

SYM^{plus}

铣削工作练习手册

序

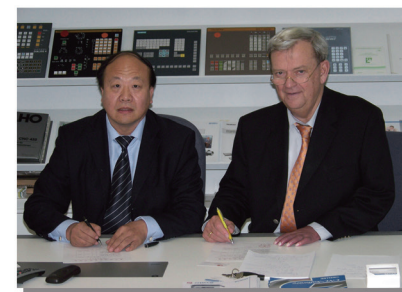
随着中国经济的快速发展、现代化制造业新技术的提升以及先进设备在工业界的广泛应用，呼唤着中国现代化职业教育的改革和发展，加速高素质、高技能应用型人才的培养。

现代制造业的最重要标志是基于工业化和信息化两化融合基础上的智能化生产工具和生产过程。而现代化职业教育的主要特征之一是职业教育信息化，即：利用现代化多媒体课件、仿真模拟软件、大数据、数据仓库及云计算技术等，真实地、直观地放映生产加工过程。采用人机对话、动态学习和案例分析的方式，使学生在虚拟环境中，得到操作训练，实践动手能力的提高。

以数控专业为代表的职业教育发展和教学方法的改革，充分体现了现代化制造业和职业教育信息化的结合。很显然，由于数字化在这一领域的应用，数控教学和这一专业从业人员的培养，已不再是普通意义上的蓝领操作工，而是具有一定基础机械加工和软件编程的理论和实践经验的综合性的技能人才。

作为德国职业教育优质资源引进的重要项目之一，我们向中国职业教育院校和应用技术大学推荐凯勒数控教学软件SYMplus CNC以及相关的系列教学教材和案例。通过凯勒数控仿真模拟教学方法软件和系列与之相关的教材、案例的学习、分析和应用，使读者更好地掌握现代化制造业数控加工各种控制系统编程和PAL数控标准，学习复杂的数控多轴加工和简化的3+2轴工作原理，了解国际化数控教学方法和练习，进一步体会现代化职业教育“理-虚-实”一体化综合解决方案。

本系列基于凯勒数控教学方法软件和PAL标准的教材和案例，能为您在数控专业领域教学和学习中，得到帮助和提高，将是我们莫大的荣幸！



德国China Window国际信息技术合作公司
董事长兼CEO **高鹏** 博士

CNC **KELLER**

第5版，2013年修订版

版权声明

没有发行人的书面许可，不允许复制或改编，即使是单独的文本段落，图片或者图纸。这不仅对影印或者其它的方式的复制有效，而且对改编为影片，录音带，唱片，工作页胶片或者其它媒体同样有效。

发行人	CNC Keller GmbH
地址	Vorm Eichholz 2, 42119 Wuppertal, Germany
作者	Siegfried Keller
进一步修改	Klaus Reckermann
设计	Boris Lagerein
图形和文字:	CNC Keller GmbH
订购号:	HD-Z-KSF600

版权授权: 广州凯勒德中信息科技有限公司, 简称: 凯勒(中国)

德国数控凯勒软件有限公司和德国China Window国际信息技术合作公司授权广州凯勒德中信息科技有限公司, 允许凯勒(中国)在中国出版、发行、销售和提供这本教材, 即对该教材教材的复制权利。

除此之外, 任何单位和个人未经许可, 不能对该教材进行复制、印刷、发行、销售以及电子版的分发和摘录分发。

非法复制、版权必究 !

德国联系方式: <http://www.cnc-keller.com>

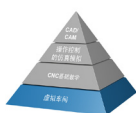
中国联系方式: <http://www.chinawindow-keller.com>

序言

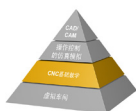
凯勒软件开发有限公司自从1982年开始研发用于CNC数控培训的具有世界领先地位的软件系统。该软件至今在70多个国家，为5,600多个顾客提供了近80,000多套系统。

我们很高兴地向您推荐一套全新的、现代化的、用于车削和铣削**SYMplus 5.2**模拟软件。通过**SYMplus**软件及这套全新的工作练习手册的使用，您一定会感悟到这套软件在CNC数控教学和培训中（无论从质量和数量的角度），是一套创新产品。也将会使您从这套用于CNC培训的仿真软件中得到许多乐趣，它将有助于您学习质量的提高。

这套软件以金字塔形机构，将培训内容分为四个等级。这四部分内容在系统中和工作练习手册中是相互关联的，其内容是循序渐进的，做到了最佳的相互协调。



这个三维可视学习模块利用计算机动漫技术，模拟真实的数控加工车间。详细地介绍了数控加工车间的布局、机床结构、性能和操作。通过这一动漫模拟车间模块的学习，您可以间接对数控机床，如：数控机床的结构、部件、相互的关系、功能和使用以及测量、测试和装夹方法等，比较系统的了解。在这一模块中，您可以对机床及部件进行“拆卸”和“安装”，通过这样的练习，使您对整个机床及零部件以及其功能，有一个比较全面的感性认识。特别重要的是操作方式：这里几乎可以像在一台真的机床上学习操作，并且获得CNC机床实际操作的主要知识。利用模拟仿真操作和培训，可以避免在真实操作和训练中，发生机床和加工件的碰撞或“打刀”等情形，有助于学员通过发生在模拟过程中出现的错误案例进行分析和总结。



在这一培训阶段中，主要介绍按DIN66025数控标准G和M功能的编程基础。

在此标准的基础上，进一步介绍PAL*标准的G指令和循环的定义。

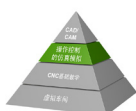
为使学员尽可能容易地掌握编程能力和准备考试（这一就是**PALplus**的意义所在），这一阶段的教学内容分为以下三个部分：

教学内容**多媒体**中，提供了互动和自我检查的功能，可随时对自己学习的内容通过测试和考试的方式检查。

在**G1 G2 G3**的教学中，提供一个几何功能学习方式。

在模拟教学中，能任意地进行编程和模拟。在三个阶段教学中，指令范围，可任意选择设置（请参见第29页）。

提示：本手册中在这一阶段的练习，一定要选择设置“考试内容”这一选项。



在这个培训模块主要介绍数控培训中的控制部分。控制模拟器的编辑通过标准化的、导入的数控编辑器（如同在PAL-模拟器中）来生成，包括大量的图片信息。配合可视的三维模拟，您可以以最佳的方式学习各种控制系统。



如在**SYMplus**中已有的：用CAD/CAM可提供一个绝对专业的图形编辑系统，它保证您可无缝隙的转换到实际生产加工。作为扩展您可享受受到本软件的测量功能，根据ISO配合尺寸自动得出平均公差以及根据螺纹图形的参数自动得到螺纹的相关尺寸。

另一个重要的特点为可用来自动识别加工时的余量：该图形会话程序考虑到在最短的时间内用最优化的NC程序完成复杂零件的加工任务并减少机床的运转时间。

我们衷心地希望您在应用**SYMplus 5.2**版本的工作时，在CNC的理论方面，在虚拟环境下CNC的实践以及在CNC机床上实际加工方面，能够得到乐趣和获得巨大的成绩！

赛格富利德·凯勒

德国吴佩塔市，2011年夏

* PAL是德国数控领域标准考试标准的简称

车削工作页目录

A	概述	4
A.1	四个培训等级	4
A.2	在培训等级中的操作方式	5
B	操作说明	6
B.1	辅助启动	6
B.2	右上角一行的符号	6
B.3	附加功能	6
B.4	鼠标功能	7
B.5	不同的操作方案	7
1	三维动漫虚拟学习环境	8
1.1	车间	9
1.1.1	车间布局了解	9
1.1.2	如此测量和测试	10
1.1.3	扭矩的理论与实践	14
1.1.4	机械和液压夹紧装置	16
1.2	机床	18
1.2.1	熟悉 CNC 数控车床	18
1.2.2	机床是这样工作的	19
1.2.3	802C-键盘	21
1.3	操作	22
1.3.1	操作一台数控铣床	22
1.3.2	编程和加工	25
1.4	预防事故	26
2	利用 PALplus 编程	28
2.1	学习阶段转换	29
2.2	DIN 多媒体/PAL 多媒体类型	29
2.3	操作方式 G1/G2/G3	30
2.3.1	带有 I 和 J 的 G1 和 G2/G3	30
2.3.2	带有 R 的 G1 和 G2/G3	30
2.3.3	PAL-仿真模拟时轮廓形状的输入	31
2.4	操作方式调整	32
2.4.1	调入刀具	32
2.4.2	放置刀具	32
2.4.3	刀库的变更	33
2.4.4	刀库的放置	33
2.5	PAL-仿真模拟的操作方式	34
2.5.5	PAL 仿真模拟时刀具的切削数据	34
2.5.6	从操作方式 G1/G2/G3 到 PAL 模拟器	35
2.5.7	仿真模拟方式	36
2.5.7.1	二维模拟	36
2.5.7.2	三维模拟过程	37
2.5.8	不带循环的编程	38
2.5.8.1	铣削矩形型腔, 圆柱型腔和槽	41
2.5.8.2	斜行分布孔和圆周分布孔	42
2.5.9	带有循环的编程	43
2.5.9.1	在一个面上的循环	43
2.5.9.2	在不同面上的循环的 ZI, ZA 和 W	44
2.5.9.3	在不同面上的铣削循环和钻孔循环	45
2.5.10	没有刀具半径补偿的铣削	46
2.5.10.1	等距编程	46
2.5.10.2	非相切过渡情况下的等距	47
2.5.11	带有刀具半径补偿的铣削 (FRK)	48
2.5.11.1	刀具半径补偿基础知识	48
2.5.11.2	带有刀具半径补偿的编程	49
2.5.11.3	利用线性接近运行功能和离开运行功能的刀具半径补偿	50
2.5.11.4	利用径向接近运行功能和离开运行功能的刀具半径补偿	51

2.5.12	不带有特殊轮廓功能的铣削	52
2.5.13	带有特殊轮廓功能的铣削	53
2.5.13.1	轮廓功能概览	53
2.5.13.2	带有圆角, 斜角, 角度和半径的轮廓	54
2.5.13.3	带有绝对中点和圆心角的轮廓	55
2.5.14	确定工件上包括配合尺寸的尺寸	56
2.5.15	带有刀具半径补偿 TR 的铣削	58
2.5.16	利用 G23 部分程序重复	59
2.5.17	带有刀具长度补偿 TL 的铣削	60
2.5.18	带有轮廓和斜角, 并需循环功能	61
2.5.19	子程序	62
2.5.20	PAL-IHK-结业考试 第II部分-模板2008	64
2.5.21	带岛屿的轮廓型腔	66
2.5.22	复杂工件	68
2.5.23	机床操作	70
2.5.24	PAL 循环铣型腔	74
2.5.24.1	一般	74
2.5.24.2	循环和子程序	75
2.5.24.3	数据传输	75
2.5.25	测试准备	76
3	控制系统仿真模拟	80
3.1	概述	81
3.2	键盘信息/多媒体培训模块	82
3.3	不同控制系统编程之比较	84
3.4	编程练习	86
4	在“图像对话框”中编程	90
4.1	凯勒 CAD/CAM	91
4.1.1	结构	91
4.1.2	图形程序用于绘制几何图形	91
4.1.3	图形程序用于制定加工计划	91
4.2	工件 GEO1	92
4.2.1	利用循环编程	92
4.2.2	图像编程	93
4.2.2.1	拟定几何 GEO1	93
4.2.2.2	拟定工作计划 CAM1	94
4.2.2.3	通过自动识别剩余加工量节约时间	95
4.3	工件 GEO2	96
4.3.1	拟定几何 GEO2	97
4.3.1.1	拟定轮廓	97
4.3.1.2	拟定圆柱型腔和环岛	99
4.3.1.3	拟定钻孔图	99
4.3.2	拟定工作计划 CAM2	100
4.3.2.1	粗铣平面	100
4.3.2.2	轮廓精铣	102
4.3.2.3	对中和钻孔	103
4.4	工件 GEO3	104
4.4.1	拟定几何 GEO3	106
4.4.2	拟定工作计划 CAM3	108
4.5	从工作计划到数控程序	110
4.6	从数控程序到机床	111
4.7	练习	112
4.8	从 CAD 数据导入	116
4.8.1	导入几何	116
4.8.2	工作计划	118
4.9	部分轮廓工作步骤	119
4.10	工作计划 TeachIn	120
5	夹具	122
	铣削 PAL 编程系统	124

A 概述

A.1 四个培训等级

培训等级 I



对下述情况特别重要

职业培训	基础培训	进修	生产
X	X		

您将体会到在一个虚拟的学习环境中，在CNC技术方面有一个全新的提升。

培训等级 II



职业培训	基础培训	进修	生产
	X		

您将学习到...

... 以DIN66025为标准的数控技术（请选择和设置“基础培训”）和PAL编程（选择和设置“考试内容”）以及复杂功能（选择设置“高级培训”）。

这三种模式的选者设置方式，请见第29页。

培训等级 III



职业培训	基础培训	进修	生产
		X	X

您将会熟悉和掌握例如SINUMERIK控制系统，它是凯勒公司大约50个控制模拟器之一。（其他仿真模拟可以自选）。

培训等级 IV



职业培训	基础培训	进修	生产
		X	X




您获知...

... 通过图像对话框或者通过从CAD数据的传输结合一个非常“智能化的”工作计划，对于任意的控制系统按下按钮就可生成数控程序。


A.2 在培训等级中的操作方式

为了从一种操作方式转换到其它的操作方式，必须单击第1行



培训等级	主操作方式			辅助操作方式		
<div><div>F1</div><div></div><div>机床/车间</div></div>	<div><div>F1</div><div></div><div>车间</div></div>	<div><div>F2</div><div></div><div>机床</div></div>	<div><div>F3</div><div></div><div>使用</div></div>			
	巡视车间	数控机床结构	操作数控机床			
<div><div>F2</div><div></div><div>数控基础</div></div>	<div><div>F1</div><div></div><div>PAL 基础</div></div>	<div><div>F2</div><div></div><div>G1 G2 G3</div></div>	<div><div>F3</div><div></div><div>PAL 控制器</div></div>	<div><div>F7</div><div></div><div>教师教案</div></div>	<div><div>F8</div><div></div><div>设置</div></div>	<div><div>F9</div><div></div><div>机床连接</div></div>
	数控理论	利用直线插补和圆弧插补调节轮廓	利用所有新的PAL功能调节数控程序	只有通过密码才能调入：练习和测试的放置和评价	•输入刀具, 刀库和材料 •完成设置 •转变为 基础培训 考试内容 高级培训	•数控程序的自由编辑 •将数控程序传输到数控机床中
	<div><div>F1</div><div></div><div>DIN 基础</div></div>	<div><div>F2</div><div></div><div>G1 G2 G3</div></div>	<div><div>F3</div><div></div><div>DIN 控制器</div></div>			
	或者（选择设置基础培训）					
<div><div>F3</div><div></div><div>控制系统</div></div>	<div><div>F1</div><div></div><div>模拟器</div></div>			<div><div>F8</div><div></div><div>设置</div></div>	<div><div>F9</div><div></div><div>机床连接</div></div>	
	•利用控制指令编程			• ...	• ...	
				• ...	• ...	
<div><div>F4</div><div></div><div>CAD/CAM</div></div>	<div><div>F1</div><div></div><div>绘图</div></div>	<div><div>F2</div><div></div><div>加工工艺</div></div>	<div><div>F3</div><div></div><div>控制系统</div></div>	<div><div>F8</div><div></div><div>设置</div></div>	<div><div>F9</div><div></div><div>机床连接</div></div>	
	•利用直线和圆弧在“图像对话”框中绘制几何形状 •传输CAD数据	•通过“自动”刀具路径编写加工程序 •对任意的控制系统生成数控程序 •放置安装调整单	在控制格式中模拟仿真数控程序	• ... • ... •输入材料和切削数据	• ... • ... •打开安装调整单	

