

# SIEMENS

## SINUMERIK

### SINUMERIK 808D, SINUMERIK 808D ADVANCED

### 编程和操作手册 ( ISO 车削/铣削 )

#### 用户手册

#### 法律资讯

#### 警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

|                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>危险</b> |
| 表示如果不采取相应的小心措施， <b>将会</b> 导致死亡或者严重的人身伤害。                                                    |
|  <b>警告</b> |
| 表示如果不采取相应的小心措施， <b>可能</b> 导致死亡或者严重的人身伤害。                                                    |
|  <b>小心</b> |
| 表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。                                                                 |
| <b>注意</b>                                                                                   |
| 表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。                                                                    |

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

#### 合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

#### 按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

|                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>警告</b>                                         |
| Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。 |

# 前言

## 适用产品

该手册适用于以下数控系统：

| 数控系统                                                                 | 软件版本                                      |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| SINUMERIK 808D ADVANCED T ( 车削 )<br>SINUMERIK 808D ADVANCED M ( 铣削 ) | V4.8.1.2 : PPU16x.3/PPU15x.3 , 带主轴/进给伺服系统 |
| SINUMERIK 808D ( 车削 )<br>SINUMERIK 808D ( 铣削 )                       | V4.8.1.1 : PPU141.3 , 带进给伺服系统             |

## 文档组成与目标读者

| 最终用户文档                        | 目标读者                              |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 编程和操作手册 ( 车削 )                | 车床的编程人员和操作人员                      |
| 编程和操作手册 ( 铣削 )                | 铣床的编程人员和操作人员                      |
| 编程和操作手册 ( ISO 车削/铣削 )         | 车床/铣床的编程人员和操作人员                   |
| 编程和操作手册 ( 手动机床 ( MM+ ) , 车削 ) | 车床的编程人员和操作人员                      |
| 诊断手册                          | 机械和电气设计人员 , 调试工程师 , 机床操作人员和维修服务人员 |
| 制造商/维修文档                      | 目标读者                              |
| 调试手册                          | 安装人员 , 调试工程师和维修服务人员               |
| 功能手册                          | 机械和电气设计人员 , 技术专家                  |
| 参数手册                          | 机械和电气设计人员 , 技术专家                  |
| 维修手册                          | 机械和电气设计人员、技术专家、调试工程师以及服务和维护人员     |
| 自述文件                          |                                   |
| 第三方软件 - 许可条件和版权说明             |                                   |

## 我的文档管理器 ( MDM )

如何在西门子文档内容的基础上创建自定义文档 , 请访问以下链接：

[www.siemens.com/mdm](http://www.siemens.com/mdm)

## 标准功能范畴

本手册仅描述了标准功能范畴。机床制造商增添或者更改的功能 , 由机床制造商资料进行说明。

## 技术支持

| 国家 | 热线 <sup>1)</sup> | 其它服务联系信息：                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 德国 | +49 911 895 7222 | <ul style="list-style-type: none"><li>国际网站：<br/><a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/</a></li><li>中国网站：<br/><a href="http://www.siemens.com.cn/808D">http://www.siemens.com.cn/808D</a></li></ul> |
| 中国 | +86 400 810 4288 |                                                                                                                                                                                                                                                                     |

<sup>1)</sup> 如需获取其他热线信息 , 可查看以上国际网站。

## 欧盟一致性声明

欧盟指令的符合性声明请访问网址：<http://www.siemens.com/automation/service&support>。

在网页中输入搜索关键字“67385845”或联系您所在地区的西门子办事处。

# 目录

|         |                                    |    |
|---------|------------------------------------|----|
|         | 前言.....                            | 2  |
| 1       | 基本安全说明.....                        | 5  |
| 1.1     | 一般安全说明.....                        | 5  |
| 1.2     | 应用示例的质保规定.....                     | 6  |
| 1.3     | 工业安全.....                          | 6  |
| 2       | 编程基础知识.....                        | 6  |
| 2.1     | 引言.....                            | 6  |
| 2.1.1   | 西门子模式.....                         | 6  |
| 2.1.2   | ISO 语言模式.....                      | 7  |
| 2.1.3   | 切换编程指令模式.....                      | 7  |
| 2.1.4   | 显示 G 代码.....                       | 7  |
| 2.1.5   | 最大轴/轴标识符数量.....                    | 8  |
| 2.1.6   | 选择 G 代码系统 A, B 或 C.....            | 8  |
| 2.1.7   | 小数点的编程.....                        | 8  |
| 2.1.8   | 注释.....                            | 10 |
| 2.1.9   | 程序段跳跃.....                         | 10 |
| 2.1.10  | PLC 接口信号地址表示方法说明.....              | 11 |
| 2.2     | 进给率的前提条件.....                      | 11 |
| 2.2.1   | 快速移动.....                          | 11 |
| 2.2.2   | 轨迹进给率 ( F 功能 ).....                | 11 |
| 2.2.3   | 线性进给率(G98/G94).....                | 14 |
| 2.2.4   | 反比时间进给率 ( G93 ) ( 仅用于铣削 ).....     | 14 |
| 2.2.5   | 旋转进给率(G99/G95).....                | 14 |
| 3       | 车削.....                            | 15 |
| 3.1     | G 代码表.....                         | 15 |
| 3.1.1   | SINUMERIK ISO 语言车削版模式 A.....       | 15 |
| 3.1.2   | SINUMERIK ISO 语言车削版模式 B.....       | 17 |
| 3.1.3   | SINUMERIK ISO 语言车削版模式 C.....       | 19 |
| 3.2     | 运行指令.....                          | 21 |
| 3.2.1   | 插补指令.....                          | 21 |
| 3.2.1.1 | 快速运行(G00).....                     | 21 |
| 3.2.1.2 | 直线插补 (G01).....                    | 22 |
| 3.2.1.3 | 圆弧插补(G02, G03).....                | 23 |
| 3.2.1.4 | 轮廓段编程以及插入倒角和倒圆.....                | 26 |
| 3.2.1.5 | 柱面插补(G07.1).....                   | 26 |
| 3.2.1.6 | 极坐标插补(G12.1, G13.1)(TRANSMIT)..... | 28 |
| 3.2.2   | 使用 G 功能回参考点.....                   | 29 |
| 3.2.2.1 | 通过中间点回参考点(G28).....                | 29 |
| 3.2.2.2 | 参考位置点检查(G27).....                  | 30 |
| 3.2.2.3 | 通过参考点选择回参考点(G30).....              | 30 |
| 3.2.3   | 切削螺纹功能的应用.....                     | 31 |
| 3.2.3.1 | 等螺距螺纹切削 ( G32 ).....               | 31 |
| 3.2.3.2 | 螺纹链接 ( G32 ).....                  | 33 |
| 3.2.3.3 | 多头螺纹切削 ( G32 ).....                | 33 |
| 3.2.3.4 | 可变螺距螺纹切削 ( G34 ).....              | 35 |
| 3.3     | 测量指令.....                          | 35 |
| 3.3.1   | 坐标系.....                           | 35 |
| 3.3.1.1 | 机床坐标系(G53).....                    | 36 |
| 3.3.1.2 | 工件坐标系(G50).....                    | 36 |
| 3.3.1.3 | 复位刀具坐标系(G50.3).....                | 37 |
| 3.3.1.4 | 选择工件坐标系 ( G54 至 G59 ).....         | 37 |
| 3.3.1.5 | 写入零点偏移/刀具补偿(G10).....              | 37 |
| 3.3.2   | 确定坐标值的输入方式.....                    | 38 |
| 3.3.2.1 | X 轴的直径和半径编程.....                   | 38 |
| 3.3.2.2 | 英制/公制尺寸输入(G20, G21).....           | 38 |
| 3.3.3   | 控制时间的指令 ( G04 ).....               | 39 |
| 3.3.4   | 刀具补偿功能.....                        | 40 |

|          |                                 |           |
|----------|---------------------------------|-----------|
| 3.3.4.1  | 刀具补偿数据存储器 .....                 | 40        |
| 3.3.4.2  | 刀具长度补偿 .....                    | 40        |
| 3.3.4.3  | 刀沿半径补偿 ( G40, G41/G42 ) .....   | 40        |
| 3.3.5    | S 功能, T 功能, M 功能和 B 功能 .....    | 44        |
| 3.3.5.1  | 主轴功能 ( S 功能 ) .....             | 44        |
| 3.3.5.2  | 恒定切削速度 ( G96, G97 ) .....       | 44        |
| 3.3.5.3  | 用 T 指令 ( T 功能 ) 换刀 .....        | 46        |
| 3.3.5.4  | 附加功能 ( M 功能 ) .....             | 46        |
| 3.3.5.5  | 用于控制主轴的 M 功能 ( M19、M29 ) .....  | 46        |
| 3.3.5.6  | 用于调用子程序的 M 功能 ( M98、M99 ) ..... | 47        |
| 3.3.5.7  | 通过 M 功能调用宏 .....                | 47        |
| 3.3.5.8  | M 功能 ( M08、M09 ) .....          | 47        |
| 3.4      | 其它功能 .....                      | 48        |
| 3.4.1    | 程序支持功能 .....                    | 48        |
| 3.4.1.1  | 固定循环 ( G90、G92、G94 ) .....      | 48        |
| 3.4.1.2  | 多次重复循环 ( G70 至 G76 ) .....      | 55        |
| 3.4.1.3  | 钻孔循环 ( G80 至 G89 ) .....        | 67        |
| 3.4.2    | 可编程数据输入 .....                   | 74        |
| 3.4.2.1  | 更改刀具补偿值 ( G10 ) .....           | 74        |
| 3.4.2.2  | 用于调用子程序的 M 功能(M98, M99) .....   | 75        |
| 3.4.3    | 八位数的程序号 ( M98、G65/G66 ) .....   | 76        |
| 3.4.4    | 测量功能 ( G31 ) .....              | 77        |
| 3.4.5    | 宏程序 .....                       | 77        |
| 3.4.5.1  | 与子程序的区别 .....                   | 77        |
| 3.4.5.2  | 调用宏程序(G65, G66, G67) .....      | 77        |
| 3.4.6    | 附加功能 .....                      | 82        |
| 3.4.6.1  | G05 .....                       | 82        |
| 3.4.6.2  | DryRun 和跳转级的切换模式 .....          | 82        |
| <b>4</b> | <b>铣削 .....</b>                 | <b>83</b> |
| 4.1      | G 代码表 .....                     | 83        |
| 4.2      | 驱动指令 .....                      | 85        |
| 4.2.1    | 插补指令 .....                      | 85        |
| 4.2.1.1  | 柱面插补(G07.1) .....               | 85        |
| 4.2.1.2  | 快速运行(G00) .....                 | 87        |
| 4.2.1.3  | 线性插补 ( G01 ) .....              | 88        |
| 4.2.1.4  | 圆弧插补(G02, G03) .....            | 89        |
| 4.2.1.5  | 轮廓段编程和插入倒角或倒圆 .....             | 91        |
| 4.2.1.6  | 螺旋线插补(G02, G03) .....           | 93        |
| 4.2.2    | 使用 G 功能回参考点 .....               | 93        |
| 4.2.2.1  | 通过中间点回参考点(G28) .....            | 93        |
| 4.2.2.2  | 参考位置点检查(G27) .....              | 95        |
| 4.2.2.3  | 通过参考点选择回参考点(G30) .....          | 95        |
| 4.3      | 运行指令 .....                      | 96        |
| 4.3.1    | 坐标系 .....                       | 96        |
| 4.3.1.1  | 机床坐标系(G53) .....                | 96        |
| 4.3.1.2  | 工件坐标系(G92) .....                | 96        |
| 4.3.1.3  | 复位刀具坐标系(G92.1) .....            | 97        |
| 4.3.1.4  | 选择工件坐标系 ( G54 至 G59 ) .....     | 97        |
| 4.3.1.5  | 写入零点偏移/刀具补偿(G10) .....          | 97        |
| 4.3.1.6  | 局部坐标系(G52) .....                | 98        |
| 4.3.1.7  | 选择平面(G17, G18, G19) .....       | 99        |
| 4.3.1.8  | 平行轴(G17, G18, G19) .....        | 99        |
| 4.3.1.9  | 坐标系旋转(G68, G69) .....           | 100       |
| 4.3.1.10 | 3D 旋转 ( G68/G69 ) .....         | 101       |
| 4.3.2    | 确定坐标值的输入方式 .....                | 101       |
| 4.3.2.1  | 绝对/增量尺寸(G90, G91) .....         | 101       |
| 4.3.2.2  | 英制/公制尺寸输入(G20, G21) .....       | 102       |
| 4.3.2.3  | 缩放 ( G50, G51 ) .....           | 103       |
| 4.3.2.4  | 可编程镜像(G50.1,G51.1) .....        | 104       |
| 4.3.3    | 控制时间的指令 ( G04 ) .....           | 106       |
| 4.3.4    | 刀具补偿功能 .....                    | 106       |
| 4.3.4.1  | 刀具补偿数据存储器 .....                 | 106       |
| 4.3.4.2  | 刀具长度补偿(G43, G44, G49) .....     | 106       |
| 4.3.4.3  | 铣刀半径补偿(G40, G41, G42) .....     | 108       |

|          |                                             |     |
|----------|---------------------------------------------|-----|
| 4.3.4.4  | 防撞监控                                        | 111 |
| 4.3.5    | S 功能, T 功能, M 功能和 B 功能                      | 113 |
| 4.3.5.1  | 主轴功能 ( S 功能 )                               | 113 |
| 4.3.5.2  | 刀具功能                                        | 113 |
| 4.3.5.3  | 附加功能 ( M 功能 )                               | 113 |
| 4.3.5.4  | 用于控制主轴的 M 功能 ( M19、M29 )                    | 114 |
| 4.3.5.5  | 用于调用子程序的 M 功能 ( M98、M99 )                   | 114 |
| 4.3.5.6  | 通过 M 功能调用宏                                  | 114 |
| 4.3.5.7  | M 功能 ( M08、M09 )                            | 115 |
| 4.3.6    | 进给率的控制                                      | 115 |
| 4.3.6.1  | ISO 语言模式中的压缩程序                              | 115 |
| 4.3.6.2  | 准停 ( G09、G61 )、连续轨迹控制运行 ( G64 ) 和攻丝 ( G63 ) | 116 |
| 4.4      | 其它功能                                        | 116 |
| 4.4.1    | 程序支持功能                                      | 116 |
| 4.4.1.1  | 固定钻削循环 ( G73、G74、G76、G80 至 G87、G89 )        | 116 |
| 4.4.1.2  | 高速深孔钻削循环, 断屑 ( G73 )                        | 120 |
| 4.4.1.3  | 精镗循环(G76)                                   | 122 |
| 4.4.1.4  | 钻孔循环, 定点钻 ( G81 )                           | 124 |
| 4.4.1.5  | 钻孔循环, 锪孔 ( G82 )                            | 126 |
| 4.4.1.6  | 深孔钻削循环, 排屑(G83)                             | 127 |
| 4.4.1.7  | 镗孔循环(G85)                                   | 128 |
| 4.4.1.8  | 镗孔循环(G86)                                   | 130 |
| 4.4.1.9  | 反镗循环(G87)                                   | 131 |
| 4.4.1.10 | 镗孔循环(G89)                                   | 133 |
| 4.4.1.11 | 攻丝循环, 右旋螺纹 ( G84 )                          | 135 |
| 4.4.1.12 | 攻丝循环, 左旋螺纹 ( G74 )                          | 137 |
| 4.4.1.13 | 攻丝循环, 左旋螺纹/右旋螺纹 ( G84/G74 )                 | 138 |
| 4.4.1.14 | 取消固定循环(G80)                                 | 140 |
| 4.4.1.15 | 编程示例: 刀具长度补偿和固定循环                           | 141 |
| 4.4.2    | 可编程的输入数据(G10)                               | 142 |
| 4.4.2.1  | 修改刀具补偿值                                     | 142 |
| 4.4.2.2  | 用于调用子程序的 M 功能(M98, M99)                     | 143 |
| 4.4.3    | 八位数的程序号 ( M98、G65/G66 )                     | 143 |
| 4.4.4    | 极坐标(G15, G16)                               | 144 |
| 4.4.5    | 测量功能                                        | 145 |
| 4.4.5.1  | 删除带剩余行程的测量(G31)                             | 145 |
| 4.4.5.2  | 功能“刀具寿命监控”                                  | 146 |
| 4.4.6    | 宏程序                                         | 146 |
| 4.4.6.1  | 与子程序的区别                                     | 146 |
| 4.4.6.2  | 调用宏程序(G65, G66, G67)                        | 146 |
| 4.4.6.3  | 通过 G 功能调用宏 ( G21 )                          | 151 |
| 4.4.7    | 附加功能                                        | 153 |
| 4.4.7.1  | 轮廓重复(G72.1, G72.2)                          | 153 |
| 4.4.7.2  | DryRun 和跳转级的切换模式                            | 154 |

# 1 基本安全说明

## 1.1 一般安全说明

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|        | <b>警告</b> |
| <b>未遵循安全说明和遗留风险可引发生命危险</b><br>忽视随附硬件文档中的安全说明和遗留风险会导致重伤或死亡。                                |           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>遵守硬件文档中的安全说明。</li> <li>进行风险评估时应考虑到遗留风险。</li> </ul> |           |



#### 警告

#### 因参数设置错误或修改参数设置引起机器误操作

参数设置错误可导致机器出现误操作，从而导致人员重伤或死亡。

- 防止恶意访问参数设置。
- 采取适当措施（如驻停或急停）应答可能的误操作。

## 1.2 应用示例的质保规定

应用示例在组态和配置以及各种突发事件方面对设备没有强制约束力，无需一一遵循。应用示例不会提供客户专用的解决方案，仅在典型任务设置中提供保护。客户自行负责上述产品的规范运行事宜。应用示例并没有解除您在应用、安装、运行和维护时确保安全环境的责任。

## 1.3 工业安全

### 说明

#### 工业安全

西门子提供了含工业安全功能的产品和解决方案，以支持设备、系统、机器和电网的安全运行。

为防止设备、系统、机器和电网受到网络攻击，需执行一个全面的工业安全方案（及持续维护），以符合最新的技术标准。西门子的产品和解决方案只是此类方案的一个组成部分。

用户有防止未经授权访问其设备、系统、机器和电网的责任。系统、机器和组件只能连接至企业网络或互联网并采取相应的保护措施（如使用防火墙和网络分段）。

此外，还须注意西门子针对相应保护措施的建议。更多有关工业安全的信息，请访问：

工业安全 (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

有鉴于此，西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善。西门子强烈推荐进行更新，从而始终使用最新的产品版本。使用过时或不再支持的版本可能会增大网络攻击的风险。

为了能始终获取产品更新信息，请通过以下链接订阅西门子工业安全 RSS Feed：

工业安全 (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)。



#### 警告

#### 篡改软件会引起不安全的驱动状态

篡改软件（如：病毒、木马、蠕虫、恶意软件）可使设备处于不安全的运行状态，从而可能导致死亡、重伤和财产损失。

- 请使用最新版软件。
- 根据当前技术版本，将自动化组件和驱动组件整合至设备或机器的整体工业安全机制中。
- 在整体工业安全机制中要注意所有使用的产品。
- 采取相应的保护措施（如杀毒软件）防止移动存储设备中的文件受到恶意软件的破坏。

## 2 编程基础知识



#### 警告

#### 使用不安全的零件程序可导致生命危险和/或机床损坏

在机床上运行不安全的零件程序可能使机床遭受意外攻击，从而会导致人员伤亡和/或机床损坏。

- 请确保使用来自可信来源的零件程序。

## 2.1 引言

### 2.1.1 西门子模式

在生效的西门子模式中以下条件有效：

- 在每个通道中都可以通过机床数据 20150 \$MC\_GCODE\_RESET\_VALUES 定义 G 指令的缺省设置。
- 在西门子模式中不能写入由 ISO 语言组成的语言指令。

### 2.1.2 ISO 语言模式

在生效的 ISO 语言模式中以下条件生效：

- 可以通过机床数据将 ISO 语言模式设为控制系统的缺省设置。控制系统随后默认在 ISO 语言模式中启动。
- 在 ISO 模式下只能写入由 ISO 语言组成的 G 功能，而不能写入西门子 G 功能。
- 在同一个 NC 程序段中不允许混用 ISO 语言和西门子语言。
- 无法使用 G 指令切换“ISO 语言 M”和“ISO 语言 T”。
- 在该模式下可以调用西门子模式下编写的子程序。
- 如果需要使用西门子功能，必须首先将数控系统切换到西门子模式。

**说明**

从西门子模式切换至 ISO 语言模式不会改变 MD10890 EXTERN\_TOOLPROG\_MODE 的缺省值，该值仍然为 0x04。

- 0x04：在 ISO 语言模式下，仅使用 H 号来选择刀具补偿值。
- 0：在 ISO 语言模式下，仅使用 D 号来选择刀具补偿值。

### 2.1.3 切换编程指令模式

本数控系统支持以下两种编程指令模式：

- 西门子指令模式
- ISO 编程指令模式

运行方式的切换不会影响生效的刀具、刀具补偿和零点偏移。

**通过 G 功能切换编程指令模式**

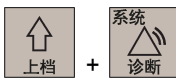
可使用以下 G 功能进行西门子模式和 ISO 语言模式的切换：

- G290 - 西门子 NC 编程语言生效
- G291 - ISO NC 编程语言有效

必须在单独的 NC 程序段中写入 G290 和 G291。

**执行切换操作**

**操作步骤**



1. 选择所需操作区域。
2. 在 PPU 上按下该软键。控制系统自动开始从西门子模式切换至 ISO 编程指令模式。切换结束后，“ISO”图标显示在画面左上角。



如需从 ISO 模式切回西门子模式，可再次按下该软键。

### 2.1.4 显示 G 代码

显示 G 代码的语言和当前程序段的语言相同，即西门子语言或 ISO 语言。如果通过 DISPLOF 取消程序段的显示，则数控系统继续以之前显示生效程序段的语言显示 G 代码。

## 示例

使用 ISO 语言模式的 G 功能调用西门子标准循环。为此，在相应循环的开头写入 DISPLOF，从而可以在显示中保留 ISO 语言中写入的 G 功能。

```
PROC CYCLE328 SAVE DISPLOF
N10 ...
...
N99 RET
```

## 步骤

通过主程序调用西门子 shell 循环。调用该循环后系统自动选择西门子模式。

使用 DISPLOF 抑制调用循环时的程序段显示，而继续在 ISO 模式中显示 G 代码。

在循环结束时，通过属性“SAVE”将 shell 循环中修改的 G 代码恢复为初始状态。

## 2.1.5 最大轴/轴标识符数量

ISO 语言模式下最多可以写入 9 个轴。前三个轴的标识符固定为 X、Y、Z。所有其它轴可以用字母 A、B、C、U、V、W 命名。

## 2.1.6 选择 G 代码系统 A，B 或 C

在“ISO 语言 T”中，G 代码系统 A，B 或 C 是不同的。默认 G 代码系统 A 有效。通过 MD10881 \$MN\_MM\_EXTERN\_GCODE\_SYSTEM 对 G 代码系统 A，B 或 C 进行如下选择：

\$MN\_MM\_EXTERN\_GCODE\_SYSTEM = 0 : G 代码系统 B

\$MN\_MM\_EXTERN\_GCODE\_SYSTEM = 1 : G 代码系统 A

\$MN\_MM\_EXTERN\_GCODE\_SYSTEM = 2 : G 代码系统 C

### G 代码系统 A

如果 G 代码系统 A 有效，则 G91 不可用。这时要对轴 X、Y 和 Z 使用地址符 U、V 和 W 编程增量轴运行。地址符 U、V 和 W 在这种情况下不能作为轴名称使用，因为会导致轴的最大数量减少到 6 个。

在 G 代码系统 A 中地址 H 用于编程 C 轴的增量运行。

为了使 shell 循环在正确的 G 代码系统中运行，必须将相应的系统输入到 GUD 变量\_ZSFI[39]中。

---

### 说明

- 除非另有说明，本手册都是以 G 代码系统 A 为例。
  - 有关 G 代码系统 A、B 和 C 的区别，请参见章节“G 代码表 (页 15)”。
- 

## 2.1.7 小数点的编程

对于编程不带小数点的值，ISO 语言模式中提供两种记数法：

- **计算器记数法**  
不带小数点的数值会视为毫米、英寸或度。
- **标准记数法**  
不带小数点的数值和一个换算系数相乘。

通过 MD10884 EXTERN\_FLOATINGPOINT\_PROG 进行设置。

---

### 说明

从西门子模式切换至 ISO 语言模式不会改变 MD10884 EXTERN\_FLOATINGPOINT\_PROG 的当前设定值。

---

存在两种不同的换算系数：**IS-B** 和 **IS-C**。赋值以地址 X Y Z U V W A B C I J K Q R 和 F 为基准。

通过 MD10886 EXTERN\_INCREMENT\_SYSTEM 进行设置。

示例：

线性轴，毫米：

- X 100.5  
相当于带小数点的数值：100.5 mm
- X 1000
  - 计算器记数法：1,000 mm
  - 标准记数法：
    - IS-B：1000 \* 0.001 = 1 mm
    - IS-C：1000 \* 0.0001 = 0.1 mm

## ISO 语言车削

参见下表了解不同的换算系数 ( IS-B 和 IS-C ) 之间的差别：

| 地址                        | 单位 | IS-B     | IS-C     |
|---------------------------|----|----------|----------|
| 线性轴                       | 毫米 | 0.001    | 0.0001   |
|                           | 英制 | 0.0001   | 0.00001  |
| 回转轴                       | 度  | 0.001    | 0.0001   |
| F 进给率 G94 ( 毫米每分钟/英寸每分钟 ) | 毫米 | 1        | 1        |
|                           | 英制 | 0.01     | 0.01     |
| F 进给率 G95 ( 毫米每转/英寸每转 )   |    |          |          |
| \$MC_EXTERN_FUNCTION_MASK |    |          |          |
| 位 8 = 0                   | 毫米 | 0.01     | 0.01     |
|                           | 英制 | 0.0001   | 0.0001   |
| 位 8 = 1                   | 毫米 | 0.0001   | 0.0001   |
|                           | 英制 | 0.000001 | 0.000001 |
| F 螺距                      | 毫米 | 0.0001   | 0.0001   |
|                           | 英制 | 0.000001 | 0.000001 |
| C 倒角                      | 毫米 | 0.001    | 0.0001   |
|                           | 英制 | 0.001    | 0.0001   |
| R 半径 G10 刀具补偿             | 毫米 | 0.001    | 0.0001   |
|                           | 英制 | 0.001    | 0.0001   |
| 插补参数 I、J、K                | 毫米 | 0.001    | 0.0001   |
|                           | 英制 | 0.001    | 0.0001   |
| G04 X 或者 U                |    | 0.001    | 0.001    |
| A 轮廓段角度                   |    | 0.001    | 0.001    |
| G76，G92 螺纹切削循环            |    |          |          |
| \$MC_EXTERN_FUNCTION_MASK |    |          |          |
| 位 8 = 0 F 作为进给率，同 G94、G95 |    |          |          |
| 位 8 = 1 F 作为螺距            |    |          |          |
| G84,G88 攻丝循环              |    |          |          |
| \$MC_EXTERN_FUNCTION_MASK |    |          |          |
| 位 9 = 0 G95 F             | 毫米 | 0.01     | 0.01     |
|                           | 英寸 | 0.0001   | 0.0001   |
| 位 8 = 1 G95 F             | 毫米 | 0.0001   | 0.0001   |
|                           | 英制 | 0.000001 | 0.000001 |

## ISO 语言铣削

参见下表了解不同的换算系数 ( IS-B 和 IS-C ) 之间的差别：

| 地址                                                                                          | 单位 | IS-B   | IS-C    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|---------|
| 线性轴                                                                                         | 毫米 | 0.001  | 0.0001  |
|                                                                                             | 英寸 | 0.0001 | 0.00001 |
| 回转轴                                                                                         | 度  | 0.001  | 0.0001  |
| F 进给率 G94 ( 毫米每分钟/英寸每分钟 )                                                                   | 毫米 | 1      | 1       |
|                                                                                             | 英寸 | 0.01   | 0.01    |
| F 进给率 G95 ( 毫米每转/英寸每转 )                                                                     | 毫米 | 0.01   | 0.01    |
|                                                                                             | 英寸 | 0.0001 | 0.0001  |
| F 螺距                                                                                        | 毫米 | 0.01   | 0.01    |
|                                                                                             | 英寸 | 0.0001 | 0.0001  |
| C 倒角                                                                                        | 毫米 | 0.001  | 0.0001  |
|                                                                                             | 英寸 | 0.0001 | 0.00001 |
| R 半径, G10 刀具补偿                                                                              | 毫米 | 0.001  | 0.0001  |
|                                                                                             | 英寸 | 0.0001 | 0.00001 |
| Q                                                                                           | 毫米 | 0.001  | 0.0001  |
|                                                                                             | 英寸 | 0.0001 | 0.00001 |
| 插补参数 I、J、K                                                                                  | 毫米 | 0.001  | 0.0001  |
|                                                                                             | 英制 | 0.0001 | 0.00001 |
| G04 X 或者 U                                                                                  | 秒  | 0.001  | 0.001   |
| A 轮廓段角度                                                                                     | 度  | 0.001  | 0.0001  |
| G74, G84 攻丝循环<br>\$MC_EXTERN_FUNCTION_MASK<br>位 8 = 0 F 作为进给率, 例如 G94、G95<br>位 8 = 1 F 作为螺距 |    |        |         |

### 2.1.8 注释

在 ISO 语言模式中，圆括号被视为注释符。在西门子模式中，“；”被视为注释符。为简化编程，在 ISO 语言模式中“；”同样被视为注释符。

如果在一个注释中再次出现左括号“(”，则再次闭合所有括号后，注释才结束。

示例：

```
N5 (注释) X100 Y100
N10 (注释(注释)) X100 Y100
N15 (注释(注释) X100) Y100
```

在程序段 N5 和 N10 中执行 X100 Y100；在程序段 N15 中只执行 Y100，因为在 X100 后才闭合第一个括号。在它之前的指令都视为注释。

### 2.1.9 程序段跳跃

跳转或抑制程序段的符号“/”可以出现在程序段的任意位置，也就是说，可以位于程序段中段。如果在编译时写入的程序段跳转级生效，则从该位置起停止编译，直至程序段结束。因此，一个生效的程序段跳转级也就相当于一个程序段结尾。

示例：

```
N5 G00 X100. /3 YY100 --> 报警 12080 “句法错误”
N5 G00 X100. /3 YY100 --> 没有报警，因为程序跳转级 3 生效
```

注释内的程序段跳转符不视为程序段跳转符

示例：

N5 G00 X100. (/3 工件 1) Y100  
；即使程序段跳转级 3 生效时也运行 Y 轴

可以激活程序段跳转级 /1 到 /9。<1 和 >9 的程序段跳转级会导致报警 14060“非法跳转级，程序段跳转出错”。

该功能相当于当前的西门子跳转级。和 ISO 原始语言相反，必须单独激活“/”和“/1”分隔的跳转级。

**说明**

“/0”时可以省略值“0”。

### 2.1.10 PLC 接口信号地址表示方法说明

目前，数控系统上采用 V 地址结构来表示 PLC 接口信号地址而手册采用的是 DB 地址结构来表示。

两种表示方法的对应关系如下表所示：

| V 结构 |             | DB 结构         |    |
|------|-------------|---------------|----|
| 存取   | 示例          | 示例            | 存取 |
| 位    | V38000002.1 | DB3800.DBX2.1 | 位  |
| 字节   | VB38000002  | DB3800.DBB2   | 字节 |
| 字    | VW38000002  | DB3800.DBW2   | 字  |
| 双字   | VD38000004  | DB3800.DBD4   | 双字 |

## 2.2 进给率的前提条件

下文为您介绍用于确定切削刀具进给速度（每分钟或每转的位移）的进给功能。

### 2.2.1 快速移动

快速移动不仅可以用于定位(G00)，而且可以用于快速手动运行(JOG)。在快速移动中，每个轴按照各自设定的快速移动速度运行。机床制造商可通过机床数据确定各个轴的快速移动速度。轴独立运行，所以每个轴在不同时间到达目标位置。因此，形成的刀具轨迹一般不是直线。

### 2.2.2 轨迹进给率 ( F 功能 )

**说明**

如果没有特殊说明，本资料中给出的切削刀具进给速度始终为“毫米/分钟”。

地址符“F”表示线性插补(G01)或圆弧插补(G02, G03)时刀具的进给率。

地址符“F”后输入切削刀具的进给率，单位“毫米/分钟”。

F 的取值范围参见机床制造商的说明资料。

最大进给率可能受伺服系统和机械构造的限制。通过机床数据设定最大进给率，当前进给率始终限制在该值范围内。

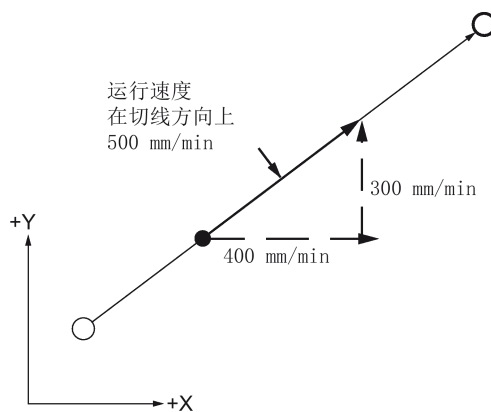
通常情况下，轨迹进给率由所有参与运动的几何轴的各个速度分量组成；并且以刀具中心点为参照（参见下图）。

## 车削：

### 两个轴的直线插补：

#### 编程示例

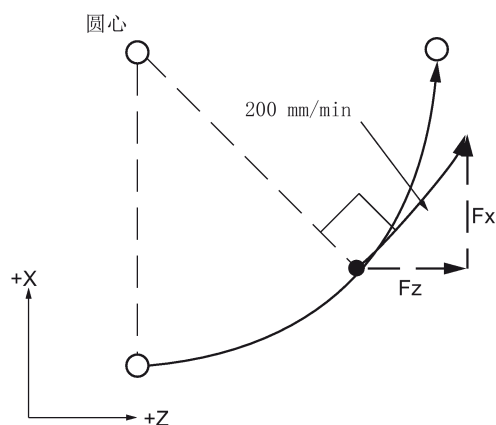
```
G95 S1000 (r/min);  
G01 U60. W40. F0.5;
```



### 两个轴的圆弧插补：

#### 编程示例

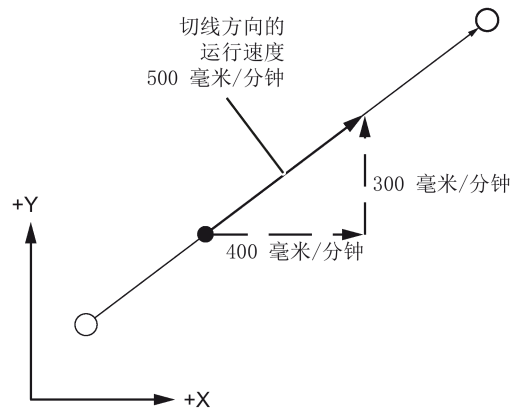
```
G03 U...W...I...F0.2;  
G95 S1000 (r/min);
```



## 铣削

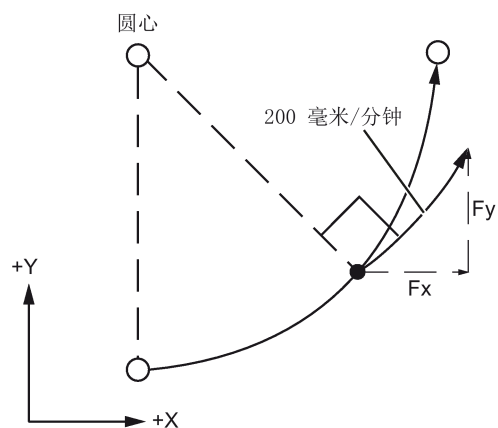
两个轴的直线插补：

编程示例：  
G91（增量尺寸输入）  
G01 X40. Y30. F500.

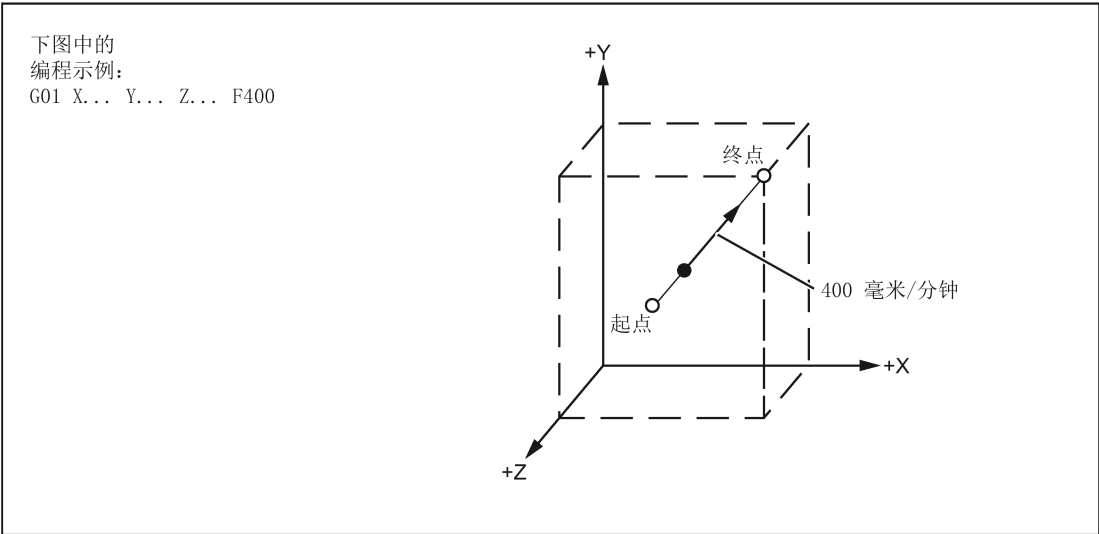


两个轴的圆弧插补：

编程示例：  
G91（增量尺寸输入）  
G03 X... Y... I... F200;



在 3D 插补中，形成的直线保持写入的 F 进给率。



**说明**

如果写入了“F0”并且功能“固定进给率”在程序段中没有激活，则输出报警 14800“通道 %1 程序段 %2 编程的轨迹速度小于或等于零”。

**2.2.3 线性进给率(G98/G94)**

给定 G98 (车削)/G94 (铣削) 后，执行地址符 F 后给出的进给率，单位：毫米/分钟、英寸/分钟或度/分钟。

**2.2.4 反比时间进给率 (G93) (仅用于铣削)**

写入 G93 后执行地址符 F 后给出的进给率，单位：转/分钟。G93 是一个模态生效的 G 功能。

**示例**

N10 G93 G1 X100 F2 ;

即：在半分钟内运行写入的位移。

**2.2.5 旋转进给率(G99/G95)**

写入 G99 (车削)/G95 (铣削) 后执行适用于主主轴的进给率，单位：毫米/转或英寸/转。

**说明**

所有的指令模态有效。如果需要在用于车削的 G98 与 G99 之间或用于铣削的 G93、G94 和 G95 之间切换 G 指令进给率，则应重新写入轨迹进给值。在用回转轴加工时，进给率也可以用度/转来表示。

## 3 车削

### 3.1 G 代码表

#### 3.1.1 SINUMERIK ISO 语言车削版模式 A

| 名称              | 索引 | 说明        | 格式                                                     |
|-----------------|----|-----------|--------------------------------------------------------|
| 01.G 代码组 ( 模态 ) |    |           |                                                        |
| G0              | 1  | 快速移动      | G00 X... Z... ;                                        |
| G1              | 2  | 直线运行      | G01 X... Z... F... ;                                   |
| G2              | 3  | 顺时针圆弧/螺线  | G02(G03) X(U)... Z(W)... I... K... (R...) F... ;       |
| G3              | 4  | 逆时针圆弧/螺线  |                                                        |
| G32             | 5  | 等螺距螺纹切削   | G32 X (U)... Z (W)... F... ;                           |
| G90             | 6  | 轴向切削循环    | G..X... Z... F...                                      |
| G92             | 7  | 螺纹切削循环    | G... X... Z... F... ;                                  |
| G94             | 8  | 径向切削循环    | G... X... Z... F... ;                                  |
| G34             | 9  | 可变螺距螺纹切削  | G34 X (U)... Z (W)... F... K... ;                      |
| 02.G 代码组 ( 模态 ) |    |           |                                                        |
| G96             | 1  | 恒定切削速度“开” | G96 S...                                               |
| G97             | 2  | 恒定切削速度“关” | G97 S...                                               |
| 04.G 代码组 ( 模态 ) |    |           |                                                        |
| G68             | 1  | 双转塔/刀架“开” |                                                        |
| G69             | 2  | 双转塔/刀架“关” |                                                        |
| 05.G 代码组 ( 模态 ) |    |           |                                                        |
| G98             | 1  | 线性进给率     |                                                        |
| G99             | 2  | 旋转进给率     |                                                        |
| 06.G 代码组 ( 模态 ) |    |           |                                                        |
| G20             | 1  | 英制输入系统    |                                                        |
| G21             | 2  | 公制输入系统    |                                                        |
| 07.G 代码组 ( 模态 ) |    |           |                                                        |
| G40             | 1  | 取消铣刀半径补偿  |                                                        |
| G41             | 2  | 轮廓左侧补偿    |                                                        |
| G42             | 3  | 轮廓右侧补偿    |                                                        |
| 08.G 代码组 ( 模态 ) |    |           |                                                        |
| 10.G 代码组 ( 模态 ) |    |           |                                                        |
| G80             | 1  | 钻孔循环“关”   | G80;                                                   |
| G83             | 2  | 端面深孔钻削    | G83 X(U)... C(H)... Z(W)... R... Q... P... F... M... ; |
| G84             | 3  | 端面螺纹钻削    | G84 X(U)... C(H)... Z(W)... R... P... F... M... K... ; |
| G85             | 4  | 端面钻孔循环    | G85 X(U)... C(H)... Z(W)... R... P... F... K... M... ; |
| G87             | 5  | 侧面深孔钻削    | G87 Z(W)... C(H)... X(U)... R... Q... P... F... M... ; |
| G88             | 6  | 侧面螺纹钻削    | G88 Z(W)... C(H)... X(U)... R... P... F... M... K... ; |
| G89             | 7  | 侧面钻孔      | G89 Z(W)... C(H)... X(U)... R... P... F... K... M... ; |

| 名称                  | 索引 | 说明                                       | 格式                                                     |
|---------------------|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 12.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G66                 | 1  | 宏模态调用                                    | G66 P... L... <参数>;                                    |
| G67                 | 2  | 删除宏模态调用                                  | G67 P... L... <参数>;                                    |
| 14.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G54                 | 1  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G55                 | 2  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G56                 | 3  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G57                 | 4  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G58                 | 5  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G59                 | 6  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| 16.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G17                 | 1  | XY 平面                                    |                                                        |
| G18                 | 2  | ZX 平面                                    |                                                        |
| G19                 | 3  | YZ 平面                                    |                                                        |
| 18.G 代码组 ( 非模态 )    |    |                                          |                                                        |
| G4                  | 1  | 暂停 [s] 或主轴旋转                             | G04 X...;或 G04 P...;                                   |
| G10                 | 2  | 写入零点偏移/刀具补偿                              | G10 L2 Pp X... Z... ;                                  |
| G28                 | 3  | 1.接近参考点                                  | G28 X... Z... ;                                        |
| G30                 | 4  | 2./3./4.接近参考点                            | G30 Pn X... Z... ;                                     |
| G31                 | 5  | 删除剩余行程的测量                                | G31 X... Y... Z... F...;                               |
| G52                 | 6  | 可编程的零点偏移                                 |                                                        |
| G65                 | 7  | 宏调用                                      | G65 P_ L_ ;                                            |
| G70                 | 8  | 精加工循环                                    | G70 P... Q... ;                                        |
| G71                 | 9  | 轴向粗车循环                                   | G71 U... R... ;                                        |
| G72                 | 10 | 径向粗车循环                                   | G72 W... R... ;                                        |
| G73                 | 11 | 封闭切削循环                                   | G73 U... W... R... ;                                   |
| G74                 | 12 | 轴向切槽多重循环                                 | G74 R... ;                                             |
| G75                 | 13 | 径向切槽多重循环                                 | G75 R... ; 或 G75 X(U)... Z(W)... P... Q... R... F... ; |
| G76                 | 14 | 多重螺纹切削循环                                 | G76 P... (m, r, a) Q... R... ;                         |
| G50                 | 15 | 设置实际值                                    | G92 (G50) X... Z... ;                                  |
| G27                 | 16 | 回参考点运行检查 ( 准备就绪 )                        | G27 X... Z... ;                                        |
| G53                 | 17 | 返回机床坐标系中的位置                              | G53 X... Z... ;                                        |
| G07.1               | 18 | 柱面插补                                     | G07.1 A (B, C) r ;<br>G07.1 A (B, C) 0 ;               |
| G5                  | 20 | 高速循环切削                                   | G05 Pxxxx Lxxx ;                                       |
| G30.1               | 21 | 参考点位置                                    | -                                                      |
| G5.1                | 22 | 高速循环 ( High-speed cycle ) -> 调用 CYCLE305 | -                                                      |
| G50.3               | 23 | 删除实际值, 复位 WCS                            |                                                        |
| G60                 | 24 | 定向定位                                     |                                                        |
| 21.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G13.1 <sup>1)</sup> | 1  | TRANSMIT 关                               |                                                        |
| G12.1               | 2  | TRANSMIT 开                               |                                                        |
| 31.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G290                | 1  | 选择西门子模式                                  | -                                                      |
| G291                | 2  | 选择 ISO 编程指令模式                            | -                                                      |

### 3.1.2 SINUMERIK ISO 语言车削模式 B

| 名称              | 索引 | 说明                  | 格式                                                     |
|-----------------|----|---------------------|--------------------------------------------------------|
| 01.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G0              | 1  | 快速移动                | G00 X... Y... Z... ;                                   |
| G1              | 2  | 直线运行                | G01 X... Z... F... ;                                   |
| G2              | 3  | 顺时针圆弧/螺线            | G02(G03) X(U)... Z(W)... I... K... (R...) F... ;       |
| G3              | 4  | 逆时针圆弧/螺线            |                                                        |
| G33             | 5  | 恒螺距螺纹切削             | G33 X (U)... Z (W)... F... ;                           |
| G77             | 6  | 轴向切削循环              | G..X... Z... F...                                      |
| G78             | 7  | 螺纹切削循环              | G... X... Z... F... ;                                  |
| G79             | 8  | 径向切削循环              | G... X... Z... F... ;                                  |
| G34             | 9  | 可变螺距螺纹切削            | G34 X (U)... Z (W)... F... K... ;                      |
| 02.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G96             | 1  | 恒定切削速度“开”           | G96 S...                                               |
| G97             | 2  | 恒定切削速度“关”           | G97 S...                                               |
| 03.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G90             | 1  | 绝对编程                |                                                        |
| G91             | 2  | 增量编程                |                                                        |
| 04.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G68             | 1  | 双转塔/刀架“开”           |                                                        |
| G69             | 2  | 双转塔/刀架“关”           |                                                        |
| 05.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G94             | 1  | 线性进给率, [毫米/分, 英寸/分] |                                                        |
| G95             | 2  | 旋转进给率, [毫米/转, 英寸/转] |                                                        |
| 06.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G20             | 1  | 英制输入系统              |                                                        |
| G21             | 2  | 公制输入系统              |                                                        |
| 07.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G40             | 1  | 取消铣刀半径补偿            |                                                        |
| G41             | 2  | 轮廓左侧补偿              |                                                        |
| G42             | 3  | 轮廓右侧补偿              |                                                        |
| 08.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| 10.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G80             | 1  | 钻孔循环“关”             | G80;                                                   |
| G83             | 2  | 端面深孔钻削              | G83 X(U)... C(H)... Z(W)... R... Q... P... F... M... ; |
| G84             | 3  | 端面螺纹钻削              | G84 X(U)... C(H)... Z(W)... R... P... F... M... K... ; |
| G85             | 4  | 端面钻孔循环              | G85 X(U)... C(H)... Z(W)... R... P... F... K... M... ; |
| G87             | 5  | 侧面深孔钻削              | G87 Z(W)... C(H)... X(U)... R... Q... P... F... M... ; |
| G88             | 6  | 侧面螺纹钻削              | G88 Z(W)... C(H)... X(U)... R... P... F... M... K... ; |
| G89             | 7  | 侧面钻孔                | G89 Z(W)... C(H)... X(U)... R... P... F... K... M... ; |
| 11.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G98             | 1  | 钻孔循环时返回出发点          |                                                        |

| 名称                  | 索引 | 说明                                       | 格式                                                     |
|---------------------|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| G99                 | 2  | 钻孔循环时返回点 R                               |                                                        |
| 12.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G66                 | 1  | 宏模态调用                                    | G66 P... L... <参数>;                                    |
| G67                 | 2  | 删除宏模态调用                                  | G67 P... L... <参数>;                                    |
| 14.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G54                 | 1  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G55                 | 2  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G56                 | 3  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G57                 | 4  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G58                 | 5  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| G59                 | 6  | 选择零点偏移                                   |                                                        |
| 16.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G17                 | 1  | XY 平面                                    |                                                        |
| G18                 | 2  | ZX 平面                                    |                                                        |
| G19                 | 3  | YZ 平面                                    |                                                        |
| 18.G 代码组 ( 非模态 )    |    |                                          |                                                        |
| G4                  | 1  | 暂停 [s] 或主轴旋转                             | G04 X...;或 G04 P...;                                   |
| G10                 | 2  | 写入零点偏移/刀具补偿                              | G10 L2 Pp X... Z... ;                                  |
| G28                 | 3  | 1.接近参考点                                  | G28 X... Z... ;                                        |
| G30                 | 4  | 2./3./4.接近参考点                            | G30 Pn X... Z... ;                                     |
| G31                 | 5  | 删除剩余行程的测量                                | G31 X... Y... Z... F...;                               |
| G52                 | 6  | 可编程的零点偏移                                 |                                                        |
| G65                 | 7  | 宏调用                                      | G65 P_ L_ ;                                            |
| G70                 | 8  | 精加工循环                                    | G70 P... Q... ;                                        |
| G71                 | 9  | 轴向粗车循环                                   | G71 U... R... ;                                        |
| G72                 | 10 | 径向粗车循环                                   | G72 W... R... ;                                        |
| G73                 | 11 | 封闭切削循环                                   | G73 U... W... R... ;                                   |
| G74                 | 12 | 轴向切槽多重循环                                 | G74 R... ;                                             |
| G75                 | 13 | 径向切槽多重循环                                 | G75 R... ; 或 G75 X(U)... Z(W)... P... Q... R... F... ; |
| G76                 | 14 | 多重螺纹切削循环                                 | G76 P... (m, r, a) Q... R... ;                         |
| G92                 | 15 | 设置实际值                                    | G92 (G50) X... Z... ;                                  |
| G27                 | 16 | 回参考点运行检查 ( 准备就绪 )                        | G27 X... Z... ;                                        |
| G53                 | 17 | 返回机床坐标系中的位置                              | (G90) G53 X...Z... ;                                   |
| G07.1               | 18 | 柱面插补                                     | G07.1 A (B, C) r ;<br>G07.1 A (B, C) 0 ;               |
| G5                  | 20 | 高速循环切削                                   | G05 Pxxxxx Lxxx ;                                      |
| G30.1               | 21 | 参考点位置                                    |                                                        |
| G5.1                | 22 | 高速循环 ( High-speed cycle ) -> 调用 CYCLE305 |                                                        |
| G92.1               | 23 | 删除实际值, 复位 WCS                            |                                                        |
| G60                 | 24 | 定向定位                                     |                                                        |
| 21.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G13.1 <sup>1)</sup> | 1  | TRANSMIT 关                               |                                                        |
| G12.1               | 2  | TRANSMIT 开                               |                                                        |
| 31.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                        |
| G290                | 1  | 选择西门子模式                                  |                                                        |
| G291                | 2  | 选择 ISO 编程指令模式                            |                                                        |

### 3.1.3 SINUMERIK ISO 语言车削模式 C

| 名称              | 索引 | 说明                  | 格式                                                     |
|-----------------|----|---------------------|--------------------------------------------------------|
| 01.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G0              | 1  | 快速移动                | G00 X... Y... Z... ;                                   |
| G1              | 2  | 直线运行                | G01 X... Z... F... ;                                   |
| G2              | 3  | 顺时针圆弧/螺线            | G02(G03) X(U)... Z(W)... I... K... (R...) F... ;       |
| G3              | 4  | 逆时针圆弧/螺线            |                                                        |
| G33             | 5  | 恒螺距螺纹切削             | G33 X (U)... Z (W)... F... ;                           |
| G20             | 6  | 轴向切削循环              | G... X... Z... R... F... ;                             |
| G21             | 7  | 螺纹切削循环              | G... X... Z... F... ;                                  |
| G24             | 8  | 径向切削循环              | G... X... Z... F... ;                                  |
| G34             | 9  | 可变螺距螺纹切削            | G34 X (U)... Z (W)... F... K... ;                      |
| 02.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G96             | 1  | 恒定切削速度“开”           | G96 S...                                               |
| G97             | 2  | 恒定切削速度“关”           | G97 S...                                               |
| 03.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G90             | 1  | 绝对编程                |                                                        |
| G91             | 2  | 增量编程                |                                                        |
| 04.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G68             | 1  | 双转塔/刀架“开”           |                                                        |
| G69             | 2  | 双转塔/刀架“关”           |                                                        |
| 05.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G94             | 1  | 线性进给率, [毫米/分, 英寸/分] |                                                        |
| G95             | 2  | 旋转进给率, [毫米/转, 英寸/转] |                                                        |
| 06.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G70             | 1  | 英制输入系统              | G70 P... Q... ;                                        |
| G71             | 2  | 公制输入系统              | G71 U... R... ;                                        |
| 07.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G40             | 1  | 取消铣刀半径补偿            |                                                        |
| G41             | 2  | 轮廓左侧补偿              |                                                        |
| G42             | 3  | 轮廓右侧补偿              |                                                        |
| 08.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| 10.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G80             | 1  | 钻孔循环“关”             | G80;                                                   |
| G83             | 2  | 端面深孔钻削              | G83 X(U)... C(H)... Z(W)... R... Q... P... F... M... ; |
| G84             | 3  | 端面螺纹钻削              | G84 X(U)... C(H)... Z(W)... R... P... F... M... K... ; |
| G85             | 4  | 端面钻孔循环              | G85 X(U)... C(H)... Z(W)... R... P... F... K... M... ; |
| G87             | 5  | 侧面深孔钻削              | G87 Z(W)... C(H)... X(U)... R... Q... P... F... M... ; |
| G88             | 6  | 侧面螺纹钻削              | G88 Z(W)... C(H)... X(U)... R... P... F... M... K... ; |
| G89             | 7  | 侧面钻孔                | G89 Z(W)... C(H)... X(U)... R... P... F... K... M... ; |
| 11.G 代码组 ( 模态 ) |    |                     |                                                        |
| G98             | 1  | 钻孔循环时返回出发点          |                                                        |

| 名称                  | 索引 | 说明                                       | 格式                                                    |
|---------------------|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| G99                 | 2  | 钻孔循环时返回点 R                               |                                                       |
| 12.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                       |
| G66                 | 1  | 宏模态调用                                    | G66 P... L... <参数>;                                   |
| G67                 | 2  | 删除宏模态调用                                  | G67 P... L... <参数>;                                   |
| 14.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                       |
| G54                 | 1  | 选择零点偏移                                   |                                                       |
| G55                 | 2  | 选择零点偏移                                   |                                                       |
| G56                 | 3  | 选择零点偏移                                   |                                                       |
| G57                 | 4  | 选择零点偏移                                   |                                                       |
| G58                 | 5  | 选择零点偏移                                   |                                                       |
| G59                 | 6  | 选择零点偏移                                   |                                                       |
| 16.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                       |
| G17                 | 1  | XY 平面                                    |                                                       |
| G18                 | 2  | ZX 平面                                    |                                                       |
| G19                 | 3  | YZ 平面                                    |                                                       |
| 18.G 代码组 ( 非模态 )    |    |                                          |                                                       |
| G4                  | 1  | 暂停 [s] 或主轴旋转                             | G04 X...;或 G04 P...;                                  |
| G10                 | 2  | 写入零点偏移/刀具补偿                              | G10 L2 Pp X... Z... ;                                 |
| G28                 | 3  | 1.接近参考点                                  | G28 X... Z... ;                                       |
| G30                 | 4  | 2./3./4.接近参考点                            | G30 Pn X... Z... ;                                    |
| G31                 | 5  | 删除剩余行程的测量                                | G31 X... Y... Z... F...;                              |
| G52                 | 6  | 可编程的零点偏移                                 |                                                       |
| G65                 | 7  | 宏调用                                      | G65 P_ L_ ;                                           |
| G72                 | 8  | 精加工循环                                    | G72 P...Q... ;                                        |
| G73                 | 9  | 轴向粗车循环                                   | G73 U... R... ;                                       |
| G74                 | 10 | 径向粗车循环                                   | G74 W...R... ;                                        |
| G75                 | 11 | 轮廓重复                                     | G75 U...W... R... ;                                   |
| G76                 | 12 | 轴向切槽多重循环                                 | G76 R... ;                                            |
| G77                 | 13 | 径向切槽多重循环                                 | G77 R... ; 或 G77 X(U)...Z(W)... P... Q... R... F... ; |
| G78                 | 14 | 多重螺纹切削循环                                 | G78 P... (m, r, a) Q...R... ;                         |
| G92                 | 15 | 设置实际值                                    | G92 (G50) X... Z... ;                                 |
| G27                 | 16 | 回参考点运行检查 ( 准备就绪 )                        | G27 X... Z... ;                                       |
| G53                 | 17 | 返回机床坐标系中的位置                              | (G90) G53 X...Z... ;                                  |
| G07.1               | 18 | 柱面插补                                     | G07.1 A (B, C) r ;<br>G07.1 A (B, C) 0 ;              |
| G5                  | 20 | 高速循环切削                                   | G05 Pxxxxx Lxxx ;                                     |
| G30.1               | 21 | 参考点位置                                    |                                                       |
| G5.1                | 22 | 高速循环 ( High-speed cycle ) -> 调用 CYCLE305 |                                                       |
| G92.1               | 23 | 删除实际值, 复位 WCS                            |                                                       |
| G60                 | 24 | 定向定位                                     |                                                       |
| 21.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                       |
| G13.1 <sup>1)</sup> | 1  | TRANSMIT 关                               |                                                       |
| G12.1               | 2  | TRANSMIT 开                               |                                                       |
| 31.G 代码组 ( 模态 )     |    |                                          |                                                       |
| G290                | 1  | 选择西门子模式                                  |                                                       |
| G291                | 2  | 选择 ISO 编程指令模式                            |                                                       |

# 3.2 运行指令

## 3.2.1 插补指令

下文为您介绍定位指令和插补指令，使用这些指令可以根据编写的轮廓（如直线或圆弧）控制刀具轨迹。

### 3.2.1.1 快速运行(G00)

快速运行可以用于刀具的快速定位、工件的绕行或者移动到换刀位置。

下列 G 功能可以用于定位：

| G 功能 | 功能       | G 功能组 |
|------|----------|-------|
| G00  | 快速移动     | 01    |
| G01  | 直线运行     | 01    |
| G02  | 顺时针圆弧/螺线 | 01    |
| G03  | 逆时针圆弧/螺线 | 01    |

#### 使用(G00)定位

##### 格式

G00 X... Z... ;

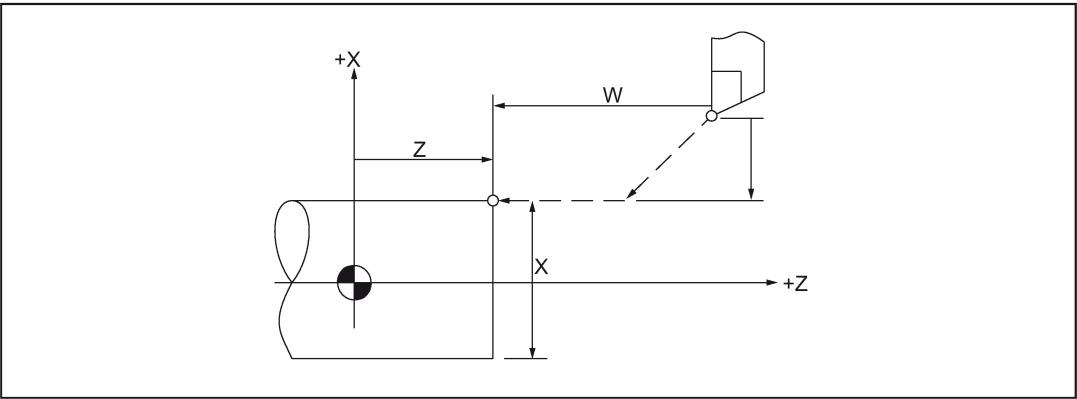
##### 带线性插补的 G00

写入 G00 的刀具运行将以可能的最大速度（快速运行）执行。在每个机床数据中，每个轴的快速运行速度都是单独定义的。如果同时多个轴上执行快速运行，那么在线性插补时快速运行速度由对轨迹运行所需时间最长的轴来决定。

##### 不带线性插补的 G00

G00 程序段中没有写入的轴也不会运行。定位时每个轴以各自预设的快速移动速度单独运行。机床的精确速度请参见机床制造商的说明资料。

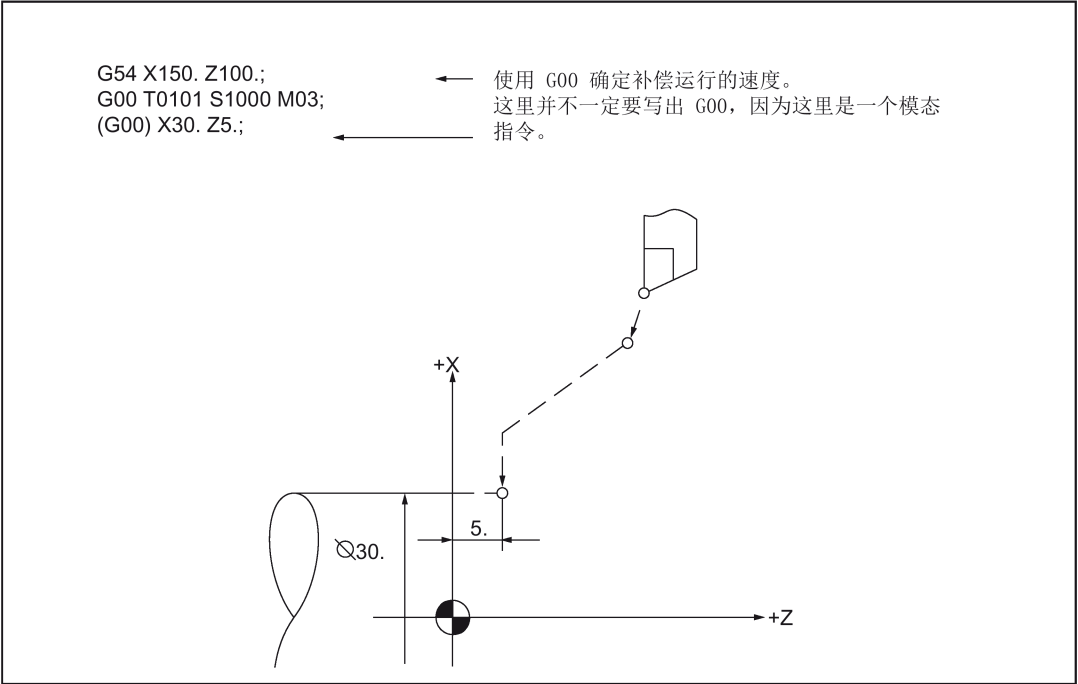
带有 2 个未插补轴的快速运行



#### 说明

由于在 G00 定位时轴单独运行（没有插补），因而每个轴在不同时间到达终点。因此，在多轴定位时要特别仔细谨慎，防止定位时刀具和工件或设备相撞。

编程示例：



**线性插补(G00)**

此时，所有编程的轴都以带线性插补的快速运行方式运行，并同时到达目标位置。

**3.2.1.2 直线插补 (G01)**

使用 G01 刀具以平行于轴的、倾斜的或以空间内任意的直线方式运行。可以用线性插补功能加工 3D 平面、槽等。

**格式**

G01 X... Z... F... ;

