表示方式的取消。
说明：
无命令参数。
设置 G16，可以使坐标值用极坐标半径和角度输入。角度的正向是所选平面的第 1 轴正向的逆时针转向，而负向是顺时针转向。半径和角度两者可以用绝对值指令或增量值指令（G90，G91）。

G16 出现后，刀具移动命令的定位参数第一轴表示极坐标系下的极径，第二轴表示极坐标系下的极角。设置 G15，则可以取消极坐标方式，使坐标值返回到用直角坐标输入。

对于极坐标原点的规定：
1、在 G90 绝对方式下，用 G16 方式指令时，工件坐标系零点为极坐标原点。

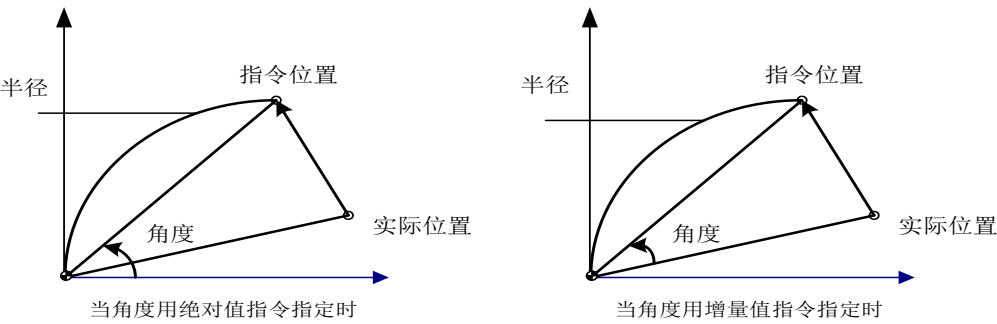


图 3-2-13-1

2、在 G91 增量方式下，用 G16 方式指令时，则是采用当前点为极坐标原点。
例：螺栓孔圆（工件坐标系的零点被设作极坐标的原点，选择 X—Y 平面）

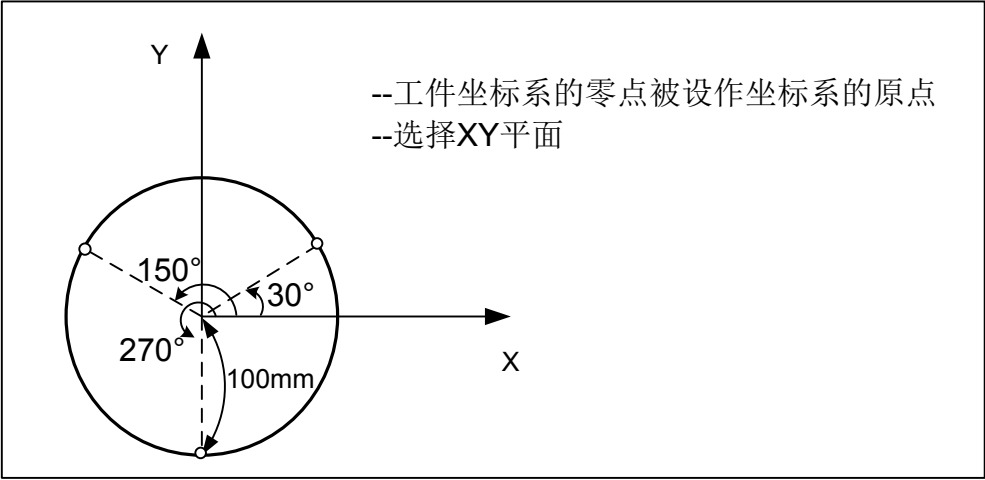


图 3-2-13-2

用绝对值指定角度和半径
G17 G90 G16； 指定极坐标指令和选择 XY 平面，设定工件坐标系的零点作为极坐标系的原点
G81 X100 Y30 Z-20 R -5 F200； 指定 100mm 的距离和 30 度的角度
Y150； 指定 100mm 的距离和 150 度的角度
Y270； 指定 100mm 的距离和 270 度的角度
G15 G80； 取消极坐标指令

用增量值指令角度，用绝对值指令极径
G17 G90 G16； 指定极坐标指令和选择 XY 平面， 设定工件坐标系的零点作为极坐标系的原点

```
G81 X100 Y30 Z-20 R -5 F200;    指定 100mm 的距离和 30 度的角度
G91 Y120;                        指定 100mm 的距离和 150 度的角度
Y120;                            指定 100mm 的距离和 270 度的角度
G15 G80;                        取消极坐标指令
```

此外,在用极坐标编程时,应注意对当前坐标平面的设置。极坐标平面与当前坐标平面是相关的,例如, G91 下, 如果当前坐标平面为 G17, 则以当前刀具位置的 X,Y 轴分量为原点。如果当前坐标平面为 G18, 则以当前刀具位置的 Z,X 轴分量为原点。

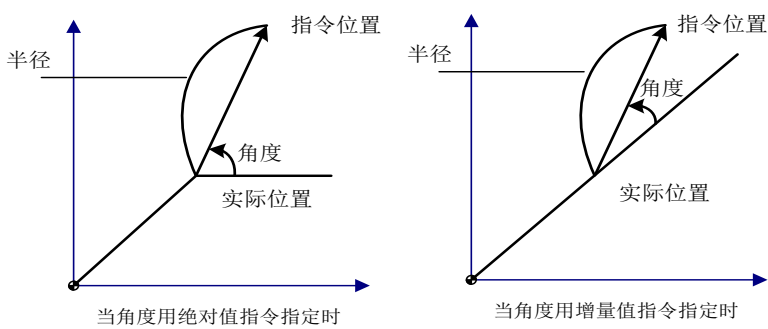


图 3-2-13-3

G16 之后第一个孔循环命令的定位参数若没有进行指定, 则系统以刀具当前所在的位置作为孔循环的默认定位参数。目前极坐标后第一条固定循环指令必须完整, 否则, 走刀不正确。

G16 之后, 除孔循环外, 刀具移动命令定位参数的参数字与具体的平面选择模态有关。在使用 G15 指令取消极坐标后, 紧跟移动指令时, 则默认当前刀具所在位置为此移动指令的起始点。

3. 2. 14 平面内的缩放 G51/G50

```
指令格式:
G51 X_ Y_ Z_ P_ (X.Y.Z: 比例缩放中心坐标值的绝对值指令, P: 各轴以相同的比例进行缩放)
...          缩放的加工程序段
G50          比例缩放取消
或者 G51 X_ Y_Z_ I_ J_ K_ (各轴分别以不同的比例 (I、J、K) 进行缩放)
...          缩放的加工程序段
G50          比例缩放取消
```

功能: G51 使编程的形状以指定位置为中心, 放大和缩小相同或不同的比例。需要指出的是, G51 需以单独的程序段进行指定 (否则可能出现意想不到的状况, 造成工件损坏和人员伤害), 并以 G50 取消。

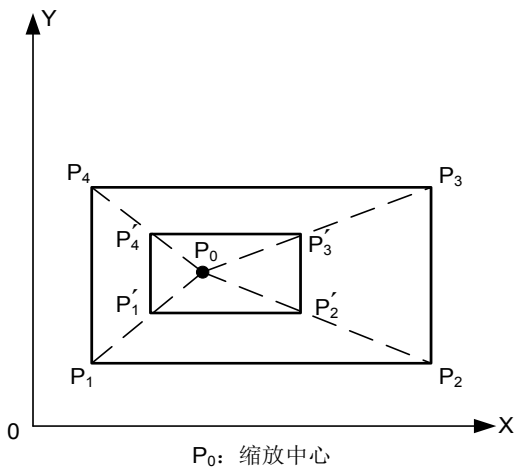


图 3-2-14-1 比例缩放 (P1P2P3P4 → P1' P2' P3' P4')

说明:

1、缩放中心: G51 可以带 3 个定位参数 X_Y_Z_, 为可选参数。定位参数用以指定 G51 的缩放中心。如果不指定定位参数, 系统将刀具当前位置设为比例缩放中心。不论当前定位方式为绝对方式还是增量方式, 缩放中心都是以绝对定位方式指定。此外, 在极坐标 G16 的方式下, G51 指令中的参数也是以直角坐标系表示的。

```
例:      G17 G91 G54 G0 X10 Y10;
          G51 X40 Y40 P2;      增量方式, 缩放中心仍然为 G54 坐标系下的绝对坐标 (40, 40)
          G1 Y90;              参数 Y 仍然采用增量方式
```

2、缩放比例: 不论当前为 G90 还是 G91 方式, 缩放的比例总是以绝对方式表示。缩放比例除了在程序中指定外, 还可以在参数中设定, 数据参数 P345 ~ 347 分别对应 X、Y、Z 的缩放倍率, 如无缩放倍率指令时用数据参数 P344 设定值进行缩放。

如果指定参数 P 或 I、J、K 的参数值为负值, 则相应轴进行镜像。

3、缩放设置: 位参数 N0: 43#2 设定 X 轴缩放是否有效, 位参数 N0: 43#3 设定 Y 轴缩放是否有效, 位参数 N0: 43#4 设定 Z 轴缩放是否有效, 位参数 N0: 43#7 设定各轴缩放倍率指定方式 (0: 各轴用 P 指令; 1: 各轴用 I、J、K 指令)。

4、缩放取消: 在使用 G50 指令取消比例缩放后, 紧跟移动指令时, 则默认取消坐标缩放时, 刀具所在位置为此移动指令的起始点。

5、缩放状态, 不能指令返回参考点的 G 代码 (G27 ~ G30 等) 和指令坐标系的 G 代码 (G53 ~ G59、G92 等)。若必须指定这些 G 代码, 应在取消缩放功能后指定。

6、即使对圆弧插补和各轴指定不同的缩放比例, 刀具也不画出椭圆轨迹。当各轴的缩放比不同, 圆弧插补用半径 R 编程时, 其插补的图形如图 3-2-14-2 所示 (下例中, X 轴的比例为 2, Y 轴的比例为 1)。

G90 G0 X0 Y100;
G51 X0 Y0 Z0 I2 J1;
G02 X100 Y0 R100 F500;
上面的指令等效于下面的指令:
G90 G0 X0 Y0 Z0;
G02 X200 Y0 R200 F500;
半径R的比例按I或J中的较大者缩放。

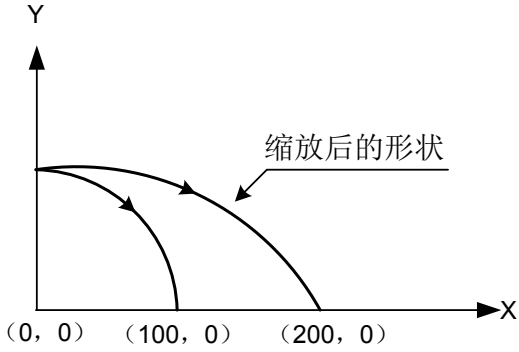


图 3-2-14-2 圆弧插补 1 的缩放

当各轴的缩放比不同，圆弧插补用 I、J、K 编程时，若圆弧不成立系统将报警。
7、比例缩放对刀具半径补偿值刀具长度补偿值和刀具偏置值无效，见图 3-2-14-3。

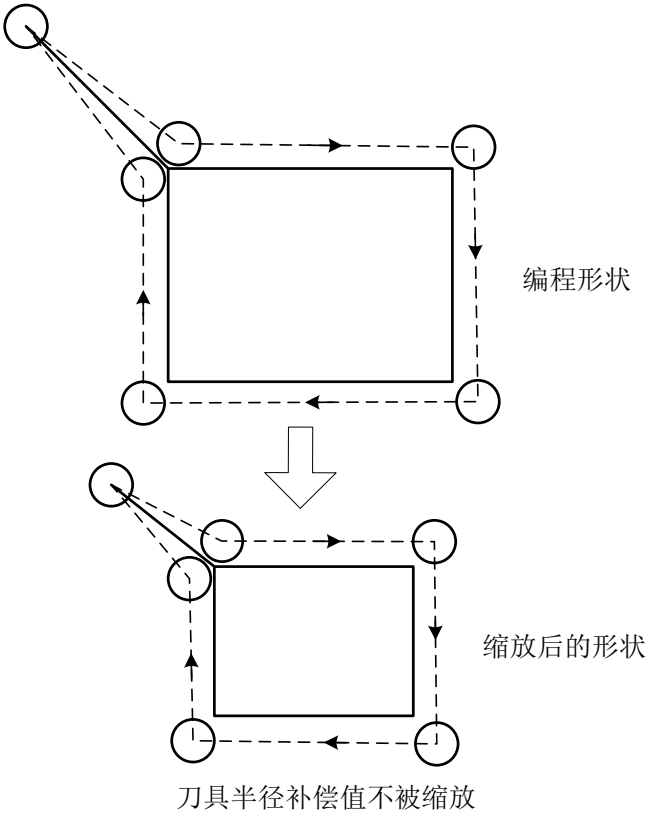


图 3-2-14-3 刀具半径补偿时的比例缩放

镜像程序举例：

主程序

```
G00 G90;  
M98 P9000;  
G51 X50.0 Y50.0 I-1 J1;  
M98 P9000;  
G51 X50.0 Y50.0 I-1 J-1;  
M98 P9000;  
G51 X50.0 Y50.0 I1 J-1;  
M98 P9000;  
G50;  
M30;  
子程序  
O9000;  
G00 G90 X60.0 Y60.0;  
G01 X100.0 F100;  
G01 Y100;  
G01 X60.0 Y60.0;  
M99;
```

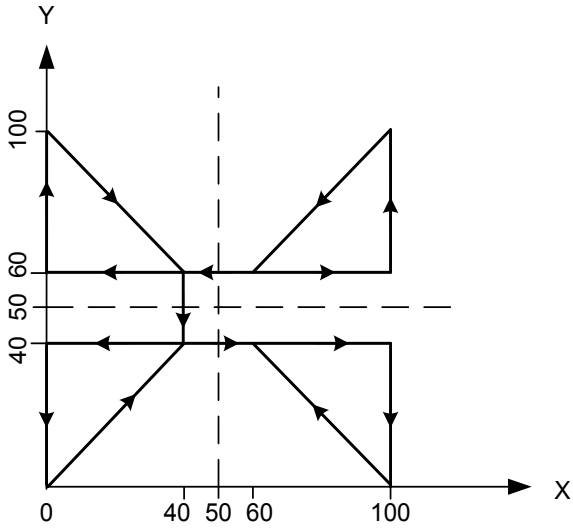


图 3-2-14-4

限制：

- 1、下面的固定循环中，Z 轴的移动缩放无效：
 - 1) 深孔钻循环（G83、G73）的切入值 Q 和返回值 d。
 - 2) 精镗循环（G76）。

- 3) 背镗循环 (G87) 中 X 轴和 Y 轴的偏移值 Q。
- 2、手动运行时，移动距离不能用缩放功能增减。

注：1、位置显示的是比例缩放后的坐标值。

2、指定平面有一个轴执行镜像时其结果如下：

- 1) 圆弧指令..... 旋转方向反向
- 2) 刀具半径补偿 C..... 偏置方向反向
- 3) 坐标系旋转..... 旋转角反向

3.2.15 坐标系旋转 G68/G69

对于加工工件由许多相同形状的图形组成时，可以利用坐标旋转功能进行编程，只需对图形单元进行子程序编程，然后通过旋转功能进行子程序调用。

指令格式：G17 G68 X_ Y_ R_；
或 G18 G68 X_ Z_ R_；
或 G19 G68 Y_ Z_R_ ；
G69；

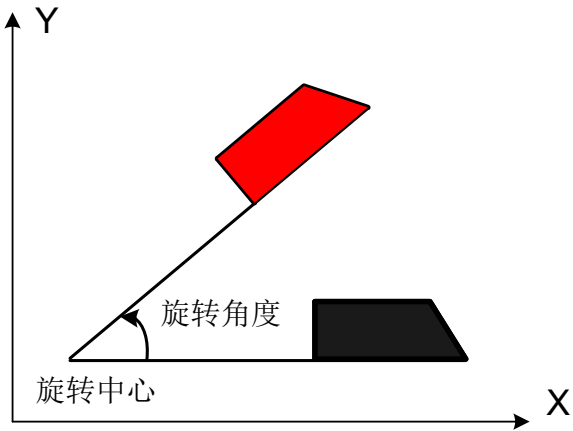


图 3-2-15-1

功能：G68 使平面内编程的形状以指定中心为原点进行旋转。G69 用于取消坐标系旋转。

说明：

- 1、G68 可以带 2 个定位参数，为可选参数。定位参数用以指定旋转操作的中心。如果不指定旋转中心，系统以当前刀具位置为旋转中心。定位参数与当前坐标平面相关，G17 下选择 X、Y；G18 下选择 Z、X；G19 下为 Y、Z。
- 2、不论当前定位方式为绝对方式还是相对方式，旋转中心只能以直角坐标系绝对定位方式指定。G68 还可以带一个命令参数 R，其参数值为进行旋转的角度，正值表示逆时针旋转。旋转角度单位为度。

坐标旋转中无旋转角度指令时使用的旋转角度由数据参数 P342 设定。

- 3、在 G91 方式下，系统以当前刀具位置为旋转中心；旋转角度是否执行增量，由位参数 N0:42#3 (G68 坐标旋转的旋转角度，0：绝对指令，1：G90/G91 指令) 进行设置。
- 4、系统处于旋转模态时，不可进行平面选择操作，否则出现报警。编制程序时应注意。
- 5、坐标系旋转方式中，不能指令返回参考点的 G 代码 (G27 ~ G30 等) 和指令坐标系的 G 代码 (G53 ~ G59、G92 等)。若必须指定这些 G 代码，应在取消旋转功能后指定。
- 6、坐标系旋转之后，执行刀具半径补偿、刀具长度补偿、刀具偏置和其它补偿操作。
- 7、比例缩放方式 (G51) 中执行坐标系旋转指令，旋转中心的坐标值也被缩放，但是，不缩放旋转角，当发出移动指令时，比例缩放首先执行，然后坐标旋转。

例 1：旋转：

```
G92 X-50 Y-50 G69 G17；  
G68 X-50Y-50 R60；  
G90 G01 X0 Y0 F200；  
G91 X100；  
G02 Y100 R100；  
G3 X-100 I-50 J-50；  
G01 Y-100；  
G69；  
M30；
```

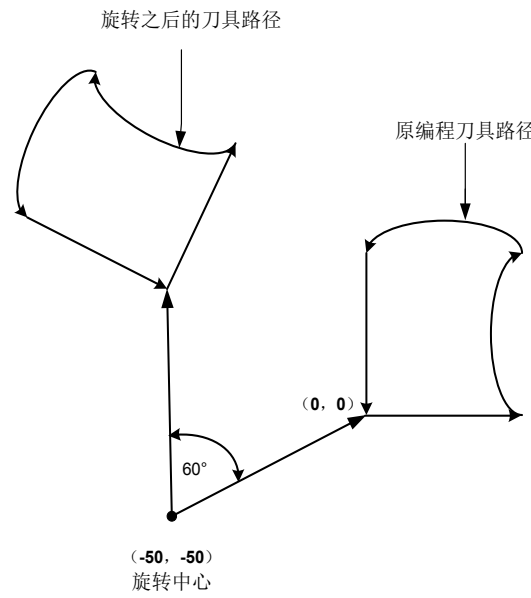


图 3-2-15-2


```
例 2：比例缩放加旋转：
G51 X300 Y150 P0.5；
G68 X200 Y100 R45；
G01 G90 X400 Y100；
G91 Y100；
X-200；
Y-100；
X200；
G69 G50；
M30；
```

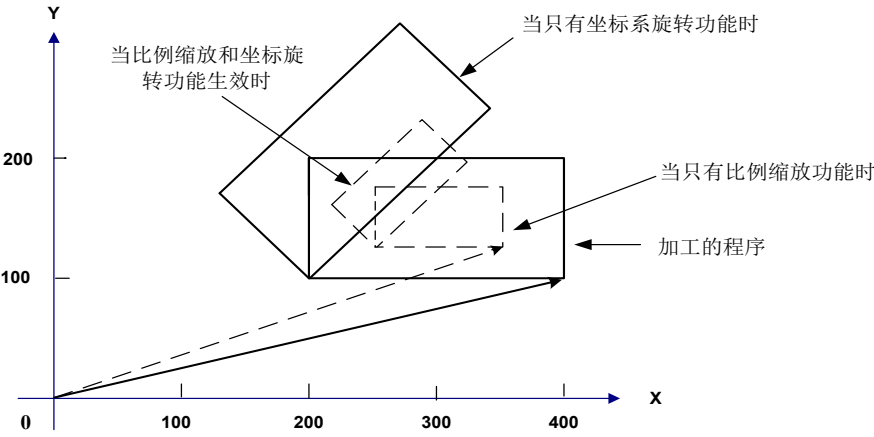


图 3-2-15-3

```
例 3：重复使用 G68
根据程序（主程序）
G92 X0 Y0 Z20 G69 G17；
M3 S1000；
G0 Z2；
G51 X0 Y0 I1.2 J1.2；
G42 D01；          （刀偏设置）
M98 P2100(P02100)； （子程序调用）
M98 P2200L7；      （调用 7 次）
G40；
G50；
G0 G90 Z20；
X0Y0；
```

```
M30；
子程序 2200
O2200
G91
G68 X0 Y0 R45.0；      （相对旋转角）
G90；
M98 P2100；            （子程序 02200 调用子程序 02100）
M99；
子程序 2100
O2100 G90 G0 X0 Y-20；  （右刀补方式建立）
G01Z - 2 F200；
X8.284；
X14.142 Y-14.142；
M99；
```

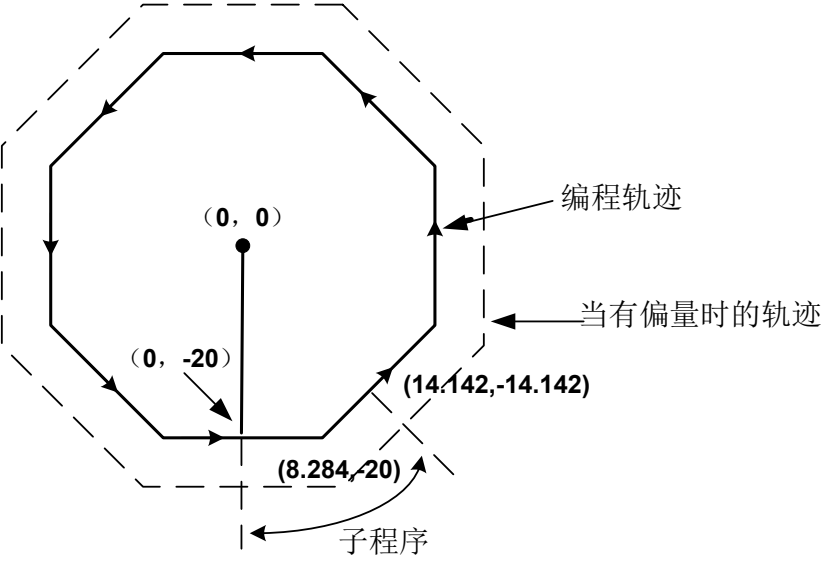


图 3-2-15-4

3.2.16 跳转功能 G31

指令格式：G31 X_Y_Z_

功能：在 G31 指令之后，像 G01 一样可以指令直线插补，在该指令执行期间，如果输入一个外部跳转信号，则中断指令的执行，转而执行下个程序段。当不编程加工终点，而是用来自机床的信号指定加工终点时，使用跳转功能。例如用于磨削。跳转功能还用于测量工件的尺寸。

说明：

- 1、G31 为非模态 G 代码，仅在指定的程序段中有效。
- 2、在应用刀具半径补偿时，如果发出 G31 指令，则显示报警，在 G31 指令之前应取消刀具半径补偿。

例：

G31 的下个程序段是增量值指令的单轴移动，如图 3-2-16-1 所示：

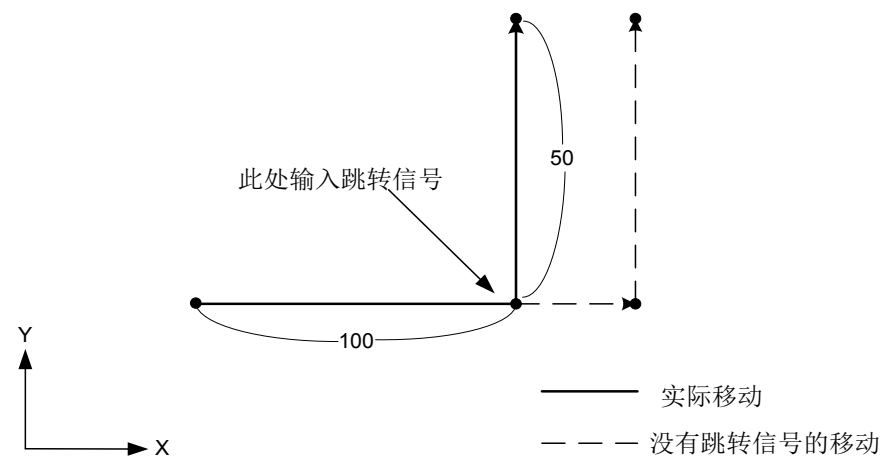


图 3-2-16-1 下个程序段是增量值指令的单轴移动

G31 的下个程序段是绝对值指令单轴移动，如图 3-2-16-2 所示：

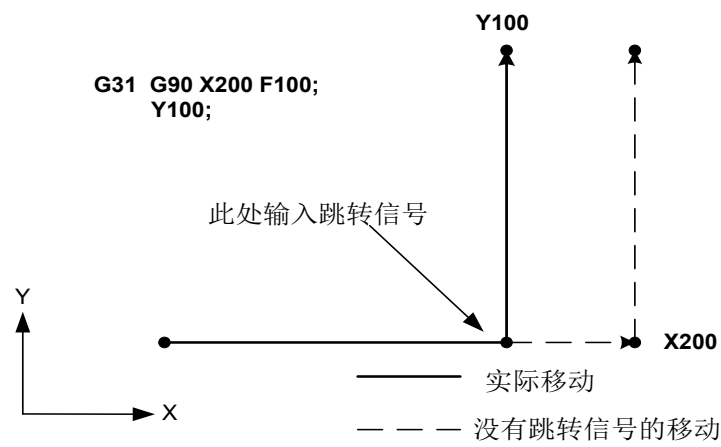


图 3-2-16-2 下个程序段是绝对值指令的单轴移动

G31 的下个程序段是绝对值指令的 2 轴移动，如图 3-2-16-3 所示：

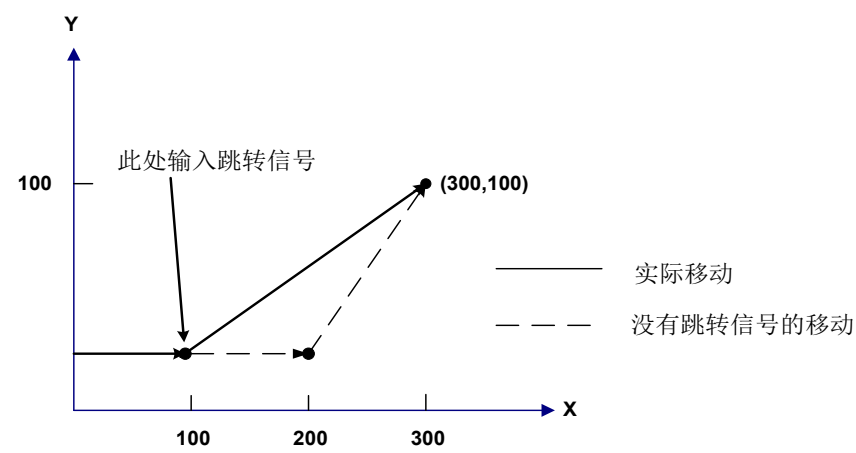


图 3-2-16-3 下个程序段是绝对值指令的 2 轴移动

注：DNC 和 MDI 单段方式不支持程序跳转。

3.2.17 英制 / 公制转换 G20/G21

指令格式：G20：英制输入

G21：公制输入

功能：可以实现程序输入英制 / 公制转换。

说明：

英制 / 公制转换以后，改变下面值的单位：

由 F 代码指令的进给速度、位置指令、工件零点偏移值、刀具补偿值、手摇脉冲发生器的刻度单位、在增量进给中的移动距离。

当电源接通时 G 代码与电源断开之前的状态相同。

注意：1、程序执行期间，不能英制 / 公制转换。

- 2、英制切换到公制或相反时，刀具补偿值必须根据最小输入增量单位预先设定。
- 3、英制切换到公制或相反时，对第 1 个 G28 指令从中间点的运行与手动返回参考点相同。
- 4、最小输入增量单位和最小命令增量单位不同时，最大误差是最小命令单位的一半，这个误差不积累。
- 5、可以通过位参数 N0：01#0 来设定程序输入英制 / 公制。
- 6、可以通过位参数 N0：04#7 来设定程序输出英制 / 公制。

3.2.18 任意角度倒角 / 拐角圆弧

指令格式：,L_：倒角

,R_：拐角圆弧过渡

功能：上面的指令加在直线插补（G01）或圆弧插补（G02、G03）程序段末尾时，加工中自动在拐角外加上倒角或过渡圆弧。倒角或拐角圆弧过渡的程序段可以连续的指定。

说明：

1、倒角是在 L 之后，指定从虚拟拐点到拐角起点和终点的距离，虚拟拐点是假定不执行倒角的话，实际存在的拐角点。如下图：

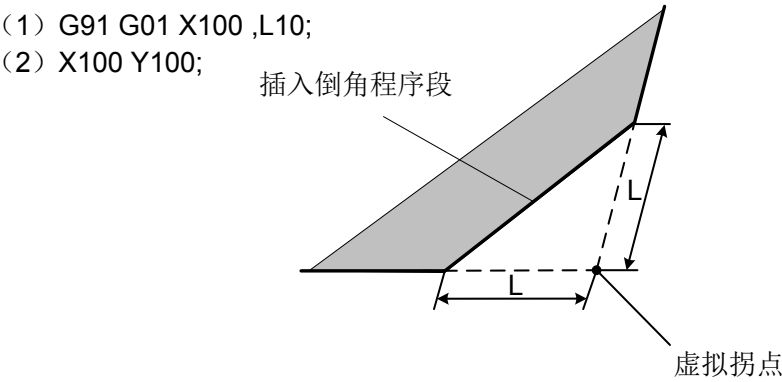


图 3-2-18-1

2、拐角圆弧过渡在 R 之后，指定拐角圆弧的半径，如下图：

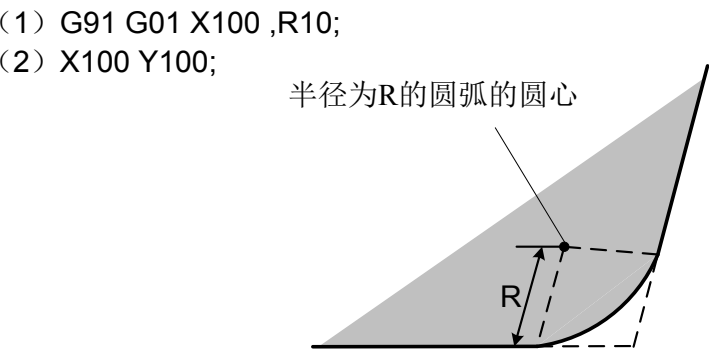


图 3-2-18-2

限制：

- 1、倒角和拐角圆弧只能在指定的平面内执行，平行轴不能执行这些功能。
- 2、如果插入的倒角或圆弧过渡的程序段引起刀具超过原插补移动的范围，则报警。
- 3、拐角圆弧过渡不能在螺纹加工程序段中指定。
- 4、指令倒角值和拐角值为负时，系统取其绝对值。

3.3 参考点 G 代码

参考点是机床上的一个固定点，用参考点返回功能，刀具可以很容易地移动到该位置。

对于参考点，有三种指令操作方式，如图 3-3-1 通过 G28，可以使刀具经过中间点，沿着指令中的指定轴，自动地移动到参考点；通过 G29，可以使刀具从参考点，经过中间点，沿着指令中的指定轴，自动地移动到指定点。

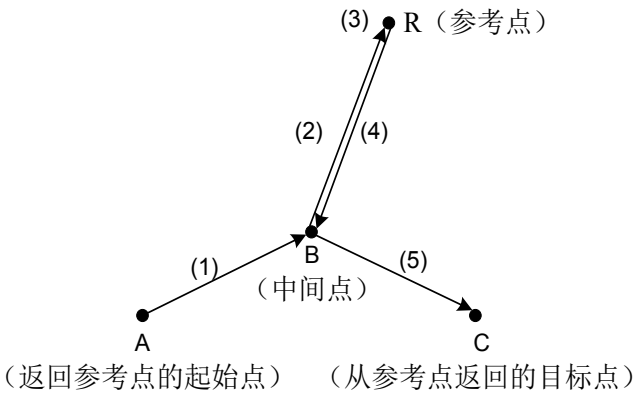


图 3-3-1

3.3.1 返回参考点 G28

指令格式：G28 X_ Y_ Z_

功能：G28 指令用于执行通过中间点返回参考点（机床上某一特定位置）的操作。

说明：

中间点：

中间点是通过 G28 中的指令参数来指定，可以用绝对值指令或增量值指令来表示。在执行这个程序段时，还存储了指令轴的中间点的坐标值，以供 G29（从参考点返回）指令使用。

注意：

中间点的坐标是储存在 CNC 中的，但每次只存储 G28 指令的轴的坐标值，而对于没有指令的其它轴，则是用以前 G28 指令过的坐标值。因此，用户使用 G28 指令时，如果对目前系统中默认的中点，不清楚时，最好对各个轴均进行指定。请结合下面例 1 中的 N5 程序段来考虑。

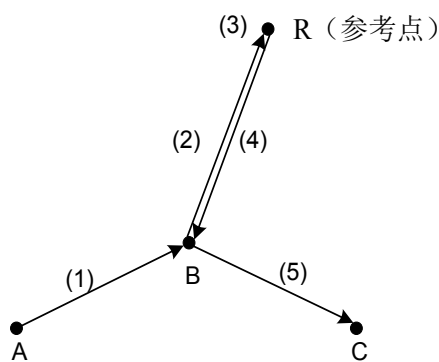


图 3-3-1-1

1、G28 程序段的动作可分解成如下（参见图 3-3-1-1）：

- (1) 以快速移动速度从当前位置定位到指令轴的中间点位置（A 点→ B 点）。
 - (2) 以快速移动速度从中间点定位到参考点（B 点→ R 点）。
- 2、G28 为非模态指令，只对当前段有效。
- 3、支持单轴或多轴的组合返回参考点，在进行工件坐标变换时，系统中保存的中间点的坐标。

例：

```
N1 G90 G54 X0 Y10;  
N2 G28 X40;    设定 X 轴上的中间点为 G54 工件坐标系下的 X40，经点（40, 10）返回参考点，即 X 轴单独返回参考点。  
N3 G29 X30;    从参考点经点（40, 10）返回到点（30, 10），即 X 轴单独回到目标点。  
N4 G01 X20;  
N5 G28 Y60;    中间点（X40, Y60），由于 X 轴没有指令，则以前面的 G28 中指令过的 X40 来代替，注意：中间点并不是（20, 60）。  
N6 G55;        工件坐标系变换，则中间点由 G54 工件坐标系下的点（40, 60）更换为 G55 工件坐标系下的点（40, 60）。  
N7 G29 X60 Y20; 从参考点经 G55 工件坐标系下的中间点（40, 60），返回到点（60, 20）。  
G28 会自动取消刀补。但这个指令一般是在自动换刀时使用（即返回参考点后，在参考点换刀），所以使用这个指令时，原则上要先取消刀具半径补偿和刀具长度补偿。第 1 参考点设置见数参 P50 ~ P54。
```

3.3.2 返回 2、3、4 参考点 G30

在机床坐标系中设定 4 个参考点，但在没有绝对位置检测器的系统中，只有在执行过自动返回参考（G28）或手动返回参考点之后，方可使用返回第 2、3、4 参考点功能。

指令格式：

```
G30 P2 X_ Y_ Z_; 返回第 2 参考点（P2 可以省略）  
G30 P3 X_ Y_ Z_; 返回第 3 参考点
```

G30 P4 X_ Y_ Z_; 返回第 4 参考点

功能：G30 执行通过 G30 中指定的中间点返回到指定参考点的操作。

说明：

- 1、X_ Y_ Z_；指定中间位置的指令（绝对值 / 增量值指令）
- 2、G30 指令设置与限制与 G28 一致，第 2、3、4 参考点设置见数据参数 P55 ~ 69。
- 3、G30 指令也可同 G29（从参考点返回）指令一起使用，设置与限制与 G28 一致。

3.3.3 从参考点自动返回 G29

指令格式：G29 X_ Y_ Z_

功能：G29 执行从参考点（或当前点）经 G28、G30 中指令的中间点返回到指定点的操作。

说明：

- 1、G29 程序段的动作可分解成如下步骤（参见图 3-3-1-1）：
 - (1) 以快速移动的速度从参考点（或当前点）定位到 G28、G30 中定义的中间点（R 点→ B 点）。
 - (2) 以快速移动速度从中间点定位到指令的点进行（B 点→ C 点）。
- 2、G29 为非模态信息，只对当前段有效。在一般情况下在 G28、G30 指令后，应立即指定从参考点返回指令。
- 3、G29 指令格式中的可选参数 XY 和 Z，用于指定从参考点返回的目标点（即图 3-3-1-1 中的 C 点），可以用绝对值指令或增量值指令来表示。对增量值编程，指令值指定离开中间点的增量值。当对某些轴没有指定时，则表示此轴相对中间点没有移动量。G29 后只跟一个轴的指令则为单轴返回，其余轴将不动作。

例：

```
G90 G0 X10 Y10;  
G91 G28 X20 Y20;    经中间点（30, 30）返回参考点  
G29 X30;            经中间点（30, 30）从参考点返回（60, 30），注意是在增量编程方式，X 轴向的分量应为 60。
```

G29 指令的中间点是通过 G28、G30 指令来赋值的。对于中间点的定义，规范，以及系统默认情况，请详见 G28 指令中的说明。

3.3.4 返回参考点检测 G27

指令格式：G27 X_ Y_ Z_

功能：G27 执行返回参考点检测，X_ Y_ Z_ 指定参考点的指令（绝对值 / 增量值指令）。

说明：

- 1、G27 指令，刀具以快速移动速度定位。如果刀具到达参考点的话，返回参考点指示灯亮；但是如果刀具到达的位置不是参考点的话，则显示报警。
- 2、机床锁住状态，即使指定 G27 指令，刀具已经自动地返回到参考点，返回完成指示灯也不亮。

- 3、偏置方式中用 G27 指令刀具到达的位置是加上偏置位获得的位置，因此，如果加上偏置值的位置不是参考位置，则指示灯不亮，显示报警。通常在使用 G27 指令前应取消刀具偏置。
- 4、G27 指定的 X、Y、Z 坐标点位置为机床坐标系下的位置。

3.4 固定循环 G 代码

固定循环是用含有 G 功能的一个程序段来实现由多个程序段指令才能完成的加工动作，使程序得以简化。使程序员编程变得容易（本系统只具有 G17 平面的固定循环）。

固定循环的一般过程：

固定循环由 6 个顺序的动作组成，如图 3-4-1。

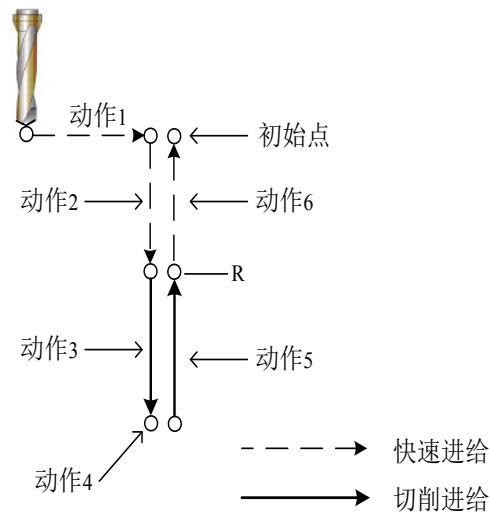


图 3-4-1

- 动作 1：X 轴和 Y 轴的定位（还可包括另一个轴）
- 动作 2：快速移动到 R 点
- 动作 3：孔加工
- 动作 4：在孔底的动作
- 动作 5：返回到 R 点
- 动作 6：快速移动到初始点

