

B 系列车床 编程手册

版本号: F202309LP-CN



目 录

一、G 码指令说明	1
1.1 G 码指令一览表	1
1.2 直线快速定位 (G00)	2
1.2.1 指令格式	2
1.3 直线切削 (G01)	3
1.3.1 指令格式	3
1.3.2 注意事项	4
1.3.3 范例	4
1.4 圆弧切削 (G02/G03)	5
1.4.1 指令格式	5
1.4.2 补充说明	6
1.4.3 注意事项	8
1.4.4 范例 1	8
1.4.5 范例 2	10
1.5 椭圆切削 (G02.1/G03.1)	11
1.5.1 指令格式	11
1.5.2 注意事项	13
1.5.3 范例	14
1.6 抛物线插补 (G02.2/G03.2)	16
1.6.1 指令格式	16
1.6.2 注意事项	18
1.6.3 范例	19
1.7 三点圆弧插补 (G02.4/G03.4)	20
1.7.1 功能及其目的	20
1.7.2 指令格式	20
1.7.3 编程范例	20
1.7.4 注意事项	21

1.8 暂停指令 (G04)	22
1.8.1 指令格式	22
1.8.2 范例	22
1.9 G06.2 NURBS 曲线插补	23
1.9.1 功能及其目的	23
1.9.2 指令格式	23
1.9.3 编程范例	24
1.10 样条曲线功能 (G06.3)	24
1.10.1 指令格式	24
1.10.2 编程范例	25
1.10.3 说明	26
1.11 G06.4 空间样条曲线功能	26
1.11.1 指令格式	26
1.11.2 相关参数	27
1.11.3 编程范例	28
1.11.4 说明	29
1.12 G07.1 圆柱插补	29
1.12.1 功能及目的	29
1.12.2 指令格式	30
1.12.3 详细说明	30
1.12.4 程序范例	32
1.13 G07.7/7.8 实时补偿	32
1.13.1 功能及其目的	32
1.13.2 指令格式	32
1.13.3 编程范例	33
1.13.4 说明	37
1.14 G07.9 角度追随功能	38
1.14.1 指令说明	38
1.14.2 指令格式	39

1. 14. 3 编程范例	39
1. 15 G09/G61（精准定位功能）	42
1. 15. 1 功能及其目的	42
1. 15. 2 G09 指令格式	42
1. 15. 3 指令格式	43
1. 15. 4 特别注意	43
1. 15. 5 范例	43
1. 16 G10. 9 直径/半径编程 动态切换	45
1. 16. 1 功能及其目的	45
1. 16. 2 指令格式	45
1. 16. 3 说明	45
1. 16. 4 编程范例	45
1. 17 G11 输出点控制	46
1. 17. 1 功能及其目的	46
1. 17. 2 指令格式	46
1. 17. 3 编程范例	46
1. 18 G12 输入点控制	48
1. 18. 1 功能及其目的	48
1. 18. 2 指令格式	48
1. 18. 3 编程范例	49
1. 19 启动/取消极坐标插补（G12. 1/G13. 1）	49
1. 19. 1 指令格式	49
1. 19. 2 注意事项	50
1. 20 检查变量位状态 (G13. 9)	54
1. 20. 1 功能及其目的	54
1. 20. 2 指令格式	54
1. 20. 3 编程范例	56
1. 21 主轴定位 (G15. 9)	57
1. 21. 1 功能及其目的	57

1.21.2 指令格式	57
1.21.3 编程范例	57
1.22 工作平面设定 (G17/G18/G19)	58
1.22.1 指令格式	58
1.23 英制、公制单位设定指令 (G20/G21)	58
1.23.1 指令格式	58
1.24 返回参考点 (G28)	60
1.24.1 指令格式	60
1.24.2 补充说明	60
1.24.3 注意事项	60
1.24.4 范例	61
1.25 自动从参考点复归 (G29)	61
1.25.1 指令格式	61
1.25.2 补充说明	62
1.25.3 范例 1	62
1.25.4 范例 2	62
1.26 第二参考点 (G30)	62
1.26.1 指令格式	63
1.27 跳跃指令 (G31)	63
1.27.1 指令格式	63
1.27.2 补充说明	64
1.27.3 范例	67
1.28 螺纹切削 (G32)	68
1.28.1 指令格式	68
1.28.2 代码说明	69
1.28.3 注意事项	69
1.28.4 范例 1	69
1.28.5 范例 2	70
1.28.6 范例 3	71

1. 29 可变导程螺纹切削 (G34)	72
1. 29. 1 指令格式	72
1. 29. 2 注意事项	73
1. 29. 3 范例	74
1. 29. 4 相关警讯	74
1. 30 圆弧螺纹切削 (G35/G36)	74
1. 30. 1 指令格式	75
1. 30. 2 注意事项	76
1. 31 刀尖半径补正指令 (G40/G41/G42)	76
1. 31. 1 指令格式	77
1. 31. 2 刀尖补偿	77
1. 31. 3 刀长补偿	79
1. 31. 4 刀尖磨耗补偿	81
1. 31. 5 刀尖半径补偿	82
1. 31. 6 刀尖点	107
1. 31. 7 假想刀尖方向	107
1. 31. 8 刀尖半径补偿值	109
1. 31. 9 范例 1	109
1. 32 设定外部工件坐标系 (G50)	110
1. 32. 1 指令格式	110
1. 33 主轴最高钳制速度 (G50)	111
1. 33. 1 指令格式	111
1. 33. 2 补充说明	111
1. 34 局部坐标设定 (G52)	112
1. 34. 1 指令格式	112
1. 34. 2 补充说明	113
1. 34. 3 范例	113
1. 35 机械坐标定位 (G53)	116
1. 35. 1 指令格式	116

1. 35. 2 补充说明	116
1. 35. 3 范例	117
1. 36 工作坐标系设定 (G54-G59)	117
1. 36. 1 指令格式	117
1. 36. 2 范例	118
1. 37 倾斜平面加工 (G68)	118
1. 37. 1 指令格式 (G68. 2 P0)	119
1. 37. 2 指令格式 (G68. 2 P1)	119
1. 37. 3 指令格式 (G68. 2 P2)	120
1. 37. 4 指令格式 (G68. 2 P3)	121
1. 37. 5 指令格式 (G68. 2 P4)	122
1. 37. 6 指令格式 (G68. 3)	123
1. 37. 7 说明	124
1. 37. 8 范例	126
1. 38 复式切削循环 (G70-G76)	126
1. 38. 1 精车加工循环取消 (G70)	126
1. 38. 2 复式横向粗车循环 (G71)	127
1. 38. 3 复式纵向粗车循环 (G72)	134
1. 38. 4 复式轮廓粗车循环 (G73)	140
1. 38. 5 横向切槽循环 (G74)	143
1. 38. 6 纵向切槽循环 (G75)	146
1. 38. 7 复式螺纹切削循环 (G76)	148
1. 39 端面/侧面钻孔循环 (G83/G87)	153
1. 39. 1 指令格式	153
1. 39. 2 注意事项	153
1. 39. 3 普通钻孔固定循环	154
1. 39. 4 深孔钻循环	155
1. 39. 5 高速深孔钻循环	155
1. 40 端面/侧面攻丝循环 (G84/G88)	157

1.40.1 注意事项	158
1.40.2 指令格式	159
1.40.3 攻丝循环指定方式	160
1.40.4 柔性攻丝	161
1.40.5 刚性攻丝	166
1.40.6 反向端面/侧面攻丝循环 (G84.1/G88.1)	172
1.41 外侧/内侧车削循环 (G90)	172
1.41.1 指令格式	173
1.41.2 范例 1	175
1.41.3 范例 2	176
1.42 增量指令 G91.9/绝对指令 G90.9	177
1.43 螺纹切削循环 (G92)	178
1.43.1 指令格式	178
1.43.2 注意事项	179
1.43.3 范例 1	180
1.43.4 范例 2	181
1.44 纵向切削循环 (G94)	182
1.44.1 指令格式	182
1.44.2 范例 1	183
1.44.3 锥度量符号与刀具路径的关系	183
1.44.4 范例 1	184
1.44.5 范例 2	185
1.45 恒线速功能 (G96/G97)	186
1.45.1 指令格式	187
1.45.2 注意事项	187
1.45.3 范例	188
1.46 进给模式设定 (G98/G99)	190
1.46.1 指令格式	190
1.46.2 注意事项	190

1.47 自动断屑 (G165)	191
1.47.1 指令格式	191
1.47.2 注意事项	191
1.47.3 范例	192
1.48 转角倒角, 转角倒圆角, 直线角度 (,C ,R ,A)	193
1.48.1 转角倒角 (,C_)	193
1.48.2 转圆角 R (,R_)	196
1.48.3 直线角度功能 (,A_)	198
1.48.4 C、,R、,A 搭配使用	199
1.49 刀具补正指令: T 码指令	202
1.49.1 指令格式	202
1.49.2 范例	203
1.49.3 补充说明	204
1.50 主轴转速指令: S 码指令	204
1.50.1 指令格式	204
1.50.2 注意事项	204
1.50.3 范例	205
1.51 进给指令: F 码指令	205
1.51.1 指令格式	205
1.51.2 范例	205
二、M 码指令说明	206
2.1 M 功能码一览表	206
2.2 程序暂停 (M00)	207
2.3 选择停止 (M01)	207
2.4 程序结束 (M02)	207
2.5 第一主轴正转/反转 (M03/M04)	208
2.6 第一主轴停止 (M05)	208
2.7 切削液开/关 (M08/M09)	208
2.8 主轴夹头松开/夹紧 (M10/M11)	208

2.9 尾顶进/退 (M12/M13)	208
2.10 加工数+1 (M15)	208
2.11 加工数清零 (M16)	209
2.12 安全门开/关 (M17/M18)	209
2.13 主轴静/动态分度 (M19/M20)	209
2.14 吹气开/关 (M21/M22)	209
2.15 接料器开/关 (M26/M27)	209
2.16 开启主轴刚性攻丝模式 (M29)	210
2.17 程式结束 (M30)	210
2.18 排屑正转/排屑反转/排屑停止 (M40/M41/M42)	210
2.19 送料器启动 (M43)	210
2.20 送料机等待换料完成信号 (M44)	210
2.21 开启/关闭选择跳跃功能 (M45/M46)	210
2.22 开启/关闭主轴旋转与夹头相互独立 (M47/M48)	212
2.23 第一主轴位置模式 (M50)	213
2.24 第一主轴速度模式 (M51)	213
2.25 开启防预抓功能 (M55)	213
2.26 第二主轴分度模式 (M60)	213
2.27 第二主轴旋转模式 (M61)	213
2.28 第二主轴正转/反转 (M63/M64)	213
2.29 第二主轴停止 (M65)	214
2.30 第三主轴分度模式 (M70)	214
2.31 第三主轴旋转模式 (M71)	214
2.32 第三主轴正转/反转 (M73/M74)	214
2.33 第三主轴停止 (M75)	214
2.34 临时屏蔽需要回原点警报 (M80)	214
2.35 第一主轴刹车/释放刹车 (M84/M85)	215
2.36 单节跳跃 M91 (选择跳转 M92)	215
2.36.1 选择跳转功能 M92	215

2.37 多边形切削（正向/反向飞刀）（M93/M94）	216
2.38 飞刀功能停止（M95）	218
2.39 呼叫子程序/子程序结束返回（M98/M99）	218
2.39.1 M98 呼叫子程序	218
2.39.2 M99 子程序结束返回/主程序循环	219
2.39.3 范例	219
2.39.4 主程序循环（M99）	220
2.40 主轴变速档位控制（M140-M144）	220
2.41 主轴外部准停（M505）	221
2.42 第一主轴为参考主轴（M361）	221
2.43 第二主轴为参考主轴（M362）	221
2.44 第三主轴为参考主轴（M363）	221
三、附录	222
3.1 手动操作说明	222
3.1.1 回机械原点	222
3.1.2 选择跳跃	222
3.1.3 自动执行模式单节执行	222
3.1.4 程序再启动	223
3.1.5 选择性停止功能	223
3.1.6 手摇轮测试程序模式	223
3.2 系统警报处理	224
3.2.1 紧急停止	224
3.2.2 警报显示	224
3.3 子程序的制作与执行	225
3.3.1 子程序的程序格式如下：	225
3.3.2 主程序配合子过程调用指令，执行顺序	226

一、G 码指令说明

1.1 G 码指令一览表

代码值	功能定义	代码值	功能定义
0	直线快速定位	50	外部工件坐标系偏移
1	直线切削		主轴最高钳制速度
2	顺时针圆弧插补	52	局部坐标系设定
2.1	顺时针椭圆指令	53	机械坐标定位
2.2	顺时针抛物线指令	54	工作坐标系设定
3	逆时针圆弧插补	55	
3.1	逆时针椭圆指令	56	
3.2	逆时针抛物线指令	57	
4	暂停指令	58	
9	单节间精确定位	59	
12.1	启动极坐标插补	54.1-54.	
13.1	取消极坐标插补	48	
17	XY 平面	70	精车加工循环取消
18	ZX 平面	71	复式横向粗车循环
19	YZ 平面	72	复式纵向粗车循环
20	英制模式	73	复式轮廓粗车循环
21	公制模式	74	横向切槽循环
28	返回第一参考点	75	纵向切槽循环
29	自动从参考点复归	76	复式螺纹切削循环
30	返回第二参考点	83	端面钻孔循环
32	螺纹切削	84	端面攻丝循环
34	可变导程螺纹切削	85	端面镗孔循环
35	顺时针圆弧螺纹切削	87	侧面钻孔循环

36	逆时针圆弧螺纹切削	88	侧面攻丝循环
40	刀尖半径补正取消	89	侧面镗孔循环
41	左刀尖半径补偿	90	外侧/内侧车削循环
42	右刀尖半径补偿	92	螺纹切削循环
		94	纵向切削循环
		96	恒线速功能
		97	关闭恒线速
		98	每分钟进给模式
		99	每转进给模式

表 1.1

1.2 直线快速定位（G00）

G00 指令为快速移动的定位指令，只能作点到点之定位，而不能有任何切削动作，主要目的在节省无切削状况的移动时间；在车床程序中，常使用在机械原点到工件切削起点行程，或工件切削结束点回到机械原点行程。

1.2.1 指令格式

G00 X(U)___Z(W)___

X、Z：指定终点坐标位置（绝对值方式）。

U、W：指定终点坐标位置（增量值方式）。

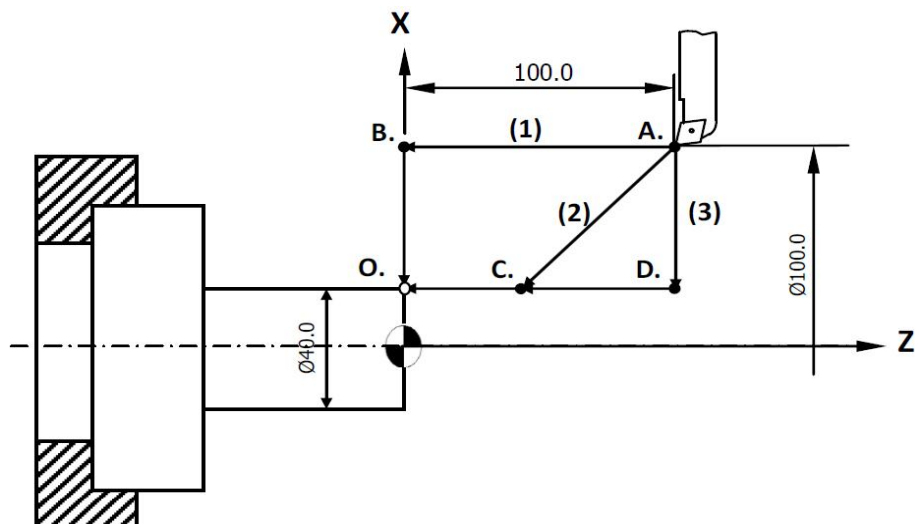


图 1.2-1

刀具由 A 点到 O 点未必只采用一种路径进行移动, 可考虑使用情况而采用所要使用的方式, 其刀具接近工件可使用三种方式及三种路径。

1.3 直线切削 (G01)

使用 G01 指令时，刀具由当前位置，以 F__功能所设定的进给速度，做直线切削，移动到指定位置。其所能加工的形态包括：外（内）径、端面、外（内）锥度、外（内）槽、倒角…等。

1.3.1 指令格式

G01 X(U) ____ Z(W) ____ F ____;

X、Z: 指定终点位置（绝对值方式）。

U、W: 指定终点位置 (增量值方式)。

F: 进给率, G98 模式下公制单位为 mm/min(英制单位为 inch/min);G99 模式下公制单位为 mm/rev(英制单位为 inch/rev)。

系统开机默认值为 G99（可由参数设定开机 G98 模式）。

参数设置操作：机台位置页面→参数设定→综合参数→开机默认 G98/G99 模式

1.3.2 注意事项

1. G01 模式的最高速度，受限于切削时的最高速度或各轴切削时的最高速度。
2. G98 模式下的默认速度为 1000mm/min(inch/min);G99 模式下的默认速度为 1mm/rev(inch/rev)。
3. G98/G99 的预设状况可通过 SYS10032 设定（重新启动后才生效）。

1.3.3 范例

● 直径编程

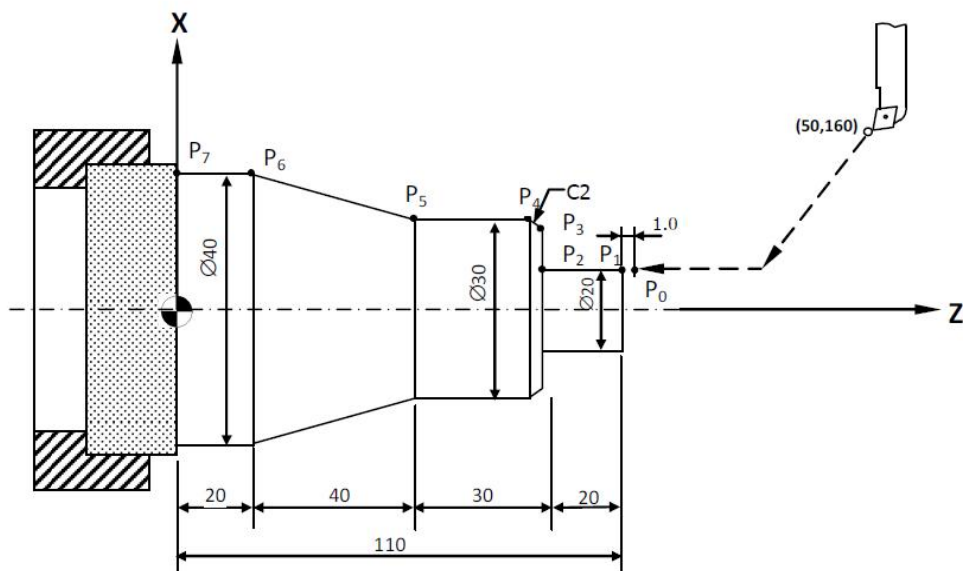


图 1.3-1

```

G50 S10000;           //程序起点设定，最高转速 10000rpm;
M3 S1000;             //第一主轴正转;
T01;                 //使用 1 号刀具;
M08;                 //打开切削液;
G00 X20.0 Z111.0;     //快速定位至 P0;
G01 Z90.0 F0.6;       //直线切削 P0→P2;
X26.0;               //P2→P3;
X30.0 Z88.0;         //P3→P4;
  
```

Z60.0; //P4→P5;
X40.0 Z20.0; //P5→P6;
Z0.0; //P6→P7;
G00 X50.0; //快速退刀;
Z160.0; //回到原点;
G97; //固定转速取消;
M05; //主轴停止;
M09; //关掉切削液;
M30; //程序结束;

1.4 圆弧切削（G02/G03）

车床数控系统中 G02/G03 指令为指定刀具在 X-Z 平面上做圆弧轨迹切削。

1.4.1 指令格式

G02(G03) X(U)___Z(W)___R___(I___K___)F___

G02: 指定刀具做顺时针方向圆弧切削。

G03: 指定刀具做逆时针方向圆弧切削。

X、Z: 圆弧终点的坐标绝对值。

U、W: 圆弧起点到终点的增量值。

R: 圆弧半径（限 180° 以内）。

I、K: 圆弧起点至圆弧圆心在 X、Z 轴的增量值（I 半径指定）。

F: 切削进给率。

G02/G03 切削方向:

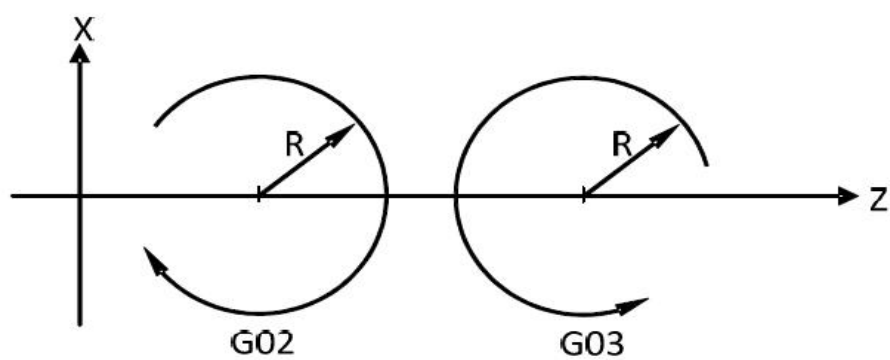


图 1.4-1

1.4.2 补充说明

G02 圆弧切削：

1. 使用 R 值方式。

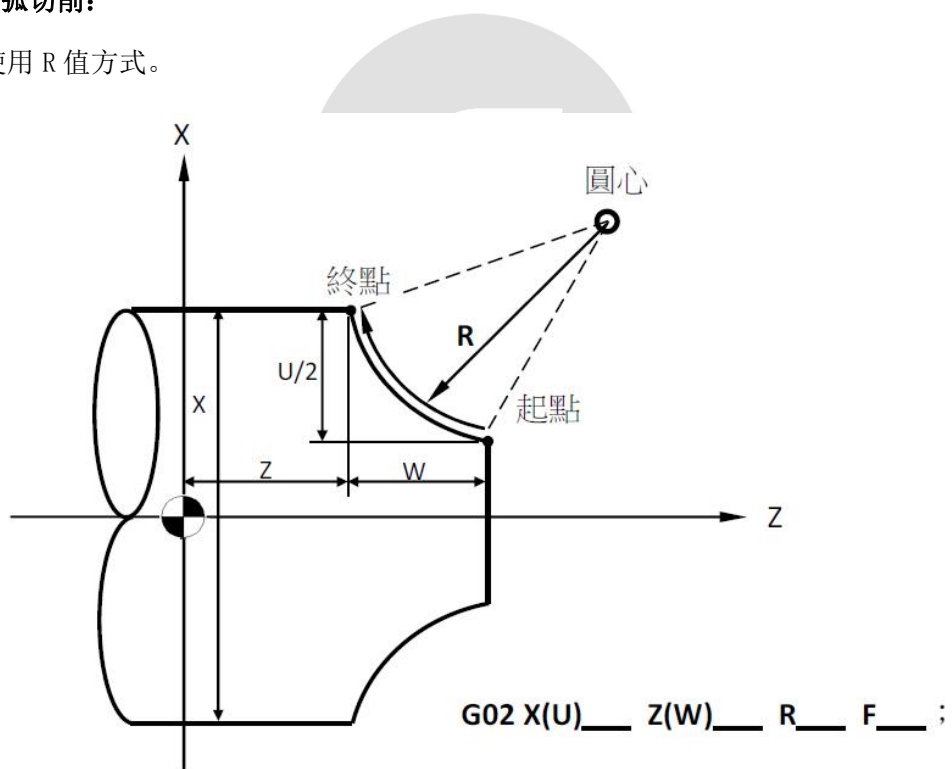


图 1.4-2

2. 使用 I、K 方式。

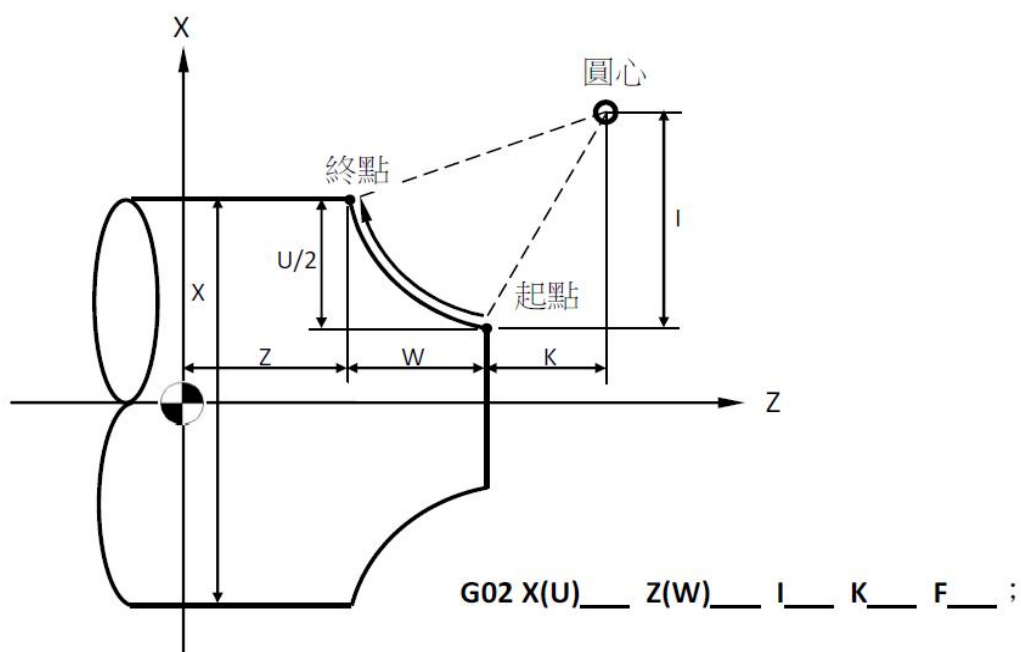


图 1.4-3

G03 圆弧切削:

1. 使用 R 值方式。

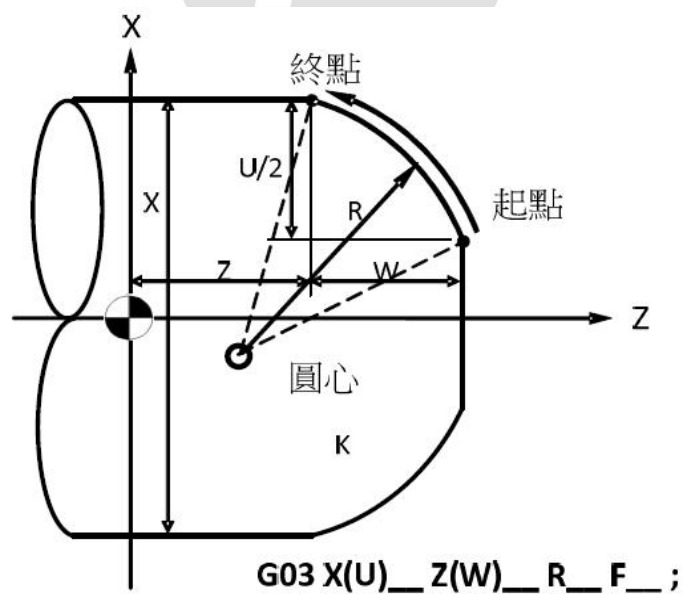


图 1.4-4

2. 使用 I、K 值方式。

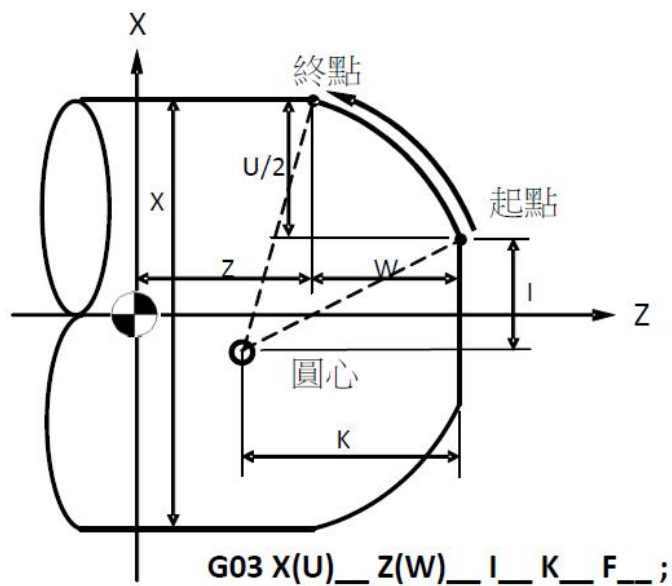


图 1.4-5

1.4.3 注意事项

1. G02/G03 未下任何 R、I、J、K 时，该单节视同 G01 执行。
2. G02/G03 所指定的 X、Z、I、K、R 自变量错误时，系统会报警“圆弧终点不在圆弧上”，该警报可通过参数做报警范围的调整。

1.4.4 范例 1

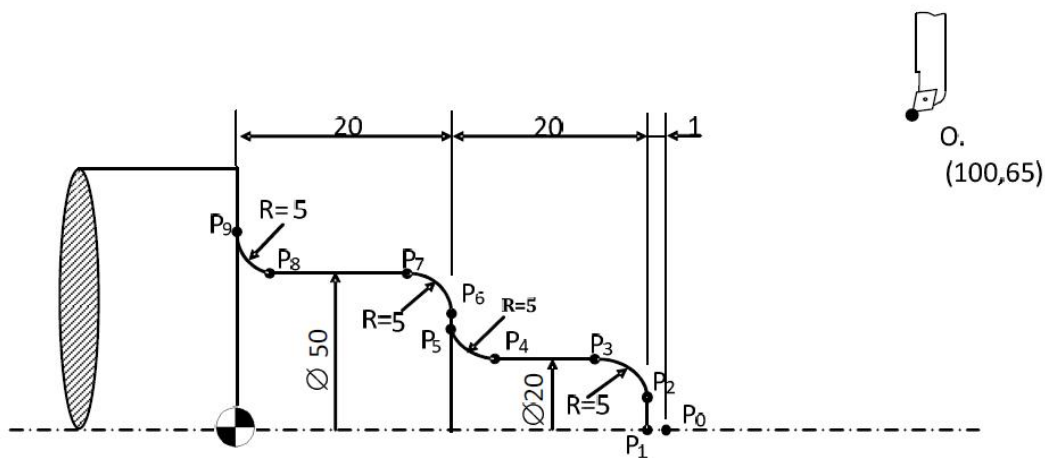


图 1.4-6

直径编程

```
T01;                //使用 1 号刀具;

G99                  //G99 模式

G50 S10000;          //主轴最高转速限制 10000rpm;

M3 S1000;

M08;                //打开切削液;

G00 X0.0 Z41.0;      //快速定位 0. →P0;

G01 Z40.0 F0.6;       //直线切削, 进给率为 0.6mm/rev, P0→P1;

G00 X10. ;           //直线切削, 进给率按上一单节设定值, P1→P2;

G03 X20. Z35. R5.0;   //逆时针方向圆弧切削 P2→P3, 半径 5mm;

G01 Z25.0;           //P3→P4;

G02 X30.0 Z20.0 R5.0; //顺时针方向圆弧切削 P4→P5, 半径 5mm;

G01 X40.0;           //P5→P6;

G03 X50.0 Z15.0 R5.0; //逆时针方向圆弧切削 P6→P7, 半径 5mm;

G01 Z5.0;            //P7→P8;

G02 X60.0 Z0.0 R5.0;  //顺时针方向圆弧切削 P8→P9, 半径 5mm;

G00 X100.0 ;          //快速退刀, 退离工件;

G00 Z65.0;           //回到原始点;

M09;                //关闭切削液;

M05;                //主轴停止;

M30;                //程序结束;
```

1.4.5 范例 2

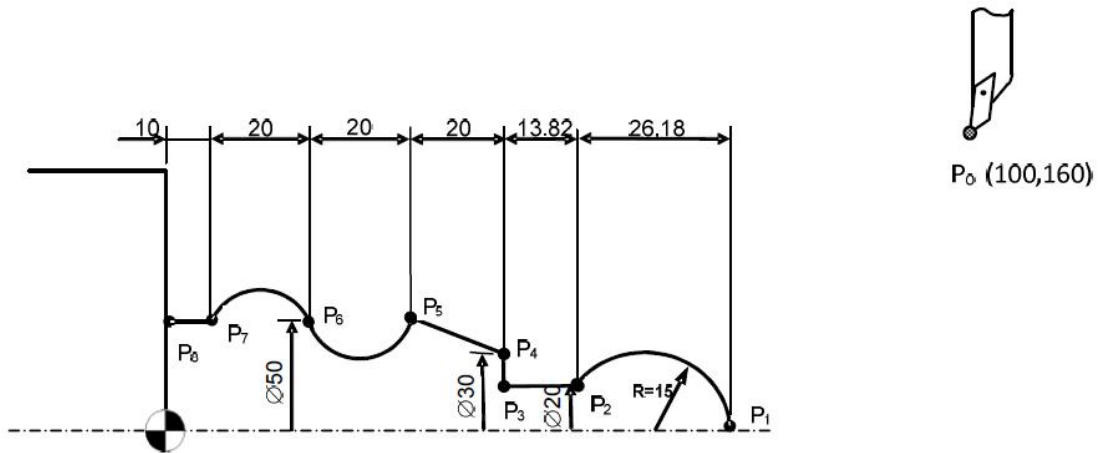


图 1.4-7

直径编程

```

T01;                //使用 1 号刀具;
G99;                //G99 模式
G50 S10000;         //主轴最高转速限制 10000rpm;
M03 S1000;          //主轴启动, 1000rpm;
M08;                //打开切削液;
G00 X0 Z110.5;      //快速定位, 靠近切削起点;
G01 Z110.0 F0.5;     //直线切削, 进给率为 0.5mm/rev;
G03 X20.0 Z83.82 R15.0; //逆时针方向圆弧切削 P1→P2, 半径 15mm;
G01 Z70.0;          //直线切削 P2→P3;
X30.0;              //P3→P4;
X50.0 Z50.0;        //P4→P5;
G02 X50.0 Z30.0 R10.0; //顺时针方向圆弧切削 P5→P6, 半径 10mm;
G03 X50.0 Z10.0 R10.0; //逆时针方向圆弧切削 P6→P7, 半径 10mm;
G01 Z0.0;           //直线切削 P7→P8;
G00 X100.0;         //快速退刀, 退离工件;
Z160.0;             //回到原始点;

```

M09; //关闭切削液;
M05; //主轴停止;
M30; //程序结束;

1.5 椭圆切削 (G02.1/G03.1)

车床数控系统中 G02.1、G03.1 指令为指定刀具在 X-Z 平面上做椭圆弧轨迹切削。

1.5.1 指令格式

G02.1 X(U)___Z(W)___R___P___Q___F___

或

G03.1 X(U)___Z(W)___R___P___Q___F___

G02.1: 指定刀具做顺时针方向椭圆弧切削。

G03.1: 指定刀具做逆时针方向椭圆弧切削。

X(U)、Z(W): 圆弧终点的绝对值坐标 (U、W 为椭圆弧起点到终点的增量坐标)。

R: 椭圆长半轴轴长 (半径指定, 忽略符号, 非模态)。

P: 椭圆短半轴轴长 (半径指定, 忽略符号, 非模态)。

Q: 椭圆长半轴与 Z 轴正向夹角 (0~180°, 无符号, 非模态)。

F: 切削进给率 (模态指令)。

1.5.1.1 椭圆 Z/X 半轴长定义

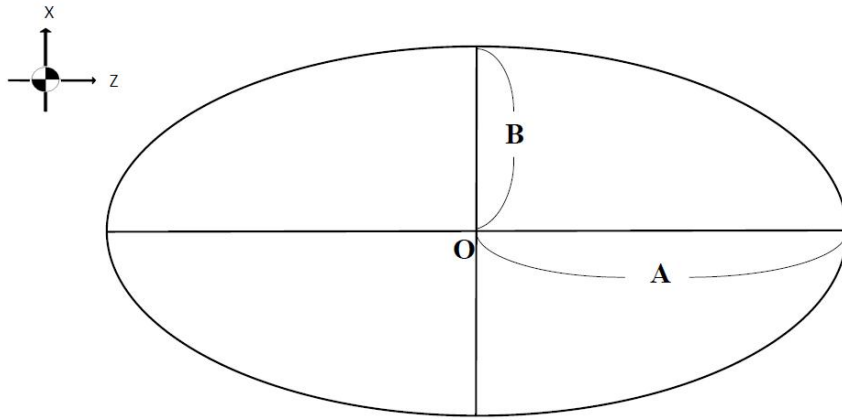


图 1.5-1

R: 范例中 A 与 B 中较长者。

P: 范例中 A 与 B 中较短者。

例如如图所示:

1. 若 $A > B$: R 为 A, P 为 B, Q 为 0° ;
2. 若 $A < B$: R 为 B, P 为 A, Q 为 90° ;

1.5.1.2 G02.1/G03.1 方向确定

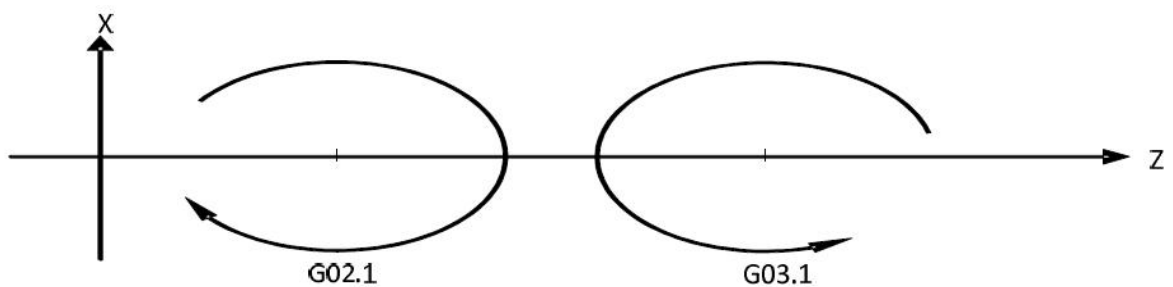


图 1.5-2

G02.1: 为顺时针方向椭圆切削。

G03.1: 为逆时针方向椭圆切削。

1.5.1.3 实际加工之参数指定

1. G02.1 椭圆弧切削

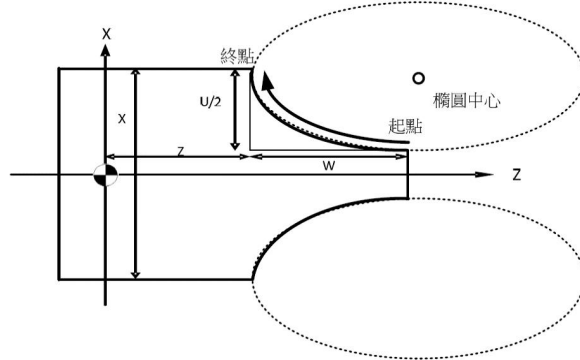


图 1.5-3

G02.1 X(U) __ Z(W) __ R __ P __ Q __ F __

2. G03.1 椭圆弧切削

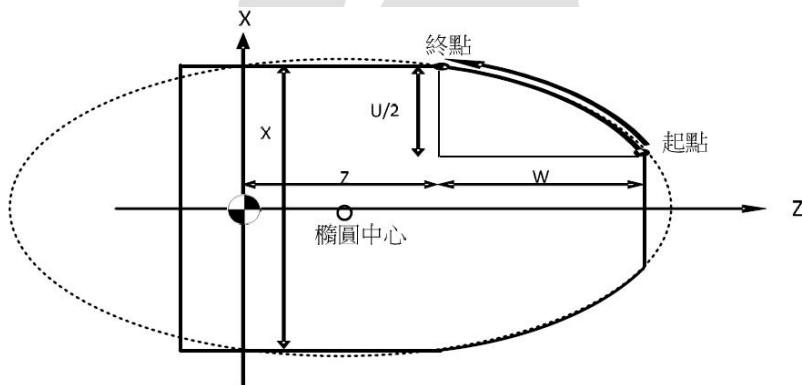


图 1.5-4

G03.1 X(U) __ Z(W) __ R __ P __ Q __ F __

1.5.2 注意事项

1. R、P 为非模态参数，默认为 0，当 R=0 或 P=0 时，报警[102/103-03（椭圆的长轴或短轴半径为 0）]，当 R=P 时作为圆弧（G02/G03）加工。
2. Q 值为非模态，默认为 0。
3. 编程起点与终点重合时，系统报警（102/103-01）。

4. 当编程起点与终点的距离大于 R 时，系统报警（102/103-02）。
5. 此指令只加工小于等于 180° 的椭圆。
6. 进给速率等于 0 时，系统报警（102/103-04）。
7. Q 值需带小数点，Q10. 代表偏转 10° 。
8. Q 值可设定负值，设定负值时做绝对值处理。
9. Q 值可设定超过大于 180° ，当设定大于 180° 时对 Q 值进行 180° 取余换算。

1.5.3 范例

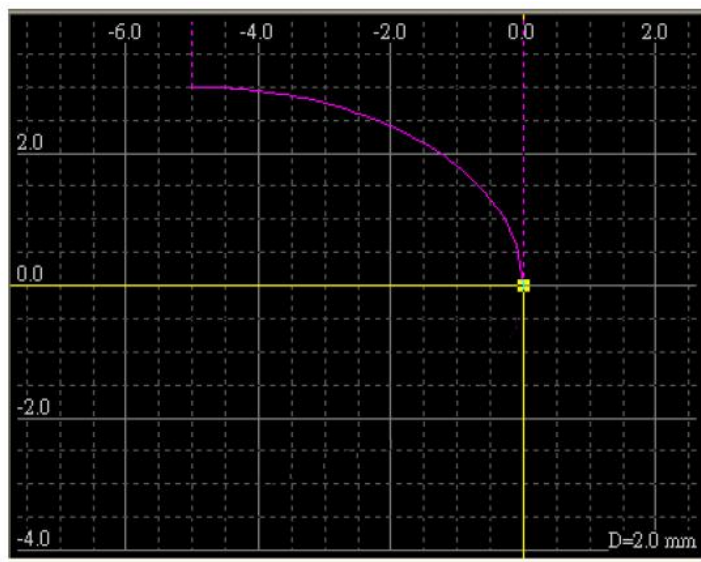


图 1.5-5

● 车削半椭圆（直径编程）

```

G99;                                //G99 模式
G00 X8.;                             //椭圆车削起始点 X 坐标;
Z0;                                  //椭圆车削起始点 Z 坐标;
M03 S1000;                           //启动主轴正转 1000rpm;
G00 X0.;                             //椭圆车削起始点 X 坐标;
G03.1 Z-5. X6. R5. P3. F0.5;        //逆时针椭圆车削;
G00 X8.;                             //定位 X8;

```

M05; //主轴停止;
M30; //程序结束

**FINGER CNC**

1.6 抛物线插补 (G02.2/G03.2)

车床数控系统之 G02.2、G03.2 指令为指定刀具在 X-Z 平面上做抛物线轨迹切削。

1.6.1 指令格式

G02.2 X(U)___Z(W)___P___Q___F___;

G03.2 X(U)___Z(W)___P___Q___F___;

G02.2: 指定刀具做顺时针方向抛物线切削。

G03.2: 指定刀具做逆时针方向抛物线切削。

X(U)、Z(W): 抛物线终点的绝对值坐标 (U、W 为抛物线起点到终点的增量值)。

P: 抛物线焦距。

Q: 抛物线对称轴与 Z 轴正方向的夹角。

F: 切削进给率。

1.6.1.1 抛物线焦距的定义

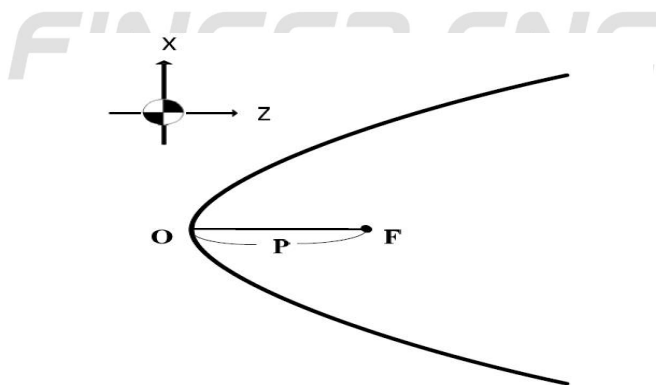


图 1.6-1

抛物线焦距的定义为抛物线顶点O至抛物线焦点F之距离P。

1.6.1.2 G02.2/G03.2 方向决定

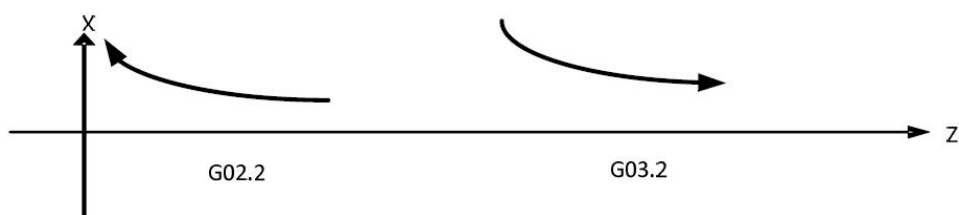


图 1.6-2

G02.2 为顺时针方向抛物线切削。

G03.2 为逆时针方向抛物线切削。

1.6.1.3 实际加工的参数指定

1. G02.2 抛物线切削

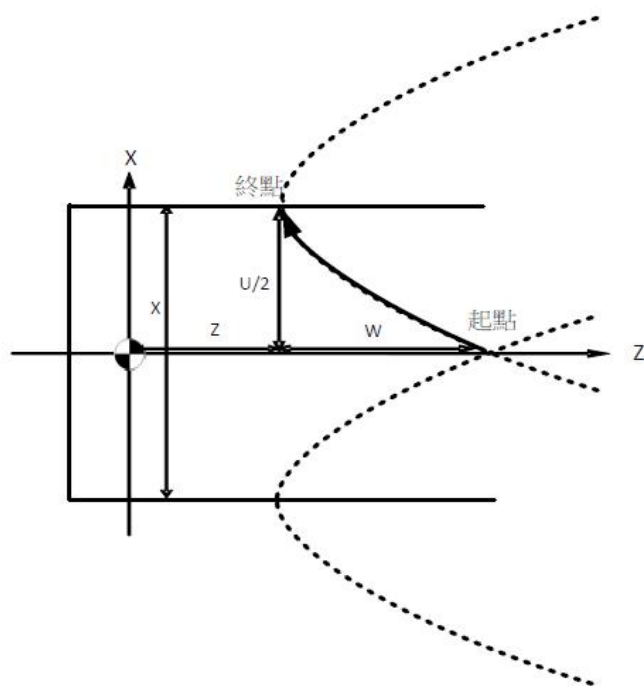


图 1.6-3

G02.2 X(U) __ Z(W) __ P __ Q __ F __

2. G03.2 抛物线切削

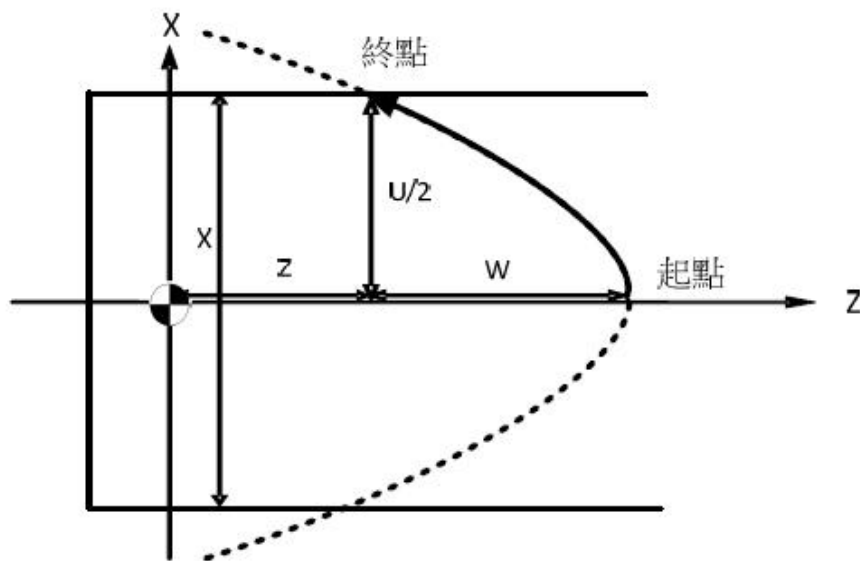


图 1.6-4

G03.2 X(U)___Z(W)___P___Q___F___

3. Q 值说明

Q 值是指在右手笛卡尔直角坐标系中，从平面第三轴正方向俯视当前平面，平面第一轴正方向顺时针（逆时针）方向旋转到与抛物线对称轴重合或平行时所经过的角度，以 G18 平面为例，对于前刀架，角度 α 都是以 Z 轴逆时针方向旋转到抛物线的对称轴所经过的角度，如下图：

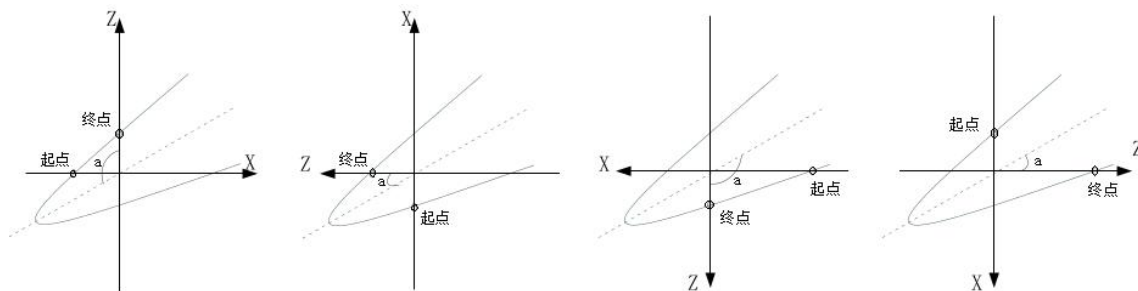


图 1.6-5

1.6.2 注意事项

1. X/Z 均无增量，系统报警（202/203-01）。
2. P 值为 0 或省略 P 时，系统报警（202/203-02）。
3. 起点与终点所构成的直线与抛物线对称轴线平行时，系统报警（202/203-03）。
4. 进给速度为 0 时，系统报警（202/203-04）。

5. P 不受小数点影响, P 值不含符号, 如果设定 P 值为负时则取其绝对值。
6. Q 值可以省略, 如果省略则抛物线中心线与 Z 轴平行或者重合, Q 值不含符号, 受到小数点的影响。
7. Q 值可以输入负值, 当输入负值时取其绝对值。
8. Q 值可设定超过 180° , 当设定超过 180° 时对 180° 取余。

警讯:

202/203-01 X/Z 均无增量。

202/203-02 抛物线 P 值为 0 或省略 P。

202/203-03 抛物线起点与终点所构成的直线与抛物线对称轴向线平行。

202/203-04 抛物线进给速度为 0。

202/203-05 起点与终点不在抛物线上。

1.6.3 范例

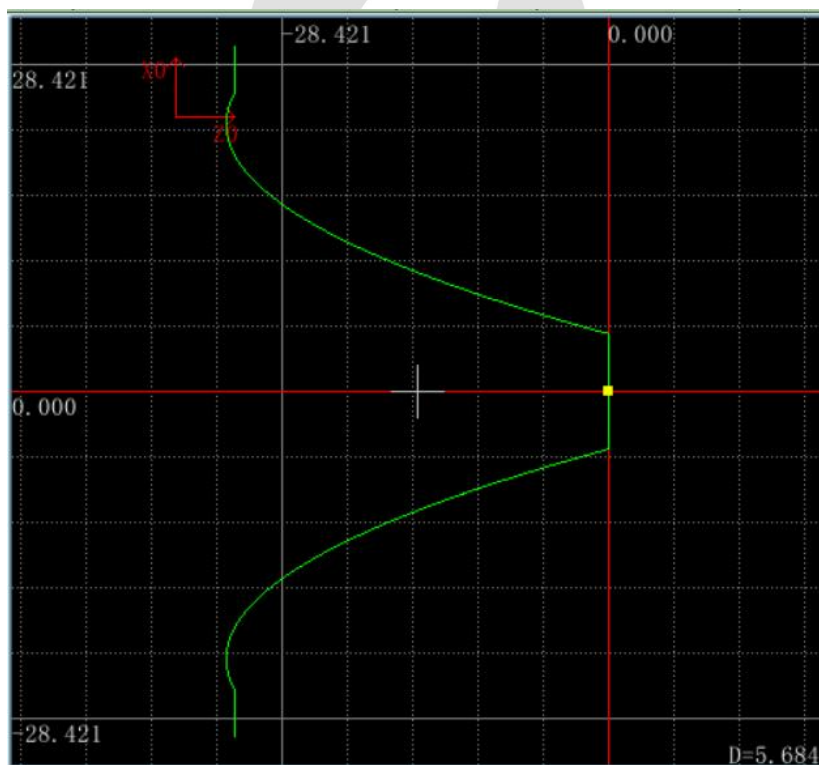


图 1.6-6

车削抛物线（直径编程）

G99; //G99 模式

```

M03 S1000;           //启动主轴正转 1000rpm;
G00 X10.0;           //抛物线车削起始点 X 坐标;
Z0;                  //抛物线车削起始点 Z 坐标;
G02.2 X52.0 Z-32.55 P5. F0.1; //逆时针方向抛物线车削;
G00 X60.0;           //定位到 X60
M05;                 //主轴停止
M30;                 //程式结束

```

1.7 三点圆弧插补 (G02.4/G03.4)

1.7.1 功能及其目的

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

1.7.2 指令格式

```

G02.4/3.4      X1 (U) _ Y1 (V) _ Z1 (W) _ F_
                X2 (U) _ Y2 (V) _ Z2 (W) _

```

X1/Y1/Z1 第一程序段(圆弧中间点，绝对编程)

X2/Y2/Z2 第二程序段(圆弧终点，绝对编程)

U/V/W 起点到中间点或中间点到终点的增量值（增量编程）

F 圆弧切线速率

1.7.3 编程范例

● 范例一

```

G98 ;               // 切换至 G98 模式
G01 X0 Y0 Z0 F500;  //G1 定位，圆弧起点
G02.4 X5. Y5. Z8. F100; //三点圆弧插补，圆弧中间点

```

```

X10. Y10. Z0. ;           //三点圆弧插补，圆弧终点
M30;                       //程序结束

```

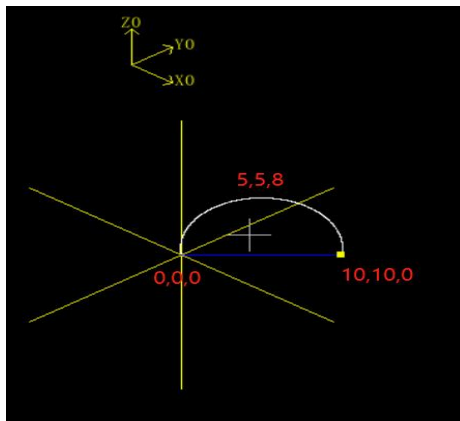


图 1.7-1

● 范例二

```

G98;                       // 切换至 G98 模式
G01 X0 Y0 Z0 F5000;       //G1 定位，圆弧起点
G02.4 X5. Y5. F1000;      //三点圆弧插补，圆弧中间点
Z10;                       //三点圆弧插补，圆弧终点
M30;                       //程序结束

```

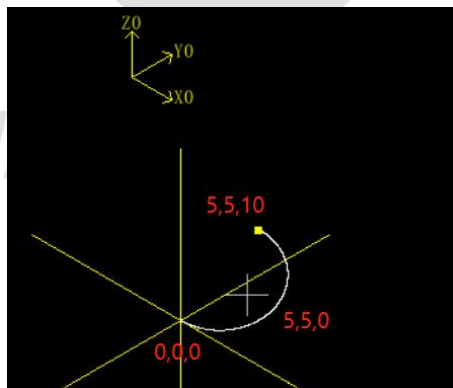


图 1.7-2

1.7.4 注意事项

1. X、Y、Z: 若省略任一轴向指定点坐标，则会跟上一指定点相同值
2. G02.4 命令与 G03.4 命令动作相同，可互相取代，且支持绝对量/增量指令。
3. G02.4/G03.4 的前一个单节终点为此圆弧的起点。

4. 若构成圆弧的三个点位于同一直线上时或是其中有任何两点重合时（例如指定整圆，会造成起终点相同），会以直线插补模式(G01)进行插补，插补路径由起点到中间点，再由中间点到终点。
5. 单节执行时，在一次循环启动时会从圆弧起点移动到圆弧终点，不会停止在圆弧的中间点。
6. 使用此功能时，必须先关闭刀具半径补偿功能，以及不支持 A、C 及 R 等指令，否则会触发 COR-133 警报(G02.4/G03.4 插补模式下不支援此命令)。
7. 在 G02.4/G03.4 插补模式下，不可使用 G53 机械坐标定位；也不可在 G53 机械坐标定位后，下一个单节就接 G02.4/G03.4 指令。以上两种情形都会造成圆弧路径走错。
8. 如果在第一程序段省略 α / β 指令，仅在第二程序段中指定时，从圆弧的起点到中间点时，未指定的 α / β 轴向不移动，而由圆弧中间点往终点移动时， α / β 轴也会移动到指定的位置。
9. 承上，如果在第二程序段省略 α / β 指令，仅在第一程序段中指定时，则在由圆弧起点往中间点移动时， α / β 轴会移动到指定的位置，而从圆弧的中间点到终点时，未指定的 α / β 轴向不移动。

1.8 暂停指令 (G04)

本功能为通过程序指令暂停机械的移动,实现时间等待状态。由此可以延迟下一单节的开始。

1.8.1 指令格式

G04 X/U(P)___

X/U: 暂停时间, 单位: 秒 (X/U 在此代表时间而非位置, 受“是否开启小数”参数的影响)。

P: 暂停时间, 单位: 毫秒 (不受“是否开启小数点省略”参数的影响)。

1.8.2 范例

```
G04 X0.5;           //暂停 0.5 秒;
G04 U1.5;           //暂停 1.5 秒;
G04 P500;           //暂停 0.5 秒;
```

1.9 G06.2 NURBS 曲线插补

1.9.1 功能及其目的

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。

1.9.2 指令格式

G06.2 P_K_X_Y_Z_R_F	
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 (mm/min 或 mm/rev)

1.9.3 编程范例

```
G17;
G0 X0 Y0 Z0 ;
G06.2 P4 X0. Y0. R1. K0 F1000 ;
X1. Y2. R1. K0 ;
X2.5 Y3.5 R1. K0 ;
X4.4 Y4. R1. K0 ;
X6. Y0.5 R1. K1 ;
X8. Y0. R1. K2 ;
X9.5 Y0.5 R1. K3 ;
X11. Y2. R1. K4 ;
X10.5 Y4.5 R1. K5 ;
X8.0 Y6.5 R1. K6 ;
X9.5 Y8. R1. K7 ;
K8;
K8;
K8;
K8;
M30
```

1.10 样条曲线功能（G06.3）

1.10.1 指令格式

G06.3 Q__ E__ D__ α__ β__ 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 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 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)
α / β	样条曲线插补轴终点坐标. (α, β 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:

- ❖ 存储范围: 用户变量 V0~V9999
- ❖ 一个变量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, 当起点和第 1 个控制点不相等时, 起点也作为一个控制点; 当终点和最后 1 个控制点不相等时, 终点也作为一个控制点; 相邻的控制点相同时, 作为一个控制点。
- ❖ 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	Z0 (水平插补轴坐标)	
V1004	X1 (垂直插补轴坐标)	第二个控制点
V1005	Y1 (垂直插补轴坐标)	
V1006	Z1 (水平插补轴坐标)	
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

控制点存放顺序按照其在样条曲线中出现的顺序排列

1. 10. 2 编程范例

#8000=8.660
#8001=10.000
#8002=7.071
#8003=14.142
#8004=5.000
#8005=17.321
#8006=0.

```
#8007=20.000
#8008=-5.000
#8009=17.321
#8010=-7.071
#8011=14.142
#8012=-8.660
#8013=10.000;
G17 X0 Y0;
G0 X0. Y10.;
G06.3 X0. Y-10. Q8000 E8012 F3000;//样条曲线跑半圆（控制点坐标放在变量
#8000~#8012 中）
M30
```

1. 10. 3 说明

错误检查:

Qxxxx 和 Exxxx 检查

起始地址和结束地址必须都为偶数，E（结束地址）和 Q（起始地址）没有大小限定，当 E（结束地址）大于 Q（起始地址）时，样条曲线插补方向由 Q（起始地址）到 E（结束地址）；当 E（结束地址）小于 Q（起始地址）时，样条曲线插补方向由 E（结束地址）到 Q（起始地址）。

- 1) 当 Qxxxx 设定超过存储范围时，报警 306-5
- 2) 当 Qxxxx/Exxxx 设定为奇数时，报警 306-1
- 3) 当 Exxxx 设定超过存储范围时，报警 306-6

1. 11 G06. 4 空间样条曲线功能

1. 11. 1 指令格式

G06. 4 Q__ E__ D__ α__ β__ 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)
α / β	样条曲线插补轴终点坐标. (α, β 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:

- ❖ 存储范围: 用户变量 V0~V9999
- ❖ 一个变量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 3333 组控制点。一条 G06.4 指令最多可指定 3333 个控制点, 当起点和第 1 个控制点不相等时, 起点也作为一个控制点; 当终点和最后 1 个控制点不相等时, 终点也作为一个控制点; 相邻的控制点相同时, 作为一个控制点。
- ❖ 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	Z0 (水平插补轴坐标)	
V1004	X1 (垂直插补轴坐标)	第二个控制点
V1005	Y1 (垂直插补轴坐标)	
V1006	Z1 (水平插补轴坐标)	
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

控制点存放顺序按照其在样条曲线中出现的顺序排列

1.11.2 相关参数

#M11	特殊曲线 (抛物线, 样条曲线) 精度设定 (输出两点间最短距离)
#M12	特殊曲线 (抛物线, 样条曲线) 精度设定 (基准轴增量值)

1. 11. 3 编程范例

实现按照同一样条曲线轨迹来回车削动作

实际执行：程序中 N10 和 N20 执行的轨迹相同，但插补的方向不同；当程序执行 N10 单节时：程序由起点（X10，Y10，Z5）按照指定的样条曲线控制点拟合轨迹跑到终点（X5，Y10，Z0）；当程序执行 N20 时：程序由起点（X5，Y10，Z0）按照指定的样条曲线控制点拟合轨迹跑到终点（X10，Y10，Z5）。

注：

- 1) 当设定控制点为增量模式指定时（D1）则不能实现来回车削动作
- 2) 当设定的第一个控制点与起始点重合或最后一个控制点与终点重合时，算作 1 个控制点系统不报警。

#V1000=10.