G01 执行带轨迹进给率的线性插补。G01 程序段中没有写入的轴也不会运行。按照上文列举的示例编程线性插补。

**轨迹轴进给率 F**

进给速度由地址 F 指定。取决于机床数据中的默认设置，G 指令确定的尺寸单位(G98, G99)为毫米或英寸。

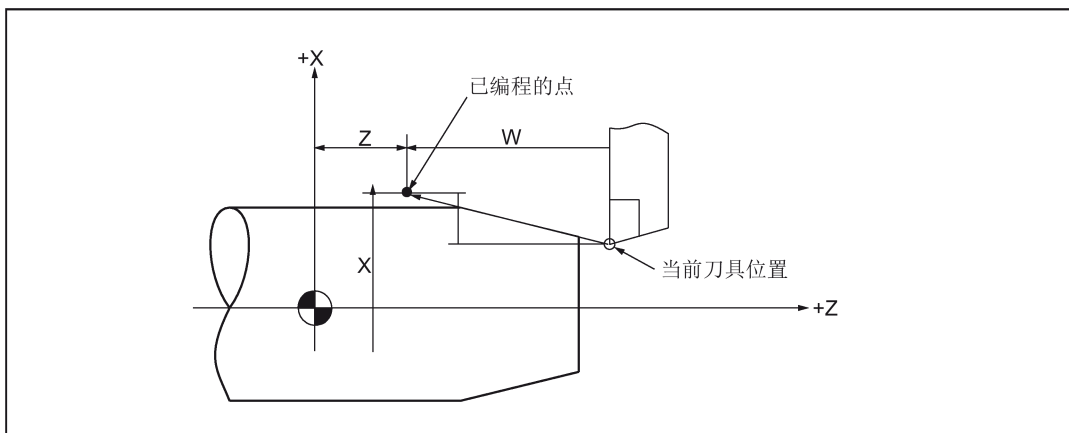
允许为每个 NC 程序段编程一个 F 值。通过其中一个 G 指令确定进给速度的单位。进给率 F 只对于轨迹轴有效，并且直到编程新的进给值之前一直有效。地址 F 后允许出现分隔符。

**说明**

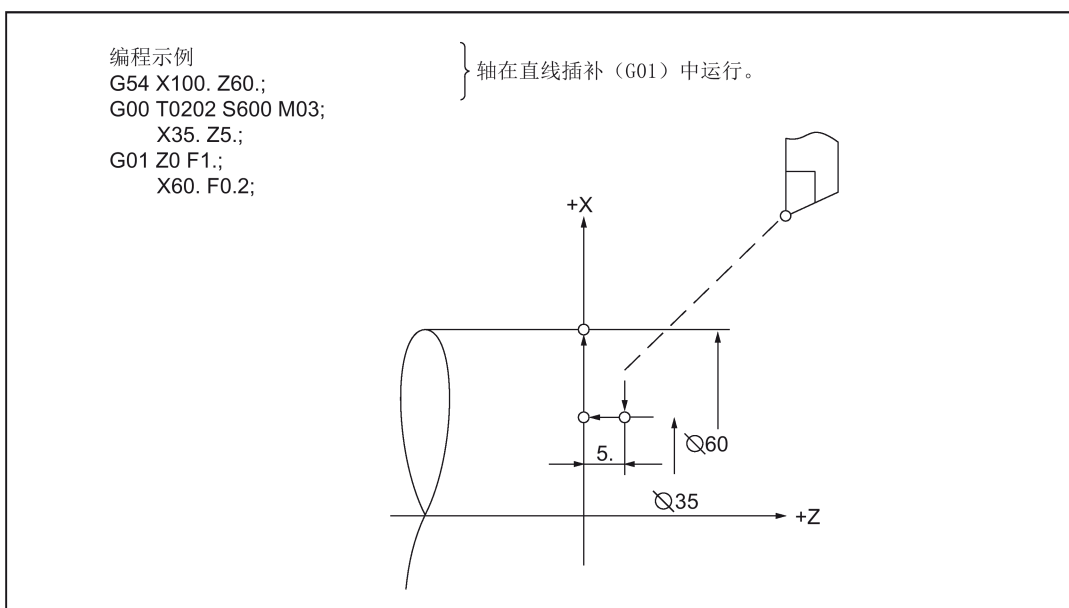
如果在 G01 程序段中或之前的程序段中没有编程任何进给率 Fxx，在执行 G01 程序段时会触发报警。

可以通过绝对值或增量值给定终点。详细信息请参见章节“绝对/增量尺寸(G90，G91) (页 101)”。

线性插补：



编程示例：



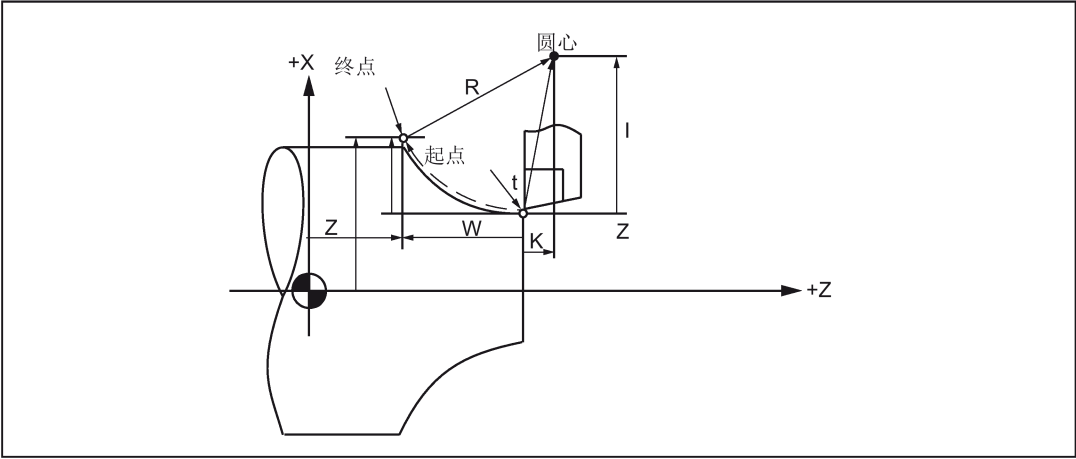
### 3.2.1.3 圆弧插补(G02, G03)

#### 格式

车刀在 ZX 平面中按照以下给定的指令运行所编程的圆弧。所编程的轨迹速度在圆弧上都保持一致。

G02(G03) X(U)... Z(W)... I... K... (R...) F... ;

圆弧插补：



执行下表列出的指令，启动圆弧插补：

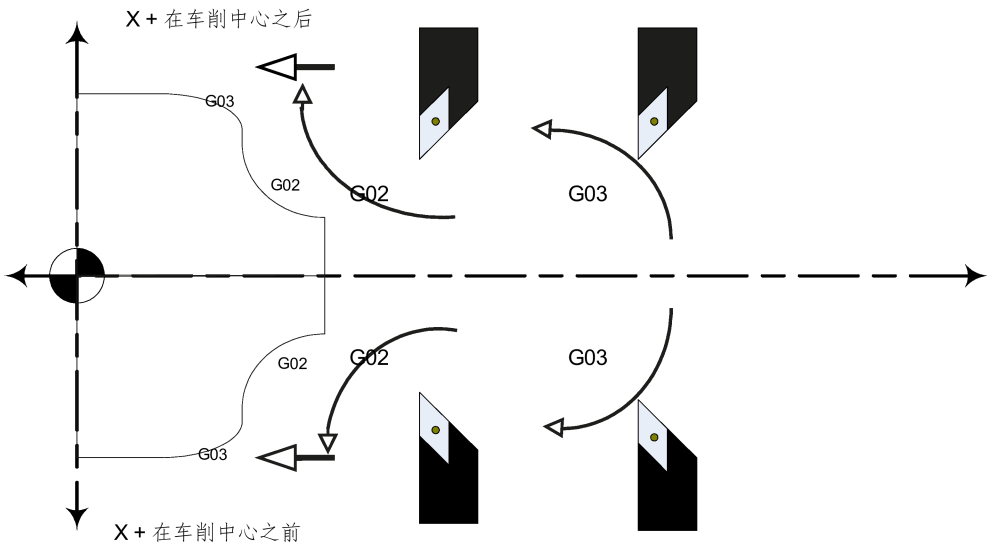
| 按键或开关     | 指令    | 说明                  |
|-----------|-------|---------------------|
| 旋转方向      | G02   | 顺时针方向               |
|           | G03   | 逆时针方向               |
| 终点位置      | X (U) | 圆弧终点的 X 坐标 ( 径向值 )  |
|           | Z (W) | 圆弧终点的 Z 坐标          |
|           | Y (V) | 圆弧终点的 Y 坐标          |
| 起点到中心点的距离 | I     | 在 X 轴方向上圆弧起点与中心点的间距 |
|           | J     | 在 Y 轴方向上圆弧起点与中心点的间距 |
|           | K     | 在 Z 轴方向上圆弧起点与中心点的间距 |
| 圆弧的半径     | R     | 起点与圆弧中心点的距离         |

旋转方向

圆弧的车削方向通过下表中列出的 G 功能来确定：

| 旋转方向 |       |
|------|-------|
| G02  | 顺时针方向 |
| G03  | 逆时针方向 |

圆弧的旋转方向：



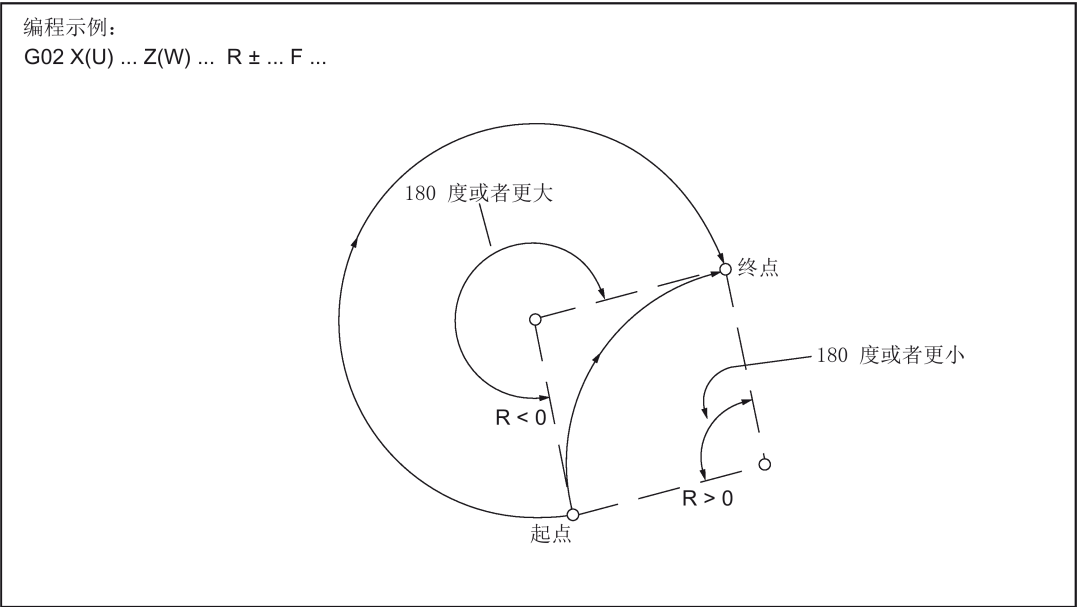
编程圆弧运行

ISO 模式提供两种编程圆弧运行的方法。

圆弧运行通过以下几点来描述：

- 圆弧中心点和终点，绝对值或增量值
  - 以直角坐标表示的半径和终点
- 对于圆心角  $\leq 180$  度的圆弧插补，应编程“ $R > 0$ ”（正值）。
- 对于圆心角  $> 180$  度的圆弧插补，应编程“ $R < 0$ ”（负值）。

带半径 R 的圆弧插补：

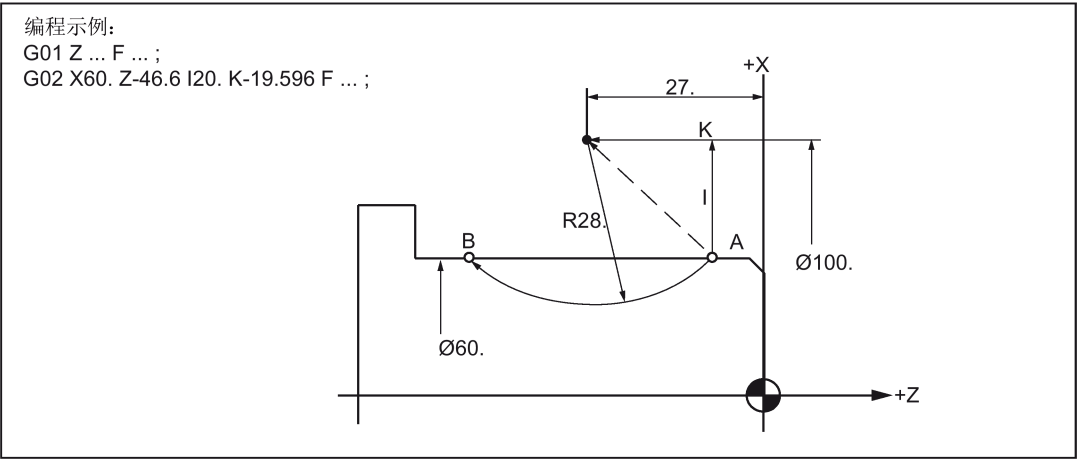


进给

可以完全按照线性插补中编程的进给率的方式来定义圆弧插补中的进给率（另见“线性插补（G01）（页 22）”一节）。

编程示例

多象限圆弧插补：



|       |                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------|
| 圆弧中心点 | (100.00, 27.00)                                          |
| “I”值  | $\frac{100 - 60}{2} = 20 \text{ mm}$                     |
| “K”值  | $-\sqrt{28^2 - 20^2} = -\sqrt{384} = -19.596 \text{ mm}$ |

### 3.2.1.4 轮廓段编程以及插入倒角和倒圆

在每个位移程序段后、线性轮廓和圆弧轮廓之间可以插入倒角或倒圆，例如：用于倒去工件边缘锋利的毛刺。

可以在以下轮廓组合中插入倒角或倒圆：

- 两条直线之间
- 两段圆弧之间
- 一段圆弧和一条直线之间
- 一条直线和一段圆弧之间

#### 格式

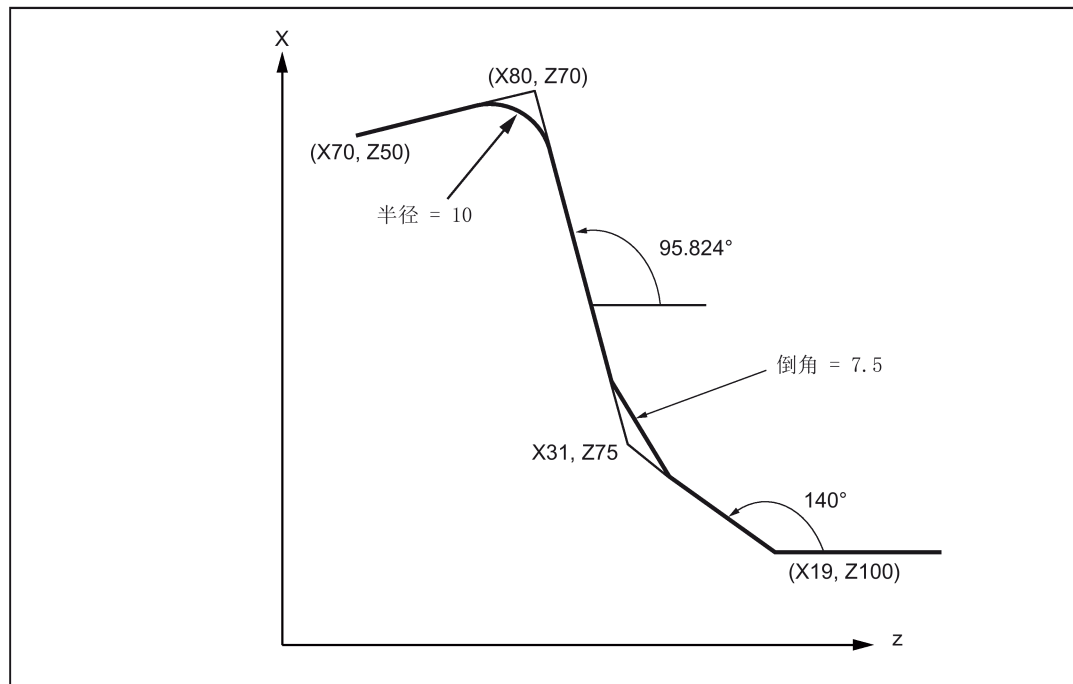
, C...; 倒角

, R...; 倒圆

#### 示例

```
N10 G1 X9.Z100.F1000 G18  
G1 X19 Z100  
X31, A140, C7.5  
N30 X80.Z70., A95.824, R10
```

3 条直线：



#### ISO 语言模式

在 ISO 原始语言中，地址 C 不仅可以用作轴名称，也可以用作轮廓倒角的名称。

地址 R 不仅可以是一个循环参数，也可能是轮廓半径的标识符。

为加以区分，写入轮廓段时必须在地 址“R”或“C”前加上逗号“，”。

### 3.2.1.5 柱面插补(G07.1)

借助功能柱面插补可以在圆柱体上加工任意数量的槽。槽的运行要根据展开的平面的圆柱表面来编程。柱面插补通过 G07.1 以圆柱半径尺寸开始(G07.1 C<圆柱半径>)并已 G07.1 C0(半径 0)结束。既可以使用绝对指令(C, Z)编程也可以使用增量指令(H, W)。

下列 G 功能允许用于柱面插补：

| G 功能  | 功能     | G 功能组 |
|-------|--------|-------|
| G07.1 | 柱面插补运行 | 18    |

格式

G07.1 A (B, C) r ; 激活柱面插补运行  
G07.1 A (B, C) 0 ; 取消柱面插补运行

A, B, C：回转轴的地址

r：圆柱半径

包含 G07.1 的程序段中不应包含其它指令。

指令 G07.1 模态有效。如果给定了一次 G07.1，则柱面插补持续有效，直至取消 G07.1 A0(B0, C0)。在启用设置中或 NC RESET 后，柱面插补取消激活。

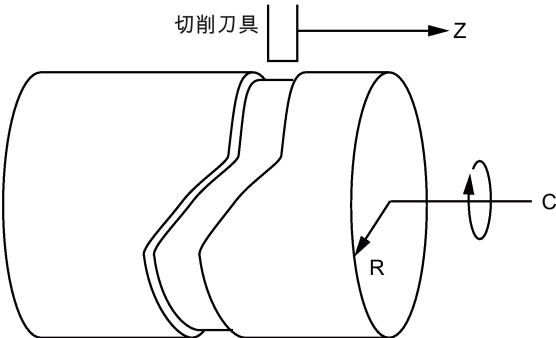
说明

柱面插补(G07.1)

- G07.1 基于西门子选件 TRACYL。应为此设置相应的机床数据。
  - 相应的说明请参见 SINUMERIK 808D/SINUMERIK 808D ADVANCED 功能手册，章节“车铣复合加工 ( M1 )”。
- 柱面插补的回转轴及其名称用机床数据 24120 \$MC\_TRAFO\_GEOAX\_ASSIGN\_TAB\_1 定义。

示例

柱面插补编程举例：



G00 X44.0 C0;  
G07.1 C45.0;  
G01 G42 Z47.5 F100  
C60.0;  
Z32.5 120.0;  
C240.0;  
G03 Z40.0 C249.549 R7.5;  
G02 Z47.5 C259.099 R7.5;  
G01 C360.0;  
Z44.0  
G07.1 C0;  
M30

← 切削加工起点的定位

← 柱面插补 开

加工程序

柱面插补 开

### 3.2.1.6 极坐标插补(G12.1, G13.1)(TRANSMIT)

使用 G12.1 和 G13.1 启动和关闭回转轴和线性轴之间在加工平面上的插补。另一个线性轴垂直于该平面。

该功能与西门子模式下的 TRANSMIT 功能一致。对于 G12.1 必须编程第 2 个转换数据组的机床数据。

#### G12.1 和 G13.1 的属性

通过以下 G 功能可以启动或关闭极坐标插补运行：

| G 功能  | 功能      | G 功能组 |
|-------|---------|-------|
| G12.1 | 极坐标插补 开 | 21    |
| G13.1 | 极坐标插补 关 | 21    |

不可以将指令 G12.1 和 G13.1 同其他指令写入同一个程序段。

指令 G12.1 和 G13.1 模态有效并从属于 G 功能组 21。G12.1 时极坐标插补始终保持有效，直到在程序中写入 G13.1。接通时或 NC RESET 后，G13.1 有效（极坐标插补关闭）。

#### 选择时的限制

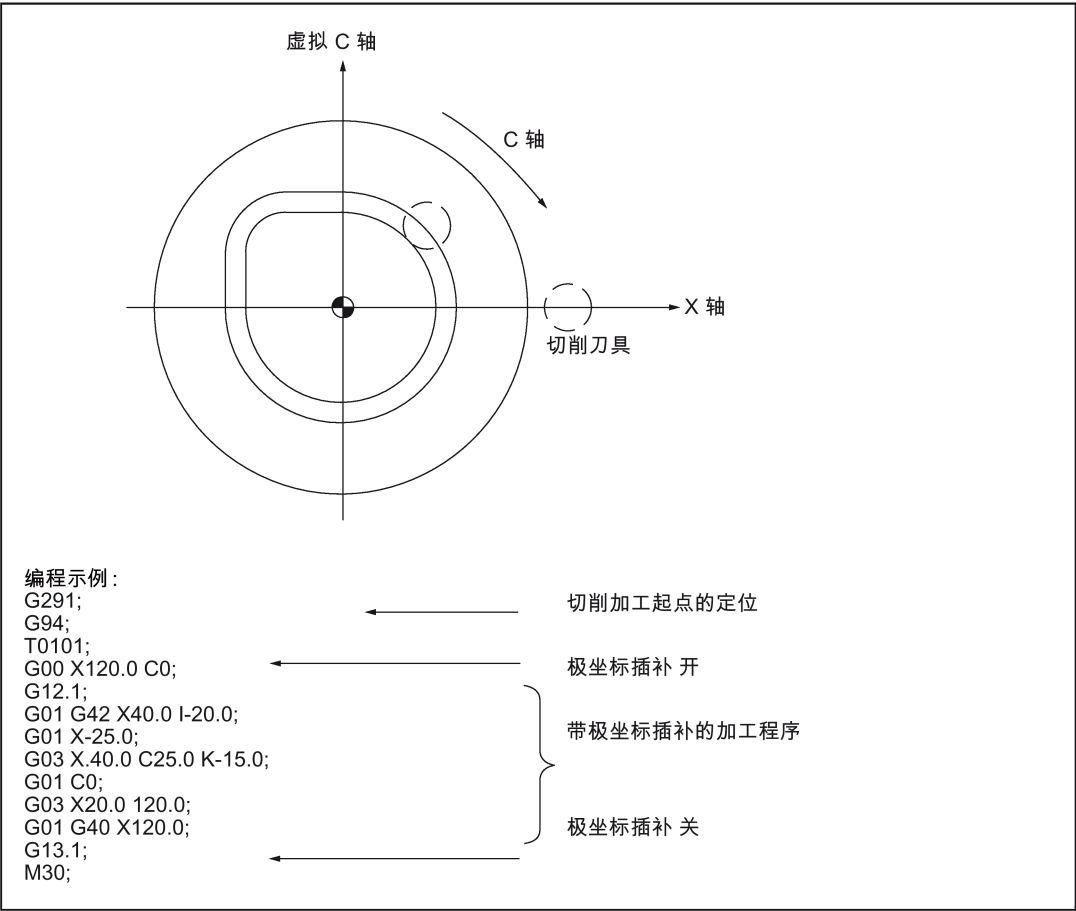
- 不添加一个运行中间程序段（倒角/半径）。
- 必须关闭样条程序段。
- 必须取消选择有效的刀具长度补偿。
- 激活的刀具半径补偿由转换控制系统传输到几何轴。
- 通过数控系统取消选择在 TRANSMIT 之前有效的框架（相当于西门子模式下已编程的框架复位指令 G500）。
- 对于和转换相关的轴，当前有效的工作范围限制被控制系统取消（与西门子模式下所编程的 WALIMOF 相对应）。
- 轨迹控制运行和精磨被中断。
- 操作人员必须删除转换轴上可能有效的 DRF 偏移。
- 不允许几何轴切换（与 G17（G18, G19）平行的轴）有效。

#### 极坐标插补的限制

- 换刀：  
在换刀前必须取消刀具半径补偿！
- 零点偏移：  
所有只以基本坐标系为基准的语句都是允许的（FRAME，刀具半径补偿）。但在 G91（增量尺寸）时的框架转换不作特别处理 - 与未激活转换时不同。待执行的增量在新框架的工具坐标系中进行分析 - 与前一个程序段中哪一个框架在起作用没有关系。
- 回转轴：  
不能编程回转轴，因为它们被一个几何轴占用并因此作为通道轴不能被直接编程。

程序举例

极坐标插补的坐标系：



参考资料：

SINUMERIK 808D/SINUMERIK 808D ADVANCED 功能手册，章节“车铣复合加工 ( M1 )”。

3.2.2 使用 G 功能回参考点

3.2.2.1 通过中间点回参考点(G28)

格式

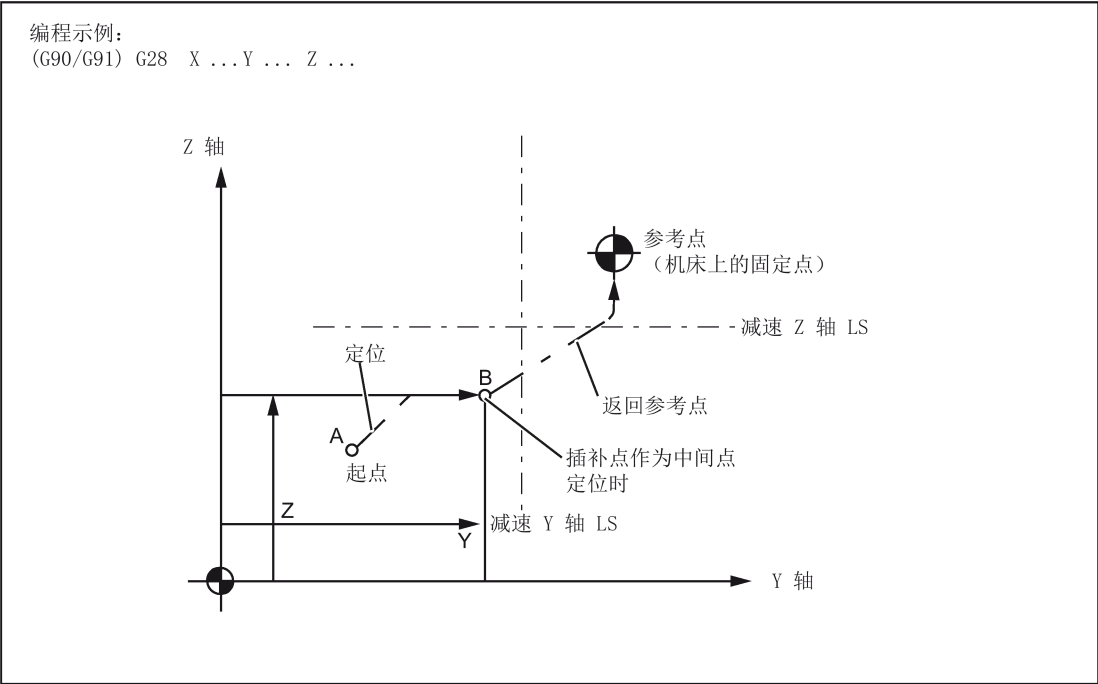
G28 X... Z... ;

通过指令“G28 X(U)...Z(W)...C(H)...Y(V);”可以使编程的轴回到参考点。其中，编程的轴首先以快速运行方式运行到给定位置，然后从该位置自动运行到参考点。G28 程序段中未编程的轴不会运行到其参考点。

参考点位置

在机床开机后，如果使用的是增量式位移测量系统，则所有轴必须回到参考点标记。在此之后，才可以编程运行位移。用 G74 可以在 NC 程序中执行回参考点运行。参考点坐标由机床数据 34100 \$ \_MA\_REFP\_SET\_POS[0]到[3]来定义。一共可以确定四个参考点位置。

自动回参考点：



**说明**

功能 G28 由 shell 循环 cycle328.spf 实现。  
如果需要通过 G28 使轴运行到参考标记，在回参考点运行之前不允许编写该轴的转换。通过 cycle328.spf 的指令 TRAFOOF 取消转换。

**3.2.2.2 参考位置点检查(G27)**

**格式**

G27 X...Z... ;  
通过该功能可以检查轴是否在参考点上。

**检查过程**

如果通过 G27 成功执行检查，则继续处理下一个零件程序段。如果一个 G27 编写的轴没有位于参考点上，则输出报警 61816“轴不在参考点上”，并中断自动运行。

**说明**

和 G28 一样，功能 G27 由 shell 循环 cycle328.spf 实现。  
在执行 G27 前应该取消选择功能“镜像”，以避免定位错误。

**3.2.2.3 通过参考点选择回参考点(G30)**

**格式**

G30 Pn X... Z... ;  
在执行指令“G30 Pn X... Z;”时，Z;”时轴以连续路径加工定位到给定的中间点，然后运行到 P2 - P4 选中的参考点。“G30 P3 X30;”时 X 轴返回第三参考点。如果省略了“P”，则第二参考点被选中。G30 程序段中没有写入的轴也不会运行。

参考点位置

所有参考点的位置始终以第一个参考点为基准。第一个参考点和其他所有参考点的间距显示在下列机床数据中：

| 按键或开关 | MD                                 |
|-------|------------------------------------|
| 2.参考点 | <code>\$_MA_REFP_SET_POS[1]</code> |
| 3.参考点 | <code>\$_MA_REFP_SET_POS[2]</code> |
| 4.参考点 | <code>\$_MA_REFP_SET_POS[3]</code> |

说明

写入 G30 时需注意的细节请参见章节"通过中间点回参考点(G28) (页 29)"。和 G28 一样，功能 G30 由 shell 循环 cycle328.spf 实现。

3.2.3 切屑螺纹功能的应用

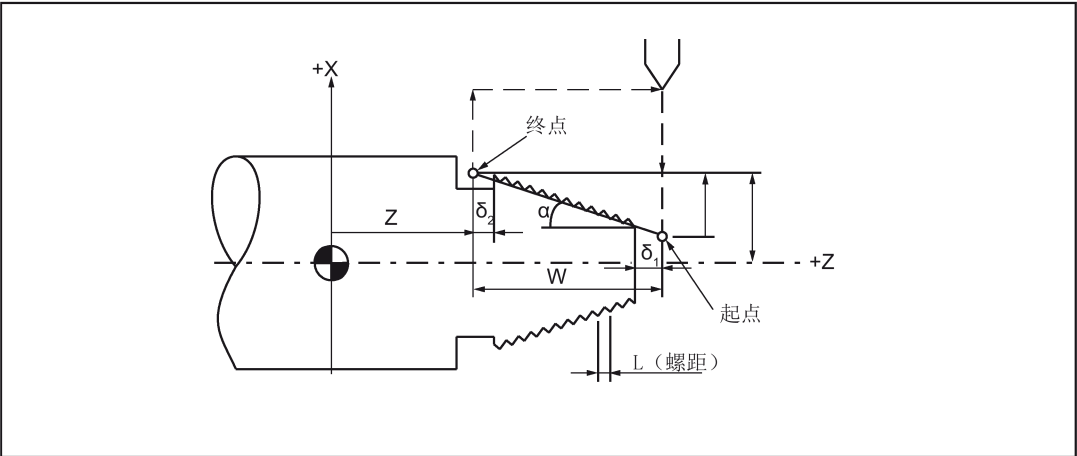
3.2.3.1 等螺距螺纹切削 ( G32 )

格式

在执行指令“G32 X (U)... Z (W)... F...;”可将“圆柱螺纹”，“平面螺纹”，“圆锥螺纹”这三种螺纹类型作为右螺纹或左螺纹进行加工。通过 F 确定螺距。终点坐标通过 X , Z ( 绝对 ) 或 U, W(增量)确定。

| G 代码系统 A | G 代码系统 B | G 代码系统 C |
|----------|----------|----------|
| G32      | G33      | G33      |

螺距切削：



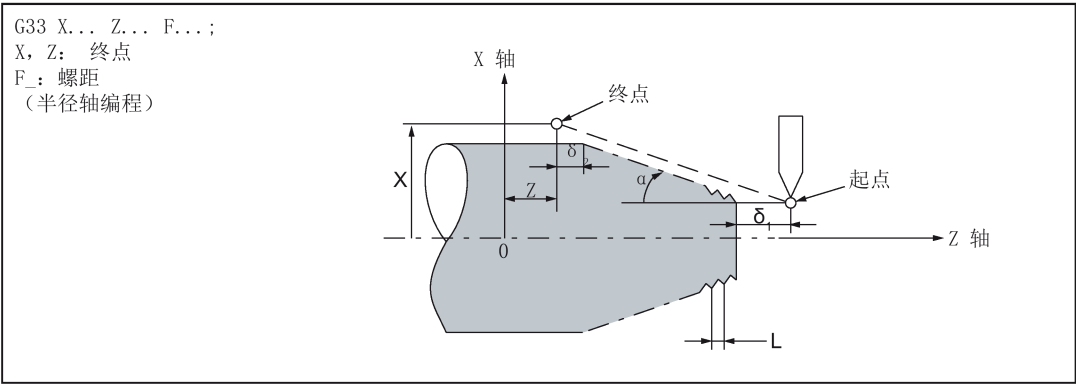
螺距方向

在圆锥螺纹上，圆锥角决定了所编程螺距的生效方向。参见下表。

|  |                        | 螺距方向             |
|--|------------------------|------------------|
|  | $\alpha \leq 45^\circ$ | 编程的螺距在 Z 轴方向上生效。 |
|  | $\alpha > 45^\circ$    | 编程的螺距在 X 轴方向上生效。 |

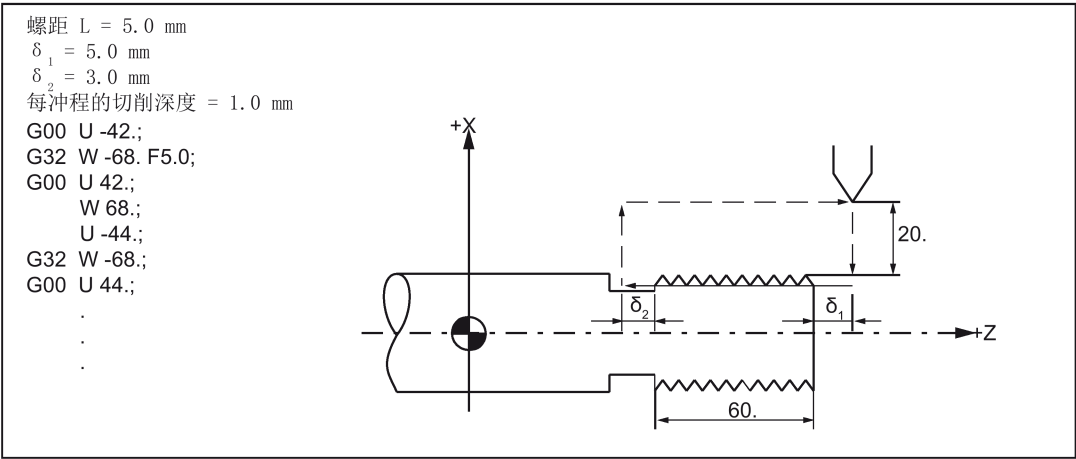
示例

编程示例：



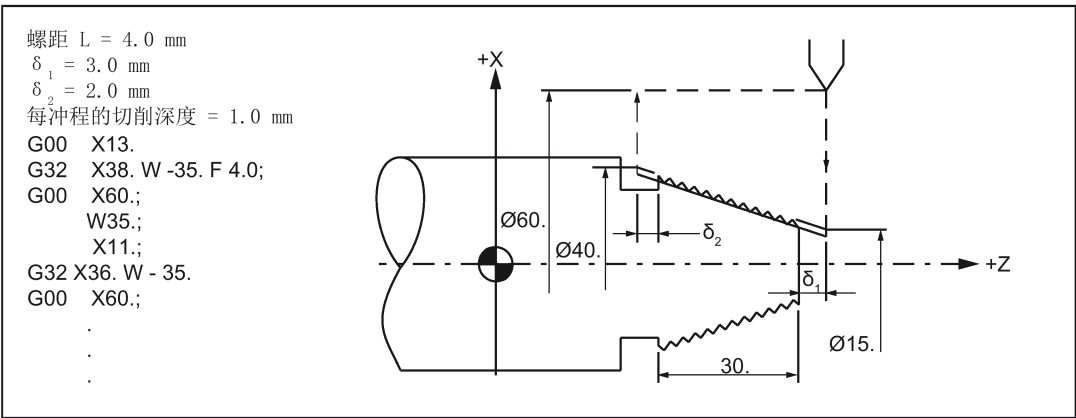
圆柱螺纹切削的示例 ( G 代码系统 A )

圆柱螺纹切削的编程示例：



圆锥螺纹切削的示例 ( G 代码系统 A )

圆锥螺纹切削的编程示例：



前提条件：

技术上的前提条件是，一个带有行程测量系统并可以进行转速调节的主轴

**操作步骤：**

控制系统根据编程的主轴转速和螺纹螺距计算出必要的进给率，车刀按此进给率纵向和/或横向穿过螺纹长度。进给率 F 在 G32 时不用考虑，对于最大轴速度（快速运行）的限制由控制系统进行监控。

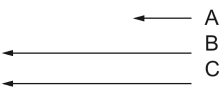
**3.2.3.2 螺纹链接 ( G32 )**

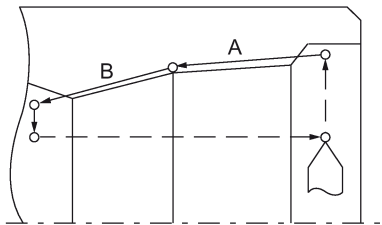
通过连续编程多个 G32 程序段，可依次将多个螺纹组排列成链。通过用 G64 连续路径模式，以预读速度控制连接各程序段，从而避免产生速度突变。

连续螺纹切削：

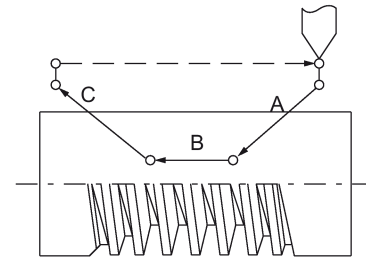
编程示例

```
G33 X(U) ... Z(W) ... F ... ;  
G33 X(U) ... Z(W) ... ;  
G33 X(U) ... Z(W) ... ;  
.  
.  
.
```





(a) 加厚管接头



(b) 涡轮蜗杆传动装置

**说明**

螺纹切削还未结束时，不能改变主轴转速！如果主轴转速不能保持恒定，就会存在由于出现同步误差而导致精度降低的风险。

**说明**

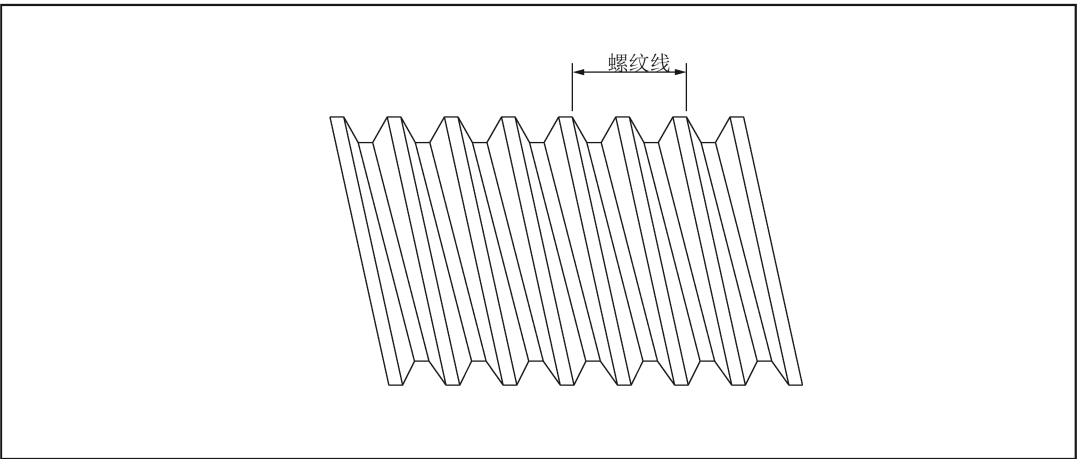
在螺纹切削时不考虑进给影响和进给停止！

如果在 G98（每分钟进给）运行时写入了指令 G32，则触发报警。

**3.2.3.3 多头螺纹切削 ( G32 )**

通过确定起点偏移对多头螺纹进行加工。起点偏移在地址 Q 上被定义为绝对角度位置。对其所属的设定数据 42000（\$SD\_THREAD\_START\_ANGLE）进行相应的更改。

双头螺纹：



格式

在执行指令“G32 X (U)... Z (W)... F... Q...”起点脉冲输出后主轴按照由地址符 Q 给定的角度旋转。接着以 X (U) 和 Z (W) 给定的终点的方向并以地址符 F 给定的螺距开始进行螺纹切削。

多头螺纹切削时地址 Q 的设定：

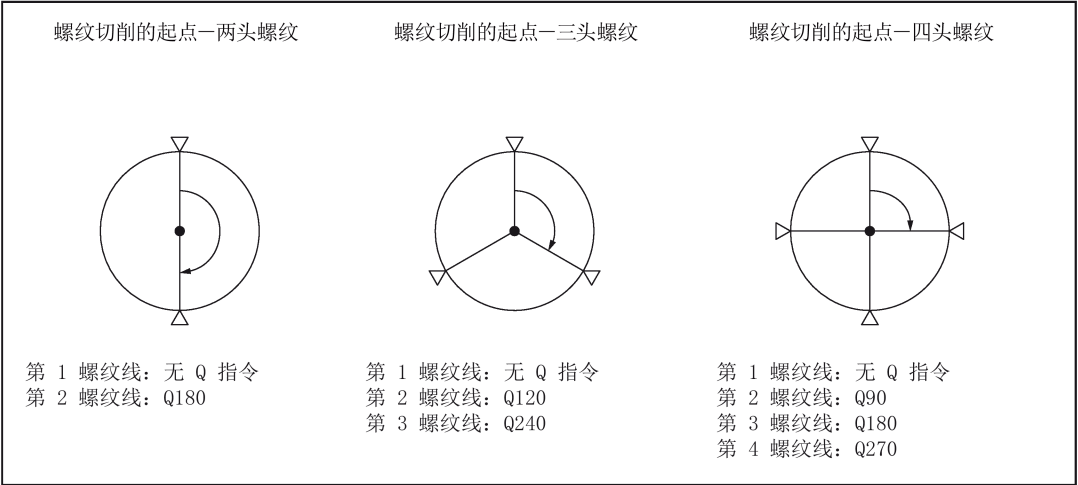
最小输入增量：0.001°

可编程范围：0 ≤ B < 360.000

多头螺纹切削时起始角的计算

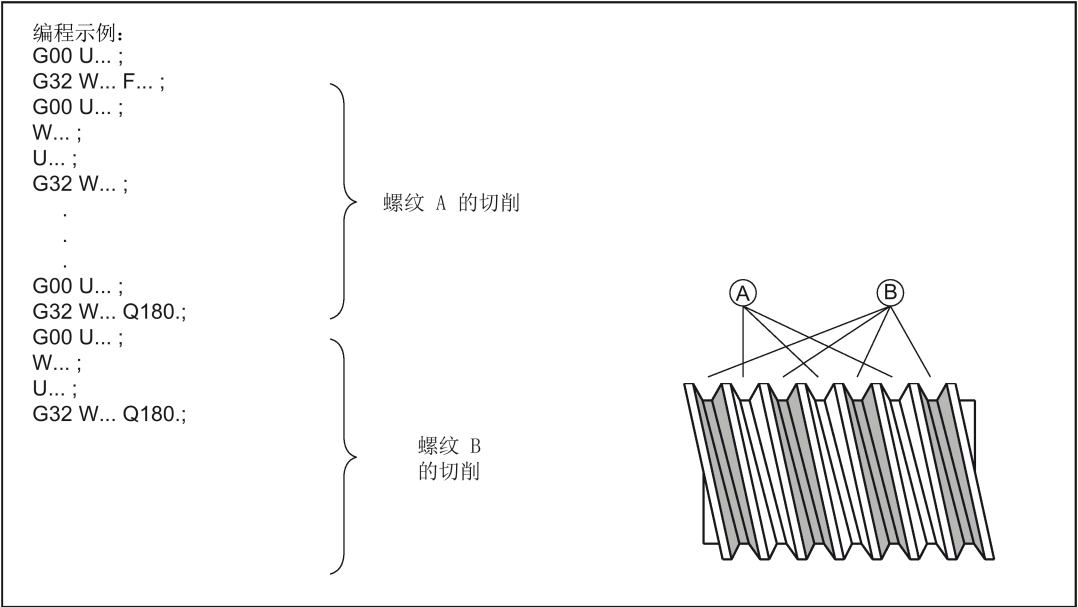
一般通过设定数据 \$SD\_THREAD\_START\_ANGLE 确定螺纹切削的起始点。多头螺纹切削时，通过按螺线数量划分 360°来计算各个起始点之间的角度偏移。下图为多头螺纹（双头，三头，四头）的示例。

多头螺纹切削时起始角的计算：



多头螺纹的编程示例（G 代码系统 A）

主轴旋转角的给定：



说明

如果没有（通过 Q）给出起始点偏移，那么使用在设置数据中确定的“螺纹起始角”。

3.2.3.4 可变螺距螺纹切削 ( G34 )

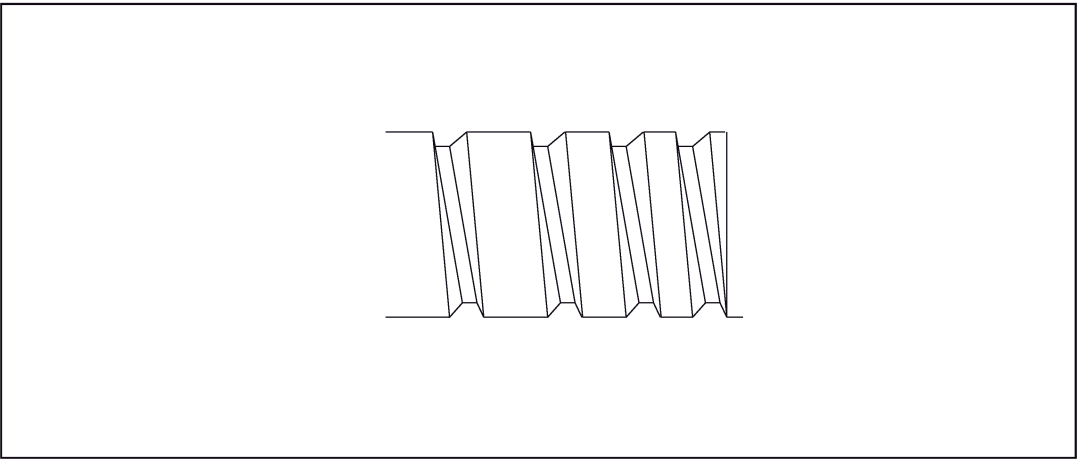
在执行指令“G34 X (U)... Z (W)... F... K...;”进行可变螺距的螺纹切削；通过地址 K 设定每个主轴旋转的螺距变化。

格式

G34 X... Z... F... K... ;

| G 代码系统 A | G 代码系统 B | G 代码系统 C |
|----------|----------|----------|
| G34      | G34      | G34      |

可变螺距螺纹：



终点处进给速度

设定指令，确保终点处的进给率不为负值！

$$(F + \frac{K}{2})^2 + 2KW > 0$$

计算螺距变化

如果已知螺纹的起始螺距和最终螺距，那么就可以根据下面的等式计算出要编程的螺距变化：

$$F = \frac{|k2e - k2a|}{2 * IG[mm/U]}$$

这些标识符具有下列含义：

K2e：以[毫米/转]表示的轴目标点坐标的螺纹距

K2a：以[毫米/转]表示的螺纹起始螺距(在 I, J, K 下编程)

IG：螺纹长度，单位 [mm]

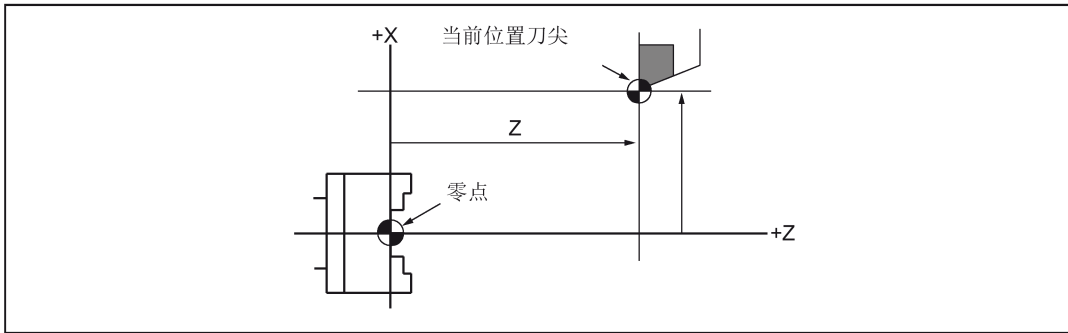
3.3 测量指令

3.3.1 坐标系

刀具的位置由它在坐标系中的坐标明确定义。该坐标由轴的位置定义。例如如果两个参与运行的轴为 X 轴和 Z 轴，则以如下方式给出坐标：

X... Z...

通过 X... Z.. 给定的刀具位置：



可以使用以下坐标系设定坐标：

- 机床坐标系(G53)
- 工件坐标系(G50)
- 局部坐标系(G52)

### 3.3.1.1 机床坐标系(G53)

在机床坐标系中：

使用机床零点可以确定机床坐标系 MCS。所有其他参考点都以机床零点为基准。

机床零点是机床上的固定点，所有测量系统都以此点为出发点。

#### 格式

G53 X... Z... ;

X, Z : 绝对值指令

#### 选择机床坐标系(G53)

G53 以程序段方式抑制可编程和可设定的零点偏移。如果需要使刀具运行到某个机床特定位置，则始终以 G53 为基础在机床坐标系中对运行进行编程。

#### 取消补偿

如果 MD10760 \$MN\_G53\_TOOLCORR = 0，G53 程序段中有效的刀具长度补偿和刀具半径补偿保持生效

如果 \$MN\_G53\_TOOLCORR = 1，G53 程序段中有效的刀具长度补偿和刀具半径补偿被抑制。

### 3.3.1.2 工件坐标系(G50)

在开始加工前应为工件创建坐标系，即工件坐标系。在本段落中将为您介绍各种设置、取消和修改工件坐标系的方法。

#### 设置工件坐标系

您可以通过以下两种方法设置工件坐标系：

- 通过零件程序中的 G50 ( G 代码系统 B 和 C 中的 G92 ) 设置
- 通过 HMI 操作界面手动选择

#### 格式

G50 (G92) X... Z... ;

通过 G50 对从基本坐标系 ( BCS ) 向基本零点系统 ( BNS ) 的坐标转换进行编程。G50 的功能等同可设定的零点偏移。

### 3.3.1.3 复位刀具坐标系(G50.3)

通过 G50.3 X.. ( G 代码系统 B 和 C 为 G92.1 P0 ) 可以将已经偏移的坐标系复位到偏移前的状态。从而可以使工件坐标系恢复为有效可设定零点偏移(G54-G59)定义的坐标系。如果没有有效的可设定零点偏移，则工件坐标系被设为参考位置。G50.3 使由 G50 或 G52 执行的偏移复位。但只有编写该功能的轴才被复位。

示例 1：

|                  |                     |                 |
|------------------|---------------------|-----------------|
| N10 G0 X100 Y100 | ;显示:WCS : X100 Y100 | MCS : X100 Y100 |
| N20 G50 X10 Y10  | ;显示:WCS : X10 Y10   | MCS : X100 Y100 |
| N30 G0 X50 Y50   | ;显示:WCS : X50 Y50   | MCS : X140 Y140 |
| N40 G50.3 X0 Y0  | ;显示:WCS : X140 Y140 | MCS : X140 Y140 |

示例 2：

|                       |                     |                 |
|-----------------------|---------------------|-----------------|
| N10 G10 L2 P1 X10 Y10 |                     |                 |
| N20 G0 X100 Y100      | ;显示:WCS : X100 Y100 | MCS : X100 Y100 |
| N30 G54 X100 Y100     | ;显示:WCS : X100 Y100 | MCS : X110 Y110 |
| N40 G50 X50 Y50       | ;显示:WCS : X50 Y50   | MCS : X110 Y110 |
| N50 G0 X100 Y100      | ;显示:WCS : X100 Y100 | MCS : X160 Y160 |
| N60 G50.3 X0 Y0       | ;显示:WCS : X150 Y150 | MCS : X160 Y160 |

### 3.3.1.4 选择工件坐标系 ( G54 至 G59 )

如上所述，您可以从已经设置的工件坐标系中选出一个坐标系。

- G50  
只有当此前选择了一个工件坐标系时，工件坐标系中的绝对值指令才生效。
- 通过 HMI 操作界面从给定的工件坐标系中选择一个工件坐标系  
输入 G54 到 G59 范围内的 G 功能可以选择一个工件坐标系。  
开机回参考点后工件坐标系建立。在 MD20154[13]中设置坐标系的闭合位置。

### 3.3.1.5 写入零点偏移/刀具补偿(G10)

可以通过两种方法修改由 G54 到 G59 或 G54 P{1 ... 93}定义的工件坐标系。

- 通过 HMI 操作面板输入数据
- 通过程序指令 G10 或 G50 ( 设置实际值 )

#### 格式

通过 G10 修改：

G10 L2 Pp X (U)... Z(W)...

p=0：外部工件零点偏移

p=1 到 6：工件零点偏移值和工件坐标系 G54 到 G59 对应 ( 1 = G54 到 6 = G59 )

X, Z：工件坐标系偏移的绝对设置数据。

U, W：工件坐标系偏移的增量设置数据。

通过 G50 修改：

G50 X... Z...