在 XY 平面定位，在 Z 轴方向进行孔加工。规定一个固定循环动作由三种方式决定。它们分别由 G 代码指定。

1) 数据形式

G90 绝对值方式；G91 增量值方式

2) 返回点平面

G98 初始点平面；G99 R 点平面

3) 槽类加工方式

G22、G23、G24、G25、G26、G32、G33、G34、G35、G36、G37、G38。

4) 孔加工方式

G73、G74、G76、G81 ~ G89

初始点 Z 平面和 R 点平面

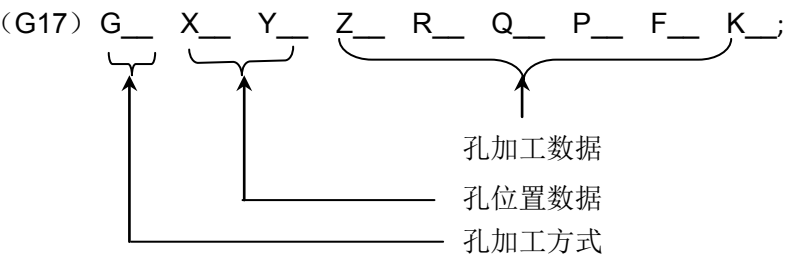
初始点平面：表示开始固定循环状态前刀具所处的 Z 轴方向的绝对位置。

R 点平面：又称安全平面，是固定循环中由快进转工进时，Z 轴方向的位置，一般定在工件表面之上一定距离，防止刀具撞到工件，并保证足够距离完成加速过程。

G73/G74/G76/G81 ~ G89 指定了固定循环的全部数据（孔位置数据、孔加工数据、重复次数），使之构成一个程序段。

Z、R：执行第一个钻孔时孔底参数 Z 及参数 R 任意一个缺失，系统只改变模态，不执行 Z 轴动作。

孔加工方式的格式如下所示：



其中，孔位置数据和孔加工数据的基本含义如表 3-4-1 所示：

表 3-4-1

| 指定内容 | 参数字 | 说明 |
|-------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 孔加工方式 | G | 请参照表 3-4-3，注意上述限制。 |
| 孔位置数据 | X, Y | 用绝对值或增量值指定孔的位置，控制与 G00 定位时相同。 |
| 孔加工数据 | Z | 如图 3-4-2 (A) 所示，用增量值指定从 R 点到孔底的距离或者用绝对值指令孔底的坐标值。进给速度在动作 3 中是用 F 指定的速度，在动作 5 中根据孔加工方式不同，为快速进给或者用 F 代码指令的速度。 |
| | R | 用增量值指定图 3-4-2(B) 的从初始点平面到 R 点距离，或者用绝对值指定 R 点的坐标值。进给速度在动作 2 和动作 6 中全都是快速进给。 |
| | Q | 指定 G73, G83 中每次切入量或者 G76, G87 中平移量（增量值）。 |
| | P | 指定在孔底的暂停时间。固定循环指令都可以带一个参数 P_，在 P_ 的参数值中指定刀具到达 Z 平面后，执行暂停操作的时间。单位为 ms。参数最小值由数据参数 P336 设定，参数最大值由数据参数 P337 设定。 |
| | F | 指定切削进给速度。 |
| | K | 在 K_ 的参数值中指定重复次数，K 仅在被指定的程序段内有效。可省略不写，默认为一次。最大钻孔次数 99999 次，当指定负值时，按其绝对值进行执行，为零时，不执行钻孔动作，只改变模态。 |

限制：

固定循环 G 指令是模态指令，一直到指定取消固定循环的 G 代码之前一直保持有效。

取消固定循环的 G 代码，有 G80 及 01 组的 G 代码。

加工数据，一旦在固定循环中被指定，便一直保持到取消固定循环为止，因此在固定循环开始，把必要的孔加工数据全部指定出来，在其后的固定循环中只需指定变更的数据。

注：

- 1、F 指令的切削速度，即使取消了固定循环也被保持。
- 2、注意：固定循环时，Z 轴（切削轴向）缩放功能无效。
- 3、单段方式下，固定循环大体采取三段加工方式，定位→R 平面→初始平面。
- 4、在固定循环中，如果复位，则孔加工数据、孔位置数据均被消除。上述的保持数据和清除数据的实例如下表所示：

表 3-4-2

| 顺序 | 数据的指定 | 说明 |
|----|----------------|----------------------------------------------------------------------|
| ① | G00X_M3; | |
| ② | G81X_Y_Z_R_F_; | 因为是开始，对 Z, R, F 要指定需要的值。 |
| ③ | Y_; | 因为和孔②中已指定的孔加工方式及孔加工数据相同，所以 G81, Z-R-F- 全可省略。孔的位置移动 Y，用 G81 方式加工孔进一次。 |
| ④ | G82X_P_; | 相对于孔③位置只在 X 轴方向移动。用 G82 方式加工，并用②中已指定的 Z, R, F 和④中指定的 P 为孔加工数据进行孔加工。 |
| ⑤ | G80X_Y_ | 不进行孔加工。取消全部孔加工数据。 |
| ⑥ | G85X_Z_R_P_; | 因为在⑤中取消了全部数据，所以 Z, R 需要再次指定，F 与②中指定的相同，故可省略。P 此程序段中不需要，只是保存起来。 |
| ⑦ | X_Z_; | 与⑥只是 Z 值不同的孔加工，并且孔位置只是 X 轴方向有移动。 |
| ⑧ | G89X_Y_; | 把⑦中已指定的 Z，⑥中已指定的 R, P 和 2 中指定的 F 作为孔加工数据，进行 G89 方式的孔加工。 |
| ⑨ | G01X_Y_; | 消除孔加工方式和孔加工数据。 |

A、固定循环的绝对值指令和增量值指令 G90/G91

沿着钻孔轴的移动距离对 G90 和 G91 变化如图 3-4-2 所示。（一般用 G90 编程，如用 G91 编程，则 Z 和 R 均按负值处理）

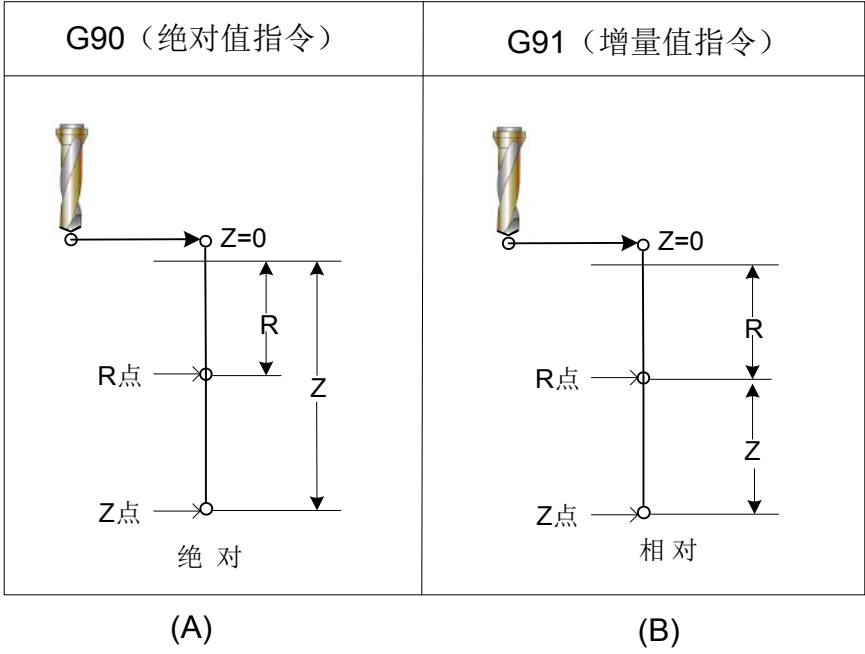


图 3-4-2

B、固定循环的返回平面指令 G98/G99

当刀具到达孔底后刀具可以返回到 R 点平面或初始位置平面。根据 G98 和 G99 的不同，可以使刀具返回到初始点平面或 R 点平面。

一般情况下，G99 用于第一次钻孔而 G98 用于最后一次钻孔加工。即使用 G99 状态加工孔时，初始平面也不变化。指令 G98 和 G99 的动作如下图所示。

系统默认情况为 G98。

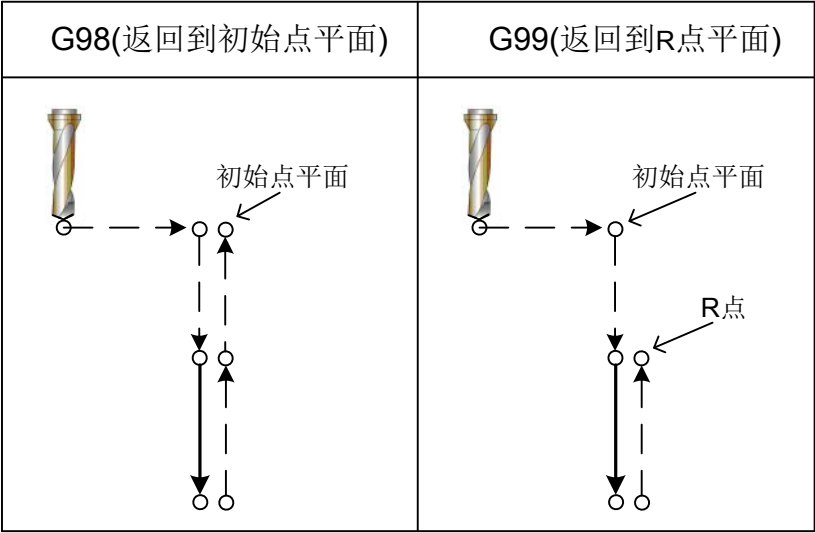


图 3-4-3

各个固定循环解释图使用的下列符号：

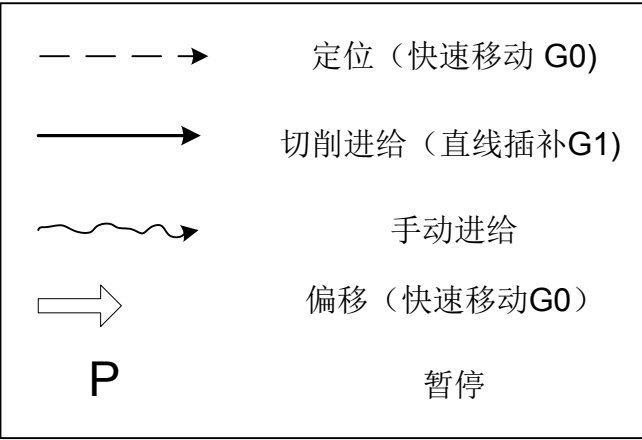


图 3-4-4

固定循环比较表（G22 ~ G89）

表 3-4-3

| G 代码 | 钻削（-Z 方向） | 孔底动作 | 退刀动作（+Z 方向） | 用途 |
|------|-----------|---------|-------------|--------------|
| G22 | 切削进给 | | 快速进给 | 逆时针圆内凹槽粗铣 |
| G23 | 切削进给 | | 快速进给 | 顺时针圆内凹槽粗铣 |
| G24 | 切削进给 | | 快速进给 | 逆时针方向全圆内精铣循环 |
| G25 | 切削进给 | | 快速进给 | 顺时针方向全圆内精铣循环 |
| G26 | 切削进给 | | 快速进给 | 逆时针外圆精铣循环 |
| G32 | 切削进给 | | 快速进给 | 顺时针外圆精铣循环 |
| G33 | 切削进给 | | 快速进给 | 逆时针矩形凹槽粗铣 |
| G34 | 切削进给 | | 快速进给 | 顺时针矩形凹槽粗铣 |
| G35 | 切削进给 | | 快速进给 | 逆时针矩形凹槽内精铣循环 |
| G36 | 切削进给 | | 快速进给 | 顺时针矩形凹槽内精铣循环 |
| G37 | 切削进给 | | 快速进给 | 逆时针矩形外精铣循环 |
| G38 | 切削进给 | | 快速进给 | 顺时针矩形外精铣循环 |
| G73 | 间歇进给 | | 快速进给 | 高速深孔加工 |
| G74 | 切削进给 | 暂停主轴正转 | 切削进给 | 反攻丝循环 |
| G76 | 切削进给 | 主轴定向停止 | 快速进给 | 精镗 |
| G80 | | | | 取消 |
| G81 | 切削进给 | | 快速进给 | 钻，点钻 |
| G82 | 切削进给 | 停刀 | 快速进给 | 钻，镗阶梯孔 |
| G83 | 间歇进给 | | 快速进给 | 深孔加工循环 |
| G84 | 切削进给 | 停刀→主轴正转 | 切削进给 | 攻丝 |
| G85 | 切削进给 | | 切削进给 | 镗 |
| G86 | 切削进给 | 主轴停止 | 快速进给 | 镗 |
| G87 | 切削进给 | 主轴正转 | 快速进给 | 镗 |
| G88 | 切削进给 | 停刀→主轴正转 | 手动 | 镗 |
| G89 | 切削进给 | 暂停 | 切削进给 | 镗 |

限制：

在固定循环定位过程中，刀具半径偏置（D）将被忽略。

3.4.1 圆内凹槽粗铣 G22/G23

指令格式:

```
G22
G98/G99      X_ Y_ Z_ R_ I_ L_ W_ Q_ V_ D_ F_ K_
G23
```

功能: 从圆心开始, 以螺旋线方式进行多次圆弧插补, 直至加工出编程尺寸的圆凹槽。

说明:

G22: 逆时针圆内凹槽粗铣;

G23: 顺时针圆内凹槽粗铣;

X、Y: X, Y 平面的起点位置;

Z: 加工深度, G90 时为绝对位置, G91 时为相对于 R 基准面位置;

R: R 基准面位置, G90 时为绝对位置, G91 时为相对于本程序段起点的位置;

I: 圆内槽半径, I 应大于当前刀具的半径;

L: 在 XY 面内切削的宽度增量, 应小于刀具直径, 大于 0;

W: Z 轴方向首次切深, 是从 R 基准面向下的距离, 应大于 0 (若首次切深超过槽底位置, 则直接以槽底位置加工);

Q: 每次切削进给的切削深度;

V: 快速下刀时, 离未加工面的距离, 大于 0;

D: 刀具补偿号, 取值范围为 0 ~ 256, D0 默认为 0。根据给定的序号取出当前刀具直径值;

K: 重复次数。

循环过程:

- (1) 快速定位到 XY 平面的位置;
- (2) 快速下至 R 点平面;
- (3) 以切削速度向下切削 W 距离深度;
- (4) 中心向外每次按 L 值递增螺旋铣完半径为 I 的圆面;
- (5) Z 轴快速返回 R 基准面;
- (6) X, Y 轴快速定位到圆心;
- (7) Z 轴快速下降至离未加工面 V 的距离;
- (8) Z 轴向下切削 (Q+V) 的深度;
- (9) 循环 (4) ~ (8) 的动作, 直至加工完总切深的圆面;
- (10) 根据指定 G98 或 G99 的不同, 返回到初始点平面或 R 点平面。

指令轨迹:

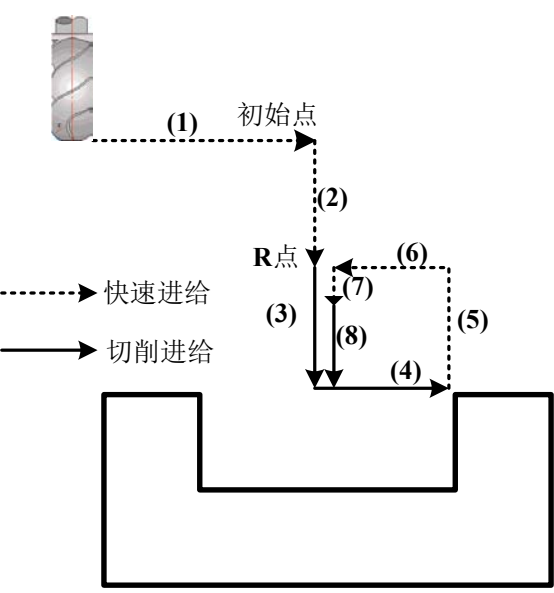


图 3-4-1-1

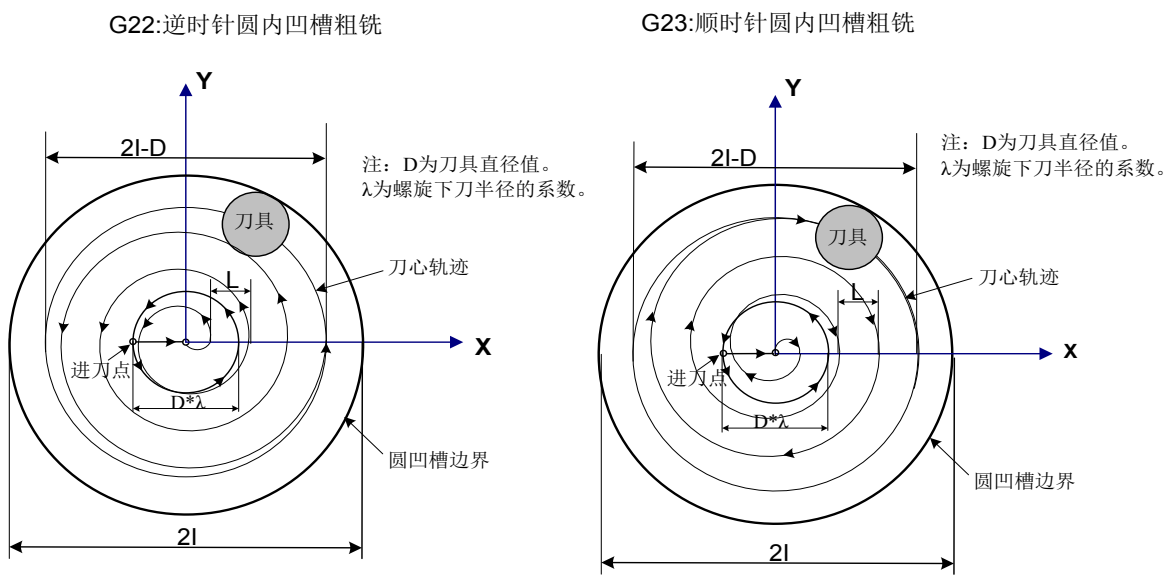


图 3-4-1-2

注意:

- 1、使用该指令时须将 N0: 14#1 改为 1。
- 2、凹槽循环中螺旋下刀半径的系数设置必须大于 0, 其速度编写大于 F15 时, 按 F15 的进给速度下刀, 小于 F15 时则以编程速度下刀。螺旋下刀半径由数据参数 P333 设定。

例：用固定循环 G22 指令粗铣一个圆内凹槽，如下图所示：

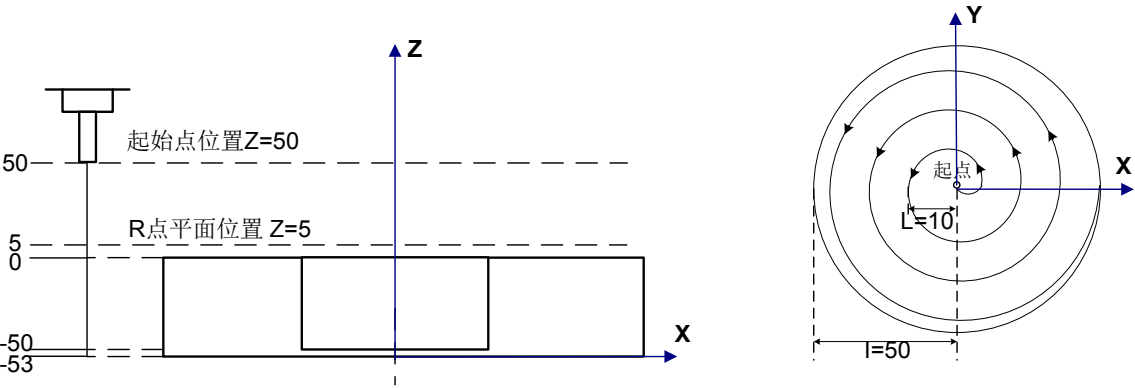


图 3-4-1-3

G90 G00 X50 Y50 Z50;

G99 G22 X25 Y25 Z-50 R5 I50 L10 W20 Q10 V10 D1 F800;

G80 X50 Y50 Z50;

M30;

(G00 快速定位)

(进行圆内凹槽粗铣循环)

(取消固定循环, 从 R 点平面返回)

取消：
不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 NO：52#2 设定为 1）和 G22/G23，否则 G22/G23 将被取消。
刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3.4.2 全圆内精铣循环 G24/G25

指令格式：

G24

G98/G99 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ D_ F_ K_

G25

功能：刀具以指定的半径值 I 及方向在圆内部精铣一个整圆，精铣完成后返回。
说明：
G24：逆时针方向全圆内精铣循环。
G25：顺时针方向全圆内精铣循环。
X、Y：X，Y 平面的起点位置；
Z：加工深度，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于 R 基准面位置；

R: R 基准面位置，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于本程序段起点的位置；
I: 精铣圆半径，取值范围 0.0001 ~ 99999.9999mm，当为负值时取其绝对值；
J: 精铣起点与精铣圆圆心的距离，取值范围 0 ~ 99999.9999mm，当为负值时取其绝对值；
D: 刀具补偿号，取值范围为 0 ~ 256，D0 默认为 0。根据给定的序号取出当前刀具直径值；
K: 重复次数。

- 循环过程：
- (1) 快速定位到 XY 平面的位置；
 - (2) 快速下至 R 点平面；
 - (3) 切削进给至孔底加工起点；
 - (4) 从起点以过渡弧 1 为轨迹进行圆弧插补；
 - (5) 以精铣内圆为轨迹进行整圆插补；
 - (6) 以过渡弧 4 为轨迹进行圆弧插补回到起点；
 - (7) 根据指定 G98 或 G99 的不同，返回到初始点平面或 R 点平面。

指令轨迹：

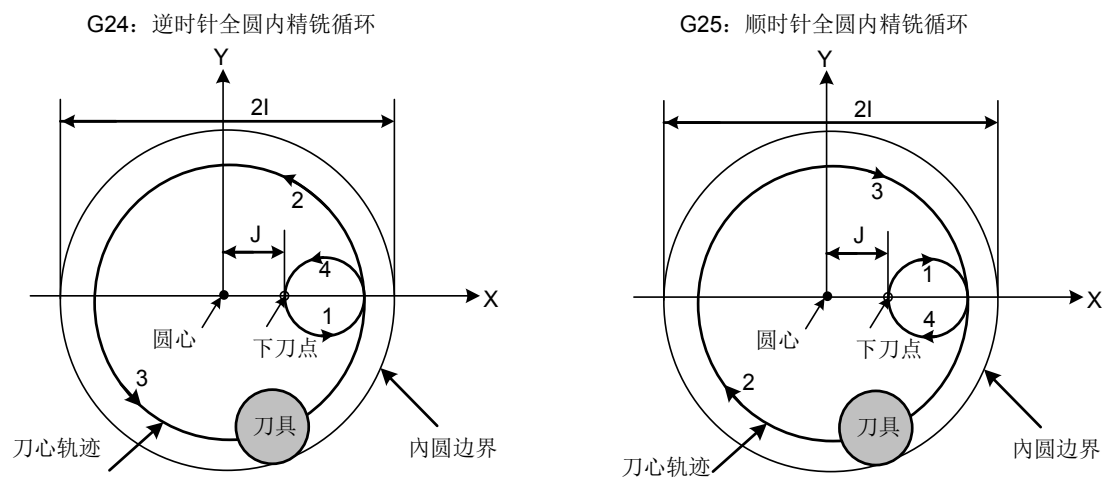


图 3-4-2-1

注意：使用该指令时须将 NO：14#0 改为 1。

例：用固定循环 G24 指令，精铣如下图所示的已粗铣完的圆凹槽。

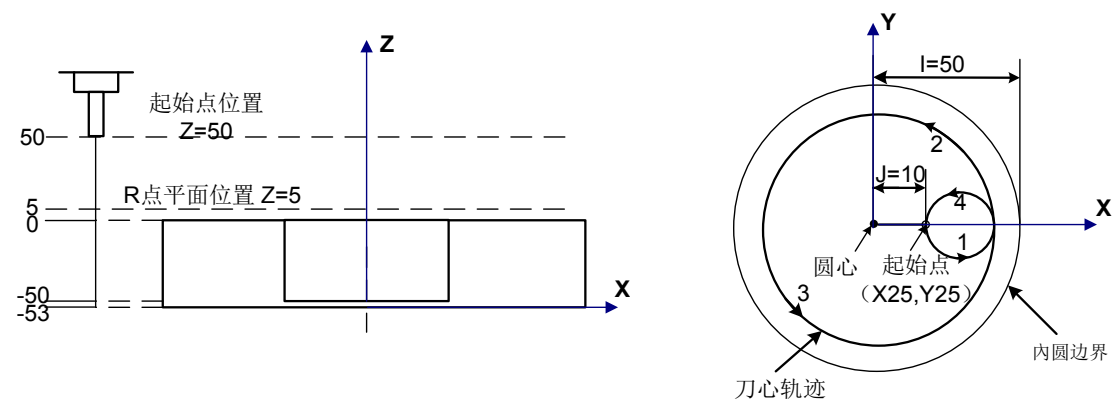


图 3-4-2-2

```
G90 G00 X50 Y50 Z50;           (G00 快速定位)
G99 G24 X25 Y25 Z-50 R5 I50 J10 D1F800; (开始固定循环，下到孔底进行圆内精铣循环)
G80 X50 Y50 Z50;               (取消固定循环，从 R 点平面返回)
M30;
取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G24/G25，否则 G24/G25 将被取消。
刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。
```

3. 4. 3 外圆精铣循环 G26/G32

指令格式：

```
G26
G98/G99      X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ D_ F_ K_;
G32
```

功能：刀具以指定的半径值及方向在圆外精铣一个整圆，精铣完成后返回。

说明：

G26：逆时针外圆精铣循环。

G32：顺时针外圆精铣循环。

X、Y：X，Y 平面的起点位置；

Z：加工深度，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于 R 基准面位置；

R：R 基准面位置，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于本程序段起点的位置；

I：精铣圆半径，取值范围 0.0001 ~ 99999.9999mm，当为负值时取其绝对值；

J：精铣起点与精铣圆圆边距离，取值范围 0.0001 ~ 99999.9999mm，当为负值时取其绝对值；

D：刀具补偿号，取值范围为 0 ~ 256，D0 默认为 0，根据给定的序号取出当前刀具半径值；

K：重复次数。

循环过程：

- (1) 快速定位到 XY 平面的位置；
- (2) 快速下至 R 点平面；
- (3) 切削进给至孔底；
- (4) 从起点以过渡弧 1 为轨迹进行圆弧插补；
- (5) 以弧 2，弧 3 为轨迹进行整圆插补；
- (6) 以过渡弧 4 为轨迹进行圆弧插补回到起点；
- (7) 根据指定 G98 或 G99 的不同，返回到初始点平面或 R 点平面。

指令轨迹：

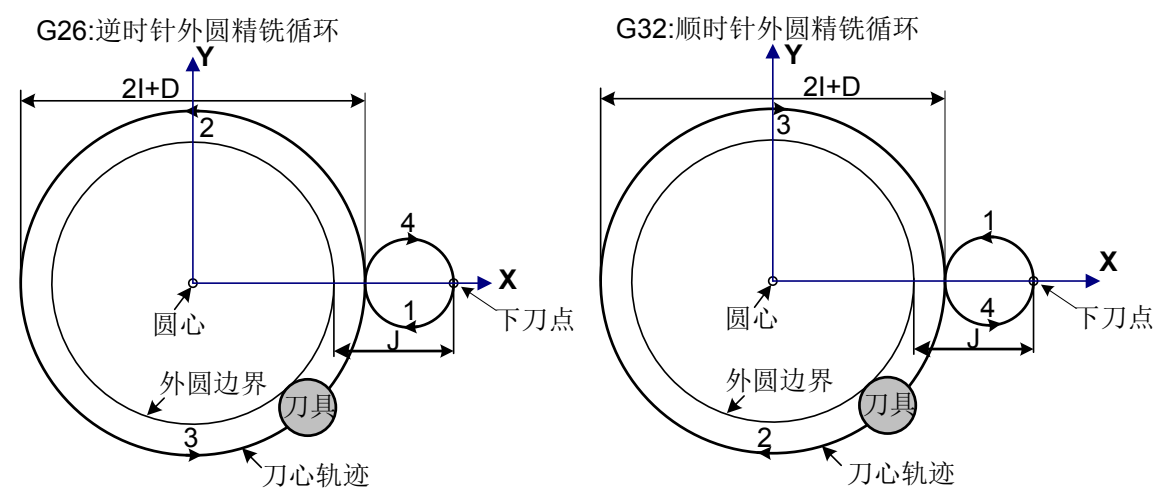


图 3-4-3-1

相关说明：

外圆精铣时，过渡弧与精铣弧的插补方向不一致，指令说明中的插补方向指精铣弧的插补方向。

例：用固定循环 G26 指令，精铣如下图所示的已粗铣完的圆凹槽。

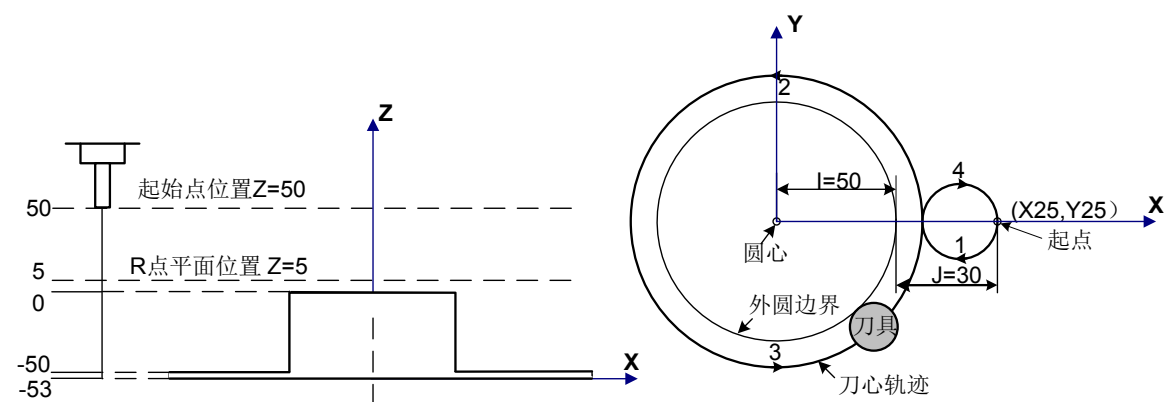


图 3-4-3-2

```
G90 G00 X50 Y50 Z50;           (G00 快速定位)
G99 G26 X25 Y25 Z-50 R5 I50 J30 D1 F800;  (开始固定循环，下到孔底进行外圆精铣循环)
G80 X50 Y50 Z50;               (取消固定循环，从 R 点平面返回)
M30;
```

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 NO:52#2 设定为 1）和 G26/G32，否则 G26/G32 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3.4.4 矩形凹槽粗铣 G33/G34

指令格式：

```
G33
G98/G99      X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ L_ W_ Q_ V_ U_ D_ F_ K_
G34
```

功能：从矩形中心开始，以指定的参数数据作直线切削循环，直至加工出编程尺寸的矩形凹槽。

说明：

G33：逆时针矩形凹槽粗铣。

G34：顺时针矩形凹槽粗铣。

X、Y：X,Y 平面的起点位置；

Z：加工深度，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于 R 基准面位置；

R：R 基准面位置，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于本程序段起点的位置；

- I：矩形凹槽在 X 轴方向的宽度。I 应大于刀具直径。螺旋下刀的半径应小于 I 的一半；
- J：矩形凹槽在 Y 轴方向的宽度。J 应大于刀具直径。螺旋下刀的半径应小于 J 的一半；
- L：在指定平面内切削的宽度增量，应小于刀具直径，大于 0；
- W：Z 轴方向首次切深，是从 R 基准面向下的距离，应大于 0（若首次切深超过槽底位置，则直接以槽底位置加工）；
- Q：每次切削进给的切削深度；
- V：快速下刀时，离未加工面的距离，大于 0；
- U：转角圆弧半径，省略则表示无转角圆弧过渡。U 应大于等于刀具半径；
- D：刀具补偿号，取值范围为 0 ~ 256，D0 默认为 0。根据给定的序号取出当前刀具直径值；
- K：重复次数。

循环过程：

- （1）快速定位到 XY 平面的螺旋下刀起点位置；
- （2）快速下至 R 点平面；
- （3）以半径补偿值乘以数据参数 269 号的值为直径螺旋下刀 W 距离；
- （4）进给到矩形中心 X0Y0；
- （5）中心向外每次按 L 值递增铣完矩形面；
- （6）Z 轴快速返回 R 基准面；
- （7）快速定位到 XY 平面的螺旋下刀起点位置；
- （8）Z 轴快速下降至离未加工面 V 的距离；
- （9）Z 轴向下切削（Q+V）的深度；
- （10）循环（4）~（9）的动作，直至加工完总切深的矩形面；
- （11）根据指定 G98 或 G99 的不同，返回到初始点平面或 R 点平面。

指令轨迹：

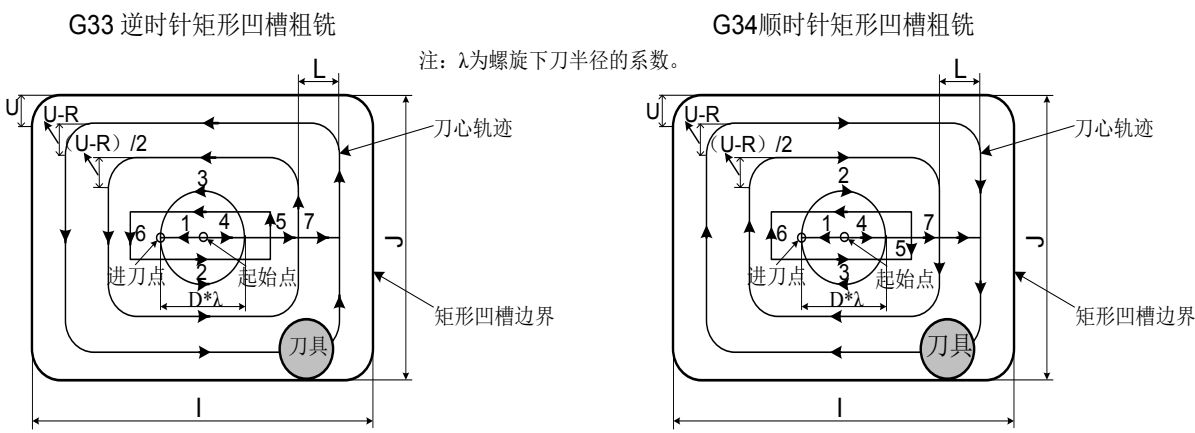


图 3-4-4-1

注意：使用该指令时须将 NO: 14#0 改为 1。

例：用固定循环 G33 指令粗铣一个矩形内凹槽，如下图所示：

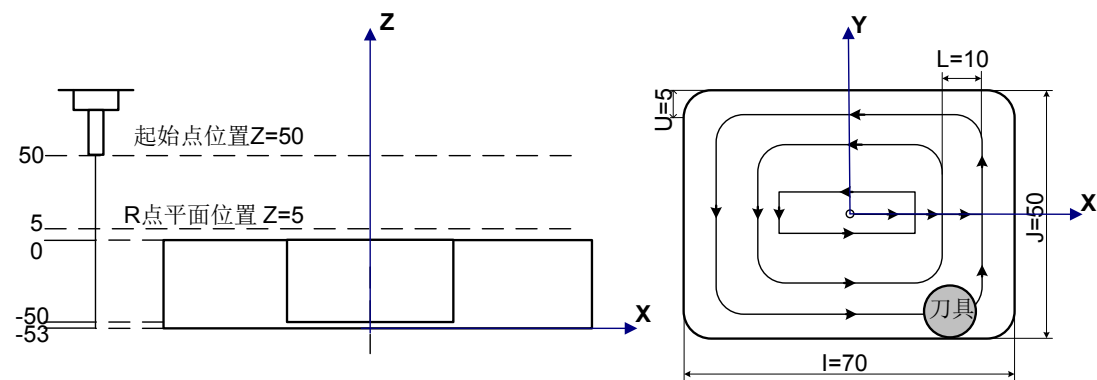


图 3-4-4-2

```
G90 G00 X50 Y50 Z50;           (G00 快速定位)
G99 G33 X25 Y25 Z-50 R5 I70 J50 L10 W20 Q10 V10 U5 D1 F800; (进行矩形内凹槽粗铣循环)
G80 X50 Y50 Z50;               (取消固定循环，从 R 点平面返回)
M30;
```

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G33/G34，否则 G33/G34 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3.4.5 矩形凹槽内精铣循环 G35/G36

指令格式：

```
G35
G98/G99 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ L_ U_ D_ F_ K_;
G36
```

功能：刀具以指定的宽度及方向在矩形内部精铣，精铣完成后返回。

说明：

G35：逆时针矩形凹槽内精铣循环。

G36：顺时针矩形凹槽内精铣循环。

X、Y：X，Y 平面的起点位置；

Z：加工深度，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于 R 基准面位置；

R：R 基准面位置，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于本程序段起点的位置；

- I：矩形 X 轴方向的宽度，取值范围刀具直径～ 99999.9999mm；
- J：矩形 Y 轴方向的宽度，取值范围刀具直径～ 99999.9999mm；
- L：精铣起点与矩形边 X 轴方向的距离，取值范围 刀具直径～ 99999.9999mm；
- U：转角圆弧半径，省略则表示无转角圆弧过渡。当 $0 < U < \text{刀具半径}$ 时，则报警；
- D：刀具补偿号，取值范围为 0 ～ 256，D0 默认为 0。根据给定的序号取出当前刀具直径值；
- K：重复次数。

循环过程：

- (1) 快速定位到 XY 平面的起点位置；
- (2) 快速下至 R 点平面；
- (3) 切削进给至孔底；
- (4) 从起点以过渡弧 1 为轨迹进行圆弧插补；
- (5) 以 2-3-4-5-6 为轨迹进行直线及圆弧插补；
- (6) 以过渡弧 7 为轨迹进行圆弧插补回到起点；
- (7) 根据指定 G98 或 G99 的不同，返回到初始点平面或 R 点平面。

指令轨迹：

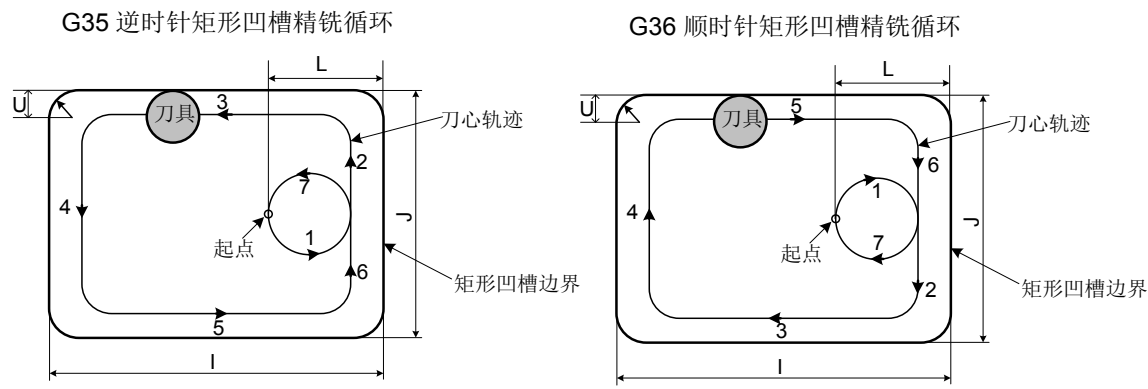


图 3-4-5-1

注意：使用该指令时须将 N0:14#0 改为 1。

例：用固定循环 G35 指令，精铣如下图所示的已粗铣完的圆凹槽。

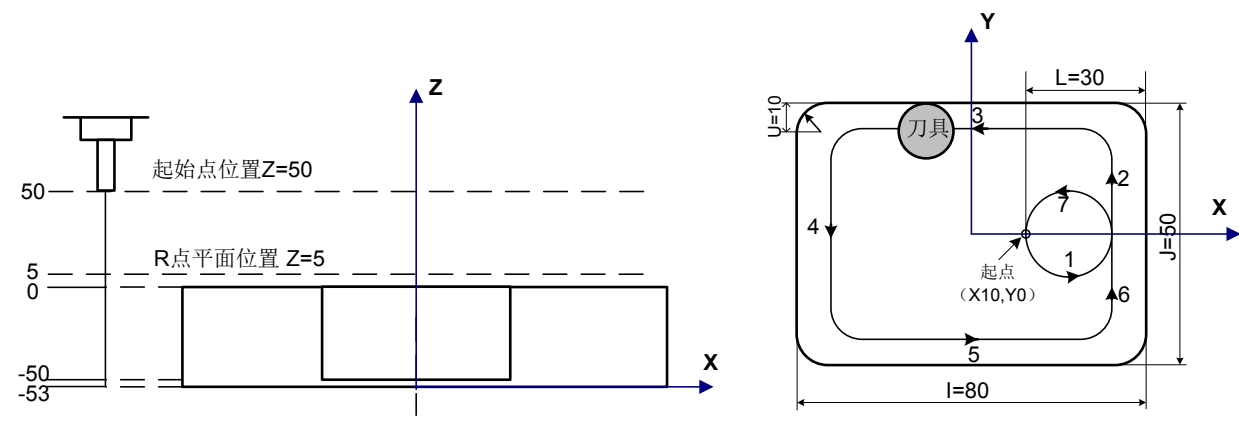


图 3-4-5-2

G90 G00 X50 Y50 Z50;

G99 G35 X10 Y0 Z-50 R5 I80 J50 L30 U10 D1 F800;

G80 X50 Y50 Z50;

M30;

(G00 快速定位)

(固定循环下到孔底进行矩形凹槽内铣)

