



SYNTEC
TECHNOLOGY CO.,LTD.

铣床程序手册

匯出日期: 2026-01-23

修改日期: 2025-11-14

- G码指令一览表.
- G 码指令说明
 - G00: 直线快速定位
 - G01: 直线插补、切削进给
 - G02/G03: 螺旋插补
 - G02/G03: 螺旋插补、圆锥插补
 - G02/G03: 顺时针、逆时针圆弧插补
 - G02.4/G03.4: 三点圆弧插补
 - G04.1: 轴群间同步等待
 - G04: 暂停指令
 - G05.1: 路径平滑模式
 - G05: 高精轨迹控制功能 (XYZ几何轴)
 - G05: 高精轨迹控制功能 (含旋转轴)
 - G06.2: NURBS曲线插补
 - G09/G61: 确实停止检测
 - G10.6: 开启刀具回退功能
 - G10.9: 直半径轴编程切换
 - G10: 可程式资料输入
 - G12.1/G13.1: 启动、取消极坐标插补
 - G15/G16: 极坐标命令
 - G17/G18/G19: 工作平面设定
 - G22/G23: 第二软体行程极限
 - G28.1: 高速定位指令
 - G28: 参考点复归
 - G29: 从参考点回归
 - G30: 任意参考点回归
 - G31.10/G31.11: 多轴多讯号跳越机能
 - G31: 跳越机能
 - G33: 螺牙切削
 - G37.2: 自动对刀II
 - G37.3: 自动对刀III
 - G37: 自动对刀I
 - G40/G41/G42: 刀具半径补偿
 - G40.1/G41.1/G42.1: 切法线控制
 - G41.2/G41.6/G42.2/G42.6 三维刀具半径补偿
 - G43/G44/G49: 刀具长度补正
 - G43.4: 刀尖点控制 Type1
 - G43.5: 刀尖点控制 Type2
 - G45/G46/G47/G48: 刀具偏置
 - G51/G50: 比例功能
 - G51.1/G50.1: 镜像机能
 - G51.2-G50.2-启动 取消 多边形切削
 - G52.1/G52.2: 轴移除/轴借用功能
 - G52: 局部坐标设定
 - G53.1: 斜平面加工刀具对正
 - G53.3: 斜平面加工刀具对正 (五轴联动)
 - G53.6: 斜平面加工刀具对正 (刀尖点或旋转中心控制)
 - G53: 机械坐标定位
 - G54...G59.9: 工作坐标系统设定
 - G54.4: 关闭/启用工件坐标系旋转
 - G61/G62/G63/G64: 切削模式设定
 - G65: 单一宏程序程式呼叫
 - G66/G67: 模式宏程序程式

- G68/69: 坐标旋转
- G68.2: 斜平面加工 (参考尤拉角)
- G68.3: 斜平面加工 (参考刀具方向)
- G70/G71: 英制/公制单位设定指令
- G73: 高速啄式钻孔循环
- G74: 左手攻牙循环
- G76: 精细搪孔循环
- G80.2 关闭高精度进阶摆荡循环
- G80-G89: 钻孔用固定循环
- G81.1: 摆荡循环
- G81.2 高精度进阶摆荡循环
- G81: 钻孔循环
- G82: 孔底暂停钻孔循环
- G83: 啄式钻孔循环
- G84.48: 攻牙回退指令
- G84: 攻牙循环
- G85: 钻孔循环
- G86: 高速钻孔循环
- G87: 背面精细搪孔循环
- G88: 半自动精细搪孔循环
- G89: 孔底暂停搪孔循环
- G90/G91: 绝对/增量指令
- G92.1: 绝对零点坐标系统预设
- G92: 绝对零点坐标系统设定
- G93: 反时间进给
- G94/G95: 进给量单位设定
- G96/G97: 等表面线速度控制
- G98/G99: 钻孔复归位置(初始点/R点)
- G114.1/G113-启用/取消 主轴同期功能
- G114.3/G113-启用/取消 主轴乘载功能
- G120.1: 多组加工条件
- G134: 圆周孔循环
- G135: 角度直线孔循环
- G136: 圆弧孔循环
- G137.1: 棋盘孔循环
- 循环加工机能
- M码指令说明
 - 中断型副程序呼叫功能(M96/M97)
- T码指令: 刀具机能
- F码指令: 进给机能
- S码指令: 主轴转速机能

SYNTEC

1 G码指令一览表.

1.1 名词定义

说明	定义	范例
模态G码	以下两列情况可视为模态G码： 1. 在G码关闭前，该G码功能持续有效，接续单节之轴向引数受此G码指令影响 2. 在执行同组的其他G码前，该G码功能持续有效，接续单节之轴向引数受此G码指令影响	1. 执行G43、G44后，若未使用G49关闭，则刀长补偿持续有效 2. G00、G01 程序范例 G00 X0. // 执行G00 Y0. // 执行G00 G01 X100. // 执行G01 Y100. // 执行G01
非模态G码	G码指令只在单节有效，且轴向引数只在G码指令中的程序段影响	G04 程序范例 G01 X1. // 执行G01 G04 X3. // 执行G04 X5. // 执行G01

*底色绿色表示为模态G码

项目	功 能 名 称	分 组	解除指令	备注
G00	直线快速定位	插补模式	执行同组其他G码	
G01	直线插补、切削进给			
G02	圆弧插补（顺时针）			
G02.4	三点圆弧插补（顺时针）			
G03	圆弧插补（逆时针）			
G03.4	三点圆弧插补（逆时针）			
G04	暂停指定时间		无	

项目	功 能 名 称	分组	解除指令	备注
G04.1	轴群间同步等待			
G05	高速高精模式		G05 P0	
G05.1	路径平滑模式		G05.1 Q0	
G06.2	NURBS曲线插补		G05 P0	
G09	确实停止检测		无	
G10	可程序资料输入			
G10.6	开启刀具回退功能			
G10.9	直半径轴编程切换			
G12.1	极坐标插补	极坐标插补模式	G13.1	
G15	极坐标命令取消	极坐标命令模式	G15	
G16	极坐标命令			
G17	设定X-Y工作平面	平面选择模式	执行同组其他G码	
G18	设定Z-X工作平面			
G19	设定Y-Z工作平面			
G22	第二软体行程极限	行程限制模式	G23	
G23	取消第二软体行程极限			
G28	参考点回归		无	
G29	从参考点回归			
G30	任意参考点回归			

项目	功 能 名 称	分 组	解除指令	备注
G31	跳越指令			
G31.10/ G31.11	多轴多讯号跳越机能			
G33	螺牙切削	插补模式	执行同组其他G码	
G37	自动对刀I		无	
G37.2	自动对刀II			
G37.3	自动对刀III			
G40	刀具半径补偿消除	刀具半径补偿模式	G40	
G41	刀具半径左补偿			
G42	刀具半径右补偿			
G40.1	取消切法线控制	切法线控制	G40.1 或 G49	需选配 Option-59
G41.1	切法线控制左补偿			
G42.1	切法线控制右补偿			
G43	刀具长度正补偿	刀具长度补偿模式	G49	
G43.4	刀尖点控制			五轴
G44	刀具长度负补偿			
G49	刀具长度补偿取消			
G45	刀具偏置(一倍正补偿)		无	
G46	刀具偏置(一倍负补偿)			
G47	刀具偏置(两倍正补偿)			

项目	功 能 名 称	分组	解除指令	备注
G48	刀具偏置(两倍负补偿)			
G50	比例功能取消	尺寸模式	G50	
G51	比例功能			
G50.1	镜像机能取消		G50.1	
G51.1	镜像机能			
G52	局部座标系统设定		G52 X0.0 Y0.0 Z0.0	
G52.1	轴移除	轴移除/轴借用功能	G52.1	
G52.2	轴借用			
G53	机械座标系统定位		无	
G53.1	斜平面加工刀具对正			五轴
G54	工作座标系统设定		Pr3229	
G54.4	关闭/启用工件座标系旋转		Pr3229、G54.4 P0	
G59	工作座标系统设定		Pr3229	
G61	确实停止检测	切削进给控制模式	执行同组其他G码	
G64	切削模式			※
G65	单一宏程序程序呼叫		无	※
G66	模式宏程序程序呼叫		G67	※
G67	模式宏程序程序呼叫取消			
G68	座标旋转开始	旋转模式	G69	

项目	功 能 名 称	分组	解除指令	备注
G68.2	斜平面加工			五轴
G69	座标旋转取消			
G70	英制单位加工	英、公制模式	执行同组其他G码	
G71	公制单位加工			
G73	高速啄式钻孔循环	插补模式	1. 执行G80 说明：解除后， 回复之前插补模式 e.g. G00 X0. G74 X5. Y5. Z-10. R-5. P2.; X15.; // 执行G74 G80; Y15.; // 执行G00 2. 执行其他插补模式G码 说明：解除后， 变更为该插补模式 e.g. G00 G74 X5. Y5. Z-10. R-5. Q3.; X15.; // 执行G74 G01; Y15.; // 执行G01	
G74	左手攻牙循环			
G76	精细搪孔循环			
G80	取消循环			
G81	钻孔循环			
G82	孔底暂停钻孔循环			
G83	啄式钻孔循环			
G84	攻牙循环			
G84.48	攻牙回退指令			
G85	钻孔循环			
G86	高速钻孔循环			
G87	背面精细搪孔循环			
G88	半自动精细搪孔循环			
G89	孔底暂停搪孔循环			
G90	绝对位置输入方式	绝对、增量命令模式	执行同组其他G码	

项目	功 能 名 称	分 组	解除指令	备注
G91	相对位置输入方式			
G92	绝对零点座标系统设定	座标系设定模式	执行同组其他G码	
G92.1	绝对零点坐标系统预设			
G93	反时间进给	加工进给模式	执行同组其他G码	
G94	每分钟进给 (mm/min.)			
G95	每转进给量 (mm/rev.)			
G96	等表面切削速度	主轴速度模式	G97	
G97	等表面切削速度取消			
G98	复归到初始点		执行同组其他G码	
G99	复归到R点			
G120.1	多组加工条件		G121	
G134	圆周孔循环		无	
G135	角度直线孔循环			
G136	圆弧孔循环			
G137.1	棋盘孔循环			

※SYNTEC 900M G code 采用国际通用 RS274D 规格，与FANUC 0M 规格唯一差异是 G70/G71（公/英制）相对 G20/G21

2 G 码指令说明

2.1 G00: 直线快速定位

2.1.1 指令格式

G00 [P1] X_Y_Z_ [F1=_] [Q=_];

X_Y_Z_: 指定点坐标

P1: 启用指定速度指令

F1: 进给速率 mm/min or inch/min

Q: 轴向交叠距离

2.1.2 说明

各轴在无切削状态下，以最短距离快速移动至指定点，X、Y、Z为终点的坐标，以G90/G91决定绝对或是增量值。

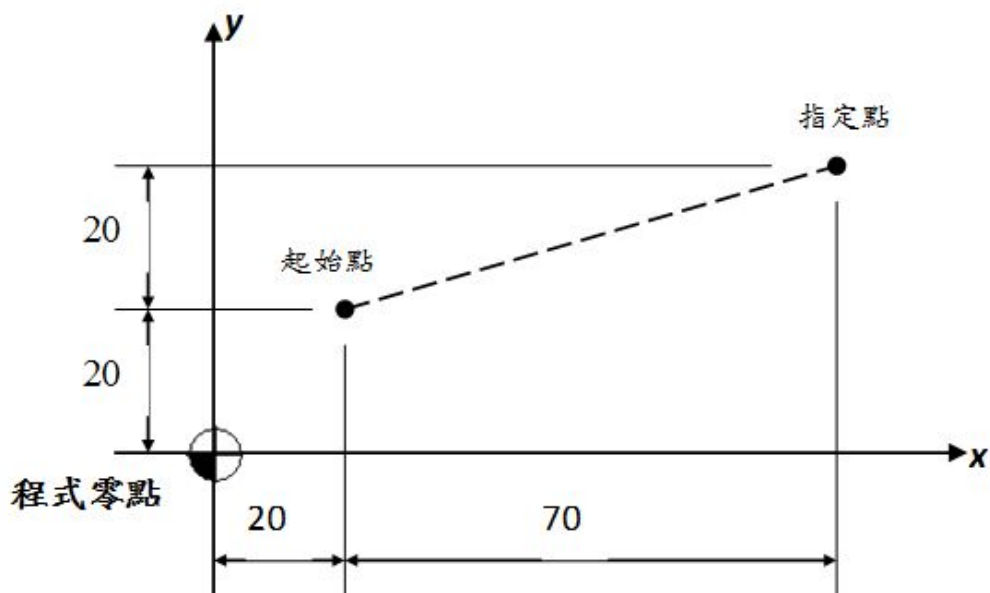
2.1.3 注意事项

1. 其运动方式可由 Pr411 设定 (0: 线性, 1: 各轴独立以最高速度移动)
2. G00 指令后必须同时下 P1、F1=_, 指定速度才会有效。若是没有下 P1, 则系统不会参考 F1=_ 指定速度移动, 仍会使用 Pr461~Pr480 设定之速度。
3. 当G00指令后同时下 P1 F1=_, 若Pr411=0, 合成速度会受 F1 命令和 Pr461~Pr480 设定值所限制; 若 Pr411=1, 各轴速度会受 F1 命令和 Pr461~Pr480 设定值所限制。
4. 当G00指令后同时下 P1 F1=_, 仍然听从 R18 来设定倍率。
当进给百分比为 0~100% 时, 其实际最高速度不会超过 Pr461~Pr480 设定值或是 F1 设定之数值。
当进给百分比为 F0 时 (Pr3207=2、R18=1), 其实际最高速度不会超过 Pr461~Pr480 设定值的5倍。
5. G00 指令不支援进给轴选择功能 (G10 L1100 P1002 R_)。
6. F1 单位为 mm/min or inch/min, 支援 G70/G71 英制/公制单位设定指令。
7. F1 单位为 mm/min or inch/min, 永远维持 G94 每分钟进给量; G93 反时间进给、G95 每转进给量设定于该单节无效。
8. F1 引数指令支援版本为10.118.12(含)之后。
9. 使用 G00 指令进行轴向交叠时, 前后两单节需要 均为G00指令。
10. 10.120.52C, 10.120.55, 12.0.9 及之后的版本支援使用 Pr3990 设定 G00 位置交叠量, 详细可参考: Pr3990 快速移动(G00)位置交叠量。

2.1.4 程序范例

范例一：

图例：



程序说明：

1. 方式一（绝对值）：G90 G00 X90.0 Y40.0;
//以指定点和程序零点之差值，做直线移动至指定点
2. 方式二（增量值）：G91 G00 X70.0 Y20.0;
//以指定点和起始点之差值，做直线移动至指定点

范例二：

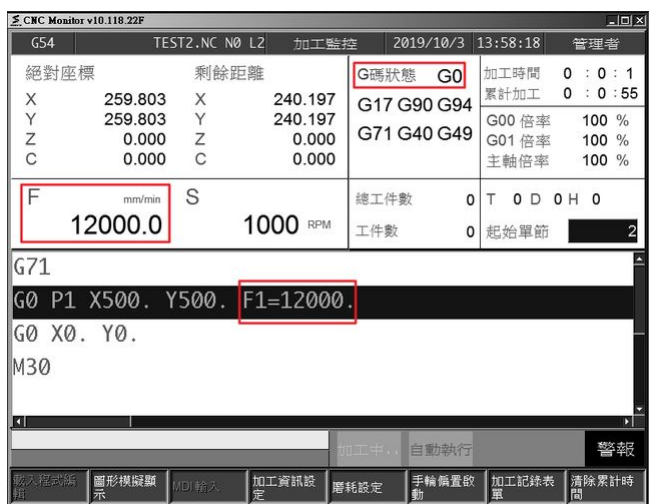
参数设定 Pr411 = 0、Pr461 = Pr462 = 10000

```
G71
G0 P1 X500. Y500. F1=12000.
G1 X0. Y0.
M30
```

因为两轴移动量相同，所以若没有下 F1=_, 换算速度应为

We don't have a way to export this macro.

。故指令下 G0 P1 F1=12000 之后，最高进给速度限制到 12000。



2.2 G01：直线插补、切削进给

2.2.1 指令格式

G01 X_ Y_ Z_ F_;

X、Y、Z：指定点坐标

F：进给速率

G94模式下单位为mm/min(inch/min) <- 铣床系统开机预设值

G95模式下单位为mm/rev(inch/rev) <- 车床系统开机预设值

2.2.2 说明

G01直线插补指令乃依工作程式指示，执行直线切削之模式，以G90/G91决定绝对值或是增量值型态，按F引数所设的进给速率速度行进，到指定点位置。

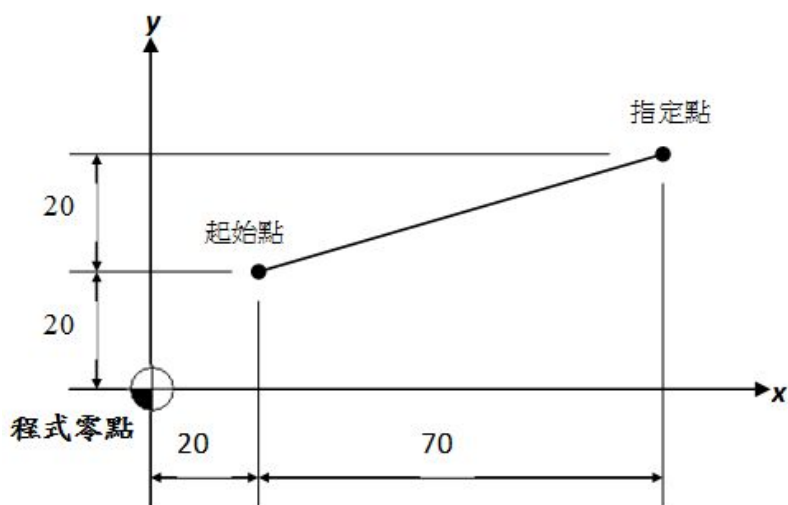
2.2.3 注意事项

1. G01模式的最高速度，受限於切削时的最高速度(Pr405)，或是各轴切削时的最高速度(Pr621~Pr640)。
2. G94模式下的预设速度为1000mm/min(inch/min)；G95模式下的预设速度为1.mm/rev(inch/rev)。
3. G94/G95的预设状况可通过参数Pr3836设定(重新开机後才生效)。

SYNTEC

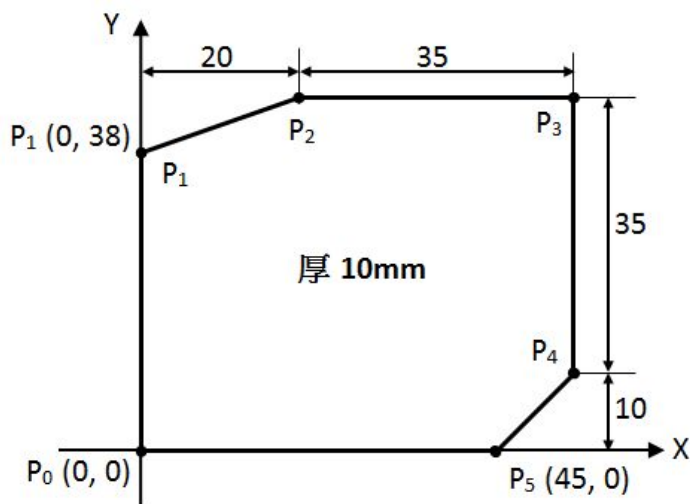
2.2.4 程式范例

范例一：



1. 方式一（绝对值）：G90 G01 X90.0 Y40.0;
//以程式零点为相对坐标，移动至指定点
2. 方式二（增量值）：G91 G01 X70.0 Y20.0;
//以指定点和起始点之差值，移动至指定距离

范例二：加工实例



程式说明：

1. 绝对值方式：
N001 G00 X0.0 Y0.0 Z10.0; //快速定位至P₀点上方
N002 G90 G01 Z-10.0 F1000;
//直线切削至工件深度，进给速率1000mm/min
N003 Y38.0; //P₀ → P₁
N004 X20.0 Y45.0; //P₁ → P₂
N005 X55.0; //P₂ → P₃

```

N006Y10.0;//P3 -> P4
N007X45.0 Y0.0;//P4 -> P5
N008X0.0;//P5 -> P0
N009 G00 Z10.0;//快速定位回到P0点上方
N010 M30;//程式结束

```

2. 增量值方式

```

N001 G00 X0.0 Y0.0 Z10.0;//快速定位至P0点上方
N002 G91 G01 Z-20.0 F1000;
//直线切削至工件深度，进给速率1000mm/min
N003Y38.0;//P0 -> P1
N004X20.0 Y7.0;//P1 -> P2
N005X35.0;//P2 -> P3
N006Y-35.0;//P3 -> P4
N007X-10.0 Y-10.0;//P4 -> P5
N008X-45.0;//P5 -> P0
N009 G00 Z20.0;//快速定位回到P0点上方
N011 M30;//程式结束

```

2.3 G02/G03：螺旋插补

2.3.1 指令格式

1.

$$G17 \left\{ \begin{array}{c} G02 \\ G03 \end{array} \right\} X_ Y_ \left\{ \begin{array}{c} R_ \\ I_ J_ \end{array} \right\} Z_ F_;$$

X、Y：圆弧终点座标;
 Z：直线终点座标;
 R：圆弧半径;
 I、J：圆弧起点到圆心的向量;
 F：进给率速率;

2.

$$G18 \left\{ \begin{array}{c} G02 \\ G03 \end{array} \right\} X_ Z_ \left\{ \begin{array}{c} R_ \\ I_ K_ \end{array} \right\} Y_ F_;$$

X、Z：圆弧终点座标;
 Y：直线终点座标;
 R：圆弧半径;
 I、K：圆弧起点到圆心的向量;
 F：进给率速率;

3.

$$G19 \left\{ \begin{array}{c} G02 \\ G03 \end{array} \right\} Y_ Z_ \left\{ \begin{array}{c} R_ \\ J_ K_ \end{array} \right\} X_ F_;$$

Y、Z：圆弧终点座标;

X: 直线终点坐标;
 R: 圆弧半径;
 J、K: 圆弧起点到圆心的向量;
 F: 进给率速率;

2.3.2 说明

当垂直于圆弧平面的第三轴有位移量时，G02/G03指令的动作就是螺旋插补。螺旋插补的圆弧平面的选择与圆弧插补时一样。螺旋插补的指令以平面选择G码（G17/G18/G19）指定圆弧插补执行的平面。

G17模式：X-Y平面为圆弧插补平面，Z轴直线插补轴。

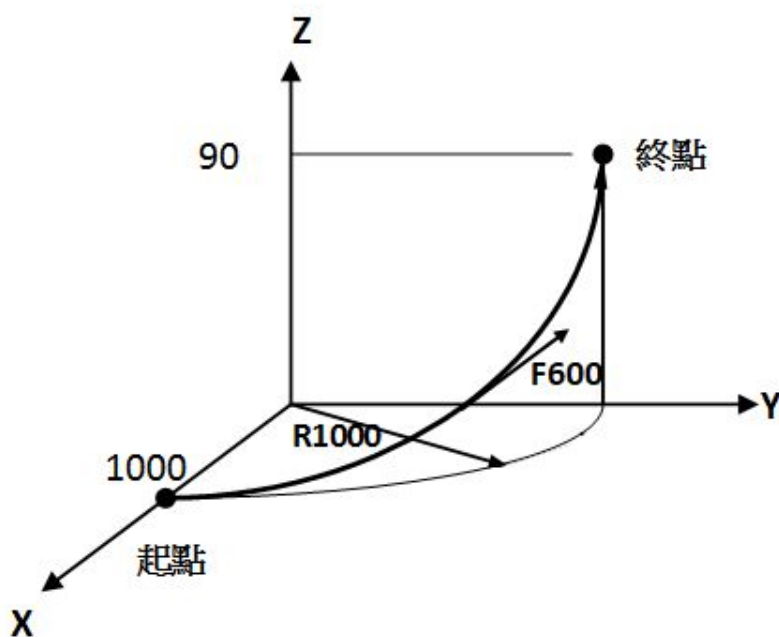
G18模式：Z-X平面为圆弧插补平面，Y轴直线插补轴。

G19模式：Y-Z平面为圆弧插补平面，X轴直线插补轴。

2.3.3 注意事项

1. G02/G03未下任何R、I、J、K时，该单节将视同G01执行。
2. G02/G03所给定的X、Y、Z、I、J、K、R引数失当时，例如：G17模式下，K引数不为零，系统将发出[COR-006 圆弧终点不在圆弧上]警报，此警报可透过Pr3807作警报范围的调整。

2.3.4 程序范例



程序说明:

```
G17 G03 X0.0 Y1000.0 R1000.0 Z90.0 F600;
```

```
// 对X-Y平面圆弧，逆时针方向（CCW），Z轴直线插补
```

```
// 切削率600mm/min做螺旋切削
```

2.4 G02/G03：螺线插补、圆锥插补

2.4.1 指令格式

G17 G02/G03 X_ Y_ I_ J_ L_ F_;
 G18 G02/G03 Z_ X_ K_ I_ L_ F_;
 G19 G02/G03 Y_ Z_ J_ K_ L_ F_;
 X_ Y_ Z_: 圆弧终点坐标;
 I_ J_ K_: 圆弧起点到圆心的向量;
 L_: 圈数;
 F: 进给速率;

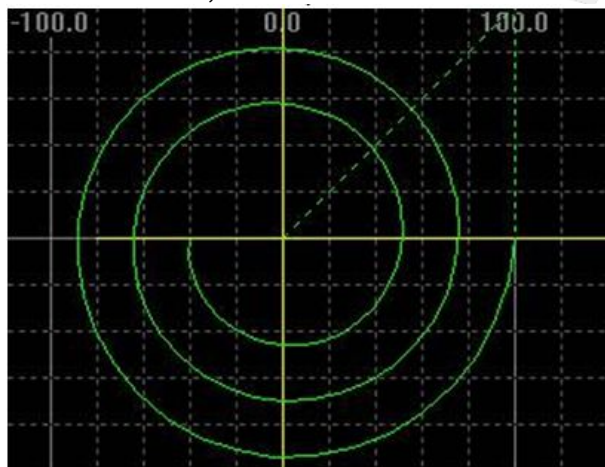
2.4.2 说明

螺线插补语法上与圆弧插补G02/G03相似，差别只在于多一个需求圈数L引数，L为整数，不满一圈部分视为一圈。当G02/G03指令有下L圈数时，就视为螺线插补，起点半径与终点半径就允许不一样，且不会发出圆弧终点不在圆弧上警报。螺旋插补时，加上垂直轴命令时，就是圆锥插补。

目前在6系列的机型上，不支援此指令

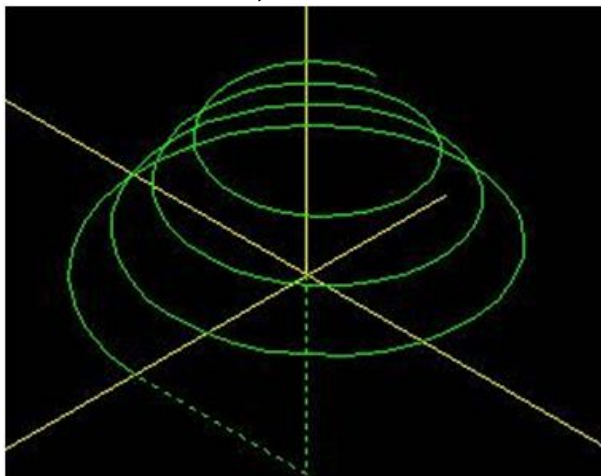
2.4.3 程序范例

G17 G00 X100. Y0 Z0;
 G02 X-40. I-100. L3;



G17 G00 X100. Y0 Z0;

G02 X-40. I-100. Z80. L4;



2.5 G02/G03: 顺时针、逆时针圆弧插补

2.5.1 指令格式

1. X-Y平面圆弧插补:

$$G17 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_ Y_ \left\{ \begin{matrix} R_ \\ I_ J_ \end{matrix} \right\} F_;$$

2. Z-X平面圆弧插补:

$$G18 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_ Z_ \left\{ \begin{matrix} R_ \\ I_ K_ \end{matrix} \right\} F_;$$

3. Y-Z平面圆弧插补:

$$G19 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} Y_ Z_ \left\{ \begin{matrix} R_ \\ J_ K_ \end{matrix} \right\} F_;$$

X、Y、Z: 圆弧终点坐标

I、J、K: 圆弧起点到圆心的向量值 (算法: 圆心坐标一起点坐标)

R: 圆弧半径

F: 进给率速率

G90/G91决定绝对或是增量

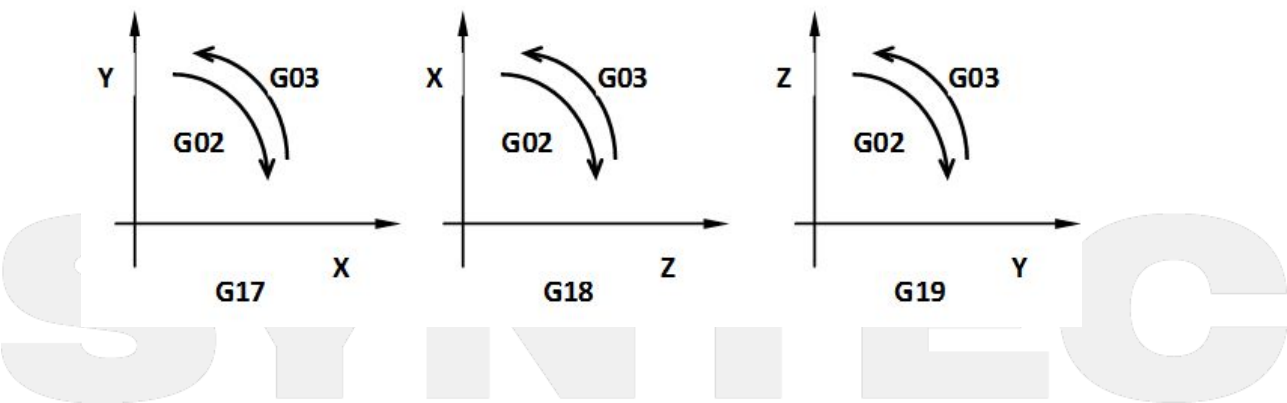
2.5.2 说明

G02、G03指令可使刀具依指定平面、坐标系统、圆弧尺寸与圆弧进给率速率执行圆弧插补的动作，而刀具运动的方向由G02（顺时针方向）、G03（逆时针方向）来决定。一般圆弧插补依照五个要素列表如下：

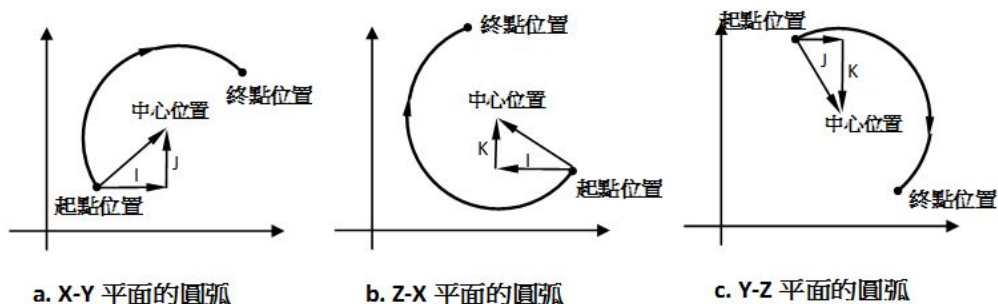
设定资料			指令	定义
1	平面选择		G17	X-Y平面设定
			G18	X-Z平面设定
			G19	Y-Z平面设定
2	刀具路径方向		G02	顺时针方向
			G03	逆时针方向
3	终点位置	G90	X、Y、Z中之二轴	所切削圆弧之终点座标
		G91	X、Y、Z中之二轴	从起点到终点之向量值
4	起点到圆心之距离		I、J、K中之二轴	自圆弧起点到圆心之向量值
	圆弧半径		R	圆弧半径
5	进给率速率		F	沿圆弧之进刀速率

图例：

1. G02、G03之方向



2. I、J、K之定义：



3. R 的使用：

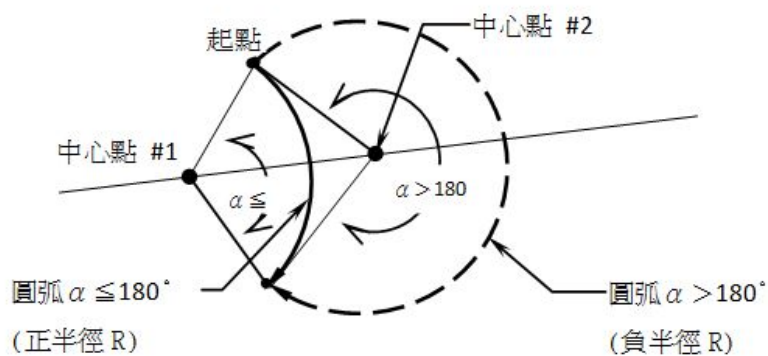
- 圆周角 $\theta \leq 180^\circ$ 时，R值取正值。

$$\begin{cases} G02 \\ G03 \end{cases} X_ Y_ R25.0;$$

- 圆周角 $180^\circ < \theta < 360^\circ$ 时，R值取负值。

$$\begin{cases} G02 \\ G03 \end{cases} X_ Y_ R-25.0;$$

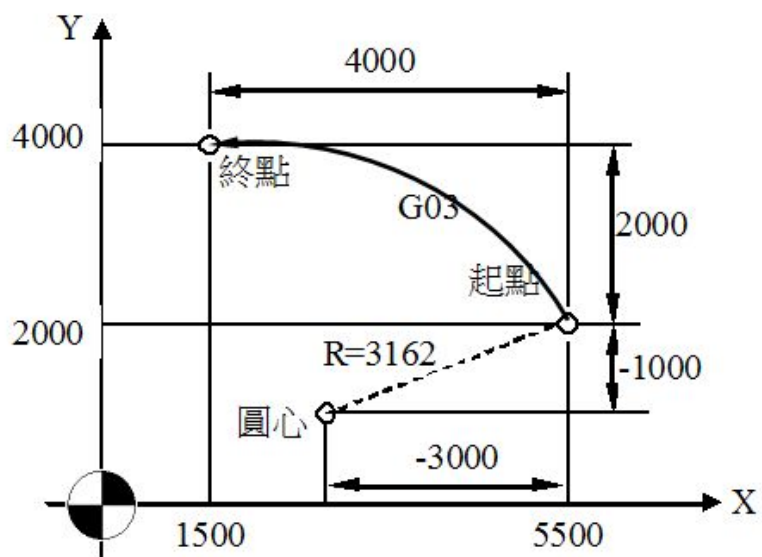
- 圆周角 θ 为 360° 时，只能使用I、J、K值。



SYNTEC

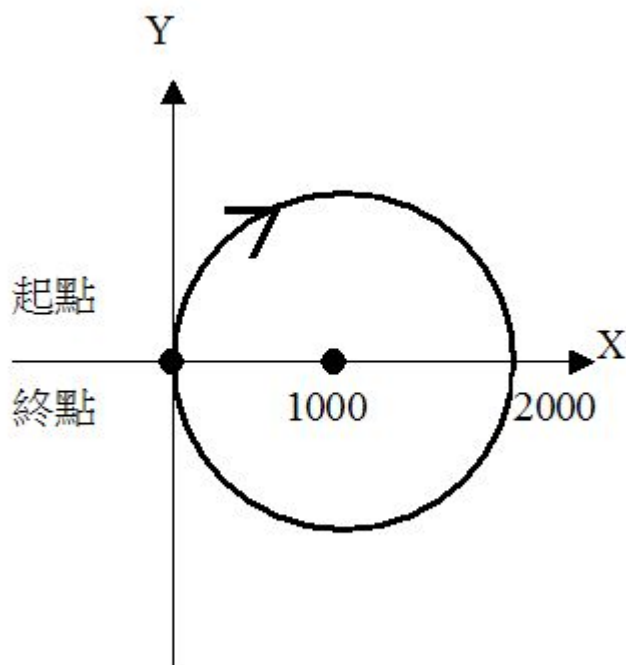
2.5.3 程序范例

范例一：



G90 G00 X5500 Y2000; //快速定位至圆弧起点
 G17 G90 G03 X1500 Y4000 I-3000 J-1000 F200; //绝对值指令
 (G17 G91 G03 X-4000 Y2000 I-3000 J-1000 F200; //增量值指令)

范例二：（全圆周插补）



G90 G00 X0 Y0;
 G02 I1000 F100; //切削一全圆周

2.6 G02.4/G03.4: 三点圆弧插补

2.6.1 指令格式

$$\left\{ \begin{array}{l} G02.4 \\ G03.4 \end{array} \right\} X1_ Y1_ Z1_ \alpha1_ \beta1_ F_ ; // \text{第一程序段(圆弧中间点)}$$

$$X2_ Y2_ Z2_ \alpha2_ \beta2_ ; // \text{第二程序段(圆弧终点)}$$

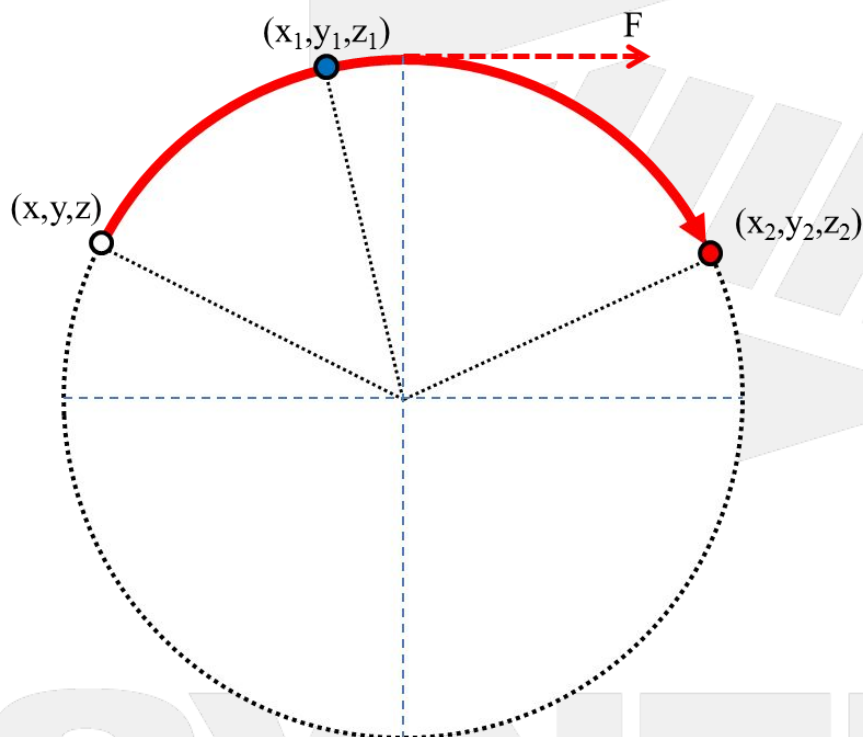
$X1_ Y1_ Z1_ \alpha1_ \beta1_ :$ 第一程序段(圆弧中间点);

$X2_ Y2_ Z2_ \alpha2_ \beta2_ :$ 第二程序段(圆弧终点);

$F:$ 进给率速率;

$\alpha、\beta:$ X、Y与Z轴向以外的轴向, 若不需要可不指定;

X、Y、Z: 若省略任一轴向指定点座标, 则会跟上一指定点相同值



$(x,y,z):$ 圆弧起点(上一单节终点)

$(x1,y1,z1):$ 圆弧中间点

$(x2,y2,z2):$ 圆弧终点

2.6.2 说明

G02.4/G03.4三点圆弧插补, 为利用空间中已知给定的三点, 透过几何关系计算, 得出一个可依照三点顺序, 连接起来的圆弧插补功能。使用时只需给予圆弧中间点与终点座标值(G02.4或G03.4前一个单节终点即为圆弧起始点), 加上圆弧切线速率, 就可以画出一空间中的三点圆弧。

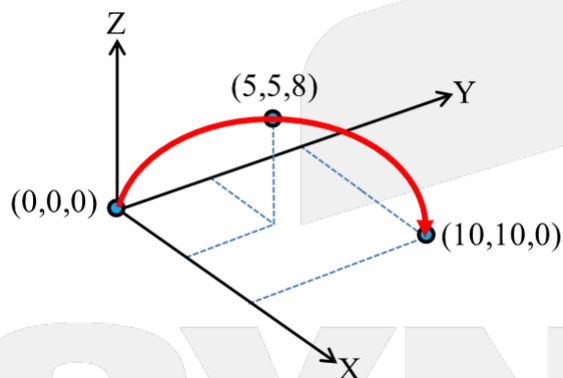
2.6.3 注意事项

1. 有效版本10.116.16B(含)之後版本，且需要开启Option19，若无开启Option19下使用G02.4/G03.4，会触发COR-100警报(该机型不支援此G码指令)。
2. G02.4命令与G03.4命令动作相同，可互相取代，且支援绝对量/增量指令。
3. G02.4/G03.4的前一个单节终点为此圆弧的起点。
4. G02.4/G03.4命令两行视为一组，可连续指定，前一个圆弧的终点会成为下一个圆弧的起点，但F引数只能下在奇数行。若命令总行数为奇数或是F引数下在偶数行时，会触发COR-134警报(G02.4/G03.4指令格式错误)。
5. 若构成圆弧的三个点位于同一直线上时或是其中有任意两点重合时（例如指定整圆，会造成起终点相同），会以直线插补模式(G01)进行插补，插补路径由起点到中间点，再由中间点到终点。
6. 单节执行时，在一次循环启动时会从圆弧起点移动到圆弧终点，不会停止在圆弧的中间点。
7. 使用此功能时，必须先关闭刀具刀尖功能，以及不支援A、C及R等指令，否则会触发COR-133警报(G02.4/G03.4插补模式下不支援此命令)。
8. 在G02.4/G03.4插补模式下，不可使用G53机械座标定位；也不可在此G53机械座标定位後，下一个单节就接G02.4/G03.4指令。以上两种情形都会造成圆弧路径走错。
9. 如果在第一程序段省略 α/β 指令，仅在第二程序段中指定时，从圆弧的起点到中间点时，未指定的 α/β 轴向不移动，而由圆弧中间点往终点移动时， α/β 轴也会移动到指定的位置。
10. 承上，如果在第二程序段省略 α/β 指令，仅在第一程序段中指定时，则在由圆弧起点往中间点移动时， α/β 轴会移动到指定的位置，而从圆弧的中间点到终点时，未指定的 α/β 轴向不移动。

2.6.4 程序范例

范例一：

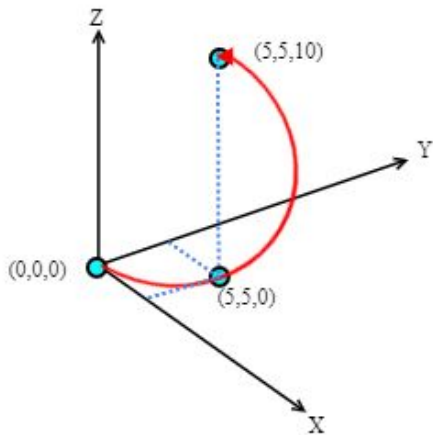
```
G90 G01 X0 Y0 Z0 F5000
G02.4 X5. Y5. Z8. F1000
X10. Y10. Z0.
```



范例二：

```
G90 G01 X0 Y0 Z0 F5000
G02.4 X5. Y5. F1000
```

Z10.



2.7 G04.1: 轴群间同步等待

2.7.1 指令格式

G04.1 P_ [Q_]

P: 等待讯号的编号

Q: 输入要互相等待的CNC主系统轴群，未下Q引数则代表全部CNC主系统轴群互相等待；十进制

Q引数格式说明:

1. Q引数指定要互相等待的轴群，目前至多支援4个轴群，各轴群对应Q引数输入数值如下所示:

轴群ID	Q引数(十进制数字)
1	1
2	2
3	3
4	4

2. 以4个轴群属于CNC主系统轴群为例(Pr731=4)，若要使1、2、4轴群互相等待，则Q引数需由1、2、4所组成，例如：Q124。
3. Q引数后的数字顺序没有限制，以下六种组合皆是指1、2、4轴群要互相等待：Q124、Q142、Q241、Q214、Q412、Q421
4. 当等待讯号P相同时，只要Q所带数字对应的轴群确实存在，不同轴群Q引数的数字顺序不一致，等待也是有效的；以下状况皆代表相同的Q引数，且1、2、4轴群确实会互相等待：
 - a. 第一轴群的加工程序下 G04.1 P2 Q124
 - b. 第二轴群的加工程序下 G04.1 P2 Q241
 - c. 第四轴群的加工程序下 G04.1 P2 Q412

2.7.2 说明

1. 跨轴群间若有同步之需求，可使用 G04.1 来完成。例如：参阅程序范例三，于 \$1 变动 \$2 主要主轴转速，若想要 \$2 在 G95 模式下所对应的进给速度也随之改变，应在 \$1、\$2 分别使用 G04.1 停止程序预解进行轴群执行状态更新，避免 \$2 使用旧的主轴转速，导致进给速度错误。
2. 以双程序为例，第一轴群中的 G04.1 P1 [Q12] 与第二轴群中的 G04.1 P1 [Q12] 会互相等待，直到同步后再继续往下一单节执行。
3. 同理，第一轴群中的 G04.1 P2 [Q12] 与第二轴群中的 G04.1 P2 [Q12] 会互相等待，直到同步后再继续往下一单节执行；其余依此类推。
4. 各轴群的加工程序中，同样Q引数之G04.1的数量需相同（包括不带Q引数），且P后面之数字须依照顺序由小而大依序使用。

\$1	\$2	\$3
G00 X0. G04.1 P1 G01 X10. F1000 G04.1 P2 Q13 X20. G04.1 P3 Q13 X30. G04.1 P5 Q13 X40. G04.1 P6 M30	G00 Y0. G04.1 P1 G01. Y10. F1000 Y15. G04.1 P4 Q23 Y20. G04.1 P6 M99	G00 Z0. G04.1 P1 G01 Z10. F1000 G04.1 P2 Q13 Z25. G04.1 P3 Q13 Z40. G04.1 P4 Q23 Z55. G04.1 P5 Q13 Z70. G04.1 P6 M99

*由上表可看到，未带Q引数（所有轴群）的G04.1，每个轴群同样有2个；Q13的G04.1，第一及第三轴群同样有3个；Q23的G04.1，第二及第三轴群同样有1个。

5. 需自动重复加工数个工件时，请于第一群组程序最末端编入M99，但需注意若要让各群组程序能同步反覆加工，必须于各群组之M99前编入相同之G04.1 P_ 码，如上表\$1~\$3结尾皆有G04.1 P6。

2.7.3 注意事项

1. 以下状况发生时，触发警报「COR-137 G04.1 P引数的顺序错误」
 - a. 未下Q引数时，P引数不同
 - b. Q引数相同时，P引数不同
 - c. P引数相同时，Q引数不同
2. 以下状况发生时，触发警报「COR-144 G04.1 Q引数的内容错误」
 - a. Q引数不为正整数
 - b. Q引数指定的轴群不存在
 - c. Q引数指定轴群不包含当下轴群，例：在第一轴群的加工程序下G04.1 P1 Q23
3. 为避免相容性异动，G04.1保留可不带Q引数的规格，此时代表指定所有的主系统轴群
4. 非CNC主系统轴群之加工程序，与其引用之副程序的编写方式，皆不支援G04.1
5. 执行G04.1等待功能时，系统视为加工中。范例如下(显示为第一轴群加工状态)

环境：C40 On, G-code每个cycle start执行一行

说明：\$1和\$2单行执行结束，第一轴群为单节停止状态

环境：C40 On, G-code每个cycle start执行一行

\$1	\$2
G00X0.Z0.	G00X0.Z0.
G4.1P1	G00X50.
M30	G4.1P1
	M99
輸入：	提示：
	單節停止
	自動執行
	警報

说明：\$1等待\$2，第一轴群为加工中..状态

\$1	\$2
G00X0.Z0.	G00X0.Z0.
G4.1P1	G00X50.
M30	G4.1P1
	M99
輸入：	提示：
	加工中..
	自動執行
	警報

2.7.4 程序范例

程序一：

\$1	\$2
G04.1 P1;	G04.1 P1;
G01 X50. F2000;	G01 X250. F3000;
G04.1 P2;	G04.1 P2;
Z100.;	Z500.;
G04.1 P3;	G04.1 P3;
X0.;	X0.;
G04.1 P4;	G04.1 P4;
Z0.;	Z0.;
G04.1 P5;	G04.1 P5;
M99;	M99;

程序二:

\$1	\$2	\$3
G04.1 P1 Q12; // \$1与\$2同步 G01 X50. F2000; Z100.; X0.; Z0.; G04.1 P2; // 全部轴群同步一起反覆加工 M99;	G04.1 P1 Q12; // \$1与\$2同步 G01 X25. F3000; Z50.; X0.; Z0.; G04.1 P2; // 全部轴群同步一起反覆加工 M99;	G00 X10. Z10.; G04 X1.; X0. Z0.; G04 X1.; G04.1 P2; // 全部轴群同步一起反覆加工 M99;

程序三：两主轴同期后，双系统各自进行外径切削。请特别留意双系统G04.1P_以及基础主轴S引数先后关系，若顺序摆放错误，将导致第二系统的F引数不如预期。

\$1	\$2
G04.1 P1 // 与\$2同步 M03 S30 G114.1 R0 // 启用主轴同期 G04.1 P2 // 与\$2同步 G01 U10. 1. U-10. G04.1 P3 // 与\$2同步，等待\$2切削完毕才变动主轴转速 M03 S60 // 主轴同期中，变动第一主轴转速 G04.1 P4 // 与\$2同步 G04.1 P5 // 与\$2同步，等待\$2切削完毕才解除主轴同期 G113 // 解除主轴同期 M05 G04.1 P6 // 与\$2同步，避免\$1太快执行到 M30，导致\$2未做完 M30	G04.1 P1 // 与\$1同步，避免\$2 M99回到档头继续执行 M13 S15 G04.1 P2 // 与\$1同步，第二主轴转速同步为 30 RPM G01 U10. F2. // G95下，进给速度为 $30 \times 2 = 60$ mm/min U-10. G04.1 P3 // 与\$1同步 G04.1 P4 // 与\$1同步，第二主轴转速同步为 60 RPM G01 U10. // G95下，进给速度为 $60 \times 2 = 120$ mm/min U-10. G04.1 P5 // 与\$1同步 M15 G04.1 P6 // 与\$1同步 M99

2.8 G04：暂停指令

2.8.1 指令格式

$$G04 \left\{ \begin{matrix} X_ \\ P_ \end{matrix} \right\} Q_$$

X: 暂停时间（有小数点，以秒为单位；无小数点，以毫秒为单位。）

P: 暂停时间（以毫秒为单位，不接受小数点）

Q: 跳跃讯号来源，範圍：101~132，分别对应C101~C132

2.8.2 说明

当执行某些加工行程需要延迟的地方时（锥坑、柱坑、鱼眼坑、铣削转角），可使用G04让主轴正常转动，各轴均暂停移动一段时间，使孔深精确或得到真正直角，才转换至下一个单节，达到所要求精度。

2.8.3 注意事项

- G04指令只在单一单节有效。
- 搭配Q引数可提前终止暂停指令。

2.8.4 程式范例

G04 X2500; //停留 2.5秒

G04 X2.5; //停留 2.5秒

G04 P2500; //停留 2.5秒

G04 P2.5; //停留 2毫秒（不接受小数点）

2.9 G05.1：路径平滑模式

2.9.1 指令格式

Q1: 滤杂点平滑

Q2: 加点平滑

$$G5.1 \left\{ \begin{matrix} Q1 \\ Q2 \end{matrix} \right\} E_$$

E: 平滑的允许最大路径误差(单位: IU)

Q5: 智慧容差控制 (ICC+)

G5.1Q5 R_ E_

R: 平滑后的圆弧误差(单位为 IU, 范围: 0.001mm ~ 1.0mm)

E: 平滑后的转角误差(单位为 IU, 范围: 0.001mm ~ 1.0mm)

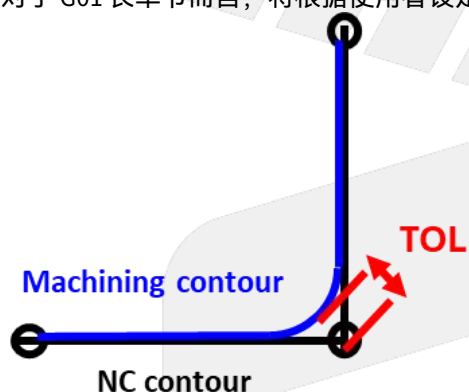
Q0: 关闭平滑功能(包含: 滤杂点平滑、加点平滑、智慧容差)

G5.1 Q0

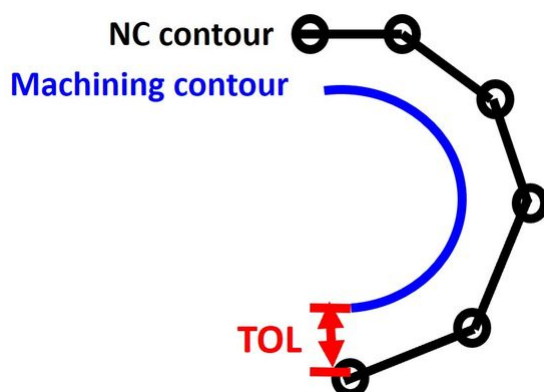
2.9.2 Q5 模式(ICC+)

说明

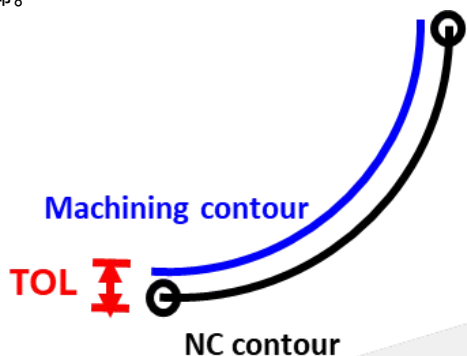
1. 开启智慧容差控制 (ICC+) 功能以后, 系统将在考虑 Pr404 平滑效果的情况下做限速, 使圆弧误差逼近使用者指定的 R_、转角误差逼近使用者指定的 E_。
2. 此功能仅作用于 G01/G02/G03/G02.4/G03.4 单节上。
 - a. 对于 G01 长单节而言, 将根据使用者设定的转角误差(E_), 逼近相邻 NC 单节的交点。



- b. 对于 G01 连续短单节而言, 将根据使用者设定的圆弧误差(R_), 使圆弧更接近 NC 轮廓。



- c. 对于 G02/G03/G02.4/G03.4 单节而言，将根据使用者设定的圆弧误差($R_$)，使圆弧更接近 NC 轮廓。



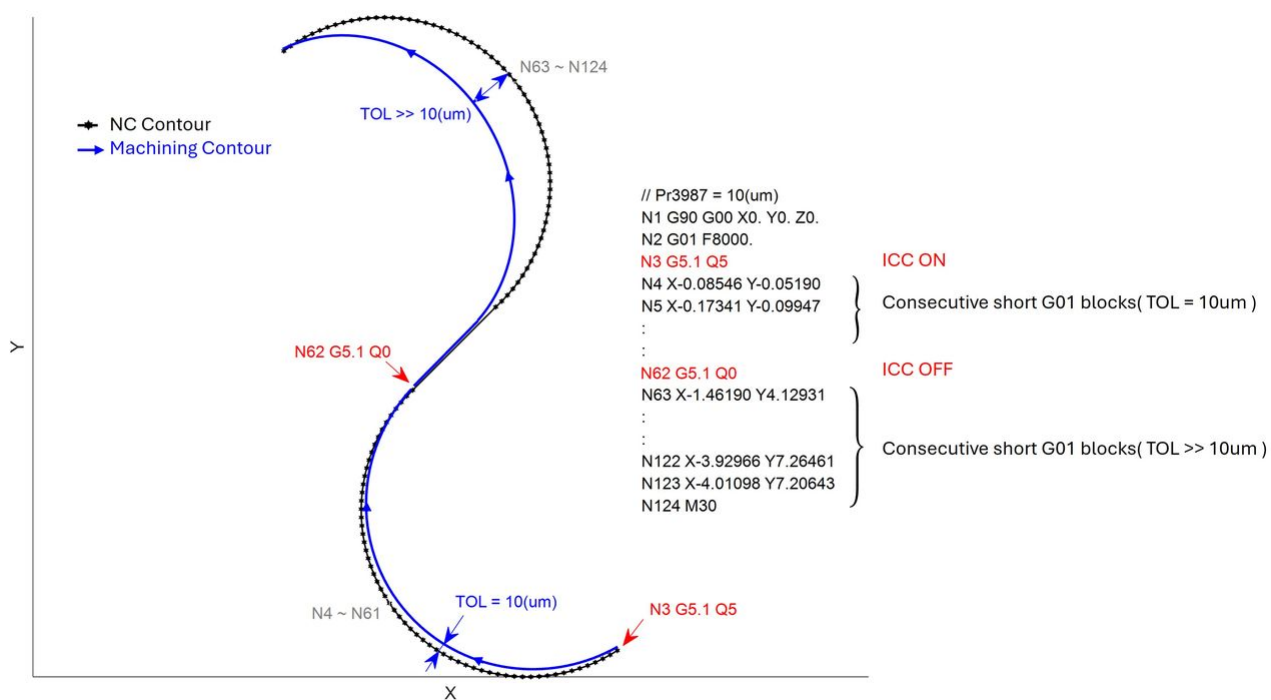
3. 使用 G5.1 指令**开关** ICC+功能：
 - a. Q 引数设定 **5**，将**开启** ICC+功能。
 - b. Q 引数设定 **0、1、2**，将**关闭** ICC+功能。关闭 ICC+功能 后带来的影响，可以参考 智慧容差控制 (ICC+)功能手册。
 - c. 功能的生效与取消时机，将发生于 G5.1 Q_ 指令后的单节。
 - d. 切换 ICC+功能 开关时，进给速度会降至 0。
4. 使用 G5.1 指令**设定容差**：
 - a. **G5.1 Q5 R_** 指令后的圆弧将到达 R 引数指定的圆弧误差。
 - b. **G5.1 Q5 E_** 指令后的转角将到达 E 引数指定的转角误差。
5. G5.1 指令引数不完整的情况：
 - a. G5.1 没下 Q 引数，会跳 **COR-107**【G5.1、G05指令格式错误】作为提醒。
 - b. G5.1 Q5 没下 R、E 引数，则会依照 **Pr3987、Pr3988** 的设定值作容差设定依据。
 - c. G5.1 Q5 R_ 没下 E 引数，则圆弧误差参考 R 引数，转角误差参考 Pr3988。
 - d. G5.1 Q5 E_ 没下 R 引数，则圆弧误差参考 Pr3987，转角误差参考 E 引数。
6. 加工档中没下 **G5.1** 指令，则会依照 **Pr3986** 的设定值，决定是否开启 ICC+ 功能。
7. 加工档中有下 **G5.1** 指令，复位(Reset)或程序结束(M30)时，将根据**Pr3986** 的设定决定 ICC+ 功能是否启用；以 **Pr3987、Pr3988** 设定值做为容差设定依据。

注意事项

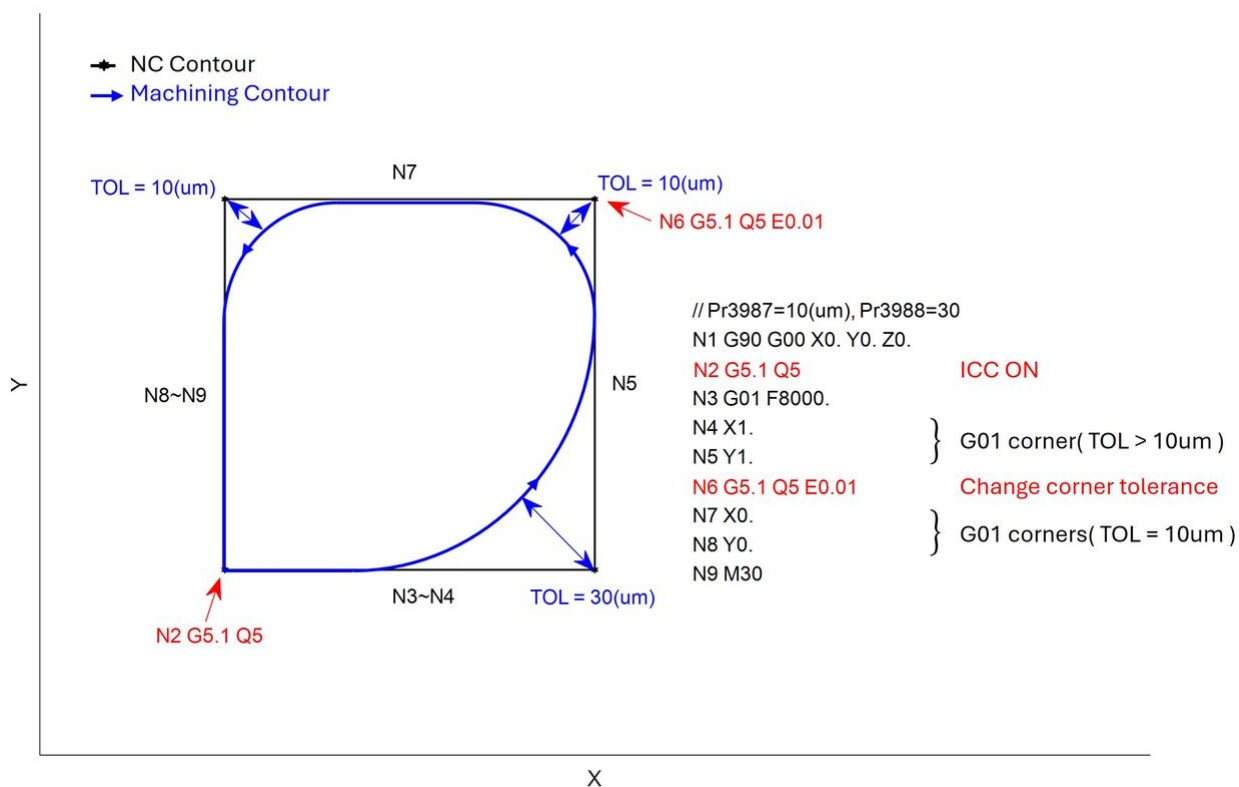
1. 要达到较好的加工效率，转角误差($E_$)建议设定比圆弧误差($R_$)大。
2. 若 Q 或 R、E 引数输入格式错误时，会跳 **COR-107**【G5.1、G05指令格式错误】作为提醒。
3. 在 G43.4/G43.5 开启 或 G10 L1501 开启情况下，此功能将失效。
4. 支援版本： 10.120.42D, 10.120.45 以及后续版本。

程序范例

范例一：(加工中开关智慧容差控制功能)



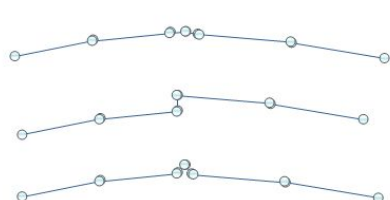
范例二：(加工中修改容差)



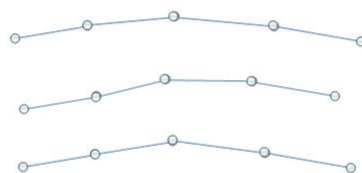
2.9.3 Q1、Q2 模式

说明

根据G05.1所带的E引数，对加工路径进行修饰平滑，以达缩短加工时间且提升切削平稳性的目的。E引数越大，则平滑后的轨迹与原始路径差异越大。

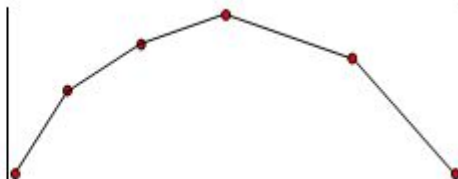
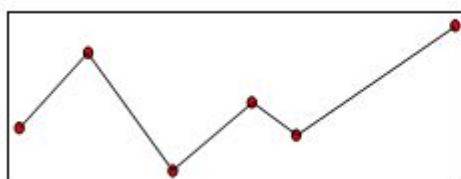


不平顺的加工单节



平滑过的加工单节

1. Q1适用情境：如下左图所示，NC路径崎岖不平杂点较多。
2. Q2适用情境：如下右图所示，NC路径曲率一致，但是打点密度较疏，一般起因于CAD/CAM的加工精度设较低。



注意事项

1. 此功能仅支援铣床CE系统，有效版本始于10.114.56。
2. E引数输入上限为1.0，单位1mm/1inch。当输入大于1.0，内订为1.0。（10.116.56B, 10.118.12J 版本以前，E引数输入上限为 0.1mm）
3. 指令不完整(例如少下Q或E)，或是指令不正确(例如Q值错误，或E值小于等于0)，系统发出【COR-107 G5.1/G05指令格式错误】警报。
4. G61/G63模式之下，禁止使用启动平滑功能的指令(G5.1)，否则系统发出【COR-106在G61或G63模式下禁止使用G5.1路径平滑】警报。
5. 承上，G5.1模式中启用G61/G63，系统将停止平滑功能，直到跳出G61/G63模式后再启动。
6. 平滑的动作，只对G5.1 Q1/Q2 E_到G5.1 Q0之间的G01指令有效。
7. 在G5.1模式之下，下达刀长补偿指令(如G43)或坐标转换指令(如G54)，若下一个指令为G01，则不进行平滑动作，之后的G01指令回复平滑动作。
8. 若设定UVW为XYZ轴增量指令(Pr3809=1)，此功能关闭。
9. 此功能不支援多轴多讯号跳越机能(G31.10/G31.11)。

程序范例

```

N001 G05.1 Q1 E0.01//开启平滑模式，允许误差为10um
N002 G90 G01 F2000
N003 X-0.002 Y-0.001//以下指令进行平滑
N004 X-0.003 Y-0.003
N005 X-0.004 Y-0.005
N006 X-0.005 Y-0.007

```

N007 X-0.007 Y-0.008
N008 X-0.008 Y-0.009
N009 X-0.011 Y-0.010
N010 X-0.013 Y-0.012
N011 X-0.014 Y-0.013
N012 X-0.015 Y-0.015
N013 X-0.016 Y-0.018
N014 G05.1 Q0//关闭平滑模式
N015 M30//程序结束

N001 G05.1 Q2 E0.01//开启平滑模式，允许误差为10um
N002 G91 G01 F2000
N003 X-0.002 Y-0.001//以下指令进行平滑
N004 X-0.001 Y-0.002
N005 X-0.001 Y-0.002
N006 X-0.001 Y-0.002
N007 X-0.002 Y-0.001
N008 X-0.001 Y-0.001
N009 X-0.003 Y-0.001
N010 X-0.002 Y-0.002
N011 X-0.001 Y-0.001
N012 X-0.001 Y-0.002
N013 X-0.001 Y-0.003
N014 G05.1 Q0//关闭平滑模式
N015 M30//程序结束

2.10 G05：高精轨迹控制功能 (XYZ几何轴)

2.10.1 指令格式

启动G05高精轨迹控制模式：

G05P10000
G05P10000 E_
G05E_

关闭G05高精轨迹控制模式：

G05 P0
G05

P：指定开启或是关闭G05高精轨迹控制模式，P值设10000为开启，0为关闭。若有设E值，则P值内定为10000；E值及P值皆未设定，则P值内定为0。

E：根据此误差值，控制器自动调整参数或路径，单位：公制mm、英制inch。

2.10.2 说明

1. G05高精轨迹控制模式 (HPCC)包含两大核心：

- 曲线拟合：根据容许的几何轴误差值Pr407，进行曲线的嵌合，达到理想上的连续平滑路径。
- 参数最佳化：根据使用者所下的容许误差值E或是加工误差容许量TOL，自动调整核心内部参数，并且进行精度的补偿，使得最後的加工结果，接近一开始所下的容许误差值。

2. 相关参数

- Pr407：曲线嵌合误差(um)，此参数用於曲线拟合。

b. TOL: 加工误差容许量(um), 此参数用于参数最佳化, 在启用功能时若未设定E值, 则参考此参数 (参数位置: 参数设定→高速高精参数→快速参数设定)。

3. 启用功能说明

下表为使用G码开启HPCC, 各情境如下:

指令	Pr3808(SPA)	平滑等级	启用功能
G05 P10000	0	0~9	曲线拟合
	1~5	0	
G05 P10000	1~5	1~9	曲线拟合 参数最佳化(参考TOL)
G05 P10000 E_	1~5	0~9	曲线拟合 参数最佳化(参考E值)
G05 E_			

下表为使用Pr3802开启HPCC, 不需要下G05, 加工时预设开启HPCC功能, 各情境如下:

Pr3802	Pr3808(SPA)	平滑等级	启用功能
2	0	0~9	曲线拟合
	1~5	0	
2	1~5	1~9	曲线拟合 参数最佳化

注1: 在10.116.36(含)以后的版本, 核心使用的是新版SPA2.0(ZPEC), 不支援参数最佳化, 其原因可参照"注2"。

在10.116.6(含)~10.116.35(含)之间的版本, 核心使用的是原始SPA, 支援参数最佳化。

注2: 因SPA2.0(ZPEC)的精度控制大幅提升, 故不需支援参数最佳化即可拉高精度。

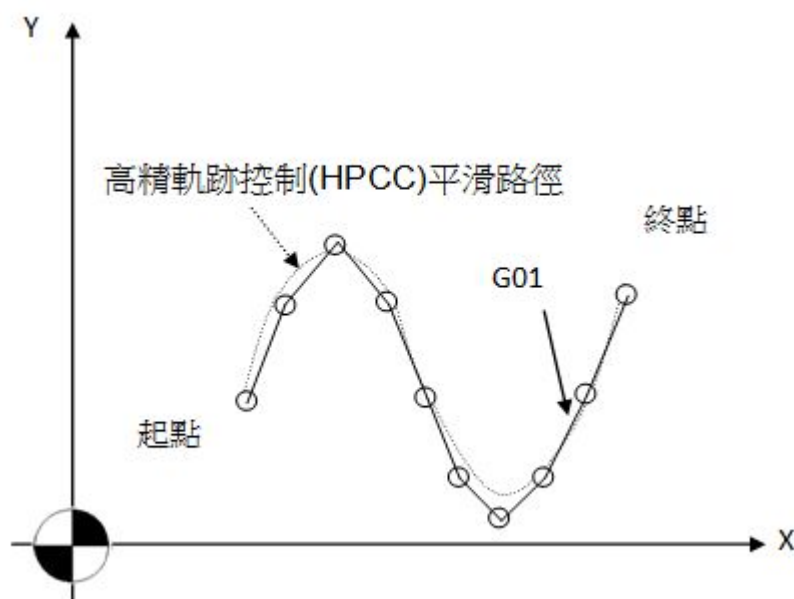
注3: E_ 和 参数最佳化有效版本止於 10.116.54A(含)之前。

2.10.3 注意事项

1. G05模式仅在铣床CE版本上才有, 其中高精轨迹控制模式 (HPCC) 为软体功能option 11, 欲使用请先向原厂购买启用; 参数最佳化功能, 则需要在SPA功能启动 (Pr3808不为0, 建议设5) 时, 才会有作用。
2. E引数的值, 必须为正值, 输入太小, 则会导致加工太慢或是一直停顿。
3. 进行参数最佳化时, 会根据Pr401及Pr408, 当作参数的极限值, 最后的加速度及圆弧速度, 并不会超过预设参数的设置。
4. 在车床系统或Pr3809设定为1时 (加工程式中UVW为XYZ轴增量运动指令), 高精轨迹控制模式无法启动。
5. 高精轨迹控制功能仅接受半径轴 (Pr281~0)。
6. 高精轨迹控制模式下, 确实停止检测 (G09/G61) 会无效。

7. 高精轨迹控制模式下，下G61/G63，会停止高精轨迹控制功能，直至跳出G61/G63模式後自动重新启动高精轨迹控制。
8. 在G61/G63模式之下，禁止启动高精轨迹控制功能，否则系统会发出警报。
9. P引数只能为10000或是0，若输入错误，系统会发出【COR-107 G5.1/G05指令格式错误】警报。
10. 高精轨迹控制模式支援暂停、急停、重置、进给倍率变动。
 - a. 加工中HPCC模式下使用單節停止C40，將發出警報COR-140。
 - b. 使用單節停止C40，將無法啟用HPCC模式。
 - c. 加工中取消單節停止C40，將無法恢復HPCC模式，直到下一次再次啟用HPCC模式。
11. 高精轨迹控制模式支援後加减速、SPA功能、以及机构补偿功能，但不支援单节停止禁止（#1502）、进给倍率禁止变动（#1504）。
12. 高精轨迹控制模式下，人机行号显示会领先实际位置。
13. 高精轨迹控制模式下，最多支援三个几何轴，不支援旋转轴。若要支援旋转轴，请参照G05 高精轨迹控制功能(含旋转轴)页面中，其程序的指令规格与软体版本的限制。
14. 高精轨迹控制模式下，轴禁止功能（R603）会同时检查X、Y、Z三个几何轴。
15. 高精轨迹控制模式下，不支援反时间进给功能（G93）。
16. 高精轨迹控制模式下，不支援图形模拟。
17. 高精轨迹控制模式下，不能正常支援剩余距离的显示，这是因为此模式下，显示的是离曲线终点的距离而非单节的终点（因为单节终点可能被平滑掉）。
18. 高精轨迹控制模式下，不支援中断型副程式呼叫功能之中断讯号(C49)。
19. 10.116.54B, 10.118.1及之后版本，已移除快速参数设定功能，改用多组加工条件。加工监控页面亦将平滑等级的设定输入框移除。

2.10.4 程式范例



N001 G0 X3. Y4. Z0.

N002 G05 P10000 // 启动高精轨迹控制模式，插值平滑化曲线。

N003 G01 X3.8 Y6.1 F5000.

N004 X4.6 Y7.

N005 X5.4 Y6.1

N006 X6.1 Y4.

N007 X6.9 Y1.9

N008 X7.7 Y1.

