

# B 系列铣床 编程手册

---

版本号: F202309MP-CN

# 目 录

一、G 码汇总一览表.....	1
1.1 一次式 G-指令码.....	2
1.2 模式 G-指令码.....	3
二、G 码指令说明.....	3
2.1 G00 快速定位/进给.....	3
2.2 G01 直线插补.....	6
2.3 G02、G03 圆弧插补.....	8
2.4 G02.1、G03.1 椭圆指令.....	13
2.5 G02.2、G03.2 抛物线指令.....	14
2.6 G04 暂停指令.....	15
2.7 G06.2 NURBS 曲线插补.....	15
2.8 G06.3 样条曲线功能.....	18
2.9 G08 清除各轴向机械坐标.....	20
2.10 G09、G61、G62 单节间精确定位模式.....	20
2.11 G10 指令.....	23
2.11.1 G10 L2.....	23
2.11.2 G10 L20.....	24
2.11.3 G10 L990.....	25
2.11.4 G10 L991.....	26
2.11.5 G10 L994.....	26
2.11.6 G10 L995.....	28
2.11.7 G10 L996.....	29
2.11.8 G10 L997.....	30
2.11.9 G10 L998.....	30
2.11.10 G10 L999.....	30
2.11.11 G10 L1000.....	31
2.12 G11、G12 输入输出点控制.....	31
2.13 G12.1、G13.1 极坐标插补.....	33
2.14 G12.8 三点成圆指令.....	39
2.15 G13.9 快速检查变量位状态.....	39
2.16 G15 伺服主轴定位指令.....	40

2.17 G16 圆柱插补指令 .....	41
2.18 G17、G18、G19 平面规划 .....	43
2.19 G20、G21 英制/公制量测模式 .....	44
2.20 G28~G30 .....	45
2.20.1 G28 .....	45
2.20.2 G29 .....	47
2.20.3 G30 .....	48
2.21 G31 .....	49
2.21.1 G31 跳跃停止 .....	49
2.21.2 G31 重整指令 .....	53
2.22 G33 螺牙切削 .....	54
2.23 G34 圆周孔循环 .....	55
2.24 G35 角度直线孔循环 .....	56
2.25 G36 圆弧孔循环 .....	57
2.26 G37.1 棋盘孔循环 .....	58
2.27 G40、G41、G42 刀尖半径补偿 .....	59
2.28 G43、G44、G49 刀长补偿 .....	68
2.29 G51、G50 比例缩放 .....	71
2.30 G50 外部工件坐标系 .....	79
2.31 G51.2、G50.2 主轴同步 .....	80
2.32 G51.4、G50.4 轴向同步控制 .....	85
2.33 G52 设定局部坐标系 .....	88
2.34 G53 机械坐标偏移 .....	91
2.35 G54~G59、G54.1__工件坐标系 .....	92
2.36 G68、G69 平面旋转 .....	95
2.37 G73 高速深孔钻固定循环 .....	98
2.38 G76 精镗孔固定循环 .....	100
2.39 G81 钻孔循环 .....	103
2.40 G82 有停顿钻孔循环 .....	105
2.41 G83、G87 钻孔循环 .....	106
2.42 G84、G74 攻丝循环 .....	114
2.43 G85 镗孔循环 .....	130
2.44 G86 镗孔固定循环 .....	132
2.45 G87 背面精细镗孔固定循环 .....	134

2.46 G88 半自动精细镗孔固定循环 .....	137
2.47 G89 镗孔固定循环 .....	140
2.48 G90、G91 绝对或增量坐标设定 .....	143
2.49 G94、G95 进给率设定 .....	144
2.50 G98、G99 钻孔循环复归设定 .....	145
2.51 ,C、,R、,A 指令说明 .....	146
<b>三、M 码指令说明 .....</b>	<b>156</b>
3.1 调用格式 .....	158
3.2 字母意义 .....	158
3.3 M99 .....	160
3.4 T 码:刀具调用 .....	161
3.5 F 码: 进给 .....	162
3.6 S 码: 主轴转速 .....	162
3.7 自动切换平面 .....	163

## 一、G 码汇总一览表

G 码	功能	G 码	功能
* G00	快速定位/进给	* G43	刀具长度补偿 (+) 方向
* G01 #	直线插补	* G44	刀具长度补偿 (-) 方向
* G02/G03	圆弧插补	* G49	刀具长度补偿取消
* G02.1/G03.1	椭圆插补	G50	外部工件坐标系
* G02.2/G03.2	抛物线插补	G51/G50	比例缩放功能
G04	暂停指令	G51.2/G50.2	主轴同步功能
G06.2	NURBS 曲线插补	G51.4/G50.4	轴向同步控制
G06.3	样条曲线功能	G52	局部坐标系设定
G08	清除各轴向机械坐标	G53	机械坐标定位
G09	单节间停顿模式	* G54 #	第一工作坐标
G10		* G55-G59	第二~六工作坐标
G11	输出点控制	* G61	单节间停顿模式开启
G12	输入点控制	* G62	取消单节间停顿模式
G12.1	极坐标插补开启	* G68	坐标旋转启用
G13.1	极坐标插补取消	* G69	坐标旋转取消
G12.8	三点成圆指令	G73	高速深孔钻固定循环
G13.9	快速检查变量位状态	G74	反向深孔攻丝循环
G15	伺服主轴定位	G76	精镗孔固定循环
G16	圆柱插补	* G80 \$	固定循环取消
* G17、G18、G19	平面设置	* G81 \$	钻孔循环设定
* G20	英制模式量测 (inch)	* G82 \$	钻孔循环 (孔底暂停)

* G21	公制模式量测 (mm)	* G83 \$	深孔循环
G27	定位刀具	* G84 \$	正向深孔攻丝循环
G28	回第一参考点	* G85 \$	镗孔循环
G29	自参考点复归	* G86 \$	镗孔固定循环
G30	回第二参考点	G87	背面精细镗孔固定循环
G31	跳跃功能	G88	半自动精细镗孔固定循环
G33	螺牙切削		
G34 \$	圆周孔循环	* G89 \$	镗孔固定循环
G35 \$	角度直线孔循环	* G90	绝对值坐标指令
G36 \$	圆弧孔循环	* G91	增量值坐标指令
G37.1 \$	棋盘孔循环	* G94 #	切削速度以 mm/min 指定
* G40 #	刀具半径补偿取消	* G95	切削速度以 mm/转 指定
* G41	刀具半径补偿设定 (左)	* G98 #	钻孔循环复归到初始点
* G42	刀具半径补偿设定 (右)	* G99	钻孔循环复归到进刀点
<p>· 有 * 符号标示者, 属于模式指令 (Modal G-code)。          · 有 # 符号标示者, 是电源起动 (POWER ON) 时的初始设定功能。          · 有 \$ 符号标示者, 是铣床 (finger 铣床) 特有功能。</p>			

表 1-1

## 1.1 一次式 G-指令码

- 这一类指令码 (指令表中未标\*者), 只在被指定的单节内有效;
- 例:
  1. N10 G0 X30.000 Y40.000 . . . G0 是模式指令;
  2. N20 G4 X2.000 . . . G4 单次式, 只在此单节有效;

3. N30 X20.000 Y50.000 . . . 无 G-码, N10 单节 G0 码在此有效。

## 1.2 模式 G-指令码

- 这一类指令码 (指令表中有标\*者), 经指定后, 直到被同一组指令码取代前都有效。
- 其中:
  1. G00, G01, G02, G03 属于同一组;
  2. G17, G18, G19 属于同一组;
  3. G40, G41, G42 同一组。G43, G44, G49 同一组;
  4. G21~G22 属于同一组。G54~G59 属于同一组;
  5. G80~G89 属于同一组。G90~G91 属于同一组;
  6. G94~G95 属于同一组。G98~G99 属于同一组。
- 例:
  1. N10 G0 X30.000 Y5.000 . . . 指定 G0;
  2. N20 X50.000 Z10.000 . . . 无 G 指令, G0 仍然有效;
  3. N30 Y20.000 . . . 无 G 指令, G0 仍然有效;
  4. N30 G1 X30.000 F200. . . G1 有效 (G0 被取代)。
- FINGER CNC铣床控制器设定的 G-指令码。在同一单节中, 同一组的 G-码, 仅能设定一个, 若重复设定, 以最后一个 G-码有效。

## 二、G 码指令说明

### 2.1 G00 快速定位/进给

- 功能及目的

此指令伴随坐标名称, 以当前位置为起始点, 坐标名称所表示的坐标为终点, 以直线路径作定位。

- 指令格式

G00 X(U)\_\_\_\_\_Y (V) \_\_\_\_\_ Z(W) \_\_\_\_\_

X\_Y\_Z\_： 定位终点的绝对坐标值。

U\_V\_W\_： 定位终点相对于该单节起点的增量值。

### ● 详细说明

1. 一旦给予这条指令，G00 模式一直保持有效，直到 G01，G02，G03，或其他单次式 G 指令出现，才更改 G00 的模式。因此，假如下次指令也同样是 G00，则只需指定轴地址即可；
2. 定位的速度由机械参数项设定（MCM2320~MCM2359）；
3. 这条指令可同时控制 1~6 轴向移动，指令未设定轴向时，则不做定位移动；
4. G00 指令根据参数 MCM42，设定可以为直线插补型或非直线插补型；
5. MCM42 BIT00=0 G00 为直线插补型定位 BIT00=1，G00 为非直线插补型定位，各轴以最高速度独立地移动；
6. G00 加减速形式固定为直线型加减速。

### ● 程序范例 1

如下图：S 点快速移动 P1 点，再移动到 P2 点

#### ❖ 方式一：G90 指令，绝对值程序

```
N1 G90
N2 G00 X25.000 Y20.000 Z10.000 F100.000 ... P1
N3 X60.000 Y50.000 Z40.000 ... P2
```

#### ❖ 方式二：G91 指定，增量值程序

```
N1 G91
N2 G00 X25.000 Y20.000 Z10.000 F100.000 ... P1
N3 X35.000 Y30.000 Z30.000 ... P2
```

#### ❖ 方式三：G90 指定，增量值程序

```
N1 G90
N2 G00 U25.000 V20.000 W10.000 F100.000 ... P1
N3 U35.000 V30.000 W30.000 ... P2
```

#### ❖ 方式四：G90 指定，增量与绝对值混用

```
N1 G90
N2 G00 X25.000 V20.000 W10.000 F100.000 ... P1
N3 X60.000 V30.000 W30.000 ... P2
```

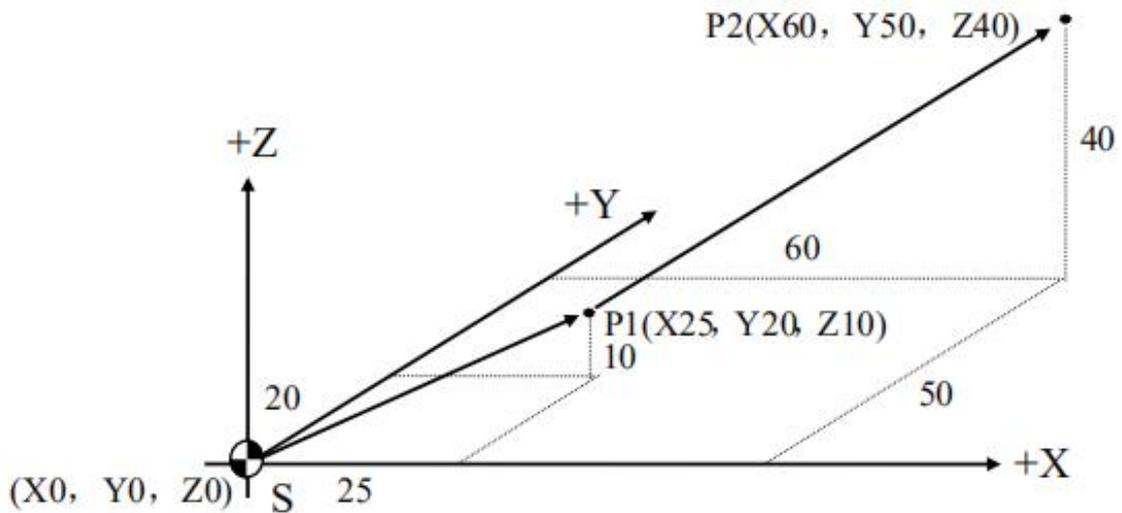


图 2.1.2 程序范例

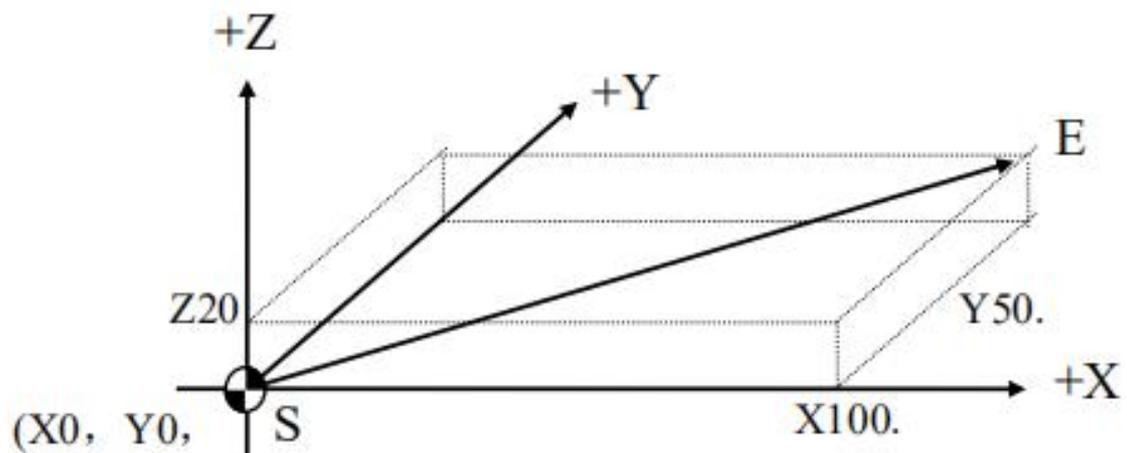
N1 行刀具以快速定位方式进给到 X25.000 Y20.000 Z10.000 位置。因为 X, Y, Z 三轴同时有位移量，进给速率是以 MCM2320~MCM2325『最高进给率』中所设定的较低进给率移动。

### ● 程序范例 2

如下图：S 点快速移动到 E 点。

G90

G00 X100.000 Y50.000 Z20.000



刀具以快速定位方式行走至 X-轴 100.000, Y-轴 50.000, Z-轴 20.000 位置，因各轴位移距离不同，控制器以位移量最长的轴（X-轴）依 MCM 2320~ 项所设定的速度位移，如该项

之 X, Y, Z 设定最高进给率 10000 mm/min, 则上例中各轴向位移的速度为:

X-轴- 位移 100.000 mm, 为位移轴中距离最长之轴, 因此控制器依据 MCM 2320 项所设定进给率 10000 为 X-轴进给率。

Y-轴- 位移 50.000 mm, 除以最长轴距离 100.000 mm, 乘以 MCM 2321 项最高进给率 10000, 即  $50.000/100.000*10000 = 5000$  Y-轴实际进给率为 5000 mm/min。

Z-轴- 位移 20.000 mm, 除以最长轴距离 100.000 mm, 乘以 MCM 2322 项最高进给率 10000, 即  $20.000/100.000*10000 = 2000$  Z-轴实际进给率为2000 mm/min。

## 2.2 G01 直线插补

### ● 功能及目的

G01 直线切削指令, 根据工作程式指令, 执行直线切削的模式, 以 G90/G91 指令决定绝对值或增量值方式, 以“F”所设定的速度进行进给到指定位置。

### ● 指令格式

1. G01 X(U)\_\_\_\_\_ Y (V) \_\_\_\_\_ Z(W)\_\_\_\_\_ F\_\_\_\_\_
2. X\_Y\_Z\_: 切削终点的绝对坐标值。
3. U\_V\_W\_: 切削终点相对于该单节起点的增量值。
4. F\_ : 切削进给率, (F-指令可以与任何 G-指令一起使用)G00 单节中, 也可下 F-指令, 但不影响快速定位。

### ● 详细说明

1. G01(或 G01)指令, 用来执行直线切削功能, 可同时控制 1~6 轴来进行切削, 其切削进给速率以 F-码设定, 最低可设定到 0.001mm/min。
2. 一旦给予这指令, G01 模式一直保持有效, 直到 G00, G02, G03, 或其他单节 G 运动指令

出现，才更改 G01 模式。因此，假如这些指令也同样是 G01 且进给速度不改变，则只需要指定坐标值即可。

3. 切削起点是指令下达时刀具所在的坐标位置。用 F-码 (Modal Code) 指定的进给率，在重新设定之前，都保持有效，不需每一单节都指定。
4. X.Y.Z-轴切削进给速率计算公式：(公式中，U.V.W 代表实际增量值)

$$\text{X-轴进给速率, } F_x = \frac{U}{\sqrt{U^2 + V^2 + W^2}} * F \quad (1)$$

$$\text{Y-轴进给速率, } F_y = \frac{V}{\sqrt{U^2 + V^2 + W^2}} * F \quad (2)$$

$$\text{Z-轴进给速率, } F_z = \frac{W}{\sqrt{U^2 + V^2 + W^2}} * F \quad (3)$$

#### ● 程序范例

下面是 G01 程序范例，三种不同程序，但都做相同路径的直线切削：

##### ❖ G90 指定，绝对值程序 (图3-2)

```
N1 G90
N2 G01 X25.000 Y20.000 Z10.000 F100.00 ... P1
N3 X60.000 Y50.000 Z40.000 ... P2
```

##### ❖ G91 指定，增量值程序 (图3-2)

```
N1 G91
N2 G01 X25.000 Y20.000 Z10.000 F100.00 ... P1
N3 X35.000 Y30.000 Z30.000 ... P2
```

##### ❖ G90 指定，增量值程序 (图3-2)

```
N1 G90
N2 G01 U25.000 V20.000 W10.000 F100.00 ... P1
N3 U35.000 V30.000 W30.000 ... P2
```

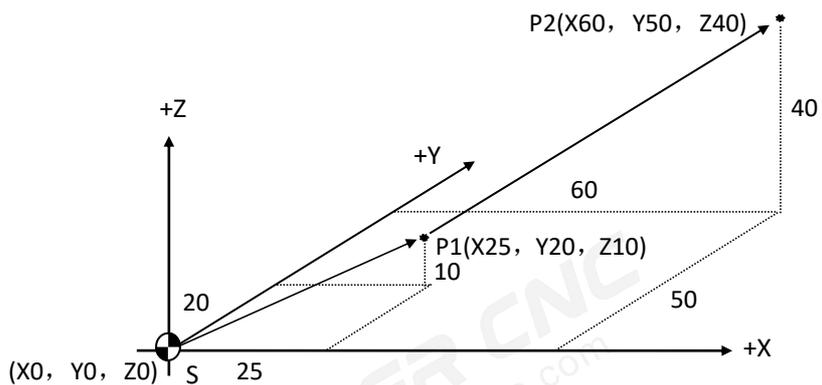


图3-2 G01 程序范例

● 程序范例 2

G01 X2.0 Z2.01 F0.300 . . . 绝对指令

G01 U1.0 W-2.59 F0.300 . . . 增量指令

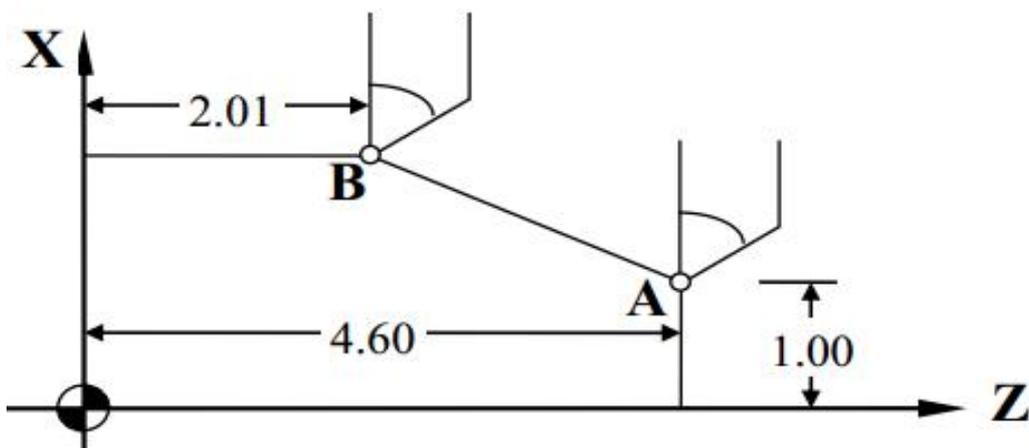


图 2.2.1 程序范例

## 2.3 G02、G03 圆弧插补

● 功能及目的

在指定平面，该指令使刀具沿圆弧移动。

● 指令格式

G02、G03 圆弧指令形式	
	圆弧或圆

半径方式	G17 G02(G03) X(U)_Y(V)_R_F_ (G17 X0 A0 代表 X A 平面)
	G18 G02(G03) X(U)_Z(W)_R_F_ (G18 Z0 A0 代表 Z A 平面)
	G19 G02(G03) Y(V)_Z(W)_R_F_ (G19 Y0 A0 代表 Y A 平面)
圆心方式	G17 G02(G03) X(U)_Y(V)_I_J_F_ (G17 X0 A0 代表 X A 平面)
	G18 G02(G03) X(U)_Z(W)_I_K_F_ (G18 Z0 A0 代表 Z A 平面)
	G19 G02(G03) Y(V)_Z(W)_J_K_F_ (G19 Y0 A0 代表 Y A 平面)

G02: 圆弧插补 顺时针方向 (CW)。

G03: 圆弧插补 逆时针方向 (CCW)。

X\_: X 轴或其平行轴 (由 Mcm1881、 Mcm1884、 Mcm1887 等设定) 的移动量。

Y\_: Y 轴或其平行轴 (由 Mcm1882、 Mcm1885、 Mcm1888 等设定) 的移动量。

Z\_: Z 轴或其平行轴 (由 Mcm1883、 Mcm1886、 Mcm1889 等设定) 的移动量。

U\_: X 轴或其平行轴的增量。

V\_: Y 轴或其平行轴的增量。

W\_: Z 轴或其平行轴的增量。

I\_: 从 X 轴的起点到圆弧中心的距离, 半径指定, 有符号。

J\_: 从 Y 轴的起点到圆弧中心的距离, 半径指定, 有符号。

K\_: 从 Z 轴的起点到圆弧中心的距离, 半径指定, 有符号。

R\_: 圆弧半径, 半径指定, 有符号 (为负值时是指超过 180° 的圆弧)。

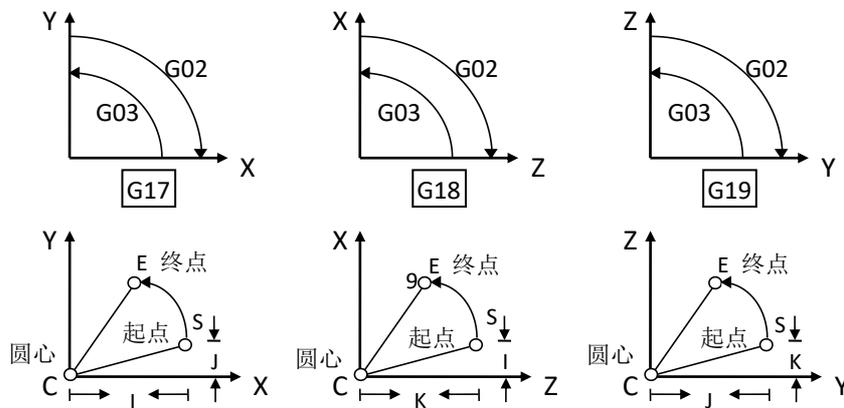
F\_: 圆弧进给速度。

● 详细说明

1. 顺时针方向 (G02)、逆时针方向 (G03) 是指相对于 G17 (G18、G19) 平面, 在笛卡尔坐标系中沿 Z (Y、X) 轴负方向看的顺时针方向。

G02: 顺时针方向 (cw), (clockwise)

G03: 逆时针方向 (ccw), (counter - clockwise)



2. 圆弧的移动量指圆弧终点到圆弧起点的距离，可以用绝对坐标指定，也可以用增量坐标指定。
3. 圆弧半径可以用 I、J、K 或 R 指定 I、J、K 指定圆弧半径，如下所示：

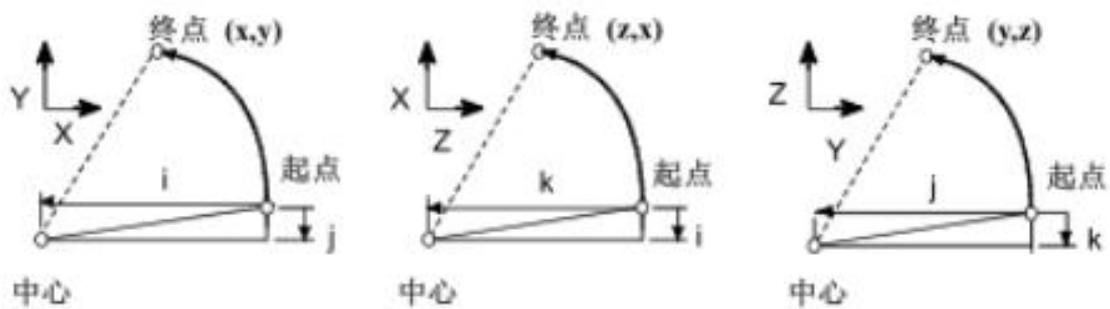


图 2.3.1 圆弧切削路径图

❖ 当由 R 指定圆弧半径时，由起点、终点、加工方向的圆心位置当 R 指定负值时，加工一个圆心角  $\alpha$  ( $180^\circ < \alpha < 360^\circ$ ) 的圆弧。如 G02 Z60.000 X20.000 R-50.000 F0.300。

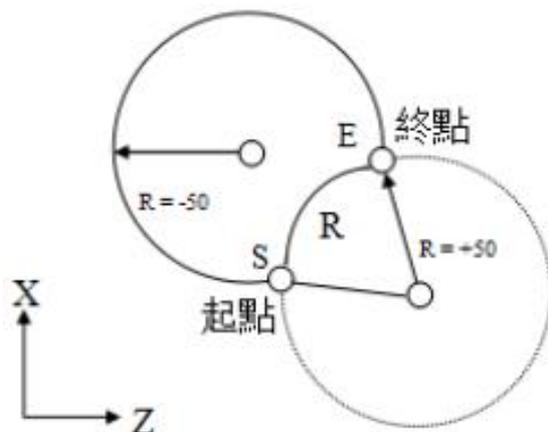


图 2.3.2 圆弧切削定半径路径图

❖ 当同时指定 I、J、K 与 R 时，R 指定的圆弧优先，I、J、K 被忽略。

4. 整圆的加工只能使用 I、J、K 来指定，使用 R 指定时系统报警。

❖ 例：G90

G00 X40.000 Y0.000

G03 X40.000 Y0.000 I50. F100 全圆指令

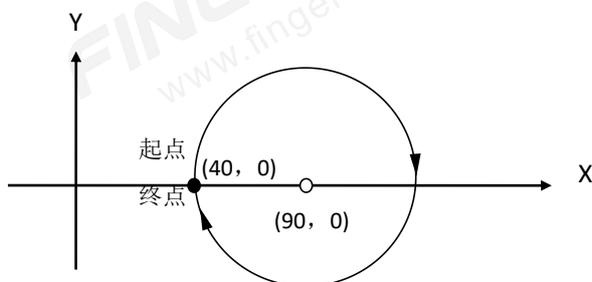


图3-10 全圆切削

5. 在 G02、G03 中，下达切削速率之 F-值，指的是圆弧切线方向之速度，而此切线速度会受到圆弧半径及所下之速度限制当计算的圆弧最大切线速率大于程序所下之速度时，则程序所下之速度为切线速率。反之，当计算之圆弧切线速率小于程序所下之速度时，则以计算的圆弧最大切线速率为切线速率。

6. 在指定圆弧插补的同时指令指定平面外的轴的移动（1 轴或 2 轴），就可以执行使刀具螺旋移动的螺旋插补。指令格式：

❖ G17: G02/G03 X (U) \_Y (V) \_R\_ (I\_J\_) α\_ (β\_) F\_

- ❖ G18: G02/G03 Z (W) \_X (U) \_R\_ (I\_K\_) α\_ (β\_) F\_
- ❖ G19: G02/G03 Y (V) \_Z (W) \_R\_ (K\_J\_) α\_ (β\_) F\_
- ❖ α (β) 指定的是当前平面外的轴向；如下图所示：

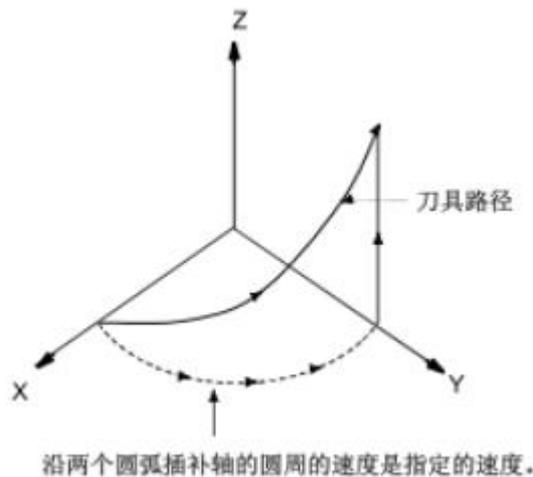


图 2.3.3 螺旋线插补

7. 圆弧的加工实际上是把圆弧分成  $n$  等份的直线段进行的， $n$  等份分得越多，圆弧精度越高。圆弧精度由  $Mcm10$  控制。 $Mcm10 = (\text{半径} - \text{弦高}) / \text{半径}$ ，设定值越小，精度越高。圆弧精度最小可精确到 0.000001。
8. 因工艺需求，可加工一些圆弧起点的半径值与圆弧终点半径值不一样的产品。差值由  $Mcm13$  控制，圆弧起点的半径值与圆弧终点半径值的差值  $< Mcm13 * 0.001 * \text{圆弧起点半径值}$  时圆弧正常执行，做涡旋线加工，当超过时系统报警。
9. 当圆弧半径=1mm 时通过  $Mcm1781$  做速度限制  $Mcm1781=500$ ，表示当圆弧半径=1mm 时圆弧最高速度不能超过 500mm/min。
10. 在圆弧过象限时一个轴速度过快，一个轴速度过低会导致圆弧尖角，通过  $Mcm4040 \sim Mcm4159$  可解决圆弧尖角现象。

#### ● 程序范例 1

G17

G0 X200. Y40. Z0.

G03 X140. Y100. R60. F300.

G02 X120. Y60. R50.

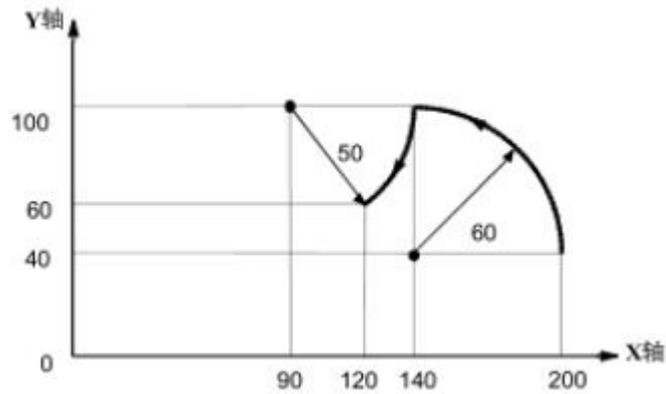


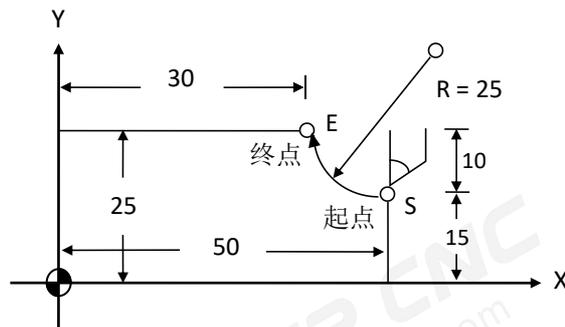
图 2.3.4 程序范例

### ● 程序范例2

下面是四种不同的指令，但切削相同圆弧。

- ❖ 起点坐标是  $X=50.000$ ，  $Y=15.000$ ，
- ❖ 终点坐标是  $X=30.000$ ，  $Y=25.000$ ，
- ❖ 半径是  $R=25.000$ ， 或  $I=0.000$ ，  $J=25.000$ 。

1.  $G02 X30.000 Y25.000 J25.000 F200$
2.  $G02 U-20.000 V10.000 J25.000 F200$
3.  $G02 X30.000 Y25.000 R25.000 F200$
4.  $G02 U-20.000 V10.000 R25.000 F200$



## 2.4 G02.1、G03.1 椭圆指令

### ● 功能及目的

实现椭圆指令插补。

- 指令格式

G02.1 X/U\_ Z/W\_ R\_ P\_ Q\_ Ff\_ 顺时针

G03.1 X/U\_ Z/W\_ R\_ P\_ Q\_ Ff\_ 逆时针

X/U\_ Z/W\_: 椭圆插补的终点坐标。

R: 指定椭圆长半轴数值（半径指定）（忽略符号）（非模态）。

P: 指定椭圆短半轴数值（半径指定）（忽略符号）（非模态）。

Q: 指定椭圆长轴与 Z 轴正方向的夹角（ $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ ）（无符号）（非模态）。

Ff: 指定进给速度（模态）。

- 程式范例

G0 X0. Z0.

G01 X72.059 Z69.336 F3000.

G02.1X -95.708Z-28.984R110. P50. Q240.

G01 X72.059 Z69.336 F3000.

G03.1X -95.708Z-28.984R110. P50. Q60.

下图中 A 点为起始点，B 点为终点，红线为 G02.1 曲线，绿线为 G03.1 曲线

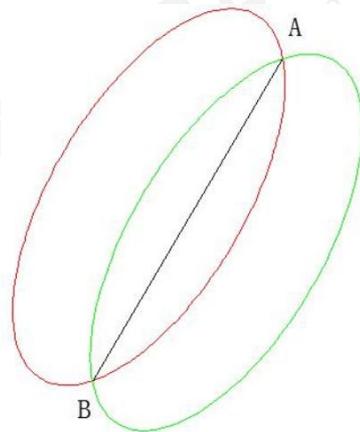


图 2.4.1 椭圆插补

## 2.5 G02.2、G03.2 抛物线指令

- 功能及目的

实现抛物线指令插补。

- 指令格式

G02.2 X/U\_ Z/W\_ P\_ Q\_ Ff\_ 顺时针

G03.2 X/U\_ Z/W\_ P\_ Q\_ Ff\_ 逆时针

X/U\_ Z/W\_: 抛物线插补的终点坐标。

P: 指定抛物线标准方程  $X^2=2*P*Z$  中的 P 值（半径指定）（忽略符号）（非模态）范围：  
0~9999999999。

Q: 指定抛物线对称轴线与 Z 轴正方向的夹角（0~180.000°）（无符号）（非模态）。

Ff: 指定进给速度（模态）。

## 2.6 G04 暂停指令

### ● 指令格式

G04 X\_\_\_\_\_

G04 P\_\_\_\_\_

X: 暂停时间，单位秒。（X 在此，代表时间而非地址）。

P: 暂停时间，单位毫秒。

### ● 详细说明

1. 程序设计时，在某些情形下，因加工需要，在一个单节执行完了之后，各轴向运动必须暂时停留一段时间，再执行下一个单节的指令。在此情形下，可用此指令；
2. 暂停最小单位为 0.01 秒，最长可以设定到 8000.0 秒。

### ● 程式范例

N1 G1 X10.000 Y10.000 F100.

N2 G4 X2.000. . . 暂停 2 秒

N3 G0 X0.000 Y0.000

## 2.7 G06.2 NURBS 曲线插补

### ● 功能及目的

本功能只对用以曲面或曲线加工的 NURBS（non-uniform rational B-spline）曲线的参数（阶、负荷、节点、控制点）进行指定，不替换微小线段，实现 NURBS 曲线加工。

- 相关参数

MCM11

定义：特殊曲线（抛物线，样条曲线）精度设定（输出两点间最短距离）。

范围：0~2<sup>31</sup>

默认值：100

单位：um

注：特殊曲线分解成小线段时线段之间的最短距离设定。

- 指令格式

```

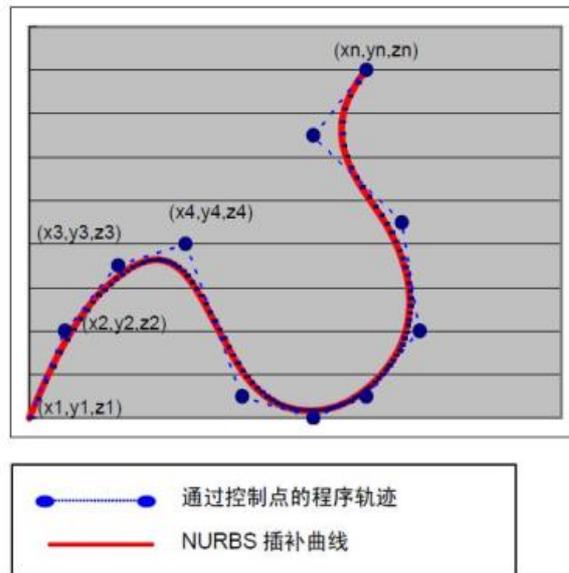
G06.2 Pp Kk1 X1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff;    NURBS 插补 ON
Kk2 Xx2 Yy2 Zz2 Rr2;
Kk3 Xx3 Yy3 Zz3 Rr3;
Kk4 Xx4 Yy4 Zz4 Rr4;
.....
Kkn Xxn Yyn Zzn Rrn;
Kkn+1;
Kkn+2;
Kkn+3;
Kkn+4;                                NURBS 插补 OFF

```

G06.2	NURBS 曲线插补指令
P_	NURBS 曲线阶数，曲线为 (p-1) 次，省略时与 P4 意义相同
K_	节点，从第一程序段到第 p 程序段的节点均设定相同值。如果存在只有节点的程序段，则结束 NURBS 插补
X_Y_Z_	控制点坐标
R_	控制点权数，范围 0.0001~99.9999
F_	插补速度

- 详细说明

1. NURBS 插补的第 1 程序段中指定阶数 P。
2. NURBS 插补的第 1 程序段中的控制点需指定与 NURBS 插补前的坐标相同位置。
3. 在 NURBS 插补第 1 程序段中对以后的 NURBS 插补程序段将要使用的轴全部给予设定。
4. 从 NURBS 插补的第 1 程序段到第阶 P 段的节点设定值需一致。
5. 当存在 P 个连续的指定节点 K 的单个程序段，且节点 K 的设定值相同时结束 NURBS 曲线。



### ● 功能处理

1. G 代码、进给、辅助功能；
2. NURBS 插补状态下，所有 G 代码、进给速度、MSTB 代码均不可设定
3. NURBS 插补的第 2 程式段以后不能再指定与第 1 程序段不一致的轴地址、R、K 等指令。
4. 在 NURBS 插补第 1 程序段可使用“程序跳跃“/””功能，第 2 程序段之后则不可设定；
5. (3) 单步执行：只在最终控制点“单步执行”有效，在 NURBS 插补中无效；
6. (4) 复位：复位取消 NURBS 插补模式；
7. (5) 支持以下功能：进给保持；
8. 不支持以下功能：程序停止 (M00)、可选停止 (M01)、MDI 插入。

### ● 注意事项

1. NURBS 插补对象轴为 3 根基本轴；
2. 进行 NURBS 插补的轴应当全部在第 1 程序段中进行控制点的指定，在第 2 程序段以后指定时系统报警 (1-14-5) (待定)；
3. 第一控制点与 G06.2 前一程序段的终点要一致，否则系统报警 (206-1)；
4. 权数指令中省略小数点仍按有小数点处理，指定 1 与指定 1.0 一样，设定范围为 0.0001~99.9999，超出范围系统报警 (206-2)；
5. 节点指令中省略小数点仍按有小数点处理，指定 1 与指定 1.0 一样，节点指令不可省略，每一程序段必须指定，否则系统报警 (206-3)；
6. 节点应指定为大于或等于前一程序段的值，否则系统报警 (206-4)；
7. 复位取消 NURBS 插补模式。

- 程式范例

G0 X0. Y0. Z0.