(取消固定循环，从 R 点平面返回)

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G35/G36，否则 G35/G36 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3. 4. 6 矩形外精铣循环 G37/G38

指令格式:

G37

G98/G99 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ L_ U_ D_ F_ K_

G38

功能：刀具以指定的宽度及方向在矩形外部精铣，精铣完成后返回。

说明：

G37：逆时针矩形外精铣循环。

G38：顺时针矩形外精铣循环。

X、Y：X，Y 平面的起点位置；

Z：加工深度，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于 R 基准面位置；

R：R 基准面位置，G90 时为绝对位置，G91 时为相对于本程序段起点的位置；

I：矩形 X 轴方向的宽度，取值范围 0mm ~ 99999.9999mm；

J：矩形 Y 轴方向的宽度，取值范围 0mm ~ 99999.9999mm；

L：精铣起点与矩形边 X 轴方向的距离，取值范围 0mm ~ 99999.9999mm；

U：转角圆弧半径，省略则表示无转角圆弧过渡；

D：刀具补偿号，取值范围为 0 ~ 256，D0 默认为 0，根据给定的序号取出当前刀具直径值；

K：重复次数。

- 循环过程：
- (1) 快速定位到 XY 平面的起点位置；
 - (2) 快速下至 R 点平面；
 - (3) 切削进给至孔底；
 - (4) 从起点以过渡弧 1 为轨迹进行圆弧插补；
 - (5) 以 2-3-4-5-6 为轨迹进行直线及圆弧插补；
 - (6) 以过渡弧 7 为轨迹进行圆弧插补回到起点；
 - (7) 根据指定 G98 或 G99 的不同，返回到初始点平面或 R 点平面。
- 指令轨迹：

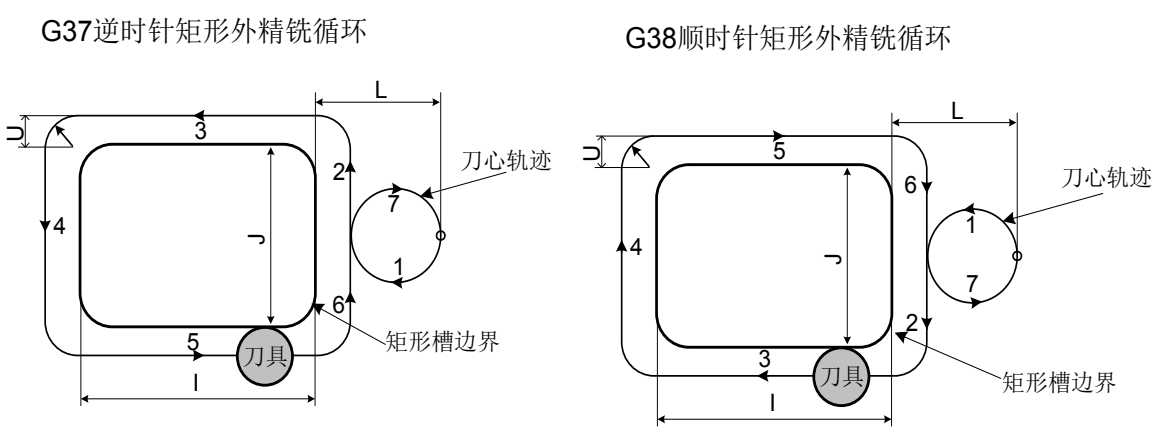


图 3-4-6-1

相关说明：

矩形外精铣时，过渡弧与精铣弧的插补方向不一致，指令说明中的插补方向指精铣弧的插补方向。

例：用固定循环 G37 指令，进行矩形外精铣。

G90 G00 X50 Y50 Z50;

G99 G37 X25 Y25 Z-50 R5 I80 J50 L30 U10 D1F800;

G80 X50 Y50 Z50;

M30;

(G00 快速定位)

(固定循环孔底进行矩形外精铣)

(取消固定循环，从 R 点平面返回)

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G37/G38，否则 G37/G38 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3.4.7 高速深孔加工循环 G73

指令格式：G73 X_Y_Z_R_Q_F_K_

功能：该循环专门为执行高速深孔钻设定，它执行间歇切削进给直到孔的底部，在进给的同时从孔中快速退刀，排出切屑。动作示意图见图 3-4-7-1。

说明：

X_Y_：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；

Q_：每次切削进给的切削深度；

F_：切削进给速度；

K_：重复次数。

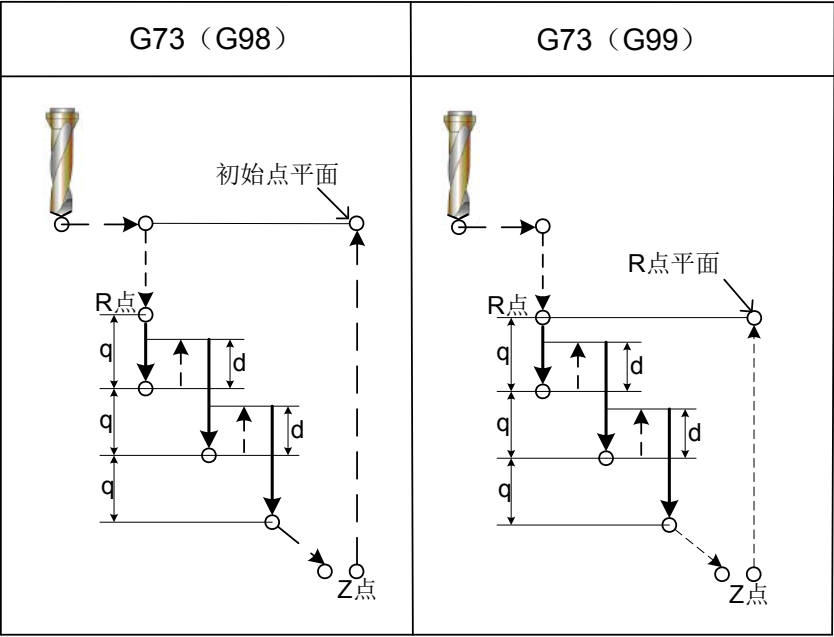


图 3-4-7-1

Z、R：执行第一个钻孔时孔底参数 Z 及参数 R 任意一个缺失，系统只改变模态，不执行 Z 轴动作。
Q：指定指令参数 Q 时，将作如上图所示的间歇进给。这时，系统将以数据参数 P334 中设定的退刀量 d（如图 3-4-7-1）进行回退，刀具每次进给间歇地执行距离为 d 的快速移动退回。

当 G73 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理

下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

注： 1、如果不指定指令参数 Q，系统会给出报警提示：“地址 Q 未发现或 Q 值为 0（G73/G83）”。如 Q 值指定为负值，系统将以其绝对值进行间歇进给。
2、当在固定循环中，指定刀具长度偏置（G43、G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G73，否则 G73 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

例 1

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| M3 S1500; | 主轴开始旋转。 |
| G90 G99 G73 X0 Y0 Z-15 R-10 Q5 F120; | 定位，钻 1 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-50; | 定位，钻 2 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-80; | 定位，钻 3 孔，然后返回到 R 点 |
| X10; | 定位，钻 4 孔，然后返回到 R 点 |
| Y10; | 定位，钻 5 孔，然后返回到 R 点 |
| G98 Y75; | 定位，钻 6 孔，然后返回初始位置平面 |
| G80; | |
| G28 G91 X0 Y0 Z0; | 返回到参考点 |
| M5; | 主轴停止旋转 |
| M30; | |

注：上例中进行第 2～6 孔加工时，虽然省略了 Q，同样执行排屑动作。

3.4.8 钻孔循环，点钻循环 G81

指令格式 1：G81 X_Y_Z_R_F_K_

指令格式 2：G81 X_Y_Z_I_J_R_F_K_（圆周角度钻孔指令：加 I、J 字段）

功能：该循环用作正常钻孔切削进给，执行到孔底，然后刀具从孔底快速移动退回。

说明：

X_Y_：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；

F_：切削进给速度；

K_：重复次数（若必要）。

I_：当指令字段 I>0 时，指令字段中的 X_Y_ 坐标为圆心坐标；当字段 I 小于或等于 0 时，X_Y_ 坐标

为钻孔的定位坐标，
J_：当 I>0 时，J_ 字段才生效，J_ 是圆周上的角度。

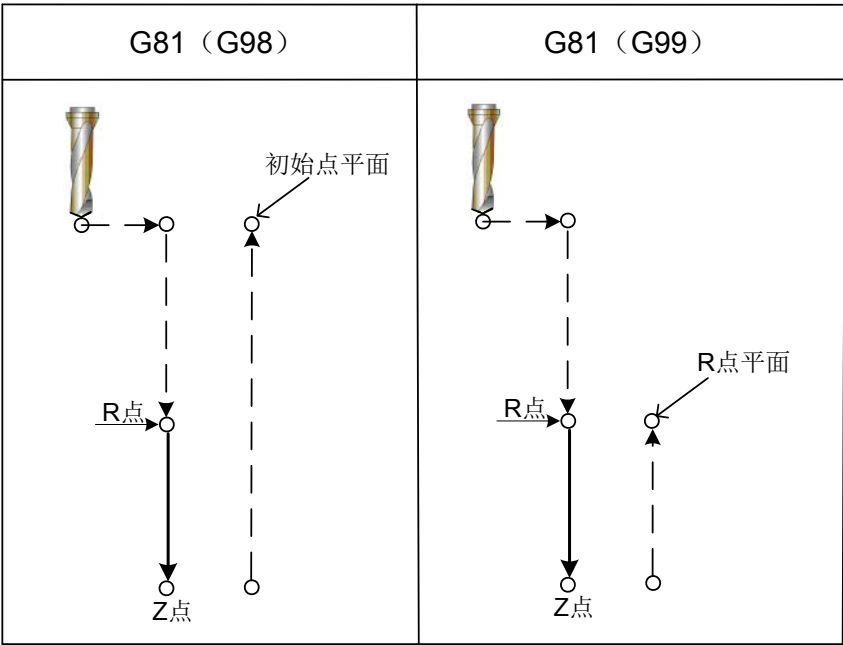


图 3-4-8-1

Z、R：执行第一个钻孔时孔底参数 Z 及参数 R 任意一个缺失，系统只改变模态，不执行 Z 轴动作。
在沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点，从 R 点到 Z 点执行钻孔加工，然后刀具快速移动退回。
在指定 G81 之前用辅助功能 M 代码旋转主轴。
当 G81 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。
当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。
当在固定循环中指定刀具长度偏置 G43 G44 或 G49 时，在定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

例 1 (普通钻孔示例)：

M3 S2000
G90 G99 G81 X300. Y-250. Z-150. R-10. F120.
Y-550. ;
Y-750. ;
X1000. ;
Y-550. ;
G98 Y-750. ;

主轴开始旋转
定位，钻 1 孔，然后返回到 R 点
定位，钻 2 孔，然后返回到 R 点
定位，钻 3 孔，然后返回到 R 点
定位，钻 4 孔，然后返回到 R 点
定位，钻 5 孔，然后返回到 R 点
定位，钻 6 孔，然后返回初始位置平面

G80;
G28 G91 X0 Y0 Z0 ;
M5;
M30;

返回到参考点
主轴停止旋转

例 2 (圆周角度孔钻孔示例)：

G80 G90 G54 X0 X0 Z100;
M3 S2000 主轴开始旋转
G0 Z5
G81 X0.Y0.I100 J0 Z-20.R2.F120 定位到圆心为 X0,Y0，半径为 I100，圆周角度 J0 度上，钻孔
G81 X0.Y0.I100 J35 Z-20.R2.F120 定位到圆心为 X0,Y0，半径为 I100，圆周角度 J35 度上，钻孔
G81 X0.Y0.I100 J90 Z-20.R2.F120 定位到圆心为 X0,Y0，半径为 I100，圆周角度 J90 度上，钻孔
G81 X0.Y0.I100 J180 Z-20.R2.F120 定位到圆心为 X0,Y0，半径为 I100，圆周角度 J180 度上，钻孔
G81 X0.Y0.I100 J270 Z-20.R2.F120 定位到圆心为 X0,Y0，半径为 I100，圆周角度 J270 度上，钻孔
G81 X0.Y0.I100 J300 Z-20.R2.F120 定位到圆心为 X0,Y0，半径为 I100，圆周角度 J300 度上，钻孔
G81 X0.Y0.I100 J315 Z-20.R2.F120 定位到圆心为 X0,Y0，半径为 I100，圆周角度 J315 度上，钻孔
G80;
G0 X0 Y0 Z100 ;
M5; 主轴停止旋转
M30;

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G81，否则 G81 将被取消。
刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3.4.9 钻孔循环，镗镗循环 G82

指令格式：G82 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_；
功能：该循环用作正常钻孔，切削进给执行到孔底，执行暂停，然后刀具从孔底快速移动退回。
说明：
X_Y_：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；
F_：切削进给速度；
P_：暂停时间；
K_：重复次数。

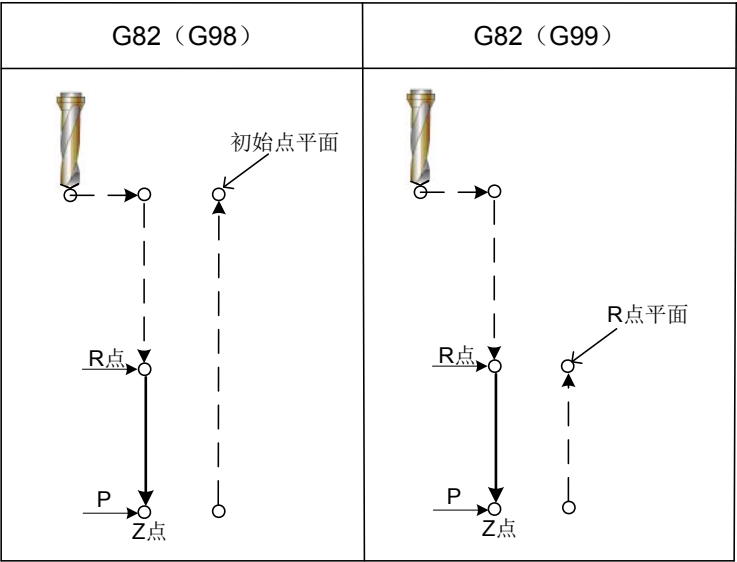


图 3-4-9-1

在沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点，从 R 点到 Z 点执行钻孔加工。当到孔底时，执行暂停然后刀具快速移动退回。

在指定 G82 之前用辅助功能 M 代码旋转主轴。

当 G82 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

当在固定循环中指定刀具长度偏置 G43、G44 或 G49 时，在定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

P 为模态代码指令，参数最小值由数据参数 P336 设定，参数最大值由数据参数 P337 设定。P 值小于 P336 参数设定值，以最小值运行，大于 P337 参数设定值，以最大值运行。如果在不执行钻孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。

例：

M3 S2000

主轴开始旋转

G90 G99 G82 X300 Y-250 Z-150 -100 P1000 F120

定位，钻 1 孔，孔底暂停 1 秒，然后返回到 R 点

Y-550;

定位，钻 2 孔，孔底暂停 1 秒，然后返回到 R 点

Y-750;

定位，钻 3 孔，孔底暂停 1 秒，然后返回到 R 点

X1000.;

定位，钻 4 孔，孔底暂停 1 秒，然后返回到 R 点

Y-550;

定位，钻 5 孔，孔底暂停 1 秒，然后返回到 R 点

G98 Y-750;

定位，钻 6 孔，孔底暂停 1 秒，然后返回初始位置平面

G80;

取消固定循环

G28 G91 X0 Y0 Z0 ;

返回到参考点

M5;

主轴停止旋转

M30;

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G82，否则 G82 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3.4.10 排屑钻孔循环 G83

指令格式：G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ K_

功能：该循环执行深孔钻，执行间歇切削进给到孔的底部，钻孔过程中从孔中排除切屑。

说明：

X_Y_：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；

Q_：每次切削进给的切削深度；

F_：切削进给速度；

K_：重复次数。

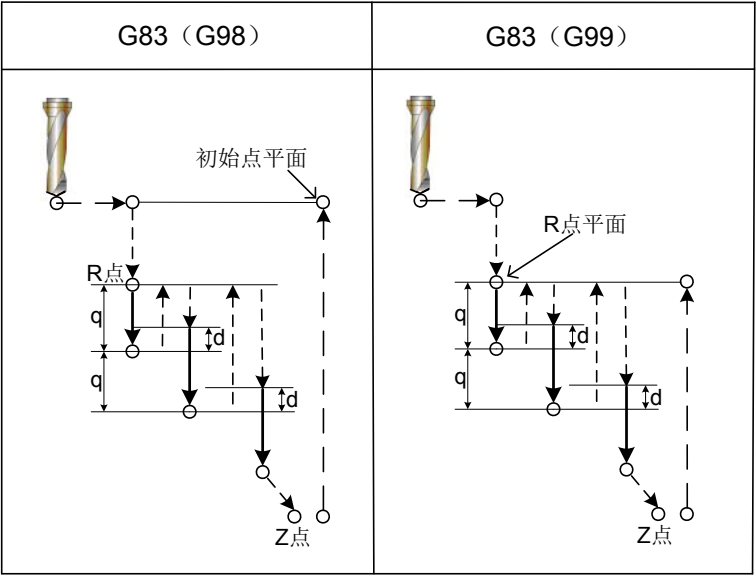


图 3-4-10-1

Q: 表示每次切削进给的切削深度，它必须以增量值表示。在第二次和以后的切削进给中，执行快速移动到上次钻孔结束之前距离为 d 的点，再次执行切削进给，d 的值通过参数 P335 进行设定。如图 3-4-10-1 所示。

- 在 Q 中必须指定正值，负号被忽略，系统仍以正值处理。
- 在执行钻孔的程序段中指定 Q，如果在不执行钻孔的程序段中指定，Q 不能作为模态数据被贮存。
- 指定 G83 之前，用辅助功能旋转主轴（M 代码）。
- 当 G83 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。
- 当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。
- 当在固定循环中，指定刀具长度偏置（G43，G44 或 G49）时，在定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

例：

M3 S2000;

主轴开始旋转

G90 G99 G83 X300 -250 -150 -100 Q15 F120;

定位，钻 1 孔，然后返回到 R 点

Y-550;

定位，钻 2 孔，然后返回到 R 点

Y-750;

定位，钻 3 孔，然后返回到 R 点

X1000;

定位，钻 4 孔，然后返回到 R 点

Y-550;

定位，钻 5 孔，然后返回到 R 点

G98 Y-750;

定位，钻 6 孔，然后返回初始位置平面

G80;

G28 G91 X0 Y0 Z0 ;

返回到参考点

M5;

主轴停止旋转

M30;

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 NO:52#2 设定为 1）和 G83，否则 G83 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3. 4. 11 右旋攻丝循环 G84

- 指令格式：G84 X_ Y_ 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_Y_：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；

F_：切削进给速度。

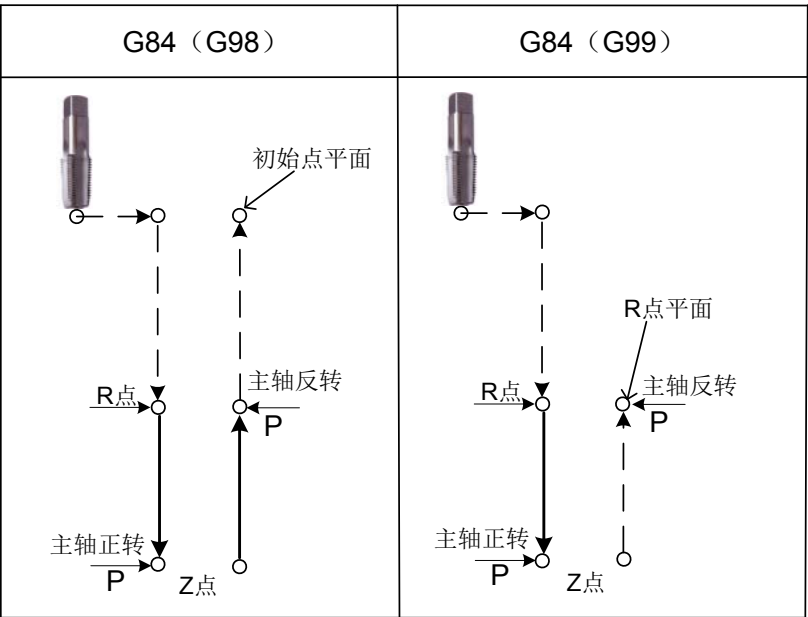


图 3-4-11-1

- 主轴顺时针旋转执行攻丝，当到达孔底时，为了回退主轴，以相反方向旋转，这个过程生成螺纹。
- 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，用辅助功能 M 代码使主轴旋转。如果没指令主轴顺时针旋转，系统在 R 平面自动根据当前主轴指令转速，调整为顺时针旋转。
- 当 G84 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。
- 当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。
- P 为模态指令，参数最小值由数据参数 P336 设定，参数最大值由数据参数 P337 设定。P 值小于 P336 参数设定值，以最小值运行，大于 P337 参数设定值，以最大值运行。如果在不执行钻孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。
- 当在固定循环中指定刀具长度偏置 G43 G44 或 G49 时，在执行定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。
- 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；
多头螺纹时，再乘以头数即可得到 F 值。

例：

| | |
|---------------------------------------------|----------------------|
| M3 S100 ; | 主轴开始旋转 |
| G90 G99 G84 X300 -250 Z-150 -120 P300 F120; | 定位，攻丝 1 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，攻丝 2 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-750; | 定位，攻丝 3 孔，然后返回到 R 点 |
| X1000; | 定位，攻丝 4 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，攻丝 5 孔，然后返回到 R 点 |
| G98 Y-750; | 定位，攻丝 6 孔，然后返回初始位置平面 |
| G80; | |
| G28 G91 X0 Y0 Z0 ; | 返回到参考点 |
| M5; | 主轴停止旋转 |
| M30; | |

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G84，否则 G84 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3.4.12 左旋攻丝循环 G74

指令格式：G74 X_ Y_ 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_Y_：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；

F_：切削进给速度。

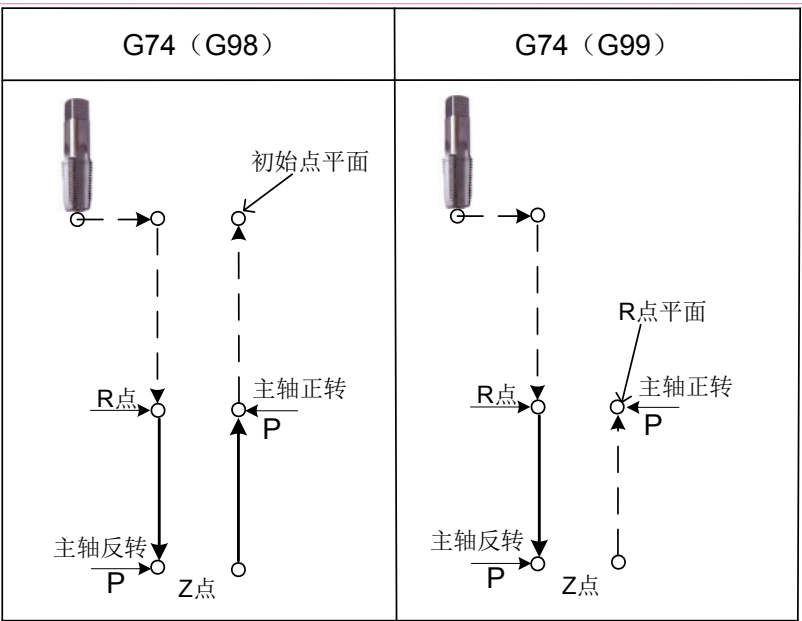


图 3-4-12-1

主轴逆时针旋转执行攻丝，当到达孔底时，为了回退主轴，以相反方向旋转。这个过程生成螺纹。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 G74 之前，用辅助功能 M 代码使主轴旋转。如果没指令主轴逆时针旋转，系统在 R 平面自动根据当前主轴指令转速，调整为逆时针旋转。

当 G74 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

P 为模态指令，参数最小值由数据参数 P336 设定，参数最大值由数据参数 P337 设定。P 值小于 P336 参数设定值，以最小值运行，大于 P337 参数设定值，以最大值运行。如果在不执行钻孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。

当在固定循环中指定刀具长度偏置 G43 G44 或 G49 时，在执行定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

例：

| | |
|--------------------------------------------------|----------------------|
| M04 S100; | 主轴开始旋转 |
| G90 G99 G74 X300. Y-250. Z-150. R-120 P300 F120; | 定位，攻丝 1 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，攻丝 2 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-750; | 定位，攻丝 3 孔，然后返回到 R 点 |
| X1000; | 定位，攻丝 4 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，攻丝 5 孔，然后返回到 R 点 |
| G98 Y-750; | 定位，攻丝 6 孔，然后返回初始位置平面 |
| G80; | |
| G28 G91 X0 Y0 Z0; | 返回到参考点 |

M5; 主轴停止旋转
M30;

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G74，否则 G74 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3. 4. 13 精镗循环 G76

指令格式：G76 X_Y_Z_Q_R_P_F_K_

功能：

精镗循环适用于孔的精镗。

当到达孔底时，主轴停转，切削刀具离开工件被加工表面并返回。

防止出现退刀时的退刀痕，影响加工表面的光洁度，同时避免刀具的损坏。

说明：

X_Y_：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；

Q_：孔底的偏移量；

P_：暂停时间；

F_：切削进给速度；

K_：精镗的次数。

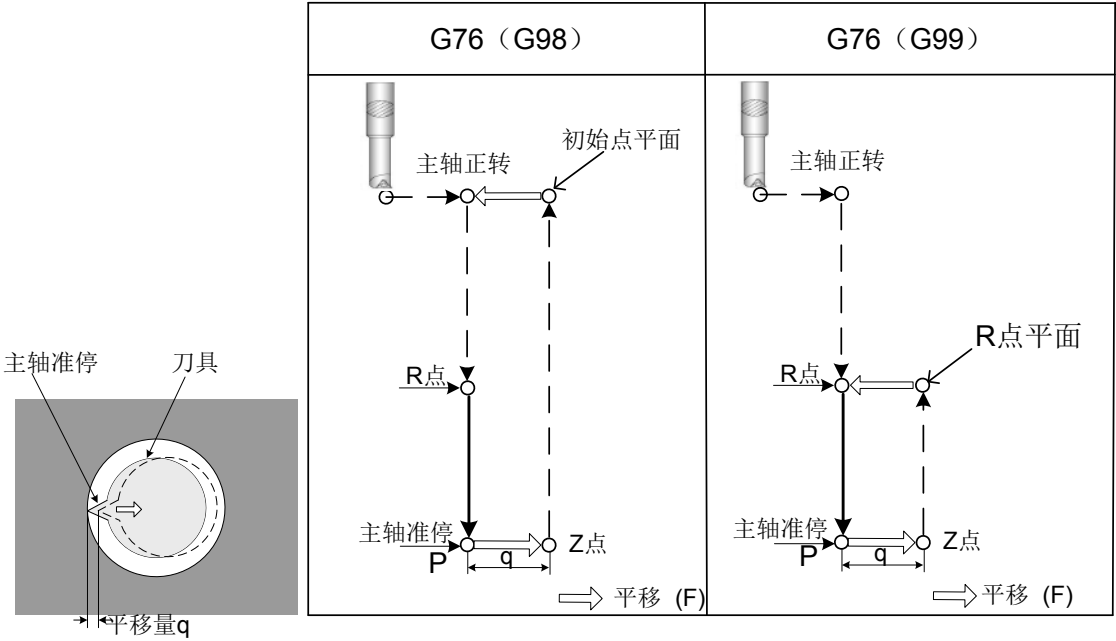


图 3-4-13-1

当刀具到达孔底时，主轴停止在固定的回转位置上，并且刀具以刀尖的反方向移动退刀。这保证加工面不被破坏，实现精密而有效的镗削加工。参数 Q 指定了退刀的距离。通过位参数 N0: 44#4 与 N0: 44#5 指定退刀轴及方向，Q 值必须是正值。即使用负值，符号也不起作用。Q 在孔底的偏移量是在固定循环内保存的模态值必须小心指定。因为它也用作 G73 和 G83 的切削深度。

在指定 G76 之前，用辅助功能 M 代码旋转主轴。

当 G76 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

当在固定循环中指定刀具长度偏置 G43、G44 或 G49 时，在执行定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

轴切换：必须在改变钻孔轴之前，取消固定循环。

镗加工：在不包含 X、Y、Z、R 或其它轴的程序段中不执行镗加工。

例：

| | |
|------------------------|---------------------|
| M3 S500 | 主轴开始旋转 |
| G90 G99 G76 X300 Y-250 | 定位，镗 1 孔，然后返回到 R 点 |
| Z-150 R-100 Q5 | 孔底定向然后移动 5mm |
| P1000 F120; | 在孔底停止 1s |
| Y-550; | 定位，镗 2 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-750; | 定位，镗 3 孔，然后返回到 R 点 |
| X1000; | 定位，镗 4 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，镗 5 孔，然后返回到 R 点 |
| G98 Y-750; | 定位，镗 6 孔，然后返回初始位置平面 |
| G80 G28 G91 X0 Y0 Z0; | 返回到参考点 |
| M5; | 主轴停止旋转 |

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G76，否则 G76 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3. 4. 14 镗孔循环 G85

指令格式：G85 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_

功能：该循环用于镗孔。

说明：

X_Y_：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；
F_：切削进给速度；
K_：重复次数。

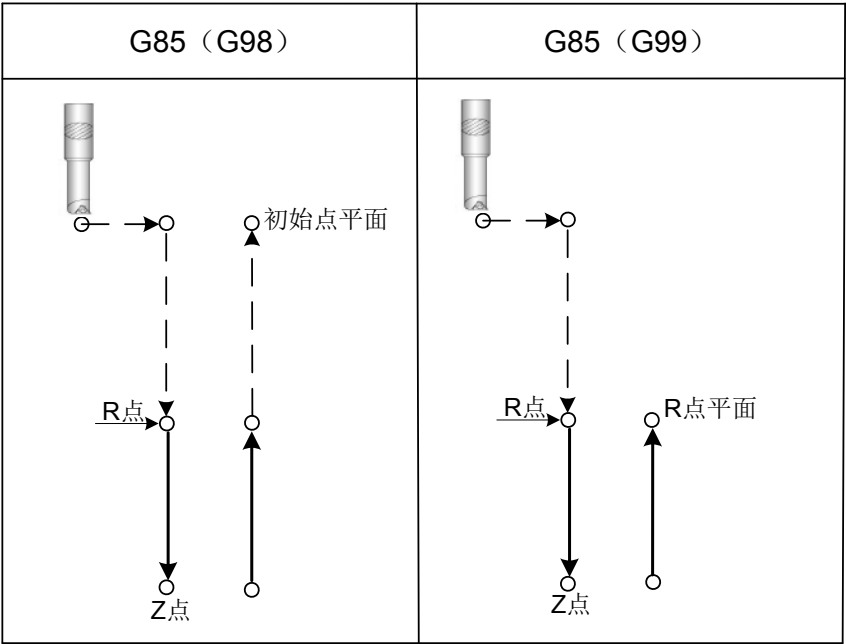


图 3-4-14-1

沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点，然后从 R 点到 Z 点执行镗孔，当到达孔底时，执行切削进给，然后返回到 R 点。

在指定 G85 之前用辅助功能 M 代码旋转主轴。

当 G85 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

当在固定循环中，指定刀具长度偏置 G43、G44 和 G49 时，定位到 R 点的同时加偏置。

轴切换：必须在改变钻孔轴之前，取消固定循环。

镗加工：在不包含 X、Y、Z、R 或其它轴的程序段中不执行镗加工。

例：

| | |
|------------------------------------------|--------------------|
| M3 S100 ; | 主轴开始旋转 |
| G90 G99 G85 X300 Y-250 Z-150 R-120 F120; | 定位，镗 1 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，镗 2 孔，然后返回到 R 点 |

| | |
|--------------------|---------------------|
| Y-750; | 定位，镗 3 孔，然后返回到 R 点 |
| X1000; | 定位，镗 4 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，镗 5 孔，然后返回到 R 点 |
| G98 Y-750; | 定位，镗 6 孔，然后返回初始位置平面 |
| G80; | |
| G28 G91 X0 Y0 Z0 ; | 返回到参考点 |
| M5; | 主轴停止旋转 |
| M30; | |

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 NO:52#2 设定为 1）和 G85，否则 G85 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3. 4. 15 镗孔循环 G86

指令格式：G86 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_；

功能：该循环指令用于镗孔加工循环。

说明：

X_Y_：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；

F_：切削进给速度；

K_：重复加工次数。

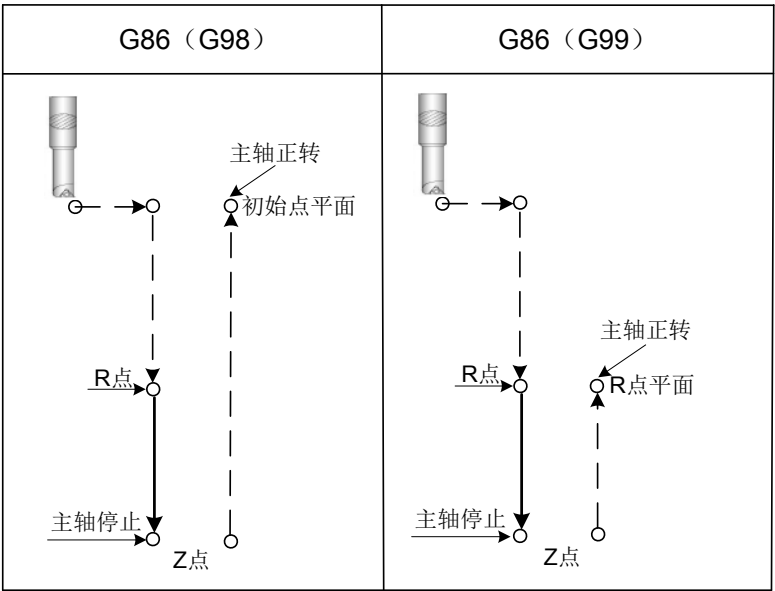


图 3-4-15-1

沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点，然后从 R 点到 Z 点执行镗孔。当主轴在孔底停止时，刀具以快速移动退回。

指定 G86 之前，用辅助功能 M 代码旋转主轴。

当 G86 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个动作。当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。当在固定循环中，指定刀具长度偏置 G43 G44 或 G49 时，在定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

轴切换：必须在改变钻孔轴之前，取消固定循环。

镗加工：在不包含 X、Y、Z、R 或其它轴的程序段中不执行镗加工。

例：

| | |
|-----------------------------------------|---------------------|
| M3 S2000; | 主轴开始旋转 |
| G90 G99 G86 X300 Y-250 Z-150 R-100 F120 | 定位，镗 1 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，镗 2 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-750; | 定位，镗 3 孔，然后返回到 R 点 |
| X1000; | 定位，镗 4 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，镗 5 孔，然后返回到 R 点 |
| G98 Y-750; | 定位，镗 6 孔，然后返回初始位置平面 |
| G80; | |
| G28 G91 X0 Y0 Z0 ; | 返回到参考点 |
| M5; | 主轴停止旋转 |
| M30; | |

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G86，否则 G86 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3. 4. 16 镗孔循环，背镗孔循环 G87

指令格式：G87 X_Y_Z_R_Q_P_ F_；

功能：该循环执行精密镗孔

说明：

X_Y_：孔定位数据；

Z_：增量编程表示指定 R 点到 Z 点距离；绝对编程表示 Z 点的绝对坐标值；

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；（孔底）

Q_：孔底的偏移量；

P_：暂停时间；

F_：切削进给速度；

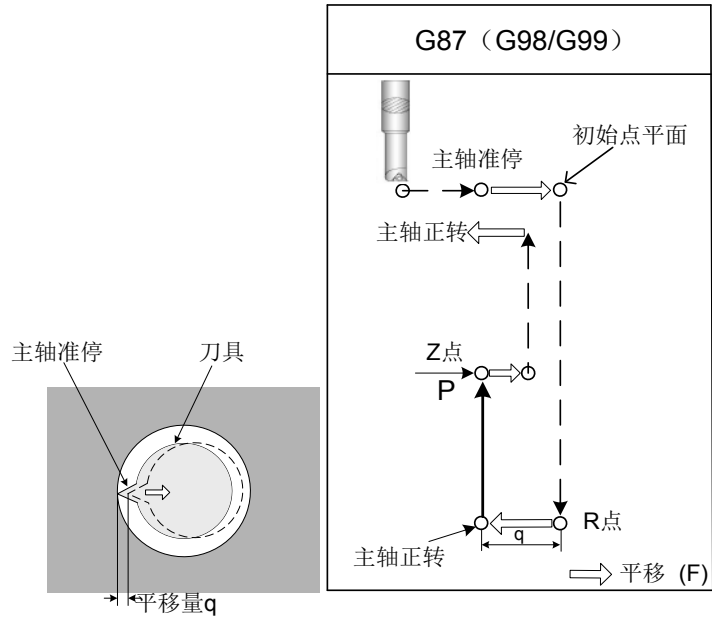


图 3-4-16-1

沿着 X 和 Y 轴定位以后，主轴定向后停止刀具，在刀尖的相反方向移动，并在孔底 R 点以进给速度移动，然后刀具在刀尖的方向上移动，并且主轴正转，沿 Z 轴的正向镗孔直到 Z 点，在 Z 点主轴再次定向后，主轴停在固定的旋转位置上，并且刀具以刀尖的相反方向移动退刀，然后刀具返回到初始平面。刀具在刀尖的方向上偏移主轴正转，执行下个程序段的加工。

参数 Q 值指定了退刀的距离。通过系统参数 N0: 44#4 与 N0: 44#5 指定退刀方向，Q 值必须是正值。即使用负值，符号也不起作用。Q 在孔底的偏移量是在固定循环内保存的模态值必须小心指定，因为它也用作 G73 和 G83 的切削深度。

在指定 G87 前用辅助功能 M 代码旋转主轴。

G87 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

当在固定循环中，指定刀具长度偏置 G43、G44 或 G49 时，在定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

轴切换：必须在切换镗孔轴之前取消固定循环。

镗加工：在不包含 X、Y、Z、R 或其它辅助轴的程序段中，不执行镗加工。

提示：

在进行背镗孔循环编程时，切记 Z 值与 R 值得指定，一般情况下，这里的 Z 位置在 R 位置上面。否则，系统将报警。

例：

| | |
|-----------|--------|
| M3 S500 ; | 主轴开始旋转 |
|-----------|--------|

```
G90 G99 G87 X300 Y-250 Z-120 R-150 Q5 P1000 F120 ;
(定位, 镗 1 孔, 在初始位置定向然后偏移 5mm 在 Z 点停止 1 秒)
Y-550 ;           定位, 镗 2 孔, 然后返回到 R 点
Y-750 ;           定位, 镗 3 孔, 然后返回到 R 点
X1000 ;           定位, 镗 4 孔, 然后返回到 R 点
Y-550 ;           定位, 镗 5 孔, 然后返回到 R 点
G98 Y-750 ;       定位, 镗 6 孔, 然后返回初始位置平面
G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;  返回到参考点
M5 ;             主轴停止旋转
```

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 NO:52#2 设定为 1）和 G87，否则 G87 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3. 4. 17 镗孔循环 G88

指令格式：G88 X_Y_Z_R_ P_F_

功能：该循环用于镗孔

说明：

X_Y_：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；

F_：切削进给速度。

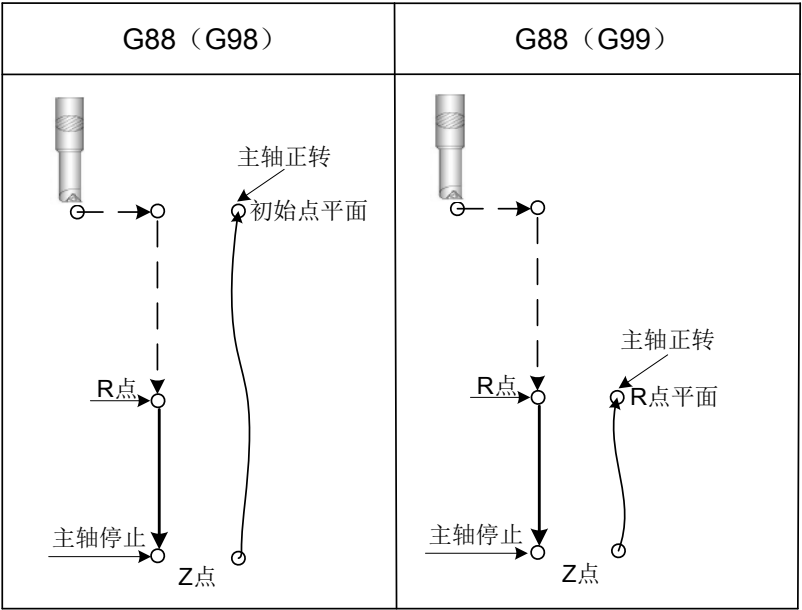


图 3-4-17-1

沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点，然后从 R 点到 Z 点执行镗孔，当镗孔完成后，执行暂停，然后主轴停止，刀具从孔底 Z 点手动返回到 R 点（G99 情况下）或初始点（G98 情况下）后，开始主轴正转。