#V1001=10.

#V1002=5.

#V1003=5.

#V1004=10.

#V1005=10.

#V1006=0.

#V1007=5.

#V1008=10.

#V1009=0.

#V1010=5.

#V1011=0.

#V1012=5.

#V1013=10.

#V1014=0.

G98

G0 X10. Y10. Z5.

N10 G06.4 X5. Y10. Z0 Q1000 E1012 F1000

N20 G06.4 X10. Y10. Z5. Q1012 E1000 F1000

M30

1.11.4 说明

错误检查:

1. Qxxxx 和 Exxxx 检查

E (结束地址) 和 Q (起始地址) 没有大小限定, 当 E (结束地址) 大于 Q (起始地址) 时, 样条曲线插补方向由 Q (起始地址) 到 E (结束地址); 当 E (结束地址) 小于 Q (起始地址) 时, 样条曲线插补方向由 E (结束地址) 到 Q (起始地址)。

- 1) 当 Qxxxx 设定超过存储范围时, 报警 406-5;
- 2) 当 Exxxx 设定超过存储范围时, 报警 406-6。

2. 曲线控制点错误

- 1) 当控制点大于 3333 时报警;
- 2) 指定控制点数量需不小于 3。

注: 起始点和第一个控制点如果不一样, 相当于起始点和第一个控制点都是控制点即两个控制点; 结束点和最后一个控制点如果不一样, 也相当于结束点和最后一个控制点都是控制点, 即两个控制点; 连续的两个控制点相同算一个控制点。

3. 报警规划

已规划警讯:

- 406-2、样条曲线点数小于 3
- 406-5、样条曲线第一个控制点地址错误 (超过用户变数范围)
- 406-6、样条曲线最后一个控制点地址错误 (超过用户变数范围)
- 406-7、样条插值失败, 错误原因: 数据点总长度为 0
- 406-8、曲线参数错误, 无法分割, 错误原因: 该样条不能求导

1.12 G07.1 圆柱插补

1.12.1 功能及目的

圆柱插补将圆柱侧面的形状展开为平面, 以展开后的形状作为平面坐标发出程序指令, 则在进行机床加工时, 转换为圆柱坐标的直线轴与旋转轴的移动, 进行轮廓控制。

1.12.2 指令格式

G07.1 IP r; 圆柱插补模式开启/取消

r : 圆柱指定半径值

C≠0; 圆柱插补模式开启

C=0 ; 圆柱插补模式取消

1.12.3 详细说明

1.12.3.1 指令应用

1. 圆柱插补模式从开始到取消的区间内的坐标指令为圆柱坐标系;
2. G7.1C 圆柱半径值; 圆柱插补模式开启;
3.; 此区间的坐标指令为圆柱坐标系;
4. G7.1C0; 圆柱插补模式取消;
5. 单独程序段指定 G07.1 指令, 不能与其他 G 代码在相同程式段指定, 否则报警;
6. 通过角度创建旋转轴;
7. 使用 G07.1 指令时, 需指定平面选择指令, 可指定在 G07.1 之前或之后, 但需在移动指令之前;
8. 坐标指令可以为增量指令或者绝对指令;
9. 在圆柱插补模式中可以指定刀具半径补偿功能;
10. 圆弧随着圆柱半径变小, 精度会降低, 但不会累积误差。

1.12.3.2 平面指定

通过参数 (1884)、参数 (1885)、参数 (1886) 等设定旋转轴的平行轴

通过平面选择指令设定执行圆柱插补的轴

1. 旋转轴与 X 轴平行, 则平面指令为 G17Y0C0、G18C0Z0
2. 旋转轴与 Y 轴平行, 则平面指令为 G17C0X0、G19Z0C0
3. 旋转轴与 Z 轴平行, 则平面指令为 G18X0C0、G19C0Y0

1.12.3.3 速度处理

圆柱插补模式中的 F 指令根据之前的每分钟进给（G98）、每转进给指令（G99）的模式，决定是否使用之前的 F 指令

1. G07.1 指令前为 G98 模式

- 1) 在圆柱插补中未指定 F 指令时，继续使用之前 F 指令的进给速度，如果有指定则使用指定的 F 指令；
- 2) 在圆柱插补取消后，进给速度恢复为圆柱插补模式开始前或在圆柱插补中最后设定的 F 指令的进给速度。

2. G07.1 指令前为 G99 模式

- 1) 在圆柱插补中无法使用前面的 F 指令的进给速度，因此必须重新指定 F 指令；
- 2) 在圆柱插补取消后，进给速度恢复为圆柱插补模式开始前的 F 指令指定的进给速度。

1.12.3.4 功能搭配

1. 在圆柱插补模式中，可以执行圆弧插补，但圆弧插补只能 R 值指定，不能由 I、J、K 指令指定；
2. 在圆柱插补模式中，可执行刀尖半径补偿。但该刀尖半径补偿只能在圆柱插补模式中执行启动、取消。且不能在刀尖半径补偿指令中指定 G07.1 指令，否则报错；
3. 在恒速控制模式中不能指定 G07.1 指令，否则报错；
4. T 码需在 G07.1 指令之前指定，如在圆柱插补中指定时报错。

1.12.3.5 注意事项

1. 通电重启、复位取消圆柱插补模式；
2. 取消圆柱插补模式时，需要取消刀尖半径补偿；
3. 圆柱插补模式取消后，平面返回到圆柱插补指令前的平面；
4. 不能在圆柱插补模式中使用程式再启动功能；
5. 不能在圆柱插补模式中指定圆柱插补、极坐标，否则报错；
6. 在圆柱插补指令中不能使用每转进给攻丝，可以使用每分钟进给攻丝。

1.12.4 程序范例

```
N01 G28;           // 返回参考点
N02 T0202;         // 调用 2 号刀
N03 G97 M63 S100;  //取消固定转速、第二主轴给 100 转
N04 G00 X50. Z0.;  //快速定位
N05 G98 G01 X40. F100.; //切换至 G98 模式、快速定位
N06 G19 C0 Z0;     //指定 YZ 平面、C 轴和 Z 轴 G01 定位
N07 G07.1 C20.;    //圆柱插补
N08 G41;           //开启刀尖半径补偿指令
N09 G01 Z-10. C80. F150.; //G01 定位
N10 Z-25. C90.;    //G01 定位
N11 Z-80. C225.;   //G01 定位
N12 G03 Z75. C270. R55.; //圆弧指令
N13 G01 C360.;     //G01 定位
N14 G40;           //取消刀尖补偿
N15 G07.1 C0;      //圆柱插补
N16 G01 X50.;      //G01 定位
N17 G0 X100. Z100.; //快速定位
N18 M65;           //第二主轴停止
N19 M30;           //程序结束
```

1.13 G07.7/7.8 实时补偿

1.13.1 功能及其目的

此指令的运用是在前加模式下，通过此指令进行某些运动单节实时补偿。

1.13.2 指令格式

G07.7 或者 G07.8 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_ X1=_.....A6=_ P_

X/Y/Z/A/B/C/X1 /A6	补偿的轴向设定
P	P0: 补偿后一直生效 P1: G07.7/G07.8 的下一个运动单节会生效, 后续单节会扣除已经补偿的增量值
<p>G7.7: 根据原有的运动增量与补偿值计算得出最终运动距离, 速度恒定, 效率低。如果补偿量很大, 速度不变, 时间变长。</p> <p>G7.8: 在原有的运动节拍中增加补偿运动, 加减速时间恒定, 效率高。如果补偿量是原有的运动增量的 N 倍, 速度将会提升 N 倍, 加速度过大可能会导致电机爆冲。</p>	

1.13.3 编程范例

1. 基础使用

1) X/Y/Z.. 坐标值指定 (#M36 BIT00=0)

```
G13.9 P9510 A0 B0 Q2;      //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X1. Y1. P1 ;         //X 补偿 1., Y 补偿 1.
G01 X150. Y100. F5000;      //补偿生效 (151.000, 101.000)
G01 X250. Y120. F5000;      //扣回补偿 (250.000, 120.000)
M30;                        //程序结束
```

2) X/Y/Z.. 变数地址指定 (#M36 BIT00=1)

```
G13.9 P9510 A0 B0 Q2;      //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X#U10 Y#U10 P1 ;     //使用#U10 的值对 X、Y 轴进行补偿
G01 X150. Y100. F5000 ;     //补偿生效 (150.000+#U10 的值, 101.000+#U10 的值)
G01 X250. Y120. F5000;      //扣回补偿 (250.000, 120.000)
M30;                        //程序结束
```

2. M、T、S 码、G04、G11、G12、G10、G13.9 (标准常用模式)

```
G13.9 P9510 A0 B0 Q2;      //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X1. Y1. P1 ;         //X 补偿 1., Y 补偿 1.
G04 P100;                  //暂停 100ms
G10 L981 D9510 A0 ;        //将#U9510 变量值赋值为 0
```

```
G11 P11 ;           //输出软体 0 点 11
G01 X150. Y100. F5000; //补偿生效 (151.000,101.000)
G01 X250. Y120. F5000; //扣回补偿 (250.000,120.000)
M30;                //程式结束
```

3. 综合补偿

```
G13.9 P9510 A0 B0 Q2; //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X1. Y1. P1 ;    //X 补偿 1., Y 补偿 1.
G04 P100;             //暂停 100ms
G10 L981 D9510 A0 ;   //将#U9510 变量值赋值为 0
G11 P11 ;             //输出软体 0 点 11
G01 X150. Y100. F5000; //补偿生效 (151.000,101.000)
G07.7 X10. Y10. P1;   //实时补偿 X 轴 10、Y 轴 10
G01 X250. Y120. F5000; //综合补偿结果 (260.000,130.000)
G01 X200. Y100. F5000; //扣回综合补偿 (200.000,100.000)
M30;                  //程式结束
```

4. 单轴补偿

```
G13.9 P9510 A0 B0 Q2; //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X1. Y1. P1 ;    //X 补偿 1., Y 补偿 1.
G04 P100;             //暂停 100ms
G10 L981 D9510 A0;    //将#U9510 变量值赋值为 0
G11 P11 ;             //输出软体 0 点 11
G01 X150. F5000;       //X 轴补偿生效 X=151.
G01 X200. Y100. F5000; //X 轴扣回 (200.000,100.000)
M30
```

5. 合成矢量增量为 0 补偿

```
G13.9 P9510 A0 B0 Q2; //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X1. Y1. P1 ;    //实时补偿: X 补偿 1., Y 补偿 1.
G04 P100;             //暂停 100ms
G10 L981 D9510 A0 ;   //将#U9510 变量值赋值为 0
G11 P11 ;             //输出软体 0 点 11
```

```

G01 X150. Y100. F5000; //补偿生效 (151.000,101.000)
G07.7 X10. Y10. P1; //X 补偿 10., Y 补偿 10.
G01 X150. Y100. F5000; //综合补偿结果 (160.000,110.000)
G01 X200. Y100. F5000; //扣回综合补偿 (200.000,100.000)
M30; //程式结束

```

6. 单轴增量为 0 补偿和扣回

1)

```

G13.9 P9510 A0 B0 Q2; //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X1. Y1. P1; //X 补偿 1., Y 补偿 1.
G04 P100; //暂停 100ms
G10 L981 D9510 A0 ; //将#U9510 变量值赋值为 0
G11 P11 ; //输出软体 0 点 11
G01 X150. Y100. F5000; //补偿生效 (151.000,101.000)
G07.7 X10. Y10. P1; //实时补偿: X 补偿 10., Y 补偿 10.
G01 X150. Y150. F5000; //综合补偿结果 (160.000,160.000)
G01 X150. F5000 ; //此单节 X 轴增量为 0, 也要扣回 X 补偿 X=150.
G01 Y100. F5000 ; //扣回 Y 补偿 Y=100.
M30; //程式结束

```

2)

```

G13.9 P9510 A0 B0 Q2; //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X1. Y1. P1; //X 补偿 1., Y 补偿 1.
G04 P100; //暂停 100ms
G10 L981 D9510 A0; //将#U9510 变量值赋值为 0
G11 P11 ; //输出软体 0 点 11
G01 X150. Y100. F5000; //补偿生效 (151.000,101.000)
G07.7 Y10. P1; //实时补偿 Y 补偿 1.
G01 X150. Y100. F5000; //综合补偿结果 (X 在此扣回 150.000,Y 为新的补偿
                        110.000)
G01 X200. F5000 ; //扣回 X 补偿 X=200.
G01 Y100. F5000 ; //扣回 Y 补偿 Y=100.
M30; //程式结束

```

7. 防预抓

```
G13.9 P9510 A0 B0 Q2;    //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X1. Y1. P1;        //实时补偿: X 补偿 1., Y 补偿 1.
G04 P100;                //暂停 100ms
G10 L981 D9510 A0;        //将#U9510 变量值赋值为 0
G11 P11 ;                //输出软体 0 点 11
G65 L50;;                //防预抓
G01 X150. Y100. F5000;    //补偿有效 (151.000, 101.000)
G07.7 X10. Y10. P1;       //实时补偿 X 补偿 10., Y 补偿 10.
G01 X150. Y150. F5000;    //补偿结果 (160.000, 160.000)
G01 X200. F5000;;         //扣回 X 补偿 X=200.
G01 Y100. F5000;;;        //扣回 Y 补偿 Y=100.
M30;                      //程式结束
```

8. G08 或 G31

```
G08 ;                    //当循环回来时, 补偿未扣回值取消
G01 X50. Y50. F5000 ;    //定位 X、Y 轴 (50.000, 50.000)
G13.9 P9510 A0 B0 Q2;    //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X10. Y10. P1;      //实时补偿: X 补偿 1., Y 补偿 1.
G04 P100;                //暂停 100ms
G10 L981 D9510 A0;        //将#U9510 变量值赋值为 0
G11 P11 ;                //输出软体 0 点 11
G01 X150. Y100. F5000;    //补偿有效 (160.000, 110.000)
M30;                      //程式结束
```

9. 存在其它运动轴向时的处理

```
G01 X50. Y50. F5000 ;    //定位 X、Y 轴
G13.9 P9510 A0 B0 Q2;    //等待#U9510 的 bit0 为 ON, 才执行下一行
G07.7 X1. Y1. P1 ;       //实时补偿: X 补偿 1., Y 补偿 1.
G01 Z150. F5000;         //补偿无效
G07.7 X1. Y1. P1;        //实时补偿: X 补偿 1., Y 补偿 1.
G01 X50. Z150. F5000;     //即使 X 轴增量为 0, X 轴补偿有效, Y 补偿无效 (51.000 ,
```

```
50.000)  
M30;                //程式结束
```

1.13.4 说明

1. 只针对于前加模式有效。
2. 只针对于 G00 或 G01、G28、G30 有效。
3. 补偿运动单节和扣回运动单节调节倍率不生效。
4. G08 指令清除补偿值，取消补偿指令，后面的运动指令按照指令位置运动。
5. G31 防预抓指令清除补偿值，取消补偿指令，运动指令按照指令位置运动。
6. G65 L50 指令清除补偿值，取消补偿指令，后面的运动指令按照指令位置运动。
7. G13.9 跳转异常子程序，取消补偿指令，程序重新预解，清除原有补偿值，重新计算。
8. M99 跳转新的主程序，程序继续预解，补偿值不清除继续有效。
9. G13.9 Q2 表示等待 G13.9 的条件满足，实时补偿值才开始有效预解。
10. G07.7 下一单节为 M、T、S 码、G04、G11、G12、G10、G13.9（非异常跳转和 Q2 防实时补偿预抓）等指令时，G07.7 指令有效。
11. G07.7 在下面第一条 G00、G01、G28、G30 单节指令生效，如果该指令存在补偿的轴向，则轴向的补偿值生效（无论该轴向指令是否存在增量运动），P1 决定补偿进去，后面是否需要扣回。如果该指令不存在补偿的轴向，则该轴向的实时补偿不生效，后面指令取消生效（不再处理该 G07.7 指令）。

12. 如果已经补偿生效，未扣回时，存在新的补偿指令，则新的有效补偿为新的补偿减去需要扣回的值。新的补偿指令后接的第一条 G00、G01、G28、G30 指令中只要包含需要补偿的轴向，则对应轴向的补偿值生效（无论该轴向指令是否存在增量运动），不包含的轴向补偿不生效，后面指令取消生效（不再处理该 G07.7 指令）。
13. G7.7/7.8 指令的补偿值不允许超过 1000mm，超过系统报警讯 1001-70701/1001-807。

1.14 G07.9 角度追随功能

1.14.1 指令说明

此指令目的是为了保证旋转轴上的刀具与加工轨迹的呈一定角度追随运动

相关参数：#M1879~#M1889



FINGER CNC

1. 14. 2 指令格式

G07.9 IPxx Qxx P1 Dxx Fxx 开启角度追随
G07.9 P0 关闭角度追随

IPxx	追随轴角度控制（逆时针为正：C90；顺时针为负：C-90.）
Qxx	刀具长度
P1	开启角度追随，P0 为关闭
Dxx	定位到单节起始角度时使用的 G 码. 范围 0~1 （0 或不填时，定位到单节起始角度时使用 G00，1=定位到单节起始角度时使用 G01
Fxx	D1 时使用的 F 值

1. 14. 3 编程范例

● 范例 1

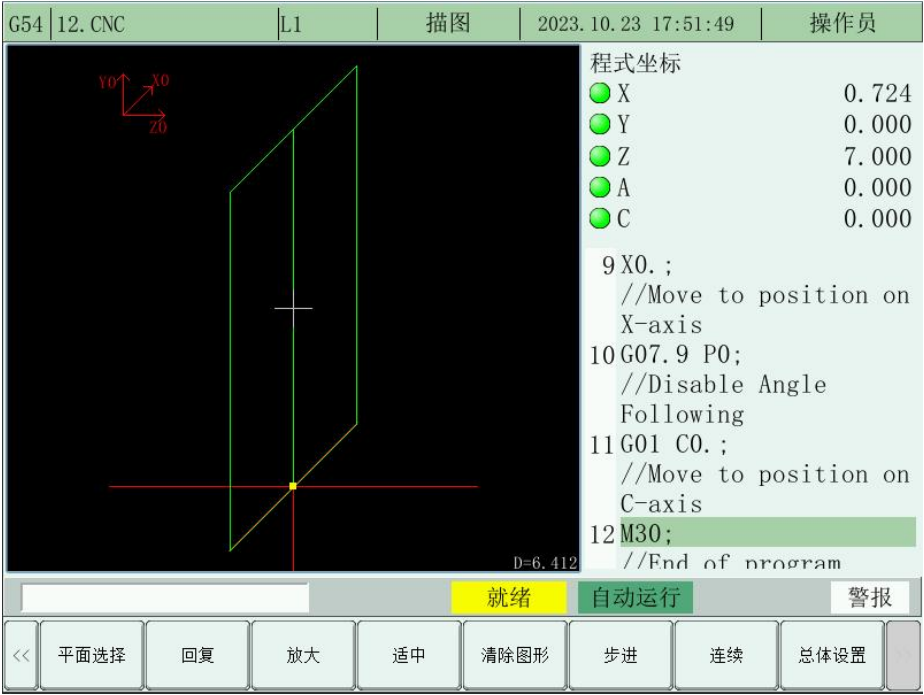


图 1. 14. 1

直径编程

```
G17; //指定 XY 平面
M50; //第一主轴切换至位置模式
G0 X0 Y0 Z0 C0; //快速定位 X、Y、Z 轴
G1 Y100 F10000; //G01 定位 Y 轴
G07.9 C-90. Q0. D1 P1 F10000; //开启角度追随,角度追随轴为 C 轴, 追随角度为-90
//度, 刀具长度为 10.

G01 Y100.; //G01 定位 Y 轴
X100. ; //X 轴定位
Y0.;; //Y 轴定位
X0. ; //X 轴定位
G07.9 P0; //关闭角度追随
G01 C0. ; //C 轴定位
M30; //程式结束
```

● 范例 2

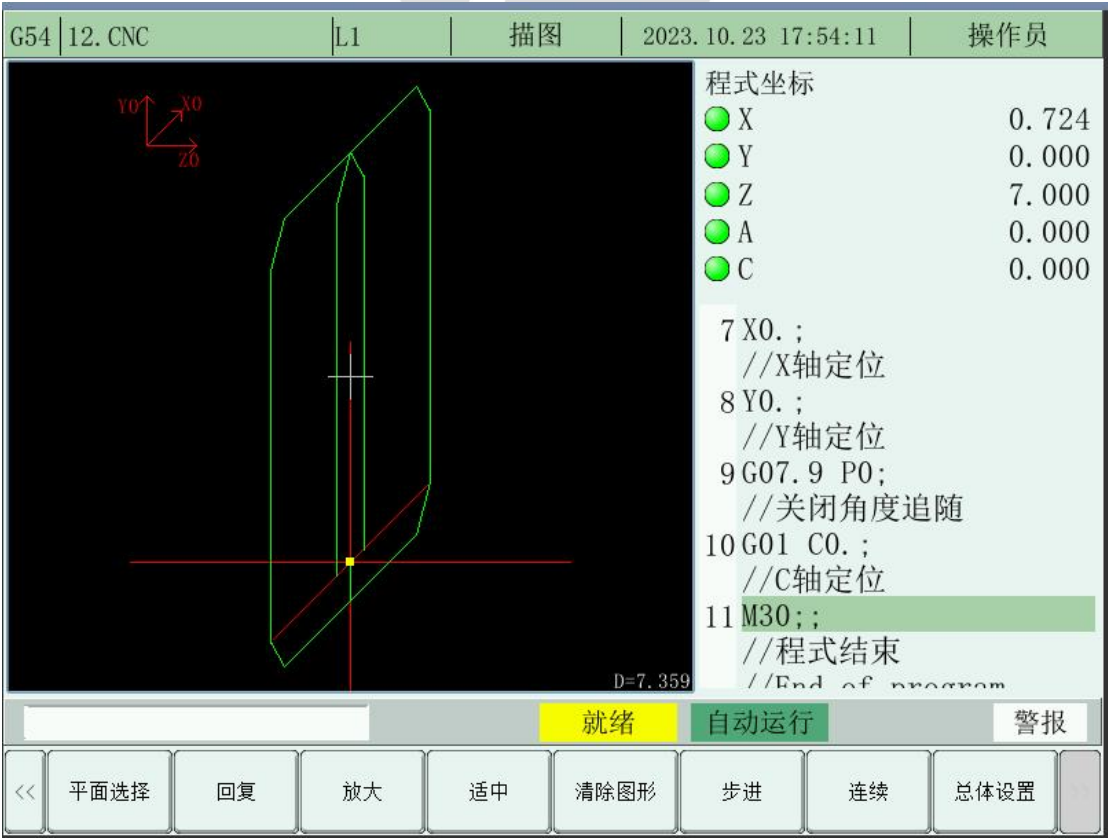


图 1.14.2

直径编程

G17;

M50;

G0 X0 Y0 Z0 C0;

G07.9 C-90. Q10.P1 ;

G01 X100. ;

Y100. ;

X0. ;

Y0. ;

G07.9 P0;

G01 C0. ;

M30;;

//指定 XY 平面

//第一主轴切换至位置模式

//快速定位 X、Y、Z 轴

//开启角度追随,角度追随轴为 C 轴, 追随角度为 -90 度, 刀具长度为 10.

//G01 定位 X 轴

//Y 轴定位

//X 轴定位

//Y 轴定位

//关闭角度追随

//C 轴定位

//程式结束

● 范例

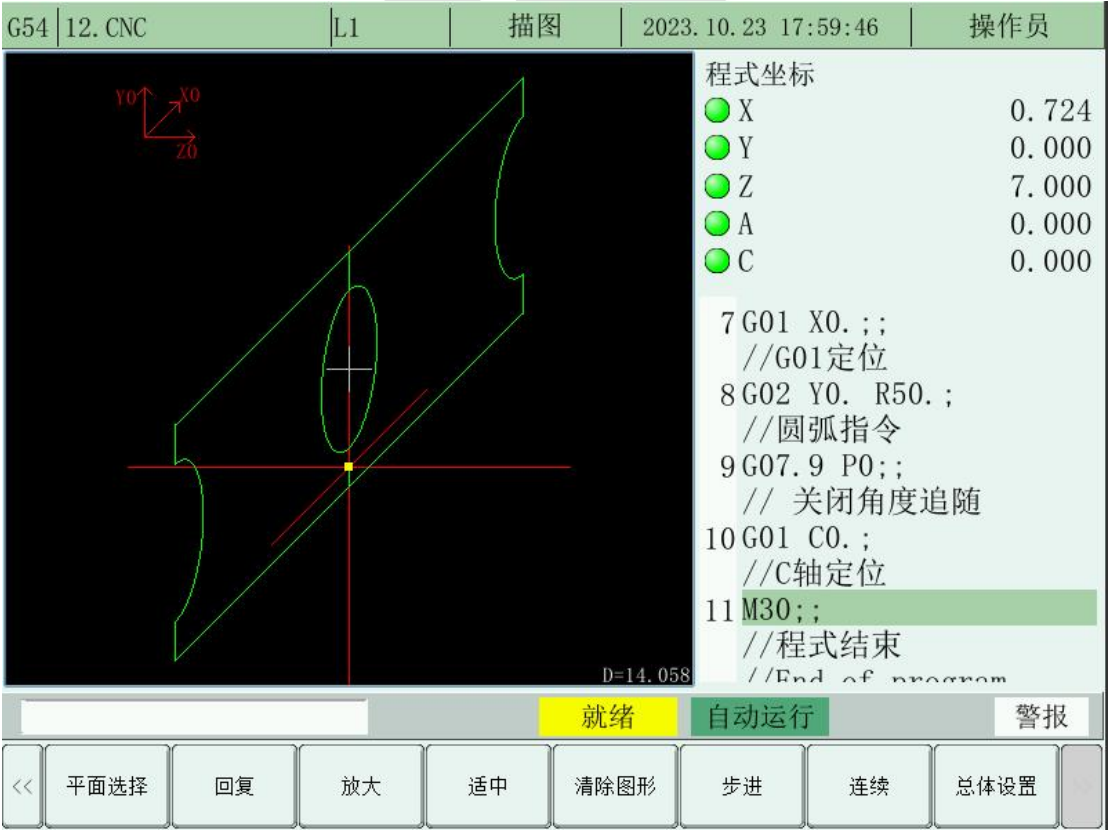


图 1. 14. 3

直径编程

```
G17 ;                //指定 XY 平面
M50;                 //第一主轴切换至位置模式
G0 X0 Y0 Z0 C0;      //快速定位 X、Y、Z 轴
G07.9 C-90. Q10.P1 ; //开启角度追随,角度追随轴为 C 轴,追随
                        角度为-90 度,刀具长度为 10.

G01 X500. ;          //G01 定位 X 轴
G02 Y100. R50. ;;    //圆弧指令
G01 X0. ;;           //G01 定位
G02 Y0. R50. ;       //圆弧指令
G07.9 P0;;           // 关闭角度追随
G01 C0. ;            //C 轴定位
M30;;                //程式结束
```

1. 15 G09/G61（精准定位功能）

1. 15.1 功能及其目的

1. 当刀具的进给速度急剧变化时,为了缓和机械碰撞。
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一个程序段前,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。
5. 检查完回授后延时执行。

1. 15.2 G09 指令格式

```
G09 G01(G02 G03)
或者 G09 X__Y__Z__ Q1 Pxx.
```

1. 15.3 指令格式

G61-----开启精准定位模式。

G62-----关闭精准定位模式。

1. 15.4 特别注意

1. 使用 G09 X_ Y_ Z_时。
2. 不会改变模态 G 码。
3. 精准定位在带有 G09 指令中或者在 G61 模态下生效。
4. Q1 为 G09 检查回授，当前行有效 。
5. #S10124 BIT04=1 时（默认开启，不需手动设置），G00 固定检查回授（如果不需要可以把 G00 的定位误差设置大），并且跟着 G09 的运动指令检查回授。
6. Pxx 为精准定位等待时间设定（使用反馈作为定位完成信号），在等待时间到达后，反馈不到位，则系统会报定位误差过大警讯。（相应的#S10167 会 ON，Pxx 的优先级高于 #M4720.）

1. 15.5 范例

```
G99;                      //G99 模式
M3 S500 ;                  //主轴转给 500 转
G01 X50.Z 50 ;             //G01 定位
G01 X75. ;                 //G01 定位
G09 X100.F2.0;             //此时相当于 G09 G01 X100. ;
Z100. ;                   //G01 定位
G83 X400. Z400.F3. ;       //钻孔循环
G09 X500. Z500. ;          //钻孔循环(此时相当于 G09 G83 X500. Z500;)
G00 X600.Z600. ;           //G0 定位
M3 S500;                   //G0 定位
G92 X700.Z700.F2. ;       //G92 螺纹切削循环
X800. ;                    //第一次循环
X900. ;                    //第二次循环
```

```
G09 X1000. ;           //第三次循环（此时相当于 G09 G92 X1000 Z700. F2;）  
G0 X0. ;               //G0 定位  
Z0. ;                 //G0 定位  
M30;                  //程序结束
```

**FINGER CNC**

1.16 G10.9 直径/半径编程 动态切换

1.16.1 功能及其目的

直径/半径编程 动态切换。

1.16.2 指令格式

G10.9 X__ Y__ Z__	
X, Y, Z	指定特定轴使用直径/半径编程方式 0=半径 1=直径

1.16.3 说明

1. 重置 (reset) 时恢复到参数 (MCM508~509) 设定。
2. 程式启动时, 是否要恢复到参数 (MCM508~509) 设定的直半径编程由参数 MCM07 BIT03 决定。
3. 当轴向从直径编程变为半径编程后, 移动量会变为原来的 2 倍, 请注意单节移动量是否正确, 避免刀具干涉和撞机。
4. 系统执行到 G10.9 指令时, 会先暂时取消刀补, 在下一个移到单节再次恢复刀补。
5. G10.9 指令只对线性轴有效。
6. 极坐标模式/RTCP/TWPC/旋转模式及比例缩放模式下都不能使用 G10.9 指令, 否则会报警讯。

1.16.4 编程范例

当前为车床模式, X 轴是直径编程

```
G98;;
G01 X0 F5000;
G01 X-50. F5000; // 程式坐标为-50, 机械坐标为-50, 回授为-25
G04 X2. ;
G10.9 X0;      // X 轴转为半径编程, 程式坐标为-25, 机械坐标为-25, 回授为-25
G04 X2.
G01 X-100. F5000; // 程式坐标为-100, 机械坐标为-100, 回授为-100
M30
```

1. 17 G11 输出点控制

1. 17. 1 功能及其目的

指定 OUPUT 点控制。

1. 17. 2 指令格式

G11 P___ Q___	
P	<ul style="list-style-type: none">指定 OUPUT 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 清除 当 P 值>10000 时, G11 指令输出的 0 点 reset 不清除
Q	<ul style="list-style-type: none">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

1. 17. 3 编程范例

当前为双通道系统

1、G11 P10 Q3; 通道 1 和通道 2 的 O10 都输出 ON 且 reset 时 O10 OFF
G11 P-10 Q3; 通道 1 和通道 2 的 O10 都输出 OFF 且 reset 时 O10 OFF

2、G11 P10010 Q3; 通道 1 和通道 2 的 O10 都输出 ON 且 reset 时 O10 状态不变
G11 P-10010 Q3; 通道 1 和通道 2 的 O10 都输出 OFF 且 reset 时 O10 状态不变

**FINGER CNC**

1. 18 G12 输入点控制

1. 18. 1 功能及其目的

等待 I 点信号满足后开始执行下一单节。（等待的 i 点为软体 i 点）

1. 18. 2 指令格式

G12 P___ L___ B___ A___ Q___	
P	<ul style="list-style-type: none"> 指定 IUPUT 点（范围 1~2048）： <p>正值表示当指定 I 点状态 ON 时, 执行下一单节, 负值表示当指定 I 点状态 OFF 时, 执行下一单节。</p> <p>注: G12 P0 和 G12P-0 不可用</p>
L	<ul style="list-style-type: none"> 当 L 字母有数值时 <p>L=1 数值为正值抓到指定 I 点上升沿时, 执行下一单节</p> <p>L=-1 数值为负值抓到指定 I 点下降沿时, 执行下一单节</p>
B	检测时间, 到了检测时间会报警, 单位: s 秒.
A	<ul style="list-style-type: none"> 当指令中有指定字母 A 时, 为等待多个 I 点信号（最多等待 32 个 I 点信号）。 <p>P 为等待 I 点信号的起始值, A 为从 P 开始往后 32 个 I 点中要等待的 I 点的 bit 设定</p> <p>例如: G12 P15 A101</p> <p>101 的二进制值为 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0110 0101</p> <p>则检查 I15 I17 I20 I21 这 4 个 I 点信号都有 ON 过至少一个插补周期, 才执行下一单节; 当等待时间到达时, 这 4 个 I 点信号未满足条件, 则送出 SYS10166=15, S72=1</p>
Q	<ul style="list-style-type: none"> 信号持续时间, 单位 ms。 <p>即 I 点信号持续此设定时间才认为是正确的, 否则认为是干扰。当检查上升沿或下降沿时无效</p>

1.18.3 编程范例

```
G0 X0
G12 P1;           //指定输入信号软件 I1 时，执行下个单节。
G01 U100.;
M30
```

1.19 启动/取消极坐标插补 (G12.1/G13.1)

极坐标是一种轮廓控制，它把笛卡尔坐标系内的编程指令转换为直线轴的移动（刀具移动）和旋转轴的移动（工件旋转）。其主要应用于车削中的正面切口加工和凸轮轴的磨削。

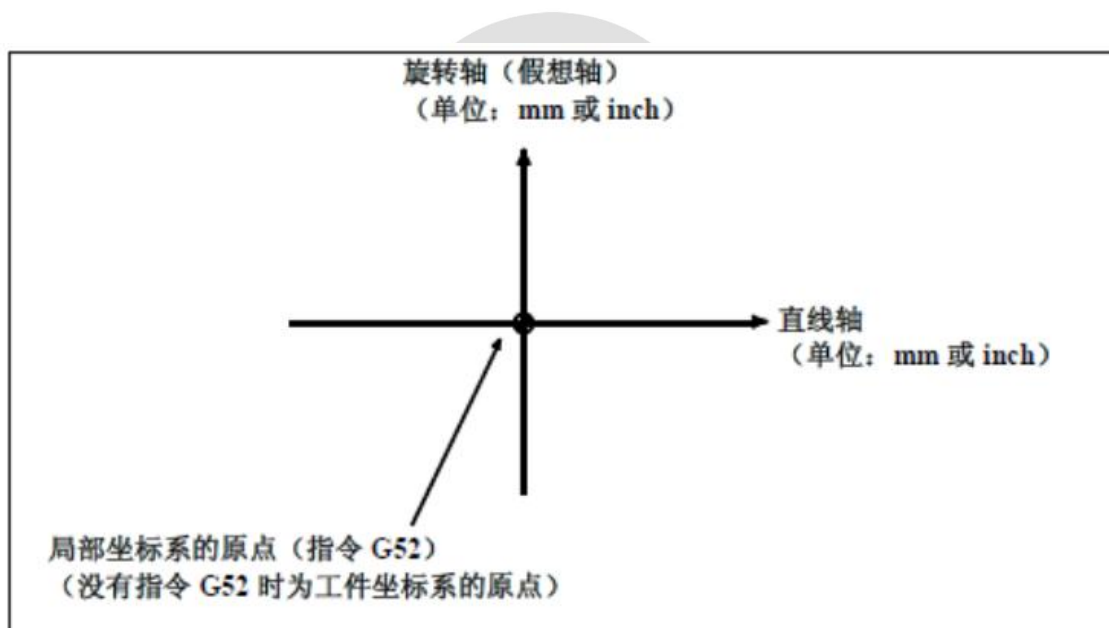


图 1.19.1

1.19.1 指令格式

- 格式一

```
G12.1 (G112);      //开启极坐标插补;
```

```
...
```

```
...                //利用有直线轴和旋转轴（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;

● 格式二

G12.1 X__C__; //基于 X,C 轴的极坐标插补;

G12.1 Y__A__; //基于 Y,A 轴的极坐标插补;

G12.1 Z__B__; //基于 Z,B 轴的极坐标插补;

...

G13.1;

进行极坐标插补的轴（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 轴和与直线轴正交的假想轴作为平面第 2 轴的这两个正交轴组成的平面作为极坐标插补的平面。

1. 19.2 注意事项

1. 在指令 G12.1 之前必须设定局部坐标系或工件坐标系，在 G12.1 之前使用的 G17/G18/G19 平面选择指令将被暂时取消，并在 G13.1 指令执行后被恢复。
2. 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），否则会报警 G5x-1。
3. 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，否则系统会报警 112-1 或 113-1。
4. 系统重置（RESET）后，极坐标插补模式被取消，恢复到 G17/G18/G19 指定的平面。
5. 极坐标平面第 2 轴需设定为旋转轴（虚拟轴）。
6. 平面第 2 轴旋转轴的定位模式需选择为就近定位模式。
7. 在极坐标插补中，旋转轴的速度分量仍有可能因为直径、半径的缩小而引起超过最大切削进给速度的范围，在这里系统内部会将旋转轴速度限制，并同时限制直线轴速度。
8. 开启极坐标功能参数设置：参数设置→综合参数→极坐标参数。

G54	123. CNC	L7	参数	2023. 04. 13 14:57:50	设备厂家			
便捷参数	直线轴参数	主轴A	主轴B	主轴C	用户参数	综合参数	刀	
编号	参数名			设定值	单位	生效		
7089	语言选择, 0=中文、1=英文			0	-	重启		
7090	CRC I0开启滤波, 0=关闭 1=16点I0板 2=32点I0板			0	-	重置		
7091	CRC 系统开启滤波, 0=关闭 1=A6-T 2=A6I-T 3=...			0	-	重置		
7092	第二路编码器全闭回路使能, 0=不使能、1=使能...			0	-	重置		
7093	编辑器输入法类型, 0=A6输入法、1=H6输入法			0	-	重置		
7094	极坐标插补功能使能, 0=关闭、1=使能			1	-	重置		
7095	极坐标插补第1的轴Index (直线轴) 0=X轴, 1=Y...			0	-	重置		
7096	极坐标插补第2的轴Index (旋转轴) 0=X轴, 1=Y...			5	-	重置		
7097	是否开启直线轴 (XYZ) 程式坐标误差检测, 0=...			0	-	重置		
7098	直线轴 (XYZ) 程式坐标加减速前后误差值			0	-	重置		
7099	LCD背光灯亮度 (0~100), 默认0=100%			0	%	重置		
7100	系统无操作时恢复操作员权限时间			90000.00	S	重置		
7101	是否开启程式实时保存, 0=是、1=否			0	-	重置		
				就绪	自动运行	警报		
<<	上一项	下一项	目录开	搜索编号	自定义	绝对值参数	10 重定义	总线参数

图 1.19.2

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：

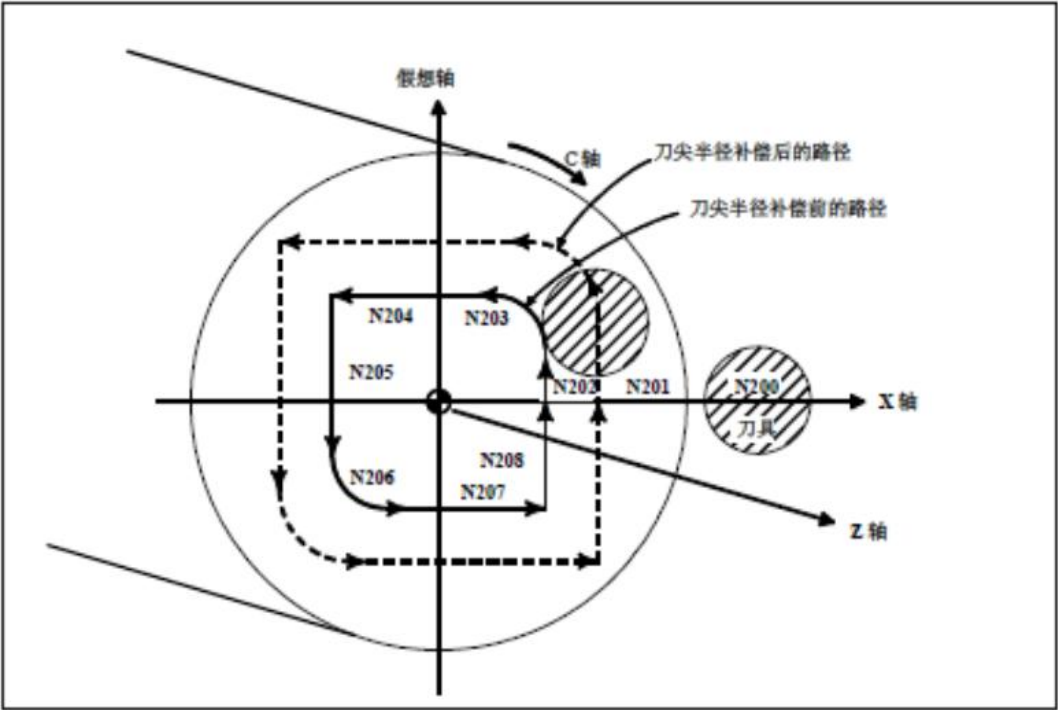


图 1.19.3

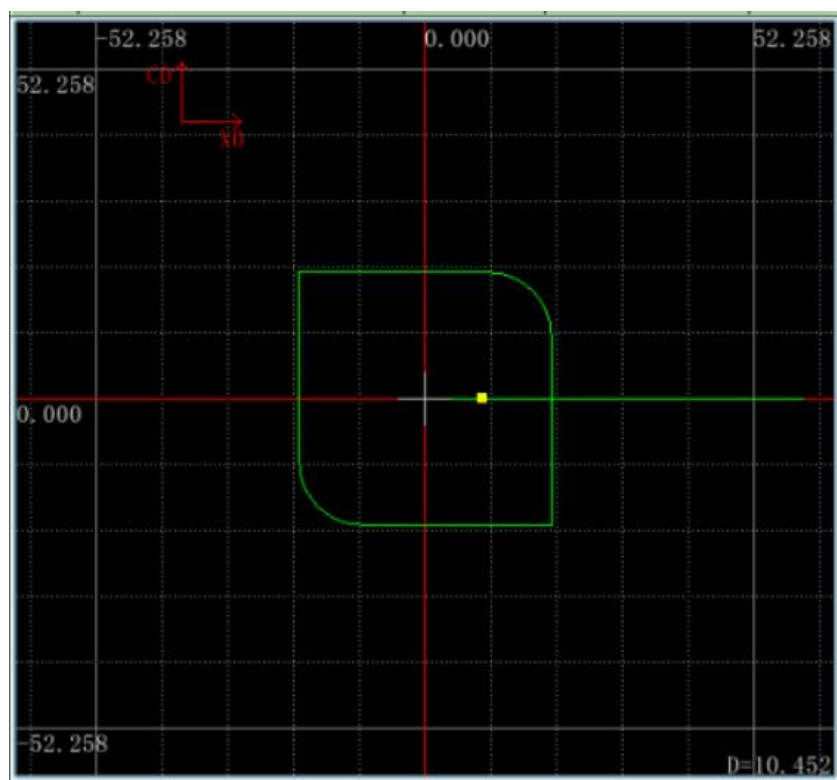


图 1.19.4

● X 轴为直径指定，C 轴为半径指定

```

G98;                                     //切换至 G98 模式
N010 T0101;;                             //调用 1 号刀
...
M50;                                     //第一主轴切换至为位置模式
N0100 G00 X120.0 C0 Z10.                 //向开始位置定位;
N0200 G12.1;                             //开启极坐标插补;
N0201 G42 G01 X40.0 F100;;               //开启刀尖半径补正指令、并定位 X 轴
N0202 C10.0;;                            //C 轴定位
N0203 G03 X20.0 C20.0 R10.0;;           //圆弧指令
N0204 G01 X-40.0;;                       //X 轴定位
N0205 C-10.0;;                           //C 轴定位
N0206 G03 X-20.0 C-20.0 I10.0 J0;;      //圆弧指令
N0207 G01 X40.0;                         //X 轴定位
N0208 C0;                                //C 轴定位

```

N0209 G40 X120.0; //X 轴定位

N0210 G13.1; //取消极坐标插补;

N0300 Z20. ; //Z 轴定位

N0400 X120. ; //X 轴定位

...

N0900 M30;

实例加工内六角

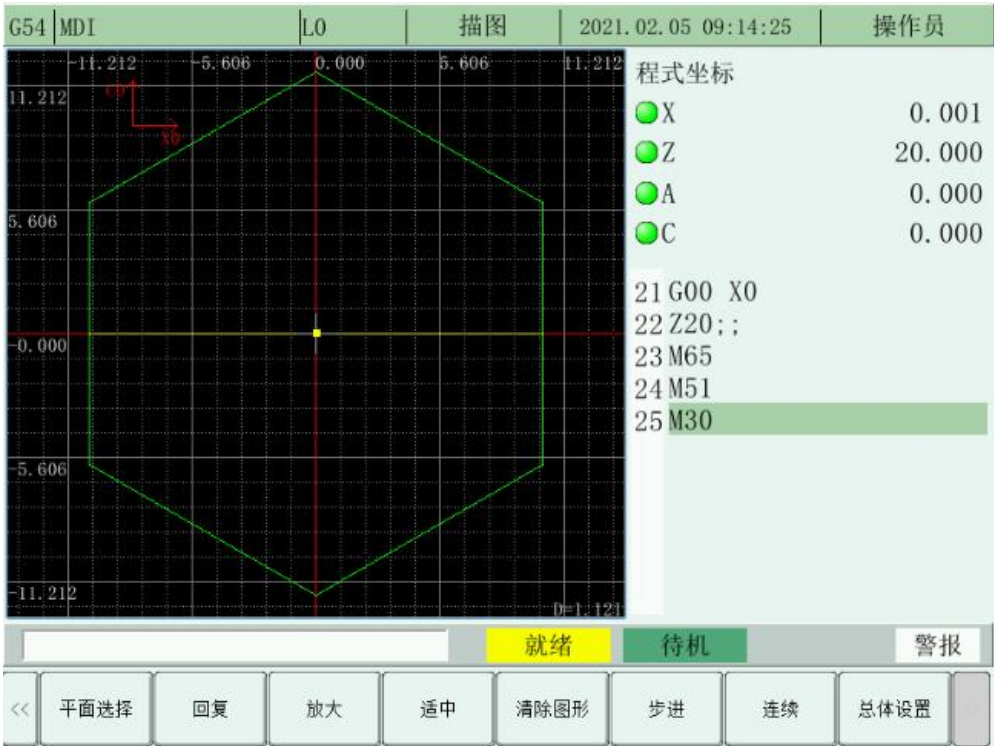


图 1.19.5

T01; //调用刀号

M63 S2500; //第二主轴给 2500 转

G98; //切换至 G98 模式

G00 X00 Z10; //定位到起点位置

M50; //C 轴切换至定位模式

G0 C0 X5.5; //快速定位 C 轴定位到 0、X 轴定位到 5.5

G01 Z5 F500; //定位 Z 轴定位到

G12.1; //开启极坐标插补;

G41; //开启刀尖半径补正指令

G01 X20.5 C0 F150;	//定位 X 轴和 C 轴
G01 X20.5 C5.917 F150;	//定位 X 轴和 C 轴
X0 C11.835 F150 ;	//定位 X 轴和 C 轴
X-20.5 C5.917 F150;	//定位 X 轴和 C 轴
X-20.5 C0;	//定位 X 轴
X-20.5 C-5.917;	//定位 X 轴和 C 轴
X0 C-11.835;	//定位 X 轴和 C 轴
X20.5 C-5.917;	//定位 X 轴和 C 轴
X20.5 C0.;;	//定位 X 轴
G40;	//取消刀尖半径补正指令
G13.1;;	//取消极坐标插补;
G00 X0;	//快速定位 X 轴
Z20;;	//快速定位 Z 轴
M65;	//第二主轴停止
M51;	//C 轴切换至速度模式
M30;	//程序结束

1.20 检查变量位状态 (G13.9)

1.20.1 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。

1.20.2 指令格式

G13.9 P___ A___ B___ H___ D___ L___ C___ Q___ E___
--

P	<ul style="list-style-type: none"> 指定所要检查对象对应的地址 <p>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</p> <p>例如：</p> <p>P=01 000 001 B=1 表示通道 1.....；000 001(十进制) 表示指定用户变数(USR) 通道的地址</p> <p>P=02 000 001 B=2 表示通道 2.....；000 001(十进制) 表示指定机械参数(MCM) 通道的地址</p> <p>P=03 000 001 B=3 表示通道 3.....；000 001(十进制) 表示指定系统变数(SYS) 通道的地址</p> <p>P=04 000 001 B=4 表示通道 4.....；000 001(十进制) 表示指定暂存器(REG) 通道的地址</p>
A	<ul style="list-style-type: none"> 指定所要检查对象在对应地址中处于第几位 <p>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</p> <p>A 值为正时，检查对象状态为 ON 时，程序才往下执行</p> <p>A 值为负时，检查对象状态为 OFF 时，程序才往下执行</p>
B	<ul style="list-style-type: none"> 指定 P 的地址类型 <p>0 或空白 表示绝对地址</p> <p>1=通道的用户变数</p> <p>2=通道的机械参数</p> <p>3=通道的系统变数</p> <p>4=通道的暂存器</p> <p>10=公共的 BUS 数据</p> <p>11=公共的用户变数</p> <p>12=公共的机械参数</p> <p>13=公共的系统变数</p> <p>14=公共的暂存器</p>
H	<ul style="list-style-type: none"> 字母 A 检查的类型。H=0 或不写，为检查 bit 位，即检测 P 指定地址中 bitAxxx 的值 <p>H=1 为检查值相等，即检测 P 指定地址中的值是否为 A 指定的值，当相等时才执行下一条指令</p> <p>H=2 为检查值不等，即检测 P 指定地址中的值是否为 A 指定的值，当不等时才执</p>

	行下一条指令
D	<ul style="list-style-type: none">指定当 G13.9 条件不满足时,跳转的程式的路径设置 D 不写或 D0 D1 时,表示使用 /home/root/FINGER/usr/sys00xx/config 文件中的 [M98] / D1 的路径
L	<ul style="list-style-type: none">当 G13.9 条件不满足时,跳转到 C__/<XXX> 指定程式的第 Lxxx 行或 Nxxx 当 L 不写或为 0 时,跳转到第一行。
C	<ul style="list-style-type: none">指定当 G13.9 条件不满足时,跳转的程式号码 C 和<XXX>指定的程式名和后缀名和 M98 Pxxxxx/<XXX>规则相同
Q	BIT00=指定 L__ 的含义。0=L__指定的为 Nxx, 1=L__指定的为第 xx 行。
E	<ul style="list-style-type: none">G13.9 等待时间,单位 ms。只有在 C 字母指定时才有效 E 不写或 E=0,则表示不等待,即条件满足时直接执行下一行指令,条件不满足时跳转程式 C__/<XXX> E>0 时,表示当等待 Ems 后,条件还不满足则跳转程式 C__/<XXX> Q>0 时,表示当等待 Qms 后,条件还不满足则跳转程式 C__/<XXX>

1. 20. 3 编程范例

1、G13.9 P10 A1;	//检查当前通道变数 10 中的 BIT01 的状态。 当状态 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、G13.9 P2 000 010 A-3 B4;	//检查通道 2 暂存器 10 中的 BIT03 的状态。 当状态为 OFF 时,程序马上执行下一单节; 当状态为 ON 时,系统停留在 G13 单节,等待状 态为 OFF 时,才往下执行。

1. 21 主轴定位(G15. 9)

1. 21. 1 功能及其目的

主轴正在运转中，系统会自动进行动态定位，否则进行静态定位。

1. 21. 2 指令格式

G15. 9 R__ P__ Q__ H__	
R	<ul style="list-style-type: none">● 定位角度1. 不填写，系统默认用参数 COM40118 指定的角度进行定位；2. 范围：0~360000
P	<ul style="list-style-type: none">● 定位转速1. 0 或者不填写，系统默认用最近一次 COM40116 指定或者 COM40119 指定的转速进行定位），动态定位设定定位速度无效，会保持动态定位速度继续定位；2. 范围：0~99999999
Q	<ul style="list-style-type: none">● 定位模式范围：0~3（0=沿之前主轴运转方向进行定位，1=沿主轴正方向进行定位，2=沿主轴的负方向进行定位，3=主轴就近定位），动态定位设定定位模式无效，会沿着正在运转的方向定位
H	<ul style="list-style-type: none">● 设定需要定位的主轴 ID（1=第 1 主轴，2=第二主轴，……）范围：0~最大主轴号
注意：G15 主轴停止后，系统没有自动清除 COM40115 BIT01，PLC 再重新启动主轴之前，必须先判断 COM40115 BIT01 是否为 0，如果不为 0，则需要先清除为 0，延 2 个 PLC 周期（因为主轴在公共通道，为了保证一定被执行一次公共通道），再重新启动主轴	

1. 21. 3 编程范例

G98;

//切换至 G98 模式

M51;

//第一主轴切换至速度模式

M3 S100;

//主轴正转 100 转

G4 X3. 0;

//延时时间 3 秒

```

G15.9 R90 P50 Q0 H1;;    //定位角度 90、定位速度 50 转、沿主轴旋转方向进行定位、
                           第一主轴
M5;                        //主轴停止
M30;                       //程序结束

```

1.22 工作平面设定 (G17/G18/G19)

此指令是用来选择控制平面或圆弧所在平面。

1.22.1 指令格式

指令	水平轴	垂直轴
G17	X	Y
G18	Z	X
G19	Y	Z

表 1.22.1

1.23 英制、公制单位设定指令 (G20/G21)

公英制切换后，工件坐标原点偏移量、刀具数据、系统参数、与参考点位置依然正确，系统会自动处理单位转换问题。在公英制转换后，下面操作单位会随之变动：

1. 显示坐标、速率单位。
2. 增量寸动单位。
3. MPG 寸动单位。

1.23.1 指令格式