N009 X8.5 Y1.9

N010 X9.3 Y4.
N011 X10. Y6.1
N012 G05 P0 // 关闭高精轨迹控制模式。
N013 M30

2.11 G05：高精轨迹控制功能 (含旋转轴)

2.11.1 指令格式

启动G05高精轨迹控制模式 (HPCC):
G05 P10000 X0 Y0 Z0 (α_) (β_)

关闭G05高精轨迹控制模式 (HPCC):
G05 P0
G05

P : 指定开启或是关闭G05高精轨迹控制模式 (HPCC), P值设10000为开启, 0为关闭。
X Y Z : 指定要进行平滑的几何轴轴向之轴名称, 引数必须为0。
(α_) (β_) : 指定要进行平滑的旋转轴轴向之轴名称, 引数为容许误差, 必须为正(>0), 引数单位可见"说明"。

2.11.2 说明

1. G05高精轨迹控制模式 (HPCC)
- a. 曲线拟合：根据容许的几何轴误差值Pr407及指令给定的旋转轴容许误差值(α_) (β_)，进行曲线的嵌合，达到理想上的连续平滑路径。
2. 相关参数
- a. Pr407：曲线嵌合误差(um)，此参数用於几何轴的曲线拟合。
- b. Pr17、Pr3241：用於设定(α_) (β_) 引数的单位，下表举常见案例，其余设定方式可按参数的连结。

参 数	Pr17 = 2, Pr3241 = 0	
程 序	G05 P10000 X0 Y0 A0.1 B0.3 ... G05 P0	G05 P10000 X0 Y0 A100 B300 ... G05 P0
说 明	开启HPCC功能并设定平滑轴向为X、Y、A、B轴， A轴的平滑容许误差为0.1deg， B轴的平滑容许误差为0.3deg。	开启HPCC功能并设定平滑轴向为X、Y、A、B轴， A轴的平滑容许误差为0.1deg， B轴的平滑容许误差为0.3deg。

2.11.3 注意事项

1. G05模式仅在铣床CE版本上才有，其中高精轨迹控制模式为软体功能option 11，欲使用请先向原厂购买启用。
2. 在10.116.36(含)以後之版本，高精轨迹控制模式才支援G05 P10000 X0 Y0 Z0 (α_) (β_)此指令规格，可设定1~3个几何轴与0~2个旋转轴为平滑轴向，最多同时支援三个几何轴及两个旋转轴。

3. 在车床系统或Pr3809设定为1时（加工程式中UVW为XYZ轴增量运动指令），高精轨迹控制模式无法启动。
4. 高精轨迹控制模式下，仅接受半径轴（Pr281~=0）。
5. 高精轨迹控制模式下，确实停止检测（G09/G61）会无效。
6. 高精轨迹控制模式下，下G61/G63，会停止高精轨迹控制功能，直至跳出G61/G63模式後自动重新启动高精轨迹控制。
7. 在G61/G63模式之下，禁止启动高精轨迹控制功能，否则系统会发出警报。
8. 高精轨迹控制模式下，启用RTCP模式(G43.4)/STCP模式(G43.4 L1)，会自动关闭HPCC模式，等离开RTCP/STCP模式後(G49)，会自动启动高精轨迹控制。
9. 在RTCP模式(G43.4)/STCP模式(G43.4 L1)下，禁止启用HPCC功能，否则系统会发出警报【COR-140 刀尖控制模式禁用G05】。
10. P引数只能为10000或是0，若输入错误，系统会发出【COR-107 G5.1/G05指令格式错误】警报。
11. 仅使用G05 P10000启用高精轨迹控制模式（HPCC），後面未设定平滑轴向时，预设平滑轴向为X轴、Y轴及Z轴(等同於G05 P10000 X0 Y0 Z0)。
12. 启用指令G05 P10000 X0 Y0 Z0 α β ， α 、 β 代表旋转轴，[旋转轴的部分指定的容许误差单位会受到参数17以及参数3241影响](#)，在下列情况系统会发出【COR-107 G5.1/G05指令格式错误】警报：
 - a. 当指定超过五个轴向时。
 - b. 几何轴设定引数不为0时。
 - c. 旋转轴设定引数为0时。
 - d. 没有设定几何轴轴向，却有设定旋转轴轴向时。
 - e. 指定超过两个旋转轴轴向时。
 - f. 任一轴向引数为负数时。

特别提及，X、Y、Z不建议设为旋转轴型态， α 、 β 轴不建议设为线性轴型态。亦指，此功能建议线性轴数量至多3个，旋转轴数量至多为2个。
13. 高精轨迹控制模式支援暂停、急停、重置、进给倍率变动。
 - a. 加工中HPCC/STCP模式下使用单节停止C40，将发出警报COR-140。
 - b. 使用单节停止C40，将关闭HPCC/STCP模式。
 - c. 加工中取消单节停止C40，将无法恢复HPCC/STCP模式，直到下一次再次启用HPCC/STCP模式。
14. 高精轨迹控制模式支援後加减速、SPA功能、以及机构补偿功能，但不支援单节停止禁止（#1502）、进给倍率禁止变动（#1504）。
15. 高精轨迹控制模式下，人机行号显示会领先实际位置。
16. 高精轨迹控制模式下，若出现非平滑轴向的指令或是几何轴移动量为零的单节，会暂时关闭高精轨迹控制功能，不发出警报。
17. 高精轨迹控制模式下，轴禁止功能（R603）会同时检查X、Y、Z三个几何轴与 α 、 β 两个旋转轴。
18. 高精轨迹控制模式下，不支援反时间进给功能（G93）。
19. 高精轨迹控制模式下，不支援图形模拟。
20. 高精轨迹控制模式下，不能正常支援剩余距离的显示，这是因为此模式下，显示的是离曲线终点的距离而非单节的终点（因为单节终点可能被平滑掉）。
21. 高精轨迹控制模式下，不支援中断型副程式呼叫功能之中断讯号(C49)。
22. Reset时会自动取消线性轴与旋转轴之HPCC功能。

2.11.4 程式范例

N001 G0 X3. Y4. Z0. B0.

N002 G05 P10000 X0 Z0 B0.002 // 启动高精轨迹控制模式（HPCC）模式，平滑轴向为X轴、Z轴及B轴，B轴容许误差为0.002Degree(在Pr17=2，Pr3241=0的情形下)，插值平滑化曲线。

N003 G01 X3.8 Z6.1 B3.4 F5000

N004 X4.6 Z7.

N005 X5.4 B6.1

N006 X6.1 Z4. B3.6

N007 X6.9 Z1.9

N008 X7.7 B1.

N009 Z8.5 B1.9
N010 Z9.3 B4.
N011 X10. Z6.1 B1.
N012 G05 P0 // 关闭高精轨迹控制模式 (HPCC)模式。
N013 M30

2.12 G06.2: NURBS曲线插补

2.12.1 指令格式

G05 P10000;//高速高精模式启动

:

G06.2 P_K_X_Y_Z_R_F_;//NURBS曲线插补

K_X_Y_Z_R_;

K_X_Y_Z_R_;

K_X_Y_Z_R_;

K_;

K_;

K_;

K_;

:

G05 P0;//高速高精模式关闭

P: NURBS曲线阶数 (2 ~ 4), 如使用者未输入则系统内定为4

K: NURBS曲线节点值

X、Y、Z: NURBS控制点座标

R: NURBS曲线权重值 (0.001 ~ 1000), 如使用者未输入则系统内定为1.0

F: NURBS曲线最大进给速率 mm/min, 如使用者未输入则系统内定为前一条曲线的最大进给速率

2.12.2 说明

G06.2切削指令乃依工作程式指示, 执行NURBS曲线插补, 以G90/G91决定绝对值或是增量值型态, 按F引数所设的进给速率速度进行NURBS曲线切削。(此功能仅在CE系统提供)

2.12.3 注意事项

1. 不支援单节执行以及手轮负向模拟。

2.12.4 程式范例

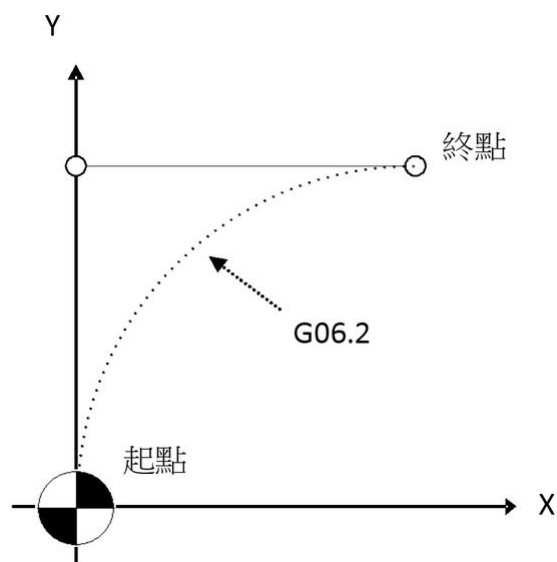
N001 G0 X0.0 Y0.0 Z0.0

N002 G05 P10000;//高速高精模式启动

N003 G06.2 P3 K0.0 X0.0 Y0.0 Z0.0 R1.0 F5000.

//执行NURBS曲线插补

N004 K0.0 X0.0 Y5.0 Z0.0 R1.0
 N005 K0.0 X5.0 Y5.0 Z0.0 R1.0
 N006 K1.0
 N007 K1.0
 N008 K1.0
 N009 G05 P0//高速高精模式关闭



2.13 G09/G61：确实停止检测

2.13.1 指令格式

G09 X__ Y__ Z__;

G61;

X、Y、Z：指定转角位置坐标

2.13.2 说明

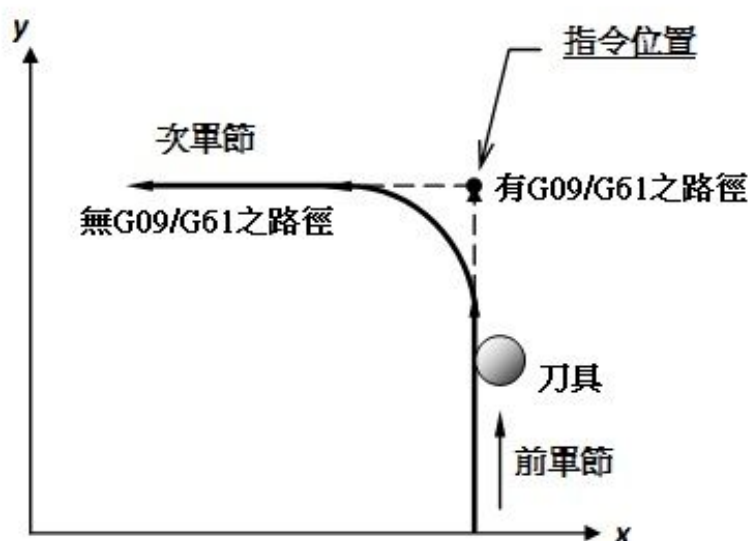
加工进行遇到转角时，有时因刀具移动速度过快或伺服系统延迟的关系，无法确实依照转角形状切削而切成少许圆角，造成误差，但是在要求绝对直角精度之场合时，可使用G09或G61功能达成，使其刀具接近转角减速，位置到达一定状态（CNC参数所设之宽幅范围内）确认后，次一单节的指令才会开始执行。G09确实停止检测仅在含有G09指令之单节有效；G61确实停止检测在G61指令後的切削指令（G01~G03）均做正确停止检测，直到自动转角进给百分率（G62）及攻牙模式（G63）或切削模式（G64）指定为止，持续有效。

注：

G01检查视窗：参数421-440，

G00检查视窗：参数481-500

2.13.3 图例



2.14 G10.6: 开启刀具回退功能

2.14.1 指令格式

G10.6 X_ [F_] //沿指定轴向位置回退

G10.6 R_ [F_] //沿刀具向量回退距离

G10.6:开启刀具回退功能

X (or Y or Z) : 退刀完成时的程序座标，一次仅能指定一轴向，目前仅支援X/Y/Z三轴，而增量或绝对需看G90及G91决定

R: 指定退刀距离，必须大於0。如果 R值小於或等於 0，会跳出 MAR-454 警报。

F: 刀具进给速度，退刀速度和刀具再定位速度由刀具进给速度F决定，以相同指定速度执行退刀、刀具返回及刀具再定位；

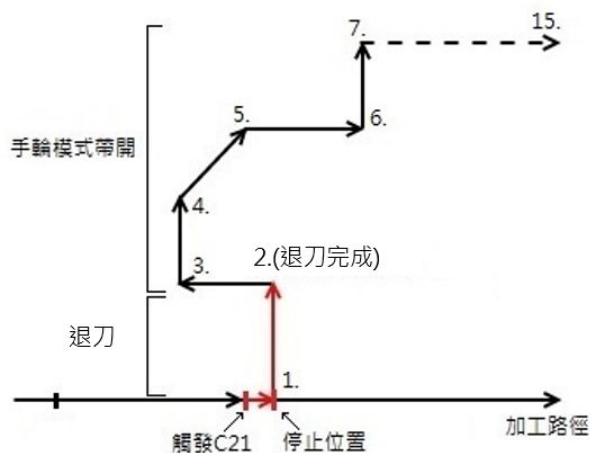
1. 未指定时之退刀速度(F引数)时，速度由参数Pr3854决定。
2. 刀具返回及刀具再定位之速度由参数Pr3855决定。

更多使用說明細節，請參考[刀具回退功能應用手冊](#)

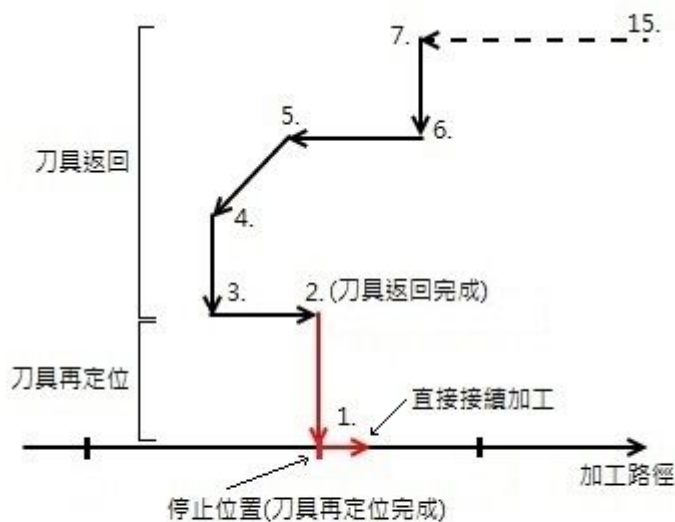
2.14.2 说明

1. 刀具回退功能分为四个过程：退刀=>"手轮"带开=>刀具返回=>刀具再定位
2. 自动执行加工中触发C21即可启动刀具回退功能，系统减速停止於位置1(停止前，系统仍为加工状态)
3. 系统依据指定轴向以及进给速率进行退刀停止於位置2，并进入暂停状态(若G10.6未指定，此步骤将不执行)
4. 此时使用者依自身需求，以手轮模式带开刀具，一次移动一个轴向，系统至多顺序纪录15个点，最後会直接拉回第15个点，再依序返回。
(备注：刀具返回与刀具再定位过程中，若有触发暂停(Feedhold)且手动带开，後續再以手轮模式移动)

的轨迹仍可被记录，可被纪录的点为15点扣掉剩下未返回完毕的点
例如：从第15点走到第5点后触发暂停（Feedhold），手动带开还可以纪录10个点



5. 使用者排除故障後，切回自动模式并按下程序启动
6. 系统开始进行刀具返回，刀具会沿着原轨迹纪录的所有点(最多15个点)进行返回位置2
7. 刀具返回完成(位置2)後，系统进行刀具再定位回到位置1，直接接续原加工路径继续进行加工



2.14.3 注意事项

支援版本说明

1. 有效版本始於10.116.16。
2. 10.118.27及之後版本，新增以下两个参数：

- a. Pr3854设定不同之退刀速度 (预设值为1000mm/min)。
- b. Pr3855设定刀具返回及再定位速度 (预设值为1000mm/min)。

通用功能限制

1. 基於安全考量，仅支援"手轮模式"带开刀具。
2. 开启客制暂停点回归(Pr3852=1)时，此功能无效。
3. 过程中重复触发C21功能无效。
4. G10.6只能指定 X、Y、Z 任一轴向；未指定R值或轴向则会跳出警报MAR-452。
5. 退刀时不允许暂停；刀具返回与刀具再定位时可允许暂停(Feedhold)，重新启动後会继续进行原本的动作。
6. 退刀过程中 Reset无效，仅能 ESTOP。(注：若於退刀时触发Reset，会在退刀动作完成後才进行Reset，清除回退路径并解除刀具回退模式)；刀具返回与刀具再定位过程中按下Reset，会清除回退路径并解除刀具回退模式。
7. 刀具回退功能速度规划说明：
 - a. 指定轴向位置回退时，会依据一般动程规划回退速度。
 - b. 指定沿刀具向量回退时，在依序将刀具退回完成後，会先将各轴减速到0，才走完刀具再定位。
8. 若加工档重复下 G10.6 指令，则触发 C21 ON暂停时以最後下的指定轴向位置或刀具向量距离，进行刀具回退功能。
9. 沿刀具向量回退功能不支援 G12.1、机器人、二维或平行机构转换。
10. 请勿在手轮模式下更换刀具(即不支援修改刀长)，以免刀具返回或是再定位过程中，与机台发生干涉造成危险。
11. 若刀具回退指令(G10.6)有指定刀具回退速度，则其後之G01指令，需指定进给率速率，否则将以G10.6之进给率速率执行加工。
12. 退刀、返回和再定位过程支援手轮模拟。
13. 不支援虚拟轴应用。

五轴功能限制

1. 若五轴功能开启状况下触发此功能，刀具收回完成後欲进行手轮模式带开时，不支援手轮刀尖点控制(RTCP)启用情形，亦即R518和R519需设为 0，若设定不为0，退刀动作完成後即跳OP-57警报。
2. 使用 G10.6 X_ 指定轴向位置回退，如果在斜平面加工(G68.2/G68.3) 或 RTCP(G43.4/G43.5) 模式下，触发 C21 ON 会跳出 COR-148 警报。
使用 G10.6 R_ 指定沿刀具向量回退，如果在非斜平面加工(G68.2/G68.3) 或 非RTCP(G43.4/G43.5) 模式下，触发 C21 ON 会跳出 COR-148 警报。
3. 使用者於斜平面加工使用刀具向量回退时，一定要於 G68.2 之後下过刀具对正指令 G53.1 或 G53.6，不然刀具回退方向会错误。
4. 系统会以目前五轴使用中的机构练(G10L5000P__Q__)来拉出刀具。

2.14.4 程式范例

%@MACRO

G0 X0. Y0. Z0.;

G10.6 Z50. F1000; //开启刀具回退功能，设定回退位置Z50.，退刀速度和刀具返回及再定位速度为1000mm/min

G01 X30.;

X50.;

M30;

2.15 G10.9: 直半径轴编程切换

2.15.1 指令格式

G10.9 X_ Y_ Z_ 直半径轴编程切换

X、Y、Z: 指定特定轴向使用直/半径轴编程

0: 使用半径轴编程

1: 使用直径轴编程

2.15.2 说明

使用者可以在程序执行中, 透过下 G10.9, 来指定之后的每一行轴向指令, 是使用直径轴或是半径轴编程。

2.15.3 注意事项

1. 直半径轴编程切换(G10.9), 有效版本始于 10.118.8。
2. 请将 G10.9 X_ Y_ Z_ 下在单独的一行, 不要与其他指令一起下。
3. 下过 G10.9 指令, 模式由 Pr3256 决定复位是否保留, 若不保留会回复到 Pr281~Pr300 轴向半径轴或直径轴的设定值。
4. 直半径轴编程切换(G10.9)设定, 会对每个轴群所控制的指定轴向有效。也就是说, 若 X 轴分别属于两个轴群 \$1 和 \$2, 且 X 轴参数定义为半径轴; 当于 \$1 下了 G10.9 X1, 若 \$2 执行到 X 轴指令时, 会改成使用直径轴编程。
5. 当轴向由直径轴切换成半径轴编程, 等同后续单节移动量会变成2倍, 请自行注意单节移动量是否正确, 避免造成刀具干涉或床台撞机。
6. 系统执行到直半径轴编程切换(G10.9)时, 会暂时取消刀补, 当新的移动量进入后, 会再次回复刀补状态。
7. 此功能仅对线性轴(Pr221~Pr240 轴向的轴型态设定为0)有影响。
8. 在极坐标补间功能(G12.1)模式中, 不可以使用直/半径轴编程切换指令(G10.9), 会跳出警报 COR-325。
9. 当使用者先下过 G10.9 X_, 后又启动极坐标补间功能(G12.1), 在极坐标补间中, X轴会听从 Pr4020 编程设定值。取消极坐标补间功能(G13.1)之后, X轴会回复到参数原始设定值。如果想要回复到 G10.9 的设定值, 请重新指定 G10.9 X_。
10. 如果使用者下 G10.9 指令, 但没有指定任一轴向切换或是编程方式指定为0和1以外的值, 会跳出警报 COR-326。
11. 刀长刀径补偿、外偏、工件坐标偏移、参数坐标相关等机台设定, 取决于就绪设定时的 PR28x 设定值, 加工中切换 G10.9 之后, 实际作用在床台的补偿量并不会跟着改变。
12. 程序坐标等加工编程相关的数值, 则依照 G10.9 动态切换。
13. 机械坐标相关的数值则依照 Pr3257 设定而定。

2.15.4 程序范例

1. 参数设定 Y轴为半径轴。
 T0101;
 G90 G00 Y0.; //移动到定位点, 座标为0.0.
 G01 Y5.; //Y轴实际走5mm, 座标为5.0.
 G10.9 Y1; //Y轴改为直径轴编程, 座标为10.0.
 Y20.; //Y轴实际走5mm, 座标为20.0.
 M30; //Reset之后, Y轴为半径轴, 座标为10.0.
2. 参数设定 X轴为直径轴, Z轴为半径轴。
 T0101;
 G90 G00 X0.; //移动到定位点, 座标变成0.0.
 X10. Z10. //X轴实际走5mm, Z轴实际走10mm, 座标为(10.0,10.0).

G10.9 X0 Z1; //X轴切换为半径轴编程, Z轴切换为直径轴编程, 座标为(5.0,20.0).
 X40. Z40. //X轴实际走35mm, Z轴实际走10mm, 座标为(40.0,40.0).
 M30; //Reset之后, X轴为直径轴, Z轴为半径轴, 座标为(80.0,20.0).

2.16 G10: 可程式资料输入

2.16.1 指令格式

$G10 \left\{ \begin{matrix} L10 \\ L11 \\ L12 \\ L13 \end{matrix} \right\} P_ R_ ;$	用於刀具長 (H) 幾何補正量
	用於刀具長 (H) 磨耗補正量
	用於刀具徑 (D) 幾何補正量
	用於刀具徑 (D) 磨耗補正量

P: 欲补正的刀具号码;

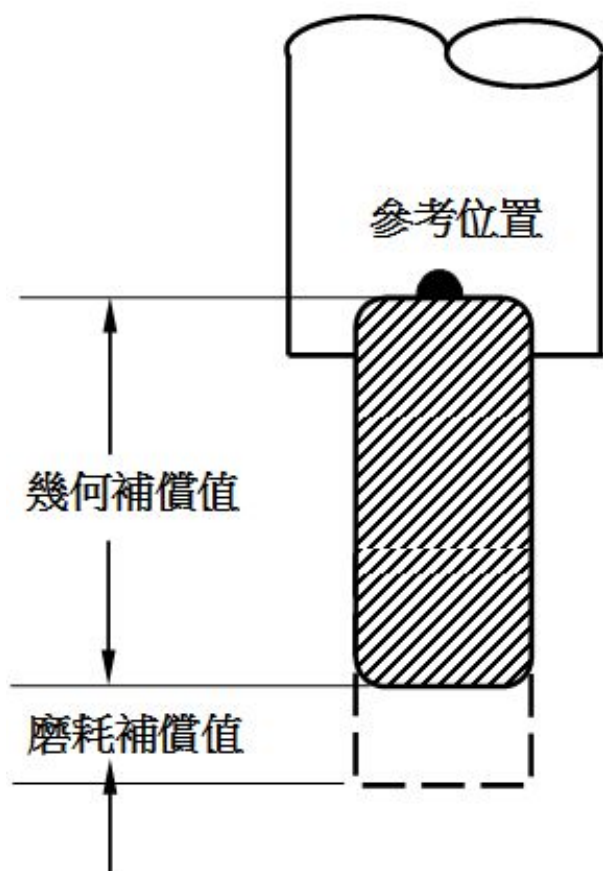
R: 刀具补正值 (刀具长或刀具直径资料);

2.16.2 说明

1. G10指令就是直接利用程式指令方式来输入**刀具补正值**。
2. 在绝对指令模式 (G90) 下是绝对值, G10之设定值为新的补正值;在增量指令模式 (G91) 下是增量值, G10之设定值为目前值加上新补正值。
3. 此语法仅适用於Pr3816=0/1, 输入单轴补偿值。
4. 不支援PLC轴控制元件(PLC Axis)。

SYNTEC

2.16.3 图例



2.17 G12.1/G13.1: 启动、取消极坐标插补

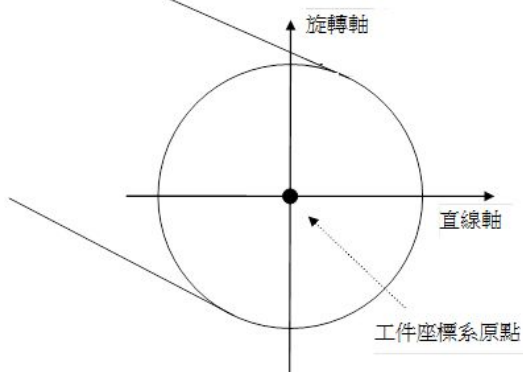
指令格式

G12.1 X C; // 启动极坐标插补方式;
 ... // (指令直角坐标系中的直线或圆弧插补,
 ... // 直角坐标系由直线轴和回转轴组成)
 G13.1; // 极坐标插补方式取消
 X: 程序零点相较旋转中心的X方向偏心量
 C: 程序零点相较旋转中心的C方向偏心量

2.17.1 说明

1. 极坐标插补功能是将轮廓控制由直角坐标系中程序的指令转换成一个直线轴运动（刀具的运动）和一个回转轴的运动（工件的运动）。

2. 极坐标插补平面，G12.1 启动极坐标插补方式并选择一个极坐标插补平面（如下图）。极坐标插补在该平面上完成。



3. G12.1 之后，C绝对坐标显示为负的C方向偏心量；X的绝对坐标受到，X为直半径轴影响，详细说明如下：

- a. X为半径轴，在极坐标插补中，X轴会使用半径轴编程。X绝对坐标显示为G12.1之前的座标扣除X方向偏心量：

G0 X50. C90. // 绝对座标 X = 50, C = 90

G12.1 X10. C5. // 绝对座标 X = 50 - 10 = 40, C = 0 - 5 = -5

G13.1 // 绝对座标 X = 50, C = 90

- b. X为直径轴，在极坐标插补中，X轴会使用半径轴编程。X绝对坐标显示为G12.1之前的座标除以二后扣除X方向偏心量：

G0 X50. C90. // 绝对座标 X = 50, C = 90

G12.1 X10. C5. // 绝对座标 X = 50/2 - 10 = 15, C = 0 - 5 = -5

G13.1 // 绝对座标 X = 50, C = 90

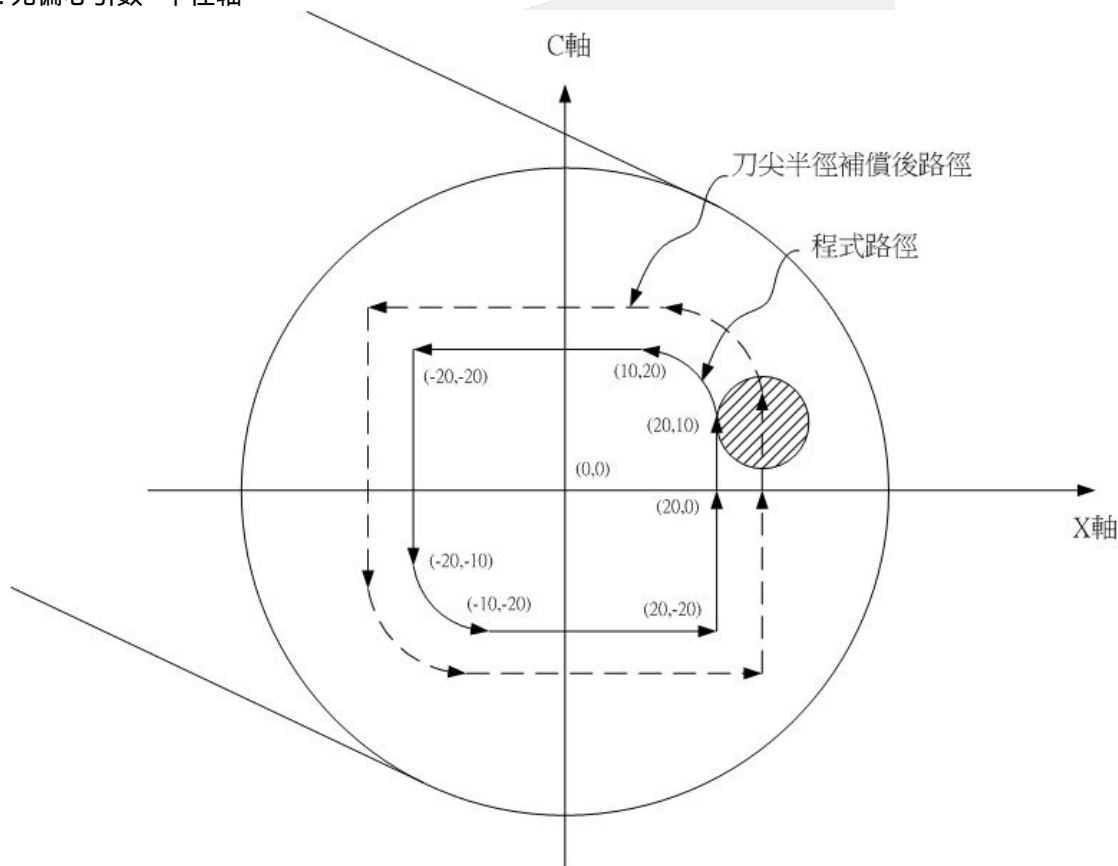
2.17.2 注意事项

- 偏心引数功能有效版本始于10.116.11。
- 关机或系统复位后，极坐标插补功能被取消。
- 极坐标插补中可使用以下G码：
G01直线插补
G02/G03 圆弧插(IJR引数同一般写法)
G04暂停
G40/G41/G42刀尖半径补偿
G65/G66/G67用户程序呼叫
- 极坐标插补启动后，工作平面功能(G17/G18/G19)被取消，会强制指定为G12.1的工作平面(未客制下是G17)；待极坐标插补取消或是系统复位后，系统回复极坐标插补启动前所指定之工作平面。
- 极坐标插补启动后，座标系无法改变(G50/G52/G53/G54~G59)。
- 刀径补偿功能启用(G41/G42)下不能启动或取消极坐标插补功能，必须在刀径补偿功能取消(G40)时方可使用。
- 极坐标插补启动后，若需要开启刀径补偿功能(G41/G42)，必须多下一个移动量为0的带刀单节，以确保路径正确性。
- 极坐标插补模式下，刀径补偿不能选择预看模式(PR3815=1)。
- 程序再启动：对于G12.1方式中的程序段，不能进行程式的再启动，以避免路径错误。
- 切换到极坐标后，会以当时的C轴角度为假想0度规划动作，故执行G12.1前，请先执行C轴定位的动作，确保后续的进刀角度相同。(可参考范例)
- 目前不支援在没有开启Z轴的情况下使用此功能，否则可能造成G02/G03路径错误。
- 极坐标插补功能不能和五轴刀尖点功能(G43.4/G43.5)混用。

13. 在极坐标插补功能(G12.1)模式中, 不可以使用直/半径轴编程切换指令(G10.9), 会跳出警报 COR-325。
14. 当使用者先下过 G10.9 X₀, 后又启动极坐标插补功能(G12.1), 在极坐标插补中, X轴会使用半径轴编程。取消极坐标插补功能(G13.1)之后, X轴会回复到参数原始设定值。如果想要回复到 G10.9 的设定值, 请重新指定 G10.9 X₀。
15. 若刀具从C轴机构中心位置开始移动, 移动方式可能分成两阶段, 分别为: 先做C轴定位, 再做X轴移动, 此为正确动作, 并非各轴不联动; 其动作成因在于极坐标插补为非线性机构转换, 存在一奇异点(singular point)就在C轴机构中心, 而机构在奇异点的移动表现是较为特殊的。
16. 此功能不支援多轴多讯号跳越机能(G31.10/G31.11)。

2.17.3 程序范例

1. 无偏心引数 - 半径轴



```

T0101;
G00 X110. C0. Z0.;//到定位点
G40 G94;
G12.1;//极坐标插补开始
//使用直角坐标系X-C平面编写程序
G42 X55.;//增加一个移动量为0的单节
G01 X20. F100.;
C10.;
G03 X10. C20. R10.;
G01 X-20.;
C-10.;
G03 X-10. C-20. R10.;

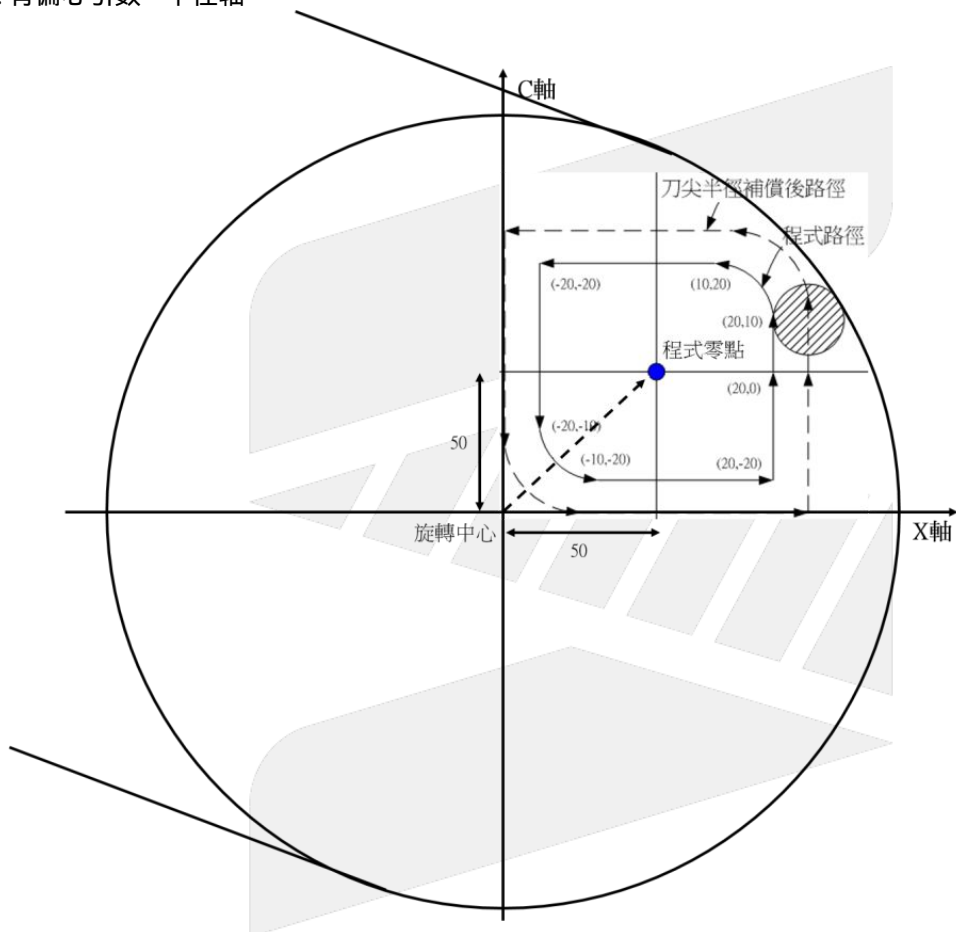
```

```

G01 X20.;
C0;
G40 X55.;
G13.1;//极坐标插补取消
M30

```

2. 有偏心引数 – 半径轴



```

T0101
G00 X110. C0. Z0.;//到定位点
G40 G94;
G12.1 X50. C50.;//极坐标插补开始，偏心(50, 50)
//使用直角坐标系X-C平面编写程序
G42 X55.;//增加一个移动量为0的单节
G01 X20. F100.;
C10.;
G03 X10. C20. R10.;
G01 X-20.;
C-10.;
G03 X-10. C-20. R10.;
G01 X20.;
C0;
G40 X55.;
G13.1;//极坐标插补取消

```

M30

附录

1. 指定任意轴(客制G12.1)+刀径补偿

G12.1之预设轴X为线性轴、C为旋转轴，但由于机台配置不同，故有时需改以Y轴作为线性轴，此时可产生客制G12.1。

```
G10 L1301 X_ C_ R_;
X_ 线性轴ID
C_ 旋转轴ID
R_ 1: Enable / 0: Disable
```

例(客制G012001, Y线性轴 C旋转轴):

```
%@MACRO
IF (#1012<=40) THEN
  ALARM( 17);
END_IF;
IF (#1018=96) THEN
  ALARM( 18);
END_IF;
```

```
#30:=AXID(Y); // 取得Y轴ID
#31:=AXID(C); // 取得C轴ID
// get Y axis diameter/radius programming before G12.1 enable
#34 := ROUND( POW( 2, #30 ) );
#35 := #1814 AND #34;
```

```
IF (#25 = #0) THEN
  #25 := 0;
END_IF;
IF (#3 = #0) THEN
  #3 := 0;
END_IF;
IF ((#30=#0) OR (#30<=0) OR (#31=#0) OR (#31<=0)) THEN
  ALARM( 19);
  M99;
END_IF;
```

// 状态备份

```
#32:=#1004;
#2048:=#1002;
#2049:=#1008;
```

// 当使用到圆弧指令、刀具半径补正指令或极坐标命令时，必须先用G17、G18、G19来设定切削平面

```
G91 G19 Y0 C0;
G94;
```

G90 G10 L1301 X#30 C#31 I#25 J#3 R1; // 启用极坐标插补模式，指定为Y-C

```
IF ( #35 = 0 ) THEN
```

```
  Y( #1412 - #25 ) C-#3;
```

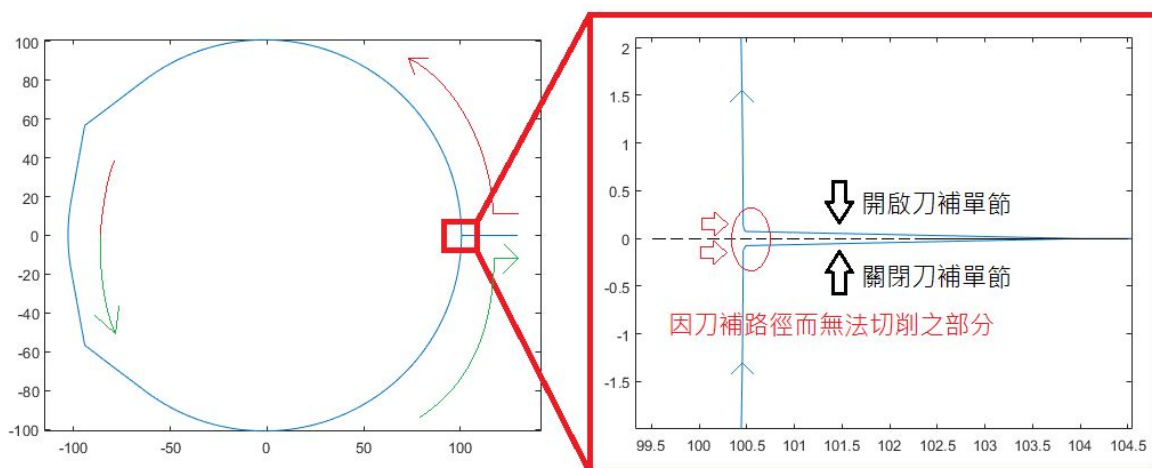
```
ELSE
```

```
  Y( #1412 / 2.0 - #25 ) C-#3;
```

```
END_IF;
```

```
WAIT();
G#32;
M99;
```

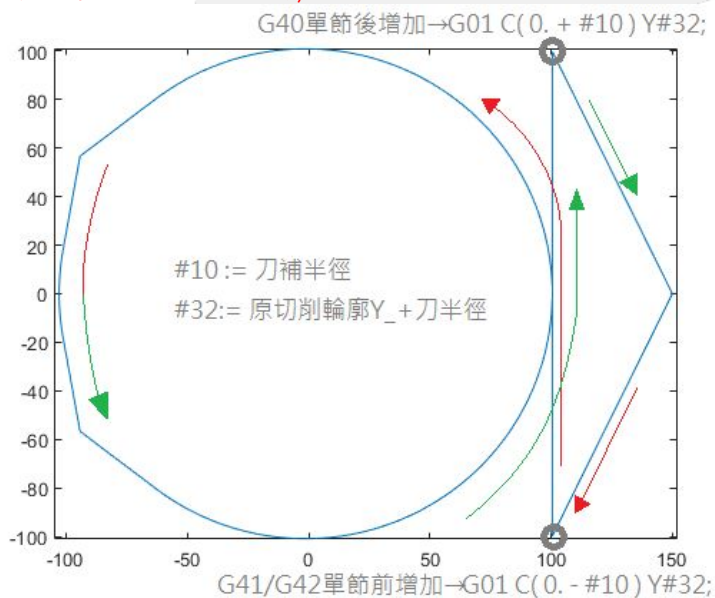
极坐标插补下开启刀补时，如直接给定切削轮廓轨迹，工件下刀处可能有部分无切削(请参照下图)



故建议加工档应设计适当带刀单节，让路径可以沿轮廓切线进入。假设切削轮廓头尾位置命令皆C0，而最简易的规划为：

G41/G42前和G40后，各补一个移动单节贴齐切削轮廓切线路径加刀径补偿后的位置，而C_轴依路径方向移动至少刀半径之距离(方向则依原路径方向决定)。
详细请参考以下范例，Y-C极坐标+刀径补偿(增加带刀单节)

例(使用宏制G12.1+刀径补偿)



%@MACRO // 橘色可以用蓝色MACRO code撰写取代

```
G90 G00X0.Y150. C0. Z0. F1500 ;
M03 S3000;
M08;
G40;
```

```
G90 G10 L12 P13 R99.86; // #10 := 99.86; 刀半径99.86
                        // G90 G10 L12 P13 R#10; 设定刀号13之刀半径
G12.1;                // 开启客制Y-C极坐标插补
```

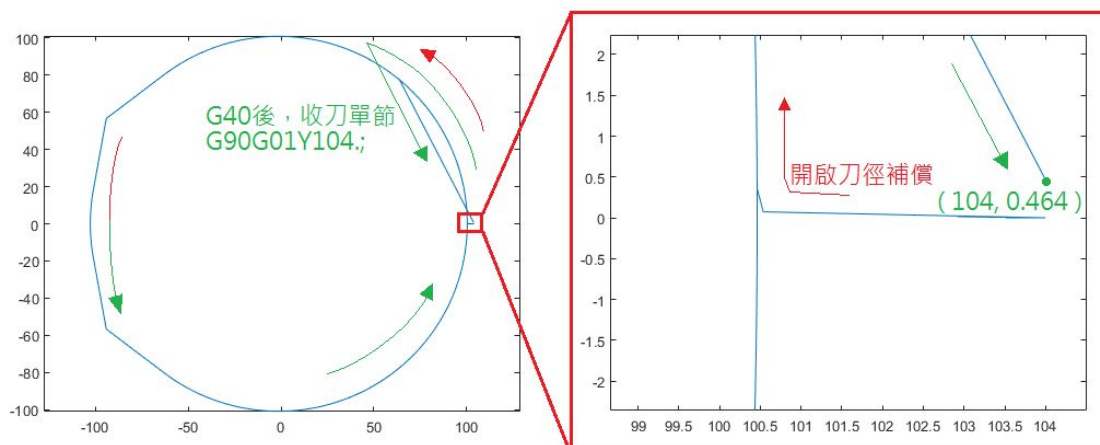
```
G90G01 F1600;
G01 C-99.86 Y100.462; // #32 := 0.602 + #10; 切削轮廓加上刀半径, 故99.86 + 0.602 = 100.462
                        // #G01 C(0. - #10) Y#32; 补适当带刀单节, Y_移动至100.462, 而C_移动刀半径之距
                        离
G42 D13 C0. Y0.602;
// 切削轮廓
// =====
G03 C0.464 Y0.383 R0.602;
G03 C0.536 Y-2.952 R2.69;
G03 C-0.536 Y-2.952 R3.0;
G03 C-0.464 Y0.383 R2.69;
G03 C0. Y0.602 R0.602;
// =====
G40;
G01 C99.86 Y100.462; // G01 C(0. + #10) Y#32; 补适当收刀单节, C_移动刀半径之距离
                        // 收刀单节仍受到刀补规格影响, 故应该下在G13.1前
// =====
G90 G01 C0. Y150.; // 回到定位点
G13.1;            // 关闭极坐标插补
M30;
```

※注：刀补过程中，请尽量不要有宣告工作平面的动作，会触发暂时关闭刀补之动作而产生错误之路径

2. 退刀路径造成过切之范例

承第三点，工件下刀处有部分没办法切削到的问题，若以规画重复路径方式移动至C≠0.，则需要退刀时需同时注意Y-C之路径。此范例中于G40后下G90 G01 Y104.，直觉会认为路径应延Y轴移动至104.处，但因此单节是为收刀单节，且没有下C之命令，故C会移动至前一单节所下之命令(G03 C0.464 Y0.383 R0.602;)，使得取消刀径补偿后移动至(104.0, 0.464)之位置，从下图中可以看到收刀路径由切削路径内侧移动而造成工件过切。故如果真的希望路径延Y方向水平移出，则此单节应该放置于G40前，但须注意这牵扯刀补路径转折，故可能无法正常刀补(此例中即会发警报刀具半径太大)。路径之修正方式请参照第三点之范例。

SYNTEC



%@MACRO

G90 G01X0.Y104.C0.Z0.F1500 ;

M03 S3000;

M08;

G40;

G90 G10 L12 P13 R99.86; // 设定刀号13之刀半径

G12.1;

G90G01 F1600;

G42D13 C0. Y0.602 ;

// 切削轮廓

// =====

G03 C0.464 Y0.383 R0.602;

G03 C0.536 Y-2.952 R2.69;

G03 C-0.536 Y-2.952 R3.0;

G03 C-0.464 Y0.383 R2.69;

G03 C0. Y0.602 R0.602;

G03 C0.464 Y0.383 R0.602; // 多磨的路径，磨去因刀径补偿而未切削部分

// =====

G40; // 关闭刀补

G90 G01 Y104.; // 收刀单节，因无指定C之坐标

// 收至(104.0, 0.464)造成过切

// =====

G13.1; // 关闭极坐标插补

M30;

2.18 G15/G16: 极坐标命令

2.18.1 指令格式

G16; 极坐标命令设定
 G__X__Y__
 :
 : } 极坐标命令

G15; 极坐标命令取消

X: 极坐标半径值

Y: 极坐标角度 (「+ 值」为逆时针方向, 「- 值」为顺时针方向)

2.18.2 说明

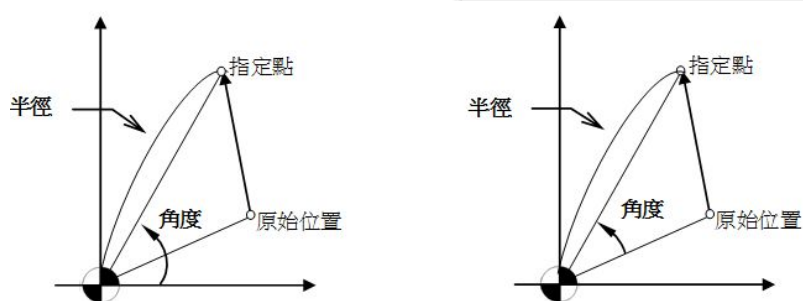
第一行启动极坐标模式, G16为极坐标命令模式开始, G15为极坐标命令模式取消, 可以极坐标 (半径和角度) 方式输入端点坐标, 且受G90/G91影响。

第一个引数是半径, 第二个引数是角度。

绝对指令或增量指令是由G90绝对指令或G91增量指令决定, 当为绝对量时, 半径或角度的增加都是从原点起; 当为增量时, 半径是以上一点作为新原点, 角度是从上一点的角度累加。

2.18.3 图示

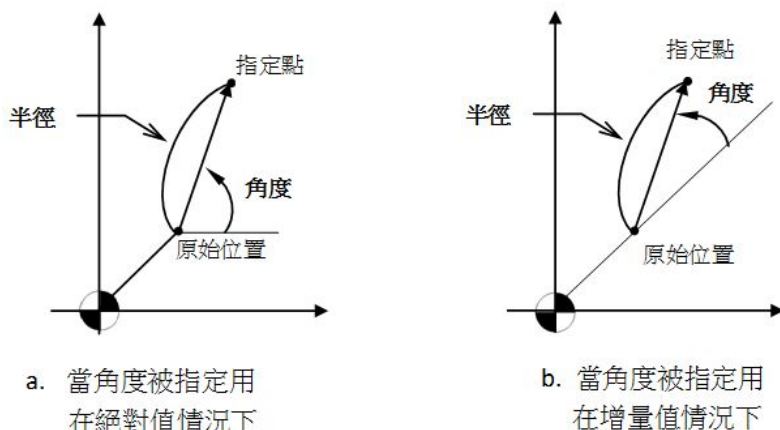
1. 当极坐标原点在工作坐标零点上



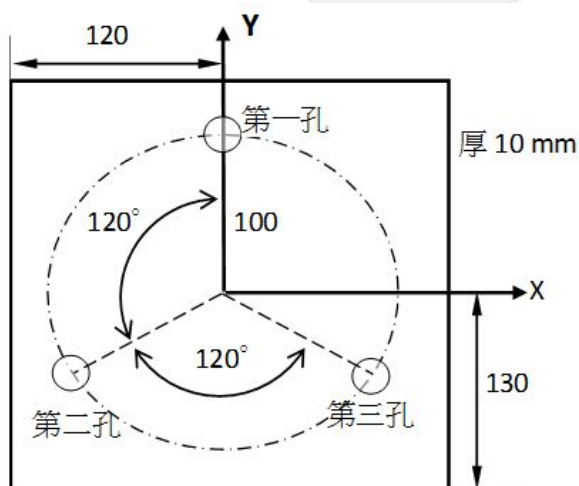
a. 當角度被指定用在絕對值情況下

b. 當角度被指定用在增量值情況下

2. 当极坐标原点在一般的位置上



2.18.4 程序范例



1. 绝对指令方式:

```

N001 T1 S1000 M03;
//1号刀具 (直径10mm钻头), 主轴正转1000rpm
N002 G17 G90 G16;
//设定X-Y平面, 绝对值模式, 启动极坐标模式
N003 G99 G81 Z-12.0 R2.0 F600 K0;
//执行鑽孔循环, 鑽深12mm, 切削率600mm/min, 回程到R点
N004 X100.0 Y90.0;
//给定一个距离100mm, 角度90度 (第一孔)
N005 Y210.0;
//给定一个距离100mm及角度210度, 自原点启算 (第二孔)
N006 Y330.0;
//给定一个距离100mm及角度330度, 自原点启算 (第三孔)
N007 G15 G80 M05;
//极坐标模式取消, 循环取消, 主轴停止
N008 M30; //程序结束
  
```

2. 增量指令方式:

```

N001 T1 S1000 M03;
//1号刀具（直径10 mm钻头），主轴正转1000rpm
N002 G17 G90 G16;
//设定X-Y平面，绝对值方式，启动极坐标模式
N003 G99 G81 Z-12.0 R2.0 F600 K0;
//执行钻孔循环，钻深12mm，切削率600mm/min，回程到R点
N004 X100.0 Y90.0;
//给定一个距离100mm，角度90度（第一孔）
N005 G91 Y120.0 K2;
//增量指令，角度从上一点累加120度（第二孔）
N006 Y120.0;
//增量指令，角度从上一点累加120度（第三孔）
N007 G15 G80 M05;
//极坐标模式取消，循环取消，主轴停止
N008 M30;//程序结束

```

2.19 G17/G18/G19: 工作平面设定

2.19.1 指令格式

G17: 设定X-Y工作平面

G18: 设定Z-X工作平面

G19: 设定Y-Z工作平面

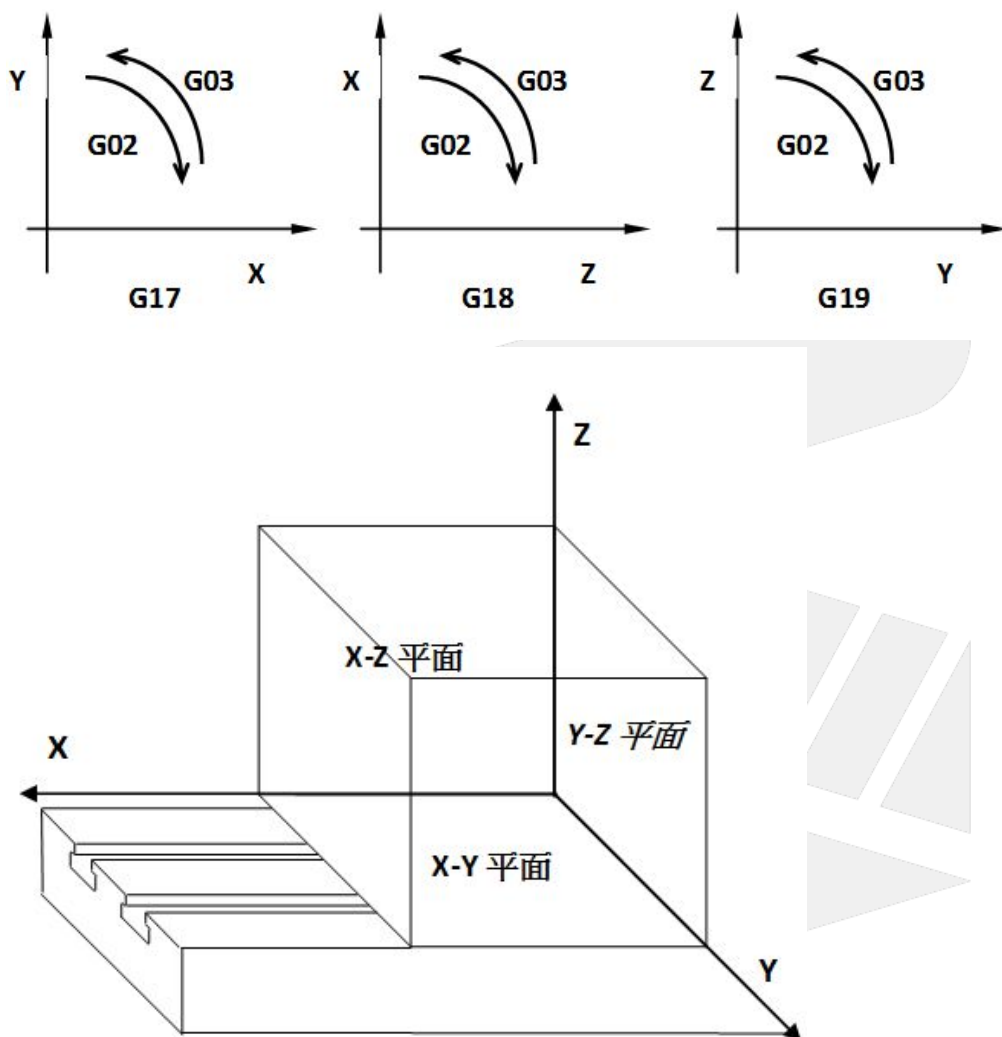
2.19.2 说明

1. 当使用到圆弧指令、刀具半径补偿指令或极坐标命令时，必须先用G17、G18、G19来设定切削平面，告知控制器加工平面（内定为G17）。
2. 切削平面上的X、Y、Z方向，实际对应的轴向称之为几何轴，几何轴的选定规则如下：
 - a. 控制器会根据**轴名称**将轴向分成三种类别。
 - i. X类别：X, X1~X99, U, U1~U99, A, A1~A99。
 - ii. Y类别：Y, Y1~Y99, V, V1~V99, B, B1~B99。
 - iii. Z类别：Z, Z1~Z99, W, W1~W99, C, C1~C99。
 - b. X类别的轴向有资格被选为X方向的轴；Y类别的轴向有资格被选为Y方向的轴；Z类别的轴向有资格被选为Z方向的轴。
 - c. 同一类别里面，若有多个轴时，将参考上述描述的顺序，越前面的越优先被选用。
 - d. 若某个类别都没有对应的轴向被宣告，此时会从没有被选为几何轴的轴向里面，选择轴ID最小的轴为该类别的几何轴。
 - e. 如果系统宣告的轴数小于三轴，就会有某个类别选不到几何轴，此时，圆弧指令、刀具半径补偿指令或极坐标命令在使用上就会受到限制。
 - i. 以两轴车床（Z、X轴）为例，就只剩下G18工作平面可使用。
 - f. 一个轴向不会同时被选为两种几何轴。

2.19.3 注意事项

1. 使用G17、G18、G19进行加工平面切换时，若在同一单节加入轴向指令，除了可能改变工作平面几何轴，同时也会产生移动指令，请注意机台的动作以免发生危险。

2.19.4 图例



2.19.5 范例说明

已知控制器参数设定如下：

Pr21、22、23、24、25=[1, 2, 3, 4, 5]

Pr321、322、323、324、325=[101, 100, 800, 302, 301]

故系统中有名称为X1、X、V、Z2、Z1的五个轴向（轴ID由小到大）

根据上述规则，组成空间几何座标的三个几何轴分别是：X、V、Z1。

范例一：

G17;

G91 G02 X5. R20. F2000; // 加工档指定 G17 後，圆弧指令会表现在X、V两个轴组成的平面上。

范例二：

G18;

G91 G02 X5. R20. F2000; // 加工档指定 G18 後，圆弧指令会表现在Z1、X两个轴组成的平面上。

2.19.6 附录

附录

说明

如果使用者在G17/G18/G19单节後方加上轴向指令，表示使用者希望将该轴向指定为几何轴，此时指定几何轴的优先顺序如下（由高到低）：

1. 轴向指令中，轴类别为X、Y、Z、U、V、W的轴，优先依照轴类别、轴ID由小到大分到几何轴（与宣告顺序无关）。
2. 把所有宣告的轴向根据轴ID由小到大分到工作平面需要的几何轴（Ex: G17需要X、Y；G18需要Z、X）。
3. 把系统中剩餘的轴向根据预设选定规则分到几何轴。（未出现在G17/G18/G19单节後方的轴向）

注意事项

1. 21GA-E與6GA-E 機型於10.118.34及之後的版本，不支援此功能。
2. Pr3809設定1時不會將H視為C軸幾何軸。

范例說明

已知控制器参数设定如下：

Pr21、22、23、24、25=[1, 2, 3, 4, 5]

Pr321、322、323、324、325=[100, 200, 302, 301, 303]

故系统中有名称为X、Y、Z2、Z1、Z3的五个轴向，轴ID由小到大。

范例一：

```
G17 G01 Y1. Z2 = 10. Z1 = 20. ;
```

轴向指令中包含Y、Z2、Z1共三个轴

1. G17单节後方有出现的轴向将优先被指定为几何轴：属于Y类别的Y轴被指定为Y几何轴；属于Z类别、且轴ID最小的Z2轴被指定为Z几何轴。
2. G17需要X、Y几何轴，但G17单节後方并没有X类别的轴，因此，轴ID最小的Z1轴被指定为X几何轴，而不是Pr21宣告的X轴被指定为几何轴。

范例二：

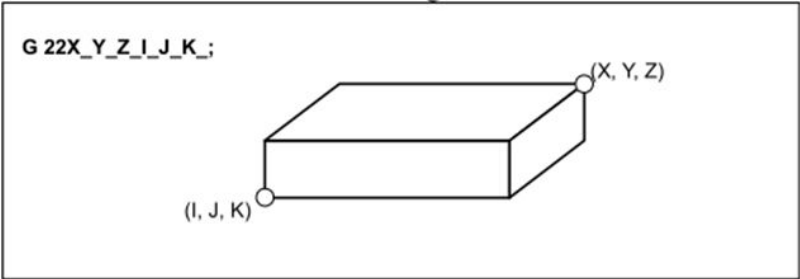
```
G18 G01 Z2 = 10. Z1 = 20. ;
```

轴向指令中包含Z2、Z1两个轴

1. G18单节後方有出现的轴向将优先被指定为几何轴：宣告中属于Z类别且轴ID最小的Z2轴被指定为Z几何轴。
2. G18需要Z、X几何轴，但G18单节後方并没有X类别的轴，因此，轴ID最小的Z1轴被指定为X几何轴。
3. 因为G18单节後方有出现的轴向已经被指定完，所以Pr22宣告的Y轴将被指定为Y几何轴。

2.20 G22/G23：第二软体行程极限

2.20.1 指令格式



G22 X_Y_Z_I_J_K_;// X_Y_Z_：正向极限机械座标
// I_J_K_：负向极限机械座标
G23// 关闭软体行程极限保护

2.20.2 说明

1. 此为10.116.x的新功能，原第二软体行程极限改名为第三软体行程极限。
2. G22可动态开启软体第二行程极限保护功能，同时可以在程式中修改XYZ三轴的保护范围。
3. G22後有三组引数，X-I、Y-J、Z-K，每一组各自对应XYZ轴的正负极限值。
4. G23则是关闭第二软体行程极限保护功能。
5. 第二软体行程正负极限值在参数2501~2540设定。
6. 可透过参数2542决定保护范围为设定范围的内侧或外侧。
7. 可透过参数3838决定开机後预设状态为G22或G23。
8. G22後有带引数，则以引数指定之机械座标作为行程保护的範圍，但此设定不会修改到参数值。下表整理不同指令写法的保护范围依据。

程式指令	X	Y	Z	其余轴
G22	参数	参数	参数	参数
G22 X_	COR-109 G22指令错误，启用失败			
G22 X_I_	指令	参数	参数	参数
G22 X_Y_Z_I_J_K_	指令	指令	指令	参数

9. 同组引数(X & I、Y & J、Z & K)的设定值可颠倒，保护范围相同。例如G22 X100. I200.与G22 X200. I100.的保护范围相同。
10. 若同组引数相减等於0，即使参数有设定也不启动保护。例：G22X0. I0.表示X轴不启动保护G22X10. I10.表示X轴不启动保护G22X0. I10.表示X0. ~ X10. 为保护范围G22X10. I0.表示X0. ~ X10. 为保护范围其它轴向以此类推。
11. 於主程式(\$1)下G22指令时，仅对第一轴群的所有轴向开启保护，第二轴群之轴向不受影响。反之亦同。
12. 若有轴向同时属於多个轴群时，G22、G23指令仅会影响该轴向在该轴群下的行程极限保护。
13. 於第二程式下G22 X_Y_Z_I_J_K_之指令，此一范围将被宣告至X2、Y2、Z2轴。

2.20.3 注意事項

1. 按Reset键无法关闭G22保护状态，须下G23才会解除。
 2. 开启/关闭保护功能在G22/G23指令的下一单节才有效。
 3. 各轴第二软体行程保护(Pr2501~)的正极限设定需大於负极限，否则该轴向不提供保护。
 4. 请使用10.116.0之後的版本
- P.S. 更多说明请参考软体行程极限应用手册

2.21 G28.1: 高速定位指令

2.21.1 指令格式

G28.1 X_ Q_ R_ F1=_ F2=_

X_ 第一段行程"位置"

Q_ 第二段行程"位移"量，如果没有此引数，第二段位移量将与第一段行程相同（增量值）

R_ 遇到光电开关後的减速距离

F1_ 第一段移动速度

F2_ 第二段移动速度

F_ 如果F1/F2都没给定，移动速度将依当时F_值状态的速度移动

2.21.2 动作说明

1. 当加工遇到G28.1指令时，指定轴向会先以速度F1移动到指定位置X_ (第一段行程)
2. 到达指定点後同轴向会再以速度F2位移Q_之距离(第二段行程)
3. 若在第二段行程内，遇光电讯号正缘触发，控制器会马上减速并准确於(相对触发点)位移R_距离後停止
4. 若在第二段行程内，无遇到触发讯号，则於完成Q_行程时结束此单节

2.21.3 注意事项

1. 若指定多轴向如X_ Y_ Z_，则会以轴Index小的操作(ex: G28.1 Y1.0 Z1.0 X1.0... 则会等同G28.1 X1.0...)
2. 若R_未指定，则不执行G28.1指令
3. 第一段行程不会受因光电讯号触发减速
4. Q_ R_之正负会影响行程方向

2.21.4 程式范例

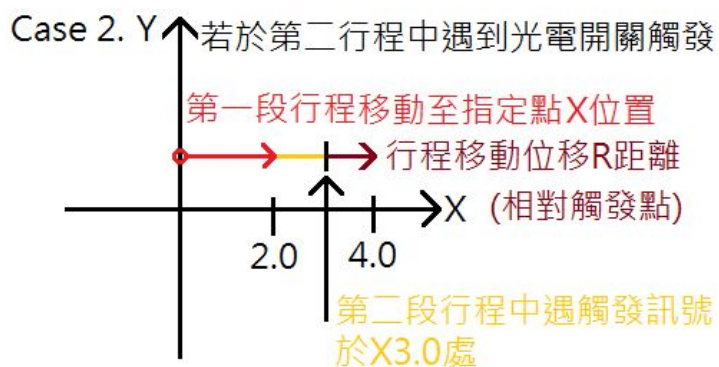
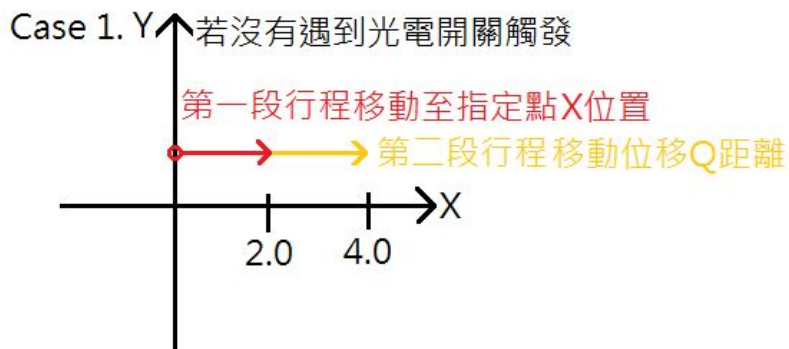
指定轴向为X轴，第一段行程以F1速定位至X2.0，第二段行程以F2速往正X方向位移2.0；如於第二段行程中途遇光电讯号触发，则准确的停在相对触发点距离1.0处

(如图例，假设在X3.0埋设光电开关，使得在第二段行程中途遇触发，开始减速并停止於X(3.0+1.0)处，即X4.0之位置)

```
%@MACRO
M03 S500;
G90 G54 G00 X0. Y1. Z0.;
G28.1 X2.0 Q2.0 R1.0 F1=50. F2=50.;
M05;
M30;
%
```

图例

G01 X0. Y1.;
G28.1 X2. Q2. R1.0 F1=50. F2 = 50.;



硬体接线

请将光电开关接到该轴轴板索引讯号位置上，亦可使用原本马达之索引讯号当作触发

2.22 G28：参考点复归

2.22.1 指令格式

G28 X_Y_Z_;

X、Y、Z：中间点坐标，
 （在G90模式下为绝对值，在G91模式下为增量值）

2.22.2 说明

G28指令为原点或参考点回归动作，为了避免撞刀，此动作会从目前位置采快速定位（G00）移动方式，先移到使用者指定的安全中间点後再回归机械原点。

2.22.3 注意事项

1. 通常此指令用于自动刀具交换，因此为安全起见，在执行G28指令前，必须将刀具补正机能取消。另外，使用时请注意XYZ引数对应的是程式坐标。
2. 轴型态（参数221~236）若设定为旋转轴时，相关路径请参阅Pr221~236轴型态。

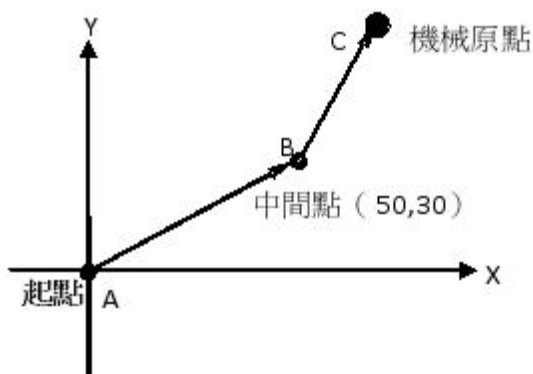
2.22.4 使用限制

1. G28 参考点复归功能，仅支援轴向名称命名为X、Y、Z、U、V、W、A、B、C、X1、Y1、Z1、X2、Y2、Z2，其余轴向名称指令将不执行归零动作。
2. 承1，若想要让其他轴向名称（例如X3、X4），使用G28参考点复归功能，可以自行定制G0028，增加Xn、Yn或者Zn轴向指令处理。

2.22.5 程式范例

范例一：

G90 G28 X50.0 Y30.0; //A->B->C，中间点（50,30）



范例二：

G28 X0; //只做X轴参考点复归

G28 Y0; //只做Y轴参考点复归

G28 Z0; //只做Z轴参考点复归

2.23 G29：从参考点回归

2.23.1 指令格式

G29 X_Y_Z_;

X、Y、Z：指定点坐标；
（在G90模式下为绝对值，在G91模式下为增量值）

2.23.2 说明

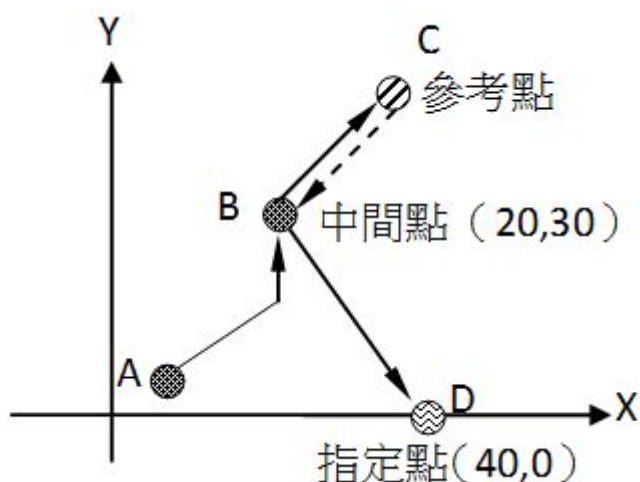
G29指令是在使用过G28后，可自参考点经中间点快速移到指定位置点上。值得注意的是G29指令**不得单独使用**，因为G29并不指定自己的中间点位置，而是利用前G28指令中所指定的中间点，因此，执行G29指令前须先执行G28指令。

以绝对值（G90）指令时，为所欲到达目标点绝对座标值；以增量值（G91）指令时，则为中间点到目标点之增量距离。

2.23.3 使用限制

1. G29 从参考点回归功能，仅支援轴向名称命名为X、Y、Z、U、V、W、A、B、C、X1、Y1、Z1、X2、Y2、Z2，其余轴向名称指令将不执行归零动作。
2. 承1，若想要让其他轴向名称（例如X3、X4），使用 G29 从参考点回归功能，可以自行客制 G0029，增加Xn、Yn或者Zn轴向指令处理。

2.23.4 程式范例



1. 绝对值方式:

```
N001 G90 G28 X20.0 Y30.0;
//A->B->C, 中间点 (20,30), 使用绝对值方式
N002 M06;//换刀
N003 G29 X40.0 Y0.0;
// C->B->D, 其目标位置为指定点的绝对值座标
```

2. 增量值方式:

```
N001 G91 G28 X20.0 Y30.0;
//A->B->C, 中间点 (20,30), 使用增量值方式
N002 M06;//换刀
N003 G29 X20.0 Y-30.0;
//C->B->D, 其目标位置为指定点与中间点之差值
```

2.24 G30: 任意参考点回归

2.24.1 指令格式

G30 **Pn** X_Y_Z_;

X、Y、Z: 中间点座标;

(在G90模式下为绝对值，在G91模式下为增量值)

Pn: 指定参考点（其设定参数为Pr2801~Pr2860）

P1: 机械原点;

P2: 第二参考点;

P_省略时内定为P2;

2.24.2 说明

G30指令为任意参考点回归指令，一般用于自动刀具交换位置和原点不同时。此动作会从当前位置采快速定位(G00)移动方式，先移到使用者指定的安全中间点后，再回归所指定的参考点(Pr2801~Pr2860)。

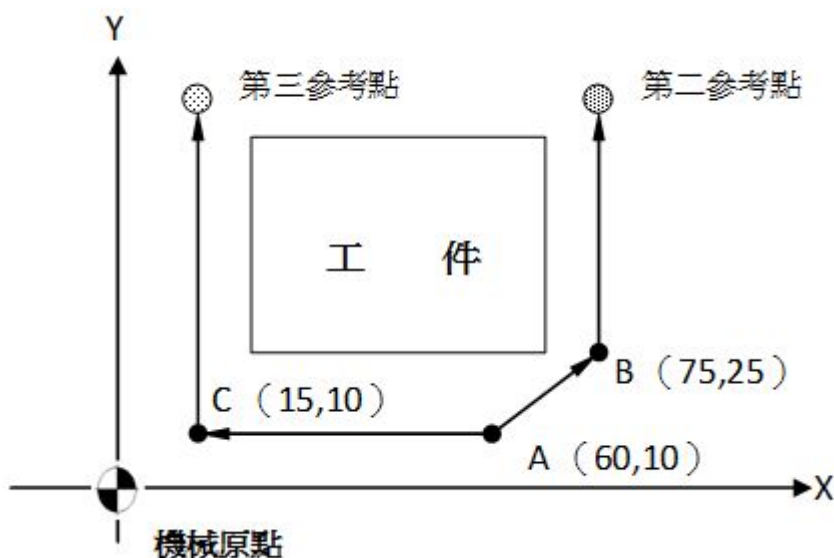
2.24.3 注意事项

通常此指令用于自动刀具交换，因此为安全起见，在执行G30指令前，必须将刀具补正机能取消。另外，使用时请注意XYZ引数对应的是程式坐标，而终点（参考点）位置是机械坐标。

2.24.4 使用限制

1. G30 任意参考点回归功能，仅支援轴向名称命名为X、Y、Z、U、V、W、A、B、C、X1、Y1、Z1、X2、Y2、Z2，其余轴向名称指令将不执行归零动作。
2. 承1，若想要让其他轴向名称（例如X3、X4），使用 G30 任意参考点回归功能，可以自行客制 G0030，增加Xn、Yn或者Zn轴向指令处理。

2.24.5 程式范例



程式说明:

假设刀具在A (60,10) 点上

1. 到第二参考点上
G30 P2 X75.0 Y25.0;//A>B>第二参考点
2. 到第三参考点上
G30 P3 X15.0 Y10.0;//A>C>第三参考点

2.25 G31.10/G31.11：多轴多讯号跳越机能

2.25.1 指令格式

G31.10 X_ Y_ Z_ F_ Q_ P_
设定多轴多讯号跳越机能条件

- X、Y、Z：指定位置
- F：进给速率
- Q：指定跳脱的讯号来源
- P：减速时间(ms)

G31.11
执行多轴多讯号跳越机能

2.25.2 说明

- 一次多轴多讯号跳越机能应包含设定(G31.10)与执行(G31.11)两部分，先设定再执行，两部分必须同时存在，且中间不能插入其他指令。
 - 设定多轴多讯号跳越机能条件(G31.10):
 - 最多支援六组设定跳越机能条件(G31.10连续下六次)，每一组可指定不同跳脱讯号、进给速率与减速时间。当执行完多轴多讯号跳越机能后，次数会重新计算。
 - 同一行G31.10设定的移动轴向，将同时出发、同时到达或在指定讯号触发时同时以设定的减速时间跳脱。
 - 若指定位置是G10 L801设定的虚拟轴位置，则F、Q、P会套用至所有对应轴向。(概念同G31，但G31.10只有设定跳越条件)
 - 执行多轴多讯号跳越机能(G31.11)：执行前面每一组G31.10设定的条件。当跳脱讯号触发后，跳脱讯号对应到的轴向进行跳脱。
- 指定位置单位随着英、公制模式(G71/G70)的不同分别为mm及inch。
- 进给速率F
 - 不指定F引数时，会参考先前所下的进给速率。
 - 单位：
G94模式下单位为mm/min(inch/min) <- 铣床系统开机预设值
G95模式下单位为mm/rev(inch/rev) <- 车床系统开机预设值
- 跳脱讯号来源Q
 - 不指定Q引数，对应C62。
 - Q101~Q132讯号来源为C-bit，分别对应C101~C132。
 - Q201~Q218讯号来源为串行驱动器外部讯号(EXT)来源，分别会侦测第1轴~第18轴的讯号，所支援的串行驱动器如下。（注:新代M2不支援）

支援的串行驱动器	外部讯号(EXT)来源
M2	EXT1
M3	EXT1
RTEX	EXT1
EtherCAT	EXT1

5. 减速时间P

- a. 不指定P引数或指定P0时，没有减速功能，命令会直接中断。
- b. 指定P引数时，依减速时间规划减速，若减速时间不够会停在单节终点。

2.25.3 注意事项

1. #1361~#1378, #1441~#1458, #1608, 除了刚开机、RESET、再遇到G31或G28.1时会被清0，也会在遇到G31.11时被清为0。
2. 若G31.10设定的终点位置与跳脱讯号触发位置过于接近，可能导致偶发G31.11单节先走完，PLC才扫描到C-bit讯号，或驱动器的讯号才进来；造成实体讯号虽然有被触发，但G31.11来不及跳脱的现象。以使用对刀仪的量刀动作为例，发生此现象时，建议G31.10设定的单节再下深，避免此极限状况。
3. P引数不可小于0或非整数，否则会跳警报 COR-064。
4. 当G31.10或G31.11单独存在，或两者中间下其他指令，会跳警报COR-362。
5. G31.10重复指定同一个轴向，会跳出警报COR-362。
6. G31.10连续使用超过六次则会跳出警报COR-362。
7. 多轴多讯号跳越机能不支援以下功能：
 - a. G5.1(路径平滑模式)
 - b. G12.1/G13.1(极坐标插补)
 - c. G15/G16(极坐标命令)
 - d. G40/G41/G42(刀具半径补偿)
 - e. G10 L16(虚拟圆半径)
 - f. G43.4/G43.5(刀尖点控制Type 1 & 2)
8. 在多轴多讯号跳越机能中，F命令为显示加工档中最近一次下的F值，F(实际)则该单节所有轴向的合成速度。因此F实际值可能会超过命令值，若有需要取得插值时G31.11的F命令值，可透过K62变数取得。

