

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

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

前言

尊敬的客户：

对您选用的产品，本公司深感荣幸与感谢！

本使用手册详细介绍了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使用手册。

安全警告



操作不当将引起意外事故，必须要具有相应资格的人员才能操作本系统。

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

安全警告

■ 运输与储存

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

■ 开箱检查

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

■ 接线

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

■ 检修

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

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。

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。**

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。诚挚的感谢您在本公司的产品时，对本公司友好的支持！**

第一篇 编程说明

目录

第一章 编程基础.....	11
1.1 铣床介绍.....	11
1.1.1 产品简介.....	11
1.1.2 技术规格.....	11
1.1.3 气候、环境的适应性.....	15
1.1.4 电源适应能力.....	15
1.1.5 防护.....	15
1.2 程序的运行.....	15
1.2.1 程序运行的顺序.....	15
1.2.2 程序段内代码字的执行顺序.....	16
第二章 MST 代码	17
2.1 M 代码（辅助功能）	17
2.1.1 程序结束 M02	17
2.1.2 程序运行结束 M30	18
2.1.3 子程序调用 M98	18
2.1.4 从子程序返回 M99	18
2.1.5 标准 PLC 梯形图定义的 M 代码.....	19
2.1.6 程序停止 M00	20
2.1.7 程序选择停 M01	21
2.1.8 逆时针转、顺时针转和主轴停止控制 M03、M04 和 M05.....	21
2.1.9 冷却泵/加工吹气控制 M07、 M08、M09.....	21
2.1.10 工作台控制 M10、M11.....	21
2.1.11 刀具控制 M16、M17.....	22
2.1.12 主轴定向 M18、M19.....	22
2.1.13 刚性攻丝 M28、M29.....	22
2.1.14 润滑液控制 M32、M33.....	22
2.1.15 主轴自动换档 M41、M42、M43、M44.....	22
2.1.16 防护门控制 M34、M35.....	23
2.1.17 排屑控制 M36、M37.....	23
2.1.18 工作灯控制 M38、M39.....	23
2.1.19 第 2 主轴控制 M63、M64、M65	23
2.1.20 自定义输出控制 M70-M77.....	24
2.2 主轴功能.....	24
2.2.1 主轴转速开关量控制.....	24
2.2.2 主轴转速模拟电压控制.....	25
2.2.3 主轴倍率.....	25
2.2.4 恒表面速度控制 G96/G97	26
2.3 刀具功能.....	28
第三章 G 代码	29

3.1 准备功能 G 代码的种类	29
3.2 简单 G 代码	32
3.2.1 快速定位 G00	32
3.2.2 直线插补 G01	33
3.2.3 圆弧（螺旋）插补 G02/G03	34
3.2.4 绝对值/ 增量编程 G90/G91	39
3.2.5 暂停(G04)	40
3.2.6 单方向定位（G60）	40
3.2.7 系统参数的在线更改(G10)	42
3.2.8 工件坐标系 G54 ~ G59	42
3.2.9 附加工件坐标系	45
3.2.10 选择机床坐标系 G53	45
3.2.11 浮动坐标系 G92	46
3.2.12 平面选择 G17/G18/G19	47
3.2.13 极坐标开始/ 取消 G16/G15	48
3.2.14 平面内的缩放 G51/G50	50
3.2.15 坐标系旋转 G68/G69	54
3.2.16 跳转功能 G31	57
3.2.17 英制/ 公制转换 G20/G21	59
3.2.18 任意角度倒角/ 拐角圆弧	59
3.3 参考点 G 代码	60
3.3.1 返回参考点 G28	61
3.3.2 返回 2、3、4 参考点 G30	62
3.3.3 从参考点自动返回 G29	62
3.3.4 返回参考点检测 G27	63
3.4 固定循环 G 代码	64
3.4.1 圆内凹槽粗铣 G22/G23	69
3.4.2 全圆内精铣循环 G24/G25	71
3.4.3 外圆精铣循环 G26/G32	73
3.4.4 矩形凹槽粗铣 G33/G34	75
3.4.5 矩形凹槽内精铣循环 G35/G36	77
3.4.6 矩形外精铣循环 G37/G38	79
3.4.7 高速深孔加工循环 G73	80
3.4.8 钻孔循环，点钻循环 G81	82
3.4.9 钻孔循环，铰镗循环 G82	83
3.4.10 排屑钻孔循环 G83	85
3.4.11 右旋攻丝循环 G84	86
3.4.12 左旋攻丝循环 G74	88
3.4.13 精镗循环 G76	89
3.4.14 镗孔循环 G85	91
3.4.15 镗孔循环 G86	93
3.4.16 镗孔循环，背镗孔循环 G87	94
3.4.17 镗孔循环 G88	96
3.4.18 孔循环 G89	98

3.4.19 左旋刚性攻丝 G74	99
3.4.20 右旋刚性攻丝 G84	101
3.4.21 深孔刚性攻丝（排屑）循环	104
3.4.22 固定循环取消 G80	106
3.5 刀具补偿 G 代码	108
3.5.1 刀具长度补偿 G43、G44、G49	108
3.5.2 刀具半径补偿 G40/G41/G42	112
3.5.3 刀具半径补偿的详细说明	118
3.5.4 拐角偏置圆弧插补（G39）	135
3.5.5 刀具补偿值、补偿号用程序输入（G10）	136
3.6 进给 G 代码	137
3.6.1 进给方式 G64/G61/G63	137
3.6.2 自动拐角倍率（G62）	137
3.7 宏功能 G 代码	139
3.7.1 用户宏程序	139
3.7.2 宏变量	140
3.7.3 用户宏程序调用	146
3.7.4 运算和转移指令	146
3.7.5 用户宏程序实例	152
附录一、CNC 报警	154
附录二、PLC 报警	161
附录三 宏程序补充说明(2021 以上版本具有)	171
1、语句式宏代码（宏 B）	171
1.1 算术和逻辑运算	171
1.2 转移和循环	172
1.3 宏报警	175
1.4 特殊说明（用变量置换变量号）	175
附录四、自定义报警内容编写(2021 以上版本具有)	175
附录五、圆周钻孔/攻丝指令(2021 以上版本具有)	177
附录六、第 4/5 轴跟随 Z 轴特殊指令	178
附录七、钻孔时丝杠自动钳制功能 M72/M73	179
附录八、旋转轴控制方式（2021 以上版本才具有）	180

第一篇 编程说明

第一章 编程基础

1.1 铣床介绍

1.1.1 产品简介

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。

系统1ms 高速插补， $0.1\mu\text{m}$ 控制精度，显著提高了零件加工的效率、精度和表面质量。

产品特点

- ✧ 1ms 插补周期， $0.1\mu\text{m}$ 控制精度
- ✧ 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
- ✧ 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

进给轴功能

- ✧ 位置指令范围：
 - 公制输入（G21）： $-9999.9999\text{mm} \sim 9999.9999\text{mm}$ ，最小指令单位： 0.0001mm
 - 英制输入（G20）： $-999.9999\text{inch} \sim 999.9999\text{inch}$ ，最小指令单位： 0.0001inch
- ✧ 电子齿轮：指令倍频系数 $1 \sim 65536$ ，指令分频系数 $1 \sim 65536$
- ✧ 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： $0 \sim 150\%$ 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

- ✧ 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 μ s/ 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）

人机界面

- ✧ 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~G54.48	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
ED.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	HOW	二个字节的传送
OR.NOT	常闭触点并联	TMRC	任总地址定时器	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	第一级顺序程序结束	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

贮存运输、工作的环境条件如下：

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

1.1.4 电源适应能力

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 $(0.85 \sim 1.1) \times$ 额定交流输入电压（AC220V）的范围内；频率变化：49Hz ～ 51Hz 连续变化。

1.1.5 防护

防护等级不低于 IP20。

1.2 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，系统不能同时打开 2 个或更多程序，因此，系统在任一时刻只能运行一个程序。打开一个程序时，光标位于第一个程序段的行首，在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，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改变：



- ✧ 程序运行时按了  键或急停按钮，程序运行终止；
- ✧ 程序运行时产生了CNC 报警或PLC 报警，程序运行终止；
- ✧ 程序运行时操作方式被切换到了录入、编辑操作方式，程序运行单段停（运行完当前的程序段后，程序运行暂停），切换至自动操作方式，再按  键或外接循环启动信号接通时，从当前光标所在的程序段启动程序的运行；
- ✧ 程序运行时操作方式被切换到其它操作方式，程序运行停止；

- ✧ 程序运行时按了  进给保持 键或外接暂停信号断开，程序运行暂停，再按  循环启动 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  循环启动 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）。

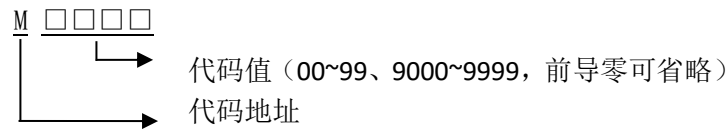
当 G 代码字与其它由PLC 处理的M、S、T 代码字在同一个程序段中时，由PLC 程序（梯形图）决定M、S、T 代码字与G 代码字同时执行，或者在执行完G 代码后再执行M、S、T 代码字，有关代码字的执行顺序应以机床厂家的说明书为准。

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。



M89、M90、M91、M92、M93、M98、M99 、M9000~M9999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
M89	自定义输出（详情参考《调试使用文档》）
M90	程序段重复结束（详情参考《调试使用文档》）
M91	程序段重复开始（详情参考《调试使用文档》）
M92	有条件跳转（详情参考《调试使用文档》）
M93	无条件跳转（详情参考《调试使用文档》）
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

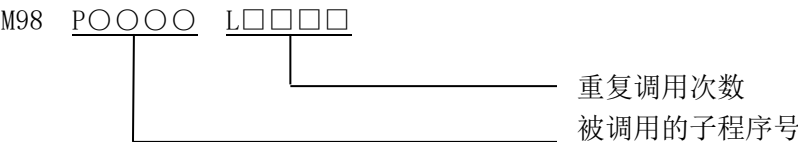
代码格式: M30

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 状态参数NO.005 的BIT4 设为0 时, 光标不回到程序开头; 当CNC 状态参数NO.005 的BIT4 设为1 时, 程序执行完毕, 光标立即回到程序开头。

2.1.3 子程序调用 M98

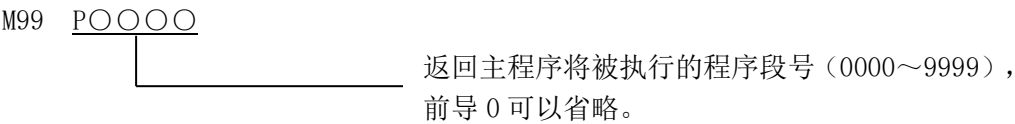
代码格式:



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

2.1.4 从子程序返回 M99

代码格式:



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。

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)。

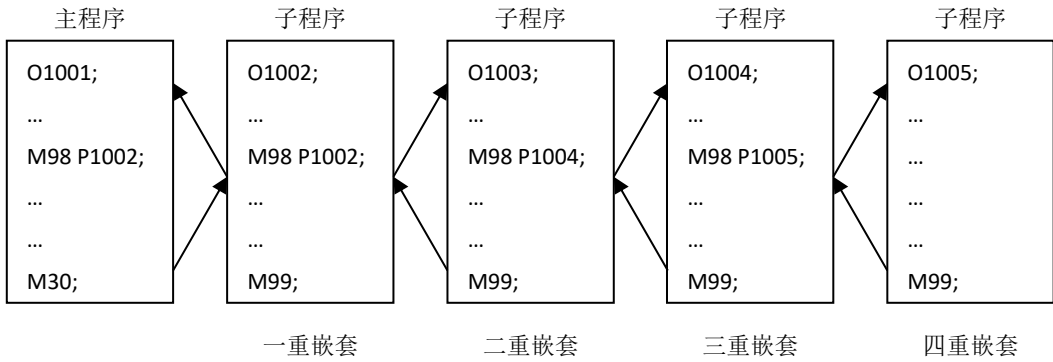


图2-3 子程序嵌套

2.1.5 标准 PLC 梯形图定义的 M 代码

除上述代码（M02、M30、M89、M90、M91、M92、M93、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，铣床 CNC 用于机床控制，M 代码的功能、意义、控制时序及逻辑等请以机床厂家的说明为准。

标准PLC 梯形图定义的M 代码

代码	功能	备注
M00	程序暂停	
M01	程序选择停	
M03	主轴逆时针转	功能互锁，状态保持
M04	主轴顺时针转	
*M05	主轴停止	
M06	自动换刀代码	
M07	加工吹气开	功能互锁，状态保持
M08	冷却液开	
*M09	冷却液/加工吹气关	
M10	K4工作台夹紧	功能互锁，状态保持
M11	K4工作台松开	
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
M34	防护门开	功能互锁，状态保持
*M35	防护门关	
M36	排屑输出开	功能互锁，状态保持
*M37	排屑输出关	
M38	工作灯开	功能互锁，状态保持
*M39	工作灯关	
M50	自动换刀开始	详情可参考《调试使用文档》刀库调试篇
*M51	自动换刀结束	
M21	刀库前进输出	
M22	刀库寻刀	
M23	刀库机械臂	
M24	刀库后退	
M25	刀库机械臂	
M26	刀库机械臂	
M63	第 2 主轴正转	功能互锁，状态保持（1000M 系列产品才具有）
M64	第 2 主轴反转	
*M65	第 2 主轴停止	
M70	K1 对刀吹气开	功能互锁，状态保持
*M71	K1 对刀吹气关	
M72	K2 自动输出开	功能互锁，状态保持
*M73	K2 自动输出关	
M74	K3 自动输出开	功能互锁，状态保持
*M75	K3 自动输出关	
M76	自定义输出开	功能互锁，状态保持
*M77	自定义输出关	

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 选择停键使选择停按键指示灯亮，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《调试使用文档》。

2.1.9 冷却泵/加工吹气控制 M07、 M08、M09

代码格式： M07 或M7；

M08 或M8；

M09 或M9；

代码功能： M07：加工吹气开

M08：冷却泵开；

M09：冷却泵/加工吹气关。

注：标准 PLC 定义的M07、 M08、M09 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.10 工作台控制 M10、M11

代码格式： M10；

M11；

代码功能： M10：工作台夹紧

M11：工作台松开；

注：标准 PLC 定义的M10、M11 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.11 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。

注: 标准 PLC 定义的M16、M17 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.12 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。

注: 标准 PLC 定义的M18、M19 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.13 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。

注: 标准 PLC 定义的M28、M29 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.14 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M28、M29 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.15 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M4n 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.16 防护门控制 M34、M35

代码格式: M34;

M35;

代码功能: M34: 防护门开;

M35: 防护门关。

注: 标准 PLC 定义的M34、M35 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.17 排屑控制 M36、M37

代码格式: M36;

M37;

代码功能: M36: 排屑开;

M37: 排屑关。

注: 标准 PLC 定义的M36、M37 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.18 工作灯控制 M38、M39

代码格式: M38;

M39;

代码功能: M38: 工作灯开;

M39: 工作灯关。

注: 标准 PLC 定义的M38、M39 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.19 第2主轴控制 M63、M64、M65

代码格式: M63;

M64;

M65;

代码功能: M63: 第2主轴正转;

M64: 第2主轴反转;

M65: 第2主轴停止

注: 标准 PLC 定义的M63、M64、M65 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.1.20 自定义输出控制 M70-M77

注：标准 PLC 定义的M70-M77 的控制时序及逻辑详见《调试使用文档》。

2.2 主轴功能

S 代码用于控制主轴的转速，系统控制主轴转速的方式有两种：主轴转速开关量控制方式：S □□（2 位数代码值）代码由 PLC 处理，PLC 输出开关量信号到机床，实现主轴转速的有级变化。主轴转速模拟电压控制方式：S □□□□（4 位数代码值）指定主轴实际转速，NC 输出0 ～ 10V 模拟电压信号给主轴伺服装置或变频器，实现主轴转速无级调速。

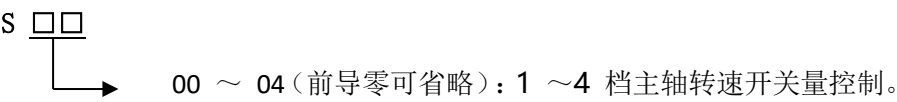
2.2.1 主轴转速开关量控制

当状态参数NO.001 的BIT4 设为0 时主轴转速为开关量控制。一个程序段只能有一个S 代码，当程序段中出现两个或两个以上的S 代码时，CNC 出现报警。

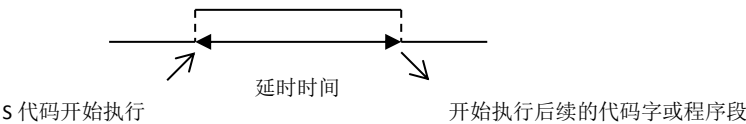
S 代码与执行移动功能的代码字共段时，执行的先后顺序由PLC 程序定义，具体请参阅机床厂家的说明书。

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

代码格式：



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参数T006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S05-S08 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。

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）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 铣床系统标准 PLC 梯形图的功能描述，仅供参考。

铣床系统标准 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使用手册《操作说明手册》。

2.2.4 恒表面速度控制 G96/G97

代码格式：恒表面速度控制 G96 S_ 表面速度 mm/min

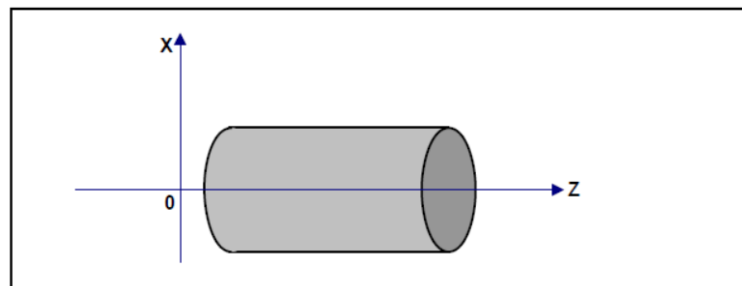
恒表面速度控制取消 G97 S_ 主轴速度 r/min

恒表面速度控制被控制轴代码 G96 P_ P1:X 轴 P2:Y 轴 P3:Z 轴 P4:4TH 轴

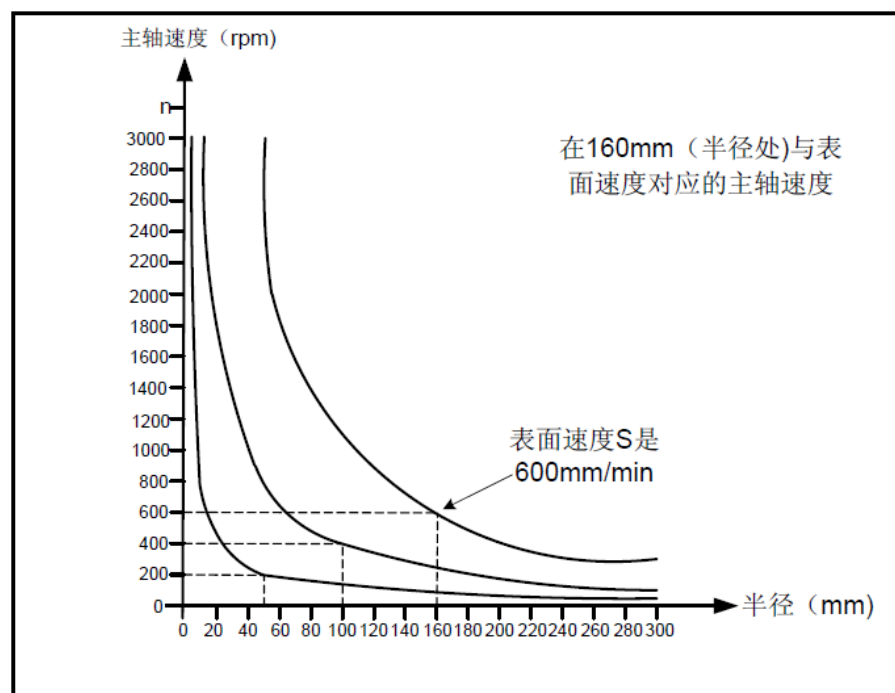
最高速度钳制 G92 S_ S指定最高速度r/min

功能：S 后指定表面速度（刀具和工件之间的相对速度），主轴旋转，使表面切削速度维持恒定，而不管刀具位置。

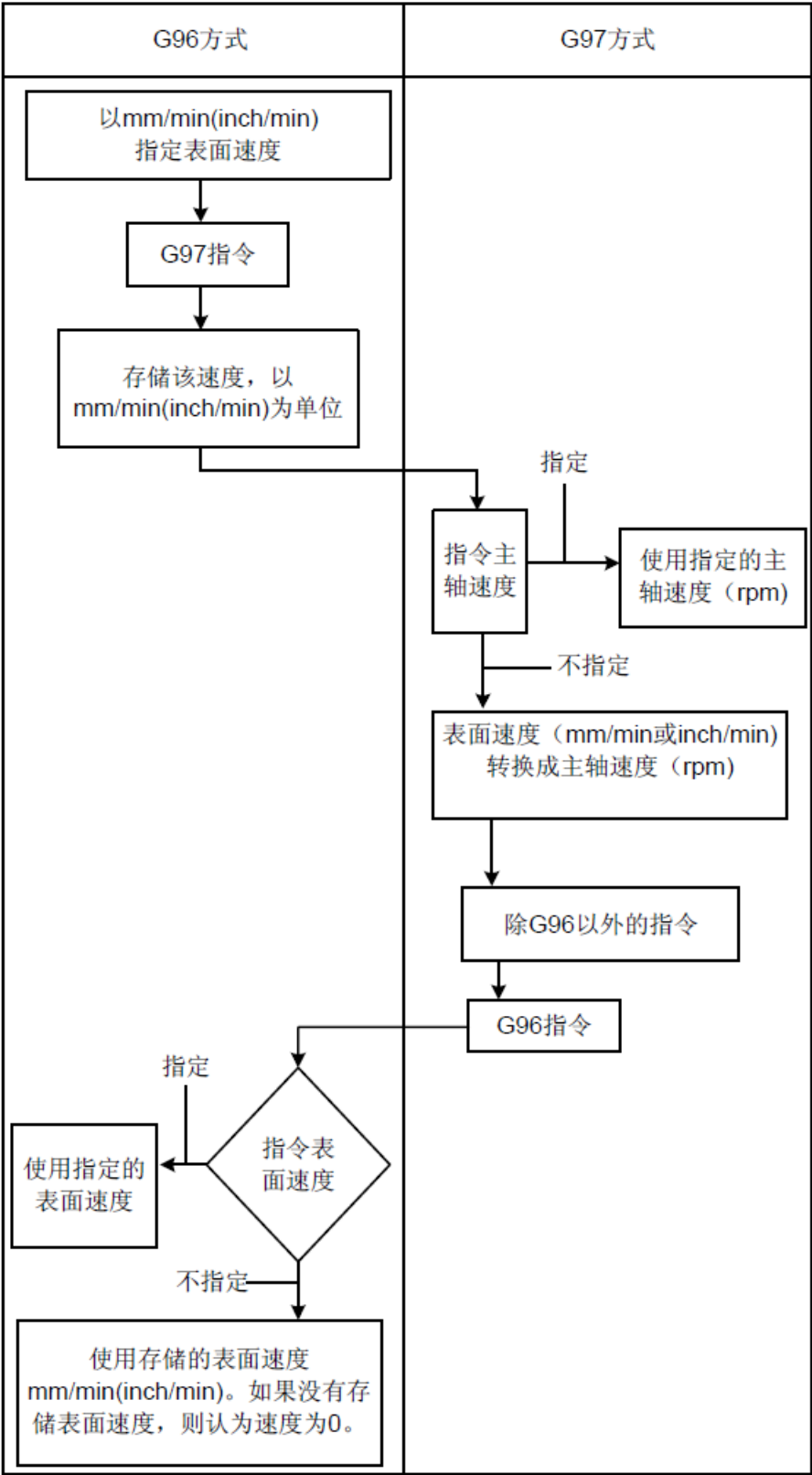
- 1、G96是模态代码，在指令G96以后，程序进入恒速控制方式，S值为表面速度。
- 2、G96代码必须指定轴，沿着该轴使用恒速控制。G97代码取消G96方式。
- 3、为执行恒表面切削速度控制需要设定工件坐标系，使旋转轴的中心坐标变为零。



4、使用恒表面切削速度控制时，高于G92 S_设定时，便钳制在最高主轴转速上。当在电源接通时，最高主轴速度还没有设定时，在G96代码中的S被当作S=0直到M3或M4在程序中出现。



- 5、在 G96 方式指定表面切削速度：



6、G96的相关参数设置：位参57.4 设定G0快速定位时计算G96主轴转速的基准坐标（0：终点，1：当前点），位参57.5 设定G96主轴转速钳制（0：主轴倍率之前，1：主轴倍率之后），位参42.0 设定是否使用恒周速控制。

限制：

1、因为当主轴速度变化时，伺服系统中响应问题未考虑，而在螺纹切削期间，恒表面切削速度控制也有效。因此，在螺纹加工前用G97取消恒表面切削速度。

2、在由 G00 指定的快速移动程序段中，恒表面速度控制不是根据刀具位置的瞬间变化计算表速度，而是根据该段的终点计算的表面速度实现控制的，因为快速移动时不切削，因此，不用恒表面切削速度。

3、在进行柔性攻丝、刚性攻丝或深孔刚性攻丝等加工时，需要先用G97取消恒表面切削速度，否则会出现乱牙或者断丝锥等现象。

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	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		$\left. \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} \begin{matrix} X_ & Y_ & _ \\ & & \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} R_ \\ I_ & J_ & _ \end{matrix} \right. \begin{matrix} F_ \\ \\ \end{matrix}$	圆弧插补CW（顺时针）
G03			圆弧插补CCW（逆时针）
G04	00	G04 P_ 或G04 X/U_	暂停、准停
G10		G10 L_ N_ P_ R_	可编程数据输入
*G11		G11	可编程数据输入取消
G12	16	G12 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_	储存行程检测功能接通
*G13		G13	储存行程检测功能断开
*G15	11	G15	极坐标指令取消
G16		G16	极坐标指令
*G17	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
G18			ZX平面
G19			YZ平面
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_			逆时针全圆内精铣循环
G25		G25 X_Y_Z_R_I_J_D_F_K_			顺时针全圆内精铣循环
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		G34 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	Z_X_	左侧刀具半径补偿
G42		G19	G42	Y_Z_	右侧刀具半径补偿
G43	08	G17	G43	H_Z_	正方向刀具长度补偿
G44		G18	G44	H_Y_	负方向刀具长度补偿
*G49		G19	G49	H_X_	刀具长度补偿取消
*G50	12	G50			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	在程序中写入，一般放在程序开始处			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
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_Q_F_K_	精镗孔循环
*G80		在程序段中随其他程序写入	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（铰钻循环）
G83		G83 X_Y_Z_R_Q_F_	排屑加工循环
G84		G84 X_Y_Z_R_P_F_	右旋攻丝循环
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	绝对编程
G91			增量编程
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	在固定循环中返回起始平面
G99			在固定循环中返回R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。在固定循环模态中，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N0：46#1 ～ 7 和N0：47#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N0: 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）。

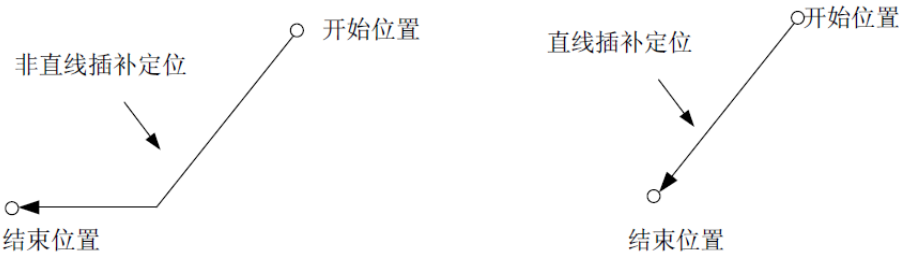


图3-2-1-1

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）。
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。

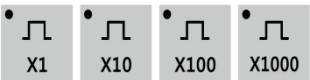


图3-2-1-2 快速进给倍率按键

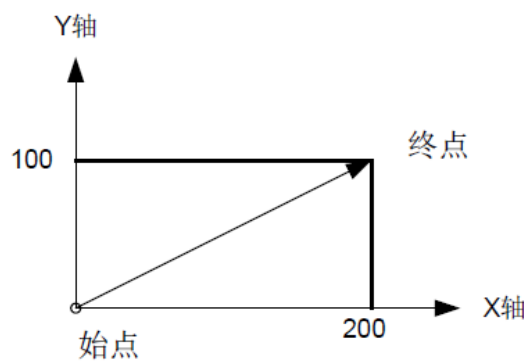
注意：编程时注意工作台和工件位置，以防撞刀。

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：



G01 X200 Y100 F200 ;

注：各轴方向的速度如下：
G01 X α Y β Z γ Ff;
在这个程序段中：

图3-2-2-1

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

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

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

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

- 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）。

注意事项：

- 1、除F 外的指令参数均为定位参数。用数据参数P88 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P89 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：

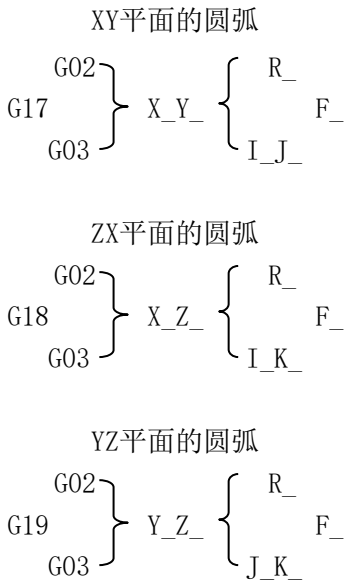


表3-2-3-1

项目	指定内容	命令	意义
1	平面设定	G17	XY平面
		G18	ZX平面
		G19	YZ平面
2	回转方向	G02	顺时针CW
		G03	逆时针CCW
3	G90方式 终点位置 G91方式	X、Y、Z中的两 轴	工件坐标系的终点位置坐标
		X、Y、Z中的两 轴	终点相对起始点坐标
4	从起始点到圆心的距离	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	圆弧切削速度

