220/22/21系列

车削类数控系统
编程手册

B068B-5402-W54N-0002

.

220/22/21系列车削类数控系统 编程手册 B068B-5402-W54N-0002

2024.4

产品使用注意事项

在对本产品进行安装连接、编程和操作之前，必须详细阅读本说明书以及机床厂家提供的说明书，严格按照说明书的要求进行操作，否则可能导致产品损坏、工件报废甚至人身伤害。

本说明书描述的产品功能、技术指标仅针对本产品。安装了本产品的数控机床的实际功能和技术性能由机床厂家的设计决定，关于数控机床的具体指标请以机床厂家的说明书为准。

本说明书的内容可能随产品更新而变动，恕不另行通知。

本产品支持电子盘功能。机床调试完毕后，请将系统参数备份在电子盘中。当机床运行过程中发生数据紊乱或工作异常等情况时，读取电子盘操作可使系统快速恢复到备份前的状态。

本说明书适用 220、22、21 系列所有型号数控系统，每个型号数控系统应该具备的功能以相关数控系统规格说明书为准。

本说明书的版权归系统系统厂家所有。如有疑问，请垂询我系统厂家技术人员。

目 录

1 G 代码功能 1

2 常用 G 代码说明(A 体系) 6

2.1 G00-快速定位 6
2.2 G01-直线插补 6
2.3 G02、G03-圆弧插补 8
2.4 G04-暂停 16
2.5 G04.1-通道同步等待指令 16
2.5.1 同步地址简化功能 17
2.6 G10-可编程数据输入 19
2.6.1 用 G10 输入刀具补偿量 19
2.6.2 用 G10 变更工件坐标系 20
2.7 G10.9-直径和半径可编程切换 20
2.8 G17~G19-工作平面选择 21
2.9 G20、G21-英制与公制的转换 21
2.10 G28~G30-参考点功能 23
2.10.1 G28-返回第 1 参考点 23
2.10.2 G29-从参考点移动 24
2.10.3 G30-自动返回第 2、第 3 参考点 24
2.11 G31-跳跃机能 25
2.12 G32-等螺距螺纹切削 28
2.13 G34-变螺距螺纹切削 34
2.14 G40~G42-刀尖半径补偿 35
2.14.1 概要 35
2.14.2 假想刀尖 35
2.14.3 补偿指令 39
2.14.4 刀尖半径补偿的注意事项 43
2.15 G50-工件坐标系设定/主轴最高转速限制 44
2.16 G51.2-主轴比例控制(SPRC) 46
2.16.1 SPRC 格式及说明 47
2.16.2 G51.2/G50.2-启动/停止多边形切削 51
2.16.3 G51.2/G50.2-启动/停止主轴同步对接 52
2.17 G52-局部坐标系 54
2.18 G53-机床坐标系定位 55
2.19 G54~G59、G54Pn-选择工件坐标系 56
2.20 G70~G76-复合型车削固定循环 58
2.20.1 G70-精加工循环 58
2.20.2 G71-外圆粗车循环 59

2.20.3 G72-端面粗车循环 66
2.20.4 G73-封闭切削循环 71
2.20.5 G74-端面(Z 轴)啄式加工循环 75
2.20.6 G75-横向(X 轴)啄式加工循环 77
2.20.7 G76-复合型螺纹切削循环 79
2.20.8 复合型固定循环(G70~G76)的注意事项 90
2.21 G80~G89-钻孔固定循环 91
2.21.1 G80-固定循环取消 94
2.21.2 G83、G87-正面、侧面钻孔循环 95
2.21.3 G84、G88-正面、侧面刚性攻丝循环 102
2.21.4 G85、G89-正面、侧面镗孔循环 110
2.22 G90~G94-单一型固定循环 113
2.22.1 G90-外圆/内圆车削循环 114
2.22.1.1 圆柱切削循环 114
2.22.1.2 圆锥切削循环 117
2.22.2 G92-螺纹切削循环 119
2.22.3 G93-模拟主轴攻丝 125
2.22.4 G94-端面车削循环 126
2.22.4.1 端面切削循环 126
2.22.4.2 锥度端面切削循环 127
2.22.5 单一型固定循环的增强应用 129
2.23 G96/G97-启用/取消恒线速控制 133
2.24 G98、G99-进给量单位设定 136
2.25 NC/,C、NR/,R-倒角和倒圆编程 137
2.26 NA/,A-直线角度编程 140
2.27 小数点编程 142

3 特殊 G 代码说明(A 体系) 144

3.1 G04-多级跳转功能 144
3.2 G04.9-断屑功能 145
3.2.1 G04.9-粗加工断屑 145
3.2.2 G04.9-螺纹断屑 146
3.3 G05-高速高精控制 147
3.4 G07.1-圆柱插补 151
3.5 G07.2-数字主轴螺纹插补 154
3.6 G12.1/G13.1-启动/取消极坐标插补 157
3.7 G16/G15-开始/取消极坐标方式 159
3.8 G27-返回参考点检查 164
3.9 G31-多级跳转/转矩限制跳转 164
3.9.1 G31-多级跳转功能 164
3.9.2 G31-转矩限制跳转功能 165
3.10 G36、G37-自动刀具测量补偿 166

3.11 G54.9-笛卡尔坐标轴设定 169
3.12 G68/G69-刀具 X 轴镜像 172
3.13 G78.1-数字主轴螺纹切削循环 172
3.14 G153-快速机床坐标系定位 179
3.15 G162、G163-椭圆指令 181
3.16 G172-抛物线指令 182

4 M、S、T 指令说明 184

4.1 辅助功能(M 代码) 184
4.1.1 M 代码说明 184
4.1.2 程序控制相关 M 代码 184
4.1.3 机床控制相关 M 代码 185
4.1.3.1 主轴相关 M 代码 185
4.1.3.2 当前主轴 186
4.1.3.3 自定义主轴 M 代码 187
4.1.3.4 机床功能 M 代码 188
4.2 速度指令(S 代码) 189
4.3 刀具功能(T 代码) 190

5 程序的构成 196

5.1 程序 196
5.1.1 主程序和子程序 196
5.1.1.1 主程序 196
5.1.1.2 子程序(M98、M99) 196
5.1.2 程序号 201
5.1.3 顺序号和程序段 201
5.1.4 跳过任选程序段 201
5.1.5 注释 202
5.1.6 字和地址 203
5.1.6.1 基本 NC 字和地址 203
5.1.6.2 扩展 NC 字和地址 203
5.1.7 基本地址和指令值范围 204
5.2 程序结束 205
5.3 文件结束 205

6 快速入门操作说明 206

6.1 对刀操作 206
6.1.1 绝对对刀 206
6.1.2 相对对刀 207
6.1.3 中心对刀 210
6.2 程序编辑 212
6.2.1 概述 212

6.2.2 本地程序编辑 214
6.2.2.1 新建程序 214
6.2.2.2 删除程序 214
6.2.2.3 删除一个或多个程序段 215
6.2.2.4 块编辑 215
6.2.2.5 撤消 217
6.2.2.6 注释 217
6.2.2.7 编辑设置 218
6.2.3 后台编辑 220
6.2.4 U 盘程序编辑 221
6.2.4.1 U 盘文件传输 222
6.2.4.2 打开 U 盘程序 222
6.2.4.3 编辑 222
6.2.4.4 U 盘文件保存 223
6.2.4.5 U 盘文件关闭 223
6.2.4.6 U 盘文件运行 223
6.2.5 网络程序编辑 223
6.2.5.1 网络文件打开 223
6.2.5.2 网络文件关闭 225
6.2.5.3 网络文件运行 225
6.2.5.4 网络程序编辑 225
6.3 试运行 225
6.3.1 图形模拟 225
6.3.2 自动手轮功能 226
6.3.3 单段功能 226
6.4 安全操作 226
6.4.1 紧急操作 226
6.4.1.1 复位 226
6.4.1.2 急停 226
6.4.1.3 切断电源 227
6.4.2 超程防护 227
6.4.2.1 软件超程防护 227
6.4.2.2 硬件超程防护 227

1 G 代码功能

准备功能由 G 代码（G 地址及其后数值）表示，规定其所在的程序段的意义。

格式

格式 1：Gxxxx

4 位数 G 代码

格式 2：Gab.c

2 位数带 1 位小数 G 代码，等价于 Gcab。如：G03.2 可写为 G203。

注

1 自定义 G 代码范围为 G0~G9999，但是 G999 以后 G 代码无法用格式 2 表示。

2 G 代码中开头的零可以省略。如：G03 可写为 G3，G03.2 可写为 G3.2，G0100 可写为 G100 等。但 G00 最多略写为 G0。

类型

类型 1：非模态 G 代码

只在被指令的程序段有效

类型 2：模态 G 代码

在同组其它 G 代码指令前一直有效

例

G00 和 G01 为同组模态 G 代码。加工程序如下：

G00 X__；　（G00 有效）

Z__；　（G00 有效）

G01 X__；　（G01 有效）

Z__；　（G01 有效）

G 代码列表

参数 GSP（P1.6）	G 代码体系
0	G 代码体系 A
1	G 代码体系 B

A 体系	B 体系	组别	功能
G04	G04	00	暂停，准停
G104(G04.1)	G104(G04.1)		通道同步等待指令
G204(G04.2)	G204(G04.2)		等待辅助通道结束指令
G904(G04.9)	G904(G04.9)		断屑功能
G10	G10		可编程数据输入
G27	G27		返回参考点检查

A 体系	B 体系	组别	功能
G28	G28		返回参考点

A 体系	B 体系	组别	功能
G29	G29	00	从参考点移动
G30	G30		返回第 2、第 3 参考点
G31	G31		跳跃机能
G36	G36		各轴自动刀偏设定
G37	G37		各轴自动刀偏设定
G50	G92		工件坐标系设定/主轴最高转速钳制
G52	G52		局部坐标系设定
G53	G53		机床坐标系定位
G153(G53.1)	G153(G53.1)		机床坐标系定位（快速移动）
G154(G54.1)	G154(G54.1)		轴地址替换
G65	G65		宏程序调用命令
G70	G70		精加工循环
G71	G71		外圆粗车循环
G72	G72		端面粗车循环
G73	G73		封闭切削循环
G74	G74		端面深孔加工循环
G75	G75		端面深孔加工循环
G76	G76		复合形螺纹切削循环
G910(G10.9)	G910(G10.9)		直径半径可编程切换
G954(G54.9)	G954(G54.9)		笛卡儿坐标系坐标轴设定
G107(G07.1)	G107(G07.1)		圆柱插补
G05	G05		高速高精控制指令
G07	G07		假想轴插补
G207(G07.2)	G207(G07.2)		数字主轴螺纹插补
G351(G51.3)	G351(G51.3)		启动 RC 控制器
G350(G50.3)	G350(G50.3)		停止 RC 控制器
G251(G51.2)	G251(G51.2)		停止 SPRC 控制器
G250(G50.2)	G250(G50.2)		停止 SPRC 控制器
G307(G07.3)	G307(G07.3)		主插补轴命令
G65.1	G65.1		指令数据输出
★G00	★G00	01	快速定位（快速移动）
G01	G01		直线插补（切削进给）
G02	G02		圆弧插补 CW（顺时针）
G03	G03		圆弧插补 CCW（逆时针）
G02.1	G02.1		空间三点圆弧插补
G02.2	G02.2		平面等速螺线插补 CW（顺时针）
G03.2	G03.2		平面等速螺线插补 CCW（逆时针）
G02.3	G02.3		空间等速螺线插补 CW（顺时针）
G03.3	G03.3		空间等速螺线插补 CCW（逆时针）

G02.4	G02.4		平面等角螺线插补 CW（顺时针）
A 体系	**B 体系**	**组别**	**功能**
G03.4	G03.4	01	平面等角螺线插补 CCW（逆时针）
G02.5	G02.5		空间等角螺线插补 CW（顺时针）
G03.5	G03.5		空间等角螺线插补 CCW（逆时针）
G32	G32		等距螺纹切削
G34	G34		变螺距螺纹切削
G90	G77		外圆、内圆车削循环
G92	G78		螺纹切削循环
G93	G93		模拟主轴攻丝固定循环
G94	G79		端面切削循环
G178(G78.1)	G178(G78.1)		数字主轴螺纹切削循环
G17	G17	02	XY 平面选择
★G18	★G18		ZX 平面选择
G19	G19		YZ 平面选择
—	★G90	03	绝对值编程
—	G91		增量值编程
—	★G98	04	在固定循环中返回初始平面
—	G99		在固定循环中返回 R 点平面
★G54	★G54	05	工件坐标系 1
G55	G55		工件坐标系 2
G56	G56		工件坐标系 3
G57	G57		工件坐标系 4
G58	G58		工件坐标系 5
G59	G59		工件坐标系 6
G20	G20	06	英制数据输入
G21	G21		公制数据输入
★G40	★G40	07	刀尖半径补偿取消
G41	G41		刀尖半径补偿（左）
G42	G42		刀尖半径补偿（右）
★G80	★G80	09	固定循环取消
G83	G83		深孔钻循环
G87	G87		深孔钻循环
G84	G84		正面刚性攻丝循环
G88	G88		侧面刚性攻丝循环
G85	G85		正面镗孔循环
G859	G89		侧面镗孔循环

A 体系	B 体系	组别	功能
★G98	★G94	10	每分钟进给
G99	G95		每转进给
★G15	★G15	11	取消极坐标指令注销方式
G16	G16		开始极坐标指令指定方式
—	★G50	12	比例缩放取消
—	G51		比例缩放开始
G168(G68.1)	G168(G68.1)	13	坐标旋转开始
★ G169(G69.1)	★ G169(G69.1)		坐标旋转取消
G96	G96	14	恒线速 ON
★G97	★G97		恒线速 OFF
G68	G68	15	X 轴镜像 ON
★G69	★G69		X 轴镜像 OFF
★ G113(G13.1)	★ G113(G13.1)	16	极坐标插补取消
G112(G12.1)	G112(G12.1)		极坐标插补开始

- **相关参数**

2500	G01						FPT	

[数据类型] 位型

7 G01 加电时为 G00/G01

0：G00

1：G01

1 FPT 上电时为每分进给或每转进给

0：每分进给

1：每转进给

2502						RSTFPT	RSTG40	RSTG01

[数据类型] 位型

2 RSTFPT 复位恢复为 FPT 参数设置（录入方式参数无效）

0：不恢复

1：恢复

1 RSTG40 复位恢复为 G40（录入方式参数无效）

0：不恢复

1：恢复

0 RSTG01 复位恢复为 G01 参数设置（录入方式参数无效）

0：不恢复

1：恢复

2 常用 G 代码说明(A 体系)

2.1 G00-快速定位

用 G00 定位，刀具以快速移动速度移动到由 X(U)、 Z(W)指定的位置。

格式

G00 X(U)__ Z(W)__ ;

X(U)：X 向定位终点的绝对（U 为增量值编程指令，是指刀具移动的距离）坐标值。

Z(W)：Z 向定位终点的绝对（W 为增量值编程指令，是指刀具移动的距离）坐标值。

分号“;”：表示程序段结束。

说明

G00 为 01 组代码，指定 G00 后，在指定同组 G 代码前一直有效。

G00 使用直线插补方式定位。刀具沿着直线移动到指定点，运行轨迹与 G01 相同。刀具在最短的时间定位，各轴定位速度不超过各自的“快速速率”(P0711)。但要注意的是，此时仍然是各轴独立控制加减速，由参数“快速加减速曲线”(P6412)控制。

示例

例，如图所示，刀具从 A 点快速定位到 B 点。

（公制输入，X 轴直径编程）

编程如下：

G00 X30.0 Z5.0; //绝对值编程 A→B

或

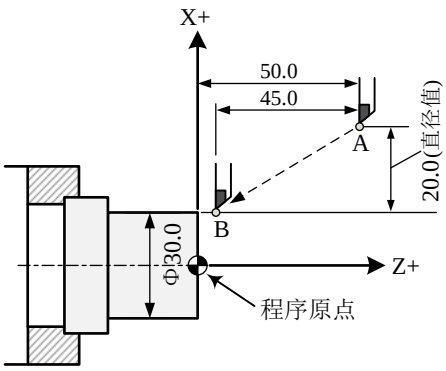
G00 U-20.0 W-45.0; //增量值编程 A→B

或

G00 X30.0 W-45.0; //混合编程 A→B

或

G00 U-20.0 Z5.0; //混合编程 A→B



2.2 G01-直线插补

G01 是以当前点为起点，用 X(U)、 Z(W)指定终点，以 F 值为指定速度，从当前点到终点做直线插补运动的切削指令。

格式

G01 X(U)__ Z(W)__ F__ ;

X(U)：X 向插补终点的绝对（U 为增量值编程指令，是指刀具移动的距离）坐标值。

Z(W)：Z 向插补终点的绝对（W 为增量值编程指令，是指刀具移动的距离）坐标值。

F：刀具的进给速度，G98 模式下单位为 mm/min(inch/min)，G99 模式下单位为 mm/rev(inch/min)。

说明

F 指定的进给速度为模态值，在指定新值前总是有效，因此不需对每个程序段一一指定。

由 F 指定的速度是刀具沿着直线移动的合成速度。若没有在任何情况下指定过 F，

则发出报警（PS0011）。

沿各轴方向的速度如下：

G01 Xα Zγ Ff ;

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

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

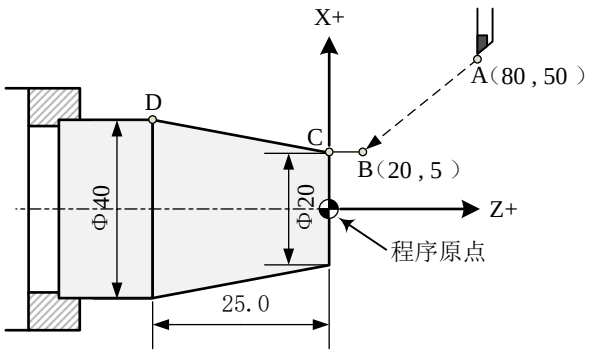
$L = \sqrt{\alpha^2 + \gamma^2}$

示例

例，如图所示，刀具从 C 点直线切削进给到 D 点。

（公制输入，X 轴直径编程）

```
O0008;
G98;              //指定每分钟进给
T01;              //使用 1 号刀具
M03 S800;         //主轴正转，转速 800 rpm
G0 X20.0 Z5.0;    //快速移动至 B
G01 Z0.0 F100.0;  //直线切削 B→C
//切削进给速率 100mm/min
G01 X40.0 Z-25.0 F100.0;   //绝对值编程 C→D
或
G01 U20.0 W-25.0 F100.0;   //增量值编程 C→D
G0 X80.0 Z50.0;   //退回安全点 A
M05;              //主轴停止
M30;              //程序结束
```



2.3 G02、G03-圆弧插补

在指定平面上，使刀具沿着圆弧进行切削运动。

格式

XpYp（G17）平面的圆弧

$$G177 \begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} X(U)_\ Y(V)_ \begin{Bmatrix} R_ \\ I_\ \ J_ \end{Bmatrix} F_\ ;$$

ZpXp（G18）平面的圆弧

$$G178 \begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} X(U)_\ Z(W)_ \begin{Bmatrix} R_ \\ I_\ \ K_ \end{Bmatrix} F_\ ;$$

YpZp（G19）平面的圆弧

$$G179 \begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} Y(V)_\ Z(W)_ \begin{Bmatrix} R_ \\ J_\ \ K_ \end{Bmatrix} F_\ ;$$

项目	指定内容	命令	描述
1	工作平面	G17、G18、G19	平面圆弧指定
2	插补方向	G02	顺时针圆弧插补（CW）
		G03	逆时针圆弧插补（CCW）
3	终点位置或距离	X、Y、Z 中的两轴	绝对坐标系中的终点位置

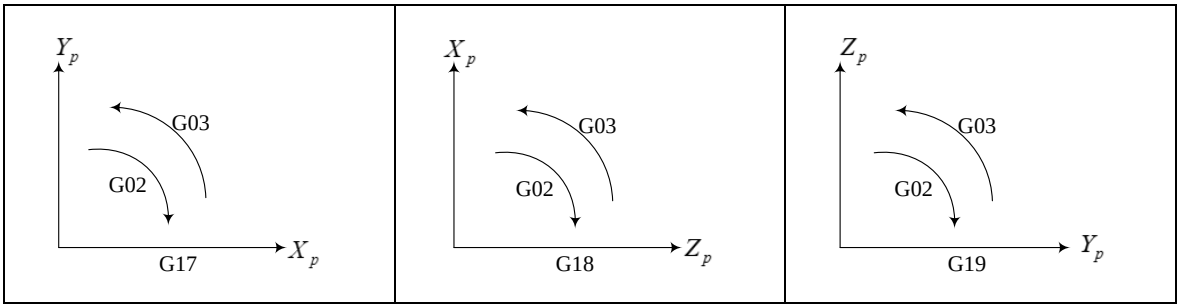
项目	指定内容	命令	描述
1	工作平面	G17、G18、G19	平面圆弧指定
		U、V、W 中的两轴	从始点坐标到终点坐标的距离

项目	指定内容	命令	描述
4	圆心位置或半径	I、J、K	从始点坐标到圆心坐标的距离
		R	圆弧半径
5	进给速度	F	圆弧进给的切线速度

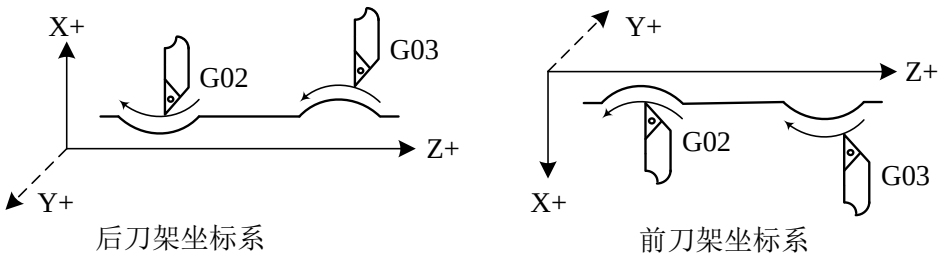
说明

- **圆弧插补的方向**

所谓顺时针（G02）和逆时针（G03）是指在右手直角坐标系中，对于 ZpXp 平面（XpYp 平面、YpZp 平面） 从 Yp 轴（Zp 轴、Xp 轴） 的正方向往负方向看而言，如下图所示：



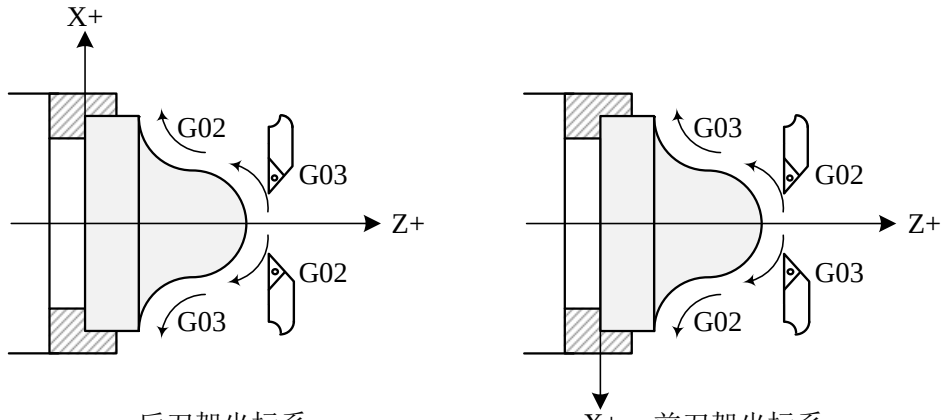
ZpXp（G18）平面



后刀架坐标系　　前刀架坐标系

- **圆弧代码轨迹**

ZpXp（G18）平面

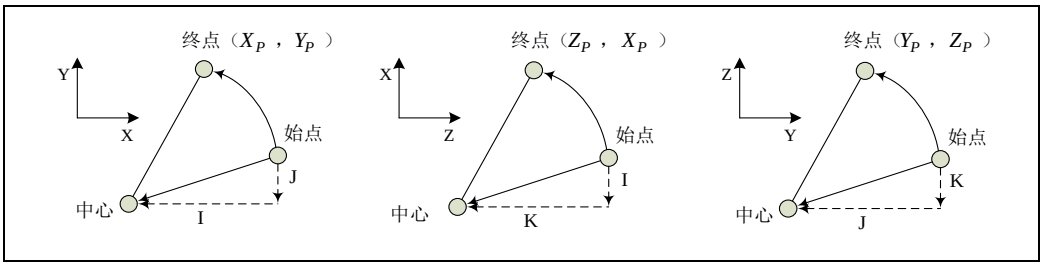


- **圆弧上的移动量**

对于 G 代码体系 A，用地址 Xp、Yp 或 Zp 指定圆弧终点的绝对值，用地址 U、V 或 W 指定增量值；对于 G 代码体系 B，用地址 Xp、Yp 或 Zp 指定圆弧的终点，G90 指令下表示绝对值，G91 指令下表示增量值。增量值是从圆弧始点到终点的距离值。

- **圆弧中心**

圆弧中心用地址 I、J、K 指定，它们分别对应于 Xp、Yp、Zp。I、J、K 后面的数值是从圆弧始点到圆心的矢量分量，是含符号的增量值。I、 J、 K 方向与 X、Y、Z 轴正方向相同时， 则取正值 ；反之 ，则取负值。如下图所示：



- **圆弧半径**

圆弧 I/J/K/R 支持 15 位数据，3 位小数时最大值 999999999999.999

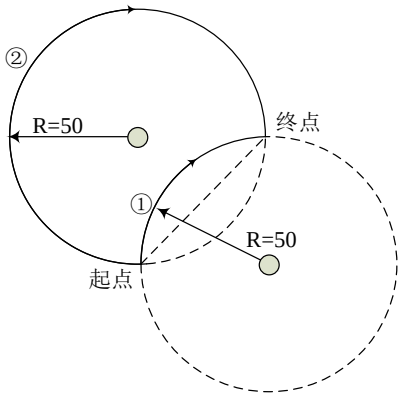
（半径编程）

①的圆弧小于 180° 时，

执行 G 代码 G02 U60.0 W50.0 R50.0 F300.0 ;

②的圆弧大于 180° 时，

执行 G 代码 G02 U60.0 W50.0 R-50.0 F300.0 ;



- **圆弧中心检查功能**

2501	RIKALM							

[数据类型] 位型

RIKALM

0：G02，G03 未指令圆心位置时不报警

1：G02，G03 未指令圆心位置时报警

注

当参数“RIKALM”设为 1 时，该功能有效。G02/G03 未指令圆心或者圆心错误时发出 PS329 报警：“G02/G03 未指令圆心位置或圆心位置指令错误”。

包括以下情况：

1 指令“R0”，立即报警

2 指令“I0 J0 K0”，立即报警

3 同时用 R 和 IJK 指令圆心时，立即报警

4 未指令 R 和 IJK 时，若当前段包括 G02/G03，则立即报警；若当前是 G02/G03 模态，则指令轴运动时报警

2501		IJK0ALM						

[数据类型] 位型

IJK0ALM

0：G02，G03 编入平面外 IJ 或者 K 值为 0 时不报警

1：G02，G03 编入平面外 IJ 或者 K 值为 0 时报警

注

1 当参数“IJK0ALM”设为 1 时，平面外编入 I0/J0/K0 报警 PS21：“G02/G03 平面指定错”。

2 当参数“IJK0ALM”设为 0 时，平面外编入 I0/J0/K0，不发生报警；编入非 0 值时发生报警 PS21：“G02/G03 平面指定错”。

- **进给速度**

圆弧插补的进给速度用 F 指定，为刀具沿着圆弧切线方向的速度。

注

1 当 I、J 或 K 为 0 时，该地址可以省略。

2 终点与起点位置相同时使用 I、J、K 指定圆心，则指定的是一个整圆。

3 终点与起点位置相同时使用 R，则生成 0 度的弧，即不移动。

4 刀具实际移动速度相对于指定速度的误差在±2%以内，而指定速度是刀具沿着半径补偿后的圆弧运动的速度。

5 R 指令圆弧半径时，需满足$2R + e \geq \overrightarrow{AB}$，e 为“圆弧起点和终点极半径允许偏差量”（P6450），$\overrightarrow{AB}$为圆弧起点到终点的矢量大小，否则系统报警。

6 通过指令 G54.9 Pijk，可实现任意两轴圆弧插补。G54.9 的设定对本指令的格式会产生影响。此时，Xp、Yp、Zp 分别为 G54.9 设定的第 1/2/3 个轴。

示例

- **ZpXp（G18）平面圆弧**

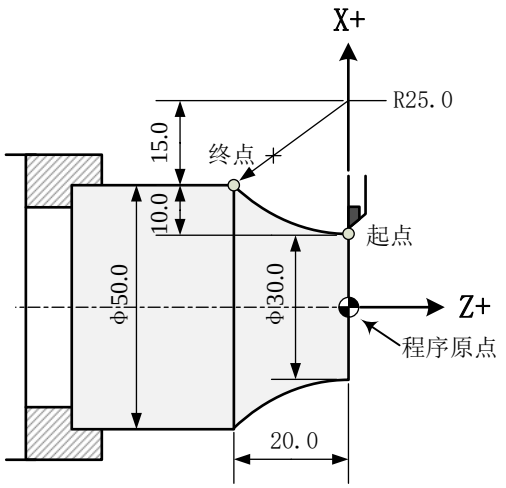
示例 1，把图中的轨迹分别用绝对方式和增量方式编程：

绝对方式

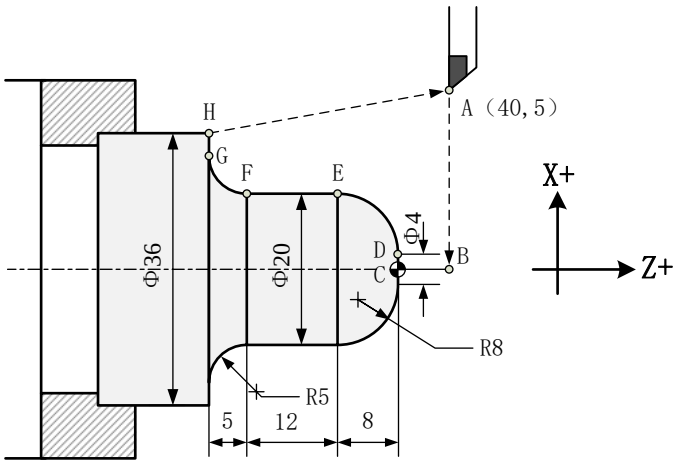
```
G01 X30.0 Z0.0 F100;          //起点位置
G02 X50.0 Z-20.0 I25.0 F30.0;     //I，K 指定，K0 省略
或
G01 X30.0 Z0.0 F100;          //起点位置
G02 X50.0 Z-20.0 R25.0 F30.0;     //R 指定
```

增量方式

```
G01 X30.0 Z0.0 F100;              //起点位置
G02 U20.0 W-20.0 I25.0 F30.0;     //I，K 指定，K0 省略
或
G01 X30.0 Z0.0 F100;          //起点位置
G02 U20.0 W-20.0 R25.0 F30.0; //R 指定
```



示例 2，编写示图零件的轮廓程序

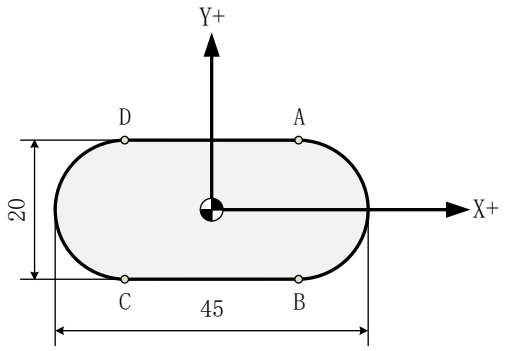


（公制输入，X 轴直径编程）

```
O0801;
G98;                          //指定每分钟进给
T03;                          //使用 3 号刀具
M03 S1200;                    //主轴正转，转速 1200rpm
M08;                          //打开切削液
G18;                          //指定 XZ 加工平面（默认为 G18 平面）
G0 X40.0 Z5.0;                //快速定位到 A
G0 X0.0;                      //A→B
G1 Z0.0 F120.0;                   //直线切削 B→C，进给速度 120mm/min
X4.0 F100.0;                  //直线切削 C→D，进给速度 100mm/min
G3 X20.0 Z-8.0 R8.0 F100.0;       //逆时针圆弧切削 D→E，半径 8mm
G1 Z-20.0;                    //直线切削 E→F
G2 X30.0 Z-25.0 R5.0 F100.0;      //顺时针圆弧切削 F→G，半径 5mm
G1 X36.0;                     //直线切削 G→H
G0 X40.0 Z5.0;                //快速定位 H→A
M09;                          //关闭切削液
M05;                          //主轴停止
M30;                          //程序结束
```

- **XpYp（G17）平面圆弧**

例，编写示图零件的轮廓程序

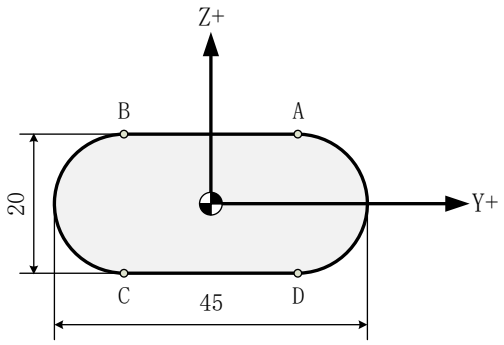


（公制输入，X 轴直径编程，Y 轴半径编程，以车铣复合为例）
（预设切削顺序 A→B→C→D，使用直径 8mm 的铣刀，设定刀尖半径为 4mm，刀尖方向为 0）

```
O0802;
T21;                        //使用 21 号刀具
G98;                        //每分钟进给
NS2 ;                       //指定第二主轴每分钟进给
M03.2 S2000;                //第二主轴正转，转速 2000 rpm（等同 M3.2 S2=2000）
G17;                        //指定 XY 加工平面
M08;                        //打开切削液
G0 C0.0;                    //C 轴定位到 0 度
M38;                        //C 轴夹紧
G0 X40.0 Y15.0 Z0.0;        //X 轴、Y 轴、Z 轴快速定位，接近工件
G41 G01 X25.0 Y10.0 F150.0;     //开始刀具半径左补偿，直线切削至 A，切削进给速度 150mm/min
G2 X25.0 Y-10.0 R10.0 F100.0;   //顺时针圆弧切削 A→B，半径 10mm，切削进给速度 100mm/min
G1 X-25.0;                  //直线切削 B→C
G2 X-25.0Y10.0 R10.0;       //顺时针圆弧切削 C→D，半径 10mm
G1 X25.0;                   //直线切削 D→A
G0 Z50.0;                   //Z 轴快速退回安全位置
G40 G0 X100.0 Y50.0;            //取消刀具半径补偿，X 轴、Y 轴快速退回安全位置
M09;                        //关闭切削液
M39;                        //C 轴松开
G18;                        //恢复 XZ 加工平面
M05.2;                      //第二主轴停止
M30;                        //程序结束
```

- **YpZp（G19）平面圆弧**

例，编写示图零件的轮廓程序



（公制输入，Z 轴和 Y 轴半径编程，以车铣复合为例）

（预设切削顺序 A→B→C→D，使用直径 8mm 的铣刀，设定刀尖半径为 4mm，刀尖方向为 0）

```
O0803;
T21;                        //使用 21 号刀具
G98;                        //每分钟进给
NS2;                        //指定主轴 2 每分钟进给
M03.2 S2000;                //第二主轴正转，转速 2000 rpm（等同 M3.2 S2=2000）
G19;                        //指定 YZ 加工平面
M08;                        //打开切削液
G0 C0.0;                    //C 轴定位到 0 度
M38;                        //C 轴夹紧
G0 X0.0 Y20.0 Z15.0;        //X 轴、Y 轴、Z 轴快速定位，接近工件
G42 G01 Y12.5 Z10.0 F150.0; //开始刀具半径右补偿，直线切削至 A，切削进给速度 150mm/min
G01 Y-12.5 F100.0;          //直线切削 A→B，切削进给速度 100mm/min
G03 Y-12.5 Z-10.0 R10.0;    //逆时针圆弧切削 B→C，半径 10mm
G01 Y12.5;                  //直线切削 C→D
G03 Y12.5 Z10.0 R10.0;      //逆时针圆弧切削 D→A，半径 10mm
G0 X50.0;                   //X 轴快速退回安全位置
G40 G0 Y50.0 Z50.0;         //取消刀具半径补偿，Y 轴、Z 轴快速退回安全位置
M39;                        //C 轴松开
G18;                        //恢复 XZ 加工平面
M09;                        //关闭切削液
M05.2;                      //第二主轴停止
M30;                        //程序结束
```

2.4 G04-暂停

利用暂停指令，可以推迟下个程序段的执行，推迟时间为指令的时间。

格式

G17 $\begin{Bmatrix} \mathbf{X(U)_} \\ \mathbf{P_} \end{Bmatrix}$;

G04 为非模态 G 代码。

X(U)：暂停时间设置（单位：秒，范围：0.001~99999.999，可使用小数）。

P：暂停时间设置（单位：0.001 秒，范围：1~99999999，不可使用小数）。

说明

注

1 X/U/P 指令单位与直线轴或旋转轴的最小单位无关。

2 G04 指令中，如果省略了 P、U、X 指令则可看作是准确停。

3 执行 G04 指令将自动禁止预读与缓冲。

示例

```
G04 X1.5;        //暂停 1.5 秒
G04 U1.5;        //暂停 1.5 秒
G04 P1500;       //暂停 1.5 秒
```

2.5 G04.1-通道同步等待指令

该指令可用于主通道间的相互等待。

格式

G04.1 P__ Q__ ;

P：指定同步等待信号编号，1~999，未输入或超出范围报警。

Q：指定互相等待的通道编号，每 1 位十进制为 1 个通道编号，从 1 开始（$1:1、$2:2、$3:3、$4:4、…）

双通道机床 Q 可省略。

注意：G04.1 应单独一行，包含以下地址时报警：

a) M/S/T
b) 轴地址
c) 其它 G 代码

示例

- **两个通道间等待**

通道 1（$1）	通道 2（$2）	注释
G04.1 P1	G04.1 P1	$1、$2 同步等待，编号为 1
G04.1 P2	G04.1 P2	$1、$2 同步等待，编号为 2

- **三个通道间等待**

通道 1（$1）	通道 2（$2）	通道 3（$3）	注释
G04.1 P1 Q123	G04.1 P1 Q123	G04.1 P1 Q123	$1、$2、$3 同步等待，编号为 1

G04.1 P2 Q12	G04.1 P2 Q12	…	$1、$2 同步等待，编号为 2
…	G04.1 P3 Q23	G04.1 P3 Q23	$2、$3 同步等待，编号为 3

- **四个通道间等待**

通道 1（$1）	通道 2（$2）	通道 3（$3）	通道 4（$4）	注释
G04.1 P1 Q1234	G04.1 P1 Q1234	G04.1 P1 Q1234	G04.1 P1 Q1234	$1~$4 同步等待，编号为 1
G04.1 P2 Q123	G04.1 P2 Q123	G04.1 P2 Q123	…	$1、$2、$3 同步等待，编号为 2
…	G04.1 P3 Q234	G04.1 P3 Q234	G04.1 P3 Q234	$2、$3、$4 同步等待，编号为 3
G04.1 P4 Q13	…	G04.1 P4 Q13	…	$1、$3 同步等待，编号为 4

2.5.1 同步地址简化功能

多通道间频繁同步，需要多次输入 G04.1 指令。本功能使用同步地址来简化编程。

格式

PH__ PR__ ;

PH：指定同步等待信号编号，1~999，未输入或超出范围报警。

PR：指定互相等待的通道编号，每 1 位十进制为 1 个通道编号，从 1 开始（$1:1、$2:2、$3:3、$4:4、…）。

双通道机床 PR 可省略。

注意：PH/PR 地址可以和任意指令搭配使用。

说明

当有 PH 地址输入时，系统内部会自动在其之前插入一条 G04.1 指令，其中：

- 插入的 G04.1 中 P 地址数据等同于 PH 地址数据；
- 插入的 G04.1 中 Q 地址数据等同于 PR 地址数据；

在钻孔固定循环（G81 等）指令中，使用 PH 地址同步时，在上述的指令运行前插入 G04.1 之外，会在平移到钻孔位置后再执行一次 G04.1 进行同步。

示例

- **两个通道间等待**

通道 1（$1）	通道 2（$2）	注释
PH1	PH1	$1、$2 同步等待，编号为 1
PH2	PH2	$1、$2 同步等待，编号为 2

- **三个通道间等待**

通道 1（$1）	通道 2（$2）	通道 3（$3）	注释
PH1 PR123	PH1 PR123	PH1 PR123	$1、$2、$3 同步等待，编号为 1
PH2 PR12	PH2 PR12	…	$1、$2 同步等待，编号为 2
…	PH3 PR23	PH3 PR23	$2、$3 同步等待，编号为 3

- **四个通道间等待**

通道 1（$1）	通道 2（$2）	通道 3（$3）	通道 4（$4）	注释
PH1 PR1234	PH1 PR1234	PH1 PR1234	PH1 PR1234	$1~$4 同步等待，编号为 1

PH2 PR123	PH2 PR123	PH2 PR123	…	$1、$2、$3 同步等待，编号为 2
…	PH3 PR234	PH3 PR234	PH3 PR234	$2、$3、$4 同步等待，编号为 3
PH4 PR13	…	PH4 PR13	…	$1、$3 同步等待，编号为 4

2.6 G10-可编程数据输入

2.6.1 用 G10 输入刀具补偿量

刀具补偿值可在程序中使用 G10 指令输入。当参数“WOFC”（P3750.0）设为 1 时，该指令有效。

格式

[格式 1]

磨损绝对值指令：G10 P__ X__ Z__ R__ Q__ ;

磨损增量值指令：G10 P__ U__W__ NC__ ;

[格式 2]

形状绝对值指令：G10 P10000+__ X__ Z__ R__ Q__ ;

形状增量值指令：G10 P10000+__ U__ W__ NC__ ;

P_：补偿号；

磨损补偿数据：P=磨损补偿号码

形状补偿数据：P=10000+形状补偿号码

X(U)_：X 轴刀具补偿数据绝对值（增量值）

Z(W)_：Z 轴刀具补偿数据绝对值（增量值）

R_：刀尖半径偏置量绝对值

NC_：刀尖半径偏置量增量值（可以用“，C”指令）

Q_：假想刀尖号（T），刀尖号 Q_允许在增量指令或磨损指令中指定，且均为绝对指令。

1 当 P3765 为 1（刀补/工件偏移）时，G10 P10000 X_ Z_;设置工件整体偏移。

2 当 P3765 为 2（刀补/刀具偏移）时，G10 P19999 X_ Z_;设置刀具整体偏移。

3 假想刀尖方向请查看参考刀尖半径补偿说明，参见 0 章节

注

1 G 代码体系 A 同时编入 R_和 NC_时，编程刀补值为两者之和。

2 无 P 输入或输入值超范围，触发 PS31 报警。

3 对不允许长度补偿的轴进行修改，触发 PS237 报警。

4 无半径补偿/刀尖方向功能时修改对应数据，触发 PS310 报警。

5 无磨损功能时修改磨损值，触发 PS278 报警。

6 长度形状值过大，触发 PS29 报警。

7 长度磨损值过大，触发 PS234 报警。

8 半径形状值过大，触发 PS235 报警。

9 半径磨损值过大，触发 PS236 报警。

10 刀尖方向输入值超过范围（0~9），触发 PS32 报警。

2.6.2 用 G10 变更工件坐标系

由于加工程序不同而要求变更工件坐标系时，可使用 G10 指令，代替 MDI 面板手动输入，变更各坐标系的工件零点偏置量。

格式

- **设置基本工件坐标系**

G10 L2(或 L1) P__ X(U)__ Z(W)__ ;

L2 或 L1：G10 设置基本坐标系的固定格式，必须编入。

P：要变更的坐标系选择。P0 对应 EXT 坐标系偏移，P1~6 对应工件坐标系 G54~G59。

X(U)、 Z(W)：基本工件坐标系补偿数据，若是绝对指令，则为每轴的工件零点偏置量；若为增量指令，则将改值加到对应轴的原工件零点偏置量上。

- **设置附加工件坐标系**

G10 L20 P__ X(U)__ Z(W)__ ;

L20：G10 设置附加坐标系的固定格式，必须编入。

P：选择要变更的附加坐标系。P=1~99：设定附加工件坐标系 G54P1~G54P99。

X(U)、 Z(W)：附加工件坐标系补偿数据，若是绝对指令，则为每轴的工件零点偏置量；若为增量指令，则将改值加到对应轴的原工件零点偏置量上。

注

1 如 P 未编入或超出范围时，则产生报警（PS0032）。

2 当参数“G54PWK”（P0500.2）设置为 1 时，附加工件坐标系 G54Pn 有效。

2.7 G10.9-直径和半径可编程切换

可利用 G10.9 对直线轴切换直径编程和半径编程方式。

格式

G10.9 X__ Z__ Y__ ； 指定直线轴直径和半径编程切换

X、Z、Y：指定特定轴向使用直径/半径编程

0：使用半径编程（例，G10.9 X0，指定 X 轴半径编程）

1：使用直径编程（例，G10.9 X1，指定 X 轴直径编程）

注

1 G10.9 指令必须独占一个程序段。编入 M/S/T 时，报警 PS526。

2 未编入轴地址时，报警 PS528；轴数据非 0/1 时，报警 PS527；对旋转轴指定直径编程时，报警 PS341。

3 非 MDI 方式复位时，自动复位为参数“DIAi” (i：直线轴号)设定的编程状态。

4 当 i 轴当前的编程状态与位参数 DIAi(i：直线轴号)设定的编程状态不一致时，系统在屏幕上方中间显示当前的编程状态。例如：“X-D”表示 X 轴直径编程；“X-R”表示 X 轴半径编程。

5 当用 G10.9 改变直径/半径编程方式时，坐标系显示及输入值同时进行切换，但刀具长度补偿值(形状或磨损)与 G10.9 无关。例如：当参数设定 X 轴为直径编程，但是执行了 G10.9 X0，切换为半径编程方式，此时坐标系页面 X 轴数据自动转换为半径值，输入的数据也为半径值；但是 X 轴刀具长度补偿值(形状或磨损)仍然为直径值。

示例

```
O0001（参数设定 X 轴为直径编程，Z 轴为半径编程）;
T01;
G0 X0 Z0;          //移动至定位点，坐标变为（0.0 , 0.0）
G0 X20 Z20;        //X 轴实际走 10mm，Z 轴实际走 20mm，坐标为（20.0 , 20.0）
G10.9 X0 Z1;       //X 轴切换为半径编程，Z 轴切换为直径编程，坐标为（10.0 , 40.0）
X30 Z30;           //X 轴实际走 20mm，Z 轴实际走 5mm，坐标为（30.0 , 30.0）
G10.9 X1 Z0;       //X 轴恢复为直径编程，Z 轴恢复为半径编程，坐标为（60.0 , 15.0）
...
M30;               //程序结束或复位也能让 X 轴恢复为直径编程，Z 轴恢复为半径编程
```

2.8 G17~G19-工作平面选择

用 G 代码进行圆弧插补、刀具半径补偿、坐标旋转缩放、钻孔等工作平面的选择。

格式

G17 ;
指定 XpYp 平面（笛卡尔坐标系）
G18 ;
指定 ZpXp 平面（笛卡尔坐标系）
G19 ;
指定 YpZp 平面（笛卡尔坐标系）

说明

1 G17，G18，G19 为模态 G 代码，在没指令的程序段里，工作平面不发生变化。
2 直线移动指令与平面选择无关。
3 系统开机时，默认 G18（ZX 平面）被选定。

注
1 本手册中带有下标 p 的坐标轴，均指笛卡尔坐标轴。即 Xp、Yp、Zp 分别为笛卡尔坐标轴 1~3。
2 工作平面选择的应用示例请参考 2.3 G02、G03-圆弧插补的示例。

2.9 G20、G21-英制与公制的转换

用 G20 和 G21 来选择系统数据的输入单位（最小设定单位或最小编程单位）是英制还是公制。

格式

G20 ;　英制输入（单位：英寸，inch）
G21 ;　公制输入（单位：毫米，mm）

说明

G20 或 G21 要在程序开头，坐标系设定之前，用单独的程序段指令。指令之后，输入数据的单位就成为对应的英制或公制最小设定单位。下列数据的单位会根据 G20 或 G21 指令变化：

- F 指定的进给速度值
- 位置相关的指令值
- 工件坐标系零点偏置值

- 刀具补偿值
- 手摇脉冲发生器 1 个刻度的值
- 单步进给的移动量。
- 部分参数值

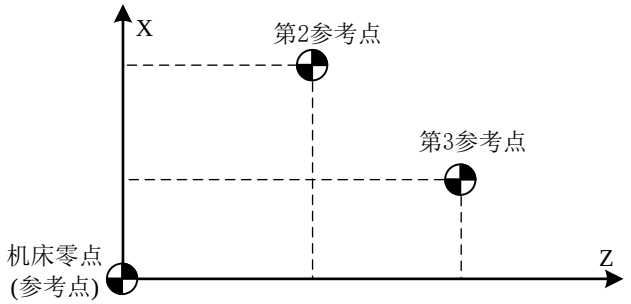
注

1 当参数“INCV”（P001.5）设为 1 时，才允许公制与英制转换。
2 开机时，G20 或 G21 保持上次关机前的状态。
3 在加工程序运行时，不要中途转换 G20 和 G21 的状态。
4 当最小移动单位和最小输入单位不同时，出现的最大误差只是最小移动单位误差的一半，此误差不累积。
5 G20 和 G21 切换时，要根据新的输入单位修改工件零点偏置和刀具补偿。

2.10 G28~G30-参考点功能

参考点是指机床上某一固定位置。加工时，可把参考点作为自动换刀的位置，通过返回参考点功能将刀具移动到该位置。

本系统最多可以指定三个参考点，第 1 参考点的机床坐标始终为 0，即机床零点，“第 2 参考点机床坐标”和“第 3 参考点机床坐标”分别用于设定第 2、3 参考点的机床坐标，如下图所示。



2.10.1 G28-返回第 1 参考点

自动返回第一参考点功能（G28）可使指定轴经中间点自动返回到机床零点，返回完毕，回零灯亮。

格式

G28 X(U)__ Z(W)__Y(V)__ ;

G28 为非模态 G 代码。

X(U)、 Z(W)、Y(V)：自动返回参考点时途经的中间点坐标，绝对或增量值指定。

绝对指令时，为中间点的绝对坐标值；增量指令时，为起始点到中间点的增量距离。

说明

1 执行 G28 过程中，以快速移动速度进行中间点和参考点的定位。
2 G28 一般在自动换刀时使用，因此原则上要提前取消刀具半径、长度等补偿量。
3 只有在 G28 程序段中指定的坐标才能作为中间点被存储。对于还未在 G28 中指定的坐标，则用之前指定 G28 的中间点坐标作为当前中间点坐标。
4 G28 U0 W0，表示起点与中间点重合，即从起始点直接返回 X、Z 轴的机床零点。

示例

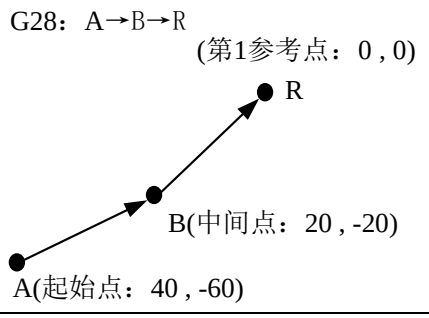
例，机床移动路径：A 点→B 点→R 点

编程如下：

G28 X20.0 Z-20.0 ;　　//绝对方式

或

G28 U-20.0 W40.0 ;　　//增量方式



2.10.2 G29-从参考点移动

从参考点移动功能（G29）可使指定轴经 G28 指定的中间点移动到 G29 指定位置。

格式

G29 X(U)__ Z(W)__Y(V)__ ;

G29 为非模态 G 代码。

X(U)、Z(W)、Y(V)：从参考点移动到的目标点坐标，绝对或增量值指定。

绝对指令时，为目标点的绝对坐标值；增量指令时，则为中间点到目标点的增量距离。

说明

1　G29 不得单独使用，要在通过 G28 或 G30 返回参考点的状态下指定。

2　在 G29 移动到中间点和指令点中，都是以快速移动速度进行的。

示例

例，机床移动路径：R 点→B 点→C 点

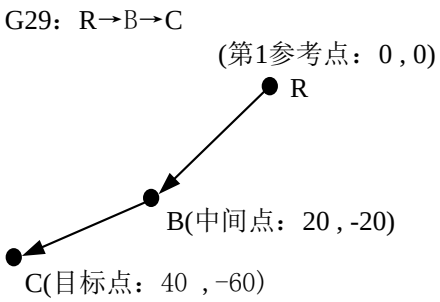
（注：中间点 B 通过 G28 指定）

编程如下：

G29 X40.0 Z-60.0 ;　　//绝对方式

或

G29 U-20.0 W-40.0 ;　　//增量方式



2.10.3 G30-自动返回第 2、第 3 参考点

格式

G30 P2 X(U)__ Z(W)__Y(V)__ ;

返回第 2 参考点（P2 可以省略）

G30 P3 X(U)__ Z(W)__Y(V)__ ;

返回第 3 参考点

G30 为非模态 G 代码。

X(U)、Z(W)、Y(V)：自动返回第 2 或第 3 参考点时途经的中间点坐标，绝对或增量值指定。

绝对指令时，为中间点的绝对坐标值；增量指令时，为起始点到中间点的增量距离。

说明

1 第 2、3 参考点的位置由系统参数“P511”和“P512”设定。
2 在第 1 参考点未建立之前，执行了返回第 2、3 参考点指令，则产生报警（PS0093）。
3 指令 G30 时，P 值非 2 或 3，则产生报警（PS0094），P 省略时，默认为 P2。
4 G30 一般在自动换刀时使用，因此原则上要提前取消刀具半径、长度等补偿量。
5 G30 U0 W0，表示起始点与中间点重合，即从起点直接返回 X、Z 轴的第 2 参考点。

2.11 G31-跳跃机能

在 G31 中指定进给轴的移动，可以执行与 G01 相同的直线插补。如果在轴移动过程中系统接收到了跳跃信号，则终止执行剩余运动，而开始执行下个程序段。该机能主要用于由外部信号控制的加工跳转情况，或用来测量工件的尺寸。

格式

G31 X(U)__ Z(W)__ F__ ;
G31：跳跃指令，非模态，仅在本程序段中有效。
X(U)、Z(W)：指定移动终点坐标。
F：指定进给速度。

说明

- **跳跃信号**

  通过外部跳跃输入信号控制 PC→NC 接口 G11.7 实现。

- **进给速度**

  参数“SKPF”(P4500.7)可以选择 G31 是以参数设定的速度进给还是以 F 指令的速度进给。当 SKPF 设为 1 时，以“G31 低速速度”(P4510)作为进给速度。
  G31 指令减速度（AD 或 DC 指令），在检测到跳跃信号时，有减速过程；否则，立即停止插补，无减速过程。

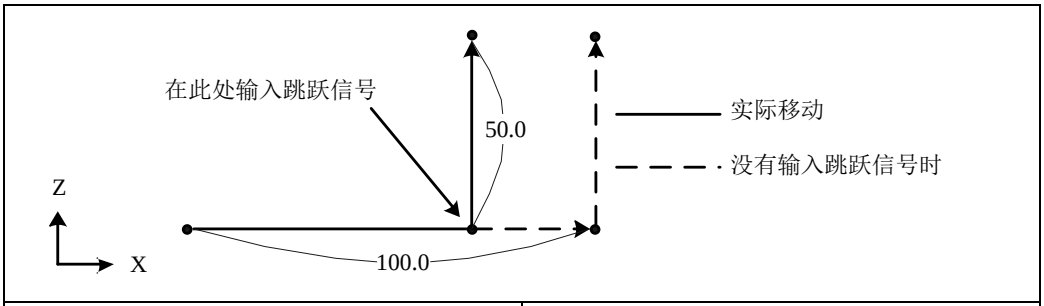
- **跳跃点位置**

  跳跃信号为 ON 时：
  若 G31 指令了 AD 或 DC 指令，读取宏变量#5201~#5232 可以获得跳跃时刻的绝对坐标值，读取宏变量#5301~#5332 可以获得减速后的绝对坐标值。
  若 G31 未指令 AD 或 DC 指令，宏变量#5201~#5232 和#5301~#5332 读取到的值相同。
  在移动量不明确时，也可以使用跳跃机能。

示例

- **G31 后程序段是增量指令**

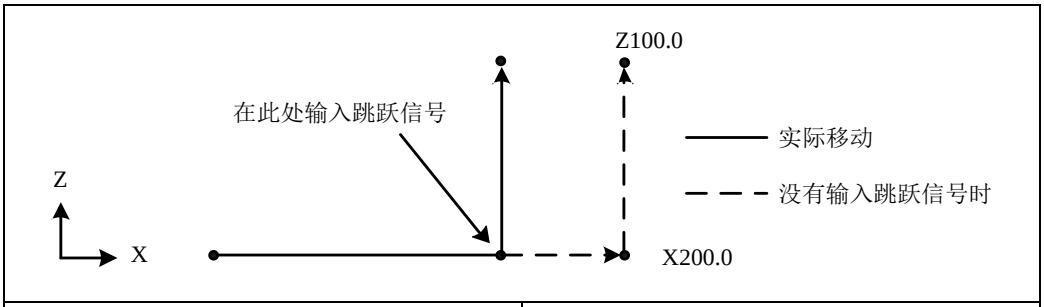
  从跳跃信号中断的位置用增量值运动。同时将跳跃点 X 轴绝对坐标保存到宏变量#1 中。



（G 代码体系 A）	（G 代码体系 B）
… G31 U100.0 F100.0 ; #1 = #5301 ; W50.0 ; …	… G91 G31 X100.0 F100.0 ; #1 = #5301 ; Z50.0 ; …

- **G31 后用绝对指令只指定 1 个轴**

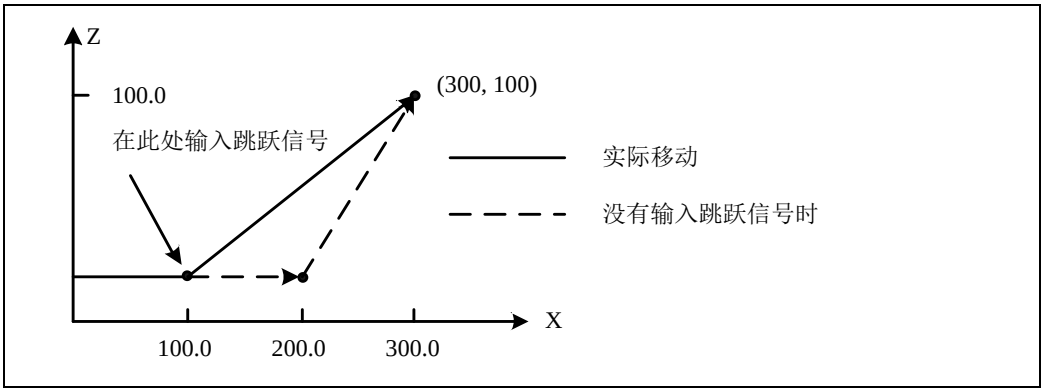
  指令轴移动至指令位置，没有指定的轴保持在跳跃信号输入位置。同时将跳跃点 X 轴绝对坐标保存到宏变量#1 中。



（G 代码体系 A）	（G 代码体系 B）
… G31 X200.0 F100.0 ; #1 = #5301 ; Z100.0 ; …	… G90 G31 X200.0 F100.0 ; #1 = #5301 ; Z100.0 ; …

- **G31 后用绝对指令指定 2 个轴**

  无论跳跃信号从什么时候输入，刀具都移动至下个程序段指定的位置。同时将跳跃点 X 轴绝对坐标保存到宏变量#1 中。



（G 代码体系 A）	（G 代码体系 B）
… G31 X200.0 F100.0 ; #1 = #5301 ; X300.0 Z100.0 ; …	… G90 G31 X200.0 F100.0 ; #1 = #5301 ; X300.0 Z100.0 ; …

2.12 G32-等螺距螺纹切削

用 G32 指令，可以切削相等导程的直螺纹、锥螺纹和端面螺纹。

格式

G32 X(U)__ Z(W)__ F(E)__ Q__ ;

G32 为模态代码。

X(U)：指定 X 轴终点坐标。

Z(W)：指定 Z 轴终点坐标。

F：指定长轴方向的螺纹导程，F 值为模态参数。

E：指定长轴方向每英寸螺纹的牙数。

Q：指定螺纹起始偏移角度（0~360 度），用于多头螺纹切削；单头螺纹切削时，可省略，默认为 0 度开始。

说明

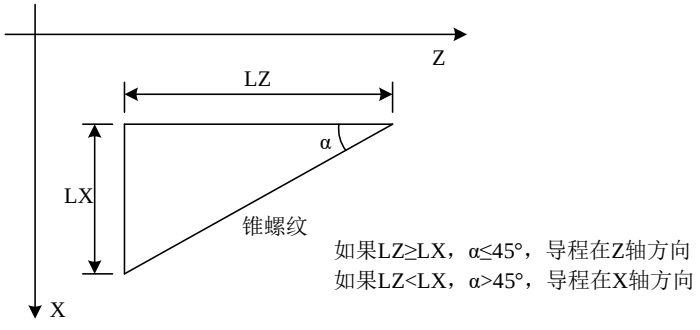
- **螺纹切削类型**

G32 为模态指令。起点和终点的 X(U)坐标相同时，进行直螺纹切削；起点和终点的 Z(W)坐标相同时，进行端面螺纹切削；起点和终点 X(U)、Z(W)坐标都不相同时，进行锥螺纹切削。

笛卡尔坐标系 G54.9 的设定对本指令的格式会产生影响。在 G32 指令中，X、Z 应分别为 G54.9 设定的第 1 轴、第 3 轴。

- **螺纹的导程**

螺纹导程是指主轴转一圈长轴的位移量，螺纹的导程均指长轴方向上，导程通常用半径指定。



注

1 在螺纹切削开始及结束部分，一般由于升降速的原因会影响起点与终点的位置，考虑到此因素，螺纹指定长度要比实际螺纹加工长度稍长。

2 指定导程的小数位数与系统小数相关参数设定有关。公制下导程 F 的小数位数=公制直线轴小数位数+1；英制下导程 F 的小数位数=英制直线轴小数位数+2。

- **加工螺纹时起始角偏移**

用于加工多头螺纹。加工时，主轴先偏移 Q 指定的角度后，再进行螺纹加工。

注

1 非连续 G32 时，Q 仅在编入的程序段有效，其小数位数与直线轴小数位数相同。
2 当 Q 超出 360 时无效，按 0 度处理。
3 连续 G32 时，Q 有效程序段由参数“SCWQSKP”(P6300.3)设定，设为 1：Q 值仅在第一个 G32 程序段有效，设为 0：Q 值在当前段均有效。

例

SCWQSKP=1	SCWQSKP=0

G32 Z-50 F2 Q180; //Q 值在首段指令有效
G32 Z-100 F4 Q270; //Q 值在当前段指令无效
	G32 Z-50 F2 Q180; //Q 值在当前段指令有效
	G32 Z-100 F4 Q270; //Q 值在当前段指令有效

- **多次螺纹切削**

一般加工一根螺纹时，从粗车到精车，用同一轨迹要进行多次螺纹切削。进行多次螺纹切削时，零件圆周上的切削点仍是相同的，工件上的螺纹轨迹也是相同的。但是从粗车到精车，主轴的转速必须是一定的。当主轴转速变化时，螺纹有可能会产生偏差。

- **连续螺纹切削**

当前一个程序段为螺纹切削程序段，而现在程序段也是螺纹切削时，进行连续螺纹切削。

格式为：

G32 Z__ F__ ;
Z__ ;连续螺纹加工
G32__ ;连续螺纹加工
Z__ F__ ;连续螺纹加工

为了在螺纹切削中，进行控制以消除连续的程序段加工中的移动中断引起的不连续部分，可以连续指定螺纹切削的程序段。程序段间的连接处，被控制为尽可能保持与主轴同步。

例

```
G00 X50. Z2. ;
G32 Z-50. F8. Q180 ;
G32 Z-100. F10. ;
G32 Z-150. F12. ;
```

- **英制螺纹切削机能**

螺纹切削（G32、G76、G92）或攻丝（G93、G84、G88）时，螺纹导程如果用 E 指定，其单位为：牙/英寸。

E 的指令范围与软件配置有关。

例

1 切削 $2\frac{1}{8}$ 牙/英寸的螺纹时，指定 E2.125。

2 切削 $50\frac{4}{5}$ 牙/英寸的螺纹时，指定 E50.8。

3 切削 6 牙/英寸的螺纹时，指定 E6.0。

注

1 当在程序段同时指定 F 和 E 时，F 有效。

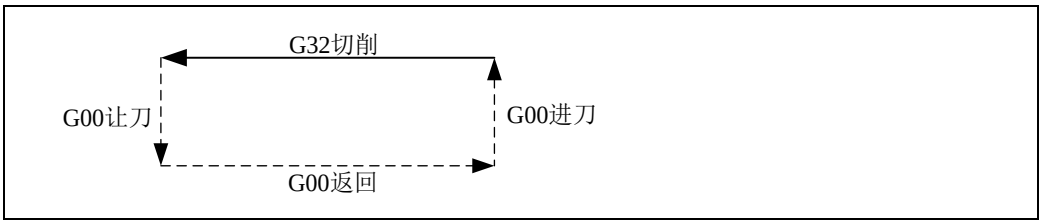
2 E 编程时可带小数点，小数点前单位为牙/英寸，小数位数与直线轴小数位数相同。

3 指令 E 后，系统自动由 E 计算 F，显示 F 值为 E 计算后数值，F 的单位与编程单位有关，而 E 的单位固定为牙/英寸，与编程单位无关。公制编程时，F=25.4/E，英制编程时，F=1/E。

4 螺纹段使用 E 指定，执行连续螺纹为模态，非暂停(G04)G 代码模态取消。

- **退尾处理**

关于螺纹加工中的进刀、切削、让刀、返回等术语的定义参考以下示意图。



- 螺纹切削段加减速曲线采用直线加减速，加/减速度由参数 P6480/P6481 设定。
- 让刀加减速曲线由参数 P6482 设定。
- 退尾效果由“螺纹切削平均减速度”(P6481)、“螺纹让刀加减速曲线”(P6482)与、“螺纹让刀运动速度限制”(P6484)、“螺纹旋出在让刀方向和切削方向的比例”(P6485)共同决定，实际轨迹如下图所示。

注

1 若让刀段为 G00，那么使用快速平滑器；若为 G01(G32)，那么使用切削平滑器。
2 让刀段采用快速退尾，速度受参数“螺纹让刀运动速度限制”（P6484）限制。
3 更改此参数会改变收尾效果，等螺距退尾需进行以下设定：
(1) 设定参数 RDAOSMT=0
(2) 设置螺纹让刀加速度和螺纹切削减速度相等
4 G32 中螺纹切削的回退功能无效，让刀和返回步骤，需用户编程实现。

