



# sinumerik

ShopMill 让铣削更轻松

**SIEMENS**

2006年08月第4次修订版  
软件版本号:V06.04

西门子股份公司版权所有

没有明确的书面许可，不得翻印或传播本文档的内容，亦不得采用影印或将本文档内容制成胶片、磁带、磁碟、幻灯片或其它多媒体制品等方法对本文档加以翻印。

作为入门指导手册，本文档由以下单位合作完成：

西门子股份公司  
自动化与驱动集团  
运动控制系统部  
邮政信箱：3180, D-91050 Erlangen/ 德国

以及

R. & S. KELLER GmbH  
Siegfried Keller, Stefan Nover, Klaus Reckermann, Olaf Anders, Kai Schmitz  
邮政信箱：131663, D-42043 Wuppertal/ 德国

订货号： 6FC5095-0AA50-0RP2

## 前言

### 如何更快地从图纸到工件？

迄今为止，数控生产主要采用复杂、抽象的代码进行 NC 编程，因而只有专业人员才能对其进行操作。但是实际上，由于每一位熟练工人都堪称专业人士，因而也能够利用传统机械加工中所积累的丰富经验处理最为棘手的任务—尽管采取的方法通常很不经济。所以，有必要找到一种方法，使这些技术专家们能够有效地将其经验应用到 NC 机床生产中。

西门子公司推出的 ShopMill 工具，不但使操作人员省却了编码之苦，亦使他们拥有了新一代的 SINUMERIK 控制系统。

### 西门子提供的解决方案是：建立一个工作计划，而非一段程序。

通过建立与操作人员水平相当且包含具体操作要求的工作计划，ShopMill 的用户能够将其专业知识真正运用到加工过程当中，同时亦不会荒废实际的技能。

由于 ShopMill 能够建立强大的集成式运行轨迹，即使最复杂的轮廓和工件亦可轻松制得。因此：

### 可借助 ShopMill 更加快捷地从图纸向工件转移！

尽管 ShopMill 简单易学，但本培训教程有助您更快更好地掌握 ShopMill 的各项功能。

使用 ShopMill 进行操作之前，我们将在前三章中阐述一些重要的基本问题：

- 第一章：ShopMill 优势概述。
- 第二章：基本操作演示。
- 第三章：为初学者讲解加工的几何学和工艺学基本原理。

后继章节则是对 ShopMill 实务操作的介绍：

- 采用五个示例由浅入深地讲解 ShopMill 的各个加工选项。在每个示例的开始部分均提供了对各种按键的图形展示及功能说明；您可据此自行进行按键操作。
- 接着，示教如何在自动运行方式下使用 ShopMill。
- 如果愿意，还可以接着测试一下您对 ShopMill 的掌握程度。

请注意，由于各个车间的生产情况千差万别，这里使用的工艺数据只可视为示例。

正如在技术人员的帮助下研发出 ShopMill 一样，本培训手册是根据用户的实际操作而建立的。因此，祝各位使用 ShopMill 工作时得心应手。

作者语

Erlangen/Wuppertal, 2003 年 9 月

## 目录

<b>1</b>	<b>ShopMill 的优越性</b>	<b>5</b>
1.1	节省学习时间	5
1.2	节省编程时间	6
1.3	节省生产时间	8
<b>2</b>	<b>确保一切操作顺利</b>	<b>10</b>
2.1	值得信赖的技术	10
2.2	机床操作面板	11
2.3	主菜单	13
<b>3</b>	<b>初学者入门</b>	<b>18</b>
3.1	几何学基础知识	18
3.1.1	刀具轴和工作平面	18
3.1.2	工作区域内的点	20
3.1.3	绝对值尺寸和增量值尺寸	21
3.1.4	沿直线运动	22
3.1.5	沿圆弧运动	23
3.2	工艺基本原理	24
3.2.1	现代铣削和钻孔刀具	24
3.2.2	刀具的使用	25
3.2.3	切削速度和转速	26
3.2.4	每齿进给量和进给率	27
<b>4</b>	<b>良好的装备</b>	<b>28</b>
4.1	刀具管理	28
4.2	刀具的使用	30
4.3	刀库中的刀具	31
4.4	测量刀具	31
4.5	设置工件零点	32
<b>5</b>	<b>示例 1：通孔加工</b>	<b>34</b>
5.1	程序的管理和创建	35
5.2	调用刀具、刀具半径补偿和进刀路径输入	37
5.3	孔和重复位置的创建	39
<b>6</b>	<b>示例 2：盲孔加工</b>	<b>42</b>
6.1	用极坐标表示直线和圆弧	43
6.2	矩形腔	47
6.3	根据位置样式创建圆形腔	49

<b>7 示例 3：模板加工</b>	<b>51</b>
7.1 非封闭轮廓的路径铣削	52
7.2 轮廓腔体的坯料切削、剩余材料清除和精加工	55
7.3 多个平面的加工	59
7.4 有关障碍物的考虑	61
<b>8 示例 4：凸台加工</b>	<b>64</b>
8.1 端面铣削	65
8.2 建立凸台手柄的边沿	66
8.3 加工手柄	67
8.4 建立圆形凸台的边沿	71
8.5 创建尺寸为 30 的圆形凸台	72
8.6 创建尺寸为 10 的圆形凸台	73
8.7 复制尺寸为 10 的圆形凸台	74
8.8 使用扩展编辑器加工圆形凸台	75
8.9 深孔钻孔	78
8.10 螺旋铣削	79
8.11 镗孔	80
8.12 螺纹切削	81
8.13 用极坐标编程轮廓	82
<b>9 示例 5：法兰加工</b>	<b>84</b>
9.1 创建子程序	85
9.2 工作步骤的镜像处理	89
9.3 钻孔	92
9.4 腔体旋转	93
9.5 轮廓的倒角	98
9.6 纵向槽和圆周槽	99
<b>10 现在可以开始生产了</b>	<b>102</b>
10.1 回参考点	102
10.2 夹紧工件	103
10.3 设置工件零点	103
10.4 执行工作计划	104
<b>11 您对 ShopMill 的掌握如何？</b>	<b>106</b>



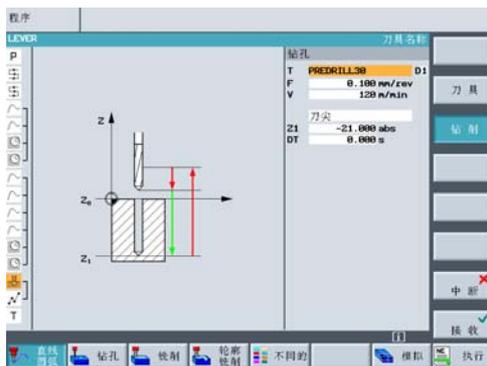
# 1 ShopMill 的优越性

本章描述了使用 ShopMill 工作的优越性。

## 1.1 节省学习时间 ...

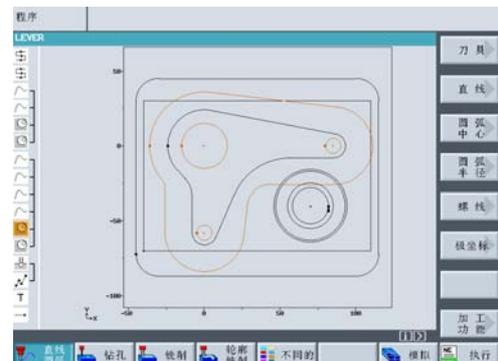
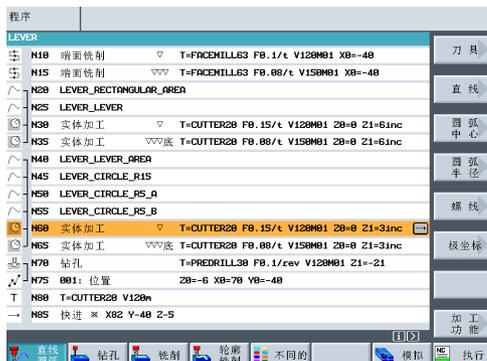
... 因为既无需在 ShopMill 中进行任何编码工作，亦无需使用外  
文术语，从而节省了您的学习时间：

所有要求的输入均为纯文本格式。



... 因为您亦可将DIN/ISO-SQL 指令并入图形  
化工作计划中。

```
G N25 G17 G54 G64 G90 G94
T N30 T=EM16
G N35 G0 X85 Y22.5
G N40 G0 Z2 S500 M3 M8
G N45 G0 Z-10
G N50 G1 X-85 F200
G N55 G0 Y-22.5
G N60 G1 X85
G N65 G0 Z100 M5 M9
```



... 还因为您可以随时在工作计划的各个步骤和工件图形之间进行切换。

## 1.2 节省编程时间...

实体加工	
T	CUTTER20 D1
F	0.030 mm/tooth
V	120 m/min
加工:	▽
Z0	0.000 abs

... 因为在输入工艺值时, ShopMill 提供了优化支持: 您只需在表格中输入以下各项的数值:

每齿进给率和切削速度——ShopMill 将自动计算转速和进给速度。

实体加工	
T	CUTTER20 D1
F	228.000 mm/min
S	1900 rev/min
加工:	▽
Z0	0.000 abs

... 因为 ShopMill 仅用一工作步骤即可描述整个加工过程并可自动生成必要的位置运动 ( 此处为从换刀点至工件来回运动 ) 。

程序		
LEVER_2		标记
P N5 LEVER_2		
N10 圆形腔	T=CUTTER20 F0.2/t V150M01 X0=0 Y0=0 Z0=0	复制
END	程序结束	

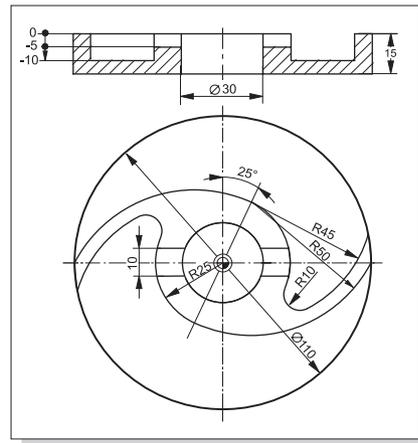
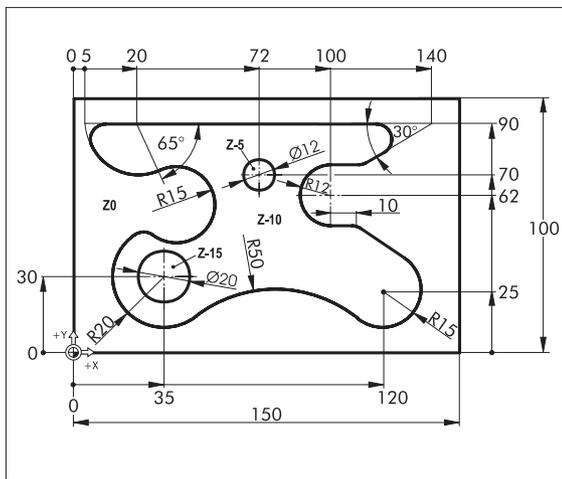
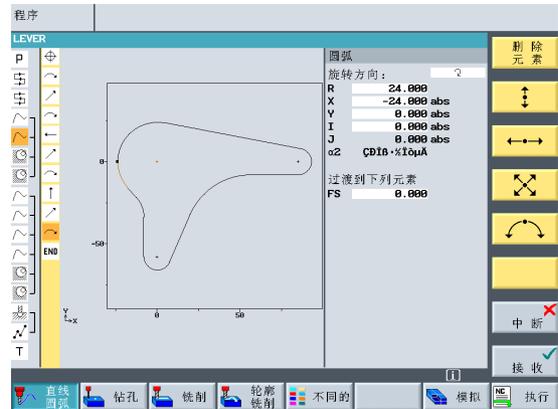
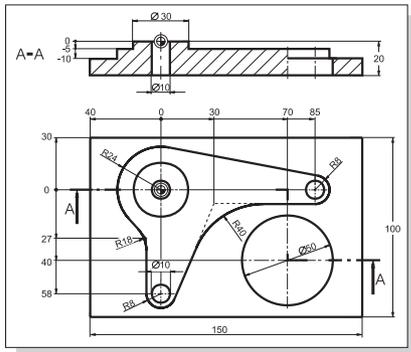
... 因为 ShopMill 图形化工作计划中的所有加工步骤都以简洁、明了的方式显示, 这就给用户提供了一个完整的概况、使用户具有更强的编辑能力, 即使对于复杂的生产步骤也可以应付自如。

INJECTION_FORM_2	
P N5 INJECTION_FORM_2	
N10 中心钻	T=CENTERDRILL12 F150/min S500rev ø11
N15 钻孔	T=DRILL9.8 F80/min V800M01 Z1=20inc
N25 001: 全圆孔	Z0=0 X0=-60 Y0=-40 R22.5 N6
N30 002: 位置	Z0=0 X0=0 Y0=35 X1=0 Y1=-35
INJECTION_FORM_POCKET	
N40 实体加工	▽ T=CUTTER16 F0.1/t V120M01 Z0=0 Z1=10inc
N45 剩余材料	▽ T=CUTTER10 F0.01/t V150M01
N50 实体加工	▽▽底 T=CUTTER10 F0.1/t V120M01 Z0=0 Z1=10inc
N55 实体加工	▽▽边 T=CUTTER10 F0.1/t V120M01 Z0=0 Z1=10inc
END	程序结束

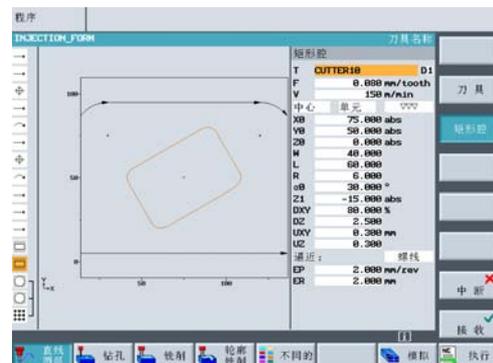
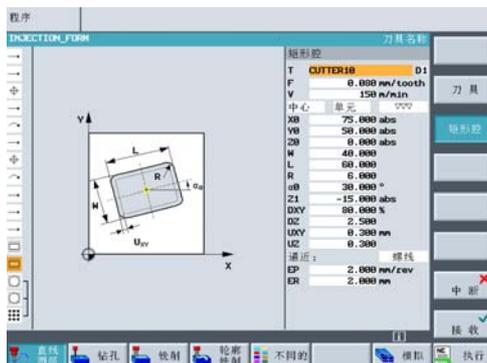
... 因为在钻孔过程中, 几种带有大量位置样式的加工操作能够相互链接, 因而不必进行重复调用。

N50 中心钻	T=CENTERDRILL12 F150/min S500rev ø11
N55 钻孔	T=CUTTER10 F150/min S35rev Z1=20inc
N60 001: 位置	Z0=-10 X0=-50 Y0=0 X1=50 Y1=0
N65 002: 方格排列孔	Z0=0 X0=-65 Y0=-40 N1=2 N2=2
N70 003: 全圆孔	Z0=-10 X0=0 Y0=0 R2 N6
END	程序结束

... 因为具有通用语言输入和图形支持功能，内装的轮廓计算器可以处理所有相关尺寸的运算且操作简便。



... 因为您仅需要按一个按键即可随时在静态帮助显示和动态图形之间进行切换；还可利用在线动态图形功能快速检查根据所输数值而产生的图形是否正确。

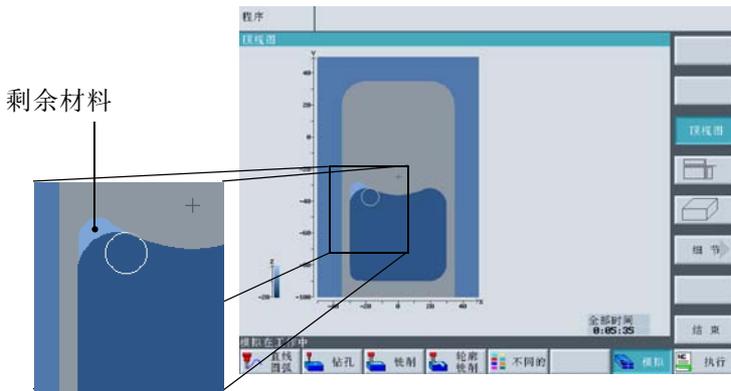


... 还因为工作计划的继续创建和加工过程是可以并行的：在利用 ShopMill 生产工件的同时，还可以继续创建新的工作计划。

## 1 ShopMill 的优越性

### 1.3 节省生产时间 ...

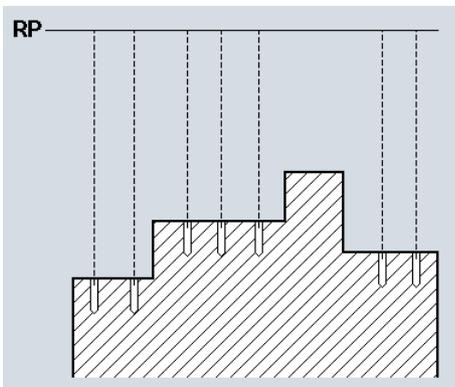
... 因为在您选择铣刀来加工轮廓腔时不受腔半径的限制：  
ShopMill 可识别出待清除的剩余材料并通过小型铣刀自动进行铣削。



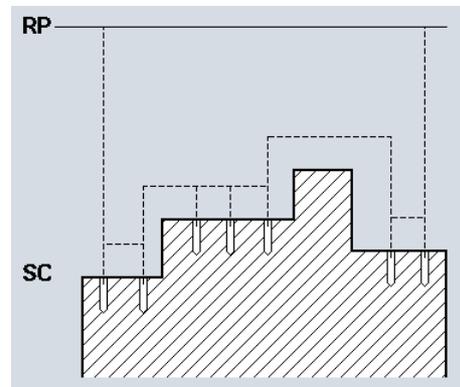
... 因为在加工操作过程中，在返回平面和加工平面之间没有多余的进刀运动。可以通过设置 *返回至 RP* 或 *优化返回* 达到此目的。

退至返回平面 (RP)

退至加工平面 = 节约生产时间



ShopMill 中的帮助显示



*优化返回* 必须由专业人员在程序开始部分进行设置。设置时必须考虑到元件装夹时可能遇到的障碍。

... 因为您可以利用设计简洁、紧凑的工作计划轻松地优化加工步骤（例如，此处为通过省却换刀操作来优化步骤）。

The image displays two screenshots of a CNC program editor interface. The top screenshot shows a list of operations for 'MOLD\_PLATE'. Operation N120, '圆形腔' (Circular cavity), is highlighted in orange. To its right, the '切割' (Cut) button is circled in red. A box labeled '切割' has an arrow pointing to this button. The bottom screenshot shows the same list, but N120 has been moved to a position between N65 and N75. A box labeled '粘贴' (Paste) has an arrow pointing to the '粘贴' button, which is also circled in red. The '切割' button is now visible below the '粘贴' button.

程序	操作	参数	按钮
MOLD_PLATE			
N45	实体加工	▽▽底 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0	标记
N50	实体加工	▽▽边 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0	复制
N55	圆形腔	▽ T=CUTTER20 F0.15/t V120M01 X0=0 Y0=0	粘贴
N60	圆形腔	▽▽ T=CUTTER20 F0.1/t V150M01 X0=0 Y0=0	切割
N65	圆形腔	▽ T=CUTTER20 F0.15/t V120M01 X0=0 Y0=0	搜索
N75	中心钻	T-CENTERDRILL12 F150/min S500rev ø11	重编号
N80	钻孔	T-DRILL10 F150/min V35M01 Z1=20inc	返回
N85	Ø01: 排孔	Z0=-10 X0=-42.5 Y0=-92.5 N4	返回
N90	障碍物	Z1	NC 执行
N95	Ø02: 排孔	Z0=-10 X0=42.5 Y0=-92.5 N4	
N100	障碍物	Z1	
N105	Ø03: 全圆孔	Z0=-10 X0=0 Y0=0 R22.5 N6	
N110	障碍物	Z1	
N115	Ø04: 位置	Z0=-10 X0=0 Y0=42.5	
N120	圆形腔	▽▽ T=CUTTER20 F0.08/t V150M01 X0=0 Y0=0	
END	程序结束		

原来的加工步骤

通过“剪切”和“粘贴”优化的加工步骤

... 还因为进行重复操作时，ShopMill 充分利用了数字技术（SIMODRIVE 驱动器、SINUMERIK 控制器）来实现最大的进给率以及最佳的精度。



## 2 确保一切操作顺利

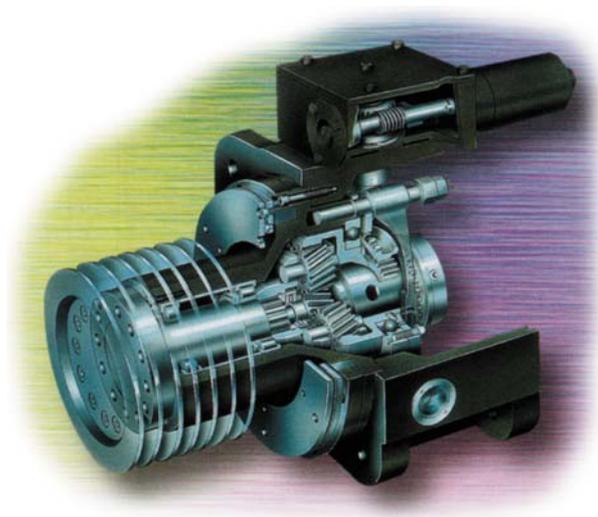
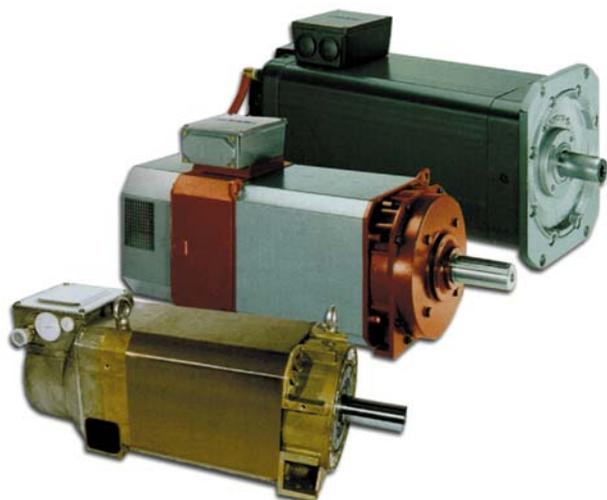
本章将通过具体的示例来介绍 ShopMill 的基本操作。

### 2.1 值得信赖的技术

作为 ShopMill 的基本组成部分，SINUMERIK 810D 堪称新一代数字化 CNC 与驱动集成的系统，对机床配套而言非常具有价格优势。



借助西门子三相伺服交流电机和...



... 西门子变速箱产品技术，需要时，可以全速以最大的进给率、快速进给转速进行生产。

## 2.2 机床操作面板

拥有强大的软件固然重要，但同时亦须使用方便。

ShopMill 设计简洁的控制面板可确保操作简单易行。控制面板由三部分组成，即：



扁平面板 -

具体描述见下文。

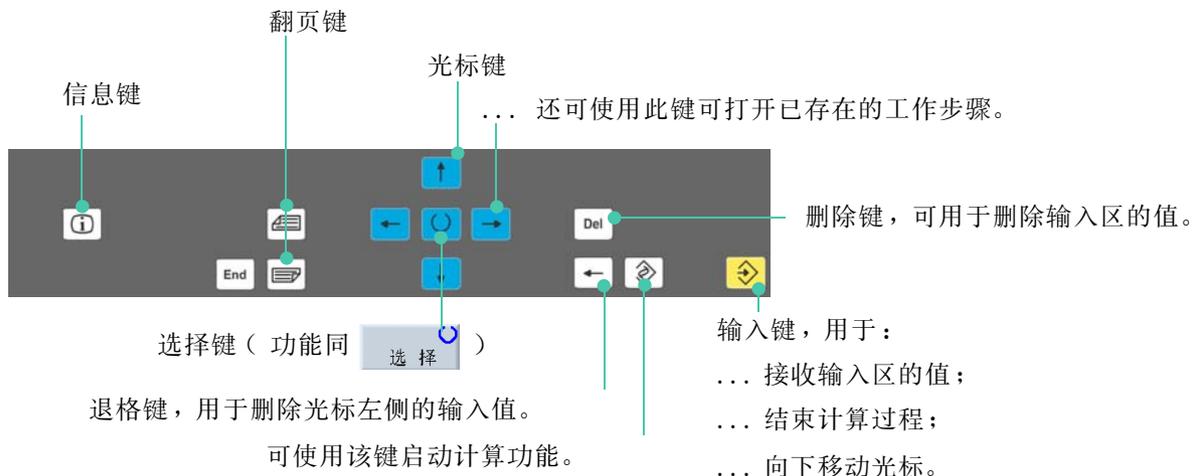
全功能 CNC 键盘 -

有关特殊按键的解释如下。

机床控制面板 -

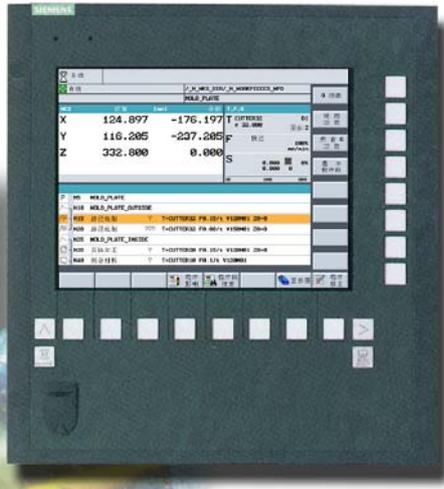
具体描述参见第 10 章。

全功能 CNC 键盘上最主要的按键如下所示：



## 2 确保一切操作顺利

为了更好地掌握 ShopMill 的操作，请了解各组键的功能。



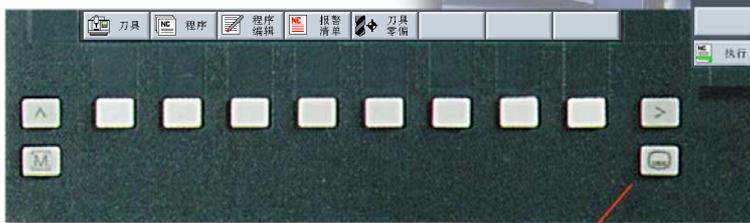
### 软键

按下屏幕周围的按键，可以选择相应的ShopMill功能。按键一般均直接对应于相应的菜单。由于菜单内容会随操作情况的变化而发生改变，所以需要使用软键执行各项操作。

可使用垂直方向的软键调用 ShopMill 的所有子功能。



可使用水平方向的软键调用各种主要功能。



不论您正在执行哪个操作步骤，点击此键，即可随时调用主菜单。

### 主菜单



## 2.3 主菜单



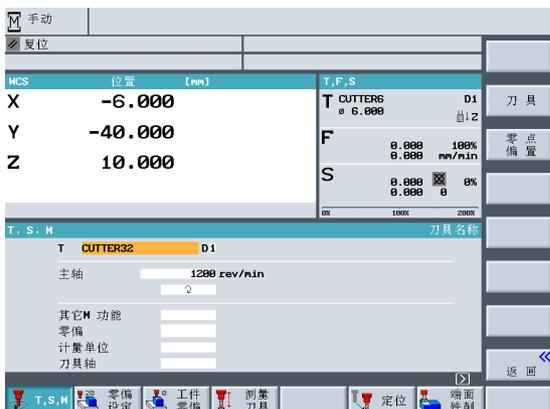
刀具

可用于调整机床、采用手动方式移动刀具等；

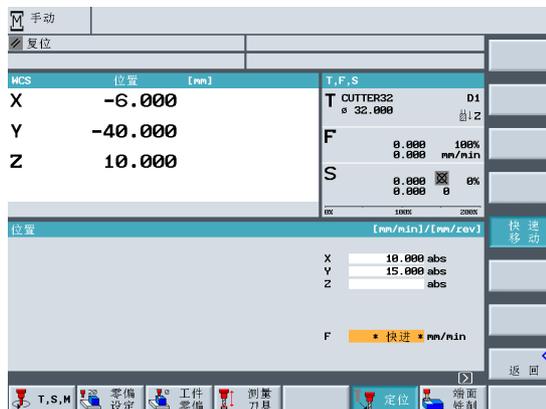
还可用来校正刀具和设置工件零点。



调用刀具并输入工艺值

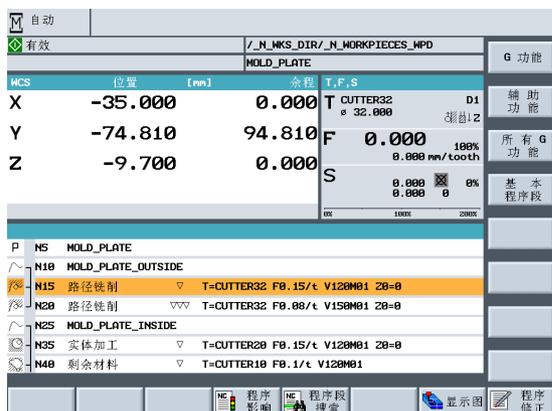


输入目标位置值



刀具

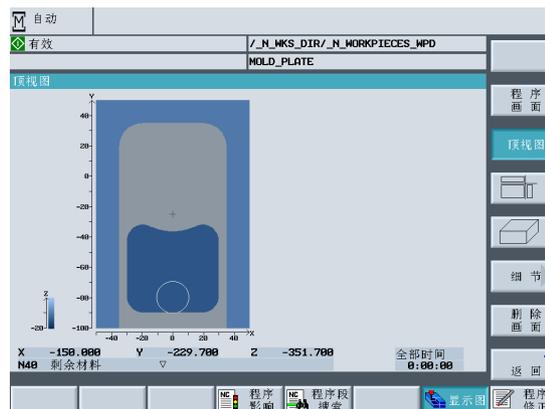
可以在加工的同时显示当前的工作步骤。按一个按键即可切换到同步模拟方式。在执行一个工作计划的同时，可以添加工作步骤或者创建一个新的工作计划。



显示工作步骤和当前工艺数据

...

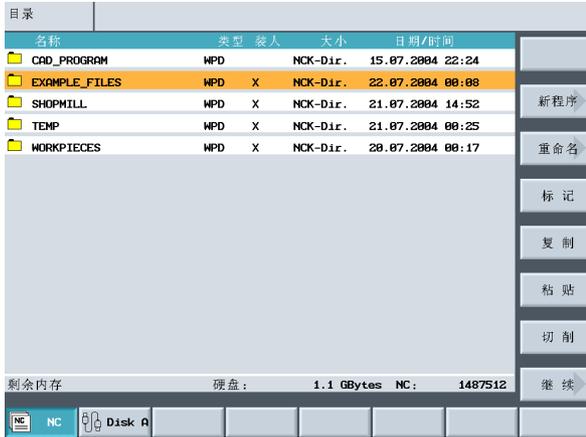
... 或者切换至模拟显示。



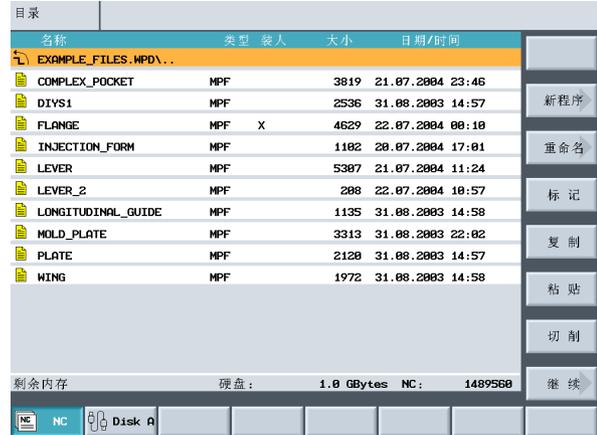
## 2 确保一切操作顺利



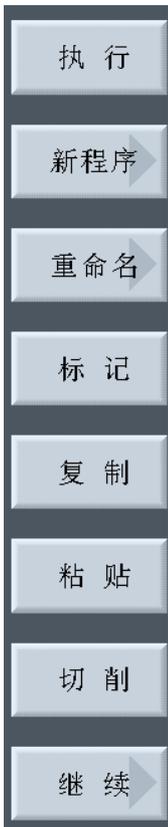
在此管理工作计划和轮廓，还可在此输入和输出工作计划。



为防止工作计划列表过长而难以处理，可以根据需要使用 *程序管理* 功能创建多个目录。



接着，可以把不同类型的工作计划保存在所创建的各个目录下。



在 *自动加工* 方式下处理所选的工作计划。

创建新文件夹和工作计划。

重命名文件夹和工作计划。

将工作计划进行分组标记以便移动或复制。

将作上标记的工作计划置于剪贴板上。

将剪贴板的内容添加到另一个文件夹下。

剪切作上标记的工作计划或工作步骤，并将其置于剪贴板上。

可随时使用软键 *继续* 和 *返回* 在软键条间来回切换。

将工作计划从硬盘装载到 NC 内核中。

将工作计划从 NC 内核卸载到硬盘中。

可以通过传送程序段来执行一个较长的 ISO 程序。

可以同时加工多个工件。

重命名现有的工作计划。

把工作计划输出到外部存储器中。

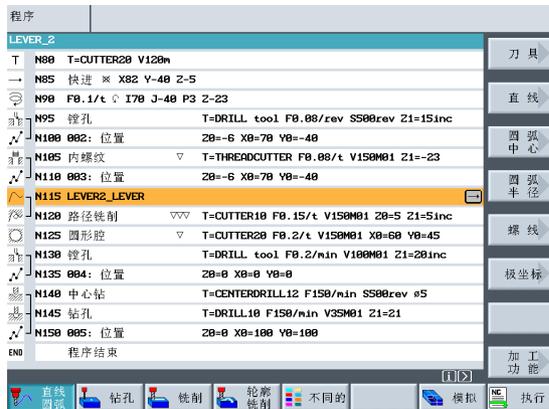
从外部存储器中输入工作计划。



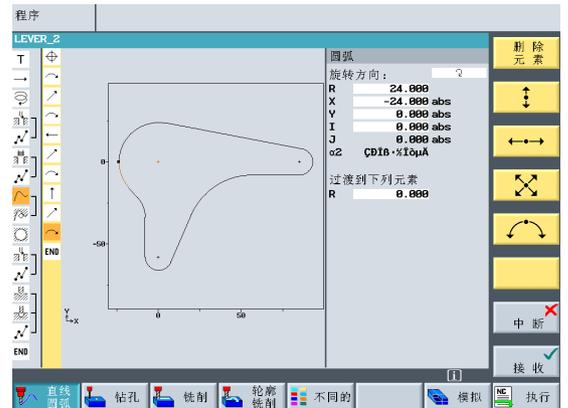


ShopMill  
程序

可以在此创建某个工件的工作计划以及完整的加工步骤。操作人员须凭借自身经验来优化加工步骤。



轮廓

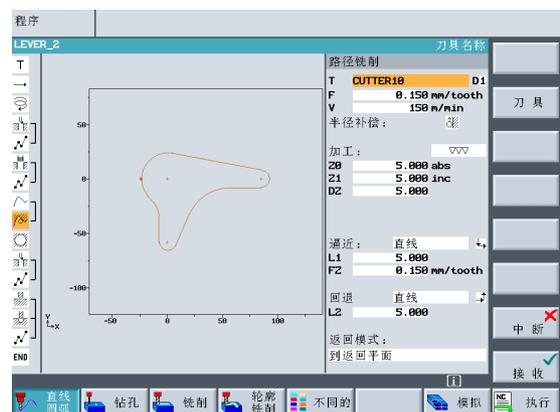


有待加工的轮廓以图形方式输入...