範例

sample code

```
G90 G71
G31.10 Z1=10. F300. Q101 P100 // 设定Z1以F300走到10，跳脱讯号为C101，跳脱时的减速时间为100
ms
G31.10 Z2=20. F400. Q102 P100 // 设定Z2以F400走到20，跳脱讯号为C102，跳脱时的减速时间为100
ms
G31.11 // 执行跳跃机能，各轴向以上述的设定走到指定位置
M30
```

假设Z1与Z2都已各自到达F300与F400，此时显示结果如下：

F(命令): 400 mm/min

F(实际): 500 mm/min

若想知道插值时G31.11单节的F命令值，可由K62取得；

若想知道实际的合成与各轴速度，可由R700及R701~718取得。

- R700: 合成进给速度命令实际值，单位LIU/min。其值为各轴向实际速度平方和开根号。
- R701~718: 各轴单轴速度，Servo On状态依据命令数值，Servo Off状态依据回授数值，单位为BLU/min。

R700: 500 IU/min = 500000 LIU/min

R701: 300 IU/min = 300000 BLU/min (假设此范例中Z1为第一轴)

R702: 400 IU/min = 400000 BLU/min (假设此范例中Z2为第二轴)

9. 若在跨轴群轴耦合启用状态下触发跳脱讯号，使主动轴命令中断，从动轴命令也会跟随被中断(仅限于轴耦合型态 2~5)，但须注意此时从动轴轴群所记录之跳脱机械座标不会正确。若欲使纪录之座标正确，可以利用轴借用功能，将耦合轴借用到相同轴群底下，再使用 G31.11 功能触发跳脱讯号。
10. 支援10.118.40G, 10.118.44以及之后的版本。
11. 第三方 EtherCAT 驱动器起始支援版本：10.118.86G。

2.25.4 程式范例

范例一：各轴向以指定速度及跳脱设定来作动(所有G31.10都继承上一次指定的F)

sample code

```
G90
F100.
G31.10 Z1=10. Q101 P100 // 设定Z1以F100走到位置10, 跳脱讯号为C101, 跳脱时的减速时间为100 ms
G31.10 Z2=20. Q102 P100 // 设定Z2以F100走到位置20, 跳脱讯号为C102, 跳脱时的减速时间为100 ms
G31.11 // 执行跳越机能, 各轴向以上述的设定走到指定位置
M30
```

补充：范例一跳脱触发后的#1608结果

开启的轴向有X, Y, Z1, Z2, Z3, Z4，对应的轴口号参数与轴名称参数如下列。

当跳脱讯号皆全数触发后，#1608内各位元的值为：

位元0：0。(只支援G31)

位元1~18：

功能	G31.10 & G31.11					
开启的轴向(Pr21~)	Pr21	Pr22	Pr23	Pr24	Pr25	Pr26
轴名称(Pr321~)	X	Y	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄
对应的位元	1	2	3	4	5	6
值	0	0	1	1	0	0

因此#1608的值为 $2^3+2^4=24$ 。

范例二：各轴向以指定速度及跳脱设定来作动(所有G31.10都继承第一个G31.10指定的F)

sample code

```
G90
G31.10 Z1=10. F100. Q101 P100 // 设定Z1以F100走到位置10, 跳脱讯号为C101, 跳脱时的减速时间为100 ms
G31.10 Z2=20. Q102 P100 // 设定Z2以F100走到位置20, 跳脱讯号为C102, 跳脱时的减速时间为100 ms
```

G31.11
M30

// 执行跳越机能，各轴向以上述的设定走到指定位置

补充：范例二跳脱触发后的#1608结果

开启的轴向有X, Y, Z1, Z2, Z3, Z4，对应的轴口号参数与轴名称参数如下列。

当跳脱讯号皆全数触发后，#1608的值为 $2^3+2^4=24$ 。

功能	G31.10 & G31.11					
开启的轴向(Pr21~)	Pr21	Pr22	Pr23	Pr24	Pr25	Pr26
轴名称(Pr321~)	X	Y	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄

范例三：同时使用虚拟轴(Type-2)与多轴多讯号跳脱功能

使用G10 L801时，其意义为将复数轴向视为同一轴。因此使用虚拟轴来设定跳越机能时，所有轴向的设定需一致。

若各个轴向间有不同的跳越机能设定需求，则应该先解除G10 L801，再针对各轴进行设定。

sample code

```
G90
G10 L801 P300 Q0          // 取消虚拟轴Z
G10 L801 P300 Q301        // 虚拟轴Z对应到Z1轴
G10 L801 P300 Q302        // 虚拟轴Z对应到Z2轴
G10 L801 P300 Q303        // 虚拟轴Z对应到Z3轴

G31.10 Z10. F100 Q101     // 设定虚拟轴Z以F100走到位置10，跳脱讯号为C101，即Z1，Z2，Z3以合成
                             F100的速度走到位置10，且跳脱讯号都是C101，也都无减速时间
G31.11                     // 执行跳越机能，各轴向以上述的设定走到指定位置
M30
```

补充：范例三跳脱触发后的#1608结果

开启的轴向有X, Y, Z1, Z2, Z3, Z4，对应的轴口号参数与轴名称参数如下列。

当跳脱讯号触发后，#1608的值为 $2^3+2^4+2^5=56$ 。

功能	G31.10 & G31.11					
开启的轴向(Pr21~)	Pr21	Pr22	Pr23	Pr24	Pr25	Pr26
轴名称(Pr321~)	X	Y	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄

范例四：特定轴向需同动，其他轴向则独立

sample code

```
G90
G31.10 Z1=10. Z2=20. F100 Q101 // 设定(Z1, Z2)以合成速度F100走到位置(10, 20), 跳脱讯号为C101, 无减速时间
G31.10 Z3=30. Q103 // 设定Z3以F100走到位置30, 跳脱讯号为C103, 无减速时间
G31.11 // 执行跳越机能, 各轴向以上述的设定走到指定位置
M30
```

补充：范例四跳脱触发后的#1608结果

开启的轴向有X, Y, Z1, Z2, Z3, Z4，对应的轴口号参数与轴名称参数如下列。

当跳脱讯号皆全数触发后，因此#1608的值为 $2^3+2^4+2^5=56$ 。

功能	G31.10 & G31.11					
开启的轴向(Pr21~)	Pr21	Pr22	Pr23	Pr24	Pr25	Pr26
轴名称(Pr321~)	X	Y	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄

2.26 G31：跳越机能

2.26.1 指令格式

G31 X_ Y_ Z_ F_ Q_ P_ ;
X、Y、Z：指定点座标
F：进给速率
Q：指定跳脱的讯号来源
P：减速时间(ms)

2.26.2 说明

1. 不指定Q引数，对应**C62**。
2. **Q101~Q132**讯号来源为C-bit，分别对应**C101~C132**。
3. **Q201~Q218**讯号来源为总线驱动器**外部讯号(EXT)来源**，分别会侦测第1轴~第18轴的讯号，所支援的总线驱动器如下。

支援的总线驱动器	外部讯号(EXT)来源
M2	EXT1
M3	EXT1

支援的总线驱动器	外部讯号(EXT)来源
RTEX	EXT1
EtherCAT	EXT1

注: 新代M2不支援、不可使用驱动器参数【Pn-F01】O点软体触发

4. 不指定P引数时, 没有减速功能, 命令会直接中断。
5. 指定P0时, 没有减速功能, 命令会直接中断。
6. 指定P引数时, 依减速时间规划减速, 若减速时间不够会停在单节终点。
7. 第三方 EtherCAT 驱动器起始支援版本: 10.118.82N, 10.118.86G, 10.118.90C, 10.118.94。

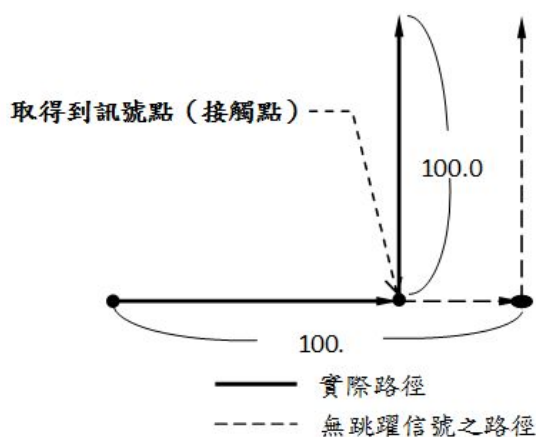
备注: 讯号来源为C62或C101~或总线驱动器外部讯号(EXT)来源, 请咨询机械厂配线方式。

2.26.3 注意事项

1. 若G31终点位置与跳脱讯号触发位置过于接近, 可能导致偶发G31单节先走完, PLC才扫描到C-bit讯号, 或驱动器的讯号才进来; 造成实体讯号虽然有被触发, 但G31来不及跳脱的现象。以使用对刀仪的量刀动作为例, 发生此现象时, 建议G31单节再下深, 避免此极限状况。
2. 若在跨轴群轴耦合启用状态下触发跳脱讯号, 使主动轴命令中断, 从动轴命令也会跟随被中断(仅限于轴耦合型态2~5), 但须注意此时从动轴轴群所记录之跳脱机械座标不会正确。若欲使纪录之座标正确, 可以利用轴借用功能, 将耦合轴借用到相同轴群底下, 再使用 G31 功能触发跳脱讯号。
3. P引数不可小于0或非整数, 否则会跳警报 COR-64。

2.26.4 程序范例

范例一: 增量值 (G91) 方式



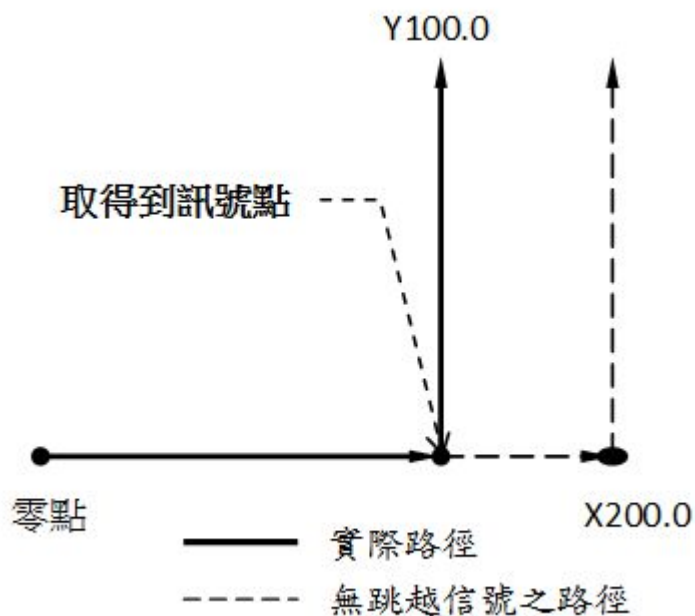
程序说明:

N001 G31 G91 X100.0 F100; //原始路径至碰到障碍物为止

N002 Y100.0;

//不等前一单节执行完, 以接触点为相对座标, 改变路径至指定位置

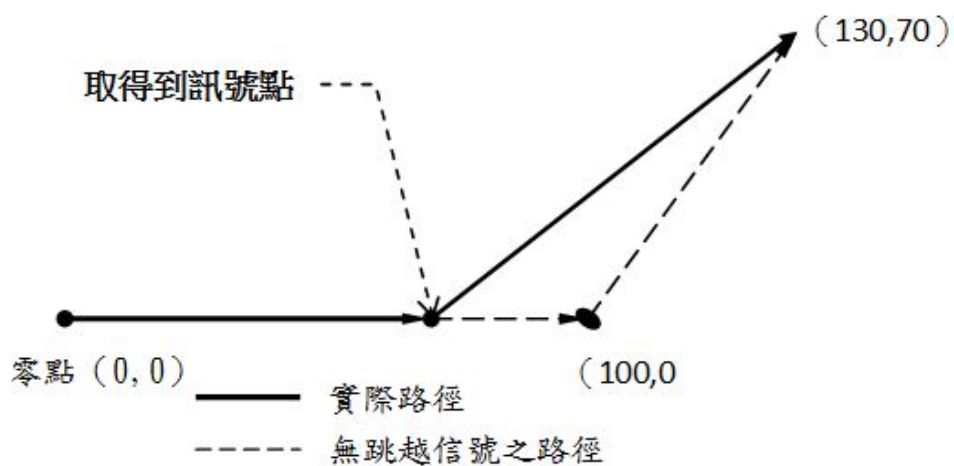
范例二：绝对值（G90）方式.单轴移动



程序说明:

```
N001 G31 G90 X200.0 F100; //原始路径至碰到障碍物为止
N002 Y100.0;
//不等前一单节执行完，以零点为相对座标，改变路径至指定位置
```

范例三：绝对值（G90）方式.二轴向位移



程序说明:

```
N001 G31 G90 X100.0 F1000; //原始路径至碰到障碍物为止
N002 X130.0 Y70.0;
```

//不等前一单节执行完，以零点为相对座标，改变路径至指定位置

2.27 G33：螺牙切削

2.27.1 指令格式

G33 Z_ F_;

Z: 绝对值 (G90) 方式，表示切削终点Z轴之座标;

增量值 (G91) 方式，表示切削螺纹之轴向距离;

F: 螺纹导程;

2.27.2 说明

本指令乃於主轴回转之同时，刀具做Z轴向上下之进给，重覆多次後完成螺纹之切削。由於切削进行开始与结束时，主轴回转之惯性迟滞，切削之行程应稍予延长，至於螺纹切削时，心轴转速 (R) 之限制为：

$$1 \leq \text{轉速}(R) \leq \frac{\text{最大進給率}}{\text{螺紋導程}}$$

R: 主轴转速 (rpm)

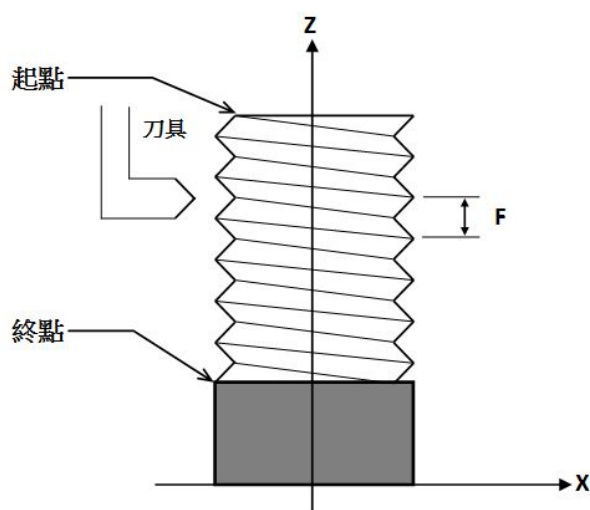
导程 (F) : mm或inch

进给率: mm/min或inch/min

2.27.3 注意事项

1. 最大进给率可由Pr405设定
2. 螺纹切削加减速时间可由Pr409设定

2.27.4 图例



程序指令

G33 Z10.0 F1.5;
//切削导程1.5mm的螺纹，切削终点为Z轴10mm处

2.28 G37.2: 自动对刀II

2.28.1 指令格式

G37.2 K_ [Z_] [R_] [F_] [P_] [Q_]; (适用于单刀多工件，刀长值补偿到指定的座标系里)

K: 对刀长补偿设定的目标座标系

- 0 外部座标偏移量设定
- 1~6 G54P1(G54)~G54P6(G59)工件座标偏移量设定
- 7~15 G54P7(G59.1)~G54P15(G59.9)工件座标偏移量设定
- 16~100 G54P16~G54P100工件座标偏移量设定

Z: 量测位置，为机械座标的绝对定义。使用者未指定时，系统预设值由Pr4059决定。

R: 量测距离，相对Z(量测位置)的增量定义。使用者未指定时，系统预设值由Pr4055决定。

F: 量测速率。使用者未指定时，系统预设值由Pr4057决定。

P: 第P参考点。使用者未指定时，系统预设值由Pr4058决定，此时若Pr4058不设定1~4，系统不执行G30回归动作。

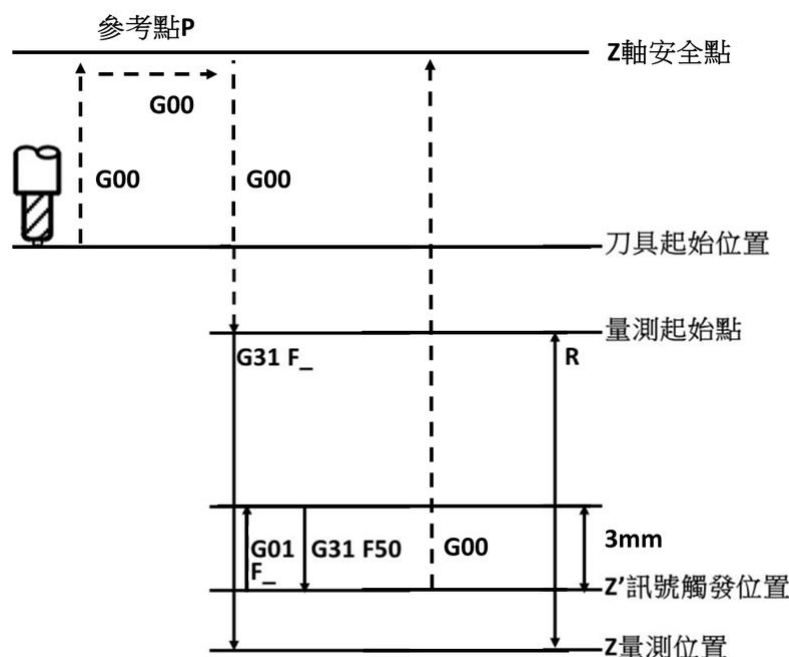
Q: 安全点。使用者未指定时，系统预设回到机械零点。

2.28.2 说明

以下说明对刀动作流程:

1. Z轴以G53模式拉回Z轴安全点或Z轴机械零点
2. 各轴以G30模式回归至第P参考点的XY轴位置(P引数未指定时，不执行)
3. M90启用对刀吹气功能
4. Z轴以G00速度移动至量测起始点
5. M91关闭对刀吹气功能
6. Z轴以G31 F_速度移动至Z量测位置，进行刀长量测
7. 承6，过程中量测讯号触发，Z轴以G01 F_速度回退3mm
8. Z轴再以G31 F50速度移动至Z量测位置，进行刀长量测
9. 完成刀长量测，系统自动将量测结果填入指定刀号的刀长表中

10. Z轴以G53模式拉回Z轴安全点或Z轴机械零点



2.28.3 注意事项

- 有效版本：
10.116.16P、10.116.24J 及之后版本
- 执行对刀前，必须安装好对刀仪。建议安装好对刀仪後，把对刀仪的XY机械坐标设定在轴向第P参考点机械坐标位置(Pr2801~Pr2860)，尔後在程序中下G37.2 Pn，刀具就会自动先移到正确位置，再进行对刀动作。
- 使用单刀多工件G37.2前，需先将各工件Z轴的落差量手动填入工件坐标系中(G54~G54P100)，再进行对刀动作。
- 对刀中的G31量测行为，Override百分比内定为100%。
- 对刀完毕，Z轴手轮偏置自动清零。
- 若当前刀号为0，系统将发出【MAR-330_T码错误，使用错误的刀号】。
- 执行量刀前，需透过K指定工件坐标系，若无指定，则系统将发出【MAR-333_对刀指令工件坐标系K码范围错误】。
- Z轴完成以G31 F_速度移动至Z(量测位置)後，若量刀讯号未被触发，系统将发出【MAR-336_量测位置设定错误，刀长量测讯号未被触发】。

2.28.4 程序范例

```
G30 P2 X75.0 Y25.0 // 将刀具回归第二参考点;
M06 T1 // 换第一把刀;
G37.2 Z-300. K2 Q0. R30. F100 // 将Z轴外偏值填入第二外偏机械坐标系 G54P2 (G55)
G30 P3 X150.0 Y25.0 // 将刀具回归第三参考点;
G37.2 Z-250. K3 Q0. R30. F100 // 将Z轴外偏值填入第三外偏机械坐标系 G54P3 (G56)
M30
```

2.29 G37.3: 自动对刀III

2.29.1 指令格式

G37.3 [Z_] [H_] [R_] [F_] [P_] [Q_] [T_]; (适用于多刀多工件，刀长值补偿到指定刀号的刀长表里)

Z: 量测位置，为机械座标的绝对定义。使用者未指定时，系统预设值由Pr4059决定。

H: 刀长补偿号码。

R: 量测距离，相对Z(量测位置)的增量定义。使用者未指定时，系统预设值由Pr4055决定。

F: 量测速率。使用者未指定时，系统预设值由Pr4057决定。

P: 第P参考点。使用者未指定时，系统预设值由Pr4058决定，此时若Pr4058不设定1~4，系统不执行G30回归动作。

Q: 安全点。使用者未指定时，系统预设回到机械零点。

T: 选择刀号。

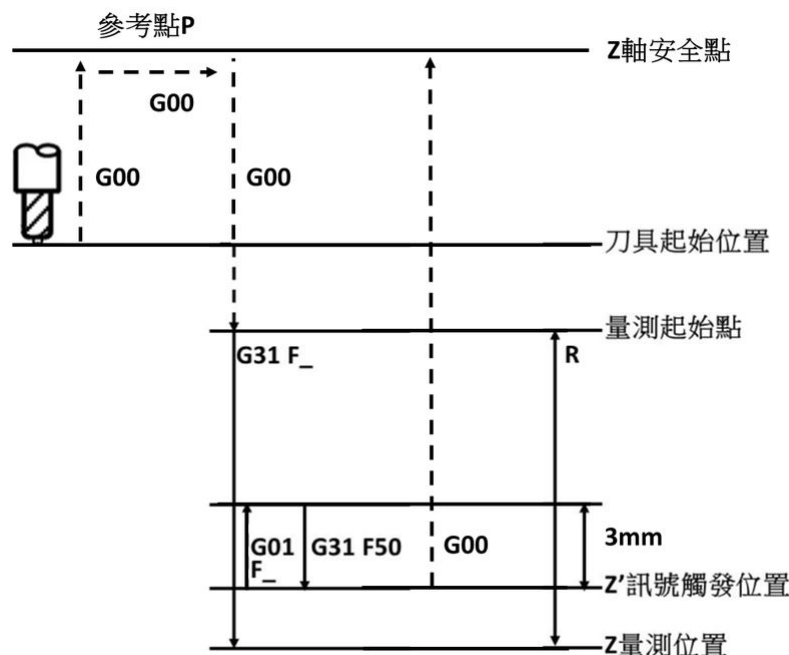
2.29.2 说明

以下说明对刀动作流程:

1. Z轴以G53模式拉回Z轴安全点或Z轴机械零点
2. 各轴以G30模式回归至第P参考点的XY轴位置(P引数未指定时，不执行)
3. M90启用对刀吹气功能
4. Z轴以G00速度移动至量测起始点
5. M91关闭对刀吹气功能
6. Z轴以G31 F_速度移动至Z量测位置，进行刀长量测
7. 承6，过程中量测讯号触发，Z轴以G01 F_速度回退3mm
8. Z轴再以G31 F50速度移动至Z量测位置，进行刀长量测
9. 完成刀长量测，系统自动将量测结果填入指定刀号的刀长表中

SYNTEC

10. Z轴以G53模式拉回Z轴安全点或Z轴机械零点



2.29.3 注意事项

1. 有效版本:
10.116.16P、10.116.24J 及之后版本
2. 执行对刀前，必须安装好对刀仪。建议安装好对刀仪後，把对刀仪的XY机械坐标设定在轴向第P参考点机械坐标位置(Pr2801~Pr2860)，尔後在程序中下G37.3 Pn，刀具就会自动先移到正确位置，再进行对刀动作。
3. 使用多刀多工件G37.3前，需先将各工件Z轴的落差量手动填入工件坐标系中(G54~G55.9)，再进行对刀动作。
4. 对刀中的G31量测行为，Override百分比内定为100%。
5. 对刀完毕，Z轴手轮偏置自动清零。
6. 若当前刀号为0，系统将发出【MAR-330_T码错误，使用错误的刀号】。
7. 执行量刀前，需透过H指定刀补号，若无指定刀补号，则沿用上一轮的纪录，若系统检查H为0，则使用当前刀号T，若仍为0，则系统将发出【MAR-334_执行G码对刀指令前没有下过H码】。
8. Z轴完成以G31 F_速度移动至Z(量测位置)後，若量刀讯号未被触发，系统将发出【MAR-336_量测位置设定错误，刀长量测讯号未被触发】。

2.29.4 程序范例

```

G30 P2 X75.0 Y25.0 // 将刀具回归第二参考点
G37.3 T1 H1 P2 Z-150.
// 换第一把刀
// 将刀具回归第二参考点
// Z轴往-150.移动，执行对刀功能
// 对刀完成後，将刀长值补进刀长补偿一号线
G37.3 T2 H2 P2 Z-150.
// 换第二把刀
// 将刀具回归第二参考点
// Z轴往-150.移动，执行对刀功能

```

```
// 对刀完成後，将刀长值补进刀长补偿二号里
G30 P3 X150.0 Y25.0 // 将刀具回归第三参考点
G37.3 T3 H3 P3 Z-200.
// 换第三把刀
// 将刀具回归第三参考点
// Z轴往-200.移动，执行对刀功能
// 对刀完成後，将刀长值补进刀长补偿三号里
```

2.30 G37: 自动对刀I

2.30.1 指令格式

G37 Z_ [R_] [D_] [F_] [P_];

Z: 量测位置，为程式座标的绝对定义

R: 量测距离，相对Z(量测位置)的增量定义。使用者未指定时，系统预设值由Pr4055决定。

D: 容许触发讯号距离，相对Z(量测位置)的增量定义。使用者未指定时，系统预设值由Pr4056决定。

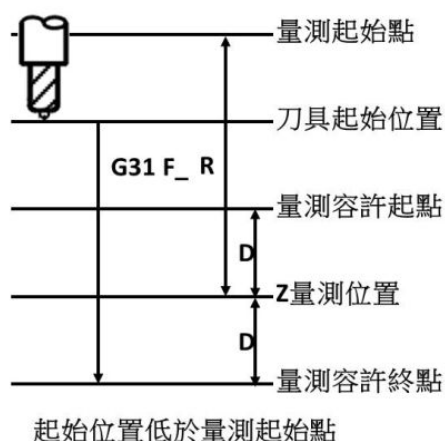
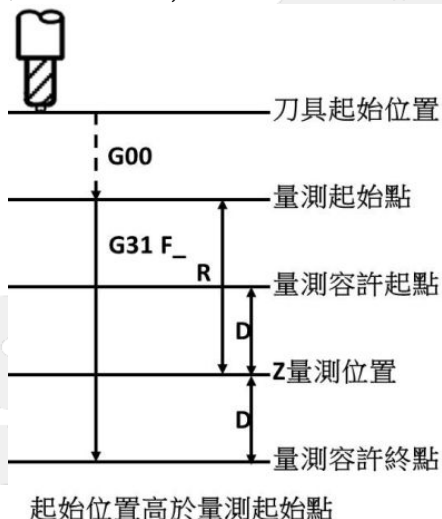
F: 量测速率。使用者未指定时，系统预设值由Pr4057决定。

P: 第P参考点。使用者未指定时，系统预设值由Pr4058决定，此时若Pr4058不为1~4，系统不执行G30回归动作。

2.30.2 说明

以下说明对刀动作流程:

1. 各轴以G30模式回归至第P参考点(P引数未指定时，不执行)
2. Z轴以G00速度移动至量测起始点
3. Z轴以G31 F_ 速度移动至量测容许起点
4. Z轴以G31 F_ 速度移动至量测容许终点，进行刀长量测
5. 完成刀长量测，系统自动将量测结果填入指定刀号的刀长表中



2.30.3 注意事项

1. 有效版本:
 - SUPER/10s/20s: 10.116.10C
 - 11s/21s: 2.2.3

2. 执行对刀前，必须安装好对刀仪。建议安装好对刀仪後，把对刀仪的XY机械座标设定在轴向第P参考点机械座标位置(PR2801~2860)，尔後在程式中下G37 Pn，刀具就会自动先移到正确位置，再进行对刀动作。
3. 对刀过程中，在量测距离内，切削百分比内定为100%。
4. 对刀完毕，Z轴手轮偏置自动清零。
5. Z(量测位置)引数未指定时，系统将发出【MAR-330_Z轴最低点设定错误】。
6. 执行量刀当下的高度需高於Z(量测位置)，否则系统将发出【MAR-333_Z轴起始点错误】。
7. 执行量刀前，需透过H指定刀号，否则系统将发出【MAR-334_执行G码对刀指令前没有下过H码】。
8. Z轴以F速度移动至量测容许起点的过程中，若量刀讯号遭触发，否则系统将发出【MAR-335_量测讯号在容许距离外触发】。
9. Z轴完成以F速度移动至量测容许终点後，若量刀讯号未被触发，系统将发出【MAR-336_量测位置设定错误，量测讯号未被触发】。

2.30.4 程式范例

```
G30 P2 X75.0 Y25.0;// 将刀具回归第二参考点;
M06 T1;// 换第一把刀;
H1;// 量测後将刀长补偿量填到刀长补偿1号;
G37 Z-150;// Z轴往-150.移动，执行对刀功能;
M06 T2;// 换第二把刀;
H2;// 量测後将刀长补偿量填到刀长补偿2号;
G37 Z-150;// Z轴往-150.移动，执行对刀功能;
H3;// 量测後将刀长补偿量填到刀长补偿3号;
G37 P3 Z-200.;// 将刀具回归第三参考点
// Z轴往-200.移动，执行对刀功能;
```

2.31 G40/G41/G42：刀具半径补偿

2.31.1 指令格式

$$\left\{ \begin{array}{l} G41 \\ G42 \end{array} \right\} X_ Y_ D_;$$

G40;

G41: 刀具半径补偿**偏左**。

G42: 刀具半径补偿**偏右**。

G40: 刀具半径补偿**取消**。

X、Y: 各轴向终点座标。

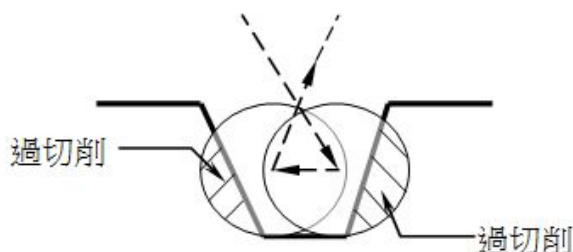
D: 刀具半径补偿值所设定之补偿代号。

2.31.2 说明

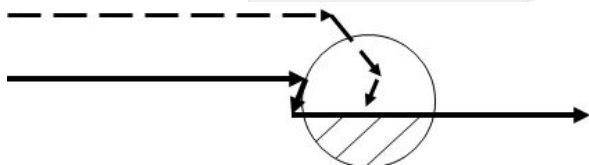
一般执行加工程序时，若刀具中心沿着设计图工件之外形轮廓切削，则导致每一加工路径皆有一刀具半径之过切现象。刀具半径补偿功能的作用是使用刀具的实际移动路径与程序指令的路径偏位一个刀具半径值，如此可使加工后轮廓形状与图面相符。因此只要依加工图上的尺寸，配合此机能来编写加工程序即可得到正确尺寸的成品，无需在程序上另外考虑刀具半径大小所造成的计算困扰。

2.31.3 注意事项

1. 刀具半径补偿设定 (G41、G42) 和取消 (G40) 指令的生效单节由Pr3815 刀具半径补偿模式决定。
2. 生效单节必须在工作平面 (G17、G18、G19) 有移动向量，且不能是G02、G03指令。
3. 加工凹槽时，若槽宽小于两倍之刀具半径，则系统将因过切而发出警报【COR-074 刀具半径太大路径过切】(参数3819设1时才有检查)。



4. 当加工路径小于刀具半径，加上路径方向有内弯角度时，可能会有过切削情况发生，若发生则系统将因过切削而发出警报【COR-074 刀具半径太大路径过切】(参数3819设1时才有检查)。



5. G10 L12、G10 L13 指令不能与D码指令在同一单节使用。
6. 刀径补偿是靠着 G40 之后的移动单节来结束补偿路径，如果 G40 下一单节不是移动单节（中间插入了其他非移动指令，例如换刀T码、平面切换G17、G18、G19...等等），会造成补偿路径不如预期的现象。
7. 此功能不支援跳越机能(G31)及多轴多讯号跳越机能(G31.10/G31.11)。

2.31.4 相关设定

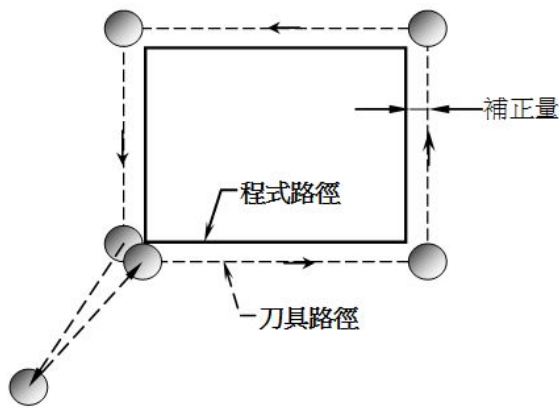
参数：（内容请参阅控制器参数手册）

- Pr3814-快速定位刀补模式
- Pr3815-刀具半径补偿模式
- Pr3819-过切检查型态

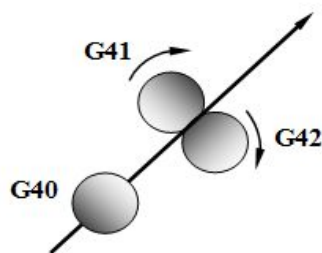
SYNTEC

2.31.5 图例

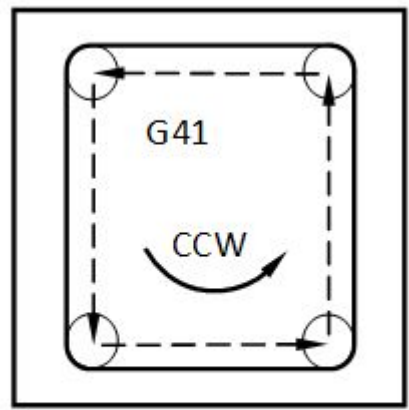
1. 刀具半径补偿:



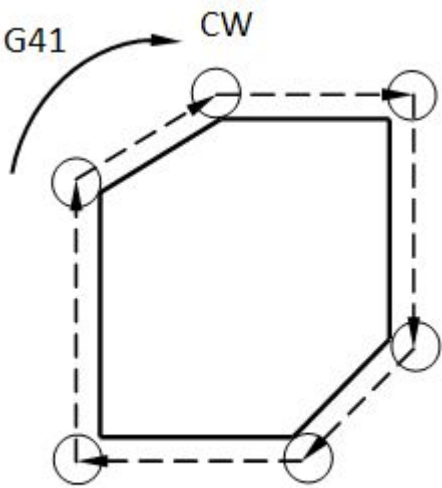
2. 刀具半径补偿方向之判定:



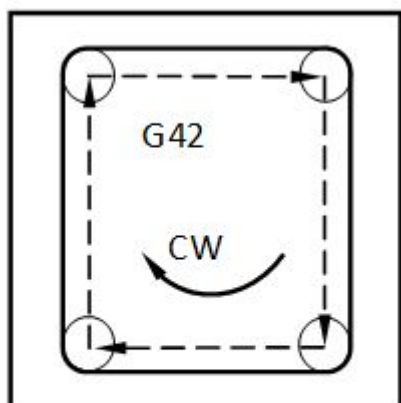
G 值	補 正 值	正值	負值
G41		補正偏左	補正偏右
G42		補正偏右	補正偏左



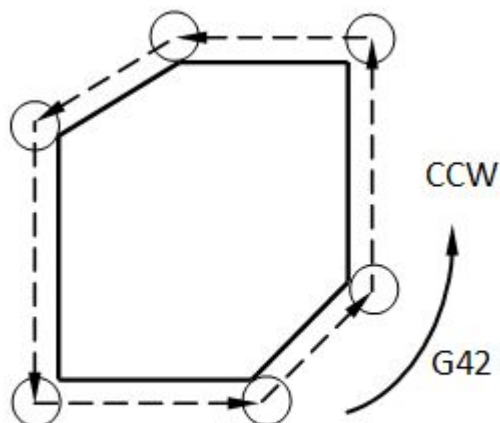
b. G41-逆時鐘方向內輪廓銑削



a. G41-順時鐘方向外輪廓銑削



d. G42-順時鐘方向內輪廓銑削

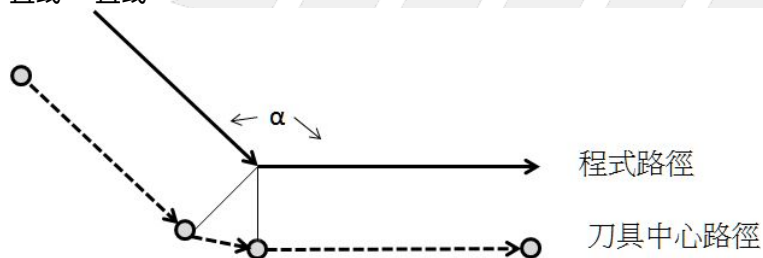


c. G42-逆時鐘方向外輪廓銑削

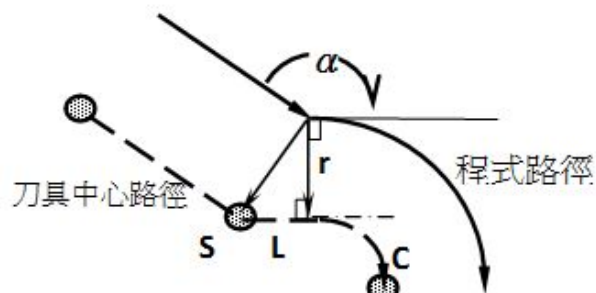
3. 转角切削之刀径补偿:

当工件转角 $90^\circ \leq \alpha < 180^\circ$ 时

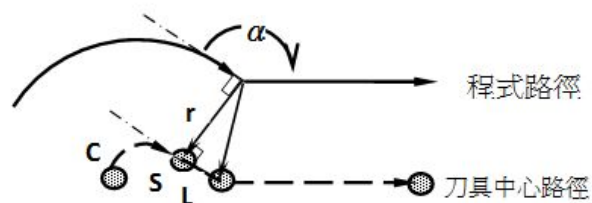
- 直线 -> 直线



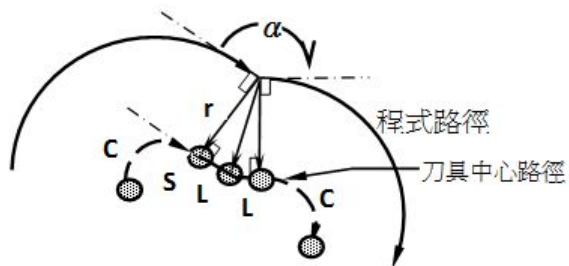
- 直线 -> 圆弧



- 圆弧 -> 直线

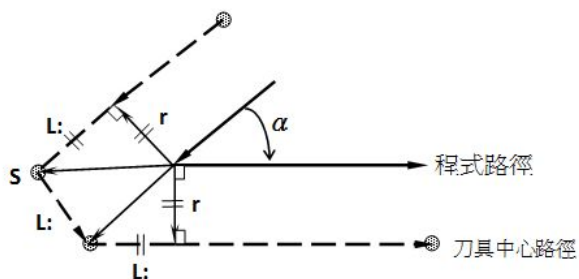


- 圆弧 -> 圆弧

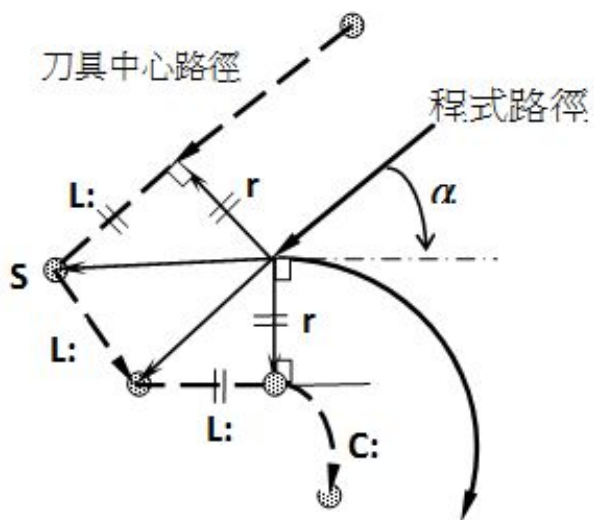


当工件转角 $\alpha < 90^\circ$ 时

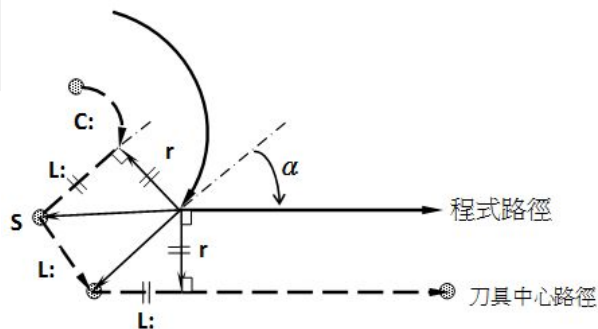
- 直线 -> 直线



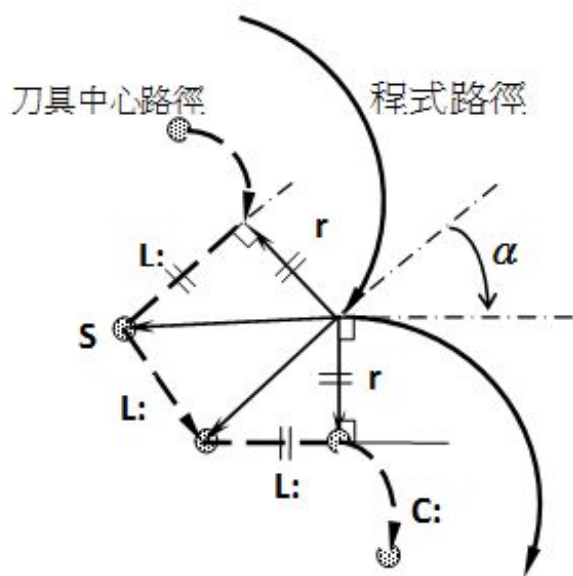
- 直线 -> 圆弧



- 圆弧 -> 直线



- 圆弧 -> 圆弧

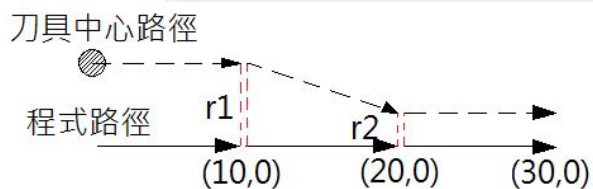


4. 刀径叠加补偿

刀补过程中如有宣告刀半径变更，则新刀径会于宣告后下一个单节终点转角有效，使得该单节刀补路径会以渐进之方式更改刀径(其中圆弧单节会改以螺旋补间)

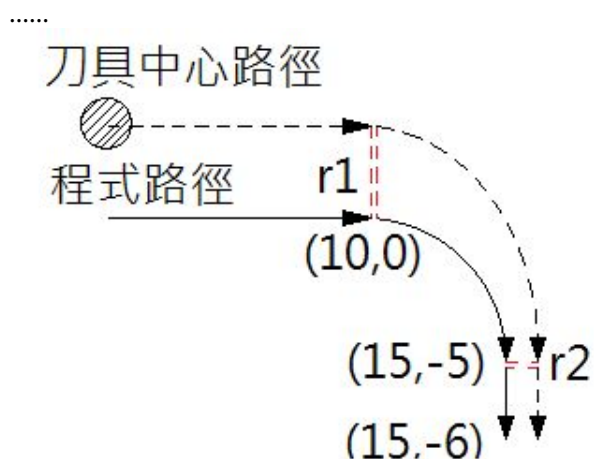
- 直线接直线

```
.....
G01 X10.0
G10 L12 P1 R(r2)
G41 D1 X20.0
X30.0
.....
```



- 直线接圆弧(螺旋线)

```
.....
G01 X10.0
G10 L12 P1 R(r2)
G41 D1 G02 X15.0 Y-5.0 R5.0
G01 Y-6.0
```



若同时有G41/G42切换之状况，则新刀径于宣告后单节起点即有效，请注意

- 直线接直线

..... // 原G41

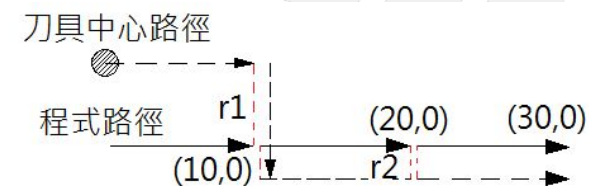
G01 X10.0

G10 L12 P1 R(r2)

G42 D1 X20.0

X30.0

.....



- 直线接圆弧

..... // 原G41

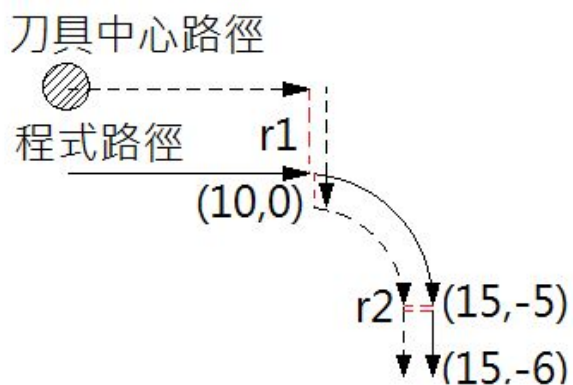
G01 X10.0

G10 L12 P1 R(r2)

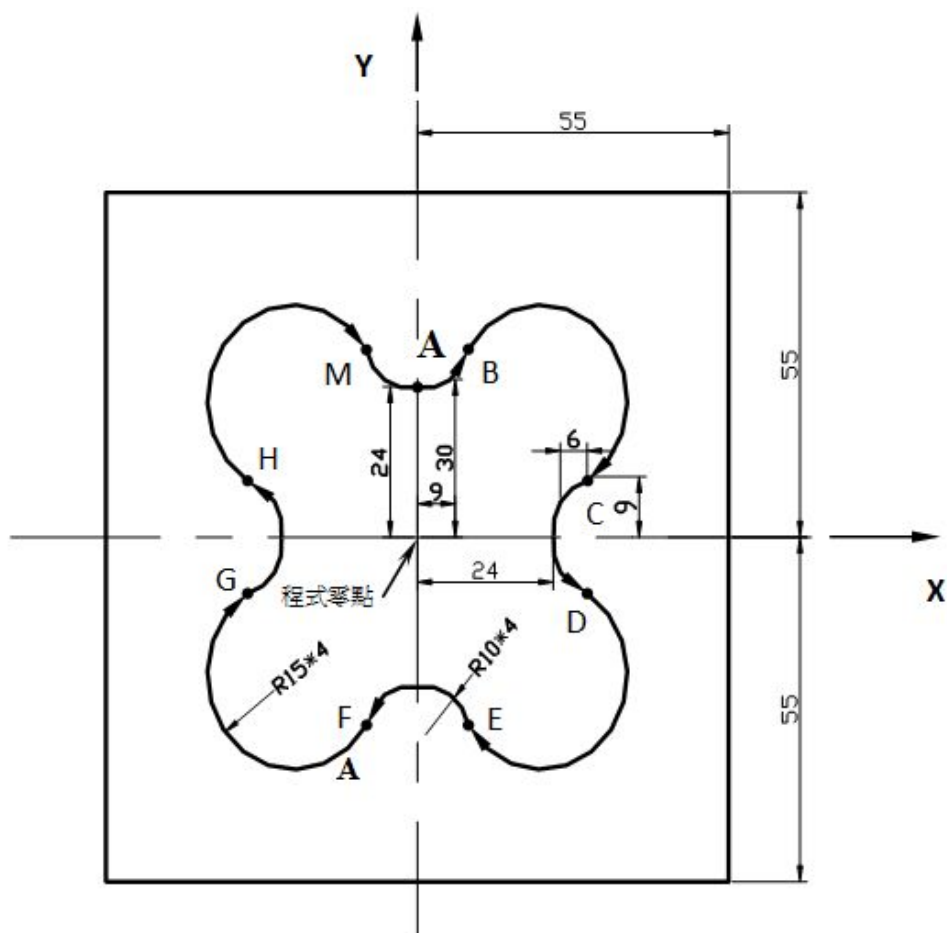
G42 D1 G02 X15.0 Y-5.0 R5.0

G01 Y-6.0

.....



2.31.6 程序范例



程序说明:

```

N001 T1 S1000 M03;
//1号刀具 (直径10mm端铣刀), 主轴正转1000rpm
N002 G00 X0.0 Y0.0 Z10.0; //快速定位至程序零点之上方
N003 M08; //打开切削剂
N004 G90 G01 Z-10.0 F600;
//直线切削到"花形槽"底, 进给600mm/min
N005 G41 Y24.0 D01; //刀具左补偿, 程序零点->A
N006 G03 X9.0 Y30.0 R10.0; //A->B逆时针圆弧切削
N007 G02 X30.0 Y9.0 R15.0; //B->C顺时针圆弧切削
N008 G03 X30.0 Y-9.0 R10.0; //C->D逆时针圆弧切削
N009 G02 X9.0 Y-30.0 R15.0; //D->E顺时针圆弧切削
N010 G03 X-9.0 Y-30.0 R10.0; //E->F逆时针圆弧切削
N011 G02 X-30.0 Y-9.0 R15.0; //F->G顺时针圆弧切削
N012 G03 X-30.0 Y9.0 R10.0; //G->H逆时针圆弧切削
N013 G02 X-9.0 Y30.0 R15.0; //H->M顺时针圆弧切削
N014 G03 X0.0 Y24.0 R10.0; //M->A逆时针圆弧切削
N015 G00 Z10.0; //Z轴向上拉昇, 回加工起始点
N016 G40 X0.0 Y0.0; //取消刀具补偿, 回加工起始点
  
```

N017 M09; //关掉切削剂
N018 M05; //主轴停止
N019 M30; //程序结束

2.32 G40.1/G41.1/G42.1: 切法线控制

2.32.1 指令格式

We don't have a way to export this macro.

(此功能需开启 **Option-59** 方能使用; 支援版本: **10.118.82** 及以上的版本)

G41.1: 切法线控制左补偿

G42.1: 切法线控制右补偿

G40.1: 取消切法线控制

Q: 切法线控制角度(单位: 度; 引数范围: 0 ~ 180 度; 预设值: 0)

P: 切法线控制模式(0: 边走边转模式; 1: 先转再走模式; 预设值: 0)

E: 切法线控制的最小长度(单位: IU; 引数范围: 0.001 ~ 10; 预设值: Pr5809 设定值)

R: 切法线控制的最大长度(单位: IU; 引数范围: 0.001 ~ 999999; 预设值: Pr5810 设定值; 有效版本: 10.118.88A, 10.120.18A, 10.120.32H, 10.120.39 或之后的版本)

2.32.2 说明

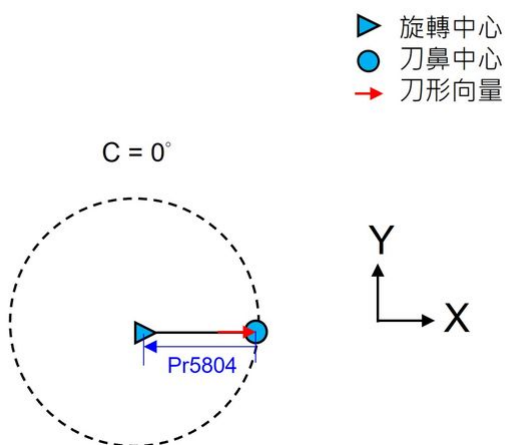
1. 切法线控制功能应用情境

- 切法线控制功能适合运用于 刀形向量 与 路径行进方向 需保持一定角度的情境, 所谓切法线控制, 是在控制"刀形向量"与路径方向维持的角度, 后续会针对刀形向量进行说明
- 应用产业包含但不限于: 密封圈刮削、激光焊接、首饰加工、石切 ...等

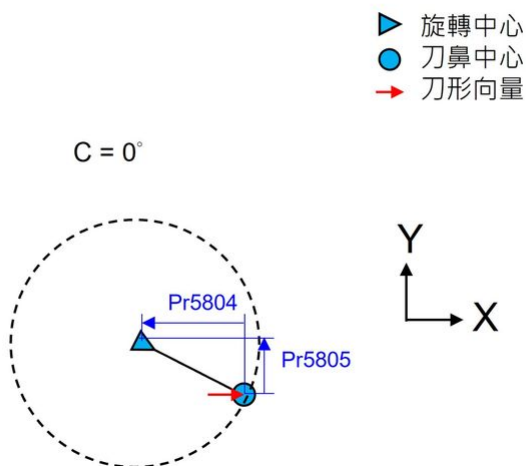
2. 刀形向量 与 对刀动作 说明:

- 刀形向量定义在切法线控制平面上, 与刀具的形状相关, 可由使用者自行定义, 但向量需指向刀鼻中心
 - 对刀动作根据旋转轴方向有所不同
 - 沿 Z 方向
 - 在切法线控制旋转轴在机械零点时装配刀具, 装配时需要将刀形向量对齐正 X 轴方向
 - 若切法线控制旋转轴在刀轴端, 将刀鼻中心到旋转轴的向量投影至 XY 平面上, 并将投影过后的向量分量设定进 Pr5804、Pr5805
- *备注: 终端可以透过 G10 L1150 指令指定切法线运动链参数值

對刀設定切法線運動鍊時, 設定Pr5804數值示意圖



對刀設定切法線運動鍊時, 設定Pr5804, Pr5805數值示意圖



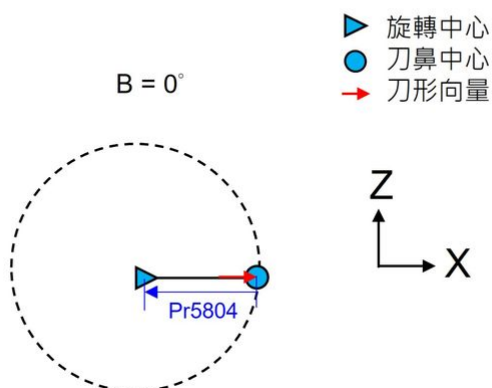
ii. 沿 Y 方向

- 在切法线控制旋转轴在机械零点时装配刀具, 装配时需要将刀形向量对齐正 X 轴方向
- 若切法线控制旋转轴在刀轴端, 将刀鼻中心到旋转轴的向量投影至 ZX 平面上, 并将投影过后的向量分量设定进 Pr5804、Pr5806

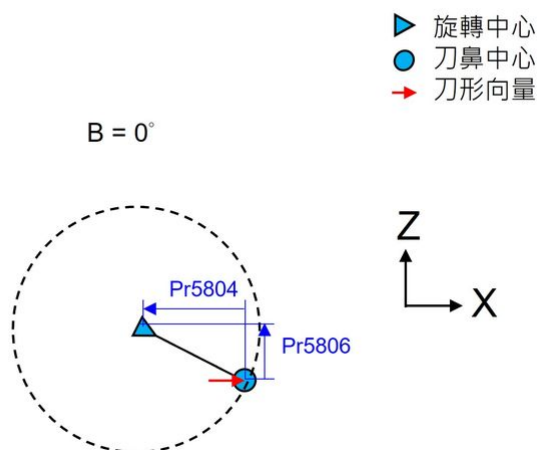
*备注: 终端可以透过 G10 L1150 指令指定切法线运动链参数值

SYNTEC

對刀設定切法線運動鍊時, 設定Pr5804數值示意圖



對刀設定切法線運動鍊時, 設定Pr5804, Pr5806數值示意圖



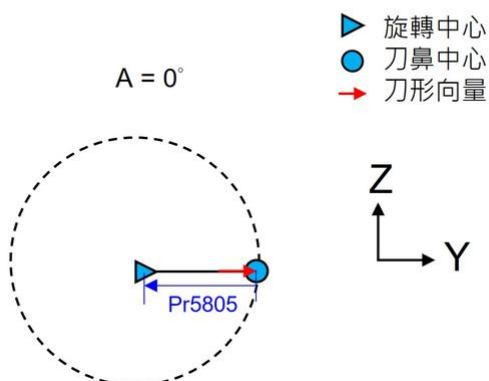
iii. 沿 X 方向

- 在切法线控制旋转轴在机械零点时装配刀具, 装配时需要将刀形向量对齐正 Y 轴方向
- 若切法线控制旋转轴在刀轴端, 将刀鼻中心到旋转轴的向量投影至 YZ 平面上, 并将投影过后的向量分量设定进 Pr5805、Pr5806

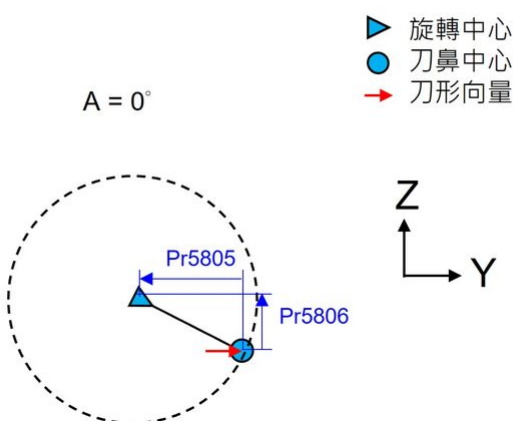
*备注: 终端可以透过 G10 L1150 指令指定切法线运动链参数值

SYNTEC

對刀設定切法線運動鍊時, 設定Pr5805數值示意圖



對刀設定切法線運動鍊時, 設定Pr5805, Pr5806數值示意圖



iv. 若旋轉軸非正交軸(不沿 X 或 Y 或 Z 方向上旋轉), 不支援切法線控制功能

3. 指令定义与基本动作说明

a. 使用 G41.1 或 G42.1 开启切法线控制功能后, 可以对 G01、G02、G03 插补单节进行切法线控制, 其中 G02/G03 单节不支援 L 引数下法, 要进行多圈圆插补, 需要下多个 G02/G03 单节达成

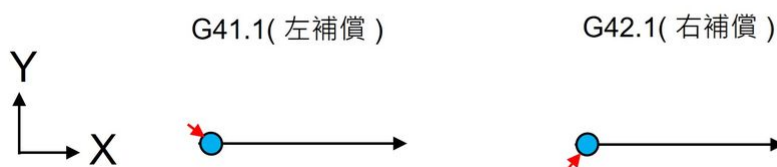
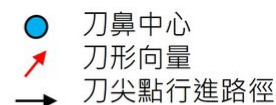
b. G41.1(左补偿)与 G42.1(右补偿)概念说明

在切法线控制平面之上观察 (X-Y 平面从正 Z 方向往负 Z 方向上看; Y-Z 平面从正 X 方向往负 X 方向上看; Z-X 平面从正 Y 方向往负 Y 方向上看)

i. 使用 G41.1 进行切法线控制左补偿, 在切法线控制平面上观察, 刀形向量将保持在刀尖点行进路径的左侧

SYNTEC

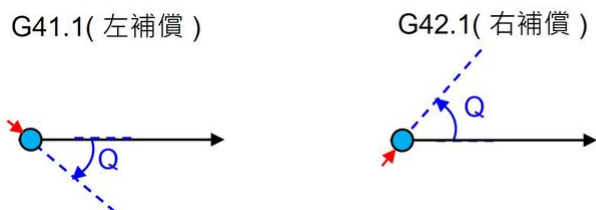
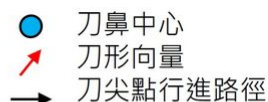
- ii. 使用 G42.1 进行切法线控制右补偿，在切法线控制平面上观察，刀形向量将保持在刀尖点行进路径的右侧



c. Q 引数的定义说明

在切法线控制平面之上观察

- i. 使用 G41.1 进行切法线控制左补偿，Q 引数表示的是：从刀尖点行进方向 顺时针转到 刀形向量的角度
- ii. 使用 G42.1 进行切法线控制右补偿，Q 引数表示的是：从刀尖点行进方向 逆时针转到 刀形向量的角度



d. P 引数的定义说明

- i. P=0: 边转边走模式(以在 XY 控制平面上做切法线控制的范例作为说明)

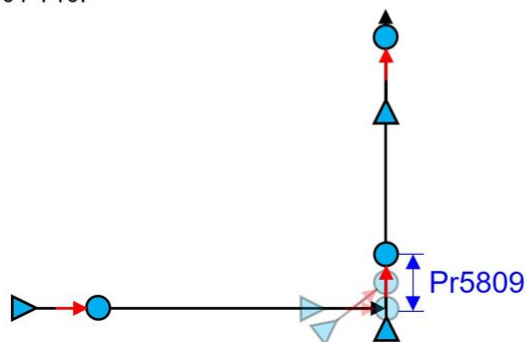
- 对于 G01 单节而言，
 - 若单节长度小于切法线控制的最小长度(E_ 或 Pr5809)，则保持刀形方向不变(此单节不进行切法线控制)
 - 若单节长度大于切法线控制的最小长度(E_ 或 Pr5809)，但小于切法线控制的最大长度(R_ 或 Pr5810)，则进入单节后，会在此单节距离内，将刀形方向调整至 Q 引数指定的角度。

- 若单节长度大于切法线控制的最大长度($R_$ 或 $Pr5810$), 则进入单节后, 会在此最大长度之内的距离, 将刀形方向调整至 Q 引数指定的角度。

加工檔

G41.1 Q0. P0
G01 X10.
G01 Y10.

► 旋轉中心
● 刀鼻中心
→ 刀形向量
— 刀尖點行進路徑

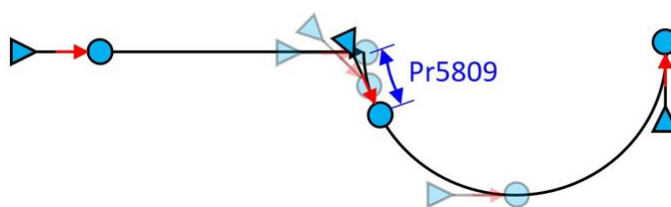


- 对于 G02/G03 单节而言,
 - 若单节长度小于切法线控制的最小长度($E_$ 或 $Pr5809$), 则保持刀形方向不变(此单节不进行切法线控制)。
 - 若单节长度大于切法线控制的最小长度($E_$ 或 $Pr5809$), 但小于切法线控制之最大长度($R_$ 或 $Pr5810$), 则进入单节后, 会在此单节之内的距离, 将刀形方向调整至 Q 引数指定的角度, 并且在整个圆弧路径上, 随时保持刀形方向与进给方向的夹角不变。
 - 若单节长度大于切法线控制的最大长度($R_$ 或 $Pr5810$), 则进入单节后, 会在此最大长度之内的距离, 将刀形方向调整至 Q 引数指定的角度, 并且在整个圆弧路径上, 随时保持刀形方向与进给方向的夹角不变。

加工檔

G41.1 Q0. P0
G01 X10.
G17 G03 X20. R5.

► 旋轉中心
● 刀鼻中心
→ 刀形向量
— 刀尖點行進路徑



e. P=1: 先转再走模式(以在 XY 控制平面上做切法线控制的范例作为说明)

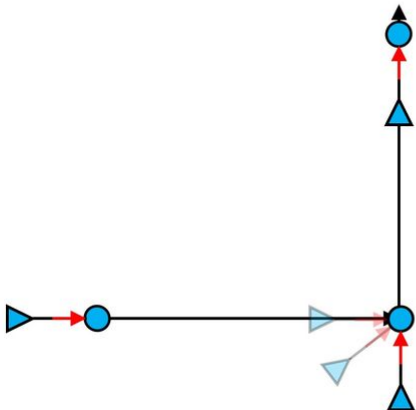
- 对于 G01 单节而言,
 - 若单节长度小于切法线控制的最小长度($E_$ 或 $Pr5809$), 则保持刀形方向不变(此单节不进行切法线控制)。

- 若单节长度大于切法线控制的最小长度(E_ 或 Pr5809), 则进入单节前, 会先将刀形方向调整至 Q 引数指定的角度。

加工槽

G41.1 Q0. P1
G01 X10.
G01 Y10.

▶ 旋轉中心
● 刀鼻中心
→ 刀形向量
— 刀尖點行進路徑

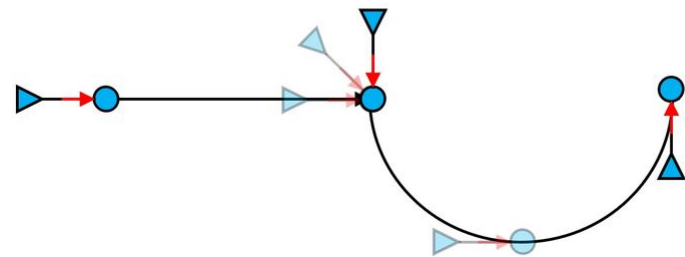


- 对于 G02/G03 单节而言,
 - 若单节长度小于切法线控制的最小长度(E_ 或 Pr5809), 则保持刀形方向不变(此单节不进行切法线控制)。
 - 若单节长度大于切法线控制的最小长度(E_ 或 Pr5809), 则进入单节前, 会先将刀形方向调整至 Q 引数指定的角度, 并且在整个圆弧路径上, 随时保持刀形方向与进给方向的夹角不变。

加工槽

G41.1 Q0. P1
G01 X10.
G17 G03 X20. R5.

▶ 旋轉中心
● 刀鼻中心
→ 刀形向量
— 刀尖點行進路徑



4. E 引数的定义说明

- 若未指定 E 引数, 则系统默认采用 Pr5809 设定值作为最小长度。
- 若指定了 E 引数, 则优先使用 E 引数的设定值作为最小长度。

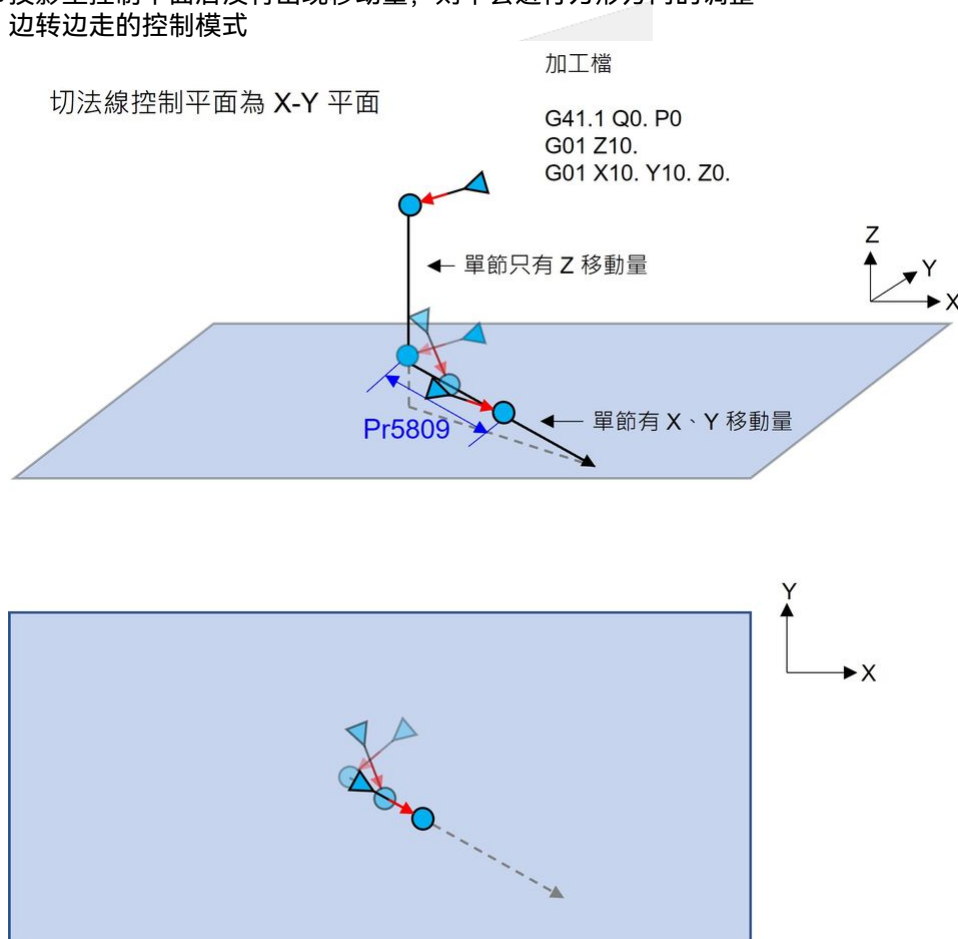
5. R 引数的定义说明

- 若未指定 R 引数, 则系统默认采用 Pr5810 设定值作为最大长度。
- 若指定了 R 引数, 则优先使用 R 引数的设定值作为最大长度。

6. 切法线控制平面 与 空间中的切法线控制

- a. 切法线控制轴 与 切法线控制平面

- 切法线控制功能 透过调整切法线控制轴 之 旋转角度，在切法线控制平面上做到刀形方向的调整
 - 开启切法线控制功能后，系统将根据切法线控制旋转轴之方向(Pr5802)，寻找垂直于此轴的平面作为切法线控制平面，若使用者指定的工作平面(G17/G18/G19) 与切法线控制平面冲突，将跳警报提示
- b. 对空间中的移动量做切法线控制
- 开启切法线控制功能之后，会将加工档中的 G01/G02/G03 单节移动量投影至控制平面，根据控制平面上的移动量做刀形方向的控制
 - 若单节投影至控制平面后没有出现移动量，则不会进行刀形方向的调整
 - 边转边走的控制模式



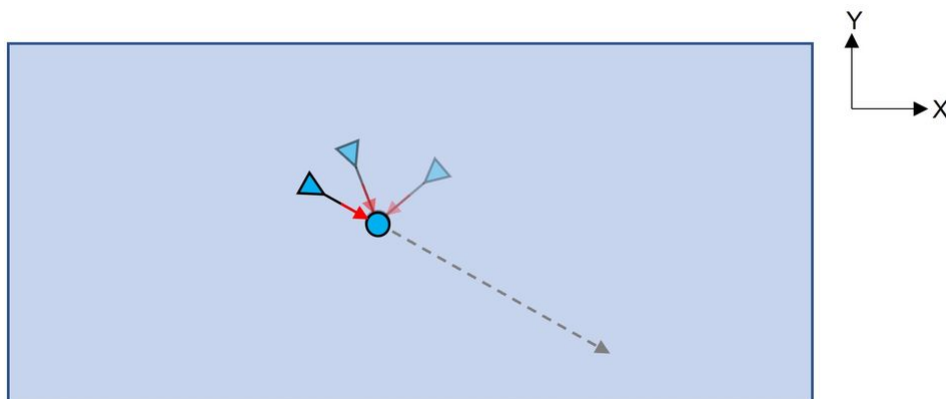
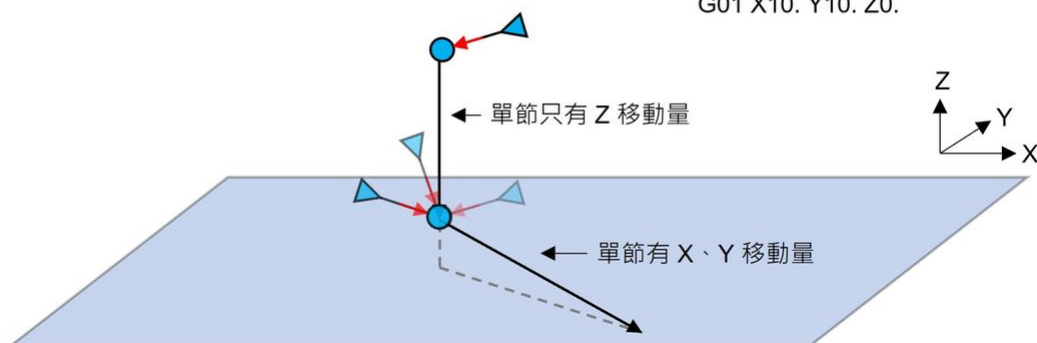
SYNTEC

- 先转再走的控制模式

切法線控制平面為 X-Y 平面

加工檔

G41.1 Q0. P1
G01 Z10.
G01 X10. Y10. Z0.



- c. 若当前单节是 G00 下刀单节，且下一个单节是 G01/G02/G03 切削单节，则将会根据下一个单节投影至控制平面后的移动量，在当前单节做刀形方向的调整，避免入刀时刮花工件

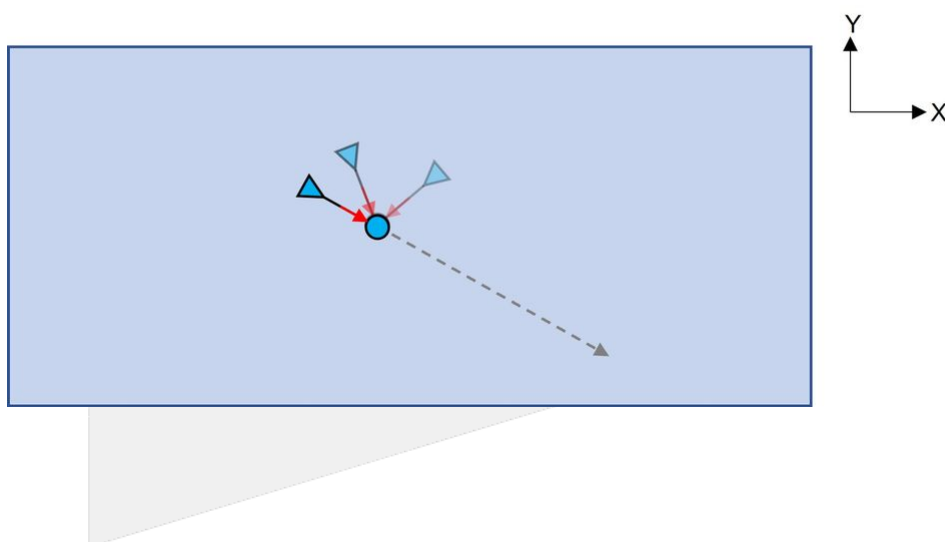
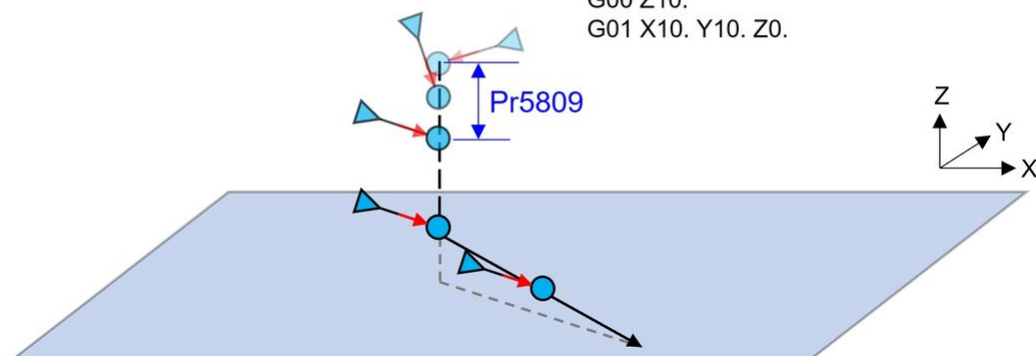
SYNTEC

- 边转边走的控制模式

切法線控制平面為 X-Y 平面

加工檔

G41.1 Q0. P0
G00 Z10.
G01 X10. Y10. Z0.