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）

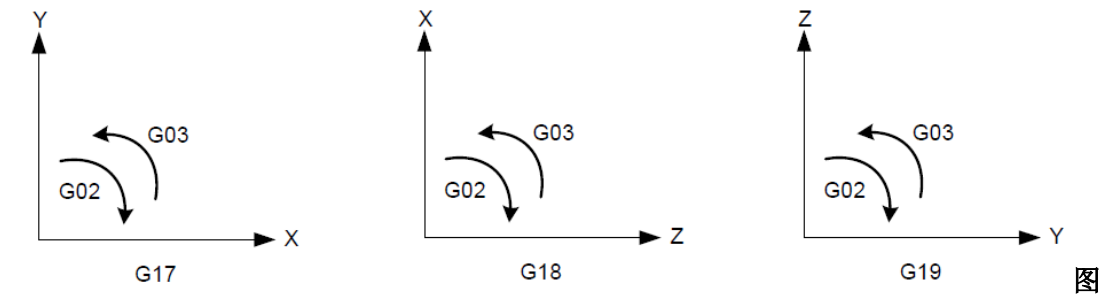


图3-2-3-1

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。

用参数字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。圆弧中心用参数字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）：

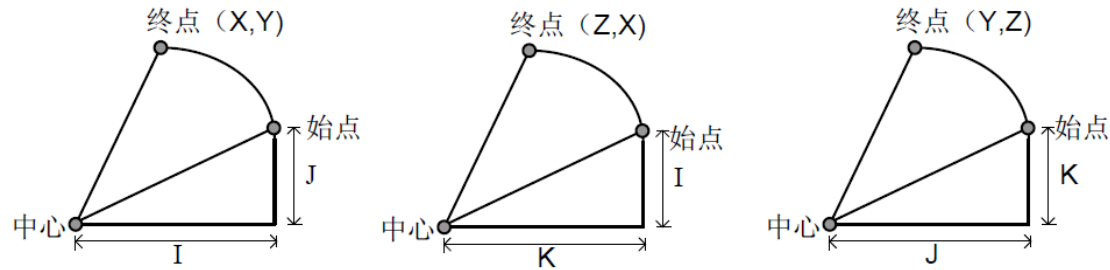


图3-2-3-2

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 ;

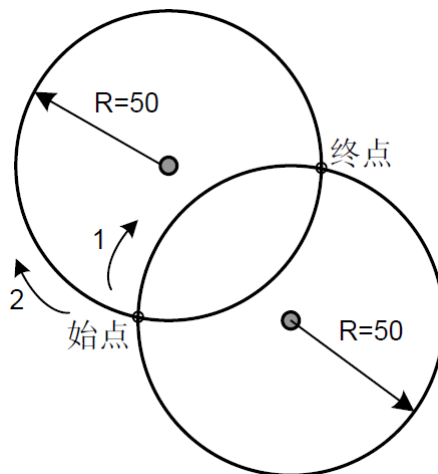


图3-2-3-3

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):

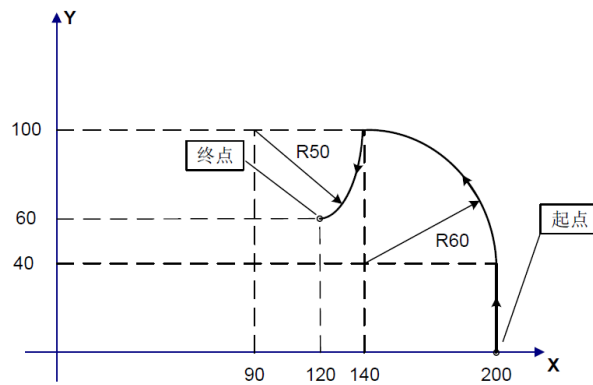


图3-2-3-4 的刀具轨迹编程如下

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

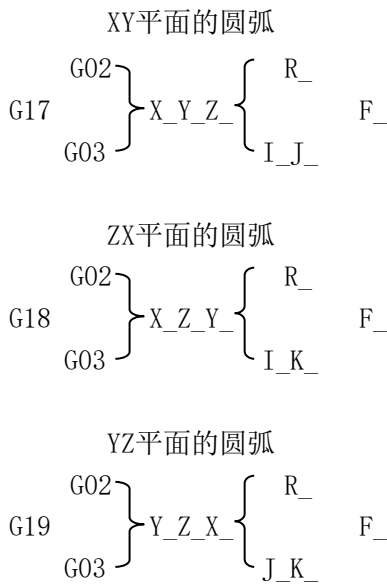


图3-2-3-5

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：

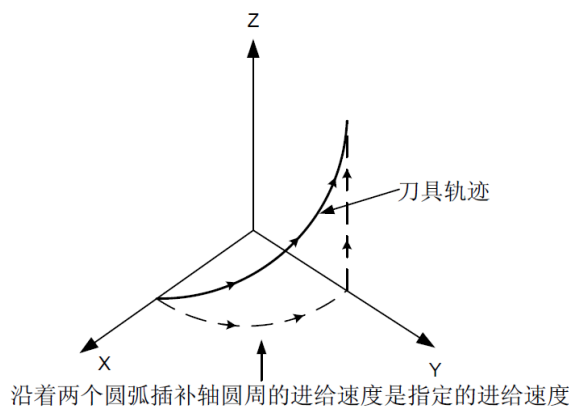


图3-2-3-6

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：

$$F_c = F * \frac{\text{直线轴的长度}}{\text{圆弧的长度}}$$

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。

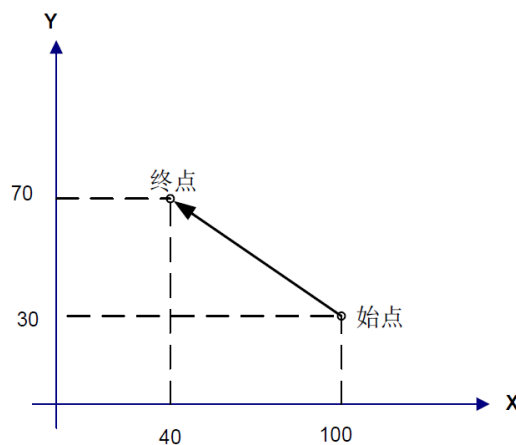


图3-2-4-1

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。

G04	X	0 ~ 9999.9	X对应秒
	P	0 ~ 99999.9999	P对应毫秒

表3-2-5-1

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_

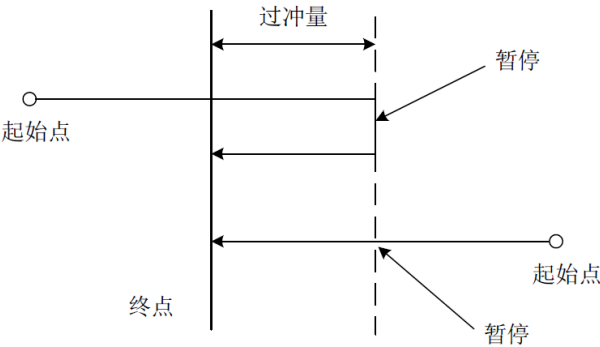


图3-2-6-1

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

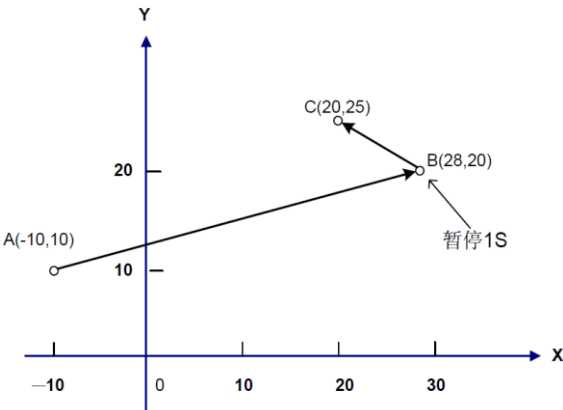


图3-2-6-2

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_;	设定或修改长度磨耗值
G10 L12 P_R_;	设定或修改半径偏移量
G10 L13 P_R_;	设定或修改半径磨耗值
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。

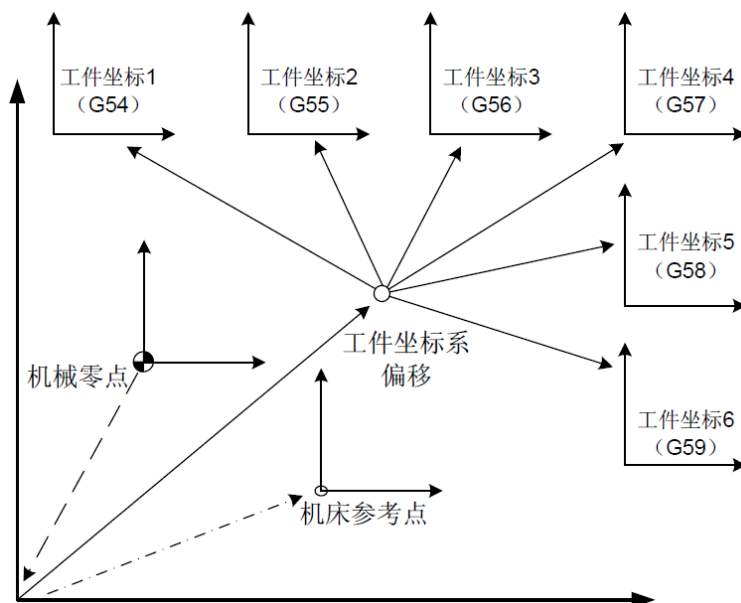


图3-2-8-1

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。

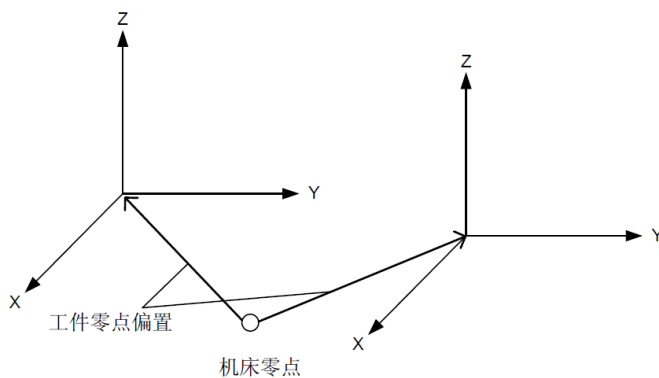


图3-2-8-2

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。

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：

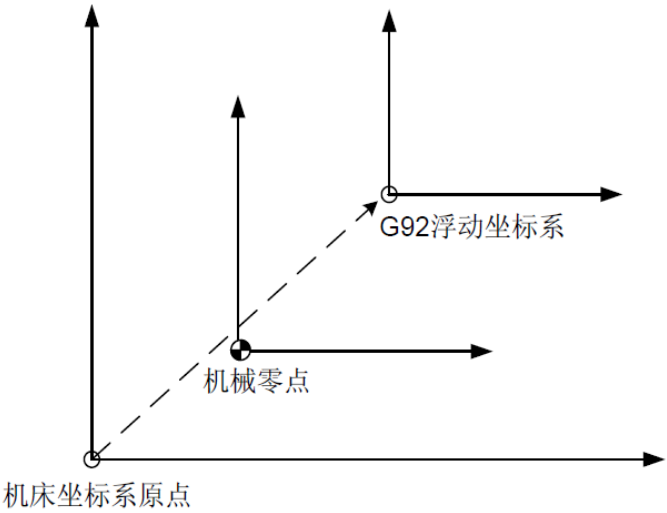


图3-2-11-1

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：

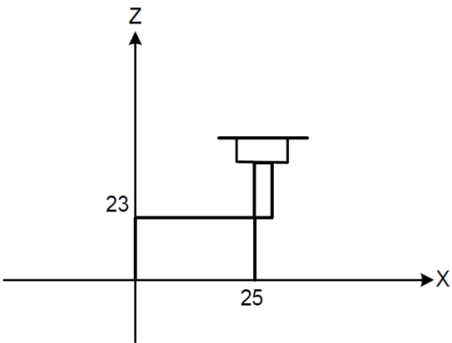


图3-2-11-2

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：

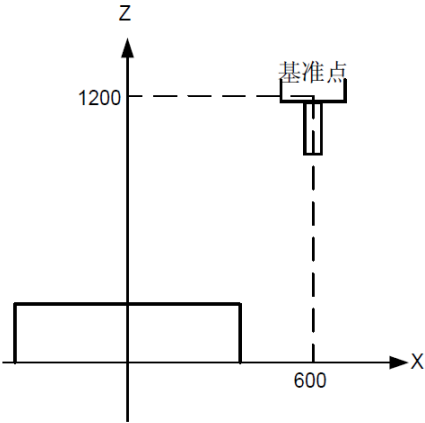


图3-2-11-3

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NO：48#1、#2、#3 来决定开机后系统默认的平面。指令与平面的对应关系：

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。

G18 Y_；

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。

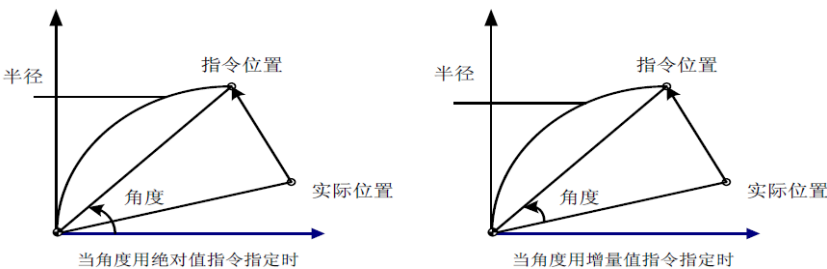


图3-2-13-1

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。

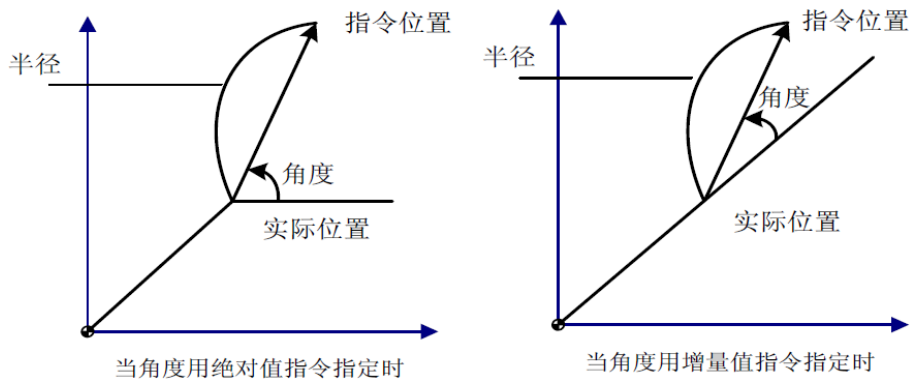


图3-2-13-3

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。

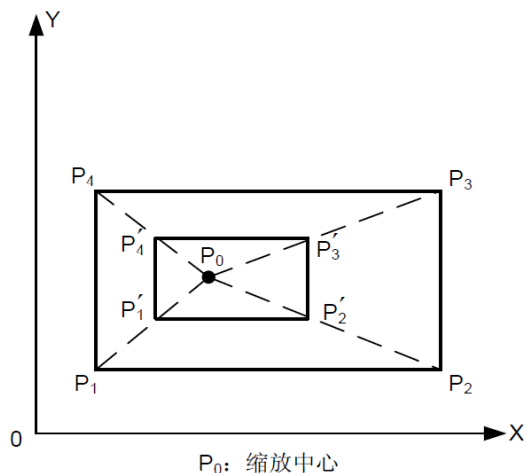


图3-2-14-1 比例缩放 (P1P2P3P4 → P1' P2' P3' P4')

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NO: 43#2 设定X 轴缩放是否有效, 位参数NO: 43#3 设定Y 轴缩放是否有效, 位参数NO: 43#4 设定Z 轴缩放是否有效, 位参数NO: 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。

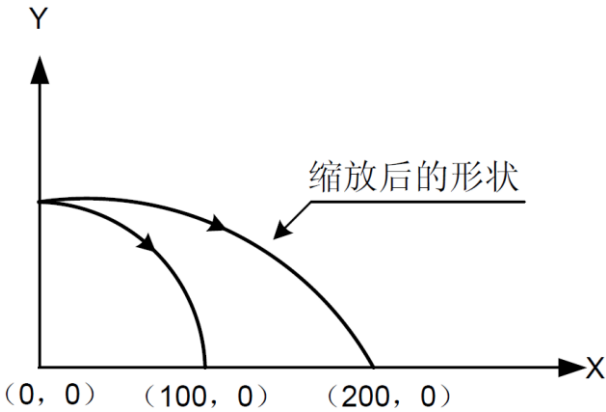


图3-2-14-2 圆弧插补1 的缩放

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。

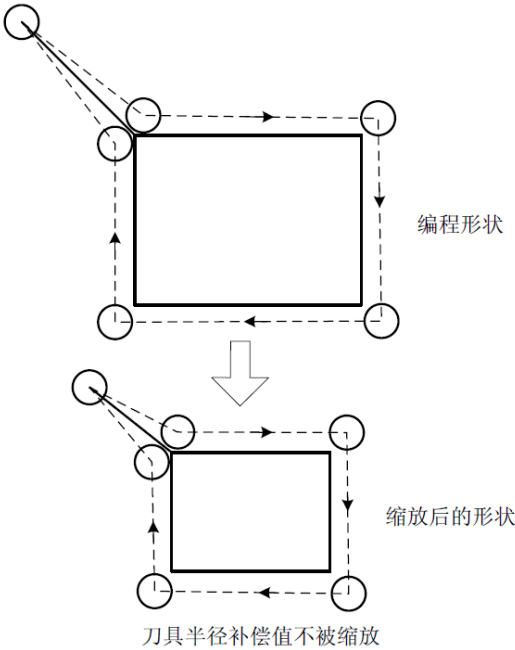


图3-2-14-3 刀具半径补偿时的比例缩放

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;

```

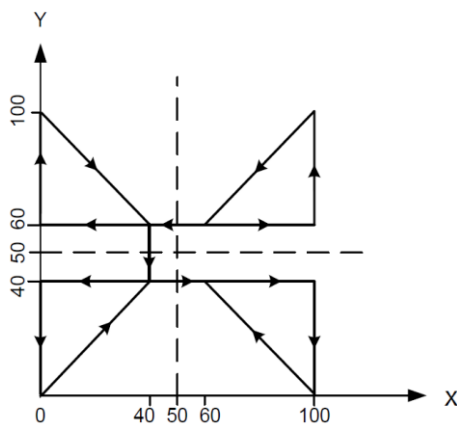


图3-2-14-4

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；

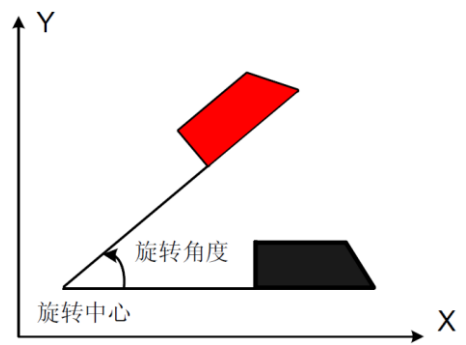


图3-2-15-1

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NO: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;
```

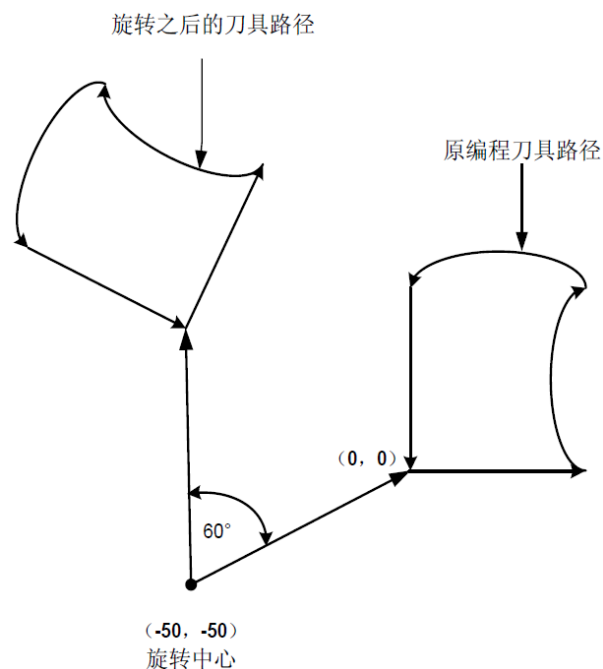


图3-2-15-2

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;

```

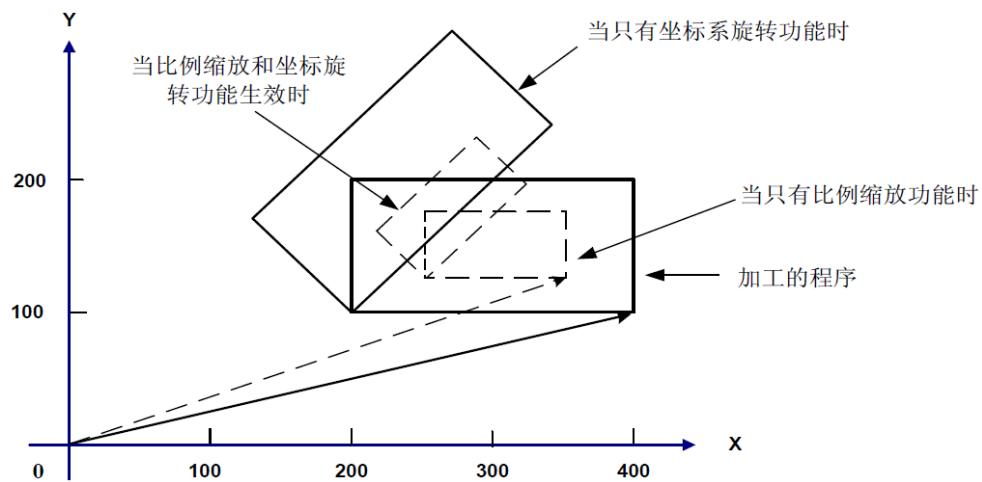


图3-2-15-3

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O2200 调用子程序O2100 )
M99;
子程序2100
O2100
G90 G0 X0 Y-20;        ( 右刀补方式建立 )
G01 Z-2 F200;
X8.284;
X14.142 Y-14.142;
M99;

```

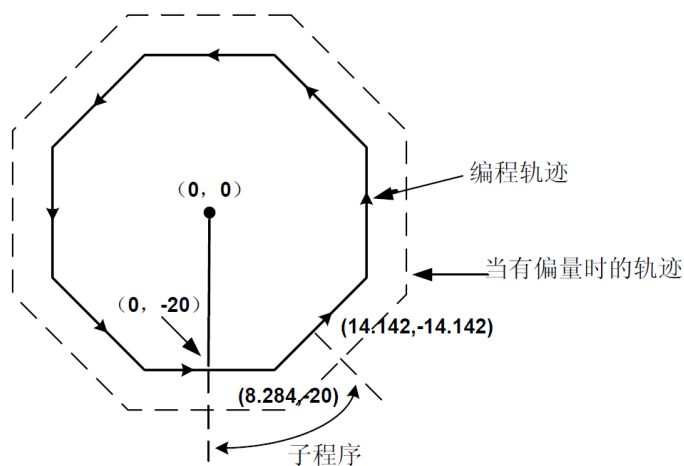


图3-2-15-4

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：

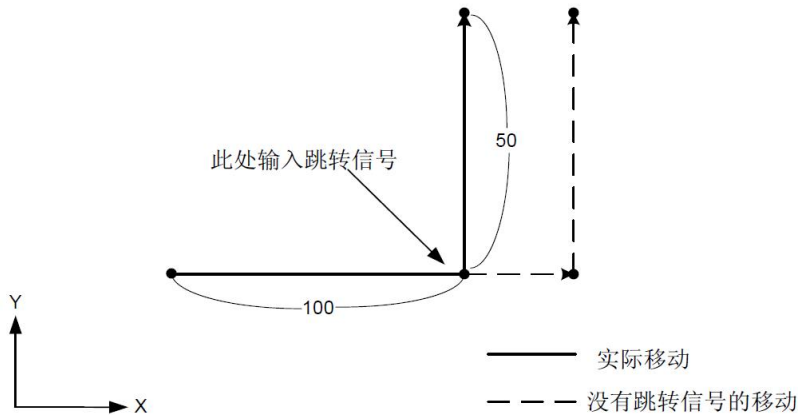


图 3-2-16-1 下个程序段是增量值指令的单轴移动

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：

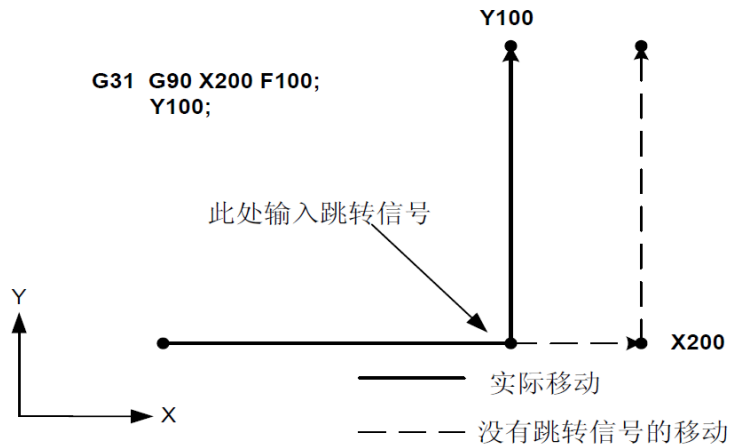


图 3-2-16-2 下个程序段是绝对值指令的单轴移动

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：

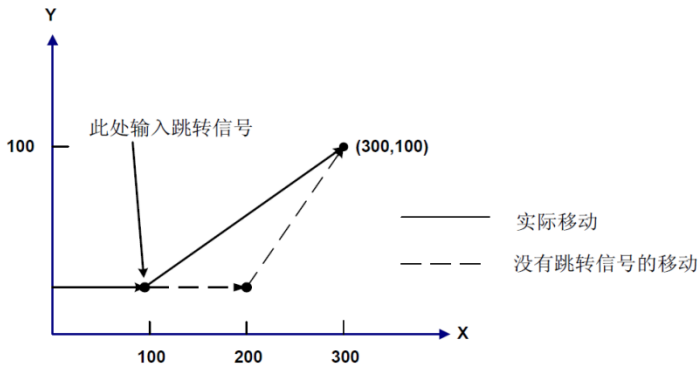


图 3-2-16-3 下个程序段是绝对值指令的 2 轴移动

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：

(1) G91 G01 X100 ,L10;
(2) X100 Y100;

插入倒角程序段

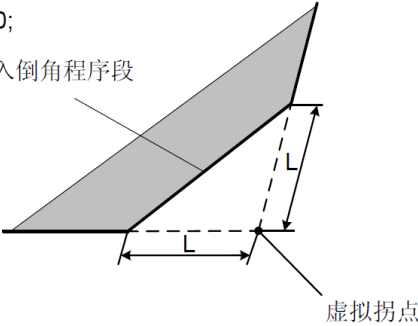


图3-2-18-1

2、拐角圆弧过渡在R 之后，指定拐角圆弧的半径，如下图：

(1) G91 G01 X100 ,R10;
(2) X100 Y100;

半径为R的圆弧的圆心

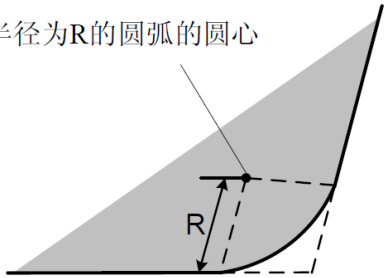


图3-2-18-2

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。

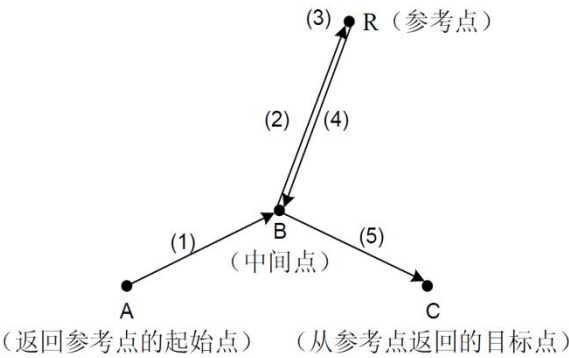


图3-3-1

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。

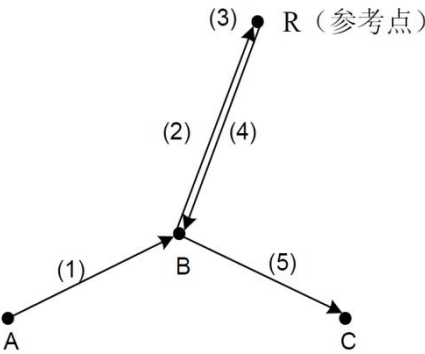


图3-3-1-1

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。

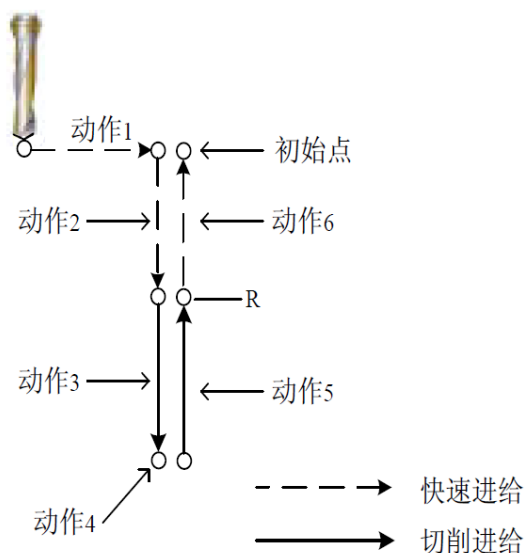


图3-4-1

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

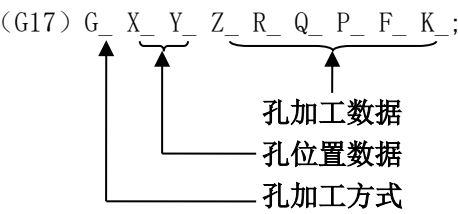
初始点平面：表示开始固定循环状态前刀具所处的Z 轴方向的绝对位置。

R 点平面：又称安全平面，是固定循环中由快速移动转为切削进给时，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	G00 X_ M3	
2	G81 X_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中指定的孔加工方式及加工数据相同，所以G81, Z_R_F_全可省略。孔的位置移动Y，用G81方式加工孔一次
4	G82 X_P_	相对于孔3位置只在X轴方向移动，用G82的方式加工，并用2中已指定的Z_R_F_和4中指定P_为孔加工数据进行孔加工
5	G80 X_Y_	不进行孔加工，取消全部孔加工数据
6	G85 X_Y_R_P_	因为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中只是Z_值不同的孔加工，并且孔位置只是X轴方向有移动
8	G89 X_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	G01 X_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）