6300				RDAOSMT				

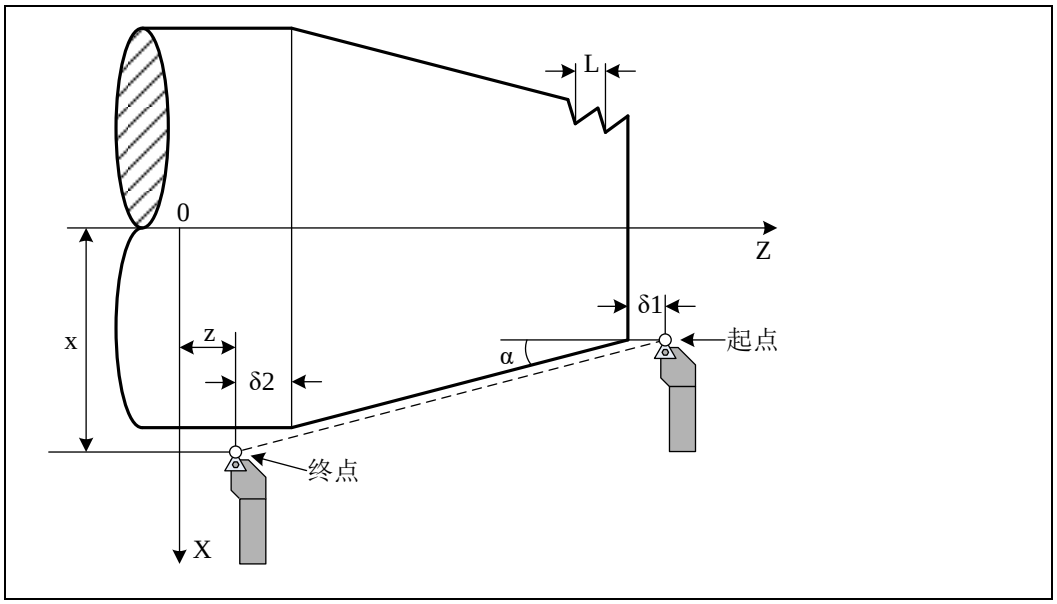
[数据类型] 位型

4 RDAOSMT

0：让刀段改用螺纹切削平滑器

1：让刀段不改用螺纹切削平滑器

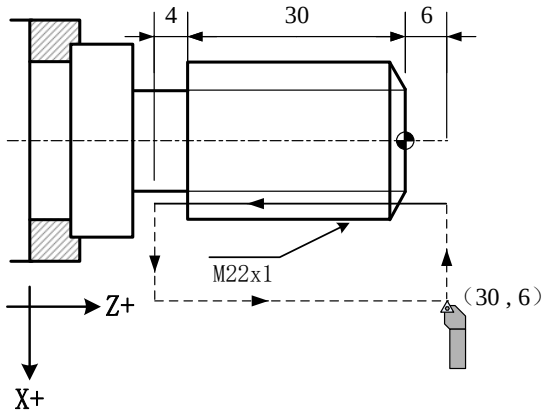
- **螺纹切削注意事项**



1 在螺纹切削中，进给速度倍率无效，固定在 100%。
2 在螺纹切削中，主轴不能停止，如果进给停止，切深会急剧增加，产生危险。因此进给保持在螺纹切削中无效。
3 在进入螺纹切削状态后的一个非螺纹切削程序段时，如果又按了一次进给保持按钮（或者持续按着），则在非螺纹切削程序段中停止。
4 如果在单程序段状态进行螺纹切削时，在执行完非螺纹切削程序段后停止。
5 在螺纹切削过程中，由自动方式变为手动方式时，在非螺纹切削程序段的开始，进给保持停止。从自动方式变为其他方式时，在执行完非螺纹切削程序段后，用单程序段状态停止。
6 在切端面螺纹和锥螺纹时，也可进行恒线速控制，但由于转速改变，将难保证正确的螺纹导程。因此切螺纹时，指令 G97，即不使用恒线速控制。
7 在螺纹切削前的移动指令程序段可指定倒角，但不能指定圆角 R。
8 在螺纹切削程序段中，不能指定倒角和圆角 R。
9 在螺纹切削中主轴倍率有效，但在切螺纹中，如果改变了倍率，由于升降速的影响等因素不能切出正确的螺纹。

示例

直螺纹



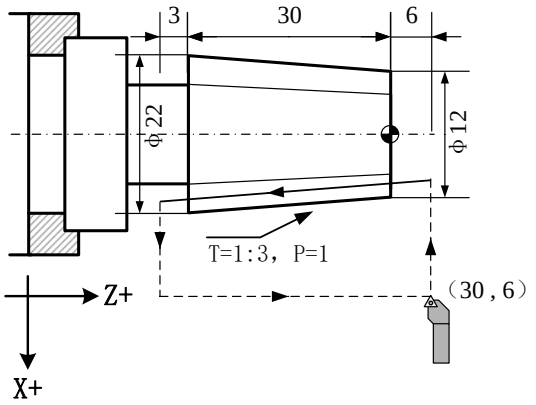
（公制输入，X 轴直径编程）

（单头螺纹，导程为 1mm，切深 1.3mm）

加工程序

```
O0804;
T02 ;                  //使用 2 号刀具
M03 S1500;             //主轴正转，转速 1500 rpm
M8 ;                   //打开切削液
G0 X30.0 Z6.0;         //快速定位至起始点
X21.3;                 //第一刀起点
G32 Z-34.0 F1.0;
//等距直螺纹切削，第一刀切削 0.7mm
G0 X30.0 ;
Z6.0;
X20.9;                 //第二刀起点
G32 Z-34.0 F1.0;       //第二刀切削 0.4mm
G0 X30.0;
Z6.0;
X20.7;                 //第三刀起点
G32 Z-34.0 F1.0;       //第三刀切削 0.2mm
G0 X30.;
Z6.0;
M9;                    //关闭切削液
G0 X100.0 Z50.0;       //快速退回换刀点
M05;                   //主轴停止
M30 ;                  //程序结束
```

锥螺纹



（公制输入，X 轴直径编程）

（单头螺纹，导程为 1mm，锥度比 1/3，切深 1.3mm）

加工程序

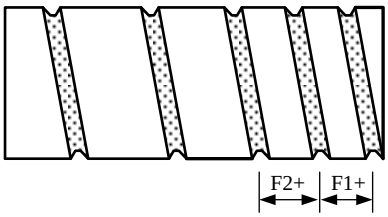
```
O0805;
T03;                   //使用 3 号刀具
M03 S1500;             //主轴正转，转速 1500 rpm
M8;                    //打开切削液
G0 X30.0 Z6.0 ;        //快速定位至起始点
X9.3;                  //第一刀起点
G32 X22.3 Z-33.0 F1.0;
//等距锥螺纹，第一刀切削 0.7mm
G0 X30.0;
Z6.0;
X8.9;                  //第二刀起点
G32 X21.9 Z-33.0 F1.0;     // 第 二 刀 切 削 0.4mm
G0 X30.0;
Z6.0;
X8.7;                  //第三刀起点
G32 X21.7 Z-33.0 F1.0;     // 第 三 刀 切 削 0.2mm
G0 X30.0;
Z6.0;
M9;                    //关闭切削液
G0 X100.0 Z50.0;       //快速退回换刀点
M05;                   //主轴停止
M30;                   //程序结束
```

2.13 G34-变螺距螺纹切削

变螺距螺纹切削通过对每个导程指令增加或减少一个固定值来实现。

格式

G34 X(U)__ Z(W)__ F(E)__ Q__ K__ ;



G34 为模态指令。

X(U)：指定 X 轴终点坐标。

Z(W)：指定 Z 轴终点坐标。

F(E)__：指定长轴方向第一个螺纹的导程。

Q__：指定偏移角度（0~360 度）。

K__：指定主轴每转螺距的递增量或递减量。

K=F2-F1，K 有符号；当 F1>F2 时，K 为负值，螺距递减；F1<F2 时，K 为正值，螺距递增。

说明

- **每转导程增减量**

  除 K 外其它地址与 G32 指令相同。K 值的范围为[-50mm，50mm]。当出现以下情况时，触发报警。

  1 K 指定值超过上述范围；

  2 因 K 的增加使导程超过螺距的允许最大值；

  3 因 K 的减小使导程出现负值。

例

起点螺距 ：8mm

螺距的增减量 ：0.2mm/rev

指令语句 ：G34 Z10 F8.0 K0.2;

注

如果导程过大，应采用较低的主轴转速。

- **加工螺纹时起始角偏移**

  与 G32 处理相同，加工时，主轴先偏移 Q 指定的角度后，再进行螺纹加工。

- **退尾处理**

  与 G32 的退尾处理处理相同。

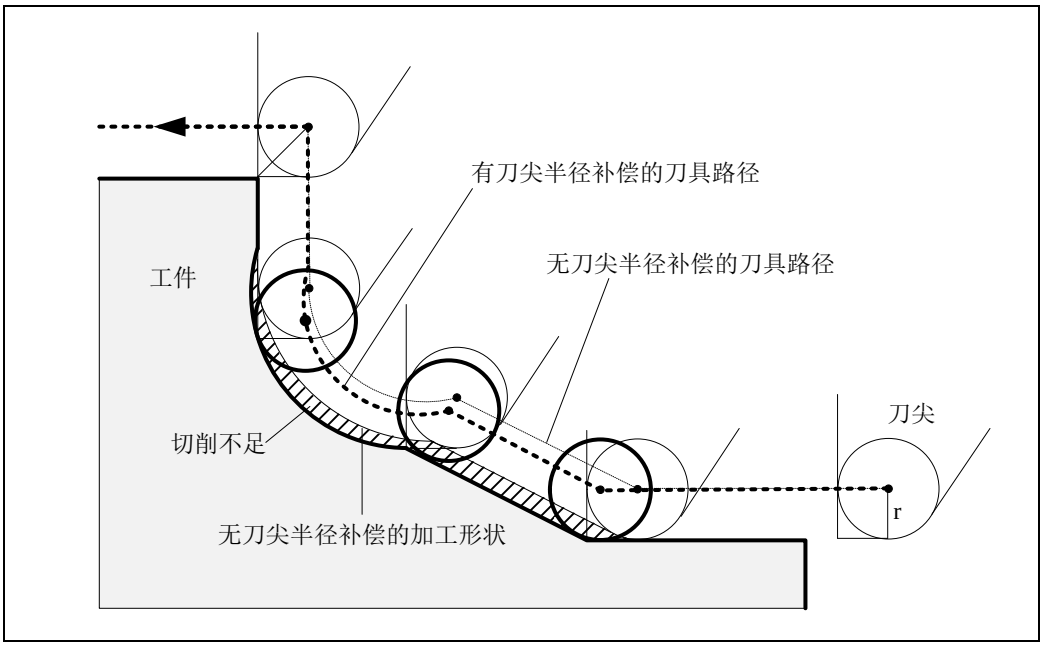
- **笛卡尔坐标轴变更影响**

  G54.9 的设定对本指令的格式会产生影响。在 G34 指令中，Xp、Zp 应分别为 G54.9 设定的第 1 轴、第 3 轴

2.14 G40~G42-刀尖半径补偿

2.14.1 概要

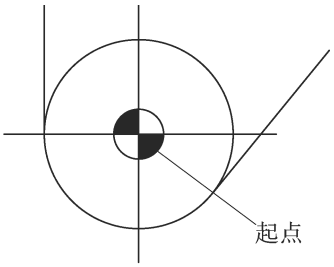
由于实际刀尖都是圆形的，并不是假想刀尖那样的理想尖角，因此只用刀具长度补偿功能进行圆弧切削和锥度切削时，很难达到精度上的要求。这时，就需要使用刀尖半径补偿功能。



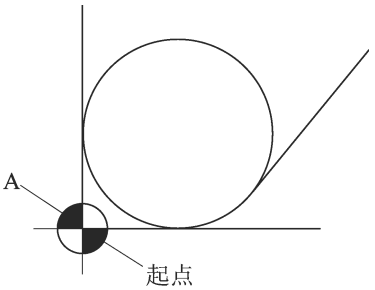
2.14.2 假想刀尖

下图刀尖 A 点实际上不存在。假想刀尖的设定是因为通常设定实际刀尖中心比较困难，而设定假想刀尖容易一些（见注）。与使用刀尖中心编程一样，使用假想刀尖编程时无需考虑刀尖半径。

刀具在起点时的位置关系如下图所示：



用刀尖中心编程时



用假想刀尖编程时

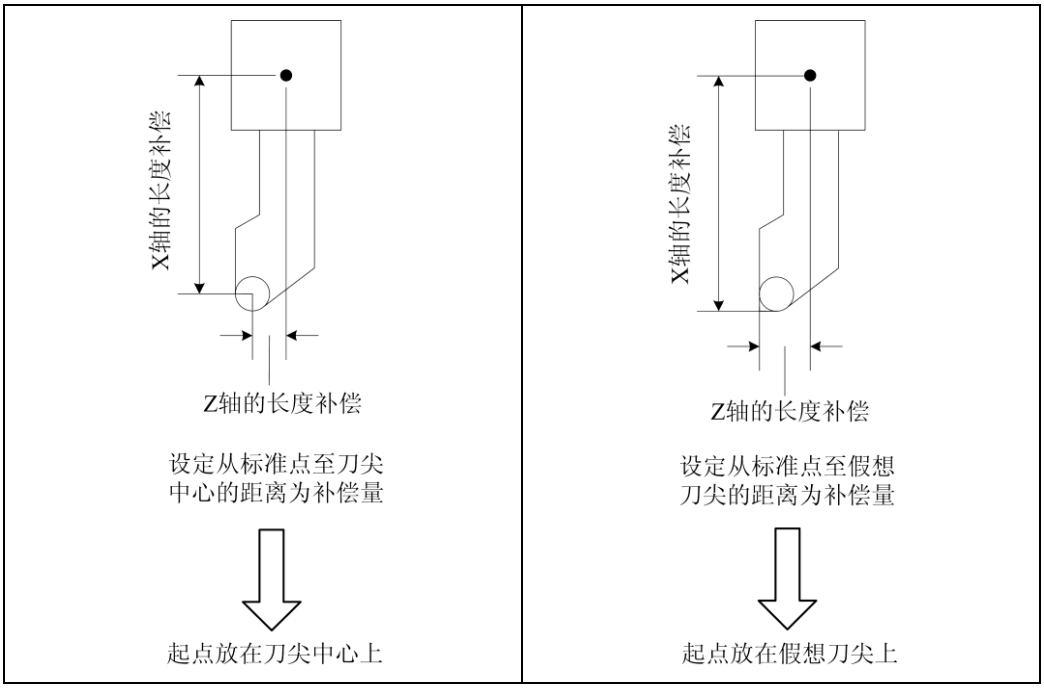
注

1 对有机械零点的机床来说，一个标准点如刀架中心可以作为起点。从这个标准点到刀尖半径中心或假想刀尖的距离设置为刀具长度补偿值。

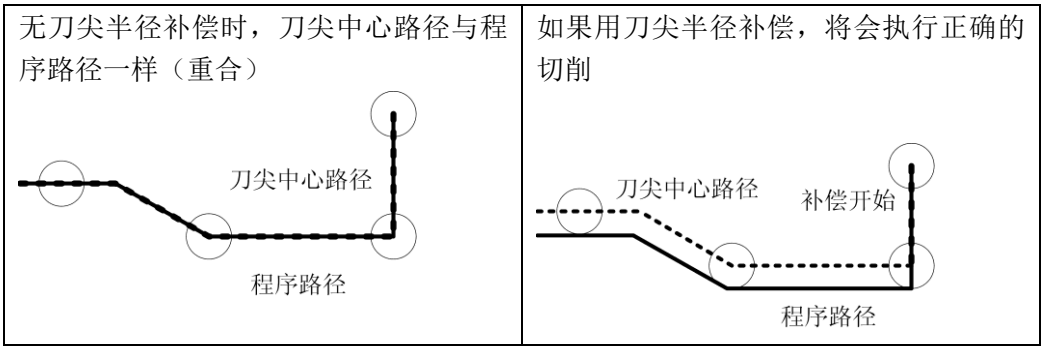
2 设置从标准点到刀尖半径中心的距离作为长度补偿值，相当于设置刀尖半径中心作为起点；而设置从标准点到假想刀尖的距离作为长度补偿值，相当于设置假想刀尖作为起点。为了设置长度补偿值，通常测量从标准点到假想刀尖的距离比测量从标准点到刀尖半径中心的距离容易。

说明

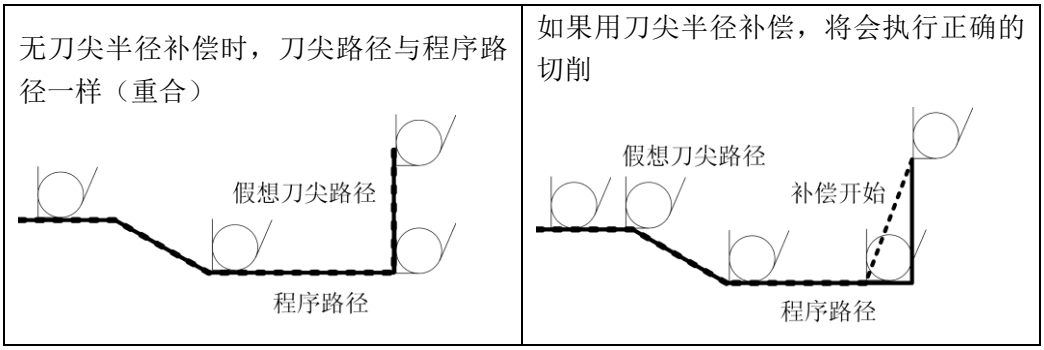
- **当以刀架中心作为起点时的刀具长度补偿量**



- **将刀尖中心作为起点进行加工时的刀具路径**

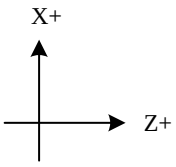
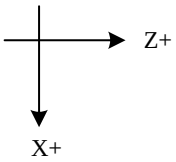
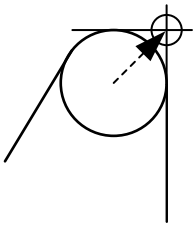
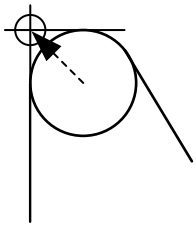
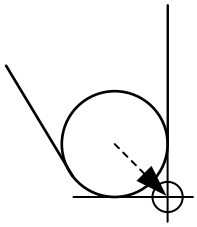
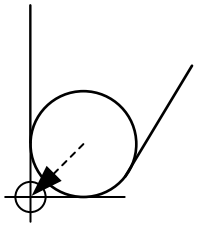
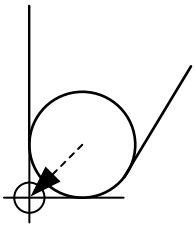
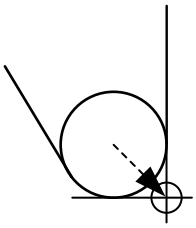
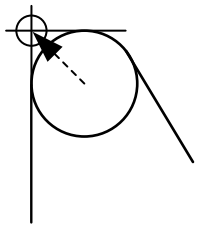
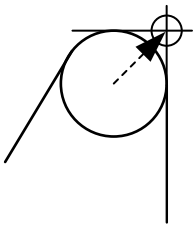
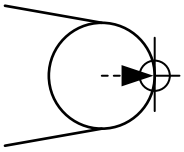
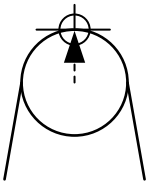
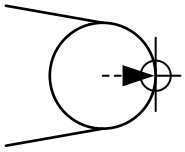
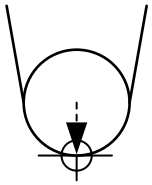
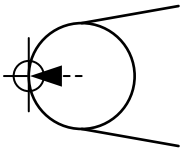
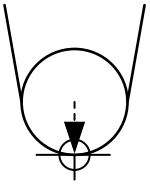
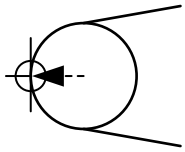
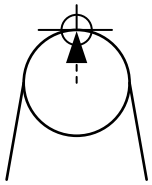
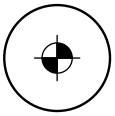


- **将假想刀尖作为起点进行加工时的刀具路径**



- **假想刀尖的方向**

从刀尖中心看到的假想刀尖的方向，由切削过程中刀具的方向决定，所以与补偿量一起必须同时事先设置。假想刀尖的方向可从下图所示的 10 种规格（号码：0~9）所对应的编码来选择。这些图说明了刀具与起点间关系，共表达了 9 种位置关系。箭头终点是假想刀尖。

<table>
<tr><td colspan="2">后刀架坐标系 
</td><td colspan="2">前刀架坐标系 
</td></tr>
<tr><td>假想刀尖号码 1  </td><td>假想刀尖号码 2  </td><td>假想刀尖号码 1  </td><td>假想刀尖号码 2  </td></tr>
<tr><td>假想刀尖号码 3  </td><td>假想刀尖号码 4  </td><td>假想刀尖号码 3  </td><td>假想刀尖号码 4  </td></tr>
<tr><td>假想刀尖号码 5  </td><td>假想刀尖号码 6  </td><td>假想刀尖号码 5  </td><td>假想刀尖号码 6  </td></tr>
<tr><td>假想刀尖号码 7  </td><td>假想刀尖号码 8  </td><td>假想刀尖号码 7  </td><td>假想刀尖号码 8  </td></tr>
<tr><td colspan="4">假想刀尖号码 0 或 9 ， 刀尖中心和起点一致  （铣刀适用）</td></tr>
</table>

2.14.3 补偿指令

格式

$$\left\{\begin{matrix}\mathbf{G41}\\\mathbf{G42}\\\mathbf{G40}\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}\mathbf{G00}\\\mathbf{G01}\end{matrix}\right\}\mathbf{X(U)_\ Z(W)_}\ ;$$

G41/G42：开始刀尖半径补偿。详细请参见“补偿方向”说明。

G40：取消刀尖半径补偿。

X(U)：绝对（增量）方式指定 X 轴终点坐标。

Z(W)：绝对（增量）方式指定 Z 轴终点坐标。

G41、G42 均为模态 G 代码。

在建立刀尖半径补偿时，需要用 G00/G01 指令执行，如果用 G02/G03 指令执行，产生报警（PS034）。

在建立刀尖半径补偿后，G41/G42 程序段可以编入 G02/G03 指令。

说明

- **补偿设置**

1 使用 T 代码（低 2 位）指定刀具半径补偿号，补偿号最多可以设定 64 个，编号范围 TOO01~TOO64。

2 使用 G41/G42 前，应预先在【刀补】/【刀尖】页面中设置指定刀具的假想刀尖方向与刀尖半径值。【刀尖】页面中‘P’为 T 代码补偿号，‘R’设置刀尖半径，‘磨损’设置刀尖半径磨损，‘T’ 设置假想刀尖号码，具体参见《操作手册》。

3 例，预设使用 T0101，刀尖半径为 1mm，假想刀尖方向选用号码 3，具体如下：

P（补偿号）	半径（R）	磨损	T（刀尖号）
01	1.000	0.000	3
02	0.000	0.000	0
…	0.000	0.000	0
64	0.000	0.000	0

- **补偿平面**

补偿的计算是在由 G17，G18，G19 所指定的平面上进行的，该平面称为补偿平面，默认为 G18 平面。当选择 ZX 平面，在程序中用（X，Z）或（I，K）执行补偿计算和向量计算时，不在补偿平面的轴的移动不受补偿影响，同时进行三轴控制时，只对投影在补偿平面的刀具路径作补偿。

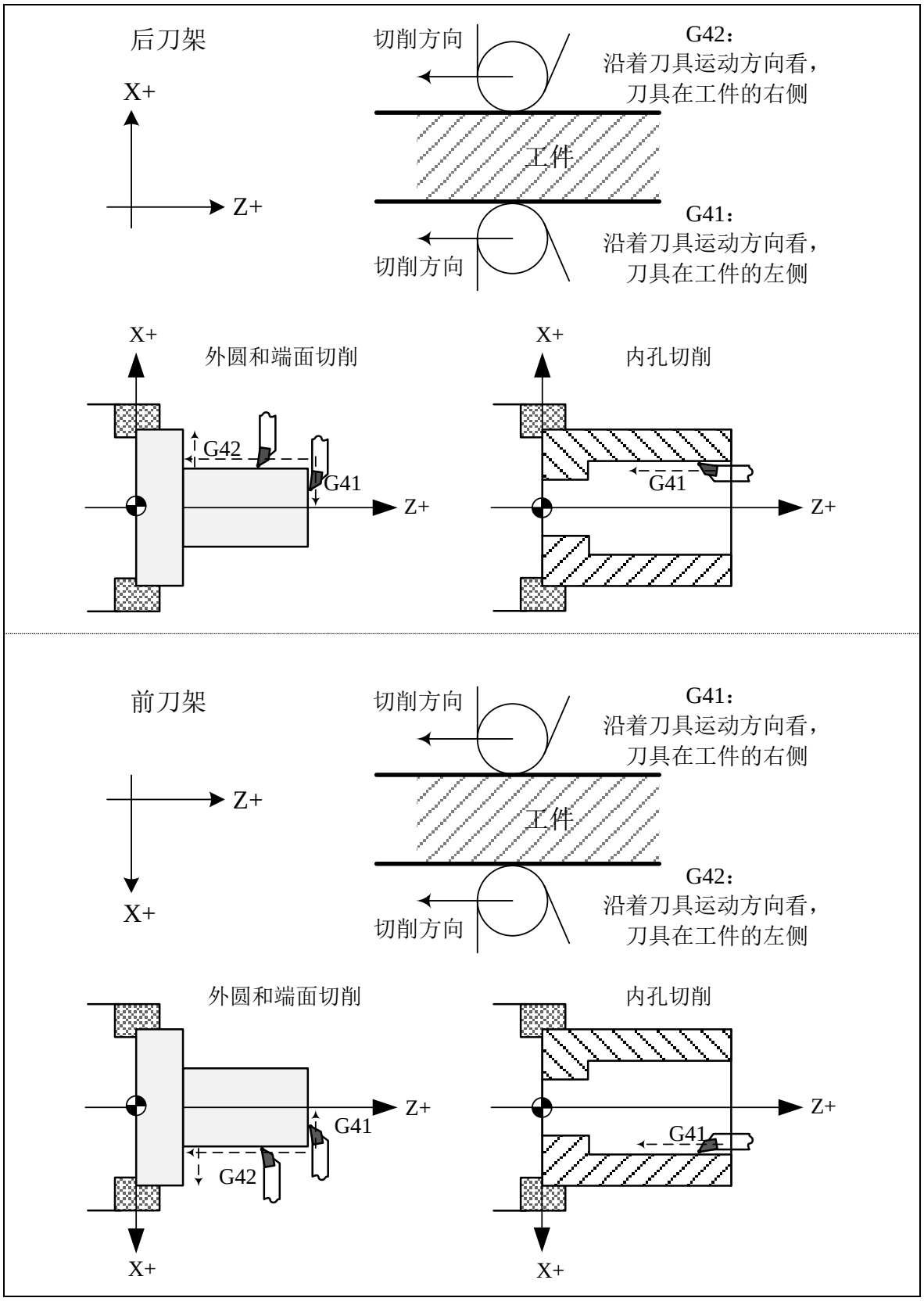
补偿平面的变更必须在补偿取消模式进行。如果在补偿模式中执行，系统会显示报警（PS0040），同时机床停止。

- **补偿方向**

在建立刀尖半径补偿时，必须指定刀具与工件的相对位置。在后刀架坐标系中，当刀具路径在编程路径（零件轨迹）前进方向的左侧移动，称为左补偿，使用 G41 实现；当刀具路径在编程路径（零件轨迹）前进方向的右侧移动，称为右补偿，使用 G42 实现。前刀架坐标系中，刀具与工件的相对位置对比后刀架坐标系刚好相反，具体如下：

G 代码	功能说明
G40	取消刀尖半径补偿，刀尖中心在编程路径上移动
G41	后刀架坐标系中 G41 指定刀尖半径左补偿，前刀架坐标系中 G41 指定刀尖半径右补偿 。

G 代码	功能说明
G42	后刀架坐标系中 G42 指定刀尖半径右补偿，前刀架坐标系中 G42 指定刀尖半径左补偿 。



- **补偿方向的特殊应用**

刀尖半径补偿方向由刀尖半径补偿 G 代码（G41/G42）及补偿量的符号共同决定，如果刀尖半径补偿量为负值，补偿方向将改变。本手册仅对后刀架坐标系中的变更关系进行说明，具体如下：

G 代码	补偿量符号（后刀架）	
	+	-
G41	左侧补偿	右侧补偿
G42	右侧补偿	左侧补偿

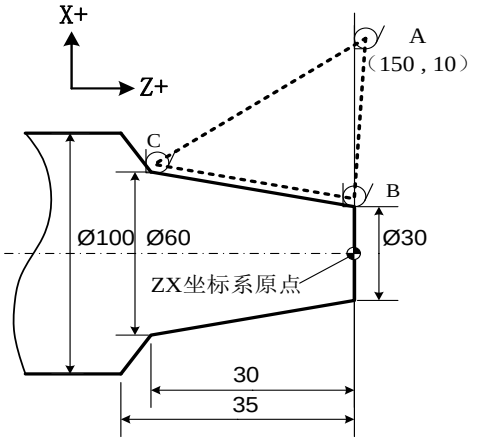
示例

示例 1：在后刀架坐标系中，加工外圆零件；

（公制输入，X 轴直径编程）

（指定刀具号 T02；刀尖半径 1mm，在【刀尖】页面中设置 P02 刀尖半径 R=1，刀尖方向 T=3）

```
O0806；
G98;                  //每分钟进给
T02;                  //使用 2 号刀具
M03 S1500;            //主轴正转，转速 1500 rpm
G40 G0 X150.0 Z10.0 ;  //快速定位至A
G42 G1 X30.0 Z0.0 F100;//开始刀尖补偿，移动至 B
X60.0 Z-30.0;         // 直线切削 B→C
G40 G0 X150.0 Z10.0;  //取消刀具补偿，移动至 A
M05;                  //主轴停止
M30;                  //程序结束
```

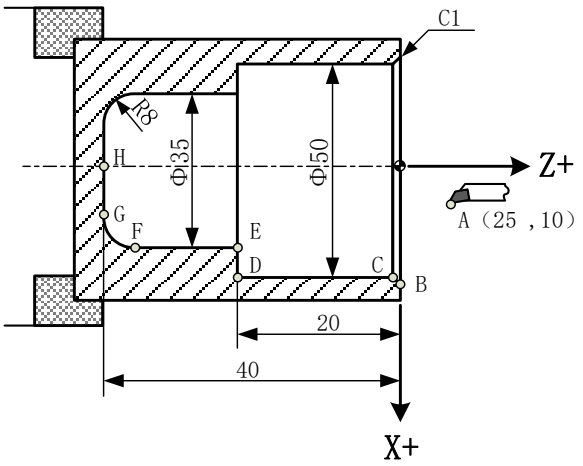


示例 2，在前刀架坐标系中,加工内孔零件；

（公制输入，X 轴直径编程）

（指定刀具号 T04，刀尖半径 0.8mm；在【刀尖】页面中设置 P04 刀尖半径 R=0.8，刀尖方向 T=2）

```
O0807;
G98;                    //每分钟进给
T04;                    //使用 4 号刀具
M03 S1500 ;             //主轴正转，转速 1500 rpm
G40 G0 X25.0 Z10.0;     //快速移至起始点 A
G41 G1 X52.0 Z0.0 F120; //B 点开始刀尖半径补偿
X50.0 Z-1.0;            //B→C 倒角
Z-20.0;                 //直线切削 C→D
X35.0;                  //直线切削 D→E
Z-32.0;                 //直线切削 E→F
G03 X19.0 Z-40.0 R8.0;  //圆弧切削 F→G
G1 X0.0;                //直线切削 G→H
G40 G0 X25.0 Z10.0;     //取消刀尖半径补偿
G0 X100.0 Z50.0;        //快速退回换刀点
M05;                    //主轴停止
M30;                    //程序结束
```



2.14.4 刀尖半径补偿的注意事项

补偿的建立与取消

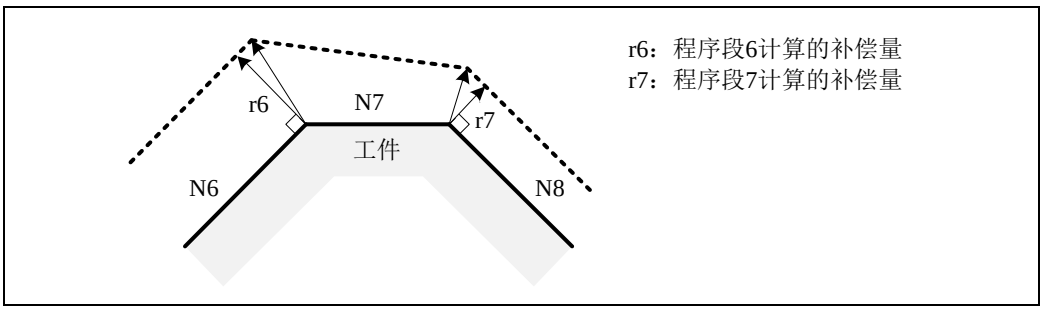
在刀尖半径补偿开始程序段或结束程序段，需要用 G00 或 G01 执行，不能用圆弧指令（G02、G03）执行，否则产生报警（PS0034）。补偿模式建立之后，G41/G42 可以与 G02/G03 编在同一程序段。

子程序调用与返回

在调用子程序前（即执行 M98 前），系统必须在补偿取消模式，进入子程序后，可以启动补偿，但在返回主程序前（即执行 M99 前）必须为补偿取消模式，否则会报警 PS0036。

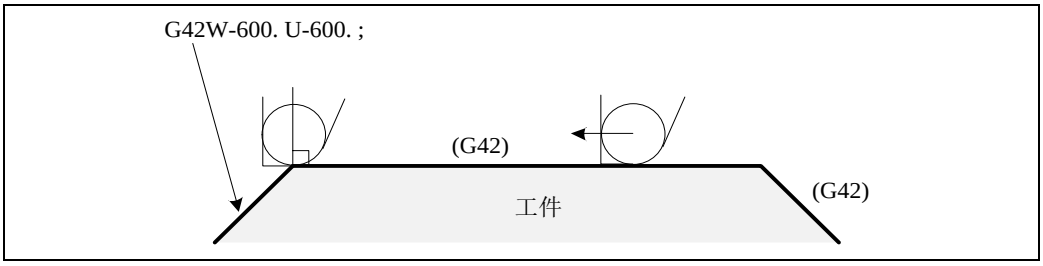
补偿模式中变更补偿量

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



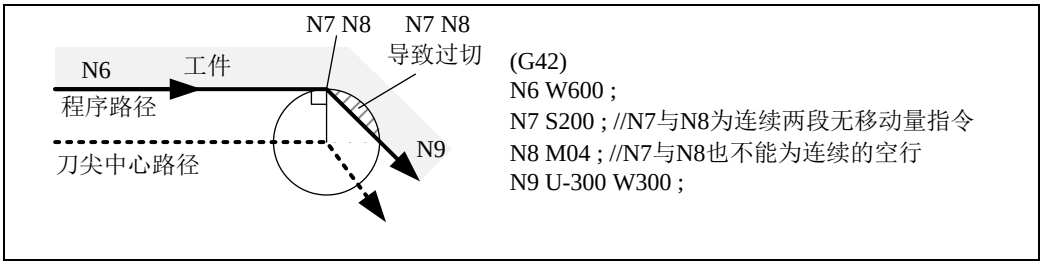
在 G41/G42 方式下又指令 G41/G42

此时，刀尖中心位置在前一程序段的终点垂直于前一程序段的程序路径。



不可连续指令两个或两个以上无移动命令的程序段

补偿模式中，连续指定两个或两个以上无移动的程序段时，刀尖中心会移到前一程序段的终点垂直于前一程序段程序路径的位置。如下图所示，这将可能导致过切。如果程序段是类型 7（移动指令中，移动量为零，例如 G01 U0 W0），那么即使只指定一个程序段，也会出现下图中的情况。



2.15 G50-工件坐标系设定/主轴最高转速限制

机床工作时，刀具按照加工程序指定的坐标运动到指定位置。本系统使用机床坐标系、工件坐标加工零件使用的坐标系称为工件坐标系。工件坐标系在加工前需要提前设定，也可以通过移动原点来改变已设定的工件坐标系。G50 指令有两种功能：1 工件坐标系设定，2 主轴最高转速限制。

格式

G50 X(U)__ Z(W)__ ;

或

G50 S__ ;

G50 为非模态 G 代码。

X(U)或 Z(W)：指定当前点在设定工件坐标系下的坐标。

S：恒线速控制时的主轴最高转速限制，具体参考 G96、G97 指令 。

说明

1 工件坐标系的建立方式是使指定坐标值（ X/ Z）成为当前刀具上的点（如刀尖）在设定工件坐标系中的绝对坐标值。

2 使用 U、W 指定时，指令前刀具坐标值与增量值相加，作为 G50 指定的绝对坐标。

3 如果在刀具补偿期间用 G50 设置坐标系，那么刀补前的位置与 G50 设置的位置相符。

4 通常情况下，在指定刀具补偿前请先设定工件坐标系。

5 通常在已选择的工件坐标系（G54~G59）中执行 G50 指令，可以使所有原来的工件坐标系同步发生偏

移而产生新的坐标系，所有工件坐标系偏移量相同。

6 G92 指令中指令的 IP__为绝对值，不受当前是相对编程还是绝对编程状态的影响。

7 系统关电重启，以下情况会导致关电前 G50 建立的位置被清除。

对应轴执行回零操作。

绝对值编码器电机使能自动建立参考点。

因此，使用 G50 建立工件坐标系时，应设置绝对值电机使能不建立参考点坐标系(参数 P1105-n.2)。

示例 1（G50 设定坐标系）

例，以刀尖为指定点设定工件坐标系

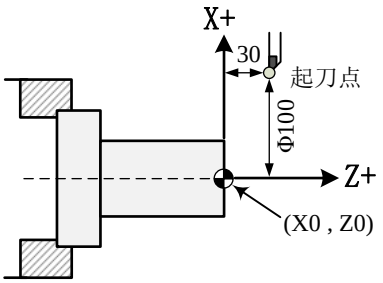
（公制输入，X 轴直径编程）

G50 X100.0 Z30.0 ;

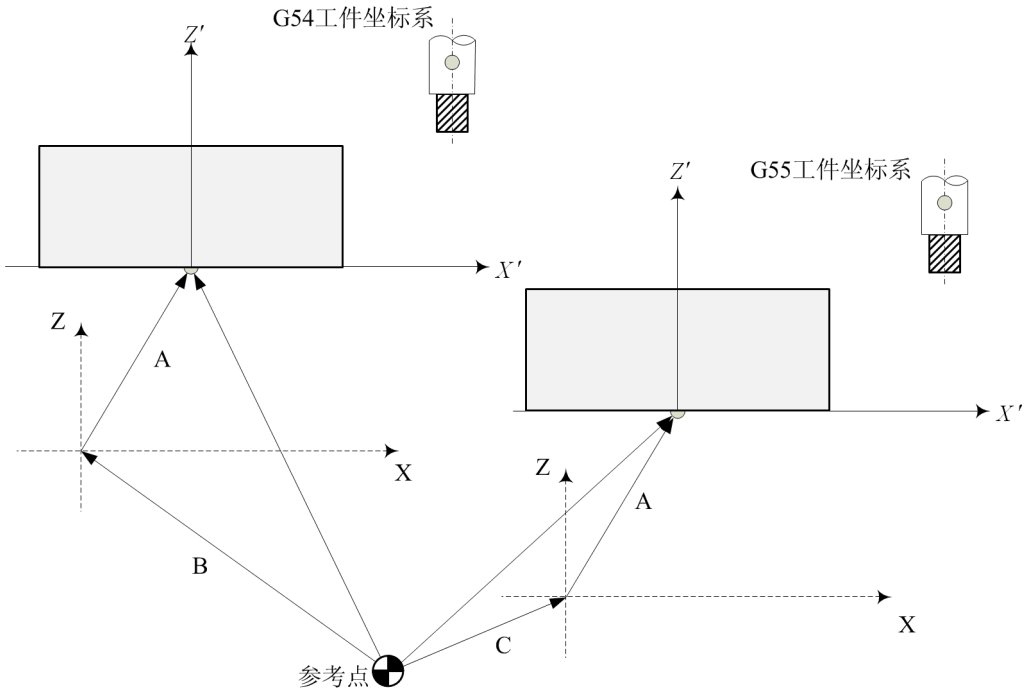
//当执行“G50 X100.0 Z30.0;”程序段，

//建立了如图所示的工件坐标系，

//并且将（X100.0，Z30.0）点设置为起刀点。



示例 2（G50 移动工件坐标系）



原工件坐标系执行 G50 偏移 A，建立新的工件坐标系

X-Z：原工件坐标系

X’-Z’：新工件坐标系

A：由 G50 产生的偏移量

B：G54 中的工件零点偏置量

C：G55 中的工件零点偏置量

2.16 G51.2-主轴比例控制(SPRC)

本系统设计有两个主轴比例控制器（SPRC）：SPRC1 和 SPRC2。

SPRC 是用于控制从动主轴，使其跟随主动主轴、按编程比例转动，同时可进行相位控制和补偿控制的功能。应用于多边形切削、主轴同步对接，主轴重叠控制、齿轮加工等。

2.16.1 SPRC 格式及说明

格式

- **启动 SPRC 控制器**

G51.2 NL(nl) NP(np) P(p) Q(q) R(r) NQ(nq) ；

[说明]

G251 等同于 G51.2。

nl：选择 SPRC 控制器。有效数值：1~2，对应 SPRC1~SPRC2。

NL 未编入时，默认 SPRC1 控制器。

np：主轴号选择。

np 为 2 位数：

十位数：主动 Cs 主轴号(1~通道内主轴数)。

个位数：从动 Cs 主轴号(1~通道内主轴数)。

例，NP13 表示主动主轴为通道内第 1 主轴，从动主轴为通道内第 3 主轴.

np 为 4 位数：

高 2 位数：通道号(1~通道数)+主动主轴号(1~通道内主轴数))。

低 2 位数：通道号(1~通道数)+从动 Cs 主轴号(1~通道内主轴数)。

例，NP1121 表示主动主轴为通道 1 内第 1 主轴，从动主轴为通道 2 内第 1 主轴。

NP 未编入时，默认主动主轴为通道内第 1 主轴，从动主轴为通道内第 2 主轴。

p/q：主动主轴和从动主轴转速比；多边形切削时，p/q=切削刀具数/边形数。

p 有效范围：1~1000，q 有效范围：-1000~-1 或 1~1000

P 未编入时，默认 p=1

Q 未编入时，默认 q=1。q 为负值代表从动主轴与主动主轴旋转方向相反。

r：主动主轴与从动主轴相位差。

r 满足条件：-360.0 < r < 360.0

若 R 编入，则进行相位控制；若 R 未编入，根据以下情况决定是否要进行相位控制：

1) 使用 SPRC1 且位参数 SPRC1NR(P2700.0)=0，或使用 SPRC2 且位参数 SPRC2NR (P2700.1)=0 时，进行相位控制，等同于输入 R0。

2) 使用 SPRC1 且位参数 SPRC1NR (P2700.0)=1，或使用 SPRC2 且位参数 SPRC2NR (P2700.1)=1 时，不进行相位控制。

相位控制附加速度由从动主轴的“定向或整圈停止电机转速”参数确定。

nq：补偿增益

(1) nq 有效范围：1~100，单位：Hz

(2) 当无相位控制或非 1:1 同步主轴，指定 NQ 时报警。

(3) 当同时满足以下条件时，不指定 NQ 效果更好，指定反而更差：

1) 主动和从动主轴都为总线轴

2) 位参数 DSPSCi(i--主动主轴的轴号)=1

3) 非控制方式 0 时

4) 驱动器型号及驱动器软件版本相同

- **停止 SPRC 控制器**

G50.2 NL(nl) P(p) ；

[说明]

G250 等同于 G50.2。

nl：选择 SPRC 控制器。有效数值：1~2，对应 SPRC1~SPRC2；NL 未编入时，默认同时停止 SPRC1 和 SPRC2。

p：发出停止信号，并等待 SPRC 控制器停止

p 有效范围：1

P 未编入时，向 SPRC 控制器发出减速停止信号，但不等待其停止结束。

编入 P1 时，向 SPRC 控制器发出减速停止信号，并等待其停止结束。

注：G250 自动恢复同步前从动轴转速

说明

- **坐标更新**

SPRC 控制期间，从动主轴跟随主动主轴运动的部分脉冲，计入机床坐标，不计入绝对坐标。但累计未计入部分，在 SPRC 控制结束时更新绝对坐标。

SPRC 控制器启动时刻，从动主轴绝对坐标清 0。停止时刻，将 SPRC 控制期间未计入绝对坐标的数据总和计入绝对坐标。

- **SPRC 启动说明**

1 启动后系统在标题栏中间以红色字体醒目提示工作中的 SPRC 控制器：SPRC1/SPRC2

注：当 SPRC1 和 SPRC2 都显示时，中间没有空格显示。

2 启动后，从动主轴立即进入轮廓控制模式。

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	G51.2 ;　　1:1 控制，A 轴进入轮廓模式，坐标清零 … G50.2 ;　　虽停止 SPRC 控制器，但 A 轴仍处于轮廓模式
其它说明	G51.2 与 G251 等价，G50.2 与 G250 等价，下同

3 启动后，当主动主轴为数字主轴时，那么主轴停止时保持使能状态。

例如：

配置 1	第 1 主轴为总线主动轴(C 轴)，DSPSC4=1，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	M3 S500 ; G4 P2000 ; G51.2 ; G4 P5000 ; M5 ;　　C 轴停止后不断使能

配置 2	第 1 主轴为总线主动轴(C 轴)，DSPSC4=0，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	M3 S500 ; G4 P2000 ; G51.2 R0 NQ20 ; G4 P5000 ; M5 ;　　C 轴停止后不断使能

配置 3	第 1 主轴为脉冲主轴(C 轴，P2730=2104)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	M3 S500 ; G4 P2000 ; G51.2 R0 NQ20 ; G4 P5000 ; M5 ;　　C 轴停止后不断使能

4 处于 SPRC 从动控制中的主轴，具有以下限制

(1) G27~G30/G53/G153 中编入该轴地址时报警

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	G51.2 ;　　1:1 控制，A 轴进入轮廓模式，坐标清零 G28 Y0 ;　　报警

(2) 提前转速控制时断使能功能无效

(3) 再次指令该轴为另一 SPRC 控制器将报警。系统限制主轴不允许同时为两个 SPRC 控制器的从动主轴

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	G51.2 ;　　1:1 控制 G51.2 NL2 ;　　报警

(4) SPRC 控制停止前将一直保持使能状态。如果为总线从动主轴，那么附加转速控制时，即便 DSPSCi=0(i 为从动主轴轴号)，也是无法开环。

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	G51.2 ;　　1:1 控制 M3.2 S2=100 ;　　从动轴附加 100 转/分。若为总线从动主轴，那么闭环控制 M5.2 ;　　停止附加转动 M3.2 ;　　再次附加转动 M61 ;　　报警，因为将无法断开使能信号。

(5) 执行 M19/M61/M38/M39 时报警，也包括定向和 C/S 开关按键

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	G51.2 ;　　1:1 控制 M19 ;　　主动主轴定向 M19.2 ;　　报警

(6) 若此时使用 PLC 轴功能控制该从动主轴(包括手动移动该轴)，那么该控制立即进入轴锁状态。

5 处于 SPRC 控制中的主动或从动主轴，提前转速控制时断使能功能无效

6 从动主轴加减速过程中(非同步跟随阶段)，该主轴的多段加减速参数及转速控制平滑时间有效。

7 当 SPRC 启动控制，且主动主轴未处于停止状态，但从动主轴未处于跟随过程中，那么系统自动进行切削锁住。

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	M3 S200 ;　　启动主动主轴 G51.2 P1 Q2 ;　　1:2 控制 G01 Z-10. F100. ;　　待 A 轴速度稳定(处于 SPRC 从动跟随过程中)后切削

注意：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	G51.2 ;　　1:1 控制，主动主轴处于停止状态 G1 Z-10. F100. ;　　虽从动主轴未处于跟随状态，但因主动主轴处于停止状态，不会进行切削锁住

8 当 SPRC 启动控制后，可再次指定 G251，给入新的控制器数据

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	M3 S400 ; G4 P1000 ; G51.2 Q2 ;　　A 轴 800 转/分 G4 P1000; G51.2 P2 ;　　A 轴直接从 800 转/分直接降到 200 转/分 G4 P1000 ; G51.2 ;　　A 轴直接从 200 转/分直接升到 400 转/分

- **SPRC 停止说明**

1 通过代码停止

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)
程序	G0 X20. Z0. ; M3 S400 ; G51.2 P2 ;　　A 轴 200 转/分 G01 Z-10. F500. ; G50.2 ;　　停止，不等待 G0 X25. ; G50.2 P1 ;　　等待 SPRC 控制器，可省略 G0 Y180.0;　　A 轴定位到 180 度
其它说明	“G50.2 P1；”段可省略。下一段指令 A 轴移动时，系统因为检测到 A 轴为 SPRC 控制器控制的从动主轴且处于减速状态，所以进行了等待，以保证“G0 A180.0；”正确运动到 A180.0。

2 通过 G 接口停止

PLC 可在复位时接通 SPnRSPRC(n 为从动主轴轴号)，这样复位时就可以停止相应 SPRC 控制器。

3 有补偿时，且除 SPRC 控制器外有脉冲输出，报警并停止 SPRC 控制器。

4 主动或从动主轴报警时，停止 SPRC 控制器。

相关参数

2700							SPRC2NR	SPRC1NR

[数据类型] 位型

1 SPRC2NR SPRC2 控制器未输入 R 时，默认 R0/不进行相位控制

0 SPRC1NR SPRC1 控制器未输入 R 时，默认 R0/不进行相位控制

2769	(主轴 1)到位允许误差
2869	(主轴 2)到位允许误差
2969	(主轴 3)到位允许误差

指令补偿(NQ)时，从动主轴到位允许误差在补偿控制时使用。当误差绝对值大于到位允许误差时，进行补偿。

注意事项

1 G00 快速、手动和手轮运动会进行 Z 向补偿。

2 当 G251 使用配置为 P2730=2104（带编码器反馈的脉冲主轴），且无相位控制（R），无补偿的（NQ）时，使用主动轴的输出脉冲，而不是反馈脉冲时。

2.16.2 G51.2/G50.2-启动/停止多边形切削

通过 G51.2 同步旋转工件轴和刀具轴，以一定比例转速和相位差，执行多边形切削加工。

G50.2 取消多边形切削。多边形切削时，P/Q=切削刀具数/边形数。

示例

1 工件旋转轴：通道内第 1 主轴，工件旋转轴为主动主轴。

2 刀具旋转轴：通道内第 2 主轴，刀具旋转轴为从动主轴。

3 加工边形数：4 边；切削刀具数：2 把；

4 第 1 主轴和通道 2 第 1 主轴物理旋向相反，因此 P/Q=2/-4（可简化为 1/-2）

5 位参数 SPRC1NR(P2700.0)=0，目的：省略 R0 编入。

示例：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(A 轴)

程序	O0251 ;
	G98 T02; //每分钟进行，使用 2 号刀具
	M3 S100 ; //工件轴旋转速度 100 转/分
	G0 X50. Z5. ; //快速定位
	G51.2 P1 Q-2 ; //省略 NL 时，默认 NL1；省略 NP 时默认 NP12；
	//启动多边形切削，刀具旋转轴以速度 200 转/分同步旋转，执 R0 相位同步。
	G01 Z-20. F100. ; //Z 轴切削进给
	G0 X80. ; //X 轴回退
	G50.2 ; //停止多边形切削，刀具旋转轴同步解除，刀具轴停止
	G0 Z100. ; //Z 轴退回安全位置
	M30 ;

说明	当工件旋转轴为通道内地 3 主轴时，上述指令格式：G51.2 NP13 P1 Q-2。

	当机床配置有 2 个飞刀盘时，加入 G51.2 和 G50.2 均要 NL1、NL2，用来　识别启动/取消 SPRC 控制器。

2.16.3 G51.2/G50.2-启动/停止主轴同步对接

机床上若有两个以上的主轴，通过 G51.2 指令使两个主轴保持同步旋转（回转速率相同，角度相位也相同或者是维持在一个固定角度），从而进行同步夹持工件或者同步接料。

示例

1 通道 1 先加工，加工完成后交接给通道 2 加工。
2 主动主轴：通道 1 第 1 主轴（C1）。
3 从动主轴：通道 2 第 1 主轴（C2）。
4 通道 1 第 1 主轴和通道 2 第 1 主轴物理旋向相反，指令表达为 G251 NP1121 P1 Q-1 R_。
5 主轴有同步夹持角度要求时，相位差值 R 可在【主轴对接】页面，执行【相位示教】获得。
示例：

配置	通道 1	通道 2

程序	（$1）O0251
	…（加工过程省略）
	G4.1 P1;　//通道同步等待#1
	G98 T0101 ;
	M3 S500;　//指令主轴 1 旋转
	G0 Z-15;　//定位至对接位置;
	G251 NP1121 P1 Q-1 R_;
	//执行主轴同步对接，相位差 R_
	G4.1 P2; //通道同步#2-同步完成
	G4.1 P3; //通道同步#3-$2 夹料完成
	M11 ;
	G4 X1 ;
	G4.1 P4; //通道同步#4-$1 松夹完成
	M5 ;
	G0 Z0 ;
	G250;　//取消同步对接
	G4.1 P5; //通道同步#5-对接完成
	M30 ;
		（$2）O0251;
		…
		G4.1 P1;　//通道同步等待#1
		G98 T0202 ;
		G0 Z-50 ;
		G4.1 P2;　//通道同步#2-同步完成
		M11 ;
		G4 X0.5 ;
		G01 Z-60 F500;
		//慢速移动 Z 轴至夹料位置
		M10 ;
		G4 X1 ;
		G4.1 P3; //通道同步#3-$2 夹料完成
		G4.1 P4; //通道同步#4-$1 松夹完成
		G0 Z0 ;
		G4.1 P5; //通道同步#5-对接完成
		…;（加工过程省略）
		M30 ;

说明	在主轴同步模式中，主动主轴与从动主轴同时夹持相同工件时，请勿更改主轴转速或停止主轴。否则可能因变速过程中，同步误差变大，而引发非常危险的情况。 当通道 1 第 1 主轴和通道 2 第 1 主轴物理旋向相同，指令表达为	

	G251 NP1121 P1 Q1 R_。 当通道 2 先加工，上述程序执动作顺序对调，主动主轴转速和同步指令 G251 NP2111 P1 Q-1 R_均编在通道 2。

2.17 G52-局部坐标系

当在工件坐标系中编写加工程序时，为了简便，可以在工件坐标系中再设定一个子坐标系。这个子坐标系称为局部坐标系。

格式

G52 X(U)__ Z(W)__ ;　设定局部坐标系

G52 X0(U0) Z0(W0) ;　取消局部坐标系

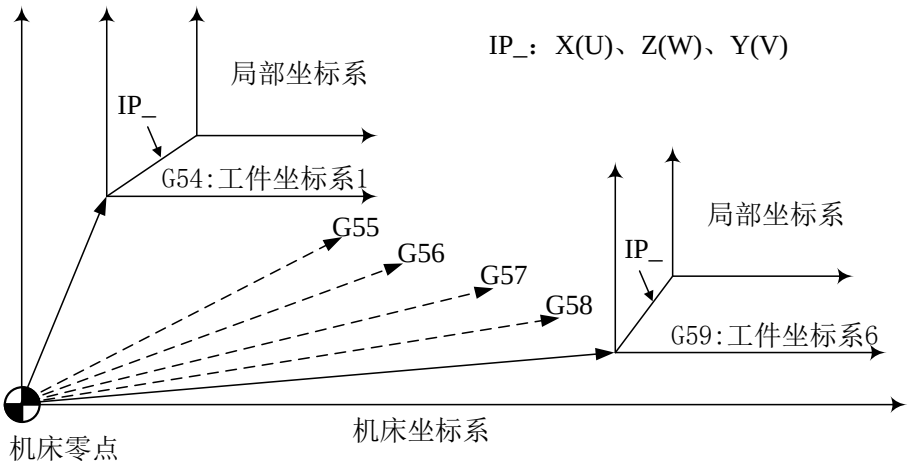
X(U)/ Z(W)：指定局部坐标系原点在工件坐标系中的绝对坐标。

说明

1 当设定局部坐标系时，无论是绝对方式还是相对方式指定，其数值都表示局部坐标系原点在工件坐标系中的绝对坐标。同时，系统界面显示的绝对坐标也是局部坐标系中的坐标。在工件坐标系中用 G52 指定局部坐标系的新零点，可以改变局部坐标系。

2 一旦用 G52 指定了局部坐标系，则此局部坐标系将在其对应的工件坐标系中一直有效，直到指令取消局部坐标系，使局部坐标系零点与工件坐标系零点一致。

3 与 G50 指令不同，G52 只在其对应的工件坐标系中起作用，如下图所示。



注

1 当一个轴自动或手动返回参考点时，该轴的局部坐标系零点与工件坐标系零点一致，即取消了局部坐标系。这与指令 G52 α0 ;（α：返回参考点的轴）的效果相同。

2 局部坐标系设定不改变工件坐标系和机床坐标系。

3 复位时是否清除局部坐标系，取决于参数的设定。当参数“CLRG52”（P0500.6）设置为 1 时，复位时局部坐标系被取消。

4 当用 G50 设定工件坐标系时，局部坐标系被取消。如果未指令所有轴的坐标值，则未指定坐标值的轴的局部坐标系并不取消，而是保持不变。

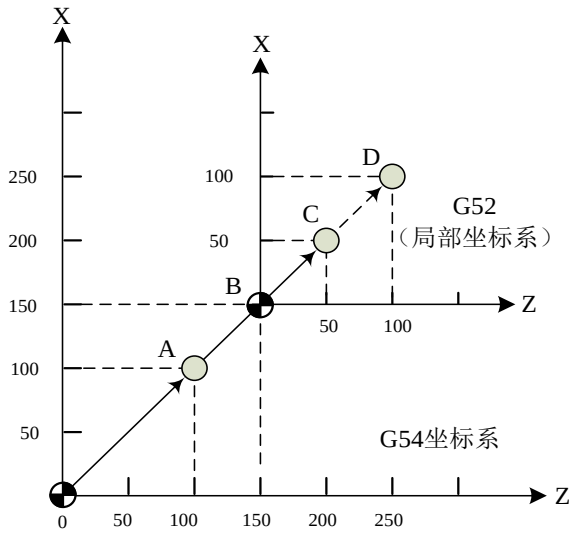
5 G52 暂时取消刀具半径补偿。

6 G52 程序段执行后，绝对坐标立即显示局部坐标系中的坐标。

示例

示例程序：

```
G54 G00 X100.0 Z100.0 ；
  //快速移动至 G54 坐标系 A 点
G52 X150.0 Z150. 0;
  //在 G54 坐标系 B 点，建立局部坐标系
G00 X50.0 Z50.0 ；
  //快速移动至局部坐标系 C 点
G01 X100.0 Z100.0 F100 ；
  //切削进给至局部坐标系 D 点
G52 X0.0 Z0.0 ；
  //取消局部坐标系
G0 X0.0 Z0.0 ；
  //返回 G54 坐标系原点
```



2.18 G53-机床坐标系定位

根据指定的机床坐标，将刀具快速移动到目标位置。

格式

G53 X__ Y__ Z__ ;

X：移动至指定的机床坐标 X 位置。

Y：移动至指定的机床坐标 Y 位置。

Z：移动至指定的机床坐标 Z 位置。

说明

1 由于一般定位指令（G00）只能指定工件坐标系下的目标点，如果用户要将刀具移动到机床的特殊位置时（如换刀位置），用 G53 指令更方便。

2 G53 是非模态 G 代码，仅在当前程序段有效。

3 G53 指令必须是绝对指令。如果是增量指令，则产生报警（PS0241）。

4 G53 可以根据 GA 组模态决定按 G00/G01 速率运动（如果 GA 组为 G00，那么 G53 按 G00 速率运动；如果 GA 组不是 G00，那么 G53 按 G01 速率运动）。

示例

例

```
G53 G01 Z50.0 F1000. ;          //按 G01 速率运动至机床坐标 Z50.0 位置
G53 Z100.0 F4000. ;          //按 G01 速率运动至机床坐标 Z100.0 位置
G53 G00 Z150.0   ;              //按 G00 速率运动至机床坐标 Z150.0 位置
```

注

1 当指定 G53 指令时，若参数“G53COFS”（P3752.2）=0，将自动清除刀具半径、长度等补偿量；否则需指定相应 G 代码清除长度或半径补偿量。

2 G53 抑制 G 代码预读。

3 在圆柱插补、极坐标插补、假想轴插补或数字主轴螺纹插补状态下，执行 G53 指令，会产生报警（PS0049）。

4 在极坐标系、坐标系旋转或坐标系缩放状态下，执行 G53 指令，会产生报警 PS628。

2.19 G54~G59、G54Pn-选择工件坐标系

系统提供 G54~G59 六个基本坐标系，当参数“G54PWK”（P0500.2）设置为 1 时，系统可扩展 99 个附加工件坐标系 G54Pn。用户可通过系统 MDI 面板设定各坐标系的工件零点偏置数据，然后选择任意一个工件坐标系。开机后，默认选择 G54 坐标系。

格式

基本工件坐标系

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

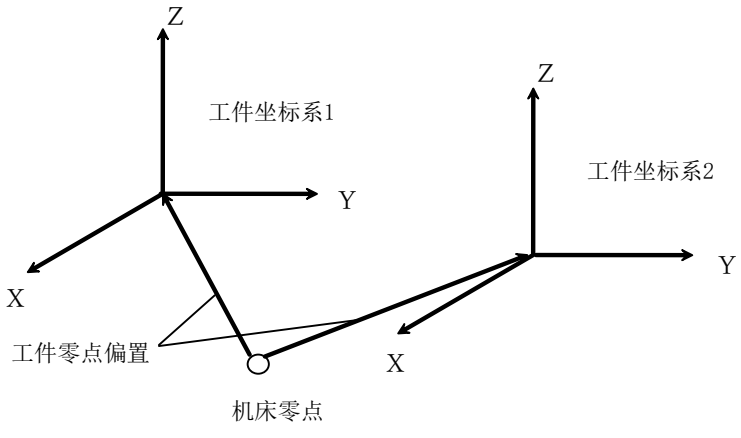
附加工件坐标系

G54 Pn ； n：1~99，表示附加工件坐标系 1~99

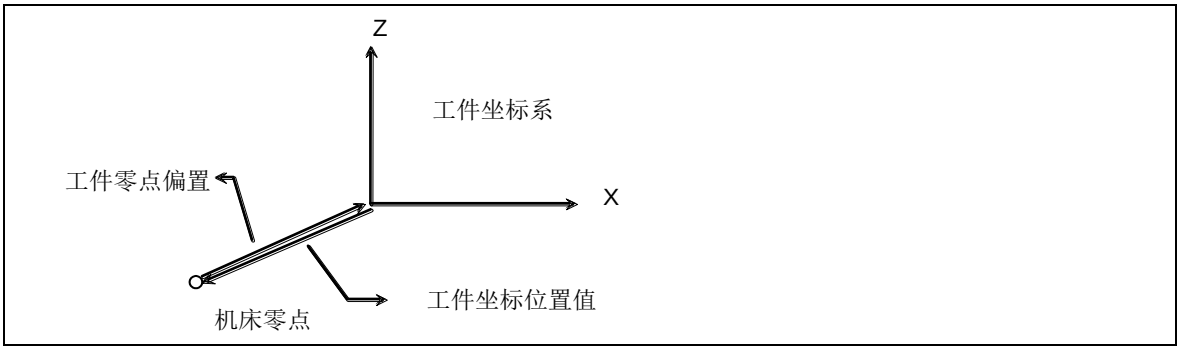
G54~G59、G54Pn 均为模态 G 代码

说明

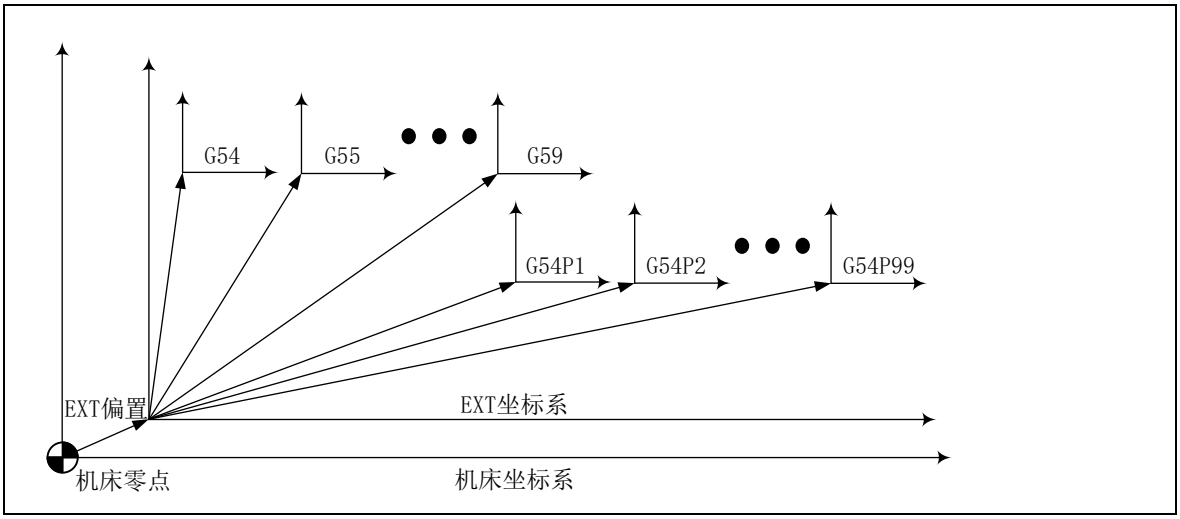
1 系统提供的工件坐标系是由从机床零点到各自坐标系零点的距离（工件零点偏置）设定的，如下图所示。



2 返回参考点后，绝对位置为工件零点偏置的负值，如下图所示。



3 如果选择了工件坐标系，一般情况下设置参数（P0510）为零。如果设定值不为零，返回参考点后，所有工件坐标系偏移该参数设定值的负值。



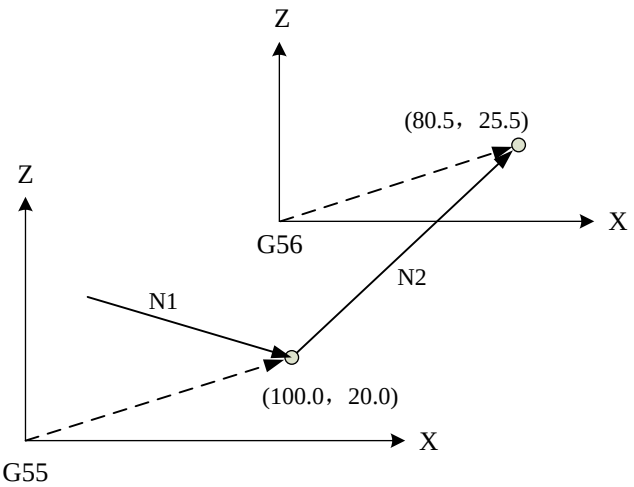
注

1 当选择工件坐标系后，一般不需 G50 设定坐标系。如用 G50 设定则会移动工件坐标系 1~6 和附加坐标系 G54Pn。因此，勿将 G50 与 G54~G59 或 G54Pn 混用，除非要移动工件坐标系。