...然后转变成排屑。

几何形状与工艺是充分关联的。

加工路径铣削



- 轮廓路径铣削 
- 包含逼近和返回方法 
- 圆形腔 (包含工艺值和位置值) 
- 镗孔工艺 
- 镗孔加工 
- 定位孔心工艺 
- 钻孔工艺 
- 定位孔心和钻孔加工 

### 几何形状与工艺相互关联性举例

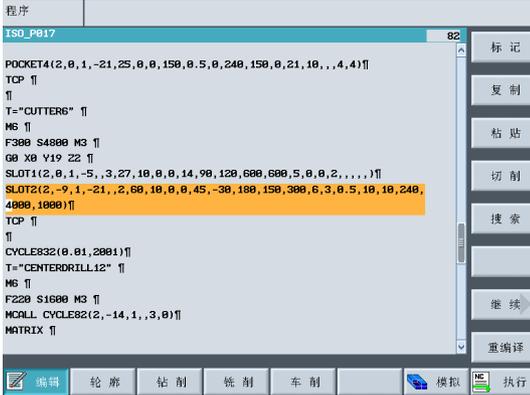
将与经过“归类”的相应图标对应的加工步骤图形化，可以清楚地表明几何形状 / 工艺的相互关联性。“归类”意指使生成一个加工步骤所需几何形状和工艺相互对应。

## 2 确保一切操作顺利

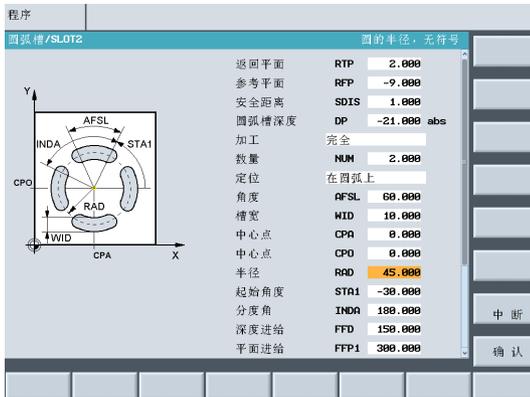


G代码  
编程

ShopMill 用户接口以值得信赖的 Sinumerik 810D 为基础。可以使用 *CNC ISO* 键转换到 Sinumerik 操作平面。接着即可使用与其它 810D 控制系统完全相同的方法进行生产。



ShopMill 与 Sinumerik 810D 的结合使 CNC 生产具有了高度的灵活性。



可以利用专门编写的其中包含两个用于工件铣削之示例的 Getting Started Guide( 订货号: 6FC5095-0AB00-0BP1 )来进行 810D/840D 的 G 代码编程。

正如第 1 章所述，除了可以输入标准 SINUMERIK 程序外，您还可以输入以其它语言编写的 NC 程序。这些命令均可被 ShopMill 所“理解”并转变成切削加工。

### N90 G291 ( 选择外部语言 )

N100 G17 G54 平面选择和零点偏移

N105 G90 G00 G43 X0 Y0 H1 Z100 ...

N110 G83 X10 Y11 Z-30 R10 F100 Q8 带有与控制器相关的参数的钻孔循环

N120 X80 Y90 钻孔位置

N130 G80 钻孔循环结束

N140 G53 X20 Y20 ...

N150 G55 ...

### N160 G290 ( 回到 SINUMERIK 语言 )



信息	14811	通道 1 程序段 N270 编程 /_N_MKS_DIR/_N_SPRG_KM34_MPD/_ 不存在或没有编辑
号	时间	信息 /报警
14811	17:10:12:00	通道 1 程序段 N270 编程 /_N_MKS_DIR/_N_SPRG_KM34
NCK	27.07.04	_MPD/_ 不存在或没有编辑

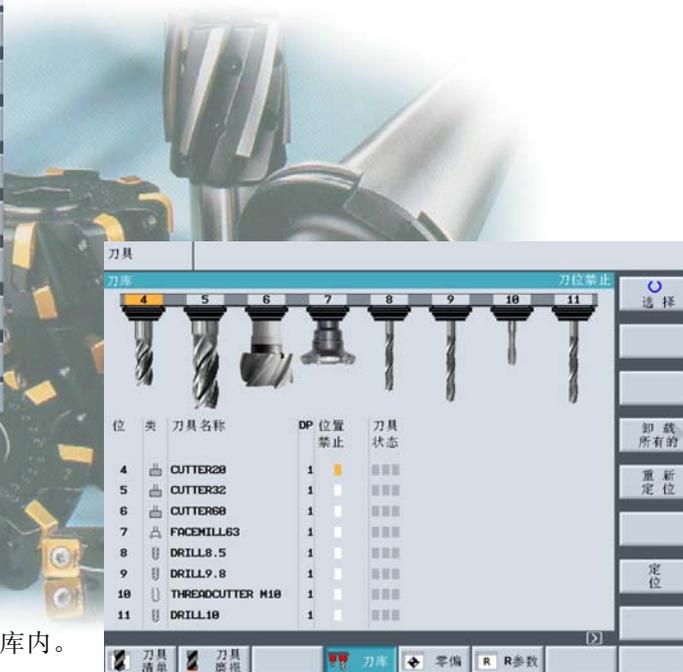
在此显示所有当前未处理的信息和报警。显示相应的故障号、故障发生时间以及与故障有关的其他说明。

ShopMill 用户文件中提供了信息和报警列表。



必须使用刀具进行坯料切削。您可以在刀具表中对刀具进行管理...

位	类	刀具名称	DP	第1刀沿长度	第2刀沿长度	N	1	2
4		CUTTER20	1	98.300	20.000	3	X	
5		CUTTER32	1	119.200	32.000	3	X	
6		CUTTER60	1	110.000	60.000	6	X	
7		FACEMILL63	1	133.500	63.000	5	X	
8		DRILL8.5	1	122.000	8.500	118.0	X	
9		DRILL9.8	1	105.000	9.800	118.0	X	
10		THREADCUTTER M10	1	91.300	10.000	1.500	X	
11		DRILL10	1	109.500	10.000	118.0	X	



... 然后将它们合并在一个刀库内。

MCS		MCS		基本 (0500)			
X	-6.000 mm	X1	-96.960 mm				
Y	-40.000 mm	Y1	-190.000 mm				
Z	10.000 mm	Z1	-122.000 mm				
基本	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
WD 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
WD 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
WD 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
程序缩放	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
镜像	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	
全部	-90.960	-150.000	-300.000	0.000	0.000	0.000	

将零点保存在布局清楚的零点表中。

## 3 初学者入门

本章仅讨论铣床中几何学与工艺方面的基础知识，未涉及 ShopMill 的输入。

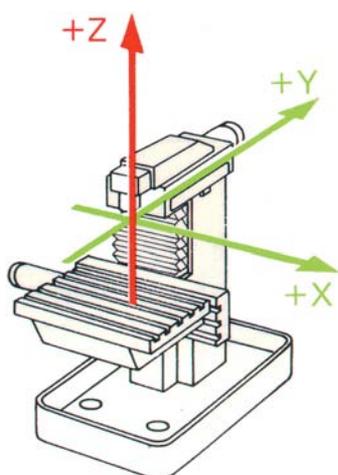
### 3.1 几何学基础知识

#### 3.1.1 刀具轴和工作平面

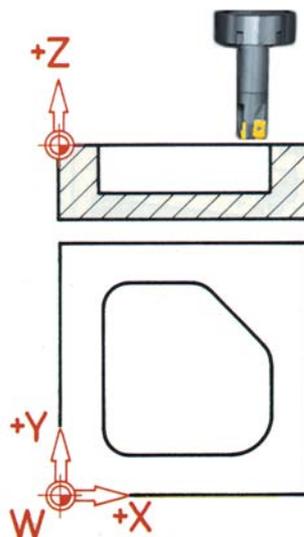
在通用铣床上，所安装的刀具可与三个主轴中的任何一个平行。根据 DIN66217 或 ISO841 的规定，应当在机床的主导轨上对这三个相互垂直的主轴进行定向。

刀具的安装位置确定了相应的工作平面。通常把 Z 轴作为刀具轴。

#### 刀具轴 Z

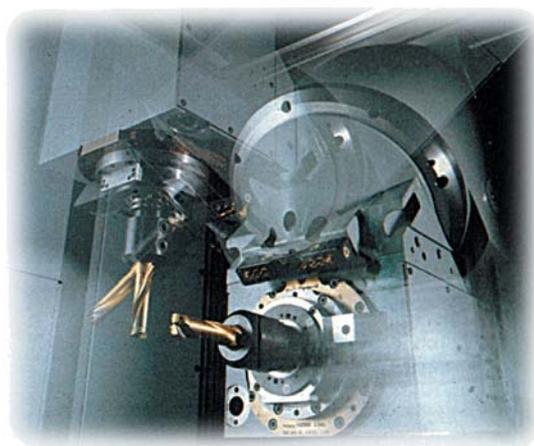
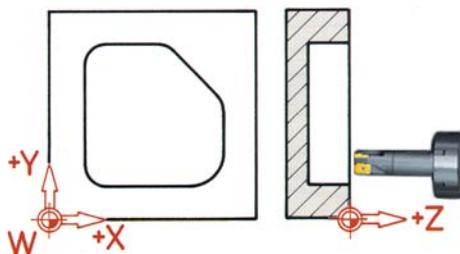


垂直主轴



在先进的机床上，用通用的旋转装置改变刀具安装位置只需几秒钟的时间，而且无需执行转换操作。

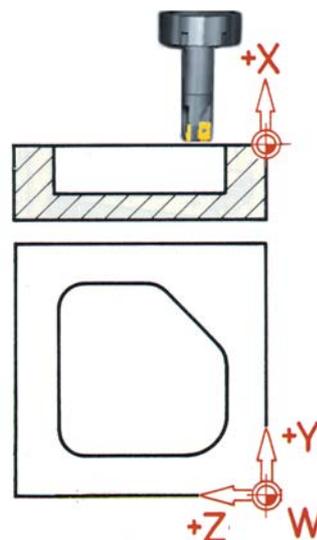
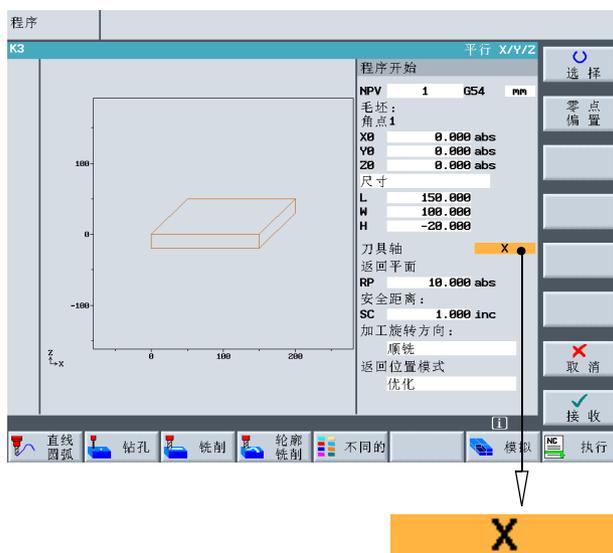
水平主轴



若上一页中的坐标系作了适当的旋转，就会更改相应工作平面上的轴及其方向（DIN 66217）。

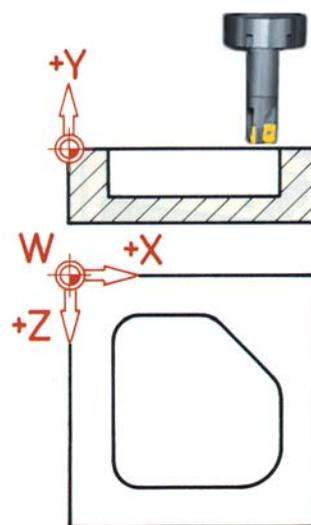
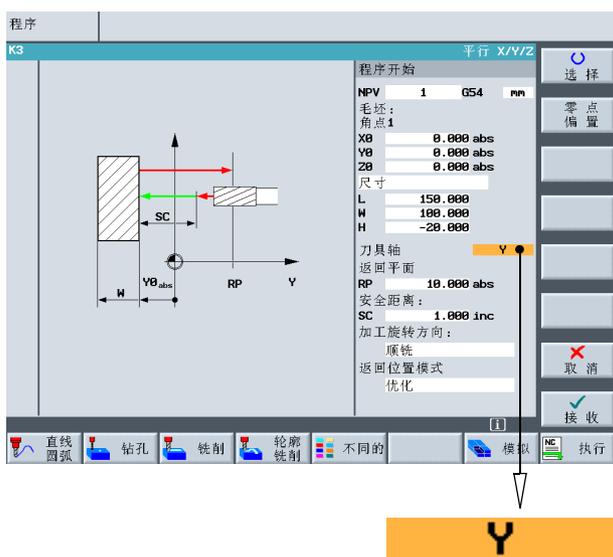
## 刀具轴 X

下图为转换至刀具轴 X 后的“程序开始”部分的图形显示。



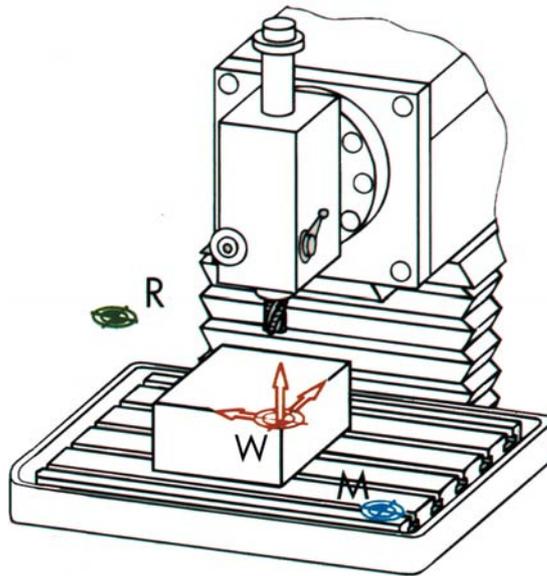
## 刀具轴 Y

当然您可以使用  键调用帮助信息，以便选择刀具轴并在“程序开始”部分中输入值。



### 3.1.2 工作区域内的点

若要通过测量系统在现有工作区域内为 CNC 控制器（如带有 ShopMill 的 SINUMERIK 810D）定位，必须对以下几个重要的参考点进行定义。



#### 机床零点 M



机床零点 M 是由机床制造商定义的，不可更改。它位于机床坐标系统的原点。

#### 工件零点 W



工件零点 W 也被视作程序零点，是工件坐标系的原点。它可以自由选择而且应将其定义在图纸上大多数尺寸的起点。

#### 参考点 R



因为机床零点在一般情况下是无法返回的，所以用回参考点 R 来使测量系统回零。控制器可以此方式找到线性测量系统的计数起点。

### 3.1.3 绝对值尺寸和增量值尺寸

#### 绝对值输入：

输入值以工件零点为基准。

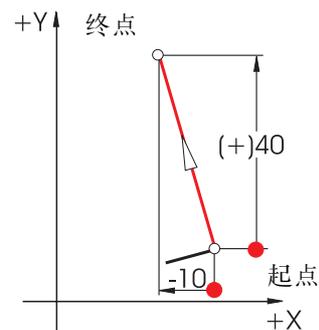
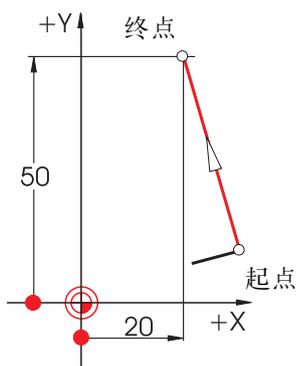
直线	
X	20.000 abs
Y	50.000 abs

#### 增量值输入：

输入值以起点坐标值为基准。

直线	
X	-10.000 inc
Y	40.000 inc

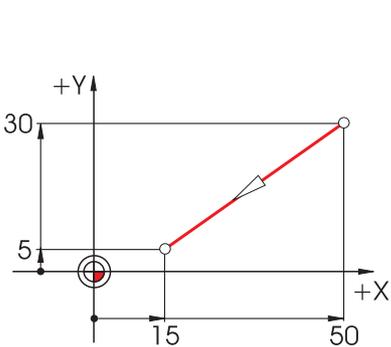
可随时使用软键  进行切换。



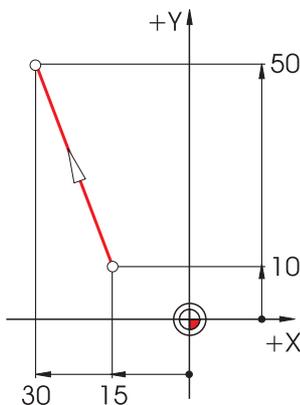
输入绝对尺寸时，必须始终输入当前坐标系中终点的绝对坐标值（无需考虑起点坐标值）。

输入增量尺寸时，必须始终输入起点和终点之间在各个方向上的差值。

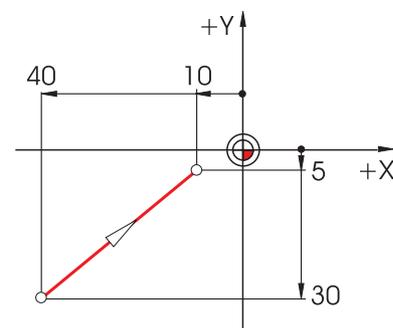
也可以进行绝对值和增量值的组合输入。



绝对值：X15 Y5  
增量值：X-35 Y-25



绝对值：X-30 Y50  
增量值：X-15 Y40



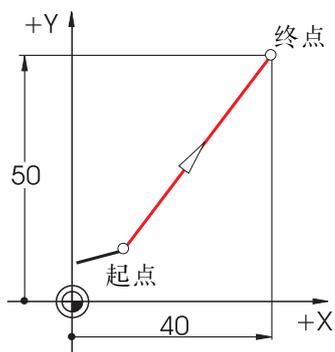
绝对值：X-10 Y-5  
增量值：X30 Y25

### 3.1.4 沿直线运动

两种输入方式都需要精确定义终点。输入的数据可以如下所示：

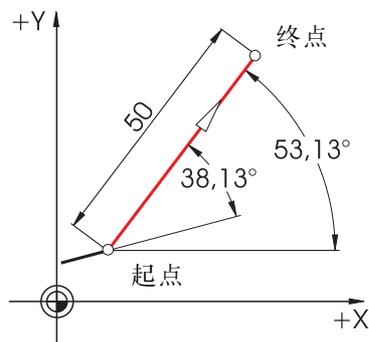
**直角坐标：**输入 X 和 Y 坐标的值

直线	
X	40.000 abs
X	30.000 inc
Y	50.000 abs
Y	40.000 inc
L	50.000
$\alpha 1$	53.130 °
$\alpha 2$	38.130 °
过渡到下列元素	
R	0.000



**极坐标：**输入长度值和角度值

直线	
X	40.000 abs
X	30.000 inc
Y	50.000 abs
Y	40.000 inc
L	50.000
$\alpha 1$	53.130 °
$\alpha 2$	38.130 °
过渡到下列元素	
R	0.000

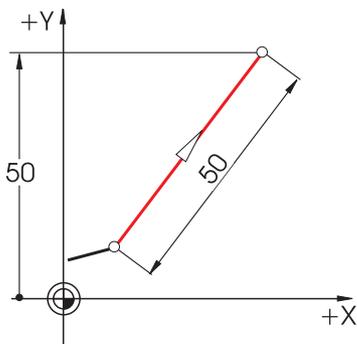


角度 38.13° = 与前一零件的角度

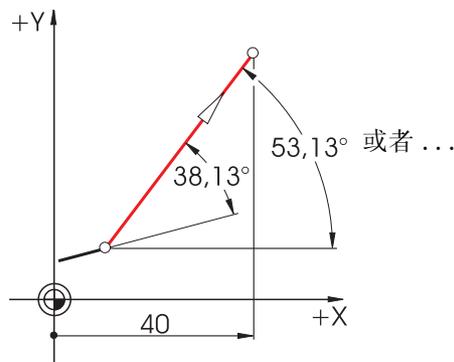
或角度 53.13° = X 轴正方向的起始角度

直角坐标和极坐标可以组合使用。见以下两个示例：

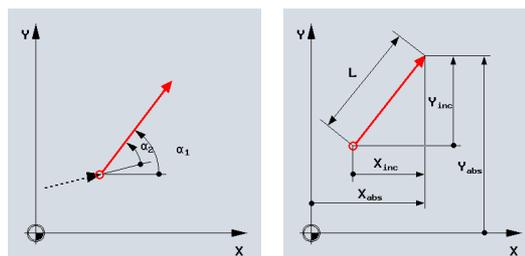
输入终点的 Y 坐标值和长度值



输入终点的 X 坐标值和角度值



在输入值时可以调用相关的 ShopMill 帮助提示，帮助屏幕将显示相关输入区的名称。



### 3.1.5 沿圆弧运动

X 轴和 Y 轴的值用于定义圆弧的终点；圆心的参数值则用 I 和 J 表示。在 ShopMill 中，您可以用绝对值或增量值的方式分别输入这 4 个值。

对于大多数控制器而言，尽管 X 和 Y 是以绝对值的方式输入的，但圆心 I 和 J 还是可以用增量值的方式输入。在此，不但要确定起点 A 至圆心 M 之间的差值（通常要结合数学运算），还要确定方向及正负号。

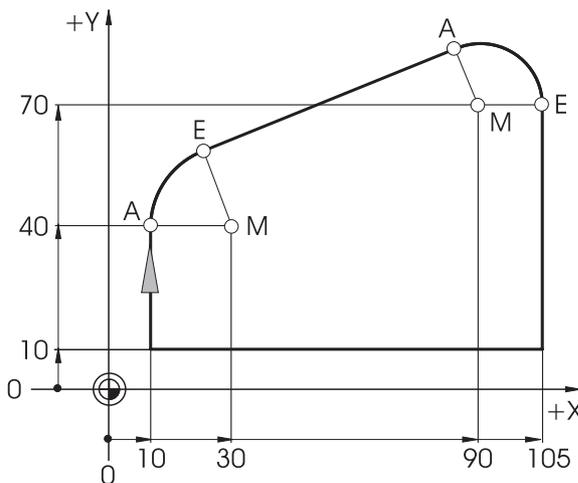
另一方面，若使用 ShopMill，则无需执行任何计算，因为您可以输入圆心的绝对值。此外，还可以使用轮廓计算器对以图形表示的最为复杂的轮廓进行计算。

**输入圆心的参数值（绝对值）：**

圆弧	
旋转方向：	?
R	
X	abs
Y	abs
I	30.000 abs
J	40 abs
α2	°
过渡到下列元素	
R	0.000

**输入之后：**

圆弧	
旋转方向：	?
R	20.000
X	abs
Y	abs
I	30.000 abs
J	40.000 abs
α2	°
过渡到下列元素	
R	0.000



ShopMill 会自动计算根据已经输入的数据所得出的值（此处指半径）。

圆弧	
旋转方向：	?
R	
X	105.000 abs
Y	70.000 abs
I	90.000 abs
J	70 abs
α2	°
过渡到下列元素	
R	0.000

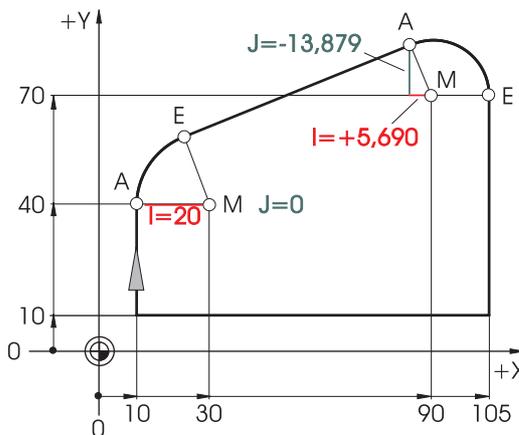
**输入之后：**

圆弧	
旋转方向：	?
R	15.000
X	105.000 abs
Y	70.000 abs
I	90.000 abs
J	70.000 abs
α2	°
过渡到下列元素	
R	0.000

ShopMill 还可以显示所有可能的几何值：

**显示所有参数：**

圆弧	
旋转方向：	?
R	20.000
X	22.414 abs
X	12.414 inc
Y	58.505 abs
Y	18.505 inc
I	30.000 abs
I	20.000 inc
J	40.000 abs
J	0.000 inc
α1	90.000 °
α2	°
β1	22.291 °
β2	67.709 °
过渡到下列元素	
R	0.000



圆弧	
旋转方向：	?
R	15.000
X	105.000 abs
X	20.690 inc
Y	70.000 abs
Y	-13.879 inc
I	90.000 abs
I	5.690 inc
J	70.000 abs
J	-13.879 inc
α1	22.291 °
α2	°
β1	270.000 °
β2	112.291 °
过渡到下列元素	
R	0.000

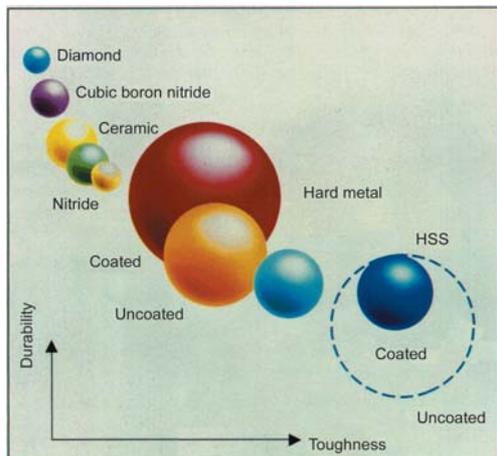
使用绝对值计算圆心尺寸的其他优点是：逆铣时，无需重新计算 I 和 J 的值。

## 3.2 工艺基本原理

优化生产的基本要求是充分掌握有关刀具（特别是刀具的切削材料）、刀具应用和最佳切削数据的知识。

### 3.2.1 现代铣削和钻孔刀具

尽管过去所使用的刀具多数为 HSS 钢制刀具，但是如今人们已在使用硬质合金、陶瓷板、立方氮化硼（CBN）板和多晶金刚石刀具。下图显示了这些切削材料的应用比例及其硬度和耐磨性。



这幅图摘自 SANDVIK 的刀具目录，其中还列出了最新研发的硬质合金材料。由于兼具良好的硬度和耐磨性，使用该种刀具则可提高生产效率。这类切削材料还具有如下优点：刀具使用寿命更长、表面质量更佳。

由 HSS 制得的无涂层刀具

切削刀片



带有钛氮化物（TiN）涂层的钻孔和铣削刀具



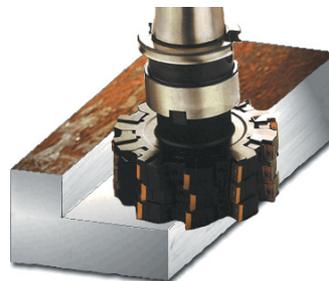
### 3.2.2 刀具的使用

端面铣刀



端面铣刀（亦称为旋转刀片）：用于清除较多的材料。

圆筒形端铣刀



圆筒形端铣刀：用于加工带有垂直凸缘的直角轮廓段。

插入式轴铣刀



插入式轴铣刀：一种多头刀具，它将刀具螺旋式排列起来，以产生一种特殊的“平滑”机械加工效果。

长孔铣刀



长孔铣刀（亦称为槽式铣刀）：可用于切削中心表面，也可插入深槽中切削。它通常含有 2-3 个刀沿。

NC 点钻



NC 点钻：用于后续钻削时定位孔心和加工倒角。若您规定了倒角外径，ShopMill 会自动计算深度值。

输入值



螺旋钻



使用 ShopMill，您可以选择多种不同类型的钻头（断屑式钻头、深孔钻头等），ShopMill 会自动考虑钻头尖 1/3D 的情况。

钻头



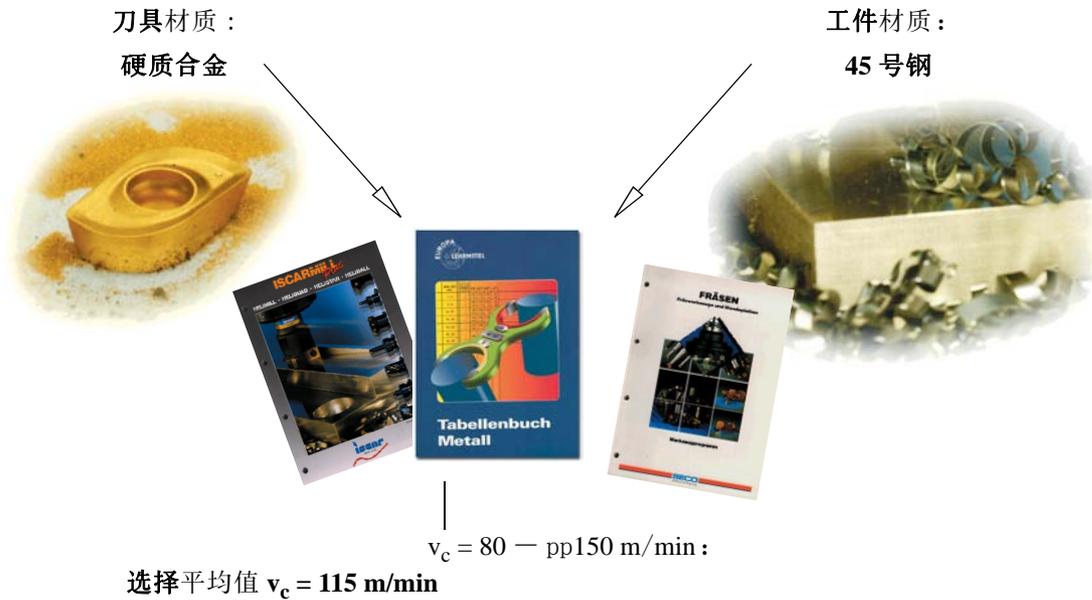
完整的钻头配备有插入式刀具，它只适用于大直径钻孔。钻削过程必须保持连续，不得出现中断。

### 3.2.3 切削速度和转速

刀具的最佳转度总是取决于刀具材料和工件材料，以及工件直径。您可以根据多年的经验，无需计算即输入转速值。不过，较佳应依据表中给定的切削速度来计算转速。

计算切削速度：

起初，可借助制造商的产品目录或刀具表册来计算最佳切削速度。



可以根据该切削速度和已知的刀具直径计算转速  $n$ 。

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

以下示例说明两种刀具的转速计算：

	$d_1 = 40\text{mm}$	$d_2 = 63\text{mm}$	
$n_1 = \frac{115\text{mm} \cdot 1000}{40\text{mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$			$n_2 = \frac{115\text{mm} \cdot 1000}{63\text{mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$
	$n_1 \approx 900 \frac{1}{\text{min}}$	$n_2 \approx 580 \frac{1}{\text{min}}$	

在 NC 编码中，转速是用字母 S（英语“Speed”）表示的。因此输入值如下所示：

路径铣削	
T	CUTTER40 D1
F	Ø. 150 mm/tooth
S	900 rpm

**S900**

路径铣削	
T	CUTTER63 D1
F	Ø. 150 mm/tooth
S	580 rpm

**S580**

### 3.2.4 每齿进给量和进给率

前面我们学习了如何计算切削速度和转速。使用刀具切削时，必须给切削速度和转速分配相应的进给率。

用于计算进给率的基础值是每齿进给率。如同切削速度一样，每齿的进给率也取自刀具厂家所提供的刀具表册或文件，当然亦可凭经验得出。

计算每齿进给率：



$$f_z = 0,1 - 0,2 \text{ mm:}$$

选择平均值  $f_z = 0.15 \text{ mm}$

可以根据每齿进给率、齿数和已知转速计算进给率  $v_f$ ：

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

以下示例中计算的是具有不同齿数的两个刀具的进给率：

$$d_1 = 63\text{mm}, z_1 = 4$$

$$d_2 = 63\text{mm}, z_2 = 9$$

$$v_{f1} = 580 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,15\text{mm} \cdot 4$$



$$v_{f2} = 580 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,15\text{mm} \cdot 9$$



$$v_{f1} = 348 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

$$v_{f2} = 783 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

在 NC 编码中，进给率用字母 F（英语“feed”）表示，因而输入值如下所示：

路径铣削	
T	CUTTER63 D1
F	348.000 mm/min
S	580 rpm

**F340**

**F780**

路径铣削	
T	CUTTER63 D1
F	780.000 mm/min
S	580 rpm

# 4 良好的装备

本章讲述如何为后续章节中所举的示例创建刀具，同时教您如何计算刀具长度和设置工件零点。

## 4.1 刀具管理

ShopMill 提供了三组刀具管理列表。

### 1. 刀具表

本列表列示了 NC 中的所有刀具及其补偿数据，这与是否将刀具加载到刀库无关。

有 11 种类型的刀具可供使用。每一种类型的刀具有不同的几何参数（例如，钻孔角度）。

DP = Duplo 号  
（此处创建的是具有相同名称的姐妹刀具）

刀具直径

刀具长度

既然在 ShopMill 中可以输入进给率 / 齿，所以亦须规定齿数。

-  CUTTER
-  DRILL
-  CENTERDRILL
-  EDGE\_TRACER
-  3D\_PROBE
-  DIEMILL\_CYL
-  BALL\_END\_MILL
-  MILL\_CORN\_RAD.
-  FACING TOOL
-  MILL\_TAPER
-  TAP

