





# 简要指南

... 是海德汉 iTNC 530 轮廓加工数控系统的简要指南。有关编程和操作的全面信息，参见 TNC 用户手册。它提供以下各方面的全面信息：

- Q 参数编程
- 中央刀具文件
- 3-D 刀具补偿
- 刀具测量

## 《简要指南》中的符号

《简要指南》中的有些符号代表特定信息：



重要提示



警告：对用户或机床有危险！



要使用该功能，机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行特别设置！



这些方面的详细信息，请见用户手册的相应章节。

控制系统	NC 软件版本号
iTNC 530	340 490-04
iTNC 530, 出口版	340 491-04
运行 Windows XP 的 iTNC 530	340 492-04
运行 Windows XP 的 iTNC 530, 出口版	340 493-04
iTNC 530 编程站	340 494-04

# 目录

简要指南 .....	3
基础知识 .....	5
轮廓接近和离开 .....	16
路径功能 .....	22
FK 自由轮廓编程 .....	31
子程序与程序块重复 .....	41
使用循环 .....	44
钻孔，攻丝与铣螺纹循环 .....	46
型腔，凸台和槽 .....	63
阵列孔 .....	70
SL 循环 .....	72
多道铣循环 .....	83
坐标变换循环 .....	87
特殊循环 .....	95
PLANE 功能（软件选装 1） .....	99
图形和状态显示 .....	113
DIN/ISO 编程 .....	116
辅助功能 M .....	123

# 基础知识

## 程序 / 文件



参见“编程，文件管理”

TNC 用文件保存程序、表和文本。文件标识包括两部分：

PROG20	.H
--------	----

文件名	文件类型
最大长度	见右侧表

### TNC 中的文件

### 类型

#### 程序

海德汉格式	.H
ISO 格式	.I

#### smarT. NC 程序

单元程序	.HU
轮廓加工编程	.HC
点表	.HP

#### 有如下表

刀具表	.T
刀盘表	.TCH
托盘表	.P
原点表	.D
点表	.PNT
预设点表（原点）	.PR
切削数据表	.CDT
切削材料表，工件材料表	.TAB

#### 文本有

文本文件	.A
帮助文件	.CHM



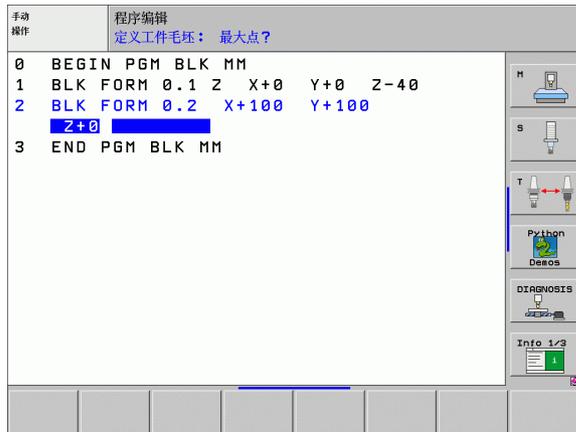
## 创建新零件程序

PGM  
MGT

- ▶ 选择存放程序的目录。
- ▶ 输入新程序名并用 ENT 键确认。
- ▶ 要选择尺寸单位，按下 MM 或 INCH 软键。TNC 切换屏幕布局并启动 **BLK FORM**（毛坯形状）（工件毛坯）定义对话框。
- ▶ 输入主轴的坐标轴。
- ▶ 依次输入最小点的 X、Y 和 Z 坐标。
- ▶ 依次输入最大点的 X、Y 和 Z 坐标。

```
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
```

```
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
```



# 选择屏幕布局



参见“简要介绍, iTNC 530”



▶ 显示屏幕布局的设置软键

## 操作模式

## 屏幕显示内容

手动操作 / 电子手轮

位置

位置

左侧为位置, 右侧为状态

位置 + 状态

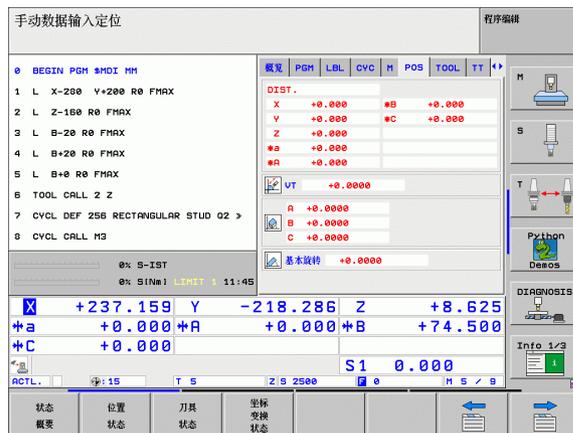
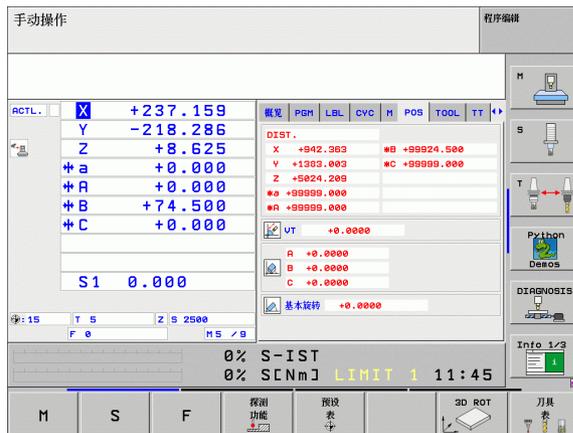
手动数据输入 (MDI) 定位

程序段

程序

左侧为程序, 右侧为状态

程序 + 状态



操作模式

屏幕显示内容

程序运行—全自动方式，  
程序运行—单段测试运行

程序段

程序

左侧为程序，右侧为主程序

程序 + 区段

左侧为程序，右侧为状态

程序 + 状态

左侧为程序，右侧为图形

程序 + 图形

图形

图形

程序运行—全自动方式，  
程序运行—单段测试运行

左侧为程序，右侧为当前碰撞  
对象

程序 + 运动特性

当前碰撞物体

运动特性

程序编辑

程序段

程序

左侧为程序，右侧为主程序

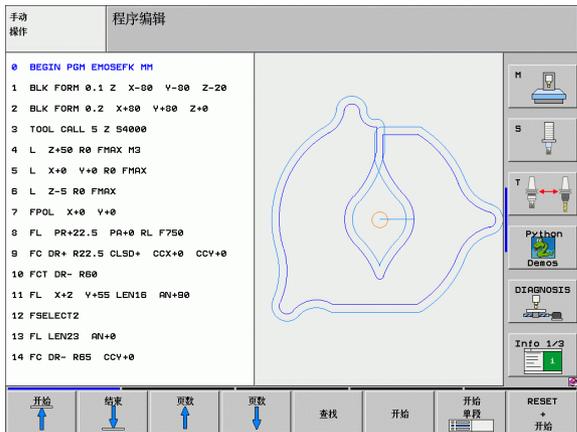
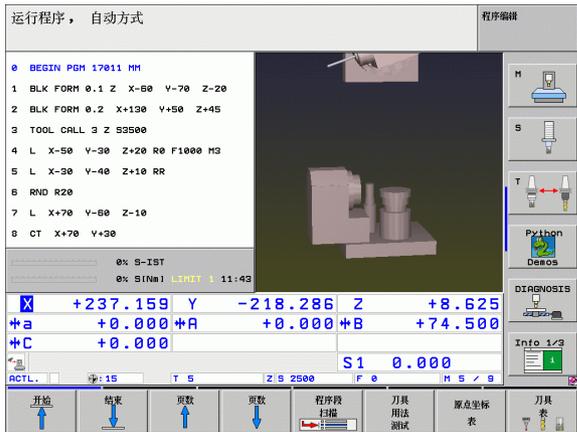
程序 + 区段

左侧为程序，右侧为编程图形

程序 + 图形

左侧为程序，右侧为 3-D 线图

程序 + 3D 行



## 绝对式直角坐标

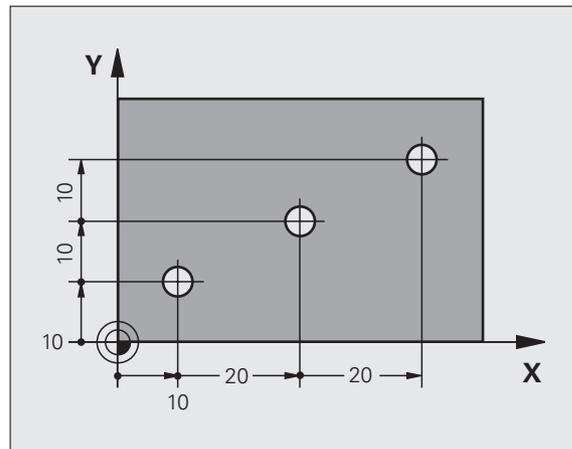
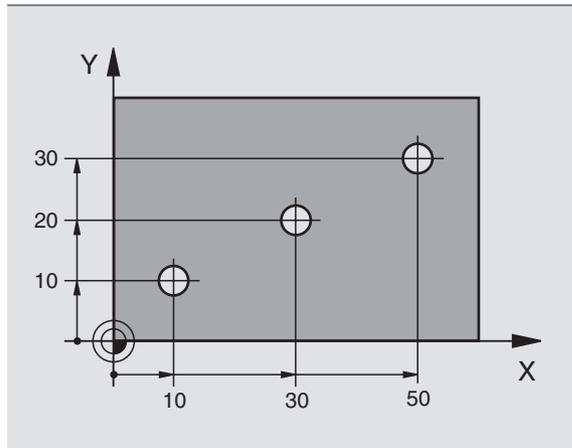
尺寸的测量起点为当前原点。刀具运动至绝对坐标处。

### NC 程序段中的可编程 NC 轴

直线运动                    5 轴  
圆弧运动                    平面上 2 个直线轴或者  
                                      用循环 19（加工面）时 3 个直线轴

## 增量式直角坐标

尺寸测量的起点为刀具的上个编程位置。刀具运动距离为增量坐标值。



## 圆心和极点：CC

必须输入圆心 **CC** 才能用路径功能 **C** 进行刀具圆弧运动编程（参见页 26）。**CC** 同时也用于定义极坐标的极点。

**CC** 用直角坐标输入。

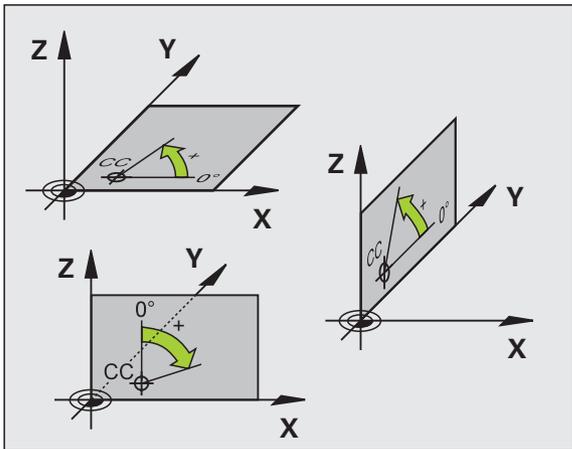
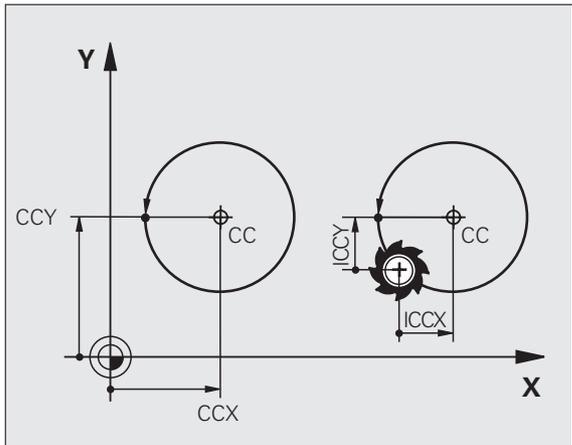
用绝对法定义的圆心和极点 **CC** 尺寸一定为相对工件原点。

用增量法定义的圆心和极点 **CC** 尺寸一定为相对工件的上个编程位置。

## 角度参考轴

角度—例如极角 **PA** 或旋转角 **ROT**—都是相对角度参考轴。

加工面	参考轴和 0 度方向
X/Y	+X
Y/Z	+Y
Z/X	+Z



## 极坐标

极坐标输入的尺寸数据为相对极点 **CC** 的尺寸。  
用以下方法定义加工面上的位置：

- 极坐标半径 **PR** = 距极点 **CC** 的距离
- 极角 **PA** = 角度参考轴到直线 **CC - PR** 的角度

### 增量尺寸

极坐标增量尺寸为距离上个编程位置。

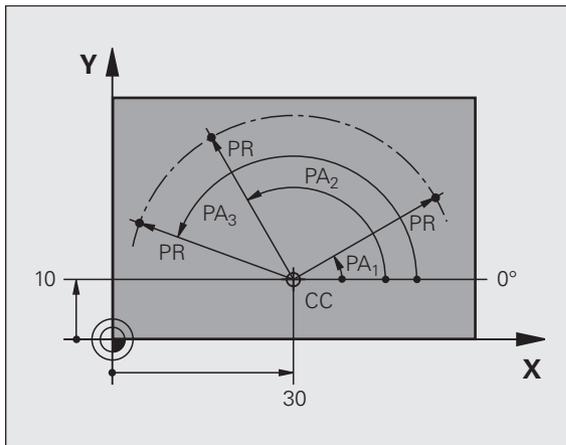
### 极坐标编程



▶ 选择路径功能



▶ 按下“P”键  
▶ 回答对话提示



## 定义刀具

### 刀具数据

每把刀都有一个 0 至 254 间编号的标识号。如果使用刀具表，编号可以更大，而且还可以为每把刀输入刀具名称。

### 输入刀具数据

输入刀具数据（长度 L 和半径 R）

■ 用刀具表（集中管理，“TOOL.T”程序）

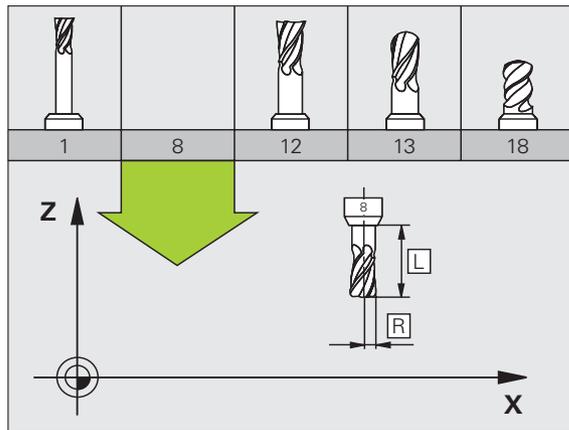
或者

■ 刀具定义程序段中的零件程序（局部）



- ▶ 刀具编号
- ▶ 刀具长度 L
- ▶ 刀具半径 R

▶ 用刀具测量仪可以测量刀具实际长度，然后编程刀具长度。



## 调用刀具数据

TOOL  
CALL

- ▶ 刀具号或刀具名
- ▶ 工作主轴为 X/Y/Z: 刀具轴。
- ▶ 主轴转速 S
- ▶ 进给速率 F
- ▶ 刀具长度正差值 DL (即磨损补偿值)
- ▶ 刀具半径正差值 DR (即磨损补偿值)
- ▶ 刀具半径正差值 DR2 (即磨损补偿值)

```
3 TOOL DEF 6 L+7.5 R+3
```

```
4 TOOL CALL 6 Z S2000 F650 DL+1 DR+0.5 DR2+0.1
```

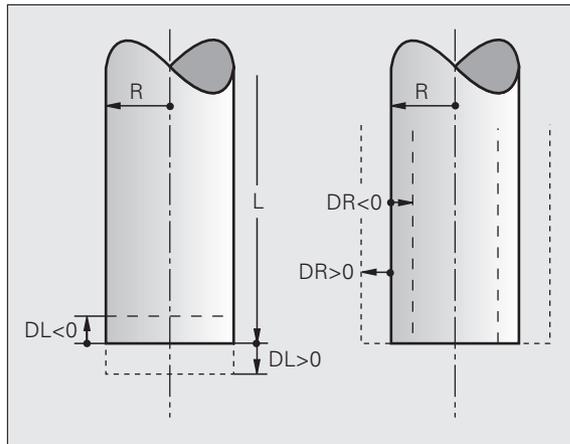
```
5 L Z+100 R0 FMAX
```

```
6 L X-10 Y-10 R0 FMAX M6
```

## 换刀



- 向换刀位置运动时，必须注意刀具碰撞的危险！
- 用 M 功能确定旋转方向：
  - M3: 顺时针
  - M4: 逆时针
- 刀具半径或长度的最大允许正差值为 ± 99.999 mm!



## 刀具补偿

加工期间，TNC 补偿刀具长度 L 和刀具半径 R。

### 线性补偿

开始生效处：

- ▶ 刀具沿主轴坐标轴运动

结束生效处：

- ▶ 换刀或刀具长度  $L=0$

### 半径补偿

开始生效处：

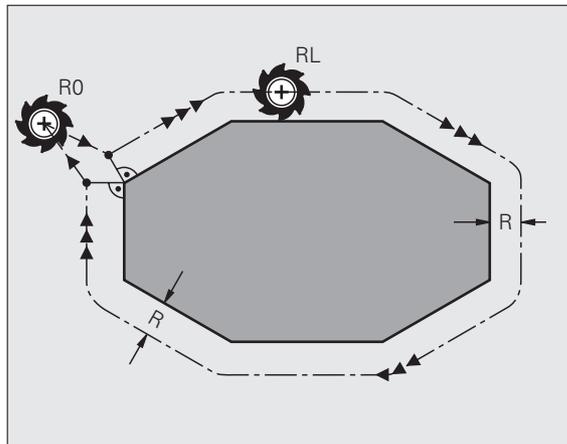
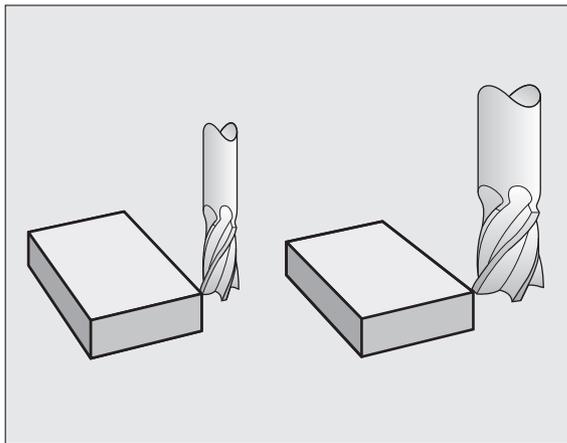
- ▶ 刀具在加工面上用 RR 或 RL 进行运动

结束生效处：

- ▶ 执行有 R0 的定位程序段

无半径补偿进行加工（例如钻孔）：

- ▶ 执行有 R0 的定位程序段



## 无 3-D 测头进行原点设置

原点设置期间，TNC 显示工件已知位置的坐标值：

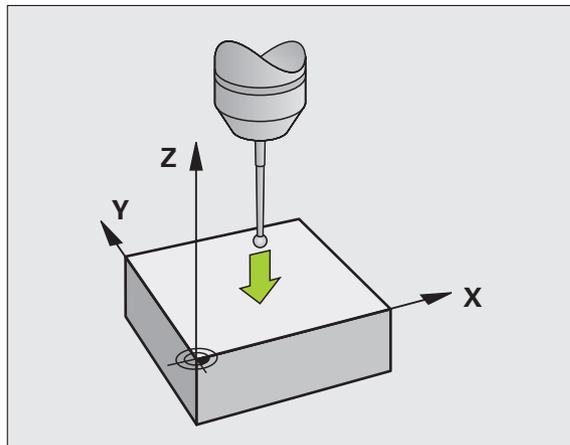
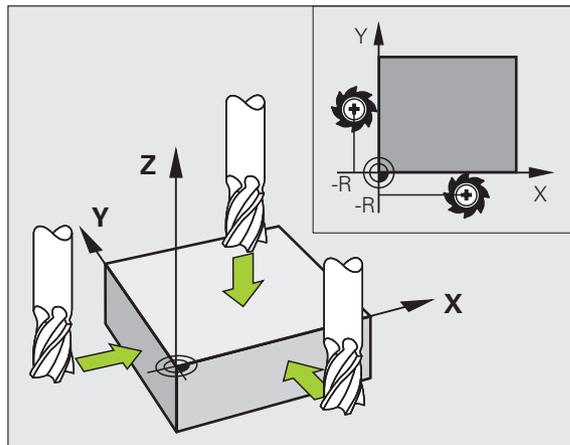
- ▶ 安装已知半径的标准刀具。
- ▶ 选择“手动操作”或“电子手轮”操作模式。
- ▶ 用刀具沿刀具轴触碰参考面和输入其长度。
- ▶ 用刀具触碰加工面上的参考面和输入刀具中心位置。

## 用 3-D 测头进行设置和测量

海德汉 3-D 测头可快速、方便和精确地设置机床。

除手动和电子手轮操作模式中用于工件设置的探测功能外，“程序运行”模式还提供了丰富的测量循环（参见“测头探测循环用户手册”）：

- 测量和补偿工件不对正量的测量循环
- 自动设置原点的测量循环
- 自动检查工件公差和自动补偿刀具的测量循环



# 轮廓接近和离开

## 起点 $P_S$

$P_S$  在轮廓外，必须用无半径补偿接近。

## 辅助点 $P_H$

$P_H$  在轮廓外，TNC 计算它。



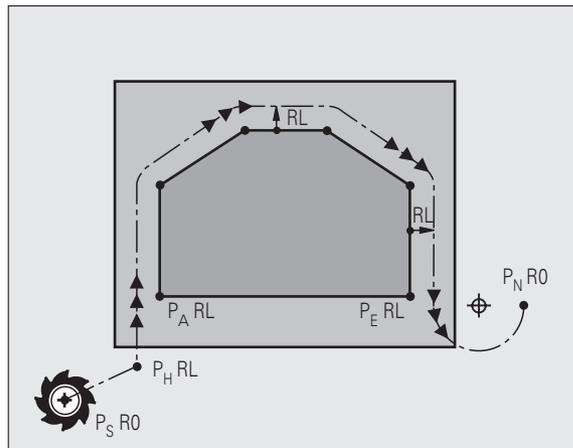
刀具从起点  $P_S$  用编程进给速率运动至辅助点  $P_H$ 。

## 第一轮廓点 $P_A$ 和最后轮廓点 $P_E$

第一个编程点  $P_A$  编程在 **APPR**（接近）程序段中。最后一个轮廓点用常规方法编程。

## 终点 $P_N$

$P_N$  位于轮廓外，这是 **DEP**（离开）程序段决定的。 $P_N$  自动用 **R0** 接近。



## 接近和离开的路径功能

APPR  
DEP

▶ 按下所需路径功能的软键:



相切直线



垂直于轮廓点的直线



相切圆弧



直线段与轮廓间通过圆弧过渡



- 用 APPR 程序段进行半径补偿编程。
- DEP 程序段将半径补偿设置为 R0!