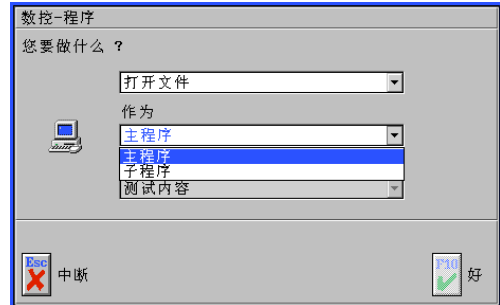
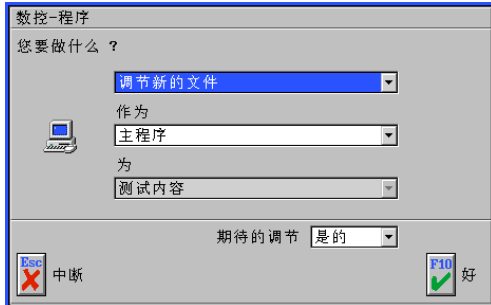
对于SYMplus-熟练者：调入培训等级II, III 和 IV所有的操作方式。

 全部功能	 PAL 基础	 G1 G2 G3	 PAL 控制器	 模拟器	 几何	 工作计划	 教师教案	 设置	 机床连接
---	---	---	--	--	--	---	---	---	---

B 操作说明







B.1 辅助启动

在调入一种运行方式后，在培训等级II, III和IV中显示各自的启动辅助，在此的操作方式数控DIN/PAL示例中显示培训等级II：

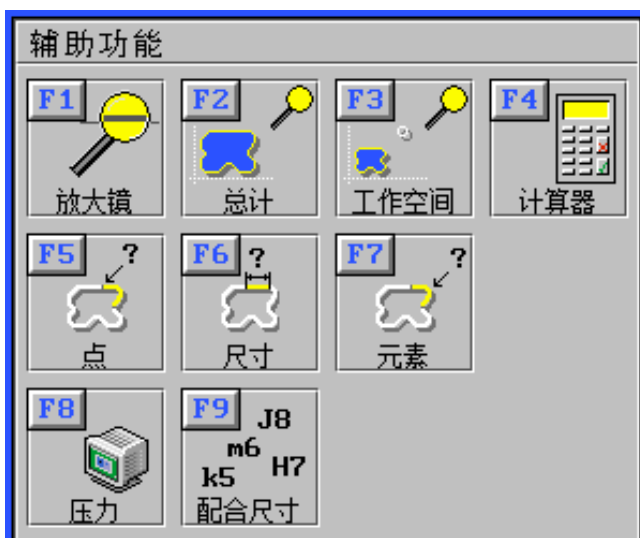


不仅可以通过展开的清单选择，也可以通过鼠标单击蓝色区域来预置。
当您选择键盘输入时：按下 **+** 键，或者 **-** 键。

B.2 右上角一行的符号

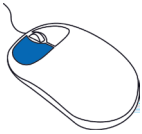

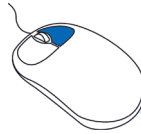

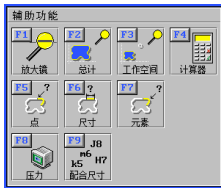
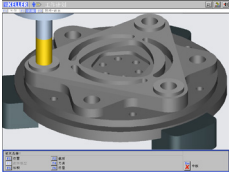
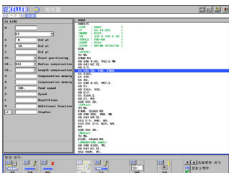
 或者  (F12)		 (F11)			
指令的信息系统	键盘的信息系统	加功能 (见下面) 或者 鼠标右键菜单键 (见下一页)	回到操作方式- 选择 (见第5页)	切换对话框 (分辨率为 1024 x768)	结束

B.3 附加功能

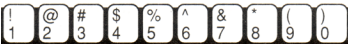





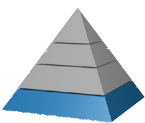
- F1** 确定放大区域
- F2** 显示整个工件（放大镜回位）
- F3** 显示总的工作空间
- F4** 调入计算器
- F5** 鉴别点的坐标
- F6** 确定尺寸
- F7** 导入元素信息
- F8** 打印图像
- F9** 自动到中间公差区

B.4 鼠标功能

				
二维	元素选择 (几何)	-----		放大镜窗口的大小
	放大镜的定位和使用 (几何和模拟)			
三维视图/模拟		地方	位置	大小
控制系统的模拟		输入区域和语句的选择 向前翻页到选择区域功能	----- 向后翻页到选择区域功能	行间光标移动

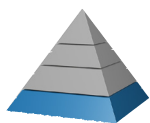
B.5 不同的操作方案

初学者	有一定基础者	专业人员
<ul style="list-style-type: none"> 鼠标单击或者按下F键 F1, F2 ... 输入数值, 使用...  利用TAB键导入输入内容 ↵ 键用于光标下移 展开“蓝色区域”(下拉菜单)然后选择 	<ul style="list-style-type: none">  鼠标单击使用的整个面  利用数字区域输入数值 如同数控控制系统一样利用ENTER键导入数值 当光标下移时也使用ENTER键 直接在“蓝色区域”单击鼠标以变更选项 	<ul style="list-style-type: none"> 要调入Icon功能时, 无需单击鼠标也无需F1, F2:  F1 = 1, F2 = 2, ... F10 = 0! 注意: 当光标在数字区域时, 必须按下F1, F2... 替代1, 2...。 双击鼠标以调入数据, 工具等, 以及变更工作步骤, 数控语句等



1 三维动漫虚拟学习环境






1.1 车间

1.1.1 车间布局了解

选择培训等级“虚拟车间”...



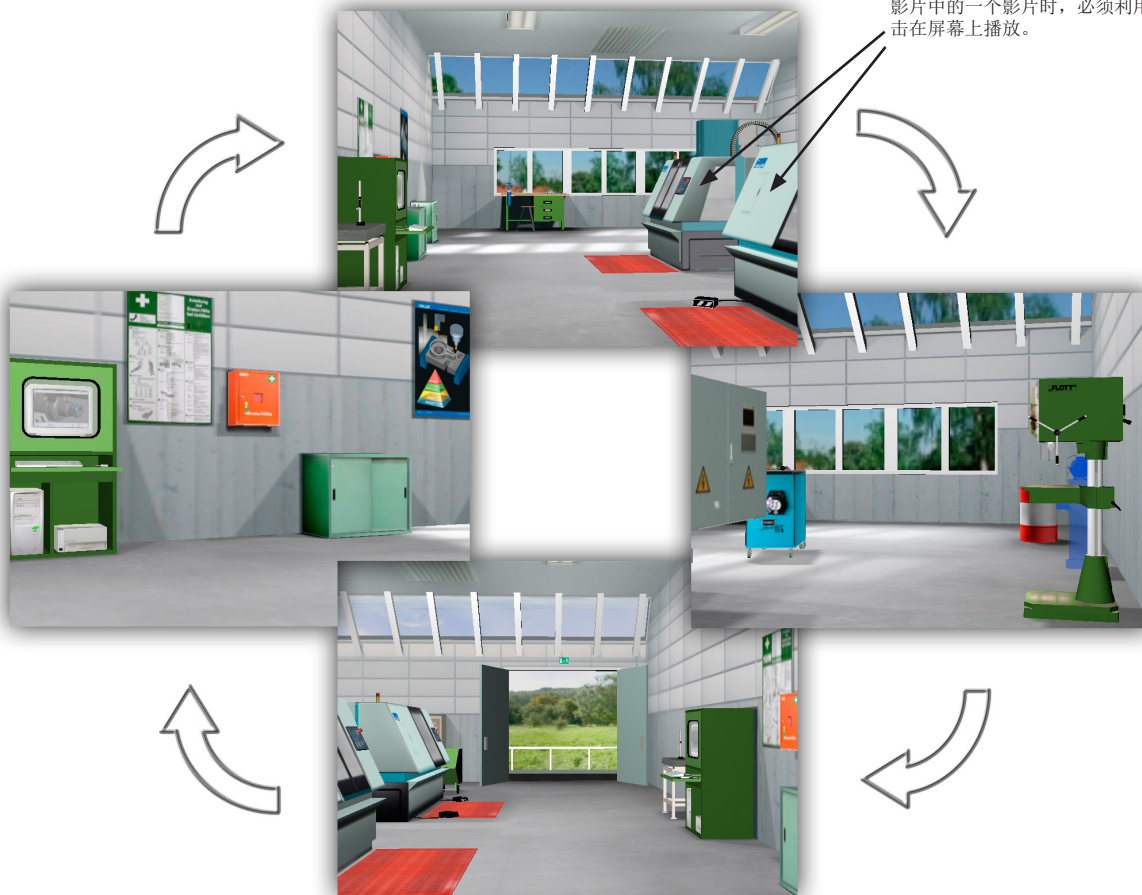
首先作一次周游巡视。

注意：您如何巡视，可以通过单击  获得。

... 然后是操作方式“车间”*



当您已调入数控车削和数控铣削两个影片中的一个影片时，必须利用鼠标单击在屏幕上播放。



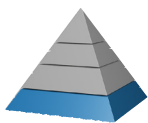
然后来一杯咖啡或者一杯卡布奇诺也无妨...

... 也可以观赏绿色的原野！



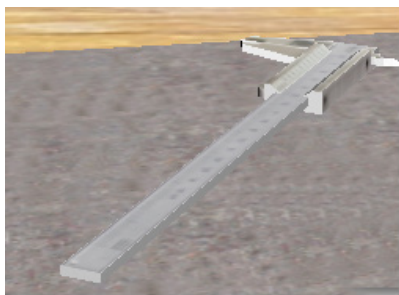
经历惊讶么？假如是，是什么？

* 前提条件：三维独立显卡



1.1.2 如此测量和测试

游标卡尺



在工作台上有几种测量和测试工具。
用鼠标触动游标卡尺。

会显示一个  图标。

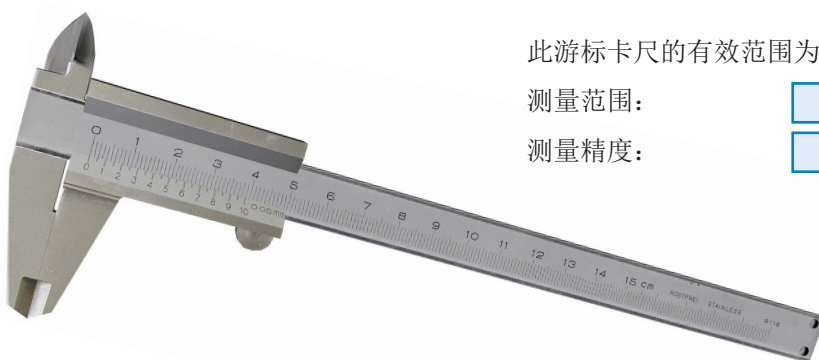
现在通过单击鼠标调入所属的学习模块。
您看到，如何使用游标卡尺。

测量是利用测量仪器对长度或者角度的比较。其结果为测量值。

此游标卡尺的有效范围为：

测量范围： mm

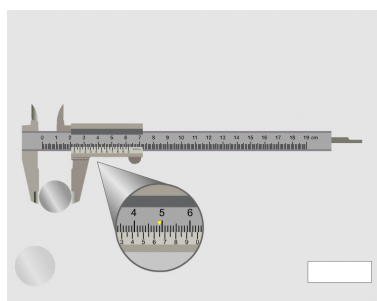
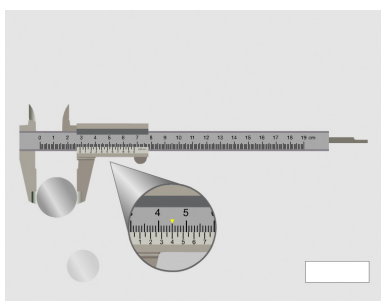
测量精度： mm



观看模拟过程并登记数值：

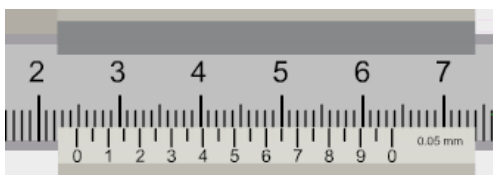
游标的精度：

mm
+ mm
+ mm
= mm

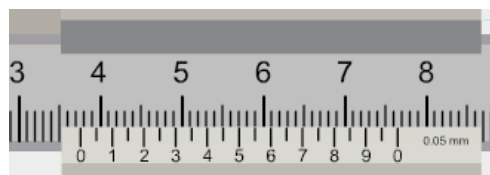


mm
+ mm
+ mm
= mm

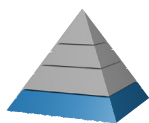
读出测量值：



mm



mm



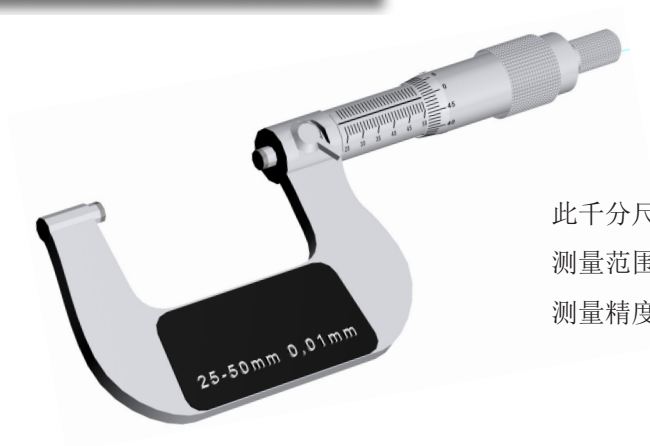
千分尺



利用鼠标指针触动千分尺。

会显示一个  图标。

现在通过鼠标单击所属的学习模块。现在通过鼠标单击所属的学习模块。您看到，如何使用千分尺。



此千分尺的有效范围为：

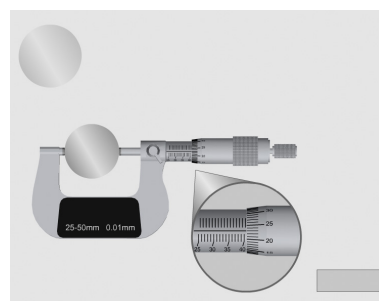
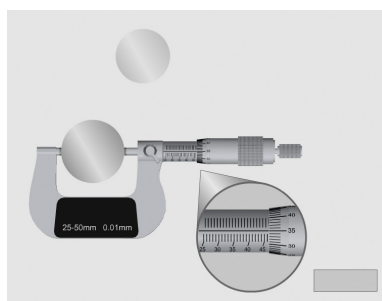
测量范围： mm

测量精度： mm

观看模拟过程并且记录数值：

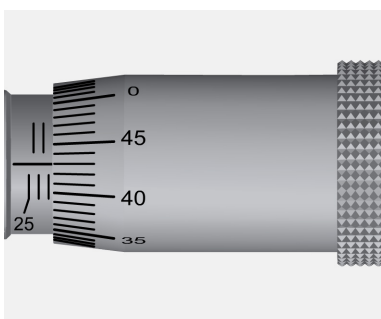
千分尺螺杆螺距：

mm
+ mm
= mm

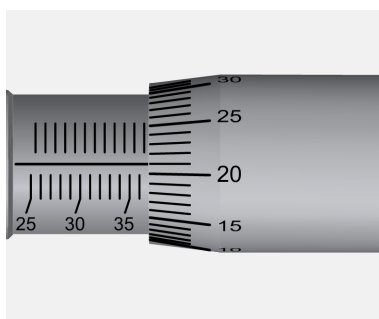


mm
+ mm
+ mm
= mm

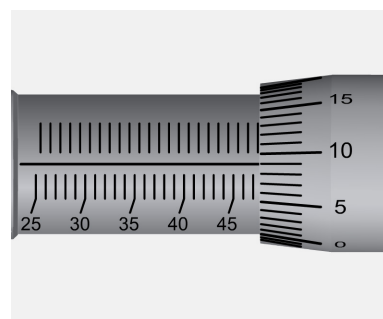
读出测量值：



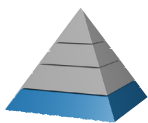
mm



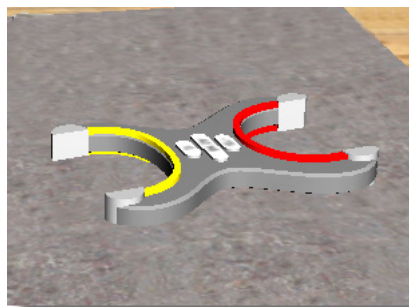
mm



mm



极限卡规



利用鼠标指针触动极限卡规。

会显示一个 图标。

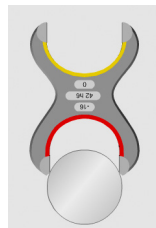
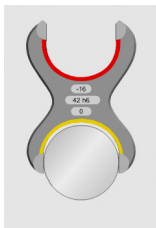
现在通过鼠标单击所属的学习模块。
您看到，如何使用极限卡规。