G06.2 P4 X0. Z0. R1. K0 F1000

X1. Z2. R1. K0

X2.5 Z3.5 R1. K0

X4.4 Z4. R1. K0

X6. Z0.5 R1. K1

X8. Z0. R1. K2

X9.5 Z0.5 R1. K3

X11. Z2. R1. K4

X10.5 Z4.5 R1. K5

X8.0 Z6.5 R1. K6

X9.5 Z8. R1. K7

K8

K8

K8

K8

M30

## 2.8 G06.3 样条曲线功能

- 指令格式

G06.3(或 G306) Q\_\_ E\_\_ D\_\_  $\alpha$ \_\_  $\beta$ \_\_ F\_\_

Q\_\_: 样条曲线控制点起始地址 (不包含起点), 不受小数点影响。(当为 Q 字母不填时, 默认为 1000)

E\_\_: 样条曲线控制点结束地址 (不包含终点), 不受小数点影响。(当为 E 字母不填时, 默认为 1000)

D\_\_: D0=控制点坐标指定方式为绝对 D1=控制点坐标指定方式为增量, 当不写 D 时, 默认为 D0(绝对)

$\alpha$ \_\_  $\beta$ \_\_: 样条曲线插补轴终点坐标. ( $\alpha$ ,  $\beta$  为样条插补轴轴向, X, Y, Z 中的任意一轴)

F\_\_: 进给速度 (mm/min 或 mm/rev)

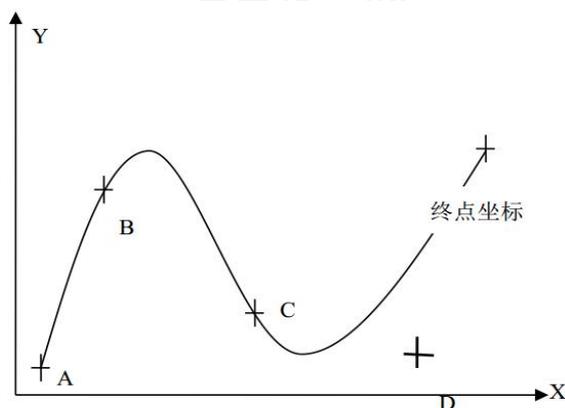
● 控制点的存放

1. 存储范围： 用户变量 V1000~V9999
2. 一个变数存放一个插补轴坐标，控制点坐标成组存储(即先存放水平轴插补轴坐标，然后垂直轴插补坐标)，最大可存储 4500 组控制点。一条 G06.3 指令最多可指定 4500 个控制点， 起点坐标与终点坐标也当作一个控制点计算。控制点存放顺序按照其在样条曲线中出现的顺序排列。如下表所示：

V1000	x0 (水平插补轴坐标)	第一个控制点
V1001	y0 (垂直插补轴坐标)	
V1002	x1 (水平插补轴坐标)	第二个控制点
V1003	y1 (垂直插补轴坐标)	
V.....	.....	.....

● 程式范例

1. G06.3 Q1004 E1008 Xx4 Yy4;
2. 如下图所示，该曲线有三个控制点 B(x1,y1)、C(x2,y2)、D(x3,y3)； A(x0,y0) 为起点坐标，B(x1,y1) 为第一个控制点，C(x2,y2) 为第二个控制点，D(x3,y3) 为第三个控制点，终点坐标为(Xx4 Yy4)。



V1000		控制点起始地址
...	...	...
V1004	x1	B 点
V1005	y1	
V1006	x2	C 点
V1007	y2	
V1008	x3	D 点

V1009	y3	
V1010	x4	
V1011	y4	

轴向确定：由 G17/G18/G19 平面决定，和圆弧插补轴确定方式相同。

## 2.9 G08 清除各轴向机械坐标

### ● 指令格式

G08 ...清除所有轴向，即 X、Y、Z-轴向机械坐标

G08 X\_\_ Y\_\_... 清除 X、Y-轴向机械坐标

G08 Z\_\_ ...清除 Z-轴向机械坐标

G08 X\_\_ Y\_\_ A\_\_ ...清除 X、Y、A-轴向机械坐标

或者任何 X、Y、Z、A、B 组合

### ● 详细说明

程序格式中 X、Y、Z 的数值无意义，但必须有数值，才可输入程序之中；它是告诉机械那一轴向的机械坐标要清除。如果 G08 指令单独成一单节，X、Y、Z 轴的机械坐标都会被清除。若只有 X（或 Y、Z）指令，不论 X（或 Y、Z）是什么数值，只清除该指定轴向的机械坐标。

### ● 程序范例

N1 G54 ;;;假设 G54 坐标系中的 XY 的值都是 0

N2 G01 X100. Y100. ;;;程序走到机械坐标 X100. Y100. 的位置

N3 G08 X0 ;;;X 轴机械坐标清零，X 轴当前点变为机械零点

N4 G08 Y0 ;;;Y 轴机械坐标清零，Y 轴当前点变为机械零点

## 2.10 G09、G61、G62 单节间精确定位模式

### ● 功能及其目的

1. 当刀具的进给速度急剧变化时，缓和机械碰撞；

2. 防止转角切削时的圆角（或者控制圆角大小）；
3. 希望在机械减速停止之后，确认就位状态或经过减速检查时间之后，再开始下一单节的指令；
4. 一个包括 G09 的程序段在继续执行下个程序段前，准确停止在本程序段的终点。该功能用于加工尖锐的棱角。G09 仅在其被规定的程序段中有效。

#### ● 指令格式

1. G09 G01(G02 G03)或者 G09 X\_Y\_Z\_；
2. 特别注意：使用 G09 X\_Y\_Z\_时，不会改变模态 G 码，精准定位只在带有 09 指令中生效；
3. G61：单节间精确定位模式开启（模态指令，需用 G62 取消）；
4. G62：取消单节间精确定位模式（模态指令，取消 G61 指令）；
5. G61 与 G09 的区别在于 G61 为模态指令，G61 可由 G64 注销。

#### ● 程式范例

G01 X50. Z50.

G01 X75.

N001 G09 X100. F150-----此时相当于 G09 G01 X100. (准确定位看以下图)

N002 Z100.

G83 X400. Z400. F3.

G09 X500. Z500. -----此时相当于 G09 G83 X500. Z500.

G00 X600. Z600.

M3 S500

G90 X700. Z700. F2.

X800.

X900.

G09 X1000. ----- 此时相当于 G09 G92 X1000 Z700. F2.

G0 X0.

Z0.

M30

关于就位宽度：

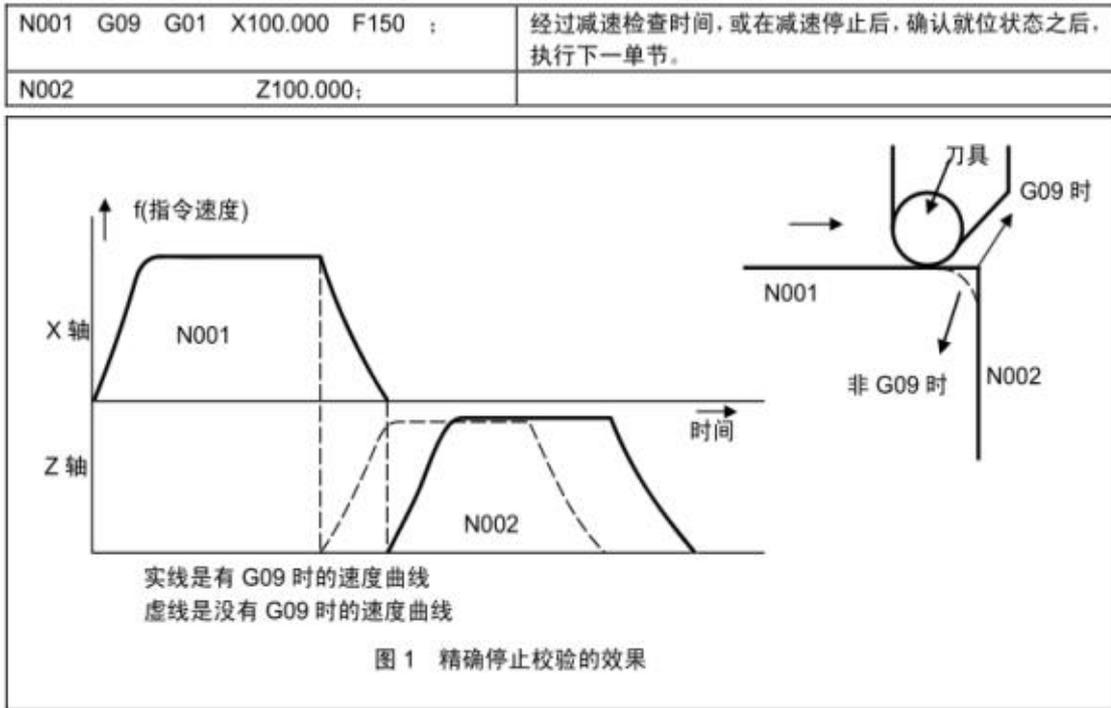


图 2.6.1 完全准确定位时

1. 连续切削进给时

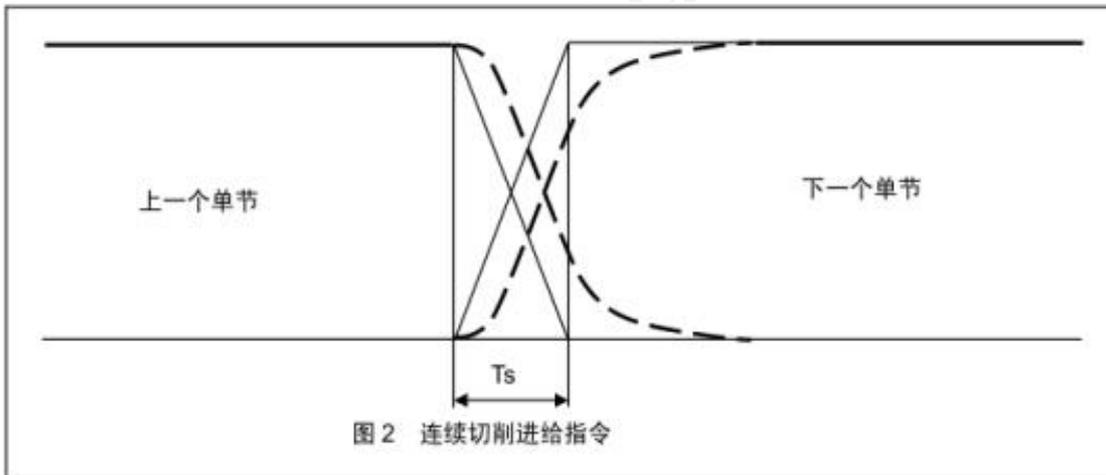


图 2.6.2 无 G09 时连续切削时(不停顿模式)

2. 切削进给就位检查时

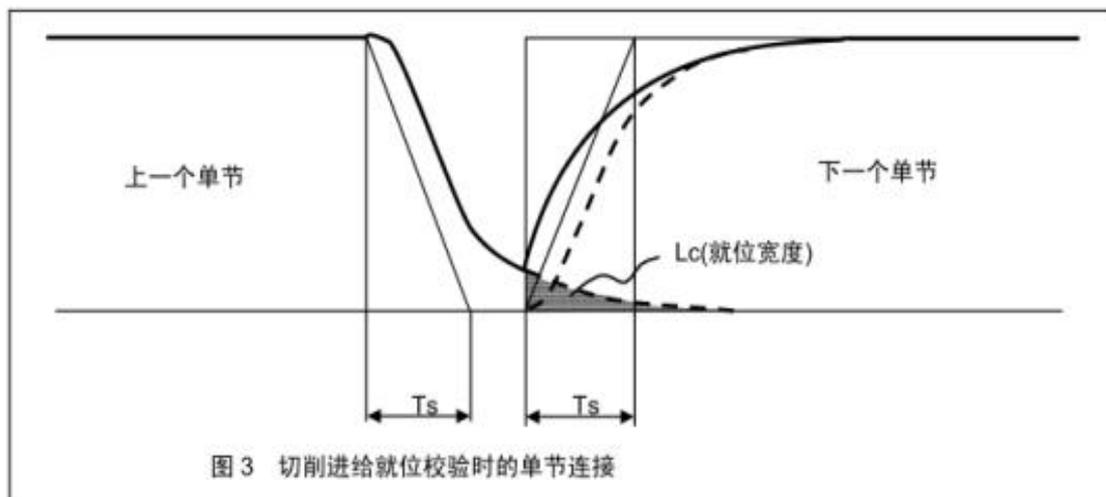


图 2.6.2 G09 切削进给就位检查时

## 2.11 G10 指令

### 2.11.1 G10 L2

- 指令格式

G10 L2 P\_ IP\_ (设定 G54~59 工件坐标系，一次最多只能修改 6 个轴)

P: 工件坐标系组号

P = 1~6 对应 G54~G59 工件坐标系。

P = 0, 设定外部工件坐标系。

P = 空白, 设定当前工作坐标系。

当前工作坐标系为 G54.1 时, 报警讯

IP\_: 若是绝对指令, 每个轴的工件坐标偏置量。

若是增量指令, 该值要加到每个轴原设置的工件坐标偏置量上(其结果为工件坐标偏置量)。当不指定任何轴向(即)时, 报警讯。

- 程式范例 1

G54	机械坐标	程序坐标
G0 X0 Y0 Z0	0.000;0.000;0.000	0.000;0.000;0.000
G10 L2 P0 X100. Y80. Z50.	0.000;0.000;0.000	100.000;80.000;50.000
G0 X0 Y0 Z0	-100.000;-80.000;-50.000	0.000;0.000;0.000

说明：G10 L2 P0 X100. Y80. Z50. 是设定外部工件坐标系（设定的参数为 SYS2160）

### ● 程式范例 2

G54	机械坐标	程序坐标
G0 X0 Y0 Z0	0.000;0.000;0.000	0.000;0.000;0.000
G10 L2 P1 X100. Y80. Z50.	0.000;0.000;0.000	100.000;80.000;50.000
G0 X0 Y0 Z0	-100.000;-80.000;-50.000	0.000;0.000;0.000

说明：G10 L2 P1 X100. Y80. Z50. P=1 代表设定的是 G54 坐标系，绝对指令

### ● 程式范例 3

G54	机械坐标	程序坐标
G0 X0 Y0 Z0	0.000;0.000;0.000	0.000;0.000;0.000
G10 L2 P1 X100. Y80. Z50.	0.000;0.000;0.000	100.000;80.000;50.000
G0 X0 Y0 Z0	-100.000;-80.000;-50.000	0.000;0.000;0.000
G10 L2 P1 U100. V80. W50.	0.000;0.000;0.000	200.000;160.000;100.000
G0 X0 Y0 Z0	-200.000;-160.000;-100.000	0.000;0.000;0.000

说明：G10 L2 P1 U100. V80. W50. P=1 代表设定的是 G54 坐标系，增量指令

## 2.11.2 G10 L20

### ● 指令格式

G10 L20 P\_ IP\_（设定 G54.1 工件坐标系，一次最多只能修改 6 个轴）

P：工件坐标系组号

P=1~48 对应 G54.1 P1 ~G54.1 P48。

P=空白，设定当前工作坐标系。

当前工作坐标系为 G54~G59 时，报警讯。

IP\_：若是绝对指令，每个轴的工件坐标偏置量；

若是增量指令，该值要加到每个轴原设置的工件坐标偏置量上（其结果为工件坐标偏置量）当不指定任何轴向（即）时，报警讯。

### ● 程式范例

G54.1	机械坐标	程序坐标
-------	------	------

G0 X0 Y0 Z0	0.000;0.000;0.000	0.000;0.000;0.000
G10 L20 P1 X100. Y80. Z50.	0.000;0.000;0.000	100.000;80.000;50.000
G0 X0 Y0 Z0	-100.000;-80.000;-50.000	0.000;0.000;0.000

说明：G10 L20 P1 X100. Y80. Z50. P=1 代表设定的是 G5.14 坐标系，绝对指令

### 2.11.3 G10 L990

- 指令格式

G10 L990 P1 (开启实时运算功能 MACRO B 为实时计算)

G10 L990 P0 (关闭实时运算功能)

- 程式范例 1

G10 L990 P1

#1 = 100

#2= #1+1

#3= #1-1

.....

G10 L990 P0

则 G10 L990 P1 与 G10 L990 P0 中间的 MACRO B 为实时计算指令，即当执行到此行时，变数的值才改变。

注意：当 G10 L990 P1 与 G10 L990 P0 中间有非 MACRO B 指令时，报错。

- 程式范例 2

G10 L990 P1

#1 = 100

#2= #1+1

#3= #1-1

G01 X100. ;此行不是 MACRO B 指令，报错

G10 L990 P0

## 2.11.4 G10 L991

### ● 指令格式

G10 L991 P\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_ D\_\_ (设定加减速时间)

P: 需要设定加减速时间的轴向 BIT00=1 X 轴; BIT01=1 Y 轴……P 为空白或 0 时, 设定所有轴向。

A: 设定 G00 加减速时间, 单位 ms。

B: 设定 G01 加减速时间, 单位 ms。

C: 设定车牙加减速时间, 单位 ms。

## 2.11.5 G10 L994

### ● 指令格式

G10 L994 P\_\_ Q\_\_ H\_\_ D\_\_ I\_\_ J\_\_ K\_\_ IP\_\_ (添加引入引出线功能)

在下一个单节添加引入引出线。引入线添加在下一单节的起点处, 引出线添加在下一单节的终点处。

P: 指定为引入线或引出线

0 或不填 = 引入线

1 = 引出线

注: 当为引入线时, 表示下一单节, 需要添加引入线。需由 IP 定引入线的添加位置 (即下一单节的起始位置)。

当为引出线时, 表示下一单节执行完成后, 需要添加引出线。

Q: 引入引出线类型

0 或不填 = 直线

1 = 圆弧

H: 引入引出线添加方向

0 或不填 = 加工方向的左侧

1 = 加工方向的右侧

D: 从当前点到引入线起点的 G 代码

0 或不填 = G00

1 = G01

I: 引入引出线长度 (或半径)

当引入引出线为直线时, 指定的为直线的长度。

当引入引出线为圆弧时, 指定的为圆弧的半径。

J: 引入引出线的角度

当引入引出线为直线时指定的为直线的偏转角。

当引入引出线为圆弧时，指定的为圆弧的圆心角。

K: 引出线的过切长度。

IP: 指定引入线的添加位置。

### ● 功能介绍

#### ❖ 直线引入→直线引出

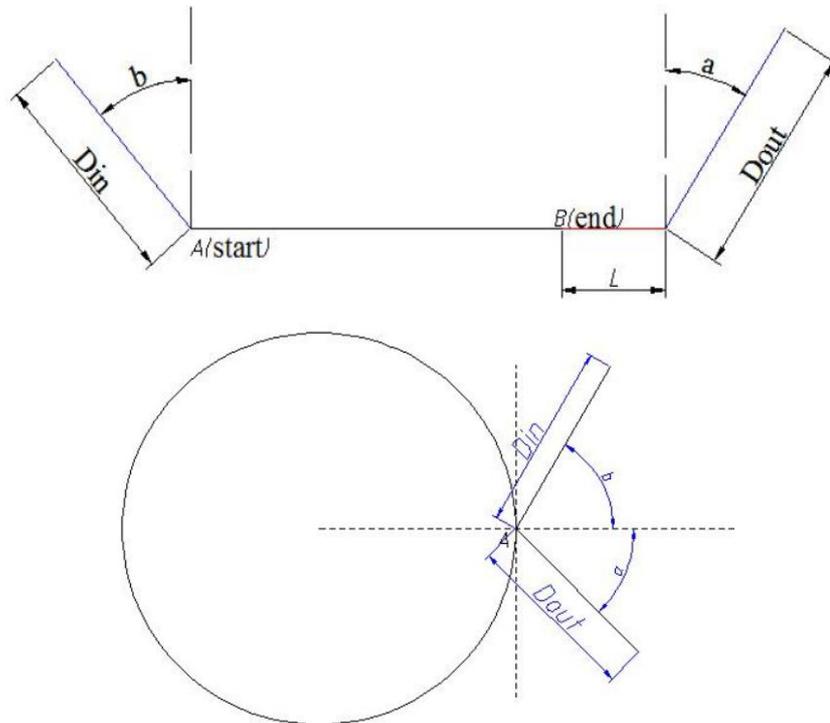


图 2.7.1 直线引入引出示意图

Din: 直线引入线，长度由 I 指定。

Dout: 直线引出线，长度由 I 指定。

b: 引入线角度，角度由 J 指定。

a: 引出线角度，角度由 J 指定。

L: 过切线，长度由 K 指定。

引线类型：直线，由 Q 决定。

### ● 程式范例

G00 X0. Z0.

G01 Z20. F2000.

G10 Z40. L994 P0 Q0 I10. J30.

G10 L994 P1 I10. K10. J60.

G01 Z80.

M30



图 2.7.2 程序范例加工轨迹

BC: 引入线, 长度 10.000mm。

EF: 引出线, 长度 10.000mm。

DE: 过切线, 长度 10.000mm。

AB: 引入线前的坐标终点到引入线起点的直线段, 速度由字母决定。

直线引入→圆弧引出;

圆弧引入→直线引出;

圆弧引入→圆弧引出(同理)。

### 2.11.6 G10 L995

#### ● 指令格式

G10 L995 P \_\_\_\_ Q \_\_\_\_

P: 设定操作功能

=1 清除用户变数 (通道)

=101 加载用户变数 (通道)

=201 保存用户变数 (通道)

=2 恢复机械参数出厂值 (通道)

=102 加载机械参数 (通道)

=202 保存机械参数 (通道)

=3 恢复系统变量出厂值 (通道)

=103 加载系统变量 (通道)

=203 保存系统变量 (通道)

=4 清除暂存器 (通道)

=104 加载暂存器（通道）  
 =204 保存暂存器（通道）  
 =11 清除用户变数（公共）  
 111 加载用户变数（公共）  
 =211 保存用户变数（公共）  
 =12 恢复机械参数出厂值（公共）  
 =112 加载机械参数（公共）  
 =212 保存机械参数（公共）  
 =13 恢复系统变量出厂值（公共）  
 =113 加载系统变量（公共）  
 =213 保存系统变量（公共）  
 =14 清除暂存器（公共）  
 =114 加载暂存器（公共）  
 =214 保存暂存器（公共）  
 =19 清除 BUS 变数（公共）  
 =119 加载 BUS 变数（公共）  
 =219 保存 BUS 变数（公共）  
 =1001 删除当前程式  
 =1002 删除所有程式  
 Q: 指定通道号（当 Q 不指定或指定为 0 时，表示当前通道）

## 2.11.7 G10 L996

### ● 指令格式

G10 L996 P\_\_ D\_\_（设定机械参数的值）

P: 机械参数号码 P=0~9999 对应 MCM0000~MCM9999。

D: 机械参数的设定值。

D=-2<sup>31</sup>~2<sup>31</sup>

注意：此指令在预抓时生效，执行此指令时改变的是机械参数对应的内部变量，机械参数并未被修改。

目前可以通过 G10 L996 指令修改的功能如下：

指令	功能
G10 L996 P40 D___	修改运动模式

P 的范围设置错误 (0~9999)

### 2.11.8 G10 L997

- 指令格式

G10 L997 P\_\_ (设定 master 主轴的 index)

P: master 主轴的 index

P=0~10 对应主轴 1~主轴 10

P=0 或 1, 都表示设定第 1 主轴为 master 主轴

### 2.11.9 G10 L998

- 指令格式

G10 L998 P\_\_ D\_\_(开启前馈增益功能)

P: 开启前馈增益功能的轴号

P=1~32 对应第 1 轴~32 轴

P=0 或 P 为空白时, 表示开启第 1 轴

D: 前馈增益百分比

D=0~10000

### 2.11.10 G10 L999

- 指令格式

G10 L999 P\_\_ (关闭前馈增益功能)

P: 关闭前馈增益功能的轴号

P=1~32, 对应第 1 轴~32 轴

## 2.11.11 G10 L1000

### ● 指令格式

G10 L1000 Axxx Bxxx Cxxx (主轴按距离运动, 不停顿型 G 码, 不占插补周期)

#### A: 主轴指定

范围: 0~10

单位: NULL

说明: 没有字母 A 或者 0~1=第 1 主轴, 2=第 2 主轴, 3=第 3 主轴, ……

#### B: 距离模式设定

范围: 0~32

单位: NULL

说明: 0=当前主轴命令, 1=第 1 硬体轴反馈, 2=第 2 硬体轴反馈, ……

#### C: 距离设定

范围: 0~+-2<sup>31</sup>

单位: PULSES

说明: 设定主轴需要运动的距离

## 2.12 G11、G12 输入输出点控制

### ● 指令格式

#### 1. G11 P\_\_\_ & G11 P-\_\_\_

G11 P\_\_\_ 指定 OUTPUT \_\_\_ 输出 ON。

G11 P-\_\_\_ 指定 OUTPUT \_\_\_ 输出 OFF。

Reset (复位) 时, 所有由 G11 P\_\_\_ 输出 ON 的 OUTPUT 都输出 OFF。

### ● 程序范例 1

N1 G11 P1 ;;;执行到此行, 输出点 01 ON

N2 G11 P-1 ;;;执行到此行, 输出点 01 OFF

注: 若执行到 N1 行, 按复位按钮, 那么此时输出点 01 OFF

#### 2. G11 P1\_\_\_ & G11P-1\_\_\_

G11 P1\_\_\_ 指定 OUTPUT \_\_\_ 输出 ON。

G11 P-1\_\_\_ 指定 OUTPUT \_\_\_ 输出 OFF。

Reset（复位）时，不改变由 G11 P1\_\_\_ 输出 ON 的 OUTPUT 状态。

#### ● 程序范例 2

N1 G11 P10001 ;;;执行到此行，输出点 01 ON

N2 G11 P-10001 ;;;执行到此行，输出点 01 OFF

注：若执行到 N1 行，按复位按钮，那么此时输出点 01 仍然 ON

### 3. G11 P\_\_\_ Q\_\_\_

P:指定 OUTPUT 点（范围 1~2048）。正值表示指定的 0 点输出 ON, 负值表示指定的 0 点输出 OFF。

当 P 值<10000 时，G11 指令输出的 0 点 Reset（复位）清除。

当 P 值>10000 时，G11 指令输出的 0 点 Reset（复位）不清除。

Q:指定通道。（BIT00=1，通道 1 BIT01 = 通道 2 ……）

Q=-1，表示所有通道；

Q=0 或不指定，当前通道。

#### ● 程序范例 4

N1 G11 P10001 Q-1 ;;;执行到此行，所有通道的输出点 01 ON

N2 G11 P-10001 Q-1 ;;;执行到此行，所有通道的输出点 01 OFF

注：若执行到 N1 行，按复位按钮，那么此时所有通道的输出点 01 仍然 ON

例如：当前为双通道系统

G11 P10 Q3 通道 1 和通道 2 的 010 都输出 ON 且 reset 时 010 OFF。

G11 P-10 Q3 通道 1 和通道 2 的 010 都输出 OFF 且 reset 时 010 OFF。

G11 P10010 Q3 通道 1 和通道 2 的 010 都输出 ON 且 reset 时 010 状态不变。

G11 P-10010 Q3 通道 1 和通道 2 的 010 都输出 OFF 且 reset 时 010 状态不变。

#### ● 指令格式

### 4. G12 Pxxxx & G12 P-xxxx

G12 Pxxxx 当指定 INPUT xxxxx 状态 ON 时，执行下一单节。

G12 P-xxxx 当指定 INPUT xxxxx 状态 OFF 时，执行下一单节。

### 5. G12 Pxxxx Lxx & G12 P-xxxx Lxx

当 L 字母有数值时，

G12 Pxxxx Lxx 当抓到指定 INPUT xxxx 上升沿时，执行下一单节。

G12 P-xxxx Lxx 当抓到指定 INPUT xxxx 下降沿时，执行下一单节。

### 6. G12 Pxxxx Lxxx Bxxx

B 代表检测时间，到了检测时间会报警，单位 ms。

程序格式：G12 P\_\_

指定输入点为 ON 状态时，才开始执行下一节程序。

```

例：N10 G00 X30. F1000
      N20 G12 P08
      N30 G00 X60
      N40 G00 X100
      N50 M30
  
```

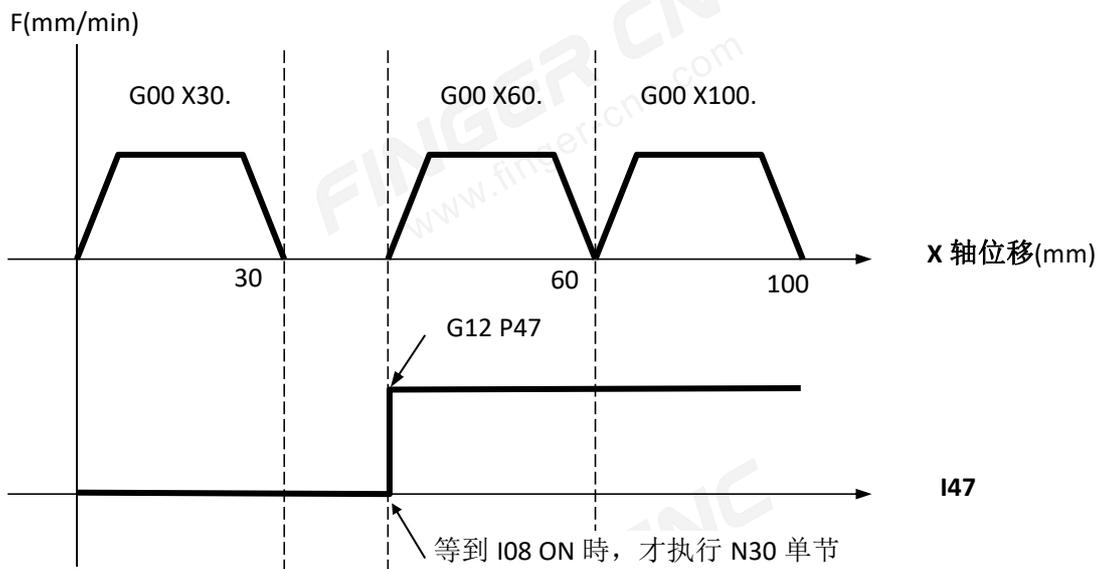


图3-18

## 2.13 G12.1、G13.1 极坐标插补

### ● 功能及其目的

极坐标插补是一种轮廓控制方法，它把在笛卡尔坐标系内的编程指令转换为直线轴的移动

（刀具移动）和旋转轴的移动（工件旋转）。其主要应用于车削中的正面切口加工和凸轮轴的磨削。

### ● 指令格式

G12.1 (G112); 开启极坐标插补

... ..

利用由直线轴和旋转轴（假想轴）组成的笛卡尔坐标系来执行直线和圆弧插补

...

G13.1 (G113); 取消极坐标插补

### ● 详细说明

1. 坐标插补的轴(直线轴和旋转轴)通过参数提前设定完毕，并通过指令 G12.1 来启动极坐标插补方式, 并选择将直线轴作为平面第 1 轴和将与直线正交的假想轴作为平面的第 2 轴的由 2 个正交轴组成的平面(坐标插补平面)为极坐标插补的平面;

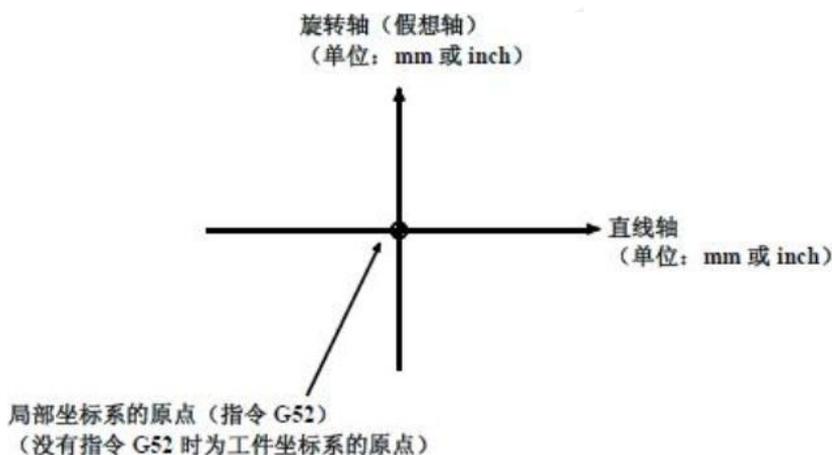


图 2.8.1 极坐标插补平面

2.
  - ❖ 在指令 G12.1 之前使用的 G17/G18/G19 的平面选择指令, 时被取消, G13.1 指令执行后被恢复;
  - ❖ 系统 RESET 后, 坐标插补模式被取消, 复到 G17/G18/G19 指定的平面;
  - ❖ 极坐标平面第 2 轴需设定为旋转轴(拟轴);
  - ❖ 平面第 2 轴的旋转轴的定位模式需选择为就近定位模式。
3. 极坐标插补时移动指令值和进给速度。移动指令值：想轴上的指令单位和直线轴单位（mm/inch）同在执行 G12.1 时的假想轴坐标值为 0，也就是旋转角度为 0 开始极坐标插补；进给速度：F 令的进给速度，是极坐标插补平面（笛卡尔直角坐标系）的切线速

度；

4. 极坐标下可以使用的 G 码

G01-----直线插补

G02/03-----圆弧插补

G04-----暂停

G40/41/42-----刀尖半径补偿(系统对刀尖半径补偿后的路径进行极坐标插补)

G65/66/67-----用户宏指令

G90/91-----绝对/增量

G98/99-----每分钟进给/每转进给

5. 极坐标平面的圆弧插补

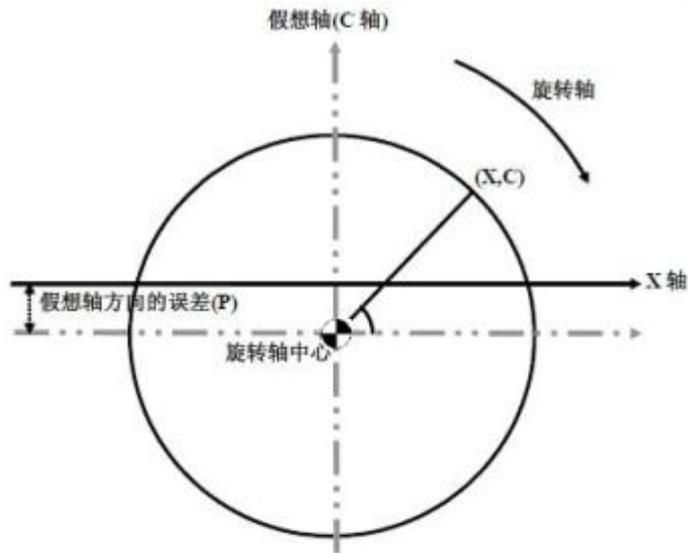
极坐标插补平面内的圆弧插补的半径字母，根据平面第 1 轴(直线轴)而定。当直线轴是 X 轴或与 X 轴平行的轴时，用 IJ 指定当直线轴为 Y 轴或与 Y 轴平行的轴时，用 JK 指定当直线轴为 Z 轴或与 Z 轴平行的轴时，用 KI 指定圆弧半径也可以用 R 指定；

6. 坐标显示是实际坐标值在程序段内的剩余坐标显示的是极坐标插补平面(笛卡尔直角坐标)中的剩余坐标；

7. 极坐标的坐标系设定

G12.1 之前， 必须设定局部坐标系或者工件坐标系， 其旋转轴的中心为坐标系的原点  
在 G12.1 模式下， 坐标系不得改变 G50/52/53/54/55/56/57/58/59, 相对坐标复位等，  
否则报警；

8. 极坐标插补中的假想轴方向的补偿平面第 1 轴自旋转轴中心在假想轴方向上存在误差时，也就是旋转轴的中心不在直线轴上时，通过使用极坐标插补方式中的假想轴方向补偿功能，系统会自动考虑该补偿误差后再进行极坐标插补；



(X,C)	X-C 平面中的点(将旋转轴中心作为 X-C 平面的原点。)
X	X-C 平面中的 X 轴坐标值
C	X-C 平面中的假想轴坐标值
P	假想轴方向的误差量

图 2.8.2 极坐标插补

#### 9. 极坐标插补模式下的坐标系偏移

极坐标插补模式下,可以使用工件坐标系偏移,但是坐标显示的是偏移之前的位置坐标。

#### 设定坐标系偏移方式:

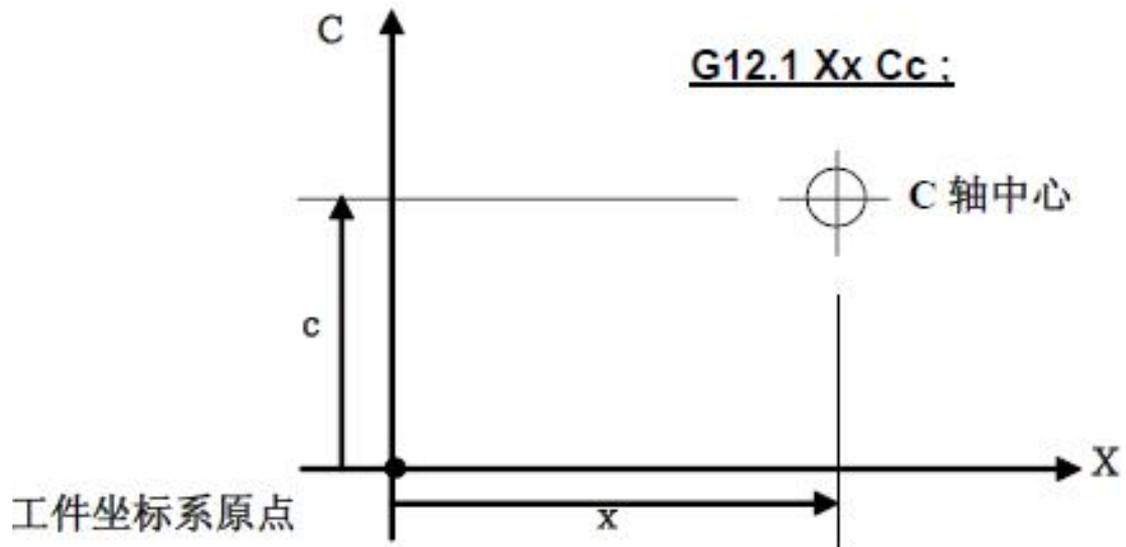
参数设定

指令设定

G12.1 X\_C\_ ; (基于 X, C 轴的极坐标插补)

G12.1 Y\_A\_ ; (基于 X, C 轴的极坐标插补)

G12.1 Z\_B\_ ; (基于 X, C 轴的极坐标插补)

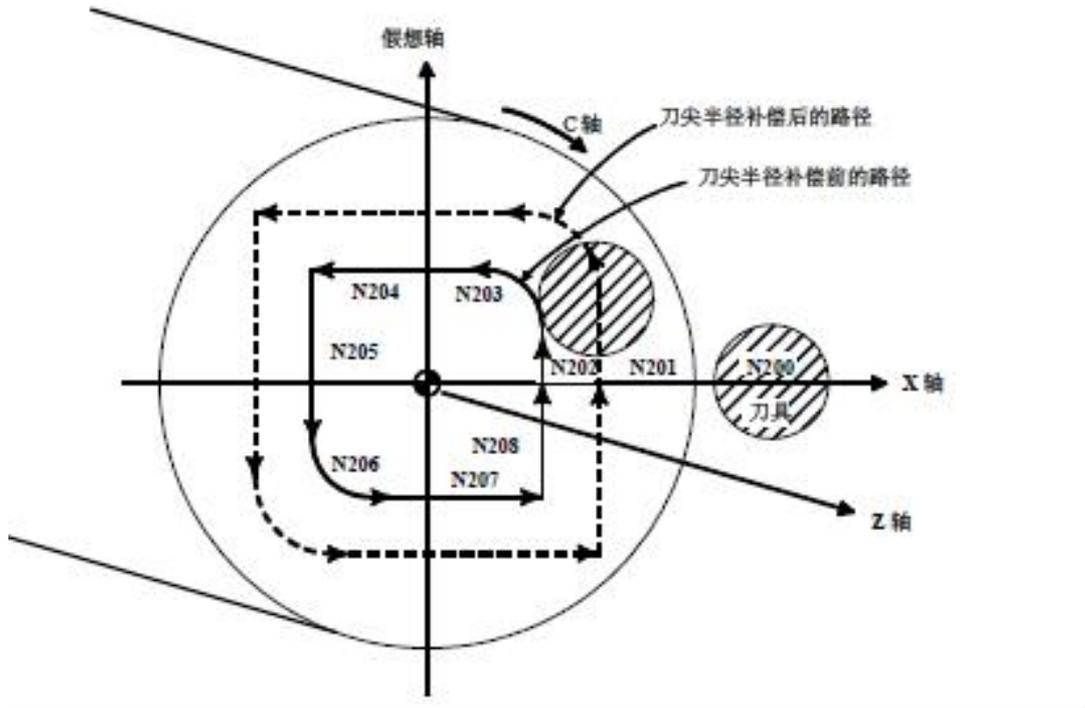


### ● 限制条件

1. 极坐标插补中，改变坐标系  
在 G12.1 模式下，坐标系不得改变 (G50/52/53/54/55/56/57/58/59, 相对坐标复位等)；
2. 刀尖半径补偿  
在 G41/42 模式下。不能进行极坐标 G12.1/G13.1 的切换，只能在 G40 取消后执行 G12.1/G13.1；
3. 程序再启动  
G12.1 启动程序段内，不允许设定程序再启动；
4. 自动速度限制  
在极坐标插补中，旋转轴的速度分量仍有可能因为极半径的缩小而引起超过最大切削进给速度的范围，在这里要系统内部会将旋转轴速度限制，并同时限制直线轴速度。