位	类	刀具名称	DP	第 1 刀 长度	第 2 刀 长度	N	1	2
1	CUTTER	CUTTER6	1	89.100	6.000	2	X	
2	CUTTER	CUTTER10	1	86.000	10.000	2	X	
3	THREADCUTTER	THREADCUTTER	1	168.000	12.000	1	X	
4	CUTTER	CUTTER20	1	98.300	20.000	3	X	
5	CUTTER	CUTTER32	1	119.200	32.000	3	X	
6	CUTTER	CUTTER50	1	110.000	60.000	6	X	
7	DIEMILL	DIEMILL63	1	133.500	63.000	5	X	
8	DRILL	DRILL8.5	1	122.000	8.500	118.0	X	

刀具的旋转方向

开启 / 关闭冷却液 1 和 2

根据所选刀具类型自动显示建议采用的刀具名称。该名称可根据需要进行更改，但其长度不能超过 17 个字符。允许在名称中使用字母、数字或下划线。

刀具尖角

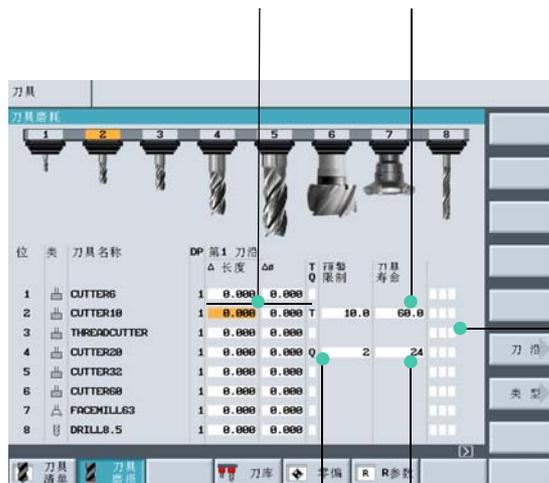
其它的刀具专用功能如速度监控或刀具划伤监控

## 2. 刀具磨损表

在此定义相关刀具的磨损量数据。

根据刀具长度和刀具直径的差值输入刀具磨损量数值。

若此前已将功能 ( T ) 激活, 可在这里输入刀具使用寿命 ( 单位: 分钟 )。



可使用此转换界面来确定下列特性:

1. 锁定刀具
2. 特大型刀具
3. 固定位置的刀具

若此前已将功能 ( C ) 激活, 可在这里输入换刀数量。

在此定义是否根据刀具使用寿命或换刀数量改变的情况对刀具进行监测。 T 表示对使用寿命进行监测; C 表示对换刀数量进行监测。

## 3. 刀库表

刀库表包含分配给一个或多个刀库的所有刀具。该表显示了每种刀具的状态。此外, 还可以为某个刀具预留库位或将库位锁定。



T 此处显示了当前的刀具状态。

在此启用库位锁定功能。



## 4.2 刀具的使用

在刀具表中输入后续的机械加工示例中所需的刀具值。

### 创建刀具



...搜寻空位

新刀具

铣刀

选择刀具类型并  
输入数据

面铣刀

钻削

螺纹攻

中心钻

继续

**刀具表 1**

位	类	刀具名称	DP	第1 刀沿 长度	Ø	N	1	2
1	铣刀	CUTTER6	1	89.100	6.000	2	X	
2	铣刀	CUTTER10	1	86.000	10.000	2	X	
3	螺纹刀	THREADCUTTER	1	168.000	12.000	1	X	
4	铣刀	CUTTER20	1	98.300	20.000	3	X	
5	铣刀	CUTTER32	1	119.200	32.000	3	X	
6	铣刀	CUTTER60	1	110.000	60.000	6	X	
7	面铣刀	FACEMILLG3	1	133.500	63.000	5	X	
8	钻头	DRILL8.5	1	122.000	8.500	118.0	X	

**刀具表 2**

位	类	刀具名称	DP	第1 刀沿 长度	Ø	交	N	1	2
9	钻头	DRILL9.8	1	105.000	9.800	118.0	X		
10	螺纹刀	THREADCUTTER M10	1	91.300	10.000	1.500	X		
11	钻头	DRILL10	1	109.500	10.000	118.0	X		
12	预钻头	PREDRILL30	1	150.000	30.000	180.0	X		
13	钻头	DRILL tool	1	122.000	48.480	0.0	X		
14	中心钻	CENTERDRILL12	1	85.200	12.000	90.0	X		
15	边缘找正器	EDGE_FINDER	1	120.000	4.000		X		
16									

注意：必须可以插入直径为 6、10、20 和 32 的铣刀，因为在接下来的示例中还需使用它们进行铣槽。

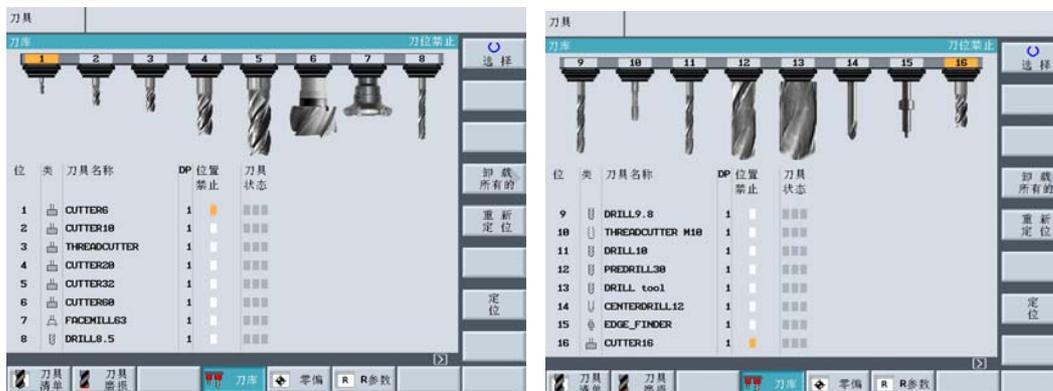
### 4.3 刀库中的刀具

以下各节讲述如何将刀具装载到刀库。

从刀具表中选择一种没有库位号的刀具并按下键  。

下面的对话框提供了第一个刀库空位，您可以更改或接收所提供的位位置。

此刀库可用于以下示例。



### 4.4 测量刀具

接下来将介绍如何对刀具进行计算。

使用软键  将刀具加载到主轴中。变换至菜单  。



- 长度手动
- 直径手动
- 长度自动
- 直径自动
- 校正探头



使用长度手动功能在 Z 轴方向上测量刀具。



使用直径手动功能测量刀具直径。



使用长度自动功能用刀具量规测量刀具长度。



使用直径自动功能用刀具量规测量刀具直径。

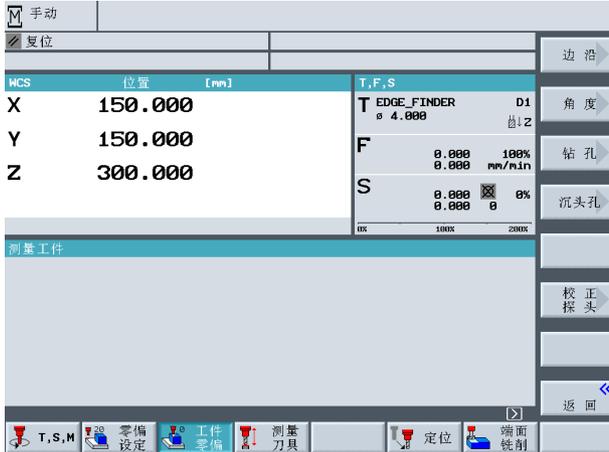


使用校正探头功能自动测量刀具长度和刀具直径。

## 4 良好的装备

### 4.5 设置工件零点

要设置工件零点，必须切换到主菜单中的 *手动加工* 方式。



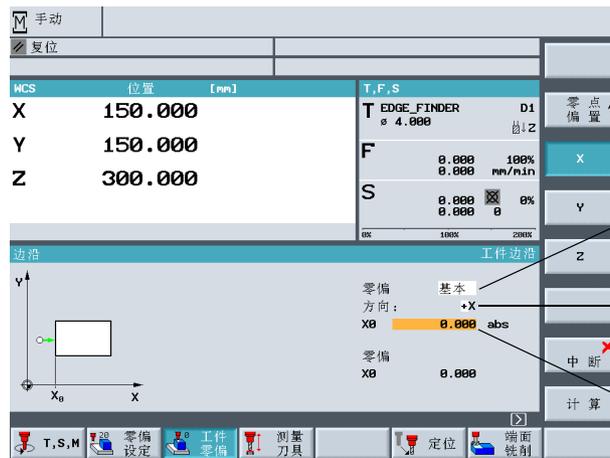
子菜单中的 *测量工件* 菜单为设置工件零点提供了多个选项。

该示例展示了如何用边沿探头设置工件边沿 ( **边沿** ) 的零点。

使用此键调用零偏表，然后就可以在 *零点偏移区* 中设置偏移值。

#### 步骤:

1. **边沿**
2. 选择边沿  
**X** (帮助显示将展示必要的单击方向)。
3. 单击工件边沿。



输入零点偏移值

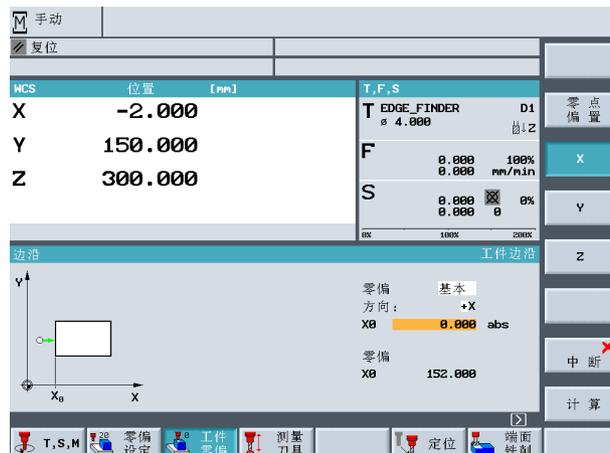
单击向左 (+) 或向右的方向 (-)

若工件零点未在工件边沿上，则可改变工件零点偏移值。

4. **计算**

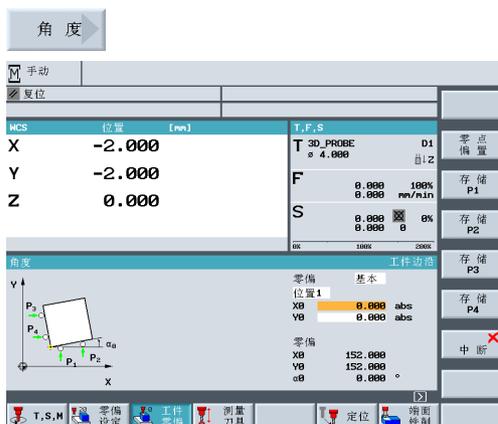
设置工件零点，同时也要考虑到边沿探头直径 (4mm)。

现在必须在 Y 轴方向上 (使用边沿探头) 和 Z 轴方向上 (通常使用铣刀) 重复执行该工序。



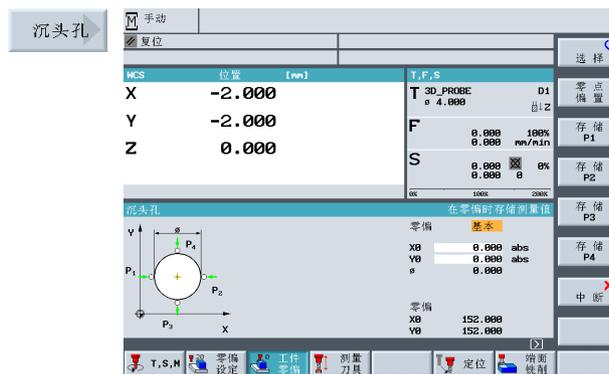
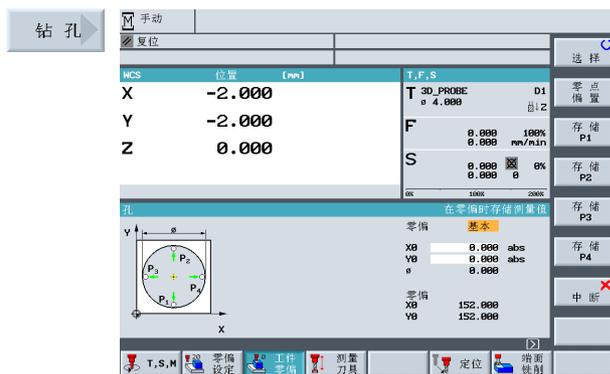
因为加工工件并不总是呈立方形或不能直接进行装夹，所以必须使用其他的计算方法：

如果工件位置如图所示，则可通过逼近四个点来计算工件位置 / 角度参数值。

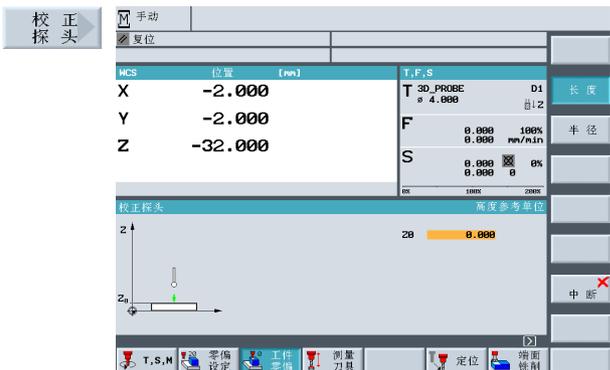


可以使用电子式和机械式 3D 探头。电子探头的信号可以直接由控制器进行处理。

对于钻孔或沉头孔：



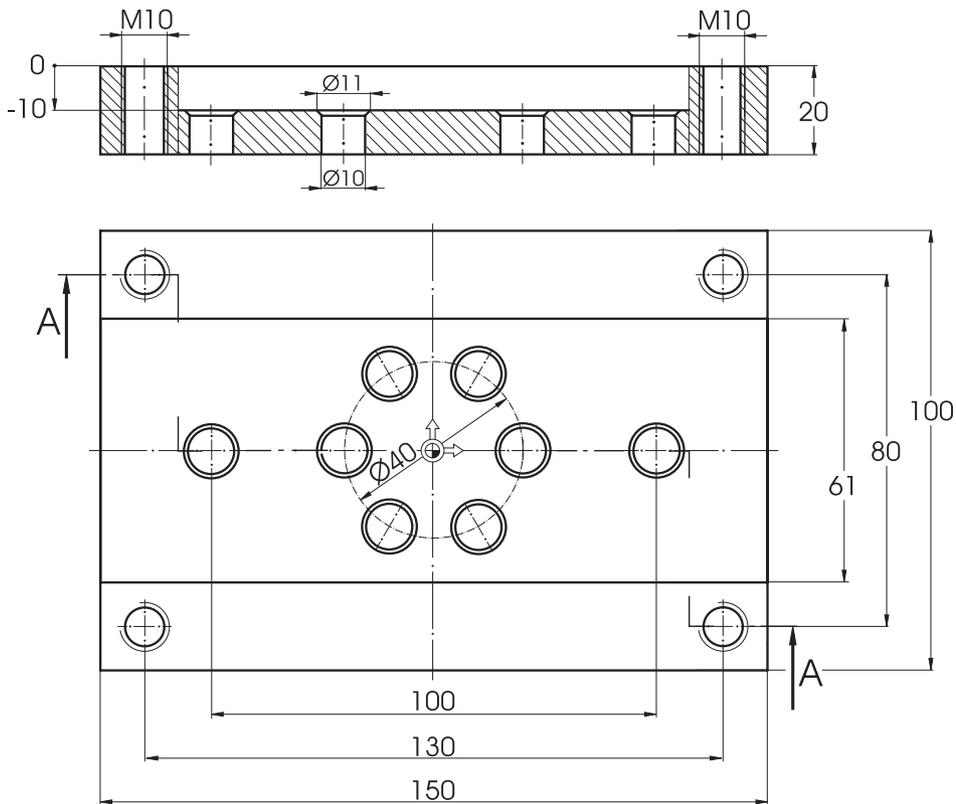
当您从刀库取出一个 3D 电子探头时，会出现夹持公差。这些公差会使后续测量的结果发生偏差。为防止这种情况发生，出于校准考虑，可以在任何参考面上或任何参考孔内循环使用校正探头对 3D 探头加以校正。



## 5 示例 1：通孔加工

在本章，我们将详细介绍创建工作件的初始步骤：

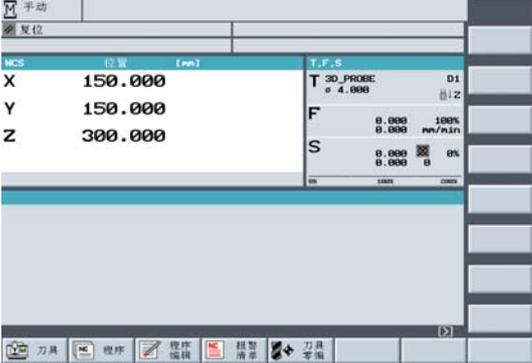
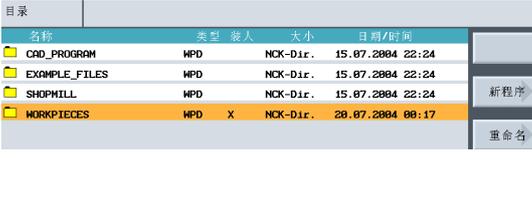
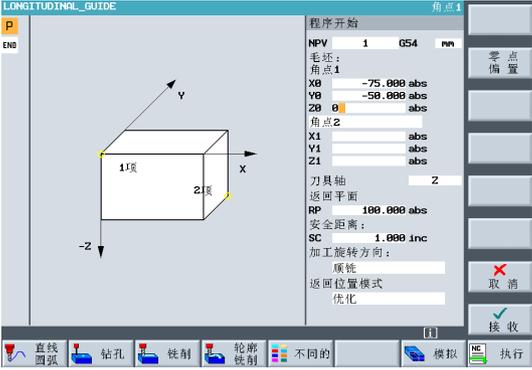
- 程序管理和创建程序
- 调用刀具和倒角半径补偿
- 输入进刀路径
- 加工孔和重复定位加工



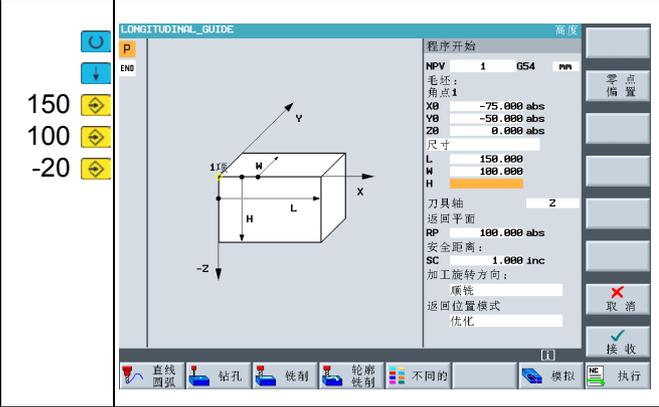
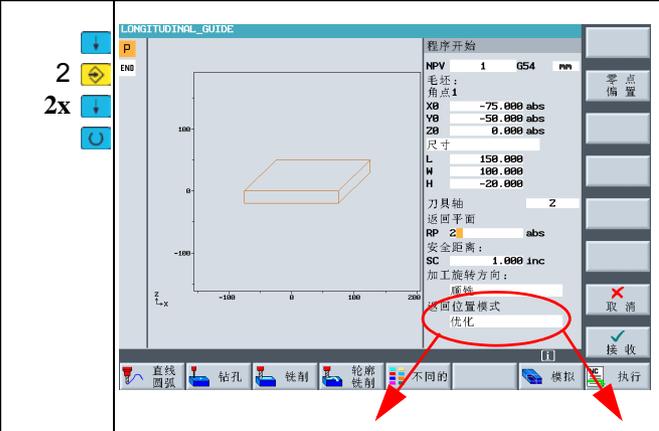
注意：由于 ShopMill 总是用键  或软键  保存设置后的设定，因此，所设定的各种单位、文字和符号都须与对应多数输入栏和所有转换栏的示例中对话框的显示一致。

当软键  出现时，可以进行切换。

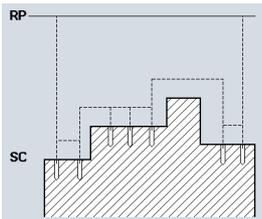
## 5.1 程序的管理和创建

按键	屏幕	说明
   程序		<ul style="list-style-type: none"> <li>可以在主菜单中调用ShopMill的各个区域（请参见第2章）。</li> <li>程序管理中列出了可用的ShopMill目录。</li> </ul>
新程序 W...		<ul style="list-style-type: none"> <li>创建一个新的目录，用以保存下一章中的工作计划。该目录名为“Workpieces”。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>在程序管理中对工作计划和轮廓进行管理（例如新程序、打开、复制等等）。</li> <li>可使用  键将光标移动到WORKPIECES目录并用  键打开。</li> </ul>
新程序 L...		<ul style="list-style-type: none"> <li>在此输入工作计划的名称。此例中我们输入“Longitudinal guide”。</li> <li>按  键确认输入。</li> <li>亦可使用软键 <i>ShopMill 程序</i> 和 <i>G代码编程</i> 选择输入格式。</li> </ul>
 1 -75 -50 0		<ul style="list-style-type: none"> <li>在“程序开始”部分中输入工件数据和程序的基本数据。</li> <li>因为工件零点位于工件表面的中央，所以工件左侧拐角的坐标值为负。</li> <li>按  键可以随时调用帮助信息。</li> </ul>

5 示例 1：通孔加工

		<ul style="list-style-type: none"> <li>按  键，可以在输入角点2和输入偏差之间来回切换。</li> <li>在此选择尺寸设置，这样可以直接输入未加工零件的尺寸（在输入高度值时，必须注意正负号）。</li> <li>用  键切换回在线图形。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>还可以在“程序开始”部分中指定返回平面、安全距离、加工旋转方向（指顺铣或逆铣）和返回位置模式。</li> <li>可以将位置模式设为优化返回（= 针对时间优化的返回路径）或设定在返回平面上。</li> <li> 键表示接受此对话框中的所有数值。</li> </ul>

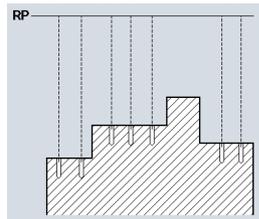
经过优化的退刀路径（优化型）



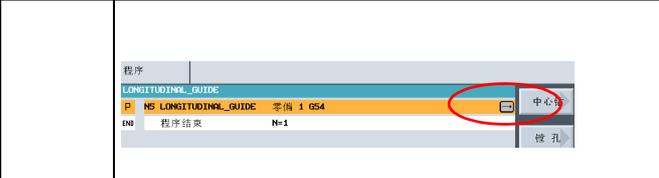
刀具退回到与工件轮廓的距离为安全间隙的位置。

来自 ShopMill 的帮助显示

在返回平面上（标准型）



刀具退回到返回平面，在新位置重新进刀。

		<ul style="list-style-type: none"> <li>创建好的“程序开始”部分带有标记 P。</li> <li>例如，可以用  重新调用“程序开始”部分以便进行修改。</li> </ul>
--	---	--

程序

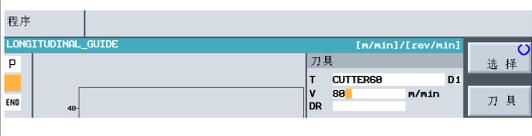
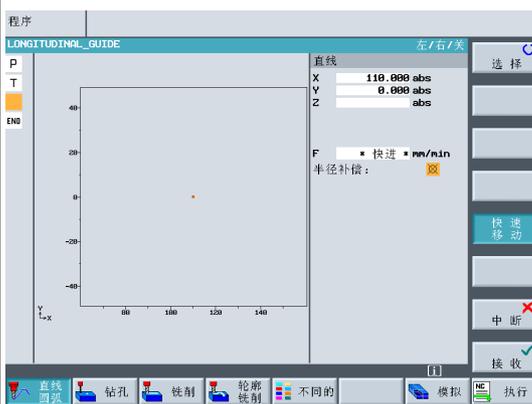
LONGITUDINAL\_GUIDE  
P NS LONGITUDINAL\_GUIDE  
END 程序结束

现在程序已经创建，可以用它作为后继加工的基础。

它由名称、“程序开始”部分（缩写为“P”）和“程序结束”（用“END”符号表示）三部分组成。

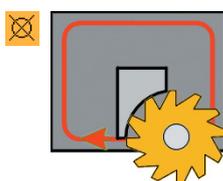
依次将相关的加工步骤和轮廓存储在程序中，接着按照程序从头到尾执行一遍。

## 5.2 调用刀具、刀具半径补偿和进刀路径输入

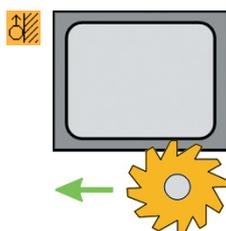
<p>刀具</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>从刀具表中选择 60 号铣刀并接收。</li> <li>重复按  键直至将红色光标置于相应刀具上。</li> </ul>
<p>接收</p>	<p>80</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>选定刀具后必须根据需要在输入栏修改切削速度  (80 m / min)。</li> </ul>
<p>直线</p> <p>快速移动</p> <p>110</p> <p>0</p> <p>2x</p> <p>3x</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>X 的值 = 75 mm + 30 mm + 间距。</li> <li> 半径补偿无效。</li> </ul> <p>这一栏的其他可选设置：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> 上次的补偿设置（用空栏表示）</li> <li> 沿铣削方向铣削轮廓左侧</li> <li> 沿铣削方向铣削轮廓右侧</li> </ul>

### 关于半径补偿的说明：

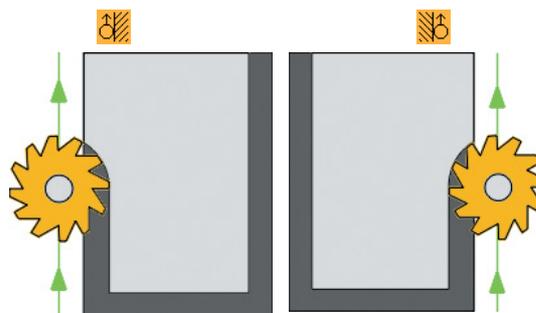
假定铣刀逼近已创建的轮廓的中心：



未经修正的刀具 = 废品



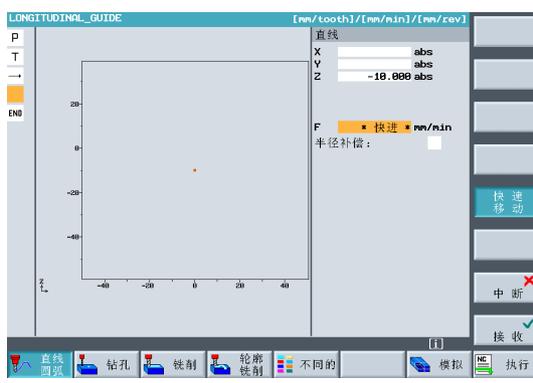
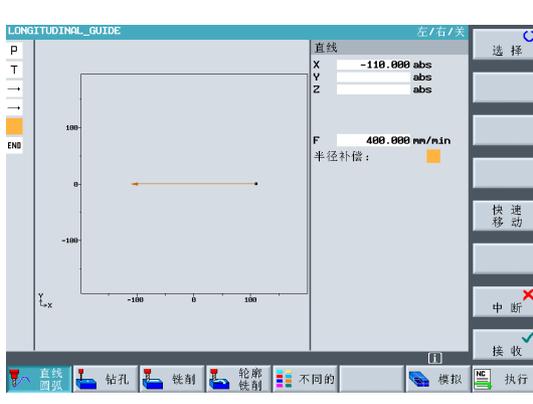
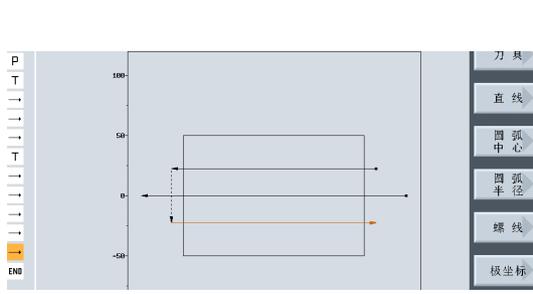
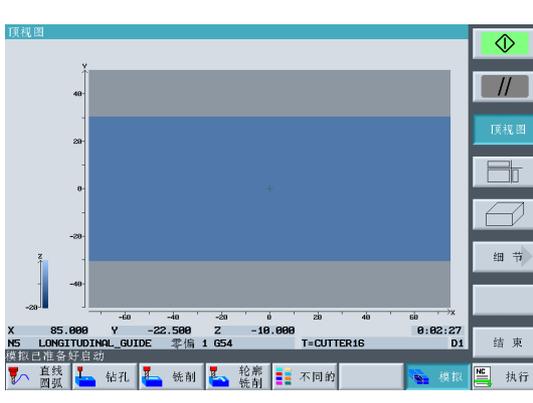
经过修正的刀具



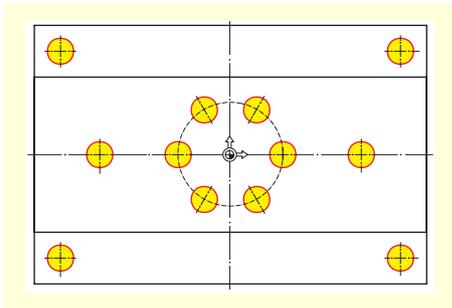
刀具位于轮廓的左侧

刀具位于轮廓的右侧

## 5 示例 1：通孔加工

<p>直线 快速移动 接收</p>	<p>2x -10</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>将刀具定位于 Z 轴。</li> </ul>
<p>直线 接收</p>	<p>-110 2x 400</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>将第一段加工路径输入至 X 轴，值为 -110。</li> <li>在 F 栏，系统的显示单位切换为 mm/min。</li> <li>在对对话框进行确认前，工作步骤表如下所示：</li> </ul> <pre> T N10 T=CUTTER60 V80m → N15 快进 X110 Y0 → N20 快进 Z-10 → N25 F400/min X-110                     </pre>
<p>刀具 ...</p>	<p>...</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>现在请自行换到下一个刀具（CUTTER16 刀具、V =100m/min）。</li> <li>然后在下面的工作计划中创建待输入的进刀路径。</li> </ul> <pre> T N30 T=CUTTER16 V100m → N35 快进 X85 Y22.5 → N40 快进 Z-10 → N45 F200/min X-85 → N50 快进 Y-22.5 → N55 F200/min X85                     </pre>
<p>模拟 模拟</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>按 <b>模拟</b> 键启动模拟。</li> <li>在接下来的示例中，即使没有明确的模拟调用显示，也可以进行模拟调用。</li> <li>第 7 章结尾部分提供了更为详细的说明。</li> </ul> <p>按 <b>结束</b> 键结束模拟。</p>

### 5.3 孔和重复位置的创建



可使用以下输入定位 12 个孔心、钻孔并加工出螺纹。

<p>钻孔</p> <p>中心钻</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p> <p>150</p> <p>500</p> <p>11</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 应使用 12 号钻头定位孔心( F=150m/min、S=500rpm )。</li> <li>• 输入的中心位置可以是相对于直径或相对于深度的数值。在此例中，因为孔有0.5mm的倒角，所以输入直径 11 即可。</li> </ul>
<p>位置</p> <p>-10</p> <p>-50</p> <p>0</p> <p>50</p> <p>0</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可使用定位选项输入两个单独的孔，并把它们与先前指定的切削数据进行链接。</li> <li>• 起始深度值为 -10 mm。</li> </ul>

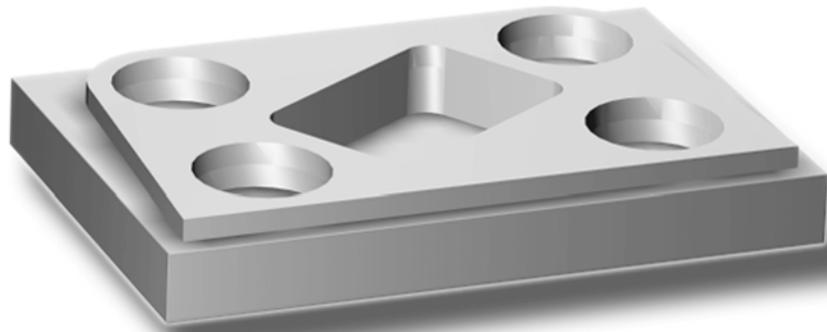
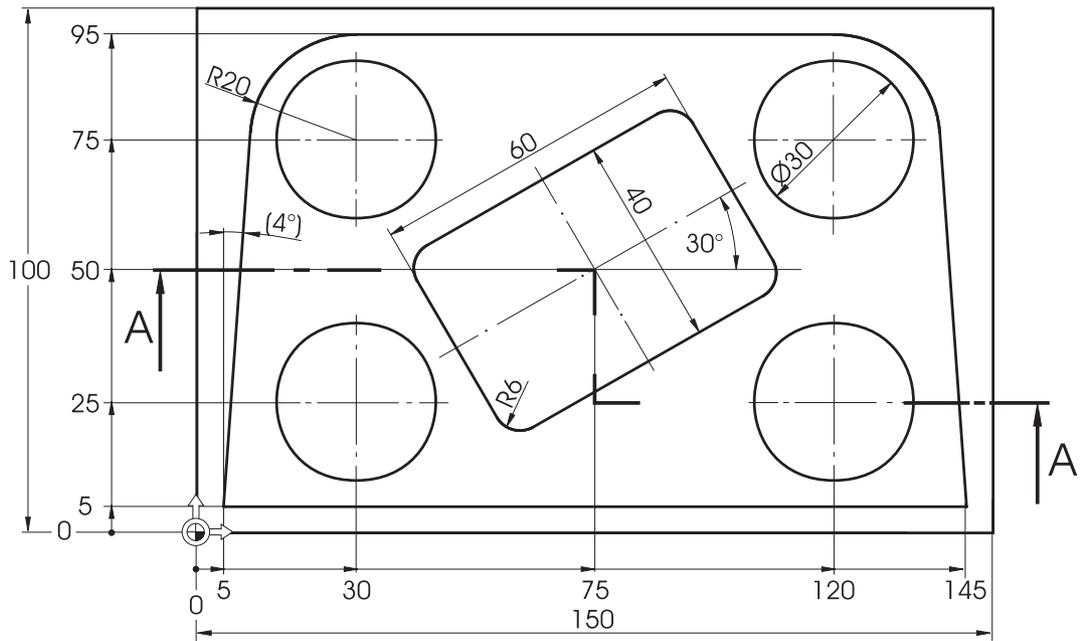