```

G20;                      //英制单位设定;

```

G21; //公制单位设定;



FINGER CNC

1.24 返回参考点 (G28)

1. G28 指令执行时, 以 G00 的移动速度, 先移动刀具至指定的中间点, 再自动返回参考点 (一般为机械原点); 其主要目的为刀具返回参考点途中避开工作物, 以免造成工作物与刀具碰撞。
2. 使用绝对值指令时, X、Z 为所要到达中间点的绝对坐标值; 使用增量值指令时, U、W 为起始点到中间点的增量距离。

1.24.1 指令格式

G28 IP__

IP: 指定中间点的指令, 绝对值或增量值指定。各轴代码地址可部分或全部省略, 部份省略则该轴不返回参考点, 全部省略则刀具不动。

1.24.2 补充说明

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。

1.24.3 注意事项

第一参考点位置, 由 MCM 参数[G28 第一参考点]的 X、Z 设定。

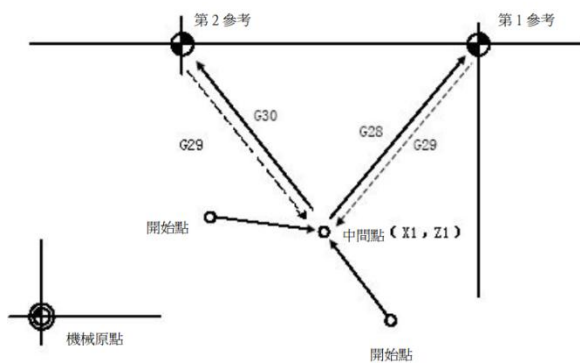
1. 指令格式中 X、Z 的数值是告诉机械对应轴向要经过的中间点。如果 G28 指令单独成单节, 刀具会自动回归到 MCM 参数中 X、Z 所指定的参考点位置; 若同时包含 X、Z 指令, 刀具会自动回归到 MCM 参数中 X、Z 所指定的中间点上, 再回到参考点位置。
2. 执行 G28 指令以前, 刀具补正必须取消。

1.24.4 范例

执行 G28 指令以前，刀具补正必须取消。

T00; //取消刀具补正;

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



1.25 自动从参考点复归 (G29)

- G29 指令是在使用过 G28 后，可从参考点经中间点快速移动到指定位置点上。需要注意的是 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 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。
- 绝对值指令时，X、Z 为所要到达目标点的绝对坐标值；增量值指令时，U、W 为中间点到目标点的增量距离。

1.25.1 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。

1.25.2 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。

1.25.3 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;  
...
```

1.25.4 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);
```

1.26 第二参考点 (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。

1.26.1 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。

1.27 跳跃指令（G31）

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。

1.27.1 指令格式

G31 X__Y__Z__F__P__Q__E__

X、Y、Z: 设定运动的轴向（可用 U、V、W 等增量指定）。

F__: 设定插补运动速度。

P__: 设定功能选择，不受小数点影响。

P=空白或 10000: 表示使用 MPG 接口的快速中断 Input0（第 5 脚）作为 G31 的外部中断信号。

P=10001: 表示使用 MPG 接口的快速中断 Input1（第 16 脚）作为 G31 的外部中断信号。

P=0~511: 表示使用软体 i 点作为 G31 的外部中断信号。

Q__: 遇到 P__指定的中断条件时，直接停止该轴向，其余轴向继续运动；当 Q 不指定时，表示所有运动轴向都直接停止，不受小数点影响（Q0 表示停止 X 轴）。

E__: 设定当遇到 P__指定的中断条件时，运动轴向的合成速度（含 Q 指定轴）。

1.27.2 补充说明

1. G31 指令根据设定条件应用，当指定条件输入时终止指定轴向或所有轴向的运动，运动状态类似于 G01 运动指令。
2. 响应时间: G31 信号输入到指定轴向反应的时间。标准 Input 响应时间为 6ms, 快速 Input 响应时间为 3ms。
3. 轴向响应 G31 信号时有三种停止方式，分别由 Mcm7202、Mcm7212、Mcm7222 设定。
 - 1) 瞬间减速停止：系统直接中断命令，不做加减速处理，由马达自行停止。

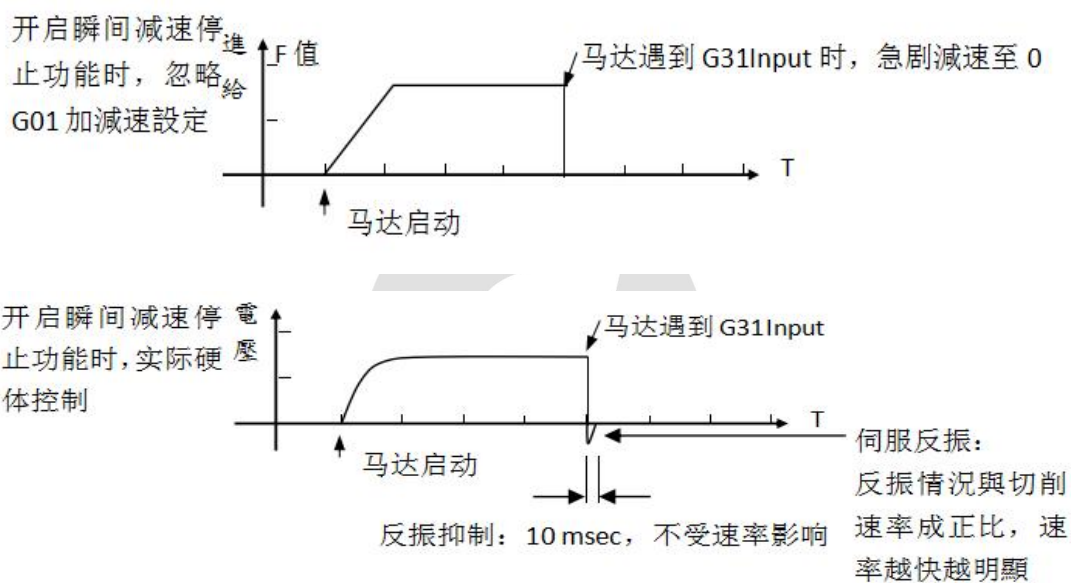


图 1.27-1

- 2) 按照加减速停止：系统根据 G01 加减速时间停止轴向。

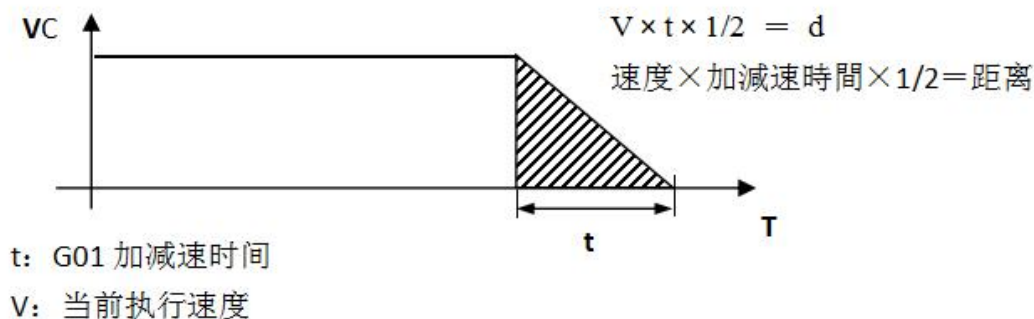


图 1.27-2

- 3) 按照减速距离停止：系统根据参数设定的减速距离停止。

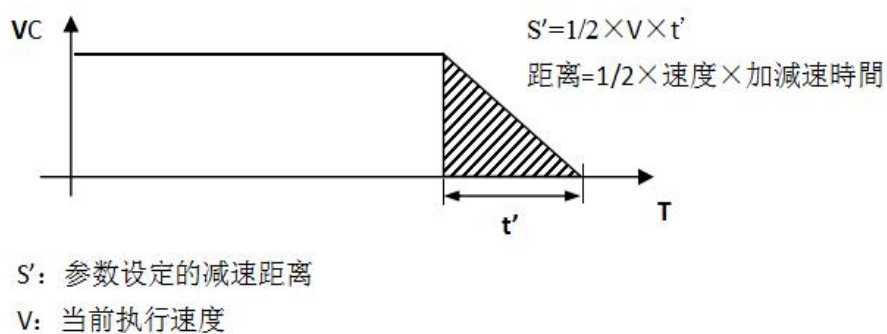


图 1.27-3

G31 信号输入后马达的最小运动距离 s ($s = V \times T$)。

s: G31 信号输入后马达的最小运动距离。

T: 响应时间。

程式指令 G31 X100. F12000. P01;

选用一般 Input，响应时间为 6ms，且为瞬间减速停止。

$$s = V \times T = 12000 \text{ mm/min} \times 6 \text{ ms} = 1.2 \text{ mm}.$$

4. 使用 G31 功能时,当系统检测到 G31 信号输入后会对预解坐标系进行坐标重整,确保程式执行正确。

范例程式：

G0 X0. Z0. ;

G31 Z100. F3000. P1;

G01 U30. ;

G01 X50. Z120. ;

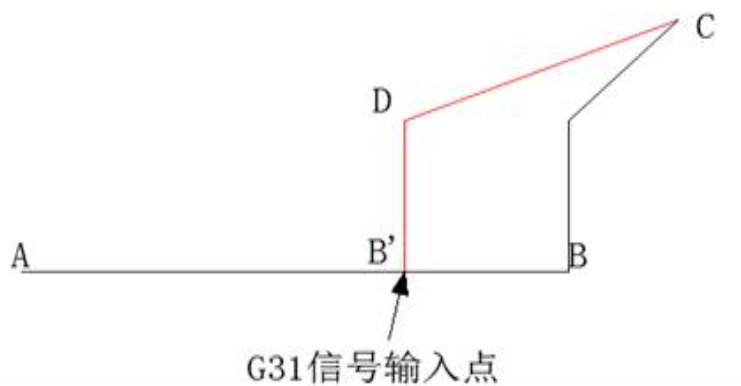


图 1.27-4

G31 信号未输入时执行轨迹: $A \rightarrow B' \rightarrow B \rightarrow C$.

G31 信号有输入时执行轨迹：A→B' →D→C.

系统在 B' 点有做坐标重整。

5. G31 0 信号：MPG 口 5 脚与 26 脚短接，则 G31 0 信号为输入状态。

G31 1 信号：MPG 口 16 脚与 26 脚短接，则 G31 1 信号为输入状态。

G31 标准 INPUT 信号：标准 INPUT 信号有输入。

G31 信号有四种触发方式，分别由 Mcm7201、Mcm7211、Mcm7221 设定。

以 Mcm7201 举例说明：

Mcm7201=0：上升沿触发：

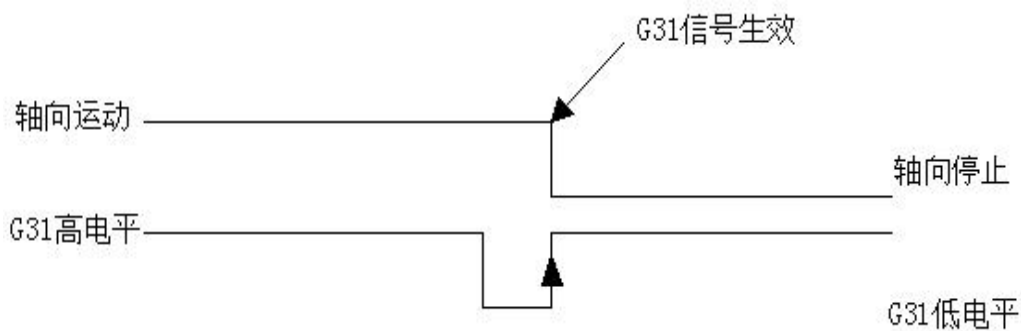


图 1.27-5

Mcm7201=1：下降沿触发：

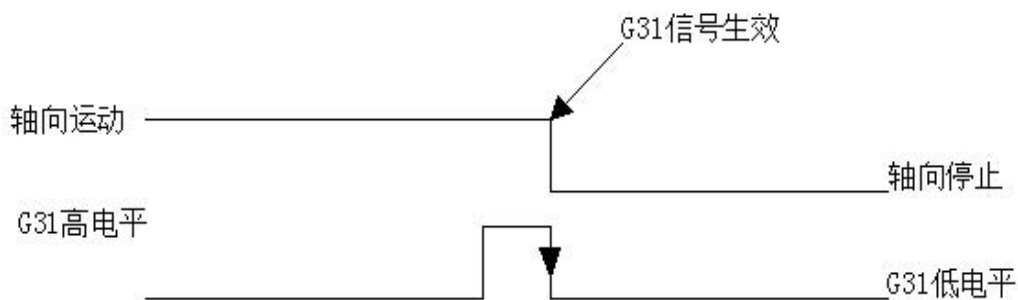


图 1.27-6

Mcm7201=2：高电平触发：

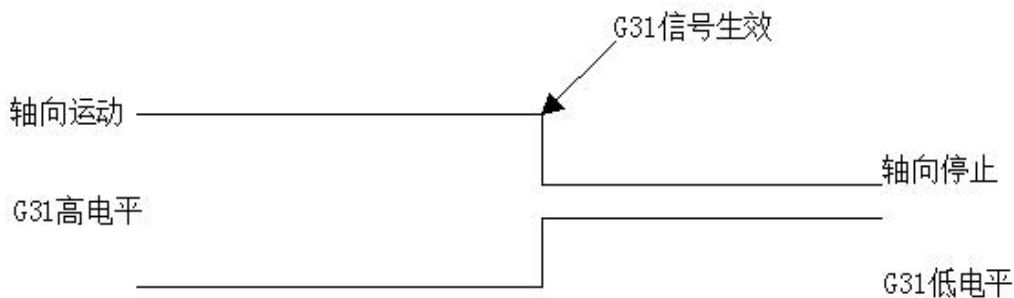


图 1.27-7

Mcm7201=3: 低电平触发:

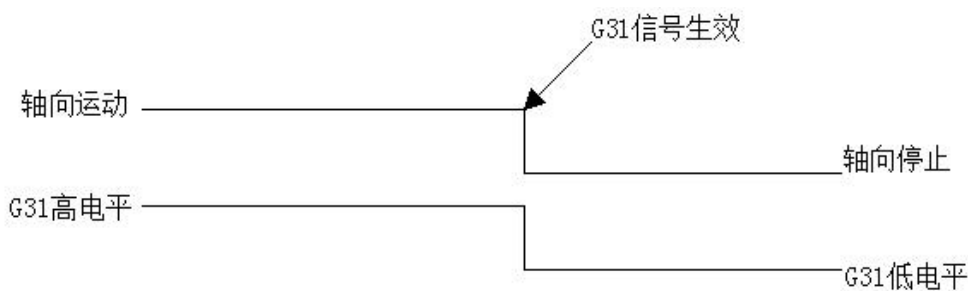


图 1.27-8

6. 当 G31 信号为快速 Input 信号时，系统可对信号做滤波处理，即该信号持续多长时间为有效的 G31 快速 Input 信号。滤波时间设定由 Mcm7200、Mcm7210 设定。设为 0 时不做滤波处理，最大滤波时间可设定到 $510\ \mu\text{s}$ 。

FINGER CNC

1.27.3 范例

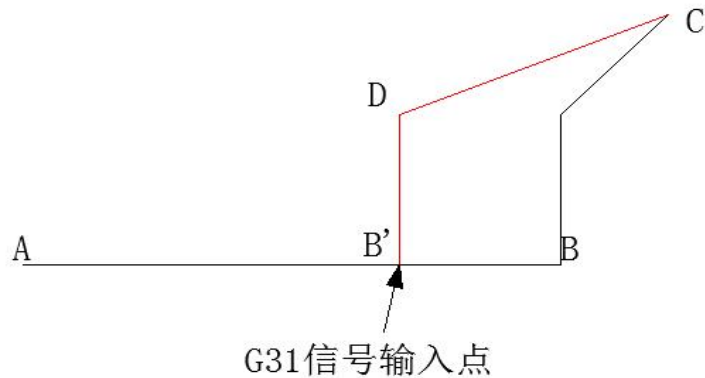


图 1.27-9

根据设定条件，当指定条件输入时终止指定轴向的运动，运动状态类同 G01 运动指令。

G00 X0 Z0;

G31 Z100.0 F3000 P1;

G01 U30.0;

G01 X50.0 Z120.0;

G31 信号未输入时执行轨迹：A→B' →B→C;

G31 信号有输入时执行轨迹：A→B' →D→C;

1.28 螺纹切削（G32）

G32 指令为执行主轴旋转同步的刀具的进给控制，因此可以进行固定导程的直螺纹切削加工、锥形螺纹切削加工、端面旋涡形螺纹及连续螺纹切削加工。

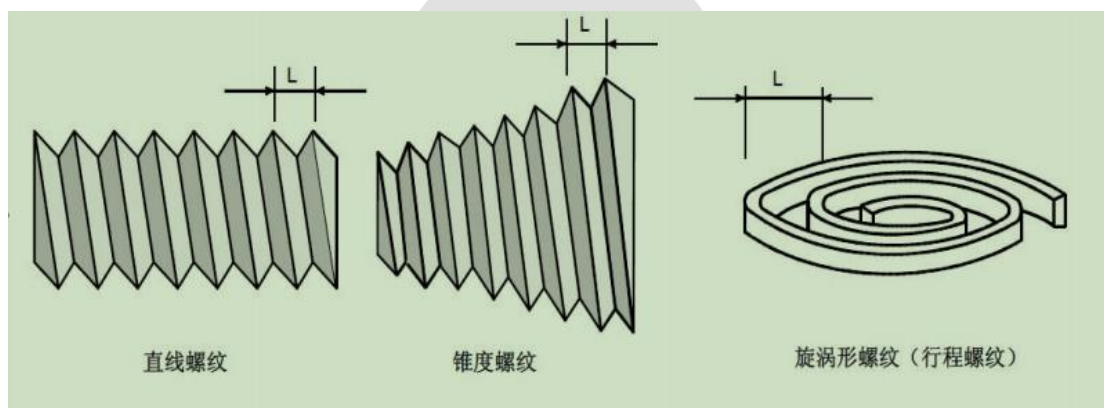


图 1.28-1

1.28.1 指令格式

G32 Z(W)___X(U)___F(E)___Q___

Z(W)、X(U)：螺纹终点的绝对值（增量值）坐标。

F(E)：长轴（移动量最多的轴）方向导程（英制单位为长轴方向的每英寸螺纹数，可小数指定）。

Q：螺纹切削开始移位角度（ $0.000^{\circ} \sim 359.999^{\circ}$ ）。（指主轴一转信号与螺纹切削起点的偏移角度。取值范围 $0 \sim 360$ （单位 1 度）Q 值是非模态参数，每次使用都必须指定，如果不指定 Q 值，系统认为起始角度为 0 度。）

1.28.2 代码说明

1. G32 为模态 G 代码
2. 起点与终点的 X 坐标值相同（不输入 X 或 U）时，进行直线螺纹切削
3. 起点与终点的 Z 坐标值相同（不输入 Z 或 W）时，进行漩涡形螺纹切削
4. 起点和终点 X、Z 坐标值都不相同时，进行锥度螺纹切削

1.28.3 注意事项

1. 请不要在锥形螺纹切削指令及直螺纹切削指令中使用线速度恒定控制。
2. 在粗加工到精加工的过程中，主轴的转速请保持恒定。在螺纹切削中，主轴倍率及切削进给倍率无效，固定为 100%。
3. 在开始螺纹切削及螺纹切削结束时，通常因为伺服系统的延迟而导致错误导程；因此，在指定螺纹长度时，必须指定在所需切削的螺纹长度上加上错误导程长度 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ 后的长度。
4. 螺纹切削指令不支持暂停、单节执行、手轮预测及 MFO 调整。
5. 螺纹切削开始位移角度为非模态，当未指定 Q 时，看作 Q0。变更 Q 值，执行同一指令时可实现多头螺纹切削。Q 值小于 0 或超过 360.000 时，发生程序错误。
6. 前一单节有螺纹切削的程序段时，即使当前是螺纹切削的程序段，刀具在开始时也不进行同步点检测而是直接开始切削。
7. 螺纹切削的程序段及前一移动单节中不得指定倒角或拐角。

1.28.4 范例 1

等直径螺牙切削：

牙距 $F = 2\text{mm}$
 开始切削导程 $S1 = 3\text{mm}$
 结束切削导程 $S2 = 3\text{mm}$
 切削深度 $= 1.4\text{mm}$ (直径值), 分两次切削

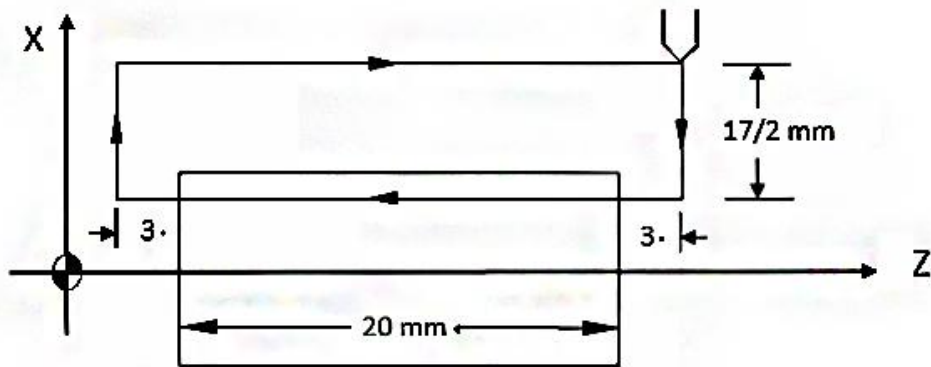


图 1.28-2

直径编程

```

N01 G99;                //切换至 G99 模式
N10 G00 X30.0 Z50.0;;   //快速定位
N20 M03 S2000;;         //第一主轴正转 2000 转
N30 G00 U-17.000;       //第一次切削 1.0/2mm;
N40 G32 W-26.000 F2.00;  //螺纹切削第一次
N50 G00 U17.000;;       //X 轴退刀
N60 W26.000;;           //Z 轴退刀
N70 G00 U-17.400;       //第二次再切削 0.4/2mm;
N80 G32 W-26.000 F2.00;; //螺纹切削第二次
N90 G00 U17.400;;       //X 轴退刀
N100 W26.000;;          //Z 轴退刀
N110 M05;;              //主轴停止
N120 M02;;              //程序结束
  
```

1.28.5 范例 2

变径斜面螺牙切削:

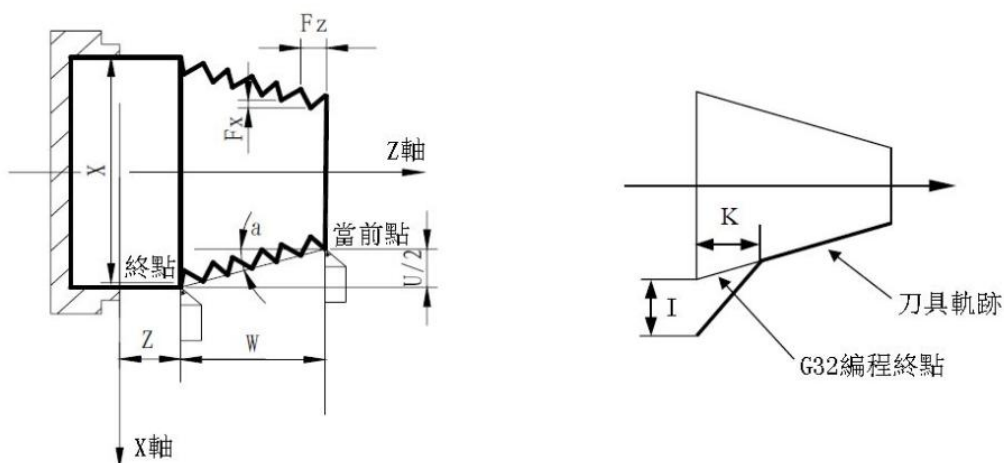


图 1.28-3

直径编程

```

N01 G99;                //切换至 G99 模式
N10 G00 X60.0 Z100.0;;  //快定位至
N20 M03 S2000;          //第一主轴正转 2000 转
N30 G00 X23.000 Z72.000; //第一次切削 1.0/2mm;
N40 G32 X32.000 Z28.000 F2.00 R-4.5; //螺纹第一次切削
N50 G00 X40.000;        //X 轴退刀
N60 Z72.000;            //Z 轴退刀
N70 G00 X22.600;        //第二次再切削 0.4/2mm;
N80 G32 X31.600 Z28.000 F2.00; //螺纹第二次切削
N90 G00 X40.000;        //X 轴退刀
N100 Z72.000;           //Z 轴退刀
N110 M05;               //停止主轴
N120 M30;               //程序结束
  
```

1.28.6 范例 3

多段连续螺牙切削:

```

G00 Z0.0;                //快速定位到起始点;
M03 S2000;               //第一主轴正转 2000 转
G32 Z-50.0 F1.0;         //第一段螺纹, 找主轴编码器同步点, 与后面单节 G32 渐 进性不
                          停顿连接;
  
```

```
G32 Z-100.0 F2.0;    //第二段螺纹与第一段螺纹不停顿连接;  
G32 Z-150.0 F3.0;    //第三段螺纹与第二段螺纹不停顿连接;  
G00 X60.0;          //螺纹退尾, G32 指令与退尾不停顿连接;  
Z20.0;              //Z 轴快速定位  
X20.0;              //X 轴快速定位  
M05;                //第一主轴停止  
M30;                //程序结束
```

在上面三段螺纹车削过程中, Z 轴都不会停顿, 因此车削出来的螺纹连接平滑。

1.29 可变导程螺纹切削 (G34)

可通过指定螺纹每转的导程增减量, 执行可变导程螺纹切削加工。

1.29.1 指令格式

G34 Z(W)___X(U)___F(E)___K___Q___

Z(W)、X(U): 螺纹终点。

F、E: 螺纹导程。

K: 螺纹一转导程增减量。

Q: 螺纹切削开始移位角度 ($0.000^{\circ} \sim 359.999^{\circ}$)。

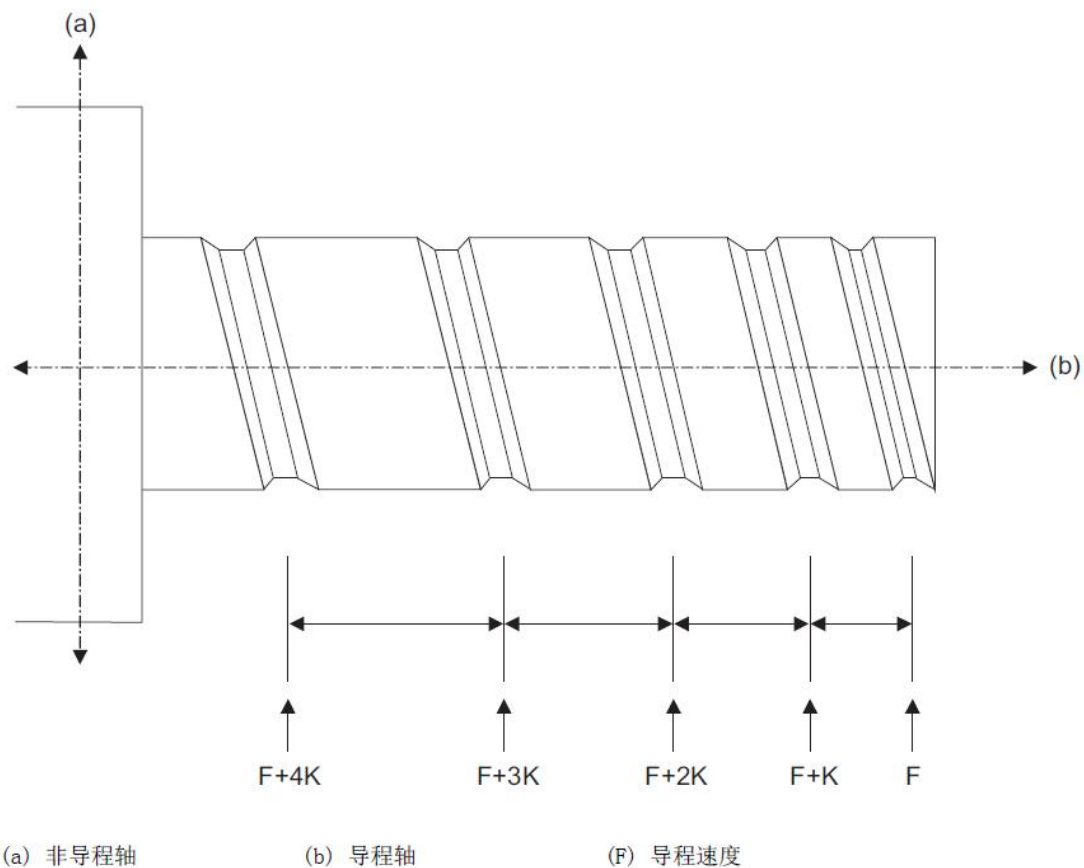


图 1.29-1

K 值为正时每转螺距增加，K 值为负时，每转螺距减少。

G34 也可加工连续螺纹、锥螺纹及端面漩涡形螺纹，其用法与 G32 相同。

1.29.2 注意事项

1. 当输入的每转导程减少量，使得最后螺距会小于 0，则会产生[车牙牙距不可为负数]警报；换算出的每分钟进给速度，如越过最高切削进给速度时，因为速度被限制住，螺距会缩小，则会产生[车牙超出最高切削速度]警报。
2. 单节总计移动量： $F(n+1) + [n+n(n-1)/2]$ 。n 为圈数。
3. 其余注意事项同 G32。

1. 29. 3 范例

直径编程

```
G99;                //切换至 G99 模式
T03;                //调用 3 号刀
M03 S1000;          //第一主轴正转 1000 转
M08;                //开启切削液
G00 X20.0 Z0.0;     //快速定位到起始点;
G34 Z-4.5 F1.0 K0.5; //第一段可变牙距螺纹;
G34 Z-9.0 F1.0 K0.5; //第二段可变距牙螺纹;
G32 Z-13.0 F2.0;     //第三段等牙距螺纹;
G00 X40.0;          //X 轴快速定位
Z10.0;              //Z 轴快速定位
X20.0;              //X 轴快速定位
M09;                //关闭切削液
M05;                //第一主轴停止
M30;                //程序结束
```

1. 29. 4 相关警讯

32/34-1 X 与 Z 轴均无增量。

32/34-2 F 值为 0（1003-32/34 G32/G34 速度为 0）。

32/34-3 第 N 个可变螺距小于 0。

32/34-4 Q 值范围需在 0~360° 之间。

32/34-5 F 与 E 值同时存在（1003-132/134 G32/G34 F 和 E 值同时指定）。

1. 30 圆弧螺纹切削（G35/G36）

可执行纵向为导程的圆弧螺纹切削加工。

G18 ;	//指定 ZX 平面
G0 Z10. ;	//Z 轴快速定位
X10. ;	//X 轴快速定位
G36 X10. Z-20. R15. F0.1 ;	//圆弧螺纹切削
G32 Z-30. ;	//螺纹切削
G36 X10. Z-60. R15. F0.1 ;	//圆弧螺纹切削
G36 X10. Z-70. R5. F0.1 ;	//圆弧螺纹切削
M5;	//第一主轴停止
G0 X100. ;	//X 轴快速定位
Z10. ;	//Z 轴快速定位
M30;	//程序结束

1.30.2 注意事项

1. 起点与终点的位置相同或圆弧中心角度大于 180° 时报警。
2. 起点半径与终点半径的位置不同时：当误差大于参数设定的圆弧误差时，报警；当误差小于参数设定的圆弧误差时，取起点半径与终点半径相同的位置为圆弧中心。
3. 当 R_ 的符号为负时，报警。
4. 当没有指定 I、K、R 指令时报警。
5. 螺纹切削开始时，切削速度大于钳制速度时，报警。
6. 螺纹切削过程中，为了保证导程，切削进给速度也会出现大于钳制速度的情况，此时记录错误信息，但依旧执行螺纹切削。在第二个程序的圆弧螺纹切削指令前，自动运行停止，并报出相应警讯。
7. 对所选平面以外的轴发出 G35/G36 指令时报警。
8. 螺纹切削中或下一程序段有螺纹切削的转角 R，转角 C 指令时报警。

1.31 刀尖半径补偿指令（G40/G41/G42）

刀具尖端一般是圆弧形的，因此程序执行时将假想刀尖点作为刀具的前端。这样，在斜度或圆弧切削时，程序所切削的形状和真正切削形状之间，由于刀尖圆弧形而产生误差。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。

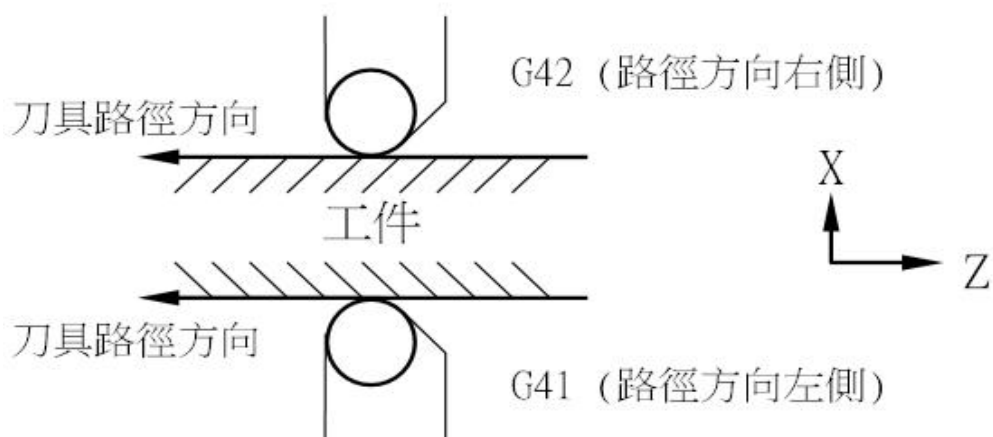


图 1.31-1

1.31.1 指令格式

T***** //呼叫补正刀号、刀长补偿与刀尖磨耗补偿；
 G41 (G42)X/U_Z/W_ //补正设定；
 G40 //补正取消；

T_：使用前先选好刀号。

G41：刀尖半径向左补正。

G42：刀尖半径向右补正。

G40：刀尖半径补正取消。

X、Z：指定位置坐标值（绝对值方式）。

U、W：指定位置坐标值（增量值方式）。

注意：使用刀尖半径补偿时需指定一组刀号，T 码的详细使用说明参照[1.36 刀具补正指令：T 码指令]。

1.31.2 刀尖补偿

刀具补偿也称 T 功能，用于指定刀号及刀具补偿编号。刀具补偿包括刀长补偿与刀尖磨耗补

偿。通过 Mcm1705 可设定刀长补偿与刀尖磨耗补偿都有刀号指定或 T 指定的低 N 位指定刀尖磨耗补偿，T 指定的前 M 位指定刀长补偿。其中 N 由 Mcm1706 指定。

1. 参数设定：

通过 Mcm1705、Mcm1706 设定 T 指令指定格式。

Mcm1705：设定刀尖磨耗组别所占位数，即 N。

Mcm1706：设定刀尖磨耗补偿与刀长补偿是否统一指定。

机台位置→参数设定→刀补参数

G54	123. CNC	L10	参数	2023. 04. 14 16:00:22	设备厂家			
数	直线轴参数	主轴A	主轴B	主轴C	用户参数	综合参数	刀补参数	◀▶
编号	参数名			设定值	单位	生效	▲	
8005	刀补干涉时预抓的单节数 (<=2 不处理干涉)			0	-	重置		
8006	刀补拐角最小距离			0	-	重置		
8007	刀补干涉处理模式, 0=报警、1=自动处理			0	-	重置		
8008	指定T指令中刀具磨耗补偿组别所占位数, 1=T指…			0	-	重置		
8009	刀具磨耗补偿和刀具长度补偿的组别是否统一指定			0	-	重置		
8010	刀具长度补偿和刀具磨耗补偿的补偿方式			0	-	重置		
8011	修改刀补实时显示, 0=修改任何刀号的长度补正…			0	-	重置		
8012	修改刀补实时显示, 0=修改任何刀号的磨耗补正…			1	-	重置		
8013	修改工作坐标系实时显示, 0=只修改当前执行工…			0	-	重置		
8014	重置时是否取消刀具长度和磨耗补正, 0=取消、…			1	-	重置		
8015	重开机是否取消刀具长度和磨耗补正, 0=取消、…			1	-	重置		
8016	程式启动是否取消刀具长度和磨耗补正, 0=取消…			1	-	重置		
8017	是否开启刀补提示功能, 0=否、1=是			0	-	重置	▼	
				就绪	自动运行	警报		
<<	上一项	下一项	目录开	搜索编号	自定义 X轴	绝对值参数	IO 重定义	总线参数

图 1. 31-2

2. 详细说明

- 1) FINGER CNC 最多可拥有 160 把刀号，每把刀号最多分成 40 组，每组可对应一个通道有效轴，由 Mcm2560~Mcm2599 设定每组对应的轴向。如设定 X、Y、Z 轴为有效轴，Mcm2560=2，Mcm2561=5，Mcm2562=7，则 X、Y、Z 轴分别对应每把刀号的第 2、5、7 组。
- 2) 每把刀的长度补偿、刀尖磨耗补偿由公共变量 Com10000~Com22799 设定。
- 3) 当设定刀号超过 160 时系统报警。
- 4) 多通道时，因每把刀最多可以指定 40 组，则各通道可共用一个刀号，而执行不同的刀

长补偿与刀尖磨损补偿。

- 5) 刀具补偿生效可分为三种处理方式，由 Mcm1707 设定。

Mcm1707=0: 基于移动指令的补偿，即在有位移指令的时候补偿。

Mcm1707=1: 基于坐标偏移的补偿，即在执行 T 码的时候补偿。

Mcm1707=2: 在执行 T 码时进行刀具磨损补偿，刀具长度补偿在有位移指令时补偿。

1.31.3 刀长补偿

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尖位置。

1. 刀长补偿设定:

- 1) 位于刀塔中心位置的设定。

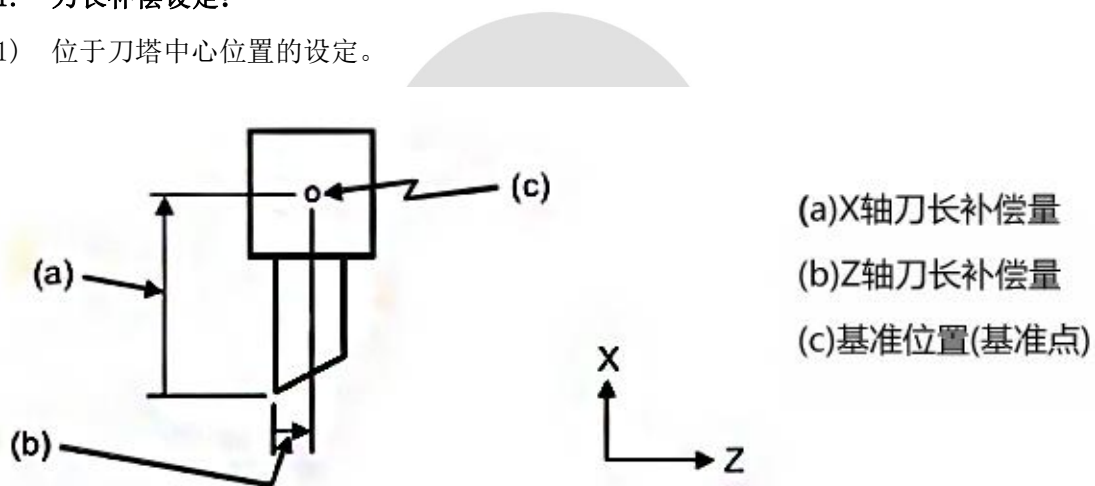


图 1.31-2

- 2) 位于基准刀具的刀尖位置设定。

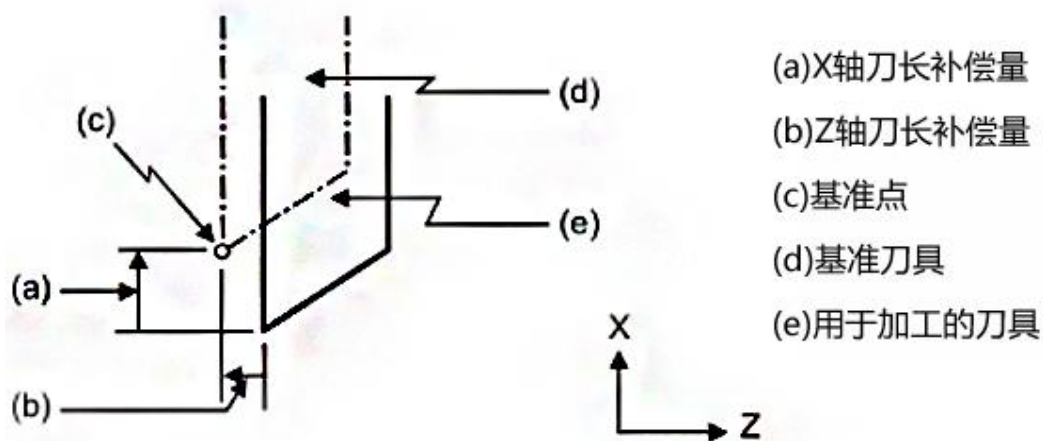


图 1.31-3

2. 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。

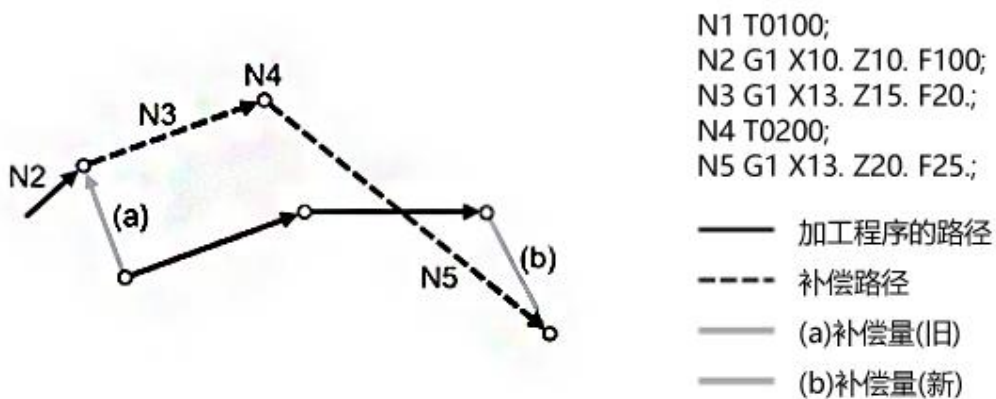


图 1.31-4

上图为在移动指令的程序段执行变更刀号补偿的补偿动作。

3. 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。

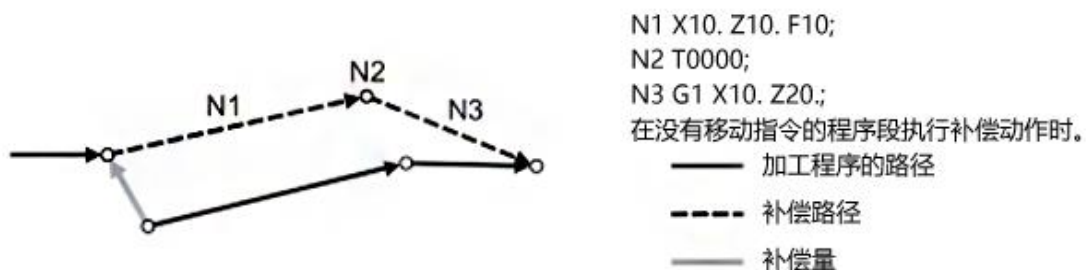


图 1. 31-5

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。

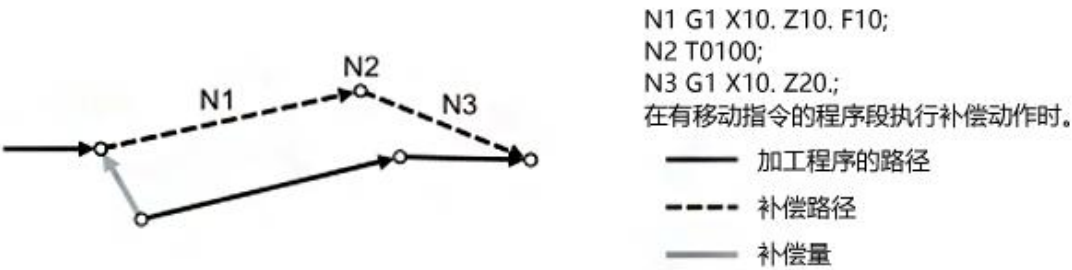


图 1. 31-6

3) 按【重置】取消补偿。

1. 31. 4 刀尖磨损补偿

1. 刀尖磨损补偿设定：

使用刀具的刀尖产生磨损时，可对其进行补偿。

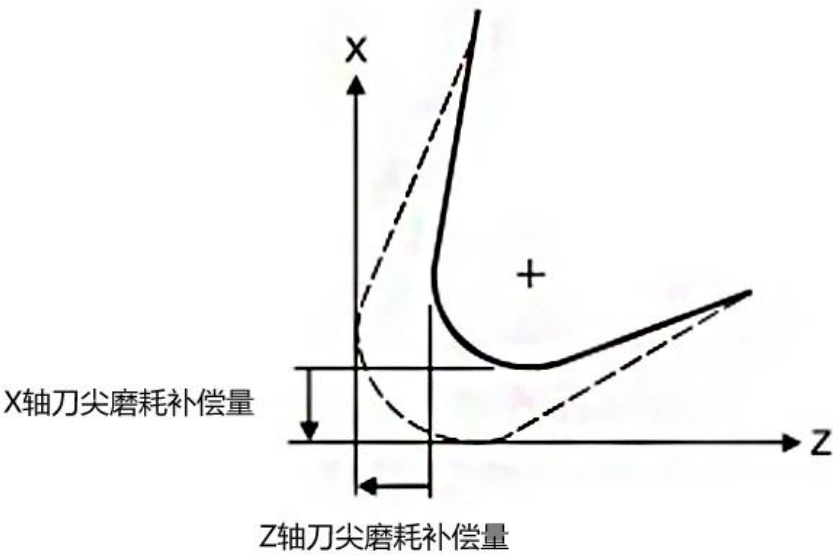


图 1. 31-7

2. 刀尖磨损补偿取消：

1) 刀尖磨损补偿编号为 0 时，取消补偿。

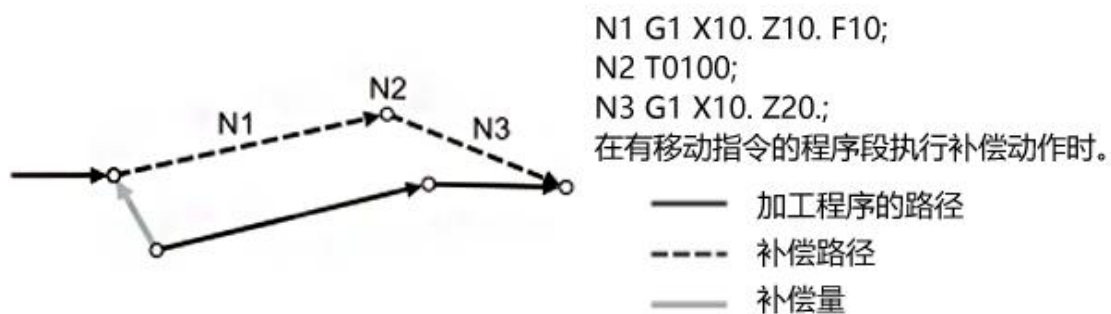


图 1.31-8

- 2) T 指令中刀尖磨损补偿编号的补偿量为 0 时，取消补偿。
- 3) 按【重置】取消刀尖磨损补偿。

1.31.5 刀尖半径补偿

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。

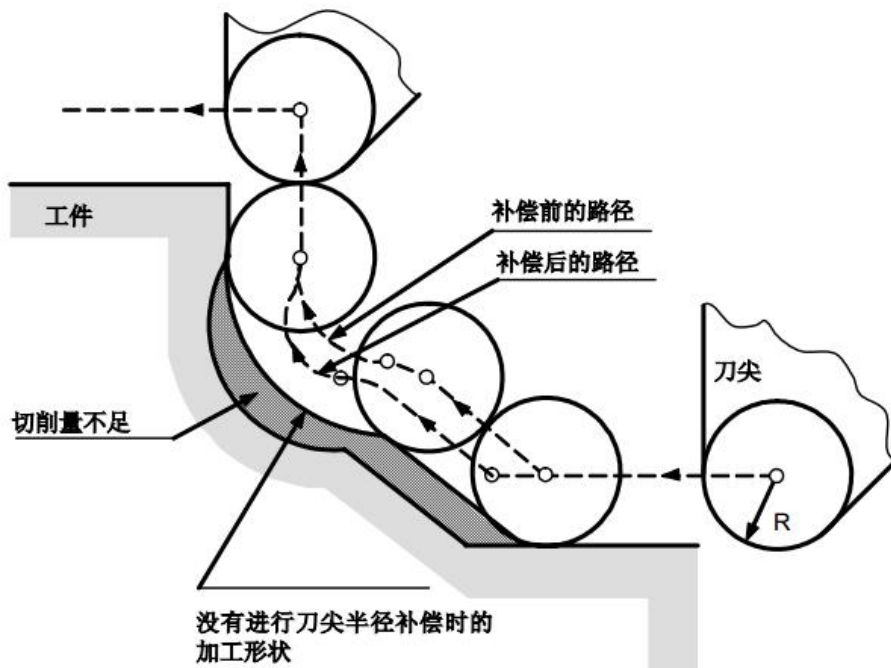


图 1.31-9

1.31.5.1 补充说明

刀具偏置范围：

G40：沿编程轨迹运动，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。

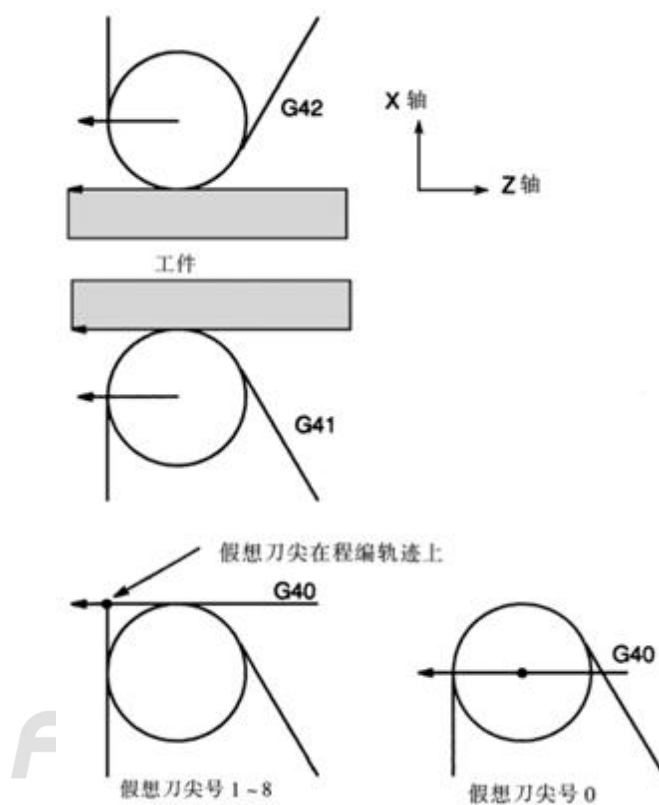


图 1.31-10

设定坐标系可以改变工件位置。

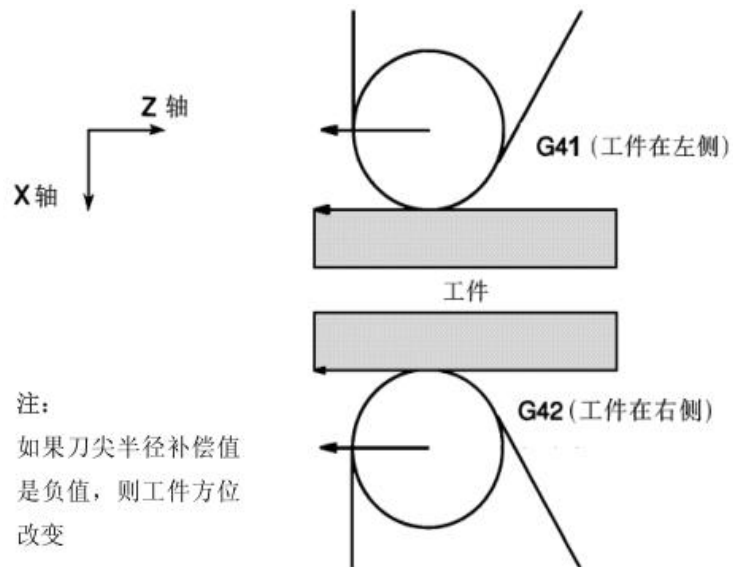


图 1.31-11

1.31.5.2 刀尖点和补偿操作

1. 刀尖半径中心为加工开始位置的加工：

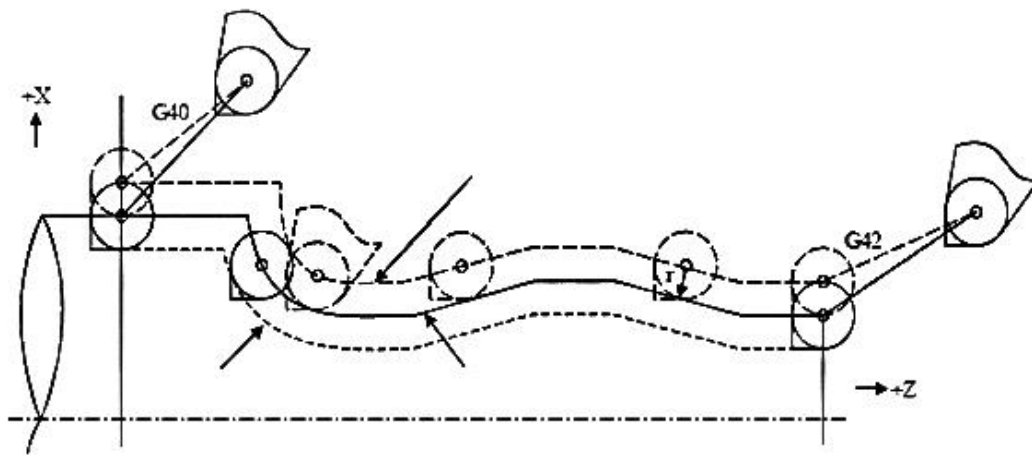


图 1.31-12

2. 刀尖点为加工开始位置的加工：

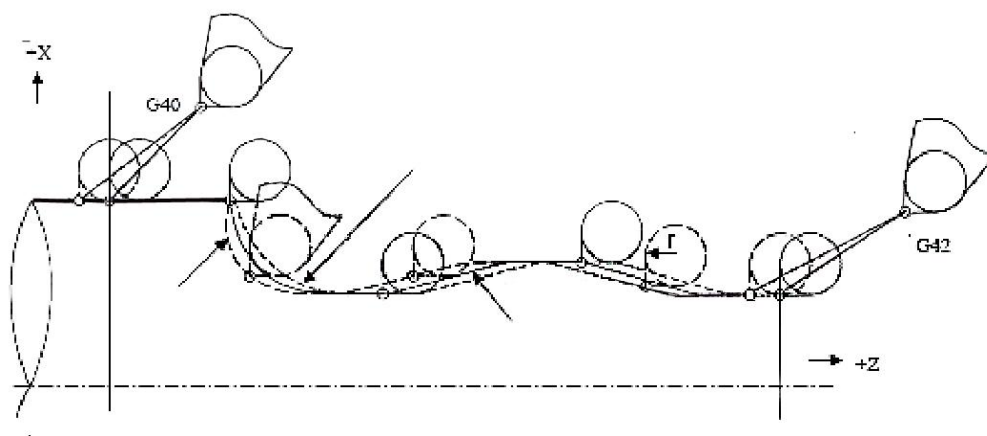


图 1.31-13

1.31.5.3 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（有移动指令时预读个程序段，没有移动指令时最大预读个程序段，N 由 MCM1702 指定）。

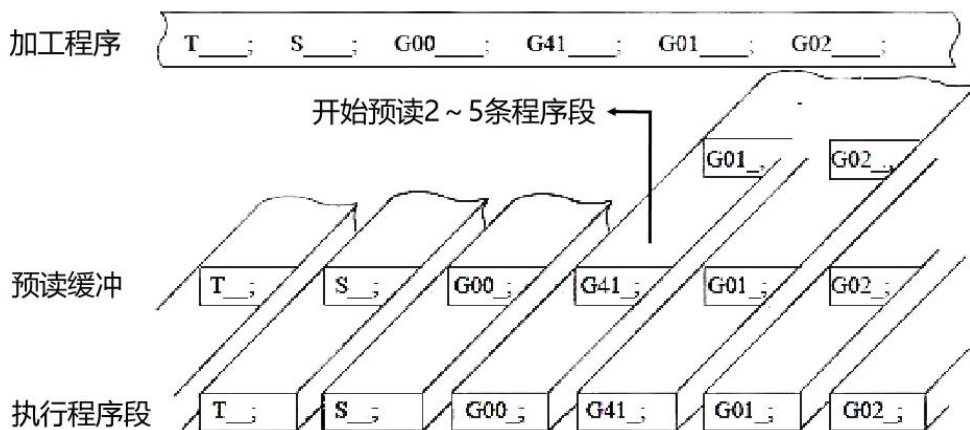


图 1.31-14

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。

假定 N 为 4 个，如下：

N01 U60. W30. T01;

N02 G41;

N03 G04 X2. ;

N04 F1000. ;