### ● 程序范例

基于 X 轴（直线轴）和假想轴的笛卡尔坐标中的极坐标插补程序例



X轴为直径指定，C轴为半径指定

O0001 ;

·  
·

N010 T0101 ;

·  
·

N0100 G90 G00 X120.0 C0 Z\_\_ ;

向开始位置的定位  
开始极坐标插补

N0200 G12.1 ;

N0201 G42 G01 X40.0 F\_\_ ;

N0202 C10.0 ;

N0203 G03 X20.0 C20.0 R10.0 ;

N0204 G01 X-40.0 ;

N0205 C-10.0 ;

N0206 G03 X-20.0 C-20.0 I10.0 J0 ;

N0207 G01 X40.0 ;

N0208 C0 ;

N0209 G40 X120.0 ;

N0210 G13.1 ;

N0300 Z\_\_ ;

N0400 X\_\_ C\_\_ ;

·  
·

N0900 M30 ;

形状程序  
(基于X轴和假想轴的笛卡尔坐标平面中的值的程序)

取消极坐标插补

## 2.14 G12.8 三点成圆指令

### ● 指令格式

G12.8 X(U)\_ Y(V)\_ I\_ J\_ K\_ D\_ A\_ B\_ C\_ F\_

X(U): 圆弧第 3 点(终点)的 X 轴绝对/增量坐标。

Y(V): 圆弧第 3 点(终点)的 Y 轴绝对/增量坐标。

D: =0 或空白时

I: 圆弧第 2 点的绝对 X 坐标。

J: 圆弧第 2 点的绝对 Y 坐标。

=1 时

I: 圆弧第 2 点的增量 X 坐标 (相对于圆弧第 1 点 (起点) 的增量)。

J: 圆弧第 2 点的增量 Y 坐标 (相对于圆弧第 1 点 (起点) 的增量)。

A: 线性插补轴 A 轴坐标。

B: 线性插补轴 B 轴坐标。

C: 线性插补轴 C 轴坐标。

### ● 详细说明

1. 使用 PLC 功能求取三点成圆时需有 C0073 上升沿开启才有效;
2. 选取的三个点不能在同一条直线上, 否则系统报警;
3. 选取的三个点需在同一个平面内。

## 2.15 G13.9 快速检查变量位状态

### ● 功能及其目的

实现快速检查任意变量位状态, 根据所要检查对象状态执行相应的处理。当所检查的对象状态满足 G13.9 指令时, 系统马上执行程序下一单节; 当所检查的对象状态不满足 G13.9 指令时, 系统则停留在 G13.9 单节行, 等待所检查的对象状态满足条件。该功能不受程序预抓影响, 可实时响应相应对象的状态条件。

### ● 指令格式

G13.9 P\_\_\_ A\_\_\_ B\_\_\_

P\_\_: 指定所要检查对象对应的地址。

当 P 值大于 6 位数时, 高位表示通道号, 即  $P=xx\ yyy\ yyy$  其中  $xx$  表示通道号, 当  $xx=0$  时, 表示当前通道。

例如:  $P=1$  表示通道 1..... ;  $yyy\ yyy$  表示指定通道的地址。

**A\_**: 指定所要检查对象在对应地址中处于第几位。

一个变量地址可储存 32 个 bit 位状态, 根据所要检查的对象确定变量地址后再确定要检查的对象在该变量中对应的 bit 位。

A 值为正时, 检查对象状态为 ON 时, 程序才往下执行;

A 值为负时, 检查对象状态为 OFF 时, 程序才往下执行。

**B\_**: 指定 P 的地址类型

0 或空白 表示绝对地址

1=通道的用户变数

2=通道的机械参数

3=通道的系统变数

4=通道的暂存器

10=公共的 BUS 数据

11=公共的用户变数

12=公共的机械参数

13=公共的系统变数

14=公共的暂存器

#### ● 范例:

1. G13.9 P10 A1 检查当前通道变数 10 中的 BIT01 的状态。当状态为 ON 时, 程序马上执行下一单节; 当状态为 OFF 时, 系统停留在 G13.9 单节, 等待状态为 ON 时, 才往下执行;
2. N1 G13.9 P10 A1 ;;;;检查变数 10 中的 BIT01, 若 ON 执行下一行, 若 OFF 则等待。

## 2.16 G15 伺服主轴定位指令

#### ● 指令格式

G15 R\_\_\_\_\_

R : 设定伺服主轴定位点。

- 详细说明

1. 此指令码只适合使用在伺服主轴上；
2. 设定范围  $0.000^{\circ} \sim 359.999^{\circ}$  。

- 范例：

N1 G15 R90.000 < ----- 主轴定位在 90 度的位置。

## 2.17 G16 圆柱插补指令

- 功能及目的

用角度指令的旋转轴的移动量在内部一次转换为外表面上的直线轴的距离以便能同其他轴进行直线或圆弧插补。在插补完成后，这一距离又转换为旋转轴移动量。

- 指令格式

G16 Axxxx.xxx; 设置A轴为圆柱插补轴，xxxx.xxx为圆柱半径值。

G16 Bxxxx.xxx; 设置B轴为圆柱插补轴，xxxx.xxx为圆柱半径值。

注：

1. 当xxxx.xxx不为0时，圆柱插补功能启动；
2. 当xxxx.xxx=0时，圆柱插补功能结束；
3. 用G17-G19代码选择平面，对于该平面，旋转轴是指定的直线轴。平面选择如下图2-16所示（以A轴为旋转轴为例）；
4. 在圆柱插补方式指定的进给速度是展开的圆柱表面的速度。圆柱插补模式下，G02/G03只能用R指定圆弧半径，不能使用I, J, K。

例：圆弧插补指令（Z轴和C轴进行圆弧插补）。

G17 Y\_\_\_\_\_A\_\_\_\_\_

G02 (03) Y\_\_\_\_\_A\_\_\_\_\_R\_\_\_\_\_

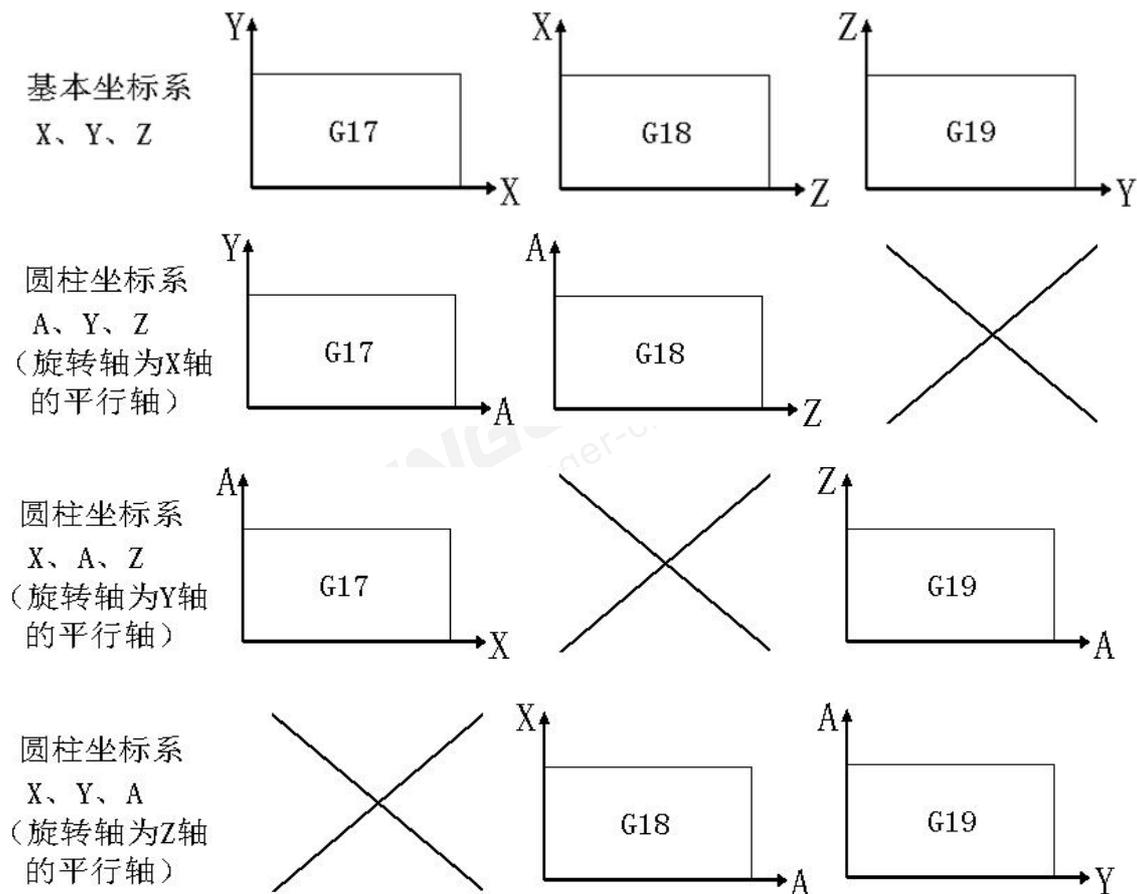


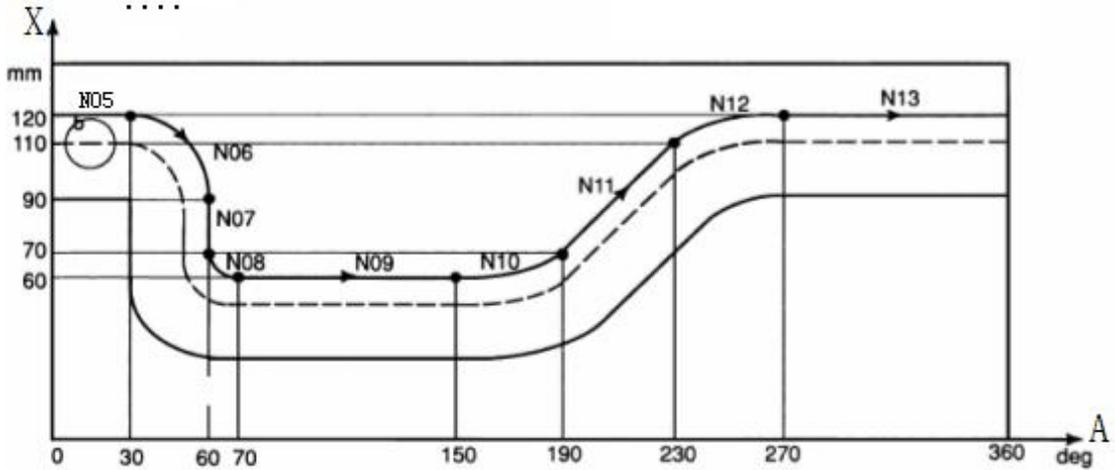
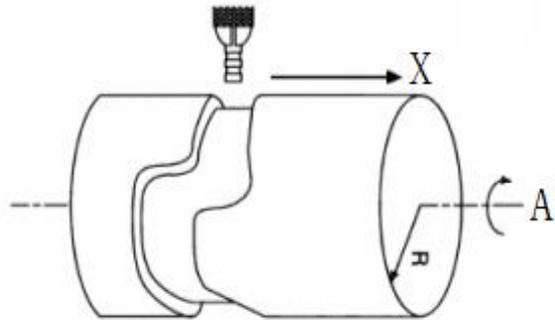
图2-16 圆柱插补-平面选择

5. 圆柱插补模式下可使用刀尖半径补偿。为了在圆柱插补方式执行刀具补偿，在进入圆柱插补方式之前应取消任何正在进行的刀具补偿方式，然后，在圆柱插补方式中开始和结束刀具补偿；
6. 如果圆柱插补方式是在已经应用刀尖半径补偿时开始的，圆弧插补不能在圆柱插补方式中正确地完成；
7. 在圆柱插补方式，用角度指令的旋转轴的移动量在内部一次转换为外表面上的直线轴的距离以便同其他轴进行直线插补或圆弧插补。插补后，此距离又被转换为角度。对于这一转换，移动量舍入为一个最小输入增量单位。当圆柱半径较小的时候，实际移动量与指定移动量不等，不过这一误差不积累；
8. 重置时，圆柱插补功能结束；
9. 圆柱插补轴需设为旋转轴，且只能设定一个旋转轴。

● 程序范例

```

O001
N01 G00 X100. A0
N02 G16 A20.
N03 G17 X0 A0
N04 G42 X120. F500
N05 G01 A30.
N06 G02 X90. A60. R30.
N07 G01 X70.
N08 G03 X60. A70. R10.
N09 G01 A150.
N10 G03 X70. A190. R75.
N11 G01 X110. A230.
N12 G02 X120. A270. R75.
N13 G01 A360.
N14 G40 X100.
N15 G16 A0
.....
    
```



## 2.18 G17、G18、G19 平面规划

● 功能及目的

此指令是用来选择控制平面或圆弧所在平面。

● 详细说明

1. G17、G18、G19 平面所对应的水平轴、垂直轴由 I、J、K 指定。

指令	水平轴	垂直轴
G17	I	J
G18	K	I

G19	J	K
-----	---	---

表 2.9.1 G17/G18/G19 平面规划表

2. I、J、K 所对应的轴向由 Mcm1881、Mcm1882、Mcm1883 设定，所设定的轴向作为 G17、G18、G19 的默认水平轴、垂直轴。

如：设定 Mcm1881=1 (X 轴为 I 的基本轴)

Mcm1882=2 (Y 轴为 J 的基本轴)

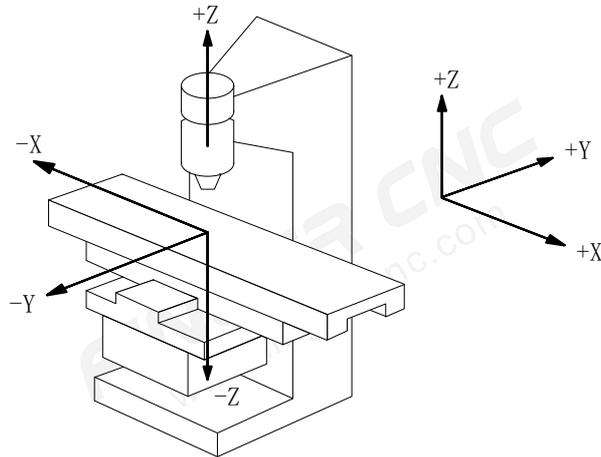
Mcm1884=3 (Z 轴为 K 的基本轴)

则 X、Y、Z 轴为 G17、G18、G19 平面的默认轴平面可如下指定：

G17 或 G17 Xxx Yxx—水平轴 X 轴，垂直轴 Y 轴

G18 或 G18 Zxx Xxx—水平轴 Z 轴，垂直轴 X 轴

G19 或 G19 Yxx Zxx—水平轴 Y 轴，垂直轴 Z 轴



## 2.19 G20、G21 英制/公制量测模式

- 功能及目的

可以通过 G 代码来选择输入数据的单位（最小设定单位）是英制输入还是公制输入

- 指令格式

G20 — 系统长度量测是英制， inch

G21 — 系统长度量测是公制， mm

## 2.20 G28~G30

### ● 功能及目的

G28 指令：指定轴以快速进给的方式（G00）返回到第 1 参考点（原点）（是否各轴独立待确定，广数为各轴独立进给）；

G29 指令：指定轴以各轴独立、快速进给的方式，通过 G28 或 G30 的中间点后，定位到指定位置；

G30 指令：定轴以快速进给的方式（G00）返回到第 2、3、4 参考点。

### 2.20.1 G28

#### ● 指令格式

G28 IP：自动参考点返回

IP：指定中间点的指令，绝对或增量指定。各轴的代码地址可省略或全部省略，省略哪个轴，表示该轴不返回参考点，全部省略则刀具不动。

MCM2000：G28 X 轴第一参考点设定

MCM2001：G28 Y 轴第一参考点设定

MCM2002：G28 Z 轴第一参考点设定

MCM2003：G28 A 轴第一参考点设定

MCM2004：G28 B 轴第一参考点设定

MCM2005：G28 C 轴第一参考点设定

.....

G28 X\_\_\_ . . . X轴回归；

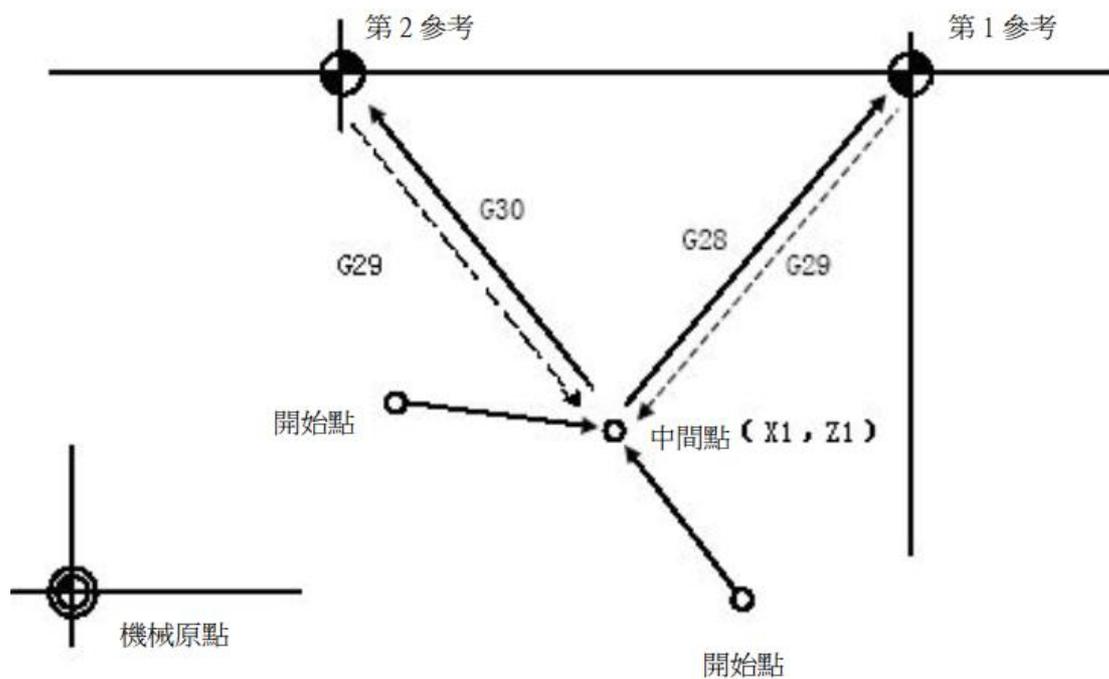
G28 X\_\_\_ Y\_\_\_ . . . XY轴回归。

#### ● 注意事项

1. 第一参考点位置，由 MCM 参数[G28 第一参考点]的 X、Z 设定。
2. 指令格式中 X、Z 的数值是告诉机械对应轴向要经过的中间点。如果 G28 指令单独成一单节，刀具会自动回归到 MCM 参数中 X、Z 所指定的参考点位置；若同时包含 X、Z 指令，刀具会自动回归到 MCM 参数中 X、Z 所指定的中间点上，再回到参考点位置。
3. 执行 G28 指令以前，刀具补偿必须取消。

#### ● 程序范例

G28 X1.0 Z1.0； //X、Z 轴先回中间点(X1.0,Z1.0)



FINGER CNC  
www.finger-cnc.com

FINGER CNC  
www.finger-cnc.com

## 2.20.2 G29

1. 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 指令前必须先执行 G28 指令；
2. 以绝对值指令时，X、Y、Z 为所要到达目标点的绝对坐标值；以增量值指令时，U、V、W 为中间点到目标点的增量距离。

### ● 指令格式

G29 IP\_\_

IP：指定返回位置的坐标值指令，绝对值或增量值指定。

当没有指定 IP 时，不动作。

### ● 补充说明

1. 指定 G29 指令时，G29 返回时的中间点位置为最后执行的 G28、G30 中间点位置；若前面的 G28、G30 没有设定中间点，G29 指令直接由当前位置快速定位到 G28、G30 单节的上一定位单节所指定的位置；
2. 在单节执行模式，且设定中间点的情况下，运行 G28、G30、G29 指令会在中间点处停止，再按启动键，才会继续运行到参考点位置。

### ● 范例 1

```
N1 G00 X10.0 Z10.0;           //轴向到达指定位置
N2 G28 X-10.0 Y-10.0 Z-10.0; //先到中间点(X-10.0, Y-10.0, Z-10.0)，再到参考点
...
N3 G29;                       //停留在当前点
...
```

### ● 范例 2

```
N1 G00 X10.0 Z10.0;           //轴向到达指定位置
```

```
N2 G28 X-10.0 Y-10.0 Z-10.0; //先到中间点(X-10.0, Y-10.0, Z-10.0), 再到参考点  
...
```

```
N3 G29 X30.0 Y20.0 Z10.0; //轴向先经过中间点, 然后到达指定的位置  
(X30.0, Y20.0, Z10.0)  
...
```

### 2.20.3 G30

与 G28 类似, 通过 G30 指令, 指定轴按每轴快速进给复归至第二参考点。

- 指令格式

```
G30 P__IP__
```

P2: 返回第二参考点

P3: 返回第三参考点

P4: 返回第四参考点

IP: 指定返回位置的指令, 绝对值或增量值指定

本指令用法与 G28 相同, 但参考点坐标由 MCM 参数设定

- 补充说明

MCM2040: G30 X 轴第 2 参考点设定

MCM2041: G30 Y 轴第 2 参考点设定

MCM2042: G30 Z 轴第 2 参考点设定

MCM2043: G30 A 轴第 2 参考点设定

MCM2044: G30 B 轴第 2 参考点设定

MCM2045: G30 C 轴第 2 参考点设定

MCM2080: G30 X 轴第 3 参考点设定

MCM2081: G30 Y 轴第 3 参考点设定

MCM2082: G30 Z 轴第 3 参考点设定

MCM2083: G30 A 轴第 3 参考点设定

MCM2084: G30 B 轴第 3 参考点设定

MCM2085: G30 C 轴第 3 参考点设定

MCM2120: G30 X 轴第 4 参考点设定

MCM2121: G30 Y 轴第 4 参考点设定

MCM2122: G30 Z 轴第 4 参考点设定

MCM2123: G30 A 轴第 4 参考点设定

MCM2124: G30 B 轴第 4 参考点设定

MCM2125: G30 C 轴第 4 参考点设定

MCM2280: X 轴参考点移动速度

MCM2281: Y 轴参考点移动速度

MCM2282: Z 轴参考点移动速度

MCM2283: A 轴参考点移动速度

MCM2284: B 轴参考点移动速度

MCM2285: C 轴参考点移动速度

## 2.21 G31

### 2.21.1 G31 跳跃停止

- 功能及目的

1. 当指定标准 Input 信号或快速 Input 信号被系统检测时,系统根据要求快速停止指定轴向或所有轴向运动动作;
2. 允许 6 组探针信号切换, SYS4540~SYS4547 为 G31 组 1 的参数, SYS4550~SYS4557 为 G31 组 2 的参数; SYS4560~SYS4567 为 G31 组 3 设的参数,以此类推。

- 指令格式

G31 X/Y/Z\_\_ P\_\_ Q\_\_ H\_\_ E\_\_ L\_\_ D\_\_ F\_\_

X/Y/Zxxxx:

定义：运动轴向目标位置指定。

范围： -99999999~99999999

单位： mm

说明： =0 轴向不移动。

<>空白， 则表示按照设定目标位置， 插补移动轴向。

P\_\_:

定义： 设定探针 Input index。

范围： 0~16384

说明： =空白， 系统默认按照 MPG 接口中第 5 引脚作为探针信号输入口。

<>空白， 系统按照指定的 Input 作为探针信号。

=10000: 表示使用 MPG 接口中的快速 Input 0 作为 G31 的外部中断信号。

=10001: 表示使用 MPG 接口中的快速 Input 1 作为 G31 的外部中断信号。

=0~511: 表示使用标准 IO 板接口上的 Input 作为 G31 的外部中断信号。

=16384: 重整轴向预解坐标， 不做运动以及信号判断。

(一般在 CNC 程序中， 用于轴向由主轴切换为伺服轴， 且要求重新定位时； 或系统在执行 CNC 过程中， 由 JOG 模式切换回 CNC 执行模式， 并要求轴向位置按程式指定坐标位置继续执行的时候。)

Q\_\_:

定义： 设定探针轴向， 也就是遇到探针信号时需要停止的轴向。

范围： 0~1031

解释： =空白， 所有轴向都停止。

=N, x 轴 (0=X 轴, 1=Y 轴, ……) 作为探针轴， 并且遇到探针信号， 停止轴向命令。

(Q0~31: 无论 Q 值指定的轴向是增量坐标还是绝对值坐标， G31 信号进来后， 剩余的未执行的坐标移动距离都会在下一个对应轴向的运动单节中给予补偿， 确保最终位置正确；

Q100~1031: 指定的轴向如果是增量指定， 则 G31 信号进来之后， 轴向会停止在当前位置， 下个对应轴向的运动单节， 系统不再对 G31 剩余增量指令进行补偿； 如果是绝对坐

标指令，则与 Q0~Q31 一致)

### H\_\_:

定义： G31 组别选择。

范围： 0~6

解释： 用于选择 G31 探针信号组别。

=0 或者 1： 选择 G31 组 1

=2： 选择 G31 组 2

=3： 选择 G31 组 3

.....

### E\_\_:

定义： 非探针运动轴，在遇到探针信号后继续运动的合成向量速度。

范围： 0~99999999

单位： mm/min

解释： =空白： 系统按照该单节合成向量速度继续运动非探针轴向的剩余距离。

<>空白： 系统按照字母指定的速度进行非探针轴向合成向量剩余距离的插补。

### L\_\_:

定义： 指令执行中，遇到探针信号进入，输出 0 点 INDEX 设定。

范围： 0~+511

解释： =0 或者空白： 系统默认不输出 0 点。

<>空白： 系统按照指定 0 点进行输出，持续到 MCM7229 指定的时间到达或 G3 指令结束则关闭（如果下个单节为 G31，0 点也会关闭）注： L 字母只有在存在 Q 指令时才生效。

### D\_\_:

定义： G31 指令进入时，输出 0 点的 INDEX 设定。

范围： 0~+511

解释：=0 或者空白：系统默认不输出 0 点。

〈〉空白：系统按照指定 0 点进行输出，遇到 G31 信号后对指定 0 点进行关闭，或者 G31 指令执行完毕后，对 0 点进行关闭。

注：

1. D 字母只有在存在 Q 指令时才生效。
2. 若指令执行完毕，尚未有 G31 信号进入则系统内部自动关闭该 O 点输出。
3. 该功能主要应用于弹簧机气缸型 G31 信号的结构，G31 信号是通过气缸动作进行检测。

F\_\_：

定义：运动轴向合成向量的速度指定。

范围：-99999999~99999999

单位：mm/min

解释：=空白：系统按照上一个运动单节的速度指定运动合成向量速度。

〈〉空白：系统按照字母指定的速度进行轴向合成向量插补。

#### ● 程序范例

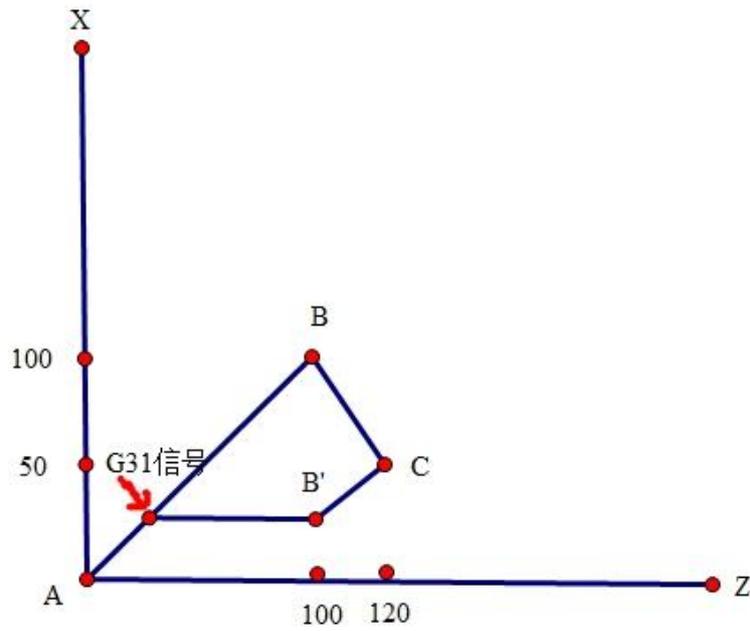
```
G00 X0. Z0.
```

```
G31 P1 X100. Z100. H1 Q2 F100. L1 D2 E10000.
```

```
G01 X50. Z120. F1000.
```

```
M30
```

运动轨迹分析：



G31 信号未进入时：A->B->C

G31 信号进入时：A->G31 信号点->B' ->C

速度曲线分析：



G31 信号未进来时：轴向合成速度为 F100

G31 信号进入时：Z 轴停止，X 轴以 E10000.的速度继续进给

## 2.21.2 G31 重整指令

- 功能及目的

1. G31 P16384 X0/Y0/Z0 . . . , 程式预解坐标重整(如果没有填写轴向, 则默认对全部轴向进行坐标重整);
2. G31 P16384 X0/Y0/Z0 . . .

定义：重整轴向预解坐标，不做运动以及信号判断（如果没有填写轴向，则默认对全部轴向进行坐标重整）。

- 应用范例

1. G00 X0. Z0.

G01 X100. Z100. F10000.

M12; X 轴切换为主轴

M03 S1000. ;

G01 Z-20. F100.

M05;

M13: X 轴切换为伺服轴

G31 P16384 X0. X 轴向的预解坐标重整，保证下一单节执行终点位置正确（如果主轴停止后转换为伺服轴前的坐标为 100.，则不需要用该指令进行坐标重整，因为 X 轴没有指令外的增量移动，坐标没有被改变）

G01 X120. Z120. F3000.

M30

2. G00 X0. Z0.

G01 X10. Z10. F30000.

M01: 暂停，切换为 JOG 或手轮模式，只摇动 X 轴向

G31 P16384 X0. 模式切换为 CNC 执行模式时，重整 X 轴向坐标，保证下个单节的正确执行（如果该轴向 JOG 停止后坐标为 10.，则不需要用该指令进行坐标重整，因为 X 轴没有指令外的增量移动，坐标没有被改变）

G01 X100. Z100. F30000.

M30

## 2.22 G33 螺牙切削

- 指令格式

G33 Z\_ F\_

Z: 用绝对值 (G90) 方式, 表示切削终点 Z 轴的坐标

用增量值 (G91) 方式, 表示切削螺纹的轴向长度

F: 为螺纹导程

## 2.23 G34 圆周孔循环

### ● 功能及目的

在以 X、Y 指定的坐标为中心, 半径 R 的圆周上, 由与 X 轴成角度  $\theta$  的点开始, n 等分圆周, 钻 n 个孔。各孔位置的钻孔动作遵从标准固定循环, 孔位置间的移动全部变为 G00 模式。在 G34 指令完成后, 不保存数据。

### ● 指令格式

G34 X\_ Y\_ I\_ J\_ K\_

X\_Y\_: 螺栓孔循环的中心位置, 受到 G90/G91 的影响;

I\_: 圆的半径 r, 根据输入的设定单位将单位设为正数;

J\_: 最初钻孔点的角度  $\theta$ , 将逆时针方向设为正方向。编程不带小数点时位为 0.001 度, 带小数点时为单位为 1 度;

K\_: 钻孔个数 n, 可指定个数为 1 ~ 9999, 0 不可指定, 为正时逆时针旋转, 为负时顺时针定位, 小数点无效。

### ● 程序范例

N001 G90 G00 X500.Y100.Z10.

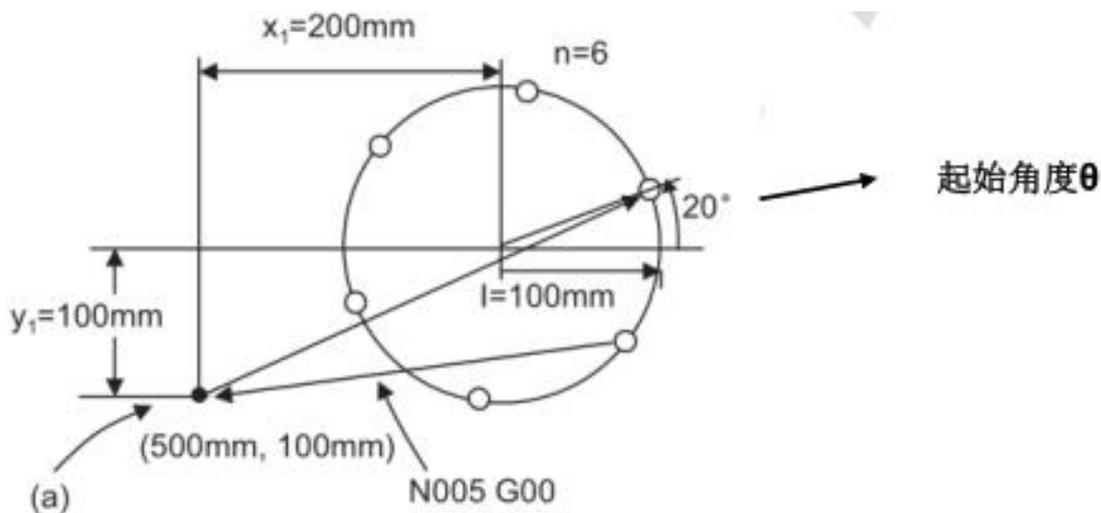
N002 G91 G99 G81 Z-10.000 R5.000 F200 (B1 系统 R 的方向为初始点到孔底方向)

N003 G34 X200.000 Y100.000 I100.000 J20.000 K6

N004 G80

N005 G90 G00 X500.000 Y100.000

钻孔示意图:



## 2.24 G35 角度直线孔循环

### ● 功能及目的

以 X、Y 指定的位置为起点，在与 X 轴成角度  $\theta$  的方向每隔  $d$  钻孔，共钻孔  $n$  个。各孔位置的钻孔动作遵从标准固定循环。孔位置间的移动全部变为 G00 模式。在 G35 指令完成后，不保存数据。

### ● 指令格式

G35 X\_ Y \_ I\_ J\_ K\_

X\_Y\_: 起点坐标的指定。受到 G90/G91 的影响；

I\_: 间隔  $d$ 。根据输入设定单位， $d$  为负时，在以起点为中心的点对称方向钻孔；

J\_: 角度  $\theta$ 。将逆时针方向设为正方向，编程不带小数点时单位为 0.001 度，带小数点时为单位为 1 度；

K\_: 孔的个数  $n$ 。在包含起点的个数中，可指定的范围为 1 ~ 9999。

### ● 程式范例

N001 G90 G00 X-200.Y-100.

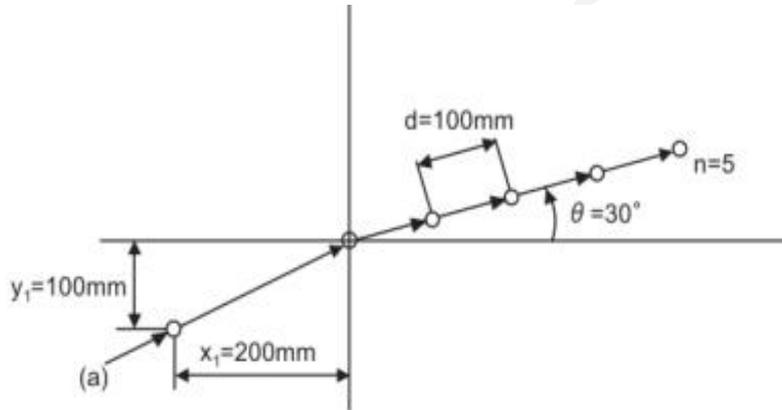
N002 G00 Z10.

N003 G91 G99 G81 Z-10.000 R5.000 L0 F100

N004 G35 X200.000 Y100.000 I100.000 J30.000 K5

N005 G80

钻孔示意图:



## 2.25 G36 圆弧孔循环

### ● 功能及目的

在以 X、Y 指定的坐标为中心，半径 R 的圆周上，由与 X 轴成角度  $\theta$  的点开始，以  $\Delta \theta$  角度间隔依次钻 n 个孔。各孔位置的钻孔动作遵从标准固定循环。孔位置间的移动全部变为 G00 模式。在 G36 指令完成后，不保存数据。

### ● 指令格式

G36 X\_ Y\_ I\_ J\_ P\_ K\_

X\_Y\_：圆弧的中心坐标。受到 G90/G91 的影响；

I\_：圆弧半径 r。根据输入的设定单位将单位设为正数；

J\_：最初钻孔点的角度  $\theta$ 。将逆时针方向设为正方向。编程不带小数点时单位为 0.001 度，带小数点时为单位为 1 度；

P\_：角度间隔  $\theta$ 。为正时逆时针旋转，为负时顺时针钻孔。编程不带小数点时单位为 0.001 度，带小数点时为单位为 1 度；

K\_：Kn 钻孔个数 n。可指定的范围为 1 ~ 9999。

- 程序范例

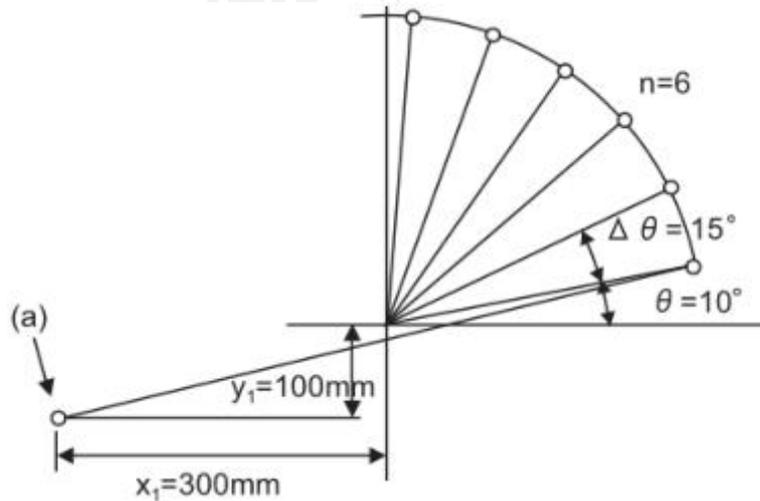
N001 G90 G00 X-300.Y-100.

N002 G00 Z10.

N003 G91 G99 G81 Z-10.000 R5.000 F100

N004 G36 X300.000 Y100.000 I300.000 J10.000 P15000 K6

N005 G80



## 2.26 G37.1 棋盘孔循环

- 指令说明

以 X、Y 指定的位置为起点，以平行的间隔  $\Delta x$  在 X 轴上钻  $n_x$  个格子点的孔，因此可由 X 轴方向钻孔。各孔位置的钻孔动作遵从标准固定循环。孔位置间的移动全部变为 G00 模式。在 G37.1 指令完成后，不保存数据。

- 指令格式

G37.1 X\_ Y\_ I\_ J\_ P\_ K\_

X\_Y\_：指定起点坐标。受到 G90/G91 的影响；

I\_：X 轴的间隔  $\Delta x$ 。根据输入设定单位， $\Delta x$  为正时，在由起点看去的正方向取间隔，为负时，在负方向取间隔；

P\_: X 轴方向的个数  $n_x$ 。可指定的范围为 1 ~ 9999;

J\_: Y 轴的间隔  $\Delta y$ 。根据输入设定单位,  $\Delta y$  为正时, 在由起点看去的正方向取间隔, 为负时, 在负方向取间隔;

K\_: Y 轴方向的个数  $n_y$ 。可指定的范围为 1 ~ 9999。

### ● 程序范例

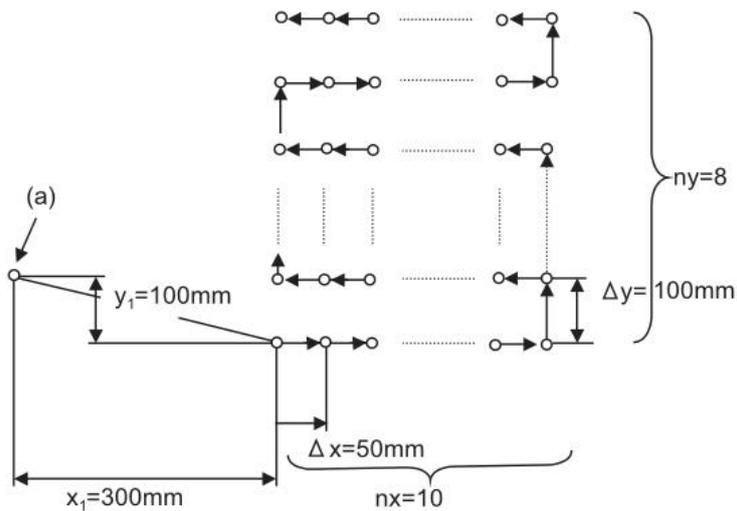
N001 G90 G00 X-300. Y100.

N002 G00 Z10.