示例

加工程序：

N1 G55 G0 X100.0 Z20.0 ;
//N1 调用 G55 工件坐标系
//移动至 X100.0，Z20.0;
N2 G56 G0 X80.5. Z25.5 ;
//N2 调用 G56 工件坐标系
//移动至 X80.5，Z25.5;



2.20 G70~G76-复合型车削固定循环

复合型车削固定循环是为进一步简化编程提供的固定循环。例如，只给出精加工形状的轨迹，即可以自动决定中途进行粗车的刀具轨迹。并且，还有用于螺纹切削的固定循环。

复合型固定循环可以在 G18/G19 平面中进行（G73 也可在 G17 平面中进行）。

在下面的说明图中，都是以 ZpXp 平面(G18 平面)为例说明。说明中 X 轴用直径指定，如果用户要以 X 轴为半径指定，则用 U/2 替代 U，X/2 替代 X。

如需使用 Y/Z 平面，或使用 G54.9 指令任意平面加工，则方向关系与此相同，可以 Z 轴或 G54.9 第 3 轴（螺纹导程方向轴）为基准进行类推。

注

复合车削加工时，可通过参数“DFC”（P2303.0）设置是否显示固定循环偏移量的实际位置。若显示，绝对坐标为实际加工轨迹（编程轨迹+精加工余量），若不显示，绝对坐标为编程轨迹。

2.20.1 G70-精加工循环

在用 G71、G72 或 G73 粗车后，可用 G70 精车。

格式

G70 P(ns) Q(nf) ;

ns：精加工形状程序段群的第一个程序段的顺序号。

nf：精加工形状程序段群的最后一个程序段的顺序号。

注

1 在 G71、G72、G73 程序段中指令的 F、M、S、T，对 G70 程序段无效。而顺序号 ns~nf 间指令的 F、M、S、T 对 G70 有效。

2 G70 的循环一结束，刀具就快速移动返回始点，并开始读入 G70 循环的下个程序段。

3 指令 G70~G73 时，在被使用的顺序号 ns~nf 间的程序段中，不能调用子程序。

4 P、Q 地址此处指定时不允许带小数点，否则产生报警（PS1202）。

2.20.2 G71-外圆粗车循环

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G71 U(Δd) R(e) ;

G71 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw) F(f) M(m) S(s) T(t) ;

N(ns) ;

……

N(nf) ;

YpZp 平面(G19 平面)

G71 V(Δd) R(e) ;

G71 P(ns) Q(nf) V(Δu) W(Δw) F(f) M(m)S(s) T(t) ;

N(ns) ;

……

N(nf) ;

说明

Δd：进刀量（半径值）。该指定是模态的，一直到下次指定以前均有效。用参数（P3812）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

e：退刀量（半径值）。该指定是模态的，一直到下次指定以前均有效。用参数（P3813）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

ns：精加工程序段群的第一个程序段的顺序号。

nf：精加工程序段群的最后一个程序段的顺序号。

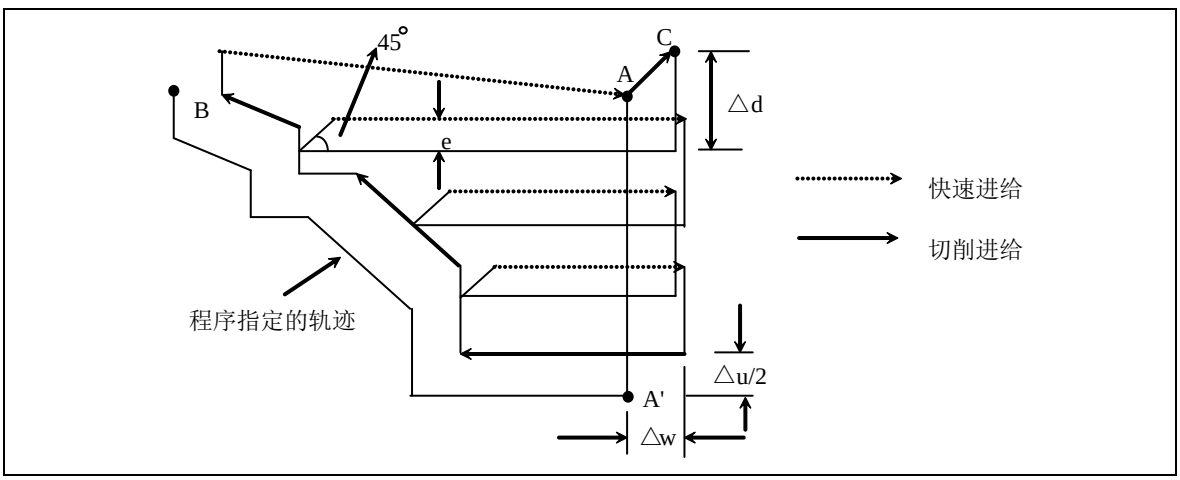
Δu：平面内进刀方向(一般为 X/Y 轴)精加工余量的距离及方向（直径编程为直径值，半径编程为半径值），不设置时默认为 0。

Δw：平面内切削方向(Z 轴或 G54.9 指令第 3 轴)精加工余量的距离及方向，不设置时默认为 0。

f、m、s、t：在 G71 循环中，顺序号 ns~nf 之间程序段中的 F、M、S、T 功能均无效，全部被忽略。仅在有 G71 指令的程序段中，F、M、S、T 是有效的。

注：系统支持 G71 **类型 I** 和**类型 II** 加工，执行 G71 指令时，系统自行判断加工方式。

下图中 A→A'→B 的精加工形状的移动指令，由顺序号 ns 到 nf 的程序来指令。



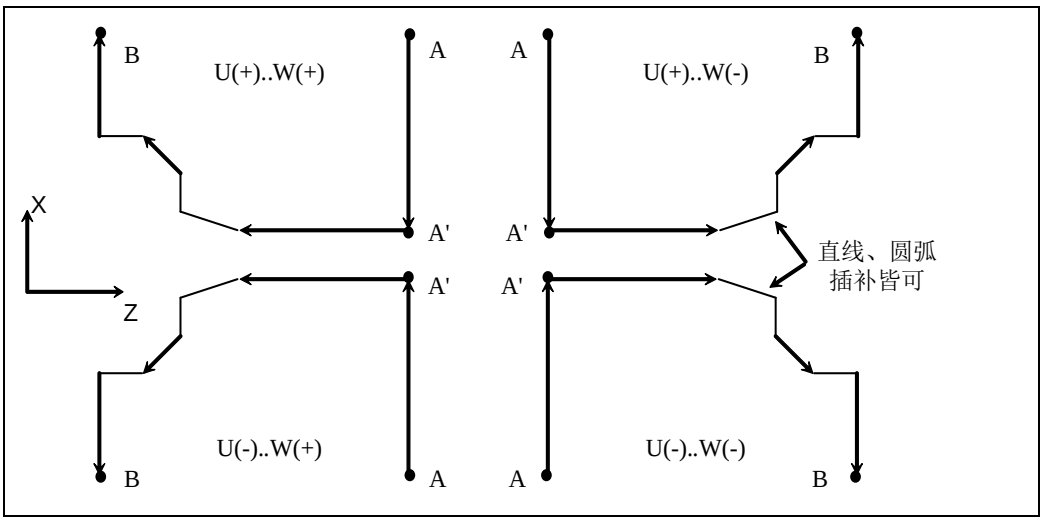
动作

如上图所示，在程序中，给出 A→A'→B 之间的精加工形状。留出 Δ U/2、Δ W 精加工余量，用

Δ d 表示每次的切削进刀量。执行完沿进刀方向（一般为 X/Y 轴）的最后切削后，沿着精削形状进行粗车轮廓切削。等粗车轮廓加工结束后，执行由 Q 指定的程序段的下一个程序段。

- **形状**

根据 Δ u、Δ w 的符号， G71 切削的形状有四种情况。无论哪种都是将刀具平行移动到平面切削方向轴(Z 轴或 G54.9 第 3 轴)后切削工件，此时 Δ u、Δ w 的符号如下图所示。

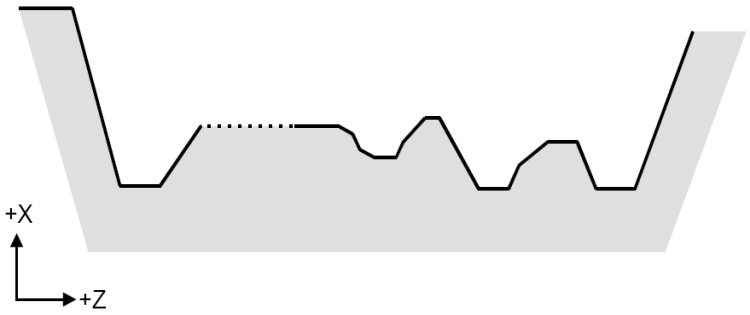


- **单调性检查**

对切削方向轴（Z 轴或 G54.9 第 3 轴）的单调性进行检查，如果非单调变化，那么报警 PS0381。

在 U(+)的情况下，不可加工具有比循环起点更高位置的形状。在 U(-)的情况下，不可加工具有比循环起点更低位置的形状。

- **多槽孔加工**



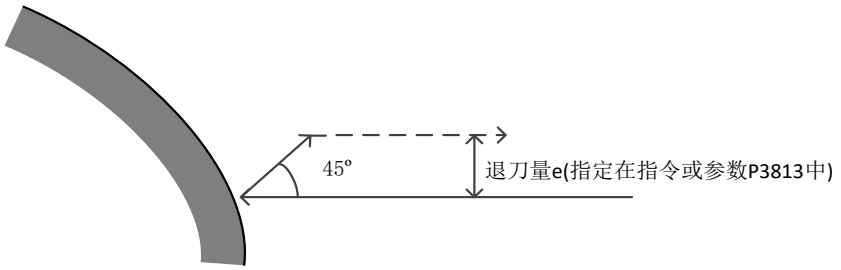
可加工如上图所示槽孔。粗车时，由离起点最近的槽孔加工起，依次加工完所有槽孔。槽孔数量不限。

每个粗车子循环由最多 6 个阶段组成，包括“进刀”、“沿轮廓切入”、“粗车”、“沿轮廓切出”、“退刀”、“返回”。当“G71 和 G72 粗加工方式”（P3827）设为 0 或 2 时，无“沿轮廓切出”阶段，否则有该阶段。

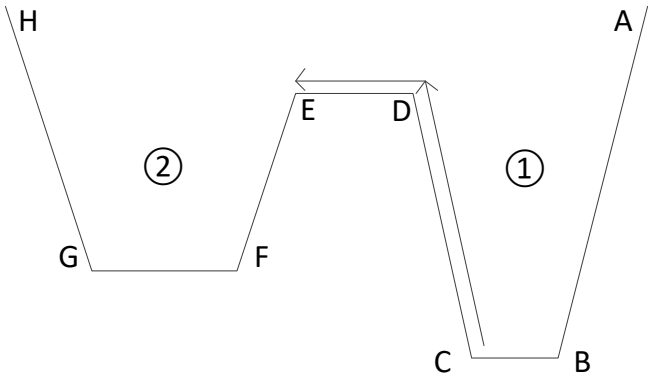
- **无轮廓切出阶段**

无轮廓切出阶段时，采用 45 度退刀(如下图)。但是，在当前槽孔粗车完后，以切

削方式沿精车轮廓走到下一个槽孔起点，开始粗车下一个槽孔。沿轮廓走到下一个槽孔的过程，可以省去粗车完所有槽孔后，不需要再进行粗车轮廓。

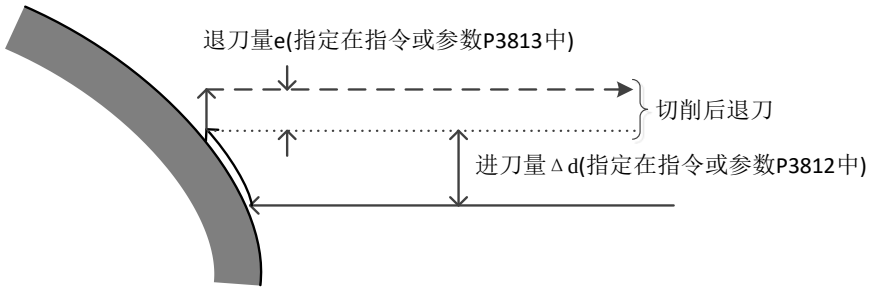


无轮廓切出阶段时，从槽①底部到槽②时沿轮廓切削路径示意图如下：

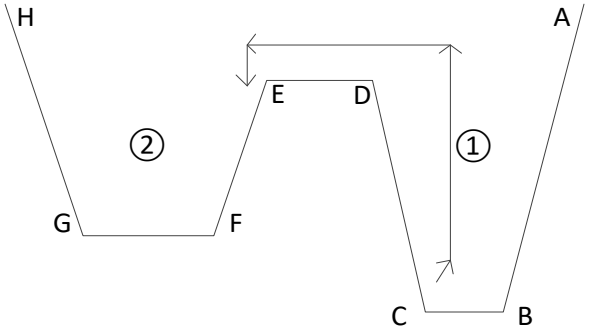


- **有轮廓切出阶段**

有轮廓切出阶段时，粗车后沿轮廓切出，然后再退刀。但是，在当前槽孔粗车完后，沿 45 度方向让刀，然后定位到下一个槽孔起点，开始粗车下一个槽孔。有了轮廓切入和轮廓切出阶段，粗车完所有槽孔后，也不需要再进行粗车轮廓。



有轮廓切出阶段时，从槽①底部到槽②时定位路径示意图：



限制

1 需要在精削形状程序的开头程序段(顺序号 ns 的程序段中 A-A'间的指令)中指定 G00 或 G01 指令，否则报警 PS0065。
2 当Δd/Δu/Δw 所用地址与平面所要求的地址不符时，产生报警(PS0391)。
3 在顺序号 ns 到 nf 的程序段中，不能调用子程序。
4 P、Q 地址此处指定时不允许带小数点，否则产生报警（PS1202）。

注意事项

1 使用 G71 指令时，若要完成 X/Y 平面（G17 平面）内切削，请使用 G54.9 指令。
2 G71 第一行指令Δd 所用地址为进刀方向（非切削方向）地址，G18 平面时固定为 U，G19 平面时固定为 V。
3 G71 第二行指令Δu/Δw 所用地址为进刀方向/切削方向地址，G18 平面时固定为 U/W，G19 平面时固定为 V/W。
4 循环动作由 P、Q 指定的 G71 指令进行。
5 Δd 和Δu 都用同一地址指定，其区分是根据该程序段有无指定 P、Q。
6 在 A 至 B 间的移动指令中的 F、M、S、T 无效，G71 程序段或以前指令的 F、M、S、T 有效。
7 当具有恒线速控制选择功能时，在 A 至 B 间移动指令中的 G96 或 G97 无效，在 G71 或之前程序段中有效。
8 当具有每转进给功能时，在 A 至 B 间移动指令中的 G98 或 G99 无效，在 G71 或之前程序段中有效。
9 在程序段 ns~nf 之间，可以指定 G70 精加工循环时所需的 F、M、S、T 值。

特别参数说明

注

以下所述内容为 G71/G72 特殊使用情况，具有一定风险。请确定安全后再进行加工。

名词说明

进刀轴：对 G71 为坐标平面第 2 轴；对 G72 为坐标平面第 1 轴；例如对 ZX 平面分别为 X/Z。

切削轴：对 G71 为坐标平面第 1 轴；对 G72 为坐标平面第 2 轴；例如对 ZX 平面分别为 Z/X。

最高点：对正向加工，为最小值点；对负向加工，为最大值点。

- **单调性检查**

通常情况下，要求加工轨迹在切削轴上保证单调性，否则触发 PS381 报警。

设置参数“NCCDMN”（P3801.5）可以取消单调性检查。

设置参数“G71 和 G72 单调性检查允许误差”（P3826）可增加或减小单调性检查误差的阈值范围。

潜在风险：刀具无法正确进入非单调轨迹区域，造成切削错误或撞刀。

- **终点位置检查**

  通常情况下，要求加工轨迹终点为除首段外整个轨迹的最高点，否则触发 PS499 报警。

  设置参数“NOCKFP”（P3801.4）可以取消终点位置在进刀轴方向检查，切削轴方向依然检查。设置该参数情况下，G71/G72 处理过程中，自动在轨迹最后添加一段进刀轴切削指令，终点为轨迹最高点加退刀量。

  潜在风险：G70 精加工结束回到起刀点路径可能与工件相交，导致撞刀。

- **起点位置检查**

  通常情况下，要求加工轨迹起点为整个轨迹的最高点，否则触发 PS386 报警。

  设置参数“STPTNH”（P3801.3）可以取消起点位置检查。设置该参数情况下，G71/G72 处理过程中，自动在轨迹最后添加一段进刀轴切削指令，终点为轨迹最高点加退刀量。同时在加工完成时，回到起刀点动作可能会被拆分为切削轴先进行运动，进刀轴再回到起刀点两个动作，根据起点是否为轨迹最高点决定。

  潜在风险：起点位于工件内部，造成启动时撞刀；G70 精加工结束回到起刀点路径可能与工件相交，导致撞刀。

- **消除空行程和快速退刀**

P3802					RRET	SNCL		

3 RRET

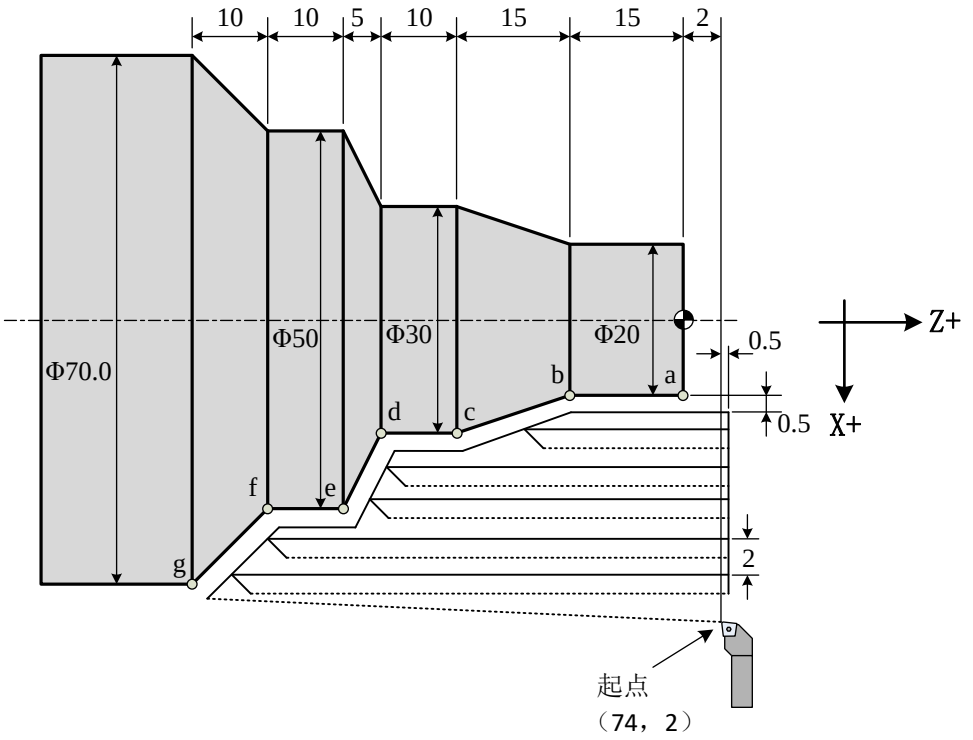
1/0：(G71G72)进刀方向返回起始平面时，使用快速/进给速度

2 SNCL

1/0：(G71G72)是/否跳过预估的无切削循环

示例

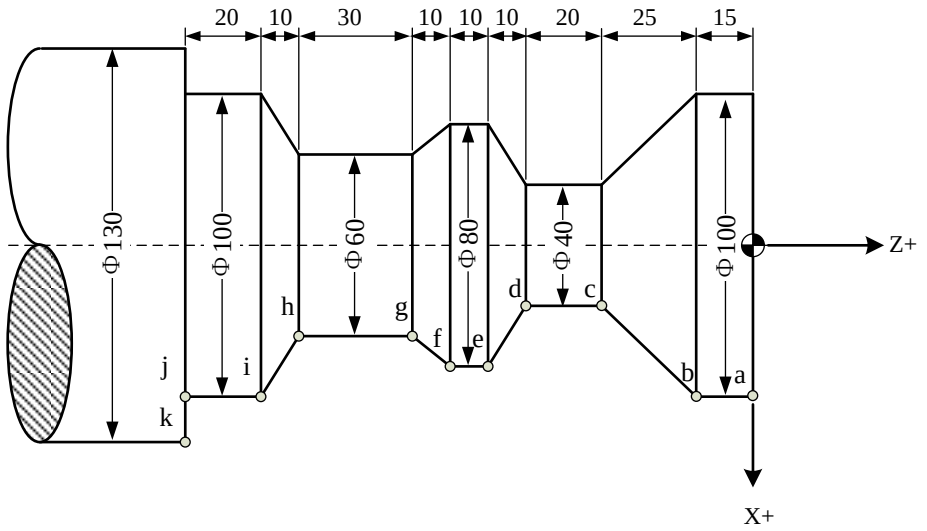
- **复合型固定循环（G70、G71）的实例（类型 I）**



（公制输入，X 轴直径编程，以车床为例）

```
O0010;
G98;                                    //指定每分钟进给
T03 M03 S1000;                          //使用 3 号刀具，主轴正转，转速 1000 rpm
G0 X74.0 Z2.0 M8;                           //快速定位，接近工件，打开切削液
G71 U2.0 R0.5;                          //X 向每次的切削进刀量 4mm(直径)，退刀量 1mm(直径)
G71 P01 Q02 U1.0 W0.5 F200.0;//执行外圆粗车循环，其程序段群为 N01~N02
//X 向精车余量 1mm(直径)，Z 向精车余量 0.5mm，粗车进给速率 200mm/min
N01 G0 X20.0;                           //N01 精加工形状开始段，快速定位至 X20.0
G1 Z-15.0 F100.0;                           //a→b，精加工进给速率 100mm/min
X30.0 Z-30.0;                               //b→c
Z-40.0;                                 //c→d
X50.0 Z-45.0;                               //d→e
Z-55.0;                                 //e→f
N02 X70.0 Z-65.0;                           //N02 精加工形状结束段，f→g
G0 X150.0 Z50.0;                        //快速退回换刀点
T04 M03 S2000;                          //使用 4 号刀具精加工，主轴正转，精车转速 2000 rpm
G0 X74.0 Z2.0;                          //快速定位，接近工件
G70 P01 Q02;                                //执行精加工循环，其程序段群为 N01~N02
G0 X150.0 Z50.0 M9;                     //快速退回换刀点，关闭切削液
M05;                                    //主轴停止
M30;                                    //程序结束
```

- **复合型固定循环（G70、G71）的实例（类型 II）**



（公制输入，X 轴直径编程，以车床为例）

```
O0010;
G98;                          //指定每分钟进给
M3 S1500 T03 ;                //主轴正转，转速 1500 rpm，使用 3 号刀具
G0 X134.0 Z3.0 M8 ;           //快速定位，接近工件，打开切削液
G71 U2.0 R0.5 ;               //X 向每次的切削进刀量 4mm(直径)，退刀量 1mm(直径)
G71 P1 Q2 U1.0 W0.5 F200.0 ;  //执行外圆粗车循环（NC 自动识别当前加工方式为 G71 类型 II）
//其程序段群为 N01~N02，X 向精车余量 1mm(直径)，Z 向精车余量 0.5mm，粗车进给速率 200mm/min
N1 G0 X100.0 ;                //N1 精加工形状开始段，快速定位至 X100.0
G1 Z-15.0 F100.0 ;                //a→b，精加工进给速率 100mm/min
X40.0 Z-40.0 ;                    //b→c
Z-60.0 ;                      //c→d
X80.0 Z-70.0 ;                    //d→e
Z-80.0 ;                      //e→f
X60.0 Z-90.0 ;                    //f→g
Z-120.0 ;                     //g→h
X100.0 Z-130.0 ;              //h→i
Z-150.0;                      //i→j
N2 G1 X130.0 ;                //N2 精加工形状结束段，j→k
S2000;                        //使用同一把刀具精车，精车转速 2000 rpm
G70 P1 Q2 ;                   //执行精加工循环，其程序段群为 N1~N2（T03 执行精车）
G0 X150.0 Z50.0 M9 ;          //快速退刀，关闭切削液
M05;                          //主轴停止
M30;                          //程序结束
```

2.20.3 G72-端面粗车循环

与 G71 相同，G72 采用类似的平行切削方向的动作进行切削，但其切削方向与 G71 垂直 (G18 平面时为 X 轴，G19 平面时为 Y 轴)。

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G72 W(Δd) R(e) ;

G72 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw) F(f) M(m) S(s) T(t) ;

N(ns) ;

……

N(nf) ;

YpZp 平面(G19 平面)

G72 W(Δd) R(e) ;

G72 P(ns) Q(nf) V(Δu)W(Δw) F(f) M(m)S(s) T(t) ;

N(ns) ;

……

N(nf) ;

说明

Δd：进刀量。该指定是模态的，一直到下次指定以前均有效。用参数（P3812）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

e：退刀量。该指定是模态的，一直到下次指定以前均有效。用参数（P3813）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

ns：精加工程序段群的第一个程序段的顺序号。

nf：精加工程序段群的最后一个程序段的顺序号。

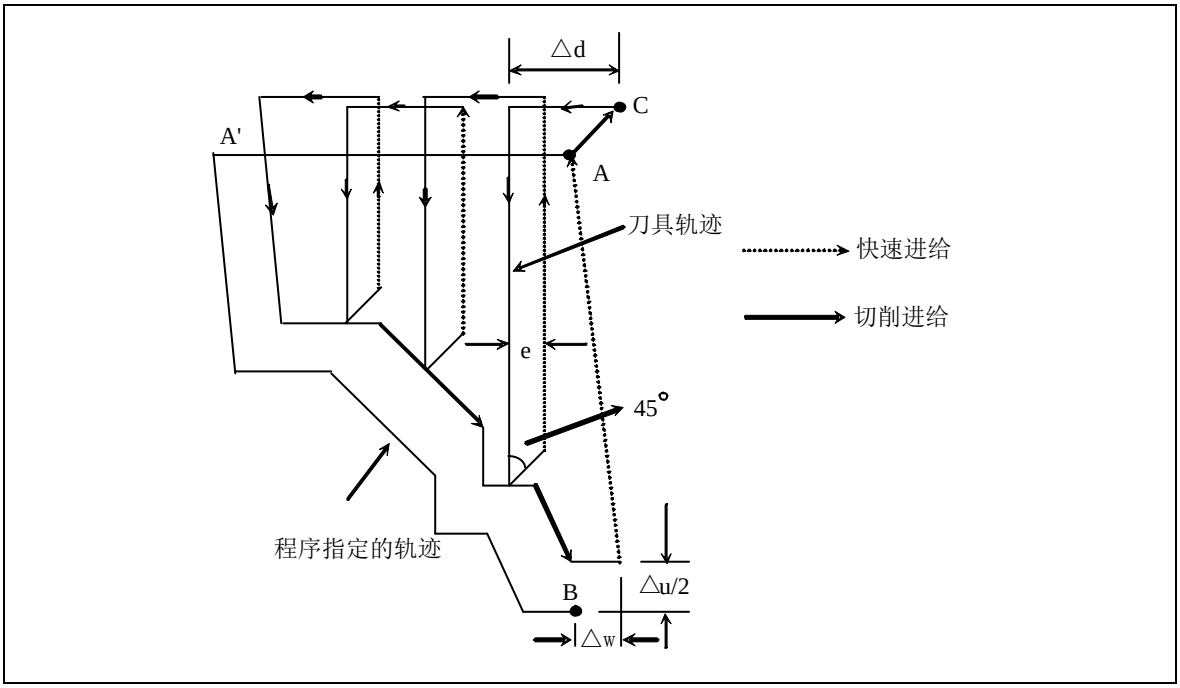
Δu：平面内进刀方向(一般为 X/Y 轴)精加工余量的距离及方向（直径编程为直径值，半径编程为半径值），不设置时默认为 0。

Δw：平面内切削方向(Z 轴或 G54.9 指令第 3 轴)精加工余量的距离及方向，不设置时默认为 0。

f、m、s、t：在 G71 循环中，顺序号 ns~nf 之间程序段中的 F、M、S、T 功能均无效，全部被忽略。仅在有 G71 指令的程序段中，F、M、S、T 是有效的。

注：系统支持 G72 **类型 I** 和**类型 II** 加工，执行 G72 指令时，系统自行判断加工方式。

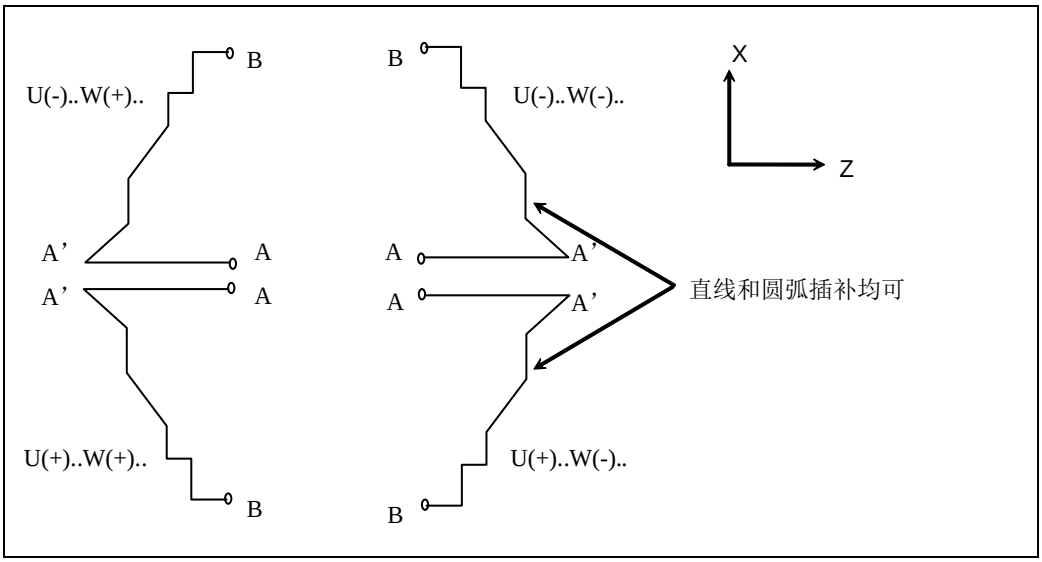
下图中 A→A'→B 的精加工形状的移动指令，由顺序号 ns 到 nf 的程序来指令。



动作

- **形状**

根据Δu、Δw 的符号， G72 切削的形状有四种情况。无论哪种都是根据刀具平行移动到平面切削方向轴(一般为 X/Y 轴)后切削工件，此时Δu、Δw 符号如下图所示（以 ZX 平面为例）。



如上图所示，在程序中，给出 A→A'→B 之间的精加工形状。留出Δ U/2、Δ W 精加工余量，

用Δ d 表示每次的切削进刀量。

- **单调性检查**

对平面第 2 轴的单调性进行检查，如果非单调变化，那么报警 PS0381。

在 W(+)的情况下，不可加工具有比循环起点更高位置的形状。在 W(-)的情况下，不可加工具有比循环起点更低位置的形状。

- **多槽孔加工**

请参考 G71 说明，这里仅描述与 G71 的不同之处。
G72 的切削方向与 G71 垂直 (G18 平面时为 X 轴，G19 平面时为 Y 轴)。
形状在平面内进刀方向(Z 轴或 G54.9 第 3 轴)不必是单调增加或单调减少，可以设置凹陷部分(槽孔)。但是，平面内切削方向(一般为 X/Y 轴)，必须是单调变化。

限制

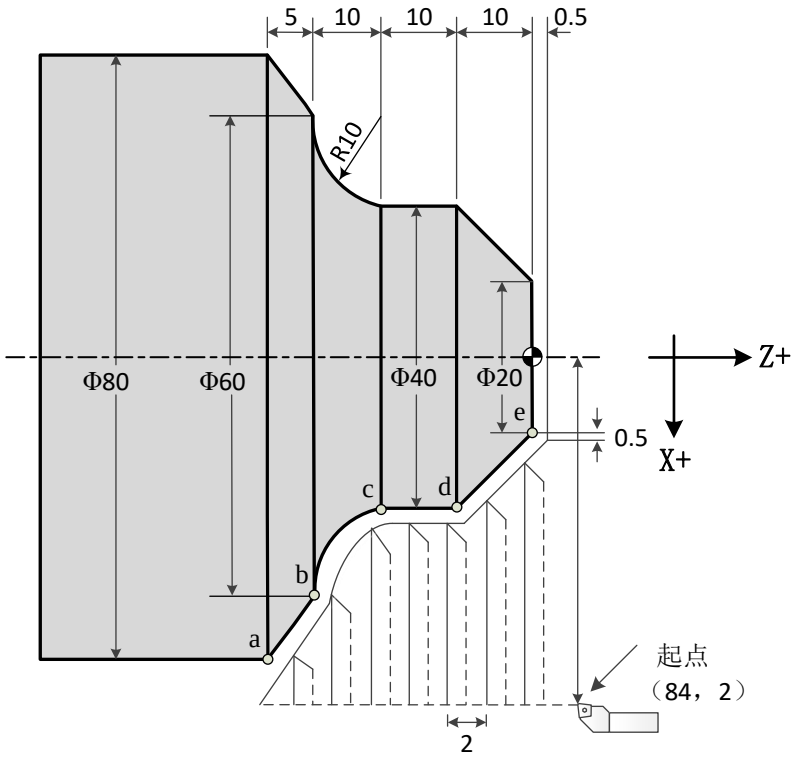
1 需要在精削形状程序的开头程序段(顺序号 ns 的程序段中 A-A'间的指令)中指定 G00 或 G01 指令，否则报警 PS0065。
2 当Δd/Δu/Δw 所用地址与平面所要求的地址不符时，产生报警(PS0391)。
3 在顺序号 ns 到 nf 的程序段中，不能调用子程序。
4 P、Q 地址此处指定时不允许带小数点，否则产生报警（PS1202）。

注意事项

1 使用 G72 指令时，若要完成 X/Y 平面（G17 平面）内切削，请使用 G54.9 指令。
2 G72 第一行指令Δd 所用地址为进刀方向（非切削方向）地址，G18 平面时固定为 U，G19 平面时固定为 V。
3 G72 第二行指令Δu/Δw 所用地址为进刀方向/切削方向地址，G18 平面时固定为 U/W，G19 平面时固定为 V/W。
4 循环动作由 P、Q 指定的 G72 指令进行。
5 Δd 和Δu 都用同一地址指定，其区分是根据该程序段有无指定 P、Q。
6 在 A 至 B 间的移动指令中的 F、M、S、T 无效，G72 程序段或以前指令的 F、M、S、T 有效。
7 当具有恒线速控制选择功能时，在 A 至 B 间移动指令中的 G96 或 G97 无效，在 G71 或之前程序段中有效。
8 当具有每转进给功能时，在 A 至 B 间移动指令中的 G98 或 G99 无效，在 G71 或之前程序段中有效。
9 在程序段 ns~nf 之间，可以指定 G70 精加工循环时所需的 F、M、S、T 值。

示例

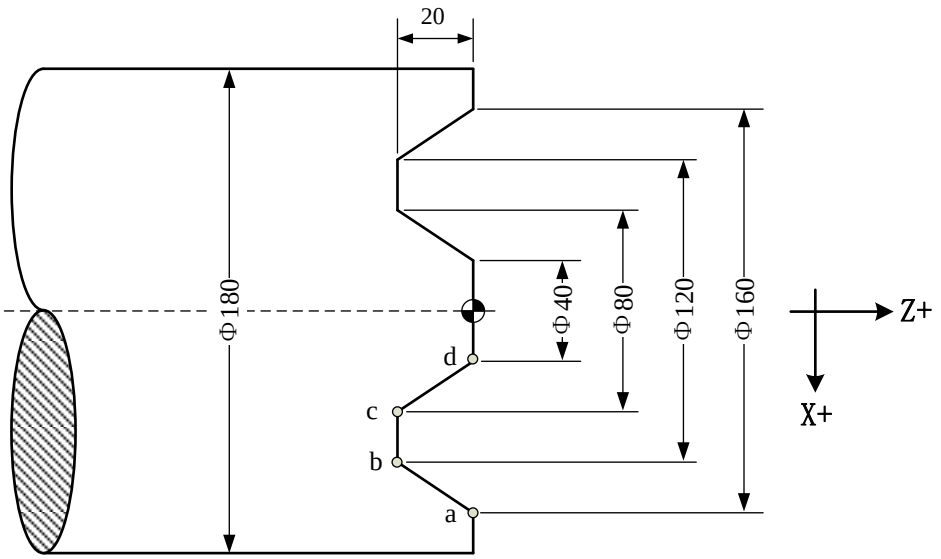
- **复合型固定循环（G70、G72）的实例（类型 I）**



（公制输入，X 轴直径编程，以车床为例）

```
O0011;
G98;                          //指定每分钟进给
T03 M03 S1000;                //使用 3 号刀具粗车，主轴正转，转速 1000 rpm
G0 X84.0 Z2.0 M8;                 //快速定位，接近工件，打开切削液
G72 W2.0 R0.5;                //Z 向每次的切削进刀量 2mm，退刀量 0.5mm
G72 P01 Q02 U1.0 W0.5 F200.0;//执行端面粗车循环，程序段群为 N01~N02
//X 向精车余量 1mm(直径)，Z 向精车余量 0.5mm，粗车进给速率 200mm/min
N01 G0 Z-35.0;                //N01 精加工形状开始段，快速定位至 Z-35.0
G1 X80.0 F100.0;              //进刀至 a 点，精车进给速率 100mm/min
X60.0 Z-30.0;                     //a→b
G3 X40.0 Z-20.0 R10.0 ;           //b→c
G1 Z-10.0 ;                   //c→d
N02 X20.0 Z0.0;               //N02 精加工形状结束段，d→e
G0 X150.0 Z50.0;              //快速退回换刀点
T04 M03 S2000;                //使用 4 号刀具精车，主轴正转，精车转速 2000 rpm
G0 X84.0 Z2.0;                //快速定位，接近工件
G70 P01 Q02;                      //执行精加工循环，其程序段群为 N01~N02
G0 X150.0 Z50.0 M9;           //快速退回换刀点，关闭切削液
M05;                          //主轴停止
M30;                          //程序结束
```

- **复合型固定循环（G70、G72）的实例（类型 II）**



（公制输入，X 轴直径编程，以车床为例）

```
O0011;
G98;                          //指定每分钟进给
T03;                          //使用 3 号刀具粗车
G50 S3000;                    //主轴转速限制 3000 rpm
G96 S200 M03;                 //恒线速度，表面速度 200m/min，主轴正转
G0 X160.0 Z5.0 M8;            //快速定位，接近工件，打开切削液
G72 W2.0 R0.5;                //Z 向每次的切削进刀量 2mm，退刀量 0.5mm
G72 P01 Q02 U1.0 W0.5 F150.0;//执行端面粗车循环（NC 自动识别当前加工方式为 G72 类型 II）
//程序段群为 N01~N02，X 向精车余量 1mm(直径)，Z 向精车余量 0.5mm，粗车进给速率 150mm/min
N01 G0 X160.0 Z0.0;           //N01 精加工形状开始段，快速定位至 a 点 Z0.0 位置
G01 X120.0 Z-20.0 F100.0;     //a→b，精车进给速率 100mm/min
X80.0 ;                       //b→c
N02 X40.0 Z0.0;               //N02 精加工形状结束段，c→d
G70 P01 Q02;                      //执行精加工循环，其程序段群为 N01~N02（T03 执行精车）
G0 X200.0 Z50.0 M9;           //快速退回换刀点，关闭切削液
M05;                          //主轴停止
M30;                          //程序结束
```

2.20.4 G73-封闭切削循环

利用该循环，可以按同一轨迹重复切削，每次切削刀具向工件移动一次。因此，对于锻造、铸造等粗加工已初步形成的毛坯，可以高效率地加工。

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G73 W(Δk) U(Δi) R(d) ;

G73 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw) F(f) M(m) S(s) T(t) ;

N(ns) ;

……

N(nf) ;

YpZp 平面(G19 平面)

G73 V(Δk) W(Δi) R(d) ;

G73 P(ns) Q(nf) W(Δu) V(Δw) F(f) M(m) S(s) T(t) ;

N(ns) ;

……

N(nf) ;

XpYp 平面(G17 平面)

G73 U(Δk) V(Δi) R(d) ;

G73 P(ns) Q(nf) V(Δu) U(Δw) F(f) M(m) S(s) T(t) ;

N (ns) ;

……

N(nf) ;

说明

Δi：平面第 2 轴(ZX 平面时为 X 轴)方向退刀的距离及方向（半径值）。这个指定是模态的，一直到下次指定前均有效。并且用参数（P3815）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

Δk：平面第 1 轴(ZX 平面时为 Z 轴)方向退刀的距离及方向。这个指定是模态的，一直到下次指定前均有效。并且用参数（P3814）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

d：分割次数，等于粗车次数。该指定是模态的，直到下次指定前均有效。也可以用参数（P3816）指定，根据该指定，参数值也改变。如编入 R5，会分割 5 次。R 值最小可以为 1。

ns：精加工形状程序段群的第一个程序段的顺序号。

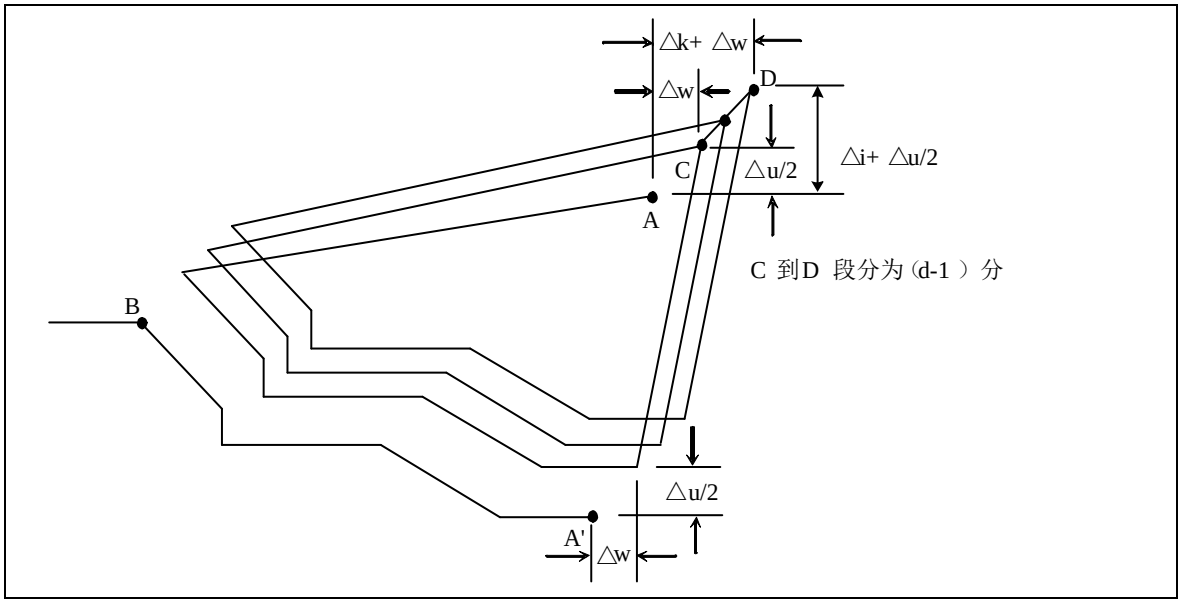
nf：精加工形状程序段群的最后一个程序段的顺序号。

Δu：平面第 2 轴(ZX 平面时为 X 轴)方向精加工余量的距离及方向（直径编程为直径值，半径编程为半径值），不设置时默认为 0。

Δw：平面第 1 轴(ZX 平面时为 Z 轴)方向精加工余量的距离及方向，不设置时默认为 0。

f、m、s、t：在 G73 循环中，顺序号 ns~nf 之间程序段中的 F、M、S、T 功能均无效，全部被忽略。仅在有 G73 指令的程序段中，F、M、S、T 是有效的。

下图中 A→A'→B 的精加工形状的移动指令，由顺序号 ns 到 nf 的程序来指令。



限制

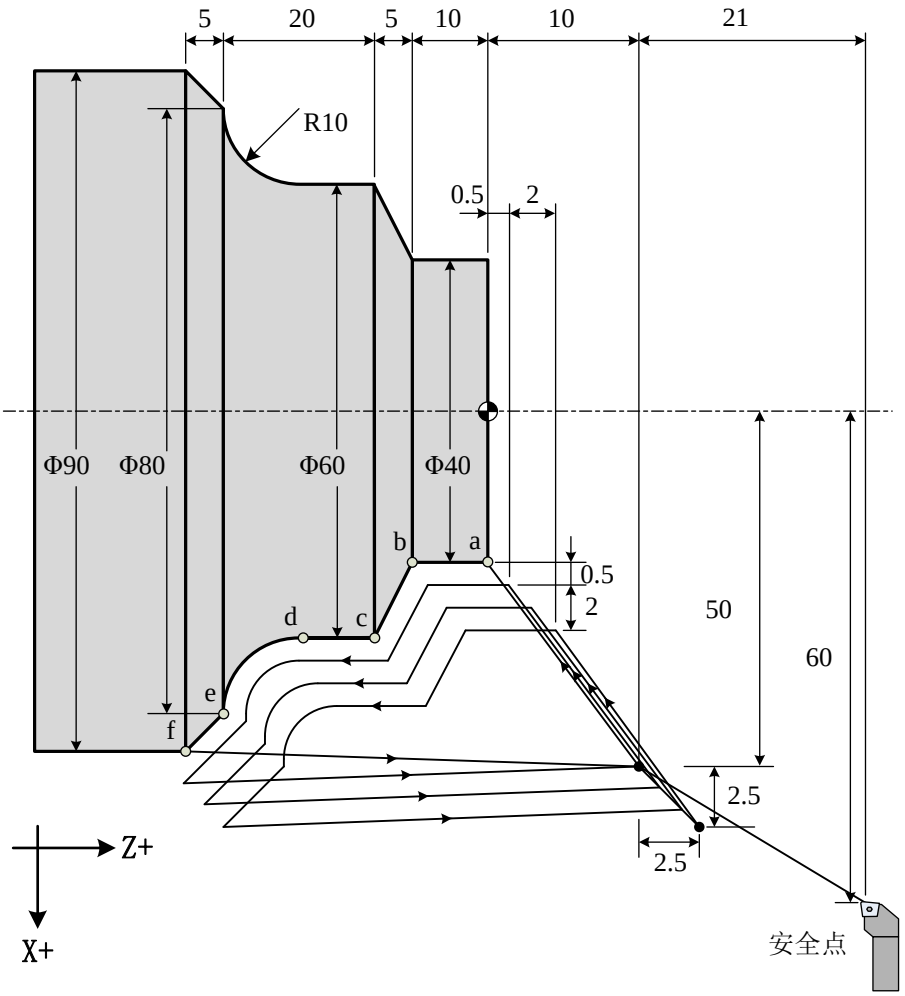
1 当Δi/Δk/Δu/Δw 所用地址与平面所要求的地址不符时，产生报警(PS0391)。
例如：G18 平面需要使用 W、U 指定Δk、Δi 时，如果输入 V 地址，那么报警。
2 P、Q 地址此处指定时不允许带小数点，否则产生报警（PS1202）。

注意事项

1 Δi、Δk、Δu、Δw 都用地址 U、W 指定，其区分是根据改程序段有无指定 P、Q。
2 循环动作由 P、Q 指定的 G73 指令进行。
3 G73 的切削形状同 G71 一样可分为四种，编程时请注意Δi、Δk、Δu、Δw 的符号。循环结束后，刀具返回 A 点。
4 G73 可以加工内凹的工件，所以在指定退刀量时要格外小心，一旦指定得不合理，则在退刀时有可能会撞上前面凸出的部位。一般选取退刀量时可以设定为最大余量的单边值。
5 R 地址此处指定时不应带小数点，如果编入小数点，那么自动取整数部分。

示例

- **复合型固定循环（G70、G73）的实例**



（公制输入，X 轴直径编程，最小毛胚尺寸为φ46）

```
O0012;
G98;                          //指定每分钟进给
T03 M03 S1000;                //使用 3 号刀具，主轴正转，转速 1000 rpm
G0 X100.0 Z10.0 M8;           //快速移，接近工件，打开切削液
G73 U2.0 W2.0 R3.0;           //X 向退刀距离 4mm(直径)，Z 向退刀距离 2mm，分 3 次粗车
G73 P01 Q02 U1.0 W0.5 F200.0;//执行封闭切削循环，其程序段群为 N01~N02
//X 向精车余量 1mm(直径)，Z 向精车余量 0.5mm，粗车进给速率 200mm/min
N01 G0 X40.0 S1500;           //N01 精加工形状开始段，快速定位至 X40.0，精车转速 1500
rpm
G1 Z-10.0 F100.0;                 //a→b，精车进给速率 100mm/min
X60. Z-15.0;                  //b→c
Z-25.0;                       //c→d
G2 X80. Z-35.0 R10.0 ;        //d→e
N02 G1 X90.0 Z-40.0 ;         //N02 精加工形状结束段 e→f
G70 P01 Q02;                      //执行精加工循环，其程序段群为 N01~N02（T03 执行精
车）
G0 X120.0 Z31.0 M9;           //快速退回安全点，关闭切削液
M05;                          //主轴停止
M30;                          //程序结束
```

2.20.5 G74-端面(Z 轴)啄式加工循环

G74 指令用于工件端面切槽加工，也可以用于外圆切削的断屑处理。另外，如果省略 X(U)、P 地址，只是 Z 轴动作，则为深孔钻循环。

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G74 R(e);

G74 X(U)__ Z(W)__ P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F(f);

YpZp 平面(G19 平面)

G74 R(e);

G74 Y(V)__ Z(W)__ P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F(f);

说明

G74 指令支持[G18/G19]平面编程。

e：回退量（Z 轴向切削 Δk 后的退刀量）。该指令是模态的，一直到下次指定以前均有效。用参数（P3817）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

X(U)/Y(V)：指定平面进刀方向的终点坐标值（一般为 B 点的 X/Y 轴坐标），绝对值或相对值指定。

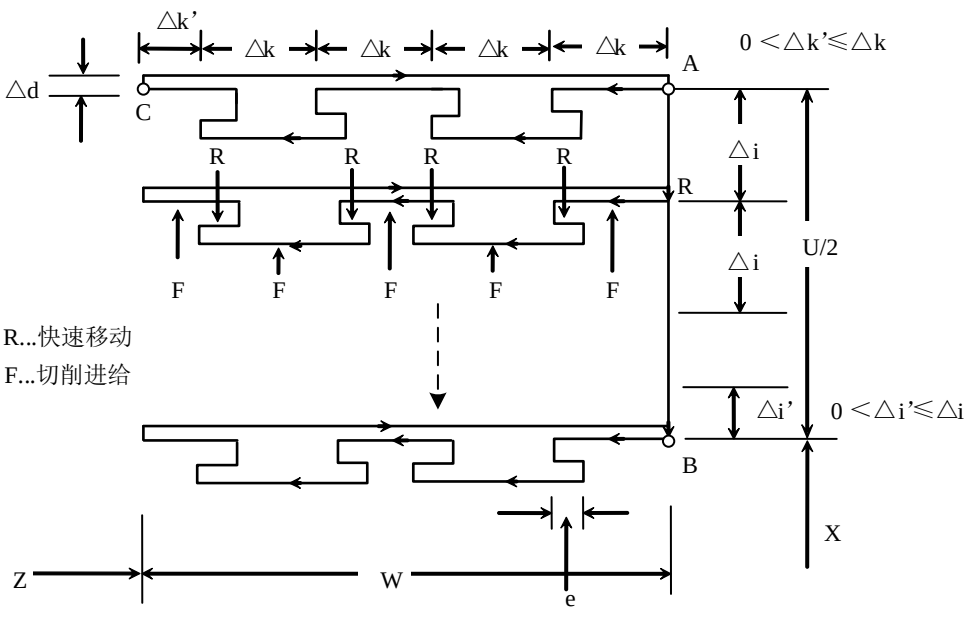
Z(W)：指定平面切削方向的终点坐标值（一般为 C 点的 Z 轴或 G54.9 第 3 轴坐标），绝对值或相对值指定。

Δi：进刀方向每次切削的移动长度（一般为 X/Y 轴，以半径值表示，正值）。

Δk：切削方向的每次切削深度（Z 轴或 G54.9 第 3 轴，正值）。

Δd：刀具在切削底部时，进刀方向（一般为 X/Y 轴）的退刀量。打直孔时通常不需要设定。设定时请考虑退刀值是否满足实际情况。

f：进给速度。



注

1 P、Q 地址是否允许编入小数点，与位参数“PQDOT”(P3800.1)有关。

(1) 编程格式 1：设置参数 P3800.1=1，P/Q 表示长度时的编程单位为毫米，允许编入小数点。此时，参数 PODI(P2500.3)=1，未编入小数点时，自动加小数点；参数 POD(P2500.4)=1 时，必须编入小数点。

(2) 编程格式 2：设置参数 P3800.1=0，P/Q 表示长度时的编程单位为微米，不允许编入小数点，否则发出 PS1202 报警(“小数点错误”)。

(3) 出厂默认 P/Q 表示长度时的编程单位为毫米，小数点任意编入。

2 Δk、Δi 需要小于对应方向上总移动量，否则触发 PS504/PS505 报警。可以通过设置参数“NPQALM”（P3801.2）来禁止该报警。此时 Δk、Δi 为对应方向的总移动量。

示例

例：使用 G18 平面编程

（X 轴直径编程，公制输入，以车床为例）

```
G18；
G0X80 Z5;
G74 R0.5 ;          //Z 向回退量 0.5mm
G74 X30.0 W-25.0 P2.2 Q1.1 F300.0;  //执行端面(Z 轴)啄式加工循环
//进刀方向(X 轴)每次切削的移动长度 4.4mm(直径)，切削方向(Z 轴)每次切削深度 1.1mm
```

例：如需使用 Y/Z 平面，或使用 G54.9 指令任意平面加工，则方向关系与此相同，可以 Z 轴或 G54.9 第 3 轴为基准进行类推。

（X 轴直径编程，Y 轴半径编程，公制输入）

```
N010 G54.9 P123;                    //笛卡尔坐标系变换 XYZ→XZY
N011 G18 G50 X20.0 Y20.0;           //G18 为 X/Y 平面，Y 为切削方向，X 为进刀方向
N012 G00 X0.0 Y0.0 ;
N013 G74 R2.0 ; //Y 向回退量 2mm
 N014 G74 U-20.V10. P2.0 Q1.0 F300.0;
//进刀方向(X 轴)每次切削的移动长度 4.0mm(直径)，切削方向(Y 轴)每次切削深度 1mm
N015 G54.9;
```

注

1 e 和 Δd 都用地址 R 指定，它们的区别根据有无指定平面内轴来确定。即如果指定轴指令，则 R 指定的是 Δd。

2 循环动作通过指定轴指令的 G74 指令进行。

3 当参数“G74S”设为 1 时，系统具有回退到加工起点功能。该机能有效时，加工循环中，每次的回退位置为超过加工起始位置距离 e 处，下一步再快速进给到新的加工点之前距离 e 处。其它循环过程不变。

4 Δd 通常以正值指定，但是，当省略平面进刀方向（一般为 X/Y 轴）或进刀方向移动量为 0 时，即深孔钻循环，可以指定退刀方向的符号，此时 Δi 指定无意义。

2.20.6 G75-横向(X 轴)啄式加工循环

G75 指令相当于在 G74 中，将 ZX 平面的 X 轴和 Z 轴调换（YZ 平面为 Y 轴和 Z 轴调换）。在此循环中，G75 指令可以进行端面切削的断屑处理。另外，如果省略 Z(W)或 Z 轴移动量为 0，则可以对外径进行切槽加工和切断加工。

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G75 R(e);

G75 X(U)__ Z(W)__ P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F(f);

YpZp 平面(G19 平面)

G75 R(e);

G75 Y(V)__ Z(W)__ P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F(f);

说明

G75 指令支持[G18/G19]平面编程。

e：回退量（X/Y 轴向切削 Δi 后的退刀量，半径值）。这个指定是模态的，在下次指定前一直有效。并且用参数（P3817）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

X(U)/Y(V)：指定平面切削方向的终点坐标值（一般为 C 点的 X/Y 轴坐标），绝对值或相对值指定。

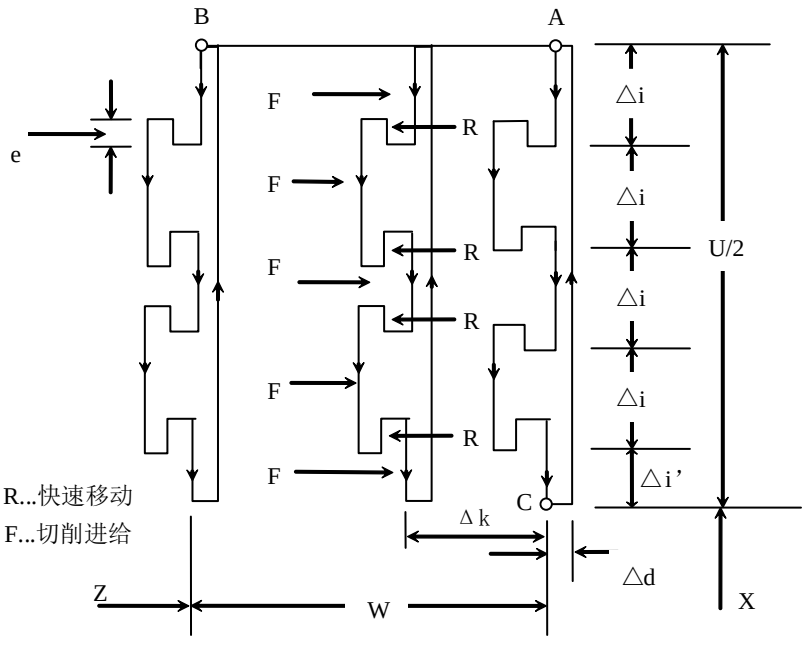
Z(W)：指定平面进刀方向的终点坐标值（B 点的 Z 轴或 G54.9 第 3 轴坐标），绝对值或相对值指定。

Δi：切削方向的每次切削深度（一般为 X/Y 轴，以半径值表示，正值）。

Δk：进刀方向每次切削的移动长度（Z 轴或 G54.9 第 3 轴，正值）

Δd：刀具在切削底部时，平面进刀方向（Z 轴或 G54.9 第 3 轴）的退刀量。打直孔时通常不需要设定。设定时请考虑退刀值是否满足实际情况。

f：进给速度。



注

1 P、Q 地址是否允许编入小数点，与位参数“PQDOT”(P3800.1)有关。

(1) 编程格式 1：设置参数 P3800.1=1，P/Q 表示长度时的编程单位为毫米，允许编入小数点。此时，参数 PODI(P2500.3)=1，未编入小数点时，自动加小数点；参数 POD(P2500.4)=1 时，必须编入小数点。

(2) 编程格式 2：设置参数 P3800.1=0，P/Q 表示长度时的编程单位为微米，不允许编入小数点，否则发出 PS1202 报警(“小数点错误”)

(3) 出厂默认 P/Q 表示长度时的编程单位为毫米，小数点任意编入。

2 Δk、Δi 需要小于对应方向上总移动量，否则触发 PS504/PS505 报警。可以通过设置参数“NPQALM”（P3801.2）来禁止该报警。此时 Δk、Δi 为对应方向的总移动量。

示例

例：使用 G18 平面编程

（X 轴直径编程，公制输入，以车床为例）

```
G18；
G75 R0.5 ;          //X 向回退量 1mm(直径)
G75 U-10.0 W5.0 P2.2 Q3.0 F300.0 ;
//切削方向(X 轴)的每次切削深度 4.4mm(直径)；进刀方向(Z 轴)每次切削的移动长度 3mm
```

例：使用 G19 平面编程

（Y 轴半径编程，公制输入）

```
N010 G19 G50 Y20.0 Z20.0;                    //G19 为 Y/Z 平面，Y 为切削方向，Z 为进刀方向
N011 G00 Y0.0 Z0.0 ;
N012 G75 R2.0 ; //Y 向回退量 2mm(半径)
N013 G75 Y10.0 Z-20.0 P2.0 Q3.0 F300.0 ;
//切削方向(Y 轴)的每次切削深度 2mm(半径)；进刀方向(Z 轴)每次切削的移动长度 3mm
```

例：使用笛卡尔坐标系 G54.9 指令编程

（X 轴直径编程，Y 轴半径编程，公制输入）

```
G54.9 P123;                          //笛卡尔坐标系变换 XYZ→XZY
G18 G50 X20.0 Y20.0;                      //G18 为 X/Y 平面，Y 为切削方向，X 为进刀方向）
G00 X0.0 Y0.0 ;
G75 R2.0 ;  //X 向回退量 4mm(直径)
G75 U-20.0 V10.0 P2.0 Q2.0 F300.0 ;
//切削方向(X 轴)的每次切削深度 4mm(直径)；进刀方向(Y 轴)每次切削的移动长度 2mm
G54.9;
```

注意事项

1 e 和 Δd 都用地址 R 指定，它们的区别根据有无指定平面内轴来确定。即如果指定轴指令，则 R 指定的是 Δd。
2 循环动作通过指定轴指令的 G75 指令进行。
3 当参数“G74S”设为 1 时，系统具有回退到加工起点功能。该机能有效时，加工循环中，每次的回退位置为超过加工起始位置距离 e 处，下一步再快速进给到新的加工点之前距离 e 处。其它循环过程不变。
4 Δd 通常以正值指定，但是，当省略平面进刀方向轴（Z 轴或 G54.9 第 3 轴）或进刀方向移动量为 0 时，即深孔钻循环，可以指定退刀方向的符号，此时 Δk 指定无意义。
5 G74、G75 都可用于切断、切槽或孔加工，都可以自动退刀，并且可以进行彼此相互对称的四种轨迹运动。

2.20.7 G76-复合型螺纹切削循环

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G76 P(m)(r)(a)__Q(Δdmin)__R(d)__E(s)(n)__NB(kb)__NE(ke)__;
G76 X(U)__Z(W)__R(i)__P(k)__Q(Δd)__(F__or E__) NB(nb)__NE(ne)__J__K__H__

YpZp 平面(G19 平面)

G76 P(m)(r)(a)__Q(Δdmin)__R(d)__E(s)(n)__NB(kb)__NE(ke)__;
G76 Y(V)__Z(W)__R(i)__P(k)__Q(Δd)__(F__or E__) NB(nb)__NE(ne)__J__K__H__

说明

- **格式说明**

地址	地址意义	取值范围	单位	模态值
X(U)	X 轴螺纹终点坐标（牙底），绝对/相对编程	-999999~999999	mm	—
Y(V)	Y 轴螺纹终点坐标（牙底），绝对/相对编程	-999999~999999	mm	—
Z(W)	Z 轴螺纹终点坐标（牙底），绝对/相对编程	-999999~999999	mm	—
P（m）	精加工重复次数	01-99	次	是
P（r）	螺纹退尾宽度	00-99	0.1F(F 为导程）	是
P（a）	刀尖角度(螺纹牙角度）	00-90	度	是
Q（Δdmin）	最小进刀量，半径编程	0~999999	mm	是
R（d）	精加工余量，半径编程	0~999999	mm	是
E（s）	螺纹段起点类型	0 或 1	—	是
E（n）	螺纹切削方法	0~3	—	是
R（i）	螺纹起点与终点的半径差，半径编程	-999999~999999	mm	否
P（k）	螺纹牙高，半径编程	0.0001~999999	mm	否

Q(Δd)	第一次进刀量，半径编程	0.0001~999999	mm	否
F/E	公制螺纹的导程/英制螺纹的牙数	0.0001~500.0000	mm	是
J/K	让刀平均加减速度系数	0.01~4.0	—	否
H	多头螺纹的头数，省略时，为单头螺纹 （多头螺纹时，F 为相邻螺距）	1-99	—	是
NB	圆弧旋入功能控制参数	—	—	是
NE	圆弧旋出功能控制参数	—	—	是

注

G76 运动指令（非 G76 参数设置指令）中螺纹头数 H 为模态值，但仅限于连续 G76 运动指令。例如：连续 G76 指令段之间插入 G04 指令时，后面的 G76 运动指令可继承前面运动指令中的 H 值；若在指令段之间插入 01 组 G 代码，则清除保存的 H 值。

- **小数点编程**

1 J 和 K 未输入小数点时，数据处理受 PODI 参数影响：

(1) PODI(P2500.3)=1 时，J1 等价于 J1.0；

(2) PODI(P2500.3)=0 时，J1 等价于 J0.001（与编程位数相关，此处以 3 位小数为例）

2 用 P、Q、R 指定的数据，根据有无地址 X(U)、Y(V)、Z(W)来区别。无地址 X(U)、Y(V)、Z(W)时，P 地址不能带小数点。

3 G76 第一段中的 P 地址（P 指定 m/r/n/a 时），不能带小数点。

4 G76 第一段中的 Q 地址、G76 第二段中的 P/Q 地址是否允许编入小数点，与“PQDOT(P3800.1)”、“PODI(P2500.3)”和“POD(P2500.4)”有关。

(1) 编程格式 1：参数 P3800.1=1，P/Q 表示长度时的编程单位为毫米，允许编入小数点。PODI(P2500.3)=1 时若未编入小数点，则自动加小数点；POD(P2500.4)=1 时，必须编入小数点。

(2) 编程格式 2：设置参数 P3800.1=0，P/Q 表示长度时的编程单位为毫米，不允许编入小数点，否则发出 PS1202 报警“小数点错误”。

(3) 出厂默认 P/Q 表示长度时的编程单位为毫米，小数点任意编入。

例

编程格式 1（默认）

P/Q 表示长度时的编程单位为毫米

G76 P010060 Q0.1 R0.2 ;

//Q0.1 表示最小进刀量为 0.1 mm

G76 X60.64 Z-105.0 P3.68 Q1.8 F6.0 ;

//P3.68 表示螺纹牙高 3.68 mm，Q1.8 表示第一刀进刀量为 1.8 mm

编程格式 2

P/Q 表示长度时的编程单位为微米

G76 P010060 Q100 R0.2 ;

//Q100 表示最小进刀量为 0.1 mm

G76 X60.64 Z-105.0 P3680 Q1800 F6.0 ;