#### 说明

通过 G10 修改：

通过 G10 可以单独修改每个工件坐标系。如果首次通过 G10 写入零点偏移，在机床上执行 G10 程序段 ( 主运行程序段 ) 时，必须置位 MD20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 13。然后通过 G10 执行内部 STOPRE。通过该机床数据位可以控制 ISO 语言 T 和 ISO 语言 M 的所有 G10 指令。

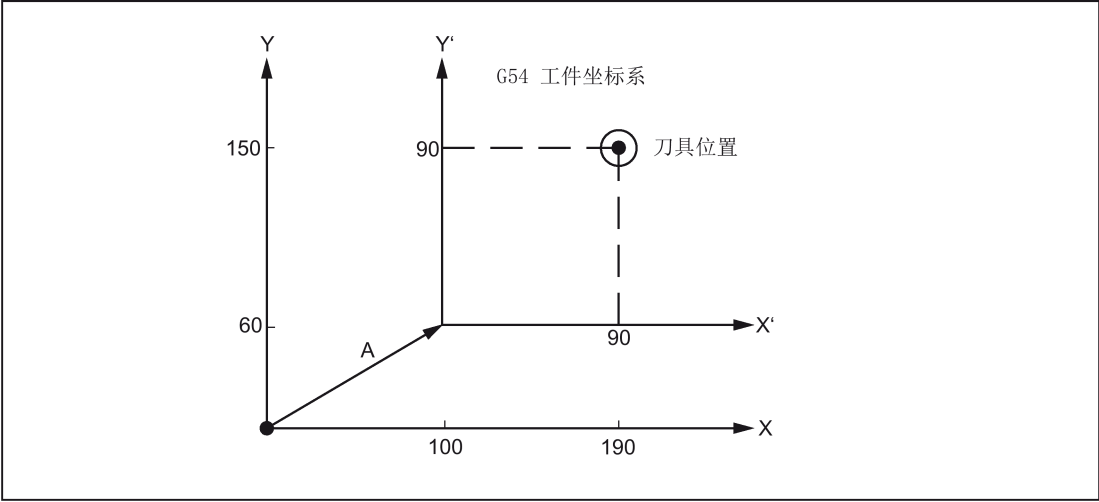
通过 G50 修改：

通过给定 G50 X... Z...，可以移动之前由 G 指令 G54 到 G59 或 G54 P{1 ...93}选择的工件坐标系，并可设置一个新的工件坐标系。如果以增量值写入 X、Y 和 Z，则必须定义恰当的坐标系；其中，当前刀具位置和给定增量值之和应该等于前一刀具位置的坐标值 ( 坐标系偏移 )。接着坐标系的偏移值和每个工件零点偏移值相加。也就是说：整个工件坐标系按照相同的值移动。

示例

刀具以 G54 定位到(190, 150)，每次 G50X90Y90 时工件坐标系 1 (X' - Y')产生偏移矢量 A。

示例：设置坐标



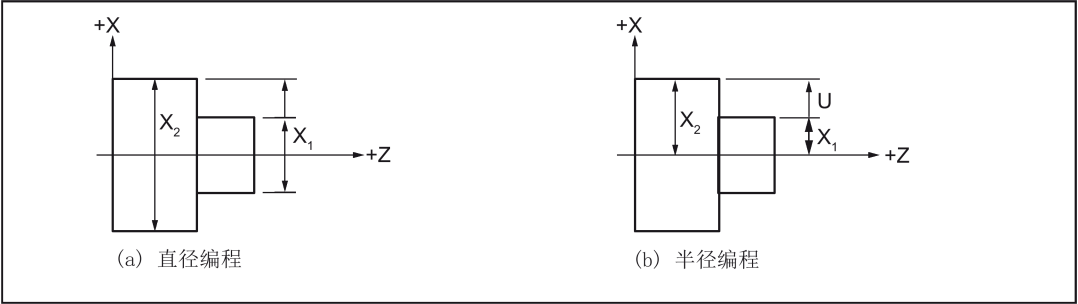
3.3.2 确定坐标值的输入方式

3.3.2.1 X 轴的直径和半径编程

使用地址 X 或 U 进行 X 轴的指令编程：

如果通过机床数据 20110 \$MC\_DIAMETER\_AX\_DEF = "X"将 X 轴定义为横向轴，并且通过 MD20150 \$MC\_GCODE\_RESET\_VALUES[28] = 2 激活直径编程 (= 西门子 G 代码 DIAMOND)，则所编程的轴位置被视为直径值。

坐标值：



直径值对于下列数据有效：

- 工件坐标系中端面轴的实际值显示
- “JOG”模式：增量尺寸的增量和手轮运行
- 从结束位置进行编程

3.3.2.2 英制/公制尺寸输入(G20, G21)

取决于生产图纸的尺寸标注方式，编程时可以为和工件相关的几何轴选择公制或英制尺寸。通过以下 G 功能可以选择输入单位：

| G 功能                   | 功能     | G 功能 |
|------------------------|--------|------|
| G20 ( G70 , G 代码系统 C ) | “英寸”输入 | 06   |
| G21 ( G71 , G 代码系统 C ) | “毫米”输入 | 06   |

### 格式

必须始终在程序段开头处写入 G20 和 G21，并且该程序段中不允许出现其它指令。

### 关于英制/公制转换的补充说明

下面的几何参数可以由控制系统（带必要的偏差）换算为没有设定的尺寸系统，并可以直接输入：

举例

- 路径信息 X, Z
- 插补参数 I, J, K 和圆弧编程的圆弧半径 R
- 螺距（G32，G34）
- 可编程的零点偏移

### 说明

所有其它的参数，诸如进给、刀具补偿或者可设定零点偏移（使用 G20/G21 时）以尺寸系统的基本设定（MD10240 SCALING\_SYSTEM\_IS\_METRIC）说明。

系统变量和机床数据的描述同样与 G20/G21 程序状态无关。如果要求 G20/G21 中的进给值生效，则必须清楚地编程一个新的 F 值。

G20 或 G21 运行时的刀具补偿量如下表所示：

| 保存的刀具补偿量 | G20 运行（单位“英寸”） | G21 运行（单位“毫米”） |
|----------|----------------|----------------|
| 150000   | 1.5000 英寸      | 15.000 mm      |

### 3.3.3 控制时间的指令（G04）

通过 G04 可以在两个 NC 程序段间写入工件加工的中断时间或主轴转数，从而可以进行自由切削。

通过 MD20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK，位 2 可以设定暂停时间以时间（秒或毫秒）为单位还是以主轴转数为单位。如果设置了 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK，位 2=1，G98 生效时暂停时间以秒为单位；如果选择了 G99，暂停时间以主轴转数[转]为单位。

### 格式

G04 X...;或 G04 P...;

X\_：时间值（可以为小数）

P\_：时间值（不能为小数）

- 必须在一个单独的程序段中写入暂停时间(G04 ..)。

有两种方法可用于执行写入的暂停时间：

MD \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK

位 2 = 0: 暂停时间总以单位“秒”[s]设定

位 2 = 1: 以单位“秒”（G98 有效）或以主轴转数（G99 有效）设定暂停时间

通过设定 G98（每分钟进给率），下一个程序段的加工会相应地延迟一定时间（单位“秒”），而设定 G99（旋转进给率）时则会延迟一定的主轴旋转次数。

必须在程序段中单独写入 G04。

### 示例

G98 G04 X1000 ;

标准记数法：1000 \* 0.001 = 1 秒

计算器记数法：1000 秒

G99 G04 X1000 ;

标准记数法：1000 \* 0.001 = 1 主轴转数

计算器记数法：1000 主轴转数

### 3.3.4 刀具补偿功能

将每个刀具的刀具数据分别输入控制系统的刀具补偿数据存储器中。

您可以直接编程工件尺寸，比如加工图纸中如何标注就可以如何编程。

在加工工件时会自动考虑刀具的几何数据，使其使用各自的刀具就能够加工出编程的轮廓。

#### 3.3.4.1 刀具补偿数据存储器

将每个刀具的刀具数据分别输入控制系统的刀具补偿数据存储器中。在程序中只调用所需的刀具及其刀具补偿数据。

##### 目录

几何尺寸：长度，半径

尺寸包含多个分量（几何量，磨损量）。控制系统从这些部分再计算出最后的尺寸（比如总长度 1，总半径）。补偿存储器激活时，相应的总尺寸生效。

在进给轴中如何计算这些值，由刀具类型和平面选择指令 G17, G18, G19 决定。

##### 刀具类型

刀具类型决定需要哪些几何参数，以及如何计算（钻头，或者车刀，或者铣刀）。

##### 刀沿长度

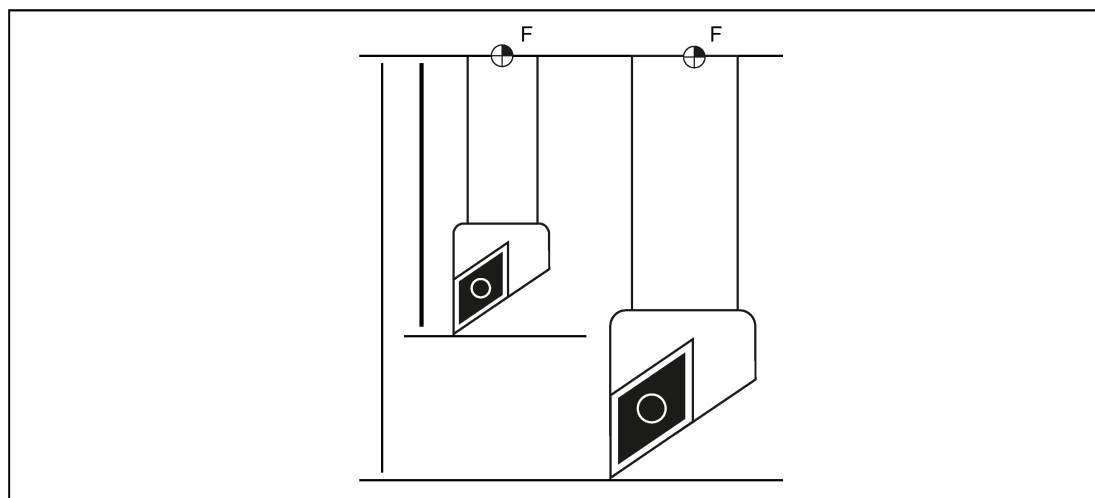
对于车刀，还需另外说明刀沿长度。下图给出了所需的刀具参数的信息。

#### 3.3.4.2 刀具长度补偿

该值补偿所使用刀具长度之间的差异。

刀具的长度是指刀架基准点与刀尖之间的距离。

刀具长度：

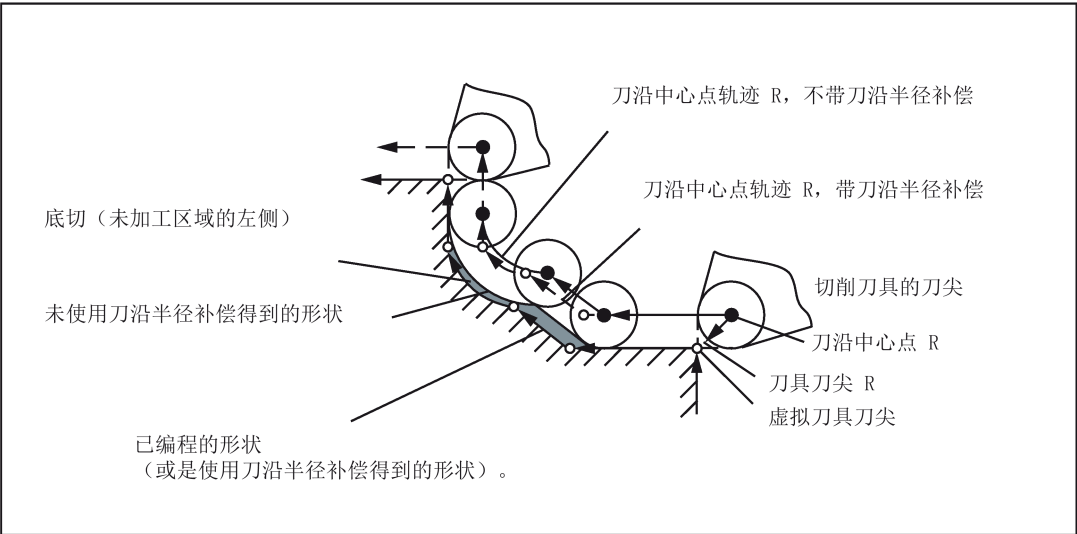


测量出这个长度，然后与可设定的磨损量一起输入到刀具补偿数据存储器中。控制系统就据此计算出进刀时的移动量大小。

#### 3.3.4.3 刀沿半径补偿 ( G40, G41/G42 )

因为刀具刀尖一般为圆形，因此若不考虑刀沿半径，在圆锥车削或圆弧加工时会产生轮廓不精确的问题。存在这些问题时，显示下图。通过 G41 或 G42 激活刀沿半径补偿，用于消除轮廓的不精确。

无刀沿半径补偿的加工：



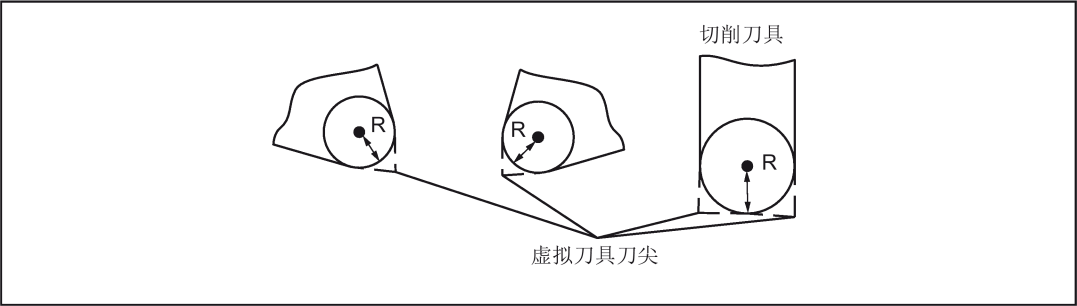
### 刀沿半径补偿量

术语“刀沿半径补偿量”是指刀具刀尖和刀沿中心点 R 之间的距离。

### 确定刀沿半径补偿量

通过不带符号的刀尖圆弧半径设定刀沿半径补偿量。

确定刀沿半径补偿量和虚拟刀具刀尖：

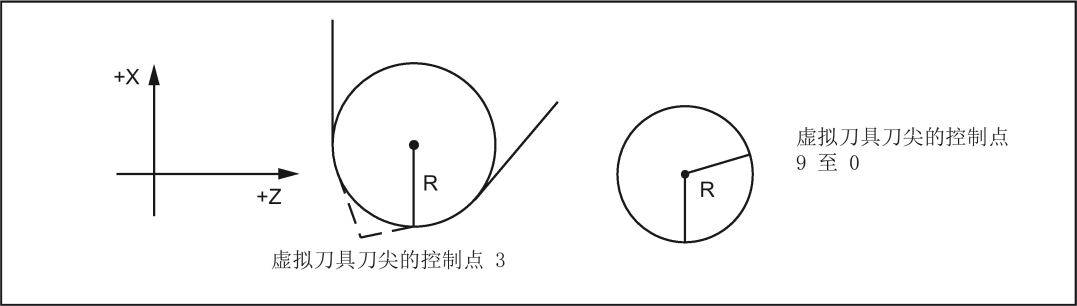


### 确定虚拟刀具刀尖位置 (控制点)

#### 控制点存储器

从刀具刀尖的中心点 R 处进行观察，并以一个 0 至 9 之间的一位数设定虚拟刀具刀尖的位置。该点为控制点。存储刀具数据前应将控制点输入数控系统存储器。

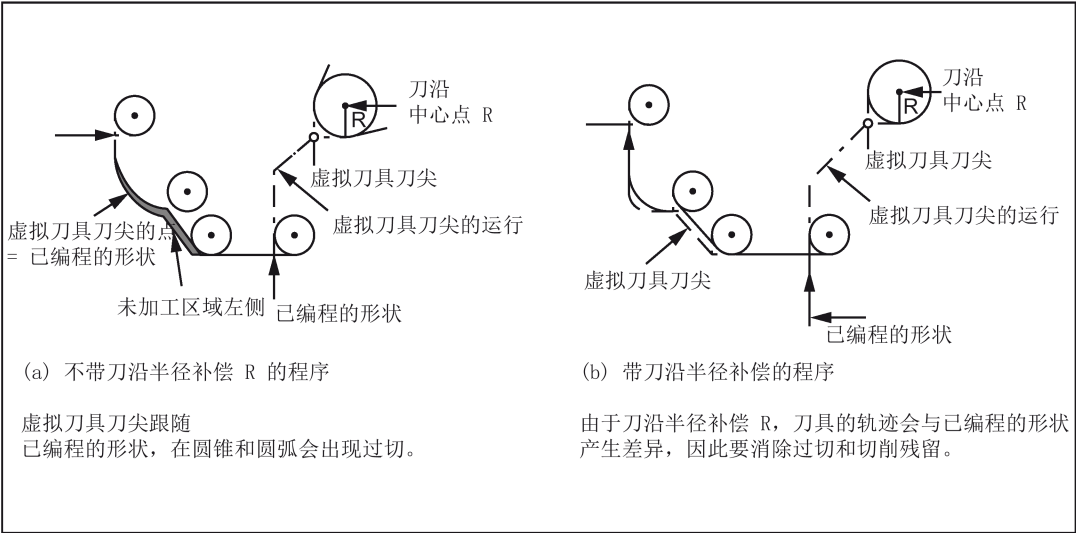
确定控制点的示例：



控制点和程序

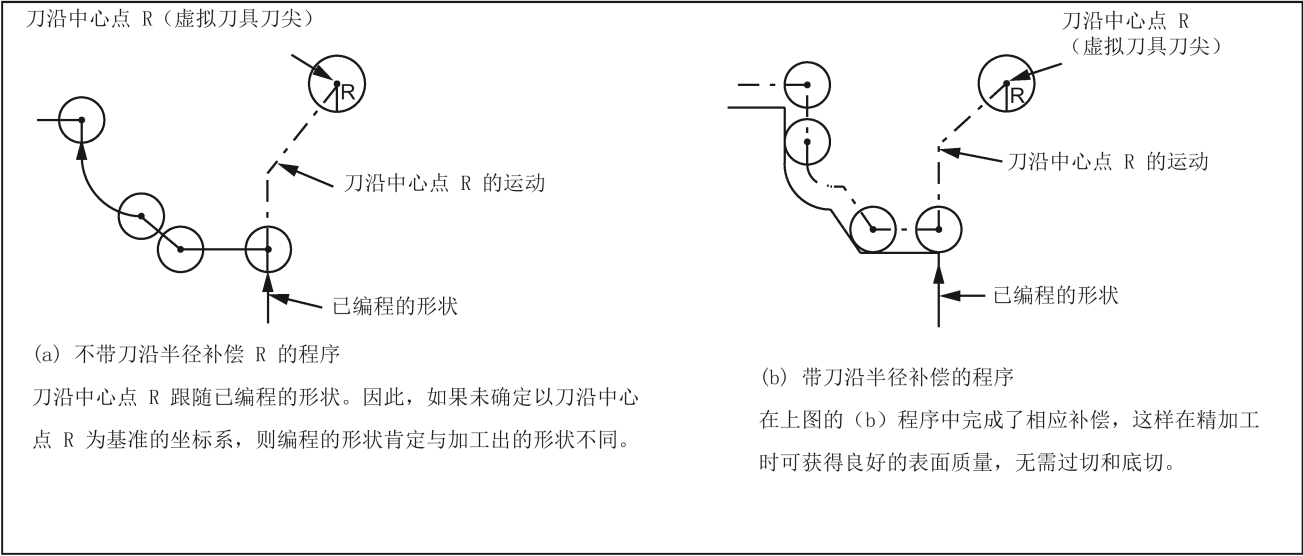
通过使用控制点 1 至 8，刀具刀尖的虚拟位置必须在编写程序时的用作参考点。只有在确定坐标系后才能编写程序。

控制点 1 至 8 的程序和刀具运行：



使用控制点 0 至 9 时刀沿中心点 R 必须在编写程序时用作参考点。只有在确定坐标系后才能编写程序。如果未使用刀沿半径补偿，则编程形状不能和加工形状不同。

控制点 0 至 9 的程序和刀具运行：



选择/取消刀沿半径补偿

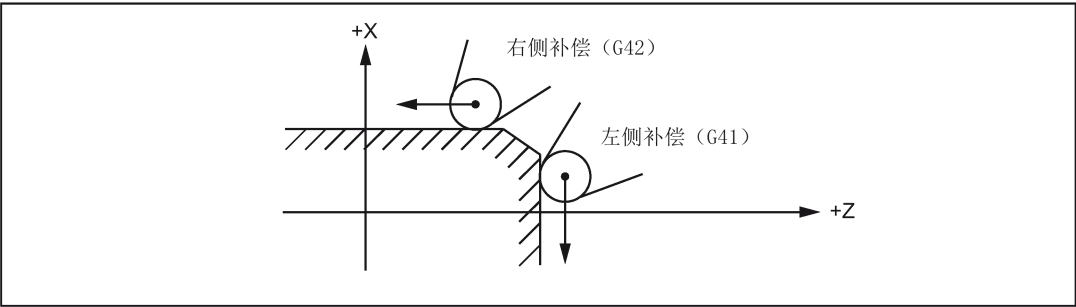
- 选择刀具补偿  
通过 T 指令选择刀具补偿。
- 启动刀沿半径补偿  
使用下列 G 功能启动/关闭刀沿半径补偿：

| G 功能 | 功能                         | G 功能组 |
|------|----------------------------|-------|
| G40  | 取消刀具半径补偿                   | 07    |
| G41  | 刀具半径补偿 ( 刀具在轮廓的左侧沿加工方向加工 ) | 07    |
| G42  | 刀具半径补偿 ( 刀具在轮廓的右侧沿加工方向加工 ) | 07    |

指令 G40 和 G41/G42 是 G 功能组 07 的模态 G 功能。这些指令一直保持有效，直至写入该 G 功能组的其他功能。G40 在上电或 NCK 复位后启用。

通过 G41/G42 和一个 T 指令调用刀沿半径补偿。

根据加工方向确定刀沿半径补偿：

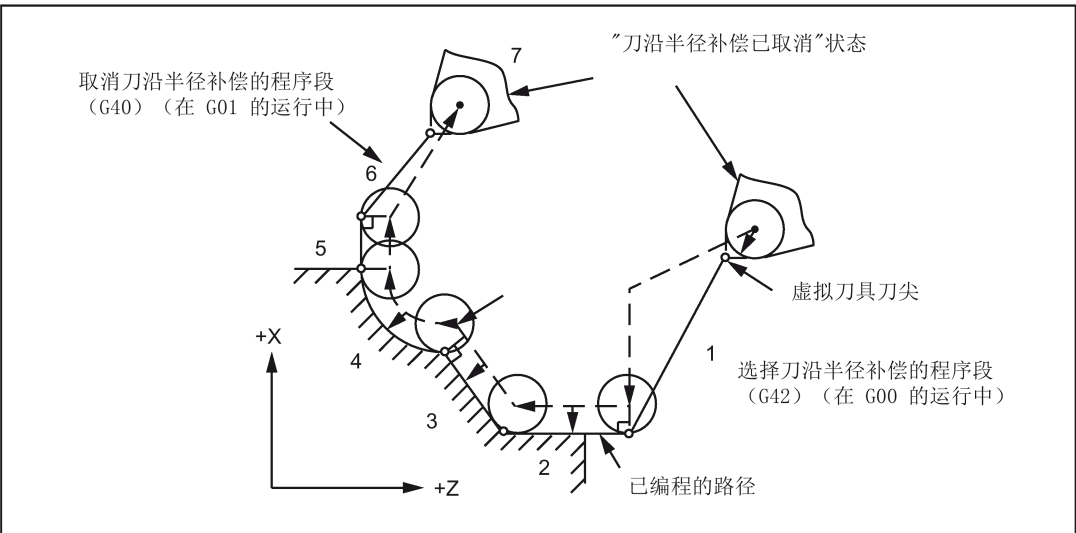


### 补偿方向的转换

补偿方向可在 G41 和 G42 间转换，且不需取消 G40。带旧补偿方向的最后程序段以终点处刀具矢量的正常位置结束。然后按新的补偿方向开始进行补偿（在起点处以正常状态）。

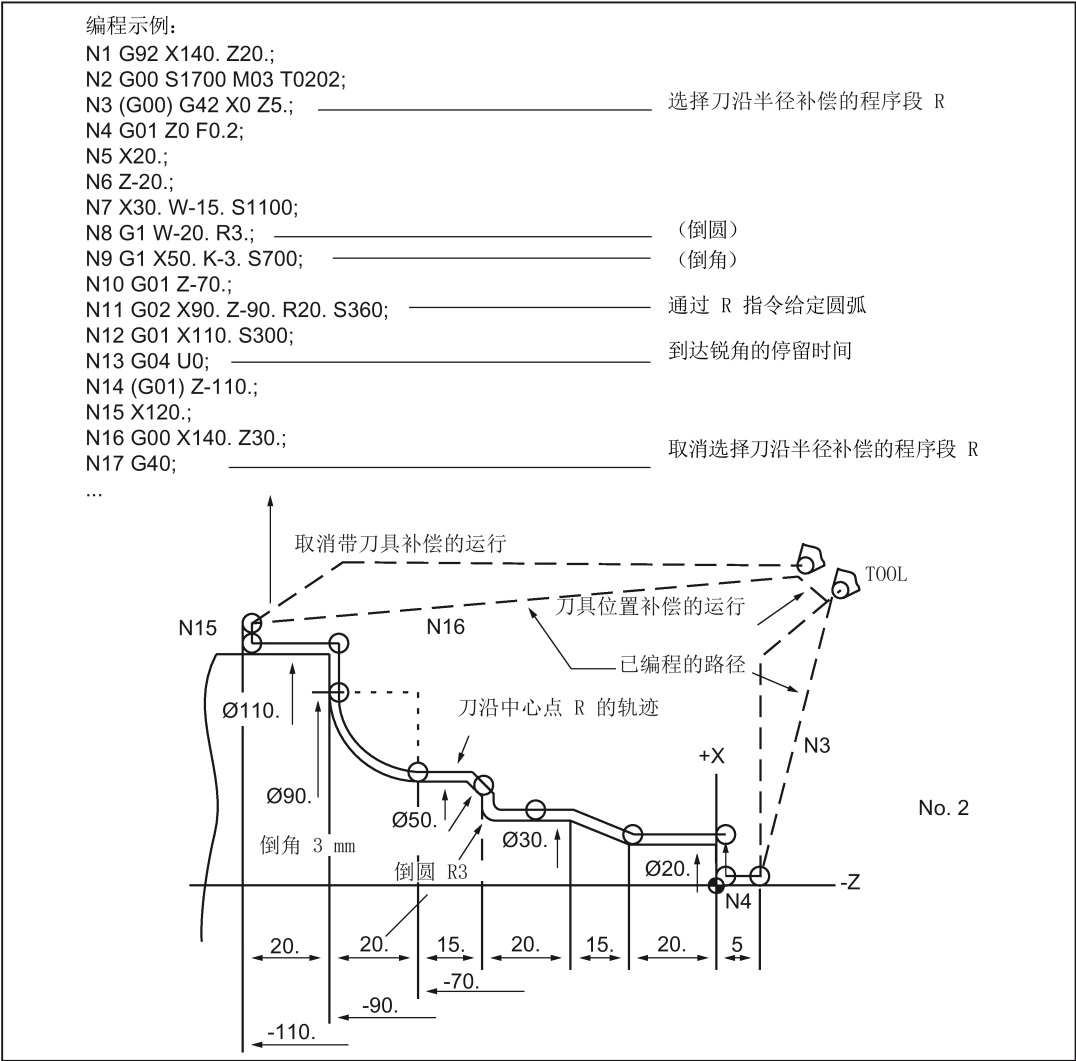
### 刀具半径补偿时的运行轮廓

下图显示了刀具半径补偿的执行：



选择（程序段 1）和取消（程序段 6）刀沿半径补偿时，执行补偿运行。因此在选择和取消刀具补偿时必须注意，不会产生轮廓碰撞。

编程示例：



3.3.5 S 功能，T 功能，M 功能和 B 功能

3.3.5.1 主轴功能 ( S 功能 )

通过地址 S 可以给定主轴转速，单位转每分钟。通过 M3 和 M4 可以选择主轴旋转方向。M3 = 主轴右旋，M4 = 主轴左旋。M5 = 主轴停止。详细信息请参见机床制造商的说明资料。

- S 指令模态生效，即：写入该指令后指令保持生效，直至下一个 S 指令。如果通过 M05 停止主轴，S 指令仍保留。如果随后写入 M03 或 M04 而没有给定 S 指令，则主轴以初始写入的转速启动。
- 如果修改了主轴转速，请注意主轴当前设定的变速级。详细信息请参见机床制造商的说明资料。
- S 指令的下限 ( S0 或接近 S0 的 S 指令 ) 受驱动电机和主轴的驱动系统的影响；不同的机床上转速下限也不同。不允许给定 S 负值！详细信息请参见机床制造商的说明资料。

3.3.5.2 恒定切削速度 ( G96，G97 )

通过以下 G 功能选择和取消恒定切削速度。指令 G96 和 G97 模态有效并从属于 G 功能组 02。

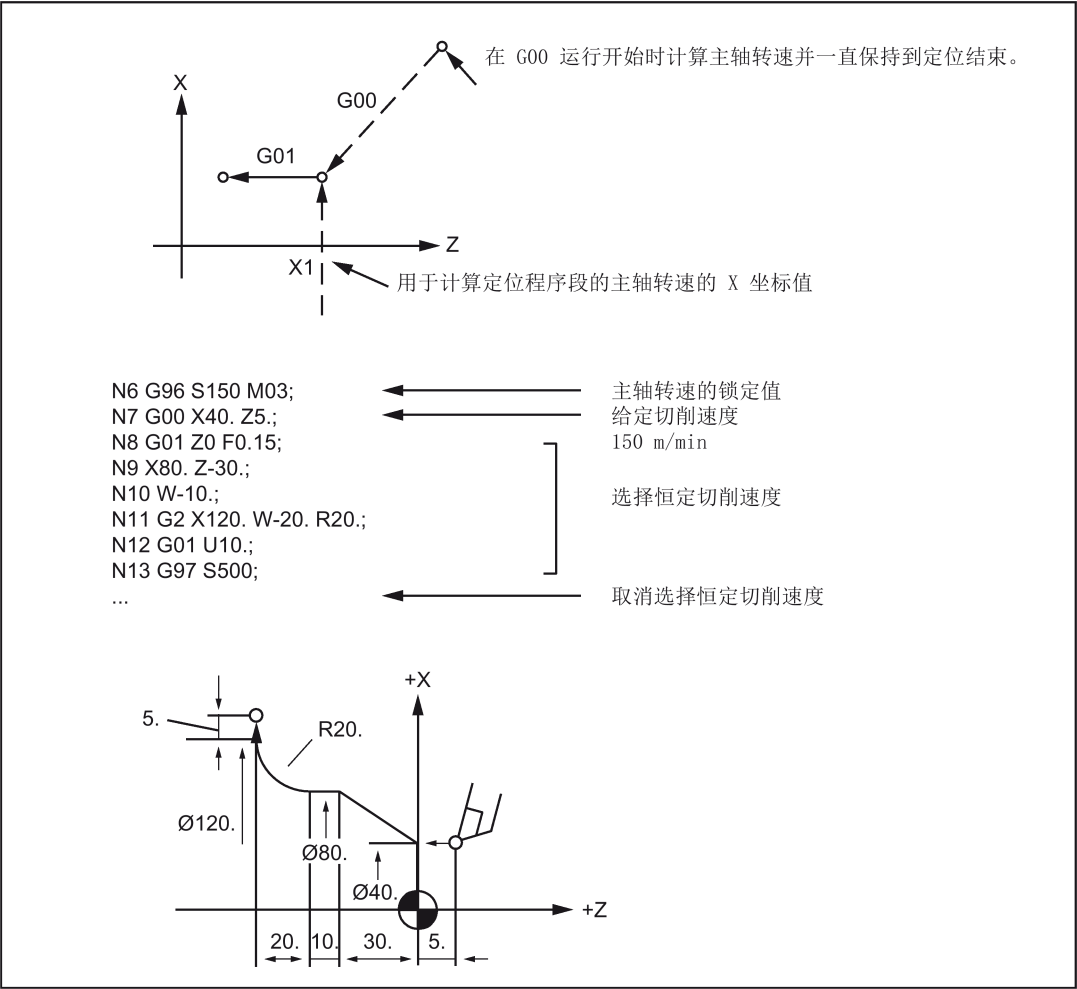
| G 功能 | 功能        | G 功能组 |
|------|-----------|-------|
| G96  | 恒定切削速度“开” | 02    |
| G97  | 取消恒定切削速度  | 02    |

恒定切削速度“开”(G96)

通过“G96 S...”修改主轴转速（取决于相关的工件直径），使刀沿上的切削速度 S（单位：米/分钟或英尺/分钟）保持恒定。

G96 启动后，X 轴的值作为直径用来监控当前切削速度。如果 X 轴的位置改变，主轴转速也随之变化，以保持编程的切削速度。

恒定切削速度：

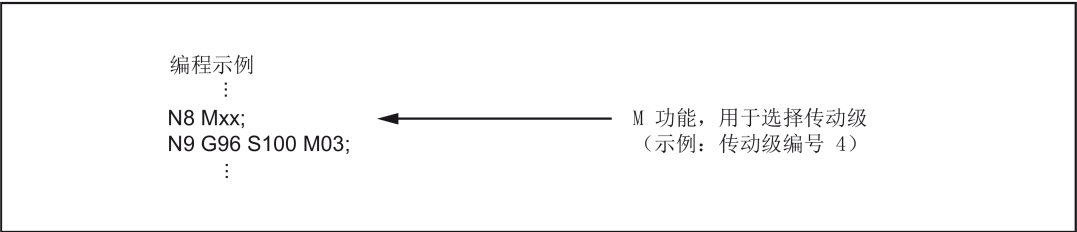


取消恒定切削速度 ( G97 )

在 G97 后，数控系统将一个 S 字重新作为主轴转速，单位是转/分钟。如果没有设定新的主轴转速，则保留最后用 G96 达到的转速。

选择主轴转速传动级

在可通过 M 指令切换传动级的机床上，在设定 G96 前必须写入用来选择相应传动级的 M 指令。详细信息请参见机床制造商文献。



3.3.5.3 用 T 指令 ( T 功能 ) 换刀

通过编程 T 字可以直接换刀。  
通过机床数据确定 T 功能的生效性能。 请注意机床制造商的设计说明。

3.3.5.4 附加功能 ( M 功能 )

使用 M 功能可以在机床上控制一些开关操作，比如“冷却液开/关”和其它的机床功能。一些 M 功能已经由控制系统制造商作为固定功能占用 ( 参见下文 )。

编程

M... 值：0 到 9999 9999 ( 最大整数值 )，整数

所有空的 M 功能编号都可以由机床制造商预设，例如用于控制夹紧装置或用来启用/关闭其他机床功能的开关功能。参见机床制造商的说明。

下面对 NC 专用的 M 功能进行说明。

用于停止操作的 M 功能(M00, M01, M02, M30)

借助该 M 功能可以释放程序停止，中断或结束加工。此时主轴是否也停止取决于机床制造商的设置。详细信息请参见机床制造商的说明资料。

M00 ( 程序停止 )

程序段中带 M00 时加工停止。现在可以进行排屑、再次测量等。并向 PLC 传送一个信号。通过以下按键可以继续程序：



M01 ( 可选停止 )

可以通过下面的方法设定 M01：

- HMI/对话框“程序控制”或者
- VDI 接口

只有当 VDI 接口相应的信号置位或者在 HMI/对话框中选择了“程序控制”时，NC 程序处理才被 M01 停止。

M30 或 M02 ( 程序结束 )

通过 M30 或 M02 结束程序。

---

**说明**

通过 M00、M01、M02 或 M30 向 PLC 发送信号。

---

---

**说明**

关于是否通过指令 M00、M01、M02 或 M30 停止主轴或中断冷却液流入的说明请参见机床制造商的资料。

---

3.3.5.5 用于控制主轴的 M 功能 ( M19、M29 )

| M 功能 | 功能           |
|------|--------------|
| M19  | 定位主轴         |
| M29  | 切换轴/控制运行中的主轴 |

借助 M19 主轴运行到设定数据 43240 \$SA\_M19\_SPOS[主轴号]定义的主轴位置上。定位模式保存在 \$SA\_M19\_SPOS 中。

切换主轴运行(M29)的 M 功能号也可以通过机床数据设定。使用 MD20095 \$MC\_EXTERN\_RIGID\_TAPPING\_N\_NR 预设 M 功能号。但只能预设非标准 M 功能的 M 功能号。如不允许预设 M0、M5、M30、M98、M99 等。

在 ISO 模式下，使用 M29 将主轴切换到进给轴模式。

3.3.5.6 用于调用子程序的 M 功能 ( M98、M99 )

| M 功能 | 功能    |
|------|-------|
| M98  | 子程序调用 |
| M99  | 子程序结束 |

3.3.5.7 通过 M 功能调用宏

通过 M 号调用子程序 ( 宏 ) 的方式和 G65 类似。

通过机床数据 10814 \$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE 和机床数据 10815 \$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE\_NAME 可以最多设计 10 个 M 功能替换。

编程方式和 G65 相同。通过地址 L 可以写入重复。

限制

每个零件程序行只可以执行一个 M 功能替换 ( 或只一个子程序调用 )。和其他子程序调用发生冲突时，输出报警 12722。在一个已经被替代的子程序中不再执行其它 M 功能替代。

此外，G65 中的限制同样生效。

和预定义的 M 号或和其它定义的 M 号发生冲突时，输出报警，不执行操作。

设计示例

通过 M 功能 M101 调用子程序 M101\_MAKRO :

\$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE[0] = 101

\$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE\_NAME[0] = "M101\_MAKRO"

通过 M 功能 M6 调用子程序 M6\_MAKRO :

\$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE[1] = 6

\$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE\_NAME[1] = "M6\_MAKRO"

使用 M 功能换刀的编程示例

```
PROC MAIN
...
N10          M6 X10 V20          ; 调用程序 M6_MAKRO
...
N90          M30
PROC M6_MAKRO
...
N0010        R10 = R10 + 11.11
N0020        IF $C_X_PROG == 1 GOTOF N40      ; ($C_X_PROG)
N0030        SETAL(61000)                    ; 没有正确
                                                ; 传送写入的变量
N0040        IF $C_V == 20 GOTOF N60          ; ($C_V)
N0050        SETAL(61001)
N0060        M17
```

3.3.5.8 M 功能 ( M08、M09 )

通用 M 功能

非专用的 M 功能由机床制造商确定。下面为您列举了使用通用 M 功能的典型示例。详细信息请参见机床制造商的说明资料。

如果在同一个程序段中同时写入 M 指令和轴运行 指令，视机床制造商的机床数据设置而定，M 功能会在程序段段首执行或在段尾达到轴位置后执行。详细信息请参见机床制造商的说明资料。

| M 功能 | 功能    | 备注              |
|------|-------|-----------------|
| M08  | 冷却液 开 | 该 M 功能由机床制造商确定。 |
| M09  | 冷却液 关 |                 |

在一个程序段中给定多个 M 功能

在一个程序段中可以最多写入五个 M 功能。M 功能的组合和限制请参见机床制造商的资料。

附加辅助功能 ( B 功能 )

B 不用作轴标识符时可用作附加的辅助功能。B 功能作为辅助功能传送给 PLC ( H 功能的地址扩展为 H1= )。

示例：B1234 作为 H1=1234 输出。

3.4 其它功能

3.4.1 程序支持功能

3.4.1.1 固定循环 ( G90、G92、G94 )

固定循环可以减轻编程人员在创建程序时的工作量。可以使用 G 功能执行频繁出现的加工步骤；没有固定循环时，必须对多个 NC 程序段进行编程。而通过固定循环可以简化加工程序，并节省存储空间。

在 ISO 编程指令中调用 shell 循环，该循环使用西门子标准循环的功能。这样数控系统程序段中编程的地址便通过系统变量传送给 shell 循环。Shell 循环对这些数据进行匹配，并调用西门子标准循环。

使用了固定循环后，若要继续使用顺时针循环，必须先通过 G80 或 G 代码组 1 中的某个 G 代码将固定循环取消。

轴向切削循环

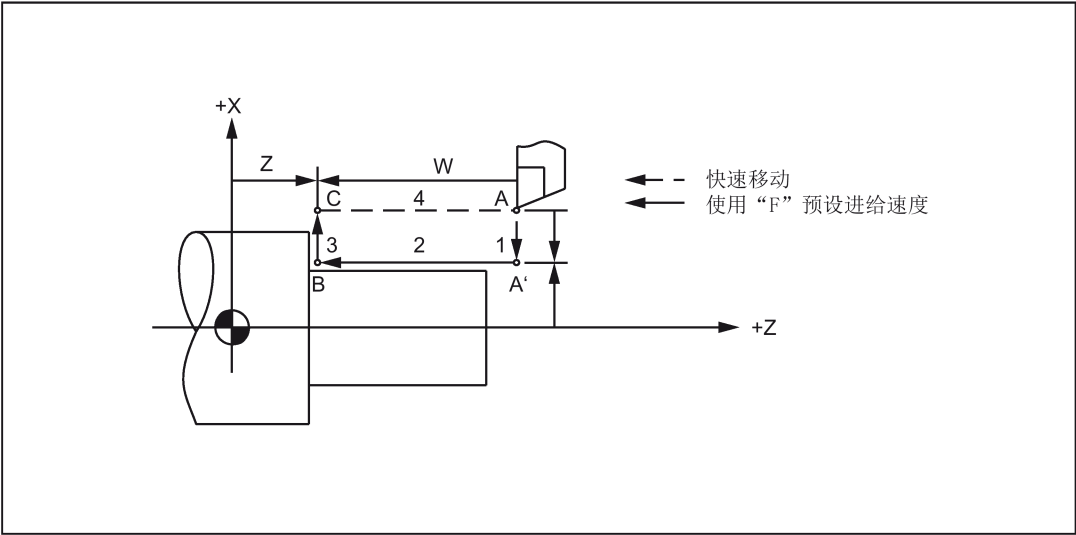
格式

G..X... Z... F... ;

| G 代码系统 A | G 代码系统 B | G 代码系统 C |
|----------|----------|----------|
| G90      | G77      | G20      |

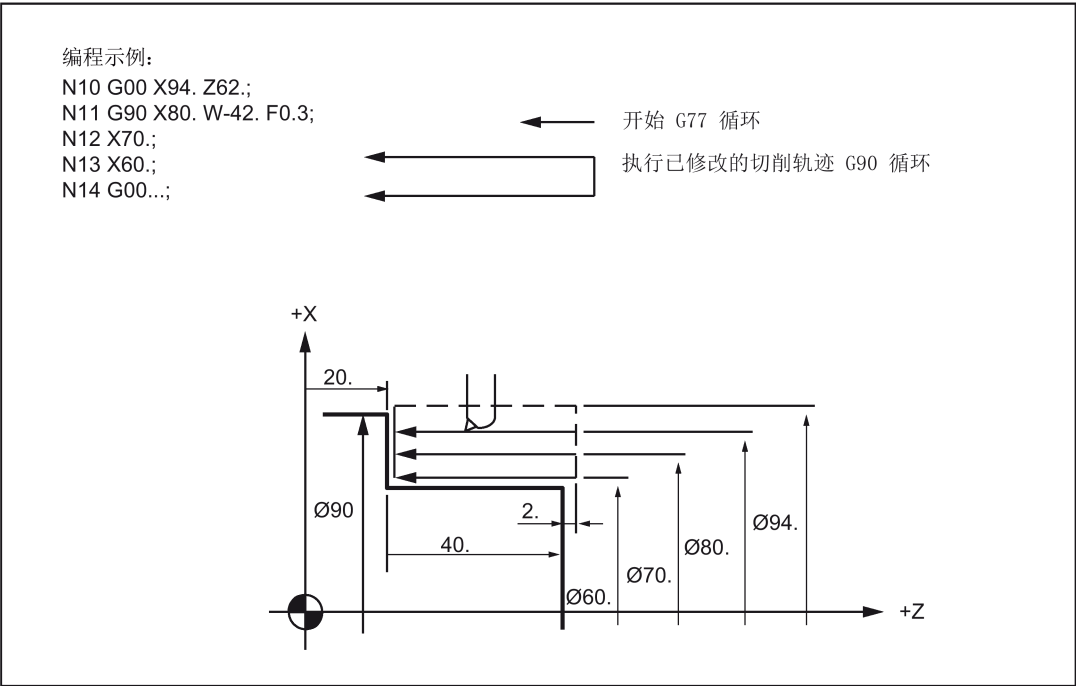
在执行指令“G... X(U)... Z(W)... F... ;”，按照 1-4 的顺序执行轴向切削循环。

纵向车削循环：



因为 G90 ( G77 , G20 ) 是一个模态 G 功能，因此在之后的程序段中只设定 X 轴方向上的进给运行，从而在循环内执行加工。

纵向车削循环 ( G 代码系统 A ) :



纵向圆锥车削循环

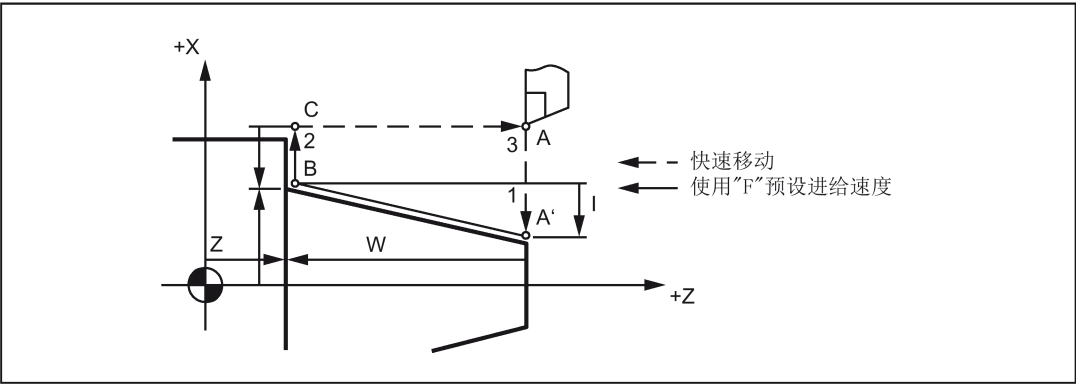
格式

G... X... Z... R... F... ;

| G 代码系统 A | G 代码系统 B | G 代码系统 C |
|----------|----------|----------|
| G90      | G77      | G20      |

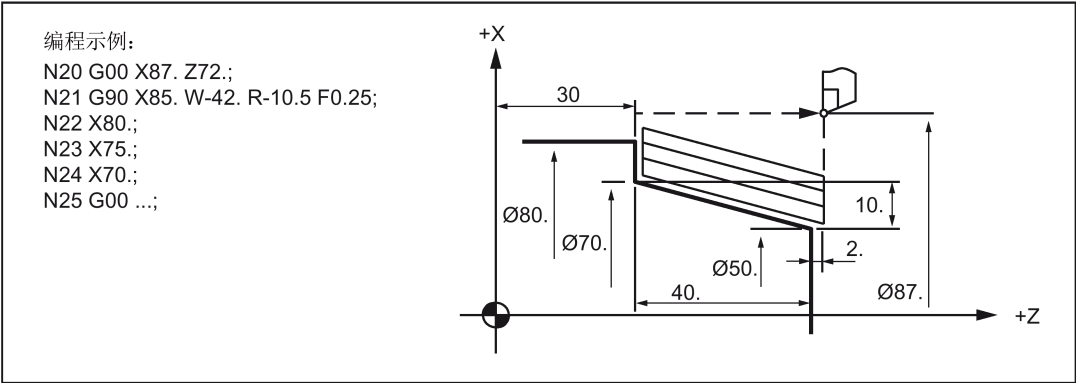
在执行指令“G... X(U)... Z(W)... R... F... ;”按照 1-4 的顺序执行纵向圆锥车削循环。

纵向圆锥车削循环 :



地址符 R 的符号由点 A 决定，观察方向的符号由点 B 决定。

纵向圆锥车削循环 ( G 代码系统 A ) :



- 单程序段运行激活时执行 G90 ( G77 , G20 ) 循环，循环虽然不会中途中断，但是会在循环的 1-4 步骤结束后停止。
- 在 G90 ( G77 , G20 ) 程序段前，在程序段中设定功能 S, T 和 M，作为执行 G90 ( G77 , G20 ) 的切削条件。若未运行轴就在一个程序段中对这些功能进行了设定，那么仅当此程序段设定在 G90 ( G77 , G20 ) 运行范围内时，这些功能才生效。

|     |                      |  |          |
|-----|----------------------|--|----------|
| G77 | X... Z... R... F...; |  |          |
|     | X...;                |  |          |
|     | X...;                |  |          |
|     | X... T0505 M05; ← 错误 |  |          |
| G00 | X... Z...;           |  | G77 有效范围 |
| G77 | X... Z... R... F...; |  |          |
|     | X...;                |  |          |
|     | X...;                |  |          |
|     | X... T0505 M05; ← 正确 |  |          |
| G00 | X... Z...;           |  | G77 有效范围 |

G90 ( G77 , G20 ) 运行一直保持有效，直到在一个程序段中对 G 功能组 01 的一个 G 功能重新进行了设定。

螺纹切削循环

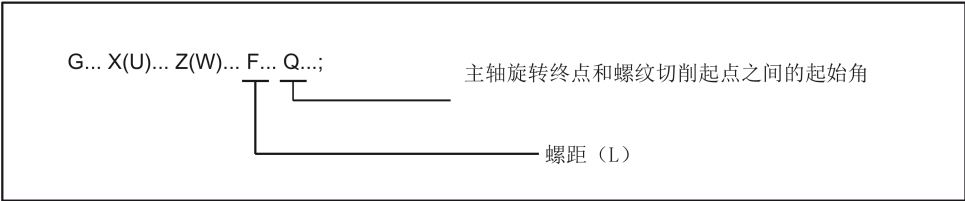
有三种用于螺纹切削加工的螺纹切削循环：圆柱螺纹切削循环、圆锥螺纹切削循环和横向圆锥车削循环。

格式

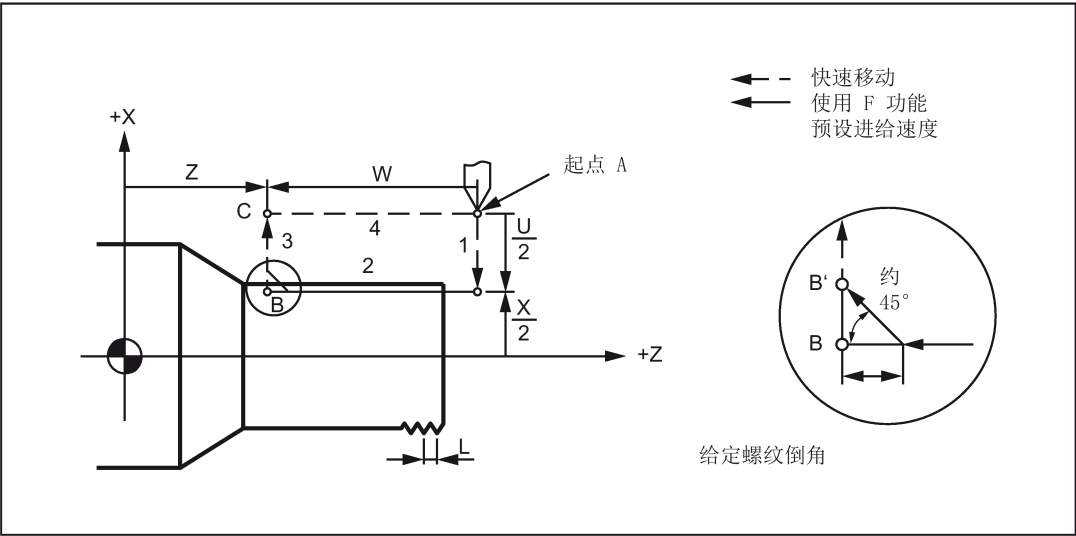
G... X... Z... F... Q... ;

| G 代码系统 A | G 代码系统 B | G 代码系统 C |
|----------|----------|----------|
| G92      | G78      | G21      |

圆柱螺纹切削循环

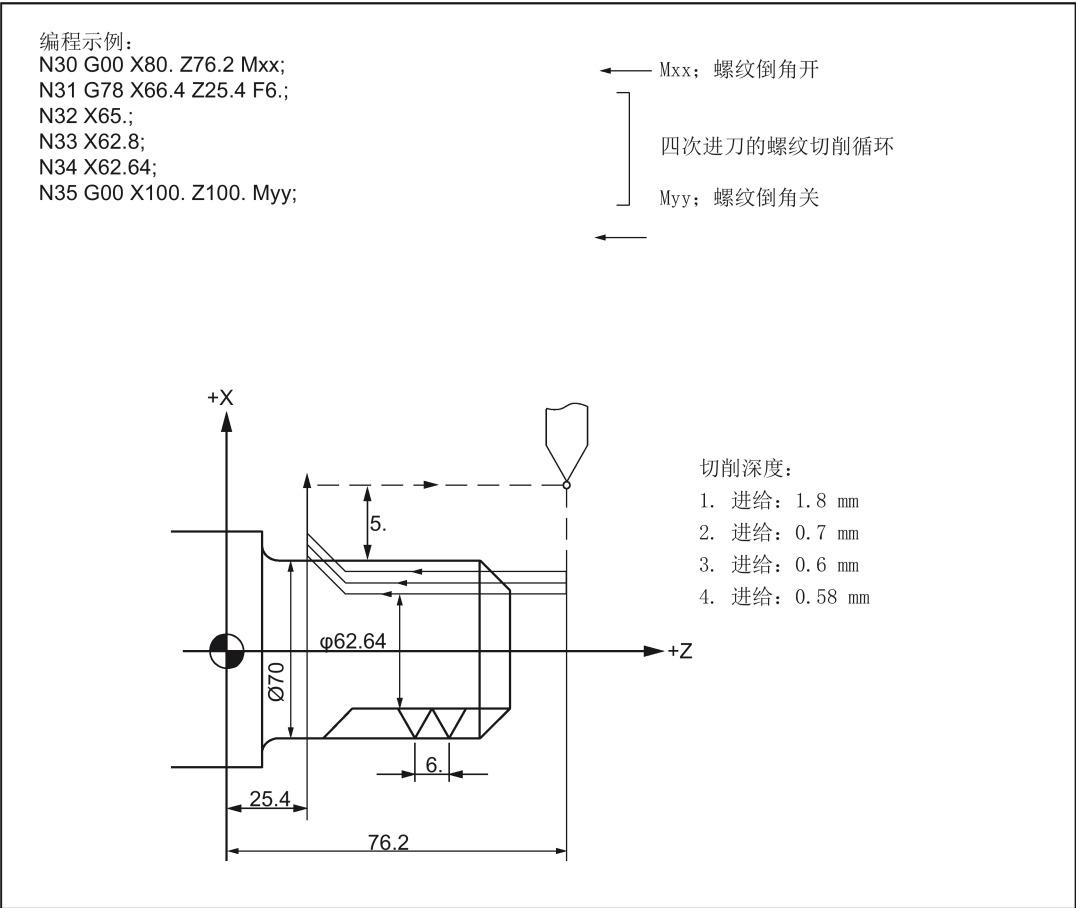


通过上述的指令，在下图中按照 1 至 4 的顺序执行圆柱螺纹切削循环。



因为 G92 (G78, G21)是一个模态 G 功能，因此在之后的程序段中只设定 X 轴方向上的切削深度，来执行螺纹切削循环。在这些程序段中不需要再次设定 G92 (G78, G21)。

圆柱螺纹切削循环 ( G 代码系统 B )：



- 当通过激活的单程序段运行执行 G92 (G78, G21)循环时，运行虽然不会在中途中断，但是会在循环的 1-4 几个步骤结束后停止。
- 可在此螺纹切削循环内进行螺纹倒角。通过机床信号触发螺纹倒角。可在 USER DATA, \_ZSFI[26] 中以  $0.1 * L$  为螺距设定螺纹倒角的大小。这里的“L”为所设定的螺距。

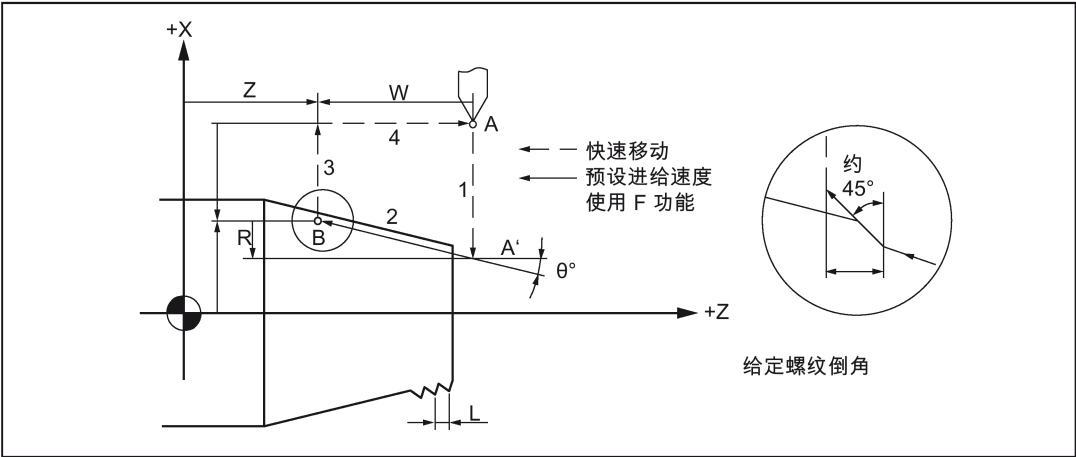
圆锥螺纹切削循环

格式

G... X... Z... R... F... ;

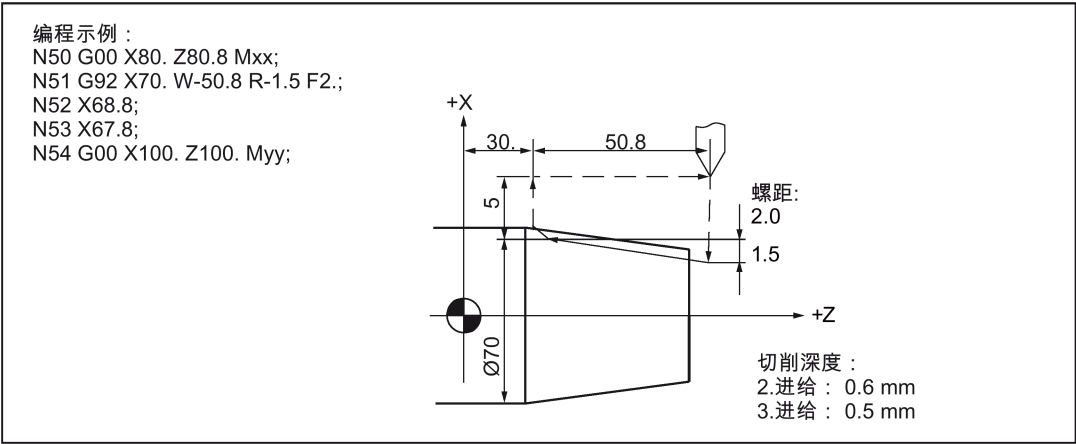
| G 代码系统 A | G 代码系统 B | G 代码系统 C |
|----------|----------|----------|
| G92      | G78      | G21      |

在执行指令“G... X(U)... Z(W)... R... F... ;”按照 1-4 的顺序执行圆锥螺纹切削循环。



地址符 R 的符号由点 A 决定，观察方向的符号由点 B 决定。因为 G92 (G78, G21) 是一个模态 G 功能，因此在之后的程序段中只设定 X 轴方向上的切削深度，来执行螺纹切削循环。在这些程序段中不需要再次设定 G92 (G78, G21)。

圆锥螺纹切削循环 (G 代码系统 A) :



当通过激活的单程序段运行执行 G92 (G78, G21) 循环时，运行虽然不会在中途中断，但是会在循环的 1-4 几个步骤结束后停止。

在 G92 ( G78 , G21 ) 程序段前，在程序段中设定功能 S , T 和 M ，作为执行 G92 ( G78 , G21 ) 的切削条件。若未运行轴就在一个程序段中对这些功能进行了设定，那么仅当此程序段设定在 G92 ( G78 , G21 ) 运行范围内时，这些功能才生效。

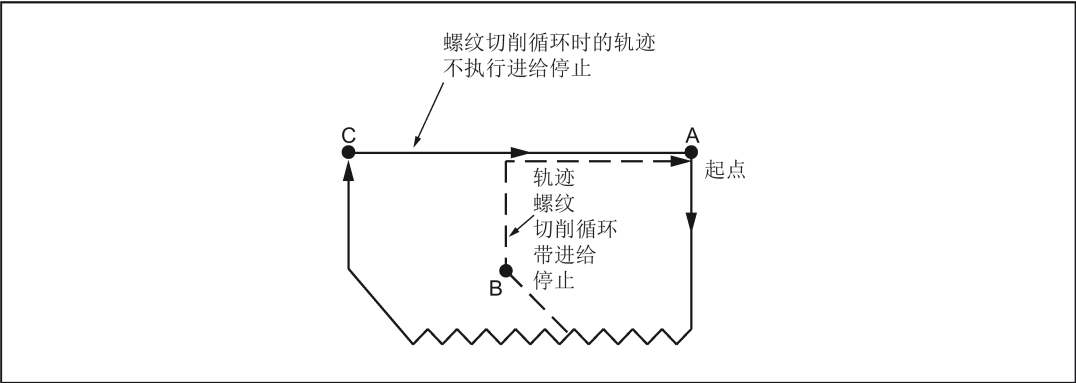
如果在切削刀具位于起点 A 或倒角终点 B 时按下以下键，将从头开始执行中断的循环。



未选择设置“保持螺纹切削进给率”的情况下，如果在执行螺纹切削循环的过程中按下以下键，则螺纹切削循环继续运行。在这种情况下加工状态一直保持，直至在螺纹切削循环结束后对刀具进行复位。



执行螺纹切削循环过程中保持进给率：



如果在循环中使用 G92 (G78, G21)时倒角大小为“0”，会输出报警。

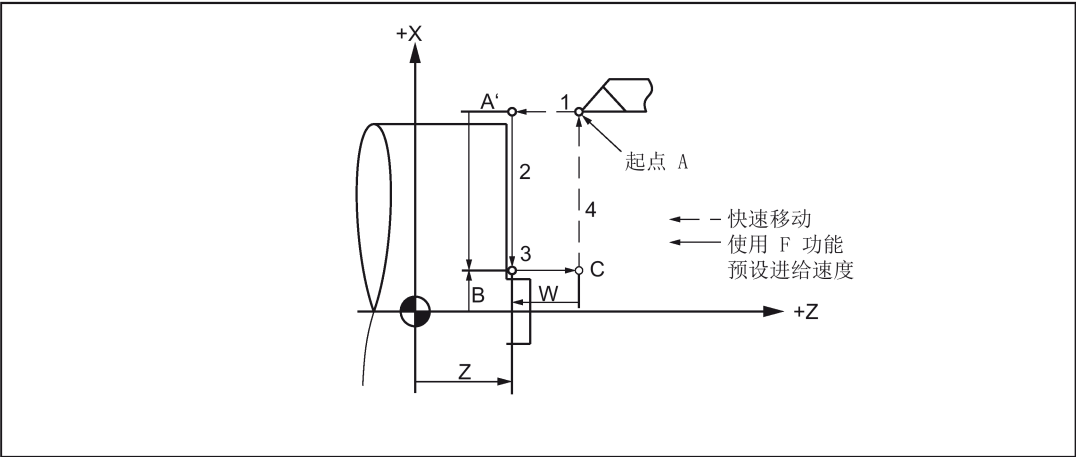
**径向切削循环**

**格式**

G... X... Z... F... ;

| G 代码系统 A | G 代码系统 B | G 代码系统 C |
|----------|----------|----------|
| G94      | G79      | G24      |

在执行指令“G... X(U)... Z(W)... F... ;”按照 1-4 的顺序执行横向车削循环。

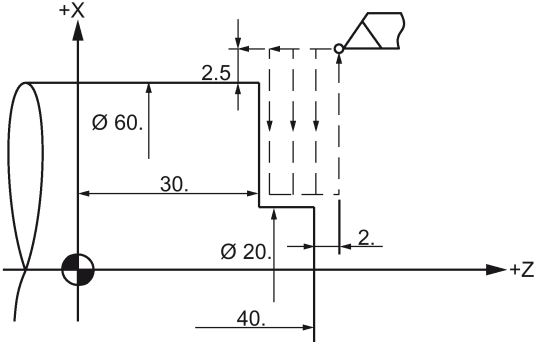


因为 G94 (G79, G24)是一个模态 G 功能，因此在之后的程序段中只设定 X 轴方向上的切削深度，来执行螺纹切削循环。在这些程序段中不需要再次设定 G94 (G79, G24)。

横向车削循环 ( G 代码系统 B ) :

编程示例:  
N60 G00 X65. Z42.;  
N61 G79 X20. Z38. F0.35;  
N62 Z34.;  
N63 Z30.;  
N64 G00;

3 次 G79 循环加工



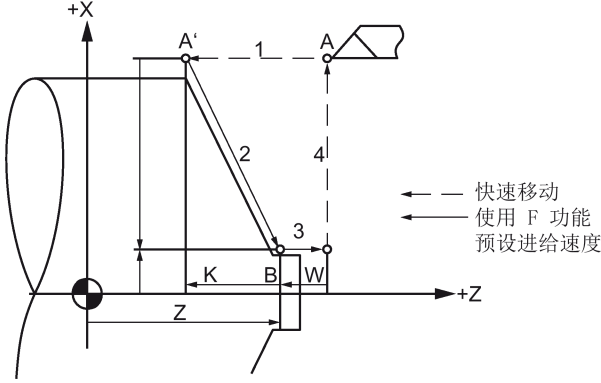
横向圆锥车削循环

格式

G... X... Z... R... F... ;

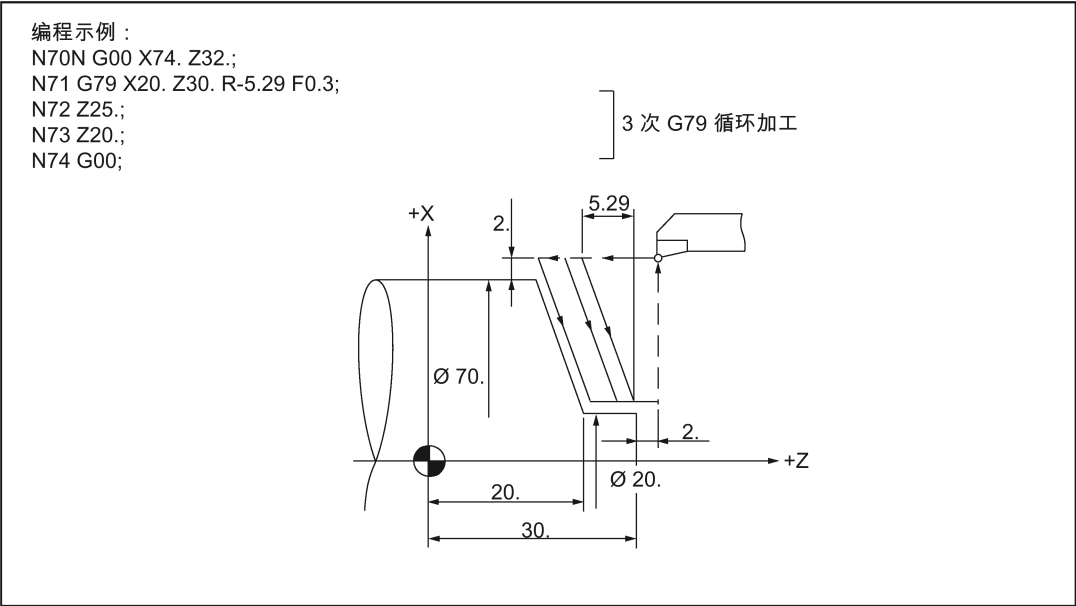
| G 代码系统 A | G 代码系统 B | G 代码系统 C |
|----------|----------|----------|
| G92      | G78      | G21      |

在执行指令“G... X(U)... Z(W)... R... F... ;”按照 1-4 的顺序执行横向圆锥车削循环。



地址符 R 的符号由点 A 决定，观察方向的符号由点 B 决定。

横向圆锥车削循环 ( G 代码系统 B ) :



在 G94 ( G79 , G24 ) 程序段前，在程序段中设定功能 S, T 和 M，作为执行 G94 ( G79 , G24 ) 的切削条件。若未运行轴就在一个程序段中对这些功能进行了设定，那么仅当此程序段设定在 G94 ( G79 , G24 ) 运行范围内时，这些功能才生效。

单程序段运行激活时执行 G94 ( G79 , G24 ) 循环，循环虽然不会中途中断，但是会在循环的 1-4 步骤结束后停止。

3.4.1.2 多次重复循环 ( G70 至 G76 )

多次重复循环可以减轻编程人员在创建程序时的工作量。可以使用 G 功能执行频繁出现的加工步骤；在没有多次重复循环时，需要对多个数控系统程序段进行编程。而通过多次重复循环可以简化加工程序，并节省存储空间。

在 ISO 编程指令中调用 shell 循环，该循环使用西门子标准循环的功能。这样数控系统程序段中编程的地址便通过系统变量传送给 shell 循环。Shell 循环对这些数据进行匹配，并调用西门子标准循环。

G 代码系统 A 和 B 中有七种多次重复循环 ( G70 至 G76 ) ( 参见下表 )。请注意，所有 这些 G 功能都不是模态有效的。

| G 代码 | 说明       |
|------|----------|
| G70  | 精加工循环    |
| G71  | 轴向粗车循环   |
| G72  | 径向粗车循环   |
| G73  | 封闭切削循环   |
| G74  | 轴向切槽多重循环 |
| G75  | 径向切槽多重循环 |
| G76  | 多重螺纹切削循环 |

G 代码系统 C 中也有此循环。但是其使用的是其它 G 功能。参见下表。

| G 代码 | 说明       |
|------|----------|
| G72  | 精加工循环    |
| G73  | 轴向粗车循环   |
| G74  | 径向粗车循环   |
| G75  | 轮廓重复     |
| G76  | 轴向切槽多重循环 |
| G77  | 径向切槽多重循环 |
| G78  | 多重螺纹切削循环 |

说明

下面的循环说明以 G 代码系统 A 和 B 为例。

说明

在使用 G71/G72 调用循环时，按如下要求设置 USER DATA：

- `_ZSFI[36] = 0`：G71/G72 使用附加轮廓切削。
- `_ZSFI[36] = 1`（默认值）：G71/G72 不使用附加轮廓切削。
- `_ZSFI[35] = 0`（默认值）：G71/G72 使用 G41/G42 进行粗加工及精加工并在循环中一次移动两刀距离。
- `_ZSFI[35] = 1`：G71/G72 使用 G40 进行粗加工并在循环中一次移动一刀距离。

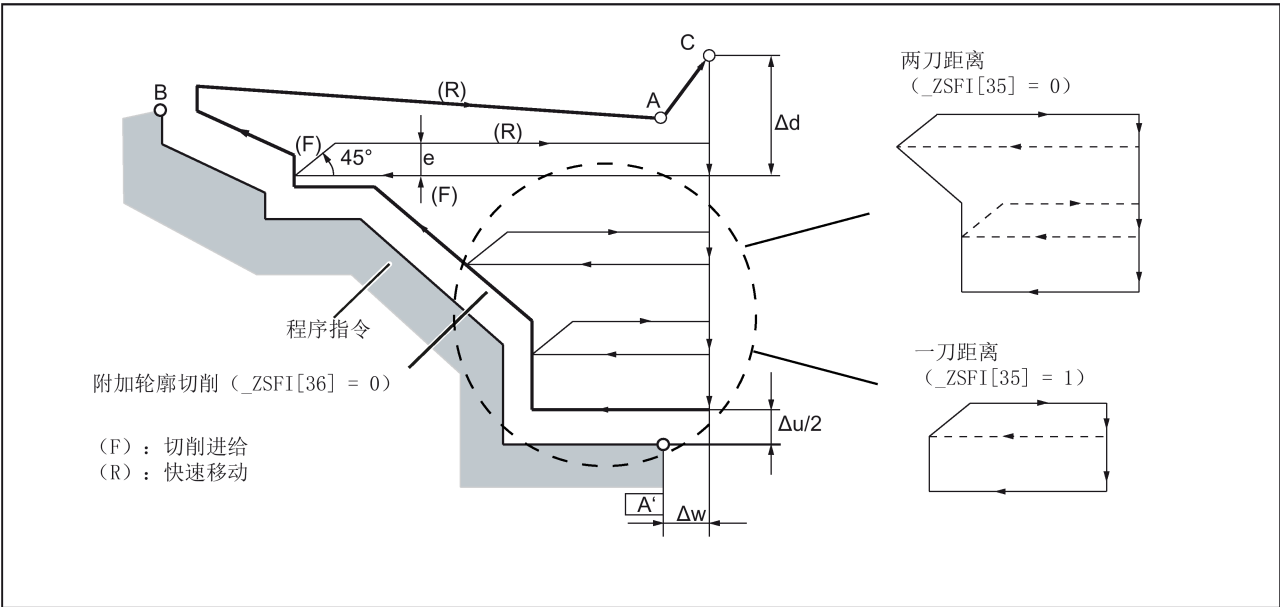
轴向粗车循环(G71)

通过确定最终加工形状等内容就可以便捷的确定粗加工和精加工循环，这表明，通过使用固定循环可以显著减少编程步骤。有两种类型的切削循环。

类型 I

通过  $\Delta d$ （切削进给深度）按照精加工余量对给定平面进行加工。之后当通过数控系统程序描述轮廓 A 至 A' 至 B 时， $u/2$  和  $\Delta w$  保持不变。

切削循环的切削轨迹，纵向轴：



格式

G71 U... R... ;

U：切削进给深度 ( $\Delta d$ )，半径编程

该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, `_ZSFI[30]`输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

R：(e)，返回量

该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, `_ZSFI[31]`输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

G71 P... Q... U... W... F... S... T...