N003 G91 G99 G81 Z-10.000 R5.000 F300

N004 G37.1 X300.000 Y-100.000 I50.000 P10 J100.000 K8

N005 G80



### ● 注意事项

1. 特殊固定循环前面第一个定位点会执行钻孔动作 (图例中的 a 点);
2. 钻孔的 R 点需要比初始点低, 否则报警。

## 2.27 G40、G41、G42 刀尖半径补偿

### ● 功能及目的

由于在圆弧切削和锥度切削时刀尖的圆度, 程序所切削的形状和真正切削形状之间会产生误差。刀尖半径补偿功能是通过设定刀尖半径自动计算误差, 进行补偿的功能。

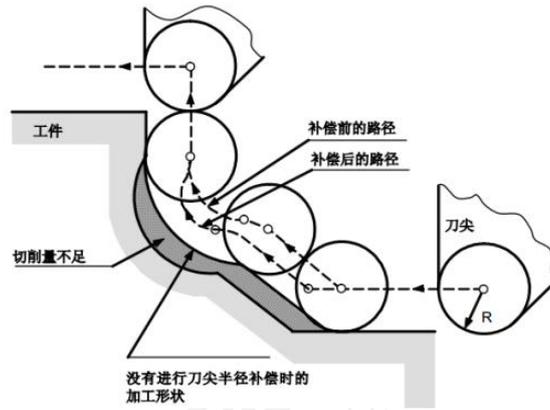


图 2.13.1 刀尖半径补偿的刀尖路径

- 指令格式

T\_ 呼叫补正刀号

G41 (G42) X/U\_ Z/W\_ 补正设定

G40 补正取消

注：使用刀尖半径补偿时需指定一组刀号

- 详细说明

1. 刀具偏置范围

G40：沿程编轨迹运动，取消刀补

G41：在编程路径的前进方向左侧移动

G42：在编程路径的前进方向右侧移动

刀具偏置在工件的相反侧；

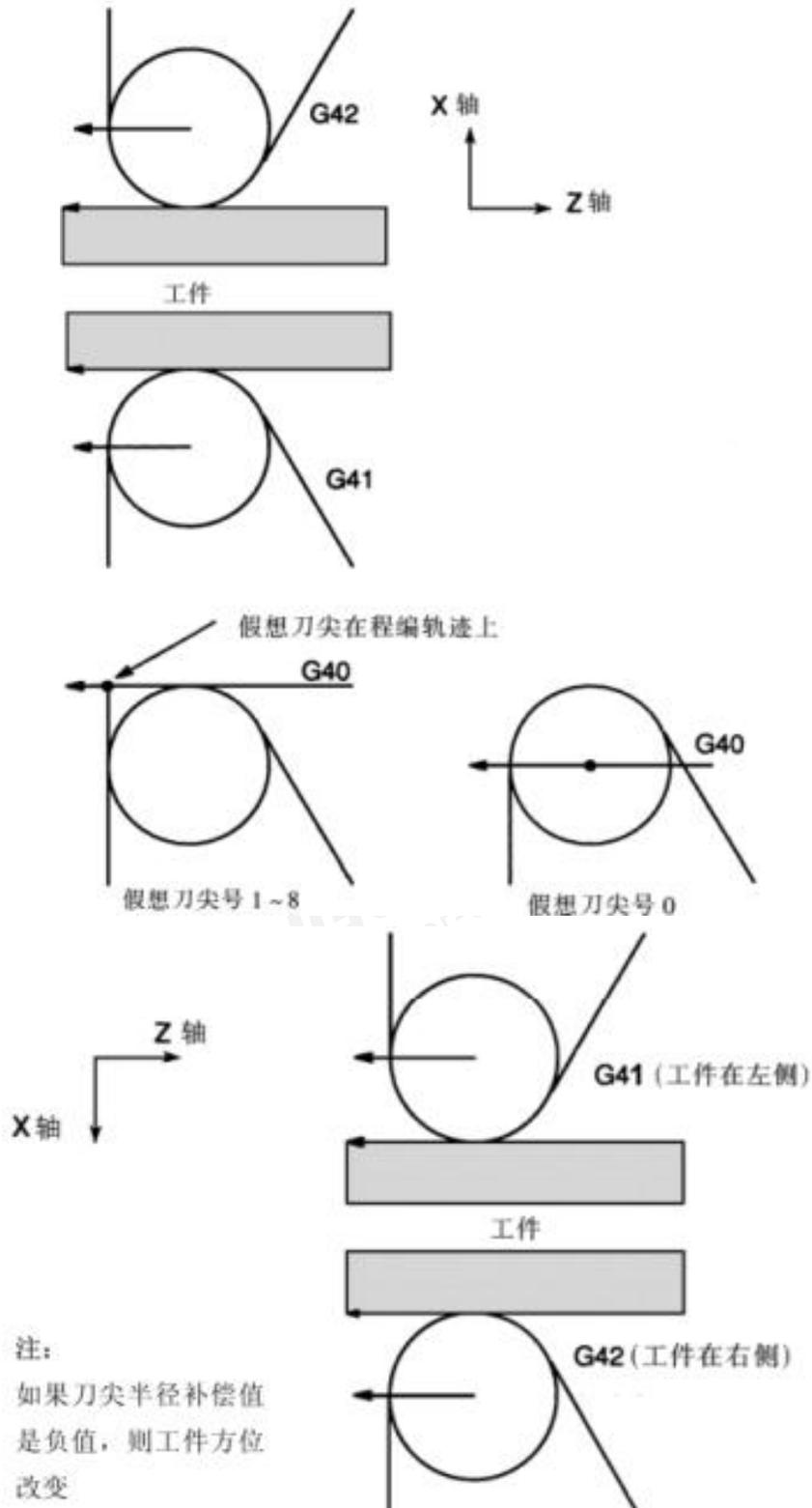


图 3.13.1

## 2. 刀尖点

假想刀尖就是实际上并不存在的点，又要很难将实际刀尖半径中心对准在起点或者参考位置，

因此需要用假想刀尖；

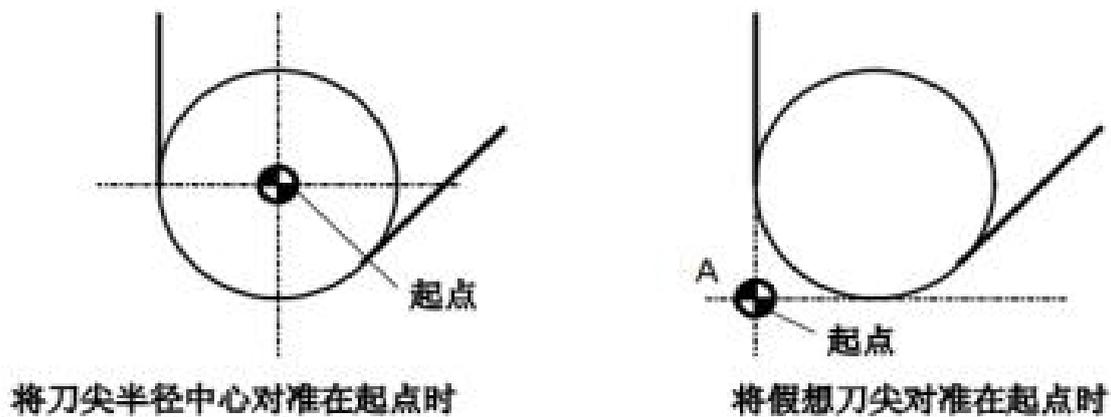


图 2.13.2

### 3. 假想刀尖方向

从刀尖半径中心看到的假想刀尖方向，由切削过程中刀具的朝向决定，因此必须和补偿量一样事先指定。假想刀尖的方向可以从下图所示的 8 种方式中选择，同相应的 T 代码一起选择：

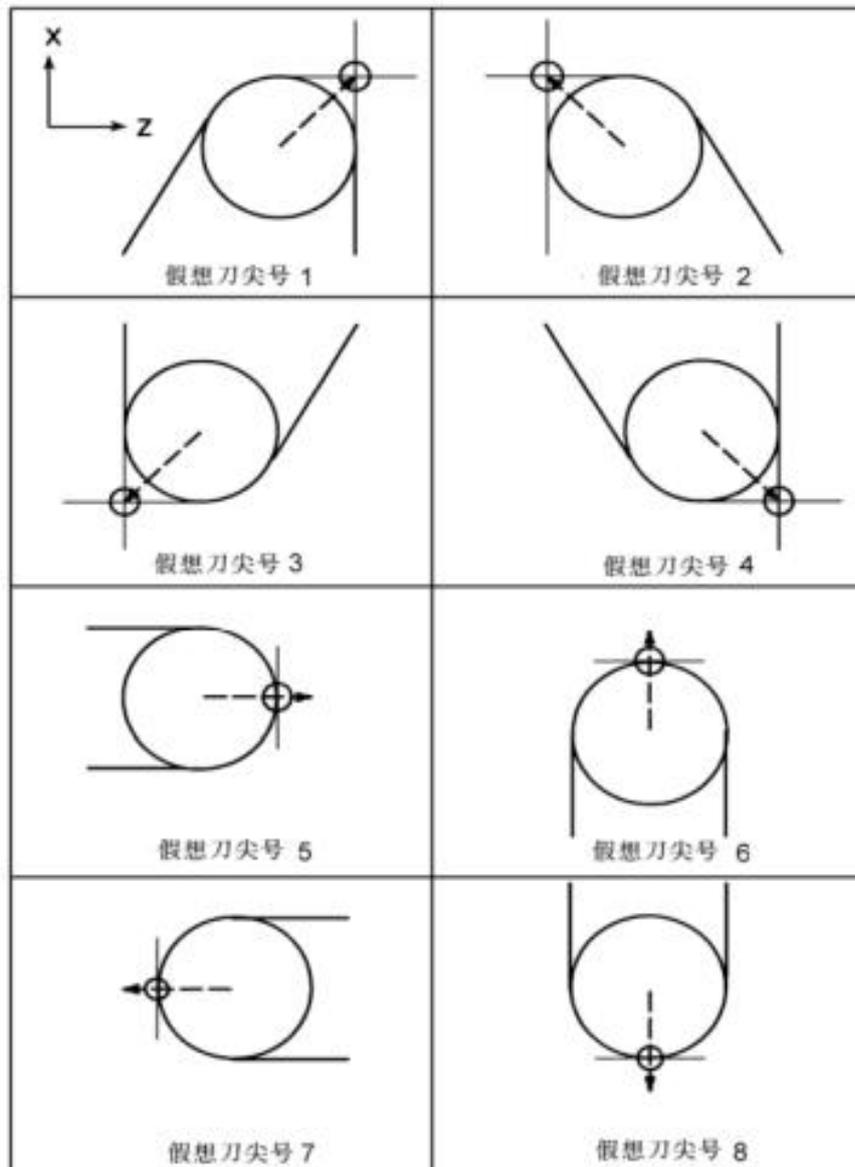


图 2.13.3

#### 4. 刀尖半径补偿值

刀尖半径值 (OFR) 由刀尖长度补偿值 (OFGR) 与刀尖磨损补偿值 (OFWR) 两部分组成:  
 $OFR = OFGR + OFWR$  当 OFR 为正值时 G41 为左补偿, G42 为右补偿; 当 OFR 为负值时 G41 为右补偿, G42 为左补偿。刀尖长度补偿值 (OFGR) 由 Sys2201 设定;

#### 5. 刀尖点和补偿操作

I 刀尖半径中心为加工开始位置的加工:

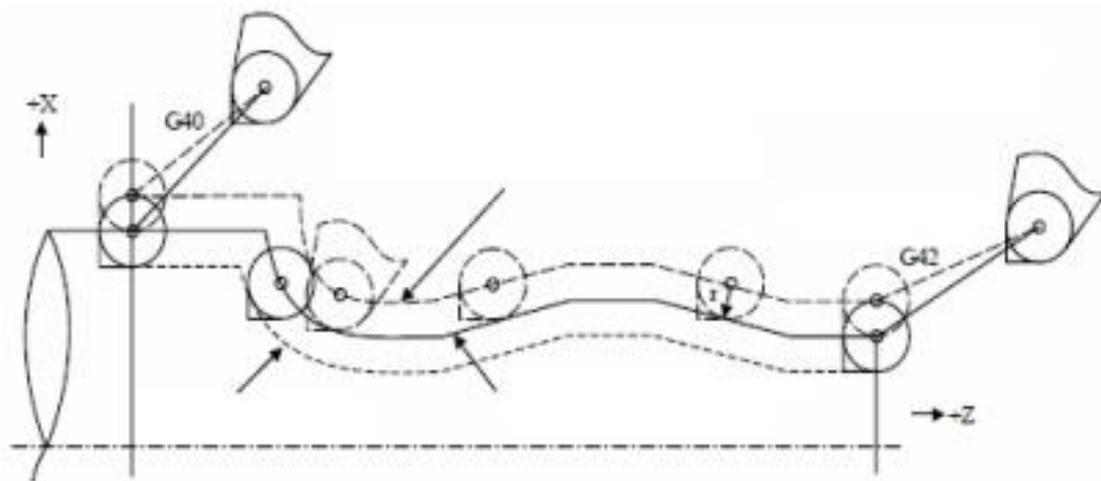


图 2.13.4

II 刀尖点为加工开始位置的加工:

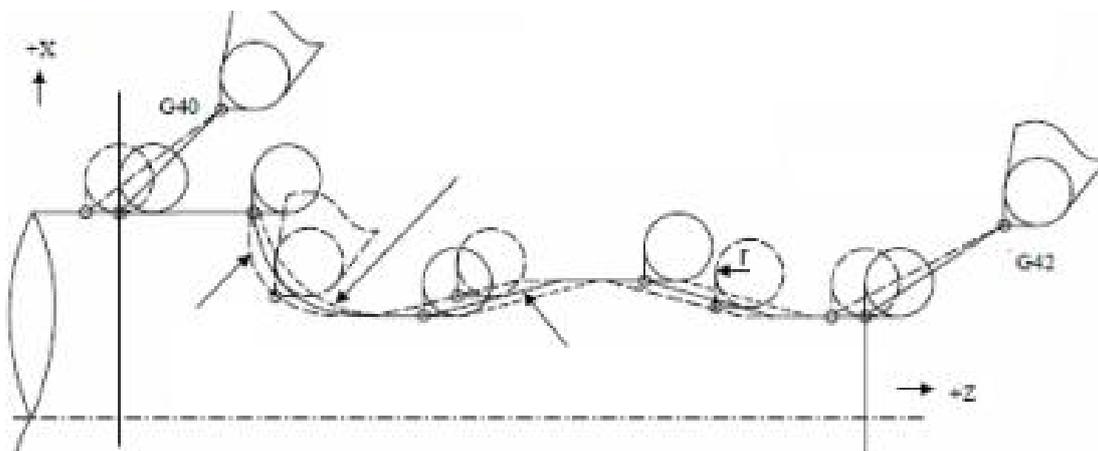


图 2.13.5

### 6. 刀尖半径补偿预处理

不论在连续执行或单步执行模式中，当补偿开始时，必须先连续读 N 个程序段，以做交点计算；

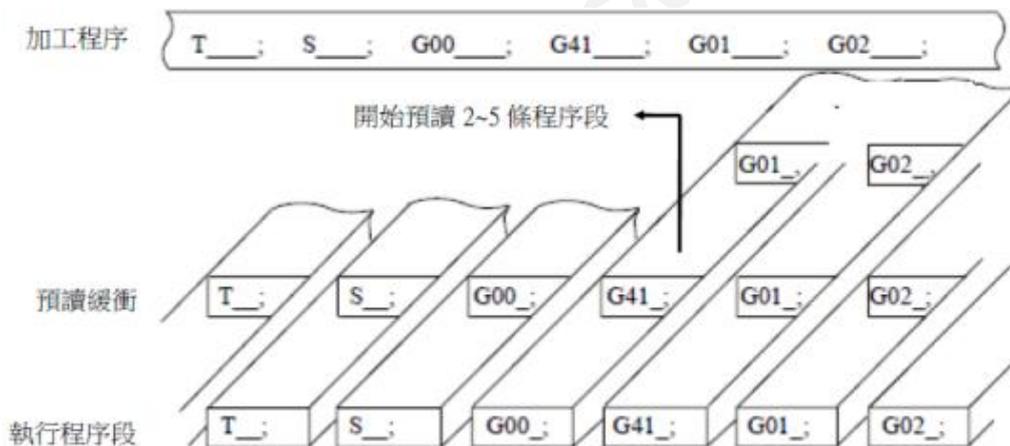


图 2.13.6

当碰到无移动程序段时系统做以下处理：

1. 在补偿开始时连续指定 N 个无移动程序段，在无程序段处不建立刀尖补偿。
2. 在补偿中连续滞留 N 个无移动程序段时，在上一程序段的终点创建垂直的补偿矢量。
3. 在补偿取消时指定无移动程序段，即 G40 与无移动程序在同一单节时取消补偿。

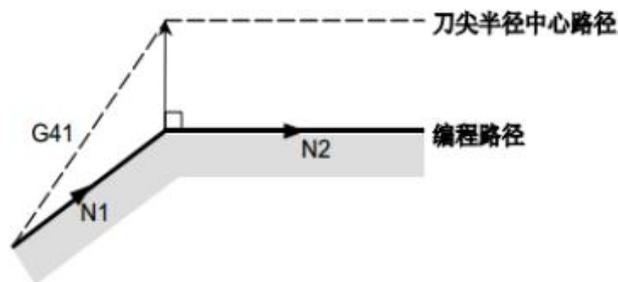
### 7. 刀尖半径补偿类型

刀尖半径补偿起刀、结束类型可分为以下四种：类型 A、类型 B、类型 C、类型 D，类型由 Mcm1701 设定；

起刀编程：

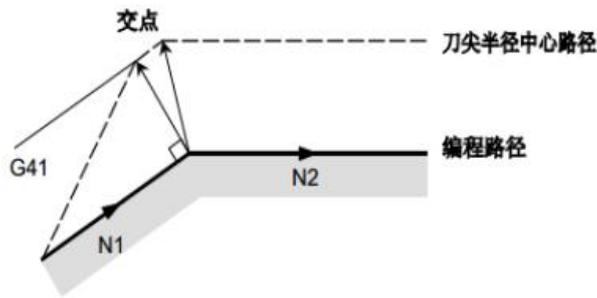
1. G41 与当前平面轴的运动单节在同一单节；
2. G41 单独一个单节或平面轴向增量为 0。

类型 A：在起刀的下一程序段输出垂直补偿矢量；



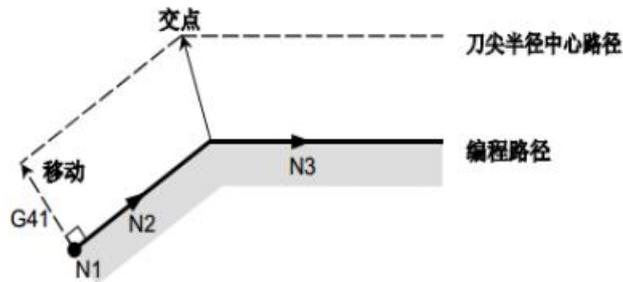
编程①、②运行轨迹

类型 B：输出与起刀的程序段垂直的补偿矢量、以及交点矢量；



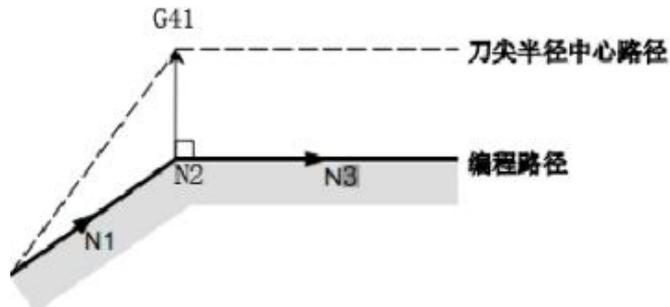
编程①、②运行轨迹

类型 C: 刀具沿着与起刀的程序段垂直的方向移动相当于刀尖半径补偿量的量;



编程①、②运行轨迹

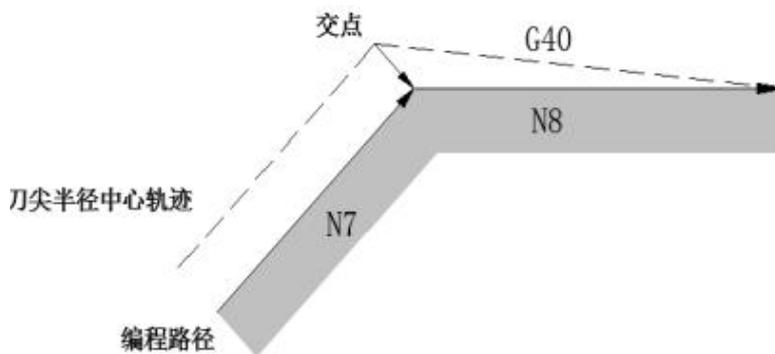
类型 D: 系统预读 G41/G42 之前的单节, 在 G41/G42 前的单节终点建立刀补, 没有垂直量的移动。注: N2 单节为 G41 单节。



#### 结束编程:

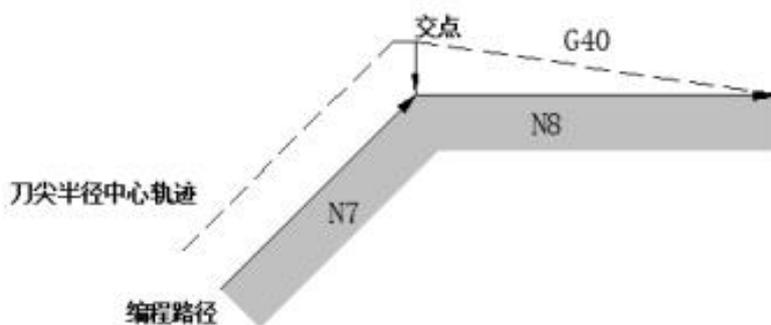
1. G40 与当前平面轴的 motion 单节在同一单节;
2. G40 单独一个单节或平面轴向增量为 0。

类型 A: 在取消的上一程序段取消垂直补偿矢量;

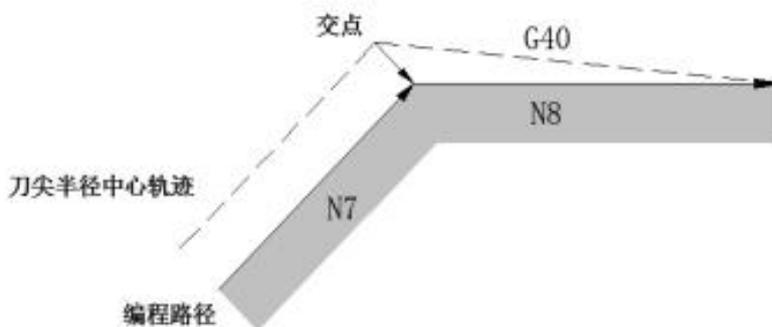


编程③、④轨迹

类型 B: 输出与取消的程序段垂直的补偿矢量、以及交点矢量;

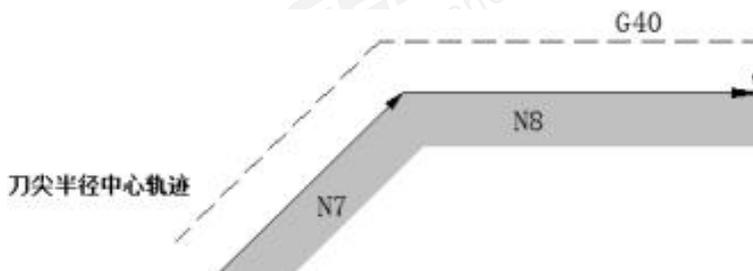


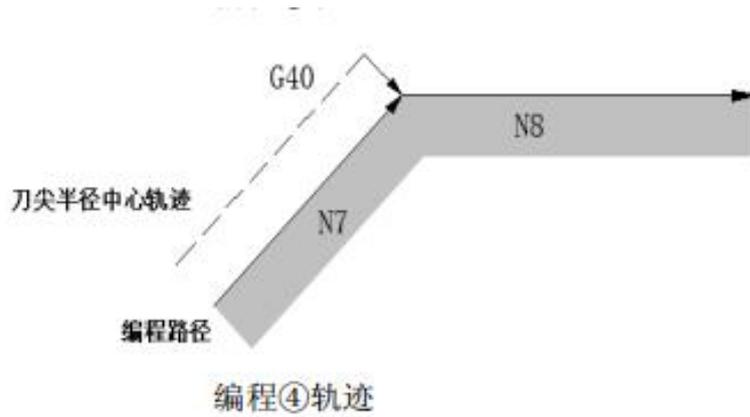
编程③轨迹



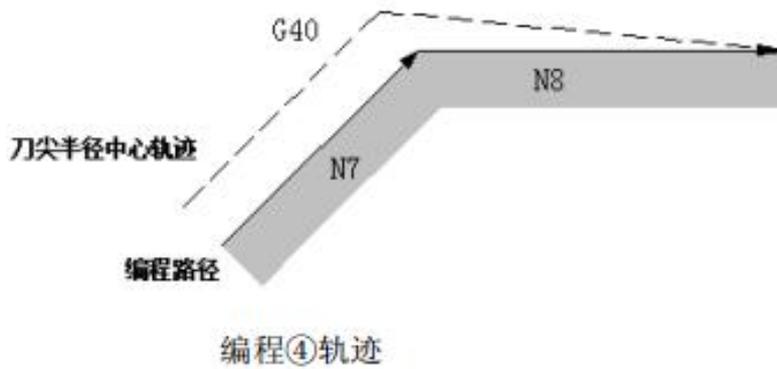
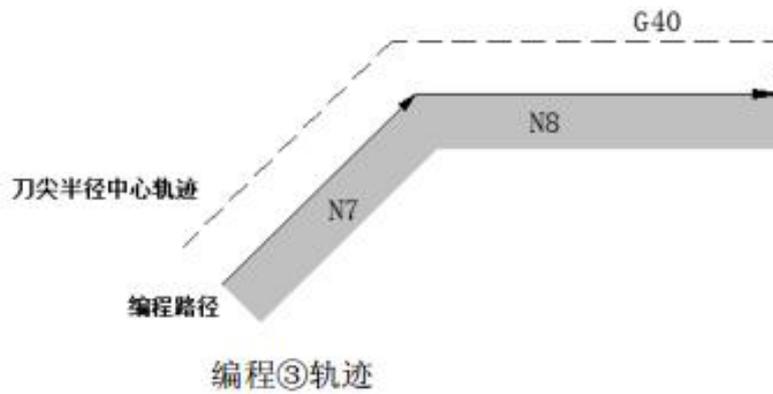
编程④轨迹

类型 C: 刀具沿着与取消的程序段垂直的方向移动相当于刀尖半径补偿量的量;





类型 D: 系统预读 G40 之前的单节, 在 G40 前的单节终点取消刀补, 没有垂直量的移动。



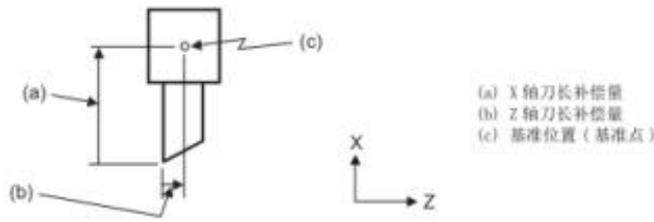
## 2.28 G43、G44、G49 刀长补偿

- 功能及目的

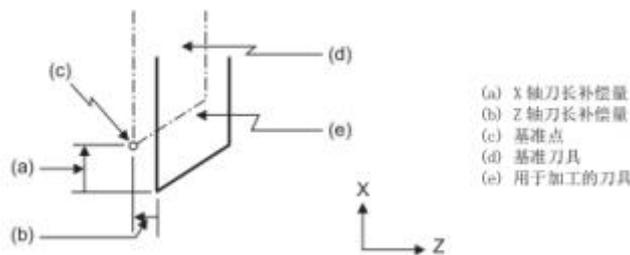
对程序的基准位置, 执行刀长补偿。程序基准位置通常位于刀塔中心位置或基准刀具的。

● 刀长补偿设定

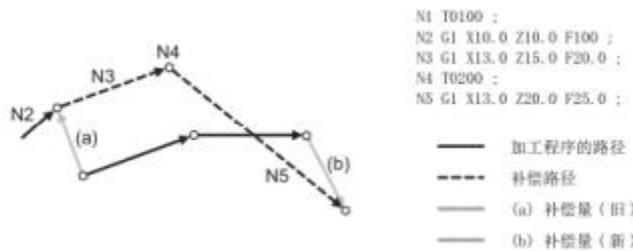
1. 位于刀塔中心位置的设定:



2. 位于基准刀具的刀尖位置设定:



3. 变更刀长补偿编号: 变更刀号时, 将新刀号对应的刀长补偿量累加到加工程序的移动量。

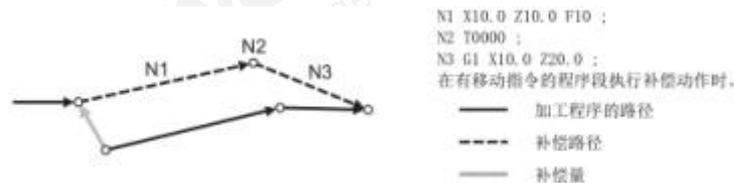


上图为在移动指令的程序段执行变更刀长补偿号的补偿动作。

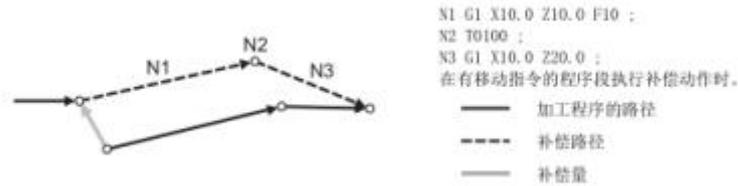
● 取消刀长补偿

1. 指定补偿编号 T0:

T 指令中的刀长补偿编号为 0 时, 取消补偿。



2. 指定的补偿量为 0 时: T 指令中的刀长补偿编号的补偿量为 0 时, 取消补偿。



### 3. Reset 取消补偿

程序格式：

G43 (G44) Z \_\_\_\_\_ H \_\_\_\_\_ 长度补偿设定

或 G43 (G44) H \_\_\_\_\_ 长度补偿设定

G49 长度补偿取消

Z: 起始补偿坐标。

H: 长度补偿刀号。

#### 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，而每一把工具长度不一，造成刀尖跟工件的距离不一，程序如果执行，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 轴向的位置补偿，用以修正刀具长度的误差。

#### ● 长度补偿值的设定：

##### 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，输入操作界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：

1. 选定一把刀具为基准，到控制器操作界面里，在工作坐标设定之 G54 工作坐标系统下，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；；
2. 使用 G43 时，控制器会选取指定的补偿值，直接加入 Z-轴补偿；

3. 使用 G44 时，在选取指定的补正值后，改变方向，再加入 Z-轴补正；
4. 补正方向的定义以 Z-轴坐标轴之方向为准，如果经过补正之后，刀具往 Z-轴坐标轴之正向移动，称正向补正；如果往 Z-轴坐标轴之负向移动，称负向补正。因此 刀具长度补正之正负值，在 G43， G44 指令下，其补正方向如下。
- 5.

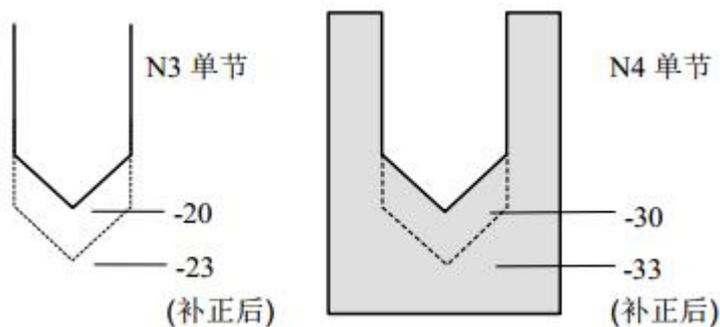
	MCM 参数 正值	MCM 参数 负值
G43	正向补正	负向补正
G44	负向补正	正向补正

### ● 程式范例

```

N1 G00 Z0.000
N2 G0 X1.000 Y2.000
N3 G43 Z-20.000 H10 (长度补偿-3.000)
N4 G01 Z-30.000 F200
N5 G49 Z0.000

```



## 2.29 G51、G50 比例缩放

### ● 功能及目的

此指令指定范围内的移动轴指令，可以通过乘以倍率，将程序中指定的形状放大或缩小到希望大小。

### ● 指令格式

### 1. 以相同倍率沿所有轴缩放 (MCM5840 BIT00=0)

G51 X\_ Y\_ Z\_ P\_ : 比例缩放开始

.....

G50 : 比例缩放取消

X\_ Y\_ Z\_ : 比例缩放中心坐标值的绝对指令 (不能增量指定)

P\_ : 比例缩放倍率 (不带小数点, 不受小数点点影响)

未指定 P 值时, 使用 MCM5843 设定值

### 2. 沿每个轴缩放 (MCM5840 BIT00=0)

G51 X\_ Y\_ Z\_ I\_ J\_ K\_ : 比例缩放开始

.....

G50: 比例缩放取消

X\_ Y\_ Z\_ : 比例缩放中心坐标值的绝对指令 (不能增量指定)

I\_ J\_ K\_ : 分别用于 X、Y、Z 轴的比例缩放倍率 (不带小数点, 不受小数点影响) 当未指定 I、J、K 时使用 MCM5844~MCM5879 设定值, I、J、K 与 MCM5844~MCM5879 可以指定负值, 负值时为镜像注: 当比例缩放中心未指定时, 则指定 G51 指令的刀具所处的位置即为比例缩放中心。

## ● 功能介绍

### 1. 以相同倍率沿所有轴比例缩放

G51 X\_ Y\_ Z\_ P\_ : P\_ 指定比例缩放倍率, 比例缩放倍率的最小单位由 MCM5842 决定

相同倍率比例缩放开启条件:

2. MCM5840 BIT00=0 (不允许各轴单独比例缩放);
3. MCM558 开启对应轴向, 允许该轴向进行比例缩放;
4. 通过 P\_ 或 MCM5843 指定缩放倍率 (当 P 未指定时使用)。

## ● 程序范例 1

1. MCM5840=0: 使用相同倍率比例缩放
2. MCM558=5: 开启 X、Z 轴比例缩放功能
3. MCM5842=0: 比例缩放最小单位为 0.001

G00 X0. Z0.

```

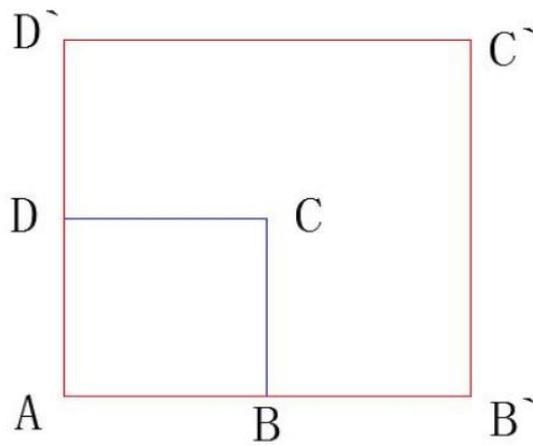
G01 Z20. F3000.
G01 X20.
G01 Z0.
G01 X0.
G51 X0. Z0. P2000 ;;;;开启比例缩放， 缩放倍率为 2 倍
G01 Z20.
G01 X20.
G01 Z0.
G01 X0.
G50 ;;;取消比例缩放
M30

```

加工图形如下：

A→B→C→D 图形为比例缩放前图形

A→B`→C`→D` 图形为比例缩放后图形



1. 每个轴单独比例缩放

G51 X\_ Y\_ Z\_ I\_ J\_ K\_;

I\_ J\_ K\_指定各轴比例缩放倍率， 比例缩放倍率的最小单位由 MCM5842 决定。

每个轴单独比例缩放开启条件：

- a. MCM5840 BIT00=1（允许各轴单独比例缩放）；

- b. MCM558 开启对应轴向，允许该轴向进行比例缩放；
- c. 通过 I\_ J\_ K\_或 MCM5844-MCM5879 指定缩放倍率（当 I\_ J\_ K\_未指定时使用）。

### ● 程式范例 2

```

1. MCM5840=1: 允许各轴单独比例缩放；
2. MCM558=5: 开启 X、Z 轴比例缩放功能；
3. MCM5842=0: 比例缩放最小单位为 0.001。

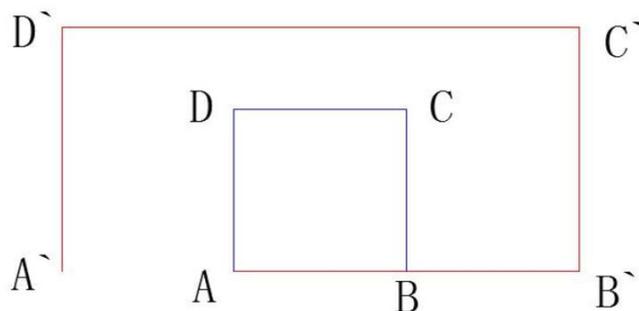
G00 X0. Z0.
G01 Z20. F3000.
G01 X20.
G01 Z0.
G01 X0.
G51 X10. Z10. I2000 K3000 ;;;开启比例缩放， 缩放倍率为 2 倍
G01 Z20.
G01 X20.
G01 Z0.
G01 X0.
G50 ;;;取消比例缩放
M30

```

加工图形如下：

A→B→C→D 图形为比例缩放前图形

A→B`→C`→D`→A` 图形为比例缩放后图形



### 1. 圆弧插补的比例缩放

即使将不同比例缩放用于圆弧插补中的每个轴， 刀具轨迹也不会变成一个椭圆。

#### a. 圆弧指令用 R 指令编程

```
G0 X100. Z0.
```

```
G51 X0. Z0. I1000 K2000
```

```
G02 X0. Z100. R100. F5000.
```

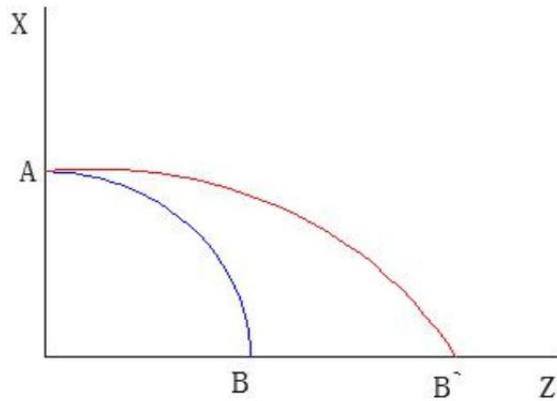
上述指令相当于

```
G0 X100. Z0.
```

```
G02 X0. Z200. R200. F5000.
```

AB 圆弧线为比例缩放前的圆弧线

AB`圆弧线为比例缩放后的圆弧线



#### b. 圆弧指令用 I、 J、 K 指令编程

```
G0 X100. Z0.
```

```
G51 X0. Z0. I1000 K2000
```

```
G02 X0. Z100. I-100. K0. F5000.
```

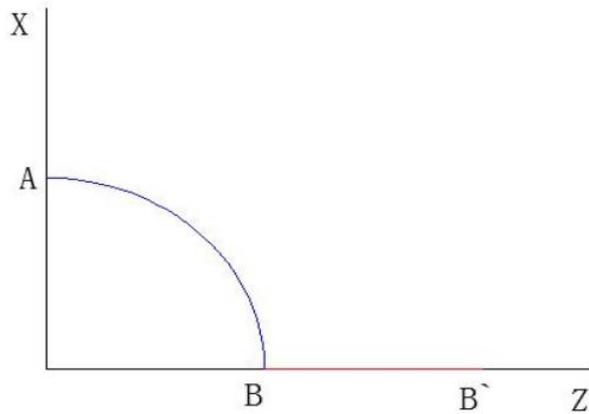
上述指令相当于

```
G0 X100. Z0.
```

```
G02 X0. Z200. I-100. K0. F5000.
```

AB 圆弧线为比例缩放前的圆弧线

A→B→B` 圆弧线为比例缩放后的圆弧线



## 2. 刀具补偿

比例缩放不适用于刀具半径补偿值，刀具长度补偿值和刀具位置偏置的刀具偏置值无效比例缩放。

- a. 深孔钻循环的切削深度  $Q$  和收回距离  $d$  (G83、G84)；
- b. 在手动操作中，不能用比例缩放功能来扩大或缩小距离刀具补偿、比例缩放、坐标旋转  
刀具补偿、比例缩放、坐标旋转可以以任意顺序搭配使用，但需注意先比例缩放后坐标旋转与先坐标旋转后比例缩放的图形有可能不一致。

### ● 程式范例 3

G0 X0. Z0.

G98

G18

T01

G68 X0. Z0. R45.

G51 X0. Z0. P2000

G42

G01 Z40. F3000.

G03 Z50. X10. R10.

G01 X40.

G01 X40. Z10.

G03 X30. Z0. R10.

G40

G01 X0.