检验就是确定，测试物体是否显示出要求的特征。在这种情况下，必须确定，工件的实际值是否位于公差之内。

_____ -侧		公称尺寸:	<input type="text"/>	mm
_____ -侧		公差:	<input type="text"/>	μm
		最小尺寸:	<input type="text"/>	mm
		最大尺寸:	<input type="text"/>	mm
		公差区域:	<input type="text"/>	

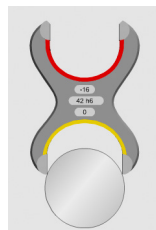
观看模拟过程并且登记文本:

工件A:



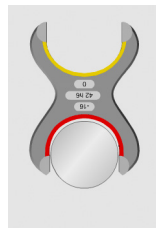
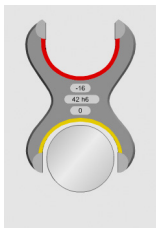
结论: _____

工件B:

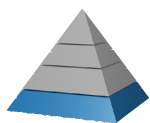


结论: _____

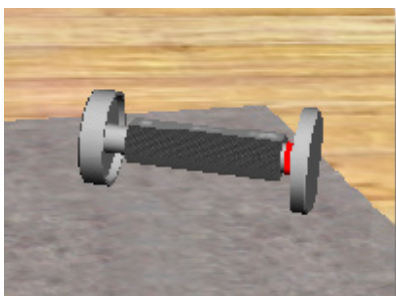
工件C:




结论: _____



极限塞规



利用鼠标指针触动极限塞规。

再次显示 。

通过鼠标单击调入所属的学习模块。
您看到，如何使用极限塞规。

_____ 一侧

_____ 一侧

公称尺寸: mm

公差: μm

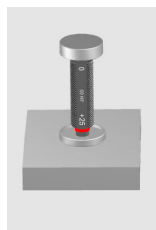
最小尺寸: mm

最大尺寸: mm

公差区域:

观看模拟过程并且登记文本:

工件A:



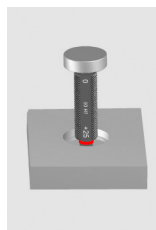
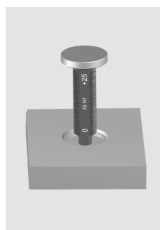
结论: _____

工件B:

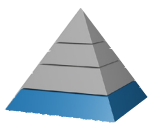


结论: _____

工件C:



结论: _____



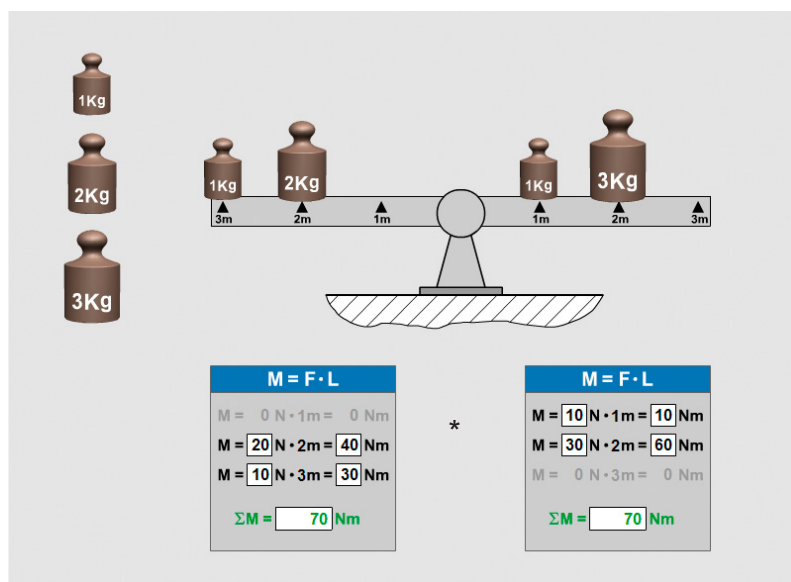
1.1.3 扭矩的理论与实践

首先找一下扭力扳手，然后回答以下的问题：

什么是扭矩？

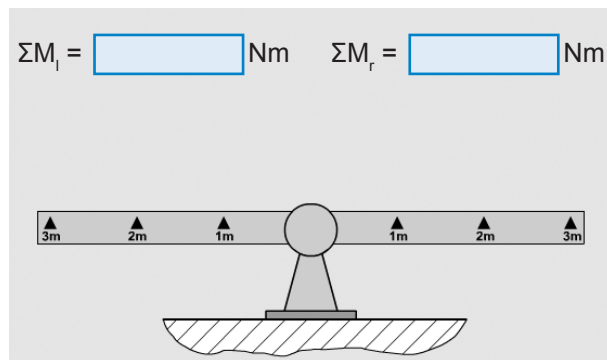
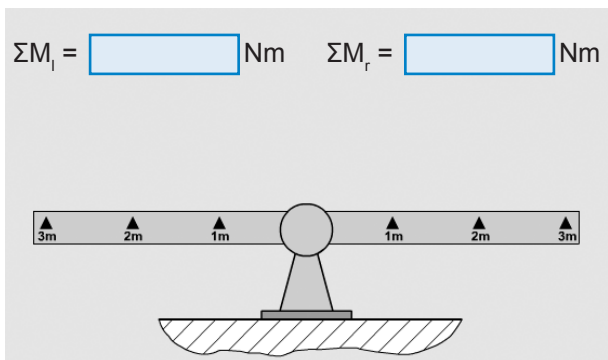
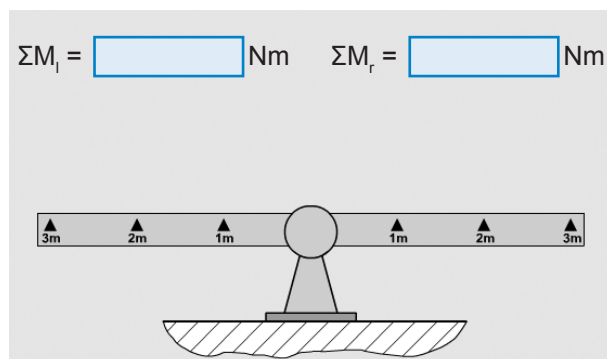
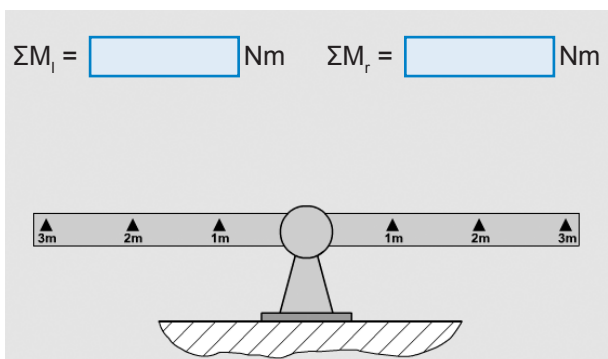
作用于力臂上的一种力，产生旋转运动。
力臂越长和/或者力越大，力矩M就越大。

示例：

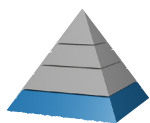


$$\Sigma M_l = \Sigma M_r$$

每次用至少4个砝码表示4种不同的平衡状态：

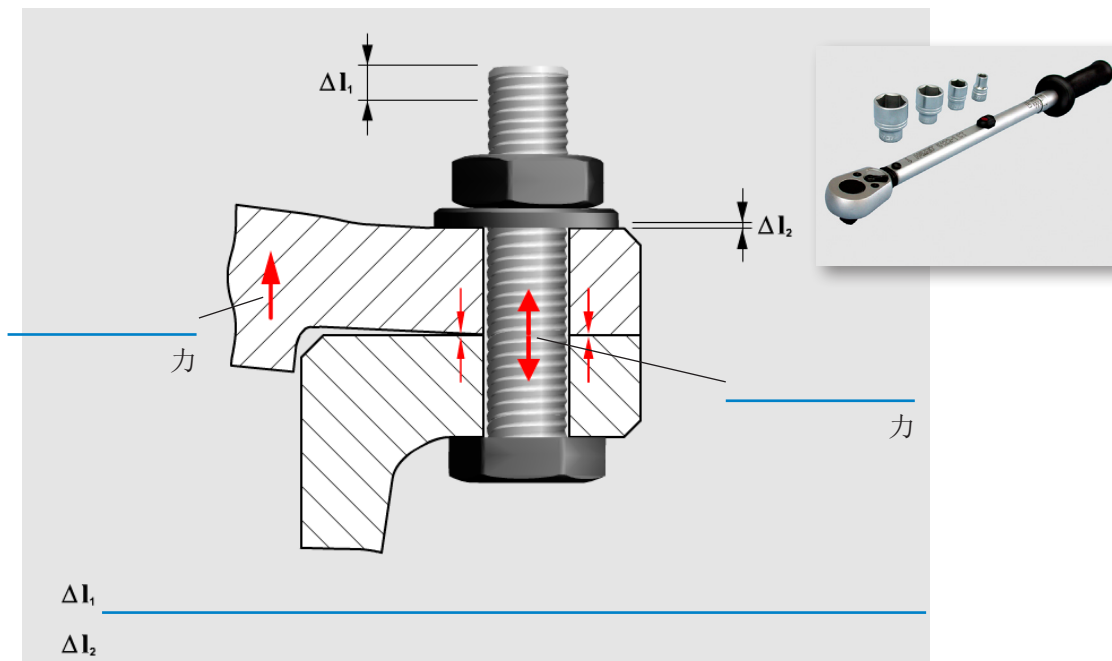


*1kg的质量产生9.81N的重力（在此是基于10N）

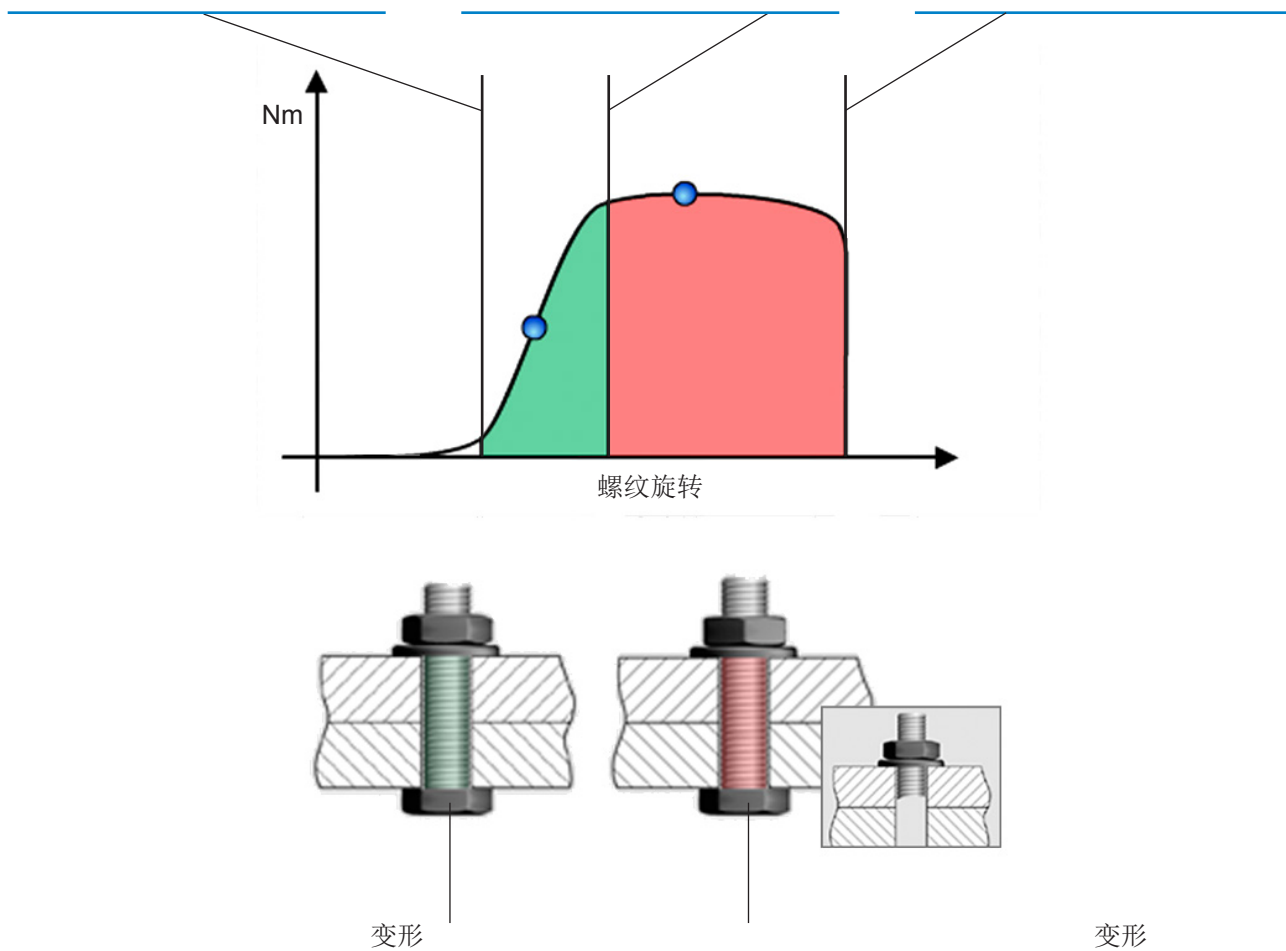


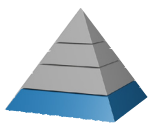
力和变形

指明力和不同的长度变化:



填写图示的名称:

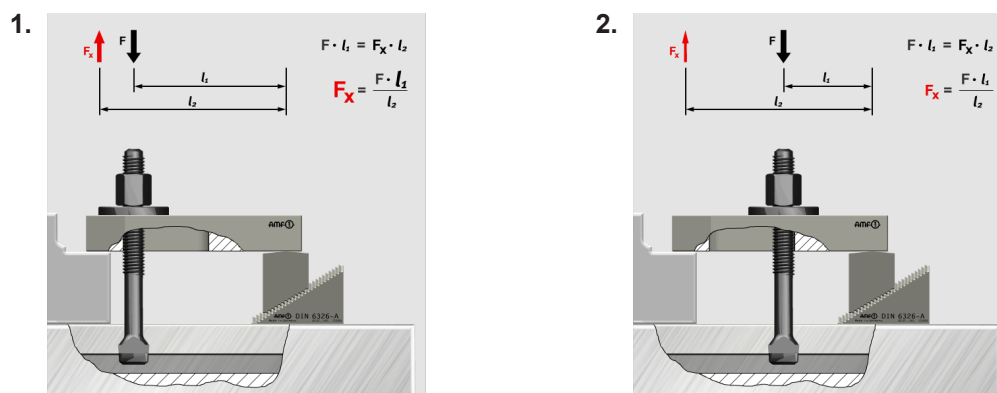




1.1.4 机械和液压夹紧装置

机械夹具

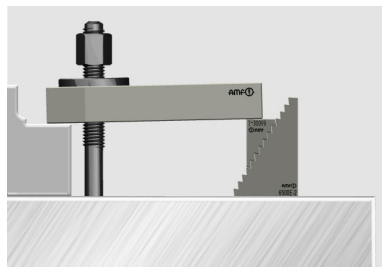
机械夹具主要用于单个零件或者工序少的加工。
作为示例在此您看到带有夹紧铁，夹紧螺栓和夹紧底座的夹紧情境。