<p>螺纹</p> <p>攻丝</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p> <p>接收</p>	<p>...</p> <p>1.5</p> <p>60</p> <p>60</p> <p>22</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用 THREADCUTTER M10 切削螺纹 ( P=1.5 mm/rev、S=60rpm )。</li> <li>• 调用此刀具后，必须输入螺距、转速和切削深度值 ( 增量值方式 )。</li> </ul>
<p>重复位置</p> <p>接收</p>	<p>3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 钻孔位置在创建时即被依次编号。编号紧跟在相应位置模式的程序段号之后 ( 请参见下图中的N65-N75 )。这就足以表示该位置了。在本例中，待指定的位置是位置 :3 个方格排列孔。</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 至此应对先前所述的那些有用的工作步骤序列有一个清楚地了解。</li> </ul>
<p>镗孔</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p> <p>接收</p>	<p>...</p> <p>150</p> <p>35</p> <p>-20</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用 DRILL10 刀具加工大小为 10 的孔。使用 F=150mm/min 的进给率和 35m/min 的切削速度。</li> <li>• 设置 刀柄深度参数以便钻出通孔。</li> <li>• 输入深度的绝对值。</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最后，用 10 号钻头对位置 001 和 002 重复执行钻孔加工步骤。</li> <li>• 调用模拟并检查结果。</li> </ul>

## 6 示例 2：盲孔加工

本章介绍了一些新的功能，包括：

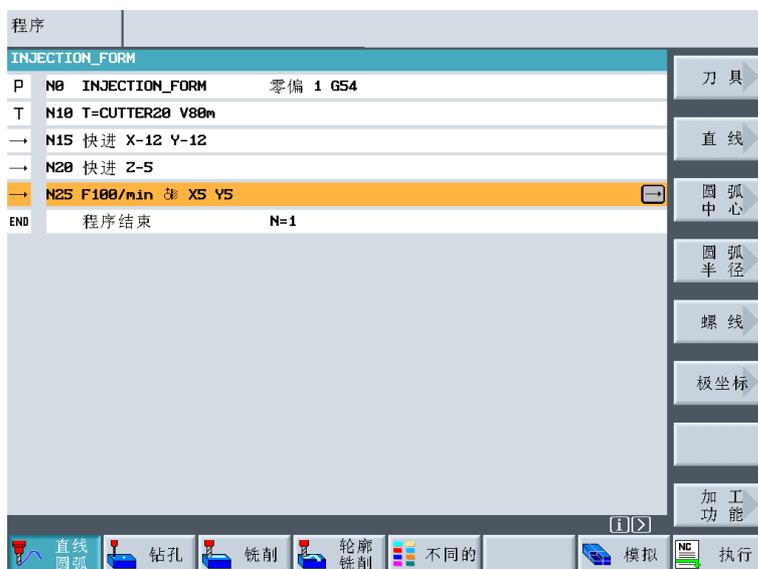
- 用极坐标表示直线和圆弧
- 矩形腔
- 根据位置模式创建圆形腔



## 创建工作计划和回起点

先创建一个名为“Injection form”的新工作计划，同时输入毛坯的尺寸（步骤参见“通孔加工”一章）。请注意新的零点。

然后换成 20 号铣刀（ $V=80\text{m/min}$ ），快速移动到点 X-12 / Y-12 / Z-5 进行加工。经一条直线回起点 X5 和 Y5（ $F=100\text{mm/min}$ ，在左侧进行刀具半径补偿）。

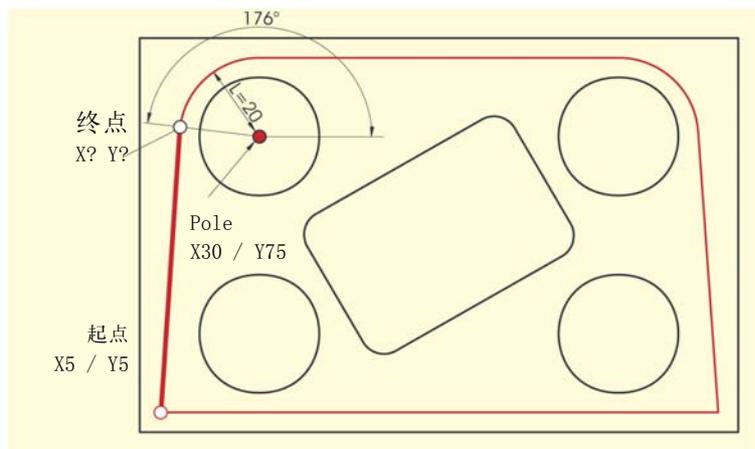


输入完第一个加工程序段后，工作计划应该如左图所示。

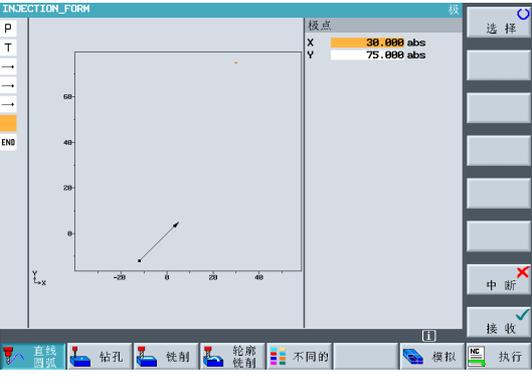
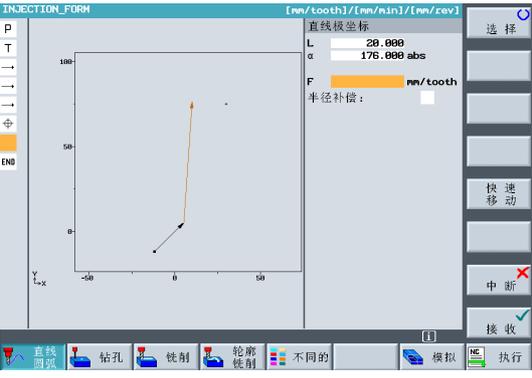
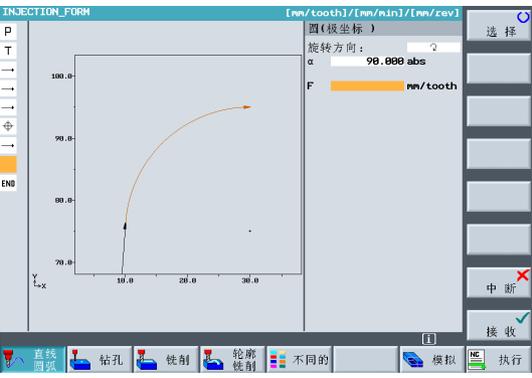
### 6.1 用极坐标表示直线和圆弧

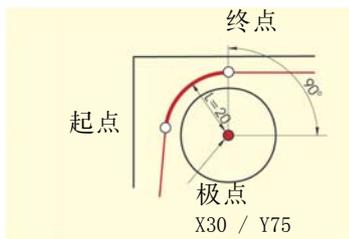
加工程序段的终点不但可以用其相应的 X 轴和 Y 轴坐标加以描述，还可以用极坐标参考点说明。

在此例中，X 和 Y 的值未知。但是，仍然可以间接定义该点：它距圆形腔的圆心 20mm，这里圆心被标注为极点。从  $180^\circ - 4^\circ$  可以算出极角等于  $176^\circ$ （请参见工作图纸）。



6 示例 2：盲孔加工

按键	屏幕	说明
极坐标 极点 30 75 接收		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 输入极点值</li> </ul>
直线 极坐标 20 176 接收		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 长度 L 用于定义直线的终点与极点之间的距离。</li> <li>• 极角说明长度 L 必须绕极点旋转多少度才能到达该直线的终点。</li> <li>• 极角可以顺时针方向旋转 ( 176° ) 或逆时针方向旋转 ( -184° )。</li> </ul>
圆弧 极坐标 90 接收		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 还可以用极坐标定义圆弧。</li> </ul>

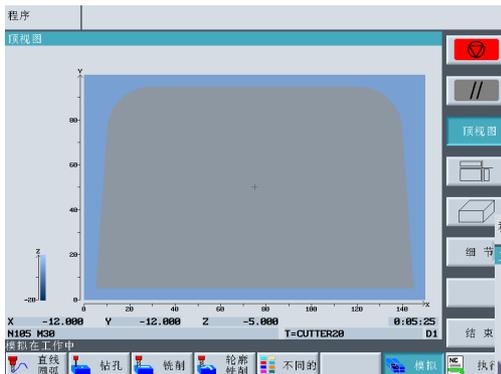


因为极点同时应用于圆弧和直线，所以该值只需输入一次。  
 在本例中极角为 90°。

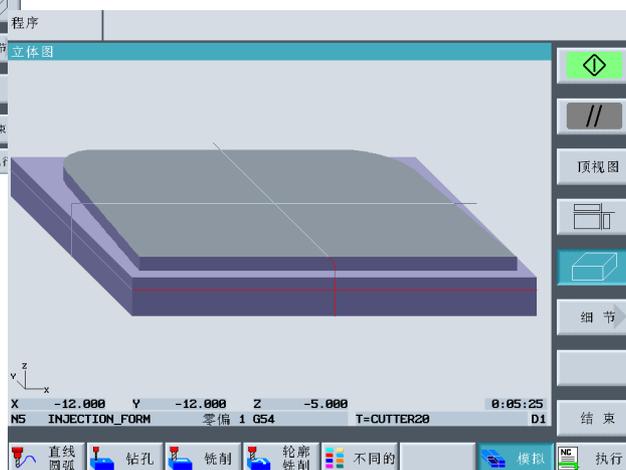
<p>返回</p> <p>直线</p> <p>接收</p>	<p>120</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因为直线的终点已确定，所以此处可使用直线功能。</li> </ul>
<p>极坐标</p> <p>极点</p> <p>接收</p>	<p>120</p> <p>75</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因为下一段圆弧的终点未知，在这里必须再次使用极坐标。</li> <li>• 可以从图纸中得知圆弧的极点。</li> </ul>
<p>圆弧</p> <p>极坐标</p> <p>接收</p>	<p>4</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因为具有对称性，所以亦可得知极角数值。</li> </ul>
<p>返回</p> <p>直线</p> <p>接收</p>	<p>145</p> <p>5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 由于已知直线的终点，因此可直接输入数值。</li> </ul>

## 6 示例 2：盲孔加工

<p>直线</p> <p>-20</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 经过最后一段直线，就完成了了一次完整的轮廓铣削。</li> </ul>
<p>直线</p> <p>-12</p> <p>-12</p> <p>4x</p> <p>3x</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最后一段进给运动使用给定的安全间隙；此时刀尖半径补偿无效。</li> </ul>



以下模拟将显示加工顺序，方便您在加工工件前进行检查。

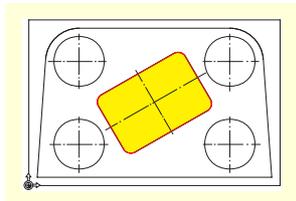


还可使用 ShopMill 进行

- 剪切，
- 缩放，
- 旋转 3D 视图
- 在三维视图中查看工件

第 7 章结尾部分提供了有关工件各种图形变化的详细信息。

## 6.2 矩形腔



用以下方法创建矩形腔。

按键	屏幕	说明
<p>铣削</p> <p>腔</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p> <p>...</p> <p>0.15</p> <p>120</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>用 10 号铣刀加工腔体 ( <math>F=0.15\text{mm/齿}</math>、<math>V=120\text{m/min}</math> )。</li> <li>注意将转换按钮设置为 <b>单一位置</b>。使用  键进行选择。</li> <li>应对腔体进行粗加工。   - 粗加工图标   - 精加工图标</li> </ul>
<p>75</p> <p>50</p> <p>0</p> <p>40</p> <p>60</p> <p>6</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>在以下各栏中输入矩形腔体的几何数据：位置、宽度和长度、.....</li> </ul>
<p>30</p> <p>-15</p> <p>80</p> <p>2.5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>平面最大进给量 ( DXY ) 表示该材料的坯料切削宽度。可以在此输入以百分比表示的切削刀具直径，或者直接输入以毫米为单位的数值 ( 用  切换 )。</li> <li>本例中平面最大进给量以百分比为单位。</li> </ul>

## 6 示例 2：盲孔加工

- 选择螺线插入方式（如果尚没启用这种方式的话）。
- 如果腔体已经预制好，可以将**实体加工**一栏设为**再加工**。然后在显示的输入栏内输入预制腔体的尺寸。这样即可略过该区域的粗加工步骤。

$DZ = \text{最大进给深度}$

$Uz = \text{精加工余量}$

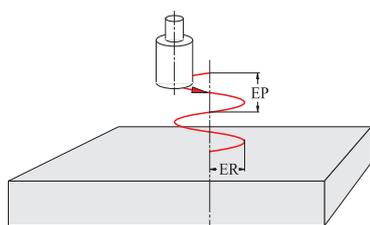
深度进给

$Uxy = \text{精加工余量}$

平面进给

接收

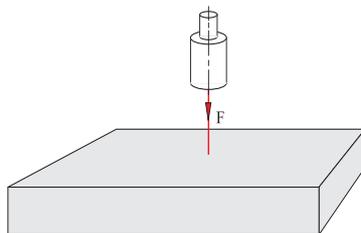
螺线插入



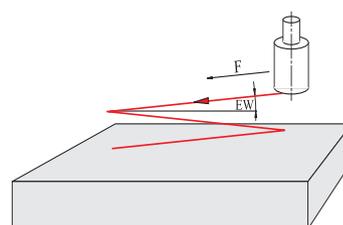
EP = 插入螺距

ER = 插入半径

中心插入



摆动插入

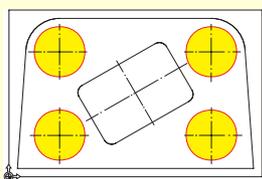


EW = 插入角度

- 下一步是创建精加工的工作步骤。将进给率减少到 0.08mm/tooth、切削速度增加到 150m/min，并将加工方式从**粗加工**切换到**精加工**（▽▽▽）。
- 通过此设置可以进行边缘和底部的精加工。也可以只精加工边缘（▽▽▽边）或加工凹槽倒角（斜切）。

接收

### 6.3 根据位置样式创建圆形腔



用以下输入方法创建圆形腔。

按键	屏幕	说明
<p>腔</p> <p>圆形腔</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p> <p>0.15</p> <p>120</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用 10 号铣刀加工腔体( F=0.15mm/tooth、V=120m/min )。</li> <li>• 必须将加工方式设为粗加工。</li> <li>• 与钻孔类似，你可以用一个位置样式创建多个腔体。</li> <li>• ShopMill 会保存最后一刀的刀具设置。所以需要时，须在此进行切换。</li> </ul>
<p>30</p> <p>-10</p> <p>80</p> <p>5</p> <p>0.3</p> <p>0.3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 本例中平面最大进给量以百分比为单位。</li> </ul>
<p>2</p> <p>2</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要时，必须将插入方式设为螺线插入。</li> </ul>

## 6 示例 2：盲孔加工

<p>腔</p> <p>圆形腔</p> <p>0.08</p> <p>150</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 应该始终使用同一把铣刀精加工腔体（<math>F=0.08\text{mm/tooth}</math>、<math>V=150\text{m/min}</math>）。</li> <li>• 必须将加工方式设为 <i>精加工</i>。</li> </ul>
<p>钻孔</p> <p>位置</p> <p>2x</p> <p>30</p> <p>25</p> <p>0</p> <p>90</p> <p>50</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 现在必须输入数据以加工圆形腔体。</li> <li>• 把样式类型设为 <i>网格</i>。</li> <li>• 说明: (无论采用何种加工形式,) 有关位置工样式的说明均参见 <i>钻削</i> 菜单的 <i>定位</i> 子菜单。</li> </ul>
<p>模拟</p> <p>...</p> <p>细节</p> <p>...</p> <p>模拟</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 按  键之前，必须在顶视图或者 3 维视图中完成模拟。</li> <li>• 按  键之前，必须使用光标设置所需的切削路径。</li> <li>• 在模拟的过程中及 / 或切削路径发生变化时，可按下软键  来显示新的立体图。</li> </ul>

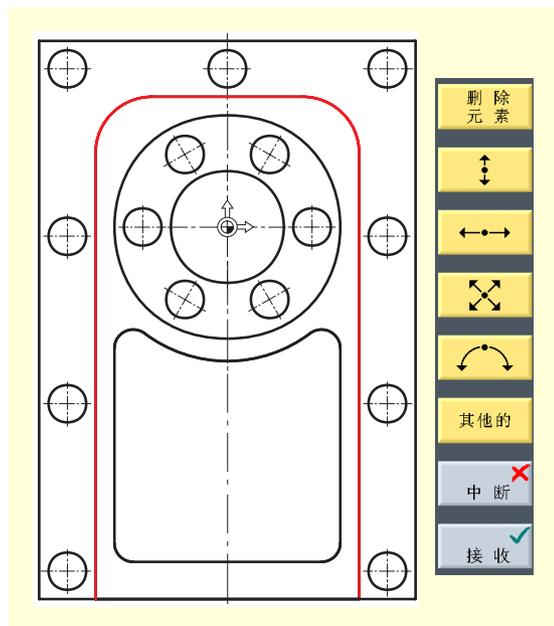


## 7 示例 3：模板加工

### 创建一个程序

必须从图纸中获取工件尺寸，并输入到新程序的“程序开始”部分。注意观察零点的正确位置。

## 7.1 非封闭轮廓的路径铣削



为了输入复杂的轮廓，ShopMill 提供了一个轮廓计算器，用它可以使非常复杂的轮廓的输入简化。

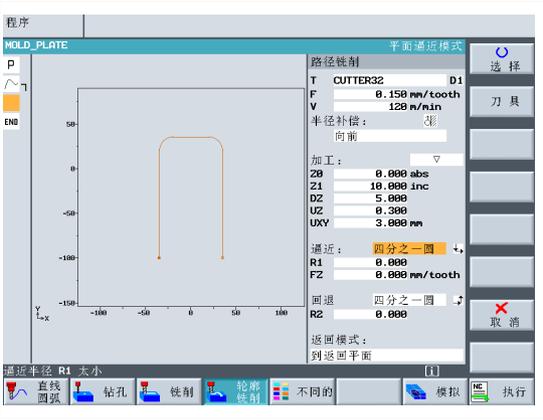
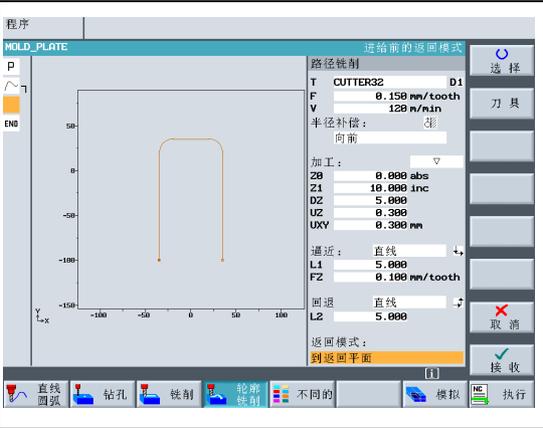
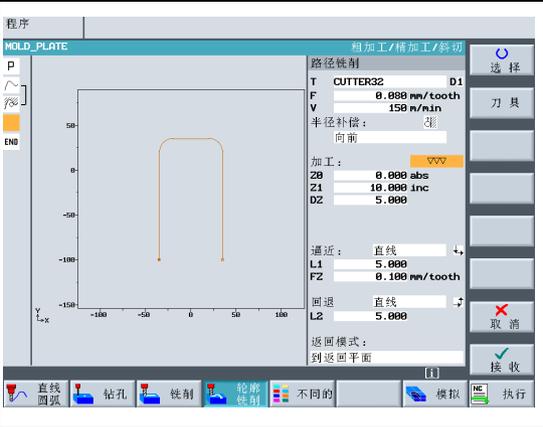
- 垂直线
- 水平线
- 斜线
- 圆弧

与常规编程方法相比，这种图形化的轮廓计算器使你能够更轻松、快速地输入轮廓一而且无需使用复杂的数学运算。

按键	屏幕	说明
轮廓铣削 新轮廓 M...		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 每个轮廓都有自己的名称，这使得程序读起来更容易。</li> </ul>
-35 -100 接收		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 先输入定义轮廓的起点。</li> <li>• 轮廓结构的起点同时也是今后轮廓加工的起点。</li> <li>• 注意：这里描述的只是工件的轮廓，进给和返回路径将在后面定义。</li> </ul>

<p style="text-align: center;">↑ ↓</p> <p style="text-align: center;">接收 ✓</p>	<p>35 15</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 第一个轮廓元素是一根垂直线，其终点在 Y20。</li> <li>在这个对话框中，只要把接下来的圆形轮廓作为下一段直线的过渡元素输入即可。因此该直线的理论终点位于 Y35。</li> <li>• 还可以用 <i>选择</i> 键设计一个 <i>倒角</i> 作为过渡元素。</li> </ul>
<p style="text-align: center;">← →</p> <p style="text-align: center;">接收 ✓</p>	<p>35 15</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在水平平面上继续前进。输入倒圆半径。</li> </ul>
<p style="text-align: center;">↑ ↓</p> <p style="text-align: center;">接收 ✓</p> <p style="text-align: center;">接收 ✓</p>	<p>-100</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 接下来是一段垂直线。</li> <li>• 至此轮廓定义完成，可以将其合并到工作计划中。</li> </ul>
<p>路径铣削</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p> <p>...</p> <p>0.15 120</p>	<p>...</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 为了加工刚才创建的轮廓，现在必须创建工作步骤。</li> <li>• 刀具 (MILL32) 应移动至轮廓线的左边。因此，必须用 <i>选择</i> 键切换到 <i>半径补偿</i> 输入窗口中的 </li> <li>• 自 ShopMill V6.4 起也可以进行反向 (和构造方向相反) 铣削。</li> <li>• 第一个加工步骤是粗加工 (  )。</li> </ul>

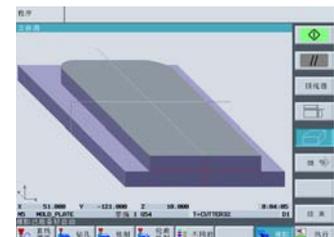
### 7 示例 3：模板加工

<p>0 10 5 0.3 0.3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>在以下各栏中输入起始深度、加工深度、进给深度和精加工余量。</li> <li>注意：把深度 Z1 切换为 <i>inc</i> (增量值)。这样做的好处是输入腔体的实际深度时无需正负号。这将简化嵌套腔体的输入。</li> </ul>
<p>3x 5 0.1 2x 5</p> <p>接收 ✓</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>可以沿四分之一圆、半圆或直线垂直进给至起点。</li> <li>也可以沿与直线相切的切线方向进给至轮廓。</li> <li>对于进给长度 L1 而言，无需考虑铣削半径，ShopMill 会自动进行计算。</li> </ul>
<p>路径铣削</p> <p>0.08 150</p> <p>接收 ✓</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>接着沿预先粗加工的轮廓完成以下工作步骤。</li> <li>将进给率减少到 0.08mm/齿，切削速度 V 增加至 150 m/min，并将加工方式切换为精加工 ( )。</li> </ul>

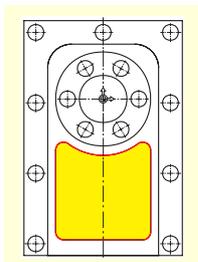
MOLD_PLATE			
P	N5	MOLD_PLATE	零偏 1 G54
	N10	MOLD_PLATE_OUTSIDE	
	N15	路径铣削	T=CUTTER32 F0.15/t V120M01 Z0=0 Z1=10inc
	N20	路径铣削	T=CUTTER32 F0.08/t V150M01 Z0=0 Z1=10inc
END		程序结束	N=1

在这个工作计划中链接了两个工作步骤。

将通过模拟和 3D 视图显示工件加工是否正确。



## 7.2 轮廓腔体的坯料切削、剩余材料清除和精加工



接着将创建此轮廓腔体，然后进行实体加工以及腔体的精加工。

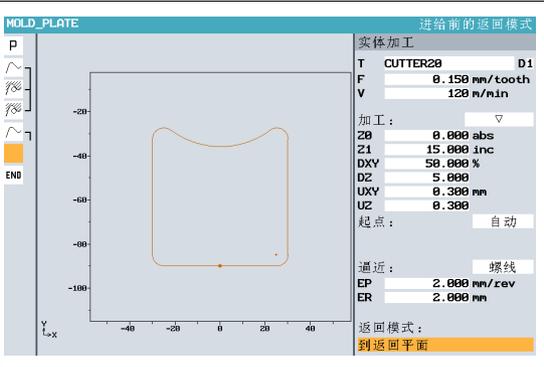
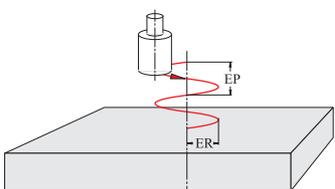
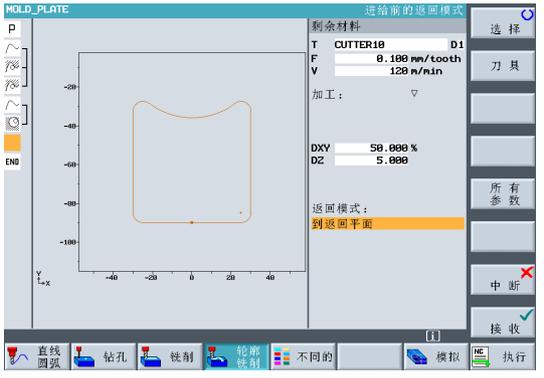
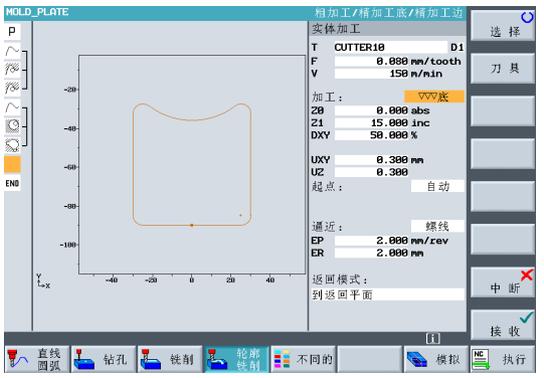
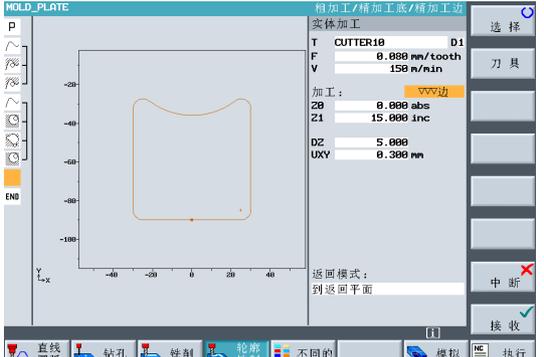
按键	屏幕	说明
 轮廓铣削 新轮廓	新轮廓 请输入新名称: MOLD_PLATE_Inside	<ul style="list-style-type: none"> <li>将轮廓被命名“MOLD_PLATE_Inside”。</li> </ul>
 M...	程序 MOLD_PLATE P END 附加命令 起点 刀具轴 Z X 0.000 abs Y -90.000 abs	<ul style="list-style-type: none"> <li>应将起点位于 X0 和 Y-90。</li> </ul>
 接收	程序 MOLD_PLATE P END 倒角/圆角 直线 X X 25.000 abs 过渡到下列元素 R 0.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>因为要对腔体进行顺铣，所以必须按同一方向设计轮廓。</li> <li>在此例中，不对第一段圆弧进行倒圆，而应作为单独的元素输入。因此，所设计的直线只到达 X25。</li> </ul>
 接收 对话框选择	程序 MOLD_PLATE P END 终点Y 对话框选择 圆弧 旋转方向: R 5.000 X 30.000 abs Y -85.000 abs I 30.000 abs J -90.000 abs a2 270.000° 过渡到下列元素 R 0.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>在输入Y终点时，你会获得两个设计方案，可以按软键 <i>对话框选择</i> 从软件中调用方案。选定的解决方案变成黑色，另一个则呈绿色。</li> </ul>

7 示例 3：模板加工

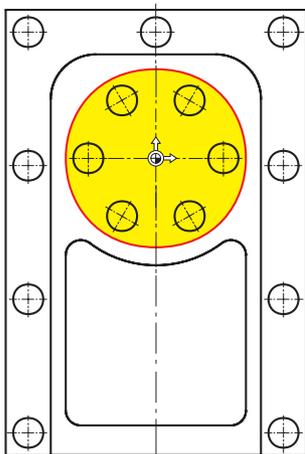
<p>接收 对话</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>按接收对话软键，从可能的解决方案中确定所需的四分之一圆方案。</li> </ul>
<p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>几何数据处理器会自动检测到编制的圆弧与直线相切。相应的软键与前一元素相切会以反显方式（即图示模式）显示。</li> </ul>
<p>接收</p>	<p>↑ ↓</p> <p>-20 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>已知直线的终点。用 R5 对至 R36 的过渡段进行倒圆。</li> </ul>
<p>接收</p>	<p>↻</p> <p>36 -30 -20 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>接下来是一个顺时针方向的圆弧。</li> </ul>

<p>↑ ↓</p> <p>接收 ✓</p>	<p>-90</p> <p>5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 将半径 R5 规定为过渡圆角。</li> </ul>
<p>轮廓关闭</p> <p>接收 ✓</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 按轮廓关闭键，直接关闭轮廓。</li> <li>• 这样就完成了腔体轮廓的定义，同时该轮廓亦被并入工作计划中。</li> </ul>
<p>实体加工</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p> <p>...</p> <p>0.15</p> <p>120</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用 20 号铣刀加工腔体 ( F=0.15mm/ 齿、V=120m/min )。</li> <li>• 首先对腔体进行粗加工 ( )。</li> </ul>
	<p>0</p> <p>15</p> <p>50</p> <p>5</p> <p>0.3</p> <p>0.3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 还可以用增量值的方式输入加工深度。但是，输入的深度值必须为正值。</li> <li>• 本例中平面最大进给量以百分比为单位。</li> <li>• 在选定 Auto (自动) 时，由 ShopMill 定义起点 (插入位置)。</li> </ul>

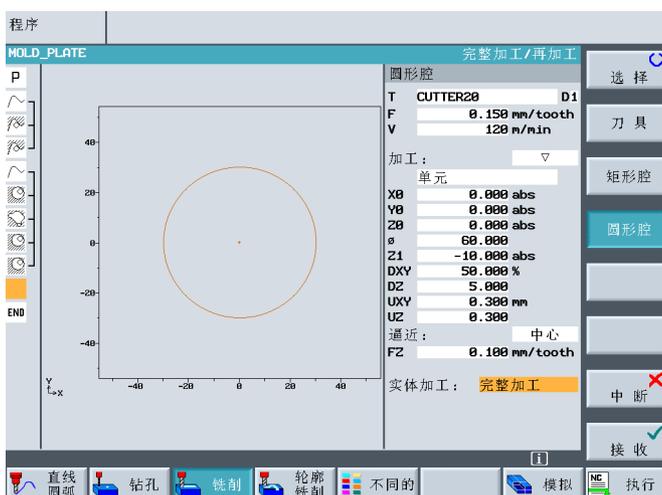
### 7 示例 3：模板加工

<p>接收 ✓</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 应将插入方式设为螺线插入，将螺距和半径设为 2mm。</li> </ul> 
<p>接收 ✓</p>	<p>接收 ✓</p> <p>0.1 120 50 5</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因为20号铣刀无法加工R5半径，因而会留下原料的“拐角”。可使用<b>剩余材料</b>功能和较小的铣刀（CUTTER10，F=0.1mm/齿、V=120m/min）对尚未加工的地方进行精确的粗加工。</li> <li>• 应将平面最大进给量设为 50%。</li> </ul>
<p>接收 ✓</p>	<p>接收 ✓</p> <p>0.08 150</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 还可以使用<b>坯料切削</b>功能对腔体进行再加工。同时必须将加工方式切换为<b>精加工底</b>（▽▽底）。</li> <li>• 必须在<b>平面精加工余量</b>（UXY）和<b>深度精加工余量</b>（UZ）栏中对先前输入的粗加工余量值进行重新设置。这个值与进给路径的自动计算有关。</li> </ul>
<p>接收 ✓</p>	<p>接收 ✓</p> <p>3x</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 选择<b>精加工边</b>（▽▽边）功能，可以对轮廓上的剩余材料进行切削加工。</li> </ul>