```
N05 M03 S500;  
N06 G04 X0.5;  
N07 U-50. W20. ;  
N08 U-20. W50. ;
```

执行轨迹:

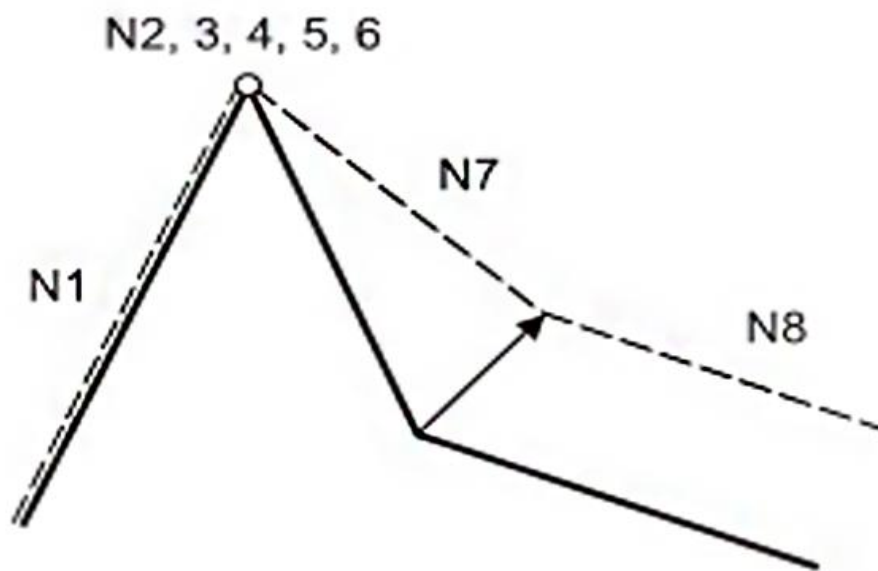


图 1.31-15

在 N7 单节才建立刀补。

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。

```
N06 U200. W100. ;  
N07 G04 X2. ;  
N08 F1000. ;  
N09 S500;  
N10 M4;  
N11 W100. ;
```

执行轨迹:

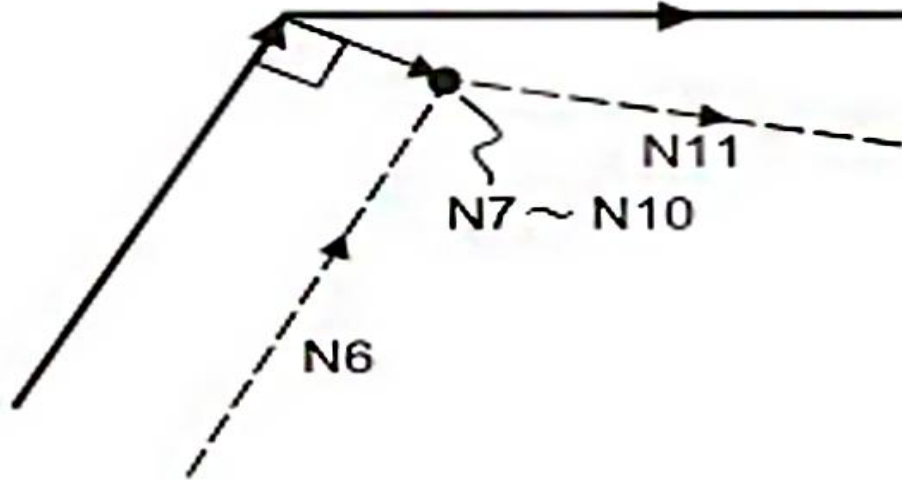


图 1.31-16

在 N7 单节创建垂直的补偿矢量。

- 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。

N06 U200. W100. ;

N07 G40 M5;

N08 U50. W100. ;

执行轨迹：

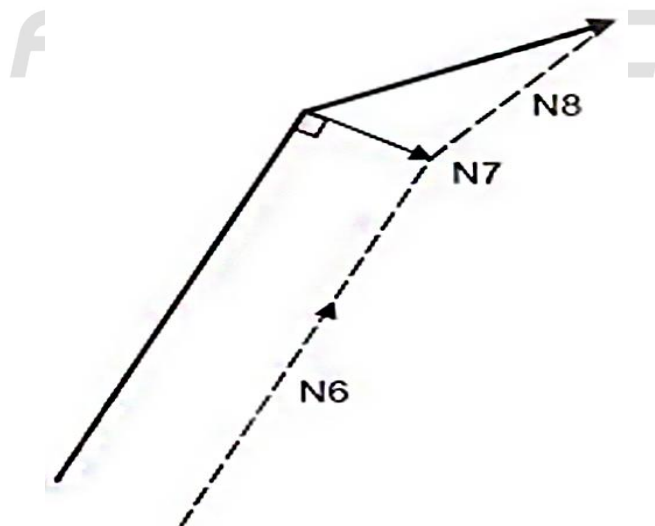


图 1.31-17

1.31.5.4 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。

1. 起刀

编程：

- 1) G41 与当前平面轴的动作单节在同一单节。
- 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。

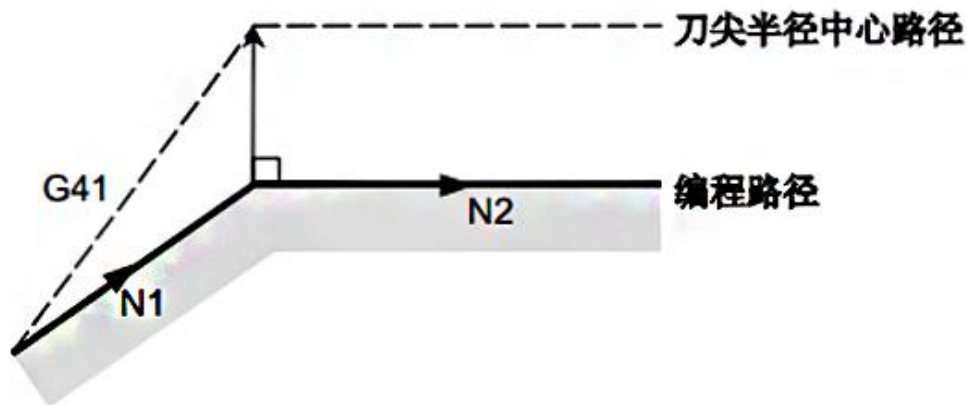


图 1.31-18

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。

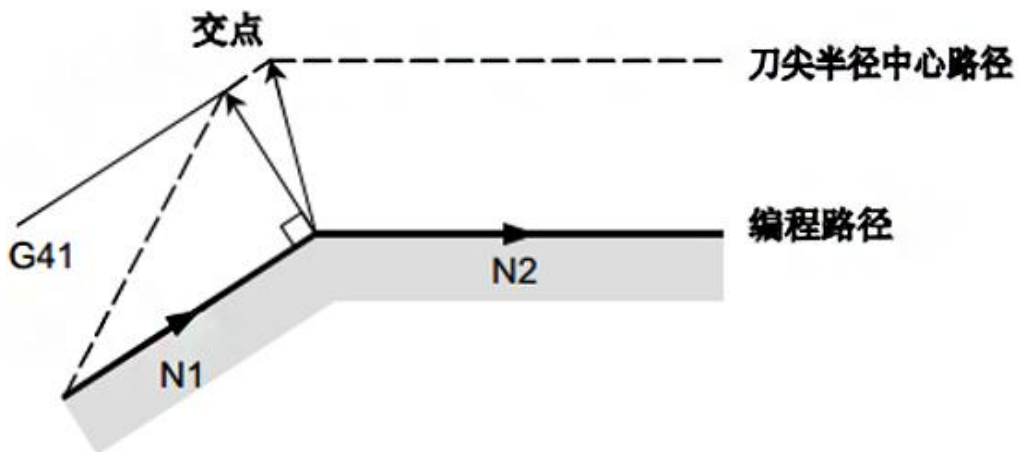


图 1.31-19

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的量，相当于刀尖半径补偿量。

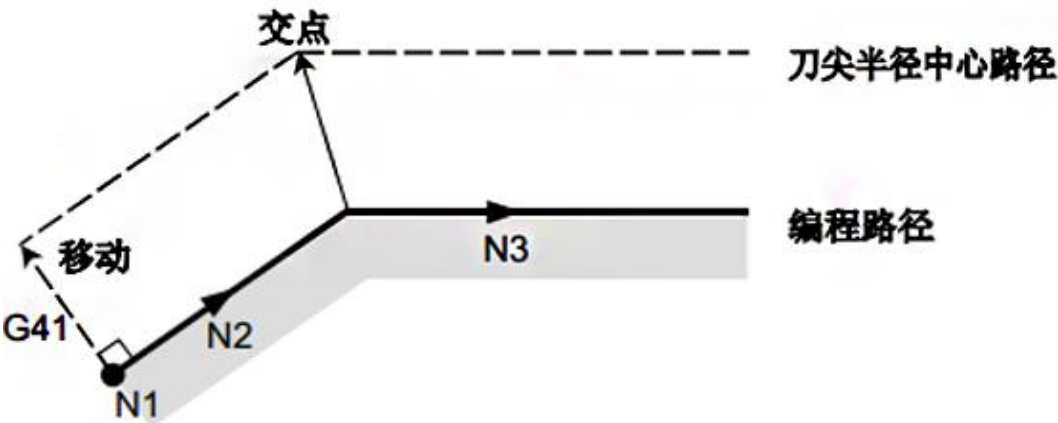


图 1.31-20

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。

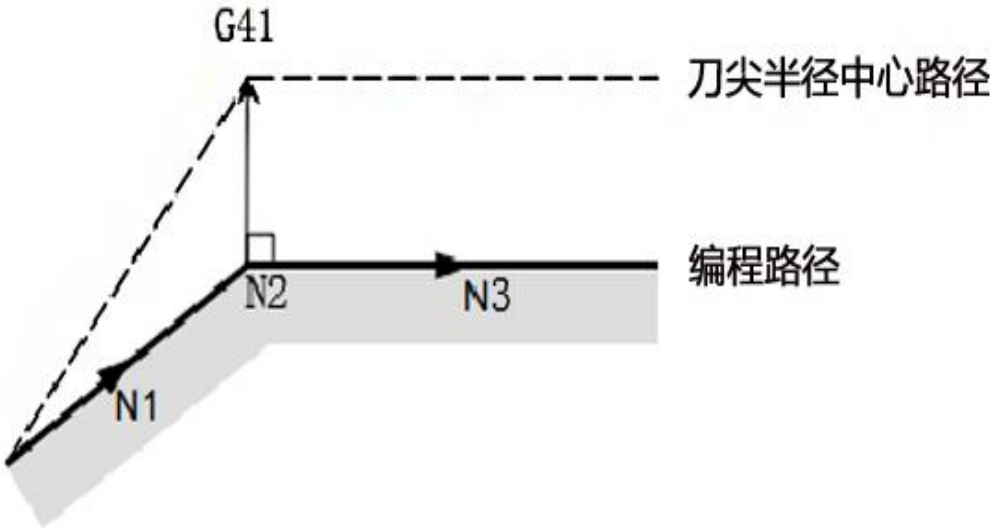


图 1.31-21

注: N2 单节为 G41 单节。

2. 结束

编程：

- 3) G40 与当前平面轴的运动单节在同一单节。
- 4) 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。

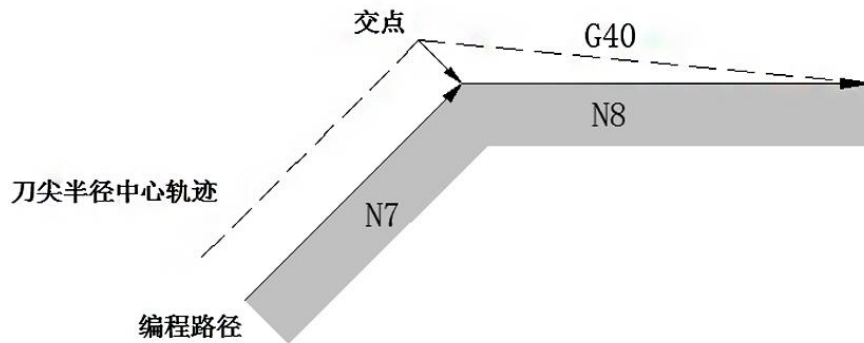


图 1.31-22

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。

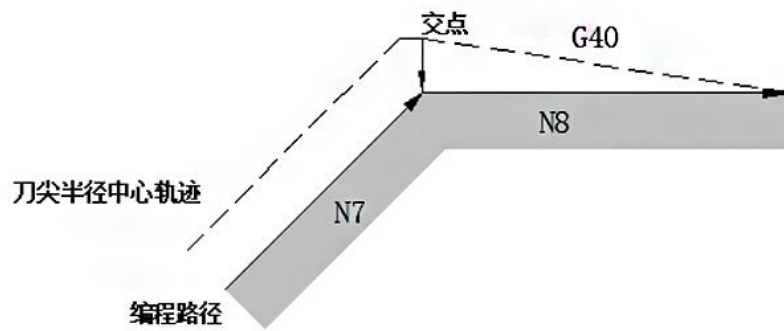


图 1.31-23

编程 3) 轨迹。

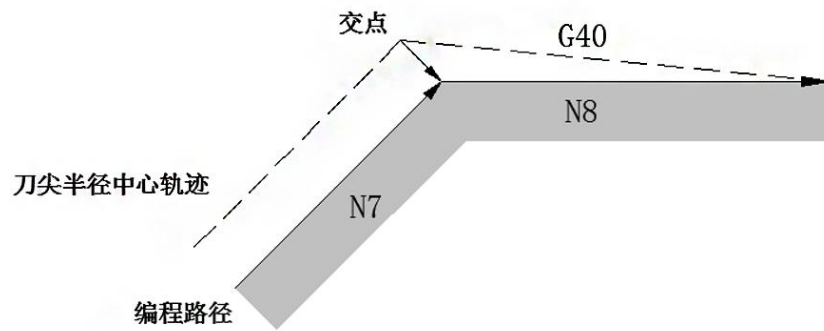


图 1.31-24

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的量, 相当于刀尖半径补偿量。

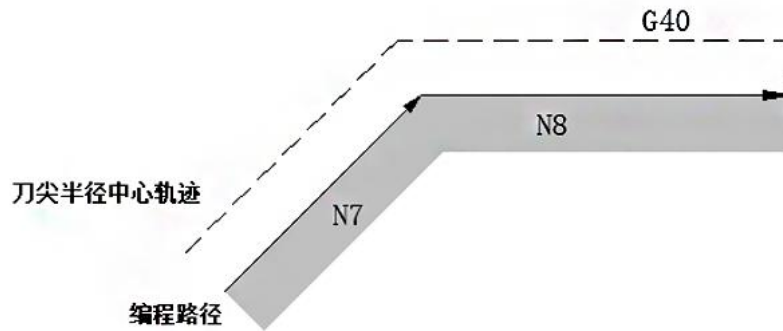


图 1.31-25

编程 3) 轨迹。

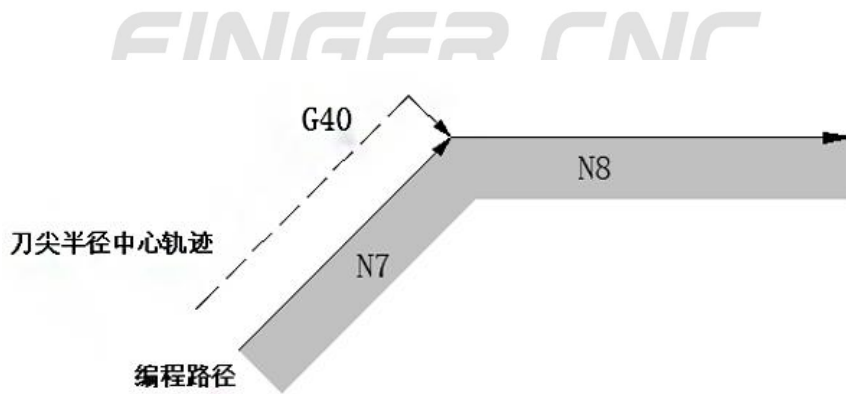


图 1.31-26

编程 4) 轨迹。

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。

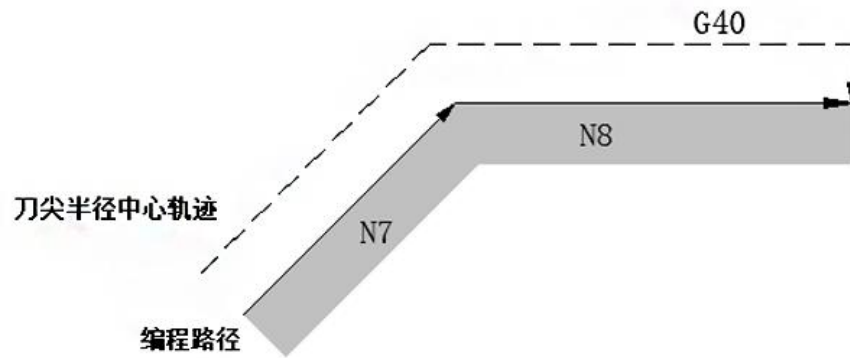


图 1.31-27

编程 3) 轨迹。

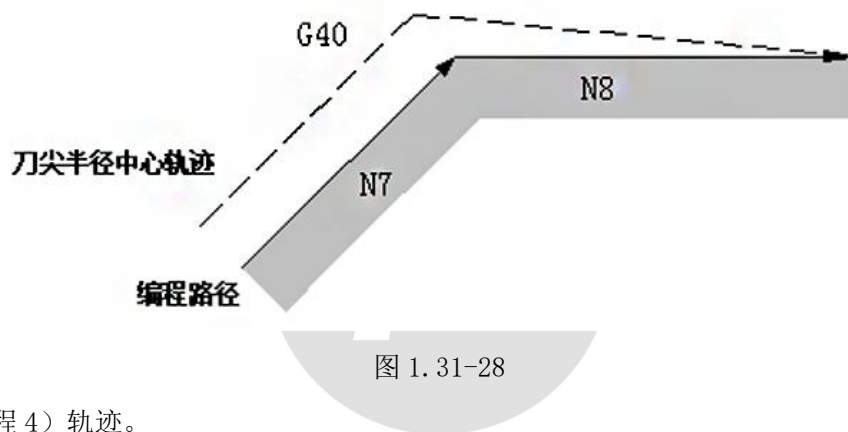


图 1.31-28

编程 4) 轨迹。

1.31.5.5 刀尖半径补偿连接

在刀尖半径补偿方式下旋转外边拐角时,可以通过 MCM1700 选择直线或者圆弧插补来连接多个补偿矢量。

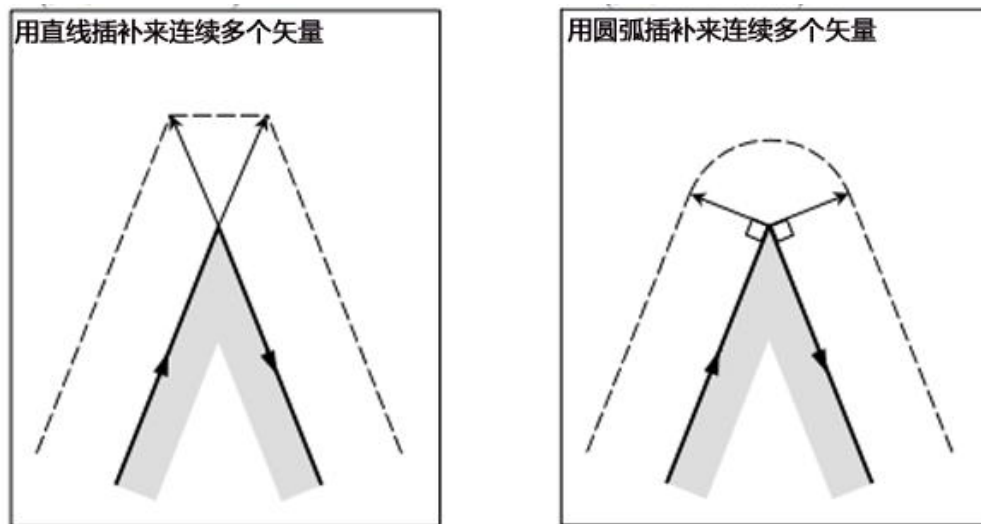


图 1.31-29

直线连接 (Mcm1700=0)

圆弧连接 (Mcm1700=1)

1.31.5.6 拐角处理

在一个程序块的终点产生两个或两个以上偏置矢量时,刀具则线性的从一个矢量移动到另一个矢量,这种移动称为圆角移动。

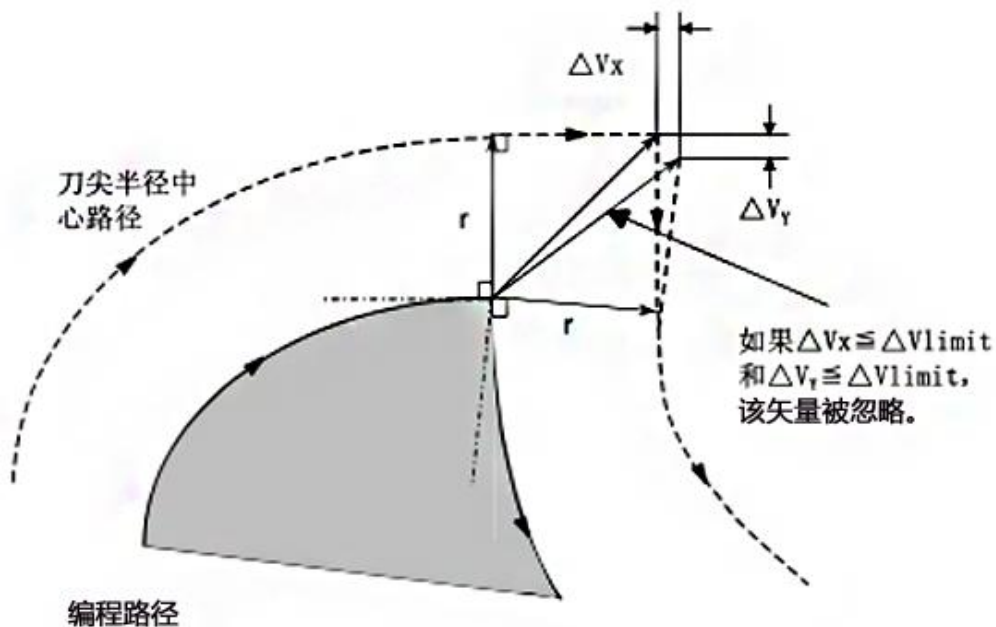


图 1.31-30

如果 $\Delta V_x \leq \Delta V_{limit}$ 和 $\Delta V_r \leq \Delta V_{limit}$, 后面的矢量被忽略, Δ 由 Mcm1703 设定。

拐角速度由拐角处的下一单节确定，如图所示。

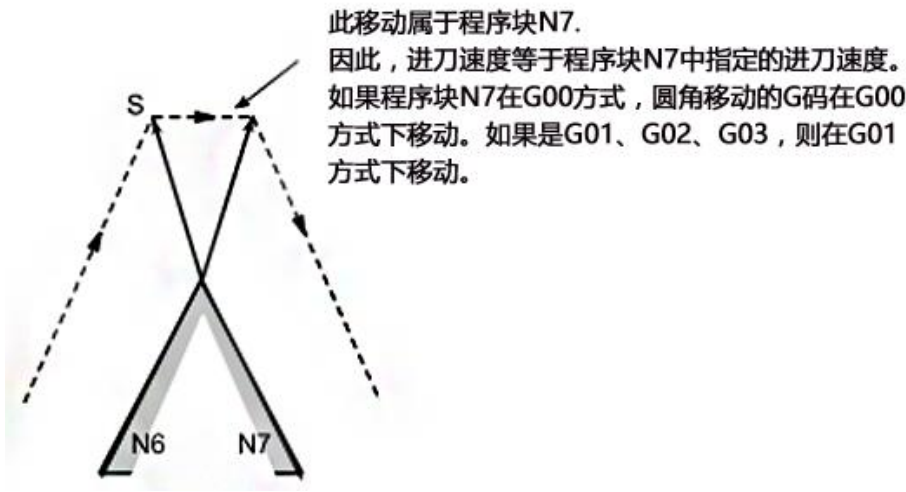


图 1. 31-31

1. 31. 5. 7 刀尖半径补偿运动

起刀时的刀具运动:

从 G40 方式变为 G41 或 G42 方式的程序段叫做起刀程序段。

补偿取消状态下，满足下列所有条件时，刀尖半径补偿开始：

1. 执行 G41 或 G42 指令时。
2. 执行除了圆弧指令以外的移动指令时，若在 G02、G03 圆弧切削模式下使用，系统会发出错误信号 (40/41/42-1)。
3. G41 或 G42 与运动量为 0 的单节在同一单节时不做刀补起始动作 (G41/G42 U0. W0.)。

内边：两个移动程序段交点的夹角大于或等于 180° 。

外边：两个移动程序段交点的夹角在 0° ~180° 之间。

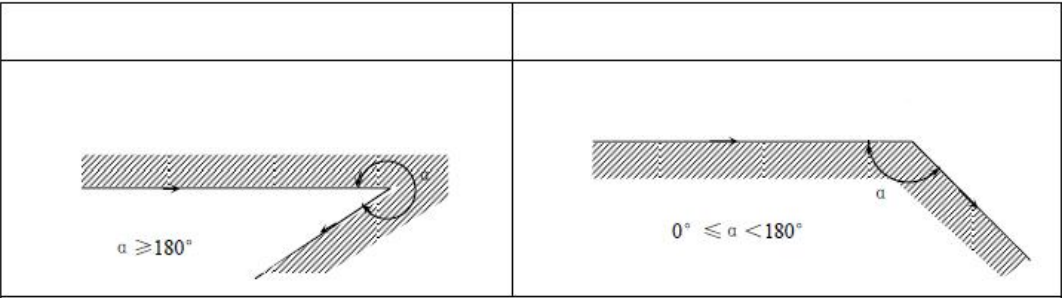


图 1. 31-32

刀具绕内边移动 ($180^\circ \leq \alpha$)

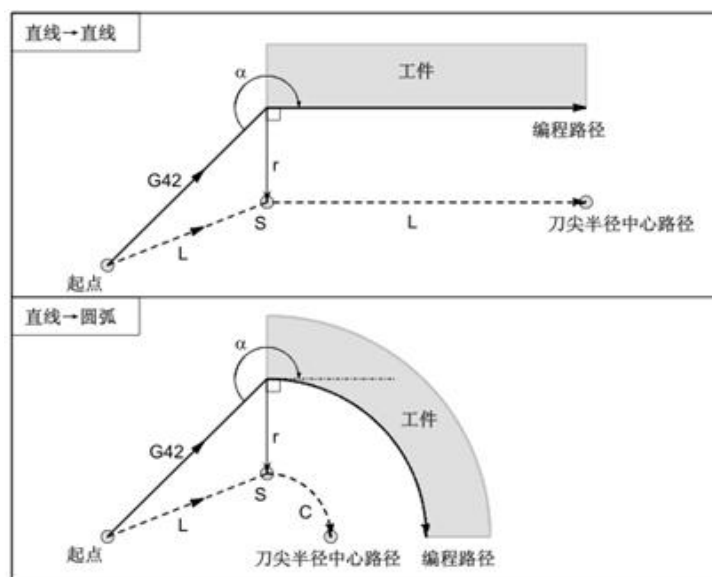
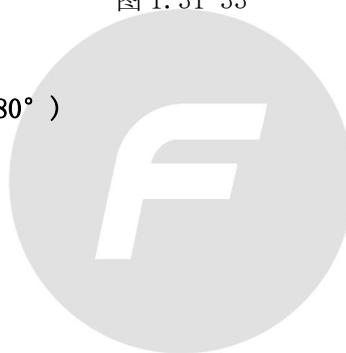


图 1.31-33

刀具绕外边移动 ($90^\circ \leq \alpha < 180^\circ$)



FINGER CNC

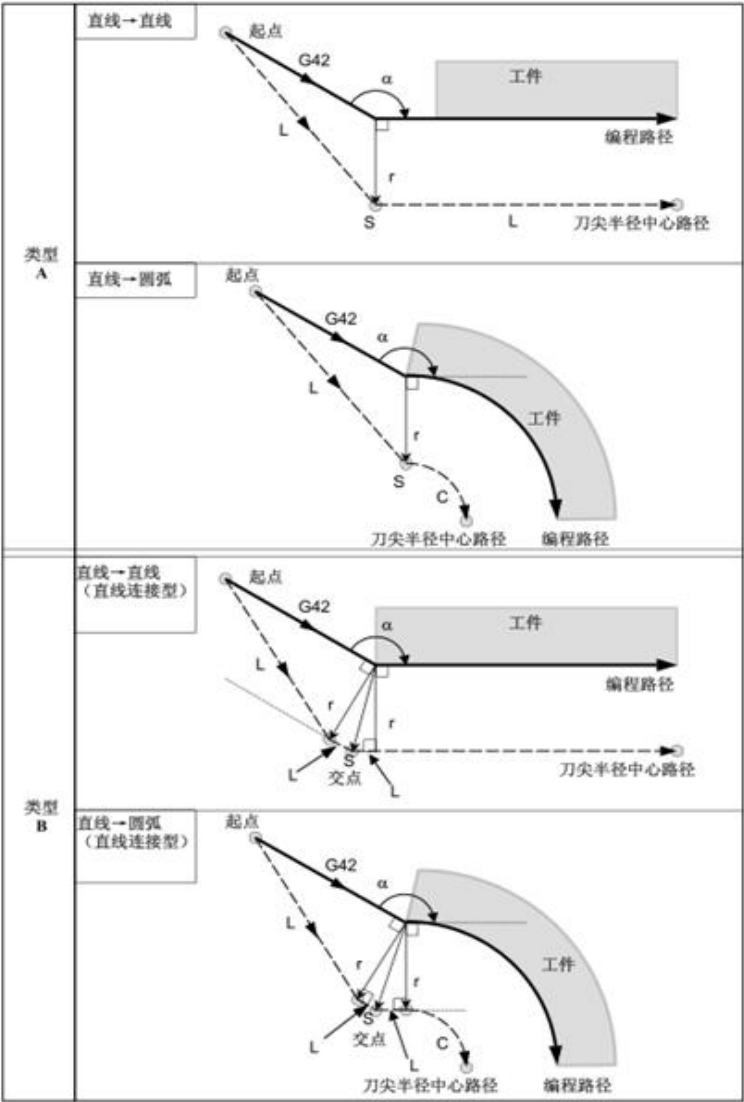


图 1.31-34

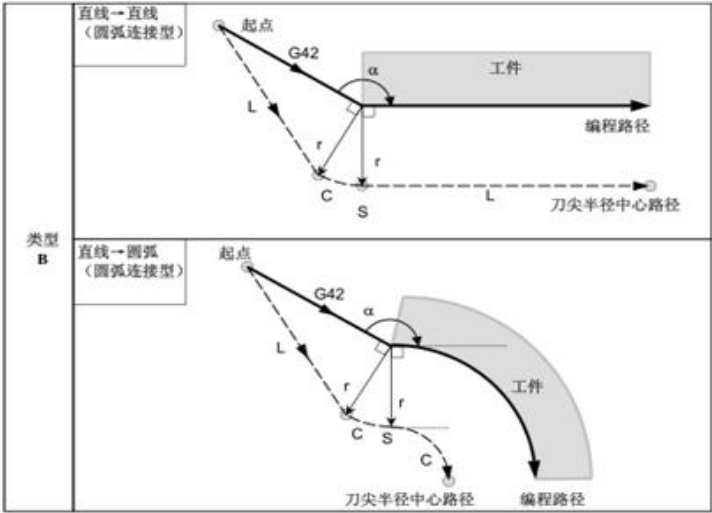


图 1.31-35

刀具绕锐角移动($\alpha < 90^\circ$)

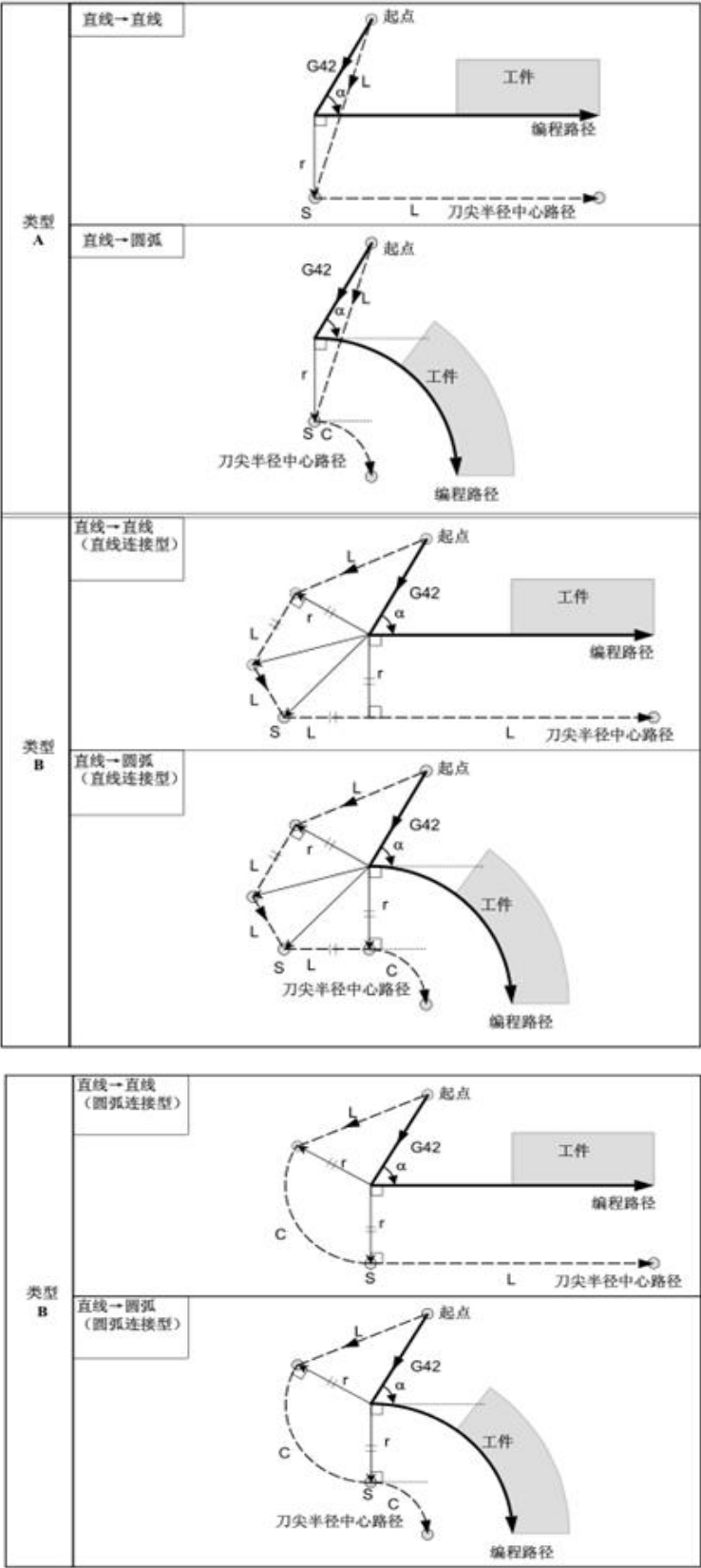


图 1.31-36

补偿中的刀具运动:

刀具绕内边移动 ($\alpha \geq 90^\circ$)

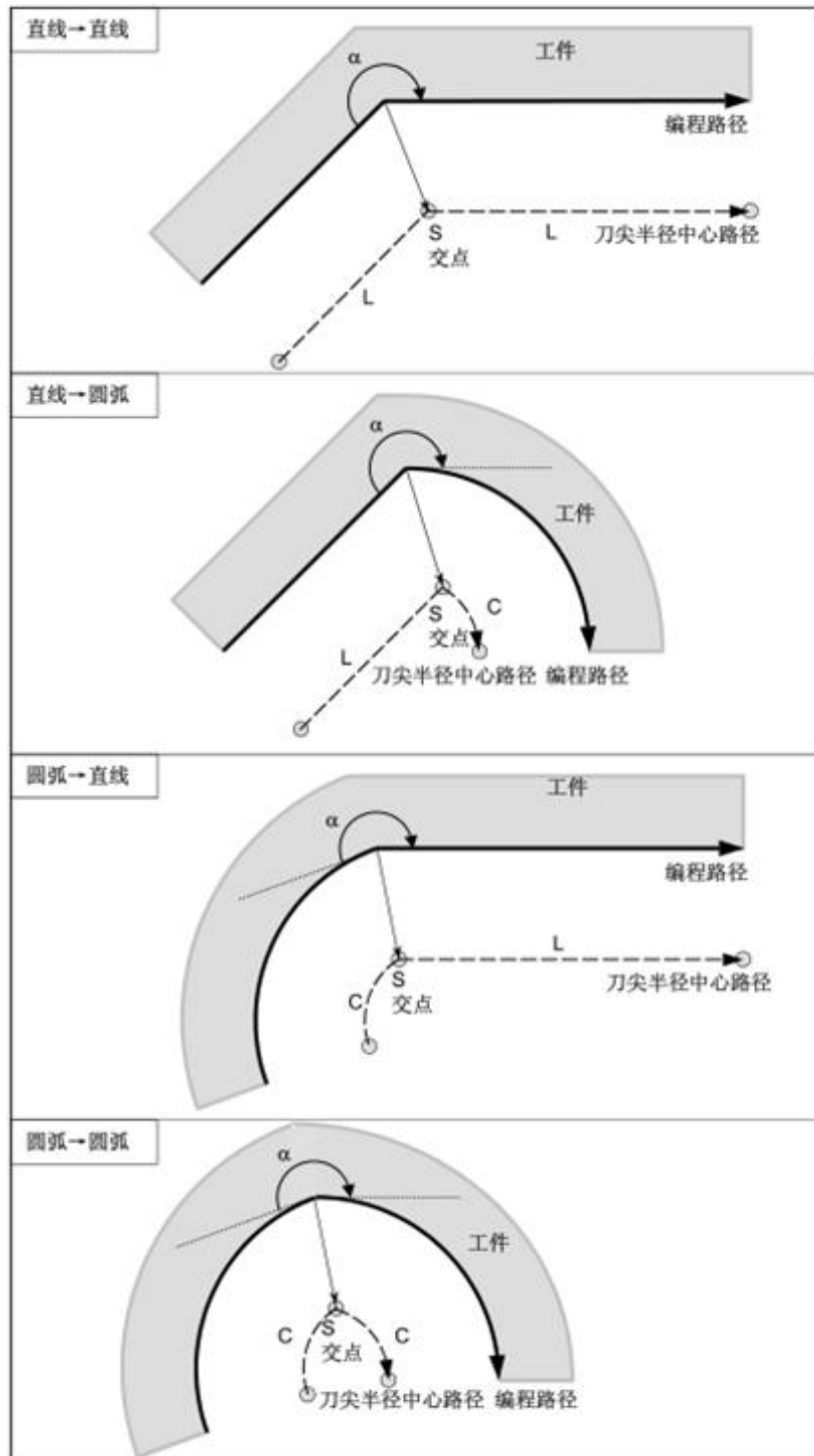


图 1.31-37

刀具绕外边移动 ($90^\circ \leq \alpha < 180^\circ$)

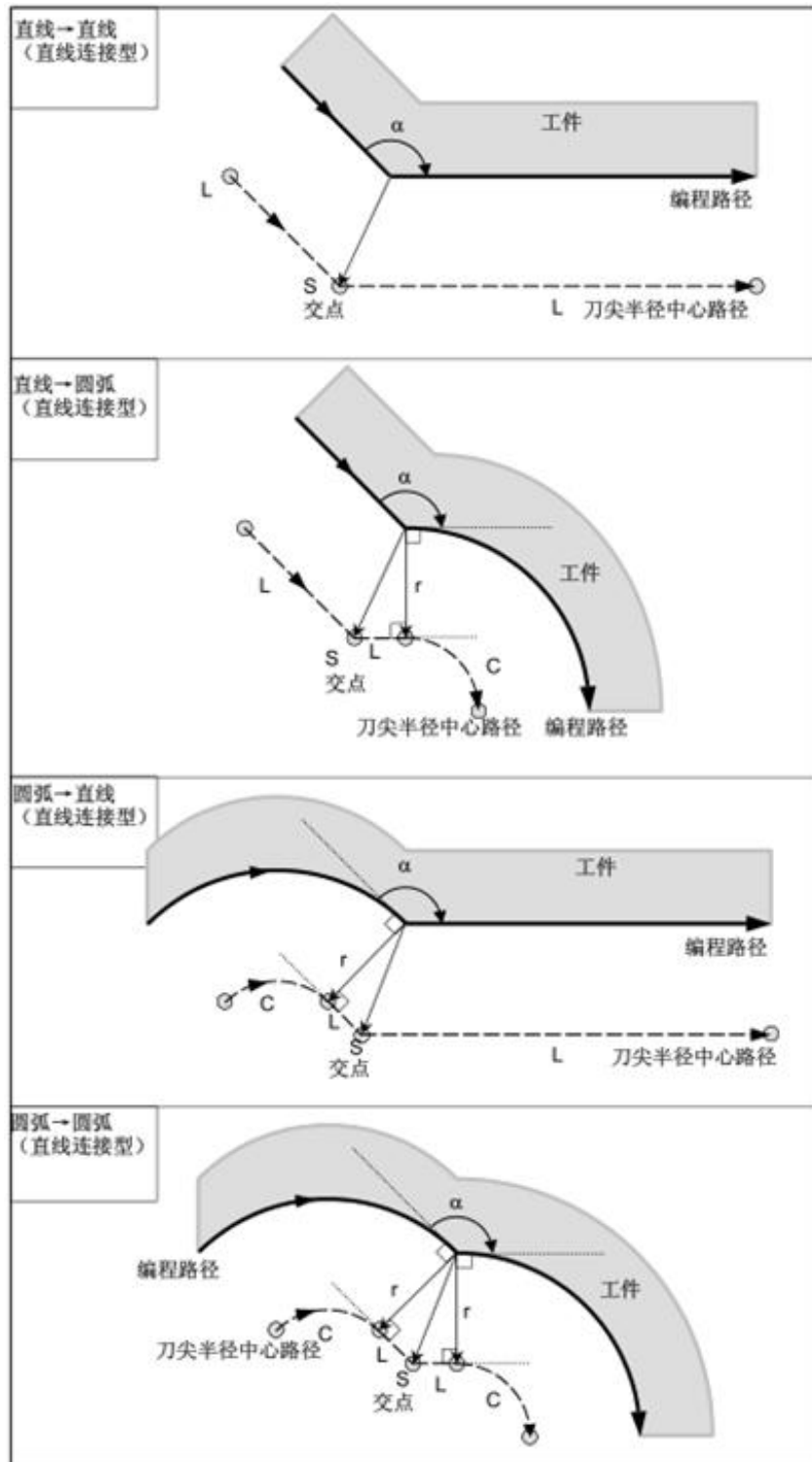


图 1.31-38

刀具绕锐角移动 ($\alpha < 90^\circ$)

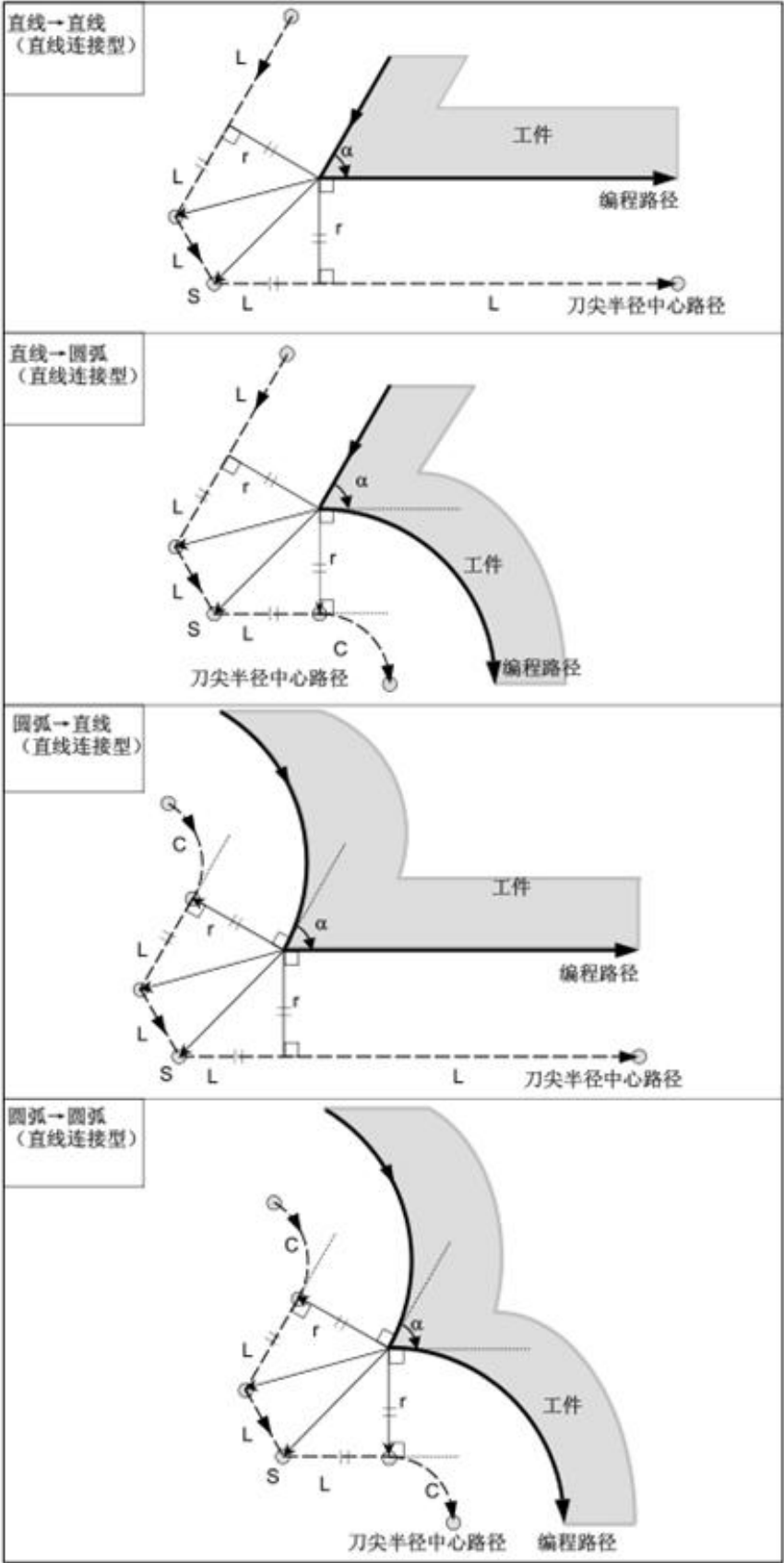


图 1.31-39

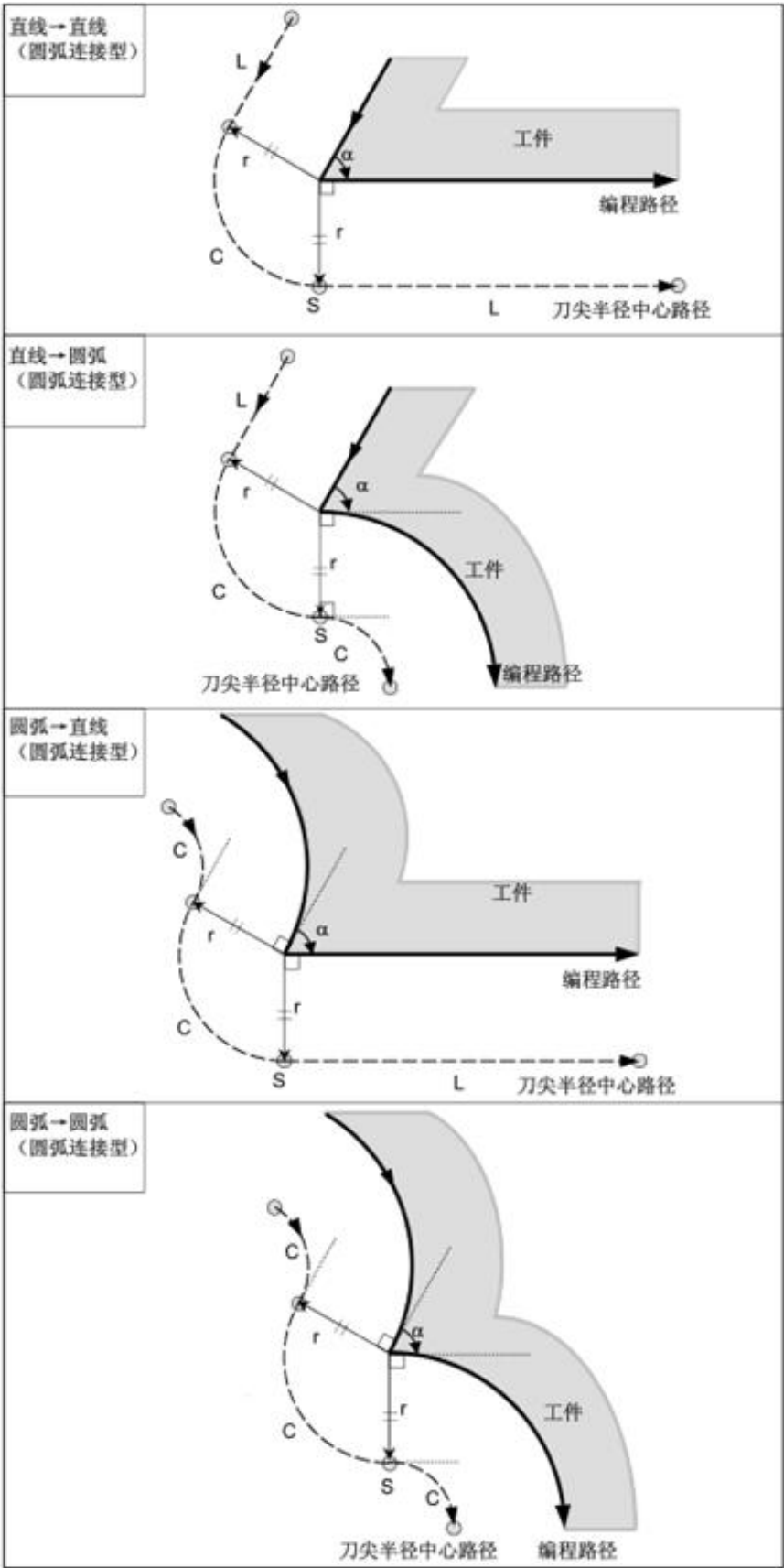


图 1.31-40

补偿取消时的刀具运动

在刀尖半径补偿模式中，满足下列所有条件时，可取消刀尖半径补偿：

1. 已执行 G40 指令。
2. 除了圆弧指令以外的其他移动指令。

刀具半径补正取消执行：

1. 刚刚通电时取消。
2. 复位时取消。
3. 执行 M02、M30 结束程式时取消。
4. 执行 G40 指令时取消。

刀具绕内边移动 ($\alpha \geq 90^\circ$)

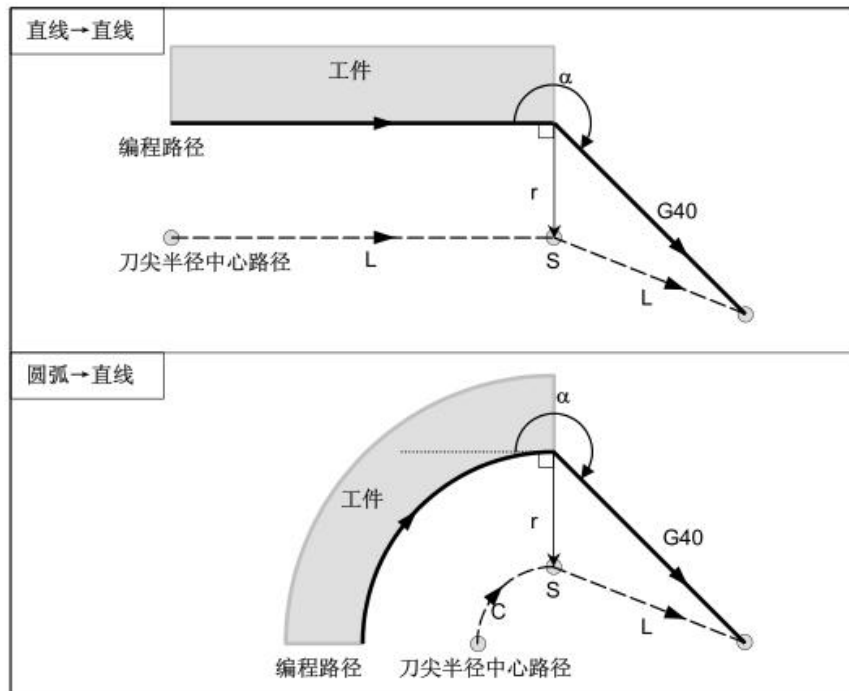


图 1.31-41

刀具绕外边移动 ($90^\circ \leq \alpha < 180^\circ$)

以下 B 类型的取消偏置都是 G40 与动作在同一单节。

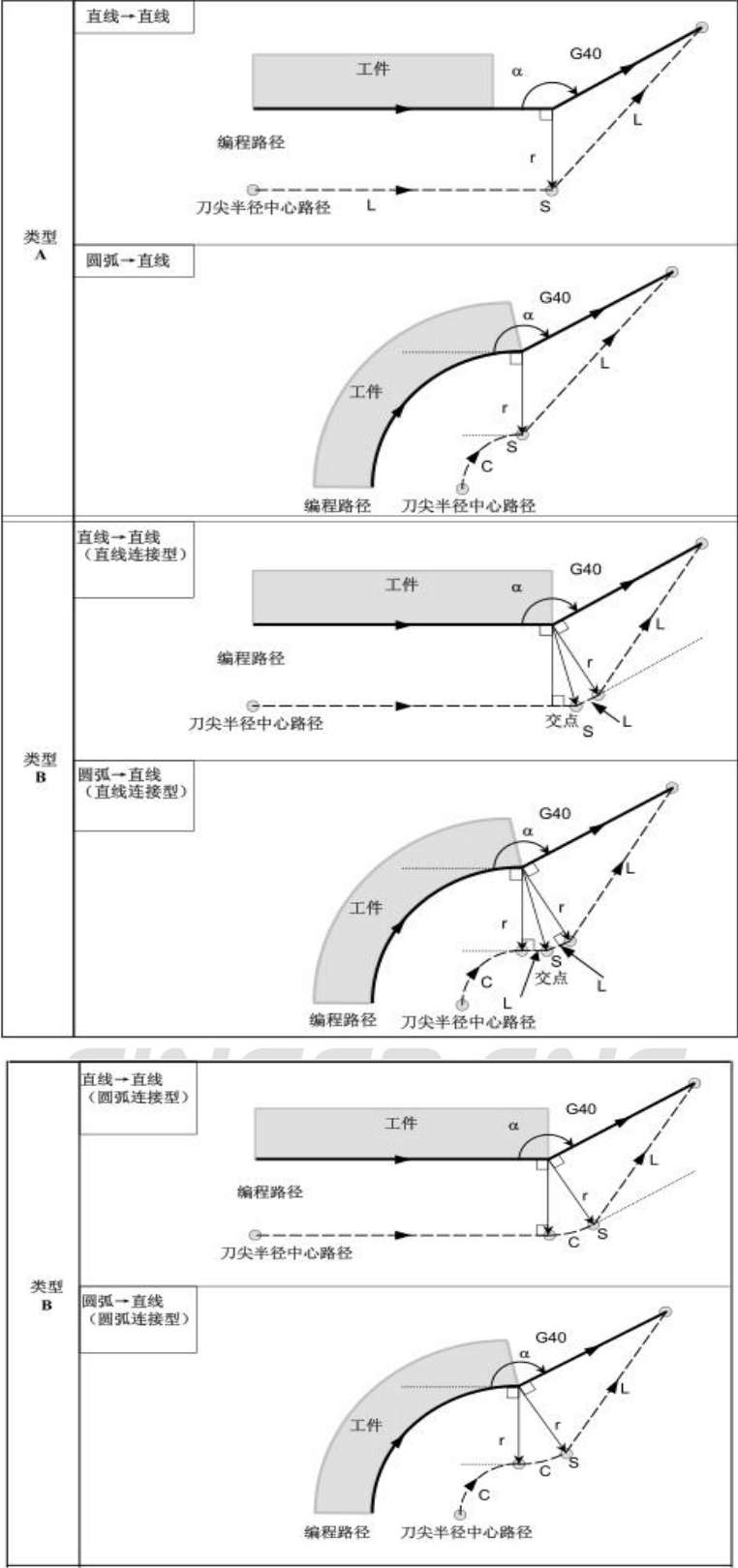


图 1.31-42

刀具绕锐角移动 ($\alpha < 90^\circ$)

类型 A	直线→直线	
	圆弧→直线	
类型 B	直线→直线 (直线连接型)	
	圆弧→直线 (直线连接型)	
类型 B	直线→直线 (圆弧连接型)	
	圆弧→直线 (圆弧连接型)	

图 1.31-43

1.31.5.8 G40 与 I_J_K_指定

如果指定了 G40 和 I_J_K_的程序段，则系统刀尖半径补偿轨迹如下。

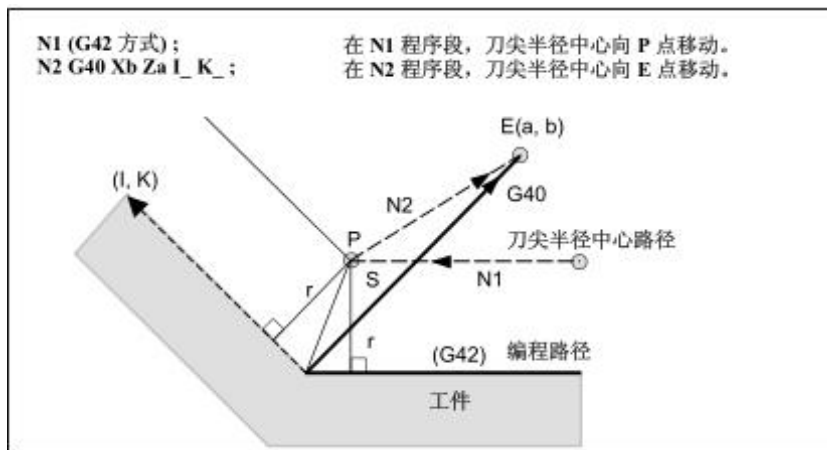


图 1.31-44

注意：P 点为 G42 单节与 I、K 方向的交点。

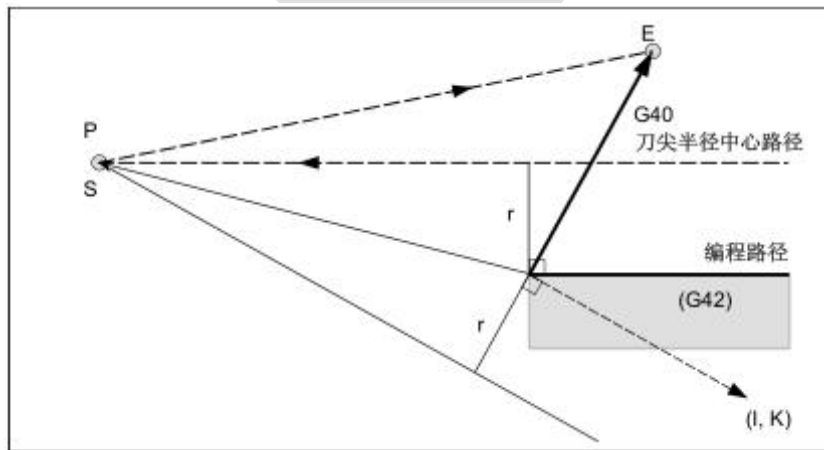


图 1.31-45

注意：P 点为 G42 单节与 I、K 方向的交点。

当得不到交点时，在刀具移动到 G40 前面的程序段的终点并与之正交，如下图所示。

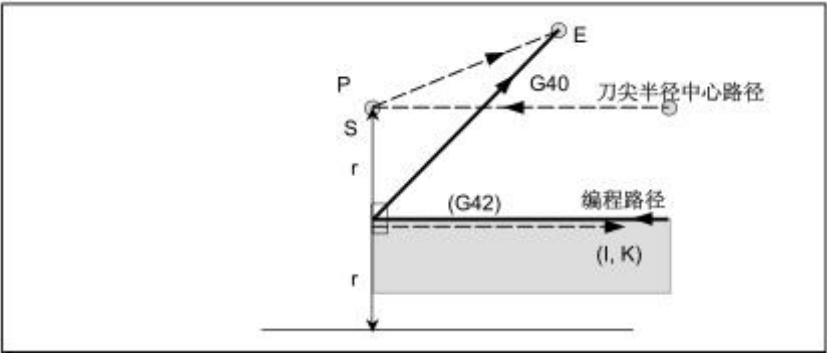


图 1.31-46

1.31.5.9 干涉处理

- 刀具的切入工件称其为干涉，干涉检查功能提前检测刀具的干涉情况。
- 干涉检查条件：要进行干涉检查，必须读入 3 个以上具有移动的程序段。因此，在刀补方式下，通过连续指定辅助功能单独指令、暂停等不伴随移动的程序段，在无法读出具有移动的 3 个以上程序段时，就难以进行干涉检查，在某些情况下会导致过切或不充分切削。由 Mcm1702 设定刀补方式中的读入程序段数，则 Mcm1702 需设定 ≥ 3 ，才能进行干涉处理，否则不进行干涉处理，即使存在过切等也照常执行。
- 干涉检查开、关由 Mcm1704 决定干涉检查处理方式。

参数设置：

G54	12. CNC	L1	参数	2023.10.23 18:04:37	操作员		
主轴A	主轴C	用户参数	综合参数	刀补参数	夹头	润滑油	主轴刹
编号	参数名			设定值	单位	生效	
8001	是否开启实时刀补，0=否、1=是			1	-	重置	
8002	刀具磨耗补正单次输入最大限制值			2.000	MM	重置	
8003	刀补连接类型，0=直线连接、1=圆弧连接			0	-	重置	
8004	刀补类型，0=类型A、1=类型B、2=类型C、3=类...			0	-	重置	
8005	刀补干涉时预抓的单节数（<=2 不处理干涉）			0	-	重置	
8006	刀补拐角最小距离			0	-	重置	
8007	刀补干涉处理模式，0=报警、1=自动处理			0	-	重置	
8008	指定T指令中刀具磨耗补偿组别所占位数，1=T指...			0	-	重置	
8009	刀具磨耗补偿和刀具长度补偿的组别是否统一指定			0	-	重置	
8010	刀具长度补偿和刀具磨耗补偿的补偿方式			0	-	重置	
8011	修改刀补实时显示，0=修改任何刀号的长度补正...			0	-	重置	
8012	修改刀补实时显示，0=修改任何刀号的磨耗补正...			1	-	重置	
8013	修改工作坐标系实时显示，0=只修改当前执行工...			0	-	重置	
				就绪	自动运行		警报
<<	上一项	下一项	目录开	搜索编号	自定义 代码	10 重定义	总线参数

图 1.31-47

Mcm1704	功能定义
0	刀补轨迹存在干涉时系统报警。
1	Mcm1702≤2 时不做干涉优化处理。
	Mcm1702>2 时做干涉优化处理。

1.31.6 刀尖点

假想刀尖就是实际上并不存在的点,但又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。

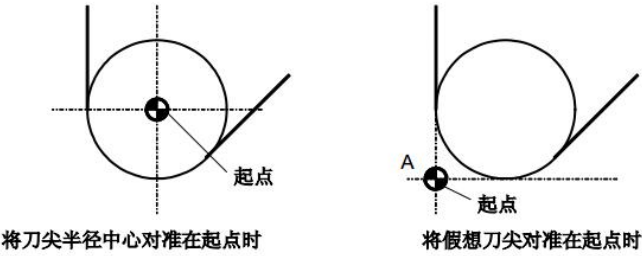


图 1.31-48

1.31.7 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,可与相应的 T 代码一起选择。

假想刀尖的方向:

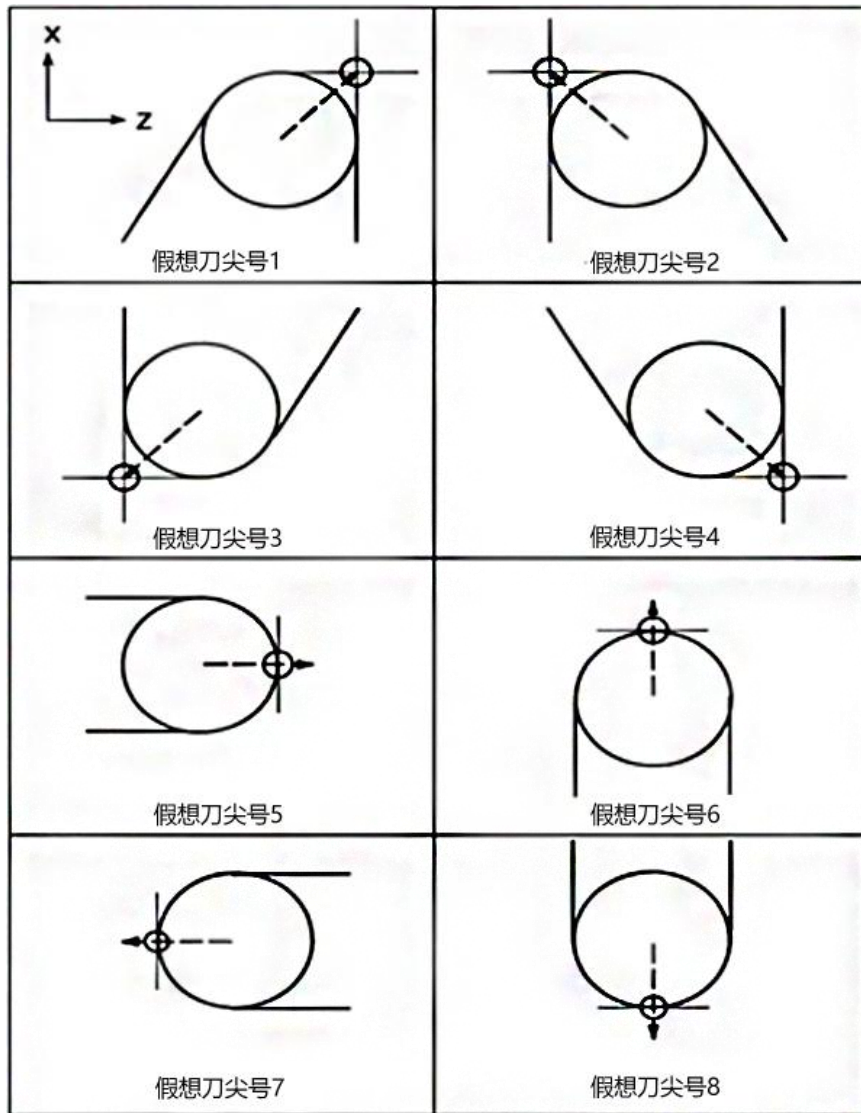


图 1.31-49

当刀尖中心与起点位置重合时用假想刀尖号 0、9 号：

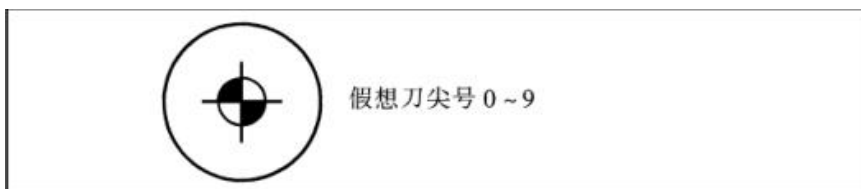


图 1.31-50

刀尖方向的设定由 Sys2202 等参数设定。

1.31.8 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。

1.31.9 范例 1

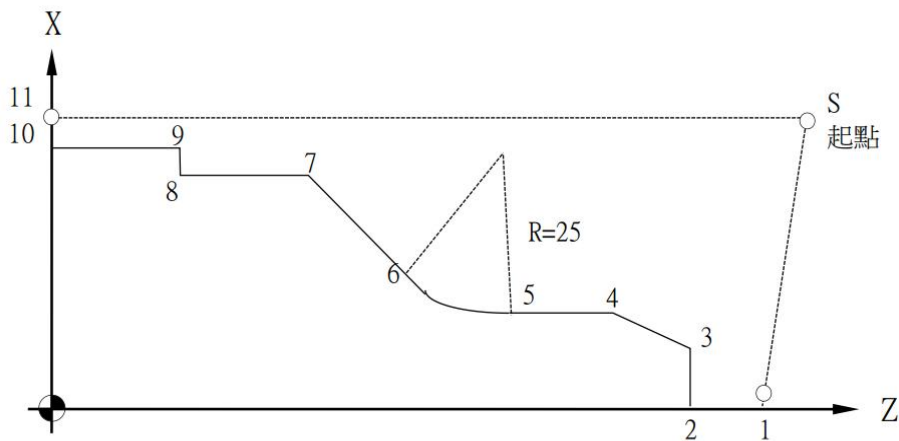


图 1.31-51

直径编程