P：用于确定轮廓的起始程序段

Q：用于确定轮廓的结束程序段

U：X 轴方向上的精加工余量 ( $\Delta u$ )（直径/半径编程）

**W** : Z 轴方向上的精加工余量 (  $\Delta w$  )

**F** : 加工进给率

**S** : 主轴转速

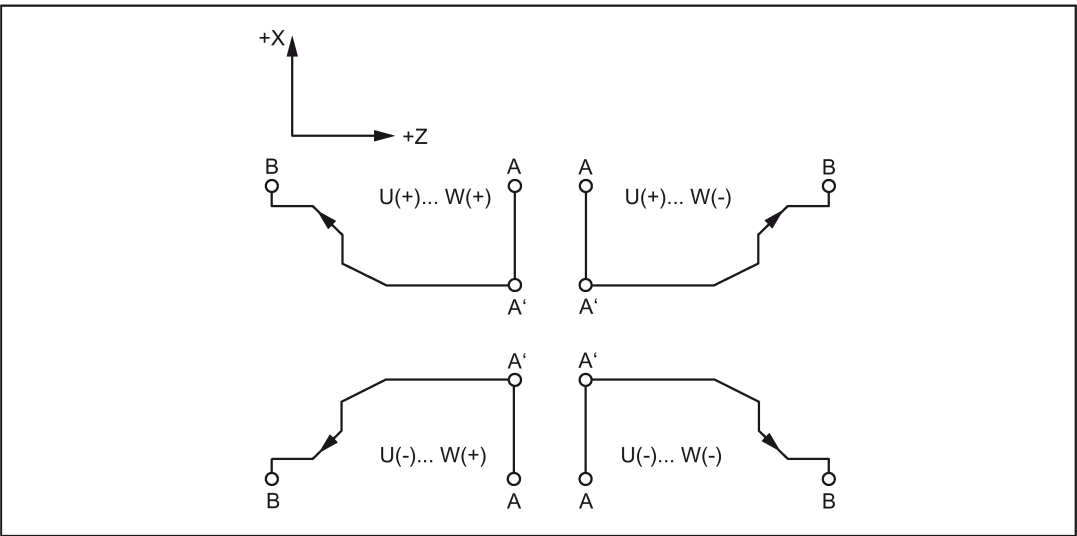
**T** : 刀具选择

忽略数控系统程序段中输出的，通过地址符 P 和 Q 设定的 F 功能，S 功能和 T 功能。只有在 G71 程序段中设定的 F 功能，S 功能和 T 功能才会生效。

#### 说明

##### 轴向粗车循环

- 通过地址符 U 设定  $\Delta d$  和  $\Delta u$ 。通过地址符 P 和 Q 设定时， $\Delta u$  就是这种情况。
- 共有四个不同的切削区域。如下图所示， $\Delta u$  和  $\Delta w$  的符号可以不同：



#### 说明

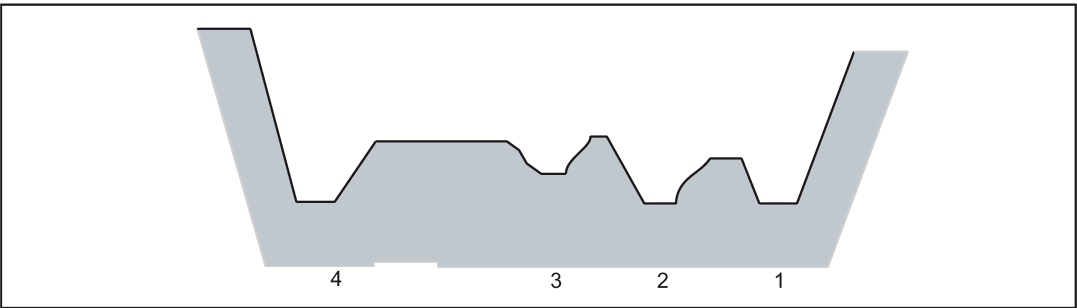
##### 轴向粗车循环

- 在通过地址 P 设定的程序段中确定点 A 和 A' 间的轮廓 ( G00 或 G01 )。在此程序段中不能设定 Z 轴上的运行指令。所确定的点 A' 和 B 之间的轮廓在 X 轴和 Z 轴上必须为持续上升，或者持续下降的图形。
- 在通过地址符 P 和 Q 设定的数控系统程序段范围中不能调用子程序。

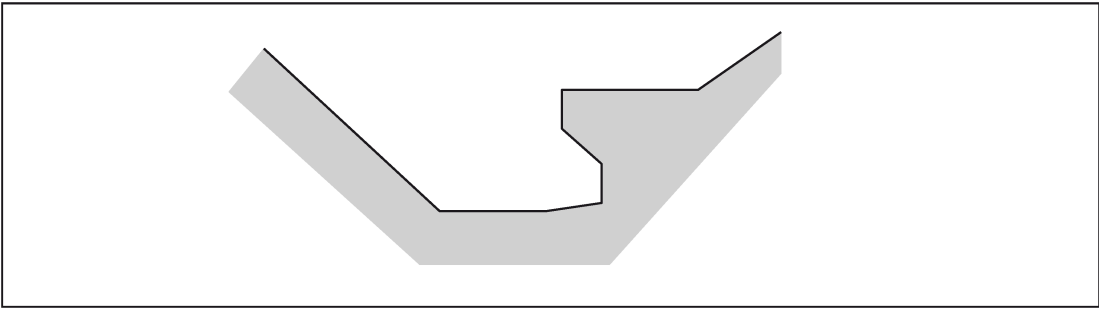
#### 类型 II

与类型 I 相反，在类型 II 中持续的上升或下降不是必需的，也就是说可以出现槽状。

切削循环中的槽 ( 类型 II )：



但是 Z 轴上的轮廓必须同为上升或同为下降。比如，下面的这个轮廓无法进行加工：



类型 I 和类型 II 的区别

- 类型 I：轮廓描述时，在第一个程序段中只设定一个轴。
- 类型 II：在轮廓描述的第一个程序段中设定两个轴。
- 如果需要使用类型 II，但第一个程序段中未设定 Z 轴上的运行，则必须设定 W0。

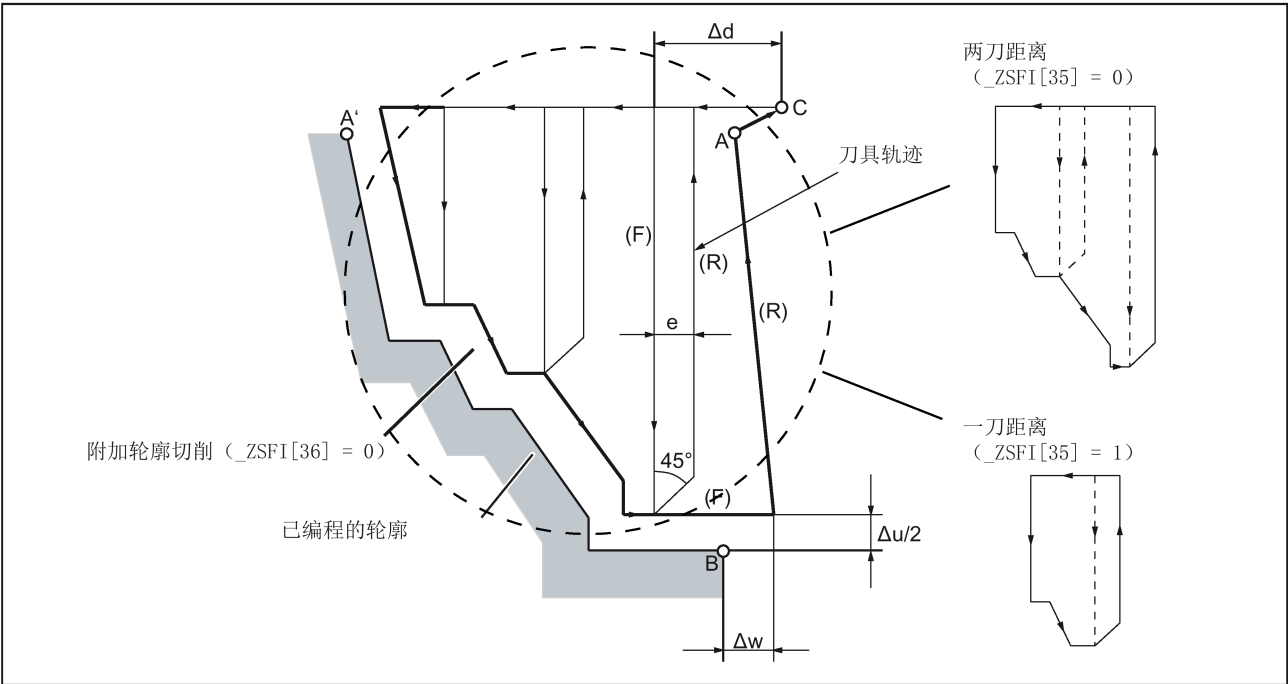
示例

| 类型 I                                                                                | 类型 II                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| G71 U10.0 R4.0 ;<br>G71 P50 Q100 .... ;<br>N50 X(U)... ;<br>::<br>::<br>N100..... ; | G71 U10.0 R4.0 ;<br>G71 P50 Q100 ..... ;<br>N50 X(U)...Z(W)... ;<br>::<br>::<br>N100..... ; |

径向粗车循环(G72)

通过 G72 指令可在横向侧按照精加工余量对切削循环进行编程。在通过 G71 调用的循环中，平行于 Z 轴进行加工；与之相对，通过 G72 调用的循环则是平行于 X 轴来进行加工的。通过 G72 调用的循环所执行的加工与通过 G71 调用的相同，只是方向不同。

切削循环的切削轨迹，横向轴：



## 格式

G72 W... R...;

地址 W (  $\Delta d$  ) 和 R (  $e$  ) 的含义与 U 和 R 相同。

G72 P... Q... U... W... F... S... T...;

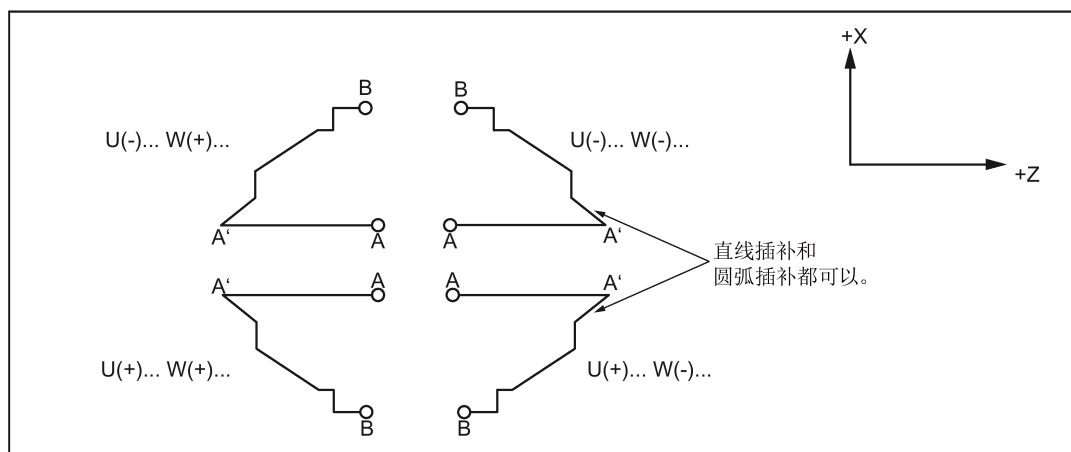
地址 P, Q, U (  $\Delta u$  ), W (  $\Delta w$  ), F, S 和 T 的含义与循环 G71 中的相同。

## 说明

### 径向粗车循环

- 通过地址“U”或“W”来确定值  $\Delta i$  和  $\Delta k$ ，或者  $\Delta u$  和  $\Delta w$ 。它们的含义则通过地址符 P 和 Q 在 G73 程序段中确定。当未在同程序段中设定 P 和 Q 时，地址符 U 和 W 与  $\Delta i$  或  $\Delta k$  相关联。当未在同程序段中设定 P 和 Q 时，地址符 U 和 W 与  $\Delta u$  和  $\Delta w$  相关联。
- 共有四个不同的切削区域。如下图所示， $\Delta u$  和  $\Delta w$  的符号可以不相同。

横向切削时，材料减少量中 U 和 W 的符号



## 说明

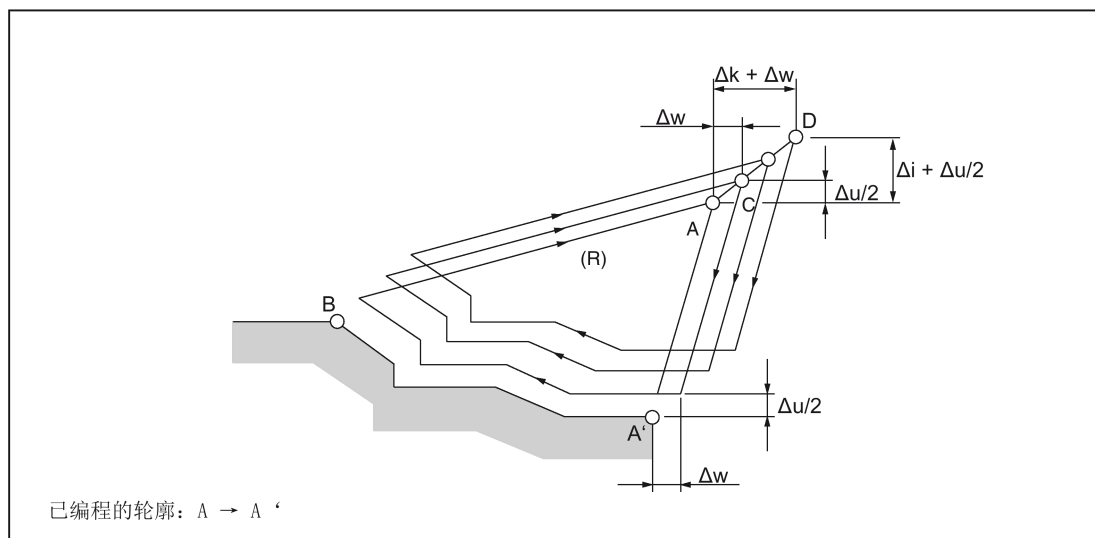
### 径向粗车循环

- 通过以地址符 P 设定的程序段 ( G00 或 G01 ) 确定点 A 和 A' 间的轮廓。在此程序段中不能设定 X 轴上的运行指令。所确定的点 A' 和 B 之间的轮廓在 X 轴和 Z 轴上必须为持续上升，或者持续下降的图形。
- 通过指令 G73 以及 P 和 Q 的设定值在循环内执行加工。接下来对四个切削区域进行观察。请特别注意  $\Delta u$ ,  $\Delta w$ ,  $\Delta k$  和  $\Delta i$  的符号。加工循环结束时，刀具立即返回点 A。

### 封闭切削循环 ( G73 )

当对工件进行加工，其形状与最终加工相似时 ( 比如铸铁工件或者锻造工件 )，封闭切削循环 G73 会更有效。

封闭切削循环的切削轨迹：



## 格式

**G73 U... W... R... ;**

**U** : ( 半径编程时 ) X 轴方向上起点和当前刀具位置之间的距离 (  $\Delta i$  )。

该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, \_ZSFI[32]输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

**W** : Z 轴方向上起点和当前刀具位置之间的距离 (  $\Delta k$  )。

该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, \_ZSFI[33]输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

**R** : 与轮廓 ( d ) 平行的切削数量。

该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, \_ZSFI[34]输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

**G73 P... Q... U... W... F... S... T... ;**

**P** : 用于确定轮廓的起始程序段

**Q** : 用于确定轮廓的结束程序段

**U** : X 轴方向上的精加工余量 (  $\Delta u$  ) ( 直径/半径编程 )

**W** : Z 轴方向上的精加工余量 (  $\Delta w$  )

**F** : 加工进给率

**S** : 主轴转速

**T** : 刀具选择

忽略数控系统程序段中输出的，通过地址符 P 和 Q 设定的 F 功能，S 功能和 T 功能。只有在 G73 程序段中设定的 F 功能，S 功能和 T 功能才会生效。

## 精加工循环 ( G70 )

执行 G71，G72 或 G73 编写的粗加工时，通过下面的指令进行精加工。

## 格式

**G70 P...Q... ;**

**P** : 用于确定轮廓的起始程序段

**Q** : 用于确定轮廓的结束程序段

---

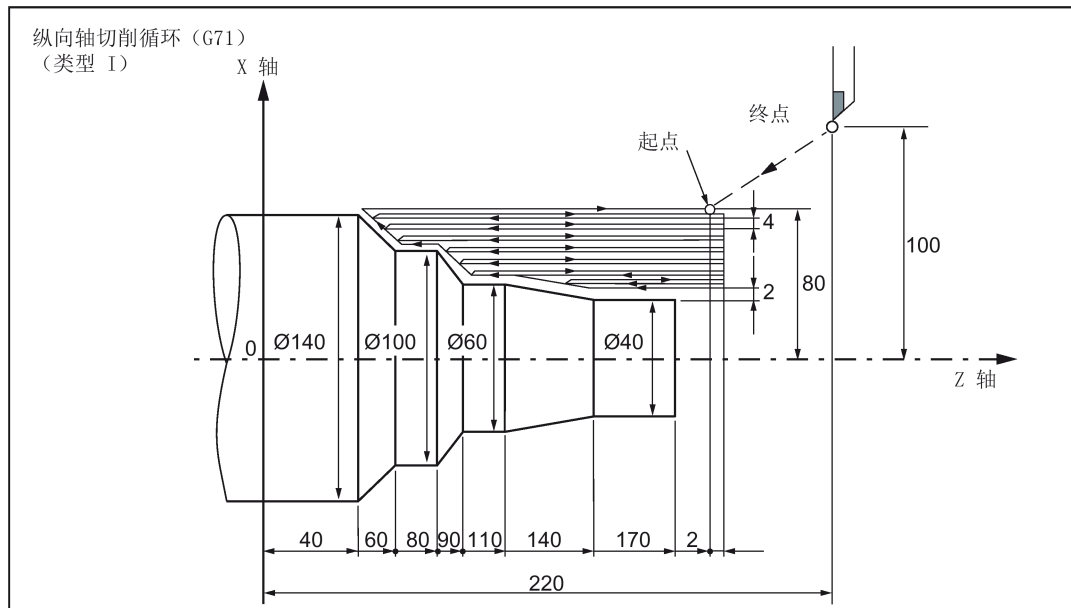
## 说明

### 精加工循环

- 在程序段间设定的，通过地址符 P 和 Q 确定的功能在 G70 循环中生效，而在 G71，G72 和 G73 程序段中设定的 F 功能，S 功能和 T 功能不生效。
  - G70 加工循环结束时，刀具立即返回起点，并读取下一个程序段。
  - 在通过地址符 P 和 Q 确定的程序段中可以调用子程序。
-

## 举例

纵向轴切削循环：

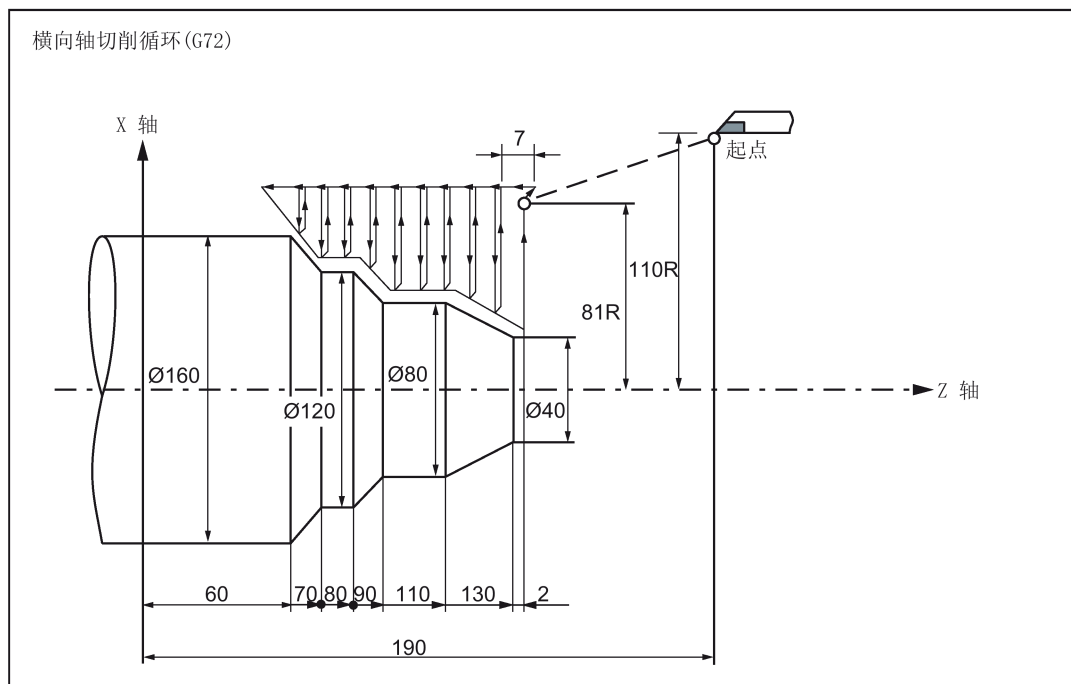


(直径编程，公制输入)

```

N010 G00 X200.0 Z220.0
N011 X142.0 Z171.0
N012 G71 U4.0 R1.0
N013 G71 P014 Q020 U4.0 W2.0 F0.3 S550
N014 G00 X40.0 F0.15 S700
N015 G01 Z140.0
N016 X60.0 Z110.0
N017 Z90.0
N018 X100.0 Z80.0
N019 Z60.0
N020 X140.0 Z40.0
N021 G70 P014 Q020
N022 G00 X200 Z220
  
```

横向轴切削循环：



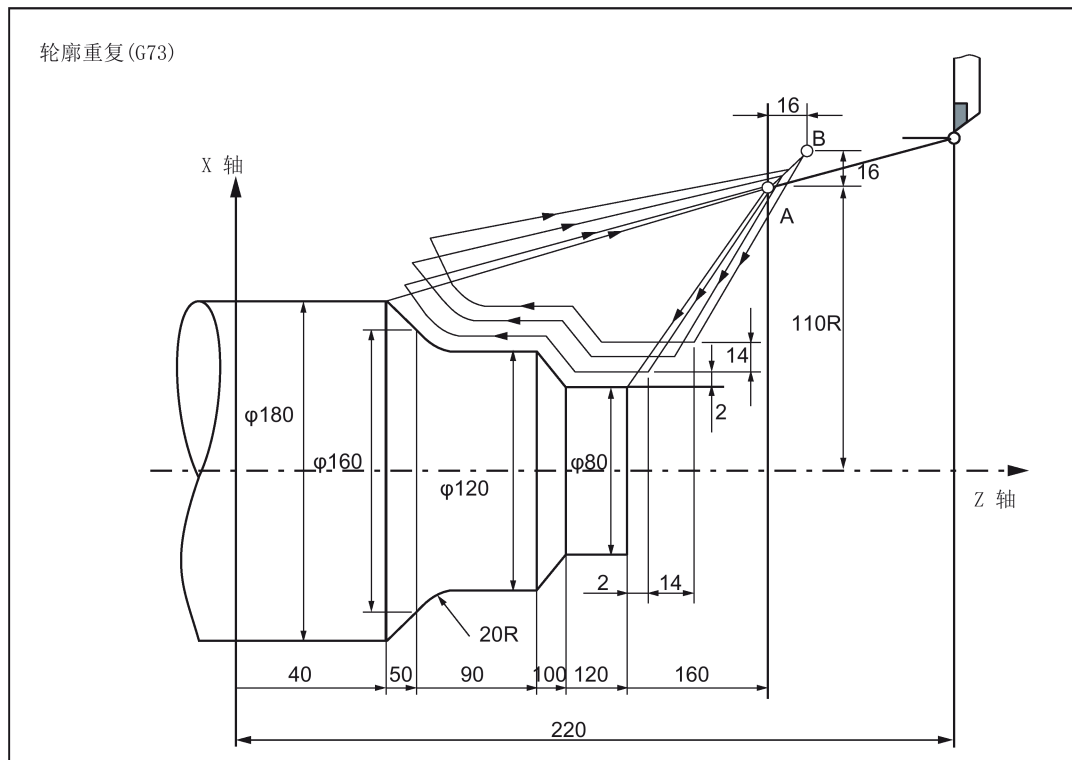
**( 直径编程，公制输入 )**

```

N010 G00 X220.0 Z190.0
N011 G00 X162.0 Z132.0
N012 G72 W7.0 R1.0
N013 G72 P014 Q019 U4.0 W2.0 F0.3
N014 G00 Z59.5 F0.15 S200
N015 G01 X120.0 Z70.0
N016 Z80.0
N017 X80.0 Z90.0
N018 Z110.0
N019 X36.0 Z132.0
N020 G70 P014 Q019
N021 X220.0 Z190.0

```

**轮廓重复：**



**( 直径编程，公制输入 )**

```

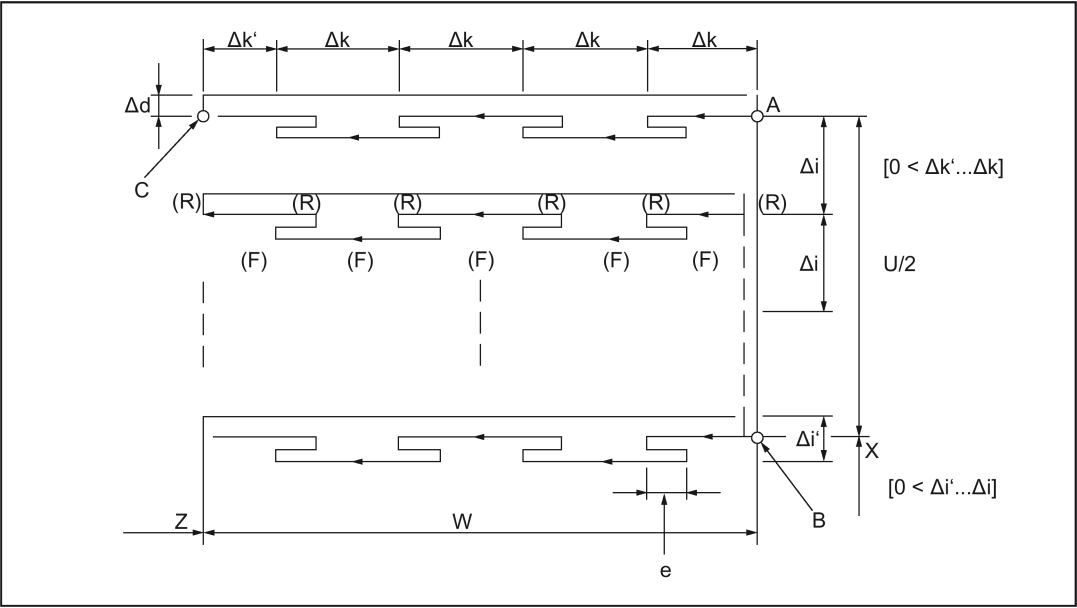
N010 G00 X260.0 Z220.0
N011 G00 X220.0 Z160.0
N012 G73 U14.0 W14.0 R3
N013 G73 P014 Q020 U4.0 W2.0 F0.3 S0180
N014 G00 X80.0 Z120.0
N015 G01 Z100.0 F0.15
N017 X120 Z90.0
N018 Z70
N019 G02 X160.0 Z50.0 R20.0
N020 G01 X180.0 Z40.0 F0.25
N021 G70 P014 Q020
N022 G00 X260.0 Z220.0

```

**轴向切槽多重循环 ( G74 )**

在 G74 调用的循环中，平行于 Z 轴进行断屑加工。

深孔钻削循环的切削轨迹：



**格式**

**G74 R...** ;

**R** : ( d ) , 返回量

该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, \_ZSFI[29]输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

**G74 X(U)... Z(W)... P... Q... R... F...(f) ;**

**X** : 起点 X ( 位置设定 绝对 )

**U** : 起点 X ( 位置设定 增量 )

**Z** : 起点 Z ( 位置设定 绝对 )

**W** : 起点 Z ( 位置设定 增量 )

**P** : X 轴方向上的进给量 ( Δi ) ( 不带符号 )

**Q** : Z 轴方向上的进给量 ( Δk ) ( 不带符号 )

**R** : 冲孔底上的返回量 ( Δd )

**F** : 进给率

**说明**

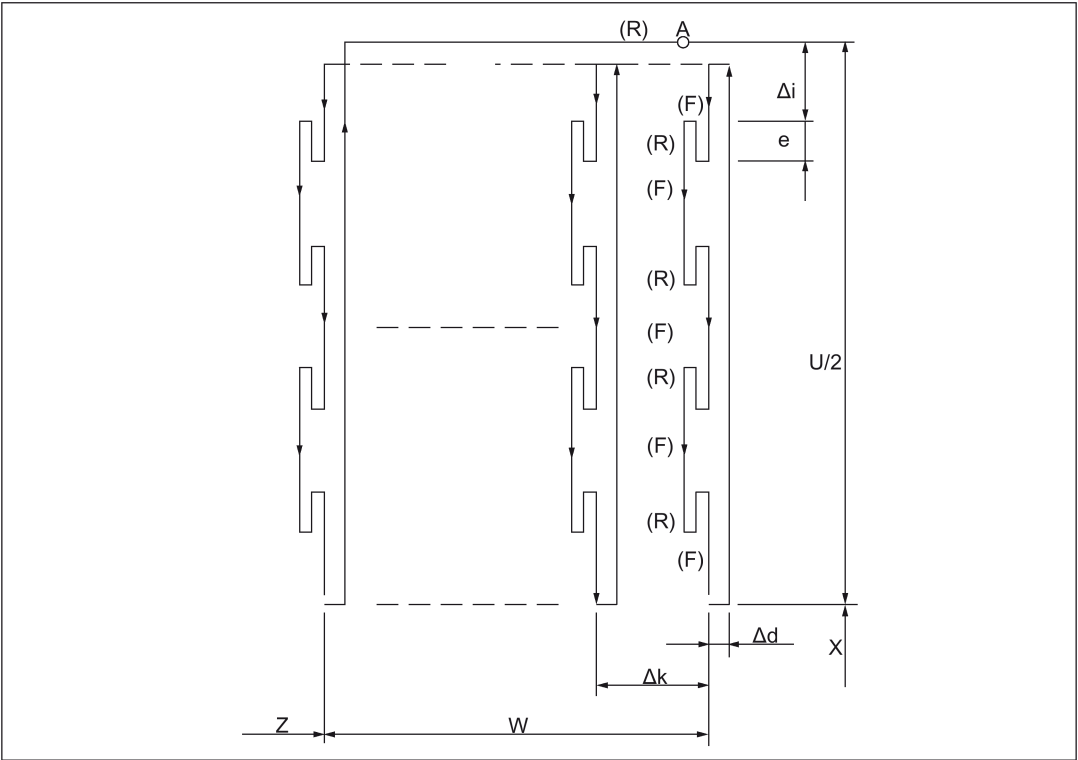
**轴向切槽多重循环**

- 通过地址 R 确定 “e”和 “d”，通过设定地址 X ( U ) 确定“e”和“d”的含义。只有在使用了 X ( U ) 时，才使用 Δ“d”。
- 通过指令 G74 和 X ( U ) 设定的值执行加工循环。
- 若循环用于钻孔，则不能使用地址 X ( U ) 和 P。

**径向切槽多重循环 ( G75 )**

在 G75 调用的循环中，平行于 X 轴进行断屑加工。

横向轴多重切槽循环的切削轨迹 ( G75 ) :



**格式**

**G75 R... ;**  
G75 X(U)... Z(W)... P... Q... R... F... ;  
地址的含义与循环 G74 中相同。

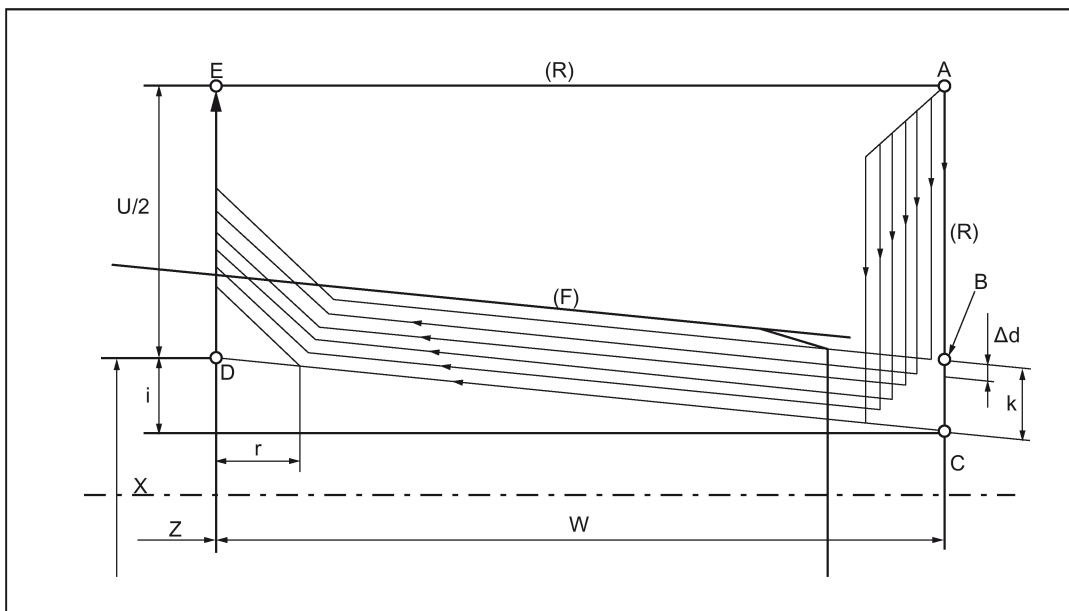
**说明**

若循环用于钻孔，则不能使用地址 Z ( W ) 和 Q。

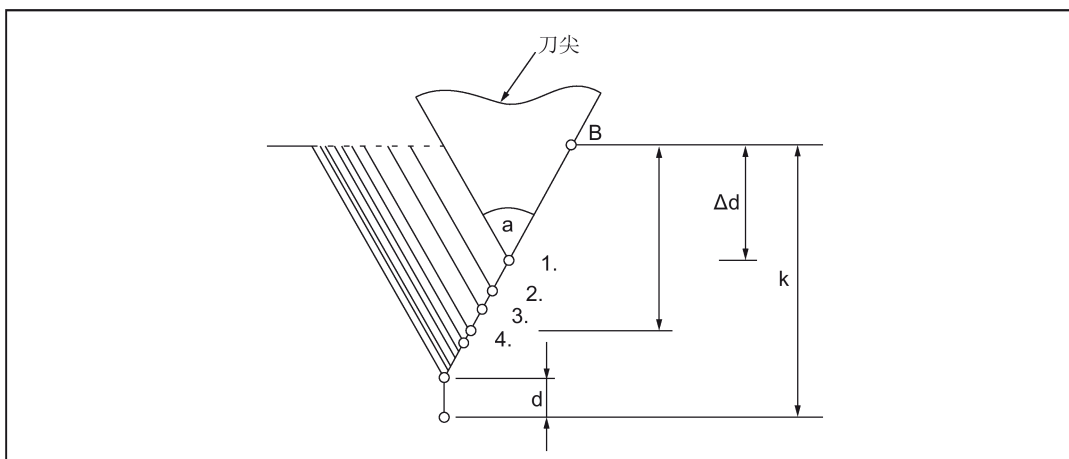
**多重螺纹切削循环 ( G76 )**

通过 G76 调用一个自动的多重螺纹切削循环，用于切削圆柱螺纹或者圆锥螺纹，在此循环中以一定的螺纹角度进行进给。

多头螺纹切削循环的切削轨迹：



螺纹切削进给：



### 格式

G76 P... (m, r, a) Q... R... ;

P :

m : 精切数量

该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, \_ZSFI[24]输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

r : 螺纹末端的倒角大小 ( 1/10 \* 螺距 )

该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, \_ZSFI[26]输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

a : 切削角度

该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, \_ZSFI[25]输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

上面设定的所有参数会同时通过地址 P 设定。

地址 P 的一个示例：  
G76 P012055 Q4 R0.5



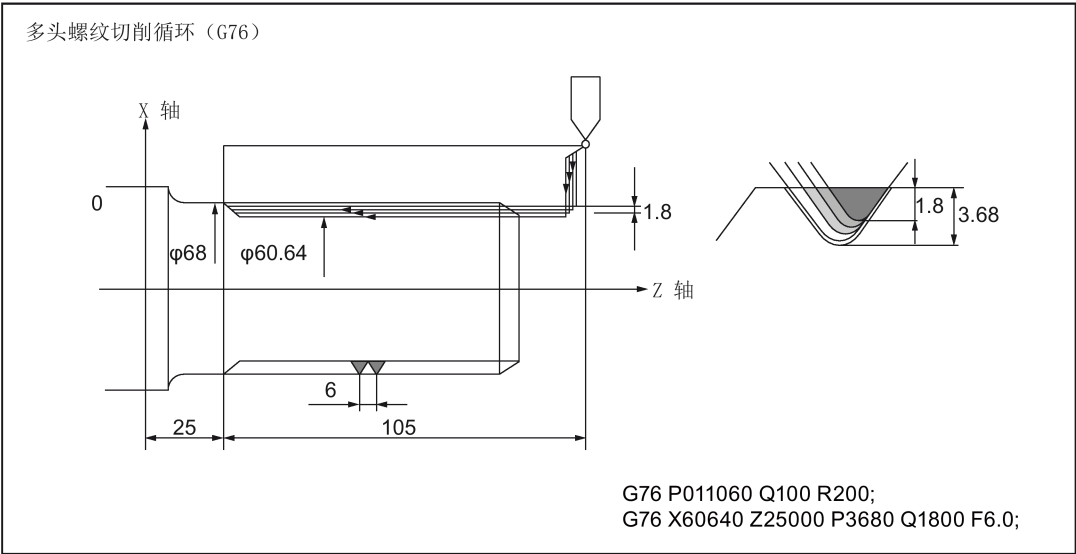
**Q：**最小进给深度 (  $\Delta_{\text{min}}$  )，半径值  
只有在循环加工中的切削深度 (  $\Delta d - \Delta d-1$  ) 小于其极限值时，切削深度才与地址 Q 设定的值保持关联。  
该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, \_ZSFI[27]输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

**R：**精加工余量  
该值一直为模态有效，直至在程序中写入了其它值。也可通过 USER DATA, \_ZSFI[28]输入该值，但是会被程序指令的值覆盖。

**G76 X(U)... Z(W)... R... P... Q... F...；**  
**X、U：**X 轴方向上的螺纹终点 ( ( X ) 的位置设定为绝对值, ( U ) 的位置设定为增量值 )  
**Z、W：**Z 轴方向上的螺纹终点  
**R：**圆锥螺纹的半径差 (  $i$  )。对于简单的圆柱螺纹， $i = 0$   
**P：**螺纹深度(k)，半径值  
**Q：**第 1 次切削的进给量 (  $\Delta d$  )，半径值  
**F：**螺纹螺距 ( L )

- 说明**
- 多重螺纹切削循环**
- 地址符 P, Q 和 R 设定的数据的含义由 X ( U ) 和 X ( W ) 确定。
  - 通过指令 G76，以及 X ( U ) 和 Z ( W ) 设定的值执行加工循环。使用该循环时执行“单刃切削”，刀具刀尖负载降低。  
将每个循环的切削量归入相应的切削深度，以保持其恒定。 $\Delta d$  归入第一条轨迹， $\Delta d_n$  归入第 n 条轨迹。对应地址符的符号会涉及四个对称的截面。
  - G32 螺纹切削和 G76 螺纹切削循环的提示在这里也适用。

**举例**  
螺纹切削循环 ( G76 )：



## 说明

### 边界条件

- 在“MDA”方式下，不允许使用指令 G70、G71、G72 或 G73；否则会输出报警 14011。而 G74、G75 和 G76 则只能在“MDA”方式下使用。
- 在 G70、G71、G72 或 G73 程序段，以及通过地址 P 和 Q 设定的顺序编号中，不允许编程 M98（调用子程序）和 M99（结束子程序）。
- 在带有地址符 P 和 Q 设定的顺序编号的程序段中不允许编程以下指令：
  - 一次性生效的 G 功能（G04 暂停时间除外）
  - G 功能组 01 的 G 功能（G00、G01、G02 和 G03 除外）
  - G 功能组 06 的 G 功能
  - M98/M99
- G70、G71、G72 和 G73 所定义轮廓的结束运行不能用倒角或者倒圆加工来结束。否则会输出一个故障信息。
- 在 G74、G75 和 G76 循环中，地址 P 和 Q 使用最小增量输入来设定运行路径和切削深度。
- 在循环 G71、G72、G73、G74、G75、G76 和 G78 中不能执行刀沿半径补偿。

### 3.4.1.3 钻孔循环（G80 至 G89）

通过钻孔加工固定循环（G80 至 G89），可对钻孔加工进行编程，这通常需要在单程序段指令中写入多个指令块。固定循环调用的编程可通过 G80 再次取消。

对于所有 G 代码系统，用于调用固定循环 G80 至 G89 的 G 功能都相同。

#### 用于调用固定循环的 G 功能，固定循环的坐标轴运行模式

下表中给出了用于调用固定循环的 G 功能。

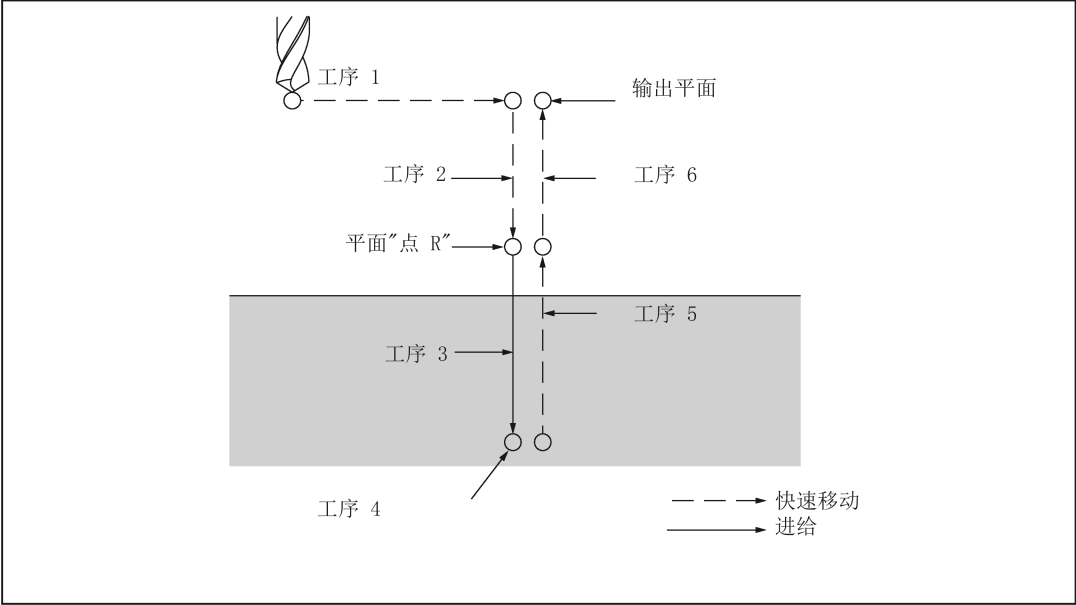
| G 代码 | 钻孔（- 方向） | 钻孔底上的加工      | 返回（+ 方向） | 应用     |
|------|----------|--------------|----------|--------|
| G80  | -        | -            | -        | 取消选择   |
| G83  | 中断的切削进给率 | -            | 快速移动     | 端面深孔钻削 |
| G84  | 切削进给率    | 暂停时间 -> 主轴左转 | 切削进给率    | 端面螺纹钻孔 |
| G85  | 切削进给率    | 暂停时间         | 切削进给率    | 端面钻孔   |
| G87  | 中断的切削进给率 | 暂停时间         | 快速移动     | 侧面深孔钻削 |
| G88  | 切削进给率    | 暂停时间 -> 主轴左转 | 切削进给率    | 侧面螺纹钻孔 |
| G89  | 切削进给率    | 暂停时间         | 切削进给率    | 侧面钻孔   |

## 说明

使用固定循环时，一般操作顺序如下：

- 工序 1  
X 轴，（Z 轴）和 C 轴的定位
- 工序 2  
快速运行至平面 R
- 工序 3  
钻孔
- 工序 4  
在钻孔底上进行加工
- 工序 5  
返回平面 R
- 工序 6  
快速返回定位平面

钻孔循环中的工序：



说明：定位轴和钻孔轴

如下所示，通过钻孔的 G 功能确定定位轴和钻孔轴。其中 C 轴和 X 轴 或 Z 轴与定位轴相对应。钻孔轴由 X 轴或者 Z 轴构成：这些轴不能用作定位轴。

| G 功能          | 定位平面     | 钻削轴 |
|---------------|----------|-----|
| G83, G84, G85 | X 轴, C 轴 | Z 轴 |
| G87, G88, G89 | Z 轴, C 轴 | X 轴 |

G83 和 G87，G84 和 G88，以及 G85 和 G89 的工序除了钻孔轴以外都相同。

钻孔模式

G 功能 ( G83-G85, G87-89 ) 一直保持模态有效，直到撤销对它们的选择。选择 G 功能时，钻孔模式一直保持有效。数据保留，直到改变或者取消钻孔循环中的钻孔数据。

必须在固定循环开始时设定所要求的所有钻孔数据。在执行固定循环的过程中，只能修改数据。

重复

如果要对等间距的多个钻孔进行加工，可在参数“K”中设定重复次数。“K”只在定义该参数的程序段中生效。

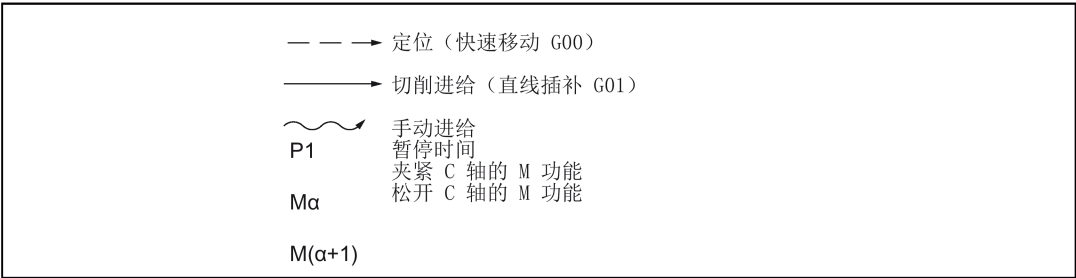
存储钻孔数据；在编程 K0 时不执行钻孔。

取消选择

通过 G80 或 G 功能组 01 的 G 功能 ( G00, G01, G02, G03 ) 取消固定循环。

符号和图像

下面对单个固定循环进行说明。这些符号会在下面的图像中使用：



说明

在所有固定循环中，将地址符 R ( 初始平面和点 R 之间的距离 ) 作为半径。  
根据编程的类型，Z 或者 X ( 点 R 和钻孔底之间的距离 ) 总是作为直径或半径。

深孔钻削循环 ( G83 ) /侧面深孔钻削循环 ( G87 )

是执行深孔钻削循环 ( 排屑 ) 还是高速深孔钻削循环 ( 断屑 ) ，取决于 USER DATA, \_ZSFI[20] 的设置。  
如果没有为钻孔循环设定进给率，执行标准钻孔循环。

高速深孔钻削循环 ( G83 , G87 ) ( USER DATA, \_ZSFI[20]=0 )

在高速深孔钻削循环中，钻头以切屑进给率进行重复进给。钻头以固定量返回，直到刀具达到钻孔底。

格式

G83 X(U)... C(H)... Z(W)... R... Q... P... F... M... ;  
或

G87 Z(W)... C(H)... X(U)... R... Q... P... F... M... ;

X、C 或 Z、C : 孔的位置

Z 或 X : 点 R 到钻孔底的距离

R\_ : 初始平面到平面 R 的距离

Q\_ : 进给

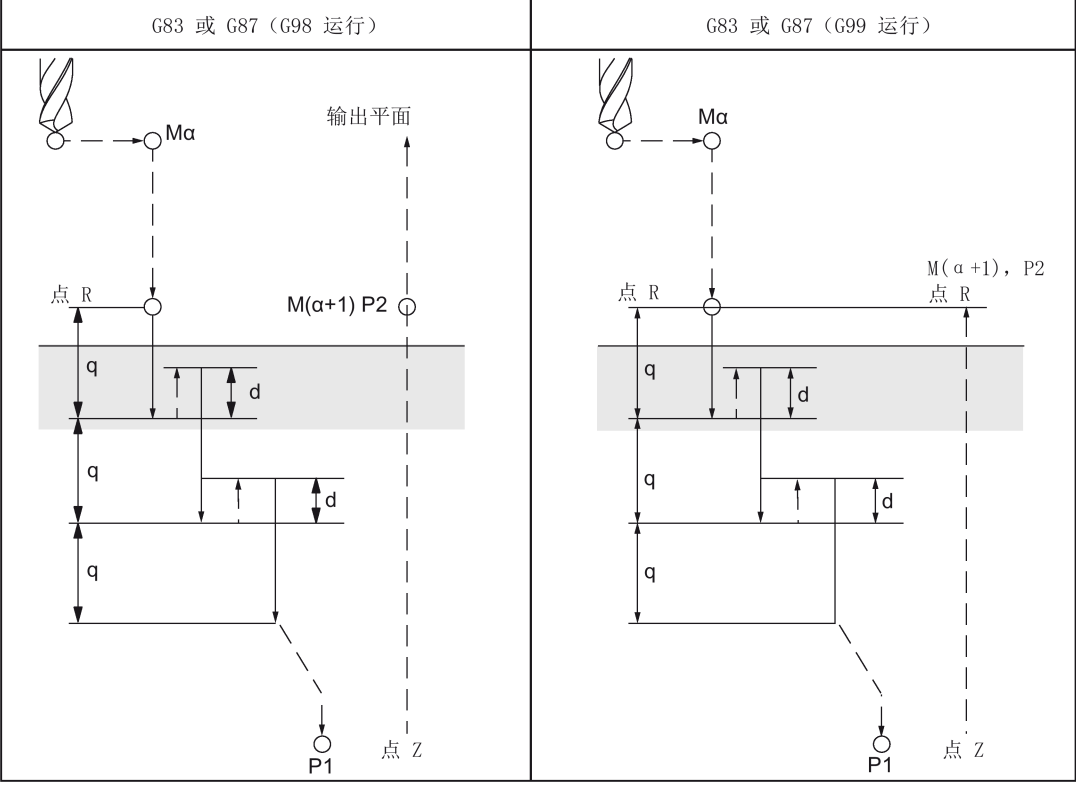
P\_ : 钻孔底的暂停时间

F\_ : 切削进给率

K\_ : 重复加工的次数 ( 需要使用时 )

M\_ : 夹紧 C 轴的 M 功能 ( 需要使用时 )

“高速深孔钻削”循环：



**Mα** : 夹紧 C 轴的 M 功能

**M(α+1)** : 松开 C 轴的 M 功能

**P1** : 暂停时间 ( 程序 )

**P2** : 在 USER DATA, \_ZSFR[22]中设定暂停时间

**d** : 在 USER DATA, \_ZSFR[21] 中设定返回量

**深孔钻削循环 ( G83 , G87 ) ( USER DATA, \_ZSFI[20]=1 )**

在深孔钻削循环中，钻头以切削进给率进行重复进给。钻头返回至平面 R，直到刀具到达钻孔底。

**格式**

G83 X(U)... C(H)... Z(W)... R... Q... P... F... M... K... ;

或

G87 Z(W)... C(H)... X(U)... R... Q... P... F... M... K... ;

**X、C 或 Z、C** : 孔的位置

**Z 或 X** : 点 R 到钻孔底的距离

**R<sub>\_</sub>** : 初始平面到平面 R 的距离

**Q<sub>\_</sub>** : 进给

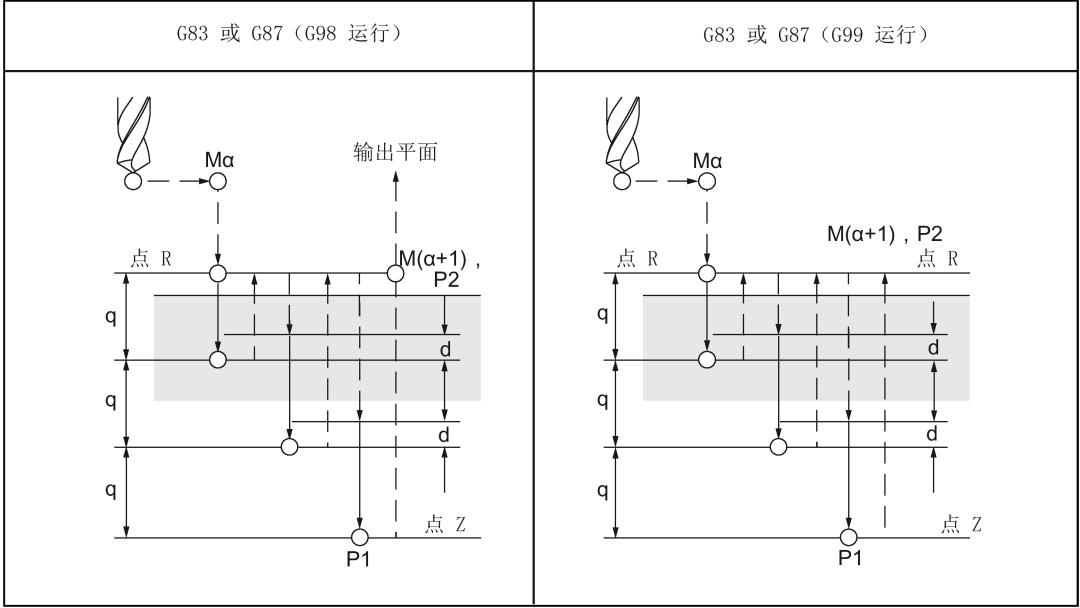
**P<sub>\_</sub>** : 钻孔底的暂停时间

**F<sub>\_</sub>** : 切削进给率

**K<sub>\_</sub>** : 重复加工的次数 ( 需要使用时 )

**M<sub>\_</sub>** : 夹紧 C 轴的 M 功能 ( 需要使用时 )

深孔钻削循环 :



**Mα** : 夹紧 C 轴的 M 功能

**M(α+1)** : 松开 C 轴的 M 功能

**P1** : 暂停时间 ( 程序 )

**P2** : 在 USER DATA, \_ZSFR[22]中设定暂停时间

**d** : 在 USER DATA, \_ZSFR[21] 中设定返回量

示例

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| M3 S2500                    | ; 钻头的旋转             |
| G00 X100.0 C0.0             | ; X 轴和 C 轴的定位       |
| G83 Z-35.0 R-5.0 Q5000 F5.0 | ; 孔 1 的加工           |
| C90.0                       | ; 孔 2 的加工           |
| C180.0                      | ; 孔 3 的加工           |
| C270.0                      | ; 孔 4 的加工           |
| G80 M05                     | ; 取消循环和<br>; 钻孔刀具停止 |

钻孔循环 ( G83 或 G87 )

如果没有为进给 ( Q ) 写入值, 执行标准钻孔循环。在这种情况下, 刀具从钻孔底快速返回。

格式

G83 X(U)... C(H)... Z(W)... R... P... F... M... K... ;

或

G87 Z(W)... C(H)... X(U)... R... P... F... M... K... ;

**X、C 或 Z、C** : 孔的位置

**Z 或 X** : 点 R 到钻孔底的距离

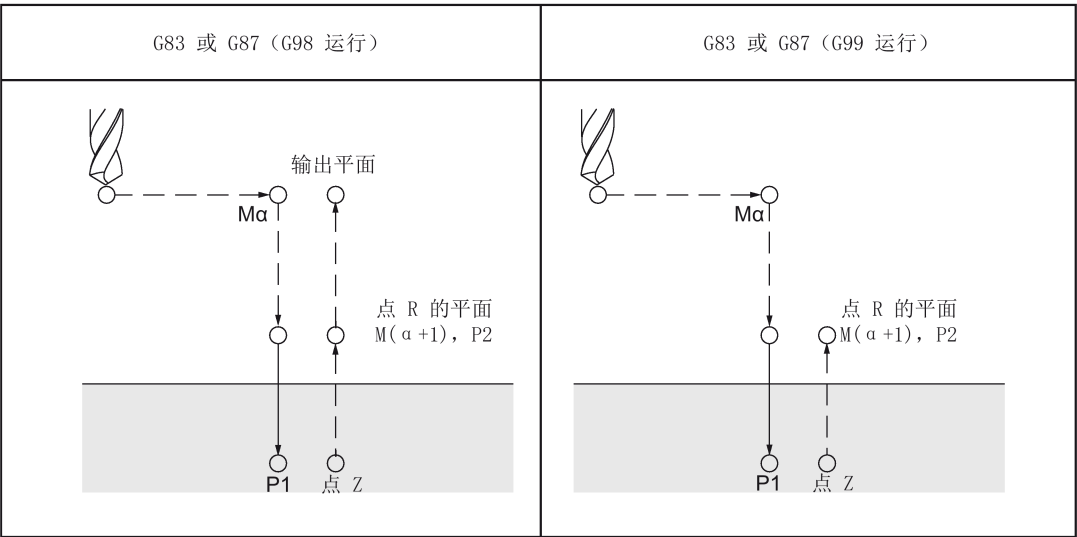
**R** : 初始平面到平面 R 的距离

**P** : 钻孔底的暂停时间

**F** : 切削进给率

**K** : 重复加工的次数 ( 需要使用时 )

**M** : 夹紧 C 轴的 M 功能 ( 需要使用时 )



**Ma** : 夹紧 C 轴的 M 功能

**M(a+1)** : 松开 C 轴的 M 功能

**P1** : 暂停时间 ( 程序 )

**P2** : 在 USER DATA, \_ZSFR[22] 中设定暂停时间

示例

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| M3 S2500                   | ; 钻头的旋转             |
| G00 X100.0 C0.0            | ; X 轴和 C 轴的定位       |
| G83 Z-35.0 R-5.0 P500 F5.0 | ; 孔 1 的加工           |
| C90.0                      | ; 孔 2 的加工           |
| C180.0                     | ; 孔 3 的加工           |
| C270.0                     | ; 孔 4 的加工           |
| G80 M05                    | ; 取消循环和<br>; 钻孔刀具停止 |

每次切削进给率 Q 都达到编程的切削深度后，刀具快速运行，返回参考平面 R。同样再次以快速运行进行下一次的切削进给，位移量(d)可以通过 USER DATA, \_ZSFR[10]给定。位移 d 和每次切削进给 Q 的切削深度都以切削进给率执行。设定 Q 为无符号的增量值。

说明

如果 \_ZSFR[10]