在指定 G88 之前，用辅助功能 M 代码旋转主轴。

G88 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

P 为模态指令，参数最小值由数据参数 P336 设定，参数最大值由数据参数 P337 设定。P 值小于 P336 参数设定值，以最小值运行，大于 P337 参数设定值，以最大值运行。如果在不执行钻孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。

当在固定循环中，指定刀具长度偏置 G43 G44 或 G49 时，在定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

轴切换：必须在切换镗孔轴之前取消固定循环。

镗加工：在不包含 X、Y、Z、R 或其它辅助轴的程序段中，不执行镗加工。

例：

| | |
|------------------------------------------------|-----------------------|
| M3 S2000; | 主轴开始旋转 |
| G90 G99 G88 X300 Y-250 Z-150 R-100 P1000 F120; | 定位, 镗 1 孔, 然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位, 镗 2 孔, 然后返回到 R 点 |
| Y-750; | 定位, 镗 3 孔, 然后返回到 R 点 |
| X1000; | 定位, 镗 4 孔, 然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位, 镗 5 孔, 然后返回到 R 点 |
| G98 Y-750; | 定位, 镗 6 孔, 然后返回初始位置平面 |
| G80 G28 G91 X0 Y0 Z0; | 返回到参考点 |

M5; 主轴停止旋转

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G88，否则 G88 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3. 4. 18 孔循环 G89

指令格式：G89 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_

功能：该循环用于镗孔。

说明：

X_Y_：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；

F_：切削进给速度；

K_：重复次数。

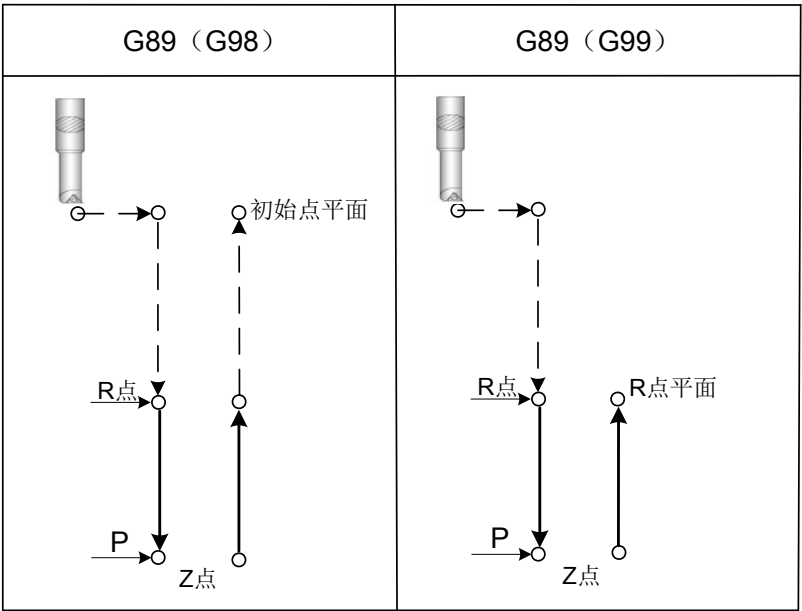


图 3-4-18-1

该循环几乎与 G85 相同，不同的是该循环在孔底执行暂停。

在指定 G89 之前用辅助功能 M 代码旋转主轴。

当 G89 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

P 为模态指令，参数最小值由数据参数 P336 设定，参数最大值由数据参数 P337 设定。P 值小于 P336 参数设定值，以最小值运行，大于 P337 参数设定值，以最大值运行。如果在不执行钻孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。

当在固定循环中指定刀具长度偏置 G43、G44 或 G49 时，在定位到 R 点的同时加偏置。

轴切换：必须在切换镗孔轴之前取消固定循环。

镗加工：在不包含 X、Y、Z、R 或其它辅助轴的程序段中，不执行镗加工。

例：

M3 S100; 主轴开始旋转

G90 G99 G89 X300 Y-250 Z-150 R-120 P1000 F120;

定位，镗 1 孔，然后返回到 R 点在孔底停止 1 秒

Y-550; 定位，镗 2 孔，然后返回到 R 点

Y-750; 定位，镗 3 孔，然后返回到 R 点

X1000; 定位，镗 4 孔，然后返回到 R 点

Y-550; 定位，镗 5 孔，然后返回到 R 点

G98 Y-750; 定位，镗 6 孔，然后返回初始位置平面

G80;

G28 G91 X0 Y0 Z0 ; 返回到参考点

M5; 主轴停止旋转

M30;

取消：不能在同一程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 N0:52#2 设定为 1）和 G89，否则 G89 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

3. 4. 19 左旋刚性攻丝 G74

指令格式：G74 X_Y_Z_R_P_F_K_

功能：在刚性方式中主轴电机的工作是一个伺服电机，该指令可实现左旋高速高精度攻丝。

说明：

X_Y_：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_：在孔底的暂停时间或回退时在 R 点的暂停时间。

F_：切削进给速度。

K_：重复次数。

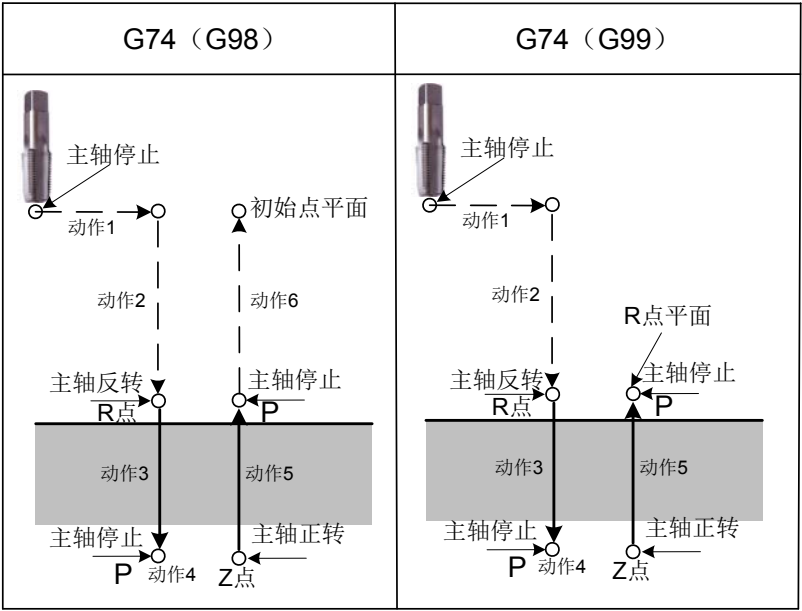


图 3-4-19-1

沿 X 和 Y 轴定位后，Z 轴快速移动到 R 点，执行 G74 主轴开始反转，从 R 点到 Z 点执行攻丝，当攻丝完成时，主轴停止并执行暂停，然后主轴以相反方向旋转刀具退回到 R 点，主轴停止，然后执行快速移动到初始位置。当攻丝正在执行时进给速度倍率和主轴倍率认为是 100%。

刚性方式：

用下列任何一种方法可以指定刚性方式：

- (1) 在攻丝指令段之前指定 M29 S*****
- (2) 在包含攻丝指令的程序段中指定 M29 S*****

当 G74 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

P 为模态指令，参数最小值由数据参数 P336 设定，参数最大值由数据参数 P337 设定。P 值小于 P336 参数设定值，以最小值运行，大于 P337 参数设定值，以最大值运行。如果在不执行钻孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。

刀具长度补偿，如果在固定循环方式中，指定刀具长度补偿 G43、G44 或 G49 的话，在定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

轴切换：必须在切换攻丝轴之前取消固定循环。如果在刚性方式中改变攻丝轴的话，则报警。

如果在 M29 和 G84 之间指定 S 和轴移动指令，系统报警。如果 M29 在攻丝循环中指定，系统报警。

螺纹导程用表达式：进给速度 / 主轴转速。

Z 轴进给速度 = 主轴转速 * 螺纹导程。

例：

主轴速度 1000rpm；

螺纹导程 1.0mm；

则，Z 轴进给速度 = 1000*1=998Mim/min；

G00 X120 Y100 ； 定位

M29 S1000 ； 指定刚性方式

G74 Z-100 R-20 F1000 ； 刚性攻丝

限制：

F：如果指定的 F 值超过切削进给速度上限值的话，则发出报警。

S：如果速度比指定档次的最大速度高的话，则报警。速度档次由数据参数 P244 ~ 246 设定。

取消：不能在同一个程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 NO：48#0 NO：14#0 设定为 1) 和 G74，否则 G74 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

程序再启动：在刚性攻丝期间程序再启动无效。

3. 4. 20 右旋刚性攻丝 G84

指令格式 1：G84 X_Y_Z_R_P_F_K_

指令格式 2：G84 X_Y_Z_I_J_R_P_F_K_

功能：在刚性方式中主轴电机的控制是一个伺服电机，可实现高速高精度攻丝。可以保证在 R 点不变化的情况下，攻丝的起始位置是一致的。即在一个位置多次重复执行攻丝指令，而螺纹丝不会乱扣、烂牙。

说明：

X_Y_：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_：在孔底的暂停时间或回退时在 R 点的暂停时间；

F_：切削进给速度；

K_：重复次数。

I_：当指令字段 I>0 时，指令字段中的 X_Y_ 坐标为圆心坐标，I 为圆的半径；当字段 I 小于或等于 0 时，X_Y_ 坐标为钻孔的定位坐标，

J_：当 I>0 时，J_ 字段才生效，J_ 是圆周上的角度。

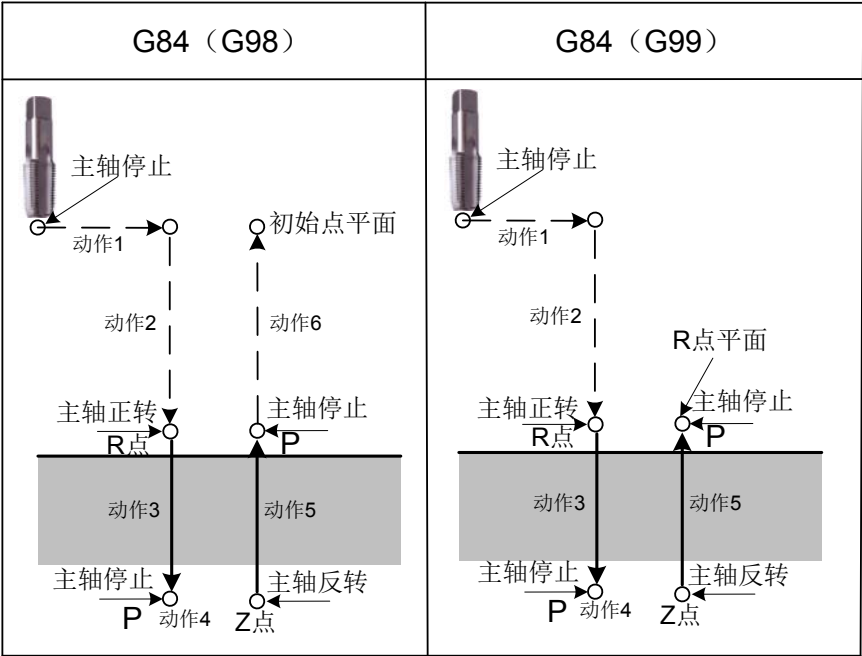


图 3-4-20-1

沿 X 和 Y 轴定位后，Z 轴执行快速移动到 R 点，执行 G84 主轴开始正转，从 R 点到 Z 点执行攻丝，当攻丝完成时，主轴停止并执行暂停，然后主轴以相反方向旋转刀具，退回到 R 点，主轴停止。然后执行快速移动到初始位置。

当攻丝正在执行时进给速度倍率和主轴倍率认为是 100% 。

刚性方式：

用下列任何一种方法可以指定刚性方式：

- (1) 在攻丝指令段之前指定 M29 S*****
- (2) 在包含攻丝指令的程序段中指定 M29 S*****

当 G84 指令和 M 指令同一程序段指定时，在第一个孔定位动作的同时执行 M 代码，然后，系统处理下一个钻孔动作。

当指定重复次数 K 时，只对第一个孔执行 M 代码，对以后的孔不执行 M 代码。

P 为模态指令，参数最小值由数据参数 P336 设定，参数最大值由数据参数 P337 设定。P 值小于 P336 参数设定值，以最小值运行，大于 P337 参数设定值，以最大值运行。如果在不执行钻孔加工的程序段中指定，P 不能作为模态数据被贮存。

刀具长度补偿，如果在固定循环方式中，指定刀具长度补偿 G43 G44 或 G49 的话，在定位到 R 点的同时加偏置或取消偏置。

轴切换：必须在切换攻丝轴之前取消固定循环。如果在刚性方式中改变攻丝轴的话，则报警。

如果在 M29 和 G84 之间指定 S 和轴移动指令，系统报警。如果 M29 在攻丝循环中指定，系统报警。

在每分进给方式中，螺纹导程用表达式：进给速度 / 主轴转速。

Z 轴进给速度 = 主轴转速 * 螺纹导程。

例：

主轴速度 1000r/min；

螺纹导程 1.0mm；

则，Z 轴进给速度 = 1000*1=1000Mim/min；

G00 X120 Y100 ; 定位

M29 S1000 ; 指定刚性方式

G84 Z-100 R-20 F1000 ; 刚性攻丝

限制：

F：如果指定的 F 值超过切削进给速度上限值的话，则发出报警。

S：如果速度比指定档次的最大速度高的话，则报警。速度档次由数据参数 P244~246 设定。

取消：不能在同一个程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）、G60 为模态 G 代码（位参 NO:48#0 设定为 1) 和 G84，否则 G84 将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

程序再启动：在刚性攻丝期间程序再启动无效。

[刚性攻丝] 参数类中：

1) 当参数：刚性攻丝（0: F 值=转速 * 螺距 1: F 值为螺距值） = “F 值为螺距值” 时：

示例： M29 S1000 ; 指定刚性方式

 G84 Z-100 R-20 F1; 刚性攻丝（直接输入螺距 1.0）

2> 当参数：刚性攻丝（0: F 值=转速 * 螺距 1: F 值为螺距值） = “F 值=转速 * 螺距” 时：

示例： M29 S1000 ; 指定刚性方式

 G84 Z-100 R-20 F1000; 刚性攻丝（直接输入螺距 1.0*S1000=1000 的值）

3.4.21 深孔刚性攻丝（排屑）循环

指令格式：G84 (or G74) X_Y_Z_R_P_Q_F_K_

功能：在深孔刚性攻丝中，执行数次进刀直到孔底。

说明：

X_Y_：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_：在孔底的暂停时间或回退时在 R 点的暂停时间；

Q_：每次切削进给的切削深度；

F_：切削进给速度；

K_：重复次数。

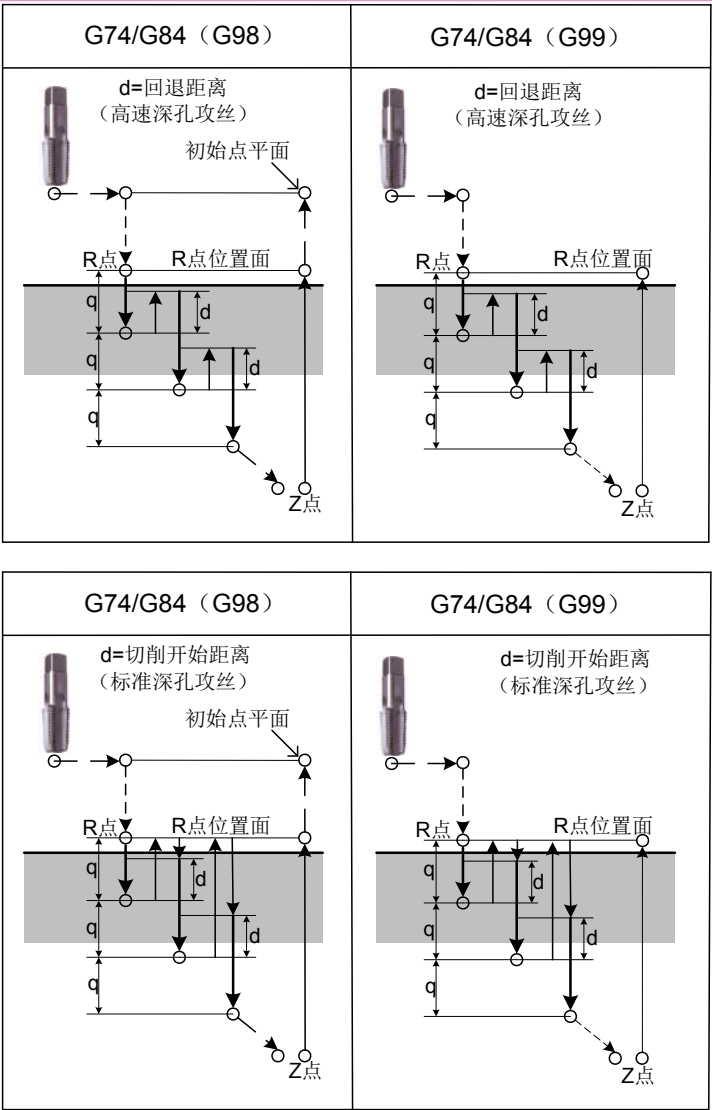


图 3-4-21-1

深孔刚性攻丝循环有两种方式：高速深孔攻丝循环和标准深孔攻丝循环，由位参数 N0:58#1 设定。

当位参数 N0:58#1=1 时，为高速深孔攻丝循环：沿 X 和 Y 轴定位以后执行快速移动到 R 点，从 R 点用进刀深度 Q（每次切削进给的深度）执行切削，然后刀具退回距离 d（由数据参数 P339 设定），由位参数 N0:58#6 设定刚性攻丝退刀时，倍率是否有效，由位参数 N0:58#7 指定后退速度倍率，由位参数 N0:58#5 设定刚性攻丝进刀、退刀时是否使用相同的时间常数。当到达 Z 点时，主轴停止，然后以相反方向旋转后退。

当位参数 N0:58#1=0 时，为标准深孔攻丝循环：沿 X 和 Y 轴定位以后执行快速移动到 R 点，从 R 点用进刀深度 Q（每次切削进给的深度）执行切削，然后执行返回到 R 点，由位参数 N0:58#6 设定刚性攻丝退刀时，倍率是否有效，由位参数 N0:58#7 指定后退速度倍率，从 R 点到离上次切削的终点距离 d（由数据参数 339 设定）的位置，以切削速度 F 的值重新执行切削，由位参数 N0:58#5 设定刚性攻丝进刀、退刀时是否使用相同的时间常数。当到达 Z 点时，主轴停止，然后以相反方向旋转后退。

限制：

F：如果指定的 F 值超过切削进给速度上限值的话，则报警。

S：如果速度比指定档次的最大速度高的话，则报警。速度档次由数据参数 P244 ~ 246 设定。

取消：不能在同一个程序段中指定 01 组 G 代码（G00 到 G03）和 G84（或 G74），否则 G84（或 G74）将被取消。

刀具偏置：在固定循环定位过程中刀具半径偏置被忽略。

程序再启动：在刚性攻丝期间程序再启动无效。

3. 4. 22 固定循环取消 G80

指令格式：G80

功能：取消固定循环。

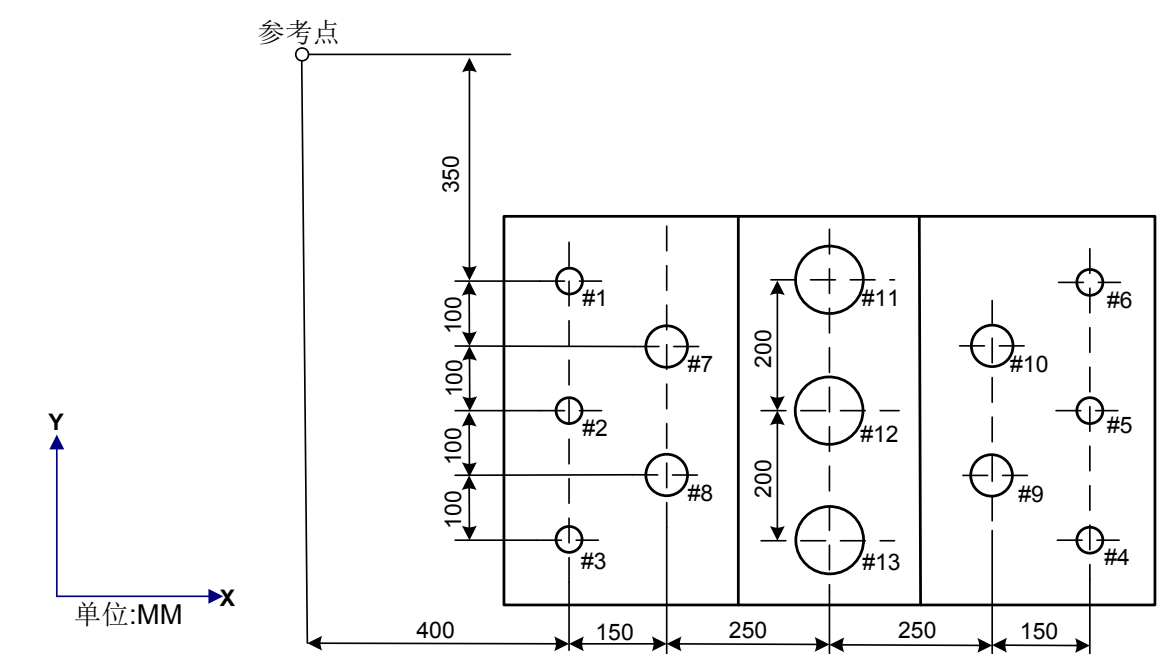
说明：

取消所有的固定循环，执行正常的操作。R 点和 Z 点也被取消。其它钻，镗孔数据也被取消清除。

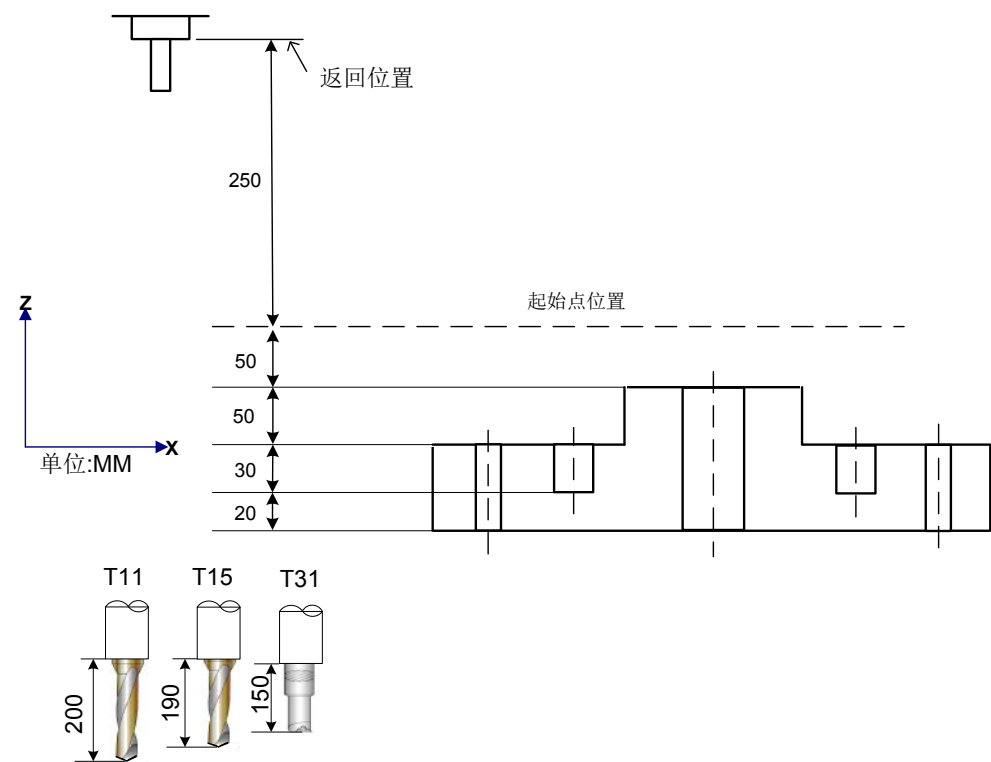
例：

| | |
|------------------------------------------|---------------------|
| M3 S100; | 主轴开始旋转 |
| G90 G99 G88 X300 Y-250 Z-150 R-120 F120; | 定位，镗 1 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，镗 2 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-750; | 定位，镗 3 孔，然后返回到 R 点 |
| X1000; | 定位，镗 4 孔，然后返回到 R 点 |
| Y-550; | 定位，镗 5 孔，然后返回到 R 点 |
| G98 Y-750; | 定位，镗 6 孔，然后返回初始位置平面 |
| G80; | |
| G28 G91 X0 Y0 Z0; | 返回到参考点取消固定循环 |
| M5; | 主轴停止旋转 |

例：下面使用刀具长度补偿，综合来说明固定循环的使用。



- # 1 ~ 6... 钻 $\Phi 10$ 孔
- # 7 ~ 10... 钻 $\Phi 20$ 孔
- #11 ~ 13... 镗 $\Phi 95$ 孔



偏置号 11 的值为 200, 偏置号 15 的值为 190, 偏置号 31 的值为 150 作为偏移量分别设定. 程序如下:

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| N001 G92 X0 Y0 Z0 ; | 坐标系设定在参考点。 |
| N0 | 换刀。 |
| O2 G90 G00 Z250 T11 M6 ; | |
| N003 G43 Z0 H11 ; | 在初始点进行平面刀具长度补偿。 |
| N004 S300 M3 ; | 主轴启动。 |
| N005 G99 G81 X400 Y-350 ; | |
| Z-153 R-97 F120 ; | 定位后加工 #1 孔。 |
| N006 Y-550 ; | 定位后加工 #2 孔, 返回 R 点平面。 |
| N007 G98 Y-750 ; | 定位后加工 #3 孔, 返回初始点平面。 |
| N008 G99 X1200 ; | 定位后加工 #4 孔, 返回 R 点平面。 |
| N009 Y-550 ; | 定位后加工 #5 孔, 返回 R 点平面。 |
| N010 G98 Y-350 ; | 定位后加工 #6 孔, 返回初始点平面。 |
| N011 G00 X0 Y0 M5 ; | 返回参考点, 主轴停。 |
| N012 G49 Z250 T15 M6 ; | 取消刀具长度补偿, 换刀。 |
| N013 G43 Z0 H15 ; | 初始点平面, 刀具长度补偿。 |
| N014 S200 M3 ; | 主轴启动。 |
| N015 G99 G82 X550 Y-450 ; | |
| Z-130 R-97 P30 F70 ; | 定位后加工 #7 孔, 返回 R 点平面。 |
| N016 G98 Y-650 ; | 定位后加工 #8 孔, 返回初始点平面。 |
| N017 G99 X1050 ; | 定位后加工 #9 孔, 返回 R 点平面。 |
| N018 G98 Y-450 ; | 定位后加工 #10 孔, 返回初始点平面。 |
| N019 G00 X0 Y0 M5 ; | 返回参考点, 主轴停。 |
| N020 G49 Z250 T31 M6 ; | 取消刀具长度补偿, 换刀。 |
| N021 G43 Z0 H31 ; | 初始点平面刀具长度补偿。 |
| N022 S100 M3 ; | 主轴启动。 |
| N023 G85 G99 X800 Y-350 ; | |
| Z-153 R47 F50 ; | 定位后加工 #11 孔, 返回 R 点平面。 |
| N024 G91 Y-200 ; | |
| Y-200 ; | 定位后加工 #12, #13 孔, 返回 R 点平面。 |
| N025 G00 G90 X0 Y0 M5 ; | 返回参考点, 主轴停。 |
| N026 G49 Z0 ; | 取消刀具长度补偿。 |
| N027 M30 ; | 程序停。 |

3.5 刀具补偿 G 代码

3.5.1 刀具长度补偿 G43、G44、G49

功能：

G43 指定刀具长度的正向补偿。

G44 指定刀具长度的反向补偿。

G49 取消刀具长度补偿。

指令格式：

系统支持 A/B 两种刀具长度偏置方法，用位参 N0：3#4 设置刀具长度偏置方式。

方式 A：

G43 } Z_ H_ ；
G44 }

方式 B：

G17 G43 Z_H；

G17 G44 Z_H；

G18 G43 Y_H；

G18 G44 Y_H；

G19 G43 X_H；

G19 G44 X_H；

刀具长度偏置方式取消：G49 或 H0。

说明：

上述指令的作用是将指定轴指令终点位置再移动一个偏移量。把编程时假想的刀具长度值（通常设定为第一把刀）和实际加工时使用刀具长度值之差预先设定在偏置存储器中，因此不需要变更程序，只需要改变刀具长度补偿值就可以使用不同长度的刀具加工零件。

G43，G44 指定不同的偏移方向，用 H 代码指定偏移号。

1、偏移方向

G43：正向偏移（最常用的偏移方式）

G44：负向偏移

无论是绝对值指令，还是增量值指令，在 G43 时，把程序中指定轴移动指令终点坐标值加上用 H 代码指定的偏移量（设定在偏置存储器中）；G44 时，减去 H 代码指定的偏移量，然后把其计算结果的坐标值作为终点坐标值。

G43，G44 是模态 G 代码，在遇到同组其他 G 代码之前均有效。

2、偏置量的指定

由 H 代码指定长度偏置号，该偏置号对应的偏置量与程序中 Z 轴移动指令值相加或相减，形成新的 Z 轴移动指令。根据需要偏置号可以指定 H00 ～ H256。

偏置量设定的范围如下：

表 3-5-1-1

| | 毫米输入 |
|-------|----------------------------|
| 补偿量 H | -999.9999 mm ～ +999.9999mm |

偏置号 00，即 H00 对应的偏置量是 0。H00 对应的偏置量在系统中不能设定。

注意：当由于偏置号改变而导致偏置量改变时，只是用新的偏置量直接替换旧的偏置量，而不是新的偏置量与旧的补偿量相加。

例如：

H01..... 偏置量 20

H02..... 偏置量 30

G90 G43 Z100 H01 ； Z 走到 120

G90 G43 Z100 H02 ； Z 走到 130

3、偏置号的有效顺序

一旦长度偏置模态建立，当前偏置号立即生效，而当偏置号改变时，新的偏置值将立即替换旧的偏置值。

例如：

O×××××；

H01；

G43 Z10； (1) 偏置号 H01 生效

G44 Z20 H02； (2) 偏置号 H02 生效

H03； (3) 偏置号 H03 生效

G49； (4) 偏置取消，H00 生效

M30；

4、取消刀具长度补偿

用 G49 或者 H00 取消刀具补偿。在指令 G49 或 H00 之后，系统立即取消刀具长度补偿。

注意：

1、刀具长度偏置 B 方式沿两个两个以上轴执行之后，用 G49 取消所有轴的偏置，而用 H00 仅取消垂直于指定平面的轴的偏置。

2、长度补偿的建立和取消建议追加 Z 轴移动指令，否则会以前点建立和取消长度补偿，因此，使用 G49 时请确定 Z 轴处在安全高度，防止撞刀或损坏工件。

5、刀具长度偏置方式中的 G53、G28 或 G30 指令

刀具长度偏置方式中指定 G53、G28 或 G30 指令时，刀具长度偏置轴的偏置矢量在移动到指定位置时取消（其中 G53 移动到指令位置时取消，G28、G30 则移动到参考点时取消），但模态代码显示并不切换

到 G49，并且除了刀具长度偏置轴以外的轴不取消。当 G53 与 G49 同段时，所有轴在移动到指令位置时取消长度偏置；当 G28 或 G30 与 G49 同段时，所有轴在移动到参考点时取消长度偏置。取消的刀具长度偏置矢量将在被缓存的下一个程序段恢复。

- 6、刀具长度补偿的具体实例
- (A) 刀具长度补偿（加工 #1， #2， #3 孔）
- (B) H01= 偏移量 -4

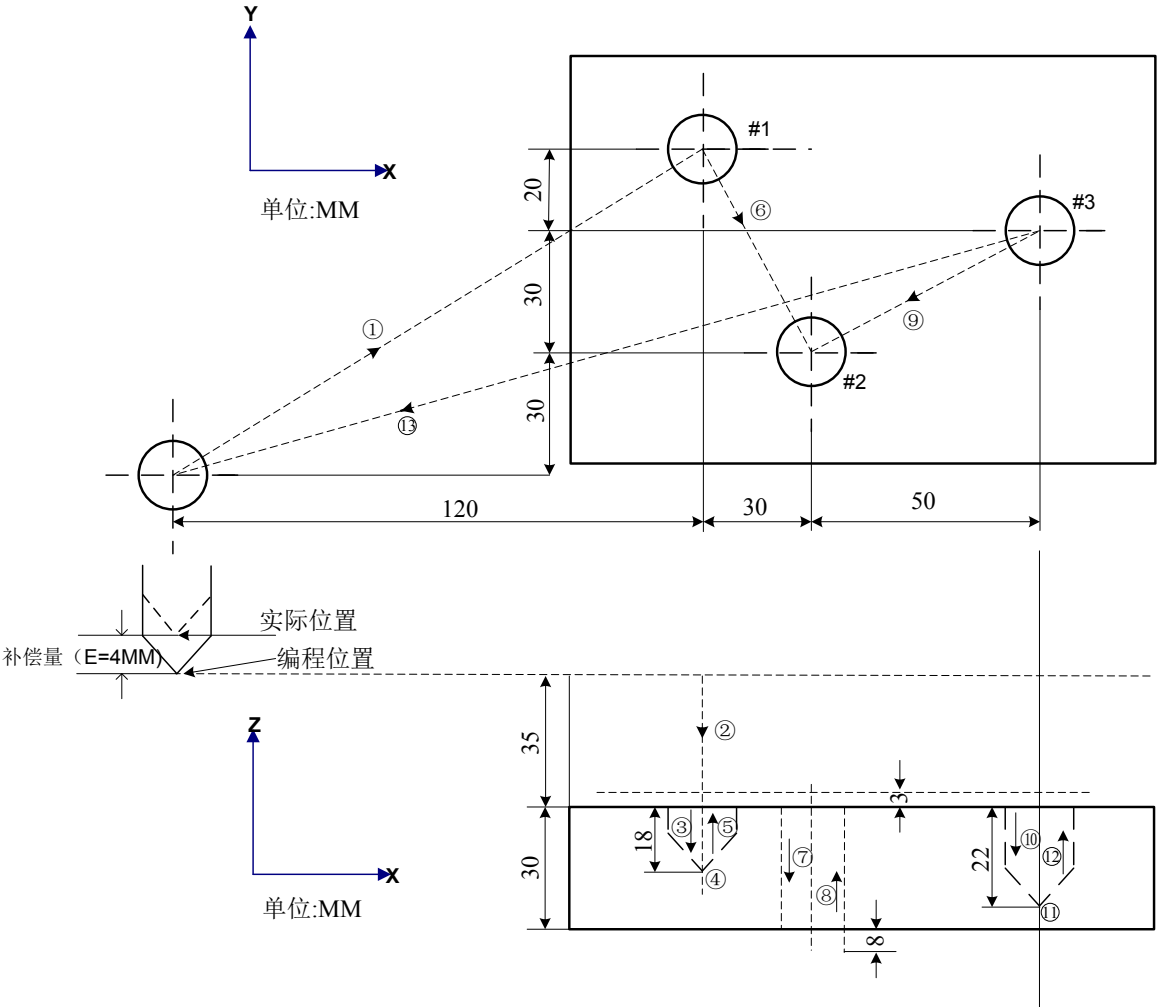


图 3-5-1-1

```
N1 G91 G00 X120 Y80 ; (1)
N2 G43 Z-32 H01 ; (2)
N3 G01 Z-21 F200 ; (3)
N4 G04 P2000 ; (4)
N5 G00 Z21 ; (5)
N6 X30 Y-50 ; (6)
N7 G01 Z-41 F200 ; (7)
```

```
N8 G00 Z41 ; (8)
N9 X50 Y30 ; (9)
N10 G01 Z-25 F100 ; (10)
N11 G04 P2000 ; (11)
N12 G00 Z57 H00 ; (12)
N13 X-200 Y-60 ; (13)
N14 M30 ;
```

3.5.2 刀具半径补偿 G40/G41/G42

指令格式:

```
G41 D_X_Y_ ;
G42 D_X_Y_ ;
G40 X_Y_ ;
```

功能:

- G41 指定刀具移动方向的左侧补偿。
- G42 指定刀具移动方向的右侧补偿。
- G40 取消刀具半径补偿。

说明:

1、刀具半径补偿功能

如下图，用半径为 R 的刀具切削工件 A，刀具中心路径为图中 B，路径 B 距离 A 为 R。刀具偏移工件 A 半径的距离称为补偿。

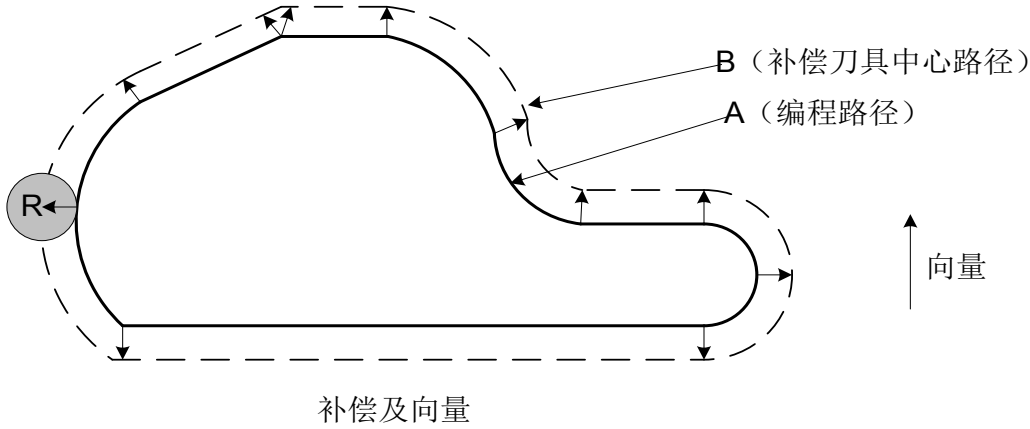


图 3-5-2-1

编程人员用刀具半径补偿模式编制加工程序，加工中，测定刀具直径并录入 CNC 的存储器，刀具路径变成补偿路径 B。

2、补偿量 (D 值)

由 D 代码指定半径偏置号，与该偏置号对应的偏置量与程序中的移动指令值相加或相减，形成新的移动指令。根据需要偏置号可以指定 D00 ～ D256。

用 LCD/MDI 面板，可把偏置号对应的偏置量事先设定在偏置存储器中。

补偿量的设定范围如下：

表 3-5-2-1

| | 毫米输入 |
|-------|-------------------------------|
| 补偿量 D | -999.9999 m m ～ +999.9999 m m |

注意：D00 的补偿量系统默认为 0，用户不能设置也不能修改。

补偿平面的变更必须在取消补偿模式后进行。没有取消补偿模式及改变补偿平面系统将报警。

3、平面选择及向量

补偿计算是在由 G17，G18，G19 所选择的平面内执行。这个平面称为补偿平面。例如，当选择 XY 平面时，在程序中用 (X，Y) 执行补偿计算和向量计算。不在补偿平面的轴的坐标值不受补偿影响。

在同时进行三轴控制时，只对投影在补偿平面的刀具路径作补偿。

补偿平面的变更必须在取消补偿模式后进行。

表 3-5-2-2

| G 代码 | 补偿平面 |
|------|----------|
| G17 | X - Y 平面 |
| G18 | Z - X 平面 |
| G19 | Y - Z 平面 |

4、G40、G41 及 G42

用 G40，G41，G42 指令刀具半径补偿向量的取消及执行。它们与 G00，G01，G02，G03 指令组合，定义一个模式确定补偿向量的值、方向。

表 3-5-2-3

| G 代码 | 功能 |
|------|----------|
| G40 | 刀具半径补偿取消 |
| G41 | 刀具半径左补偿 |
| G42 | 刀具半径右补偿 |

5、刀具半径补偿方式中的 G53、G28、G30 指令

刀具半径补偿方式中指定 G53、G28 或 G30 指令时，刀具半径偏置轴的偏置矢量在移动到指定位置时取消（其中 G53 移动到指令位置时取消，G28、G30 则移动到参考点时取消），但模态代码显示并不切换到 G40，并且除了刀具半径偏置轴以外的轴不取消。当 G53 与 G40 同段时，所有轴在移动到指令位置时取消半径补偿；当 G28 或 G30 与 G40 同段时，所有轴在移动到参考点时取消长度偏置。取消的刀具半径补偿矢量将在被缓存的下一个程序段恢复。

注：在补偿模式中，可以由位参数 N0：19#4 选择指定 G28、G30 指令移动到中间点时，补偿是否会暂时取消

取消刀具半径补偿 (G40)

在 G00，G01 状态，利用下面指令，G40 X_ Y_ ；。

从起点的旧矢量向着终点进行直线运动。G00 方式下，各轴向终点进行快速运动。使用此指令，使系统从刀具补偿状态进入到取消刀具补偿状态。

如果只是 G40；没指令 X_ Y_ 时，刀具不作运动。

刀具半径补偿 左 (G41)