```

N10 T1;                //选用 1 号刀;
N20 G00 X100.0 Z120.0; //点 S;
N30 G00 X0 Z110.0;     //点 1;
N40 M3 S2000;
N50 G42 Z100.0 T02 F3.0; //点 2, 补正插入;
N60 G01 X20.0;          //点 3;
N70 X30.0 Z91.35;       //点 4;
N80 Z75.0;              //点 5;
N90 G02 X44.644 Z57.322 I25.0 F1.5; //点 6, 圆弧切削;
N100 G01 X76.0 Z37.644 F3.0; //点 7;

```

```

N110 Z20.0;           //点 8;
N120 X80.0;           //点 9;
N130 Z0;              //点 10;
N140 G40 X90.0;       //点 11, 补正取消;
N150 G00 X100.0 Z120.0; //点 S;
N160 M05;;            //第一主轴停止
N170 M30;;            //程序结束

```

1.32 设定外部工件坐标系（G50）

用于设定外部工件坐标系。

1.32.1 指令格式

G50 IP__

IP__：指定轴向位置，即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）。

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。

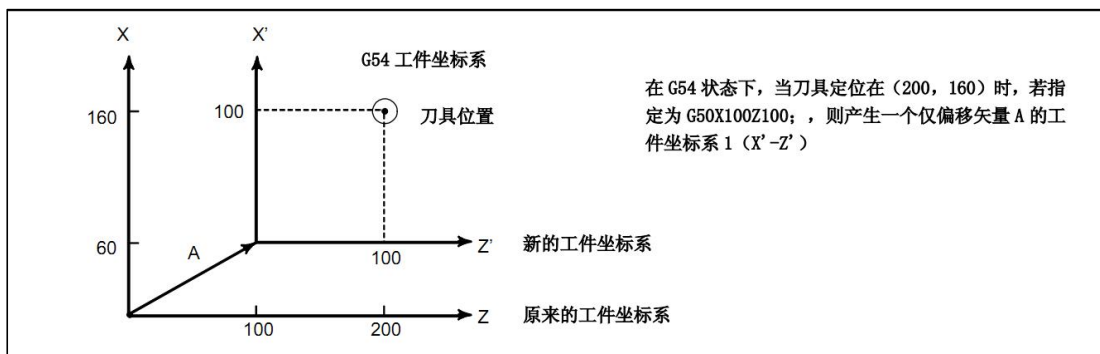


图 1.32-1

程序	机械坐标	程序坐标	工件坐标系:X 轴 SYS2160、Z 轴 SYS2162
G0 X0. Z0.	0.000, 0.000	0.000, 0.000	0, 0
G0 X100. Z50.	100.000, 50.000	100.000, 50.000	0, 0
G50 X0. Z20.	100.000, 50.000	0.000, 20.000	100000, 30000
G0 X50. Z50.	150.000, 80.000	50.000, 50.000	100000, 30000
G50 U20. W-10.	150.000, 80.000	70.000, 40.000	80000, 40000
G0 X0. Z0.	80.000, 40.000	0.000, 0.000	80000, 40000

1.33 主轴最高钳制速度（G50）

通过 G50 指令设定加工中主轴的最高钳制速度与主轴最低钳制速度，与 G96 搭配使用。

1.33.1 指令格式

G50 S__Q__ 模态指令。

S: 主轴最高钳制速度，当恒速控制轴位置较低时使用。

Q: 主轴最低钳制速度，当恒速控制轴位置较高时使用。

1.33.2 补充说明

1. G50 S__Q__主轴最高/最低转速控制只对 G96 状态有效，对 G97 状态无效。
2. G50 S__Q__指令中指定的 S 值和 Q 值为模态值，会被保存下来，下次切换到 G96 状态时，

以被保存的 G50 S__Q__ 中的 S 值和 Q 值为最高/最低转速限制主轴转速，而可以不需要再次指定。

3. G50 S__Q__ M3: 程序段执行时 S、Q 设定的主轴最高、最低转速限制功能有效，M3 指令有效，但 S、Q 不作为主轴转速值。
4. G50 S__Q__ X__Z__: 程序段执行时，G50 S__Q__ 设置恒线速控制时的主轴最高/最低转速限制值功能有效，G50 X__Z__ 设置当前工件坐标系功能有效。
5. G50 设定 S、Q 值会被存储，断电时才会被清除。
6. 复位、程序结束不取消 G50 状态，复位、程序结束取消 G96 状态。

1.34 局部坐标设定（G52）

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（G54～G59）上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。

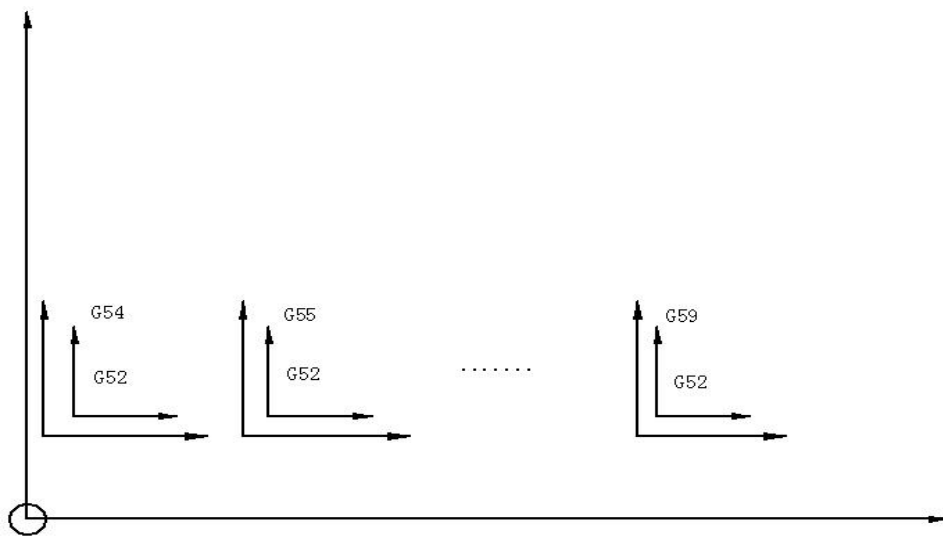


图 1.34-1

1.34.1 指令格式

G52 IP__: 设定局部坐标系。

IP: 指定轴向设定局部坐标;当 IP=0, 取消该轴向局部坐标设定。

注意：单独 G52 指令不能取消。

1.34.2 补充说明

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。

注意：

1. 可在所有的工件坐标系中（G54~G59，G54.1 Pxx）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. 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。

1.34.3 范例

程序指令	机械坐标 (X, Z)	程序坐标 (X, Z)	局 部 坐 标 : Sys11620, Sys11622
G0X0Z0	0.000, 0.000	0.000, 0.000	0, 0
G0X100. Z50.	100.000, 50.000	100.000, 50.000	0, 0
G52X10. Z10.	100.000, 50.000	90.000, 40.000	10000, 10000
G0X0. Z0.	10.000, 10.000	0.000, 0.000	10000, 10000
G52 U20. W-20.	10.000, 10.000	-20.000, 20.000	30000, -10000

X50. Z80.	80. 000, 70. 000	50. 000, 80. 000	30000, -10000
-----------	------------------	------------------	---------------

程序指令	机械坐标 (X、Y、Z)	程序坐标 (X、Y、Z)	局部坐标: X 轴: Sys11620, Y 轴: Sys11621, Z 轴: Sys11622
G0 X0. 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
G52 X10. Y20. Z30.	0. 000, 0. 000, 0. 000	-10. 000, -20. 000, -30. 000	10000, 20000, 30000
G0 X100. Y80. Z50.	110. 000, 100. 000, 80. 000	100. 000, 80. 000, 50. 000	10000, 20000, 30000
G55	110. 000, 100. 000, 80. 000	100. 000, 80. 000, 50. 000	10000, 20000, 30000
G0 X-100. Y-100. Z-100.	-90. 000, -80. 000, -70. 000	-100. 000, -100. 000, -100. 000	10000, 20000, 30000
G52 U-50. V30. W0.	-90. 000, -80. 000, -70. 000	-50. 000, -130. 000, -100. 000	-40000, 50000, 30000
G0 X-50. Y-50. Z-50.	-90. 000, 0. 000, -20. 000	-50. 000, -50. 000, -50. 000	-40000, 50000, 30000
G52 X0. Y0.	-90. 000, 0. 000, -20. 000	-90. 000, 0. 000, -50. 000	0, 0, 30000

G0X0. Y0. Z0.	0.000, 0.000, 30.000	0.000, 0.000, 0.000,	0, 0, 30000
---------------	----------------------------	----------------------------	-------------

程序指令	机械坐标 (X、Y、Z)	程序坐标 (X、Y、Z)	局部坐标: X 轴: Sys11620, Y 轴: Sys11621, Z 轴: Sys11622
G0 X0. 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
G52 X10. Y20. Z30.	0.000, 0.000, 0.000	-10.000, -20.000, -30.000	10000, 20000, 30000
G0 X100. Y80. Z50.	110.000, 100.000, 80.000	100.000, 80.000, 50.000	10000, 20000, 30000
G55	110.000, 100.000, 80.000	100.000, 80.000, 50.000	10000, 20000, 30000
G0 X-100. Y-100. Z-100.	-90.000, -80.000, -70.000	-100.000, -100.000, -100.000	10000, 20000, 30000
G52 U-50. V30. W0.	-90.000, -80.000, -70.000	-50.000, -130.000, -100.000	-40000, 50000, 30000
G0 X-50. Y-50. Z-50.	-90.000, 0.000, -20.000	-50.000, -50.000, -50.000	-40000, 50000, 30000
G52 X0. Y0.	-90.000,	-90.000,	0, 0, 30000

	0.000, -20.000	0.000, -50.000	
G0X0. Y0. Z0.	0.000, 0.000, 30.000	0.000, 0.000, 0.000,	0, 0, 30000

G00 X0.0 Y0.0 Z0.0;; //快速定位
 G54;; //切换坐标系
 G52 X10.0 Y20.0 Z30.0; //设定 X, Y, Z 轴局部坐标系;
 G00 X100.0 Y80.0 Z50.0; //X, Y, Z 轴局部坐标有效;
 G55; //X, Y, Z 轴局部坐标有效;
 G00 X-100.0 Y-100.0 Z-100.0; //X, Y, Z 轴局部坐标有效;
 G52 U-50.0 V30.0 W0.0;; //局部坐标系设定
 G00 X-50.0 Y-50.0 Z-50.0;; //快速定位
 G01 X0.0 Y0.0 Z0.0;; //G01 定位
 G52 X0.0 Y0.0; //取消 X、Y 轴局部坐标系部坐标系仍然有效;
 G00 X0.0 Y0.0 Z0.0;; //快速定位

1.35 机械坐标定位（G53）

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。

1.35.1 指令格式

G53 IP__

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）。

1.35.2 补充说明

1. G53 仅对当前指令单节有效。
2. 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。

3. IP__可以指定增量和绝对坐标。
4. G53 指令采用前一单节的 G00/G01 模式进行移动。

1.35.3 范例

程序	机械坐标 (X、Z)	程序坐标 (X、Z)
G0 X100. Z100.	100.000, 100.000	100.000, 100.000
G53 X20. Z30.	20.000, 30.000	20.000, 30.000
G55	20.000, 30.000	-30.000, -20.000
G01 X80.000, Z80.000 F50.	130.000, 130.000	80.000, 80.000
G53 U-20. W-20.	110.000, 110.000	60.000, 60.000
T01	110.000, 110.000	10.000, 160.000
G53 X0. Z0.	0.000, 0.000	-100.000, 50.000
G0 X0 Z0	100.000, -50.000	0.000, 0.000

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

1.36 工件坐标系设定 (G54-G59)

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。可通过本指令移动到工件坐标系中的位置，且能在当前选中的工件坐标系中重新设定工件坐标系，使刀具当前位置成为指定的坐标位置。

1.36.1 指令格式

G54-G59 IP__：选择 G54~G59 工件坐标系；

G54.1 P__IP__：选中 G54.1 P1~G54.1 P48 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）；

P：1-48，设定 G54.1 P1-G54.1 P48 中的某一组；

注意：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）。

1.36.2 范例

程序指令	机械坐标 (X、Z)	程序坐标 (X、Z)
G0 X0. Z0.	0.000, 0.000	0.000, 0.000
G54 X100. Z100.	100.000, 100.000	100.000, 100.000
G55	100.000, 100.000	50.000, 50.000
G01 X0. Z0. F500.	50.000, 50.000	0.000, 0.000
G59 U50. W-50.	100.000, 0.000	120.000, 30.000
G0 X0. Z0.	-20.000, -30.000	0.000, 0.000

注意：

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)。

在 G54-G59 (G54.1P__) 指令后可接轴向移动指令，速度以上一单节速度为准 (G00 或 G01)。

G54 X100.0; 等价于 G54;

X100.0;

X100.0 指 G54 工件坐标系下的程序坐标 X100.0 的位置；

1.37 倾斜平面加工 (G68)

在倾斜面加工功能中，可对当前已设定的原坐标系（倾斜面加工指令前的）的 X、Y、Z 轴，定义进行了旋转和原点平行移动后的新坐标系（称为特征坐标系）。通过使用此功能，可定义空间上的任意平面，并以通常的程序指令对该平面进行加工。

特征坐标系的指定方法分类：

G 代码	指定方法
G68.2 P0	通过欧拉角进行指定
G68.2 P1	通过滚动角/俯仰角 /偏航角进行指定
G68.2 P2	通过平面内的 3 点进行指定

G68.2 P3	通过 2 个矢量进行指定
G68.2 P4	通过投影角进行指定
G68.3	根据刀具轴方向进行指定
G69	倾斜面加工模式取消

1. 37.1 指令格式 (G68.2 P0)

G68.2 P0 Xx___ Yy___ Zz___ Ia___ Jb___ Kc___

倾斜面加工模式开启（通过欧拉角指定倾斜面）（P0 可省略）

X/Y/Z: 特征坐标系的原点 用倾斜面加工指令前的坐标系的绝对值进行指令。

I/J/K: 欧拉角 ($-360.0^{\circ} \sim 360.0^{\circ}$)

注意:

1. 省略地址 X、Y、Z 时，视为指定了“0”。
X、Y、Z 均为“0”时，倾斜面加工指令前的坐标系原点成为特征坐标系的原点。
2. 省略地址 I、J、K 时，视为指定了“0”。
3. 如果指定地址 P、X、Y、Z、I、J、K 以外的其它地址，将发生程序错误(P954)。
FINGER 处理，非以上地址指令，将忽略。

1. 37.2 指令格式 (G68.2 P1)

G68.2 P1 Qq___ Xx___ Yy___ Zz___ Ia___ Jb___ Kc___

倾斜面加工模式开启（通过滚动角、俯仰角、偏航角指定倾斜面）

X/Y/Z : 特征坐标系的原点, 用倾斜面加工指令前的坐标系的绝对值进行指令。

Q : 旋转顺序

Q 值	第 1 个	第 2 个	第 3 个
123	X	Y	Z
132	X	Z	Y
213	Y	X	Z
231	Y	Z	X
312	Z	X	Y
321	Z	Y	X
注意：省略地址 Q 时，默认 Q=123.			

I：围绕 X 轴旋转的角度（滚动角）（设定范围为 $-360.0^{\circ} \sim 360.0^{\circ}$ 。）

J：围绕 Y 轴旋转的角度（俯仰角）（设定范围为 $-360.0^{\circ} \sim 360.0^{\circ}$ 。）

K：围绕 Z 轴旋转的角度（偏航角）（设定范围为 $-360.0^{\circ} \sim 360.0^{\circ}$ 。）

注意：

- 省略地址 X、Y、Z 时，视为指定了“0”。
X、Y、Z 均为“0”时，倾斜面加工指令前的坐标系原点成为特征坐标系的原点。
- 省略地址 I、J、K 时，视为指定了“0”。
- 如果指定地址 P、Q、X、Y、Z、I、J、K 以外的其它地址，将发生程序错误（P954），FINGER 处理，非以上地址指令，将忽略。
- 如果“q”的值不是上述所指定的数值，将发生程序错误（P954）。
Twpc_A7 库执行 setTiltedVars 返回错误 TWPC_A7_STV_ERRORS_P1_Q_ERROR

1.37.3 指令格式(G68.2 P2)

G68.2 P2 Q0 Xx0__ Yy0__ Zz0__ Ra__

G68.2 P2 Q1 Xx1__ Yy1__ Zz1__

G68.2 P2 Q2 Xx2__ Yy2__ Zz2__

G68.2 P2 Q3 Xx3__ Yy3__ Zz3__

倾斜面加工模式开启（通过平面内的 3 点指定倾斜面）

Q 选择指定点 从第 1 点到第 3 点或偏移量中选择指定点。

0：偏移量

1: 第 1 点

2: 第 2 点

3: 第 3 点

X0/Y0/Z0 : 从第 1 点到特征坐标系原点的偏移量 用相对于平行移动前的特征坐标系的增量进行指令。

a : 使特征坐标系围绕 Z 轴旋转的角度 ($-360.0^{\circ} \sim 360.0^{\circ}$)

X1/Y1/Z1 : 第 1 点用在工件坐标系上的位置指定特征坐标系的原点。

X2/Y2/Z2 : 第 2 点用在工件坐标系上的位置设定特征坐标系 X 轴 (正方向) 上的点。

X3/Y3/Z3 : 第 3 点用在工件坐标系上的位置指定 Y 轴上的点。

注意:

1. 省略地址 Q 时, 视为指定了“0”。
2. 如果省略 Q0 ~ Q3 的地址 X、Y、Z, 则将被省略的地址视为指定了“0”。
3. 省略地址 R 时, 视为指定了“0”。
4. 如果指定地址 P、Q、X、Y、Z、R 以外的其它地址, 将发生程序错误 (P954)。
FINGER 处理, 非以上地址指令, 将忽略。
5. 在下述情况时, 发生程序错误 (P954)。
 - G68.2 P2 Q0 ~ Q3 之间含有其他指令时
 - G68.2 P2 Q1 ~ Q3 中有任一个缺失时
 - G68.2 P2 Q0 ~ Q3 重复时
 - 对地址 Q 指定了 0 ~ 3 以外的其它值时
 - 在多个程序段中指定了 R 时
6. 在下述情况时, 发生程序错误 (P955)。
 - 第 1 点 ~ 第 3 点中有 2 点以上指定了相同的点时
 - 第 1 点 ~ 第 3 点中 3 点在同一直线上时
 - 与连接第 1 点 ~ 第 3 点中的 1 点与其它 2 点的直线的距离小于 0.1[mm]时,
Twpc_A7 库执行 setTiltedVars 返回错误
TWPC_A7_STV_ERRORS_P2_TITLEDVARS_INPUT_ERROR

1. 37.4 指令格式 (G68.2 P3)

G68.2 P3 Q1 Xx___ Yy___ Zz___ Iix___ Jjx___ Kkx___

G68.2 P3 Q2 Iiz___ Jjz___ Kkz___

倾斜面加工模式开启（通过 2 个矢量倾斜面）

Q 选择矢量 选择 X 轴方向矢量或 Z 轴方向矢量。

1: X 轴方向矢量

2: Z 轴方向矢量

X/Y/Z: 特征坐标系的原点 用倾斜面加工指令前的坐标系的绝对值进行指令。

I_x/J_x/K_x: 特征坐标系的 X 轴方向矢量指定在倾斜面加工指令前的坐标系上的方向。设定范围与轴的设定范围相同，没有物理单位。

I_z/J_z/K_z: 特征坐标系的 Z 轴方向矢量指定在倾斜面加工指令前的坐标系上的方向。设定范围与轴的设定范围相同，没有物理单位。

注意:

1. 省略地址 X、Y、Z 时，视为指定了“0”。
X、Y、Z 均为“0”时，倾斜面加工指令前的坐标系原点成为特征坐标系的原点。
2. 如果省略 G68.2 P3 Q1 ~ Q2 的地址 I、J、K，则将被省略的地址视为指定了“0”。
3. 如果指定地址 P、Q、I、J、K 以外的其它地址，将发生程序错误（P954）。（G68.2 P3 Q1 时也可用 X、Y、Z 指定。）
FINGER 处理，非以上地址指令，将忽略。
4. 在下述情况时，发生程序错误（P954）。
 - G68.2 P3 Q1 ~ Q2 之间含有其他指令时
 - G68.2 P3 Q1 ~ Q2 中有任一个缺失时
 - G68.2 P3 Q1 ~ Q2 重复时
 - 对地址 Q 指定了 1 ~ 2 以外的其它值时
 - 省略了地址 Q 时
5. 在下述情况时，发生程序错误（P955）。
 - I_x、J_x、K_x 的值均为“0”时
 - I_z、J_z、K_z 的值均为“0”时
 - 特征坐标系的 X 轴方向矢量与 Z 轴方向矢量在垂直方向上偏差了 5 度以上时，
Twpc_A7 库执行 setTiltedVars 返回错误
TWPC_A7_STV_ERRORS_P3_TITLEDVARS_INPUT_ERROR

1.37.5 指令格式(G68.2 P4)

G68.2 P4 Xx___ Yy___ Zz___ Ia___ Jb___ Kc

倾斜面加工模式开启（通过投影角指定倾斜面）

X/Y/Z：特征坐标系的原点 用倾斜面加工指令前的坐标系的绝对值进行指令。

I：使 X 轴围绕倾斜面加工指令前的坐标系的 Y 轴旋转的角度（ $-360.0^\circ \sim 360.0^\circ$ ）

J：使 Y 轴围绕倾斜面加工指令前的坐标系的 X 轴旋转的角度（ $-360.0^\circ \sim 360.0^\circ$ ）

K 围绕特征坐标系的 Z 轴旋转的角度（ $-360.0^\circ \sim 360.0^\circ$ ）

注意：

1. 省略地址 X、Y、Z 时，视为指定了“0”。
2. 省略地址 I、J、K 时，视为指定了“0”。
3. 如果指定地址 P、X、Y、Z、I、J、K 以外的其它地址，将发生程序错误（P954）。
FINGER 处理，非以上地址指令，将忽略。
4. 如果围绕 Y 轴旋转 a 度后的 X 轴和围绕 X 轴旋转 b 度后的 Y 轴所成的角度在 1 度以下，将发生程序错误（P955）。

Twpc_A7 库执行 setTiltedVars 返回错误

TWPC_A7_STV_ERRORS_P4_TITLEDVARS_INPUT_ERROR

1. 37.6 指令格式(G68.3)

G68.3 Xx Yy Zz Ra; ... 倾斜面加工模式开启（根据刀具轴方向指定倾斜面）

X/Y/Z：特征坐标系的原点用倾斜面加工指令前的坐标系的绝对值进行指令。

a：使特征坐标系围绕 Z 轴旋转的角度（ $-360.0^\circ \sim 360.0^\circ$ ）

注意：

1. 省略地址 X、Y、Z 时，视为指定了“0”。
2. 省略地址 R 时，视为指定了“0”。
3. 如果指定地址 X、Y、Z、R 以外的其它地址，将发生程序错误（P954）。
FINGER 处理，非以上地址指令，将忽略

1.37.7 说明

1. 可在倾斜面加工中进行的指令

在倾斜面加工中，如果进行除以下指令以外的其它指令，将发生程序错误（P953）。

指令	功能	指令	功能
G00, G01 G02, G03 G02.1, G03.1	定位、直线插补 圆弧插补、螺旋插补 涡旋插补	G43, G44, G49 G43.1 G43.4, G43.5	刀长补偿取消 正/ 负/ 取消 刀具轴方向刀长补偿 刀尖点控制类型 I / II
G04	暂停	G45, G46, G47, G48	刀具位置偏置
G05 P0, P1, P2, P10000	高速加工模式、高速高精度控制 II	G50, G51	比例缩放取消/ 开启
G05.1 Q0, Q1	高速高精度控制 I	G50.1, G51.1	G 指令镜像取消 /开启
G08 P1	高精度控制	G53	机械坐标系选择
G09	精确停止检查	G53.1	刀具轴方向控制
G10/G11	程序参数输入/ 取消、补偿输入	G61 G61.1 G62 G64	精确停止检查模式 高精度控制 I 开启 自动转角倍率 切削模式
G12, G13	圆切削	G65	用户宏程序 单纯调用
G17, G18, G19	平面选择	G66, G66.1, G67	用户宏程序 模态调用 A/B/取消
G22/G23	移动前行程检查功能开启 / 取消	G69	坐标旋转/ 倾斜面加工 取消
G28	自动第 1 参考点返回	G70 ~ G76, G80 ~ G89	钻孔用固定循环 *含刚性攻丝
G29	起点返回	G90, G91	绝对值指令/ 增量值指令
G30	第 2 ~4 参考点返回	379	反比时间进给

		G93 G94 G95	每分钟进给 每旋转进给
G30.1 ~ G30.6	换刀位置返回	G98, G99	固定循环初始级别返回、R 点级别返回
G34, G35, G36, G37.1	特别固定循环	M98, M99	子程序调用、主程序返回
G40, G41, G42	刀径补偿 取消/ 左/ 右	M, S, T, B	M, S, T, B 指令
F	进给速度指令	宏程序指令	局部变量、共变量、运算指令(四则运算、三角函数、平方根等)、 控 制 指 令 (IF ~ GOTO ~ , WHILE ~ DO ~)

2. 可进行倾斜面加工（包含取消指令）的模式

在下述模式以外的其它模式下，如果进行倾斜面加工(G68.2、G68.3)指令，将会发生程序错误(P952)。

模式	功能	模式	功能
G00, G01	定位、直线插补	G50	比例缩放取消
G05 P0, P1, P2	高速加工模式	G50.1	G 指令镜像关闭
G05.1 Q0, Q1	高速高精度控制 I	G54 ~G59, G54.1	工件坐标系、扩展工件坐标系选择
G08 P1	高精度控制	G54.4 Pp	工件设置误差补偿
G13.	极坐标插补取消	G61 G61.1 G64	精确停止检查模式 高精度控制 I 开启 切削模式
G15	极坐标指令取消	G67	用户宏程序 模态调用 关闭
G17, G18, G19	平面选择	G69	坐标旋转、三维坐标转

			换取消
G20, G21	英制指令、公制指令	G80	固定循环取消
G22/G23	移动前行程检查功能开启 /取消	G90, G91	绝对值指令 /增量值指令
G40	刀径补偿取消	G93	反比时间进给
G43, G44 G49	刀长补偿 刀长补偿取消	G94 G95	每分钟进给 每旋转进给
		G97	恒线速度控制关闭
		G98, G99	固定循环初始级别返回、R 点级别返回

1. 37.8 范例

G00 X0 Z0 Y0;

G68.2 P1 J45 X0 Z0; P1 模式, 指定 X0 Z0 为旋转坐标系原点, 绕 Y 轴旋转 45°

G0 Z100;

M30;

1. 38 复式切削循环 (G70-G76)

复式切削固定循环可以简化 CNC 程序之制作, 只要设定精加工的工件形状资料, CNC 即可自动决定粗加工的刀具路径。复式切削固定循环对螺纹切削也适用。此功能特别适用于圆柱形材料加工。

1. 38.1 精车加工循环取消 (G70)

半成品用 G71、G72 或 G73 指令经过粗加工后, 最后都用 G70 做精加工, 来完成精密的加工

件。

1. 38. 1. 1 指令格式

G70 P(ns)___Q(nf)___

P(ns)：精加工循环程序的第一个单节序号。

Q(nf)：精加工循环程序的最后一个单节序号。

1. 38. 2 复式横向粗车循环（G71）

呼叫成型程序并自动计算加工路径，同时执行横向粗削加工，通常搭配 G70 使用。

参数设置：

G54	1133.CNC	L1	参数	2023.04.20 14:07:17	设备厂家
润滑油	主轴刹车	刀塔	飞刀功能	尾座	I点信号格式
G代码综合参数					◀▶
编号	参数名	设定值	单位	生效	
16001	恒线速控制轴0=固定为X轴（P指令无效）1=reset...	0	-	重置	
16002	Master主轴恒线速时的最高转速限制	0	-	重置	
16003	Master主轴恒线速时的最低转速限制	0	-	重置	
16004	Master主轴恒线速时的线速度	0	-	重置	
16005	Master主轴恒线速时的控制轴	0	-	重置	
16006	G71加工类型（0=类型1, 1=类型2）	0	-	重置	
16007	设定G71、G72水平轴单调允许值，设定负值时取...	5000	um	重置	
16008	设定G71、G72垂直轴单调允许值，设定负值时取...	5000	um	重置	
16009	设定系统是否执行粗精加工车削0=是、1=否（G7...	0	-	重置	
16010	设定G71、G72的空程量	0	um	重置	
16011	圆柱插补，I对应的第一平行轴	0	-	重置	
16012	圆柱插补，J对应的第一平行轴	0	-	重置	
16013	圆柱插补，K对应的第一平行轴	0	-	重置	
		就绪	自动运行	警报	
<<	上一项	下一项	目录开	搜索编号	自定义
				绝对值参数	IO
				重定义	总线参数

图 1. 38-1

1. 38. 2. 1 指令格式

G71 U(Δd) ___ R(e) ___ H(h) ___

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

N(ns)

...

}
ns~nf 程序段指定 A→A1→B 的精车形状。

N(nf)

U(Δd): 切削深度 (半径指定, 正值指定, 指定负值时取绝对值)。

R(e): 粗车退刀量 (半径指定, 正值指定, 指定负值时取绝对值)。

H(h): 退刀方式选择, 不填时默认为零, 设定不为1时即为0, 不受小数点影响。

说明:

H=0: 类型 I

每一循环以45° 方向退刀, 最后描绘加工轨迹; 平面第1轴和第2轴都必须是单调增加或单调减少, 有凹槽时报警。

H=1: 类型 II

每一循环按精车轨迹切削; 平面第1轴必须是单调增加或单调减少, 平面第2轴可以为非单调。
(使用H1时定位起点会计算在粗加工程序, 注意单调性, 跟粗车退刀量R(e)没有关系)

P(ns): 精加工循环程序的第一个单节序号, 不受小数点影响。

Q(nf): 精加工循环程序的最后一个单节序号, 不受小数点影响。

U(Δu): X方向精加工的预留量。

W(Δw): Z方向精加工的预留量。

F(f), S(s), T(t): F=进给率, S=主轴转速, T=选刀具号。

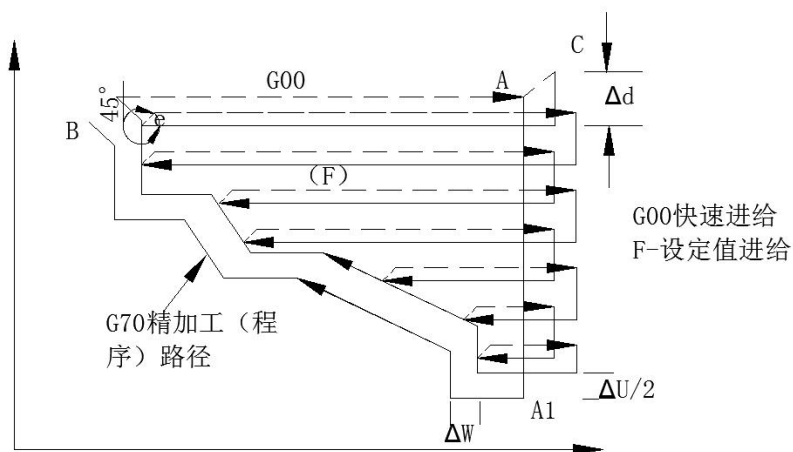


图 1.38-2

如上图所示，精加工路径为A→A1→B。精加工路径按精车预留量(Δu , Δw)偏移后的轨迹，是执行G71形成的轨迹轮廓。A→C是精加工预留量退刀距离。

注意：当为直径编程时，精车预留量为($\Delta u/2$, Δw)；

1.38.2.2 范例 1

平面两轴单调, H 为 0 (类型 I)

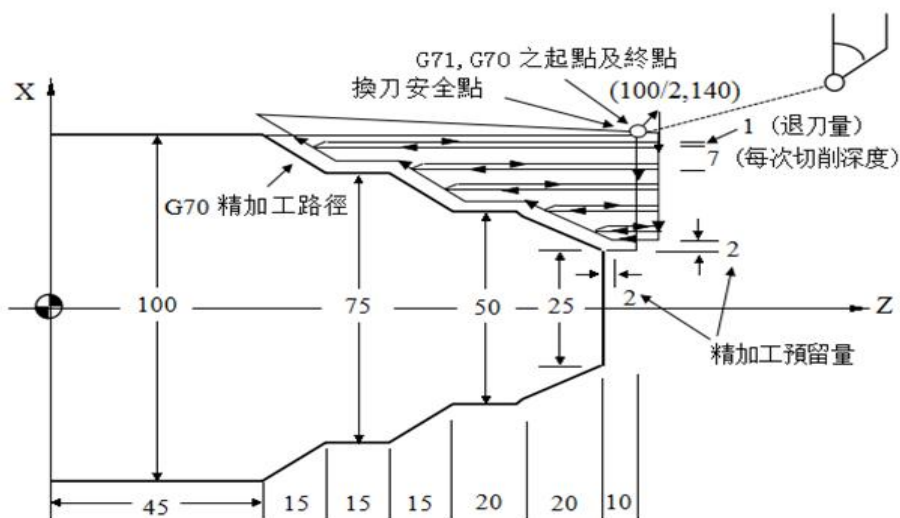


图 1.38-3

直径编程

G99;	//切换至每转进给
G28;	//返回参考点
T0202;	//调用 2 号刀
M3 S3000;	//第一主轴正转 3000 转
G00 X100.000;	//快速定位 X 轴
Z140.000;	//快速定位 Z 轴
G71 U7.000 R1.000 H0;	//G71 切削深度为 7，粗车退刀量 1、退刀类 1
G71 P100 Q200 U4.000 W2.000 F2.00;	//精加工开始单节号 100、结束单节号 200、X 轴精加工预留量 4、Z 轴精加工预留量 2、进给率 2
N100 G01 X25.0 F1.50;	//精加工路径
W-10.000;	//精加工路径
X50.000 W-20.000;	//精加工路径
W-20.000;	//精加工路径
X75.000 W-15.000;	//精加工路径
W-15.000;	//精加工路径
N200 X100.000 W-15.000;	//精加工路径
G00 X110.000;	//快速定位 X 轴
Z150.000;	//快速定位 Z 轴
T0303;	//调用 3 号刀
G00 X100.000;	//快速定位 X 轴
Z140.000;	//快速定位 Z 轴
G70 P100 Q200;	//取消精车循环
M05;	//第一主轴停止
M30;	//程序结束

动作说明

1. 循环前应先将刀具快速定位 (G00) 至 A 点 (起始点)。
2. 执行 G71 指令后，刀具依所设定的精车削预留量 (X 轴为 $\Delta U/2$ ，Z 轴为 ΔW) 为其偏移量，偏移至 C 点。
3. 刀具再向 X 轴向移动 Δd 距离后，开始进给至轮廓面。
4. 再以 45° 向 X 轴方向退刀 e 距离后，Z 轴进给相反方向退至 X 轴平行相邻起始点之点。
5. 在 X 轴向移动 Δd 距离后，继续下一重复循环。

6. 到最后一循环结束，刀具便沿着轮廓A' →B车削一次。
7. 完毕后，刀具会快速定位至 A 点，等待下一次循环车削开始。

● 平面两轴单调,H 为 1（类型 II）

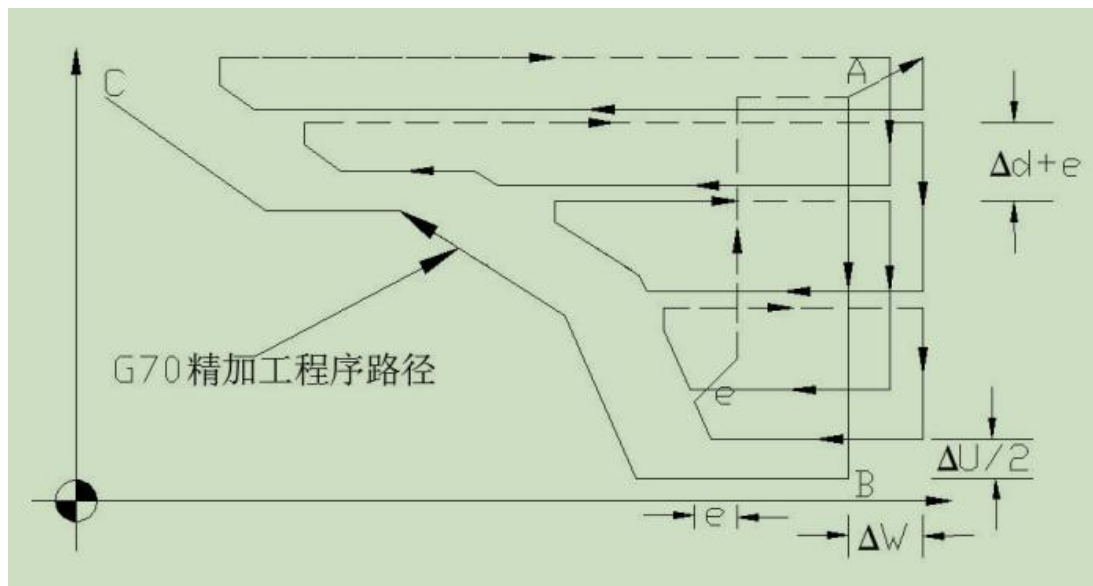


图 1.38-4

直径编程

G99;	//切换至每转进给模式
M03 S1000;	//第一主轴正转转速 1000 转
G0 X80. Z80 ;	//快速定位至起点
G71 U10. R3. H1;	//G71 切削深度为 10，粗车退刀量 3、退刀类型 2
G71 P10 Q20 U3. W1.5 F5. ;	//精加工开始单节号 10、结束单节号 20、X 轴精加工 预留量 3、Z 轴精加工预留量 1.5、进给率 2
N10 G0 X15. Z65. ;	//精加工路径
G1 Z55. F450. ;	//精加工路径
G1 X30. ;	//精加工路径
G3 X40. Z50. R5. ;	//精加工路径
G1 Z42. ;	//精加工路径
G1 X50. ;	//精加工路径
G1 X55. Z35. ;	//精加工路径
N20 G1 X60. ;	//精加工路径
G70 P10 Q20;	//取消精车循环

M5; //第一主轴停止
M30; //程序结束

**FINGER CNC**

平面第一轴单调，第二轴非单调，H 为 1（类型 II）

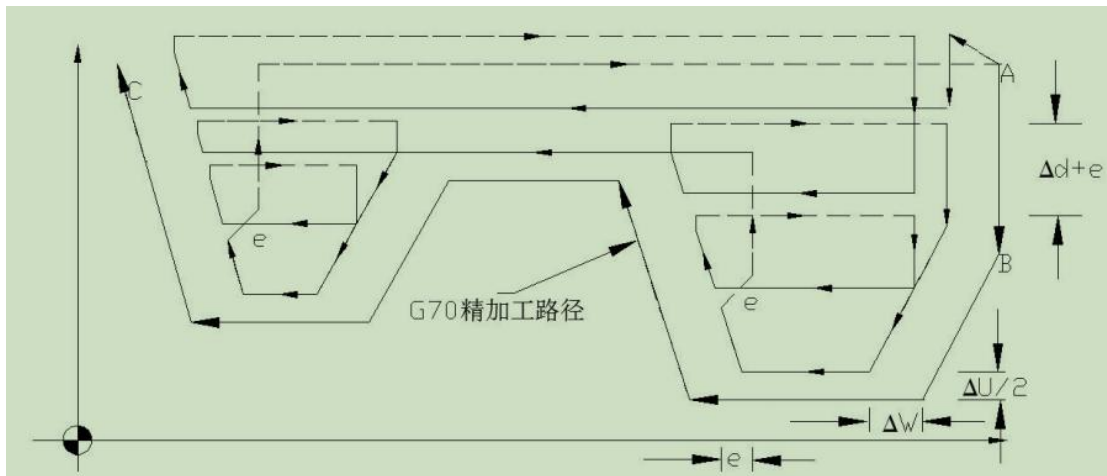


图 1.38-5

程序范例

```

G99;                                //切换至每转进给模式
M3 S1000;                            //第一主轴正转，转速 1000
G0 X110. Z100.;                      //快速定位 XZ 轴
G71 U5. R2. H1 ;                     //G71 切削深度为 5，粗车退刀量 2、退刀类型 2
G71 U2. W2. P100 Q200 F5.;          //精加工开始单节号 100、结束单节号 200、X 轴精加工预
                                     //留量 2、Z 轴精加工预留量 2、进给率 5
N100 G01 X100. W0.;                  //精加工路径
G01 X0. Z90.;                        //精加工路径
G01 Z80. F3000.;                     //精加工路径
G01 Z65. X30.;                       //精加工路径
G03 Z45. X25. R30.;                  //精加工路径
G01 Z40. X15.;                       //精加工路径
G01 Z30. Z25. X40.;                 //精加工路径
G02 Z10. X70. R50.;                 //精加工路径
N200 G01 Z0. X105.;                  //精加工路径
G01 X110. F4000.;                   //X 轴定位
Z110.;                              //Z 轴定位
M30;                                //程式结束

```

注：1、加工的途中的程序段比加工终点程序段高——报警 71/72-5

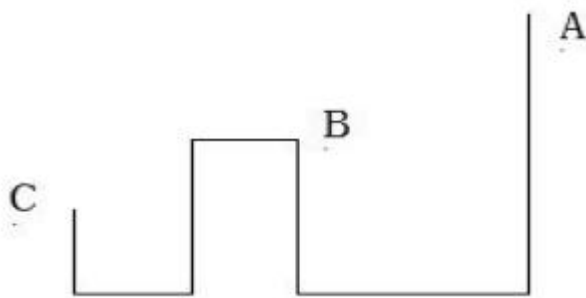


图 1.38-6

Sys3053 设定，当 Z 轴非单调变化时系统是否报警，如下图所示

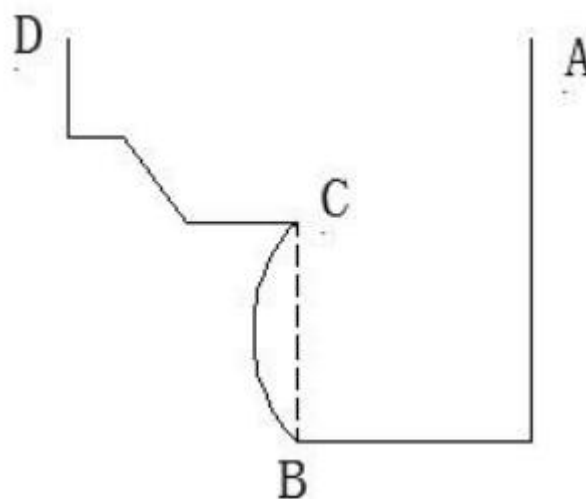


图 1.38-7

B→C 时 Z 轴方向非单调变化

根据 sys3053（水平轴单调允许值）来决定，当水平轴的非单调部分不超过 sys3053 设定的值时系统不报警，超过则报 71-2

1.38.3 复式纵向粗车循环（G72）

呼叫成型程序并自动计算工具路径，同时执行纵向粗削加工。

1. 38. 3. 1 指令格式

G72 W(Δd) ___ R(e) ___ H(h) ___

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

$\left. \begin{array}{l} N(ns) \\ \dots \\ N(nf) \end{array} \right\} \text{ ns-nf 程序段指定 A} \rightarrow \text{A1} \rightarrow \text{B 的精车形状。}$

W(Δd): 切削深度 (半径指定, 正值指定, 指定负值时取绝对值)。

R(e): 粗车退刀量 (半径指定, 正值指定, 指定负值时取绝对值)。

H(h): 退刀方式选择, 不填时默认为零, 设定不为1时为0, 不受小数点影响。

说明:

H=0: 类型 I

每一循环以45° 方向退刀, 最后描绘加工轨迹。

平面第1轴和第2轴都必须是单调增加或单调减少, 有凹槽时报警。

H=1: 类型 II

每一循环按精车轨迹切削。

平面第1轴必须是单调增加或单调减少, 平面第2轴可以为非单调。

P(ns): 精加工循环程序的第一个单节序号, 不受小数点影响。

Q(nf): 精加工循环程序最后一个单节序号, 不受小数点影响。

U(Δu): X方向精加工的预留量。

W(Δw): Z方向精加工的预留量。

F(f), S(s), T(t): F=进给率, S=主轴转速, T=选刀具。

在 G72 这个单节及之前的 F、S、T 指令对 G72 有效, 而在 N(ns)~N(nf)间的任何 F、S、T 指令则对 G72 无效, 只用于精加工指令 G70。

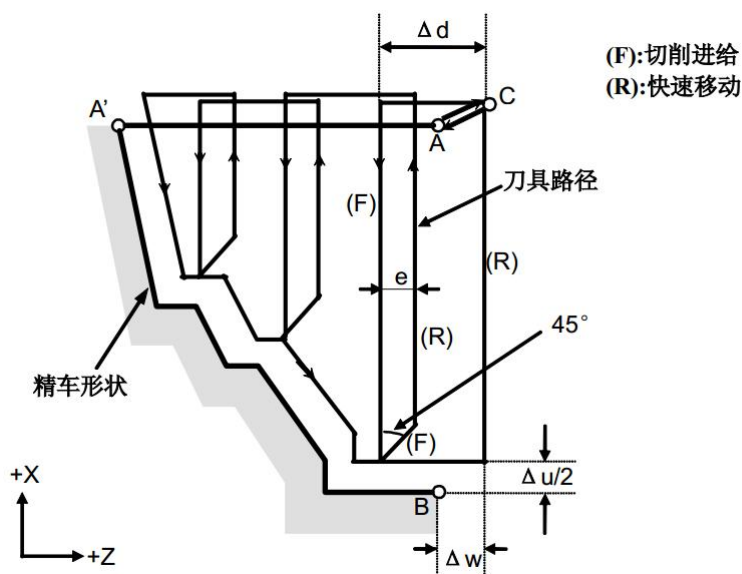


图 1.38-8

轨迹说明:

如下图所示，精加工路径为C→A→B。精加工路径按精车预留量(Δu , Δw)偏移后的轨迹，是执行G72形成的轨迹轮廓。

注意：当为直径编程时，精车预留量为($\Delta u/2$, Δw)。

1.38.3.2 补充说明

1. 节号N(ns)-N(nf)指定C→B→A的加工路径。
2. 节号N(ns)-(nf)间最多可以设定64个单节。
3. 节号N(ns)-N(nf)间的单节可以呼叫子程序。
4. C→B间的速度可以是G00或G01。
 - ❖ 类型 I：根据N(ns)~N(nf)间第一条动作指令的移动方式确定进刀为G00或G01。
 - ❖ 类型 II：根据加工路径中平面第二轴的进给方式决定，G00与G01可并存。
5. 切削深度U(Δd)及粗车退刀量R(e)是模态指令，在另一个数值指定前不会改变。
6. 当H=0，类型 I 时，G72指令可应用于以下四种切削型式，所有这些切削循环都是平行于Z轴。U及W的正负值以预留加工之方向来决定，符号如下图：

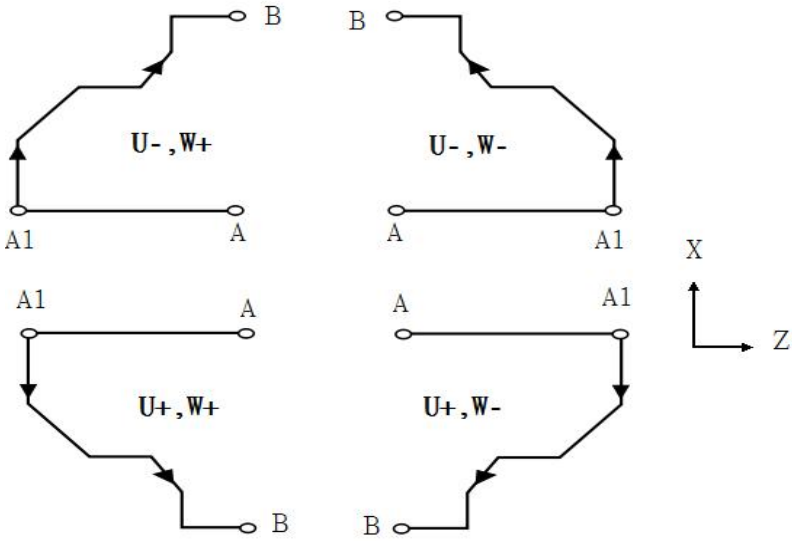


图 1.38-9

- 1) 在(W+)的情况下，不可加工具有比循环起点更高位置的形状，否则报警；在(W-)的情况下，不可加工具有比循环起点更低位置的形状，否则报警。
- 2) 粗精加工车削的处理，依照Sys3055确定是否执行粗精加工。（参数设置方法请参考图）

定义 Sys3055:	范围	默认值(=0)
是否执行粗精加工	0~1	=0: 执行粗精加工 =1: 不执行粗精加工

- 3) 退刀处理与G71处理一致：
 - ❖ 类型 I：以45° 方向退刀。
 - ❖ 类型 II：沿着精车形状切削退刀。
- 4) 谷底退刀处理与G71处理一致。

1.38.3.3 范例 1

H=0，将执行 TYPE I 加工方式；

TYPE I

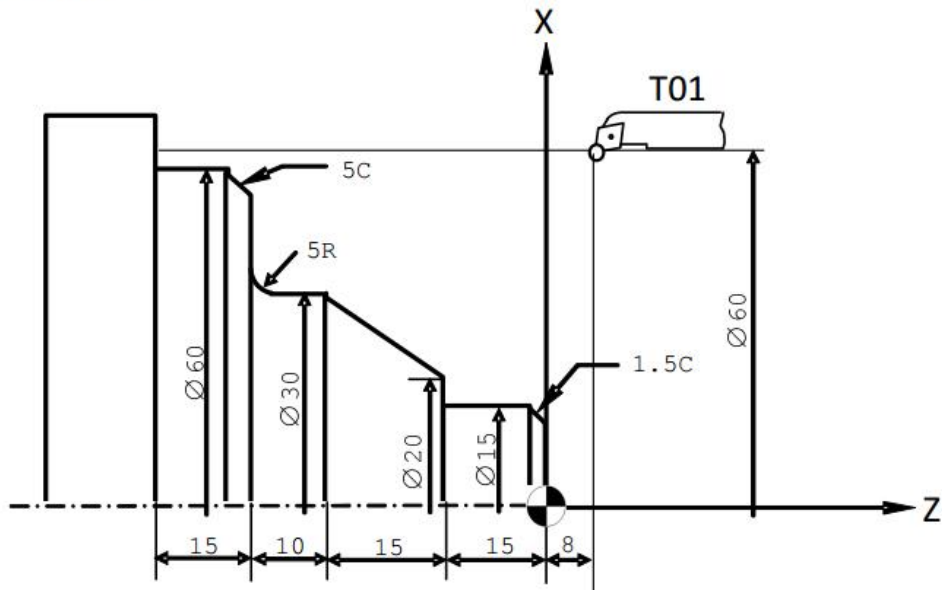


图 1.38-10

直径编程