## 沿相切直线接近: APPR LT



- ▶ 第一轮廓点  $P_A$  坐标
- ▶ LEN: 辅助点  $P_H$  至第一轮廓点  $P_A$  间的距离 + . . .
- ▶ 半径补偿 RR/RL

```
7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3
```

```
8 APPR LT X+20 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100
```

```
9 L Y+35 Y+35
```

```
10 L ...
```

## 沿垂直于第一轮廓点的直线接近: APPR LN



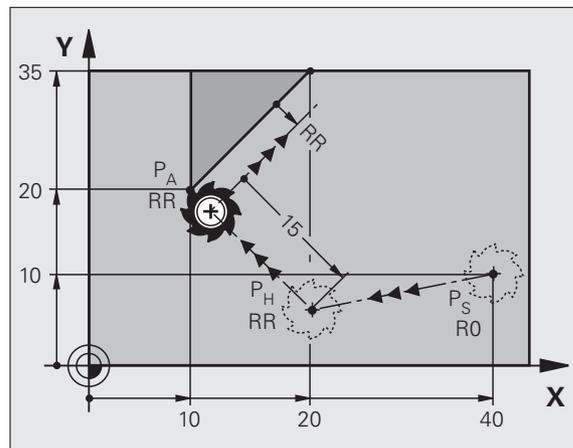
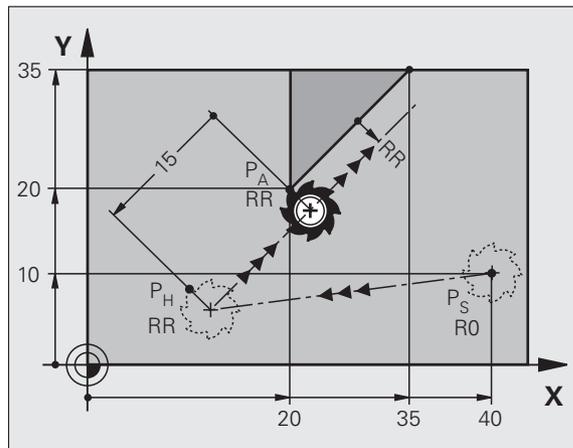
- ▶ 第一轮廓点  $P_A$  的坐标
- ▶ LEN: 辅助点  $P_H$  至第一轮廓点  $P_A$  间的距离
- ▶ 半径补偿 RR/RL

```
7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3
```

```
8 APPR LN X+10 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100
```

```
9 L X+20 Y+35
```

```
10 L ...
```



## 沿相切圆弧路径接近: APPR CT



- ▶ 第一轮廓点  $P_A$  的坐标
- ▶ 半径  $R$   
输入  $R > 0$
- ▶ 圆心角 (CC)  
输入  $CCA > 0$
- ▶ 半径补偿  $RR/RL$

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3

8 APPR CT X+10 Y+20 Z-10 CCA180 R+10 RR F100

9 L X+20 Y+35

10 L ...

## 沿相切轮廓和直线的圆弧路径接近: APPR LCT



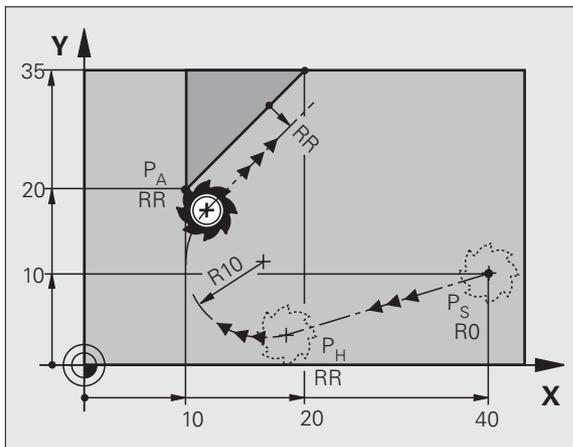
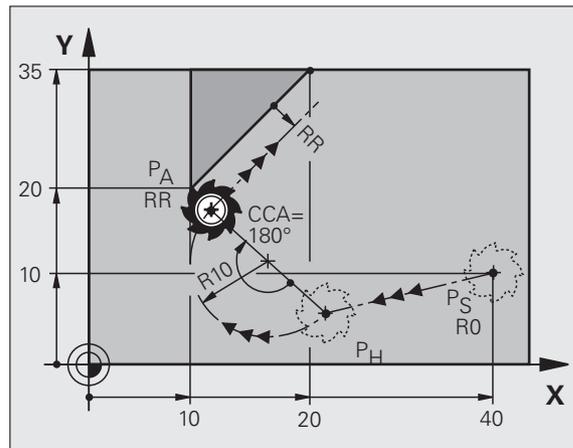
- ▶ 第一轮廓点  $P_A$  的坐标
- ▶ 半径  $R$   
输入  $R > 0$
- ▶ 半径补偿  $RR/RL$

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3

8 APPR LCT X+10 Y+20 Z-10 R10 RR F100

9 L X+20 Y+35

10 L ...



## 沿相切直线离开: DEP LT



- ▶ 输入  $P_E$  和  $P_N$  间距离为  
输入  $LEN > 0$

23 L Y+20 RR F100

24 DEP LT LEN12.5 F100

25 L Z+100 FMAX M2

## 沿垂直于最后一个轮廓点的直线离开: DEP LN

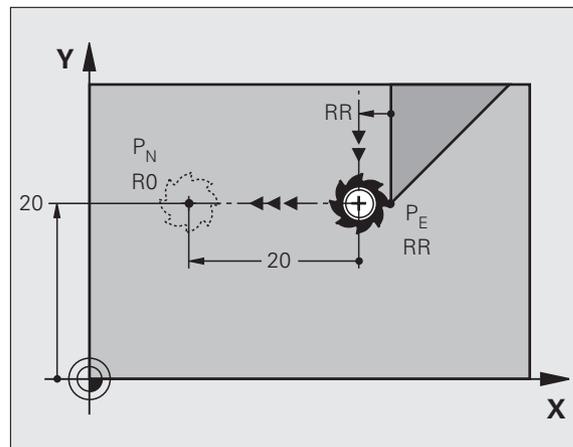
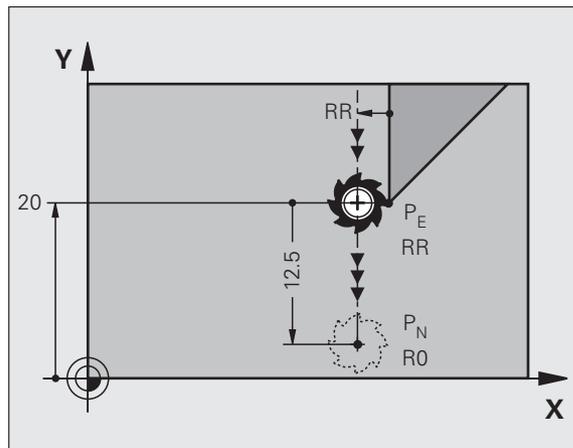


- ▶ 输入  $P_E$  和  $P_N$  间距离为  
 $LEN > 0$

23 L Y+20 RR F100

24 DEP LN LEN+20 F100

25 L Z+100 FMAX M2



### 沿相切圆弧离开: DEP CT



- ▶ 半径 R  
输入  $R > 0$
- ▶ 圆心角 (CC)

23 L Y+20 RR F100

24 DEP CT CCA 180 R+8 F100

25 L Z+100 FMAX M2

### 沿相切轮廓和直线的圆弧路径离开: DEP LCT

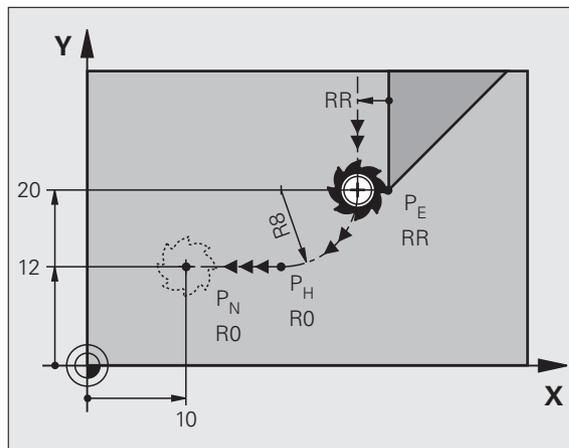
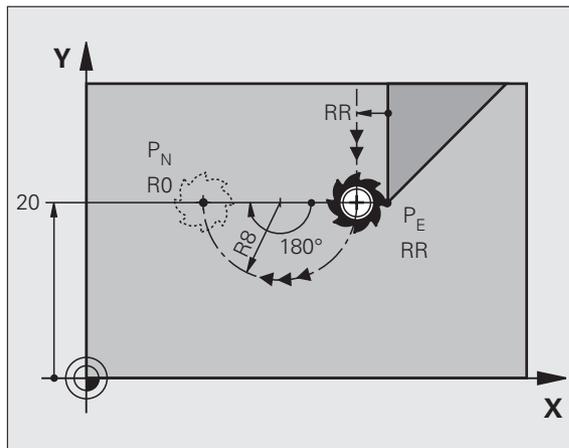


- ▶ 终点  $P_N$  的坐标
- ▶ 半径 R  
输入  $R > 0$

23 L Y+20 RR F100

24 DEP LCT X+10 Y+12 R+8 F100

25 L Z+100 FMAX M2



# 路径功能

## 定位程序段的路径功能



参见“编程，编程轮廓”

### 约定

无论实际运动物体为刀具还是工件，编程时必须采用刀具运动工件静止方式编程。

### 输入目标位置

目标位置用直角坐标或用极坐标输入，可为绝对值也可为增量值，甚至允许在一个程序段中同时用绝对值和增量值。

### 定位程序段内容

一个完整的定位程序段包括以下数据：

- 路径功能
- 轮廓元素终点坐标（目标位置）
- 半径补偿 RR/RL/RO
- 进给速率 F
- 辅助功能 M



运行零件程序前，必须预定位刀具以防止损坏刀具或工件！

路径功能		页
直线		23
两条直线间倒角		24
倒圆角		25
输入圆心坐标或者极坐标		26
以 CC 为圆心的圆弧路径		26
已知半径圆弧		27
相切连接前一个轮廓元素的圆弧		28
FK 自由轮廓编程		31

## 直线 L



- ▶ 直线终点的坐标
- ▶ 半径补偿 RR/RL/R0
- ▶ 进给速率 F
- ▶ 辅助功能 M

### 用直角坐标

7 L X+10 Y+40 RL F200 M3

8 L IX+20 IY-15

9 L X+60 IY-10

### 用极坐标

12 CC X+45 Y+25

13 LP PR+30 PA+0 RR F300 M3

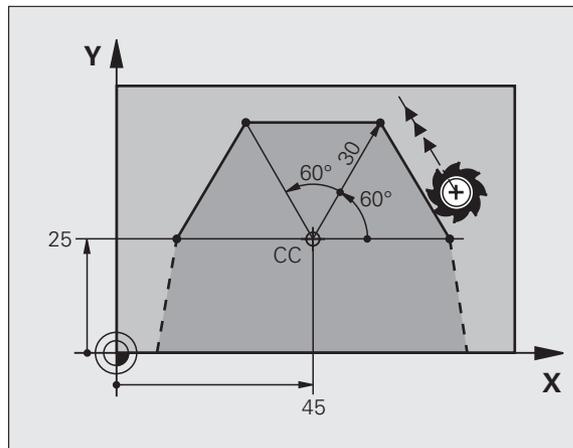
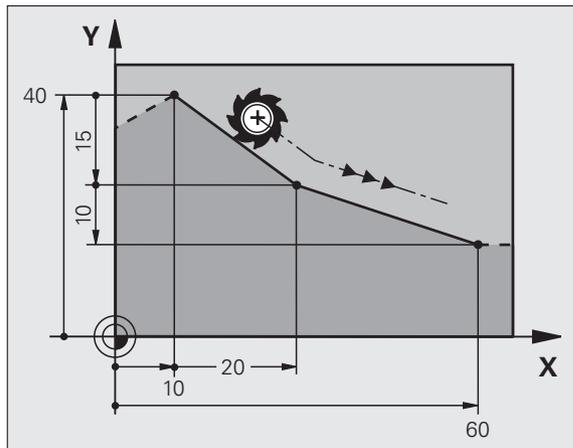
14 LP PA+60

15 LP IPA+60

16 LP PA+180



- 编写极坐标程序前，必须先定义极点 CC!
- 只能用直角坐标定义极点 CC。
- 极点 CC 在定义新极点 CC 前保持一直有效。



## 在两条直线间插入倒角 CHF



- ▶ 倒角边长
- ▶ 进给速率 F

7 L X+0 Y+30 RL F300 M3

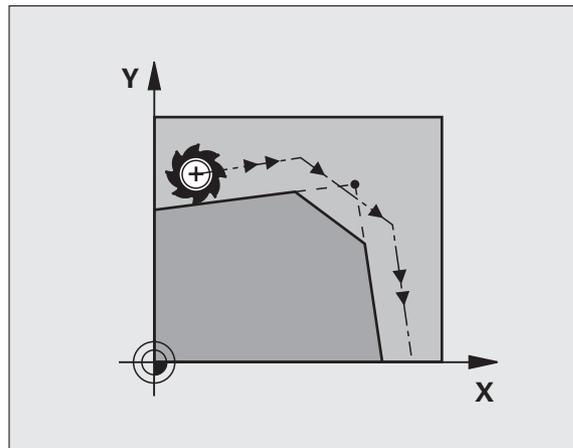
8 L X+40 IY+5

9 CHF 12 F250

10 L IX+5 Y+0



- 轮廓不能从 **CHF** 程序段开始。
- 在**倒角**程序段前和后的半径补偿必须相同。
- 内倒角必须足够大，允许用调用的刀具加工。



## 倒圆角 RND

圆弧起点和终点相切连接前个和后个轮廓元素。

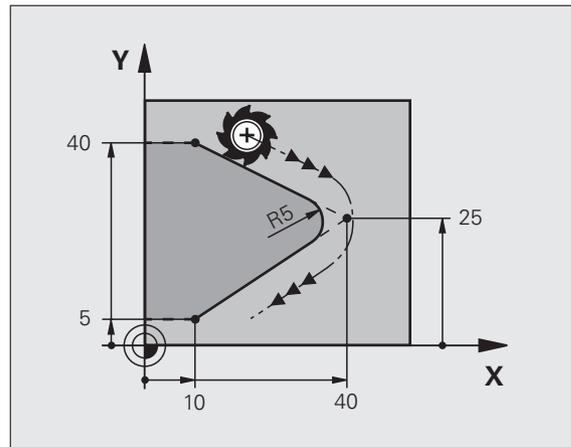


- ▶ 圆弧半径  $R$
- ▶ 倒圆角的进给速率  $F$

```
5 L X+10 Y+40 RL F300 M3
```

```
6 L X+40 Y+25
```

```
7 RND R5 F100
```



## 已知圆心 CC 的圆弧路径



▶ 圆心 **CC** 的坐标



▶ 圆弧终点坐标  
▶ 旋转方向 **DR**

用 **C** 和 **CP** 可以在一个程序段内编程一个整圆。

### 用直角坐标

```
5 CC X+25 Y+25
```

```
6 L X+45 Y+25 RR F200 M3
```

```
7 C X+45 Y+25 DR+
```

### 用极坐标

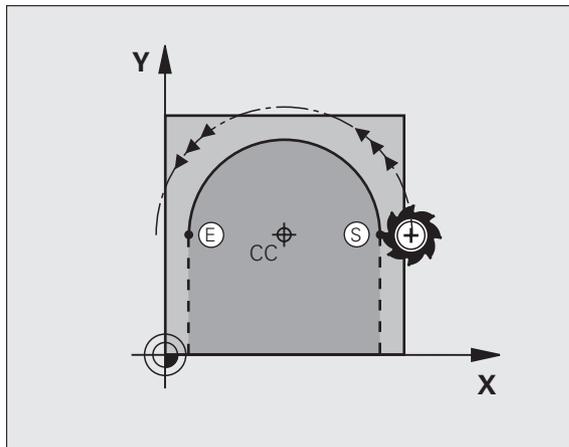
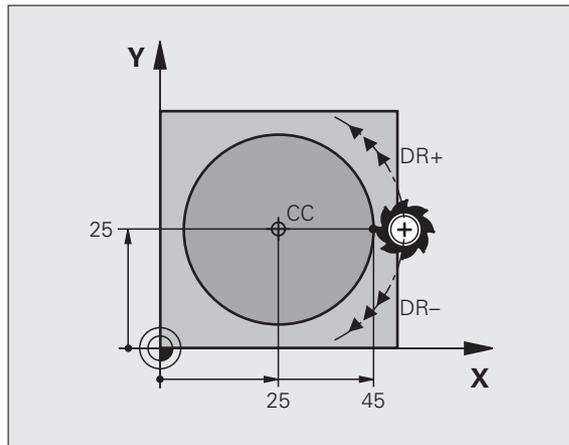
```
18 CC X+25 Y+25
```

```
19 LP PR+20 PA+0 RR F250 M3
```

```
20 CP PA+180 DR+
```



- 编写极坐标程序前，必须先定义极点 **CC**。
- 只能用直角坐标定义极点 **CC**。
- 极点 **CC** 在定义新极点 **CC** 前保持一直有效。
- 圆弧终点只能用极角 (**PA**) 定义！



## 已知半径圆弧 CR



- ▶ 圆弧终点坐标
- ▶ 半径  $R$   
如果圆心角  $ZW > 180$ ,  $R$  为负值。  
如果圆心角  $ZW < 180$ ,  $R$  为正值。
- ▶ 旋转方向  $DR$

10 L X+40 Y+40 RL F200 M3

11 CR X+70 Y+40 R+20 DR- (ARC 1)

或者

11 CR X+70 Y+40 R+20 DR+ (ARC 2)

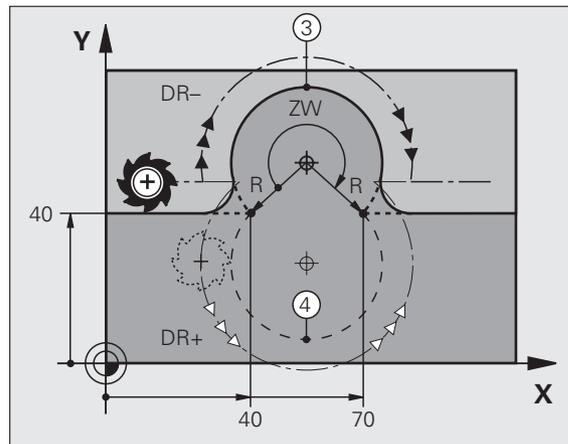
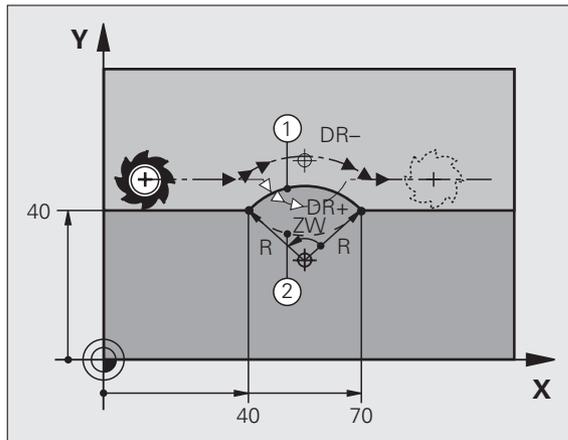
或者

10 L X+40 Y+40 RL F200 M3

11 CR X+70 Y+40 R-20 DR- (ARC 3)

或者

11 CR X+70 Y+40 R-20 DR+ (ARC 4)



## 相切连接圆弧路径 CT



- ▶ 圆弧终点坐标
- ▶ 半径补偿 RR/RL/R0
- ▶ 进给速率 F
- ▶ 辅助功能 M

### 用直角坐标

7 L X+0 Y+25 RL F300 M3

8 L X+25 Y+30

9 CT X+45 Y+20

10 L Y+0

### 用极坐标

12 CC X+40 Y+35

13 L X+0 Y+35 RL F250 M3

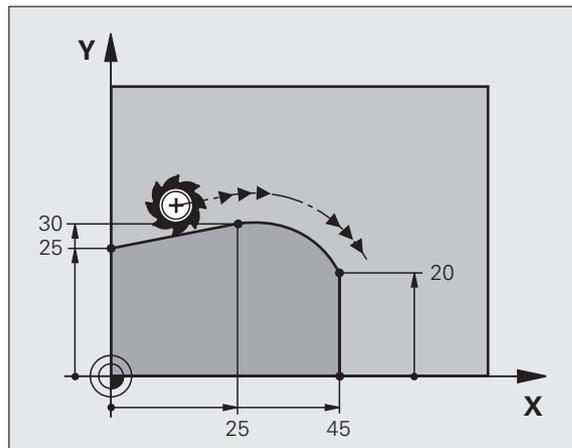
14 LP PR+25 PA+120

15 CTP PR+30 PA+30

16 L Y+0



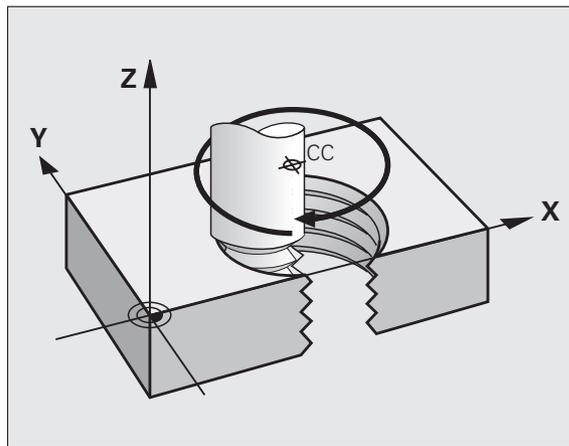
- 编写极坐标程序前，必须先定义极点 CC。
- 只能用直角坐标定义极点 CC。
- 极点 CC 在定义新极点 CC 前保持一直有效。



## 螺旋线（仅限极坐标）

### 计算（逆铣方向）

路径圈数:	<b>n</b> 螺纹圈数 + 螺纹起点和终点的空螺纹
总高度:	<b>h</b> 螺距 $P$ $\times$ 路径圈数 $n$
增量极角:	<b>IPA</b> 路径圈数 $n \times 360^\circ$
起始角:	<b>PA</b> 螺纹起始角 + 空螺纹角
起点坐标:	<b>Z</b> 螺距 $P$ 的倍数（螺纹圈数 + 螺纹起点的空螺纹）



### 螺旋线旋向

内螺纹	加工方向	旋转方向	半径补偿
右旋左旋	Z+	DR+	RL
	Z+	DR-	RR

右旋左旋	Z-	DR-	RR
	Z-	DR+	RL

外螺纹	加工方向	旋转方向	半径补偿
右旋左旋	Z+	DR+	RR
	Z+	DR-	RL

右旋左旋	Z-	DR-	RL
	Z-	DR+	RR

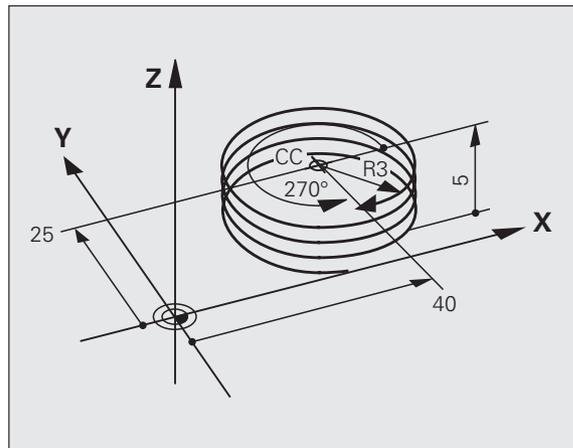
螺纹 M6 x 1 mm, 5 圈:

12 CC X+40 Y+25

13 L Z+0 F100 M3

14 LP PR+3 PA+270 RL F50

15 CP IPA-1800 IZ+5 DR-



# FK 自由轮廓编程



参见“编程刀具运动—FK 自由轮廓编程”。

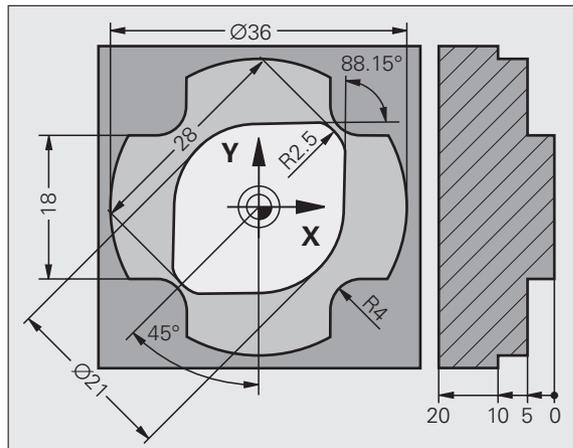
如果工件图纸未给出终点坐标或图纸尺寸无法用灰色路径功能键进行输入，可以用“FK 自由轮廓编程”功能对它编程。

## 轮廓元素的可能数据：

- 已知终点坐标
- 轮廓元素辅助点
- 轮廓元素附近的辅助点
- 相对另一个轮廓元素
- 方向数据（角度） / 位置数据
- 有关轮廓走向的数据

## 为了正确使用 FK 编程功能：

- 所有轮廓元素必须全部在加工面上。
- 输入每个轮廓元素的所有已有数据。
- 如果程序中既有 FK 程序段又有常规程序段，返回常规编程前必须完整定义 FK 轮廓。只有这样才能使 TNC 允许输入常规路径功能。



## 使用互动图形



选择“程序 + 图形”屏幕布局。



▶ 显示可能解



▶ 选择显示的解并打开



▶ 继续编程轮廓元素



▶ 图形显示下一个编程程序段

### 互动图形的标准颜色

**蓝色**

已完全定义的轮廓元素。

**绿色**

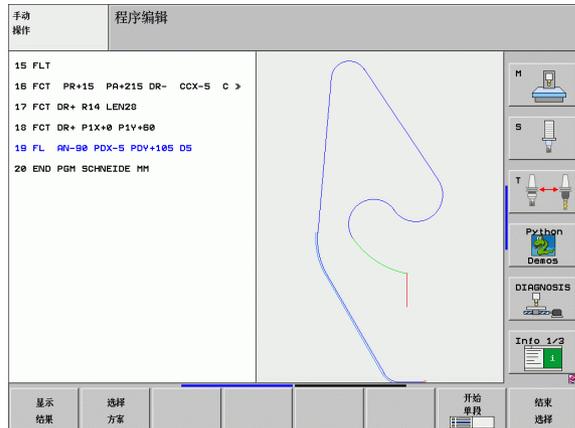
输入的数据有有限个可能解：选择一个正确的。

**红色**

输入的数据不足以确定轮廓元素：进一步输入数据。

**浅蓝色**

编程快移的刀具运动。



## 启动 FK 对话

FK

▶ 启动 FK 对话。提供以下功能：

FK 元素	软键
相切直线	
非相切直线	
相切圆弧	
非相切圆弧	
FK 编程的极点	

终点坐标 X, Y 或 PA, PR

已知数据

软键

直角坐标 X 和 Y



相对 FPOL 的极坐标



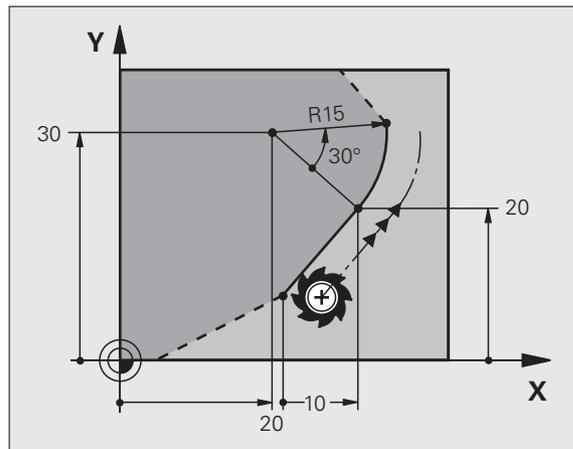
增量值输入



7 FPOL X+20 Y+30

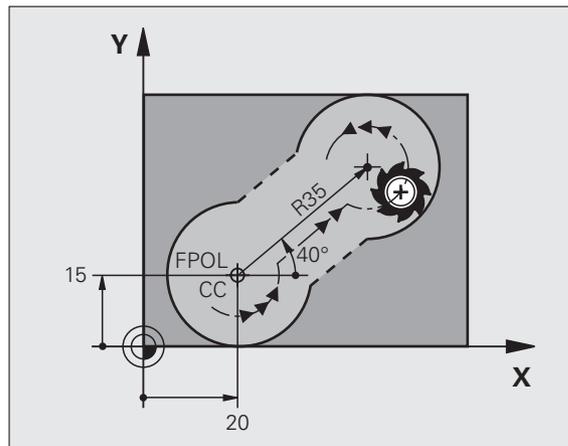
8 FL IX+10 Y-20 RR F100

9 FCT PR+15 IPA+30 DR+ R15



## FC/FCT 程序段的圆心 (CC)

已知数据	软键
直角坐标圆心	 
极坐标圆心	 
增量值输入	
10 FC CCX+20 CCY+15 DR+ R15	
11 FPOL X+20 Y+15	
12 FL AN+40	
13 FC DR+ R15 CCPR+35 CCPA+40	



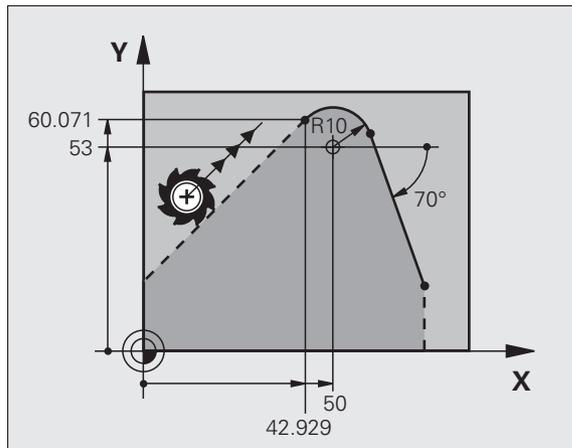
辅助点在轮廓上或轮廓附近

已知数据	软键		
直线的辅助点 P1 或 P2 的 X 轴坐标			
直线的辅助点 P1 或 P2 的 Y 轴坐标			
圆弧路径的辅助点 P1, P2 或 P3 的 X 轴坐标			
圆弧路径的辅助点 P1, P2 或 P3 的 Y 轴坐标			

已知数据	软键	
直线附近辅助点的 X 和 Y 轴坐标		
距辅助点 / 直线的距离		
圆弧附近的辅助点的 X 和 Y 轴坐标		
距辅助点 / 圆弧的距离		

13 FC DR- R10 P1X+42.929 P1Y+60.071

14 FLT AH-70 PDX+50 PDY+53 D10



## 轮廓元素的方向和长度

已知数据	软键
直线长度	
直线倾斜角	
圆弧的弦长 LEN	
切入的倾斜角 AN	

27 FLT X+25 LEN 12.5 AN+35 RL F200

28 FC DR+ R6 LEN 10 A-45

29 FCT DR- R15 LEN 15

## 标识封闭轮廓



轮廓起点:

CLSD+

轮廓终点:

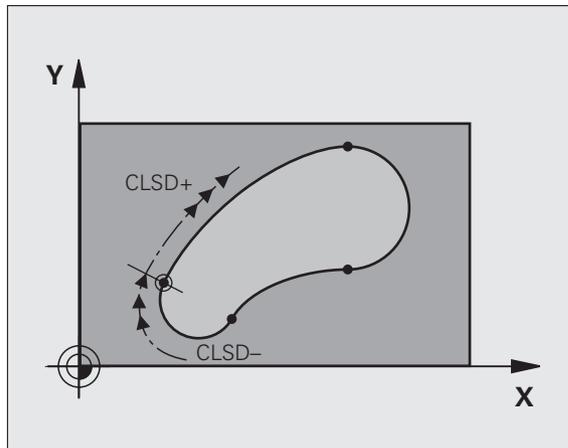
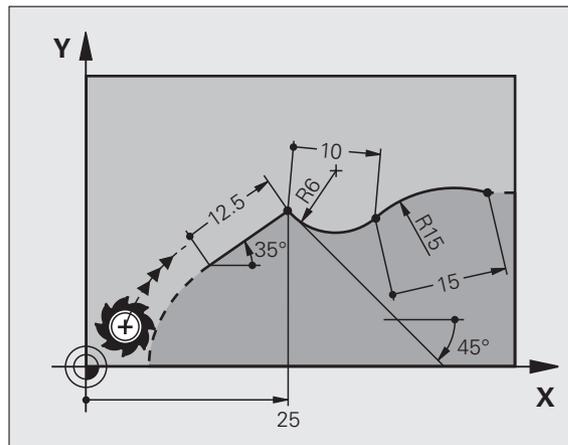
CLSD -

12 L X+5 Y+35 RL F500 M3

13 FC DR- R15 CLSD+ CCX+20 CCY+35

...