1) G00、G01 时

G41 X_ Y_ D_ ；指令在程序段终点，形成一个与 (X，Y) 的方向垂直的新矢量，刀具从起点处旧矢量的尖端向新矢量的尖端移动。

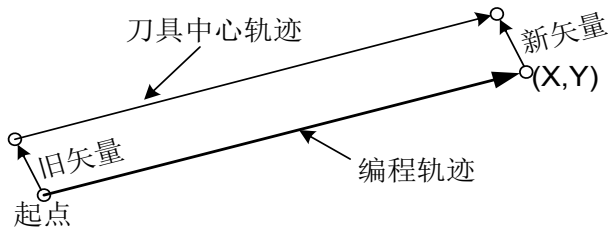


图 3-5-2-2

旧矢量为零时，利用该指令，使刀具从取消刀具偏置状态进入刀具半径补偿状态。此时，由 D 代码指定偏移值。

2) G02、G03 时

G41……；

……

……

G02/G03 X_ Y_ R_ ；

根据上述程序可以做出新矢量，它位于圆弧中心和终点的连线上，从圆弧前进方向看，指向左方（或右方），刀具中心从圆弧的旧矢量尖端向着新矢量尖端沿着圆弧移动。但前提是旧矢量已正确地做出来了。

偏移矢量是从起点或终点指向圆弧中心或者背离中心的。

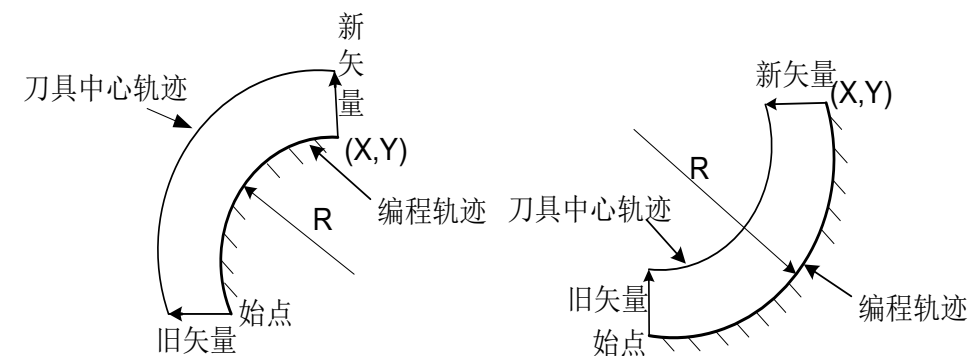


图 3-5-2-3

刀具半径补偿 右 (G42)

G42 与 G41 刚好相反，沿着刀具前进方向，刀具在工件的右侧进行偏移。也就是说用 G42 做出的矢量方向恰好和 G41 做出的矢量方向相反。除了矢量方向相反之外，偏移方法与 G41 完全相同。

- 1) G00、G01 时
- G42 X_ Y_ D_ ;
- G42 X_ Y_ ;

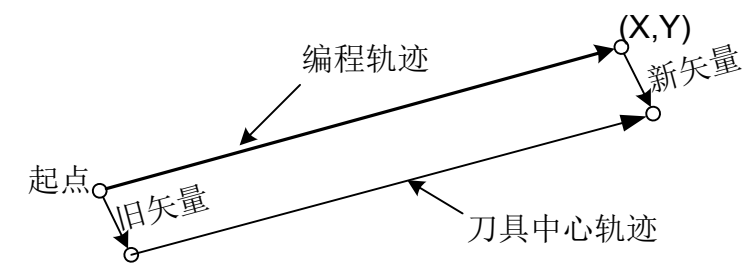


图 3-5-2-4

- 2) G02、G03 时

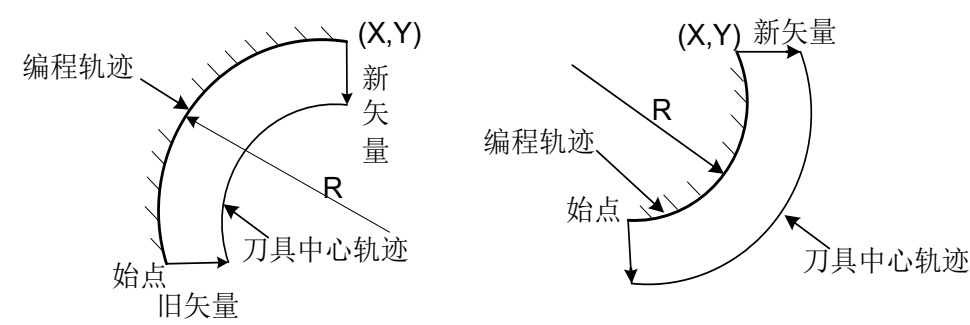


图 3-5-2-5

6、有关偏移的一般注意事项：

- (A) 偏移号的指定
G41、G42、G40 为模态指令，偏移号是用 D 代码指定的。可在偏移取消状态变到刀具半径补偿状态之前的任何地方指定。G41、G42 指令后面一定要跟移动指令，否则报警。
- (B) 关于从取消偏移状态进入刀具半径补偿状态
从取消偏移状态进入刀具半径补偿状态时的移动指令必须是定位 (G00) 或直线插补 (G01)，不能用圆弧插补 (G02, G03)。
- (C) 刀具半径补偿左和右的转换
偏移方向从左变到右，或者从右变到左时，一般都是经过偏移取消状态。但是定位 (G00) 或者直线插补 (G01) 可以不经由偏移取消状态，直接转换。此时的刀具轨迹如下图所示：

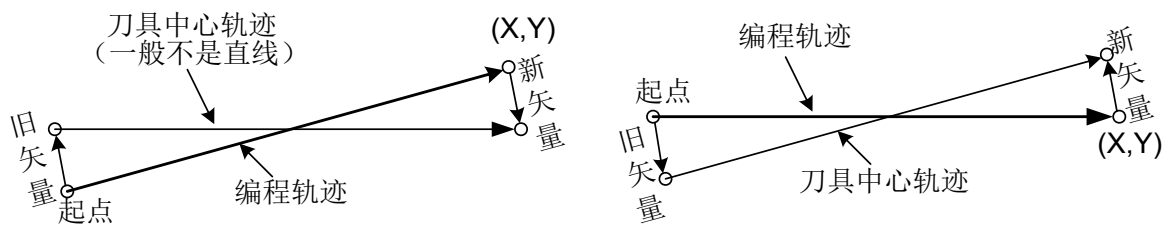


图 3-5-2-6

| | |
|-----------------|---------------|
| G1G41 D_X_ Y_ ; | G42 D_X_ Y_ ; |
| | |
| G1G42 D_X_ Y_ ; | G41 D_X_ Y_ ; |

- (D) 偏移量的变更
偏移量的改变一般是在偏移取消状态，在换刀时进行，但对于定位 (G00) 和直线插补来说在偏移状态中也可进行，其情况如下图所示。

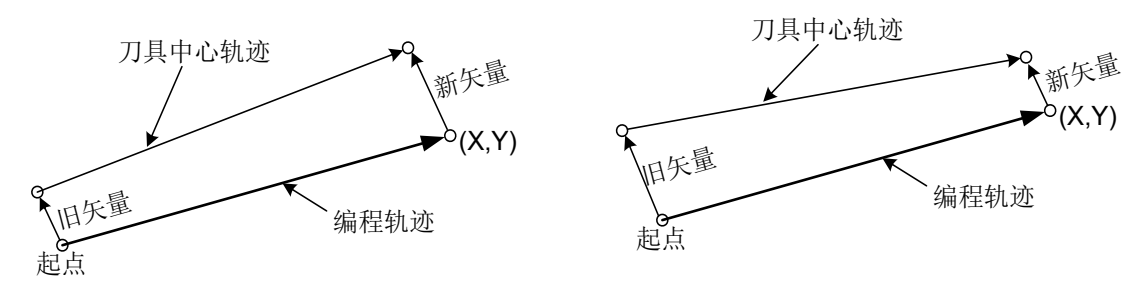


图 3-5-2-7 (偏移量的变更)

(E) 偏移量的正负和刀具中心轨迹

如果把偏移量设为负值时，则加工出的工件相当于把程序单上 G41 与 G42 全部变换时的情况，因此，沿着工件外侧切削的变成沿着工件内侧切削，原来沿着工件内侧加工的，变成沿着外侧加工。

如下图中一般编程时，假设偏移量为正值：

当刀具轨迹编程如 (A) 图所示时，如果把偏移量设为负的，那么刀具运行轨迹就如图 (B) 所示；类似的，当刀具轨迹编程如 (B) 图所示时，如果把偏移量设为负的，那么刀具运行轨迹就如图 (A) 所示。

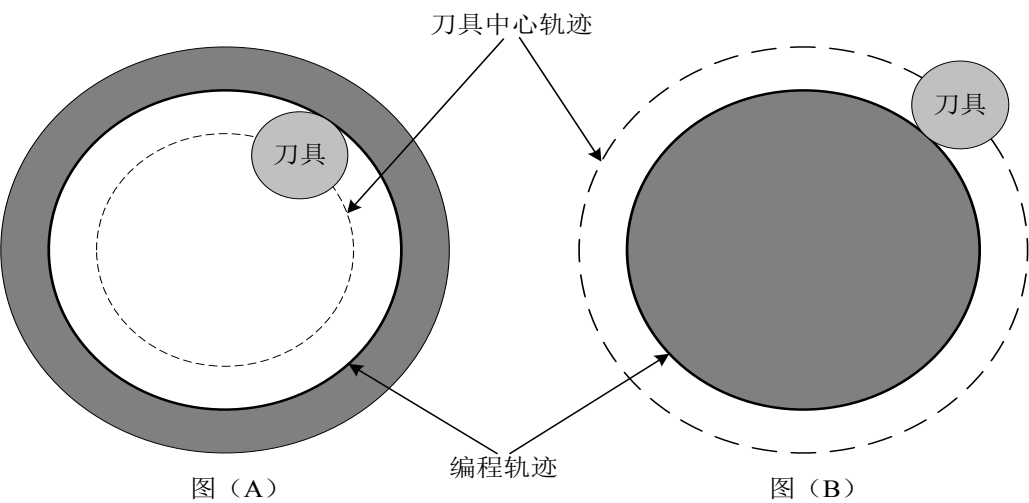


图 3-5-2-8

一般带有尖角的图形是常见的（带有尖角圆弧插补的图形）。但是偏移量设为负值后，不能加工零件的内侧圆形。切削某角内侧尖角时，在那儿插入适当半径的圆弧，圆滑过渡后，才能切削。

左补偿还是右补偿要看补偿方向是在刀具相对工件（认为工件不动）运动方向的左侧还是右侧。G41 或 G42 使系统进入补偿模式，G40 使系统取消补偿模式。

补偿程序示例如下：

程序段 (1) 称为起动，在该段 G41 指令使补偿取消模式变为补偿模式。在本段的终点，刀具中心用刀具半径垂直于下一段程序路径（从 P1 至 P2）方向补偿。刀具补偿量用 D07 指定，即补偿号码设为 7，G41 表示刀具路径左补偿。

补偿开始后，当工件形状编成如 P1 → P2……P9 → P10 → P11，刀具路径补偿自动执行。

刀具路径补偿的程序示例

```
G92 X0 Y0 Z0 ;
(1) N1 G90 G17 G0 G41 D7 X250 Y550 ;    (补偿量必须用补偿号码预先设定)
(2) N2 G1 Y900 F150 ;
(3) N3 X450 ;
(4) N4 G3 X500 Y1150 R650 ;
```

```
(5) N5 G2 X900 R-250 ;
(6) N6 G3 X950 Y900 R650 ;
(7) N7 G1 X1150 ;
(8) N8 Y550 ;
(9) N9 X700 Y650 ;
(10) N10 X250 Y550 ;
(11) N11 G0 G40 X0 Y0 ;
```

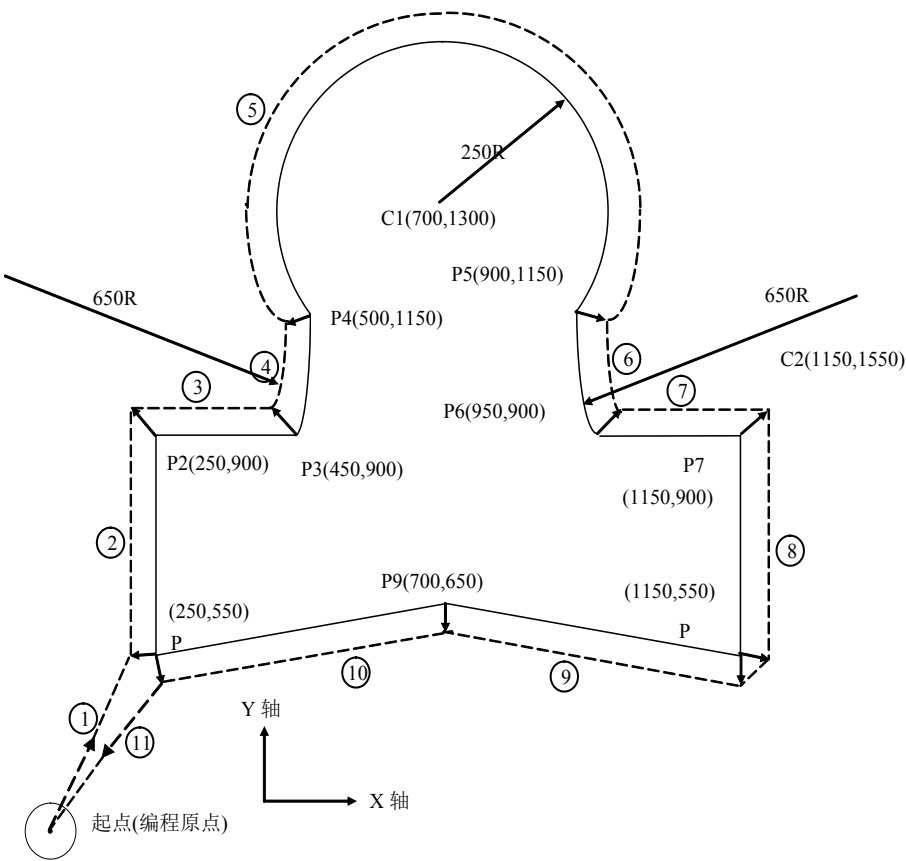


图 3-5-2-9

3.5.3 刀具半径补偿的详细说明

概念：

内侧和外侧：当两段程序指令建立的刀具轨迹的夹角超过 180° 时称该轨迹为内侧，当夹角在 0° 和 180° 之间时称为外侧。

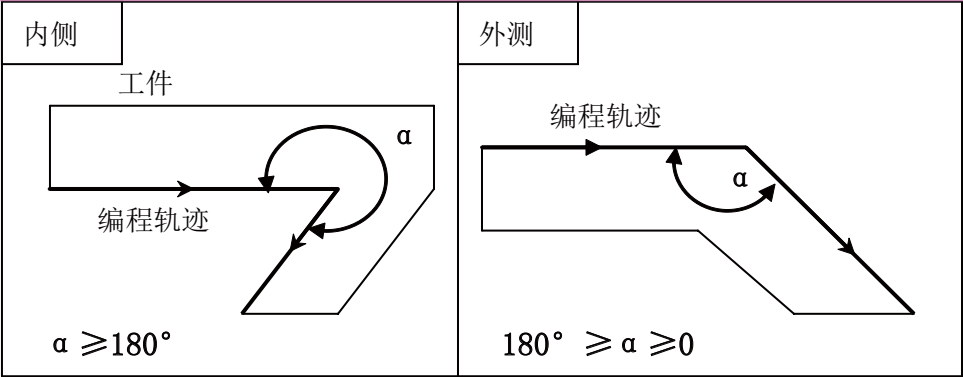
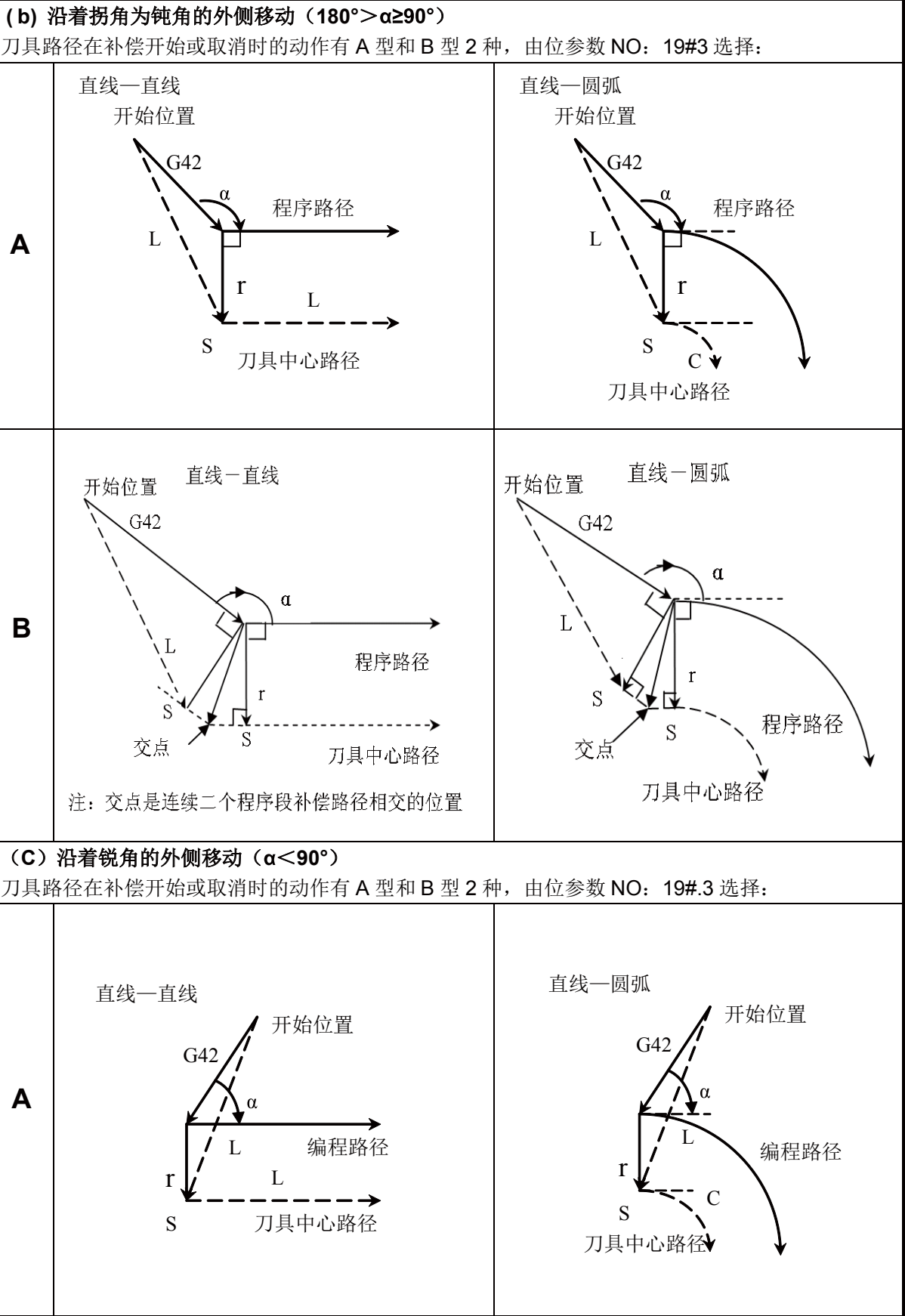
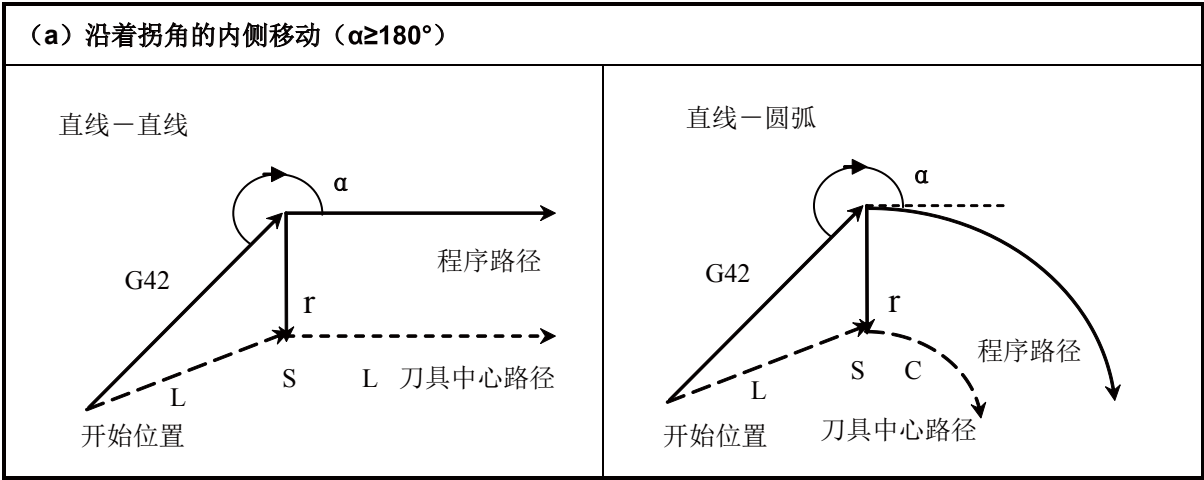


图 3-5-3-1

- 符号的意义
- 在后面图中使用下面的符号
- S 表示在这个位置单程序段执行 1 次
 - SS 表示在这个位置单程序段执行 2 次
 - SSS 表示在这个位置单程序段执行 3 次
 - L 表示刀具沿直线移动
 - C 表示刀具沿圆弧移动
 - r 表示刀具半径补偿值
 - 交点是两段编程轨迹在它们由 r 偏置之后彼此相交的位置
 - 0 表示刀具中心

1. 起刀时的刀具移动

从偏置取消方式变为偏置方式时，刀具移动如下图所示（起刀）：



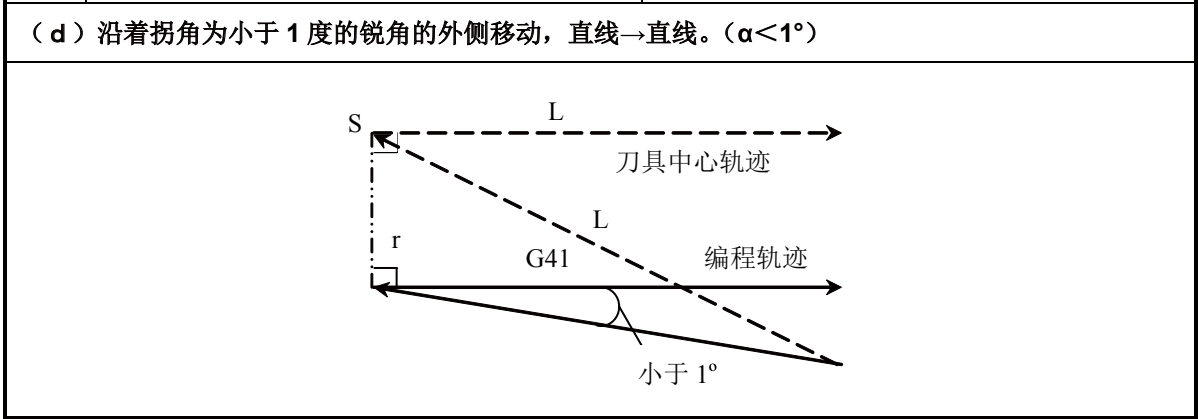
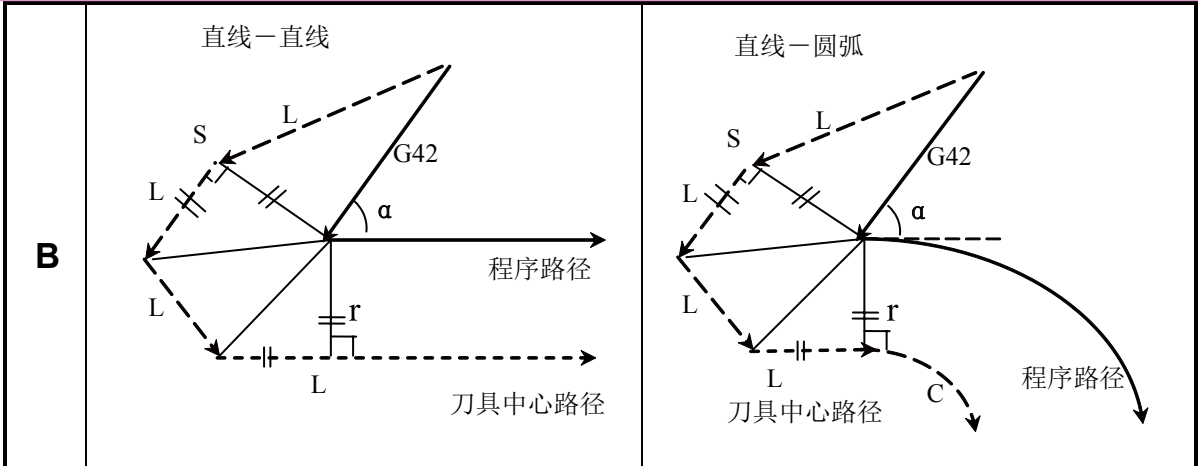


图 3-5-3-2

2. 偏置方式中的刀具移动

在补偿模式执行中不可变更补偿平面，否则会产生报警，同时刀具停止。在偏置方式中，刀具的移动如下图所示：

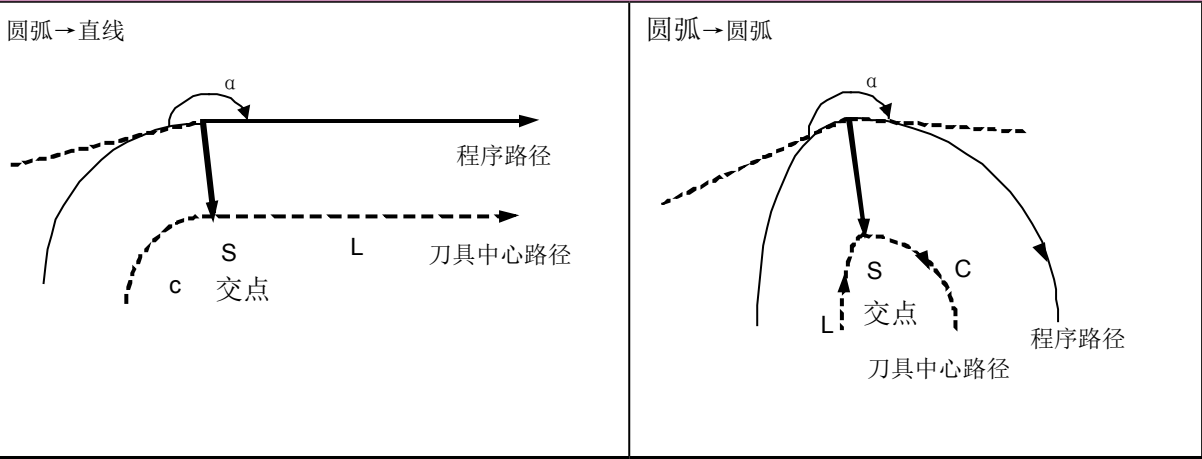
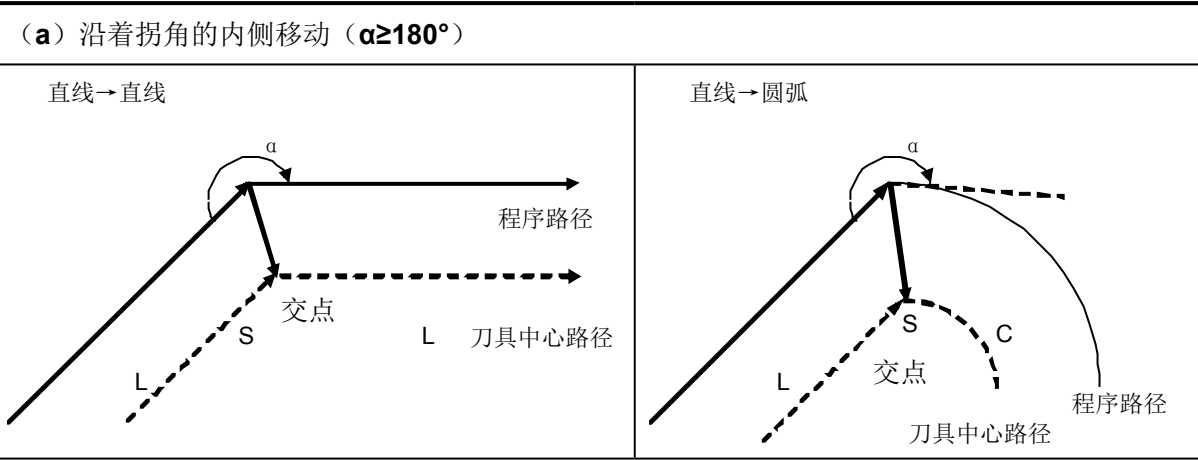


图 3-5-3-3

3. 特殊情况

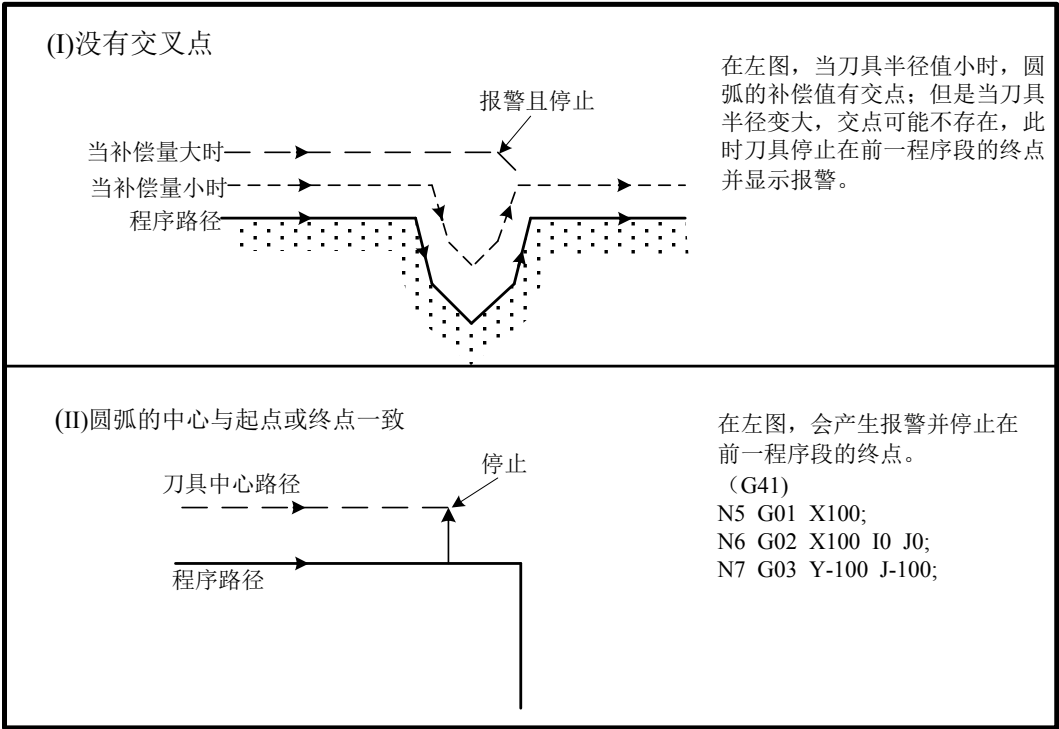


图 3-5-3-4

4. 偏置取消方式中的刀具移动

在补偿模式，当满足以下任何一项条件的程序段执行时，系统进入补偿取消模式，这个程序段的动作称为补偿取消。

- a) 指令 G40
 - b) 刀具半径补偿号码为 0。
- 在执行补偿取消时，不能用圆弧指令（G03 及 G02）取消。如果指令圆弧会产生报警且刀具停止。

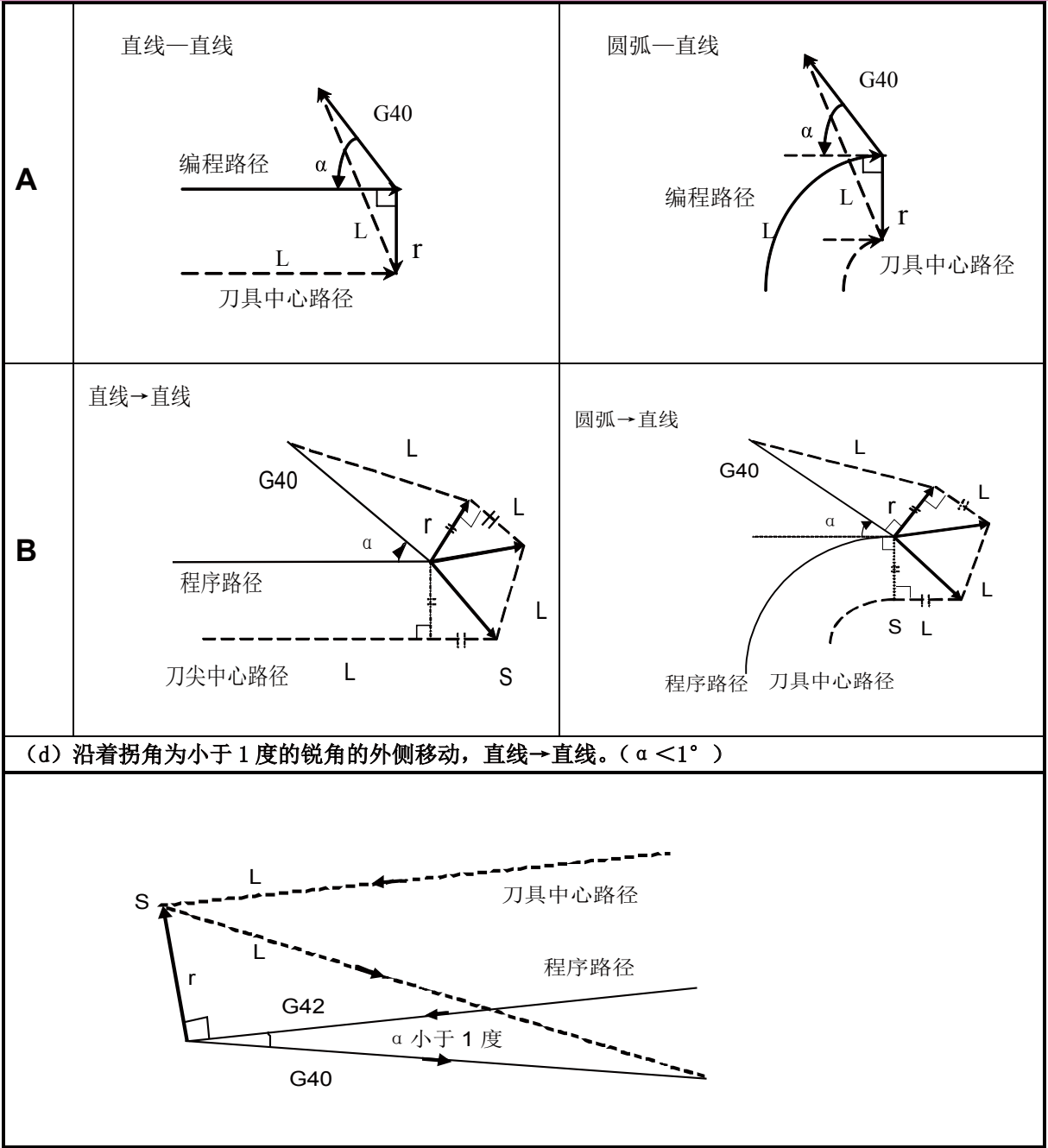
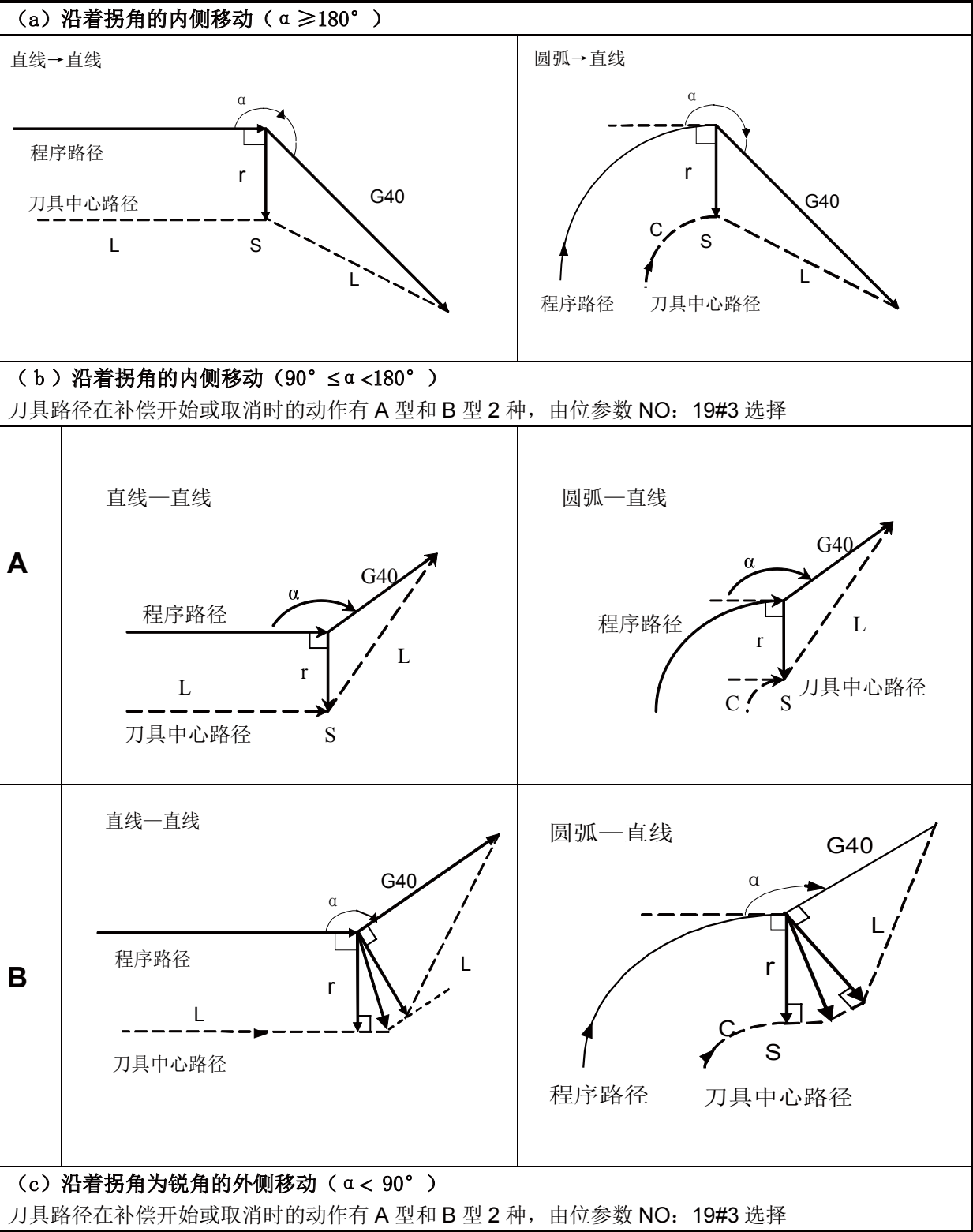


图 3-5-3-5

5. 在补偿模式中变更补偿方向

刀具半径补偿 G 码（G41 及 G42）决定补偿方向，补偿量的符号如下：

表 3-5-3-1

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

特殊场合下，在补偿模式中可变更补偿方向。但不可在起动开始程序段及其后面的程序段变更。补偿方向变更时，没有内侧和外侧的概念。下列的补偿量假设为正。

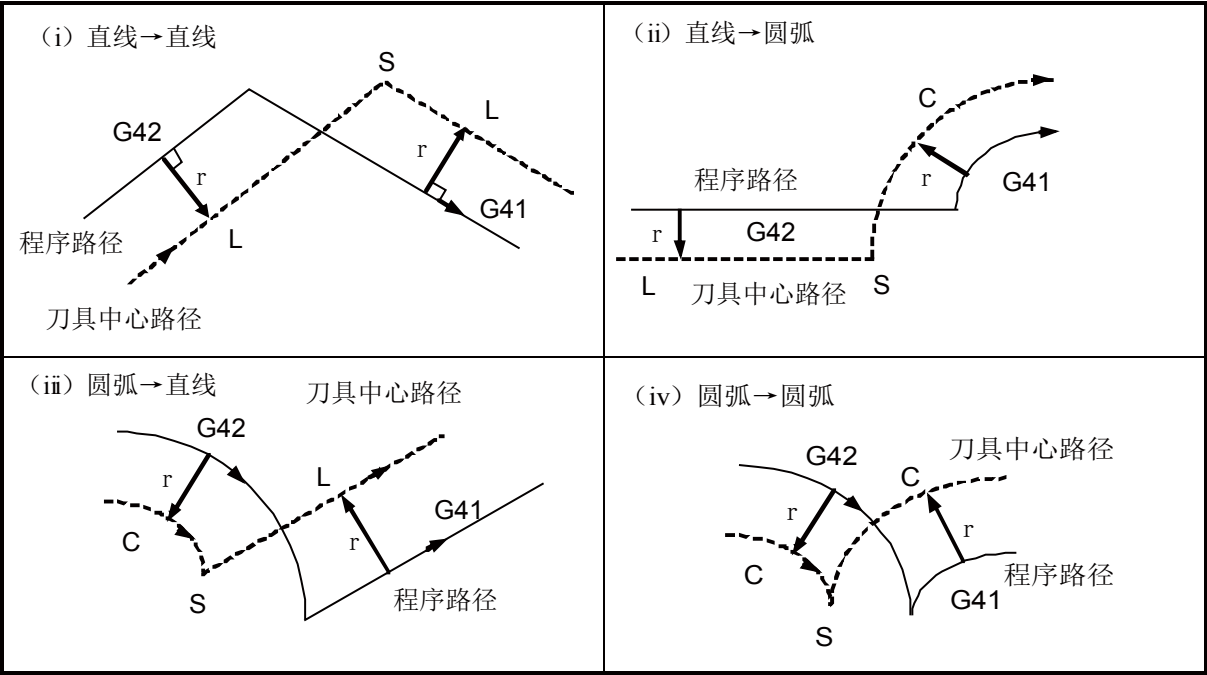


图 3-5-3-6

(v) 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，如果不需要补偿路径的交点，在程序段 B 的起点做垂直于程序段 B 的向量。