- > 0：使用间隔位移“d”（最小位移 0.001）
- = 0：在循环内部对间隔位移 d 进行如下计算：
  - 钻孔深度为 30 毫米时，间隔位移的值始终为 0.6 毫米。
  - 对于更大的钻孔深度，使用公式钻孔深度/50 进行计算（最大值 7 毫米）。

螺纹钻孔循环端面（G84），侧面（G88）

在该循环中，主轴旋转方向在钻孔底处反向。

格式

G84 X(U)... C(H)... Z(W)... R... P... F... M... K... ;

或

G88 Z(W)... C(H)... X(U)... R... P... F... M... K... ;

**X、C 或 Z、C**：孔的位置

**Z 或 X**：点 R 到钻孔底的距离

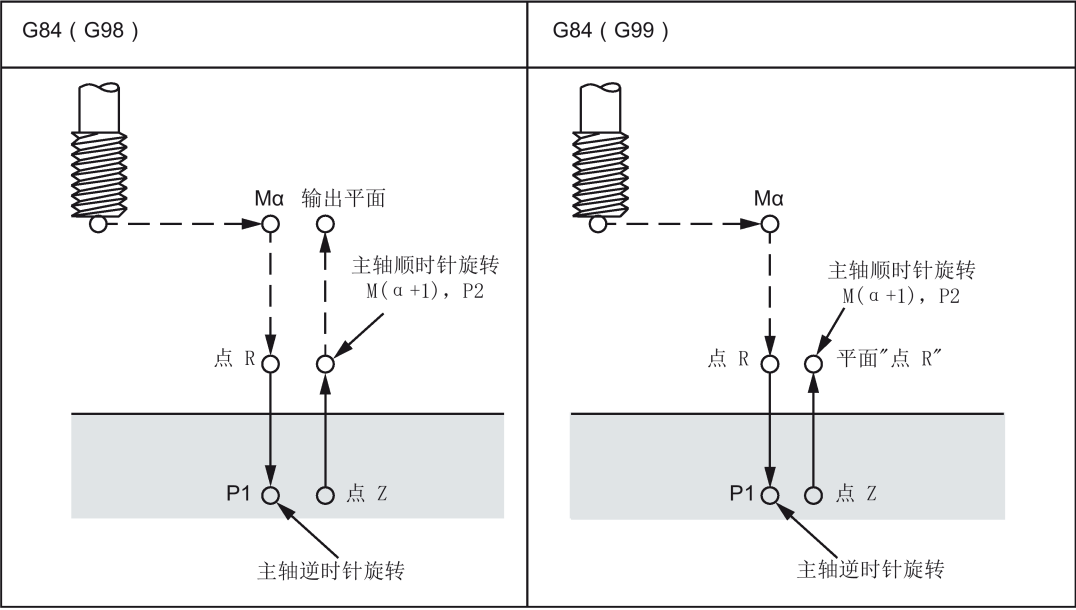
**R\_**：初始平面到平面 R 的距离

**P\_**：钻孔底的暂停时间

**F\_**：切削进给率

**K\_**：重复加工的次数（需要使用时）

**M\_**：夹紧 C 轴的 M 功能（需要使用时）



P2 : 在 USER DATA, \_ZSFR[22]中设定暂停时间

**说明**

在螺纹钻孔中，主轴在钻孔底的方向上顺时针旋转；在返回时反向旋转。循环继续运行，直到刀具完全返回。

**示例**

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| M3 S2500                   | ; 螺纹钻头的旋转           |
| G00 X100.0 C0.0            | ; X 轴和 C 轴的定位       |
| G84 Z-35.0 R-5.0 P500 F5.0 | ; 孔 1 的加工           |
| C90.0                      | ; 孔 2 的加工           |
| C180.0                     | ; 孔 3 的加工           |
| C270.0                     | ; 孔 4 的加工           |
| G80 M05                    | ; 取消循环和<br>; 钻孔刀具停止 |

**钻孔循环 端面 ( G85 ) , 侧面 ( G89 )**

**格式**

G85 X(U)... C(H)... Z(W)... R... P... F... K... M... ;

或

G89 Z(W)... C(H)... X(U)... R... P... F... K... M... ;

**X、C 或 Z、C** : 孔的位置

**Z 或 X** : 点 R 到钻孔底的距离

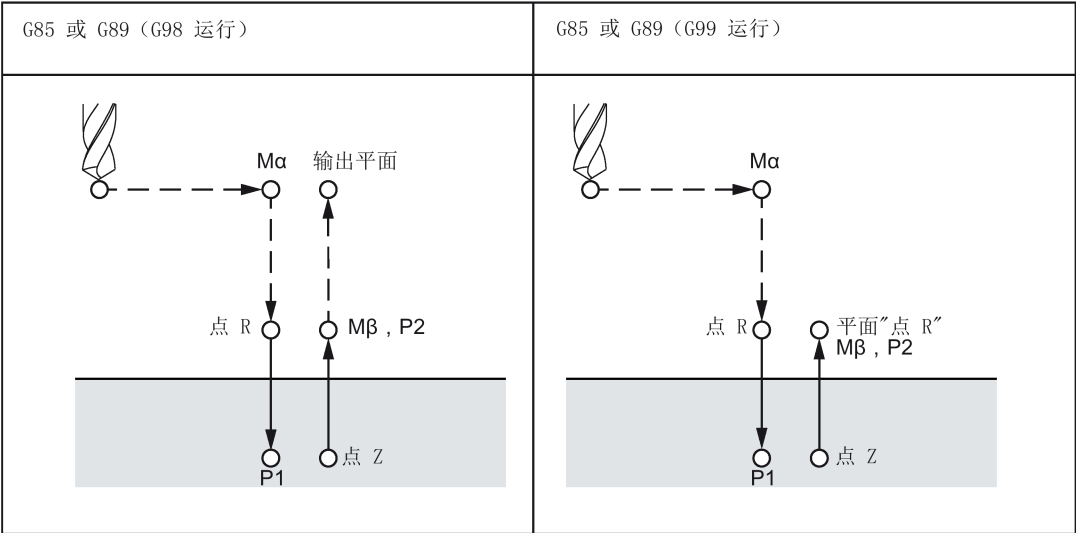
**R** : 初始平面到平面 R 的距离

**P** : 钻孔底的暂停时间

**F** : 切削进给率

**K** : 重复加工的次数 ( 需要使用时 )

**M** : 夹紧 C 轴的 M 功能 ( 需要使用时 )



P2 : 在 USER DATA, \_ZSFR[22]中设定暂停时间

**说明**

在钻孔底上定位后，向点 R 快速运行。接着从点 R 向点 Z 钻孔，并返回点 R。

**示例**

|                                                                                                        |                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre> M3 S2500 G00 X50.0 C0.0 G85 Z-40.0 R-5.0 P500 M31 C90.0 M31 C180.0 M31 C270.0 M31 G80 M05 </pre> | <pre> ; 钻头的旋转 ; X 轴和 C 轴的定位 ; 孔 1 的加工 ; 孔 2 的加工 ; 孔 3 的加工 ; 孔 4 的加工 ; 取消循环和 ; 钻孔刀具停止 </pre> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|

**取消钻孔固定循环 ( G80 )**

通过 G80 取消钻孔固定循环。

**格式**

G80;

**说明**

钻孔固定循环取消，并重新过渡至标准运行。

**3.4.2 可编程数据输入**

**3.4.2.1 更改刀具补偿值 ( G10 )**

通过指令“G10 P ... X(U) ... Y(V) ... Z(W) ... R(C) ... Q;”可覆盖当前的刀具补偿。但是通过该指令不能创建新的刀具补偿。

地址的详细说明如下表所示：

| 地址 | 说明                  |
|----|---------------------|
| P  | 刀具补偿号 ( 参见下面的说明 )   |
| X  | X 轴的刀具补偿 ( 绝对, 增量 ) |
| Y  | X 轴的刀具补偿 ( 绝对, 增量 ) |
| Z  | Z 轴的刀具补偿 ( 绝对, 增量 ) |

| 地址 | 说明              |
|----|-----------------|
| U  | X 轴的刀具补偿 ( 增量 ) |
| V  | X 轴的刀具补偿 ( 增量 ) |
| W  | Z 轴的刀具补偿 ( 增量 ) |
| R  | 刀沿半径补偿 ( 绝对 )   |
| C  | 刀沿半径补偿 ( 增量 )   |
| Q  | 刀沿长度            |

### 地址符 P

通过地址符 P 设定刀具补偿号，同时也设定，刀具几何数据或磨损量的补偿值能否更改。通过地址符 P 给定的值由 MD \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK，位 1 中的设置决定：

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, 位 1 = 0

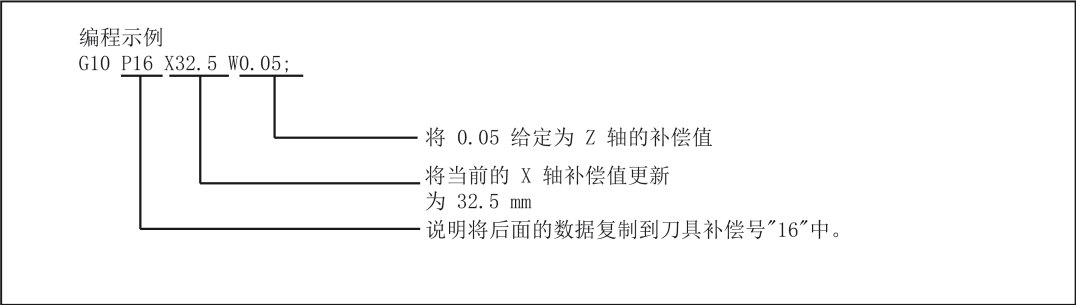
P1 至 P99：写入刀具补偿

P100 + (1 至 1500)：写入刀具补偿

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, 位 1 = 1

P1 至 P9999：写入刀具磨损量

P10000 + (1 至 1500)：写入刀具磨损量



### 写入零点偏移

通过指令“G10 P00 X (U) ... Z (W) ... C (H) ...;”可以在零件程序中写入和更新零点偏移。未编程轴的补偿值保持不变。

X、Z、C：工件坐标系中的绝对或增量 ( G91 ) 补偿值

U、W、H：工件坐标系中的增量补偿值

### 3.4.2.2 用于调用子程序的 M 功能(M98, M99)

零件程序存储器中保存了子程序时，可以使用该功能。可以任意调用并执行存储器中保存的、属于相应程序号的子程序。

#### 指令

以下 M 功能可用于调用子程序。

| M 功能 | 功能    |
|------|-------|
| M98  | 子程序调用 |
| M99  | 结束子程序 |

#### 调用子程序(M98)

- M98 Pnnnnmmmm
  - m：程序号 ( 最多 4 位 )
  - n：重复执行的次数 ( 最多 4 位 )
 使用 M98 Pnnnnmmmm 调用程序前，须给程序正确命名，即，通常借用 0 将程序号补充为 4 位。

- 例如，如果写入了 M98 P21，则在零件程序存储器中查找程序名为 21.mpf 的程序，随后执行该子程序一次。如需执行该子程序三次，必须写入 M98 P30021。查找不到给定的程序号时，会输出一条报警信息。
- 允许子程序相互嵌套；最多可出现 16 个子程序级。设置的子程序级超出允许的最大值时，会输出一条报警信息。

#### 结束子程序(M99)

指令 M99 Pxxxx 将结束子程序，并在已调用的程序中从程序段号 Nxxxx 继续处理。控制系统首先向前（从调用子程序开始到结束程序）查找程序段号。如果没有查找到一致的程序段号，系统接着向后（零件程序开始的方向）查找零件程序。

如果主程序中的 M99 不带程序段号(Pxxxx)，将从程序头跳转到主程序并重新开始主程序。主程序中的 M99 带程序段号跳转时(M99 Pxxxx)，系统始终从程序头开始查找程序段号。

### 3.4.3 八位数的程序号 ( M98、G65/G66 )

通过机床数据 20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6=1 激活八位数的程序号选择。该功能作用于 M98 和 G65/66。

y：程序运行次数

x：程序号

#### 子程序调用

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6 = 0

M98 Pyyyyxxxx 或者

M98 Pxxxx Lyyyy

程序号最多为四位

通常借用 0 将程序号补充为 4 位

示例：

M98 P20012：调用 0012.mpf，运行 2 次

M98 P123 L2：调用 0123.mpf，运行 2 次

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6 = 1

M98 Pxxxxxxxx Lyyyy

即使程序号的位数少于 4 位时，也不通过 0 进行补位。

不能在 P(Py-yyyy-xxxx)中写入运行次数和程序号；运行次数必须通过 L 写！

示例：

M98 P123：调用 123.mpf，运行 1 次

M98 P20012：调用 20012.mpf，运行 1 次

**注意：它和 ISO 原始编程指令不再匹配**

M98 P12345 L2：调用 12345.mpf，运行 2 次

#### 模态生效和程序段方式生效的宏 G65/G66

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6 = 0

G65 Pxxxx Lyyyy

即使程序号的位数少于 4 位时，也不通过 0 进行补位。程序号位数大于 4 位时输出报警。

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6 = 1

G65 Pxxxx Lyyyy

即使程序号的位数少于 4 位时，也不通过 0 进行补位。程序号位数大于 8 位时输出报警。

### 3.4.4 测量功能 ( G31 )

#### 删除带剩余行程的测量(G31)

使用“G3 X... Y... Z... F...;”，可执行带“删除剩余行程”的测量。若在线性插补中存在测量头 1 的测量输入，线性插补中断并且轴的剩余行程会被删除。程序从下一个程序段开始继续执行。

#### 格式

G31 X... Y... Z... F...;

G31:非模态生效 G 功能 ( 只在编程了该功能的程序段中生效 )

#### PLC 信号“测量输入 = 1”

通过测量输入 1 的上升沿，将当前轴位置存储到轴系统参数或 \$AA\_MM[<Achse>] \$AA\_MW[<Achse>]中。可在西门子模式中读取这些参数。

|            |                  |
|------------|------------------|
| \$AA_MW[X] | 存储工件坐标系中 X 轴的坐标值 |
| \$AA_MW[Z] | 存储工件坐标系中 Z 轴的坐标值 |
| \$AA_MM[X] | 存储机床坐标系中 X 轴的坐标值 |
| \$AA_MM[Z] | 存储机床坐标系中 Z 轴的坐标值 |

#### 说明

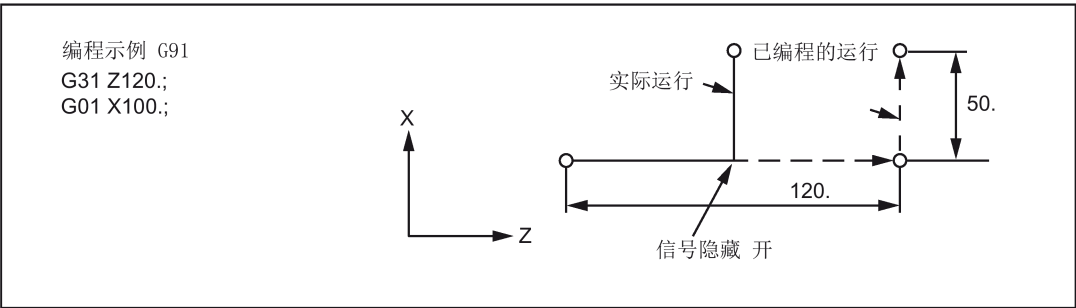
若在测量信号还有效的情况下激活了 G31，则会输出报警 21700。

#### 测量信号后的继续执行程序

如果在下一个程序段中写入了增量坐标轴位置，则该位置是以测量点为基准的。即，增量位置的参考点是测量信号执行“删除剩余行程”时所在的轴位置。

如果在下一个程序段中编程的是绝对轴位置，则轴运行到该位置。

编程示例：



### 3.4.5 宏程序

宏可以由多个零件程序段组成，并通过 M99 结束。通常宏是零件程序段中通过 G65 Pxx 或 G66 Pxx 调用的子程序。通过 G65 调用的宏为程序段方式有效。通过 G66 调用的宏为模态有效，通过 G67 取消。

#### 3.4.5.1 与子程序的区别

通过调用宏程序 ( G65, G66 ) 可以给定可在宏程序中测定的参数。与此相反，调用子程序 ( M98 ) 时不能设定参数。

#### 3.4.5.2 调用宏程序(G65, G66, G67)

通常在调用宏程序后立即执行该程序。

调用宏程序的步骤参见下表。

| 调用方法    | 指令代码 | 备注       |
|---------|------|----------|
| 单次调用    | G65  |          |
| 模态调用(a) | G66  | 由 G67 取消 |

**单次调用(G65):**  
**格式**

G65 P\_ L\_ ;

通过给定“G65 P ... L... <依据>,”调用具备“P”程序号的宏程序，并执行“L”次。

必须在 G65 程序段中写入所需参数。

**说明**

在 G65 或 G66 零件程序段中，地址 Pxx 视为写入宏功能的子程序的程序号。通过地址 Lxx 可以定义宏调用的次数。该零件程序段的所有其它地址都视为过渡参数，其参数值保存在系统变量 \$C\_A 至 \$C\_Z 中。在子程序中可以读取这些系统参数并分析宏功能。如果在一个宏程序（子程序）中借助过渡参数调用了其它宏程序，则必须在调用新的宏程序前将子程序中的过渡参数保存在内部变量中。

调用宏时必须自动切换回西门子模式，从而可以使用内部的变量定义。在宏程序的第一行插入指令 PROC<程序名称>可以满足该要求。如果在子程序中写入了另一个宏调用，必须在此之前再次选择 ISO 语言模式。

有关指令 P 和 L 的说明参见下表：

| 地址 | 说明   | 数字的位数     |
|----|------|-----------|
| P  | 程序号  | 4 位或者 8 位 |
| L  | 重复次数 |           |

**地址 I、J、K 的系统参数**

因为在一个包含宏调用的程序段中可以最多写入 10 次地址 I、J 和 K，因此必须借助数组索引查找到这些地址的系统变量。这三个系统变量的句法为 \$C\_I[..]、\$C\_J[..] 和 \$C\_K[..]。这些值在数组中按已编程的顺序排列。程序段中写入的地址 I、J 和 K 的数量分别保存在变量 \$C\_I\_NUM、\$C\_J\_NUM 和 \$C\_K\_NUM 中。

即使没有写入某个地址，用于调用宏的过渡参数 I、J、K 也被作为关联程序段处理。如果重新写入一个参数，或按照 I、J、K 的顺序写入下一个参数，则它属于下一个程序段。

为识别 ISO 模式中的程序顺序，应设置系统变量 \$C\_I\_ORDER、\$C\_J\_ORDER 和 \$C\_K\_ORDER。它们是和 \$C\_I、\$C\_K 相同的数组，并包含相应的参数号。

**说明**

只有在西门子模式的子程序中才可以读取过渡参数。

**示例：**

```
N5 I10 J10 K30 J22 K55 I44 K33
  Block1 Block2 Block3
$C_I[0]=10
$C_I[1]=44
$C_I_ORDER[0]=1
$C_I_ORDER[1]=3

$C_J[0]=10
$C_J[1]=22
$C_J_ORDER[0]=1
$C_J_ORDER[1]=2

$C_K[0]=30
$C_K[1]=55
$C_K[2]=33
$C_K_ORDER[0]=1
```

```
$C_K_ORDER[1]=2
$C_K_ORDER[2]=3
```

#### 说明

\$C\_I[0]为 DIN 代码。要在 ISO 模式下使用该代码，必须设置机床数据 20734。  
\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK，位 3=1，默认值为 800H。

#### 循环参数 \$C\_x\_PROG

在 ISO 语言 0 模式中，取决于编程方式（整数或实数）可以按照不同方式计算写入的数值。通过机床数据激活不同的计算方法。

如果该 MD 置位，则控制系统的属性如下：

X100；X 轴运行 100 毫米（100 带小数点）=> 实数

Y200；Y 轴运行 0.2 毫米（200 不带小数点）=> 整数

如果程序段中写入的地址用作循环的过渡参数，则写入的值始终作为实数保存在 \$C\_x 变量中。输入整数时不再可以推断循环中的编程方式（实数或整数），因此也不会在通过换算系数计算写入的数值。

系统变量 \$C\_TYP\_PROG 可提供 REAL 或 INTEGER 编程方式的信息。其结构与 \$C\_ALL\_PROG 和 \$C\_INC\_PROG 相同。如果写入的值为 INTEGER，则该位变为 0。如果为 REAL，则变为 1。如果通过变量 \$<号>对数值进行编程，则相应位也变为 1。

#### 示例：

P1234 A100.X100 -> \$C\_TYP\_PROG == 1。

由于只写入了 A 的 REAL 值，因此只有位 0。

P1234 A100.C20.X100 -> \$C\_TYP\_PROG == 5。

位 1 和位 3（A 和 C）

#### 限制：

在每个程序段中最多允许写入十个 I、J、K 参数。在变量 \$C\_TYP\_PROG 中，只为 I、J、K 分别配备一个位。因此，应在 \$C\_TYP\_PROG 中将 I、J、K 相应的位设置为 0。从而不推导 I、J 或 K 是 REAL 或 INTEGER。

#### 模态调用(G66, G67)

通过 G66 可以调用一个模态生效的宏程序。只有满足规定的条件时，随后才执行给出的宏程序。

- 通过给定“G66 P... L... <参数>”，可以激活模态生效的宏程序。过渡参数的处理和 G65 相同。
- G66 由 G67 取消。

有关模态调用的条件，参见下表：

| 调用条件    | 选择该运行的功能 | 取消该运行的功能 |
|---------|----------|----------|
| 执行运行指令后 | G66      | G67      |

#### 给定参数

写入地址 A - Z 可以确定过渡参数。

#### 地址和系统变量之间的对应关系

| 地址和变量之间的对应关系 |       |
|--------------|-------|
| 地址           | 系统变量  |
| A            | \$C_A |
| B            | \$C_B |
| C            | \$C_C |
| D            | \$C_D |
| E            | \$C_E |
| F            | \$C_F |

| 地址和变量之间的对应关系 |          |
|--------------|----------|
| H            | \$C_H    |
| I            | \$C_I[0] |
| J            | \$C_J[0] |
| K            | \$C_K[0] |
| M            | \$C_M    |
| Q            | \$C_Q    |
| R            | \$C_R    |
| S            | \$C_S    |
| T            | \$C_T    |
| U            | \$C_U    |
| V            | \$C_V    |
| W            | \$C_W    |
| X            | \$C_X    |
| Y            | \$C_Y    |
| Z            | \$C_Z    |

#### 地址和系统变量之间的对应关系

必须按照 I、J、K 的顺序才能使用 I、J 和 K。

由于在一个包含宏调用的程序段中可以最多给定 10 次地址 I、J 和 K，因此必须借助索引查找到宏程序内该地址的系统变量。这三个系统变量的句法为 \$C\_I[.], \$C\_J[.] 和 \$C\_K[.]。这些值在数组中按已编程的顺序排列。程序段中写入的地址 I、J 和 K 的数量分别保存在变量 \$C\_I\_NUM、\$C\_J\_NUM 和 \$C\_K\_NUM 中。

和其它变量不同，在读取这三个变量时必须给出索引。循环调用（如 G81）通常使用索引 0。例如：N100 R10 = \$C\_I[0]

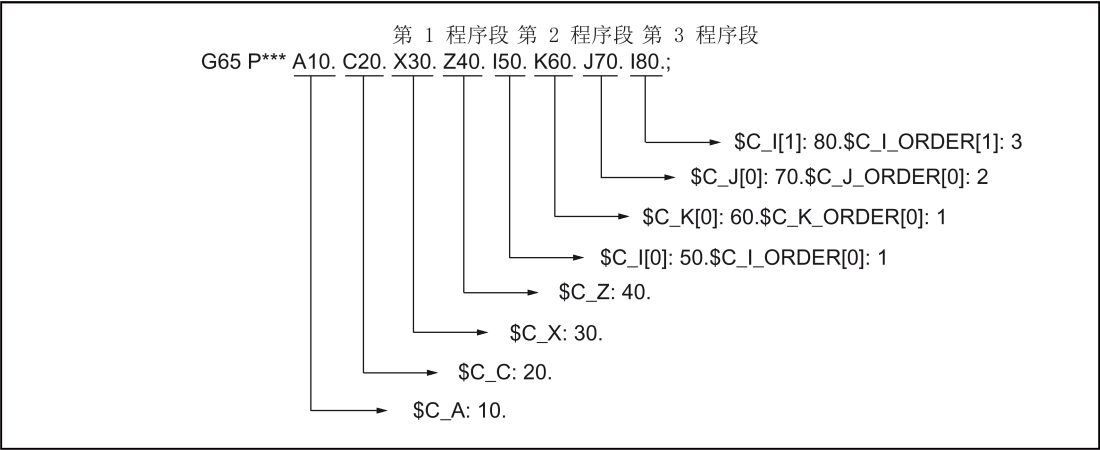
| 地址和变量之间的对应关系 |          |
|--------------|----------|
| 地址           | 系统变量     |
| A            | \$C_A    |
| B            | \$C_B    |
| C            | \$C_C    |
| I1           | \$C_I[0] |
| J1           | \$C_J[0] |
| K1           | \$C_K[0] |
| I2           | \$C_I[1] |
| J2           | \$C_J[1] |
| K2           | \$C_K[1] |
| I3           | \$C_I[2] |
| J3           | \$C_J[2] |
| K3           | \$C_K[2] |
| I4           | \$C_I[3] |
| J4           | \$C_J[3] |
| K4           | \$C_K[3] |
| I5           | \$C_I[4] |
| J5           | \$C_J[4] |
| K5           | \$C_K[4] |
| I6           | \$C_I[5] |
| J6           | \$C_J[5] |
| K6           | \$C_K[5] |
| I7           | \$C_I[6] |

| 地址和变量之间的对应关系 |          |
|--------------|----------|
| J7           | \$C_J[6] |
| K7           | \$C_K[6] |
| I8           | \$C_I[7] |
| J8           | \$C_J[7] |
| K8           | \$C_K[7] |
| I9           | \$C_I[8] |
| J9           | \$C_J[8] |
| K9           | \$C_K[8] |
| I10          | \$C_I[9] |
| J10          | \$C_J[9] |
| K10          | \$C_K[9] |

**说明**  
如果在多个程序段中写入地址 I、J、K，则每个程序段中 I/J/K 的顺序应使得变量号和该顺序相符。

**示例：给定参数**

不管何种地址，参数值也可以包含正负号和小数点。  
参数值始终保存为实数值。  
给定依据示例：



**在西门子模式和 ISO 模式中执行宏程序**

可以在西门子模式或 ISO 模式中调用已经被调用的宏程序。在宏程序的第一个程序段中确定执行程序的语言模式。  
如果在宏程序的第一个程序段中包含指令 PROC <程序名称>，数控系统会自动切换为西门子模式。如果没有该指令，加工在 ISO 模式中进行。  
在西门子模式中执行程序可以将过渡参数备份在本地变量中。但是，在 ISO 模式中却不可以将过渡参数保存在本地变量中。  
如需读取在 ISO 模式中执行的宏程序的过渡参数，必须借助指令 G290 切换为西门子模式。

**举例**

带有宏调用的主程序：

```

_N_M10_MPF:
N10 M3 S1000 F1000
N20 X100 Y50 Z33
N30 G65 P10 F55 X150 Y100 S2000

```

```
N40 X50
N50 ....
```

```
N200 M30
```

西门子模式中的宏程序：

```
_N_0010_SPF:
PROC 0010; 切换入西门子模式
N10 DEF REAL X_AXIS ,Y_AXIS, S_SPEED, FEED
N15 X_AXIS = $C_X Y_AXIS = $C_Y S_SPEED = $C_S FEED = $C_F
N20 G01 F=FEED G99 S=S_SPEED
...
N80 M17
```

ISO 模式中的宏程序：

```
_N_0010_SPF:
G290; 切换入西门子模式
; 读取过渡参数
N15 X_AXIS = $C_X Y_AXIS = $C_Y S_SPEED = $C_S FEED = $C_F
N20 G01 F=$C_F G99 S=$C_S
N10 G1 X=$C_X Y=$C_Y
G291; 切换入 ISO 模式
N15 M3 G54 T1
N20
...
N80 M99
```

## 3.4.6 附加功能

### 3.4.6.1 G05

与子程序调用“M98 Pxx”相似，通过指令 G05 可调用任意子程序。可对 G05 调用的子程序进行预编译，以加快程序的处理速度。

#### 格式

G05 Pxxxxx Lxxx ;

**Pxxxxx**：要调用程序的编号

**Lxxx**：重复次数

( 如果未设定“Lxxx”，自动使用 L1。 )

#### 示例

G05 P10123 L3 ;

通过此程序段调用程序 10123.mpf，并执行三次。

#### 限制

- 通过 G05 调用子程序时，数控系统不会切换至西门子模式。指令 G05 像通过“M98 P\_”调用子程序一样生效。
- 忽略包含 G05 而不含地址符 P 的程序段，不会输出报警。
- 同样忽略 G05.1 程序段 ( 不管其中是否包含地址符 P ) 以及 G05 P0 程序段或 G05 P01 程序段，并且不输出报警。

### 3.4.6.2 DryRun 和跳转级的切换模式

跳转级的切换(DB3200.DBB2)总是会影响程序运行，它会引起轨迹上短时间速度骤降。同样 DryRun (DryRun = 空运行进给 DB3200.DBX0.6)的切换，即 DryRunOff 和 DryRunOn 之间的切换也会引起速度骤降。

现在使用一个具备有限功能的新切换模式可以避免出现该现象。

跳转级切换时，即 PLC 中的新值 -> NCK-Chan 接口信号 DB3200.DBB2，借助机床数据设置 10706 \$MN\_SLASH\_MASK==2 不再需要速度骤降。

#### 说明

NCK 分两个阶段处理程序段：预处理和主处理（也称为预运行和主运行）。预处理的结果进入预存处理存储器。主处理读取预处理存储器中最早的程序段并按照几何数据运行。

#### 说明

借助机床数据设置 \$MN\_SLASH\_MASK==2 可以在跳转级切换时切换预处理！按照旧的跳转级运行所有位于预处理存储器中的程序段。通常用户不能控制预处理存储器的数据容量。因此，用户会发现：**切换结束后新的跳转级会在“某一时间”生效。**

#### 说明

零件程序指令 STOPRE 可清空预处理存储器。如果在 STOPRE 前切换跳转级，STOPRE 的所有程序段肯定会被切换。隐含指令 STOPRE 也是如此。

借助机床数据 10704 \$MN\_DRYRUN\_MASK==2，切换 DryRun 模式时不需要速度骤降。此时也只切换预处理，并产生上文所提及的限制条件。因此同样：**DryRun 模式切换后新的模式会在“某一时间”生效。**

## 4 铣削

### 4.1 G 代码表

#### SINUMERIK ISO 语言铣削

| G 代码                | 说明                |
|---------------------|-------------------|
| <b>组 1</b>          |                   |
| G00 <sup>1)</sup> 1 | 快速移动              |
| G01 2               | 直线运行              |
| G02 3               | 顺时针圆弧/螺线          |
| G03 4               | 逆时针圆弧/螺线          |
| <b>组 2</b>          |                   |
| G17 <sup>1)</sup> 1 | XY 平面             |
| G18 2               | ZX 平面             |
| G19 3               | YZ 平面             |
| <b>组 3</b>          |                   |
| G90 <sup>1)</sup> 1 | 绝对编程              |
| G91 2               | 增量编程              |
| <b>组 5</b>          |                   |
| G93 3               | 反比时间进给率（转/分钟）     |
| G94 <sup>1)</sup> 1 | 进给率[毫米/分钟，英寸/分钟]  |
| G95 2               | 旋转进给率，[毫米/转，英寸/转] |
| <b>组 6</b>          |                   |
| G20 <sup>1)</sup> 1 | 英制输入系统            |
| G21 2               | 公制输入系统            |
| <b>组 7</b>          |                   |
| G40 <sup>1)</sup> 1 | 取消铣刀半径补偿          |
| G41 2               | 轮廓左侧补偿            |

| G 代码                |    | 说明                              |
|---------------------|----|---------------------------------|
| G42                 | 3  | 轮廓右侧补偿                          |
| <b>组 8</b>          |    |                                 |
| G43                 | 1  | 启用正向刀具长度补偿                      |
| G44                 | 2  | 启用负向刀具长度补偿                      |
| G49 <sup>1)</sup>   | 3  | 关闭刀具长度补偿                        |
| <b>组 9</b>          |    |                                 |
| G73                 | 1  | 高速深孔钻削循环，断屑                     |
| G74                 | 2  | 攻丝循环，左旋螺纹                       |
| G76                 | 3  | 精镗循环                            |
| G80 <sup>1)</sup>   | 4  | 关闭循环                            |
| G81                 | 5  | 钻孔循环 定点钻                        |
| G82                 | 6  | 钻孔循环 镗孔                         |
| G83                 | 7  | 深孔钻削循环，排屑                       |
| G84                 | 8  | 攻丝循环 右旋螺纹                       |
| G85                 | 9  | 镗孔循环，Z 轴到达终点后 G01 退刀，主轴不停止      |
| G86                 | 10 | 镗孔循环，Z 轴到达终点后，主轴先停止，再 G00 退刀    |
| G87                 | 11 | 反镗循环                            |
| G89                 | 12 | 镗孔循环，Z 轴到达终点后稍作停留，G01 退刀，主轴转向不变 |
| <b>组 10</b>         |    |                                 |
| G98 <sup>1)</sup>   | 1  | 固定循环中返回出发点                      |
| G99                 | 2  | 固定循环中返回点 R                      |
| <b>组 11</b>         |    |                                 |
| G50 <sup>1)2)</sup> | 1  | 缩放关闭                            |
| G51 <sup>2)</sup>   | 2  | 缩放开启                            |
| <b>组 12</b>         |    |                                 |
| G66 <sup>2)</sup>   | 1  | 宏模态调用                           |
| G67 <sup>1)2)</sup> | 2  | 删除宏模态调用                         |
| <b>组 13</b>         |    |                                 |
| G96                 | 1  | 启用恒定切削速度                        |
| G97 <sup>1)</sup>   | 2  | 取消恒定切削速度                        |
| <b>组 14</b>         |    |                                 |
| G54 <sup>1)</sup>   | 1  | 选择零点偏移                          |
| G55                 | 2  | 选择零点偏移                          |
| G56                 | 3  | 选择零点偏移                          |
| G57                 | 4  | 选择零点偏移                          |
| G58                 | 5  | 选择零点偏移                          |
| G59                 | 6  | 选择零点偏移                          |
| G54 P0              | 1  | 外部零点偏移                          |
| <b>组 15</b>         |    |                                 |
| G61                 | 1  | 模态准停                            |
| G63                 | 2  | 攻丝模式                            |
| G64 <sup>1)</sup>   | 3  | 连续路径运行                          |
| <b>组 16</b>         |    |                                 |
| G68                 | 1  | 启用旋转，2D/3D                      |
| G69 <sup>1)</sup>   | 2  | 取消旋转                            |

| G 代码                    |    | 说明                                       |
|-------------------------|----|------------------------------------------|
| <b>组 17</b>             |    |                                          |
| G15 <sup>1)</sup>       | 1  | 取消极坐标                                    |
| G16                     | 2  | 启用极坐标                                    |
| <b>组 18 ( 程序段方式有效 )</b> |    |                                          |
| G04                     | 1  | 暂停 [s] 或主轴旋转                             |
| G05                     | 18 | 高速循环切削                                   |
| G05.1 <sup>2)</sup>     | 22 | 高速循环 ( High-speed cycle ) -> 调用 CYCLE305 |
| G07.1 <sup>2)</sup>     | 16 | 柱面插补                                     |
| G08                     | 12 | 启用/取消预控制                                 |
| G09                     | 2  | 准停                                       |
| G10 <sup>2)</sup>       | 3  | 写入零点偏移/刀具补偿                              |
| G11                     | 4  | 结束参数输入                                   |
| G27                     | 13 | 参考位置点检查                                  |
| G28                     | 5  | 1.返回参考点                                  |
| G30                     | 6  | 2./3./4.返回参考点                            |
| G30.1                   | 19 | 参考点位置                                    |
| G31 <sup>7)</sup>       |    | “删除剩余行程”的测量                              |
| G52                     | 8  | 可编程的零点偏移                                 |
| G53                     | 9  | 返回机床坐标系中的位置                              |
| G60                     | 22 | 定向定位                                     |
| G65 <sup>2)</sup>       | 10 | 宏调用                                      |
| G72.1 <sup>2)</sup>     | 14 | 通过旋转重复轮廓                                 |
| G72.2 <sup>2)</sup>     | 15 | 线性重复轮廓                                   |
| G92                     | 11 | 设置实际值                                    |
| G92.1                   | 21 | 删除实际值，复位 WCS                             |
| <b>组 22</b>             |    |                                          |
| G50.1                   | 1  | 取消写入轴的镜像                                 |
| G51.1                   | 2  | 启用写入轴的镜像                                 |
| <b>组 31</b>             |    |                                          |
| G290 <sup>1)</sup>      | 1  | 选择西门子模式                                  |
| G291                    | 2  | 选择 ISO 编程指令模式                            |

#### 说明

一般标记了 <sup>1)</sup> 的 G 功能都由数控系统在接通数控系统或复位时来确定。实际设置的信息参见机床制造商的资料。

<sup>2)</sup>中列举的 G 功能是可选功能。数控系统上提供的相应功能参见机床制造商的资料。

## 4.2 驱动指令

### 4.2.1 插补指令

#### 4.2.1.1 柱面插补(G07.1)

借助功能 G07.1 ( 柱面插补 ) 可以在圆柱体上切削任意形状的键槽。在展开的、平坦的圆柱外表面基础上写入槽的形状。

通过下面给出的 G 功能可以激活或取消柱面插补运行。

| G 功能  | 功能     | G 功能组 |
|-------|--------|-------|
| G07.1 | 柱面插补运行 | 16    |

格式

G07.1 A (B, C) r ;激活柱面插补运行  
G07.1 A (B, C) 0 ;取消柱面插补运行

A, B, C : 回转轴的地址

r : 圆柱半径

包含 G07.1 的程序段中不应包含其它指令。

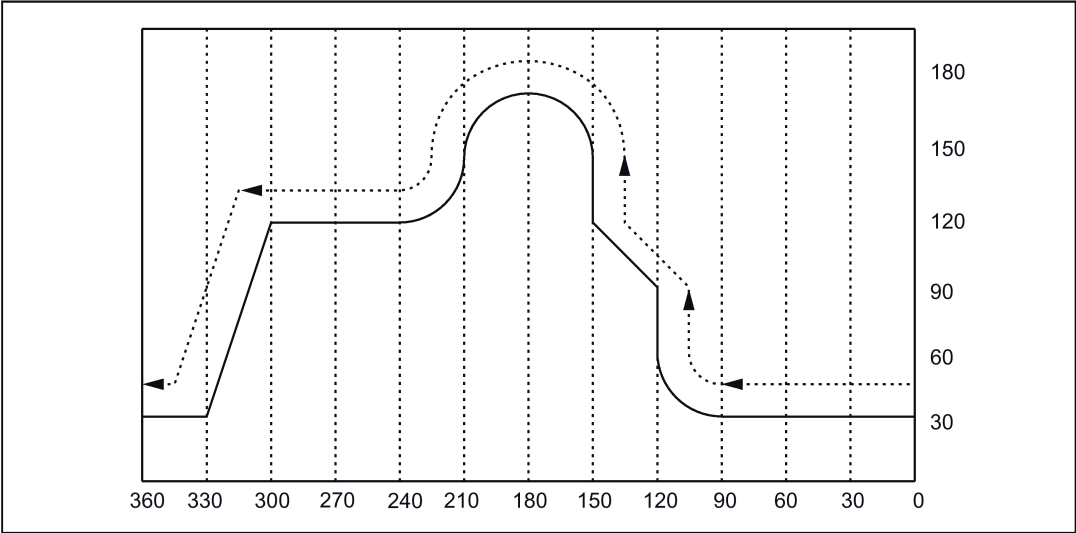
指令 G07.1 模式有效。如果给定了一次 G07.1，则柱面插补持续生效，直至取消 G07.1 A(B, C)。在启用设置中或 NC RESET 后，柱面插补取消激活。

说明

G07.1 基于西门子选件 TRACYL。为此设置合适的机床数据。  
相应的说明请参见 SINUMERIK 808D/SINUMERIK 808D ADVANCED 功能手册，章节“车铣复合加工 ( M1 )”。

程序举例

在由圆柱形工件展开而形成的柱面上编写以下程序，其中，Z 轴假设为线性轴，而 A 轴假设为回转轴：



程序

```
M19
G40
G00 Z30.A-10.
G07.1 A57.296 ;激活柱面插补运行
               ; (工件半径 = 57.926)

G90
G42 G01 A0 F200
G00 X50.
G01 A90.F100
G02 A120.Z60.R30
G01 Z90.
Z120.A150.
Z150.
G03 Z150.A210.R30.
G02 Z120.A240.R30
G01 A300.
Z30.A330.
A360.
G00 X100.
G40 G01 A370.
```

G07.1 A0 ; 取消柱面插补运行  
G00 A0

### 柱面插补运行的编程

在柱面插补中只允许使用以下 G 功能：G00、G01、G02、G03、G04、G40、G41、G42、G65、G66、G67、G90、G91 和 G07.1。在 G00 运行中，只允许使用不在柱面上的轴。

下列轴不可以作为定位轴或者摆动轴使用：

1. 几何轴，沿圆柱表面（Y 轴）的圆周方向
2. 附加的线性轴，槽壁补偿时（Z 轴）

### 柱面插补和坐标系操作之间的关系

- 下面列举的功能不允许应用在柱面插补运行中。
  - 镜像
  - 缩放（G50，G51）
  - 坐标系旋转（G68）
  - 基准坐标系设置
- 相应的倍率（快速移动、主轴转速）生效。
- 取消柱面插补运行后，调用柱面插补运行之前选中的插补平面生效。
- 需要执行刀具长度补偿时，应在给定指令 G07.1 前写入刀具长度补偿的指令。
- 同样，也应在给定指令 G07.1 前写入零点偏移（G54 - G59）。

下文为您介绍了定位指令和插补指令，使用这些指令可以根据编写的轮廓（如直线或圆弧）控制刀具轨迹。

#### 4.2.1.2 快速运行(G00)

快速运行可以用于刀具的快速定位、工件的绕行或者移动到换刀位置。

下列 G 功能可以用于调用定位：

| G 功能 | 功能       | G 功能组 |
|------|----------|-------|
| G00  | 快速移动     | 01    |
| G01  | 直线运行     | 01    |
| G02  | 顺时针圆弧/螺线 | 01    |
| G03  | 逆时针圆弧/螺线 | 01    |

#### 定位(G00)

##### 格式

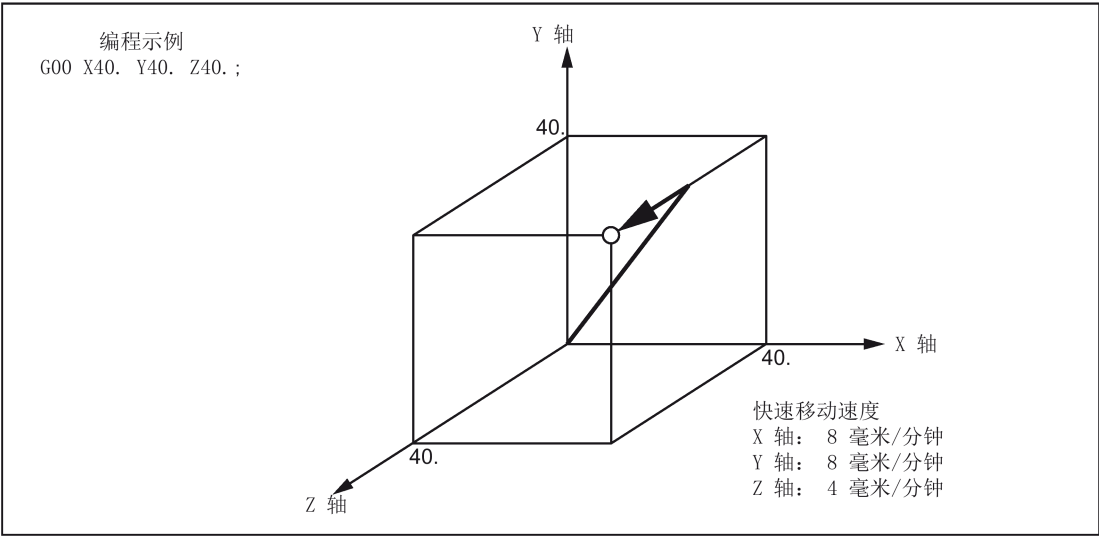
G00 X... Y... Z... ;

##### 说明

写入 G00 的刀具运行将以可能的最大速度（快速运行）执行。在每个机床数据中，每个轴的快速运行速度都是单独定义的。如果同时在多个轴上执行快速移动，则快速移动速度由参与轨迹运行时间最长的轴决定。

G00 程序段中没有写入的轴也不会运行。定位时每个轴以各自预设的快速移动速度单独运行。机床的精确速度请参见机床制造商的说明资料。

3 个同步可控轴的定位运行：



**说明**

由于在 G00 定位时轴单独运行（没有插补），因而每个轴在不同时间到达终点。因此，在多轴定位时要特别仔细谨慎，防止定位时刀具和工件或设备相撞。

**线性插补(G00)**

此时，所有写入的轴以带线性插补的快速移动运行，并同时到达目标位置。

**4.2.1.3 线性插补 (G01)**

借助 G01 刀具以平行于轴的、倾斜或空间内的任意直线运行。可以用线性插补功能加工 3D 平面、槽等。

**格式**

G01 X... Y... Z... F... ;

G01 执行带轨迹进给率的线性插补。G01 程序段中没有写入的轴也不会运行。按照上文列举的示例编程线性插补。

**轨迹轴进给率 F**

进给速度由地址 F 指定。取决于机床数据中的默认设置，G 指令确定的尺寸单位(G93, G94, G95)为毫米或英寸。

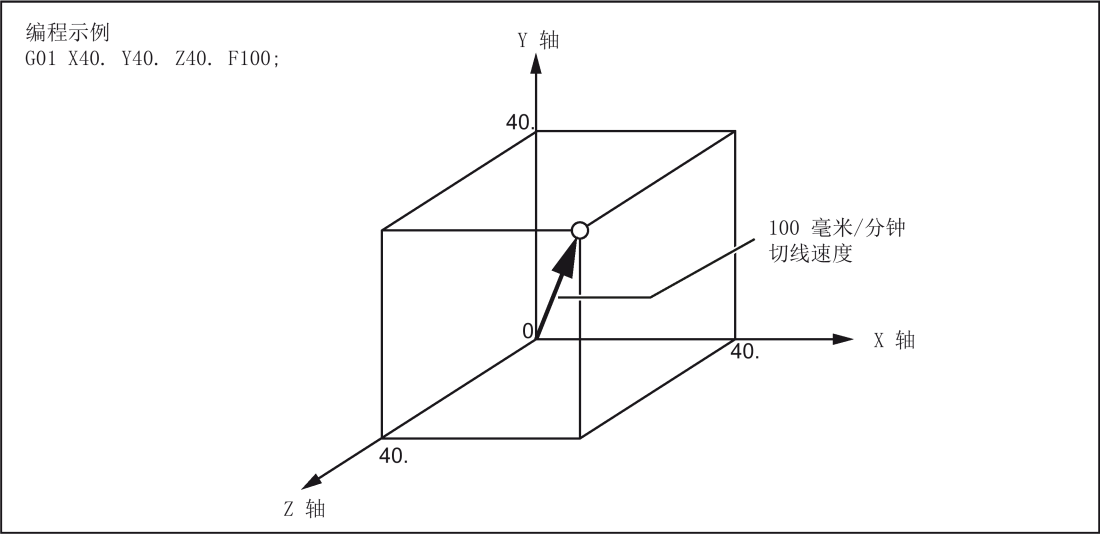
允许为每个 NC 程序段编程一个 F 值。通过其中一个 G 指令确定进给速度的单位。进给率 F 只对于轨迹轴有效，并且直到编程新的进给值之前一直有效。地址 F 后允许出现分隔符。

**说明**

如果在 G01 程序段中或之前的程序段中没有写入任何进给率，在执行 G01 程序段时会触发报警。

可以通过绝对值或增量值给定终点。更多信息参见章节 "绝对/增量尺寸(G90, G91) (页 101)"。

线性插补：



4.2.1.4 圆弧插补(G02, G03)

格式

执行下表列出的指令，启动圆弧插补。

| 按键或开关     | 指令            | 说明            |
|-----------|---------------|---------------|
| 平面名称      | G17           | X-Y 平面中的圆弧    |
|           | G18           | Z-X 平面中的圆弧    |
|           | G19           | Y-Z 平面中的圆弧    |
| 旋转方向      | G02           | 顺时针方向         |
|           | G03           | 逆时针方向         |
| 终点位置      | X、Y 或 Z 中的两个轴 | 终点位置，工件坐标系    |
|           | X、Y 或 Z 中的两个轴 | 起点到终点的距离，带正负号 |
| 起点到中间点的距离 | I、J 或 K 中的两个轴 | 起点到圆心的距离，带正负号 |
| 圆弧半径      | R             | 圆弧半径          |
| 进给        | F             | 沿着圆弧的速度       |

平面名称

通过下文给出的指令，刀具在平面 X-Y、Z-X 或 Y-Z 中沿着给定的圆弧运行，以保持“F”定义的圆弧上的进给率。

- X-Y 平面中：  
G17 G02 ( 或 G03 ) X... Y... R... ( 或 I... J... ) F... ;
- Z-X 平面中：  
G18 G02 ( 或 G03 ) Z... X... R... ( 或 K... I... ) F... ;
- Y-Z 平面中：  
G19 G02 ( 或 G03 ) Y... Z... R... ( 或 J... K... ) F... ;

在写入圆弧 ( G02, G03 ) 前，必须首先通过 G17、G18 或 G19 选择所需的插补平面。只有当第 4 轴和第 5 轴是线性轴时，才可以进行圆弧插补。

通过平面选择也可以选择执行刀具半径补偿(G41/G42)的平面。接通数控系统后自动设置 为平面 X-Y(G17)。

|     |        |
|-----|--------|
| G17 | X-Y 平面 |
| G18 | Z-X 平面 |
| G19 | Y-Z 平面 |

推荐给定一个普遍适用的加工平面。

也可以创建所选加工平面之外的圆弧。此时，轴地址（圆弧终点的位置）定义圆弧平面。

如果选择了第 5 线性轴，除了平面 X-Y、Y-Z 和 Z-X 第 5 轴还可进行平面 Xβ、Zβ 或 Yβ 内的圆弧插补(β=U、V 或 W)。

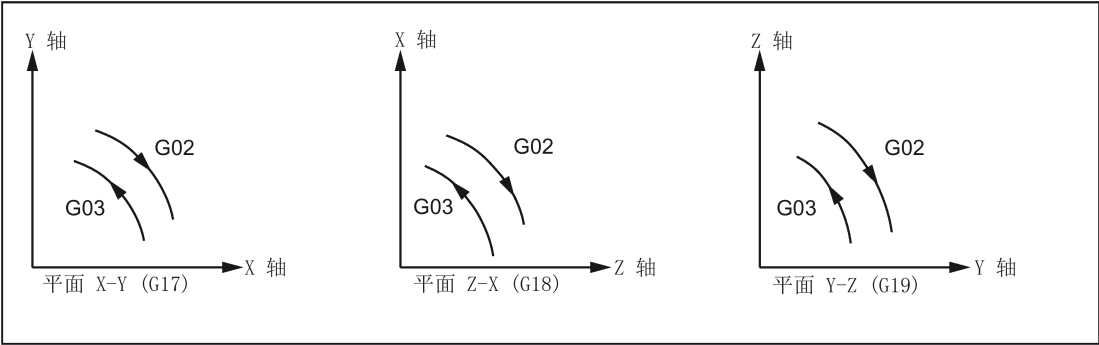
- 平面 Xβ 内的圆弧插补  
G17 G02 ( 或 G03 ) X... β... R... ( 或 I... J... ) F... ;
- 平面 Zβ 内的圆弧插补  
G18 G02 ( 或 G03 ) Z... β... R... ( 或 K... L... ) F... ;
- 平面 Yβ 内的圆弧插补  
G19 G02 ( 或 G03 ) Y... β... R... ( 或 J... K... ) F... ;
- 如果省略了第 4 轴或第 5 轴的地址符 - 正如指令“G17 G02 X... R... ( 或 I... J... ) F... ;”，则自动选择平面 X-Y 作为插补平面。当第 4 轴和第 5 轴这两个附加轴为旋转轴时，不可以进行圆弧插补。

旋转方向

按照下图给出的方式定义圆弧旋转方向。

|     |       |
|-----|-------|
| G02 | 顺时针方向 |
| G03 | 逆时针方向 |

圆弧的旋转方向：



终点

可以按照 G90 或 G91 的定义、以绝对值或增量值定义终点。

如果定义的终点不在圆弧上，则输出报警 14040“圆弧终点错误”。

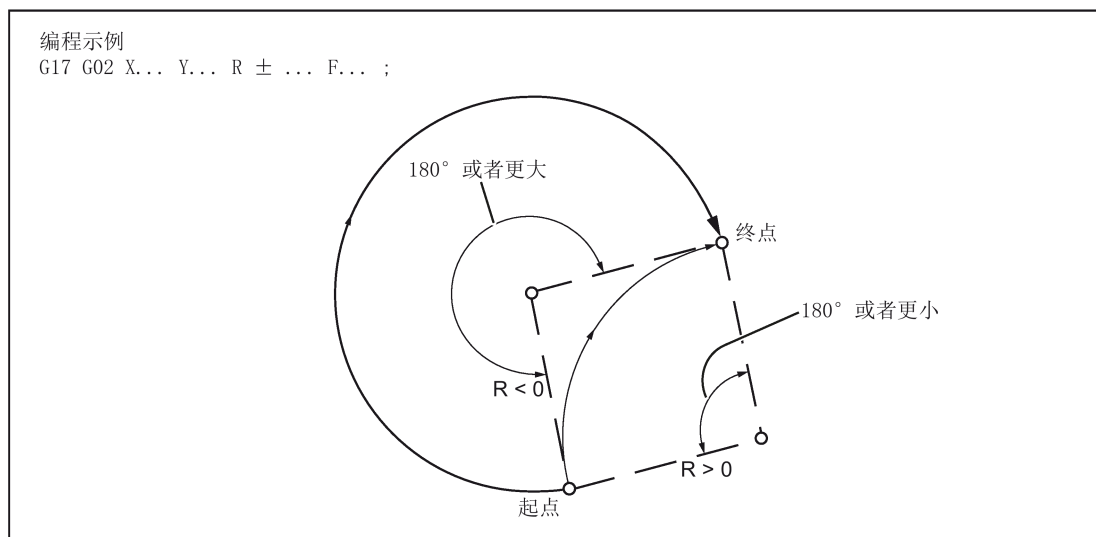
写入圆弧运行的方法

控制系统提供两种写入圆弧运行的方法。

圆弧运行通过以下几点来描述：

- 圆弧中心和终点，绝对值或增量值（缺省设置）
- 以直角坐标表示的半径和终点  
对于张角 <= 180 度的圆弧插补，应写入“R > 0”（正值）。  
对于张角 > 180 度的圆弧插补，应写入“R < 0”（负值）。

带半径 R 的圆弧插补：



### 进给

可以完全按照线性插补中给定进给率的方式来定义圆弧插补中的进给率（参见“线性插补（G01）（页 88）”一节）。

### 4.2.1.5 轮廓段编程和插入倒角或倒圆

在每个位移程序段后、线性轮廓和圆弧轮廓之间可以插入倒角或倒圆。例如：用于倒去工件边缘锋利的毛刺。

可以在以下轮廓组合中插入倒角或倒圆：

- 两条直线之间
- 两段圆弧之间
- 一段圆弧和一条直线之间
- 一条直线和一段圆弧之间

### 格式

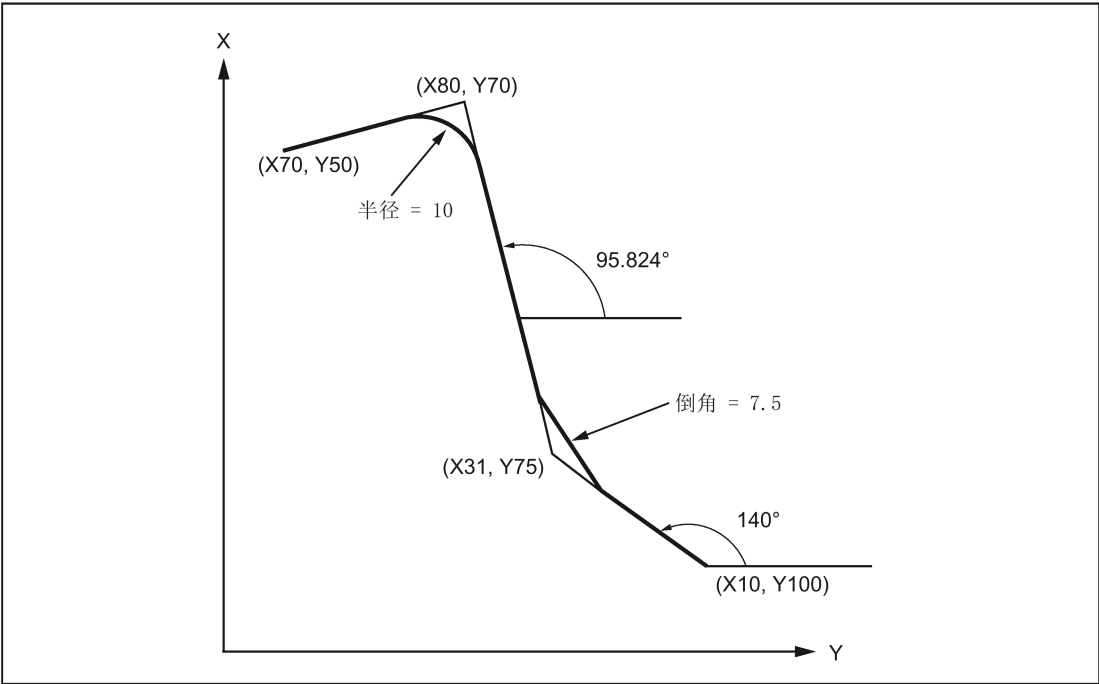
, C...; 倒角

, R...; 倒圆

### 示例

```
N10 G1 X10.Y100.F1000 G17  
N20, A140, C7.5  
N30 X80.Y70., A95.824, R10
```

3 条直线：



**ISO 语言模式**

在 ISO 原始语言中，地址 C 不仅可以用作轴名称，也可以用作轮廓倒角的名称。

地址 R 不仅可以是一个循环参数，也可能是轮廓半径的标识符。

地址 A 为轮廓段编程中的角度。

为加以区分，写入轮廓段时必须在地 址“R”或“C”前加上逗号“，”。

**西门子模式**

在西门子模式下可通过机床数据确定倒角和倒圆的标识符。从而可以避免标识符的混淆。在倒圆或倒角的标识符前不允许有逗号。

**选择平面**

只有在由平面选择(G17, G18 或 G19)给定的平面中才可以进行倒角或倒圆。该功能不能用于平行轴。

**说明**

不插入倒角/倒圆，如果：

- 平面中没有直线或圆弧，
- 轴的运动超出平面，
- 切换平面或超出机床数据中确定的、不包含运动指令的程序段数量（例如，仅有指令输出）。

**坐标系**

包含修改坐标系指令(G92 或 G52 至 G59)或回参考点指令(G28 至 G30)的程序段之后的程序段不允许包含倒圆或倒角的指令。

**螺纹切削**

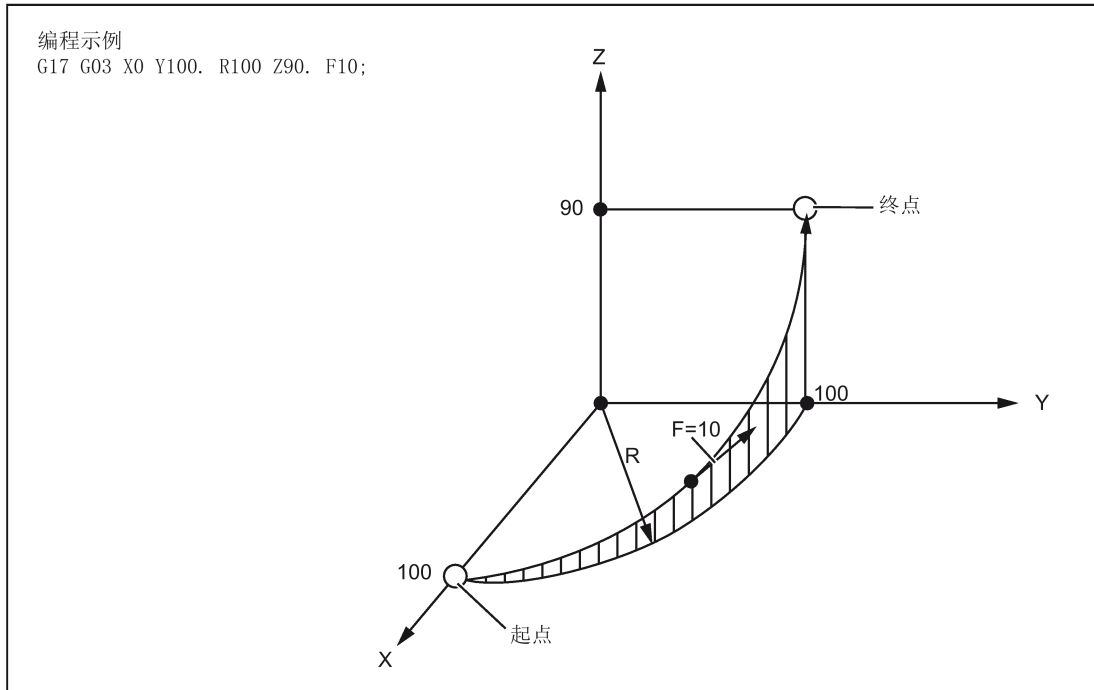
在攻丝程序段中不允许写入倒圆。

#### 4.2.1.6 螺旋线插补(G02, G03)

在螺旋线插补中，两个运动是叠加的并且同时执行。

- 水平圆弧运动，
- 叠加在一条垂直直线运动上。

螺旋线插补：



##### 说明

G02 和 G03 模态有效。圆弧运动在工作平面确定的轴上进行。

#### 4.2.2 使用 G 功能回参考点

##### 4.2.2.1 通过中间点回参考点(G28)

##### 格式

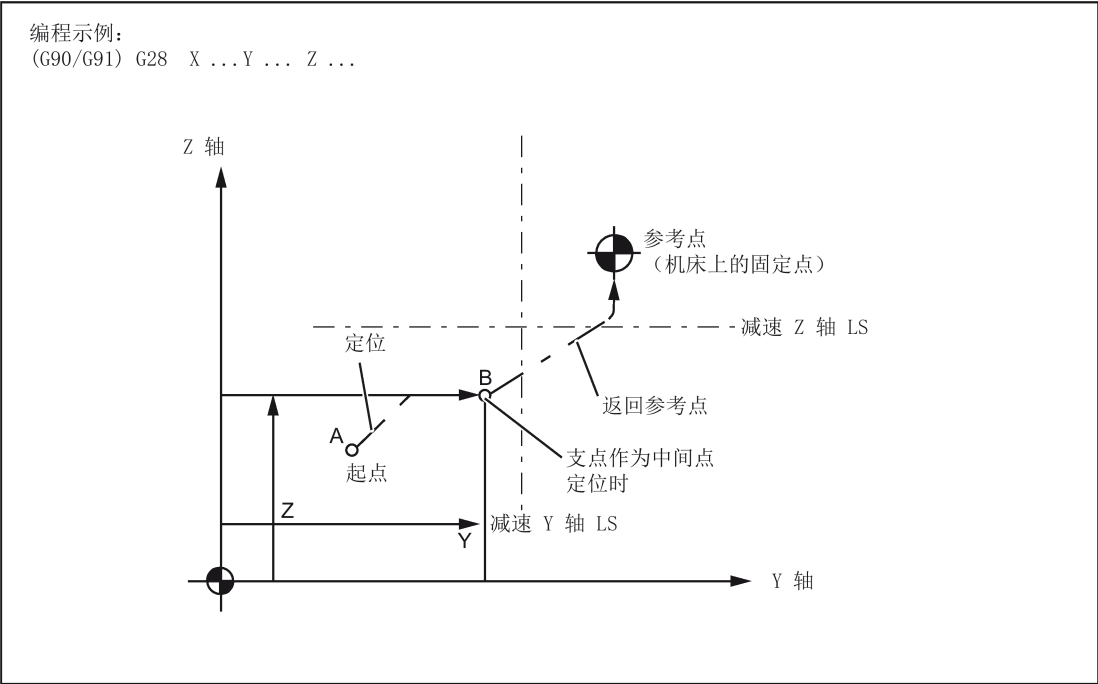
G28 X... Y... Z... ;

通过指令“G28 X... Y... Z...;”可以使编写的轴回到参考点。其中，轴首先以快速移动方式运行到给定位置，然后从该位置自动运行到参考点。G28 程序段中没有写入的轴不会运行到参考点。

##### 参考点位置

在机床开机后，如果使用的是增量式位移测量系统，则所有轴必须回到参考点标记。在此之后，才可以编程运行位移。用 G28 可以在 NC 程序中执行回参考点运行。参考点坐标由机床数据 34100 \$ \_MA\_REFP\_SET\_POS[0] 至 [3])确定。一共可以确定四个参考点位置。

自动回参考点：



返回参考点

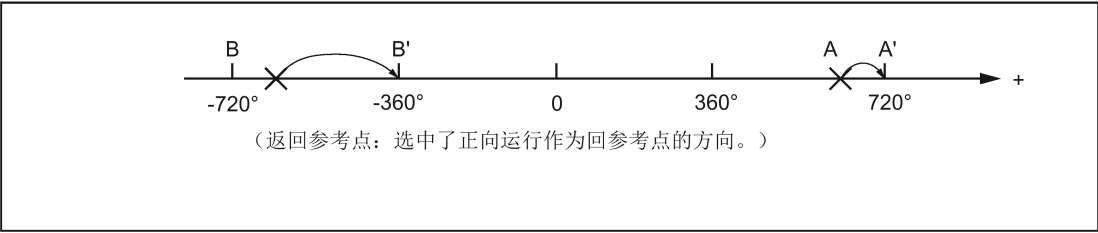
说明

功能 G28 由 shell 循环 cycle328.spf 实现。如果需要通过 G28 使轴运行到参考标记，在回参考点运行之前不允许编写该轴的转换。通过 cycle328.spf 的指令 TRAFOOF 取消转换。

旋转轴的自动回参考点

旋转轴可以完全和线性轴一样执行自动回参考点。参考点的逼近方向由机床数据 34010 MD\_\$MA\_REFP\_CAM\_DIR\_IS\_MINUS 确定。

自动回参考点 - 旋转轴：



关于自动回参考点指令的补充说明：

刀具半径补偿和确定的循环

不允许在刀具半径补偿(G41, G42)或定义的循环中使用 G28 !