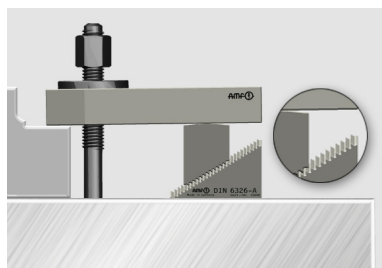
哪个夹紧状态是正确的？

借助于杠杆原理说明原因：

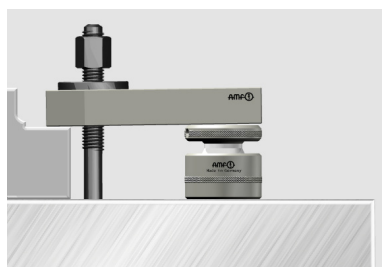
实际运用中您应当知道不同的夹紧可能性：



何时使用通用的夹具底座

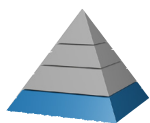


在图中您看到一个阶梯状的夹紧底座。生产厂家称之为“无级可调夹紧底座”。
它的功能是如何实现的？



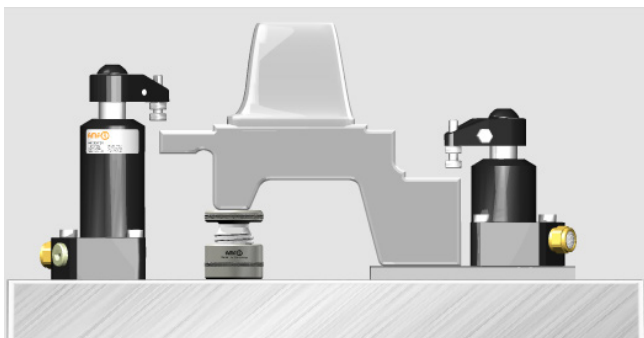
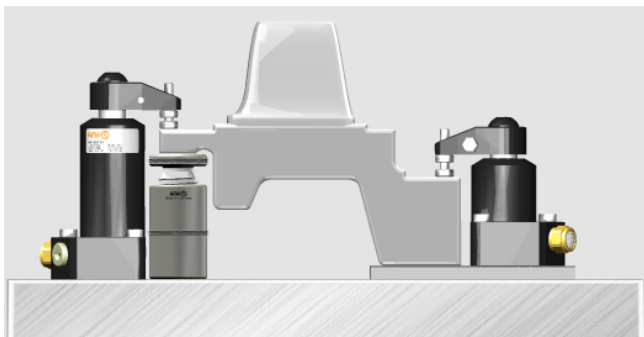
在此会出现什么问题？

为何通常使用螺旋千斤顶？

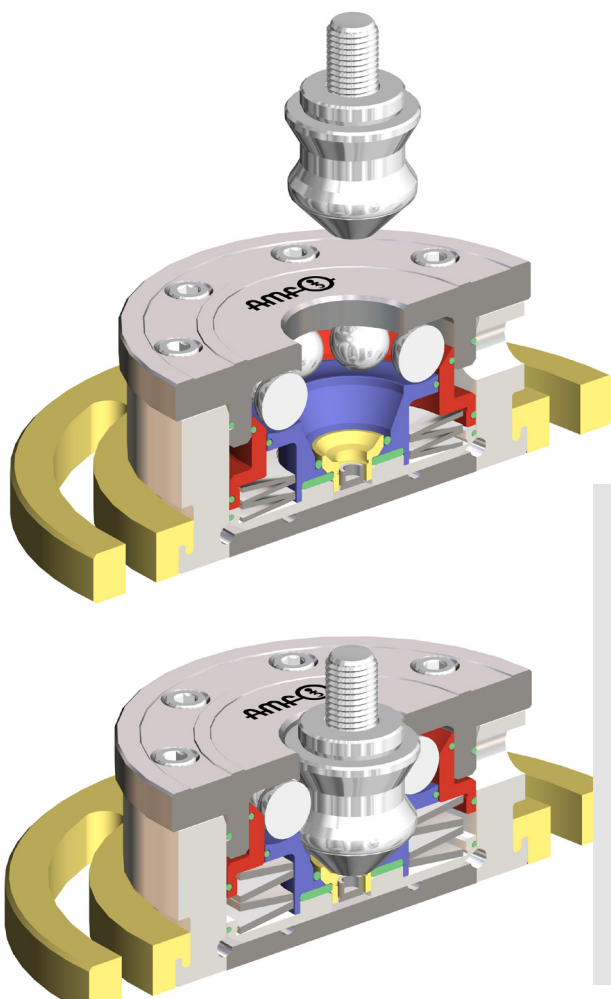


液压夹具

液压夹具大多用于系列化的生产（批量生产）。



零点夹紧系统的使用：



在这个互动模块中鉴别，在此工作时的夹紧压力多大？

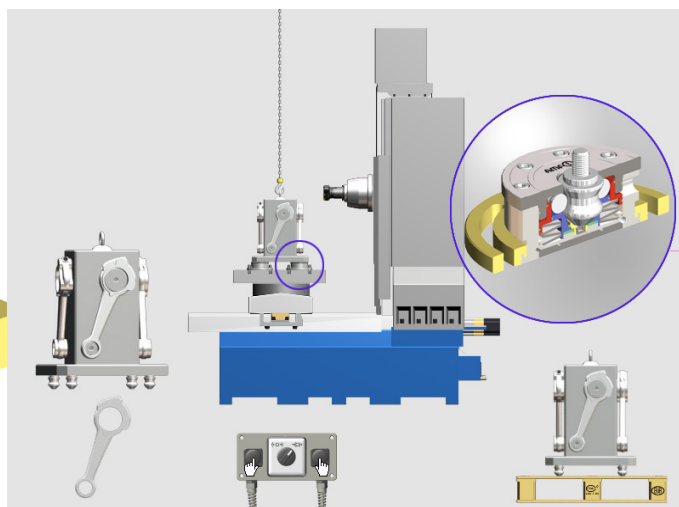
夹紧缸的直径为30mm。作用于工件上的力多大？

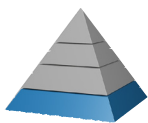
尝试不同夹紧情境的作用。

对于每种液压夹紧原则上要注意什么？

这样的夹紧系统提供哪些优点？

确定这个零点夹紧系统的定位精度：






1.2 机床

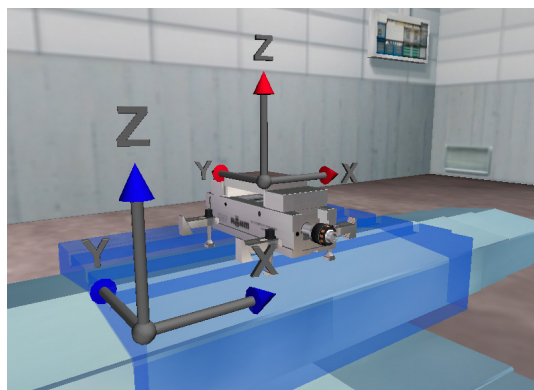
1.2.1 熟悉CNC数控车床

利用  和  转换到操作方式“机床”。

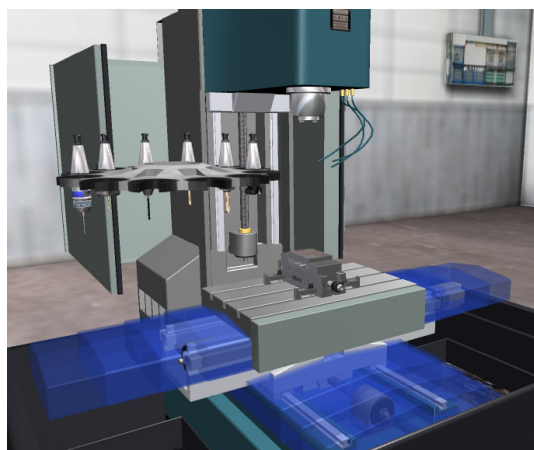


在此您可以...

- ... 从各个面观察机床。
- ... 打开和关闭滑动门。
- ... 拆装罩板
(当鼠标指针到刀具时)。
- ... 调入学习模块(当  显示时)。



- ... 比实际的机床看到的更多。

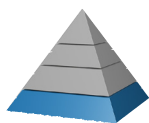


- ... 看到机床零部件。
- ... 获知所有零部件的专业术语。



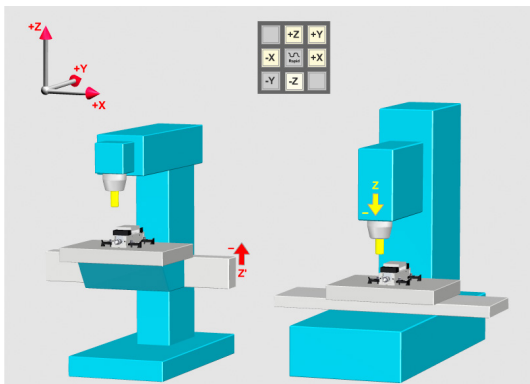
- ... 通过在菜单中单击鼠标所有零部件直接全屏显示。

注意：
在以下两页中显示的学习模块只是几个示例。
在机床中您也能找到其它的示例。



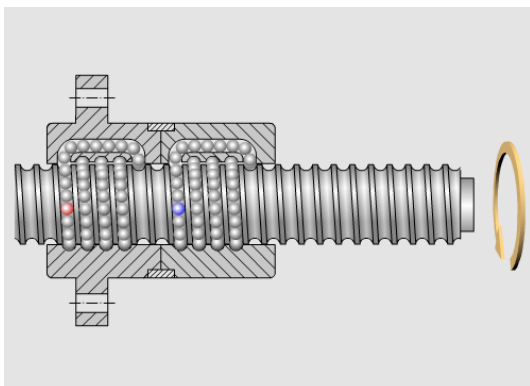
1.2.2 机床是这样工作的

铣床的构造形式

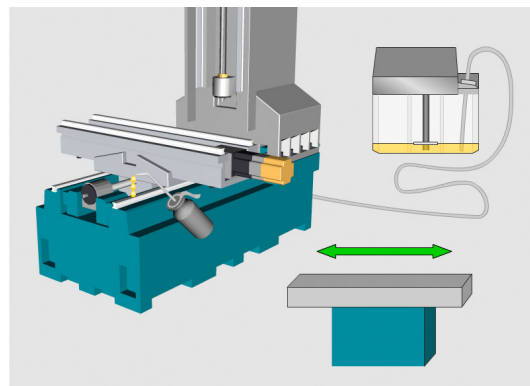


	升降式铣床	十字工作台 铣床
+X		
-X		
+Y		
-Y		
+Z		
-Z		

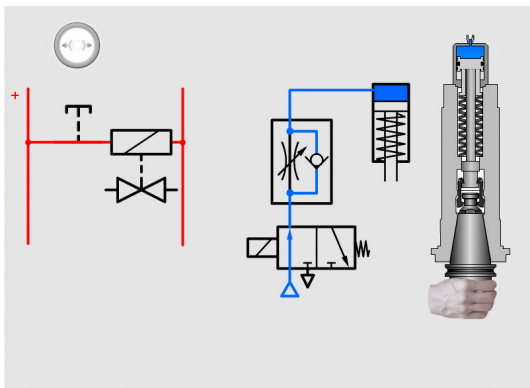
滚珠丝杠驱动



中央润滑 / 爬行效应



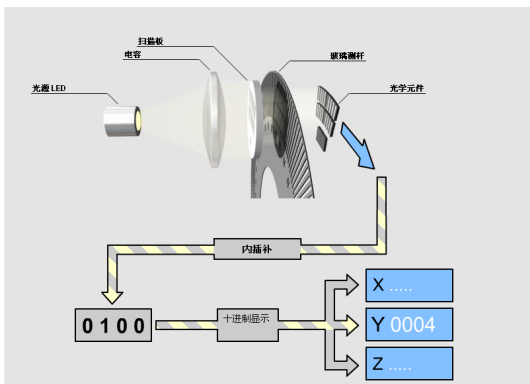
气压单元 / 刀具夹紧器



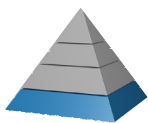
进气和排气的比较:

优点:

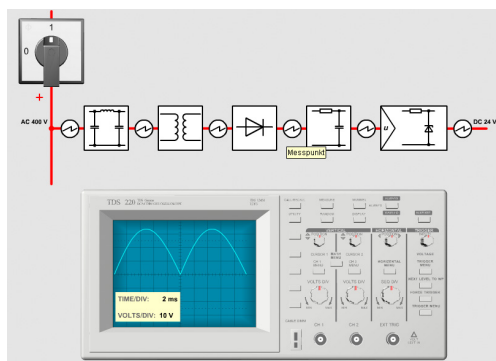
间接测量系统



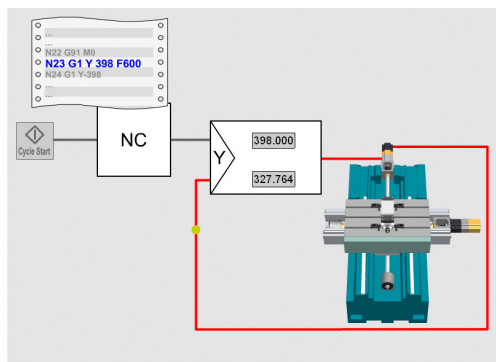
十进制	二进制
5	0101
$\square \times 2^3 + \square \times 2^2 + \square \times 2^1 + \square \times 2^0$	
因此0101 的十进制值是:	
$\square + \square + \square + \square = \square$	



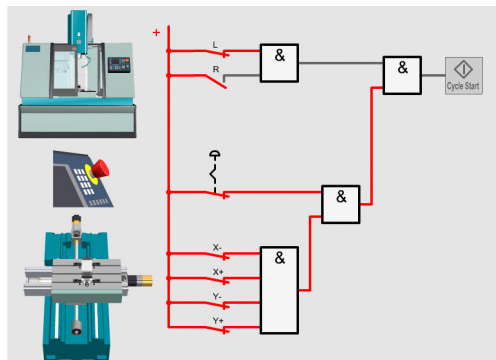
带有电压供应的供电模块



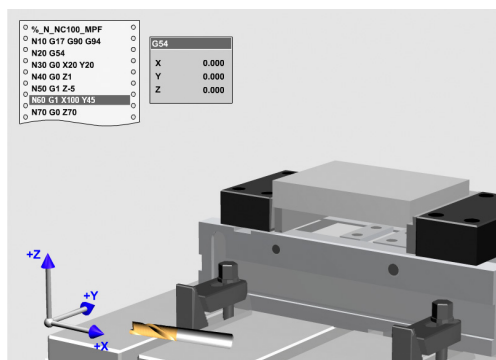
驱动模块的控制



SPS



机床零点/零点位移



因何导致碰撞？

电压供应的5个步骤：

0. 接通

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

描述过程：

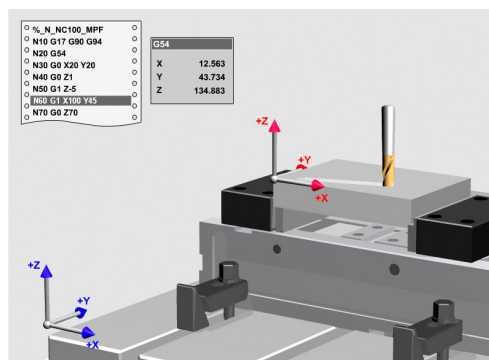
0. 循环开始

1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____
 5. _____
- 6.-10. 如同 1.-5.