G50

G69

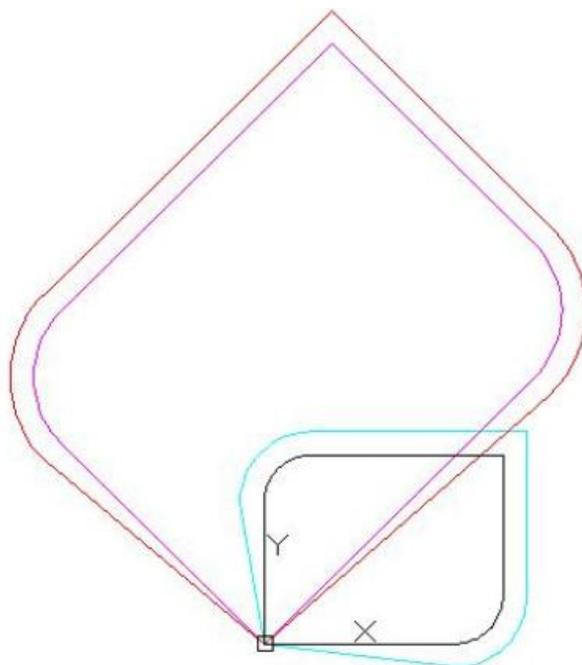
M30

黑色线： 不加刀补的原图形

青色线： 加刀补后的图形

洋红线： 2 倍比例缩放且旋转 45° 后的图形

红色线： 2 倍比例缩放且旋转 45° 后的刀补图形



#### 与参考点返回/坐标系有关的指令

在比例缩放方式下， 不应制定与参考点返回有关的 G 代码（G28、 G29、 G30 等） 以及用来改变坐标系的指令（G52~G59、 G50 等）， 指定这些 G 代码时需先取消比例缩放。

#### ● 程式范例 4

子程式：

G51-01. CNC

G00 X60. Z60.

G01 Z100. F3000.

G01 X100.

G01 X60. Z60.

M99

主程式:

G51-02. CNC

G98

G18

M98<G51-01. CNC>

G51 X50. Z50. I1000 K1000

M98<G51-01. CNC>

G51 X50. Z50. I1000 K-1000

M98<G51-01. CNC>

G51 X50. Z50. I-1000 K-1000

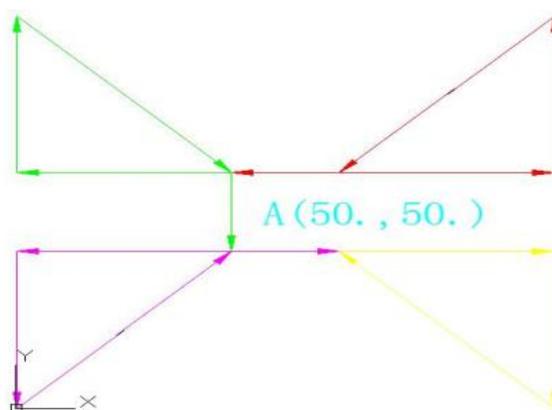
M98<G51-01. CNC>

G51 X50. Z50. I-1000 K1000

M98<G51-01. CNC>

G50

M30



执行顺序为红色线→绿色→洋红→黄色

## 2.30 G50 外部工件坐标系

- 功能定义

设定外部工件坐标系。

- 指令格式

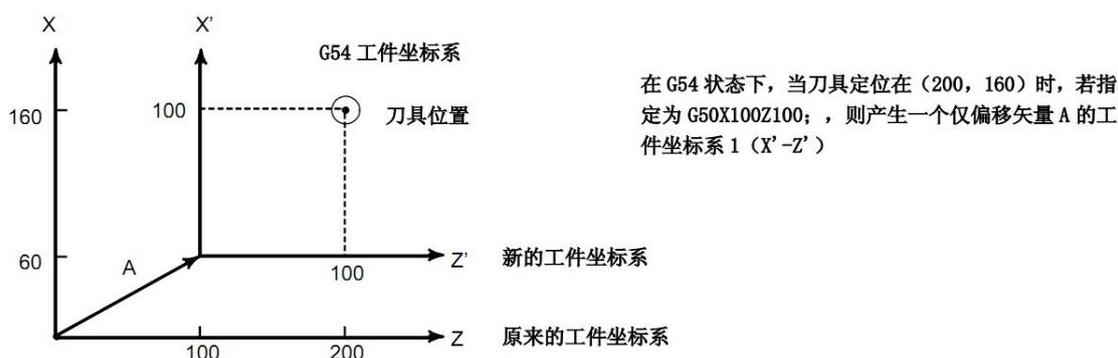
G50 IP\_

IP\_：指定轴向位置，即为刀具在当前工件坐标系中的位置

IP 设定值实时写入 Sys2160~Sys2165 变量中

G50 IP\_：设定外部工件坐标系

1. 绝对指定：IP\_指定的位置，即为刀具当前的位置。



2. 增量指定：在指定前的刀具坐标值上加上指定的增量值，成为刀具的当前位置。

注：G50 不改变 G54~G59 和 G54.1Pxx 工作坐标系的值，是通过修改外部工件坐标系的值，使所有的工作坐标系发生偏移。

举例说明：

程序	机械坐标	程序坐标	SYS2160, SYS2162
G0X0.Z0.	0.000, 0.000	0.000, 0.000	0, 0
G0X100.Z50.	100.000, 50.000	100.000, 50.000	0, 0
G50X0.Z20.	100.000, 50.000	0.000, 20.000	100000, 30000
G0X50.Z50.	150.000, 80.000	50.000, 50.000	100000, 30000
G50U20.W-10.	150.000, 80.000	70.000, 40.000	80000, 40000

G0X0.Z0.	80.000, 40.000	0.000, 0.000	80000, 40000
----------	----------------	--------------	--------------

## 2.31 G51.2、G50.2 主轴同步

### ● 功能及目的

通过 G 代码或 PLC 控制，实现同步主轴（刀具轴）和基准主轴（工件轴）按照设定的转速比和相位差，进行转速同步或者相位同步，该功能主要用于两个主轴的工件对接、多边形加工等。

### ● 指令格式

G51.2 H\_ D\_ P\_ Q\_ R\_ : 主轴同步功能开启。

G50.2 : 主轴同步功能取消。

H : 1~n(主轴总数)，基准主轴设定，未设定时使用参数 Sys3080 中的值不受小数点影响，设定时实时修改 Sys3080。

D : 1~n(主轴总数)，同步主轴设定，未设定时使用参数 Sys3081 中的值不受小数点影响，设定时实时修改 Sys3081。

P : 1~999，基准主轴转速比，不受小数点影响。

Q : (1~999, -999~-1)，同步主轴转速比，设定负值时反向同步，不受小数点影响。

R : 0~359.999，同步主轴相对于基准主轴的相位差，沿主轴的顺时针方向有效，受小数点影响。

### ● 主轴同步步骤

1. 主轴同步指令开启；
  2. 基准主轴开始旋转（此步骤可在步骤①之前，但必须由用户指定）；
  3. 同步主轴按照 P: Q 设定的旋转比，以自身的加减速时间旋转到指定转速；
- 注：同步主轴对应轴向使能需在主轴同步指令开启前 ON，若同步主轴在同步指令前没有启动，系统会自动启动。
4. 当两个主轴在进入到相位同步前，各自按照各自的加减速时间进行转速调整，当同步主轴进入相位同步并完成相位同步后，则同步主轴的加减速完全由基准主轴的加减速决定；
  5. 同步主轴达到同步转速后开始做相位同步，同步主轴通过减速来实现相位同步；
  6. 同步主轴与基准主轴相位差达到设定值，且同步轴速度恢复到同步速度后代表相位同步完成；

## 7. 取消主轴同步。

注：在整个同步过程中，随时可以变更基准主轴的转速，同步主轴转速也会跟随着做对应比例的变化，并保持同步（若要精确相位同步，则需要开启闭环同步功能）。

### ● 主轴同步指定

G51.2 H\_ D\_ P\_ Q\_ R\_ : 开启主轴同步。

G50.2: 主轴同步取消。

注：

采用全指令时指定新的一条同步指令，且上一条同步指令还未取消时；

I、基准主轴与同步主轴不改变时系统不报警，开始新的同步指令；

II、基准主轴与同步主轴改变时系统报警。

错误编程： G0 X0. Z0.

.....

G51.2 H1 D2 P1 Q1 R90.

.....

G51.2 H2 D3 P1 Q1 R90.

.....

G50.2

系统报警： 主轴同步正在进行中，同一个通道内不允许再启动主轴同步

正确编程： G0 X0. Z0.

.....

G51.2 H1 D2 P1 Q1 R90.

.....

G50.2

G51.2 H1 D2 P1 Q1 R90.

.....

G50.2

正确编程： G0 X0. Z0.

.....

G51.2 H1 D2 P1 Q1 R90.

.....

G51.2 H1 D2 P1 Q2 R90. -----改变同步转速

.....

G50.2

## ● 主轴同步相关功能介绍

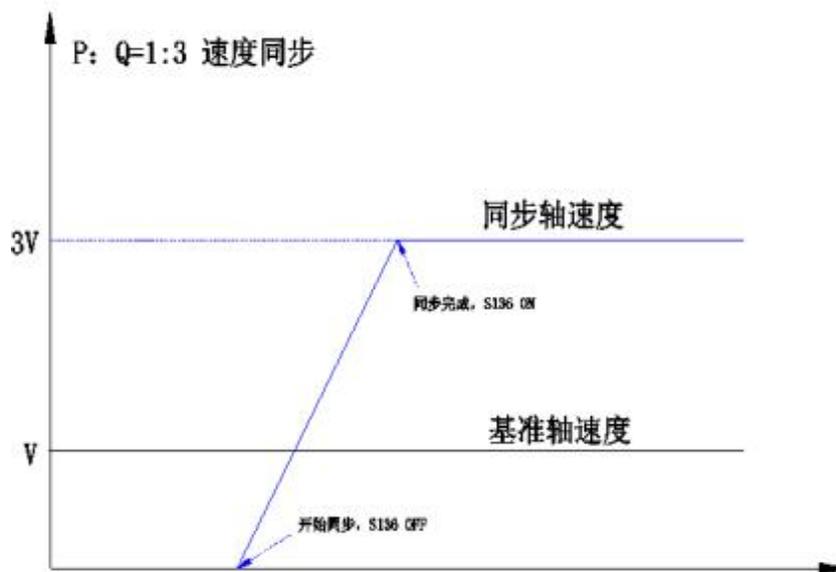
### 1. 速度同步

基准主轴与同步主轴按照 P: Q 的旋转比的转速旋转，在同步时不做相位同步 Mcm04 BIT05

=0: R 指定负值时做速度同步

=1: R 未指定及 R 指定负值时做速度同步

Sys3084 设定小于 0 时 PLC 主轴同步做速度同步



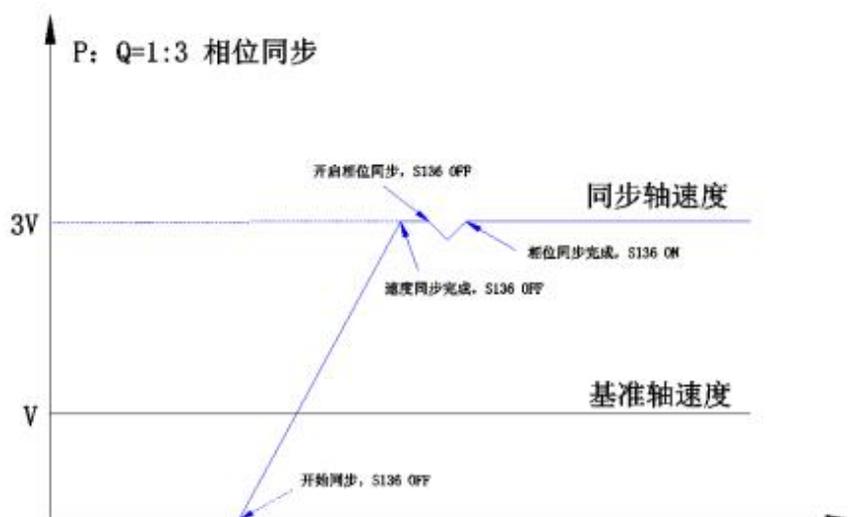
### 2. 相位同步

基准主轴与同步主轴按照 P: Q 的旋转比的转速旋转，在同步时做相位同步。Mcm04 BIT05

=0: R 值指定  $\geq 0$  及 R 值未指定时做相位同步 (R 不能超过设定范围)

=1: R 值指定  $\geq 0$  时做相位同步 (R 不能超过设定范围)

Sys3084 设定  $\geq 0$  时 PLC 主轴同步做相位同步 (不能超过设定范围)



### 3. 半闭环相位同步

半闭环相位同步指系统根据命令同步，当基准主轴与同步主轴达到 P: Q 设定的转速，且在当前转速下相位差保持为设定的相位差时即半闭环相位同步完成。当基准主轴转速改变时基准主轴与同步主轴之间的相位差会发生改变，系统不做纠正。半闭环相位同步主要用于主轴转速不会改变的工艺场合；

### 4. 全闭环相位同步

全闭环相位同步指系统根据反馈同步，当基准主轴与同步主轴达到 P: Q 设定的转速，且刚完成相位同步时开启全闭环同步，系统会根据基准主轴的转速实时纠正同步主轴，确保同步主轴与基准主轴的相位差固定。全闭环相位同步需在 Q: P 为整数的场合下使用。Mcm04 BIT07: 开启全闭环相位同步功能。Mcm20: 全闭环相位同步时位置环比例增益调整，此参数需设置大于 0 的值，否则不能开启全闭环相位同步功能。Mcm21: 全闭环相位同步时同步位置误差限制。当系统进入全闭环相位同步后系统判断同步轴位置波动，当波动幅度大于设定值时系统报警，并取消全闭环同步功能，做保护处理。全闭环同步一般用于在主轴进行相位同步后，随时修改基准主轴转速的情况下，要求进行更为精确的相位同步（消除因为转速变化引起的实际相位偏差）时使用，否则可以不使用；

### 5. 正向同步与反向同步

正向同步：同步主轴按照基准主轴的旋转方向旋转，并做主轴同步；

反向同步：同步主轴按照基准主轴旋转方向的相反方向旋转，并做主轴同步。

### ● 其他功能介绍

1. 主轴同步开启，但还未同步上（S136 OFF），基准主轴与同步主轴分别以自身的加减速运转；
2. 主轴同步开启，且已经同步上（S136 ON），基准主轴与同步主以基准主轴的加减速运转；
3. 主轴同步完成后，同步主轴受到基准主轴控制，当改变基准主轴状态时同步主轴也跟随基准主轴按照 P: Q 的旋转比改变；
4. 主轴同步完成后，在主轴同步过程中改变同步主轴的 MFO、转速、旋转方向、运行状态等同步主轴不会发生改变，但仍更新状态，主轴同步取消后生效；
5. 在主轴同步过程中，对同步主轴的恒速控制无效，但仍更新状态，主轴同步取消后生效；
6. 基准主轴转速受到同步主轴的最低转速与最高转速限制，系统会根据同步主轴的最低转速或最高转速按照 P: Q 的旋转比设定一个新的基准主轴转速；

如：基准主轴：最高转速 3000r/min，最低转速 10r/min

同步主轴：最高转速 2100r/min，最低转速 10r/min

程式： N1 G0 X0. Z0.

N2 M03 S800

N3 G51.2 H1 D2 P1 Q3 R90.

N4 G04 X5.

N5 G50.2

因同步主轴的最高转速为 2100r/min，则同步完成后基准主轴的转速 被限定为 700r/min。

在以下情况下系统会报警：

- a. 同步主轴的最低转速高于基准主轴的最高转速；
- b. 基准主轴的最低转速高于同步主轴的最高转速。

在这两种情况下系统找不到合适的同步转速，会报：基准主轴在同步过程中无法取得最低转速和最高转速之间的合适转速。

7. 在主轴同步开始前，如果同步主轴未启动，在同步开始时系统自动控制同步主轴按照旋转比及同步方向启动，开始主轴同步功能（因系统不会控制同步主轴对应马达的使能控

- 制，故需在主轴同步开始前开启同步主轴对应马达的使能）；
8. 同一通道内只能存在一个同步主轴指令，否则系统报警；
  9. 两个不同通道不能对两个相同的主轴发出同步指令，否则系统报警；
  10. 多个通道可以同时进行各自的主轴同步，不能指定相同的同步主轴，能指定相同的基准主轴，但需保证转速限制不存在冲突，否则不能正确同步；
  11. 基准主轴与同步主轴必须是 pulse 型位置型电机及驱动，否则不能进行同步，系统报警；
  12. 以下五种状态取消主轴同步，G50.2、C136=0、复位、急停、断电；
  13. 复位取消同步时分两种情况。  
同步开始，但还未同步完成（S136 OFF）时复位先取消同步，基准主轴与同步主轴按照各自的加减速减速到 0。同步开启，且已经同步完成（S136 ON）时复位，同步主轴与基准主轴按照基准主轴的加减速时间减速到 0 后才解除同步。
  14. G50.2、C136、急停、断电产生时立马取消主轴同步，基准主轴与同步主轴按照各自的加减速运转轴同步取消后生效；
  15. 若在同步状态下，遇到程序暂停，依然保持主轴同步。

## 2.32 G51.4、G50.4 轴向同步控制

### ● 功能及目的

同步控制功能可使多个轴（最大数量由当前通道插补最大轴数（Mcm1901）控制）同步移动。在同步控制中，可设定移动命令的轴称为主动轴，其他与主动轴保持同步的轴称为从动轴。在同步控制中，如果对主动轴进行移动命令编程，则此功能自动的将同样命令发送给其他从动轴，从而实现同步控制。

### ● 指令格式

G51.4 P\_Q\_ (L\_)：轴向同步开启。

G50.4 Q\_：轴向同步取消。

P\_：轴向同步中主动轴设定编号

通道号\*100+轴向，当不指定通道号时，表示当前通道。

P 可以指定为负值，指定负值时从动轴命令与主动轴相反。

Q\_：轴向同步中从动轴设定编号

通道号\*100+轴向，当不指定通道号时，表示当前通道。

L\_：驻停指令

=0：不予驻停（驻停取消）

=1：主动轴驻停（从动轴驻停取消）

=2：从动轴驻停（主动轴驻停取消）

L 可以省略，当 L 省略时，当 L0 处理

### ● 指令控制

1. 指令控制轴向同步时可以用 G51.4 连续指定多个轴追随轴，一个主动轴。

如：

G51.4 P1 Q2：指定 X 轴为 Y 轴的主动轴

G51.4 P1 Q3：指定 X 轴为 Z 轴的主动轴

.....

G50.4 Q2：取消 X 轴为 Y 轴的主动轴

G50.4 Q3：取消 X 轴为 Z 轴的主动轴

2. 指令控制时当 P 指定超过系统有效轴数时系统报警（程式错误-451-1）。

指令控制时当 P 指定的不是有效轴时系统报警（程式错误-451-1）。

3. 指令控制时当 Q 指定超过系统有效轴数时系统报警（程式错误-451-2）。

指令控制时当 Q 指定的不是有效轴时系统报警（程式错误-451-2）。

指令控制时当 G50.4 Q\_中 Q 指定的在之前 G51.1 指令中不存在时系统报警（程式错误-451-2）。指令控制时当指定多个相同的 G50.4Q\_时系统报警（程式错误-451-2）。

4. 指令控制时当前处于轴向同步中，且主动轴与从动轴在同一单节时自动忽略主动轴的命令，仅执行从动轴命令。如：G51.4 P1 Q3 G01 U100. W50. F2000.；执行完此单节后，X、Z 轴移动变化量分别为 100.000、50.000。

5. 指令控制时当取消轴向同步后需下 G31P16384 重整各轴向坐标。

6. 指令控制时 P 值可指定正负, 指定负值时从动轴命令方向与主动轴方向相反。

如: G51.4 P-1 Q03

G01 U100. F5000.: 执行此指令时 Z 轴移动-100.000 位移

7. 指令控制时采用 L 字母确定主动轴或从动轴驻停, 设定请参考指令格式, 驻停分以下几种情况, 分别举例说明。

如:

G51.4 P1 Q3 L2: 从动轴 Z 轴驻停, 主动轴 X 轴驻停取消

...

G50.4 Q3 : 同步状态取消, 从动轴 Z 轴驻停也取消

G51.4 P1 Q3 L1: 主动轴 X 轴驻停, 从动轴 Z 轴驻停取消

G51.4 P1 Q2 L1: 主动轴 X 轴驻停, 从动轴 Y 轴驻停取消

.....

G50.4 Q3 : 从动轴 Z 轴同步状态取消, 因还存在从动轴 Y 轴, 所以主动轴 X 轴驻停保持。

G50.4 Q2 : 从动轴 Y 轴同步状态取消, 因不存在从动轴, 所以主动轴 X 轴驻停取消。

范例:

N1 G98

N2 G08

N3 G01 Y100. F5000.

N4 G51.4 P2 Q3

N5 G01 Y200.

N6 G50.4 Q3

N7 Y100.

N8 Z200.

解释: 程式启动前 C71 ON, 且 Y、Z 对应轴向开启驻停 (Sys15030=6), 则执行程式时 N3 单节 Y 轴驻停, 因 N4 单节 G51.4 未开启相关轴向驻停, 则默认取消, 则 N7 单节 Y 轴也不驻停。

(1) 指令控制与 PLC 控制同时存在, 如设定 Mcm5001=1

G51.4 P1 Q3

G01 U50. F2000.: X、Y、Z 轴变化量为 50.000

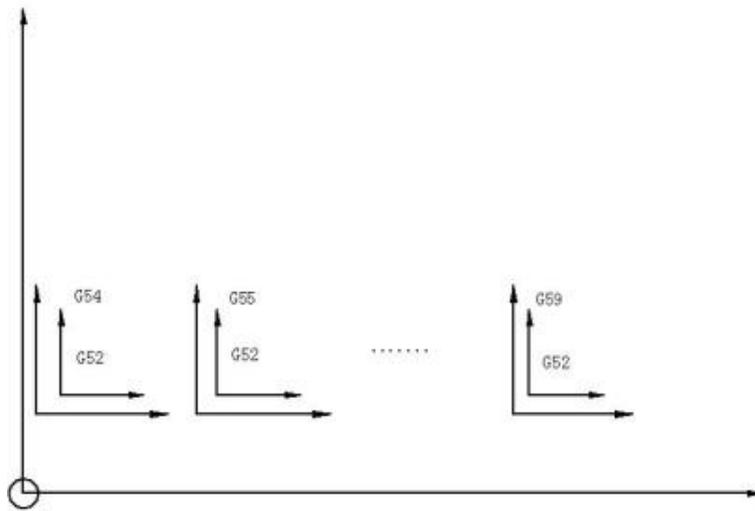
G50.4 Q3

G01 U50. : X、Y 轴变化量为 50.000

## 2.33 G52 设定局部坐标系

### ● 功能及目的

G52 指令可设定局部坐标系，此局部坐标系可在各工件坐标系上 G54~G59 独立设定局部坐标系：在工件坐标系中编辑程序时，为了易于编程，可以设定工件坐标系的子坐标系，子坐标系即为局部坐标系。



### ● 指令格式

G52 IP\_ : 设定局部坐标系

IP: 指定轴向设定局部坐标

G52 IP0: 取消该轴向局部坐标设定

注：单独 G52 指令不能取消

G52 局部坐标系设定

1. 绝对指定：当指令使用绝对值坐标时，局部坐标设置在当前局部坐标系的设定值坐标位置上；
2. 增量指定：当指令使用增量值坐标时，则偏移当前使用的局部坐标系，作为当前局部坐标系。

注:

1. 可在所有的工件坐标系中 (G54~G59, G54.1 P\_\_) 中设定局部坐标系。局部坐标系的原点由 IP\_在工件坐标系中标定;
2. 一个局部坐标系一旦被设定, 在之后指令中一直有效, 直到局部坐标系被取消;
3. 当工件坐标系 (G54~G59) 切换时, 局部坐标系仍然有效。

#### ● G52 局部坐标系取消

1. G52 IP\_\_: 当 IP 设定对应轴向为 0 时取消对应轴向局部坐标偏置

N1 G52 X2. Z2.

N2 G0 X100. Z100.

N3 G52 X0.

在 N3 单节 X 轴取消局部坐标偏置, Z 轴保留

2. 复位时取消局部坐标偏置:

MCM06 BIT00=1: 设定复位时取消局部坐标偏置

3. 程序启动时取消局部坐标偏置:

范例程式:

程序	机械坐标 (X、Y、Z)	程序坐标 (X、Y、Z)	SYS11620, SYS11621, SYS11622
G0X0. Y0. Z0.	0.000, 0.000, 0.000	0.000, 0.000, 0.000	0, 0, 0
G54	0.000, 0.000, 0.000	0.000, 0.000, 0.000	0, 0, 0
G52X10. Y20. Z30.	0.000, 0.000, 0.000	-10.000, -20.000, - 30.000	10000, 20000, 30000

G0X100. Y80. Z50.	110.000, 100.000, 8 0.000	100.000, 80.000, 50 .000	10000, 20000, 30000
G55	110.000, 100.000, 8 0.000	100.000, 80.000, 50 .000	10000, 20000, 30000
G0X-100. Y-100. Z-100.	-90.000, -80.000, -70.000	-100.000, -100.000 , -100.000	10000, 20000, 30000
G52U-50. V30. W0	-90.000, -80.000, -70.000	-50.000, -130.000, -100.000	-40000, 50000, 3000 0
G0X-50. Y-50. Z-50.	-90.000, 0.000, -20 .000	-50.000, -50.000, - 50.000	-40000, 50000, 3000 0
G52X0. Y0.	-90.000, 0.000, -20 .000	-90.000, 0.000, -50 .000	0, 0, 30000
G0X0. Y0. Z0.	0.000, 0.000, 30.00 0	0.000, 0.000, 0.000	0, 0, 30000

G00 X0. Y0. Z0.

G54

G52 X10. Y20. Z30.

设定 X, Y, Z 轴局部坐标系

G00 X100. Y80. Z50.

X, Y, Z 轴局部坐标系有效

G55

X, Y, Z 轴局部坐标系有效

G00 X-100. Y-100. Z-100.

X, Y, Z 轴局部坐标系有效

G52U-50. V30. W0.

G0X-50. Y-50. Z-50.

G01 X0. Y0. Z0.

G52 X0. Y0.

取消 X, Y 轴局部坐标系, Z 轴局部坐标系仍然有效

G0X0. Y0. Z0.

## 2.34 G53 机械坐标偏移

### ● 功能及目的

以 G53 指令和进给模式 (G01 或 G00) 以及跟在后面的坐标指令, 使刀具在基本机械坐标系上指定位置作移动 (目前固定为 G00 速度)。

### ● 指令格式

G53IP\_\_

IP: 指定轴向移动到设定的机械坐标位置 (可以指定增量坐标或绝对坐标)。

### ● 详细说明

1. 当 G53 指定了机械坐标系的位置时, 刀具以快速移动速度运动到该位置;
2. G53 仅对当前指令单节有效;
3. 使用 G53 不会取消刀具半径补偿, 不会取消当前的工件坐标系;
4. IP\_可以指定增量和绝对坐标;
5. G91 模式对 G53 生效;

如: G91 G53 X100., 即 X 轴机械坐标移动增量为 100。

### 范例程式:

程序	机械坐标 (X、Y、Z)	程序坐标 (X、Y、Z)
G0X100, Z100.	100.000, 100.000	100.000, 100.000
G53X20, Z30.	20.000, 30.000	20.000, 30.000
G55	20.000, 30.000	-30.000, -20.000
G01X80, 000, Z80, 000F50.	130.000, 130.000	80.000, 80.000

G53U-20, W-20.	110.000, 110.000	60.000, 60.000
T01	110.000, 110.000	10.000, 160.000
G53X0, Z0.	0.000, 0.000	-100.000, 50.000
G0X0Z0	100.000, -50.000	0.000, 0.000

注：默认为 G54 工件坐标系，T01 各轴刀长补正为（50.000, -100.000），G55 工件坐标系设定为（50.000, 50.000）。

## 2.35 G54~G59、G54.1\_\_工件坐标系

### ● 功能及目的

工件坐标系是以要加工的工件基准点为原点，用于简化工件编程的坐标系。可通过 G50、G10 L02、G10 L20 指令或手动修改对应参数来更改工件坐标系在机械坐标系下的位置。可通过 G54~G59、G54.1P1~G54.1P48 来改变当前工件坐标系。

### ● 指令格式

G54~G59 IP\_：选择 G54~G59 工件坐标系

IP：指定轴向移动到工件坐标系中的位置（可以指定增量坐标或绝对坐标）

G54.1P\_IP\_：选中 G54.1P1~G54.1P48 工件坐标系

P：1~48，设定 G54.1P1~G54.1P48 中的某一组

IP：指定轴向移动到工件坐标系中的位置（可以指定增量坐标或绝对坐标）

注：当 IP 非空时，先选中工件坐标系，再执行位移指令（速度以上一移动单节速度为准）。

G50 IP\_：修改外部工件坐标系

P：指定修改的轴向代码与位置，可增量或绝对指定

增量指定：在指定前的刀具坐标值上加上指定的增量值，成为刀具在当前工件坐标系中的位置绝对指定：

IP\_指定的位置，即为刀具在当前工件坐标系中的位置

注：G50 不改变 G54~G59 和 G54.1Pxx 工作坐标系的值，是通过修改外部工件坐标系的值（Sys2160~Sys2199），使所有的工作坐标系发生偏移。

### ● 详细说明

1. 工件坐标系的指定由 G54~G59 或 G54.1P1~G54.1P48 指定，当用某一指令指定了一个工件坐标系，可通过除该指令的其他指令改变工件坐标系。

如以下程式

N01 G54

N02 G00 X100. Z100.

N03 G55

则 N03 之前为 G54 工件坐标系，N03 之后为 G55 工件坐标系。

2. 工件坐标系与轴向指令在同一单节时先设定指定工件坐标系后再移动轴向到该坐标系中指定位置，轴向移动速度继承上一移动单节的移动速度（G00 或 G01）。

如 G00 X100.

G55 X50. → 等价于 N01 G55

N02 G00 X50.

### 范例程式：

程序	机械坐标 (X、Y、Z)	程序坐标 (X、Y、Z)
G0X0, Z0.	0.000, 0.000	0.000, 0.000
G54X100, Z100.	100.000, 10.000	100.000, 100.000
G55	100.000, 10.000	50.000, 50.000
G01X0, Z0, F500.	50.000, 50.000	0.000, 0.000
G59U50, W-50.	100.000, 0.000	120.000, 30.000
G0X0, Z0.	-20.000, -30.000	0.000, 0.000

注：G54 工件坐标系设定为 (0.000, 0.000)，G55 工件坐标系设定为 (50.000, 50.000)，G59 工件坐标系设定为 (-20.000, -30.000)。

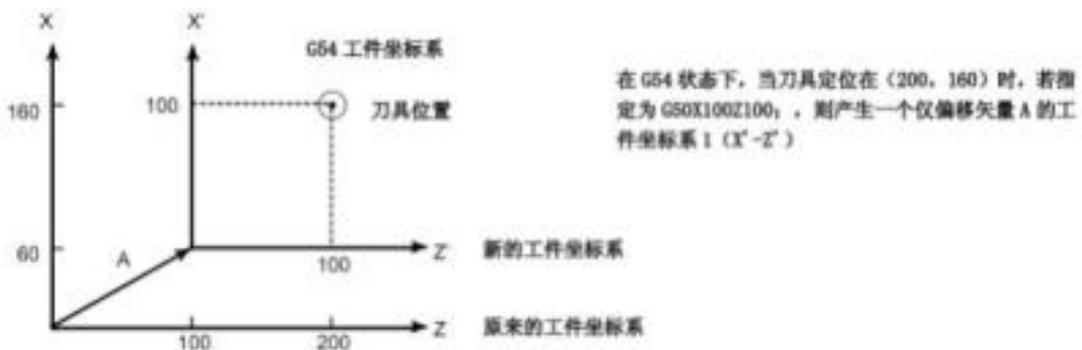
3. 工件坐标系的设定可通过指令 G10 L02、G10 L20 或手动修改来设定指令修改可使用增量或绝对设定，手动修改则直接修改 Sys0000~Sys2159 所对应的值。增量修改：在

指定工件坐标系设定值上累加增量值。绝对修改：直接修改指定工件坐标系设定值，设定的值由设定数据决定。

#### 范例程式：

程序	机械坐标 (X、Y、Z)	程序坐标 (X、Y、Z)
G0X0, Z0.	0.000, 0.000	0.000, 0.000
G54	0.000, 0.000	0.000, 0.000
G10L2P0X100. Z50.	0.000, 0.000	-100.000, -50.000
G0X0, Z0	100.000, 50.000	0.000, 0.000
G10L2P1X50, Z-30.	100.000, 50.000	-50.000, 30.000
G0X0, Z0.	150.000, 20.000	0.000, 0.000
G10L2P1U30, W50.	150.000, 20.000	-30.000, -50.000
G0X0, Z0.	180.000, 70.000	0.000, 0.000

4. 外部工件坐标系是指机械坐标系与工件坐标系中间的一个坐标系,改变外部工件坐标系后,所有的工件坐标系在机械坐标系中的位置都会发生改变。



外部工件坐标系可通过 G50、G10 L02 指令或手动修改, 修改值存储在 Sys2160~Sys2199 中。指令修改可使用增量修改或绝对修改。

增量修改：在当前外部工件坐标系下叠加增量修改值。

绝对修改：直接修改外部工件坐标系的值, 设定值有设定数据决定。

#### 范例程式：

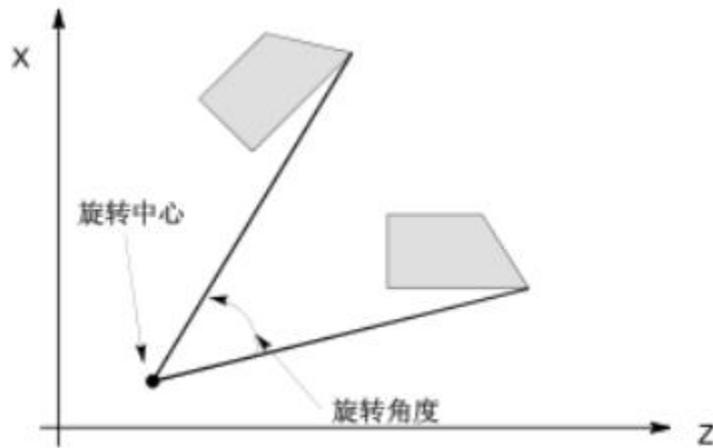
程序	机械坐标 (X、Y、Z)	程序坐标 (X、Y、Z)	SYS2160, SYS2162
G0X0, Z0.	0.000, 0.000	0.000, 0.000	0, 0
G0X100, Z50.	100.000, 50.000	100.000, 50.000	0, 0
G50X0, Z20.	100.000, 50.000	0.000, 20.000	100.000, 30.000
G0X50, Z50.	150.000, 80.000	50.000, 50.000	100.000, 30.000
G50U20, W-10.	150.000, 80.000	70.000, 40.000	80.000, 40.000
G0X0, Z0.	80.000, 40.000	0.000, 0.000	80.000, 40.000

5. 开机时系统会默认一个工件坐标系，该默认工件坐标系由 Mcm05 设定。如 Mcm05=54 则开机默认 G54 工件坐标系，Mcm05=5401 则开机默认 G54.1P1 工件坐标系；
6. 可通过 Mcm06 BIT01 设定复位时工件坐标系，Mcm06 BIT01=0 时复位时保留当前工件坐标系，BIT01=1 时复位恢复到开机默认的工件坐标系。如：设定 Mcm05=54：开机默认工件坐标系为 G54 工件坐标系。当前工件坐标系为 G55 工件坐标系（由 Sys10256 显示，可在自动模式、MDI 模式中通过 G54、G56... 等坐标系指令改变，如①所示）。  
则：Mcm06 BIT01=0 时复位后当前工件坐标系依然为 G55 工件坐标系。Mcm06 BIT01=1 时复位后当前工件坐标系变成开机默认 G54 工件坐标系；
7. 可通过 Mcm07 BIT00 设定程式启动时工件坐标系，Mcm07 BIT00=0 时程式启动保留当前工件坐标系，BIT00=1 时程式启动恢复到开机默认的工件坐标系。如：设定 Mcm05=54：开机默认工件坐标系为 G54 工件坐标系。当前工件坐标系为 G55 工件坐标系（由 Sys10256 显示，可在自动模式、MDI 模式中通过 G54、G56... 等坐标系指令改变，如①所示）。则：Mcm07 BIT01=0 时程式启动后当前工件坐标系依然为 G55 工件坐标系。Mcm07 BIT01=1 时程式启动后当前工件坐标系变成开机默认 G54 工件坐标系；
8. 当前执行的工件坐标系可由 Sys10256 显示。

## 2.36 G68、G69 平面旋转

### ● 功能及目的

坐标系旋转后的位置上如果存在复杂形状，对其进行加工时可以对旋转前的形状进行编程，利用程序坐标旋转指令指定旋转角度，对旋转后的形状进行加工。



### ● 指令格式

G17 G68 X\_ Y\_ R\_ : G17 平面指定旋转

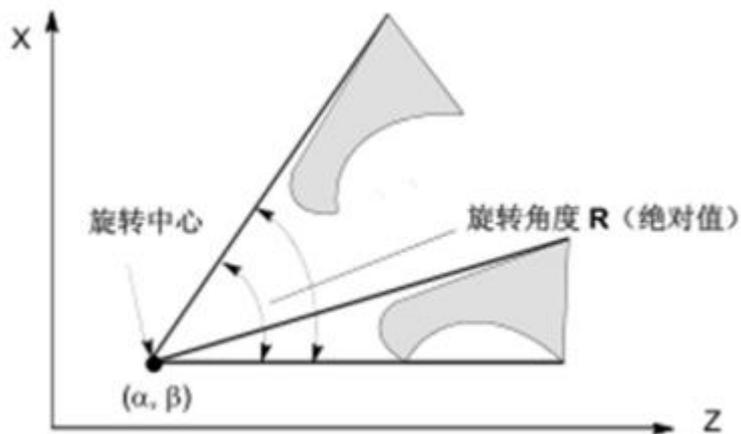
G18 G68 Z\_ X\_ R\_ : G18 平面指定旋转

G19 G68 Y\_ Z\_ R\_ : G19 平面指定旋转

G69: 取消坐标旋转

X\_、 Y\_、 Z\_ : 指定旋转中心, 旋转中心只能绝对坐标指定, 受半直径影响

R\_ : 指定旋转角度, 固定半径编程, 逆时针旋转为正。单位:  $0.001^\circ$  范围:  $-360^\circ \sim 360^\circ$ 。



### ● 详细说明

1. 旋转中心必须绝对坐标指定;
2. 在旋转平面中不能指定 G17、 G18、 G19 平面;
3. 需取消旋转平面功能后才能指定 G28、 G29、 G30 指令;
4. 不能在旋转平面中指定 G50、 G54~G59、 T 等指令;

5. 在单一型固定循环、复合形固定循环、钻孔固定循环中不能使用坐标旋转；
6. 在紧跟坐标旋转指令 G68 或坐标旋转取消指令之后的移动命令中，务必用绝对值加以指定，否则会引起移动失常；
7. 在刀尖半径补偿中可指定 G68、G69；
8. 当为指定旋转中心时以当前点为旋转中心；

### ● 程式范例

G17;

G00 X0. Y0.

G68 X0. Y0. R45.

G01 X20. Y20. F1500

X40.

Y40.

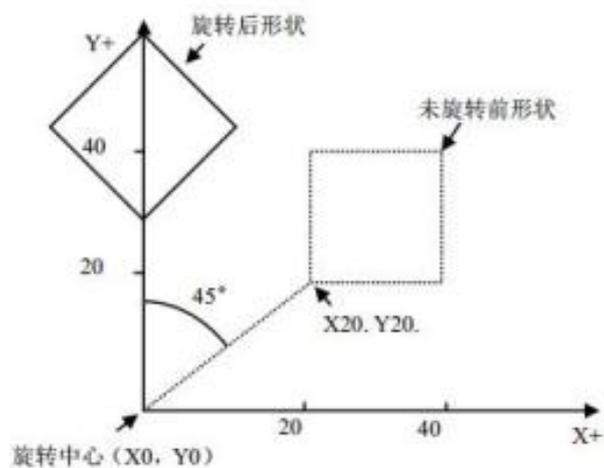
X20.

Y20.