(1) 直线 ---- 直线

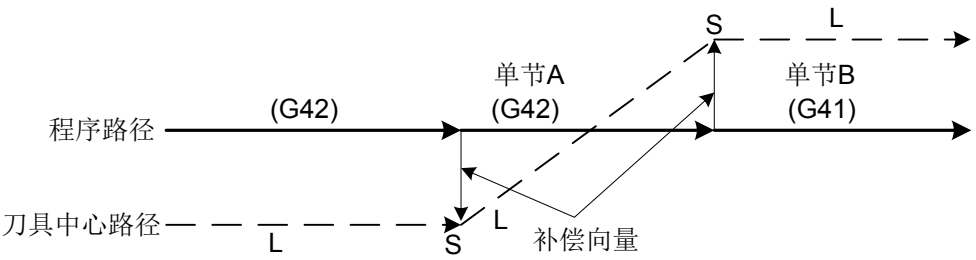


图 3-5-3-7

(2) 直线 ---- 圆弧

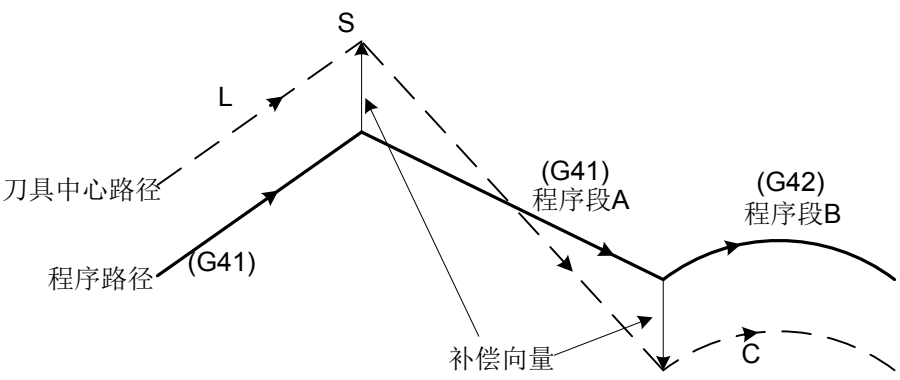


图 3-5-3-8

(3) 圆弧 ---- 圆弧

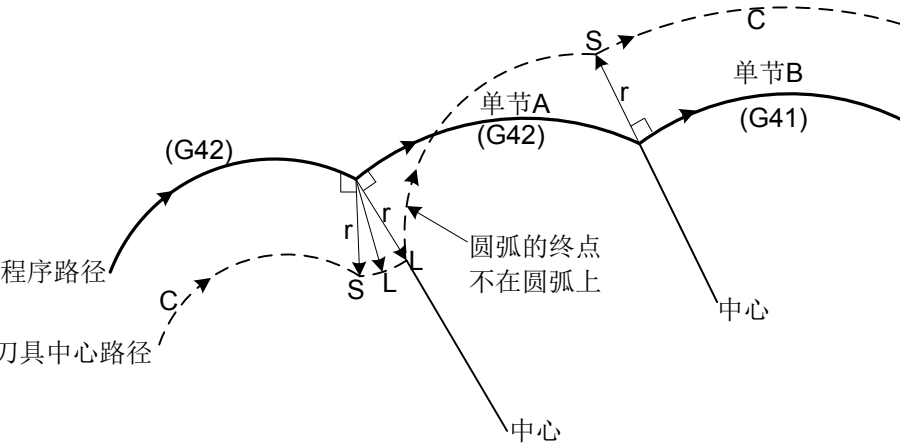


图 3-5-3-9

(vi) 刀具半径补偿使刀具中心路径长度在一周以上时，通常不会产生下述状况。但当 G41 及 G42 变更时，可能会发生下述状况：

- 圆弧 -- 圆弧 (直线 -- 圆弧)
- 更换刀补方向时系统要报警，当刀号为 D0 时报圆弧指令不能取消刀具补偿！
- 直线 -- 直线
- 可以更换刀补方向。

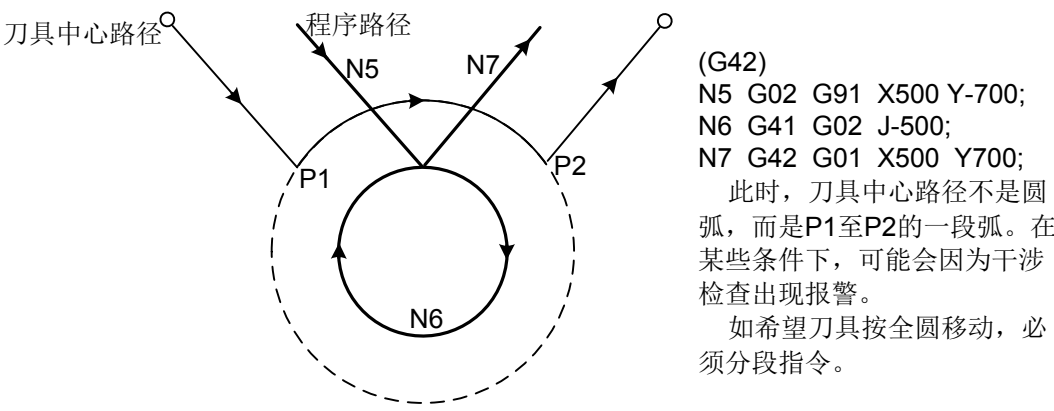


图 3-5-3-10

6. 暂时的补偿取消

在补偿模式中，由位参数 NO: 19#4 选择指定 G28、G30 代码指令时，补偿是否会在中间点暂时取消。这个操作的详细方法，请参照补偿取消及补偿开始的详细说明。

a) 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。

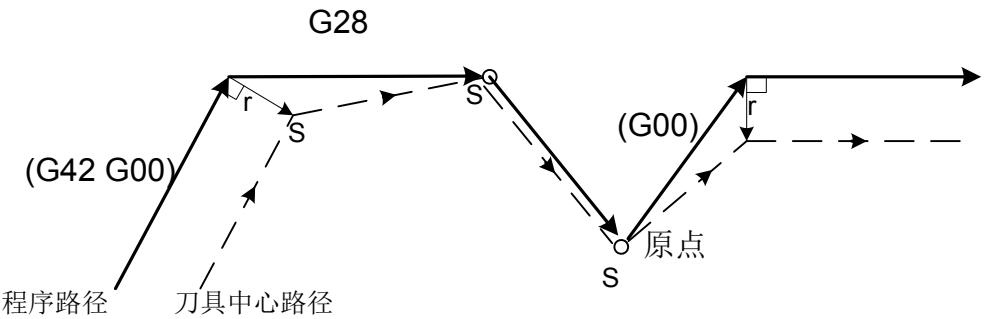


图 3-5-3-11

b) G29 从参考原点自动返回

在补偿模式中，如指令 G29，补偿将在中间点取消，补偿模式将在下一个程序段自动恢复。在 G28 后立刻指令时：

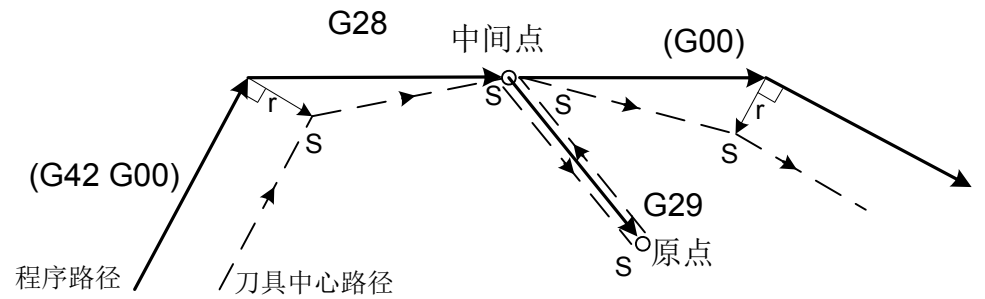


图 3-5-3-12

不在 G28 后立刻指令时：

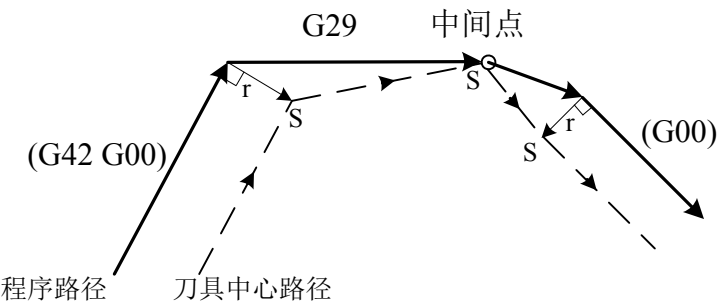


图 3-5-3-13

7. 补偿模式中的刀具半径补偿 G 码

在补偿模式中，指定刀具半径补偿 G 代码 (G41, G42) 时，相对于移动方向会形成一个与前程序段成直角的向量，与加工内侧和外侧无关。但如果在圆弧指令中指定此种 G 代码，则不能得到正确的圆弧。

当用刀具半径补偿 G (G41, G42) 改变补偿方向时，请参照 (5)。

直线 ----- 直线

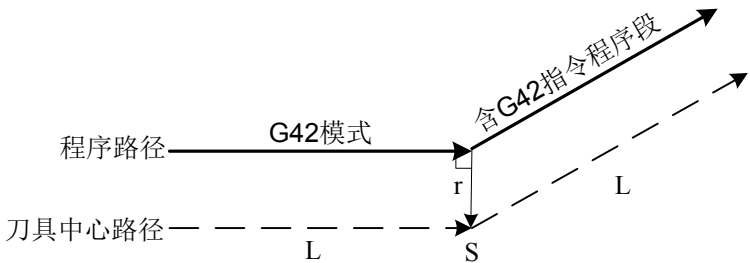


图 3-5-3-14

圆弧 ----- 直线

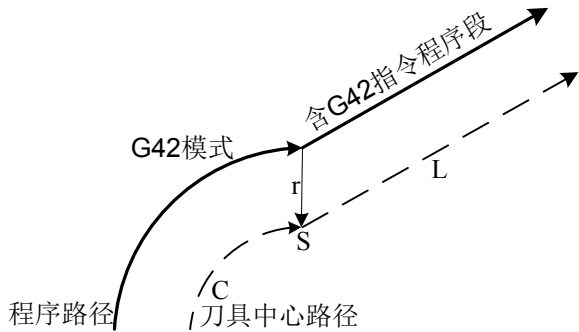


图 3-5-3-15

8. 暂时取消补偿向量的指令

在补偿模式中，如果指定了 G92（绝对坐标编程），补偿向量会暂时取消，之后，补偿向量会自动恢复。此时，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，刀具又移动到交点。

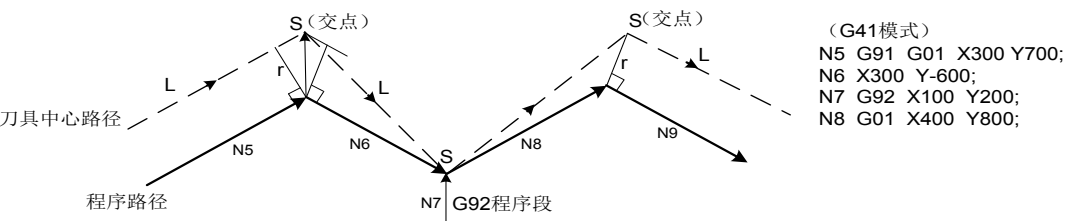


图 3-5-3-16

9. 刀具不移动的程序段

在以下程序段中没有刀具移动。在这些程序段中，即使刀具半径补偿模式有效也不会移动。

- (1) M05 ; M 代码输出
- (2) S21 ; S 代码输出
- (3) G04 X10; 暂停
- (4) (G17) Z100 ; 补偿平面内无移动指令
- (5) G90 ; 只有 G 代码
- (6) G01 G91 X0 ; 移动量是零

a) 在补偿开始时的指令

如果起刀的程序段没有产生移动的话，系统会在下一段移动的指令产生起刀的动作。

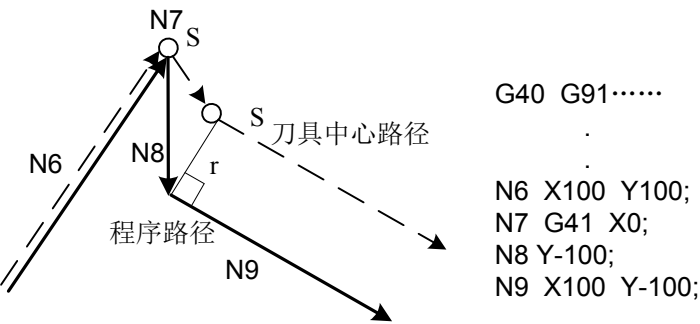


图 3-5-3-17

b) 在补偿模式指令时

在补偿模式下只指令了一个无刀具移动的程序段时，向量及刀具中心路径与没有指令该程序段时一样。（参照项目 (3) 补偿模式）此无刀具移动程序段在单程序段停止点执行。

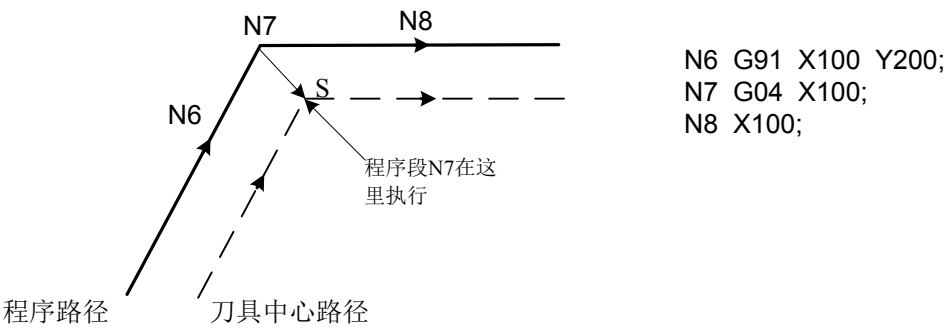


图 3-5-3-18

但是，当程序段移动量是零时，即使只指定一个程序段，刀具移动同与两个及两个以上没有刀具移动指令的程序段一样。

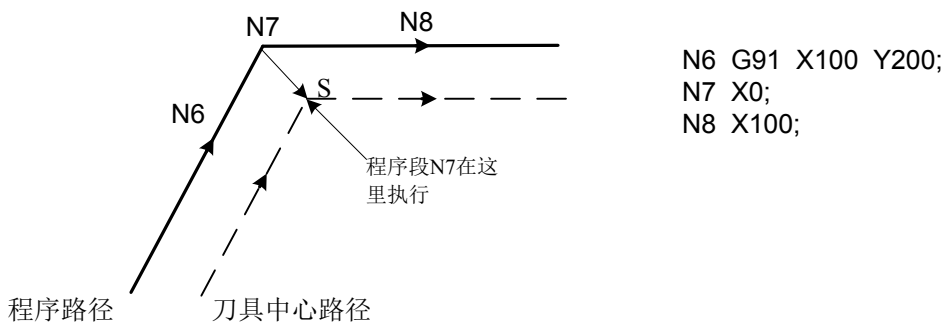


图 3-5-3-19

注：上述程序段为 G1G41 的条件下运行，G0 时轨迹与图不符。

c) 与补偿取消一起指令时

当与补偿取消一起指令的程序段没有刀具移动时，会形成长度为补偿量，方向垂直于前程序段移动方向的向量，这个向量在下一个移动指令取消。

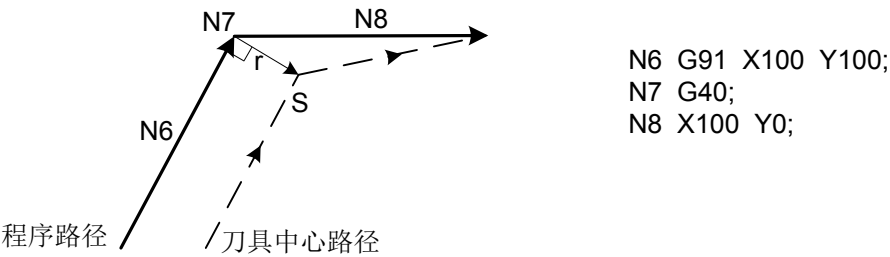


图 3-5-3-20

10. 拐角移动

如在程序段结束时产生二个以上的向量，刀具从一个向量直线移动至另一个向量。这个移动称为转角移动。

如果 $\Delta VX \leq \Delta V$ 极限及 $\Delta VY \leq \Delta V$ 极限，较后的向量忽略。

如果这些向量不一致，产生一个沿转角的移动。这个移动属于较后的程序段。

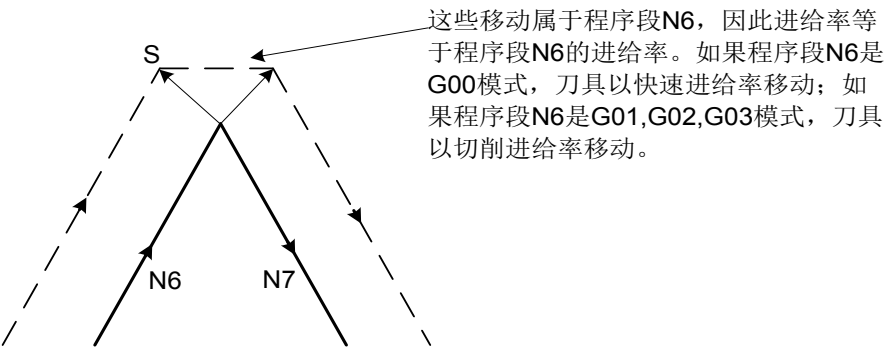


图 3-5-3-21

但是，如果下一个程序段的路径超过半圆时，不执行以上功能。理由如下：

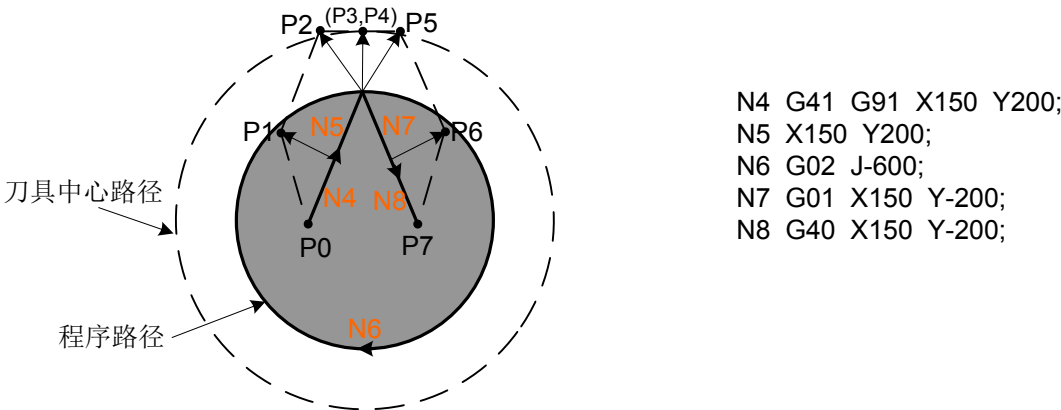


图 3-5-3-22

如果向量未忽略，刀具路径如下：

P0 → P1 → P2 → P3（圆弧）→ P4 → P5 → P6 → P7

但是，如果 P2 及 P3 间的距离忽略，则 P3 忽略。刀具路径如下：

P0 → P1 → P2 → P4 → P6 → P7 程序段 N6 的圆弧切削忽略。

11. 干涉检查

刀具过度切削称为“干涉”。干涉能预先检查刀具过度切削。如在载入程序后的语法检查中检测到干涉时，系统将报警提示。由位参数 N0: 19#2 设定半径补偿时是否进行干涉检查。

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）。

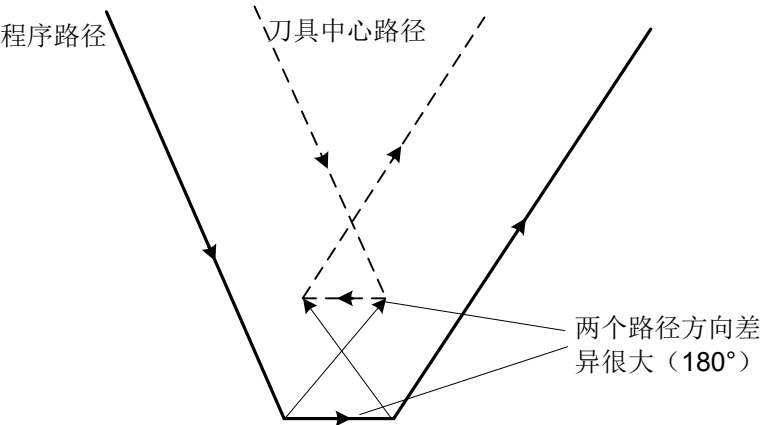


图 3-5-3-23

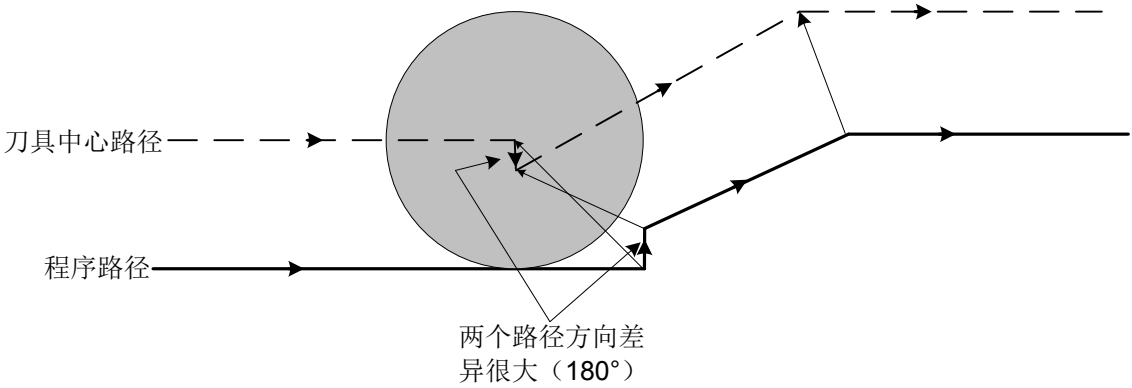


图 3-5-3-24

12. 手动操作

刀尖半径补偿中的手动操作，请参照操作篇的手动操作。如果刀具长度补偿在刀具半径补偿中执行，刀具半径的补偿量视为被变更。

13. 补偿一般注意事项

a) 指令补偿量

补偿量用 D 码指定补偿量号码。一旦指定，D 码保持有效直到另一个 D 码被指定，或取消补偿。D 码除了用于对刀具半径补偿指定补偿量外，也用于刀偏的偏置值。

b) 变更补偿量

通常，换刀时，补偿量必须在取消模式中变更。如在补偿模式中变更补偿量，在程序段的终点计算新补偿量。

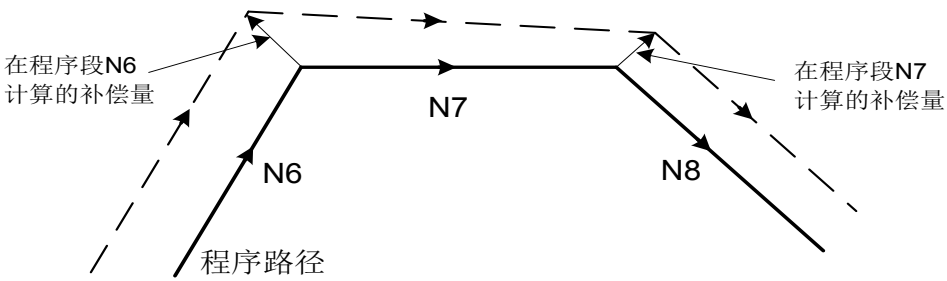


图 3-5-3-25

c) 补偿量的正负及刀具中心路径

如果补偿量是负（-），程序中的 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（+）。当刀具路径如图（a）编程时，如果补偿量为负（-），

刀具中心移动如图（b），反之亦然。因而同一程序可切削成公形或母形，且它们之间的间隙可选择补偿量作调整。

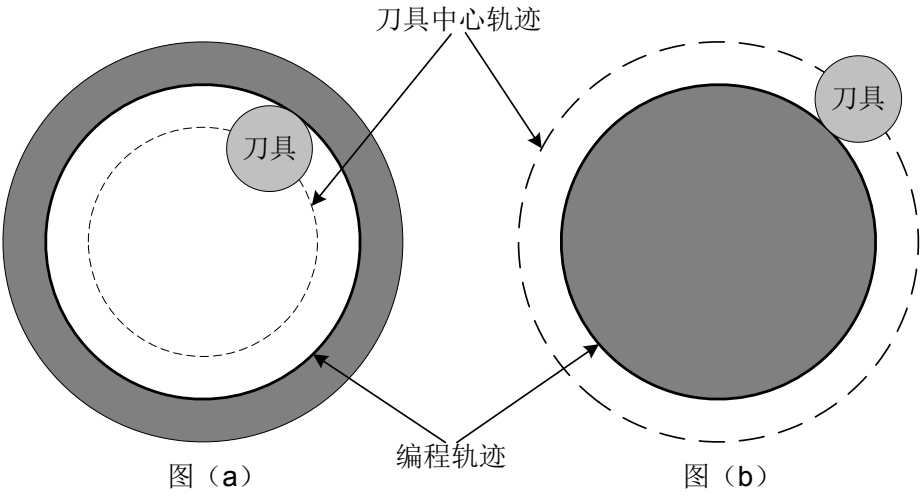


图 3-5-3-26

d) 用刀具半径补偿过度切削

(1) 用比刀具半径小的圆弧内侧加工时

当转角半径小于刀具半径时，因为刀具的内侧补偿将产生过度切削，会产生报警，因为刀具在用单段执行方式停止时会产生过度切削。

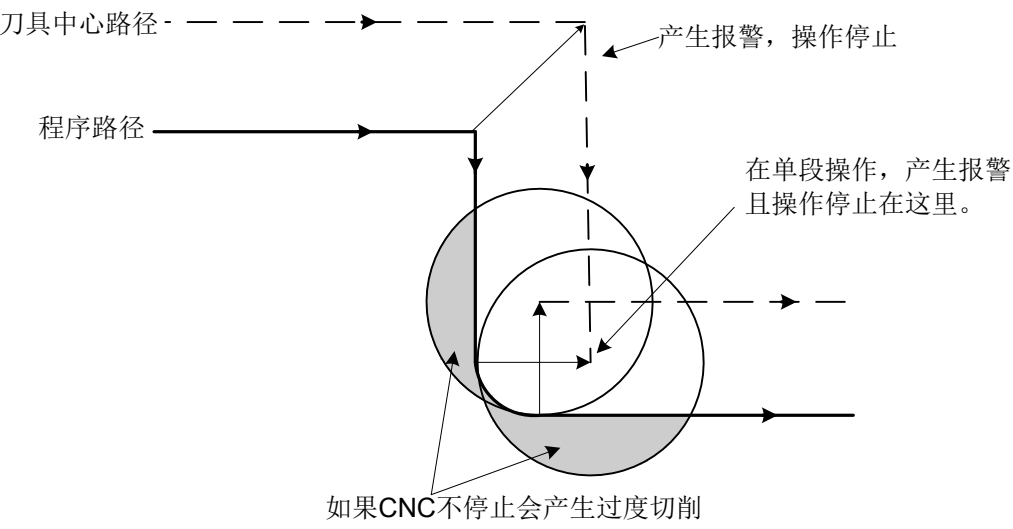


图 3-5-3-27

(2) 用比刀具半径小的截沟加工时

用比刀具半径小的截沟加工时，因为刀具半径补偿强制刀具中心路径向程序路径反向移动，会产生过度切削。

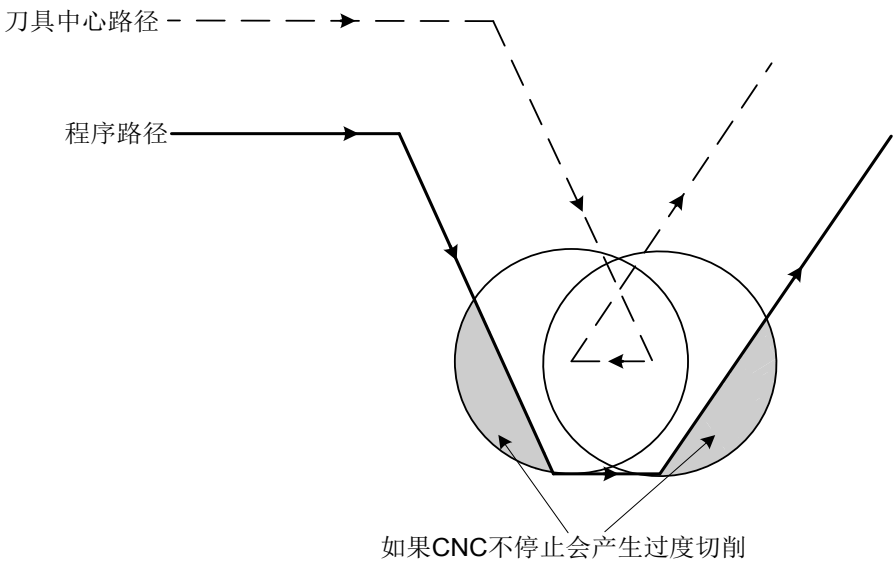


图 3-5-3-28

(3) 比刀具半径小的段差加工时

如果在程序中有比刀具半径小的段差时，用圆弧加工指令这个段差的加工时，正常补偿的刀具中心路径变成与程序方向相反。此时忽略最初的向量，刀具直线移动到第二个向量。单段执行在这里停止。如不在单段模式下加工，自动运行会继续。如果段差是直线，不会产生报警，作正确切削。但会残留未切削部分。

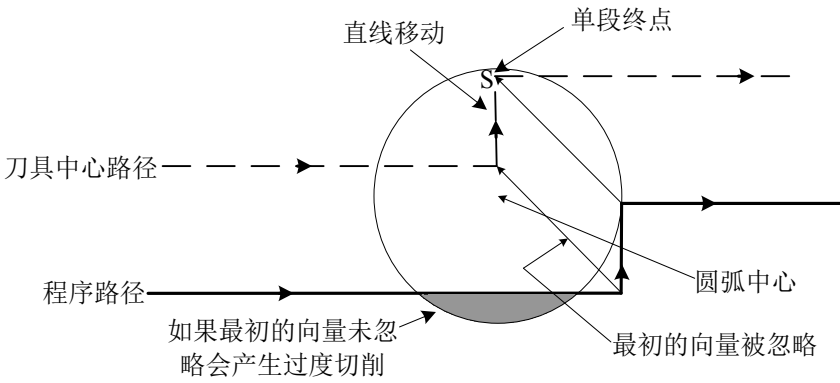


图 3-5-3-29

刀具半径补偿开始及在 Z 轴移动

一般是在加工开始时，刀具半径补偿有效后，刀具沿 Z 轴移动距工件一段距离。上述情况，如想将沿 Z 轴的移动分为快速进给及切削进给，请参照以下两个程序：

如果程序段 N3（Z 轴移动指令）
分开如下：
N1 G91G00X500Y500H01;
N3 Z-250;
N5 G01Z-50F1;
N6 Y100F2;

N1 G91 G0 X500 Y500 H01;
N3 G01 Z-300 F1;
N6 Y100 F2;

执行N3时，N6也进入缓冲区，用它们之间的关系，如右图正确的补偿。

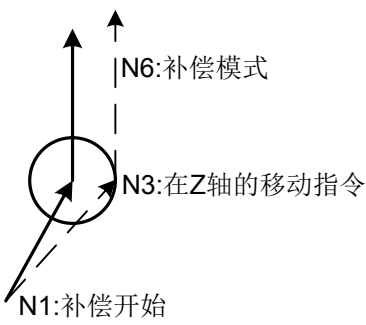


图 3-5-3-30

3.5.4 拐角偏置圆弧插补（G39）

指令格式：G39 或

I_ J_
G39 I_ K_
J_ K_

功能：在刀具半径补偿期间，在偏置方式中指令 G39，可以指令拐角偏置圆弧补偿，拐角补偿的半径等于补偿值。由位参 N0：19#7 设定在半径补偿中，拐角圆弧是否有效。

说明：

- 1、指定 G39 指令时，可以执行其半径等于补偿值的拐角圆弧插补。
- 2、该指令前面的 G41 或 G42 决定圆弧是顺时针还是逆时针，G39 为非模态 G 代码。
- 3、用 G39 指令（没有 I、J 和 K）编程时，拐角处形成圆弧，所以，圆弧终点的矢量垂直于下个程序段的起点。如下图所示：

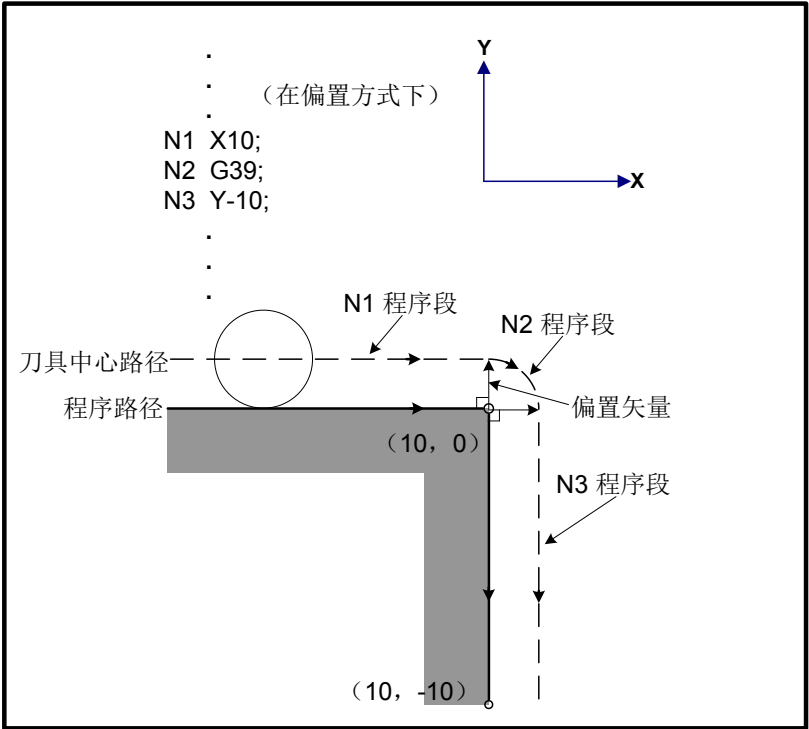


图 3-5-4-1 没有 I、J 和 K 的 G39

4、当 G39 和 I、J 和 K 被指令时，在拐角处形成圆弧，所以，在圆弧终点的矢量垂直于由 I、J 和 K 值决定的矢量。如下图所示：

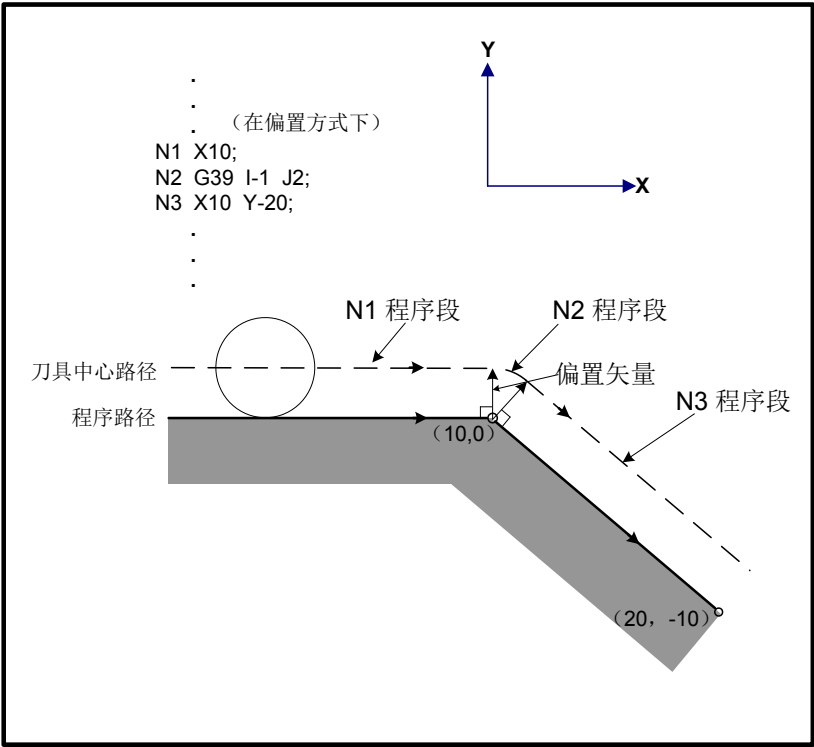


图 3-5-4-2 有 I、J 和 K 的 G39

3.5.5 刀具补偿值、补偿号用程序输入（G10）

指令格式：G10 L10 P_ R_ ; H 代码的几何补偿值

G10 L12 P_ R_ ; D 代码的几何补偿值

G10 L11 P_ R_ ; H 代码的磨损补偿值

G10 L13 P_ R_ ; D 代码的磨损补偿值

P：刀具补偿号。

R：绝对值指令（G90）方式的刀具补偿值。

增量值指令（G91）方式的刀补值，该值与指定刀具补偿号值相加（和为刀具补偿值）。

说明：

刀具补偿值的有效输入范围：

几何补偿：公制输入 $\pm 999.999\text{mm}$ ；英制输入 $\pm 99.9999\text{inch}$ 。

磨损补偿：公制输入 $\pm 999.999\text{mm}$ ；英制输入 $\pm 99.9999\text{inch}$ 。

注：1、公英制切换时，由位参 N0：3#0 设定刀具偏置量是否自动变换。

2、磨损补偿的最大值受数参 P331 限制。

3.6 进给 G 代码

3.6.1 进给方式 G64/G61/G63

指令格式：

准停方式 G61

攻丝方式 G63

切削方式 G64

功能：

准停方式 G61：一旦指定，直到 G62、G63 或 G64 指定之前，该功能一直有效。刀具在程序段的终点减速执行到位检查，然后执行下个程序段。

攻丝方式 G63：一旦指定，直到 G61、G62 或 G64 指定之前，该功能一直有效。刀具在程序段的终点不减速而执行下个程序段。当指定 G63 时，进给速度倍率和进给暂停都无效。

切削方式 G64：一旦指定，直到 G61、G62 或 G63 指定之前，该功能一直有效。刀具在程序段的终点不减速而执行下个程序段。

说明：

1、无参数格式。

2、G64 为系统的缺省进给方式，程序段的终点不减速，直接执行下段。

3、准停方式中的到位检查的目的是，检查伺服电机是否到达指定的位置范围以内。

4、在准确停止方式，切削方式和攻丝方式刀具移动的轨迹是不同的。
具体见下图 3-6-1-1

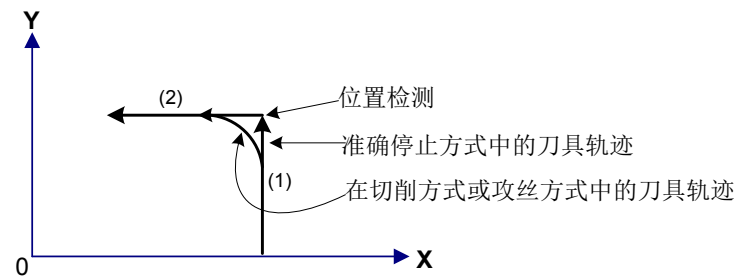


图 3-6-1-1 从程序段 1 到程序段 2 的刀具轨迹

3.6.2 自动拐角倍率 (G62)