17 FCT DR- R+15 CLSD-



## 相对程序段 N 的数据： 终点坐标



相对数据的坐标和角度必须用增量尺寸编程。还必须输入所相对的轮廓元素程序段编号。

## 已知数据

## 软键

相对程序段 N 的直角坐标



相对程序段 N 的极坐标



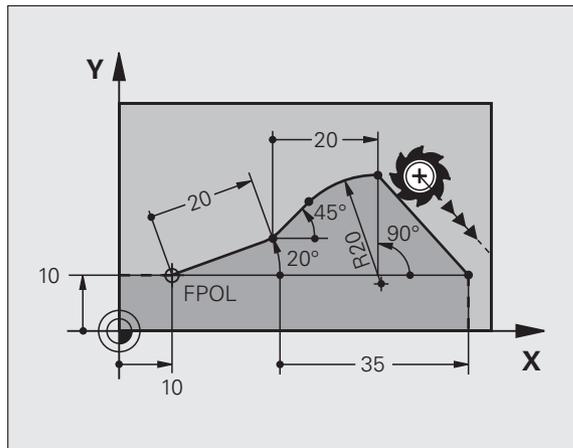
12 FPOL X+10 Y+10

13 FL PR+20 PA+20

14 FL AN+45

15 FCT IX+20 DR- R20 CCA+90 RX 13

16 FL IPR+35 PA+0 RPR 13



## 相对程序段 N 的数据：轮廓元素的方向和距离



相对数据的坐标和角度必须用增量尺寸编程。还必须输入所相对的轮廓元素程序段编号。

### 已知数据

### 软键

直线与另一元素之间或圆弧切入线与另一元素之间的夹角



平行于另一轮廓元素的直线



距平行轮廓元素的直线间距离



17 FL LEN 20 AN+15

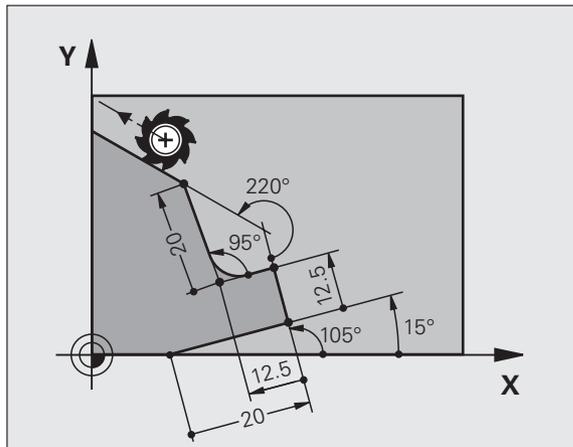
18 FL AN+105 LEN 12.5

19 FL PAR 17 DP 12.5

20 FSELECT 2

21 FL LEN 20 IAN+95

22 FL IAN+220 RAN 18



## 相对程序段 N 的数据： 圆心 CC



相对数据的坐标和角度必须用增量尺寸编程。还必须输入所相对的轮廓元素程序段编号。

## 已知数据

## 软键

相对程序段 N 的圆心直角坐标



相对程序段 N 的圆心极坐标



12 FL X+10 Y+10 RL

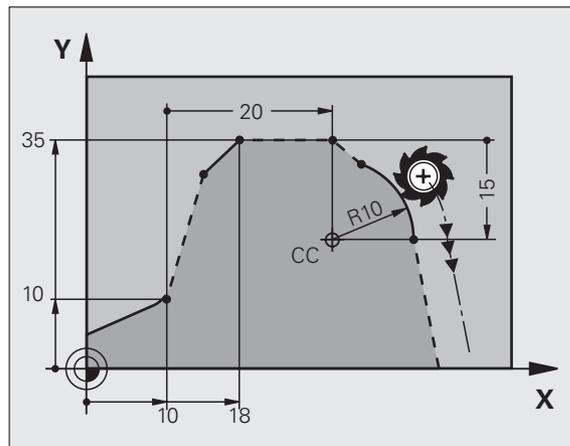
13 FL ...

14 FL X+18 Y+35

15 FL ...

16 FL ...

17 FC DR- R10 CCA+0 ICCX+20 ICCY-15 RCCX12 RCCY14



# 子程序和程序块重复

利用子程序和程序块重复功能，只需对加工过程编写一次程序，之后可以多次调用运行。

## 用子程序

- 1 主程序运行至子程序调用 **CALL LBL 1**。
- 2 子程序一有 **LBL 1** 标签—运行至 **LBL0** 的终点。
- 3 主程序恢复运行

将子程序放在主程序结束后面的编程习惯比较好（M2）。



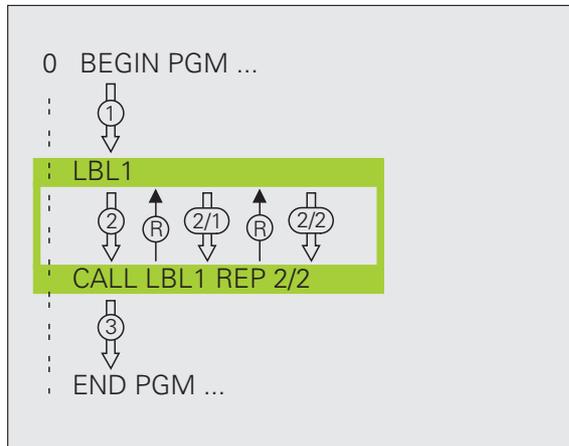
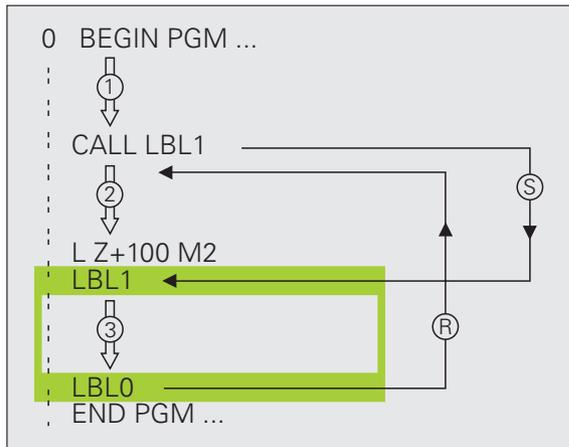
- 用 NO ENT（不输入）键回答对话提问 **REP**。
- 不能调用 **CALL LBL0**

## 使用程序块重复

- 1 主程序运行至程序块调用 **CALL LBL 1 REP2**。
- 2 **LBL 1** 和 **CALL LBL 1 REP2** 间的程序块重复运行“REP”（次数）要求的次数。
- 3 完成最后一次运行后，恢复主程序运行。



此外，程序块重复运行次数比编程的重复次数多一次。



## 子程序嵌套

### 子程序内的子程序

- 1 主程序运行至子程序调用 `CALL LBL 1`。
- 2 子程序 1 运行至第二个子程序调用 `CALL LBL 2`。
- 3 子程序 2 运行至终点。
- 4 子程序 1 恢复运行和运行至终点。
- 5 主程序恢复运行



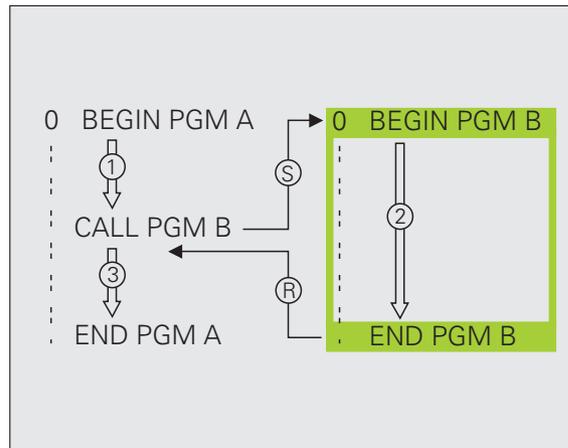
- 不允许子程序调用自身。
- 子程序嵌套深度最深至 8 层。

## 将任何所需程序作为子程序调用

- 1 调用的程序 A 运行至程序调用指令 **CALL PGM B**。
- 2 被调用程序 B 运行至其终点。
- 3 调用的程序 A 恢复运行。



被调用程序不能用 **M2** 或 **M30** 结束。



# 使用循环

有些常用的加工工艺用循环形式保存在 TNC 系统中。循环也提供坐标变换和多个特殊功能。



- 为避免循环定义中输入不正确信息，加工前应先进行程序图形测试。
- 循环参数 DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。
- 编号大于 200 的所有循环，TNC 自动沿刀具轴预定位刀具。

## 循环定义

CVCL  
DEF

- ▶ 选择循环概要：



钻孔/  
攻丝

- ▶ 选择循环组。



200

- ▶ 选择循环

## 循环组

啄钻，铰孔，镗孔，镗孔，攻丝和铣  
螺纹循环

钻孔/  
攻丝

铣型腔，凸台和槽的循环

型腔/  
凸台/  
凹槽

加工阵列点的循环，如圆弧阵列或直  
线阵列孔

图案

SL（子轮廓列表）循环用于平行于加  
工轮廓的方法加工由多个重叠的子轮  
廓、圆柱面插补组成的较为复杂的轮  
廓

SL II

平面或曲面的端面铣循环

多刀加工  
铣削

坐标变换循环，用于各轮廓的原点平  
移、旋转、镜像、放大和缩小

坐标  
变换

特殊循环，如停顿时间、程序调用、  
定向主轴停转和公差控制

特殊  
循环

## 循环编程的图形支持

定义循环期间，TNC 为编程人员提供输入参数的图形显示功能。

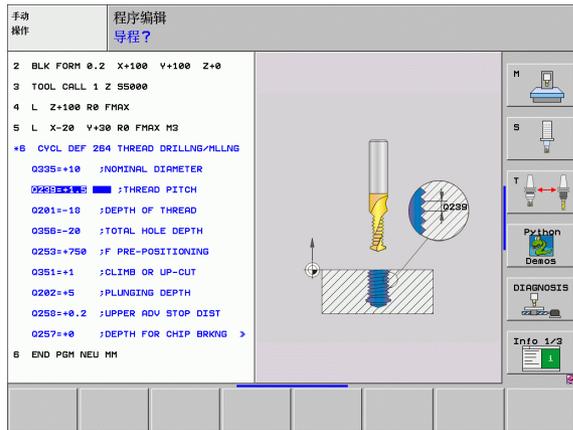
### 调用循环

以下循环一旦在零件程序中作了定义便自动生效。

- 坐标变换循环
- “停顿时间”循环
- SL 循环 “轮廓”和 “轮廓数据”
- 阵列孔
- “公差”循环

所有其他循环只有用以下指令调用后才生效

- **循环调用：** 有效程序段
- **循环调用阵列：** 点表和阵列定义一起有效的程序段
- **循环调用位置：** 达到循环调用位置程序段中定义的位置后有效的程序段
- **M99：** 有效程序段
- **M89：** 有效模式（取决于机床参数）



# 钻孔，攻丝与铣螺纹循环

## 概要

可用循环	页
240 定中心	47
200 钻孔	48
201 铰孔	49
202 镗孔	50
203 万能钻孔	51
204 反向镗	52
205 万能啄钻	53
208 镗铣	54
206 新攻丝	55
207 新刚性攻丝	56
209 断屑攻丝	57
262 铣螺纹	58
263 铣螺纹 / 镗孔	59
264 螺纹钻孔 / 铣螺纹	60
265 螺旋螺纹钻孔 / 铣削	61
267 铣外螺纹	62

## 定中心（循环 240）

- ▶ 循环定义：选择循环 400 定中心
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 选择深度 / 直径：选择是否基于输入的深度或直径执行定中心：Q343
  - ▶ 深度：工件表面与孔底之间的距离：Q201
  - ▶ 直径：代数符号决定加工方向：Q344
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 在孔底的停顿时间：Q211
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204

### 11 CYCL DEF 240 CENTERING

Q200=2 ; 安全高度

Q343=1 ; 选择深度 / 直径

Q201=+0 ; 深度

Q344=-10 ; 直径

Q206=250 ; 切入进给速率

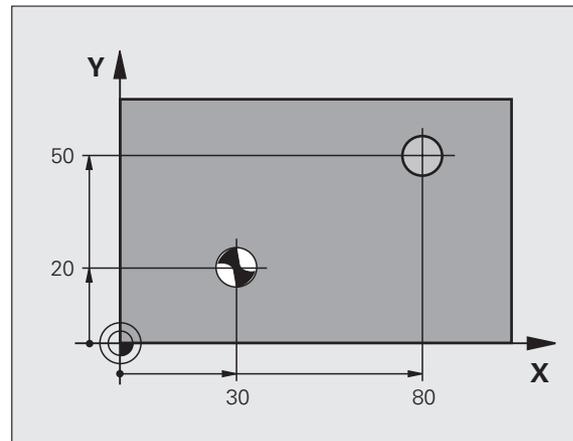
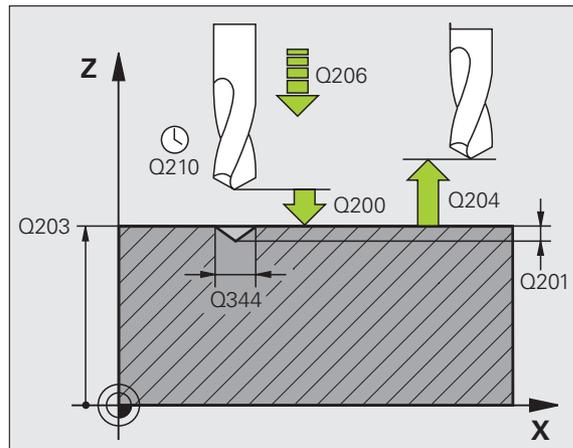
Q211=0 ; 在孔底的停顿时间

Q203=+20 ; 表面坐标

Q204=100 ; 第二安全高度

12 CYCL CALL POS X+30 Y+20 M3

13 CYCL CALL POS X+80 Y+50



## 钻孔（循环 200）

- ▶ 循环定义：选择循环 200 钻孔
- ▶ 安全高度：Q200
- ▶ 深度：工件表面与孔底之间的距离：Q201
- ▶ 切入进给速率：Q206
- ▶ 切入深度：Q202
- ▶ 在顶部停顿时间：Q210
- ▶ 工件表面坐标：Q203
- ▶ 第二安全高度：Q204
- ▶ 在孔底的停顿时间：Q211

11 CYCL DEF 200 DRILLING

Q200=2 ; 安全高度

Q201=-15 ; 深度

Q206=250 ; 切入进给速率

Q202=5 ; 停顿深度

Q210=0 ; 在顶部停顿时间

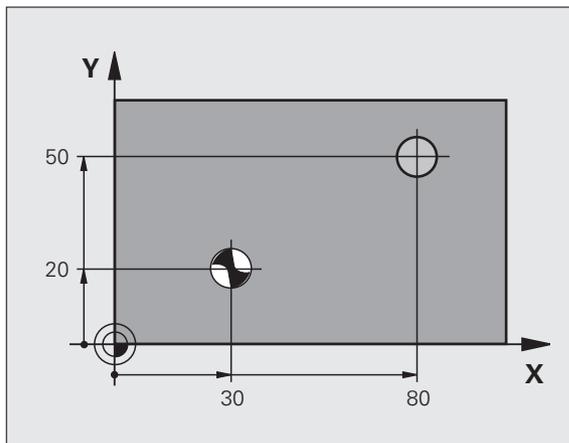
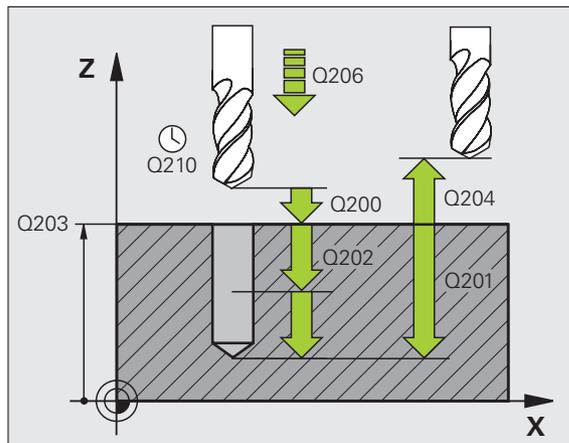
Q203=+20 ; 表面坐标

Q204=100 ; 第二安全高度

Q211=0.1 ; 在孔底的停顿时间

12 CYCL CALL POS X+30 Y+20 M3

13 CYCL CALL POS X+80 Y+50



## 铰孔（循环 201）

- ▶ 循环定义：选择循环 201 铰孔
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 深度：工件表面与孔底之间的距离：Q201
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 在孔底的停顿时间：Q211
  - ▶ 退刀进给速率：Q208
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204

10 L Z+100 R0 FMAX

11 CYCL DEF 201 REAMING

Q200=2 ; 安全高度

Q201=-15 ; 深度

Q206=100 ; 切入进给速率

Q211=0.5 ; 在孔底的停顿时间

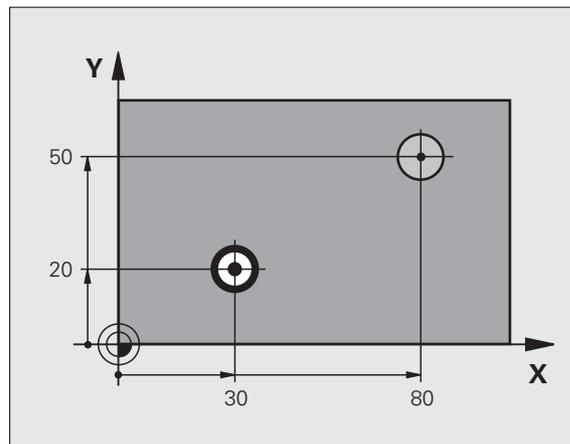
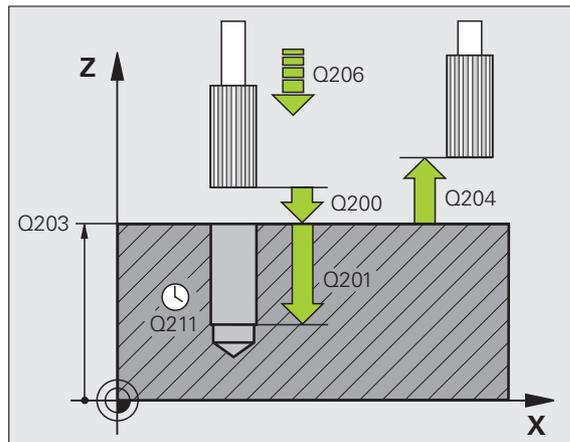
Q208=250 ; 退刀速率

Q203=+20 ; 表面坐标

Q204=100 ; 第二安全高度

12 CYCL CALL POS X+30 Y+20 M3

13 CYCL CALL POS X+80 Y+50



## 镗孔（循环 202）

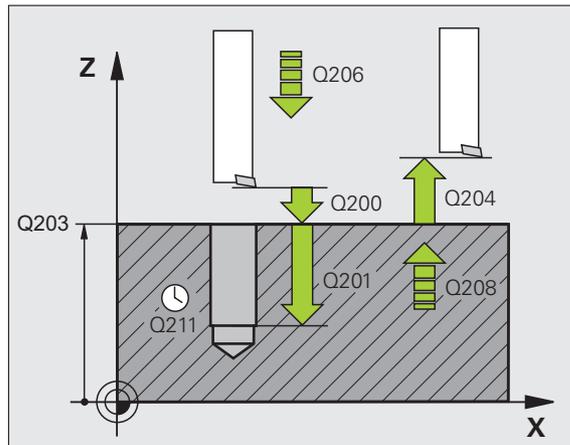


- 为使用“镗孔”循环，机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。
- 该循环需要用位置控制的主轴。



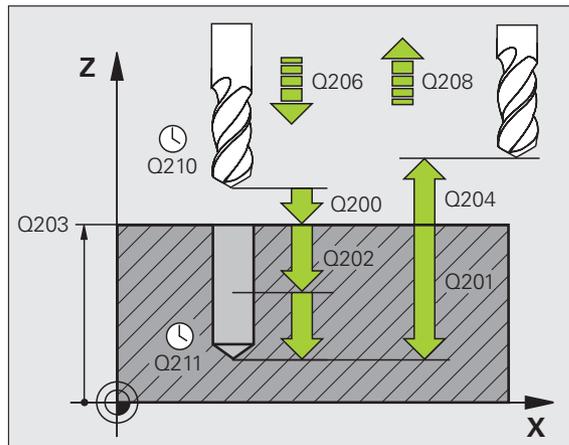
碰撞危险！ 选择使刀具离开孔壁的方向。

- ▶ 循环定义：选择循环 202 镗孔
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 深度：工件表面与孔底之间的距离：Q201
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 在孔底的停顿时间：Q211
  - ▶ 退刀进给速率：Q208
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204
  - ▶ 在孔底的退离方向（0/1/2/3/4）：Q214
  - ▶ 定向主轴角度：Q336



## 万能钻孔（循环 203）

- ▶ 循环定义：选择循环 203 万能钻孔
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 深度：工件表面与孔底之间的距离：Q201
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 切入深度：Q202
  - ▶ 在顶部停顿时间：Q210
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204
  - ▶ 各啄钻深度后的递减量：Q212
  - ▶ 退刀前断屑次数：Q213
  - ▶ 如果输入了递减量，最小啄钻深度：Q205
  - ▶ 在孔底的停顿时间：Q211
  - ▶ 退刀进给速率：Q208
  - ▶ 断屑退刀速率：Q256



## 反向镗孔（循环 204）



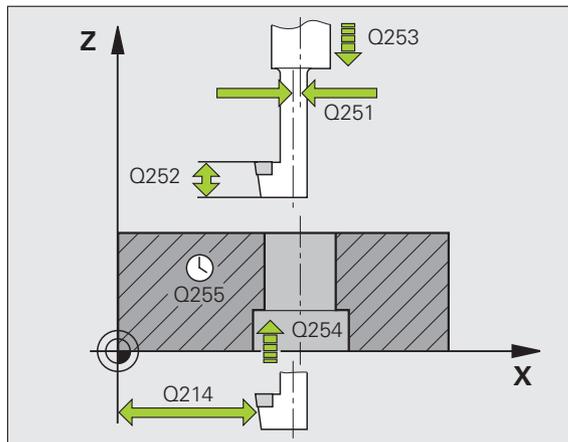
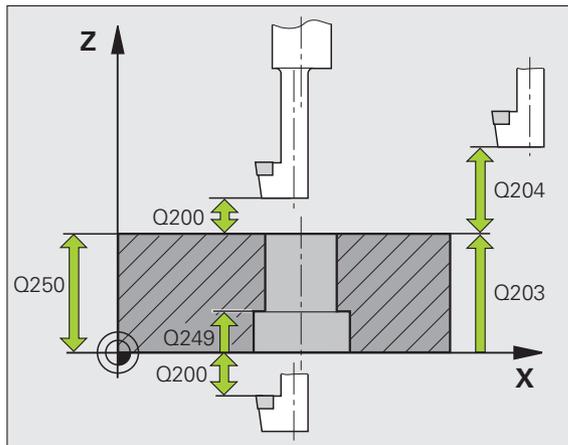
- 为使用“反向镗孔”循环，机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。
- 该循环需要用位置控制的主轴。