G69

M30

轨迹如下：



## 2.37 G73 高速深孔钻固定循环

### ● 功能及目的

1. 此循环进行高速深孔钻操作；
2. 循环以间歇式切削进给到达孔底，在进行钻孔加工中，回退小段距离将金属切屑从孔中清除。

### ● 参数一览

SYS 3020

定义： G73 高速深孔钻循环 d 指定

范围： 0~9999999

单位： um

默认值： 0

生效方式： 实时

解释：

SYS 3019 BIT02

定义： 高速深孔钻循环中 K 值处理

范围： 位型

单位： null

默认值： 0

生效方式： C4 启动

解释：

BIT02=0 当指定 K0 时，不执行 钻/镗/攻 孔操作，只存储 钻/镗/攻 孔数据

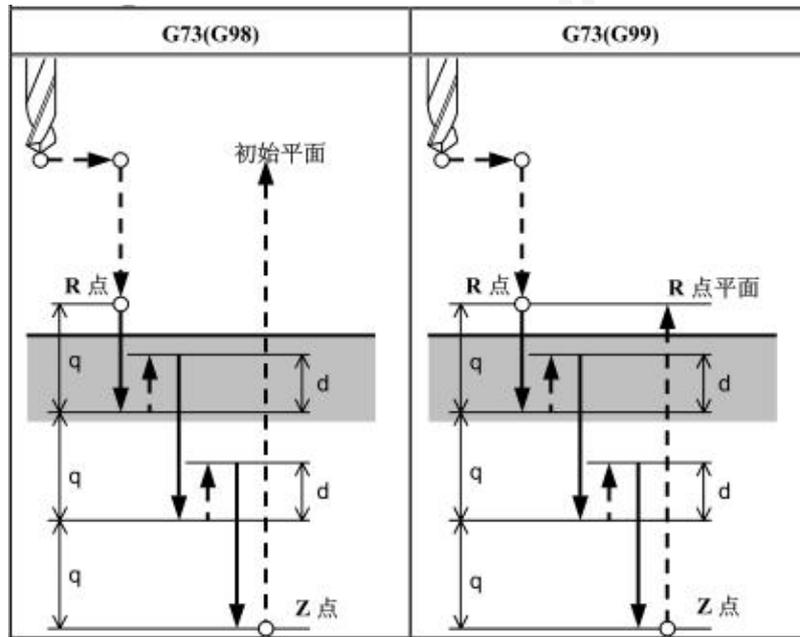
BIT02=1 当指定 K0 时，只执行一次钻孔

### ● 指令格式

G73 X\_ Y\_ Z\_ R\_ Q\_ P\_ F\_ K\_

X Y	循环初始点（G90 绝对/G91 增量）的指定
Z	R 点到孔底的距离
R	初始平面到 R 的距离，G90 绝对、G91 增量，模态指令
Q	指定每次的切入量，增量，模态指令，单位： um

P	指定在孔底的暂停时间，与 G04 P_效果相同（模态）单位：ms
F	指定钻孔进给速度，模态指令
K	指定重复次数，不设定认为 1，不是模态指令（参数可设定 k=0 时系统的处理）



### ● 注意事项

1. G73 同一行指定 M 码时，有 K 值的时候，M 码只执行一次；
2. 刀具长度补正 G43/G44/G49 在定位至 R 时生效。

### ● 程式范例

M3 S30000

G90 G00 X0. Y0.

G90 G73 G99 X30. Y20. Z-150. R-50. Q15. F240 ;定位后，钻孔 1 然后返回 R 点

Y30. ;定位后，钻孔 2 然后返回 R 点

Y40. ;定位后，钻孔 3 然后返回 R 点

Y50. ;定位后，钻孔 4 然后返回 R 点

G98 Y60. ;定位后，钻孔 5 然后返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G73 模态，返回参考点

M5

;主轴停止

## 2.38 G76 精镗孔固定循环

- 功能及目的

此循环进行高精镗孔加工，主轴到达孔底准停，刀具离开工件表面快速退刀。

- 参数一览

### 1. SYS 3019 BIT02

定义：钻/镗/攻 孔循环循环中 K 值处理

范围：0~2<sup>31</sup>

单位：位型

默认值：0

生效方式：C4 启动

解释：

BIT02=0 当指定 K0 时，不执行钻/镗/攻孔操作，只存储钻/镗/攻孔数据 BIT02=1。当指定 K0 时，只执行一次钻孔。

### 2. SYS 3014

定义：OSS（偏心量）方向指定

范围：-3~3

单位：null

默认值：0

生效方式：C4 启动

解释：

#S3014	OSS（偏心量）方向
0/1	+X
-1	-X
2	+Y
-2	-Y

3	+Z
-3	-Z

### 3. SYS 3170~ SYS 3179

定义：镗孔中主轴准停 M 码指定

范围：0~99999999

单位：null

默认值：19

生效方式：C4 启动

解释：

SYS3170=设定第 1 主轴准停的 M 码

SYS3171=设定第 2 主轴准停的 M 码

.....

#### ● 指令格式

G76 X\_ Y\_ Z\_ R\_ Q\_ P\_ F\_ K\_

X Y: 循环初始点 (G90 绝对/G91 增量) 的指定

Z: R 点到孔底的距离

R: 初始平面到 R 的距离, G90 绝对、G91 增量, 模态指令

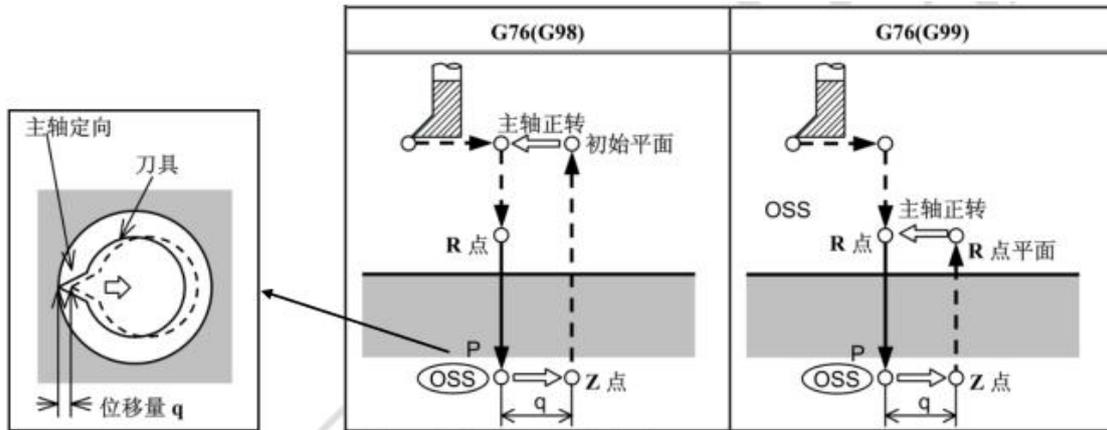
Q: 孔底位移量 (轴向由参数 SYS 3014 控制) 模态指令, 正值, 负号忽略

P: 指定在孔底的暂停时间, 与 G04 P\_ 效果相同 (模态) 单位: ms

F: 指定镗孔进给速度, 模态指令

K: 指定重复次数, 不设定认为 1, 不是模态指令 (参数可设定 k=0 时系统的处理)

#### ● 镗孔示意图



### ● 动作解释

1. XY 定位
2. 定位至 R 点（请在镗孔前保证主轴正常运作）；
3. R 点至孔底执行镗孔动作；
4. 暂停 Pms；
5. 孔底主轴准停（停止在固定的位置，系统先输出主轴停止 M 码，再输出主轴准停 M 码（由参数 #S3170 指定））；
6. 刀具位移偏心量 Q 的距离；
7. 快速退刀；
8. 刀具反位移刀具偏心量 Q（即-Q）的距离；
9. 主轴恢复正转（根据主轴正转 M 码#S3140 输出 Mxx）。

### ● 注意事项

1. G76 同一行指定 M 码时，有 K 值的时候，M 码只执行一次；
2. 模态中，不含 X、Y、Z、R 或者其他轴向时，不执行镗孔；
3. 刀具长度补正 G43/G44/G49 在定位至 R 时生效；
4. G41/G42/G40 在镗孔中无效；
5. 其他运动 G 码与 G8x 同一行时 G8x 取消。

### ● 程式范例

M3 S800

G90 G00 X300.Y400.

G90 G76 G99 X30. Y20. Z-150. R-50. Q1. F240 ;定位后, 镗孔 1 然后返回 R 点

Y30. ;定位后, 镗孔 2 然后返回 R 点

Y40. ;定位后, 镗孔 3 然后返回 R 点

Y50. ;定位后, 镗孔 4 然后返回 R 点

G98 Y60. ;定位后, 镗孔 5 然后返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G76 模态, 返回参考点

M5 ;主轴停止

## 2.39 G81 钻孔循环

- 功能及目的

此循环进行钻孔循环操作。

- 指令格式

G81 X\_ Y \_ Z\_ R\_ F\_ K\_

X\_ Y\_ : 循环初始点 (G90 绝对/G91 增量) 的指定

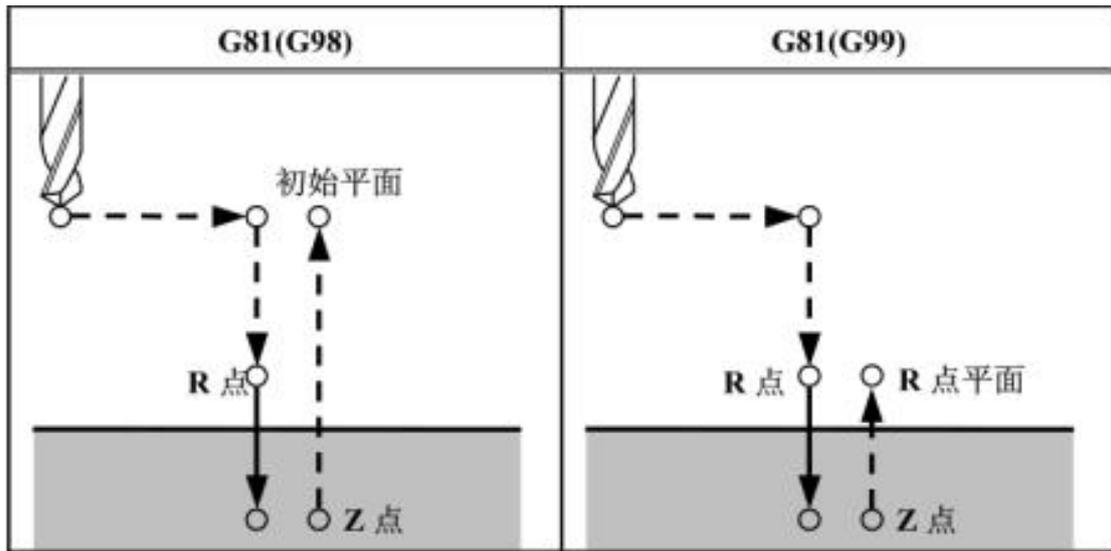
Z: R 点到孔底的距离

R: 初始平面到 R 的距离, G90 绝对、 G91 增量, 模态指令

F: 指定钻孔进给速度, 模态指令

K: 指定重复次数, 不设定认为 1, 不是模态指令 (参数可设定 k=0 时系统的处理)

钻孔示意图:



### ● 注意事项

1. G81 同一行指定 M 码时，有 K 值的时候，M 码只执行一次；
2. 模态中，不含 X、Y、Z、R 或者其他轴向时，不执行钻孔，待定；
3. 刀具长度补偿 G43/G44/G49 在定位至 R 时生效；
4. 编程中加 Q 值无效；
5. 编程中加 P 值无效；
6. 请设置 SYS3019 BIT3=1 SYS3026 BIT0=1 ，R 绝对/增量 由 G90/G91 决定。

### ● 程式范例

M3 S30000

G90 G00 X0. Y0.

G90 G81 G99 X30. Y20. Z-150. R-50. F240 ;定位后，钻孔 1 然后返回 R 点

Y30. ;定位后，钻孔 2 然后返回 R 点

Y40. ;定位后，钻孔 3 然后返回 R 点

Y50. ;定位后，钻孔 4 然后返回 R 点

G98 Y60. ;定位后，钻孔 5 然后返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G81 模态，返回参考点

M5 ;主轴停止

## 2.40 G82 有停顿钻孔循环

### ● 指令格式

G82 X\_ Y\_ Z\_ R\_ P\_ F\_ K\_

X Y: 循环初始点 (G90 绝对/G91 增量) 的指定;

Z: R 点到孔底的距离;

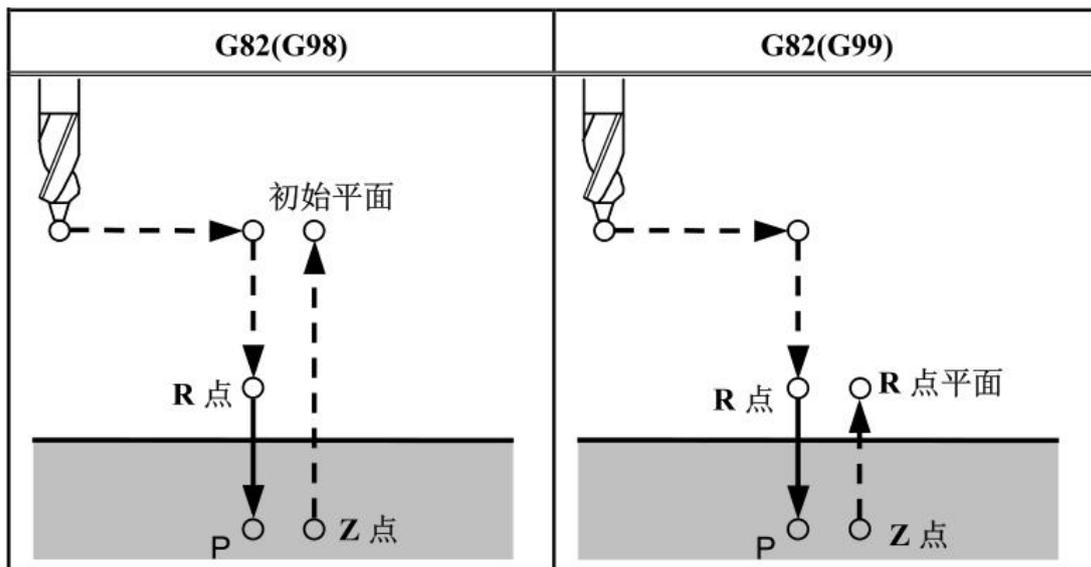
R: 初始平面到 R 的距离, G90 绝对、G91 增量, 模态指令;

P: 指定在孔底的暂停时间, 与 G04 P\_ 效果相同 (模态) 单位: ms;

F: 指定钻孔进给速度, 模态指令;

K: 指定重复次数, 不设定认为 1, 不是模态指令 (参数可设定 k=0 时系统的处理)。

钻孔示意图:



### ● 注意事项

1. G82 同一行指定 M 码时, 有 K 值的时候, M 码只执行一次;
2. 模态中, 不含 X、Y、Z、R 或者其他轴向时, 不执行钻孔;
3. 刀具长度补偿 G43/G44/G49 在定位至 R 时生效;
4. 编程中加 Q 值无效。

### ● 程式范例

M3 S30000

G90 G00 X0. Y0.

G90 G82 G99 X30. Y20. Z-150. R-50. F240 ;定位后, 钻孔 1 然后返回 R 点

Y30.;定位后, 钻孔 2 然后返回 R 点

Y40.;定位后, 钻孔 3 然后返回 R 点

Y50.;定位后, 钻孔 4 然后返回 R 点

G98 Y60.;定位后, 钻孔 5 然后返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G82 模态, 返回参考点

M5 ;主轴停止

注: G82 与 G81 指令不同之处是, G82 在钻至孔底后有段暂停时间 (P), 然后再退刀。暂停时间单位是千分之一秒, 以整数输入。

## 2.41 G83、G87 钻孔循环

### ● 指令格式

G83 X/U\_C/H\_Z/W\_Rr\_Qq\_Pp\_Ff\_Kk\_Mm\_Ii\_;

或 G87 Z/W\_C/H\_X/U\_Rr\_Qq\_Pp\_Ff\_Kk\_Mm\_Ii\_;

G83: 端面深孔钻循环, 模态指令

G87: 纵向深孔钻循环, 模态指令

X/U: 循环初始点 (绝对值/增量值) 的指定

Z/W: 循环初始点 (绝对值/增量值) 的指定

Z/W\_或 X/U\_: 孔底位置指定

C/H: C 轴的角度

Rr\_: 初始平面到 R 的距离, 普通格式时: 增量、半径、忽略符号;

特殊格式: 可指定半直径、增量编程, 模态指令

Qq\_: 指定每次的切入量, 增量半径值指定, (发那科中钻孔为非模态, 攻牙为模态) 单位:

um

Pp: 指定在孔底的暂停时间, 与 G04 P\_效果相同 (模态) 单位: ms

Ff\_: 指定钻孔进给速度, 模态指令

Kk\_: 指定重复次数, 不设定认为 1, 不是模态指令 (参数可设定 k=0 时系统的处理)

Mm\_: C 轴钳制 M 码。 , 不是模态指令

Ii\_：特殊格式中钻孔轴的指定，指定 I 时，其他轴均为定位轴（特殊格式设定时才生效）

### ● 详细说明

1. 钻孔循环分为三种：普通钻孔固定循环、深孔钻固定循环、高速深孔钻固定循环。当未指定 Q 时为普通钻孔固定循环，当有指定 Q 时由 Sys3019 BIT00 设定深孔钻固定循环或高速深孔钻固定循环；
2. 孔位置初始点的指令为非模态，连续发出 G83（G87）指令时，需在每个程序段指定孔位置初始点。；
3. 当指定的 Q 大于切削总进刀量时，按照普通钻孔固定循环加工。（即切削进给进行到孔底，刀具以快速移动的方式从孔底退出）；
4. 当指定了 K 时，仅在第一次定位到初始平面时执行 M 码，重复时不再执行；
5. 孔底及返回 R 点或起始点有就位检查功能；
6. 关于 Qq\_期望为模态指令，相对来说对刀具比较安全，怕有些客户以为是模态，结果未指定 Q，导致一次进刀。

关于平面轴及钻孔轴指定固定循环的基本控制要素包括定位平面和钻孔轴

#### 1. 一般格式

Sys3019 BIT03=0

I/J/K 基本轴和平行轴由 Mcm1880 等参数指定

假定 I/J/K 基本轴分别为 X/Y/Z

端面钻孔（G83）将平面第 1 轴假设为钻孔轴，将其他轴假设为定位轴。

SYS 3019	平面选择	钻孔轴
BIT01=1	G17 Xp-Yp	Xp
	G18 Zp-Xp	Zp
	G19 Yp-Zp	Yp
BIT01=0	—————	Zp

侧面钻孔（G87）将平面第 2 轴假设为钻孔轴，将其他轴假设为定位轴。

SYS 3019	平面选择	钻孔轴
BIT01=1	G17 Xp-Yp	Yp
	G18 Zp-Xp	Xp
	G19 Yp-Zp	Zp
BIT01=0	—————	Xp

**G17 平面指令格式**

G83 Y/V\_C/H\_X/U\_Rr\_Qq\_Pp\_Ff\_Kk\_Mm\_Ii\_;

或 G87 X/U\_C/H\_Y/V\_Rr\_Qq\_Pp\_Ff\_Kk\_Mm\_Ii\_;

**G18 平面指令格式**

G83 X/U\_C/H\_Z/W\_Rr\_Qq\_Pp\_Ff\_Kk\_Mm\_Ii\_;

或 G87 Z/W\_C/H\_X/U\_Rr\_Qq\_Pp\_Ff\_Kk\_Mm\_Ii\_;

**G19 平面指令格式**

G83 Z/W\_C/H\_Y/V\_Rr\_Qq\_Pp\_Ff\_Kk\_Mm\_Ii\_;

或 G87 Y/V\_C/H\_Z/W\_Rr\_Qq\_Pp\_Ff\_Kk\_Mm\_Ii\_;

**2. 特殊格式**

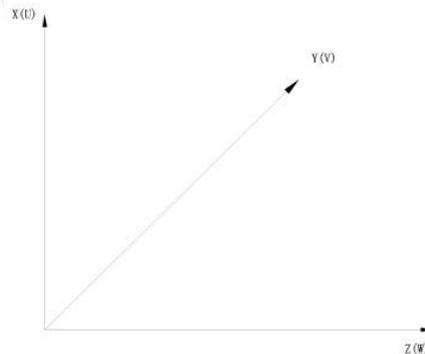
Sys3019 BIT03=1

I/J/K 基本轴和平行轴由 Mcm1880 等参数指定

假定 I/J/K 基本轴分别为 X/Y/Z

定位平面由 G17, G18, G19 的平面选择指令决定；钻孔轴则为：与上述平面垂直的轴（X, Y, Z 或其平行轴）。

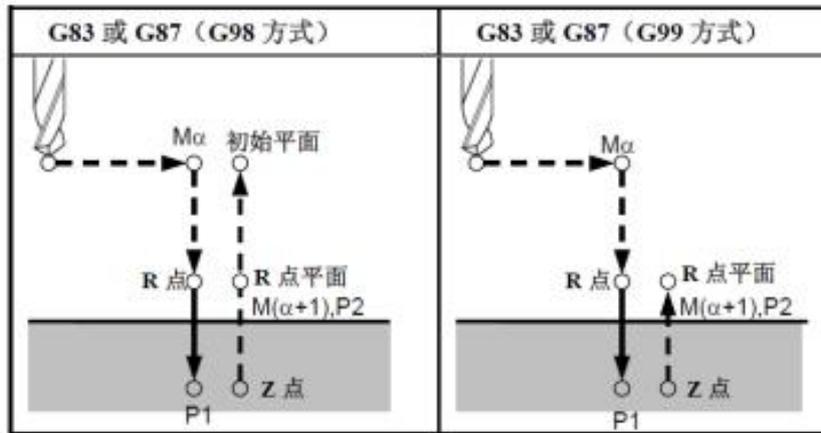
下图所示，如果指定 G17 XY 平面，那么 XY 为定位平面，Z 轴为钻孔轴。



- 关于钻孔固定循环动作图解

1. 普通钻孔固定循环

如果没有指定每次的切削量 Q，就执行通常的钻孔循环，切削进给到孔底，暂停 P1 秒，然后刀具以快速移动的方式从孔底退出



$M\alpha$  : C 轴刹车的 M 代码

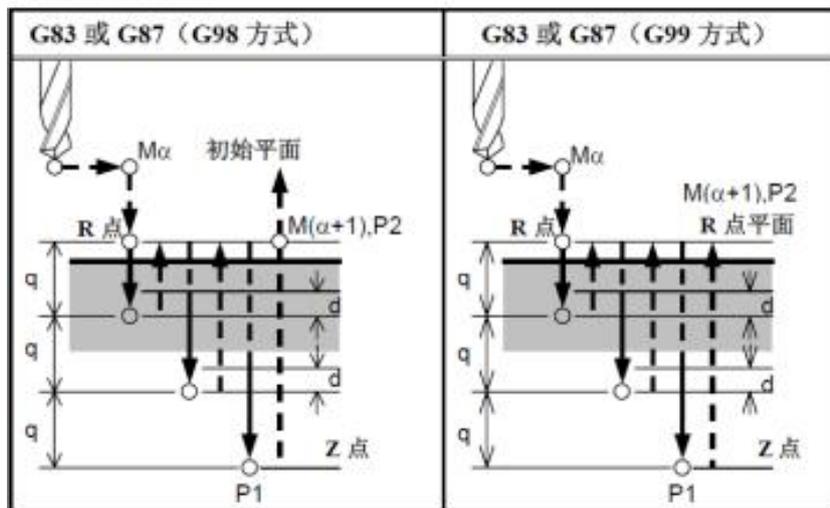
$M(\alpha + 1)$  : C 轴松开的 M 代码

P1: 由程序指定的暂停

P2: 参数设定暂停时间 (确保就位检查和主轴刹车松开完成)

注: 关于退刀点: 车床中最后一刀是退到起始点; 铣床用 G98、G99 控制

## 2. 深孔钻循环



$M\alpha$  : C 轴刹车的 M 代码

$M(\alpha + 1)$  : C 轴松开的 M 代码

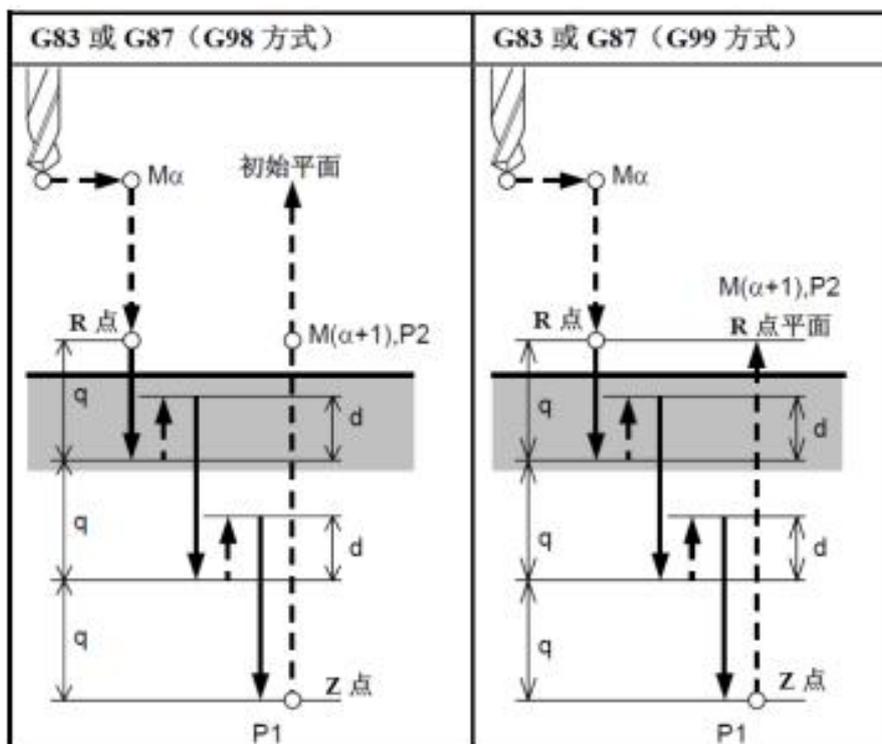
P1: 由程序指定的暂停

P2: 参数设定暂停时间 (确保就位检查和主轴刹车松开完成)

注: 关于退刀点: 车床中最后一刀是退到起始点; 铣床用 G98、G99 控制

## 3. 高速深孔钻循环

此循环进行高速深孔加工操作。这种钻孔方式重复这样的循环：在进入孔底之前，间歇的进行切削进给并以指定的退刀量快速移动，边将切屑排出孔外，边进行加工。



$M\alpha$  : C 轴刹车的 M 代码

$M(\alpha + 1)$  : C 轴松开的 M 代码

P1: 由程序指定的暂停

P2: 参数设定暂停时间（确保就位检查和主轴刹车松开完成）

d : 参数设定回退距离

P3: 每次进刀暂停时间（特殊格式时暂停）

注：关于退刀点：车床中最后一刀是退到起始点；铣床用 G98、G99 控制。

## ● 钻孔固定循环动作详解及注意事项

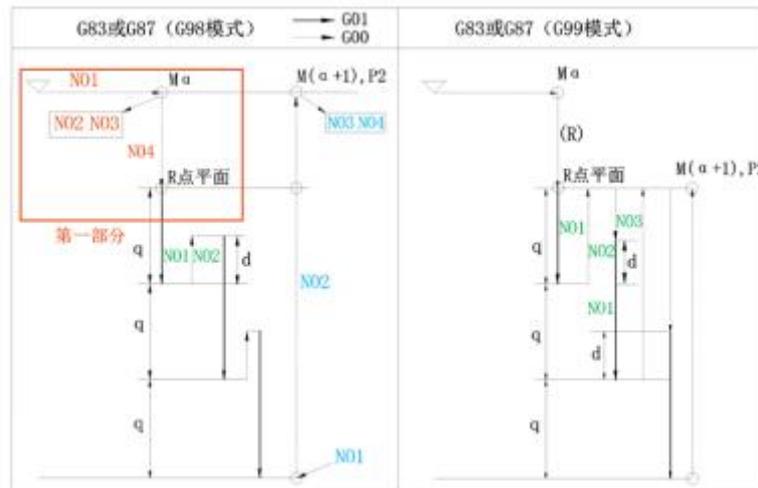
### 1. 第一部分：定位准备

步骤	说明
N01:	定位到转孔起始点（初始平面）（G00）
N02:	C 轴定位到指定角度，当没有指定 C 值时，此步跳过。
N03:	执行主轴刹车 M 码，当没有指定 M 码时，此步跳过。
N04:	定位到安全平面 R 点，无 R 不进行定位（G00）

注：当连续执行 G83 或 G87 时，此部分不含 N01

各步骤系统功能处理

步骤	单节 执行	暂停	手轮 预测	改变 MFO	不停顿模式 功能	等待 Grid 点?	G92 加减速时 间?
N01	可	可	可	可	无	不等待	不使用
N02	可	可	可	可	无	不等待	不使用
N03	可	可	可	可	有	不等待	不使用
N04	可	可	可	可	有	不等待	不使用



## 2. 第二部分：进给准备

a. Q 值不为 0 或 Q 小于孔深时

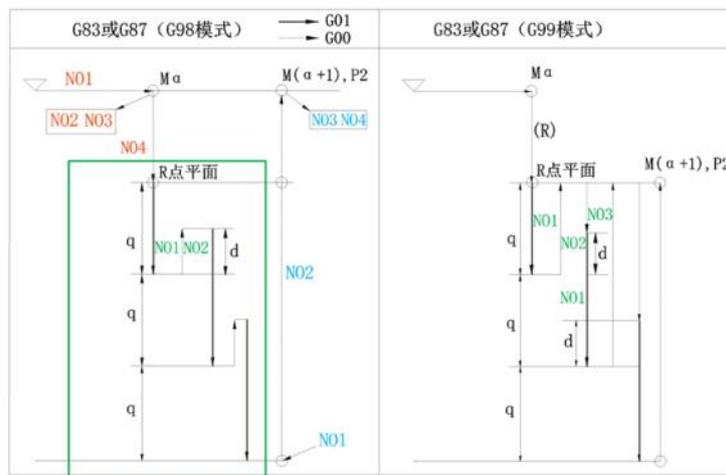
步骤	说明
N01:	切削进给至 $[n*q+R]$ 处，如果 $[n*q+R]$ 超出终点 Z，则进给至 Z 点，结束第二部分处理。
N02:	高速深孔钻循环时：以 G00 退刀至距离当前点 d 处，深孔钻循环时，退刀至 R 点。
N03:	高速深孔钻循环时：执行 N01；深孔钻循环时：G00 进刀至 $[n*q+R-d]$ 位置，再执行 N01，直到钻到孔底结束第二部分处理。

b. Q 值为 0 或 Q 大于孔深、Q 不指定时

步骤	说明
N01:	以 G01 进给至 Z 点，结束第二部分处理。

各步骤系统功能处理

步骤	单节执行	暂停	手轮预测	改变 MFO	不停顿模式功能	等待 Grid 点?	G92 加减速时间?
N01	不可	不可	不可	可	无	不等待	不使用
N02	不可	不可	不可	可	无	不等待	不使用
N03	不可	不可	不可	可	无	不等待	不使用

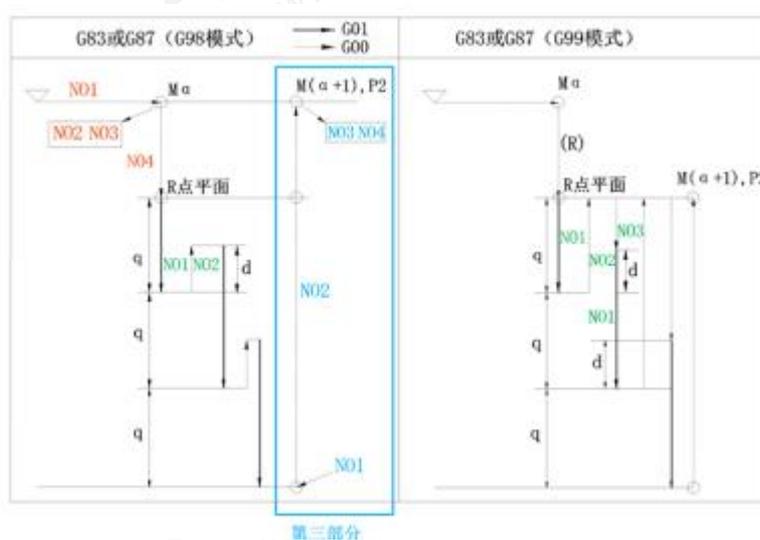


### 3. 第三部分：退刀准备

各步骤系统功能处理

步骤	说明
N01:	孔底暂停 G04 P1。
N02:	G98 模式时，以 G00 进给至初始平面，G99 模式时，以 G00 进给至 R 点。
N03:	如果存在 $M\alpha$ 时，执行 $M(\alpha + 1)$ 。
N04:	如果设置了 P2, 那么执行 G4 P2, 结束第三部分。

步骤	单节执行	暂停	手轮预测	改变MFO	不停顿模式功能	等待Grid点?	G92 加减速时间?
N01	不可	不可	可	可	无	不等待	不使用
N02	可	不可	可	可	无	不等待	不使用
N03	可	可	可	可	无	不等待	不使用
N04	可	可	可	可	无	不等待	不使用



● 程式范例

M3 S30000

G90 G00 X0. Y0.

G90 G83 G99 X30. Y20. Z-150. R-50. F240 ;定位后, 钻孔 1 然后返回 R 点

Y30. ;定位后, 钻孔 2 然后返回 R 点

Y40. ;定位后, 钻孔 3 然后返回 R 点

Y50. ;定位后, 钻孔 4 然后返回 R 点

G98 Y60. ;定位后, 钻孔 5 然后返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G83 模态, 返回参考点

M5 ;主轴停止

## 2.42 G84、G74 攻丝循环

### 1. 攻丝循环种类:

按工作原理分攻丝循环有两种:

- a. 柔性攻丝, 可高速深孔攻丝循环或深孔攻丝循环;
- b. 刚性攻丝, 可高速深孔攻丝循环或深孔攻丝循环。

**柔性攻丝:** 主轴旋转或者停止都伴随着沿攻丝轴上的移动, 攻丝轴使用辅助功能进行攻丝 (M03、M04、M05), 在孔底主轴减速的时候伴随着拉伸攻牙轴的动作, 所以此时要装可变丝锥。如果装上普通丝锥, 会导致丝锥拉断。

**刚性攻丝:** 主轴电机的控制方式与伺服电机相同 (即主轴使用位置控制), 依靠主轴电机以及在攻丝轴和主轴之间的插补进行攻丝, 主轴每旋转一周, 攻丝轴就进给一定的距离 (导程)。刚性攻丝不必使用可变丝锥 (带弹簧的丝锥)。

### 2. 攻丝循环指定方式:

**刚性攻丝:**

❖ **M 码指定刚性攻丝, MxxSxxxx**

注:

- a. M 码由 Sys3034 指定 (当 Sys3034=0 时默认为 M29);
- b. 攻丝指令 M 码可以设定在攻丝指令之前, 或者与攻丝指令相同的程序段;
- c. M29 指定刚性攻牙, 当遇到 G80 或 G01 时取消刚性攻牙, 如需再次指定刚性攻牙时需重新指定 M29。

❖ Sys3031 BIT00=1 即设定为不用 M 码指令, G84 (G88) 固定为刚性攻丝。

❖ **指定刚性攻丝的指令格式 (配合参数设置)。**

- a. 在 G84 (G88) 攻丝程序段前指定 M29

M29

G84 X C R P F K (M);

X C;

G80

- b. 在 G84 (G88) 攻丝程序段中共段指定；此种方式下不可在 G84/G88 程序段中指定 C 轴夹紧的 M 代码

G84 X\_ C\_ Z\_ R\_ P\_ F\_ K\_ M29 S\_;

X\_ C\_;

G80;

- c. 把 G84/G88 作为刚性攻丝的 G 代码（由 Sys3031 BIT00）；此种方式下，G84/G88 只能用于刚性方式攻丝，普通攻丝方式不可用

G84 X\_ C\_ Z\_ R\_ P\_ F\_ K\_ M\_;

X\_ C\_;

G80

注：不能在 M29 与 G84/G88 程序段之间指定 S 或轴移动指令，否则报警

### 3. 指令格式

- a. 正向攻丝（主轴正转攻牙）

G84 X/U\_C/H\_Z/W\_Rr\_Qq\_Pp\_Ff\_Kk\_Mm\_Jj\_Dd

- b. 反向攻丝（主轴反转攻牙）

G74 Z/W\_C/H\_X/U\_Rr\_Pp\_Qq\_Ff\_Kk\_Mm\_Jj\_Dd

#### 1. 字母定义

G84(G74)	G84 正向深孔攻丝循环 G74 反向深孔攻丝循环
X/U(Z/W) _C/H_	循环初始点（绝对值/增量值）的指定 C 轴的角度
Z/W(X/U)_	孔底位置（绝对值/距 R 点的增量值） 如指定的为 Z_时，则指定的是起点到孔底位置的绝对值坐标； 如指定的为 W_时，则指定的为 R 点到孔底位置的增量值
Rr_	指定 R 点（模态，以增量指定的半径值）未设定 R 值，则 R 点平面

	与初始平面重合
Qq_	指定每次的切入量（以增量指定的半径值，模态，忽略符号）
Pp_	指定在孔底的暂停时间，与 G04 P_ 效果相同（模态）单位：ms 实时修改 Sys3022 的值
Ff_	指定进给速度（模态）
Kk_	指定重复次数 0~9999(默认为 1)(非模态)
Mm_	指定主轴刹车指令（非模态）
Dd	指定攻丝循环中使用的主轴（模态）（设定范围：1~主轴数）
Jj	指定拉拔时的主轴转速（仅在刚性攻丝中有效），循环未取消时， <u>一直有效</u>

## 2. 字母详细说明

### a. 定位孔位置

X(U)\_/Z(W)\_ C(H)\_: 设定当前孔定位位置，半/直径指定

### b. 孔底位置

Z(W)\_/X(U)\_: 设定 R 点到孔底的距离，半/直径指定

Z/X 绝对指定：指定的是起点到孔底位置的绝对值坐标

W/U 增量指定：指定的是 R 点到孔底位置的增量值

### c. R 点平面

R\_: 从初始平面到 R 点的距离，半径指定，模态（需在攻丝指令中指定时才有效），可带小数点

R=0 时 R 点平面与初始平面重合，且 R 点设定与攻丝方向同向（与 R 设定正负值无关）

程式范例：

G84 X5. Z-50. R-5. P10000Q10. ←攻丝循环为 R 点平面

G84 X5. Z-60. ←攻丝循环为 R 点平面

X5. Z-65. ←攻丝循环为 R 点平面

G80 ←取消固定循环

G84 X5. Z70. ←攻丝循环为初始平面

G80 ←取消固定循环

#### d. P\_孔底暂停时间

P\_: 孔底暂停时间, 不带小数点, 使用方法与 G04 指令相同, 由 Sys3022 设定

单位: ms

#### Sys3023 与 P 指定的关系

孔底定位检查 Sys3032 BIT03	R 点定位检查 Sys3032 BIT02	孔底等待时间
0	0	P 值与 Sys3023 同时指定, 较大一方有效, 当两者同时设定为 0 时在孔底不暂停
0	1	P 值与 Sys3023 同时指定, 较大一方有效, 当两者同时设定为 0 时在孔底不暂停
1	0	P 值与 Sys3023 同时指定, 较大一方有效, 当两者同时设定为 0 时在孔底不暂停
1	1	P 值与 Sys3023 同时指定, 较大一方有效, 当两者同时设定为 0 时处理时间为 10ms

0: 定位检查调整功能不开启, 1: 定位检查调整功能开启

程式范例:

G84 X5. Z-50. R-5. P10000Q10. ←孔底暂停 10s

G84 X5. Z-60. ←孔底暂停 10s

X5. Z-65. ←孔底暂停 10s

G80 ←取消固定循环

#### e. 螺纹导程 F 值

F\_: F 值指定螺纹导程, 每分钟进给方式中,  $\text{进给速度} \div \text{主轴速度} = \text{螺纹导程}$

F\_: 每转进给方式中,  $\text{进给速度} = \text{螺纹导程}$

以下表格为说明 F 值指定注解

F	编程 F F 值
S $\gamma$	指定主轴转速（程式中设定速度）
S'	当前主轴转速（实际转速）
S $\alpha$	主轴上一次转速或开机转速
F'	主轴转速 1000r/min*F
Fmax	攻牙轴最高进给速度
F $\gamma$	攻牙轴实际速度
F $\beta$	主轴转速 S $\gamma$ *F
F $\alpha$	S $\alpha$ * F

## G95 中

### ❖ 刚攻追随：

攻牙轴速度：F $\gamma$  = S' \*F

- 1) 假定未指定主轴转速 S $\gamma$  时

$$F\alpha \leq F_{\max}$$

$$S' = S\alpha$$

当计算出：F $\alpha$  > Fmax ----- 系统报警

- 2) 假定有指定主轴转速 S $\gamma$  时

$$F\beta \leq F_{\max}$$

$$S' = S\gamma$$

当计算出：F $\alpha$  > Fmax ----- 系统报警

### ● 刚攻插补：

F 值即为螺纹导程，攻牙轴速度 F $\gamma$  = S' \*F

- 1) 假定未指定主轴转速 S $\gamma$  时

当 F'  $\leq$  Fmax ，系统默认：S' =1000r/min

当 F' > Fmax ，系统自动处理：S' = Fmax/F

- 2) 假定有指定主轴转速 S $\gamma$  时

当 F $\beta$   $\leq$  Fmax S' = S $\gamma$

计算:  $F\beta > F_{max}$  , 则  $S' = F_{max}/F$

#### f. 每次切入量

Q\_:Q 值指定每次切入量, 半径指定, 模态, 无符号

根据 Q 值设定攻丝可分为三种攻丝循环 (通常攻丝循环、深孔攻丝循环、高速深孔攻丝循环)

- 1) 未指定 Q 轴或 Sys3031 BIT01=1 时为通常攻丝循环;
- 2) Q 值指定, Sys3031 BIT01=0 时且 Sys3031 BIT02=1 时设定为深孔攻丝循环;
- 3) Q 值指定, Sys3031 BIT01=0 时且 Sys3031 BIT02=0 时设定为高速深孔攻丝循环。

#### g. 程式范例

设定 Sys3031 BIT02=0

G84 X5. Z-50. R-5. P10000Q10. ←高速深孔攻丝循环

G84 X5. Z-60. ←高速深孔攻丝循环

X5. Z-65. ←高速深孔攻丝循环

G80 ←取消固定循环

G84 X5. Z70. ←普通攻丝

G80 ←取消固定循环

G84 X5. Z75. Q0 ←普通攻丝

#### h. 重复次数

- 1) K\_: K 值指定重复次数, 范围为 0~9999, Sys3019 BIT02 设定 K=0 的 CNC 工作状态;
- 2) 当想对等距离分开的一些孔进行循环钻孔时 (G80-G89), 需要以增量方式指定第一个孔的位置。以 K 指定循环次数;
- 3) 如果以绝对方式指定孔的位置, 钻孔在同一位置处重复;
- 4) K 仅在指定它的程序块有效

#### ● 程式范例

G00 X10. Z100.