指令格式: G62

功能: 自动拐角倍率方式 G62, 一旦指定, 直到 G61、G63 或 G64 指定之前, 该功能一直有效。在刀具半径补偿期间, 刀具沿着内拐角移动时, 对切削进给速度进行倍率, 以抑制单位时间内的切削量, 这样可以加工出好的表面精度。

说明:

1、执行刀具半径补偿时, 刀具在内拐角和内圆弧区域移动时, 自动减速以减小刀具上的负荷, 加工出光滑的表面。

2、指定 G62 并有刀具半径补偿功能且加工内拐角时, 在拐角的两端自动修调进给速度。有四种内拐角如图 3-6-2-1 所示。在图中: $2^{\circ} \leq \theta \leq \theta_p \leq 178^{\circ}$ 。 θ_p 是用数据参数 P160 设定。

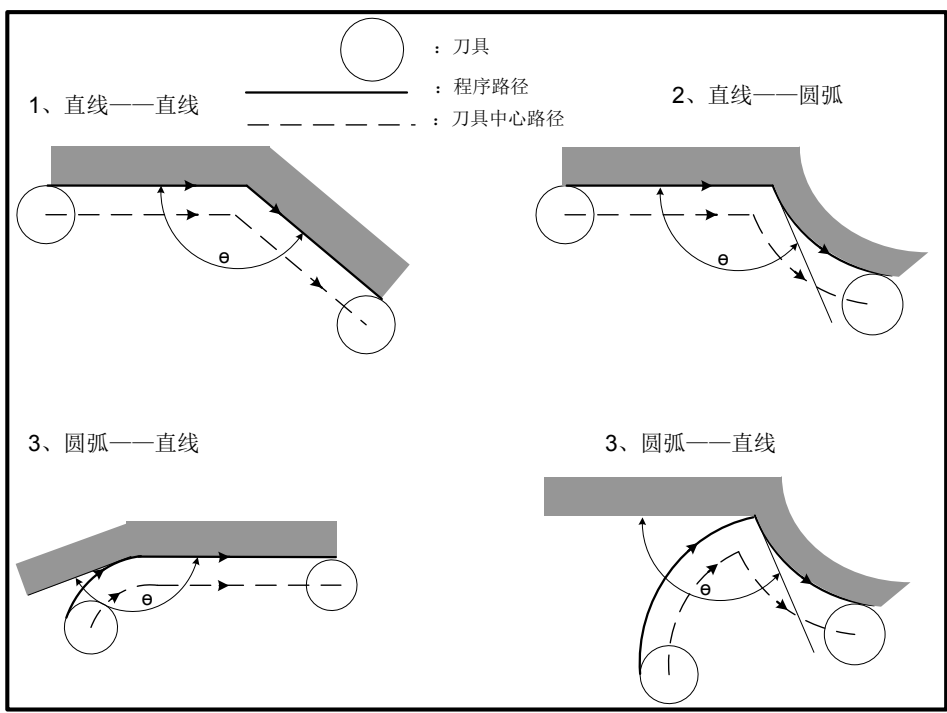


图 3-6-2-1

3、当拐角被确定为内拐角时, 在内拐角的前和后, 执行进给速度倍率。执行进给倍率的距离为 L_s 和 L_e , L_s 和 L_e 是从刀具中心轨迹上的点到拐角处的距离。如图 3-6-2-2 所示, 其中 $L_s + L_e \leq 2\text{mm}$ 。

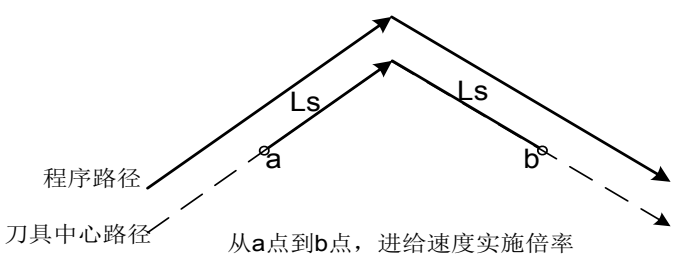


图 3-6-2-2 直线到直线

4、当编程轨迹包括两个圆弧时, 如果开始点和结束点是在相同象限或在相邻象限的话, 进给速度实施倍率, 如图 3-6-2-3 所示。

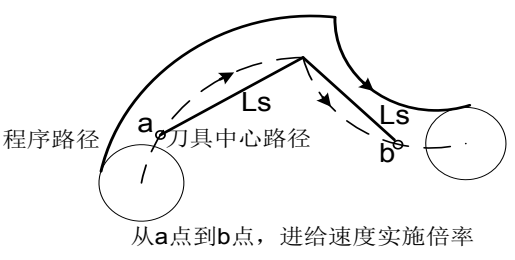


图 3-6-2-3 圆弧到圆弧

5、考虑一个程序有直线到圆弧, 也有圆弧到直线, 如图 3-6-2-4 所示, 从 a 点到 b 点和从 c 点到 d 点的进给速度实施倍率。

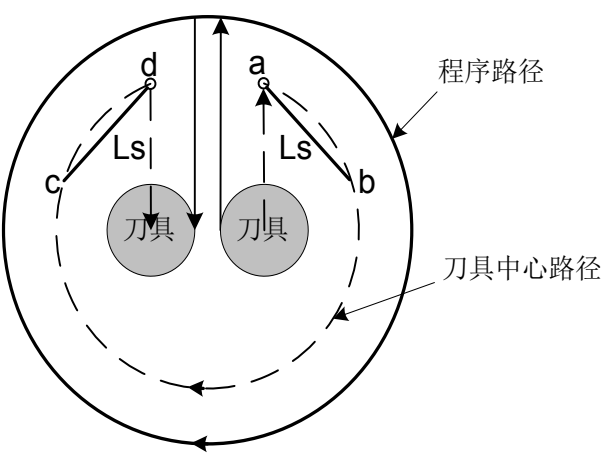


图 3-6-2-4 直线到圆弧、圆弧到直线

- 限制：
- 1、在插补前的加 / 减速期间，内拐角无效。
 - 2、如果拐角前有起刀程序段或拐角后有包括 G41 或 G42 的程序段的话，则内拐角倍率无效。
 - 3、如果偏置是零的话，内拐角不执行。

3.7 宏功能 G 代码

3.7.1 用户宏程序

把由一组指令实现的某种功能像子程序一样事先存入存储器中，用一个指令代表这些功能。程序中只要写出该代表指令，就能实现这些功能。把这一组指令称为用户宏程序本体，把代表指令称为“用户宏指令”。用户宏程序本体有时也简称宏程序，用户宏指令也称为宏程序调用指令。

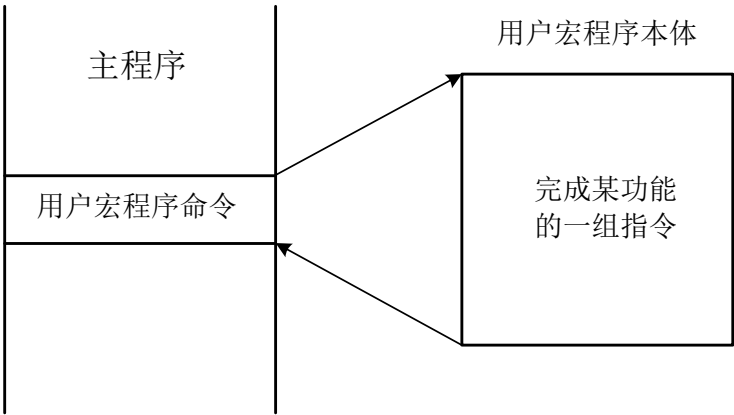


图 3-7-1-1

用户宏程序本体中，能使用变量。变量之间可以运算，并且可以用宏指令给变量赋值。

3.7.2 宏变量

在用户宏程序中，可以使用一般的 CNC 指令，也可使用变量，运算及转移指令。
用户宏程序从程序号开始，用 M99 结束。

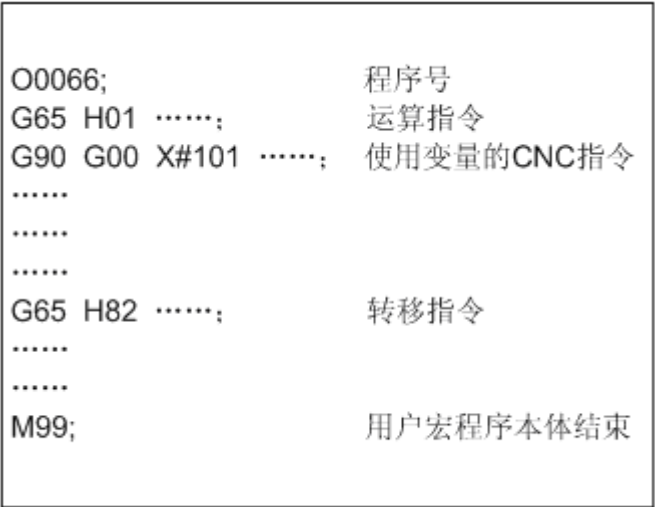


图 3-7-1-2（用户宏程序本体的构成）

1、变量的使用方法

用变量可以指令用户宏程序本体中的参数值。变量值可以由主程序赋值或通过 LCD/MDI 设定，或者在执行用户宏程序本体时，赋给计算出的值。

可使用多个变量，这些变量用变量号来区别。

(1) 变量的表示

用 # 后续变量号来表示变量，格式如下：

#i (i = 1, 2, 3, 4)

(例) #5, #109, #1005

(2) 变量的引用

用变量可以置换参数值后的数值。

(例)

F#103 当 #103=15 时，与 F15 指令是同样的。

G#130 当 #130=3 时，和 G3 是同样的。

注意：1、参数字 0 和 N（程序号和顺序号）不能引用变量。不能用 O#100，N#120 编程。

2、如果超过了参数值所规定的最大指令值，不能使用。#30 = 120 时，M#30 超过了最大指令值。

3、变量值的显示和设定：变量值可以显示在 LCD 画面上，也可以用 MDI 方式给变量设定值。

2、变量的种类

根据变量号的不同，变量分为空变量、局部变量、公用变量和系统变量，它们的用途和性质都不同。

(1) 空变量 #0：（该变量总是空，没有值能赋予该变量）

(2) 局部变量 #1 ~ #50：局部变量只能用在宏程序中存储数据，例如：运算结果。切断电源、复位或程序结束（执行 M30、M02）时自动清除。调用宏程序时，自变量对局部变量赋值。

(3) 公用变量 #100 ~ #199, #500 ~ #999：

公用变量在主程序以及由主程序调用的各用户宏程序中是公用的。即某一用户宏程序中使用的变量 #i 和其它宏程序使用的 #i 是相同的。因此，某一宏程序中运算结果的公用变量 #i 可以用于其他宏程序中。

公用变量的用途，系统中不规定，用户可以自由使用。

表 3-7-2-1

| 变量号 | 变量类型 | 功能 |
|---------------|------|---------------------|
| # 100 ~ # 199 | 公用变量 | 切断电源时清除，通电时全部复位成“空” |
| # 500 ~ # 999 | | 数据保存在文件中，即使断电也不丢失 |

（4）系统变量：系统变量用于读和写 CNC 运行时各种数据的变化。分别如下所示：

- 1) 接口输入信号 #1000 --- #1047（按位读取 PLC 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) 刀具长度补偿值 #1500 --- #1755（可读写）
- 4) 长度磨损补偿值 #1800 --- #2055（可读写）
- 5) 刀具半径补偿值 #2100 --- #2355（可读写）
- 6) 半径磨损补偿值 #2400 --- #2655（可读写）
- 7) 刀库数据表 #2700 --- #2955（只读，不能写）
- 8) 报警 #3000
- 9) 用户数据表 #3500 --- #3755（只读，不能写）
- 10) 模态信息 #4000 --- #4030（只读，不能写）
- 11) 位置信息 #5001 --- #5030（只读，不能写）
- 12) 工件零点偏移量 #5201 --- #5235（可读写）
- 13) 附加工件坐标系 #7001 --- #7250（可读写）

3. 系统变量详细说明

1) 模态信息

表 3-7-2-2

| 变量号 | 功能 | 分组号 |
|-------|------------------------------|------|
| #4000 | G10, G11 | 00 组 |
| #4001 | G00, G01, G02, G03 | 01 组 |
| #4002 | G17, G18, G19 | 02 组 |
| #4003 | G90, G91 | 03 组 |
| #4004 | G94, G95 | 04 组 |
| #4005 | G54, G55, G56, G57, G58, G59 | 05 组 |
| #4006 | G20, G21 | 06 组 |
| #4007 | G40, G41, G42 | 07 组 |
| #4008 | G43, G44, G49 | 08 组 |

| 变量号 | 功能 | 分组号 |
|-------|-----------------------------------------------------------------|------|
| #4009 | G73, G74, G76, G80, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89 | 09 组 |
| #4010 | G98, G99 | 10 组 |
| #4011 | G15, G16 | 11 组 |
| #4012 | G50, G51 | 12 组 |
| #4013 | G68, G69 | 13 组 |
| #4014 | G61, G62, G63, G64 | 14 组 |
| #4015 | G96, G97 | 15 组 |
| #4016 | 待扩展 | 16 组 |
| #4017 | 待扩展 | 17 组 |
| #4018 | 待扩展 | 18 组 |
| #4019 | 待扩展 | 19 组 |
| #4020 | 待扩展 | 20 组 |
| #4021 | 待扩展 | 21 组 |
| #4022 | D | |
| #4023 | H | |
| #4024 | F | |
| #4025 | M | |
| #4026 | S | |
| #4027 | T | |
| #4028 | N | |
| #4029 | O | |
| #4030 | P(现在选择的附加工件坐标系) | |

- 注：1、P 代码为当前选择的附加工件坐标系。
- 2、当执行 G#4002 时，在 #4002 中得到的值是 17，18，或 19。
- 3、模态信息不能写，只能读。

2) 当前位置信息

表 3-7-2-3

| 变量号 | 位置信息 | 相关坐标系 | 移动时的读操作 | 刀具补偿值 |
|-------|----------------------|-------|---------|-----------------|
| #5001 | X 轴程序段终点位置 (ABSIO) | 工件坐标系 | 可以 | 不考虑刀尖位置（程序指令位置） |
| #5002 | Y 轴程序段终点位置 (ABSIO) | | | |
| #5003 | Z 轴程序段终点位置 (ABSIO) | | | |
| #5004 | 4th 轴程序段终点位置 (ABSIO) | | | |

| 变量号 | 位置信息 | 相关坐标系 | 移动时的 读操作 | 刀具补偿值 |
|-------|----------------------|-------|-------------|-------------------------|
| #5006 | X 轴程序段终点位置 (ABSMT) | 机床坐标系 | 不可以 | 考虑刀具基 准点位置 (机床坐标) |
| #5007 | Y 轴程序段终点位置 (ABSMT) | | | |
| #5008 | Z 轴程序段终点位置 (ABSMT) | | | |
| #5009 | 4th 轴程序段终点位置 (ABSMT) | | | |
| #5011 | X 轴程序段终点位置 (ABSOT) | 工件坐标系 | | |
| #5012 | Y 轴程序段终点位置 (ABSOT) | | | |
| #5013 | Z 轴程序段终点位置 (ABSOT) | | | |
| #5014 | 4th 轴程序段终点位置 (ABSOT) | | | |
| #5016 | X 轴程序段终点位置 (ABSKP) | | | 可以 |
| #5017 | Y 轴程序段终点位置 (ABSKP) | | | |
| #5018 | Z 轴程序段终点位置 (ABSKP) | | | |
| #5019 | 4th 轴程序段终点位置 (ABSKP) | | | |
| #5021 | X 轴刀具长度补偿值 | | | |
| #5022 | Y 轴刀具长度补偿值 | | 不可以 | |
| #5023 | Z 轴刀具长度补偿值 | | | |
| #5024 | 4th 轴刀具长度补偿值 | | | |
| #5026 | X 轴伺服位置补偿 | | | |
| #5027 | Y 轴伺服位置补偿 | | | |
| #5028 | Z 轴伺服位置补偿 | | | |
| #5029 | 4th 轴伺服位置补偿 | | | |

注：1、ABSIO：工件坐标系中，前一程序段终点坐标值。
2、ABSMT：机床坐标系中，当前机床坐标系位置。
3、ABSOT：工件坐标系中，当前坐标位置。
4、ABSKP：工件坐标系中，G31 程序段中跳跃信号有效的位置。

3) 工件零点偏移量和附加零点偏移量：

表 3-7-2-4

| 变量号 | 功能 |
|-------|-----------------------|
| #5201 | 第 1 轴外部工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #5204 | 第 4 轴外部工件零点偏移量 |
| #5206 | 第 1 轴 G54 工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #5209 | 第 4 轴 G54 工件零点偏移量 |
| #5211 | 第 1 轴 G55 工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #5214 | 第 4 轴 G55 工件零点偏移量 |
| #5216 | 第 1 轴 G56 工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #5219 | 第 4 轴 G56 工件零点偏移量 |
| #5221 | 第 1 轴 G57 工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #5224 | 第 4 轴 G57 工件零点偏移量 |
| #5226 | 第 1 轴 G58 工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #5229 | 第 4 轴 G58 工件零点偏移量 |
| #5231 | 第 1 轴 G59 工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #5234 | 第 4 轴 G59 工件零点偏移量 |
| #7001 | 第 1 轴 G54 P1 工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #7004 | 第 4 轴 G54 P1 工件零点偏移量 |
| #7006 | 第 1 轴 G54 P2 工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #7009 | 第 4 轴 G54 P2 工件零点偏移量 |
| #7246 | 第 1 轴 G54 P50 工件零点偏移值 |
| ... | ... |
| #7249 | 第 4 轴 G54 P50 工件零点偏移量 |

4. 局部变量

地址与局部变量的对应关系：

表 3-7-2-5

| 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：1、用英文字母后加数值进行赋值，除了 G、L、O、N、H 和 P 外，其余所有 20 个英文字母都可以给自变量赋值，每个字母赋值一次，从 A-B-C-D…到 X-Y-Z，赋值不必按字母顺序进行，不赋值的地址可以省略。
2、使用任何自变量前必须指定 G65。

5. 关于用户宏程序本体的注意事项

1) 用键输入的方法

在参数字 G、X、Y、Z、R、I、J、K、F、H、M、S、T、P、Q 的后面按 # 键，# 便被输入进去。

2) 在 MDI 状态，也可指令运算，转移指令。

3) 运算、转移指令的 H、P、Q、R 在 G65 之前、后都当作 G65 命令的参数使用。

H02 G65 P#100 Q#101 R#102 ； 正确

N100 G65 H01 P#100 Q10 ； 正确

4) 变量值的范围为：-9999.9999 ～ 9999.9999。

5) 变量值运算结果可以是小数，精度为 0.0001。除 H11（或运算），H12（与运算），H13（非运算），H23（取余运算）会在计算过程中，忽略变量的小数部分外，其它运算都不会舍掉小数点进行运算。

例：

#100 = 35， #101 = 10， #102 = 5

#110 = #100÷#101 (= 3.5)

#111 = #110×#102 (= 17.5)

#120 = #100×#102 (= 175)

#121 = #120÷#101 (= 17.5)

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

4.7.3 用户宏程序调用

当指令 G65 时，以地址 P 指定的用户宏程序被调用，数据通过自变量传递到用户宏程序体中。

指令格式如下：

G65 P □□□□□ L □□□□□ < 自变量指定 >；

□□□□□ L □□□□□：被调用的宏程序本体的程序号

< 自变量指定 >：调用次数

在 G65 之后，用地址 P 指定用户宏程序的程序号，用 L 指定宏程序调用次数，用自变量传递数据给宏程序。

当要求重复时，在地址 L 后指定从 1 到 9999 的重复次数，省略 L 时，默认次数为 1。

使用自变量指定，其值被赋值到对应的局部变量。

注：1、当检索不到用地址 P 指定的子程序号时，产生报警 (PS 078)。
2、90000~99999 号子程序为系统保留程序，用户调用该类子程序时，系统能执行子程序的内容，但光标会一直停留在 M98 指令段，程序界面一直显示主程序内容。（可通过修改位参 NO：29#5 显示子程序的内容。）
3、DNC 方式下不能调用宏程序。

3.7.4 运算和转移指令

1. 一般形式：

G65 Hm P#i Q#j R#k ；

m：01 ～ 99 表示运算指令或转移指令功能。

#i：存入运算结果的变量名。

#j：进行运算的变量名 1。也可以是常数。常数直接表示，不带 #。

#k：进行运算的变量名 2。也可以是常数。

意义： #i = #j ○ #k （运算符号，由 Hm 指定）

（例）

P#100 Q#101 R#102……#100 = #101 ○ #102 ；

P#100 Q#101 R15 ……#100 = #101 ○ 15 ；

P#100 Q-100 R#102……#100 = -100 ○ #10

用 G65 指定的 H 代码，对偏置量的选择没有任何影响。

| G代码 | H代码 | 功 能 | 定 义 |
|-----|-----|--------|--------------------------------------------------|
| G65 | H01 | 赋值 | $\#i = \#j$ |
| G65 | H02 | 加算 | $\#i = \#j + \#k$ |
| G65 | H03 | 减算 | $\#i = \#j - \#k$ |
| G65 | H04 | 乘算 | $\#i = \#j \times \#k$ |
| G65 | H05 | 除算 | $\#i = \#j \div \#k$ |
| G65 | H11 | 逻辑加（或） | $\#i = \#j \text{ OR } \#k$ |
| G65 | H12 | 逻辑乘（与） | $\#i = \#j \text{ AND } \#k$ |
| G65 | H13 | 异或 | $\#i = \#j \text{ XOR } \#k$ |
| G65 | H21 | 平方根 | $\#i = \sqrt{\#j}$ |
| G65 | H22 | 绝对值 | $\#i = \#j $ |
| G65 | H23 | 取余数 | $\#i = \#j - \text{trunc}(\#j / \#k) \times \#k$ |
| G65 | H26 | 复合乘除运算 | $\#i = (\#i \times \#j) \div \#k$ |
| G65 | H27 | 复合平方根 | $\#i = \sqrt{\#j^2 + \#k^2}$ |
| G65 | H31 | 正弦 | $\#i = \#j \times \text{SIN}(\#k)$ |
| G65 | H32 | 余弦 | $\#i = \#j \times \text{COS}(\#k)$ |
| G65 | H33 | 正切 | $\#i = \#j \times \text{TAN}(\#k)$ |
| G65 | H34 | 反正切 | $\#i = \text{ATAN}(\#j / \#k)$ |
| G65 | H80 | 无条件转移 | 转向N |
| G65 | H81 | 条件转移1 | IF $\#j = \#k$, GOTO N |
| G65 | H82 | 条件转移2 | IF $\#j \neq \#k$, GOTO N |
| G65 | H83 | 条件转移3 | IF $\#j > \#k$, GOTO N |
| G65 | H84 | 条件转移4 | IF $\#j < \#k$, GOTO N |
| G65 | H85 | 条件转移5 | IF $\#j \geq \#k$, GOTO N |
| G65 | H86 | 条件转移6 | IF $\#j \leq \#k$, GOTO N |

图 3-7-4-1

2. 运算指令：

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) 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) 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) 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) 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) 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) 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) 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) 平方根：#I= $\sqrt{\#j}$

G65 H21 P#I Q#J;

10) 绝对值：#I=|#J|

G65 H22 P#I Q#J ;
(例) G65 H22 P#101 Q#102 ; (#201 = |#102|)

11) 取余数：#I=#J-TRUNC(#J/#K)×#K，TRUNC：舍去小数部分

G65 H23 P#I Q#J R#K;
(例) G65 H23 P#101 Q#102 R#103; (#101 = #102-TRUNC(#102/#103)×#103)

12) 复合乘除运算：#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)

13) 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 = $\sqrt{\#102^2+\#103^2}$)

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14) 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)) |
| 15) 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)) |
| 16) 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)) |
| 17) 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)) |

注：1、角度变量的单位是度。
 2、在各运算中，当必要的Q, R 没指定时，其值作为零参加运算。
 3、trunc: 取整运算，舍去小数部分。

3. 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#101 R#102;
 当 #101=#102 时，转到 N1000 程序段，当 #101 ≠ #102 时，程序顺序执行。

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，程序顺序执行。 |
| 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，程序顺序执行。 |

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 #10 指定的顺序号的程序段。

4. 逻辑与、逻辑或和逻辑非指令

举例：

| |
|---------------------------------------|
| G65 H01 P#101 Q3; |
| G65 H01 P#102 Q5; |
| G65 H11 P#100 Q#101 Q#102; |
| 5 表示成二进制为 101，3 表示成 011，计算结果为 #100=7; |
| G65 H12 P#100 Q#101 Q#102; |
| 5 表示成二进制为 101，3 表示成 011，计算结果为 #100=1; |

3.7.5 用户宏程序实例

1、螺栓孔循环

在圆心为基准点 (X0, Y0)、半径为 (R) 的圆周上，始角为 (A)，加工 N 个等分孔。

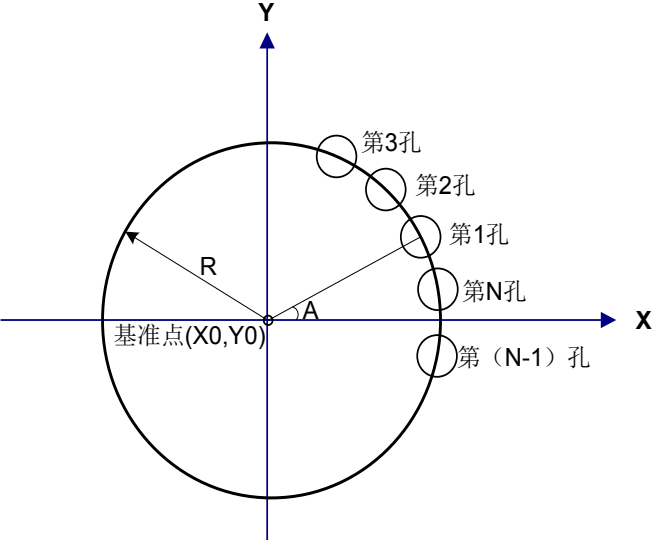


图 3-7-5-1

X0, Y0 为螺栓孔循环基准点的坐标值。
R: 半径, A: 始角, N: 个数。上述参数使用下面的变量。
#500: 基准点 X 的坐标值 (X0)
#501: 基准点 Y 的坐标值 (Y0)
#502: 半径 (R)
#503: 始角 (A)
#504: N 个数
N > 0 时, 反时针转, 个数 N。
N < 0 时, 顺时针转, 个数 N。

以下的变量用于宏程序中的运算。
#100: 表示第 I 个孔加工的计数 (I)
#101: 计数的终值 (= |N|) (IE)
#102: 第 I 个孔的角度 (θ I)
#103: 第 I 个孔的 X 坐标值 (Xi)
#104: 第 I 个孔的 Y 坐标值 (Yi)

用户宏程序本体可写成下列形式:

```
09010;  
N100 G65 H01 P#100 Q#0;          I = 0  
G65 H22 P#101 Q#504;             IE = |N|  
N200 G65 H04 P#102 Q#100 R360;
```

```
G65 H05 P#102 Q#102 R#504;      θ I = A + 360° × I/N  
G65 H02 P#102 Q#503 R#102;  
G65 H32 P#103 Q#502 R#102;      X I = X I + R • COS( θ I)  
G65 H02 P#103 Q#500 R#103;  
G65 H31 P#104 Q#502 R#102;      Y I = Y I + R • SIN( θ I)  
G65 H02 P#104 Q#501 R#104;  
G90 G00 X#103 Y#104;           第 I 个孔定位。  
G**;                           具体孔加工 G 代码。  
G65 H02 P#100 Q#100 R1;        I = I + 1  
G65 H84 P200 Q#100 R#101;      当 I < IE 时, 转到 N200 加工 IE 个孔。  
M99;
```

调用上面用户宏程序本体的程序实例如下:

```
00010;  
G65 H01 P#500 Q100;             X0=100MM  
G65 H01 P#501 Q-200;            Y0=-200MM  
G65 H01 P#502 Q100;             R=100MM  
G65 H01 P#503 Q20;              A=20°  
G65 H01 P#504 Q12;              N=12 反时针转  
G92 X0 Y0 Z0;  
M98 P9010;                      调用用户宏程序  
G80;  
X0 Y0;  
M30;
```


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

铣床 / 加工中心系统采用集成式操作面板，面板划分如下



横式面板划分







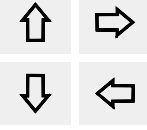

竖式面板划分

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 |




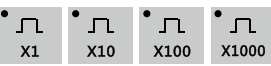
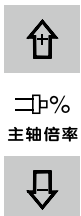




| 按键 | 名称 | 功能说明 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|
|    | 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，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 |
|  | 进入报警界面、报警日志，反复按键可在两界面间转换。报警界面有 CNC 报警、PLC 报警两个页面；报警日志可显示产生报警和消除报警的历史记录 |
|  | 进入设置界面、图形界面，反复按键可在两界面间转换。 设置界面有开关设置、G54-G59、数据操作、权限设置、时间设置；图形界面可显示进给轴的移动轨迹 |
|  | 进入状态参数、数据参数、螺补参数界面。 反复按键可在各界面间转换 |
|  | 进入 CNC 诊断界面、PLC 状态、PLC 数据、机床软面板、版本信息界面。 反复按键可在各界面间转换。CNC 诊断界面、PLC 状态、PLC 数据显示 CNC 内部信号状态、PLC 各地址、数据的状态信息；机床软面板可进行机床软键盘操作； 版本信息界面显示 CNC 软件、硬件及 PLC 的版本号 |
|  | 进入梯形图界面，PLC 信息，PLC 梯形图、PLC 参数、PLC 诊断界面，反复按键可在各界面间转换。 |

1.1.4 机床面板

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

| 按键 | 名称 | 功能说明 | 功能有效时操作方式 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|-------------------------------------------|
|  | 进给保持键 | 程序、MDI 代码运行暂停 | 自动方式、录入方式、DNC 方式 |
|  | 循环启动键 | 程序、MDI 代码运行启动 | 自动方式、录入方式、DNC 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、DNC 方式 |
|  | 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、DNC 方式 |
|  | 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、DNC 方式 |
|  | 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 |
|  | 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 |
|  | 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、DNC 方式 |
|  | 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、DNC 方式 |

| 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 |
|  快速移动 | 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、DNC 方式 |
|  X | 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 |
|  Y | Y 轴进给键 | | |
|  Z | Z 轴进给键 | | |
|  4TH | 4th 轴进给键 | | |
|  X1 X10 X100 X1000 | 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、DNC 方式 |
|  选择停 | 选择停 | 选择停有效时，执行 M01 暂停 | 自动方式、录入方式、DNC 方式 |
|  单 段 | 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、DNC 方式 |
|  跳 段 | 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、DNC 方式 |
|  机床锁 | 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、DNC 方式 |
|  MST DTL 辅助锁 | 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、DNC 方式 |

| 按键 | 名称 | 功能说明 | 功能有效时操作方式 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------------|
|  空运行 | 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、DNC 方式 |
|  编 辑 | 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、DNC 方式 |
|  自 动 | 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、DNC 方式 |
|  MDI | 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、DNC 方式 |
|  机床零点 | 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、DNC 方式 |
|  手 轮 | 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、DNC 方式 |
|  手 动 | 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、DNC 方式 |
|  DNC | DNC 方式选择键 | 进入 DNC 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

编辑、自动、录入、机床回零、单步 / 手轮、手动、DNC 方式等七种操作方式。

- 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、手动松刀 / 夹刀等操作。

- DNC 操作方式
在 DNC 操作方式下，DNC 运行程序。

1.3 显示界面

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 POS | 位置界面 | |
| | | |
| 程序 PRG | 程序界面 | |
| | | |
| 补偿 OFT | 补偿界面 | |
| | 宏变量界面 | |
| 报警 ALM | 报警界面 | 报警信息 |
| | 报警日志界面 | 报警日志 |
| 设置 SET | 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 |

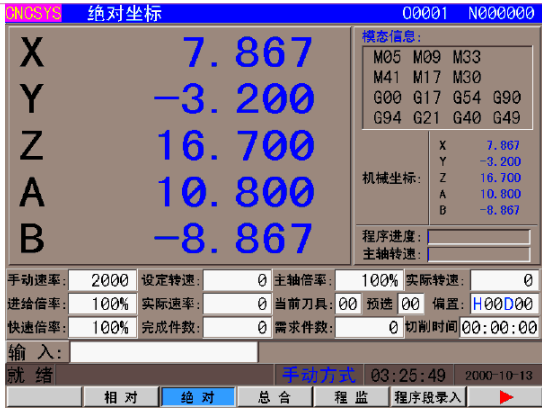
| 菜单键 | 显示界面 | 显示页面 |
|------------|---------|-------|
| 参数 PAR | 状态参数 | |
| | 数据参数 | |
| | 螺补参数 | |
| 诊断 DGN | CNC 诊断 | |
| | PLC 信号 | |
| | 机床软面板 | 机床软面板 |
| | 帮助信息 | |
| | 版本信息 | 版本信息 |
| 梯 图 PLC | PLC 信息 | |
| | PLC 梯形图 | |
| | PLC 参数 | |
| | PLC 诊断 | |

1.3.1 位置界面

按 **位置 POS** 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、Y、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、Y、Z 坐标保持，工件坐标系由 G92、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：当前正在执行程序段中的 G 代码的值；
- 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：当参数 NO.001 的 Bit4 位设定为 0 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；
- 当前刀具：程序中由 T 代码指定的刀号。
- 刀具偏置： H00 当前加工程序的刀具长度补偿；D00 当前加工程序的半径补偿。

- 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：在 [位置] 界面按 [清完成件数] 对应的 F 功能，然后按提示操作即可。
- 切削时间清零：在 [位置] 界面按 [清切削时间] 对应的 F 功能，然后按提示操作即可。

2) 相对坐标显示页面

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

相对坐标清零的方法：

- 在相对坐标显示页面下按住 **X** 键直至页面中 X 闪烁，按 **取消** 键，X 坐标值清零；
- 在相对坐标显示页面下按住 **Y** 键直至页面中 Y 闪烁，按 **取消** 键，Y 坐标值清零。
- 在相对坐标显示页面下按住 **Z** 键直至页面中 Z 闪烁，按 **取消** 键，Z 坐标值清零。

注：如果 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（若状态参数 No. 25 的 Bit0 位设置为 1，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。

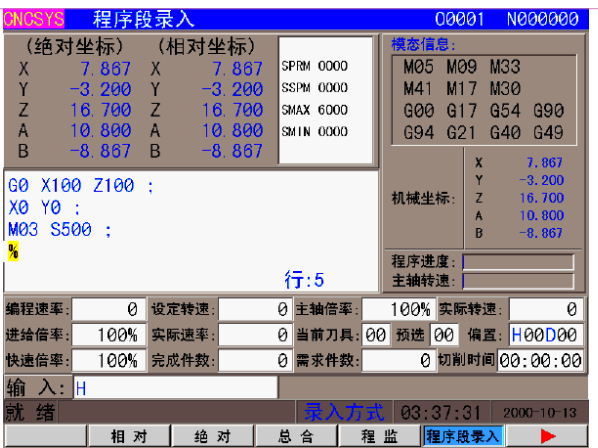
1) 程序内容页面

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 **左箭头** 键、**右箭头** 键向前、向后查看程序内容。



2) 程序段录入页面

在 [位置] 界面，按 “程序段录入” 对应的 F 功能键即可找开 [程序段录入] 界面，同时操作模式自动切换到 [录入方式]，用户可以录入并运行单段或多段程序段。



如果在录入方式，并在 [位置] 界面用户可以直接在输入框中输入一段程序段后按 [循环启动] 键运行该段程序，如 :M03 S500，见下图：



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 刀具偏置磨损、宏变量界面

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。

1) 刀具偏置磨损界面

刀具偏置磨损界面共有 4 个页面，共有 32 个偏置、磨损号（No. 001 ~ No. 032）供用户使用，通过 **菜单** 键、**列表** 键显示各页面，显示页面如图：



2) 公用变量界面

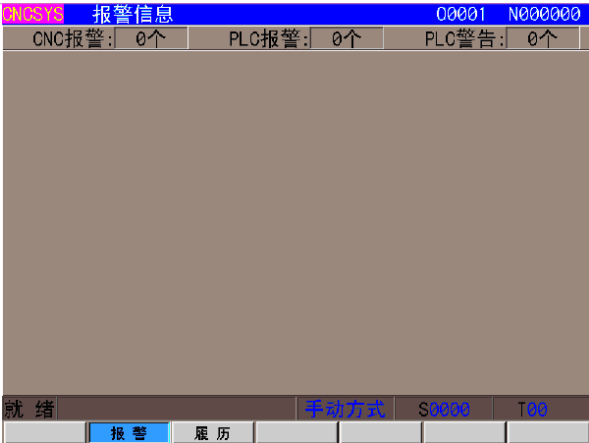
宏变量界面有 20 个页面，可通过 **菜单** 键、**列表** 键显示各页面，宏变量页面共显示 600 个（No. 100 ~ No. 199 及 No. 500 ~ No. 999）宏变量，宏变量值可通过宏代码指定或键盘直接设置。



1.3.4 报警界面

1) 报警：

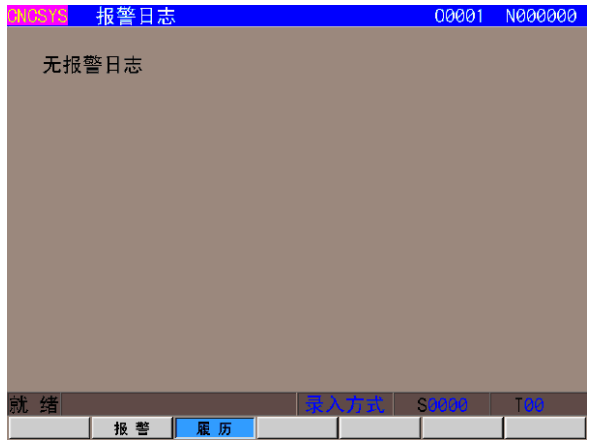
按 **报警 ALM** 键进入报警界面，通过 **菜单** 键、**列表** 键查看全部报警显示，页面显示如下：



注：报警的清除：当报警已取消时，按 **RESET** 键可清除报警内容。（100 号报警必须同时按 **RESET** 键和 **取消 CAN** 键才能清除，或者双击复位键也可取消 100 号报警）。

2) 报警日志：

再按 **报警 ALM** 键进入报警日志界面。通过 **菜单** 键、**列表** 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 **取消 CAN** + **J B** 键，可清除全部的日志信息。

1.3.5 设置界面

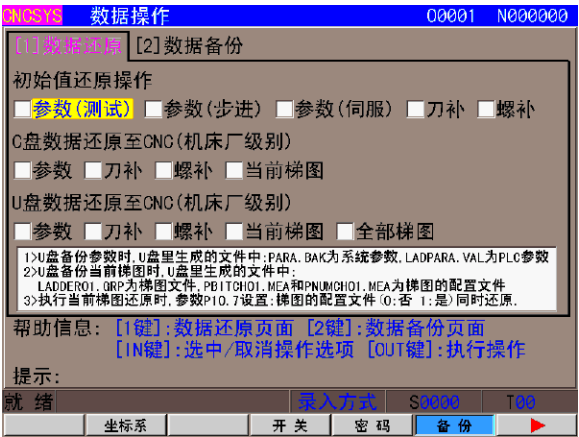
设置 SET 键为一复合键，从其它页面按一次 **设置 SET** 键进入设置界面，再按一次 **设置 SET** 键则进入图形界面，反复按 **设置 SET** 则在设置与图形两界面间切换。

1) 设置界面

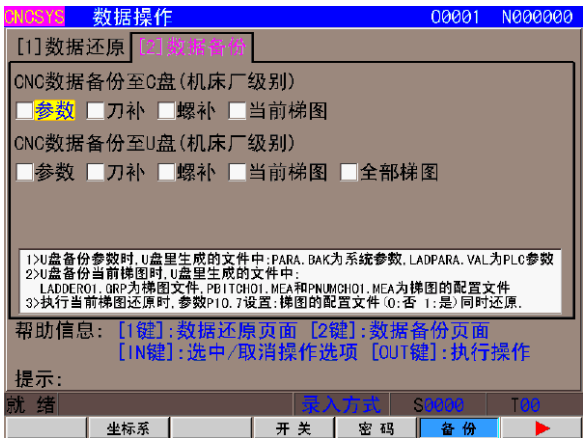
设置界面有五个页面，通过 **菜单** 键、**列表** 键查看。
开关设置：显示参数、程序、自动序号的开、关状态。
参数开关：参数开关打开时，可以修改参数；关闭时，禁止修改参数。
程序开关：程序开关打开时，可以编辑程序；关闭时，禁止编辑程序。
自动序号：自动序号开关打开时，编辑程序时自动生成程序段号；自动序号开关关闭时，程序段号不会自动生成，需要时须手动输入。