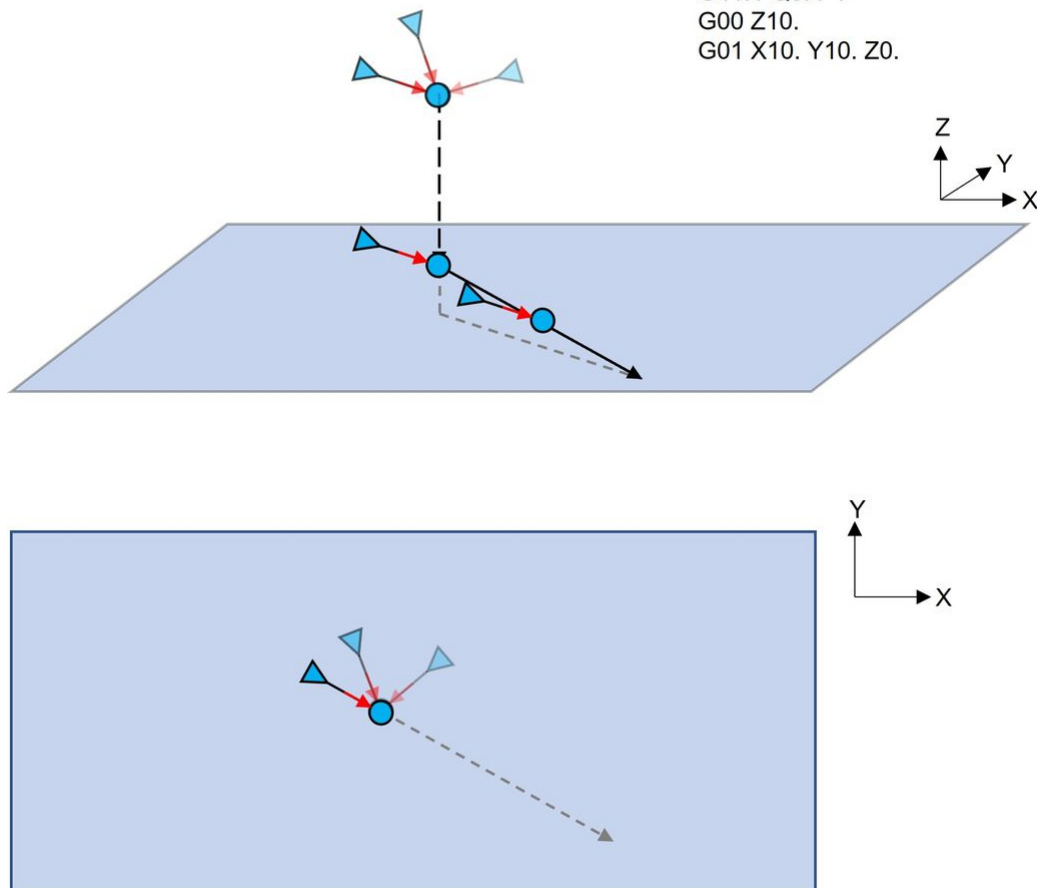
SYNTEC

• 先转再走的控制模式

切法线控制平面为 X-Y 平面

加工槽

G41.1 Q0. P1
G00 Z10.
G01 X10. Y10. Z0.



2.32.3 注意事项

1. 动程参数设定注意事项:

- a. 切法线控制旋转轴切削速度(Pr621~)需设定小于 旋转轴快速移动最高速度(Pr461~)

2. 使用功能前, 参数、选项设定注意事项

- a. 切法线控制进给轴(X、Y、Z)若不存在, 会跳 **COR-180-1【切法线控制进给轴不存在】** 警报提示。
- b. 切法线控制旋转轴(Pr5801)需设定为已经存在的轴向之轴号, 若设定不存在的轴号, 会发出 **COR-180-2【切法线控制旋转轴轴号对应轴向不存在】** 警报提示。
- c. 切法线控制旋转轴(Pr5801)的轴型态(Pr221~), 只支援 2 或 5 的设定, 若发现轴型态设定错误, 会发出 **COR-180-3【切法线控制旋转轴的轴型态, 设定错误】** 警报提示。
- d. 切法线控制旋转轴若为主轴, 开启切法线控制功能前, 需先切入 C 轴模式(C63), 若未切入 C 轴模式, 会发出 **COR-180-4【切法线控制旋转轴模式不正确, 请将主轴模式切换为C轴模式】** 警报提示。
- e. 切法线控制旋转轴方向(Pr5802)、位置(Pr5803)需设定完成, 才可以启用切法线控制功能, 若未设定完成, 会发出 **COR-180-5【切法线控制旋转轴方向或位置未设定】** 警报提示。
- f. G41.1、G42.1 指令的 Q、P、E、R 引数需在规定的范围内, 否则会触发 **COR-180-6【G41.1、G42.1 指令格式错误】** 警报。

- g. 切法线控制之最小长度设定值需小于最大长度设定值，否则会触发 **COR-180-7【长度阈值设定错误】** 警报。
- h. 开启切法线控制功能后，指定的工作平面与切法线控制平面冲突，会发出 **COR-181【切法线控制平面冲突】** 警报提示。
- i. 未开启 Option-59 或者 非第 1 轴群，使用 G41.1/G42.1，会触发 **COR-100【不支援此G码指令或软件选配功能未开启】** 警报。
- 3. 刀补的使用注意事项
 - a. 可以使用 G43、G44 进行刀长补偿，刀长一律补在Z轴方向。
 - b. 使用 G40.1，将取消切法线控制功能，保留刀长补偿。
 - c. 使用 G49 或 复位，将取消刀长补偿 以及 切法线控制功能。
 - d. 若切法线控制功能开启情况下，使用 G41、G42 刀径补偿功能或 G43.4、G43.5 刀长补偿功能，会发出 **COR-182-2【禁止使用 G41、G42、G43.4、G43.5 等刀补指令】** 警报提示。
- 4. 移动指令的使用注意事项
 - a. 若切法线控制功能开启情况下，对控制旋转轴下移动指令，会发出 **COR-182-1【禁止对切法线控制下的旋转轴下移动指令】** 警报提示。
 - b. 于 10.120.41, 12.0.2 和之后版本，支援 G02/G03 下 L 引数。
于 10.120.39, 12.0.1 及之前版本，使用 G02/G03 下 L 引数，会发出 **COR-182-3【禁止使用 G02/G03 L 引数指定多圈圆插补】** 警报提示。
 - c. 使用 G00，并启用先转再走模式时，与后续切削单节之间可以插入以下指令，超过四个指令或出现其他指令则会强制不转直接下刀。
 - i. F码。
 - d. 使用 G02/G03，需明确指定工作平面，例如：**G17 G03 I10. X0.**。
 - e. 使用机械坐标定位指令(G53、G28、G29、G30)，会发出 **COR-182-7【禁止使用 G53 做机械坐标定位】** 警报提示。
 - f. 使用三点圆弧插补指令(G02.4、G03.4)，会发出 **COR-182-9【禁止使用 G02.4、G03.4 三点圆弧插补指令】** 警报提示。
 - g. 使用讯号跳跃机能(G31、G31.10、G31.11)，会发出 **COR-182-10【禁止使用 G31、G31.10、G31.11 跳越机能指令】** 警报提示。
 - h. 使用螺牙切削(G33、G34)，会发出 **COR-182-11【禁止使用 G33、G34 螺牙切削指令】** 警报提示。
- 5. 坐标转换的使用注意事项
 - a. 支援 G52(局部坐标设定)、G68(坐标旋转)。
 - b. 不能使用 G12.1(极坐标插补)、G68.2(斜平面加工)、G92.1(绝对零点坐标系统设定)。
- 6. 禁用的功能
 - a. 切法线控制模式下，使用 G10L1150 写入切法线控制运动链参数，会发出 **COR-182-4【禁止使用 G10L1150 写入切法线控制运动链参数】** 警报提示。
 - b. 切法线控制模式下，对切法线控制下的轴下摆荡指令，会发出 **COR-182-5【禁止对切法线控制下的轴下摆荡指令】** 警报提示。
 - c. 切法线控制模式下，将取消 HPCC功能，以 G05 P10000 开启 HPCC功能，会发出 **COR-182-6【禁止使用 G05 指令开启高精轨迹控制功能】** 警报提示。
 - d. 切法线控制模式下，使用 G10L1500 旋转轴辅助煞车功能，会发出 **COR-182-8【禁止使用 G10L1500 旋转轴辅助煞车功能】** 警报提示。

2.33 G41.2/G41.6/G42.2/G42.6 三维刀具半径补偿

2.33.1 指令格式

We don't have a way to export this macro.

G41.2: TYPE I 三维刀具半径补偿**偏左**。

G42.2: TYPE I 三维刀具半径补偿**偏右**。

G40: 三维刀具半径补偿**取消**。

X、Y、Z：各轴向终点座标。
 A、B、C：各旋转轴终点座标。
 D：刀具半径补偿值所设定之补偿代号。

We don't have a way to export this macro.

G41.6：TYPE II 三维刀具半径补偿偏左。

G42.6：TYPE II 三维刀具半径补偿偏右。

G40：三维刀具半径补偿取消。

X、Y、Z：各轴向终点座标。

I、J、K：刀具姿态向量。

D：刀具半径补偿值所设定之补偿代号。

2.33.2 说明

刀具半径补偿功能可以达到两项功能：

1. 当刀具在长时间加工后出现耗损，造成刀具半径缩小的情况下，会导致实际切削点与设计图工件之外形轮廓存在误差，产生欠切的现象，启用此功能可以将刀具的磨耗量纳入路径规划，将加工路径进行半径方向的偏置使加工后轮廓形状与图面相符。
2. 若以半径为0的假想刀具设计外形轮廓切削，可以在控制器调用任一刀具半径进行路径偏置补偿，使切削点与设计图工件之外形轮廓重合，提高刀具的调度弹性。

因此只要依加工图上的尺寸，配合此机能来编写加工程序即可得到正确尺寸的成品，无需在程序上另外考虑刀具半径大小所造成的计算困扰。

与G41/G42的差异：

G41/G42进行刀径偏置时假设刀具立于工作平面（G17、G18、G19），偏置仅生效于工作平面上，适用二维加工工艺；G41.2/G41.6/G42.2/G42.6考量多轴机构链运动的关系，会评估当下的刀具姿态在三维空间进行偏置，确保刀具侧能正确贴齐工件之外形轮廓，适用三维加工工艺。

2.33.3 注意事项

1. 三维刀径补偿可支援的切削/定位/插补模态G码：
 - a. 直线快速定位G00
 - b. 直线插补G01
2. 刀补半径计算公式：刀补半径 = 刀径 + 磨耗。
3. 无过切检查功能。
4. G41.6/G42.6 (Type II) 若下A_B_C_ 旋转轴移动指令会报警【COR-158 G43.5模式不可执行第一、二旋转轴指令】。
5. 引数I、J、K 若部分省略，则视为所带引数为0；若全部省略，则视为与前一单节同样的刀具方向。
6. 刀具方向不可为零向量，因此引数I、J、K若为I0.J0.K0.，会报警【COR-159 刀具向量不合法】。
7. 目前无论Type I或Type II刀径补偿均不支援 Pr3057 - 刀具姿态参考座标系变换。
8. 三维刀补执行前的注意事项：
 - a. 座标旋转启用时，禁止启用3D刀径补偿。
 - 如果在以下坐标转换启用时，使用3D刀径补偿则报警【COR-606 座标旋转启用中，禁止使用3D刀径补偿】。
 1. 极坐标插捕G12.1/G13.1。
 2. 极坐标命令G16。
 3. 斜平面加工刀具对正G53.1/G53.6。
 4. 在Pr3057 - 刀具姿态参考座标系=1下开启座标旋转G54。
 5. 座标旋转G68。
 6. 斜平面加工G68.2/G68.3。
 - b. 3D刀径补偿启用前必须先开启RTCP刀尖点控制。

- 如果在启用刀径补偿时，刀尖点控制未启用，则报警【COR-601 不允许在RTCP启用前使用3D刀径补偿】。
9. 三维刀补执行中的注意事项:
- a. 在3D刀径补偿启用的程序区块间可以进行手轮模拟，但反转手轮无作用。
 - b. 禁止在刀径补偿功能启用中变更补偿模式。
 - 如果启用G41/G42刀径补偿，使用3D刀径补偿则报警【COR-605 刀径补偿模式冲突】。
 - 如果启用3D刀径补偿，使用G41/G42刀径补偿则报警【COR-605 刀径补偿模式冲突】。
 - c. 3D刀径补偿过程中不允许提前取消刀尖点控制(G49)。
 - 必须先下G40关闭刀补才能下G49关闭RTCP。
 - 如果在补偿过程中试图关闭刀尖点控制，则报警【COR-603 变更座标时3D刀径补偿启用中】。
 - d. 3D刀径补偿过程中不允许更换工作平面(G17~G19)。
 - 如果在补偿过程中试图更换工作平面，则报警【COR-604 不允许在途中改变刀补方向】。
 - e. 3D刀径补偿过程中不允许变更座标。
 - 如果在补偿过程中使用以下指令变更座标，则报警【COR-603 变更座标时3D刀径补偿启用中】。
 1. 局部座标设定G52。
 2. 工作座标系统设定G54-G59.9。
 3. 座标旋转G54。
 4. 座标旋转G68。
 5. 斜平面加工G68.2/G68.3
 - a. 因斜平面加工被阻挡，所以斜平面加工刀具对正G53.1/G53.6无法使用。
 6. 绝对零点座标系统设定G92/G92.1。
 - f. 3D刀径补偿过程中使用不支援的指令。
 - 如果在补偿过程中使用以下指令，则报警【COR-602 3D刀径补偿启用时，使用不支援的指令】。
 1. 圆弧插补G02/G03/G02.1/G03.1/G02.2/G03.2。
 2. 极座标插补G12.1/G13.1。
 3. 极座标命令G16。
 4. 参考点复归G28/G29/G30。
 5. 高速定位G28.1。
 6. 跳脱G31、G31.10、G31.11。
 7. 螺纹车削指令G33。
 8. 切法线控制G41.1/G42.1。
 9. 机械座标定位G53。
 10. 攻牙模式G63。
 11. 每转进给量G95。
 12. 等表面线速度控制G96。
 - g. 刀补过程，出现不可运算刀补量的单节，则报警【COR-607 本单节无法解算3D刀补补偿量】。
 - 使用交点方法时，刀具向量与路径共面。
 - h. 刀补过程，出现太多不参与运算的单节
 - 开启刀补后，到出现第一个移动单节之前，出现再多的不可运算单节都没问题。
 - 出现第一个移动单节后，移动单节之间，夹8个以上的不可运算单节，将报警【COR-609 3D刀补启用后，出现太多不参与运算的指令】。
 - 不可运算单节包含：
 - G00/G01单节只指定A、B、C旋转轴移动。
 - G00/G01单节指令的刀尖座标与前一次刀尖座标没有变化，即刀尖点无移动。
 - G00/G01单节指令的刀尖座标，使刀尖点移动方向与刀具平行，即表示该单节用于刀具平行进入或退出工件加工区。
 - G00/G01以外的G码。
 - M码、H码、T码等。
 - G码宏程序。(如果刀补过程中使用MACRO宏程序，宏程序占用的单节数量等于宏程序展开后使用的指令数量。)

i. 不建议刀补搭配使用以下功能:

- 各式循环功能G73-G89。
- 各式循环功能G135~G137.1。
- 暂停后切进MDI模式下指令。
- 使用手轮偏置。
- 使用断点回归功能，回复到3D刀补中的单节。
- Overlapping。

10. 以下G码指令开启时，禁止启用3D刀径补偿:

- 切法线控制G41.1/G42.1
 - 如果在切法线控制功能开启时，使用3D刀径补偿则报警【COR-182 切法线控制功能下不支援此指令】。
- 攻牙模式G63。
- 每转进给量G95。
- 等表面线速度控制G96。

11. 以下功能开启时，禁止启用3D刀径补偿:

- 分度轴
 - 如果分度轴参与五轴联动，则报警【COR-369 不合法的分度轴指令】。
- 倾斜轴
 - 如果倾斜轴参与五轴联动，则报警【COR-171 启用倾斜轴控制时不可使用非线性机构链转换】。

2.33.4 相关设定

参数：（内容请参阅控制器参数手册）

- Pr3991 外转角以交点路径规划之最小角度
- Pr3992 外转角以圆弧路径规划之最大角度

2.33.5 图例

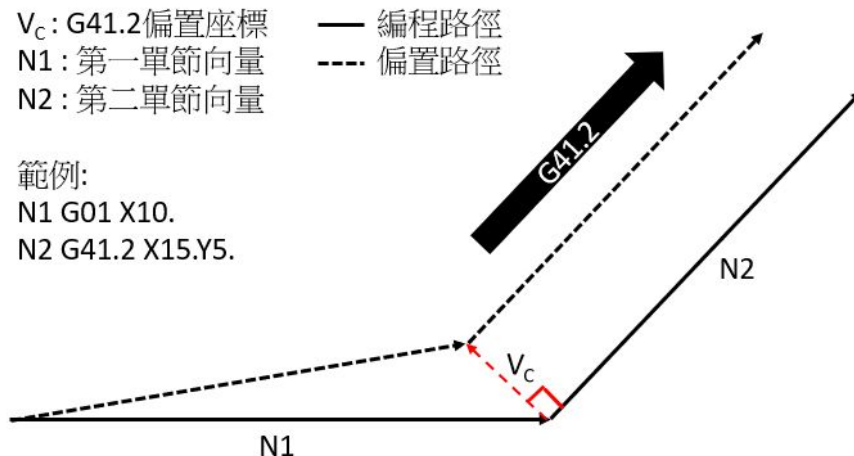
带刀/收刀行为

- 3D周边铣削刀径补偿的带刀/收刀生效于开启刀补或关闭刀补后第一个单节。
- 带刀，以直线走到开启补偿后的第一个单节终点，该位置于单节终点的切线处。

V_c : G41.2偏置座標
 N1: 第一單節向量
 N2: 第二單節向量

範例:

N1 G01 X10.
 N2 G41.2 X15.Y5.

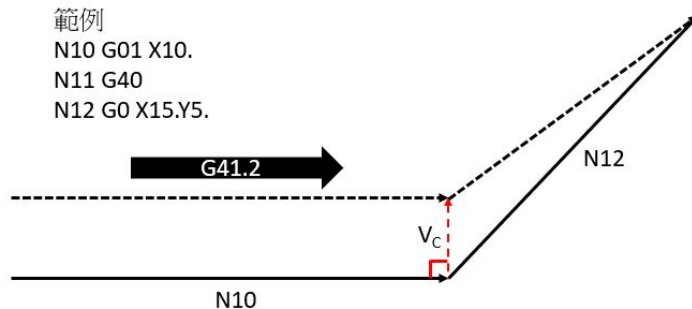


- 收刀，同样以直线走到关闭补偿后的第一个单节终点，该位置与终点的切线成垂直。

V_C : G41.2偏置座標 — 编程路径
 N10: 第一單節向量 - - - 偏置路径
 N11: 第二單節向量

範例

N10 G01 X10.
 N11 G40
 N12 G0 X15.Y5.

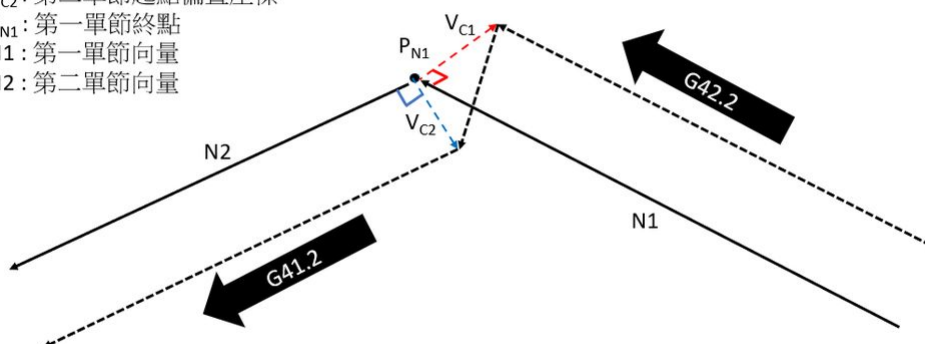


- 带刀/收刀不检查碰撞，编写加工档时需要自行注意风险。

刀补行为

- 几何轴移动单节带刀具姿态变化，控制器会保证刀具的切削点(编程点)始终贴齐单节。
- 允许刀径补偿过程中变更刀补方向。
 - G41.2/G41.6变更G42.2/G42.6或相反的情况时，两个模式间的单节不视为转角。

V_{C1} : 第一單節終點偏置座標
 V_{C2} : 第二單節起點偏置座標
 P_{N1} : 第一單節終點
 N1: 第一單節向量
 N2: 第二單節向量

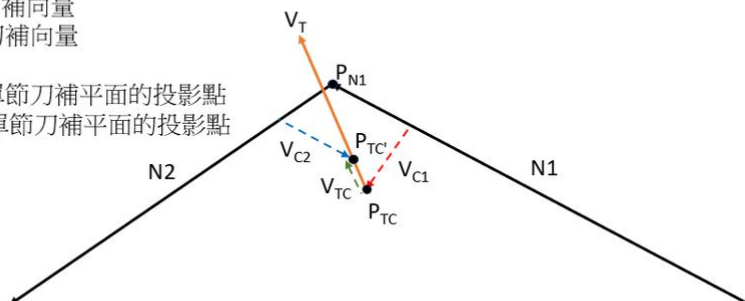


转角行为

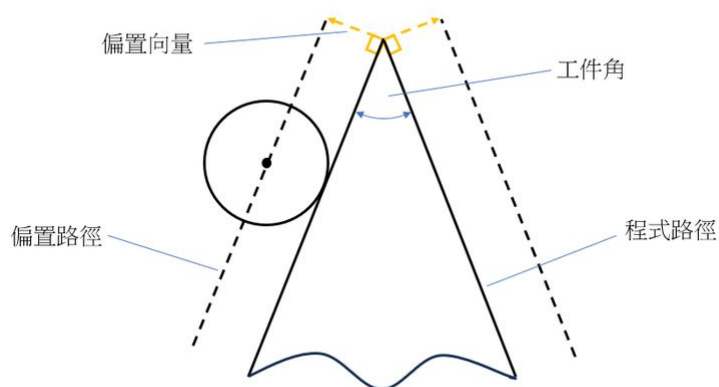
- 转角类型:
 - 内转角
 - 外转角
- 内转角处的路径处理:
 - 当刀具贴齐内转角时，形成转角的两单节与刀具的切削点可能不在同一个平面(以刀具向量为法向的平面)上，为了让控制点从第一单节切削点移动到第二单节的切削点，会在第二单节执行中沿刀具轴向推入或抽出刀具以确保在第二单节终点时控制点与切削点贴齐。

- 将前后单节的偏置路径投影在以第一单节终点刀具向量构成的补偿平面上寻求交点。

V_T : 刀具向量
 V_{TC} : 两补偿平面交点的向量
 V_{C1} : 内转角的第一单节刀补向量
 V_{C2} : 内转角的第二单节刀补向量
 P_{N1} : 第一单节终点
 P_{TC} : 内转角交点在第一单节刀补平面的投影点
 $P_{TC'}$: 内转角交点在第二单节刀补平面的投影点
 $N1$: 第一单节向量
 $N2$: 第二单节向量



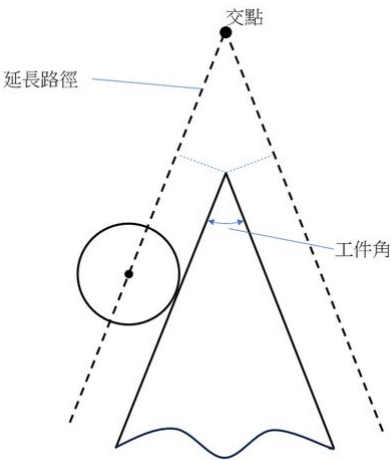
- 外转角处的路径处理:
 - 由于沿程序路径的垂直方向进行刀径偏置，所以在外转角处两单节的补偿向量不连续，因此需要额外插入路径使其连接，新代提供两方法进行路径的衔接:



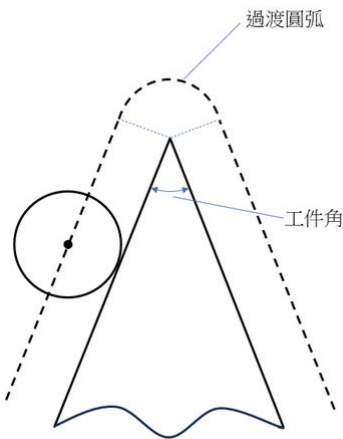
- 沿两单节的延伸路径取交点:
 - 将前后单节的偏置路径延长，会在空间中交于转角的刀具向量上，两单节与刀具的切削点可能不在同一个平面，同内转角，会在第二单节执行中沿刀具轴向推入或抽

SYNTEC

出刀具以确保在第二单节终点时控制点与切削点贴齐。



- 圆弧过渡:
 - 在空间中插入一个圆弧衔接前后单节的补偿向量。



- 两方法的使用方法与差异:
 - 预设使用"沿两单节的延伸路径取交点", 提供G10 L450 P_切换外转角的路径处理方式
 - G10 L450 P0: 仅使用交点法
 - G10 L450 P1: 交点法优先
 - 受Pr3991影响, 当工件转角小于Pr3991设定的工件角时, 将刀径补偿从交点模式切换至圆弧过渡模式。
 - G10 L450 P2: 圆弧过渡法优先
 - 受Pr3992影响, 当工件转角大于Pr3992设定的工件角时, 将刀径补偿从圆弧过渡模式切换至交点模式。
 - 优势分析

方法	特性	限制	适用工艺

交点法	交点法加工出的转角相对锐利。	- 当工件角越小、延伸的路径越长，降低加工效率。 - 选用交点优先，新代控制器会自动判断工件转角幅度，灵活切换过渡方法，提高加工效率。 - 可通过调整Pr3991决定切换过渡方法的角度。	- 适用要求棱角分明的外轮廓工艺。 - 工艺特性: 棱角分明的工件，多是长单节组成。 - 参考打标件: 足球面
圆弧过渡法	圆弧过度法加工出的转角相对平滑。	当工件角越大、衔接的圆弧越短，此时以圆弧连接的效益与交点无异。 - 选用圆弧过渡法优先，新代控制器会自动判断工件转角幅度，灵活切换过渡方法，提高加工效率。 - 可通过调整Pr3992决定切换过渡方法的角度。	- 适用要求曲面平滑的外轮廓工艺。 - 工艺特性: 曲面工件，多是短单节组成，如果单节间的衔接过于锐利则显得不平滑。 - 参考打标件: 国标S件

2.33.6 程序范例

程序说明：

```

N001 T1 S1000 M03;
//1号刀具（直径10mm端铣刀），主轴正转1000rpm
N002 G00 X0.0 Y0.0 Z0.0; //快速定位至程序零点之上方
N003 G43.4 H1;
//开启刀尖点控制，使用第一组刀长
N004 G90 G00 X0. Y0. Z0. A0. C0.;
//恢复初始刀具姿态，将刀尖快速定位至程序零点之上方
N005 G01 X5. // 带刀单节
N006 G41.2 X10.0 D1; //三维刀具半径左补偿
N007 Y10. A45.
N008 X20. A30.
N009 Y0. A15.
N010 G42.2 X10. A0. //变更为三维刀具半径右补偿
N011 Y10. A-45.
N012 X20. A-30.
N013 Y0. A0.
N014 G40
N015 X0. //收刀单节
N016 G49 X0. Y0. Z0.; //取消三维刀具半径补偿，回加工起始点
N017 M05; //主轴停止
N018 M30; //程序结束

```

2.34 G43/G44/G49：刀具长度补偿

2.34.1 指令格式

$$\left\{ \begin{array}{l} G43 \\ G44 \end{array} \right\} Z_ H_;$$

G49; 取消补偿;
 G43: 沿正向补偿;
 G44: 沿负向补偿;
 G49: 补偿取消;
 Z: Z轴终点座标;
 H: 刀具号码;

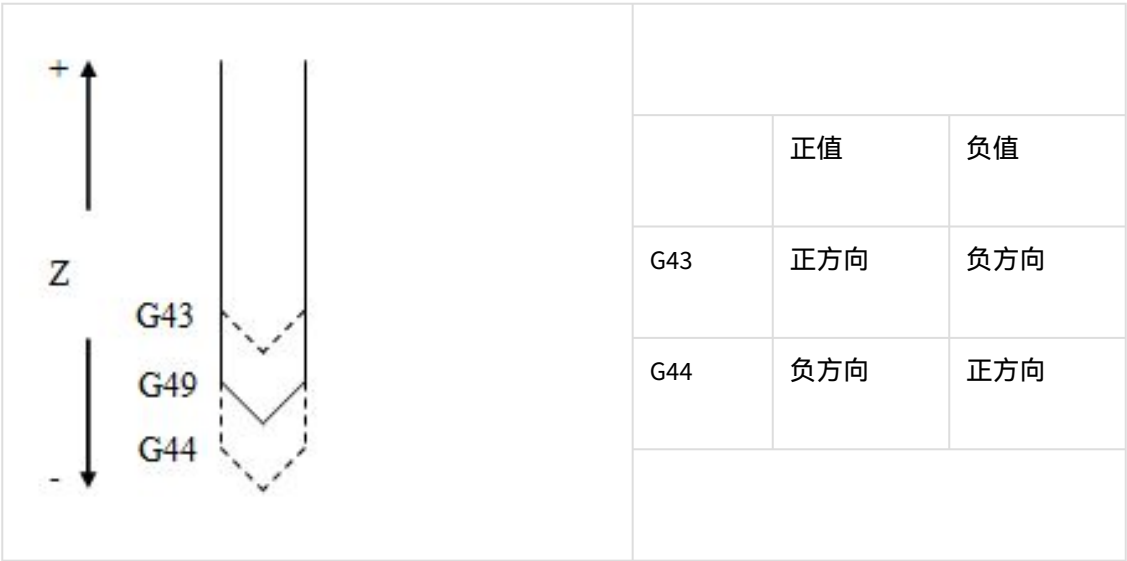
2.34.2 说明

- 当利用铣床或切削中心机加工每一加工物时，所使用的刀具很多，而每一把刀具长度不一，造成半径补偿跟工件的距离不一。
- 在换刀之后，前后刀长的差值，会使Z轴产生误差，刀具长度补偿（G43/G44）的功用，就是用Z轴向的位置修正，用以修正刀具长度的误差。
 - 方法一：

由Z轴之机械原点，运用手动方式使刀具往下移动直到接触工件表面，取其位移的距离，输入操作介面里的刀具设定键入各编号刀具之刀长补偿，在程序指令格式的H值内设定其补偿刀具号数。
 - 方法二：

选定一把刀具为基准，到控制器操作介面里，在工作座标设定之G54工作座标系统下，来做刀具

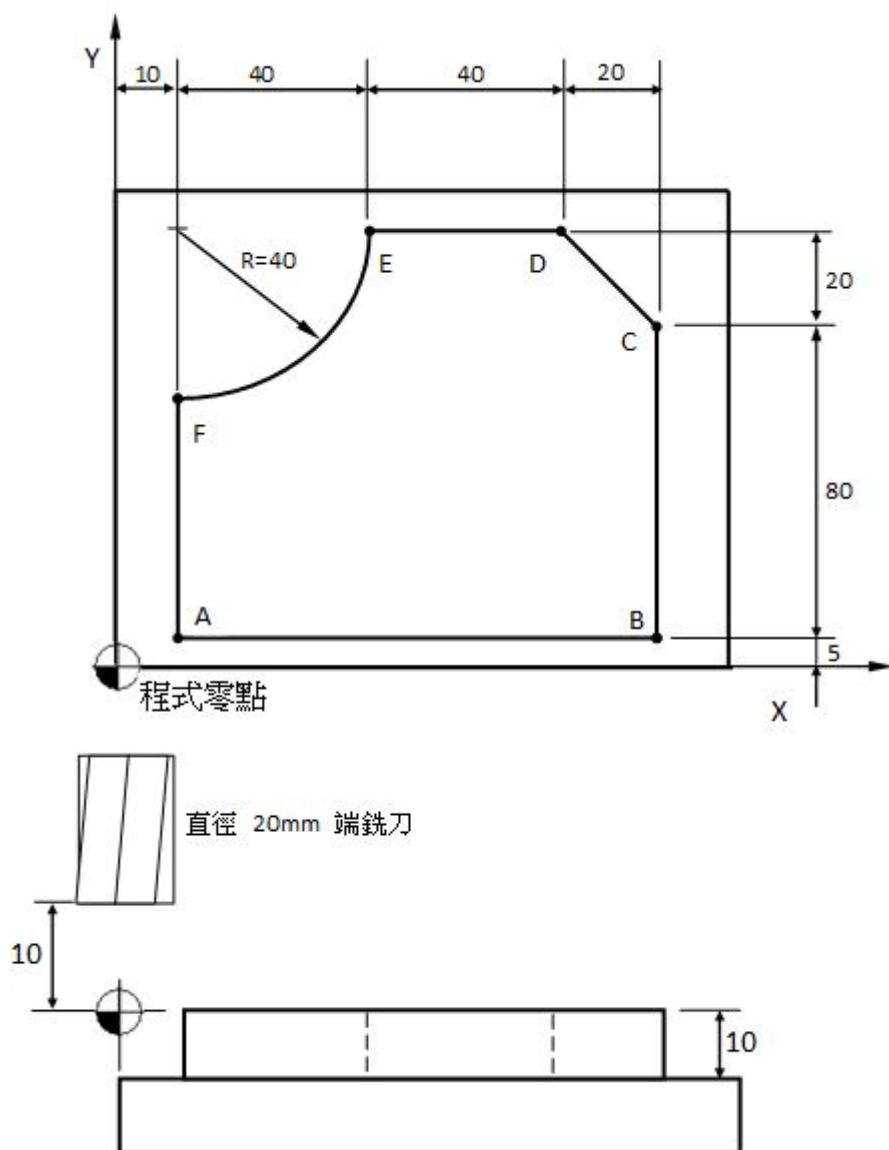
长度校正，尔后使用的刀具，则以它为**基准刀具**之长度差值，换算各刀之长度补偿值。
图例：



- 与轴向移动指令同行，会先执行刀长补正后才进行轴向移动。

SYNTEC

2.34.3 程序范例



程序说明:

```

N001 T1 S1000 M03; //使用1号刀具（直径20mm之端铣刀），主轴正转1000rpm
N002 G42 D01;      //刀径右补偿（D01=10）
N003 G00 X10.0 Y5.0 Z15.0; //快速定位至A点之上方
N004 G43 H01;      //刀长正向补偿（H01=-10）
N005 G01 Z-10.0;   //直线切削下至A点底
N006 X110.0;       //A->B
N007 Y85.0;        //B->C
N008 X90.0 Y105.0; //C->D
N009 X50.0;        //D->E
N010 G02 X10.0 Y65.0 R40.0; //E->F
N011 G01 Y5.0;     //F->A
  
```

```
N012 G00 Z15.0; //快速退刀至A点上方
N013 G40 G49; //消除补偿
N014 M05; //主轴停止
N015 M30; //程序结束
```

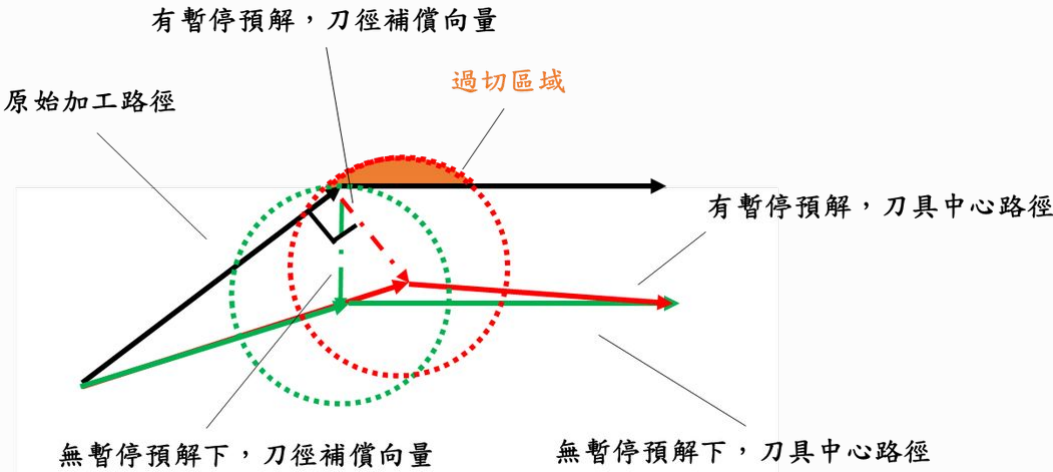
2.34.4 使用限制

当 G41/G42 模式开启时，中途开启或关闭刀长补偿功能会造成加工档预解暂停执行，直到刀长补偿功能被执行完毕。由于预解暂停执行，将会使得刀补位置垂直于单节终点位置，此举可能导致过切情形的发生。

G41/G42 开启后，指令 G43 导致预解暂停

```
1 N1 G42 G01 X10. Y10. F500 D1; // 启用刀径补偿功能, X10. Y10. 为带刀位置
2 N2 G43 Z0. H2; // 启用刀长补偿功能导致预解暂停, 可能出现过切情形
3 N3 X100.;
4 N4 Y100.;
5 N5 X10.;
6 N6 Y10.;
7 N7 G49 Z100.; // 取消刀长补偿功能
8 N9 G40 X0 Y0; // 关闭刀径补偿功能, X0. Y0. 为收刀位置
```

G41/G42 开启后，暂停预解导致过切示意图



因此，若欲搭配 G41/G42 使用刀长补偿功能，应于启用 G41/G42 前先指令好刀长补偿指令，或是在不影响加工行为的地方进行开启或关闭刀长补偿功能。

于 G41/G42 开启前，先指令 G43/G44 启用刀长补正功能

```
1 N1 G43 G01 Z100. F500 H2; // 启用刀径补偿功能前，先启用刀长补正功能
2 N2 G42 X10. Y10. D1; // 启用刀径补偿功能，X10. Y10. 为带刀位置，以下刀径补偿过程皆
  不会暂停预解
3 N3 Z0;
4 N4 X100.;
5 N5 Y100.;
6 N6 X10.;
7 N7 Y10.;
8 N8 G40 X0 Y0; // 关闭刀径补偿功能，X0. Y0. 为收刀位置
9 N9 G49 Z100.; // 取消刀长补正功能
```

2.35 G43.4: 刀尖点控制 Type1

2.35.1 指令格式

G43.4 H_ Q_ I_ ;
G49;

G43.4: 开启刀尖点控制 Type1 (RTCP Type1);
G49: 取消刀尖点控制 Type1;
H: 刀具号码;
Q: 刀具姿态参考坐标系设定(0—机械坐标系; 1—工件坐标系);
I: 线性轴最大补偿速度;

刀尖点控制的使用方式与刀长补偿(G43)的用法相同，只需在正式加工之前，下达G43.4指令，并且指定对应刀号，即可使用指定的刀长，进行刀尖点控制。

2.35.2 说明

刀尖点控制功能:

RTCP (Rotational Tool Center Point) 即为刀尖点控制功能，在一般机台上，控制器的移动命令是下给刀柄或者主轴鼻端，开启刀尖点控制后，移动命令会改以刀尖点所在座标来作控制，此功能是五轴加工机特有之功能。
下图中有两条加工轨迹，橘色轨迹是一般加工状况的机台路径，控制器控制主轴鼻端的轨迹，因此与工件表面会相差一个刀长；蓝色轨迹则是RTCP开启时，控制器控制刀尖点的路径，在产出加工程序时，直接描述工件表面的座标，这样的加工程序，可以忽略刀长的变化，以及机台之间的机构差异，可以让程

序更有效率的被使用。



刀座軌跡

刀尖軌跡

线性轴最大补偿速度：

在 RTCP 功能下，刀尖点会被限制在指定的轨迹上移动。当旋转轴在运动过程中产生额外的位移与速度时，为了确保刀尖点始终维持在预定轨迹上，线性轴需要相应地补偿其位移与速度。

这种用于补偿刀尖点位置的额外线性轴速度，称为“线性轴补偿速度”。然而，当旋转轴的姿态变化过大时，线性轴的补偿速度可能会过高，因此需要对其设定最大速度限制以避免机台运动异常，而这个限制值为 **Pr3091 线性轴最大补偿速度**。

2.35.3 注意事项

1. G41、G42刀径补偿功能不可一起使用。
2. G43、G44、G43.5刀长补偿功能不可一起使用。
3. 刀长设定需为正刀长。
4. 使用G53、G28、G29、G30前，记得要下达G49取消RTCP Type1模式，避免机台出现不正常的动作。
5. 当在RTCP Type1模式下，以G05 P10000开启HPCC功能，会跳出【COR-140 刀尖控制模式禁用G05】警报。
6. 不能和极坐标插补功能(G12.1)混用。
7. 此功能不支援多轴多讯号跳越机能(G31.10/G31.11)。
8. 关于刀具姿态参考坐标系设定
 - a. 在断电重开及复位时恢复Pr3057设定值。
 - b. 若工件坐标系旋转且刀具姿态参考坐标系设定为工件坐标系，刀具轴方向将在工件坐标系上做控制。
 - i. 若此时刀具方向已对正于任一旋转轴方向，则旋转轴不会动作。
 - c. 在任何刀具座标参考坐标系上，对刀具姿态的描述，都是遵照先转第一旋转轴再转第二旋转轴，而旋转轴定义根据机构构型决定。
 - d. 工件坐标系旋转情境下，建议刀具姿态参考坐标系设定为工件坐标系。
 - e. 刀具姿态参考坐标系设定为工件坐标系下，执行手动 RTCP，旋转轴根据机械坐标系旋转，绝对座标显示工件坐标系所描述的刀具姿态。
 - f. 有效版本为10.118.86。
9. 关于线性轴最大补偿速度
 - a. 适用条件：仅当Pr3803 切削动程控制模式为平滑加减速模式时，本引数才会生效。
 - b. 设定方式：

- i. 通过 G43.4的I引数数值 或 Pr3091设定值 指定。
- ii. 若未指定 G43.4的I引数数值，线性轴最大补偿速度为 Pr3091设定值；若指定G43.4的I参数数值，则采用I引数数值。
- iii. I引数的单位、设定效果及参数范围，皆与Pr3091相同，设定方式可直接比照使用。
- c. 设定建议：
 - i. 将I引数 与 F引数 设为相同。
在这种设置下，即使在姿态变化较大的单节或较大的旋转半径下的运动单节，线性轴的运动速度几乎等于I 参数，从而有效避免了机台运动过快的风险。
 - ii. 若觉得 I引数 与 F引数 设为相同 的效率较低，可以考虑将 I 参数设为大于 F 参数，以加快姿态变化过程，提升整体运动效率。
- d. 适用版本：此功能有效版本为 10.118.86U, 10.120.16V, 10.120.24C, 10.120.28 及之后的版本。

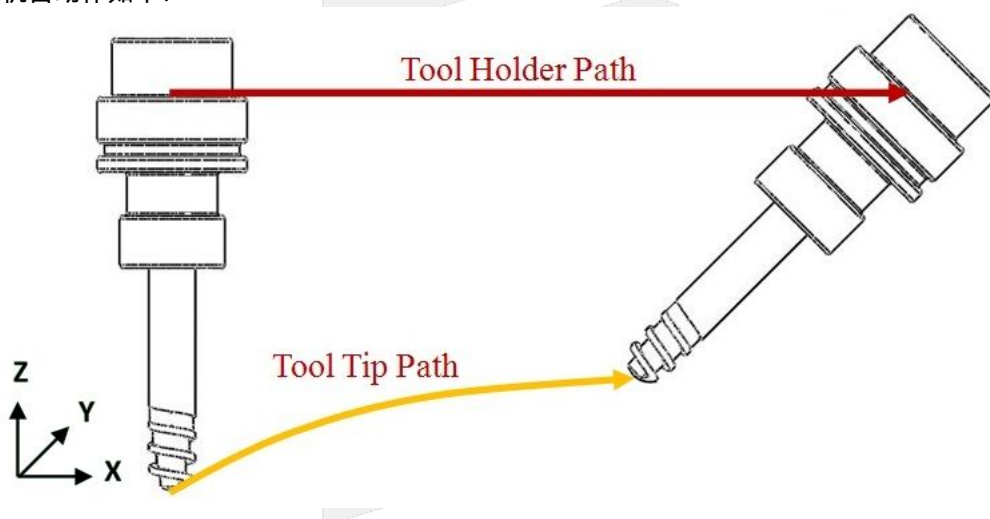
2.35.4 程序范例

范例 - RTCP 开启前后的路径差异说明

未开启RTCP Type1的程序：

```
G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.
G01 X50. Y0. Z0. B45. C0.
```

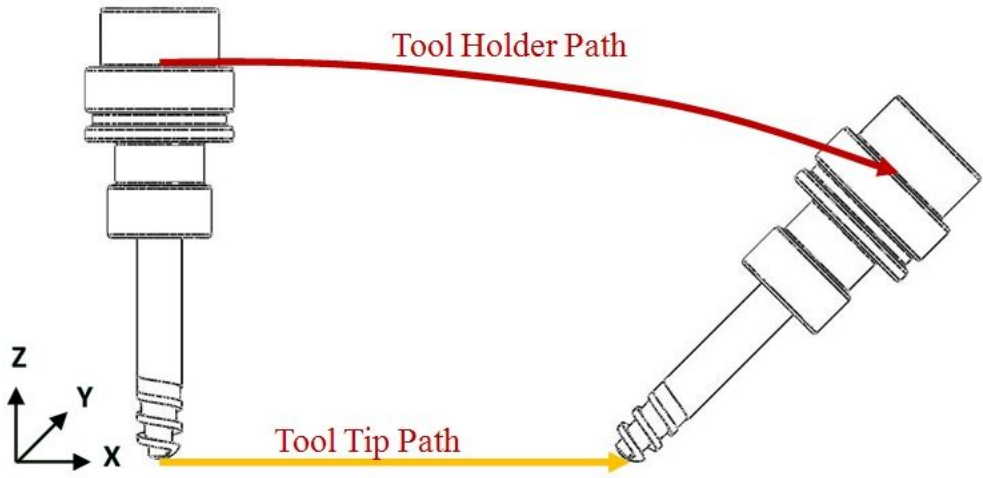
机台动作如下：



开启RTCP Type1的程序：

```
G43.4 H1
G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.
G01 X50. Y0. Z0. B-45. C0.
```

机台动作如下:



未开启RTCP Type1前, 直线轴与旋转轴的动作各自独立, 开启RTCP Type1后, 刀尖点的线性移动命令优先, 旋转轴需配合刀尖点来进行转动。

范例 - 刀具姿态参考坐标系在加工中切换

```
1  %@MACRO
2  // Spindle Type 刀具方向为X轴方向
3  // Pr3057=0, 预设刀具姿态参考座标系为机械座标系
4  G90 G49 G54 P2;           // 切换工件座标系
5  G00 X0. Y0. Z0. A0. C0.;  // 此时刀具姿态参考机械座标系下(1,0,0)
6  #30:=#1848;              // 备份刀具姿态参考座标系
7  G43.4 Q1;                // 刀具姿态参考工件座标系
8  G00 C90.;                // 刀具姿态转至参考工件座标系下(0,1,0)
9  G43.4 Q#30;              // 还原刀具姿态参考座标系
10 G00 C0.;
11 M30;
```

2.36 G43.5: 刀尖点控制 Type2

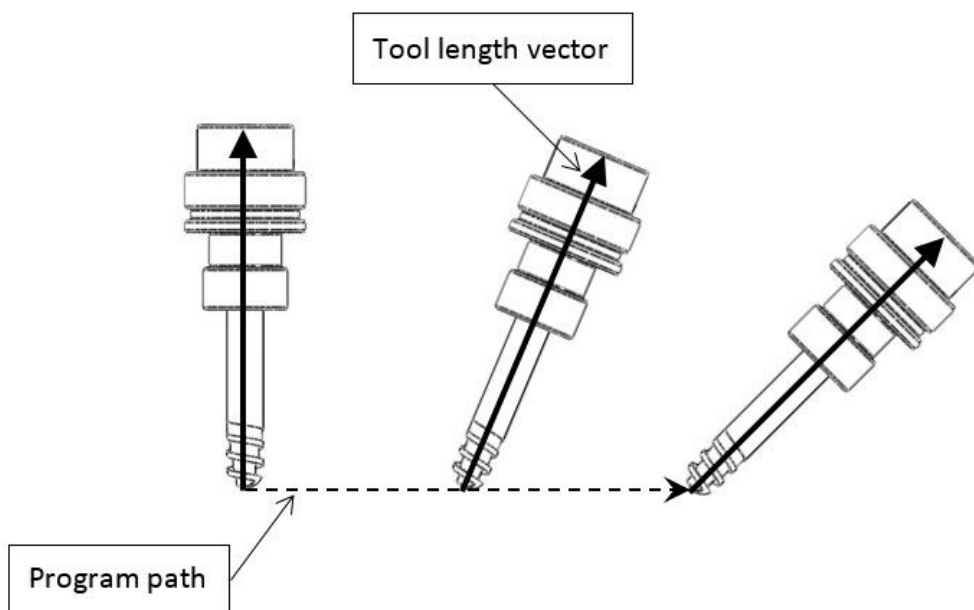
2.36.1 指令格式

G43.5 H₁;
X₁ Y₁ Z₁ I₁ J₁ K₁;
G49;

G43.5: 开启刀尖点控制 Type2 (RTCP Type2);
G49: 取消刀尖点控制 Type2;
H: 刀具号码;

X₁ Y₁ Z₁: 在程序座标系统上, 刀尖点的移动单节之座标值;
I₁ J₁ K₁: 在程序座标系统上, 移动单节端点的刀轴方向 (刀轴方向定义请参考下图);

刀尖点控制的使用方式与刀长补偿(G43)的用法相同，只需在正式加工之前，下达G43.5指令，并且指定对应刀号，即可使用指定的刀长，进行刀尖点控制。



2.36.2 说明

刀尖点控制功能：

RTCP (Rotational Tool Center Point) 即为刀尖点控制功能。在一般机台上，控制器的移动命令是下给刀柄或者主轴鼻端，开启刀尖点控制后，移动命令会改以刀尖点所在坐标来作控制，此功能是五轴加工机特有之功能。

下图中有两条加工轨迹，橘色轨迹是一般加工状况的机台路径，控制器控制主轴鼻端的轨迹，因此与工件表面会相差一个刀长；蓝色轨迹则是RTCP开启时，控制器控制刀尖点的路径，在产出加工程序时，直接描述工件表面的坐标，这样的加工程序，可以忽略刀长的变化，以及机台之间的机构差异，可以让程

SYNTEC

序更有效率的被使用。



刀座軌跡

刀尖軌跡

线性轴最大补偿速度：

在 RTCP 功能下，刀尖点会被限制在指定的轨迹上移动。当旋转轴在运动过程中产生额外的位移与速度时，为了确保刀尖点始终维持在预定轨迹上，线性轴需要相应地补偿其位移与速度。

这种用于补偿刀尖点位置的额外线性轴速度，称为“线性轴补偿速度”。然而，当旋转轴的姿态变化过大时，线性轴的补偿速度可能会过高，因此需要对其设定最大速度限制以避免机台运动异常，而这个限制值为 **Pr3091 线性轴最大补偿速度**。

2.36.3 注意事项

1. G41、G42刀径补偿功能不可一起使用。
2. G43、G44、G43.4刀长补偿功能不可一起使用。
3. G91增量指令功能不可一起使用。
4. 刀长设定需为正刀长。
5. 使用G53、G28、G29、G30前，记得要下达G49取消RTCP Type2模式，避免机台出现不正常的动作。
6. 当在RTCP Type2模式下，以G05 P10000开启HPCC功能，会跳出【COR-140 刀尖控制模式禁用G05】警报。
7. 当在RTCP Type2模式下，执行第一/二旋转轴的移动指令，会跳出【COR-158 G43.5模式不可执行第一/二旋转轴指令】警报。
8. 引数I、J、K若部分省略，则视为所带引数为0；若全部省略，则视为与前一单节同样的刀具方向。
9. 不支援「平滑刀尖控制功能 STCP (Smooth Tool Center Point)」。
10. 不能和极座标插补功能(G12.1)混用。
11. 此功能不支援多轴多讯号跳越机能(G31.10/G31.11)。
12. 关于线性轴最大补偿速度
 - a. 适用条件：仅当Pr3803 切削动程控制模式为平滑加减速模式时才会生效。
 - b. 设定方式：
 - i. Pr3091指定。
 - c. 设定建议：
 - i. 将 Pr3091设定值 与 F引数 设为相同。
 在这种设置下，即使在姿态变化较大的单节或较大的旋转半径下的运动单节，线性轴的运动速度几乎等于 Pr3091设定值，从而有效避免了机台运动过快的风险。

- ii. 若觉得 Pr3091 设定值与 F 引数 设为相同 的效率较低, 可以考虑将 Pr3091 设定值 设为大于 F 参数, 以加快姿态变化过程, 提升整体运动效率。
- d. 适用版本: 此功能有效版本为 10.118.86U, 10.120.16V, 10.120.24C, 10.120.28 及之后的版本。

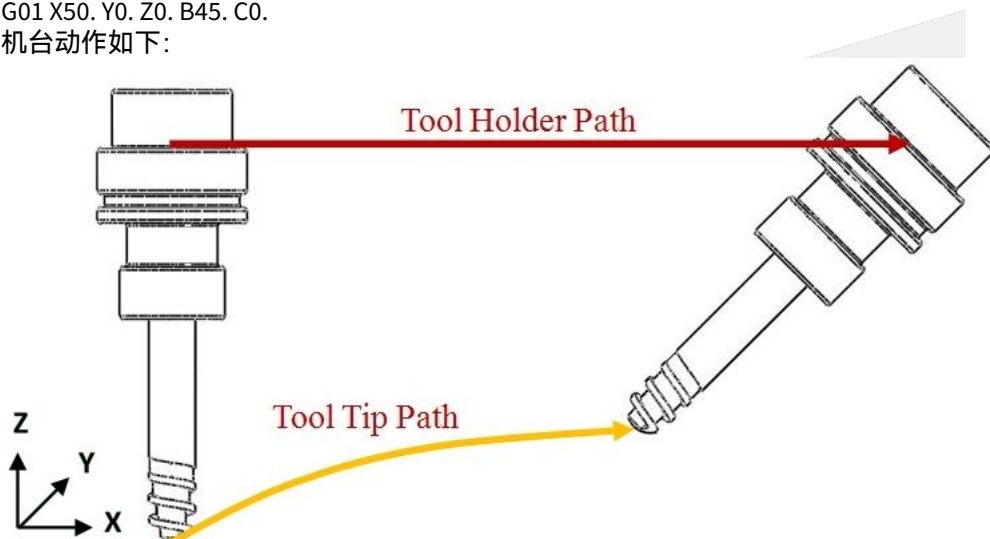
2.36.4 程序范例

未开启 RTCP Type2 的程序:

G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.

G01 X50. Y0. Z0. B45. C0.

机台动作如下:



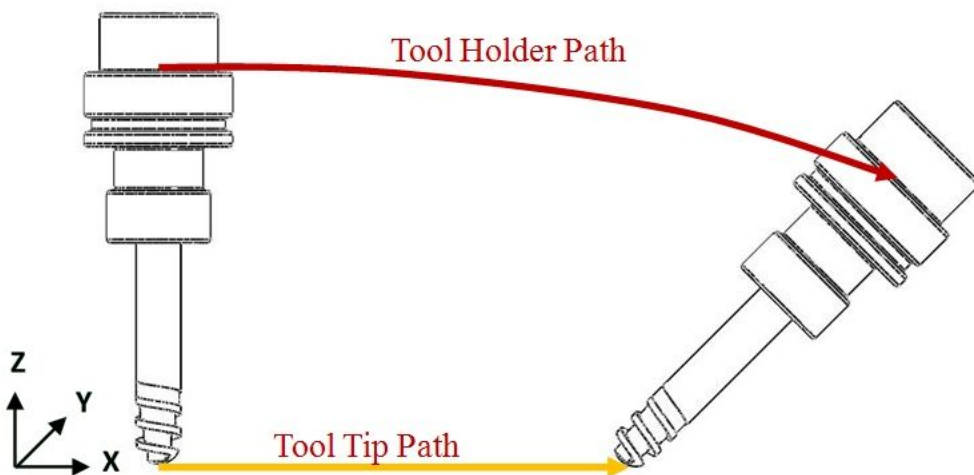
开启 RTCP Type2 的程序:

G43.5 H1

G00 X0. Y0. Z0. I0. J0. K1.

G01 X50. Y0. Z0. I1. J0. K1.

机台动作如下:



未开启 RTCP Type2 前, 直线轴与旋转轴的动作各自独立, 开启 RTCP Type2 后, 刀尖点的线性移动命令优先, 旋转轴需配合刀尖点来进行转动。

2.37 G45/G46/G47/G48：刀具偏置

2.37.1 指令格式

$$\left\{ \begin{matrix} G45 \\ G46 \\ G47 \\ G48 \end{matrix} \right\} X_ Y_ Z_ D_;$$

G45：路径**正方向一倍**刀具半径补正。
G46：路径**负方向一倍**刀具半径补正。
G47：路径**正方向两倍**刀具半径补正。
G48：路径**负方向两倍**刀具半径补正。
X、Y、Z：各轴向终点座标。
D：刀具半径补正值所设定之补正代号。

2.37.2 说明

在某些应用场合，使用者需要对切削路径向外或向内偏移，来做一点工件尺寸上的调整，却不希望改变程式码的路径内容，此时提供G45/G46一倍的正向/负向刀径补偿，和G47/G48两倍的正向/负向刀径补偿，当多个轴同时下位移指令时，此偏移会同时作用在各个轴上。

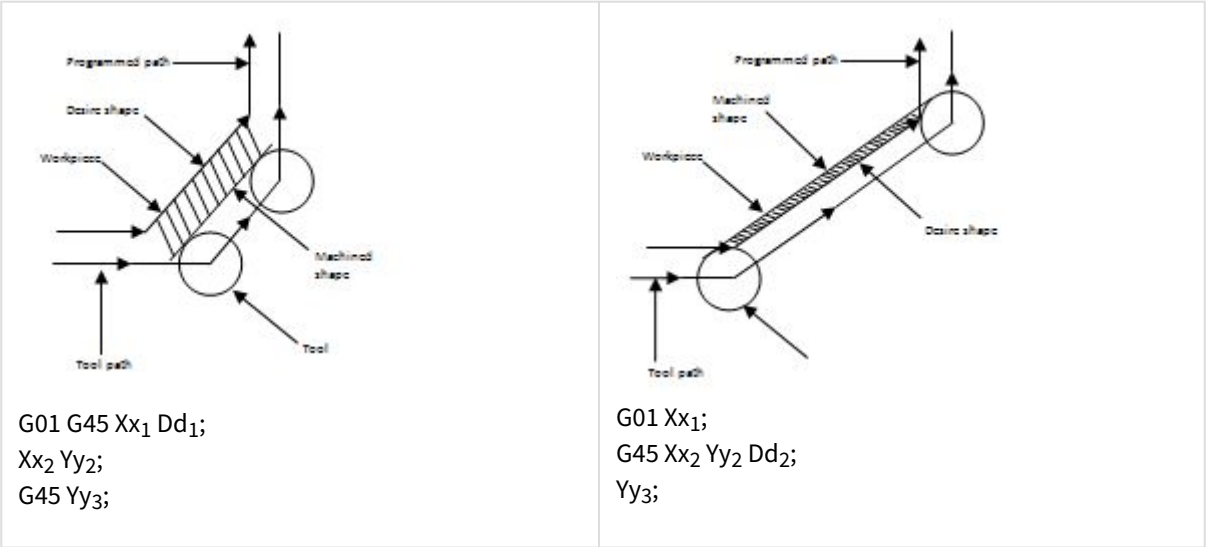
2.37.3 注意事项

1. 此G码仅单行有效，之後移动单节若不加则不会有效用。
2. G45正向/G46负向的判别方式是由移动路径的起点和终点所形成的方向来判断，若起点为A点终点为B点，正方向则为A点往B点的方向，负方向则是B点往A点的方向，刚好相反，前提是A与B不同位置(A≠B)。
3. 当移动指令的轴向引数为0且座标模式为G91模式时，会根据所下的刀径补偿模式(G45/G46/G47/G48)补偿刀补的量，例如G91G45Y0的话会沿Y+(因G45为正向一倍刀径补偿)，若座标模式是G90模式则不会位移。

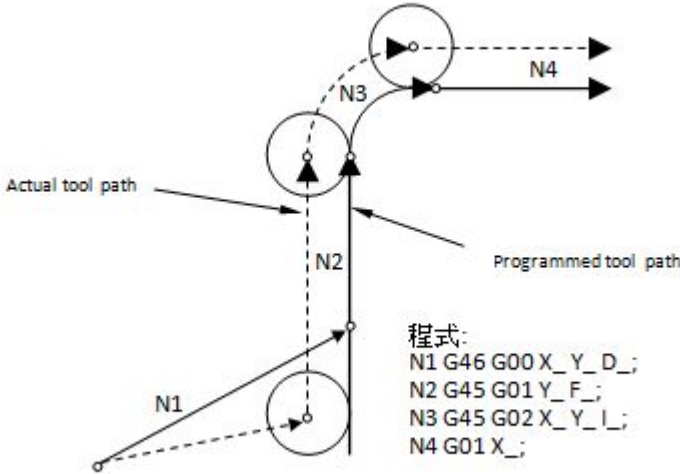
模式	G45Y0D1	G45Y-0D1	G46Y0D1	G46Y-0D1
G91	+10.	-10.	-10.	10.
G90	不补偿	不补偿	不补偿	不补偿

4. 不可与G41/G42同时使用，否则会跳【COR-082 G41/G42不能与G45~G48同时使用】。
5. 当两轴以上同动切削时使用G45~G48，可能造成过切(over-cut)或少切(under-cut)现象，此时必须使用G41/G42刀具刀尖的方式来解决此问题。

少切现象	过切现象
------	------



6. 使用圆弧补间(G02/G03)切削时，G45~G48有使用上的限制，必须遵循以下两点规则：
- a. 仅能用于90度及270度的圆弧，若不满足会跳警报【COR-081在G45~G48下，G02/G03只能是90度或270度】。
 - b. 圆弧补间程式仅能使用IJK的方式来指定圆心。



2.37.4 图例

图例	说明
↔	刀径补正
→	程式路径

图例	说明
	实际路径

实际路径

G45正向一倍刀径补正:

刀径补正值为正	刀径补正值为负

G46负向一倍刀径补正:

刀径补正值为正	刀径补正值为负

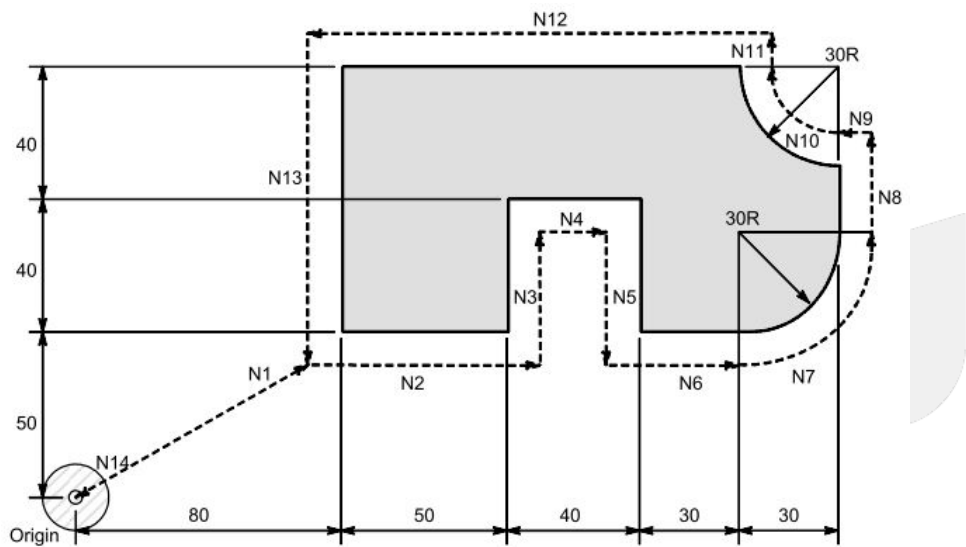
G47正向两倍刀径补正:

刀径补正值为正	刀径补正值为负

G48负向两倍刀径补正:

刀径补正值为正	刀径补正值为负

2.37.5 程式范例



程式说明:

行号	程式内容	注解
N00 1	G91 G46 G00 X80.0 Y50.0 D01;	//X/Y两轴以D1的设定值做相对移动方向 负向 的补正，N1移动结束后相对Origin的座标为(80-D1, 50-D1);
N00 2	G47 G01 X50.0 F120.0;	//X轴以两倍D1设定值做相对移动方向 正向 的补正，X轴在此次移动的距离为(50 + D1 x 2);
N00 3	Y40.0;	//Y轴以G01往上移动40.0不加任何补正，因上一行的G47不会继承;
N00 4	G48 X40.0;	//X轴以相对於移动方向做 负向 补正两倍D1的设定值，此行X轴移动量为(40 - D1 x 2)
N00 5	Y-40.0;	//Y轴以G01往下移动40.0不加任何补正，因上一行的G47不会继承;
N00 6	G45 X30.0;	//X轴往相对移动方向的 正向 补正D1的设定值，此行X轴移动量为(30 + D1);
N00 7	G45 G03 X30.0 Y30.0 J30.0;	//进行圆弧切削时X/Y轴以圆弧半径 向外偏 D1的设定值，此时实际刀具路径的圆弧半径为(30 + D1);

N008	G45 G01 Y20.0;	//Y轴往相对移动方向的 正向 补正D1的设定值，此行Y轴移动量为(20 + D1);
N009	G46 X0;	//X轴往座标的 负方向 补正D1的设定值，注意这里X轴的引数为0，而此行X轴移动量为(-D1);
N010	G46 G02 X-30.0 Y30.0 J30.0;	//进行圆弧切削时X/Y轴以圆弧半径 往内偏 D1的设定值，此时实际刀具路径的圆弧半径为(30 - D1);
N011	G45 G01 Y0;	//Y轴往座标的 正方向 补正D1的设定值，注意这里Y轴的引数为0，而此行Y轴移动量为(D1);
N012	G47 X-120.0;	//沿相对X轴移动方向的 正向 补正两倍D1的设定值，此行X轴移动量为(- (120 + 2 × D1))
N013	G47 Y-80.0;	//沿相对Y轴移动方向的 正向 补正两倍D1的设定值，此行Y轴移动量为(- (80 + 2 × D1))
N014	G46 G00 X80.0 Y-50.0;	//X/Y两轴以D1的设定值做相对移动方向的 负向 的补正，N14移动结束后停在Origin座标;

2.38 G51/G50：比例功能

2.38.1 指令格式

$$G51 \ X_ \ Y_ \ Z_ \left\{ \begin{array}{l} I_ \ J_ \ K_ \\ P_ \end{array} \right.$$

X、Y、Z：比例中心座标及指定比例缩放之轴；

I、J、K：比例缩放值（使用于各轴比例值不同）；

P：比例缩放值（各轴缩放值相同时）；

G50 **取消**比例功能。

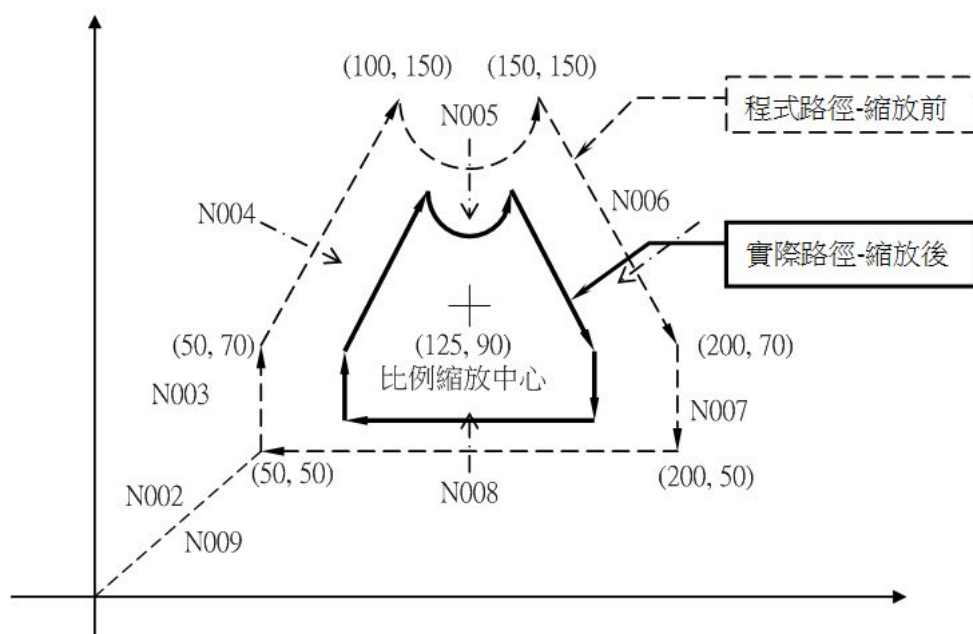
2.38.2 说明

G51指令能使切削路径透过所设定的值，任意放大、缩小。

2.38.3 注意事项

1. 此G码不得和G51.1共用。
2. 目前使用此功能于圆弧切削（G02、G03）时，若各轴缩放比例设定不同时，将取各轴缩放比例中最大者，作为圆半径的缩放倍率。
3. 请先用 G17、G18、G19 设定工作平面几何轴轴向，若 G51 指令的轴向位址不是工作平面几何轴时，缩放比例功能不会作用。

2.38.4 程序范例



程序说明:

```

N001 G00 X0 Y0;
N002 G51 X125.0 Y90.0 P0.5; //指定比例中心为 X 125,Y90及缩放值0.5倍, 对N003~N010之步骤做比例缩放
N003 G00 X50.0 Y50.0; //快速定位
N004 G01 Y70.0 F1000; //直线切削, 进给率为1000mm/min
N005 X100.0 Y150.0;
N006 G03 X150.0 I25.0; //圆弧切削, 半径为25mm;
N007 G01 X200.0 Y70.0; //直线切削
N008 Y50.0;
N009 X50.0;
N010 G00 X0.0 Y0.0; //快速回归
N011 G50; //解除比例功能
N012 M30; //结束程序
  
```

2.39 G51.1/G50.1: 镜像机能

2.39.1 指令格式

G51.1 X__Y__Z__;
 G50.1;指定镜像无效
 X、Y、Z: 镜像点(轴)座标;

2.39.2 说明

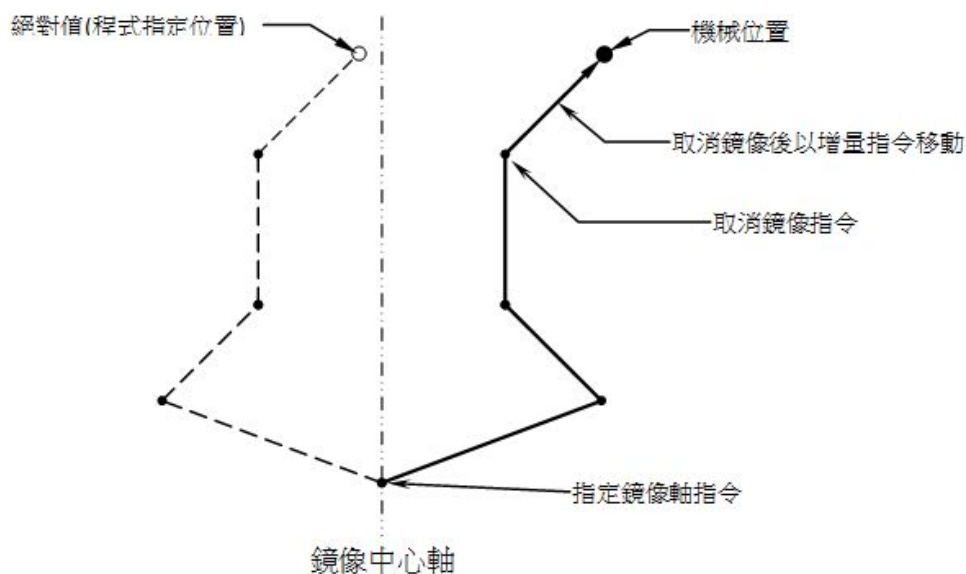
切削左右对称的形状, 只要有左侧或右侧其中任何一方的程式并使用此机能便可加工任意一方的形状。G51.1指定镜像有效的指令轴及镜像中心座标值(绝对值或增量值)。

1. 若指定平面上, 仅有1轴指定镜像时, 圆弧、刀具径补正或座标回转等的回转方向或补正方向均反向执行。

2. 本机能因在局部坐标系上使用，当计数器复位或工件坐标变更时，镜像中心亦移动。
3. 执行镜像中指令原点复归（G28，G30），到中间点为止的动作，镜像有效，而从中间点到原点不作镜像动作。
4. 镜像中执行从原点的复归指令（G29），对在中间点的镜像有效。

2.39.3 注意事项

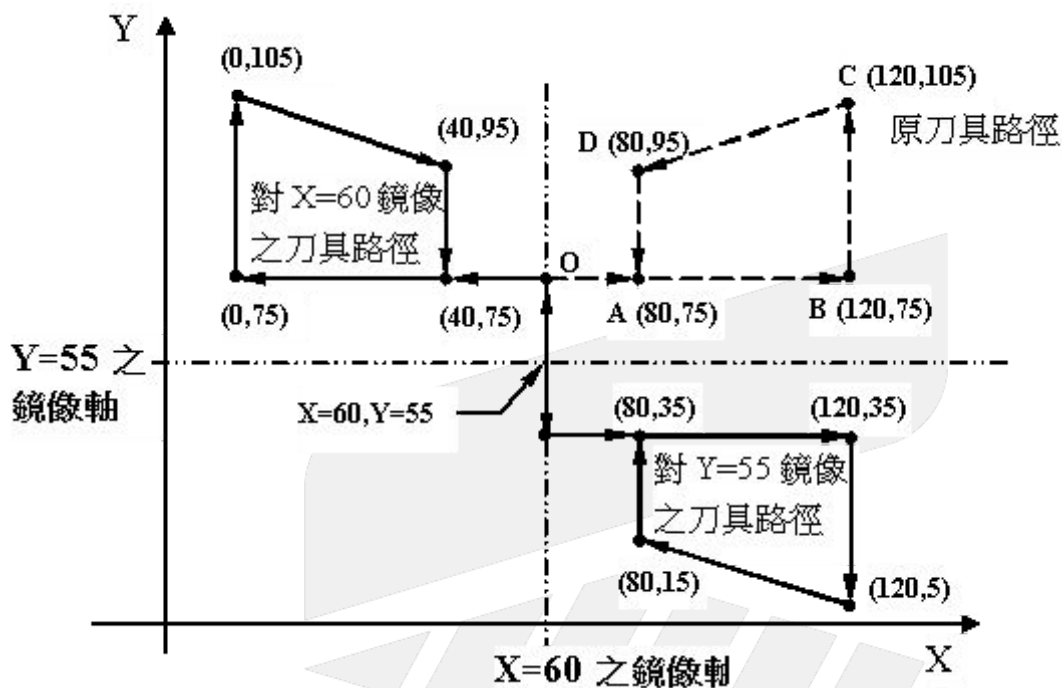
1. 在镜中心位置以外做镜像取消，绝对值和机械位置无法吻合，如下图所示（这种状态持续到程式作绝对值指定[G90的定位]或G28、G30作原点复归为止）。
2. 镜中心以绝对值设定的不移动状态下又再次指定，则镜中心可能会被指定到无法预料的位置。
3. 请在镜中心作镜像取消或者在取消後以绝对值指令定位。
4. 此G码不得和G51共用。