```

T01;                //使用 1 号刀具;
G50 S5000;          //转速最高限制 5000rpm;
G96 M03 S130;       //转速一定，表面速度 130m/min，主轴正转;
G00 X60.0 Z8.0;     //快速定位至起始点;
M08;                //开启切削液;
G72 W3.0 R1.0 H0;   //Z 轴向切削深度 3.0mm，退刀量 1.0mm;H 可不指定，如
                    G72 U3.0 R1.0 为等效的程序写法;

G72 P01 Q02 U0.8 W0.2 F0.6; //执行端面粗车削循环，其区块为序号 N01→N02，X 轴向
                    精车预留量为 0.8mm，Z 轴向之精车预留量为 0.2mm，
                    进给率 0.6mm/rev;

N01 G00 Z-55.0;     //准备车削的轮廓;
G01 X60.0;
Z-45.0;
X50.0 Z-40.0;
X40.0;
G03 X30.0 Z-35.0 R5.0;
G01 Z-30.0;
X20.0 Z-15.0;

```

```

X15.0;
Z-1.5;
N02 X12.0 Z0.0;
M09;                      //关闭切削液;
G28 X60.0 Z10.0;         //刀具快速移动至指定中间点，再回归至机械原点;
M05;                      //主轴停止;
M30;                      //程序结束;

```

1.38.3.4 范例 2

H=1，将执行 TYPE II 加工方式。

TYPE II

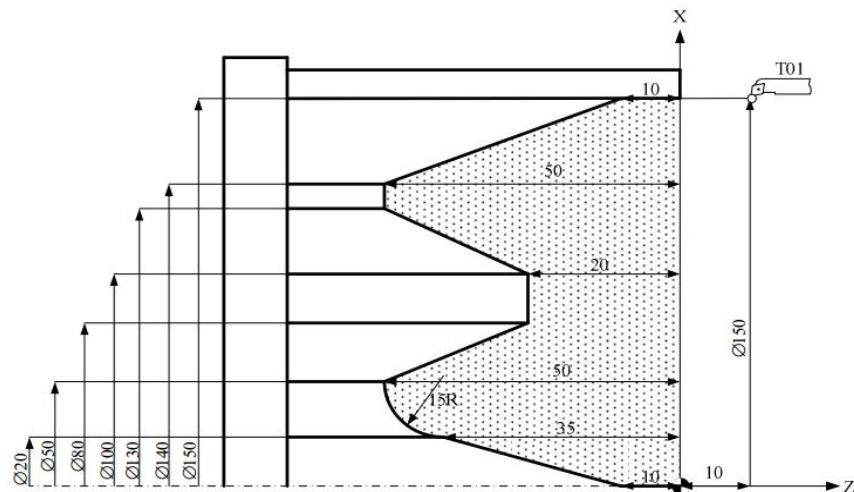


图 1.38-11

直径编程

```

T01;                      //使用 1 号刀具;
G50 S5000;                //转速最高限制 5000rpm;
G96 M03 S130;             //转速一定，表面速度 130m/min，主轴正转;
M08;                      //开启切削液;
G00 X150.0 Z10.0;         //快速定位至起始点;
G72 W2.0 R1.0 H1;         //Z 轴向切削深度2.0mm，退刀量1.0 mm，H可不指定，如
G72 W2.0 R1.0 为等效的程序写法;
G72 P01 Q02 U0.8 W0.1 F0.6; //执行端面粗车削循环，其区块为序号 N01→N02，X 轴精

```

车预留量为 0.8 mm，Z 轴向精车预留量为 0.1mm，进给率 0.6mm/rev；

N01 G00 X150.0 Z0.0; //准备车削的轮廓；

G01 Z-10.0;

X140.0 Z-50.0;

X130.0;

X100.0 Z-20.0;

X80.0;

X50.0 Z-50.0;

G03 X20.0 Z-35.0 R15.0;

G01 X20.0;

X0.0 Z-10.0;

N02 X0.0 Z0.0;

M09; //关闭切削液；

M05; //主轴停止；

M30; //程序结束；

1. 38. 4 复式轮廓粗车循环（G73）

G73 指令用于一个已用粗加工锻造或铸造等方式加工成形的工件，其形状与成品类似，使用此指令以节省加工时间。

1. 38. 4. 1 指令格式

G73 U(Δi) ___ W(Δk) ___ R(d) ___

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

U(Δi): X 方向（外径）之切削量。没指定 X 方向切除量 U(Δi) 时，使用参数[G73 总切除量 X]设定。

W(Δk): Z 方向（长度）之切削量。没指定 Z 方向切除量 W(Δk) 时，使用参数[G73 总切除量 Z]设定。

R(d): 切削分割次数，即X、Z轴向之切除量要分几次切削。没有指定分割次数R(d)时，使用参数[G73分割次数]设定。

P(ns): 循环开始序号。

Q(nf): 循环结束序号。

U(Δu): X 轴（外径）方向的精修预留量。

W(Δw): Z 轴（长度）方向的精修预留量。

F: 进给速率。

T: 刀具号码。

S: 主轴转速设定。

1. 38. 4. 2 补充说明

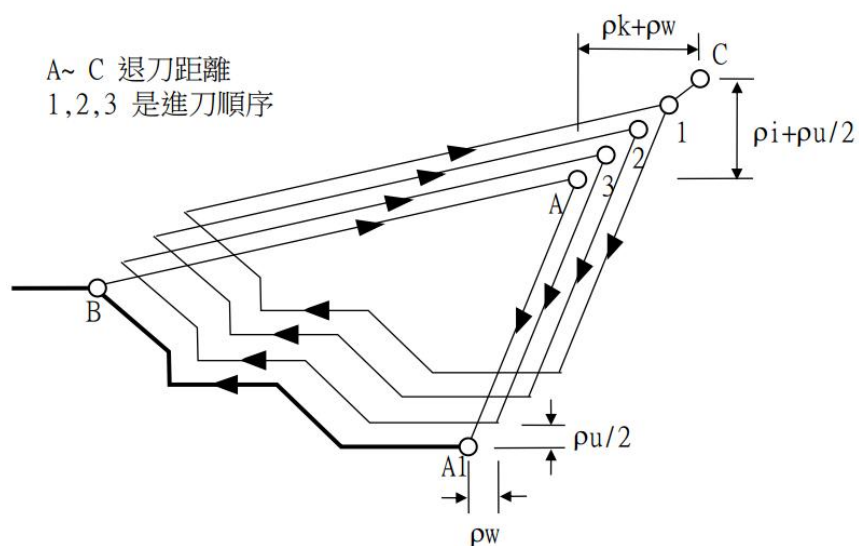


图 1. 38-12

1. 节号 N(ns)-N(nf) 指定 A→A1→B 的加工路径。
2. 节号 N(ns)-N(nf) 间最多可以设定 64 个单节。
3. 节号 N(ns)-N(nf) 间的单节不可以呼叫子程序。
4. 当加工循环结束时，刀具回到 A 点。
5. X, Z 方向切除量 U(Δi), W(Δk) 及分割次数 R(d) 是状态指令，在另一个数值指定前不会改变。

1. 38. 4. 3 范例

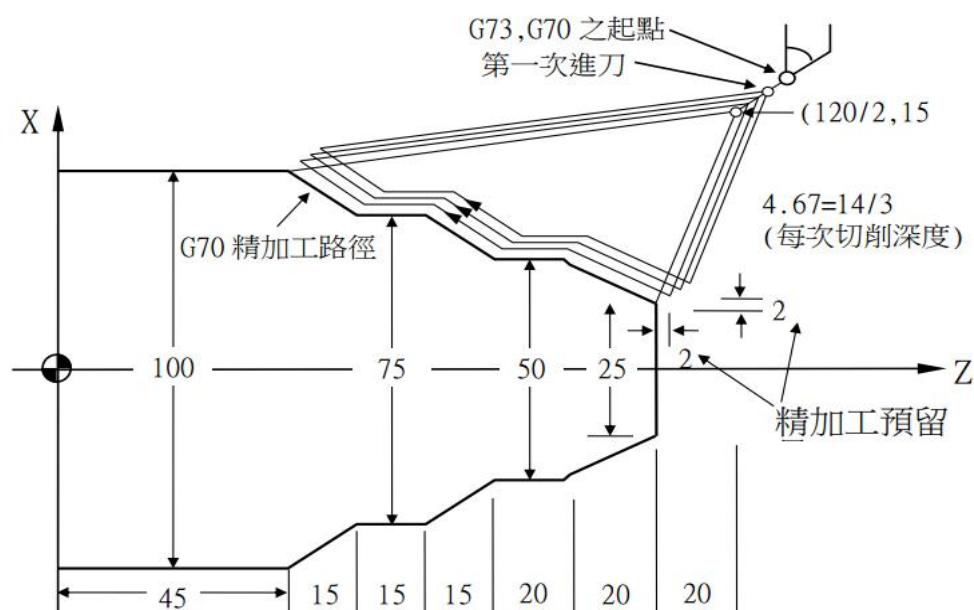


图 1.38-13

直径编程

G28;

T0202;

M3 S3000;

G00 X120.000 Z150.000;

G73 U14.000 W14.000 R3;

G73 P100 Q200 U4.000 W2.000 F2.00;

N100 G00 X25.000 W-20.000;

G01 X50.000 W-20.000 F1.5;

W-20.000;

X75.000 W-15.000;

W-15.000;

N200 G01 X100.000 W-15.000;

G00 X130.000;

Z160.000;

T0303;

G00 X120.000;

```
Z150.000;  
G70 P100 Q200;  
M5;  
M30;
```

1. 38. 5 横向切槽循环（G74）

G74 是通过指定槽终点坐标、切入量、车刀的偏移量、在槽底时车刀的退刀量，自动在棒材的端面方向执行槽加工的固定循环。

1. 38. 5. 1 指令格式

```
G74 R(e)___  
G74 X(U)___Z(W)___P(i)___Q(k)___R(d)___F(f)___
```

R(e)：返回量（半径指定，模态指令，无符号）。可由 Sys3010 设定，参数随程序指令而修改。

X(U)：X 轴终点坐标，U 相对于起点 X 方向的增量值。

Z(W)：Z 轴终点坐标，W 相对于起点 Z 方向的增量值。

P(i)：刀具偏移量（忽略符号，半径指定，增量值，不带小数点），单位 0.001mm。

Q(k)：切削量（忽略符号，半径指定，增量值，不带小数点），单位 0.001mm。

R(d)：槽底位置刀具偏移量（半径指定）。

F：进给速率。

1.38.5.2 补充说明

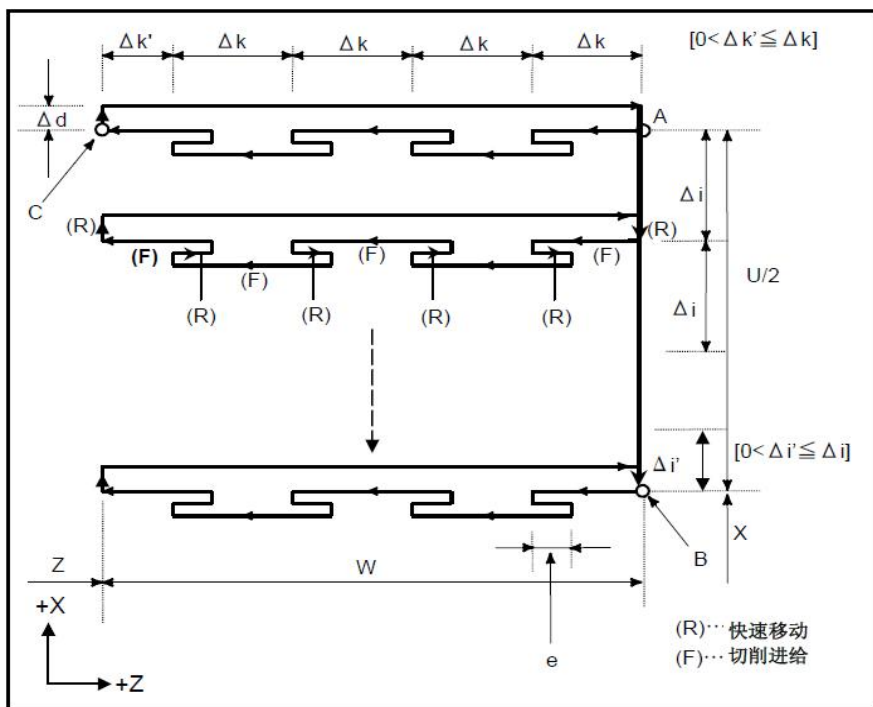


图 1.38-14

动作说明:

1. 槽底位置偏移(d)通常以正值指定, 当 $R(\Delta d)$ 不带符号时第一次切削底端刀具便偏移, 当 $R(\Delta d)$ 带符号时第一次切削底端刀具不会偏移, 从第二次以后切削底端才偏离, 偏离方向不受符号影响。
2. 当切削量大于 Z 方向增量时执行一次切削, 切削量为 Z 方向增量, 平面另外一轴的偏移量大于该轴移动增量时只移动一次, 偏移量为该轴的增量。

范例零件图

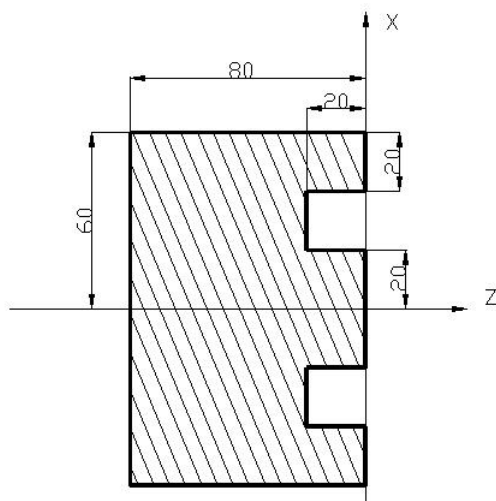


图 1.38-15

程序范例

```

G0 X100 Z50 ; (快速定位)
T0101 ; (调用 1 号刀, 刀宽 2mm)
M3 S500 ; (主轴正转, 转速 500)
G0 X36 Z5 ; (定位到加工起始点)
G74 R1 ; (指令 Z 向退刀量)
G74 X20 Z-20 P2000 Q3500 F50 ; (X 轴的每次循环移动量 4mm, Z 轴每次循环移动量 3.5mm)
G0 Z50
X100
M5
M30

```

1.38.5.3 相关警讯

- 74-1 切削轴的进刀量没有指定或为 0。
- 74-3 切削轴的退刀量大于轴进刀量。
- 74-4 平面另外一轴的进刀量没有指定或为 0。
- 74-6 平面另外一轴的退刀量大于进刀量。
- 74-7 F 值错误 (≤ 0)。

1. 38. 6 纵向切槽循环（G75）

G75 是通过指定槽终点坐标、切入量、车刀的偏移量、在槽底上的车刀的退刀量，自动在棒材的侧面方向执行槽加工的固定循环。

1. 38. 6. 1 指令格式

G75 R(e)___

G75 Z(W)___X(U)___P(i)___Q(k)___R(d)___F(f)___

R(e)：返回量（半径指定，模态指令，无符号）。可由 Sys3010 设定，参数随程序指令而修改。

X(U)：X 轴终点坐标，U 相对于起点 X 方向的增量值。

Z(W)：Z 轴终点坐标，W 相对于起点 Z 方向的增量值。

P(i)：切削量（忽略符号，半径指定，增量值，不带小数点），单位 0.001mm。

Q(k)：刀具偏移量（忽略符号，半径指定，增量值，不带小数点），单位 0.001mm。

R(d)：槽底位置刀具偏移量（半径指定，符号处理参考下面注释）。

F：进给速率。

1. 38. 6. 2 补充说明

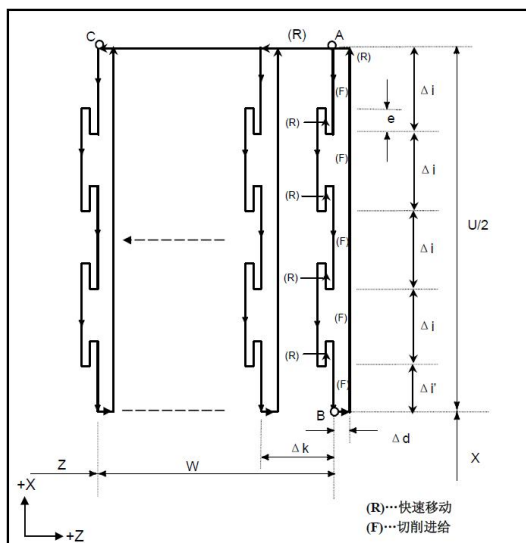


图 1. 38-16

动作说明:

1. 槽底位置偏移(d)通常以正值指定, 当 R(Δd) 不带符号时第一次切削底端刀具便偏移, 当 R(Δd) 带符号时第一次切削底端刀具不会偏移, 从第二次以后切削底端才偏离, 偏离方向不受符号影响。
2. 当切削量大于 X 方向增量时执行一次切削, 切削量为 X 方向增量; 平面另外一轴的偏移量大于该轴移动增量时只移动一次, 偏移量为该轴的增量。

1. 38. 6. 3 范例**直径指定**

```

N10 G0 X80.0 Z0.0;           //将刀具快速移动到距离工件原点 X80.0 Z0 的位置;
N20 M03 S2000;               //主轴正转, 转速 2000rpm;
N30 G75 R2.0;                 //R2. 表示每次钻入 2500  $\mu m$  后, 退刀 1000  $\mu m$ ;
N40 G75 X60.0 Z3. P5000 Q5000 R1.0 F0.5; //切槽循环: “X60.0” 表示钻孔循环终点在
                                X 方向绝对坐标值 60.0 的位置, “Z3.0”
                                表示在 Z 方向上循环移动的终点坐标值 3.0,
                                “P5000” 表示表示每次钻入量 2500  $\mu m$ ,
                                Q5000 表示每次在 Z 方向上的循环移动量
                                500  $\mu m$ , “R1.0” 表示切削到终点位置 Z
                                方向上的退刀量 1000  $\mu m$ ;
N50 M5;                       //主轴停止;
N60 M2;                       //程序结束;

```

1. 38. 6. 4 相关警讯

- 75-1 切削轴的进刀量没有指定或为 0。
- 75-3 切削轴的退刀量大于轴进刀量。
- 75-4 平面另外一轴的进刀量没有指定或为 0。
- 75-6 平面另外一轴的退刀量大于进刀量。
- 75-7 F 值错误 (≤ 0)。

1.38.7 复式螺纹切削循环（G76）

G76 是通过指定螺纹切削开始点、螺纹切削终点，能够在任意角度进行切入，并使每一次的切削面积（切削扭矩）保持恒定的自动切入固定循环。通过考虑螺纹终点坐标及锥轴高度的指令值，能够切削出各种纵向的螺纹。

1.38.7.1 指令格式

G76 P(mra)___Q(△)___R(d)___

G76 X(U)___Z(W)___R(i)___P(k)___Q(△d)___F(l)___L___

地址		意义
P	m	精加工的切入次数 00~99（模态），当设定为 0 时，默认加工 1 次。
	r	倒角量 00~99（模态），也可通过参数进行设定螺纹导程 1 为基准，0.001~9.91 为加工幅度范围，整数指定。
	a	刀尖角度（螺纹角度）00~99（模态），以 1° 为单位指定 0° ~99° 。
Q	△	最小切入量（模态），当计算出的切入量小于此值时，以△进行钳制[△允许设定的最小切削量（受 Mcm1741 影响，当 Mcm1741=3，则最小值为 1mm），直径指定，忽略符号，可带小数点]。
R	d	精车预留量（模态，直径指定，忽略符号，可带小数点）。
X(U)		螺纹部分 X 轴终点坐标（以绝对值或者增量值指定螺纹部分 X 轴终点坐标。U 设定为螺纹终点到螺纹起点 X 方向的差值）。
Z(W)		螺纹部分 Z 轴终点坐标（以绝对值或者增量值指定螺纹部分 Z 轴终点坐标。W 设定为螺纹终点到螺纹起点 Z 方向的差值）。
R	i	螺纹部分锥度高度部分（直径指定），i 可正可负。
P	k	螺纹高度，以正的直径值指定螺纹高度（直径指定，可带小数点）。
Q	△d	切入量，以正的直径值指定第一次切入量（直径指定，可带小数点）。
F	l	螺纹导程（增量长度最大的轴）。
L		螺纹头数，范围为 1~99。

1.38.7.2 范例

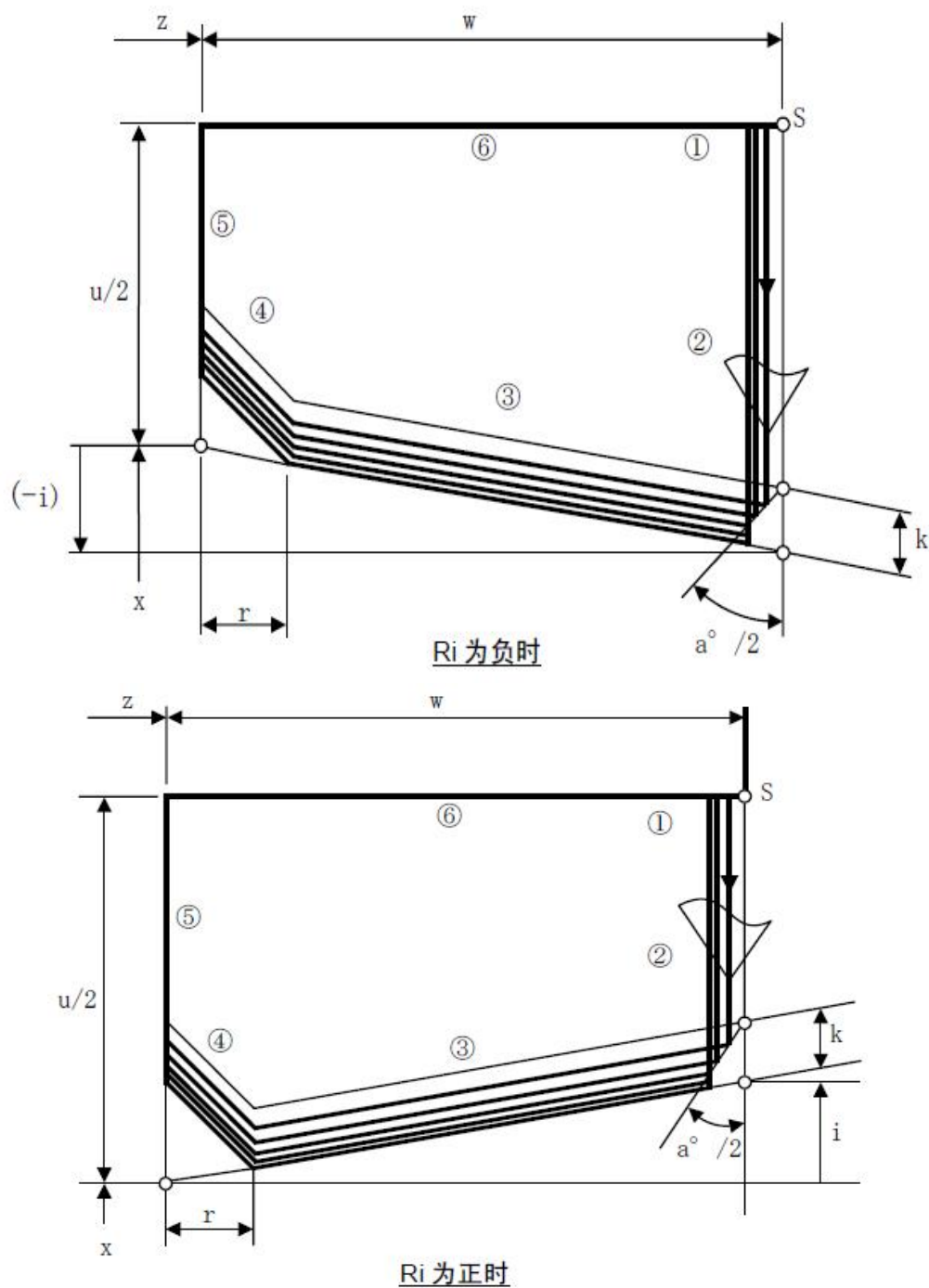


图 1.38-17

1 个循环中的①②⑤⑥为快速进给，③④为根据 F 指定以切削进给进行移动。

1.38.7.3 注意事项

1. 上述 2 个 G76 指令不可汇总到一个单节中。通过 P, Q, R 指令的数据, 根据 X、Z 等轴地址的有无自动进行判别。
2. 指定长轴方向的导程作为锥形螺纹的导程。
3. 第一条 G76 指令中的 P 指令不允许带小数点, Q 指令允许带小数点; 第二条 G76 指令中的 P、Q 指令都允许带小数点。
4. 第二条 G76 指令 P、Q 指令为正值指定。
5. 第一条 G76 指令 P__ 根据指定位数来指定 m、r、a:
 - m: 设定位数为 1~2 位, 指定精车次数 m。
 - r: 设定位数为 3~4 位, 指定倒角量 r。
 - a: 设定位数为 5~6 位, 指定刀尖角度 a。
6. 螺纹精车部分根据精车次数进行等分, 每次精车进刀量 $= d/m$ 。
7. G76 指令中 P(mra)、Q(Δ)、R(d) 等可由参数指定, 且参数值随程序指令而改变; 当 G76 指令未指定 P(mra)、Q(Δ d)、R(d) 时采用参数设定值。
8. 当第二条 G76 指令中 X、Z 轴的增量都为 0 时, 按照第一条 G76 指令处理, 仅设定参数, 不做具体的加工。
9. 当设定的 $\Delta > \Delta d$ 时, 第一次以 Δ 切削量进行切削, 当设定的 $\Delta > k$ 值时, 只进行一次粗车循环, 粗车切削量 $= k - d$ 。
10. F 值指定为增量长度最大的轴的导程, 如下图所示。倒角部分 F 值依据当前螺纹轴而定。如螺纹轴为 Z 轴, 倒角部分 Z 轴速度固定为程序指定的 F 值, X 轴根据角度自动换算。

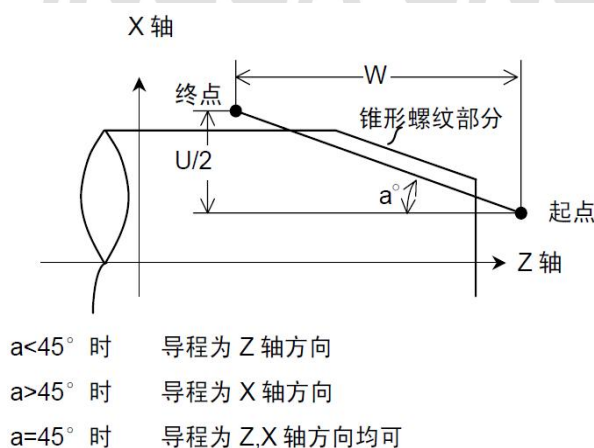


图 1.38-18

11. R(i) 螺纹部分锥形高度设定, 可正可负, R(i) 设定为螺纹部分开始点到螺纹终点 X 轴方向的差值, 设定如下所示。

R 值=G76 循环螺纹起点 X 方向的坐标值－G76 循环螺纹终点 X 方向的坐标值。

U 值=G76 循环螺纹终点 X 方向的坐标值－G76 循环起点 X 方向的坐标值。

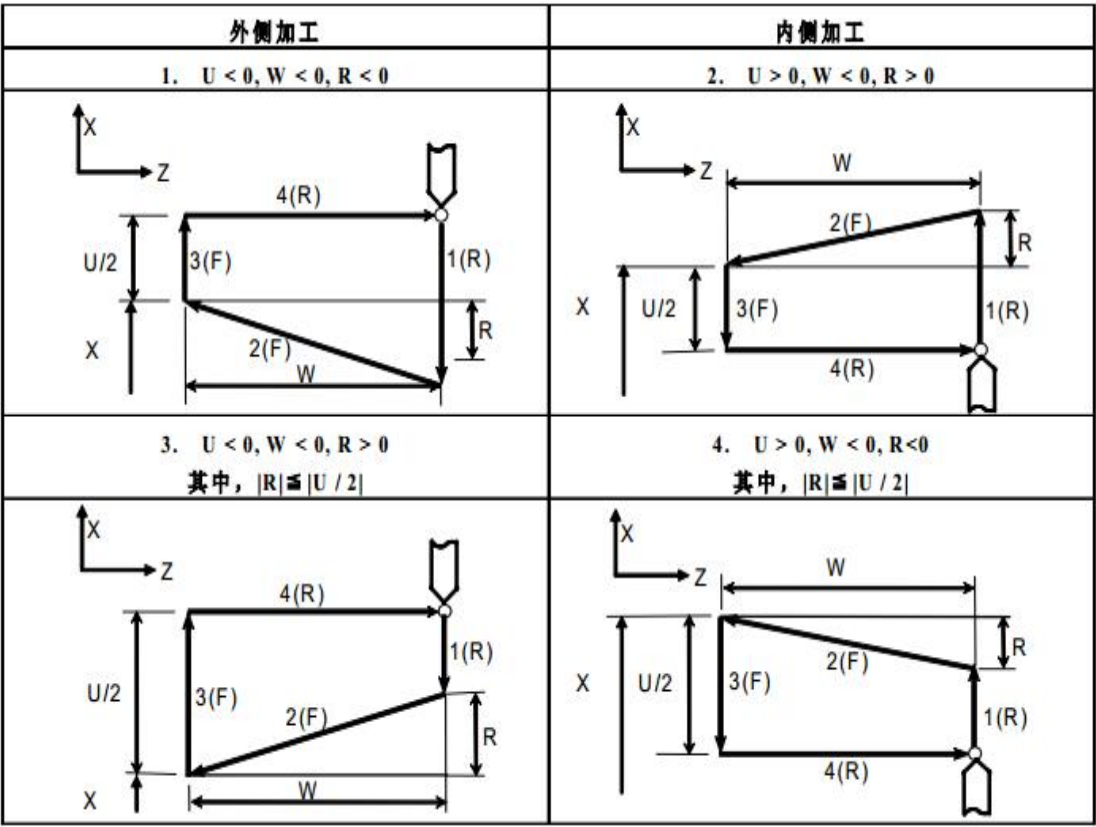


图 1.38-19

1. G76 指令中螺纹切削部分 G00 倍率、G01 倍率、主轴倍率固定为 100%，循环结束后自动恢复成 G76 指令前的 MF0。
2. G76 指令中第一次切入量大于螺纹高度时只执行一次粗车切削，切削量=k（螺纹高度）－d（精车余量）。
3. G76 指令中 Sys3000（G76 螺纹退刀点倒角延主轴方向的距离设定）设定超过 99 时不报错，当 G76 螺纹退尾长度 P(r)大于等于 Z 方向增量时，报 ERR1.7.2 警讯（Sys3000 指定时不限定范围在 99 以下的范围内）。
4. G76 指令中当锥度角度大于切削方向增量时，系统不报错。
5. 精车余量可设为 0，设为 0 时不执行精车加工。

1. 38. 7. 4 范例

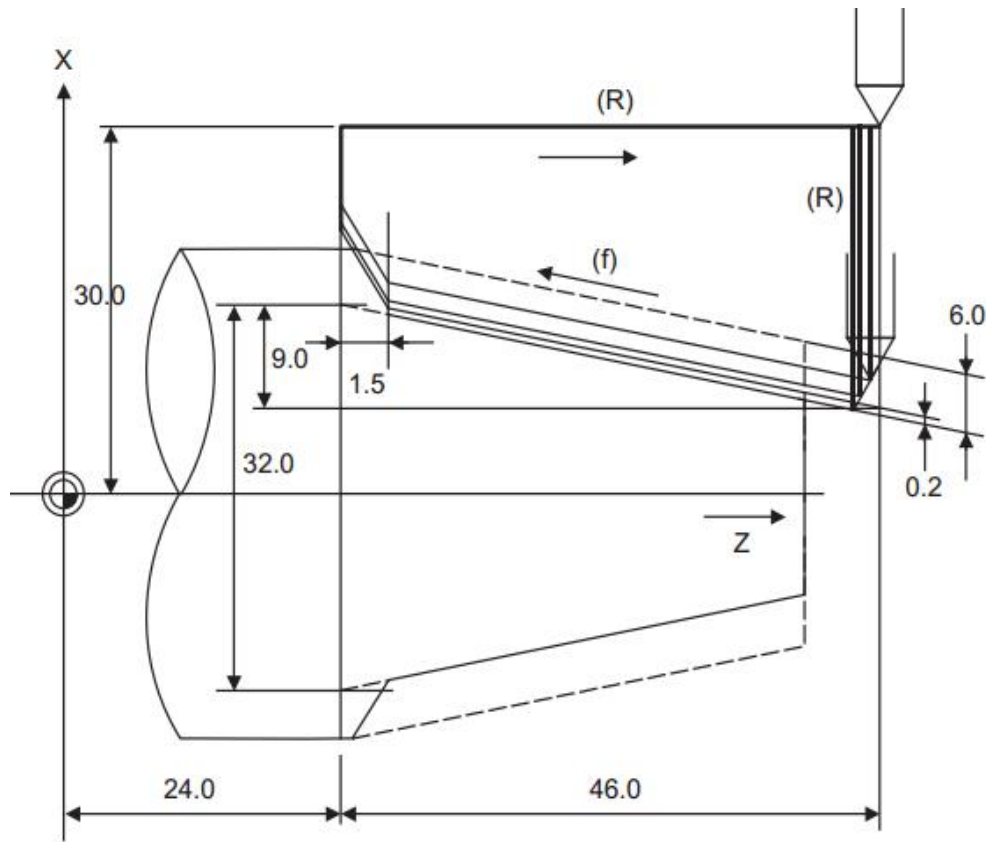


图 1. 38-20

直径编程

```
G0 X0 Z0;
```

```
G99;
```

```
M03 S100;
```

```
G00 X60.0 Z60.0;
```

```
G76 P011560 Q0.1 R0.2 ;
```

//精加工次数 1 次, 螺纹退刀值 15mm, 刀尖角度 60°, 最小切削量 0.1mm, 精车预留量 0.2mm;

```
G76 U-28.0 W-46.0 P6.0 Q3.5 F2. R-9.0 L2;
```

//起点与 X 轴方向上切削终点距离的增量为-14mm, 起点与 Z 轴方向上切削终点距离的增量为-46mm, 螺牙高度 3mm, 第一次切削深度 1.25mm, 螺纹导程 2mm, 螺纹起点与终点在 X 轴方向上的差为 9mm, 螺纹头数为 2;

```
G0 X80.0;
```

```
Z72.0;
```

```
M30;
```

说明：退刀量=退刀设定值(r)×0.1×螺纹导程(F)

1.39 端面/侧面钻孔循环（G83/G87）

1.39.1 指令格式

G83 X(U)___C(H)___Z(W)___R(r)___Q(q)___P(p)___F(f)___K(k)___M(m)___I(i)___;

或

G87 Z(W)___C(H)___X(U)___R(r)___Q(q)___P(p)___F(f)___K(k)___M(m)___I(i)___;

G83：端面深孔钻循环（模态指令）。

G87：侧面深孔钻循环（模态指令）。

X(U)：循环初始点（绝对值/增量值）的指定（孔底位置指定）。

Z(W)：循环初始点（绝对值/增量值）的指定（孔底位置指定）。

R(r)：初始平面到 R 的距离。（普通格式：增量编程、半径指定、忽略符号;特殊格式：可指定半直径、增量编程，模态指令）。

Q(q)：指定每次的切入量，增量半径值指定，单位：mm。

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

F(f)：指定钻孔进给速度，模态指令。

K(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）。

M(m)：C 轴钳制 M 码，不是模态指令。

I(i)：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）。

1.39.2 注意事项

1. 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。
2. 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）。
3. 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。
4. 孔底及返回 R 点或起始点有到位检查功能。
5. Q(q) 为非模态指令，若编程时未指定 Q，将会导致一次进刀。

1. 39. 3 普通钻孔固定循环

如果没有指定每次的切削量 Q，就执行普通的钻孔循环，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。

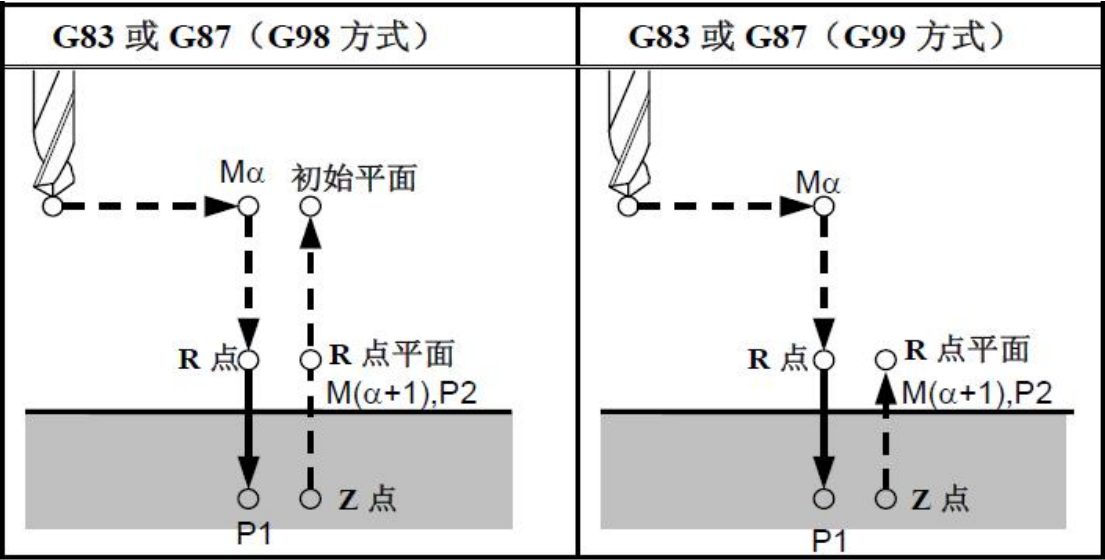


图 1. 39-1

$M\alpha$ ：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。

注意：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。

1. 39. 4 深孔钻循环

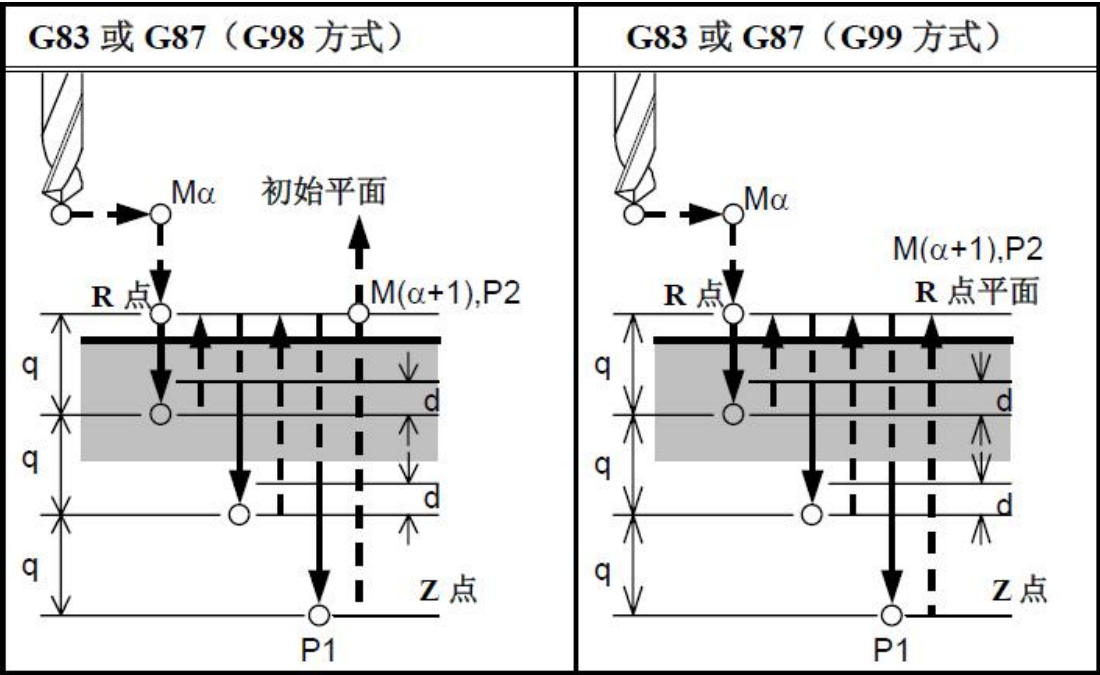


图 1. 39-2

$M\alpha$: 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。

注意：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。

1. 39. 5 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，间歇地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。

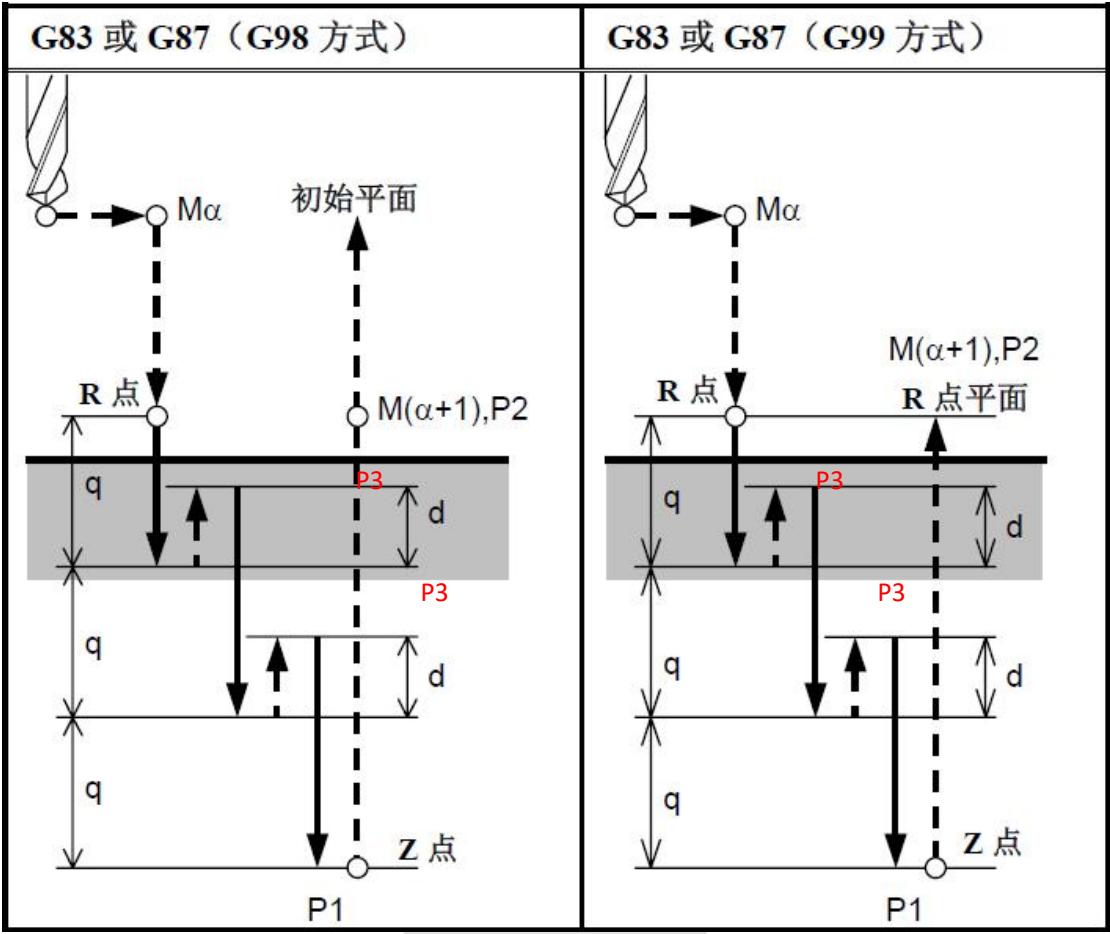


图 1.39-3

$M\alpha$: 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）。

注意：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。

普通钻孔循环方式范例：

G98

G0 X0 Z10

M03 S500

G83 Z-60 R10 Q2000 P1000 F100

;X 轴和 Z 轴定位到起点

;主轴转速为 500

;G83 为端面钻孔循环，起点为 X0 Z10，孔底位置为 X0 Z-60，快速定位到 Z0 (R) 位置，

每次切削量为 2 mm，每次切削后退回到 R 点，
孔底暂停时间为 1 秒，切削进给速度 F100

G80；固定循环取消

M30；程序结束

1. 40 端面/侧面攻丝循环（G84/G88）

G84/G88 指令为端面/侧面攻丝循环，用于数控车床之攻丝的工作，由旋转的刀具对已被钳住的主轴上的工件（固定无法转动）做正面/侧面的攻丝工作。

● 攻丝循环种类

按工作原理分攻丝循环有两种：柔性攻丝、刚性攻丝，可高速深孔攻丝循环或深孔攻丝循环

● 解释

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伸缩的动作攻牙轴，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）。

1.40.1 注意事项

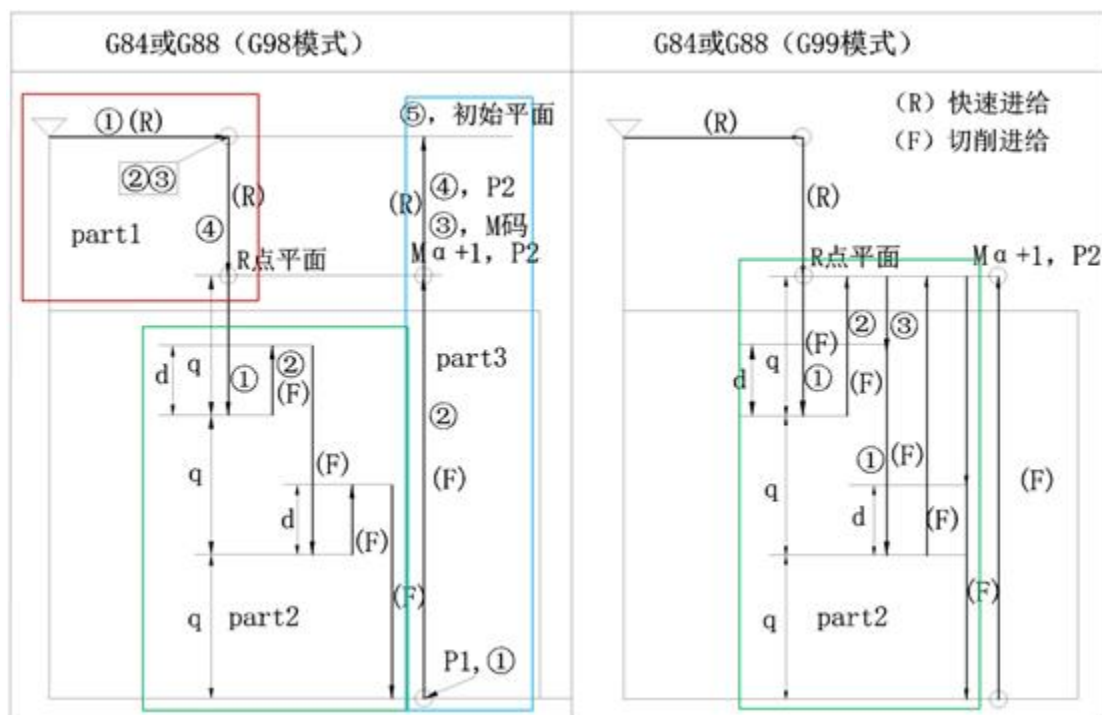


图 1.40-1

1. 进刀准备

- 1) 定位到钻孔起始点（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。
- 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)。

2. 攻丝准备

Q 值不为 0 时：

- 1) 切削进给至 $[n \times q + R]$ 处，如果 $[n \times q + R]$ 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 $[n \times q + R - d]$ 位置，仅在深孔循环模式时存在此步骤。Q 值为 0 时，以 G01 进给至 Z 点，结束此部分处理。

3. 退刀准备

- 1) 暂停 G04 P1。
- 2) 以 G01 进给至 R 点。
- 3) 如果存在 M α 时，执行 M($\alpha + 1$)，否则跳过。
- 4) 暂停 G04 P2。
- 5) G98 模式下退刀至初始平面（铣床模式下）。

注意：

1. 在执行攻丝循环过程中不能执行程序再启动功能。
2. 孔位置初始点的指令为非模态，连续发出 G84(G88) 指令时，需在每个程序段指定孔位置初始点。
3. 当指令到 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。
4. 在 G84、G88 指令前指定主轴号与主轴转速。
5. 攻丝循环中主轴正反转 M 码信号通过参数指定。
6. 铣床模式下 G98 返回到初始平面，G99 返回到 R 点平面；车床模式下固定返回到初始平面。

1. 40.2 指令格式

G84 X/U_C/H_Z/W_Rr_Qq_Pp_Ff_Kk_Mm_Jj_Dd

G88 Z/W_C/H_X/U_Rr_Pp_Qq_Ff_Kk_Mm_Jj_Dd

G84(G88)	G84 端面深孔攻丝循环； G88 纵向深孔攻丝循环；
X/U(Z/W)_C/H_	攻牙平面轴位置（绝对值/增量值）的指定； 工件在C轴定位的角度；
Z/W(X/U)_	孔底位置（绝对值/距R点的增量值）此处应该是：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；
Ff_	指定进给速度（模态）；公制牙的牙距；Ee为英制牙的牙距。

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，参数规划，可灵活设定M码） ；
Dd	指定攻丝循环中使用的主轴（模态）（设定范围：1~主轴数） ；

1. 40. 3 攻丝循环指定方式

1. 40. 3. 1 刚性攻丝

1. M 码指定刚性攻丝 MxxSxxxx:

- 1) M 码由 Sys3034 指定（当 Sys3034=0 时，默认为 M29）。
- 2) 攻丝指令 M 码可以设定在攻丝之前，或者与攻丝指令相同的程序段。

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，需新指定 M29。

2. Sys3031 BIT00=1 设定 G84/G88 为刚性攻丝的 G 代码。

3. 指定刚性攻丝的指令格式（配合参数设置）

- 1) 在 G84/G88 攻丝程序段前指定 M29:

```
M29;
G84 X_C_R_P_F_K_(M_);
X_C_;
G80;
```

- 2) 在 G84/G88 攻丝程序段中指定,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;
```