## 7.3 多个平面的加工

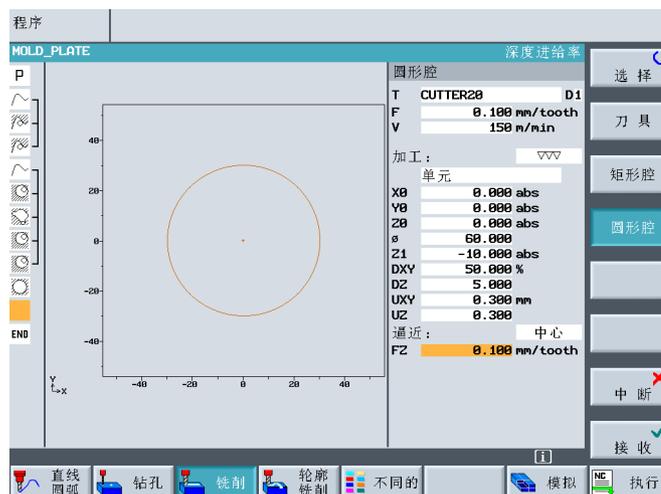


用两个工作步骤铣削出大小为 60 的圆形腔体，所用方法与“注塑模具”示例相同。

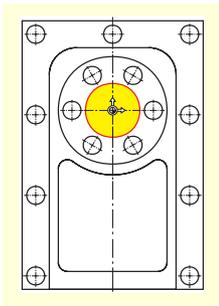


第一步是使用 20 号铣刀把腔体粗加工到 -9.7 mm 深度。

第二步是用同一把铣刀精加工腔体。



### 7 示例 3：模板加工



然后将内部的圆形腔体加工到 -20 mm 深度。  
必须注意的是，起始深度是 -10 mm 而非 0 mm。

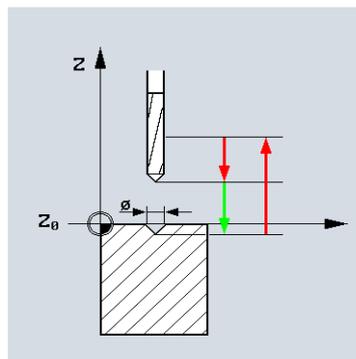
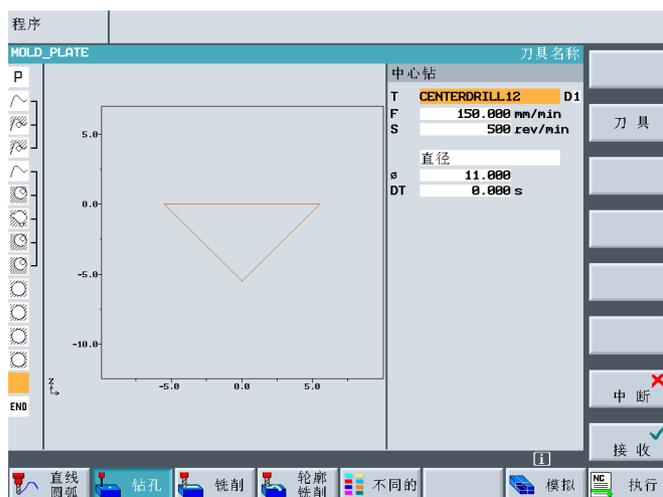
按键	屏幕	说明
<p>0.15 120</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>在输入如图所示的值后，即可按接收键确认。</li> </ul>
<p>0.08 150</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>第二步是精加工腔体。</li> <li>位置、大小和尺寸值自动取自刚才执行的粗加工步骤。所以你只需输入工艺值即可。</li> <li>值 <math>Z0</math> = 工件高度 )表示加工的起始深度。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>工件越复杂，预加工步骤中的 3D 视图就越重要。</li> </ul>

## 7.4 有关障碍物的考虑

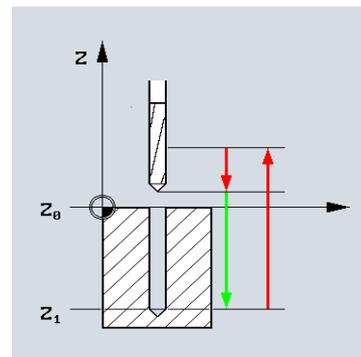
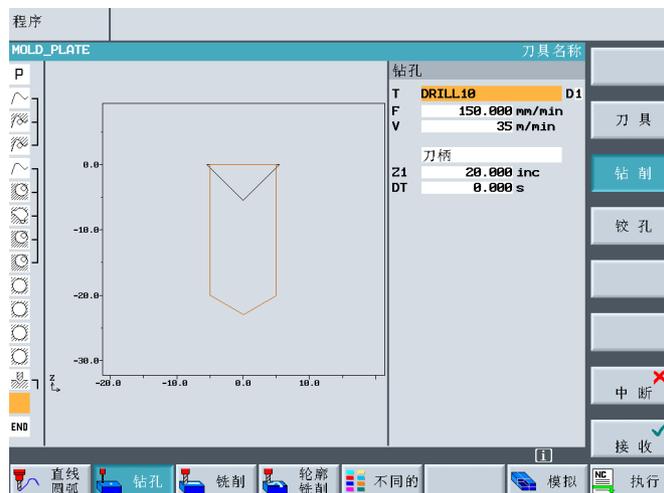
正如在“通孔加工”中做的那样，你也可以把各种钻孔样式程序链接到这个工件上。但是切记，其中有一个或多个“障碍”需要跨越，这取决于加工操作的顺序。根据你定义的设置，刀具在孔之间移动时会退到安全间隙或退刀平面。

首先根据第 5 章所示教的方法创建下面两个工作步骤：*中心钻*和*钻孔*。

### 工作步骤 1: 中心钻

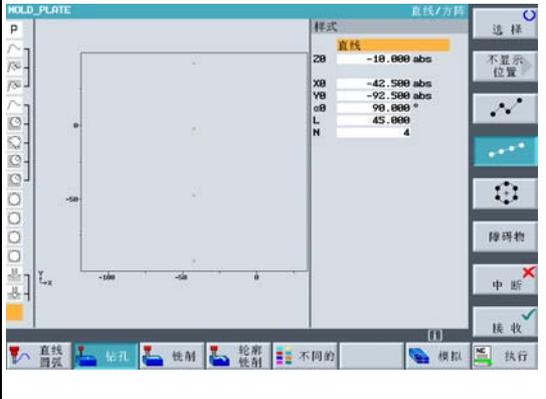
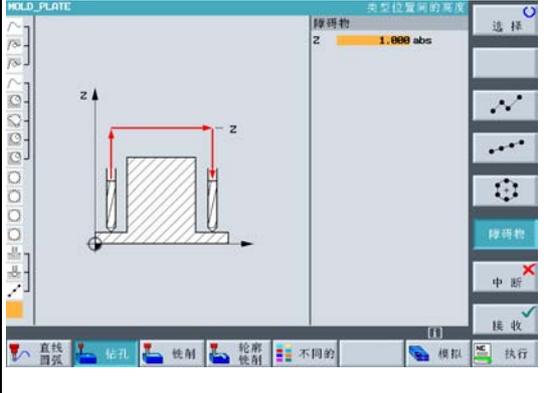
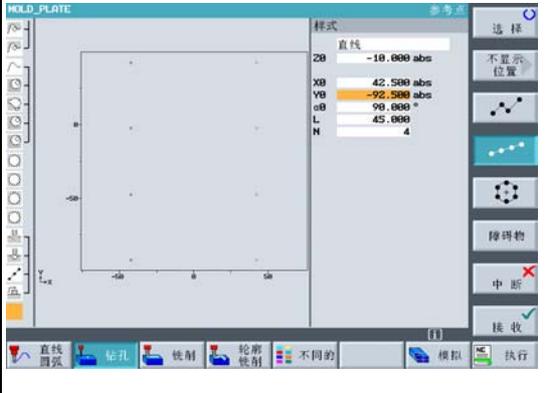
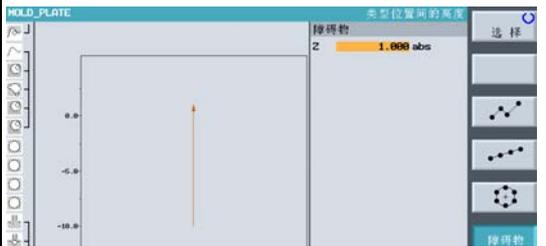


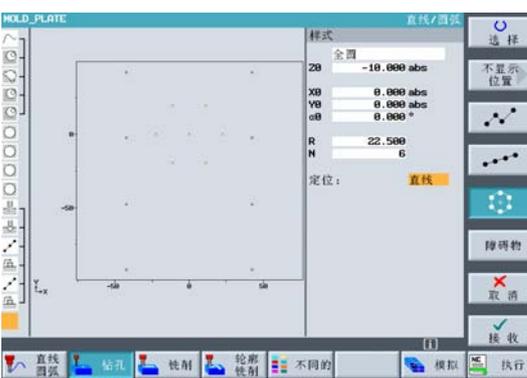
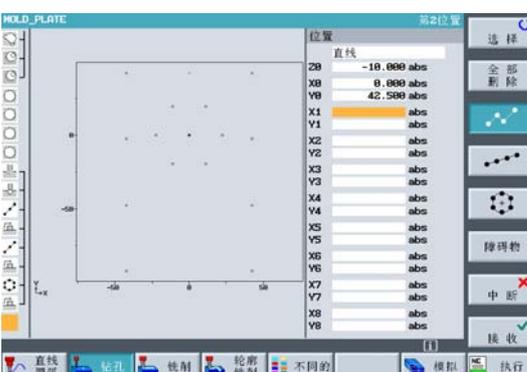
### 工作步骤 2: 钻孔



创建完这两个步骤后，在下一页的图形中输入相关的钻孔位置。

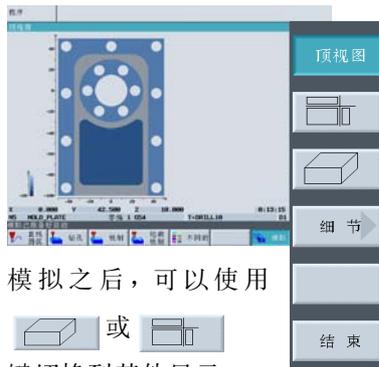
7 示例 3：模板加工

按键	屏幕	说明
<p>位置</p> <p>接收 ✓</p> <p>-10</p> <p>-42.5</p> <p>-92.5</p> <p>90</p> <p>45</p> <p>4</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>首先，自下而上创建左侧方格排列孔。</li> </ul>
<p>位置</p> <p>障碍物</p> <p>接收 ✓</p> <p>1</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>由于下一步是自下而上钻削右侧方格排列孔，因此使用障碍物功能输入高度为 1 mm 的进刀路径。</li> </ul>
<p>位置</p> <p>接收 ✓</p> <p>2x</p> <p>42.5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>在此输入第二条钻孔路线。</li> </ul>
<p>位置</p> <p>障碍物</p> <p>接收 ✓</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>为了获得下一个钻孔样式，即圆弧孔，还必须绕过一个障碍。</li> </ul>

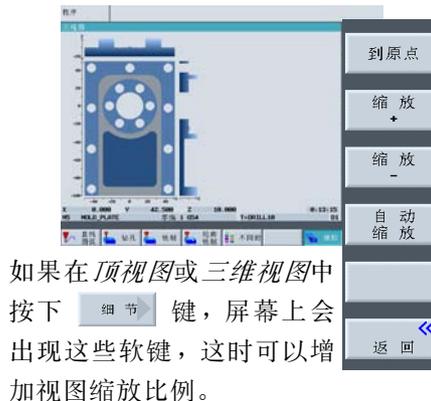
<p>位置</p>  <p>接收 ✓</p>	<p>-10</p> <p>3x</p> <p>22.5</p> <p>6</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 六个孔构成一个完整的圆。</li> </ul>
<p>位置</p> <p>障碍物</p> <p>接收 ✓</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 要钻出最后一个孔，必须再绕过一个障碍。</li> </ul>
<p>位置</p>  <p>接收 ✓</p>	<p>-10</p> <p>0</p> <p>42.5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 输入最后一个钻孔位置值。</li> <li>• 按 <b>Del</b> 键，删除已经存在的所有位置。</li> <li>• 说明：该编程范例可帮助您熟悉障碍物功能。当然，若只需克服一个障碍，还可以采用其它方法把钻孔位置编制得更漂亮。请自行尝试各种方法。</li> </ul>

有关工件显示的其它说明：

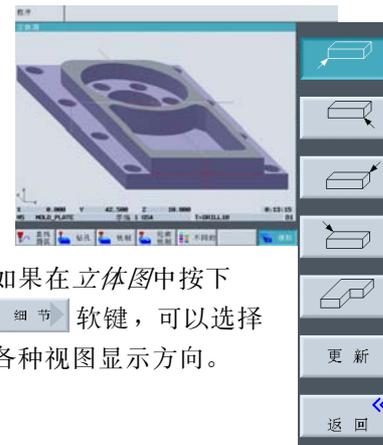
1. 只能在顶视图或三维视图中运行模拟。最后一次设置会保持有效。
2. 还可以在立体图中进行静态显示。



模拟之后，可以使用  或  键切换到其他显示。



如果在顶视图或三维视图中按下 **细节** 键，屏幕上会出现这些软键，这时可以增加视图缩放比例。



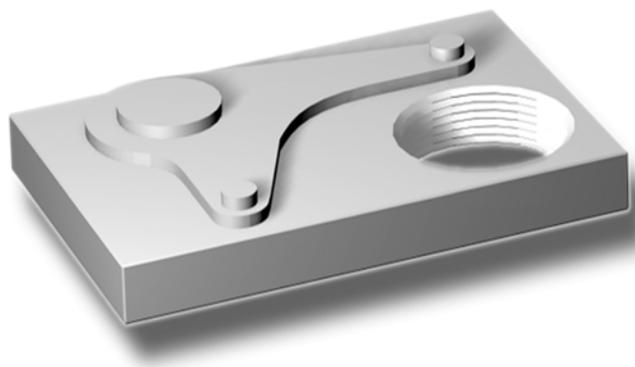
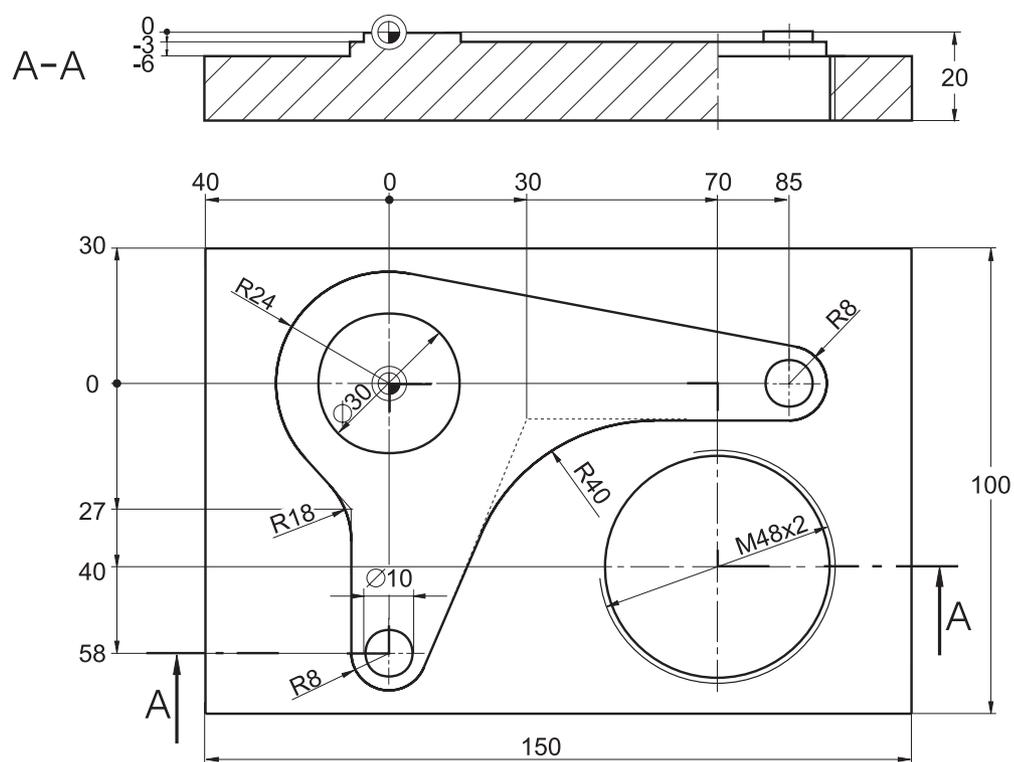
如果在立体图中按下 **细节** 软键，可以选择各种视图显示方向。

可以使用箭头键预置切削路径、按  键执行该路径。

## 8 示例 4：凸台加工

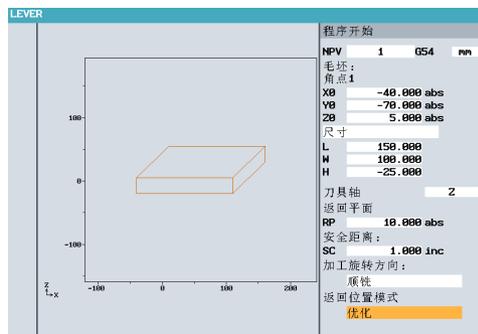
本章将对 ShopMill 的其他重要功能进行介绍：

- 端面铣削
- 设置围绕中心岛进行扩孔的边界（辅助凹槽）
- 用复制的方法建立圆形凸台
- 用扩展编辑器加工凸台
- 深孔钻削、螺旋铣削、镗孔和螺纹切削
- 用极坐标编程轮廓（自版本 6.4 起）



### 创建工作计划

必须从图纸中获取工件尺寸，并输入至“程序开始”部分。应当注意到由于未加工零件的厚度可达 25 mm，所以应该把 Z 轴上的角点 1 设为 5 mm。



输入数据后，输入窗口应该如左图所示。

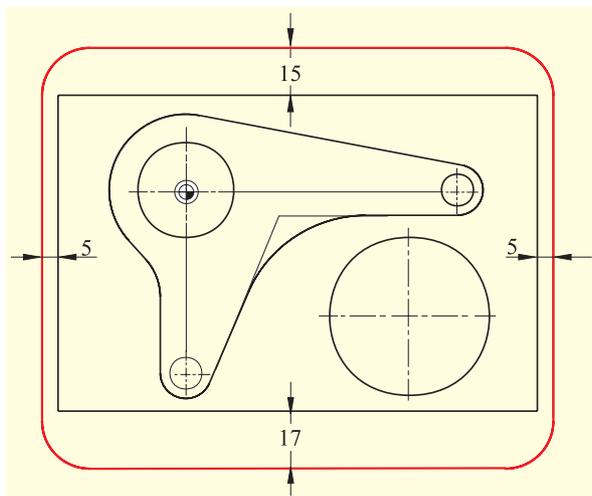
## 8.1 端面铣削

按键	屏幕	说明
<p>铣削</p> <p>端面铣削</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p> <p>...</p> <p>0.1</p> <p>120</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>使用 FACEMILL63 ( F= 0.1 mm/齿、V= 120m/min )。</li> <li>首先对端面进行粗加工。</li> <li>为此，必须把加工方式栏切换到 。</li> <li>还要定义未加工零件的尺寸、插入深度和精加工余量（请参见输入窗口）。</li> </ul>
<p>端面铣削</p> <p>0.08</p> <p>150</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>为了精加工端面，必须修改工艺值 ( F =0.08mm/齿、V=150m/min )并将加工方式从粗加工切换到精加工 (  )。</li> <li>粗加工和精加工的最终余量值必须相同，因为随后的精加工操作和精加工过程中的余量都是以尚待加工的材料厚度为基准的。</li> </ul>

## 8.2 建立凸台手柄的边沿

在图形轮廓计算器中，用轮廓来描述凸台，这种方法与描述腔体的方法完全相同。只有在链接到工作计划中以后，这些轮廓才会成为凸台：第一个轮廓描述的总是腔体。随后的一个或多个轮廓则被解释为凸台。因为在“手柄”范例中没有腔体，所以在外部轮廓上增加了一个理论上的辅助腔体。这个轮廓被用作进给路径所必需的外部边界，因此它定义了进刀运动的框架。

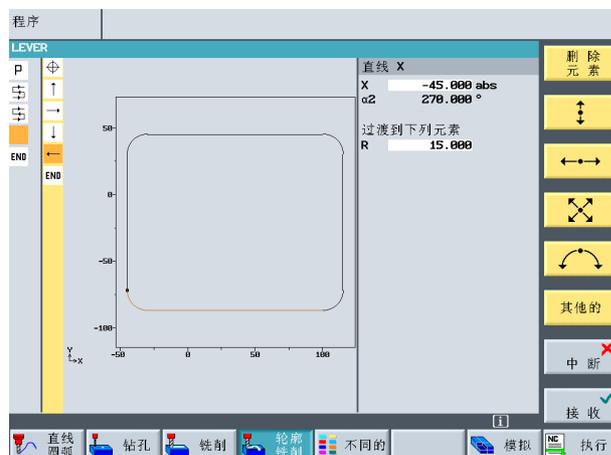
按键	屏幕	说明
 轮廓 铣削   新轮廓	 新轮廓 请输入新名称： LEVER_Rectangular_Area	<ul style="list-style-type: none"> <li>将外部轮廓命名为“LEVER_Rectangular_Area”。</li> </ul>



根据标示在未加工零件周围左侧的距离（变量值）来设计腔体。

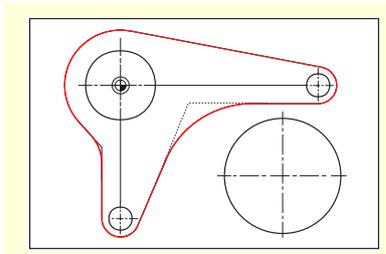
以R15对拐角进行倒圆。

所选择的值必须始终能够覆盖“腔体”的工件边沿。

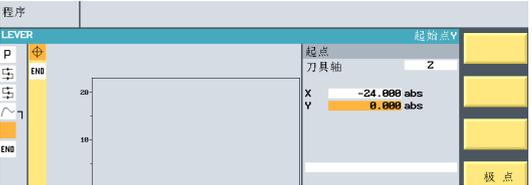
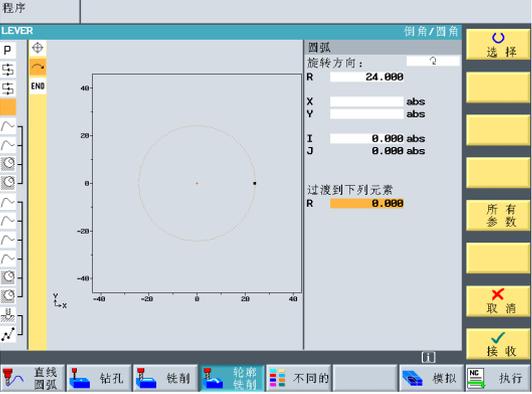
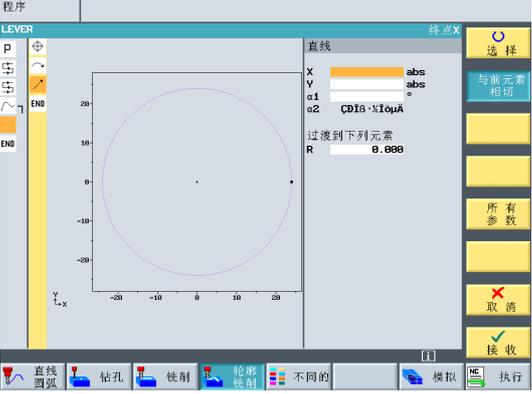


完成轮廓定义后，屏幕应如左图所示。

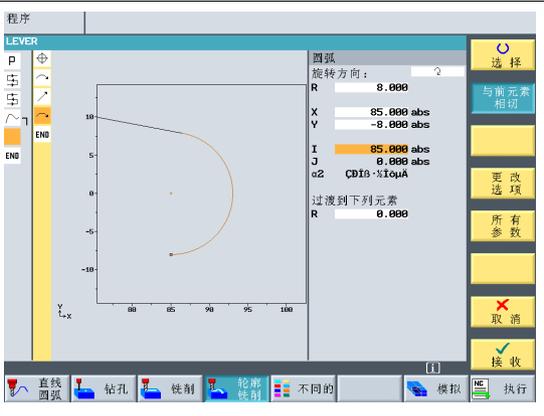
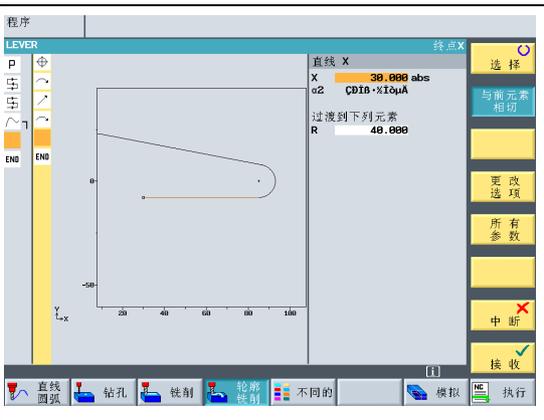
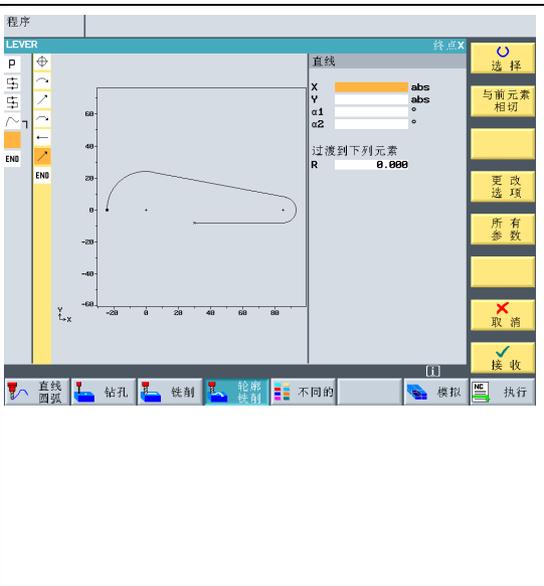
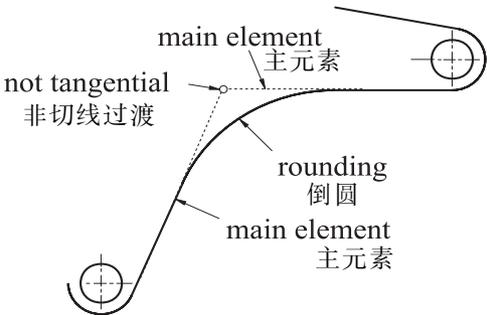
### 8.3 加工手柄



在上一个工作步骤中添加了外部轮廓之后，下一步是创建凸台。为了使您学会如何创建几何形状，我们将循序渐进地解释这个例子。

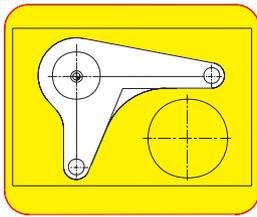
按键	屏幕	说明
 轮廓铣削 新轮廓 L...		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 将凸台命名为“LEVER_Lever”。</li> </ul>
-24 		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 应将轮廓的起点位于 X-24 和 Y0。</li> </ul>
 24 2x 0 		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 第一段圆弧为逆时针方向，半径和圆心已知。</li> </ul>
 与前元素相切 		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 接着是建立与前元素相切的一段斜线。</li> </ul>

## 8 示例 4：凸台加工

<p>与前元素相切</p> <p>接收对话</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 然后是相切的圆弧。</li> <li>• 半径、圆心和角点已知。</li> </ul>
<p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 随即是一段水平线，终点为 X30。</li> <li>• 到下一个元素的过渡线的半径为 40mm。</li> </ul>
<p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 再接着是建立一段斜线。</li> <li>• 注意：相切的过渡线始终是仅相对于主要元素。意即：在此例中，不会用直线作为切线。</li> </ul> 

<p>与前一元素相切</p> <p>所有参数</p> <p>对话框选择</p> <p>接收对话框</p> <p>接收</p>	<p>8</p> <p>2x</p> <p>-58</p> <p>0</p> <p>-58</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 接下来是一段相切的圆弧，其圆心和终点已知。</li> <li>• 选择<b>所有参数</b>功能，可提供有关圆弧的详细信息。这项功能可用于检查输入值（例如：圆弧的终点是否在垂直线上……？）</li> </ul>
<p>与前一元素相切</p> <p>接收</p>	<p>-27</p> <p>18</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 然后是一段终点为Y=27的垂直线(自动沿切线方向行进)。</li> <li>• 到下一段直线的过渡线用 R18 进行倒圆。</li> </ul>
<p>接收</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 接下来是一段斜线。</li> </ul>
<p>与前一元素相切</p> <p>接收</p> <p>接收</p>	<p>24</p> <p>-24</p> <p>0</p> <p>0</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用一段回到起点的圆弧将轮廓封闭。</li> </ul>

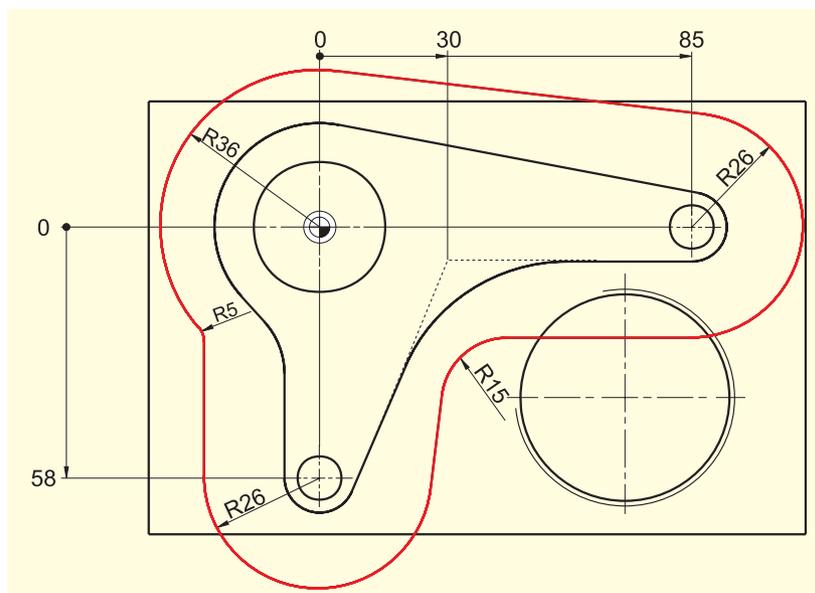
### 8 示例 4: 凸台加工



先对手柄周围的材料进行粗加工，然后精加工到深度 -6。

按键	屏幕	说明
<p>实体加工 刀具 到程序</p> <p>0.15 120</p> <p>0 6</p> <p>50 6 0</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>加工腔体，同时要顾及手柄的轮廓。使用 MILL20 刀具进行粗加工（<math>F=0.15\text{mm/齿}</math>、<math>V=120\text{m/min}</math>）。</li> <li>本例中平面最大进给量以百分比为单位。</li> </ul>
<p>实体加工 刀具 到程序</p> <p>0.08 150</p> <p>0 6</p> <p>50 0</p> <p>70 -40</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>精加工腔底（<math>F=0.08\text{mm/齿}</math>、<math>V=150\text{m/min}</math>）。</li> </ul>

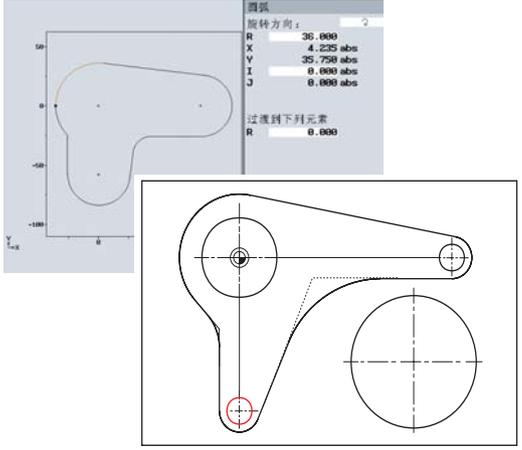
## 8.4 建立圆形凸台的边沿



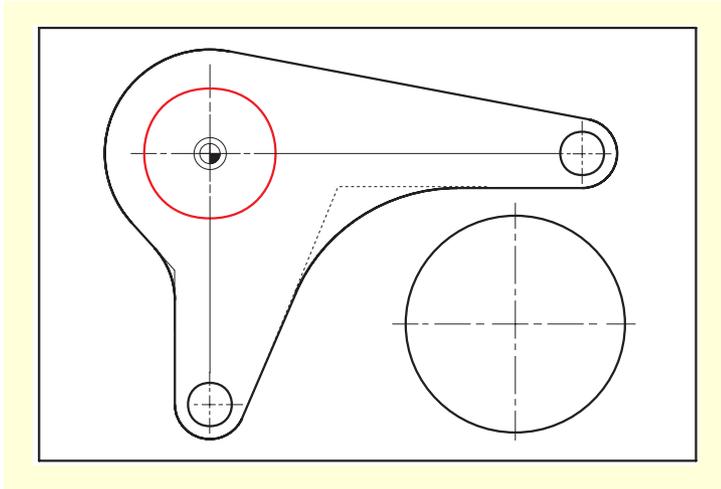
下面将建立一个边沿，作为铣削到深度 -3 时的进给限制。

R36 和 R26 的值来自相应的凸台半径 + 刀具直径（此处为 20mm + 1mm 余量）。

半径 R5 和 R15 的值可以自由选择。

按键	屏幕	说明
 轮廓 铣削   新轮廓  L... 		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 将轮廓命名为“LEVER_Lever_Area”。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 把对进给路径的限制（如上所述）设计成环绕工件轮廓，使得限制线与凸台之间能够容下 20 号刀具。</li> <li>• 按照与输入手柄轮廓相同的方法输入此轮廓极限值。</li> </ul>