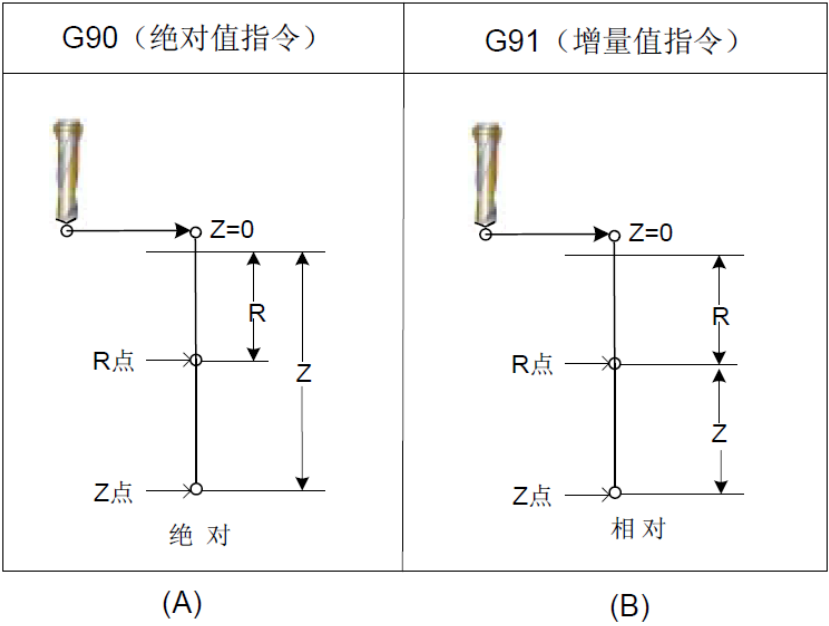


图3-4-2

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。

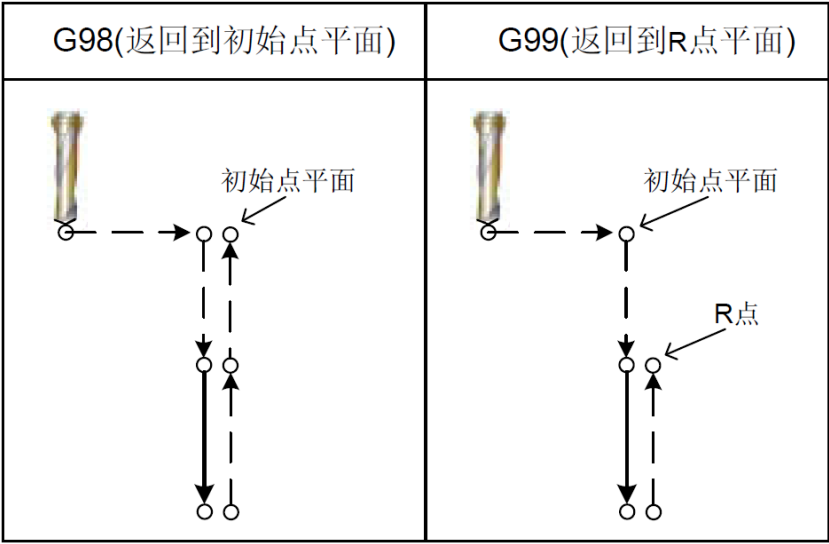


图3-4-3

各个固定循环解释图使用的下列符号：

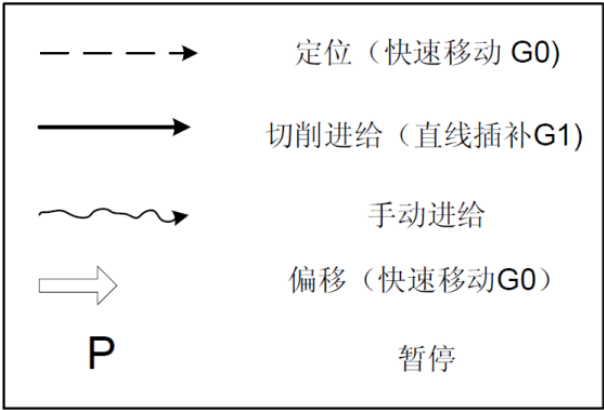


图3-4-4

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：

$$G98/G99 \left\{ \begin{matrix} G22 \\ G23 \end{matrix} \right\} X_Y_Z_R_I_L_W_Q_V_D_F_K_$$

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) 速定位到XY 平面的位置；
- 2) 快速下至R 点平面；
- 3) 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:

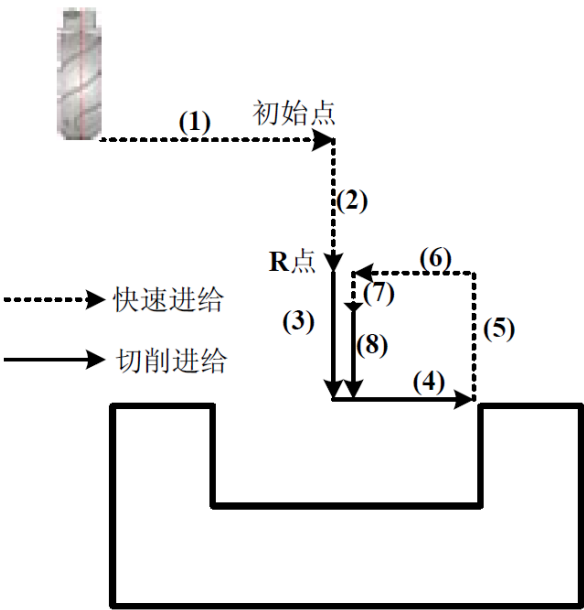


图3-4-1-1

G22:逆时针圆内凹槽粗铣

G23:顺时针圆内凹槽粗铣

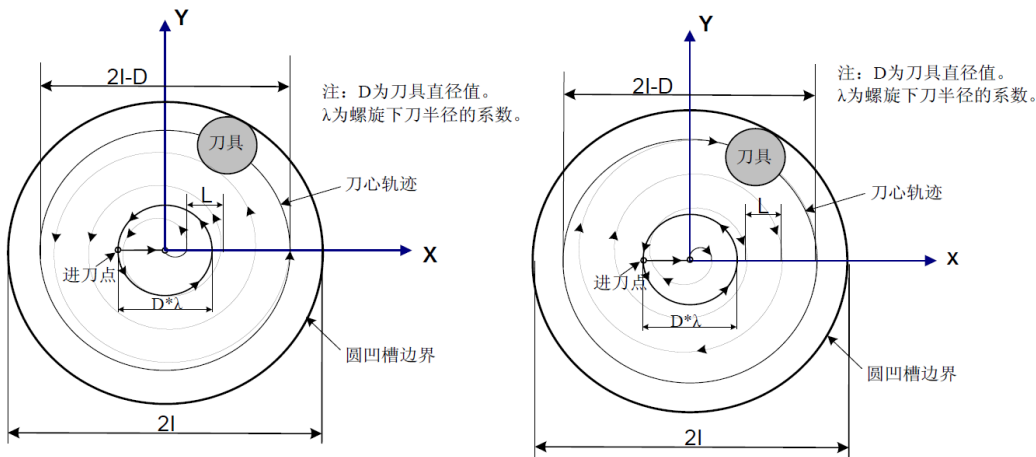


图3-4-1-2

注意:

- 1、使用该指令时须将N0: 14#1 改为1 (快速移动时, 快速倍率F0时停止)。
- 2、凹槽循环中螺旋下刀半径的系数设置必须大于0, 螺旋下刀半径由数据参数P333 设定。其速度编写大于设定螺旋下刀速度时, Z轴下刀速度以设定螺旋下刀速度。螺旋下刀速

度设定数参329。

例：用固定循环G22 指令粗铣一个圆内凹槽，如下图所示：

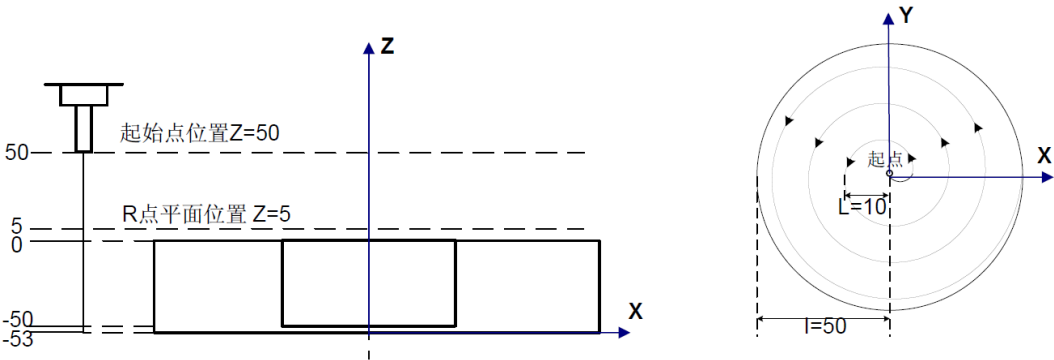


图3-4-1-3

```
G90 G00 X50 Y50 Z50;                                     (G00 快速定位)
G99 G22 X25 Y25 Z-50 R5 I50 L10 W20 Q10 V10 D1 F800;      (进行圆内凹槽粗铣循环)
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：

$$G98/G99 \left\{ \begin{matrix} G24 \\ G25 \end{matrix} \right\} X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ D_ F_ K_$$

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:

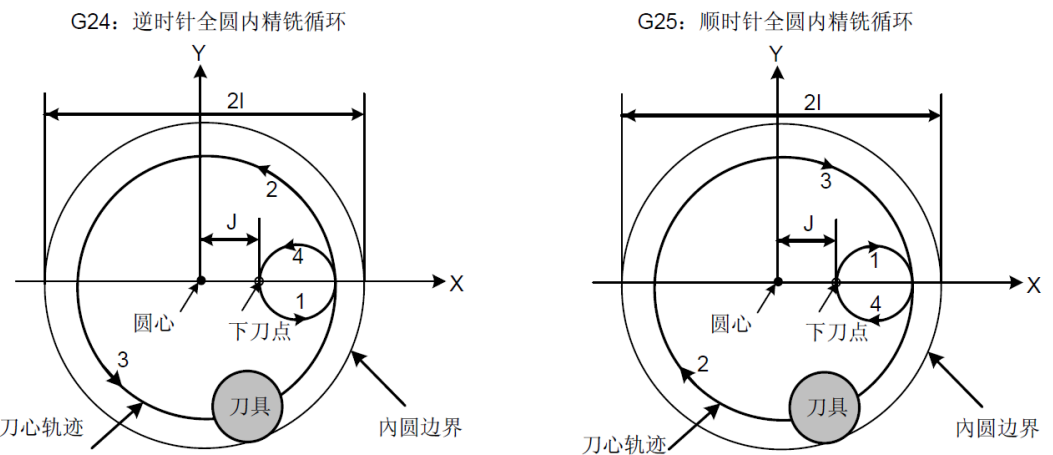


图3-4-2-1

注意: 使用该指令时须将NO: 14#0 改为1。(快速移动G00插补轨迹为直线型)

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。

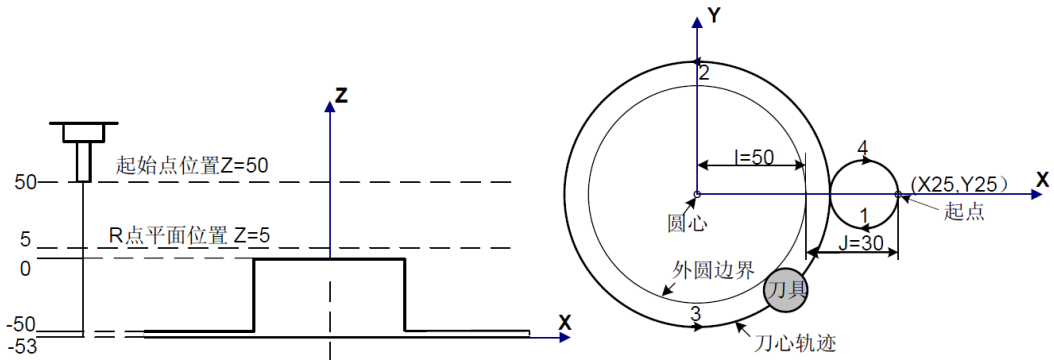


图3-4-2-2

```
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：

```
G98/G99 { G26 } 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) 速定位到XY 平面的位置;
- 2) 快速下至R 点平面;
- 3) 削进给至孔底;
- 4) 起点以过渡弧1 为轨迹进行圆弧插补;
- 5) 弧2, 弧3 为轨迹进行整圆插补;
- 6) 过渡弧4 为轨迹进行圆弧插补回到起点;
- 7) 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:

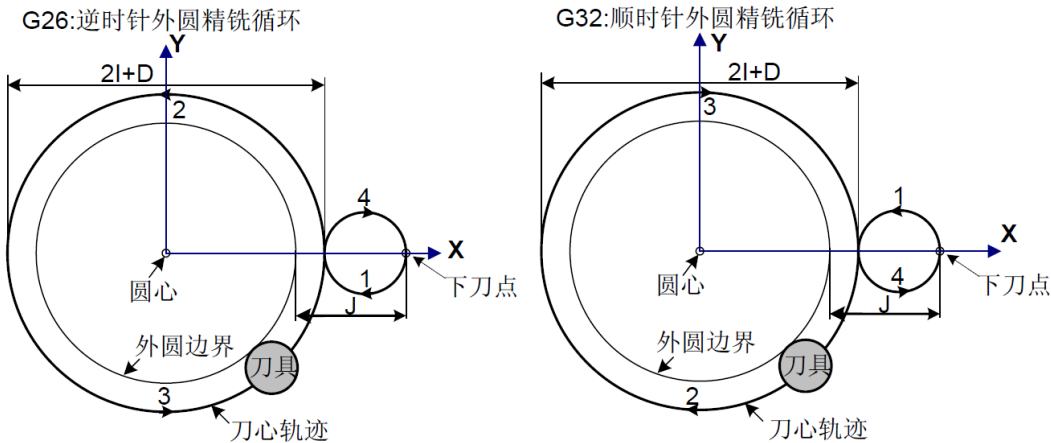


图3-4-3-1

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。

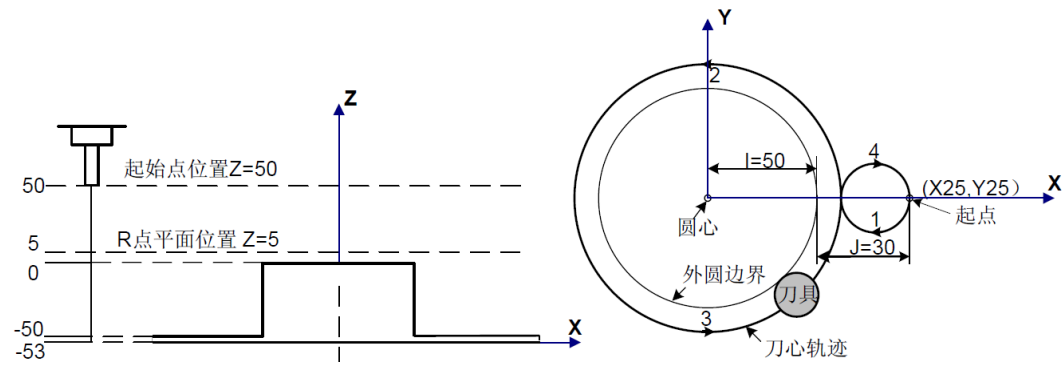


图3-4-3-2

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：

G98/G99 $\left\{ \begin{matrix} G33 \\ G34 \end{matrix} \right\}$ X_Y_Z_ R_ I_ J_ L_ W_ Q_ V_ U_ D_ F_ K_

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333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:

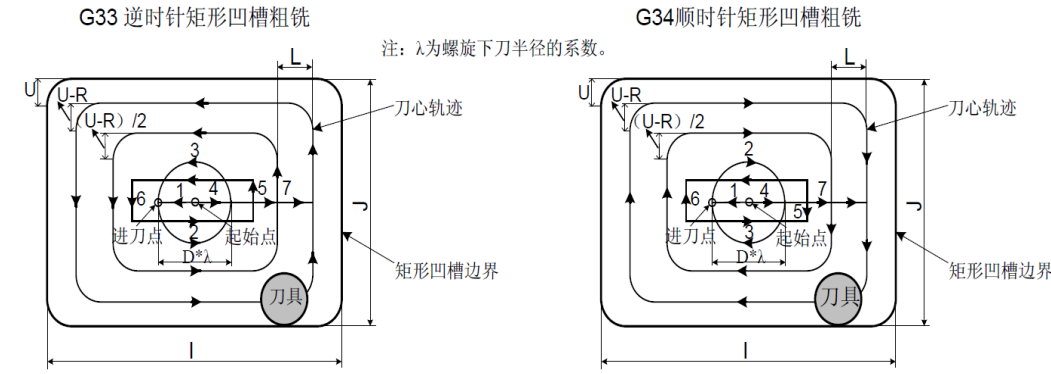


图3-4-4-1

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:

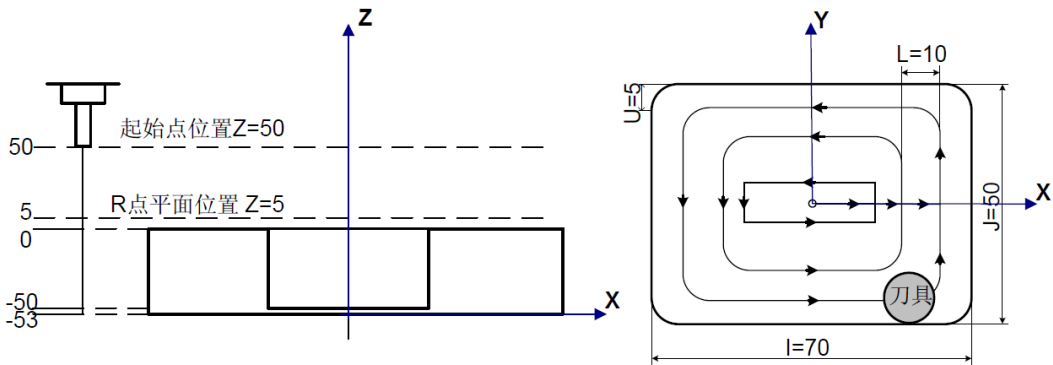


图3-4-4-2

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NO: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:

$$G98/G99 \left\{ \begin{matrix} G35 \\ G36 \end{matrix} \right\} X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ L_ U_ D_ F_ K_;$$

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 $0 \sim 256$, 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) 速定位到XY 平面的起点位置;
- 2) 速下至R 点平面;
- 3) 削进给至孔底;
- 4) 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) 过渡弧7 为轨迹进行圆弧插补回到起点；
- 7) 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：

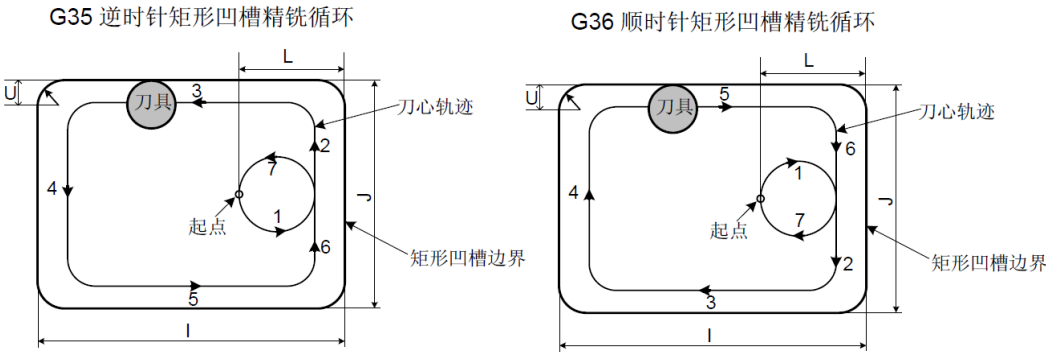


图3-4-5-1

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。

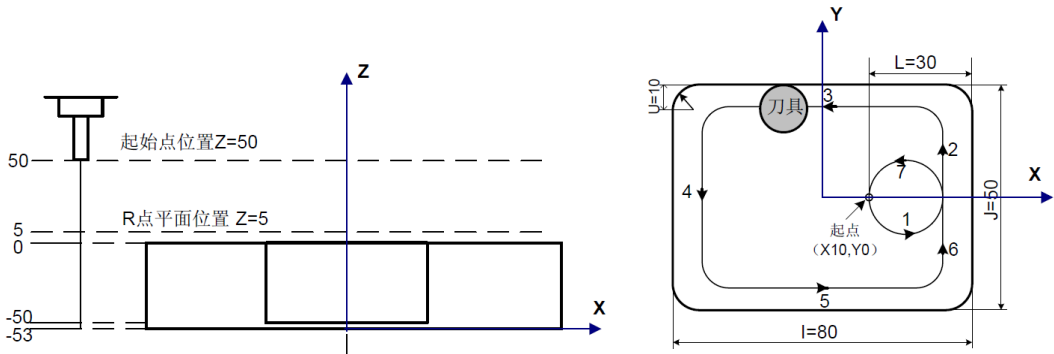


图3-4-5-2

```
G90 G00 X50 Y50 Z50; （G00 快速定位）
G99 G35 X10 Y0 Z-50 R5 I80 J50 L30 U10 D1 F800; （固定循环下到孔底进行矩形
凹槽内铣）
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：

$$G98/G99 \left\{ \begin{matrix} G37 \\ G38 \end{matrix} \right\} X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ L_ U_ D_ F_ K_$$

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) 速定位到XY 平面的起点位置；
- 2) 速下至R 点平面；
- 3) 削进给至孔底；
- 4) 起点以过渡弧1 为轨迹进行圆弧插补；
- 5) 2)-3)-4)-5)-6) 为轨迹进行直线及圆弧插补；
- 6) 过渡弧7 为轨迹进行圆弧插补回到起点；
- 7) 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：

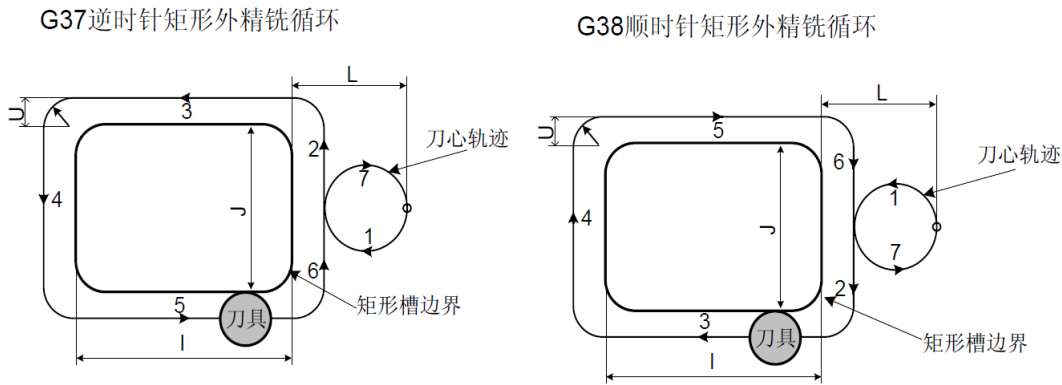


图3-4-6-1

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; (G00 快速定位)

G99 G37 X25 Y25 Z-50 R5 I80 J50 L30 U10 D1F800; (固定循环孔底进行矩形外精铣)

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。

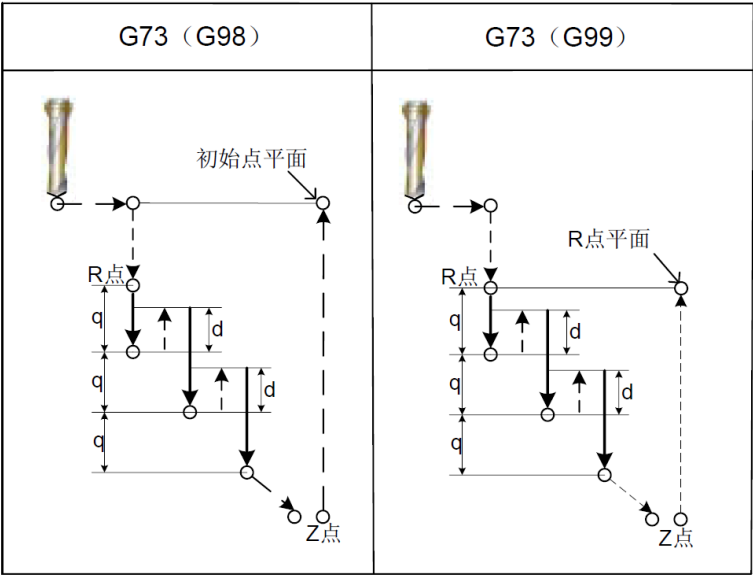


图 3-4-7-1

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： G81 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_
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）。

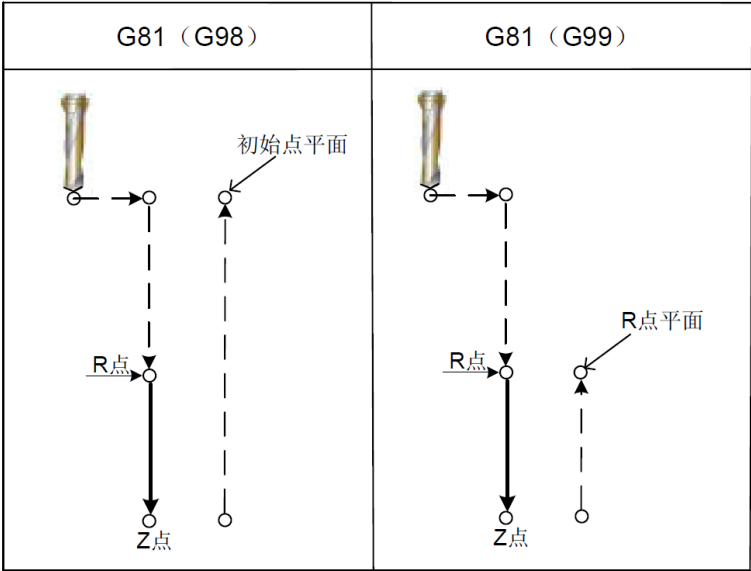


图3-4-8-1

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：

```

M3 S2000                                (主轴开始旋转)
G90 G99 G81 X300. Y-250. Z-150. R-10. 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。

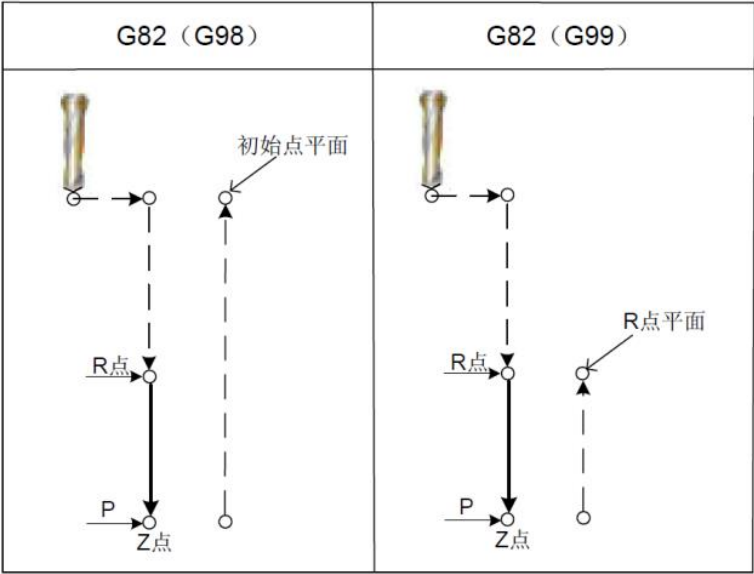


图3-4-9-1

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。

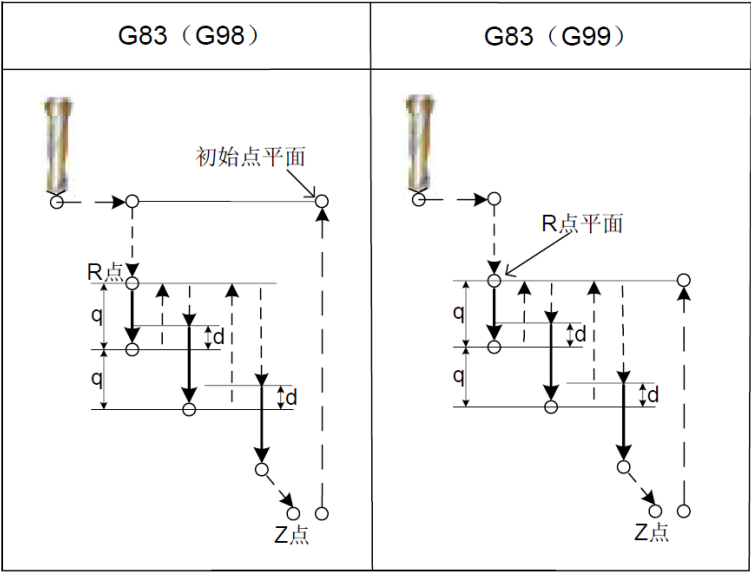


图3-4-10-1

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N0:52#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：

M29 S_

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。

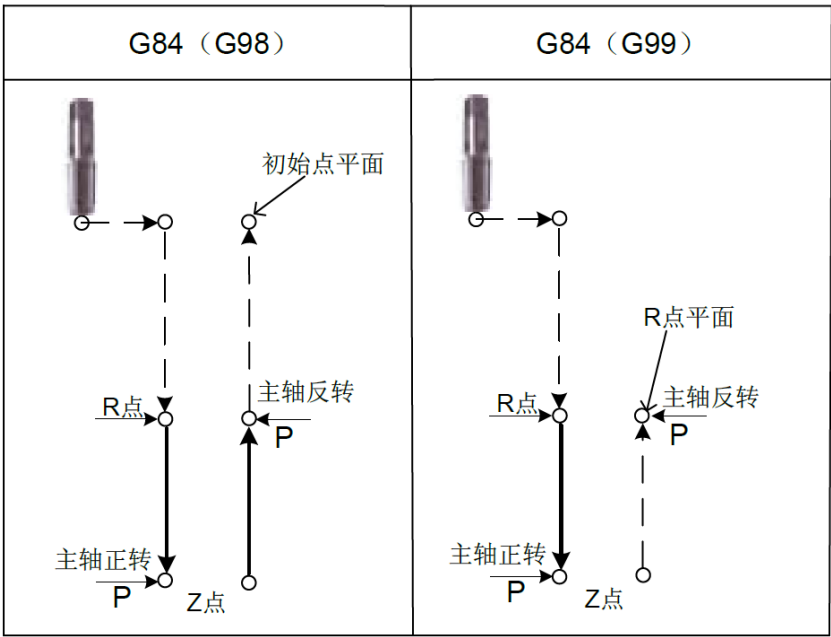


图3-4-11-1

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M29 代码使系统切换至攻丝模式。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：