G84 X5. Z-50.R-5.P10000 Q10. K2 ←高速深孔攻丝循环，重复 2 次

G84 X5. Z-60. ←高速深孔攻丝循环，不重复

X5. Z-65. ←高速深孔攻丝循环，不重复

G80 ←取消固定循环

G84 U5. W-50.R-5.P10000 Q10. K2 ←高速深孔攻丝循环，等距加工两个孔

->孔 1 (10.000, 100.000)

->孔 2 (15.000, 100.000)

### i. C 轴卡紧与松开

程序中用于 C 轴卡紧与松开的 M 码，可通过 Sys3015 指定

注：当需工件主轴与攻丝轴配合攻牙时，不需要指定 C 轴卡紧与松开 M 码

当程式指定 M 码与参数指定不一致时不修改参数值

当程式指定 M 码与参数指定不一致或程式未指定 M 码时不输出 C 轴刹车与卡紧动作

当程式指定 M 码与参数指定一致时输出 C 轴刹车与卡紧动作

需要注明：不要使用 M00, 01, 02, 30, 98, 99

### j. 攻丝主轴

D\_：D 值设定攻丝循环中使用的主轴（三菱系统规划）

范围：1~主轴数

省略 D 指令时，以当前 Master 主轴为攻牙主轴。

### k. 退刀量

退刀量 d 由 Sys3033 指定，半径指定，不能超过 R 值设定。

#### 1. C 轴松开暂停

- 1) C 轴松开暂停由 Sys3023 指定，使用方法与 G04 相同，仅在退到 R 点后暂停，之后执行 C 轴松开；
- 2) 可以在刚性攻丝时指定为机械性固定/解除 C 轴的 M 代码。通过在 G84(G74)的程序段中添加用于钳制的 M 代码，即可输出两种 M 代码。

### m. 倍率设定（仅在刚性攻丝中有效）

进刀 G01 倍率与主轴倍率固定为 100%，退刀倍率可通过 Sys3031 BIT03、BIT04、BIT05, Sys3036 来规划刚性攻丝时设定退刀倍率：Sys3031 BIT03 设定为 1 时（拉拔倍率有效时），G84(G74)程序段指定 J 或 Sys3036 中设定值才有效。否则无效

通过参数设定和指令成为实际有效的倍率，如下表所示：

		SYS 3031		SYS 3031 BIT03=0（拉拔倍率无效）
		BIT03=1（拉拔倍率有效）	BIT03=0（拉拔倍率无效）	
		设定 H 指令有效时	设定 J 指令无效时	100%（倍率值）
存在由地址“J”指定的拉拔时	程序指令（即有 J 命令指定）	SYS 3036(倍率值)		
不存在由地址“J”指定的拉拔时的主轴转速指令	SYS 3036(倍率值)			

### ● 倍率信号

将 sys3031 BIT10（在刚性攻丝中，进给倍率信号和倍率取消信号）设定为“1”（有效）时，即可对刚性攻丝中的切削/拉拔动作应用

下列所示的倍率。

- ❖ 通过进给速度倍率信号应用倍率；
- ❖ 通过倍率取消信号取消倍率。

本功能与每个动作的倍率关系，如下所示。

- ❖ 切削时倍率取消信号=“0”的情形：通过倍率信号指定的值倍率取消信号=“1”的情形（取消倍率调整）：100%；
- ❖ 拉拔时倍率取消信号=“0”的情形：通过倍率信号指定的值倍率取消信号=“1”的情形：拉拔倍率无效时：100%拉拔倍率有效时：通过拉拔倍率指定的值。

### n. Jj 设定拉拔转速

Jj 指令指定拉拔转速，当 Sys3031 BIT03=1 时才有效。

### 3. 平面规划

#### a. 一般格式:

G84/G74 指令攻牙时攻丝轴设定 (铣床)

SYS 3019 BIT01	平面选择	钻孔轴
1	G17 Xp-Yp 平面	Zp
	G18 Zp-Xp 平面	Yp
	G19 Yp-Zp 平面	Xp
0		Zp

Xp: X 轴或 X 轴的平行轴

Yp: Y 轴或 Y 轴的平行轴

Zp: Z 轴或 Z 轴的平行轴

#### b. 特殊格式:

特殊格式适用于非标机客户, 当 Sys3019 BIT03=1 时特殊格式才有效, 由以下参数规划特殊格式下攻丝轴的轴向选择。

- ❖ Sys3019 BIT03: 是否开启特殊格式。
- ❖ Sys3024 BIT03: G80~G89 特殊格式钻孔轴设定 0=根据平面决定 1=根据指令 Ii 决定, 2=固定为 Z 轴。
- ❖ Sys3025 BIT00: G80~G89 特殊格式 X 轴可被选择的钻孔轴。
- ❖ Sys3025 BIT01: G80~G89 特殊格式 Y 轴可被选择的钻孔轴。

SYS 3024	平面选择	钻孔轴
0	G17 Xp-Yp 平面	Zp
	G18 Zp-Xp 平面	Yp
	G19 Yp-Zp 平面	Xp
1		有 Ii 字母指定攻丝轴
2		Zp

.....

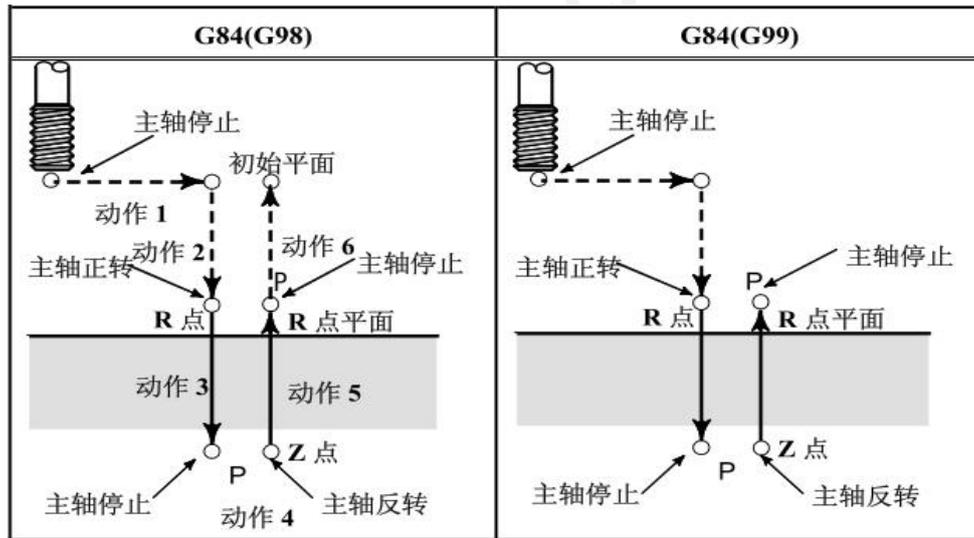
Xp: X 轴或 X 轴的平行轴

Yp: Y 轴或 Y 轴的平行轴

Zp: Z 轴或 Z 轴的平行轴

#### 4. 攻牙固定循环动作图解

单次攻牙方式（没有指定 Q 值，一次攻完）



##### ● 动作说明

- 动作 1: X/Y G00 定位（可输出 M 码）
- 动作 2: Z G00 定位至 R 点（执行主轴定位若不需要则跳过）
- 动作 3: 正转攻牙进给，Z 下降至设定孔底位置
- 动作 4: 由地址 P 指令编程的暂停
- 动作 5: 反转退刀至 R 点平面
- 动作 6: 以 G00 向上升到初始点（G98）或程式 R 点（G99）

##### ● 动作指令如下

指定攻丝指令前，须指定主轴旋转指令（根据需求指定第一主轴或其他主轴旋转）

- a. 主轴停止（M05）；
- b. 有定位到孔位置的定位指令时，执行定位动作（G00），如无则跳过；
- c. 指令了 R 点的情况下，执行向 R 点的定位动作（G00），有主轴定位动作则执行主轴定位，无需主轴定位则继续往下执行；

- d. 主轴旋转 (M03)，攻丝轴以切削进给方式进行攻丝加工，直到孔底，在孔底时主轴与攻丝轴同时停止；
- e. 指令了暂停时间 (P) 的情况下，进行暂停；
- f. 输出主轴反转的辅助功能 M04，等待 M 码完成信号；
- g. M 码完成信号返回时以切削进给方式拉拔丝锥，直到 R 点 (G01)，到 R 点时主轴与攻丝轴同时停止；
- h. 以快速移动 (G00) 方式返回起始点 (G98 模式下才执行此动作)；
- i. 指令了重复次数的情况下，从 1) 开始反复；
- j. 主轴恢复攻丝前的旋转状态。

#### ● 程序范例

M3 S500

G1 Z10.

G84 X10. Y10. Z-20. R0. P500 F500

X10.

G80

M5 S0

M30

#### 5. 一般啄攻

指定 Q 值 (不为零) 且参数设定为深孔刚性攻丝

#### ● 动作说明

动作 1: X/Y G00 定位 (可输出 M 码)

动作 2: Z G00 定位至 R 点 (执行主轴定位若不需要则跳过)

动作 3: 正转攻牙进给，Z 下降一个切削量 Q 的深度

动作 4: 暂停指令 P 的延时时间

动作 5: 反转退刀至 R 点平面

动作 6: 暂停指令 P 的延时时间，正转攻牙进给，Z 下降到相对于目前已经攻牙深度再往下攻牙一个 Q 的深度

动作 7: 暂停指令 P 的延时时间

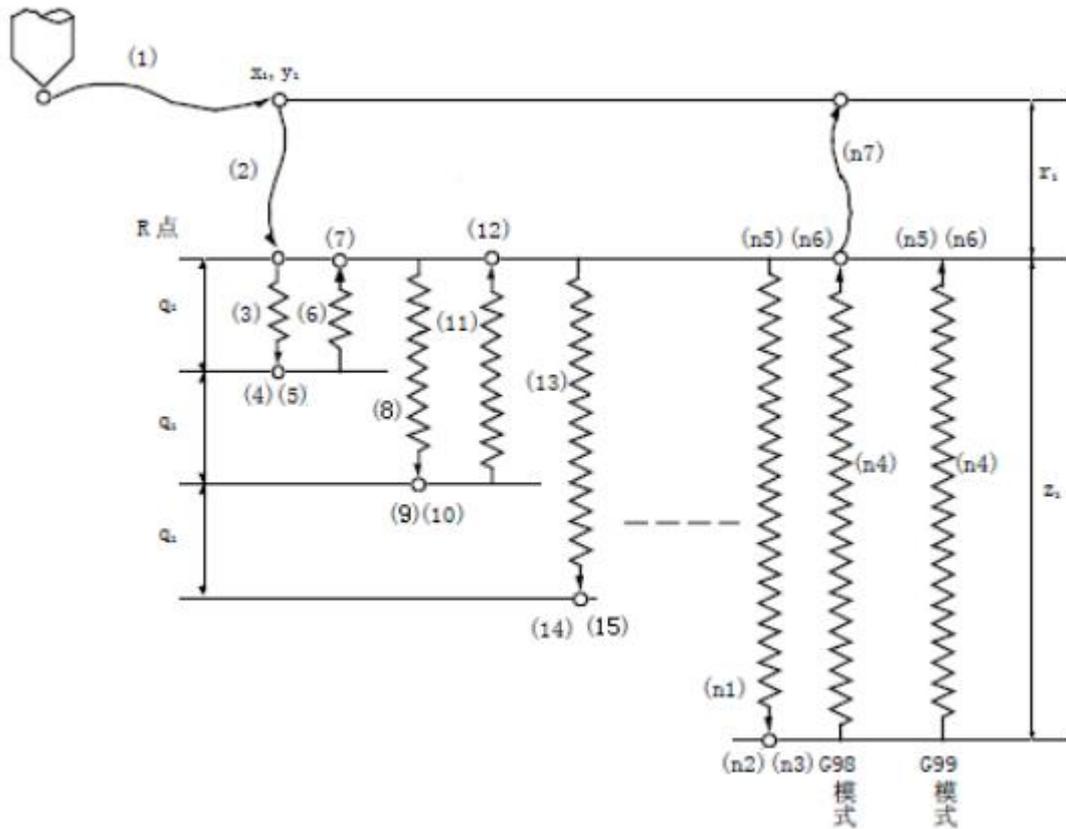
动作 8: 反转退刀至 R 点平面

动作 9: 重复上述的攻牙动作直到到达孔底 Z 点;

动作 10: 暂停指令 P 的延时时间

动作 11: 反转退刀至 R 点平面

动作 12: 以 G00 向上升到初始点 (G98) 或程式 R 点 (G99)



● 如上图所示执行过程

- 1) 加工开始刀具先以 G00 移动到所设定的 (X, Y) 位置;
- 2) 以 G00 的速度下降到 R 平面;
- 3) 以 G01 攻牙下降至 Q1 的位置, 主轴停止;
- 4) 暂停 P 的时间;
- 5) 主轴反转;

- 6) 以 G01 上升至 R 平面，主轴停止；
- 7) 主轴正转；
- 8) 以 G01 攻牙下降至 Q2 的位置，主轴停止；
- 9) 暂停 P 的时间；
- 10) 主轴反转；
- 11) 以 G01 上升至 R 平面，主轴停止；
- 12) 主轴正转；
- 13) 以 G01 攻牙下降至 Q3 的位置，主轴停止；
- .....
- n1) 以 G01 攻牙下降至孔底的位置，主轴停止；
- n2) 暂停 P 的时间；
- n3) 主轴反转；
- n4) 以 G01 上升至 R 平面，主轴停止；
- n5) 暂停 P 的时间；
- n6) 主轴正转；
- n7) 以 G00 向上升到初始点 (G98) 或程式 R 点 (G99)。

#### ● 程序范例

```
M3 S500  
G1 Z10.  
G84 X10. Y10. Z-20. R0. P500 Q10000 F500  
X10.  
G80  
M5 S0  
M30
```

## 6. 高速啄攻

#### ● 动作说明

动作 1: X/Y G00 定位 (可输出 M 码)

动作 2: Z G00 定位至 R 点 (执行主轴定位若不需要则跳过)

动作 3: 正转攻牙进给, Z 下降一个切削量 Q 的深度

动作 4: 暂停指令 P 的延时时间

动作 5: 主轴反转, 以 G01 向上上升一个退刀量 d 的深度

动作 6: 暂停指令 P 的延时时间, 正转攻牙进给, Z 下降到相对于目前已经攻牙深度再往下攻牙一个 Q 的深度

动作 7: 暂停指令 P 的延时时间

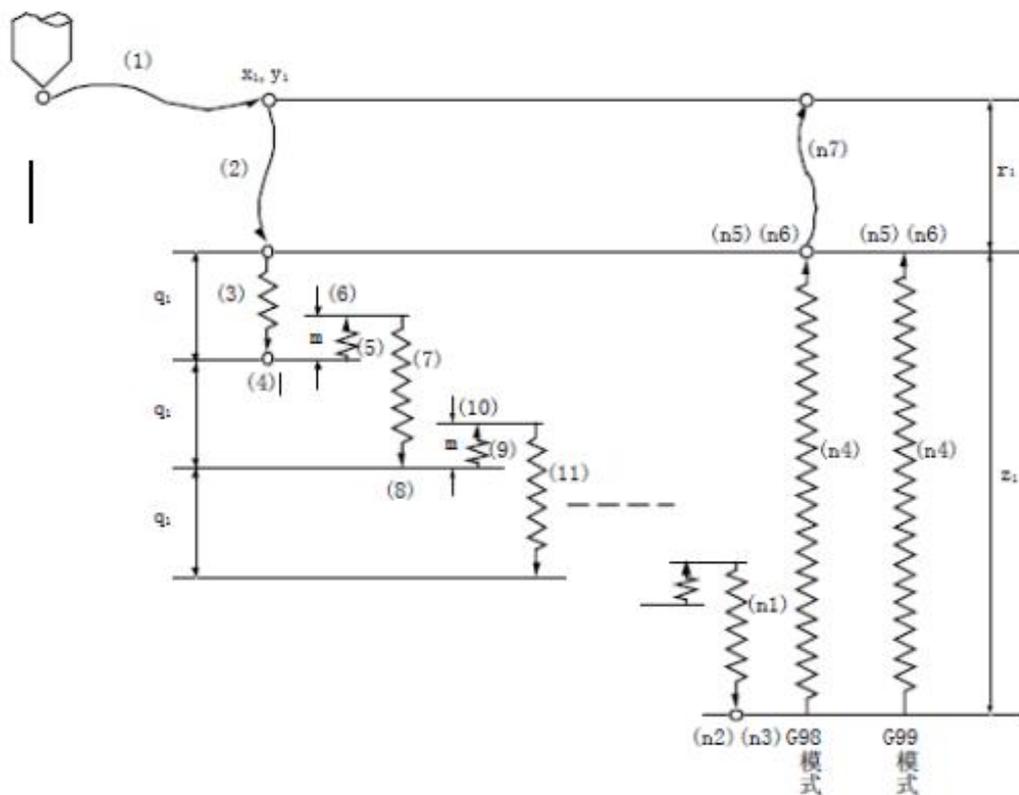
动作 8: 主轴反转, 以 G01 向上上升一个退刀量 d 的深度

动作 9: 重复上述的攻牙动作直到到达孔底 Z 点;

动作 10: 暂停指令 P 的延时时间

动作 11: 反转退刀至 R 点平面

动作 12: 以 G00 向上升到初始点 (G98) 或程式 R 点 (G99)



(指定 Q 值 (不为零) 且参数设定为高速深孔刚性攻丝)

- 如上图所示执行过程

1) 加工开始刀具先以 G00 移动到所设定的 (X, Y) 位置;

- 2) 以 G00 的速度下降到 R 平面；
- 3) 以 G01 攻牙下降至 Q1 的位置，主轴停止；
- 4) 暂停 P 的时间，主轴反转；
- 5) 以 G01 向上一个退刀量 d 的距离；
- 6) 主轴正转；
- 7) 以 G01 下降至 Q2 的位置；
- 8) 暂停 P 的时间，主轴反转；
- 9) 以 G01 向上一个退刀量 d 的距离；
- 10) 主：（是不是漏了？）
- 11) 以 G01 下降至 Q3 的位置；

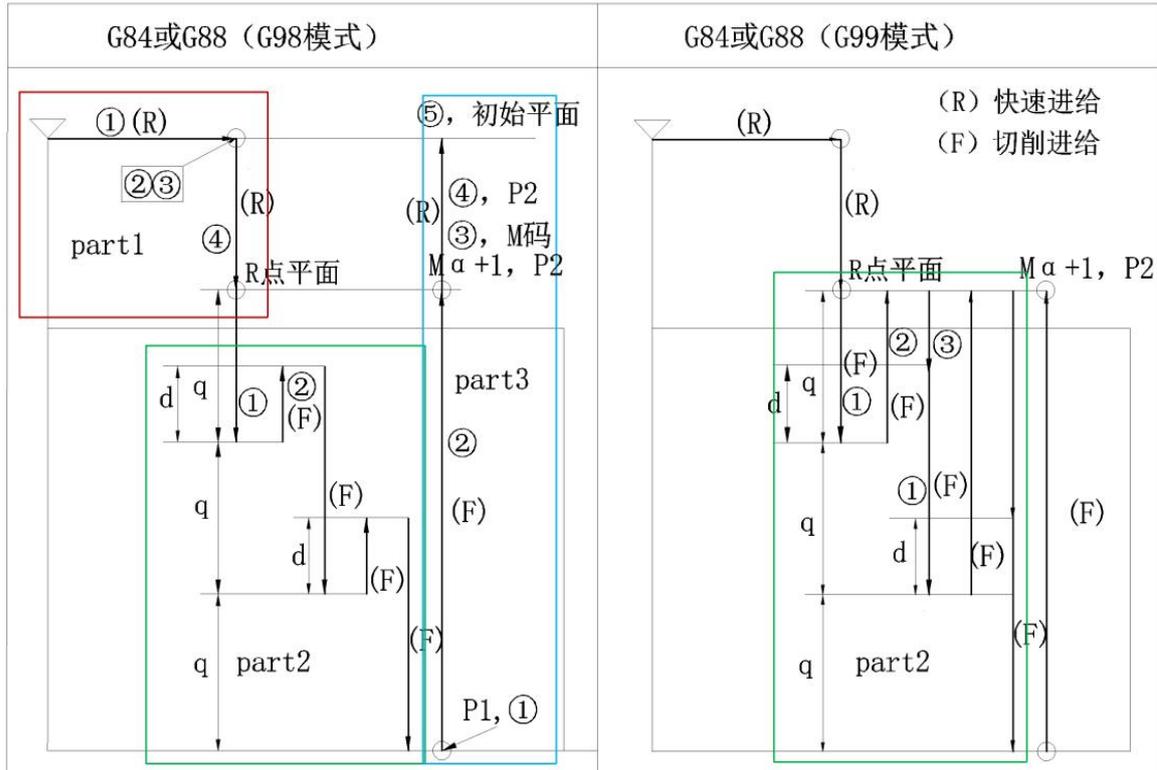
.....

- n1) 以 G01 攻牙下降至孔底的位置，主轴停止；
- n2) 暂停 P 的时间；
- n3) 主轴反转；
- n4) 以 G01 上升至 R 平面，主轴停止；
- n5) 暂停 P 的时间；
- n6) 主轴正转；
- n7) 以 G00 向上升到初始点（G98）或程式 R 点（G99）。

#### ● 程序范例

```
M3 S500  
  
G1 Z10.  
  
G84 X10. Y10. Z-20. R0. P500 Q10000 D2000 F500  
  
X10.  
  
G80  
  
M5 S0  
  
M30
```

#### 7. 攻丝固定循环动作详解及注意事项



**第一部分 (preprocessing)： 进刀准备**

步骤	说明
1	定位到转孔起始点（初始平面），（G00）
2	C 轴定位到指定角度， 当没有指定 C 值时， 此步跳过（C 轴定位应该是在步骤 1 过程中完成）
3	执行 $M\alpha$ ， 当没有指定 $M\alpha$ 时， 此步跳过
4	定位到安全平面 R 点，（G00）

**第二部分 (Cycle)： 攻丝准备**

Q 值不为 0 时	
步骤	说明
1	切削进给至 $[n*q+R]$ 处， 如果 $[n*q+R]$ 超出终点 Z， 则进给至 Z 点， 并结束此部分处理。
2	高速深孔循环模式时， 以 G01 退刀至距离当前点 d 处； 深孔循环模式时， 退刀至 R 点。

3	以 G01 进刀至 $[n*q+R-d]$ 位置， 仅在深孔循环模式时存在此步骤。
	Q 值为 0 时
步骤	说明
1	以 G01 进给至 Z 点， 结束此部分处理

### 第三部分 (retract)： 退刀准备

步骤	说明
1	暂停 G04 P1
2	以 G01 进给至 R 点。
3	如果存在 $M\alpha$ 时， 执行 $M(\alpha+1)$ ， 否则跳过
4	暂停 G04P2
5	G98 模式下退刀至初始平面（铣床模式下）

## 2.43 G85 镗孔循环

### ● 指令说明

此循环进行镗孔加工。

### ● 参数一览

SYS 3019 BIT02

定义： 钻/镗/攻 孔循环循环中 K 值处理。

范围： 位型。

单位： null

默认值： 0

生效方式： C4 启动。

解释：

BIT02=0 当指定 K0 时， 只执行一次钻孔。

BIT02=1 当指定 K0 时， 不执行钻/镗/攻孔操作， 只存储钻/镗/攻孔数据。

### ● 指令格式

G85 X\_ Y\_ Z\_ R\_ F\_ K\_

X Y: 循环初始点 (G90 绝对/G91 增量) 的指定。

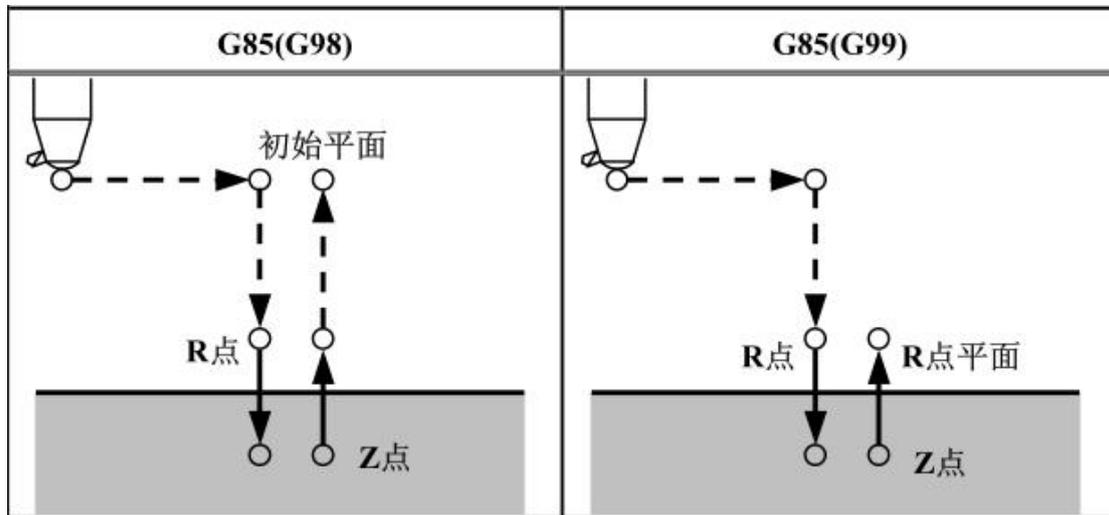
Z: R 点到孔底的距离。

R: 初始平面到 R 的距离, G90 绝对、G91 增量, 模态指令。

F: 指定镗孔进给速度, 模态指令。

K: 指定重复次数, 不设定认为 1, 不是模态指令 (参数可设定 k=0 时系统的处理)。

### ● 镗孔示意图



动作解释:

1. XY 定位。
2. 定位至 R 点 (请在镗孔前保证主轴正常运作)。
3. R 点至孔底执行镗孔动作。
4. 以 G01 的方式退刀到 R 点。
5. 以 G00 方式退刀到 R 点或初始平面。

### ● 注意事项

1. G85 同一行指定 M 码时, 有 K 值的时候, M 码只执行一次。
2. 模态中, 不含 X、Y、Z、R 或者其他轴向时, 不执行镗孔, 待定。
3. 刀具长度补偿 G43/G44/G49 在定位至 R 时生效。

4. 刀具半径补偿 G41/G42/G40 无效。
5. R 在 K0 中不执行，只记录。
6. 其他运动 G 码与 G8x 同行时 G8x 被取消。

#### ● 程式范例

M3 S30000

G90 G00 X300.Y400.

G90 G85 G99 X30. Y20. Z-150. R-50. F240 ;定位后, 镗孔 1 然后返回 R 点

Y30. ;定位后, 镗孔 2 然后返回 R 点

Y40. ;定位后, 镗孔 3 然后返回 R 点

Y50. ;定位后, 镗孔 4 然后返回 R 点

G998Y60. ;定位后, 镗孔 5 然后返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G85 模态, 返回参考点

M5 ;主轴停止

## 2.44 G86 镗孔固定循环

#### ● 指令说明

此循环进行镗孔加工。

#### ● 参数一览

SYS 3019 BIT02

定义: 钻/镗/攻 孔循环循环中 K 值处理。

范围: 位型。

单位: null

默认值: 0

生效方式: C4 启动。

解释:

BIT02=0 当指定 K0 时, 只执行一次钻孔。

BIT02=1 当指定 K0 时，不执行钻/镗/攻孔操作，只存储钻/镗/攻孔数据。

### ● 指令格式

G86 X\_ Y \_ Z\_ R\_ P\_ F\_ K\_

X Y: 循环初始点 (G90 绝对/G91 增量) 的指定。

Z: R 点到孔底的距离。

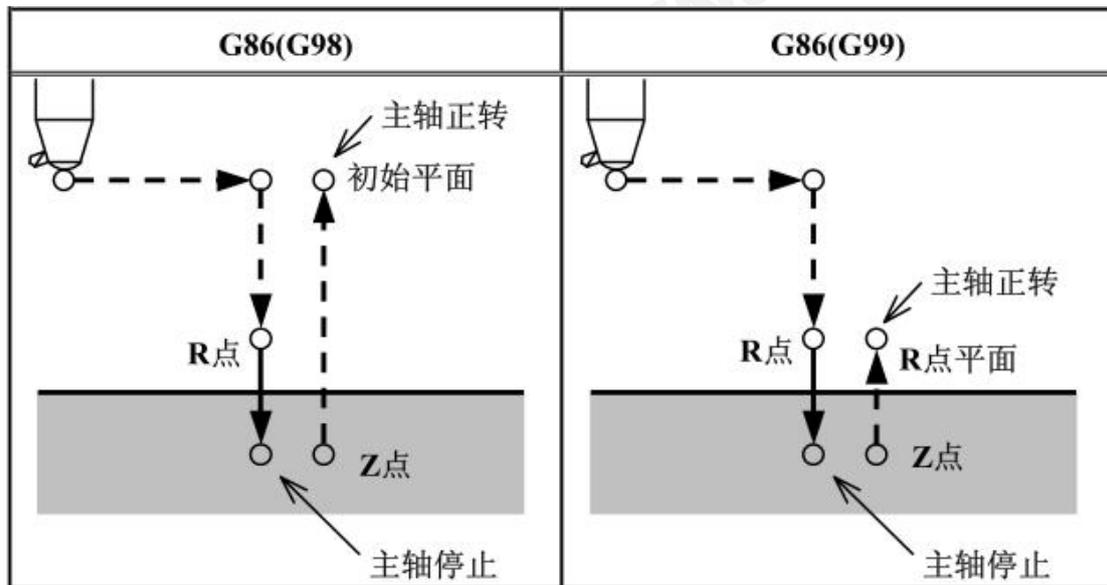
R: 初始平面到 R 的距离, G90 绝对、G91 增量, 模态指令。

P: 指定在孔底的暂停时间, 与 G04 P\_ 效果相同 (模态) 单位: ms (三菱有, 发那科没有介绍)。

F: 指定镗孔进给速度, 模态指令。

K: 指定重复次数, 不设定认为 1, 不是模态指令 (参数可设定 k=0 时系统的处理)。

### ● 镗孔示意图



动作解释:

1. XY 定位。
2. 定位至 R 点 (请在镗孔前保证主轴正常运作)。
3. R 点至孔底执行镗孔动作。
4. 孔底主轴停止 (应用工程师请注意需要卡 C32, 根据主轴停止 M 码#S3140 输出 Mxx)。
5. 暂停。

6. 快速退刀。
7. 主轴恢复正转（根据主轴正转 M 码#S3140 输出 Mxx）。

- **注意事项**

- (1) G86 同一行指定 M 码时，有 K 值的时候，M 码只执行一次。
- (2) 模态中，不含 X、Y、Z、R 或者其他轴向时，不执行镗孔，待定。
- (3) 刀具长度补偿 G43/G44/G49 在定位至 R 时生效。

- **程式范例**

M3 S30000

G90 G00 X0.Y0.

G90 G86 G99 X30. Y20. Z-150. R-50. F240 ;定位后，镗孔 1 然后返回 R 点

Y20. ;定位后，镗孔 2 然后返回 R 点

Y20. ;定位后，镗孔 3 然后返回 R 点

Y20. ;定位后，镗孔 4 然后返回 R 点

G98 Y20. ;定位后，镗孔 5 然后返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G86 模态，返回参考点

M5 ;主轴停止

## 2.45 G87 背面精细镗孔固定循环

- **指令说明**

此循环进行高精密镗孔加工。

- **参数一览**

SYS 3019 BIT02

定义：钻/镗/攻孔循环循环中 K 值处理。

范围：0~2<sup>31</sup>。

单位：位型。

默认值：0。

生效方式：C4 启动。

解释：

BIT02=0 当指定 K0 时，不执行钻/镗/攻孔操作，只存储钻/镗/攻孔数据。

BIT02=1 当指定 K0 时，只执行一次钻孔。

SYS 3014

定义：OSS（偏心量）方向指定。

范围：-3~3

单位：null

默认值：0

生效方式：C4 启动。

解释：

0/1	+X
-1	-X
2	+Y
-2	-Y
3	+Z
-3	-Z

SYS 3170~ SYS 3179

定义：镗孔中主轴准停 M 码指定。

范围：0~99999999。

单位：null。

默认值：19。

生效方式：C4 启动。

解释：

SYS3170=设定第 1 主轴准停的 M 码。

SYS3171=设定第 2 主轴准停的 M 码。

.....

### ● 指令格式

G87 X\_ Y\_ Z\_ R\_ Q\_ P\_ F\_ K\_

X Y: 循环初始点 (G90 绝对/G91 增量) 的指定。

Z: R 点到孔底的距离。

R: 初始平面到 R 的距离, G90 绝对、G91 增量, 模态指令。

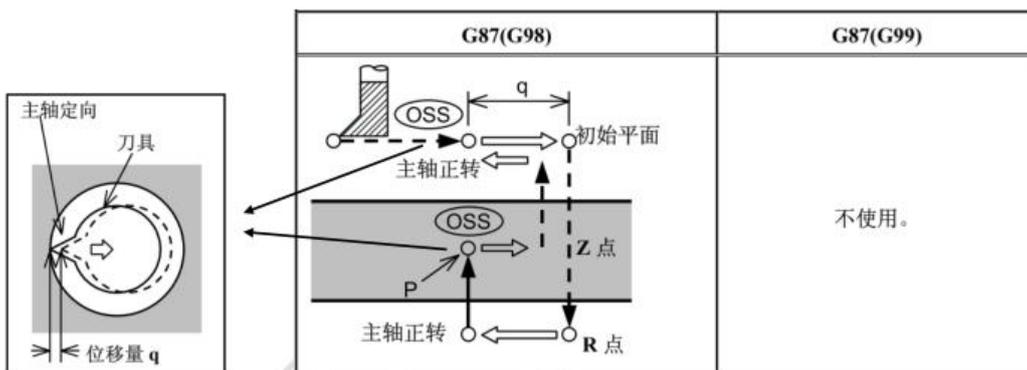
Q: 孔底偏心量 (轴向由参数 SYS 3014 控制) 模态指令, 正值, 负号忽略。

P: 指定在孔底的暂停时间, 与 G04 P\_ 效果相同 (模态) 单位: ms。

F: 指定镗孔进给速度, 模态指令。

K: 指定重复次数, 不设定认为 1, 不是模态指令 (参数可设定 k=0 时系统的处理)。

### ● 镗孔示意图



动作解释:

1. XY 定位 (请在镗孔前保证主轴正常运作)。
2. 主轴准停 (系统先输出主轴停止 M 码, 再输出主轴准停 M 码 (由参数 #S3170 指定))。
3. 刀具位移偏心量 Q 的距离。
4. G00 定位至 R 点。
5. 刀具反位移偏心量 Q (即-Q) 的距离。
6. 主轴正转。
7. 以 G01 上升到 Z 点。
8. 暂停 Pms。
9. 主轴准停 (系统先输出主轴停止 M 码, 再输出主轴准停 M 码 (由参数 #S3170 指定))。
10. 刀具位移偏心量 Q 的距离。
11. 定位至初始平面。

12. 刀具反位移偏心量  $Q$  (即 $-Q$ ) 的距离。

- 注意事项

- (1) G87 同一行指定 M 码时, 有 K 值的时候, M 码只执行一次。
- (2) 模态中, 不含 X、Y、Z、R 或者其他轴向时, 不执行镗孔。
- (3) 刀具长度补偿 G43/G44/G49 在定位至 R 时生效。
- (4) G99 无效。
- (5) G41/G42/G40 在镗孔中无效。
- (6) 其他运动 G 码与 G8x 同一行时 G8x 取消。

- 程式范例

M3 S800

G90 G00 X300.Y400. Z0.

G90 G87 G98 X30. Y20. Z-10. R-50. Q1. F240 ;定位后, 镗孔 1 然后返回初始平面

Y30. ;镗孔 2, 返回初始平面

Y40. ;镗孔 3, 返回初始平面

Y50. ;镗孔 4, 返回初始平面

Y60. ;镗孔 5, 返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G87 模态, 返回参考点

M5 ;主轴停止

## 2.46 G88 半自动精细镗孔固定循环

- 指令说明

此循环进行高精密镗孔加工。

- 参数一览

SYS 3019 BIT02

定义: 钻/镗/攻孔循环循环中 K 值处理。

范围：0~2<sup>31</sup>

单位：位型。

默认值：0

生效方式：C4 启动

解释：

BIT02=0 当指定 K0 时,不执行钻/镗/攻孔操作只存储钻/镗/攻孔数据。BIT02=1 当指定 K0 时,只执行一次钻孔。

SYS 3014

定义：OSS（偏心量）方向指定。

范围：-3~3

单位：null

默认值：0

生效方式：C4 启动。

解释：

#S3014	OSS（偏心量）方向
0/1	+X
-1	-X
2	+Y
-2	-Y
3	+Z
-3	-Z

SYS 3170~ SYS 3179

定义：镗孔中主轴准停 M 码指定。

范围：0~99999999

单位：null

默认值：19

生效方式：C4 启动。

解释：

SYS3170=设定第 1 主轴准停的 M 码。

SYS3171=设定第 2 主轴准停的 M 码。

.....

### ● 指令格式

G88 X\_ Y\_ Z\_ R\_ P\_ F\_ K\_

X Y: 循环初始点 (G90 绝对/G91 增量) 的指定

Z: R 点到孔底的距离

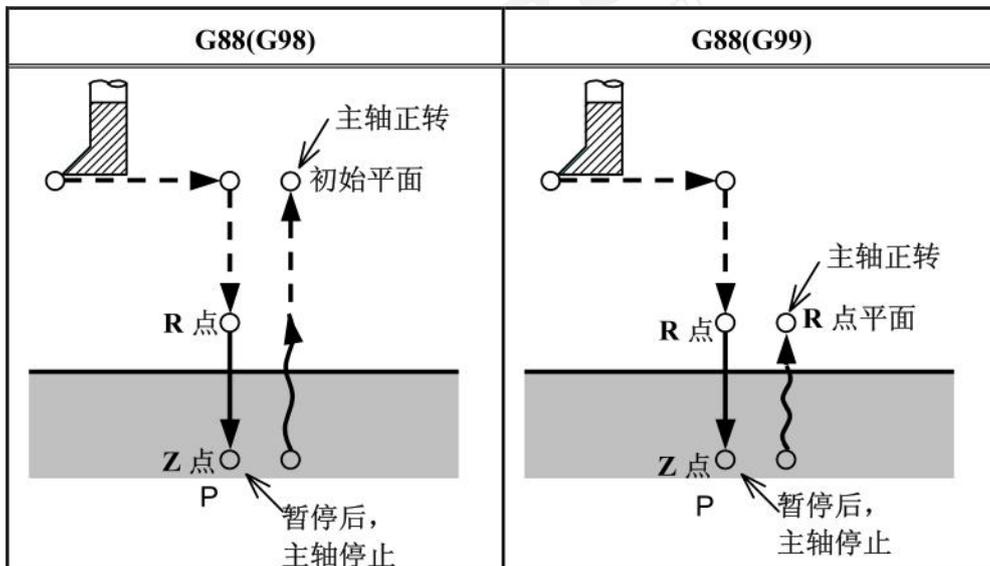
R: 初始平面到 R 的距离, G90 绝对、G91 增量, 模态指令

P: 指定在孔底的暂停时间, 与 G04 P\_效果相同 (模态) 单位: ms

F: 指定镗孔进给速度, 模态指令

K: 指定重复次数, 不设定认为 1, 不是模态指令 (参数可设定 k=0 时系统的处理)

### ● 镗孔示意图



动作解释:

1. XY 定位 (请在镗孔前保证主轴正常运作)。
2. 定位至 R 点。
3. R 点至孔底执行镗孔动作。
4. 暂停 Pms。
5. 孔底主轴停止。

6. 系统输出 M0 暂停。
7. 用户切为 JOG-----由用户保证安全性，任何 JOG 都允许执行。
8. 用户再次启动。
9. 系统返回 G98/G99 平面。
10. 主轴正转。

#### ● 注意事项

- (1) G88 同一行指定 M 码时，有 K 值的时候，M 码只执行一次。
- (2) 模态中，不含 X、Y、Z、R 或者其他轴向时，不执行镗孔。
- (3) 刀具长度补正 G43/G44/G49 在定位至 R 时生效。
- (4) G41/G42/G40 在镗孔中无效。
- (5) 其他运动 G 码与 G8x 同一行时 G8x 取消。

#### ● 程式范例

M3 S800

G90 G00 X300.Y400. Z0.