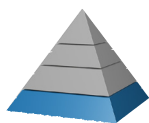
为了安全一定要注意什么？

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

工件零点/零点位移



如何确定工件零点？

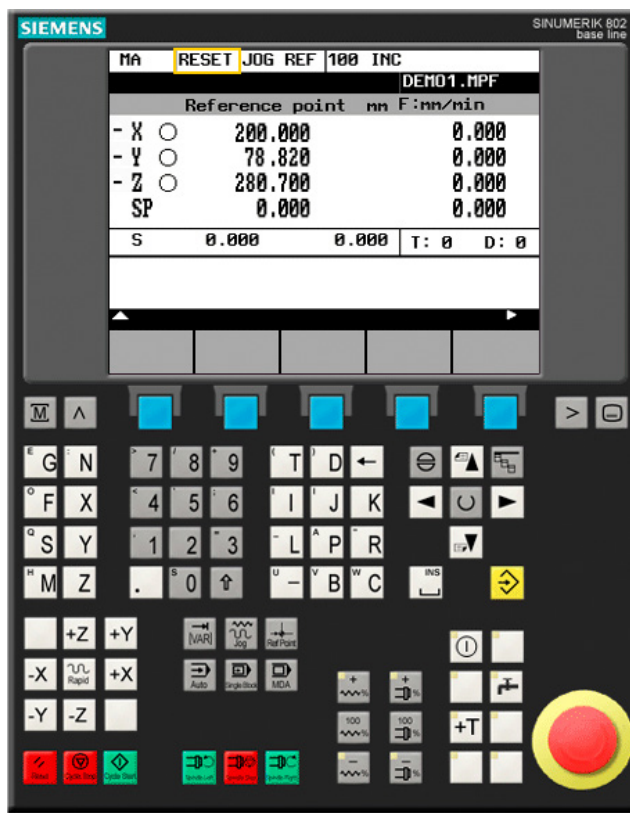


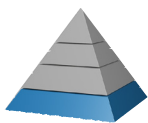
1.2.3 802C-键盘

在下一页上以SINUMERIK控制系统802C为例开始数控车床的调整。在此会用到下面图示的所有的键。

注意：

当您在调整时忘记了哪一个键对应哪种功能时，可以通过可见的标示（黄色框）找出这个键。





1.3 操作

1.3.1 操作一台数控铣床

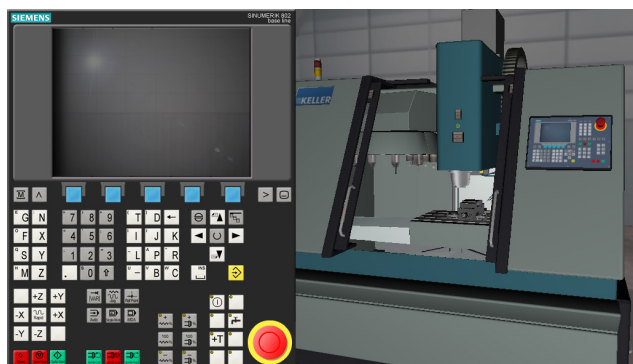
利用  和  转换到操作方式“操作”。

在此您可以调整机床到预置的固定顺序。
当您不知道下一步做什么时：将鼠标置于  上，然后向您显示，下一步怎么做。

注意：假如使用**Windows Vista**操作系统，在这种操作方式下可能导致图像故障，并且机床不正确的显示。

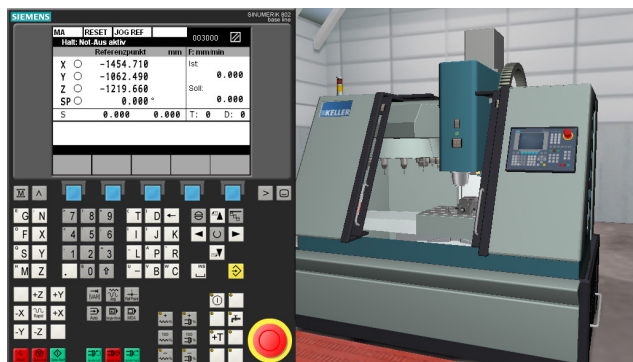
在这种情况下，在  中“图像调节”下切换到**DirectX 9.0**。

接通



原始状态

做什么？



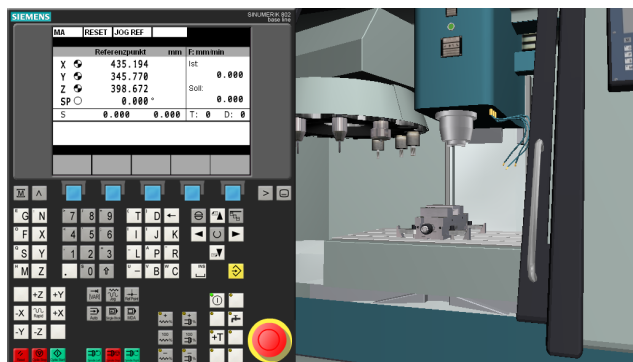
然后做什么？

1.

2.

3.

机床准备运行到参考点。




运动：

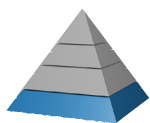
+Z

+Y

+X

机床被查询。

到下一个菜单点：鼠标单击 。



手动运行

操作方式  包括:

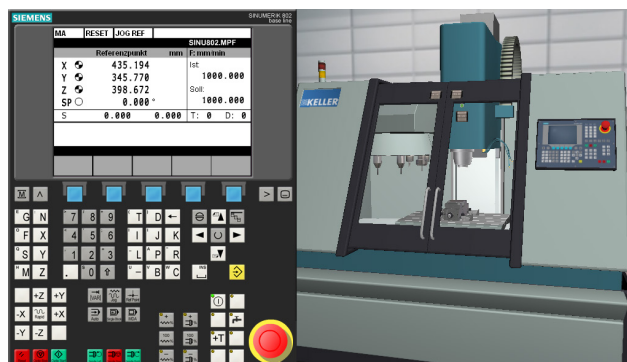
T3 意味着:

M6 意味着:

S1000 意味着:

M3 意味着:

操作方式  包括...




在三轴运行后的刀具位置

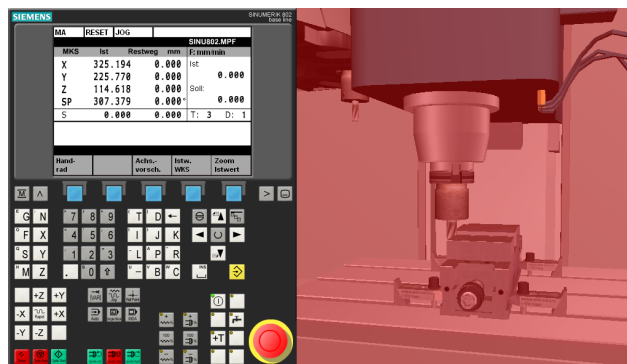
工作台 (!) 应当向右运行。

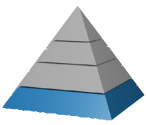
键  是正确的。.



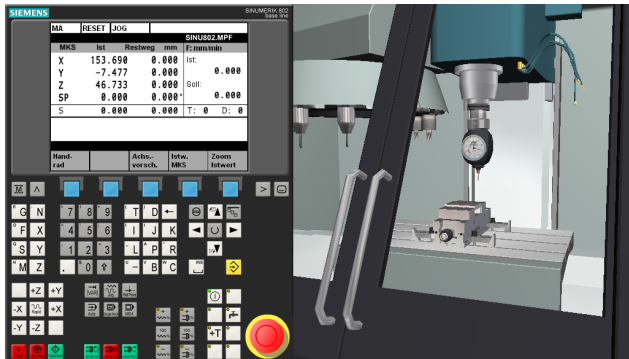
在此您可以看到 (和听到), 当您按错了键时会发生什么。

按下  并且阅读4个示例, 数控机床上哪些故障会导致哪些后果!






工件置零点



原始状态

首先选择  :



软键:



软键:



表格
可调零点位移



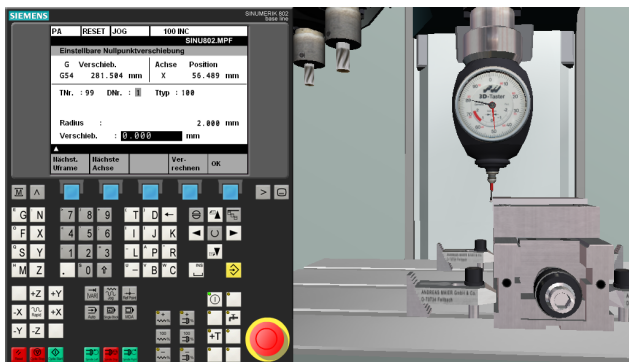
软键:

输入刀具号99 (三维键盘), 并通过



软键:

确定。



解释这种操作方式的作用方式:



当指针处于0位置时:



软键:



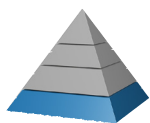
软键:

(注意在Z方向上探头测得长度291.818)。将这个值与图2中的值进行比较。计算位移值:

X

Y

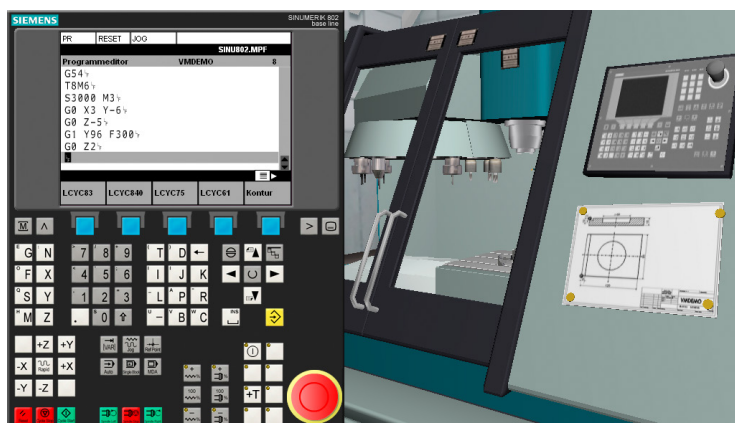
Z



1.3.2 编程和加工

当您需要，您可以加深802C控制系统的知识。

编写程序...



对于菜单点“编写程序”和“编辑程序”，您首先注意保持802C控制系统的编程。

编辑程序...

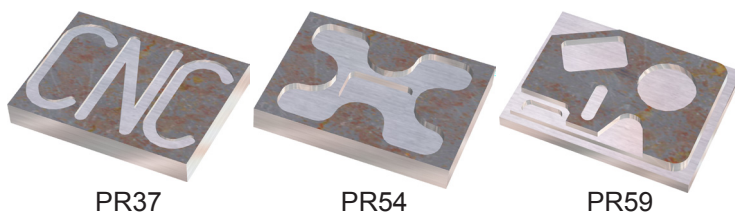


运行程序...



对于菜单点“程序运行”，您可以选择三个工件中的一个。

在此实现没有加工余量的加工。



1.4 预防事故

这儿您看到，在几个示例中例举的，在车间中为了安全必须注意的。说出故障！

注意：这个重要的主题在软件中没有涉及到，因为我们不想展示故障。

错误



正确









在机床上工作时您必须**特别注意**的。说明原因，为什么！

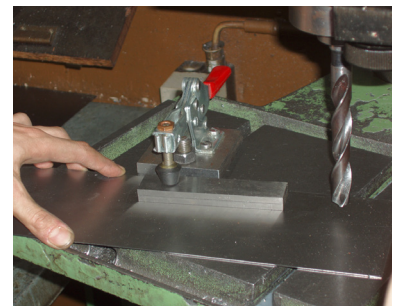
错误



正确

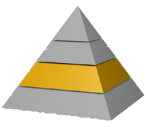






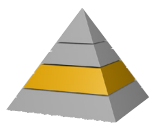


请您注意，此处展示的事例只是显示了日常实践中很少的可能的选项！
您总是要遵守有效的安全规程！



2 利用PALplus编程





2.1 学习阶段转换

从5.2版本开始，在第二（黄色）学习阶段由以下三部分组成：

- 基础培训 DIN88025标准和用于所有数控控制系统的、典型的扩展
- 考试内容 与其相关的PAL考试试题
- 高级培训 用于轮廓及循环的复杂功能

在这一学习阶段中，有关标准DIN和PAL的内容，如下表所示：

基础培训	考试内容	高级培训
DIN多媒体 DIN模拟	PAL多媒体 PAL模拟	

转化学习阶段通过如下步骤进行：

“F8设置” / “F4系统设置” / “F1预设置” / “PAL模拟” / “F2改变”

2.2 DIN多媒体/PAL多媒体类型

在DIN多媒体（基础教学）和PAL多媒体（考试内容和高级培训）中，您可以学习到所有重要的有关数控的几何、技术和编程原理。

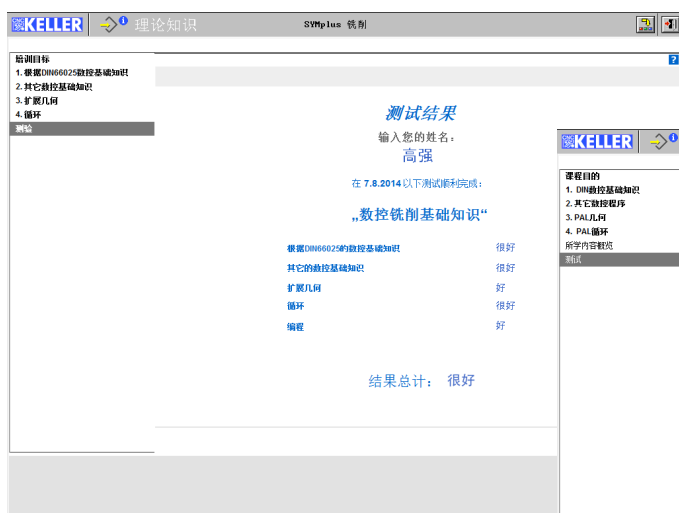
注释： 在以下的有关DIN多媒体和PAL多媒体的文字表达中，都简称为多媒体。
对DIN多媒体和PAL多媒体的不同之处，在几何和循环章节中说明。

对DIN多媒体和PAL多媒体的不同之处，在几何和循环章节中说明。

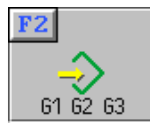
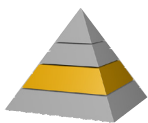
DIN多媒体和DIN模拟也有用于自学的学生版。

对DIN和PAL多媒体也提供随机的、有一定时间限制的测试题和解答，以便学生更好地学习和理解。

当您的测试达到和超过80%标准时，您将会获得一份如下面看到带有“证书”标题的证书，否则，您将获得一份标题为“测试结果”的证书。



提示： 在本练习工作手册中，您进入下一阶段练习之前，请务必将多媒体这一部分认真地完成。



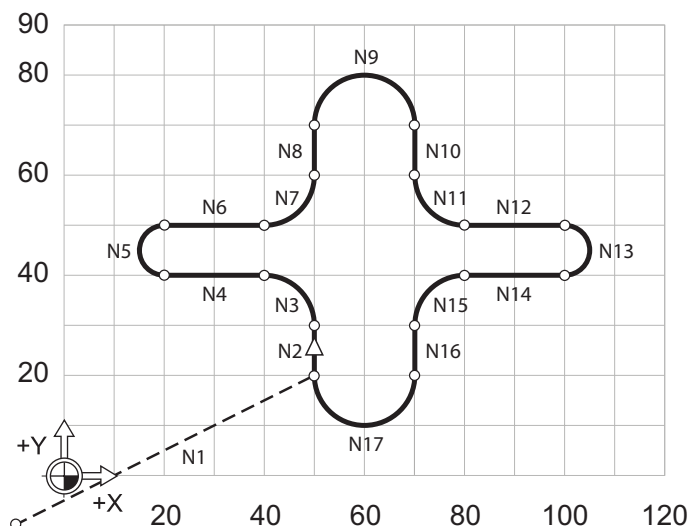
2.3 操作方式 G1/G2/G3

在“PAL多媒体”中，您已经学会绘制轮廓的几何基础知识。
在这种操作方式中您可以绘制任意轮廓。

2.3.1 带有I和J的 G1和 G2/G3

练习1

换刀点(X-10/Y-10)



G2 顺时针方向圆弧

N 5 语句号

G2 终点

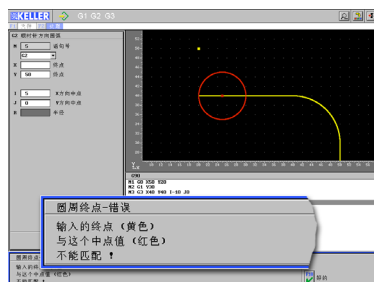
X 终点

Y 50 终点

I 5 X方向中点

J 0 Y方向中点

R 半径



N	G	X	Y	I	J
N1					
N2					
N3					
N4					
N5					
N6					
N7					
N8					
N9					
N10					
N11					
N12					
N13					
N14					
N15					
N16					
N17					

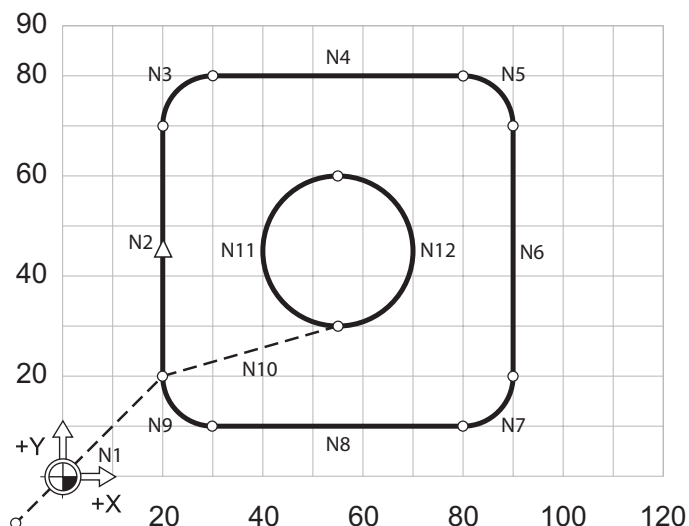
当您使用G2/G3编程出错时（譬如在这儿混淆了I和J的值），寻找故障时带有评论的可视显示帮助您—利用I和J编程时特别有帮助！