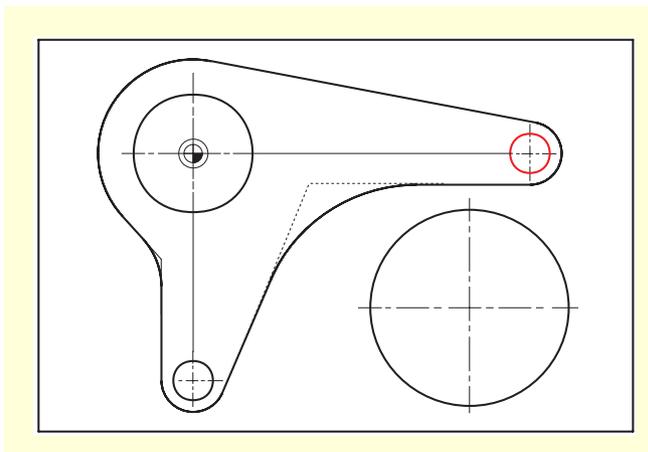
## 8.5 创建尺寸为 30 的圆形凸台



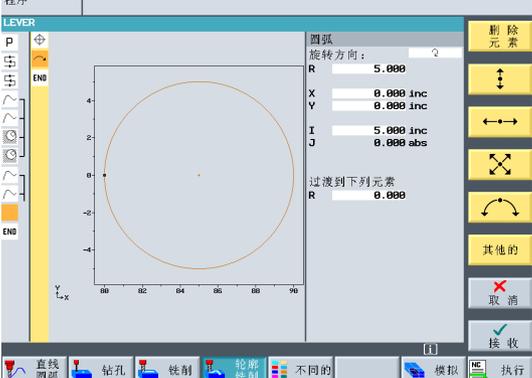
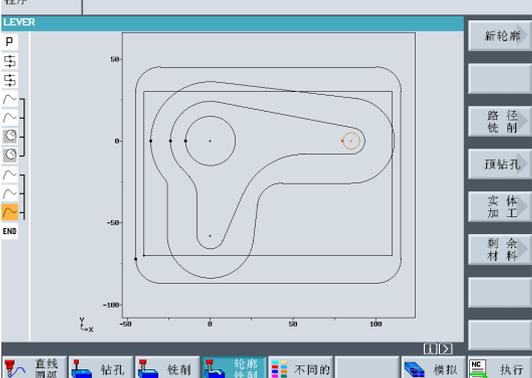
现在创建尺寸为 30 的圆形凸台。

按键	屏幕	说明
<p>轮廓铣削</p> <p>新轮廓</p> <p>L... </p>	<p>新轮廓</p> <p>请输入新名称:</p> <p>LEVER_Circle_R15</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>将轮廓命名为“LEVER_Circle_R15”。</li> </ul>
<p>接收 </p>	<p>程序</p> <p>LEVER</p> <p>圆弧</p> <p>旋转方向: </p> <p>R 15.000</p> <p>X 0.000 inc</p> <p>Y 0.000 inc</p> <p>I 15.000 inc</p> <p>J 0.000 abs</p> <p>过渡到下列元素</p> <p>R 0.000</p> <p>删除元素</p> <p>接收</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>该圆形结构的起点位于 X-15 和 Y0。</li> <li>按照左图所示的值，自行完成圆形轮廓的数值输入。请注意其中几个值为增量值。</li> </ul>

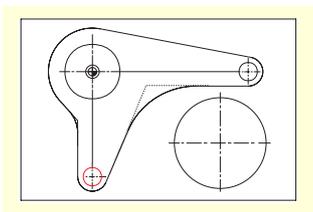
## 8.6 创建尺寸为 10 的圆形凸台



现在创建第一个大小为 10 的圆形凸台。

按键	屏幕	说明
 轮廓铣削  新轮廓 L... 		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 将轮廓命名为“LEVER_Circle_R5_A”。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 该圆形凸台的起点位于 X80 和 Y0。</li> <li>• 因为下一步骤是复制圆形凸台，所以必须以增量值方式输入轮廓，以便在复制后只需修改起点。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 输入圆形轮廓数值之后，如果按  键激活工作计划图形，则图形应如左所示。</li> </ul>

## 8.7 复制尺寸为 10 的圆形凸台



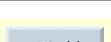
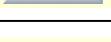
本节介绍如何在 ShopMill 中进行复制操作。

按键	屏幕	说明
<p>&gt;</p> <p>复制</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 点击 &gt; 键，打开扩展编辑器，接着复制轮廓。</li> </ul>
<p>粘贴</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 插入所复制的轮廓。</li> <li>• 由于对轮廓的修改会影响其他同名的轮廓，因此必须对所插入的轮廓进行重命名。</li> </ul>
<p>重命名</p> <p>B</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 只需在信息对话框中将轮廓名称改为“LEVER_CIRCLE_RS_B”即可。这样就完成了对刚才创建的第一个圆形凸台的复制。</li> </ul>
<p>接收</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 选定轮廓“LEVER_CIRCLE_RS_B”之后，按 接收 键调用轮廓并进行修改。</li> <li>• 由于先前轮廓是以增量值方式输入的，因此现在只需修改起点数值即可。</li> <li>• 按 接收 键，可以打开所有几何元素并进行修改。</li> </ul>

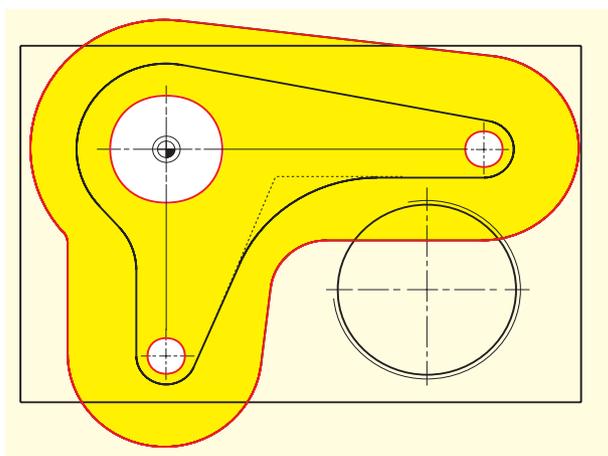
## 8.8 使用扩展编辑器加工圆形凸台

ShopMill 提供了一系列特殊功能，可以对工作计划的各个部分进行重新利用和管理。按下扁平控制面板上的  键，可以随时调用这些特殊功能。

有关这些功能的描述如下：

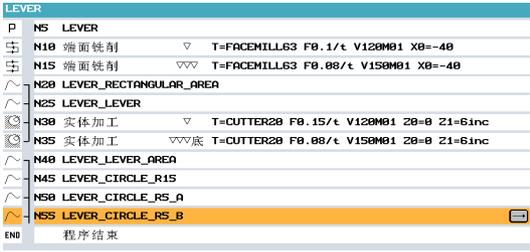
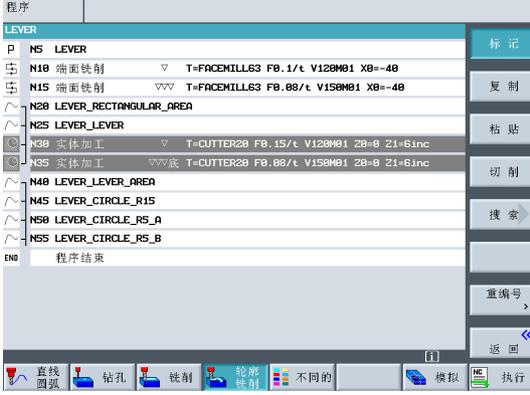
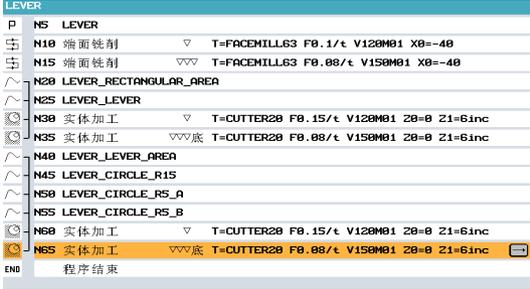
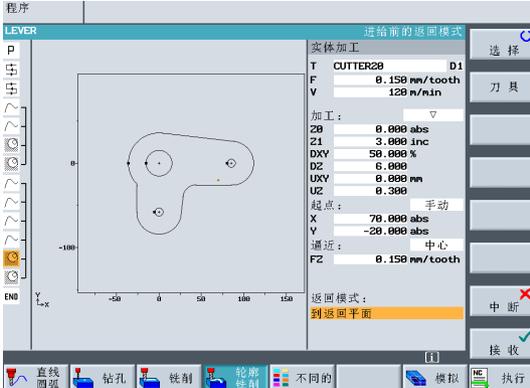
	<i>标记功能</i> ：按此键，可以选定多个工作步骤进行进一步处理（例如复制或剪切）。
	<i>复制功能</i> ：按此键，可以将工作步骤复制到剪贴板。
	<i>粘贴功能</i> ：按此键，可以将工作步骤从剪贴板添加到工作计划中。所粘贴的工作步骤总是位于被标记的工作步骤之后。
	<i>剪切功能</i> ：按此键，可以将工作步骤复制到剪贴板，同时把这些步骤从原始位置删除。该软键仅用于执行删除操作。
	<i>搜索功能</i> ：按此键，可以查找程序中的文本。
	<i>重命名功能</i> ：按此键，可以更改轮廓、目录及工作计划的名称。
	<i>重编号功能</i> ：按此键，可对工作步骤进行重新编号。
	<i>返回功能</i> ：按此键，返回至上一级菜单。

下面将使用上述的一些功能高效地加工以下三个圆形凸台。通过复制现有的工作步骤来提高效率。



在这里用 8.4 节中以红色突出显示的边沿作为进给路径的极限。

### 8 示例 4: 凸台加工

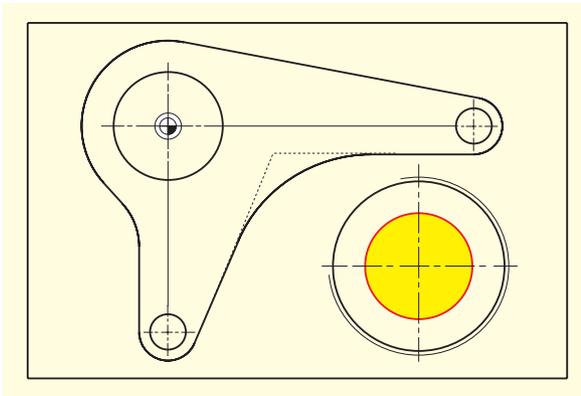
按键	屏幕	说明
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 现在工作计划应如左图所示。</li> </ul>
<p>5x ↑</p> <p>标记</p> <p>复制</p> <p>粘贴</p> <p>返回</p>	<p>4x ↓</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用复制功能将之前的两个坯料切削加工工序添加到链接的轮廓中。</li> </ul>
<p>↑</p> <p>→</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 现在必须修改这两个工序的工艺数据以便匹配新的加工深度。</li> </ul>
<p>5x ↓</p> <p>3</p> <p>4x ↓</p> <p>70</p> <p>-20</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 将粗加工深度的值 Z1 设置为 3 mm，并在余料外部选择起点。</li> </ul>

<p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•另外，还需相应地调整精加工深度值。</li> </ul>
<p>信息</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•这里显示的是与精加工工序的工艺数据对应的几何形状（工作计划图形）。</li> </ul>
<p>模拟</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•接着，模拟…</li> <li>…显示结果以便进行检查。</li> </ul>



8 示例 4: 凸台加工

## 8.9 深孔钻孔

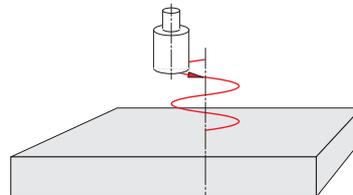
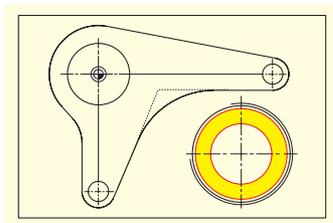


使用钻头进行以下操作。

按键	屏幕	说明
<p> <input type="button" value="钻孔"/>   <input type="button" value="镗孔"/>   <input type="button" value="刀具"/>             ...             <input type="button" value="到程序"/>   <input type="button" value="0.1"/>   <input type="button" value="120"/>   <input type="button" value="-21"/>   <input type="button" value="接收"/> </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用 PREDRILL30 进行预钻孔( F 0.1 mm/rev 和 V 120 m/min )。</li> <li>• 将深度基准点设为 <i>钻尖</i>, 并设置为 <i>abs</i> (绝对值)。</li> </ul>
<p> <input type="button" value="位置"/>   <input type="button" value="-6"/>   <input type="button" value="70"/>   <input type="button" value="-40"/>   <input type="button" value="接收"/> </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在此输入钻孔位置的数值。</li> </ul>

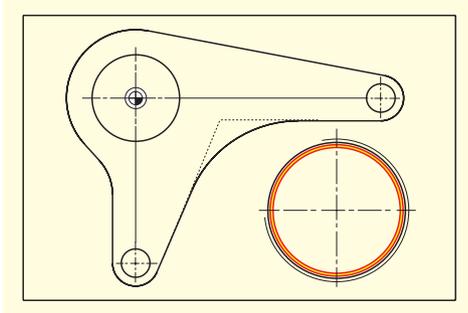
## 8.10 螺旋铣削

下面用一把铣刀做螺旋运动（这种运动称为螺旋线）除去剩余材料。



按键	屏幕	说明
<p>直线 圆弧</p> <p>刀具</p> <p>刀具</p> <p>到程序</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>螺旋式铣削用于钻孔之后除去剩余的圆环。用MILL20进行铣削( V 120 m / min )。</li> </ul>
<p>直线</p> <p>快速移动</p> <p>82</p> <p>-40</p> <p>-5</p> <p>3x</p> <p>3x</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>因为铣削时没有进行刀具半径补偿，所以铣刀必须位于型芯孔直径（此处为 45.84 mm）减去精加工余量的位置上。</li> </ul>
<p>螺旋</p> <p>70</p> <p>-40</p> <p>3</p> <p>-23</p> <p>0.1</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>同向进行螺旋铣削。</li> <li>螺旋的螺距为 3mm。</li> <li>因为刀具要通过一段斜线，所以此处规定刀具要进行 6 次螺旋状旋转以防止遗留有任何尚未清除的剩余材料（虽然刀具在 5 转后即可到达最后深度）。</li> </ul>

## 8.11 镗孔

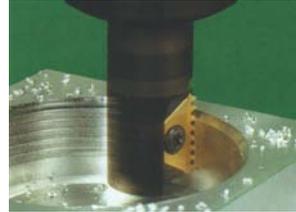
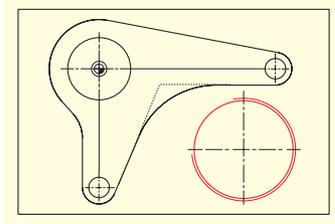


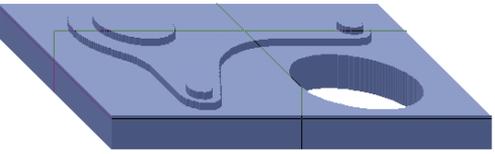
本节介绍如何用镗孔刀具将预制的圆形腔体加工成预定尺寸。

按键	屏幕	说明
<p>  钻孔                      圆弧半径                      刀具                      到程序                      ...                      0.08                      500                      15                      0                      接收                 </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用适当的 DRILL 刀具钻出螺纹孔 ( <math>F=0.08\text{mm/rev}</math>、<math>S=500\text{rpm}</math> )。</li> <li>• 使用 <b>返回</b> 选项在刀具到达孔沿之前, 将刀具回退至轮廓线前。该选项只适用于单头刀具。</li> </ul> <p>注意: 角坐标由机床制造商确定。</p>
<p>                     位置                      -6                      70                      -40                      接收                 </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 将刀具置于孔心。根据选定刀具的直径加工 45.84mm 的孔径。</li> <li>• 除了直接输入位置值外, 还可以使用 <b>重复位置</b> 功能执行重复位置的加工。</li> </ul>

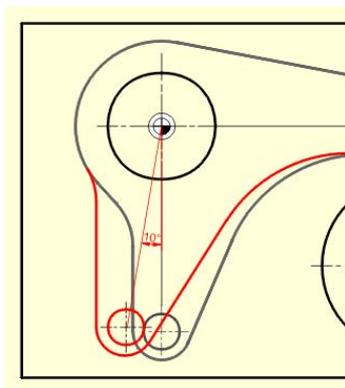
## 8.12 螺纹切削

下面将用螺纹刀具加工螺纹。



按键	屏幕	说明
<p>  钻孔   螺纹   螺纹切削   刀具            ...            0.08            150            ...   接收         </p>	<p> </p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 自上而下铣削螺纹。使用 THREADCUTTER 进行铣削 ( <math>F=0.08\text{mm/齿}</math>、<math>V=150\text{m/min}</math>、螺距 <math>=2\text{mm}</math> )。</li> <li>• 将右旋螺纹铣削至绝对坐标 Z-23。3mm 重叠表明尽管底部的齿沿略有磨损，但是已经在工件上清楚铣削出螺纹。</li> <li>• 输入这些值时可参看帮助显示。</li> </ul>
<p>  位置            ...            -6            70            -40            ...   接收         </p>	<p> </p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在此规定螺纹的位置。</li> </ul> 

### 8.13 用极坐标编程轮廓



工件图纸中的轮廓单元也经常以极点为参考点。所以，可以不使用直角坐标系 (X/Y)，而使用极坐标，即到极点的距离 (L) 和与极点所成角度 ( $\phi$ )。

自软件版本 V6.4 起，也可以使用 ShopMill 简单地用图形编程此类情况，而无需计算器或者辅助结构。

可以借助杠杆的微小变化帮助理解：下方的“杠杆臂”不再与 X0 垂直于零点，而是以顺时针方向旋转  $10^\circ$ 。

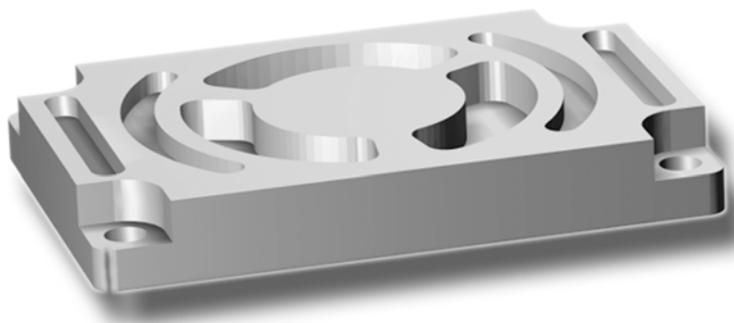
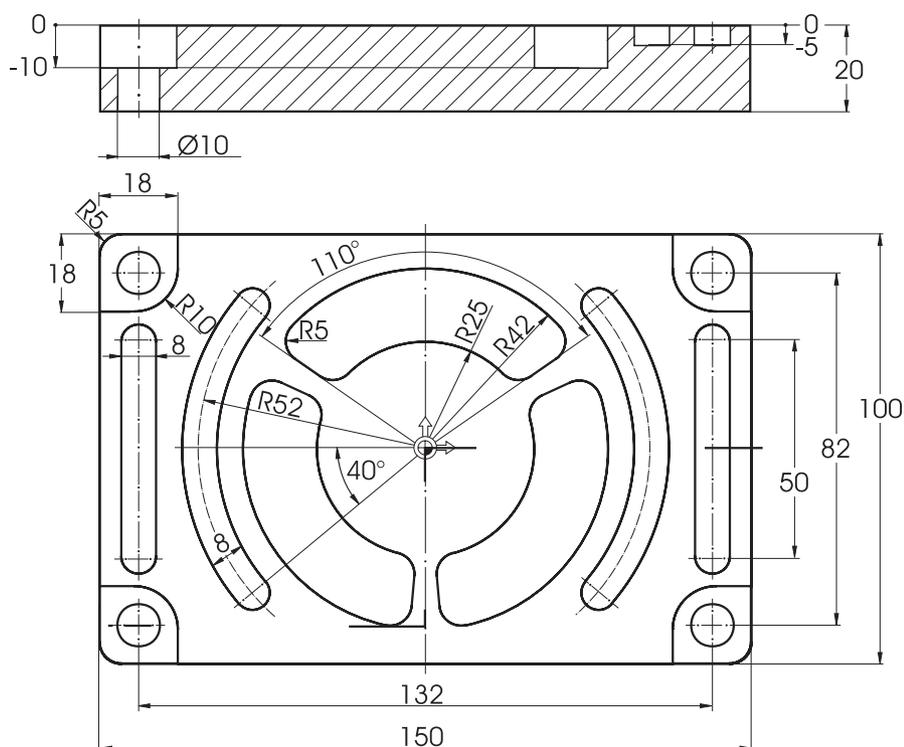
按键	屏幕	说明
<p>3x</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 先将光标移至需要重新标注圆心坐标的圆弧处。</li> </ul>
<p>其他的</p> <p>极点</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 首先，在圆弧前必须在零点处创建极点。</li> <li>• 将光标移至圆弧前的单元处，然后在此位置插入极点。</li> </ul>

<p>3x 4x 2x</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>在圆弧对话框中删除值 Y-58、I0 和 J-58，这些值已不再有效。</li> </ul>
<p>3x 58 -100</p> <p>接收 接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>将直角坐标系转换为极坐标以输入圆心坐标，输入到极点的距离 (L2) 和极角 (<math>\phi 2</math>)。</li> <li>辅助图形 (G) 形象地说明了各个输入值的含义。</li> </ul>
<p>G</p>		<p>加工计划图形显示，仍须按相同方式匹配程序行 N40 中的辅助凹槽 LEVER_LEVER_AREA 和程序行 N55 中的圆弧中心岛 LEVER_CIRCLE_R5_B。</p>
<p>...</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>可以独立更改这两个轮廓。</li> <li>可以“较粗略”地加工辅助凹槽，近似地用直角坐标表示圆弧 R26 的极坐标圆心 (X-10/Y-57)。然后接着用垂直轮廓直接结束该轮廓。</li> <li>对于圆弧中心岛，起点已经以极坐标标注。对于整圆，圆心仍须改变。</li> </ul>

## 9 示例 5：法兰加工

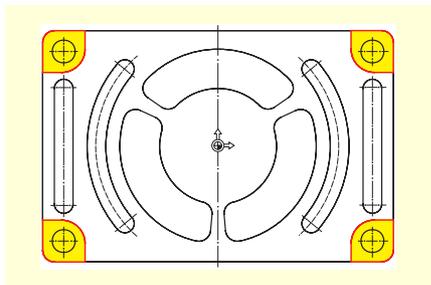
本章介绍以下各项新的内容：

- 创建子程序
- 工作步骤的镜像处理
- 腔体旋转
- 轮廓的倒角
- 纵向槽和圆周槽

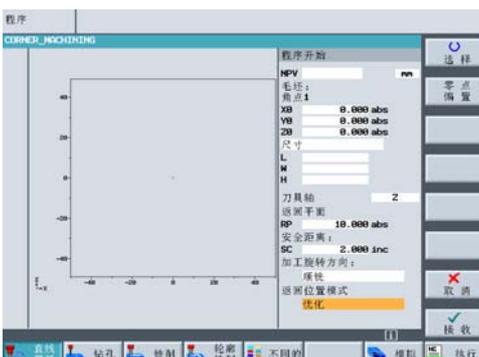


附注：至此，本手册已对先前操作中所使用的各种按键加以列示。因此，本例将不再对执行各项输入的按键进行说明，只给出主要的键符。然而，由于对话框中的数值非常重要，所以会放大显示这些对话框，而完整的结果则显示在右边一栏中。

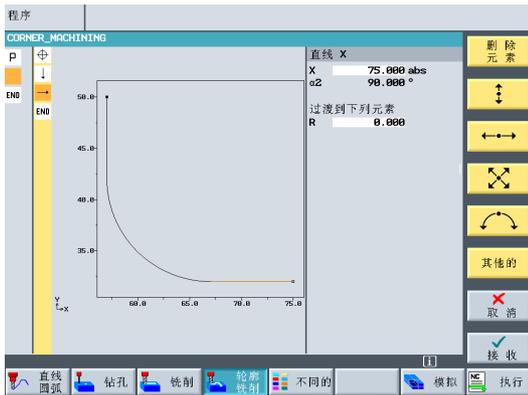
## 9.1 创建子程序



本示例将演示如何创建用于“法兰”工件的子程序，以及子程序的运行方式。下面将结合 镜像功能，利用一个子程序来加工四个拐角。

按键	屏幕	说明
		<ul style="list-style-type: none"> <li>子程序在形式上与主程序并无区别，我们给它命名为“Corner machining”。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>对于圆弧中心岛，起点已经以极坐标标注。对于整圆，圆心仍须改变。</li> </ul> 
		<ul style="list-style-type: none"> <li>将轮廓命名为“CORNER_MACHINI_Surface”。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>例如，须构造出上图所示的右拐角。</li> <li>输入适当的起点。</li> </ul>

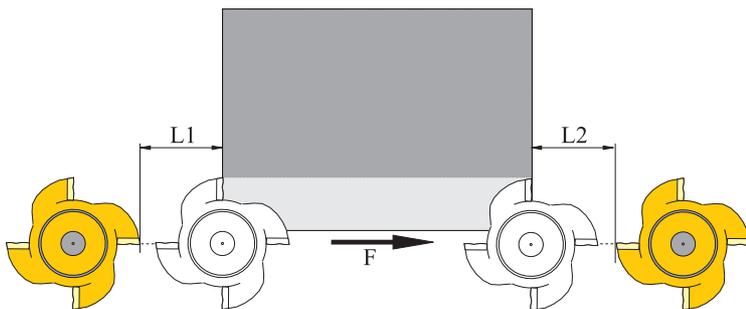
## 9 示例 5：法兰加工



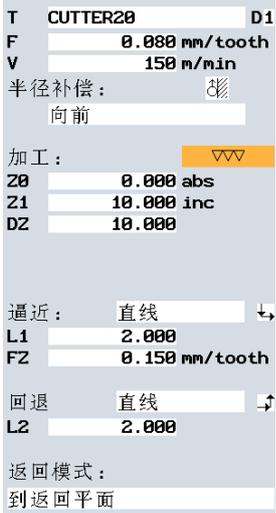
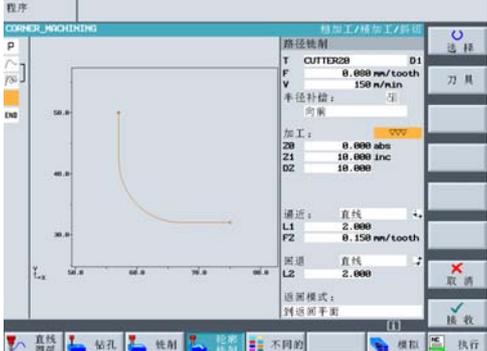
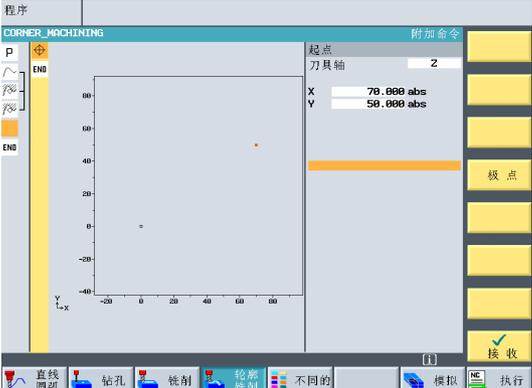
输入两个轮廓元素之后，屏幕应该如左图所示。

把轮廓并入工作计划。

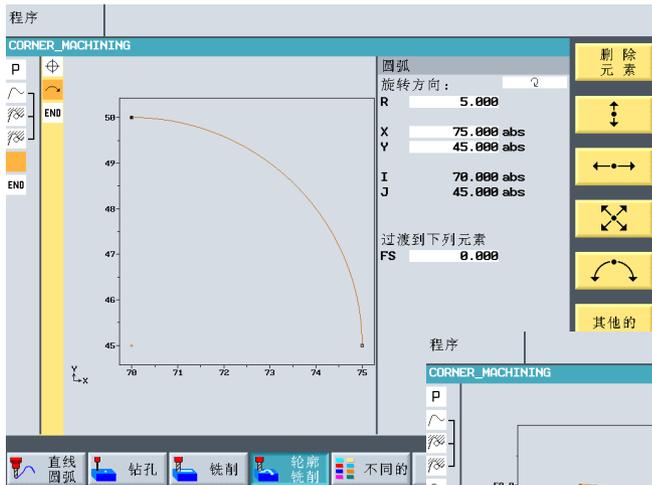
按键	屏幕	说明
<p>路径铣削</p> <p>...</p> <p>接收</p>	<p>T CUTTER20 D1</p> <p>F 0.150 mm/tooth</p> <p>V 120 m/min</p> <p>半径补偿： 向前</p> <p>加工： Z0 0.000 abs Z1 10.000 inc DZ 10.000 UZ 0.300 UXY 0.300 mm</p> <p>逼近： 直线 L1 2.000 FZ 0.150 mm/tooth</p> <p>回退： 直线 L2 2.000</p> <p>返回模式： 到返回平面</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用 20 号铣刀对轮廓进行粗加工 ( <math>F=0.15\text{mm/齿}</math>、<math>V=120\text{m/min}</math> )。</li> </ul>



本例中进给和返回路径位于一条直线上。  
长度值等于铣刀刀沿与工件之间的距离。

按键	屏幕	说明
<p>路径铣削</p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>用同一把铣刀对轮廓进行精加工 ( <math>F=0.08\text{mm/齿}</math>、<math>V=150\text{m/min}</math> )。</li> </ul> 
<p>轮廓铣削</p> <p>新轮廓</p> <p>C... </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>接下来，用 R5 对未加工立方体进行倒圆。把轮廓命名为“CORNER_MACHINI_Arc”。</li> </ul>
<p>70 </p> <p>50 </p> <p>接收</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>输入起点值。</li> </ul>

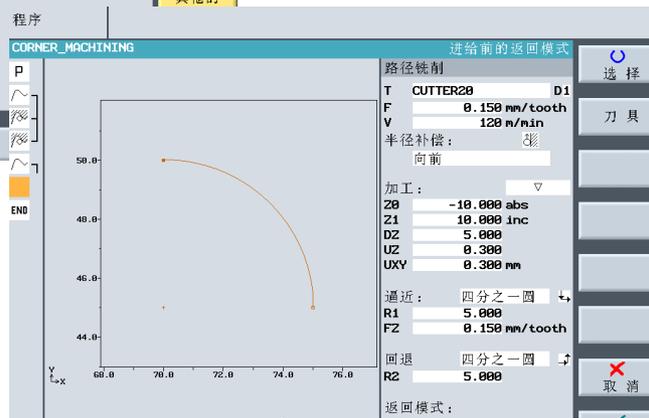
## 9 示例 5：法兰加工



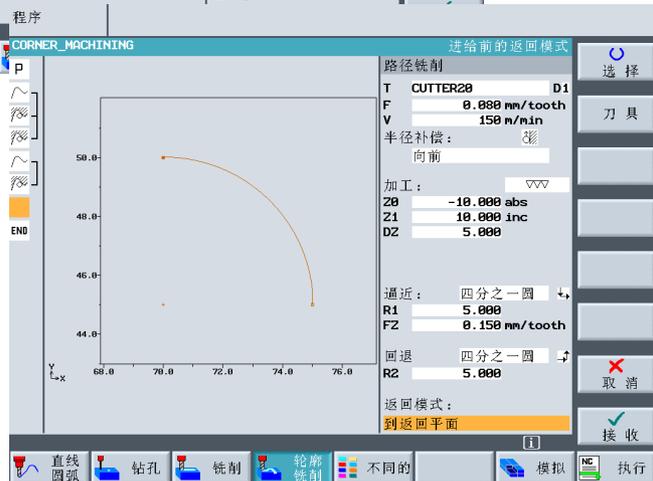
输入轮廓和相关的  
工作步骤。

输入几何数据。

用于轮廓粗加工的工艺  
数据



用于轮廓精加工的工艺  
数据



CORNER_MACHINING		
P	N5 CORNER_MACHINING	零偏 1 G54
~	N10 CORNER_MACHINI_SURFACE	
~	N15 路径铣削	▽ T=CUTTER20 F0.15/t V120M01 Z0=0 Z1=10inc
~	N20 路径铣削	▽▽ T=CUTTER20 F0.08/t V150M01 Z0=0 Z1=10inc
~	N25 CORNER_MACHINI_ARC	
~	N30 路径铣削	▽ T=CUTTER20 F0.15/t V120M01 Z0=-10
~	N35 路径铣削	▽▽ T=CUTTER20 F0.08/t V150M01 Z0=-10
END	程序结束	N=1

完成由几何与工艺数据组成的子  
程序。

## 9.2 工作步骤的镜像处理

完成子程序后，再创建主程序。可使用 *转换* 菜单下的 *镜像* 功能处理工件的四个拐角。

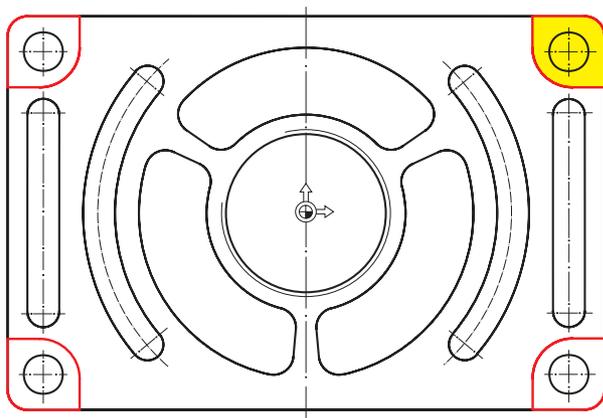
可以用两种不同方式实现镜像：*新程序* 和 *添加*

*新程序* 表示：从第一个加工步骤执行完毕后的位置开始镜像。

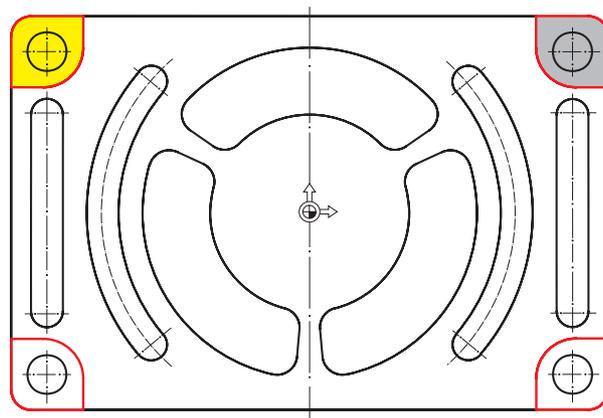
*添加* 表示：从最后一个加工步骤执行完毕后的位置开始镜像。

以下示意图描述了设置为 *新程序* 时的加工顺序：

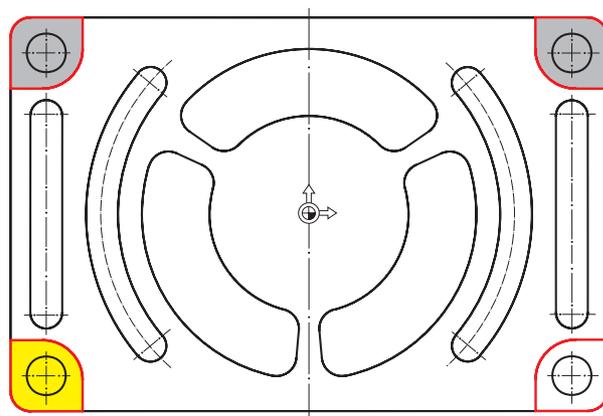
1. 加工  
( 参见子程序 )