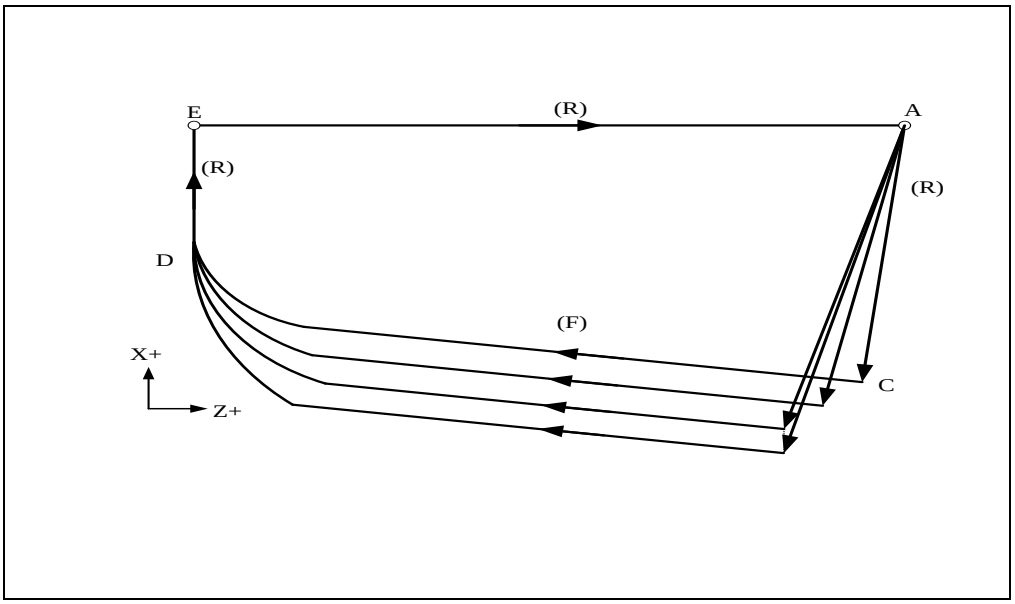
//P3680 螺纹牙高 3.68 mm，Q1800 第一刀进刀量为 1.8 mm

- **地址参数对应关系**

当地址指定数值时，数值被写入对应参数中；当未指定地址数值时，地址从对应参数中读取数值

地址	对应参数
第一次进刀量 Q（Δd）	P3818
精加工余量 R（d）	P3819
精加工重复次数 P（m）	P3820
螺纹牙角度 P（a）	P3821
螺纹切削方法 E（n）	P3822
螺纹段起点类型 E（s）	P3823

- **动作**



注

1 螺纹切削循环中 C、D 间的运动为切削运动，其他过程以快速定位方式移动。

2 循环动作由包含 X(U)、Y(V)、Z(W)的 G76 指令进行。

3 当单次切入量比最小进刀量 Q（Δdmin）小时，使用 Q（Δdmin）作为该次进刀量。

4 为解决系统控制步进电机时，因加减速时间过长导致的螺纹尾部螺距不均匀的问题，用户可将进给轴设置为直线加减速方式。

5 在 G76 的螺纹切削循环中，出现以下情况时系统报警：

(1) 进刀移动量与让刀移动量方向相同（正常情况下，让刀方向与进刀方向是相反的）。

(2) 偏移后，进刀移动量反向。

(3) 偏移后，让刀移动量反向。

6 螺纹牙高需要大于精加工余量与第一次切削深度之和，否则产生报警（PS0514）。可以通过参数“G76NQA”（P3801.1）禁止该报警，此时第一次切削深度为螺纹牙高减精加工余量。

- **刀具半径补偿**

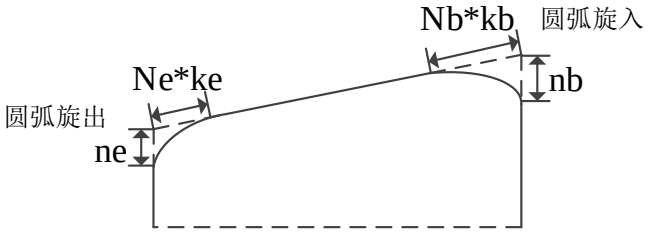
允许进行刀具半径补偿，参考 G90、G94 刀具半径补偿路径说明。

- **圆弧旋入旋出机能**

使用该机能可在加工中间螺纹，参数“CCOFRE”（P3801.6）与圆弧旋出机能有关

NB：圆弧旋入功能控制。输入 nb 时，圆弧旋入机能有效；kb 为旋入系数，是模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3824 的值始终相同。kb 最小值为 1.2。

NE：圆弧旋出功能控制。输入 ne 时，圆弧旋出机能有效；ke 为旋出系数，是模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3825 的值始终相同。ke 最小值为 1.2。



nb/kb/ne/ke示意图

CCOFRE=0：G76 圆弧旋出时，不禁止快速退尾机能。

CCOFRE=1：G76 圆弧旋出时，禁止快速退尾机能。

系统从让刀段的前一段开始检查是否进入退尾，那么在圆弧旋出功能有效的情况下，系统最早从圆弧旋出阶段开始退尾。

- **退尾处理**

1 螺纹退尾宽度控制机能是否有效由参数“TWWC”（P6300.7）选择。

2 螺纹退尾宽度 P(r)用 00~99 两位数值指定 0.0F~9.9F 范围内的值。若未指定 P(r)，系统默认值为 10。

3 为防止与 G92 螺纹退尾宽度模态相互影响，建议在每次使用 G76 时，都指定 P(r)，在使用 G92 指令时都指定 P。

4 螺纹让刀平均加减速度影响退尾处理，它的实际值等于 P6485×J/K，J 和 K 可以输入任意值，只要其比值在 0.01~4.0 范围内即可。J 和 K 未输入时，都默认为 1.0。

5 螺纹等距退尾处理可参考如下设置方法：

(1) 设置螺纹让刀加速度和螺纹切削减速度相等。

(2) 指令 Jctg(A/2)，其中，A 为刀尖角度，ctg 为余切函数。K 不指令(或指令 K1.0)。

6 退尾处理其他注意事项参见 0 **错误!未找到引用源。**。

- **螺纹暂停提前让刀功能**

使用该机能可在加工时按下暂停提前让刀后返回到循环起点。

6300								
			IMRDAO					

5 IMRDAO

1：螺纹切削过程中，下一段若为让刀段，那么有暂停信号时立即让刀

G76/G92 螺纹循环指令暂停提前让刀后返回到循环起点，可按启动键继续执行，已执行的循环不再重复执行。

注

1 G92/G76 响应暂停信号提前让刀返回到起点过程中，不再响应暂停动作。

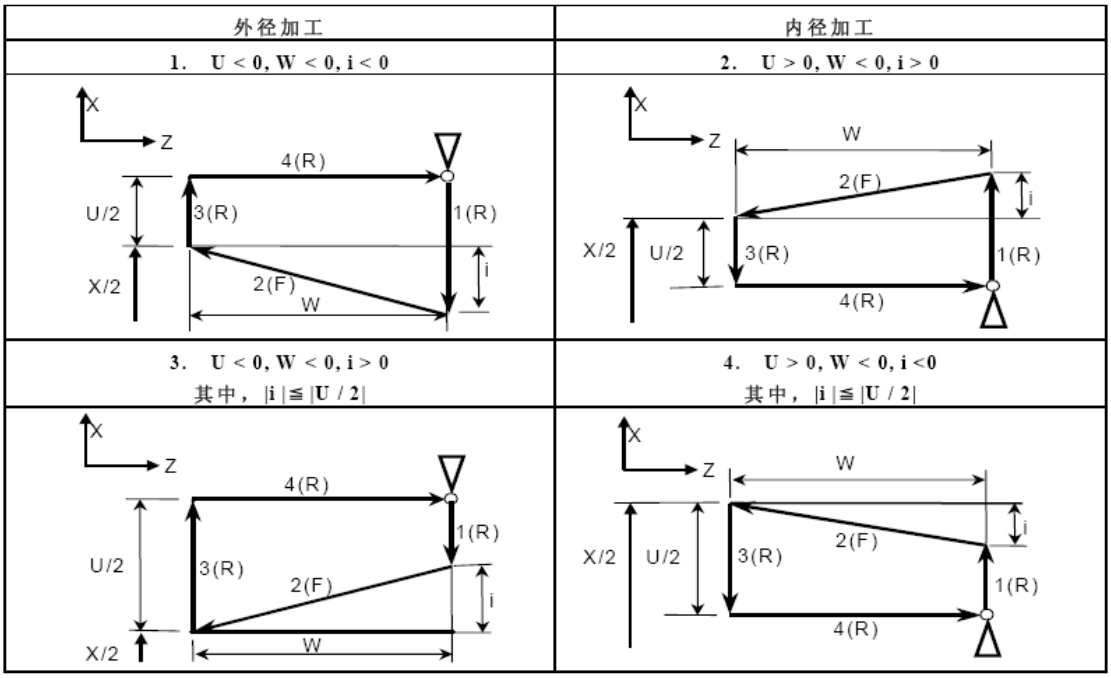
2 带圆弧旋出时，只在圆弧旋出段(下一段为让刀段)可以响应暂停信号提前让刀。

3 不带圆弧旋出时，只在螺纹切削段(非旋入旋出螺纹切削段)可以响应暂停信号提前让刀，但圆弧旋入段。

4 使用该功能建议按等螺距退尾。

- **锥度符号与刀具路径的关系**

以 ZX 平面为例，锥度符号与刀具路径的关系如下图所示。如需使用 Y/Z 平面，或使用 G54.9 指令任意平面加工，则方向关系与此相同，可以 Z 轴或 G54.9 第 3 轴（螺纹导程方向轴）为基准进行类推。



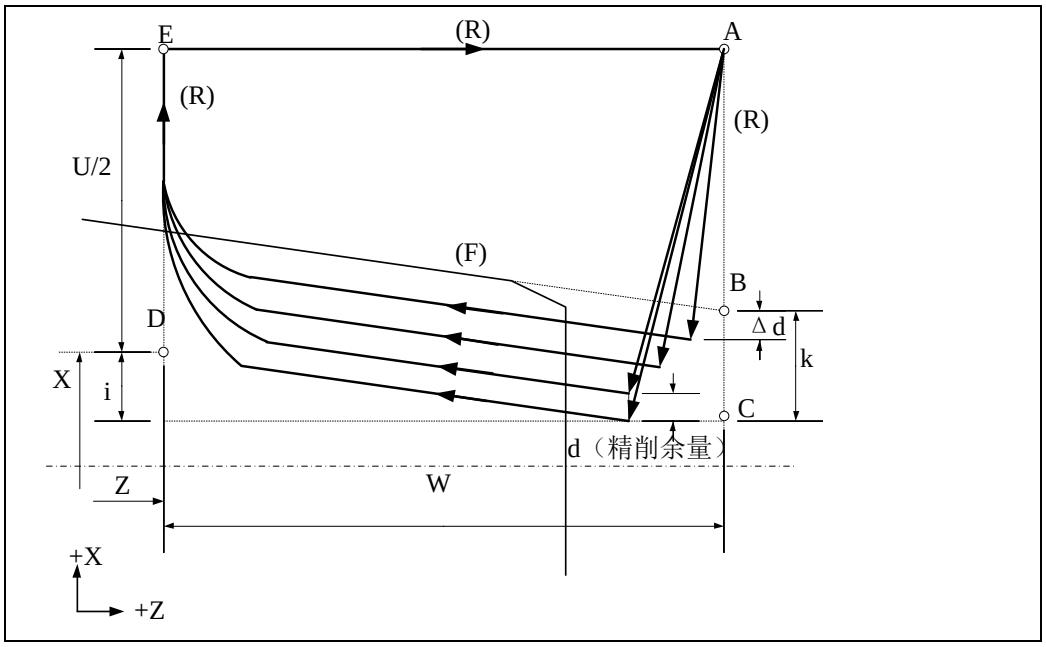
- **螺纹段起点类型**

螺纹段起点类型 E（s）有两种，可选择 0 或 1。

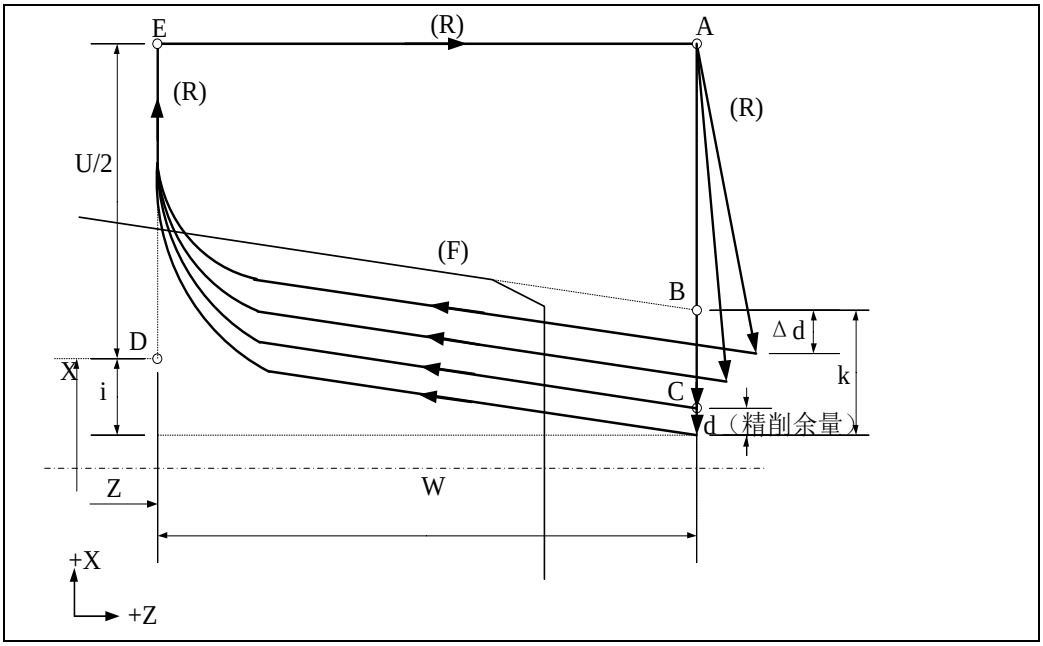
0—精车时，螺纹段起点偏移(k-d)×tan (a/2)，不适合使用 G92 螺纹循环指令再次精修。

1—精车时，螺纹段起点偏移量为 0，方便用 G92 螺纹循环指令再次精修。

螺纹段起点类型 E（s）为 0 时，切削起点都在线段 AC 的左侧，如下图所示（以 ZX 平面为例）



螺纹段起点类型 E（s）为 1 时，切削起点都在线段 AC 的右侧，如下图所示（以 ZX 平面为例）



- **螺纹切削方法**

螺纹切削方法 E（n）有 4 种，分别为：

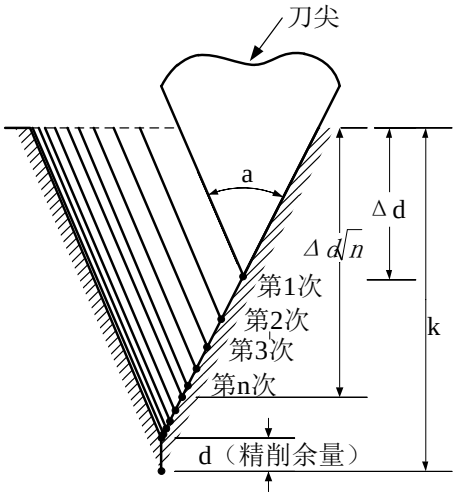
0—切削量恒定的单边切削；即递减式进刀，斜进式切入（G76 通用模式）。

1—切削量恒定的错齿切削；即递减式进刀，刀尖沿螺纹牙型左右交替切入（G76 增强模式）。

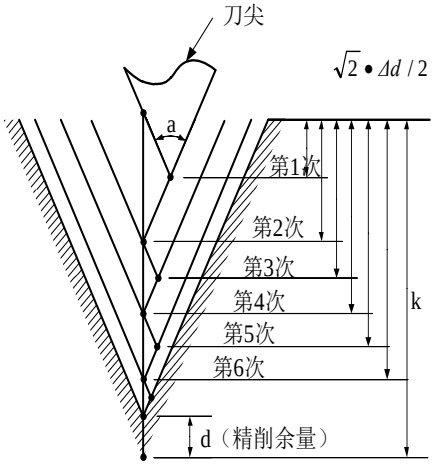
2—进刀量恒定的单边切削；即等距式进刀，斜进式切入（G76 增强模式）。

3—进刀量恒定的错齿切削；即等距式进刀，刀尖沿螺纹牙型左右交替切入（G76 增强模式）。

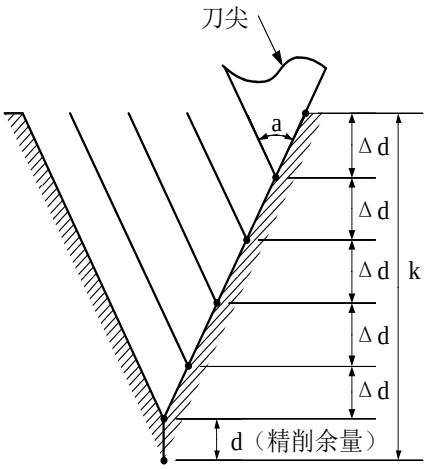
切削量恒定的单边切削 E（n）=0



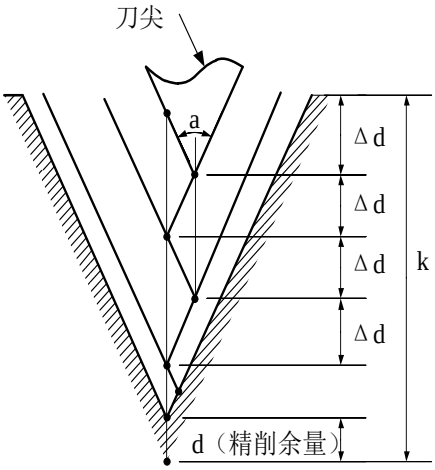
切削量恒定的错齿切削 E（n）=1



进刀量恒定的单边切削 E（n）=2



进刀量恒定的错齿切削 E（n）=3



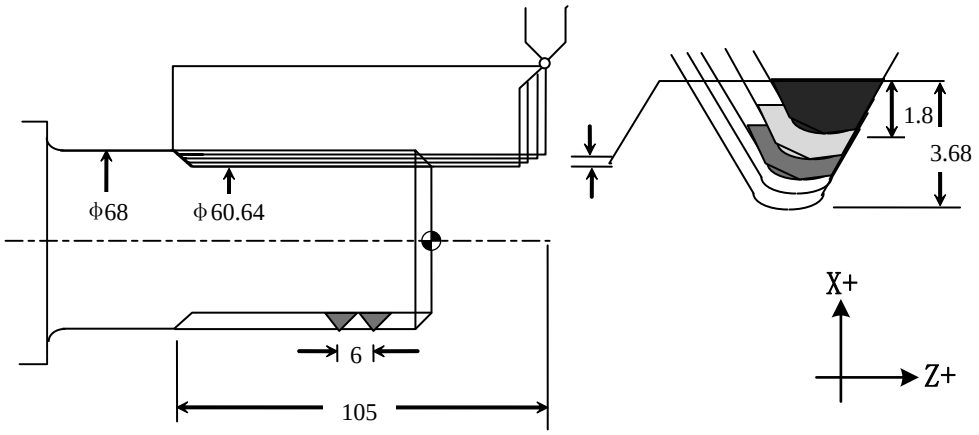
- **螺纹切削注意事项**

1 当螺纹切削起点类型及螺纹切削方法 E(s)(n)指定数值时，数值被写入对应参数中；当未编入 E(s)(n)数值时，从对应参数中读取数值。即 E(s)(n)为模态值，关电仍保持，直到重新被指定。

2 其它切削相关注意事项请参考**错误!未找到引用源。**中“螺纹切削注意事项”内容。

示例

示例 1：直螺纹切削

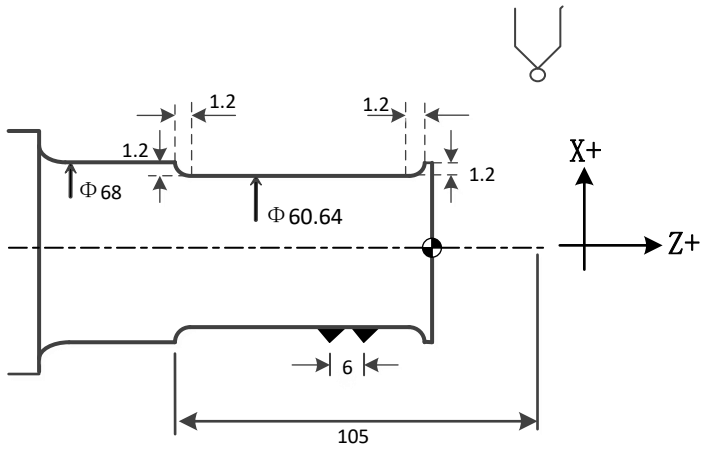



```
O1000;
G18 T01 M03 S1500;                  //使用 1 号刀具，主轴正转，转速 1500 rpm
G00 X70.0 Z6.0 M8;                  //快速定位，接近工件，打开切削液
G76 P010060 Q0.1 R0.2 E00;          //执行复合型螺纹切削循环，精车次数 1 次
// E00：G76 通用切削方式，G76 支持增强型螺纹切削，具体查阅“螺纹段起点类型”及“螺纹切削方法”
//螺纹退尾宽度为 0 mm，牙型角 60°，最小切削深度 0.1 mm；精车预留量 0.2 mm
G76 X60.64 Z-105.0 P3.68 Q1.8 F6.0 H1;
//螺纹深度 3.68 mm，H1 单头螺纹（单头螺纹可省略）；第一刀进刀量为 1.8 mm，螺距为（F）6 mm
G00 X100.0 Z50.0 M9;                //快速退回换刀点，关闭切削液
M05;                                //主轴停止
M30;                                //程序结束
```

示例 2：多头螺纹加工

```
O2000 ;
T02 M03 S800;                    //使用 2 号刀具，主轴正转，转速 800 rpm
M08；                            //打开切削液
G18 G00 X50.0 Z0.0  ;                //调用 G18 平面，快速定位，接近工件
G76 P011060 Q1.0 R0.5 ;              //执行复合型螺纹切削循环，精车次数 1 次
//螺纹退尾宽度为 10 mm，牙型角 60，最小切削深度 1 mm；精车预留量 0.5 mm
G76 X40. Z-20. P4.0 Q2.0 F4 H3 ;     //螺纹深度 4 mm，第一刀进刀量为 2 mm
                                 //H3 为 3 头螺纹，螺距为 4mm，导程为 12 mm
G04 P500;                        //G04 不清除保存的 H 值
G76 X39.0 Z-20.0 P4. Q2.0 F4 ;   //螺纹深度 4 mm，第一刀进刀量为 2 mm
                                 //H3 为 3 头螺纹，螺距为 4 mm，导程为 12 mm
G00 ;                            //可清除保存的 H 值
G76 X38.0 Z-20.0 P4.0 Q2.0 F4 ;      //螺纹深度 4 mm，H1 为单头螺纹（未编入时，默认
为 H1）
                                 //第一刀进刀量为 2 mm，螺距为 4 mm
G00 X100.0 Z50.0 M9;             //快速退回换刀点，关闭切削液
M30 ;                            //程序结束
```

示例 3：旋入旋出功能




```
O3000;
T01;          //使用 1 号刀具
M03 S1500; //主轴正转，转速 1500 rpm
G00 X70.0 Z6.0 M8;
 G76 P010060 Q0.1 R0.2 NB1.2 NE 1.2;          //螺纹旋入和旋出均为半径 1.2 mm 的圆弧
 G76 X60.64 Z-105.0 P3.68 Q1.8 F6.0 NB1 NE1 ;//螺纹旋入和旋出系数均为 1
```

示例 4：（G54.9 示例，实现 X/Y 平面加工）

```
O4000 ;
G54.9 P123；                    //坐标系变换 XYZ→XZY
T04 M03 S1000;                  //使用 4 号刀具，主轴正转，转速 1000 rpm
G18 G0 X50.0 Y0.0 M08 ;         //调用 G18 平面，快速定位，接近工件，打开切削液
G76 P010060 Q1.0 R0.2 ;         //执行复合型螺纹切削固定循环，精车次数 1 次
                                //螺纹退尾宽度为 0 mm，牙型角度为 60，最小切削深度（Q）
1 mm
                                //精车预留量（R）0.2 mm
G76 X40.0 Y-20.0 P3.68 Q1.8 F6 ;    //Y 为螺纹导程方向
                                //螺纹深度 3.68 mm，H1 为单头螺纹（未编入时，默认为 H1）
                                //第一刀进刀量为 1.8 mm，螺距为 6 mm
G00 X100.0 Z50.0 M9;            //快速退回换刀点，关闭切削液
G54.9 ;                         //坐标系恢复 XZY→XYZ
M30;                            //程序结束
```

2.20.8 复合型固定循环(G70~G76)的注意事项

1 在指定复合型固定循环的程序段中，P、Q、X、Z、U、W、R 等必要的参数，在每个程序段中必须正确指令。

2 在 G71、G72、G73 指令的程序段中，如果用 P 指令了顺序号，那么对应此顺序号的程序段必须指令 01 组 G 代码的 G00 或 G01，否则产生报警（PS0065）。

3 在指令 G70、G71、G72、G73 的程序段以及这些程序段中的 P 和 Q 顺序号之间的程序段时，不能指令 M98 和 M99。

4 在 G70、G71、G72、G73 程序段中，用 P 和 Q 指令顺序号的程序段范围内，不能有下列指令。

(1) 除 G04（暂停）外的一次性代码

(2) G00、G01、G02、G03 以外的 01 组代码

(3) M98 和 M99

(4) 变更坐标系的 G 代码

(5) 变更公英制状态的 G 代码

(6) 变更镜像状态的 G 代码

(7) 钻孔固定循环 G 代码

(8) 启动坐标系旋转、比例缩放、极坐标变换或极坐标插补的 G 代码

5 在执行复合型固定循环（G70~G76）中，可以使动作停止插入手动运动，但再次开始执行复合型固定循环时，必须返回到插入手动运动前的位置。如果不返回即再次启动，手动的移动量会加在绝对值上，后面的动作将错位，其值等于手动的移动量。

6 执行 G70、G71、G72、G73 时，用 P、Q 指定的顺序号，在这个程序内不能重合。

7 在 G70、G71、G72、G73 中，用 P、Q 指定的精加工形状程序段组合的最后一个移动指令，不能是倒角或过渡圆，否则会产生报警（PS0051）。

2.21 G80~G89-钻孔固定循环

钻孔用固定循环可以用包含 G 代码的一个程序段来完成，这样便可省掉在钻孔加工中通常要用多个程序段来指定使用频率较高的几个加工动作。因此，可以使程序得以简化。

钻孔固定循环一览表如下。

G 代码	钻孔方向	孔底动作	退刀动作	用途
G80	——	——	——	取消固定循环
G83	Z	暂停	快速进给	正面钻孔循环
G84	Z	暂停，主轴反转	切削进给	正面攻丝循环
G85	Z	暂停	切削进给	正面镗孔循环
G87	X/Y	暂停	快速进给	侧面钻孔循环
G88	X/Y	暂停，主轴反转	切削进给	侧面攻丝循环
G89	X/Y	暂停	切削进给	侧面镗孔循环

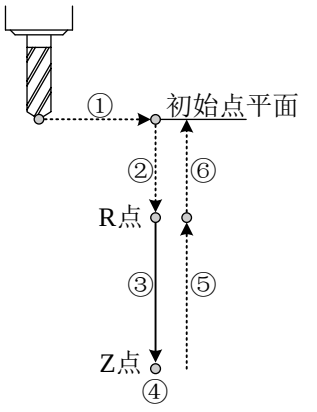
注

1 在钻孔循环指令中，编入 Q，孔加工动作为间歇进给，没有编入 Q，孔加工动作为连续进给。

2 在钻孔循环指令前，若指定钻孔主轴正转 M 代码，执行 G84/G88 指令为正面/侧面正攻丝；若指定钻孔主轴反转 M 代码，执行 G84/G88 指令为正面/侧面反攻丝。

说明

- **动作流程**



固定循环一般由下述六个动作组成：

①：定位
②：快速进给到R点
③：孔加工
④：孔底的动作
⑤：退回到R点
⑥：快速进给到初始点平面

快速进给
切削进给

注：系统参数 P3872 决定 Y 轴(直线轴)在钻孔固定循环中作为孔定位指令还是孔加工轴指令。

- 当 P3872=0，在钻孔固定循环 G83/G84/G85 程序段中 Y 指令无效，在 G87/G88/G89 程序段 Y 指令为孔加工轴指定，即 Y 向钻孔/攻丝/镗孔。
- 当 P3872=1，直线轴 Y 在上述固定循环程序段中为孔位置定位指令（出厂预设 P3872 为 1）。

- **转动主轴选择**

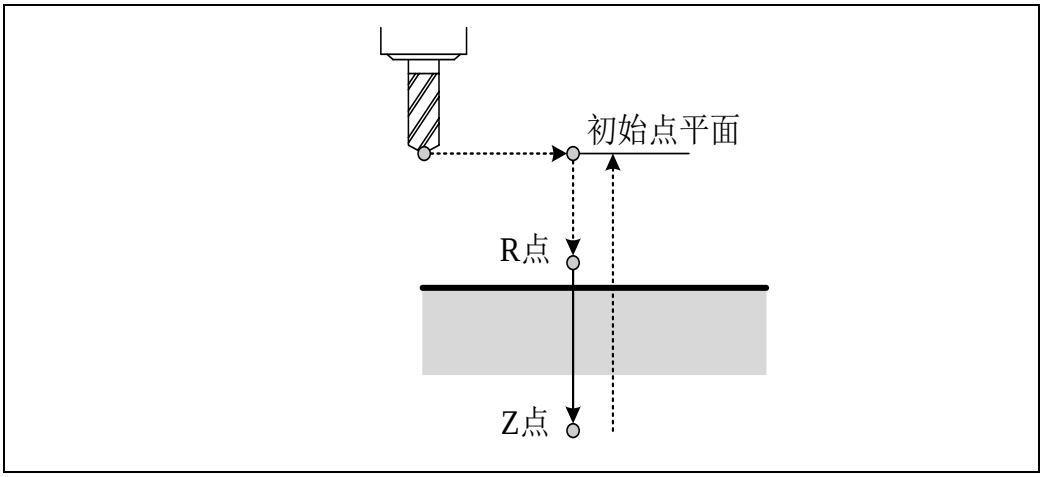
模态地址 NSn 或主轴状态 M 代码用于选择通道内转动主轴的编号。上电默认为通道内第 1 主轴。

- **绝对编程与相对编程**

  对于 G 代码体系 A，用地址 X、Z、Y 和 U、W、V 来区分绝对编程和相对编程。

- **返回点平面**

  对于 G 代码体系 A，切削至孔底后，刀具一律从孔底返回初始点平面（请参照下图）。



注

1 初始点平面是表示从取消固定循环状态到开始固定循环状态的孔加工轴方向的绝对位置。

2 对于车床 G 代码 A 体系，G98 和 G99 是进给量单位设定，并非设定返回点平面。

3 间歇钻孔循环过程中，返回点平面由孔加工方式决定。

- **孔加工方式**

  可供选择的孔加工固定循环指令包括：G83(G83.1~G83.3)、G87(G87.1~G87.3)、G84(G84.1~G84.2)、G88(G88.1~G88.2)、G85、G89，都是模态 G 代码。

  固定循环指令指定了孔加工所需全部数据，包括孔加工方式、孔加工方向、孔位置数据、孔加工数据等，使之构成一个程序段。

  一旦指令了孔加工方式和数据，一直到指定取消固定循环的 G 代码（G80 及 01 组 G 代码）之前一直保持有效（K 地址除外），所以连续进行同样的孔加工时，不需要每个程序段都指定孔加工方式和数据。在固定循环开始，把必要的孔加工数据全部指定出来，在其后的固定循环中只需指定变更的数据。

  在固定循环中，如果复位，则孔加工数据、孔位置数据均被消除。上述的保持数据和清除数据的实例如下所示。

例

```
N1 G00 X_ NS2 M3.2 S500; 指令主轴 2 转速
N2 G83 X_ Z_ R_ F_ ;      因为是开始，对 Z、R、F 要指定需要的值。
N3 X_ ;                   因为和 N2 中已指定的孔加工方式及孔加工数据相同，
所以 G83、                Z、R、F 全可省略。用 G83 方式加工孔进一次。
N4 G87 X_ P_ ;            相对于 N3 位置只在 X 轴方向移动。用 G87 方式加工，
并用 N2                       中已指定的 Z、R、F 和 N4 中指定的 P 为孔加工数
据进行孔加工。
N5 G80 G00 X_ M05 ;       不进行孔加工。取消全部孔加工数据，F 除外。
N6 G85 X_ Z_ R_ P_ ;      因为在 N5 中取消了全部数据，所以 Z、R 需要再次指定，
F 与                          N2 中指定的相同，故可省略。P 在此程序段中不
需要，只是保存                起来。
N7 X_ Z_ ;                只是与 N6 的 Z 值不同的孔加工，并且孔位置在 X 轴方
向有移动。
N8 G89 X_ ;               把 N7 中已指定的 Z，N6 中已指定的 R、P 和 N2 中指定
的 F 作                       为孔加工数据，进行 G89 方式的孔加工。
N9 G01 X_ Z_ ;            消除孔加工方式和孔加工数据，F 除外。
```

注

F 指令的切削速度，即使取消了固定循环也保持。

- **重复次数 K**

例（A 体系）：

```
O0001 ;
G98 T0202 ;
NS2 M3.2 S800 ;          //指定第 2 主轴钻孔
G0 X100 Y0 C0 Z10 ;
G83 Z-5 R5 H90 K4 F200 ;      //C 轴为相对编程，以定位点增量旋转 90 度钻第 1
个孔
//若设置参数 P3803.0=0，执行程序，在 C 轴 90 度（单一孔位）执行 4 次钻孔动
作
//若设置参数 P3803.0=1，执行程序，C 轴每增量旋转 90 度钻孔一次，共 4 个孔
G80;
M5.2;
M30 ;
```

P3803								MPRPL

[数据类型] 位型

0 MPRPL

0：带 K 的钻孔循环相对编程定位时在同一个位置打孔多次

1：带 K 的钻孔循环相对编程定位时在多个位置打孔

- **钻孔循环准确停止**

当钻孔循环未编入 P，且 P6401.2=1 时，自动插入准停，P6401.2（G04IPOSC），含义：有/无 G04 到位检测机能。

限制

注

1 固定循环状态时，如果指令了 X、Z、R 数据中的任意一个则进行孔加工。当 X 和 G04 同时指定时，不进行孔加工。

2 指定钻孔指令前，先启动主轴旋转。如果钻孔指令和 M 代码在同一程序段指定，则在最初定位时送出 M 代码，并等待 M 代码执行结束后，才进行下个循环动作。

3 Q 和 P 的模态值仅在可进行孔加工动作的程序段中才被记忆。

4 刀具长度补偿应在固定循环指令之前指令。

5 固定循环中刀具偏移指令无效。

6 必须在改变钻孔轴或加工平面之前取消固定循环。

2.21.1 G80-固定循环取消

G80 用于取消钻孔固定循环状态。

格式

G80 ;

指定 G80 指令或 01 组 G 代码均可取消钻孔固定循环。

2.21.2 G83、G87-正面、侧面钻孔循环

G83/G87 用于数控车床、车铣复合的正面/侧面钻孔。

格式

- **正面钻孔循环**

G83 X(U)/Y(V)__ C(H)__ Z(W)__ R__ P__ Q__ F__ K__ M__ ;
G83.1 X(U)/Y(V)__ C(H)__ Z(W)__ R__ P__ Q__ F__ K__ M__ ;
G83.2 X(U)/Y(V)__ C(H)__ Z(W)__ R__ P__ Q__ F__ K__ M__ ;
G83.3 X(U)/Y(V)__ C(H)__ Z(W)__ R__ P__ Q__ F__ K__ M__ ;

X(U)/Y(V)、C(H)（非孔加工轴）：孔位置数据。
Z(W)（孔加工轴）：孔底的坐标（绝对值）或从 R 点到孔底的距离（增量值）。
R：从初始点平面到 R 点的距离（增量值，符号无效）。
P：孔底暂停时间（单位：秒），P 省略时，表示无孔底暂停。
Q：每次的进刀量（Q 为正值），Q 省略时，表示连续进给钻孔。
F：切削进给速度。
K：重复次数。
M：C 轴夹紧指令。如果编入 C 轴夹紧 M 代码(M38)，那么在定位到孔位置后自动夹紧，并在当前位置钻孔完成后自动松开。未输入则在钻孔循环过程中无夹紧松开动作。
注 1：夹紧 M 代码对应主轴与转动主轴不应为同一主轴，否则报警。
注 2：Y(V)为孔位置定位指令时，P3872 需设为 1，Y(V)为孔加工轴指令时，P3872 需设为 0。
注 3：使用第 1 主轴(C 轴)钻孔时**(主轴旋转，刀具固定)**，不可编入孔位置数据 C(H)、C 轴夹紧指令 M38。

- **侧面钻孔循环**

G87 Z(W)__ C(H)__ X(U)/Y(V)__ R__ P__ Q__ F__ K__ M__ ;
G87.1 Z(W)__ C(H)__ X(U)/Y(V)__ R__ P__ Q__ F__ K__ M__ ;
G87.2 Z(W)__ C(H)__ X(U)/Y(V)__ R__ P__ Q__ F__ K__ M__ ;
G87.3 Z(W)__ C(H)__ X(U)/Y(V)__ R__ P__ Q__ F__ K__ M__ ;

Z(W)、C(H)（非孔加工轴）：孔位置数据。
X(U)/Y(V)（孔加工轴）：孔底的坐标（绝对值）或从 R 点到孔底的距离（增量值）。
R：从初始点平面到 R 点的距离（增量值，半径指定，符号无效）。
P、Q、F、K、M 地址功的能参考 G83 正面钻孔循环说明。
注 1：Y(V)为孔位置定位指令时，P3872 需设为 1，Y(V)为孔加工轴指令时，P3872 需设为 0。

说明

G83/G87 所对应的钻孔模式由用户参数 P3870 指定。若在同一加工程序中，有不同的加工需求，可使用下列 G 代码替代用户参数 P3870 中设定的加工模式。

- G83.1/G87.1 正面/侧面高速钻深孔（等同 G83/G87+P3870=1）
- G83.2/G87.2 正面/侧面沉孔啄钻（等同 G83/G87+P3870=2）
- G83.3/G87.3 正面/侧面一般深孔啄钻（等同 G83/G87+P3870=0）

注

1 指定 G83/G87 前，先指令钻孔主轴旋转。如果 G83 和 M 代码在同一程序段指定，则在最初定位时送出 M 代码，并等待 M 代码执行结束后，才进行下个循环动作。

2 固定循环状态时，如果指令了 X、Y、Z、R 数据中的任意一个，就进行孔加工，如果程序段中不包含其中任意一个数据，则不进行孔加工。当 X 是和 G04 同时指定时，也不进行孔加工。

3 在可进行孔加工动作的程序段中可以指令孔加工数据 Q、P。在不可进行孔加工的程序段中指令孔加工数据 Q、P 也不能作为模态数据被储存。

4 刀具长度补偿应在固定循环指令之前指令。

5 固定循环中刀具偏移指令无效。

6 固定循环中指定 01 组代码，则固定循环功能被取消。

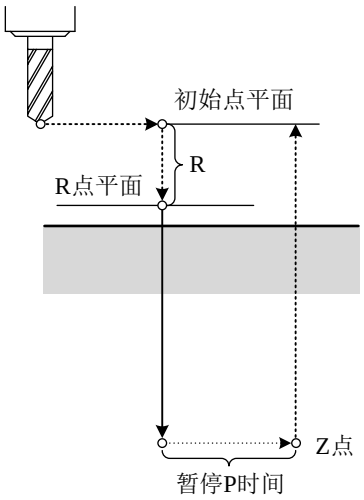
7 必须在改变钻孔轴或加工平面之前取消固定循环。

- **连续钻孔**

连续钻孔是指钻孔指令 G83/G87 中没有指定 Q。

动作流程：孔定位后，刀具快速移动到 R 点，从 R 点到孔底（Z 点）执行连续切削进给，当到达 Z 点时，暂停 P 时间，然后快速返回到初始点。

G83/G87

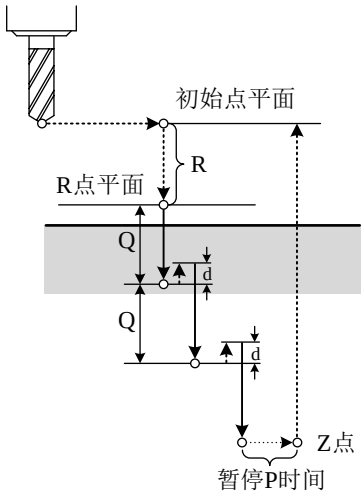


- **高速钻深孔**

高速钻深孔（回退 P3810 设定距离 d）使用 G83/G87 指令（设定参数 P3870=1）或使用 G83.1/G87.1 指令。

孔定位后，刀具快速移动到 R 点，从 R 点到孔底（Z 点）执行间歇切削进给（每次切削 Q 深度，刀具快速回退距离 d（参数 P3810 设定），并从 d 处位置开始下一次进刀），当到达 Z 点时，暂停 P 时间，然后快速返回到初始点。

G83/G87（P3870=1）或 G83.1/G87.1



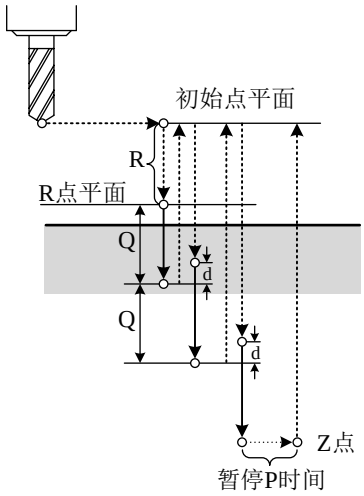
注：退刀量d用参数P3810设定

- **沉孔啄钻**

沉孔啄钻（回退初始点）使用 G83/G87 指令（设定参数 P3870=2）或使用 G83.2/G87.2 指令。

孔定位后，刀具快速移动到 R 点，从 R 点到孔底（Z 点）执行间歇切削进给（每次切削 Q 深度，刀具快速返回初始点，并从初始点快速进给到距离上一次切削深度 d（参数 P3811 设定）处位置开始下一次进刀），当到达 Z 点时，暂停 P 时间，然后快速返回到初始点。

G83/G87（P3870=2）或 G83.2/G87.2



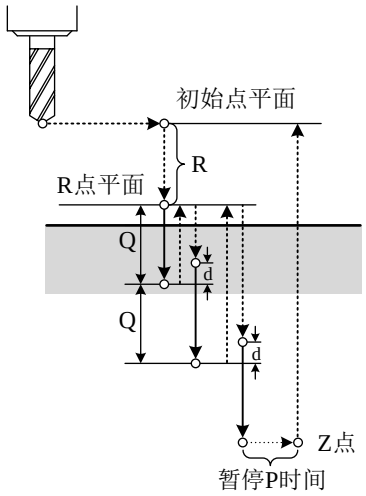
注：重叠量d用参数P3811设定

- **一般深孔啄钻**

一般深孔啄钻（回退 R 点）使用 G83/G87 指令（设定参数 P3870=0）或 G83.3/G87.3 指令。

孔定位后，刀具快速移动到 R 点，从 R 点到孔底（Z 点）执行间歇切削进给（每次切削 Q 深度，刀具快速返回 R 点，并从 R 点快速进给到距离上一次切削深度 d（参数 P3811 设定）处位置开始下一次进刀），当到达 Z 点时，暂停 P 时间，然后快速返回到初始点。

G83/G87（P3870=0）或 G83.3/G87.3



注：重叠量d用参数P3811设定

示例

注明：

所有钻孔示例均采用公制输入，X/Y 轴直径编程。若为刀具旋转钻孔，C 轴有夹紧机能时，在钻孔循环开始段，编入一次 M38，即可实现 C 轴定位完成后自动夹紧，每个角度钻孔完成后自动松开。

- **连续钻孔**

示例 1

（没有指定 Q，预设通道内第 1 主轴（C 轴）钻孔，主轴旋转，刀具固定）

```
G98 T01;                //每分钟进给、使用 1 号刀具
M03 S1500 NS1 ;         //主轴钻孔转速 1500 rpm，NS1 指定第 1 主轴钻孔
G00 X0.0 Z8.0;          //快速定位至初始点
G83 Z-20. R5.0 P1.0 F100.0 ;
//正面连续钻孔，Z 轴在 R 点的绝对坐标=初始点-|R|，即 Z3，在孔底暂停 1 秒
G80;                    //取消钻孔循环
M05 ;                   //主轴停止
```

示例 2

（预设通道内第 3 主轴钻孔，刀具旋转，C 轴定位）

```
G98 T02;                  //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.3 S1500 NS3 ;         //第 3 主轴钻孔转速 1500 rpm，NS3 指定第 3 主轴钻孔
G00 X40.0 Z-10.0 C0.0;    //快速定位至初始点
G87 X0.0 R5.0 P1.0 F100.0 M38;
//侧面连续钻孔，X 轴(直径编程)在 R 点的绝对坐标=初始点-2*|R|，即 X30
//C 轴 0 度钻第一个孔，在孔底暂停 1 秒
C90.0;                    //C 轴 90 度钻第二个孔
C180.0;                   //C 轴 180 度钻第三个孔
C270.0;                   //C 轴 270 度钻第四个孔
G80;                      //取消钻孔循环
M05.3 ;                   //第 3 主轴停止
```

- **高速钻深孔**

示例 1

（预设通道内第 2 主轴钻孔，刀具旋转，C 轴定位）

```
G98 T01;                    //每分钟进给、使用 1 号刀具
M03.2 S1500 NS2 ;           //第 2 主轴钻孔转速 1500 rpm，NS2 指定第 2 主轴钻孔
G00 X30.0 Z10.0 C0.0;       //快速定位至初始点
G83.1 Z-50.0 R5.0 Q3.0 P0.5 F100.0 M38 ;  //（或使用 G83，并且设定参数 P3870=1）
//正面高速钻深孔，Z 轴在 R 点的绝对坐标=初始点-|R|，即 Z5
//C 轴 0 度钻第一个孔，每次切深 3mm，在孔底暂停 0.5 秒
C90.0;                      //C 轴 90 度钻第二个孔
C180.0;                     //C 轴 180 度钻第三个孔
C270.0;                     //C 轴 270 度钻第四个孔
G80;                        //取消钻孔循环
        M05.2 ;                     //第 2 主轴停止
```

示例 2

（预设通道内第 3 主轴钻孔，刀具旋转，C 轴定位）

```
G98 T02;                    //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.3 S1500 NS3 ;           //第 3 主轴钻孔转速 1500 rpm，NS3 指定第 3 主轴钻孔
G00 X60.0 Z10.0 C0.0;       //快速定位至初始点
G87.1 X0.0 R5.0 Q3.0 P0.5 F100.0 M38 ;    //（或使用 G87，并且设定参数 P3870=1）
//侧面高速钻深孔，X 轴(直径编程)在 R 点的绝对坐标=初始点-2*|R|，即 X50
//C 轴 0 度钻第一个孔，每次切深 3mm（半径值），在孔底暂停 0.5 秒
C90.0;                      //C 轴 90 度钻第二个孔
C180.0;                     //C 轴 180 度钻第三个孔
C270.0;                     //C 轴 270 度钻第四个孔
G80;                        //取消钻孔循环
        M05.3 ;                     //第 3 主轴停止
```

- **沉孔啄钻**

示例 1

（预设通道内第 1 主轴（C 轴）钻孔，主轴旋转，刀具固定）

```
G98 T01;                    //每分钟进给、使用 1 号刀具
M03 S1500 NS1 ;             //第 1 主轴钻孔转速 1500 rpm，NS1 指定第 1 主轴钻孔
G00 X0.0 Z8.0;              //快速定位至初始点
G83.2 Z-50.0 R5.0 Q5.0 P0.5 F100.0 ;  //（或使用 G83，并且设定参数 P3870=2）
//端面沉孔啄钻，Z 轴在 R 点的绝对坐标=初始点-|R|，即 Z3，每次切深 5mm，在孔底暂停 0.5 秒
G80;                        //取消钻孔循环
M05 ;                       //第 1 主轴停止
```

示例 2

（预设通道内第 3 主轴钻孔，刀具旋转，C 轴定位）

```
G98 T02;                    //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.3 S1500 NS3 ;           //第 3 主轴钻孔转速 1500 rpm，NS3 指定第 3 主轴钻孔
G00 X65.0 Z-10.0 C0.0;      //快速定位至初始点
G87.2 X0.0 R5.0 Q5.0 P1.0 F100.0 M38 ;    //（或使用 G87，并且设定参数 P3870=2）
//侧面沉孔琢钻，X 轴(直径编程)在 R 点的绝对坐标=初始点-2*|R|，即 X55
//C 轴 0 度钻第一个孔，每次切深 5mm（半径值），在孔底暂停 1 秒
C90.0;                      //C 轴 90 度钻第二个孔
C180.0;                     //C 轴 180 度钻第三个孔
C270.0;                     //C 轴 270 度钻第四个孔
G80;                        //取消钻孔循环
M05.3 ;                     //第 3 主轴停止
```

- **一般深孔啄钻**

示例 1

（预设通道内第 2 主轴钻孔，刀具旋转，C 轴定位，设定参数 P3872=1，Y 轴为定位轴）

```
G98 T01;                    //每分钟进给、使用 1 号刀具
M03.2 S1500 NS2 ;           //第 2 主轴钻孔转速 1500 rpm，NS2 指定第 2 主轴钻孔
G00 X65.0 Y0.0 Z10.0 C0.0;  //快速定位至初始点
G83.3 Z-50.0 R5.0 Q5.0 P1.0 F100.0 M38 ;  //（或使用 G83，并且设定参数 P3870=0）
//正面一般深孔琢钻，Z 轴在 R 点的绝对坐标=初始点-|R|，即 Z5
//C 轴 0 度钻第一个孔，每次切深 5mm，在孔底暂停 1 秒
C90.0;                      //C 轴 90 度钻第二个孔
C180.0;                     //C 轴 180 度钻第三个孔
C270.0;                     //C 轴 270 度钻第四个孔
G80;                        //取消钻孔循环
        M05.2;                      //第 2 主轴停止
```

示例 2

（预设通道内第 3 主轴钻孔，刀具旋转，C 轴定位，设定参数 P3872=0，Y 轴为钻孔轴）

```
G98 T02;                    //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.3 S1500 NS3 ;           //第 3 主轴钻孔钻孔转速 1500 rpm，NS3 指定第 3 主轴钻孔
G00 Y100.0 Z-10.0 C0.0;     //快速定位至初始点
G87.3 Y20.0 R5.0 Q5.0 P1.0 F100.0 M38 ;   //（或使用 G87，并且设定参数 P3870=0）
//侧面一般深孔琢钻，Y 轴(直径编程)在 R 点的绝对坐标=初始点-2*|R|，即 Y90
//C 轴 0 度钻第一个孔，每次切深 5mm（半径值），在孔底暂停 1 秒
C90.0;                      //C 轴 90 度钻第二个孔
C180.0;                     //C 轴 180 度钻第三个孔
C270.0;                     //C 轴 270 度钻第四个孔
G80;                        //取消钻孔循环
        M05.3;                      //第 3 主轴停止
```

2.21.3 G84、G88-正面、侧面刚性攻丝循环

G84/G88 用于带数字主轴且有轮廓控制功能车床、车铣复合的正面/侧面刚性攻丝。当机床配数字主轴且有轮廓控制功能(主轴位参数 SPiCs=1，i 为主轴轴号)时，可采用攻丝循环指令（G84/G88）实现刚性攻丝。这时，主轴电机的工作和进给轴电机一样，由攻丝进给轴和主轴之间的插补来执行攻丝。刚性方式执行攻丝时，主轴每旋转一周，沿攻丝轴产生一定的进给（螺纹导程）。即使在加减速期间，这个操作也不变化。这样的攻丝方式，不用标准攻丝方式中使用的浮动丝锥卡头，可得到较快和较精确的攻丝。

格式

- **正面攻丝循环**

G84 X(U)/Y(V)__ C(H)__ Z(W)__ R__ P__ Q__ F(E)__ K__ M__ ;

G84.1 X(U)/Y(V)__ C(H)__ Z(W)__ R__ P__ Q__ F(E)__ K__ M__ ;

G84.2 X(U)/Y(V)__ C(H)__ Z(W)__ R__ P__ Q__ F(E)__ K__ M__ ;

X(U)/Y(V)、C(H)（非攻丝轴）：孔位置数据。

Z(W)（攻丝轴）：孔底的坐标（绝对值）或从 R 点到孔底的距离（增量值）。

R：从初始点平面到 R 点的距离（增量值，符号无效）。

P：孔底暂停时间（单位：秒），P 省略时，表示无孔底暂停。

Q：每次的进刀量（Q 为正值），Q 省略时，表示连续进给攻丝。

F(E)：攻丝导程，F 为公制导程指定，E 为英制导程指定。

K：重复次数。

M：C 轴夹紧指令。如果编入 C 轴夹紧 M 代码(M38)，那么在定位到孔位置后自动夹紧，并在当前位置攻丝完成后自动松开。未输入则在攻丝循环过程中无夹紧松开动作。

注 1：夹紧 M 代码对应主轴与转动主轴不应为同一主轴，否则报警。

注 2：Y(V)为孔位置定位指令时，P3872 需设为 1，Y(V)为孔加工轴指令时，P3872 需设为 0。

注 3：使用第 1 主轴(C 轴)攻丝时**(主轴旋转，刀具固定)**，不可编入孔位置数据 C(H)、C 轴夹紧指令 M38。

- **侧面攻丝循环**

G88 Z(W)__ C(H)__ X(U)/Y(V)__ R__ P__ Q__ F(E)__ K__ M__ ;
G88.1 Z(W)__ C(H)__ X(U)/Y(V)__ R__ P__ Q__ F(E)__ K__ M__ ;
G88.2 Z(W)__ C(H)__ X(U)/Y(V)__ R__ P__ Q__ F(E)__ K__ M__ ;

Z(W)、C(H)（非攻丝轴）：孔位置数据。

X(U)/Y(V)（攻丝轴）：孔底的坐标（绝对值）或从 R 点到孔底的距离（增量值）。

R：从初始点平面到 R 点的距离（增量值，半径指定，符号无效）。

P、Q、F(E)、K、M 地址功能参考 G84 正面攻丝循环说明。

注 1：Y(V)为孔位置定位指令时，P3872 需设为 1，Y(V)为孔加工轴指令时，P3872 需设为 0。

说明

G84/G88 所对应的攻丝模式由用户参数 P3871 指定。若在同一加工程序中，有不同的加工需求，可使用下列 G 代码替代用户参数 P3871 中设定的加工模式。

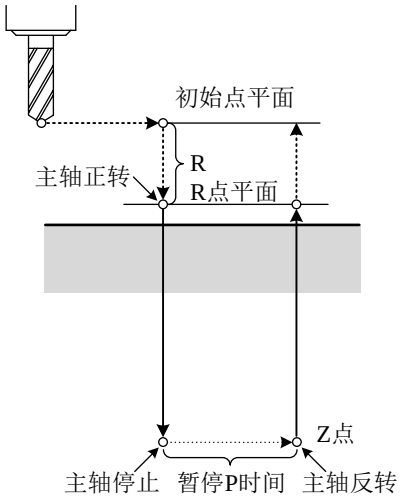
- G84.1/G88.1 正面/侧面高速啄攻（等同 G84/G88+P3871=1）
- G84.2/G88.2 正面/侧面一般深孔啄攻（等同 G84/G88+P3871=0）

- **连续攻丝**

连续攻丝是指 G84/G88 指令中没有指定 Q。

孔定位后，刀具快速移动到 R 点，从 R 点到孔底（Z 点）执行连续攻丝，当到达 Z 点时，主轴停止，暂停 P 时间，然后主轴以相反方向旋转，刀具退回到 R 点，再快速返回到初始点。

G84/G88

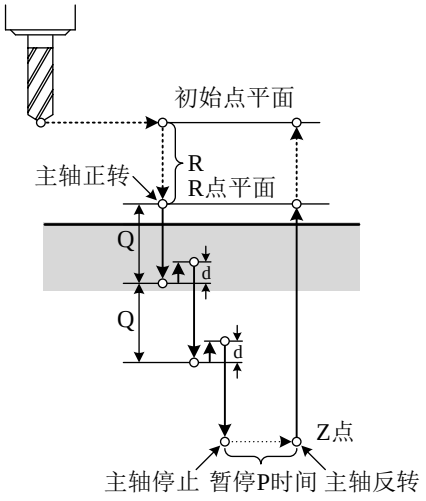


- **高速啄攻**

高速啄攻（回退 P3910 设定距离 d）使用 G84/G88 指令（设置参数 P3871=1）或使用 G84.1/G88.1 指令。

孔定位后，刀具快速移动到 R 点，从 R 点到孔底（Z 点）执行间歇攻丝（每次切削 Q 深度，主轴停止后反转，刀具退回距离 d，再从 d 位置处开始下一次进刀），当到达 Z 点时，主轴停止，在孔底暂停 P 时间，然后主轴以相反方向旋转，刀具退回到 R 点，再快速返回到初始点。

G84/G88（P3871=1）或 G84.1/G88.1



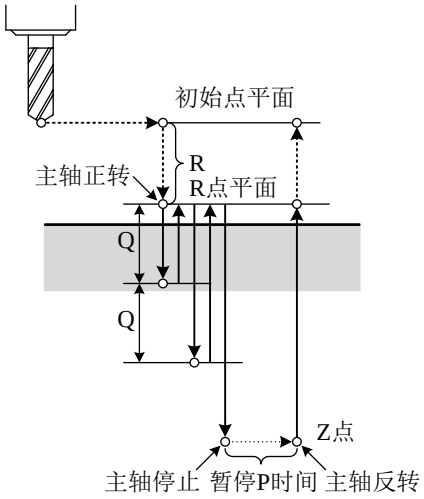
- **一般深孔啄攻**

一般深孔啄攻（回退 R 点）使用 G84/G88 指令（设置参数 P3871=0）或使用 G84.2/G88.2 指令。

孔定位后，刀具快速移动到 R 点，从 R 点到孔底（Z 点）执行间歇攻丝（每切削 Q 深度，主轴停

止后反转，刀具返回 R 点，再从 R 点开始下一次进刀），当到达 Z 点时，主轴停止，在孔底暂停 P 时间，然后主轴以相反方向旋转，刀具退回到 R 点，再快速返回到初始点。

G84/G88（P3871=0）或 G84.2/G88.2



- **攻丝方向和转速**

主轴 n 攻丝方向向由其对应的旋转方向 M 指令指定（例，M03 指定正攻丝，M04 指定反攻丝），旋转方向 M 指令在 G84/G88 之前指定。

主轴 n 攻丝转速由 S 指定，S 指令在 G84 之前指定，且与主轴 n 旋向 M 指令同一程序段。

例：

```
M03(M4) S500；  // M3 正攻丝，M4 反攻丝，S500 指定主轴攻牙转速
G00 X0. Z5. ;
G84 Z-40. F2. ;
G80;
M30 ;
```

- **攻出时指令转速**

RS 功能为攻出时单独指令转速，用于提高加工效率。

例：

```
M03 S300 ;                    //攻丝转速 300 rpm
G00 Z2. ;
N10 G84 Z-40. F2. RS1000;     // RS 指令放在攻丝指令段，攻丝回退转速 1000 rpm
N20 Z-50. ;
M30 ;
```

注：

1 RS 指令数值即为攻出时指令转速数值

2 连续执行插补时，RS 为模态值，保存地址，当有非 G04 和非刚性攻丝 G 代码在连续执行段中执行时，会清除 RS 模态

3 RS 对应宏变量地址为局部变量#21

- **攻丝进给速度**

在攻丝加工中，进给轴的进给速度=导程 F*主轴转速 S。系统实际的进给速度为进给轴与主轴的合成速度，这由系统自动计算。显示上，攻丝过程中 F 值显示为进给轴的进给速度。进给轴的进给速度不超过参数（P0713）设置的切削进给上限速度。

注

当参数“GTF”(P3900.7)=1 时，F 为刚性攻丝时的进给速度，不是导程。

- **加减速控制**

数字主轴刚性攻丝加减速由曲线参数（P6414）和主轴 n 平均加减速参数设定（第 1 主轴为 P2792、第 2 主轴为 P2892、第 3 主轴为 P2992...）。紧急减速使用当前段减速度，防止因紧急减速度过大，导致主轴过流报警。

注

1 当配置数字主轴功能时，在攻丝过程中，主轴工作方式不可以改变，否则产生报警（PS186）。

2 进给轴和主轴脉冲输出频率超过系统上限时，产生驱动器报警（3 指令速率过大）。

3 S 指令不可以为 0，否则产生报警（PS1602）。

4 G84 指令中，指定的攻丝长度不可以大于螺纹导程 F*1491，否则报警（PS1605）。

5 固定循环中刀具偏移指令无效。

6 固定循环中指定 01 组代码，则固定循环功能被取消。

示例

注明：

所有攻丝示例均采用公制输入，X/Y 轴直径编程。若为刀具旋转攻丝，C 轴有夹紧机能时，在攻丝循环开始段，编入一次 M38，即可实现 C 轴定位完成后自动夹紧，每个角度攻丝完成后自动松开。

- **连续攻丝**

示例 1

（没有指定 Q，预设通道内第 1 主轴（C 轴）攻丝，主轴旋转，刀具固定）

```
G98 T01;                    //每分钟进给、使用 1 号刀具
M03 S800 NS1 ;              //第 1 主轴攻丝转速 800 rpm，NS1 指定第 1 主轴攻丝
G00 X0.0 Z8.0;              //快速定位至初始点
G84 Z-20.0 R5.0 P0.5 F1.0 ;
//正面连续攻丝，导程 1mm，Z 轴在 R 点的绝对坐标=初始点-|R|，即 Z3，在孔底暂停 0.5 秒
G80;                        //取消攻丝循环
M05 ;                       //主轴停止
```

示例 2

（没有指定 Q，预设通道内第 3 主轴攻丝，刀具旋转，C 轴定位）

```
G98 T02;                //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.3 S800 NS3 ;        //第 3 主轴攻丝转速 800 rpm，NS3 指定第 3 主轴攻丝
G00 X40.0 Z-10.0 C0.0;  //快速定位至初始点
G88 X0.0 R5.0 P0.5 F1.0 M38;
//侧面连续攻丝，导程 1mm，X 轴(直径编程)在 R 点的绝对坐标=初始点-2*|R|，即 X30
//C 轴 0 度攻第一个孔，在孔底暂停 0.5 秒
C90.0;                  //C 轴 90 度攻第二个孔
C180.0;                 //C 轴 180 度攻第三个孔
C270.0;                 //C 轴 270 度攻第四个孔
G80;                    //取消攻丝循环
M05.3 ;                 //第 3 主轴停止
```

- **高速啄攻**

示例 1

（预设通道内第 2 主轴攻丝，刀具旋转，C 轴定位）

```
G98 T01;                //每分钟进给、使用 1 号刀具
M03.2 S800 NS2 ;        //第 2 主轴攻丝转速 800 rpm，NS2 指定第 2 主轴攻丝
G00 X30.0 Z10.0 C0.0;   //快速定位至初始点
G84.1 Z-50.0 R5.0 Q3.0 P1.0 F1.0 M38 ;//（或使用 G84，并且设定参数 P3871=1）
//正面高速啄攻，导程 1mm，Z 轴在 R 点的绝对坐标=初始点-|R|，即 Z5
//C 轴 0 度攻第一个孔，每次切削深度 3mm，在孔底暂停 1 秒
C90.0;                  //C 轴 90 度攻第二个孔
C180.0;                 //C 轴 180 度攻第三个孔
C270.0;                 //C 轴 270 度攻第四个孔
G80;                    //取消攻丝循环
        M05.2 ;                 //第 2 主轴停止
```

示例 2

（预设通道内第 3 主轴攻丝，刀具旋转，C 轴定位）

```
G98 T02;                    //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.3 S800 NS3 ;            //第 3 主轴攻丝转速 800 rpm，NS3 指定第 3 主轴攻丝
G00 X60.0 Z10.0 C0.0;       //快速定位至初始点
G88.1 X0.0 R5.0 Q3.0 P1.0 F1.0 M38 ;        //（或使用 G88，并且设定参数 P3871=1）
//侧面高速啄攻，导程 1mm，X 轴(直径编程)在 R 点的绝对坐标=初始点-2*|R|，即 X50
//C 轴 0 度攻第一个孔，每次切深 3mm(半径值)，在孔底暂停 1 秒
C90.0;                      //C 轴 90 度攻第二个孔
C180.0;                     //C 轴 180 度攻第三个孔
C270.0;                     //C 轴 270 度攻第四个孔
G80;                        //取消攻丝循环
        M05.3 ;                     //第 3 主轴停止
```

- **一般深孔啄攻**

示例 1

（预设通道内第 2 主轴攻丝，刀具旋转，C 轴定位，设定参数 P3872=1，Y 轴为定位轴）

```
G98 T02;                    //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.2 S800 NS2 ;            //第 2 主轴攻丝转速 800 rpm，NS2 指定第 2 主轴攻丝
G00 X65.0 Y0.0 Z10.0 C0.0;//快速定位至初始点
G84.2 Z-50.0 R7.0 Q5.0 P1.0 F1.0 M38 ;//（或使用 G84，并且设定参数 P3871=0）
//正面一般深孔啄攻，导程 1mm，Z 轴在 R 点的绝对坐标=初始点-|R|，即 Z3
//C 轴 0 度攻第一个孔，每次切深 5mm(半径值)，在孔底暂停 1 秒
C90.0;                      //C 轴 90 度攻第二个孔
C180.0;                     //C 轴 180 度攻第三个孔
C270.0;                     //C 轴 270 度攻第四个孔
G80;                        //取消攻丝循环
        M05.2;                      //第 2 主轴停止
```

示例 2

（预设通道内第 3 主轴攻丝，刀具旋转，C 轴定位，设定参数 P3872=0，Y 轴为攻丝轴）

```
G98 T02;                    //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.3 S800 NS3 ;            //第 3 主轴攻丝转速 800 rpm，NS3 指定第 3 主轴攻丝
G00 Y100.0 Z-10.0 C0.0; //快速定位至初始点
G88.1 Y50.0 R5.0 Q5.0 P1.0 F1.0 M38 ; //（或使用 G88，并且设定参数 P3871=0）
//侧面一般深孔啄攻，导程 1mm，Y 轴(直径编程)在 R 点的绝对坐标=初始点-2*|R|，即 Y90
//C 轴 0 度攻第一个孔，每次切深 5mm(半径值)，在孔底暂停 1 秒
C90.0;                      //C 轴 90 度攻第二个孔
C180.0;                     //C 轴 180 度攻第三个孔
C270.0;                     //C 轴 270 度攻第四个孔
G80;                        //取消攻丝循环
M05.3;                      //第 3 主轴停止
```

2.21.4 G85、G89-正面、侧面镗孔循环

G85/G89 用于数控车床、车铣复合的正面/侧面镗孔。

格式

- **正面镗孔循环**

G85 X(U)/Y(V)__ C(H)__ Z(W)__ R__ P__ F__ K__ M__ ;

X(U)/Y(V)、C(H)（非孔加工轴）：孔位置数据。

Z(W)（孔加工轴）：孔底的坐标（绝对值）或从 R 点到孔底的距离（增量值）。

R：从初始点平面到 R 点的距离（增量值，符号无效）。

P：孔底暂停时间（单位：秒），P 省略时，表示无孔底暂停。

F：切削进给速度。

K：重复次数。

M：C 轴夹紧指令。如果编入 C 轴夹紧 M 代码(M38)，那么在定位到孔位置后自动夹紧，并在当前位置镗孔完成后自动松开。未输入则在钻孔循环过程中无夹紧松开动作。