程式范例

SYNTEC

范例一：



程式说明：

N001 T1 S1000 M03; //使用1号刀具，正转1000rpm

N002 M98 H100; //执行副程式

N003 G51.1 X60.0; //执行镜像轴为 X=60之镜像

N004 M98 H100; //执行副程式

N005 G50.1; //取消镜像功能

N006 G51.1 Y55.0; //执行镜像轴为 Y=55之镜像

N007 M98 H100; //执行副程式

N008 G50.1; //取消镜像功能

N009 M05; //主轴停止

N010 M30; //程式结束

N100; //副程式编号

G00 X60.0 Y55.0; //快速移动至指定点

G01 Y75.0; //直线切削至O点

X80.0; //O->A

X120.0; //A->B

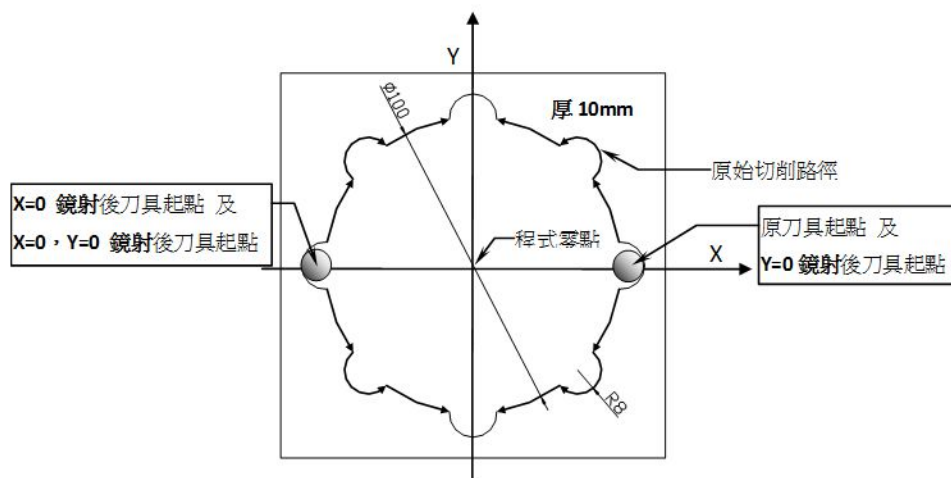
Y105.0; //B->C

X80.0 Y95.0; //C->D

Y75.0; //D->A

M99; //副程式结束

范例二：



程式说明：加工一花朵形之槽

```

N001 T1 S1000 M03;
      //1号刀具（10mm之端铣刀），正转1000rpm
N002 G41 D01; //设定1号刀径左补偿（D01 = 5）
N003 M98 H100; //执行副程式
N004 G42 D01; //设定1号刀径右补偿
N005 G51.1 X0.0; //执行镜射在X=0之镜射轴上
N006 M98 H100; //执行副程式
N007 G50.1; //取消镜射指令
N008 G41 D01; //设定1号刀径左补偿
N009 G51.1 X0.0 Y0.0; //执行镜射在X=0, Y=0之镜射点上
N010 M98 H100; //执行副程式
N011 G50.1; //取消镜射指令
N012 G42 D01; //设定1号刀径右补偿
N013 G51.1 Y0.0; //执行镜射在Y=0之镜射轴上
N014 M98 H100; //执行副程式指令
N015 G50.1; //取消镜射指令
N016 G40; //取消刀径补偿
N017 M05; //主轴停止
N018 M30; //程式结束
  
```

副程式

```

N100;副程式代号
G00 X58.0 Y0.0 Z10.0; //快速定位到起使位置正上方
G01 Z-10.0; //直线切削至"花朵形槽"底
G03 X49.36 Y7.9744 R8.0; //逆时针圆弧切削，半径 8mm 之圆弧
G03 X40.5415 Y29.2641 R50.0; //逆时针圆弧切削，半径 50mm 之圆弧
G03 X29.2641 Y40.5415 R8.0; //逆时针圆弧切削，半径 8mm 之圆弧
G03 X7.9744 Y49.36 R50.0; //逆时针圆弧切削，半径 50mm 之圆弧
G03 X0.0 Y58.0 R8.0; //逆时针圆弧切削，半径 50mm 之圆弧
  
```

G00 Z10.0; //快速退刀至终点之上方
M99; //副程式结束，继续执行主程式

2.40 G51.2-G50.2-启动 取消 多边形切削

2.40.1 指令格式

开启多边形切削

G51.2 P_ Q_ [R_] [K_];

- P: 基础主轴(工件轴)转速比率或是刀刃数，使用内定值P=1(整数，范围：1~999)。
- Q: 同步主轴(刀具轴)转速比率或是边形数，使用内定值Q=1(整数，范围：1~999)。
- R: 同步相位差(范围：0°~359.999°)。
- K 同期组号数1~3，多组同期组合，可同时使用，最多3组。当不指定K时，预设使用第一组同期组合。多组同期功能有效版本始于10.116.24M, 10.116.32(含)。

关闭多边形切削

G50.2 [K_];

2.40.2 说明

1. G51.2指令为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。
2. 同步主轴转速：等于基础主轴转速乘上Q除以P。
3. 同步相位差：同步主轴相对于基础主轴以顺时针方向旋转的角度差，如果不下R就不会做相位同步。
4. G50.2，取消多边形切削。
5. 10.113.0或后续软件版本提供，9.0及10.0早期版本软件版本不提供此功能。
6. 详细内容可参考主轴同期(G114.1)应用手册

2.40.3 注意事项

1. 主轴状态说明：

- a. 当同步完成讯号(S62)On时，按下Reset直接解除G114.1同步状态(同步完成讯号Off)，有效版本始于10.118.24.x、10.118.28.x、10.118.29.x、10.118.40.x、10.118.x。
 - 以上版本前，按下Reset会等到两主轴停止后才会解除G114.1同步状态(同步完成讯号Off)。
- b. 当同步完成讯号On时，下G50.2解除同期状态，系统会直接解除同期状态(同步完成讯号 Off)。
- c. 基础主轴禁止在位置控制模式(C63)下使用同期功能，同期主轴不建议在位置控制模式下使用同期功能。

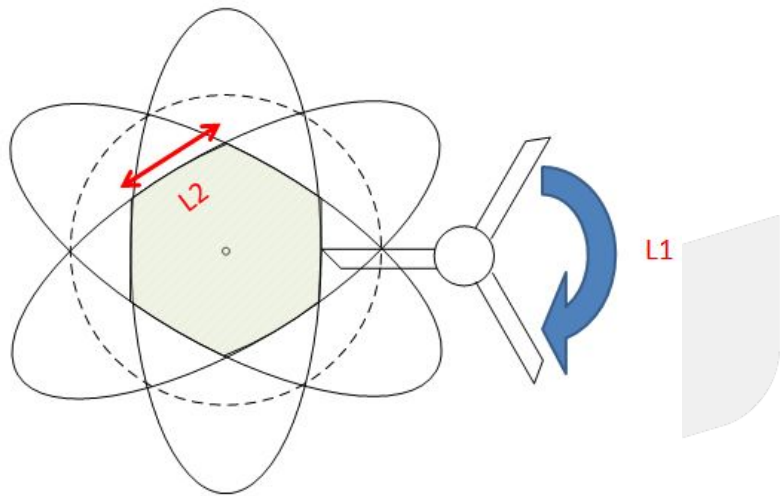
2. 多组同期规则：

- a. 同期开启指令(G114.1)可重复下(但K值不可重复)。
- b. 一个基础主轴可同时拥有多个同期轴。
- c. 同期轴不可再当其他主轴的基础轴。(COR102)
- d. 诊断变数45/46显示的值，为最后下达的同期指令的基础轴与同期轴的角度关系，该组同期解除后显示为倒数第二组同期组合的角度关系，以此类推。

3. 加工注意事项：

- a. 执行同步相位差的时候，R值写法等于刀具跟工件需求的角度差乘上Q除以P(参考范例)。
- b. 引数P跟Q只能下达整数数值，若有非整数的需求，需自行整数化。例如：若P和Q的使用比数1:2.5，程序里需下达G51.2 P2 Q5。
- c. 欲保证工件的绝对位置正确，刀具装好之后需做一次刀具零点的教导(参考范例的事前准备)。

d. 实际切削时，需注意使用刀片间旋径需大于实际加工边长。以下图为例，L1必须大于L2才可确保加工条件无误。



e. G51.2是一种利用刀具与工件速差旋转的新型加工工艺，藉此速差能快速加工成型多边形工件，但因为物理切削关系常因为加工条件变动而影响加工表面的凹凸，导致加工出来表面并非是平面。以下判断式主要用来说判断加工表面的凹凸，以供一线同仁参考。

速比 <i>i</i>	外切削法加工结果		
>2	K>L	K=L	K<L
	凸	平	凹
	判断式 $K = C / (i - 1)^2$		
=2	凸		
<2	凸		

工件

刀具

L = 刀具旋径

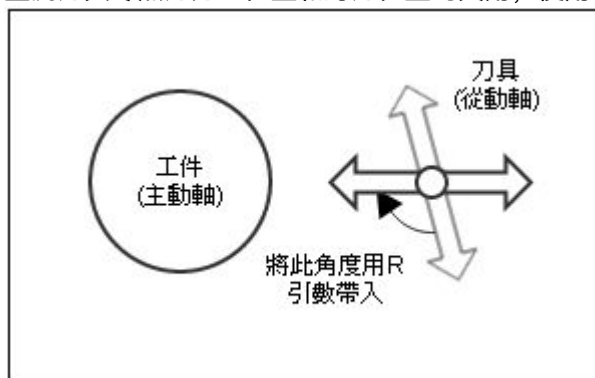
i = 转速比(Q/P)

C = 切削时，切削刀具与工件中心的垂直距离

程序范例

- 事前准备
如欲保证工件的绝对位置(切削出来的成品绝对角度可被预期)，就必须做一次刀具零点的教导，设定刀具零点的方式有以下3种：

- a. 量测刀具零点刀刃之位置和对刀位置的夹角，使用R引数带入相位差。



- b. 将刀具调整至对刀位置，然后将对刀位置设成原点位置。
c. 将刀具调整至对刀位置，然后执行主同期角度教导(F4->F4->F3)，做完此动作会将主动轴和从动轴的基准角度存到Registry Table中。

(注)对刀位置：将刀具刀刃方向对到刀具和工件的中心连线 (参考示意图的刀具位置)。只要做了以上3个任一种的对刀动作，就能保证工件在0度时的角度是摆正的(参考示意图)，若工件欲偏移一个角度，只要把相位差加上「欲偏移的角度 乘上Q除以P」即可。

• 指令下法

EX1:

使用3 刃刀切削 6 边形，使用 G51.2 P3 Q6 指令(或是可以简易G51.2 P1Q2)。

EX2:

若使用 2 刃刀切削 5 边形，使用 G51.2 P2 Q5 指令。

程序范例1

```

1  S1 = 1000; // 工件轴(基础主轴)转速1000 RPM
2  M03; // 工件轴(基础主轴)正转信号
3  S2 = 500; // 刀具轴(同步主轴)转速 500 RPM
4  M204; // 刀具轴(同步主轴)反转信号
5  G51.2 P1 Q2 R60; // 刀具轴(同步主轴)会同步到转速 2000 RPM,
6  // 相位差30度，使用两刃刀进行四边形切削。
7  M81; // 读取S62讯号，确认同步完成
8  G01 X50; // 进刀
9  G04 X5;
10 G01 X0; // 退刀
11 G50.2; // 取消多边形切削
12 G51.2 P1 Q3 R180; // 刀具轴(同步主轴)会同步到转速 3000 RPM,
13 // 相位差60度，使用两刃刀进行六边形切削。
14 M81; // 读取S62讯号，确认同步完成
15 G01 X50; // 进刀
16 G04 X5;
17 G01 X0; // 退刀
18 G50.2; // 取消多边形切削
19 M05; // 工件轴(基础主轴)停止
20 M205; // 工具轴(同步主轴)停止
21 M30; // 程序结束

```

注：10.116.1之后版本，核心会自动等待不必再下M码(M81)

程序范例2 (多组同期同时使用)

使用情境:

Pr4021 = 1 (K1: 第一主轴)

Pr4022 = 2 (K1: 第二主轴) // 第一、二主轴在其他加工区域做同期

Pr4023 = 3 (K2: 第三主轴)

Pr4024 = 4 (K2: 第四主轴) // 第三、四主轴夹持工件同时旋转

Pr4025 = 3 (K3: 第三主轴)

Pr4026 = 5 (K3: 第五主轴) // 第五主轴听从第三主轴进行多角料切削

```

1  M03 S1000 // spindle 1 CW on
2  M203 S2=1500 // spindle 2 CW on
3  M303 S3=2000 // spindle 3 CW on
4  M403 S4=300 // spindle 4 CW on
5  M503 S5=100 // spindle 5 CW on
6  G04 X3. // wait
7
8  G114.1 K1 // enable 1st spindle synchronization
9  G04 X3. // wait
10 G114.1 R90 K2 // enable 2nd spindle synchronization
11 G04 X3. // wait
12 G51.2 P1 Q2 R60 K3 // enable 3rd spindle synchronization
13 G04 X3. // wait
14 S1500 // change spindle target speed
15 G04 X3. // wait
16 S500 // change spindle target speed
17 G04 X3. // wait
18
19 G113 K2 // diable 2nd spindle synchronization
20 G50.2 K3 // diable 3rd spindle synchronization
21 G113 K1 // diable 1st spindle synchronization
22 G04 X3. // wait
23
24 M05 // stop spindle 1
25 M205 // stop spindle 2
26 M305 // stop spindle 3
27 M405 // stop spindle 4
28 M505 // stop spindle 5
29 M30 // end

```

同期误差

由于G51.2两主轴的转速可以不同，因此同期角度误差不能直接将两主轴相减来计算，必须使用以下公式来计算 (会显示在诊断变数45和46):

同期角度误差 = (从动轴反馈角度 - 从动轴基准角度) - 同动比 * (主动轴反馈角度 - 主动轴基准角度) - 相位差
其中:

同动比 为 Q / P，基准角度 为Registry Table的设定值(由F4->F4->F3设定)

相位差 为 R，反馈角度 为 从编码器读回来的数值(等同于R761~R776)

2.41 G52.1/G52.2: 轴移除/轴借用功能

2.41.1 指令格式

G52.1 P_ Q_ R_

P_ Q_ R_: 移除轴对应的轴名称, 范围: 100~999, 轴名称参考 Pr321~Pr340 轴名称 的末三码。

G52.2 P_ Q_ R_ [I_] [J_] [K_]

P_ Q_ R_: 借用轴对应的轴名称, 范围: 100~999, 轴名称参考 Pr321~Pr340 轴名称 的末三码。

I_: 等待反应设定值, 范围: 0~2, 若不设定时预设值为零。

- 0: 在此行 NC 码等待直到欲借用的轴向都成功借用, 才执行下一行NC;
- 1: 若无法成功借用所有指定轴向时, 发出警报 COR-364 轴借用功能借用不成功;
 - 若有设定J引数, 使用者可在 MACRO 中用 J 引数指定的 # 值判断是否借用成功。
 - 若有设定K引数, 则在成功借用所有指定轴向前, 会在此行 NC 码等待K引数所指定的时间, 时间内仍无法完成时, 才会发出警报。
- 2: 若无法成功借用所有指定轴向时, 不在此单节借用任何轴向也不会发出警报, 继续执行下一行NC。
 - 若有设定J引数, 使用者可在 MACRO 中用 J 引数指定的 # 值判断是否借用成功。
 - 若有设定K引数, 则在成功借用所有指定轴向前, 会在此行 NC 码等待K引数所指定的时间, 时间内仍无法完成时, 才会继续执行下一行NC。

J_: 储存借用结果信息的#变数, 范围: 27~400(对应到#27~#400), 若不设定时则不把借用结果回传至任何变数。借用结果信息的代表意义为:

- 0: 此单节有任一指定轴借用失败;
- 1: 此单节所有指定轴借用成功。

K_: 等待反应延迟时间, 范围: 0.001 ~ 9999.999 秒, 若不设定时预设值为零 (有小数点, 以秒为单位; 无小数点, 以毫秒为单位)。

2.41.2 说明

多轴群需轮流使用一轴向时, 可将该轴向设为漫游轴, 配合 G52.1、G52.2 指令切换轴群对该轴向的控制权, 确保轴向不会同时被两个以上的轴群操作, 也确保跨轴群间的座标同步。

漫游轴的设定参考: Pr742 *轴群共用轴的行为规则。

2.41.3 注意事项

- 关于引数:
 - P, Q, R:
 - 一行 G52.1、G52.2 可移除或借用最少一个、最多三个轴, 分别对应到 P、Q、R 三个引数。
 - G52.1、G52.2 若没有下 P、Q、R 引数, 发出警报 COR-363 轴移除或轴借用功能使用错误。
 - 若找不到P, Q, R引数对应的轴向, 发出警报 COR-363 轴移除或轴借用功能使用错误。
 - 不支援透过虚拟轴名称移除或借用轴向, 虚拟轴参考: **G10L800, G10L801**
 - I:
 - I 引数同时决定 P、Q、R 三个轴的借用等待动作。
 - J:
 - 借用指令结束后, 会将借用结果回传至一个 # 变数, 变数号码由 J 引数决定。

- 例如：G52.2 P100 Q200 R300 I2 J27，其中因为第三轴无法借用，导致单节没有借用任何轴，则在此指令结束时，#27被填入：0。
- 若 I 引数设为 0 或不设定时，不支援储存借用结果，系统会忽略 J 引数设定。
- K:
 - 若 I 引数设为 0 不设定时，不支援等待反应延迟时间，系统会忽略 K 引数设定。
 - 若引数 P, Q, R, I, J 非整数，发出警报 COR-146 单节引数型态错误。
 - 若引数超出可设定范围，发出警报 COR-363 轴移除或轴借用功能使用错误。
- 轴借用或移除只适用于漫游轴，对非漫游轴下借用或移除指令会发出警报 COR-363 轴移除或轴借用功能使用错误。
- 执行轴借用功能时，使用执行轴借用功能之轴群切换至手动模式后，对借用之轴向执行手动功能；未使用轴借用功能时，一律使用所属之数字最小之轴群切换至手动模式后，对指定轴向执行手动功能。建议漫游轴使用手动功能前，需启用轴借用功能。支援版本为 10.118.88J, 10.120.18J, 10.120.32Q, 10.120.42E, 10.120.47, 12.0.4。
- 轴借用或移除前，轴群会先减速到零，再处理轴借用或移除指令。
- 轴借用或移除前，轴向会先减速到零，再处理轴借用或移除指令，依照 I 引数设定决定轴向等待动作。
- 引数 I 设定为 0 进行借用时，可能因为以下原因，导致系统卡在等候借用中的情况
 - 多轴群互相等待其他轴群未释放的漫游轴。解决方法：系统复位后，修改加工程序，让某一个轴群先让出漫游轴。
 - 借用或移除之轴向未减速到零
- 对不存在轴向执行轴借用或移除功能，发出警报 COR-363 轴移除或轴借用功能使用错误。
- 下轴移除指令时，如果要移除的轴向未被该轴群借用，发出警报 COR-363 轴借用或轴移除功能使用错误。
- 下轴借用指令时，如果要借用的轴向已被该轴群借用，发出警报 COR-363 轴移除或轴借用功能使用错误。
- 轴群可借用的轴数限制为参数设定的轴群所属漫游轴总数量，可使用多行 G52.2 进行借用。
- 非主系统轴群，可以透过各轴群的主程序号码(ex: R532)指定的程序中撰写 G52.1、G52.2 指令，达到借用与移除的动作。
PLC Rn 副程序元件，可以透过指定的加工程序中撰写 G52.1、G52.2 指令，达到借用与移除的动作。
- 不允许非线性机构转换相关轴向为漫游轴，以下状况将发出警报 COR-363 轴移除或轴借用功能使用错误。包含：
 - RTCP(G43.4, G43.5)
 - 斜平面加工功能(G68.2, G68.3 + G53.1, G53.3, G53.6)
 - 极坐标转换(G12.1)
 - 二维机构转换(特殊机型)
- 轴群或 PLC Rn 副程序元件在未成功借用到漫游轴前，不允许对该轴向发出命令，否则发出警报 COR-365 对未借用的漫游轴，发出移动指令。
- 支援版本：10.118.42R, 10.118.48C, 10.118.50 及之后版本。

2.41.4 程序范例

范例一：多轴群轮流操作同一轴

Pr321~Pr324 轴向名称 = { 101, 200, 300, 102 }

(系统内有 X1, Y, Z, X2 四个轴)

Pr701~Pr704 轴向所属轴群 = { 1, 3, 3, 2 }

Pr742 轴群共用轴的行为规则 = 1

(Y, Z 轴为漫游轴，第一、第二轴群可借用 Y, Z 轴)

\$1	\$2
<pre>// 初始状态: 拥有X1轴 G04.1 P1; G52.2 P200 Q300 I0; // 借用Y, Z轴 G04.1 P2; G52.1 P200 Q300; // 移除Y, Z轴 G04.1 P3; #400 := -1; G52.2 P200 Q300 I2 J400 K5.; // 借用Y, Z轴, 等待5秒 借不到, #400 写入为 0 #399 := -1; G52.2 Q300 I2 J399; // 借用Z轴成功, #399 写 入为 1 G04.1 P4; // 确保\$1 M30不会太早执 行 M30;</pre>	<pre>// 初始状态: 拥有X2轴 G04.1 P1; // 与\$1同步, 避免\$2 M99回到 档头继续执行 G04.1 P2; // 确保由\$1先借用Y, Z轴 G52.2 P200 I1 K5.; // 借用Y轴(有可能一开始借不 到, 等待5秒会借成功) G04.1 P3; // 确保\$2会借到Y轴 G04.1 P4; M99;</pre>

范例二：根据借用成功与否决定后续加工路径

Pr321~Pr322 轴向名称 = { 100, 200 }
(系统内有 X, Y 轴)
Pr701~Pr702 轴向所属轴群 = { 3, 3 }
Pr742 轴群共用轴的行为规则 = 1
(X, Y 轴为漫游轴, 第一、第二轴群可借用 X, Y 轴)

```
%@MACRO
G10 L1000 P6000 R0;           // R6000=0 开始加工旗标
#27:=#0;                       // 清空放置回传值的#值
G52.2 P100 Q200 I2 J27;       // 若X, Y轴都可借用, 则借用这两轴; 若X, Y轴有任一轴目前不能借用, 则不借用
任一轴; 将借用结果回传至#27
IF ( #27 = 0 ) THEN            // 用#27来决定下一个执行的档案
  G10 L1000 P6000 R999;       // R6000=999 加工失败旗标, 触发PLC更换加工档(不包含X, Y轴的加工)
  M30;
END_IF
//... 包含X, Y轴的加工 ...//
G52.1 P100 Q200;               // 移除X, Y轴
G10 L1000 P6000 R1;           // R6000=1 加工完成旗标
M30;
```

2.42 G52：局部座标设定

2.42.1 指令格式

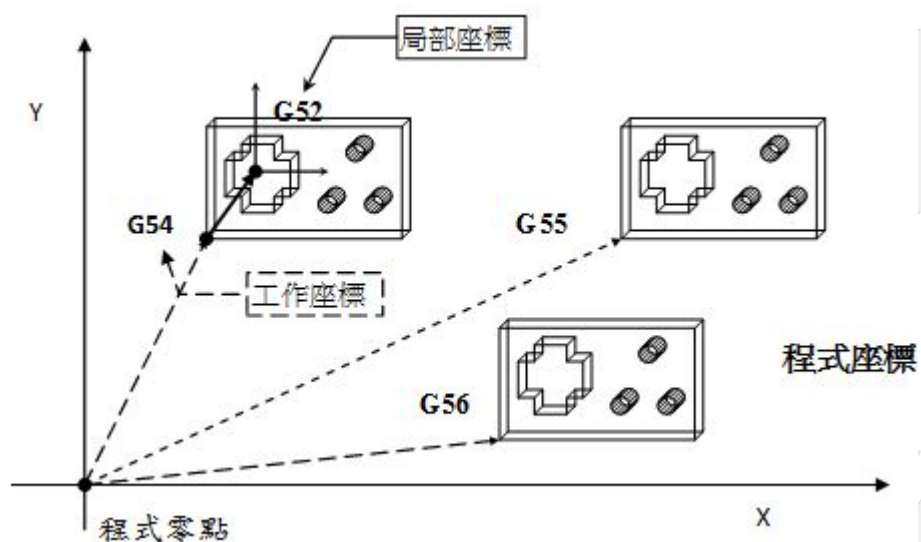
G52 X__ Y__ Z__ ;
X、Y、Z：设定座标系统

2.42.2 说明

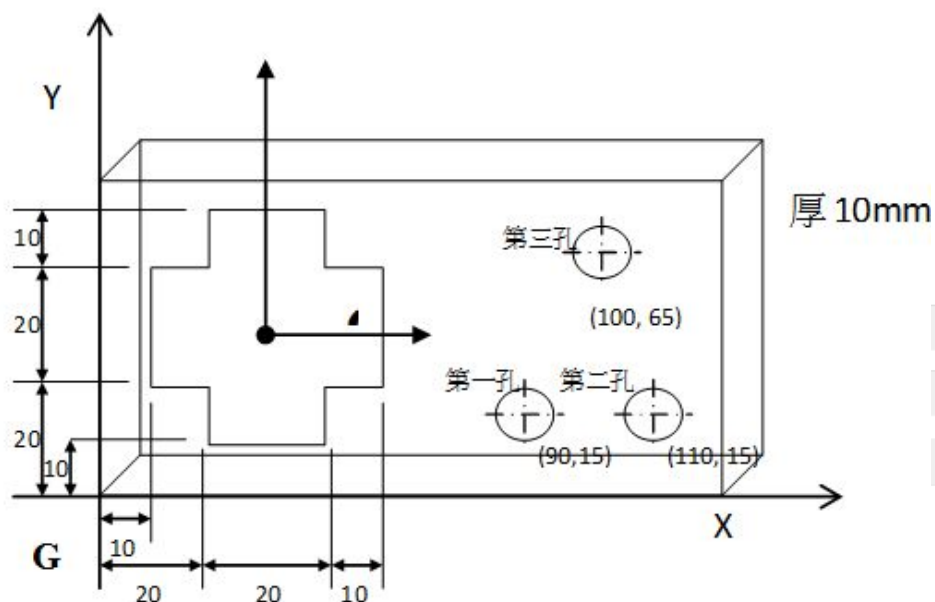
指定一个工作坐标 (G54~G59) 系统, 当遇到加工物其几何形状有必要再另设一"子坐标系统", 此子坐标系统就是局部坐标系统。

G52 X0.0 Y0.0 Z0.0: 取消局部坐标

2.42.3 图例



2.42.4 程式范例



程式说明:

N001 T1 S1000 M03;

```
//1号刀具（直径10mm钻头），主轴转动转速1000rpm，正转
N002 G54 X0.0 Y0.0 Z0.0; //指定工作座标（G54）
N003 G00 X90.0 Y15.0 Z10.0; //快速定位至欲钻孔的上方
N004 G43 H01;
//打开刀具长度补偿（1号刀具）
N005 G99 G81 Z-15.0 R2.0 F1000;
//执行钻孔循环，回程停至R点，进给量1000mm/min，钻第一孔
N006 X110.0; //钻第二孔
N007 X100.0 Y65.0; //钻第三孔
N008 G80; //取消循环
N009 M05; //主轴停止
N010 G28 X0.0 Y0.0 Z10.0;
//参考点复归，由X0.0,Y0.0,Z10.0做中间点
N011 T2 M06 S1000 M03; //执行换刀
//（2号刀具10mm端铣刀）
//换好后，主轴转动，转速1000rpm，正转
N012 G52 X30.0 Y30.0 Z0.0;
//指定局部座标零点於工作座标（G54）的X30.0,Y30.0,Z0.0位置
//（" +字槽孔 "的几何中心）
N013 G00 X0.0 Y0.0 Z10.0;
//快速定位至局部座标的X0.0,Y0.0,Z10.0（"+字槽孔"的上方）
N014 G01 Z-12.0; //直线切削下挖至+字槽孔底
N015 G17 G41 D02; //打开刀径左补偿（2号刀具）
N016 G91 X20.0;
//指定使用增量值做切削移动，进行"+字槽孔"的切削
N017 Y10.0;
N018 X-10.0;
N019 Y10.0;
N020 X-20.0;
N021 Y-10.0;
N022 X-10.0;
N023 Y-20.0;
N024 X10.0;
N025 Y-10.0;
N026 X20.0;
N027 Y10.0;
N028 X10.0;
N029 Y10.0;
N030 G90 G00 Z10.0;
//指定使用绝对值快速定位（刀具快速抽出+字槽孔）
N031 G52 X0.0 Y0.0 Z0.0; //取消局部座标
N032 G40 M05; //取消补偿，主轴停止
N033 M30; //程式结束
```

2.43 G53.1：斜平面加工刀具对正

2.43.1 指令格式

```
G68.2 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;
G53.1 [P_];
```

G68.2: 开启斜平面坐标系功能;
G53.1: 刀具对正功能;
P: 选择旋转轴移动的方向, 0: 系统优先选择第一旋转轴(Master轴)最短路径移动(默认值)、1: 第一旋转轴往正向旋转、2: 第一旋转轴往负向旋转
在G68.2之后, 正式加工之前, 需下达G53.1或G53.6, 让刀具对正斜平面坐标系。

2.43.2 说明

斜平面坐标系设定后, 需下G53.1, 刀具才会对正斜平面坐标系, 所以此G码是附属在G68.2之下, 需同时存在。

2.43.3 注意事项

- 1. G68.2指定前不得下G53.1指令。
- 2. 需使用正刀长 (G43下在G53.1之后) 。
- 3. 执行G43后, 程序座标将用以描述刀尖点位置; 斜平面加工结束后, 请下G49取消斜平面刀尖点控制。
- 4. 若没有输入P引数、则默认为 0: 第一旋转轴(Master轴)最短路径移动(默认值)。
- 5. 若输入P0、P1、P2 以外引数, 则跳警报COR-149 斜平面加工刀具对正P引数超出范围。
- 6. 当P引数设成0时, 系统会先行寻找第一旋转轴(Master轴)最短路径移动, 若目标角度及到达目标角度的路径落在行程范围(Pr3009~)外, 则会自动选择另外一个角度。若两个目标角度及到达两个角度的路径都落在行程范围(Pr3009~)外, 则跳警报COR-153 此刀具方向无解。
- 7. 当P引数设成1或2时, 若目标角度及到达目标角度的路径落在行程范围(Pr3009~)外, 则跳警报COR-153 此刀具方向无解。
- 8. 不同机构构型所对应的旋转轴定义请参考 1.3 旋转轴定义 与 1.4 参数说明。

	0(default)	1	2
Spindle/Table/ Mixed	第一旋转轴(Master轴)最短路径	第一旋转轴(Master 轴) 正转	第一旋转轴(Master 轴) 负转

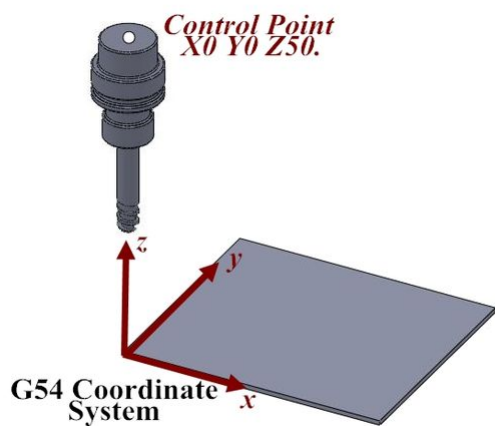
2.43.4 程序范例

以下列程序为例, 说明斜平面坐标系的基本动作。

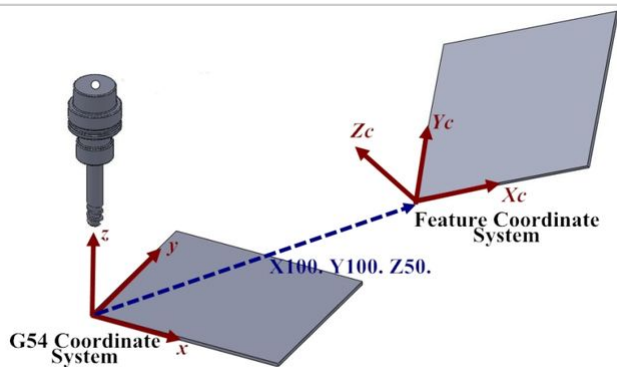
```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;  
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;  
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;  
N4 G53.1;  
N5 G43 H1;  
N6 G01 X0 Y0 Z0;  
  
... // 斜平面加工  
  
N98 G49;  
N99 G69;  
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
```

以下逐行解说:

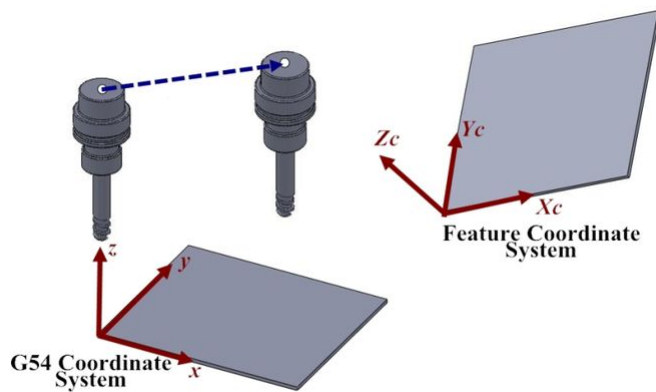
```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;  
// 以F1000速率切削至G54坐标系之Z50.。
```



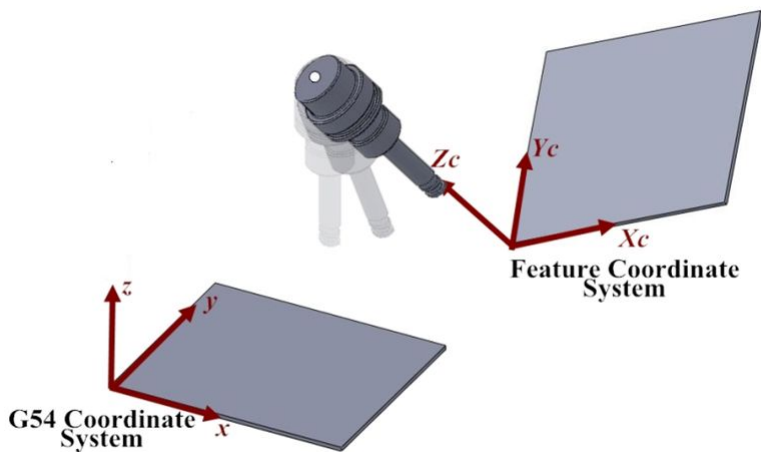
```
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20. ;  
// 指定相对于G54原点距离X100. Y100. Z50.为斜平面坐标系之原点，且尤拉角为I30. J15. K20.，当  
G68.2指令下达后，程序坐标已转换到斜平面坐标。
```



```
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;  
// 以F1000速率切削至斜平面坐标系的Z50.，但刀具方向还未改变。
```

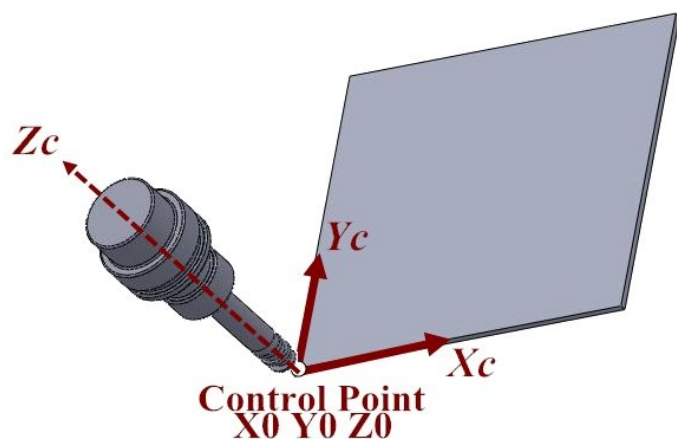


N4 G53 .1;
// 刀具方向自动指向斜平面坐标系的Z轴。



N5 G43 H1;
// 刀长补偿，控制点转移至刀尖位置。

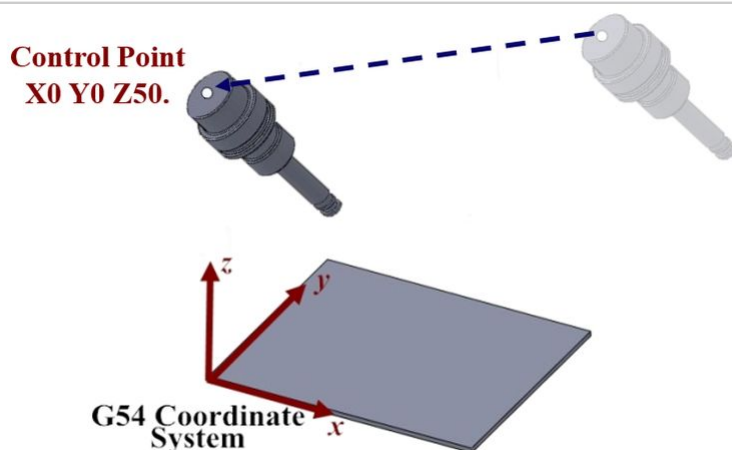
N6 G01 X0 Y0 Z0;
// 切削至斜平面坐标系的X0 Y0 Z0处。



```

N98 G49;
// 取消斜平面刀尖点控制
N99 G69;
// 取消座标旋转
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
// 移动控制点至G54座标系之X0. Y0. Z50.。

```



2.43.5 附录

斜平面刀具对正特殊规格

当座标旋转 (G68.2, G68.3) 后的刀具向量，可以由某旋转轴「两种以上的位置」达到，称为该旋转轴遇到**奇异点**。

遇到奇异点的旋转轴，会**固定于当前的程序座标**，且斜平面加工的斜平面座标也会架于该固定角度上。

⚠ 遇到奇异点的刀具姿态，可能随着启动刀具对正时的所在位置不同，产生不同的旋转轴角度；如果有设置机构长度，可能因此产生不一样的绝对座标XYZ值。

EX1:

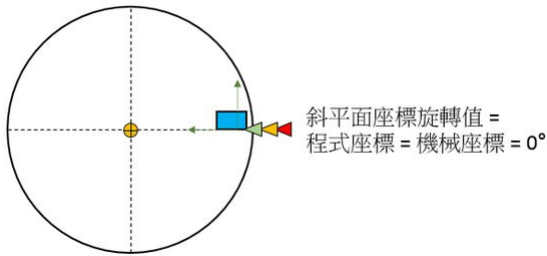
假设一刀具方向为+Z的五轴机台，偏置量与各座标值如下：

G54P1(G54)		机械座标		绝对座标		图示
X	0.000	X	0.000	X	0.000	
Y	0.000	Y	0.000	Y	0.000	
Z	0.000	Z	0.000	Z	0.000	
A	0.000	A	0.000	A	0.000	
C	0.000	C	0.000	C	0.000	

此时下达下列指令：

1	G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
2	G53.1

根据L1的座标旋转，刀具方向应仍为+Z；
此时A轴会固定为0.000度，而C轴不管在任意角度都可以满足刀具方向为+Z；
C轴遇到奇异点，所以固定于程序座标0.000度。



EX2:
假设与EX1一模一样的情境，初始的机械作标也一样定在0.000，只是G54的C轴偏置量增加10：

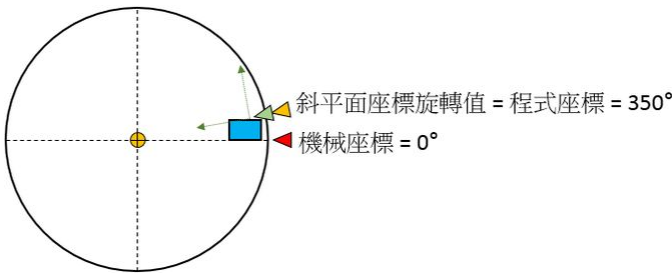
G54P1(G54)		机械座标		绝对座标		图示
X	0.000	X	0.000	X	0.000	
Y	0.000	Y	0.000	Y	0.000	
Z	0.000	Z	0.000	Z	0.000	
A	0.000	A	0.000	A	0.000	

G54P1(G54)		机械座标		绝对座标		图示
C	10.000	C	0.000	C	350.000	

此时下达跟EX1相同的指令后：

1	G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
2	G53.1

C轴遇到奇异点，所以固定于程序座标350.000度。



2.44 G53.3：斜平面加工刀具对正 (五轴联动)

2.44.1 指令格式

G68.2 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;
G53.3 [X_] [Y_] [Z_] [H_] [P_];

G68.2：开启斜平面座标系功能；
G53.3：刀具对正与定位功能；

X、Y、Z：指定点座标

H：刀具号码；

P：选择旋转轴移动的方向，0：系统优先选择第一旋转轴(Master轴)最短路径移动(默认值)、1：第一旋转轴往正向旋转、2：第一旋转轴往负向旋转

在G68.2之後，正式加工之前，需下达G53.1、G53.3、G53.6，让刀具对正斜平面座标系。

2.44.2 说明

斜平面座标系设定後，下G53.3，会同时进行三个动作：

1. 启用正刀长，刀号同 G53.3 的H引数
2. 刀具对正斜平面座标系
3. 快动至斜平面座标系的定位点，定位点座标同 G53.3 的XYZ引数

此G码是附属在G68.2之下，需同时存在。

2.44.3 注意事项

1. G68.2指定前不得下G53.3指令。

- 2. 执行G53.3後，程式座标将用以描述刀尖点位置；斜平面加工结束後，请下G49取消斜平面刀尖点控制。
- 3. 若没有输入P引数、则默认为 0：第一旋转轴(Master轴)最短路径移动(默认值)。
- 4. 若输入P0、P1、P2 以外引数，则跳警报COR-149 斜平面加工刀具对正P引数超出范围。
- 5. 当P引数设成0时，系统会先行寻找第一旋转轴(Master轴)最短路径移动，若目标角度及到达目标角度的路径落在行程范围(Pr3009~)外，则会自动选择另外一个角度。若两个目标角度及到达两个角度的路径都落在行程范围(Pr3009~)外，则跳警报COR-153 此刀具方向无解。
- 6. 当P引数设成1或2时，若目标角度及到达目标角度的路径落在行程范围(Pr3009~)外，则跳警报COR-153 此刀具方向无解。
- 7. 不同机构构型所对应的旋转轴定义请参考 1.3 旋转轴定义 与 1.4 参数说明。

	0(default)	1	2
Spindle/Table/ Mixed	第一旋转轴(Master轴)最短路径	第一旋转轴(Master轴)正向移动	第一旋转轴(Master轴)负向移动

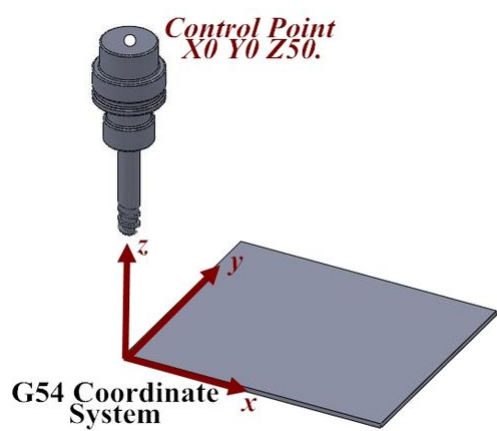
2.44.4 程式范例

以下列程式为例，说明斜平面坐标系的基本动作。

```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;  
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;  
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;  
N4 G53.3 X0 Y0 Z0 H1;  
  
... // 斜平面加工  
  
N98 G49;  
N99 G69;  
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
```

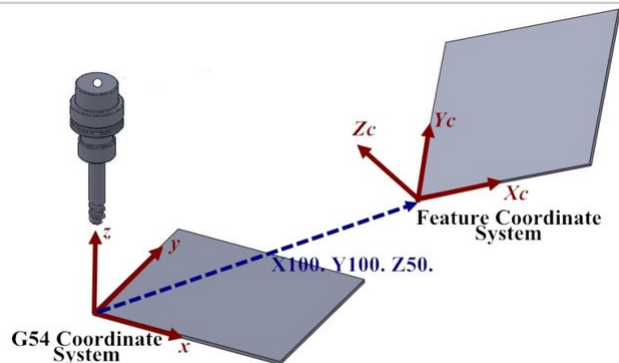
以下逐行解说：

```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;  
// 以F1000速率切削至G54坐标系之Z50.。
```



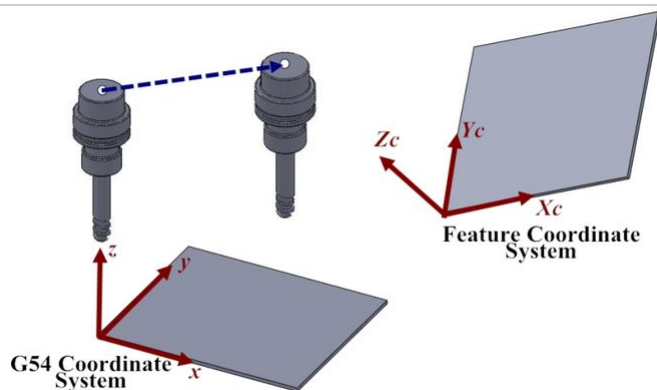
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;

// 指定相对于G54原点距离X100. Y100. Z50.为斜平面坐标系之原点，且尤拉角为I30. J15. K20.，当G68.2指令下达后，程式坐标已转换到斜平面坐标。



N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;

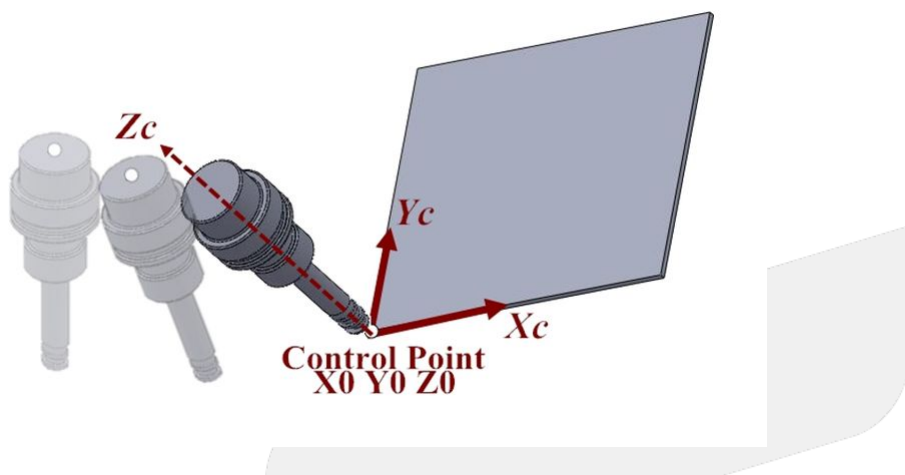
// 以F1000速率切削至斜平面坐标系的Z50.，但刀具方向还未改变。



N4 G53.3 X0 Y0 Z0 H1;

// 开启刀长补偿，控制点转移至刀尖位置。

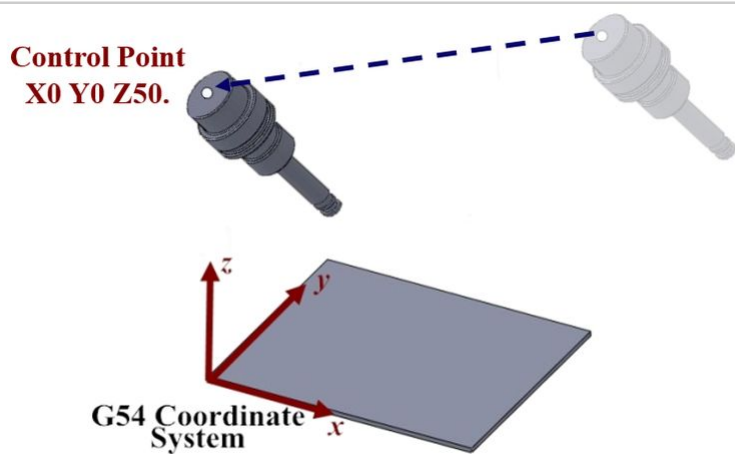
// 刀具方向自动指向斜平面坐标系的Z轴，同时快动至斜平面坐标系的X0 Y0 Z0处。



```

N98 G49;
// 取消斜平面刀尖点控制
N99 G69;
// 取消座标旋转
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
// 移动控制点至G54座标系之X0. Y0. Z50.。

```



2.44.5 附录

斜平面刀具对正特殊规格

当座标旋转(G68.2, G68.3)後的刀具向量，可以由某旋转轴「两种以上的位置」达到，称为该旋转轴遇到**奇异点**。

遇到奇异点的旋转轴，会**固定於当前的程式座标**，且斜平面加工的斜平面座标也会架於该固定角度上。

⚠ 遇到奇异点的刀具姿态，可能随着启动刀具对正时的所在位置不同，产生不同的旋转轴角度；如果有设置机构炼长度，可能因此产生不一样的绝对座标XYZ值。

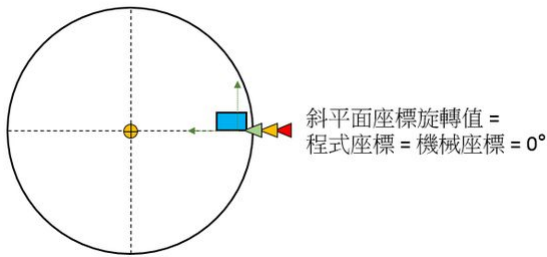
EX1:
假设一刀具方向为+Z的五轴机台，偏置量与各座标值如下：

G54P1(G54)		机械座标		绝对座标		图示
X	0.000	X	0.000	X	0.000	
Y	0.000	Y	0.000	Y	0.000	
Z	0.000	Z	0.000	Z	0.000	
A	0.000	A	0.000	A	0.000	
C	0.000	C	0.000	C	0.000	

此时下达下列指令：

1	G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
2	G53.3

根据L1的座标旋转，刀具方向应仍为+Z；
此时A轴会固定为0.000度，而C轴不管在任意角度都可以满足刀具方向为+Z；
C轴遇到奇异点，所以固定於程式座标0.000度。



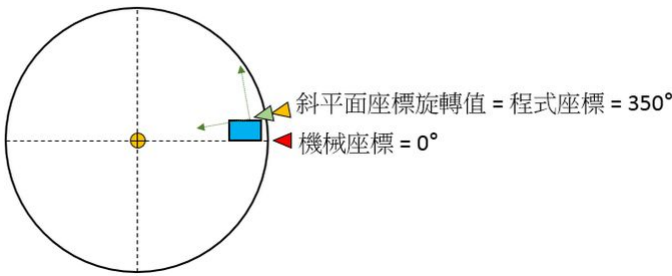
EX2:
假设与EX1一模一样的情境，初始的机械作标也一样定在0.000，只是G54的C轴偏置量增加10：

G54P1(G54)		机械座标		绝对座标		图示
X	0.000	X	0.000	X	0.000	
Y	0.000	Y	0.000	Y	0.000	
Z	0.000	Z	0.000	Z	0.000	
A	0.000	A	0.000	A	0.000	
C	10.000	C	0.000	C	350.000	

此时下达跟EX1相同的指令後：

1	G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
2	G53.3

C轴遇到奇异点，所以固定於程式座标350.000度。



2.45 G53.6：斜平面加工刀具对正 (刀尖点或旋转中心控制)

2.45.1 指令格式

G68.2 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;
G53.6 [H_] [P_] [R_];

G68.2：开启斜平面座标系功能；
G53.6：刀具对正功能 (刀尖点或旋转中心控制)；

H：刀具号码，若未下H码，则沿用之前的刀号，若之前也未下刀号(H0)，则发警报 MAR-407 G53.6选用刀号不可为0；

P：选择旋转轴移动的方向，0：系统优先选择第一旋转轴(Master轴)最短路径移动(默认值)、1：第一旋转轴往正向旋转、2：第一旋转轴往负向旋转

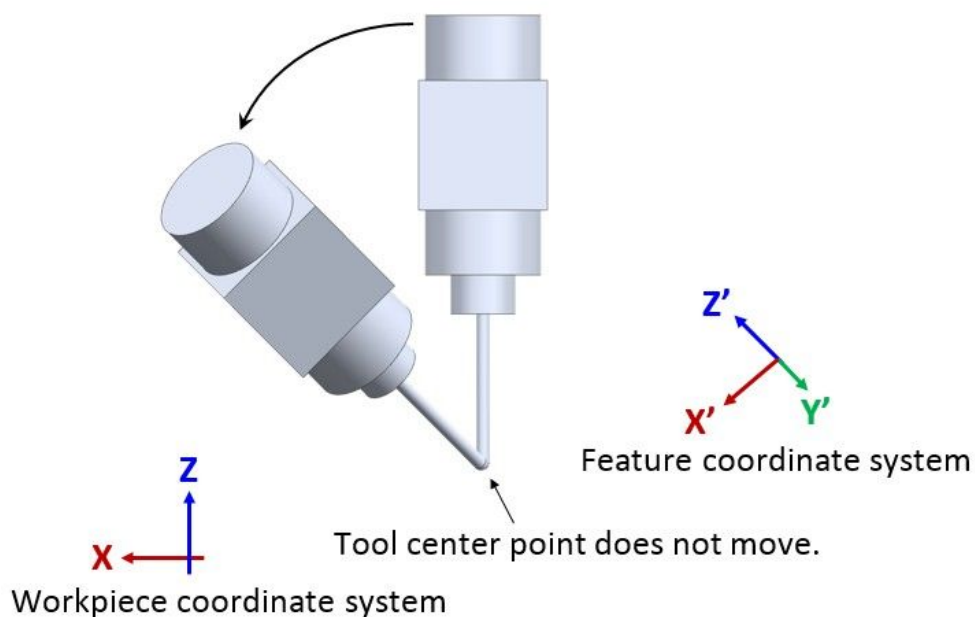
R：由刀尖点至旋转中心的距离；

在G68.2之後，正式加工之前，需下达G53.6，让刀具对正斜平面座标系。

2.45.2 说明

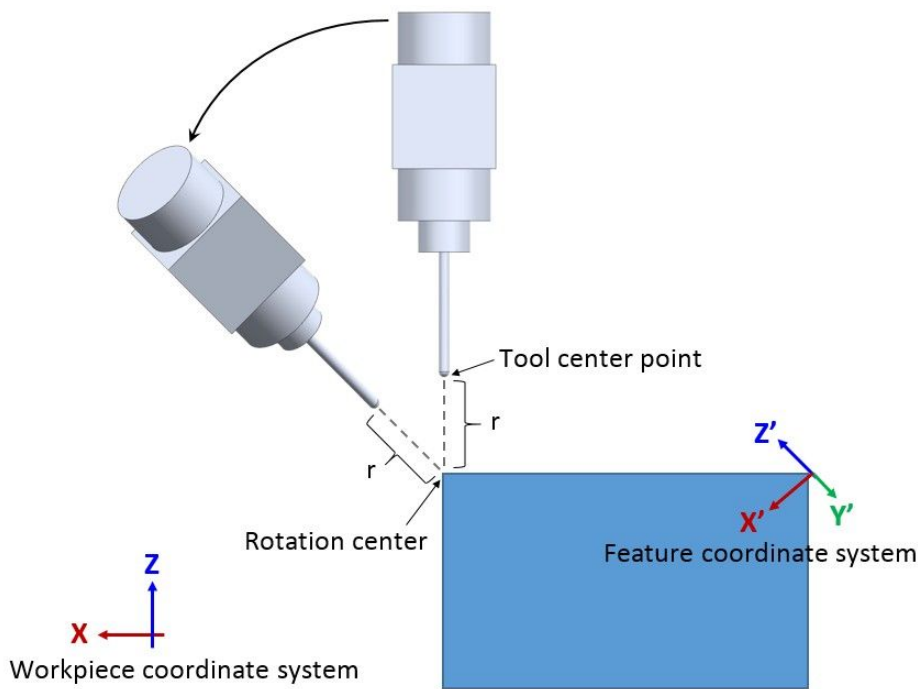
1. 斜平面坐标系设定後，需下G53.6，刀具才会对正斜平面坐标系，所以此G码是附属在G68.2之下，需同时存在。
2. G53.6与G53.1一样都是控制刀具方向使其垂直於斜平面，只是G53.6在控制刀具方向使其垂直於斜平面的移动过程中，会保持刀尖点与旋转中心的等距，且此距离可在 G53.6 指令中指定（R引数）；下图说明，是否有带R引数的动作差异：

- **未带R引数：**移动旋转轴时，刀尖点位置不变



- **有带R引数 (Rr)：**移动旋转轴时，由刀尖点延伸距离R的旋转中心，位置不变

SYNTEC



2.45.3 注意事项

- 1. G68.2指定前不得下G53.6指令。
- 2. 需使用正刀长（G53.6可带H码指定刀具编号）。
- 3. G53.6以刀尖点控制的方式执行刀具旋转，后续移动单节也皆是用以描述刀尖点位置；斜平面加工结束后，请下G49取消斜平面刀尖点控制。
- 4. G41、G42刀径补偿功能，不可下在G53.6指令之前，否则发警报 MAR-406 G53.6需在G40模式下启用。
- 5. 执行G53.6若未带H引数，且当下刀号为0时，发警报 MAR-407 G53.6选用刀号不可为0。
- 6. 若没有输入P引数、则默认为 0：第一旋转轴(Master轴)最短路径移动(默认值)。
- 7. 若输入P0、P1、P2 以外引数，则跳警报COR-149 斜平面加工刀具对正P引数超出范围。
- 8. 当P引数设成0时，系统会先行寻找第一旋转轴(Master轴)最短路径移动，若目标角度及到达目标角度的路径落在行程范围外，则会自动选择另外一个角度。若两个目标角度及到达两个角度的路径都落在行程范围外，则跳警报COR-153 此刀具方向无解。
- 9. 当P引数设成1或2时，若目标角度及到达目标角度的路径落在行程范围外，则跳警报COR-153 此刀具方向无解。
- 10. 不同机构构型所对应的旋转轴定义请参考 1.3 旋转轴定义 与 1.4 参数说明。

	0(default)	1	2
Spindle/Table/ Mixed	第一旋转轴(Master轴)最短路径	第一旋转轴(Master轴) 正转	第一旋转轴(Master轴) 负转

2.45.4 程序范例

以下列程序为例，说明斜平面坐标系的基本动作。

```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
```

```

N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
N3 G53.6 H1;
N4 G01 X0 Y0 Z0;

```

... // 斜平面加工

```

N98 G49;
N99 G69;
N100 G01 X0. Y0. Z50.;

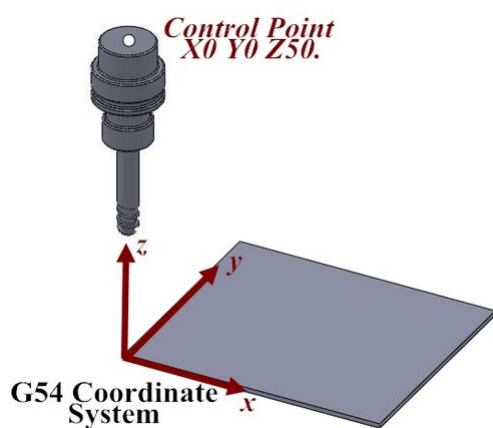
```

以下逐行解说：

```

N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
// 以F1000速率切削至G54坐标系之Z50.。

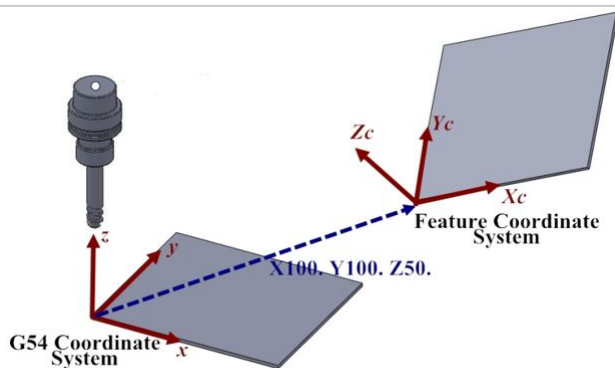
```



```

N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
// 指定相对于G54原点距离X100. Y100. Z50.为斜平面坐标系之原点，且尤拉角为I30. J15. K20.，当
G68.2指令下达后，程序座标已转换到斜平面座标；

```

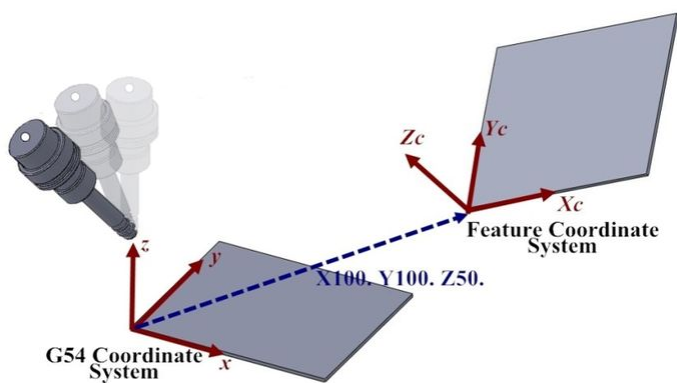


```

N3 G53.6 H1;

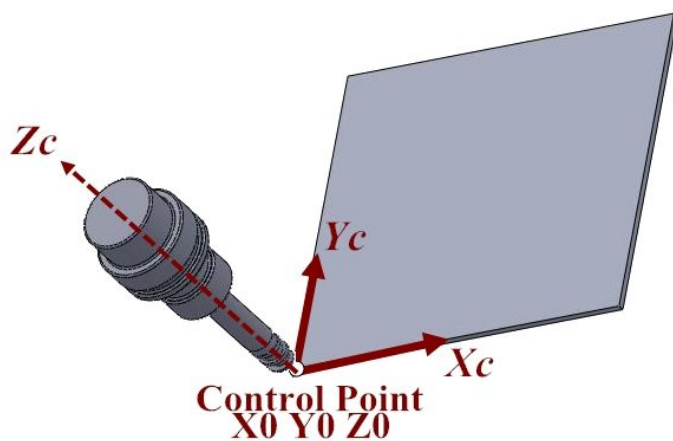
```

// 刀具方向自动指向斜平面坐标系的Z轴。



N4 G01 X0 Y0 Z0;

// 切削至斜平面坐标系的X0 Y0 Z0处。



N98 G49;

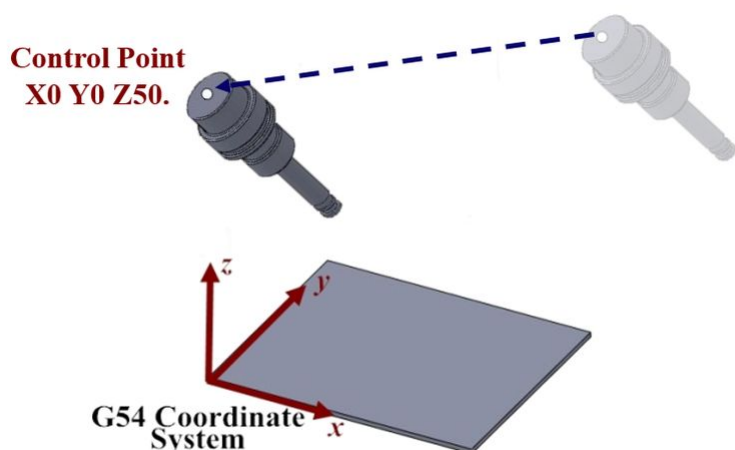
// 取消斜平面刀尖点控制

N99 G69;

// 取消坐标旋转

N100 G01 X0. Y0. Z50.;

// 移动控制点至G54坐标系之X0. Y0. Z50.。



2.46 G53: 机械坐标定位

2.46.1 指令格式

G53 [P1] X___ Y___ Z___ [F1=___] [Q=___];

X、Y、Z: 指定点机械坐标

P1: 启用指定速度指令

F1: 进给速度 mm/min or inch/min

Q: 轴向交叠距离

2.46.2 说明

机械原点是机械制造厂在生产机械时所设定的**固定**原点，此座标系统是一固定不变的座标系。

使用G53指令并指定其座标时，刀具向机械座标系上的指定位置移动，当将刀具回归到机械零点 (0,0,0) 上时，此点即为机械座标系的原点。

2.46.3 注意事项

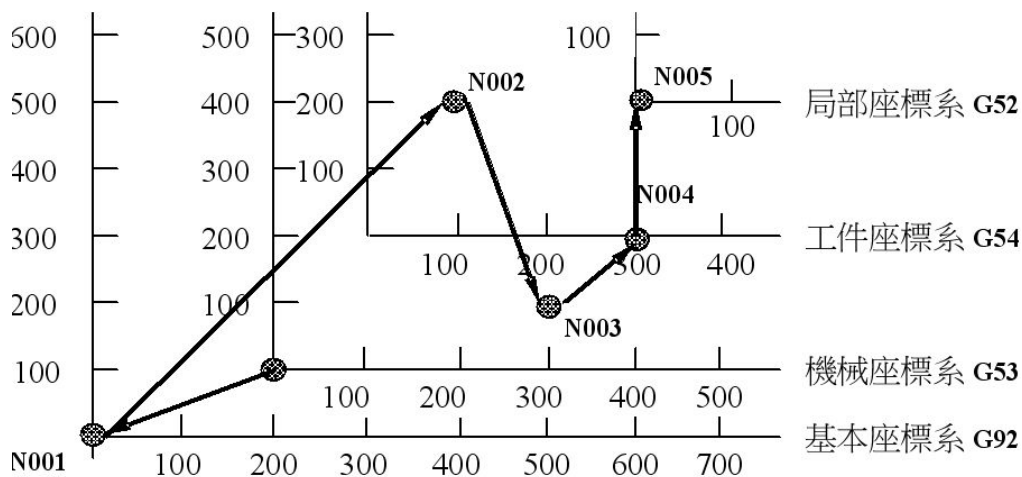
1. G53指令只在指定的单节有效（如果下一个单节仅下座标值则会回归为程序座标系）
2. G90模式下，G53定位至指定机械座标，G91模式下，G53增量移动机械座标位置
3. Pr3809设定为1时，G53下U、V、W不会被视为X、Y、Z增量移动指令。
4. G53指定之前，应先消除相关的刀具半径、长度或位置补偿；
5. 使用G53设定座标系统前，必须先用手动以参考点复归位置为基准，来建立座标系统。
6. 轴型态（参数221~236）若设定为旋转轴时，相关路径请参阅「参数设定参考手册」参数221~236: 轴的类型态。
7. G53默认速度是G00速度。
8. G53 指令必须同时下 P1、F1=___，指定速度才会有效。若是没有下 P1，则系统不会参考 F1=___ 指定速度移动。
9. F1 单位为 mm/min or inch/min，支援 G70/G71 英制 公制单位设定指令。
10. F1 单位为 mm/min or inch/min，永远维持 G94 每分钟进给量；G93 反时间进给、G95 每转进给量设定于该单节无效。
11. F1 引数指令支援版本为10.118.41P, 10.118.48A, 10.118.49(含)之后
12. 使用 G53 指令进行轴向交叠时，前后两单节均为 G53 指令

13. 若欲结束连续 G53 交叠，最后一个 G53 必须无下 Q 引数

14. Q 引数指令支援版本为10.118.41P, 10.118.48A, 10.118.49(含)之后

2.46.4 程序范例

范例一



程序说明:

```

N001 G92 X-200.0 Y-100.0; //指定基本坐标系
N002 G54 G90 X100.0 Y200.0; //到工作坐标系的指定位置
N003 G53 X300.0 Y100.0; //到机械坐标系的指定点N004 X300.0 Y0;
N004 X300.0 Y0; // G53只在其单节有效，此单节延续G54到工作坐标系的指定位置
N005 G52 X300.0 Y200.0;
//设定局部坐标在工作坐标系的指定位置
N006 X0.0 Y0.0;

```

范例二

```

G71;
G53 X100. Y100.; // G53将使用G00之进给速度
G53 P1 X50. Y50. F1=1000.; // G53将使用设定之进给速度F1=1000
G01 X0. Y0.;
M30;

```

2.47 G54...G59.9：工作座标系统设定

2.47.1 指令格式

$\left\{ \begin{array}{l} G54 P1(G54) \\ G54 P2(G55) \\ G54 P3(G56) \\ G54 P4(G57) \\ G54 P5(G58) \\ G54 P6(G59) \\ G54 P7(G59.1) X_Y_Z_; \\ G54 P8(G59.2) \\ \vdots \\ G54 P15(G59.9) \\ G54 P16 \\ \vdots \\ G54 P32 \end{array} \right.$

G54 P1(G54): 第一工作座标系统

⋮

G54 P6(G59): 第六工作座标系统

G54 P7(G59.1): 第七工作座标系统

⋮

G54 P15(G59.9): 第十五工作座标系统

G54 P16: 第十六工作座标系统

⋮

G54 P100: 第一百工作座标系统

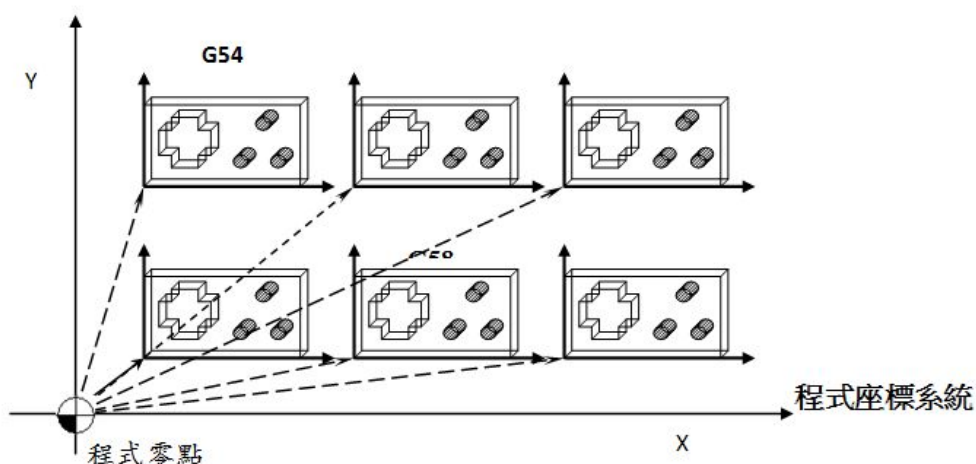
X、Y、Z: 移动到设定的工作座标系统的指定位置;

2.47.2 说明

操作机台时，若床台上放置多个工件，此时可以使用工件座标系统G54~G59、G59.1~G59.9、G54 P16~G54 P100共100个不同的座标系统，定义各个工件在机械座标的位置，以利执行加工时，对各工件一一执行加工。

可由参数3229设定「关闭工作座标系统」（0: 启动;1: 关闭）。

2.47.3 图例



2.48 G54.4: 关闭/启用工件坐标系旋转

2.48.1 指令格式

G54.4 P_;

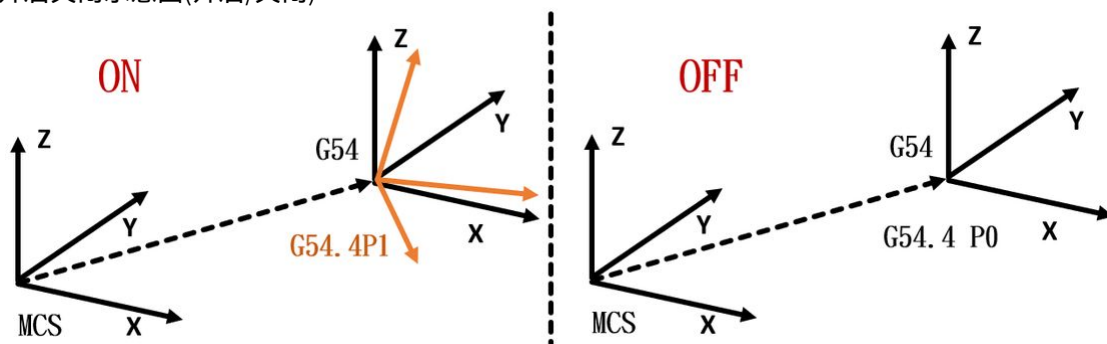
P: 工件坐标系旋转功能开关, 填 0 等于关闭当前工件坐标系的旋转值, 填 1 等于启用当前工件坐标系的旋转值

2.48.2 说明

G54.4 用于扩充使用者对工件坐标系 (G54) 的操作性, 可以在 NC 档中暂时关闭工件坐标系旋转功能, 提升客制化的弹性与便利性。

1. 坐标系旋转功能, 可将程序坐标系沿着xyz各轴进行旋转, 能使程序坐标系转到任意角度:

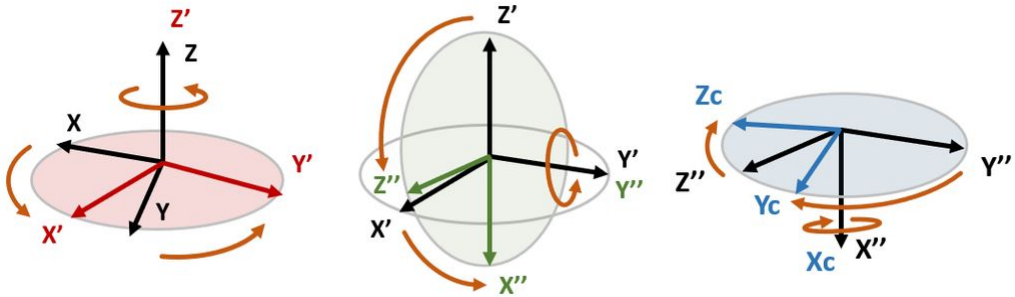
a. 开启关闭示意图(开启/关闭)



2. 使用G54.4 P1坐标系旋转功能的限制:

- 需要先指定G54 P_坐标系, 若不指定则启用目前坐标系旋转。
- 开启后, 若非五轴联动加工(G43.4/G43.5), 则需要先对正坐标系(G53.1/G53.3/G53.6)。
- 开启后, 需要启用刀长补偿(正刀长), 将坐标系由刀座补偿至刀尖点。
- 其中, 正刀长包含G43 G43.4 G43.5。

3. 坐标系旋转画面仅在特定铣床机型中可以使用，其他机型中虽没有设定画面，仍可以使用
- a. 210MA-E5, 210MB-E5, 610MA-E5, 610MA-H5
 - b. 220MA(PLUS), 220MA(PLUS), 220MB(PLUS)
 - c. 220MA-5(PLUS), 220MB-5(PLUS)
4. 坐标系旋转的角度定义需使用尤拉角，尤拉角的设定有明确的定义，坐标系旋转页面中的3个角度(XYZ)，旋转顺序分别是Z轴-Y轴-X轴。
- a. 首先，将原本的XYZ直角坐标绕着Z轴转一角度，得到新的坐标系X'Y'Z'，此角度定义为Z角；
 - b. 然后将X'Y'Z'绕着Y'轴转一角度，得到X''Y''Z''，此角度定义为Y角；
 - c. 最后X''Y''Z''再绕着X''轴转一角度，得到最后的XcYcZc坐标系，此角度定义为X角。
 - d. XcYcZc即为最后的斜平面坐标系。



2.48.3 程序范例

程序一：以对刀过程中使用的 Macro 作为范例，可以在对刀过程中使用 G54.4 P_ 开关工件坐标系旋转功能:

对刀 Macro		
1	N1 备份模式();	//备份Macro执行前的各个模式
2	N2 #100 = #1849;	//备份当前的坐标系旋转状态
3		
4	N3 G54.4 P0;	//关闭坐标旋转
5	N4 G91;	//以增量方式规划对刀程序
6	N5 工件倾斜度量测();	//由多段G31构成，量测出坐标系的旋转量
7	N6 工件坐标系旋转量设定();	//将量测出的坐标系旋转量，填入对应的#值
8		
9	N7 G54.4 P1;	//开启坐标旋转
10	N8 分中程序();	//由多段G31构成，量测出工件的中心点
11	N9 工件坐标系平移量设定();	//将分中程序量测出的坐标，填入工件坐标系原点
12		
13	N10 G54.4 P#100;	//还原Macro执行前的坐标旋转状态
14	N11 模式还原();	//还原Macro执行前的各个模式