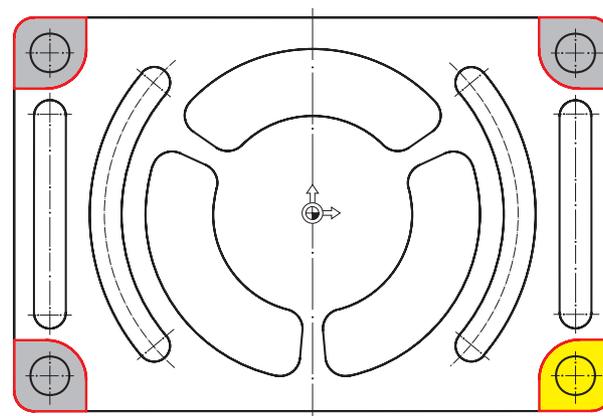
2. 加工：*X* 轴的镜像  
( 其中对 *X* 的值进行镜像 )



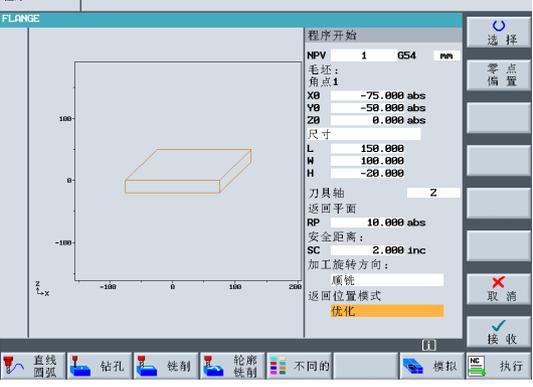
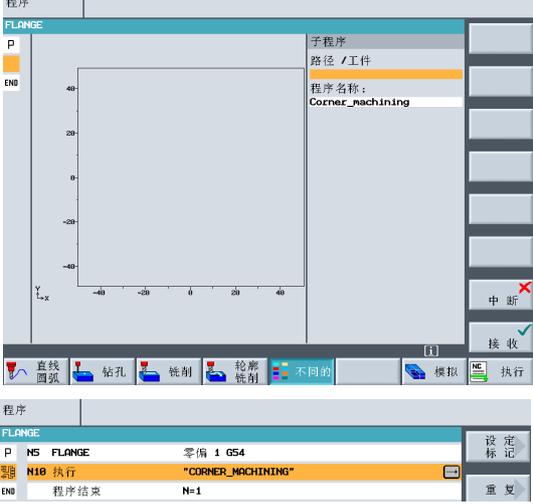
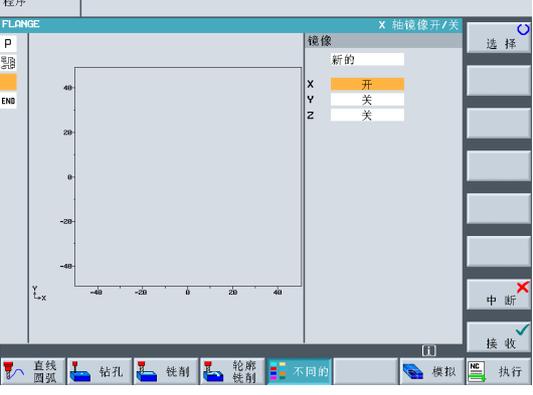
3. 加工：*X* 轴和 *Y* 轴的镜像  
( 其中对 *X* 和 *Y* 的值进行镜像 )



4. 加工：*Y* 轴的镜像  
( 其中对 *Y* 的值进行镜像 )



9 示例 5：法兰加工

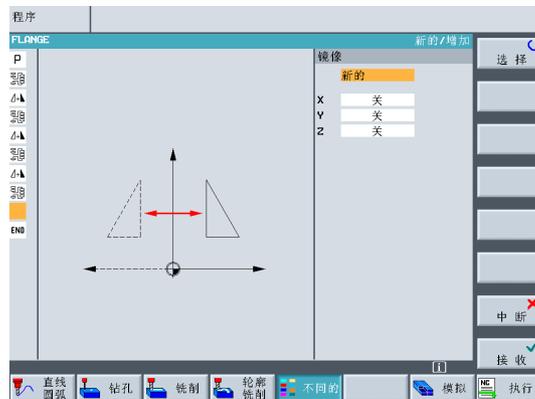
按键	屏幕	说明
<p>NC 程序</p> <p>新程序</p> <p>F... </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>主程序包含名称“Flange（法兰）”，可以在任何目录下创建它。</li> </ul>
<p>接收 </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>在“程序开始”中进行数据输入。</li> </ul>
<p>不同的 </p> <p>子程序</p> <p>C... </p> <p>接收 </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>利用不同的键调用子程序。</li> <li>如果子程序与主程序在同一个目录下，则输入区“路径/工件”可以保留空白。</li> <li>在输入区输入子程序的名称（“Corner_machining”）。</li> </ul>
<p>转换</p> <p>镜像</p> <p>接收 </p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>可以用转换功能在轴上进行平移、旋转和执行类似操作。</li> <li>预处理第二个加工步骤：对 X 轴的值进行镜像。</li> </ul>



于是 镜像功能后的子程序被复制：

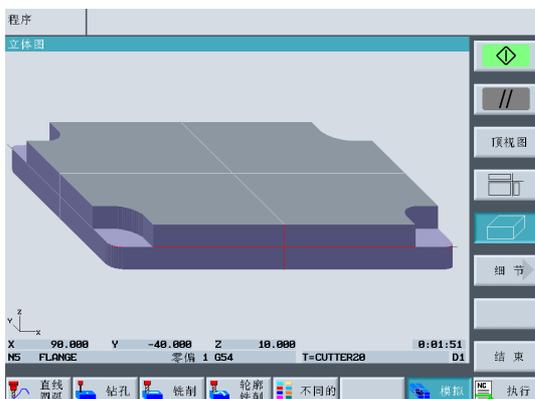
第二个加工步骤。

接着对另外两个拐角角重复执行这些 镜像和子程序调用的处理。



镜像的辅助显示

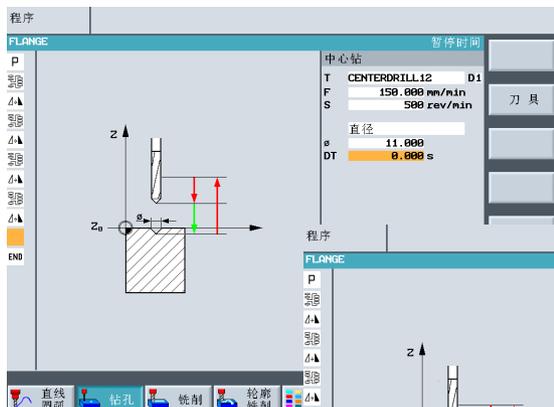
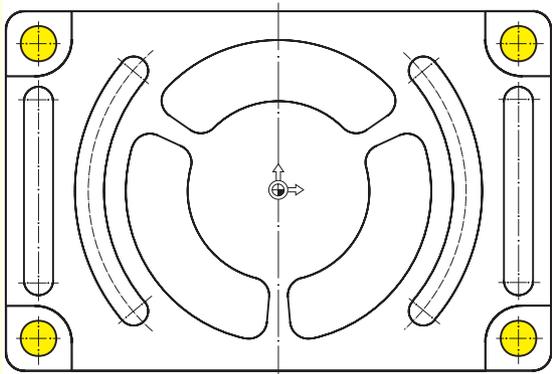
执行完第 4 个加工步骤后，将三个轴上的镜像功能全部取消（参见 N45 行）。



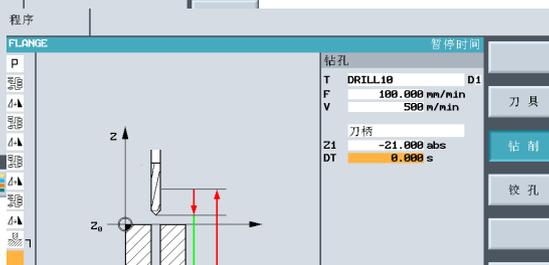
## 9 示例 5：法兰加工

### 9.3 钻孔

下一个工作步骤是创建拐角上的四个孔。因为在各个孔之间存在障碍物，所以必须输入各个位置之间的障碍物情况。



中心钻的工艺数据



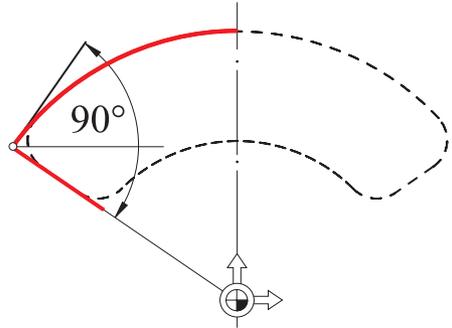
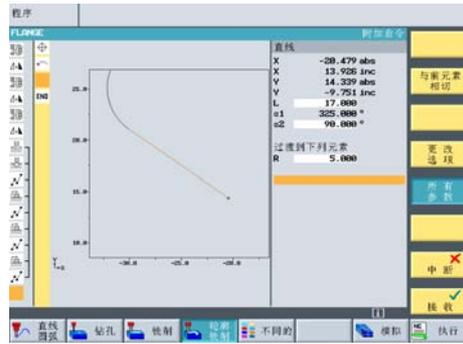
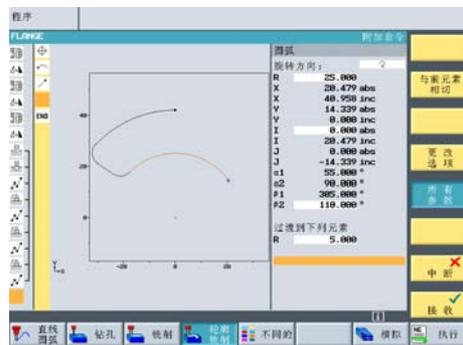
钻孔工艺数据

输入位置和障碍物





9 示例 5：法兰加工

按键	屏幕	说明
<div data-bbox="119 342 220 443" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">  所有参数                 </div> <div data-bbox="119 1056 220 1108" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 20px;">                     接收  </div>	<div data-bbox="408 436 828 816" style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px;"> <p><b>直线</b></p> <p>X            -20.479 abs                      X            13.926 inc                      Y            14.339 abs                      Y            -9.751 inc                      L            17.000  <math>\alpha 1</math>        325.000 °  <math>\alpha 2</math>        90.000 °</p> <p>过渡到下列元素                      R            5.000</p> </div>	<p>• 创建斜线</p> <div data-bbox="922 394 1374 722" style="text-align: center;">  </div> <div data-bbox="911 764 1374 1108" style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">  </div>
<div data-bbox="119 1161 220 1262" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">  所有参数                 </div> <div data-bbox="119 1839 220 1892" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 20px;">                     接收  </div>	<div data-bbox="408 1213 807 1793" style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px;"> <p><b>圆弧</b></p> <p>旋转方向： <input type="text" value="2"/></p> <p>R            25.000                      X            20.479 abs                      X            40.958 inc                      Y            14.339 abs                      Y            0.000 inc                      I            0.000 abs                      I            20.479 inc                      J            0.000 abs                      J            -14.339 inc  <math>\alpha 1</math>        55.000 °  <math>\alpha 2</math>        90.000 °  <math>\beta 1</math>        305.000 °  <math>\beta 2</math>        110.000 °</p> <p>过渡到下列元素                      R            5.000</p> </div>	<p>• 创建第二段圆弧</p> <div data-bbox="911 1381 1374 1726" style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">  </div>



所有参数

**直线**

X	34.404 abs
X	13.926 inc
Y	24.090 abs
Y	9.751 inc
L	17.000
$\alpha 1$	35.000 °
$\alpha 2$	90.000 °

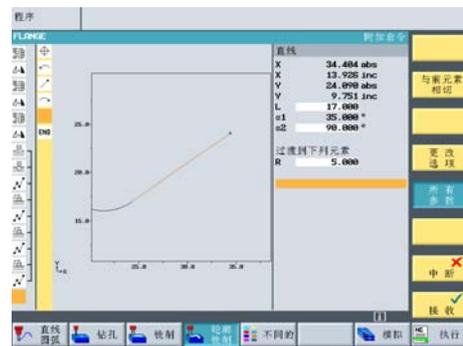
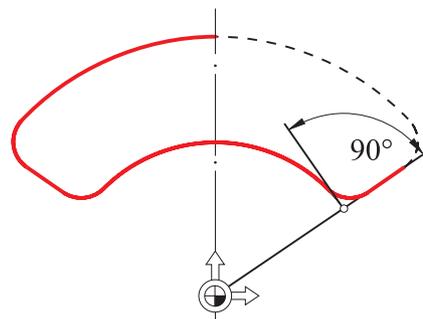
过渡到下列元素

R



接收

• 创建第二段斜线



**圆弧**

旋转方向:

R	42.000
X	0.000 abs
Y	42.000 abs
I	0.000 abs
J	0.000 abs
$\alpha 2$	90.000 °

过渡到下列元素

R

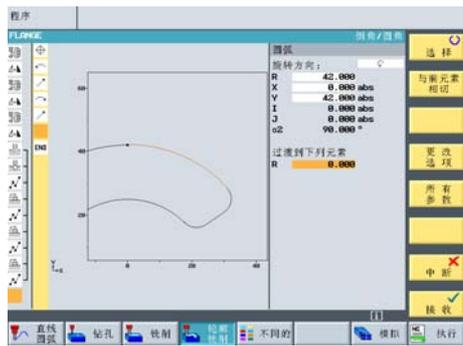


接收



接收

• 创建最后一段圆弧



• 从工作计划中选取轮廓腔体。

## 9 示例 5：法兰加工

请自行创建以下工作步骤：

The screenshots show the 'FLANGE' program setup in a CNC control system. Each screenshot includes a graphical view of the part and a parameter table.

**粗加工腔体 (Roughing the cavity):**

- 刀具: DRILL10
- 加工: 0.000 abs
- Z1: 10.000 inc
- DXY: 50.000 %
- DZ: 5.000
- UXY: 0.300 mm
- UZ: 0.300
- 逼近: 中心
- FZ: 0.150 mm/tooth

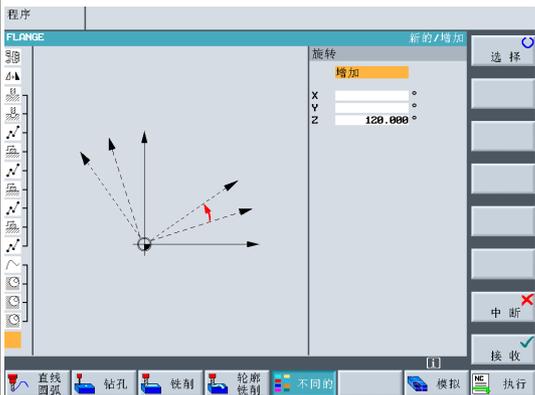
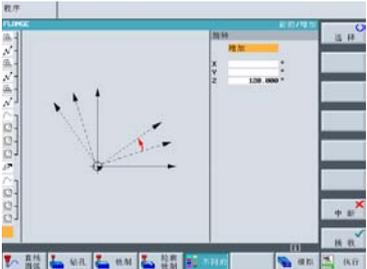
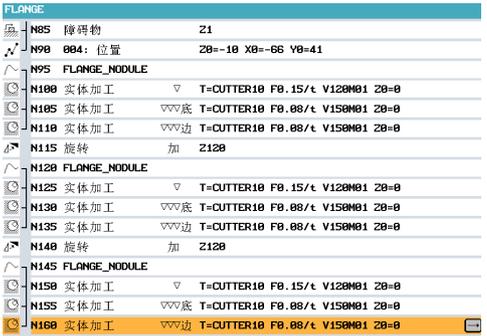
**精加工腔底 (Finishing the cavity bottom):**

- 刀具: CUTTER10
- 加工: √√√底
- Z0: 0.000 abs
- Z1: 10.000 inc
- DXY: 50.000 %
- UXY: 0.300 mm
- UZ: 0.300
- 逼近: 中心
- FZ: 0.080 mm/tooth

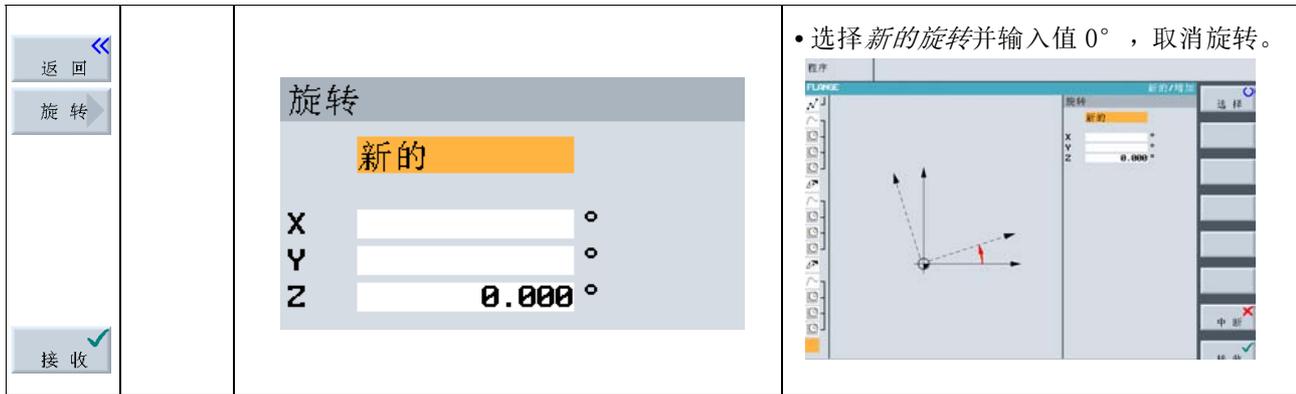
**精加工腔体边缘 (Finishing the cavity edges):**

- 刀具: CUTTER10
- 加工: √√√边
- Z0: 0.000 abs
- Z1: 10.000 inc
- DZ: 10.000
- UXY: 0.300 mm
- 逼近: 中心
- FZ: 0.080 mm/tooth

<p>标记</p> <p>复制</p> <p>返回</p>	<p>3x ↑</p> <p>3x ↓</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>程序</th> <th>操作</th> <th>参数</th> <th>按钮</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FLANGE</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N35</td> <td>镜像</td> <td>Y</td> <td>标记</td> </tr> <tr> <td>N40</td> <td>执行</td> <td>"CORNER_MACHINING"</td> <td>复制</td> </tr> <tr> <td>N45</td> <td>镜像</td> <td>关</td> <td>粘贴</td> </tr> <tr> <td>N50</td> <td>中心钻</td> <td>T=CENTERDRILL12 F150/mIn S500rev s11</td> <td>切削</td> </tr> <tr> <td>N55</td> <td>钻孔</td> <td>T=DRILL10 F100/mIn V500M01 Z1=-21</td> <td>搜索</td> </tr> <tr> <td>N60</td> <td>001: 位置</td> <td>Z0=-10 X0=-66 Y0=-41</td> <td>重编号</td> </tr> <tr> <td>N65</td> <td>障碍物</td> <td>Z1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N70</td> <td>002: 位置</td> <td>Z0=-10 X0=-66 Y0=-41</td> <td>返回</td> </tr> <tr> <td>N75</td> <td>障碍物</td> <td>Z1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N80</td> <td>003: 位置</td> <td>Z0=-10 X0=-66 Y0=-41</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N85</td> <td>障碍物</td> <td>Z1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N90</td> <td>004: 位置</td> <td>Z0=-10 X0=-66 Y0=-41</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N95</td> <td>FLANGE_MODULE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N100</td> <td>实体加工</td> <td>T=CUTTER10 F0.15/t V120M01 Z0=0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N105</td> <td>实体加工</td> <td>√√√底 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N110</td> <td>实体加工</td> <td>√√√边 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	程序	操作	参数	按钮	FLANGE				N35	镜像	Y	标记	N40	执行	"CORNER_MACHINING"	复制	N45	镜像	关	粘贴	N50	中心钻	T=CENTERDRILL12 F150/mIn S500rev s11	切削	N55	钻孔	T=DRILL10 F100/mIn V500M01 Z1=-21	搜索	N60	001: 位置	Z0=-10 X0=-66 Y0=-41	重编号	N65	障碍物	Z1		N70	002: 位置	Z0=-10 X0=-66 Y0=-41	返回	N75	障碍物	Z1		N80	003: 位置	Z0=-10 X0=-66 Y0=-41		N85	障碍物	Z1		N90	004: 位置	Z0=-10 X0=-66 Y0=-41		N95	FLANGE_MODULE			N100	实体加工	T=CUTTER10 F0.15/t V120M01 Z0=0		N105	实体加工	√√√底 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0		N110	实体加工	√√√边 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0		<p>• 现在标记整个加工步骤并进行复制，以便将腔体加工的定义复制到剪贴板。</p>
	程序	操作	参数	按钮																																																																							
	FLANGE																																																																										
	N35	镜像	Y	标记																																																																							
	N40	执行	"CORNER_MACHINING"	复制																																																																							
	N45	镜像	关	粘贴																																																																							
	N50	中心钻	T=CENTERDRILL12 F150/mIn S500rev s11	切削																																																																							
	N55	钻孔	T=DRILL10 F100/mIn V500M01 Z1=-21	搜索																																																																							
	N60	001: 位置	Z0=-10 X0=-66 Y0=-41	重编号																																																																							
	N65	障碍物	Z1																																																																								
	N70	002: 位置	Z0=-10 X0=-66 Y0=-41	返回																																																																							
N75	障碍物	Z1																																																																									
N80	003: 位置	Z0=-10 X0=-66 Y0=-41																																																																									
N85	障碍物	Z1																																																																									
N90	004: 位置	Z0=-10 X0=-66 Y0=-41																																																																									
N95	FLANGE_MODULE																																																																										
N100	实体加工	T=CUTTER10 F0.15/t V120M01 Z0=0																																																																									
N105	实体加工	√√√底 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0																																																																									
N110	实体加工	√√√边 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0																																																																									

<p>不同的</p> <p>转换</p> <p>旋转</p> <p>3x 120</p> <p>接收</p>		<p>•使坐标系统 Z 轴旋转 120° 。</p>
<p>返回</p> <p>粘贴</p>		<p>•粘贴刚才复制的工作步骤。</p>
<p>返回</p> <p>转换</p> <p>旋转</p> <p>接收</p>		<p>•再旋转 120° 。</p> 
<p>粘贴</p>		<p>•粘贴保存在剪贴板上的工作步骤。</p> 

## 9 示例 5：法兰加工



## 9.5 轮廓的倒角

自 ShopMill 版本 V6.4 起开始支持轮廓倒圆。选择栏加工除了粗加工 (▽) 、精加工 (▽▽) 等之外，还增添了选项倒圆 (斜切)。

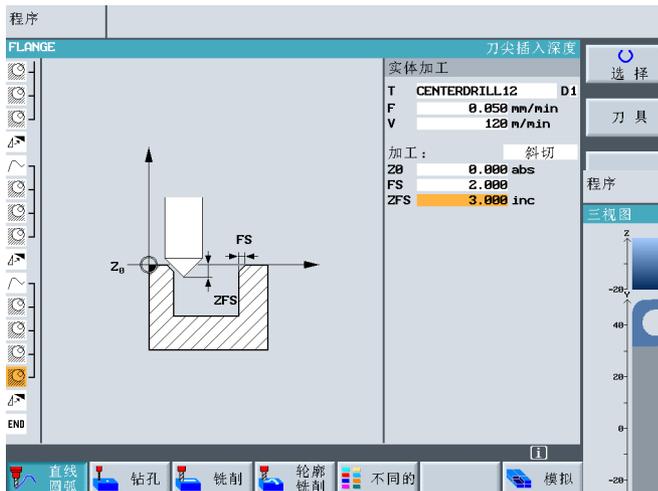
以下的图形显示了示例中最后铣削的“肾状轮廓”：

~	N145	FLANGE_MODULE							
⊙	N150	腔铣削	▽	T=CUTTER10 F0.15/t V120M01 Z0=0					
⊙	N155	腔铣削	▽▽底	T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0					
⊙	N160	腔铣削	▽▽边	T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0					
⊙	N165	腔铣削	斜切	T=CENTERDRILL12 F0.05/min V120M01 FS2					
↙	N170	旋转		Z0					

轮廓结束后紧接着进行加工步骤“倒圆”

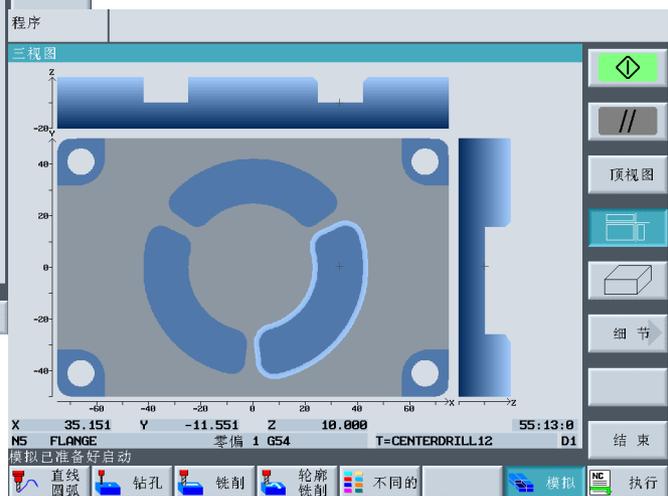
位	类	刀具名称	DP	第1刀沿长度	s	x	1	2
14	U	CENTERDRILL12	1	85.200	12.000	90.0	X	

使用允许输入刀尖角的刀具类型（此处：中心钻）。

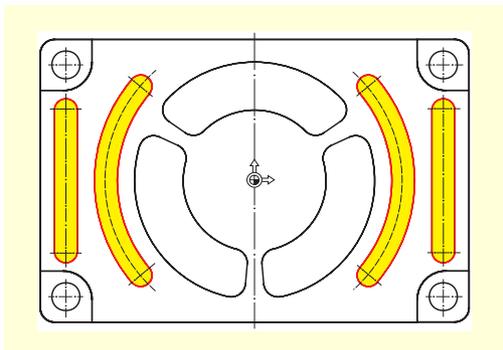


通过倒角宽度 (FS) 和刀尖的插入深度 (ZFS) 编程倒角加工。

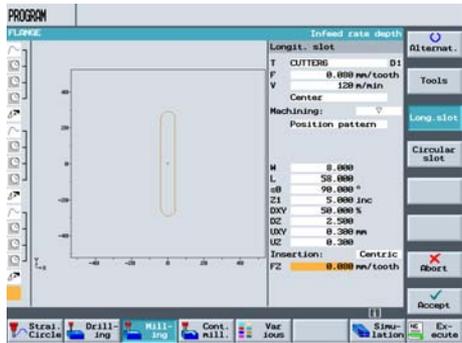
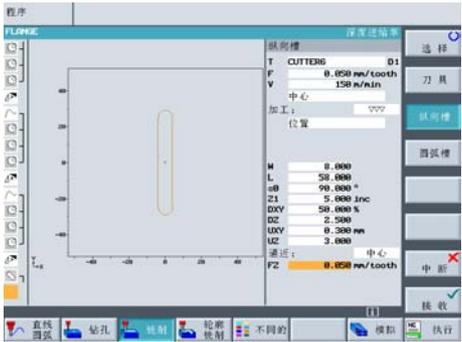
3 平面模拟中的已倒角轮廓



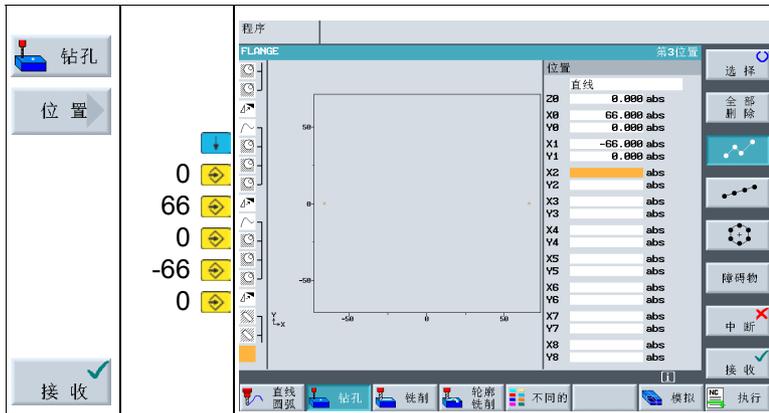
## 9.6 纵向槽和圆周槽



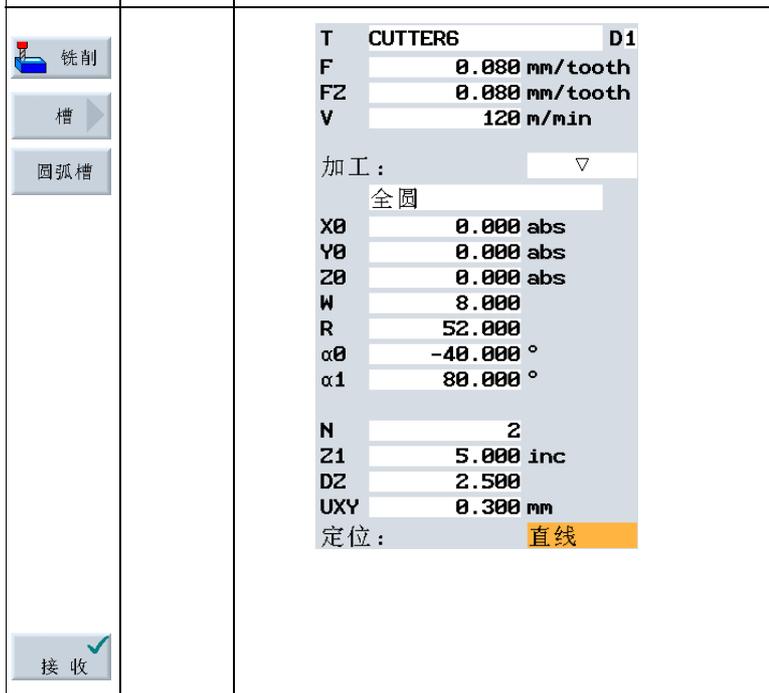
最后对这些槽进行编程。必须通过位置样式将它们正确定位在一个全圆上。

按键	屏幕	说明
 铣削  槽  刀具   接收	<p>纵向槽</p> <p>T CUTTERS D1                      F 0.080 mm/tooth                      V 120 m/min                      中心                      加工: 中心                      位置</p> <p>W 8.000                      L 58.000                      α0 90.000 °                      Z1 5.000 inc                      DXY 50.000 %                      DZ 2.500                      UXY 0.300 mm                      UZ 3.000                      逼近: 中心                      FZ 0.080 mm/tooth</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用 MILL6 刀具对纵向槽进行粗加工 ( F=0.08mm/ 齿、V=120m/min )。</li> </ul> 
 槽   接收	<p>纵向槽</p> <p>T CUTTERS D1                      F 0.050 mm/tooth                      V 150 m/min                      中心                      加工: 中心                      位置</p> <p>W 8.000                      L 58.000                      α0 90.000 °                      Z1 5.000 inc                      DXY 50.000 %                      DZ 2.500                      UXY 0.300 mm                      UZ 3.000                      逼近: 中心                      FZ 0.050 mm/tooth</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用同一把刀具精加工纵向槽 ( F=0.05mm/ 齿、V=150m/min )。</li> </ul> 

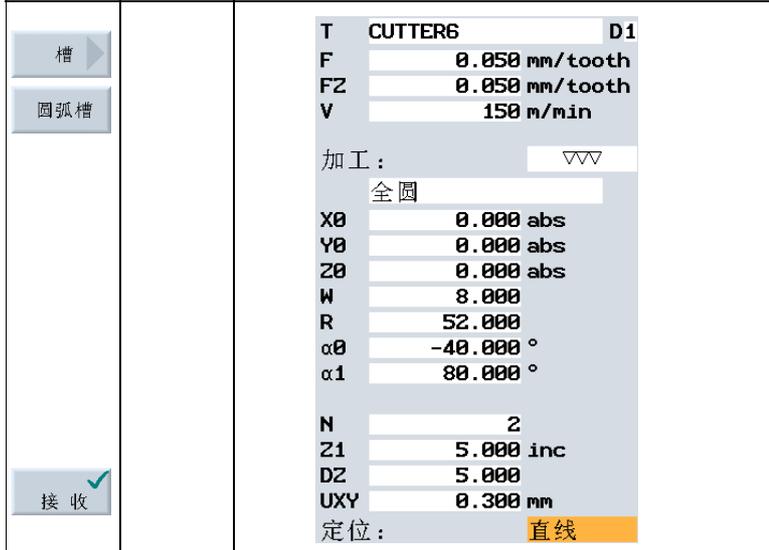
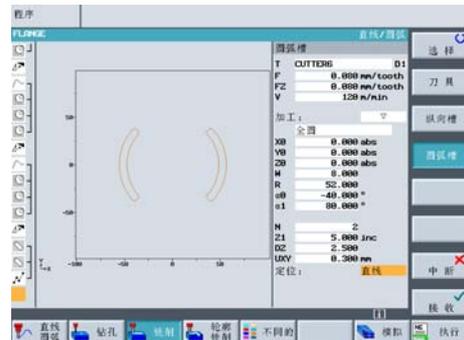
9 示例 5：法兰加工