- 碰撞危险！选择使刀具离开反向镗孔底面的方向。
- 只有使用反向镗杆才能使用该循环。

### ▶ 循环定义：选择循环 204 反向镗孔

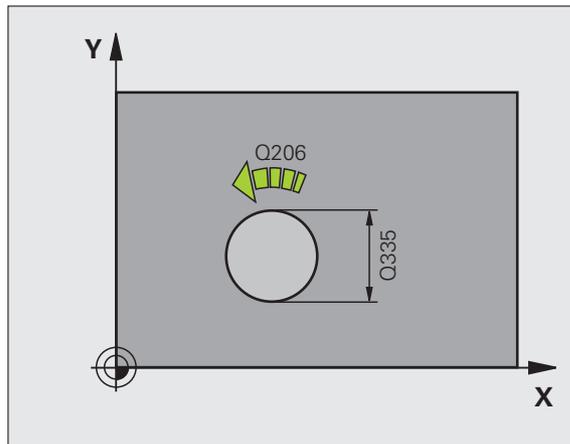
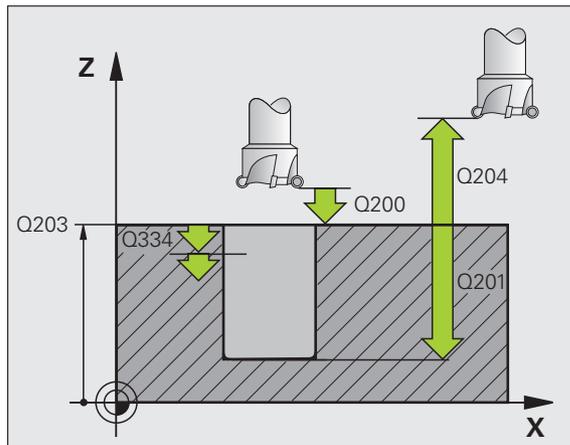
- ▶ 安全高度：Q200
- ▶ 反向镗孔深度：Q249
- ▶ 材料厚度：Q250
- ▶ 刀刃偏心距离：Q251
- ▶ 刀刃高度：Q252
- ▶ 预定位进给速率：Q253
- ▶ 反向镗孔进给速率：Q254
- ▶ 在反向镗孔的停顿时间：Q255
- ▶ 工件表面坐标：Q203
- ▶ 第二安全高度：Q204
- ▶ 退离方向（0/1/2/3/4）：Q214
- ▶ 定向主轴角度：Q336





## 镗铣（循环 208）

- ▶ 用 R0 预定位至孔的中心
- ▶ 循环定义：选择循环 208 镗铣
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 深度：工件表面与孔底之间的距离：Q201
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 一个螺旋的进给量：Q334
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204
  - ▶ 孔的名义直径：Q335
  - ▶ 定心钻直径：Q342
- 铣削类型：Q351
  - 顺铣：+1
  - 逆铣：-1



### 12 CYCL DEF 208 BORE MILLING

Q200=2	；安全高度
Q201=-80	；深度
Q206=150	；切入进给速率
Q334=1.5	；切入深度
Q203=+100	；表面坐标
Q204=50	；第二安全高度
Q335=25	；名义直径
Q342=0	；粗铣直径
Q351=0	；顺铣或逆铣

## 用浮动夹头攻丝架的新攻丝（循环 206）



加工右旋螺纹时，用 M3 启动主轴旋转，加工左旋螺纹时用 M4。

- ▶ 插入浮动夹头攻丝架
- ▶ 循环定义：选择循环 **206 新攻丝**
  - ▶ 安全高度： **Q200**
  - ▶ 孔总深度： 螺纹长度 = 工件表面与螺纹端头间的距离： **Q201**
  - ▶ 进给速率  $F = \text{主轴转速 } S \times \text{螺距 } P$ ： **Q206**
  - ▶ 输入停顿时间（0 至 0.5 秒之间）： **Q211**
  - ▶ 工件表面坐标： **Q203**
  - ▶ 第二安全高度： **Q204**

**25 CYCL DEF 206 TAPPING NEW**

**Q200=2 ; 安全高度**

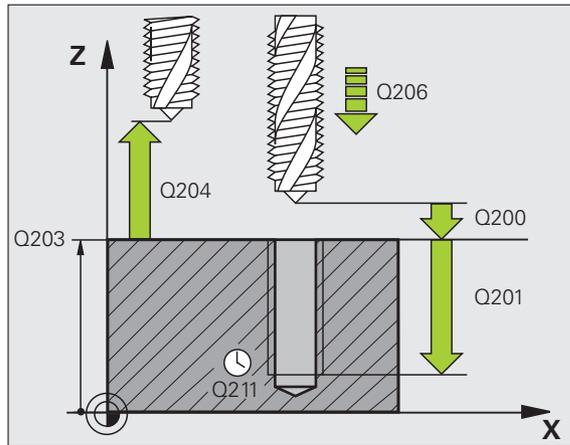
**Q201=-20 ; 深度**

**Q206=150 ; 切入进给速率**

**Q211=0.25 ; 在孔底的停顿时间**

**Q203=+25 ; 表面坐标**

**Q204=50 ; 第二安全高度**



## 不用浮动夹头攻丝架新刚性攻丝（循环 207）



- 为使用刚性攻丝功能，机床制造商必须对机床和数控系统进行专门设置。
- 该循环需要用位置控制的主轴。

### ▶ 循环定义：选择循环 207 新攻丝

- ▶ 安全高度：Q200
- ▶ 孔总深度：螺纹长度 = 工件表面与螺纹端头间的距离：Q201
- ▶ 螺距：Q239  
代数符号决定右旋和左旋螺纹：  
右旋螺纹：+  
左旋螺纹：-
- ▶ 工件表面坐标：Q203
- ▶ 第二安全高度：Q204

26 CYCL DEF 207 RIGID TAPPING NEW

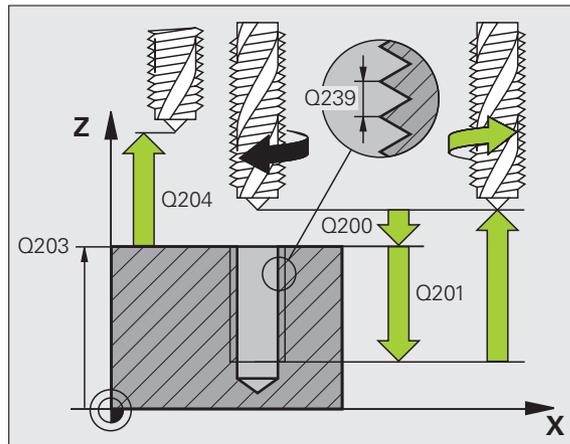
Q200=2 ; 安全高度

Q201=-20 ; 深度

Q239=+1 ; 螺距

Q203=+25 ; 表面坐标

Q204=50 ; 第二安全高度



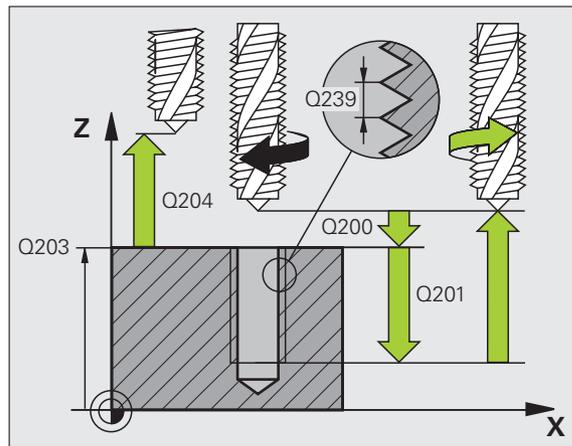
## 断屑攻丝（循环 209）



- 为使用攻丝功能，机床制造商必须对机床和数控系统进行专门设置。
- 该循环需要用位置控制的主轴。

### ▶ 循环定义：旋转循环 209 断屑攻丝

- ▶ 安全高度：Q200
- ▶ 孔总深度：螺纹长度 = 工件表面与螺纹端头间的距离：Q201
- ▶ 螺距：Q239  
代数符号决定右旋和左旋螺纹：  
右旋螺纹：+  
左旋螺纹：-
- ▶ 工件表面坐标：Q203
- ▶ 第二安全高度：Q204
- ▶ 断屑进给深度：Q257
- ▶ 断屑退刀速率：Q256
- ▶ 定向主轴角度：Q336
- ▶ 退刀的转速系数：Q403

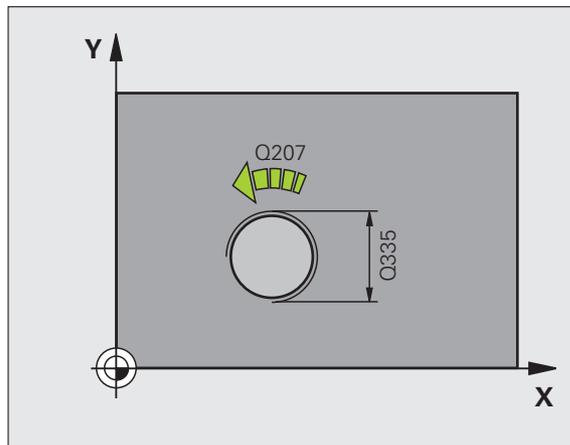
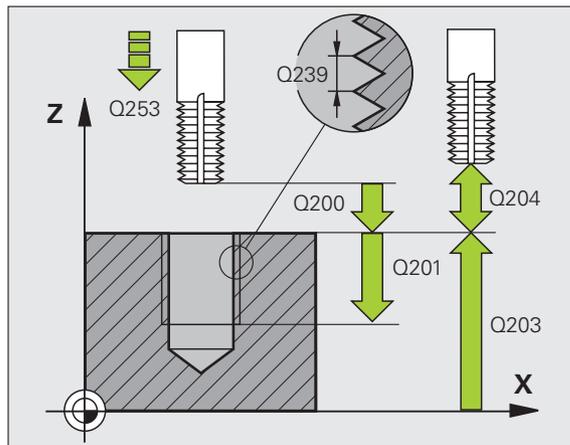


## 螺纹铣削（循环 262）

- ▶ 用 R0 预定位至孔的中心
- ▶ 循环定义：选择循环 262 铣螺纹
  - ▶ 螺纹名义直径：Q335
  - ▶ 螺距：Q239
    - 代数字符号决定右旋和左旋螺纹：
    - 右旋螺纹：+
    - 左旋螺纹：-
  - ▶ 螺纹深度：工件表面与螺纹端头间的距离：Q201
  - ▶ 每步的螺纹数：Q355
  - ▶ 预定位进给速率：Q253
  - ▶ 铣削类型：Q351
    - 顺铣：+1
    - 逆铣：-1
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204
  - ▶ 铣削进给速率：Q207

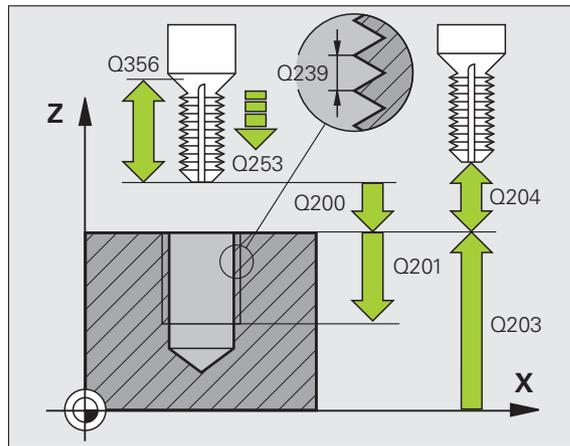
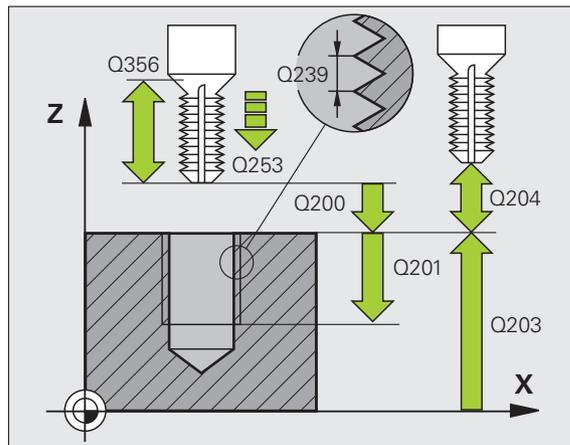


注意，TNC 在接近运动前将沿刀具轴作补偿运动。补偿运动的长度取决于螺距。一定要保证孔内有足够的空间！



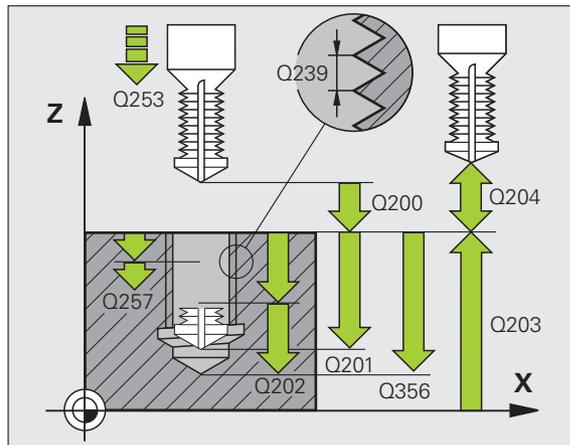
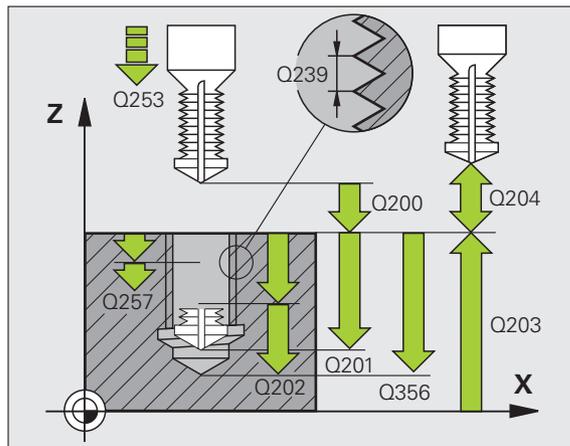
## 铣螺纹 / 镗孔 (循环 263)

- ▶ 用 R0 预定位至孔的中心
- ▶ 循环定义: 选择循环 263 铣螺纹和镗孔
  - ▶ 螺纹名义直径: Q335
  - ▶ 螺距: Q239
  - 代数字号决定右旋和左旋螺纹:
    - 右旋螺纹: +
    - 左旋螺纹: -
  - ▶ 螺纹深度: 工件表面与螺纹端头间的距离: Q201
  - ▶ 镗孔深度: 工件表面与孔底之间的距离: Q356
  - ▶ 预定位进给速率: Q253
  - ▶ 铣削类型: Q351
    - 顺铣: +1
    - 逆铣: -1
  - ▶ 安全高度: Q200
  - ▶ 横向安全距离: Q357
  - ▶ 正面下沉深度: Q358
  - ▶ 正面镗孔偏移量: Q359
  - ▶ 工件表面坐标: Q203
  - ▶ 第二安全高度: Q204
  - ▶ 反向镗孔进给速率: Q254
  - ▶ 铣削进给速率: Q207



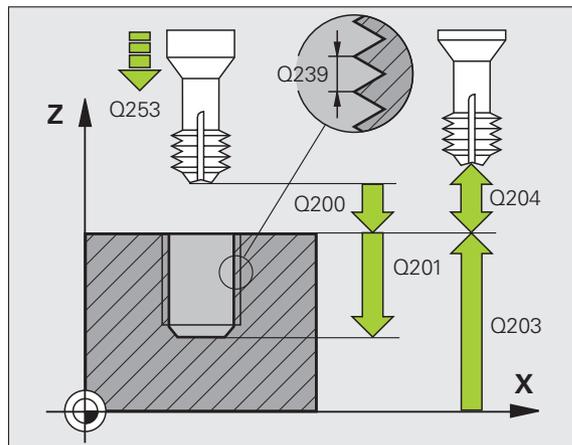
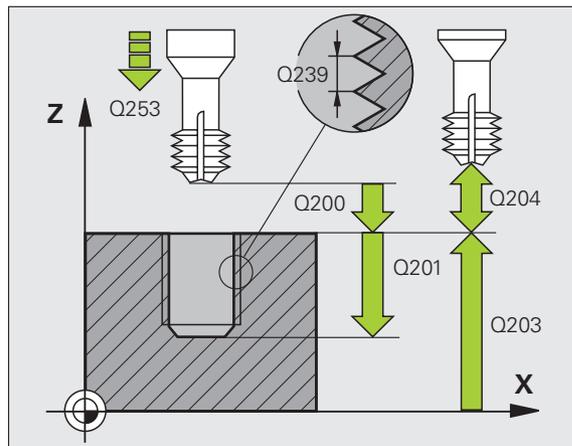
## 螺纹钻孔 / 铣削 (循环 264)

- ▶ 用 R0 预定位至孔的中心
- ▶ 循环定义：选择循环 264 螺纹钻孔和铣削
  - ▶ 螺纹名义直径：Q335
  - ▶ 螺距：Q239
    - 代数符号决定右旋和左旋螺纹：
    - 右旋螺纹：+
    - 左旋螺纹：-
  - ▶ 螺纹深度：工件表面与螺纹端头间的距离：Q201
  - ▶ 孔总深度：工件表面与孔底之间的距离：Q356
  - ▶ 预定位进给速率：Q253
  - ▶ 铣削类型：Q351
    - 顺铣：+1
    - 逆铣：-1
  - ▶ 切入深度：Q202
  - ▶ 上进刀停止距离：Q258
  - ▶ 断屑进给深度：Q257
  - ▶ 断屑退刀速率：Q256
  - ▶ 在孔底的停顿时间：Q211
  - ▶ 正面下沉深度：Q358
  - ▶ 正面镗孔偏移量：Q359
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 铣削进给速率：Q207



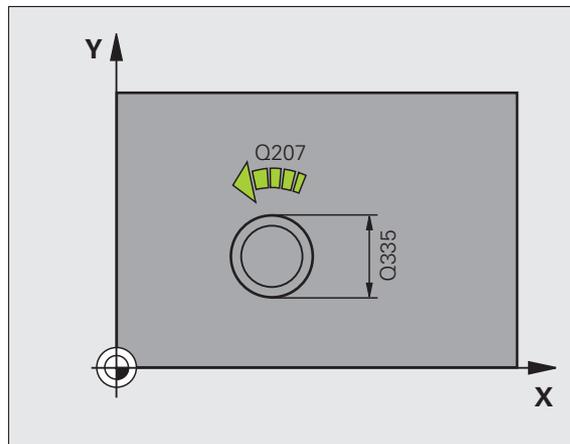
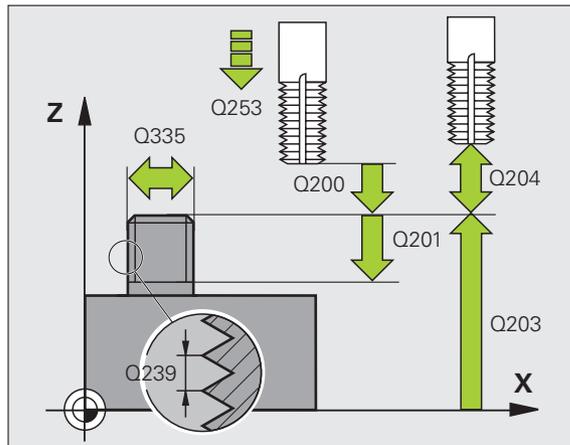
## 螺旋螺纹钻孔 / 铣削 (循环 265)

- ▶ 用 R0 预定位至孔的中心
- ▶ 循环定义：选择循环 265 螺旋螺纹钻孔和铣削
  - ▶ 螺纹名义直径：Q335
  - ▶ 螺距：Q239
    - 代数符号决定右旋和左旋螺纹：
      - 右旋螺纹：+
      - 左旋螺纹：-
  - ▶ 螺纹深度：工件表面与螺纹端头间的距离：Q201
  - ▶ 预定位进给速率：Q253
  - ▶ 正面下沉深度：Q358
  - ▶ 正面镗孔偏移量：Q359
  - ▶ 镗孔 Q360
  - ▶ 切入深度：Q202
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204
  - ▶ 反向镗孔进给速率：Q254
  - ▶ 铣削进给速率：Q207



## 铣外螺纹（循环 267）

- ▶ 用 R0 预定位至孔的中心
- ▶ 循环定义：选择循环 267 铣外螺纹
  - ▶ 螺纹名义直径：Q335
  - ▶ 螺距：Q239
    - 代数符号决定右旋和左旋螺纹：
    - 右旋螺纹：+
    - 左旋螺纹：-
  - ▶ 螺纹深度：工件表面与螺纹端头间的距离：Q201
  - ▶ 每步的螺纹数：Q355
  - ▶ 预定位进给速率：Q253
  - ▶ 铣削类型：Q351
    - 顺铣：+1
    - 逆铣：-1
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 正面下沉深度：Q358
  - ▶ 正面镗孔偏移量：Q359
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204
  - ▶ 反向镗孔进给速率：Q254
  - ▶ 铣削进给速率：Q207



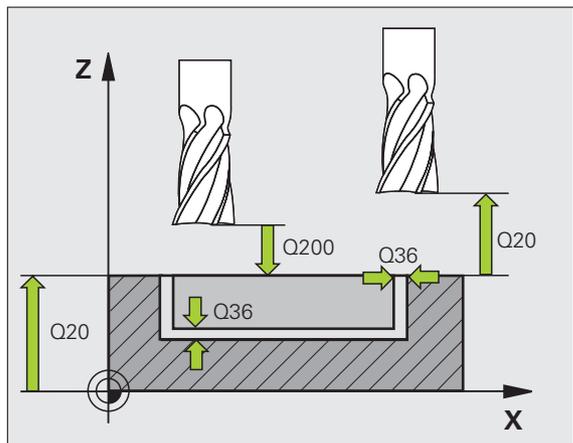
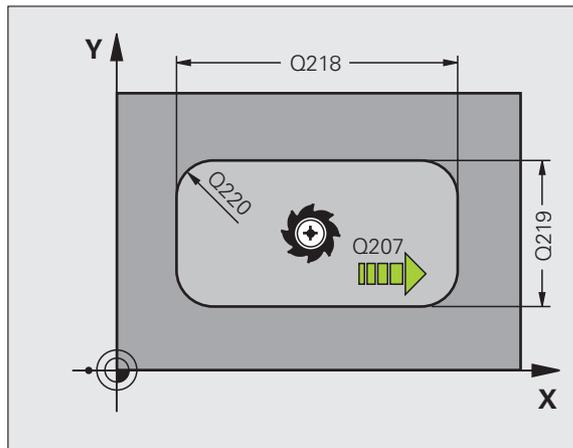
# 型腔，凸台和槽

## 概要

可用循环	页
251 完整矩形型腔	64
252 完整圆弧型腔	65
253 完整槽	66
254 完整圆弧槽	67
256 矩形凸台	68
257 圆弧凸台	69

## 矩形型腔（循环 251）

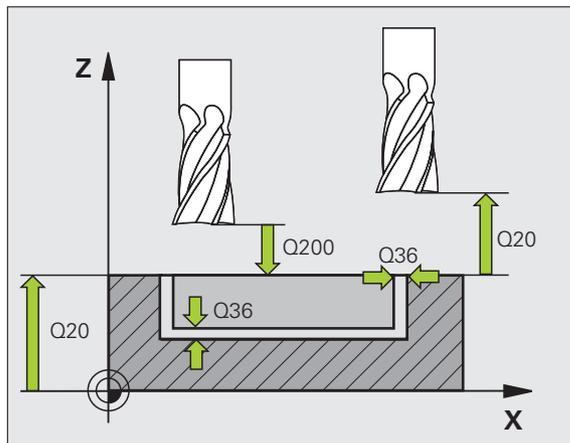
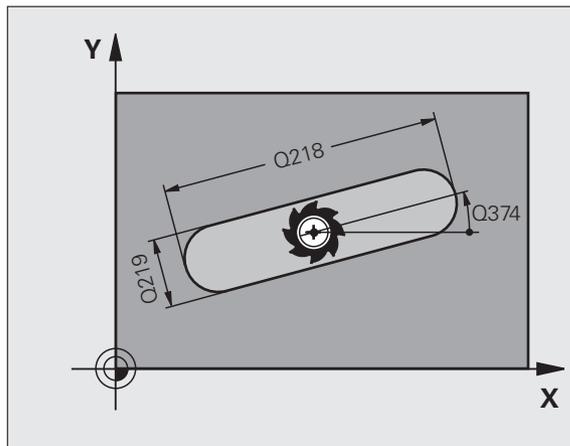
- ▶ 循环定义：选择循环 251 矩形型腔
- ▶ 加工方式（0/1/2）：Q215
- ▶ 第 1 边长：Q218
- ▶ 第 2 边长：Q219
- ▶ 角点半径：Q220
- ▶ 侧面的精铣余量：Q368
- ▶ 旋转角度：Q224
- ▶ 型腔位置：Q367
- ▶ 铣削进给速率：Q207
- ▶ 铣削类型：Q351。顺铣：+1；逆铣：-1
- ▶ 深度：工件表面与型腔底部之间的距离：Q201
- ▶ 切入深度：Q202
- ▶ 底面的精铣余量：Q369
- ▶ 切入进给速率：Q206
- ▶ 精铣进给量：Q338
- ▶ 安全高度：Q200
- ▶ 工件表面坐标：Q203
- ▶ 2. 安全高度：Q204
- ▶ 路径行距系数：Q370
- ▶ 切入方式：Q366。0 = 垂直切入；1 = 螺旋切入；2 = 往复切入
- ▶ 精铣进给速率：Q385