```
M29 S100 ;                               (进入攻丝模式)
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:

M29 S

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；

F_: 切削进给速度。

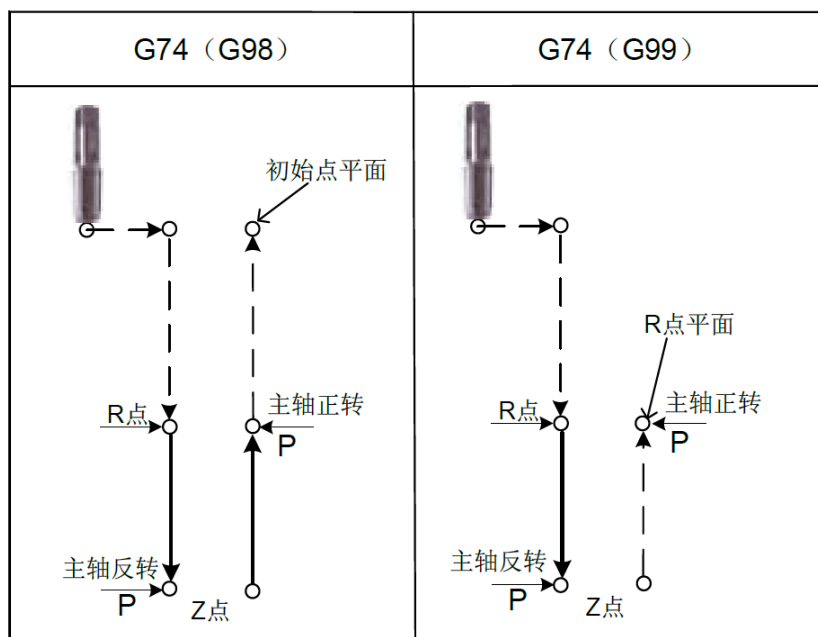


图3-4-12-1

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M29代码使系统进入攻丝模式。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：

```

M29 S100;                                (进入攻丝模式)
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。

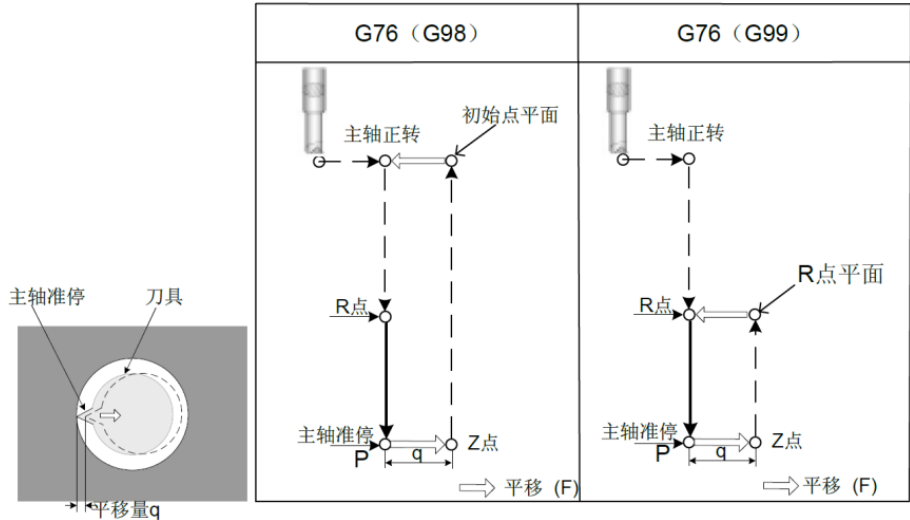


图3-4-13-1

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式值必须小心指定。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NO: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。

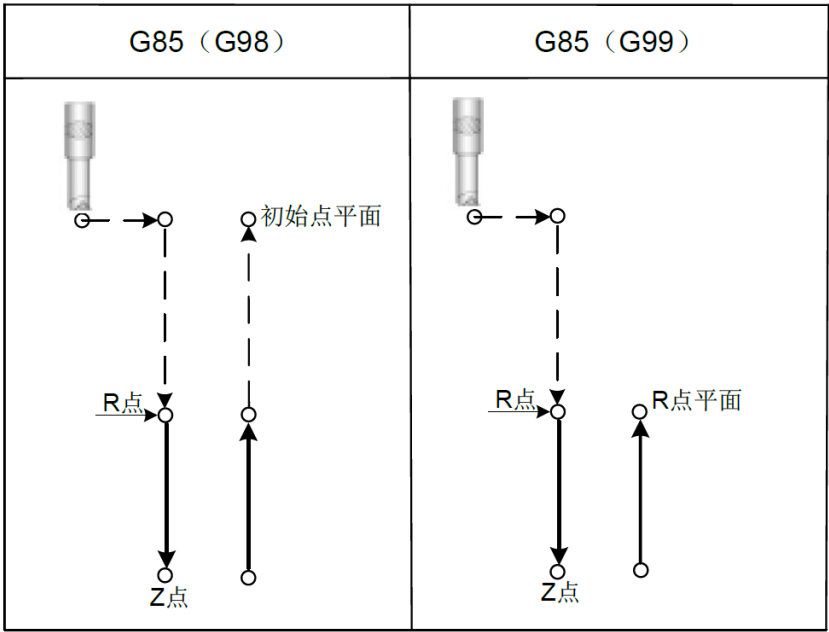


图3-4-14-1

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N0:52#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。

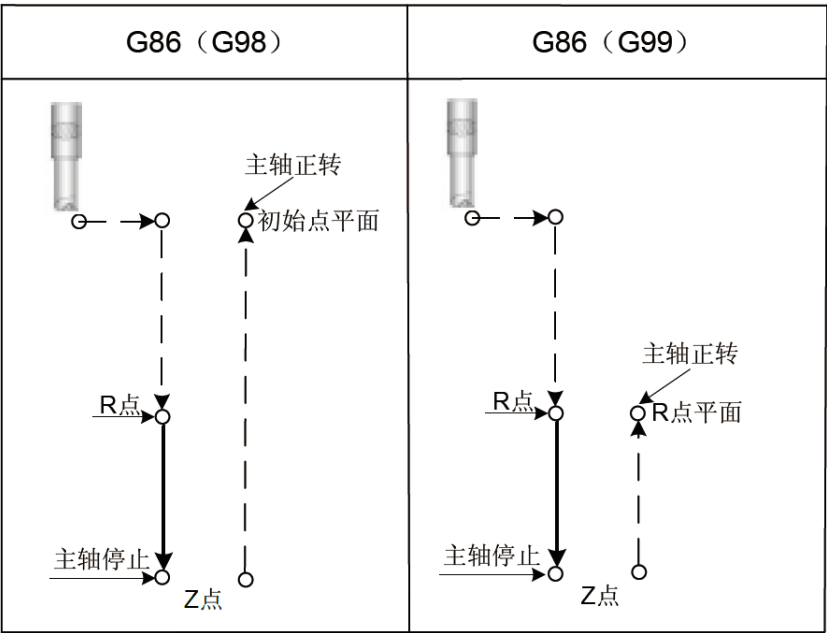


图3-4-15-1

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NO: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；

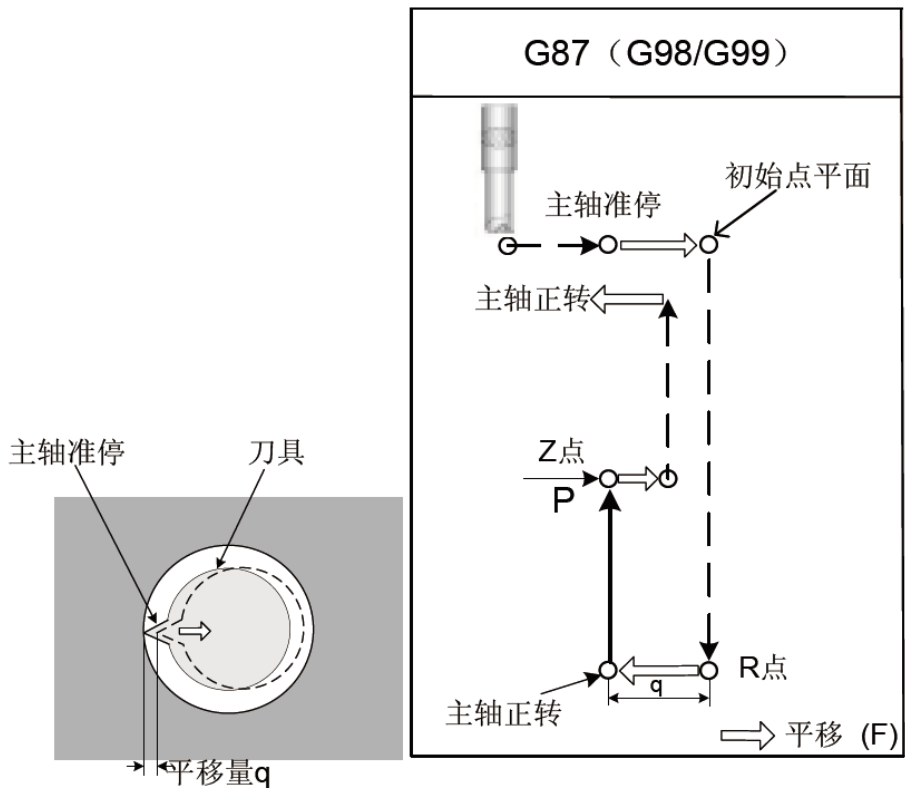


图3-4-16-1

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式值必须小心指定，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N0:52#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。

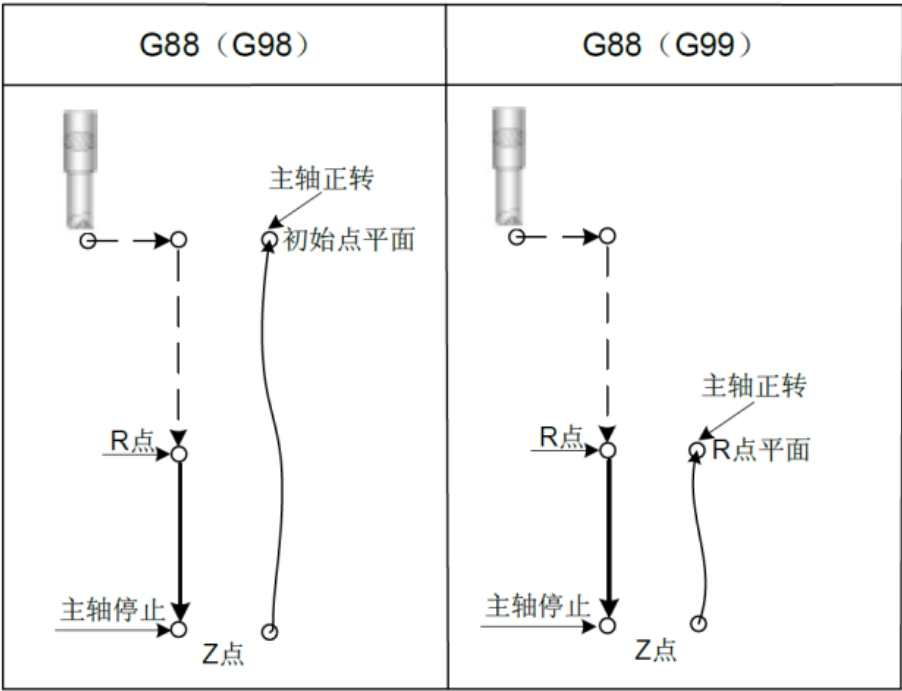


图3-4-17-1

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）
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。

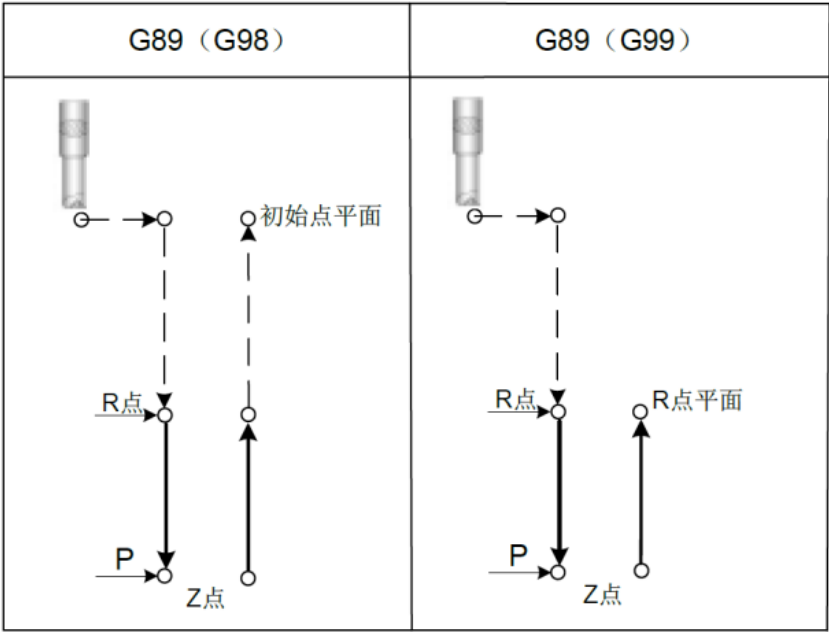


图3-4-18-1

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：

```
M29 S_
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。

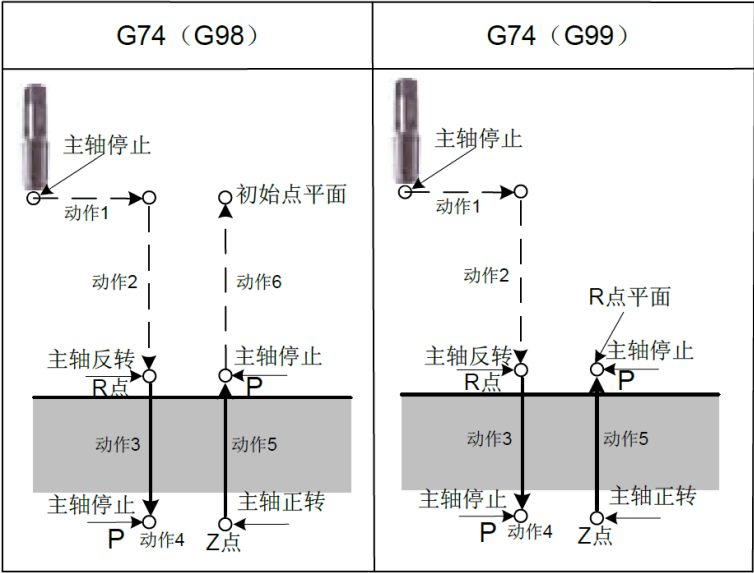


图3-4-19-1

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=1000mm/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P209（攻丝循环上限速度）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N0：48#0 N0：14#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。

特殊情况：当位参31.0=1攻丝螺距F设定时，编程攻丝F编辑丝锥螺距；

例：

主轴速度1000rpm；

螺纹导程1.0mm；

则，Z 轴进给速度= 1000*1=1000mm/min；

G00 X120 Y100 ；（定位）

M29 S1000 ；（指定刚性方式）

G74 Z-100 R-20 F1.0 ；（刚性攻丝）

G80；

3.4.20 右旋刚性攻丝 G84

指令格式：

M29 S_

G84 X_Y_Z_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。

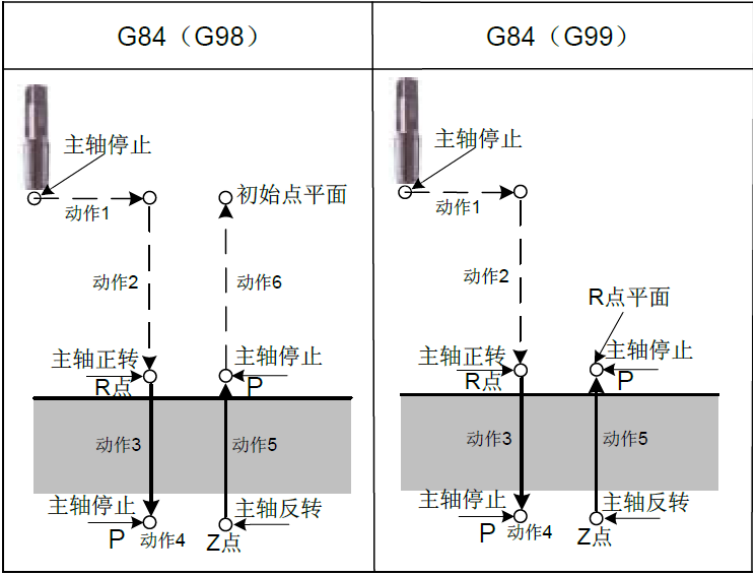


图3-4-20-1

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=1000mm/min；

G00 X120 Y100 ；（定位）

M29 S1000 ；（指定刚性方式）

G84 Z-100 R-20 F1000 ；（刚性攻丝）

G80；

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P209（攻丝循环上限速度）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N0:48#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。

特殊情况：当位参31.0=1攻丝螺距F设定时，编程攻丝F编辑丝锥螺距；

例：

主轴速度1000rpm；

螺纹导程1.0mm；

则，Z 轴进给速度= 1000*1=1000mm/min；

G00 X120 Y100 ；（定位）

M29 S1000 ；（指定刚性方式）

G84 Z-100 R-20 F1.0 ； （刚性攻丝）
G80;

3.4.21 深孔刚性攻丝（排屑）循环

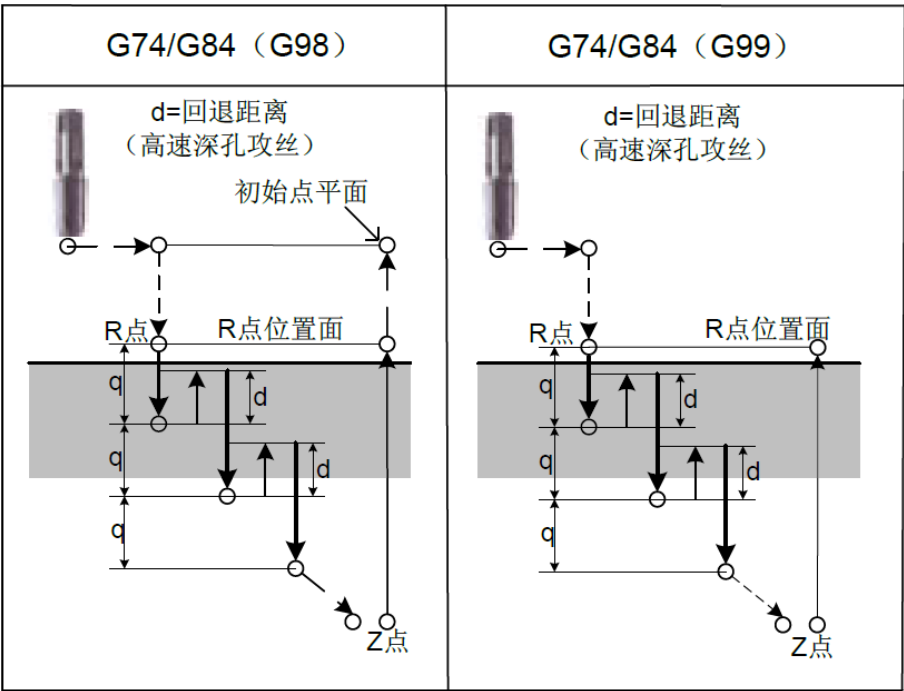
指令格式:

M29 S_
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。



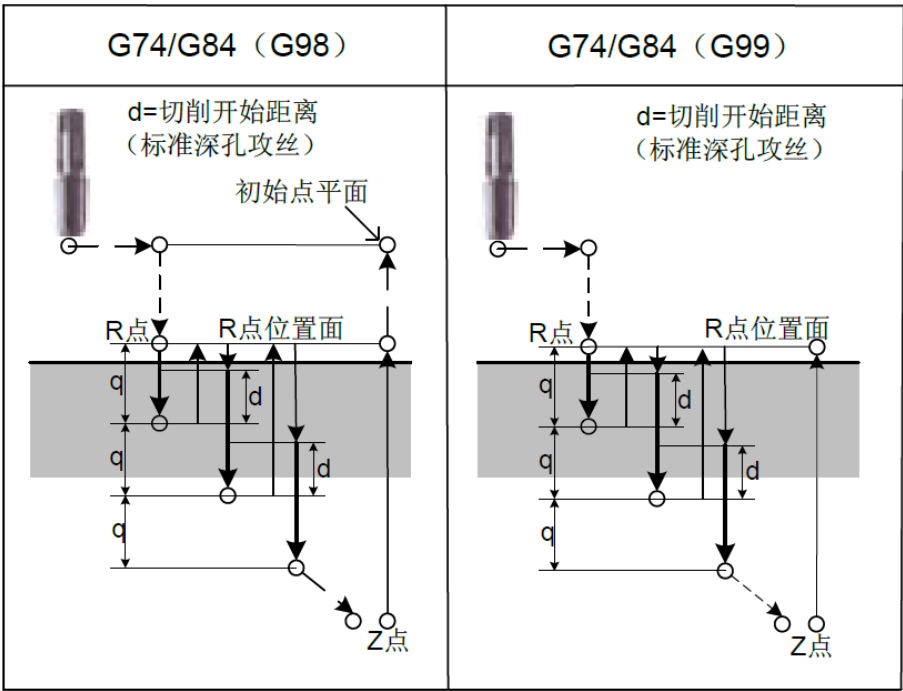


图3-4-21-1

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 NO:58#1 设定。

当位参数 NO: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 NO:58#6 设定刚性攻丝退刀时，倍率是否有效，由位参数 NO:58#7 指定后退速度倍率，由位参数 NO: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 NO: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 NO:58#6 设定刚性攻丝退刀时，倍率是否有效，由位参数 NO: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 NO: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 P209 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)

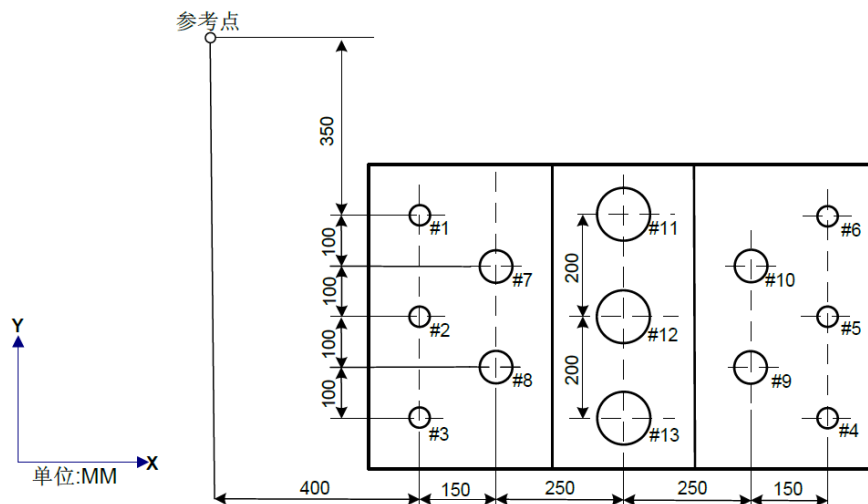
G98 Y-750; （定位，镗6 孔，然后返回初始位置平面）

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)

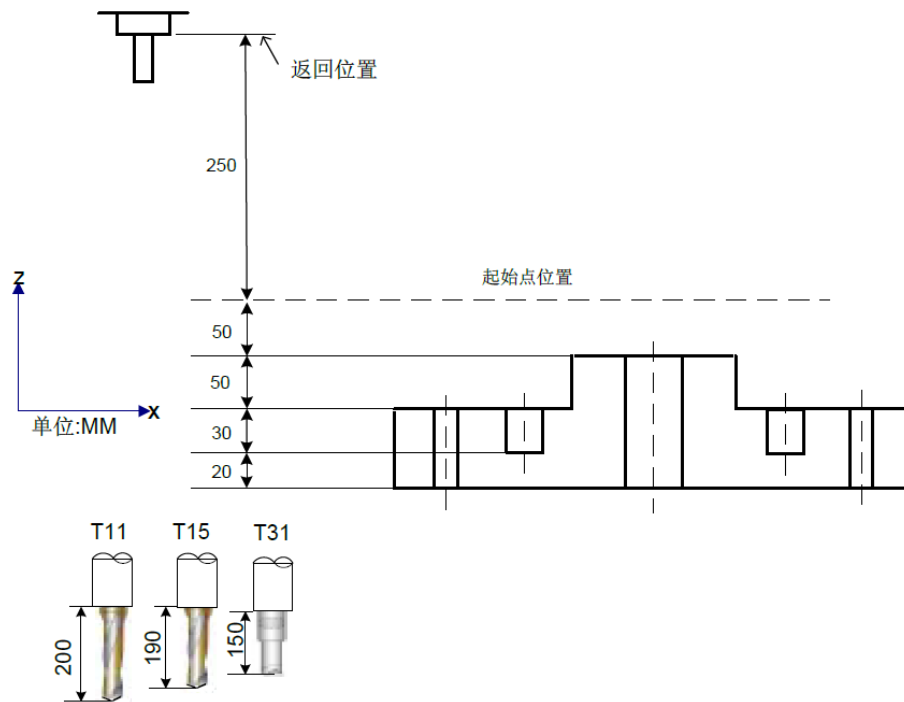
例：下面使用刀具长度补偿，综合来说明固定循环的使用。



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。)
N02 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 ;	(主轴起动。)
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 指定刀具长度的负向补偿。

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N0.003#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

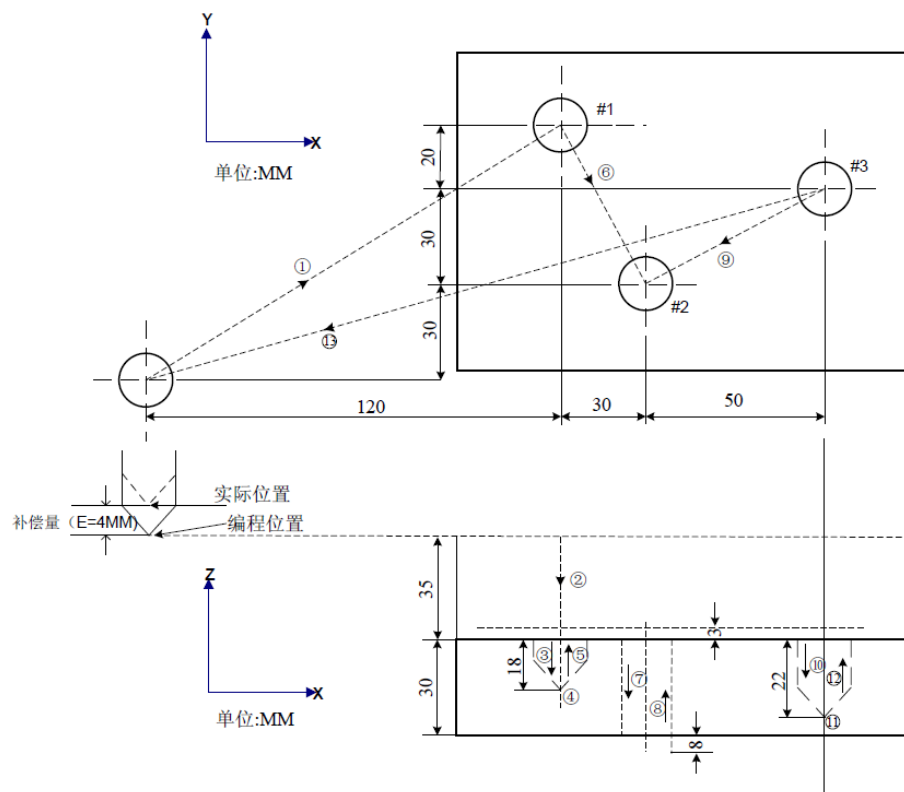


图3-5-1-1

$$\begin{aligned}
\text{N1 G91 G00 X120 Y80} & ; & (1) \\
\text{N2 G43 Z-32 H01} & ; & (2) \\
\text{N3 G01 Z-21 F200} & ; & (3) \\
\text{N4 G04 P2000} & ; & (4) \\
\text{N5 G00 Z21} & ; & (5) \\
\text{N6 X30 Y-50} & ; & (6) \\
\text{N7 G01 Z-41 F200} & ; & (7) \\
\text{N8 G00 Z41} & ; & (8) \\
\text{N9 X50 Y30} & ; & (9) \\
\text{N10 G01 Z-25 F100} & ; & (10) \\
\text{N11 G04 P2000} & ; & (11) \\
\text{N12 G00 Z57 H00} & ; & (12) \\
\text{N13 X-200 Y-60} & ; & (13) \\
\text{N14 M30} & ; &
\end{aligned}$$

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

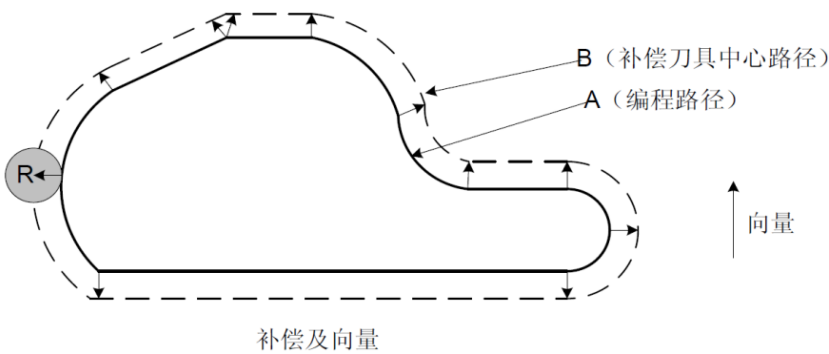


图3-5-2-1

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	-999.9999mm～+999.9999mm

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

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NO: 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。