G90 G88 G98 X30. Y20. Z-10. R-50. F240 ;定位后，镗孔 1 然后返回初始平面

Y30. ;镗孔 2，返回初始平面

Y40. ;镗孔 3，返回初始平面

Y50. ;镗孔 4，返回初始平面

Y60. ;镗孔 5，返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G88 模态，返回参考点

M5 ;主轴停止

## 2.47 G89 镗孔固定循环

#### ● 指令说明

此循环进行镗孔加工。

### ● 参数一览

SYS 3019 BIT02

定义：钻/镗/攻 孔循环循环中 K 值处理。

范围：位型。

单位：null

默认值：0

生效方式：C4 启动。

解释：

BIT02=0 当指定 K0 时，只执行一次钻孔。

BIT02=1 当指定 K0 时，不执行钻/镗/攻孔操作，只存储钻/镗/攻孔数据。

### ● 指令格式

G89 X\_ Y \_ Z\_ R\_ P\_ F\_ K\_

X Y：循环初始点（G90 绝对/G91 增量）的指定。

Z：R 点到孔底的距离。

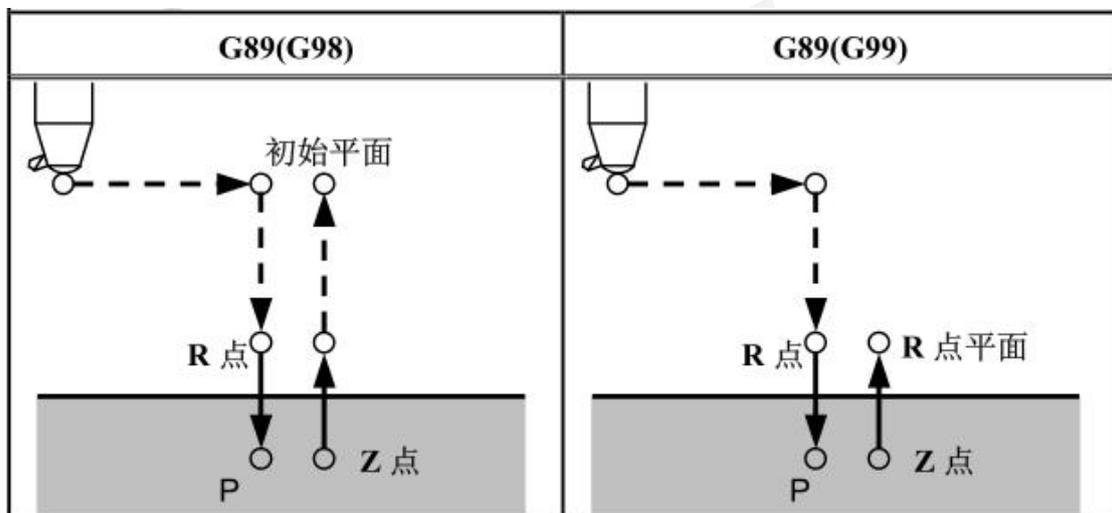
R：初始平面到 R 的距离，G90 绝对、G91 增量，模态指令。

P：指定在孔底的暂停时间，与 G04 P\_ 效果相同（模态）单位：ms。

F：指定镗孔进给速度，模态指令。

K：指定重复次数，不设定认为 1，不是模态指令（参数可设定 k=0 时系统的处理）。

### ● 镗孔示意图



动作解释：

1. XY 定位
2. 定位至 R 点（请在镗孔前保证主轴正常运作）。
3. R 点至孔底执行镗孔动作。
4. 暂停 Pms。
5. 以 G01 的方式退刀到 R 点。
6. 以 G00 方式退刀到 R 点或初始平面。

#### ● 注意事项

1. G89 同一行指定 M 码时，有 K 值的时候，M 码只执行一次。
2. 模态中，不含 X、Y、Z、R 或者其他轴向时，不执行镗孔，待定。
3. 刀具长度补正 G43/G44/G49 在定位至 R 时生效。
4. 刀具半径补正 G41/G42/G40 无效。
5. R 在 K0 中不执行，只记录。
6. 其他运动 G 码与 G8x 同行时 G8x 被取消。

#### ● 程式范例

M3 S30000

G90 G00 X300.Y400.

G90 G89 G99 X30. Y20. Z-150. R-50. F240 ;定位后，镗孔 1 然后返回 R 点

Y30. ;定位后，镗孔 2 然后返回 R 点

Y40. ;定位后，镗孔 3 然后返回 R 点

Y50. ;定位后，镗孔 4 然后返回 R 点

G998Y60. ;定位后，镗孔 5 然后返回初始平面

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;取消 G89 模态，返回参考点

M5 ;主轴停止

## 2.48 G90、G91 绝对或增量坐标设定

- 绝对与增量坐标值设定可分两种方式

1. 模式指定 -- 用 G90 与 G91 指令（G90 绝对坐标值设定，G91 增量坐标值设定）。
2. 增量指定方式 -- 用 U、V、W 指令。

FINGER CNC 铣床 系列开机时，自动设定为绝对坐标。程序中可用 G90，G91 来设定为绝对或增量坐标。增量位址码 U、V、W，只在 G90 状态下才有效，在 G91 状态下无效。

G91 状态下，X、Y、Z 代表的意义是增量值。

- 程序范例 1

G90 绝对坐标值设定

N1 G90

N2 G1 X20.000 Y15.000            P0 至 P1

N3 X35.000 Y25.000            P1 至 P2

N4 X60.000 Y30.000            P2 至 P3

- 程序范例 2

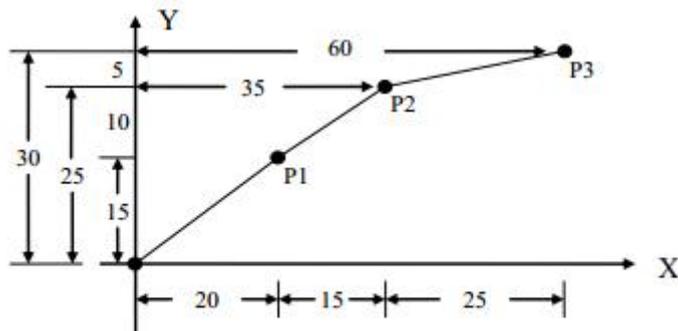
G91 增量坐标值设定

N1 G91

N2 G1 X20.000 Y15.000 .... P0 至 P1

N3 X15.000 Y10.000 .... P1 至 P2

N4 X25.000 Y5.000 .... P2 至 P3



绝对坐标与增量坐标的混合使用

下面是 G01 程序范例，三种不同程序，但都做相同路径的直线切削：

G90 指定，绝对值程序（图3-2）

N1 G90

N2 G01 X25.000 Y20.000 Z10.000 F100.00 ... P1

N3 X60.000 Y50.000 Z40.000 ... P2

G91 指定，增量值程序（图3-2）

N1 G91

N2 G01 X25.000 Y20.000 Z10.000 F100.00 ... P1

N3 X35.000 Y30.000 Z30.000 ... P2

G90 指定，增量值程序（图3-2）

N1 G90

N2 G01 U25.000 Y20.000 Z10.000 F100.00 ... P1

N3 X60.000 V30.000 W30.000 ... P2

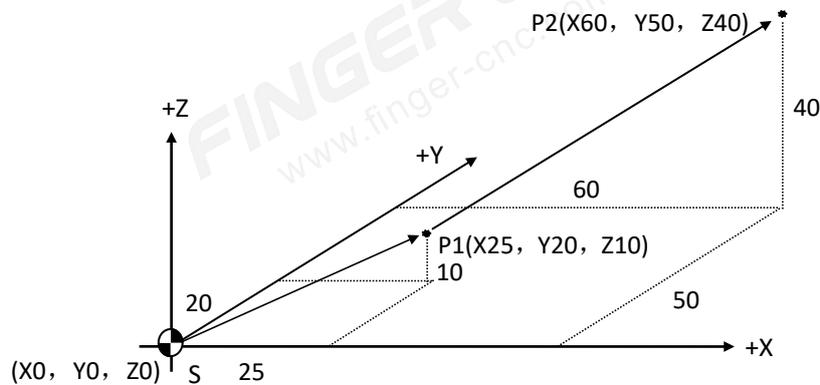


图3-2 G01 程序范例

## 2.49 G94、G95 进给率设定

### ● 指令说明

G94：每分钟进给量 (mm/min)

G95：主轴每转进给量 (mm/rev)

finger 铣床系列之进给率 (FeedRate) F，其意义由 G94 和 G95 设定。而 G94 是开机设

定值，两者之间的转换公式：

$$F_m = F_r * S$$

$F_m$  : 每分钟进给率, mm/min.

$F_r$  : 每回转进给率, um/rev.

$S$  : 主轴转速, rev/min.

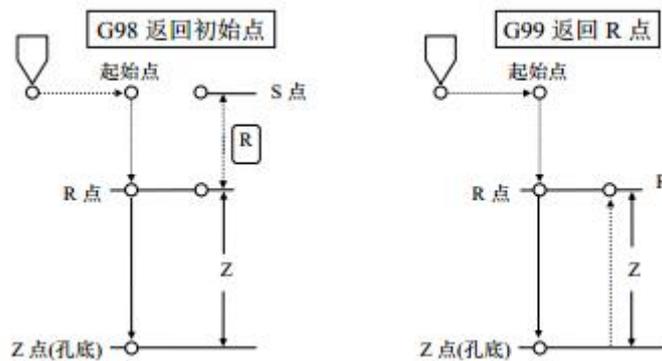
.....

## 2.50 G98、G99 钻孔循环复归设定

### ● 指令说明

G98 : 返回初始点设定。

G99 : 返回进刀点 (R) 设定。



### ● 程序范例

```

M3 S1000                ; 主轴正转
G00 X10. Y10. Z10.     ; 定位至初始点
G99                    ; 设定 G99 复归形式
G81 X10. Y10. Z-30. R0. Q10. F500 ; G81 钻孔循环第一点 (回 R 点)
X20. Y20.              ; 第二点 (回 R 点)
X30 .                 ; 第三点 (回 R 点)
G98 X40.              ; 第四点 (回初始点)
G80                   ; 钻孔循环结速
  
```

M5	； 主轴停止
M30	； 程序结束

## 2.51 ,C、,R、,A 指令说明

- 功能及目的

通过,C、,R、,A 等指令实现加工中的倒角、倒圆角、直线角度等功能。

### 1. ,C 倒角

- 功能及目的

连续两个单节，在第一单节，以“,C\_”指令可以执行转角倒角，“,C\_”表示从假想倒角开始点到倒角终点的长度

- 指令格式

N1 G0x X\_Z\_,C\_

N2 G0x X\_Z\_

G0x: 可以为 G00、G01、G02、G03 中任一个

,C\_: 表示从假想倒角开始点到倒角终点的长度

- 程式范例

#### 1) 直线→圆弧

绝对值指令

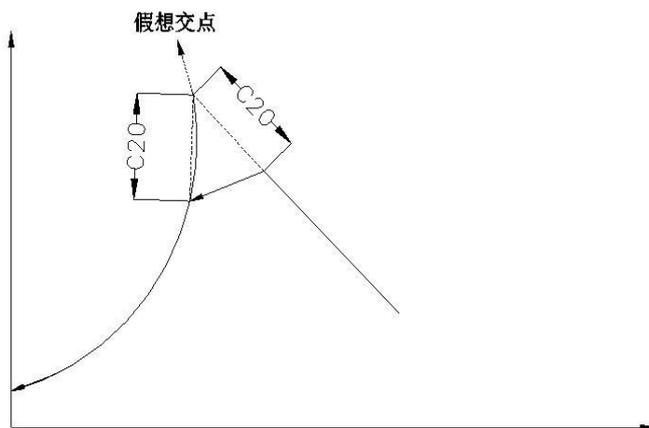
N1 G28 X0 Z0

N2 G00 X50. Z100.

N3 G01 X150. Z50. ,C20. F100.

N4 G02 X50. Z0. I0. K-50.

N5 M30



2) 圆弧→圆弧  
增量值指令

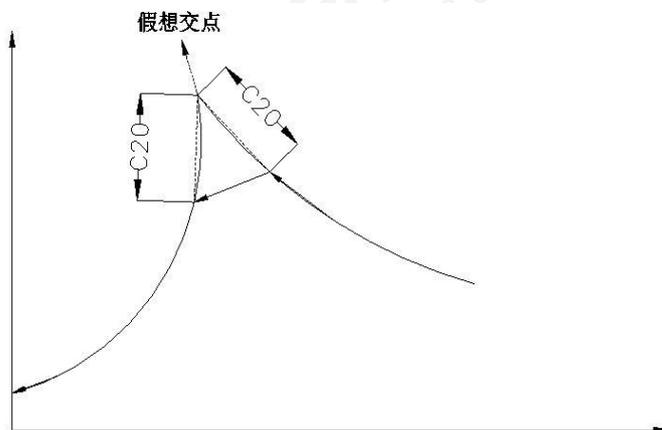
N1 G28 X0 Z0

N2 G00 U10. W140.

N3 G02 U40. W-80. I100. K0. ,C20. F100.

N4 G02 U-20. W-60. I180. K-60.

N5 M30



## 2. ,R 倒圆角

- 功能及目的

连续两个单节，在第一个单节，以“ ,R\_”指令可以执行转角倒圆角，以“ ,R\_”表示倒圆角半径。

- 指令格式

N1 G0x X\_Z\_,R\_

N2 G0x X\_Z\_

G0x: 可以为 G00、G01、G02、G03 中任一个

,R\_: 表示倒圆角半径

### ● 程式范例

#### 1) 直线→圆弧

绝对值指令

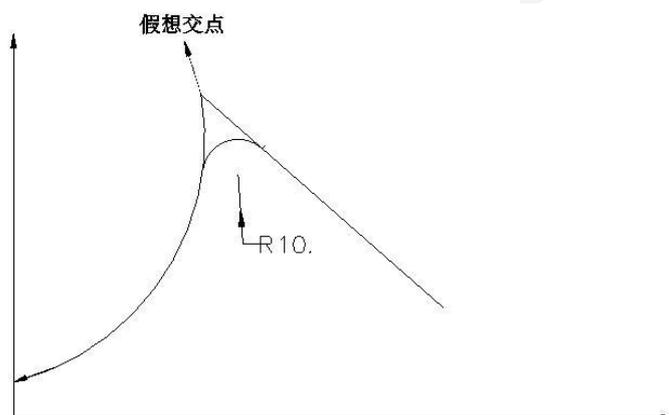
N1 G28 X0 Z0

N2 G00 X60. Z100.

N3 G01 X160. Z50. ,R10. F100.

N4 G02 X60. Z0. I0. K-50.

N5 M330



#### 2) 圆弧→圆弧

增量值指令

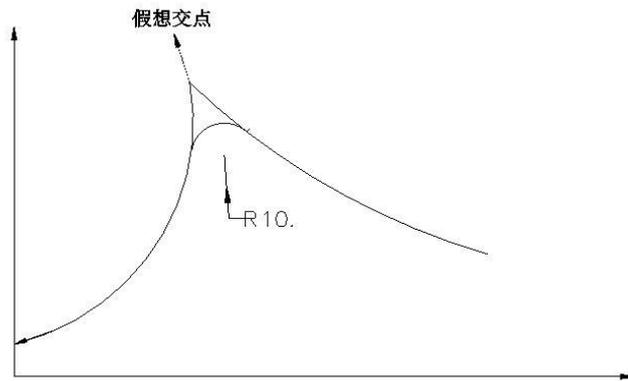
N1 G28 X0 Z0

N2 G00 U30. W100.

N3 G01 U50. W-50. I50. K0. ,R10. F100.

N4 G02 U-50. W-50. I0. K-50.

N5 M30



### ● 倒圆角交点自动计算

#### ❖ 条件

- a. 直线与圆弧连接，直线较短，圆弧较大。
- b. 设定的倒圆角 R 值较大，系统自动计算相切点。

### ● 程式范例

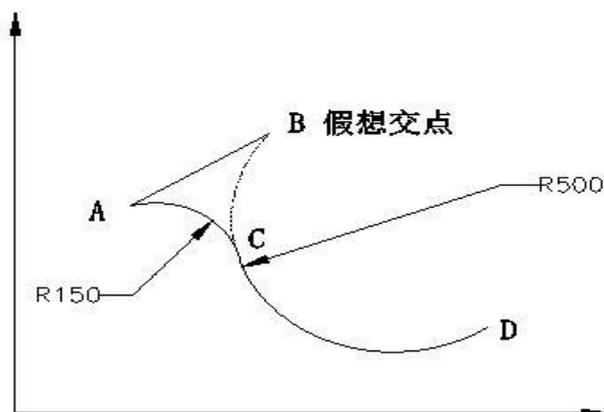
N1 G28 X0 Z0

N2 G00 X50. Z20.

N3 G01 X80. Z80. ,R300. F100.

N4 G03 X25. Z200. R500.

N5 M30



### 3. A 直线角度

#### ● 功能及目的

给予直线的角度和任一轴的终点坐标，则另外一轴的终点坐标自动计算。

- 指令格式

N1 G01 X\_(Z\_),A\_

a. 角度表示：选取平面第一轴的正方向开始算起，逆时针方向（CCW）为正，顺时针方向（CW）为负。

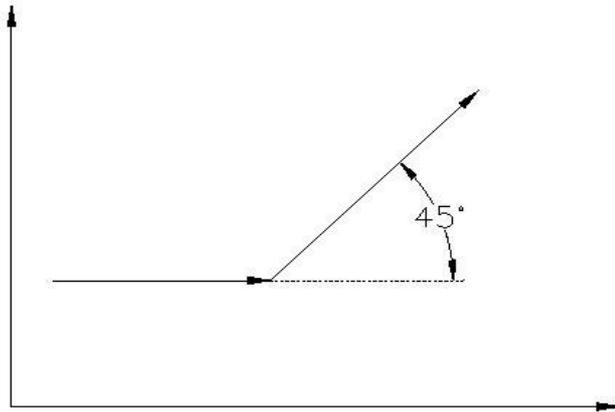
b. 角度范围： $-360.000^{\circ} \sim 360.000^{\circ}$ ，超出  $360.000^{\circ}$  范围，则取除以  $360.000^{\circ}$  的余数。

- 范例程式

N1 G00 X50. Z0.

N2 G01 X50. Z50. F1000.

N3 G01 Z100. ,A45.0



#### 4. ,C、,R、,A 搭配使用

- 功能及目的

,C、,R、,A 指令搭配时，能实现执行与转角、倒角搭配，简化编程，交点自动计算。

#### 5. ,A →A ,A 搭配

- 功能及目的

若两条直线的交点难以求得，以第一条直线的倾斜度和第二条直线的绝对终点坐标值和倾斜度，则系统内部自动可决定第一条直线的端点且自动控制移动路径。

- 指令格式

G01 ,A\_

G01 X\_ Z\_ ,A\_

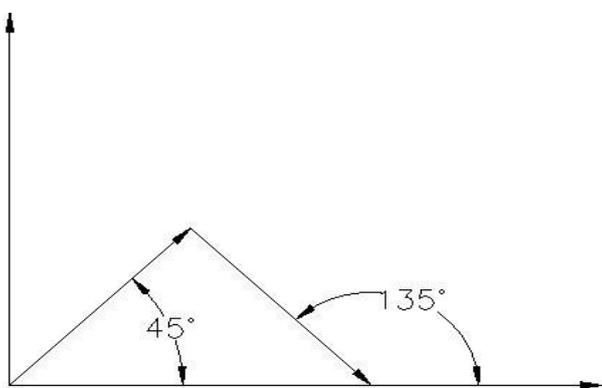
● 范例程式

N01 G00 X0. Z0.

N02 G01 ,A45. F1000.

N03 G01 Z90. X0. ,A135.0

N04 M30



注:

- a. 当第 2 个单节的终点坐标使用相对坐标时, 报错。
- b. 两直线没有交点或交点在 1 度以下, 报错。

6. ,A →C ,C 搭配

● 指令格式

G01 X\_ Z\_ ,A\_ ,C\_

G0x X\_ Z \_I\_ J\_

或

G01 X\_ Z\_ ,A\_ ,C\_

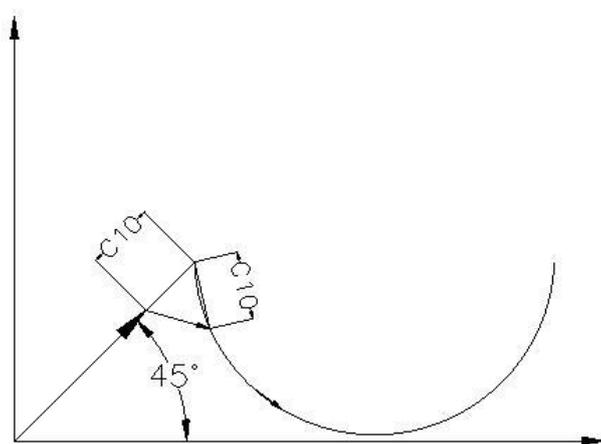
G01 X\_ Z \_ ,A

● 范例程式

- a.

```

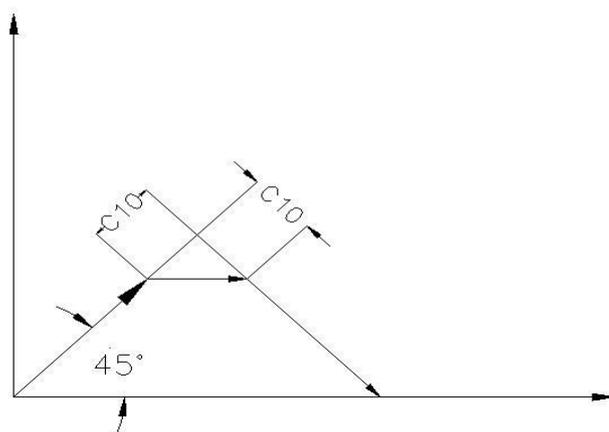
N1 G00 X0. Z0.
N2 G01 X50. ,A45.0 F1000. ,C10.
N3 G03 X50. Z1 00. R50.
N4 M30
    
```



b.

```

N1 G00 X0. Z0.
N2 G01 ,A45. ,C10.
N3 G01 X0. Z90. ,A135.
N4 M30
    
```



### 7. ,A →,R 搭配

- 指令格式

```
G01 X_ Z_ ,A_ ,R_
```

G0x X\_ Z \_I\_ J\_

或

G01 X\_ Z\_ , A\_ , R\_

G01 X\_ Z \_ , A

● 范例程式

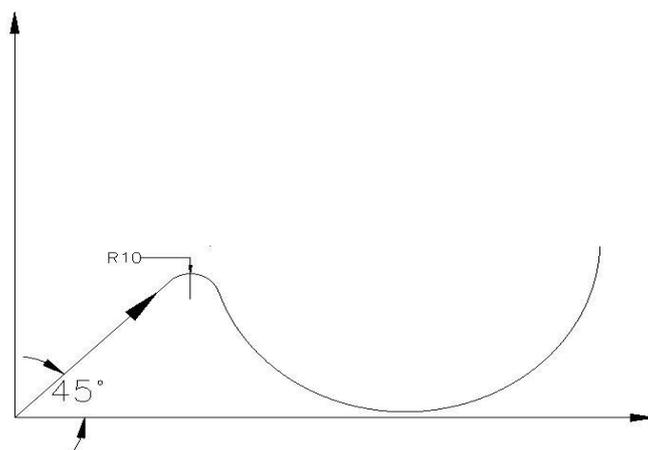
a.

N1 G00 X0. Z0.

N2 G01 X50. , A45.0 F1000. , R10.

N3 G03 X50. Z100. R50.

N4 M30



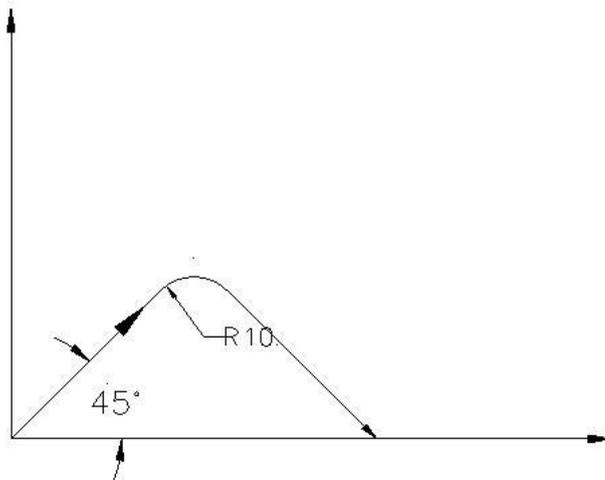
b.

N1 G00 X0. Z0.

N2 G01 , A45. , R10.

N3 G01 X0. Z90. , A135.

N4 M30



## 8. 直线 → 圆弧交点自动计算

### ● 功能及目的

在直线和圆弧相交其交点没有指定的情况，自动计算交点且自动控制移动路径。

### ● 指令格式

G01 ,A\_ ,R(,C)

G02(G03) X\_ Z\_ P\_ Q\_ H\_

### ● P, Q, X, Z 轴圆弧圆心绝对坐标值

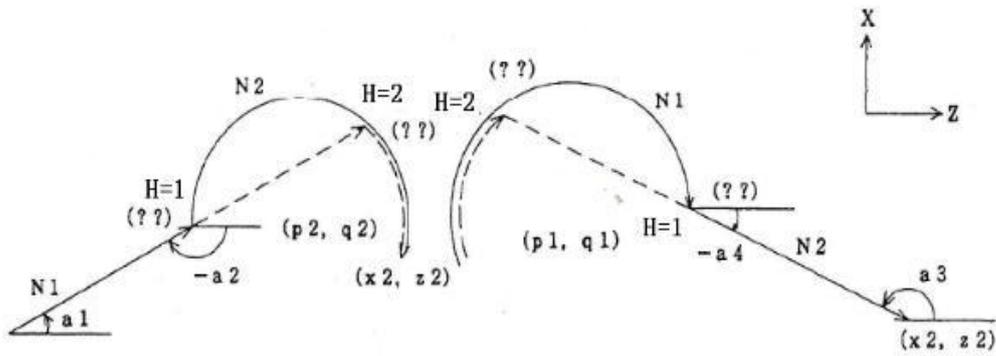
H: 直线-圆弧的交点选择

=1 以线较短的一方为交点

=2 以线较长的一方为交点

注:

- 当第 2 单节不是绝对坐标值，报错。
- 当第 2 单节是圆弧而没有指定 P、Q 时，报错。
- 直线和圆弧没有交点时，报错。



● 警讯规划

- 1) ,C ,R 单节不是直线和圆弧 (1-1-1) ;
- 2) ,C ,R 下一单节不是直线和圆弧 (1-1-2) ;
- 3) ,C ,R 值设定错误 (1-1-3) ;
- 4) ,C ,R 的前后两条直线为平行线 (1-1-4) ;
- 5) ,A 单节不是直线 (1-1-7) ;
- 6) ,A 下一单节错误 (1-1-8) ;
- 7) ,A 值设定错误 (1-1-9) 。

### 三、M 码指令说明

代码值	功能定义	代码值	功能定义
00	程式暂停	40	
01	选择停止	41	
02	程序结束	42	
03	第一主轴正转	43	
04	第一主轴反转	45	
05	第一主轴停止	46	
08	切削水开	50	第一主轴切为伺服轴
09	切削水关	51	第一主轴恢复主轴
10		60	第二主轴切为标准轴
11		61	第二主轴恢复主轴
12		63	第二主轴正转
13		64	第二主轴反转
15	加工计数加 1	65	第二主轴停止
16	加工计数清零	70	第三主轴切为标准轴
17		71	第三主轴恢复主轴
18		73	第三主轴正转
19		74	第三主轴反转
20		75	第三主轴停止
27		85	
30	程序结束并返回程序头	98	呼叫子程序
		99	子程序结束返回

协助工具 M-码是由字母“M”与附加的两位元数位所组成，简称 M-码。M-码 范围是 00~99，不同的码代表不同的动作，下列 M-码 是 finger 铣床，客户不可外接使用。

**M00 程序暂停**

程序到此，一切加工指令将停止（主轴停止旋转，切削液关闭），再按下 CYCST 键后，程序才可继续执行下去。

**M01 选择性程序停止（OPTION STOP）**

自动模式下，选择了选择性停止，当程序执行过程中遇到 M01 指令时程序停止动作，直到再按下启动键，程序才继续执行下一单节。

**M02 程序结束**

在主程式的结尾若有 M02 指令，当 CNC 执行到此行指令时，机器会停止所有的动作。

**M03 主轴正转**

M03 指令可使主轴作顺时针方向旋转，与 S 码一起使用，让主轴依设定转速作顺时针方向旋转。

**M04 主轴反转**

M04 指令可使主轴作逆时针方向旋转，与 S 码一起使用，让主轴依设定转速作逆时针方向旋转。

**M05 主轴停止****M06 刀具交换**

M06 指令可执行刀具交换指令，此指令不包含刀具选择，必须配合 T 码一起使用。

**M08/M09 切削液 启动/关闭**

M08 指令可开启切削液；

M09 指令可关闭切削液。

**M30 程序结束并返回到程序头**

执行到此指令，程序结束，并返回到开始位置。

## M98 呼叫子程序

### 3.1 调用格式

1. M98 Pxxxxx Hxxxx Lxxxx Dxxxx
2. M98 <文件名> Hxxxx Lxxxx Dxxxx

### 3.2 字母意义

**M98** : 子程序呼叫指令

**P** : 呼叫子程序的文件名，文件后缀为“.CNC ”  
只能为数字，最大 8 位。

**H** : 呼叫子程序内的顺序编号 (Nxxxx)。最大 5 位数字。省略时从子程序的起始单节开始。

例如：M98 P123 H10，则从 123.CNC 的子程序的 N10 单节开始。

**L** : 子程序的循环次数。省略时为 L1，L0 表示循环 1 次。

例如： M98 P123 L3

M98 P123 L1

M98 P123 L1

M98 P123 L1

#### ● <文件名>

1. 呼叫子程序的文件名，当省略文件后缀时，文件后缀为.CNC；
2. 文件名可以为字符或数字，最大 32 个字符；

例：M98<AA123>            呼叫 AA123.CNC 子程序

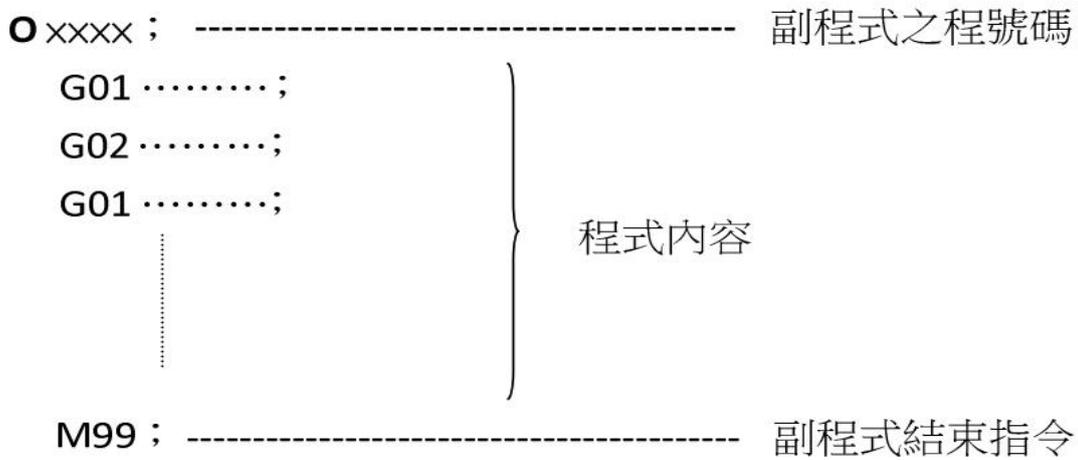
M98<TEST.CN>            呼叫 TEST.CN 子程序

注意：

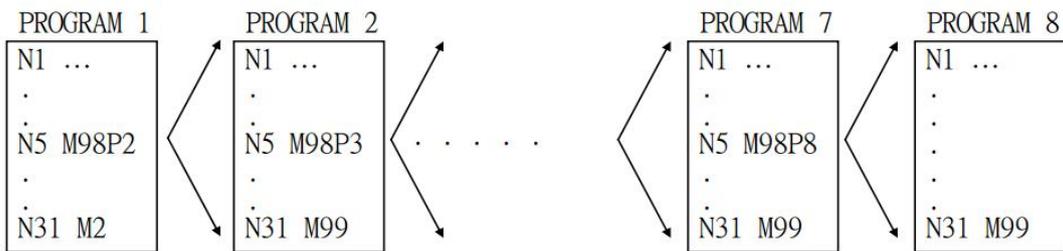
1. 例： M98 P123            呼叫 123.CNC 子程序

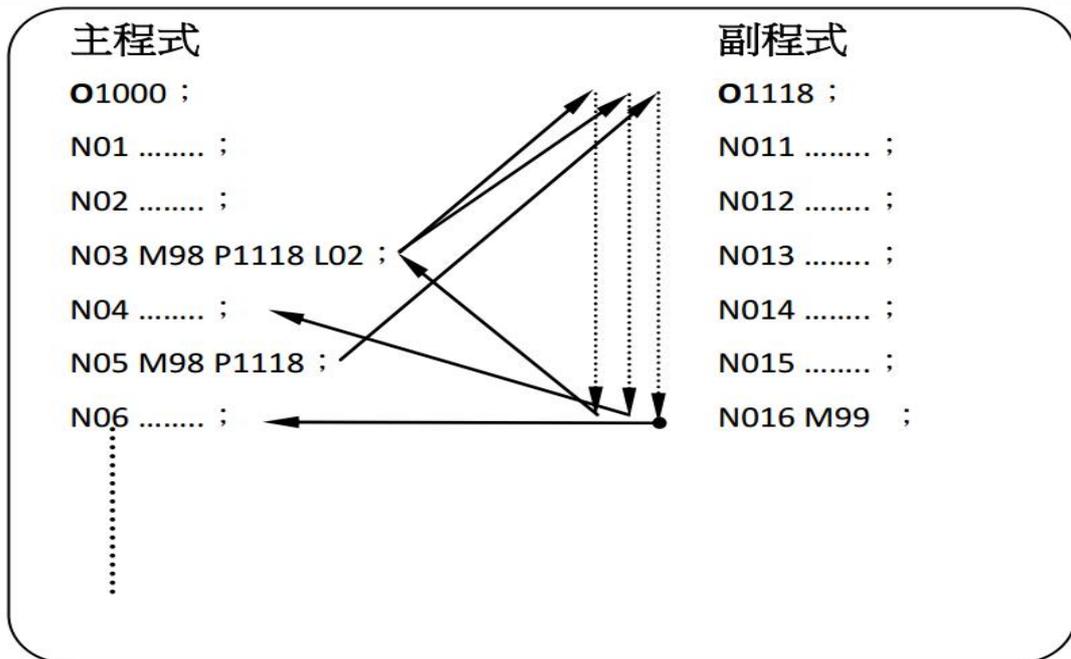
- M98 P00123      呼叫 123.CNC 子程序, 注意: 并非 00123.CNC
- M98 P0          呼叫 0.CNC 子程序
- 2. 呼叫 00123.CNC 程式      M98 <00123>
- 3. 当 P 和<文件名>都省略时, 呼叫当前程序。
- D : 子程序调用文件夹, 范围 0~10
  - ❖ D 不写, 从当前文件夹中调用子程式, 例: M98 P123;
  - ❖ D=1 例:M98 P123 D1 从/home/root/finger/usr/sys0001/program/M98 文件夹中调用子程式, M98 文件夹中没有 123.CNC, 则报警。

● 子程序的格式如下



主程序配合子过程调用指令, 执行顺序





### 3.3 M99

1. 主程序写 M99 结束，表示主程序结束，若 M99 后没有 P, 则自动跳转到主程序开头再执行，若 M99 后有 P, 则跳转至 P 指定的行号再执行；
2. 如果是子程序写 M99 结束，表示子程序结束，并自动跳转到主程序再执行。

**M99** : 子程序返回指令

**P** : 返回程序的顺序编号。

注:

1. 主程序返回到主程序对应编号的单节；
2. 副程序返回到上一程序对应编号的单节。

例如: M99 P200

则返回到程序的 N200 单节。

范例:

0000.CNC 程序 (主程序):

N1 G98

```

N2 G0X10. Z10
N3 G01U10. W10. F1000.
N4 M98P<0001>L3H3
N5G0X-100. Z-100.
M30

```

0001. CNC 程序（副程序）：

```

N1 G0Y0.
N2 G0Y100.
N3 G0Y-100.
N4 G0V10.
M99P5

```

当执行 0000. CNC 程式时在 N4 单节不会先执行 3 次 0001. CNC 程序，而是在子程序中直接跳转到主程序的 N5 单节执行。

### 3.4 T 码:刀具调用

#### ● 功能说明

T 码功能，主要用于选择刀具，一般会配合刀具交换指令（M06）一起来选定刀具，进行换刀或者标识当前主轴的刀号；用此便可依据刀具变换来自动做刀具交换。

#### ● 指令格式

M06 Txx

#### ● 程序范例

```

M06 T1          ,,, 调用 1 号刀为主轴的当前刀号，并用这把刀加工
M03 S10000     ;;主轴启动，转速 10000
G01 X100. Y100. ;;定位到 X100. Y100.
.....        ;;做切削动作
M05            ;;主轴停止
M06 T5          ,,, 调用 5 号刀为主轴的当前刀号，并用这把刀加工

```

```
M03 S8000      ;;主轴启动，转速 8000
G1 X=100. Y50.  ;;定位到 X100. Y50.
.....        ;;做切削动作
M05            ;;主轴停止
M30           ;;加工完成
```

### 3.5 F 码：进给

- 指令格式

F

- 说明

切削工件时，在工作程式中所指定刀具的移动速度称为进给。设定进给的方法为每分钟进给（G94）与每转进给（G95）两种；如使用 G94 模式则 1000mm/min 的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。

- 程式范例

```
G94 G01 X100. Y100. F1000;
```

```
//刀具作直线切削，每分钟进给 1000mm/min
```

```
G95 G01 X100. Y100. F0.5;
```

```
//刀具作直线切削，每转进给 0.5mm/rev
```

### 3.6 S 码：主轴转速

- 指令格式

S\_

- 说明

S 码为主轴转速命令，指定主轴每分钟转速

- 程式范例

M03 S500; // 主轴每分钟转速 500 转

### 3.7 自动切换平面

- 功能说明

1. 在编程未切换平面的情况，自动切换加工平面（前提是没有第三轴插补或者没有 IJ 指定）
2. 相关参数：MCM1879
3. BIT00=1 开启自动判断圆弧平面功能

- 程序范例

G0 X200. Y40. Z0.

G03 X140. Y100. R60. F3000. ;;; 执行圆弧指令时，当前行或者上一行并未使用 G17，  
但是系统会自动识别圆弧指令

G02 X120. Y60. R50. ;;; 执行圆弧指令时，当前行或者上一行并未用 G17，但  
是系统会自动识别圆弧指令

G0 X200. Z40. ;

G03 X140. Z100. R60. F3000. ;;; 执行圆弧指令时，当前行或者上一行并未使用  
G18，但是系统会自动识别圆弧指令

G02 X120. Z60. R50. ;;; 执行圆弧指令时，当前行或者上一行并未使用  
G18，但是系统会自动识别圆弧指令

M30

# FINGER CNC

## 广州亿达科技有限公司

咨询热线: 020-39389901    维修专线: 18127931302

传真号码: 020-39389903    邮政编码: 511495

电子邮箱: [finger@fingercnc.com](mailto:finger@fingercnc.com)

公司官网: [www.finger-cnc.com](http://www.finger-cnc.com)

公司地址: 广东省广州市番禺区钟村街诚鼎街 8 号 201



亿达官网



亿达微信公众号