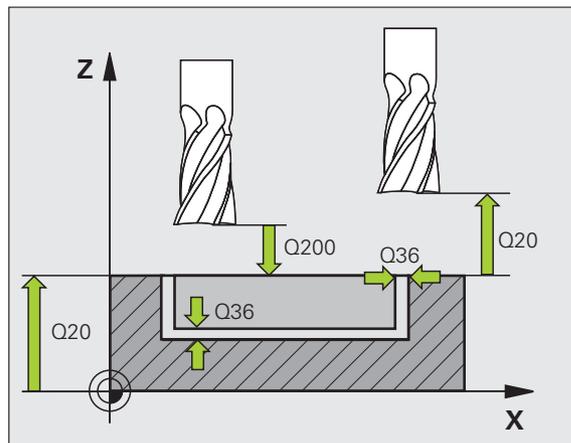
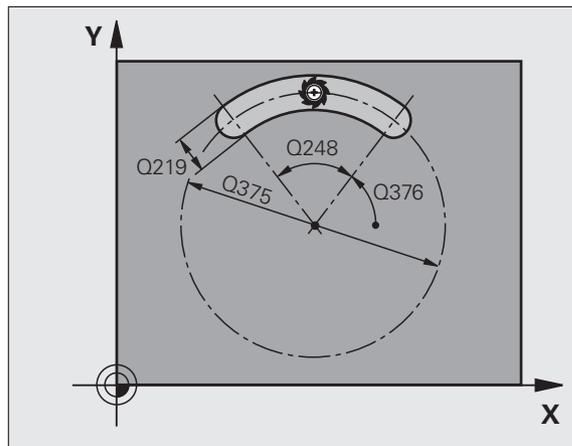
## 铣直槽 (循环 253)

- ▶ 循环定义: 选择循环 253 铣直槽
- ▶ 加工方式 (0/1/2): Q215
- ▶ 第 1 边长: Q218
- ▶ 第 2 边长: Q219
- ▶ 侧面的精铣余量: Q368
- ▶ 旋转整个槽的角度: Q374
- ▶ 槽位置 (0/1/2/3/4): Q367
- ▶ 铣削进给速率: Q207
- ▶ 铣削类型: Q351。顺铣: +1; 逆铣: -1
- ▶ 深度: 工件表面与槽底之间的距离: Q201
- ▶ 切入深度: Q202
- ▶ 底面的精铣余量: Q369
- ▶ 切入进给速率: Q206
- ▶ 精铣进给量: Q338
- ▶ 安全高度: Q200
- ▶ 工件表面坐标: Q203
- ▶ 2. 安全高度: Q204
- ▶ 切入方式: Q366。0 = 垂直切入; 1 = 往复切入
- ▶ 精铣进给速率: Q385



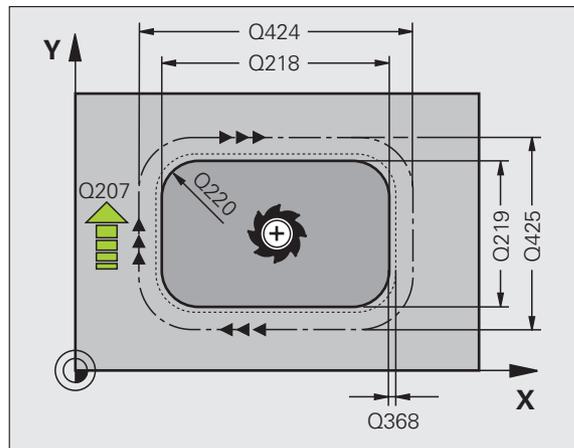
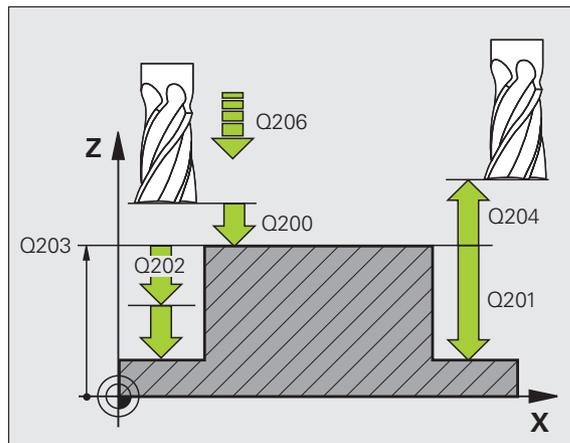
## 圆弧槽（循环 254）

- ▶ 循环定义：选择循环 254 圆弧槽
  - ▶ 加工方式（0/1/2）：Q215
  - ▶ 第 2 边长：Q219
  - ▶ 侧面的精铣余量：Q368
  - ▶ 节圆直径：Q375
  - ▶ 槽位置（0/1/2/3）：Q367
  - ▶ 第 1 轴的中心：Q216
  - ▶ 第 2 轴的中心：Q217
  - ▶ 起始角：Q376
  - ▶ 角长：Q248
  - ▶ 角增量：Q378
  - ▶ 重复次数：Q377
  - ▶ 铣削进给速率：Q207
  - ▶ 铣削类型：Q351。顺铣：+1；逆铣：-1
  - ▶ 深度：工件表面与槽底之间的距离：Q201
  - ▶ 切入深度：Q202
  - ▶ 底面的精铣余量：Q369
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 精铣进给量：Q338
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 2. 安全高度：Q204
  - ▶ 切入方式：Q366。0 = 垂直切入；1 = 螺旋切入
  - ▶ 精铣进给速率：Q385



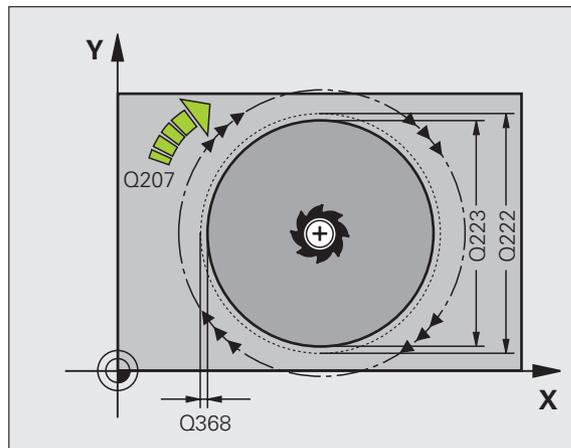
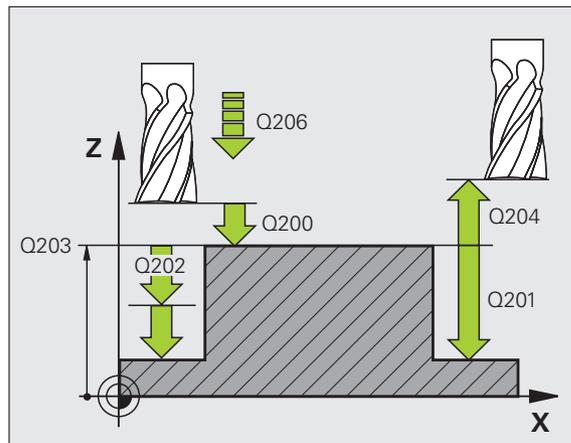
## 矩形凸台（循环 256）

- ▶ 循环定义：选择循环 256 矩形凸台
  - ▶ 第 1 边长：Q218
  - ▶ 工件毛坯尺寸：Q424
  - 第 2 边长：Q219
  - ▶ 工件毛坯尺寸 2：Q425
  - 角点半径：Q220
  - ▶ 侧面的精铣余量：Q368
  - ▶ 旋转角度：Q224
  - ▶ 凸台位置：Q367
  - ▶ 铣削进给速率：Q207
  - ▶ 铣削类型：Q351。顺铣：+1；逆铣：-1
  - ▶ 深度：工件表面与凸台之间的距离：Q201
  - ▶ 切入深度：Q202
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 2. 安全高度：Q204
  - 路径行距系数：Q370



## 圆弧凸台（循环 257）

- ▶ 循环定义：选择循环 257 圆弧凸台
  - ▶ 零件最终直径：Q223
  - ▶ 工件毛坯直径：Q222
  - 侧面的精铣余量：Q368
  - ▶ 铣削进给速率：Q207
  - ▶ 铣削类型：Q351。顺铣：+1；逆铣：-1
  - ▶ 深度：工件表面与凸台之间的距离：Q201
  - ▶ 切入深度：Q202
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 2. 安全高度：Q204
  - ▶ 路径行距系数：Q370



# 阵列孔

## 概要

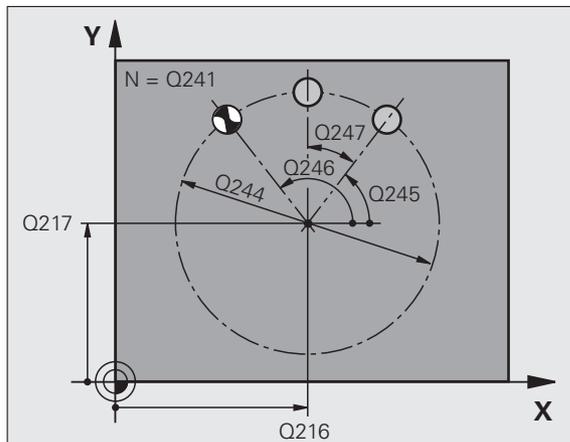
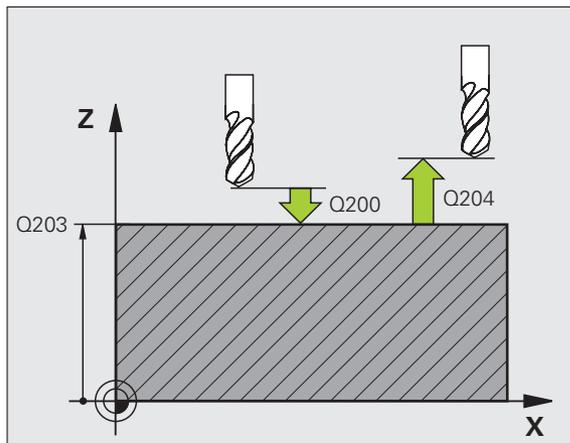
可用循环	页
220 圆弧阵列	70
221 直线阵列	71

## 圆弧阵列（循环 220）

- ▶ 循环定义：选择循环 220 圆弧阵列
  - ▶ 第 1 轴的中心：Q216
  - ▶ 第 2 轴的中心：Q217
  - ▶ 节圆直径：Q244
  - ▶ 起始角：Q245
  - ▶ 停止角：Q246
  - ▶ 角增量：Q247
  - ▶ 重复次数：Q241
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204
  - ▶ 移到间隔高度：Q301
  - ▶ 移动类型：Q365



循环 200 可与以下循环一起使用 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 240, 256, 257, 215, 251, 252, 253, 254, 262, 263, 264, 265, 267.



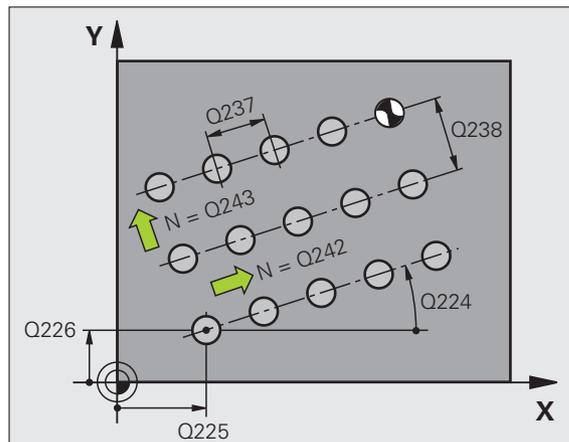
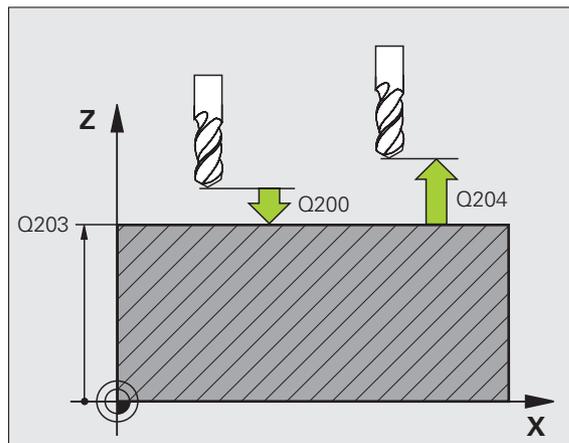
## 直线阵列（循环 221）

- ▶ 循环定义：选择循环 221 直线阵列
  - ▶ 第 1 轴起点：Q225
  - ▶ 第 2 轴起点：Q226
  - ▶ 第 1 轴的间距：Q237
  - ▶ 第 2 轴的间距：Q238
  - ▶ 列数：Q242
  - ▶ 行数：Q243
  - ▶ 旋转角度：Q224
  - ▶ 安全高度：Q200
  - ▶ 工件表面坐标：Q203
  - ▶ 第二安全高度：Q204
  - ▶ 移到间隔高度：Q301



- 循环 221 直线阵列在定义后立即生效。
- 循环 221 自动调用最后定义的固定循环。
- 循环 221 可与以下循环一起使用：1, 2, 3, 4, 5, 17, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 240, 251, 252, 253, 256, 257, 262, 263, 264, 265, 267
- 一起使用时，安全高度、表面坐标和第 2 安全高度一定取自循环 221。

TNC 自动沿刀具轴和在加工面上预定位刀具。



# SL 循环

## 概要

可用循环	页
14 轮廓	74
20 轮廓数据	75
21 定心钻	76
22 粗加工	76
23 底面精铣	77
24 侧面精铣	77
25 轮廓链	78
27 圆柱面	79
28 圆柱面槽	80
29 圆柱面凸台	81
39 圆柱面轮廓	82

---

## 一般信息

加工由多个子轮廓构成的轮廓时，SL 循环非常有用（子轮廓数量可达 12 个凸台或型腔）。

子轮廓用子程序定义。



使用子轮廓时，必须注意：

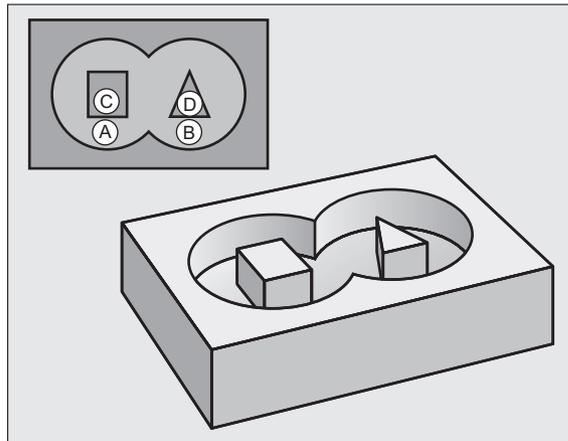
- **型腔**是指用刀具加工内轮廓，**凸台**是加工外轮廓。
- 刀具沿**刀具轴**的**接近**和**离开**以及**进给**用 SL 循环编程。
- 在循环 14（轮廓几何特征）列表中的每个轮廓必须是封闭轮廓。
- SL 循环程序的存储能力有限制。例如，一个 SL 循环中最多可编程 2048 个直线程序段。



循环 25（轮廓链）的轮廓不允许封闭。



实际加工零件前，最好进行图形测试运行。这样可以确保轮廓被正确定义。



## 轮廓几何特征（循环 14）

循环 14 **轮廓几何特征**用于详列叠加构成一个完整封闭轮廓的子程序。

- ▶ 循环定义：选择循环 14 **轮廓几何特征**
  - ▶ 轮廓标记号：通过叠加构成一个完整封闭轮廓的子程序 LABEL（标记）号列表。



循环 14（轮廓几何特征）在定义后立即生效。

```
4 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY
```

```
5 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1/2/3
```

```
...
```

```
36 L Z+200 RO FMAX M2
```

```
37 LBL1
```

```
38 L X+0 Y+10 RR
```

```
39 L X+20 Y+10
```

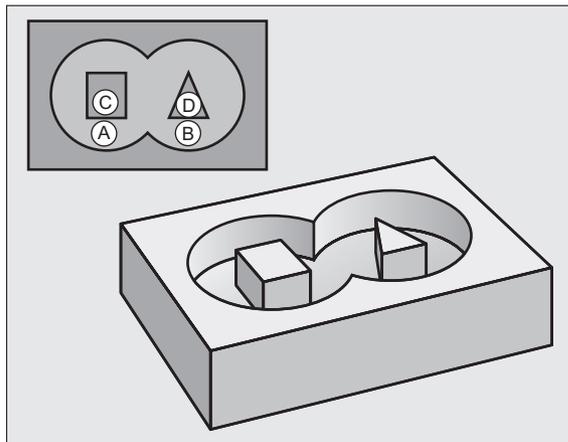
```
40 CC X+50 Y+50
```

```
...
```

```
45 LBL0
```

```
46 LBL2
```

```
...
```



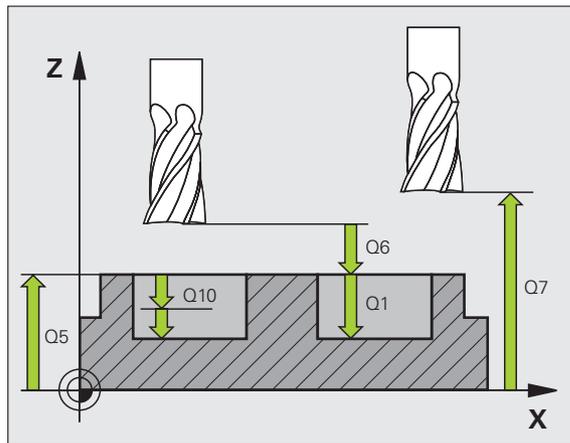
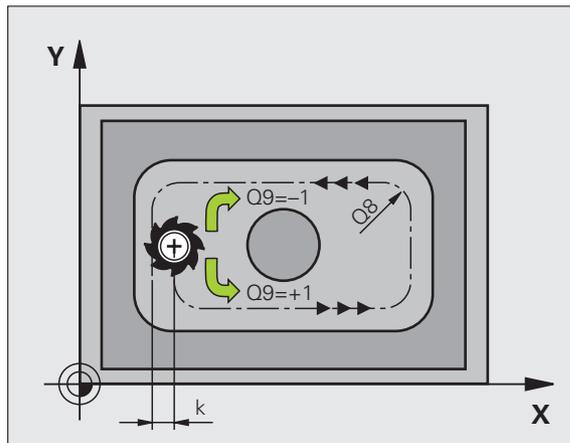
## 轮廓数据（循环 20）

循环 20 轮廓数据定义循环 21 至 24 的加工信息。

- ▶ 循环定义：选择循环 20 轮廓数据
  - ▶ 铣削深度：工件表面与型腔底部之间的距离：Q1
  - ▶ 路径行距系数：Q2
  - ▶ 侧面的精铣余量：Q3
  - ▶ 底面的精铣余量：Q4
  - ▶ 工件表面坐标：工件表面相对当前原点的坐标：Q5
  - ▶ 安全高度：刀具至工件表面的距离：Q6
  - ▶ 间隔高度：这个高度可以避免与工件碰撞：Q7
  - ▶ 内角半径：相对刀具中点路径的内角倒圆半径：Q8
  - ▶ 旋转方向：Q9：顺时针  $Q9 = -1$ ；逆时针  $Q9 = +1$



循环 20 轮廓数据在定义后立即生效。



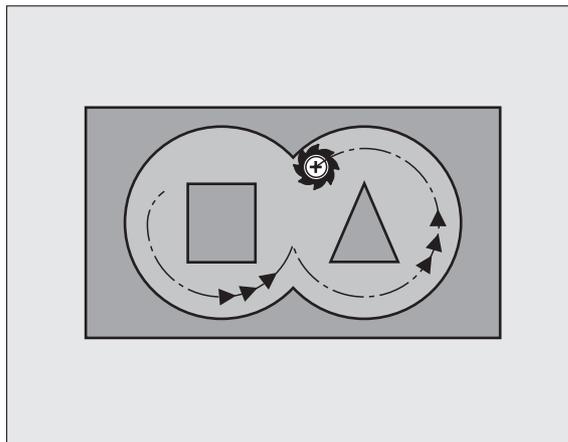
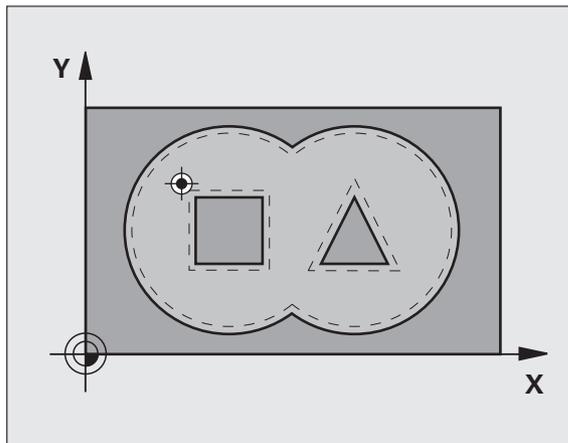
## 定心钻（循环 21）

- ▶ 循环定义：选择循环 21 定心钻
  - ▶ 切入深度：Q10 增量
  - ▶ 切入进给速率：Q11
  - ▶ 粗铣刀编号：Q13

## 粗铣（循环 22）

刀具沿平行方向用每个啄钻深度运动至轮廓。

- ▶ 循环定义：选择循环 22 粗加工
  - ▶ 切入深度：Q10
  - ▶ 切入进给速率：Q11
  - ▶ 粗加工进给速率：Q12
  - ▶ 粗铣刀编号：Q18
  - ▶ 往复进给速率：Q19
  - ▶ 退刀进给速率：Q208
  - ▶ 进给速率系数（%）：刀具完全结合时进给速率的降低比例：Q401
  - ▶ 半精加方式：指定 TNC 执行半精铣方式：Q404



## 底面精铣（循环 23）

精铣期间，表面被平行加工至轮廓和加工至“底面余量”中定义的深度。

- ▶ 循环定义：选择循环 **23 底面精铣**
  - ▶ 切入进给速率：**Q11**
  - 粗加工进给速率：**Q12**
  - ▶ 退刀进给速率：**Q208**



调用循环 23 前，调用循环 **22 粗加工**。

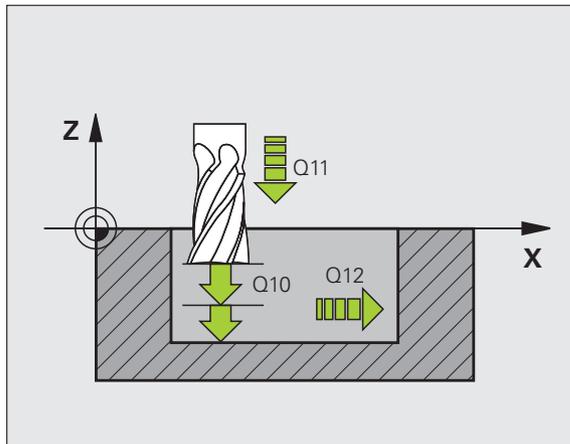
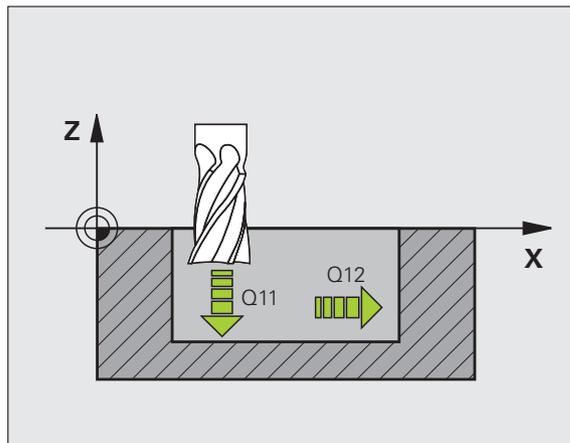
## 侧面精铣（循环 24）

精铣各个轮廓元素

- ▶ 循环定义：选择循环 **24 侧面精铣**
  - ▶ 旋转方向：**Q9**。顺时针  $Q9 = -1$ ；逆时针  $Q9 = +1$
  - ▶ 切入深度：**Q10**
  - ▶ 切入进给速率：**Q11**
  - ▶ 粗加工进给速率：**Q12**
  - ▶ 侧面的精铣余量：**Q14**；多道精铣的余量



调用循环 24 前，调用循环 **22 粗加工**。



## 轮廓链（循环 25）

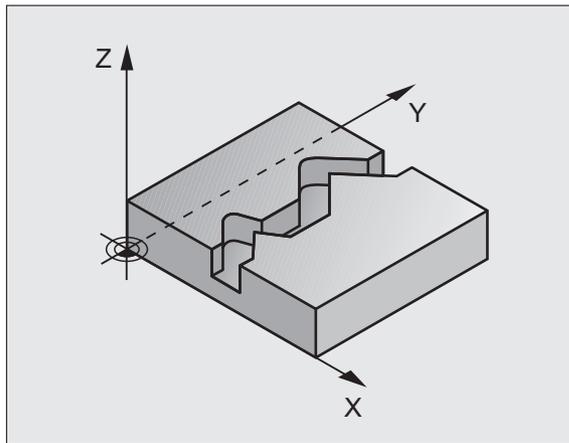
这个循环用于输入轮廓子程序中定义的开放轮廓的加工数据。

### ▶ 循环定义：选择循环 25 轮廓链

- ▶ 铣削深度：Q1
- ▶ 侧面的精铣余量：Q3。加工面上的精铣余量。
- ▶ 工件表面坐标：Q5。工件表面坐标
- ▶ 间隔高度：Q7：这个高度使刀具不能碰撞工件。
- ▶ 切入深度：Q10
- ▶ 切入进给速率：Q11
- ▶ 铣削进给速率：Q12
- ▶ 铣削类型：Q15。顺铣：Q15 = +1；逆铣：Q15 = -1；往复切入，多次进给：Q15 = 0



- 循环 14 轮廓几何特征只能有一个标记号。
- 子程序支持约 2048 个直线段。
- 调用循环后必须避免使用增量尺寸编程：碰撞危险。
- 调用循环后，运动到定义的绝对位置处。