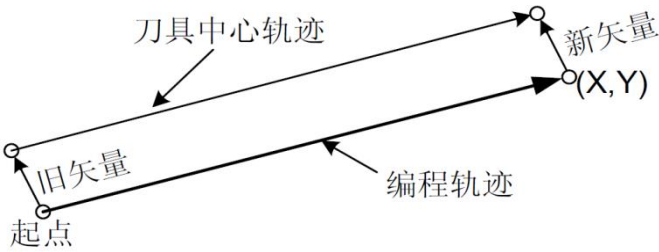


图3-5-2-2

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。

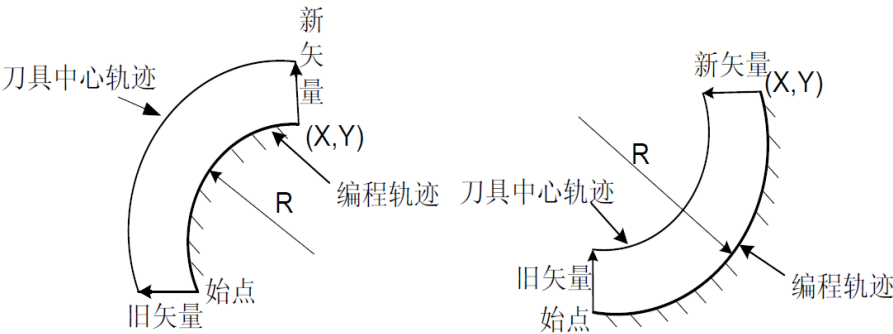


图3-5-2-3

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_ ；

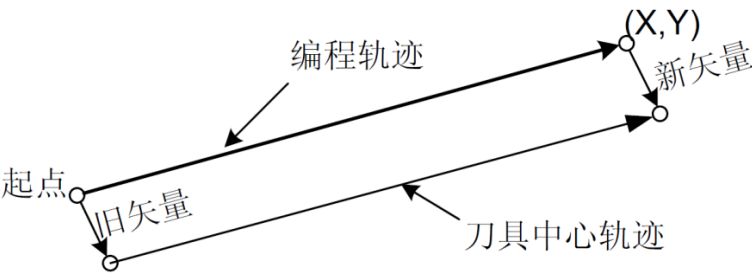


图3-5-2-4

- 2) G02、G03 时

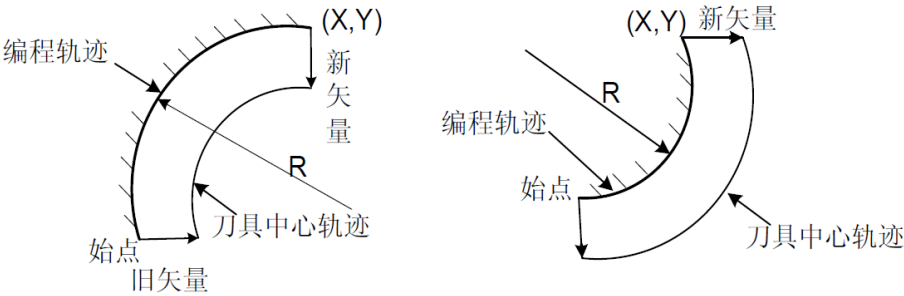


图3-5-2-5

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：

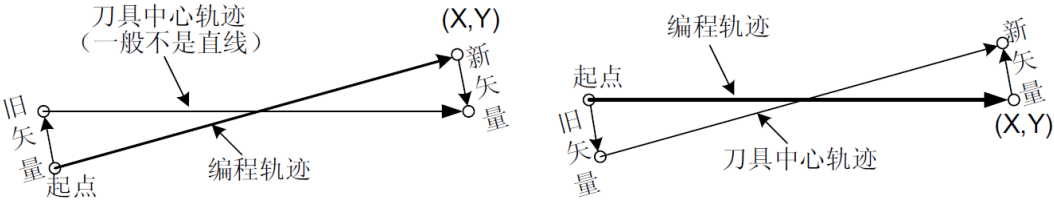


图3-5-2-6

$$\left\{ \begin{array}{l} G1 \ G41 \ D_X \ Y_ ; \\ \dots\dots \\ G1 \ G42 \ D_X \ Y_ ; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} G42 \ D_X \ Y_ ; \\ \dots\dots \\ G41 \ D_X \ Y_ ; \end{array} \right.$$

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。

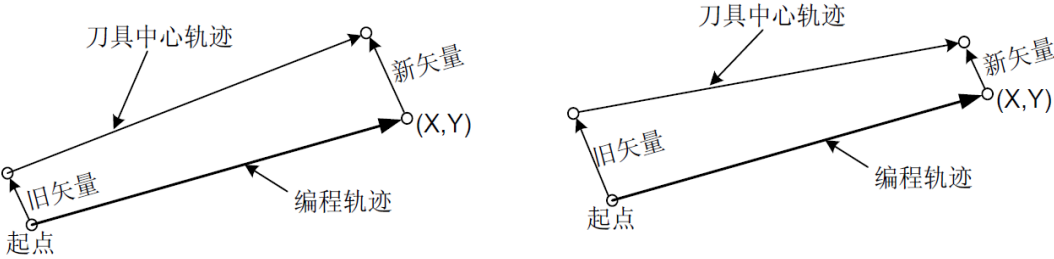


图3-5-2-7(偏移量的变更)

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。

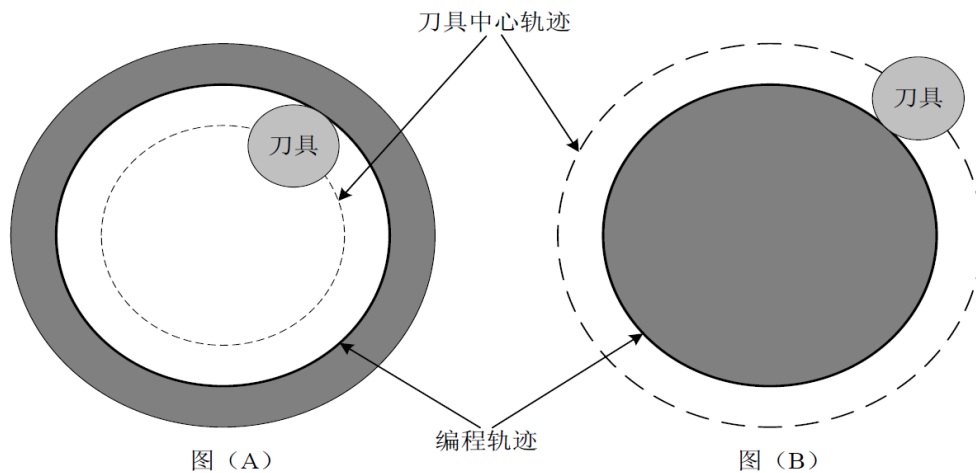


图3-5-2-8

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 ；

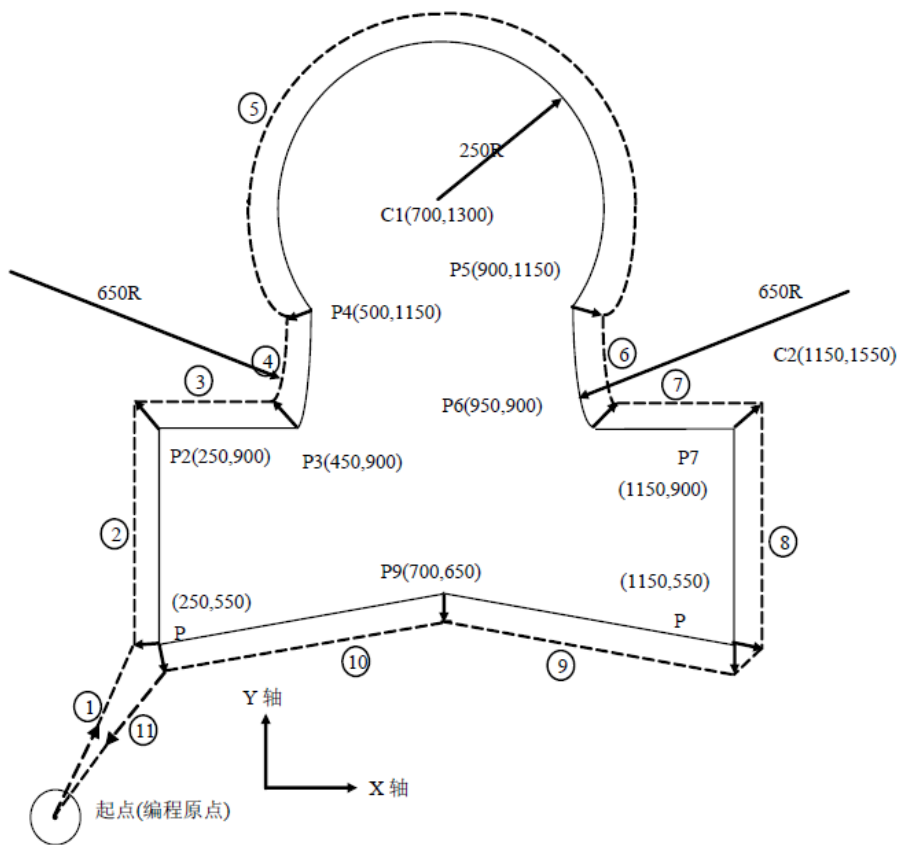


图3-5-2-9

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。

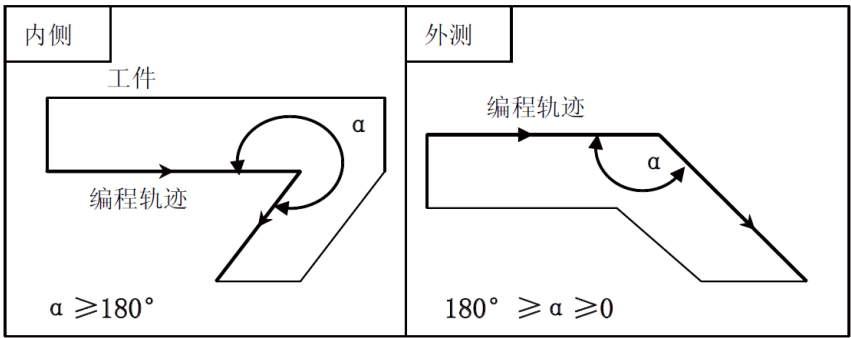


图3-5-3-1

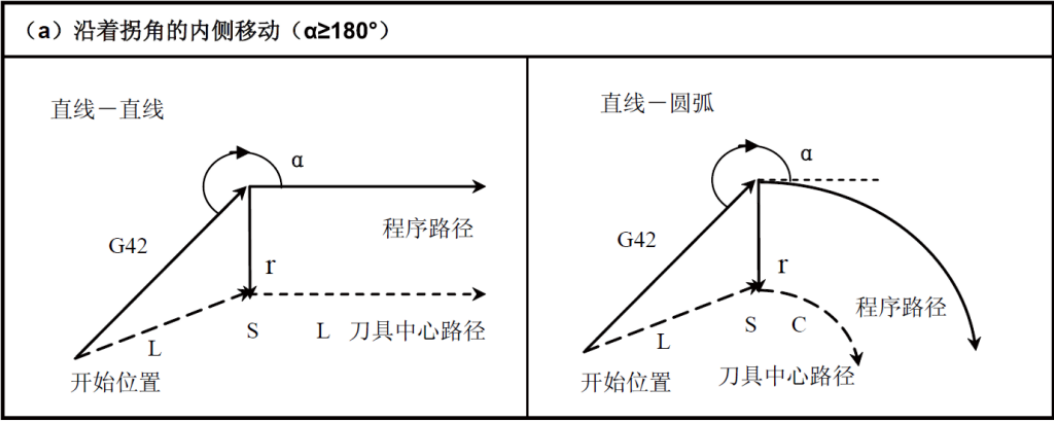
符号的意义

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）：



(b)沿着拐角为钝角的外侧移动 ($180^{\circ}>\alpha\geq90^{\circ}$) 刀具路径在补偿开始或取消时的动作有A型和B型2种，由位参数NO：19#3选择：	
A	
B	

(C) 沿着锐角的外侧移动 ($\alpha<90^{\circ}$) 刀具路径在补偿开始或取消时的动作有 A 型和 B 型 2 种，由位参数 NO：19#3 选择：	
A	

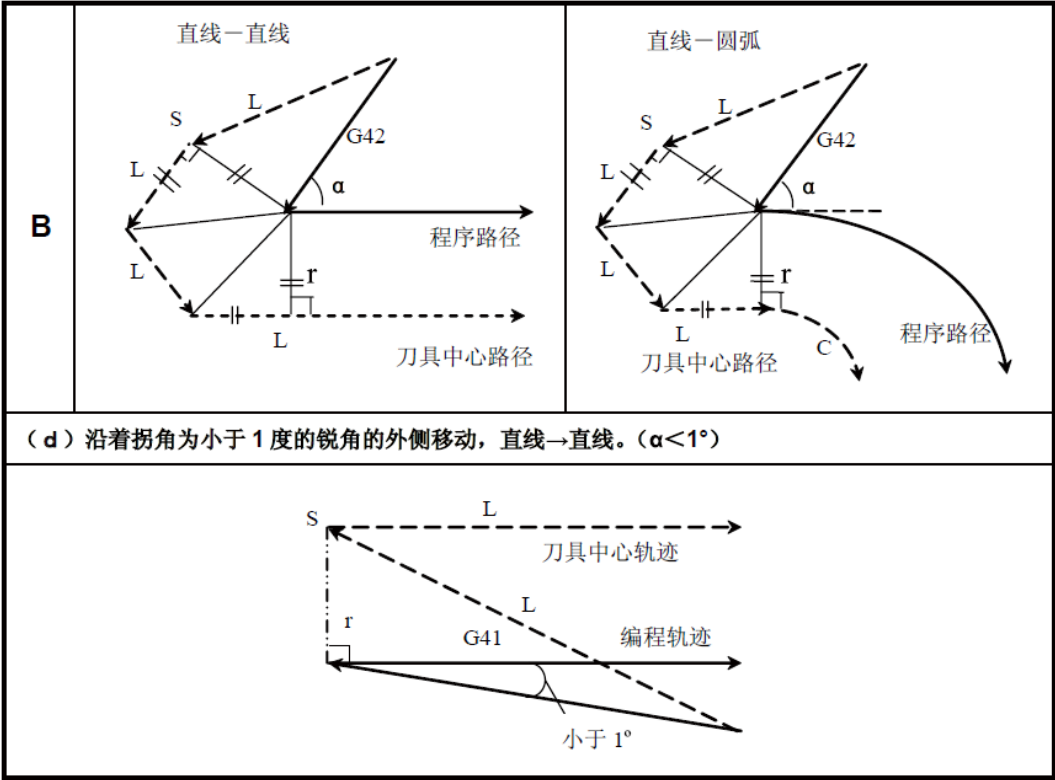


图3-5-3-2

(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：

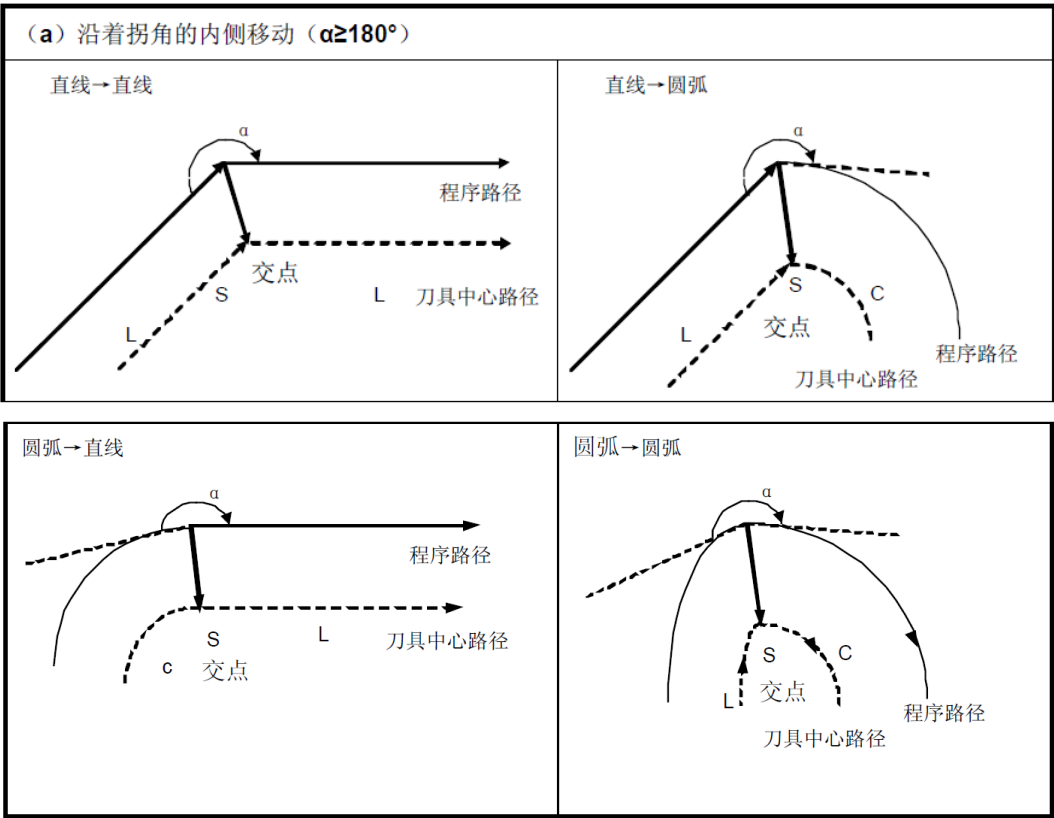


图3-5-3-3

(3) 特殊情况

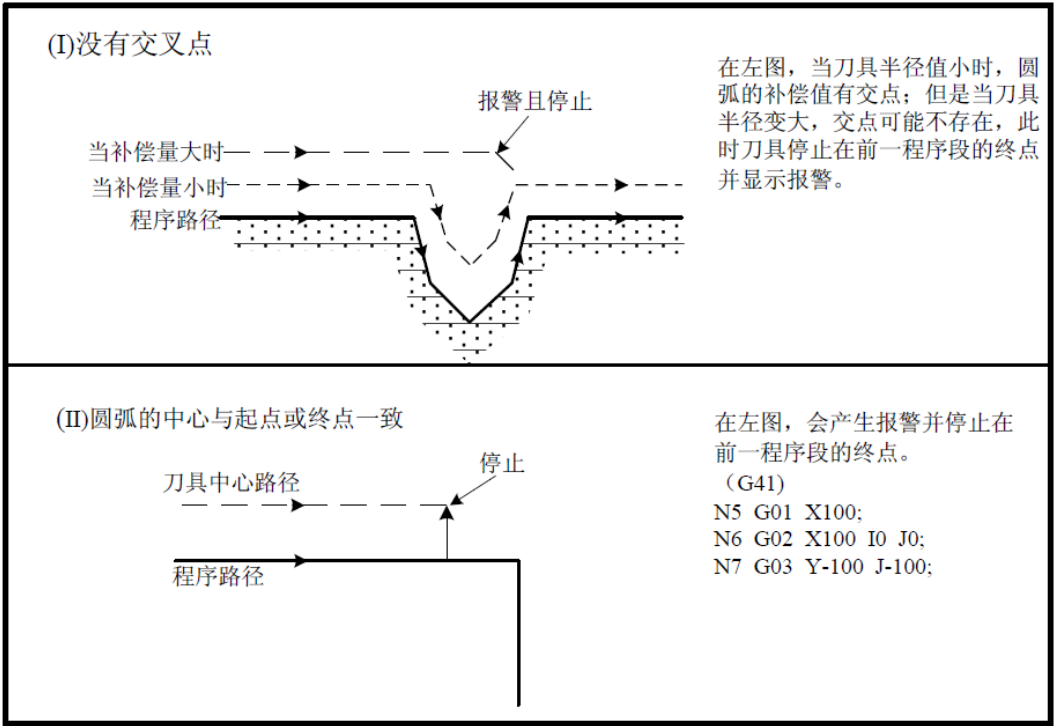


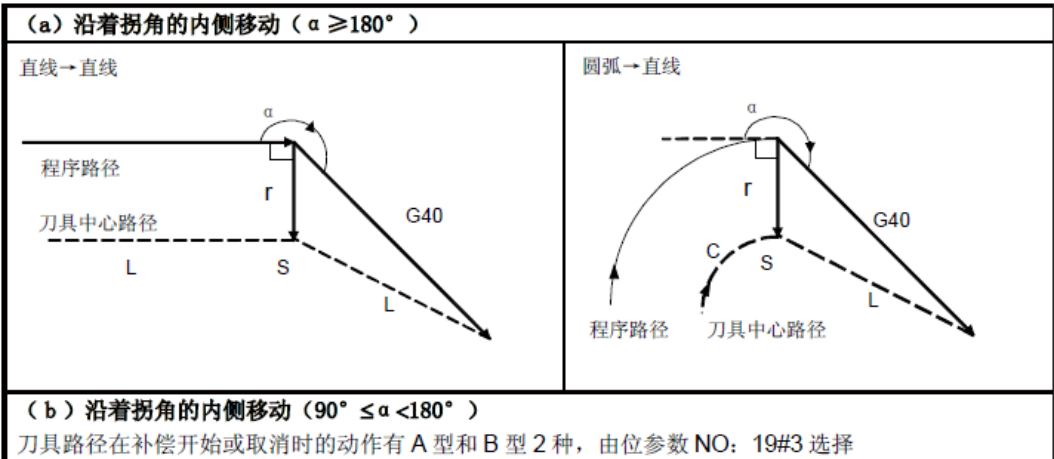
图3-5-3-4

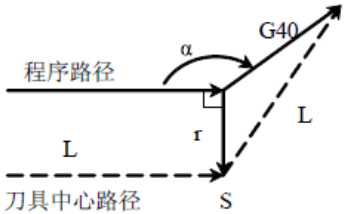
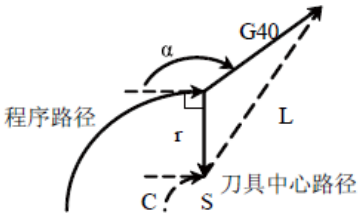
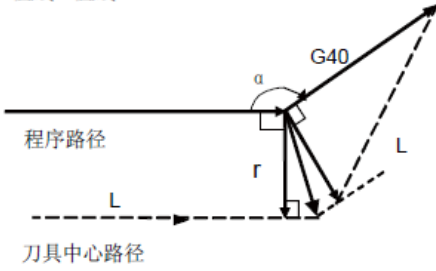
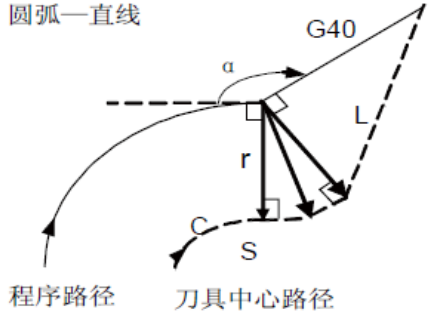
(4) 偏置取消方式中的刀具移动

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。



(b) 沿着拐角的内侧移动 ($90^{\circ} \leq \alpha < 180^{\circ}$) 刀具路径在补偿开始或取消时的动作有 A 型和 B 型 2 种, 由位参数 NO: 19#3 选择		
A	直线—直线	
	圆弧—直线	
B	直线—直线	
	圆弧—直线	
(c) 沿着拐角为锐角的外侧移动 ($\alpha < 90^{\circ}$) 刀具路径在补偿开始或取消时的动作有 A 型和 B 型 2 种, 由位参数 NO: 19#3 选择		