2.3.2 带有R的G1和G2/G3

说明：假如在一个语句中编辑 整圆 的程序（数学上一个“双答案”），几种控制系统会报告圆周终点故障，所以在此不接受这种措施（解决办法：半圆）。

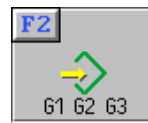
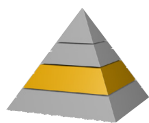
练习2

换刀点(X-10/Y-10)



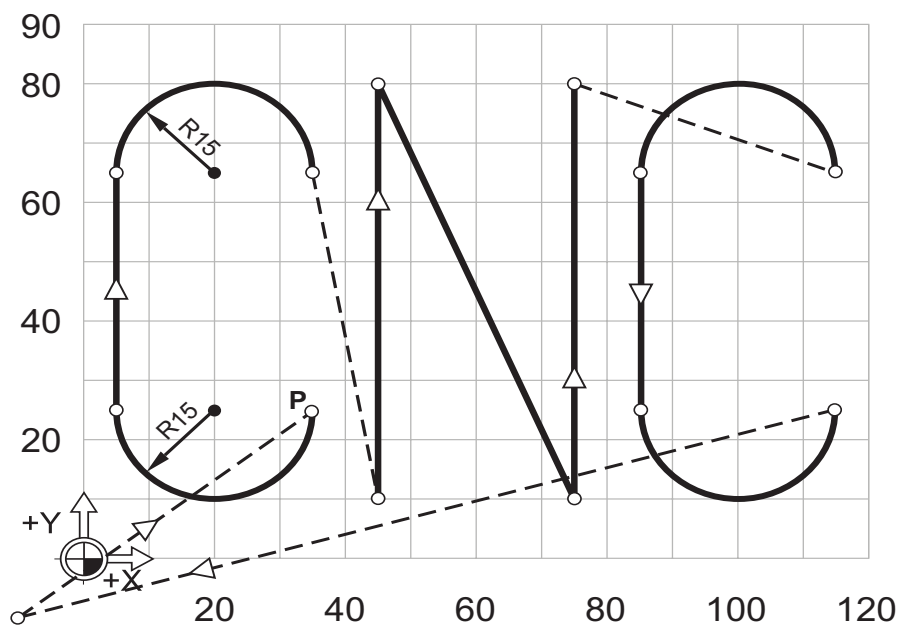
N	G	X	Y	R
N1				
N2				
N3				
N4				
N5				
N6				
N7				
N8				
N9				
N10				
N11				
N12				

练习3和练习4：各自其它的方向



2.3.3 PAL-仿真模拟时轮廓形状的输入

练习5 这个练习也是对Z坐标编程，因为这个几何程序后来要导入PAL模拟器中，然后扩充为数控程序。



说明：

- 点P运行到高度Z1。
- 第1个“C”的圆弧应当利用I和J编程，第2个“C”的圆弧用R编程。

换刀点: X-10 / Y-10 / Z100

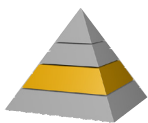
完全明白了这个几何程序。

N	G	X	Y	Z	I	J	R
N1							
N2	G1			Z-2			
N3							
N4							
N5							
N6							
N7							
N8							
N9							
N10							
N11							
N12							
N13							
N14							
N15							
N16							
N17							
N18							

在文件夹 *My ISO programs* 中名称 *DIN1* 下存储这个几何：

→ 回到主菜单 → 数据 → 储存 →

（假如上面所举的文件夹没有被激活，必须利用 激活“选择其它的文件夹”）→ →



2.4 操作方式调整

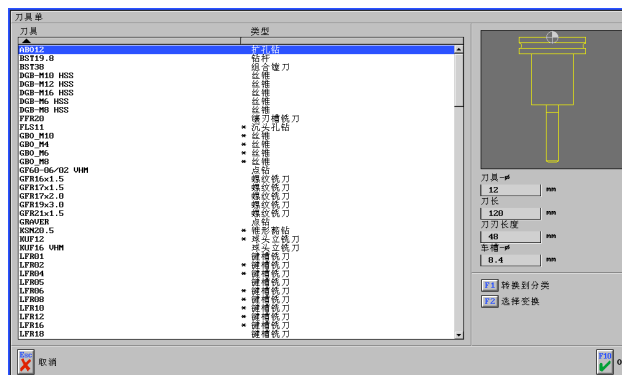
2.4.1 调入刀具

在菜单 **F1** 中调入“刀具” → **F2** 变更。

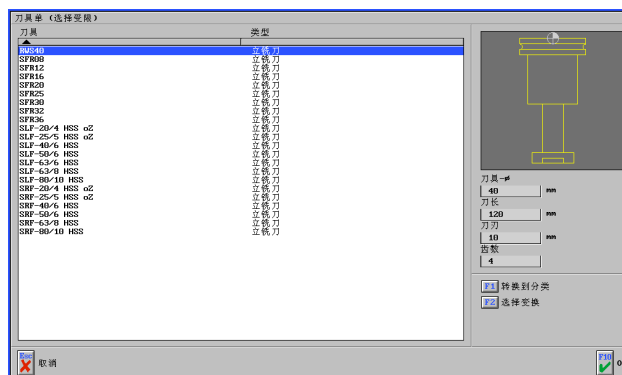
80把刀具已经完全定义了。

利用“F1切换种类”，您可以根据“刀具名称”或者“类型”切换种类。

注意： 当在CAD/CAM中激活一个工作计划时，几种刀具会在刀具前面显示星号。这意味着，使用刀库中激活的工作计划中的这个刀具。



利用“F2 变更选择F6 取出所有的”，例如选择“带柄铣刀”和“F1 类型插入”，可以显示刀具类型的数量不足（在此例如所有的带柄铣刀）。



2.4.2 放置刀具

在菜单 **F1** 中调入“刀具” → **F1** “新”的。

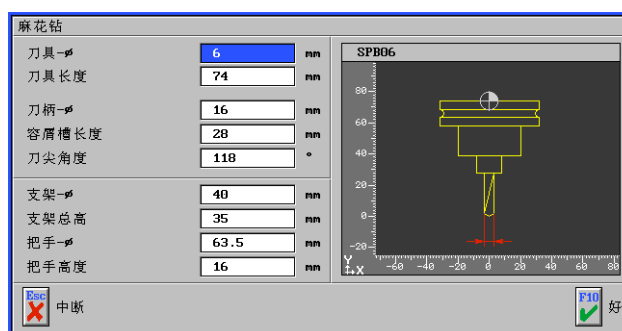
麻花钻的示例中应当放置一把刀具：

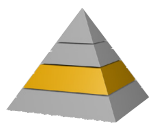
- 选择“刀具类型”



- 确定“名称”和“特性”
- 输入“几何形状”
- 可能情况下限制“加工”
- 在“工艺”界面输入“切削数据”

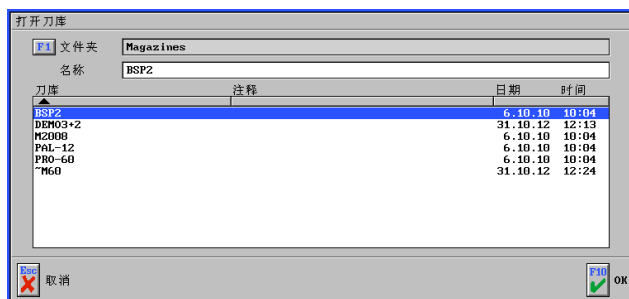
对于CAD/CAM在使用这些刀具时，在工作步骤中自动建议这些切削数据。





2.4.3 刀具的变更

在菜单 **F2** 中调入“刀具” → **F2** “变更”。

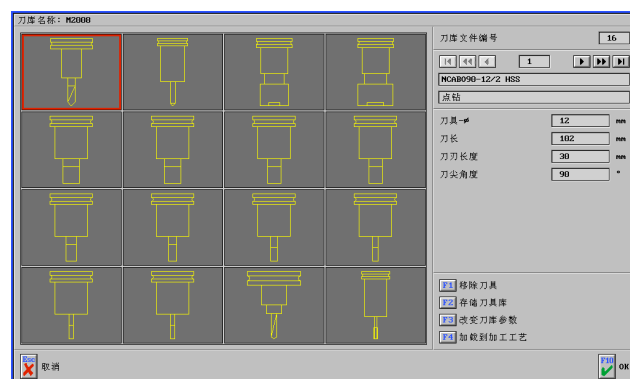
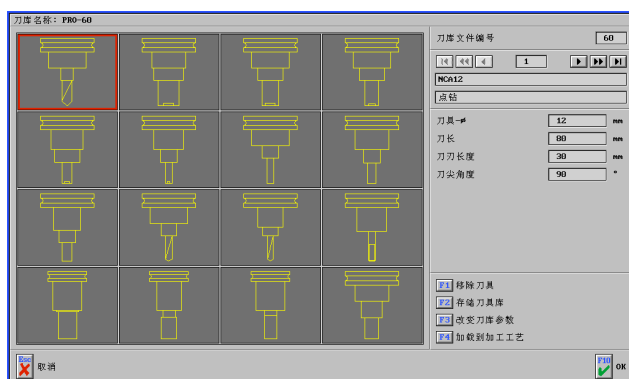


在第1次调入时这个刀库已经有了。

PRO-60
预置刀库

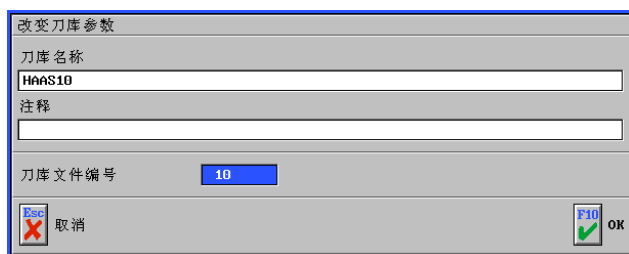
M2008

为数控程序M2008激活刀库（见62页）。



2.4.4 刀具的放置

在菜单 **F2** 中调入“刀具” → **F1** “新”的。



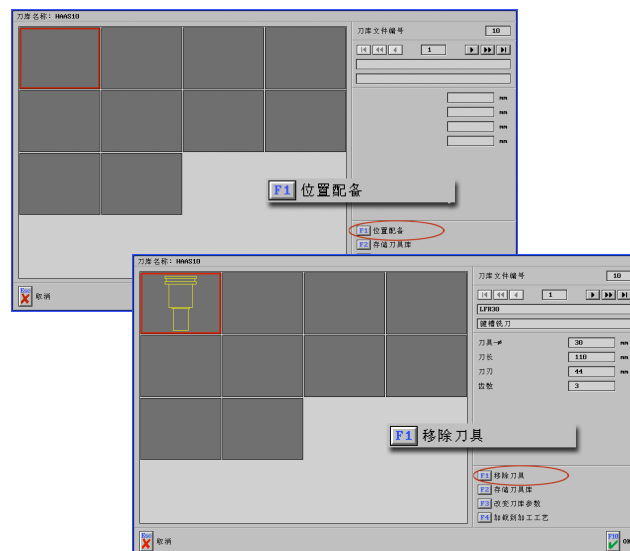
利用“F3刀具数据变更”，您可以给定刀具一个名称，它装有一个评论并且确定刀位数目。

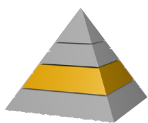
利用“F1位置安装”，在各个刀位安置所希望的刀具。

假如刀位上安装了刀具，变更功能。

利用“F1取消刀具”，这个步骤可以再次恢复。

注意：利用“F4加载工作计划刀具”，可以加载在工作计划中使用的刀具布置，并且存储为独立的刀库。





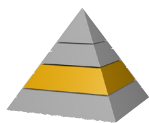
2.5 PAL-仿真模拟的操作方式

2.5.5 PAL仿真模拟时刀具的切削数据

在所有以下的练习中，对于这个培训等级，利用刀库PRO-60中的刀具进行加工。材料总是S235JRG2C+C。


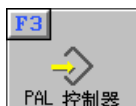
 T1 HSS	 T2 TiN	 T3 TiN	 T4 TiN
刀具号码 刀具名称 刀具直径 横刃直径 刀尖角度 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度	刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀片数目 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度 切削深度 a_p =max.	刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀片数目 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度 切削深度 a_p =max.	刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀片数目 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度 切削深度 a_p =max.
T1 NCA12 12 mm 1 mm 90° 0.08 mm 30 m/min 120 mm/min	T2 SFR25 25 mm 6 0.08 mm 80 m/min 480 mm/min 10 mm	T3 SFR20 20 mm 5 0.08 mm 80 m/min 480 mm/min 5 mm	T4 SFR16 16 mm 5 0.06 mm 80 m/min 480 mm/min 5 mm
 T5 TiN	 T6 TiN	 T7 TiN	 T8 TiN
刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀片数目 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度 切削深度 a_p =max.	刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀片数目 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度 切削深度 a_p =max.	刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀片数目 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度 切削深度 a_p =max.	刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀片数目 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度 切削深度 a_p =max.
T5 SFR12 12 mm 4 0.04 mm 80 m/min 340 mm/min 5 mm	T6 SFR08 8 mm 4 0.04 mm 80 m/min 380 mm/min 5 mm	T7 LFR08 8 mm 2 0.03 mm 80 m/min 200 mm/min 5 mm	T8 LFR10 10 mm 2 0.04 mm 80 m/min 200 mm/min 5 mm
 T9 TiN	 T10 TiN	 T11 TiN	 T12 TiN
刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀片数目 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度 切削深度 a_p =max.	刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀尖角度 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度	刀具号码 刀具名称 刀具直径 刀尖角度 进给/齿 f_z 切削速度 进给速度	刀具号码 刀具名称 刀具直径 切削速度 螺距
T9 LFR12 12 mm 2 0.06 mm 80 m/min 250 mm/min 2 mm	T10 SPB08 8 mm 118° 0.08 mm 30 m/min 200 mm/min	T11 SPB6.8 6.8 mm 118° 0.08 mm 30 m/min 200 mm/min	T12 GBO_M8 M8 10 m/min 1,25 mm

说明： 下面的图示和文字仅仅出现在PAL模拟中，因为它们也完全包括在DIN模拟中。
哪些练习具有哪些学习内容，您可以在上述操作类型的图形中得知。

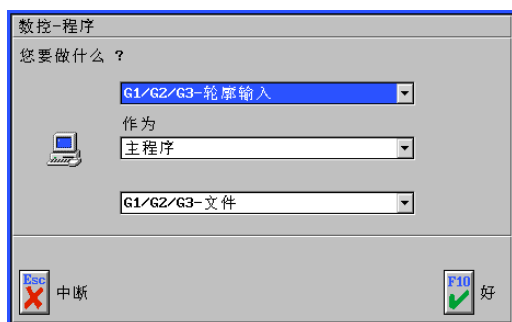


2.5.6 从操作方式G1/G2/G3到PAL模拟器

第31页在操作方式 G1/G2/G3 中您已经拟定了几何形状。这些现在应当导入操作方式“PAL模拟器”中。

利用  和  变更到车站方式“PAL模拟器”中。

辅助启动调节到:

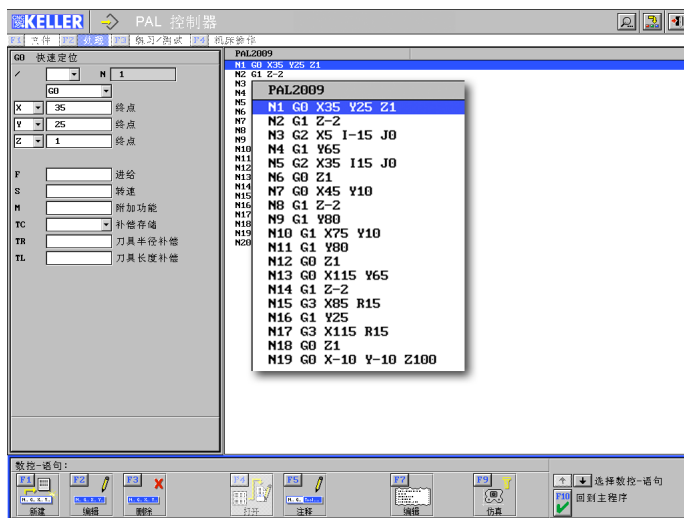


存储文件 *DIN1* 到名为 *My ISO programs* 的文件夹中。

假如这个文件夹没有被激活，您必须通过“F1选择其它的文件夹”来激活。



现在几何程序被加载到编辑器中:




```

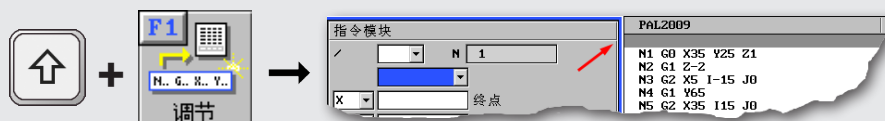
N1 G54
N2 T7 F100 S3200 M13
N3 G0 X35 Y25 Z1
N4 G1 Z-2
N5 G2 X5 I-15 J0 F200
N6 G1 Y65
N7 G2 X35 I15 J0
N8 G0 Z1
N9 G0 X45 Y10
N10 G1 Z-2 F100
N11 G1 Y80 F200
N12 G1 X75 Y10
N13 G1 Y80
N14 G0 Z1
N15 G0 X115 Y65
N16 G1 Z-2 F100
N17 G3 X85 R15 F200
N18 G1 Y25
N19 G3 X115 R15
N20 G0 X-10 Y-10 Z100 M9
N21 M30
    
```


在此将 **蓝色** 显示的指令插入到数控程序中。*

通过“F1文件”/“F4存储”将数控程序存储到文件夹 *My ISO programs* 中。

* 编程说明（假如需要，另外利用  信息图片调入）。

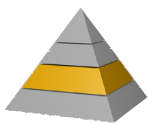
• 蓝色光标位于N1的起始处:



• 然后编写 **G 5 4** 或者从选择清单中（利用鼠标单击符号  或者 **F9** 打开）选择指令。

• 利用 **F1** 放置下一个语句N2和其它的(说明: 用“**ENTER**”取代“F1”会更简单!)。

• 利用 **T** 激活对话框“T 调入刀具”等。 .