## 圆柱面（循环 27，软件选装 1）



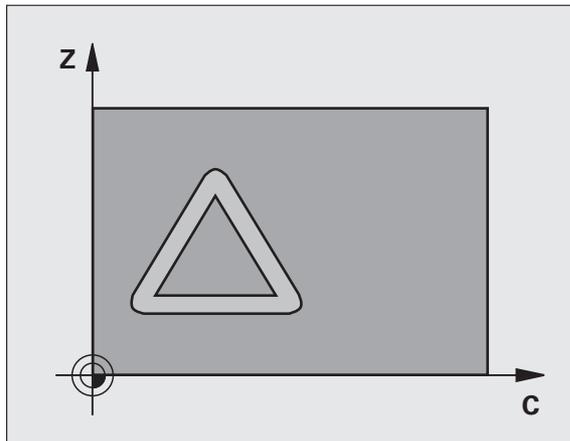
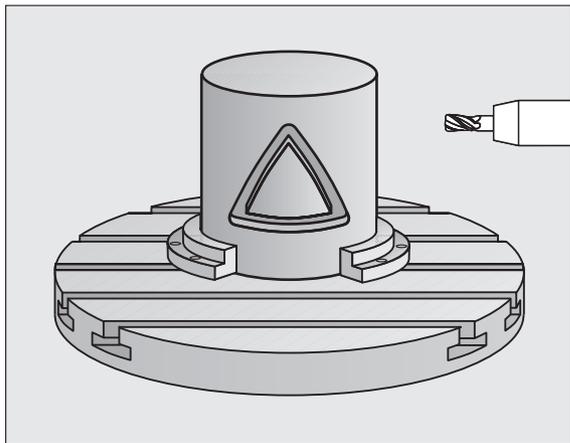
为使用**循环 27 圆柱面**，机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。

循环 **27 圆柱面**功能用于像用二维平面编程一样对圆柱面上的轮廓编程。然后，TNC 将其卷成圆柱面。

- ▶ 用子程序定义轮廓并加入循环 **14 轮廓几何特征**的列表中
- ▶ 循环定义：选择循环 **27 圆柱面**
  - ▶ 铣削深度： **Q1**
  - ▶ 侧面的精铣余量： **Q3**
  - ▶ 安全高度： **Q6**。刀具与工件表面之间的距离。
  - ▶ 切入深度： **Q10**
  - ▶ 切入进给速率： **Q11**
  - ▶ 铣削进给速率： **Q12**
  - ▶ 圆柱体半径： **Q16**。圆柱体半径
  - ▶ 尺寸类型： **Q17**。度 = 0； mm/inch = 1



- 工件必须被设置为与回转工作台的中心同心。
- 刀具轴必须垂直于回转工作台的旋转轴。
- 循环 **14 轮廓几何特征**只能有一个标记号。
- 子程序支持约 1024 个直线段。



## 圆柱面（循环 28，软件选装 1）



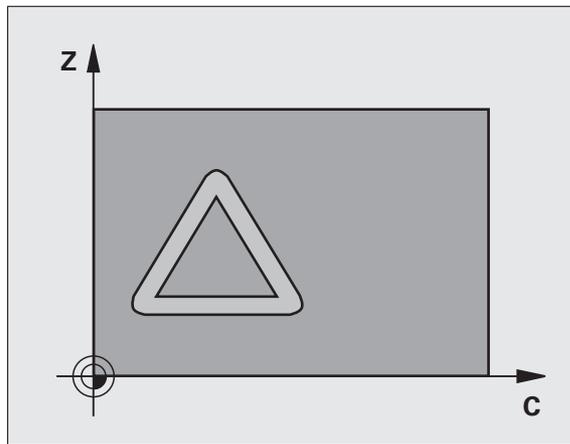
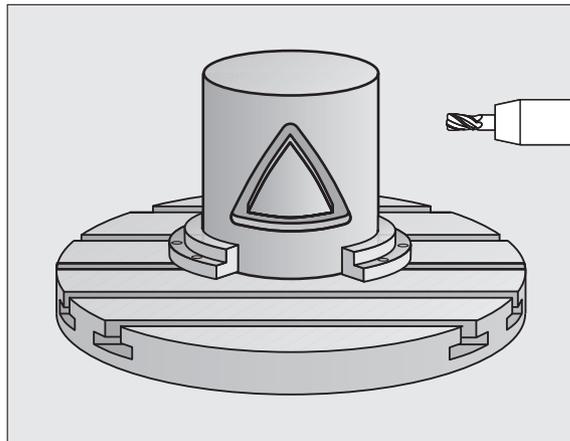
为使用**循环 28 圆柱面**，机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。

循环 **28 圆柱面** 允许只用两个轴进行槽编程，然后不改变槽壁角度在圆柱面上加工该槽。

- ▶ 用子程序定义轮廓并加入循环 **14 轮廓几何特征** 的列表中
- ▶ 循环定义：选择循环 **28 圆柱面**
  - ▶ 铣削深度： **Q1**
  - ▶ 侧面的精铣余量： **Q3**
  - ▶ 安全高度： **Q6**。刀具与工件表面之间的距离。
  - ▶ 切入深度： **Q10**
  - ▶ 切入进给速率： **Q11**
  - ▶ 铣削进给速率： **Q12**
  - ▶ 圆柱体半径： **Q16**。圆柱体半径
  - ▶ 尺寸类型： **Q17**。度 = 0； mm/inch = 1
  - ▶ 槽宽： **Q20**
  - ▶ 公差： **Q21**



- 工件必须被设置为与回转工作台的中心同心。
- 刀具轴必须垂直于回转工作台的旋转轴。
- 循环 **14 轮廓几何特征** 只能有一个标记号。
- 子程序支持约 2048 个直线段。



## 圆柱面（循环 29，软件选装 1）



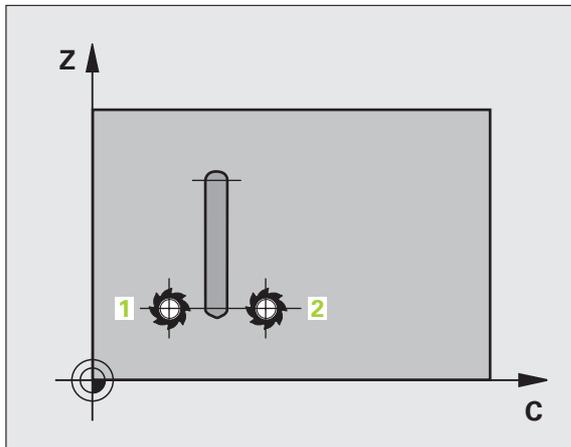
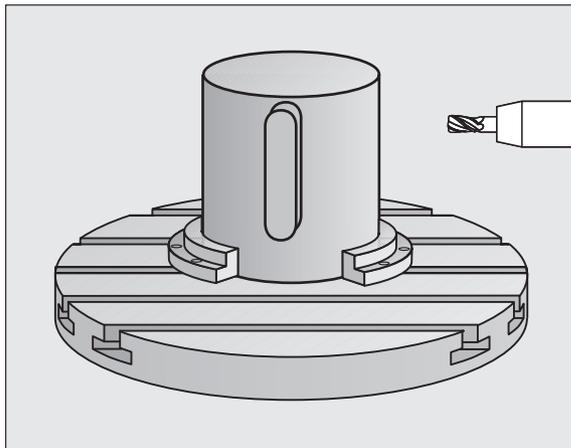
为使用**循环 29 圆柱面**，机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。

循环 **29 圆柱面** 允许只用两个轴进行凸台编程，然后不改变槽壁角度在圆柱面上加工该槽。

- ▶ 用子程序定义轮廓并加入到循环 **14 轮廓几何特征** 的列表中
- ▶ 循环定义：选择循环 **29 圆柱面凸台**
  - ▶ 铣削深度： **Q1**
  - ▶ 侧面的精铣余量： **Q3**
  - ▶ 安全高度： **Q6**。刀具与工件表面之间的距离。
  - ▶ 切入深度： **Q10**
  - ▶ 切入进给速率： **Q11**
  - ▶ 粗铣进给速率： **Q12**
  - ▶ 圆柱体半径： **Q16**。圆柱体半径
  - ▶ 尺寸类型： **Q17**。度 = 0； mm/inch = 1
  - ▶ 凸台宽度： **Q20**



- 工件必须被设置为与回转工作台的中心同心。
- 刀具轴必须垂直于回转工作台的旋转轴。
- 循环 **14 轮廓几何特征** 只能有一个标记号。
- 子程序支持约 2048 个直线段。



## 圆柱面（循环 39，软件选装 1）



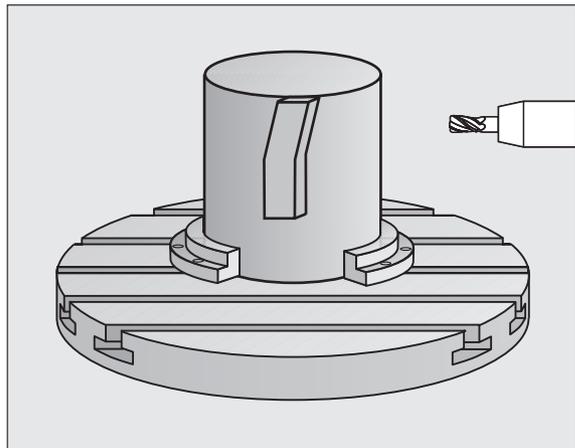
为使用**循环 39 圆柱面轮廓**，机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。

循环 **39 圆柱面轮廓**功能用于像用二维平面编程一样对开放轮廓编程。然后，TNC 将其转换成圆柱面。

- ▶ 用子程序定义轮廓并加入循环 **14 轮廓几何特征**的列表中
- ▶ 循环定义：选择循环 **39 圆柱面轮廓**
  - ▶ 铣削深度： **Q1**
  - ▶ 侧面的精铣余量： **Q3**
  - ▶ 安全高度： **Q6**。刀具与工件表面之间的距离。
  - ▶ 切入深度： **Q10**
  - ▶ 切入进给速率： **Q11**
  - ▶ 铣削进给速率： **Q12**
  - ▶ 圆柱体半径： **Q16**。圆柱体半径
  - ▶ 尺寸类型： **Q17**。度 = 0； mm/inch = 1



- 工件必须被设置为与回转工作台的中心同心。
- 刀具轴必须垂直于回转工作台的旋转轴。
- 循环 **14 轮廓几何特征**只能有一个标记号。
- 子程序支持约 2048 个直线段。



# 多道铣循环

## 概要

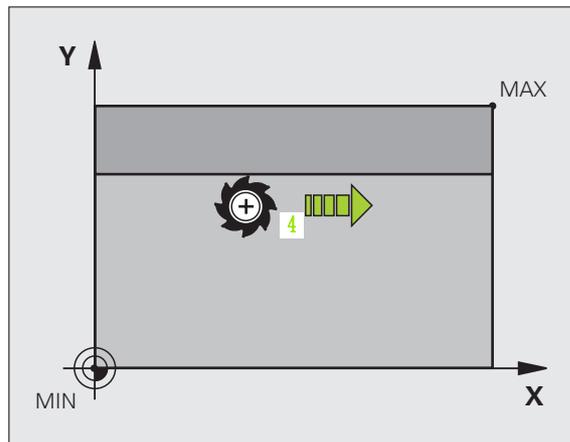
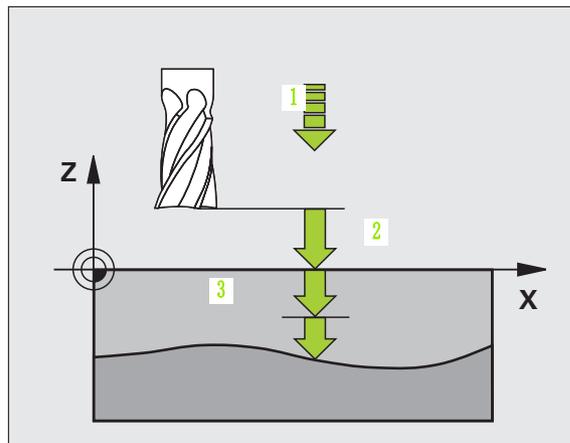
可用循环	页
30 运行 3-D 数据	83
230 多道铣	84
231 规则表面	85
232 端面铣	86

## 3-D 数据 (循环 14)



本循环要求采用中心切削刃 (center-cut) 的立铣刀 (DIN 844)。

- ▶ 循环定义: 选择循环 **30 3-D 数据**
  - ▶ 数字化数据的程序名
  - ▶ 加工区的最小点
  - ▶ 加工区的最大点
  - ▶ 安全高度: **1**
  - ▶ 切入深度: **2**
  - ▶ 切入进给速率: **3**
  - ▶ 进给速率: **4**
  - ▶ 辅助功能 M。

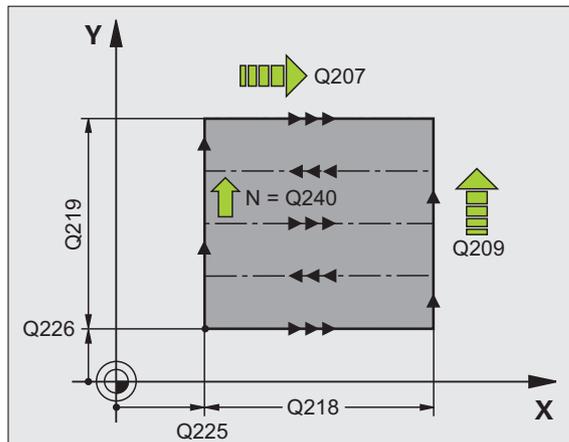
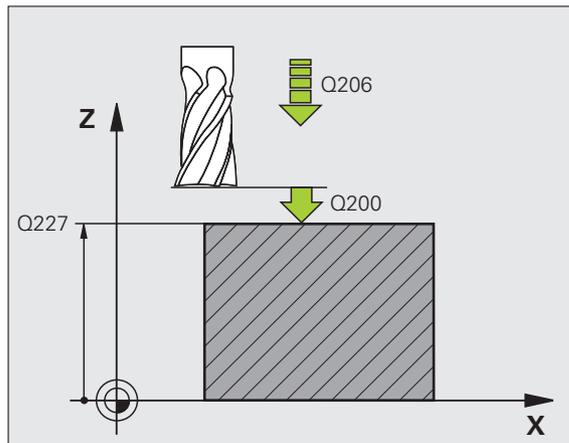


## 多道铣（循环 230）



从起点开始，TNC 将刀具定位在起点处，先在加工面上，然后再沿刀具轴运动。这样预定位刀具能避免刀具与夹具的碰撞。

- ▶ 循环定义：选择循环 230 多道铣
  - ▶ 第 1 轴起点：Q225
  - ▶ 第 2 轴起点：Q226
  - ▶ 第 3 轴起点：Q227
  - ▶ 第 1 边长：Q218
  - ▶ 第 2 边长：Q219
  - ▶ 铣削数：Q240
  - ▶ 切入进给速率：Q206
  - ▶ 铣削进给速率：Q207
  - ▶ 换道进给速率：Q209
  - ▶ 安全高度：Q200



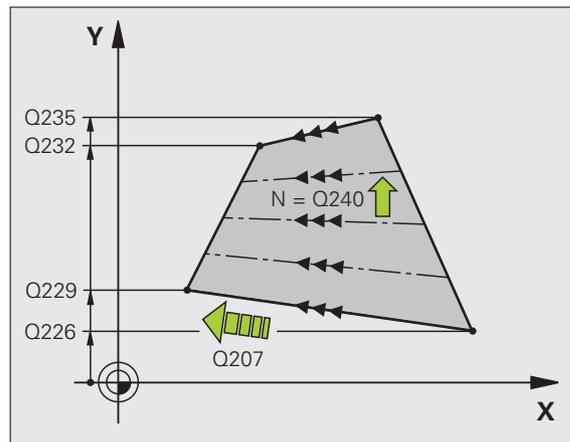
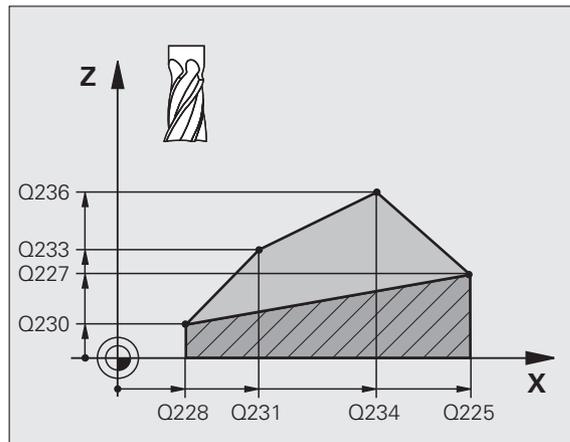
## 规则表面（循环 231）



从当前位置开始，TNC 将刀具定位在起点（点1）处，先在加工面上，然后再沿刀具轴运动。这样预定位刀具能避免刀具与夹具的碰撞。

### ▶ 循环定义：选择循环 231 规则表面

- ▶ 第 1 轴起点：Q225
- ▶ 第 2 轴起点：Q226
- ▶ 第 3 轴起点：Q227
- ▶ 第 1 轴第 2 点：Q228
- ▶ 第 2 轴第 2 点：Q229
- ▶ 第 3 轴第 2 点：Q230
- ▶ 第 1 轴第 3 点：Q232
- ▶ 第 2 轴第 3 点：Q232
- ▶ 第 3 轴第 3 点：Q233
- ▶ 第 1 轴第 4 点：Q234
- ▶ 第 2 轴第 4 点：Q235
- ▶ 第 3 轴第 4 点：Q236
- ▶ 铣削数：Q240
- ▶ 铣削进给速率：Q207



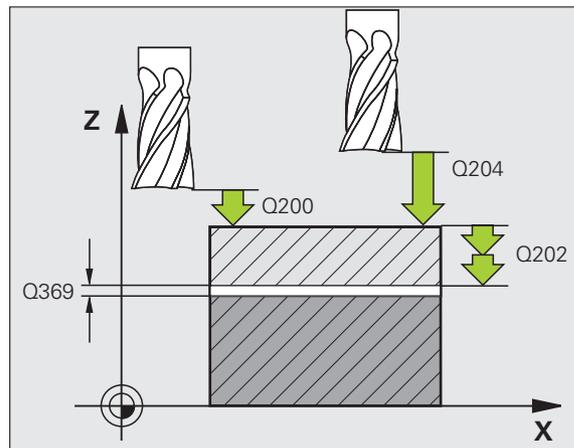
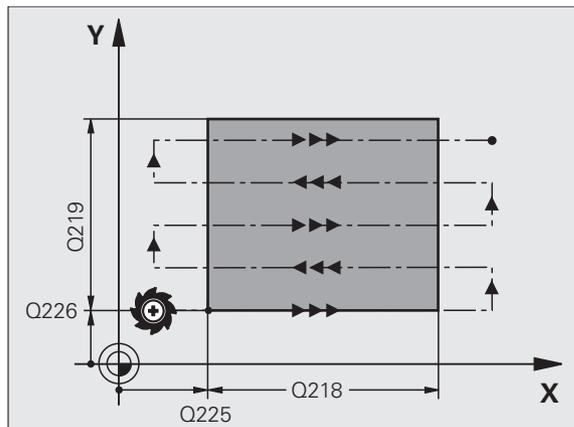
## 端面铣（循环 232）



将第二安全高度输入到 Q204 中，使刀具和夹具间不发生碰撞。

▶ 循环定义：选择循环 232 端面铣

- ▶ 加工方式：Q389
- ▶ 第 1 轴起点：Q225
- ▶ 第 2 轴起点：Q226
- ▶ 第 3 轴起点：Q227
- ▶ 第 3 轴终点：Q386
- ▶ 第 1 边长：Q218
- ▶ 第 2 边长：Q219
- ▶ 最大切入深度：Q202
- ▶ 底面的精铣余量：Q369
- ▶ 最大行距系数：Q370
- ▶ 铣削进给速率：Q207
- ▶ 精铣进给速率：Q385
- ▶ 预定位进给速率：Q253
- ▶ 安全高度：Q200
- ▶ 横向安全距离：Q357
- ▶ 第二安全高度：Q204



# 坐标变换循环

## 概要

坐标变换循环用于平移，镜像，旋转（平面内），倾斜（平面外），减小和放大轮廓。

可用循环	页
7 原点平移	88
247 原点设置	89
8 镜像	90
10 旋转	91
11 缩放	92
26 特定轴缩放	93
19 加工面（软件选装）	94

坐标变换循环定义后立即生效直到被复位或被重新定义。原始轮廓应在子程序中定义。输入值可为增绝对值也可为增量值。



## 原点平移（循环 7）

▶ 循环定义：选择循环 7 原点平移

▶ 输入新原点坐标或原点表中的原点号。

如需取消原点平移：用输入数值 0 重新定义循环。

13 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT

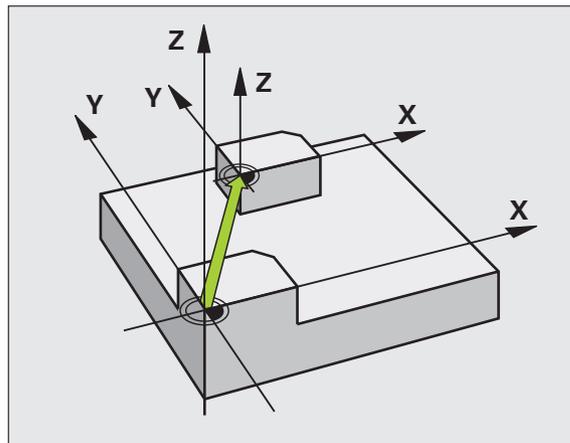
14 CYCL DEF 7.1 X+60

16 CYCL DEF 7.3 Z-5

15 CYCL DEF 7.2 Y+40



进行组合变换时，原点平移必须编程在其它变换之前。



## 原点设置（循环 247）

- ▶ 循环定义：选择循环 247 原点设置
- ▶ 原点号：Q339。输入预设表中的新原点号。

13 CYCL DEF 247 DATUM SETTING

Q339=4 ; 原点编号



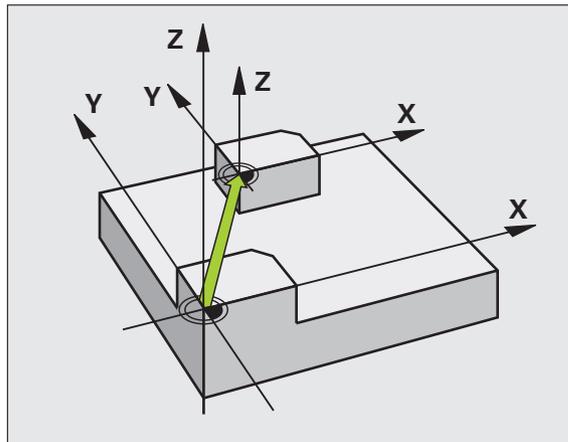
激活预设表中的原点时，TNC 将复位以下循环激活的所有坐标变换：

- 循环 7，原点平移
- 循环 8，镜像
- 循环 10，旋转
- 循环 11，缩放
- 循环 26，特定轴缩放

但循环 19（倾斜加工面）的坐标变换保持有效。

如果激活预设点号 0（行 0），将激活手动操作模式中最后设置的原点。

在“测试运行”操作模式中循环 247 不可用。



## 镜像（循环8）

▶ 循环定义：选择循环8 镜像

▶ 输入镜像轴：X 或 Y 或 X 和 Y

如需复位镜像，用“NO ENT”键重新进行循环定义输入。

```
15 CALL LBL1
```

```
16 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT
```

```
17 CYCL DEF 7.1 X+60
```

```
18 CYCL DEF 7.2 Y+40
```

```
19 CYCL DEF 8.0 MIRROR IMAGE
```

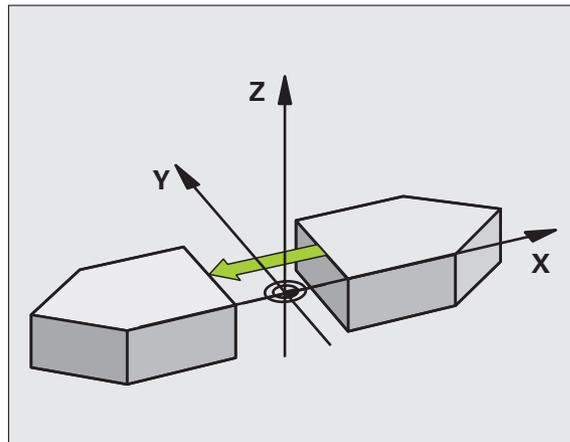
```
20 CYCL DEF 8.1 Y
```

```
21 CALL LBL1
```