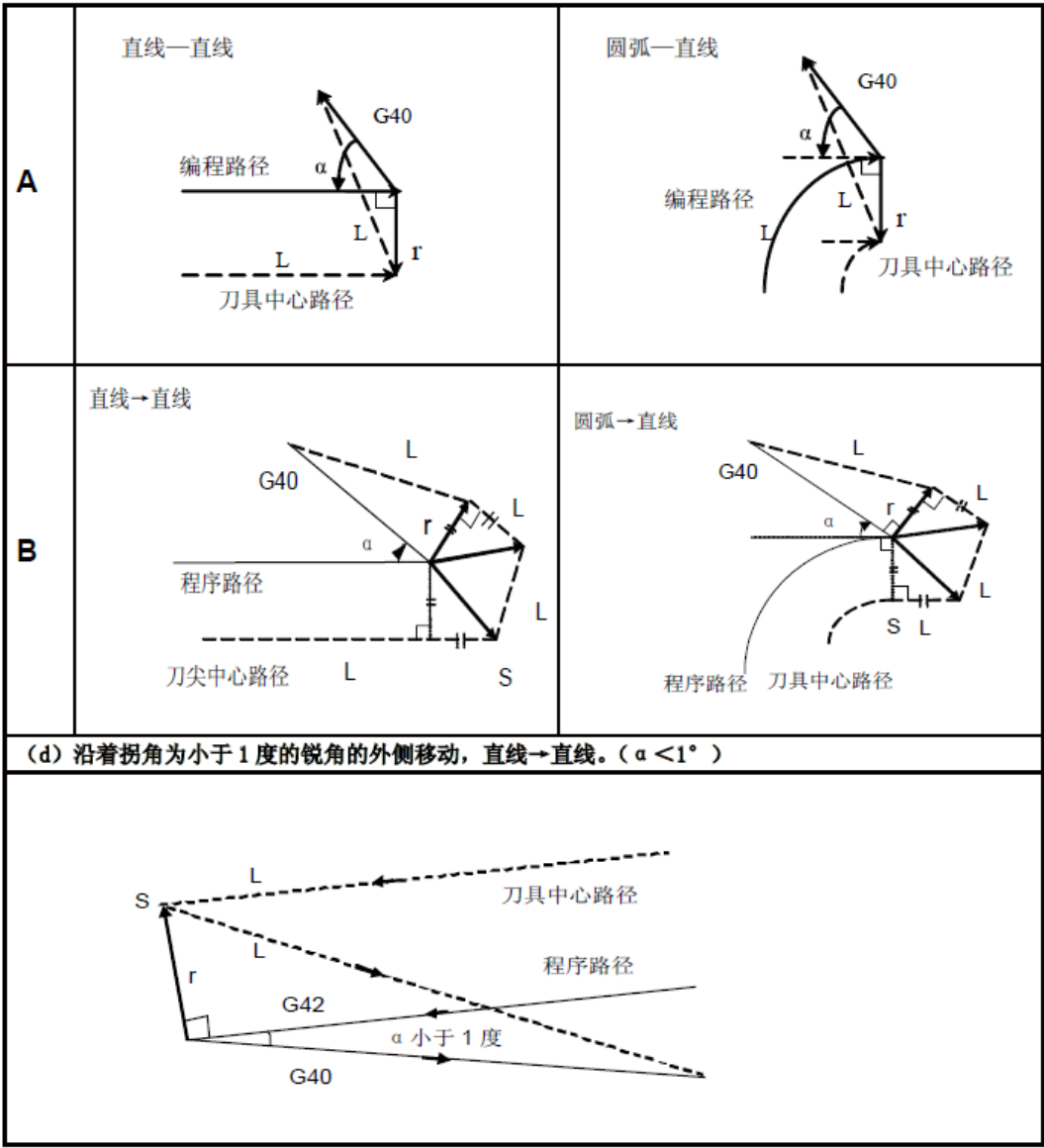


图3-5-3-5

(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。

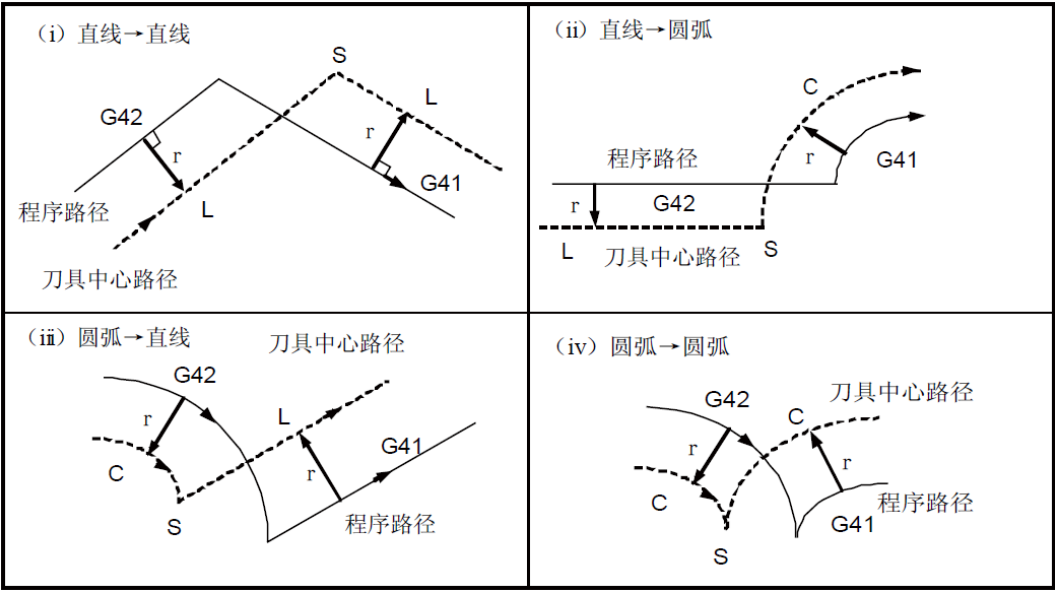


图3-5-3-6

(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

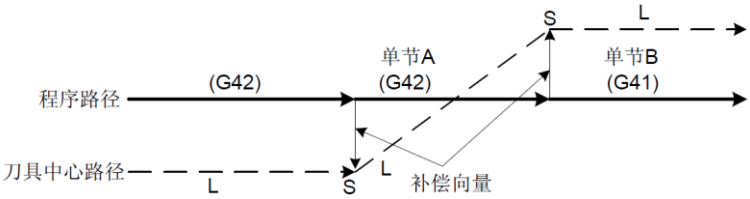


图3-5-3-7

(2) 直线----- 圆弧

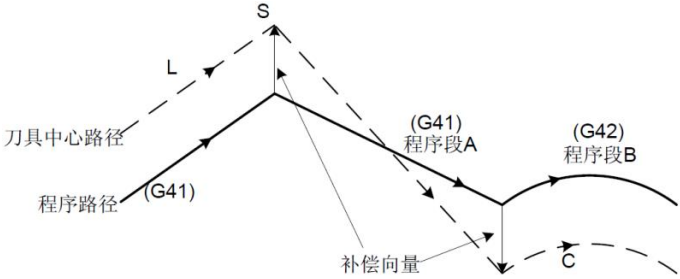


图3-5-3-8

(3) 圆弧----- 圆弧

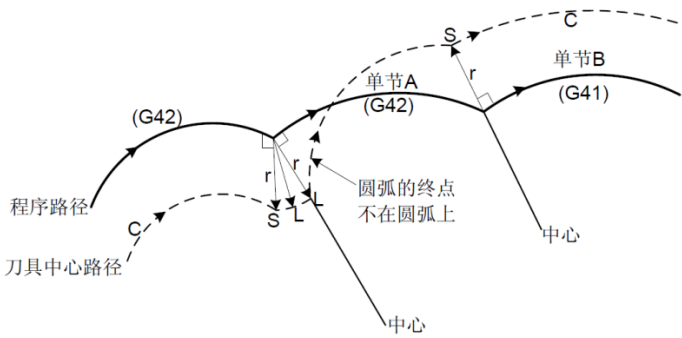


图3-5-3-9

(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。

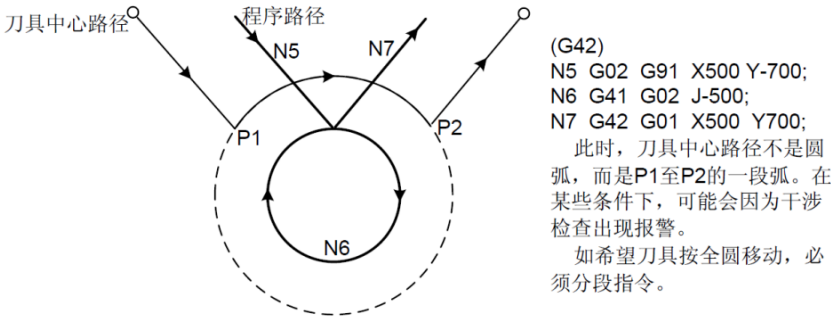


图3-5-3-10

6. 暂时的补偿取消

在补偿模式中，由位参数N0: 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。

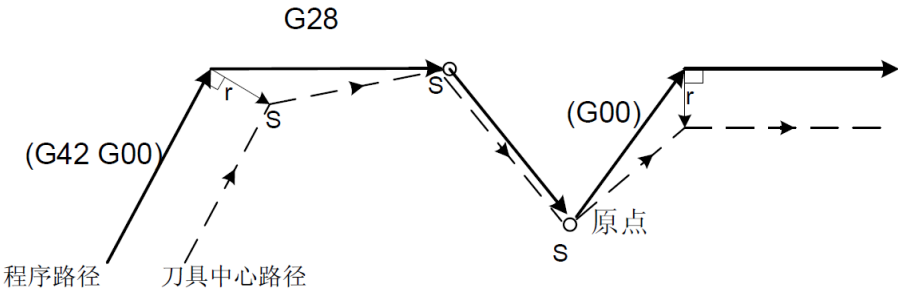


图3-5-3-11

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。

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：

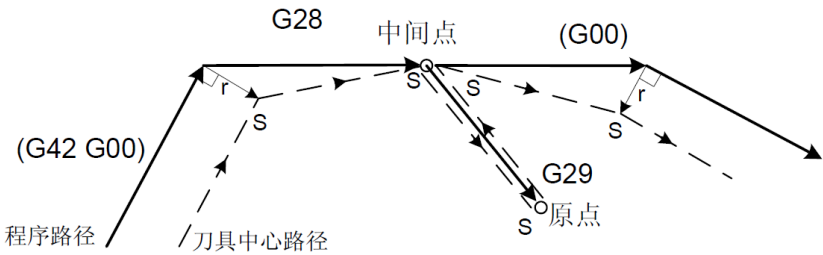


图3-5-3-12

不在G28 后立刻指令时：

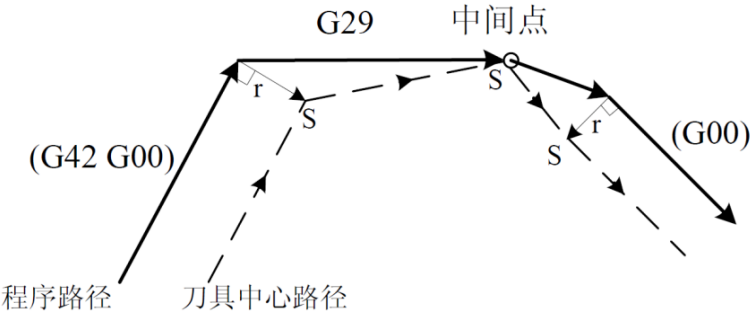


图3-5-3-13

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

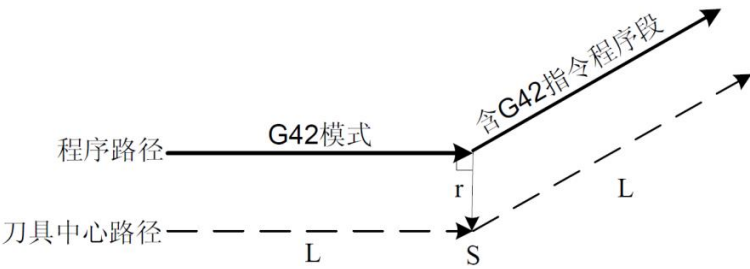


图3-5-3-14

圆弧----- 直线

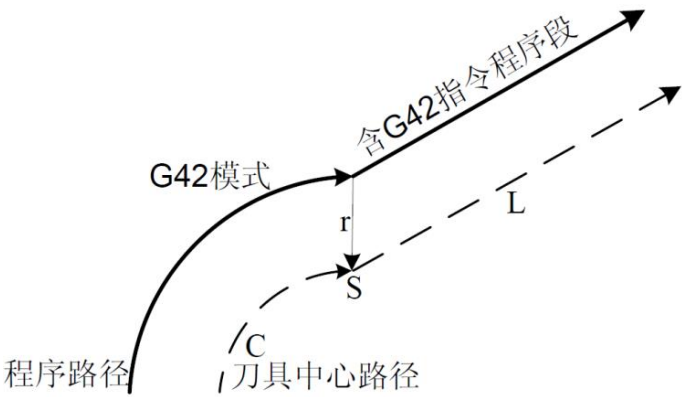


图3-5-3-15

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。

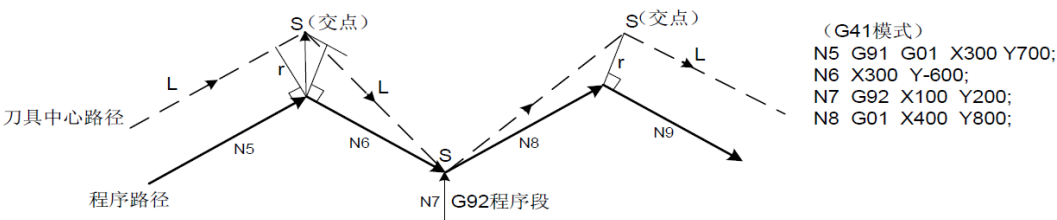


图3-5-3-16

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。

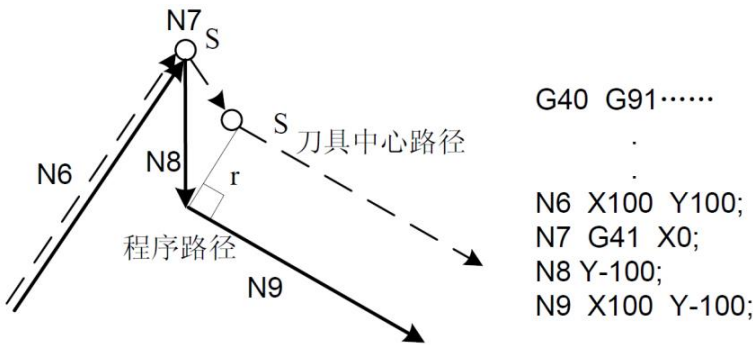


图3-5-3-17

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。

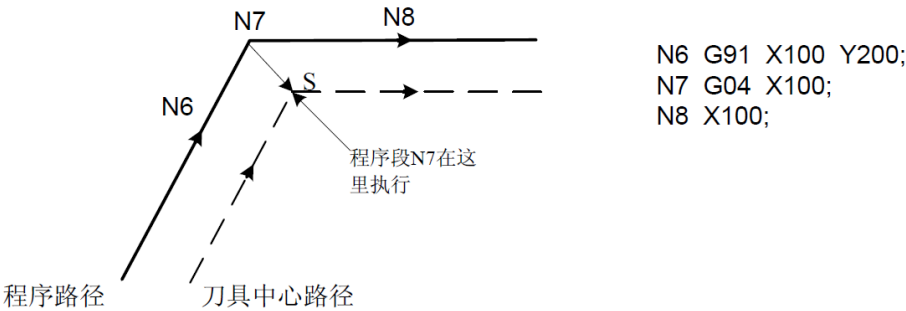


图3-5-3-18

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。

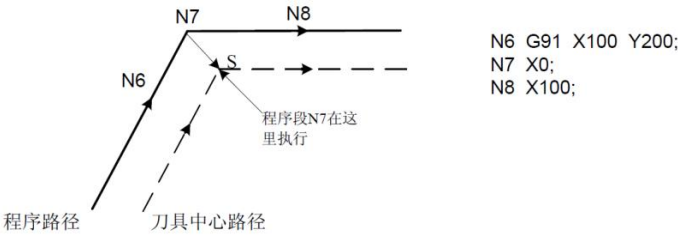


图3-5-3-19

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。

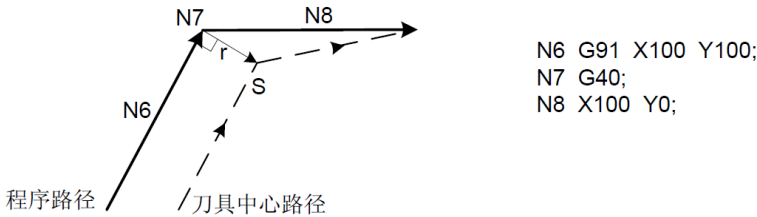


图3-5-3-20

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：

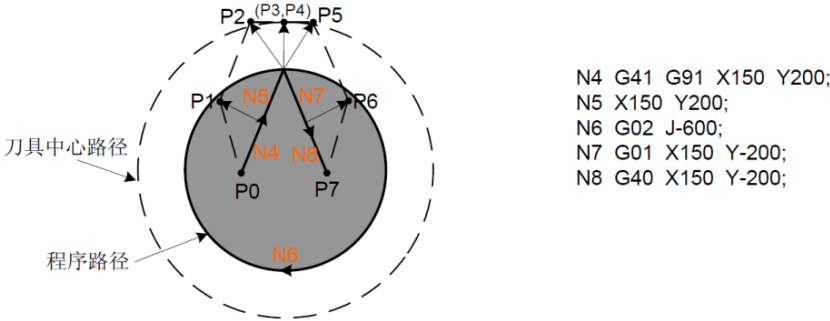


图3-5-3-22

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 ）。

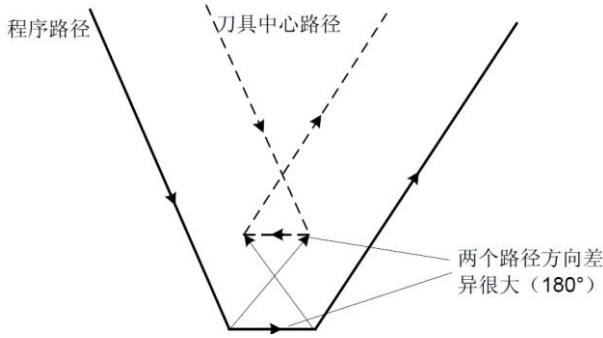


图3-5-3-23

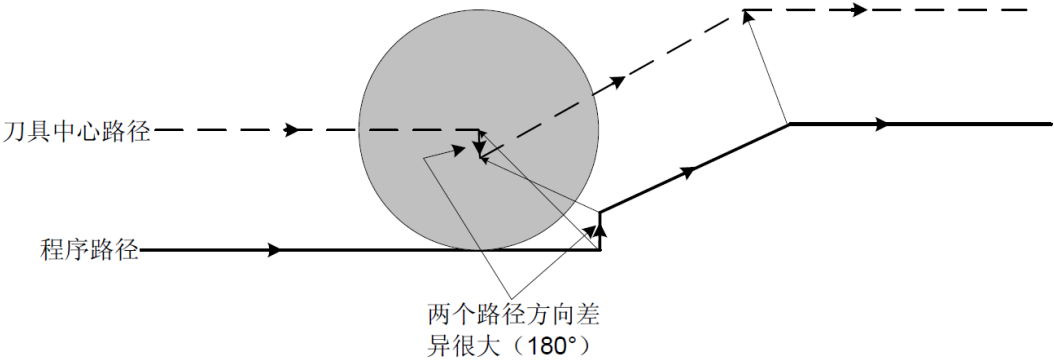


图3-5-3-24

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。

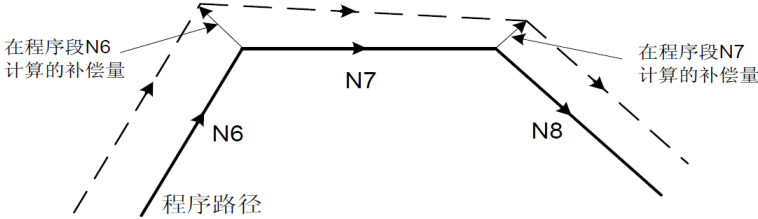


图3-5-3-25

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。

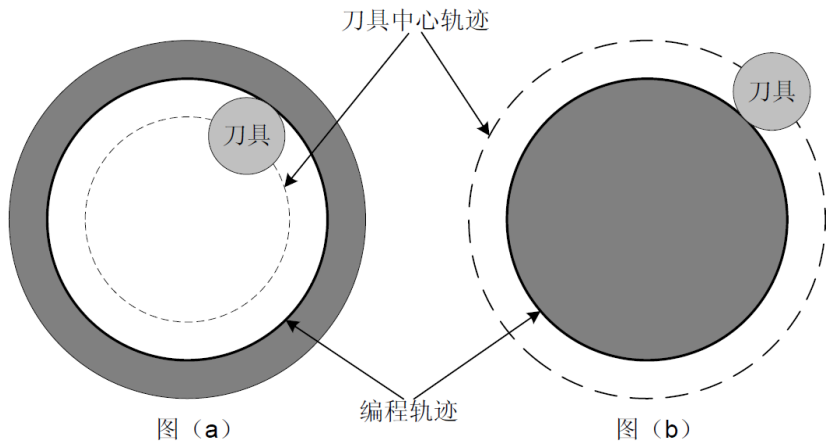


图3-5-3-26

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。

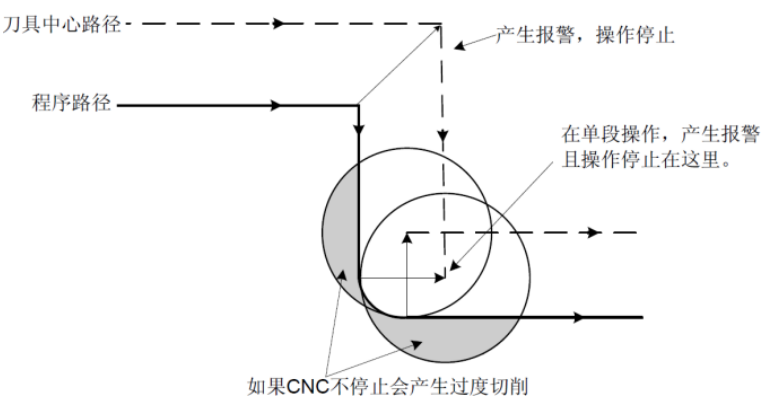


图3-5-3-27

(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。

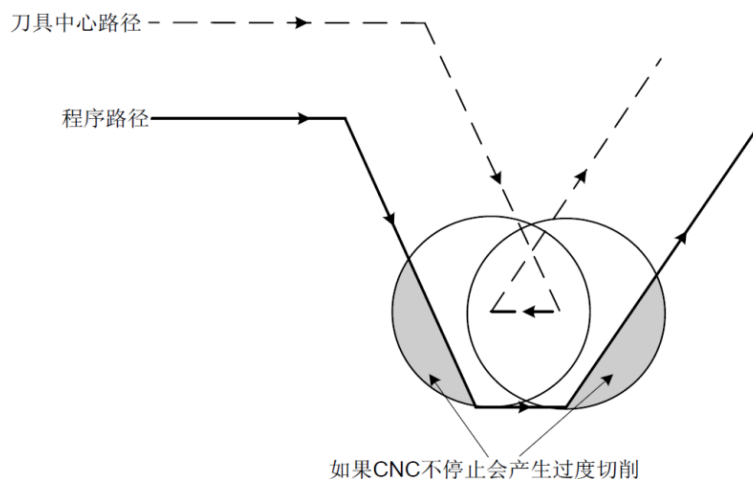


图3-5-3-28

(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。

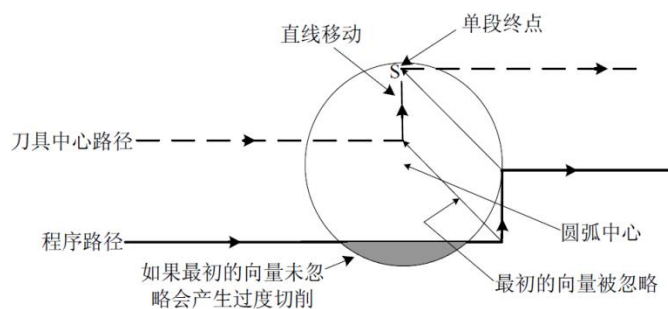


图3-5-3-29

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 G91 G00 X500 Y500 H01;

N3 Z-250;

N5 G01 Z-50 F1;

N6 Y100 F2;

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。

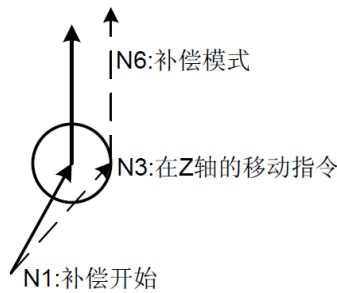


图3-5-3-30

3.5.4 拐角偏置圆弧插补（G39）

指令格式：G39 或

I_ J_
G39I_ 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：

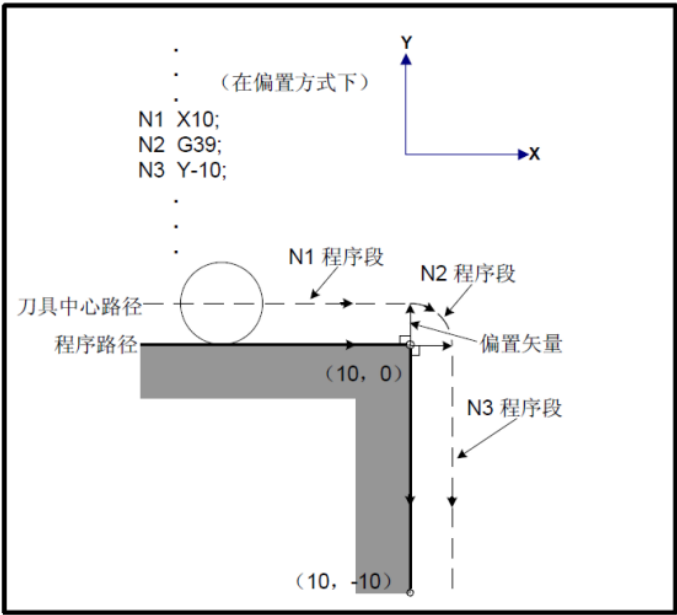


图3-5-4-1 没有I、J 和K 的G39

- 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

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

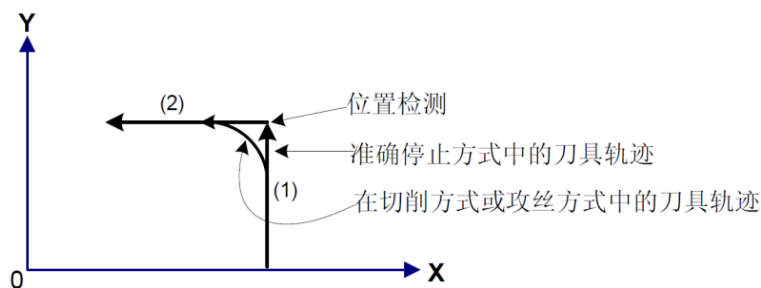


图3-6-1-1 从程序段1 到程序段2 的刀具轨迹

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、由位参数NO. 55#1设定自动拐角倍率功能是否有效。由位参数NO. 17#2控制自动拐角减速功能（0：角度控制，1：速度差控制）。
- 3、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。

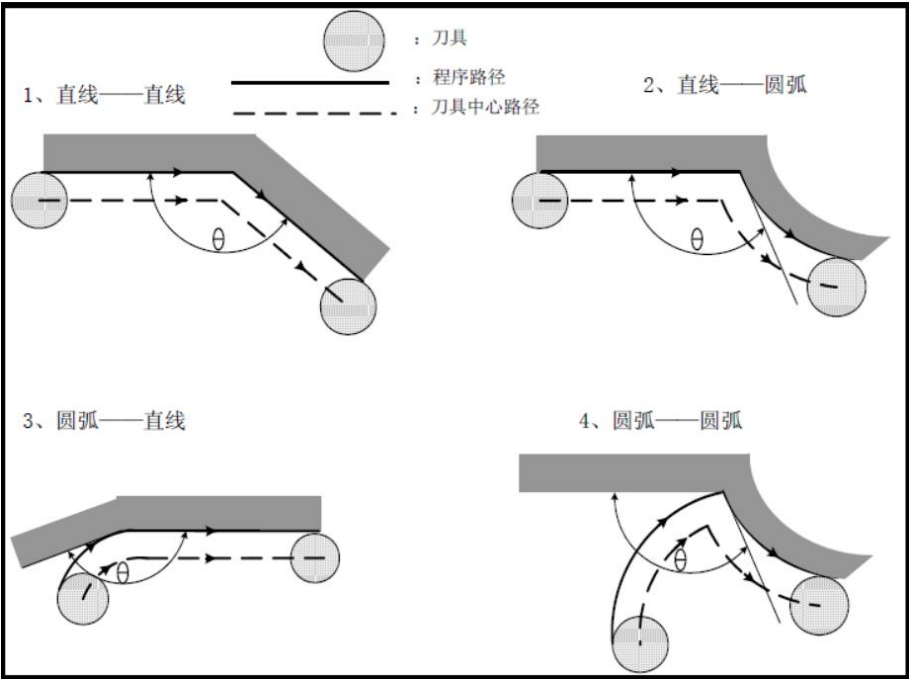


图3-6-2-1

- 4、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Ls和Le，Ls 和Le 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 $L_s + L_e \leq 2\text{mm}$ 。

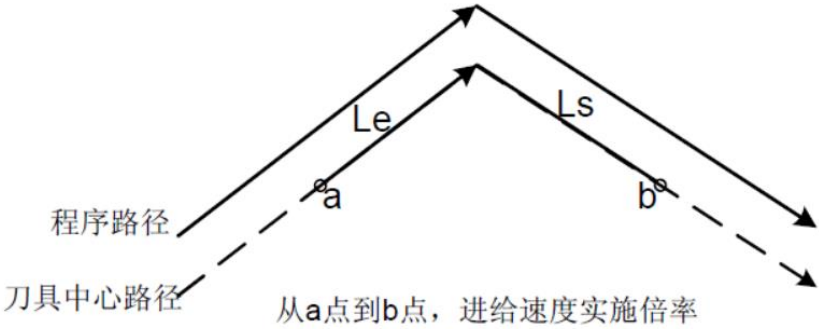


图3-6-2-2 直线到直线

- 5、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，用数据参数P161控制自动拐角减速最低进给速度，如图3-6-2-3 所示。

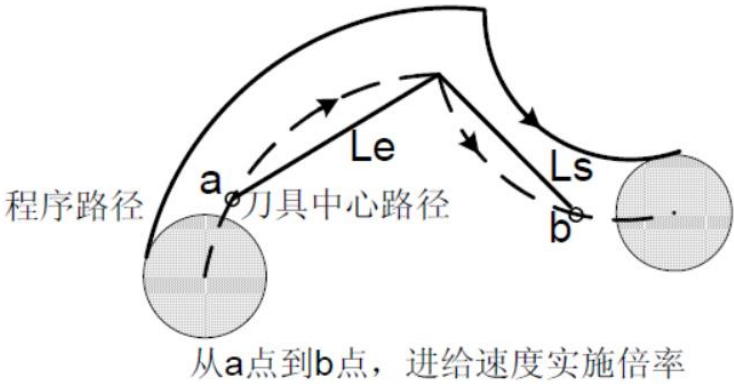


图3-6-2-3 圆弧到圆弧

- 6、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。

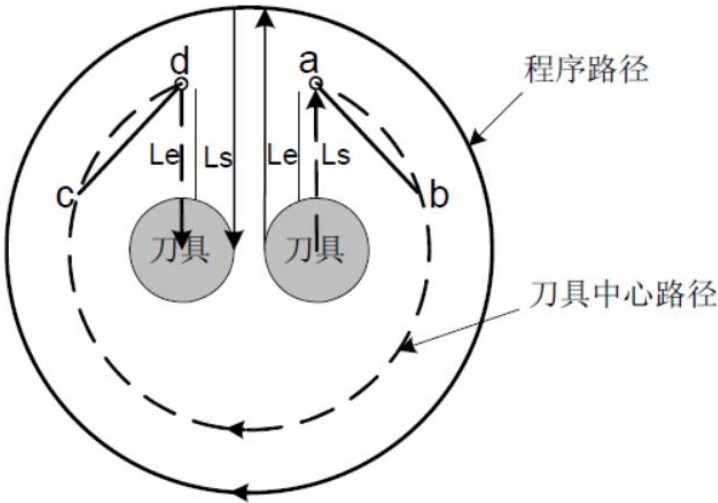


图3-6-2-4 直线到圆弧、圆弧到直线

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。

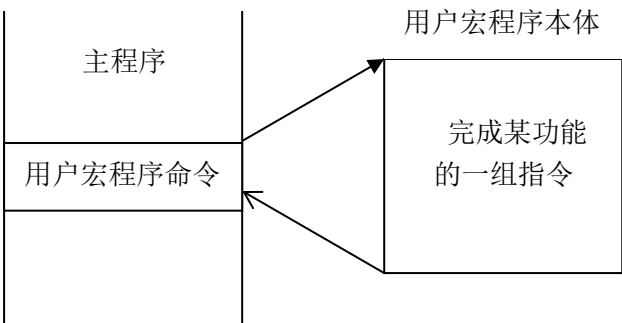


图3-7-1-1

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。

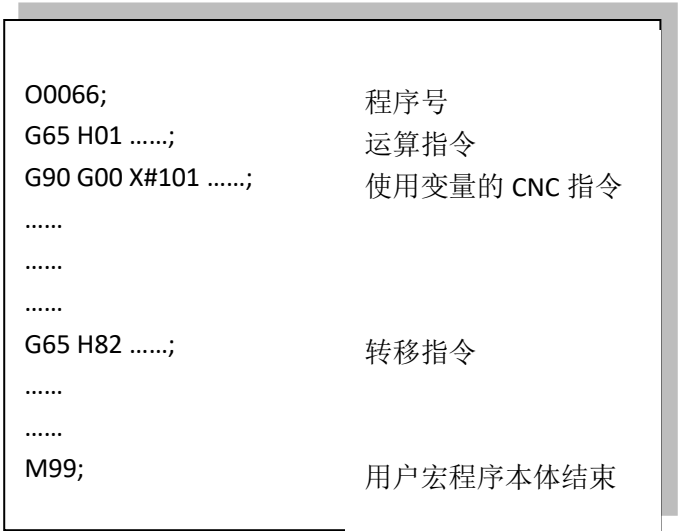


图3-7-1-2（用户宏程序本体的构成）

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，即使断电也不会丢失

- (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#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
#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)				
#5005	5th轴程序段终点位置 (ABSIO)				
#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）				
#5010	5th 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）				
#5015	5th 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）				
#5020	5th 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				
#5023	Z 轴刀具长度补偿值				
#5024	4th 轴刀具长度补偿值				
#5025	5th 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				
#5030	5th 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. 已加工零件数和需求加工零件数:

已加工零件数和需求加工零件数	
变量号	功能（可以被读写）
#3901	已加工零件数量（完成的数目）[最大值为99999，超过最大值时自动清零]
#3902	需求加工零件数量（目标数量）[最大值为99999]

当改变#3901的值时，位置界面中显示加工件数也随之改变，同理数参365号记录已加工件数也随之改变；当改变数参365号值时，位置界面中显示加工件数也随之改变，系统变量#3901的值也随之改变。

当改变#3902的值时，位置界面中显示需求件数也随之改变，同理数参366号需求件数随之改变；当改变数参366号值时，位置界面中显示需求件数也随之改变，系统变量#3902的值也随之改变。

5. 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。

6. 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：

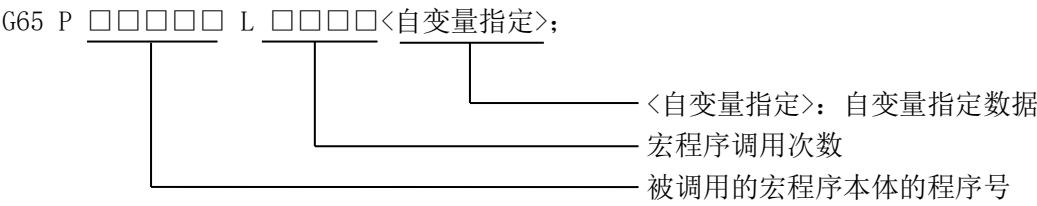
#100 = 35, #101 = 10, #102 = 5
#110 = #100÷#101 (= 3.5)
#111 = #110×#102 (= 17.5)
#120 = #100×#102 (= 175)
#121 = #120÷#101 (= 17.5)

- 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。

3.7.3 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：



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N0：29#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: $\#I = \#J \bigcirc \#K$ ($\bigcirc$ 运算符号, 由H_m 指定)

(例)

P#100 Q#101 R#102.....#100 = #101 $\bigcirc$ #102 ;

P#100 Q#101 R15#100 = #101 $\bigcirc$ 15 ;

P#100 Q-100 R#102.....#100 = -100 $\bigcirc$ #10

用G65 指定的H 代码, 对偏置量的选择没有任何影响。

代码格式	功能	定义
G65 H01 P#I Q#J	赋值运算	$\#I = \#J$; 把变量#j的值赋给变量#i
G65 H02 P#I Q#J R#K	十进制加法运算	$\#I = \#J + \#K$
G65 H03 P#I Q#J R#K	十进制减法运算	$\#I = \#J - \#K$
G65 H04 P#I Q#J R#K	十进制乘法运算	$\#I = \#J \times \#K$
G65 H05 P#I Q#J R#K	十进制除法运算	$\#I = \#J \div \#K$
G65 H11 P#I Q#J R#K	二进制加法 (或运算)	$\#I = \#J \text{ OR } \#K$
G65 H12 P#I Q#J R#K	二进制乘法 (与运算)	$\#I = \#J \text{ AND } \#K$
G65 H13 P#I Q#J R#K	二进制异或	$\#I = \#J \text{ XOR } \#K$
G65 H21 P#I Q#J	十进制开平方	$\#I = \sqrt{\#J}$
G65 H22 P#I Q#J	十进制取绝对值	$\#I = \#J $
G65 H23 P#I Q#J R#K	十进制取余数	$\#I = (\#J \div \#K) \text{ 的余数}$
G65 H24 P#I Q#J	十进制变为二进制	$\#I = \text{BIN} (\#J)$
G65 H25 P#I Q#J	二进制变为十进制	$\#I = \text{BCD} (\#J)$
G65 H26 P#I Q#J R#K	十进制乘除运算	$\#I = \#I \times \#J \div \#K$
G65 H27 P#I Q#J R#K	复合平方根	$\#I = \sqrt{\#J^2 + \#K^2}$
G65 H31 P#I Q#J R#K	正弦	$\#I = \#J \times \text{SIN}(\#K)$
G65 H32 P#I Q#J R#K	余弦	$\#I = \#J \times \text{COS}(\#K)$
G65 H33 P#I Q#J R#K	切弦	$\#I = \#J \times \text{TAN}(\#K)$
G65 H34 P#I Q#J R#K	反正切	$\#I = \#J \times \text{ATAN}(\#K)$
G65 H80 P _n	无条件转移	跳转至程序段n
G65 H81 P _n Q#J R#K	条件转移1	如果#J = #K , 则跳转至程序段n, 否则顺序执行
G65 H82 P _n Q#J R#K	条件转移2	如果#J ≠ #K , 则跳转至程序段n, 否则顺序执行
G65 H83 P _n Q#J R#K	条件转移3	如果#J > #K , 则跳转至程序段n, 否则顺序执行