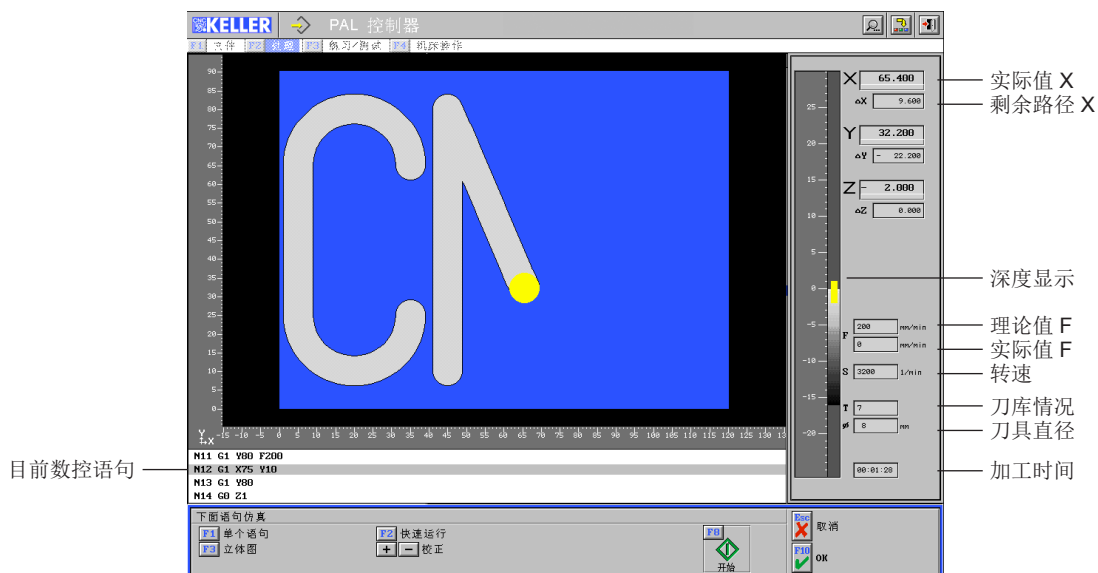
2.5.7 仿真模拟方式

2.5.7.1 二维模拟

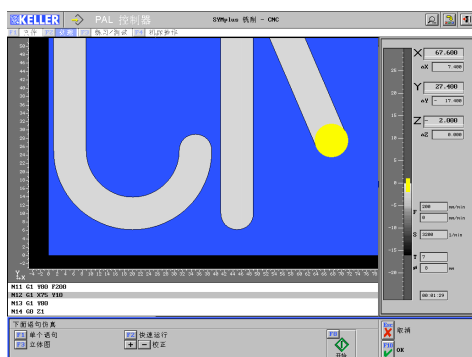
选择 ，然后 其次 。

使用 键和 键调节模拟速度。

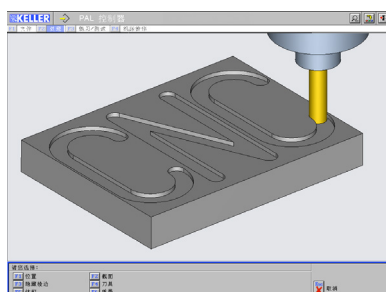
当刀具大约位于这个位置时，按下 键。



利用鼠标右键或者利用 附加功能调入，产生以下的放大镜显示。然后让程序模拟直至结束。



二维模拟过程后利用 生成这个工件的三维视图显示...

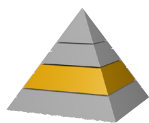


利用 确定体积...

$$V = \text{[input box]} \text{ dm}^3$$

... 利用 确定质量

$$m = \text{[input box]} \text{ kg}$$

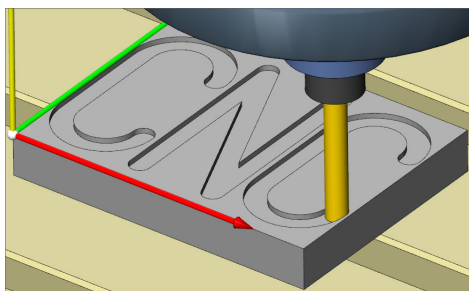
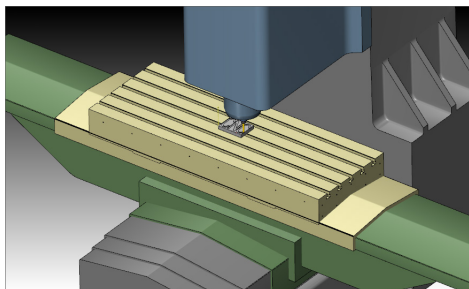


2.5.7.2 三维模拟过程

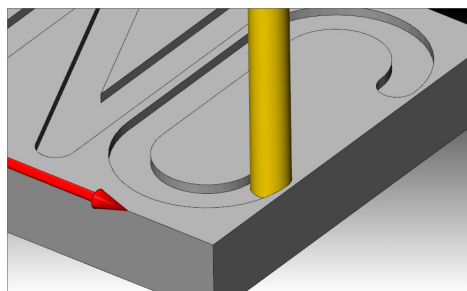
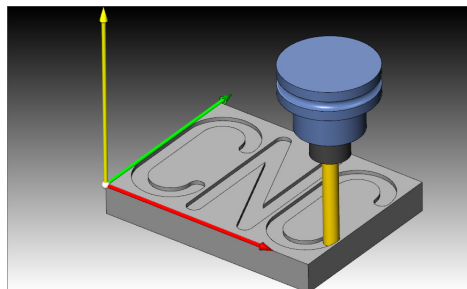
三维模拟的设置

您选择  和  预先设置

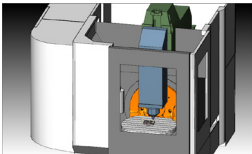
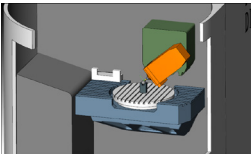
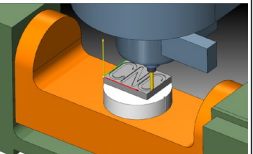
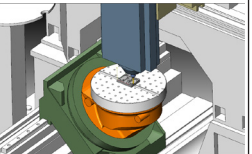
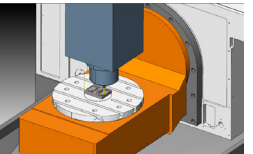
三个轴的设置



工件/刀具的设置




如果您购买了(3+2)轴的模拟程序，还有下面的补充机床：


DMU 50	DMU 100T	Haas VF2	Huron K2X8Five	Spinner U5-620
				

调节“喜欢的视图”

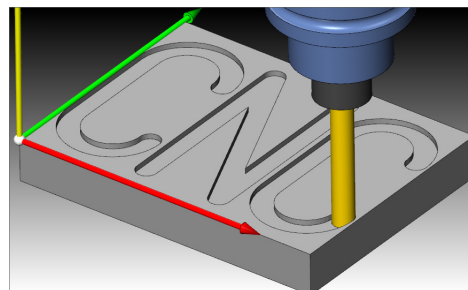
选择  和 。

然后您可以利用  “视图”存储和调入不同的景深。

在调入三维模拟过程，为了总能够获得您的“喜欢的视图”，采取如下的措施：

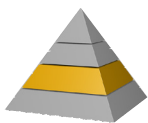
调节希望的视图后选择 ，然后这样长的单击选择区域，直到

显示调节 。利用  存储。



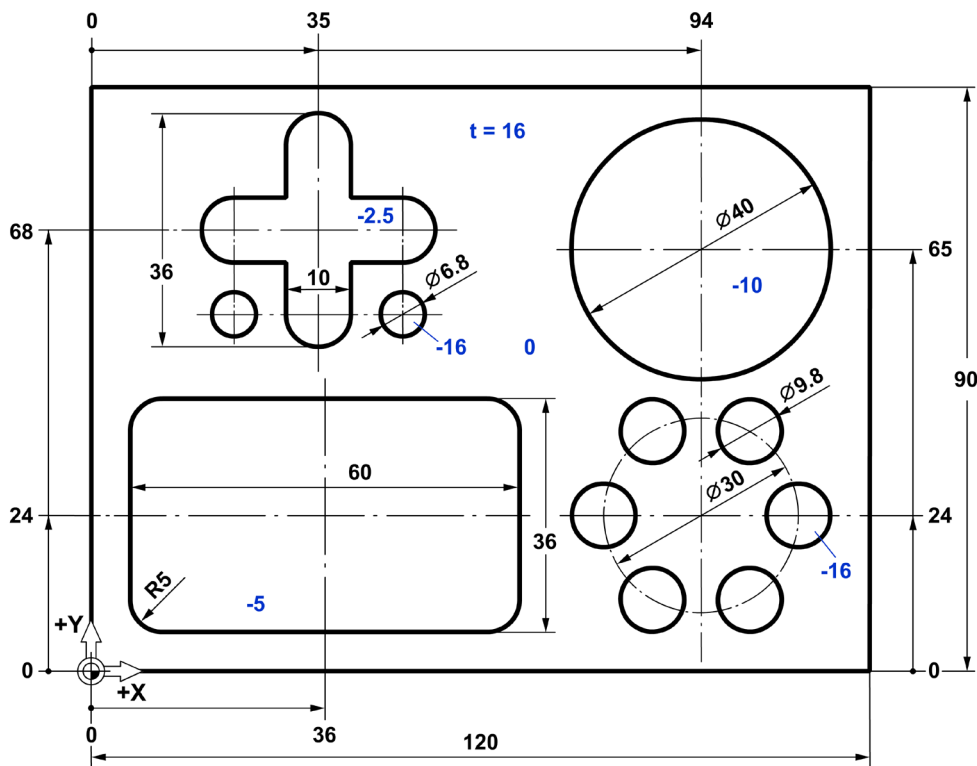
“喜欢的视图”

三维模拟总是始于这个视图。

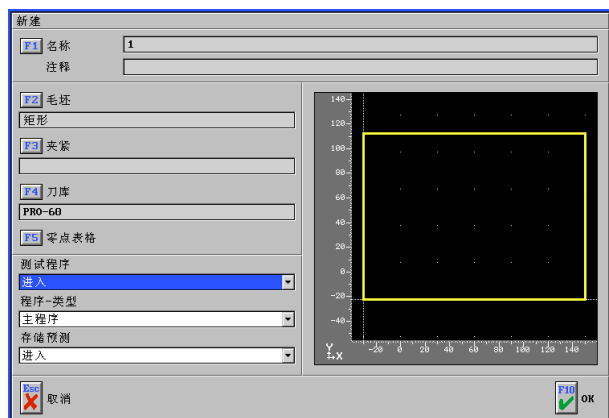


2.5.8 不带循环的编程

首先这个工件加工程序中不应有循环指令，就是说，全部利用 G0， G1， G2 和 G3 编程。

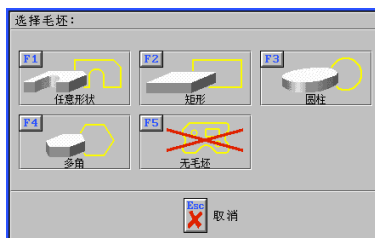


利用F1文件和F1新的加载新的程序。再次出现起始帮助对话框。接受（点击）制定新的文件调整，将扩展调整确定为是。假如在这个对话框中您接受（点击）F10 OK，跳出另外一个对话框，其间您可以确定毛坯，夹具和转塔刀具布置等等。

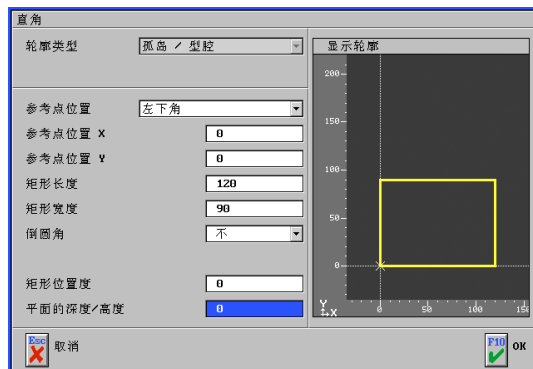


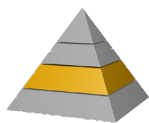
对于这本练习册中的大多数实例来说，毛坯尺寸预置为120x90x16大小的矩形。

当您选择F2毛坯，然后F2矩形，您检查和可能情况下可以改变这些值：



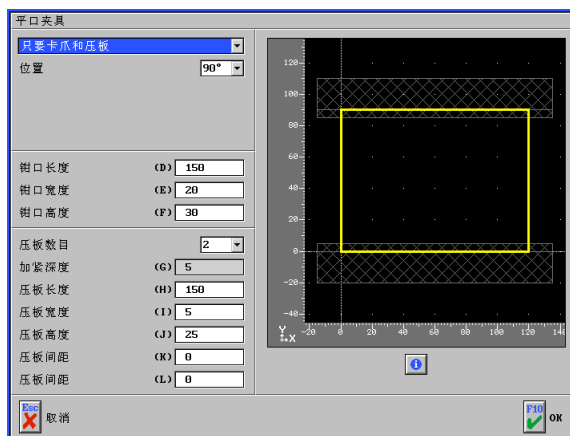
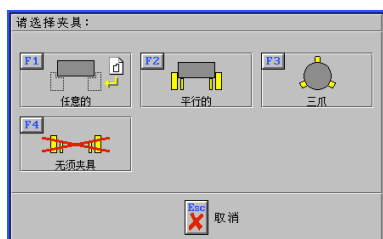
在第一个对话框中，毛坯上缘的Z值设定为深度/高度，接着是下缘或者厚度。