程序二：使用G54.4 P1坐标系旋转功能的加工情境如下

G54.4 P1(一般加工)	G54.4 P1+G68.2(斜平面加工)	G54.4 P1+G43.4/G43.5(五轴联动加工)
加工 Macro 1 N1 G54 P1 //指定坐标系 2 N2 G54.4 P1 //开启坐标旋转 3 N3 G53.1 / /对正坐标系 4 N4 G43 H1 //启用刀长补偿 5 N5 /开始加工	加工 Macro 1 N1 G54 P1 //指定坐标系 2 N2 G54.4 P1 //开启坐标旋转 3 N3 G68.2 // 开启斜平面加工 4 N4 G53.1 // 对正坐标系 5 N5 G43 H1 //启用刀长补偿 6 N6 // 开始加工	加工 Macro 1 N1 G54 P1 //指定坐标系 2 N2 G54.4 P1 //开启坐标旋转 3 N3 G43.4 H1 //启用刀长补偿 4 N4 / /开始加工

程序三：开启G54.4 P1坐标系旋转功能时，若期间有修改坐标系旋转数值，则需要重新启用刀长补偿。

重新启用刀长补偿 Macro		
1	N1 G54 P1	//指定坐标系
2	N2 G54.4 P1	//开启坐标旋转
3	N3 G53.1	//对正坐标系
4	N4 G43 H1	//启用刀长补偿
5	N5	//(修改坐标系旋转)
6	N6 G49	//取消刀长补偿
7	N7 G43 H1	//重新启用刀长补偿
8	N8	//开始加工

2.48.4 注意事项

i Pr3229 与工件坐标系旋转功能启用状态
Pr3229 说明

参数编号	说 明	范围	单位	初始值	修改後何时有效
3229	*关闭工件坐标系功能	[0~1]	-	0	重新开机

- 设定此参数可决定『机台设定』内的『设定工件座标』功能键是否启用：

0：启动，功能键 启用；

1：关闭，功能键 不启用。

- 软件版本10.116.36E、10.116.39后

关闭工件坐标系功能『设定工件座标』功能键 不显示。

Pr3229 作用为关闭工件坐标系功能，当 Pr3229 = 1 时，G54.4 指令不起作用。

	Pr3229 = 0	Pr3229 = 1
G54.4 = 0	X	X
G54.4 = 1	O	X

O: 工件坐标系旋转 On

X: 工件坐标系旋转 Off

✗ 若工件坐标系旋转启用中，当 Pr3229 = 1 时则会关闭工件坐标系旋转功能。

i 工件坐标系旋转预设开启状态

※ 系统开机或启用工件坐标系功能(Pr3229 = 1)时，若 Pr3839 设置为 1，将自动启用工件坐标系旋转功能。

其他详情请见 Pr3839 工件坐标系旋转预设开启模式

i 检测工件坐标系旋转是否开启

可透过 #1849 查看工件坐标系旋转是否启用中。

✗ G54.4 相关警报

- 若 G54.4 未接 P，则系统跳警报 【COR-023 语义错误】
- 若 G54.4 P_ 引数范围不为 0 或 1，则系统跳警报 【COR-064 不合法号码P】

2.49 G61/G62/G63/G64：切削模式设定

2.49.1 指令格式

G61 ;// 确实停止检测模式

G62 ;// 曲面切削模式

G63 ;// 攻牙模式

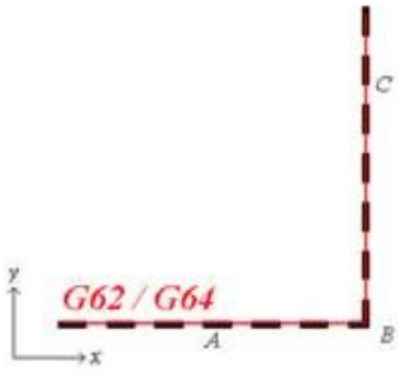
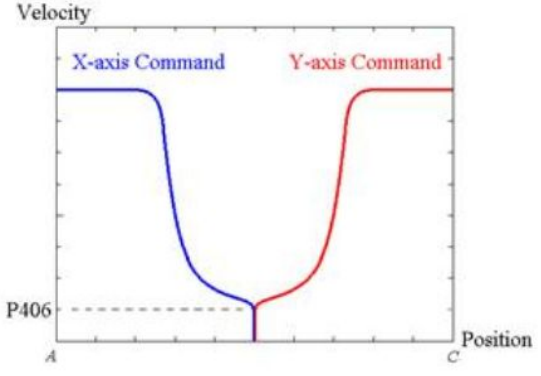
G64 ;// 曲面切削模式

2.49.2 说明

各模式之差异如下表。预设为切削模式（G64），指定某一模式后，需设定其他模式，原本之模式才会失效。

指令名称	G code	有效范围	说明
确实停止检测	G09	只有在含有G09指令的单节才有效。	刀具减速在一路径的最后端，其精度会因刀具转弯，而在转角产生误差，利用G09指令以控制其误差量。
确实停止检测模式	G61	指定G61机能后，直到设定G62、G63、G64才会失效。	刀具在切削路径终点有减速，到达路径终点利用反馈确认位置是否在设定范围内，确认到达后再继续执行下个路径。
曲面切削模式	G62	指定G62机能后，直到设定G61、G63、G64才会失效。	适用曲面之切削。刀具在切削路径端没有减速（参照下图速度命令曲线），到达定点继续执行下个路径。 可带P引数，选用高速高精参数。(注2)
攻牙模式	G63	指定G63机能后，直到设定G61、G62、G64才会失效。	适用于攻牙。由主轴转速S与进给速率F之比值决定主轴与进给轴之关系达成二者之同动。 攻牙期间无法调整进给率段数（override）与进给终止（feed hold）。
切削模式	G64	指定G64机能后，直到设定G61、G62、G63才会失效。	适用曲面之切削。刀具在切削路径端没有减速（参照下图速度命令曲线），到达定点继续执行下个路径。 可带P引数，选用高速高精参数。(注2)

图例：描述G62/G64在切削转角时的动作

G码	切削路径	速度命令曲线
G62/G64		

说明：

G62/G64角隅速度控制模式，角隅时会根据参数406设定的转角速度，将速度降下来，在转角处没有命令轨迹误差，因此这个模式对于来回反覆的加工，如模具加工，可以得到较好的角隅精度与重现性。对于转角处，因速度命令JERK过大所造成的抖动，可使用参数404来改善，一般参数404设10~20就可以得到有效改善。

2.49.3 注意事项

- 1. G62 / G64 模式较适合用于模具的加工。
- 2. G62/G64 Pn, n = 0 ~ 9, 可选择高速高精参数, n = 21 ~ 23, 可选择产品专用高速高精参数, 有效版本为 10.118.78B、10.118.81。
- 3. 多组高速高精参数采用后令盖前令的方式，复位(reset)后将会回复预设参数(P0)。
 - a. 版本为10.118.42T, 10.118.48E, 10.118.52以前，预设参数(P0)为标准参数
 - b. 版本为10.118.42T, 10.118.48E, 10.118.52以后，预设参数(P0)为Pr3835初始加工条件设定之设定值。
- 4. 使用G62/G64 P_ 选择了不存在之多组高速高精参数组数，发出COR-103警报
- 5. G63模式需要搭配M03/M04指定攻牙旋转方向，M03表示正手攻牙/M04表示反手攻牙。

2.50 G65：单一宏程序程式呼叫

2.50.1 指令格式

G65 P L ;
P: 程式号码;
L: 重覆次数;

2.50.2 说明

宏程序指令呼叫後，P 指定编号程式被呼叫出来执行，L__指定G65重覆执行次数，但只在含有G65单节执行有效;

2.50.3 程式范例

G65 P10 L20 X10.0 A10.0 Q10.0;

//连续重覆呼叫副程式O0010执行20次，并将X、A、Q的值代入副程式内

//也就是说，在副程式内可使用#24、#1、#17这三个引数的数值来做运算

//可使用的引数不限XYZ，只要符合macro撰写规则即可

2.51 G66/G67：模式宏程序程式

2.51.1 指令格式

G66 P L ;模式宏程序程式呼叫

G67 ;模式宏程序程式取消

P：程式号码；

L：重覆次数；

2.51.2 说明

宏程序指令（G66）被呼叫後，P 指定编号副程式被呼叫出来执行，L__指定G66重覆执行次数，遇到移动单节完成後会再执行G66单节指定的内容一次，一直到G67单节才取消此模式（系统会预先计算G66~G67间的移动单节数,在执行G66单节就一次完成重覆次数）；

2.51.3 程式范例

N001 G91

N002 G66 P10 L2 X10.0 Y10.0

//重覆2次呼叫副程式O0010并将X10.0 Y10.0的值代入执行

N003 X20.0

//移动X轴至20.0的位置，完成後呼叫G66 P10 L2 X10.0 Y10.0

N004 Y20.0

//移动Y轴至20.0的位置，完成後呼叫G66 P10 L2 X10.0 Y10.0

N005 G67 //取消宏程序程式呼叫模式

2.52 G68/69：座标旋转

2.52.1 指令格式

(G17) G68 X_ Y_ R_;

(G18) G68 Z_ X_ R_;

(G19) G68 Y_ Z_ R_;

X、Y、Z：旋转中心绝对座标

R：座标系旋转角度

G69 关闭座标旋转

2.52.2 说明

座标旋转启动后，所有移动指令将对旋转中心作旋转，因此整个几何图形将旋转一个角度。旋转中心只对绝对指令有效，因此当所有指令都是增量时，实际的旋转中心将是路径的起始点。

2.52.3 注意事项

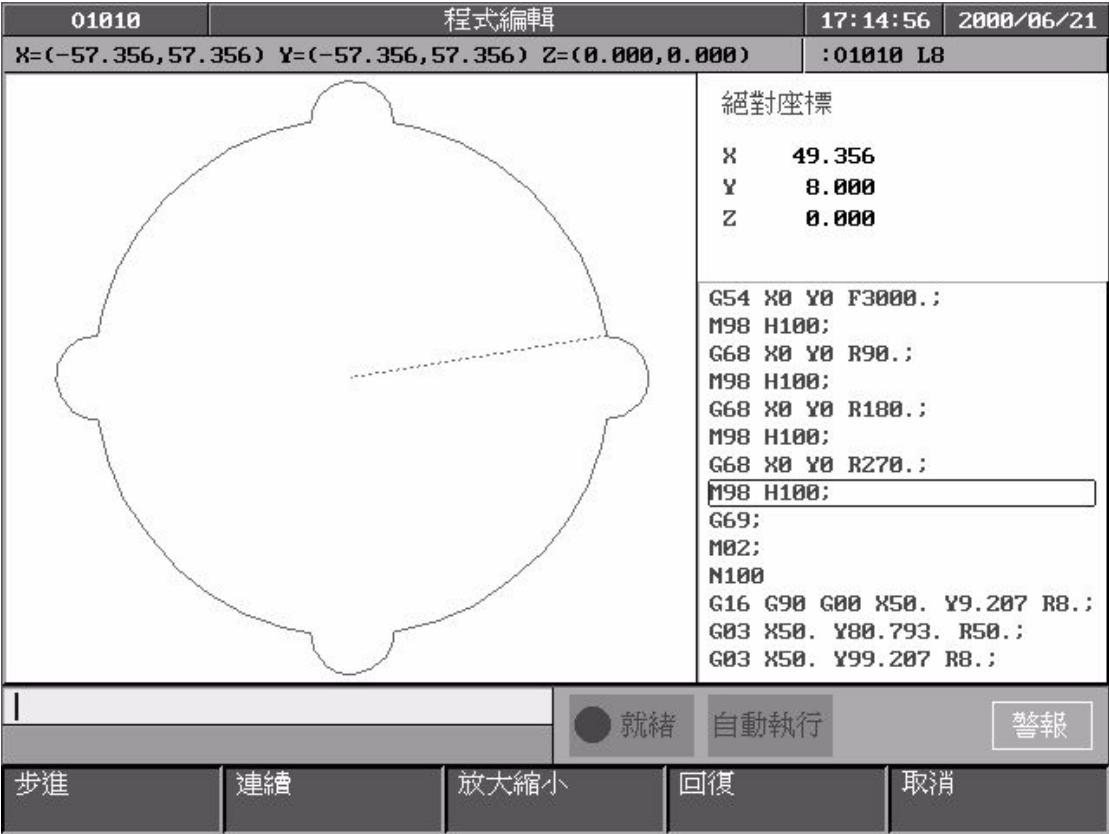
1. 请先用 G17、G18、G19 设定工作平面几何轴轴向，若 G68 指令的轴向位址不是工作平面几何轴时，座标旋转功能不会作用。

2.52.4 程序范例

程序一

```
G54 X0 Y0 F3000.;
G16;           // 启动极坐标语法
G90 G00 X50. Y9.207 R8.; // 定位到起始点
M98 H100;      // 第一次加工
G68 X0 Y0 R90.; // 座标旋转90度
M98 H100;      // 第二次加工
G68 X0 Y0 R180.; // 座标旋转180度
M98 H100;      // 第三次加工
G68 X0 Y0 R270.; // 座标旋转270度
M98 H100;      // 第四次加工
G69;           // 座标旋转取消
G15;           // 极坐标语法取消
M30;           // 主程序结束
N100           // 轨迹副程序开始
G90 G01 X50. Y9.207 R8.;
G03 X50. Y80.793. R50.;
G03 X50. Y99.207 R8.;
M99;           // 轨迹副程序返回
```

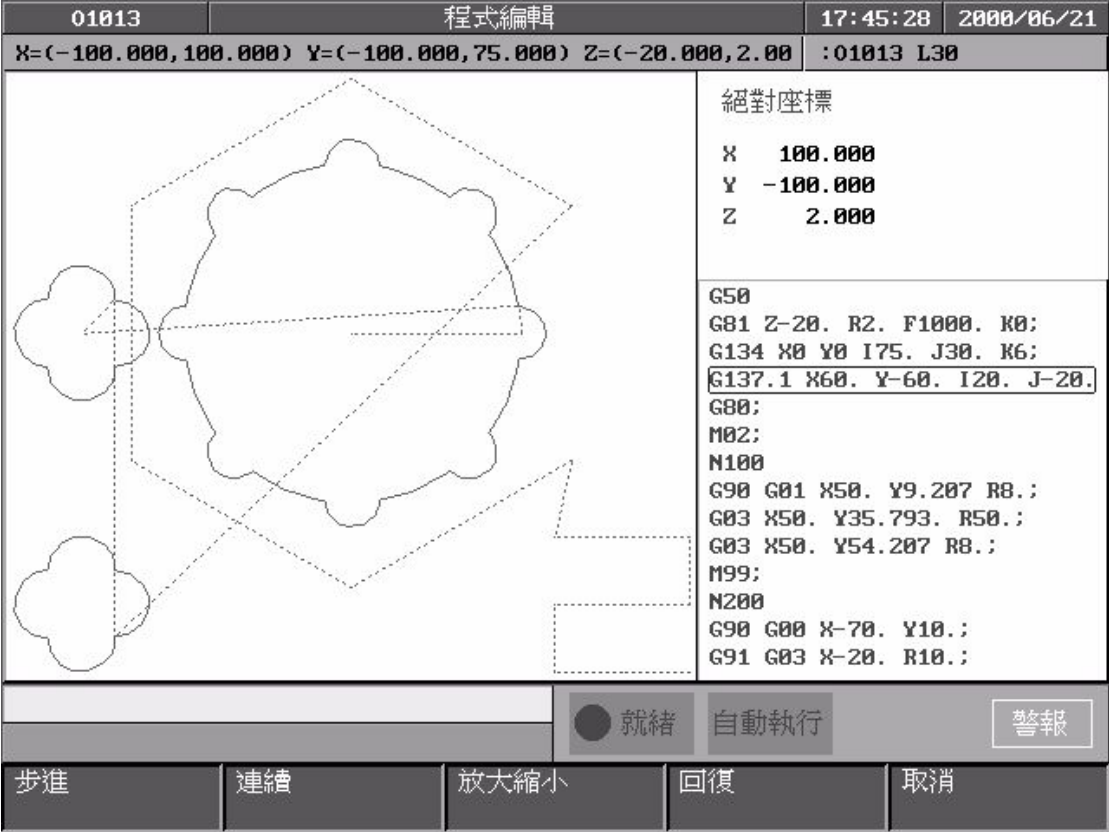
SYNTEC



程序二

```
G54 X0 Y0 F3000.;
G16;           // 启动极坐标语法
G90 G00 X50. Y9.207 R8.;// 定位到起始点
M98 H100;      // 第一次加工
G68 X0 Y0 R45.; // 座标旋转45度
M98 H100;      // 第二次加工
G68 X0 Y0 R90.; // 座标旋转90度
M98 H100;      // 第三次加工
G68 X0 Y0 R135.; // 座标旋转135度
M98 H100;      // 第四次加工
G68 X0 Y0 R180.; // 座标旋转180度
M98 H100;      // 第五次加工
G68 X0 Y0 R225.; // 座标旋转225度
M98 H100;      // 第六次加工
G68 X0 Y0 R270.;// 座标旋转270度
M98 H100;      // 第七次加工
G68 X0 Y0 R315.;// 座标旋转315度
M98 H100;      // 第八次加工
G69;           // 座标旋转取消
G15;           // 极坐标语法取消
G00 X-80. Y0.
M98 H200;      // 加工第一个小花
```

```
G51.1 Y-40.;// 启动Y-40.轴镜像
M98 H200;// 加工第二个小花
G50;// 镜像取消
G90 G81 Z-20. R2. F1000. K0;// 启动G81钻孔循环模式
G134 X0 Y0 I75. J30. K6;// 圆周孔钻孔加工
G137.1 X60. Y-60. I20. J-20. P3 K3;// 棋盘孔钻孔加工
G80;// 钻孔循环取消
M02;// 主程序结束
N100// 轨迹副程序
G90 G01 X50. Y9.207;
G03 X50. Y35.793 R50.;
G03 X50. Y54.207 R8.;
M99;// 轨迹副程序返回
N200// 小花副程序开始
G90 G00 X-70. Y10.;
G91 G03 X-20. R10.;
G03 Y-20. R10.;
G03 X20. R10.;
G03 Y20. R10.;
M99;// 小花副程序返回
```



2.53 G68.2: 斜平面加工 (参考尤拉角)

指令格式

G68.2 X_Y_Z_I_J_K;
G69;

G68.2: 开启斜平面坐标系功能;

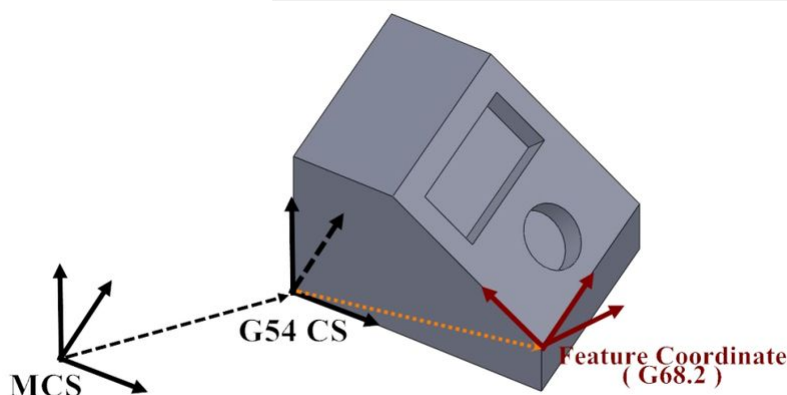
G69: 取消斜平面坐标系功能;

X_Y_Z_: 斜平面坐标系原点 (相对于G54坐标系原点);

I_J_K_: 斜平面坐标系的尤拉角;

2.53.1 说明

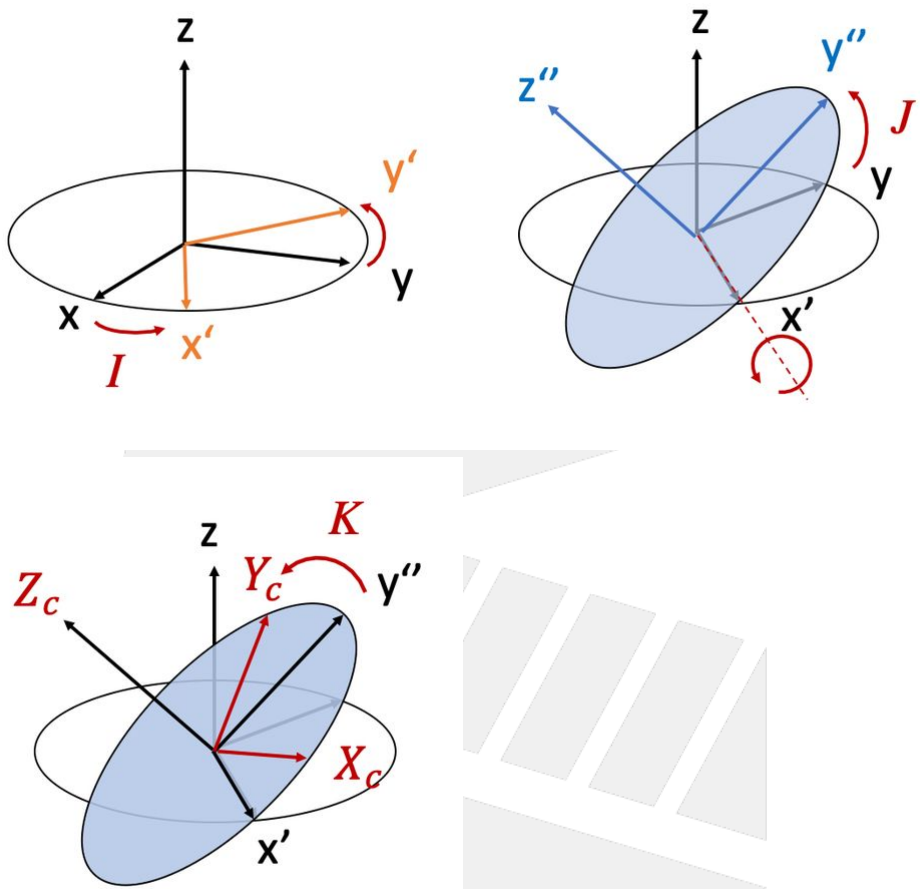
1. 斜平面加工 Feature Coordinate (斜平面坐标系或特征坐标系) 可在任意斜平面上建立程序坐标系, 将坐标转至任意角度, 使刀具能以普通三轴加工程序执行相当于在水平面上的加工动作。
2. 斜平面坐标系需透过工件坐标系 G54 来定义, 其程序原点为相对于 G54 设定, 倾斜角度则透过尤拉角进行设定, 三者之间的对应关系如下图所示。



3. 斜平面坐标系的原点设定, 也就是 G68.2 后面的 XYZ 引数设定, 只要直接输入程序原点与 G54 原点在各轴方向上的距离即可。
4. 斜平面坐标系的角度定义需使用尤拉角, 尤拉角的设定有明确的定义, G68.2 后的 IJK 引数分别代表其三个转动角度, 顺序分别是 Z轴-X轴-Z轴。(先对 Z 轴旋转 I 角度, 接着对新坐标的 X' 轴转 J 角度, 最后对新坐标的 Z'' 轴转 K 角度, 皆以右手定则决定旋转方向)
 - a. 首先, 将原本的 XYZ 直角坐标绕着 Z 轴转一角度, 得到新的坐标系 X'Y'Z', 此角度定义为 I 角。
 - b. 然后将 X'Y'Z' 绕着 X' 轴转一角度, 得到 X''Y''Z'', 此角度定义为 J 角, 此时的 Z'' 即为斜平面坐标系的 Zc 轴方向。
 - c. 最后 X''Y''Zc 再绕着 Zc 轴转一角度, 得到最后的 XcYcZc 坐标系, 此角度定义为 K 角。

SYNTEC

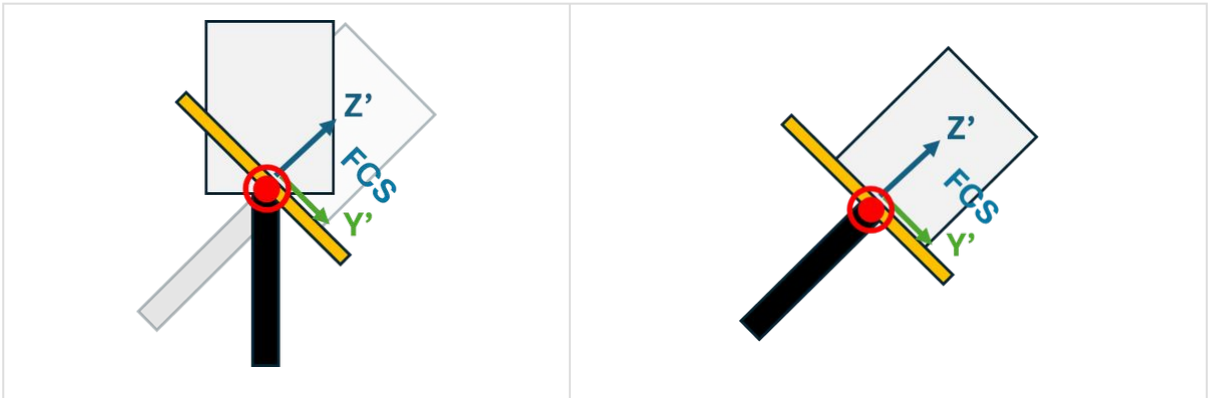
d. XcYcZc 即为最后的斜平面坐标系。



5. 当特征坐标系功能启用后，定轴加工功能将在后续调用 G53.1/G53.3/G53.6 时生效，定轴加工功能启用后，控制点位置将参考机构链进行推算。
范例：

Example	
1	N1 G01 A-45.; // 在启动特征坐标之前移动旋转轴
2	N2 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J-45. K0.; //特征坐标系启用
3	N3 G53.1; // 刀具对正启用定轴加工功能
4	N4 G43 H1; //刀长补偿，控制点转移至刀尖位置

特征坐标系启用后，尚未启用定轴加工功能	特征坐标系启用后，进行刀具对正启用定轴加工功能
---------------------	-------------------------



6. 相关参数：Pr3014斜平面坐标系状态保留模式

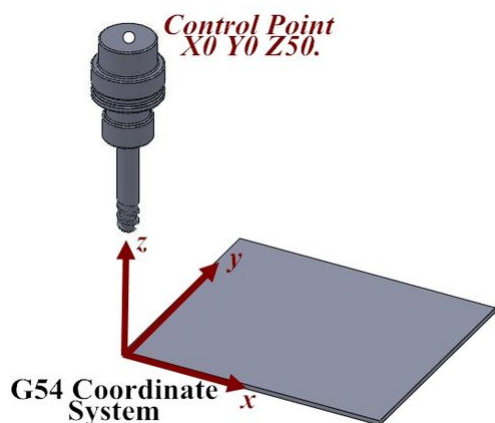
编号	说明	输入范围	单位	使用详细说明
3014	斜平面坐标系 状态保留模式	[0,2]		0: 复位(Reset)以及开关机时，不保留由G68.2/G68.3设定之斜平面坐标系状态 1: 复位时(Reset)保留由G68.2/G68.3设定之斜平面坐标系状态，开关机时不保留 2: 复位(Reset)与开关机时，都保留由G68.2/G68.3设定之斜平面坐标系状态

2.53.2 注意事项

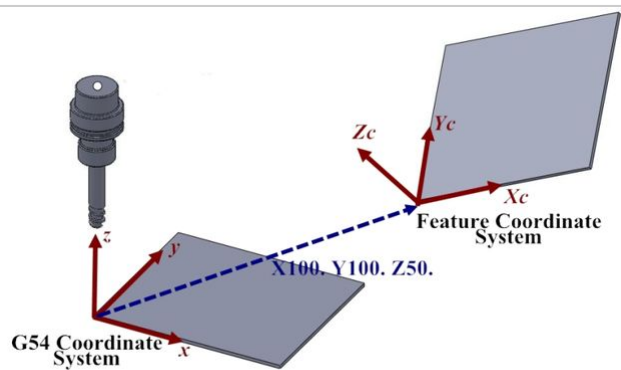
- 1. 可多次执行G68.2
- 2. 每次设定都是相对于G54坐标系
- 3. G68.2指定前不得下G53.1指令
- 4. 请勿在启用 G68.2 后单独指令旋转轴移动; 如欲调整刀具姿态至特征坐标系上进行加工，请透过刀具对正功能使刀具对正特征坐标系，方能开始进行加工

2.53.3 程序范例

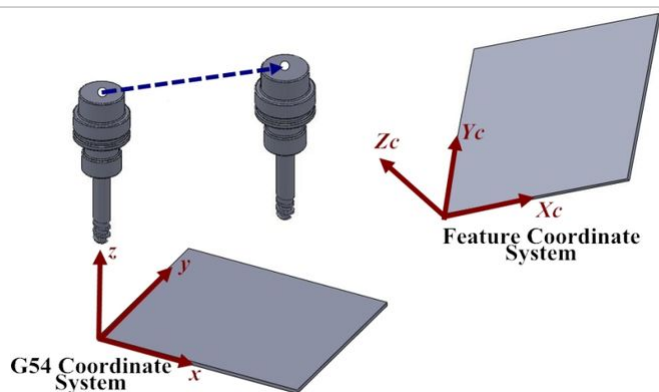
```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;  
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;  
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;  
N4 G53.1;  
N5 G43 H1;  
N6 G01 X0 Y0 Z0;  
  
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000; //以F1000速率切削至G54坐标系之Z50.
```



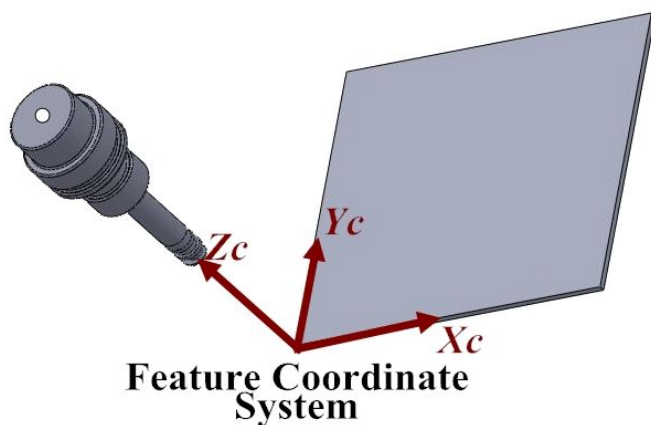
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.; //指定相对于G54原点距离X100. Y100. Z50.为斜平面坐标系之原点，且尤拉角为I30. J15. K20.，当G68.2指令下达后，程序座标已转换到斜平面坐标



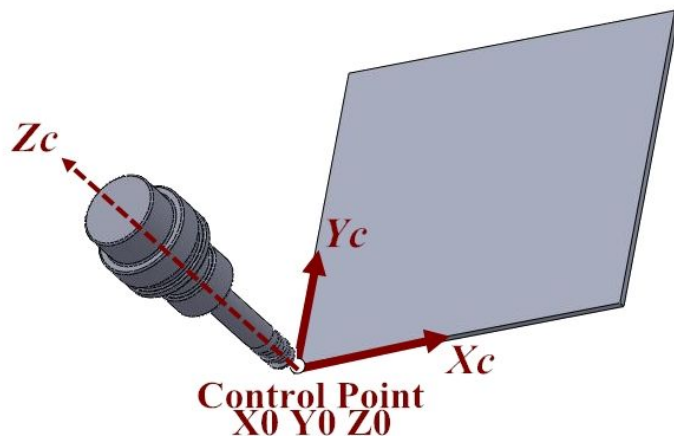
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000; //以F1000速率切削至斜平面坐标系的Z50.，但刀具方向还未改变



N4 G53.1; //刀具方向自动指向斜平面坐标系的Z轴



```
N5 G43 H1;      //刀长补偿, 控制点转移至刀尖位置
N6 G01 X0 Y0 Z0; //切削至斜平面坐标系的X0 Y0 Z0处
```



2.54 G68.3: 斜平面加工 (参考刀具方向)

2.54.1 指令格式

加工程序参考的坐标系会根据G68.3指令转换至特征坐标系上，而在程序下G69指令前，所有指令均被视为特征坐标系的指令，以特征坐标系之XYZ为基准。

Type 1:

```
G68.3 X_ Y_ Z_ R_;
G69;
```

G68.3: 开启特征坐标系功能，以外积方式得到特征坐标系；

G69: 取消特征坐标系功能；

X_ Y_ Z_: 特征坐标系原点（相对于G54坐标系原点）；

R_: 外积后，沿刀具向量(Z轴)旋转R角度。

Type 2:

G68.3 P1 X_ Y_ Z_;

G69;

P1: 以刀具旋转角度得到特征坐标系;

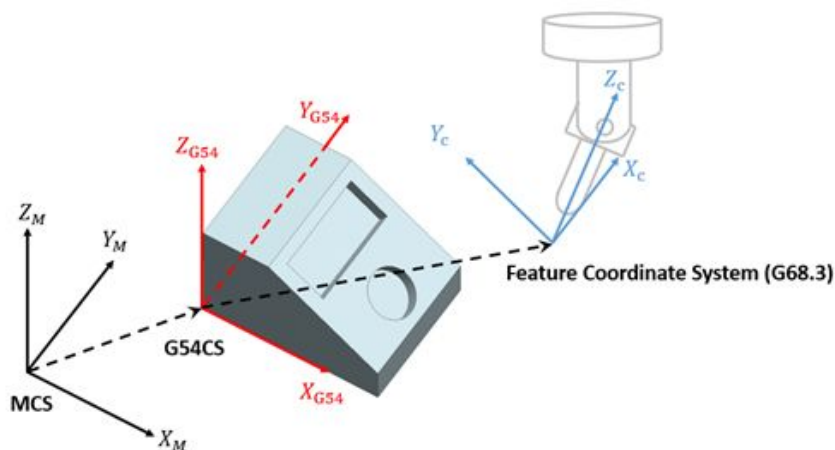
G69: 取消特征坐标系功能;

X_ Y_ Z_: 特征坐标系原点 (相对于G54坐标系原点);

2.54.2 说明

不同于G68.2利用尤拉角决定特征坐标系, G68.3根据刀具方向, 定义刀具方向为特征坐标系的Z轴后, 自动产生垂直于刀具方向的XY平面。

将刀具旋转至刀具方向垂直与欲加工的倾斜面, 使用G68.3决定特征坐标系后, 即可在倾斜面进行三轴加工如图五十七。

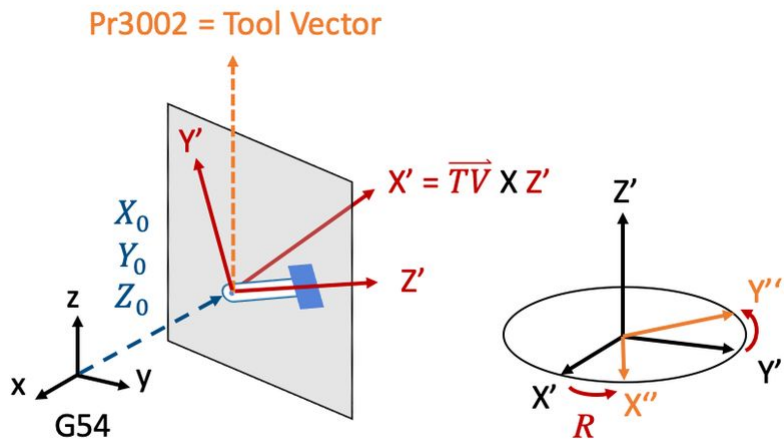


图五十七

Type 1:

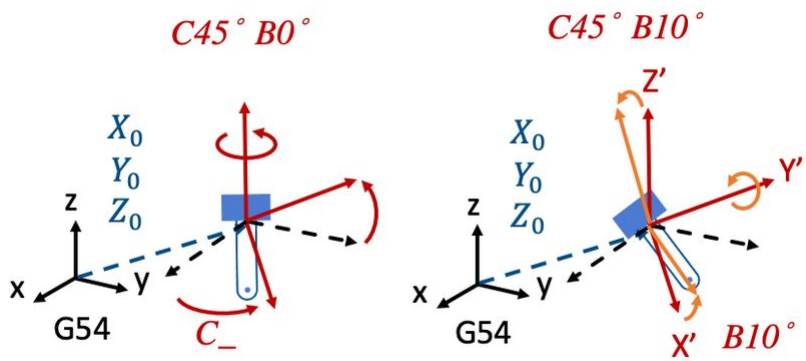
G68.3 X α Y β Z γ R θ

SYNTEC



图五十八

Type 2:
开启G68.3 P1 功能前的刀具角度 C45度 B10度。
G68.3 P1 X~~X0~~ Y~~Y0~~ Z~~Z0~~



图五十九

以下列参数定义初始刀具方向:

编号	说明	范围	单位	初始值	修改后何时有效
3001	*五轴机构	[0,3]	-	0	重新开机
3002	刀具方向	[0,3]	-	0	按Reset有效
3003	刀具倾斜角度 (RA)	[0,360000]	BLU	0	按Reset有效

编号	说明	范围	单位	初始值	修改后何时有效
3004	刀具倾斜角度 (RB)	[0,360000]	BLU	0	按Reset有效
3013	刀座长度	[0,999999999]	BLU	0	按Reset有效
编号	说明	输入范围	单位	使用详细说明	
3014	特征坐标系状态保留模式	[0,2]		0: 复位(Reset)以及开关机时, 不保留由G68.2/G68.3设定之特征坐标系状态 1: 复位时(Reset)保留由G68.2/G68.3设定之特征坐标系状态, 开关机时不保留 2: 复位(Reset)与开关机时, 都保留由G68.2/G68.3设定之特征坐标系状态	

2.54.3 注意事项

1. 下指令时, XYZ需要同时存在或同时不存在, 否则会跳警报, “COR-130 G68.3 指令格式错误。”
2. 若没下XYZ, 则现在位置为特征座标原点。
3. 与其他指令搭配的限制:
 - a. 开启 RTCP (G43.4/G43.5) 后, 可以使用 G68.3; 但 G68.3 启用后, 不能开启 RTCP, 否则报警 COR-381 G68.3 功能使用错误。
 - b. G68.3 不可与 G54.4 共用, 否则报警 COR-381 G68.3 功能使用错误。
 - c. COR-381 适用版本: 10.118.86S, 10.120.6B, 10.120.12Z, 10.120.16S, 10.120.24F, 10.120.28B, 10.120.32 及之后的版本。
4. 执行G68.3 P1时, 若有R引数, 则此引数被忽略。
5. 可多次执行G68.3, 每次设定都是相对于G54坐标系。
6. 若欲配合刀具扩展链使用 G68.3 功能, 请在执行 G68.3 前先透过 G43/G44 H_ 启用绑定刀具扩展链的刀长补偿。此时建立的特征坐标系将参考刀具扩展链, 正确计算得到特征坐标系。
7. GG68.3限制为五轴机使用且需同时开启option 13。

2.54.4 程序范例

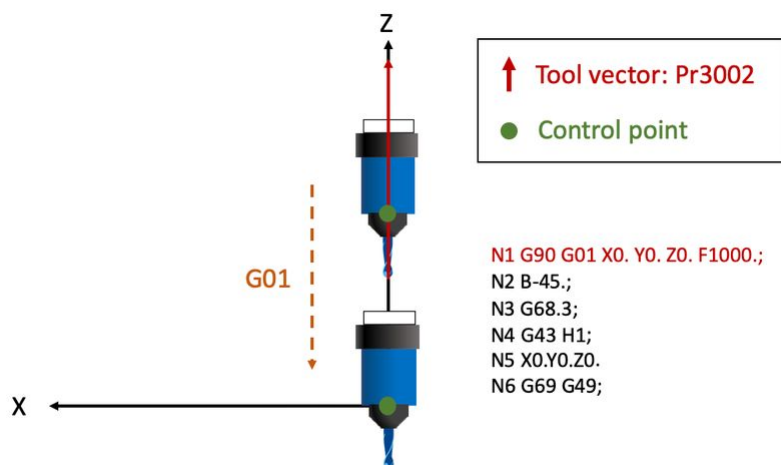
(一)

以下列程序与图六十~图六十三说明, 使用G68.3后, 进行刀长补偿时, 座标偏移关系。

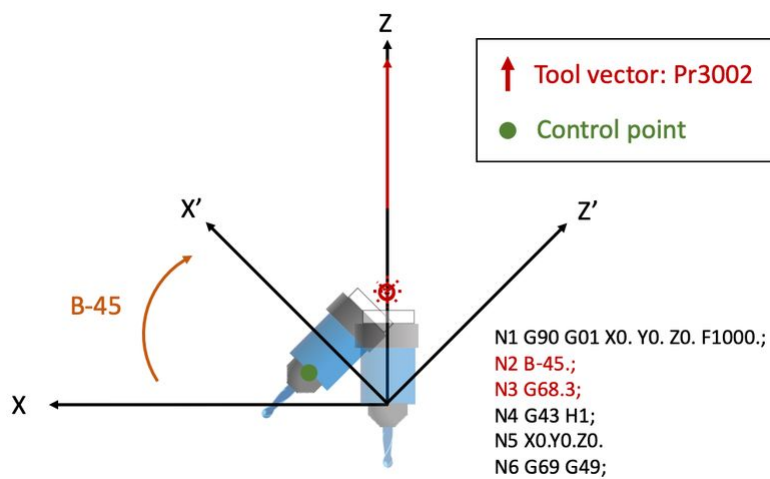
```

N1 G90 G01 X0. Y0. Z0. F1000.;
N2 B-45.;
N3 G68.3;           // 依照刀具方向用外积方式得到特征坐标系
// 控制点如图显示在刀座平面端
N4 G43 H1;         // 控制点转移为刀尖点
N5 X0. Y0. Z0.;
N6 G69 G49;

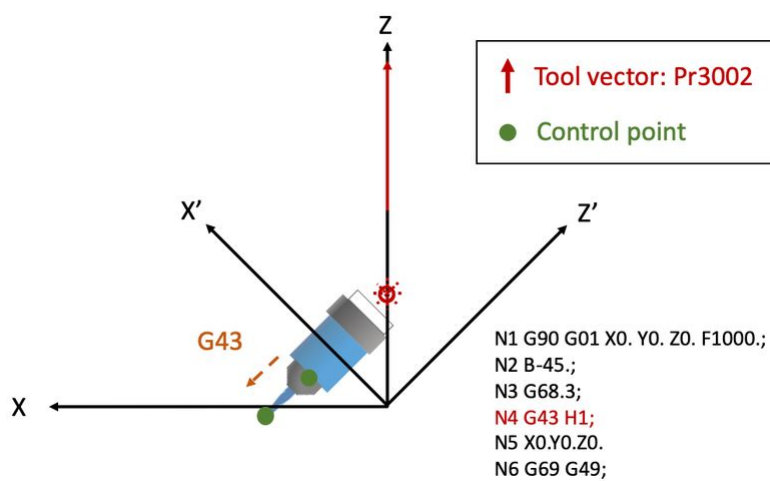
```



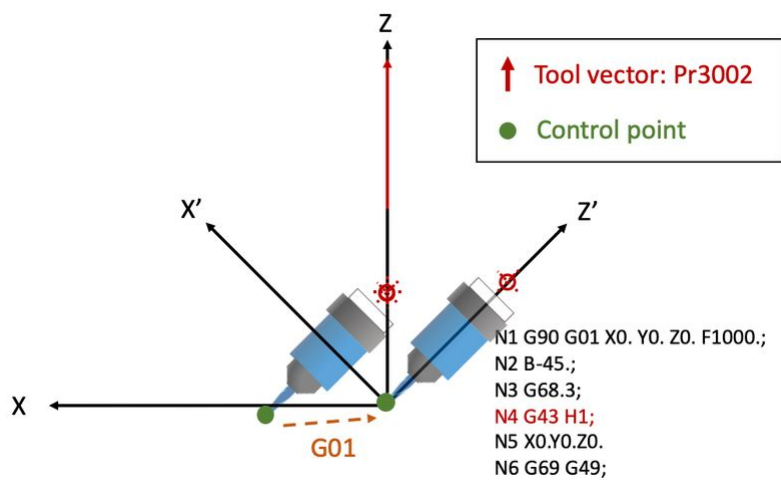
图六十



图六十一



图六十二



图六十三

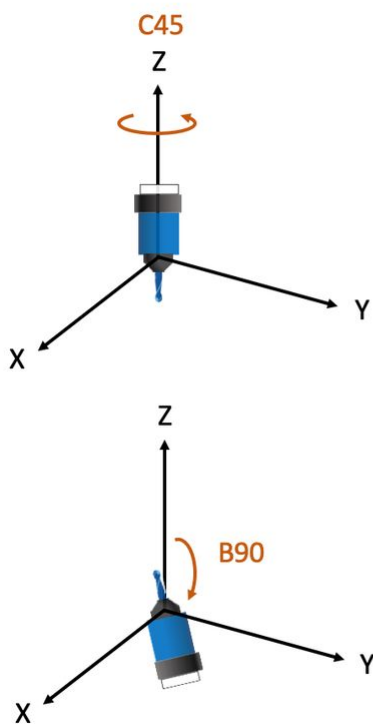
(二)

以下列程序与图六十四～图六十六说明，使用G68.3 P1后，在特征坐标系移动的现象。

```

N1 G54 G90 G00 B0. C0.;
N2 C45.;
N3 B90.;
N4 G68.3 P1 X0. Y0. Z0.;      // 依照刀具旋转角度得到特征坐标系
N5 G01 Y10.;                  // 在特征坐标系中移动到Y10.
// 在G54坐标系中则为
// 移动到X-7.071 Y7.071
N6 G69;
N7 G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.;
N8 M30;
  
```

SYNTEC

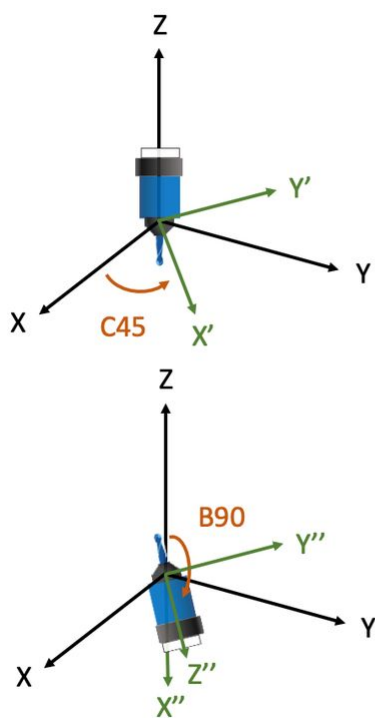


图六十四

```

N1 G54 G90 G00 B0. C0.;
N2 C45.;
N3 B90.;
N4 G68.3 P1 X0. Y0. Z0.;
N5 G01 Y10.;
N6 G69;
N7 G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.;
N8 M30;

```

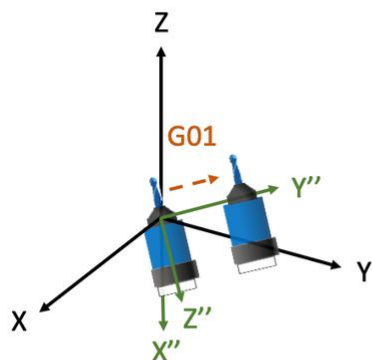


```

N1 G54 G90 G00 B0. C0.;
N2 C45.;
N3 B90.;
N4 G68.3 P1 X0. Y0. Z0.;
N5 G01 Y10.;
N6 G69;
N7 G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.;
N8 M30;

```

图六十五



```

N1 G54 G90 G00 B0. C0.;
N2 C45.;
N3 B90.;
N4 G68.3 P1 X0. Y0. Z0.;
N5 G01 Y10.;
N6 G69;
N7 G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.;
N8 M30;

```

图六十六

(三)

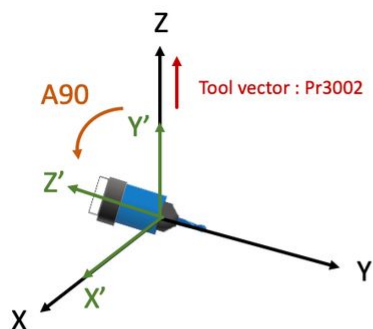
以下列程序与图六十七 ~ 图六十八说明，执行多次G68.3

```

N1 G55;
N2 G01 A90. F1000.; // 刀具旋转，A轴旋转90度(右手法则)
N3 G68.3 X0 Y0 Z0 R0; // 利用外积，决定特征坐标系(绿色坐标系)
N4 X10. Y0. Z0.; // 在特征坐标系中移动到X10. Y0. Z0.
N5 C90.; // 刀具旋转，C轴旋转90度(右手法则)
N6 G68.3 X10. Y0. Z0. R0; // 根据新的刀具方向
// 决定特征坐标系(紫色坐标系)
N7 X0. Y0. Z0.; // 在特征坐标系中移动到Y10.
N8 G69;

```

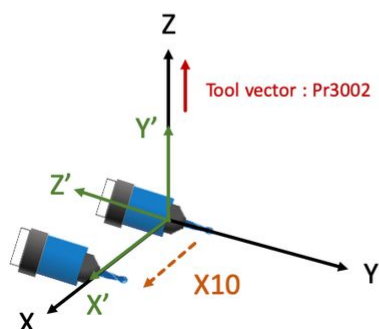
SYNTEC



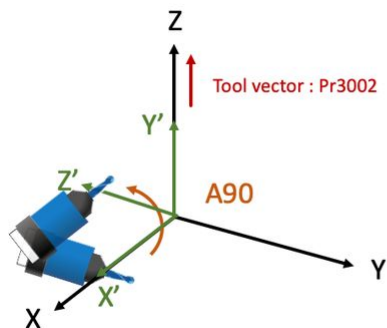
```

N1 G55;
N2 G01 A90. F1000.;
N3 G68.3 X0 Y0 Z0 R0;
N4 X10. Y0. Z0.;
Y0. Z0.
N5 C90.;
N6 G68.3 X10. Y0. Z0. R0;
N7 X0. Y0. Z0.;
N8 G69;

```



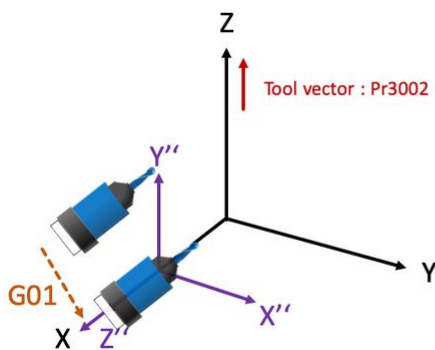
图六十七



```

N1 G55;
N2 G01 A90. F1000.;
N3 G68.3 X0 Y0 Z0 R0;
N4 X10. Y0. Z0.;
Y0. Z0.
N5 C90.;
N6 G68.3 X10. Y0. Z0. R0;
N7 X0. Y0. Z0.;
N8 G69;

```



图六十八

2.55 G70/G71：英制/公制单位设定指令

2.55.1 指令格式

G70：英制单位设定

G71：公制单位设定

2.55.2 说明

公英制切换後，工件坐标原点偏移量、刀具资料、系统参数、与参考点位置依然正确。系统会自动处理单位转换问题。

在公英制转换後，下面操作单位会随着变动：

1. 显示坐标、速率单位
2. 增量寸动单位
3. MPG寸动单位

2.55.3 注意事项

旋转轴并无英制单位，所以在执行直线轴与旋转轴同动的移动指令时，因直线轴命令量有除以25.4，所以旋转轴在合成速度内的占比会大幅上升，导致直线轴速度大幅下降，需特别留意。

2.56 G73：高速啄式钻孔循环

2.56.1 指令格式

G73 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ K_ ;

X(U) or Y(V)：洞孔的坐标资料（可为绝对/增量坐标，使用增量时应注意参数3809是否为1。）

Z：

G91 ->初始点到Z点的距离（具方向性）

G90 ->Z点程式坐标位置

R：

G91 ->初始点到R点的距离（具方向性）

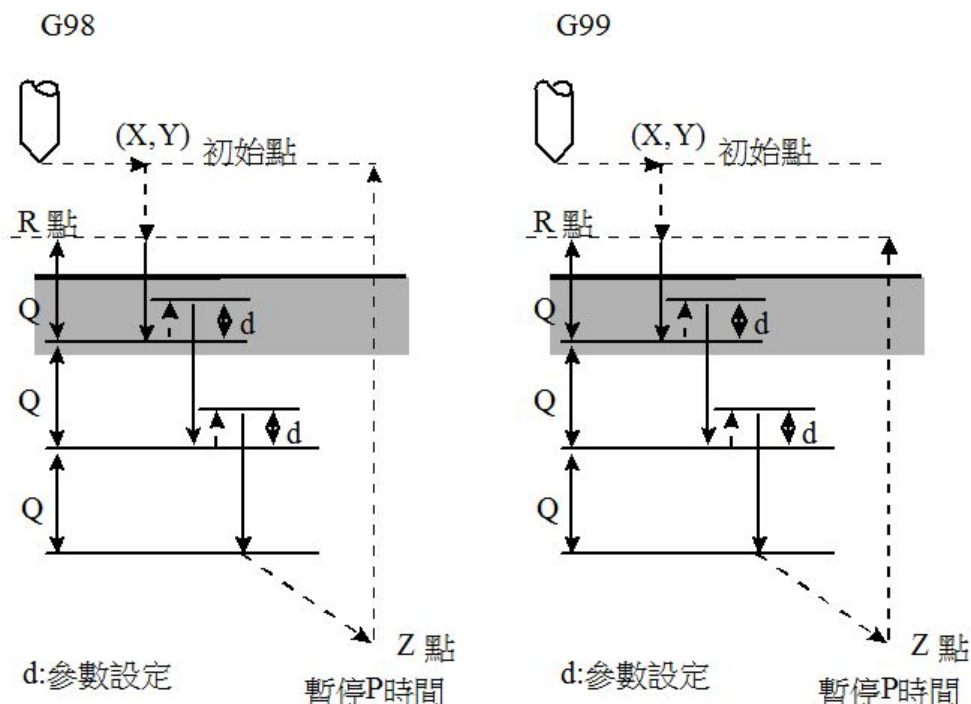
G90 ->R点程式坐标位置

Q：每次进给深度（增量且为正值，负号将被忽略）

F：进给速率

K：重复次数（重复移动和钻孔的动作，G91 增量输入有效）

X、Y、Z、R绝对坐标或增量坐标由G90/G91来决定



2.56.2 说明

以下为动作流程说明：

1. 加工开始，刀具先以G00移动到所指定之 (X, Y) 点
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 以G01下降至相对於目前所钻深度一个切削量Q的深度
4. 以G00向上升一退刀距离 d (控制器参数4002)
5. 重复上述的钻孔动作直到到达洞底Z点
6. 以G00向上升到初始点 (G98) 或程式R点 (G99)

2.56.3 注意事项

1. 在下达G73指令前，先以M码让钻头开始转动。
2. 若M码和G73在同一个单节中被指定，则此一M码只有在该单节中的第一次定位动作时执行一次。
3. 若是指定重复K次，此M码也只有在第一个钻孔动作才会被执行，其它的钻孔动作则不执行。
4. G73为模式G码，下第一次之後一直有效，下一行程式若只下X、Y座标，控制器会执行该 X、Y座标的钻孔动作。
5. G73可用G80取消，或是程式遇到G00、G01、G02、G03或是其它循环，G73会自动被取消。
6. 在钻孔轴被改变之前，G73循环指令必须先被取消。
7. 如果单节中不包含任何一轴 (X, Y, Z) 的移动指令，则不执行钻孔动作。
8. Q及R所指定的资料只有在执行钻孔动作的单节中才会被设定，若是在非执行钻孔动作的单节中，则不会被设定。
9. G00、G01、G02、G03等G码和G73不能在同一个单节中被指定，否则G73循环指令将被取消。
10. 在G73循环指令中，刀具半径补正模式 (G41/G42/G40) 将被忽略。
11. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
12. 钻孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.56.4 程式范例

```

N001 F1000. S500;
N002 M03; // 启动钻头正转
N003 G90;
N004 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N005 G17;
N006 G90 G99;
// 设定R点、Z点和洞1的坐标，每次切削量2.0
N007 G73 X5. Y5. Z-10. R-5. Q2.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且设定返回初始点
N011 X10. Y10. Z-20.; // 洞5，且设定新的Z点为-20
N012 G80;
N013 M05; // 停止钻头
N014 M30;

```

2.57 G74：左手攻牙循环

2.57.1 指令格式

G74 X_ Y_ Z_ R_ P_ Q_ (F_ or E_) K_ I_ J_ ;

X(U) or Y(V): 洞孔的坐标资料 (可为绝对/相对坐标，使用增量时应注意Pr3809是否为1。)

Z:

G91 -> 初始点到Z点的距离 (具方向性)

G90 -> Z点程序坐标位置

R:

G91 -> 初始点到R点的距离 (具方向性)

G90 -> R点程序坐标位置

P: 在洞底的暂停时间 (秒)

Q: 每次进给深度 (增量且为正值，负号将被忽略，可不输入)

F: 进给速率

E: 每英寸多少牙数 (若F和E同时下，则E引数会被忽略)，提供版本：软体版本10.116.16B、10.116.18、10.117.19以及之后版本。

K: 重复次数 (重复移动和攻牙的动作，G91 增量输入有效)

X、Y、Z、R绝对坐标或增量坐标由G90/G91来决定

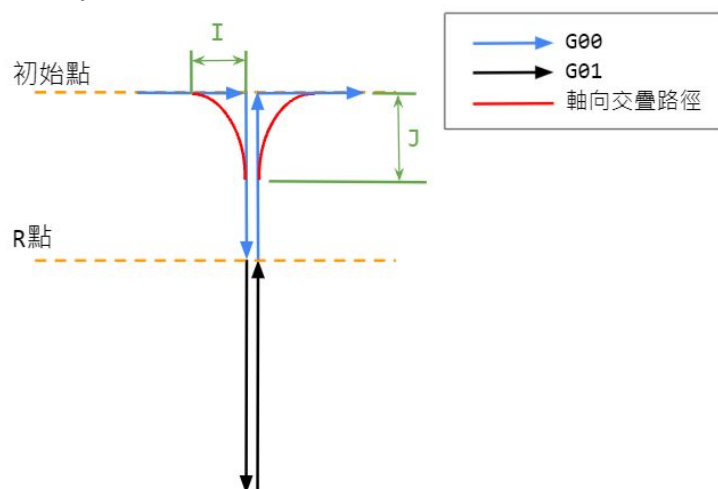
I: 定位轴轴向交叠距离 (上一孔位加工完后，G00定位到本孔位的轴向交叠距离)，Pr4008设定为1时有效，单位LIU

J: 攻牙轴轴向交叠距离 (本孔位加工完后，沿攻牙轴退出接G00单节的轴向交叠距离)，Pr4008设定为1时有效，单位LIU

1. ~10.118.47: 不支援I、J引数。

2. 10.118.48A~10.118.48D、10.118.48~10.118.50: I引数定义为攻牙轴的轴向交叠距离；J引数定义为定位轴的轴向交叠距离。

3. 10.118.48E、10.118.51及之后版本：I引数定义为定位轴的轴向交叠距离；J引数定义为攻牙轴的轴向交叠距离。

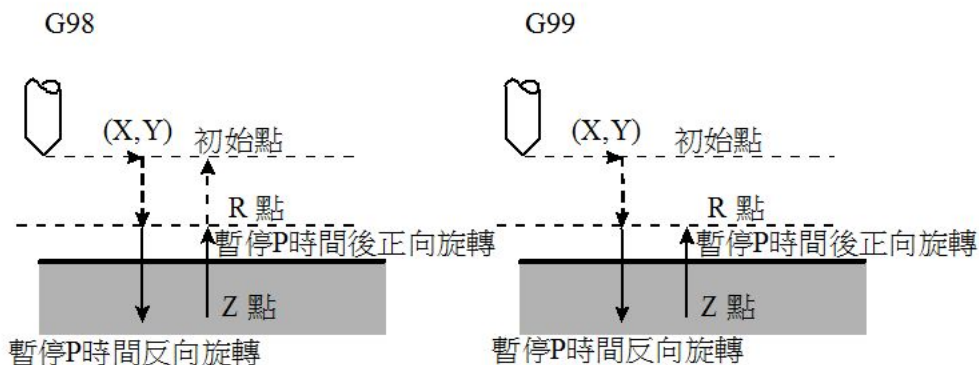


2.57.2 说明

1. 以下说明动作流程：
 - a. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之(X,Y)点
 - b. 以G00下降至所设定之R点
 - c. 进行攻牙
 - d. 以G00向上升到初始点（G98）或程序R点（G99）
2. 设定轴向交叠：
 - a. 当加工程序遇到连续两个单节为G84，或是G84与G00相接，则距第一个单节结束前的多远距离，第二个单节便开始启动。此距离称作轴向交叠距离，如上图中的I、J所示。
 - b. 轴向交叠的功能适用于连续攻牙循环，无需于加工程序的每一行攻牙指令带I、J引数，即可以固定距离进行轴向交叠。以底下范例程序2为例，每段攻牙指令的定位轴与攻牙轴的轴向交叠距离分别为2与3，直到执行完攻牙循环取消指令G80为止，才会将轴向交叠距离归零。
 - c. 轴向交叠的启用需将Pr4008设定为1，否则I、J引数无作用；如果Pr4008设定为1下，但未下I、J引数，轴向交叠依然无效。
 - d. 轴向交叠仅会在R点以上有效。备注：对应到动作流程攻牙完，如果上升只回到R点（G99），轴向交叠不会执行。

SYNTEC

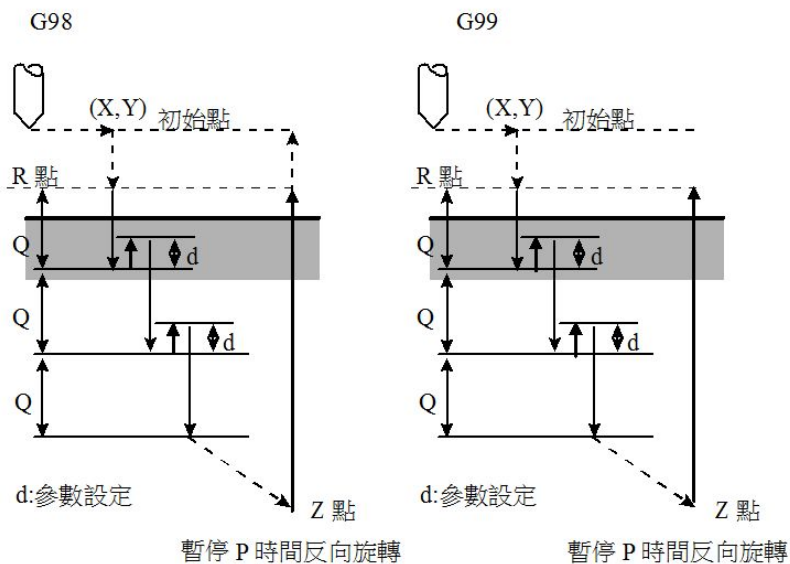
TYPE I: 无Q指数



动作说明

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X,Y) 点。
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 执行主轴定位(若Pr4007=0, 此动作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至洞底Z点。
5. 暂停P秒再反转钻头。
6. 以G01向上升到R点。
7. 暂停P秒再反转钻头。
8. 以G00向上升到初始点 (G98) 或程序R点 (G99) 。

TYPE II: 高速啄攻 (Pr4001= 1)

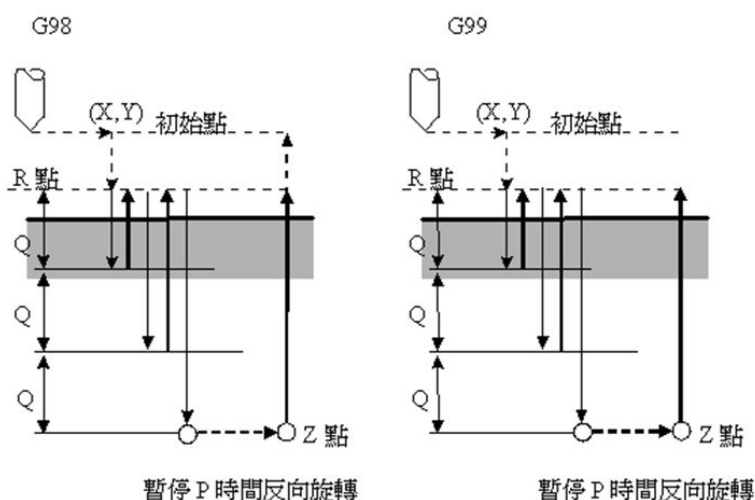


动作说明

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X,Y) 点。
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 执行主轴定位(若Pr4007=0, 此动作可忽略)。

4. 以G01攻牙下降至相对于目前所钻深度一个切削量Q的深度。
5. 暂停P秒再反转钻头，以G01向上升一个退刀量d的深度（Pr4004设定）。
6. 暂停P秒再反转钻头，再以G01向下降到相对于目前所钻深度一个切削量Q的深度。
7. 暂停P秒再反转钻头，以G01向上升一个退刀量d的深度（Pr4004设定）。
8. 重复上述的攻牙动作直到到达洞底Z点。
9. 暂停P秒再反转钻头。
10. 以G01向上升到程序R点（G99）。
11. 暂停P秒再反转钻头。
12. 以G00向上升初始点（G98）。

TYPEIII：一般啄攻（Pr4001=0）



动作说明

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X,Y) 点。
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 执行主轴定位(若Pr4007=0, 此动作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至相对于目前所钻深度一个切削量Q的深度。
5. 暂停P秒再反转钻头，以G01向上升到工件表面 R点。
6. 暂停P秒再反转钻头，再以G01向下降到相对于目前所钻深度一个切削量Q的深度。
7. 暂停P秒再反转钻头，以G01向上升到工件表面 R点。
8. 重复上述的攻牙动作直到到达洞底Z点。
9. 暂停P秒再反转钻头。
10. 以G01向上升到程序R点（G99）。
11. 暂停P秒再反转钻头。
12. 以G00向上升初始点（G98）。

攻牙牙距/加工速度换算

G94: 加工速度 (F mm/min) = 主轴转速 (S r.p.m) * 牙距 (P mm/rev)

G95: 加工速度 (F:mm/rev) = 牙距 (P mm/rev)

G74: 加工中，加工速度F、主轴转速S不受旋钮开关控制（固定 100%）

2.57.3 注意事项

1. 在下达G74指令前，先以M码让主轴开始转动。
2. 若M码和G74在同一个单节中被指定，则此M码只有在该单节中执行一次。
3. 若是指定重复K次，此M码也只有在第一个攻牙动作才会被执行，其它的攻牙动作则不执行。
4. G74为模式G码，启用后一直有效，下一行程式只下XY座标，控制器会执行该XY座标的攻牙动作。
5. 承上，此模式可由G80取消，或是程序遇到G00、G01、G02、G03与其它循环G码，此模式亦会自动取消。
6. 在攻牙期间，若按下暂停或复位键，会完成该孔攻牙动作并停在R点。
7. 攻牙前主轴定位角度，可由主轴原点偏移量(Pr1771~Pr1780)决定。
8. G00、G01、G02、G03等G码和G74不能在同一个单节中被指定，否则G74循环指令将被取消。
9. 在G74循环指令中，刀具半径补正模式（G41/G42/G40）将被忽略。
10. 攻牙前主轴定位功能，有效版本始于10.116.14，并且仅提供于总线主轴。
11. 切换加工主轴前(R791~)，若当前主轴处于攻牙状态，须先以G80取消，以避免后续出现非预期的加工动作。
12. 该机型支援快攻模式，执行加工时，G74无下Q及P引数，且该主轴为总线主轴或是非总线主轴但Pr1791~设为3时，则以快攻模式做动。
13. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
14. 攻牙轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。
15. 因攻牙循环使用标准M03/M04/M05进行主轴旋转方向控制，如有客制M03/M04/M05，请于客制MACRO内再指令M03/M04/M05，此时会视作标准M03/M04/M05，确保攻牙循环的动作正确。

2.57.4 程序范例

范例1

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N004 G17;
N005 M04;           // 启动钻头反转
N006 G90 G99;
                // 设定R点、Z点和洞1的座标，暂停时间2秒
N007 G74 X5. Y5. Z-10. R-5. P2.;
N008 X15.;         // 洞2
N009 Y15.;         // 洞3
N010 G98 X5.;      // 洞4，且设定返回初始点
N011 X10. Y10. Z-20.; // 洞5，且设定新的Z点为-20.
N012 G80;
N013 M05;          // 停止钻头
N014 M30;

```

范例2

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N004 G17;
N005 M04; // 启动钻头反转
N006 G90 G98; // 设定R点、Z点和洞1的座标

```

N007 G74 X5. Y5. Z-10. R-5 I2. J3.; // 设定攻牙指令的定位轴I与攻牙轴J的轴向交叠距离分别为2、3，轴向交叠区段为R至初始点区段
 N008 X15.; // 洞2
 N009 Y15.; // 洞3
 N010 G99 X5.; // 洞4，且设定返回R点
 N011 Y5.; // 洞5，不轴向交叠
 N013 G80;
 N014 M05; // 停止钻头
 N015 M30;

2.58 G76：精细搪孔循环

2.58.1 指令格式

G76 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ K_ ;

X(U) or Y(V)：洞孔的座标资料（可为绝对/相对座标，使用增量时应注意Pr3809是否为1。）

Z：

G91 ->初始点到Z点的距离（具方向性）

G90 ->Z点程式座标位置

R：

G91 ->初始点到R点的距离（具方向性）

G90 ->R点程式座标位置

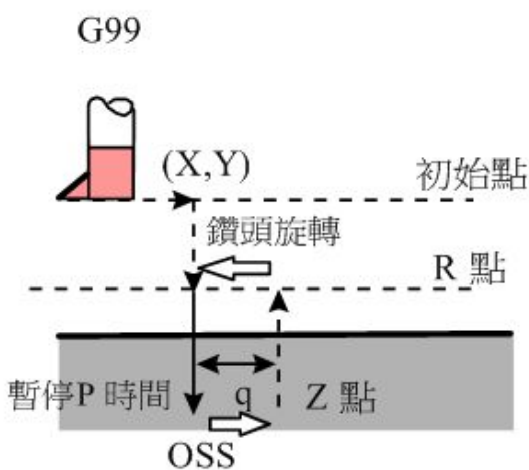
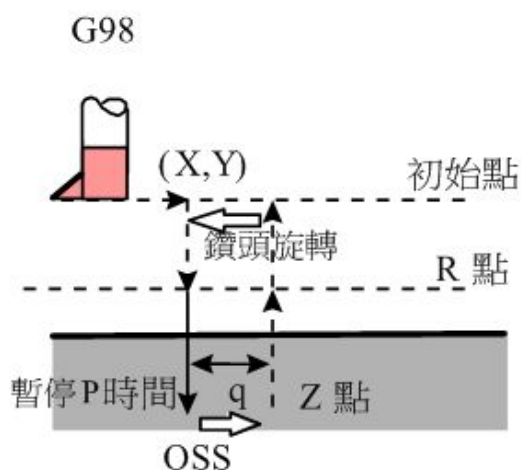
Q：刀具在洞底的位移量（需为正值，负号将被忽略）

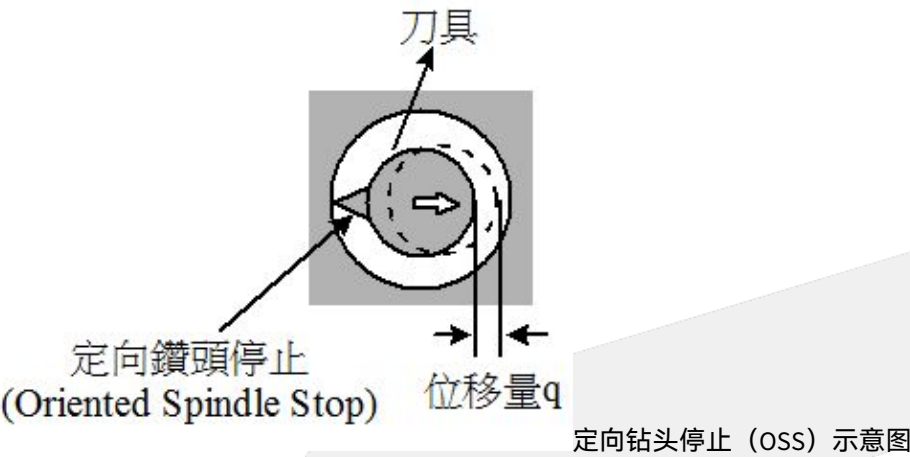
P：在洞底的暂停时间（秒）

F：进给速率

K：重复次数（重复移动和钻孔的动作，G91 增量输入有效）

其中X、Y、Z、R绝对座标或增量座标由G90/G91来决定





2.58.2 说明

以下说明动作流程:

- 1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之(X,Y)点
- 2. 以G00下降至所设定之R点(不做主轴定位)
- 3. 以G01下降至洞底Z点暂停P秒後以主轴定位停止钻头,
- 4. 位移搪刀偏心量Q的距离
- 5. 以G00向上升到初始点(G98)或程式R点(G99)
- 6. 搪刀反位移-Q位移量
- 7. 钻头旋转

2.58.3 ※ 警告

Q值是在G76循环中所要求的一个Modal Value, 此一Q值需要很小心的指定, 因为它也被使用在G73/G83/G87中。

• OSS (Oriented Spindle Stop) 的方向由Pr4020决定

Pr4020	OSS方向
0	+X
1	-X
2	+Y
3	-Y
4	+Z
5	-Z

2.58.4 注意事项

1. 在下达G76指令前，先以M码让钻头开始转动。
2. 若M码和G76在同一个单节中被指定，则此一M码只有在该单节中的第一次定位动作时执行一次。
3. 若是指定重复K次，此M码也只有在第一个钻孔动作才会被执行，其它的钻孔动作则不执行。
4. G76为模式G码，下第一次之後一直有效，下一行程式只下 X、Y 座标，控制器会执行该X、Y 座标的搪孔动作。
5. 此模式G码以 G80 取消，或是程式遇到 G00，G01，G02，G03 或是其它循环，此模式G码会自动被取消。
6. 在钻孔轴被改变之前，G76循环指令必须先被取消。
7. 如果单节中不包含任何一轴（X,Y,Z）的移动指令，则不执行钻孔动作。
8. Q值必须被设定为一正值。如果Q值为负值，则仍视为正值（取绝对值）。
9. Q和R所指定的资料只有在执行钻孔动作的单节中才会被设定，若是在非执行钻孔动作的单节中，则不会被设定。
10. G00，G01，G02，G03等G码和G76不能在同一个单节中被指定，否则G76将被取消。
11. 在G76循环指令中，刀具半径补正模式（G41/G42/G40）将被忽略。
12. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
13. 搪孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.58.5 程式范例

```

N001 F1000. S500;
N002 M03; // 启动钻头正转
N003 G90;
N004 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N005 G17;
N006 G90 G99;
//设定R点、Z点及洞1的座标，洞底位移量2.0，暂停时间5秒
N007 G76 X5. Y5. Z-10. R-5. Q2. P5.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且设定返回初始点
N011 X10. Y10. Z-20.; // 洞5，且设定新的Z点为-20.0
N012 G80;
N013 M05; // 停止钻头
N014 M30;