G65 H84 P $\underline{n}$ Q $\underline{\#J}$ R $\underline{\#K}$	条件转移4	如果 $\#J < \#K$ ，则跳转至程序段n，否则顺序执行
G65 H85 P $\underline{n}$ Q $\underline{\#J}$ R $\underline{\#K}$	条件转移5	如果 $\#J \geq \#K$ ，则跳转至程序段n，否则顺序执行
G65 H86 P $\underline{n}$ Q $\underline{\#J}$ R $\underline{\#K}$	条件转移6	如果 $\#J \leq \#K$ ，则跳转至程序段n，否则顺序执行
G65 H99 P $\underline{n}$	产生用户报警	产生（3000+ n）的用户报警

图3-7-4-1

2. 运算指令：

1) 变量的赋值： $\#I=\#J$

G65 H01 P $\underline{\#I}$ Q $\underline{\#J}$;

（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 $\underline{\#I}$ Q $\underline{\#J}$ R $\underline{\#K}$;

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

3) 减法运算： $\#I=\#J-K$

G65 H03 P $\underline{\#I}$ Q $\underline{\#J}$ R $\underline{\#K}$;

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

4) 乘法运算： $\#I=\#J\times\#K$

G65 H04 P $\underline{\#I}$ Q $\underline{\#J}$ R $\underline{\#K}$;

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

5) 除法运算： $\#I=\#J\div\#K$

G65 H05 P $\underline{\#I}$ Q $\underline{\#J}$ R $\underline{\#K}$;

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

6) 逻辑加（或）： $\#I=\#J.OR.\#K$

G65 H11 P $\underline{\#I}$ Q $\underline{\#J}$ R $\underline{\#K}$;

（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 $\underline{\#I}$ Q $\underline{\#J}$ R $\underline{\#K}$;

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

8) 异或: $\#I = \#J . \text{XOR} . \#K$

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

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

9) 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: $\#I = \#J - \text{TRUNC}(\#J / \#K) \times \#K$, TRUNC: 舍去小数部分

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

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

12) 复合乘除运算: $\#I = (\#I \times \#J) \div \#K$

G65 H26 P#I Q#J R#K;

(例) G65 H26 P#101 Q#102 R#103; ($\#101 = (\#101 \times \#102) \div \#103$)

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

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

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

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

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

G65 H32 P#I Q#J R#K;

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

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

G65 H33 P#I Q#J R#K;

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

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

G65 H34 PI QJ RK;

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

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 QJ RK; n: 顺序号

(例) G65 H81 P1000 Q#101 R#102;

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

3) 条件转移2#J.NE.#K ($\neq$)

G65 H82 Pn QJ RK; n: 顺序号

(例) G65 H82 P1000 Q#101 R#102;

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

4) 条件转移3#J.GT.#K (>)

G65 H83 Pn QJ RK; n: 顺序号

(例) G65 H83 P1000 Q#101 R#102;

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

5) 条件转移4#J.LT.#K (<)

G65 H84 Pn QJ RK; n: 顺序号

(例) G65 H84 P1000 Q#101 R#102;

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

6) 条件转移5#J.GE.#K ($\geq$)

G65 H85 Pn QJ RK; n: 顺序号

(例) G65 H85 P1000 Q#101 R#102;

当# 101 $\geq$ #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 ($\leq$)

G65 H86 Pn Q#J R#K; n: 顺序号

(例) G65 H86 P1000 Q#101 R#102;

当# 101 $\leq$ #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#100 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。

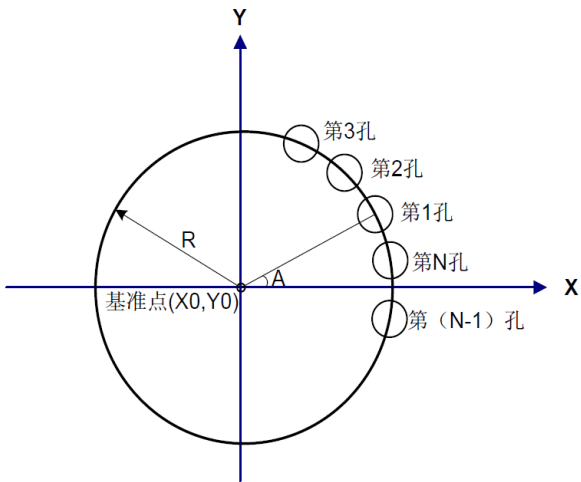


图3-7-5-1

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(X_i)

#104: 第 I 个孔的 Y 坐标值(Y_i)

用户宏程序本体可写成下列形式:

O1010;

//#500 基准点 X 坐标值(圆心坐标)

//#501 基准点 Y 坐标值(圆心坐标)

//#502 圆周半径 R

//#503 起始角 A

//#504 孔个数 N

//#505 打孔深度

//#506 打孔速度

//N>0 逆时针运动

//N<0 顺时针运动

//#100 打孔个数

//#101 计数的终值

//#102 第 I 个孔角度

//#103 第 I 个孔 X 坐标值

//#104 第 I 个孔 Y 坐标值

M3S1200;

G90G54G40G17G80;

G0Z100;

G0X#500Y#501;//圆心位置

N100G65H01P#100Q0;//I=0

G65H22P#101Q#504;//IE=N

N200G65H05P#105Q360R#101;//圆周平均分布孔角度

G65H04P#106Q#105R#100;

G65H84P300Q#504R0;//逆时针打孔判断

G65H02P#102Q#503R#106;//第 I 个孔角度

G65H80P400;

N300G65H03P#102Q#503R#106;//第 I 个孔角度

N400G65H32P#107Q#502R#102;

G65H02P#103Q#500R#107;//第 I 个孔 $X=R*\cos\theta$

G65H31P#108Q#502R#102;

G65H02P#104Q#501R#108;//第 I 个孔 $X=R*\cos\theta$

G99G81X#103Y#104Z#505R5F#506;//打孔 G 代码

G65H02P#100Q#100R1; //I=I+1

G65H84P200Q#100R#101; //

G80M05;

M30;

附录一、CNC 报警

报警号	内容
0000	修改了必须切断一次电源的参数
0001	打开文件失败
0002	录入数据超出范围
0003	复制或更名的程序号存在
0004	地址没找到
0005	地址后面无数据
0006	非法使用负号
0007	非法使用小数点
0008	程序文件过大，未完全载入
0009	输入非法地址
0010	不正确的 G 代码
0011	无进给速度指令
0012	磁盘空间不足
0013	程序文件数已达到上限
0014	不能指令 G95，主轴不支持
0015	指令了太多的轴
0016	当前螺距误差补偿点超出范围
0017	无权限修改
0018	不允许修改
0019	缩放功能未开通
0020	超出半径公差
0021	指令了非法平面轴
0022	圆弧中 R 和 IJK 全为 0
0023	圆弧插补中 IJK 和 R 同时指定
0024	螺旋插补转动角度为 0
0025	G12 不能与其它 G 指令同段
0026	系统不支持的文件格式
0027	长度刀补指令不能跟 G92 同段

- 0028 非法的平面选择
- 0029 非法偏置值
- 0030 非法补偿号
- 0031 G10 中指令了非法 P
- 0032 G10 中的非法补偿值
- 0033 刀补 C 或倒角中无交点
- 0034 圆弧指令时不能建立或取消刀补
- 0035 M99 指令前没有取消 C 刀补
- 0036 不能指令 G31
- 0037 在刀补 C 中不能改变平面
- 0038 在圆弧程序段中的干涉
- 0039 刀补 C 中刀尖定位错误
- 0040 刀补 C 执行中改变工件坐标系
- 0041 中存在干涉
- 0042 在刀补 C 中非移动指令超过十个
- 0043 权限不足
- 0044 在固定循环中不允许指令 G27~G30
- 0045 地址 Q 未发现或 Q 值为 0 (G73/G83)

- 0046 非法的参考点返回指令
- 0047 执行该指令前需先执行机械回零
- 0048 Z 平面应低于 R 平面
- 0049 Z 平面应低于 R 平面
- 0050 改变固定循环方式时应移动位置
- 0051 在倒角之后错误移动或倒角值过大
- 0052 铣槽固定循环不能使用镜像功能
- 0053 太多的地址指令
- 0054 DNC 传送错误
- 0055 倒角或倒 R 中错误的移动值
- 0056 M99 不能与宏程序指令同段
- 0057 写入文件失败, 必须断电重启
- 0058 未发现终点
- 0059 未发现程序号
- 0060 未发现顺序号
- 0061 X 轴不在参考点

0062	轴不在参考点
0063	Y 轴不在参考点
0064	4TH 轴不在参考点
0065	TH5 轴不在参考点
0066	执行 G10 前必须取消固定循环
0067	G10 不支持的设置格式
0068	未打开参数开关
0069	加工运行需关闭 U 盘操作界面
0070	存储器容量不足内存不足
0071	未发现数据末
0072	太多的程序数量
0073	程序号已经使用
0074	非法程序号
0075	保护
0076	没有定义地址 P
0077	子程序嵌套错误
0078	未发现程序号
0079	系统使用时间到期
0080	录入数据不合理
0082	G37 中指令了 H 代码
0083	G37 中非法轴指令
0084	按键出现超时或短路现象
0085	通讯错误
0087	X 轴参考点返回未完成
0088	Y 轴参考点返回未完成
0089	Z 轴参考点返回未完成
0090	4TH 轴参考点返回未完成
0091	TH5 轴参考点返回未完成
0092	不在参考点的轴
0094	不允许 P 类型(坐标)
0095	P 类型不允许(EXT OFS CHG)
0096	P 类型不允许(WRK OFS CHG)
0097	P 类型不允许(自动执行)
0098	在顺序返回中发现 G28
0099	检索之后不允许执行 MDI

0100	参数写入有效
0101	断电记忆数据错乱, 请确保位置正确
0110	位置数据超过了允许范围, 请回零
0111	计算数据溢出
0112	被零除
0113	不正确指令
0114	宏程序格式错误
0115	非法变量
0116	写保护变量
0118	大括号嵌套错误
0119	M00~M02, M06, M98, M99, M30 不能和其它 M 指令同段
0122	四重的宏模态-调用
0123	DNC 中不能使用宏指令
0124	程序非法结束
0125	宏程序格式错误
0126	非法循环数
0127	NC 和宏指令在同一程序段
0128	非法宏指令的顺序号
0129	非法自变量地址
0130	非法轴操作
0131	太多的外部报警信息
0132	未发现报警号
0133	系统不支持的轴指令
0134	系统控制轴数大于 3 轴时不能使用刚性攻丝
0135	非法角度指令
0136	非法轴指令
0139	不能改变 PLC 控制轴
0142	非法比例率
0143	缩放运动数据溢出
0144	非法平面选择
0148	非法数据设定
0149	G10L3 中格式错误
0150	非法刀具组号
0151	未发现刀具组号
0152	刀具数据不能存储

0153	换刀前没有取消 C 刀补
0154	未用寿命组中刀具
0155	M06 中非法 T 代码
0156	未发现 P/L 指令
0157	太多的刀具组
0158	非法刀具寿命数据
0159	刀具数据设定未完成
0160	极坐标方式中圆弧只能使用 R 编程
0161	极坐标方式中不能执行该指令
0163	旋转方式中不能执行该指令
0164	缩放方式中不能执行该指令
0165	请在单独的程序段内指定该指令
0166	回参考点时没有指定轴
0167	中间点坐标太大
0168	孔底最小暂停时间应小于孔底最大暂停时间
0170	进入或退出子程序时未取消刀具半径补偿
0172	调用子程序的程序段中, P 不是整数或 P 小于 0
0173	子程序调用次数应小于 9999 次
0175	固定循环只能在 G17 平面执行
0176	刚性攻丝开始前未指定主轴转速
0177	不支持主轴定向功能
0178	固定循环开始前未指定主轴转速
0181	非法的 M 代码
0182	非法的 S 代码
0183	非法的 T 代码
0184	所选刀具超出范围
0185	L 太小或 L 未定义
0186	L 太大
0187	刀具半径太大
0188	U 太大
0189	U 值小于刀具半径
0190	V 太小或 Q 未定义
0191	W 太小或 Q 未定义
0192	Q 太小或 Q 未定义
0193	I 未定义或 J 为 0

0194	J 未定义或 J 为 0
0195	D 未定义或 D 为 0
0198	非法轴选择
0199	宏指令未定义
0200	非法 S 方式指令
0201	刚性攻丝中未发现进给速度
0202	位置 LSI 溢出
0203	刚性攻丝中程序不对
0204	非法轴操作
0205	刚性方式 DI 信号关闭
0206	不能改变平面(刚性攻丝)
0207	攻丝数据不对
0208	G10 模态下不能执行该指令.
0212	非法平面选择
0224	返回参考点
0231	G10 L50 或 L51 中的非法格式
0232	指令的螺旋插补轴太多
0233	设备忙
0235	记录结束
0236	程序再启动参数错误
0237	无小数点
0238	地址重复错误
0239	参数 0
0240	MDI 方式中不允许 G41/G42
0241	手轮脉冲异常
0251	急停报警
0260	轴名重复, 请修改参数 NO. 225~227
0451	X 轴驱动器报警
0452	Y 轴驱动器报警
0453	Z 轴驱动器报警
0454	4TH 轴驱动器报警
0455	TH5 轴驱动器报警
0456	主轴驱动器报警
0500	软限位超程:-X
0501	软限位超程:+X

0502	软限位超程:-Y
0503	软限位超程:+Y
0504	软限位超程:-Z
0505	软限位超程:+Z
0506	软限位超程:-4TH
0507	软限位超程:+4TH
0508	软限位超程:-Th5
0509	软限位超程:+Th5
0510	硬限位超程:-X
0511	硬限位超程:+X
0512	硬限位超程:-Y
0513	硬限位超程:+Y
0514	硬限位超程:-Z
0515	硬限位超程:+Z
0516	硬限位超程:-4TH
0517	硬限位超程:+4TH
0518	硬限位超程:-Th5
0519	硬限位超程:+Th5
0740	刚性攻丝报警: 超差
0741	刚性攻丝报警: 超差
0742	刚性攻丝报警:LSI
0751	检测到第一主轴报警(AL-XX)
0754	主轴异常转矩报警
1001	继电器或者线圈的地址未设定
1002	输入代码的功能指令不存在
1003	功能指令 COM/COME 未正确使用
1004	用户梯形图超出最大允许行数或者步数
1005	功能指令 END1 或 END2 未正确使用
1006	网络中存在非法的输出
1007	硬件故障或者系统中断错误导致 PLC 无法通信
1008	功能指令未正确连接
1009	网络水平线未连上
1010	在编辑梯形图时断电导致在编辑的网络丢失
1011	地址数据未正确输入
1012	输入符号未定义或者输入地址超出范围

1013	指定了非法字符或数据超出范围
1014	CTR 地址重复
1015	功能指令 JMP/LBL 未正确处理或者超出容量
1016	网络结构不完整
1017	出现当前不支持的网络结构
1019	TMR 地址重复
1020	功能指令中缺少参数
1021	PLC 执行超时, 系统自动停止 PLC
1022	功能指令名丢失
1023	功能指令参数的地址或常数超出范围
1024	存在有不必要的继电器或线圈
1025	功能指令未正确输出
1026	网络连接行数超出支持范围
1027	同一输出地址在另一处被使用
1028	梯形图文件格式错误
1029	在使用的梯形图文件丢失
1030	网络中有不正确的垂直线
1031	用户数据区已满, 指令数据表容量
1032	梯形图的第一级太大, 不能及时执行完毕
1033	SFT 指令超出最大允许使用数
1034	功能指令 DIFU/DIFD 未正确使用
1035	当前打开的梯形图文件转换未成功
1036	PLC 异常停止报警
1037	打开的梯形图与数据参数设置梯形图不一致
1039	指令或网络不在可执行范围内
1040	功能指令 CALL/SP/SPE 未正确使用
1041	水平导通线与节点网络并联
1042	PLC 系统参数文件未载入

附录二、PLC 报警

A001.5 刀库调试模式功能打开不能启动程序,K30.7 关闭调试模式

报警原因: 使用刀库功能后, 打开刀库调试功能, 系统启动运行程序报警;

处理: 按【复位键】取消报警, 检查刀库是否在正常, 若正常关闭刀库调试功能 K30.7=0;
若不正常, 排除故障后关闭刀库调试功能。

A001.6 外接循环打开时间过长(接常开点)K20.0

报警原因：循环启动按键导通时间超过 4 秒，系统报警；

处理：检查系统外接循环启动按键是否接常开触点，检查外接开关是否损坏。

A001.7 外接暂停打开时间过长(接常闭点)K20.1

报警原因：外接暂停按键导通时间超过 4 秒，系统报警；

处理：检查系统外接暂停按键是否接常闭触点，检查外接开关是否损坏。

A002.0 防护门未关闭,不允许自动运行

报警原因：自动方式下，防护门未关闭，启动程序，系统产生报警；

处理：按【复位】取消报警，若防护门已经关闭，检测防护门感应器是否损坏或电平选择是否正常。

A002.1 对刀仪过行程报警

报警原因：选择对刀仪超程信号有效时，对刀仪超程信号有输入，且 Z 轴往负方向移动；

处理：按【复位】取消报警，使 Z 轴往正方向移动。

A002.2 设置加工总零件数完成报警

报警原因：加工件数达到数参 361 加工总件数设置，且设置加工件数达到提示有效 K16.3=1 时报警；

处理：按【复位】取消报警，手动清除加工件数。

A002.3 主轴旋转时,不得松开刀具

报警原因：主轴旋转中松刀，系统产生报警；

处理：按【复位】取消报警。

A002.4 主轴旋转时,刀具夹紧到位信号无效报警

报警原因：主轴旋转中未检测到刀具夹紧到位信号；

处理：按【复位】取消报警，检查刀具夹紧信号开关安装位置以及是否损坏。

A002.5 刀具夹紧到位信号无效时,不得启动主轴

报警原因：未检测到刀具夹紧到位信号时启动主轴；

处理：按【复位】取消报警，检查刀具夹紧信号开关安装位置以及是否损坏。

A002.6 主轴刀具松开,不得启动主轴

报警原因：刀具处于松开状态启动主轴；

处理：按【复位】取消报警，刀具夹紧状态下才能启动主轴。

A004.1 当前不是主轴模拟电压控制状态,不能执行主轴点动功能

报警原因：主轴控制为开关量控制时，打开主轴点动功能，系统报警；

处理：按【复位】取消报警，主轴开关量控制时不能使用主轴点动功能。

A004.2 M03,M04 代码指定错误

报警原因：主轴正转或反转状态下，执行主轴相反旋转方向时报警；

处理：按【复位】取消报警，主轴必须在停止状态下才能运转相反方向。

A004.3 M63,M64 代码指定错误

报警原因：第 2 主轴正转或反转状态下，执行主轴相反旋转方向时报警；

处理：按【复位】取消报警，主轴必须在停止状态下才能运转相反方向。

A004.4 主轴换挡时间过长

报警原因：主轴自动换挡有效时，执行换挡代码 M41-M44,经过 T045 设定的时间内未完成代码报警；

处理：按【复位】取消报警，检查换挡到位信号安装是否正确，开关是否损坏。

A008.0 主轴速度位置模式转换异常

报警原因：执行 M29 代码后在 T024 设置时间内未完成代码报警；

处理：按【复位】取消报警，检查 T024/T025 设置时间是否正确（T025<T024），检查位置模式切换完成信号设置是否正确（K21.0）。

A008.1 主轴位置速度模式转换异常

报警原因：执行 M28 代码后在 T028 设置时间内未完成代码报警；

处理：按【复位】取消报警，检查 T027/T028 设置时间是否正确（T027<T028）。

A008.2 气压不足报警,电平选择 K20.2 检测延时 T02

报警原因：在 T02 设置时间内检测到气压不足报警信号；

处理：检测气压检测装置是否正常，检测信号电平选择 K20.2 设置是否正确；

等待气压充足后，按【复位】取消报警。

A010.1 主轴转速过高,刀具不能松开

报警原因：主轴停止状态发出，但主轴还没减速到零，转速大 D 数据 D126 设置时松刀报警；

处理：按【复位】取消报警，检查 D126 设置数值（D126=20）；或主轴停止后延时一段时间再松刀。

A010.4 主轴刀具夹紧检测异常

报警原因：刀具松开后在 T020 设定时间内未检测到夹紧到位信号；

处理：按【复位】取消报警，检查 T020 设置时间是否正确，检查开关安装位置以及开关是否损坏。

A010.5 主轴刀具松开检测异常

报警原因：刀具松开后在 T09 设定时间内未检测到松开到位信号；

处理：按【复位】取消报警，检查 T09 设置时间是否正确，检查开关安装位置以及开关是否损坏。

A010.7 主轴松刀紧刀检测异常

报警原因：同时感应到松刀/夹刀到位信号；

处理：按【复位】取消报警，检查开关安装位置以及开关是否损坏。

A011.0 分度工作台锁紧松开未到位

报警原因：输出夹紧/松开信号时，在 T043/T044 时间内未检测到松开/夹紧到位信号。

处理：按【复位】取消报警，检查开关安装位置以及开关是否损坏。

A011.1 分度工作台锁紧松开检测异常

报警原因：同时检测到松开到位和夹紧到位信号。

处理：按【复位】取消报警，检查开关安装位置以及开关是否损坏。

A011.2 分度工作台未松开不可移动第 4 轴

报警原因：在自动分度工作有效 K1.7=1 情况下，系统未检测到松开到位信号时移动第 4 轴；

处理：按【复位】取消报警，在分度工作台松开状态下移动第 4 轴。

A011.3 分度工作台未锁紧不可移动 XYZ 轴

报警原因：在自动分度工作有效 K1.7=1，K1.4=0 情况下，系统未检测到松开到位信号时移动 XYZ 任意一轴

处理：按【复位】取消报警，在分度工作台夹紧状态下移动 XYZ 轴或把 K1.4 改为 1。

A012.5 主轴定向时序检测异常

报警原因：主轴定向到位信号有输入情况下定向报警；

处理：按【复位】取消报警，重新设置主轴定向到位信号输入电平（K21.1）。

A012.6 主轴刀具松开不可执行主轴定位

报警原因：刀具松开状态下主轴定向输出报警；

处理：按【复位】取消报警，刀具松开情况下不可定向。

**A012.7 （斗笠式、圆盘式）刀库不在原点,不可执行主轴定位
（刀塔式） Z 轴在换刀区间,不可执行主轴定位**

报警原因：斗笠式刀库：刀库不在后退位置，主轴执行定位时产生报警；

圆盘式刀库：ATC 刀臂不在原点位置，主轴执行定位时产生报警；

炮塔式刀库：Z 轴在换刀区间时，主轴执行定位时产生报警；

处理：按【复位】取消报警，确定刀库回到原位后再执行主轴定位操作。

A013.0 指令刀号 T 为 0

报警原因：炮塔式刀库：换刀时执行 T0 代码产生报警

处理：按【复位】取消报警，炮塔式刀库不能执行 T0 代码

A013.1 主轴定向到位检测异常

报警原因：系统输出主轴定向后经过 T023 和 T018 设定时间未检测到主轴定向到位信号；

处理：按【复位】取消报警，主轴定向到位信号 X4.2 与+24V 接通/断开有效，检查接线是否正常；检测 T023/T018 时间设置是否正常。

A013.2 主轴刀号与刀库刀库不一致,刀库不可前进

报警原因：打开刀库功能后，当主轴当前刀号与刀库刀盘刀号不一致时，在手动/手轮方式下手动控制刀库前进报警；

处理：按【复位】取消报警，刀库前进条件为当前主轴刀号等于刀库刀号，手动旋转刀库转置需要刀号位置。

A013.3 Z 轴不在第 2/3 参考点,刀库不可前进

报警原因：打开刀库功能后，当 Z 轴不在第 2 或第 3 参考点时，在手动/手轮方式下手动控制刀库前进报警；

处理：按【复位】取消报警，刀库前进条件为 Z 轴再第 2 或第 3 参考点位置，可在 MDI 方式下执行 G91G30Z0 返回第 2 参考点。

A013.4 （斗笠式）刀库不在后退位置和 Z 轴不在第 3 参考点时,刀库不可旋转

（圆盘式）刀库刀套不在回刀到位位置，刀库不可旋转

（刀塔式）Z 轴不在刀库允许旋转区间,刀库不可旋转

报警原因：斗笠式刀库当 Z 轴不在第 3 参考点或刀库并不在后退到位位置时，控制刀库旋转报警；

圆盘式刀库当刀套不在回刀到位位置时，控制刀库旋转报警；

炮塔式刀库当 Z 轴不在刀库允许旋转区间时，控制刀库旋转报警；

处理：按【复位】取消报警。

A013.5 非手动/手轮模式不可手动控制刀库

报警原因：打开刀库功能后，不在手动/手轮方式下手动控制刀库报警；

处理：按【复位】取消报警，手动控制刀库条件必须在手动/手轮方式下控制。

A013.6 （斗笠式、圆盘式）刀库不在原点位置不可回零

（刀塔式）Z 轴不在刀库允许旋转区间不可回零

报警原因：斗笠式刀库不在后退到位位置上，控制刀库回零报警；

圆盘式刀库刀套不在回刀位置时，控制刀库回零报警；

炮塔式刀库：Z 轴不在刀库允许旋转区间时，控制刀库回零报警；

处理：按【复位】取消报警，手动控制刀库回零条件时在回零方式刀库回原点位置上。

A013.7 换刀先执行 T 指令刀号

报警原因：打开刀库功能后，执行换刀指令 M6 前未指定 T 代码报警；

处理：按【复位】取消报警，执行换刀指令 M6 前指定 T 代码。

A014.0 Z 轴没回机械零点,不可换刀

报警原因：打开刀库功能后，Z 轴没回零时执行换刀；

处理：按【复位】取消报警，执行换刀指令 M6 前指定 T 代码。

A014.1 （斗笠式）刀盘不在计数位置,不可进刀

（圆盘式）刀盘不在计数位置,不可倒刀

（刀塔式）刀盘不在计数位置，Z 轴不可移动

报警原因：斗笠式刀库刀盘不在计数位置时，控制刀库前进报警；

圆盘式刀库刀盘不在计数位置时，控制刀套倒刀报警；

炮塔式刀库刀盘不在计数位置时，控制 Z 轴移动报警；

处理：按【复位】取消报警，手动控制刀库刀盘必须在计数位置上。

**A014.2 （斗笠式、圆盘式）刀库不在原点位置,主轴不可旋转
（刀塔式）Z 轴在换刀区间,主轴不可旋转**

报警原因：斗笠式刀库不在后退到位位置时，启动主轴产生报警；

圆盘式刀库 ATC 刀臂不在原点时，启动主轴产生报警；

炮塔式刀库：Z 轴在换刀区间时，启动主轴产生报警；

处理：按【复位】取消报警，手动控制刀库回到原点位置。

A014.3 主轴刀具松开,不可执行换刀

报警原因：打开刀库功能后，刀具松开状态下执行换刀报警；

处理：按【复位】取消报警，刀具夹紧后在换刀。

A014.4 当前刀盘刀号有刀,不可进刀

报警原因：打开刀库功能后，当前刀盘有刀时刀库前进报警；

处理：按【复位】取消报警，刀库回零或重新设置主轴刀号 D105。

A014.5 当前刀盘刀号与主轴均有刀,不可进刀

报警原因：打开刀库功能后，当前刀盘和主轴均检测到有刀时控制刀库进刀报警；

处理：按【复位】取消报警，取下主轴上的刀。

A014.6 当前主轴刀号为零,主轴有刀,不可换刀

报警原因：打开刀库功能后，当前主轴刀号为 0 时主轴检测刀有刀；

处理：按【复位】取消报警，取下主轴上的刀。

A014.7 主轴有刀,Z 轴不在装刀位置,不可进刀

报警原因：打开刀库功能后，当前主轴均检测到有刀，且 Z 轴不在第 2 参考点时，控制刀库进刀报警；

处理：按【复位】取消报警，使 Z 轴移动到第 2 参考点。

A015.0 刀库刀号计数信号检测异常,刀库需重新回零

报警原因：打开刀库功能后，刀库旋转停止后经过 T102 设定时间后未检测到刀库计数开关时报警；

处理：按【复位】取消报警，检查 T102 设置时间是否正确（T102=2000）；检查刀库计数器是否损坏；刀库计数器电平选择是否正确（K30.5）。

A015.1 刀库原点丢失,刀库需重新回零

报警原因：打开刀库功能后，有刀库回零开关情况下：刀盘计数为 1 时未检测到刀库回零开关或检测到刀库回零开关时刀盘计数不为 1；

处理：在回零方式下按下【复位键】取消报警，刀库重新回零。

A015.2 刀库回零检测异常

报警原因：打开刀库功能后，刀库回零超过 5 分钟未回零完成报警；

处理：按下【复位键】取消报警，刀库重新回零。

A015.3 刀库零点位置设置成功

报警原因：打开刀库功能后，刀库回零成功或无回零开关情况下按住【机床零点键】7秒后报警；

处理：按下【复位键】取消报警，刀库计数已重新设计。

A015.4 换刀异常停止确保刀库正常

报警原因：打开刀库功能后，换刀过程中有急停、复位、报警产生时，发出此报警；

处理：按下【复位键】取消报警，检查刀库是否正常

A015.5 刀具表中无指令刀号或指令刀号重复

报警原因：打开刀库功能后，刀库寻刀时在 T 指令超出刀库容量或刀库数据表中 D0-D99 中有重复数值；

处理：按下【复位键】取消报警，指令正确 T 指令，或（还刀时）修改主轴当前刀号 D105；检查刀库数据表 D0-D99 有无错误。

A015.6 刀库在前进状态,主轴刀具不松开 Z 轴不可移动

报警原因：打开刀库功能后，刀库在前进状态时，刀具未松开时，移动 Z 轴报警；

处理：按下【复位键】取消报警，刀库在前进状态时，刀具必须松开才能移动 Z 轴。

A015.7 （斗笠式）主轴未定位,刀库不可前进

（刀塔式）主轴未定位，Z 轴不可进入换刀区间

报警原因：（斗笠式）打开刀库功能后，主轴有定位功能时，未定位控制刀库前进报警；

（刀塔式）打开刀库功能后，主轴有定位功能时，未定位控制 Z 轴进入换刀区间报警；

处理：按下【复位键】取消报警，使主轴定位后，再控制刀库前进，主轴无定位功能时把 K21.1 改为 1。

A016.0 刀库前进/倒刀到位检测异常

报警原因：打开刀库功能后，刀库前进/倒刀经过 T104 设定时间后未检测到前进到位信号；

处理：按下【复位键】取消报警，检查 T104 设置是否正确（T104=3000），检查刀库是否正常，手动控制刀库回退/回刀。

A016.1 刀库后退/回刀到位检测异常

报警原因：打开刀库功能后，刀库后退/回刀经过 T105 设定时间后未检测到后退到位信号；

处理：按下【复位键】取消报警，检查 T105 设置是否正确（T105=5000），检查刀库是否正常，手动控制刀库回退/回刀。

A016.2 刀库前进后退/倒刀/回刀检测异常

报警原因：打开刀库功能后，刀库前进/倒刀到位和后退/回刀到位信号同时感应到；

处理：按下【复位键】取消报警，检查刀库前进后退/倒刀回刀到位开关安装位置，检

查前进后退/倒刀回刀开关电平选择（K30.3/K30.4）。

A016.3 （圆盘式）刀具未夹紧,刀臂不可回原点

报警原因：刀具未夹紧时，控制 ATC 刀臂回原点；

处理：按下【复位键】取消报警，刀具夹紧才能执行刀臂回原点；。

A016.4 主轴刀具未夹紧刀库不可后退

报警原因：打开刀库功能后，刀具未夹紧控制刀库后退报警；

处理：按下【复位键】取消报警，刀具夹紧后才能控制刀库后退。

A016.5 刀库旋转异常强制停止旋转

报警原因：打开刀库功能后，刀库旋转时经过 T110、T111、T103 时间未检测到刀库计数器信号变化时报警；

处理：按下【复位键】取消报警，检查是否有旋转，若有旋转则检查 T110、T111、T103 以及刀库计数器信号是否正常（T110=5000；T111=3000；T103=3000）；若无旋转则检查刀库电路问题。