注 1：夹紧 M 代码对应主轴与转动主轴不应为同一主轴，否则报警。

注 2：Y(V)为孔位置定位指令时，P3872 需设为 1，Y(V)为孔加工轴指令时，P3872 需设为 0。

注 3：使用第 1 主轴(C 轴)镗孔时**(主轴旋转，刀具固定)**，不可编入孔位置数据 C(H)、C 轴夹紧指令 M38。

- **侧面镗孔循环**

G89 Z(W)__ C(H)__ X(U)/Y(V)__ R__ P__ F__ K__ M__ ;

Z(W)、C(H)（非孔加工轴）：孔位置数据。

X(U)/Y(V)（孔加工轴）：孔底的坐标（绝对值）或从 R 点到孔底的距离（增量值）。

R：从初始点平面到 R 点的距离（增量值，半径指定，符号无效）。

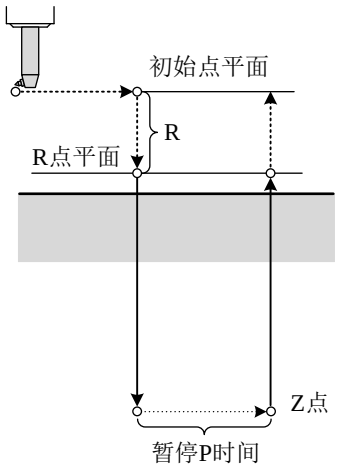
P、F、K、M 地址的功能参考 G85 正面镗孔循环说明。

注 1：Y(V)为孔位置定位指令时，P3872 需设为 1，Y(V)为孔加工轴指令时，P3872 需设为 0。

说明

孔定位后，刀具快速移动到 R 点，沿着 Z 向切削到孔底，暂停 P 时间，然后以切削速度退出至 R 点，再快速返回初始点。

G85/G89



注

1 指定 G85/G89 前，先启动主轴旋转。如果 G85 和 M 代码在同一程序段指定，则在最初定位时送出 M 代码，并等待 M 代码执行结束后，才进行下个循环动作。

2 固定循环状态时，如果指令了 X、Y、Z、R 数据中的任意一个，就进行孔加工，如果程序段中不包含其中任意一个数据，则不进行孔加工。当 X 是和 G04 同时指定时，也不进行孔加工。

3 刀具长度补偿应在固定循环指令之前指令。

4 固定循环中刀具偏移指令无效。

5 固定循环中指定 01 组代码，则固定循环功能被取消。

6 必须在改变钻孔轴或加工平面之前取消固定循环。

示例

注明：

所有镗孔示例均采用公制输入，X/Y 轴直径编程。若为刀具旋转镗孔，C 轴有夹紧机能时，在镗孔循环开始段，编入一次 M38，即可实现 C 轴定位完成后自动夹紧，每个角度镗孔完成后自动松开。

- **正面镗孔**

示例 1

（预设通道内第 1 主轴（C 轴）镗孔，主轴旋转，刀具固定）

```
G98 T01;                    //每分钟进给、使用 1 号刀具
M03 S800 NS1 ;              //主轴镗孔转速 800 rpm，NS1 指定第 1 主轴镗孔
G00 X0.0 Z8.0;              //快速定位至初始点
G85 Z-20.0 R5.0 P1.0 F100.0 ;
//正面镗中心孔；Z 轴在 R 点的绝对坐标=Z 向初始点-|R|，即 Z3，在孔底暂停 1 秒
G80;                        //取消镗孔循环
M05 ;                       //主轴停止
```

示例 2

（预设通道内第 2 主轴镗孔，刀具旋转，C 轴定位）

```
G98 T02;                  //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.2 S800 NS2 ;          //第 2 主轴镗孔转速 800 rpm，NS2 指定第 2 主轴镗孔
G00 X30.0 Z10.0 C0.0;     //快速定位至初始点
G85 Z-50.0 R5.0 P1.0 F100.0 M38 ;
//正面镗孔，Z 轴在 R 点的绝对坐标=初始点-|R|，即 Z5
//C 轴 0 度镗第一个孔，在孔底暂停 1 秒
C90.0;                    //C 轴 90 度镗第二个孔
C180.0;                   //C 轴 180 度镗第三个孔
C270.0;                   //C 轴 270 度镗第四个孔
G80;                      //取消镗孔循环
        M05.2 ;                   //第 2 主轴停止
```

- **侧面镗孔**

示例 1

（预设通道内第 3 主轴镗孔，刀具旋转，C 轴定位，设定参数 P3872=1，Y 轴为定位轴）

```
G98 T01;                  //每分钟进给、使用 1 号刀具
M03.3 S800 NS3 ;          //第 3 主轴镗孔转速 800 rpm，NS3 指定第 3 主轴镗孔
G00 X60.0 Y0.0 Z10.0 C0.0;  //快速定位至初始点
G89 X0.0 R5.0 P0.5 F100.0 M38 ;
//侧面镗孔，X 轴(直径编程)在 R 点的绝对坐标=X 向初始点-2*|R|，即 X50，在孔底暂停 0.5 秒
//C 轴 0 度镗第一个孔
C90.0;                    //C 轴 90 度镗第二个孔
C180.0;                   //C 轴 180 度镗第三个孔
C270.0;                   //C 轴 270 度镗第四个孔
G80;                      //取消镗孔循环
        M05.3 ;                   //第 3 主轴停止
```

示例 2

（预设通道内第 3 主轴镗孔，刀具旋转，C 轴定位，设定参数 P3872=0，Y 轴为镗孔轴）

```
G98 T02;                    //每分钟进给、使用 2 号刀具
M03.3 S800 NS3 ;            //第 3 主轴镗孔转速 800 rpm，NS3 指定第 3 主轴镗孔
G00 Z-10.0 Y60.0 C0.0;      //快速定位至初始点
G89 Y0.0 R5.0 P0.5 F100.0 M38 ;
//侧面镗孔，Y 轴(直径编程)在 R 点的绝对坐标=Y 向初始点-2*|R|，即 Y50，在孔底暂停 0.5 秒
//C 轴 0 度镗第一个孔
C90.0;                      //C 轴 90 度镗第二个孔
C180.0;                     //C 轴 180 度镗第三个孔
C270.0;                     //C 轴 270 度镗第四个孔
G80;                        //取消镗孔循环
        M05.3;                          //第 3 主轴停止
```

2.22 G90~G94-单一型固定循环

在有些特殊的粗车加工中，由于切削量大，同一加工路线要反复切削多次。此时可利用固定循环功能，用一个程序段可实现通常由 3~10 多个程序段指令才能完成的加工路线。并且在重复切削时，只需改变数值。这个固定循环对简化程序非常有效。

说明

- **模态**

1 固定循环中的数据 X(U)、Z(W)、Y(V)、R 和 G90、G92、G94 一样，都是模态值。所以当没有指定新的 X(U)、Z(W)、Y(V)、R 时，前面指令的数据均有效。在实际使用中，Z 轴移动量相同，根据 X/Y 轴移动指令变化，可以重复固定循环。另外，对于 X(U)、Z(W)、Y(V)、R 的数据，当指令了 G04 以外的非模态 G 代码或 G90、G92、G94 以外的 01 组的代码时，被清除。

2 取消单一型固定循环方式：在车床 A 体系下，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 组 G 代码。

- **特殊使用方法**

1 在固定循环状态中，如果指令了 M、S、T，则固定循环可以和 M、S、T 功能同时执行。如果如下述例子所示那样指令 M、S、T 后，取消了固定循环（由于指令 G00、G01），再次指令固定循环即可。

例

```
O0001 ;
N003 T0101 ;
……
N010 G18 G90 X20.0 Z-10.0 F200. ;
N011 G00 T0202 ;
N012 G90 X20.5 Z-10.0 ;
M30;
```

2.22.1 G90-外圆/内圆车削循环

2.22.1.1 圆柱切削循环

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G90 X(U)__ Z(W)__ NB__ NE__ F__ ;

YpZp 平面(G19 平面)

G90 Y(V)__ Z(W)__ NB__ NE__ F__ ;

G90 为模态指令。

X(U)：G18 平面 X 轴切削终点坐标或移动量（绝对/相对）。

Y(V)：G19 平面 Y 轴切削终点坐标或移动量（绝对/相对）。

Z(W)：G18/G19 平面 Z 轴切削向终点坐标或移动量（绝对/相对，切入方向，Z 轴或 G54.9 第 3 轴）。

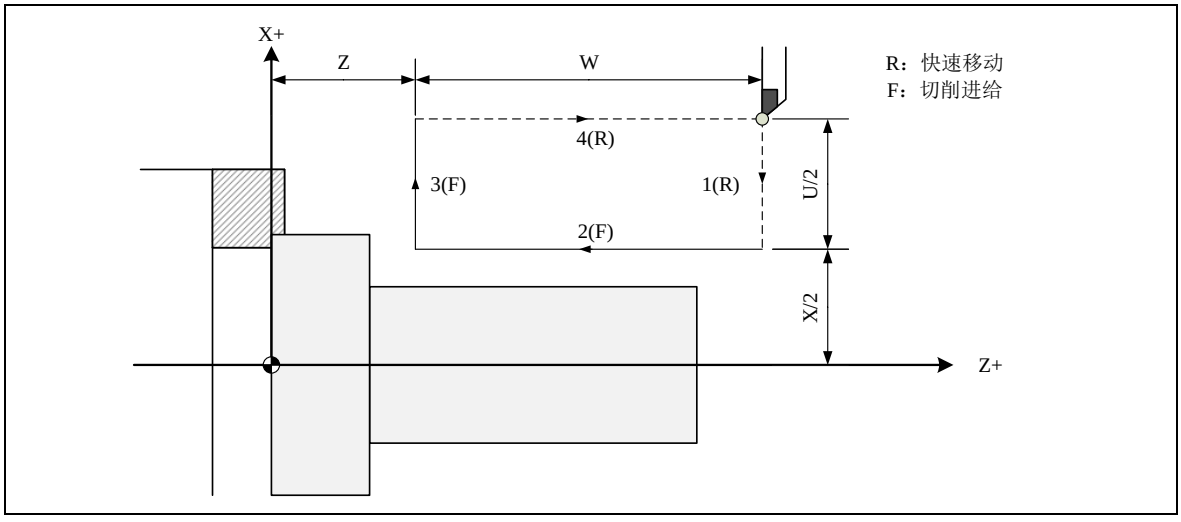
F：进给速度。

[增强应用]

在旋入或旋出时执行一段圆弧切削，不编入 NB、NE 时，为直线进刀和退刀。

NB：旋入阶段宽度。

NE：旋出阶段宽度。



说明

如上图所示，增量值指令时，地址 U、W 后的数值的符号，由轨迹 1 和 2 的方向来决定。在上述循环中，U 是负，W 也是负。在单程序段条件下，将连续执行 1、2、3、4 动作。

使用要点和注意事项

1 不可在坐标变换（包括极坐标变换、比例缩放和坐标旋转）有效状态下指定该 G 代码，否则报警（PS530/531/532）。

2 Z 轴或 G54.9 第 3 轴不在平面内时，报警 PS533。非平面内轴输入时，报警 PS534。

3 平面内两轴都输入，但有一个轴移动量为 0 时，报警 PS535。

4 如果平面内轴都没有输入时，系统将只记录模态信息而不运动。

示例

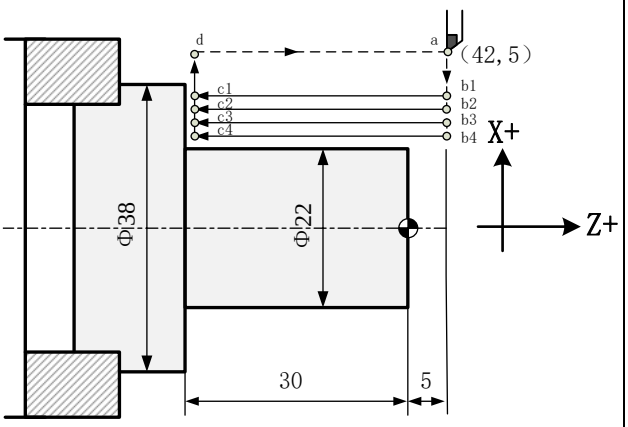
例，加工圆柱面

（X 轴直径编程，公制输入）

（每次进刀量 4mm，切削速度 F=120mm/min）

加工程序

```
O0003;
G98;                //指定每分钟进给
T03;                //使用 3 号刀具
M03 S1500;          //主轴正转，转速 1500 rpm
M8;                 //打开切削液
G0 X42.0 Z5.0;      //快速定位至起始点
G90 X34.0 Z-30.0 F120;
//执行圆柱切削循环，a-b1-c1-d-a 第一次循环
X30.0;              //a-b2-c2-d-a 第二次循环
X26.0;              //a-b3-c3-d-a 第三次循环
X22.0;              //a-b4-c4-d-a 第四次循环
M9;                 //关闭切削液
G0 X100.0 Z50.0;    //快速退回换刀点
M05;                //主轴停止
M30;                //程序结束
```



2.22.1.2 圆锥切削循环

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G90 X(U)__ Z(W)__ R__ F__ NB__ NE__ ;

YpZp 平面(G19 平面)

G90 Y(V)__ Z(W)__ R__ F__ NB__ NE__ ;

X(U)：G18 平面 X 轴切削终点坐标或移动量（绝对/相对）。

Y(V)：G19 平面 Y 轴切削终点坐标或移动量（绝对/相对）。

Z(W)：G18/G19 平面 Z 轴切削向终点坐标或移动量（绝对/相对，切入方向，Z 轴或 G54.9 第 3 轴）。

R：圆锥面切削始点与切削终点处的半径差，带符号，省略 R 时，进行圆柱切削。

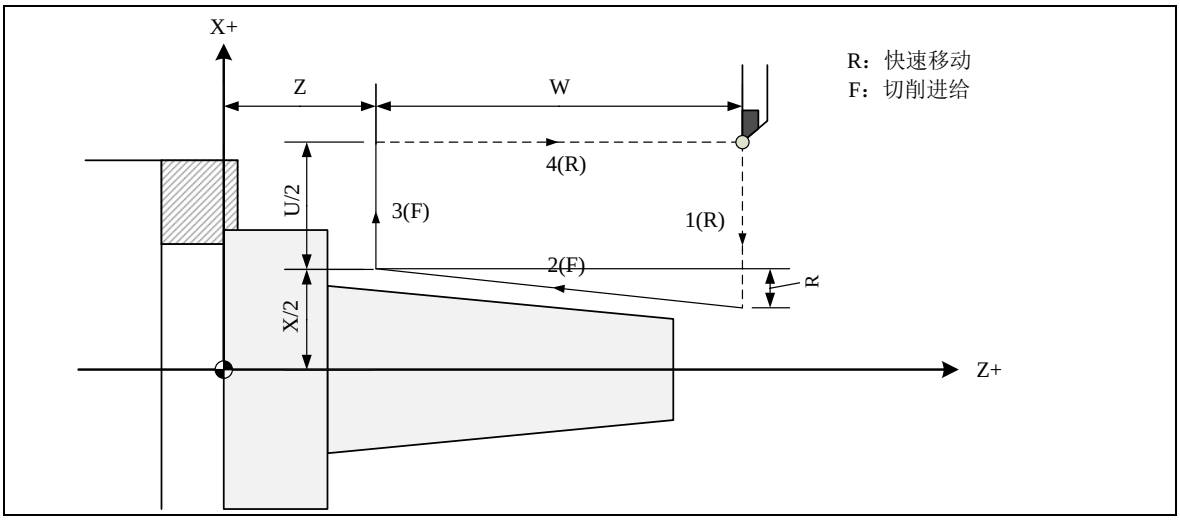
F：进给速度。

[增强应用]

在旋入或旋出时执行一段圆弧切削，不编入 NB、NE 时，为直线进刀和退刀。

NB：旋入阶段宽度。

NE：旋出阶段宽度。

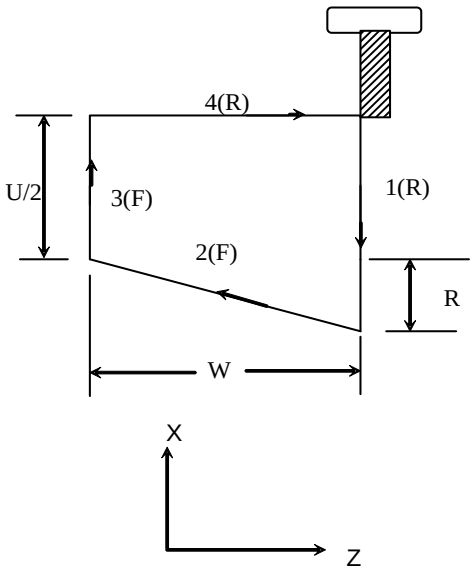


说明

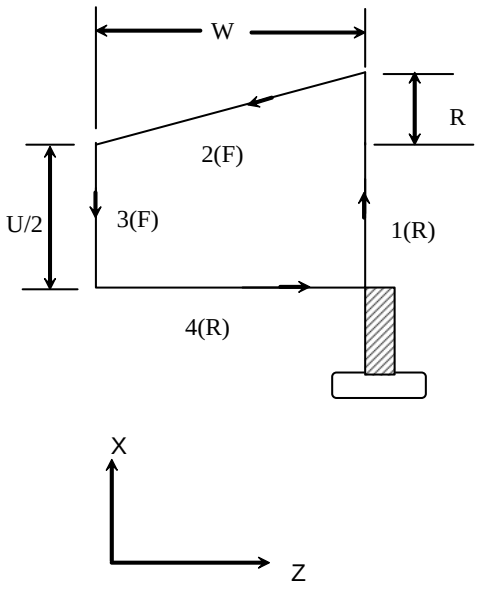
如上图所示，R 值的正负决定工件正锥还是反锥体。

增量值指定时，地址 U、W、R 后数值的符号和刀具轨迹的关系如下所示。

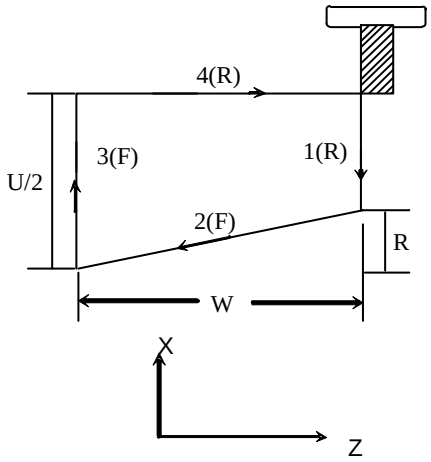
（1）U<0，W<0，R<0



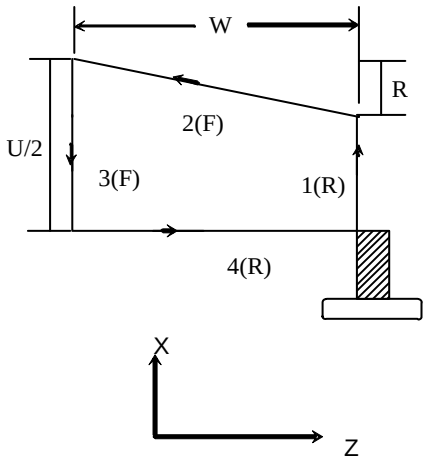
（2）U>0，W<0，R>0



（3）U<0，W<0，R>0，但｜R｜≤｜U/2｜



（4）U>0，W<0，R<0，但｜R｜≤｜U/2｜



示例

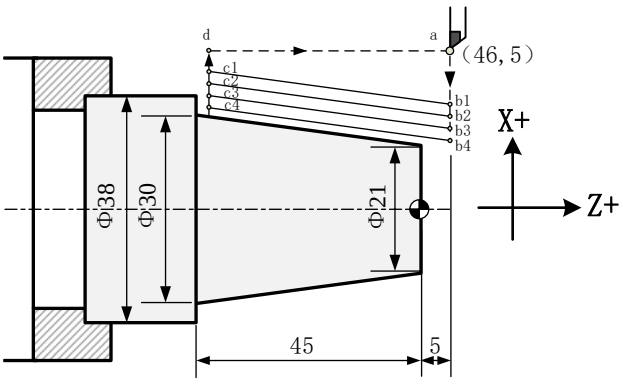
例，加工圆锥面

（X 轴直径编程，公制输入）

（切削起点 b 与终点 c 半径差 5mm，每次进刀量 4mm，切削速度 F=100mm/min）

加工程序

```
O0003;
G98;            //指定每分钟进给
T04;            //使用 4 号刀具
M03 S1500;      //主轴正转，转速 1500 rpm
M8;             //打开切削液
G0 X46.0 Z5.0;  //快速定位至起始点
G90 X42.0 Z-45.0 R-5.0 F100;
//执行圆锥切削循环 a-b1-c1-d-a 第一次循环
X38.0;          //a-b2-c2-d-a 第二次循环
X34.0;          //a-b3-c3-d-a 第三次循环
X30.0;          //a-b4-c4-d-a 第四次循环
M9;             //关闭切削液
G0 X100.0 Z50.0; //快速退回换刀点
M05;            //主轴停止
M30;            //程序结束
```



2.22.2 G92-螺纹切削循环

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G92 X(U)__ Z(W)__R__ F(E)__ H(Q)__ P__ J__ K__ NB__ NE___ ;

YpZp 平面(G19 平面)

G92 Y(V)__ Z(W)__ R__ F(E)__ H(Q)__ P__ J__ K__ NB__ NE__ ;

说明

- **格式说明**

地址	地址意义	取值范围	单位	模态值
X(U)/Y(V)	工件轴侧向终点坐标或移动量	-999999~999999	mm	—
Z(W)	工件轴纵向终点坐标或移动量	-999999~999999	mm	—
R	锥度螺纹最大端和最小端的半径差	-999999~999999	mm	是
F	公制螺纹的导程	0.0001~500.0000	mm	是
E	英制螺纹的牙数	0.060~254000.0	牙/英寸	是

		00		
H	多头螺纹的头数，省略 H 为单头螺纹 （多头螺纹时，F 为相邻螺距）	1~99	—	是
Q	螺纹切削起始偏移角度	0~360	度	是
P	螺纹退尾宽度	00-99	0.1F（F 为导程）	是
J/K	让刀平均加减速度系数	0.01~4.0	—	—
NB	螺纹旋入阶段的宽度	非负数	mm	是
NE	螺纹旋出阶段的宽度	非负数	mm	是

注

1 工件轴纵向一般为 Z 轴或 G54.9 指令第三轴。

2 退尾宽度=0.1*螺纹退尾宽度系数（P）*螺纹的导程（F）。

3 [G18/G19]平面选择。

4 英制螺纹牙数 E，可理解为长轴移动 1 英寸时主轴的圈数，使用 E 指令时，实际速度 F 显示数值为 E 计算之后的数值。公制编程时，F=25.4/E，英制编程时，F=1/E。

5 多头螺纹头数，超出范围时按照单头螺纹加工。

6 螺纹退尾宽度控制机能是否有效由参数“TWWC”（P6300.7）选择。

7 螺纹让刀平均加减速度实际值等于 P6483×J/K，J 和 K 可以输入任意值，只要其比值在 0.01~4.0 范围内即可。J 和 K 未输入时，都默认为 1.0。

8 J 和 K 未输入小数点时，数据处理受 PODI 参数影响：
PODI=1 时，J1 等价于 J1.0；
PODI=0 时，J1 等价于 J0.001（与编程位数相关，此处以 3 位小数为例）；

9 当 R 值不合适，导致进刀段移动量为 0，或移动方向与让刀段相同时，报警 PS536。

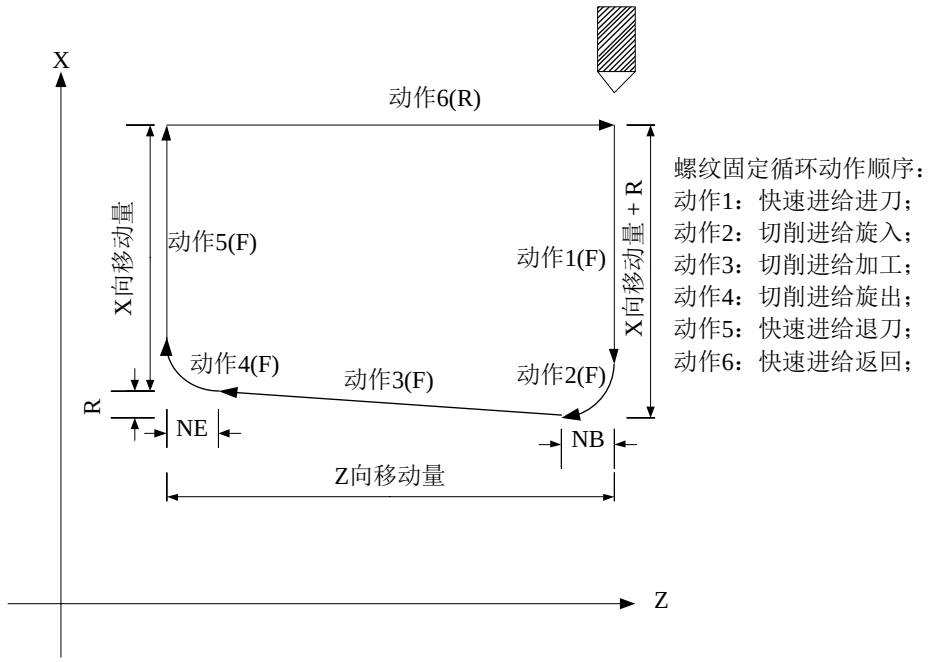
10无 F 模态值为 0，且无 E 输入时，触发报警。

11NB 或 NE 过大时，触发报警。

12连续加工螺纹时，若在中间指令了 01 组 G 代码，则螺纹模态取消。

螺纹切削相关

螺纹切削循环利用固定循环功能，在一个程序段中实现螺纹切削的进刀，加工，退刀，返回等多个动作，用于螺纹加工时的编程，提高编程效率。固定循环由 6 个动作完成，如下图所示（以 Z-X 加工为例，其它加工方式相同）。



- **退尾处理**

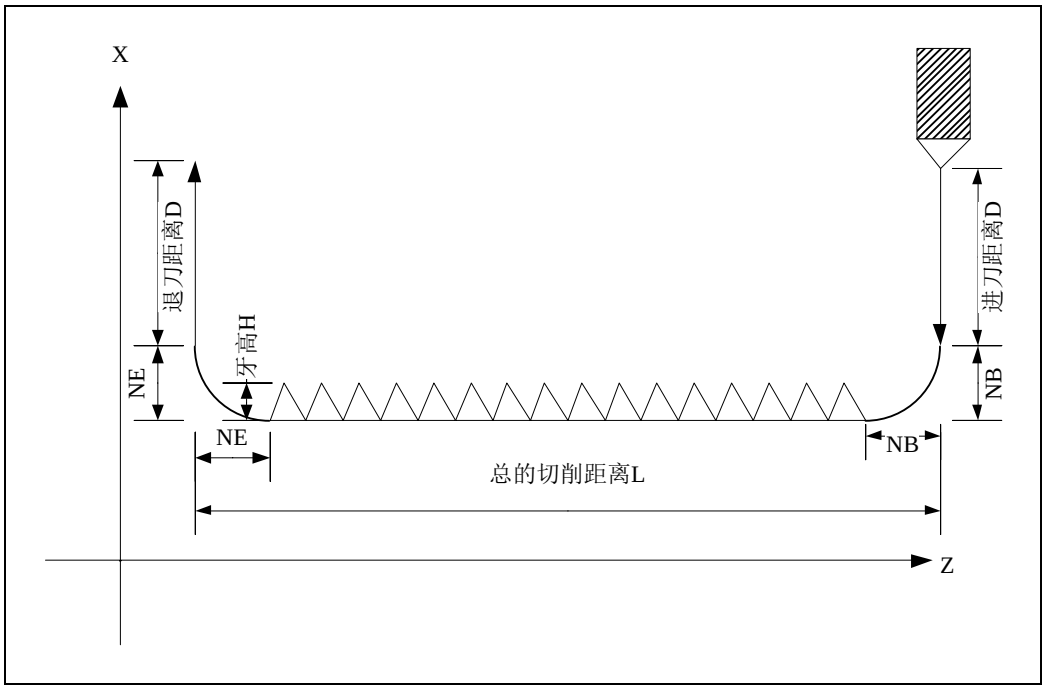
  退尾处理参见 G32 说明**错误!未找到引用源。**与 I-2.20.7G76 说明 2.20.7。

- **螺纹暂停提前让刀功能**

  参见 2.20.7 中的说明。

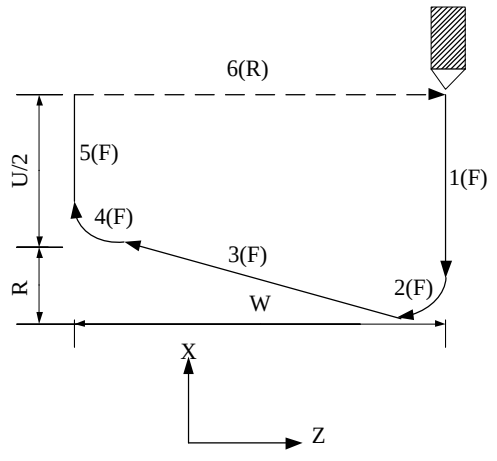
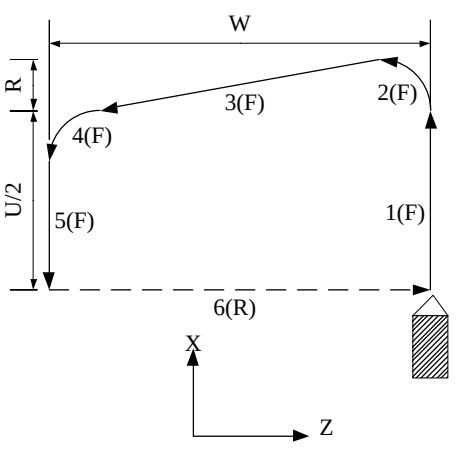
- **NB 和 NE 的意义**

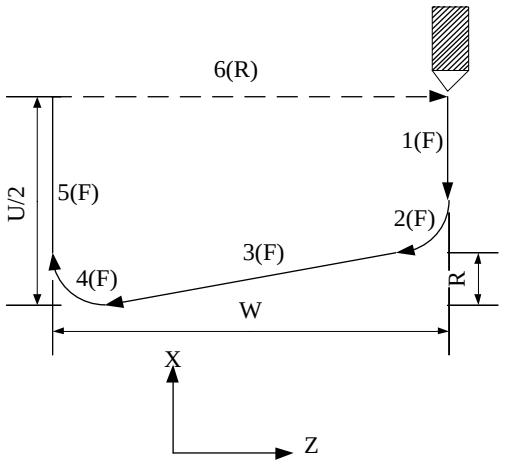
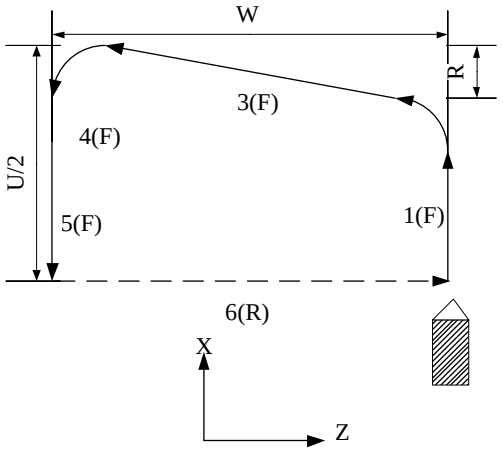
在螺纹旋入阶段或者螺纹旋出阶段，由于升降速的原因需要一段加速或减速的距离，以实现刀具的旋入或旋出。系统在旋入或旋出阶段，根据 NB 或 NE 的值自动插入一段小圆弧指令实现该加减速过程，如下图所示。其中 NB 或 NE 的距离应大于螺纹牙高 H，并且远小于进刀或者退刀距离 D，同时 NB 与 NE 的和不能超过 Z 轴的总进给量 L。



- **地址 U、W、V、R 符号与轨迹的关系**

以 X/Z 平面加工为例，增量值指定时，地址 U、W、R 后数值的符号和刀具轨迹的关系如下所示。如需使用 Y/Z 平面，或使用 G54.9 指令任意平面加工，则方向关系与此相同，可以 Z 轴或 G54.9 第 3 轴（螺纹导程方向轴）为基准进行类推。

（1）U<0，W<0，R<0	（2）U>0，W<0，R>0
	

（3）U<0，W<0，R>0，但｜R｜≤｜U/2｜	（4）U>0，W<0，R<0，但｜R｜≤｜U/2｜
	

- **螺纹切削限制**

1 不可在坐标变换（包括极坐标变换、比例缩放和坐标旋转）有效状态下指定该 G 代码，否则报警（PS530/531/532）。

2 进入数字螺纹插补时(G7.2)，不可指令该 G 代码，否则报警 PS283。

3 恒限速时，不可指令该 G 代码，否则报警 PS316。

4 导程方向轴不在平面内时，报警 PS533。非平面内轴输入时，报警 PS534。

5 平面内两轴都输入，但有一个轴移动量为 0 时，报警 PS535。

6 连续编入该指令时，若平面未变更，那么后面的指令继承前面指令中地址值。

7 如果平面内轴都没有输入时，系统将只记录模态信息而不运动。

8 固定循环从旋入阶段到旋出阶段禁止单段停止。

9 固定循环中，不支持直接指令 G17 实现 X/Y 平面加工。如有需要，可以使用 G54.9 进行坐标系变换，其第 3 轴将作为纵向轴（或螺纹导程方向）。

- **螺纹切削注意事项**

切削相关注意事项请参考**错误!未找到引用源。**。中“螺纹切削注意事项”内容。

示例

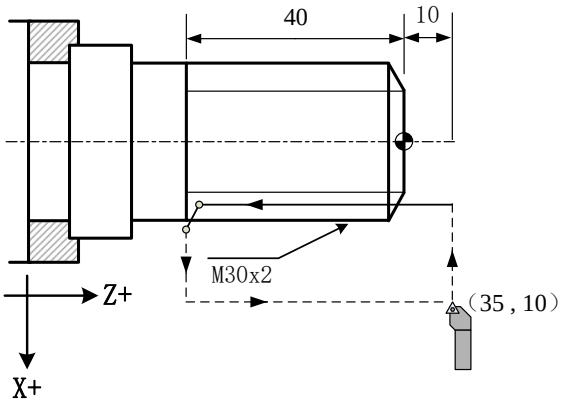
ZpXp 平面(G18 平面)，加工 3 头直螺纹

（公制输入，X 轴直径编程）

（H3 三头直螺纹，F2.0 螺距为 2.0mm，X 方向切深为 2.6mm，分 5 次切入）

加工程序

```
O0003;
T01;                    //使用 1 号刀具
M03 S1500;              // 主 轴 正 转 ， 转 速
1500 rpm
M8;                     //打开切削液
G0 X35.0 Z10.0;     //快速定位至起始点
G92 X29.1 Z-40.0 H3 F2.0;
//螺距 2mm，三头螺纹
//执行螺纹切削循环，第一次循环
X28.5;                  //第二次循环
X27.9;                  //第三次循环
X27.5;                  //第四次循环
X27.4;                  //第五次循环
M9;                     //关闭切削液
G0 X100.0 Z50.0;    //快速退回换刀点
M05;                    //主轴停止
M30;                    //程序结束
```



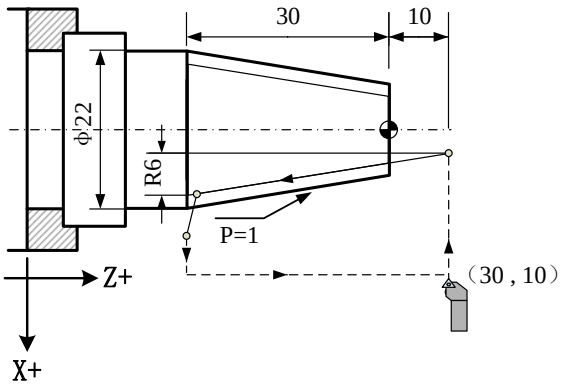
ZpXp 平面(G18 平面)，加工单头锥螺纹

（公制输入，X 轴直径编程）

（单头锥螺纹，F1.0 螺距为 1.0mm，切削起点和终点的半径差为 6mm，X 方向切深为 1.3mm，分 3 次切入）

加工程序

```
O0004;
T02;                //使用 2 号刀具
M03 S1500;              //主轴正转，转速 1500
rpm
M8;                 //打开切削液
G0 X30.0 Z10.0;         //快速定位至起始点
G92 X21.3 Z-30.0 R-6.0 F1.0;
//执行锥度螺纹切削循环，第一次循环
X20.9;              //第二次循环
X20.7;              //第三次循环
M9;                 //关闭切削液
G0 X100.0 Z50.0;        //快速退回换刀点
M05;                //主轴停止
M30;                //程序结束
```



2.22.3 G93-模拟主轴攻丝

格式

G93 Zp__ F(E)__ Q__ H__ P__ ;

Zp_：指定 Zp 轴终点坐标。

F/E_：攻丝导程。E 为英制导程指定，F 为公制导程指定。

Q：起始角偏移。

H：加工头数。

P：孔底暂停时间(不包括主轴停止时间)。

说明

G93 为 01 组模态 G 代码。一般情况下，G93 后应指定 01 组其它模态 G 代码。

例

```
M3 S300;
G0 X0.0 Z10.0;
G93 Z-100.0 F5. ; 攻丝循环到 Z-100.0 后返回。
G00 X50.0 ;        X 向快速定位。
```

- **执行过程**

G93 执行过程如下：

1 Zp 轴向负方向按每转进给方式（切螺纹）进给。

2 运动到程序指定的坐标后，自动停止主轴转动。主轴完全停止后，保持 Z 轴不动，在孔底暂停 P 指定时间。然后自动反向旋转主轴，Zp 退回到起始位置。

3 停止主轴旋转，恢复程序段前指定的方向旋转主轴。

- **其他说明**

1 与螺纹加工相同，G93 攻丝过程中，加减速曲线为直线，加/减速度由参数（P6480/P6481）设定。

2 如果 Zp 正向运动后执行 G93，由于反向运动，系统会先执行反向间隙补偿。如果配步进电机堵转，可设置更小的间隙补偿速度，或在执行 G93 前，先指令 Zp 轴负向运动。

3 主轴制动时间参数的设置会影响主轴停止后反向启动旋转的时间，请注意设置。

注

1 Zp 必须为负向运动，否则产生报警（PS0012）。

2 不能编入除 Zp 以外的其它轴指令，否则产生报警（PS0012）。

3 G93 模态有效时，如果 Zp 轴未指令，则系统产生报警（PS0012）。（之前版本在 G93 模态有效时，如果 Zp 轴未指令，则按上次保存值运动。）

4 执行 G93 之前，必须启动主轴旋转。

5 要求机床的主轴刹车时间短。系统准备时按运动值+50.000，要求输出主轴停止时，运动长度不能超出 50mm 以上。

6 要求主轴转速不能过高。

7 指定地址 I 时，为英制螺纹指定。可理解为移动 1 英寸时主轴的圈数，单位为牙/英寸。

8 系统配数字主轴时，也能用 G93 指令进行攻丝，加工效果比模拟主轴好

9 笛卡儿坐标系设定会更改攻丝进给轴。

2.22.4 G94-端面车削循环

2.22.4.1 端面切削循环

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G94 X(U)__ Z(W)__ NB__ NE__ F__ ;

YpZp 平面(G19 平面)

G94 Y(V)__ Z(W)__ NB__ NE__ F__ ;

[G18/G19]：平面选择。

X(U)：G18 平面 X 轴切削终点坐标或移动量（绝对/相对）。

Y(V)：G19 平面 Y 轴切削终点坐标或移动量（绝对/相对）。

Z(W)：G18/G19 平面 Z 轴切削向终点坐标或移动量（绝对/相对，切入方向，Z 轴或 G54.9 第 3 轴）。

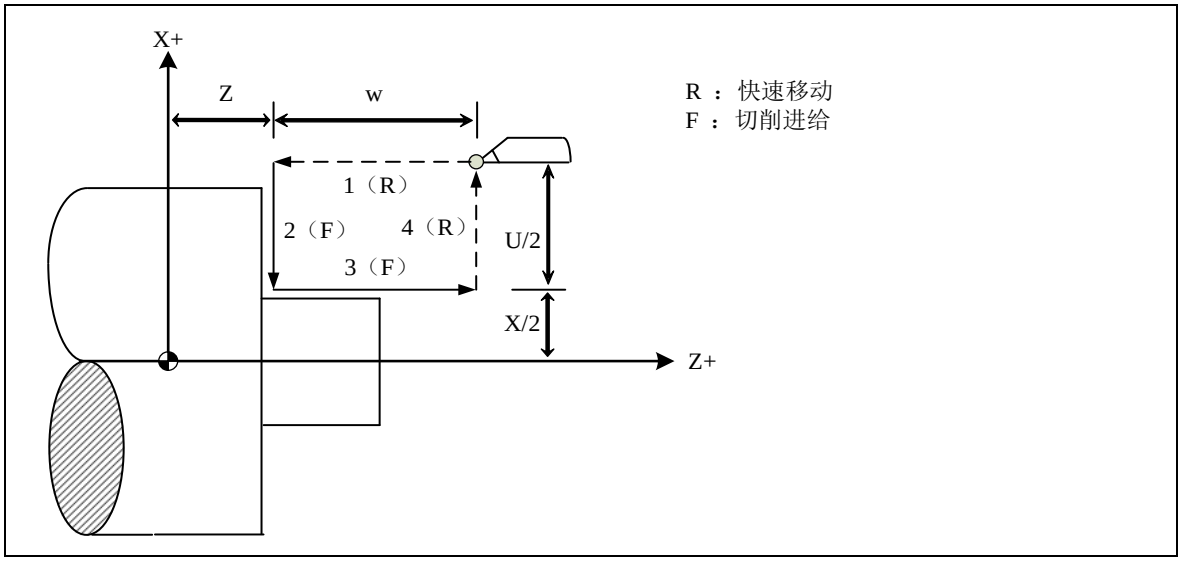
F：进给速度。

[增强应用]

在旋入或旋出时执行一段圆弧切削，不编入 NB、NE 时，为直线进刀和退刀。

NB：旋入阶段宽度。

NE：旋出阶段宽度。



说明

如上图所示，增量值指令时，地址 U、W 后的数值的符号，由轨迹 1 和 2 的方向来决定。即如果轨迹 1 的方向是 Z 轴的负向，则 W 为负值。在单程序段条件下，将连续执行 1、2、3、4 动作。

使用要点和注意事项

1 不可在坐标变换（包括极坐标变换、比例缩放和坐标旋转）有效状态下指定该 G 代码，否则报警（PS530/531/532）。

2 Z 轴或 G54.9 第 3 轴不在平面内时，报警 PS533。非平面内轴输入时，报警 PS534。

3 平面内两轴都输入，但有一个轴移动量为 0 时，报警 PS535。

4 如果平面内轴都没有输入时，系统将只记录模态信息而不运动。

示例

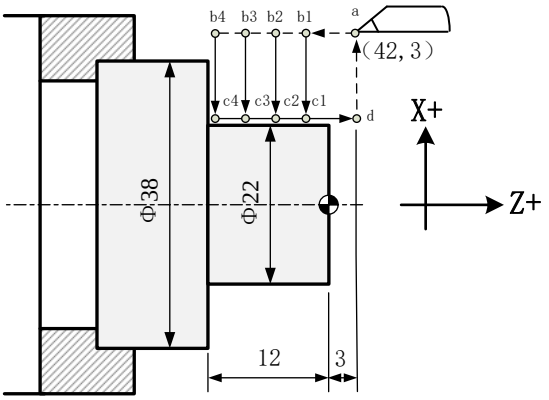
例，加工端面

（公制输入，X 轴直径编程）

（每次进刀量 3mm，切削速度 F=120mm/min）

加工程序

```
O0003;
G98;                //指定每分钟进给
T02;                //使用 2 号刀具
M03 S1500;          //主轴正转，转速 1500 rpm
M8;                 //打开切削液
G0 X42.0 Z3.0;      //快速定位起始点
G94 X22.0 Z-3.0 F120;
//执行端面切削循环 a-b1-c1-d-a 第一次循环
Z-6.0;              //a-b2-c2-d-a 第二次循环
Z-9.0;              //a-b3-c3-d-a 第三次循环
Z-12.0;             //a-b4-c4-d-a 第四次循环
M9;                 //关闭切削液
G0 X100.0 Z50.0; //快速退回换刀点
M05;                //主轴停止
M30;                //程序结束
```



2.22.4.2 锥度端面切削循环

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G94 X(U)__ Z(W)__R__ F__ NB__ NE__ ;

YpZp 平面(G19 平面)

G94 Y(V)__ Z(W)__R__ F__ NB__ NE__ ;

[G18/G19]：平面选择。

X(U)：G18 平面 X 轴切削终点坐标或移动量（绝对/相对）。

Y(V)：G19 平面 Y 轴切削终点坐标或移动量（绝对/相对）。

Z(W)：G18/G19 平面 Z 轴切削向终点坐标或移动量（绝对/相对，切入方向，Z 轴或 G54.9 第 3 轴）。

R：锥度量，即切削起点和切削终点的长度差，带符号。

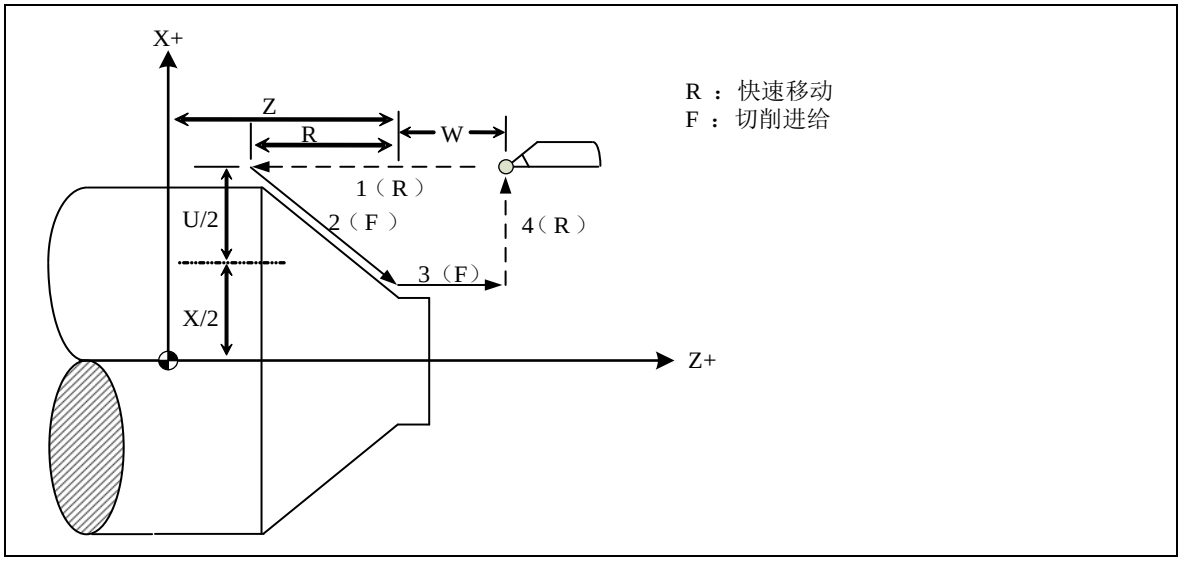
F：进给速度。

[增强应用]

在旋入或旋出时执行一段圆弧切削，不编入 NB、NE 时，为直线进刀和退刀。

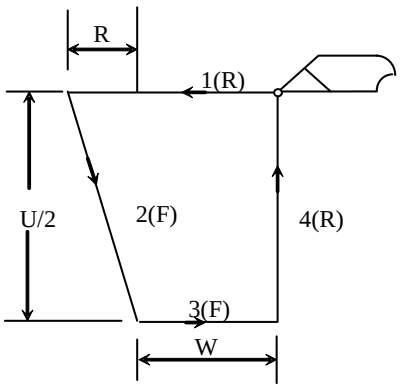
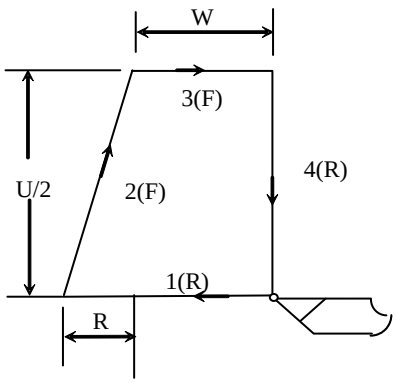
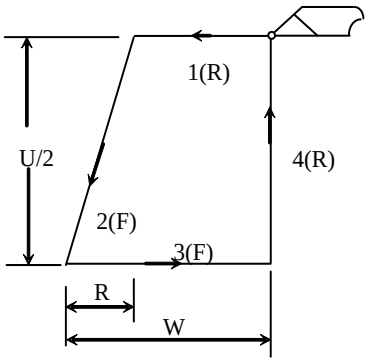
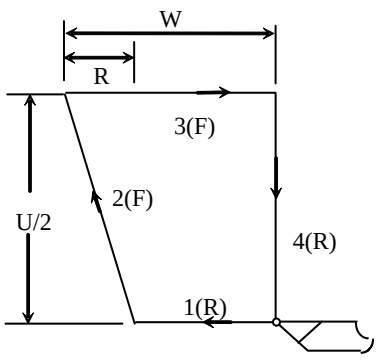
NB：旋入阶段宽度。

NE：旋出阶段宽度。



说明

增量值指定时，地址 U、W、R 后数值的符号和刀具轨迹的关系如下所示。

（1）U<0，W<0，R<0	（2）U>0，W<0，R<0
	
（3）U<0，W<0，R>0（｜R｜≤｜W｜）	（4）U>0，W<0，R>0（｜R｜≤｜W｜）
	

示例

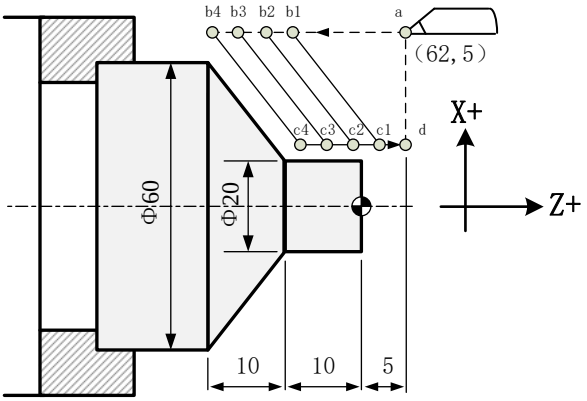
例，加工锥度端面

（公制输入，X 轴直径编程）

（切削起点 b 和终点 c 长度差 10.5mm，每次进刀量 4mm，切削速度 F=100mm/min）

加工程序

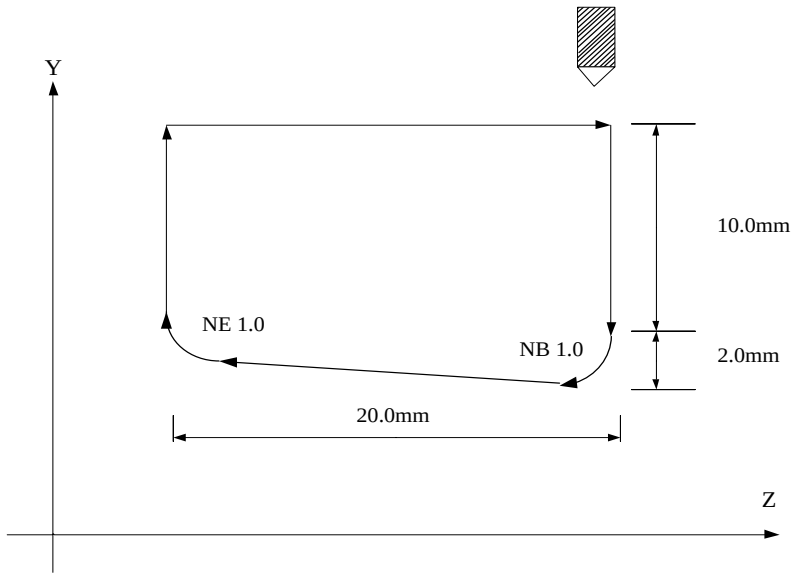
```
O0003;
T01;                //使用 1 号刀具
M03 S1500;          //主轴正转，转速 1500 rpm
M8;                 //打开切削液
G0 X62.0 Z5.0;      //快速定位至起始点
G94 X20.0 Z2.0 R-10.5 F100.;
//执行锥度端面切削循 a-b1-c1-d-a 第一次循环
Z-2.0;              // a-b2-c2-d-a 第二次循环
Z-6.0;              // a-b3-c3-d-a 第三次循环
Z-10.0;             // a-b4-c4-d-a 第四次循环
M9;                 //关闭切削液
G0 X100.0 Z50.0;    //快速退回换刀点
M05;                //主轴停止
M30;                //程序结束
```



2.22.5 单一型固定循环的增强应用

G90 增强应用：实现 YZ 方向加工，圆弧旋入进刀、圆弧旋出退刀

在 G90 固定循环中，使用 G19 指定 YZ 平面，可以实现 Y/Z 方向的程序加工

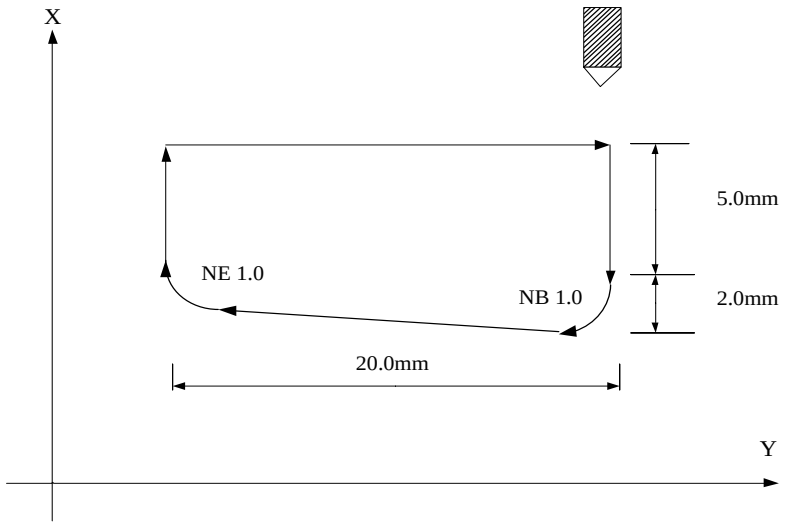



```
O0001 ;
G19 G00 Y50.0 Z0.0;
G90 Y40.0 Z-20.0 R-2. 0NB1.0 NE1.0 F200.0;
M30;
```

G90 增强应用：实现 XY 方向加工，圆弧旋入进刀、圆弧旋出退刀

固定循环中，不支持直接指令 G17 实现 X/Y 平面加工。如有需要，可以使用 G54.9 进行坐标系变换，其第 3 轴将作为纵向轴（或螺纹导程方向）。例如，在车床 A 体系中，如要以 Y 轴为纵向轴，X 为侧向轴，可以指令 G54.9 P123（XZY）。

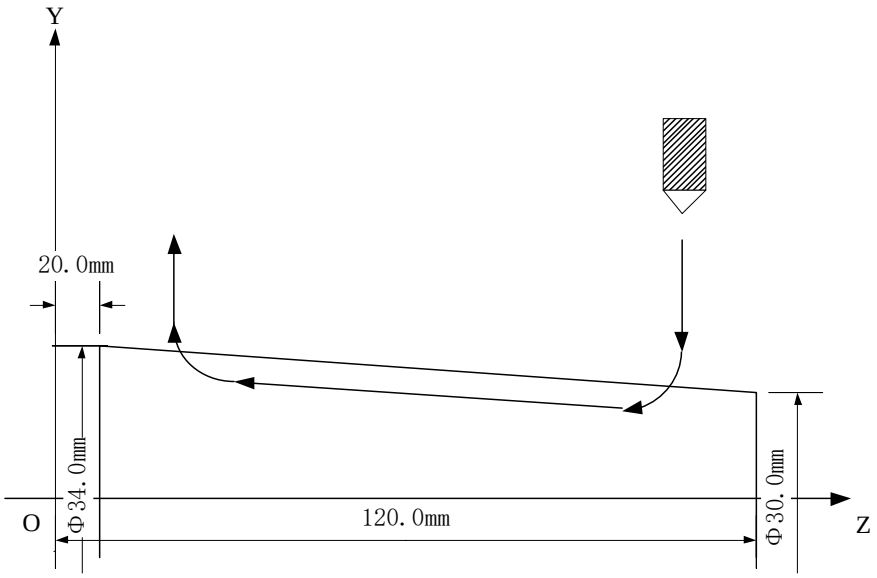
例




```
O0001 ;
G54.9 P123;   //笛卡尔坐标系从 XYZ 变换为 XZY
G18 G00 X50.0 Y0.0;
G90 X40.0 Y-20.0 R-2.0 NB1.0 NE1.0 F200.0;
G54.9;        //恢复默认坐标系
M30;
```

G92 增强应用：G92 实现 YZ 平面加工，螺纹圆弧旋入、圆弧旋出

G92 固定循环中，使用 G19 指定 YZ 平面，可以实现 Y/Z 方向的程序加工，如下例所示。



加工 80.0mm 长的双头螺纹，螺距为 5.0mm，Y 方向切深为 1.0mm（6 次切入）。

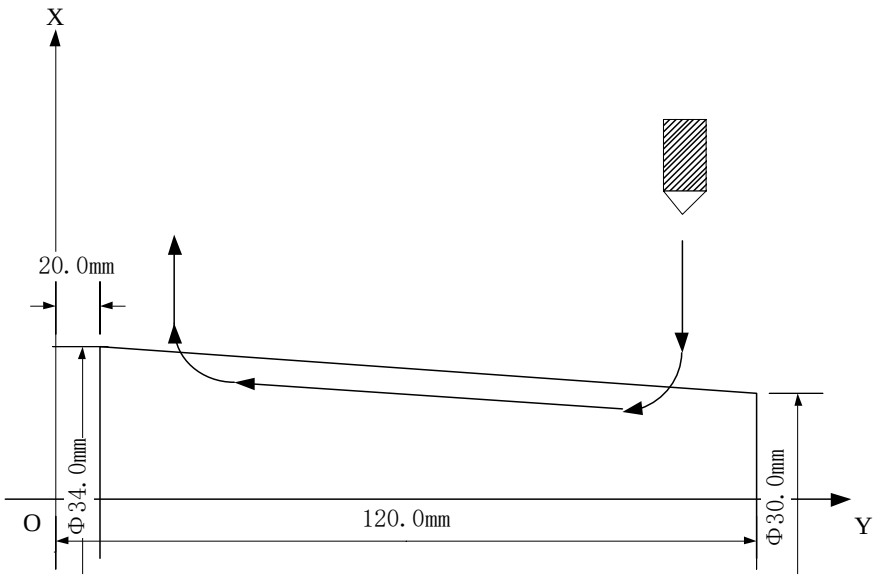
Y 轴设置为直径编程（参数 P405-3.5 DIA=1）

加工程序

```
M03 S1200 ;
G19 G00 Y80.0 Z100.0  ;
G92 Y34.0 Z20. R-2. NB3.0 NE3.0 H2.0 F5.0  ;
Y32.0;
Y30.0 ;
Y28.0 ;
Y26.0 ;
Y24.0  ;
G0 Y80.0 Z100.0 ;
```

- **G92 实现 XY 方向加工，螺纹圆弧旋入、圆弧旋出**

在车床 A 体系中，如要以 Y 轴为纵向轴，X 为侧向轴，可以指令 G54.9 P123（XZY），如下例所示。



加工 80.0mm 长的双头螺纹，螺距为 5.0mm，X 方向切深为 1.0mm（6 次切入）。

进行 X-Y 平面内加工，导程方向为 Y，需要使用 G54.9 重新设定笛卡尔坐标轴

加工程序

```
M03 S1200;
G54.9 P123                    ;笛卡尔坐标系从 XYZ 变换为 XZY
G18 G00 X80. Y100.0           ;G18 平面为当前笛卡尔坐标系第 1、3 轴平面，即 Y-X 平面
G92 X34. Y20. R-2. NB3.0 NE3.0 H2 F5.;
X32. ;
X30. ;
X28 ;
X26 ;
X24. ;
G54.9                         ;恢复默认笛卡尔坐标系
G0 X80. Y100. ;
```

2.23 G96/G97-启用/取消恒线速控制

所谓恒线速控制是指刀具相对旋转主轴夹持工件的线速度是恒定的，随着刀具位置的变化，根据线速度计算出主轴转速，使得刀具与工件接触点的速度保持恒定，不受工件半径的影响。

格式

- **恒线速指令**

G96 S__ ;　　恒线速开始

S__：指定线速度，单位 m/min 或 feet/min。

……

G97 S__ ;　　恒线速取消

S__：指定主轴转速，单位 rev/min 或 rpm。

- **主轴最高转速钳制指令**

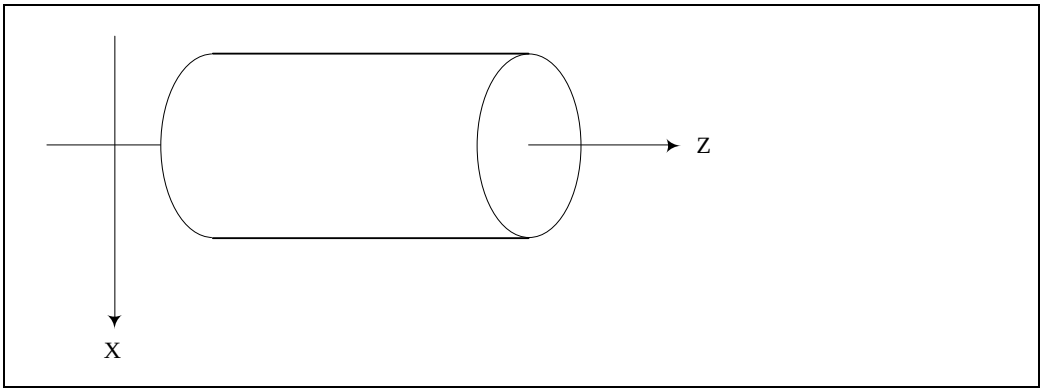
G50 S__ ;　　用于 G 代码体系 A

S__：主轴最高转速，单位 rev/min。

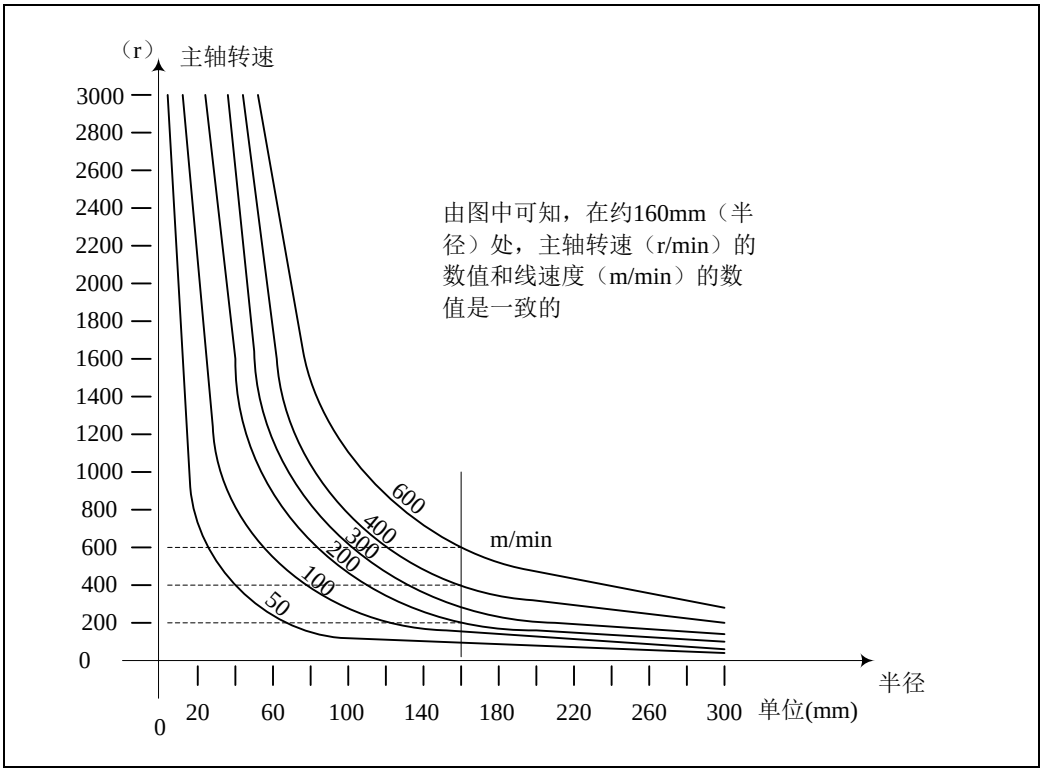
说明

- **恒线速控制**

在执行恒线速控制前，必须设置工件坐标系。使 X 轴（恒线速控制的轴）的中心坐标值为 0。如下图所示。



G96 是模态 G 代码。指定后，随着工件程序执行中工件半径的增大或减小，主轴转速同步发生改变，以保持表面线速度恒定，直到指定 G97 前一直有效。在 G96 程序段中主轴转速为 0，直到出现 M03（主轴正转）或 M04（主轴反转），恒线速功能才有效。主轴转速、工件半径和表面速度之间的关系，如下图所示。



- **主轴速度倍率**

对于指定的线速度或转速，根据主轴倍率选择，可以使用 0~150％的倍率。

- **主轴最高转速钳制**

在恒线速控制时，如果主轴转速超过了 G50 指定的 S__值，则主轴以 S__指定的值旋转。若不设定主轴最高转速值，则主轴速度不会被箝制。

- **快速移动（G00）时的恒线速控制**

  对于用 G00 指令的快速进给程序段，当恒线速控制时，不对时刻变化的刀具位置进行线速度控制，而是计算程序段终点位置的线速度。这是因为默认快速移动时不进行切削的缘故。

- **线速度计算公式**

  V =（π×D×N）÷1000（公制单位）或 V =（π×D×N）÷12（英制单位）。

  V：工件表面速度（线速度），用 G96 S_来指定。

  D：工件有效直径，单位为 mm 或者 inch。

  N：主轴转速，可利用 G97 S_来指定为一定值，单位：rev/min。

注

1 当电源接通时，系统上电默认 G97。如果没设定主轴最高转速的状态，即为不限制状态。

2 对于设定主轴最高转速的状态，只适用于 G96 状态，G97 状态时不限制。

3 G50 S0 ;表示限制到 0 转。

4 在 G96 状态中，被指令的 S 值，即使在 G97 状态中也保持着。当返回到 G96 状态时，其值恢复。

```
G96 S50 ;       指定线速度 50m/min 或 50feet/min
G97 S1000 ;     指定主轴转速 1000rev/min
G96 ;           恢复线速度 50m/min 或 50feet/min
```