说明

在带轴回参考点运行的刀具半径补偿(G40)中，G28 会中断刀具半径补偿。因此在输出 G28 前应取消刀具半径补偿。

G28 时的刀具补偿

G28 时运行到带当前刀具补偿的支点。接着运行到参考点，取消刀具补偿。

### 4.2.2.2 参考位置点检查(G27)

#### 格式

G27 X...Y...Z... ;

通过该功能可以检查轴是否在参考点上。

#### 检查过程

如果通过 G27 成功执行检查，则继续处理下一个零件程序段。如果一个 G27 编写的轴没有位于参考点上，则输出报警 61816“轴不在参考点上”，并中断自动运行。

#### 说明

和 G28 一样，功能 G27 由 shell 循环 cycle328.spf 实现。

在执行 G27 前应该取消选择功能“镜像”，以避免定位错误。

### 4.2.2.3 通过参考点选择回参考点(G30)

#### 格式

G30 Pn X... Y... Z... ;

在执行指令“G30 Pn X... Y... Z;”时轴以连续路径加工定位到给定的中间点，然后运行到 P2 - P4 选中的参考点。执行“G31 P3 X30. Y50.;"时 X 轴和 Y 轴返回第三参考点。如果省略了“P”，则第二参考点被选中。G30 程序段中没有写入的轴也不会运行。

#### 参考点位置

所有参考点的位置始终以第一个参考点为基准。第一个参考点和其他所有参考点的间距显示在下列机床数据中：

| 按键或开关 | MD                    |
|-------|-----------------------|
| 2.参考点 | \$_MA_REFP_SET_POS[1] |
| 3.参考点 | \$_MA_REFP_SET_POS[2] |
| 4.参考点 | \$_MA_REFP_SET_POS[3] |

#### 说明

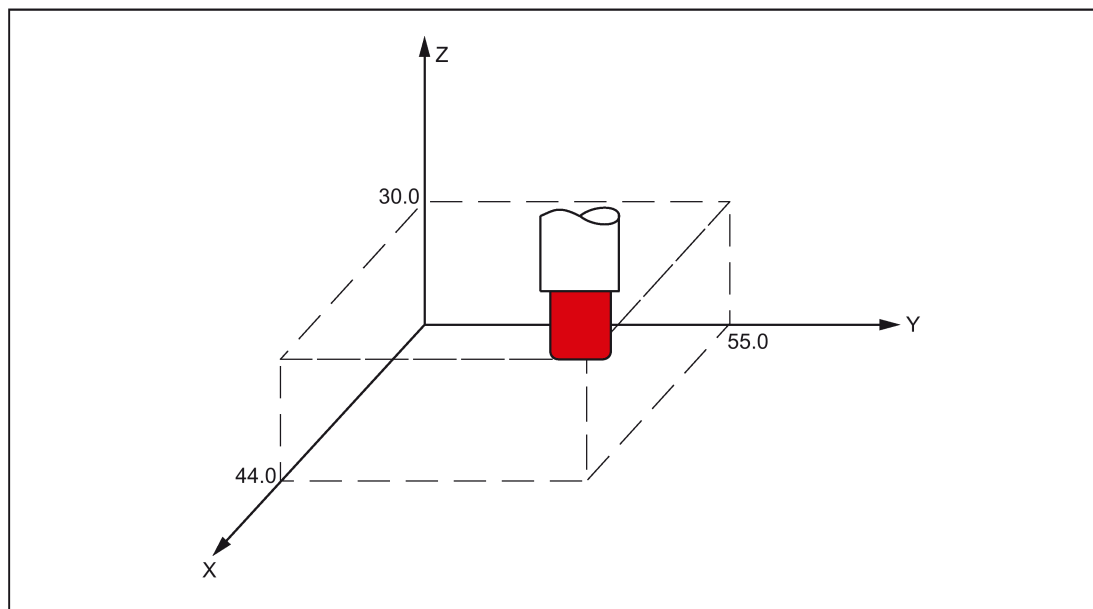
写入 G30 时需注意的细节请参见章节“通过中间点回参考点(G28)”。和 G28 一样，功能 G30 由 shell 循环 cycle328.spf 实现。

## 4.3 运行指令

### 4.3.1 坐标系

刀具的位置由它在坐标系中的坐标明确定义。该坐标由轴的位置定义。例如：如果三个参与运动的轴为 X、Y 和 Z 轴，则以如下方式给出坐标：

X... Y... Z...



可以使用以下坐标系设定坐标：

- 机床坐标系(G53)
- 工件坐标系(G92)
- 局部坐标系(G52)

#### 4.3.1.1 机床坐标系(G53)

在机床坐标系中：

使用机床零点可以确定机床坐标系。所有其他参考点都以机床零点为基准。

机床零点是机床上的固定点，所有（衍生）测量系统都以此点为出发点。

##### 格式

(G90) G53 X... Y... Z... ;

X, Y, Z：绝对值指令

##### 选择机床坐标系(G53)

G53 以程序段方式抑制可编程和可设定的零点偏移。如果需要使刀具运行到某个机床特定位置，则始终以 G53 为基础在机床坐标系中写入轴运行。

##### 取消补偿

如果 MD10760 \$MN\_G53\_TOOLCORR = 0，G53 程序段中有效的刀具长度补偿和刀具半径补偿保持生效。

如果 MD10760 \$MN\_G53\_TOOLCORR = 1，G53 程序段中有效的刀具长度补偿和刀具半径补偿被抑制。

#### 4.3.1.2 工件坐标系(G92)

在开始加工前应为工件创建坐标系，即工件坐标系。在本段落中将为您介绍各种设置、取消和修改工件坐标系的方法。

## 设置工件坐标系

您可以通过以下两种方法设置工件坐标系：

- 通过零件程序中的 G92
- 通过 HMI 操作界面手动选择

### 格式

(G90) G92 X... Y... Z... ;

输出绝对值指令时，基本点运行到给定的位置。刀尖和基准点之间的差值由刀具长度补偿功能补偿；通过这种方式刀尖仍能运行到目标位置。

#### 4.3.1.3 复位刀具坐标系(G92.1)

通过 G92.1，可以将已经偏移的坐标系复位到偏移前的状态。从而可以使工件坐标系恢复为有效可设定零点偏移(G54-G59)定义的坐标系。如果没有有效的可设定零点偏移，则工件坐标系被设为参考位置。G92.1 使由 G92 或 G52 执行的偏移复位。但只有编写该功能的轴才被复位。

示例 1：

|                  |                      |                 |
|------------------|----------------------|-----------------|
| N10 G0 X100 Y100 | ;显示: WCS : X100 Y100 | MCS : X100 Y100 |
| N20 G92 X10 Y10  | ;显示: WCS : X10 Y10   | MCS : X100 Y100 |
| N30 G0 X50 Y50   | ;显示: WCS : X50 Y50   | MCS : X140 Y140 |
| N40 G92.1 X0 Y0  | ;显示: WCS : X140 Y140 | MCS : X140 Y140 |

示例 2：

|                       |                      |                 |
|-----------------------|----------------------|-----------------|
| N10 G10 L2 P1 X10 Y10 |                      |                 |
| N20 G0 X100 Y100      | ;显示: WCS : X100 Y100 | MCS : X100 Y100 |
| N30 G54 X100 Y100     | ;显示: WCS : X100 Y100 | MCS : X110 Y110 |
| N40 G92 X50 Y50       | ;显示: WCS : X50 Y50   | MCS : X110 Y110 |
| N50 G0 X100 Y100      | ;显示: WCS : X100 Y100 | MCS : X160 Y160 |
| N60 G92.1 X0 Y0       | ;显示: WCS : X150 Y150 | MCS : X160 Y160 |

#### 4.3.1.4 选择工件坐标系 ( G54 至 G59 )

如上所述，您可以从已经设置的工件坐标系中选出一个坐标系。

- G92  
只有当此前选择了一个工件坐标系时，工件坐标系中的绝对值指令才生效。
- 通过 HMI 操作界面从给定的工件坐标系中选择一个工件坐标系  
输入 G54 到 G59 范围内的 G 功能可以选择一个工件坐标系。  
开机回参考点后工件坐标系建立。在 MD20154[13]中设置坐标系的闭合位置。

#### 4.3.1.5 写入零点偏移/刀具补偿(G10)

可以通过两种方法修改由 G54 到 G59 或 G54 P{1 ... 93}定义的工件坐标系。

- 通过 HMI 操作面板输入数据
- 通过程序指令 G10 或 G92 ( 设置实际值 )

### 格式

通过 G10 修改：

G10 L2 Pp X... Y... Z... ;

p=0 : 外部工件零点偏移

p=1 到 6 : 工件零点偏移值和工件坐标系 G54 到 G59 对应 ( 1 = G54 到 6 = G59 )

X, Y, Z : 绝对值指令中每个轴的工件零点偏移 ( G90 ) 该值必须在增量指令 ( G91 ) 中和每个轴预定义的工件零点偏移相加。

通过 G92 修改：  
G92 X... Y... Z...；

#### 说明

通过 G10 修改：

通过 G10 可以单独修改每个工件坐标系。如果首次通过 G10 写入零点偏移，在机床上执行 G10 程序段（主运行程序段）时，必须置位 MD20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 13。然后通过 G10 执行内部 STOPRE。通过该机床数据位可以控制 ISO 语言 T 和 ISO 语言 M 的所有 G10 指令。

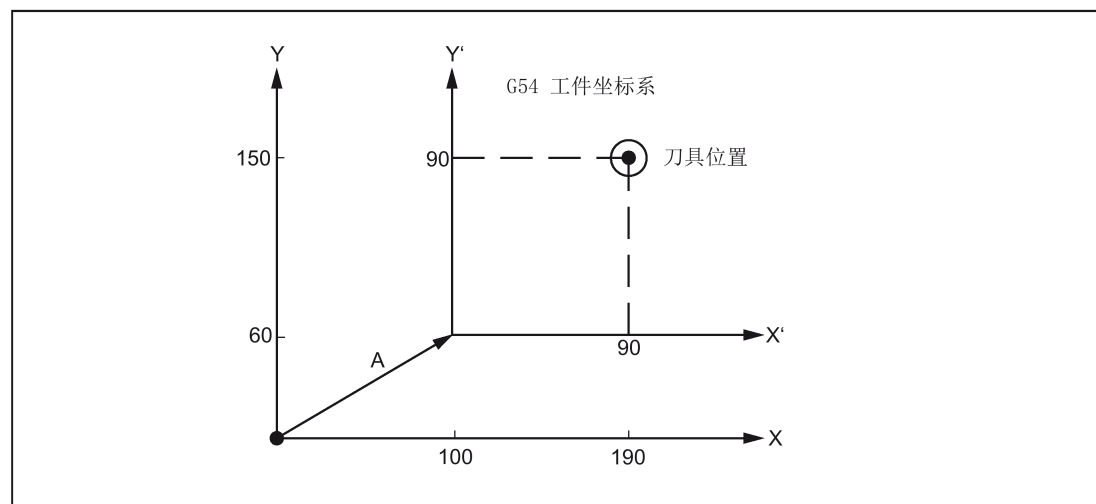
通过 G92 修改：

通过给定 G92 X... Y... Z...，可以移动之前由 G 指令 G54 到 G59 或 G54 P{1 ...93}选择的工件坐标系，并可设置一个新的工件坐标系。如果以增量值写入 X、Y 和 Z，则必须定义恰当的坐标系；其中，当前刀具位置和给定增量值之和应该等于前一刀具位置的坐标值（坐标系偏移）。接着坐标系的偏移值和每个工件零点偏移值相加。也就是说：整个工件坐标系按照相同的值移动。

#### 示例

刀具以 G54 定位到(190, 150)，每次 G92X90Y90 时工件坐标系 1 (X' - Y')产生偏移矢量 A。

示例：设置坐标



#### 4.3.1.6 局部坐标系(G52)

为简化在工件坐标系中的程序创建，可以建立一个工件子坐标系。子坐标系也称为局部坐标系。

##### 格式

G52 X... Y... Z...；设定局部坐标系

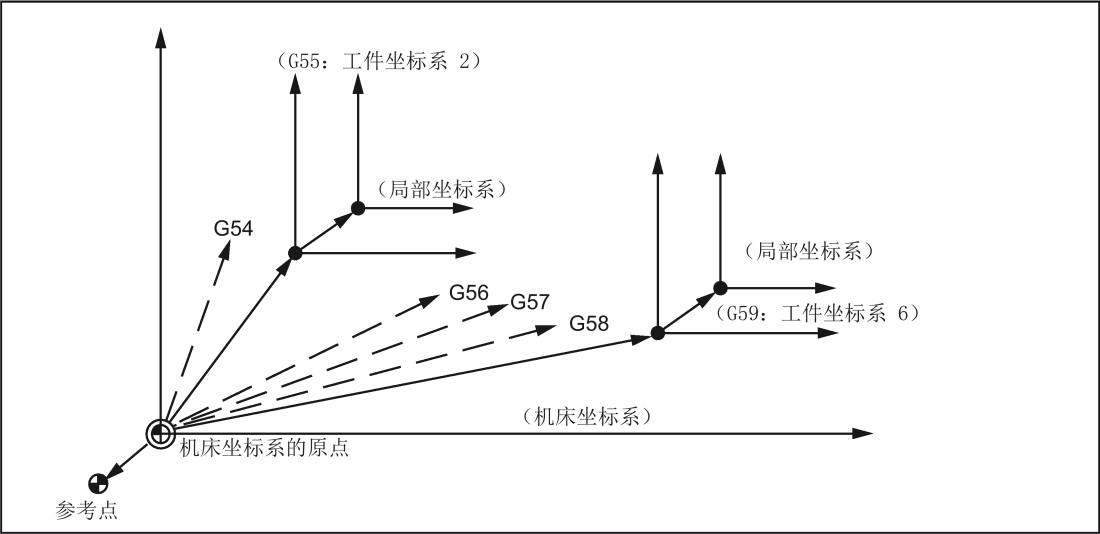
G52 X0 Y0 Z0；取消选择局部坐标系

X, Y, Z：局部坐标系原点

##### 说明

使用 G52 可以给定所有轨迹轴和定位轴在各个定义方向的零点偏移。通过该功能可以使用不断变换的零点进行加工，如：可用于不同工件位置上的重复加工过程。

G52 X... Y... Z... 是给定轴方向上写入的零点偏移值。最后给出的可设定零点偏移(G54 至 G59, G54 P1 - P93)作为基准生效。  
 设定局部坐标系：



#### 4.3.1.7 选择平面(G17, G18, G19)

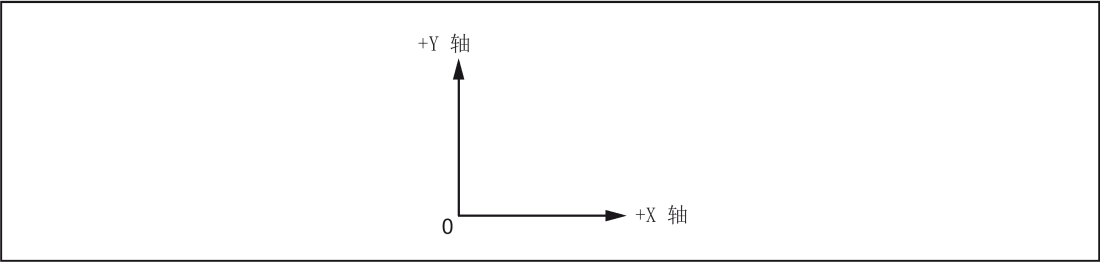
通过给定下列 G 功能可以选择平面，在该平面内可进行圆弧插补、工具半径补偿和坐标系旋转。

| G 功能 | 功能     | G 功能组 |
|------|--------|-------|
| G17  | X-Y 平面 | 02    |
| G18  | Z-X 平面 | 02    |
| G19  | Y-Z 平面 | 02    |

平面如下定义（可借助平面 X-Y 的示例）：

第一象限的水平轴为 +X；垂直轴为 Y+。

选择平面：



- 接通控制系统后预先选择平面 X-Y(G17)。
- 各轴运行指令的给定不受由 G17、G18 或 G19 选择的平面的影响。因此，例如可以通过给定“G17 Z ....”运行 Z 轴。
- 通过给定 G17、G18 或 G19 可以定义执行刀具半径补偿 G41 或 G42 的平面。

#### 4.3.1.8 平行轴(G17, G18, G19)

通过功能 G17(G18, G19)<轴名称>可以激活和坐标系中某个主要轴（三个轴中的一个）平行的轴。

三个主要轴为 X、Y 和 Z。

##### 示例

G17 U0 Y0

替代平面 G17 中的 X 轴，可以激活平行轴 U。

说明

- 可以通过机床数据 \$MC\_EXTERN\_PARALLEL\_GEOAX[] 为每个几何轴定义相应的平行轴。
- 只能替代由 G17、G18、G19 定义的某个平面中的几何轴。
- 替换几何轴时，通常会删除所有偏移（框架），除了手轮偏移、外部偏移、工作区域限制和保护区。应设置以下机床数据，避免上述值被删除：  
偏移（框架）  
\$MN\_FRAME\_GEOAX\_CHANGE\_MODE
- 详细信息请参见机床数据说明。
- 如果使用一个选择平面的指令写入一个主要轴和相应的平行轴，则输出报警 12726“平行轴选择平面错误”。

4.3.1.9 坐标系旋转(G68, G69)

G68 和 G69 的属性

可以采用以下 G 功能旋转坐标系。

| G 功能 | 功能      | G 功能组 |
|------|---------|-------|
| G68  | 坐标系旋转   | 16    |
| G69  | 取消旋转坐标系 | 16    |

G68 和 G69 是 G 功能组 16 中模态生效的 G 功能。启动数控系统并进行 NC 复位后，G69 自动置位。

在 G68 和 G69 程序段中不允许包含其它 G 功能。

G68 用于调用坐标系的旋转，而 G69 用于取消坐标系的旋转。

格式

G68 X\_ Y\_ R\_ ;

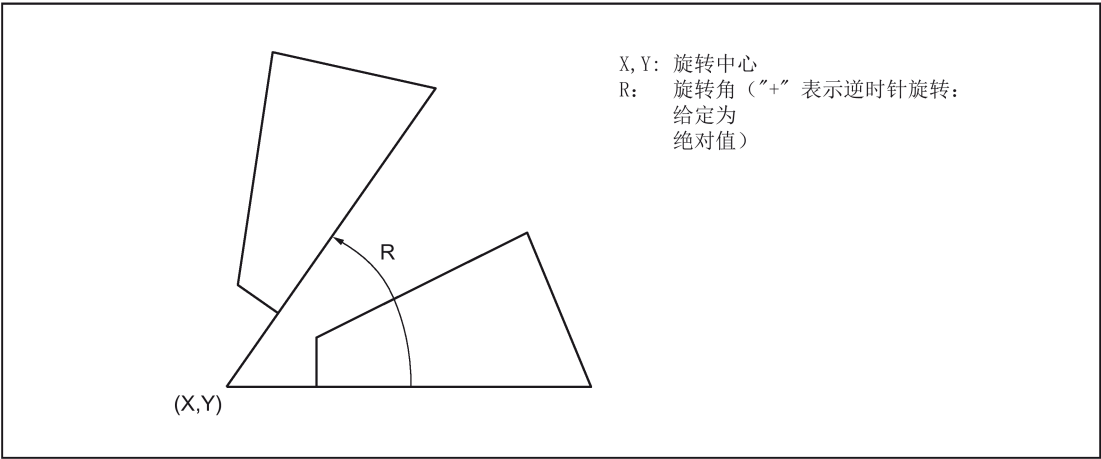
X\_, Y\_ :

旋转中心的绝对坐标值。如果省略该值，则采用实际位置作为旋转中心。

R\_ :

旋转角是由 G90/G91 决定的绝对值或增量值。如果没有给定 R，则采用设定数据 42150 \$SC\_DEFAULT\_ROT\_FACTOR\_R 中的通道专用设定，将它用作旋转角。

- 通过给定 G17 ( 或 G18、G19 ) G68 X... Y... R... ;”，后续程序段中给定的指令围绕点 ( X, Y ) 旋转 R 定义的角度。可以给定单位为 0.001 度的旋转角。  
旋转坐标系：



- 通过 G69 取消坐标系的旋转。
- 在由 G68 选择的平面中执行 G68。第 4 轴和第 5 轴必须为线性轴。  
G17:X-Y 平面  
G18:Z-X 平面  
G19:Y-Z 平面

关于坐标系旋转指令的补充说明

- 如果省略了“X”和“Y”，则采用当前位置作为坐标系旋转的中心。
- 在已发生旋转的坐标系中预设适用于坐标系旋转的位置。
- 如果在编程了旋转之后编程了平面更换（G17 至 G19），则写入的相应轴的旋转角保持生效，并且也适用于新的加工平面。因此建议在平面更换之前取消旋转。

4.3.1.10 3D 旋转 ( G68/G69 )

G 代码 G68 可扩展用于 3D 旋转。  
G68 必须在单独程序段中编程且在 G68 和 G69 程序段中不允许包含其它 G 功能。

格式

G68 X... Y.. Z.. I.. J.. K.. R..

- X.. Y.. Z..: 旋转点的坐标，参考当前工件零点。如果没有写入任何坐标，则旋转点为工件零点。该值始终被视为绝对值。旋转点的坐标功能如同零点偏移。程序段中的 G90/G91 不会影响 G68 指令。
- I.. J.. K..: 旋转点的矢量。坐标系围绕该矢量旋转角度 R。
- R..: 旋转角。旋转角始终为绝对值。

只有通过矢量 I、J、K 的编程才可以区分 2D 旋转或 3D 旋转。如果程序段中没有矢量，则选择 G68 2DRot。如果程序段中有矢量，则选择 G68 3DRot。2D 和 3D 旋转时，如果没有写入任何角度，则设定数据 42150 \$SC\_DEFAULT\_ROT\_FACTOR\_R 中的角度生效。

如果写入了长度为 0(I0, Y0, K0)的一个矢量，则输出报警 12560“写入的值超出允许极限”。

通过 G68 可以依次激活两次旋转。如果在包含 G68 的程序段中 G68 还未生效，则旋转被写入第二 ISO 系统框架。如果 G68 已经生效，则旋转被写入第三 ISO 系统框架。因此，两个旋转可依次生效。

通过 G69 可结束 3D 旋转。如果两个旋转都生效，G69 会同时取消这两个旋转。G69 无须位于单独的程序段中。

4.3.2 确定坐标值的输入方式

4.3.2.1 绝对/增量尺寸(G90，G91)

通过该 G 指令可以给定轴地址后生效的尺寸单位：绝对或相对（增量）。

G90、G91 的属性

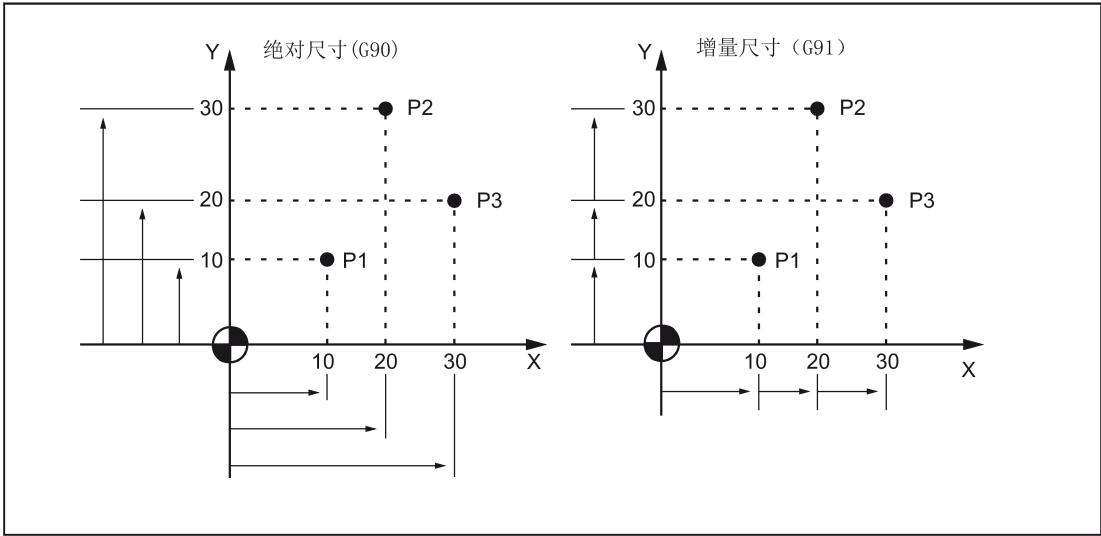
| G 指令 | 功能     | G 功能组 |
|------|--------|-------|
| G90  | 绝对尺寸标注 | 03    |
| G91  | 增量尺寸标注 | 03    |

- G90 和 G91 是 G 功能组 03 中模态生效的 G 功能。如果在同一个程序段中写入了 G90 和 G91，则程序段中较靠后的 G 功能生效。
- G90 或 G91 的启用设置由机床数据 MD20154 \$MC\_EXTERN\_GCODE\_RESET\_VALUES[2] 定义。

格式

- 所有 G90 后写入的轴位置值都视为绝对轴位置，例如：X、Y、Z。
- 所有 G91 后写入的轴位置值都视为增量轴位置，例如：X、Y、Z。

绝对/增量尺寸 ( G90 , G91 ) :



4.3.2.2 英制/公制尺寸输入(G20 , G21)

取决于生产图纸的尺寸标注方式，编程时可以为和工件相关的轴选择公制或英制尺寸。通过以下 G 功能可以选择输入单位：

| G 指令 | 功能     | G 功能组 |
|------|--------|-------|
| G20  | “英寸”输入 | 06    |
| G21  | “毫米”输入 | 06    |

格式

必须始终在程序段开头处写入 G20 和 G21，并且该程序段中不允许出现其它指令。执行选择尺寸单位的 G 功能时，以下值会转换为所选的尺寸单位：指令之后的所有程序、补偿值、定义的参数或定义的手动操作值和显示值。

编程示例：

```
G291;  
G20;  
·      —————  确定“英制”输入格式  
·  
·
```

关于确定尺寸单位指令的补充说明

- 启用设置由机床数据 MD20154 \$MC\_EXTERN\_GCODE\_RESET\_VALUES[5] 确定。
- 切换尺寸单位时会换算所有零点偏移值。
- 如果在执行程序时切换尺寸单位，必须在切换前执行以下操作：  
从工件坐标系 ( G54 至 G59 ) 返回到基本坐标系。  
取消激活所有刀具补偿 ( G41 至 G44 和 G49 ) 。
- 在切换 G20 和 G21 尺寸单位后应注意：  
在给定轴的运行指令前执行 G92 ( 建立坐标系 ) 。
- G20 和 G21 不用于切换手轮权重和增量权重。该切换由 PLC 程序执行。相应的机床数据为 \$MA\_JOG\_INCR\_WEIGHT。

4.3.2.3 缩放 ( G50 , G51 )

G50、G51 的属性

可以根据所需比例放大或缩小由零件程序定义的形状。使用下列功能选择或取消所需缩放。

| G 指令 | 功能   | G 功能组 |
|------|------|-------|
| G50  | 缩放关闭 | 11    |
| G51  | 缩放开启 | 11    |

通过 G51 选择缩放和镜像。提供两种缩放方法：

- 借助参数 I、J、K 的轴向缩放  
如果在 G51 程序段中没有写入 I、J、K，设定数据 43120 \$A\_DEFAULT\_SCALE\_FACTOR\_AXIS 中的相应缺省值生效。  
此外，负的轴向缩放系数还会启用镜像。
- 借助缩放系数 P 缩放所有轴  
如果在 G51 程序段中没有写入 P，设定数据中的缺省值会生效。  
不允许写入负的 P 值。

格式

存在两种不同的缩放方式。

通过同一个缩放系数缩放所有轴

G51 X... Y... Z... P...；启用缩放

G50；取消缩放

X, Y, Z：缩放的坐标中心点（绝对值指令）

P：缩放系数

通过不同的缩放系数缩放每个轴

G51 X... Y... Z... I... J... K...；启用缩放

G50；取消缩放

X, Y, Z：缩放的基准点（绝对值指令）

I、J、K：X、Y、Z 轴的缩放系数

缩放系数的类型由 MD22914 \$MC\_AXES\_SCALE\_ENABLE 决定。

\$MC\_AXES\_SCALE\_ENABLE = 0:

缩放系数由“P”给定。如果在该设置下写入了“I、J、K”，会采用设定数据 42140 \$SC\_DEFAULT\_SCALE\_FACTOR\_P 作为缩放系数。

\$MC\_AXES\_SCALE\_ENABLE = 1:

缩放系数由“I、J、K”给定。如果在该 MD 设置下只写入了“P”，会采用设定数据 43120 \$SA\_DEFAULT\_SCALE\_FACTOR\_AXIS 作为缩放系数。

缩放系数的权重

缩放系数和 0.001 或 0.00001 相乘。通过“MD22910 \$MC\_WEIGHTING\_FACTOR\_FOR\_SCALE=0，比例系数 0.001；\$MC\_WEIGHTING\_FACTOR\_FOR\_SCALE=1，比例系数 0.00001”可以选择系数。

缩放的基准点始终是工件零点。不允许写入基准点。

可编程镜像（负向缩放）

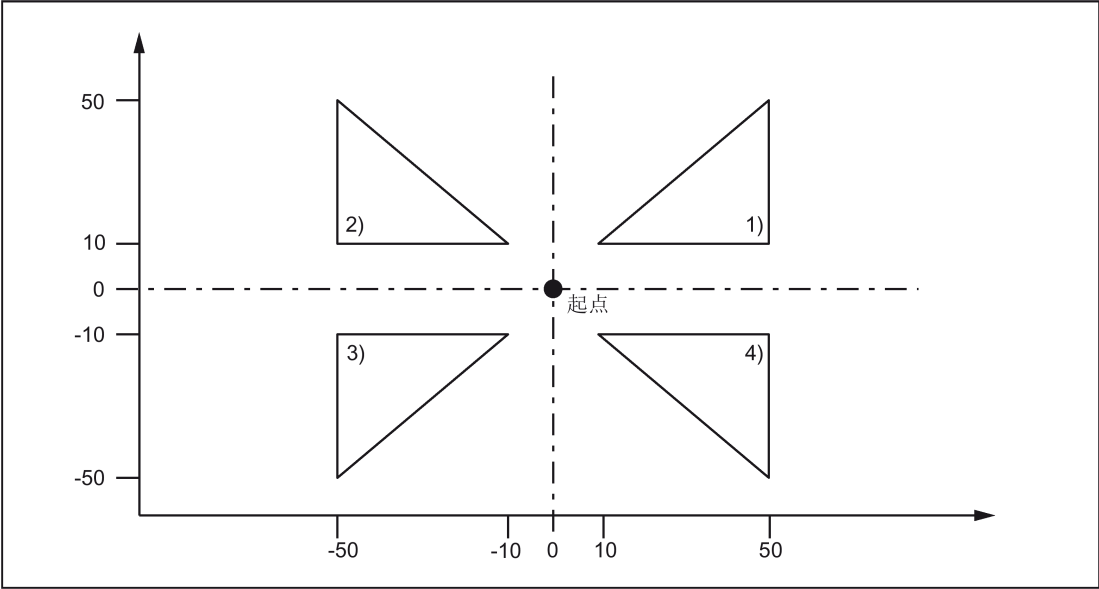
给定负的轴向缩放系数值可以生成镜像图。

为此必须激活 MD22914 \$MC\_AXES\_SCALE\_ENABLE = 1。如果在 G51 程序段中省略了 I、J 或 K，会激活设定数据 43120 \$SA\_DEFAULT\_SCALE\_FACTOR\_AXIS 中的缺省值。

示例

|                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| _N_0512_MPF                 | ; ( 零件程序 )                |
| N10 G17 G90 G00 X0 Y0       | ; 返回运行的起点                 |
| N30 G90 G01 G94 F6000       |                           |
| N32 M98 P0513               | ; 1 ) 编写轮廓，同子程序           |
| N34 G51 X0.Y0.I-1000 J1000  | ; 2 ) 以 X 轴为对称、映射出的轮廓     |
| N36 M98 P0513               |                           |
| N38 G51 X0.Y0.I-1000 J-1000 | ; 3 ) 以 X 和 Y 轴为对称、映射出的轮廓 |
| N40 M98 P0513               |                           |
| N42 G51 X0.Y0.I1000 J-1000  | ; 4 ) 以 Y 轴为对称、映射出的轮廓     |
| N44 M98 P0513               |                           |
| N46 G50                     | ; 取消缩放和镜像                 |
| N50 G00 X0 Y0               |                           |
| N60 M30                     |                           |
| _N_0513_MPF                 | ; ( 00512 的子程序 )          |
| N10 G90 X10.Y10.            |                           |
| N20 X50                     |                           |
| N30 Y50                     |                           |
| N40 X10.Y10.                |                           |
| N50 M99                     |                           |

适用于每个轴的缩放和可编程镜像：



刀具补偿

该缩放不适用于铣刀半径补偿、刀具长度补偿和刀具补偿值。

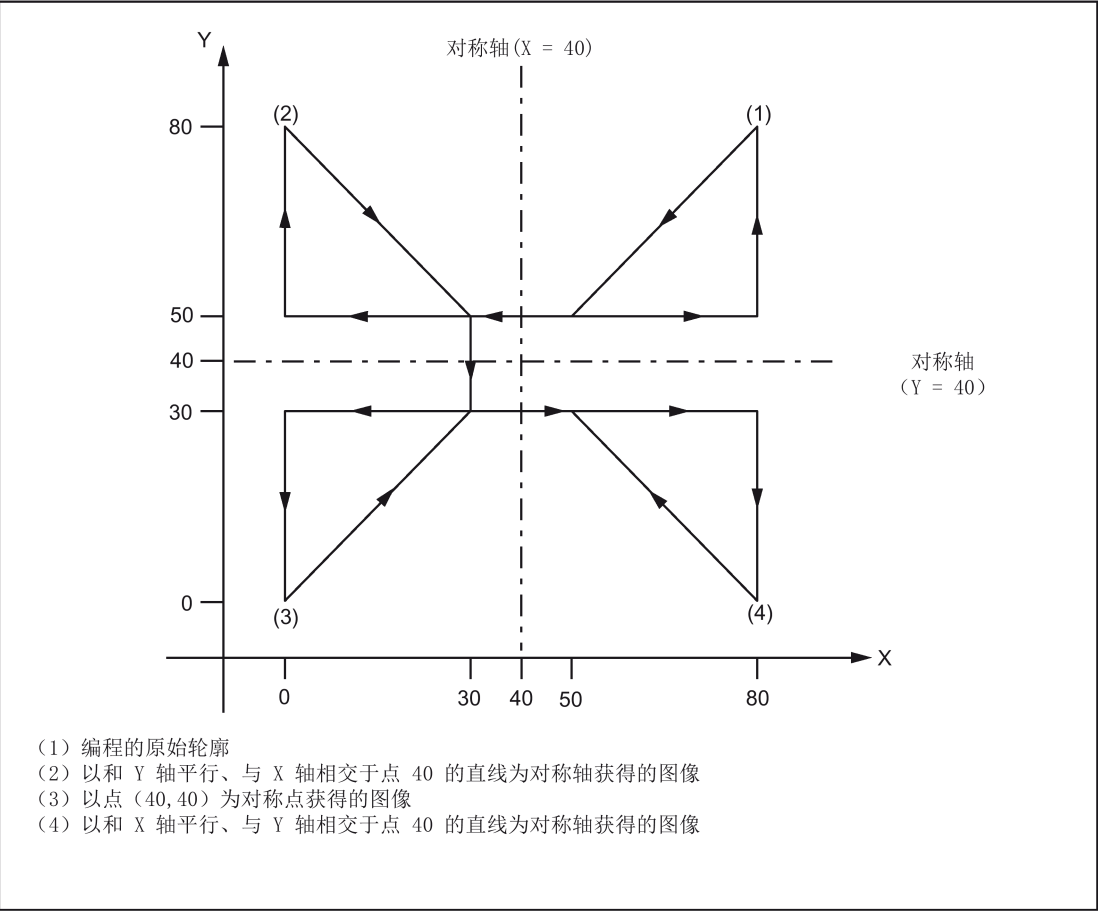
回参考点和修改坐标系的指令

在缩放生效时不允许使用功能 G27、G28 和 G30 以及影响坐标系的指令 (G52 至 G59,G92)。

4.3.2.4 可编程镜像(G50.1,G51.1)

通过 G51.1 可以以坐标轴为对称轴映射工件形状。随后执行所有写入、经过映射的的运行。

可编程镜像：



**格式**

X, Y, Z：定位和镜像轴

G51.1:启用镜像的指令

镜像以平行于 X、Y、Z 并且写入了 X、Y、Z 位置的轴为对称。写入 G51.1 X0 时镜像以 X 轴为对称轴；写入 G51.1 X10 时镜像以平行于 X 轴、相距 10 毫米的轴为对称轴。

**示例**

```
N1000 G51.1 X... Y... Z...           ; 激活镜像
...                                   ; 下列程序段中写入的所有轴位置以 N1000 写入的镜像轴为对称轴进行
...                                   ;
...                                   ;
...                                   ;
G50.1 X... Y... Z...                 ; 取消可编程镜像
N32 M98 P0513                        ; 1) 编写轮廓，同子程序
```

**给定平面内单个轴的镜像**

如果以给定平面内的单个轴为对称轴执行镜像，则下列指令发生改变：

| 指令     | 说明                            |
|--------|-------------------------------|
| 圆弧插补   | G02 和 G03 相互混淆                |
| 铣刀半径补偿 | G41 和 G42 相互混淆                |
| 坐标旋转   | 旋转方向“顺时针”(CW)和“逆时针”(CCW)相互混淆。 |

回参考点和修改坐标系的指令

在镜像生效时不允许使用功能 G27、G28 和 G30 以及影响坐标系的指令 (G52 至 G59、G92 等)。

4.3.3 控制时间的指令 ( G04 )

通过 G04 可以在两个 NC 程序段间写入工件加工的中断时间或主轴转数，从而可以进行自由切削。

通过 MD20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK，位 2 可以设定暂停以时间（秒或毫秒）为单位还是以主轴转数为单位。如果设置了 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 2=1，G94 生效时暂停时间以秒为单位；如果选择了 G95，暂停以主轴转数[转]为单位。

格式

G04 X\_ ; 或 G04 P\_ ;

X\_ : 时间值 ( 允许小数位 )

P\_ : 时间值 ( 不允许小数位 )

- 必须在一个单独的程序段中写入暂停(G04 ..)。

如果以标准记数法（没有小数点）写入 X 和 U 的值，该值会根据 IS B、IS C（输入精度，参见“小数点的编程 (页 8)”一节）换算为内部单位。P 始终被换算为内部单位。

N5 G95 G04 X1000

标准记数法：1000 \* 0.001 = 1 主轴转数

计算器记数法：1000 主轴转数

4.3.4 刀具补偿功能

4.3.4.1 刀具补偿数据存储器

由于控制系统上运行的程序必须在西门子模式和 ISO 语言模式间来回切换，因此在执行时必须使用西门子刀具数据存储器。每个刀具补偿数据存储器应包含长度、几何数据和磨损。在西门子模式中，补偿数据存储器通过“T”（刀具号）和“D”（刀沿号）编址，简称 T/D 号。

在以 ISO 编程指令写入的程序中，刀具补偿号通过“D”（半径）或“H”（长度）编址，下文称为 D/H 号。

为了明确分配 D/H 号或 T/D 号，应在刀具数据补偿存储器中插入单元 \$TC\_DPH[t,d]。在该单元中以 ISO 语言输入 D/H 号。

| T | D ( 刀沿 ) | ISO_H<br>\$TC_DPH | 半径 | 长度 |
|---|----------|-------------------|----|----|
| 1 | 1        | 10                |    |    |
| 1 | 2        | 11                |    |    |
| 1 | 3        | 12                |    |    |
| 2 | 1        | 13                |    |    |
| 2 | 2        | 14                |    |    |
| 2 | 3        | 15                |    |    |

设定数据 \$SC\_TOOL\_LENGTH\_CONST 中必须包含数值 17，才可以独立于选择的加工平面将刀具长度补偿分配给几何轴。此时，长度 1 分配给 Z 轴。

4.3.4.2 刀具长度补偿(G43, G44, G49)

在执行刀具长度补偿时，刀具补偿数据存储器中保存的数值和程序中给定的 Z 轴值相加或相减，从而可以根据切削刀具的长度补偿写入的轨迹。

指令

在执行刀具长度补偿时，由使用的 G 功能确定刀具补偿数据的加减；由 H 功能确定补偿的方向。

用于刀具长度补偿的 G 功能

刀具长度补偿通过以下 G 功能调用。

| G 功能 | 功能   | G 功能组 |
|------|------|-------|
| G43  | 加法   | 08    |
| G44  | 减法   | 08    |
| G49  | 取消选择 | 08    |

- G43 和 G44 是模态生效的指令，直至被 G49 取消。G49 可取消刀具长度补偿。H00 同样可用于取消刀具长度补偿。
- 通过给定“G43 ( 或 G44 ) Z... H... ;”，H 功能定义的刀具补偿值和给定的 Z 轴位置值相加或相减，Z 轴随后运行到经过补偿的目标位置，即：程序中给定的 Z 轴目标位置发生偏移，偏移量为刀具补偿值。
- 通过给定“(G01) Z... ; G43 (或 G44) H... ;”，Z 轴的位移量等于 H 功能给定的刀具补偿值。
- 通过给定“G43 (或 G44) Z... H... H... ;”，Z 轴的位移量等于前一刀具补偿值和新的刀具补偿值之间的差值。

用于给定刀具补偿方向的 H 功能

刀具补偿方向由 H 功能激活的刀具长度补偿正负号和写入的 G 功能确定。参见下表。

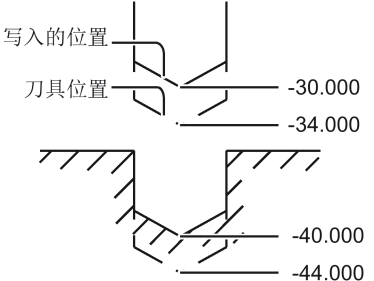
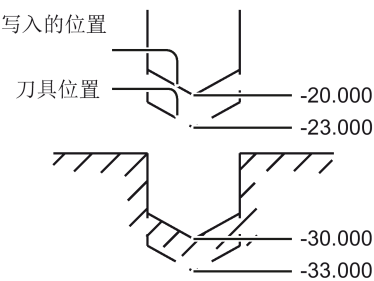
|     | 刀具补偿值的正负号 ( H 功能 ) |         |
|-----|--------------------|---------|
|     | 正向：                | 负向：     |
| G43 | 正向刀具补偿             | 负小向刀具补偿 |
| G44 | 负小向刀具补偿            | 正向刀具补偿  |

刀具位置补偿：

编程示例

```
H10 ..... 补偿量 -3.0
H11 ..... 补偿量 4.0
      位置数据显示
      包括补偿量
      (仅 Z 轴)

N101 G92 Z0; 0.000
N102 G90 G00 X1.0 Y2.0; 0.000
N103 G43 Z-20. H10; -23.000
N104 G01 Z-30. F1000; -33.000
N105 G00 Z0H00; 0.000
.
.
.
.
N201 G00 X-2.0 Y-2.0
N202 G44 Z-30 H11; -34.000
N203 G01 Z-40 F1000; -44.000
N204 G00 Z0 H00; 0.000
```



设置

- 通过机床数据 \$MC\_TOOL\_CORR\_MOVE\_MODE 可以确定运行刀具长度补偿的时间：在选择了刀具补偿时还是直到编写轴运动时。  
\$MC\_CUTTING\_EDGE\_DEFAULT = 0 确定在换刀一开始时没有刀具长度补偿生效。  
通过 \$MC\_AUXFU\_T\_SYNC\_TYPE 可以确定是在运行期间还是在运行结束后将 T 功能传送给 PLC。  
通过 \$MC\_RESET\_MODE\_MASK，位 6 可以确定当前生效的刀具长度补偿在复位后仍保持生效。
- 对于带刀具长度补偿的操作,还可调用铣刀半径补偿。

多轴上的刀具长度补偿

也可以激活多轴的刀具长度补偿。但不能再显示得出的刀具长度补偿。

4.3.4.3 铣刀半径补偿(G40, G41, G42)

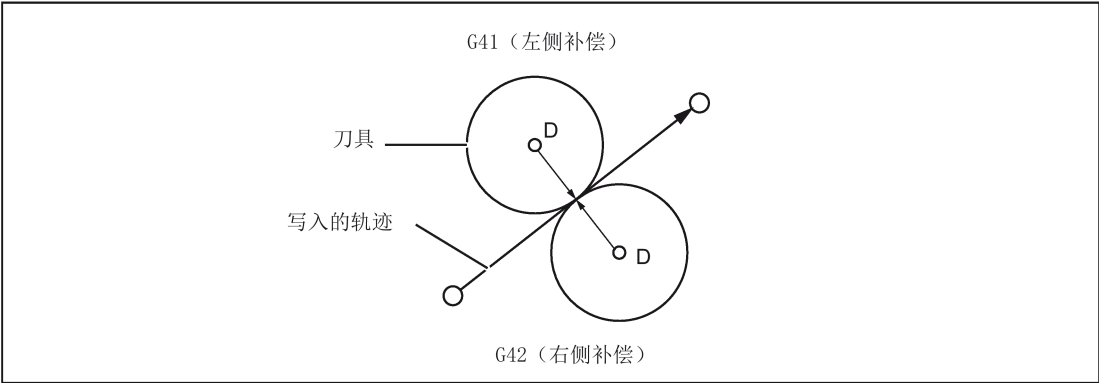
在铣刀半径补偿中写入的刀具轨迹自动发生偏移，偏移量为所用切削刀具的半径。借助 NC 操作界面可以将待补偿的位移（切削刀具半径）保存在刀具补偿数据存储器中。也可借助零件程序的 G10 指令覆写刀具补偿；但 G10 不能用于创建新的刀具。  
通过 D 功能定义刀具补偿数据存储器的编号，从而可调用程序中的刀具补偿数据。

指令

通过以下 G 功能可以调用铣刀半径补偿。

| G 功能 | 功能                      | G 功能组 |
|------|-------------------------|-------|
| G40  | 取消刀具半径补偿                | 07    |
| G41  | 刀具半径补偿（刀具在轮廓的左侧沿加工方向加工） | 07    |
| G42  | 刀具半径补偿（刀具在轮廓的右侧沿加工方向加工） | 07    |

刀具半径补偿由 G41 或 G42 调用并由 G40 取消。补偿方向由定义的 G 功能 (G41, G42) 确定，而补偿量由 D 功能确定。  
刀具半径补偿：



- 刀具半径补偿值为负时表示切换补偿面(G41, G42)。必须在 G41 或 G42 程序段中或它前面的一个程序段中写入 D 功能。D00 表示刀具半径 = “0”。
- 通过 G17、G18 或 G19 选择刀具半径生效的平面。必须在 G41 或 G42 程序段中或 G41/G42 前面的一个程序段中写入用于选择平面的 G 功能。

| G 功能 | 功能        | G 功能组 |
|------|-----------|-------|
| G17  | 选择 X-Y 平面 | 02    |
| G18  | 选择 Z-X 平面 | 02    |
| G19  | 选择 Y-Z 平面 | 02    |

选中刀具补偿后不应再修改所选平面，否则输出故障信息。

**启用/取消刀具半径补偿**

在 G40、G41 或者 G42 程序段中必须写入一个 G0 或者 G1 运行指令。在此运行指令中必须至少给定所选平面中的一个轴运行。

**说明**

**补偿方式**

补偿运行仅允许由 M 指令中断；或由补偿平面不包含运行指令或位移量的若干连续程序段中断。标准 3。

**说明**

**机床制造商**

通过机床数据 20250 CUTCOM\_MAXNUM\_DUMMY\_BLOCKS 可以设定这些连续程序段 的数量或 M 指令（参见机床制造商资料）。

**说明**

轨迹位移为零的程序段同样视为中断!

**在铣刀半径补偿运行中切换 G41 和 G42**

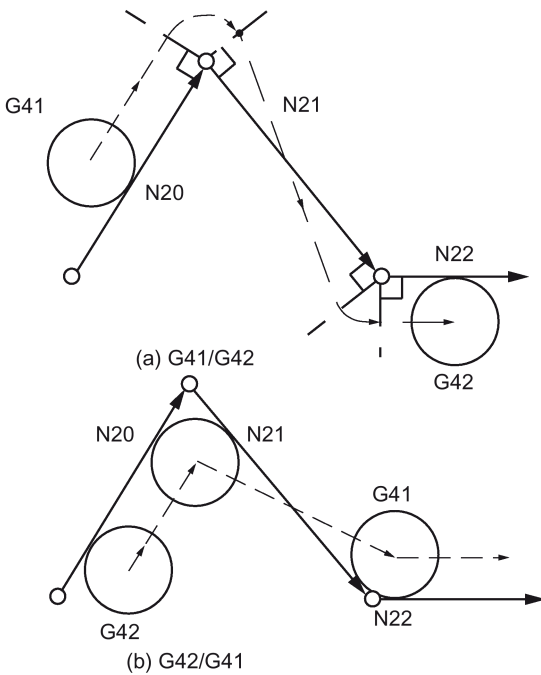
无需退出补偿运行就可以直接切换补偿方向（左侧或右侧）。

在下一个带轴运行指令的程序段中，新的补偿方向生效。

切换程序段首和段尾的刀具补偿方向：

编程示例  
N10 G17 G01 F... ;  
N11 G41 (G42) X... Y... ;  
.  
.  
.  
N20 G01 X... Y... F... ;  
N21 G42 (G41) X... Y... ;  
N22 X... ;

切换补偿方向的程序段



提示： 如果程序段 N21 的内容分为两个程序段，如：  
G42(或 G41)；  
X Y；  
则以同样的方式切换补偿方向

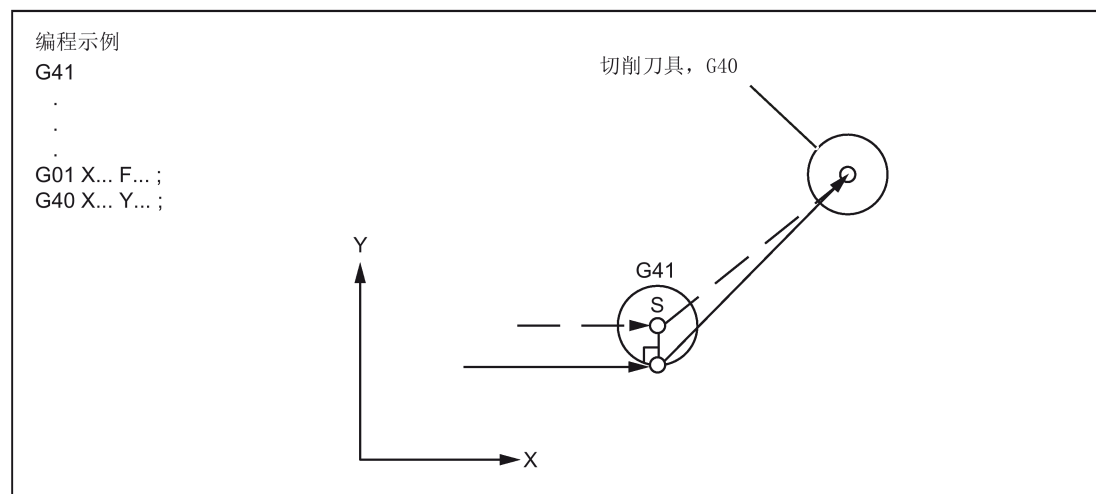
## 取消刀具补偿

存在两种取消刀具补偿的方法，通过设定数据 42494 \$SC\_CUTCOM\_ACT\_DEACT\_CTRL 可以对此进行设置。

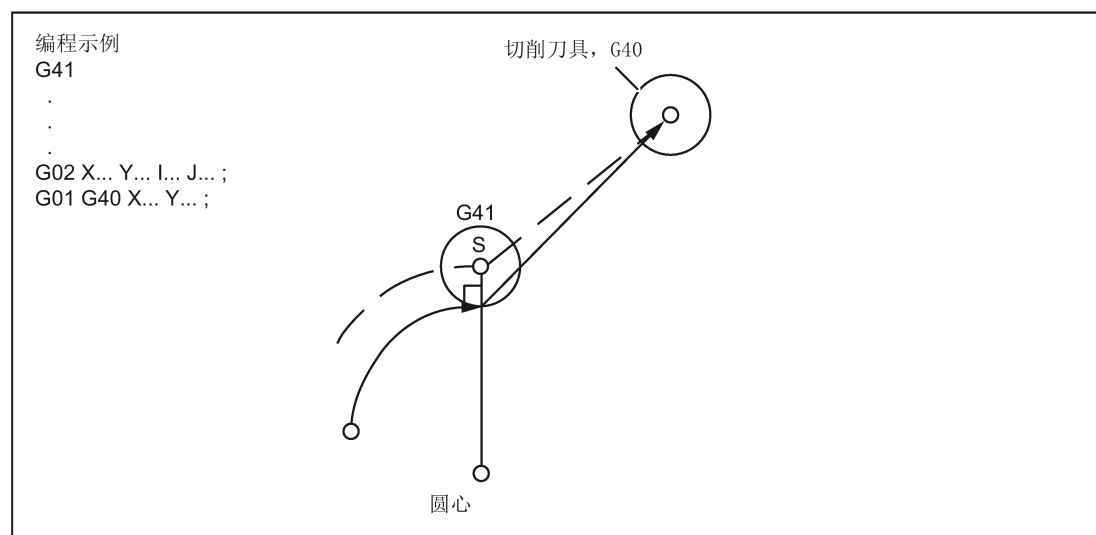
- 方法 A：  
如果在一个不包含轴运行指令的程序段中写入 G40，只有从下一个包含轴运行的程序段开始刀具半径补偿才失效。
- 方法 B：  
如果在一个不包含轴运行指令的程序段中写入 G40，刀具半径补偿立即失效。也就是说，必须激活程序段中的线性插补（G00 或 G01），因为只有线性运行才可以使刀具半径补偿失效。如果在取消刀具半径补偿时没有线性插补生效，则输出相应报警。

## 取消内角上的补偿方式（内角小于 180°）：

直线 - 直线：



圆弧 - 直线：



#### 4.3.4.4 防撞监控

##### 通过 NC 程序激活监控

虽然只在西门子模式中提供功能“防撞监控”，但在 ISO 语言模式中也可以使用该功能。但是，必须在西门子模式中激活或取消该功能。

```
G290                ; 激活西门子模式
CDON                 ; 激活狭窄位置的识别
G291                 ; 激活 ISO 语言模式
...
...
G290                ; 激活西门子模式
CDOF                 ; 取消狭窄位置的识别
G291                 ; 激活 ISO 语言模式
```

##### 通过设置机床数据激活该功能

MD20150 \$MC\_GCODE\_RESET\_VALUES[22] = 2:CDON ( 模态生效 )

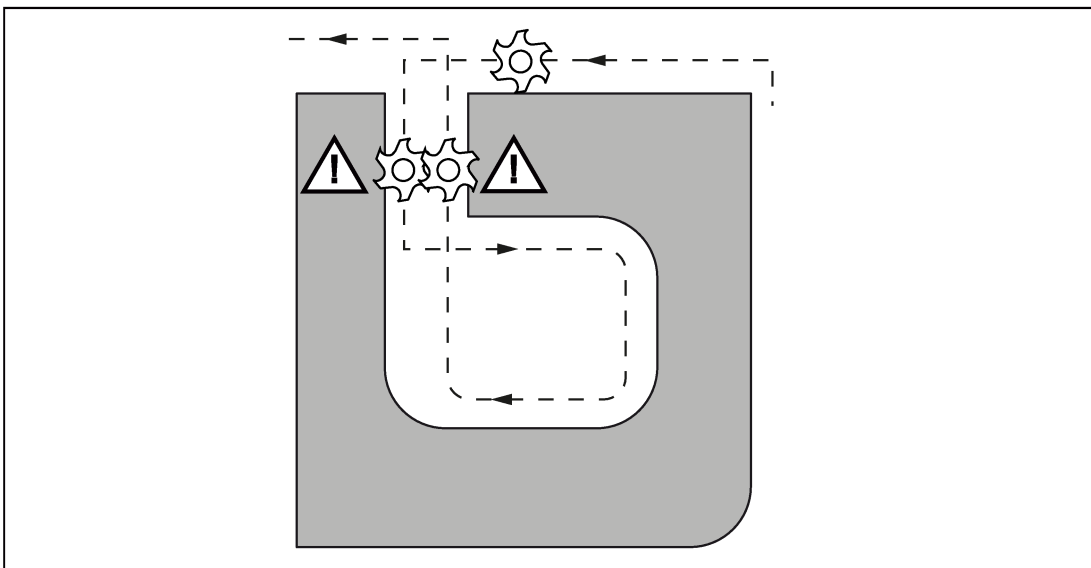
MD20150 \$MC\_GCODE\_RESET\_VALUES[22] = 1:CDON ( 不是模态生效 )

##### 功能

CDON ( 碰撞检测开 ) 激活并且刀具半径补偿生效时，控制系统通过轮廓预计算监控刀具行程。由此可以及时地识别出潜在的轮廓碰撞，并通过控制系统避免碰撞。

如果瓶颈识别 ( CDOF ) 关闭，系统将从前面的运行程序段 ( 内角 ) 中寻找一个用于当前程序段的共同交点，必要时也会在后面的程序段中寻找。如果用这种方法找不着交点，则输出一条故障信息。