- 3) 把 G84/G88 作为刚性攻丝的 G 代码（由 Sys 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;
```

注意：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。

1. 40. 4 柔性攻丝

不指定刚性攻丝即为柔性攻丝。

1. 40. 4. 1 普通柔性攻丝循环

柔性攻丝时当程序指令中未指定 Q（每次的切削量）时，为普通的柔性攻丝循环。普通攻丝模式定义：攻丝轴从初始平面或 R 点平面一次攻到孔底的攻牙模式。

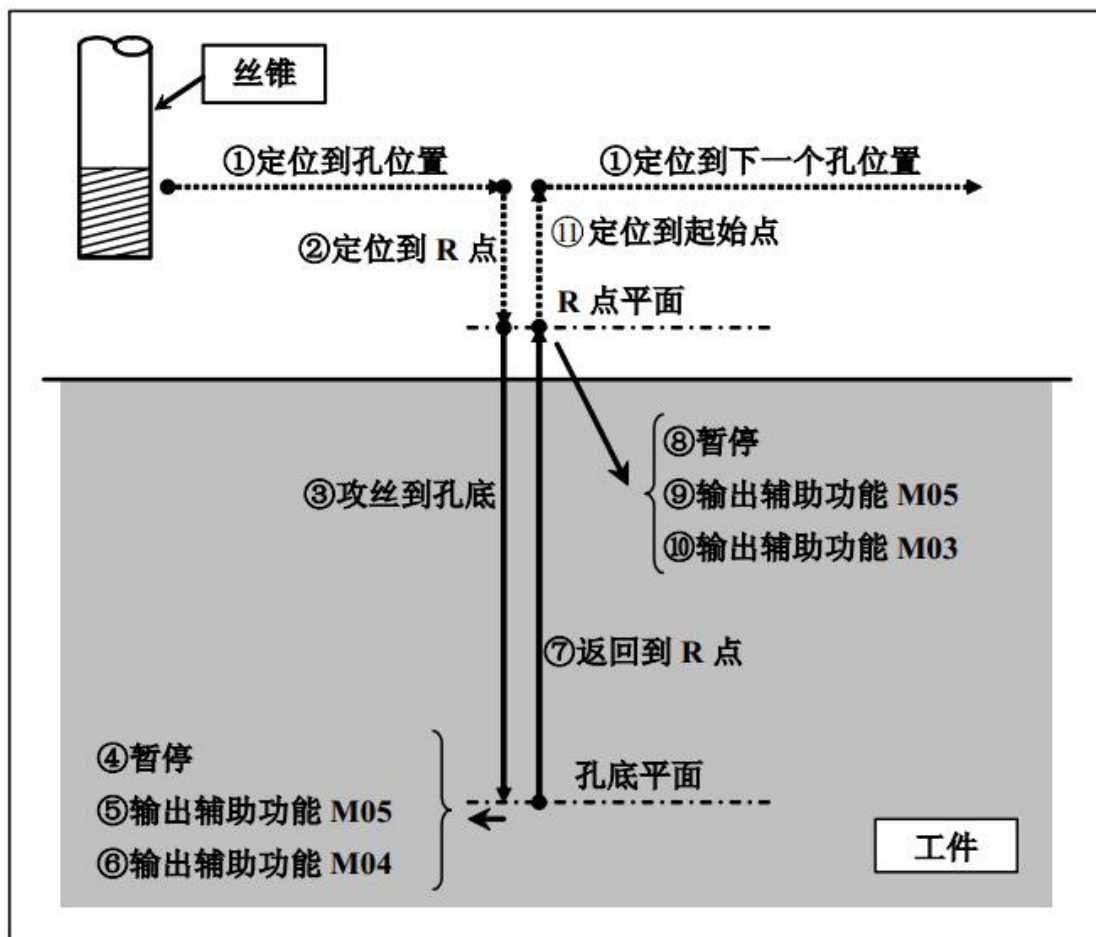


图 1. 40-3

动作指令如下：

1. 每转进给柔性攻牙形式

指定攻丝指令前，须指定主轴旋转（根据需求指定第一主轴或其他主轴旋转）。

- 1) 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。
- 2) 当存在主轴刹车指令(M α)时输出主轴刹车（若当前旋转主轴为第一主轴时，不需输出主轴刹车指令）。
- 3) 指定 R 点的情况下，执行向 R 点的定位动作(G00)。
- 4) 等待主轴同步点后，攻丝轴根据主轴反馈以切削进给方式进行攻丝加工，直到孔底，在到孔底之前输出主轴停止指令(M05)。
- 5) 指定暂停时间(P1)的情况下，进行暂停。
- 6) 输出主轴反转的辅助功能 M04，等待 M 码完成信号。
- 7) M 码完成信号返回时以切削进给方式拉拔丝锥到 R 点(G01)。
- 8) 指定暂停时间(P2)的情况下，进行暂停。
- 9) 输出主轴停止的辅助功能 M05，等待 M 码完成信号。
- 10) M 码完成信号返回时，输出主轴正转信号 M03，等待 M 码完成信号。
- 11) M 码完成信号返回时，以快速移动(G00)方式返回起始点(G98 模式下才执行此动作)。
- 12) 当存在主轴刹车指令时输出主轴刹车释放指令(M α +1)指定重复次数的情况下，从(1)开始反复。

2. 每分钟进给柔性攻牙形式

指定攻丝指令前，可不必指定主轴旋转（根据需求指定第一主轴或其他主轴旋转）。

- 1) 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。
- 2) 当存在主轴刹车指令(M α)时输出主轴刹车（若当前旋转主轴为第一主轴时，不需输出主轴刹车指令）。
- 3) 指定 R 点的情况下，执行向 R 点的定位动作(G00)。
- 4) 主轴旋转，等待同步点后，攻丝轴根据主轴反馈以切削进给方式进行攻丝加工，直到孔底，在到孔底之前输出主轴停止指令(M05)。
- 5) 指定暂停时间(P1)的情况下，进行暂停。
- 6) 输出主轴反转的辅助功能 M04，等待 M 码完成信号。
- 7) 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)。
- 8) 指定暂停时间(P2)的情况下，进行暂停。
- 9) 输出主轴停止的辅助功能 M05，等待 M 码完成信号。
- 10) M 码完成信号返回时，输出主轴正转信号 M03，等待 M 码完成信号。
- 11) M 码完成信号返回时，以快速移动(G00)方式返回起始点(G98 模式下才执行此动作)。
- 12) 当存在主轴刹车指令时输出主轴刹车释放指令(M α +1)指定重复次数的情况下，从(1)开始反复。

1.40.4.2 深孔柔性攻丝循环

当指定了 Q 指令（每次的切削量），且（攻丝方式设定）Sys3031 BIT02=1，即为深孔攻丝循环。循环中每次退刀至 R 点。（参数设定在攻牙参数页面→攻牙方式设置）

注：攻丝方式设定参数在攻牙参数页面。

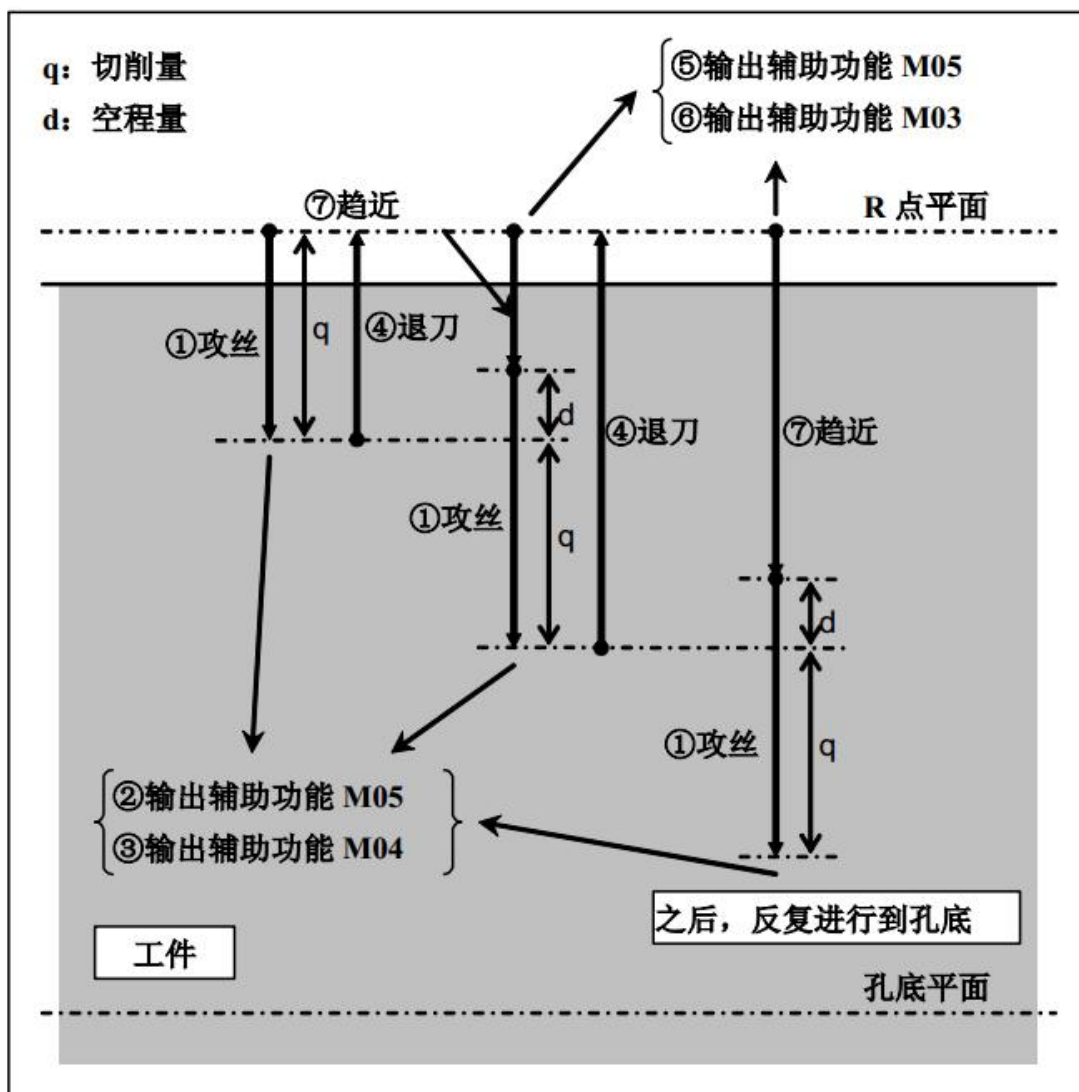


图 1.40-4

动作指令如下：

上述柔性的攻丝循环的动作④为以下循环动作，其他动作一致。

1. 只切削由 Q 所指定的切削量 q，到达 q 前输出主轴停止 (M05)。

2. M 码完成信号返回时输出主轴反转 M04 信号，等待 M 码完成信号。
3. M 码完成信号返回时主轴反转，攻丝轴以切削进给方式退刀至 R 点。
4. 到达 R 点前输出主轴停止信号 M05，等待 M 码完成信号。
5. M 码完成信号返回时输出主轴正转信号 M03，等待 M 码完成信号。
6. M 码完成信号返回时主轴反转，等待同步点信号后，攻丝轴以切削进给方式从上次切削点移动到只离开 d（空量程，参数设定）的位置。
7. 切削空量程 d+切削量 q，反复上述操作，进行攻丝，直到孔底。

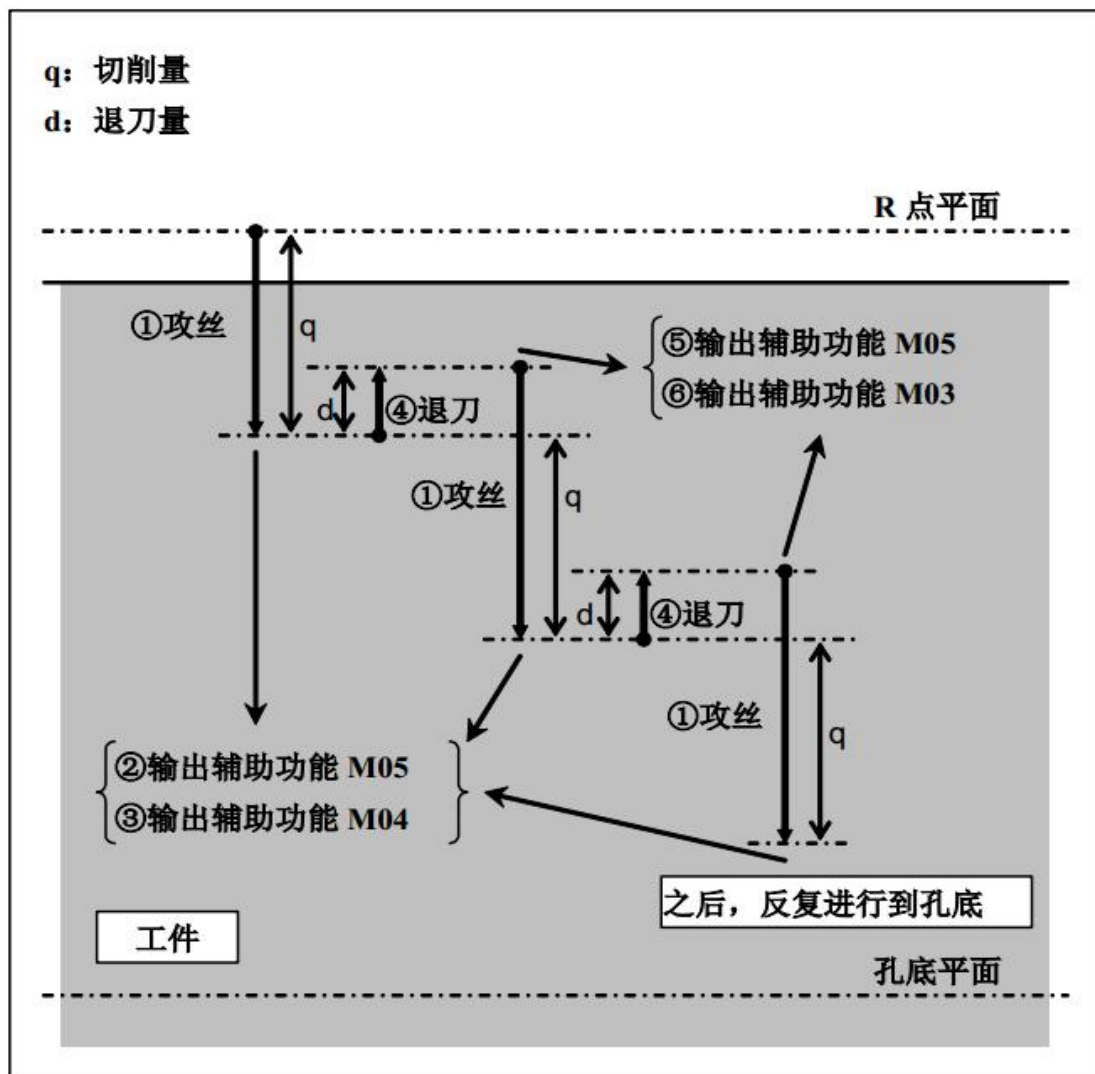
1. 40. 4. 3 高速深孔柔性攻丝循环

当指定了 Q 指令（每次的切削量），且 Sys3031 BIT02=0，（攻丝方式设定）即为高速深孔攻丝循环。循环中每次退刀至 d 点(Sys3033)。

注：攻丝方式设定参数在攻牙参数页面



FINGER CNC



FINGER CNC 图 1.40-4

动作指令如下:

上述柔性的攻丝循环的动作④为以下循环动作, 其他动作一致。

1. 只切削由 Q 所指定的切削量 q, 到达 q 前输出主轴停止 (M05)。
2. M 码完成信号返回时输出主轴反转 M04 信号, 等待 M 码完成信号。
3. M 码完成信号返回时主轴反转, 攻丝轴以切削进给方式退刀至 d 点。
4. 到达 d 点前输出主轴停止信号 M05, 等待 M 码完成信号。
5. M 码完成信号返回时输出主轴正转信号 M03, 等待 M 码完成信号。
6. M 码完成信号返回时主轴反转, 等待同步点信号后, 攻丝轴以切削进给方式切削退刀量 d+切削量 q, 反复上述操作, 进行攻丝, 直到孔底。

1. 40. 5 刚性攻丝

1. 40. 5. 1 标准普通刚性攻丝

没有指定 Q 值，一次攻完。

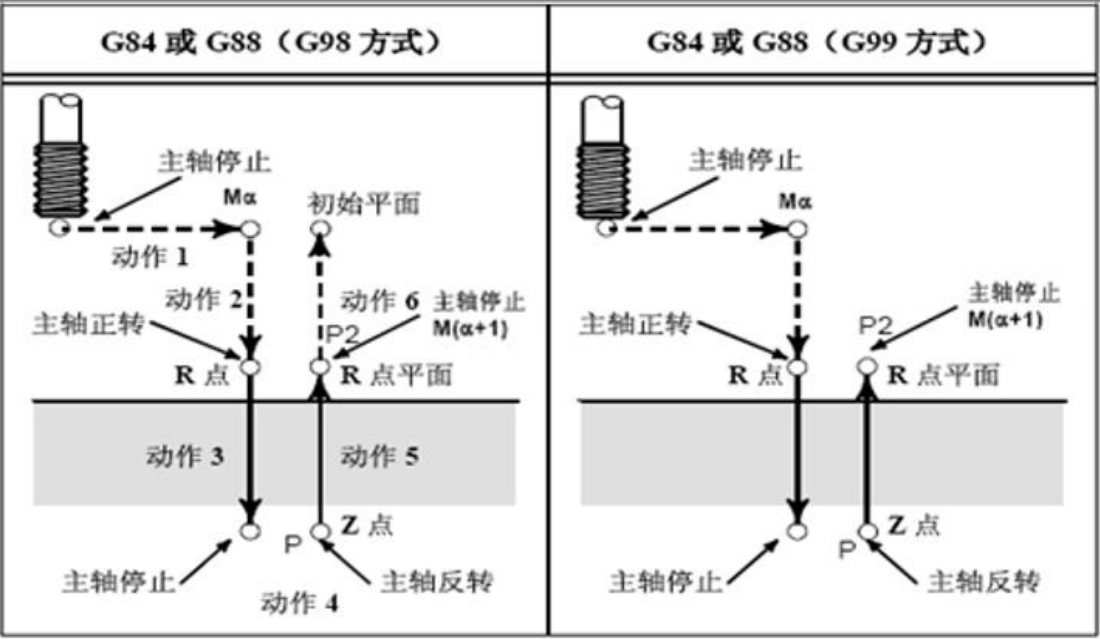


图 1. 40-5

程式范例：

螺纹 M10×1.5

G99 ; 每转进给方式
G0 X0 Z10 ; X 轴和 Z 轴定位到起点
M29 S1000 ; 指定刚性攻丝，主轴转速为 1000 转/分
G84 Z-30 R-5 P2000 F1.5 ; G84 为端面刚性攻丝循环，起点为 X0 Z10，R 平面位置为 Z5，孔底位置为 Z-30，孔底暂停时间为 2 s，螺纹的导程为 1.5 。
G80 ; 固定循环取消
M30 ; 程序结束

G98 ; 每分进给方式
G0 X0 Z10 ; X 轴和 Z 轴定位到起点
M29 S500 ; 指定刚性攻丝，主轴转速为 500 转/分

G84Z-40R-4P2000 F1.5 ;G84 为端面刚性攻丝循环，起点为 X0 Z10，R 平面位置为 Z6，孔底位置为 Z-40，孔底暂停时间为 2s，螺纹的导程为 1.5。

G80 ; 固定循环取消

M30 ; 程序结束

动作指令如下：

1. 每转进给刚性攻牙形式，攻丝轴根据主轴反馈进给（刚性攻丝追随）。指定攻丝指令前，须指定主轴旋转指令。
 - 1) 主轴停止。
 - 2) 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。
 - 3) 当存在主轴刹车指令 ($M\alpha$) 时输出主轴刹车（当 Master 主轴为第一主轴时不需输出主轴刹车指令）。
 - 4) 指定了 R 点的情况下，执行向 R 点的定位动作 (G00)。
 - 5) 主轴旋转，攻丝轴根据主轴反馈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。
 - 6) 指定了暂停时间 (P1) 的情况下，进行暂停。
 - 7) 输出主轴反转的辅助功能 M04，等待 M 码完成信号。
 - 8) 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。
 - 9) 当存在主轴刹车指令时输出主轴刹车释放指令 ($M\alpha+1$)。
 - 10) 指定了暂停时间 (P2) 的情况下，进行暂停。
 - 11) 以快速移动 (G00) 方式返回起始点（G98 模式下才执行此动作）。
 - 12) 主轴恢复攻丝前的旋转状态。
2. 每分钟进给刚性攻牙形式，攻丝轴根据主轴反馈进给（刚性攻丝追随）。指定攻丝指令前，可不必指定主轴旋转。
 - 1) 主轴停止。
 - 2) 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。
 - 3) 当存在主轴刹车指令 ($M\alpha$) 时，输出主轴刹车指令（若当前旋转主轴为第一主轴时，不需输出主轴刹车指令）。
 - 4) 指定了 R 点的情况下，执行向 R 点的定位动作 (G00)。
 - 5) 主轴旋转，攻丝轴根据主轴反馈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。

- 6) 指定了暂停时间(P1)的情况下, 进行暂停。
- 7) 输出主轴反转的辅助功能 M04, 等待 M 码完成信号。
- 8) 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。
- 9) 当存在主轴刹车指令时, 输出主轴刹车释放指令(M α +1)。
- 10) 指定了暂停时间(P2)的情况下, 进行暂停。
- 11) 以快速移动(G00)方式返回起始点(G98 模式下才执行此动作);指定了重复次数的情况下, 从(1)开始反复。
- 12) 主轴恢复攻丝前的旋转状态。

注意: 铣床模式下 G98 返回到初始平面, G99 返回到 R 点平面; 车床模式下根据 Sys3019 BIT04 决定。(参数设置在攻牙参数→攻牙退刀方式)

3. 每转进给刚性攻牙形式, 攻丝轴与主轴插补攻牙(刚性攻丝插补指定攻丝指令前, 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))。

- 1) 主轴停止。
- 2) 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。
- 3) 当存在主轴刹车指令(M α)时输出主轴刹车(当 Master 主轴为第一主轴时, 不需输出主轴刹车指令)。
- 4) 指定了 R 点的情况下, 执行向 R 点的定位动作(G00)。
- 5) 主轴与攻丝轴同时运动, 以插补形式切削进给攻丝加工, 直到孔底。
- 6) 指定了暂停时间 P1 的情况下, 进行暂停。
- 7) 主轴与攻丝轴以插补形式切削进给拉拔丝锥, 直到 R 点, 并在 R 点主轴与攻丝轴同时停止。
- 8) 当存在主轴刹车指令时, 输出主轴刹车释放指令(M α +1)。
- 9) 指定了暂停时间(P2)的情况下, 进行暂停。
- 10) 以快速移动(G00)方式返回起始点(G98 模式下才执行此动作);指定了重复次数的情况下, 从(1)开始反复。
- 11) 主轴恢复攻丝前的旋转状态。

4. 每分钟进给刚性攻牙形式, 攻丝轴与主轴插补攻牙(刚性攻丝插补)。

指定攻丝指令前, 可不必指定主轴旋转指令(根据需求指定第一主轴或其他主轴旋转)。

- 1) 主轴停止。
- 2) 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。
- 3) 当存在主轴刹车指令 ($M\alpha$) 时输出主轴刹车 (若当前旋转主轴为第一主轴时不需输出主轴刹车指令)。
- 4) 指令了 R 点的情况下, 执行向 R 点的定位动作 (G00)。
- 5) 主轴与攻丝轴同时运动, 以插补形式切削进给攻丝加工, 直到孔底。
- 6) 指定了暂停时间 (P1) 的情况下, 进行暂停。
- 7) 主轴与攻丝轴以插补形式切削进给拉拔丝锥, 直到 R 点, 并在 R 点主轴与攻丝轴同时停止。
- 8) 当存在主轴刹车指令时, 输出主轴刹车释放指令 ($M\alpha+1$)。
- 9) 指定了暂停时间 (P2) 的情况下, 进行暂停。
- 10) 以快速移动 (G00) 方式返回起始点 (G98 模式下才执行此动作); 指定了重复次数的情况下, 从 (1) 开始反复。
- 11) 主轴恢复攻丝前的旋转状态。

1. 40. 5. 2 深孔刚性攻丝循环

指定 Q 值 (不为零) 且参数设定为深孔刚性攻丝。

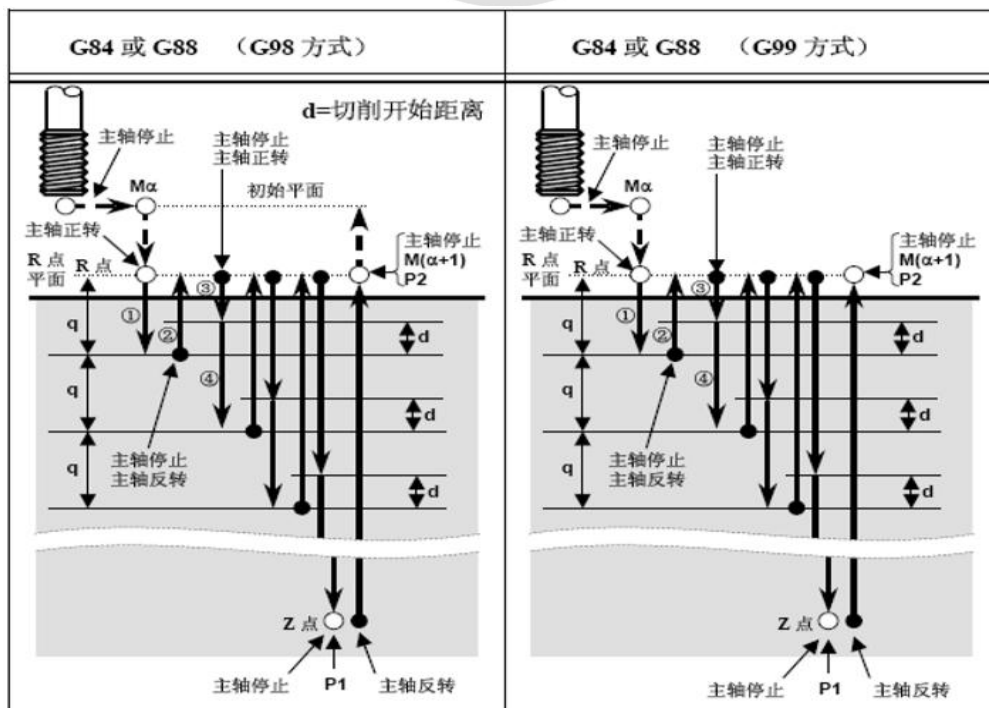


图 1. 40-6

动作指令如下：

1. 只切削由 Q 所指定的切削量 q，到达 q 时主轴与攻丝轴同时停止（动作①）。
2. 主轴反转，攻丝轴以切削进给方式退刀至 R 点，并在此处主轴与攻丝轴同时停止（动作②）。
3. 主轴正转，攻丝轴切削进给到距离上一次切削点 d 的位置（动作③拉拔倍率有效）。
4. 攻丝轴切削进给 d+q 的距离（动作④），一直循环到孔底。
5. 主轴停止(P1)时间后，反转退刀。

注意：

1. 没有指定或者设定 P1、M α 、M($\alpha+1$)、P2 时，不予执行或输出；
2. 动作①和④中使用切削速度和刚性攻丝的时间常数；
3. 动作②、③以及孔底（Z 点）到 R 点的移动，刚性攻丝的拉拔倍率有效，使用刚性攻丝的时间常数。

1. 40. 5. 3 高速深孔刚性攻丝循环

指定 Q 值（不为零）且参数设定为高速深孔刚性攻丝。

FINGER CNC

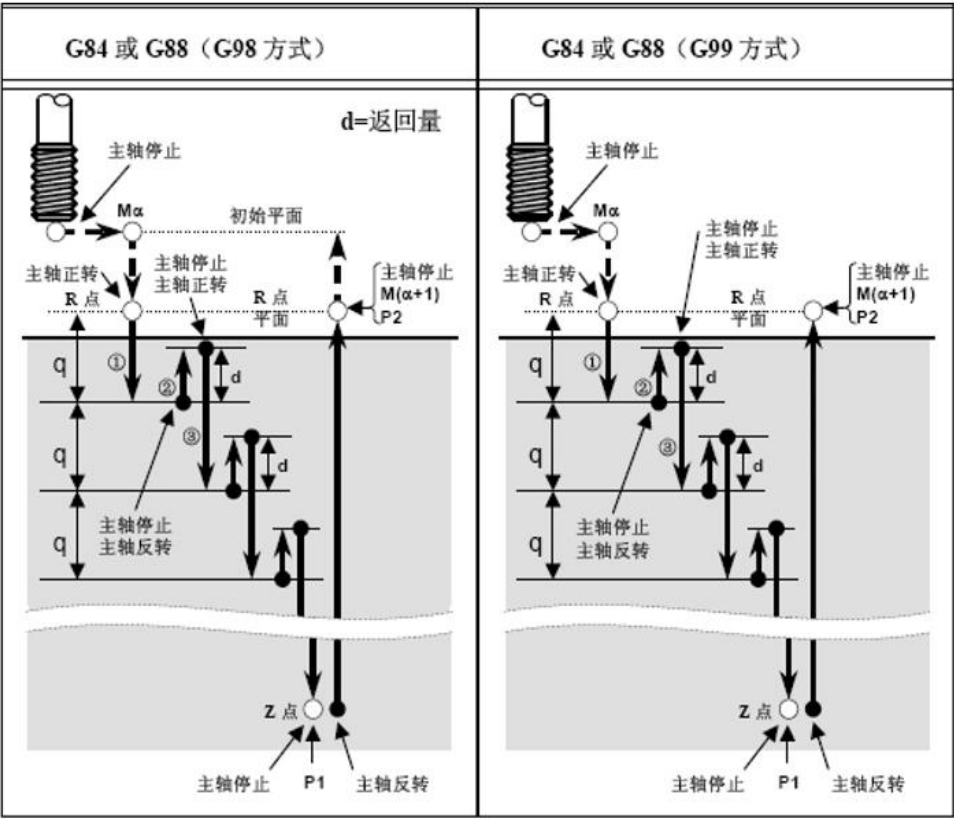


图 1.40-7

动作指令如下：

1. 只切削由 Q 所指定的切削量 q, 到达 q 时主轴与攻丝轴同时停止（动作①）。
2. 主轴反转，攻丝轴以切削进给方式退刀至 d 点，并在此处主轴与攻丝轴同时停止（动作②）。
3. 主轴正转，攻丝轴进给 d+q。
4. 一直循环到孔底。
5. 主轴停止 (P1) 时间后，主轴反转退刀。

注意：

1. 没有指定或者设定 P1、M α 、P2 时，不予执行或输出。
2. 动作①和③中使用切削速度和刚性攻丝的时间常数。
3. 动作②以及从孔底（Z 点）到 R 点的移动，刚性攻丝的拉拔倍率有效，使用刚性攻丝的时间常数。

1. 40. 6 反向端面/侧面攻丝循环（G84. 1/G88. 1）

1. 40. 6. 1 指令格式

G84. 1 X/U_C/H_Z/W_Rr_Qq_Pp_Ff_Kk_Mm_Jj_Dd

G88. 1 Z/W_C/H_X/U_Rr_Pp_Qq_Ff_Kk_Mm_Jj_Dd

G84. 1 (G88. 1)	G84 端面深孔攻丝循环 ； G88 纵向深孔攻丝循环 ；
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）此处应该是：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 ；
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，参数规划，可灵活设定M码） ；
Dd	指定攻丝循环中使用的主轴（模态）（设定范围：1~主轴数） ；

1. 40. 6. 2 注意事项

反向攻丝循环格式上和正常攻丝循环没有什么区别。唯一的区别在于攻牙的时候正常攻牙是先正转攻牙进去，反转退出来。反向攻牙是先反转攻牙进去，正转退出来。

1. 41 外侧/内侧车削循环（G90）

G90 指令可以执行纵向的直线以及锥度的切削循环。

1.41.1 指令格式

G90 X(U)___Z(W)___F___R___

X、Z：纵向切削终点的绝对值坐标。

U、W：切削终点相对于循环起点的增量值。

R：锥度量（不指定时为平面切削）。

F：切削进给速度。

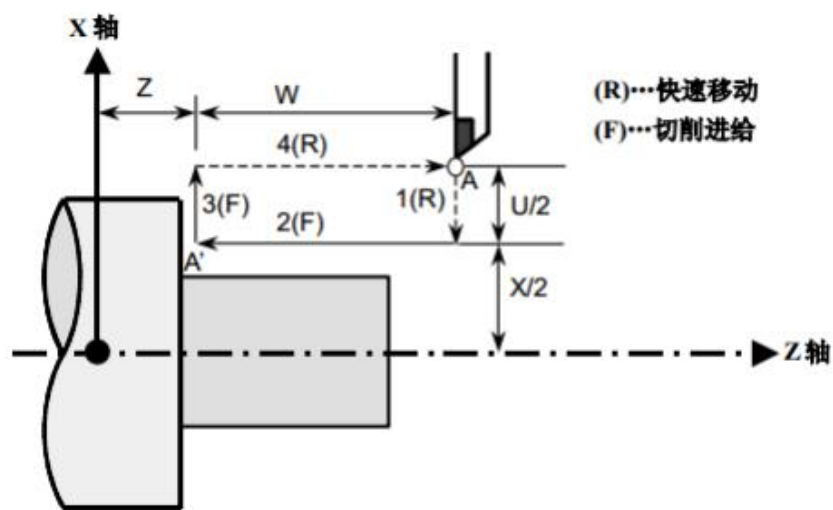


图 1.41-1

动作说明：

1. 第 1 个动作,在快速移动方式下将刀具从起点 (A) 移动到平面第 2 轴的指令坐标值 (G00)。
2. 第 2 个动作, 在切削进给方式下将刀具移动到平面第 1 轴的指令坐标值 (G01)。
3. 第 3 个动作, 在切削进给方式下将刀具移动到平面第 2 轴的开始坐标值 (G01)。
4. 第 4 个动作, 在快速移动方式下将刀具移动到平面第 1 轴的开始坐标值 (G00)。

1.41.1.1 锥形切削循环

当 R 值设定不为零时执行锥形切削循环。

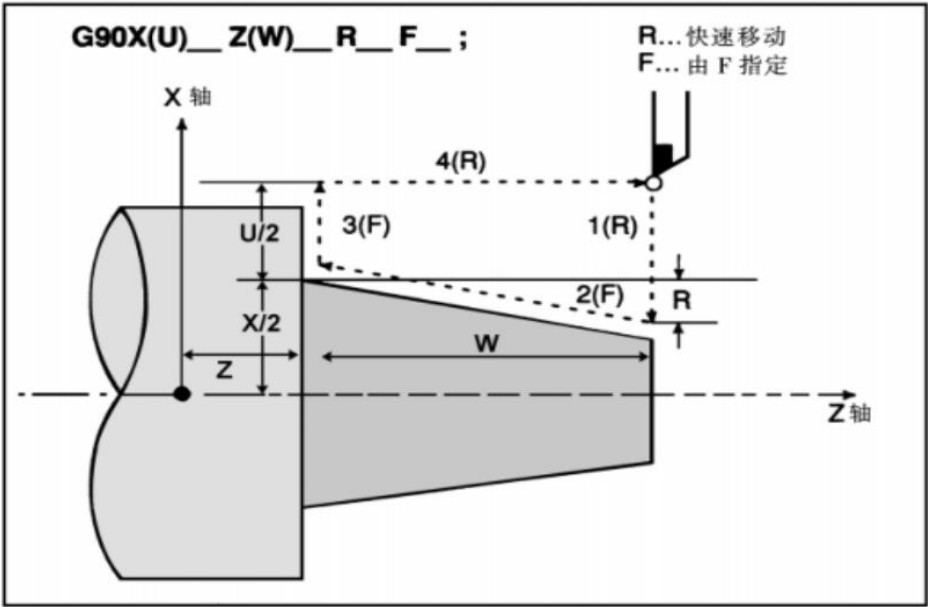


图 1.41-2

1.41.1.2 锥度量符号与刀具路径的关系

根据锥度量的符号与基于绝对指令的增量指令的纵向切削终点之间的关系。

刀具路径如下图所示：

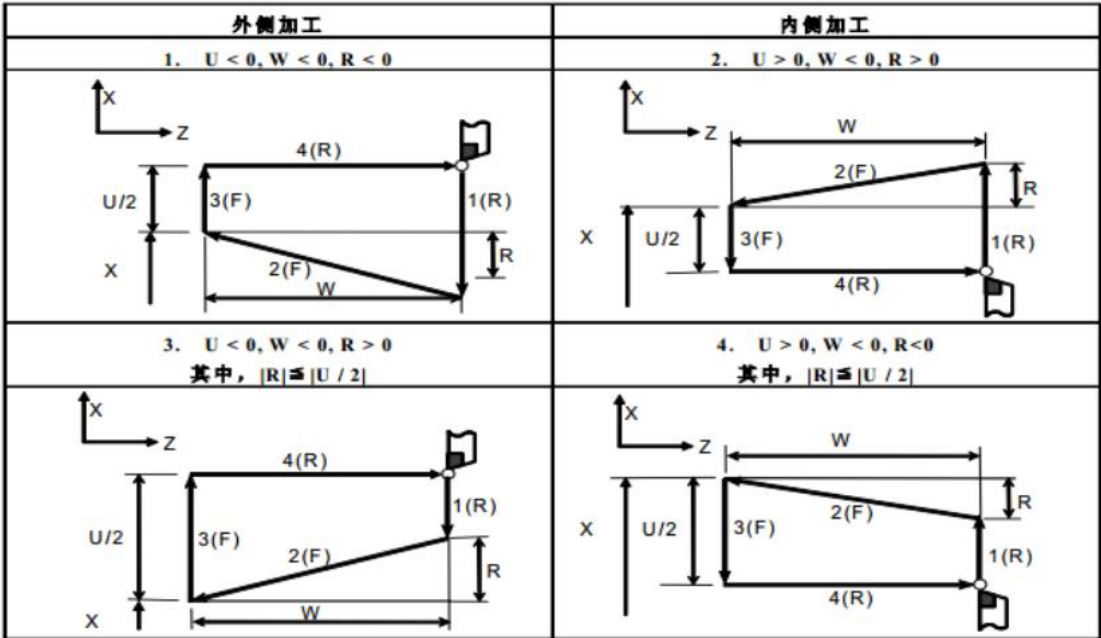


图 1.41-3

注意：

1. G90 循环指令中可单步执行、程序预测、暂停。
2. 单步执行在每一段都有效。
3. 由于 X(U)、Z(W) 和 R 的数值在固定循环期间是模态的，所以如果没有重新指定 X(U)、Z(W) 或 R，则原来指定的数据有效。

1.41.2 范例 1

轴向直线车削循环

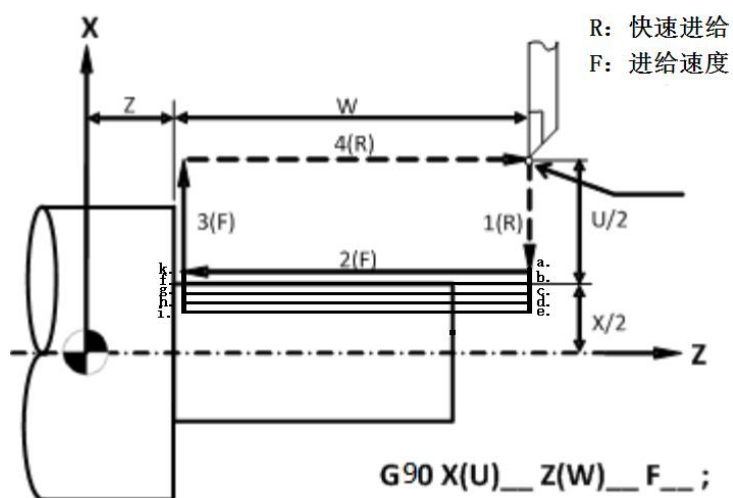


图 1.41-4

直径编程

```

G50 S5000;           //最高转速 5000rpm;
T01;                 //使用 1 号刀具;
G96 M03 S130;        //周速一定，表面速度 130m/min，主轴正转;
G00 X60.0 Z65.0;     //快速定位至 a.（起始点）;
G90 X45.0 Z15.0 F0.6; //执行轴向车削循环，进给率 0.6mm/rev，a.→b.→f.→k.→a;
X40.0;               //a.→c.→g.→k.→a;
X35.0;               //a.→d.→h.→k.→a;
X30.0;               //a.→e.→i.→k.→a;
G28 X60.0 Z70.0;     //先快速定位至指定中间点，然后回归到机械原点;
M05;                 //主轴停止;
M30;                 //程序结束;
  
```

1. 41. 3 范例 2

轴向锥度车削循环。

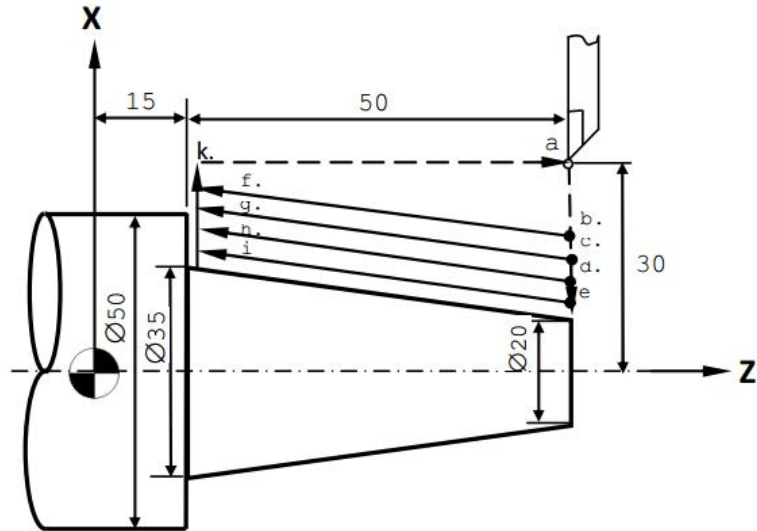


图 1. 41-5

```

G50 S5000;           //最高转速 5000rpm;
T01;                 //使用 1 号刀具;
G96 M03 S130;        //转速一定，表面速度 130m/min，主轴正转;
M08;                 //打开切削液;
G00 X60.0 Z65.0;     //快速定位至 a.（起始点）;
G90 X53.0 Z15.0 R-7.5 F0.6; //执行轴向车削循环，进给率 0.6mm/rev，a. → b. → f. → k.
                        → a;
X48.0;               //a. → c. → g. → k. → a;
X42.0;               //a. → d. → h. → k. → a;
X35.0;               //a. → e. → i. → k. → a;
G28 X60.0 Z70.0;     //先快速定位至指定中间点，然后回归到机械原点;
M09;                 //关闭切削液;
M05;                 //主轴停止;
M30;                 //程序结束;
  
```

1.42 增量指令 G91.9/绝对指令 G90.9

- 指定刀具移动量有增量方式与绝对方式 2 种方式。
- 关于移动点的坐标，增量值指定时是以距当前点的距离发出指令，而绝对值指定时则是距坐标原点的距离发出指令。
- 轴可以通过以下几种方式指定增量、绝对方式：
 1. U、V、W 指定 X、Y、Z 轴增量位移（其他轴向没有特定字母指定轴向增量）；
 2. G90.9、G91.9 指定某些轴为绝对、增量编程（所有模式均可使用）。

方式①

如下图所示，P1 定位到 P2：

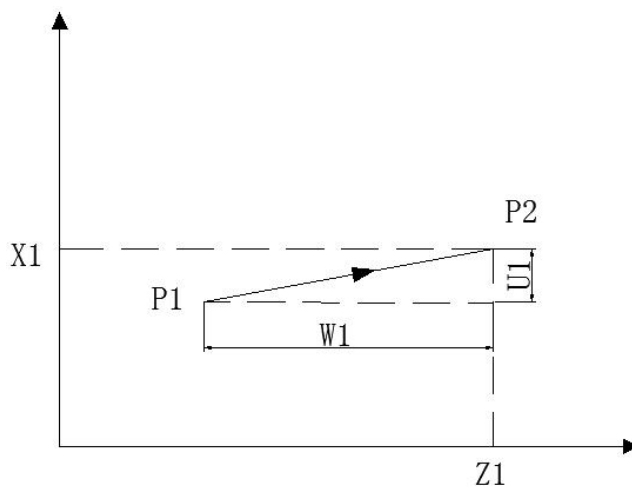


图 1.42-1

如上图所示，P1 点距 P2 的距离为 (U1, W1)，P2 点的绝对坐标为 (X1, Z1)。

假设：U1=10.，W1=40.，X1=30.，Z1=60.，则 P1→P2 指定如下：

增量指定 G00 U20. W20.

绝对指定 G00 X30. Z60.

方式②

如下图所示，P1 定位到 P2：

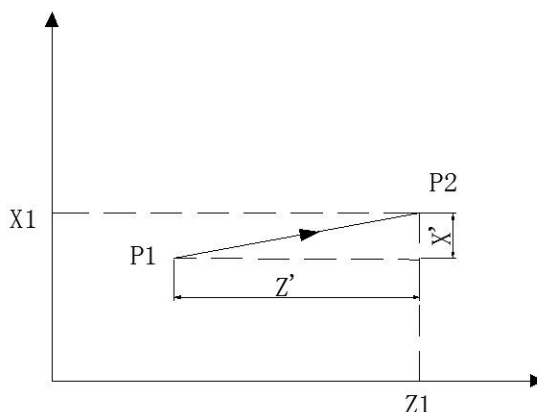


图 1.42-2

假设: $X' = 10.$, $Z' = 40.$, $X1 = 30.$, $Z1 = 60.$, 则 $P1 \rightarrow P2$ 指定如下:

增量指定 $G91.9 \ X_ Z_$ (XZ 轴增量指定, 下划线填任意数字, 否则报警)

$G00 \ X20. \ Z20.$

绝对指定 $G90.9 \ X_ Z_$ (XZ 轴绝对指定, 下划线填任意数字, 否则报警)

$G00 \ X30. \ Z60.$

1.43 螺纹切削循环 (G92)

G92 螺纹切削循环是执行直线螺纹切削和锥形螺纹切削的固定循环。

FINGER CNC

1.43.1 指令格式

$G92 \ X(U)_ Z(W)_ Q_ L_ F(E)_ R_ J_ K_$

X(Z): 切削终点C的绝对坐标值。

U(W): 切削终点C相对于起点A的增量值。

F(E): 纵向轴 (移动量最多的轴) 螺纹牙距, F、E不能同时指定。

Q: 螺纹起始角度偏移设定, 设定值范围: $0.000^\circ \sim 359.999^\circ$ 。

L: 多头螺纹设定项, 设定值范围: 1~99。

J: G92螺纹退刀点的倒角角度。当字母J不存在时, SYS3043决定G92螺纹退刀点的倒角角度。

(参数设置在: 车牙参数→G92的倒角角度)

K: G92螺纹退刀点倒角延主轴方向的距离设定 (单位0.1L, 范围0.1L~12.7L)。

当字母K不存在时，SYS3042决定G92螺纹退刀点倒角延主轴方向的距离。（参数设置在：车牙参数→G92螺纹退刀点倒角沿主轴方向的距离设定）

R：锥度量，螺纹切削起点B与切削终点C绝对坐标的差值。当R=0或R不设置时，为直线螺纹切削；当R≠0时，为斜面螺纹切削，模态指令。

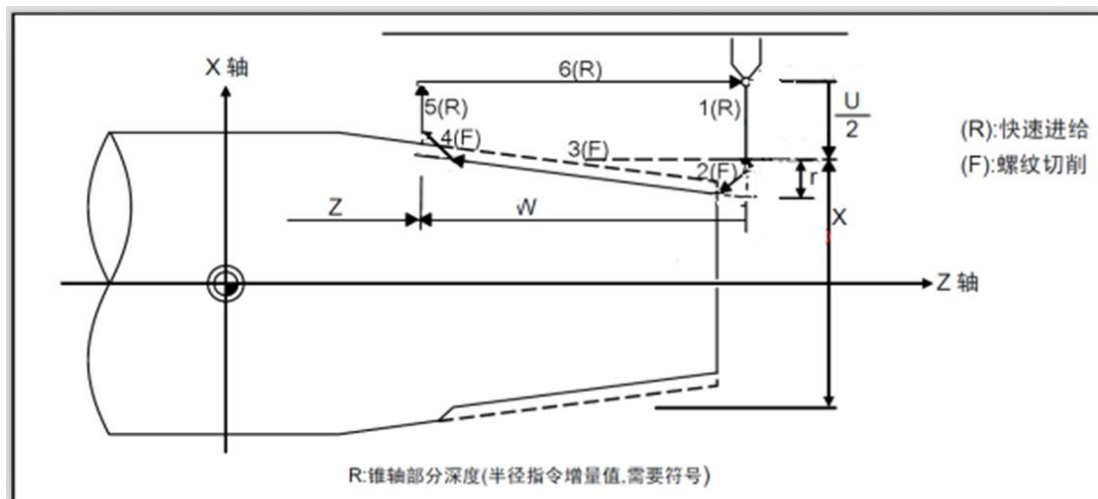


图 1.43-1

动作说明：

1. X轴从起点快速移动到切削起点(2)。
2. 等待同步点后以Sys3042（G92螺纹进刀点倒角沿主轴方向的距离设定），Sys3043（G92螺纹进刀点的倒角角度），G92的加减速时间进行切削进给到步骤(3)起点。
3. 以G92的加减速时间，设定的F值速度切削进给到步骤(4)起点。
4. 以Sys3040（螺纹退刀点倒角沿主轴方向的距离设定），Sys3041（螺纹退刀点的倒角角度），G92的加减速时间进行切削进给到步骤(5)的起点。
5. 以G00速度快速定位到步骤(6)起点。
6. 以G00速度快速定位到循环起点。

1.43.2 注意事项

1. L（螺纹头数）与Q（螺纹起始角度）可以同时存在。当L与Q同时存在时，以Q设定的螺纹角度为0°，对360°进行L等分（360°/L）。
- 如G92 X10.0 Z10.0 L3 Q90.0 F2.0。

第一条螺纹起点为 90° ；

第二条螺纹起点为 $90^\circ + 120^\circ = 210^\circ$ ($90^\circ + 360^\circ \times 1/3$)；

第三条螺纹起点为 $90^\circ + 240^\circ = 330^\circ$ ；

2. L能带小数点，带小数点与不带小数点效果一致。
3. G92指令后有M、T、S码时不取消G92模态（除M02、M30），其他G码都取消G92模态。

1.43.3 范例 1

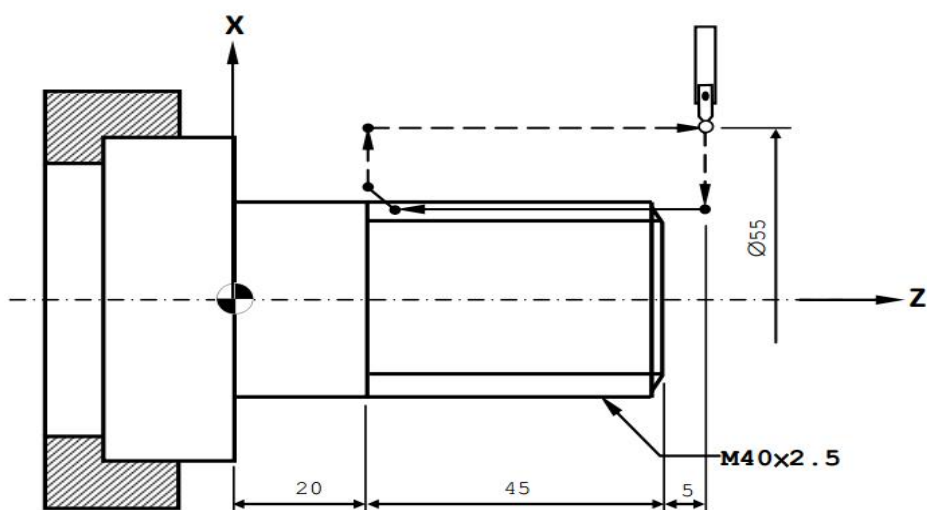


图 1.43-2

FINGER CNC

直径编程

```

T03;                //使用 3 号刀具;
G96 M03 S100;        //表面切削速度设定;
G00 X50.0 Z70.0;     //快速定位至循环起始点;
M08;                //打开切削液;
G92 X39.0 Z20.0 L3 F2.5; //执行螺纹车削循环，三线螺纹，第一循环;
X38.3;              //第二循环;
X37.7;              //第三循环;
X37.3;              //第四循环;
X36.9;              //第五循环;
X36.75;             //第六循环;
G97;                //取消固定转速;
  
```

G28 X60.0 Z75.0; //快速定位至指定中间点然后回归至机械原点;
M09; //关闭切削液;
M05; //主轴停止;
M30; //程序结束;

1. 43. 4 范例 2

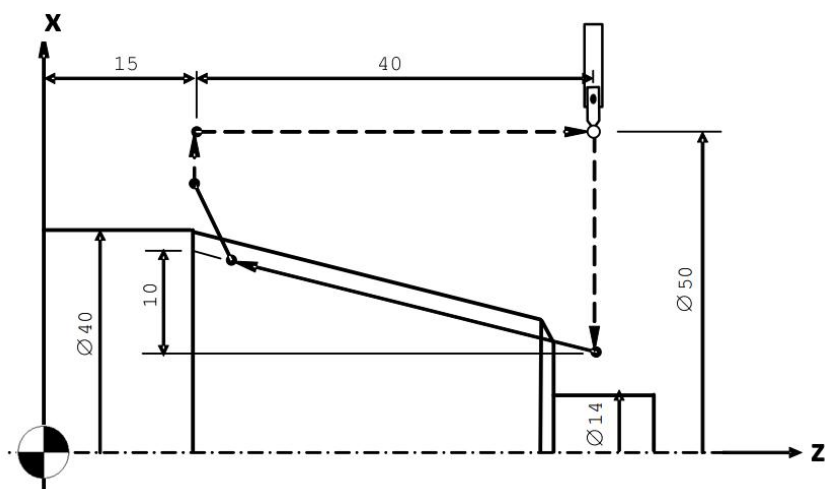


图 1. 43-3

直径编程

T03; //使用 3 号刀具;
G96 M03 S100; //表面切削速度设定;
G00 X50.0 Z55.0; //快速定位至循环起始点;
M08; //打开切削液;
G92 X39.0 Z15.0 R-10.0 F2.5; //执行锥度螺纹车削循环, 第一循环;
X38.3; //第二循环;
X37.7; //第三循环;
X37.3; //第四循环;
X36.9; //第五循环;
X36.75; //第六循环;
G97; //取消固定转速;
G28 X60.0 Z70.0; //快速定位至指定中间点然后回归至机械原点;
M09; //关闭切削液;

M05; //主轴停止;

M30; //程序结束;

1.44 纵向切削循环 (G94)

G94 纵向车削循环可以执行纵向的直线以及锥度的切削循环。

1.44.1 指令格式

G94 X(U)___Z(W)___F___R___

X(Z): 底侧方向切削终点的坐标值。

U(W): 切削终点相对于循环起点的增量值。

R: 锥度量 (不指定时为平面切削)。

F: 切削进给速度。

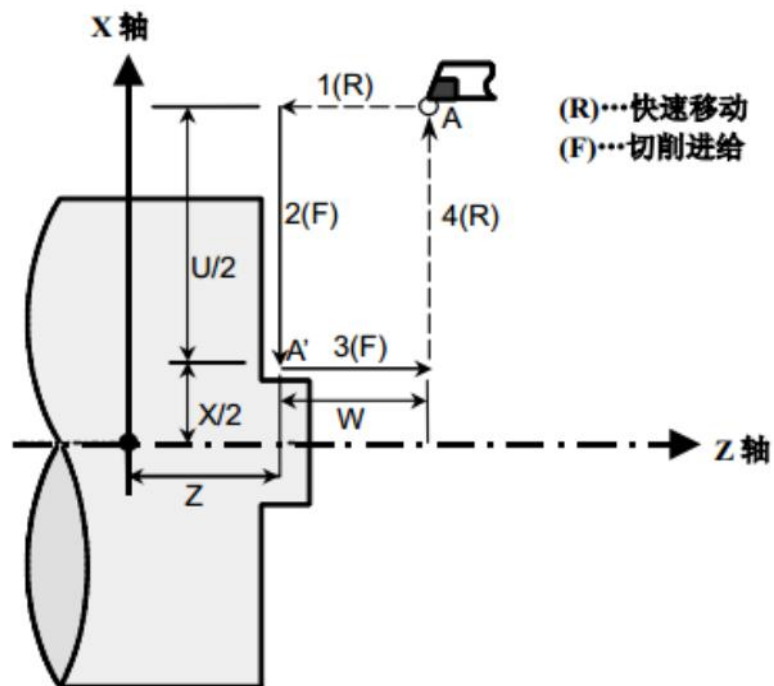


图 1.44-1

动作说明:

1. 第 1 个动作,在快速移动方式下将刀具从起点 (A) 移动到平面第 1 轴的指令坐标值 (G00)。
2. 第 2 个动作,在切削进给方式下将刀具移动到平面第 2 轴的指令坐标值 (G01)。
3. 第 3 个动作,在切削进给方式下将刀具移动到平面第 1 轴的开始坐标值 (G01)。
4. 第 4 个动作,在快速移动方式下将刀具移动到平面第 2 轴的开始坐标值 (G00)。

1.44.2 范例 1

当 R 设定不为零时进行锥面切削循环。

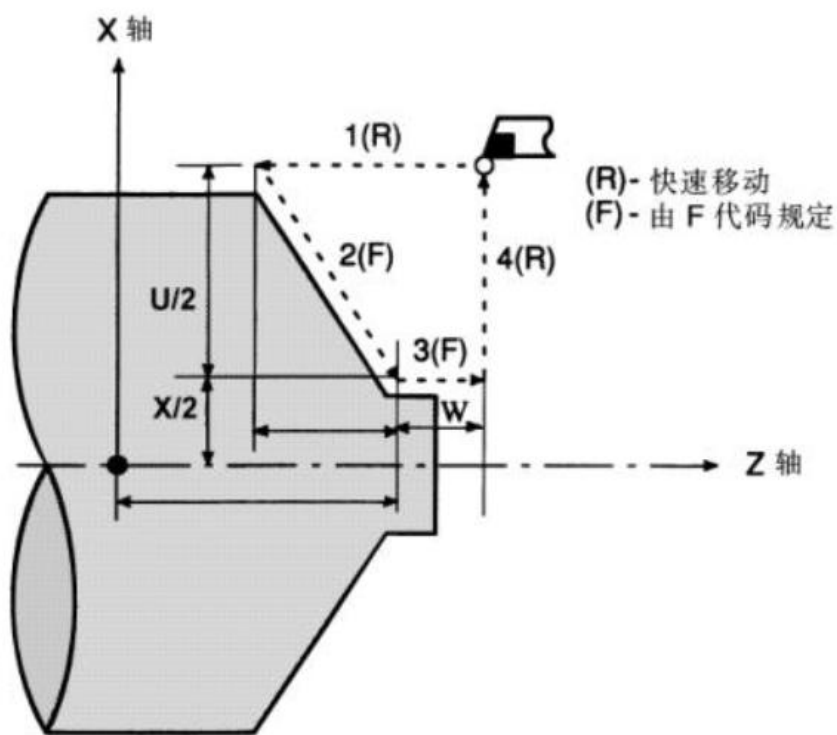


图 1.44-2

1.44.3 锥度量符号与刀具路径的关系

根据锥度量的符号与基于绝对指令和增量指令的纵向切削终点之间的关系,刀具路径如下图所示:

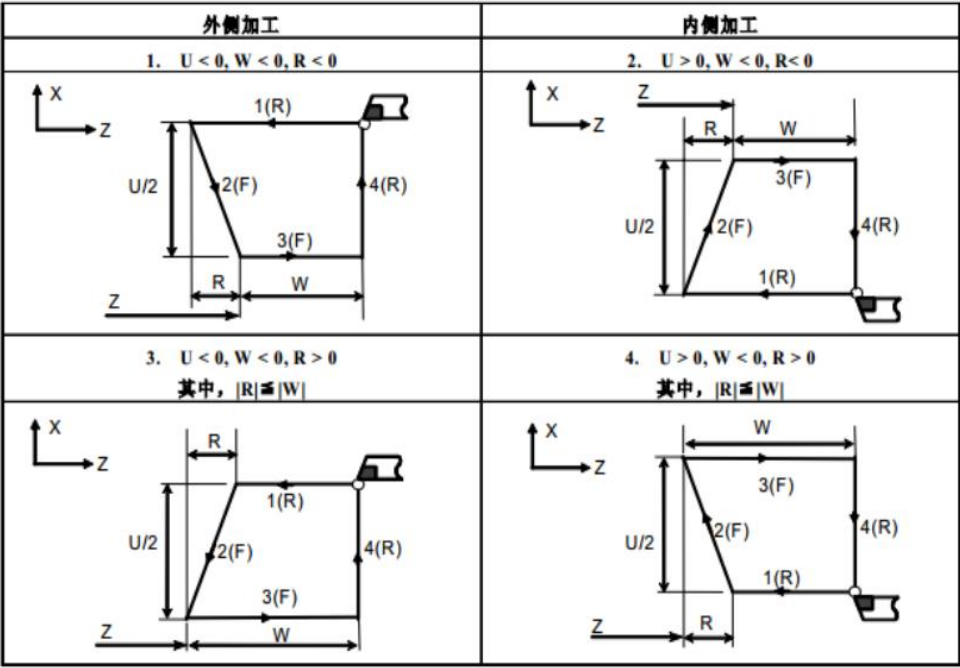


图 1.44-3

注意:

1. G94 循环指令中可单步执行、程序预测、暂停。
2. 单节执行在每一段都有效。
3. 由于 X(U)、Z(W) 和 R 的数值在固定循环期间是模态的，所以如果没有重新指令 X(U)、Z(W) 或 R，则原来指定的数据有效。

FINGER CNC

1.44.4 范例 1

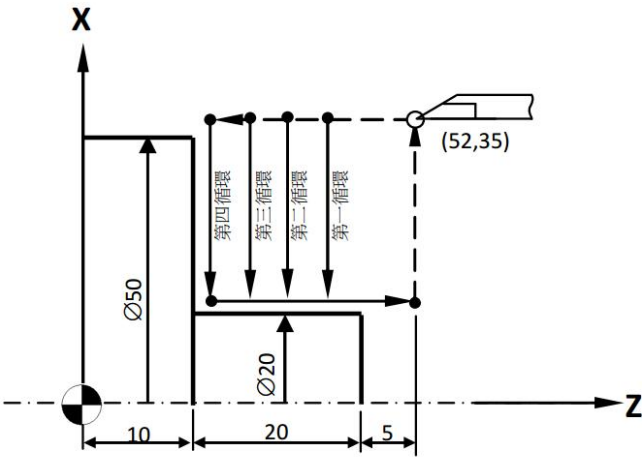


图 1.44-4

直径编程