5 机床锁住时，进给轴不动，但对应程序中 X 坐标值的变化，主轴仍进行恒线速控制。

6 切螺纹时，必须通过 G97 方式使恒线速控制无效，使主轴以同一转速转动。

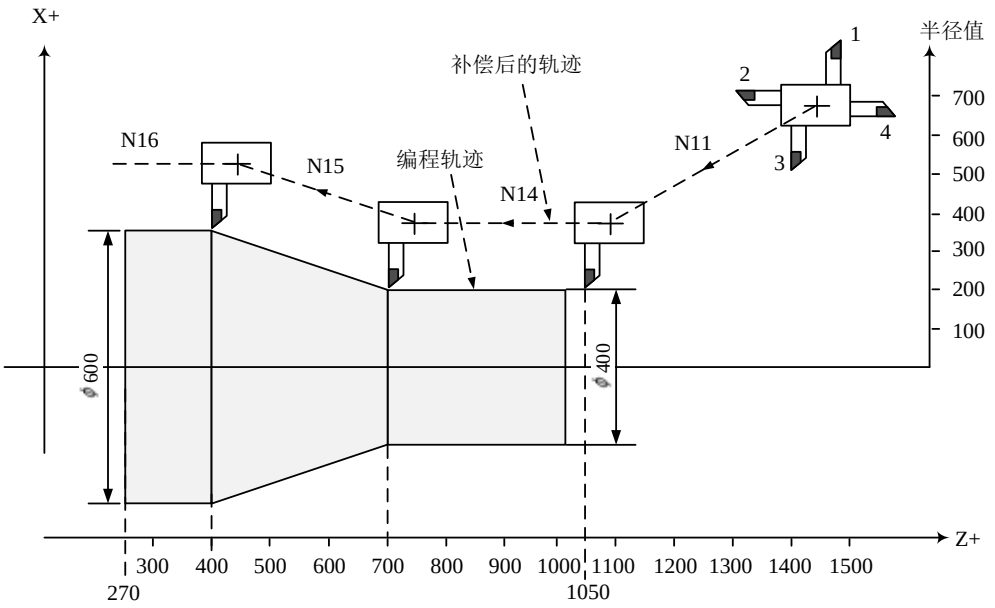
7 每转进给（G99），在恒线速控制方式下（G96），虽然无使用意义，但仍有效。

8 从 G96 状态变为 G97 状态时，G97 程序段如果没有指令 S 码（转/分），那么 G96 状态的最后转速作为 G97 状态的 S 值使用。A 是 N3 前一个程序段的转速，即从 G96 状态变为 G97 状态时，主轴速度不变。

```
N1 G97 S800 ;       800 rev/min
N2 G96 S100 ;       100 m/min
N3 G97 ;            A   rev/min
```

9 恒线速控制中指定的线速度是相对于编程轨迹的，而不是刀补后的位置的线速度。

- **示例**



加工程序（公制输入，X 轴直径编程）

```
N8 T0303 ;                  //使用 3 刀刀具
N9 G00 X1000 Z1400 ;
N11 X400 Z1050 ;
N12 G50 S3000 ;             //指定最高转速
N13 G96 S200 ;              //线速度 200m/min
N14 G01 Z700 F1000 ;
N15 X600 Z400 ;
N16 Z270 ;
N17 G97 S2000 ;                 //取消恒限速，主轴转速恢复至 2000 转/分
N18 G00 X1000 ;
N19 Z1400 ;
N20 M30 ;
```

系统通过程序中的 X 坐标值进行线速度计算，使其达到指定的线速度。当有补偿时，不是用补偿后的 X 值进行计算的。上例的 N15 的终点，不是转塔中心，而是刀尖。也就是说，在Φ600 处，线速度为 200m/min。X 值为负时，取绝对值进行计算。

2.24 G98、G99-进给量单位设定

格式

G98 F__ ;

G98：每分钟进给指令；

F：表示刀具每分钟的进给量，单位：mm/min(inch/min)。

G99 F__ ;

G989：每转进给指令；

F：表示主轴每转一圈刀具的进给量，单位：mm/rev(inch/min)。

说明

1 上电后默认 G98 有效/G99 有效，由系统参数“FPT”（P2500.1）设定。
2 G98/G99 是模态 G 代码，一旦指令了，在另一个代码出现前，一直有效。
3 G98 与 G99 的 F 值转换公式：Fm = Fr×S（Fm：每分钟进给速度；Fr：每转进给速度；S：主轴转速）
4 使用每转进给时，主轴上必须装有位置编码器。

2.25 NC/,C、NR/,R-倒角和倒圆编程

当参数“CCR”（P0003.3）设为 1 时，该机能有效。系统在以下插补间自动插入倒角或倒圆程序段。

1 在直线插补与直线插补之间
2 在直线插补与平面圆弧插补之间
3 在平面圆弧插补与直线插补之间
4 在平面圆弧插补与平面圆弧插补之间

格式

倒角格式：
NC__ 或 ，C__
倒圆格式：
NR__ 或 ，R__
当系统参数 CENCW(P2500.2)设置为 1 时，才允许使用“，C”或“，R”格式编程。

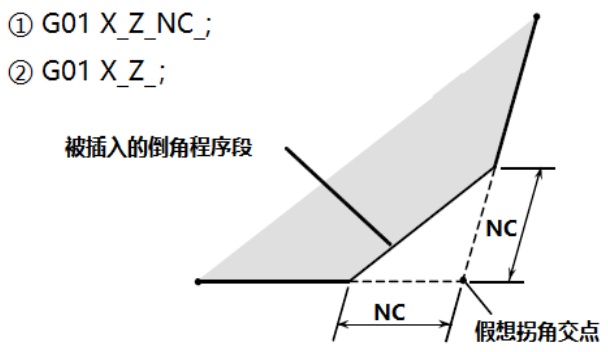
说明

1 当在两个连续程序段（直线插补或平面圆弧插补）的第一段末尾指定上述格式时，插入一个倒角或倒圆程序段。可以指令连续多个倒角或倒圆程序段。
2 直线倒角、直线倒圆必须在 G01、G02 或 G03 代码程序段中使用。

- **倒角**

指令倒角数据(正值)为从假想拐角交点到倒角切削起点或终点距离。所谓假想拐角就是不进行倒角时假设存在的拐角。

直线插补之间倒角

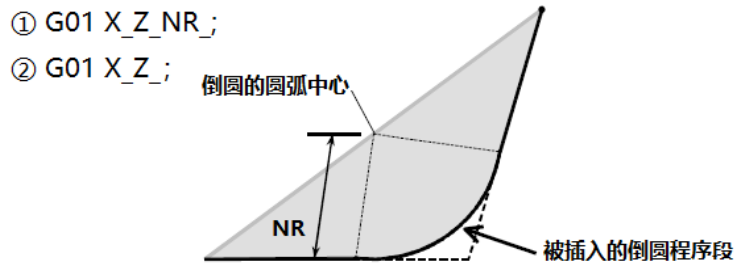


倒角时，直线段允许有三个轴运动(笛卡尔空间坐标系的 3 个轴)，但平面圆弧段不允许指定平面外的轴运动。

- **倒圆**

指令倒圆数据(正值)为指令倒圆的半径。

直线插补之间倒圆



在直线插补与直线插补之间倒圆时，如果指令倒圆的程序段与下一程序段在 G17、G18、或 G19 平面内，那么插入平面圆弧(G02/G03)，否则插入空间圆弧(G03.3)。对有圆弧插补的程序段进行倒圆时，倒圆处前后两段程序段必须共面。插入的倒圆程序段为平面圆弧(G02/G03)。

- **单程序段**

  单段执行时，指令倒圆倒角的程序段单段不停止，直到插入的程序段执行结束时才停止。

- **刀具半径补偿**

  指令倒角或倒圆使得两程序段间插入一个倒角或倒圆程序段，在刀具半径补偿时，与手动编入等价的三个程序段进行刀具半径补偿的情形完全等价。

限制

注

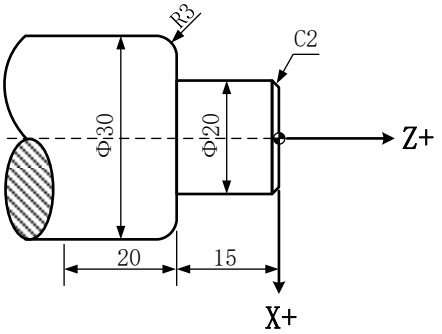
1 指令倒角或倒圆指令的程序段或其下一段有如下限制：
  不能指令变更公英制编程状态的 G 代码
  不能含有 M02/M06/M30/M96/M97/M98/M99 等程序控制代码
  不能变更镜像状态，可在之前变更
  不能指令 C 类或 D 类旋转轴运动
  不能变更极坐标插补状态，可在之前变更
  不能输入坐标系旋转、比例缩放、极坐标变换 G 代码，可在之前指定
  不能指令笛卡尔三维空间坐标系外的轴运动
2 在切螺纹的程序段中，不能使用倒角和过渡圆
3 倒圆和倒角同时指令时报警
4 可在车削固定循环 G70~73 的 P 和 Q 顺序号之间的程序段(但不包括 Q 顺序号指定的程序段)指定倒圆和倒角

示例

例，编写示图零件的轮廓程序

（公制输入，X 轴直径编程）

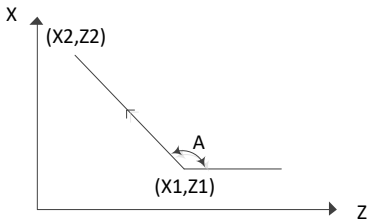
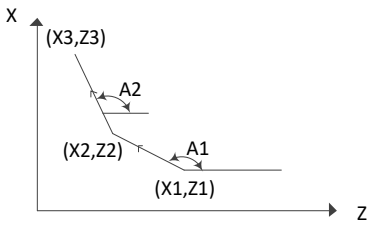
```
……
N1 G1 X0 Z0 F80;        //加工起点
N2 G1 X20 NC2 F120; //N2 接续 N3 自动车削 C2 倒角
N3 Z-15;
N4 X30 NR3;             //N4 接续 N5 自动车削 R3.0 圆角
N5 W-20;
……
```



2.26 NA/,A-直线角度编程

本系统支持直线角度编程功能，配合倒角和倒圆编程功能，可实现图纸尺寸编程功能。设定“ANGPM”（P0003.7）为 1 时，该机能有效。

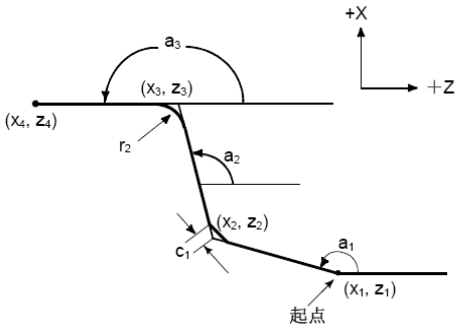
格式

序号	指令		刀具的运动
	格式 1	格式 2（CENCW=1）	
1	G01 X2_(Z2_) NA_；	G01 X2_(Z2_) ,A_；	
2	G01 NA1_； G01 X3_ Z3_ NA2_； (X3_Z3_需绝对指定)	G01 ,A1_； G01 X3_ Z3_ ,A2_； (X3_Z3_需绝对指定)	

说明

下图所示加工图纸的程序如下：

当CENCW=0时
G01 X(x1) Z(z1) F(f) ; // 起点
X(x2) Z(z2) NC(c1) ;
X(x3) Z(z3) NR(r2) ;
X(x4) Z(z4) ;
或
G01 X(x1) Z(z1) F(f) ; // 起点
NA(a1) NC(c1);
X(x3) Z(z3) NA(a2) NR(r2) ;
X(x4) Z(z4) ;
当CENCW=1时
G01 X(x1) Z(z1) F(f) ; // 起点
X(x2) Z(z2) ,C(c1) ;
X(x3) Z(z3) ,R(r2) ;
X(x4) Z(z4) ;
或
G01 X(x1) Z(z1) F(f) ; // 起点
,A(a1) ,C(c1);
X(x3) Z(z3) ,A(a2) ,R(r2) ;
X(x4) Z(z4) ;



限制

注

1 在下面的程序中，计算交点的角度公差是±1 度。(因为在交点计算中求出的移动量太大)
(1) X_ NA_；(将角度指令 NA 指定为 0 度或 180 度的±1 度范围内的值时，报警 PS0425)
(2) Z_ NA_；(将角度指令 NA 指定为 90 度或 270 度的±1 度范围内的值时，报警 PS0425)

2 计算焦点时，由两条直线构成的角度差在±1 度范围内时，会有报警 PS0428。

3 编程的角度为直线与平面第 1 轴的夹角，逆时针为正，顺时针为负。但系统内部使用其正切值(斜率)进行运算，实际角度可能与用户编入的角度相差 180 度。

4 对于位于仅指定了角度指令的程序段后面的程序段，必须指定两个坐标的绝对指令值和角度指令，否则报警 PS0426。

例: N1 G01 NA_. ;
N2 G01 X_ Z_ NA_ ;

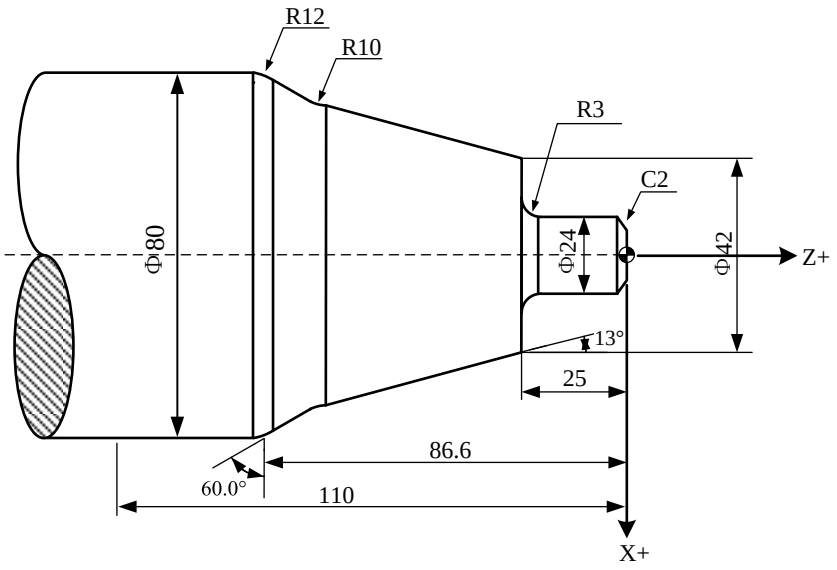
N2 段的平面必须与 N1 段一致，如果 N2 段切换平面，那么报警 PS0432。如果 N2 段输入坐标非绝对编程，那么报警 PS0427。

5 对于编程了角度的程序段，限制如下：
不允许变更公英制状态(G20/G21)。否则报警 PS0429
前一段 G01 程序段只有角度时，后一段不允许变更平面。否则报警 PS0432
不允许变更镜像状态(T: G68/G69)。否则报警 PS0431
不允许变更极坐标插补状态(G12.1/G13.1)。否则报警 PS0430

6 直线角度编程机能可以和倒角和倒圆编程机能同时使用。

示例

例，编写示图零件的轮廓程序



（公制输入，X 轴直径编程）

```
O0003;
N1 G98 T02;                    //每分钟进给，使用 2 号刀具
N2 M03 S1500;                  //主轴正转，转速 1500 rpm
N3 M8;                         //打开切削液
```

```
N4 G1 X0 Z0 F80;          //起点，进给速率 80mm/min
N5 X24 NC2;               //N5 直线切削，接续 N6 段自动倒 C2 倒角
N6 Z-25 NR3;              //N6 直线切削，接续 N7 段自动切削 R3.0 的圆角
N7 X42;                   //切削到指定点 X42
N8 NA167 NR10;            ////N8 直线切削，其直线与水平轴相差“+167 度”。
                          //接续 N9 段车削 R10 的圆角，圆角切削终点由 N9 段指定
N9 X80 Z-86.6 NR12 NA150;     //N9 直线切削，其直线与水平轴相差“+150 度”
                          //接续 N10 段，自动车削车削 R10 的圆角
N10 Z-110;                //切削到指定点 Z-110
N11 M9;                   //关闭切削液
N12 G0 X100 Z50;              //快速退回换刀点
N13 M05;                  //主轴停止
N14 M30;                      //程序结束
```

2.27 小数点编程

数值可以带小数点输入。对于表示距离、时间和速度单位的指令值可以使用小数点，这样的地址值如下所示：

X，Y，Z，U，V，W，A，B，C，I，J，K，Q，R，F，E，H，NX，NY，NZ，NU，NV，NW，NA，NB，NC，NI，NJ，NK，NQ，NR，NF，NE，ND，NH，NL，NO

根据不同地址和指令，小数点的位置可以是秒、毫米、英寸或度的位置。

说明

- **有无小数点处理**

系统对有无小数点的处理完全不同。有小数点时，单位为秒、毫米、英寸或度，无小数点时，单位为最小输入单位。

例			
G21；0.001mm	公制，最小输入单位	G20；0.0001inch	英制，最小输入单位
X1.；	X 位置为 1mm。	X1.；	X 位置为 1inch
X1；	X 位置为 0.001mm。	X1；	X 位置为 0.0001inch

注

本手册中各指令编程单位均按有小数点进行说明，单位为秒、毫米、英寸或度。

- **有无小数点混用**

有小数点的数值和无小数点的数值可以混用。

```
例
X1000 Z23.7 ;
X10. Z22359 ;
```

- **最小输入单位限制**

如果指定的数值小于最小输入单位时，则最小输入单位以后的数字被舍去。

例

指定 X1.23456 时，在默认情况下，对于公制输入，按 X1.234 处理；对于英制输入，按 X1.2345 处理，并且数字位数不能超过允许数据位数（7~9）。

输入带小数点的数值时，系统会根据最小输入单位将它改写成整数，并进行位数

校验，如果超过允许数据位数，则产生报警（PS1204）。

例

X1234567.8→X1234567800（公制输入），此时超过 9 位数，产生报警。

- **默认小数点（PODI）**

  使能参数“PODI”（P2500.3），可以使具有小数点编程功能的地址在编程时，如果没有编入小数点，则自动在数值最后添加小数点。

例

X100 自动认为是 X100.0，即 100mm。此时，如果想编程 100μm，应输入 X0.1，而不能输入 X100。

- **强制输入小数点（POD）**

  使能参数“POD”（P2500.4），强制可带小数点的地址必须编入小数点。如果没有编入小数点，则产生报警（PS1202）。

3 特殊 G 代码说明(A 体系)

3.1 G04-多级跳转功能

格式

$$G17 \left\{ \begin{matrix} X(U)_ \\ P_ \end{matrix} \right\} Q_;$$

X(U)：暂停时间设置（单位：秒，范围：0.001~99999.999，可使用小数）。
P：暂停时间设置（单位：0.001 秒，范围：1~99999999，不可使用小数）。
Q：跳转信号 Q1~Q16

说明

当由 G04 指定的跳转信号被输入时，G04 指令的暂停时间不再执行，当前含有 G04 语句段立即结束，并跳转至下一程序段。

- **跳转信号**

Q1~Q8（同 G31 P1~P8）：本地 IO 时，跳跃信号使用 X0.0~X0.7，总线 IO 模块使用 X12.0~X12.7。
Q9~Q16（同 G31 P9~P16）：对应 PLC 的 8 个 G 接口，即 G31.0~G31.7(SKP9~SKP16)。

- **示例**

运行程序

```
O0802
N10 G04 X10 Q1；
N20 G04 X10 Q2；
N30 G04 X10 Q3；
N40 G04 X10 Q4；
N50 G00 Z100；
```

将 P4501 中 SKP1-SKP4 均置为 1，执行程序，此时 G04 指定跳转信号为低电平有效，当 X0.0~0.3 信号为低电平时，程序直接跳至 N50 段执行；
将 P4501 中 SKP1-SKP4 均置为 0，执行程序，此时 G04 指定跳转信号为高电平有效，执行 N10 段时，当 X0.0 为高电平信号时，G04 指定暂停时间将不再执行，立即结束当前段并跳转至 N20 段；若在 G04 语句执行期间不给入高电平跳转信号，当前段执行结束后顺序执行程序。

功能参数

1 参数“SKPN(P6.4)”设置多级跳转信号是否有效。
2 参数“SKPn(P4501)”设置跳转信号 n 有效电平（n：1~8）。

相关报警

1 SKPN=0 时，G04 中编入 Q 或 G31 中编入 P 时，报警 PS542(无多级跳转信号功能.检查 SKPN 位(P6.4))。
2 SKPN=1 时，编入 G04 Q0 时，报警 PS340(跳转信号编号超限)。

3.2 G04.9-断屑功能

3.2.1 G04.9-粗加工断屑

G4.9 断屑功能可减少粗加工过程中除屑需求，并提升加工面质量。

格式

G04.9 P__Q__ ;	**开启断屑功能**
…… ;	**加工程序段**
G04.9 ;	**关闭断屑功能**

G04.9 由单程序段指定，G904 等同于 G04.9。

G04.9 P0 为同时使用参数 P5312 和 P5313 作为默认值。

P：断屑周期，单位：毫秒。

Q：断屑系数，单位：毫米。

说明

1 断屑功能开启时，插补加工了一定距离（断屑系数）之后，插补轴会暂停一段时间（断屑周期）。由于此时主轴不停止转动，可以进行断屑。

2 当断屑暂停时，界面上会显示“断屑”字样，以提示用户当前状态。

3 当断屑周期与断屑系数小于等于 0 时，会触发 PS 报警。

4 断屑功能有效情况下，再次通过指令开启断屑功能时，会重置当前累计的插补运动长度，并在之后的运动段使用新的数据进行断屑。

5 参数的作用方式为：

- 断屑系数影响断屑频率，数值越小越频繁，越容易断屑，也越影响效率；
- 断屑周期影响单次断屑动作时间，数值越大时间越长，越容易断屑，也越影响效率。

6 下列的运动段中不会进行断屑暂停，同时会重置累计的插补运动长度：

- 定位运动（G00 等）；
- 螺纹，包括刚性攻丝、数字螺纹（G7.2）等；
- 测量（G36）、跳跃（G31）、机床坐标移动（G53/G53.1）；
- 钻孔循环（G83、G84 等）；
- 自带往返、断屑功能的指令（车床 G74/G75）。

相关参数

指定 G4.9 P0 为开启断屑使用参数默认值方式：

参数如下：

5312	断屑加工模式(G04.9)的默认系数，数值越小效果越好

[默认设置] 1.0

[数据说明] 断屑模式中，默认断屑系数，单位：毫米。

5313	断屑加工模式(G04.9)的默认周期，数值越大效果越好

[默认设置] 100

[数据说明] 断屑模式中，默认断屑周期时间，单位：毫秒。

3.2.2 G04.9-螺纹断屑

螺纹断屑在粗加工断屑基础上开启，即粗加工断屑的同时，在螺纹段使用螺纹断屑机能。

螺纹断屑功能需要设置参数 P5300.2 为 1。

格式

G04.9 P__Q__X__；	**开启断屑功能**
……；	**螺纹加工程序段**
G04.9；	**关闭断屑功能**

G04.9 由单程序段指定，G904 等同于 G04.9。

P：断屑周期，单位：毫秒。

Q：断屑系数，单位：毫米。

X：螺纹断屑轴地址及螺纹断屑量，标准车床为 X 轴，绝对值指定，单位：毫米。

说明

1 螺纹断屑功能参数 P5300.2 为 0 时开启螺纹断屑时，会触发报警。

2 对于螺纹断屑，参数作用方式为：

- 断屑系数影响断屑频率，数值越小越频繁，越容易断屑；
- 断屑周期影响单次断屑动作时间，数值越大时间越长，越容易断屑；
- 螺纹断屑轴地址用于指定进行螺纹断屑运动的轴，必须使用绝对地址，否则触发 PS 报警；
- 螺纹断屑量表示螺纹断屑轴的运动量，通常要大于螺纹加工的进刀量。

3 螺纹断屑操作对以下指令有效：

- 标准螺纹加工，G32/G34；
- 复合循环指令中的螺纹段，G92/G76；

4 螺纹运动段中指令 NN0，可以在不取消 G4.9 情况下，表示该段不进行螺纹断屑操作，以满足加工要求。例如： G32 Z50. F2. NN0 ；G76 在运动段指令 NN0 时，会使最后若干次精车循环不进行螺纹断屑操作。该次数由参数 P3861 决定。而粗车循环无法通过该方式临时取消螺纹断屑。

示例

螺纹断屑（单头螺纹 M20x1.5）

```
O0004;                  //公制输入，X 轴直径编程
T03 M03 S1000;          //使用 2 号刀具，主轴正转，转速 1500 rpm
G4.9 P150 Q0.1 X1.0;        //开启螺纹断屑功能，断屑周期 150ms，断屑系数 0.1mm，X 轴断屑量 1.0mm
G0 X25.0 Z5.0;          //快速定位至起始点
G92 X19.6 Z-30.0 F1.5;      //第一次循环，螺纹断屑处理。
X19.2;                  //第二次循环，螺纹断屑处理。
X18.8;                  //第三次循环，螺纹断屑处理。
X18.4;                  //第四次循环，螺纹断屑处理。
X18.2 NN0;              //第五次循环，指定 NN0 精车不进行螺纹断屑
X18.04 NN0;             //第六次循环，指定 NN0 精车不进行螺纹断屑
G0 X100.0 Z50.0;            //快速退回换刀点
M05;                    //主轴停止
M30;                    //程序结束
```

3.3 G05-高速高精控制

格式

G05 L_ NP_ P_ R_ A_ C_ Q_ CT_ AD_ NE_ E_ ;

其相关地址说明如下表：

指定内容	地址	说明
G5 参数组	L	有效数值： 1~10—对应“[设置]→[高精]”的 10 组数据。 说明： 指令 L 后，如果还指令其它地址，那么指令的地址将替换 L 指定参数组中对应地址的数值。
小线段预处理类型	NP	有效数值： 1 —用于宏程序小线段 3 —用于 CAM 小线段 说明： 该功能用于批量准备数据，提高小线段加工性能，并提高显示速度。 该功能使用时，检查轴数与插补次数是否满足要求，否则触发 PS580 报警：4 轴以上要求参数 P10 至少设置为 1。 该功能一次处理多个程序段，光标指在最后一段。余移动量为这些程序段的总余移动量，而不是光标所在段余移动量。 指令 NP3 后(不包括 NP1)，可多译码 3 位小数；否则，系统只解析 3 位小数，忽略剩下的小数位。即：当小数位数设置为 3 位时，指令 NP2~NP8 后，编程超过 3 位小数时，

指定内容	地址	说明
		系统最多可以解析 6 位小数。
刀具方向	P	有效数值： 1~3—例如：刀具方向沿 Z 轴时，铣床指令 P3(车床指令 P2)。 说明： 指令 P 后，NP 指令指定 3 或不指定，不指定时系统默认 NP3。 此功能用于平行刀路曲面加工(特别是有渐变棱角的 CAM 小线段程序必须指定，如：人脸雕刻) 如果要求轮廓精度较高，那么不能指令 P，并且尽量较小 R 值，甚至不用 R 值； P 只能通过 G05 指令，指定 P 时 Q 值自动无效；
切削平滑时间	R	有效数值： 0~200 说明： 如果指令 P 而未指令 R，那么默认 R500，一般只用于调试，不进行实际加工(轮廓误差加大)。 输入时如果带小数点，那么小数点及小数部分被忽略。 G05R0 用于准确停。
切削拐角角度	A	有效数值：1.0~30.0 说明： 曲面精加工：[10,20]，其它：[5,10]。 用于判断相邻两程序段是否相切。如相切，那么不减速，否则减速。 开粗时适当降低此角度(如：1~10 度)，以减小非拐角处振动。 以插补周期 2ms 为例，进给速度 F(mm/min)时，角度 A 可产生非拐角处加速度：F*sin(A)*0.5 例如：F4000.0mm/min，A10.0，那么非拐角处最大加速度：4000*sin(10.0)*0.5=347(m/min/s)。因此，对于进给较快的非曲面精加工，应适当降低角度 A。
拐角平滑前加速度限制	C	有效数值： 10.0~1000.0(此为公制范围，英制除 25.4)。 说明： 用于提高效率 非拐角处及 P 功能平行刀路非换向处无影响 平滑前拐角加速度可能比限制值大 如果当前程序因变速过于频繁导致实际拐角加速度比限制值大很多，并且平滑后加速度较大，那么请不要指定 C 功能。
圆弧或螺线最大加	Q	有效数值： 1.000~200.000(此为公制范围，英制除 25.4)。

指定内容	地址	说明
速度		说明： P 指令时 Q 自动无效。 该功能生效时，对以下两种情况进行速度限制： (a) 圆弧(平面或空间的圆弧、阿基米德螺线、对数螺线)； (b) NP 功能开启后的小线段小曲率处有效。但仅对 NP1 和 NP3 有效。 G05 指令中允许指令 Q0，表示取消 L 中 Q 地址数据（即允许 G05 Li Q0 取消 Q）。
切削曲线类型	CT	有效数值： 0~4(曲线类型)或 5~200(S 曲线时间 N) 说明： 指令 CT0，配合 C 提高非精加工效率 指令 CT>=30，改善精加工变速处纹路或降低低增益超调现象
切削加减速度	AD	有效数值： 0.001--10000.0(此为公制范围，英制除 25.4)。 说明： 变速处纹路不佳时，除提高 CT(>=30)外，也可考虑降低 AD 数值
第 1 路径优化器公差	NE	有效数值： <=4.0(单位：mm)。注意：一般 0.5 就很大了。 说明： 1 指定该公差时启用第 1 路径优化器。限制： (1) 指令 L 时报警； (2) 指令 P 时报警； (3) G307 有效时报警。 2 第 1 路径优化器主要用于过滤较大误差点。例如：应用于轮毂修复。**对于模具等小线段加工，一般只用第 2 路径优化器，即 E 功能。** 3 如果同时启用第 2 路径优化器，那么内部自动限定不小于第 2 路径优化器公差 4 P6520 为第 1 路径优化器平滑时间，通常使用默认值 42，设置较大值时，优化效果会更好，线段将更密，同时将占用更多的 CPU 时间。 5 只对 G01/G02/G03 程序段优化。
第 2 路径优化器公差	E	有效数值： <=1.0(单位：mm) 说明： 1 指定该公差时启用第 2 路径优化器。限制： (1) 指令 L 时报警；

指定内容	地址	说明
		(2) 指令 P 时报警； (3) G307 有效时报警。 2 第 2 路径优化器主要用于密化路径，并过滤较小的误差点。内部限定下限为每插补周期进给长度的 1/4。2ms 插补周期下，当进给速度为 F(mm/min)时，每周期进给长度为：$\frac{2*F}{60*1000}$。取值过小时可能导致优化后线段过密，数据准备跟不上输出，结果将是反复减速停止。取值过大，导致形状误差较大。 3 P6521 为第 2 路径优化器平滑时间，通常使用默认值 42，设置较大值时，优化效果会更好，线段将更密，同时将占用更多的 CPU 时间。 4 只对 G01/G02/G03 程序段优化。 5 E 通常需要配合 Q 使用，在曲率大的地方减速，以防止加速度过大产生振动。

清除 G05 控制

非 MDI 复位(复位键或执行 M02/M30 等引起的复位)或 G5 不带其它地址将清除以上所有控制。

显示

G5 任何一个功能有效时，在右上角会有提示信息。
C、Q、CT、AD 不显示数值，显示/C、/Q、/CT、/AD。

刀具方向控制功能(P 功能)

平行刀路曲面精加工时，必须指定该功能。如果未指定，那么可能在曲面上出现一些或大或小的坑点。当加入刀具方向(P 指令)控制后，坑点消失。

轨迹平滑及加速度抑制(R 功能)

CAM 小线段程序(粗加工或精加工)可能有各种不理想的轨迹或较大加速度，都可用 R 功能抑制。粗加工时有时还可以用 Q 功能(如：Q36.0)降低大曲率处速度。
系统计算进切削平滑器前各轴最大加速度(N40/41/…)和出切削平滑器后各轴最大加速度(N50/N51/…)。并根据 P6440/P6441 设定的加速度限制值，推算出各轴大致需要的平滑阶数(N60/N61/…)。如果 N60/N61/…的最大值小于 R 指令值，那么可降低 R 以减小轮廓误差；但过低的平滑阶数(例如：<40)，不利于光顺轨迹本身的误差。这些加速度都是以加速度单位显示，因此请将 P5.4(ACDCMS)位参数设置为 0，避免 P6440/P6441 加速度限制用时间显示时产生混乱。
系统记忆进切削平滑器前发现各轴切削最大加减速度时的程序段号(N70/N71/…)和出切削平滑器后发现各轴切削最大加减速度时的程序段号(N80/N81/…)。可将这些程序段附近的段摘出，用于快速调试 R 的合理值。
提高加工速度时，各种产生最大加速度将相应提高，因此可能需要根据新的加工速度调整 R 值。

路径优化功能(E/NE 功能)

“FG05E”（P6401.0）为 0 时允许使用该功能。

1 对于从路径优化出来的轨迹点，每个点都与原加工程序的若干程序段相关。为防止单段、暂停、模式切换再启动时轨迹不同，系统对该情况下的单段、暂停、模式切换特殊处理如下。

(1) 暂停或模式切换时，减速停止，但不清除运行状态。状态栏同时显示“运行”和“暂停”。按启动键可再次执行。

(2) 单段时，记录当前位置点相关的最后一个程序段，当轨迹前进到相关的最后一个程序段发生变化时，立即暂停。此处暂停视为单段停止，显示暂停，同时不清除运行状态。状态栏同时显示“运行”和“暂停”。按启动键可再次执行。

2 从程序中间开始加工与从头开始加工的轨迹可能不重合。此外，经过路径优化的程序段不支持断点断电保存。

刀补有效时，按曲率限速功能(Q)

1 刀补无效时(G40)，G05Q 限速有效。

2 刀补有效时(G41/G42)，且参数 P6401.1(G05QSC)=1 时，G05Q 限速有效。

3 刀补有效时(G41/G42)，且参数 P6401.1(G05QSC)=0 时，G05Q 限速无效。

刀补有效时，更密的程序段支持

相关参数：

P11	每主控周期最大预处理段数

当 P11<=1 时，为原有方式：每主控周期处理一段

当 P11>1 时，为新增方式：每主控周期可以处理多段。最大设置值目前为 16。

G05 默认值

在未指令 G05 的情况下，系统将采用 P6500~6505 参数设定值进行精度控制。P6500~6505 参数的取值范围同 G05 格式中 P/NP/R/Q/A/C 地址，系统默认为无效，因此该部分参数应由配置软件进行配置。

6500	默认刀具方向 P
6501	默认小线段类型 NP
6502	默认切削平滑时间 R
6503	默认圆弧或螺线最大加速度 Q
6504	默认切削拐角角度 A
6505	默认拐角平滑前加速度限制 C
6520	第 1 路径优化器平滑时间
6521	第 2 路径优化器平滑时间

3.4 G07.1-圆柱插补

圆柱插补是一种轮廓控制。它把笛卡尔坐标系内的编程指令转换为旋转轴的角度量输出。

格式

G07.1 IP r； 启动圆柱插补

……

G07.1 IP 0； 取消圆柱插补

G07.1 由单程序段指定，G107 等同于 G07.1。

IP：一个旋转轴的地址（例，C 轴表示为 G07.1 C_）。

r：工件半径。

说明

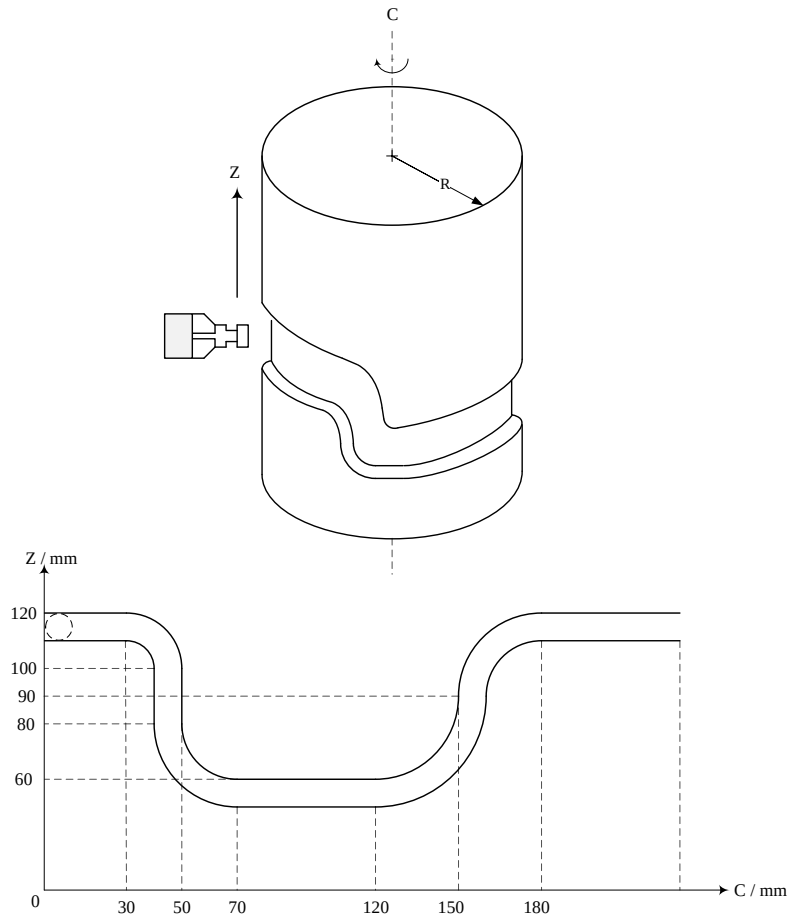
在进入圆柱插补时，系统将旋转轴的角度值按侧面展开，转化为长度量。进入圆柱插补后，用户可以按展开面编程，系统自动将指令的长度量转化为角度量输出。退出圆柱插补时，又将长度量转化回角度量使用。

编程时，小数位数为旋转轴的小数位数。当旋转轴与直线轴小数位数不同时，应特别注意编程单位。

注

1 G07.1 指令必须独占一段指令，否则报警（PS0047）。
2 指令时必须处于补偿取消状态，否则报警（PS0048）。
3 指定的轴必须是旋转轴，否则报警（PS0108）。
4 非 MDI 方式复位时自动取消圆柱插补。
5 系统在取消圆柱插补时，自动重新设置参与圆柱插补的旋转轴的绝对坐标。
6 圆柱插补不影响手动模式。应在进入手动模式前取消圆柱插补，否则，显示上绝对坐标更新正常，实际上机床在进行圆柱插补。
7 如果参与插补的旋转轴设定为 B/C/D 类旋转轴，那么进入圆柱插补后，自动转化为 A 类旋转轴，退出时恢复为 B/C/D 类旋转轴。
8 如果在进入圆柱插补后进行刀具补偿，那么应该在退出圆柱插补前取消补偿。
9 在进入圆柱插补后不能进行工件坐标系设定。

示例



加工程序

```
O0107 ;
G00 X100. Z120. Y0. C0. ;          //定位到开始位置
G54.9 P142 ;                            //将默认笛卡尔坐标系 XYZ 更改为 XCZ
G07.1 C100. ;                           //启动圆柱插补，半径 100.0mm
G42 G01 C30. F500. ;               //直线运动
G19 G02 Z100. C50. K-20. ;         //CZ 平面圆弧运动
G01 Z80. ;
G03 C70. Z60. J20. ;
G01 C120. ;
G03 C150. Z90. K30. ;
G02 C180. Z120. J30. ;
.....
G07.1 C0 ;                         //取消圆柱插补
G54.9 ;                            //恢复默认笛卡尔坐标系（XYZ）
M30 ;
```

3.5 G07.2-数字主轴螺纹插补

数字主轴螺纹插补是指使用数字主轴代替模拟主轴进行螺纹加工。

格式

G07.2 Pi NS_NF_ NP_；启动数字主轴螺纹插补
…… NF_；
……
…… NF_；
G07.2；　　取消数字主轴螺纹插补

Pi：i—数字螺纹导程方向直线轴轴号。数值为：1~8，分别对应第 1~8 轴。主轴使用当前主轴(NS 模态值)。

NS_：指定当前主轴。

NF_：G07.2 程序段的 NF_为启动数字主轴螺纹插补后第 1 个程序段的起点导程。后面的 NF_为当前段终点导程（也是下一段起点导程）。

NP_：主轴转动方向。

NP0：直线轴正向移动时，主轴正向运动；直线轴负向运动时，主轴反向运动。

NP1：直线轴正向移动时，主轴反向运动；直线轴负向运动时，主轴正向运动。

NP0 可忽略。

注

1 Pij 两位数格式仍然保留。j 指定 Cs 主轴，如果与当前主轴(模态值 NS 指定主轴)不同，那么报警。
2 数字螺纹加工主轴在 G07.2 Pi 行记忆，后面变更当前主轴(NS)将报警。想变更数字螺纹加工主轴，必须重新指令(例如：“G07.2 Pi NSn”，n 为新主轴号)。
3 进入数字螺纹插补时，若主轴未进入位置模式，那么系统自动进入轮廓控制(插入当前主轴轮廓控制 M 代码)。

说明

数字主轴螺纹插补有效时，除定位程序段（G00）外，主轴跟随指定的直线轴运动。

主轴最高转速为：主轴转速 $=\frac{\text{直线轴移动速度}}{\text{导程}}$

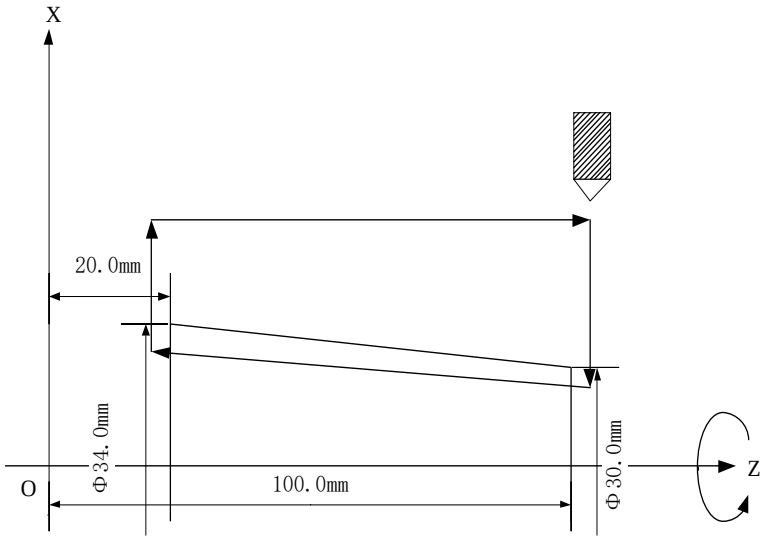
第 1 主轴数字主轴螺纹插补有效时，“数字螺纹加减速曲线”（P6418），“数字螺纹切削主轴平均加减速度”（P2794）。快速加减速曲线和加减速度不受影响。起点导程和终点导程不同时，导程在起点和终点间线性变化（变螺距螺纹）。

注

1 G07.2 指令应独占一段指令。
2 非 MDI 方式复位时自动取消数字主轴螺纹插补。
3 数字主轴螺纹插补不影响手动模式。
4 数字主轴螺纹插补有效，指令 NF 为 0 时，视为主轴不动（或导程无穷大）。
5 数字主轴螺纹插补有效时，系统只考虑起点到终点直线轴的移动量，而不考虑实际是否有移动。如果该移动量为 0，那么主轴不动。
6 数字主轴螺纹插补有效时，过高的直线轴移动速度或过小的导程，可能会导致主轴转速过高。
7 数字主轴螺纹插补有效时，螺纹加工、攻丝循环（G93）、钻孔循环（包括刚性攻丝）不可使用。
8 G07.2 启动数字主轴螺纹插补时，系统自动插入当前主轴进入轮廓控制 M 代码。数字主轴螺纹插补有效时，不要再指令主轴正/反转（M03/M04），否则主轴转速为正/反转转速与数字主轴螺纹插补时主轴转速的叠加。
9 若在 G07.2 语句中使用转进给控制指令，则触发报警 PS283：“启动数字主轴螺纹加工后，不能进行转进给控制”。
10 取消 G07.2 状态的同时取消 G78.1 模态。

示例

第一主轴螺纹插补

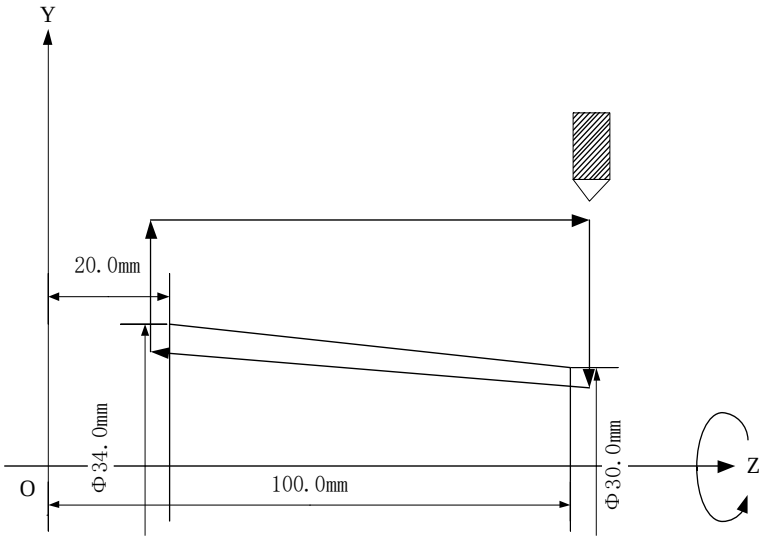


绕 Z 轴旋转的轴为第一主轴时

加工程序

```
M03 S1000;
G00 X80.0 Z102.0 ;
G07.2 P2 NS1 NF5.0          //若之前未指令过 NS 指令，该段 NS1 可省略
X30.0 ;
G01 X34.0 Z18.0 F50.0 ;
G00 X80.0 ;
Z102.0 ;
G07.2 ;
```

第二主轴螺纹插补



Y 轴直径编程（P405-3.5 DIA=1）

绕 Z 轴旋转的轴为第二主轴时

加工程序

```
M03.2 S2=1000;
G00 Y80. Z102.0 ;
G07.2 P2 NS2 NF5. ;
Y30. ;
G01 Y34. Z18. F50. ;
G00 Y80. ;
Z102. ;
G07.2 ;
```

3.6 G12.1/G13.1-启动/取消极坐标插补

极坐标插补是一种轮廓控制。它把笛卡尔坐标系内的编程指令转换为直线轴的移动（刀具移动）和旋转轴的移动（工件旋转）。这种方法可用于凸轮磨削。

格式

G12.1 Pij ;　　启动极坐标插补

……

G13.1 ;　　取消极坐标插补

G12.1 和 G13.1 由单程序段指定，也可分别以 G112 和 G113 代之。

i 为直线轴轴号，j 为旋转轴轴号，数值为 1~8，分别对应第 1~8 轴。

说明

在未进入极坐标插补时，直线轴和旋转轴组成极坐标系。进入极坐标插补后，用户使用假想直角坐标系编程（笛卡尔坐标系），系统会自动将该假想直角坐标系转化为极坐标系。通过这种方式，可以达到简化编程的目的。

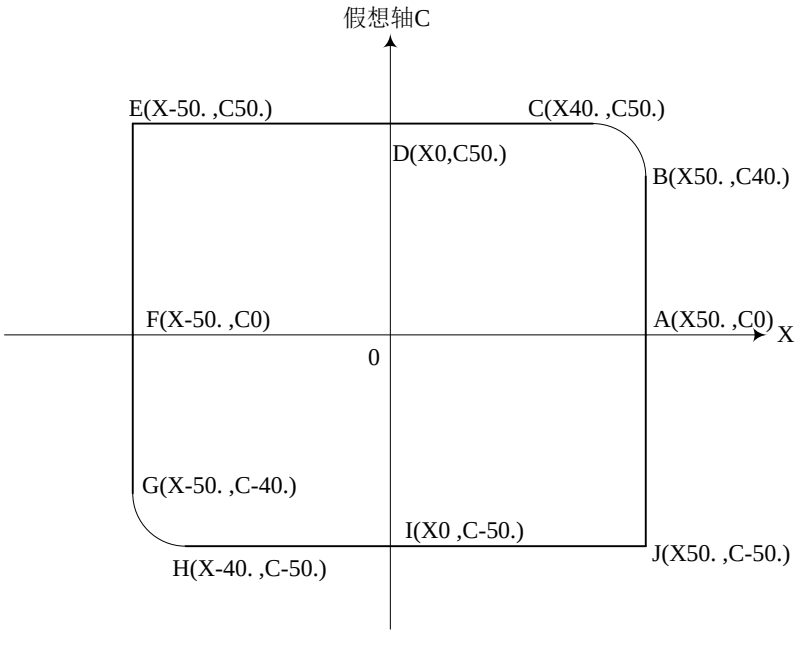
假想直角坐标系编程时，第 1 个轴使用的地址符为上述直线轴地址符，第 2 个轴

使用的地址符为上述旋转轴地址符。编程时，第 2 个轴小数位数仍然为旋转轴的小数位数。当旋转轴与直线轴小数位数不同时，编程时应特别注意第 2 个轴的单位。

注

1 G12.1/G13.1 指令必须独占一段指令，同段中不能有其他 G 代码，否则报警（PS0009）。
2 i 指定的轴必须是直线轴，j 指定的轴必须是旋转轴，否则报警（PS0120）。
3 非 MDI 方式复位时自动取消极坐标插补，进入 G13.1 状态。
4 系统在取消极坐标插补时，自动重新设置参与极坐标插补的直线轴和旋转轴的绝对坐标。
5 极坐标插补不影响手动模式。应在进入手动模式前取消极坐标插补，否则，显示上绝对坐标更新正常，实际上机床在进行极坐标插补。
6 如果参与插补的旋转轴设定为 B/C/D 类旋转轴，那么进入极坐标插补后，自动转化为 A 类旋转轴，退出时恢复为 B/C/D 类旋转轴。
7 只有在取消状态（G13.1），才能指令 G12.1，否则 G12.1 被忽略。
8 如果在进入极坐标插补后进行刀具补偿，那么应该在退出极坐标插补前取消补偿。
9 在进入极坐标插补后不能进行工件坐标系设定。

示例



G12.1G13.1 应用示例图（路径：A->B->…->J->A）

```
加工程序
  O0012 ;                          //
  G00 X50. Z0. Y0. C0.;                 //定位到开始位置
  G54.9 P142;                      //将默认笛卡尔坐标系 XYZ 更改为 XCZ
  G17 ;                            //设置平面为 XC 平面
  G12.1 P14;                            //启动极坐标插补，直线轴为 X 轴，旋转轴为
  C 轴
  G01 C40. F500.;                       //直线运动
  G03 X40. C50. I-10. ;            //XC 平面圆弧运动
  G01 X-50. ;
  C-40. ;
  G03 X-40. C-50. I10. ;
  G01 X50. ;
  C0. ;
  G13.1;                           //取消极坐标插补
  G54.9;                           //恢复默认笛卡尔坐标系（XYZ）
  M30 ;
```

速度限制

防止极坐标插补的插补轨迹过于接近圆心导致旋转轴转速过大。在极坐标插补过程中，系统根据当前极半径长度与参数 P714，计算出安全最大进给速度。若当前进给速度超过该安全值，则进给速度被限制到该安全值上。

- **示例**

参数 P714 为 50.0 转/分，极半径为 5.0 毫米，则安全进给速度为：2 * π * 5.0 * 50.0 = 1570 毫米/分。即此时最大进给速度为 1570 毫米/分，任何大于此值的进给速度都被限制到此值。

- **超速报警**

系统会实时检查极坐标插补过程中旋转轴转速，若超过参数 P715 设定值，将触发驱动器 19 号报警，并中断该轴使能信号。

- **相关参数**

714	极坐标插补时，旋转轴控制转速

[数据类型] 浮点型

[默认设置] 50.0

715	极坐标插补时，旋转轴报警转速

[数据类型] 浮点型

[默认设置] 100.0

3.7 G16/G15-开始/取消极坐标方式

坐标值可以用极坐标（半径和角度）输入。

角度的正向是所选平面第 1 轴正向的逆时针转向，而负向是顺时针转向，第 1 轴正向角度为 0。

半径和角度可以用绝对方式或增量方式来指定。

格式

G17/G18/G19　G16；　开始极坐标方式
G00 IP__；
……
G15；　　取消极坐标方式

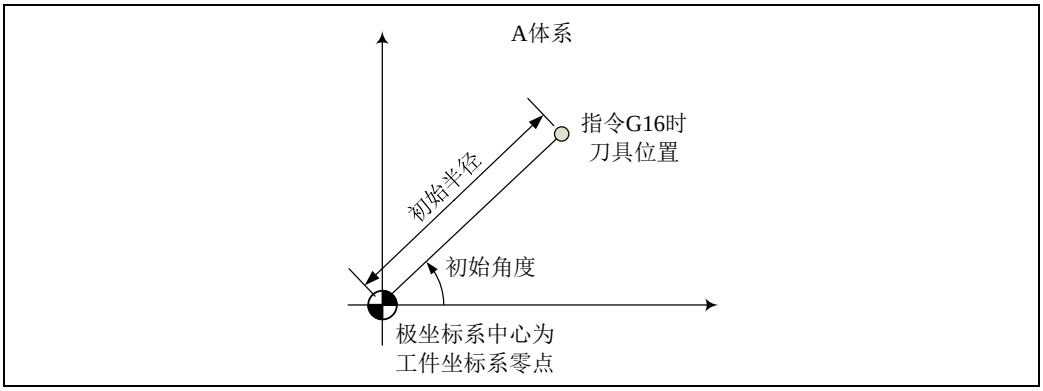
G16：极坐标开始指令，指定工件坐标系的零点作为极坐标系中心。
G15：极坐标取消指令。
G17/G18/G19：极坐标平面选择。
IP__：指定极坐标系选择平面的轴地址及其值。第 1 轴指定半径，第 2 轴指定角度。

说明

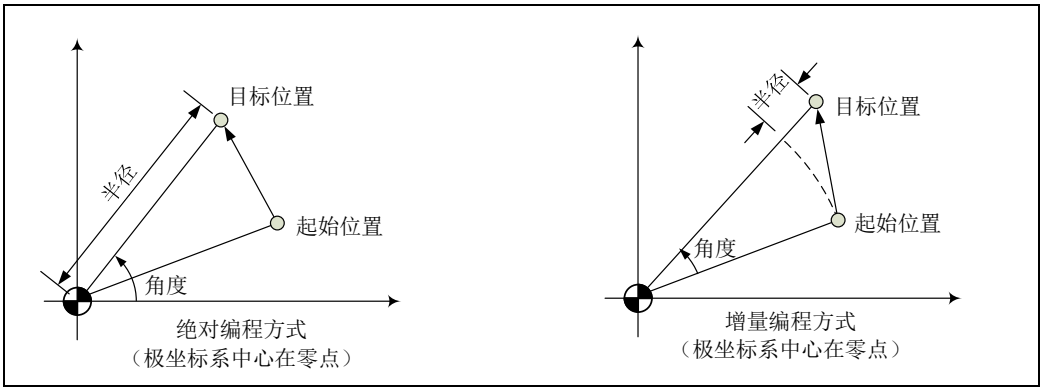
极坐标系的建立

1 在车床 G 代码 A 体系中执行 G16，系统自动设置工件坐标系零点成为极坐标系中心，当使用局部坐标系 G52 时，局部坐标系零点成为极坐标系中心。同时自动计算当前刀具位置在新建极坐标系中的半径和角度，作为极坐标系的起始半径和角度。

2 建立极坐标系，示意图如下。



半径和角度的指定



注：在车床 G 代码 A 体系中，参数“G16LENR”(P2504.7)可设定极坐标长度值始终使用半径值还是由该轴尺寸指定方式(半径/直径编程)决定。

限制

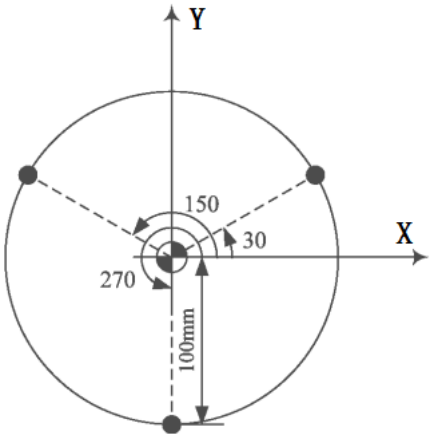
- **极坐标方式下圆弧和螺旋插补**

  在极坐标方式下，圆弧插补或螺旋线插补（G02，G03）时，使用 R 来指定半径。

- **极坐标方式下指令轴不受极坐标影响的指令包括：**
    - 暂停（G04）
    - 可编程数据输入（G10）
    - 局部坐标系设定（G52）
    - 工件坐标系移动（G50）
    - 机床坐标系定位（G53）
    - 坐标旋转（G68.1）
    - 比例缩放（G15）

示例

加工端面螺栓孔（公制输入，X 轴直径编程）



用绝对方式指定角度和半径

```
N1 NS2 M3.2 S1500;  //主轴 2 钻孔，转速 1500 rpm
N2 G0 X0 Y0 Z10;    //定位点
N3 G17 G16 ;
//选择 XY 平面和指定极坐标指令，自动设定工件坐标系的零点作为极坐标系的原点
N4 G83 X200.0 Y30.0 Z-20.0 R5.0 F200.0 ;
//参数预设极坐标长度值按该轴尺寸指定方式决定，X200 指定极半径 100mm，角度 30deg
N5 Y150.0 ;          //指定半径 100mm，角度 150deg
N6 Y270.0 ;          //指定半径 100mm，角度 270deg
N7 G15 G80 ;             //取消极坐标指令
```

用增量方式指定角度而用绝对方式指令半径

```
N1 NS2 M3.2 S1500;  //主轴 2 钻孔，转速 1500 rpm
N2 G0 X0 Y0 Z10;    //定位点
N3 G17 G16 ;
//选择 XY 平面和指定极坐标指令，自动设定工件坐标系的零点作为极坐标系的原点
N4 G83 X200.0 Y30.0 Z-20.0 R5.0 F200.0 ; //指定半径 100mm，角度 30deg
N5 V120.0 ;          //指定半径 100mm，角度+120deg
N6 V120.0 ;          //指定半径 100mm，角度+120deg
N7 G15 G80 ;             //取消极坐标指令
```

3.8 G27-返回参考点检查

G27 是用来检查为返回参考点而编写的快速移动程序是否能准确返回参考点的功能。

格式

G27 IP__ ;

IP__：指定参考点的坐标地址（绝对值/增量值指定）。

说明

G27 指令使刀具以快速移动速度定位到 IP 指定的位置。如果刀具到达参考点（机床零点），参考点返回灯点亮，否则产生报警（PS0092）。

3.9 G31-多级跳转/转矩限制跳转

当参数“SKPN(P6.4)”设为 1 时，多级跳转机能有效。

3.9.1 G31-多级跳转功能

格式

G31 X(U)__ Z(W)__ F__ P__ ;

G31：跳跃指令，非模态，仅在本程序段中有效。

X(U)、Z(W)：指定移动终点坐标。

F：指定进给速度。

P：跳跃信号编号，范围 1~16，编入 P 时，跳跃信号输入时进行跳转。

未编入 P 或编入 P0 时使用原 G31 信号，超出范围则触发 PS340 号报警。

说明

- **跳跃信号**

P1~P8 分别对应跳跃信号 SKP1~SKP8，P9~P16 对应 PLC 的 8 个接口 G31.0~G31.7(SKP9~SKP16)。

本地 IO 时，跳跃信号 SKP1~SKP8 使用 X0.0~X0.7。

总线 IO 模块使用 X12.0~X12.7（总线 IO 模块起始地址偏移为 12）。

各跳跃信号的有效电平可以由参数 P4501 设置。

参数 SKPSRC(P4500.5)可以设置跳跃信号 1~8 取自总线 IO 模块的低 8 位。

注：以下情况会屏蔽参数 P4500.5（SKPSRC）

1. 本地 DI 未配置时，此时跳转信号取自总线 IO 模块 1 的低 8 位
2. 本地 DI 已配置，但总线 IO 模块数(P1710)=0 时，此时跳转信号取自本地 DI。

- **进给速度**

参考章节 2.11 说明。

- **跳跃点位置**

参考章节 2.11 说明。

3.9.2 G31-转矩限制跳转功能

格式

G31 X(U)__ Z(W)__ F__ P__Q__K__ ;

G31：跳跃指令，非模态，仅在本程序段中有效。

X(U)、Z(W)：指定移动终点坐标。

F：指定进给速度。

P：跳跃信号编号，编入 P 时，跳跃信号输入时进行跳转。

Q：转矩限制，范围 1-200，单位%，编入时检测到转矩大于等于该值时进行跳转。

K：转矩跳转方式。

K0 或不输入：当前方式，超过转矩时跳转下一行

K1：未检测到信号报警

K2：检测到信号报警

K3：超过转矩时报警

注 1：两者可以独立使用，也可同时使用。

注 2：同时使用，且希望使用原 G31 跳跃信号（SKP0/SKIP）时，须编入 P0。

示例

```
G31 X10 F10;          // 使用原 G31 跳跃信号（SKP0/SKIP）
G31 X10 F10 P1;       // 仅跳转信号（同多级跳转），使用 SKP1
G31 X10 F10 Q50;      // 仅转矩跳转
G31 X10 F10 P1 Q50;   // 跳跃信号及转矩同时有效
G31 X10 F10 P0 Q50;   // 原跳跃信号（SKP0/SKIP）及转矩同时有效
G31 X10 F10 Q50 ;     // 超过转矩时报警
```

- **相关参数**

P4500		SKPPE						

6 SKPPE

1/0: 跳跃点绝对坐标是否考虑位置误差补偿

当 SKPPE=1 时，在变量#5061-#5068 基础上，进行位置误差补偿。

- **相关接口**

1) 诊断 F[75].0，给出 G31 跳转状态

注：下次调用 G31 时状态清零

2) 通过设置诊断 G[1600]接口，支持在输出速度匀速后，G31 才进行转矩跳转；未设置 G[1600]时，不进行匀速检查，达到转矩时立即跳转；

注：G[1600]，平滑时间(匀速转矩使用)，单位 ms（此接口含义为指令速度到达匀速后，为防止反馈速度未达到指令速度而进行的延时）

3.10 G36、G37-自动刀具测量补偿

当用 G36 或 G37 指令刀具移动到测量位置时，系统自动计算当前坐标值与指令测量坐标值之间的差值，并将此值作为刀具补偿量。在刀补状态下执行 G36 或 G37 时，计算出的测量结果用于更新补偿量，使当前补偿量变为新补偿量。

格式

G36 IPa ;

G36：自动刀具测量指令。也可以使用 G37，G36 与 G37 功能完全相同，与测量轴无关。

IPa：指定测量轴位置的绝对坐标。只能指定 1 个轴，如 Xa、Ya、Za 等。

说明

- **坐标系**

因为测量位置使用绝对编程指令，所以在指令 G36 或 G37 前，必须预先设定好工件坐标系。

- **移动至测量位置**

在 MDI 或 AUTO 方式，首先调用刀具，然后用 G36 或 G37 指令将刀具移动至测量位置。注意只能指定一个轴，同时测量位置必须是绝对指令，否则报警（PS0083）。G36 或 G37 指令执行时，刀具以快速进给向测量位置移动，在中途降低进给速度，然后继续移动直到从测量仪器发出终点到达信号为止。即当刀尖到达测量位置时，测量仪器传送一个信号至系统使刀具停止。

测量输入信号与相应轴减速信号共用输入点，如 PLC 接口 X0.5、X1.5 等。参数“DECI”（P1605.0）对测量输入信号同样有效，但不进行滤波处理。连接总线驱动器时，测量输入信号可来自总线驱动器的 DEC 信号，或由 G0.4/G1.4/……等输入。

- **补偿**

在刀补状态下，刀补被进一步补偿，其补偿量是刀具测量位置的坐标值 α 与 G36 或 G37 指令指定的 a 值之间的差值。即：

新形状补偿量 = 当前形状补偿量 + 当前磨损补偿量 +（α– a）

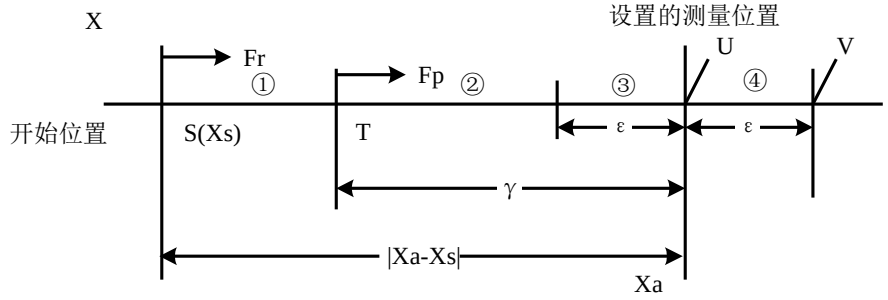
新磨损补偿量 = 0

这些补偿量也可从 MDI 键盘变更。

注

长度补偿有效时，为防止坐标系测量错误，增加参数“NAWLOM”（P0500.3）。当参数设为 0 时不允许坐标系测量输入。

- **进给速度和报警（以 X 轴为例）**

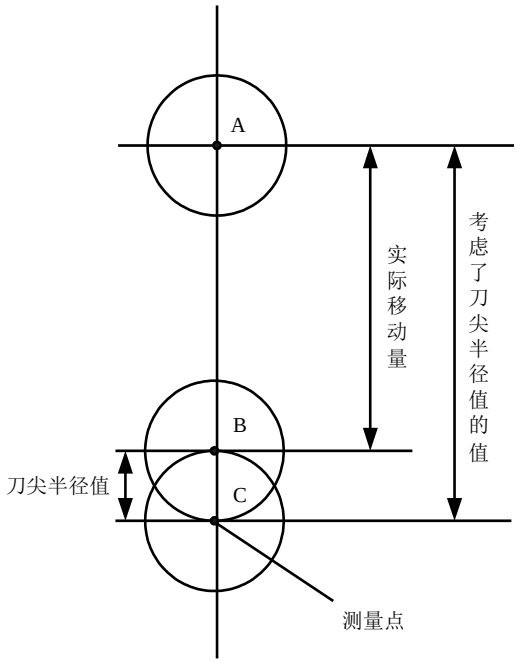


Fr : 快速进给速度
Fp : 测量速度（参数P4610）
γ ：参数P4611
ε ：参数P4612

当刀具从开始位置向 G36 或 G37 指令的 Xa 位置移动时，首先以快速进给速度 Fr 通过区域①。然后刀具从点 T（Xa-γ）开始，以参数“刀具补偿自动测量中的低速速度”（P4610）设定值 Fp 移动通过区域②、③和④。如果在移动通过区域②时触发终点到达信号，会产生报警（PS0080）。如果在点 V 前仍未触发终点到达信号，刀具停止在点 V 并产生报警（PS0080）。