防撞监控：



使用 CDOF 可以避免识别狭窄位置时发生错误，比如由于 NC 程序中不提供某些信息而导致识别错误。

---

##### 说明

##### 机床制造商

所监控的 NC 程序段的数量可以通过机床数据设定 ( 参见机床制造商资料 ) 。

---

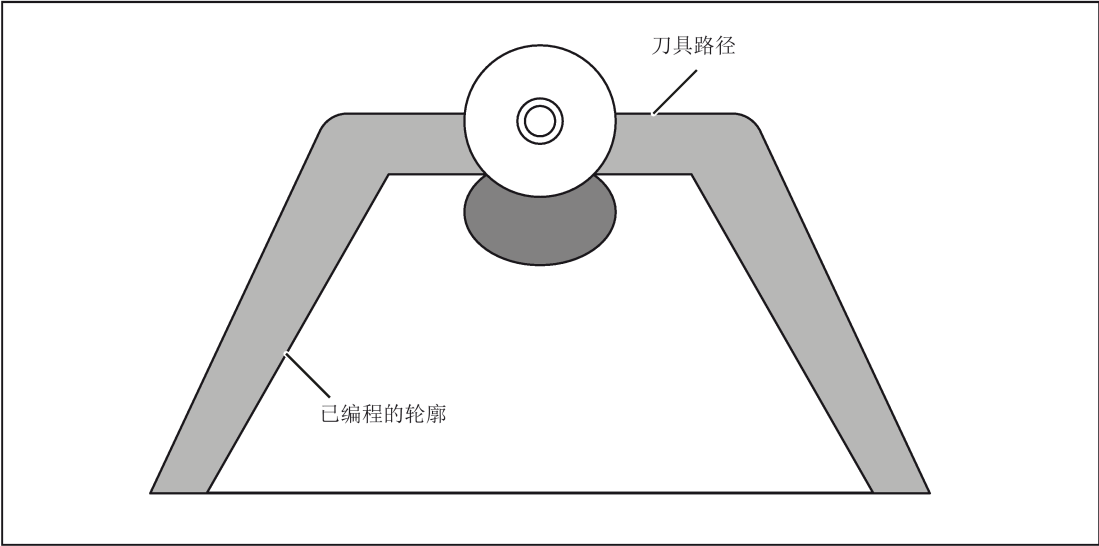
##### 举例

下面为您列举了几个危险加工的示例，数控系统识别出此类加工情况并由通过修改刀具轨迹改善加工。

为避免程序中断，请在测试程序时始终选择所有刀具中半径最大的刀具。  
下面的每个示例中都选用半径最大的刀具加工轮廓。

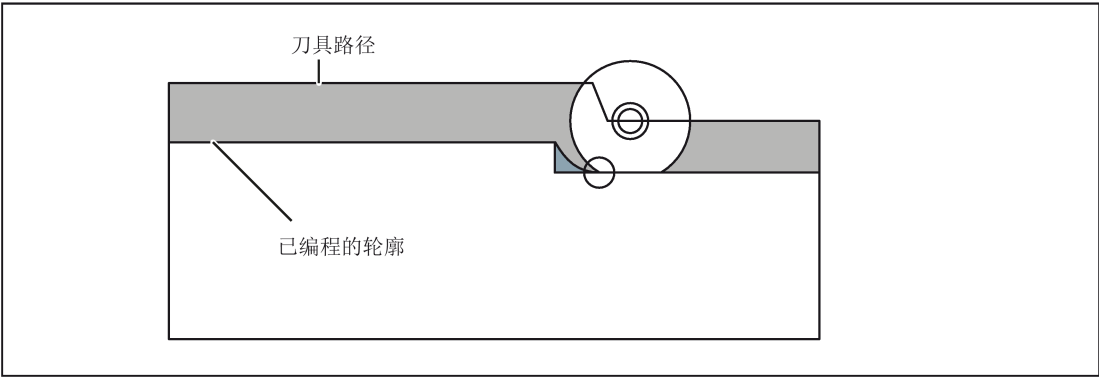
**识别狭窄位置**

由于加工这一内角的刀具半径太大，刀具绕过该狭窄位置。并输出一条报警信息。  
识别狭窄位置：



**轮廓段比刀具半径短**

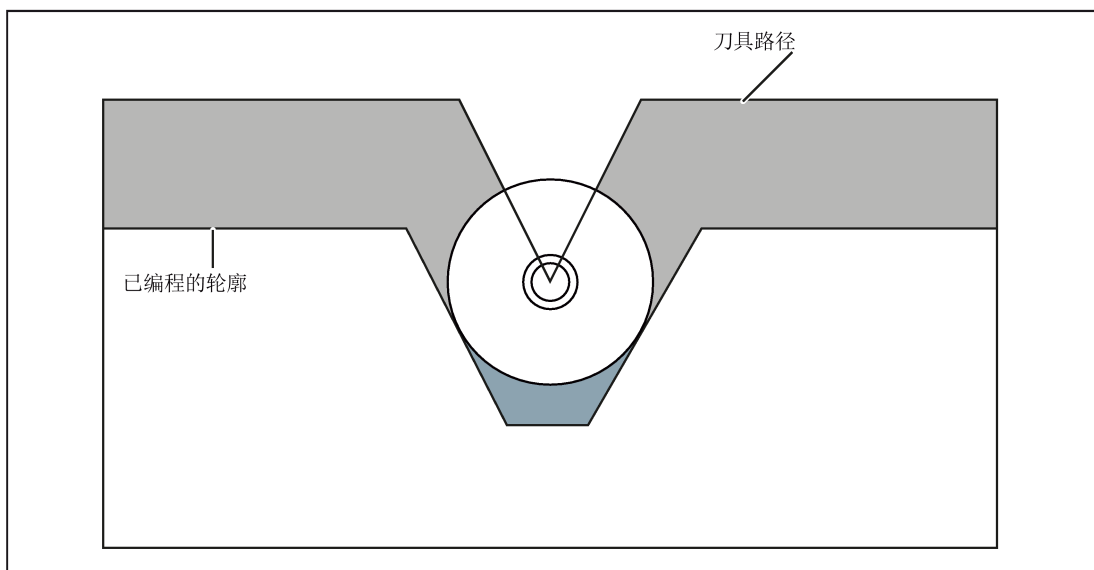
刀具在一个过渡圆弧上绕行刀具角一圈，然后继续沿着写入的轮廓运行。  
轮廓段比刀具半径短：



**内角加工时刀具半径过大**

此时尽量在不损坏轮廓的前提下加工轮廓。

内角加工时刀具半径过大：



## 4.3.5 S 功能，T 功能，M 功能和 B 功能

### 4.3.5.1 主轴功能 ( S 功能 )

通过地址 S 可以给定主轴转速，单位转每分钟。通过 M3 和 M4 可以选择主轴旋转方向。M3 = 主轴右旋，M4 = 主轴左旋。M5 = 主轴停止。详细信息请参见机床制造商的说明资料。

- S 指令模态生效，即：写入该指令后指令保持生效，直至下一个 S 指令。如果通过 M05 停止主轴，S 指令仍保留。如果随后写入 M03 或 M04 而没有给定 S 指令，则主轴以初始写入的转速启动。
- 如果修改了主轴转速，请注意主轴当前设定的变速级。详细信息请参见机床制造商的说明资料。
- S 指令的下限 ( S0 或接近 S0 的 S 指令 ) 受驱动电机和主轴的驱动系统的影响；不同的机床上转速下限也不同。不允许给定 S 负值！详细信息请参见机床制造商的说明资料。

### 4.3.5.2 刀具功能

刀具功能具备多种指令给定方式。详细信息请参见机床制造商的说明资料。

### 4.3.5.3 附加功能 ( M 功能 )

使用 M 功能可以在机床上控制一些开关操作，比如“冷却液开/关”和其它的机床功能。一些 M 功能已经由控制系统制造商作为固定功能占用 ( 参见下文 )。

编程

M...值：0 到 9999 9999 ( 最大整数值 )，整数

所有空的 M 功能编号都可以由机床制造商预设，例如用于控制夹紧装置或用来启用/关闭其他机床功能的开关功能。参见机床制造商的说明。

下面对 NC 专用的 M 功能进行说明。

#### 用于停止操作的 M 功能(M00, M01, M02, M30)

借助该 M 功能可以释放程序停止，中断或结束加工。此时主轴是否也停止取决于机床制造商的设置。详细信息请参见机床制造商的说明资料。

**M00 ( 程序停止 )**

程序段中带 M00 时加工停止。现在可以进行排屑、再次测量等。并向 PLC 传送一个信号。通过以下按键可以继续程序：



**M01 ( 可选停止 )**

可以通过下面的方法设定 M01：

- HMI/对话框“程序控制”或者
- VDI 接口

只有当 VDI 接口相应的信号置位或者在 HMI/对话框中选择了“程序控制”时，NC 程序处理才被 M01 停止。

**M30 或 M02 ( 程序结束 )**

通过 M30 或 M02 结束程序。

**说明**

通过 M00、M01、M02 或 M30 向 PLC 发送信号。

**说明**

关于是否通过指令 M00、M01、M02 或 M30 停止主轴或中断冷却液流入的说明请参见机床制造商的资料。

**4.3.5.4 用于控制主轴的 M 功能 ( M19、M29 )**

| M 功能 | 功能           |
|------|--------------|
| M19  | 定位主轴         |
| M29  | 切换轴/控制运行中的主轴 |

借助 M19 主轴运行到设定数据 43240 \$SA\_M19\_SPOS[主轴号]定义的主轴位置上。定位模式保存在 \$SA\_M19\_SPOS 中。

切换主轴运行(M29)的 M 功能号也可以通过机床数据设定。使用 MD20095 \$MC\_EXTERN\_RIGID\_TAPPING\_N\_NR 预设 M 功能号。但只能预设非标准 M 功能的 M 功能号。如不允许预设 M0、M5、M30、M98、M99 等。

**4.3.5.5 用于调用子程序的 M 功能 ( M98、M99 )**

| M 功能 | 功能    |
|------|-------|
| M98  | 子程序调用 |
| M99  | 子程序结束 |

在 ISO 模式下，使用 M29 将主轴切换到进给轴模式。

**4.3.5.6 通过 M 功能调用宏**

通过 M 号调用子程序 ( 宏 ) 的方式和 G65 类似。

通过机床数据 10814 \$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE 和机床数据 10815 \$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE\_NAME 可以最多设计 10 个 M 功能替换。

编程方式和 G65 相同。通过地址 L 可以写入重复。

**限制**

每个零件程序行只可以执行一个 M 功能替换 ( 或只一个子程序调用 )。和其他子程序调用发生冲突时，输出报警 12722。在一个已经被替代的子程序中不再执行其它 M 功能替代。

此外，G65 中的限制同样生效。

和预定义的 M 号或和其它定义的 M 号发生冲突时，输出报警，不执行操作。

### 设计示例

通过 M 功能 M101 调用子程序 M101\_MAKRO :

```
$MN_EXTERN_M_NO_MAC_CYCLE[0] = 101
```

```
$MN_EXTERN_M_NO_MAC_CYCLE_NAME[0] = "M101_MAKRO"
```

通过 M 功能 M6 调用子程序 M6\_MAKRO :

```
$MN_EXTERN_M_NO_MAC_CYCLE[1] = 6
```

```
$MN_EXTERN_M_NO_MAC_CYCLE_NAME[1] = "M6_MAKRO"
```

使用 M 功能换刀的编程示例

```
PROC MAIN
...
N10          M6 X10 V20          ; 调用程序 M6_MAKRO
...
N90          M30
PROC M6_MAKRO
...
N0010        R10 = R10 + 11.11
N0020        IF $C_X_PROG == 1 GOTO N40          ; ($C_X_PROG)
N0030        SETAL(61000)                        ; 没有正确
                                                ; 传送写入的变量
N0040        IF $C_V == 20 GTOF N60              ; ($C_V)
N0050        SETAL(61001)
N0060        M17
```

### 4.3.5.7 M 功能 ( M08、M09 )

#### 通用 M 功能

非专用的 M 功能由机床制造商确定。下面为您列举了使用通用 M 功能的典型示例。详细信息请参见机床制造商的说明资料。如果在同一个程序段中同时写入 M 指令和轴运行指令，视机床制造商的机床数据设置而定，M 功能会在程序段段首执行或在段尾达到轴位置后执行。详细信息请参见机床制造商的说明资料。

| M 功能 | 功能    | 备注              |
|------|-------|-----------------|
| M08  | 冷却液 开 | 该 M 功能由机床制造商确定。 |
| M09  | 冷却液 关 |                 |

#### 在一个程序段中给定多个 M 功能

在一个程序段中可以最多写入五个 M 功能。M 功能的组合和限制请参见机床制造商的资料。

#### 附加辅助功能 ( B 功能 )

B 不用作轴标识符时可用作附加的辅助功能。B 功能作为辅助功能传送给 PLC ( H 功能的地址扩展为 H1= )。

示例：B1234 作为 H1=1234 输出。

### 4.3.6 进给率的控制

#### 4.3.6.1 ISO 语言模式中的压缩程序

指令 COMPON、COMPCURV 和 COMPCAD 是西门子语言中的指令，它们可以激活压缩功能，将多个线性程序段综合成一个加工程序段。如果在西门子模式下激活了该功能，也可以在 ISO 语言模式下使用它来压缩线性程序段。

程序段最多由下列指令组成：

- 程序段号码
- G01, 模态或程序段方式生效
- 轴分配
- 进给率
- 注释

如果程序段中包含其它指令，例如，辅助功能或其它 G 代码等，不执行压缩功能。

允许通过 \$x 对 G、轴和进给率进行赋值，同样也适用于功能 Skip。

示例：不压缩这些程序段

```
N5      G290
N10     COMPON
N15     G291
N20     G01 X100.Y100.F1000
N25     X100 Y100 F$3
N30     X$3 /1 Y100
N35     X100 (轴 1)
```

不压缩这些程序段

```
N5      G290
N10     COMPON
N20     G291
N25     G01 X100 G17           ; G17
N30     X100 M22              ; 程序段中的辅助功能
N35     X100 S200             ; 程序段中的主轴转速
```

4.3.6.2 准停 ( G09、G61 )、连续轨迹控制运行 ( G64 ) 和攻丝 ( G63 )

下表列出了轨迹进给率的控制方法。

| 名称     | G 功能 | G 功能的作用                           | 说明                          |
|--------|------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 准停     | G09  | 只在写入了相应 G 功能的程序段中生效               | 过渡到下一程序段前在程序段段尾停止运行和定位控制    |
| 准停     | G61  | 模态生效的 G 功能；保持生效，直至被 G63 或 G64 取消。 | 过渡到下一程序段前在程序段段尾停止运行和定位控制    |
| 连续路径运行 | G64  | 模态生效的 G 功能；保持生效，直至被 G61 或 G63 取消。 | 过渡到下一程序段前不在程序段段尾停止运行        |
| 攻丝     | G63  | 模态生效的 G 功能；保持生效，直至被 G61 或 G64 取消。 | 过渡到下一程序段前不在程序段段尾停止运行，进给倍率失效 |

格式

|                    |   |        |
|--------------------|---|--------|
| G09 X... Y... Z... | ； | 准停，非模态 |
| G61                | ； | ；准停，模态 |
| G64                | ； | 连续路径运行 |
| G63                | ； | 攻丝     |

4.4 其它功能

4.4.1 程序支持功能

4.4.1.1 固定钻削循环 ( G73、G74、G76、G80 至 G87、G89 )

固定钻削循环可以简化编程人员新建程序的过程。可以使用 G 功能执行频繁出现的加工步骤；没有固定循环时，必须对多个数控系统程序段进行编程。而通过固定循环可以简化加工程序，并节省存储空间。

在 ISO 语言中调用使用西门子标准循环功能的 shell 循环。其中，NC 程序段中写入的地址通过系统变量传送给 shell 循环。该循环对数据进行匹配并调用西门子标准循环。

使用了固定循环后，若要继续使用顺时针循环，必须先通过 G80 或 G 代码组 1 中的某个 G 代码将固定循环取消。

通过以下 G 功能可以调用固定钻削循环。

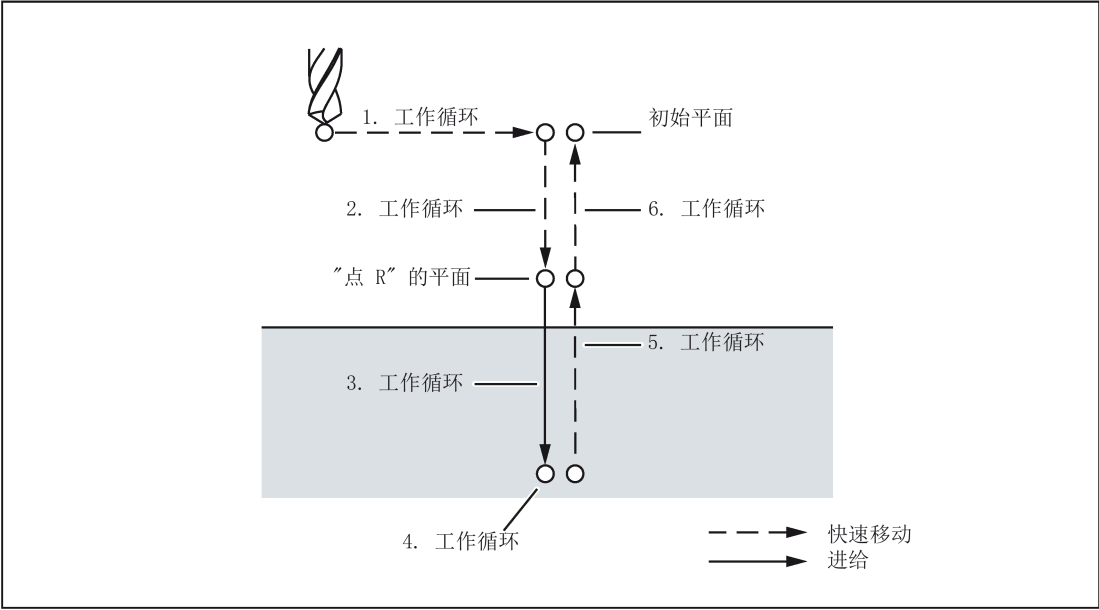
| G 功能 | 钻削<br>(-Z 方向)                                   | 钻孔底面加工              | 退刀<br>(+Z 方向)            | 应用         |
|------|-------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|------------|
| G73  | 被中断的加工进给(可以在每次进刀时停止)                            | —                   | 快速移动                     | 高速深孔钻削     |
| G74  | 切削进给率                                           | 主轴停止 → 暂停后主轴在相反方向旋转 | 切削进给 → 暂停 → 主轴在相反方向旋转    | 左旋攻丝 (反方向) |
| G76  | 切削进给率                                           | 主轴定位 → 按照退刀行程运行     | 快速移动 → 按照退刀行程再次返回, 主轴启动  | 精钻<br>镗孔   |
| G80  | —                                               | —                   | —                        | 取消选择       |
| G81  | 切削进给率                                           | —                   | 快速移动                     | 钻削, 定心     |
| G82  | 切削进给率                                           | 暂停                  | 快速移动                     | 钻削, 沉孔     |
| G83  | 中断的加工进给                                         | —                   | 快速移动                     | 深孔钻削       |
| G84  | 切削进给率                                           | 主轴停止 → 暂停后主轴在相反方向启动 | 切削进给 → 暂停 → 主轴在相反方向旋转    | 攻丝         |
| G85  | 切削进给率                                           | —                   | 切削进给率                    | 钻孔         |
| G86  | 切削进给率                                           | 主轴停止                | 快速移动 → 主轴启动              | 钻孔         |
| G87  | 主轴定位 → 按照退刀行程运行 → 快速移动 → 按照退刀行程返回 → 主轴右旋 → 切削进给 | 暂停后主轴定位 → 按照退刀行程运行  | 快速移动 → 按照退刀行程再次返回 → 主轴启动 | 钻孔         |
| G89  | 切削进给率                                           | 暂停                  | 切削进给率                    | 钻孔         |

#### 说明

使用固定循环时通常应遵循下面说明的操作顺序：

- 1. 工序  
在平面 X-Y 内以切削进给或快速移动速度定位主轴
- 2. 工序  
快速运行至平面 R
- 3. 工序  
加工到钻削面 Z
- 4. 工序  
钻孔底面加工
- 5. 工序  
以切削进给或快速移动速度退回平面 R
- 6. 工序  
以快速移动速度迅速退回到定位面 X-Y

钻削循环时的加工步骤：



在本章中使用的定义“钻削”仅指通过固定循环执行的加工步骤；当然固定循环中也包含攻丝、镗孔或钻削循环。

确定当前平面

在钻削循环中，执行加工的当前坐标系通常由平面选择 G17、G18 或 G19 以及激活的可编程零点偏移确定。钻削轴始终是该坐标系中的应用轴。

在调用该循环前必须选择刀具长度补偿。该补偿始终垂直于所选平面生效，并且循环结束后仍保持生效。

| G 功能 | 定位平面     | 钻削轴 |
|------|----------|-----|
| G17  | 平面 Xp-Yp | Zp  |
| G18  | 平面 Zp-Xp | Yp  |
| G19  | 平面 Yp-Zp | Xp  |

Xp:X 轴或平行于 X 轴的某个轴

Yp:Y 轴或平行于 Y 轴的某个轴

Zp:Z 轴或平行于 Z 轴的某个轴

说明

通过 USER DATA, \_ZSFI[0] 可以确定是否始终将 Z 轴用作钻削轴。\_ZSFI[0] 等于 1 时，Z 轴始终是钻削轴。

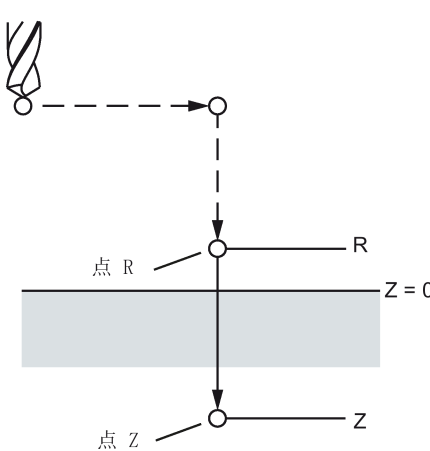
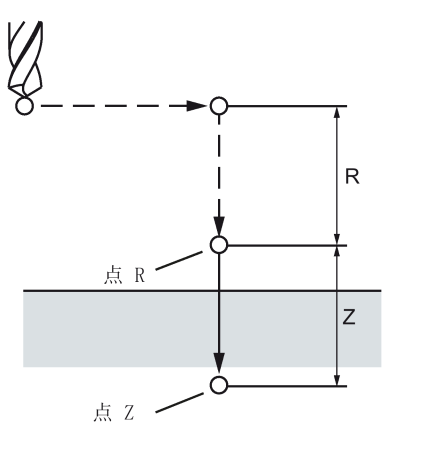
执行固定循环

执行固定循环时需要使用以下指令：

- 1. 循环调用  
G73, 74, 76, 81 至 87, 89  
取决于加工要求

2. 数据格式 G90/G91

绝对值/增量值指令 G90/G91 :

| G90 (绝对指令)                                                                        | G91 (增量指令)                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

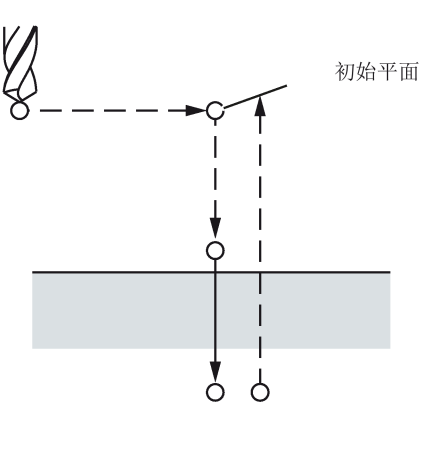
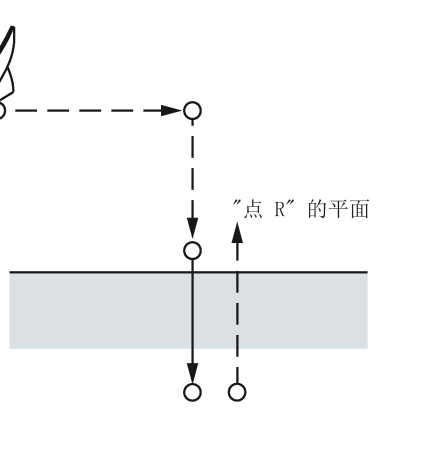
3. 钻孔模式

G73、G74、G76、G81 至 G87 和 G89 是模态生效的 G 功能，在被取消前持续生效。在每个程序段中调用所选钻削循环。只有在选择某个钻削循环（如 G81）时，才可以写入完整的参数。之后的程序段中只需写入需要修改的参数。

4. 定位面/基准面(G98/G99)

使用固定循环时应通过 G98/G99 确定 Z 轴的退回面。G98/G99 是模态生效的 G 功能。通常 G98 是激活该功能的启用设置。

退回点的平面（G98/G99）：

| G98 (返回初始平面)                                                                        | G99 (返回“点 R”的平面)                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

重复

如果需要加工多个等距的钻孔，可通过“K”给定重复加工的数量。只有在写入“K”的程序段中，它才生效。如果写入的钻孔位置是绝对值(G90)，会在同一个位置重复加工。因此应给定增量值(G91)的钻孔位置。

注释

循环调用会持续生效，直至被 G 功能 G80、G00、G01、G02、G03 或其它循环调用取消。

符号和数字

在下面的章节中分别说明各个固定循环。在循环说明中出现的数字中使用以下符号：

|                                                                                   |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | 定位（快速移动 G00）              |
|  | 切削进给（线性插补 G01）            |
|  | 手动进给                      |
| M19                                                                               | 定向主轴停止<br>（主轴在指定的转动位置停止。） |
|  | 移动（快速移动 G00）              |
| P                                                                                 | 暂停                        |

4.4.1.2 高速深孔钻削循环，断屑 ( G73 )

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削，直至输入的最终钻削深度。深孔钻削在预定的最大进刀量范围内多次、分步骤地进行，直至达到最终钻削深度。在达到每个钻深后，钻头可以退回到“基准面 + 安全距离”的位置，进行排屑；也可以按照写入的退回量退回，进行断屑。

格式

G73 X...Y... R... Q... F... K... ;

X、Y：钻孔位置

Z：点 R 到钻孔底面的距离

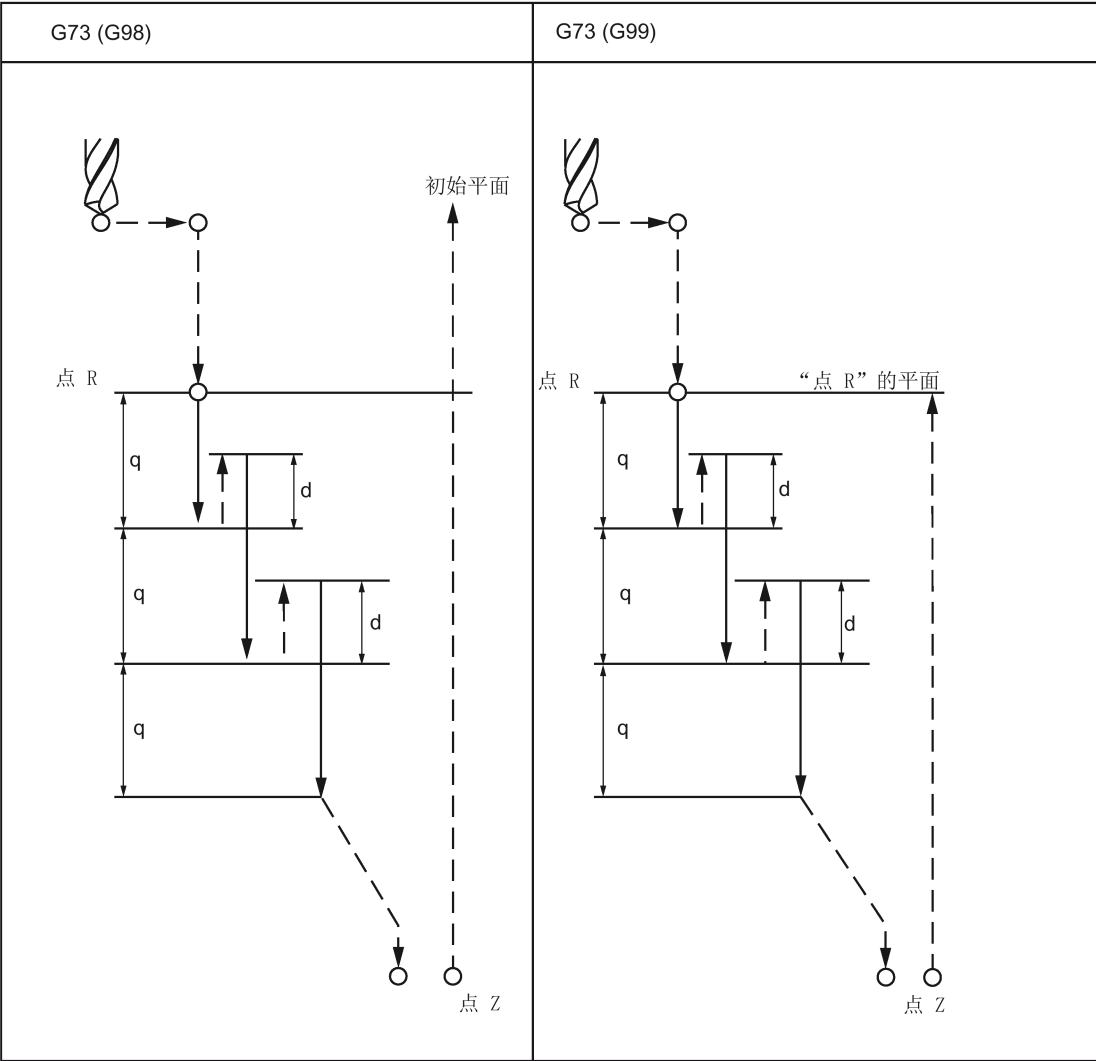
R：初始平面到平面 R 的距离

Q：单个钻深

F：进给率

K：重复次数

带断屑的高速深孔钻削循环 ( G73 ) :



**说明**

在使用循环 G73 时，钻头结束钻削后以快速移动进行退回。安全距离由 GUD\_ZSFR[0] 给定。用于断屑的退刀量(d)由 GUD\_ZSFR[1] 给定：

ZSFR[1] > 0 : 退刀量为输入值

ZSFR[1] = 0:断屑时的退刀量始终为 1 毫米

首个进刀深度为切削深度 Q，而第二次的进刀量为上个切削深度加上退刀量得出的值，依次类推。

通过该钻削循环实现了快速钻孔进刀。而断屑由退刀运行实现。

**限制**

无。

**轴的转换**

在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。

**深孔钻削**

只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

Q/R

请始终只在包含轴运行指令的程序段中写入 Q 和 R，否则写入的数值不能模态生效。

取消选择

不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G73 ，否则将取消 G73。

示例

|                                            |             |
|--------------------------------------------|-------------|
| M3 S1500                                   | ；主轴旋转运动     |
| G90 G0 Z100.                               |             |
| G90 G99 G73 X200.Y-150.Z-100.R50.Q10.F150. | ；定位，加工钻孔 1， |
|                                            | ；然后返回到点 R   |
| Y-500.                                     | ；定位，加工钻孔 2， |
|                                            | ；然后返回到点 R   |
| Y-700.                                     | ；定位，加工钻孔 3， |
|                                            | ；然后返回到点 R   |
| X950.                                      | ；定位，加工钻孔 4， |
|                                            | ；然后返回到点 R   |
| Y-500.                                     | ；定位，加工钻孔 5， |
|                                            | ；然后返回到点 R   |
| G98 Y-700.                                 | ；定位，加工钻孔 6， |
|                                            | ；然后返回到初始面   |
| G80                                        | ；取消固定循环     |
| G28 G91 X0 Y0 Z0                           | ；返回参考点      |
| M5                                         | ；主轴停止       |

4.4.1.3 精镗循环(G76)

精密钻削由精镗循环实现。

格式

G76 X... Y... R... Q... P... F... K... ；

X、Y：钻孔位置

Z\_：点 R 到钻孔底的距离

R\_：初始平面到“点 R”的距离

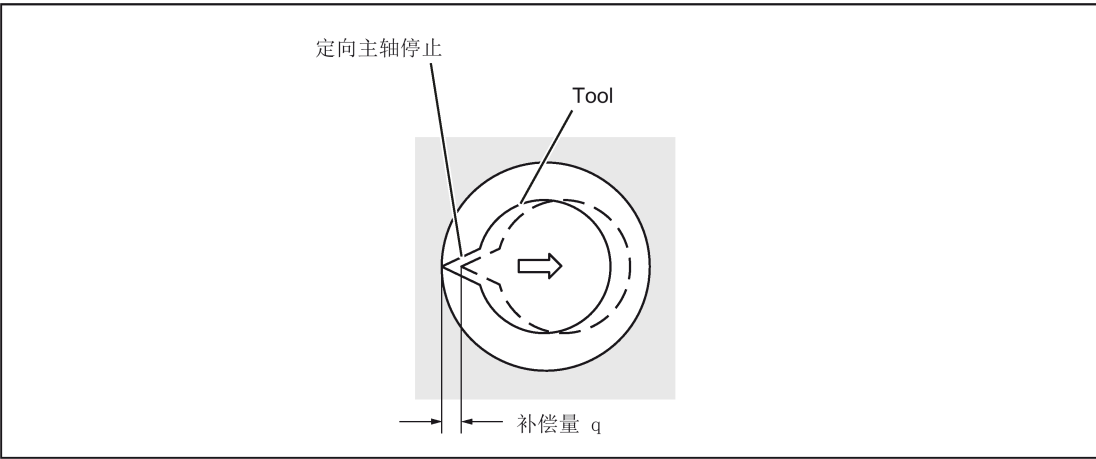
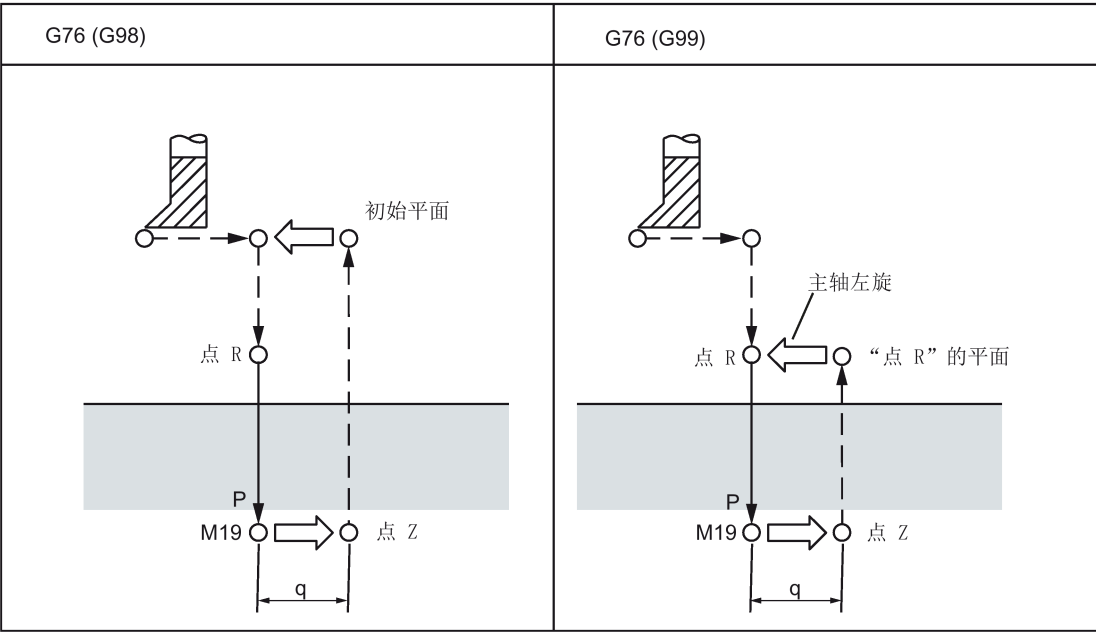
Q\_：孔底的补偿量

P\_：钻孔底的暂停时间

F\_：进给率

K\_：重复次数

精钻循环 ( G76 ) :



**说明**

地址 Q 是一个保存在固定循环中、模态生效的值。请注意，该地址也用作循环 G73 和 G83 的切削深度！

**说明**

达到钻孔深度后，主轴停止在一个固定位置上。在和刀尖方向相反的方向上刀具退回。

安全距离由 GUD \_ZSFR[0] 给定。退刀行程由 \_ZSFI[5] 给定。

|                  | G17 | G18 | G19 |
|------------------|-----|-----|-----|
| _ZSFI[5] = 1     | +X  | +Z  | +Y  |
| _ZSFI[5] = 0 或 2 | -X  | -Z  | -Y  |
| _ZSFI[5] = 3     | +Y  | +X  | +Z  |
| _ZSFI[5] = 4     | -Y  | -X  | -Z  |

因此必须在 GUD7 \_ZSFR[2] 中输入合适的角度，使得主轴停止后刀尖位于退刀的反方向上。

**限制**

无。

轴的转换

在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。

钻孔

只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

Q/R

请始终在包含退刀运行指令的程序段中写入 Q 和 R，否则写入的数值不能模态生效。

应始终为地址 Q 给定一个正值。给定负的 Q 值时，负号会忽略不计。没有写入任何退刀行程时，Q 等于“0”。此时，执行的循环不包含退刀。

取消选择

不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G76，否则将取消 G76。

示例

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| M3 S300                   | ；主轴旋转运动     |
| G90 G0 Z100.              |             |
| G90 G99 G76 X200.Y-150.Z- | ；定位，钻削孔 1，  |
| 100.R50.Q10.P1000 F150.   | ；然后返回到点 R 并 |
|                           | ；在孔底暂停 1 秒  |
| Y-500.                    | ；定位，加工钻孔 2， |
|                           | ；然后返回到点 R   |
| Y-700.                    | ；定位，加工钻孔 3， |
|                           | ；然后返回到点 R   |
| X950.                     | ；定位，加工钻孔 4， |
|                           | ；然后返回到点 R   |
| Y-500.                    | ；定位，加工钻孔 5， |
|                           | ；然后返回到点 R   |
| G98 Y-700.                | ；定位，加工钻孔 6， |
|                           | ；然后返回到初始面   |
| G80                       | ；取消固定循环     |
| G28 G91 X0 Y0 Z0          | ；返回参考点      |
| M5                        | ；主轴停止       |

4.4.1.4 钻孔循环，定点钻 ( G81 )

借助该循环可以进行中心钻孔和定心。达到钻深 Z 后刀具直接以快速移动速度退回。

格式

G81 X... Y... R... F... K... ;

X、Y：钻孔位置

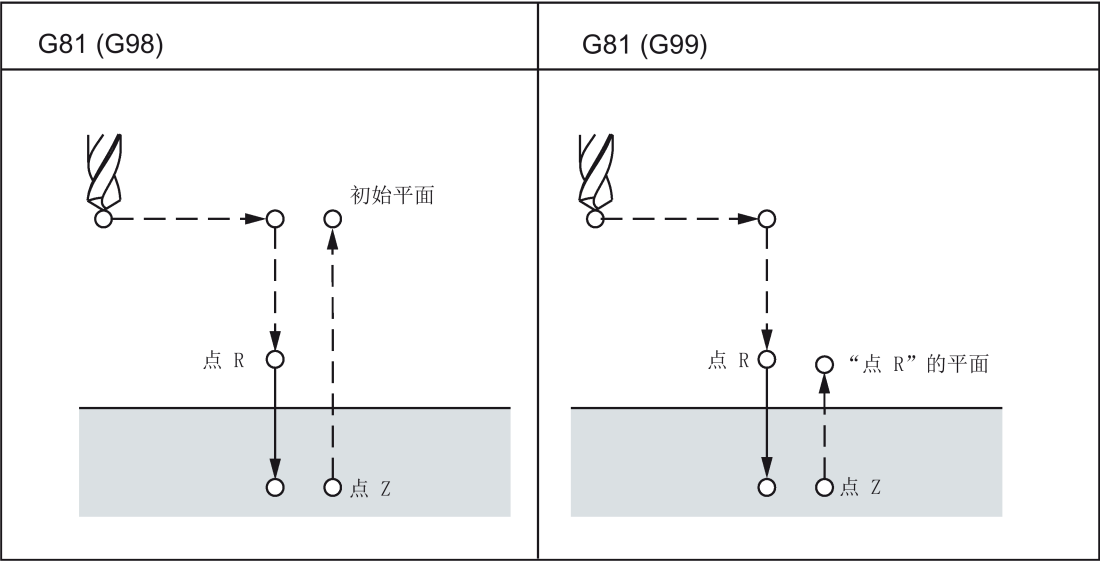
Z：点 R 到钻孔底的距离

R：初始平面到平面 R 的距离

F：切削进给率

K：重复次数

钻孔循环，定点钻 ( G81 )



**限制**

无。

**轴的转换**

在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。

**钻孔**

只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

**R**

请始终在包含轴运行指令的程序段中写入 R，否则写入的数值不能模态生效。

**取消选择**

不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G76，否则将取消 G76。

**示例**

```
M3 S1500 ; 主轴旋转运动
G90 G0 Z100.
G90 G99 G81 X200.Y-150.Z-100.R50.F150. ; 定位，钻削孔 1，
; 然后返回到点 R 并
; 在孔底暂停 1 秒
Y-500. ; 定位，加工钻孔 2，
; 然后返回到点 R
Y-700. ; 定位，加工钻孔 3，
; 然后返回到点 R
X950. ; 定位，加工钻孔 4，
; 然后返回到点 R
Y-500. ; 定位，加工钻孔 5，
; 然后返回到点 R
G98 Y-700. ; 定位，加工钻孔 6，
; 然后返回到初始面
G80 ; 取消固定循环
G28 G91 X0 Y0 Z0 ; 返回参考点
M5 ; 主轴停止
```

4.4.1.5  钻孔循环，镗孔 ( G82 )

借助该循环可以进行普通钻孔。达到钻深 Z 后，写入的暂停时间生效；然后刀具以快速移动退回。

格式

G82 X... Y... R... P... F... K... ;

X、Y：钻孔位置

Z：点 R 到钻孔底的距离

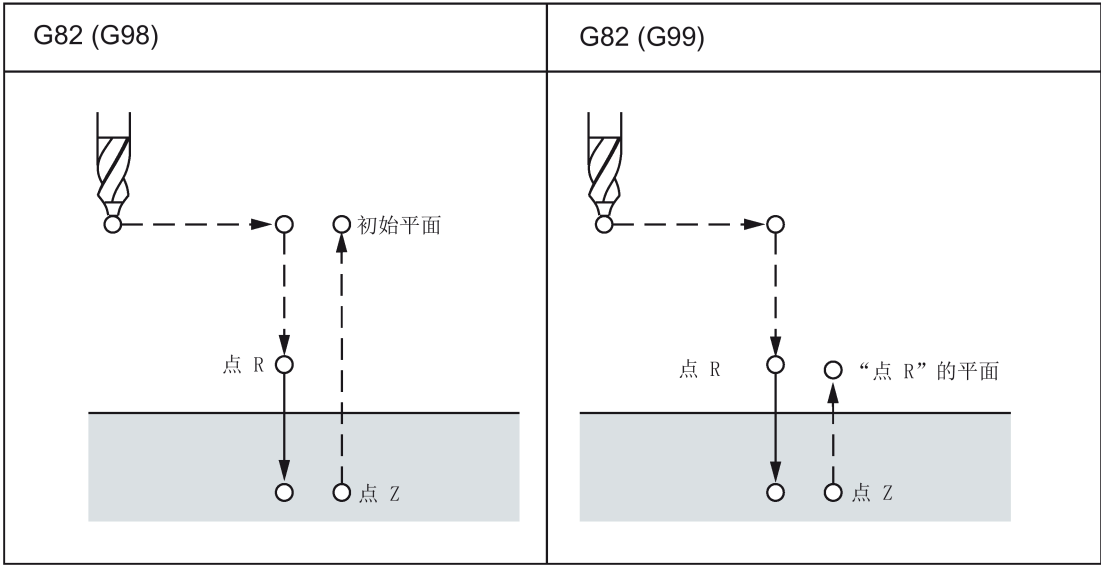
R：初始平面到平面 R 的距离

P：钻孔底的暂停时间

F：进给率

K：重复次数

钻孔循环 - 镗孔 ( G82 )：



限制

无。

轴的转换

在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。

钻孔

只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

R

请始终在包含轴运行指令的程序段中写入 R，否则写入的数值不能模态生效。

取消选择

不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G82 ，否则将取消 G82。

示例

```
M3 S2000 ; 主轴旋转运动
G90 G0 Z100.
G90 G99 G82 X200.Y-150.Z-100.R50.P1000 ; 定位，钻削孔 1，
F150.
```

|                  |                |
|------------------|----------------|
|                  | ; 在孔底暂停 1 秒    |
|                  | ; 然后返回到点 R     |
| Y-500.           | ; 定位, 加工钻孔 2 , |
|                  | ; 然后返回到点 R     |
| Y-700.           | ; 定位, 加工钻孔 3 , |
|                  | ; 然后返回到点 R     |
| X950.            | ; 定位, 加工钻孔 4 , |
|                  | ; 然后返回到点 R     |
| Y-500.           | ; 定位, 加工钻孔 5 , |
|                  | ; 然后返回到点 R     |
| G98 Y-700.       | ; 定位, 加工钻孔 6 , |
|                  | ; 然后返回到初始面     |
| G80              | ; 取消固定循环       |
| G28 G91 X0 Y0 Z0 | ; 返回参考点        |
| M5               | ; 主轴停止         |

4.4.1.6 深孔钻削循环，排屑(G83)

循环“深孔钻削，排屑”可以用于带修边的深孔加工。

格式

G83 X... Y... R... Q... F... K... ;

X、Y：钻孔位置

Z：点 R 到钻孔底的距离

R：初始平面到平面 R 的距离

Q：每次切削进给的切削深度

F：进给率

K：重复次数

深孔钻削循环，排屑（G83）：

| G83 (G98) | G83 (G99) |
|-----------|-----------|
|           |           |

限制

无。

说明

每次切削进给 Q 达到写入的切削深度后，刀具以快速移动返回到基准面 R。同样再次以快速移动进行下一次的切削进给，位移量(d)可以通过 USER DATA, \_ZSFR[10] 给定。每次切削进给 Q 的位移和切削深度都按照切削进给率执行。给定的 Q 值应为没有正负号的增量值。

轴的转换

在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。

钻孔

只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

Q/R

请始终只在包含轴运行指令的程序段中写入 Q 和 R，否则写入的数值不能模态生效。

取消选择

不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G83，否则将取消 G83。

示例

```
M3 S2000 ; 主轴旋转运动
G90 G0 Z100.
G90 G99 G83 X200.Y-150.Z-100.R50.Q10.F150. ; 定位，加工钻孔 1，
; 然后返回到点 R
Y-500. ; 定位，加工钻孔 2，
; 然后返回到点 R
Y-700. ; 定位，加工钻孔 3，
; 然后返回到点 R
X950. ; 定位，加工钻孔 4，
; 然后返回到点 R
Y-500. ; 定位，加工钻孔 5，
; 然后返回到点 R
G98 Y-700. ; 定位，加工钻孔 6，
; 然后返回到初始面
G80 ; 取消固定循环
G28 G91 X0 Y0 Z0 ; 返回参考点
M5 ; 主轴停止
```

说明

如果 \_ZSFR[10]

- > 0：使用间隔位移“d” ( 最小位移 0.001 )。
- = 0：钻孔深度为 30 mm 时，间隔位移的值始终为 0.6 mm。更大的钻深可使用公式“钻深/50” ( 最大值为 7 毫米 )。

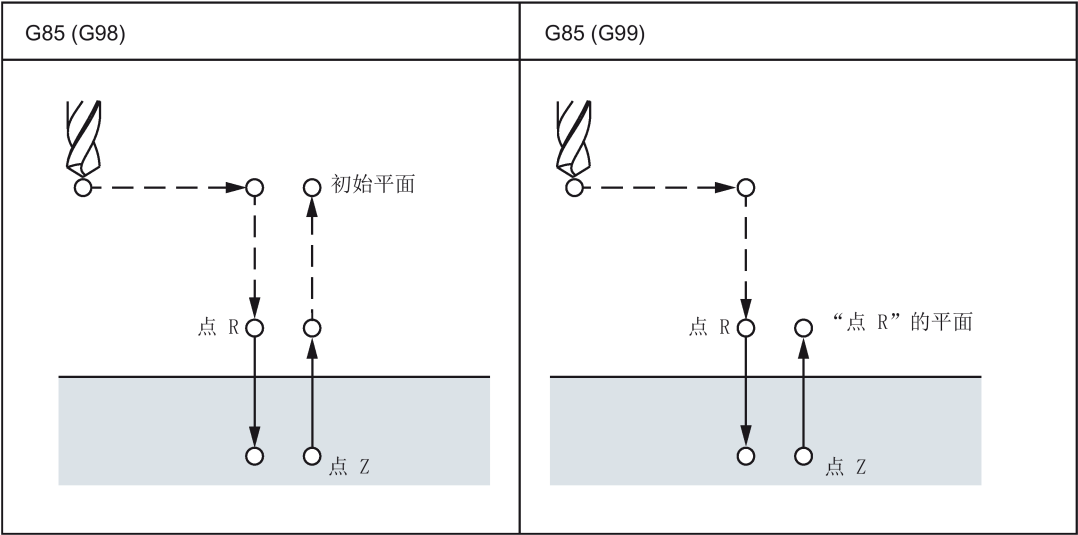
4.4.1.7 镗孔循环(G85)

格式

G85 X... Y... R... F... K... ;

X、Y：钻孔位置

**Z** : 点 R 到钻孔底的距离  
**R** : 初始平面到平面 R 的距离  
**F** : 进给率  
**K** : 重复次数  
镗孔循环 ( G85 ) :



**说明**  
沿着 X 轴和 Y 轴完成定位后，刀具以快速移动方式运行到点 R，然后从点 R 钻削到点 Z。达到点 Z 后，刀具以切削进给返回到点 R。

**限制**  
无。

**轴的转换**  
在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。

**钻孔**  
只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

**R**  
请始终在包含轴运行指令的程序段中写入 R，否则写入的数值不能模态生效。

**取消选择**  
不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G85，否则将取消 G85。

示例

```
M3 S150 ; 主轴旋转运动
G90 G0 Z100.
G90 G99 G85 X200.Y-150.Z-100.R50.F150. ; 定位, 加工钻孔 1,
                                           ; 然后返回到点 R
Y-500. ; 定位, 加工钻孔 2,
        ; 然后返回到点 R
Y-700. ; 定位, 加工钻孔 3,
        ; 然后返回到点 R
```

X950.  
  
Y-500.  
  
G98 Y-700.  
  
G80  
G28 G91 X0 Y0 Z0  
M5

;  
; 定位, 加工钻孔 4 ,  
; 然后返回到点 R  
;  
; 定位, 加工钻孔 5 ,  
; 然后返回到点 R  
;  
; 定位, 加工钻孔 6 ,  
; 然后返回到初始面  
;  
; 取消固定循环  
;  
; 返回参考点  
;  
; 主轴停止

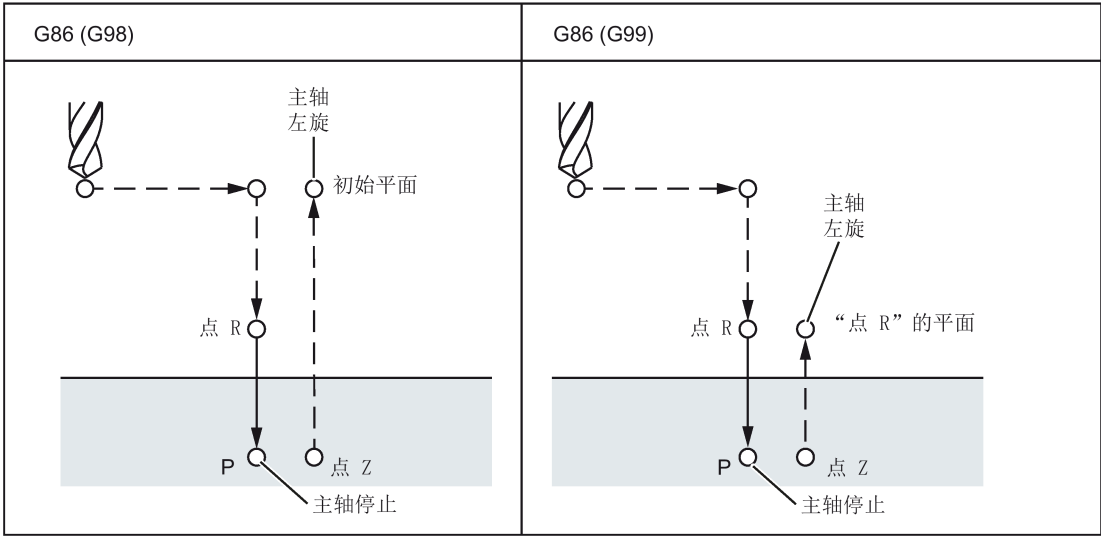
4.4.1.8 镗孔循环(G86)

格式

G86 X... Y... R... F... K... ;

- X、Y：钻孔位置
- Z：点 R 到钻孔底的距离
- R：初始平面到点 R 的距离
- F：进给率
- K：重复次数

镗孔循环 ( G86 )：



说明

完成 X 轴和 Y 轴的定位后，刀具以快速移动方式运行到点 R。然后从点 R 钻到点 Z。主轴在该钻深处停止后，刀具以快速移动方式退回。

限制

无。

轴的转换

在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。

钻孔

只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

R

请始终在包含轴运行指令的程序段中写入 R，否则写入的数值不能模态生效。

取消选择

不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G86，否则将取消 G86。

示例

```
M3 S150 ; 主轴旋转运动
G90 G0 Z100.
G90 G99 G86 X200.Y-150.Z-100.R50.F150. ; 定位，加工钻孔 1，
; 然后返回到点 R
Y-500. ; 定位，加工钻孔 2，
; 然后返回到点 R
Y-700. ; 定位，加工钻孔 3，
; 然后返回到点 R
X950. ; 定位，加工钻孔 4，
; 然后返回到点 R
Y-500. ; 定位，加工钻孔 5，
; 然后返回到点 R
G98 Y-700. ; 定位，加工钻孔 6，
; 然后返回到初始面
G80 ; 取消固定循环
G28 G91 X0 Y0 Z0 ; 返回参考点
M5 ; 主轴停止
```

4.4.1.9 反镗循环(G87)

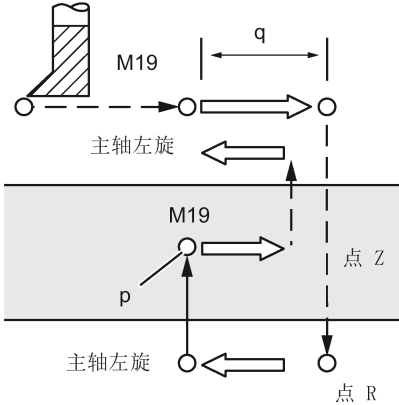
借助该循环可以进行精密钻孔。

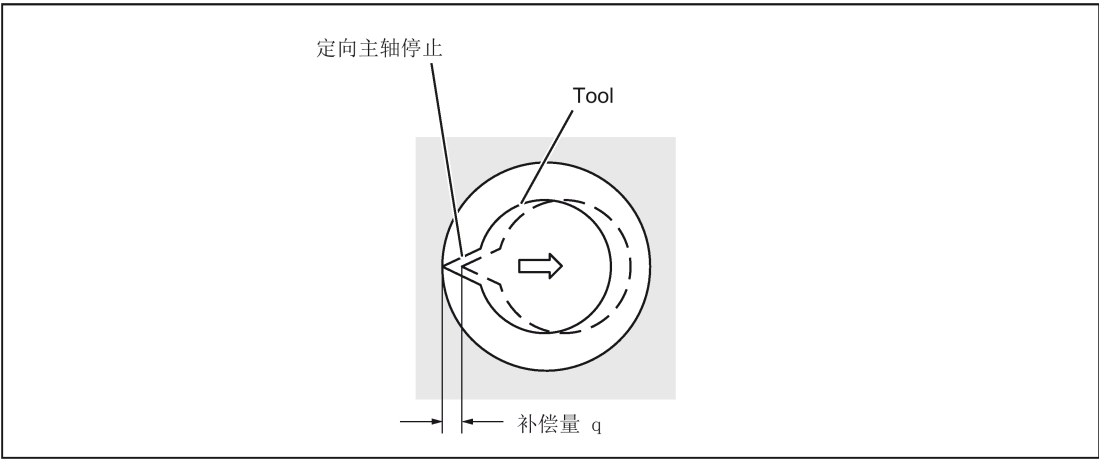
格式

```
G87 X... Y... R... Q... P... F... K... ;
```

- X、Y：钻孔位置
- Z：孔底到点 Z 的距离
- R：初始平面到平面 R ( 孔底 ) 的距离
- Q：刀具补偿量
- P：暂停时间
- F：进给率
- K：重复次数

镗孔循环，反向沉孔（G87）：

| G87（G98）                                                                          | G87（G99） |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|
|  | 未使用      |



**说明**

地址 Q（位于孔底时的变速器切换）是一个保存在固定循环中、模态生效的值。请注意，该地址也用作循环 G73 和 G83 的切削深度！

**说明**

沿着 X 轴和 Y 轴定位后，主轴停止在一个固定的旋转位置上。刀具在和刀尖方向相反的方向上运行。然后以快速移动方式定位在孔底（点 R）上。

接着刀具顺着刀尖方向移动，顺时针旋转。然后沿着 Z 轴的正方向进行镗孔，直至点 Z。

达到钻孔深度后，主轴停止在一个固定位置上。在和刀尖方向相反的方向上刀具退回。

安全距离由 GUD \_ZSFR[0] 给定。

退刀行程由 \_ZSFI[5] 给定。

|                  | G17 | G18 | G19 |
|------------------|-----|-----|-----|
| _ZSFR[5] = 1     | +X  | +Z  | +Y  |
| _ZSFI[5] = 0 或 2 | -X  | -Z  | -Y  |
| _ZSFI[5] = 3     | +Y  | +X  | +Z  |
| _ZSFI[5] = 4     | -Y  | -X  | -Z  |

因此必须在 USER DATA, \_ZSFR[2] 中输入合适的角度，使得主轴停止后刀尖位于退刀的反方向上。

示例：  
平面 G17 激活时，刀尖必须在 +X 方向上。

**限制**  
无。

**轴的转换**  
在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。

**钻孔**  
只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

**Q/R**  
请始终只在包含轴运行指令的程序段中写入 Q 和 R，否则写入的数值不能模态生效。  
应始终为地址 Q 给定一个正值。给定负的 Q 值时，负号会忽略不计。没有写入任何退刀行程时，Q 等于“0”。此时，执行的循环不包含退刀。

**取消选择**  
不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G87，否则将取消 G87。

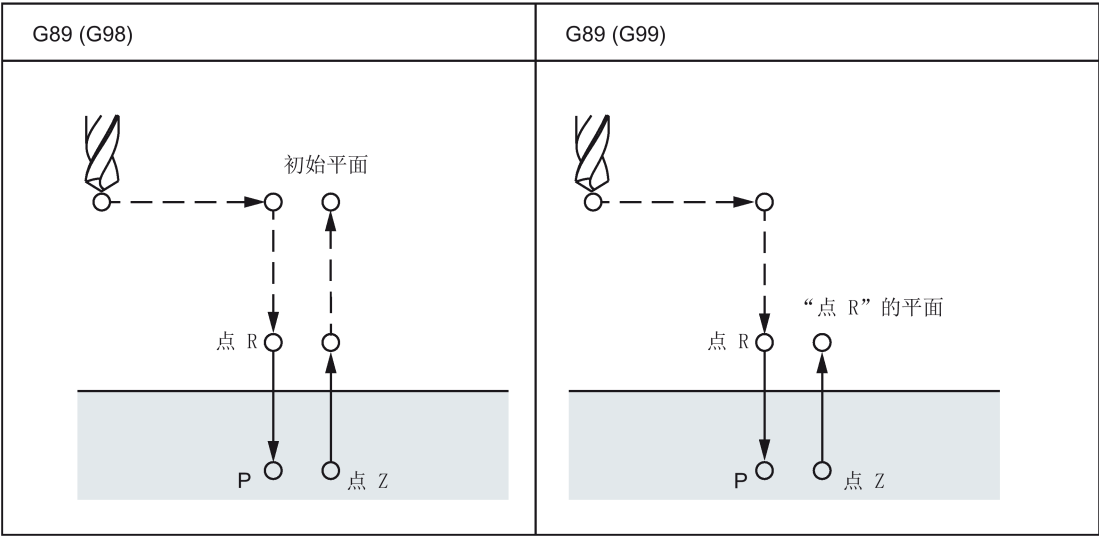
**示例**

|                                             |              |
|---------------------------------------------|--------------|
| M3 S400                                     | ; 主轴旋转运动     |
| G90 G0 Z100.                                |              |
| G90 G87 X200.Y-150.Z-100.R50.Q3.P1000 F150. | ; 定位, 加工钻孔 1 |
|                                             | ; 定位到初始面     |
|                                             | ; 然后移动 3 毫米  |
|                                             | 在点 Z 上暂停 1 秒 |
| Y-500.                                      | ; 定位, 加工钻孔 2 |
| Y-700.                                      | ; 定位, 加工钻孔 3 |
| X950.                                       | ; 定位, 加工钻孔 4 |
| Y-500.                                      | ; 定位, 加工钻孔 5 |
| G98 Y-700.                                  | ; 定位, 加工钻孔 6 |
| G80                                         | ; 取消固定循环     |
| G28 G91 X0 Y0 Z0                            | ; 返回参考点      |
| M5                                          | ; 主轴停止       |

4.4.1.10 镗孔循环(G89)

**格式**  
G89 X... Y... R... P... F... K... ;  
**X、Y**：钻孔位置  
**Z**：点 R 到钻孔底的距离  
**R**：初始平面到点 R 的距离  
**P**：钻孔底的暂停时间  
**F**：进给率  
**K**：重复次数

镗孔循环 ( G86 ) :



说明

该循环和 G86 类似，唯一的区别在于该循环中还存在一个孔底的暂停时间。  
在写入 G89 前应通过 M 功能启动主轴。

限制

无。

轴的转换

在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。

钻孔

只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

R

请始终在包含轴运行指令的程序段中写入 R，否则写入的数值不能模态生效。

取消选择

不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G89 ，否则将取消 G89。

示例

```
M3 S150 ; 主轴旋转运动
G90 G0 Z100.
G90 G99 G89 X200.Y-150.Z-100.R50.P1000 ; 定位，加工钻孔 1，
F150. ; 然后在孔底暂停 1 秒
Y-500. ; 定位，加工钻孔 2，
; 然后返回到点 R
Y-700. ; 定位，加工钻孔 3，
; 然后返回到点 R
X950. ; 定位，加工钻孔 4，
; 然后返回到点 R
Y-500. ; 定位，加工钻孔 5，
; 然后返回到点 R
```

|                  |              |
|------------------|--------------|
| G98 Y-700.       | ; 定位，加工钻孔 6， |
|                  | ; 然后返回到初始面   |
| G80              | ; 取消固定循环     |
| G28 G91 X0 Y0 Z0 | ; 返回参考点      |
| M5               | ; 主轴停止       |

4.4.1.11 攻丝循环，右旋螺纹 ( G84 )

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削，直至输入的螺纹深度。使用 G84 可以进行刚性攻丝。

说明

如果用于钻削的主轴能够达到位置控制的运行状态，则可以使用循环 G84。

格式

G84 X... Y... Z... R... P... F... K... ;