A016.6 （斗笠式、圆盘式）刀库不在原点位置,不可启动 （刀塔式）Z 轴在换刀区间，不可启动

报警原因：斗笠式刀库不在后退到位位置，启动程序报警；

圆盘式刀库 ATC 刀臂不在原点时，启动程序报警；

炮塔式刀库：Z 轴在换刀区间时，启动程序报警；

处理：按下【复位键】取消报警，手动控制刀库回到原点。

A016.7 不在机械回零方式下,刀库不可回零

报警原因：打开刀库功能后，刀库有回零开关不在机械回零方式下执行刀库回零报警；

处理：按下【复位键】取消报警，机械回零方式下执行刀库回零。

A017.0 刀库不在原点，Z 轴不可移动

报警原因：斗笠式刀库不在后退位置时，移动 Z 轴；

圆盘式刀库刀臂不在原点位置时，移动 Z 轴；

处理：按下【复位键】取消报警，手动控制刀库回到原点位置。

A017.1 （圆盘式）刀臂不在原点，不可倒刀/回刀

报警原因：刀臂不在原点位置时，控制刀库倒刀/回刀；

处理：按下【复位键】取消报警，手动时刀臂回刀原点位置。

A017.2 （圆盘式）刀库倒刀未到位,刀臂不可动作

报警原因：刀套不在倒刀位置时，控制 ATC 刀臂动作；

处理：按下【复位键】取消报警，手动时刀套倒刀到位。

A017.3 （圆盘式）主轴未定位,刀臂不可动作

报警原因：主轴未定位时，控制 ATC 刀臂动作；

处理：按下【复位键】取消报警，主轴定位完成后才能执行刀臂动作。

A017.4 （圆盘式）Z 轴不在第 2 参考点,刀臂不可动作

报警原因：Z 轴不在第 2 参考点时，控制 ATC 刀臂动作；

处理：按下【复位键】取消报警，Z 轴必须在第 2 参考点才能执行刀臂动作。

A017.5 （圆盘式）刀具未夹紧,刀臂不可扣刀

报警原因：刀具未夹紧时，控制 ATC 刀臂扣刀；

处理：按下【复位键】取消报警，刀具夹紧才能执行刀臂扣刀；。

A017.6 （圆盘式）刀具未松开,刀臂不可下拉旋转

报警原因：刀具未松开时，控制 ATC 刀臂下拉旋转；

处理：按下【复位键】取消报警，刀具松开才能执行刀臂动作。

A017.7 （圆盘式）刀臂运转时间过长

报警原因：刀臂运转时间超过 T115 设定时间报警；

处理：按下【复位键】取消报警，检查 T115 数据设置是否合理，检查刀臂刹车信号是否有效。

A018.0 （圆盘式）刀臂扣刀不到位

报警原因：执行扣刀动作时，经过 T112 设定时间未检测到扣刀到位信号报警

处理：按下【复位键】取消报警，检查 T112 数据设置是否合理，检查扣刀到位信号是否有效。

A018.1 （圆盘式）刀臂下拉旋转上升不到位

报警原因：执行下拉旋转动作时，经过 T113 设定时间未检测到扣刀到位信号报警

处理：按下【复位键】取消报警，检查 T113 数据设置是否合理，检查扣刀到位信号是否有效。

A018.2 （圆盘式）刀臂回原点不到位

报警原因：执行回原点动作时，经过 T114 设定时间未检测到原点到位信号报警

处理：按下【复位键】取消报警，检查 T114 数据设置是否合理，检查原点到位信号是否有效。

A018.3 （圆盘式）刀臂运转异常

报警原因：执行刀臂动作时，系统发出复位、报警、急停时产生报警；

处理：按下【复位键】取消报警。

A020.0 防护门已打开警告

报警原因：打开防护门检测功能后，未检测到防护门信号时发出警告；

处理：关闭防护门时按【复位键】取消报警，警告触发时程序不能启动。

A020.1 润滑油不足警告

报警原因：检测到润滑油不足情况下延时 T03 设定时间后发出警告；

处理：添加润滑油，按【复位键】取消警告；检查润滑油检测电平选择是否正确(K16.2)。

A020.2 气压不足警告

报警原因：检测到气压不足情况下延时 T02 设定时间后发出警告；

处理：检测进气元件是否正常，等待气压冲足后取消警告；检查气压不足检测电平选择是否正确（K20.2），警告触发时程序不能启动。

A020.3 主轴刀号为零警告

报警原因：不在换刀过程中主轴当前刀号为 0 时发出警告；

处理：检查主轴上是否有刀，把刀具拆下重新执行换刀或修改主轴当前刀号值 D105。

A020.4 刀库调试功能打开警告

报警原因：刀库调试功能打开 K30.7=1 触发警告；

处理：确认刀库正常后关闭调试功能取消警告，警告触发时程序不能启动。

A020.5 刀库回零中警告

报警原因：刀库回零时触发警告；

处理：刀库回零结束后取消警告，警告触发时程序不能启动。

A020.6 （斗笠式）刀库不在后退到位位置警告

（圆盘式）刀臂不在原点警告

（刀塔式）Z 轴在换刀区间警告

报警原因：（斗笠式）不在换刀过程中，刀库不在后退位置触发警告；

（圆盘式）不在换刀过程中，刀臂不在原点位置触发警告；

（刀塔式）不在换刀过程中，Z 轴在换刀区间位置触发警告

处理：控制刀库回退到刀库后退位置取消警告，警告触发时程序不能启动。

附录三 宏程序补充说明(2021 以上版本具有)

1、语句式宏代码（宏 B）

1.1 算术和逻辑运算

算术和逻辑运算

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

相关说明

1、角度单位

函数 SIN, COS, ASIN, ACOS, TAN 和 ATAN 的角度单位是度 (°)。如 90° 30' 应表示为 90.5° (度)。

2、反正弦#i=ASIN[#j]

i、结果输出范围如下，

当位参 25.7 NAT 位设为 1 时，90° ~ 270° ；

当位参 25.7 NAT 位设为 0 时，-90° ~ 90° ；

ii、当#j 超出-1 到 1 的范围时，发出 P/S 报警。

iii、常数可替代变数#j。

3、反余弦#i=ACOS[#j]

- i、结果输出范围从 180° ~ 0° ；
 - ii、当#j 超出-1 到 1 的范围时 发出 P/S 报警；
 - iii、常数可以替代变量#j。
- 4、反正切#i=ATAN[#j]/[#k]
- 指定两个边的长度，并用斜杠 ‘/’ 分开。
- i、取值范围如下，
 - 当位参 25.7 NAT 位设为 1 时： 90° ~ 270° ；
 - [例如]当指定#1=ATAN[-1]/[-1]时#1=225° ；
 - 当位参 25.7 NAT 位设为 0 时- 90° ~ 90° ；
 - [例如]当指定#1=ATAN[-1]/[-1]时#1=45.0° ；
 - ii、常数可以代替变量#j。
- 5、自然对数#i=LN[#j]
- i、常数可以代替变量#j。
- 6、指数函数#i=EXP[#j]
- i、常数可以代替变量#j。
- 7、ROUND 舍入函数
- 当算术运算或逻辑运算代码 IF 或 WHILE 中包含 ROUND 函数时，则 ROUND 函数在第 1 个小数位置四舍五入。
- 例如：
- 当执行#1=ROUND[#2]时，此时#2=1.2345，变数 1 的值是 1.0。
- 8、上取整和下取整
- CNC 处理数值运算时，若操作后产生的整数绝对值大于原数的绝对值时，称为上取整；若小于原数的绝对值时，称为下取整。对于负数的处理应小心。
- 例如：
- 假设#1=1.2，#2=-1.2
- 当执行#3=FUP[#1]时，2.0 赋给#3。
- 当执行#3=FIX[#1]时，1.0 赋给#3。
- 当执行#3=FUP[#2]时，-2.0 赋给#3。
- 当执行#3=FIX[#2]时，-1.0 赋给#3。

1.2 转移和循环

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

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

1) 无条件转移（GOTO 语句）

转移到顺序号位 n 的程序段。当指定 1 到 99999 以外的顺序号时报警，可用表达式指定顺序号。

格式： GOTO n; n:顺序号 (1~99999)

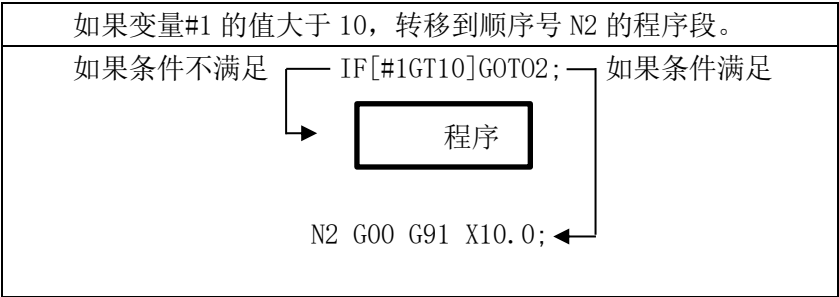
例： GOTO1;
 GOTO#101;

2) 条件控制（IF 语句）

GOTO 格式：IF[条件表达式]GOTO n;

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

例：



THEN 格式：IF[条件表达式]THEN<宏程序语句>;

如果条件表达式成立，执行 THEN 后面的语句，只能执行一条语句。

例： IF[#1EQ#2]THEN#3=0;

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

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

条件运算符： 本系统可使用下表中列出的条件运算符。

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

例如： IF[3<>2]GOTO2; 其含义为：如果 3 不等于 2 的话，则跳转至 N2 程序段；
IF[#101>=7.22]THEN#101=SIN30; 其含义为：如果#101 大于等于 7.22 的话，则执行 THEN 后的赋值操作。即将 30 度的正弦值赋予变量#101。

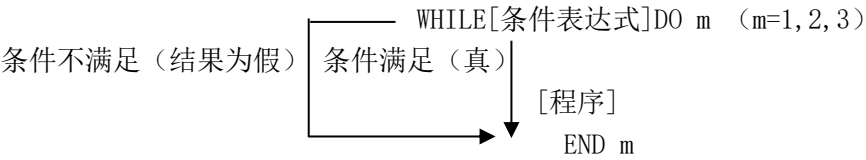
典型程序： 下面的程序计算整数 1~10 的和。

```
O9500
#1=0; ..... 和初始化为 0
#2=1; ..... 被加数初值为 1
N1 IF[#2 GT 10]GOTO2; ..... 当被加数大于 10 时转移到 N2
#1=#1+#2; ..... 计算两数的和
#2=#2+1; ..... 被加数加 1
GOTO1; ..... 无条件跳转到程序段 N1
N2 M30; ..... 程序结束
```

3) 循环 (WHILE 语句)

在 WHILE 后指定一个条件表达式, 当指定条件成立时, 执行从 D0 到 END 之间的程序段; 否则, 跳转到 END 后的程序段。

例:



说明: 当指定的条件成立时, 执行从 D0 到 END 之间的程序段; 否则, 转而执行 END 之后的程序段。D0 后的标号和 END 后的标号要一致, 标号值可以是 1、2 或 3. 若用 1、2、3 以外的值将会报警。

嵌套: D0, END 循环中的标号 (1~3) 可根据需要多次使用。但是, 当程序中有交叉重复循环时将会报警。

1. 标号 (1 到 3) 可以根据要求多次使用 <pre>WHILE[...]D01; [程序] END1; ... WHILE[...]D01; [程序] END1;</pre> 2. D0 的范围不能交叉 <pre>WHILE[...]D01; [程序] WHILE[...]D02; ... END1 [程序] END2;</pre>	3. D0 循环可以嵌套 3 层 <pre>WHILE[...]D01; ... WHILE[...]D02; ... WHILE[...]D03; [程序] END3; END2; END1;</pre> 4. 控制可以转到循环的外边 <pre>WHILE[...]D01; IF[...]GOTO Nn; END1; ... Nn;</pre> 5. 转移不能进入循环区内 <pre>IF[...]GOTO Nn; WHILE[...]D01; ... Nn; END1;</pre>
---	---

1.3 宏报警

格式: ERR_
范围 0~200;
报警号 3000+n;
例如: ERR01 或 ERR1;
系统报警号为 3001 号。

1.4 特殊说明（用变量置换变量号）

格式: “#” + “9” + 置换变量号
示例: #100=205 时, #205=500 时;
X#9100 和 X500 代码功能相同;
X-#9100 和 X-500 代码功能相同;

可以理解为#9_ __, 后跟着的 3 位数为公共变量号, 范围 100~199, 500~999;
#9100 表示#100 内的值表示的宏变量号;
例如#100=510, #510=101;
此时写#9100, #9100=#510=101;

附录四、自定义报警内容编写(2021 以上版本具有)

位参 32.3 [读取宏程序报警/注释(0:否 1:是)有效]

宏 A 报警

G65H99P_;//[ERR_, 系统显示报警内容] (25 个字以内)
范围 0-200;

宏 B 报警

ERR_;//[ERR_, 系统显示报警内容] (25 个字以内)
范围 0-200;

例如:

ERR1;//[ERR1, 数量到达];
系统显示宏程序报警 3001 数量到达;

注: 同时可以写入系统宏变量#3000 的值进行报警, 范围也是 0-200, 报警号也是一致 3000-3200; 编写方法有 G65 H01 P#3000 Q_, 也可以#3000= _;

例如: G65 H01 P#3000 Q0;
#3000=0;
G65H99P0;
ERR0; 这 4 种编法效果相同。

修改系统可以读取程序报警注释，然后显示出报警内容并报出在系统文件 WARN2；

可以读取程序宏变量注释并保存在系统文件中 MacroVar；

规定可写报警范围；

0650-0657；M89K0-K7 检测

3000-3200；宏程序报警 P0-P200

；

编写 M89K0-K7 报警规范格式：

M89 K0-K7 J_ ;//[ERR650-657, **M89K0-K7 检测报警**];

M89K0-K7 检测报警：报警显示内容，同时记录在文件 WARN，再有同样报警号时如果没有写报警内容时，直接读取存储的报警内用显示。

例如：

M89K3J5000;//[ERR653, M89K3 顶料未到位]

或者

//[ERR653, M89K3 顶料未到位]

M89K3J5000;

只要程序读取到//[ERR653, M89K3 顶料未到位]时，报警内容就保存在系统文件中 653 号报警；

当下次没有写报警显示时，指令了一样的代码，同样会报警显示之前写的内容；

例如：

M89K3J5000; //

此时报警依然会显示 **M89K3 顶料未到位；**

编写宏程序报警规范格式

宏 A：

G65H99P_ ;//[ERR_ ,报警显示内容]；

宏 B：

ERR_ ;//[ERR_ ,报警显示内容]；

报警显示内容，同时记录在文件 WARN2，再有同样报警号时如果没有写报警内容时，直接读取存储的报警内用显示。

例如：

G65H99P0;//[ERR0, 加工数量到达]

或者

//[ERR0, 加工数量到达]

G65H99P0;

只要程序读取到//[ERR0, **加工数量到达**]时，报警内容就保存在系统文件中 3000 号报警；

当下次没有写报警显示时，指令了一样的代码，同样会报警显示之前写的内容；

例如：

G65H99P0;

或

ERR0;

此时报警依然会显示宏报警 3000 **加工数量到达；**

程序读取宏变量注释保存在系统文件 MacroVar:

可改注释:

#100-#199;

#500-#899; (#900-#999 预留系统内部使用);

修改注释规范格式:

//[#一, 显示内容] (20 个字以内)

//[#一, 显示内容]

显示内容将保存在 MacroVar, 在公共变量中可查看;

在不改变同个宏变量注释的情况下, 宏变量注释一直保存。

附录五、圆周钻孔/攻丝指令(2021 以上版本具有)

圆周孔指令: 钻孔/点钻循环 G181

(调用 G81, 钻孔动作与 G81 一致)

指令格式: G181 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ K_ F_;

说明:

X/Y: 圆心坐标值

Z: 加工深度

R: R 点平面 (快速进刀点)

I: 圆周直径

J: 起始角度

K: 等分数

F: 进给速度

圆周孔指令: 排屑钻孔循环 G183

(调用 G83, 钻孔动作与 G83 一致)

指令格式: G183 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ K_ Q_ F_;

说明:

X/Y: 圆心坐标值

Z: 加工深度

R: R 点平面 (快速进刀点)

I: 圆周直径

J: 起始角度

K: 等分数

Q: 每次进刀量

F: 进给速度

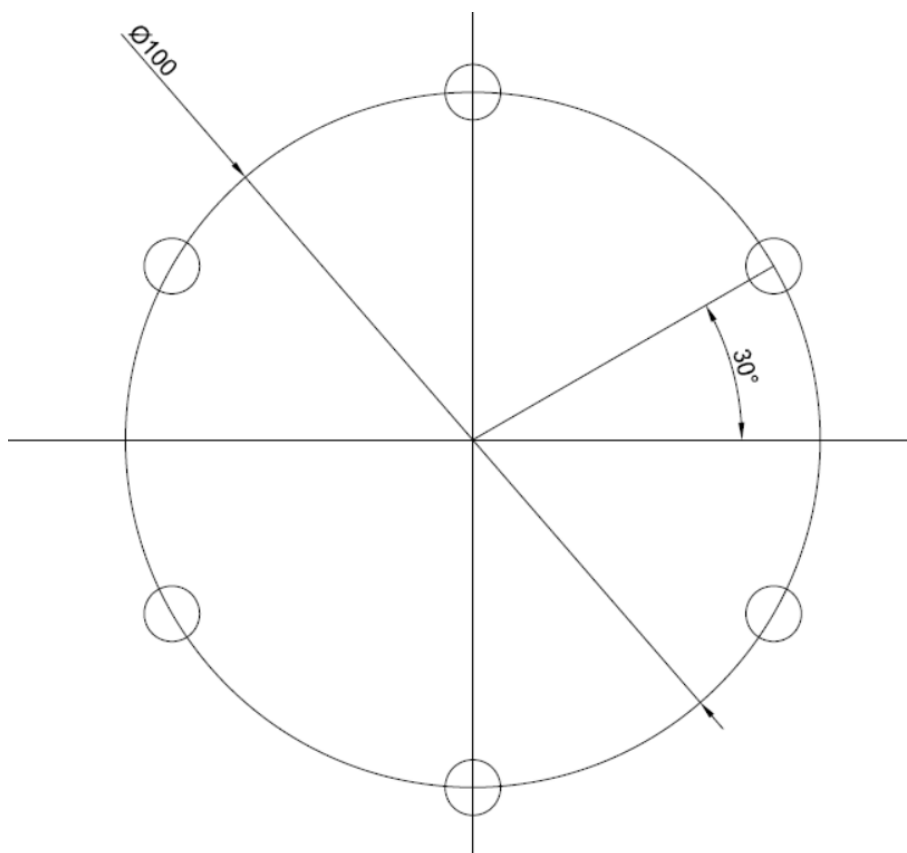
圆周孔指令: 攻丝循环 G184/G174

(调用 G84, 攻丝动作与 G84 一致)

指令格式: G184/G174 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ K_ Q_ P_ F_;

说明:

X/Y: 圆心坐标值
Z: 加工深度
R: R 点平面 (快速进刀点)
I: 圆周直径
J: 起始角度
K: 等分数
Q: 每次进刀量
P: 孔底暂停时间
F: 螺距/进给速度



例子: G181 X0 Y0 Z-10 R5 I100 J30 K6 F200;

附录六、第 4/5 轴跟随 Z 轴特殊指令

参数: 位参 42.1 G200-G205 跟随 Z 轴功能是否有效(0:否,1:是)

指令格式: G200 第 4 轴跟随 Z 轴移动

G201 取消第 4 轴跟随 Z 轴
 G202 第 5 轴跟随 Z 轴移动
 G203 取消第 5 轴跟随 Z 轴
 G204 第 4、5 轴跟随 Z 轴移动
 G205 取消 4、5 轴跟随 Z 轴

注 1：在报警、复位、急停时取消跟随，同时指令跟随和取消跟随需要单独一行指令；

注 2：跟随轴发出脉冲数由 Z 轴决定，所以使用跟随功能时需要跟随轴齿轮比与 Z 轴齿轮比一致；

使用例子：

G54G90G17G80G40;
 G0X0Y0Z20A20;//同时在 20 绝对位置开始跟随
 G200;//打开跟随功能
 G81Z-20R5F120;//第 4 轴跟随 Z 轴走，实现第 4 轴打孔
 X10Y10;
 G80;
 G201;//取消跟随功能

附录七、钻孔时丝杠自动钳制功能 M72/M73

参数：位参 14.5 G73/G81/G82/G83/G85/G86/G88/G89 钻孔丝杠自动钳制(0:否 1:是)有效

自动输出钳制 Y1.5 (M72/M73)；

钳制控制参数 T46 M72 输出钳制延时(默认 200)

T47 M72/M73 代码完成延时(默认 200)

工作原理：在指令钻孔指令[G73/G81/G82/G83/G85/G86/G88/G89]时，XY 轴移动定位快先输出 M73 松开钳制（关闭 Y1.5），等待 M73 完成，再移动 XY 定位，定位完成后，输出 M72 延时输出钳制 Y1.5，等待 M72 完成后，再指令 Z 轴移动打孔，多个孔时，重复上述动作。

注：打孔完成后需要指令 M73 解除丝杠钳制；

例子：

G54G90G17G80G40;
 G0X0Y0Z20;//
 G73X10Y10Z-20R5F120Q5;//
 G80;//解除丝杠钳制

注 1：在 G73/G81/G82/G83/G85/G86/G88/G89 指令结束时，输出 M73 打开钳制器。

注 2：在结束循环代码 G80 段不能有 M 代码存在，否则报警地址重复错误。

注 3：在循环代码中指令切削代码[如 G01/G02/G03 等切削指令]会取消循环代码，所以在第一个切削指令段不能有 M 代码出现，否则报警地址重复错误。

注 4：如果循环指令[G73/G81/G82/G83/G85/G86/G88/G89]加工中没有使用 G80 或切削指令[G01/G02/G03]取消时，再运行其他指令[G76/G87/G74/G84/G22/G23 等指令]时丝杠钳制功

能不能松开。

附录八、旋转轴控制方式（2021 以上版本才具有）

1、设置旋转轴参数：

- 位参 33.0 设定 X 轴类型 (0:直线轴 1:旋转轴)
 位参 33.1 设定 Y 轴类型 (0:直线轴 1:旋转轴)
 位参 33.2 设定 Z 轴类型 (0:直线轴 1:旋转轴)
 位参 33.3 设定 4TH 轴类型 (0:直线轴 1:旋转轴)
 位参 33.4 设定 5TH 轴类型 (0:直线轴 1:旋转轴)

2、旋转轴类型：

系统把旋转轴设置分为 2 类，1) 就近旋转，2) 按符号旋转：

- 位参 34.2 X 轴为旋转轴时 (0:按符号方向旋转 1: 就近旋转)
 位参 34.3 Y 轴为旋转轴时 (0:按符号方向旋转 1: 就近旋转)
 位参 35.3 Z 轴为旋转轴时 (0:按符号方向旋转 1: 就近旋转)
 位参 35.1 4TH 轴为旋转轴时 (0:按符号方向旋转 1: 就近旋转)
 位参 37.1 5TH 轴为旋转轴时 (0:按符号方向旋转 1: 就近旋转)

1) 就近旋转控制：

就近旋转控制方式机床坐标和绝对坐标均在 0-360 度之间循环，相对坐标坐标可设置循环或部循环，绝对编程时执行最短路径控制，增量编程时执行增量移动量（不执行最短距离）。

N1 G90 G0 C0	顺序号	实际位置量	终点绝对坐标值	机床坐标
N2 G0 C300	N2	-60, 负向移动	300	300
N3 C100	N3	-160, 负向移动	100	100
N4 C360	N4	-100, 负向移动	0	0
N5 C-30	N5	-30, 负向移动	330	330
N6 C0	N6	30, 正向移动	0	0
N7 C360	N7	0, 不移动	0	0
N8 C720	N8	0, 不移动	0	0
N9 C0	N9	0, 不移动	0	0
N10 C360	N10	0, 不移动	0	0
N11 C360	N11	0, 不移动	0	0
N12 G91 C540	N12	540, 正向移动	180	180
N13 G91 C360	N13	360, 正向移动	180	180
N14 G91 C-200	N14	-200, 负向移动	340	340

2) 按符号方向选择控制：

按符号方向旋转控制方式机床坐标和绝对坐标均在 0-360 度之间循环，相对坐标坐标可设置循环或部循环，按符号旋转可分为旋转轴 A/B 两种类型：（注：A/B 两种类型在就近旋转控制下无效）。

- 位参 35.4 设定 X 轴为旋转时的类型(0:旋转轴 A 型 1:旋转轴 B 型)

位参 35.5 设定 Y 轴为旋转时的类型(0:旋转轴 A 型 1:旋转轴 B 型)

位参 35.6 设定 Z 轴为旋转时的类型(0:旋转轴 A 型 1:旋转轴 B 型)

位参 34.1 设定 4TH 轴为旋转时的类型(0:旋转轴 A 型 1:旋转轴 B 型)

位参 36.1 设定 5TH 轴为旋转时的类型(0:旋转轴 A 型 1:旋转轴 B 型)

旋转轴 A 型: 绝对编程时执行按符号方向执行, 运行方式与直线轴类似, 从 C0 到 C300 正方向移动, C300 到 C200 时负方向移动, 增量编程时执行增量移动量 (不执行最短距离)。

N1 G90 G0 C0	顺序号	实际位置量	终点绝对坐标值	机床坐标
N2 G0 C300	N2	300, 正向移动	300	300
N3 C100	N3	-200, 正向移动	100	100
N4 C360	N4	260, 正向移动	0	0
N5 C-30	N5	-30, 负向移动	330	330
N6 C0	N6	-330, 负向移动	0	0
N7 C360	N7	360, 正向移动	0	0
N8 C720	N8	720, 正向移动	0	0
N9 C0	N9	0, 不移动	0	0
N10 C360	N10	360, 正向移动	0	0
N11 C360	N11	360, 正向移动	0	0
N12 G91 C540	N12	540, 正向移动	180	180
N13 G91 C360	N13	360, 正向移动	180	180
N14 G91 C-200	N14	-200, 负向移动	340	340

注: 在 A/B 型中坐标走到 360 或 360 的倍数值时, 下一行紧跟着 360 或 360 的倍数值时, 坐标从 0 开始计算; 例如上述程序 C0-C360(此时走了一圈 360 度)-C720(此时从 0 段开始计算走了 2 圈)。

旋转轴 B 型: 绝对编程时执行按符号方向执行, 运行方式一直往正向运动 (有负向符号时往负向移动), 从 C0 到 C300 正方向移动, C300 到 C200 时正方向移动[300-360(0)-200], 增量编程时执行增量移动量 (不执行最短距离)。

N1 G90 G0 C0	顺序号	实际位置量	终点绝对坐标值	机床坐标
N2 G0 C300	N2	300, 正向移动	300	300
N3 C100	N3	160, 正向移动	100	100
N4 C360	N4	260, 正向移动	0	0
N5 C-30	N5	-30, 负向移动	330	330
N6 C0	N6	60, 正向移动	0	0
N7 C360	N7	360, 正向移动	0	0
N8 C720	N8	720, 正向移动	0	0
N9 C0	N9	0, 负向移动	0	0
N10 C360	N10	360, 正向移动	0	0
N11 C360	N11	360, 正向移动	0	0
N12 G91 C540	N12	540, 正向移动	180	180
N13 G91 C360	N13	360, 正向移动	180	180
N14 G91 C-200	N14	-200, 负向移动	340	340

注：在 A/B 型中坐标走到 360 或 360 的倍数值时，下一行紧跟着 360 或 360 的倍数值时，坐标从 0 开始计算；例如上述程序 C0-C360(此时走了一圈 360 度)-C720(此时从 0 段开始计算走了 2 圈)。

2021 年 11 月 5 日第 4 版定稿