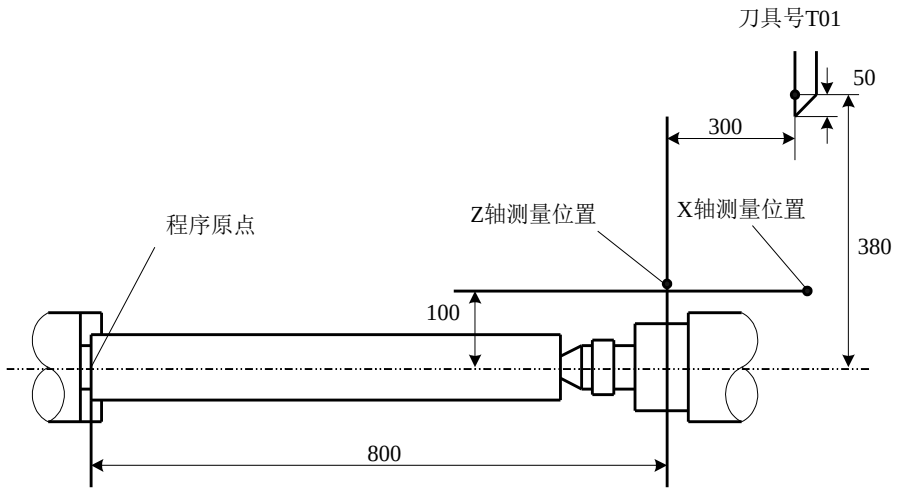
注

1 在指令 G36 或 G37 时，如果长度补偿无效，会产生报警（PS0081）。
2 在 G36 或 G37 指令的同一程序段中变更长度补偿时，会产生报警（PS0082）。
3 测量速度 Fp、γ 和 ε 由参数设定。这些值已经由机床制造厂家设定。
4 γ 及 ε 必须是正数，且 γ > ε 。
5 在指令 G36 或 G37 前，必须取消刀尖半径补偿。
6 以测量速度移动时，如果插入一个手动移动，重新启动前，应将刀具回到插入手动移动前的位置。
7 当刀尖半径补偿机能有效，计算刀补时应考虑刀尖半径值，确保刀尖半径设定正确。刀具实际上是从 A 点移动到 B 点，但是补偿量的计算是假设刀具考虑了刀尖半径值而移动到 C 点。



8 测量完后立即更新绝对坐标。
9 如果指令了不能进行长度补偿的轴，则产生报警（PS0237）。

示例



补偿量	测量前	测量后
X	100.000	98.000
Z	0	4.000

G50 X760.0 Z1110.0 ; 绝对坐标系设定。

M03 S100 T01 ; 指定刀具 1，补偿号 1 及主轴正转。

G36 X200.0 ; 向 X 轴测量位置移动。如果刀具已经到达测量位置 X198.0，由于正确的测量位置是 200mm，则补偿量变化：198.0-200.0=-2.0mm。

G00 X204.0 ; 沿 X 轴移开一点距离。

G37 Z800.0 ; 向 Z 轴测量位置移动。如果刀具已经到达测量位置 Z804.0，由于正确的测量位置是 800mm，则补偿量变化：804.0-800.0=4mm。测量完成后补偿量立即更新。

3.11 G54.9-笛卡尔坐标轴设定

空间笛卡尔坐标系的三个坐标轴，通过指令 G54.9 可以修改。主要与极坐标插补、圆柱插补配合使用，常用于空间任意轴钻孔、攻丝，车床任意轴之间的固定循环。

格式

G54.9 Pijk ; 设定笛卡尔坐标轴

……

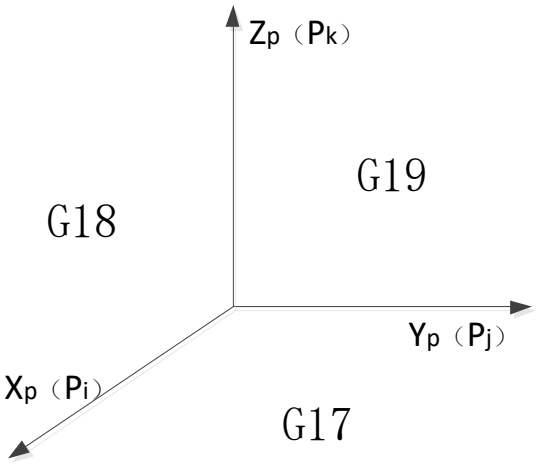
G54.9 P0 或 G54.9; 恢复默认笛卡尔坐标轴设定

i/j/k：分别为空间笛卡尔坐标系第 1/2/3 轴。数值为：1~8，分别对应控制轴 1~8。

说明

默认控制轴 1~3 为 X、Z、Y 轴，笛卡尔坐标轴 1~3 为 Xp、Yp、Zp 轴，指令中 Pijk 表示笛卡尔坐标轴 1/2/3 轴对应的控制轴轴号。使用 G54.9 指令表示将控制轴映射到笛卡尔坐标系中表示，i 指定的控制轴号对应笛卡尔坐标系中 1 轴，即 Xp 轴；j 轴指定的控制轴号对应笛卡尔坐标系 2 轴，即 Yp 轴；k 轴指定的控制轴号对应笛

卡尔坐标系 3 轴，即 Zp 轴。



图中所示为标准笛卡尔坐标系 Xp-Yp-Zp,分别对应笛卡尔坐标系 123 轴，Pijk 指定控制轴轴号分别映射在 Xp-Yp-Zp 轴。

例

G54.9 P132，表示含义为：将控制轴 132 轴分别映射到笛卡尔坐标系 Xp，Yp，Zp 轴位置表示，即将控制轴 1 轴 X 轴映射到 Xp 轴上；将控制轴 3 轴 Y 轴映射到 Yp 轴上；将控制轴 2 轴 Z 轴映射到 Zp 轴上。

注

1 本手册中带有下标 p 的坐标轴，均指笛卡尔坐标轴。即 Xp、Yp、Zp 分别为笛卡尔坐标轴 1~3。

2 该指令必须独占一个程序段。指令时必须处于刀具补偿取消/极坐标取消/比例缩放取消/旋转取消的状态。

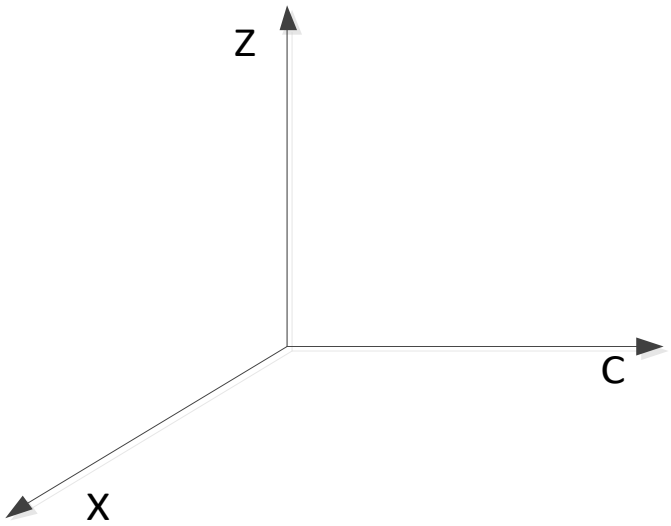
3 设定后系统屏幕右下方显示笛卡尔坐标轴的设定。

4 可用于实现任意两轴圆弧插补。

5 非 MDI 方式下复位时，恢复默认笛卡尔坐标轴设定。

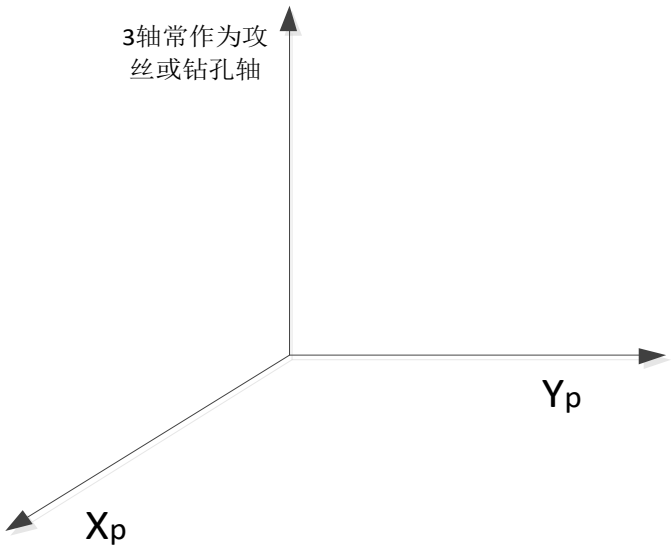
示例

例：常用于极坐标插补，圆柱插补等。



若需要使用 XCZ 3 轴加工时，此时控制轴 X 轴为 1 轴，映射到笛卡尔坐标系 Xp 上；控制轴 C 轴为 4 轴，映射到笛卡尔坐标系 Yp 上；控制轴 Z 轴为 2 轴，映射到笛卡尔坐标系 Zp 上。表示为 G54.9 P142

例：常用于攻丝，钻孔加工



笛卡尔坐标系也常用于攻丝、钻孔加工中，一般情况下使用控制轴 Z 轴作为攻丝钻孔轴，若需要使用其它轴作为攻丝或钻孔轴加工时，可将此控制轴映射到笛卡尔坐标系的 3 轴，即 Zp 轴。如使用 XYZ3 轴加工，控制轴 Y 轴作为攻丝轴，将 Y 轴映射到 Zp 轴，控制轴 Y 轴对应轴号为 3，可表示为 G54.9 P123

3.12 G68/G69-刀具 X 轴镜像

根据加工需要，可对自动运行过程中的 X 轴移动应用镜像。

格式

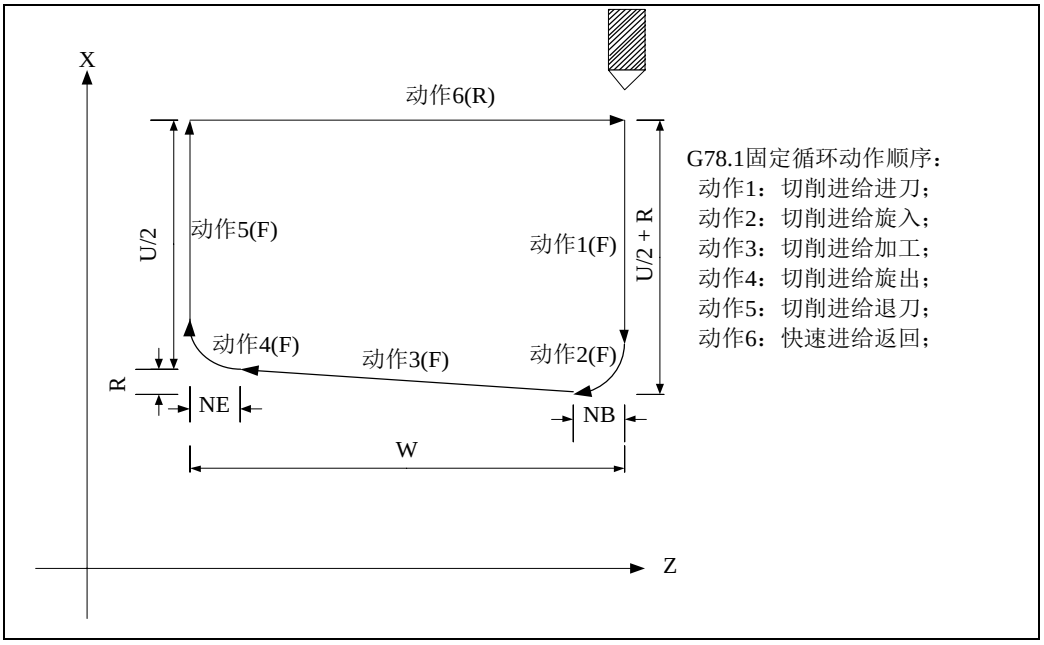
G68 ;	**X 轴镜像开始**
……	**镜像加工**
G69 ;	**X 轴镜像取消**

说明

只有当参数“MIRG”（P0003.5）设为 1 时，指令 G68 时，X 轴镜像功能才有效。指令 G68 时，绝对坐标系的 X 轴反向，当前绝对坐标 X 值自动取反；指令 G69 时，绝对坐标系的 X 轴方向恢复，当前绝对坐标 X 值再次自动取反。

3.13 G78.1-数字主轴螺纹切削循环

数字主轴螺纹切削循环（G78.1）利用固定循环功能，在一个程序段中实现螺纹切削的进刀，加工，退刀，返回等多个动作，用于简化数字主轴螺纹插补时的编程，提高编程效率。G78.1 固定循环由 6 个动作完成，如下图所示（以 G18 Z/X 平面加工为例，其它加工方式相同）。



格式

G18/G19 G78.1 IP1_ IP2_ R_ Q_ NB_ NE_ NP_ H_ F_ ;

G18/G19：指定 IP1/IP2 所在平面。平面内轴可由 G54.9 指令更改。

IP1_：非导程方向终点坐标或者移动量(绝对/相对)。平面内轴。

IP2_：导程方向终点坐标或者移动量(绝对/相对)。平面内轴，且为 G7.2 指定的直线轴。

R_：锥度螺纹最大端和最小段的半径差。

Q_：第一头螺纹的起始偏移角度。

NB_：螺纹旋入阶段的宽度。

NE_：螺纹旋出阶段的宽度。

NP_：指定 NP1 时多头螺纹的偶数头反向加工，指定 NP0 时正常加工多头螺纹。

H_：螺纹头数。

F_：切削进给速度。

说明

- **使用要点和注意事项**

1 在指定 G78.1 之前，需要先指定 G07.2 进入到数字主轴螺纹插补模式，否则报警（PS0287）。

2 G78.1 是模态指令，在未指令 01 组其他 G 代码时一直有效，指令 01 组其他 G 代码后清除 G78.1 的模态信息。

3 非 MDI 复位时，G78.1 被替换为 01 组上电时默认 G 代码。

4 不可在坐标变换（包括极坐标变换、比例缩放和坐标旋转）有效状态下指定 G78.1，否则报警（PS530/PS531/PS532）。

5 G7.2 指定的导程方向直线轴非平面内轴时，则报警（PS289）。

6 IP1_，IP2_在每个程序段都必须指令，如果只指令其中一个，则报警（PS535）；同时不允许非平面内轴输入，否则报警（PS534）。

7 如果平面内轴都没有输入时，系统将只记录模态信息而不运动。

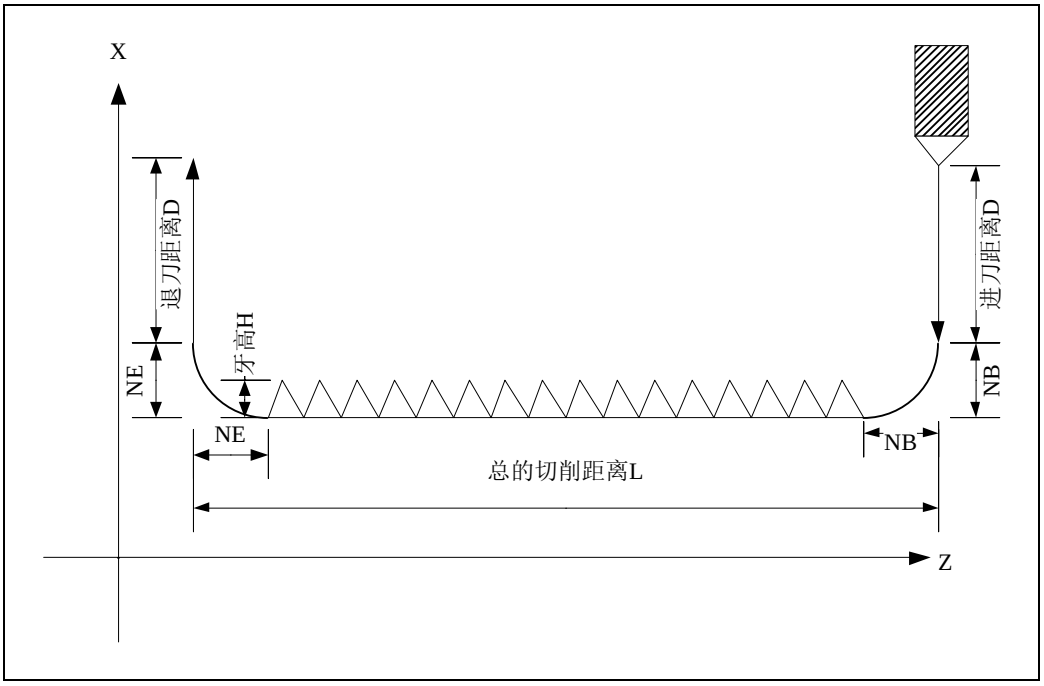
8 固定循环从旋入阶段到旋出阶段禁止单段停止。

9 动作 6（快速返回到循环起点）的过程中，主轴自动旋转至零点，为下一次循环作准备。系统根据退刀时主轴的位置，自动采取正转、反转或不转动的方法将主轴位置调整到零位。

10 不支持 G17 实现 X/Y 平面加工。如有需要，可使用 G54.9 进行坐标系变换，其第 3 轴作为纵向轴（或螺纹导程方向）。如，在车床 A 体系中，要以 Y 轴为纵向轴，X 为侧向轴，可以指令 G54.9 P123（XZY）。

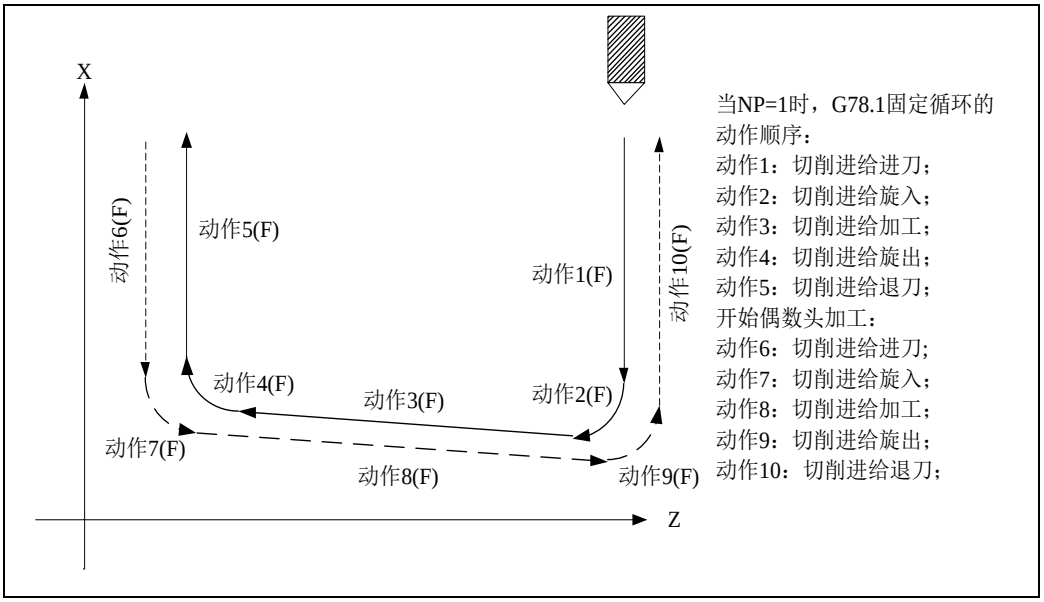
- **NB 和 NE 的意义**

在螺纹旋入阶段或者螺纹旋出阶段，由于升降速的原因需要一段加速或减速的距离，以实现刀具的旋入或旋出。系统在旋入或旋出阶段，根据 NB 或 NE 的值自动插入一段小圆弧指令实现该加减速过程，如下图所示。其中 NB 或 NE 的距离应大于螺纹牙高 H，并且远小于进刀或者退刀距离 D，同时 NB 与 NE 的和不能超过 Z 轴的总进给量 L。



- **NP 的意义**

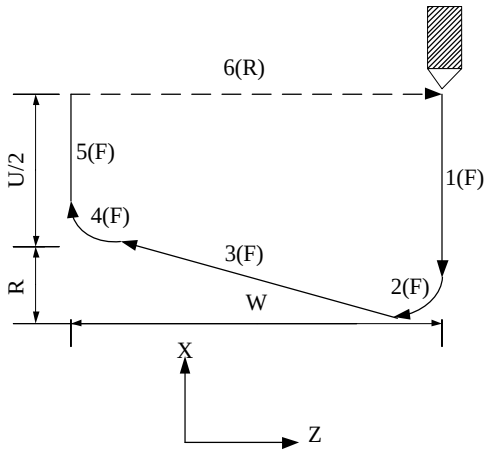
NP 为 1 时，多头螺纹加工的偶数头将进行反向加工，省去了快速运动回到初始点的过程，提高了加工效率。当不是多头螺纹或者 NP 等于 0 时，将正常加工多头螺纹，即快速运动回到起始点后继续正向加工下一头螺纹。指定 NP1 的加工情况如下图所示。



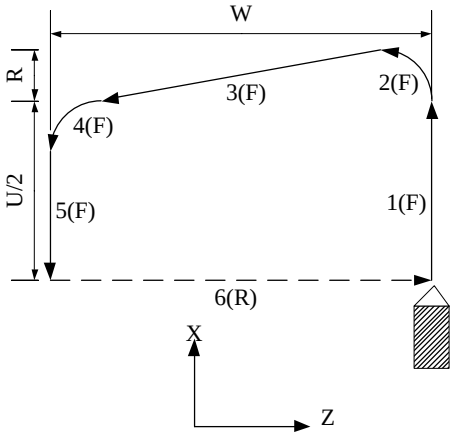
- **地址 U、W、V、R 符号与轨迹的关系**

以 X/Z 平面加工为例，增量值指定时，地址 U、W、R 后数值的符号和刀具轨迹的关系如下所示。如需使用 Y/Z 平面，或使用 G54.9 指令任意平面加工，则方向关系与此相同，可以 Z 轴或 G54.9 第 3 轴（螺纹导程方向轴）为基准进行类推。

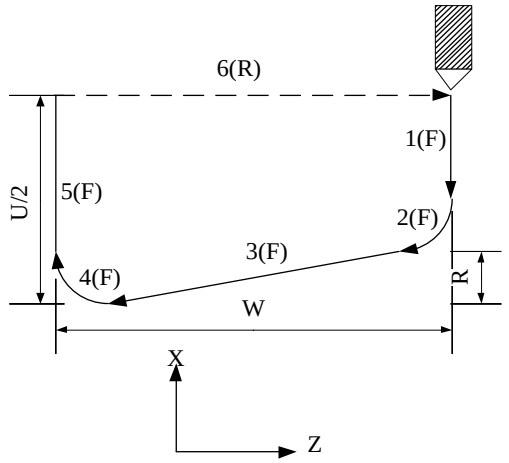
（1）U<0，W<0，R<0



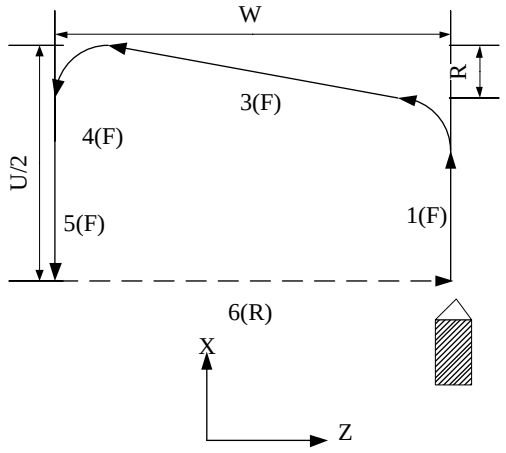
（2）U>0，W<0，R>0



（3）U<0，W<0，R>0，但｜R｜≤｜U/2｜

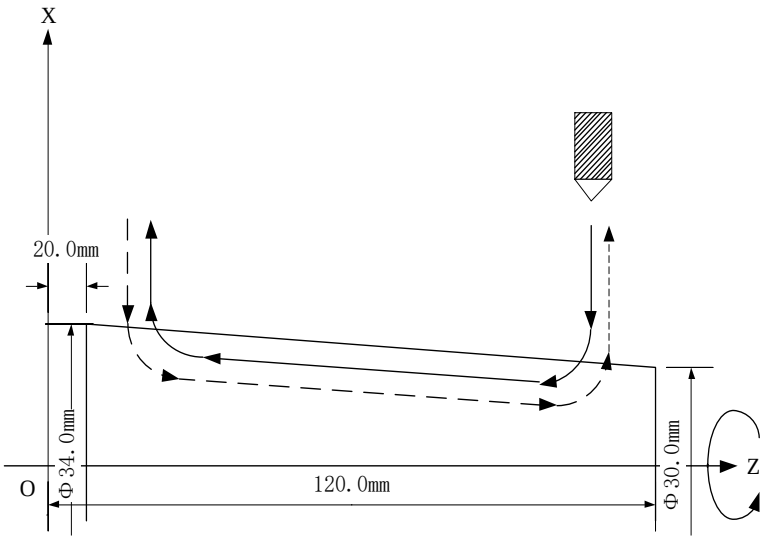


（4）U>0，W<0，R<0，但｜R｜≤｜U/2｜



示例

第一主轴螺纹切削循环

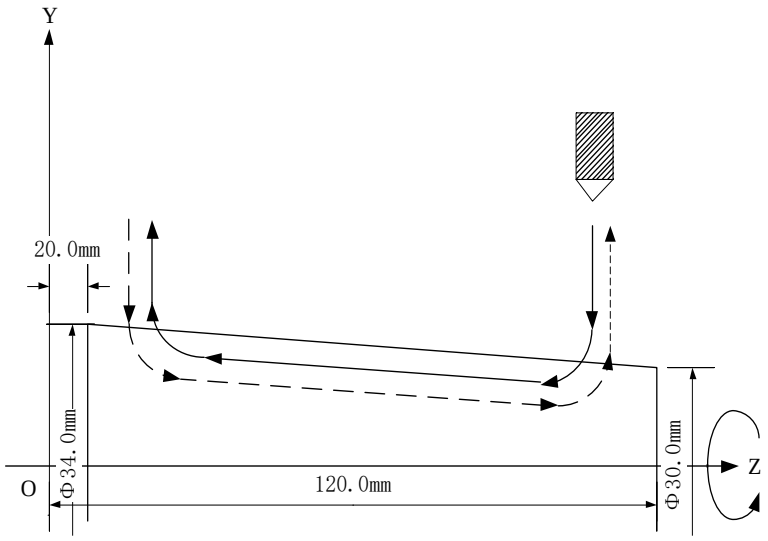


绕 Z 轴旋转的轴为第一主轴时

加工程序

```
M03 S1000 ;
G18 G00 X40. Z100.0 ;
G07.2 P2 NS1 NF5.;                    //若之前未指令 NS 指令，该段 NS1 可省略
G78.1 X34. Z20. R-2. NB3.0 NE3.0 NP1 H2 F5. ;
X32 Z20. ;
G07.2 ;
```

第二主轴螺纹切削循环



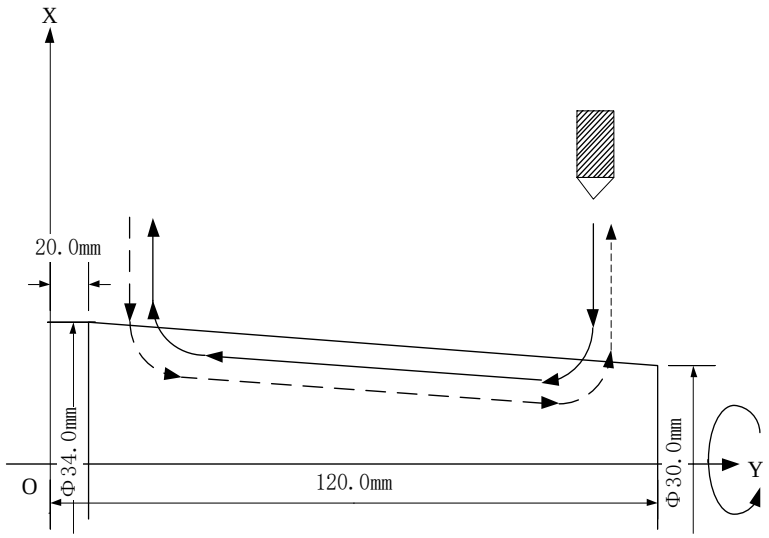
Y 轴直径编程（P405-3.5 DIA=1）

绕 Z 轴旋转的轴为第二主轴时

加工程序

```
M03.2 S2=1000 ;
G19 G00 Y40. Z100.0 ;
G07.2 P2 NS2 NF5. ;
G78.1 Y34. Z20. R-2. NB3.0 NE3.0 NP1 H2 F5. ;
Y32 Z20. ;
G07.2 ;
```

第二主轴笛卡尔坐标系 X-Y 平面螺纹切削循环



绕 Y 轴旋转的轴为第二主轴时

加工程序

```
G54.9 P123;                 //笛卡尔坐标系从 X、Y、Z 变换为 X、Z、Y
G18 G00 X40. Y100.0;        //G18 平面为当前笛卡尔坐标系第 1、3 轴平面，即 Y-X 平面
G07.2 P3 NS2 NF5.;          //G7.2 使用实际轴序号，第 3 轴 Y 轴和第二主轴进行螺纹插补
G78.1 X34. Y20. R-2. NB3.0 NE3.0 NP1 H2 F50. ;
X32 Y20. ;
G07.2 ;
G54.9 ;
```

3.14 G153-快速机床坐标系定位

根据指定的机床坐标，将刀具按指令速率移动到目标位置。

格式

[格式 1]

G153 X__Y__ Z__ NF__ ;

[格式 2]

G153 X__Y__ Z__ NF__CT__AD(AC/DC)__ ;

X：移动至指定的机床坐标 X 位置。

Y：移动至指定的机床坐标 Y 位置。

Z：移动至指定的机床坐标 Z 位置。

NF：运动速率，按每分钟进给指定。

[格式 1]

G153 指令运动类型为快速运动，使用快速(G00)平滑器和快速(G00)加减速曲线类型及快速(G00)加减速度

[格式 2]

使用 CT/AD/AC/DC 指令修改加减速曲线和加减速度

CT：加减速曲线类型（0~4 ：直线/2.5 次/3 次/4 次）或 5~200 带匀速的 S 曲线时间

AD：加减速度（加减速度统一指定）

AC：加速度 （加速度单独指定）

DC：减速度 （减速度单独指定）

加减速默认单位：直线轴：(1 米/分) /秒；旋转轴：(100 转/分) /秒；与缩放系数（P418）关联

说明

1 NF 指令的速率对 G153 为模态数据，在非 G153 或 G04 指令段清除。速率上限受参数“最大快速速度”限制。

2 G153 可运用于通用脉冲刀库换刀速度处理，加快换刀速度，使用 NF 可以不影响用户指令的进给速率。

3 在极坐标系、坐标系旋转或坐标系缩放状态下，执行 G153 指令，会产生报警 PS628：“指令 G53/G153 前，需要取消极坐标系、坐标系旋转或缩放状态”

4 CT 加减速曲线类型推荐使用 S 曲线，取值范围[5~200]，数值大小表示平滑时间 。

5 AD，AC 和 DC 的单位与加减速度是否用时间表示无关，与公英制无关。不影响螺纹切削段、 刚性攻丝切削段、进入数字螺纹控制的程序段。

示例

G153 Z50.0 NF1000. ; //使用快速曲线和加减速，以 1000mm/min 运动至机床坐标 Z50 位置

G153 Z100.0 NF4000. ; //使用快速曲线和加减速，以 4000mm/min 运动至机床坐标 Z100 位置

G153 Z200.0 NF12000. CT10 AD80; //使用 S 曲线时间为 10ms；

//加减速度均为 80（米/分）/秒，以 12000mm/min 运动至机床坐标 Z200 位置。

3.15 G162、G163-椭圆指令

格式

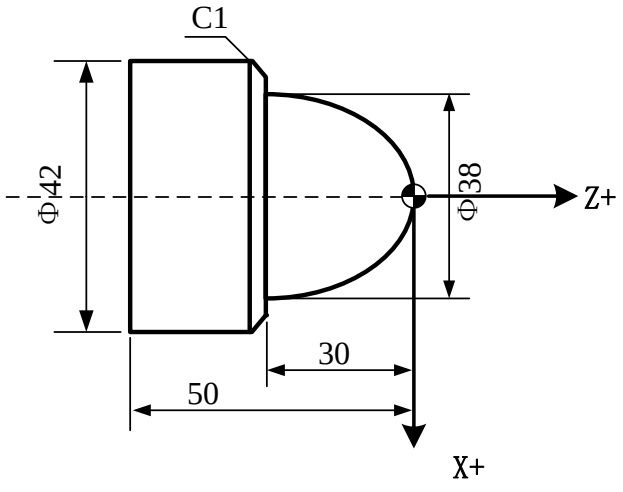
G162 X(U)__ Z(W)__ K__ I__ Q__ F__ ;
G163 X(U)__ Z(W)__ K__ I__ Q__ F__ ;
G162：顺时针方向。
G163：逆时针方向。
X(U)：椭圆 X 向终点位置。
Z(W)：椭圆 Z 向终点位置。
K：椭圆长轴绝对值（半径编程）。
I： 椭圆短轴绝对值（半径编程），（K>I）。
Q：椭圆类型（以 G18 平面为例：0—椭圆长轴为 Z 轴，1—椭圆长轴为 X 轴）。
F：切削速度。

说明

1 G162、G163 为 00 组 G 代码。
2 长轴 K 必须大于短轴 I，否则触发 696 号报警。
3 当起点终点距离太大或 K、I 指令太小，导致起点和终点不在椭圆上时，触发 695 号报警。
4 G162、G163 仅支持小于等于 180 度的椭圆弧。
5 支持在 G71~G73 复合循环中使用。

示例

例，加工椭圆零件



（公制输入，X 轴直径编程）

加工程序 1：（轮廓车削）

```
G98 T01 ;                    //每分钟进给，使用刀具 1
M3 S1500;                    /主轴正转，转速 1500 rpm
G00 X45 Z2 ;                 //快速定位
```

```
        G00 X0 ;                          //椭圆 X 轴起点坐标
        G01 Z0 F200 ;                     //椭圆 Z 轴起点坐标
        G163 X38 Z-30 K30 I19 Q0 F100 ;   //椭圆切削
        G01 X42 NC1 F100 ;                //车削 C1 倒角
        G01 Z-50 ;                        //直径 40 外圆加工
        G00 X80 Z100;                     //移动至安全位置
M30 ;                                     //程序结束
```

加工程序 2：（使用 G71 粗车循环车削）

```
G98 T01 ;                                 //每分钟进给，使用刀具 1
M3 S1500;                                 /主轴正转，转速 1500 rpm
G00 X45 Z2 ;                              //快速定位
G71 U2. R0.5;                             //外圆粗车循环，X 轴向切削深度 2mm，退刀量 0.5mm
G71 P1 Q2 U1. W0.5 F100.;                 //X 向精车预留量 1mm,Z 向精车预留量 0.5mm，进给速率
100mm/min
        N1 G00 X0 ;                       //椭圆 X 轴起点坐标
        G01 Z0 F200 ;                     //椭圆 Z 轴起点坐标
        G163 X38 Z-30 K30 I19 Q0 F100 ;   //椭圆切削
        G01 X42 NC1 F100 ;                //车削 C1 倒角
        G01 Z-50 ;                        //直径 40 外圆加工
        N2 G00 X45 ;                      //退刀
        G70 P1 Q2 ;                       //G70 精车循环
        G00 X80 Z100;                     //移动至安全位置
M30 ;                                     //程序结束
```

3.16 G172-抛物线指令

格式

G172 X(U)__ Z(W)__ P__ Q__ F__ ;

X(U)：抛物线 X 向终点位置。

Z(W)：抛物线 Z 向终点位置。

P：抛物线系数(绝对值)，y^2 = 2*p*x（抛物线焦点到顶点的距离）。

Q：抛物线曲线类型，以 G18 平面为例：

0—抛物线开口为 Z 负

1—抛物线开口为 Z 正

2—抛物线开口为 X 负

3—抛物线开口为 X 正

F：切削速度。

说明

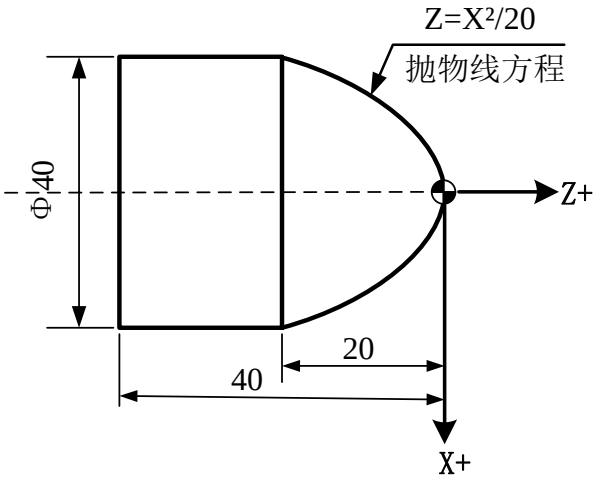
1 G172 为 00 组 G 代码。

2 当 P 值较小时，会出现过象限 。

3 支持在 G71~G73 复合循环中使用。

示例

例，加工抛物线零件



（公制输入，X 轴直径编程）

加工程序 1：（抛物线系数 P = 10，轮廓车削）

```
G98 T01 ;                          //每分钟进给，使用刀具 1
M3 S1500;                          /主轴正转，转速 1500 rpm
G00 X42 Z2 ;                       //快速定位至切削起点
        G00 X0 ;                       //抛物线 X 轴起点坐标
        G01 Z0 F100 ;                  //抛物线 Z 轴起点坐标
        G172 X40 Z-20 P10 Q0 F100 ;    //开口朝 Z 负向的抛物线切削
        G01 Z-40 F100 ;                //直径 40 外圆加工
        G00 X80 Z100;                  //退刀
        M30 ;                          //程序结束
```

加工程序 2：（抛物线系数 P = 10，使用 G71 粗车循环车削）

```
G98 T01 ;                          //每分钟进给，使用刀具 1
M3 S1500;                          /主轴正转，转速 1500 rpm
G00 X42 Z2 ;                       //快速定位至切削起点
G71 U2. R0.5;                          //G71 外圆粗车循环，X 轴向切削深度 2mm，退刀量 0.5mm
G71 P1 Q2 U1. W0.5 F100.;          //X 向精车预留量 1mm,Z 向精车预留量 0.5mm，进给速率
100mm/min
        N1 G00 X0 ;                    //抛物线 X 轴起点坐标
        G01 Z0 F100 ;                  //抛物线 Z 轴起点坐标
        G172 X40 Z-20 P10 Q0 F100 ;    //开口朝 Z 负向的抛物线切削
        G01 Z-40 F100 ;                //直径 40 外圆加工
        N2 G00 X42 ;                       //退刀
        G70 P1 Q2 ;                    //G70 精车循环
        G00 X80 Z100;                  //移动至安全位置
        M30 ;                          //程序结束
```

4 M、S、T 指令说明

4.1 辅助功能(M 代码)

M 代码功能由 M 地址和其后的 2~4 位数字组成，用来控制机床辅助功能，如主轴正反转、冷却开关、换刀等。

位置移动指令和 M 指令在同一个程序段中时，两者同时开始执行。该部分说明按照功能主要分为“程序控制相关 M 代码”和“机床控制相关 M 代码”两类进行介绍。

4.1.1 M 代码说明

本系统提供 4 位数 M 代码（M00~M9999）。除了已经固定的 M 代码外，其余 M 代码均可由机床厂商自行定义。

格式

格式 1：Mxxxx

4 位数 M 代码

格式 2：Mab.c

2 位数带 1 位小数 M 代码，等价于 Mcab。如：M03.2 可写为 M203。

注

1 自定义 M 代码范围为 M0~M9999，但是 M999 以后 M 代码无法用格式 2 表示。

2 M 代码中开头的 0 可以省略。如：M03 可写为 M3，M03.2 可写为 M3.2，M0100 可写为 M100 等。但 M00 最多略写为 M0。

4.1.2 程序控制相关 M 代码

该部分代码用于程序控制相关功能，功能由 NC 定义。

名称	功能
M00	程序暂停
M01	程序选停
M02	即 M30(用于兼容部分以 M02 结束的程序)
M06	调用（换刀）子程序
M30	程序结束
M91	用户接口跳转机能
M92	用户接口跳转机能
M93	用户接口跳转机能
M94	用户接口跳转机能
M96	宏中断功能开启
M97	宏中断功能关闭
M98	调用子程序
M99	主程序循环/子程序返回

注

1 M00 程序暂停。当执行了 M00 的程序段后，停止自动运行。与程序单段停一样，把之前的模态信息全部保存起来。重新按下“启动”键后，再继续自动运行。
2 M98/M99 子程序调用。详情参见子程序(M98、M995.1.1.2
3 M30 程序结束。详情参见 0
4 M00、M01、M30 的下一个程序段即使存在，也不进入缓冲存储器中。
5 执行 M96/M97/M98 时，代码信号不传送给 PLC；执行 M99 时是否输出到 PLC 由参数“M99O”（P1600.6）决定
6 M 代码启动后，即使系统工作方式改变，也仍然保持。用手动方式按键无法关闭，可按“复位”键关闭

用户接口转跳机能

系统运行以下 M 代码时，会根据输入接口信号的状态进行程序跳转。

- **格式**

M9* Pn ;
*：1~4
Pn：指定程序段

- **说明**

当条件满足时，转跳到 Pn 指定的以 N 开头的程序段。若 n 未检索到，则产生报警（PS0128）。

1 M91：当输入信号 M91I=0，转跳。输入信号 M91I=1，顺序执行下一程序段。
2 M92：当输入信号 M91I=1，转跳。输入信号 M91I=0，顺序执行下一程序段。
3 M93：当输入信号 M93I=0，转跳。输入信号 M93I=1，顺序执行下一程序段。
4 M94：当输入信号 M93I=1，转跳。输入信号 M93I=0，顺序执行下一程序段。

- **示例**

```
N50 M92 P100 ;
N60 G00 X100. Z100. ;
N70 ... ;
N100 G00 X0. Z0. ;
```

当程序执行到 N50 时，如果输入接口 M91I=1，则转跳执行 N100；如果输入接口 M91I=0，则顺序执行 N60。

4.1.3 机床控制相关 M 代码

4.1.3.1 主轴相关 M 代码

主轴 M 代码功能由 NC 定义，使用时不发送给 PLC 处理，但必须是不同主轴的 M 代码。系统可并行执行不同主轴的 M 代码（本说明书列举 3 个主轴进行说明）。

功能	主轴 1	主轴 2	主轴 3
主轴正转	M03	M203(M03.2)	M303(M03.3)
主轴反转	M04	M204(M04.2)	M304(M04.3)
主轴停止	M05	M205(M05.2)	M305(M05.3)

主轴定向 1	M19	M219(M19.2)	M319(M19.3)
进入轮廓控制（位置模式）	M60	M260(M60.2)	M360(M60.3)
退出轮廓控制（速度模式）	M61	M261(M61.2)	M361(M61.3)
主轴夹紧	M38	M238(M38.2)	M338(M38.3)
主轴松开	M39	M239(M39.2)	M339(M39.3)
主轴定向 2	M28	M228(M28.2)	M328(M28.3)
主轴定向 3	M29	M229(M29.2)	M329(M29.3)
当前主轴状态（等同 NS）	M90	M290(M90.2)	M390(M90.3)

4.1.3.2 当前主轴

格式

[方式 1]

NS__;

NS 后接通道内主轴编号。当数字超出范围或指令主轴无效时，以第 1 个有效主轴为当前主轴。

[方式 2]

M90、M90.2、M90.3;

允许通过主轴 M 码切换 NS 状态，M90 等同 NS1，M90.2 等同 NS2，M90.3 等同 NS3。

说明

1 当机床只有 1 个有效主轴时，无须指定主轴状态，默认为 NS1。

2 NS 是模态地址。复位时，不会清除此模态数据。

3 当前主轴是指用于钻孔、攻丝、螺纹加工、每转/每分进给、恒限速等的主轴。

注

对不同的主轴进行速度控制，不需要指令 NS，只需要指令相应的 M、S 代码即可。

示例

每转进给及车螺纹：

```
T0101;
M03 S2000 ;
G00 X40. Z30.0;
G99 G01 Z-10.0 F1.0 NS1(或 M90);          //以第 1 主轴转速进行每转进给
G00 X60. Z30.;
M05;
T0202;
M03.2 S1500(或 S2=1500);
G00 X40. Z10.;
G92 X34. Z-30. F5. NS2(或 M90.2);         //第 2 主轴车螺纹
X29. ;
X28. ;
M30;
```

侧面刚性攻丝：

```
G00 X50 Z50;
X30;
M3.3 S800(或 S3=800)
G88 X-30 R-2. F1.5 NS3(或 M90.3);         //侧面攻丝：第 3 主轴与 X 轴插补来实现攻丝
G00 X100 Z100 ;
G04 X5;
M30 ;
```

4.1.3.3 自定义主轴 M 代码

方便用户按照使用、编程习惯自定义部分功能 M 代码。

相关参数

P10011(通道内主轴 1)	M3，M4，M5，M19，M38，M39，M60，M61，M28，M29，M90
P10012(通道内主轴 2)	M3.2，M4.2，M5.2，M19.2，M38.2，M39.2，M60.2，M61.2，M28.2，M29.2，M90.2
P10013(通道内主轴 3)	M3.3，M4.3，M5.3，M19.3，M38.3，M39.3，M60.3，M61.3，M38.3，M29.3，M90.3

请按顺序逐个替换，按【切换】键更改。

主轴代码相关参数快捷查找路径：【参数】→【通道配置】→【主轴代码】。

限制

1 按 M3，M4，M5，M19，M38，M39，M60，M61，M28，M29，M90 的顺序逐个替换

2 各 M 代码用‘，’分割

3 不允许重复指定或者与其他主轴重复指定

4 不期望启用的功能，用 M 字母代替

如：M3，M4，M5，M19，M，M，M60，M61，M28，M29，M90（表示没有主轴夹紧松开功能）

5 未指定的 M 代码使用系统默认 M 代码

4.1.3.4 机床功能 M 代码

该部分 M 代码用于机床功能控制，由 PLC 处理。

名称	功能
M07	对刀测量
M08	冷却开
M09	冷却关
M10	卡盘卡紧
M11	卡盘松开
M26	吹气开
M27	吹气关
M32	润滑开
M33	润滑关
M41	主轴档位第一档
M42	主轴档位第二档
M43	主轴档位第三档
M44	主轴档位第四档
M45	排屑器正转
M47	排屑器停止
M48	进给倍率固定 100%
M49	进给倍率恢复
M62	同步轴功能建立
M63	同步轴功能解除
M70	对刀仪落差测量
M78	台尾进
M79	台尾退
M88	中心架紧
M89	中心架松
M120/M121	第 1 组客户通用 M 码
M122/M123	第 2 组客户通用 M 码
M124/M125	第 3 组客户通用 M 码
M126/M127	第 4 组客户通用 M 码
M128/M129	第 5 组客户通用 M 码
M130/M131	第 6 组客户通用 M 码
M132/M133	第 7 组客户通用 M 码

名称	功能
M134/M135	第 8 组客户通用 M 码

注

1 当在程序中指定了程序控制和机床控制以外的 M 代码时，系统将产生外部报警（A001：指令了未定义的 M 代码）并停止执行。

2 M 代码启动后，即使系统工作方式改变，也仍然保持。用手动方式按键无法关闭，可按“复位”键关闭。

4.2 速度指令(S 代码)

格式

S__ 或 Sn=__ ;

n = 1~8，表示主轴 1~主轴 8 指令转速（rev/min，或 RPM）

本说明书只列举 3 个主轴进行说明

[主轴 1]

```
M03 S__                 ; 主轴 1 正转
M04 S__                 ; 主轴 1 反转
M05                     ; 主轴 1 停止
```

[主轴 2]

```
M03.2 S__(或 S2=__)     ; 主轴 2 正转
M04.2 S__(或 S2=__)     ; 主轴 2 反转
M05.2                   ; 主轴 2 停止
```

[主轴 3]

```
M03.3 S__(或 S3=__)     ; 主轴 3 正转
M04.5 S__(或 S5=__)     ; 主轴 3 反转
M05.3                   ; 主轴 3 停止
```

说明

1 主轴指令 S__与主轴旋转 M 码不在一行编程时，仅用于指令主轴 1 的转速。

2 主轴旋转 M 码和主轴转速指令 S__编写在同一行，均可指令相应主轴的转速。

3 上述编程格式“=”左右两侧不能有空格。

4 使用 Sn=__格式时，多个主轴的转速指令，可以在同一行编入。

示例

```
M03 S100              ;第一主轴，正转 100 rpm
S500                  ;第一主轴，正转 500 rpm（S__指令与主轴旋转 M 码不在一行）
M3.2 S2=200           ;第二主轴，正转 200 rpm；
M3.2 S200             ;第二主轴，正转 200 rpm；
M3.3 S3=300           ;第三主轴，正转 300 rpm；
M3.3 S300             ;第三主轴，正转 300 rpm；
M3.2 S2=500 S3=600;第二主轴，正转 500 rpm；第三主轴转速 600 rpm
M3.3                  ;第三主轴，正转转速 600 rpm
```

4.3 刀具功能(T 代码)

根据各种加工（铣削加工下为钻孔/攻丝/镗孔/铣削等，车削加工下为粗削/半光洁/精削/螺纹切削/开槽等），选择各自所需的刀具。

给每个刀具赋予一个编号，通过程序指定该编号，即可选择相应的刀具。

格式

TXX ;（两位编程格式）

XX：刀具选择号=刀具补偿号

TOOXX ;（四位编程格式）

OO：刀具选择号

XX：刀具补偿号

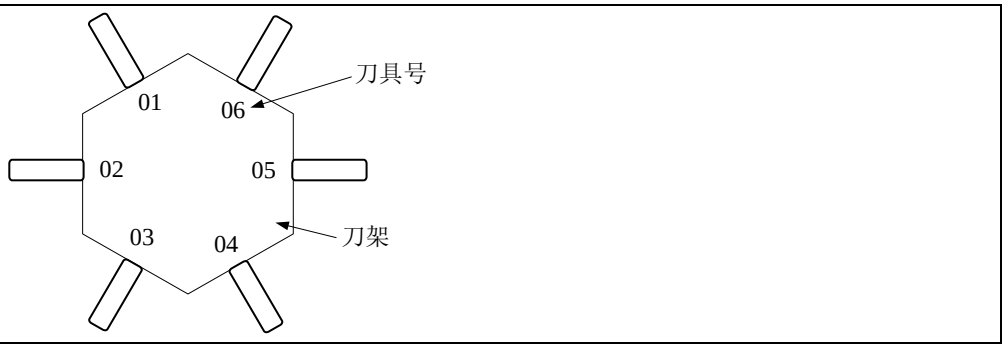
在同一程序段中，可以指令一个 T 代码。

移动指令和 T 代码在同一程序段中指令时，移动指令和 T 代码同时开始执行。

说明

- **刀具选择**

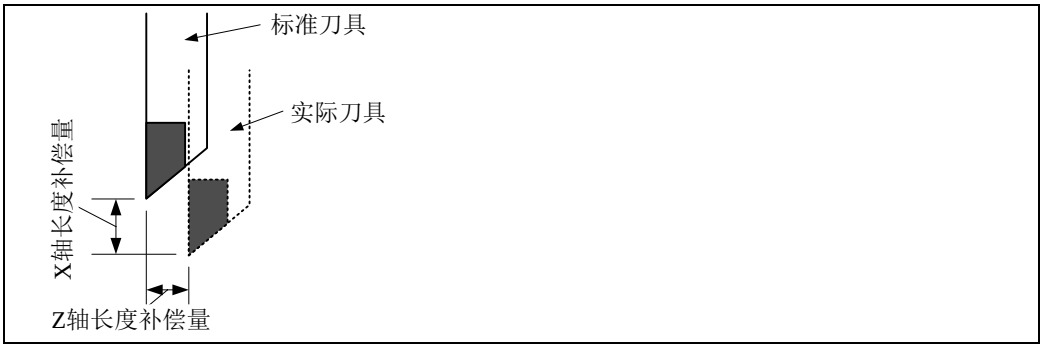
刀具选择是通过指定与刀具号相对应的 T 代码来实现的。关于刀具选择号与刀具的关系请参照机床制造商发行的手册。



- **刀具长度补偿**

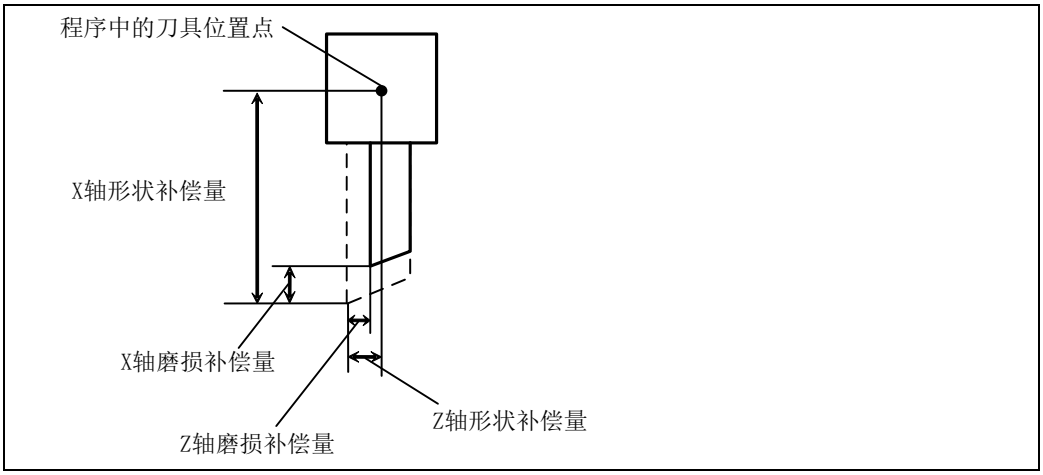
本系统中，刀具长度补偿仅由 T 代码来控制，不受 G 代码的控制。把编程时假设的标准刀具与实际进行加工时使用的刀具长度值之差设置到刀补存储器里。加工工件时，不需要修改程序，只需要指定相应的刀补号，就可以使用不同长度的刀

具来加工相同的工件。这就是刀具长度补偿功能。



- **刀具长度形状和磨损补偿量**

  如下图所示，刀具长度形状补偿量对刀具形状及刀具安装位置进行补偿，刀具长度磨损补偿量对刀尖磨损进行补偿。可以根据补偿号分别设置这些补偿量。执行时的刀具长度补偿量为形状补偿量与磨损补偿量之和。



- **补偿号**

  补偿号最大可以指定的范围是 TOO00~TOO64。在 LCD/MDI 面板，可把补偿号 TOO01~TOO64 对应的 X 轴、Z 轴长度补偿量事先设定在刀补存储器中。与补偿号 00 对应的刀具补偿量始终为 0，无法设定。

  当指定了 T 代码且它的补偿号不是 00 时，刀具补偿有效。如果补偿号是 00，则刀具补偿被取消。刀具长度形状补偿量允许输入范围为[-100000.000，100000.000]，磨损补偿量允许输入范围由参数“刀具磨损补偿最大值”（P3770）决定。“刀具磨损补偿最大值”的范围为[1.000~10000.000]，假设该参数的值为 α，那么磨损补偿量的允许输入范围为[-α，α]。执行时刀具长度补偿量为形状补偿量与磨损补偿量之和。

  - 刀具补偿号与形状补偿变量号对应表：

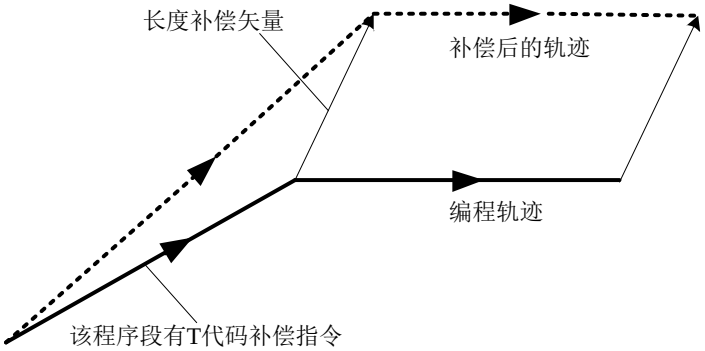
补偿号	1 轴长度补偿形状变量号	2 轴长度补偿形状变量号	3 轴长度补偿形状变量号	4 轴长度补偿形状变量号	5 轴长度补偿形状变量号	6 轴长度补偿形状变量号	7 轴长度补偿形状变量号	8 轴长度补偿形状变量号	半径补偿（R）形状变量号
1	#10001	#20001	#30001	#40001	#50001	#60001	#70001	#80001	#90001
2	#10002	#20002	#30002	#40002	#50002	#60002	#70002	#80002	#90002
……	……	……	……	……	……	……	……	……	……
64	#10064	#20064	#30064	#40064	#50064	#60064	#70064	#80064	#90064

- 刀具补偿号与磨损补偿变量号对应表：

补偿号	1 轴长度补偿磨损变量号	2 轴长度补偿磨损变量号	3 轴长度补偿磨损变量号	4 轴长度补偿磨损变量号	5 轴长度补偿磨损变量号	6 轴长度补偿磨损变量号	7 轴长度补偿磨损变量号	8 轴长度补偿磨损变量号	半径补偿（R）磨损变量号
1	#18001	#28001	#38001	#48001	#58001	#68001	#78001	#88001	#98001
2	#18002	#28002	#38002	#48002	#58002	#68002	#78002	#88002	#98002
……	……	……	……	……	……	……	……	……	……
64	#18064	#28064	#38064	#48064	#58064	#68064	#78064	#88064	#98064

- **长度补偿**

以 X，Z 轴的刀具长度补偿量为分量的矢量叫做长度补偿矢量，如下图所示。



当单独指定 T 代码时，系统执行的是无运动指令的长度补偿移动。这个移动在 G00 方式时是以快速移动进行的，其它方式时则按切削进给速度运动。

注

1 参数“DIA”（P0405.5）可对 X 轴的刀具长度补偿量进行直径/半径规格的指定。

2 参数“OFL”（通道 1 内：1 轴 P11064.0、2 轴 P11065.0、3 轴 P11066.0、…；通道 2 内：1 轴 P12064.0、2 轴 P12065.0、3 轴 P12066.0、..依次类推）设置该轴是否允许长度补偿，默认情况下，通道内第 1、2 轴允许长度补偿。

3 G50 Xx Zz TOOXX ;
此指令没有刀具移动，设定坐标系的当前坐标为（x，z）与 T 代码指定补偿号相对应长度补偿量之和。

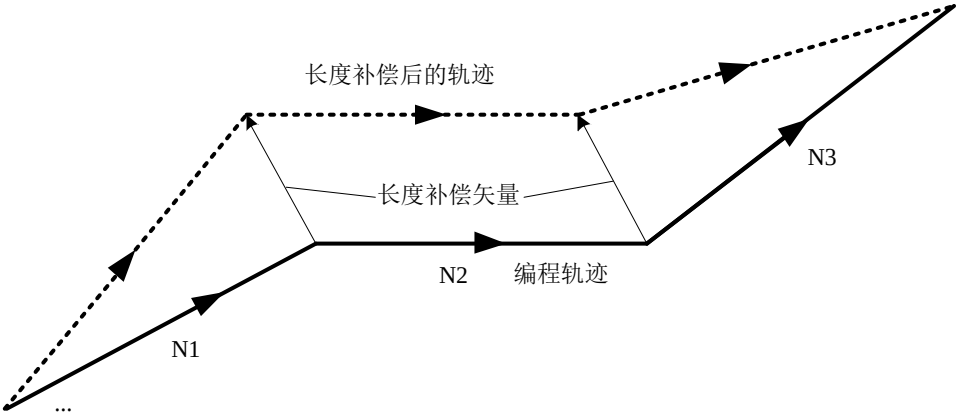
4 G04 TOOXX ;
G02 TOOXX ;
G10 TOOXX ;
上述指令仅完成换刀，不执行刀具长度补偿。

5 如果自动循环中正在使用长度补偿，在 MDI 操作修改补偿量之后，无需再指定，而是在下一个程序段自动有效。

6 在多轴车床系统中（3~8 轴车床），可对 X/Z 轴以外的轴（如 Y/C/U/V/W/A 轴）进行补偿，这些轴的长度补偿动作与 X/Z 轴相同。

- **长度补偿取消**

当指定了 TOO00，选择 00 号补偿时，刀具长度补偿即被取消。在取消的程序段末尾，长度补偿矢量为零。




```
...
N1 U100.0 W100.0 T0202 ;（假定02号补偿中已经设定了长度补偿值）
N2 W100.0 ;
N3 U100.0 W100.0 T0200 ;（取消偏长度补偿）
...
```

限制

- **螺旋插补（G02、G03）**

  在使用螺旋插补的程序段中，不能指定刀具长度补偿。

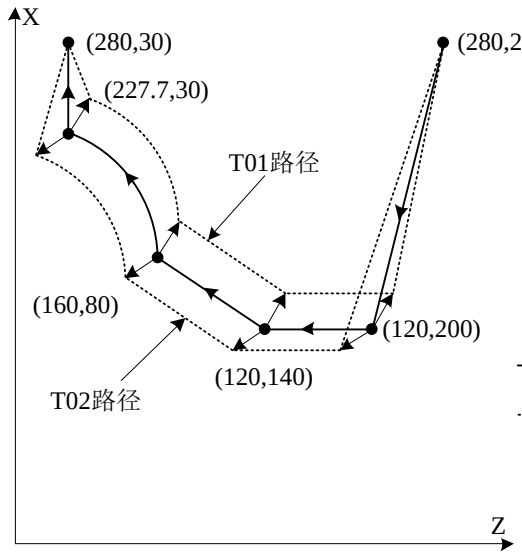
- **机床坐标系定位（G53）**

  在指定此指令时，刀具补偿量被取消，后面若要再使用刀具补偿，必须用 T 代码指定。

- **返回参考点（G28、G30 和手动）**

  在指定这些指令或操作时，刀具补偿量被暂时取消，在指定下一个轴移动时，刀具补偿量恢复。

示例



轴	刀具号	
	01	02
X	-0.200	+0.120
Z	-0.120	+0.180

刀尖偏置（X，Z）	刀具号
刀具#1——B（0.20, 0.120）	01
刀具#2——C（-0.120, -0.180）	02

（程序实例 1）

```
G50 X280.0 Z240.0 ;
G00 X120.0 Z200.0 T0101 ;
G01 Z140.0 F30 ;
X160.0 Z80.0 ;
G03 X227.7 Z30.0 R53.81 ;
G00 X280.0 T0100 ;
```

（程序实例 2）

```
G50 X280.0 Z240.0 ;
G00 X120.0 Z200.0 T0202 ;
G01 Z140.0 F30 ;
X160.0 Z80.0 ;
G03 X227.7 Z30.0 R53.81 ;
G00 X280.0 T0200 ;
```

5 程序的构成

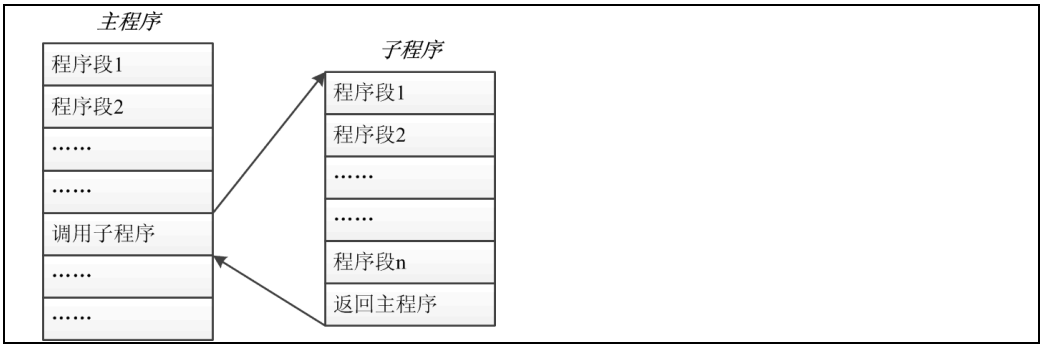
5.1 程序

程序是由多个程序段构成的，而程序段又是由字构成的，各程序段用程序段结束代码（;）分隔开。

5.1.1 主程序和子程序

5.1.1.1 主程序

程序分为主程序和子程序。通常系统是按主程序的指令运动的，如果主程序上遇有调用子程序的指令，则系统按子程序运动，在子程序中遇到返回主程序的指令时，系统便返回主程序继续执行。

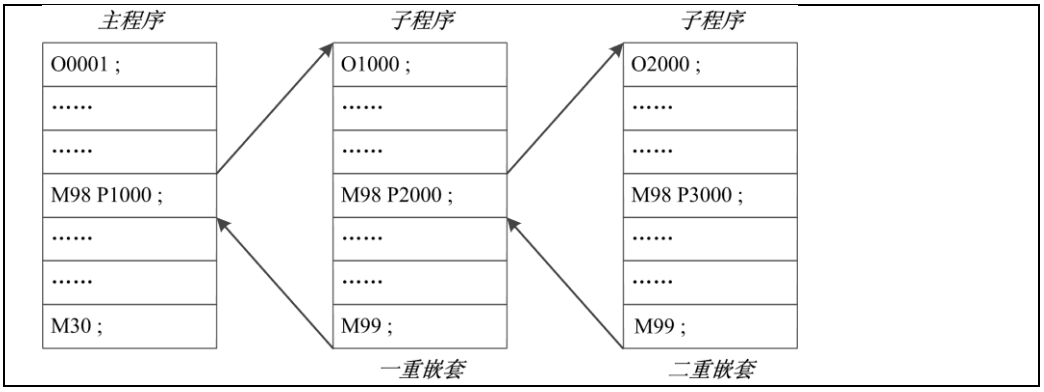


在系统存储器内，主程序和子程序合计可存储 512 个程序（标准机能），选择其中一个主程序后，便可按其指示控制数控机床工作。

关于程序的存储、选择等方法，请参见《操作手册》程序编辑。

5.1.1.2 子程序(M98、M99)

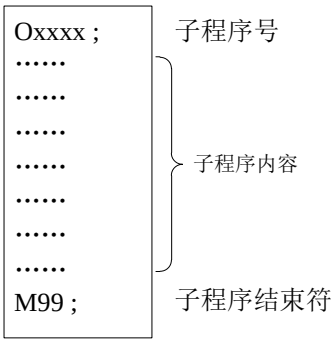
在程序中存在某一些固定顺序且重复出现的指令时，便可把它们作为子程序事先存到存储器中，这样可以使程序变得非常简单。子程序可以在自动方式下调出，并且被调出的子程序还可以调用另外的子程序。子程序嵌套级数最多为 63 级，超出则产生报警（PS0077）。



可以用一条调用子程序指令连续重复调用同一子程序，最多可重复调用 9999 次。

编写子程序

按下面格式写一个子程序：



在子程序的开头，地址 O 后写上子程序号，在子程序最后是 M99 指令。
关于子程序的存储方法请参见操作手册。

子程序调用(M98)

子程序由主程序或子程序调用指令调出执行。调用子程序的指令格式如下：

- **格式**

[格式 1]（默认）
参数“M98L”（P2502.7）=1 时：
M98 P__L__；
P：被调用的子程序号，O1~O9999。
L：循环次数，最大可为 9999 次。
[格式 2]
参数“M98L”（P2502.7）=0 时：
M98 POOOOXXXX ;
OOOO：重复调用次数，最大可为 99999 次。
XXXX：被调用的子程序号，O1~O9999。
[增强应用]
M98 H__ L__；
H：程序内被调用的程度段号
L：循环次数，最大可为 9999 次。
模式 1 和模式 2 均支持增强应用。