■ 刀具轴不能镜像。

■ 循环只镜像原始轮廓（本例中在子程序 LBL1 中）。



## 旋转（循环 10）

▶ 循环定义：选择循环 **10 旋转**

▶ 输入旋转角度：

输入范围： - 360 度至 +360 度

旋转角的参考轴：

加工面	参考轴和 0 度方向
X/Y	X
Y/Z	Y
Z/X	Z

如需取消旋转：用输入旋转角度 0 重新定义循环。

12 CALL LBL1

13 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT

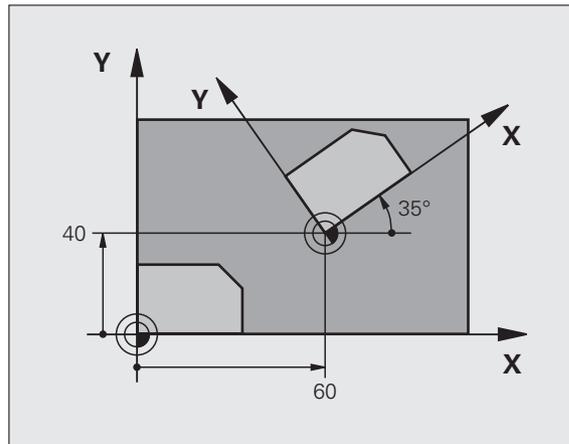
14 CYCL DEF 7.1 X+60

15 CYCL DEF 7.2 Y+40

16 CYCL DEF 10.0 ROTATION

17 CYCL DEF 10.1 ROT+35

18 CALL LBL1



## 缩放系数（循环 11）

▶ 循环定义：选择循环 11 缩放

▶ 输入缩放系数（SCL）：

输入范围：0.000 001 至 99.999 999

缩小... SCL<1

放大... SCL>1

如需取消缩放：用 SCL1 重新定义循环。

11 CALL LBL1

12 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT

13 CYCL DEF 7.1 X+60

14 CYCL DEF 7.2 Y+40

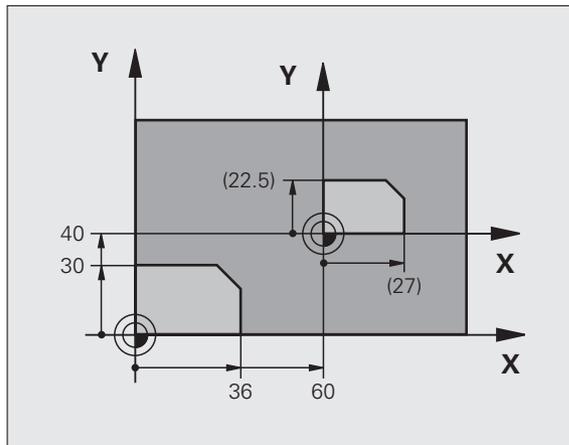
15 CYCL DEF 11.0 SCALING FACTOR

16 CYCL DEF 11.1 SCL 0.75

17 CALL LBL1



“缩放系数”仅对加工面或全部三个基本轴有效（与 MP7410 有关）。



## 特定轴缩放系数（循环 26）

► 循环定义：选择循环 **26 特定轴缩放**

► 轴和缩放系数：输入坐标轴和放大或缩小系数。

► 中心坐标：输入放大或缩小的中心。

如需取消特定轴缩放，用缩放系数 1 重新输入所需轴的循环定义。



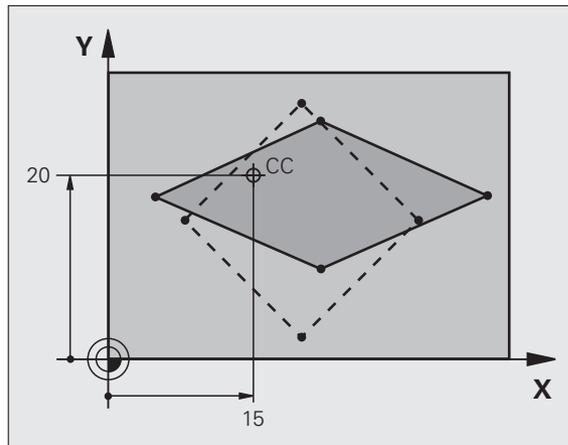
圆弧的两个坐标轴的放大或缩小系数必须相同。

25 CALL LBL1

26 CYCL DEF 26.0 AXIS-SPECIFIC SCALING

27 CYCL DEF 26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX+15 CCY+20

28 CALL LBL1



## 加工面（循环 19，软件选装）



为倾斜“加工面”，机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。

循环 19 加工面允许用摆动铣头及或倾斜工作台进行加工。

- ▶ 调用刀具。
  - ▶ 沿刀具轴退刀（防止碰撞）
  - ▶ 根据需要，用 L 程序段将旋转轴定位至所需角度
  - ▶ 循环定义：选择循环 19 加工面
    - ▶ 输入相应轴的倾斜角或空间角
    - ▶ 根据需要，输入自动定位期间旋转轴的进给速率
    - ▶ 根据需要，输入安全高度
  - ▶ 激活补偿：运动所有轴
  - ▶ 像加工面未倾斜一样对轮廓编程
- 如需取消“加工面”循环，用 0 度角重新进行循环定义输入。

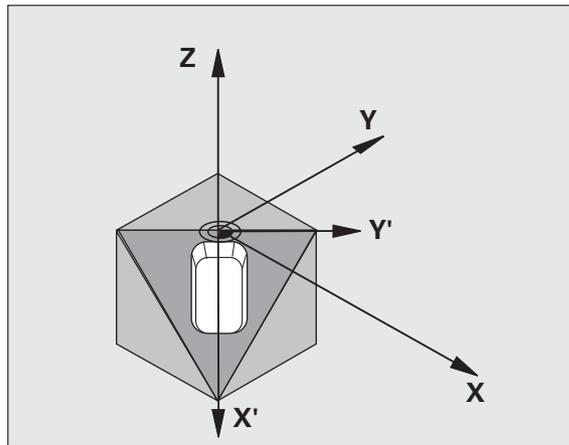
```
4 TOOL CALL 1 Z S2500
```

```
5 L Z+350 R0 FMAX
```

```
6 L B+10 C+90 R0 FMAX
```

```
7 CYCL DEF 19.0 WORKING PLANE
```

```
8 CYCL DEF 19.1 B+10 C+90 F1000 ABST 50
```



# 特殊循环

## 概要

可用循环	页
9  停顿时间	96
12 程序调用	96
13 定向	97
32 公差	98

---

## 停顿时间（循环 9）

这个循环将使正在运行的程序在执行下一个程序段前暂停“停顿时间”所编程的时间。

- ▶ 循环定义：选择循环 9 停顿时间
  - ▶ 输入用秒为单位的停顿时间

```
48 CYCL DEF 9.0 DWELL TIME
```

```
49 CYCL DEF 9.1 DWELL 0.5
```

## 程序调用（循环 12）

- ▶ 循环定义：选择循环 12 程序调用
  - ▶ 输入被调用程序的名称

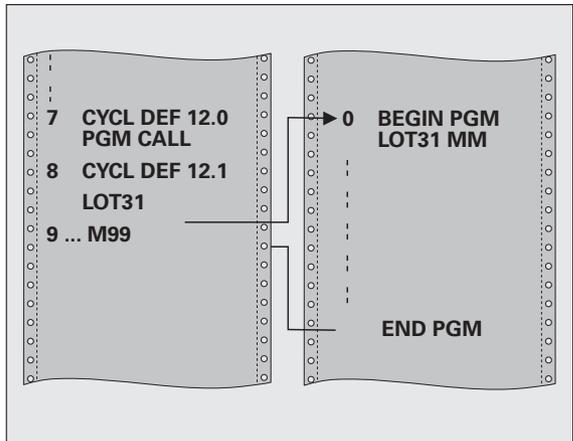
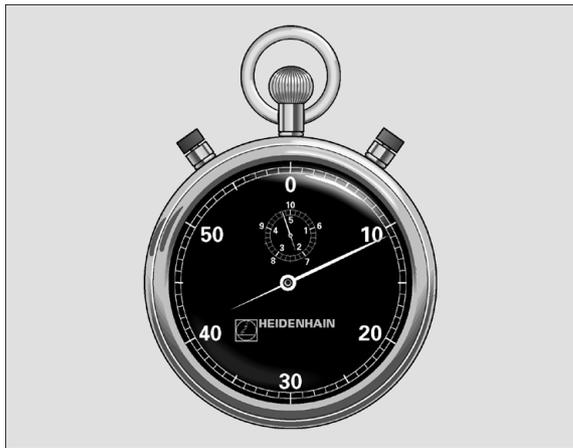


循环 12 程序调用只有被调用才生效。

```
7 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
```

```
8 CYCL DEF 12.1 LOT31
```

```
9 L X+37.5 Y-12 R0 FMAX M99
```



## 定向主轴停转（循环 13）

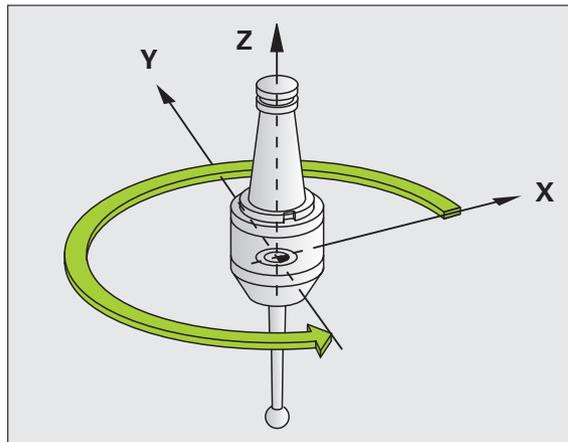


“定向主轴停转”功能需要机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。

- ▶ 循环定义：选择循环 **13 定向主轴停转**
  - ▶ 输入相对加工面参考轴的定向角度：  
输入范围：0 度至 360 度  
输入分辨率：0.1°
- ▶ 用 M19 或 M20 调用循环。

**12 CYCL DEF 13.0 ORIENTED SPINDLE STOP**

**13 CYCL DEF 13.1 ANGLE 90**



## 循环 32（公差）



为进行快速轮廓铣削，机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。



循环 32（公差）在定义后立即生效。

TNC 自动平滑处理两条路径元素间的轮廓（补偿或不补偿）。使刀具保持与工件表面接触。根据需要，TNC 自动降低编程进给速率使程序运行时没有计算时间所需的停顿时间，从而用**尽可能高的速度**进行程序加工。

这种平滑处理将造成轮廓偏差。偏差的大小（公差值）由机床制造商通过机床参数设置。用循环 32 可以修改预设的公差值（见右上图）。

### ▶ 循环定义：选择循环 32 公差

▶ 公差 T：毫米为单位的轮廓允许偏差

▶ 精铣 / 粗铣（软件选装）

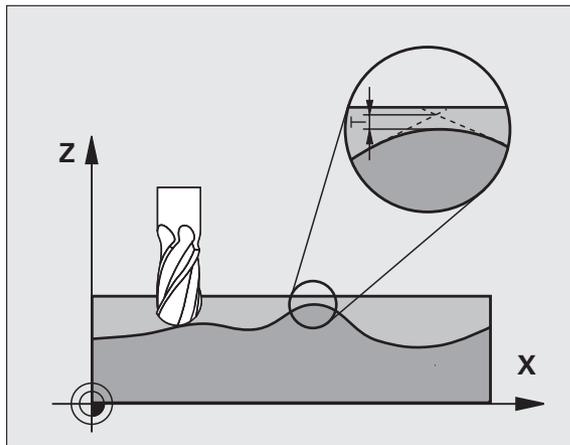
选择过滤器设置

0：用更高轮廓精度铣削

1：用更高进给速率铣削

▶ 旋转轴公差：（软件选装）

用 M128 激活的旋转轴用度为单位的允许位置误差。



# PLANE 功能（软件选装 1）

## 概要



用 **PLANE** 功能进行倾斜需要机床制造商必须对 TNC 系统和机床进行针对性设置。

**PLANE** 功能是一种强大的可用多种方式定义倾斜加工面的功能。

TNC 系统的所有 **PLANE** 功能都可描述所需加工面，与机床实际所带的旋转轴无关。具有功能如下：

PLANE 定义方式	页
空间角定义	100
投影角定义	101
欧拉角定义	102
矢量定义	103
点定义	104
增量空间角	105
轴角	106
复位 PLANE 功能	107



## 空间角定义 (PLANE 空间角)

- ▶ 按下“特殊 TNC 功能”
- ▶ 按下“倾斜加工面”，再按下 **PLANE 空间角**
  - ▶ **空间角 A?**：旋转角 **SPA** 围绕固定机床轴 X 旋转（见右上图）。
  - ▶ **空间角 B?**：旋转角 **SPB** 围绕固定机床轴 Y 旋转（见右上图）。
  - ▶ **空间角 C?**：旋转角 **SPC** 围绕固定机床轴 Z 旋转（见右下图）。
  - ▶ 继续输入定位特性（参见第 108 页的“自动定位 (MOVE/STAY/TURN)”）。

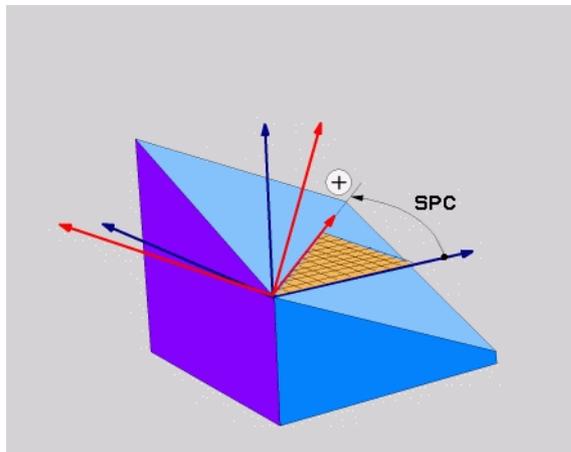
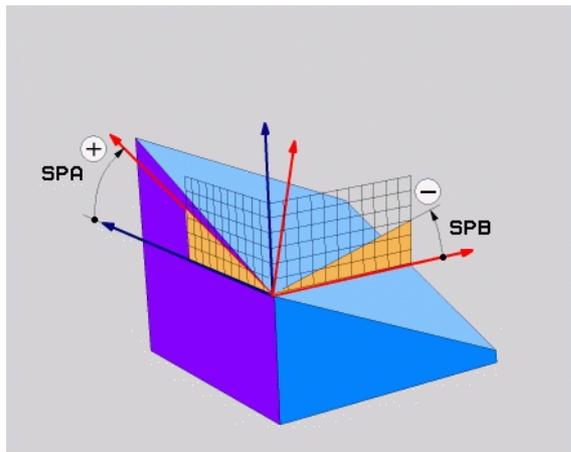
5 PLANE SPATIAL SPA+27 SPB+0 SPC+45 MOVE DIST10 F500 SEQ-



### 编程前注意

必须定义三个空间角 **SPA**，**SPB** 和 **SPC**，即使它们其中之一为 0。

上述所述的旋转顺序与当前刀具轴无关。



## 投影角定义（PLANE 投影角）

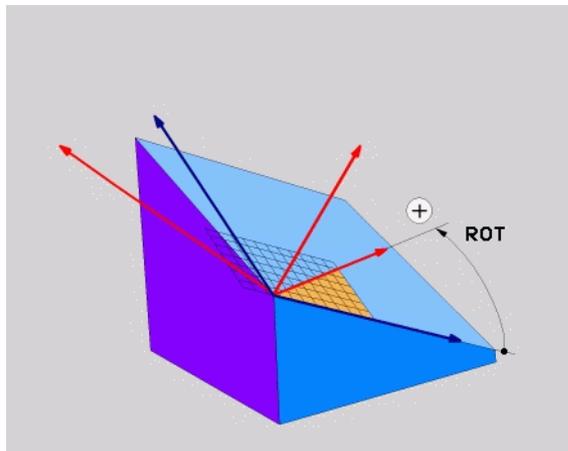
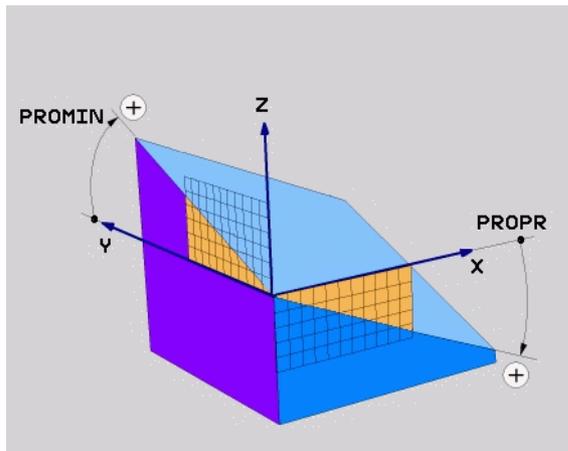
- ▶ 按下“特殊 TNC 功能”
- ▶ 按下“倾斜加工面”，再按下 **PLANE 投影角**
  - ▶ **投影角第 1 坐标面?**：固定机床坐标系第 1 坐标面的倾斜加工面的投影角（见右上图）。
  - ▶ **投影角第 2 坐标面?**：固定机床坐标系第 2 坐标面的投影角（见右上图）。
  - ▶ **倾斜面的 ROT（旋转）角?**：围绕倾斜刀具轴旋转倾斜坐标系（相当于用循环 10（旋转）的转动，见右下图）。
  - ▶ 继续输入定位特性（参见第 108 页的“自动定位（MOVE/STAY/TURN）”）。

```
5 PLANE PROJECTED PROPR+24 PROMIN+24 PROROT+30 MOVE DIST10  
F500
```



### 编程前注意

如果被加工对象为矩形立方体，只能使用投影角。否则，工件将失真。



## 欧拉角定义 (PLANE 欧拉角)

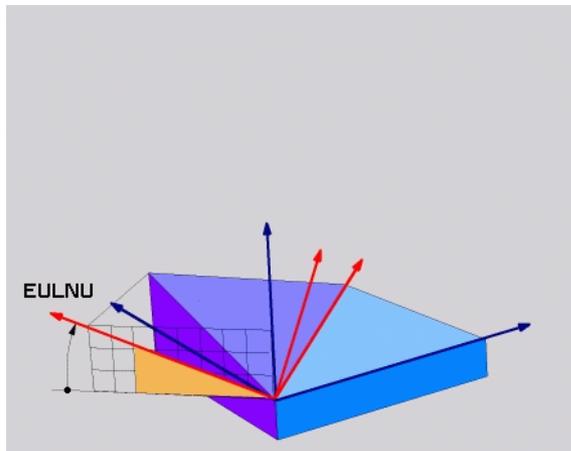
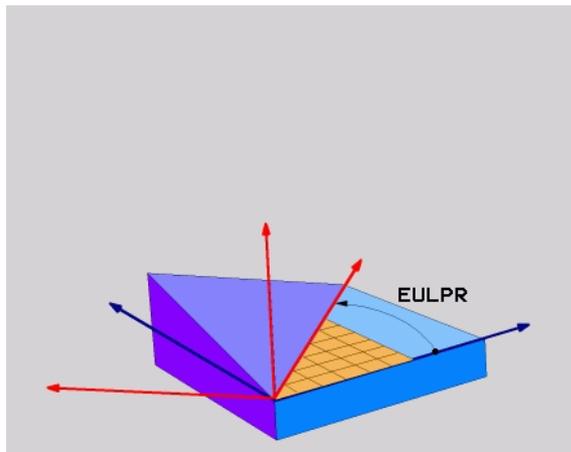
- ▶ 按下“特殊 TNC 功能”
- ▶ 按下“倾斜加工面”，再按下 **PLANE 欧拉角**
  - ▶ **主坐标面旋转角?**：围绕 Z 轴旋转的 **EULPR** 旋转角（见右上图）。
  - ▶ **刀具轴倾斜角?**：坐标系围绕由进动角改变后的 X 轴转动的 **EULNUT** 倾斜角（参见右下图）。
  - ▶ **倾斜面的 ROT (旋转) 角?**：倾斜坐标系围绕倾斜 Z 轴旋转的 **EULROT** 旋转角（相当于用循环 10 (旋转) 的转动)。用旋转角简化倾斜加工面中的 X 轴方向的定义
  - ▶ 继续输入定位特性（参见第 108 页的“自动定位 (MOVE/STAY/TURN)”）。

5 PLANE EULER EULPR+45 EULNU20 EULROT22 MOVE DIST10 F500



### 编程前注意

旋转顺序与当前刀具轴无关。



## 矢量定义 (PLANE 矢量)

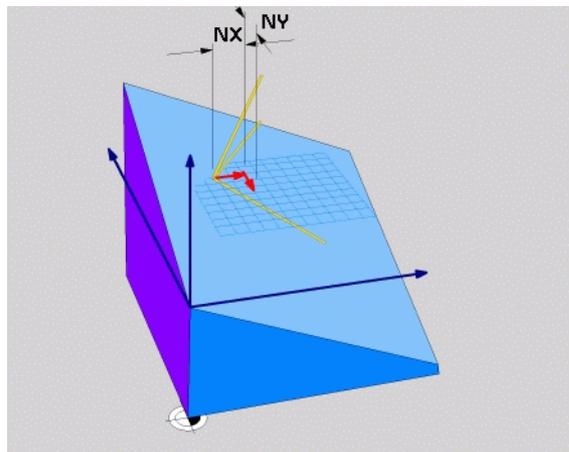
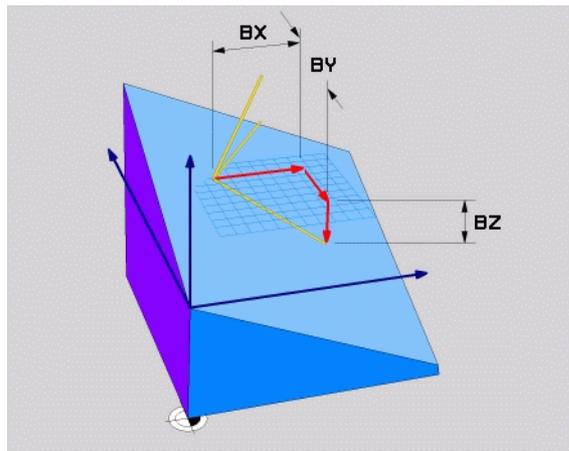
- ▶ 按下“特殊 TNC 功能”
- ▶ 按下“倾斜加工面”，再按下 **PLANE 矢量**
  - ▶ **基准矢量的 X 分量?**：基准矢量 B 的 X 轴分量 **BX** (见右上图)
  - ▶ **基准矢量的 Y 分量?**：基准矢量 B 的 Y 轴分量 **BY** (见右上图)。
  - ▶ **基准矢量的 Z 分量?**：基准矢量 B 的 Z 轴分量 **BZ** (见右上图)。
  - ▶ **法向矢量的 X 分量?**：法向矢量 N 的 X 轴分量 **NX** (见右下图)。
  - ▶ **法向矢量的 Y 分量?**：法向矢量 N 的 Y 轴分量 **NY** (见右下图)
  - ▶ **法向矢量的 Z 分量?**：法向矢量 N 的 Z 分量 **NZ**
- ▶ 继续输入定位特性 (参见第 108 页的“自动定位 (MOVE/STAY/TURN)”)。

```
5 PLANE VECTOR BX0.8 BY-0.4 BZ-  
0.4472 NX0.2 NY0.2 NZ0.9592 MOVE DIST10 F500
```



### 编程前注意

TNC 用输入值计算标准矢量。



## 点定义 (PLANE 点)

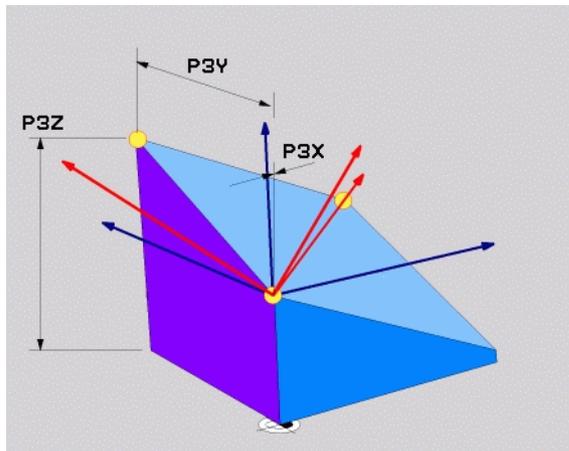
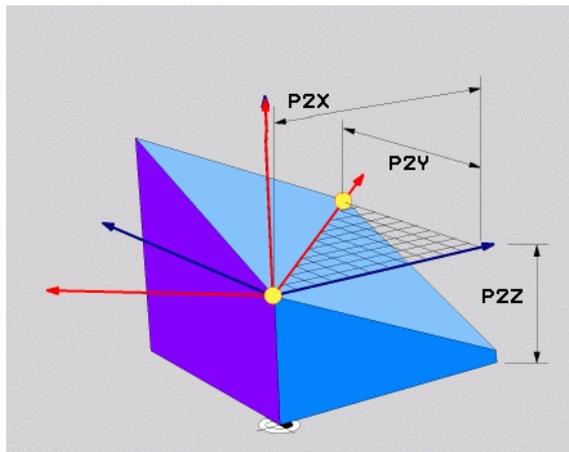
- ▶ 按下“特殊 TNC 功能”
- ▶ 按下“倾斜加工面”，再按下 **PLANE 点**
  - ▶ 第 1 平面点的 X 坐标? : X 坐标 P1X
  - ▶ 第 1 平面点的 Y 坐标? : Y 坐标 P1Y
  - ▶ 第 1 平面点的 Z 坐标? : Z 坐标 P1Z
  - ▶ 第 2 平面点的 X 坐标? : X 坐标 P2X
  - ▶ 第 2 平面点的 Y 坐标? : Y 坐标 P2Y
  - ▶ 第 2 平面点的 Z 坐标? : Z 坐标 P2Z
  - ▶ 第 3 平面点的 X 坐标? : X 坐标 P3X
  - ▶ 第 3 平面点的 Y 坐标? : Y 坐标 P3Y
  - ▶ 第 3 平面点的 Z 坐标? : Z 坐标 P3Z
- ▶ 继续输入定位特性 (参见第 108 页的“自动定位 (MOVE/STAY/TURN)”)。

```
5 POINTS P1X+0 P1Y+0 P1Z+20 P2X+30 P2Y+31 P2Z+20
P3X+0 P3Y+41 P3Z+32.5 MOVE DIST10 F500
```



### 编程前注意

点 1 到点 2 的连线决定倾斜基本轴的方向 (Z 轴为刀具轴的 X)。  
三点决定该加工面的倾斜度。TNC 系统不改变当前原点的位置。



## 增量空间角（PLANE 相对角）

- ▶ 按下“特殊 TNC 功能”
- ▶ 按下“倾斜加工面”，再按下 **PLANE 相对角**
  - ▶ **增量角？**：空间角，围绕当前加工面作进一步旋转（见右图）。用软键选择所要围绕旋转的轴。
  - ▶ 继续输入定位特性（参见第 108 页的“自动定位（MOVE/STAY/TURN）”）。