X,Y:钻孔位置

Z：点 R 到钻孔底的距离

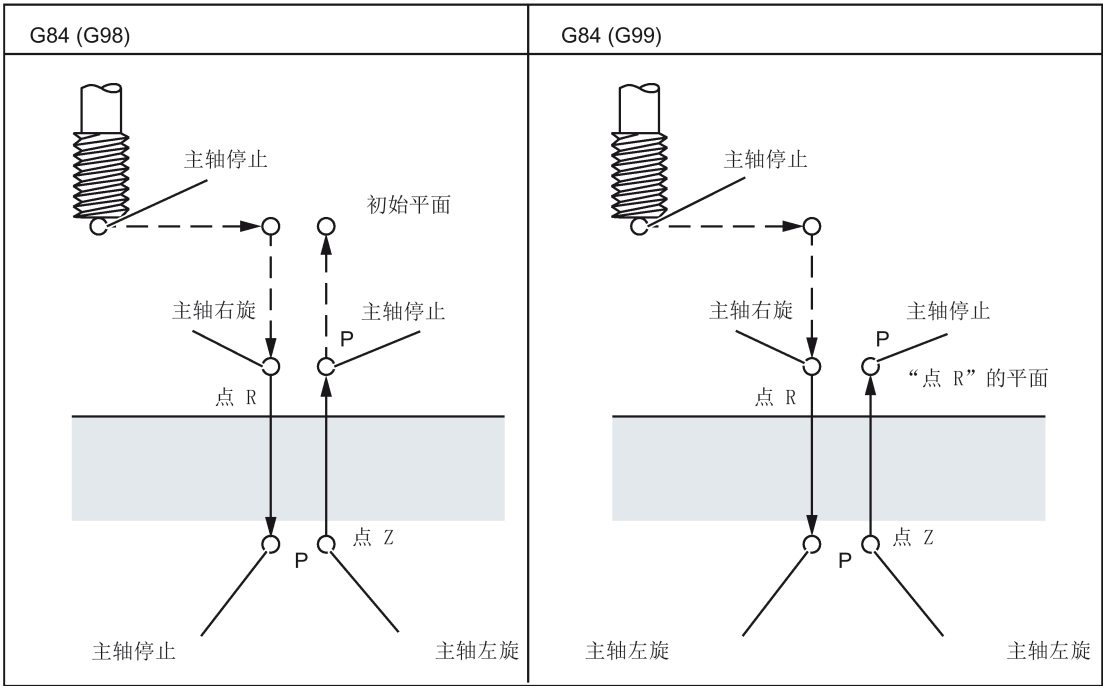
R：初始平面到平面 R 的距离

P：停留在孔底到返回到点 R 的暂停时间

F：切削进给率

K：重复加工的次数（需要使用时）

不带补偿夹具的钻削 - 右旋螺纹 ( G84 )：



说明

该循环产生以下的运动过程：

- 以 G0 返回到相隔安全距离的基准面
- 主轴定向停止并过渡到轴运行
- 攻丝直到最终钻深。

- 在一定螺纹深度上暂停。
- 返回到相隔安全距离的基准面并转换旋转方向。
- 使用 G0 返回到退回平面。

攻丝过程中，快速移动倍率和主轴倍率假设为 100%。

退刀时可通过 GUD \_ZSFI[2] 控制转速。示例：\_ZSFI[2]=120; 退刀速度为攻丝速度的 120%。

### 限制

无。

### 轴的转换

在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。在“不带补偿夹具的钻削”中切换钻削轴时，会输出一条报警信息。

### 攻丝

只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

### R

请始终在包含轴运行指令的程序段中写入 R，否则写入的数值不能模态生效。

### 取消选择

不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G84 ，否则将取消 G84。

### S 指令

给定的变速级大于允许的最大值时，会输出一条故障信息。

### F 功能

给定的切削进给速度大于允许的最大值时，会输出一条故障信息。

### F 指令的单位

| G 功能 | 公制单位      | 英制单位        | 备注      |
|------|-----------|-------------|---------|
| G94  | 1 毫米/分钟   | 0.01 英寸/分钟  | 允许输入小数点 |
| G95  | 0.01 毫米/转 | 0.0001 英寸/转 | 允许输入小数点 |

### 示例

Z 轴的进给速度 1000 毫米/分钟

主轴转速 1000 转/分钟

螺距 1.0 毫米

|                         |  |            |  |
|-------------------------|--|------------|--|
| <每分钟的进给编程>              |  |            |  |
| S100 M03S1000           |  |            |  |
| G94                     |  | ；每分钟的进给    |  |
| G00 X100.0 Y100.0       |  | ；定位        |  |
| G84 Z-50.0 R-10.0 F1000 |  | ；不带补偿夹具的攻丝 |  |
| <旋转进给编程>                |  |            |  |
| G95                     |  | ；旋转进给率     |  |
| G00 X100.0 Y100.0       |  | ；定位        |  |
| G84 Z-50.0 R-10.0 F1.0  |  | ；不带补偿夹具的攻丝 |  |

4.4.1.12 攻丝循环，左旋螺纹（G74）

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削，直至输入的螺纹深度。使用 G74 可以进行左旋螺纹的刚性攻丝。

说明

如果用于钻削的主轴能够达到位置控制的运行状态，则可以使用循环 G74。

格式

G74 X... Y... Z... R... P... F... K... ;

X、Y：钻孔位置

Z:点 R 到钻孔底的距离

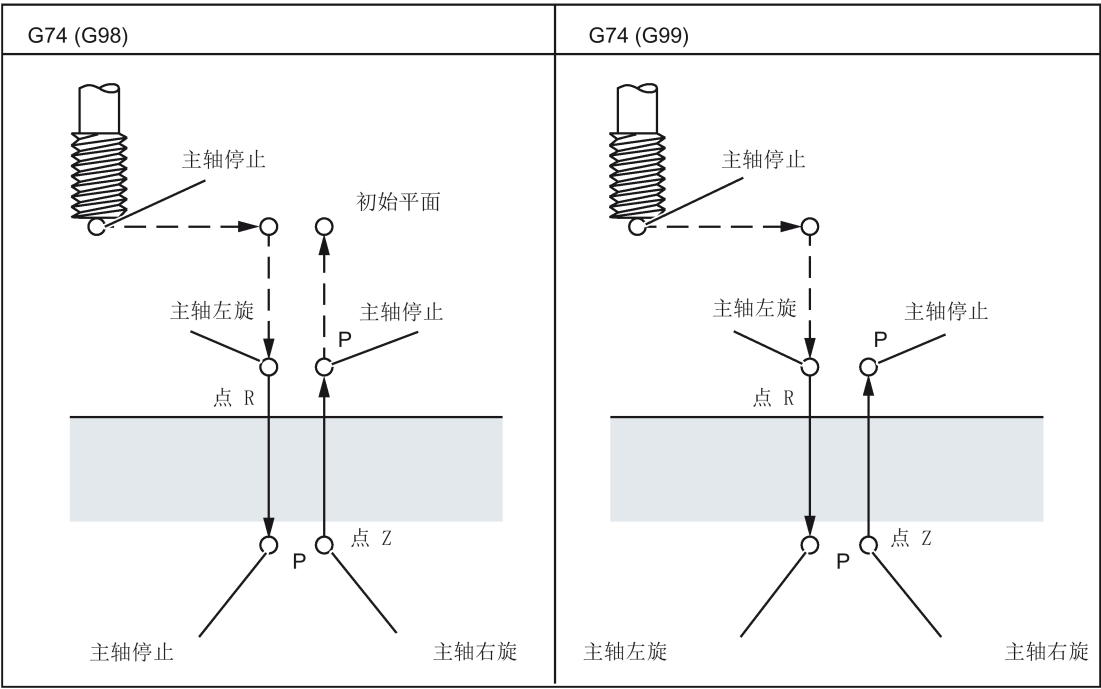
R：初始平面到点 R 的距离

P：停留在孔底到返回到点 R 的暂停时间

F：切削进给率

K：重复加工的次数（需要使用时）

不带补偿夹具的钻削 - 左旋螺纹（G74）：



说明

该循环产生以下的运动过程：

- 以 G0 返回到相隔安全距离的基准面
- 主轴定向停止并过渡到轴运行
- 攻丝直到最终钻深。
- 在一定螺纹深度上暂停。
- 返回到相隔安全距离的基准面并转换旋转方向。
- 使用 G0 返回到退回平面。

攻丝过程中，快速移动倍率和主轴倍率假设为 100%。

退刀时可通过 GUD \_ZSFI[2] 控制转速。示例：\_ZSFI[2]=120; 退刀速度为攻丝速度的 120%。

限制

无。

轴的转换

在转换钻削轴前必须首先取消固定循环。在“不带补偿夹具的钻削”中切换钻削轴时，会输出一条报警信息。

攻丝

只有写入了 X、Y、Z 或 R 的轴运行指令时，才执行钻削循环。

R

请始终在包含轴运行指令的程序段中写入 R，否则写入的数值不能模态生效。

取消选择

不允许在同一个程序段中同时使用功能组 01 中的 G 功能 ( G00 至 G03 ) 和 G74 ，否则将取消 G74。

S 指令

给定的变速级大于允许的最大值时，会输出一条故障信息。

F 功能

给定的切削进给速度大于允许的最大值时，会输出一条故障信息。

F 指令的单位

| G 功能 | 公制单位      | 英制单位        | 备注      |
|------|-----------|-------------|---------|
| G94  | 1 毫米/分钟   | 0.01 英寸/分钟  | 允许输入小数点 |
| G95  | 0.01 毫米/转 | 0.0001 英寸/转 | 允许输入小数点 |

示例

Z 轴的进给速度 1000 毫米/分钟

主轴转速 1000 转/分钟

螺距 1.0 毫米

```
<每分钟的进给编程>
S100 M03S1000
G94                                ; 每分钟的进给
G00 X100.0 Y100.0                 ; 定位
G74 Z-50.0 R-10.0 F1000           ; 不带补偿夹具的攻丝

<旋转进给编程>
G95                                ; 旋转进给率
G00 X100.0 Y100.0                 ; 定位
G74 Z-50.0 R-10.0 F1.0            ; 不带补偿夹具的攻丝
```

4.4.1.13 攻丝循环，左旋螺纹/右旋螺纹 ( G84/G74 )

刀具上附着的切屑会提高加工时的阻力，因此很难进行深孔的刚性攻丝。此时，带断屑/排屑的攻丝循环能提供很大的帮助。

在该循环中，刀具切削在达到螺纹底部后结束。为此一共提供两个攻丝循环：带断屑的深孔攻丝和带排屑的深孔攻丝。

按照如下方式通过 GUD \_ZSFI[1] 选择循环 G84 和 G74：

\_ZSFI[1] = 2:带断屑的深孔攻丝

\_ZSFI[1] = 3:带排屑的深孔攻丝

**格式**

G84 ( 或 G74 ) X... Y... Z... R... P... Q... F... K... ;

X,Y:钻孔位置

Z:点 R 到钻孔底的距离

R : 初始平面到“点 R”的距离

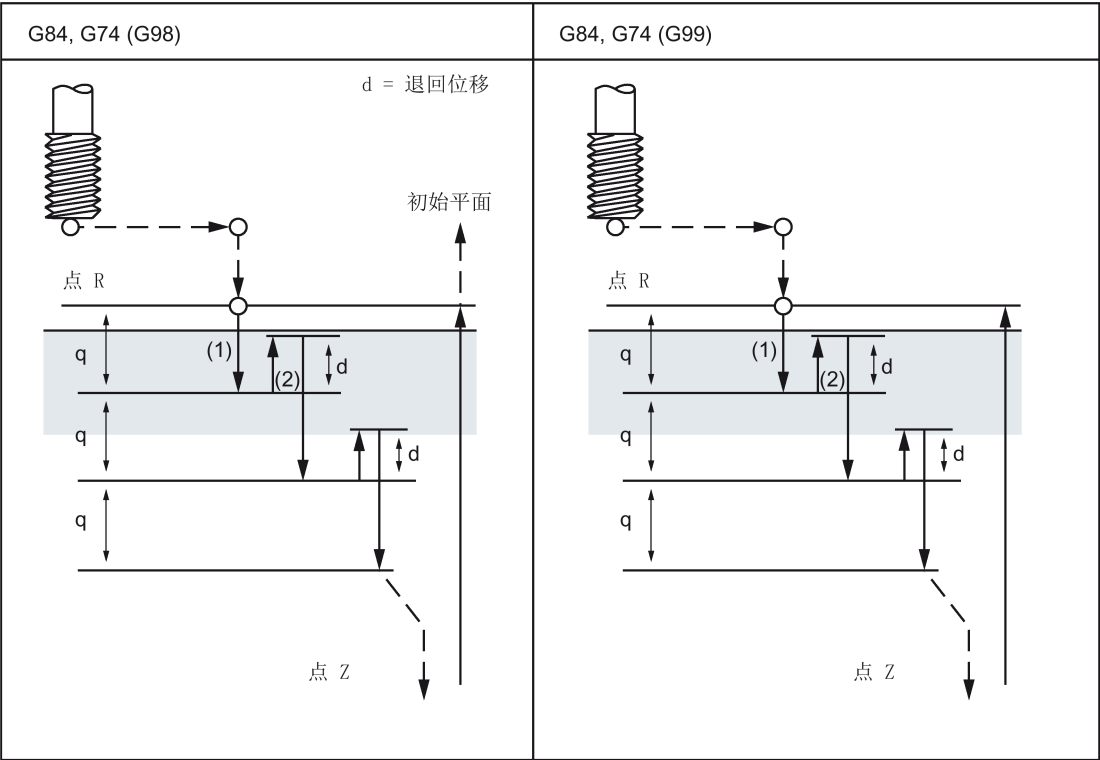
P : 停留在孔底到返回到点 R 的暂停时间

Q : 每次切削进给的切削深度

F : 进给率

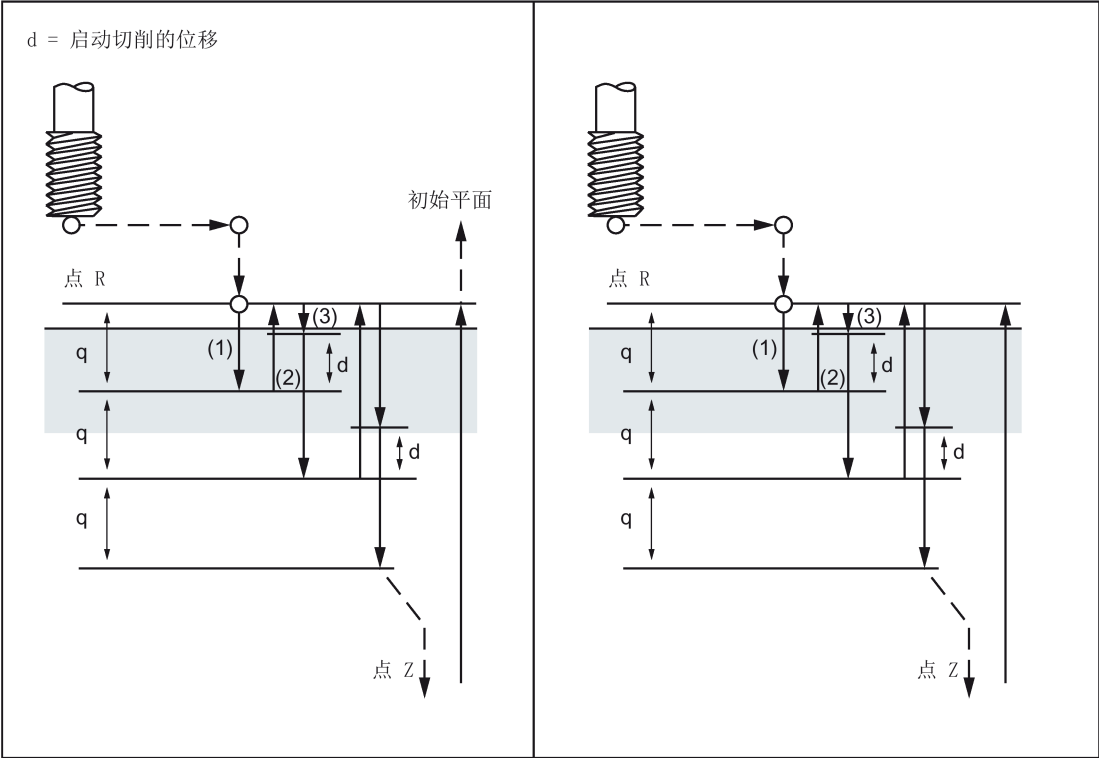
K : 重复次数

带断屑的深孔攻丝 ( USER DATA, \_ZSFI[1] = 2 )



1. 刀具按照写入的进给速度运行。
2. 退刀速度可由 USER DATA, \_ZSFI[2] 给定。

带断屑的深孔攻丝 ( USER DATA, \_ZSFI[1] = 3 ) :



**带断屑/排屑的深孔攻丝**

刀具沿着 X 轴和 Y 轴定位后，以快速移动方式运行到点 R。然后从该点出发加工切削深度 Q ( 每次切削进给的切削深度 )。最后，刀具按位移量 d 回退。在 USER DATA, \_ZSFI[2] 中输入不等于 100% 的值时，可以规定是否覆盖该退刀量。一旦达到点 Z，主轴立即停止并反转方向，执行退刀。在 USER DATA, \_ZSFR[1] 中设定退回位移。

**说明**

\_ZSFR[1] 给定为“0”时，用于退回位移的缺省设置 1 毫米或 1 英寸生效。  
如果必须给定 0 毫米或 0 英寸的位移量，应输入一个小于运行精度的数值。

**4.4.1.14 取消固定循环(G80)**

通过 G80 可以取消固定循环。

**格式**

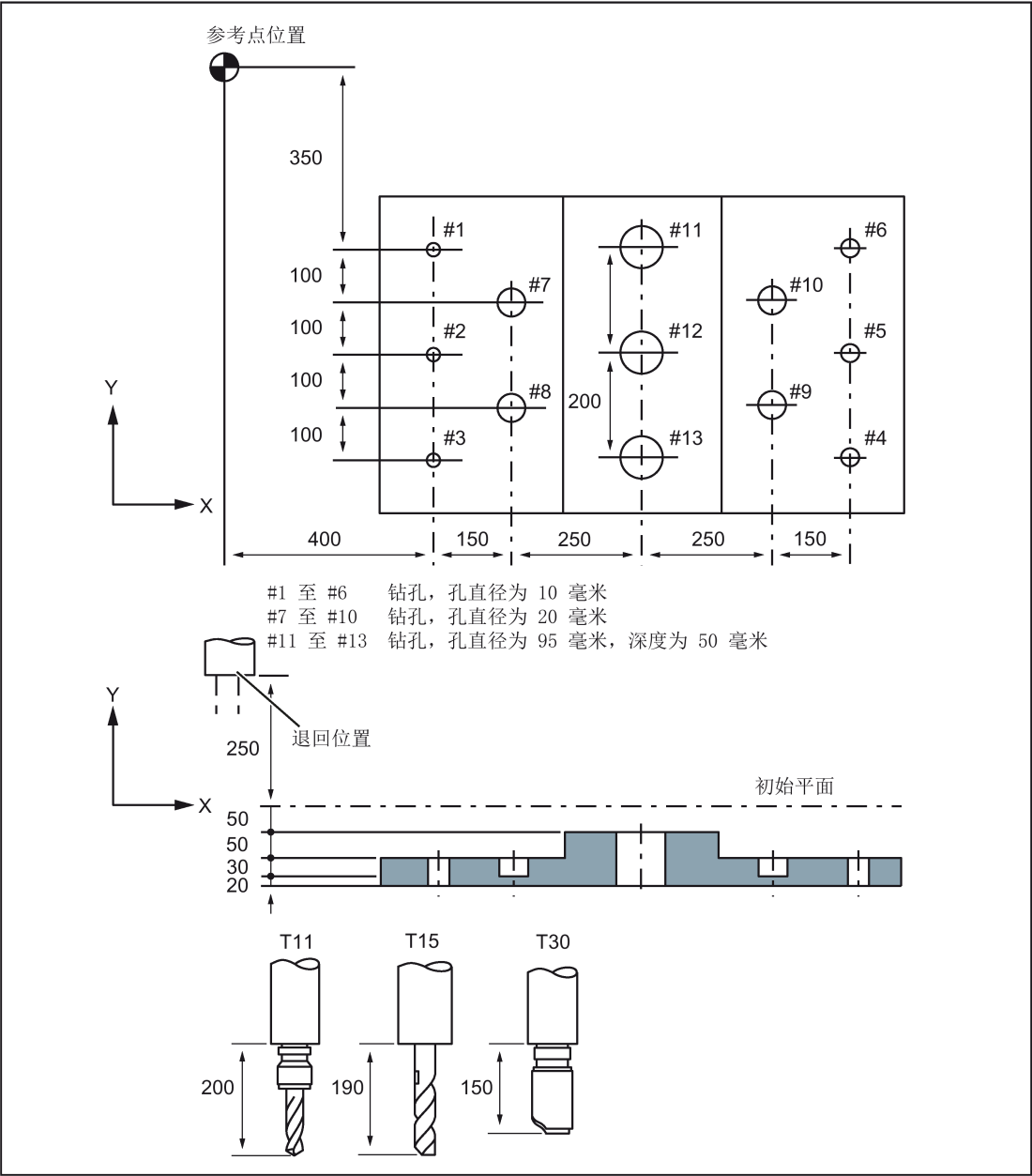
G80;

**说明**

ISO 模式中的 G80 或第 1 功能组的 G 功能 ( G00、G03、... ) 会取消所有模态生效的循环。

4.4.1.15 编程示例：刀具长度补偿和固定循环

编程示例（钻削循环）：



在 TO No. 11 中设置补偿值 +200.0；在 TO No. 15 中设置 +190.0；在刀具补偿号 No. 30 中设置 +150.0。

程序示例

```
;  
N001 G49 ; ; 取消刀具长度补偿  
N002 G10 L10 P11 R200. ; ; 设置刀具补偿 11 为 +200。  
N003 G10 L10 P15 R190. ; ; 设置刀具补偿 15 为 +190。  
N004 G10 L10 P30 R150. ; ; 设置刀具补偿 30 为 +150。  
N005 G92 X0 Y0 Z0 ; ; 设置参考点上的坐标  
;  
N006 G90 G00 Z250.0 T11 M6 ; 换刀  
N007 G43 Z0 H11 ; 初始面，刀具长度补偿  
N008 S30 M3 ; 主轴启动
```

|                                        |                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------|
| N009 G99 G81 X400.0 Y-350.0 Z-153.0 R- | ; ; 定位，然后加工钻孔 #1                 |
| 97.0 F1200                             |                                  |
| N010 Y-550.0                           | ; ; 定位，然后加工钻孔 #2 并返回到点 R 的平面     |
|                                        | ;                                |
| N011 G98 Y-750.0                       | ; ; 定位，然后加工钻孔 #3 并返回到初始面         |
|                                        | ;                                |
| N012 G99 X1200.0                       | ; ; 定位，然后加工钻孔 #4 并返回到点 R 的平面     |
|                                        | ;                                |
| N013 Y-550.0                           | ; ; 定位，然后加工钻孔 #5 并返回到点 R 的平面     |
|                                        | ;                                |
| N014 G98 Y-350.0                       | ; ; 定位，然后加工钻孔 #6 并返回到初始面         |
|                                        | ;                                |
| N015 G00 X0 Y0 M5                      | ; 返回参考点                          |
|                                        | ; 主轴停止                           |
| N016 G49 Z250.0 T15 M6                 | ; 取消刀具长度补偿，换刀                    |
|                                        | ;                                |
| N017 G43 Z0 H15                        | ; 初始面，刀具长度补偿                     |
| N018 S20 M3                            | ; 主轴启动                           |
| N019 G99 G82 X550.0 Y-450.0 Z-130.0 R- | ; ; 定位，然后加工钻孔 #7 并返回到点 R 的平面     |
| 97.0 P300 F700                         | ;                                |
| N020 G98 Y-650.0                       | ; ; 定位，然后加工钻孔 #8 并返回到初始面         |
|                                        | ;                                |
| N021 G99 X1050.0                       | ; ; 定位，然后加工钻孔 #9 并返回到点 R 的平面     |
|                                        | ;                                |
| N022 G98 Y-450.0                       | ; ; 定位，然后加工钻孔 #10 并返回到初始面        |
|                                        | ;                                |
| N023 G00 X0 Y0 M5                      | ; 返回参考点                          |
|                                        | ; 主轴停止                           |
| N024 G49 Z250.0 T30 M6                 | ; 取消刀具长度补偿，换刀                    |
|                                        | ;                                |
| N025 G43 Z0 H30                        | ; 初始面，刀具长度补偿                     |
| N026 S10 M3                            | ; 主轴启动                           |
| N027 G85 G99 X800.0 Y-350.0 Z-153.0    | ; ; 定位，然后加工钻孔 #11 并返回到点 R 的平面    |
| R47.0 F500                             | ;                                |
| N028 G91 Y-200.0 K2                    | ; 定位，然后加工钻孔 #12 和 13 并返回到点 R 的平面 |
|                                        | ;                                |
| G80                                    | ; 取消固定循环                         |
| N029 G28 X0 Y0 M5                      | ; 返回参考点                          |
|                                        | ; 主轴停止                           |
| N030 G49 Z0                            | ; ; 取消刀具长度补偿                     |
| N031 M30                               | ; 程序结束                           |

## 4.4.2 可编程的输入数据(G10)

### 4.4.2.1 修改刀具补偿值

通过 G10 可以覆盖当前的刀具补偿值。但借助该指令不能创建新的刀具补偿。

#### 格式

G10 L10 P... R...; 刀具长度补偿，几何数据

G10 L11 P... R...; 刀具长度补偿，磨损

G10 L12 P... R...; 刀具半径补偿，几何数据

G10 L13 P... R...; 刀具半径补偿，磨损

P：刀具补偿存储器数量

R：数值输入

也可以不写入 L11，而是写入 L1。

4.4.2.2 用于调用子程序的 M 功能(M98, M99)

零件程序存储器中保存了子程序时，可以使用该功能。可以任意调用并执行存储器中保存的、属于相应程序号的子程序。

指令

下列 M 功能用于调用子程序。

| M 功能 | 功能    |
|------|-------|
| M98  | 子程序调用 |
| M99  | 结束子程序 |

调用子程序(M98)

- M98 Pnnnnmmmm  
m：程序号（最多 4 位）  
n：重复执行的次数（最多 4 位）  
使用程序 M98 Pnnnnmmmm 调用程序前，需正确给程序命名，即，通常借用 0 将程序号补充为 4 位。
- 例如，如果写入了 M98 P21，则在零件程序存储器中查找程序名为 21.mpf 的程序，随后执行该子程序一次。如需执行该子程序三次，必须写入 M98 P30021。查找不到给定的程序号时，会输出一条报警信息。
- 允许子程序相互嵌套；最多可出现 16 个子程序级。设置的子程序级超出允许的最大值时，会输出一条报警信息。

结束子程序(M99)

指令 M99 Pxxxx 将结束子程序，并在已调用的程序中从程序段号 Nxxxx 继续处理。控制系统首先向前（从调用子程序开始到结束程序）查找程序段号。如果没有查找到一致的程序段号，系统接着向后（零件程序开始的方向）查找零件程序。

如果主程序中的 M99 不带程序段号(Pxxxx)，将从程序头跳转到主程序并重新开始主程序。主程序中的 M99 带程序段号跳转时(M99 Pxxxx)，系统始终从程序头开始查找程序段号。

4.4.3 八位数的程序号 ( M98、G65/G66 )

通过机床数据 20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6=1 激活八位数的程序号选择。该功能作用于 M98 和 G65/66。

y：程序运行次数

x：程序号

子程序调用

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6 = 0

M98 Pyyyyxxxx 或者

M98 Pxxxx Lyyyy

程序号最多为四位

通常借用 0 将程序号补充为 4 位

示例：

M98 P20012：调用 0012.mpf，运行 2 次

M98 P123 L2：调用 0123.mpf，运行 2 次

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6 = 1

M98 Pxxxxxxxx Lyyyy

即使程序号的位数少于 4 位时，也不通过 0 进行补位。

不能在 P(Pyxxxxxxx)中写入运行次数和程序号，运行次数必须通过 L 写入！

示例：

M98 P123：调用 123.mpf，运行 1 次

M98 P20012：调用 20012.mpf，运行 1 次

注意：它和 ISO 原始语言不再匹配

M98 P12345 L2 : 调用 12345.mpf , 运行 2 次

模态生效和程序段方式生效的宏 G65/G66

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6 = 0

G65 Pxxxx Lyyyy

即使程序号的位数少于 4 位时，也不通过 0 进行补位。程序号位数大于 4 位时输出报警。

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK,位 6 = 1

G65 Pxxxx Lyyyy

即使程序号的位数少于 4 位时，也不通过 0 进行补位。程序号位数大于 8 位时输出报警。

4.4.4 极坐标(G15, G16)

在极坐标中编程时，坐标系中的位置由半径和/或角度确定。通过 G16 选择极坐标编程。G15 再次取消极坐标。平面中的第一个轴视为极半径，第二个轴视为极角。

格式

G17 (G18, G19) G90 (G91) G16 ; 启用极坐标指令  
G90 (G91) X... Y... Z... ; 极坐标指令  
...  
...  
G15 ; 禁用极坐标指令

G16: ; 极坐标指令

G15:取消极坐标指令

G17, G18, G19:选择平面

G90:极点为工件零点。

G91:极点为当前位置。

X, Y, Z : 第一个轴 : 极坐标的半径，第二轴 : 极坐标的角度

说明

如果将极点从当前位置移至工件零点，则半径视为当前位置到工件零点的距离。

示例

```
N5 G17 G90 X0 Y0
N10 G16 X100.Y45. ; 启用极坐标，
; 极点为工件零点，
; 位置 X 70,711 Y 70,711
; 直角坐标系中
N15 G91 X100 Y0 ; 极点为当前位置，
; 即位置 X 141.421 Y 141.421
N20 G90 Y90. ; 程序段中没有 X 轴
; 极点为工件零点，
; 半径 = SORT (X*X +Y*Y) = 184.776
G15
```

极半径始终视为绝对值，而极角既可为绝对值也可视为增量值。

说明

如果\_ZSFI[3]

- = 0 : 禁用极坐标功能。
- = 1 : 启用极坐标功能。

## 4.4.5 测量功能

### 4.4.5.1 删除带剩余行程的测量(G31)

通过给定“G31 X... Y... Z... F...;”可以激活“允许删除剩余行程”的测量。如果在线性插补时存在第 1 测量头的测量输入，线性插补被中断并且轴的剩余行程被删除。从下一个程序段开始继续程序。

#### 格式

G31 X... Y... Z... F...;

G31:非模态生效 G 功能（只在编程了该功能的程序段中生效）

#### PLC 信号“测量输入 = 1”

通过测量输入 1 的上升沿，将当前轴位置存储到轴系统参数或 \$AA\_MM[<Axis>] 和 \$AA\_MW[<Axis>]。可在西门子模式中读取这些参数。

|            |                  |
|------------|------------------|
| \$AA_MW[X] | 保存工件坐标系中 X 轴的坐标值 |
| \$AA_MW[Y] | 保存工件坐标系中 Y 轴的坐标值 |
| \$AA_MW[Z] | 保存工件坐标系中 Z 轴的坐标值 |
| \$AA_MM[X] | 保存机床坐标系中 X 轴的坐标值 |
| \$AA_MM[Y] | 保存机床坐标系中 Y 轴的坐标值 |
| \$AA_MM[Z] | 保存机床坐标系中 Z 轴的坐标值 |

#### 说明

G31 激活并且测量信号还生效时，会输出报警 21700。

#### 测量信号后的继续执行程序

如果下一程序段中写入是增量轴位置，则该位置是相对于测量点的位置，即：测量信号执行“删除剩余行程”所在的轴位置是增量位置的参考点。

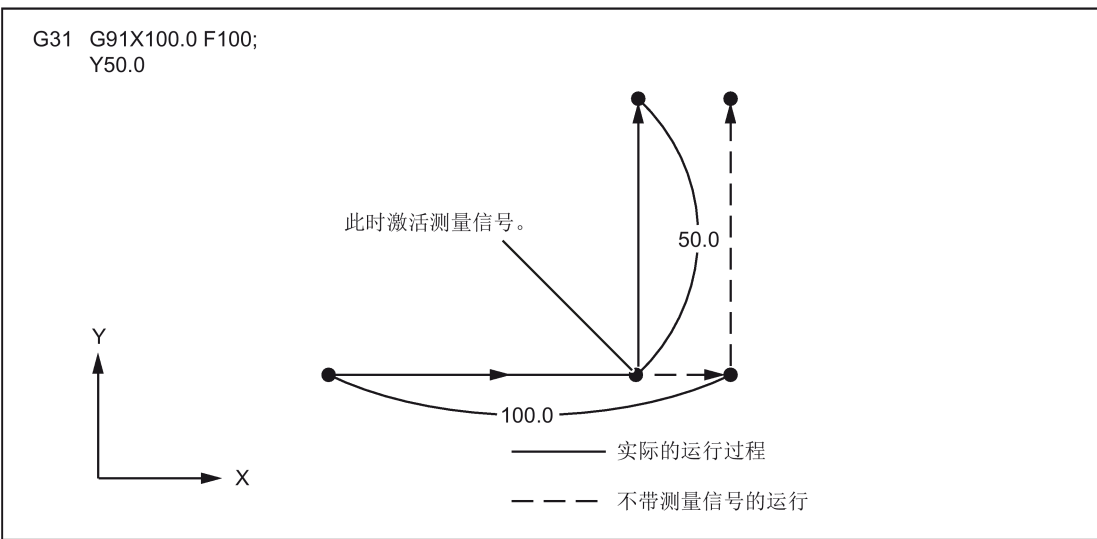
如果下一程序段中写入的是绝对轴位置，则轴移动到该写入位置。

#### 说明

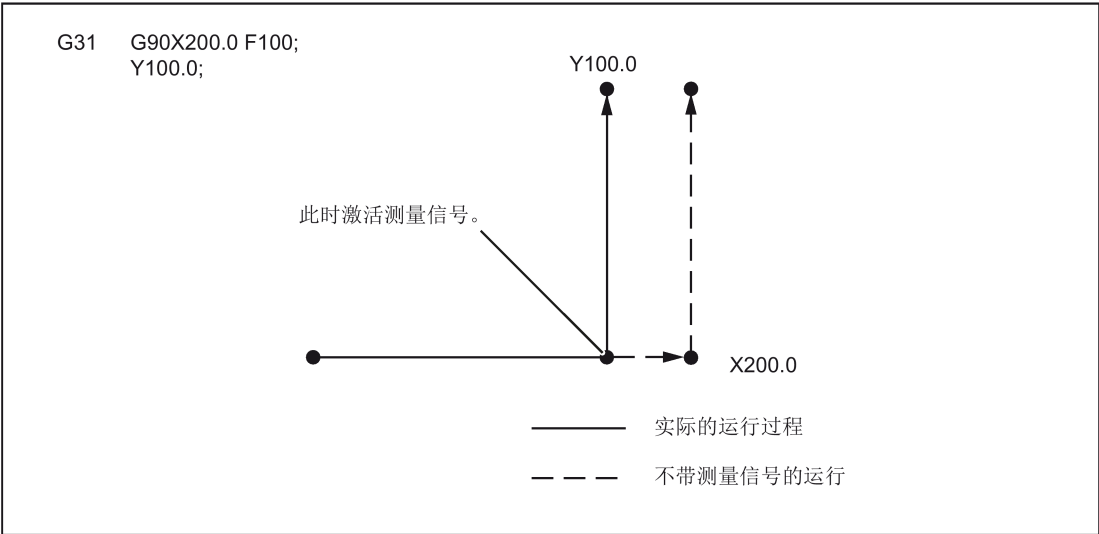
在 G31 程序段中不允许激活铣刀半径补偿。因此应在写入 G31 前通过 G40 取消铣刀半径补偿。

#### 示例

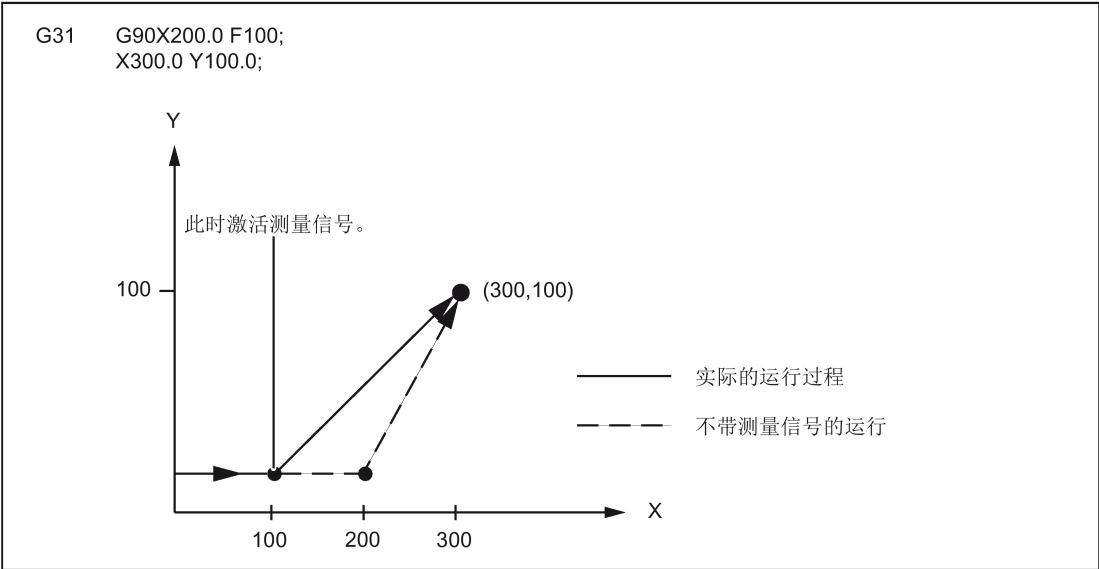
G31，增量位置值：



G31，绝对位置值：



G31，2 个轴的绝对值指令：



#### 4.4.5.2 功能“刀具寿命监控”

通过西门子刀具管理程序可以执行刀具寿命监控和件数监控。

#### 4.4.6 宏程序

宏可以由多个零件程序段组成，并通过 M99 完成执行。通常宏是零件程序段中通过 G65 Pxx 或 G66 Pxx 调用的子程序。由 G65 调用的宏是程序段方式生效的功能。由 G66 调用的宏是模态生效的功能，由 G67 取消。

##### 4.4.6.1 与子程序的区别

通过宏程序(G65, G66)可以给定并分析参数。与此相反，在调用子程序(M98)时不能给定参数。

##### 4.4.6.2 调用宏程序(G65, G66, G67)

通常在调用宏程序后立即执行该程序。

调用宏程序的步骤参见下表。

| 调用方法    | 指令代码 | 备注       |
|---------|------|----------|
| 单次调用    | G65  |          |
| 模态调用(a) | G66  | 由 G67 取消 |

**单次调用(G65):**  
**格式**

G65 P\_ L\_ ;

通过给定“G65 P ... L... <依据>,”调用具备“P”程序号的宏程序，并执行“L”次。

必须在 G65 程序段中写入所需参数。

**说明**

在 G65 或 G66 零件程序段中，地址 Pxx 视为写入宏功能的子程序的程序号。通过地址 Lxx 可以定义宏调用的次数。该零件程序段的所有其它地址都视为过渡参数，其参数值保存在系统变量 \$C\_A 至 \$C\_Z 中。在子程序中可以读取这些系统参数并分析宏功能。如果在一个宏程序（子程序）中借助过渡参数调用了其它宏程序，则必须在调用新的宏程序前将子程序中的过渡参数保存在内部变量中。

调用宏时必须自动切换回西门子模式，从而可以使用内部的变量定义。在宏程序的第一行插入指令 PROC<程序名称>可以实现该要求。如果在子程序中写入了另一个宏调用，必须在此之前再次选择 ISO 语言模式。

有关指令 P 和 L 的说明参见下表：

| 地址 | 说明   | 数字的位数     |
|----|------|-----------|
| P  | 程序号  | 4 位或者 8 位 |
| L  | 重复次数 |           |

**地址 I、J、K 的系统参数**

因为在一个包含宏调用的程序段中可以最多写入 10 次地址 I、J 和 K，因此必须借助数组索引查找到这些地址的系统变量。这三个系统变量的句法为 \$C\_I[.], \$C\_J[.] 和 \$C\_K[.]。这些值在数组中按已编程的顺序排列。程序段中写入的地址 I、J 和 K 的数量分别保存在变量 \$C\_I\_NUM、\$C\_J\_NUM 和 \$C\_K\_NUM 中。

即使没有写入某个地址，用于调用宏的过渡参数 I、J、K 也被作为关联程序段处理。如果重新写入一个参数，或按照 I、J、K 的顺序写入下一个参数，则它属于下一个程序段。

为识别 ISO 模式中的编程顺序，应设置系统变量 \$C\_I\_ORDER、\$C\_J\_ORDER 和 \$C\_K\_ORDER。它们是和 \$C\_I、\$C\_K 相同的数组，并包含相应的参数号。

**说明**

只有在西门子模式的子程序中才可以读取过渡参数。

**示例：**

```
N5 I10 J10 K30 J22 K55 I44 K33
  Block1 Block2 Block3
$C_I[0]=10
$C_I[1]=44
$C_I_ORDER[0]=1
$C_I_ORDER[1]=3

$C_J[0]=10
$C_J[1]=22
$C_J_ORDER[0]=1
$C_J_ORDER[1]=2

$C_K[0]=30
$C_K[1]=55
$C_K[2]=33
$C_K_ORDER[0]=1
$C_K_ORDER[1]=2
$C_K_ORDER[2]=3
```

## 循环参数 \$C\_x\_PROG

在 ISO 语言 0 模式中，取决于编程方式（整数或实数）可以按照不同方式计算写入的数值。通过机床数据激活不同的计算方法。

如果该 MD 置位，则控制系统的属性如下：

X100；X 轴运行 100 毫米（100 带小数点）=> 实数

Y200；Y 轴运行 0.2 毫米（200 不带小数点）=> 整数

如果程序段中写入的地址用作循环的过渡参数，则写入的值始终作为实数保存在 \$C\_x 变量中。输入整数时不再可以推断循环中的编程方式（实数或整数），因此也不会在通过换算系数计算写入的数值。

系统变量 \$C\_TYP\_PROG 可提供 REAL 或 INTEGER 编程方式的信息。其结构与 \$C\_ALL\_PROG 和 \$C\_INC\_PROG 相同。如果写入的值为 INTEGER，则该位变为 0。如果为 REAL，则变为 1。如果通过变量 \$<号>对数值进行编程，则相应位也变为 1。

### 示例：

P1234 A100.X100 -> \$C\_TYP\_PROG == 1。

由于只写入了 A 的 REAL 值，因此只有位 0。

P1234 A100.C20.X100 -> \$C\_TYP\_PROG == 5。

位 1 和位 3（A 和 C）

### 限制：

在每个程序段中最多允许写入十个 I、J、K 参数。在变量 \$C\_TYP\_PROG 中，只为 I、J、K 分别配备一个位。因此，应在 \$C\_TYP\_PROG 中将 I、J、K 相应的位设置为 0。从而不推导 I、J 或 K 是 REAL 或 INTEGER。

## 模态调用(G66, G67)

通过 G66 可以调用一个模态生效的宏程序。只有满足规定的条件时，随后才执行给出的宏程序。

- 通过给定“G66 P... L... <参数>”，可以激活模态生效的宏程序。过渡参数的处理和 G65 相同。
- G66 由 G67 取消。

有关模态调用的条件，参见下表：

| 调用条件    | 选择该运行的功能 | 取消该运行的功能 |
|---------|----------|----------|
| 执行运行指令后 | G66      | G67      |

## 给定参数

写入地址 A - Z 可以确定过渡参数。

## 地址和系统变量之间的对应关系

| 地址和变量之间的对应关系 |          |
|--------------|----------|
| 地址           | 系统变量     |
| A            | \$C_A    |
| B            | \$C_B    |
| C            | \$C_C    |
| D            | \$C_D    |
| E            | \$C_E    |
| F            | \$C_F    |
| H            | \$C_H    |
| I            | \$C_I[0] |
| J            | \$C_J[0] |
| K            | \$C_K[0] |
| M            | \$C_M    |
| Q            | \$C_Q    |
| R            | \$C_R    |

| 地址和变量之间的对应关系 |       |
|--------------|-------|
| S            | \$C_S |
| T            | \$C_T |
| U            | \$C_U |
| V            | \$C_V |
| W            | \$C_W |
| X            | \$C_X |
| Y            | \$C_Y |
| Z            | \$C_Z |

#### 地址和系统变量之间的对应关系

必须按照 I、J、K 的顺序才能使用 I、J 和 K。

由于在一个包含宏调用的程序段中可以最多给定 10 次地址 I、J 和 K，因此必须借助索引查找到宏程序内该地址的系统变量。这三个系统变量的句法为 \$C\_I[.], \$C\_J[.] 和 \$C\_K[.]。这些值在数组中按已编程的顺序排列。程序段中写入的地址 I、J 和 K 的数量分别保存在变量 \$C\_I\_NUM、\$C\_J\_NUM 和 \$C\_K\_NUM 中。

和其它变量不同，在读取这三个变量时必须给出索引。循环调用（如 G81）通常使用索引 0。例如：N100 R10 = \$C\_I[0]

| 地址和变量之间的对应关系 |          |
|--------------|----------|
| 地址           | 系统变量     |
| A            | \$C_A    |
| B            | \$C_B    |
| C            | \$C_C    |
| I1           | \$C_I[0] |
| J1           | \$C_J[0] |
| K1           | \$C_K[0] |
| I2           | \$C_I[1] |
| J2           | \$C_J[1] |
| K2           | \$C_K[1] |
| I3           | \$C_I[2] |
| J3           | \$C_J[2] |
| K3           | \$C_K[2] |
| I4           | \$C_I[3] |
| J4           | \$C_J[3] |
| K4           | \$C_K[3] |
| I5           | \$C_I[4] |
| J5           | \$C_J[4] |
| K5           | \$C_K[4] |
| I6           | \$C_I[5] |
| J6           | \$C_J[5] |
| K6           | \$C_K[5] |
| I7           | \$C_I[6] |
| J7           | \$C_J[6] |
| K7           | \$C_K[6] |
| I8           | \$C_I[7] |
| J8           | \$C_J[7] |
| K8           | \$C_K[7] |
| I9           | \$C_I[8] |
| J9           | \$C_J[8] |

| 地址和变量之间的对应关系 |          |
|--------------|----------|
| K9           | \$C_K[8] |
| I10          | \$C_I[9] |
| J10          | \$C_J[9] |
| K10          | \$C_K[9] |

说明

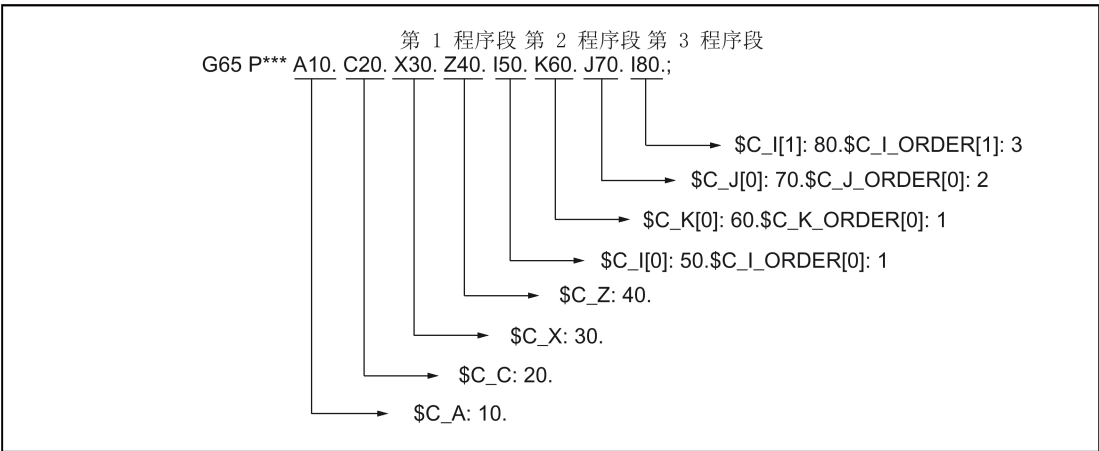
如果在多个程序段中写入地址 I、J、K，则每个程序段中 I/J/K 的顺序应使得变量号和该顺序相符。

给定参数示例

不管何种地址，参数值也可以包含正负号和小数点。

参数值始终保存为实数值。

给定依据示例：



在西门子模式和 ISO 模式中执行宏程序

可以在西门子模式或 ISO 模式中调用已经被调用的宏程序。在宏程序的第一个程序段中确定执行程序的语言模式。

如果在宏程序的第一个程序段中包含指令 PROC <程序名称>，数控系统会自动切换为西门子模式。如果没有该指令，加工在 ISO 模式中进行。

在西门子模式中执行程序可以将过渡参数备份在本地变量中。但是，在 ISO 模式中却不可以将过渡参数保存在本地变量中。

如需读取在 ISO 模式中执行的宏程序的过渡参数，必须借助指令 G290 切换为西门子模式。

举例

带有宏调用的主程序：

```
_N_M10_MPF:
N10 M3 S1000 F1000
N20 X100 Y50 Z33
N30 G65 P10 F55 X150 Y100 S2000
N40 X50
N50 ....
N200 M30
```

西门子模式中的宏程序：

```
_N_0010_SPF:
PROC 0010; 切换入西门子模式
N10 DEF REAL X_AXIS ,Y_AXIS, S_SPEED, FEED
N15 X_AXIS = $C_X Y_AXIS = $C_Y S_SPEED = $C_S FEED = $C_F
N20 G01 F=FEED G95 S=S_SPEED
```

```

...
N80 M17
ISO 模式中的宏程序：
_N_0010_SPF:
G290; 切换入西门子模式
; 读取过渡参数
N15 X_AXIS = $C_X Y_AXIS = $C_Y S_SPEED = $C_S FEED = $C_F
N20 G01 F=$C_F G95 S=$C_S
N10 G1 X=$C_X Y=$C_Y
G291; 切换入 ISO 模式
N15 M3 G54 T1
N20
...
N80 M99

```

#### 4.4.6.3 通过 G 功能调用宏 ( G21 )

##### 宏调用

通过 G 号调用宏的方式和 G65 类似。

通过机床数据可以配置 50 个 G 功能的替代功能。

10816 \$MN\_EXTERN\_G\_NO\_MAC\_CYCLE 以及

10817 \$MN\_EXTERN\_G\_NO\_MAC\_CYCLE\_NAME。

程序中写入的参数保存在 \$C\_ 变量中。通过地址 L 可以确定重复执行宏的次数。在变量 \$C\_G 中保存了写入的 G 宏指令的编号。程序段中写入的所有其它 G 功能都作为普通 G 功能处理。程序段中的地址和 G 功能写入顺序是任意的，对功能没有影响。

该程序段中写入的参数的详细信息请参见章节“调用宏程序(G65, G66, G67)”。

##### 限制

- 只有在 ISO 模式中才能通过一个 G 功能调用宏指令 ( G290 )。
- 每个零件程序行只可以替换一个 G 功能 ( 或通常只有一个子程序调用 )。和其它子程序调用出现冲突时，例如：子程序模态生效，则输出报警 12722“程序段中存在多个 ISO\_M/T 宏或多个循环调用”。
- 一个 G 宏指令生效时，不能调用其它 G 宏指令或 M 宏指令或 M 子程序。此时，M 宏指令或 M 子程序的执行和 M 功能一样。存在相应 G 功能时，G 宏指令的执行方式和 G 功能一样；若不存在相应 G 功能，会输出报警 12470“未知 G 功能”。
- 此外，G65 的限制同样生效。

##### 组态实例

通过 G 功能 G21 调用子程序 G21\_MAKRO：

```

$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE[0] = 21
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE_NAME[0] = "G21_MAKRO"
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE[1] = 123
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE_NAME[1] = "G123_MAKRO"
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE[2] = 421
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE_NAME[2] = "G123_MAKRO"

```

##### 编程示例

```

PROC MAIN
. . .
N0090 G291 ; ISO 模式

```

|                                        |                                                                                                                 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N0100 G1 G21 X10 Y20 F1000 G90         | ; 调用 G21_MAKRO.spf ,<br>; G1 和 G90 在<br>; 调用<br>; G21_MAKRO.spf 前激活                                             |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| N0500 G90 X20 Y30 G123 G1 G54          | ; 调用 G123_MAKRO.spf ,<br>; G1、G54 和 G90 在<br>; 调用<br>; G123_MAKRO.spf 前激活                                       |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| N0800 G90 X20 Y30 G421 G1 G54          | ; 调用 G123_MAKRO.spf ,<br>; G1、G54 和 G90 在<br>; 调用<br>; G123_MAKRO.spf 前激活                                       |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| N0900 M30                              |                                                                                                                 |
| PROC G21_MAKRO                         |                                                                                                                 |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| N0010 R10 = R10 + 11.11                |                                                                                                                 |
| N0020 IF \$C_X_PROG == 0               |                                                                                                                 |
| N0030 SETAL(61000)                     | ; 没有正确传送写入的变量<br>;                                                                                              |
| N0040 ENDIF                            |                                                                                                                 |
| N0050 IF \$C_Y_PROG == 0               |                                                                                                                 |
| N0060 SETAL(61001)                     |                                                                                                                 |
| N0070 ENDIF                            |                                                                                                                 |
| N0080 IF \$C_F_PROG == 0               |                                                                                                                 |
| N0090 SETAL(61002)                     |                                                                                                                 |
| N0100 ENDIF                            |                                                                                                                 |
| N0110 G90 X=\$C_X Y=\$C_Y              |                                                                                                                 |
| N0120 G291                             |                                                                                                                 |
| N0130 G21 M6 X100                      | ; G21->激活公制尺寸系统 ( 没有调用宏 )<br>;                                                                                  |
| N0140 G290                             |                                                                                                                 |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| N0150 M17                              |                                                                                                                 |
| PROC G123_MAKRO                        |                                                                                                                 |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| N0010 R10 = R10 + 11.11                |                                                                                                                 |
| N0020 IF \$C_G == 421 GOTOF label_G421 | ; G123 的宏功能                                                                                                     |
| N0040 G91 X=\$C_X Y=\$C_Y F500         |                                                                                                                 |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| N1990 GOTOF label_end                  |                                                                                                                 |
| N2000 label_G421:                      | ; G421 的宏功能                                                                                                     |
| N2010 G90 X=\$C_X                      |                                                                                                                 |
| Y=\$C_Y F100                           |                                                                                                                 |
| N2020                                  |                                                                                                                 |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| . . .                                  |                                                                                                                 |
| N3000 G291                             |                                                                                                                 |
| N3010 G123                             | ; 输出报警 12470 , 因为 G123 不是<br>; G 功能 , 宏生效时<br>; 不能调用<br>;<br>; 宏。例外 : 该宏指令作为子程序<br>; 由 CALL<br>; G123_MAKRO 调用。 |
| N4000 label_end:G290                   |                                                                                                                 |
| N4010 M17                              |                                                                                                                 |

## 4.4.7 附加功能

### 4.4.7.1 轮廓重复(G72.1, G72.2)

通过 G72.1 和 G72.2 可以重复加工已经写入的轮廓。借助该功能可以创建线性复制件 ( G72.2 ) 或回转复制件 ( G72.1 ) 。

#### 格式

G72.1 X... Y... (Z...) P... L... R...

X, Y, Z : 旋转坐标的参考点

P : 子程序号

L : 子程序运行次数

R : 旋转角度

通过 G72.1 可以多次调用包含待复制轮廓的子程序。在调用每个子程序前，坐标系统特定角度旋转。坐标系沿着垂直于所选平面的轴旋转。

G72.2 I... J... K... P... L...

I, J, K : 调用子程序前 X、Y、Z 轴应到达的位置。

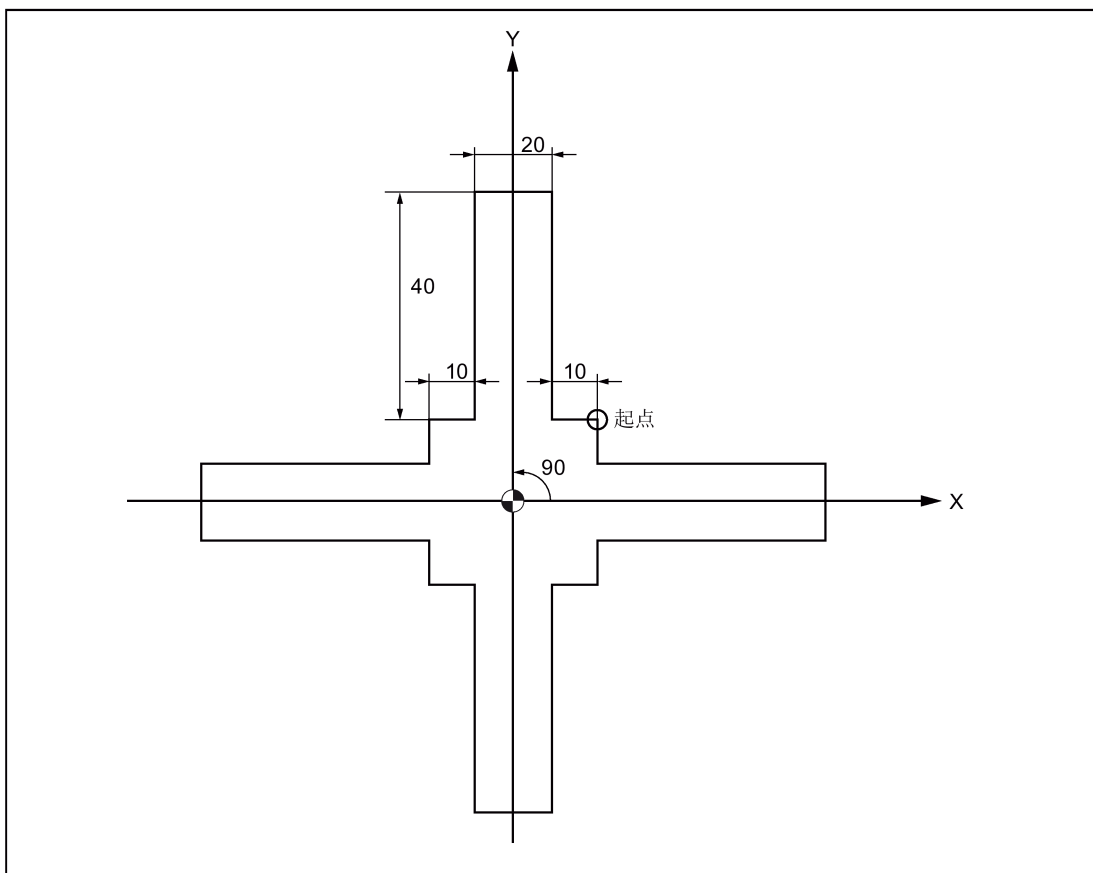
P : 子程序号

L : 子程序运行次数

通过 G72.2 可以多次调用包含待重复轮廓的子程序。调用每个子程序前必须以增量方式运行 I、J 和 K 写入的轴。借助循环 (CYCLE3721)按照地址“L”下写入的重复次数多次调用子程序。调用每个子程序前，轴运行 I、J 和 K 写入的、由起点计算得出的一段增量行程。

#### 举例

通过 G72.1 重复轮廓：



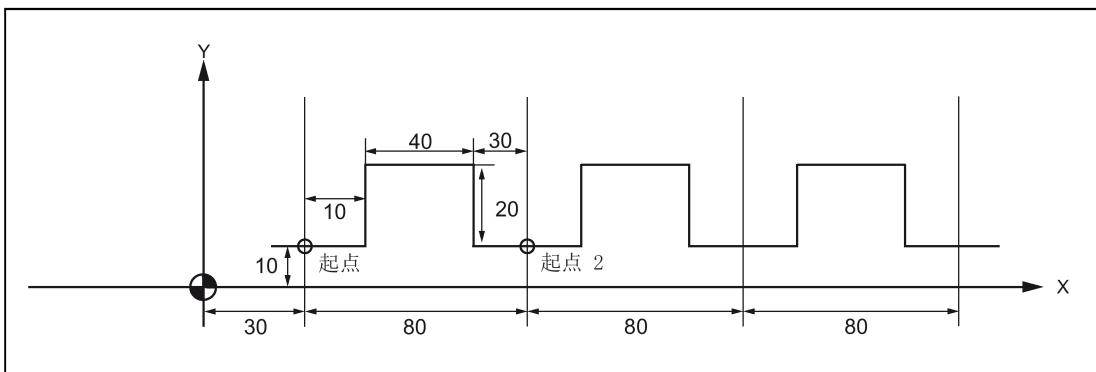
#### Main program ( 主程序 )

```
N10 G92 X40.0 Y50.0
N20 G01 G90 G17 G41 Z0 Y20 G43H99 F1000
N30 G72.1 P123 L4 X0 Y0 R90.0
N40 G40 G01 X100 Y50 Z0
N50 G00 X40.0 Y50.0 ;
N60 M30 ;
```

#### 子程序 1234.spf

```
N100 G01 X10.
N200 Y50.
N300 X-10.
N400 Y10.
N500 X-20.
N600 M99
```

通过 G72.2 重复轮廓：



#### Main program ( 主程序 )

```
N10 G00 G90 X0 Y0
N20 G01 G17 G41 X30.Y0 G43H99 F1000
N30 Y10.
N40 X30.
N50 G72.2 P2000 L3 I80.J0
```

#### 子程序 2000.mpf

```
G90 G01 X40.
N100 Y30.
N200 G01 X80.
N300 G01 Y10.
N400 X110.
500 M99
```

### 4.4.7.2 DryRun 和跳转级的切换模式

跳转级的切换(DB3200.DBB2)总是会影响程序运行，它会引起轨迹上短时间速度骤降。同样 DryRun (DryRun = 空运行进给 DB3200.DBX0.6)的切换，即 DryRunOff 和 DryRunOn 之间的切换也会引起速度骤降。

现在使用一个具备有限功能的新切换模式可以避免出现该现象。

跳转级切换时，即 PLC 中的新值 -> NCK-Chan 接口信号 DB3200.DBB2，借助机床数据设置 10706 \$MN\_SLASH\_MASK==2 不再需要速度骤降。

---

#### 说明

NCK 分两个阶段处理程序段：预处理和主处理（也称为预运行和主运行）。预处理的结果进入预存处理存储器。主处理读取预处理存储器中最早的程序段并按照几何数据运行。

---

---

## 说明

借助机床数据设置 \$MN\_SLASH\_MASK==2 可以在跳转级切换时切换预处理！按照旧的跳转级运行所有位于预处理存储器中的程序段。通常用户不能控制预处理存储器的数据容量。因此，用户会发现：**切换结束后新的跳转级会在“某一时间”生效。**

---

## 说明

零件程序指令 STOPRE 可清空预处理存储器。如果在 STOPRE 前切换跳转级，STOPRE 的所有程序段肯定会被切换。隐含指令 STOPRE 也是如此。

---

借助机床数据 10704 \$MN\_DRYRUN\_MASK==2，切换 DryRun 模式时不需要速度骤降。此时也只切换预处理，并产生上文所提及的限制条件。因此同样：**DryRun 模式切换后新的模式会在“某一时间”生效。**

---

## 商标

所有带有标记符号 © 的都是西门子股份有限公司的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

## 责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

Siemens AG  
Division Digital Factory  
Postfach 48 48  
90026 NÜRNBERG  
德国

编程和操作手册 ( ISO 车削/铣削 )  
6FC5398-0DP40-0RA3, 09/2017