```

2.59 G80.2 关闭高精度进阶摆荡循环

2.59.1 指令格式

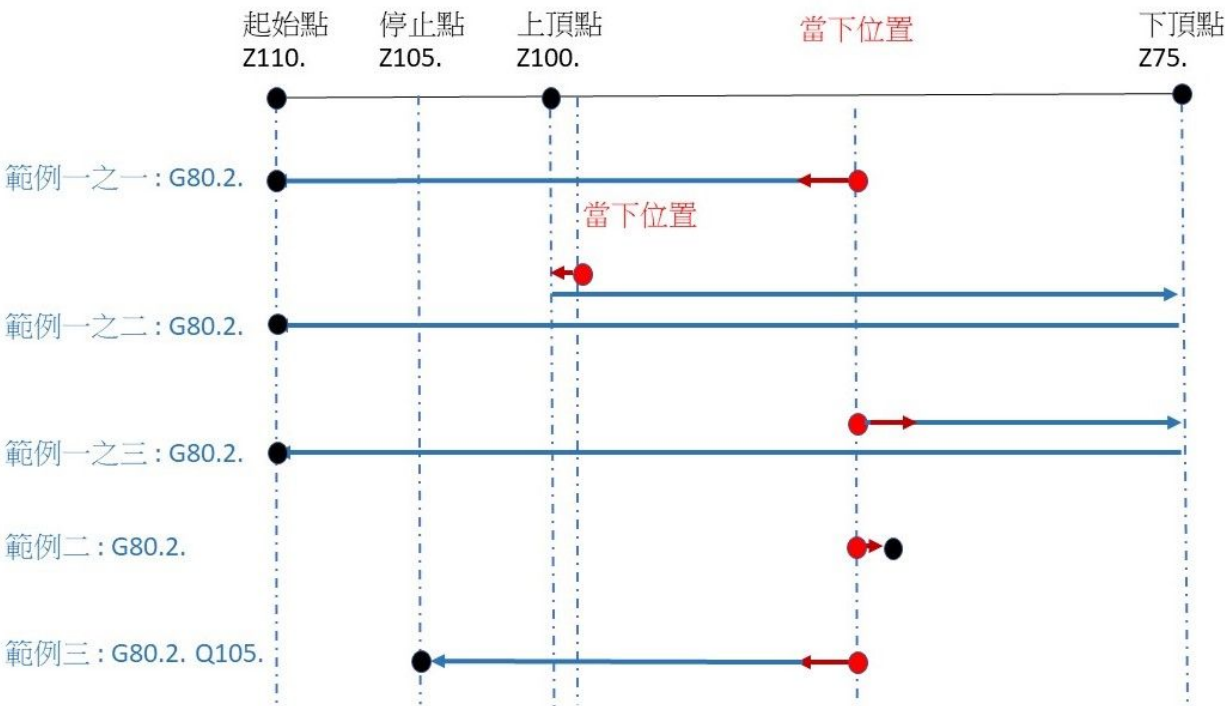
G80.2 [Q_]: 关闭高精度进阶摆荡功能

Q: 指定停止位置(绝对值，机械座标，单位：IU)，可不指定，未指定就依照Pr3957设定。

2.59.2 说明

1. Pr3957 设定R点为停止位置：
 - a. 若停止点的位置与当下摆荡方向相同：
 - i. 加减速距离足够，则会往停止点位置移动。(见范例一之一)
 - ii. 加减速距离不足，则会执行完当前命令并移动到下个顶点反向移动后，才会往指定点位置移动。(见范例一之二)

- b. 若停止点的位置与当下摆荡方向相反，则会等到移动到下个顶点反向移动后，才会往停止点位置移动，并不会在收到指令的当下立刻反向移动。(见范例一之三)
2. 摆荡速度倍率同样使用摆荡的进给百分比 (R19)，范围为0%~150%或1~15段。(进给百分比相关请参考 Pr3207 *C_S界面版本编号说明)。
3. 加减速段规划的动程参数，是依照所移动的轴向参数Pr541~、Pr621~、Pr641~决定。
4. 重复下 G80.2，摆荡轴将先根据第一个 G80.2 做停止规画，确实停止后才执行第二个 G80.2。
5. 摆荡过程中读到 G80.2 命令后做停止规画，停止过程中摆荡速度会依照G81.2的设定，详见：[G81.2 高精度进阶摆荡循环](#)。
6. 在摆荡停止时下 G80.2，若 G80.2 没有指定 Q 引数，则忽略该指令；若 G80.2 有指定 Q 引数，将根据 Pr621~ 的速度移动到指定 Q 点。



2.59.3 程序范例

范例一之一~范例一之三

```
// Pr17 = 2 为例，1BLU = 0.001mm
// Pr3957 = 0
@120000 :=100000;           // 设定R20000为100mm
@120001 :=75000;            // 设定R20001为75mm
@120002 :=3000;             // 设定R20002为3000mm/min

G90;
G00 X0. Y0.;
G81.2 P1 Q20000 R110. L20002; // 床台以G00速度到达R点后，在上顶点与下顶点间来回运动
G01 Y50.;
G80.2;                      // 关闭摆荡功能，摆荡轴会在R点减速停止
```

范例二：

// Pr17 = 2 为例，1BLU = 0.001mm

// Pr3957 = 1

@120000 :=100000; // 设定R20000为100mm

@120001 :=75000; // 设定R20001为75mm

@120002 :=3000; // 设定R20002为3000mm/min

G90;

G00 X0. Y0.;

G81.2 P1 Q20000 R110. L20002; // 床台以G00速度到达R点后，在上顶点与下顶点间来回运动

G01 Y50.;

G80.2; // 关闭摆荡功能，摆荡轴会立即减速停止

M30;

范例三：

// Pr17 = 2 为例，1BLU = 0.001mm

// Pr3957 = 1

@120000 :=100000; // 设定R20000为100mm

@120001 :=75000; // 设定R20001为75mm

@120002 :=3000; // 设定R20002为3000mm/min

G90;

G00 X0. Y0.;

G81.2 P1 Q20000 R110. L20002; // 床台以G00速度到达R点后，在上顶点与下顶点间来回运动

G01 Y50.;

G80.2 Q105.;

// 关闭摆荡功能，摆荡轴会在X105.减速停止

M30;

2.60 G80-G89：钻孔用固定循环

2.60.1 说明

钻孔用固定循环以一个单节的特定G码功能，来处理原本需要数个单节才能完成的加工动作，使程序简化。

钻孔循环一览表

项目	名称	钻孔方向与动作	孔底是否暂停	孔底主轴动作	逃离动作	用途
G80						取消循环

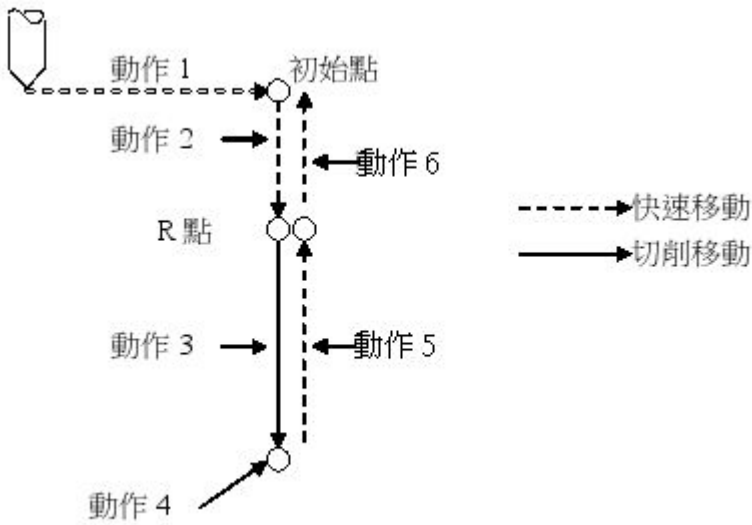
项目	名称	钻孔方向与动作	孔底是否暂停	孔底主轴动作	逃离动作	用途
G81	一般钻孔	-Z, 切削进给	否	-	快速进给	钻孔循环
	快速钻孔	-Z, 切削进给	否	-	快速进给 (未指定F2) 上拉速率F2	
G82	孔底暂停钻孔	-Z, 切削进给	是	-	快速进给	钻孔循环
G83	啄式钻孔	-Z, 切削进给	否	-	快速进给	钻孔循环
G84	一般攻牙	-Z, 切削进给	是	停止+反转	回R点: 切削进给 R点回初始点: 快速进给	攻牙循环
	快速攻牙	-Z, 切削进给	否	仅反转	回R点: 切削进给 R点回初始点: 快速进给	
	高速啄攻	-Z, 切削进给	是	停止+反转	回R点: 切削进给 回退d深度: 切削进给 R点回初始点: 快速进给	
	一般啄攻	-Z, 切削进给	是	停止+反转	回R点: 切削进给 R点回初始点: 快速进给	
G85	一般钻孔	-Z, 切削进给	否	-	回R点: 切削进给 R点回初始点: 快速进给	钻孔循环
G86	高速钻孔	-Z, 切削进给	否	停止	快速进给	钻孔循环
G87	背面精细搪孔	+Z, 切削进给	是	主轴定位	快速进给	搪孔循环

项目	名称	钻孔方向与动作	孔底是否暂停	孔底主轴动作	逃离动作	用途
G88	半自动精细搪孔	-Z, 切削进给	是(含程序暂停M0)	停止	手动	搪孔循环
G89	孔底暂停搪孔	-Z, 切削进给	是	-	回R点: 切削进给 R点回初始点: 快速进给	搪孔循环

- 注1: G码中以M04指令进行钻头反转
- 注2: G84快速攻牙启动条件: (无Q引数) 且 (总线 或 泛用P型主轴) 且 (无P引数)

一般而言，钻孔加工循环由下列六个连续动作构成：

1. 快速移动至X、Y轴定位点
2. 快速移动至R点
3. 钻孔加工
4. 在孔底位置上的动作
5. 离开到R点
6. 快速移动至初始点



关于复归动作，以G98/G99指定刀具复归到R点或初始点。(请参照下图)
即使以G99的方式进行钻孔加工动作，初始点也不变。如上次的复归位置为初始点，出发位置便是初始点，如为R点，便是R点。

G98	G99
-----	-----



2.61 G81.1: 振荡循环

2.61.1 指令格式

G81.1 Z_ Q_ R_ F_

Z_: Z轴的上顶点坐标（绝对值，机械坐标，当轴向不为Z轴时，请指定其它轴向名称）

Q_: 上顶点至下顶点距离（增量值）

R_: 上顶点至R点距离（增量值）

F_: 进给速率

G80.1: 取消振荡

2.61.2 说明

1. 当轴向须不断来回运动时，振荡功能可提供轴向更稳定与高速的运动方式，例如在磨床机械的运用，来回运动的研磨轴向在高速下将更平顺。
此功能会同时进行伺服落后的补偿，通常在往返的两端点，会因伺服落后的关系，使得实际移动并未到达指定的位置，补偿后即可让轴向实际移动到正确位置上。
2. 伺服落后补偿功能必须正确设定Pr181~与Pr3956，才能有效进行。
3. 本功能有两种启动方式，一是在加工档执行G81.1，一是由PLC触发相关C bit启动（有效版本: 10.118.19及之前版本）。（若想使用PLC触发功能，请参考PLC介面说明之C86、C87）
4. 振荡启动时，刀具将以G00的速度移动到R点，此时速度倍率将使用振荡的进给百分比（R19），且上限被限制为100%。
结束振荡移回R点，或启动振荡由R点移动到上顶点或下顶点时，将以振荡的速度移动。
5. 承上，此时的速度倍率同样使用振荡的进给百分比（R19），范围为0%~150%或1~15段。（进给百分比相关请参考Pr3207 *C_S界面版本编号说明）
6. 加减速段规划的动程参数，是依照所移动的轴向参数Pr541~与Pr641~来决定。

2.61.3 注意事项

1. 仅车床、铣床、eHMC、FC、GlassGrind机型支援振荡功能。
 2. 在振荡轴向移动时切换控制器模式，此时控制器进入暂停状态，振荡轴向会移回指定的R点坐标后停止，直到再次执行加工（Cycle Start, C0）。
 3. 振荡过程中若将控制器暂停（C1），振荡轴向会移回指定的R点坐标后停止，直到再次执行加工（Cycle Start, C0）。
- 备注：系统会预解，振荡过程中若将控制器暂停（C1），并不会马上停下或马上回到R点。

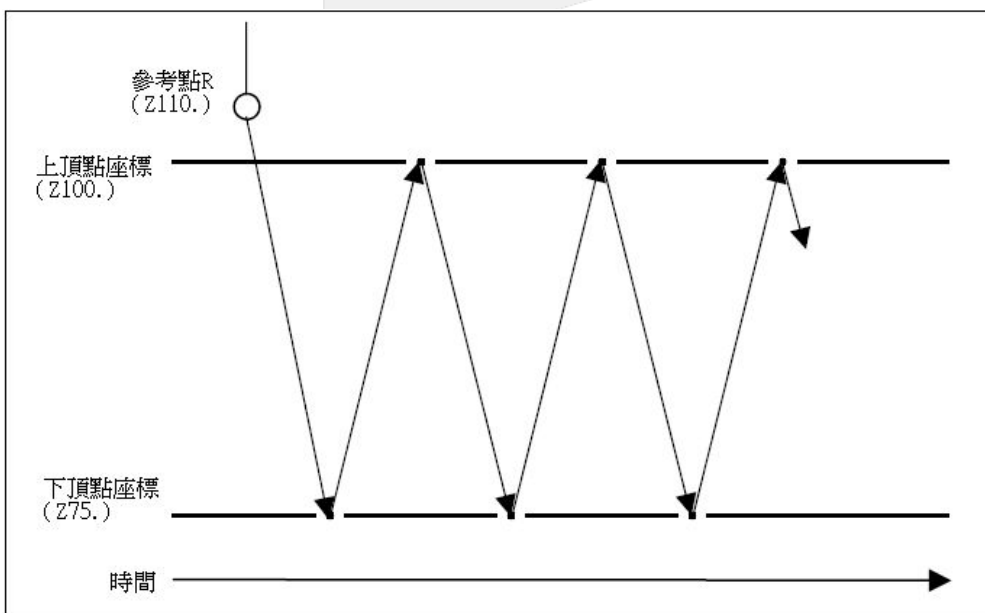
4. 摆动过程中若压下急停（C36），摆动轴向将立即停止。
5. 摆动过程中若复位（C37）控制器，摆动轴向将移回指定的R点坐标后才停止。
备注：系统会预解，摆动过程中若复位（C37）控制器，并不会马上停下或马上回到R点。
6. 控制器发生警报时，摆动轴向会依警报紧急程度动作：
 - a. 会让系统进入未就绪（Servo Off）的警报，摆动轴向将立即停止。
 - b. 会让系统停止加工的警报，摆动轴向将移回指定的R点坐标后才停止。
 - c. 不会让系统停止加工的警报，摆动轴向会正常运作。
7. 其他限制：
 - a. 每个轴群仅支援一组摆动轴
 - i. 若要在同轴群下，切换新的摆动轴，或对同个摆动轴设定新的顶点坐标，请先用 G80.1 关闭后，再重新启动 G81.1。
 - ii. 若没有先使用 G80.1 关闭摆动，重复下 G81.1 会报警 COR-370 摆动循环功能启用错误。
 - iii. 若有对同个摆动轴设定新的顶点坐标/重复指定摆动的需求，可改使用 [G81.2 高精度进阶摆动循环](#)。
 - b. 在刀尖点模式下不能使用摆动，否则跳COR-342警报。
 - c. 摆动进行中，摆动轴向不可再输入其他移动命令，否则跳COR-339警报。
 - i. 移动指令如：G0、G1、G2、G3、G53、G31等等。
 - d. 摆动进行中，摆动轴向不可更改坐标系资料，否则跳COR-340警报。
 - i. 坐标系资料如：G54 P1~G54 P100、G92、G92.1、G10 L2、G10 L1300、G68、G68.2、G68.3、#值(#1880~#1933、#20001~#20658)、外部坐标偏置、手轮偏置。
 - e. 当摆动轴向正处于PLC轴执行状态、为主轴或已经被其他轴群指定为摆动轴时，将会跳COR-341警报。
 - f. 摆动轴向不支援镜射功能。
 - g. 支援10.118.19及之前版本，尚保有PLC启动介面（C86、C87），不可以将PLC摆动与第一轴群 G81.1 摆动混用。
 - h. 要暂停摆动动作，可用C1暂停并用C0解除暂停；也可用on C87暂停并用off C87解除暂停（10.118.19及之前版本），此两种方式不能同时使用。

2.61.4 程序范例

G90

G81.1 Z100. Q-25. R10. F3000 //床台以G00速度到达R点后，在上顶点与下顶点间来回运动

G80.1 //取消并回R点



注意：参考点建议设置在上、下顶点之外，避免轴向冲量（Jerk）过大。

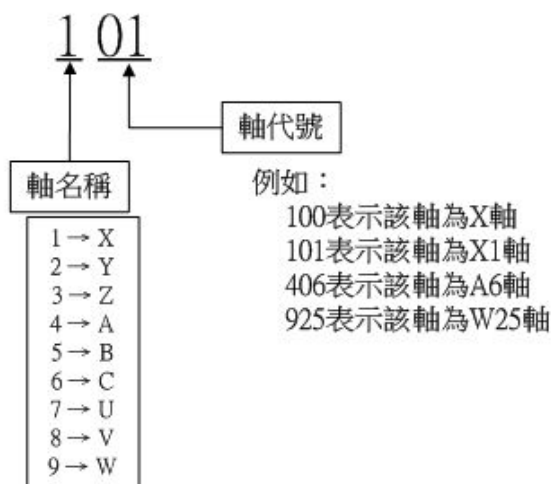
2.62 G81.2 高精度进阶摆荡循环

2.62.1 指令格式

G81.2 P_ Q_ [R_] L_：启动高精度进阶摆荡功能

P：指定摆荡轴号或轴名称

- e.g. 指定轴名称
 - P101指定X1轴进行摆荡



- e.g. 指定轴号
 - P1指定第一轴进行摆荡

Q：指定上顶点坐标数值所对应的寄存器号码，下顶点对应的寄存器号码为上顶点寄存器号码加一（寄存器号码内所存的值，表示机械坐标数值，单位为BLU，受到Pr17设定的影响）

- e.g. 设定寄存器号码20000为上顶点
 - Q20000 指定R20000为上顶点，则R20001为下顶点

R：起始点坐标（绝对命令，机械坐标，单位为IU），可不下，未指定则以当下位置为R点

L：指定摆荡速度数值所对应的寄存器号码（寄存器中数值的单位为 IU/min）

- e.g. 设定寄存器号码20002为指定摆荡速度
 - L20002 指定R20002为指定摆荡速度，当R20002中的数值为500，且此时摆荡的进给百分比（R19）为20%，则摆荡轴摆荡速度为 100 IU/min

2.62.2 说明

- 当轴向须不断来回运动时，摆荡功能可提供轴向**更稳定与高速的运动方式**，例如在磨床机械的运用，来回运动的研磨轴向在高速下将更平顺。
 - 可使用Pr3808进行伺服落后补偿，补偿后可让轴向移动到准确位置上。
- 动作说明：
 - 摆荡功能启动时，刀具将以**G00的速度移动到指定的R点**，其他的区段的速度将参考L引数指定的**寄存器中的数值做摆荡**。
 - 承a.，若R点与上下顶点坐标不同，则第一段摆荡轨迹会是从R点到距离最远的顶点。

- c. 摆动功能启动后，摆动轴所有动作都将使用摆动的进给百分比 (R19)，范围为0%~150%或1~15段。(进给百分比相关请参考Pr3207 *C_S界面版本编号说明)
- d. 加减速段规划的动程参数，是依照所移动的轴向参数Pr541~、Pr621~、Pr641~决定。
- e. 使用G81.2前的系统轴向命令会先执行完毕才进行摆动。
- f. 使用G81.2后会先移动到R点后，才会继续执行下一个单节。
- g. 执行摆动期间，若记录上下顶点或摆动速度的暂存器中的数值有变动，会于抵达下一个换向点后，更新摆动上下顶点及摆动速度的设定，并执行新设定下的动作。
- h. 对正在摆动的轴向重复下摆动指令，摆动轴将于抵达下一个换向点后，更新摆动上下顶点、R点及摆动速度的设定，并摆动至新指令指定的反向顶点。(若摆动至旧指令指定之下顶点后，新指令生效，则之后将摆动至新指令指定之上顶点)
- i. 重复下 G81.2 有其使用限制，若在前一次指定的摆动轴尚未确实停止时，就对其他摆动轴下摆动指令，会跳 COR-370 警报，提醒同一轴群不支援同时有 2 个轴在摆动。
- 3. 摆动过程中若暂停(C1)、复位 (C37)、关闭摆动，控制器会依照参数Pr3957设定，决定摆动轴停止位置。
 - a. Pr3957设定为0时，若未指定R点，则以启动摆动循环当下位置为R点。
 - b. Pr3957设定为0时，对已经在做高精度进阶摆动的轴再次下 G81.2 并且指定 R 点，可用于修改摆动轴停止位置。
 - c. Pr3957设定为0时，对已经在做高精度进阶摆动的轴再次下 G81.2 不指定 R 点，则停止于旧的摆动 R 点。
- 4. 摆动过程中若暂停，再次执行加工时(Cycle Start, C0 ON)，会回到上/下顶点继续摆动。
- 5. 控制器发生警报时，摆动轴向会依警报紧急程度动作：
 - a. 会让系统进入未就绪 (Servo Off) 的警报，摆动轴向将立即停止。
 - b. 会让系统停止加工的警报，摆动轴向将依Pr3957设定决定停止位置。
 - c. 不会让系统停止加工的警报，摆动轴向会正常运作。
- 6. 摆动过程中若压下急停 (C36)，摆动轴向将立即停止摆动。
- 7. 摆动功能使用的摆动轴，不支援手轮模拟 (C20 ON)，摆动轴动作不受手轮模拟影响，持续进行摆动动作。
- 8. 单节执行(C40)、程序暂停 (M00) 不会暂停摆动轴向。

2.62.3 注意事项

- 1. 使用此功能需开启Option-48 进阶摆动循环功能。
- 2. 支援版本为10.118.66G, 10.118.70A, 10.118.71及之后版本，在此之前版本使用此功能会报警COR-023。
- 3. 寄存器设定请避免使用系统区R值。
- 4. 在摆动轴向移动时切换控制器模式，此时控制器进入暂停状态，依照Pr3957设定决定暂停后的动作。
- 5. 其他限制：
 - a. 每个轴群支援一组摆动轴
 - i. 使用G81.2指定轴群中的2个轴同时进行摆动则跳COR-370 摆动循环功能启用错误警报。
 - ii. 连续下G81.1 + G81.2则跳COR-370 摆动循环功能启用错误警报。
 - b. 摆动轴向路径修改功能无效。(例如：镜像功能)

2.62.4 相关警报

Alarm ID	COR-023 BGND-023	Alarm 标题	【语义错误】
说明	1. 使用G码指令时，不同的G码可以输入不同的引数(如P_、L_、R_等)，当引数设定错误时，发此警报。 2. 使用标准函数时，引数型态错误。		

可能原因	加工程序编写错误。		
排除方法	请检查加工程序，并参考手册确认代入的引数的正确性。		
Alarm ID	COR-339 BGND-339	Alarm 标题	【摆荡轴禁止移动指令】
说明	摆荡中的轴向不可接受任何移动指令。		
可能原因	使用摆荡功能(G81.1、G81.2、C86)后，于关闭前对该轴进行移动指令。 注：C86有效版本：10.118.19及之前版本。		
排除方法	检查加工程序G码的移动指令，是否有摆荡轴向，且在摆荡功能关闭前已先执行。 移动指令G码例如：G0、G1、G2、G3、G31、G53.....等。		
Alarm ID	COR-340 BGND-340	Alarm 标题	【摆荡轴禁止改变座标系】
说明	摆荡中的轴向不可改变任何座标系，相关功能将被禁止。		
可能原因	1. 使用摆荡功能(G81.1、G81.2、C86)后，于关闭前切换座标系，且影响到摆荡轴向。 2. 同时使用摆荡功能(G81.1、G81.2、C86)与斜平面加工功能(G68.2、G68.3)。 3. 同时使用摆荡功能(G81.1、G81.2、C86)与轴交换功能(C133~C136)。 注：C86支援版本：10.118.19及之前版本。		
排除方法	1. 检查系统操作与编程座标系切换或改变，是否有影响到摆荡轴向。 2. 检查加工程序是否有同时使用摆荡功能(G81.1、G81.2、C86)与斜平面加工功能(G68.2、G68.3)。 3. 检查加工程序是否有同时使用摆荡功能(G81.1、G81.2、C86)并对摆荡轴做轴交换(C133~C136)。 注1：C86支援版本：10.118.19及之前版本。 注2：座标系相关编程：G54 P1~G54 P100、G92、G92.1、G10 L2、G10 L1300、G68、#值(#1880~#1933、#20001~#20658)。 注3：座标系相关操作：外部座标偏置、手轮偏置。		
Alarm ID	COR-341 BGND-341	Alarm 标题	【摆荡轴向切换错误】
说明	所指定的轴向无法被切换成摆荡轴。		

可能原因	1. 该轴向已被指定为PLC轴。 2. 该轴向已被指定为主轴。 3. 该轴向已被指定为伺服尾座轴。 4. 该轴向已被其他轴群指定为摆动轴。		
排除方法	1. 勿指定PLC轴为摆动轴。 2. 勿指定主轴为摆动轴。 3. 勿指定伺服尾座轴为摆动轴。 4. 检查多轴群是否重复对同一轴进行摆动功能(G81.1、G81.2、C86)。 注：C86支援版本：10.118.19及之前版本。		
Alarm ID	COR-342 BGND-342	Alarm 标题	【摆动轴禁止使用非线性机构链转换】
说明	使用摆动功能的轴禁止使用非线性机构链转换。		
可能原因	1. 启用摆动功能时，有使用非线性机构链转换。 2. 机台型态为二维机构转换(特殊机型)。		
排除方法	1. 请检查加工程序，确定摆动功能(G81.1、G81.2、C86)不在刀尖点控制(G43.4、G43.5)的效力范围内。 2. 请检查加工程序，确定摆动功能(G81.1、G81.2、C86)不在切法线控制(G41.1、G42.1)的效力范围内。 3. 请检查加工程序，确定摆动功能(G81.1、G81.2、C86)不在极坐标插补(G12.1)的效力范围内。 4. 所使用机台构型为二维机构转换(特殊机型)，不可使用摆动功能(G81.1、G81.2、C86)。 注：C86支援版本：10.118.19及之前版本。		
Alarm ID	COR-370 BGND-370	Alarm 标题	【摆动循环功能启用错误】
说明	摆动循环功能使用错误。		
可能原因	1. G81.2或G81.1未关闭前重复指令。 a. G81.1重复指令 b. G81.2与G81.1同时指令。 2. 使用G81.2指定轴群中的2个轴同时进行摆动。		
排除方法	1. 请正确启动与关闭摆动循环功能。		

2.62.5 程序范例

%@ MACRO

// Pr17 = 2 为例, 1BLU = 0.001mm

@120000 := 100000; // 设定R20000为100mm

@120001 := 75000; // 设定R20001为75mm

@120002 := 5000; // 设定R20002为5000mm/min

G90;

G00 X0.;

G81.2 P3 Q20000 R110. L20002; // 指定Z轴为摆动轴, R20000数值为上顶点位置, R20001数值为下顶点位置
// 床台以G00速度到达起始点后, 在上顶点与下顶点间来回运动

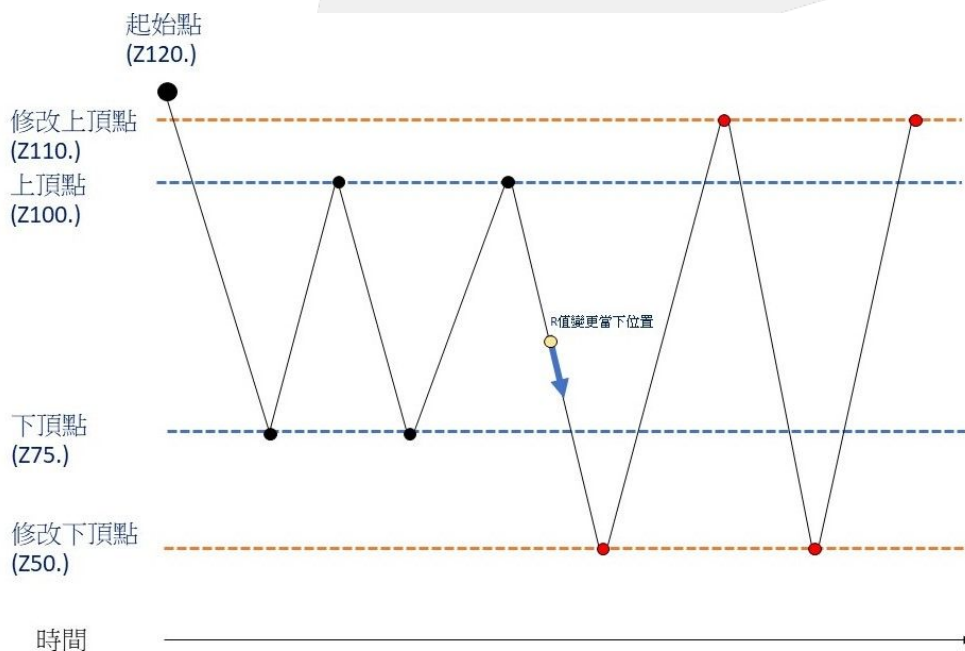
G01 X100.; // 执行摆动

// 加工中变更R20000、R20001数值为 110000, 50000

// 以新的上、下顶点执行摆动

G80.2;

M30;



注意: R点建议设置在上、下顶点之外, 避免轴向冲量 (Jerk) 过大。

2.63 G81: 钻孔循环

2.63.1 指令格式

G81 X_Y_Z_R_F_F2=_K_Q_D_

X(U) or Y(V): 洞孔的座标资料 (可为绝对/相对座标, 使用增量时应注意Pr3809是否为1。)

Z:

G91 -> R点到Z点的距离 (具方向性)

G90 -> Z点程序座标位置

R:

G91 ->初始点到R点的距离（具方向性）

G90 ->R点程序座标位置

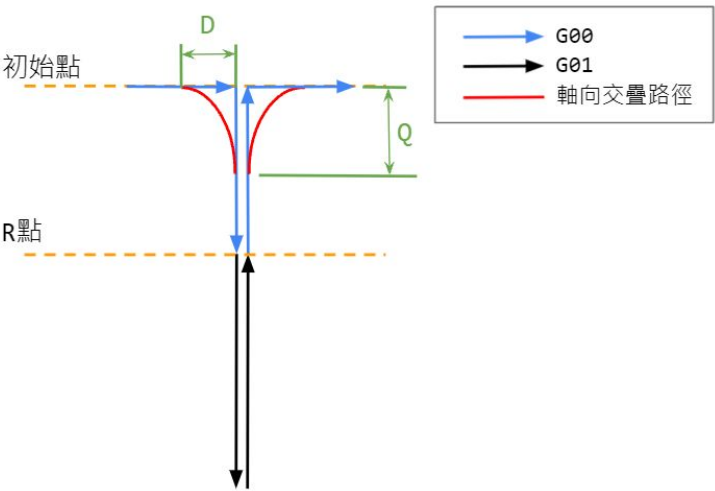
F：进给速率（下钻速率）

F2=:上拉速率（当Pr4008设定为0或者钻孔模式被切换到一般钻孔时，F2指令无效）

K: 重复次数（重复移动和钻孔的动作，G91 增量输入有效）

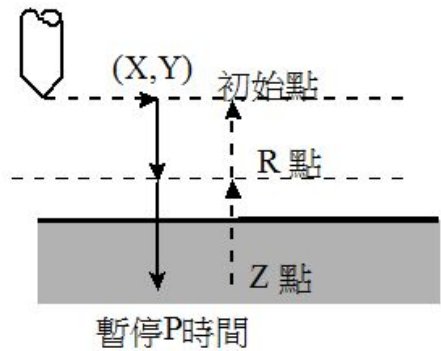
Q: 钻孔轴轴向交叠距离（本孔位加工完后，沿钻孔轴退出接G00单节的轴向交叠距离），Pr4008设定为1时有效，单位LIU

D: 定位轴轴向交叠距离(上一孔位加工完后，G00定位到本孔位的轴向交叠距离)，Pr4008设定为1时有效，单位LIU

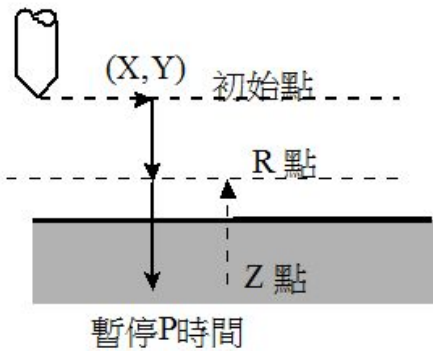


X、Y、Z、R绝对座标或增量座标由G90/G91来决定

G98



G99



2.63.2 说明

1. 以下说明动作流程:

- 加工开始刀具先以G00移动到所指定之(X,Y)点。
- 以G00下降至所设定之R点。
- 以G01下降至洞底Z点。
- 以F2速度向上升到初始点(G98)或程序R点(G99)，当F2未指定，或者F2有指定但数值小于等于零时，上升速度预设为G00速度。

2. 设置轴向交叠：

- 当加工程序遇到连续两个单节为G81，或G81与G00相接，则距第一个单节结束前的多远距离，第二个单节便开始启动。此距离称作轴向交叠距离，如上图中的Q、D所示。
- 轴向交叠的功能适用于连续钻孔循环，无需于加工程序的每一行钻孔指令带Q、D引数，即可以固定距离进行轴向交叠。以底下范例程序2为例，每段钻孔指令的钻孔轴与定位轴的轴向交叠距离分别为2与3，直到执行完钻孔循环取消指令G80为止，才会将轴向交叠距离归零。
- 轴向交叠的启用需将Pr4008设定为1，否则Q、D引数无作用；如果Pr4008设定为1下，但未下Q、D引数，轴向交叠依然无效。

TYPE I：一般钻孔

- 生效时机：Pr4008 = 0。
- 不支援指令格式F2，故无法控制上拉速率。
- 钻孔过程中，可以启用手轮模拟、Feedhold、Reset、改变G01进给倍率。

TYPE II：快速钻孔

- 生效时机：Pr4008 = 1且钻孔前G01倍率需为100%。
- 孔底精度较佳。
- 在孔底Z轴反向移动时，机台运动较平顺。
- 钻孔过程中，不可启用手轮模拟、改变G01进给倍率。
- 钻孔过程中 Feedhold, Reset 可能造成刀具停留深度超过指定孔深。
- 多孔钻孔时，切勿变动G01倍率，否则有机会被切换到一般钻孔，此时将切不回快速钻孔。

2.63.3 注意事项

- 在下达G81指令前，先以M码让钻头开始转动。
- M码和G81在同一个单节中被指定，则此一M码只有在该单节中的第一次定位动作时执行一次。
- 指定重复K次，此M码也只有在第一个钻孔动作才会被执行，其它的钻孔动作则不执行。
- 在钻孔轴被改变之前，G81循环指令必须先被取消。
- 如果单节中不包含任何一轴（X, Y, Z）的移动指令，则不执行钻孔动作。
- R所指定的资料只有在执行钻孔动作的单节中才会被设定，若是在非执行钻孔动作的单节中则不会被设定。
- G00、G01、G02、G03等G码和G81不能在同一个单节中被指定，否则G81将被取消。
- 在G81循环指令中，刀具半径补正模式（G41/G42/G40）将被忽略。
- F2引数非整数时，系统将发出警报COR-045 L码必须是整数。
- 当C40 On时，无法使用轴向交叠功能。
- 钻孔模式参数Pr4008有效版本：10.116.10J、10.116.16B
- 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
- 钻孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.63.4 程序范例

范例1

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N004 G17;
N005 M03 S1000; // 启动钻头正转
N006 G90 G99; // 设定R点、Z点和洞1的座标
N007 G81 X5. Y5. Z-10. R-5. F2=1000; // 设定下钻后的上拉速率1000

```

```

N008 X15.;// 洞2
N009 Y15.;// 洞3
N010 G98 X5.;// 洞4, 且设定返回初始点
N011 X10. Y10. Z-20.;// 洞5, 且设定新的Z点为-20
N012 G80;
N013 M05;// 停止钻头
N014 M30;

```

范例2

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.;// 移至初始点
N004 G17;
N005 M03 S1000;// 启动钻头正转
N006 G90 G99;//设定R点、Z点和洞1的座标
N007 G81 X5. Y5. Z-10. R-5. Q2. D3.;// 设定钻孔指令的钻孔轴Q与定位轴D的轴向交叠距离分别为2、3N007 G81
X5.Y5.Z-10. R5.问题 2.D3.;// 设定钻孔指令的钻孔轴Q与定位轴D的轴向交叠距离分别为2、3N007 G81
X5.Y5.Z-10. R5.问题 2.D3.;
N008 X15.;// 洞2
N009 Y15.;// 洞3
N010 G98 X5.;// 洞4, 且设定返回初始点
N011 X10. Y10. Z-20.;// 洞5, 且设定新的Z点为-20
N012 G80;
N013 M05;// 停止钻头
N014 M30;

```

2.64 G82: 孔底暂停钻孔循环

2.64.1 指令格式

G82 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_;

X(U) or Y(V): 洞孔的座标资料 (可为绝对/相对座标, 使用增量时应注意Pr3809是否为1。)

Z:

G91 -> R点到Z点的距离 (具方向性)
G90 -> Z点程式座标位置

R:

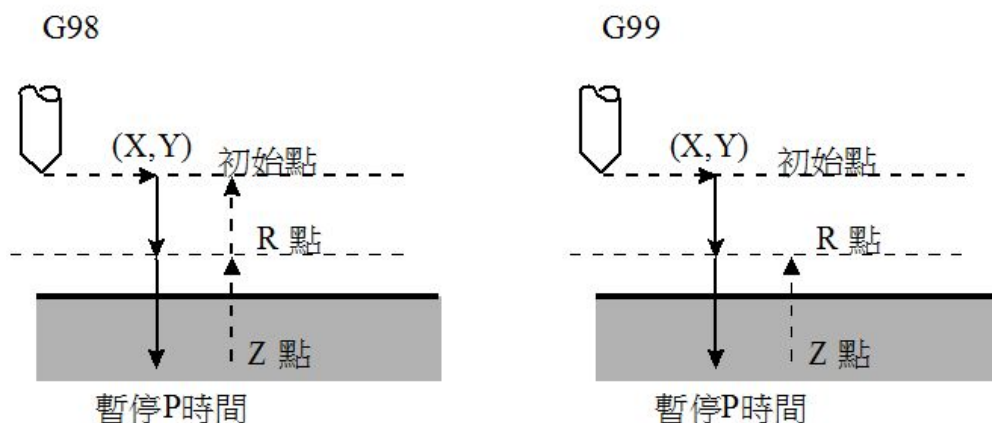
G91 -> 初始点到R点的距离 (具方向性)
G90 -> R点程式座标位置

P: 在洞底的暂停时间 (秒)

F: 进给速率

K: 重复次数 (重复移动和钻孔的动作, G91 增量输入有效)

X、Y、Z、R绝对座标或增量座标由G90/G91来决定



2.64.2 说明

以下说明动作流程：

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X, Y) 点
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 以G01下降至洞底Z点
4. 暂停P秒
5. 以G00向上升到初始点 (G98) 或程式R点 (G99)

2.64.3 注意事项

1. 在下达G82指令前，先以M码让钻头开始转动。
2. M码和G82在同一个单节中被指定，则此一M码只有在该单节中的第一次定位动作时执行一次。
3. 指定重复K次，此M码也只有在第一个钻孔动作才会被执行，其它的钻孔动作则不执行。
4. 在钻孔轴被改变之前，G82循环指令必须先被取消。
5. 如果单节中不包含任何一轴 (X, Y, Z) 的移动指令，则不执行钻孔动作。
6. R所指定的资料只有在执行钻孔动作的单节中才会被设定，若是在非执行钻孔动作的单节中则不会被设定。
7. G00、G01、G02、G03等G码和G82不能在同一个单节中被指定，否则G82将被取消。
8. 在G82循环指令中，刀具半径补偿模式 (G41/G42/G40) 将被忽略。
9. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
10. 钻孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.64.4 程式范例

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N004 G17;
N005 M03; // 启动钻头正转
N006 G90 G99;
// 设定R点、Z点和洞1的坐标，暂停时间2秒
N007 G82 X5. Y5. Z-10. R-5. P2.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且设定返回初始点

```

N011 G80;
 N012 M05; // 停止钻头
 N013 M30;

2.65 G83: 啄式钻孔循环

2.65.1 指令格式

G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ K_ ;

X(U) or Y(V): 洞孔的坐标资料 (可为绝对/相对坐标, 使用增量时应注意Pr3809是否为1。)

Z:

G91 -> R点到Z点的距离 (具方向性)

G90 -> Z点程式坐标位置

R:

G91 -> 初始点到R点的距离 (具方向性)

G90 -> R点程式坐标位置

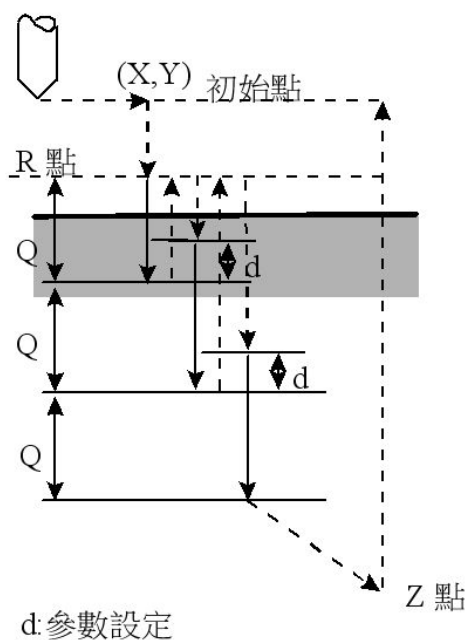
Q: 每次进给深度 (增量且为正值, 负号将被忽略)

F: 进给速率

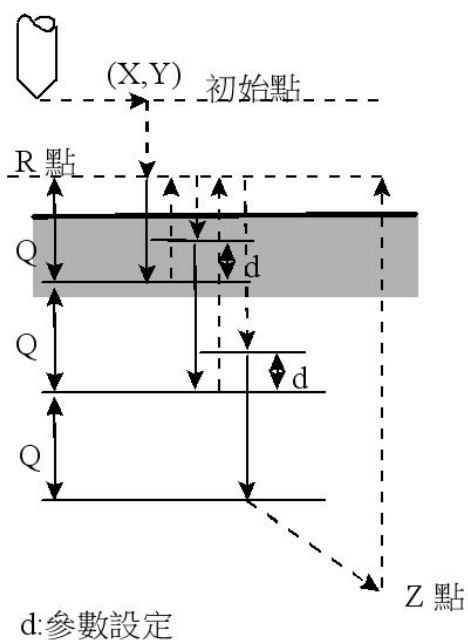
K: 重复次数 (重复移动和钻孔的动作, G91 增量输入有效)

X、Y、Z、R绝对坐标或增量坐标由G90/G91来决定

G98



G99



2.65.2 说明

以下说明动作流程：

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X, Y) 点
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 以G01下降至相对于目前所钻深度一个切削量Q的深度
4. 以G00向上升到工件表面 R点。
5. 以G00下降至相对于目前所钻深度上方一个退刀量 d的深度 (Pr4002设定)
6. 再以G01向下降到相对于目前所钻深度一个切削量Q的深度
7. 以G00向上升到工件表面 R点。
8. 重复上述的钻孔动作直到到达洞底Z点
9. 以G00向上升到初始点 (G98) 或程式R点 (G99)

2.65.3 注意事项

1. 在下达G83指令前，先以M碼让钻头开始转动。
2. 若M碼和G83在同一个单节中被指定，则此一M碼只有在该单节中的第一次定位动作时执行一次。
3. 指定重复K次，此M碼也只有在第一个钻孔动作才会被执行，其它的钻孔动作则不执行。
4. 在钻孔轴被改变之前，G83循环指令必须先被取消。
5. 如果单节中不包含任何一轴 (X, Y, Z) 的移动指令，则不执行钻孔动作。
6. Q引数若为0或空值会跳警报。
7. Q及R所指定的资料只有在执行钻孔动作的单节中才会被设定，若是在非执行钻孔动作的单节中则不会被设定。
8. G00、G01、G02、G03等G码和G83不能在同一个单节中被指定，否则G83将被取消。
9. 在G83循环指令中，刀具半径补偿模式 (G41/G42/G40) 将被忽略。
10. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
11. 钻孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.65.4 程式范例

```

N001 F1000. S500;
N002 M03; // 启动钻头正转
N003 G90;
N004 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N005 G17;
N006 G90 G99;
// 设定R点、Z点和洞1的座标，每次切削量3.0
N007 G83 X5. Y5. Z-10. R-5. Q3.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且设定返回初始点
N011 G80;
N012 M05; // 停止钻头
N013 M30;

```

2.66 G84.48：攻牙回退指令

指令格式

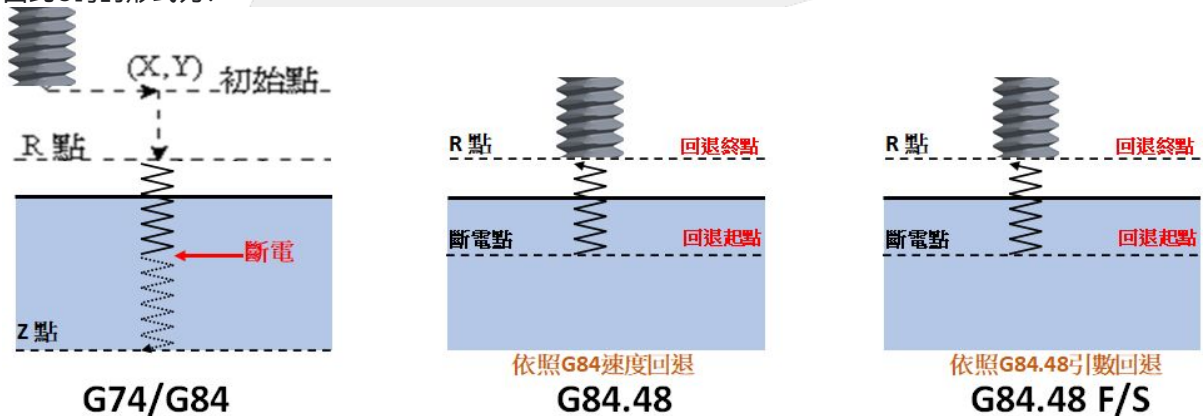
G84.48 (F_ or S_ or F_ S_);

F: 进给速率

S: 主轴转速

2.66.1 说明

1. 在攻牙时发生非预期的问题而拍急停，或者攻牙中无预警的断电，导致刀卡在工件中，使用者只需在MDI或者自动执行模式下执行此G码指令，就能执行攻牙回退
2. 回退的G码为G84.48
3. 回退到初始攻牙位置(R)
4. 攻牙回退的状态，完全保留初始攻牙的状态，严禁使用者再回退前变更G码状态
5. 攻牙时若使用G84/G74后面带E引数(每英寸多少牙数)，G84内部会自动转成储存F,S
6. G84.48可以带引数也可不带，不带引数则依照G84/G74当下的转速及Feedrate进行回退
7. G84.48的引数可以只输入F或者只输入S，或者两者均输入；若有输入F，此F的单位固定为mm/min
8. 当G84.48的引数F与S两者均输入时，输入的条件需与初始情况匹配，否则会跳警报
9. 因此G码的形式为：



2.66.2 注意事项

1. 该功能为118.28S版本之后才提供
2. 只支援G84/G74的攻牙
3. 此功能为高光玻璃及铣床两款机型的标准功能；它款产品，可用G10L1030与G10L1031客制方式满足，详细的客制注意事项请参阅产机使用说明

2.67 G84：攻牙循环

指令格式

G84 X_ Y_ Z_ R_ P_ Q_ (F_ or E_) K_ L_ J_ ;

X(U) or Y(V): 洞孔的坐标资料 (可为绝对/相对坐标, 使用增量时应注意Pr3809是否为1。)

Z:

G91 -> R点到Z点的距离 (具方向性)

G90 -> Z点程式坐标位置

R:

G91 -> 初始点到R点的距离（具方向性）

G90 -> R点程式坐标位置

P: 在洞底的暂停时间 (有小数点, 以秒为单位; 无小数点, 参考Pr17与Pr3241)

Q: 每次进给深度 (增量且为正值, 负号将被忽略, 可不输入)

F: 进给速率

E: 每英寸多少牙数 (若F和E同时下, 则E引数会被忽略), 提供版本: 10.116.16B、10.116.18、10.117.19及之后的版本。

K: 重复次数 (重复移动和攻牙的动作, G91 增量输入有效)

X、Y、Z、R绝对坐标或增量坐标由G90/G91来决定

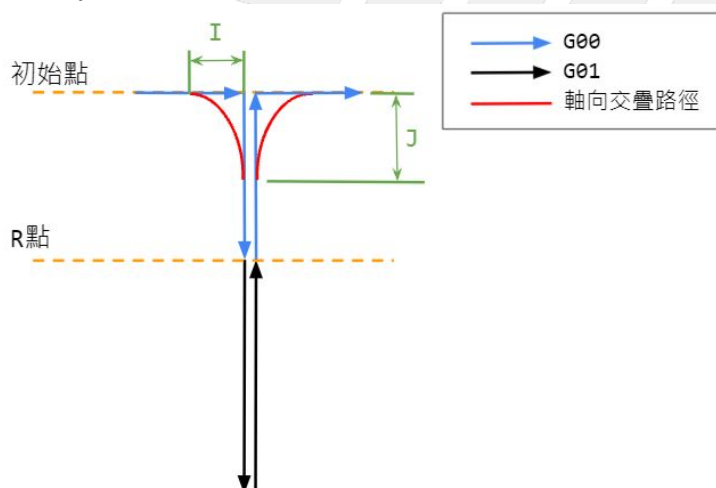
I: 定位轴轴向交叠距离 (上一孔位加工完后, G00定位到本孔位的轴向交叠距离), Pr4008设定为1时有效, 单位LIU

J: 攻牙轴轴向交叠距离 (本孔位加工完后, 沿攻牙轴退出接G00单节的轴向交叠距离), Pr4008设定为1时有效, 单位LIU

1. ~10.118.47: 不支援I、J引数。

2. 10.118.48A~10.118.48D、10.118.48~10.118.50: I引数定义为攻牙轴的轴向交叠距离; J引数定义为定位轴的轴向交叠距离。

3. 10.118.48E、10.118.51及之后版本: I引数定义为定位轴的轴向交叠距离; J引数定义为攻牙轴的轴向交叠距离。



2.67.1 说明

1. 以下说明动作流程:

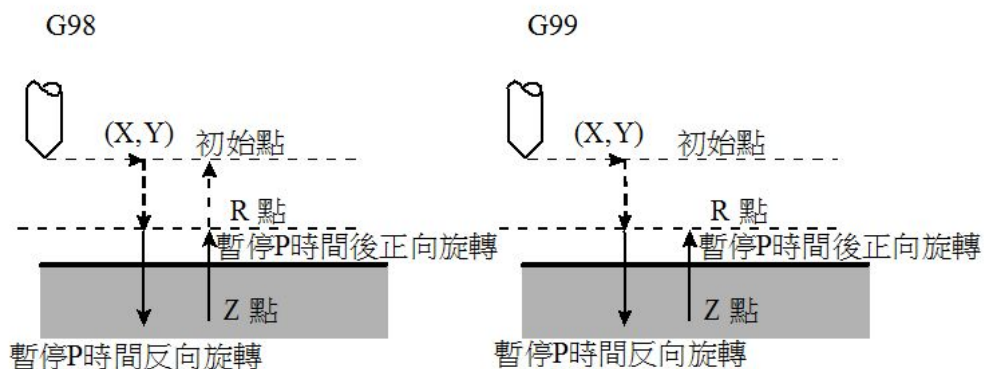
- 加工开始刀具先以G00移动到所指定之(X, Y)点
- 以G00下降至所设定之R点
- 进行攻牙
- 以G00向上升到初始点 (G98) 或程式R点 (G99)

2. 设定轴向交叠:

- 当加工程序遇到连续两个单节为G84, 或是G84与G00相接, 则距第一个单节结束前的多远距离, 第二个单节便开始启动。此距离称作轴向交叠距离, 如图中的I、J所示。
- 轴向交叠的功能适用于连续攻牙循环, 无需於加工程序的每一行攻牙指令带I、J引数, 即可以固定距离进行轴向交叠。以底下范例程式2为例, 每段攻牙指令的定位轴与攻牙轴的轴向交叠距离分别为2与3, 直到执行完攻牙循环取消指令G80为止, 才会将轴向交叠距离归零。

- c. 軸向交疊的启用需将Pr4008设定为1, 否则 I、J 引数无作用; 如果Pr4008设定为1下, 但未下 I、J 引数, 軸向交疊依然無效。
- d. 軸向交疊仅会在R点以上有效。備註: 對應到動作流程攻牙完, 如果上升只回到R點, 軸向交疊不會執行。

TYPE I: 无Q引数

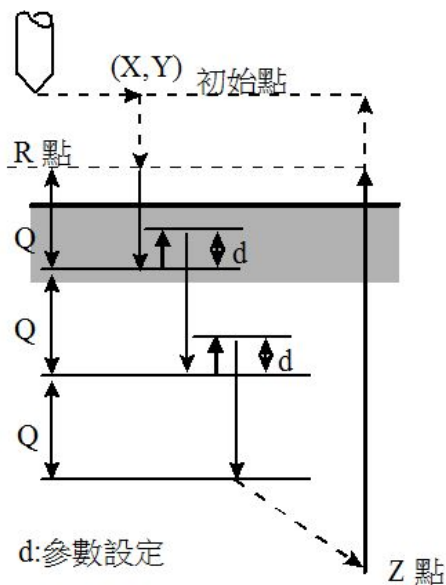


1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X,Y) 点。
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 执行主轴定位(若Pr4007=0, 此动作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至洞底Z点。
5. 暂停P秒再反转钻头。
6. 以G01向上升到R点。
7. 暂停P秒再反转钻头。
8. 以G00向上升到初始点 (G98) 或程式R点 (G99) 。

SYNTEC

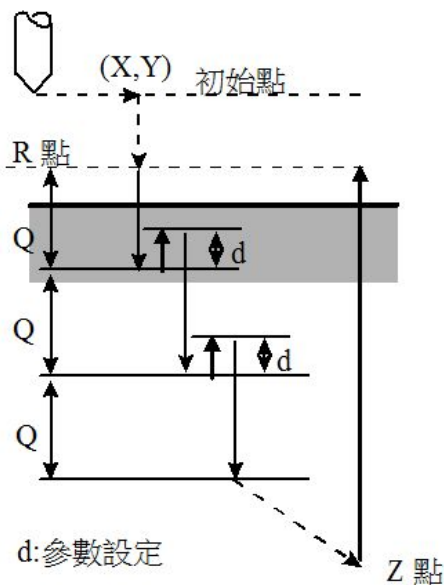
TYPEII: 高速啄攻 (Pr4001= 1)

G98



暫停 P 時間反向旋轉

G99

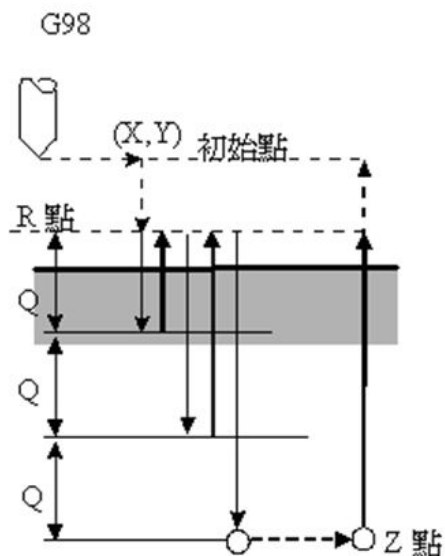


暫停 P 時間反向旋轉

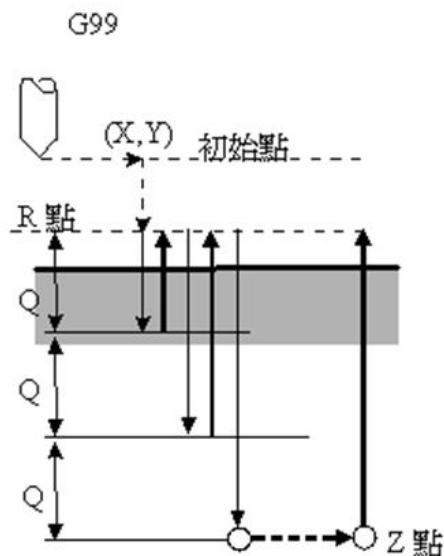
1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X,Y) 点。
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 执行主轴定位(若Pr4007=0, 此动作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至相对於目前所钻深度一个切削量Q的深度。
5. 暂停P秒再反转钻头, 以G01向上升一个退刀量 d的深度 (Pr4004设定)。
6. 暂停P秒再反转钻头, 再以G01向下降到相对於目前所钻深度一个切削量Q的深度。
7. 暂停P秒再反转钻头, 以G01向上升一个退刀量 d的深度 (Pr4004设定)。
8. 重复上述的攻牙动作直到到达洞底Z点。
9. 暂停P秒再反转钻头。
10. 以G01向上升到程式R点 (G99)。
11. 暂停P秒再反转钻头。
12. 以G00向上升初始点 (G98)。

SYNTEC

TYPEIII: 一般啄攻 (Pr4001=0)



暫停 P 時間反向旋轉



暫停 P 時間反向旋轉

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X, Y) 点。
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 执行主轴定位(若Pr4007=0, 此动作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至相对於目前所钻深度一个切削量Q的深度。
5. 暂停P秒再反转钻头, 以G01向上升到工件表面 R点。
6. 暂停P秒再反转钻头, 再以G01向下降到相对於目前所钻深度一个切削量Q的深度。
7. 暂停P秒再反转钻头, 以G01向上升到工件表面 R点。
8. 重复上述的攻牙动作直到到达洞底Z点。
9. 暂停P秒再反转钻头。
10. 以G01向上升到程式R点 (G99) 。
11. 暂停P秒再反转钻头。
12. 以G00向上升初始点 (G98) 。

攻牙牙距/加工速度换算

G94: 加工速度 (F mm/min) = 主轴转速 (S r.p.m) * 牙距 (P mm/rev)

G95: 加工速度 (F: mm/rev) = 牙距 (P mm/rev)

G84: 加工中, 加工速度F、主轴转速S 不接受旋钮开关控制 (固定 100%)

2.67.2 注意事项

1. 在下达G84指令前, 先以M码让主轴开始转动。
2. 若M码和G84在同一个单节中被指定, 则此M码只有在该单节中执行一次。
3. 若是指定重复K次, 此M码也只有在第一个攻牙动作才会被执行, 其它的攻牙动作则不执行。
4. G84为模式G码, 启用後一直有效, 下一行程式只下X、Y座标, 控制器会执行该XY座标的攻牙动作。
5. 承上, 此模式可由G80取消, 或是程式遇到G00、G01、G02、G03与其它循环G码, 此模式亦会自动取消。

6. 在攻牙期间，若按下暂停或复位键，会完成该孔攻牙动作并停在R点。
7. 攻牙前主轴定位角度，可由主轴原点偏移量(Pr1771~Pr1780)决定。
8. G00、G01、G02、G03等G码和G84不能在同一个单节中被指定，否则G84循环指令将被取消。
9. 在G84循环指令中，刀具半径补偿模式（G41/G42/G40）将被忽略。
10. 攻牙前主轴定位功能，有效版本始于10.116.14，并且仅提供于串列主轴。
11. 切换加工主轴前(R791~)，若当前主轴处于攻牙状态，须先以G80取消，以避免后续出现非预期的加工动作。
12. 该机型支援快攻模式，执行加工时，G84无下Q及P引数，且该主轴为串列主轴或是非串列主轴但Pr1791~设为3时，则以快攻模式做动。
13. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
14. 攻牙轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.67.3 程式范例

范例1

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N004 G17;
N005 M03; // 启动钻头正转
N006 G90 G99; // 设定R点、Z点和洞1的座标
N007 G84 X5. Y5. Z-10. R-5.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且设定返回初始点
N011 G80;
N012 M05; // 停止钻头
N013 M30;

```

范例2

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N004 G17;
N005 M03; // 启动钻头正转
N006 G90 G98; // 设定R点、Z点和洞1的座标
N007 G84 X5. Y5. Z-10. R-5 I2. J3.; // 设定攻牙指令的定位轴I与攻牙轴J的轴向交叠距离分别为2、3，轴向交叠区
段为R至初始点区段
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G99 X5.; // 洞4，且设定返回R点
N011 Y5.; // 洞5，不Overlapping
N013 G80;
N014 M05; // 停止钻头
N015 M30;

```

2.68 G85: 钻孔循环

指令格式

G85 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_;

X(U) or Y(V): 洞孔的坐标资料 (可为绝对/相对坐标, 使用增量时应注意Pr3809是否为1。)

Z:

G91 -> R点到Z点的距离 (具方向性)

G90 -> Z点程式坐标位置

R:

G91 -> 初始点到R点的距离 (具方向性)

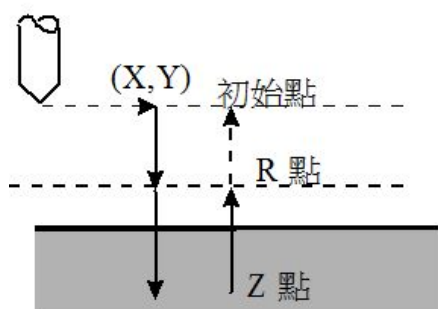
G90 -> R点程式坐标位置

F: 进给速率

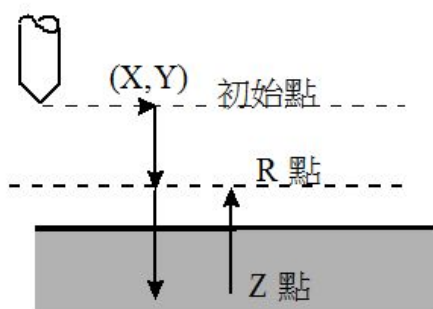
K: 重复次数 (重复移动和钻孔的动作, G91 增量输入有效)

X、Y、Z、R绝对坐标或增量坐标由G90/G91来决定

G98



G99



2.68.1 说明

以下说明动作流程:

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X, Y) 点
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 以G01下降至洞底Z点,
4. 以G01向上升到R点
5. 以G00向上升到初始点 (G98) 或程式R点 (G99)

2.68.2 注意事项

1. G85指令前, 先以M码让钻头开始转动。
2. M码和G85在同一个单节中被指定, 则此一M码只有在该单节中的第一次定位动作时执行一次。
3. 指定重复K次, 此M码也只有在第一个钻孔动作才会被执行, 其它的钻孔动作则不执行。
4. 在钻孔轴被改变之前, G85循环指令必须先被取消。
5. 如果单节中不包含任何一轴 (X, Y, Z) 的移动指令, 则不执行钻孔动作。

6. R所指定的资料只有在执行钻孔动作的单节中才会被设定，若是在非执行钻孔动作的单节中，则不会被设定。
7. G00、G01、G02、G03等G码和G85不能在同一个单节中被指定，否则G85将被取消。
8. 在G85循环指令中，刀具半径补正模式（G41/G42/G40）将被忽略。
9. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
10. 钻孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.68.3 程式范例

```
N001 F1000. S500;  
N002 G90;  
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点  
N004 G17;  
N005 M03; // 启动钻头正转  
N006 G90 G99; // 设定R点、Z点和洞1的座标  
N007 G85 X5. Y5. Z-10. R-5.;  
N008 X15.; // 洞2  
N009 Y15.; // 洞3  
N010 G98 X5.; // 洞4，且设定返回初始点  
N011 G80;  
N012 M05; // 停止钻头  
N013 M30;
```

2.69 G86：高速钻孔循环

指令格式

G86 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_;

X(U) or Y(V): 洞孔的座标资料（可为绝对/相对座标，使用增量时应注意Pr3809是否为1。）

Z:

G91 -> R点到Z点的距离（具方向性）

G90 -> Z点程式座标位置

R:

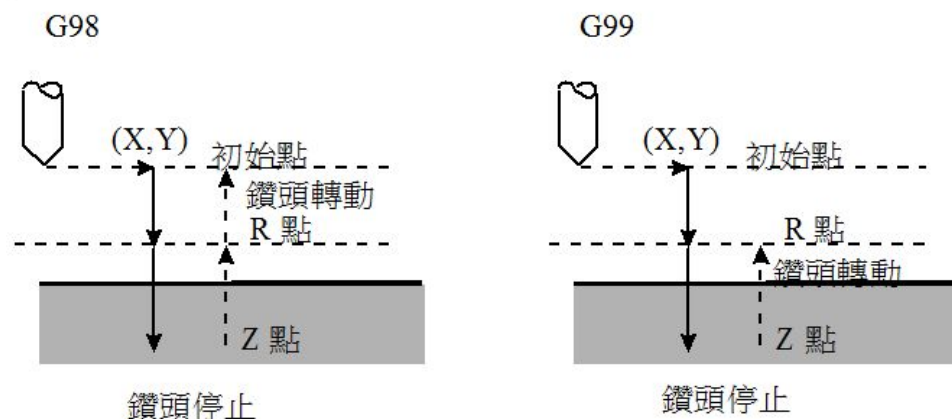
G91 -> 初始点到R点的距离（具方向性）

G90 -> R点程式座标位置

F: 进给速率

K: 重复次数（重复移动和钻孔的动作，G91 增量输入有效）

X、Y、Z、R绝对座标或增量座标由G90/G91来决定



2.69.1 说明

以下说明动作流程：

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X, Y) 点
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 以G01下降至洞底Z点
4. 以G00向上升到初始点 (G98) 或程式R点 (G99)

2.69.2 注意事项

1. G86指令前，先以M码让钻头开始转动。
2. M码和G86在同一个单节中被指定，则此一M码只有在该单节中的第一次定位动作时执行一次。
3. 指定重复K次，此M码也只有在第一个钻孔动作才会被执行，其它的钻孔动作则不执行。
4. 在钻孔轴被改变之前，G86循环指令必须先被取消。
5. 如果单节中不包含任何一轴 (X, Y, Z) 的移动指令，则不执行钻孔动作。
6. R所指定的资料只有在执行钻孔动作的单节中才会被设定，若是在非执行钻孔动作的单节中，则不会被设定。
7. G00、G01、G02、G03等G码和G86不能在同一个单节中被指定，否则G86将被取消。
8. 在G86循环指令中，刀具半径补偿模式 (G41/G42/G40) 将被忽略。
9. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
10. 钻孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.69.3 程式范例

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始点
N004 G17;
N005 M03; // 启动钻头正转
N006 G90 G99; // 设定R点、Z点和洞1的座标
N007 G86 X5. Y5. Z-10. R-5.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且设定返回初始点
N011 G80;

```

N012 M05; // 停止钻头
N013 M30;

2.70 G87: 背面精细搪孔循环

指令格式

G87 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ K_;

X(U) or Y(V): 洞孔的坐标资料 (可为绝对/相对坐标, 使用增量时应注意参数3809是否为1。)

Z:

G91 -> R点到Z点的距离 (具方向性)

G90 -> Z点程式坐标位置

R:

G91 -> 初始点到R点的距离 (具方向性)

G90 -> R点程式坐标位置

Q: 刀具的位移量 (需为正值, 负号将被忽略)

P: 暂停时间 (有小数点, 以秒为单位; 无小数点, 参考Pr17与Pr3241)

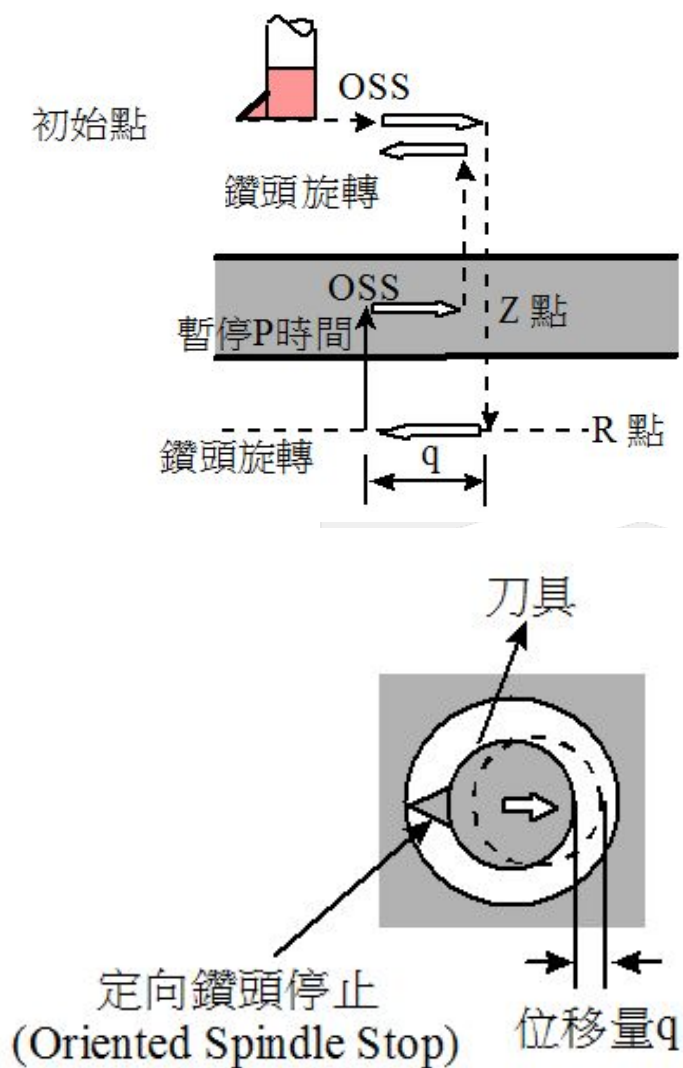
F: 进给速率

K: 重复次数 (重复移动和钻孔的动作, G91 增量输入有效)

X、Y、Z、R绝对坐标或增量坐标由G90/G91来决定

The logo for SYNTEC, featuring the word "SYNTEC" in a large, bold, sans-serif font. The letters are light gray and have a slight 3D effect with a darker gray shadow on the right side of each letter.