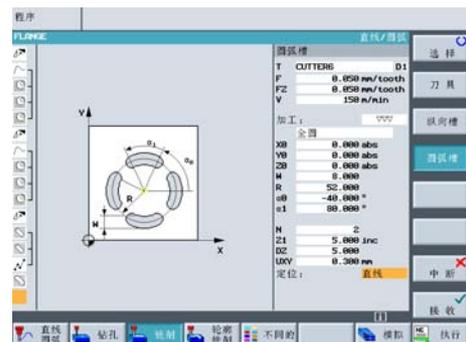
- 输入两个纵向槽的位置值。
- 参考点位于凹槽的中心。



- 用 MILL6 刀具对圆周槽进行粗加工 ( F=0.08mm/tooth、FZ=0.08mm/ 齿轮齿、V=120m/min )。
- 选择整圆选项，可自动以恒定的距离放置圆形。
- X / Y / Z 上的参考点以圆周槽所在圆的圆心为基准。



- 用同一把刀具对圆周槽进行精加工 ( F=0.05mm/tooth、FZ=0.05mm/tooth、V=150m/min )。

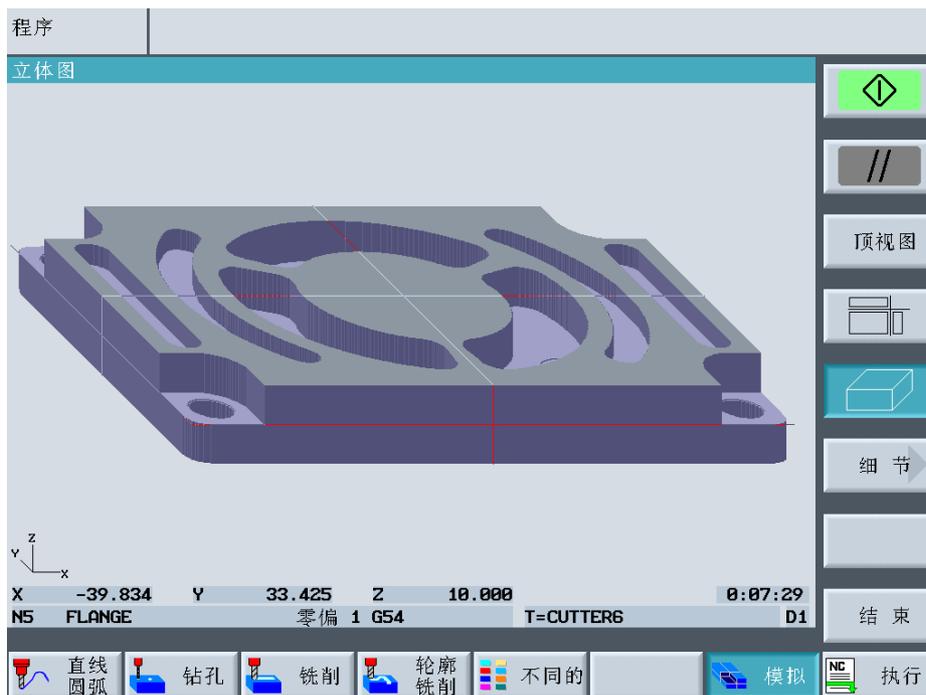
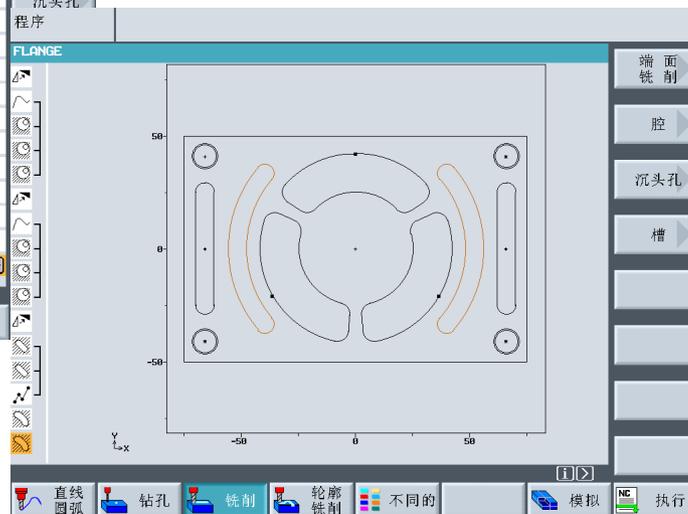


最后是要点：工作计划、在线图形和 3D 视图

程序	
FLANGE	
N115	旋转 加 Z120
N120 FLANGE_MODULE	
N125	实体加工 T=CUTTER10 F0.15/t V120M01 Z0=0
N130	实体加工 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0
N135	实体加工 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0
N140	旋转 加 Z120
N145 FLANGE_MODULE	
N150	实体加工 T=CUTTER10 F0.15/t V120M01 Z0=0
N155	实体加工 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0
N160	实体加工 T=CUTTER10 F0.08/t V150M01 Z0=0
N165	旋转 Z0
N170	纵向槽 T=CUTTER6 F0.08/t V120M01 Z1=5inc M8
N175	纵向槽 T=CUTTER6 F0.05/t V150M01 Z1=5inc M8
N180	圆弧槽: 位置 Z0=0 X0=66 Y0=0 X1=-66 Y1=0
N185	圆弧槽 T=CUTTER6 F0.08/t V120M01 X0=0 Y0=0
N190	圆弧槽 T=CUTTER6 F0.05/t V150M01 X0=0 Y0=0

工作计划摘录

在线图形



3D 视图

## 10 现在可以开始生产了



在练习过范例、对如何使用 ShopMill 创建工作计划有了充分了解之后，现在就可以开始进行工件加工了。

### 10.1 回参考点

打开控制系统后，必须先回参考点，然后才可以运行工作计划或进行手动进给。ShopMill 可以由此找到机床线性测量系统中的起始位。

因为回参考点的设定取决于机床类型和机床厂家，所以在此仅给出一些一般注意事项：

1. 在机床的加工区域，移动刀具到某一位置，要求此位置在各个运行方向均可以到达。在此需注意：到达相关轴的参考点后，刀具不可以位于其后，因为每个轴只能在一个方向回参考点，否则无法运行到该点。
2. 请按照机床厂家的说明精确地回参考点。



## 10.2 夹紧工件

为了确保加工尺寸准确和生产安全，一定要把工件牢牢夹紧。

通常使用经螺栓固定的机床挡块…



…或金属夹具。

## 10.3 设置工件零点

因为 ShopMill 无法推测工件在工作区中的位置，所以必须确定工件零点。

在平面上，通常使用以下方法对工件进行设置：

- 使用 3D 键或
- 用边沿键。

在刀具轴上，通常使用以下方法设置工件零点：

- 单击 3D 键
- 用刀具刻线

工件零点符号 W

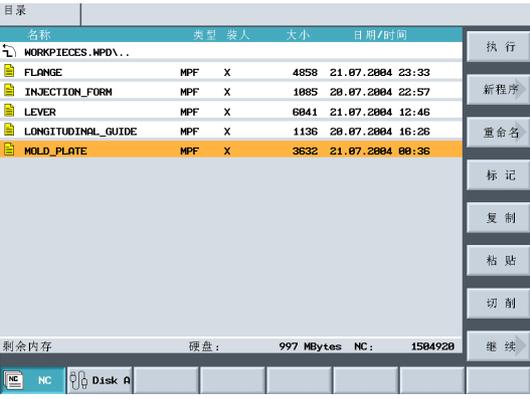
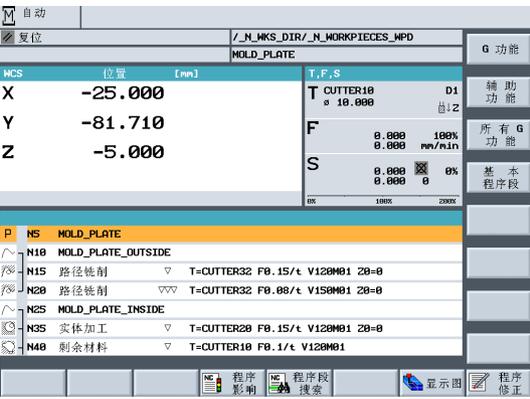


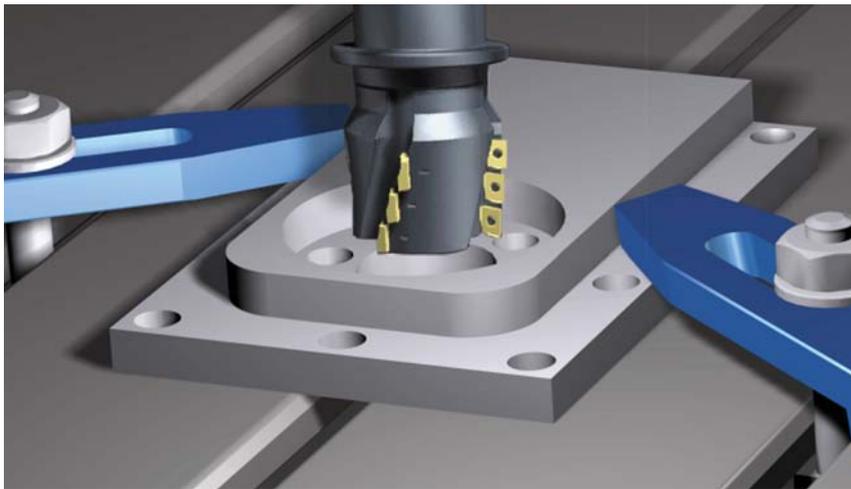
在使用量具或测量循环时请遵从厂家的指导说明。

10 现在可以开始生产了

## 10.4 执行工作计划

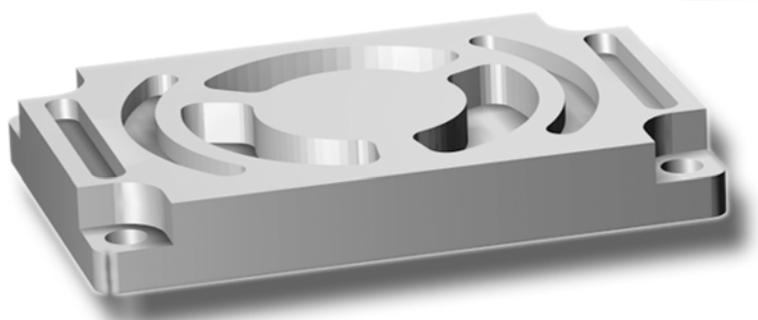
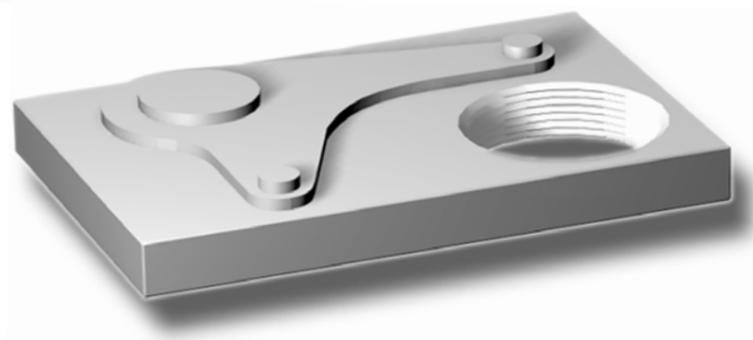
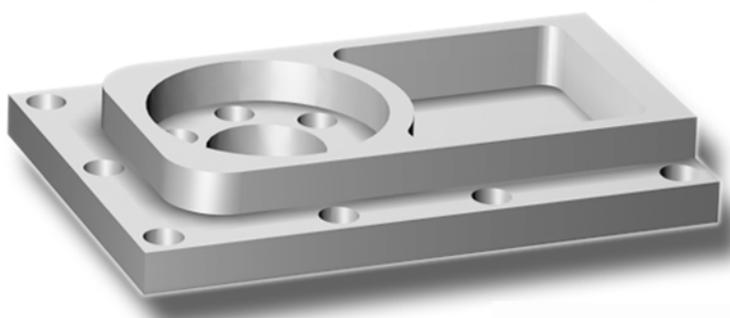
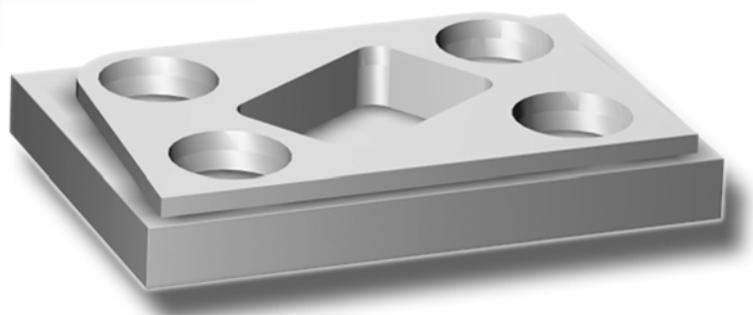
现在机床已经就绪、工件已经设定、刀具亦已校正（参考第四章），可以开始执行工作计划了：

按键	屏幕	说明																																										
  	 <p>目录</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>类型</th> <th>装入</th> <th>大小</th> <th>日期/时间</th> <th>执行</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>WORKPIECES.MPD...</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FLANGE</td> <td>MPF</td> <td>X</td> <td>4858</td> <td>21.07.2004 23:33</td> <td></td> </tr> <tr> <td>INJECTION_FORM</td> <td>MPF</td> <td>X</td> <td>1085</td> <td>20.07.2004 22:57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LEVER</td> <td>MPF</td> <td>X</td> <td>6841</td> <td>21.07.2004 12:46</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LONGITUDINAL_GUIDE</td> <td>MPF</td> <td>X</td> <td>1136</td> <td>20.07.2004 16:26</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MOLD_PLATE</td> <td>MPF</td> <td>X</td> <td>3632</td> <td>21.07.2004 08:36</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>剩余内存 硬盘: 997 Mbytes NC: 1504920</p>	名称	类型	装入	大小	日期/时间	执行	WORKPIECES.MPD...						FLANGE	MPF	X	4858	21.07.2004 23:33		INJECTION_FORM	MPF	X	1085	20.07.2004 22:57		LEVER	MPF	X	6841	21.07.2004 12:46		LONGITUDINAL_GUIDE	MPF	X	1136	20.07.2004 16:26		MOLD_PLATE	MPF	X	3632	21.07.2004 08:36		<ul style="list-style-type: none"> <li>选择含有所需工作计划的目录，本手册的这些例子使用的是 WORKPIECES 目录。</li> <li>按“执行”键，将工作计划加载到“自动”运行模式。</li> </ul>
名称	类型	装入	大小	日期/时间	执行																																							
WORKPIECES.MPD...																																												
FLANGE	MPF	X	4858	21.07.2004 23:33																																								
INJECTION_FORM	MPF	X	1085	20.07.2004 22:57																																								
LEVER	MPF	X	6841	21.07.2004 12:46																																								
LONGITUDINAL_GUIDE	MPF	X	1136	20.07.2004 16:26																																								
MOLD_PLATE	MPF	X	3632	21.07.2004 08:36																																								
  	 <p>自动</p> <p>/_N_MKS_DIR/_N_WORKPIECES_MPD</p> <p>MOLD_PLATE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MCS</th> <th>位置 [mm]</th> <th>T, F, S</th> <th>G 功能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>-25.000</td> <td>T CUTTER10 a 10.000</td> <td>D1 D1.2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>-81.710</td> <td>F 0.000 100% 0.000 mm/n.in</td> <td>所有 G 功能</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5.000</td> <td>S 0.000 0% 0.000</td> <td>基本 程序段</td> </tr> </tbody> </table> <p>程序列表:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>N5 MOLD_PLATE</li> <li>N10 MOLD_PLATE_OUTSIDE</li> <li>N15 路径铣削 T=CUTTER32 F0.15/t V120M01 Z0=0</li> <li>N20 路径铣削 T=CUTTER32 F0.08/t V150M01 Z0=0</li> <li>N25 MOLD_PLATE_INSIDE</li> <li>N35 实体加工 T=CUTTER20 F0.15/t V120M01 Z0=0</li> <li>N40 剩余材料 T=CUTTER10 F0.1/t V120M01</li> </ul>	MCS	位置 [mm]	T, F, S	G 功能	X	-25.000	T CUTTER10 a 10.000	D1 D1.2	Y	-81.710	F 0.000 100% 0.000 mm/n.in	所有 G 功能	Z	-5.000	S 0.000 0% 0.000	基本 程序段	<ul style="list-style-type: none"> <li>如果要求在加工的同时，可以观看模拟视图，则启动前必须选择“#”显示图”功能。由此方可显示所有的进给路径及其效果图。</li> <li>由于尚未在控制方式下运行及检查工作计划，因此须将进给倍率开关设为零，以便在开始时保证一切既已处于控制之下。</li> <li>按开始键  开始加工，并使用进给倍率开关检查刀具移动的速度。</li> </ul>																										
MCS	位置 [mm]	T, F, S	G 功能																																									
X	-25.000	T CUTTER10 a 10.000	D1 D1.2																																									
Y	-81.710	F 0.000 100% 0.000 mm/n.in	所有 G 功能																																									
Z	-5.000	S 0.000 0% 0.000	基本 程序段																																									





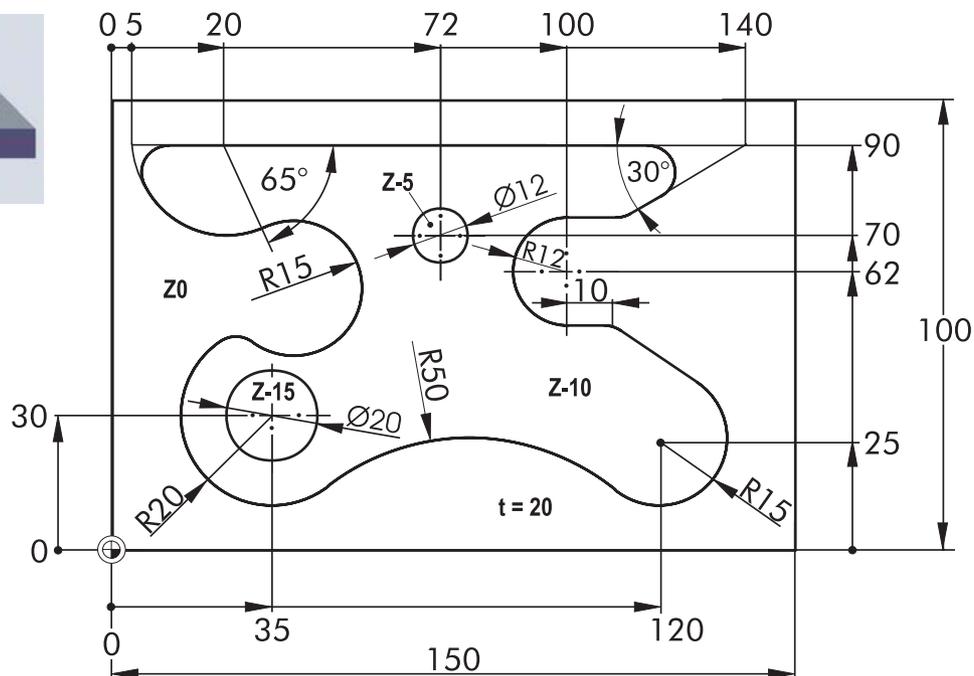
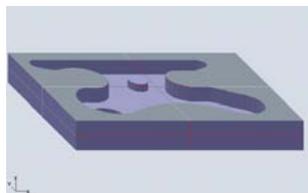
使用 ShopMill 加工工件既简单又快捷，...



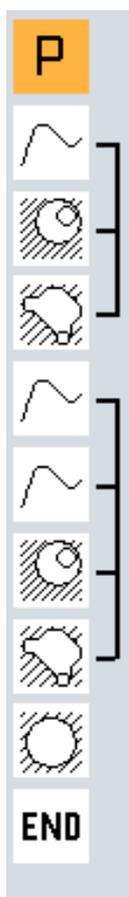
... 马上行动，让 ShopMill 带给您轻松铣削新感觉。



练习 2：请使用 ShopMill 在 15 分钟内完成此工作计划。



所有未标半径为 R6



COMPLEX_POCKET			
P	N0	COMPLEX_POCKET	
	N5	POCKET	
	N10	实体加工	▽ T=CUTTER20 F0.08/t V150M01 Z0=0 Z1=5inc
	N15	剩余材料	▽ T=CUTTER10 F0.08/t V120M01
	N45	CP_POCKET	
	N25	CP_ISLAND_D12	
	N30	实体加工	▽ T=CUTTER20 F0.08/t V150M01 Z0=-5 Z1=5inc
	N35	剩余材料	▽ T=CUTTER10 F0.08/t V120M01
	N40	圆形腔	▽ T=CUTTER10 F0.08/t V120M01 X0=35 Y0=30
END		程序结束	

尽管这种形状看起来复杂，但对于 ShopMill 来说不存在任何问题。此外，还可以通过对剩余材料进行自动坯料切削豁达最佳切削效果。如果您想使用 CUTTER10 进行切削，请比较加工时间。

11 您对 ShopMill 的掌握如何？

### E 练习 3: 请使用 ShopMill 在 20 分钟内完成此工作计划。

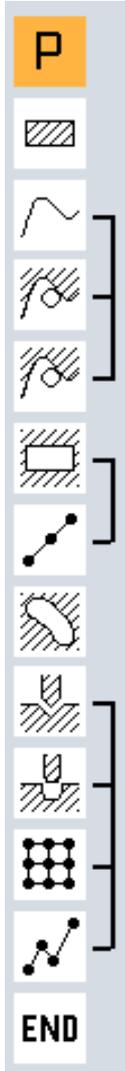
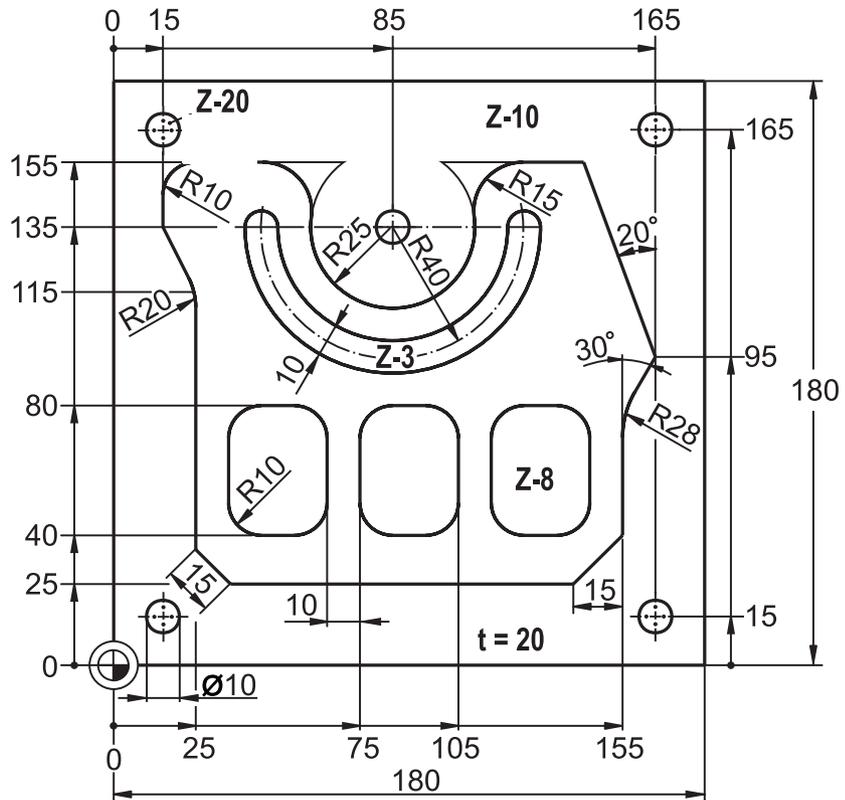
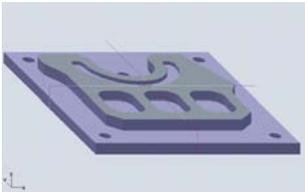
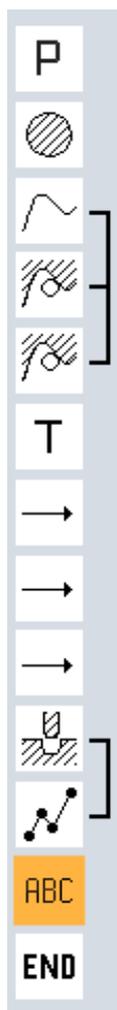
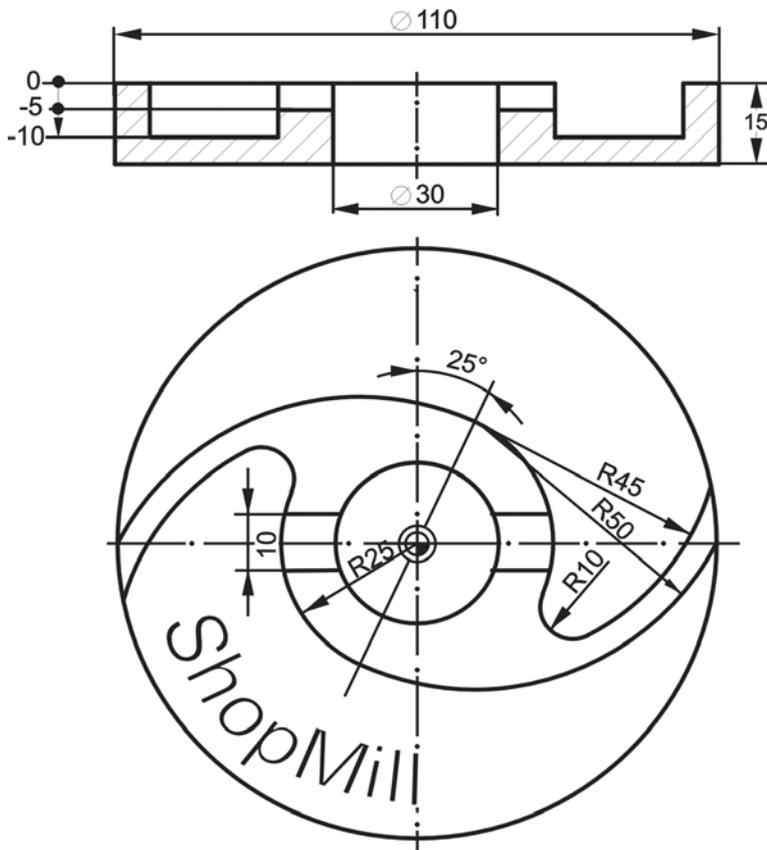
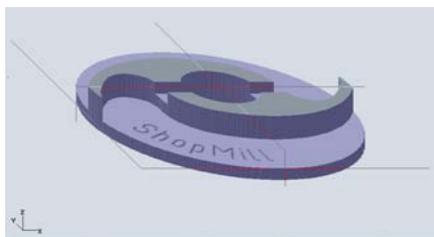


PLATE			
P	N0	PLATE	
	N5	矩形沉头孔	T=CUTTER32 F0.08/t V150M01 X0=90 Y0=90
	N10	PL_ISLAND	
	N15	路径铣削	T=CUTTER32 F0.08/t V150M01 Z0=0 Z1=10inc
	N20	路径铣削	T=CUTTER20 F0.06/t V150M01 Z0=0 Z1=10inc
	N25	矩形腔	T=CUTTER20 F0.08/t V150M01 Z1=8inc W40
	N30	Ø01: 排孔	Z0=0 X0=50 Y0=60 N3
	N35	圆弧槽	T=CUTTER6 F0.08/t V150M01 X0=85 Y0=135
	N40	中心钻	T=CENTERDRILL12 F150/min S550rev Z1=2inc
	N45	钻孔	T=DRILL10 F150/min V35M01 Z1=12inc
	N50	Ø02: 方格排列孔	Z0=-10 X0=15 Y0=15 N1=2 N2=2
	N55	Ø03: 位置	Z0=-10 X0=85 Y0=135
END		程序结束	

在该加工方案示例中，首先借助铣削菜单中的矩形沉头孔循环对凸台四周的表面进行粗铣削。在该循环中，刀具以圆周运动方式逼近所描述的矩形柱体，并在长度和旋转角所规定的点位接触柱体轮廓。刀具绕凸台行走一周，然后又回到上述点位。刀具逼近半径和返回半径是根据余留沉头孔的几何形状数据取得的。

练习 4：请使用 ShopMill 在 20 分钟内完成此工作计划。



雕刻	
T	CENTERDRILL12 D1
F	100.000 mm/min
S	2000 rev/min
定位	
参考点	
ShopMill	
X0	0.000 abs
Y0	-47.500 abs
Z0	-10.000 abs
Z1	0.500 inc
FZ	70.000 mm/min
W	10.000
DX1	3.000 mm
XC	0.000 abs
YC	0.000 abs

WING	
P	N0 WING
	N5 圆形沉头孔 T=CUTTER32 F0.1/t V150M01 X0=0 Y0=0 Z0=0
	N10 WI_ISLAND
	N15 路径铣削 T=CUTTER32 F0.1/t V150M01 Z0=0 Z1=10inc
	N20 路径铣削 T=CUTTER20 F0.08/t V150M01 Z0=0 Z1=10inc
T	N25 T=CUTTER10 V150m
→	N30 快进 X-36 Y0 Z1
→	N35 快进 Z-5
→	N40 F0.04/t ※ X36
	N45 钻孔 T=PREDRILL30 F150/min V35M01 Z1=-22
	N50 001: 位置 Z0=0 X0=0 Y0=0
ABC	N55 雕刻 ShopMill
END	程序结束 N=1

在该加工方案示例中，已使用 *圆形沉头孔* 循环对外部圆形轮廓进行铣削。功能操作基本上与矩形沉头孔的操作（参见练习 3 的加工方案示例）一致。确定两个圆弧段 R45 和 R50 的共用圆心（= 实际构造的起点）的极坐标（距离极点 25 毫米，到极点的连接线与 X0/Y0 成 65°，参见章节 8.13）。

自软件版本 V6.4 起，在铣削菜单中也提供可灵活应用的循环 *雕刻*。

## 索引

### A

abs 40  
All parameters 69  
Alternative key 11, 37  
Angle 22  
Approach and return 54  
approach reference point 102  
Auxiliary pocket 66  
Auxiliary straight line 106

### B

Benefits of ShopMill 5  
Book of tables 27  
Border 66  
Boring 80

### C

Call tool 37  
Carbide metals 24  
CBN plates 24  
Centering 61  
Ceramic plates 24  
Circular movements 23  
Circular pocket 49  
Circumferential groove 99  
Clamp the workpiece 103  
Clicking direction 32  
Comapre key 33  
Contour calculator 52  
Contour pockets 55  
Contour violation 40  
Coolant 28  
Copying contours 74  
Create program 35  
Create subroutine 85  
Create work plan 43  
Cut 75  
Cutter radius compensation 37  
Cutting path 63  
Cutting velocity 26

### D

Deep-hole drilling 78  
Depth reference 41  
Dialog Accept 56  
Dialog selection 55  
Diamond tools 24  
Direction of rotation 28  
Drill 25  
Drilling 61

Drilling holes 39

### E

Entry for traversing path 37  
Execute Work Schedule 104  
Exercises 106  
Extended editor 75

### F

Face mill 25  
Face milling 65  
Feedrate per tooth 27  
Feedrates 27  
Fine machining 47  
Finishing allowance 58  
Finishing allowance, depth 48  
Finishing symbol 47  
Finishing the base 58  
Flat panel 11  
Full CNC keyboard 11

### G

Graphic work plan 6  
Grooves 99

### H

Helix 79  
Help displays 5, 19  
HSS tool table 24

### I

In opposite direction 36  
inc 40  
Incremental dimension 21

### L

List of work steps 38  
Location lock 29  
Longitudinal groove 99

### M

Machine control panel 11  
Machine operator panel 11  
Machining depth 54  
Magazin 31  
Magazine 31  
Magazine list 29  
Main element 68  
Milling tools 24  
Mirroring 89  
Movements on a straight line 22

**O**

Obstacles 61  
Open contours 52  
Optimized return 8, 36  
Oscillating insertion 48  
Outputting data 14

**P**

Path milling 52  
Points in the work area 20  
Polar angle 44, 82  
Polar coordinates 43  
Position pattern 6, 49  
Position repetitions 39  
Positioning 40  
Positions 39  
Production time 8  
Program header 35  
Program management 35

**R**

Radius offset 53  
Rectangular pocket 47  
Rectangular spigot 108  
Residual material 8, 58  
Resistance to wear 24  
Return plane 36  
Rotation 93  
Roughing symbol 47  
Route of cut 50

**S**

Safety clearance 36  
Schnittverlauf 50  
Set the workpiece zero 32  
Shaft milling tool insert 25  
Simulation - Details 63  
Simulation. 38  
Softkeys 12  
Speeds 26  
Spiral drill 25  
Start depth 54  
Start key 104  
Stock removal 58  
Subroutine 85  
Synchronism 36

**T**

Tangent at previous element 56  
Technology fundamentals 24  
Thread cutting 81  
Times for work plans 106  
To the left of the contour 37  
Tool axes 18  
Tool list 17, 28  
Tool management 28  
Tool types 30  
Tool wear list 29  
Tools for the examples 30  
Top view 63  
Toughness 24  
Trace 104  
Transformations 90  
Type of machining 36

**V**

Volume model 63

**W**

Width of mesh 47  
Work planes 18



插图来源

谨此感谢

**AMF**

**DMG**

**Verlag Europa-Lehrmittel**

**Haimer**

**Iscar**

**Krupp-Widia**

**Neumo**

**Reckermann**

**Renishaw**

**Röhnm**

**Sandvik**

**Seco**

提供第 16、18、24、26、27、29、31、33、81、100 和 101 页上的图片资料。

Siemens AG  
Automation and Drives  
Motion Control Systems  
Postfach 3180  
91050 ERLANGEN  
GERMANY

[www.siemens.com/jobshop](http://www.siemens.com/jobshop)  
[www.siemens.com/sinutrain](http://www.siemens.com/sinutrain)  
[www.ad.siemens.com.cn](http://www.ad.siemens.com.cn)

© Siemens AG 2006  
保留技术变更权利

6FC5095-0AA50-0RP2