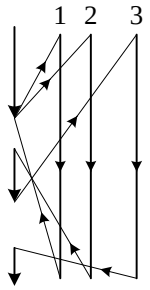
例：
参数 M98L=1 时：
M98 P1008 L3; //表示 O1008 号子程序调用 3 次（子程序号格式：字母 O+数字）
M98 H100 L3; //表示主程序中从 N100 开始至 M99 结束的程序段被调用 3 次
参数 M98L=0 时：
M98 P51234; //表示 O1234 号子程序调用 5 次（子程序号格式：字母 O+数字）

子程序返回(M99)

M99
或 M99 P__
M99：子程序返回或 M98 调用程序段返回
P：返回主程序执行的程度段号（0001~9999）

从主程序调用子程序执行的顺序，如下例所示。

```
N0010 ····· ;
N0020 ····· ;
N0030 M98 P21010 ;
N0040 ····· ;
N0050 M98 P1010 ;
N0060 ····· ;
```




```
O1010 ····· ;
N1020 ····· ;
N1030 ····· ;
N1040 ····· ;
N1050 ····· ;
N1060 M99 ;
```

在子程序中调用子程序与在主程序中调用子程序的情况一样。

- **功能参数**

2502	M98L							

[数据类型] 位型
M98L
0：P 为次数与子程序号，不使用 L
1：P 为子程序号，L 为次数

注
1 当检索不到用地址 P 指定的子程序号时，产生报警（PS0078）；特别注意，子程序名称必须为带字母 Oxxxx 格式。
2 当参数“M98L”（P2502.7）为 0 时，若同时指令 P、L 地址，会触发 PS404 报警：“M98 调用子程序，P 与 L 不可同时输入（参数 2502.7 为 0）”
3 当参数“M98L”（P2502.7）为 1 时，此时指令 P 大于 9999，会触发 PS405 报警：“M98 调用子程序，P 过大（参数 2502.7 为 1）”
4 当 M98 指令中，P、L 都没有指令时，会触发 PS345 报警：“M98 指令中,P、L 地址同时未指定”
5 当参数“M98L”（P2502.7）为 1 时，此时 L 应大于 0，否则触发 PS407 报警：“M98 调用子程序，L 应该大于 0（参数“M98L”（P2502.7）为 1）”

特殊使用方法

- **程序内循环**

程序内循环指令格式如下：

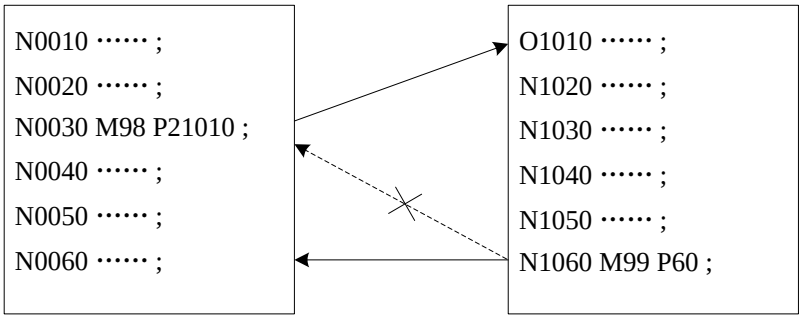
```
M98 Ln ;          （循环开始，n 表示循环次数）
xxxxxxxxxx        （循环体）
M99 ;             （循环结束）
```

M98 指令中必须指定地址符 P 或 L，否则报警。DNC 加工中不允许程序内循环操

作。

- **P 指定顺序号**

子程序结束时，若用地址符 P 指定了顺序号，系统不返回到调用此子程序的程序段的下一个程序段，而是返回到用 P 指定的顺序号的程序段，但是主程序在非存储器运转方式工作时，P 不起作用。这种方法返回到主程序与一般方法相比占用时间较多。

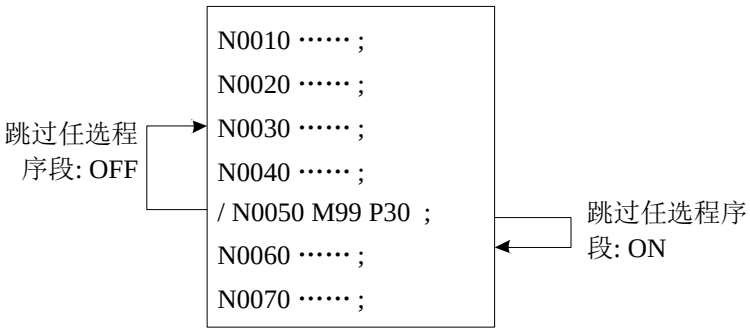


注

M99 中 P 指定的顺序号有效位为 4 位，多出的位无效。

- **主程序中执行 M99**

在主程序中，如果执行 M99，则返回到主程序的开头继续重复执行。例如，在主程序中有个程序段/M99，若跳过任选程序段开关是 OFF 状态，则执行 M99，返回主程序的开头，并从开头重复执行。在跳过任选程序段为 OFF 状态期间，一直反复执行。若此时是/M99 Pn ;程序段时，则不返回到程序的开头，而返回到顺序号 n 的地方，但返回到 n 处时间较长。当跳过任选程序段开关为 ON 状态时，则跳过/M99 程序段，而执行其下个程序段。



注

MDI 模式下单独执行 M99 时，跳转到程序开头后停止，按启动键可再次运行。

使用 A 类 DNC，若程序中含有 M99，但运行程序无法回到主程序，则发生报警 259。

- **DNC 运行调用子程序**

参数“DFBS”（P0100.4）有效时，在 DNC 方式下，可以调用子程序。调用的子程序必须预先保存在本地。调用子程序的过程和自动方式下完全相同，同样支持子程序嵌套调用。

M06 在 DNC 方式下也可以调用子程序，这样，用户可以在 DNC 加工时，进行较复杂的换刀。

- **M06 调用子程序**

1 自动或者 DNC 方式运行 M06 时，系统自动调用一个系统内子程序。子程序名为

Oxxxx，程序号由参数（P11200）设置。通常，M06 代码和 T 代码配套使用，通过调用子程序控制进给轴到达指定换刀位置。T 代码的处理方式不变。

2 如果系统参数“CM98”（P2500.5）=0，该机能无效，取零盘时，CM98 默认设为 0。程序号参数 P11200 设置为 0，该机能无效。如果参数“M06 调用的子程序号”（P11200）设置的子程序不存在，会导致报警（PS0078）。

3 参数“CM98”（P2500.5）=1，参数 P11200=9006，如下程序在执行到 M06 时会自动调用子程序 O9006：

O0001 ;
M06 T01 ;
M30 ;

5.1.2 程序号

系统的存储器里可以存储多个程序，为了把这些程序相互区别开，在程序的开头，冠以用地址 O 及后续四位数值构成的程序号。程序从程序号开始，到 M30 或 M99 结束。

格式

Oxxxx
O：程序号地址。
xxxx：程序号（主程序不限制，子程序 1~9999，前导零可省略。）
注意：主程序支持任意数字或字母命名程序号，子程序必须为 Oxxxx 格式。

5.1.3 顺序号和程序段

程序是由多个指令构成的。一个指令单位称为一个程序段。程序段之间用程序段结束符 EOB（;）隔开。
在程序段的开头可以用地址 N 和后续数字构成顺序号。前导零可省略。

格式

Nxxxxx
N：顺序号地址。
xxxxx：顺序号（从 1~9999999999999999，前导零可省略。）

说明顺序号的顺序是任意的，其间隔也可不等。可以全部程序段都带有顺序号，也可以在重要的程序段带有。但按一般的加工顺序，顺序号要从小到大。在程序的重要地方带上顺序号是方便的。例如，换刀时，或者工作台分度移到新的加工面时等。

5.1.4 跳过任选程序段

自动运行方式下，开头带有斜杠（/）的程序段，在机床界面的程序选跳开关为 ON 或机床面板按下“跳段”键时，被系统跳过，不予执行。如果选跳开关为 OFF 且没有按下“跳段键”，则仍照常执行该段。也就是说带有斜杠的程序段，根据操作的选择，可以跳过或不跳过。

例：
N100 X100.0 ;
/N101 Z100.0 ;
N102 X200 ;
在上面的程序中，如果选跳开关为 ON 或按下“跳段键”，则 N101 程序段被跳过。

注

1 斜杠（/）必须处于程序段开头，否则产生报警（PS1109）。
2 跳过任选程序段是从存储器把信息读到缓冲存储器时处理的。已读入到缓冲寄存器中的信息，即使开关置于 ON，已读入的程序段仍有效。
3 在顺序号检索中，本功能也有效。
4 在程序通过接口传入存储器中时，此功能无效。即无论跳过任选程序段的开关状态为何，含有斜杠的程序段都被存入。
5 存储器内程序输出时，也与跳过任选程序段开关状态无关。

5.1.5 注释

用户可以在注释中，用任意的代码描述标题、注释和提示等；也可以用注释跳过不予执行的程序段。

格式

[格式 1]
(……) ;　　双括号注释
(：左方括号为注释开始
……：用户添加的注释内容或被跳过的程度段（支持多行程序段注释）
) ：右方括号为注释结束
[格式 2]
//…… ;　　双斜杠注释行
// ：单行程序注释
……：用户添加的注释内容或被跳过的单行程序

说明

注释与加工程序一起传输、存储和显示。
在存储器运行或 DNC 运行加工程序期间，所有注释节被忽略，不予执行。

注

1 不可在程序首段的注释中出现%。
2 多行程序段注释结束时，右方括号须在程序段结束前指定。

例

```
O0008
(工序 A01) ;          //不执行括号内添加的注释内容（单行程序段注释）
N01 T02 ;
N02 G0 X100.0 ;
// N03 G04 X1.0 ;     //跳过 N03 程序段（双斜杠注释行）
N04 G0 X0.0 ;
( N05 T03 ;           //跳过 N05~N07 程序段（多行程序段注释）
N06 G0 Z0.0 ;
N07 G0 Z200.0 ) ;
N08 M30 ;
```

5.1.6 字和地址

5.1.6.1 基本 NC 字和地址

字是构成程序段的要素，由地址和其后面的数值构成（有时在数值前带有+、-符号）。

格式

X1000
X：地址
1000：数值

说明地址是英文字母（A~Z）中的一个字母，它规定了其后数值的意义。根据不同的准备功能，有时一个地址也有不同的意义。在本系统中，可以使用的地址和它的意义如下表所示。

功能	地址	意义
程序号	O	程序号
顺序号	N	顺序号
准备功能	G	指定动作状态（直线、圆弧等）
尺寸字	X Y Z C U W H V A B	坐标轴移动指令
	R	圆弧半径
	I J K	圆弧中心坐标
进给速度	F	进给速度指定
主轴功能	S	主轴转速指定
刀具功能	T	刀具号的指定
辅助功能	M	控制机床方面 ON/OFF 的指定
补偿号	H	补偿号的指定
暂停	P X	暂停时间的指定
子程序号和调用次数	P 或 P_ L_	指定子程序号和子程序的重复调用次数
参数	P Q R K	固定循环参数

5.1.6.2 扩展 NC 字和地址

1 由“N”+“单个大写字母（A~Z）”+“数字”组成的双字母地址。

格式

NX1000（第 1 种）
NX：扩展地址
1000：数值
，X1000（第 2 种）
，X：扩展地址（等同于 NX）
1000：数值

注

参数“CENCW”（P2500.2）控制扩展 NC 字的逗号表示法（第 2 种表示法）是否有效，如果 CENCW 为 0，则逗号表示法无效。

2 由字母开头（非“N”）+“字母”或“数字”组成，这些 NC 字一般被赋予功能用法，作为功能指令使用。

例

CT，AD，AC，DC，MD，MS，S1，S2，S3，RS 以及 AR~ZR 等。

5.1.7 基本地址和指令值范围

基本地址和指令值范围如下表所示（默认状态：允许数据位数为 9，直线轴小数位数为 3）。

功能	地址	毫米输入	英寸输入
主程序号	O	不限制	不限制
子程序号	O	1~9999	1~9999
顺序号	N	1~9999999999999	1~9999999999999
准备功能	G	0~999	0~999
尺寸字	X Y Z U V W A B C I J K Q R	±999999.999	±99999.9999
每分进给	F	0.001~60000.0	0.0001~2362.2
主轴功能	S	0~999999	0~999999
刀具功能	T	0~64	0~64
辅助功能	M	0~99	0~99
暂停	X/P	0~99999.999s	0~99999.999s
G74/G75 的 X 方向移动量	P	±999999.999	±99999.9999
子程序调用次数指	L	1~9999	1~9999
刀尖号	Q	0~9	0~9
复合循环指令顺序号	P/Q	1~99999999	1~99999999

这些全部都是对系统的限制值，与对机床方面的限制完全无关，请特别注意这一点。例如，对于系统，可以指令 X 轴移动量达到 100m（公制），而实际机床 X 轴行程可能是 2m。编程时要参照本说明书，同时也要参照机床厂家发行的说明书，在很好理解对编程限制的基础上编写程序。

5.2 程序结束

程序的最后有 M30 或 M99 时，表示该程序结束。

格式

M30 ;	**程序结束并返回程序开头**
M99 ;	**子程序结束/主程序循环**

程序执行中，如果检测出上述代码，系统结束程序执行，进入复位状态。执行 M99 后，光标返回到调用该子程序的主程序中；执行 M30 返回程序开头。

M30，M99 结束时，编程必须单独一行。

主程序 M99 具有选择自动、半自动功能。此功能由 PLC 进行控制：

- 当【半/自动】按键指示灯点亮，执行到主程序的 M99 自动循环。
- 当【半/自动】按键指示灯点灭，执行到主程序的 M99 实现半自动停止。

M30 同样具有选择自动、半自动功能。此功能由诊断 G23.6 控制，当 G23.6 为 1 时，非 0 号程序 M30 不停止。此用法要注意 PLC 接收到 M30 后不向 NC 发送复位信号。

5.3 文件结束

在程序结束的后面，用%表示文件的结束。如果在程序结尾未执行 M30 就执行%，则系统变成复位状态。**自动或录入方式下，程序%结束时自动回到开头。**

6 快速入门操作说明

6.1 对刀操作

在 CNC 机床上，每次换夹工件后，之前建立的工件坐标系和刀补值不再适用，需要重新手动执行对刀操作，才可运行加工程序。

加工工件时，可能不止用到一把刀具，对于每把刀具，则需要设置各自的刀补值。

对刀具体操作方法如下：

6.1.1 绝对对刀

绝对对刀即每一把刀具的刀补值都是独立的。

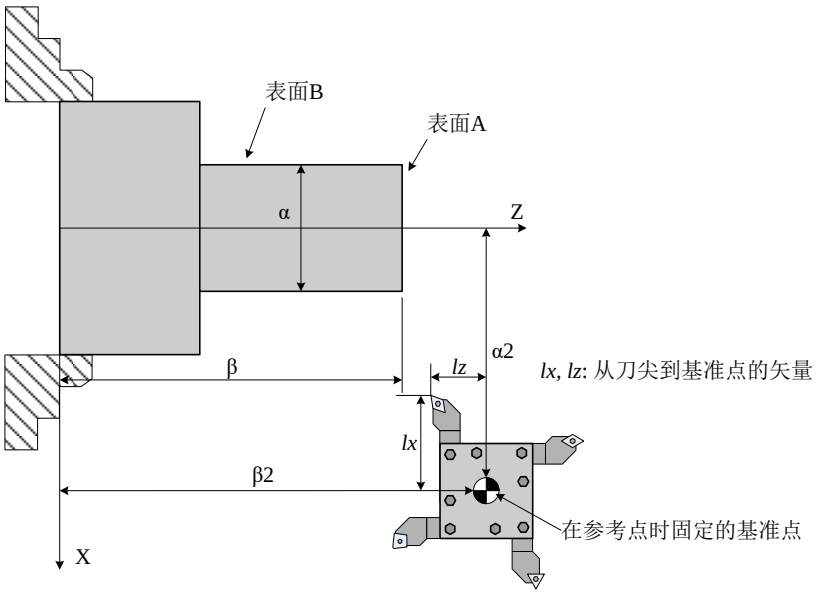


图 6.1-1 对刀示意图

步骤

设置 Z 轴工件坐标系零点：

1 选择一把刀具，启动主轴，手轮方式下，沿工件端面（表面 A）切削，在 Z 轴不动的情况下，沿 X 轴把刀具移到安全位置，停止主轴旋转。

2 工件右端面的中心点作为工件坐标系零点时，可直接在【刀补/形状】页面中对应刀偏号上输入 Z0 后按下面板[回车]按键或[测量]软按键。

3 若工件坐标系零点在工件右端面的左侧，则通过游标卡尺测量表面 A 到工件坐标系原点的距离值“β”。将该“β”的正值直接输入到【刀补/形状】页面中对应刀偏号的 Z 值上。

设置 X 轴工件坐标系零点：

1 启动主轴，手轮方式下，沿工件外圆（表面 B）切削，在 X 轴不动的情况下，沿 Z 轴把刀具移到安全位置，停止主轴旋转。

2 通过游标卡尺测量切削处工件的直径值“α”。在【刀补/形状】页面中对应刀补号上输入“Xα”后按下面板[回车]按键或[测量]软按键，若切削点在工件回转中心线后侧，则应该在对应刀补号上输入“X-α”。

3 手动选择另一把刀具，重复上述步骤，设定所有刀具的刀补值。

加工举例

用两把刀具加工一外圆直径 Φ20mm，长度为 20mm 的圆柱体。毛坯直径Φ25mm。T01 外圆车刀用来切外圆，T02 刀是切断刀，刀宽 4mm。程序如下：

```
O0001；
N10 M03 S××；        主轴启动
N20 T0101；           执行 1 号刀补，把工件的加工坐标系原点偏移到工件的右端面上
N30 G00 X20 Z5；      快速定位到工件加工坐标系 X20 Z5 处
N40 G01 Z-20 F100；
N50 G00 X50 Z50；     移动到换刀处
N60 T0202；           执行 2 号刀补，把工件的加工坐标系原点偏移到工件的右端面上
N70 G00 X35 Z-24；    快速定位到工件加工坐标系 X35 Z-24 处
N80 G01 X-1 F80；     切断工件
N90 G00 X60 Z60；
N100 T0200；          取消 2 号刀补
N110 M05；
N120 M30；
```

- **操作过程**

1 对刀，设定好两把刀具的刀补值。

2 运行程序：可在任意安全点启动程序。注意开始自动加工时，程序光标位置一定要在程序开头。

6.1.2 相对对刀

当参数 P3750.7 和 P3752.7 都为 0（计数方式和加计数方式输入刀补量有效，出厂设置为无效）相对对刀方式有效。

相对对刀就是把其中一把刀的刀尖作为基准点，基准刀尖的刀补为 0，其它刀的补偿值都是相对于基准刀尖设置的。

注

采用相对对刀方式时，在程序的开头必须执行指令 G50 Xα Zβ。自动加工一旦运行此程序段，后面指令中绝对值指令位置都是用此坐标系下的坐标值来表示的。G50 指令设定的加工坐标系与机床坐标系无关。

步骤

参考图 6.1-1。

1 选择一把标准刀具，一般为加工时所用到的第一把刀。

2 启动主轴，手轮方式下，沿工件端面（表面 A）切削，在 Z 轴不动的情况下沿 X 轴将刀具移到安全位置，停止主轴转动。

3 在【位置】页面，录入方式下，执行 G50 Z0 ;（键入“G50Z0；”后，按“回车”键，再按“启动”键），此时 Z 轴绝对坐标清 0（此种情况是加工坐标系零点在工件右端面的回转中心上）。

4 手轮方式下，沿工件外圆面（表面 B）切削，在 X 轴不动情况下沿 Z 轴将刀具移到安全位置，停止主轴转动。

5 测量试切处工件的直径值“α”，在【位置】页面，录入方式下，执行 G50 Xα。（若试切点在工件回转中心线后侧的，则在录入方式下执行 G50 X-α）。
6 再在【位置】页面下，把 U（X 轴相对坐标地址）坐标清 0，这样用 G50 设定的加工坐标系零点位置就确定了。
7 换另外一把刀，手轮方式下，把刀尖移到工件端面上（即标准刀尖试切的位置点），在刀补的【测量】页面中把光标移到相应的刀补号上，输入 Z 后按[C 输入]软按键，则这把刀的 Z 方向的相对刀补便设定好了。
8 手轮方式下，把刀尖移到外圆面，也是标准刀具的试切点，输入 X 后按[C 输入]软按键，则 X 方向的刀补也设定好了。
9 如还有其它刀具，可重复以上步骤设定好这把刀具相对标准刀具在 X、Z 两个方向的刀偏值。

注

1 对刀结束后，移动刀具到程序启动点，即是程序 G50 Xα Zβ;中 α、β 的数值处，α、β 是标准刀具刀尖相对于工件坐标系零点在 X、Z 两个方向的距离值。程序结束时，编制的程序必须使标准刀具返回到程序的启动点，以便于再次启动程序。
2 机床运行过程程序后，系统会记忆启动点机床的坐标值。如加工过程中断，可利用程序回零的方法返回到程序的启动点，并继续加工。

加工举例

用两把刀具加工一外圆直径 Φ20mm，长度为 20mm 的圆柱体。毛坯直径Φ25mm。T01 刀用来切外圆，并作为标准刀具，T02 刀是切断刀，刀宽 4mm。程序如下：

```
O0001；
N10 G50 X50 Z50；      定工件加工坐标系，及确定标准刀具 1 号刀的起刀点位置
N20 T0101;             换 1 号刀，执行 1 号刀偏
N30 M03 S××；          主轴启动
N40 G00 X20 Z5；       快速移动到 G50 设定的工件坐标系 X20、Z5 处
N50 G01 Z-20 F100；    加工工件外圆长度为-20
N60 G00 X50 Z50；      快速移动到换刀点
N70 T0202；            换 2 号刀，执行 2 号刀偏
N80 G00 X35 Z-24；
N90 G01 X-1 F80；
N100 T0100；       换 1 号刀，取消刀偏
N110 G00 X50 Z50；     返回程序起点
N120 M05;              主轴停
N130 M30；             程序停止
```

- **操作过程**

1 对刀：按上面提到的对刀方式，把 T01 号刀作为标准刀具，把坐标系零点设定在工件的右端面上，标准刀具的刀补值暂定为 0。同时把 T02 号刀相对于 T01 号刀的刀偏值设定好。如加工后有尺寸偏差可调整 T01 的刀补值，对 T02 的刀偏值没有影响。
2 运行程序：对好刀后，可手动方式选择标准刀具，再在录入方式下执行“G00 X50 Z50；”程序段，把标准刀具快速定位至距离工件的右端面（工件坐标系零点）X50

Z50 处，就可运行程序了。自动运行时，光标位置一定要在程序的开始位置。

注

1 执行 G50 Xα Zβ;程序段时，此程序段本身不会使刀具产生移动，只是确定刀具目前处在新的加工坐标系中的位置值，同时也确定了加工坐标系零点的位置。

2 G50 指令设定的加工坐标系，每次运行程序时刀具的起刀点必须是同一点，即是程序 G50 指令中指定的加工坐标系位置点 α β。

3 如机床刀具没有回到起刀点时就关机了，这样重新开机运行程序前，必须先对刀找到标准刀具启刀点的位置。确定标准刀具启刀点位置的方法是：

(1) 在录入方式程序页面下，输入标准刀具的刀号，如 T0100，选择标准刀具，同时取消其刀具补偿值。

(2) 在手轮方式下把刀具移到试切点的位置，Z 向是工件的右端面，X 向为外圆面，在录入方式下，执行“G50 Xx Z0”程序;（x 为试切处工件的直径值），确定出工件坐标系零点的位置。

(3) 然后再在录入方式下执行 G00 Xα Zβ 把刀具快速定位到启刀点的位置，这样就可重新启动程序加工工件。

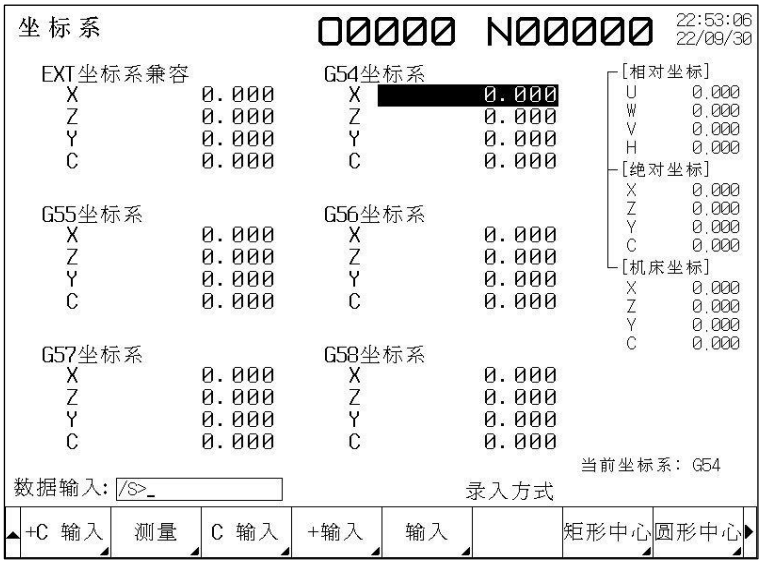
6.1.3 中心对刀

当参数“WPMID”（P0500.1）设置为 1 时，还支持以下两种对刀方式。

矩形中心

1 检索到要设定的工件坐标系（依次按【刀补】→[坐标系]）。

2 按[操作]→[矩形中心]软按键，进入分中对刀画面，如下图所示（以 G54 坐标系为例）。



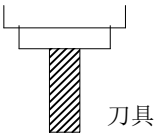
3 移动 X 轴到对刀位置 1，按[X1 设入]软键，系统自动将 X 轴当前机床坐标记录到 X1，并清空 X2。

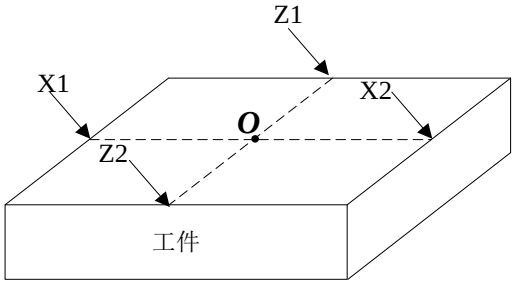
4 移动 X 轴到对刀位置 2，按[X2 设入]软键，系统自动将 X 轴当前机床坐标记录到 X2，设置完 X1 和 X2 后，系统自动设置 G54 坐标系 X 轴零点，即（X1+X2）/2。

5 移动 Z 轴到对刀位置 1，按[Z1 设入]软键，系统自动将 Z 轴当前机床坐标记录到 Z1，

并清空 Z2。

6 移动 Z 轴到对刀位置 2，按[Z2 设入]软键，系统自动将 Z 轴当前机床坐标记录到 Z2，设置完 Z1 和 Z2 后，系统自动设置 G54 坐标系 Z 轴零点，即（Z1+Z2）/2。



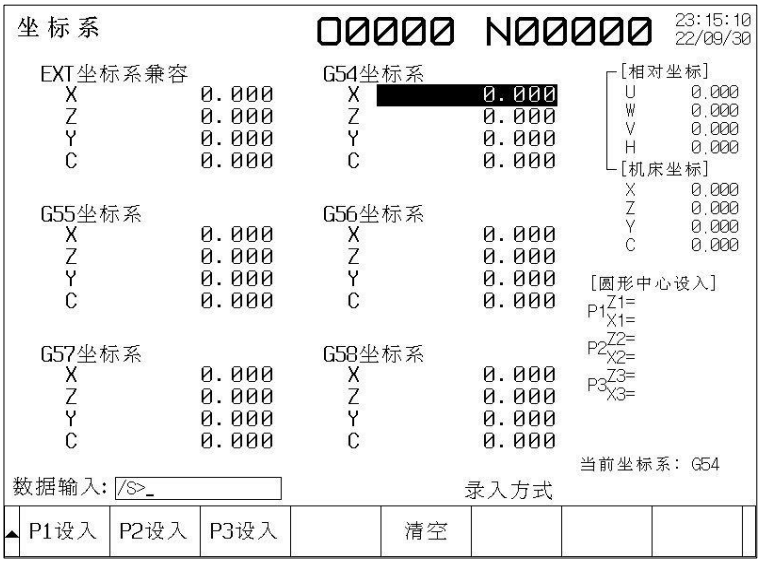


7 若中途发生错误，可按[清空]软键，清空 X1/X2/Z1/Z2 记录的数据。

圆形对刀

1 检索到要设定的工件坐标系（依次按【刀补】→[坐标系]）；

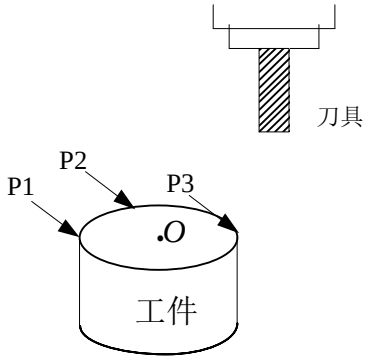
2 按[操作]→[圆形中心]软按键，进入三点圆心对刀画面，如下图所示：



3 移动刀具到对刀位置 1，按[P1 设入]软键，系统记录 X、Z 轴当前机床坐标到 P1，并清空 P2 和 P3 坐标。

4 移动刀具到对刀位置 2，按[P2 设入]软键，系统记录 X、Z 轴当前机床坐标到 P2。

5 移动刀具到对刀位置 3，按[P3 设入]软键，系统记录 X、Z 轴当前机床坐标到 P3，并以 P1、P2 和 P3 三点确定的圆的圆心作为选定坐标系的 X、Z 轴的零点。



6 若中途发生错误，可按[清空]软键，清空 P1/P2/P3 记录的数据。

注

如果三点共线或计算出的圆心位置坐标超过 8 位数，那么系统将报警。

6.2 程序编辑

6.2.1 概述

用户可在数控系统中直接编辑程序。

步骤

编辑程序的一般步骤如下：

1 切换到位置画面或程序画面的程序区；

2 切换到编辑方式或录入方式；

3 打开程序保护开关；

4 利用 MDI 键盘的各地址键、数字键和功能键，新建、修改、删除程序。

说明

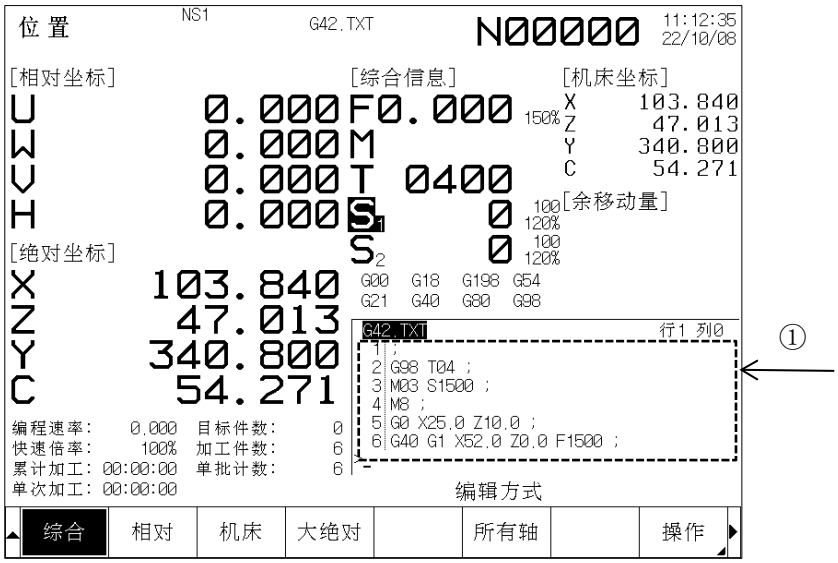
- **程序区**

程序区是指系统中程序显示和编辑的窗口。位置画面和程序画面都包含程序区。如下图标注①所示。

进入位置画面中的程序区的步骤如下：

1 按【位置】键，进入位置画面；

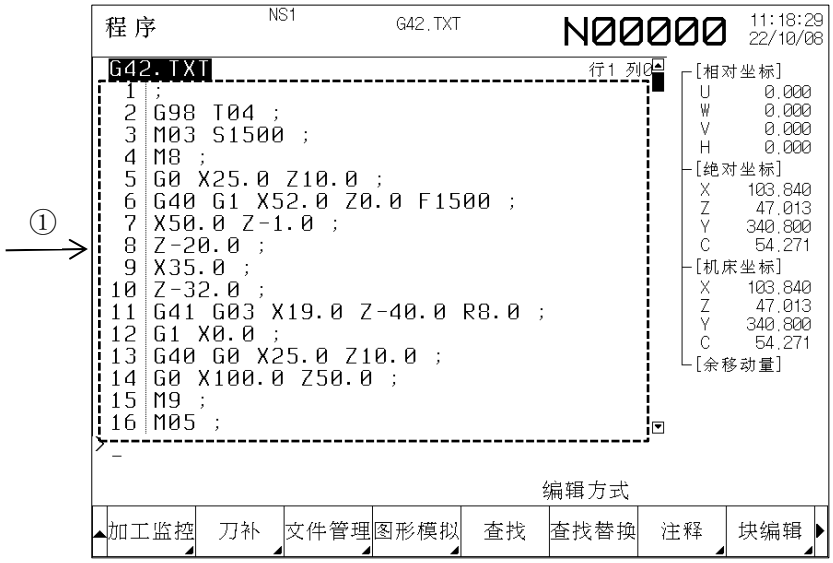
2 按[综合]软键，可以进入“综合”画面，右下角为程序区，此时可进行编辑操作。



进入程序画面的程序区的步骤如下：

1 按【程序/文件】键，进入程序画面；

2 程序画面的左侧显示当前程序。



- **工作方式和程序保护开关**

1 通常系统需要切换到编辑方式或录入方式，才能进行程序编辑。

2 编辑 MDI 临时程序（0 号程序）时不需要打开程序保护开关，而编辑普通程序（非 0 号程序）时，必须打开程序保护开关。

3 对普通程序的修改会立即保存到存储器中，而对 MDI 临时程序的修改，则只有当参数“RMPP”（P2302.3）设为 1 时，才会保留 MDI 临时程序。

注

1 虽然录入方式下，可以编辑普通程序，但一般不建议这么做。录入方式一般只用于编辑 0 号程序，并运行它，执行一些简单的操作。

2 程序保护开关（简称程序开关）可以保护程序不被意外地修改，用户可以在设置页面中打开。

3 程序保护开关也可能通过机床上的按钮或钥匙控制，参见机床厂的说明书。

限制

- **程序数量**

  标准配置的系统最大可存储 5000 个程序。

- **存储容量**

  标准配置的系统，程序总容量有普通程序都会自动保存到存储器中。
  单个程序大小无限制，但不能超过程序总容量。

6.2.2 本地程序编辑

本地程序是指存储在 NC 内部存储空间的程序，编辑程序开始时，必须先切换到程序区，编辑方式，并打开程序保护开关。本书后续的程序编辑操作，不再重复说明这一步骤；程序容量大于参数“超过参数指定大小的程序需要手动存储”（P2319）设定的值时，修改程序后系统会在合适时机自动保存，也可以选择手动按【保存】软按键保存。

6.2.2.1 新建程序

步骤

1 在程序画面按[文件管理]软键或者按两次【程序/文件】按键，进入文件管理画面。
2 在本地子画面下按[新建]软键。
3 弹出新建程序窗口，输入程序号，如“O1”或使用默认的程序号，然后再按[新建]软键。

以上的操作，系统都将创建一个空的程序。其中：“O0001”是程序号；“%”表示程序结束符。

限制

1 程序号的默认取范围是 1~9999，当参数“PRG9”（P2300.2）为 1 时，程序号大于等于 9000 的程序不可以显示和编辑。
2 程序名可以修改为任意数字、字母、符号。
3 子程序的程序号，必须为 Oxxxx(x 表示 0-9，不能全部为 0)。
4 系统不允许任何两个程序具有相同的程序号，当输入了一个已经存在的程序号时，将会提示程序已存在。

6.2.2.2 删除程序

步骤

- **单个程序删除**

  1 在程序画面按[文件管理]软键或者按两次【程序/文件】按键，进入文件管理画面；
  2 将光标移动到要删除的程序，如“O0001”；
  3 按[删除程序]软键。

- **删除所有程序**

  1 在程序画面按[文件管理]软键或者按两次【程序/文件】按键，进入文件管理画面；
  2 按屏幕下方最左侧软按键，按【清空程序】
  3 按[删除所有]软键删除所有程序，按[删除用户]软键删除除 O9000-O9999 外的所有程序。

6.2.2.3 删除一个或多个程序段

步骤

- **删除光标所在程序段**

1 光标移动至要删除的行；

2 在程序页面按【►】软键，再[删除行]软键。

6.2.2.4 块编辑

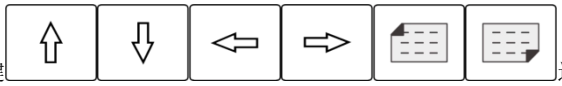
块编辑功能提供程序段选择、复制、剪切、粘贴以及删除块等编辑操作，这些功能的操作只能在程序画面的程序区完成，位置画面的程序区不具备这样的功能。在程序画面按[块编辑]软键进入块编辑子菜单。

◆ 选择

用户可以选择要编辑的程序块，从而进行下一步的编辑。

步骤

1 在“块编辑”子菜单下按[选择]软键；

2 按光标键  选择程序内容。

说明

1 选择程序块时，只能连续选择，不能间断；

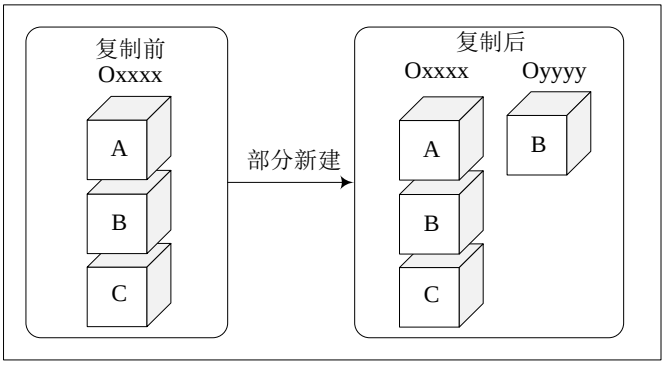
2 选择的过程中，按[取消选择]软键可以取消选择。

◆ 复制粘贴程序块

用户可通过粘贴功能，粘贴内存中复制的内容，可以粘贴到原程序中，也可以粘贴到其他程序中。

粘贴到新程序

下图是复制一部分程序并粘贴到新的程序中的示意图。被复制的程序号为 xxxx，被复制的部分为 B 部分，新建的程序号为 yyyy。粘贴操作后，xxxx 程序保持不变，yyyy 程序与 xxxx 程序的 B 部分相同。



- **步骤**

1 按[选择]软键并移动光标，选定程序块。

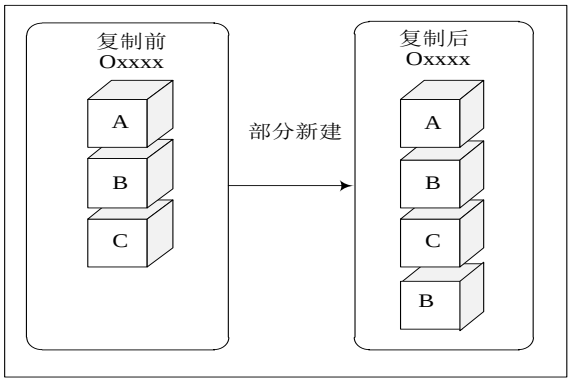
2 按[复制]软键。

3 文件管理界面新建程序号。

4 在新建的程序中按[块编辑]→[粘贴]软键。

粘贴到原程序

下图是复制一部分程序并粘贴到程序内其他位置的示意图。被复制的程序号为 xxxx，被复制的部分为 B 部分，粘贴操作后，xxxx 程序 C 部分后粘贴了 B 部分程序块。



- **步骤**

1 按[选择]软键并移动光标，复制程序块；

2 按[复制]软键；

3 移动光标至要粘贴程序块的位置；

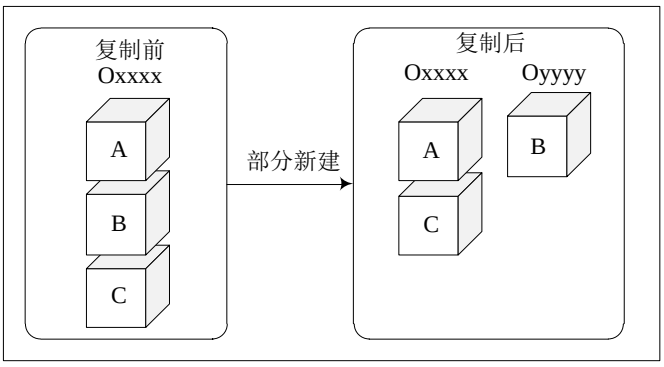
4 按[粘贴]软键。

◆ 剪切粘贴程序块

用户可通过粘贴功能，粘贴内存中剪切的内容，可以粘贴到原程序中，也可以粘贴到其他程序中。

粘贴到新程序

下图是剪切一部分程序并粘贴到新的程序中的示意图。被剪切的程序号为 xxxx，被剪切的部分为 B 部分，新建的程序的程序号为 yyyy。剪切粘贴操作后，xxxx 程序中 B 部分删除，yyyy 程序与 xxxx 程序的 B 部分相同。

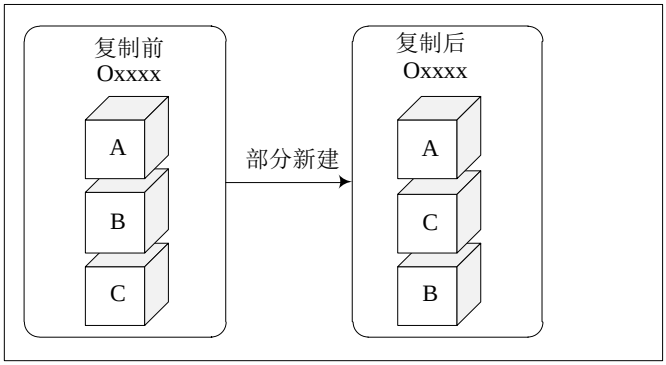


- **步骤**

1 按[选择]软键并移动光标；
2 按[剪切]软键；
3 文件管理界面新建程序号。
4 在新建的程序中按[块编辑]→[粘贴]软键。

粘贴到原程序

下图是复制一部分程序并粘贴到程序内其他位置的示意图。被复制程序的程序号为 xxxx，被复制的部分为 B 部分，粘贴操作后，xxxx 程序 C 部分后粘贴了 B 部分程序块。



- **步骤**

1 按[选择]软键并移动光标；
2 按[剪切]软键；
3 移动光标至要粘贴程序块的位置
4 按[粘贴]软键。

◆ 删除块

在程序内按[选择]软键并移动光标选择程序块，然后在“块编辑”菜单[删除块]软键，可以将选中的程序块删除。

6.2.2.5 撤消

对程序内容进行编辑以后，按程序画面下的[撤销]软键或“块编辑”画面下的[撤销]软键，都可对之前的编辑操作进行撤消。

注

1 撤消动作只能对之前的 20 步操作进行撤回；
2 只能撤消编辑程序内容的操作，如果程序被删除，则无法撤销；
3 如果对一个程序内容进行了编辑，然后切换至另外一个程序，则无法撤回对前一个程序的操作，切换回至前一个程序，则可以撤回之前的操作。

6.2.2.6 注释

编辑程序时，可以在程序每一行结束分号前插入一对小括号，在括号内部可以插入程序注释。也可以在程序每一行开始前加入注释行（//），执行程序时，注释的内容不会被执行。

步骤

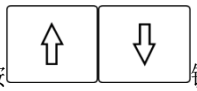
1 在程序画面内按[注释]软键进入子菜单；

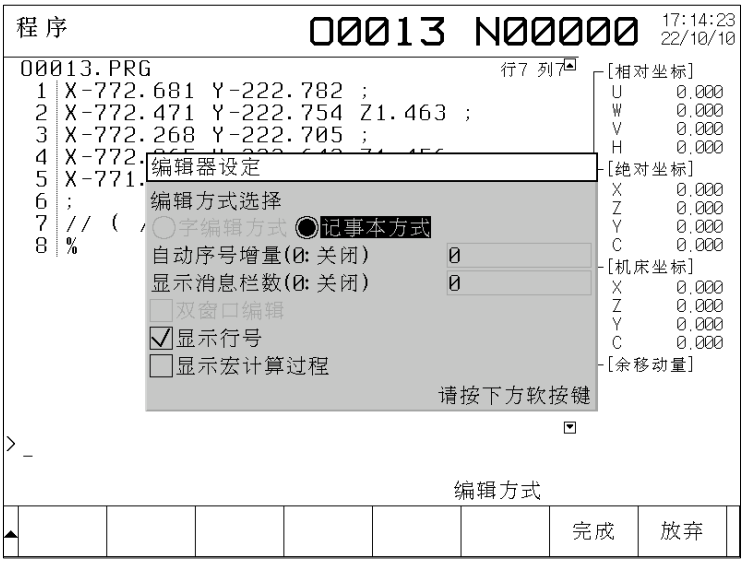
2 按[中文]或[ABC/abc]软键。

按[中文]软键可以将输入法切换至中文输入法；按[ABC/abc]软键可以将输入法切换至英文，反复按还可以在小写和大写之间切换。

3 如果输入的是字母，系统自动直接输入到程序中；如果输入的是汉字，通过数字键选择要的汉字后，按【插入注释】即可输入到程序中。

6.2.2.7 编辑设置

在程序画面按[编辑设置]软键可以设置编辑方式、自动序号增量、显示消息栏数、是否显示行号以及是否显示宏计算过程。编辑器设定窗口如下图，按  键可以修改各设置。



◆ 编辑方式

只能使用记事本方式；

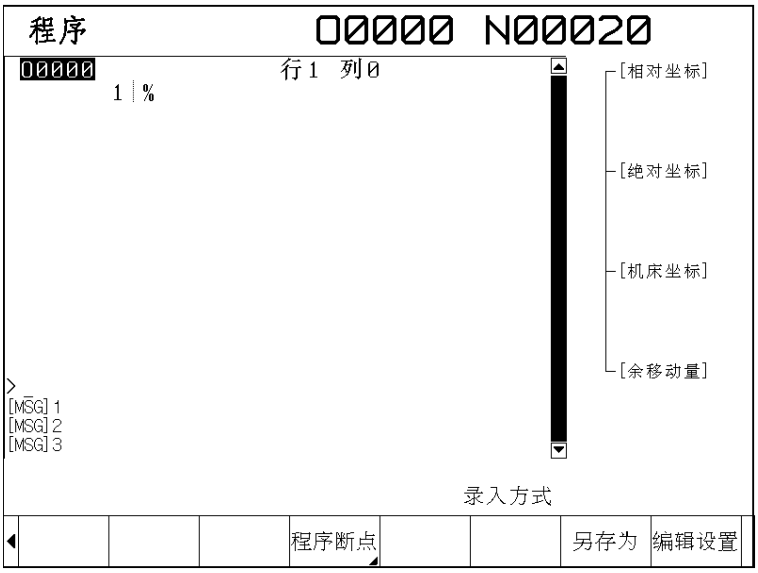
记事本方式可以对程序中单个字母、数字以及符号进行编辑。

◆ 自动序号增量

当在“自动序号增量”输入框中输入 0 时，自动序号功能关闭；输入 1～9999 时，开启自动插入顺序号功能并且设置自动插入的顺序号增量，同时参数“顺序号增量”也改为此处设置的值。

◆ 显示消息栏数

当在“显示消息栏数”输入框中输入 0 时，消息栏不显示；输入 1～9 时，显示对应行数的消息栏。下图中显示 3 行消息栏。



说明

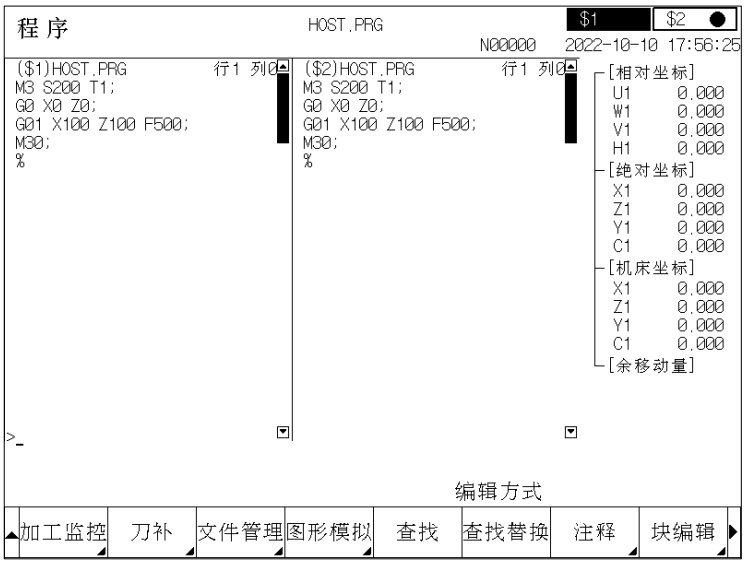
在进行程序编辑操作时，系统会有一些提示消息，这些消息可以会显示在程序区的消息行中。消息行在程序区的输入行的下面，它总是显示最新的提示消息。

限制

消息行数的增加将导致程序行数减少，系统会保证程序行数不小于 3，最大可以设置 15 行，所以当消息行数设置过大时，程序显示区会被自动地减小。

◆ 双窗口编辑

双窗口编辑仅供多通道系统程序编辑页面使用，单通道时自动无效。



◆ 显示行号

光标移动到“显示行号”处，按【回车】键可以选中或者取消，从而设置是否显示行号。

说明

1 行号从程序开头，从 1 开始，对每一个程序段进行编号，最多可为 7 位数。当行号显示使能时，行号显示在程序的左边，和程序以虚线相隔；

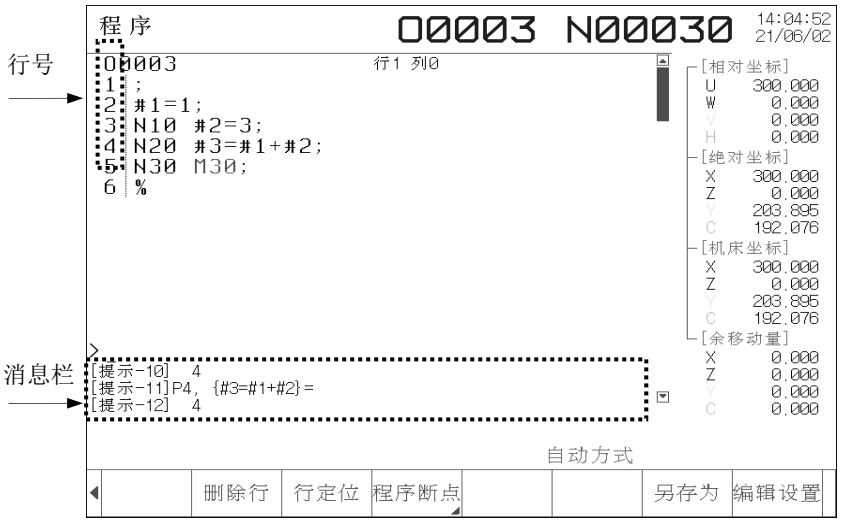
2 程序在编写时，并不是每一个程序段都包含顺序号 N，为了确定程序段在整个程序中的位置，用户可以使用 PN 指令，使能行号号显示功能；

3 当行号显示使能时，再次执行 PN 指令，行号将被隐藏。

◆ 显示宏计算过程

光标移动到“显示宏计算过程”处，按【回车】键可以选中或者取消，从而设置是否显示宏计算过程。

如下图所示，消息栏中的消息就是宏计算过程。其中[提示-11]中“P3”表示宏计算的行号，“{#3=#1+#2}”是宏计算的表达式，[提示-12]中的 4 是“P3”行宏计算的结果。



6.2.3 后台编辑

编辑不同于主程序的程序叫后台编辑，可以在执行程序的过程中编辑其他程序，并与通常的编辑具有相同的编辑操作。后台编辑在参数“BGEDIT”（P2300.1）设置为 1 且自动方式的程序页面有效。

注

如果是在程序运行过程中进行后台编辑，则不宜进行大程序的编辑否则会影响到主程序的译码和执行。

说明

非后台编辑时的当前程序为主程序。对主程序的编辑只能在前台编辑。后台程序只在程序功能页面显示，位置页面等非程序功能页面依然显示主程序。当程序执行过程中时，可以在位置页面观察主程序执行状况，在程序页面进行后台编辑。

步骤

1 切换方式至自动方式；
2 按下【程序/文件】功能键，进入程序页面子菜单；
3 输入期望进行后台编辑的程序号，按下[后台编辑]软按键进入后台编辑；
4 后台编辑完成后，按下[后台退出]软按键结束后台编辑；
5 程序页面会在编辑区第一行显示后台编辑程序，在顶部显示主程序号。

状态

1 当程序以后台编辑方式打开，或在后台编辑状态下编辑时，该程序为后台编辑状态。处于后台编辑状态的程序不能作为子程序调用执行。
2 当切换后台编辑程序时，如果当前程序已经存盘则自动结束当前程序的后台状态并切换到新的程序号，如果当前程序未存盘则不会结束后台状态直到退出后台编辑。
3 退出后台编辑时，如果有未存盘的程序则自动进行存盘；如果退出时主程序指针为空，则把后台编辑程序设定为主程序。

限制

不能进行后台编辑的程序：
1 0 号程序；
2 DNC 程序（程序号>=10000）；
3 主程序或正在执行的子程序。

功能参数

2300							BGEDIT	

[数据类型] 位型

BGEDIT

0：后台编辑功能无效

1：后台编辑功能有效

注

在自动方式下，可以后台编辑其他程序，可以对后台打开的程序进行查找替换、块编辑、插入注释以及删除行等编辑操作。

6.2.4 U 盘程序编辑

本系统可打开和编辑 U 盘工作目录中的程序，也可启动运行该程序。该功能相当于把 U 盘作为系统程序存储器，大大扩展了系统的程序容量。U 盘中的程序是否允许编辑由参数“DNCE”（P2301.1）决定。

6.2.4.1 U 盘文件传输

◆ U 盘拷贝至 CNC

步骤

1 在程序画面按文件管理软键或者按两次【程序/文件】按键，进入文件管理画面。
2 在文件管理页面按[设备切换]至 U 盘页面。
3 将光标移动到要输入的程序，按【回车】按键或【存至本地】软按键，即可将 U 盘程序存至数控系统。

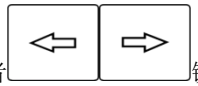
◆ CNC 拷贝至 U 盘

步骤

1 在程序画面按文件管理软键或者按两次【程序/文件】按键，进入文件管理画面。
2 在文件管理页面按[设备切换]至本地页面。
3 将光标移动到要输出的程序，按下【►】软键再按【复制到】即可拷贝至 U 盘；如需要备份全部程序时，可按【备份程序】软键，自动将所有程序备份到 U 盘。

6.2.4.2 打开 U 盘程序

步骤

1 切换至编辑方式；
2 按【程序/文件】键，进入程序画面；
3 按[文件管理]软键进入文件管理画面；
4 按[切换设备]软键或者  键切换至 U 盘目录；
5 移动光标至打开的程序，按[DNC 打开]软键。

6.2.4.3 编辑

DNC 打开的 U 盘程序是否能够编辑，由参数“DNCE”（P2301.1）决定。当 DNCE=1 时，允许编辑 DNC 缓冲区程序，对 DNC 程序的编辑操作，与编辑本地程序相同，可参考**错误!未找到引用源。**。

说明

1 当 DNCE（P2301.1）=1 时，DNC 程序可以编辑，【DNC 打开】软键把 DNC 程序完全加载到数控系统中，修改程序后【保存】时自动存储到外部设备；
2 当 DNCE（P2301.1）=0 时，按 B 类 DNC 程序打开，打开时只缓冲参数“DNC 加工中程序缓冲区保留段数”（P0113）指定的段数；
3 当本地空间不足容纳 DNC 程序时，按 B 类 DNC 程序打开，此时无法进行 DNC 程序编辑，编辑时报警 PS666：请检查 DNCE 参数或程序过大无法在 NC 上编辑。

6.2.4.4 U 盘文件保存

如果用户修改了打开的 U 盘文件，那么系统会在屏幕右下方，状态行中以红色文件闪烁显示“请存盘！”字样，此时在程序画面的子菜单中，[关闭]软键变为[保存]软键，按[保存]软键修改后的程序保存至 U 盘。

注

1 只有当正在编辑的 U 盘文件被修改而未存盘时，才会显示[保存]软键；

2 如果修改了 U 盘文件，没有存盘，并且直接 DNC 打开了另个 U 盘程序，那么前一个程序修改的内容将不会保存；

3 存盘结束后，才能拔出 U 盘，如果在 U 盘上的指示闪烁时，拔出 U 盘，则可能损坏 U 盘或 U 盘中的文件系统。

6.2.4.5 U 盘文件关闭

关闭 U 盘文件就是将 U 盘文件从内存中移除，释放其所占有的内存。当保存好当前打开的 U 盘程序后，程序画面下的子菜单中会出现[关闭]软键，按此[关闭]软键可以将当前 U 盘文件关闭。

6.2.4.6 U 盘文件运行

U 盘文件打开后，驻留在内存中，运行方式与 NC 上的程序完全相同。

注

1 自动运行之前必须先保存程序；

2 对于无法装到内存中的大文件，只能采用 U 盘 DNC 方式加工。

6.2.5 网络程序编辑

本系统可打开并启动运行主机工作目录中的程序，并且支持修改网络文件。对网络程序编辑时，网络程序必须在上位机的工作目录下进行。对网络程序的编辑不需要打开程序开关。

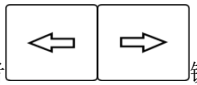
6.2.5.1 网络文件打开

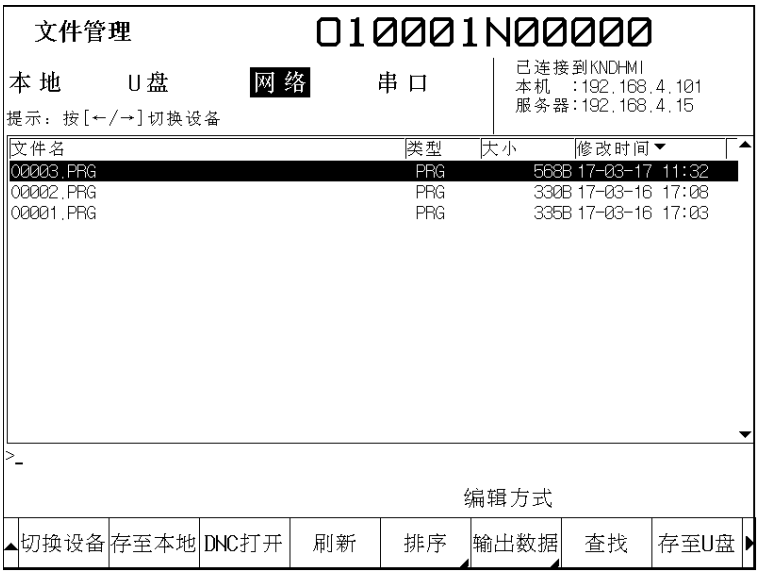
步骤

1 按【编辑】键，切换系统到编辑方式；

2 按【程序/文件】键，进入程序画面；

3 再按一次【程序/文件】键或者按程序画面的[文件管理]软键进入，文件管理画面；

4 按[切换设备]软件或者  键，进入网络子画面，如下图所示；



5 移动光标到要有效的程序文件，拓展名为 PRG/NC/CNC/TXT/PIM/PTP/CUT/RPP 的文件都是程序文件；

6 按[DNC 打开]软键，系统显示网络输入对话框直到文件内容完全读入内存。

说明

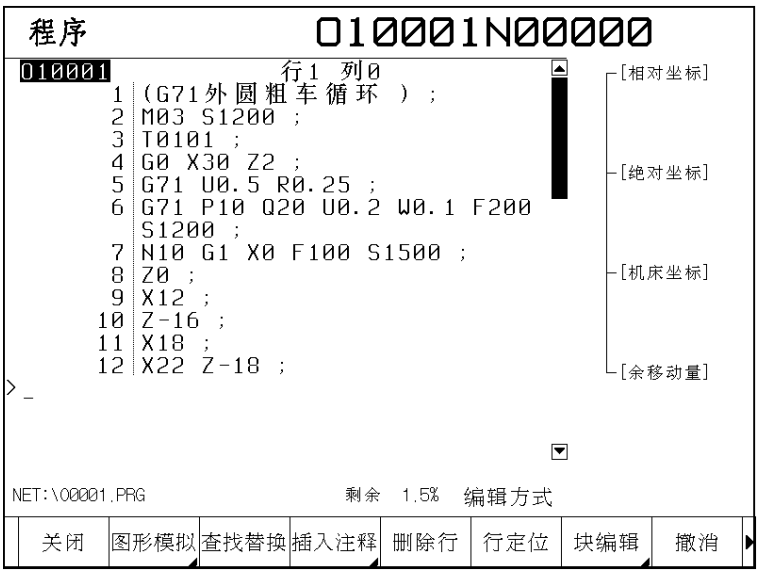
- **程序号的确定**

1 如果网络程序内容中有程序号 Oxxxx，那么 DNC 打开后，该程序的程序号显示为 O1xxxx；

2 如果网络程序内容中缺少程序号，本地新建程序时，默认程序号为 Oyyyy，那么 DNC 打开缺少程序号的网络程序时，显示程序号为 O1yyyy，与网络程序的文件名没有关系。

- **文件路径和关闭菜单显示**

如下图所示，网络文件显示时，会在程序区左下方，状态行上显示文件路径：“NET:\（文件名）.（拓展名）”。在进入程序子画面后，菜单选项与 DNC 打开 U 盘程序时相同， DNC 打开网络程序后程序画面如下图：



限制

网络程序文件中的程序内容，必须在程序开头和结尾处有“%”，否则在 DNC 打开时会发生 P/S 报警（1405）：接收数据失败。

6.2.5.2 网络文件关闭

关闭网络文件就是将网络文件从内存中移除，释放其所占有的内存。DNC 打开网络程序后，进入到程序画面，此时，在程序画面下有[关闭]软键，按[关闭]软键可以将网络程序关闭。

注

如果关闭网络程序之前，对网络程序进行了修改编辑操作，[关闭]软键就会变为[保存]软键，所以，关闭网络程序之前，必须先保存网络程序。

6.2.5.3 网络文件运行

网络文件打开后，驻留在内存中，运行方式与本地程序完全相同。

对于无法装到内存中的大文件，只能采用 DNC 方式加工。

6.2.5.4 网络程序编辑

对网络程序的编辑与本地程序的编辑操作上基本相同，需要注意的是，无论网络程序的大小为多大，对网络程序编辑以后都需要手动保存。

6.3 试运行

实际加工之前，为了测试加工程序的正确性，可使用本章所述的功能来调试加工程序。

6.3.1 图形模拟

说明

支持快速绘图机能，【程序/文件】页面下方显示【图形模拟】软按键。在编辑、自动和录入方式下，按【图形模拟】软按键启动图形模拟功能，在图形模拟状态下，屏幕右下方状态栏中闪烁显示“图形模拟”提示信息。

- **连续模拟**

从程序画面按【图形模拟】软按键后，进入图形模拟画面并且执行“连续模拟”功能，连续模拟时，程序从头至位模拟一遍，并将轨迹模拟出来。

- **单段模拟**

“单段模拟”功能时，每按一次【单段模拟】软按键，只模拟一段程序，并且将该段程序的轨迹模拟出来。

- **退出模拟**

按下【退出模拟】或【▲】软按键退出快速绘图功能。

限制

在图形模拟状态下：

1 机床不动。

2 辅助机能无输出。

4 程序编程速度无效。

5 主程序用 M99 结束时，在图形模拟情况下只运行一次。

7 超程检查是否有效，取决与参数“GSSLA”(P600.5)，预设为 1，图形模拟不检测软限位。

6.3.2 自动手轮功能

自动手轮开关打开时，系统会在状态行中，操作方式后显示“手轮”字符。

手轮正向转动时，系统按程序指定的方向运动；手轮负向转动时，系统将按程序指定的反方向运动（逆向运动），自动手轮速率按程序速率进给。

注

1 参数“自动手轮平滑时间”（P5310）可设置平滑时间，减小手动旋转带来的抖动。

2 逆向运动不能跨越程序段，最多逆向运动到当前程序段开始位置。

6.3.3 单段功能

当单程序段开关打开时，执行完一个程序段后，系统将会停止，再启动后，执行完下一个程序段后，系统将会再次停止。用户可以一个程序段一个程序段地执行整个程序，常用于检查多个程序段的执行结果是否满足期望。

操作面板上有单段按键，多次按下时，会在“开→关→开”中切换，键上的指示灯亮时，表示单程序段开关打开，键上的指示灯灭时，表示单程序段开关关闭。

步骤

1 自动运行之前，打开“单程序段”状态，程序开始启动执行后，执行完第一个程序段就会停止。

2 自动运行时，打开“单程序段”状态，在执行完当前正在执行的程序段后，就会停止。

6.4 安全操作

6.4.1 紧急操作

在加工过程中，由于用户编程、操作不当或产品故障等原因，可能会出现一些意想不到的结果。此时必须使系统立即停止工作。本节描述的是在紧急情况下系统所能进行的处理，机床在紧急情况下的处理请见机床制造厂的相关说明。

6.4.1.1 复位

当机床异常输出或坐标轴异常动作时，按【复位】键，可使系统立即复位，复位时：

1 所有轴运动停止。

2 冷却、润滑、主轴旋转停止输出。

3 自动运行结束，但保持各模态。

6.4.1.2 急停

机床运行过程中，在遇到危险或紧急情况下，应按下急停按钮，系统立即控制机床停止移动，停止输出冷却、润滑，停止主轴旋转等，并显示急停报警。

松开急停按钮后，急停报警解除，系统进入复位状态。为了确保坐标位置的正确性，急停报警解除后，应重新执行机械回零操作。

注

1 急停按钮可能被 PLC 程序屏蔽，请参见机床厂的说明书。

2 解除急停报警前，请先确认故障已经排除。

3 在开机和关机之前按下急停按钮可减少设备的电冲击。

6.4.1.3 切断电源

机床运行过程中，在遇到危险或紧急情况下，也可立即切断机床电源，防止事故发生。

切断电源后，系统显示坐标与实际位置可能有较大偏差，必须进行重新对刀等操作。

6.4.2 超程防护

为了避免各进给轴超出行程而损坏机床，必须采取超程防护措施。

6.4.2.1 软件超程防护

软件超程防护和硬件超程防护类似。软件超程的正负向限位坐标对应硬件超程的限位开关。各轴正、负向限位坐标分别由轴型参数“正向行程限位”（P0610）和“负向行程限位”（P0611）指定，它们所限定的范围称为软限位。当机床坐标将要超出软限位时，系统立即停止刀具移动，并显示超程报警。手动反向移动刀具，使各轴机床坐标进入限定范围，可解除报警。

6.4.2.2 硬件超程防护

机床上，一般各轴正、负方向上都安装了限位开关（行程开关），刀具只能在由各轴正、负限位开关限定的范围内移动。当刀具试图越过限位开关时，限位信号有效，系统立即停止刀具移动，并显示超程报警信息。

当出现超程时，反向移动刀具（正向超程，则负向移动；负向超程，则正向移动）脱离限位开关，若移动过程中，限位信号无效，则报警自动解除。

注

硬件超程防护功能是否启用，限位开关如何连接到系统，请参见机床厂的说明书。