G98 8



定向钻头停止 (OSS) 示意图

2.70.1 说明

以下说明动作流程:

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X,Y) 点
2. 定向钻头停止後依参数4020所设搪刀方向反位移—Q搪刀偏心量
3. 以G00下降至所设定之R点, 位移搪刀偏心量 Q
4. 钻头正转
5. 以G01上升至Z点
6. 暂停P秒後反位移搪刀偏心量Q位移量
7. 以G00向上升到初始点
8. 钻头旋转後位移—Q位移量

2.70.2 警告

Q值是在G87循环中所要求的一个模态变数，此一Q值需要很小心的指定，因为它也被使用在G73/G83中。

OSS方向由Pr4020决定：

Pr4020	OSS方向
0	+X
1	-X
2	+Y
3	-Y
4	+Z
5	-Z

2.70.3 注意事项

1. G87指令前，先以M Code让钻头开始转动。
2. M Code和G87在同一个Block中被指定则此一M Code只有在该Block中的第一次定位动作时执行一次。
3. 指定重复K次，此M Code也只有在第一个钻孔动作才会被执行，其它的钻孔动作则不执行。
4. 在钻孔轴被改变之前，G87循环指令必须先被取消。
5. 如果单节中不包含任何一轴（X, Y, Z）的移动指令，则不执行搪孔动作。
6. Q值必须被设定为一正值。如果Q值为负值则仍视为正值（取绝对值）。
7. Q和R所指定的资料只有在执行搪孔动作的单节中才会被设定，若是在非执行搪孔动作的单节中则不会被设定。
8. G00、G01、G02、G03等G码和G87不能在同一个单节中被指定，否则G87将被取消。
9. 在G87循环指令中，刀具半径补正模式（G41/G42/G40）将被忽略。
10. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
11. 搪孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.70.4 程式范例

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.;// 移至初始点
N004 G17;
N005 G90;
N006 M03; // 启动钻头正转
//设定R点、Z点和洞1的座标，位移量5.0，暂停时间4.0秒
N007 G87 X5. Y5. Z10. R-30. Q5. P4.;
N008 X15.;// 洞2
N009 Y15.;// 洞3
N010 G80;

```

N011 M05; // 停止钻头
N012 M30;

2.71 G88: 半自动精细搪孔循环

指令格式

G88 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_;

X(U) or Y(V): 洞孔的坐标资料 (可为绝对/相对坐标, 使用增量时应注意Pr3809是否为1。)

Z:

G91 -> R点到Z点的距离 (具方向性)

G90 -> Z点程式坐标位置

R:

G91 -> 初始点到R点的距离 (具方向性)

G90 -> R点程式坐标位置

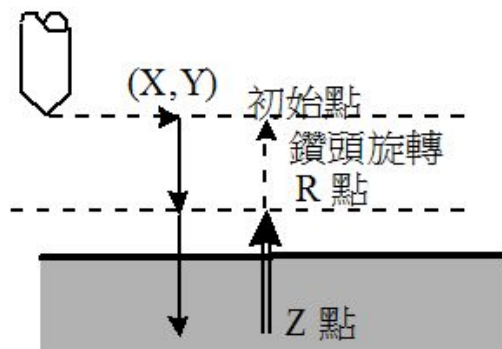
P: 在洞底的暂停时间 (有小数点, 以秒为单位; 无小数点, 参考Pr17与Pr3241)

F: 进给速率

K: 重复次数 (重复移动和钻孔的动作, G91 增量输入有效)

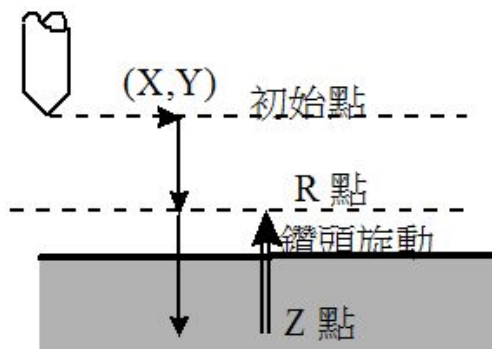
X、Y、Z、R绝对坐标或增量坐标由G90/G91来决定

G98



暫停P時間後停止鑽頭

G99



暫停P時間後停止鑽頭

※

为手动定位。

2.71.1 说明

以下说明动作流程:

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X,Y) 点

2. 以G00下降至所设定之R点
3. 接着以G01下降至洞底Z点
4. 暂停P秒後钻头停止
5. 以手动方式向上升到出工件後重新启动
6. 以G01移至R点
7. 以G00向上升到初始点（G98）或程式R点（G99）
8. 钻头旋转

2.71.2 注意事项

1. G88指令前，先以M码让钻头开始转动。
2. M码和G88在同一个单节中被指定，则此一M码只有在该单节中的第一次定位动作时执行一次。
3. 指定重复K次，此M码也只有在第一个钻孔动作才会被执行，其它的钻孔动作则不执行。
4. 在钻孔轴被改变之前，G88循环指令必须先被取消。
5. 如果单节中不包含任何一轴（X,Y,Z）的移动指令，则不执行钻孔动作。
6. R所指定的资料只有在执行钻孔动作的单节中才会被设定，若是在非执行钻孔动作的单节中则不会被设定。
7. G00、G01、G02、G03等G码和G88不能在同一个单节中被指定，否则G88将被取消。
8. 在G88循环指令中，刀具半径补正模式（G41/G42/G40）将被忽略。
9. 当Pr3809设定为0时，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
10. 搪孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时，会忽略增量指令。

2.71.3 程式范例

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.;// 移至初始点
N004 G17;
N005 M03;// 启动钻头正转
N006 G90 G99;
//设定R点、Z点和洞1的座标，暂停2.0秒
N007 G88 X5. Y5. Z-10. R-5. P3.;
N008 X15.;// 洞2
N009 Y15.;// 洞3
N010 G98 X5.;// 洞4，且设定返回初始点
N011 G80;
N012 M05;// 停止钻头
N013 M30;

```

2.72 G89：孔底暂停搪孔循环

指令格式

G89 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_;

X(U) or Y(V): 洞孔的座标资料（可为绝对/相对座标，使用增量时应注意Pr3809是否为1。）

Z:

G91 ->R点到Z点的距离（具方向性）

G90 ->Z点程式座标位置

R:

G91 -> 初始点到R点的距离（具方向性）

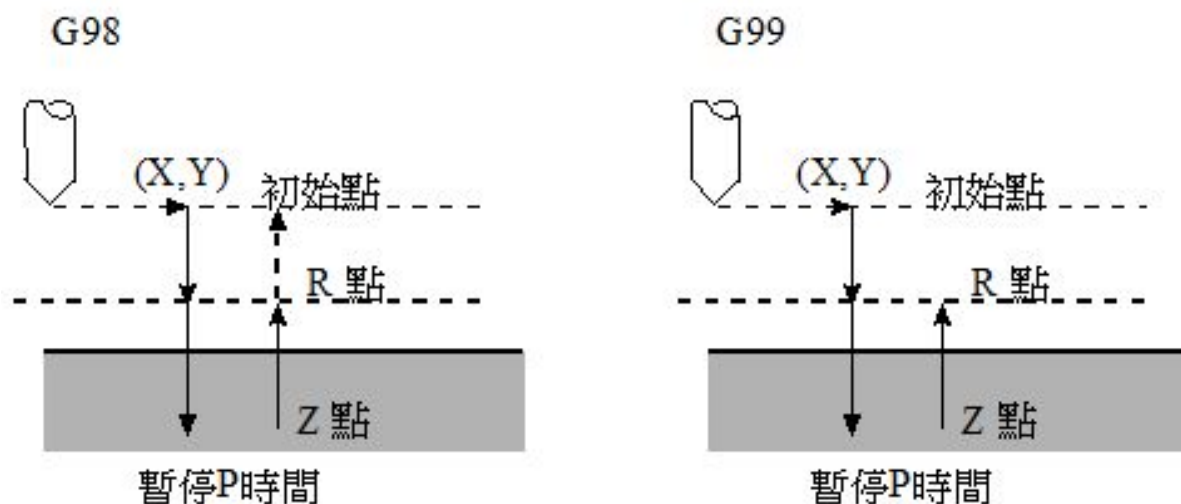
G90 -> R点程式坐标位置

P: 在洞底的暂停时间 (有小数点, 以秒为单位; 无小数点, 参考Pr17与Pr3241)

F: 进给速率

K: 重复次数 (重复移动和钻孔的动作, G91 增量输入有效)

X、Y、Z、R绝对坐标或增量坐标由G90/G91来决定



2.72.1 说明

以下说明动作流程:

1. 加工开始刀具先以G00移动到所指定之 (X, Y) 点
2. 以G00下降至所设定之R点。
3. 以G01下降至洞底Z点
4. 暂停P秒
5. 以G01向上升到R点
6. 以G00向上升到初始点 (G98) 或程式R点 (G99)

2.72.2 注意事项

1. G89指令前, 先以M码让钻头开始转动。
2. M码和G89在同一个单节中被指定, 则此一M码只有在该单节中的第一次定位动作时执行一次。
3. 指定重复K次, 此M码也只有在第一个钻孔动作才会被执行, 其它的钻孔动作则不执行。
4. 在钻孔轴被改变之前, G89循环指令必须先被取消。
5. 如果单节中不包含任何一轴 (X, Y, Z) 的移动指令, 则不执行钻孔动作。
6. R所指定的资料只有在执行钻孔动作的单节中才会被设定, 若是在非执行钻孔动作的单节中则不会被设定。
7. G00、G01、G02、G03等G码和G89不能在同一个单节中被指定, 否则G89将被取消。
8. 在G89循环指令中, 刀具半径补偿模式 (G41/G42/G40) 将被忽略。
9. 当Pr3809设定为0时, 可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W轴。
10. 搪孔轴的绝对量指令和增量指令同时使用时, 会忽略增量指令。

2.72.3 程式范例

```

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.;// 移至初始点
N004 G17;
N005 M03;// 启动钻头正转
N006 G90 G99;
//设定R点、Z点和洞1的座标，暂停2.5秒
N007 G89 X5. Y5. Z-10. R-5. P2.5;
N008 X15.;// 洞2
N009 Y15.;// 洞3
N010 G98 X5.;// 洞4，且设定返回初始点
N011 G80;
N012 M05;// 停止钻头
N013 M30;

```

2.73 G90/G91：绝对/增量指令

指令格式

```

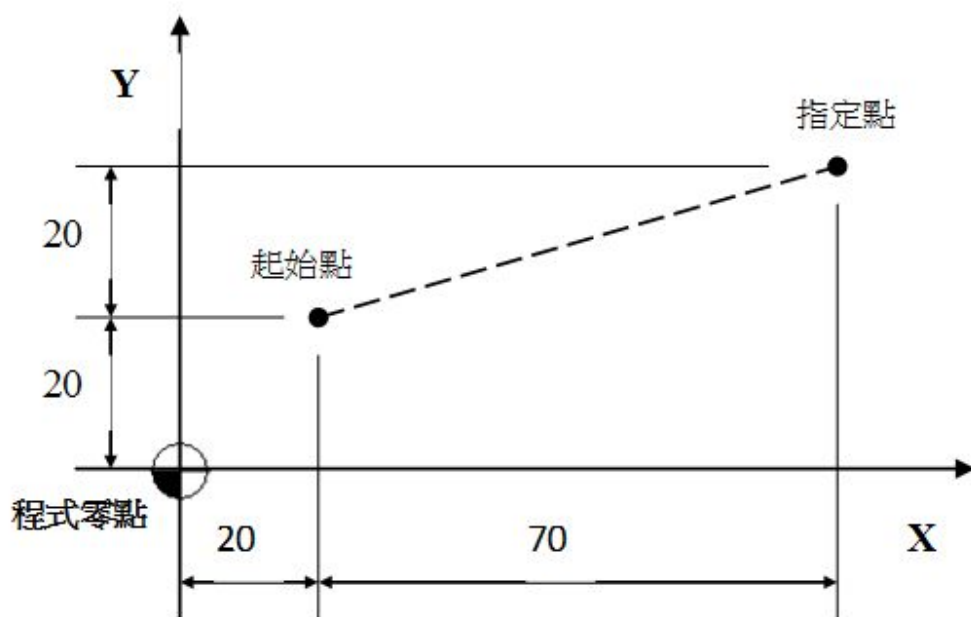
G90;
G91;

```

2.73.1 说明

G90：绝对座标设定。
G91：增量座标设定。

2.73.2 程式范例



1. 方式一（绝对值）：G90 G00 X90.0 Y40.0;
//以指定点和程式零点之差值，做直线切削至指定点
2. 方式二（增量值）：G91 G00 X70.0 Y20.0;
//以指定点和起始点之差值，做直线切削至指定点

2.74 G92.1: 绝对零点坐标系统预设

2.74.1 指令格式

G92.1 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_ R_

X、Y、Z：设定基本坐标系统（G92）为程序坐标系统的零点；

I：以X轴为旋转中心，将YZ平面进行旋转。

J：以Y轴为旋转中心，将XZ平面进行旋转。

K：以Z轴为旋转中心，将XY平面进行旋转。

R：坐标系旋转角度

2.74.2 说明

G92.1与G92类似，皆用于建立新坐标系统，此指令是设定现在坐标系统的某一特定点（由程序指令给定），为另一新设定子坐标系统的零点。

经设定之后，刀具将从此点开始加工，绝对值指令即参考此坐标系统来计算。

G92与G92.1之比较

指令格式	说明
G92 X20. Y15. Z20.	设定 现在位置 为新设定的坐标系统的X20. Y15. Z20.
G92.1 X20.Y15. Z20.	设定 现在坐标系统的X20. Y15. Z20. 为新设定的坐标系统零点

G92.1用于旋转程序坐标系

注意轴群设定前三轴必须为线性轴，否则会报警

Alarm ID	COR-115	Alarm 标题	【G92.1功能轴向参数设定错误】
说明	使用G92.1旋转功能时，轴向设定错误。		
可能原因	参数设定轴群前三轴含有旋转轴。		
排除方法	检查参数，将轴群前三轴设定成线性轴。		

2.74.3 注意事项

- 1. 控制器机械座标会依照以下公式计算，机械座标=工件座标(G54~)+程序座标+G92.1偏置量+外偏+手轮偏置+刀长补偿。
- 2. G92.1偏置量=G92.1 指令的引数X_、Y_、Z_。
- 3. G92.1座标系旋转中心的轴向=G92.1 指令的引数I_、J_、K_。
- 4. G92.1座标系旋转角度=G92.1指令的旋转角度R_。
- 5. 各轴向的G92.1座标系偏移量MACRO变数为#1901~#1918。
- 6. G92.1座标系的旋转角度MACRO变数为#1930，预设值为0。
- 7. G92.1座标系旋转中心的轴向MACRO变数为#1931~#1933，预设值分别为0, 0, 1。
- 8. #1930~#1933四个变数皆受Pr413影响。
 - a. 当Pr413设定为0，每次复位时(Reset)、断电重开时皆恢复为预设值
 - b. 当Pr413设定为1，复位时(Reset)仍保留使用者设定，但断电重开后恢复为预设值
 - c. 当Pr413设定为2，不管复位时(Reset)或断电重开时皆会保留使用者设定。
- 9. 请不要同时使用G92与G92.1。

2.74.4 程序范例

范例一： G92与G92.1之比较(无外偏、无刀长、无刀补)

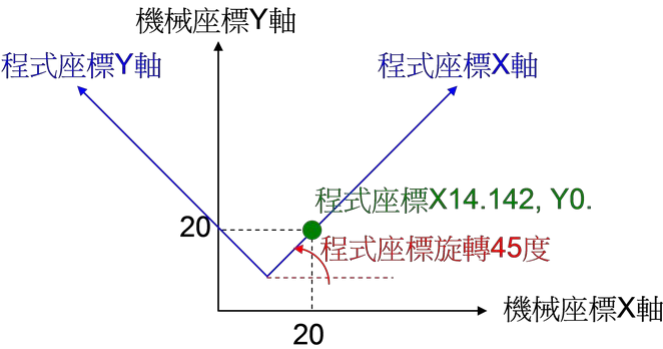
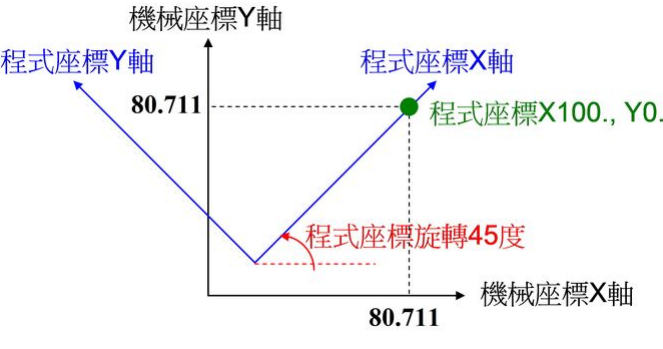
G92	G92.1
N1 G90 X10. Y10. //机械座标 X10. Y10. //程序座标 X10. Y10 //#1901 #1902座标 X0. Y0. N2 G92 X20. Y20. //机械座标 X10. Y10. //程序座标 X20. Y20. //#1901 #1902座标 X-10. Y-10. N3 X50. //机械座标 X40. Y10. //程序座标 X50. Y20. //#1901 #1902座标 X-10. Y-10. N4 M30	N1 G90 X10. Y10. //机械座标 X10. Y10. //程序座标 X10. Y10. //#1901 #1902座标 X0. Y0. N2 G92.1 X20. Y20. //机械座标 X10. Y10. //程序座标 X-10. Y-10. //#1901 #1902座标 X20. Y20. N3 X50. //机械座标 X70. Y10. //程序座标 X50. Y-10. //#1901 #1902座标 X20. Y20. N4 M30

范例二：

程序内容	示意图
N1 G90 G0 X0. Y0. //机械座标 X0. Y0. //程序座标 X0. Y0. //#1901 #1902座标 X0. Y0.	在 G92 指令下 并未取消之前 G92.1 下过的坐标系旋转轴向(I_J_K_)和旋转角度(R_)设定
N2 G92.1 X0. Y0. K1. R45. //机械座标 X0. Y0. //程序座标 X0. Y0. //#1901 #1902座标 X0. Y0. //程序座标XY平面对程序座标Z轴旋转45°，此时#1930为45°	
N3 G01 X100. //机械座标 X70.711 Y70.711 //程序座标 X100.000 Y0.000 //#1901 #1902座标 X0.000 Y0.000	
N4 M30	

范例三：

程序内容	示意图
N1 G90 G0 X20. Y20. //机械座标 X20. Y20. //程序座标 X20. Y20. //#1901 #1902座标 X0. Y0.	

程序内容	示意图
N2 G92.1X10.Y10.K1.R45. //机械座标 X20. Y20. //程序座标 X14.142 Y0. //#1901 #1902座标 X10. Y10. //程序座标XY平面对程序座标Z轴旋转45°，此时#1930为45°	
N3 G01 X100. 机械座标 X80.711 Y80.711 程序座标 X100. Y0. #1901 #1902座标 X10. Y10.	
N4 M30	

2.75 G92：绝对零点坐标系统设定

指令格式

G92 X Y Z；

X、Y、Z：设定基本坐标系统（G92）在当下程式坐标系统的位置；

例如，目前程式座标为X10.Y20.Z30.，执行G92 X0 Y0 Z0，就会改写现在的程式座标变为X0 Y0 Z0。

2.75.1 说明

当制作程式时，有些情况必须要另外设定程式座标零点，此时可使用G92机能另外建立新坐标系统。

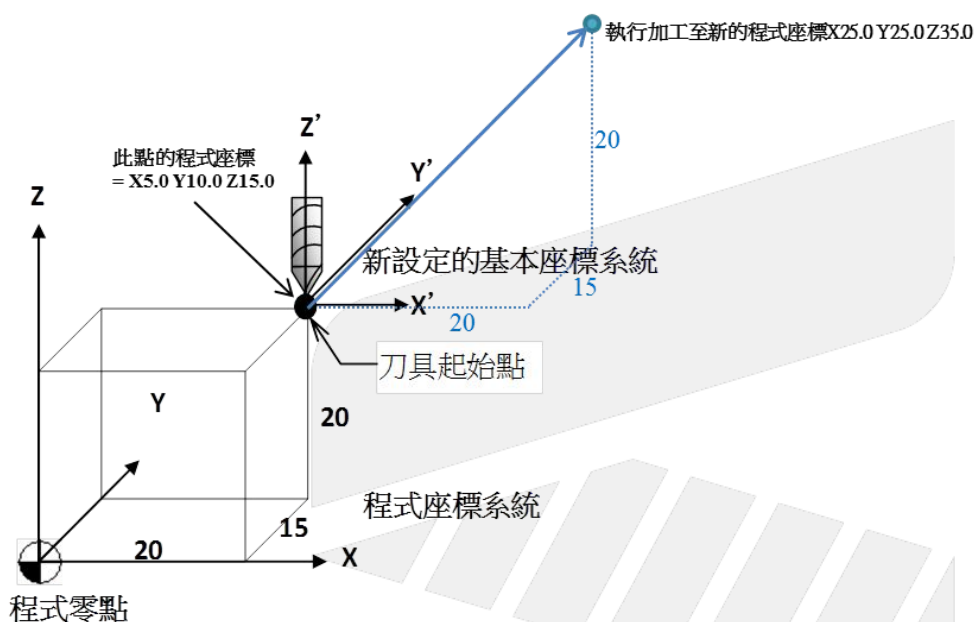
此指令是设定刀具的现状某一点位置，为另一新设定子坐标系统的特定座标点（由程式指令给定），经设定之後，刀具将从此点开始加工，绝对值指令即参考此坐标系统来计算。

2.75.2 注意事项

1. 控制器机械座标会依照以下公式计算，机械座标=工件座标(G54~)+程式座标+G92偏置量+外偏+手轮偏置+刀长补偿。
2. G92偏置量=G92执行前的程式座标值-G92执行後的程式座标值。

3. 各轴向的G92坐标系偏置量MACRO变数为#1901~#1918。
4. 请不要同时使用G92与G92.1。

2.75.3 程式范例



G90 //绝对指令

G01 X20.0 Y15.0 Z20.0 //执行加工至X20.0 Y15.0 Z20.0，此时的程式座标是X20.0 Y15.0 Z20.0

G92 X5.0 Y10.0 Z15.0; //改变现在位置的程式坐标，变成X5.0 Y10.0 Z15.0。G92座标偏置量X=15,Y=5,Z=5，计算方法为原本的程式坐标值-新的程式坐标值

G01 X25.0 Y25.0 Z35.0 //执行加工至新的程式座标X25.0 Y25.0 Z35.0

2.76 G93：反时间进给

指令格式

G93;

G01...F_;

G02...F_;

G03...F_;

2.76.1 说明

此指令为进给模式指令，用来指定当前对于进给的的定义格式，只需在程式里指定一次，到有指定 G94/G95 时才会取消此模式。此模式只影响 G01、G02、G03的进给。

在G93模式下F只影响所在单节进给，因此每个切削单节皆需带F引数，否则将发Cor85：「G93模式下F引数不对」警报。

G01单节在G93模式下，进给定义为：F * 单节长度

G02 / G03单节在G93模式下，进给定义为：F * 单节半径

2.76.2 程式范例

G71

G93

G01 X10. F1 // 此单节进给 $1 \times 10 = 10 \text{ mm/min}$

G02 X20. R5. F3 // 此单节进给 $3 \times 5 = 15 \text{ mm/min}$

G03 X0 R10. F5 // 此单节进给 $5 \times 10 = 50 \text{ mm/min}$

M30

2.77 G94/G95：进给量单位设定

2.77.1 指令格式

G94 F__;

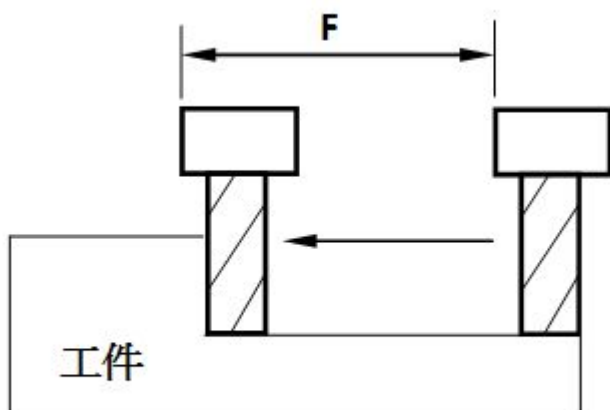
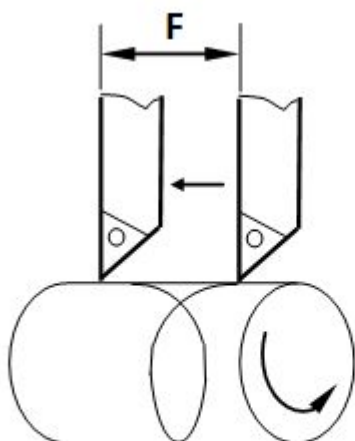
G95 F__;

2.77.2 说明

此指令为设定F机能之进给量（刀具每单位时间或每转移动距离）单位设定;使用G94指令为每分钟进给量，单位mm/min, inch/min，使用G95指令为每转进给量，单位mm/rev, inch/rev。

SYNTEC

2.77.3 图例

**G94.** 每分鐘進給(mm/min 或 inch/min)**G95.** 每迴轉進給(mm/rev 或 inch/rev)2.78 G96/G97: 等表面线速度控制
指令格式

G96 S__ [P__]; 等表面切削速度控制ON, 指定轴名称或是几何轴作为计算参考基准轴

S: 恒定表面切削速度

P: 恒定表面速度控制中计算参考基准轴

- P1~P3: 透过指定几何轴方式, 选择等表面恒定速度控制参考基准轴。
 - P1 表示几何 X 轴。
 - P2 表示几何 Y 轴。
 - P3 表示几何 Z 轴。
- P100~P999: 透过指定轴名称, 选择等表面恒定速度控制参考基准轴。

G97 S__ ; 等表面切削速度控制OFF

S: 主轴转速之指令

2.78.1 说明

G96指令为设定刀具与工件间之接触点的表面速度指定, G97为解除G96指令, 也为设定主轴转速之指令。

- 若加工时, 使用不同直径工件, 又要求表面速度一定, 可使用G96 S_来控制表面速度。若加工时不论工件直径多大, 其主轴转速都为一定值, 可使用G97 S 来控制主轴转速。
- 在下G96指令后, 后续G01、G02/G03 等单节在加工过程中皆可维持表面速度; 而G00/G53则会直接依据单节终点位置设定主轴转速, 并不会在移动过程一直维持相同的表面速度

G96里的S设定值可依照公式:

$$V = \frac{\pi DN}{1000} \text{ (公制單位)} \quad \text{OR} \quad V = \frac{\pi DN}{12} \text{ (英制單位)}$$

- V: 表面速度, 可利用G96来指定其为一定值, 单位是m/min或feet/min。
- D: 刀具有效直径, 单位为 mm或inch。
- N: 主轴转速, 可利用G97来指定其为一定值, 单位是RPM。

2.78.2 程序范例

- 采用主轴周速一定方式

G92 S2000; //用G92来限制主轴最高转数

G96 S130 M03; //表示其切削速度维持每分钟130公尺, 预设选择轴群下第一轴做为参考基准轴 (通常为 X 轴)。

注意: G92常配合G96使用, 用以限制主轴最高转数, 上例若切削直径 10mm 的圆柱工件, 则

$$N = \frac{1000 \times 130}{\pi \times 10} = 4140 \text{rpm}$$

经G92限制主轴只能转2000rpm, 是防止主轴因转数过高, 离心力过大, 导致工件夹持力过低, 故而发生脱落之意外。所以有时必须使用G92来配合G96的使用。

- 采用主轴回转数一定方式

G97 S1300 M03; //表示其主轴维持每分钟1300转

2.78.3 注意事项

- 10.120.42H, 10.120.49, 12.0.6 及之后版本，G96 功能可透过 P_ 引数指定恒定表面速度控制基准轴。
- G96 启用时，若计算参考基准轴轴型态为旋转轴，会报警 【COR-383 恒定表面速度控制基准轴选择错误】。
- G96 启用时，P_ 引数若透过指定轴名称选择等表面恒定速度控制参考基准轴，轴名称不存在或该轴不属于该轴群，会报警 【COR-383 恒定表面速度控制基准轴选择错误】。
- G96 启用时，P_ 引数若非轴名称，且 P_ 引数小于 0 或大于 3，会报警 【COR-383 恒定表面速度控制基准轴选择错误】。
- G96 启用后，可重复指令 G96 P_ 更改参考基准轴，系统将根据新指定的参考基准轴计算表面恒定速度。
- G96 启用后，若使用者使用 G17 重新指定几何轴轴向，或参数有设定机构链几何轴与旋转轴轴号并开启机构链功能，G96 仍会参考原先之几何轴计算表面速度，使用者需重新指令 G96 才会参考新的几何轴作为参考基准轴。

2.79 G98/G99：钻孔复归位置(初始点/R点)

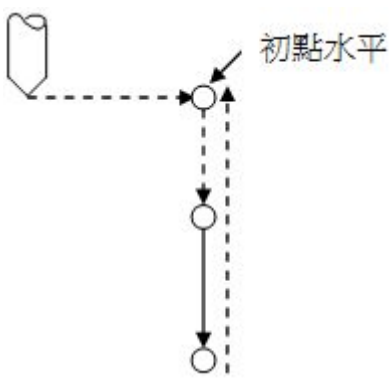
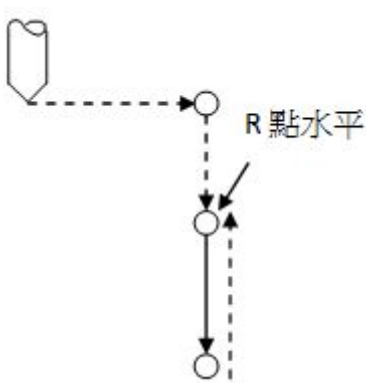
指令格式

G98;
G99;

2.79.1 说明

G98：钻孔复归初始点。
G99：钻孔复归R点。

以G98/G99指定刀具复归到R点或初始点。(请参照下图)
即使以G99的方式进行钻孔加工动作，初始点也不变。如上次的复归位置为初始点，出发位置便是初始点，如为R点，便是R点。

G98	G99
	

2.79.2 程式范例

N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.;// 移至初始点

N004 G17;
N005 G90 G99; // 绝对座标、钻孔复归R点
N006 G81 X5. Y5. Z-10. R-5. F2=1000; //设定R点、Z点和洞1的座标, 且下钻後的上拉速率1000
N007 X15.; // 洞2
N008 Y15.; // 洞3
N009 G98 X5.; // 洞4, 且设定返回初始点
N010 X10. Y10. Z-20.; // 洞5, 且设定新的Z点为-20
N011 G80;
N012 M30;

2.80 G114.1/G113-启用/取消 主轴同期功能

2.80.1 指令格式

1. 启动主轴同期功能

G114.1 [R_] [K_]

- R 相位差 (当不指定R时, 则指同步速度, 通常用于圆棒材接料)
- K 同期组号数1~3, 多组同期组合, 可同时使用, 最多3组。当不指定K时, 预设使用第一组同期组合。多组同期功能有效版本始于10.116.24M, 10.116.32(含)。

2. 关闭主轴同期功能

G113 [K_]

2.80.2 说明

机台上若有两个以上的主轴, 可以用两个主轴合作完成一些特殊的应用, 例如两个主轴做接料的动作, 此时就需要两个主轴的回转速率相同, 角度相位也相同或是维持一固定角度, 且两个主轴要维持同步才能正确的接料, 这就是主轴同期功能。

详细内容可参考主轴同期(G114.1)应用手册

2.80.3 注意事项

1. 主轴状态说明:

- a. 当同步完成讯号On时, 按下Reset会等到两主轴停止后才会解除G114.1同步状态(同步完成讯号Off)。
- b. 当同步完成讯号On时, 下G113解除同期状态, 系统会直接解除同期状态(同步完成讯号Off)。
- c. 基础主轴禁止在位置控制模式(C63)下使用同期功能, 同期主轴不建议在位置控制模式下使用同期功能。

2. 多组同期规则:

- a. 同期开启指令(G114.1)可重复下(但K值不可重复)。
- b. 一个基础主轴可同时拥有多个同期轴。
- c. 同期轴不可再当其他主轴的基础轴。(COR102)
- d. 诊断变数45/46显示的值, 为最后下达的同期指令的基础轴与同期轴的角度关系, 该组同期解除后显示为倒数第二组同期组合的角度关系, 以此类推。

2.80.4 程序范例

以第一主轴为基础主轴, 第二主轴为同期主轴做范例; M103、M203为主轴正转, M105、M205为主轴停止, M81为等待同步完成, 以上M-Code动作须写入PLC。

双程序范例

\$1

```

1  S1 = 150
2  M103// spindle 1 CW on.
3  G04 X0.4// wait spindle speed
   goal.
4  G114.1 R0.// enable spindle
   synchronization.
5  M81// wait spindle
   synchronhonization.
6  S1 = 200// change speed.
7  G04 X0.4
8  M105// stop spindle
9  G113// diable spindle
   synchronization.
10 G04.1 P1// wait sync. $2
11 M30// end.

```

\$2

```

1  S2 = 100
2  M203// spindle 2 CW
   on.
3  G04.1 P1// wait
   sync. $1
4  M99// end.

```

单程序范例

```

1  G114.1 R0.// enable spindle synchronization.
2  S1 = 150
3  M103// spindle 1 CW on.
4  S2 = 100
5  M203// spindle 2 CW on.
6  M81// wait spindle synchronhonization.
7  M105// stop spindle 1.
8  G113// diable spindle synchronization.
9  G04 X1.
10 M205 // stop spindle2
11 M30// end.

```

单程序范例 (静止启动)

```

1  M103 S1 = 0// spindle 1 CW on.
2  M203 S2 = 0// spindle 2 CW on.
3  G114.1 R0 // enable spindle synchronization.
4  M81// wait spindle synchronhonization.
5  S1 = 150// change spindle target speed.
6  G04 X3.
7  M105 // stop spindle 1.
8  M205 // stop spindle2
9  G113// diable spindle synchronization.

```

10	M30// end.
----	------------

注：10.116.1之后版本，核心会自动等待不必再下M码(M81)

单程序范例 (多组同期同时使用)

使用情境：

Pr4021 = 1 (K1: 第一主轴)

Pr4022 = 2 (K1: 第二主轴) // 第一、二主轴在其他加工区域做同期

Pr4023 = 3 (K2: 第三主轴)

Pr4024 = 4 (K2: 第四主轴) // 第三、四主轴夹持工件同时旋转

Pr4025 = 3 (K3: 第三主轴)

Pr4026 = 5 (K3: 第五主轴) // 第五主轴听从第三主轴进行多角料切削

```

1  M03 S1000 // spindle 1 CW on
2  M203 S2=1500 // spindle 2 CW on
3  M303 S3=2000 // spindle 3 CW on
4  M403 S4=300 // spindle 4 CW on
5  M503 S5=100 // spindle 5 CW on
6  G04 X3. // wait
7
8  G114.1 K1 // enable 1st spindle synchronization
9  G04 X3. // wait
10 G114.1 R90 K2 // enable 2nd spindle synchronization
11 G04 X3. // wait
12 G51.2 P1 Q2 R60 K3 // enable 3rd spindle synchronization
13 G04 X3. // wait
14 S1500 // change spindle target speed
15 G04 X3. // wait
16 S500 // change spindle target speed
17 G04 X3. // wait
18
19 G113 K2 // diable 2nd spindle synchronization
20 G50.2 K3 // diable 3rd spindle synchronization
21 G113 K1 // diable 1st spindle synchronization
22 G04 X3. // wait
23
24 M05 // stop spindle 1
25 M205 // stop spindle 2
26 M305 // stop spindle 3
27 M405 // stop spindle 4
28 M505 // stop spindle 5
29 M30 // end

```

2.81 G114.3/G113-启用/取消 主轴乘载功能

2.81.1 前言

机台上若有两个以上的主轴，同期主轴的速度欲叠加在基础主轴上时，可以使用主轴乘载功能。

欲使用两主轴乘载功能时，例如此两个主轴要做攻牙的动作，主轴1因为有需要不打算停下来，主轴2欲乘载在

主轴1上进行攻牙，此时主轴2的转速=主轴2的命令转速+主轴2的乘载转速，其中主轴2的乘载转速即为主轴1的命令转速，这就是主轴乘载功能。我们将主轴1称为基础主轴、主轴2称为同期主轴。

2.81.2 使用方式

程序语法

- 1. 启动主轴乘载功能
G114.3
- 2. 关闭主轴乘载功能
G113

乘载完成讯号

- 1. 乘载完成讯号On时，表示同期主轴完全乘载于基础主轴，此时同期主轴实际转速为同期主轴之乘载转速+同期主轴之命令转速。(同期主轴之乘载转速=基础主轴之转速)

	使用参数	乘载完成讯号
K = 1 or 不输入	基础轴号：Pr4021 同期轴号：Pr4022	S60

2.81.3 使用注意事项

- 1. 硬體设定：
 - a. 由于硬體限制，在读取编码器反馈讯号时，相邻两个Port间会有8us的时间差，隔越多Port时间差越大。此现象在主轴功能使用上不影响，但乘载攻牙会有同步性的考量，因此这时间差会造成相位读取误差。当使用乘载攻牙功能时，必须将两主轴接在邻近的硬体Port上，例如同一张轴卡的P1及P2。以减少因时间差所造成相位读取误差而造成接料失败。
- 2. 参数设定：
 - a. 乘载功能的同期主轴需为**位置控制伺服马达**，承载功能所使用的同期主轴型态只支援Type1和Type3型态(参数1791~1796)。建议使用Type3同动攻牙。
 - 主轴型态设定错误会跳出COR-93【主轴同步，主轴型态错误】。
 - b. 使用追随攻牙(主轴型态Type1)时，需注意同期主轴之分辨率必须为基础主轴的整数倍，若编码器安装位置为马达侧需经过齿比换算，亦即分辨率*(主轴侧齿数/马达侧齿数)。
 - c. 乘载功能启动时，同期主轴会以参数1861~1866决定同期主轴之乘载命令方向。
 - d. 如果主轴乘载讯号On时，基础及同期主轴(参数4021~4026)不存在，会跳警报(Cor091, Cor092)。
 - e. 若进入主轴承载模式下进行攻牙动作，建议将两颗主轴的Kp(该轴之参数18x~)以及加减速参数设定一致或较接近，可以达到较小的攻牙追随误差。
- 3. 流程动作：
 - a. 当急停按下时，会停止主轴旋转及主轴乘载功能；松开急停后，基础主轴与同期主轴只会恢复原本下的S code转速，而不会恢复承载功能。
 - b. 当乘载完成讯号On时，按下Reset会解除G114.3乘载状态。
 - c. 当乘载完成讯号On时，下G113解除乘载状态，会等待到达目标速度后，才真正解除乘载状态。
 - d. 主轴乘载功能不支援相位同步，只支援速度上的乘载。
 - e. 在同步完成后，不能对基础主轴下主轴定位指令，否则会有不可预期的错误产生。
- 4. 警报列表：
 - a. COR091【主轴同步，基础主轴号码错误】
发生原因：Pr4021~Pr4026设定错误或设定的主轴不存在

b. COR092 【主轴同步，同期主轴号码错误】

发生原因：Pr4021~Pr4026设定错误或设定的主轴不存在

c. COR093 【主轴同步，主轴型态错误】

发生原因：Pr1791~Pr1796设定错误

d. COR094 【主轴承载期间刚攻指令主轴转速超过】

发生原因：刀具轴的速度超过主轴转速的最大值。

2.81.4 范例

以第一主轴为基础主轴，第二主轴为同期主轴做范例；M103、M203为主轴正转，M105、M205为主轴停止，M82为等待同步完成讯号，以上M-Code动作须写入PLC。

若使用追随攻牙，需注意参数必须符合注意事项2：

• 参数设定范例一：

参数号码	基础主轴	同期主轴
1651~1660 (主轴马达编码器一转的Pulse数)	1024	2048
1661~1670 (主轴反馈倍频)	4	4
1681~1700 (主轴第一档螺杆侧齿数/马达侧齿数)	3(螺杆侧齿数) 4(马达侧齿数)	6(螺杆侧齿数) 8(马达侧齿数)
1811~1820 (主轴编码器安装位置)	1	1

同期主轴分辨率= $2048 \times 4 \times (6/8) = 6144$

基础主轴分辨率= $1024 \times 4 \times (3/4) = 3072$

(编码器装在马达侧需过齿比)

• 参数设定范例二：

参数号码	基础主轴	同期主轴
1651~1660 (主轴马达编码器一转的Pulse数)	1024	2048
1661~1670 (主轴反馈倍频)	4	4
1811~1820 (主轴编码器安装位置)	0	0

同期主轴分辨率= 2048*4 = 8192
基础主轴分辨率= 1024*4 = 2048
(编码器装在主轴侧不需过齿比)

双程序范例

\$1	\$2
1 G10 L1000 P791 R1// set active spindle. 2 M103 S1 = 2000// spindle 1 CW on. 3 G04 X0.4 // wait spindle speed goal. 4 G114.3// enable spindle superimposition. 5 M82 // wait spindle superimposition. 6 G04.1 P1 // wait sync. \$2 7 G04.1 P2 // wait sync. \$2 8 M105 // stop spindle 9 G113 // disable spindle superimposition. 10 G04.1 P3 // wait sync. \$2 11 M30	1 G10 L1000 P792 R2 2 // set active spindle. 3 G04.1 P1 // wait sync. \$1 4 G84 Z-20. R0 F1.// do tapping. 5 G80// end tapping. 6 G04.1 P2 // wait sync. \$1 7 G04.1 P3 // wait sync. \$1 8 M99

单程序范例 (乘载攻牙)

1 G10 L1000 P791 R2// set active spindle. 2 M103 S1=2000// spindle 1 CW on. 3 G04 X0.4 // wait spindle speed goal. 4 G114.3// enable spindle superimposition. 5 M82 // wait spindle superimposition. 6 G84 Z-20. R0 F1.// do tapping. 7 G80// end tapping. 8 G113 // disable spindle superimposition. 9 M30

单程序范例 (静止启动)

1 G10 L1000 P791 R2// set active spindle. 2 M103 S1 = 0 // spindle 1 CW on. 3 M203 S2 = 0 // spindle 2 CW on.

```

4      G114.3 // enable spindle superimposition.
5      M82 // wait spindle superimposition.
6      S1 = 2000 // change spindle target speed.
7      G04 X1.
8      G84 Z-20. R0 F1. S1000 // do tapping.
9      G80// end tapping.
10     M105 // stop spindle 1.
11     M205 // stop spindle2
12     G113 // disable spindle superimposition.
13     M30 // end.

```

2.81.5 参考资料

Device Type	Device	说明
R	R761~R776	显示对应主轴机械位置，单位0.001度。(现有的)
S (乘载完成讯号)		S60
Parameter 参数	181~196	轴向伺服系统的回路增益(Kp)(1/sec)
	1731~1736	主轴最低转速
	1791~1796	主轴型态
	1831~1836	主轴加速到1000 RPM的加减速时间(ms)
	1851~1856	主轴加速到1000 RPM/Sec的加加速度的加减速时间(ms)
	1861~1866	旋转方向，0: 正转，1: 反转
	4021~4026	基础/同期主轴号码(1~6)
Alarm 警报	Cor091	主轴同步，基础主轴号码错误
	Cor092	主轴同步，同期主轴号码错误
	Cor093	主轴同步，主轴型态错误
	Cor094	主轴承载期间刚攻指令主轴转速超过

Cor102	主轴同步, 重复的同期或承载指令
Cor142	主轴同步, K引数输入错误

2.82 G120.1: 多组加工条件

指令格式

- G120.1 P_ Q _;
P、Q: 呼叫多组加工条件, P为加工应用状况, Q为加工条件。
- G120.1 P0 or G121
回复标准参数, 若有设定快速参数(速度、平滑等级), 则会自动使用该组参数。

2.82.1 说明

1. 共有九组加工条件可使用, 分别为P1Q1、P1Q2、P1Q3、P2Q1.....P3Q3。
2. 原本的G62/G64 P_仍可使用, P引数的设定范围扩充为0~9。例如: P1Q1对应G62P1, P2Q1对应G62P4。
3. 使用者可根据加工需求, 选用对应的加工参数。
4. 可在多组加工条件的画面, 自行设定对应参数。
5. 可直接套用预设值, 在回复预设值前, 可看到各组预设值的使用场合。
路径:
八键系统: F10下一页>F3参数设定>F6高速高精设定>F5恢复预设值。
五键系统: F10下一页>F3参数设定>F10下一页>F1高速高精设定>F5恢复预设值。

2.82.2 注意事项

1. 仅适用于6D/11/21系列的铣床控制器
2. 有效版本: 10.116.24B
3. P的设定范围为0~3
4. Q的设定范围为1~3
5. P、Q引数都没下的时候, 不做任何动作
6. 若忘记下Q引数, 则预设Q1, 例如G120.1 P1, 等同G120.1 P1 Q1。
7. 按Reset后, 回复预设参数(P0), 若有设定快速参数, 则会自动使用该组参数。
 - a. 版本为10.118.42T, 10.118.48E, 10.118.52以前, 预设参数(P0)为标准参数
 - b. 版本为10.118.42T, 10.118.48E, 10.118.52以后, 预设参数(P0)为Pr3835初始加工条件设定之设定值。
8. 快速参数有效版本止于 10.116.54A(含)之前。
9. 相关警报:
 - a. MACRO-411_指令格式错误: 使用G120.1时, 忘记下P引数, 则发出警报。
 - b. MACRO-412_引数设定超过范围: P引数范围0~3, Q引数范围1~3, 超出此范围, 则发出警报。
 - c. COR-103_高速高精参数设置不当: 使用G120.1 P_ Q_选择了不存在的多组高速高精参数组数。

2.82.3 程序范例

G90
G54
G43 H1
G0 Z0
X0 Y0

```

M3 S15000
G120.1 P1 Q2 //G01加工前，开启多组加工条件调用，也可在一开始就启用
G01 X50. Y50. F3000
.....
G00 Z0
G121 //加工结束后，关闭多组加工条件
G49
M5
M30

```

2.83 G134：圆周孔循环

指令格式

G134 X_Y_I_J_K_;

X、Y：圆周孔的中心坐标，受G90/G91的影响。

I：圆周半径，单位以输入设定（G70/G71）为准，正值表示。

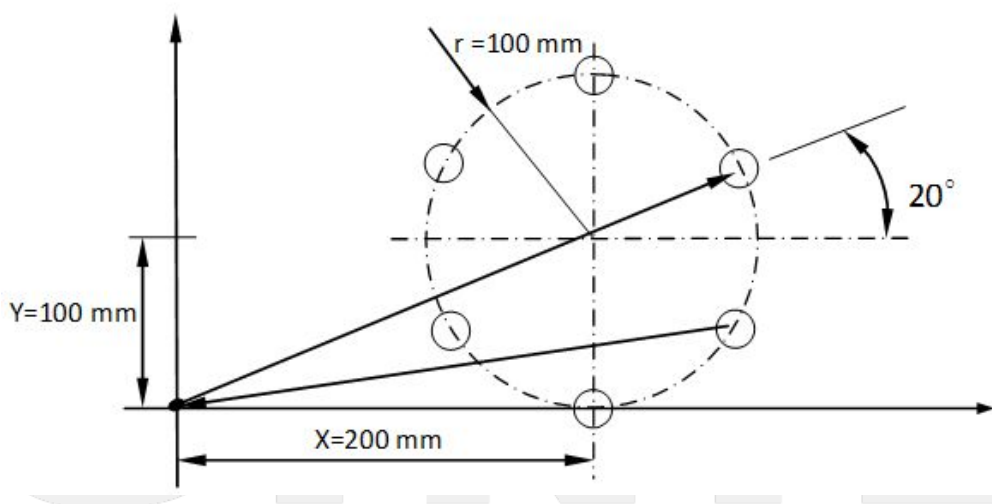
J：最初钻孔点的角度。

K：钻孔个数。指定个数1~9999个，不可设定为零。逆时针方向为正，顺时针方向为负。

2.83.1 说明

以X、Y指定的坐标为中心，以I指定之半径所画出的圆周上，与X轴夹J角度为起点，将圆周切作n等份、n个孔的钻孔动作。

2.83.2 程序范例



```
N001 G92 X500.0 Y100.0; //设定绝对零点坐标系统
```

```
N002 G91 G81 Z-10.0 R5.0 K0 F200;
```

//执行钻孔循环，以切削量为200mm/min，每个孔钻深

//10 mm，然後回到钻孔起始点

N003 G134 X200.0 Y100.0 I100.0 J20.0 K6;

//执行圆周孔循环，在X=200mm,Y=100mm位置钻第一孔，半径为100mm，起始角度为20°，钻6个孔

N004 G80; //取消循环

N005 G90 G0 X0.0 Y0.0; //回到坐标系零点

2.84 G135：角度直线孔循环

指令格式

G135 X_Y_I_J_K_;

X、Y：起点坐标，受G90/G91的影响。

I：间隔，单位以输入设定单位（G70/G71）为准，若间隔为负值时，以起点为中心在对称方向作钻孔。

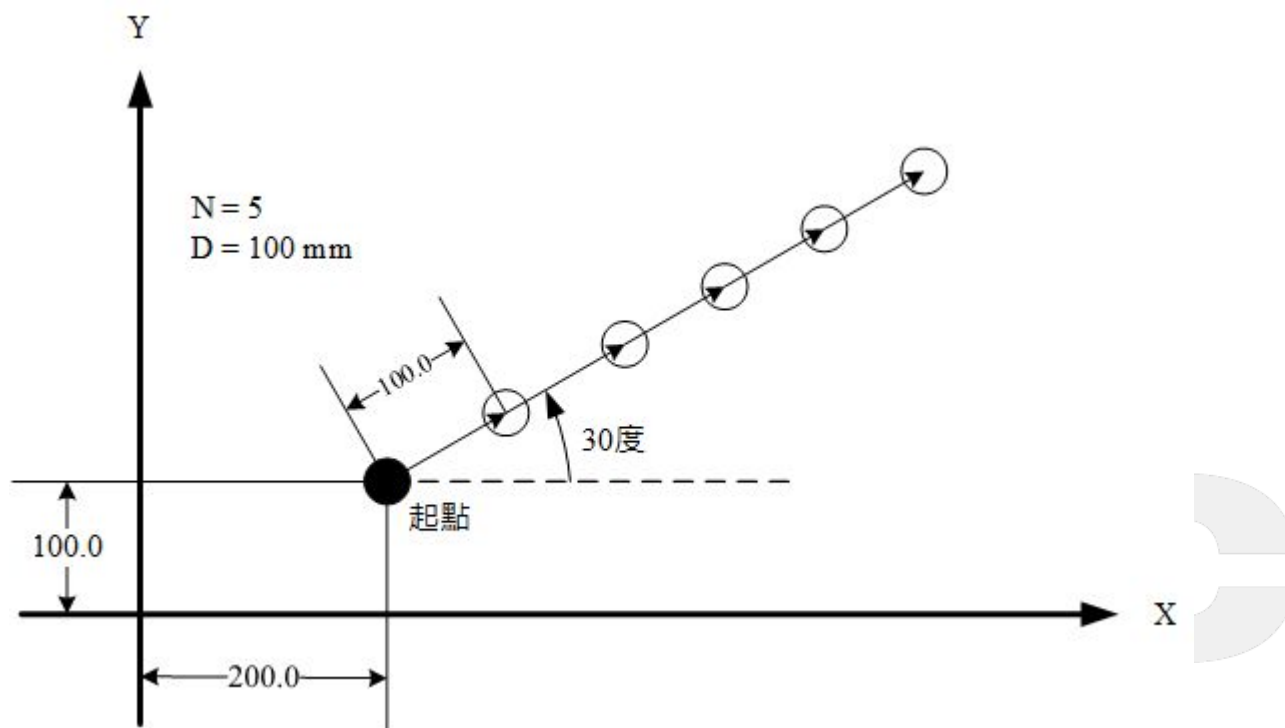
J：与X轴的夹角，逆时针方向为正。

K：钻孔个数，包含起点在内的个数，范围是1~9999个。

2.84.1 说明

此指令以X,Y指定的位置为起点，在X轴和一角度所形成的方向用一间隔区分成n个孔作钻孔动作。

2.84.2 程序范例



N001 G91; //设定使用增量值方式

N002 G81 Z-10.0 R5.0 K0 F100;

//执行钻孔循环，以切削量为100mm/min，每个孔钻深

//10 mm, 然後回到钻孔起始点

N003 G135 X200.0 Y100.0 I100.0 J30.0 K5;

//执行角度直线孔循环, 在X=200mm,Y=100mm位置为起始点, 间隔100mm, 与水平角度为30°, 钻5个孔

2.85 G136: 圆弧孔循环

指令格式

G136 X_Y_I_J_P_K_;

X、Y: 圆弧的中心坐标, 受G90/91影响。

I: 圆弧半径, 单位以输入设定单位 (G70/G71) 为准, 正数表示。

J: 最初钻孔点的角度, 逆时针方向为正。

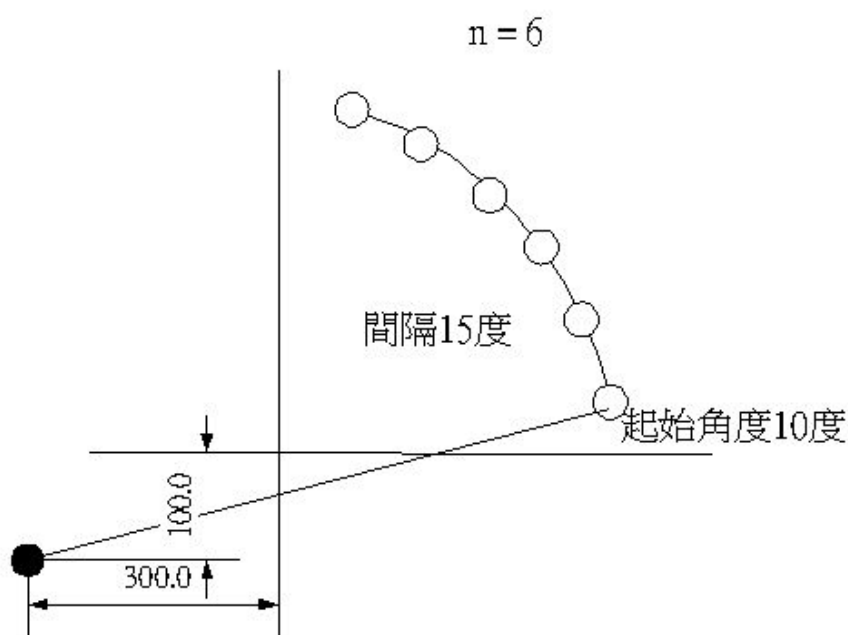
P: 角度间隔, 逆时针方向为正。

K: 钻孔个数。

2.85.1 说明

此指令是以X,Y指定的坐标为中心在所形成半径的圆周上, 以X轴和一角度形成的点开始, 间隔一角度作n个点的钻孔。

2.85.2 程序范例



N001G91;//设定使用增量值方式

N002G81 Z-10.0 R5.0 K0 F100;

//执行钻孔循环, 以切削量为100mm/min, 每个孔钻深10 mm, //然後回到钻孔起始点

N003G136 X300.0 Y100.0 I300.0 J10.0 P15000 K6;

//执行圆弧孔循环，在X=300mm,Y=100mm位置为圆弧中心，
 //圆弧半径为300mm，孔起始角度为10°，间隔角度15°，钻6个孔

2.86 G137.1: 棋盘孔循环

指令格式

G137.1 X_Y_I_P_J_K;

X、Y: 起点坐标，受G90/91影响。

I: X轴的间隔，单位以输入设定单位（G70/G71）为准，间隔为正时由起点向正方向，负时向负方向作间隔。

P: X轴方向的个数，范围是1~9999个。

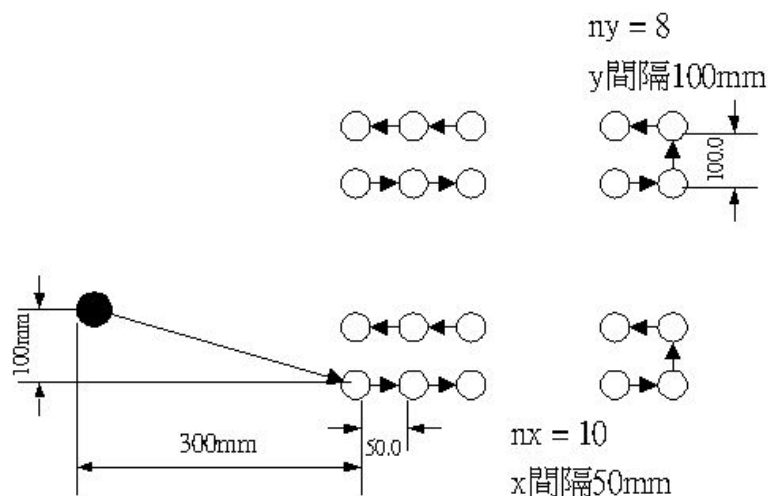
J: Y轴的间隔，单位以输入设定单位（G70/G71）为准，间隔为正时由起点向正方向，负时向负方向作间隔。

K: Y轴方向的个数，范围是1~9999个。

2.86.1 说明

此指令是以X,Y指定的位置作起点，在X轴平行的方向取一间隔作nx个格子钻孔，在Y轴平行的方向取一间隔作ny个格钻孔。

2.86.2 程序范例



N001 G91; //设定使用增量值方式

N002 G81 Z-10.0 R5.0 K0 F20;

//执行钻孔循环，以切削量为20mm/min，每个孔钻深 10 mm，

//然後回到钻孔起始点

N003 G137.1 X300.0 Y-100.0 I50.0 P10 J100.0 K8;

//执行棋盘孔循环，在X=300mm,Y=-100mm位置为起始点，

//X轴向间隔为50mm，孔数为10个，Y轴向间隔为100mm，孔数为8个

2.87 循环加工机能

G Code	钻孔动作	孔底位置动作	逃离动作	用途
G73	间歇进给		快速移动	高速啄式钻孔循环
G74	切削进给	暂停後主轴正向旋转	切削进给	左手攻牙循环
G76	切削进给	主轴定位停止并偏一位移量	快速移动	精细搪孔循环
G80				取消循环
G81	切削进给		快速移动	钻孔循环
G82	切削进给	暂停	快速移动	孔底暂停钻孔循环
G83	间歇进给		快速移动	啄式钻孔循环
G84	切削进给	暂停後主轴反向旋转	切削进给	攻牙循环
G85	切削进给		切削进给	钻孔循环
G86	切削进给	主轴停止	快速移动	高速钻孔循环
*G87	切削进给	主轴正转	快速移动	背面精细搪孔循环
*G88	切削进给	暂停後主轴停止	手动位移	半自动精细搪孔循环
G89	切削进给	暂停	切削进给	孔底暂停搪孔循环

2.87.1 固定循环的位址与意义

位址	位址的意义
G	固定循环顺序的选择
X	钻孔点位置（绝对值或增量值）的指定
Y	钻孔点位置（绝对值或增量值）的指定
Z	孔底部位置（绝对值或增量值）的指定
P	孔在底部位置时，暂停时间的指定
Q	G73、G83中，每次的切入量，或G76、G87中，位移量的指定（增量值）
R	R点位置（绝对值或增量值）的指定
F	切削进给速度的指定
K	固定循环重复次数的指定0~999

钻孔轴的指定可以利用G码G17、G18、G19来设定，如下表所示：

G Code	定位平面	钻孔轴
G17	XY平面	Z轴
G18	ZX平面	Y轴
G19	YZ平面	X轴

2.87.2 返回位置R点

当刀具加工到达洞孔的底部时，刀具可以返回初始位置或是返回位置R点，而这是由G98/G99模式来决定，G98为返回初始位置，G99为返回返回位置R点

2.87.3 重复次数K

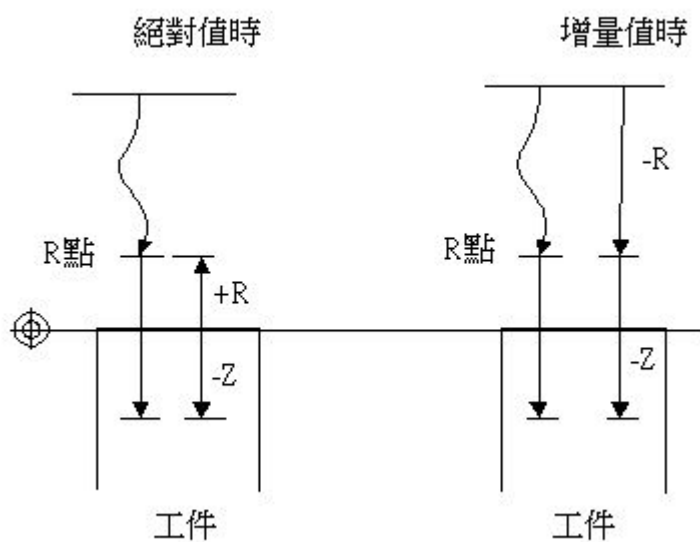
若要加工等距离的多个洞孔，可以指定洞孔的数量K，K的范围为0 ~ 9999，但第一个洞孔的位置需以增量模式（G91）来指定，否则将在同一位置重复钻孔动作。

当K=0时，钻孔动作资料将被设定，但在Block中所设的X,Y移动指令将不会被执行，也不会执行钻孔的动作。

2.87.4 取消循环

循环的取消可以用G80或是群组01的G码（G00/G01/G02/G03...等等）。

2.87.5 增量（G91）/绝对（G90）模式



SYNTEC

3 M码指令说明

辅助机能是用于控制机械机能的ON及OFF。其格式为在后有二位数字；兹将所应用的编号及功能分述如下：

M机能表

M码	机能
M00	程序暂停
M01	选择性程序暂停
M02	程序结束，回复到起点
M30	程序结束，回复到起点
M96	启动中断型副程序呼叫（M码编号由Pr3600决定）
M97	关闭中断型副程序呼叫（M码编号由Pr3600决定）
M98	呼叫副程序
M99	副程序返回主程序
M198	呼叫外部副程序(有效版本10.116.2)

1. M00：程序暂停

当CNC执行M00指令时，则主轴会停止旋转，进给会暂停，且切削油关闭，以方便操作者进行尺寸检验以及补正修正的工作；操作时可从面板上之"M00信号删除开关"来决定是否程序暂停。无法被登录为Pr3804工件计数的M码。

2. M01：选择性程序暂停

M01功能与M00类似；但是M01是由"选择停止"来控制；C44 ON时，M01有效，会使程序暂停；C44 OFF时，则M01无效。无法被登录为Pr3804工件计数的M码。

3. M02：程序结束

同M30。

4. M30：程序结束

M30指令表示程序到此结束，程序执行至M30指令时所有的动作均停止执行且执行Reset，并将执行行号回复到程序最前面开始位置。

5. M96/M97：中断副程序呼叫功能

请参阅[中断型副程序呼叫功能\(M96/M97\)](#)

6. M98：副程序呼叫，需搭配M99使用

指令格式为M98 P_ H_ L_

P：欲呼叫的副程序号码(当P省略时，是指定程序本身，并且只能于记忆运转或MDI运转模式时)

H：欲呼叫的副程序序号(N) (省略时，从前面开始)

L：为副程序重覆执行的次数

- 说明
 - i. 副程序是指有固定的加工程序或经常重覆使用的参数，事先准备完成并存放于记忆体中，当需要使用时，可以用主程序呼叫。副程序的呼出由M98执行，结束则是以M99执行。
 - ii. **副程序中若执行M02、M30指令视同副程序结束，回归主程序继续往下执行。**
- 无法被登录为Pr3804工件计数的M码。
7. M99: 返回主程序
指令格式为M99 P_
P: 表示返回主程序时的执行单节序号(N)，P引数不存在则表示返回主程序时，从M98或M198的下一行继续加工。
8. M198: 副程序控制，需搭配M99使用
指令格式为M198 P_ H_ L_
P: 欲呼叫的副程序号码(一定要指定P，否则会跳出COR-052【副程序呼叫P码须是整数】)
H: 欲呼叫的副程序序号(N) (省略时，从前面开始)
L: 为副程序重覆执行的次数
每次执行M198时会对副程序内容重新开档读取，故可保证执行的副程序内容为最新状态。
无法被登录为Pr3804工件计数的M码。

3.1 注意事项

1. M03、M04、M05、M06、M08、M09、M19的M码动作需要透过PLC实作，并非控制器标配M码，可参考相关资源PLC介面说明、PLC发展工具操作手册。
2. 为避免副程序号码与机械厂或系统内建的Macro命名冲突，建议副程序号码使用 00000~07999 / 0000000~0799999这区。

3.2 中断型副程序呼叫功能(M96/M97)

3.2.1 指令格式

以Pr3600 = 96为例：

M96 P_[I_][Q_][R_][L_]：启动中断型副程序呼叫功能

M97：关闭中断型副程序呼叫功能

- P引数

引数说明	指定中断触发时，呼叫之副程序号码
引数单位	-
引数范围	[1 ~ 9999]
注意事项	a. 副程序名称请以'O'开头 b. P引数不能加入副档名，且其呼叫的副程序也不能有副档名。ex: 下引数P1234，则副程序O1234被呼叫，而非O1234.txt。因此两档案在核心中被视为不同档案。
输入范例	a. 副程序名称为O1111，则下引数P1111 b. 副程序名称为O1213，则下引数P1213 c. 副程序名称为O0001，则下引数P1

• I引数

引数说明	中断讯号源
引数单位	-
引数范围	[1 ~ 3]
	1: 中断讯号为R-bit
	2: 中断讯号为I-bit
	3: 中断讯号为A-bit

• Q引数

引数说明	中断讯号号码
引数单位	-
引数范围	根据I引数而有所不同
	I=1(R-bit): [0 ~ 65535][00 ~ 15]
	I=2(I-bit): [0 ~ 511]
	I=3(A-bit): [0 ~ 511]
输入范例	a. 中断讯号为R49, 则下引数I1 Q4900 b. 中断讯号为R51.1, 则下引数I1 Q5101 c. 中断讯号为R50.11, 则下引数I1 Q5011 d. 中断讯号为A350, 则下引数I3 Q350

• R引数

引数说明	触发方式
引数单位	-
引数范围	[0 ~ 1]
	0: 上缘触发

1: 下缘触发

• L引数

引数说明	讯号维持时间
引数单位	ms
引数范围	[0 ~ 2,147,483,647]

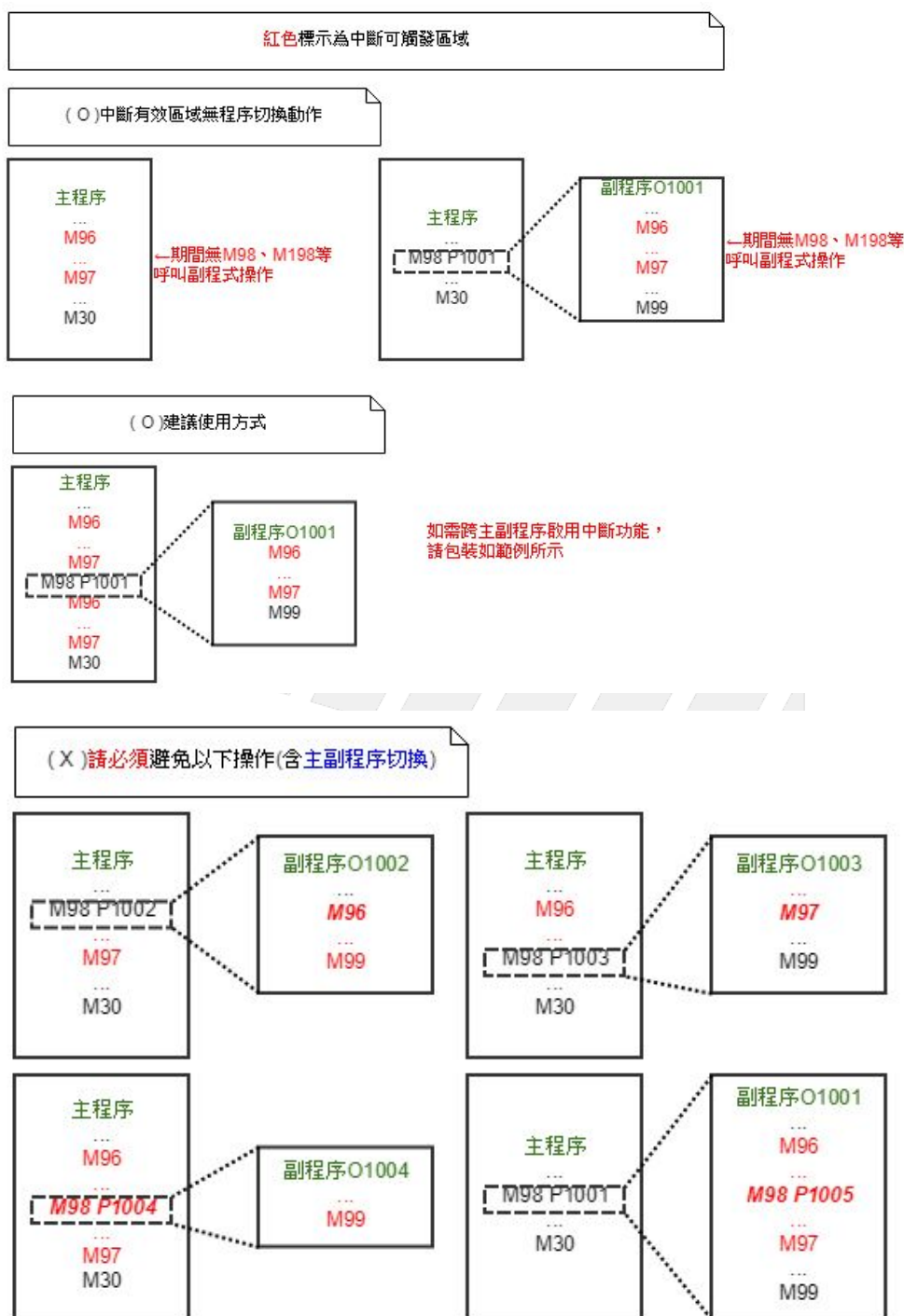
3.2.2 触发讯号

1. 若未指定触发讯号源，则预设触发讯号为C49。若指定触发讯号源，则只听被指定之触发讯号，而忽略C49。
2. 若指令下M96 P_，触发源为C49，当此C Bit On时，原先正在执行的程序马上停止，并呼叫中断副程序。
3. 若多轴群皆以M96 P_I_Q_R_L指定讯号源，各自轴群可以指定不同讯号源，且各轴群指听从各自轴群所注册之讯号源。
4. 同时指定R、L引数，呼叫中断副程序方式为：讯号 On/Off (R引数指定) 持续 L ms 后呼叫。

3.2.3 说明

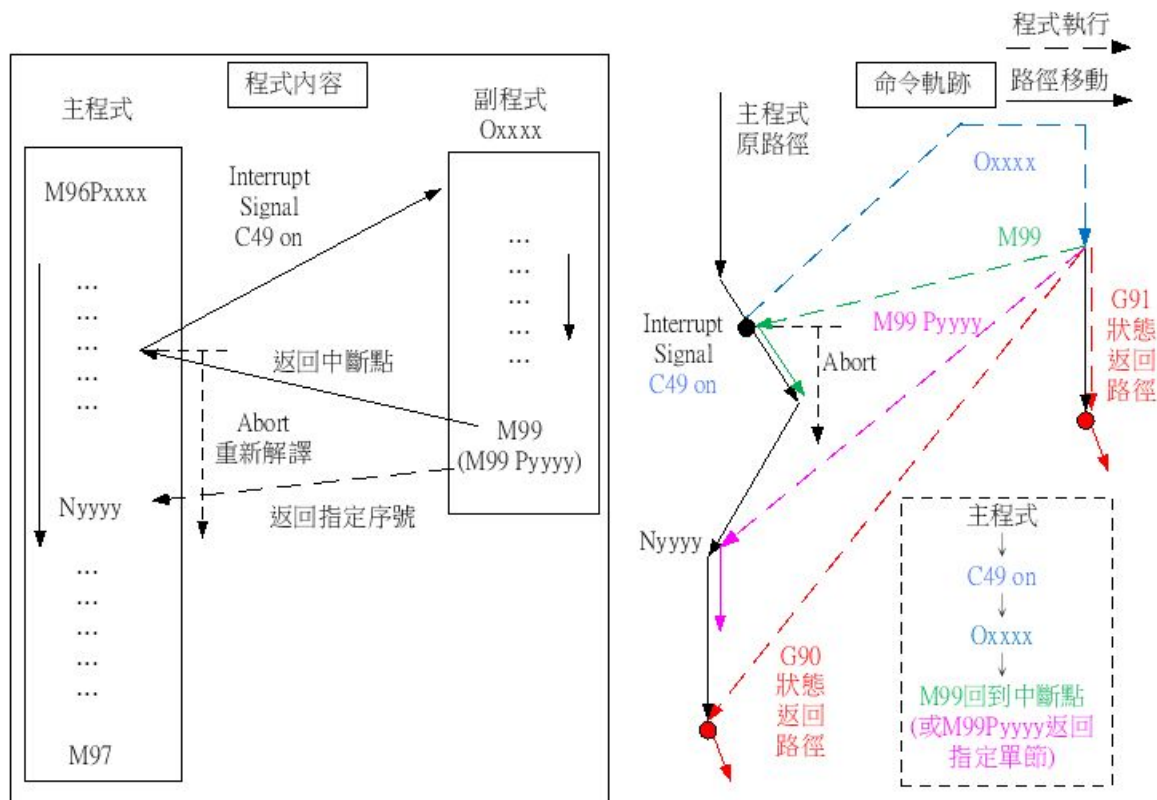
1. 返回主程序方式为在中断副程序内下M99，其中：
 - a. M99(未带引数)：以G00返回中断点座标并由中断单节开始重新进行解译。
 - b. M99 PXXXX：返回指定N次序号开始进行解译(无G00回归动作)，若指定返回次序行(N)不存在，报警COR-017。
 - c. M99 QXXXX：返回指定行号开始进行解译(无G00回归动作)，若指定返回行号不存在，报警COR-018。
2. 不支援副程序中触发中断讯号；若于副程序内触发，则有可能发生中断返回行号错误之问题。
 PS：即M96、M97所夹之范围内，不得以M98、M198呼叫副程序，或是从副程序返回。使用方法请参照下图。
 PS：请注意，以上限制所指的是中断触发有效区域；而中断副程序内是可以使用M98呼叫副程序。

SYNTEC



3. M96 M97指令会挡预解使得轴向减速至零。
4. 程序中下多个M96，则中断副程序号码以最接近中断讯号触发的M96 P引数决定。
5. 程序中下M96，则在主程序结束前必须下M97关闭功能，否则会触发警报 COR-117 【中断型副程序未下关闭M码】。
6. 程序中下M96 P_[I_] [Q_] [R_] [L_]，若I、Q、P、R、L引数超出指定范围，会触发警报COR-330 【不合法的中断讯号格式】。

7. G02(G03) I_ J_ K_ 和 ,A_、,R_、,C_，这些几何相关功能由于路径会被单节起点的资讯影响，因此若中断发生在该单节，将会发出错误警报或是路径可能会与原路径不同。
8. 中断副程序会继承主程序中中断点之状态，包含G、S、T等。
- S、T等，会挡预解之指令，进入中断点会正确继承状态。
 - G、F等，进入中断点会继承**预解之状态**，请小心。
- PS：例如主程序在执行G00X50.单节收到中断讯号，则中断进入副程序时初始插值状态**不一定为G00**。
9. 例如下图在主程序的G00 Z100.(起始位置0.)单节中断并停在Z35.的位置，则返回时会从中断副程序Oxxxx拉回中断点Z35.，再接着执行G00 Z100.。若是在Z35.的位置使用G90模式回中断单节后会移动到Z100.；若是G91模式回中断单节后会移动到Z135.（C type才需要注意此说明）。



无论使用M99返回主程序中中断点或M99 Pyyyy返回主程序指定单节Nyyyy，皆是重新解译，因此若使用G91模式，需自行注意加工路径是否符合需求（铣床及车床C type才需要注意此说明）。

10. 使用以下功能时无法使用中断型副程序之功能

G5: 高速高精功能
 G5.1: 路径平滑功能
 G12.1: 极坐标补间
 G16: 极坐标转换
 G41(G42): 刀径补偿
 G51: 比例缩放功能
 G51.1: 镜射功能
 G51.2: 多边形切削
 G114.1: 主轴同期
 G114.3: 主轴承载

当执行中断功能时，若控制器处于以上这些状态，中断功能(C49，以及指令下的指定触发讯号)将不会被启用。

11. 执行到急停(EStop)、M30 或复位(Reset)时，会取消 M96 中断触发。

12. 执行到暂停(Feedhold)或是单节停止(M00/C40)时，会暂停 M96 中断触发，讯号维持时间会暂停计时不会清除，直到重新启动加工(Cycle Start)后再恢复 M96 中断触发与继续计时。



SYNTEC

3.2.4 程序范例

单轴群	多轴群 (以双轴群为例)
• // 主程序 M96 P1111 G00 X0 Y0 Z0 G01 X10. F500 Y10. X0 Y0 M97 M30 • // O1111 (中断副程序) // 模拟Z轴拉刀检查刀具再拉回去 %@MACRO #30 := #1000; // 模式备份: G00/G01/G02/ G03 #31 := #1004; // 模式备份: G90/G91 G00 Z100.; // 快速移动到Z轴刀具检查点 G#30 G#31; // 模式还原 M00; // 进入M00后可切到手动模式作轴向 移动 M99; // 返回中断点	• // 主程序 加工程序 \$1 M96 P1111 R1 G94G90 G00 X0 Y0 Z0 G01 X10. F500 Y10. X0 Y0 N0003 G04 X10. M97 M30 \$2 M96 P1111 R1 G94G90 G00 X0 Y0 Z0 G01 X10. F500 Y10. X0 Y0 N0002 G04 X10. M97 M99 • // O1111 (中断副程序, 使用\$1/\$2隔开即可) 加工程序 \$1 #30 := #1000; // 模式备份: G00/G01/G02/G03 #31 := #1004; // 模式备份: G90/G91 G00 Z100.; // 快速移动到Z轴刀具检查点 G#30 G#31; // 模式还原 M99 P0003; // 返回指定行号 \$2 #30 := #1000; // 模式备份: G00/G01/G02/G03 #31 := #1004; // 模式备份: G90/G91 G00 Z200.; // 快速移动到Z轴刀具检查点

单轴群	多轴群 (以双轴群为例)
	G#30 G#31; // 模式还原 M99 P0002; // 返回指定行号

3.2.5 注意事项

- 1. 10.116.10开始提供M96/M97为"中断型副程序呼叫功能M码"
- 2. 10.116.24Y/10.116.36E(含)后提供Pr3600 *登录中断型副程序呼叫功能M码，可自行设定中断型副程序呼叫功能M码的号码值。
- 3. 承上，当Pr3600与扩充M码参数(Pr3601~)或工件计数M码(Pr3804)设定相同时，会出现OP-020警报，请视状况进行修正。
- 4. 10.118.10开始提供M96 P_[L_][Q_][R_][L_]指令，可指定C49以外的触发讯号。
- 5. 10.118.12E, 10.118.15之后，M96 若有指定触发讯号，则中断型副程序只听该指定之触发讯号，而忽略C49之触发讯号。



4 T码指令：刀具机能

指令格式

T

4.1 说明

刀具机能也可称为T机能，主要为选择刀具，一般会配合刀具交换指令（M06）一起用来选定刀具，如此便可依刀具编号来自动做刀具交换。

4.2 程式范例

T03 M06; //表示选择换3号刀具



SYNTEC

5 F码指令：进给机能

指令格式

F

5.1 说明

切削工件时，于加工程序中所指定刀具之移动速度称为进给。

设定进给的方法可分为每分钟进给（G94）与每回转进给（G95）两种。

若使用G94模式，则对300 mm/min之刀具进给率可直接指定F300；若采用G95模式，则F0.5表示0.5mm/rev。

5.2 注意事项

G95 每转进给模式下 F 引数受 Pr3241 影响，但 G94 F 引数不受 Pr3241 影响

Pr3241	Pr17	移动指令	实际移动速度
0	1	G00 F100	1(mm/min)
0	2	G00 F100	0.1(mm/min)
0	3	G00 F100	0.01(mm/min)
1	-	G00 F100	100(mm/min)
-	-	G00 F100. (有小数点)	100(mm/min)

最小输入单位(LIU)

资料单位	Pr17	最小输入单位
mm deg. sec.	1	0.01
	2	0.001
	3	0.0001
inch	1	0.001
	2	0.0001
	3	0.00001

5.3 程序范例

参数设定

Pr3241 = 0、Pr17 = 2

G94 G01 X100.0 Y100.0 F300;
//刀具作直线切削，每分钟进给300mm/min
G95 G01 X100.0 Y100.0 F0.5;
//刀具作直线切削，每回转进给0.5mm/rev

G94 G01 X100.0 F300; // 刀具作直线切削，每分钟进给300mm/min
G94 G01 X100.0 F300.; // 刀具作直线切削，每分钟进给300mm/min
G95 G01 X100.0 F300; // 刀具作直线切削，每回转进给0.3mm/rev
G95 G01 X100.0 F300.; // 刀具作直线切削，每回转进给300mm/rev

The logo for SYNTEC, featuring the word "SYNTEC" in a large, bold, sans-serif font. The letters are white with a slight shadow effect, set against a dark background. The logo is positioned in the lower half of the page, below the technical text.

6 S码指令：主轴转速机能

指令格式

S_

6.1 说明

S机能为主轴速度命令，指定主轴每分钟回转数或周速一定之用，由G96/G97指定。

6.2 注意事项

当该轴群的加工主轴在不同主轴间切换时，若此时加工主轴为第二主轴，想指定第一主轴正转150RPM，则应下M03 S1=150，以避免加工主轴切换上来不及，导致转速被给到第二主轴。

6.3 程式范例

G96 S150 M03; //主轴周速一定，每分钟150公尺
G97 S500 M03; //主轴维持每分钟500转

The logo for SYNTEC, featuring the word "SYNTEC" in a large, bold, sans-serif font. The letters are white with a slight shadow effect, set against a dark background.