```

G50 S3000;           //主轴转速限定 3000rpm;
T01;                 //使用 1 号刀具;
G96 M03 S130;        //转速一定, 表面速度 130m/min;
M08;                 //打开切削液;
G00 X52.0 Z35.0;      //快速定位至循环起始点;
G94 X20.0 Z25.0 F0.6; //执行径向直线车削循环, 进给率 0.6mm/rev, 第一循环;
Z20.0;               //第二循环;
Z15.0;               //第三循环;
Z10.0;               //第四循环;
G28 X70.0 Z40.0;      //快速移动至指定中间点, 然后复归到机械原点;
M09;                 //关闭切削液;
M05;                 //主轴停止;
M30;                 //程序结束;

```

1.44.5 范例 2

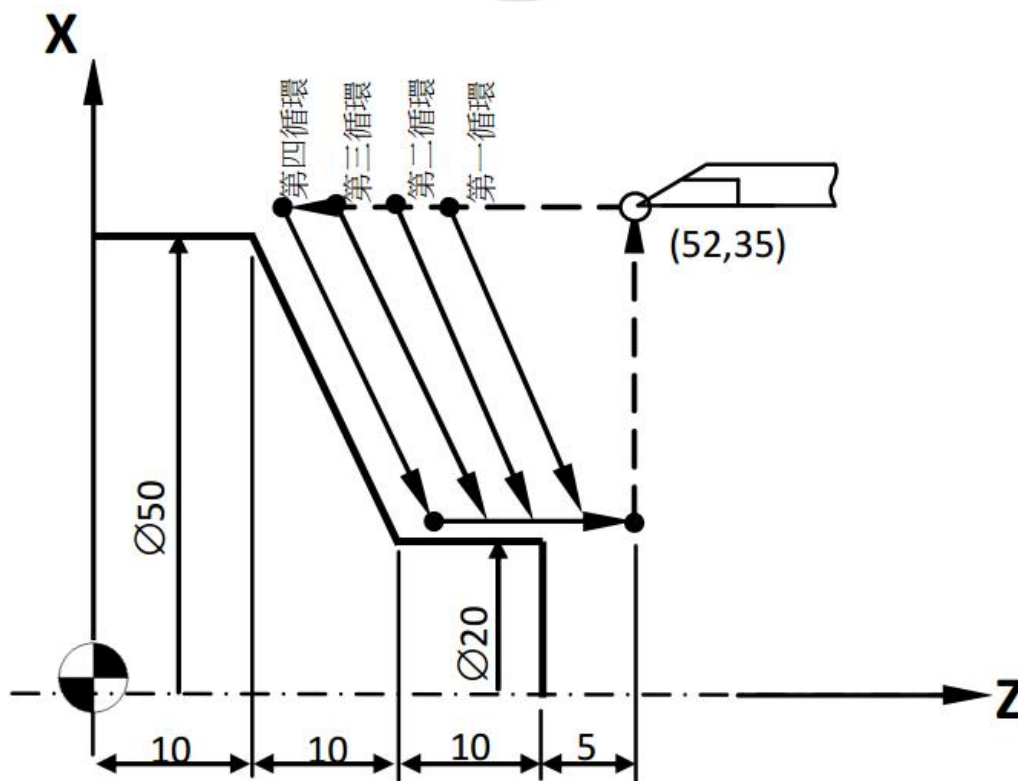


图 1.44-5

直径编程

```

G50 S3000;           //主轴转速限定 3000rpm;
T01;                 //使用 1 号刀具;
G96 M03 S130;        //转速一定，表面速度 130m/min;
M08;                 //打开切削液;
G00 X52.0 Z35.0;      //快速定位至循环起始点;
G94 X20.0 Z32.0 R-10.0 F0.6; //执行径向锥度车削循环，进给率 0.6mm/rev，第一循环;
Z28.0;               //第二循环;
Z24.0;               //第三循环;
Z20.0;               //第四循环;
G28 X70.0 Z35.0;      //快速移动至指定的中间点，然后复归到机械原点;
M09;                 //关闭切削液;
M05;                 //主轴停止;
M30;                 //程序结束

```

1.45 恒线速功能（G96/G97）

在对径向的切削中，根据坐标值的变化，自动对主轴转速进行控制，确保以恒速在切削点进行切削加工。恒线速功能由 G96 指令开启，因 G96 为模态指令，则由 G97 指令关闭恒线速功能。通过 G50 指令设定加工中主轴的最高钳制速度与主轴最低钳制速度，与 G96 搭配使用。

● 算法

$$V = \pi D N$$

V=表面切削速度，即 G96 的 S 值

D=切削表面的直径（单位 M）

N=主轴转速

$$\pi = 3.14159 \text{（圆周率）}$$

1. 45.1 指令格式

G96 S_ P_

S: 表面线速度, 单位 m/min, 设定范围为 0~2147483.648, 小数点无效

P: 恒速控制轴, 小数点无效

=1: 指定 X 轴

=2: 指定 Y 轴

.....

G97 S_ : 恒速控制取消, 并保存设定的表面速度

G50 S_ Q_ , 模态指令

S : 主轴最高钳制速度, 当恒速控制轴位置较低时使用

Q : 主轴最低钳制速度, 当恒速控制轴位置较高时使用

1. 45.2 注意事项

1. 主轴由当前通道的 `matser` 主轴决定, 恒线速控制轴可以由指令 P 或 `#M03` 决定。

如下所示:

指令 P 指定: P=1: 指定 X 轴

=2: 指定 Y 轴

.....

`#M03` 指定: `#M03=0`: 固定 X 轴 (P 指定无效)

=1: 指定 X 轴

=2: 指定 Y 轴

2. G96 状态一般只在切削进给中有效
3. G50 S_ Q_ 指令中指定的 S 值和 Q 值为模态值, 会被保存下来, 下次切换到 G96 状态时, 以被保存的 G50S_Q_ 中的 S 值和 Q 值为最高/最低转速限制主轴转速, 而可以不需要再次指定。
4. G50 S_ Q_ M3; 程序段执行时 S、Q 设定的主轴最高、最低转速限制功能有效, M3 指令有效, 但 S、Q 不作为主轴转速值。
5. 当 G97 取消 G96 状态时, 且当 G97 没有指令新的主轴转速命令 S 码时, 以 G96 状态结束时的主轴转速, 作为 G97 状态下的主轴转速。

6. G96 指令中的 S、P 值为小数点无效。
7. G96 指令中多个通道指定同一主轴为恒线速控制主轴时系统报警（程式错误 -96-5）
G96 中 S 不能指定 ≤ 0 ，否则报警（程式错误-96-1）
G96 中 P 不能指定 ≤ 0 或 $>$ 硬体轴数，否则报警（程式错误-96-2）
G96 中 P 不能指定非有效轴，否则报警（程式错误-96-3）
8. 当使用同一个 master 主轴，且有一个通道正在运行 G96 指令，其他通道如果也运行 G96 指令时系统报警（程式错误-96-4）
9. 重置、程式结束不取消 G50 状态，重置、程式结束取消 G96 状态

1. 45.3 范例

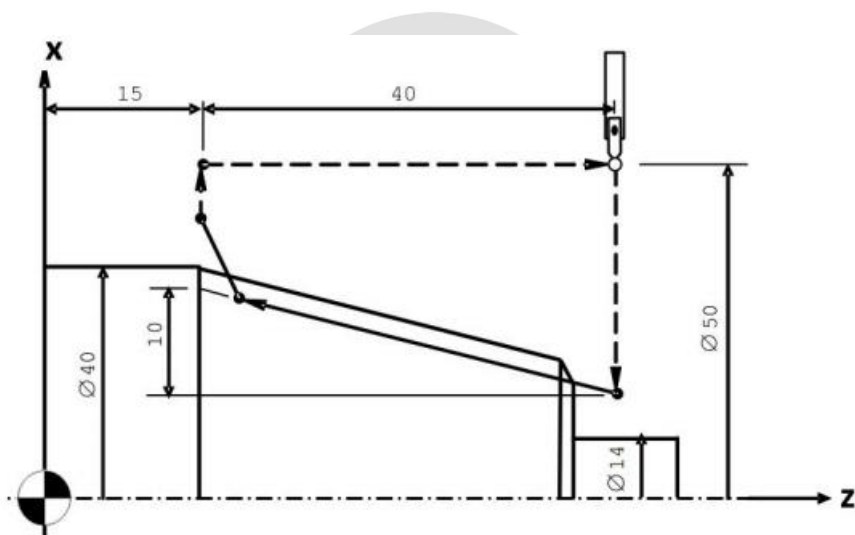


图 1.45-1

直径编程

```

T03;                      //使用 3 号刀具
G96 M03 S100;             //转速一定，表面速度 100m/min，主轴正转
G00 X50.0 Z55.0;          //快速定位至循环起始点
M08;                      //打开切削液
G92 X39.0 Z15.0 R-10.0 F2.5; //执行锥度螺纹车削循环，第一循环
X38.3;                    //第二循环
X37.7;                    //第三循环

```

X37.3;	//第四循环
X36.9;	//第五循环
X36.75;	//第六循环
G97;	//取消固定转速

**FINGER CNC**

G28 X60.0 Z70.0;	//快速定位至指定中间点然后回归至机械原点
M09;	//关闭切削液
M05;	//主轴停止
M30;	//程序结束

1.46 进给模式设定 (G98/G99)

1.46.1 指令格式

G98: 每分钟进给模式 (mm/min).

G99: 主轴每转进给模式 (mm/rev).

G98 和 G99 两者之间的转换公式:

$$F_m = F_r \times S.$$

F_m : 每分钟进给率, mm/min.

F_r : 每转进给率, mm/rev.

S : 主轴转速, rev/min.



1.46.2 注意事项

1. G99 指令必须在 G01 模式下使用, G00 快速进给时无效。
2. 在 G99 模式下, 工具机需有旋转主轴装置及编码回授器。
3. 使用 G99 时, 必须确认下列有关参数设定:
 - 1) 加减速时间: =0, 指数型;=1, 直线型;=2, “S” 型。
G99 模式下加减速时间。
设定旋转轴编码命令之脉波数。
设定旋转轴编码器之脉波数。

1.47 自动断屑（G165）

1.47.1 指令格式

G165 P__ Q__;

在直线进给运动上叠加一定频率及幅度的振荡运动，形成断屑效果。

P：振荡频率，范围：0、1、3（单位：每转断屑次数），值为 0 时振荡功能结束。

Q：振荡幅度，可省略，范围：15~100（单位：%每转进给量），省略或超出范围时为使用 MCM48 号设定值。

1.47.2 注意事项

1. 断屑功能仅对 G01 及复合循环中的直线进给运动有效；
2. 执行 M30、M99（主程序中使用）、CNC 复位，断屑功能自动关闭；
3. 执行急停、复位振荡运动立即停止，执行进给保持暂停时完成当前振荡周期后停止。
4. 主轴转速小于或等于 10 转，断屑功能无效；
5. CNC 运行到接近执行程序终点时断屑功能自动暂停，不影响程序段间过渡效果；
6. 断屑效果受加工材料，伺服特性影响，如断屑效果不理想，可通过 P、Q 调节振荡幅度及振荡频率，以达成理想效果。

1.47.3 范例

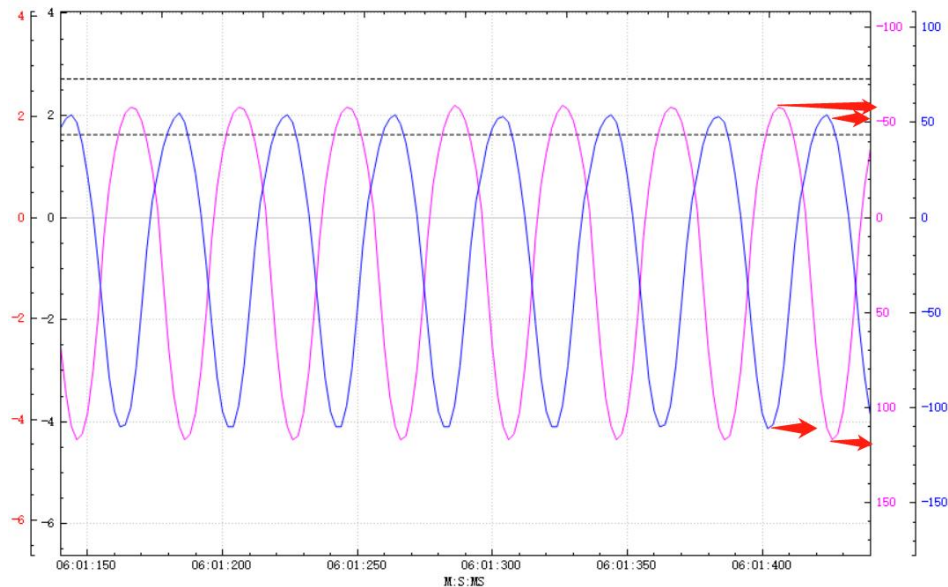


图 1.47-1

```

T0101;           //调用 1 号刀
G99 ;            //G99 模式
M03 S2000;       //主轴正转 2000 转
G00 X50 Z2;      //XZ 轴定位
G01 Z-0.2 F0.12; //Z 轴定位
G165 P1 Q40;     //开启断屑功能，每转断屑次数 1，震荡幅度 40%
G01 X-0.5 F0.2;  //端面切削量 0.2mm
G165 P0;         //取消断屑
G00 W1;          //快速定位
X41;             //快速定位
G165 P3 Q70;     //开启断屑功能，每转断屑次数 3，震荡幅度 70%
G01 X43 Z-5 F0.12; //切削斜边
G01 Z-100 F0.12 ; //切削外圆单边 0.5mm
U2 ;             //X 轴退刀
G0 Z50 ;         //Z 轴退刀
G165 P0 ;        //取消断屑
M30;             // 程式结束
  
```

使用技巧:

1. 若切削量越大则 Q 就要大, 提高 Q 值, 会导致对马达造成冲击, 振动会增加, 如果不能接受, 就只能降低主轴转速 (相当于加工效率降低)
2. 若切削量越小则 Q 就允许小, 降低 Q 值, 会减缓对马达的冲击, 振动会减小。
3. P 值越大, 断削越短, 断削效果越好, 但是对马达和机台要求越高, 振动会增大, 如果不能接受, 就只能降低主轴转速 (相当于加工效率降低)。
4. 优先选择 P 值小的进行加工, 除非对废削长度有要求, 否则 P 尽量设定小。

1.48 转角倒角, 转角倒圆角, 直线角度 (,C ,R ,A)

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。

1.48.1 转角倒角 (,C_)

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。

1.48.1.1 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。

1.48.1.2 范例 1

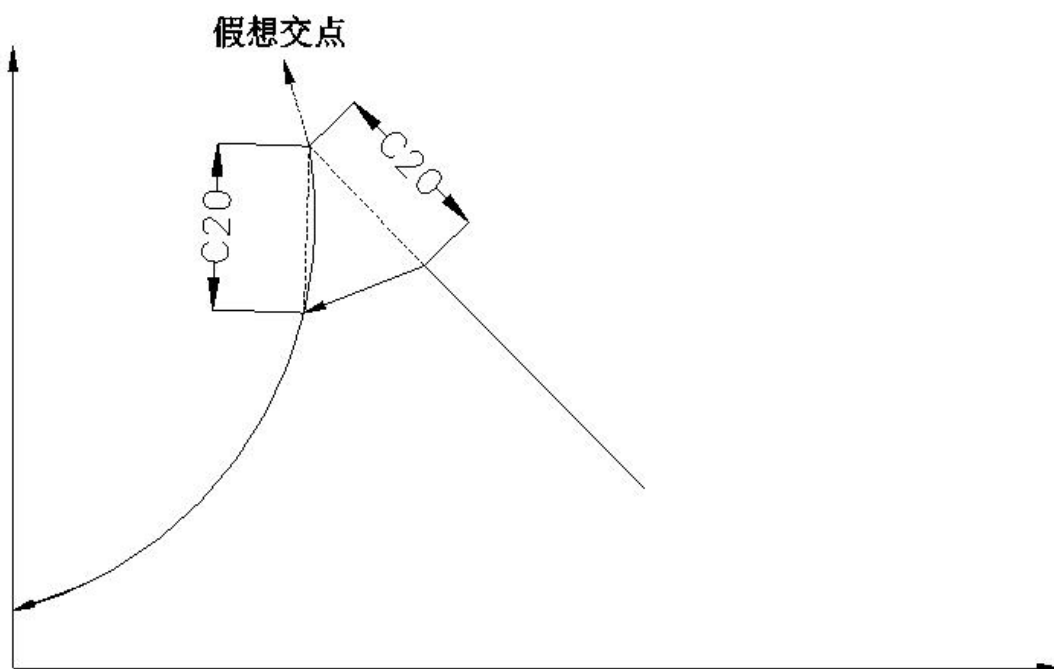


图 1.48-1

直线→圆弧（直径编程）

● 绝对值指令

```

G28 ; //反回参考点
G00 X25. Z100. ; //快速定位
G01 ,C20. X75. Z50. F100. ; //转角倒角
G02 X25. Z0. R50; //圆弧指令
M30; //程式结束

```

● 增量值指令

```

G28; //反回参考点
G00 U25. W100. ; //快速定位
G01 ,C20. U50. W-50. F100; //转角倒角
G02 U-50. W-50. R50; //圆弧指令
M30; //程式结束

```

1.48.1.3 范例 2

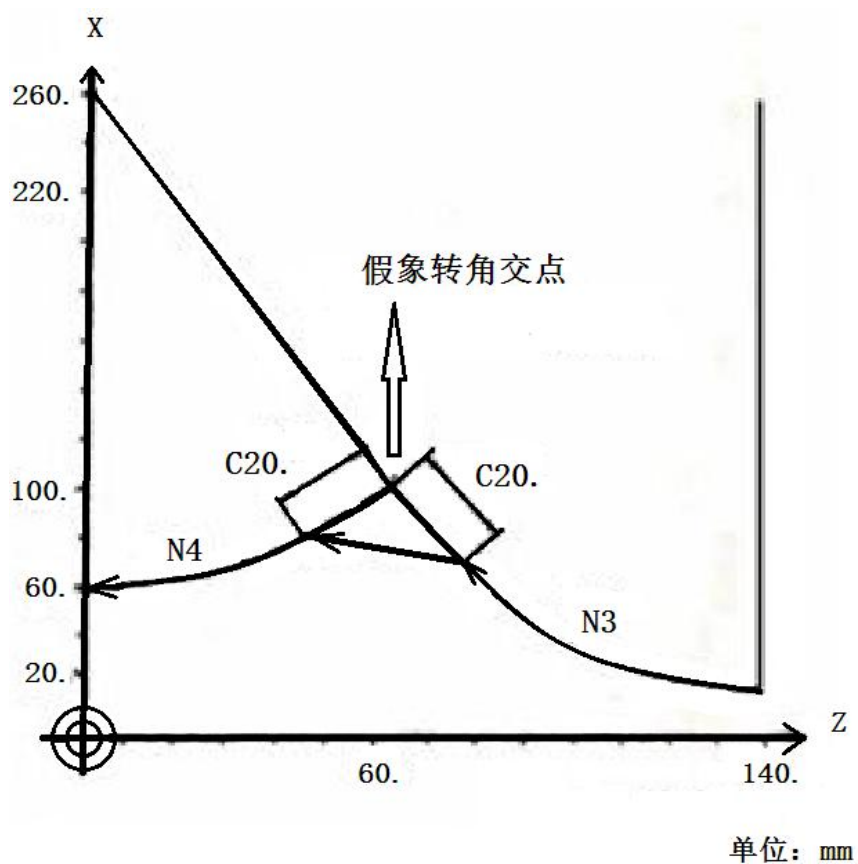


图 1.48-2

圆弧→圆弧（半径编程）

● 绝对值指令

G28 X_ Z_;

G00 X10. Z140.;

G02 X50. Z60. I100. K0. ,C20. F100;

G02 X30. Z0. I80. K-60.;

M30;

● 增量值指令

G28;

G00 U10. W140.;

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

G02 U-20. W-60. I80. K-60.;

M30

1. 48. 2 转圆角 R (, R_)

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。

1. 48. 2. 1 指令格式

N1 G0x X__Z__, R__

N2 G0x X__Z__

G0x: 可以为 G00、G01、G02、G03 中任意一个。

, R__: 表示倒圆角半径。

1. 48. 2. 2 范例



FINGER CNC

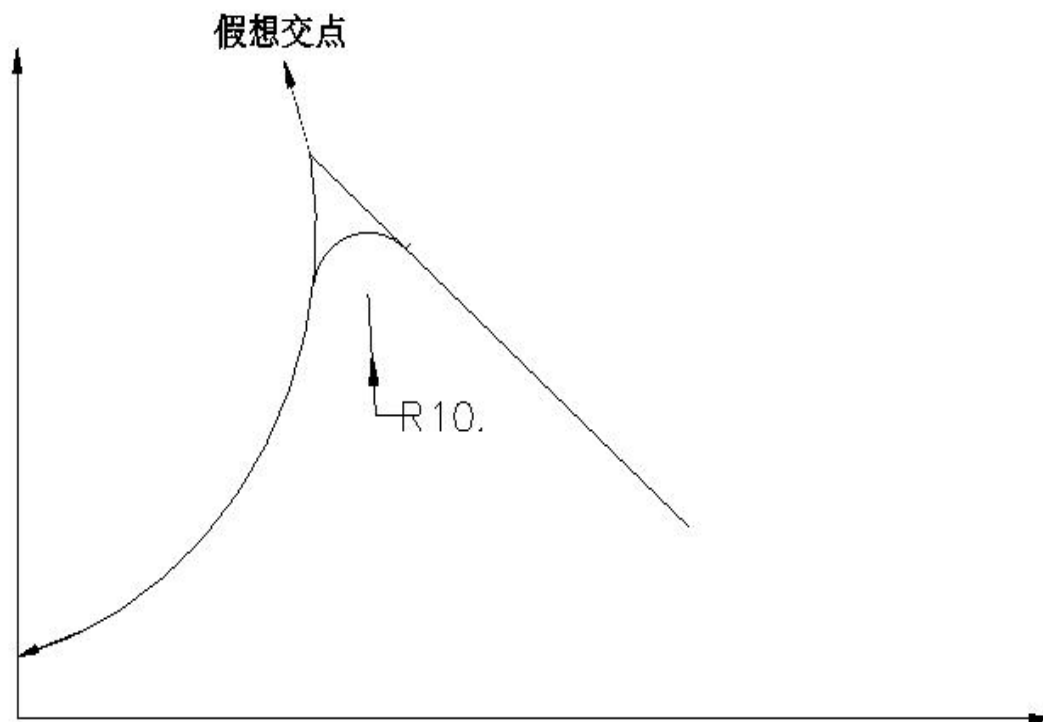


图 1.48-3

直线→圆弧（半径编程）

- 绝对值指令

G28;

M03 S2000

G00 X30. Z100. ;

G01 X80. Z50. , R10. F100. ;

G02 X30. Z0. I0. K-50. ;

M30;

1. 48. 2. 3 范例 2

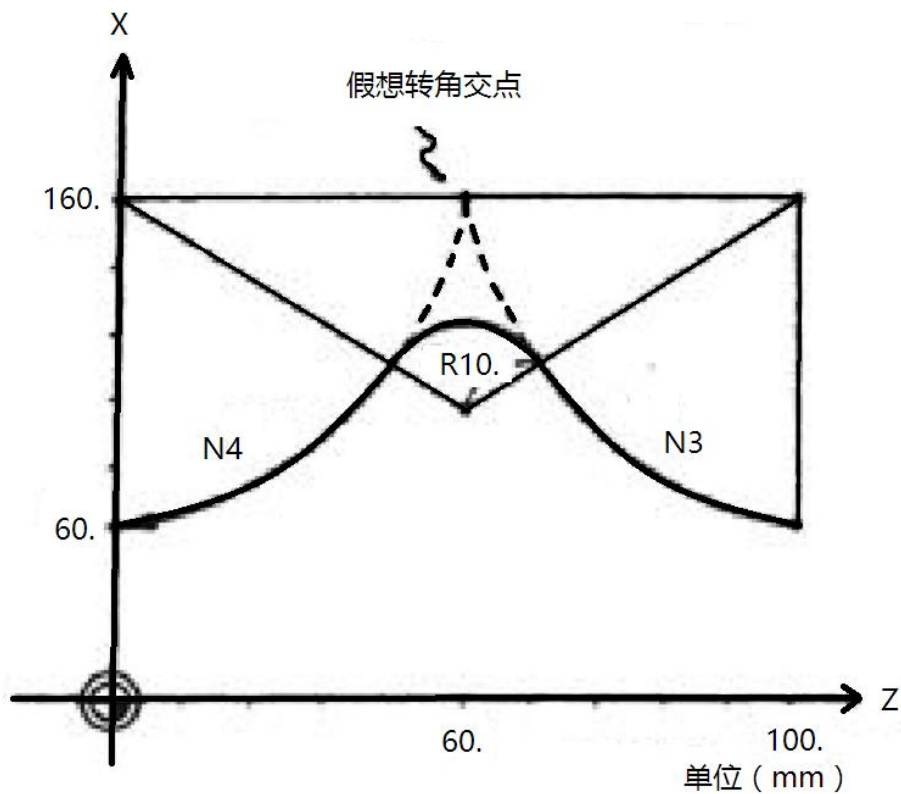


图 1.48-4

圆弧→圆弧（半径编程）

● 增量值指令

G28;

G00 U30. W100.;

G02 U50. W-50. I50. K0. ,R10. F100.;

U-50. W-50. I0. K-50.;

M30;

1. 48. 3 直线角度功能（,A_）

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。

N1 G01 X(Z)__,A__

1.48.3.1 指令格式

角度表示：选取平面第一轴的正方向开始算起，逆时针方向为正，顺时针方向为负。

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

1.48.3.2 范例

G00 X50.0 Z0;

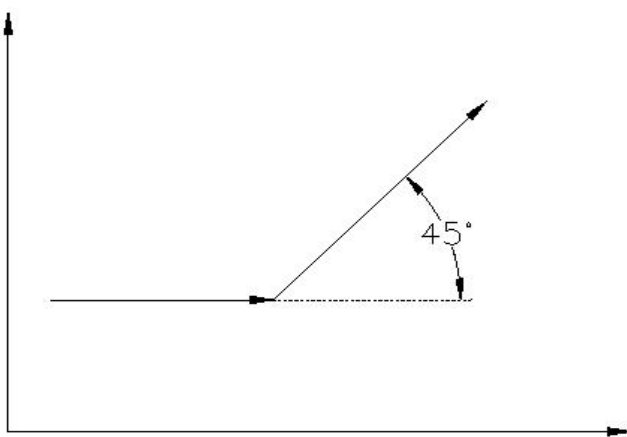


图 1.48-4

G01 X50.0 Z50.0 F100.;

G01 Z100.0 ,A45.0;

M30;

1.48.4 C、,R、,A 搭配使用

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。

1.48.4.1 ,A→,A 搭配

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

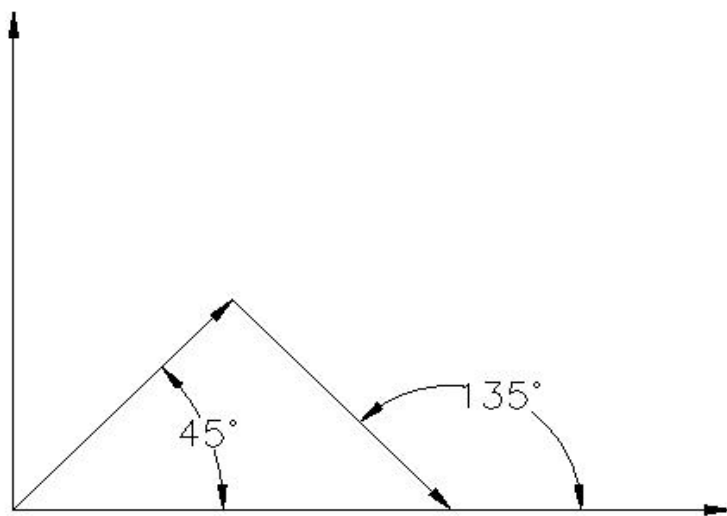


图 1.48-5

G00 X0 Z0;

G01 , A45. F100. ;

G01 Z90. X0 , A135. ;

M30;

注意:

当第 2 个单节的终点坐标使用相对坐标时，报错。

两直线没有交点或交点在 1° 以下，报错。

1.48.4.2 , A→, 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

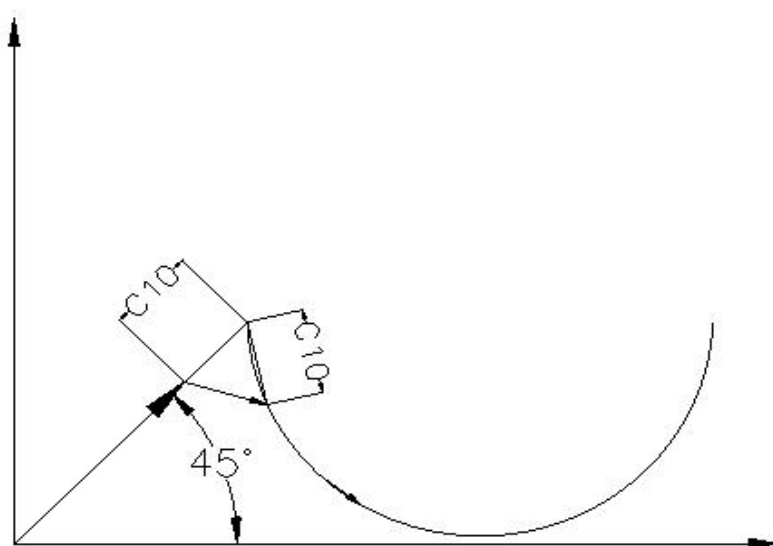


图 1.48-6

半径编程

G00 X0 Z0; //

G01 X50. , A45. , C10. F100. ; //

G03 X50. Z150. R50. ; //

M30; //

1.48.4.3 , 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

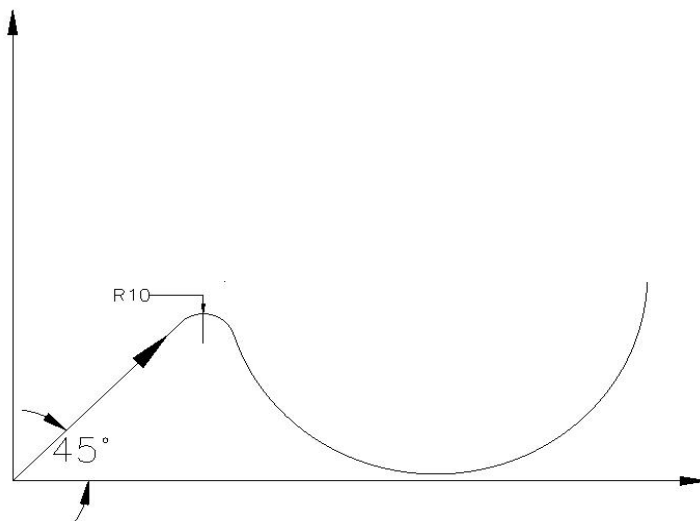


图 1.48-7

半径编程

```
G00 X0 Z0;
G01 X50. , R10. , A45. F100. ;
G03 X50. Z150. R50. ;
M30
```

1.49 刀具补偿指令：T 码指令

刀具补偿也称 T 码功能，用于指定刀号及刀具补偿编号。刀具补偿包括刀长补偿与刀尖磨耗补偿。

1.49.1 指令格式

通过 Mcm1705、Mcm1706 设定 T 指令指定格式。

Mcm1705：设定刀尖磨耗组别所占位数，即 N。

Mcm1706：设定刀尖磨耗补偿与刀长补偿是否统一指定。

1. Mcm1706=0 时，刀长补偿与刀尖磨耗补偿统一由刀号指定：

T * * * * * * * *

N

注意：FINGER CNC 最多可设定 160 把刀号，故此种方式指定 T 时有效位只有 3 位，且值不能超过 160。

2. Mcm1706=1, Mcm1705=0 或 2 时，刀长补偿与刀尖磨耗补偿分开指定，后 2 位指定刀尖磨耗补偿，前 M 位指定刀长补偿。

T * * * * * * * *

M N

3. Mcm1706=1, Mcm1705=1 时，刀长补偿与刀尖磨耗补偿分开指定，后 1 位指定刀尖磨耗补偿，前 M 位指定刀长补偿。

T * * * * * * * *

M N

4. Mcm1706=1, Mcm1705=3, 刀长补偿与刀尖磨耗补偿分开指定，后 3 位指定刀尖磨耗补偿，前 M 位指定刀长补偿。

T * * * * * * * *

M N

1. 49. 2 范例

T 码与工件坐标系的关系：

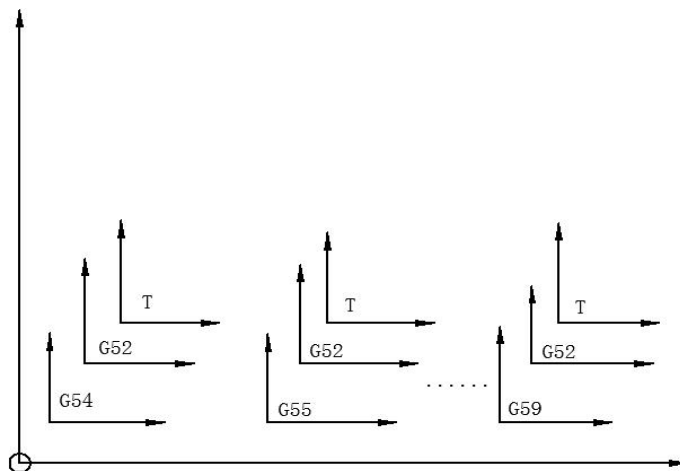


图 1. 49-1

1. 49. 3 补充说明

1. FINGER CNC 最多可拥有 160 把刀号，每把刀号最多分成 40 组，每组可对应一个通道有效轴，由 Mcm2560~Mcm2599 设定每组对应的轴向。如设定 X、Y、Z 轴为有效轴，Mcm2560=2，Mcm2561=5，Mcm2562=7，则 X、Y、Z 轴分别对应每把刀号的第 2、5、7 组。
2. 每把刀的长度补偿、刀尖磨耗补偿由公共变量 Com10000~Com22799 设定。
3. 当设定刀号超过 160 时系统报警。
4. 多通道时，因每把刀最多可以指定 40 组，则各通道可共用一个刀号，而执行不同的刀长补偿与刀尖磨耗补偿。
5. 刀具补偿生效可分为三种处理方式，由 Mcm1707 设定：
 - 1) Mcm1707=0：基于移动指令的补偿，即在有位移指令的时候补偿。
 - 2) Mcm1707=1：基于坐标偏移的补偿，即在执行 T 码的时候补偿。
 - 3) Mcm1707=2：在执行 T 码时进行刀具磨耗补偿，刀具长度补偿在有位移指令时补偿。

1. 50 主轴转速指令：S 码指令

S 代码为主轴速度命令，指定主轴每分钟回转数或周速一定。

1. 50. 1 指令格式

S__

S：用来控制选定主轴每分钟转速，前面一般带有 M03 等指定主轴动作之 M 码，最大设定值是：S999999。

例：M03 S1000，即第一主轴每分钟转速为：1000 转。

1. 50. 2 注意事项

当加工主轴在不同主轴间切换时，若此时加工主轴为第二主轴，想指定第一主轴正转 150RPM，则应下 M03 S150，指定第一主轴每分钟 150 转。

1.50.3 范例

M03 S150; //主轴维持每分钟 150 转。

1.51 进给指令：F 码指令

切削工件时，刀具上的基准点沿着刀具轨迹相对于工件移动时的速度称为进给。设定进给的方法可分为每分钟进给 (G98) 与每回转进给 (G99) 两种。若使用 G98 模式则对 300mm/min 之刀具进给率可直接指定 F300. ; 若采用 G99 模式，则 F0.5 表示 0.5mm/rev.

1.51.1 指令格式

F__

F: 设定加工之进给速度。

注意：F 码指令受“编程自动小数点”影响。

1.51.2 范例

G98 G01 X100.0 Y100.0 F300. ; //刀具作直线切削，每分钟进给 300mm/min;

G99 G01 X100.0 Y100.0 F0.5; //刀具作直线切削，每回转进给 0.5mm/rev;

二、M 码指令说明

2.1 M 功能码一览表

代码值	功能定义	代码值	功能定义
00	程式暂停	44	送料机等待换料完成
01	选择停止	45	开启选择跳跃功能
02	程序结束	46	关闭选择跳跃功能
03	第一主轴正转	47	主轴旋转与夹头相互独立
04	第一主轴反转	48	主轴旋转与夹头关联
05	第一主轴停止	50	第一主轴分度模式
08	切削水开	51	第一主轴旋转模式
09	切削水关	55	开启防预抓
10	主轴夹头松开	60	第二主轴分度模式
11	主轴夹头夹紧	61	第二主轴旋转模式
12	尾座进	63	第二主轴正转
13	尾座退	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	第三主轴分度模式
17	安全门关	71	第三主轴旋转模式
18	安全门开	73	第三主轴正转
19	主轴静/动态分度	74	第三主轴反转
20	取消 M19	75	第三主轴停止
21	吹气开	80	临时屏蔽需要回原点警报

22	吹气关	84	主轴刹车
26	接料器开	85	主轴刹车释放
27	接料器关	91	单节跳跃 M91 Pxx
29	开启主轴刚性攻丝模式	93	正向飞刀（多边形切削）
30	程式结束	94	反向飞刀（多边形切削）
31	主轴模拟回授开启（仅限脉冲主轴有效）	95	飞刀停止
32	主轴模拟回授关闭	98	呼叫子程序
40	排屑正转	99	子程序结束返回/主程式循环
41	排屑反转	361	设定第一主轴为参考主轴
42	排屑停止	362	设定第二主轴为参考主轴
43	送料机启动	363	设定第三主轴为参考主轴

2.2 程序暂停（M00）

当执行 M00 指令时，加工程序会暂停执行。

2.3 选择停止（M01）

M01 功能与 M00 类似，但是 M01 是由“选择停止”来控制；当【选择停止】开关 ON 时，M01 有效，会使程序暂停；若开关 OFF 时，则 M01 无效。

2.4 程序结束（M02）

在主程序的结尾若有 M02 指令。当执行到此指令时，机器会停止所有的动作，若要重新执行程序时，必须先按下【RESET】重置键，再按【CYCST】启动按键才能够有效。

2.5 第一主轴正转/反转（M03/M04）

M03 为第一主轴正转指令，需在速度模式下，配合 S 指令指定转速。

M04 为第一主轴反转指令，需在速度模式下，配合 S 指令指定转速。

2.6 第一主轴停止（M05）

M05 指令可使主轴停止旋转。

2.7 切削液开/关（M08/M09）

M08 指令可使切削液启动，M09 指令可使切削液关闭。

2.8 主轴夹头松开/夹紧（M10/M11）

M10 指令可使主轴夹头松开，M11 指令可使主轴夹头夹紧，该 M 码可在系统参数→夹头参数中对调。

2.9 尾顶进/退（M12/M13）

M12 指令可使尾顶进，M13 指令可使尾顶退。

2.10 加工数+1（M15）

M15 指令可使加工数+1（加工监控页面）。

2.11 加工数清零 (M16)

M16 指令可使加工数清零（加工监控页面）。

2.12 安全门开/关 (M17/M18)

M17 指令可使安全门打开，M18 指令可使安全门关闭。

2.13 主轴静/动态分度 (M19/M20)

M19 R__S__

R: 主轴静态定位角度。

S: 主轴静态定位速度。

（该功能需要在自定义跳转中重新定义后才能使用）。

如不加 R 值或 R 没有值，则报警。

例： M19 R90S100 // 主轴静态定位至 90° .

M20 // 关闭 M19。

2.14 吹气开/关 (M21/M22)

M21 指令可使吹气打开，M22 指令可使吹气关闭。

2.15 接料器开/关 (M26/M27)

M26 指令可使接料器打开，M27 可使接料器关闭。

2.16 开启主轴刚性攻丝模式（M29）

G84/G88 攻丝循环中需要输入指定刚性攻丝，详情请参考 1.27 G84/G88 攻丝循环。

2.17 程式结束（M30）

M30 指令表示程序到此结束，程序执行至 M30 指令时所有的动作均停止执行，并将执行光标移动到程序最前面开始位置。

2.18 排屑正转/排屑反转/排屑停止（M40/M41/M42）

M40 指令开启排屑正转，M41 指令开启排屑反转，M42 指令停止排屑。

2.19 送料器启动（M43）

M43 指令开启送料机启动。

2.20 送料机等待换料完成信号（M44）

M44 指令为等待送料机换料完成信号，如未换料完成则 M44 卡住，如换料完成 M44 结束，程式执行下一行。

2.21 开启/关闭选择跳跃功能（M45/M46）

M45 开启该功能后，以 “/” 或 “/n” 处理程序中的特色程序段，选择性跳跃特殊程序段的功能，通过创建带有 “/n” 代码的加工程序，1 个程序可以加工两个或两个以上不同的工件。

- 详细说明

1. 以 “/” 设定，执行选择性跳跃功能；

- 1) “/” 需指定在程序段开头位置，当选择性跳跃功能开启时以 “/” 设定的程序段被忽略而不执行，当选择性跳跃功能关闭时以 “/” 设定的程序段会被执行；

- 2) “/” 指定在程序段中间，用作用户宏程序除法运算。

N20 G1 X25. /Z25. 5. ; 错误（用户宏程序的除法运算命令，此时发生程序错误）

/N20 G1 X25. Z25. 25. ; 正确

2. 以 “/n” 设定，执行选择性跳跃功能，n=1~9；

- 1) “/n” 可指定在程序段开头或程序段中间（参数需要开启 “/n” 在程序段中间有效）；

- I、“/n” 指定在程序段开头，且 “/n” 指定有效时，单节跳跃功能开启后该程序段会被忽略；/2 N2 G0X100. #S14999 BIT02=0, “/2” 有效时，N2 程序段被忽略。

- II、“/n” 指定在程序段中间（参数需要开启 “/n” 在程序段中间有效）。N2 G0X100. /2Z100. #S14999 BIT02=0, “/2” 有效时，Z100. 程序段被忽略。

- 2) “/n” 在程序段可以指定多个。

- 在程序段开头指定多个 “/n” 时，只要其中有任何一个功能有效时该程序段被忽略；

N01 M03 S1000

/1/2 N02 G00 X50.

/1/2 N03 G01 Z-20. F100.

/1/2 N04 G00 Z3.

/1/3 N05 G00 X30.

/1/3 N06 G01 Z-20. F100.

/1/3 N07 G00 Z3.

/2/3 N08 G00 X10.

/2/3 N09 G01 Z-20. F100.

/2/3 N10 G00 Z3.

N11 G28 X0.

N12 M30

- ✓ “/1” 打开，“/2”、“/3” 关闭时，执行 N01→N08→N09→N10→N11→N12 程序段。
- ✓ “/2” 打开，“/1”、“/3” 关闭时，执行 N01→N05→N06→N07→N11→N12 程序段。
- ✓ “/3” 打开，“/1”、“/2” 关闭时，执行 N01→N02→N03→N04→N11→N12 程序段。
- II、在相同程序段指定多个“/n”时，则在指定的“/n”信号有效时，就忽略程序段内之后指定的部分。

N01 X1. /1 Y1. /2 Z1.

- a. “/1” 打开，“/2” 关闭时 Y1. Z1. 被忽略。
- b. “/2” 打开，“/1” 关闭时 Z1. 被忽略。

注意事项

- 1) 在预读缓存前，开启选择性跳跃功能，无法跳跃被读入到预读缓存之前的程序段；
- 2) 当“/”或“/n”指定在程序段开头，与顺序号（Nxxxx）相关的功能仍然有效：
 - 例如：N1 IF[#2 GT 100]GOTO 2；
 - #1=#1+#2；
 - #2=#2+2；
 - GOTO 1；
 - /1 N2 M98 P1；
 - 当/1 存在时，仍然跳转到 N2 M98 P1；
- 3) 当“/”使用在程序段中间，且不符合编程格式时，做出报警；
- 4) 当设置参数开启“/n”仅在程序段开头有效时，客户在程序段中间指令“/n”时会当作除法处理。

2.22 开启/关闭主轴旋转与夹头相互独立（M47/M48）

M47 指令开启主轴旋转与夹头动作独立。

开启该功能后，夹头能否松开，与主轴是否旋转无关。

主轴能否旋转，与夹头是否夹紧无关。

M48 指令关闭主轴旋转与夹头动作独立。

2.23 第一主轴位置模式（M50）

将第一主轴切换为位置模式，可执行分度功能。

2.24 第一主轴速度模式（M51）

将第一主轴切换为速度模式，可执行速度指令 M3 Sxxx。

2.25 开启防预抓功能（M55）

程式执行中需要修改刀补值的时候需要在刀号前加 M55 以保证刀补实时生效。

2.26 第二主轴分度模式（M60）

将第二主轴切换为位置模式，可执行分度功能。

2.27 第二主轴旋转模式（M61）

将第二主轴切换为速度模式，可执行速度指令 M63 Sxxx。

2.28 第二主轴正转/反转（M63/M64）

M63 为第二主轴正转指令，需在速度模式下，配合 S 指令指定转速。

M64 为第二主轴反转指令，需在速度模式下，配合 S 指令指定转速。

2.29 第二主轴停止（M65）

第二主轴停止旋转指令。

2.30 第三主轴分度模式（M70）

将第三主轴切换为位置模式，可执行 G00 B___（度数）分度。

2.31 第三主轴旋转模式（M71）

将第三主轴切换为速度模式，可执行速度指令 M73 Sxxx.

2.32 第三主轴正转/反转（M73/M74）

M73 为第三主轴正转指令，需在速度模式下，配合 S 指令指定转速。

M74 为第三主轴反转指令，需在速度模式下，配合 S 指令指定转速。

2.33 第三主轴停止（M75）

该指令为停止第三主轴转动。

2.34 临时屏蔽需要回原点警报（M80）

该指令将屏蔽所有轴向回原点警报，使所有正在警报，提示需要回原点的轴向进入就绪状态。

2.35 第一主轴刹车/释放刹车（M84/M85）

M84 指令为打出主轴刹车 0 点（与辅助板上主轴刹车按键同样作用），并卡住当前运行的程式。

2.36 单节跳跃 M91 （选择跳转 M92）

M91 Pxx

该指令可以指定跳跃到某个程序段，程序段自行指定。

示例：

G00 X10 Z0; //快速定位

G01 Z-30; //G01 定位

M91 P10; //单节调跃

G00 Z0; //快速定位

X0; //快速定位

N10 ; //单节号

M30; //程序讯结束

使用 N__ 指定程式位置，P__ 为 N 的值。如示例所示，程序执行时将跳过 G00 Z0 X0 这一段程式。

2.36.1 选择跳转功能 M92

格式 M92 Pxxx Ixxx,

P 为跳转的 N 单节

I 为检测是否跳转的信号

当检测到 I 字母指定 I 点信号时（软体 i 点），跳转到 P 指定的 N 单节，否则往下执行。

(I 点信号 “-” 代表常闭, I0 只能是常开)

示例:

```
G00 X10 Z0;      //快速定位
G01 Z-30;        //G01 定位
M92 P10 I6;      //选择跳跃, 当检测到 i 点 6 时程序跳转。
G00 Z0;          //快速定位
X0;              //快速定位
N10 ;            //单节号
G0 X100;         //快速定位
M30;             //程序结束
```

当检测到 I 字母指定 I 点信号时。如示例所示, 检测到 I6 信号常开时, 程序执行时将跳过 G00 Z0 X0 这一段程式, 执行 G0 X100。

2.37 多边形切削 (正向/反向飞刀) (M93/M94)

```
M93 P___ Q___ R___ S___
M94 P___ Q___ R___ S___
```

注意:

使用飞刀功能应在飞刀功能参数上设定基准轴与同步轴, 改变 P/Q/R/S 时, 可以直接再次执行 M93/M94 进行修改, 不需要使用 M95 取消同步停止主轴。

P___: 刀刃数 (小数点省略);

Q___: 边形数 (小数点省略);

S___: 主动轴速度 (小数点省略);

R___: 同步角度 (小数点省略);

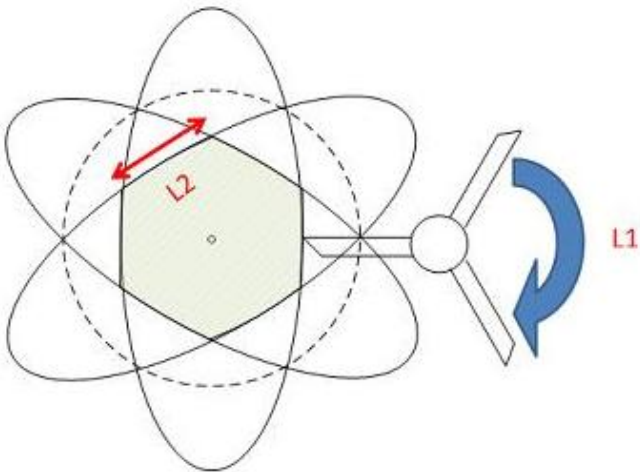


图 2. 37-1

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

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

L = 刀具半径、i = 转速比(Q/P)、C = 切削时，切削刀具与工件中心的垂直距离

图 2. 37-1

例如：

飞刀盘只有一把刀时，飞出对称的两边。

T0101; //调用 1 号刀

G0 X0 Z0 ; //快速定位
M93 P1 Q4 S1000 R0. ; //主动轴转速 1000 从动轴 4000 同步角度 0 度
G01 Z100.; //Z 轴方向加工到 100
X10.; //提刀离开
M95 ; //停止飞刀功能
M30 ; //程式结束

2.38 飞刀功能停止（M95）

停止飞刀功能。

2.39 呼叫子程序/子程序结束返回（M98/M99）

2.39.1 M98 呼叫子程序

2.39.1.1 指令格式

M98 P____H____L____D____

M98 <文件名>H____L____D____

P: 呼叫子程序的文件名（P 的优先级高于 L）。

<文件名>:

1. 呼叫子程序的文件名，子程序文件由<文件名>+文件后缀“.CNC”组成→文件名.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.CNC 子程序。

H: 呼叫子程序内的顺序编号(Nxxxxx)，最大 5 位数字。H10 表示从子程序的 N10 单节开始，省略时从子程序的起始单节开始。

L: 子程序执行次数，未指定或 L0 则表示执行一次。

D: 子程序调用文件夹, 范围 0~10。D=0 或省略 D, 则调用当前文件夹中的子程序 (此功能面向对象为开发人员, 用户可直接省略 D)。

2. 39. 1. 2 注意事项

1. M98 P123 呼叫 123.CNC 子程序。
2. M98 P0123 呼叫 123.CNC 子程序。
3. M98 P0 呼叫 0.CNC 子程序。
4. 当 P 和<文件名>都省略时, 呼叫当前程序。

2. 39. 2 M99 子程序结束返回/主程序循环

2. 39. 2. 1 指令格式

M99 P__

M99: 子程序返回指令。

P: 返回程序的顺序编号。例: M99 P200, 则返回到程序的 N200 单节。

2. 39. 2. 2 注意事项

在使用 M99 P__时, 主程序返回到主程序对应编号的单节, 副程序返回到上一程序对应编号的单节。

2. 39. 3 范例

0000.CNC 程序 (主程序)

```
N1 G98; //切换至每分钟
N2 G00 X10.0 Z10.0; //快速定位
N3 G01 U10.0 W10.0 F1000.; //G01 定位
N4 M98 <0001> L3 H3; //跳转子程式
N5 G00 X-100.0 Z-100.0; //快速定位
M30; //程式结束
```

0001.CNC 程序（副程序）

```
N1 G00 Y0; //快速定位
N2 G00 Y100.0; //快速定位
N3 G00 Y-100.0; //快速定位
N4 G00 V10.0; //快速定位
M99 P5; //返回主程式 N5 单节号
```

当执行 0000.CNC 程序时，在 N4 单节跳到子程序 0001.CNC 的 N3 单节往下执行，由于子程序以 M99 P5 而不是 M99 结束，则不会执行 3 次 0001.CNC 程序，而是从子程序直接跳转到主程序的 N5 单节执行。

FINGER CNC

2.39.4 主程序循环（M99）

在主程序中，程序末尾加 M99 即可使程式在执行到 M99 时跳转至程式头部重新执行。

2.40 主轴变速档位控制（M140-M144）

```
M140 主轴空档;
M141 主轴一档;
M142 主轴二档;
```

M143 主轴三档；

M144 主轴四档；

2.41 主轴外部准停（M505）

主轴停止的同时输出一个 0 点信号给驱动器，使驱动器按照该信号进行定位停止。

2.42 第一主轴为参考主轴（M361）

设定第一主轴为参考主轴（每转进给参考）。

2.43 第二主轴为参考主轴（M362）

设定第二主轴为参考主轴（每转进给参考）。

2.44 第三主轴为参考主轴（M363）

设定第三主轴为参考主轴（每转进给参考）。

三、附录

3.1 手动操作说明

3.1.1 回机械原点

加工所需的各项坐标设定都是依照机械原点为标准的，所以每次控制器开机后，都需要进行回原点动作，确定机械原点。

1. 点选轴向键【X↑】、【X↓】、【Y↑】、【Y↓】、【Z←】、【Z→】，即可控制机台对应轴向朝该轴原点位置移动。
2. 轴向完成回原点动作静止后，系统将该轴机械坐标进行清零动作。
3. 可通过参数设定回原点方式、方向、速度等。

3.1.2 选择跳跃

以“/”设定，执行选择跳跃功能。

选择跳跃功能成立时，程序执行中遇到单节开头包含有“/”时，程序即跳过带有“/”的单节内容，而继续执行下一没有包含“/”的单节内容。

1. 程序单节中包含“/”指令。
2. 按【选择跳跃】键，使选择跳跃功能成立。
3. 按【自动执行】及【启动】键，令程序执行。
4. 程序遇到“/”的单节即跳过不执行该单节，执行下一不带“/”的单节。

3.1.3 自动执行模式单节执行

程式单节执行功能，可以让操作人员，依照程式中单节顺序，一个单节一个单节的执行加工。

1. 选择要执行的加工程式。
2. 切换模式为[自动执行]模式。

3. 按【单节执行】键，使单节执行功能成立。
4. 按下【启动】键，控制器就会执行第一个单节，再按一次往下执行下一个单节；每按一次【启动】执行下一单节的内容，直到程式结束。

3.1.4 程序再启动

用于指定程序中的某个单节为再启动单节，执行加工时可从指定的单节开始执行。

1. 切换模式为[自动执行]模式。
2. 在[加工资讯]区，输入再启动的单节号。
3. 按 F6【再启动】按键，再启动单节搜索成功，会自动切换至[MDI]模式，此时按【启动】键运行一次当前 MDI 中的内容。
4. 再切换回[自动执行]模式。
5. 按【启动】键，即会从指定的单节开始执行加工。

3.1.5 选择性停止功能

选择性停止功能成立时，程序执行中，遇到 M01 指令时程序即停止动作，直到再按【启动】键，程序才继续执行下一单节。

1. 程序中包含 M01 指令。
2. 按【M01 停止】按键，使选择性停止功能成立。
3. 按【自动执行】及【启动】键，令程序执行。
4. 程序遇到 M01 或 M1 会停止。
5. 按【启动】键继续执行程序。

3.1.6 手摇轮测试程序模式

适合在大量生产成品前，客户可以利用手摇轮测试程序模式，实际进行样品制作。如果程序中有错误或样品有差异，客户便于修改、测试程序，直到制作的样品符合要求为止。而且测

试时，可以有效避免撞机。

1. 按【程式预测】键，使手摇轮测试程序模式成立。
2. 按【自动执行】及【启动】键，令程序执行，这时程序不会马上动作。
3. 选择手轮脉波倍数比，决定进给速度。
4. 此时转动手摇轮，即开始执行测试程序，停止转动，进给也停止。当继续转动手摇轮，程序即继续执行。
5. 如果此时取消手摇轮测试程序模式，程序会以正常速度执行。

3.2 系统警报处理

为了避免错误操作导致人身及机台的安全，系统或者 PLC 中均设定了许多保护，当这些保护条件被触发时，系统将发出警告或警报来提示使用者。

3.2.1 紧急停止

当机台故障或者出现预期之外的动作，并可能造成人身或机台安全时，按下【紧急停止】按键，可立即停止机台的动作。该按键按下后即被锁定，虽根据制造商不同，规格可能有所差异，但通常旋转该按键即可解除锁定。此按键可切断机台的动作，在解除锁定之前，需先将故障排除。

3.2.2 警报显示

警报分为[当前警讯]及[历史警讯]。

3.2.2.1 当前警讯

1. 目前系统的警报状态。

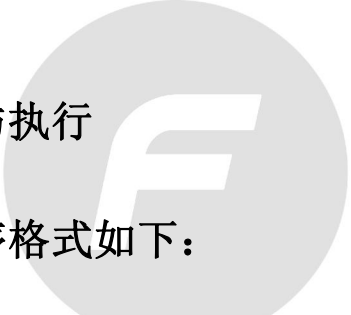
2. 当发生警报时，控制器将会弹出警报视窗，显示目前的警报内容。
3. 点击最左按键【<】可取消弹窗。
4. 若警报尚未解除，点击【重置】会再次弹出警报窗口。
5. 切换至[警讯]页面，会自动显示当前警讯。

3.2.2.2 历史警讯

1. 系统曾经发生过的警报，可通过此页面判断当时发生警报的可能原因。
2. 切换至[警讯]页面，点击【历史警讯】，即可显示历史警讯。
3. 当出现多个警讯时，按警讯出现的时间由上往下排列。

3.3 子程序的制作与执行

3.3.1 子程序的程序格式如下：

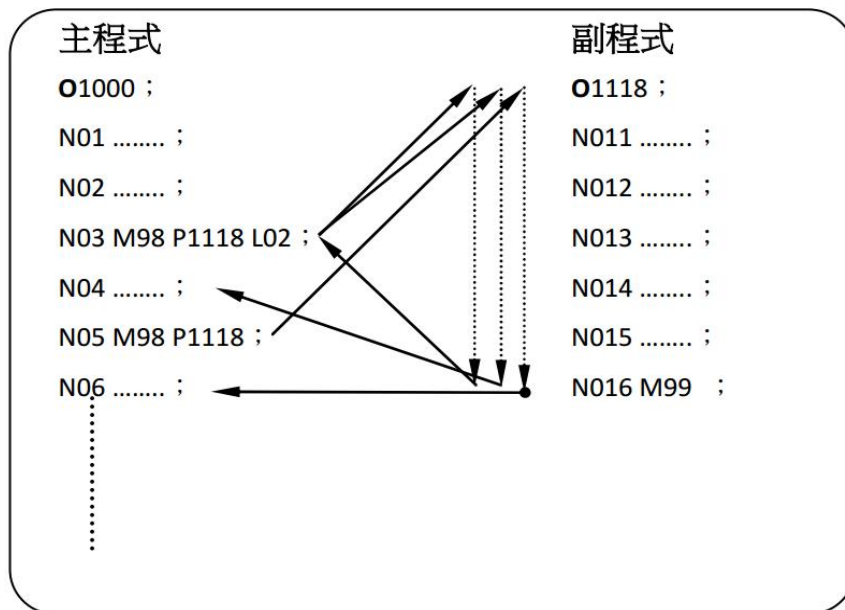


```

O XXXX ; ----- 副程式之程號碼
G01 .....;
G02 .....;
G01 .....;
      |
      | .....
      |
M99 ; ----- 副程式結束指令
  
```

} 程式內容

3.3.2 主程序配合子过程调用指令，执行顺序



FINGER CNC

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

公司官网: 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