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。

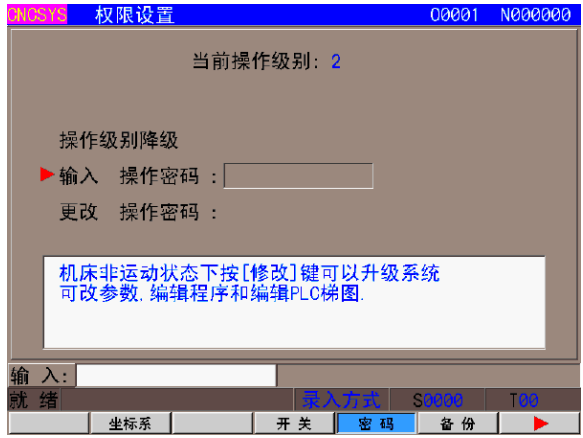
998Mi 密码等级分为 4 级，由高到低分别是机床厂家级（2 级）、设备管理级（3 级）、工艺员级（4 级）、加工操作级（5 级）。

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；

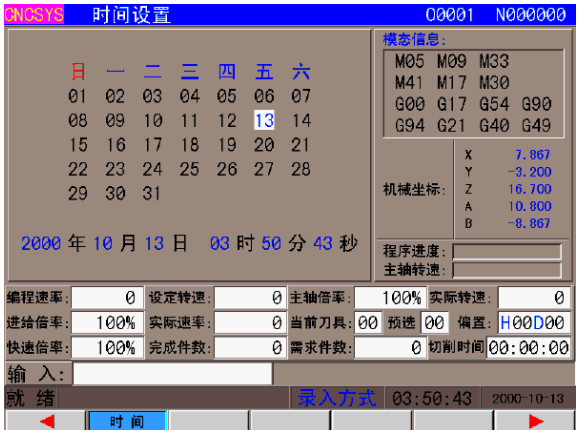
工艺员级：初始密码 1234，可修改刀补数据（进行对刀操作）、宏变量，编辑零件程序，不可修改 CNC 的状态参数、数据参数及螺补参数。

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** **CHG** 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** **CHG** 键即可。



2) 图形界面

在 [位置] 按 F 功能键对应的“图形”键可进入图形界面，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 **D_L** 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 **菜单** 键）进入数据参数界面，可通过 **菜单** 键、**退出** 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 **菜单** 键 **退出** 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 **菜单** 键、**退出** 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 **S_J** 键或 **D_L** 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  键、 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 **D_L** 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

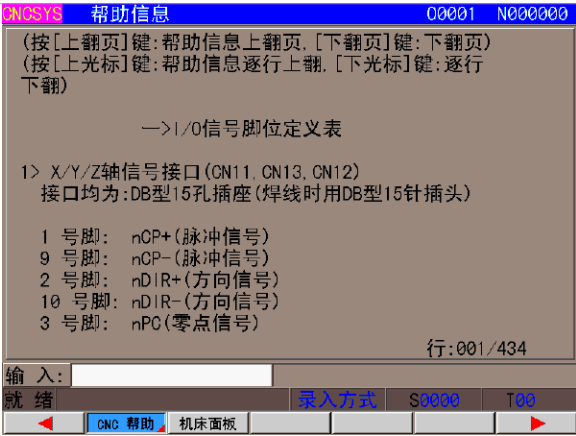
反复按 **诊断 DGN** 键进入机床软面板，此页面中可对机床进行软键盘的控制，机床软面板页面显示如下：



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

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。

系统上电后会显示如下开机界面：



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。

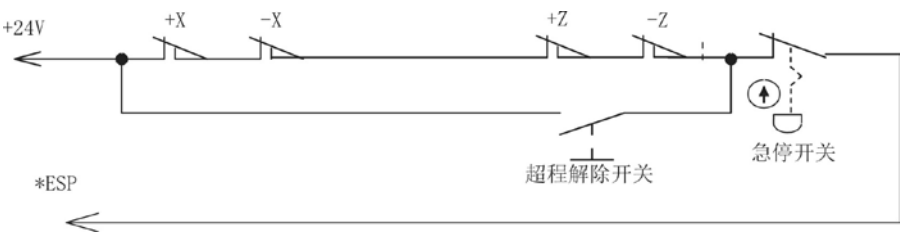
注：关于切断机床电源的操作请见机床制造厂的说明书。

2.3 超程防护

为了避免因 X 轴、Y 轴、Z 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、Y、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，此时状态参数 No. 21 的 Bit2（EALM）必须设置为 0。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。



当出现硬件超程，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。

以上硬限位接线图是由于早期的数控系统没有独立的硬限位信号而共用急停信号，请大家弃用该方法接线，因为现在的系统每个轴都有独立的硬限位输入信号，在安装接线时请选用轴硬限位的独立信号。

2.3.2 软件超程防护


软件行程范围由数据参数 NO. 010 ~ NO. 019 设置，以机床坐标值为参考值。状态参数 No. 022 的 Bit1 (LZR) 可设置在机械回零前软件限位功能是否有效。

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。

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：只有将状态参数 NO.60 的 Bit2(EALM) 设置为 0，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

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



④4TH



Z






X



快速移动






Y



Z







Y




Z
















④4TH





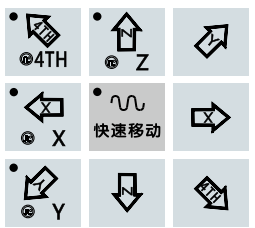















按住进给轴及方向选择键中的或X 轴方向键可使 X 轴向负向或正向进给，松开按键时轴运动停止；按住或Z 轴方向键可使 Z 轴向负向或正向进给，松开按键时轴运动停止；按住或Y 轴方向键可使 Y 轴向负向或正向进给，松开按键时轴运动停止；按住或4th 轴方向键可使 4th 轴向负向或正向进给，松开按键时轴运动停止。

当进行手动进给时，按下键，使状态指示区的指示灯亮则进入手动快速移动状态。


185

3.1.2 手动快速移动

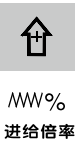
 按     中的  键直至状态指示区的快速移动指示灯亮，按下  或  键可使 X 轴向负向或正向快速移动，松开按键时轴运动停止；按下  或  键可使 Z 轴向负向或正向快速移动，松开按键时轴运动停止；按住  或  Y 轴方向键可使 Y 轴向负向或正向进给，松开按键时轴运动停止；按住  或  4th 轴方向键可使 4th 轴向负向或正向进给，松开按键时轴运动停止。快速倍率实时修调有效。


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 998Mi 状态参数 NO.012 的 Bit0 位（ISOT）选择；

注 2：在编辑 / 手轮方式下， 键无效。

3.1.3 速度修调



在手动进给时，可按  修改手动进给倍率，共 16 级。当参数 NO.110 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。






MMW%
进给倍率


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.085 设定）


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。点动速度由数据参数 No.208 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。


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

参数设置:

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

数据参数 No. 208: 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。


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


3.2.4 润滑控制

功能描述:

1、非自动润滑:


DT13 =0: 非自动润滑。

当 DT13=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 DT13>1 时, 为润滑定时输出, 按下机床操作面板  键, 润滑输出, 经过数据参数 112 设置的时间后, 润滑输出取消; 执行 M32, 润滑输出, 经过数据参数 DT13 设置的时间后, 润滑输出取消。若 DT13 设置的时间未到, 此时执行 M33, 则润滑输出取消。

2、自动润滑:

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

998Mi 上电后开始润滑 DT13 设置的时间, 然后停止输出, 经过 DT53 设置的时间后, 再重复输出润滑, 依次循环。自动润滑时, M32、M33 代码, 机床操作面板  键也有效。

参数设置:

PLC 参数: K10.1 1/0: 复位时主轴润滑冷却输出保持 / 关闭

PLC 参数: K16.2 1/0: 自动润滑有效时开机是 / 否输出润滑


PLC 数据: DT53: 自动润滑间隔时间 (ms)

PLC 数据: DT13: 自动润滑输出时间 (ms)

DT05: M 代码执行持续时间 (ms)

DT13: 润滑开启时间 (0-60000ms) (0: 润滑不限时)

3.2.5 换刀


 : 手动操作方式下, 按此键, 主轴刀具松开 / 夹紧。

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。



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。

第四章 手轮 / 单步操作

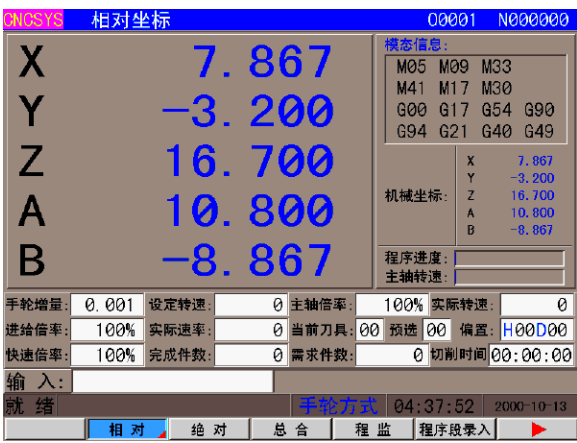
在手轮 / 单步操作方式中，机床按选定的增量值进行移动。

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











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

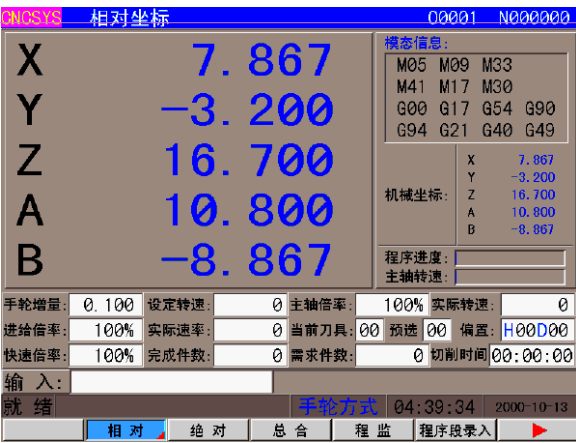
4.1 单步进给

设置系统参数 No.001 的 Bit3 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 PLC 状态参数 K016 的 BIT7 位（SINC）为 1 时， 步长值无效；当 BIT7 为 0 时，    均有效。如按  键，页面显示如下：

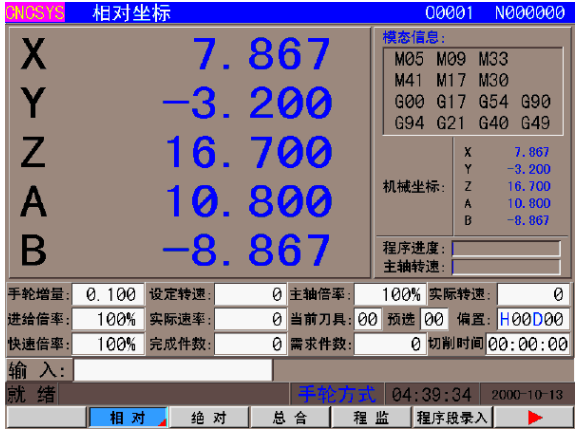


4.1.2 移动方向选择

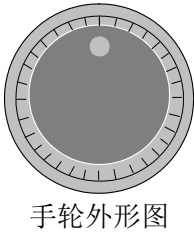
按一次  或  键，可使 X 轴向负向或正向按单步增量进给一次；按一次  或  键，可使 Z 轴向负向或正向按单步增量进给一次。按一次  或  键，可使 Y 轴向负向或正向按单步增量进给一次。

4.2 手轮（手摇脉冲发生器）进给

设置系统参数 No.001 的 Bit3 位为 1，按  键进入手轮操作方式，此时显示页面如下：













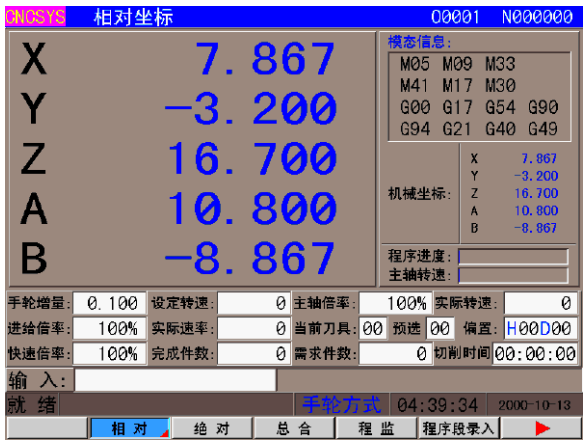
手轮外形如下图所示：







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 PLC 参数 K016 的 BIT7 位（SINC）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：






4.2.2 移动轴及方向的选择


在手轮操作方式下，按 、、、 键选择相应的轴。
手轮进给方向由手轮旋转方向决定。一般情况下，手轮顺时针为正向进给，逆时针为负向进给。如果有时手轮顺时针为负向进给，逆时针为正向进给，可交换手轮端 A、B 信号。也可由参数 No 013 号的 BIT0 位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，主轴逆时针转；
- ：手轮 / 单步方式下，按此键，主轴停止；
- ：手轮 / 单步方式下，按此键，主轴顺时针转。

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。主轴点动速度由数据参数 No. 208 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，刀具松开 / 夹紧。

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。



%
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：

| 手轮增量 | 手轮上每一刻度的移动量 | | | |
|-------|-------------|--------|-------|-----|
| | 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。

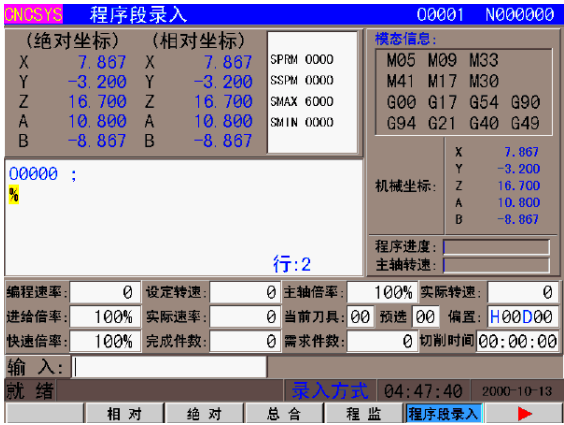
系统机床面板中按键的功能是由 PLC 程序（梯形图）定义的，各按键的功能意义请参阅机床厂家的说明书。

本章以下与操作面板按键相关功能是针对 998Mi 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，进入程序状态页面，输入一个程序段 G00 X50 Z100，操作步骤如下：

- 1、按  键进入录入操作方式；
- 2、按 [位置] 界面，按对应“程序段录入” F 功能键，进入程序段录入界面：



- 3、依次键入地址键 、数字键 、；

- 4、依次键入地址键 、数字键 、、

- 5、依次键入地址键 、数字键 、

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）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，998Mi 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 数据参数 No 042 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、按“新建”对应的 F 功能键，在弹出的对话框中输入 123（以建立 O 0123 程序为例）。如下图




3、按“确定”对应的 F 键或按 [输入] 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，如 M 2 9 。

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) 移动光标移至删除的程序段的行首；
- 2) 输入要删除部分最后一个程序段的顺序号；
- 3) 按 **删除** **DEL** 键，即可将光标与标记地址之间的程序段删除。

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) 按“着色选择”对应的 F 功能键，打开选择功能；
- 3) 移动光标着色要删除的程序块；
- 4) 按 **删除** **DEL** 键，即着色的程序块被删除。

注 1: 如果删除成功，则输入的代码字会消失，否则删除失败。如果向下有多相同的指定的字符，则默认距离当前光标最近的一个。

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) 光标移至要复制程序段第一个代码字上；
- 3) 输入要复制程序段最后一段的顺序号；
- 4) 按 **转换** **CHG** 键，光标与输入字符之间的程序段复制完成。

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) 按“着色选择”对应的F功能键，打开选择功能；
- 3) 移动光标着色要复制的程序块；
- 4) 按“复制”对应的F功能键，则着色的程序块复制完成。

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“粘贴”对应的F功能键，则刚才所复制的完成粘贴。

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 **O**，数字键 **0**、**0**、**0**、**1**（以 00001 程序为例）；
- 3) 按 **删除** **DEL** 键，O 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 **O**，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**，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 出现报警。

注：步骤 4 中，编辑操作方式下，若该程序不存在，按 **换行** **EOB** 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，按“打开”对应的F功能键，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 **✕**、**I_A** 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_L**，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_L**，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_L** + 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_L** + 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。

6.6.4 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 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！



7.1 自动运行

7.1.1 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 **程序 PRG** 键，并进入程序内容显示画面；
 - 3) 按地址键 **O**，键入程序号；
 - 4) 按 **↓** 或 **换行 EOB** 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 **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。
- 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 **程序 PRG** 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。

7.1.2 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。



7.1.3 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：只有将状态参数 No.60 的 Bit2 位（EALM）设置为 0，外部急停才有效。

7.1.4 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。

7.1.5 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 参数 No. 090 ~ No. 094 分别设定各轴快速移动速率；
实际快速移动速率 = 参数设定的值 × 快速倍率
注 2：当快速倍率为 F0 时，快速移动的最低速率由 CNC 参数 No. 085 设定。

7.1.6 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

7.2 U 盘 DNC 运行

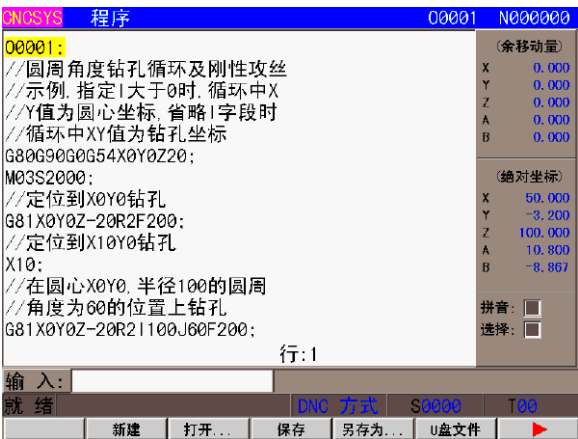
CNC 具有 DNC 功能，可以通过 U 盘与 CNC 连接，实现大容量程序的运行。

按下机床面板 DNC 键，进入 DNC 方式，把装有 D N C 加工程序的 U 盘播入系统 U 盘接口，然后按 [

程序] 界面，再按“U 盘文件”对应的 F 功能键，打开 U 盘目录，如下图：



移动光标选中要 D N C 加工的 N C 程序，并按 [输入] 键打开，如下图：





最后，按机床面板循环启动键，启动程序进行 DNC 加工。


7.3 运行时的状态

7.3.1 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。

7.3.2 空运行



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

按 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，实际运行速度由数据参数№ 082 设定。

7.3.3 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。

7.3.4 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。

7.3.5 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。

7.4 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）。

7.5 其它操作手轮试切功能

- 1、在自动方式下，按系统面板上的〔手轮试切〕功能键，同时该按键的指示灯亮，说明手轮试切功能已准备好，按机床面板上的〔循环启动〕按键，启动程序，加工程序中只会执行M S T辅助功能，而轴是不能移动进给的，而屏幕下方的状态栏也会显示“进给速度为零”，当操作者转动手轮时轴进给开始按手轮转动的速进行进给运动，当手轮停止转动时，轴进给即时停止。

该方法能更安全地检验用户所编辑的加工程序的正确性！

第八章 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！

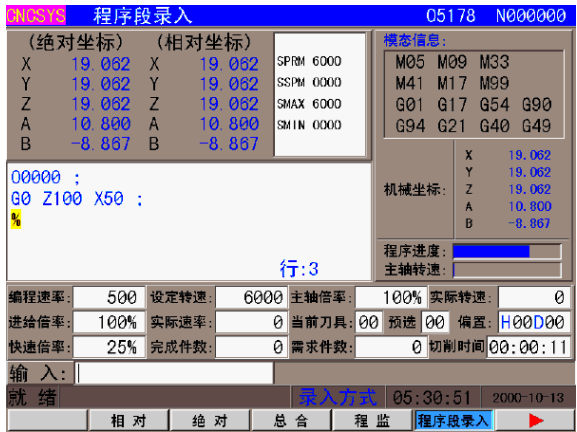
8.1 机床回零





8.1.1 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。

8.1.2 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“机械回零”字样，显示如下：








- 2、按 、、 或  键，选择回 X、Y、Z 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。

8.2 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，手动松刀 / 夹刀；
- 7、主轴倍率的修调；
- 8、快速倍率的修调；
- 9、进给倍率的修调。

第九章 数据的设置、备份和恢复

9.1 数据的设置

9.1.1 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 **设置 SET** 键进入设置界面，按 **目录** 或 **列表** 键进入开关设置页面；
- 2、按 **上** 或 **下** 键移动光标到要设置的项目上；
- 3、按 **U_w** 和 **R_v** 键切换开关状态，按 **U_w** 键，“*”左移，关闭开关，按 **R_v** 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 **取消 CAN** 键再按住 **RESET** 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”。

9.1.2 图形设置

在 [位置] 界面，按“图形”对应的 F 功能键进入轨迹页面



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 6 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_L** 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_J** 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。

9.1.3 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。各参数意义详见附录一

按 **参数 PAR** 键进入参数界面，按 F 功能键切换各参数页面，如下图所示：



A、位参数修改设置

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 或 键至需设定的参数所在的页面，按 键或 键将光标移至需设置的参数号上；

方法 2：按地址键 、参数号及 键。

4) 输入新的参数值；

5) 按 键，参数值被输入并显示出来；

6) 为安全起见，所有的参数设定后，需关闭参数开关。

示例：将状态参数№ 004 的 Bit5 设置为 1，其余各位保持不变。按上述步骤将光标移至№ 004 上，在提示行中依次键入 01100000，如下图所示：



按 键，参数修改完成。显示页面如下：



2、按位修改：

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 或 键至需设定的参数所在的页面，按 键或 键将光标移至需设置的参数号上；

方法 2：按地址键 、参数号及 键。

4) 按 跳入参数的某一位中，此时该位反显。按 或 键移动光标至需修改的位上，按需求键入 0 或 1；

5) 为安全起见，所有的参数设定后，需关闭参数开关；

注：进入参数的某一位后，按 键即可跳出位进入参数号上。

示例：将状态参数№ 004 的 Bit5 位设置为 1，其余各位保持不变。按上述步骤将光标移至№ 004 上，按 跳入参数的某一位中。如下图所示：



按 或 键移动光标至 Bit5 位上，如下图所示：



输入 1，参数修改完成。



B、数据参数、螺补数据的修改设置

- 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；
- 4) 输入新的参数值；
- 5) 按 **输入** 键，参数值被输入并显示出来；
- 6) 为安全起见，所有的参数设定后，建议关闭参数开关。

说明：螺补数据必须在二级操作权限下才可以被修改。

示例 1：将数据参数№ 090 的设置为 100。按上述步骤将光标移至№ 090 上，在提示行中依次键入 100，如下图所示：



按 **输入** 键，参数修改完成。显示页面如下：



示例 2：将螺补数据№ 000 的 X 轴的数值设置为 12，Z 轴的数值设置为 30。按上述步骤将光标移至螺补数据№ 000 上，在提示行中依次键入 X12。

按 **输入** 键，数据修改完成。显示页面如下：

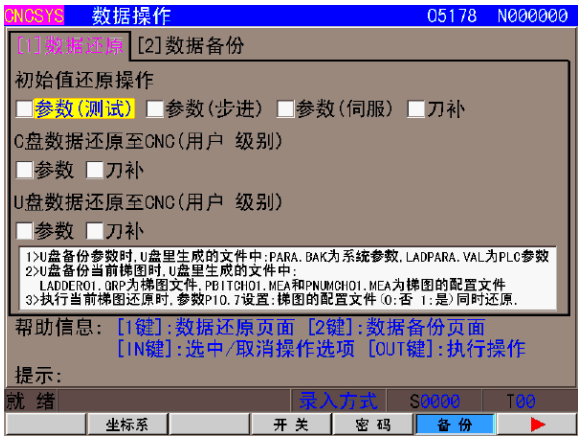


同理，在提示行中依次键入 Z30，按 **输入** 键，数据修改完成。修改完后显示页面如下：



9.2 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：



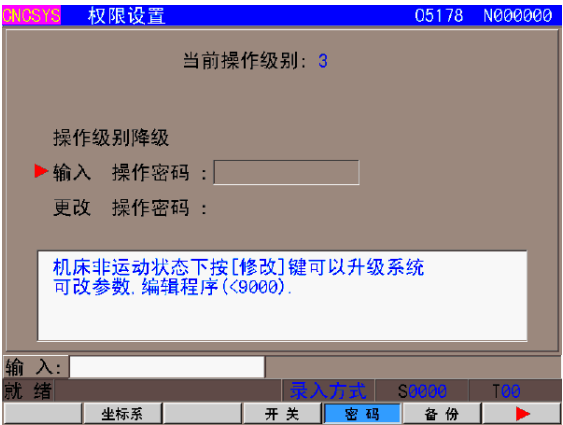
- 1、打开参数开关；
- 2、按 **MDI** 键进入录入操作方式，按 **设置** **SET** 键（必要时按 **菜单** 或 **列表** 键）进入数据操作页面；
- 3、按 **2** 键进入数据备份页面，按 **1** 键进入数据还原页面。
- 4、移动光标到要操作的选项上，按 **输入** **IN** 键选中 / 取消操作选项；
- 5、按 **输出** **OUT** 键执行全部所选操作。

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。

9.3 权限的设置与修改

为了防止加工程序、CNC 参数被恶意修改，系统提供了权限设置功能，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 **上** 键或 **下** 键移动光标至相应的操作上。

- a) 按一次 **上** 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 **上** 键后，光标移到“更改操作密码”行（尾行）；
- b) 按一次 **下** 键，光标上移一行。若当前光标在尾行，按一次 **下** 键后，光标移到首行。

9.3.1 操作级别的进入

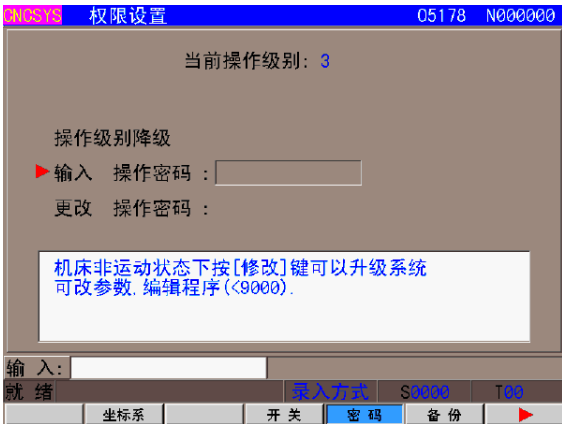
- 1、进入权限设置页面后，移动光标至“输入操作密码”行；
- 2、输入操作密码（每输入一个数，显示增加一个“*”号）；
- 3、输入完成按 **输入** **IN** 键，即可进入该密码对应的操作级别。

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。

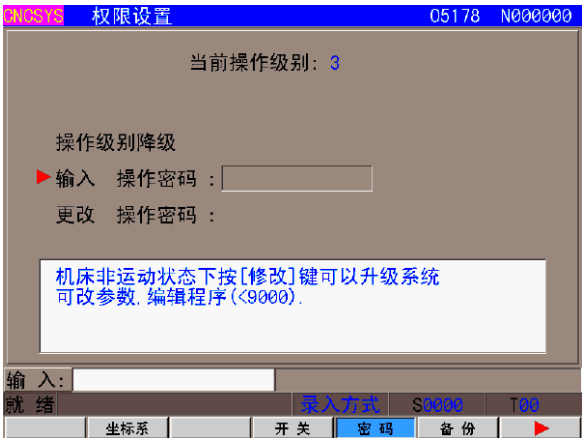
具体如下：

| 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 **输入 IN** 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：



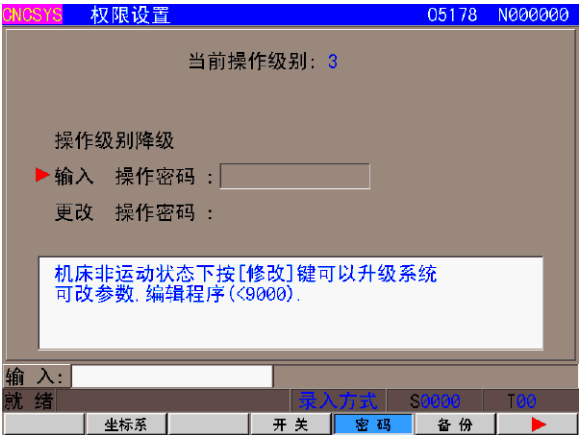
注：若当前操作权限小于或等于 3 级（3 级，4 级或 5 级），则再上电时，操作权限不变。若上次操作权限为 2 级，则再上电时，操作权限默认为 3 级。

9.3.2 操作密码的更改

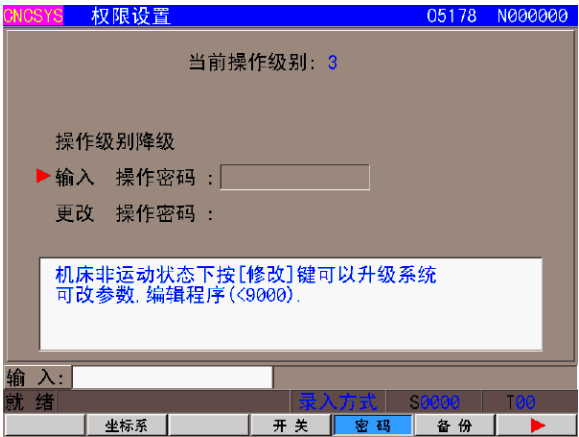
更改密码的操作步骤如下：

- 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；

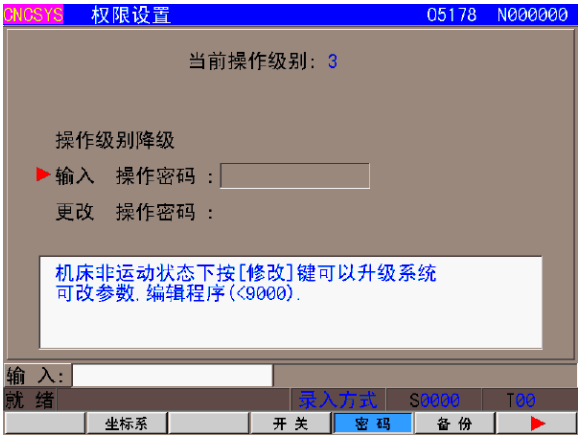
- 3、输入新的操作密码，按 **输入 IN** 键；
- 4、CNC 提示“请再次输入新密码”，显示页面如下：



- 5、再次输入操作密码后按 **输入 IN** 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：



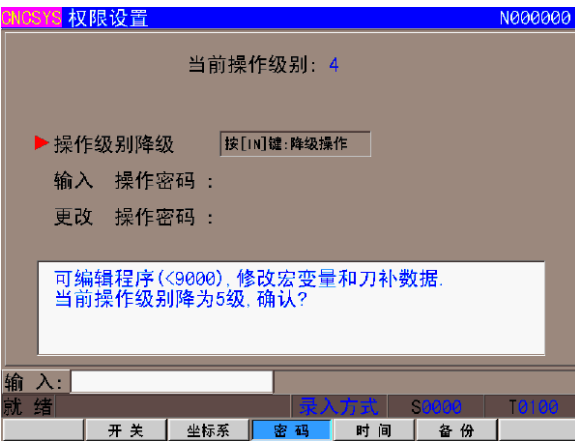
9.3.3 操作级别降级

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：

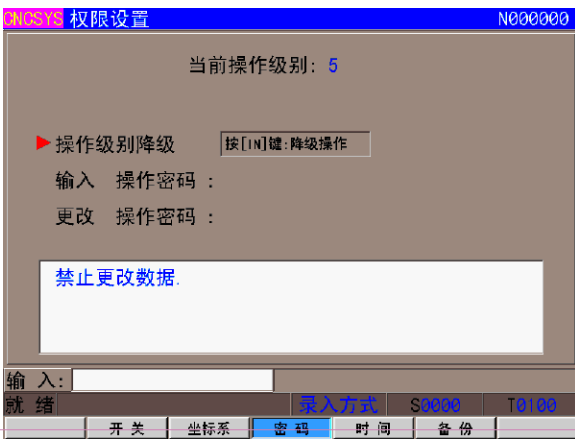
- 1、进入权限设置页面后，按 10.3.1 节所述方法步骤输入密码；
- 2、移动光标至“操作级别降级”行，若 CNC 当前操作级别为 3 级，显示页面如下：



- 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：



9.3.4 系统软件的升级

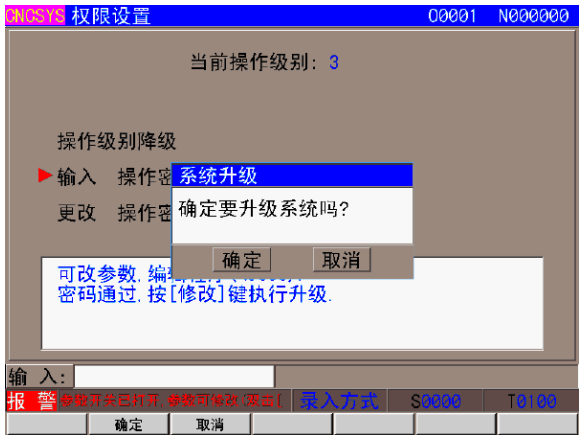
在录入方式下按 [设置] 键，然后按 [密码] F 功能键，进入密码输入界面，如下图：



- 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。

第十章 U 盘操作功能

11.1 文件目录页面

在录入方式状态下按 **程序 PRG** 键进入程序页面，按 “U 盘文件” 对应的 F 功能键进入 [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。

11.2 文件复制

在录入方式状态下，光标移到要复制的文件上，按 “复制” 对应的 F 功能键，然后按系统弹出的对话框提示进行操作即可！

第十一章 对刀操作

10.1 浮动零点的设置

10.1.1 G92 浮动零点指令

运行 G 9 2 指令可把当前机床各轴的坐标设置为零点或者设置为你需坐标值；

例 1：设置为零点：

1> 移动你 X Y Z 轴到你工件的零点（即：X0.000,Y0.000,Z0.000）；

2> 在 [位置] 界面按对应“程序段录入”的 F 功能键，打开 M D I 程序段录入界面如下图，系统会自动切换到“录入方式”， 或者可以按 [M D I 录入] 键切换到“录入方式”：



3> 依次按 :G92 X0 Y0 Z0; 然后按输入，最后按 [循环启动] 键，当前的绝对坐标即设为 X 0 . 0 0 0 , Y 0 . 0 0 0 , Z 0 . 0 0 0

例 2：设置为用户需要的坐标值（如：X 2 1 . 8 , Y 0 . 0 , Z 1 2 3 . 7 8 ）：

1> 移动你 X Y Z 轴到你工件对刀点位置；

2> 在 [位置] 界面按对应“程序段录入”的 F 功能键，打开 M D I 程序段录入界面如下图，系统会自动切换到“录入方式”， 或者可以按 [M D I 录入] 键切换到“录入方式”：

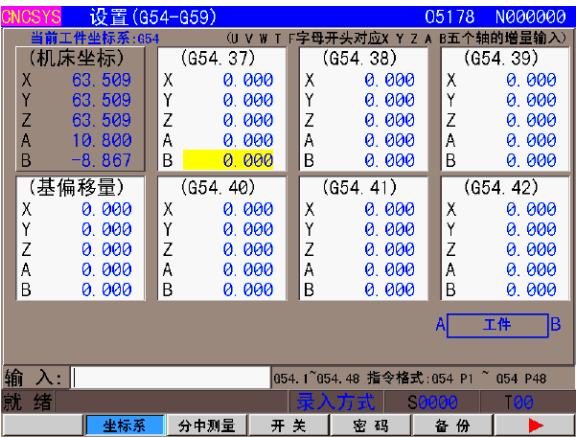


3> 依次按 :G92 X 2 1 . 8 , Y 0 . 0 , Z 1 2 3 . 7 8 , 然后按输入，最后按 [循环启动] 键，当前的绝对坐标即设为 X 2 1 . 8 , Y 0 . 0 , Z 1 2 3 . 7 8 。

10.2 工件坐标系的设置

10.2.1 工件坐标系的使用（G54~G59），附加坐标系（G54 P1~G54 P48）

工件坐标系统有 G54~G59 6 个，加上附加坐标系 G54 P1~G54 P48，共 54 个。按 [设置]，再按“坐标系”对应的 F 功能键进入工件坐标系界面， 如下图：



10.2.2 自动分中的操作（以 G 5 4 坐标为例）

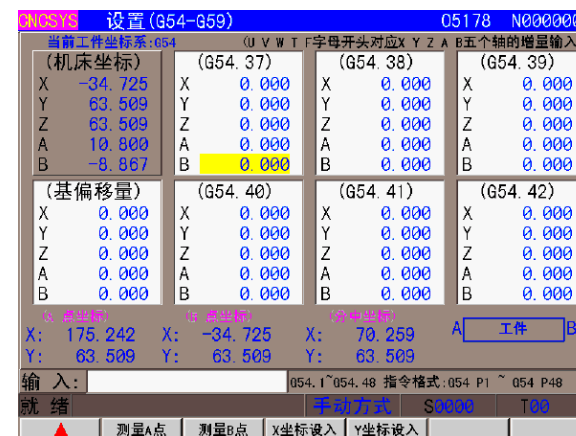
1> 按 “分中测量” 对就的 F 功能键，进入分中测量菜单， 如下图：



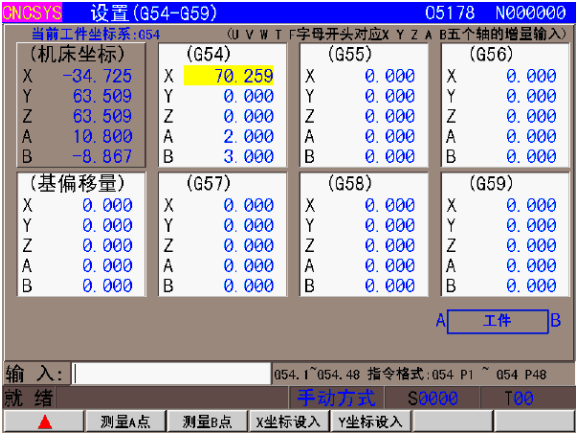
2> 移动 X 轴靠工件的左侧，然后按：“测量 A 点”，如下图：



3> 移动 X 轴靠工件的右侧，然后按：“测量 B 点”，如下图：



4> 然后按“X 坐标高入”对应的 F 功能键，则 X 轴的分中坐标被写入到 G 5 4 中，即 X 轴工件坐标分中完成，如下图（Y 轴方向的工件分中操作同理于 X 轴）



注：工件坐标系的值 X/Y/Z/A/B 可通过应的字母 U/V/W/T/F + 数字进行增量式修改。

10.2.3 Z 轴工件表面零点的在坐标系中的设定

移动 Z 轴让主轴的上刀具贴到工件的表面，然后在工作坐标系中依次按 [Z] 键、[输入] 键，则工件表面零点的 Z 轴坐标调入工件坐标系完成。

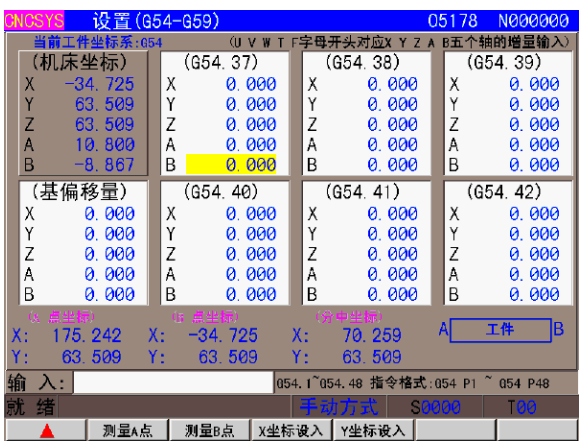
10.2.3 工作坐标系 G 5 4 的加工程序示例：

```
G80 G90 G0 G54 X0 Y0 Z100;
M03 S3000;
G0 Z8;
G81 X0 Y0 Z-20 R2 F800;
X10;
X30
X40;
G80;
G0 X0 Y0 Z100;
M30;
```

10.2.4 Z 轴工件表面零点的在刀补中的设定

为了方便，操作者可以在 X Y 轴在工件坐标系中设定，而 Z 轴可以选择在刀补里设定，这样做可以使第把刀只需要调用刀补即可以。不过如果使用该方法时，用户必须保证工件坐标系中 Z 坐标为 0.000; (这是特别要注意的) 具体方法如下：

1> 在确保工件坐标系里 Z 坐标为 0.000 情况下，移动 Z 轴靠贴工件的表面，然后按 [补偿] 进入刀补



2> 然后移动光标选定该刀具需要的刀补号上，这里以 1 号刀补为例，最后依次按 [Z] 键、[输入] 键，则 Z 轴的机械坐标被调入到 1 号刀补的几何（H）值中，即 Z 轴对刀完成，如下图：



注：刀补值可以通过按 [U] 键 + 数字进行增量式修改。
3> Z 轴工件表面零点的在刀补中的设定的加工程序编辑示例：

```
G80 G90 G0 G54 X0 Y0 Z100;  
G43 H01; // 调用 H 0 1 号刀补  
M03 S3000;  
G0 Z8;  
G81 X0 Y0 Z-20 R2 F800;  
X10;  
X30  
X40;  
G80;  
G49; // 取消刀补  
G0 X0 Y0 Z100;  
M30;
```