5 PLANE RELATIV SPB-45 MOVE DIST10 F500 SEQ-



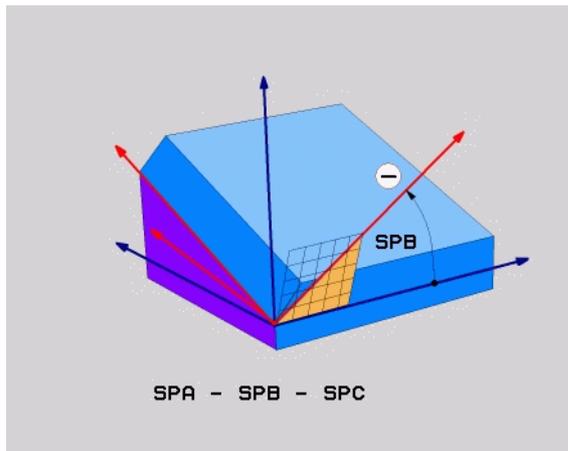
### 编程前注意

所定义的角度仅对当前加工面有效，与用以激活它的功能无关。

可以在一行中编写任意个 **PLANE 相对角**。

如果要返回 **PLANE 相对角** 功能前的有效加工面，再次用相同角但用相反代数符号定义 **PLANE 相对角** 功能。

如果在非倾斜加工面上用 **PLANE 相对角** 功能，只需用 **PLANE** 功能中定义的空间角旋转非倾斜面



## 轴角定义（PLANE 轴角）

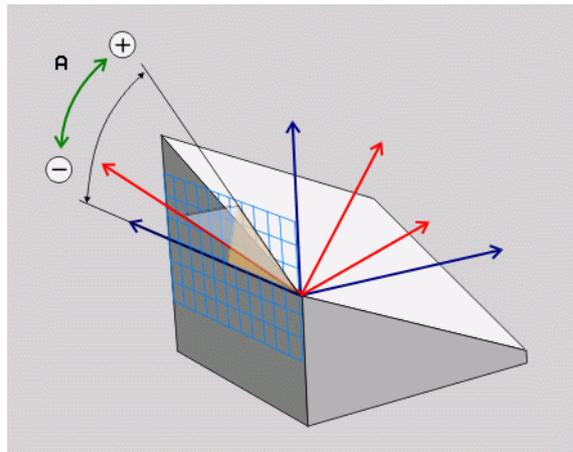
- 按下“特殊 TNC 功能”
- ▶ 按下“倾斜加工面”，再按下 **PLANE 轴角**
  - ▶ **轴角 A?**： TNC 要定位的 A 轴位置
  - ▶ **轴角 B?**： TNC 要定位的 B 轴位置
  - ▶ **轴角 C?**： TNC 要定位的 C 轴位置
  - ▶ 继续输入定位特性（参见第 108 页的“自动定位（MOVE/STAY/TURN）”）。

```
5 PLANE AXIAL B+90 MOVE DIST10 F500 SEQ+
```



### 编程前注意

只能定义机床上实际存在旋转轴。



## 复位 PLANE 定义 (PLANE 复位)

- ▶ 按下 “特殊 TNC 功能”
- ▶ 按下 “倾斜加工面”，再按下 **PLANE 复位**
  - ▶ 继续输入定位特性（参见第 108 页的“自动定位 (MOVE/STAY/TURN)”）。

5 PLANE RESET MOVE DIST10 F500 SEQ-



### 编程前注意

**PLANE 复位**功能复位当前 **PLANE** 功能或当前循环 19, (角度 = 0 和功能不可用)。但仅需定义一次。



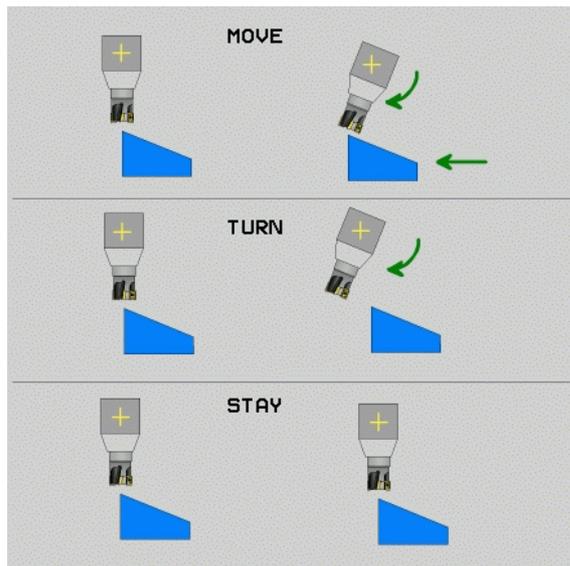
## 自动定位 (MOVE/STAY/TURN)

输入全部 PLANE 定义参数后, 还必须指定如何将旋转轴定位到计算的轴位置值处:

- |      |   |
|------|---|
| MOVE | ▶ PLANE 功能自动将旋转轴定位到所计算的位置值处。刀具相对工件的位置保持不变。TNC 将在线性轴上执行补偿运动。 |
| STAY | ▶ PLANE 功能自动将旋转轴定位到所计算的位置值处, 但只定位旋转轴。TNC 将不对线性轴执行补偿运动。      |
| TURN | ▶ 需要在另一个定位程序段中定位旋转轴。  |

如果选择了 **MOVE** (移动) 或 **TURN** (转动) 功能 (**PLANE** 功能将自动定位轴), 还必须定义以下两个参数:

- ▶ **偏移刀尖—旋转中心** (增量值): TNC 相对刀尖倾斜刀具 (或工作台)。**距离**参数定义相对当前刀尖位置移动定位运动的旋转中心。
- ▶ **进给速率? F=**: 定位刀具的轮廓加工速度。



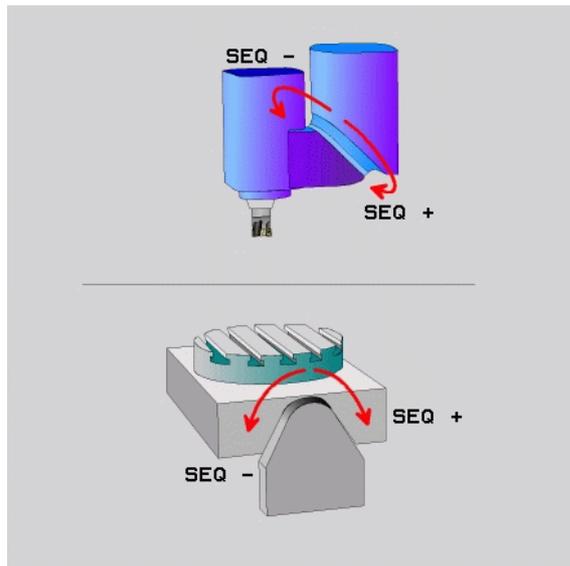
## 选择可能解 (SEQ +/-)

TNC 系统用定义加工面的位置数据计算机床上实际存在的旋转轴的正确定位位置。通常，有两种方法。

用 **SEQ** 开关指定 TNC 应用哪一种方法：

- ▶ 用 **SEQ+** 定位基本轴，因此假定这是一个正角。基本轴是工作台的第 2 旋转轴，或刀具的第 1 轴（取决于机床配置情况（见右上图））。
- ▶ 用 **SEQ-** 定位基本轴，因此假定这是一个负角。

如果用 **SEQ** 选择的计算结果不在机床行程范围内，TNC 将显示 **Entered angle not permitted**（输入的角度不在允许范围内）出错信息。



## 选择变换类型

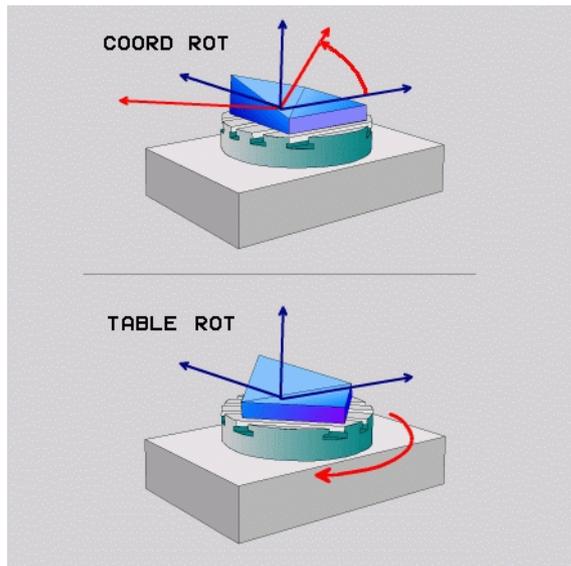
在 C 轴回转工作台 的机床上，系统提供了一个指定变换类型的功能：



- ▶ **COORD ROT** (坐标旋转) 用于指定 PLANE 功能只将坐标系旋转到已定义的倾斜角位置。回转工作台不动；进行纯数学补偿。



- ▶ **TABLE ROT** (工作台旋转) 用于指定 PLANE 功能将回转工作台定位到已定义的倾斜角。通过旋转工件进行补偿。



## 在倾斜加工面上用倾斜刀具加工

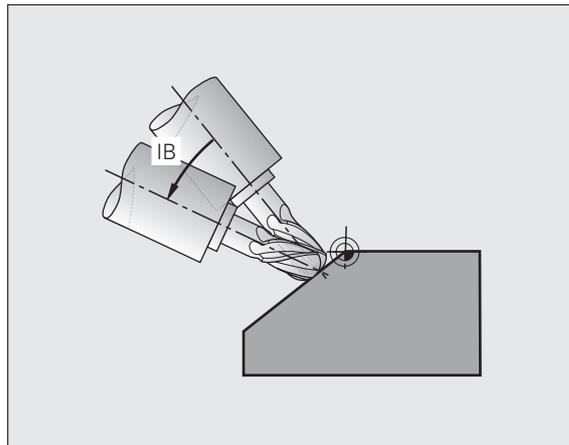
与 M128 和新 **PLANE** 功能一起使用时，现在可以在倾斜加工面上用**倾斜刀具加工**。有两种定义方法：

- 通过旋转轴的增量运动用倾斜刀具加工
- 通过法向矢量用倾斜刀具加工



在倾斜加工面上只能用球头铣刀进行倾斜刀具加工。

如果用 45 度角摆动铣头和倾斜工作台，还可以将倾斜角定义为空间角。为此使用 **TCPM** 功能。



## DXF 数据处理 (软件选装)

CAD 系统创建的 DXF 文件可被 TNC 系统直接打开，以抽取轮廓或加工位置并将其保存为对话格式程序或点表文件。

用这种方法获得的简易语言程序也可用在老型号的 TNC 控制系统上，因为这些轮廓程序只有 L 和 CC-/CP 程序段。

设置  
层

- ▶ 显示或隐藏 DXF 图层，只显示基本图纸数据

指定  
参考点

- ▶ 将 DXF 文件的工件原点平移至工件上的适当位置

选择  
轮廓

- ▶ 激活选择轮廓的操作模式。可切分，缩短或加长轮廓

选择  
位置

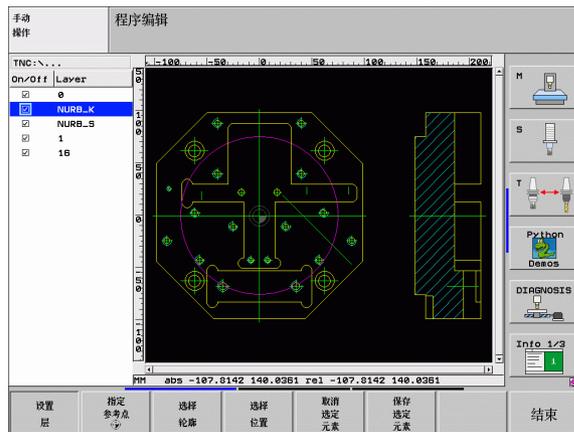
- ▶ 激活选择加工位置的操作模式。通过鼠标点击获取位置

取消  
选定  
元素

- ▶ 取消选择的轮廓或位置

保存  
选定  
元素

- ▶ 在单独文件中保存所选轮廓或位置



# 图形和状态显示



参见“图形和状态显示”

## 在图形窗口中定义工件

创建新零件程序时，自动显示 BLK-FORM（毛坯形状）对话提示。

- 创建新零件程序或如果已在程序中时，按下软键毛坯形状。
  - 主轴坐标轴
  - “最小”和“最大”点

以下为部分常用功能。

## 程序图形



选择“程序+图形”屏幕布局。

TNC 可以在编程的同时生成轮廓的两维图形：



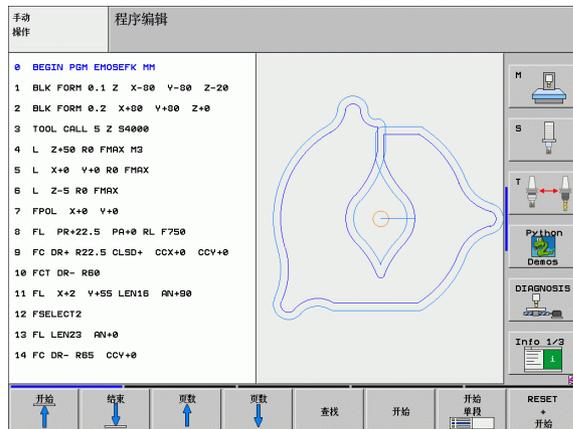
- ▶ 编程时自动生成图形



- ▶ 人工启动图形生成



- ▶ 生成程序段的交互图形



## 测试图形和执行图形



选择“图形”和“程序+图形”屏幕布局。

测试运行和程序运行操作模式时，TNC 图形模拟加工过程。用软键可进行以下类型显示：



▶ 平面视图



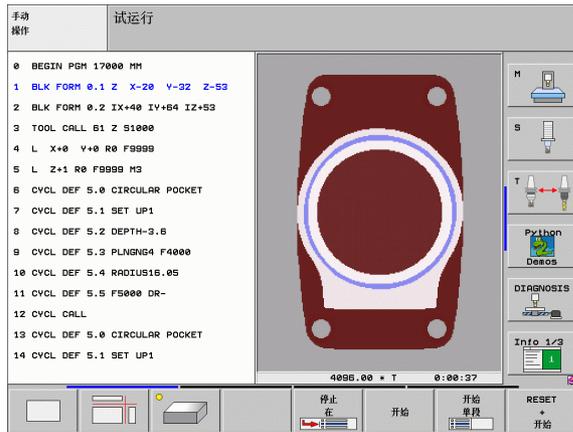
▶ 三视图



▶ 立体图



▶ 高清晰度 3-D 视图



## 状态显示



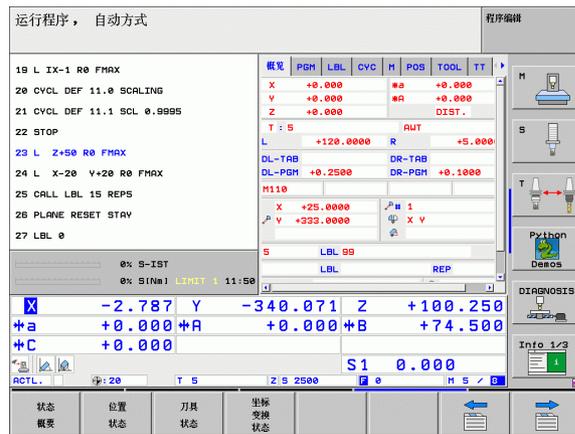
选择“程序 + 状态”或“位置 + 状态”屏幕布局。

在程序运行操作模式下，屏幕底部窗口显示以下信息：

- 刀具位置
- 进给速率
- 当前辅助功能

用软键还能在附加状态窗口显示更多状态信息：

- ▶ 激活**概要**选项卡：显示最重要状态信息
- ▶ 激活**位置**选项卡：显示位置值
- ▶ 激活**刀具**选项卡：显示刀具数据
- ▶ 激活**变换**选项卡：显示当前坐标变换
- ▶ 向左切换选项卡
- ▶ 向右切换选项卡



## DIN/ISO 编程

## 用直角坐标编程刀具运动

G00	用快移速度进行直线运动
G01	直线运动
G02	圆弧运动, 顺时针
G03	圆弧运动, 逆时针
G05	圆弧运动, 无方向数据
G06	相切轮廓的圆弧运动
G07*	近轴定位程序段

## 用极坐标编程刀具运动

G10	用快移速度进行直线运动
G11	直线运动
G12	圆弧运动, 顺时针
G13	圆弧运动, 逆时针
G15	圆弧运动, 无方向数据
G16	相切轮廓的圆弧运动

\*) 非模式功能

## 钻孔循环

G240	定中心
G200	钻孔
G201	铰孔
G202	镗孔
G203	万能钻
G204	反向镗孔
G205	万能啄钻
G208	螺旋线精铣
G206	新攻丝
G207	新刚性攻丝 (受控主轴)
G209	断屑攻丝
G240	定中心
G262	铣螺纹
G263	铣螺纹 / 镗孔
G264	螺纹钻孔 / 铣削
G265	螺旋螺纹钻孔 / 铣削
G267	铣外螺纹

**型腔，凸台和槽**

G251	矩形型腔，完整
G252	圆弧型腔，完整
G253	槽，完整
G254	圆弧槽，完整
G256	加工矩形凸台
G257	加工圆弧凸台

**阵列孔**

G220	圆弧阵列孔
G221	直线阵列孔

**SL 循环组 II**

G37	定义轮廓子程序
G120	轮廓数据
G121	定心钻
G122	粗铣
G123	底面精铣
G124	侧面精铣
G125	轮廓链
G127	圆柱面（软件选装）
G128	圆柱面槽铣削（软件选装）
G129	圆柱面凸台铣削（软件选装）
G139	圆柱面轮廓铣削（软件选装）
G270	轮廓链数据

**多道铣**

G60	3-D 数据
G230	多道铣
G231	规则表面
G232	端面铣

## 测头探测循环

G55*	测量坐标
G400*	通过 2 点的基本旋转
G401*	通过 2 孔的基本旋转
G402*	通过 2 凸台的基本旋转
G403*	通过回转工作台的基本旋转
G404*	设置基本旋转
G405*	通过回转工作台的基本旋转, 孔中心
G408*	槽中心参考点
G409*	参考点在凸台中心
G410*	原点在矩形型腔中心
G411*	原点在矩形凸台中心
G412*	原点在孔中心
G413*	原点在圆弧凸台中心
G414*	原点在外角点
G415*	原点在内角点
G416*	原点在螺栓孔圆中心
G417*	原点在探测轴上
G418*	原点在 4 孔的中心
G419*	原点在一个轴上

\*) 非模式功能

## 测头探测循环

G420*	测量角
G421*	测量孔
G422*	测量圆弧凸台
G423*	测量矩形型腔
G424*	测量矩形凸台
G425*	测量槽宽
G426*	测量凸台宽度
G427*	测量任何坐标
G430*	测量螺栓孔圆
G431*	测量平面
G440*	温度补偿
G450*	保存运动特性 (选装)
G451*	测量运动特性 (选装)
G480*	校准 TT
G481*	刀具长度测量
G482*	测量刀具半径
G483*	测量刀具长度和半径

## 坐标变换循环

G53	用原点表平移原点
G54	直接输入原点平移
G247	原点设置
G28	轮廓的镜像
G73	旋转坐标系
G72	缩放系数：缩小或放大轮廓
G80	加工面（软件选装）

## 特殊循环

G04*	停顿时间
G36	定向主轴停转
G39	将程序指定为循环
G79*	循环调用
G62	公差（软件选装）

**定义加工面**

G17	加工面 X/Y, 刀具轴 Z
G18	加工面 Z/X, 刀具轴 Y
G19	加工面 Y/Z, 刀具轴 X
G20	第 4 轴为刀具轴

**倒角, 倒圆, 接近 / 离开轮廓**

G24*	倒角长度 R
G25*	用半径 R 倒圆角
G26*	用半径 R 沿圆弧相切接近轮廓
G27*	用半径 R 沿圆弧相切离开轮廓

**刀具定义**

G99*	在程序中用长度 L 和半径 R 定义刀具
------	----------------------

**刀具半径补偿**

G40	输入半径补偿
G41	刀具半径补偿, 轮廓左侧
G42	刀具半径补偿, 轮廓右侧
G43	近轴半径补偿: 路径加长
G44	近轴半径补偿: 路径缩短

\*) 非模式功能

**尺寸**

G90	绝对尺寸
G91	增量 (尺寸链) 尺寸

**尺寸单位 (在程序起点)**

G70	尺寸单位: Inch
G71	尺寸单位: mm

**为图形显示定义毛坯形状**

G30	设置加工面, “最小”点坐标
G31	尺寸数据 (用 G90, G91), “最大”点坐标

**其它 G 功能**

G29	假定最后一个位置为极点
G38	停止程序运行
G51*	调用下把刀号 (用中央刀具文件)
G98*	设置标记 (标记号)

**Q 参数功能**

D00	赋值数字值
D01	计算并赋值两值之和
D02	计算并赋值两值之差。
D03	计算并赋值两值之积。
D04	计算并赋值两值之商。
D05	计算并赋值一个数的平方根
D06	计算角（单位为度）的正弦值并赋值给一个参数
D07	计算角（单位为度）的余弦值并赋值给一个参数
D08	计算并赋值两个数平方和的平方根（勾股定理）
D09	如果相等，跳转至给定标记
D10	如果不相等，跳转至给定标记
D11	如果大于，跳转至给定标记
D12	如果小于，跳转至给定标记
D13	用两边的反正切或角的正弦和余弦值计算角度并赋值给一个参数
D14	输出文字至显示屏
D15	通过数据接口输出文字或参数内容
D19	传输数字值或 Q 参数至 PLC

## 联系信息

%	程序起点
A	围绕 X 轴的摆动轴
B	围绕 Y 轴的摆动轴
C	围绕 Z 轴的旋转轴
D	定义 Q 参数功能
E	M112 的倒圆弧公差
F	定位程序段的进给速率（单位为 mm/min）
F	G04 的停顿时间（秒）
F	G72 的缩放系数
G	G 功能（参见 G 功能列表）
H	极坐标角
H	G73 的旋转角
I	圆心 / 极点的 X 轴坐标
J	圆心 / 极点的 Y 轴坐标
K	圆心 / 极点的 Z 轴坐标
L	用 G98 设置标记（标记号）
L	跳转至标记（标记号）
L	G99 的刀具长度
M	辅助功能
N	程序段号
P	加工循环的循环参数
P	Q 参数定义中的值或 Q 参数
Q	Q 参数变量

R	G10/G11/G12/G13/G15/G16 的极坐标半径
R	G02/G03/G05 的圆弧半径
R	G25/G26/G27 的倒圆半径
R	G24 的倒角长度
R	G99 的刀具半径
S	主轴转速（rpm）
S	G36 的主轴定向角
T	G99 的刀具号
T	刀具调用
T	用 G51 调用下把刀
U	平行于 X 轴的轴
V	平行于 Y 轴的轴
W	平行于 Z 轴的轴
X	X 轴
Y	Y 轴
Z	Z 轴
*	程序段结束符

# 辅助功能 M

---

M00	停止程序运行 / 主轴停转 / 冷却液关闭
M01	选择性地中断程序运行
M02	停止程序运行 / 主轴停转 / 冷却液关闭 / 转回程序段 1 / 清除状态显示
M03	主轴顺时针转动
M04	主轴逆时针转动
M05	主轴停转
M06	换刀 / 停止程序运行（与机床参数有关） / 主轴停转
M08	冷却液打开
M09	冷却液关闭
M13	主轴逆时针转动 / 冷却液打开
M14	主轴逆时针转动 / 冷却液打开
M30	同 M02 功能
M89	空辅助功能或循环调用，模式有效（与机床参数有关）
M90	角点处用恒定轮廓加工速度（仅限跟随控制模式时有效）
M91	在定位程序段内：坐标为相对机床原点

---

---

M92	在定位程序段内：坐标值为相对机床制造商定义的位置
M93	预留
M94	缩小旋转轴显示至 360 度以下
M95	预留
M96	预留
M97	加工小轮廓台阶
M98	暂停刀具路径补偿
M99	循环调用，非模式
M101	刀具寿命到期时自动换刀
M102	复位 M101
M103	降低切入进给速率比例至系数 F
M104	重新激活刚定义的原点
M105	用第 2 个 $k_V$ 系数加工
M106	用第 1 个 $k_V$ 系数加工
M107	参见“用户手册”
M108	取消 M107

---

---

<b>M109</b>	切削刃在圆弧上恒定轮廓加工速度（增加和降低进给速率）
<b>M110</b>	切削刃在圆弧上恒定轮廓加工速度（仅降低进给速率）
<b>M111</b>	取消 M109/M110
<b>M114</b>	用倾斜轴加工时自动补偿机床几何特征（软件选装）
<b>M115</b>	复位 M114
<b>M116</b>	mm/min 为单位的旋转轴进给速率（软件选装）
<b>M117</b>	取消 M116
<b>M118</b>	程序运行中用手轮叠加定位
<b>M120</b>	提前计算半径补偿位置（预读）
<b>M124</b>	执行无补偿直线程序段时不包括的点
<b>M126</b>	旋转轴的最短路径运动
<b>M127</b>	复位 M126
<b>M128</b>	用倾斜轴定位时保持刀尖位置（TCPM） <sup>1)</sup> （软件选装）
<b>M129</b>	复位 M128

---

<sup>1)</sup> TCPM: 刀具中心点管理

---

<b>M130</b>	在定位程序段内：点为相对未倾斜的坐标系
<b>M134</b>	用旋转轴定位的准确停止
<b>M135</b>	复位 M134
<b>M136</b>	用主轴每转进给毫米数的进给速率 F
<b>M137</b>	用每分钟进给毫米数的进给速率 F
<b>M138</b>	选择 M114, M128 和倾斜加工面循环的倾斜轴
<b>M140</b>	沿刀具轴方向退离轮廓
<b>M141</b>	取消测头监测功能
<b>M142</b>	删除模式程序信息
<b>M143</b>	删除基本旋转
<b>M144</b>	在程序段结束处补偿机床运动特性配置的“实际/名义”位置（软件选装）
<b>M145</b>	复位 M144
<b>M148</b>	在 NC 停止处自动将刀具退离轮廓
<b>M149</b>	复位 M148
<b>M150</b>	忽略限位开关出错信息
<b>M200</b>	激光切割机床的辅助功能
.	
.	
.	
<b>M204</b>	（参见用户手册）。

---

# HEIDENHAIN

---

## **DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH**

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

**83301 Traunreut, Germany**

☎ +49 (8669) 31-0

FAX +49 (8669) 50 61

E-Mail: [info@heidenhain.de](mailto:info@heidenhain.de)

---

**Technical support** FAX +49 (8669) 32-10 00

**Measuring systems** ☎ +49 (8669) 31-31 04

E-Mail: [service.ms-support@heidenhain.de](mailto:service.ms-support@heidenhain.de)

**TNC support** ☎ +49 (8669) 31-31 01

E-Mail: [service.nc-support@heidenhain.de](mailto:service.nc-support@heidenhain.de)

**NC programming** ☎ +49 (8669) 31-31 03

E-Mail: [service.nc-pgm@heidenhain.de](mailto:service.nc-pgm@heidenhain.de)

**PLC programming** ☎ +49 (8669) 31-31 02

E-Mail: [service.plc@heidenhain.de](mailto:service.plc@heidenhain.de)

**Lathe controls** ☎ +49 (8669) 31-31 05

E-Mail: [service.lathe-support@heidenhain.de](mailto:service.lathe-support@heidenhain.de)

---

**[www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de)**