根据F3夹紧可选择不同类型的夹紧装置：
F1任意的 是较复杂的和将在本工作簿的最后一章中单独提出。

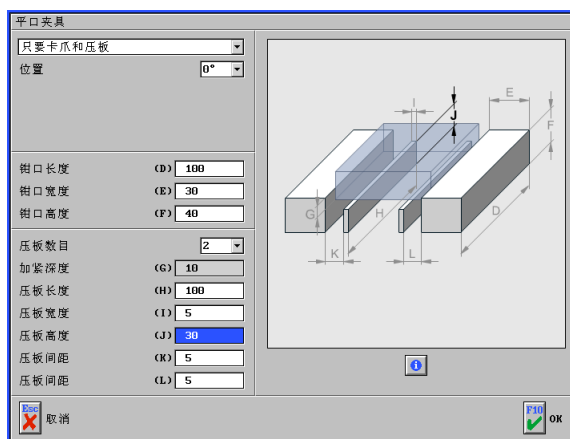
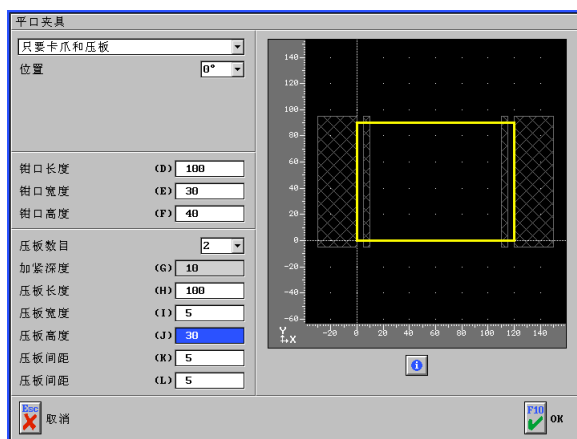
通常一个虎钳将会被用于立方体组成。
为了这目的，选择F2平行的。



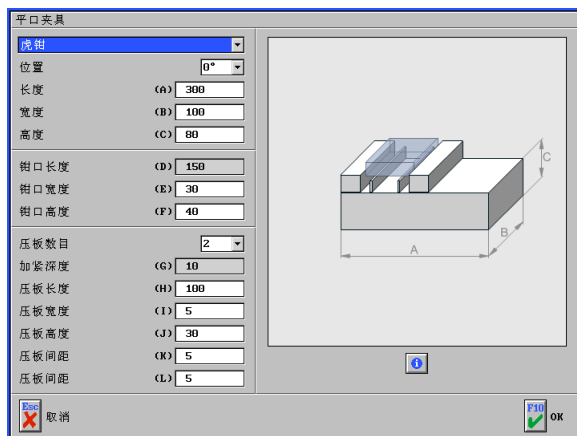
150mm宽的钳口和相应预先设定的压板。夹紧深度为5mm。

然而，您可以更改夹紧元件的位置和尺寸，如下所示。

按下 按钮以显示帮助掩膜，这说明当前突出显示的字段的含义。



在这例子中，该位置被设定为0°（左右夹紧）和钳口及压板都以长度为100定义。
钳口高度（F）40和杆高度（J）30导致夹紧深度（G）为10毫米的。



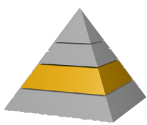
您也可以定义一个虎钳的尺寸。

对于3轴的铣削，虎钳副相对不重要，但如果以后的程序和5轴机床的水平转动仿真就变得很重要。

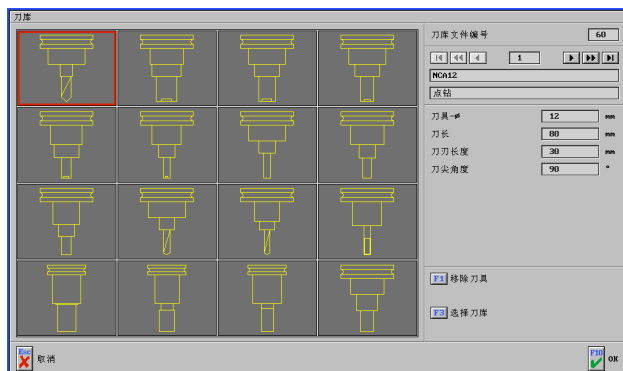
（欲了解更多有关这个主题，请参阅“根据PAL标准的水平转动”

用工作簿，订单号HD-J-KSE600）

现在切换回只有卡爪和压板，
然后按F10确定应用对话。



F4刀库

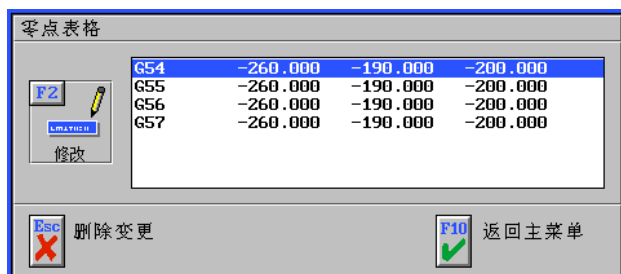


除了极少数例外，该工作簿所有例子都使用预先设定的刀库文件PRO-60。

对于切削参数的参考值，请参阅第34页的概述！

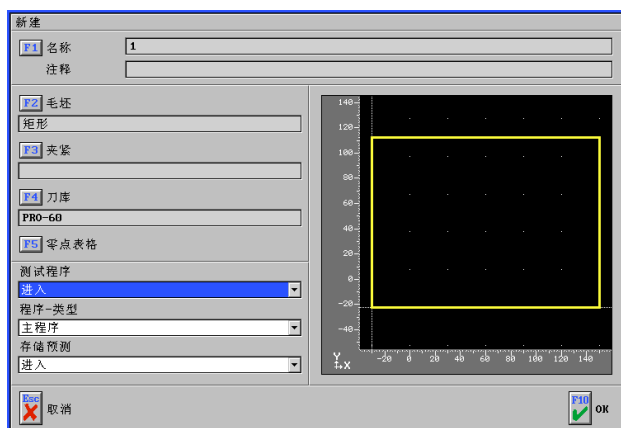
作为6.0版本，在这个程序可以使用F1移除各个刀具、重新装备刀具。然而，这些变化只影响当前程序，而不是刀库本身的文件。
(参见章节2.4.3)

F5零点表



在零点表中的数值也预先设置，使出厂设置零点与未加工部分的参考点一致（见上图）。

进一步的设置



程序检查 进入 确保事故，不正确的旋转方向等都是由软件检测到。

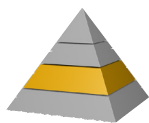
后来在文件管理，预览将帮助您找到某些程序或工件。对于非常复杂的工件这一领域设置为关闭也可能是有意义的，以节省计算时间。

用F10确定应用的对话。

继续F2编辑写程序...



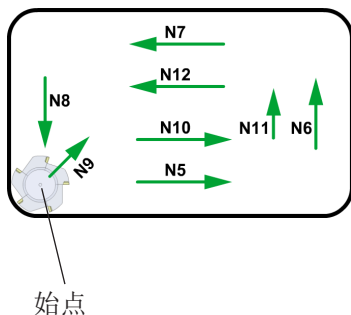
注意： 您已经创建了一个程序后，软件会立即自动为您打开此功能
但是，如果您在F1文件中变更设置稍后或已在此期间保存的程序，您必须自己选择F2编辑。



2.5.8.1 铣削矩形型腔，圆柱型腔和槽

练习6

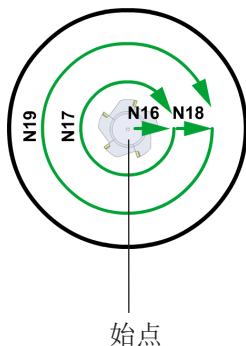
铣削矩形型腔



N	数控程序	评论
N1		零点位移
N2		直径10mm的铣刀+工艺
N3		运行
N4		在角上旋入
N5		1. F升高的路径
N6		2. 路径
N7		3. 路径
N8		4. 路径
N9		5. 路径
N10		6. 路径
N11		7. 路径
N12		最终路径
N13		升高到Z1

练习7

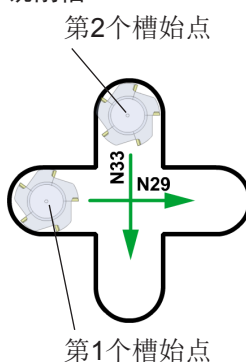
铣削圆柱型腔



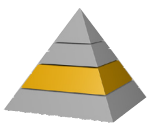
N	数控程序	评论
N14		运行到中央
N15		旋入到第1个深度
N16		向右运行
N17		运行整圆R7
N18		向右运行
N19		运行整圆R15.01
N20		运行到中间
N21		旋入到最终深度
N22		重复16-19语句
N23		
N24		
N25		
N26		升高到Z1

练习8

铣削槽



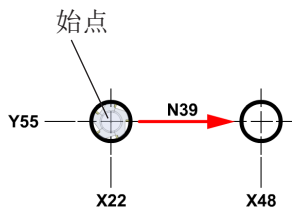
N	数控程序	评论
N27		运行到始点
N28		旋入
N29		第1个槽提高的F
N30		退刀
N31		新的位置
N32		旋入减小到F提高
N33		第2个槽提高的F
N34		退刀到Z100



2.5.8.2 斜行分布孔和圆周分布孔

练习 9

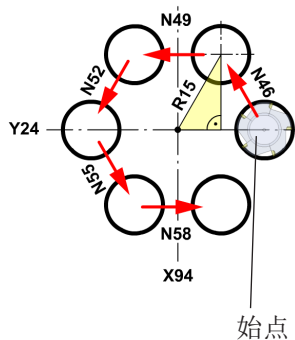
斜行钻孔



N	数控程序	评论
N35		麻花钻Ø6.8mm+工艺
N36		运行到始点
N37		第1个孔($D + 0.3 \cdot \varnothing$)
N38		回程
N39		运行到下一个钻孔位置
N40		第2个孔
N41		升到Z100位置

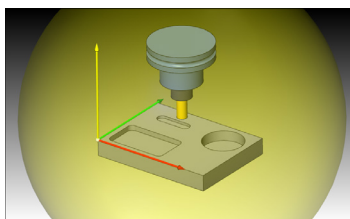
练习10

圆周分布孔



N	数控程序	评论
N42		麻花钻Ø9.8mm+工艺
N43		运行到始点
N44		第1个孔($D + 0.3 \cdot \varnothing$)
N45		回程
N46		运行到第2个钻孔位置*
N47		第2个孔
N48		回程
N49		运行到第3个钻孔位置*
N50		第3个孔
N51		回程
N52		运行到第4个钻孔位置*
N53		第4个孔
N54		回程
N55		运行到第5个钻孔位置*
N56		第5个孔
N57		回程
N58		运行到第6个钻孔位置*
N59		第6个孔
N60		运行到换刀点**
N61		程序结束

当您混淆了进给速度和快速进给时:



碰撞显示

* 钻孔位置必须利用角度功能进行计算。

** 换刀点位置是X150/Y150/Z200。

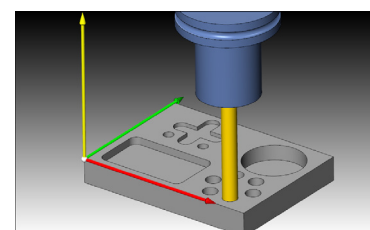
用于监控: 体积是 **V = 139.695 cm³** (见36页)。

此处和所有后来的示例中, 给定体积。

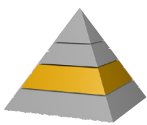
当您编写各个程序时, 应当将您工件的体积与给定的体积进行比较。

当值不相协调时, 程序就有**错误**。

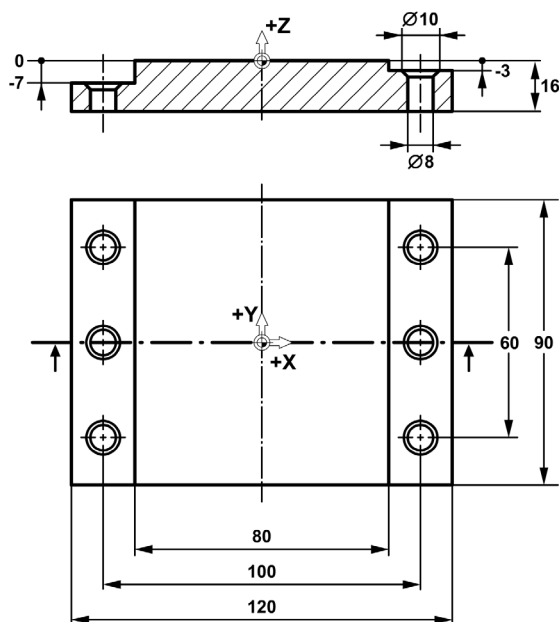
当值相互协调, 数控程序几何形状正确的可能性就比较高!



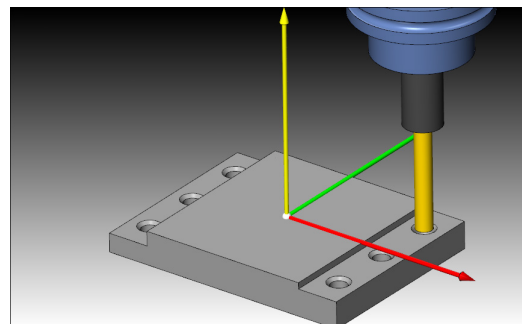




2.5.9.2 在不同面上的循环的ZI, ZA 和 W



在这个零件中，对于所有的对中应当定义一个循环，对于所有的钻通孔也应当定义一个循环。
因为循环位于在不同的面上，这个要求特殊的做法。



$V = 151.482 \text{ cm}^3$

练习 12

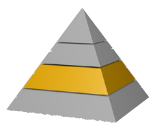
拟定这个数控程序。

深度可以在循环中利用ZA绝对的或者利用ZI增量的给定。

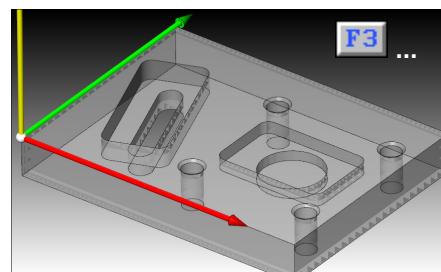
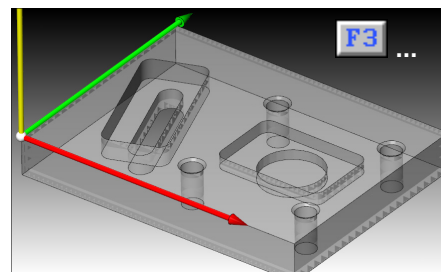
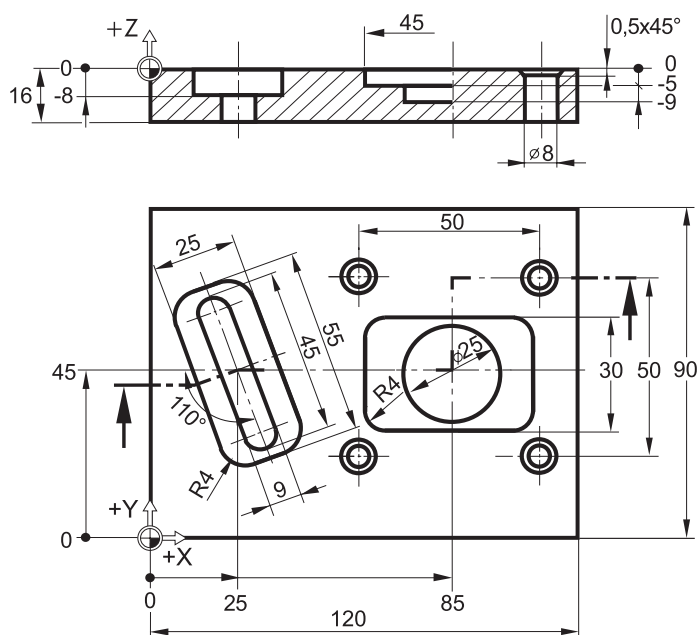
您要确定，在哪些情况下利用ZA编程有优点或者在哪些情况下利用ZI编程有优点：

N	数控程序	评论
N1		零点位移
N2	G59 XA60 YA45	对于毛坯中点相加的零点位移
N3		铣刀Ø25mm+工艺
N4		左侧凸缘定位
N5		铣削左侧凸缘
N6		右侧凸缘定位
N7		铣削右侧凸缘
N8		升到Z100
N9		数控中心钻Ø12mm+工艺
N10		钻孔循环（倒角）
N11		! 调入循环到左侧第1个斜行分布孔
N12		调入循环到右侧第2个斜行分布孔
N13		升到Z100
N14		钻头Ø8mm+工艺
N15		钻孔循环
N16		! 调入循环到左侧第1个斜行分布孔
N17		调入循环到右侧第2个斜行分布孔
N18		运行到换刀点
N19		结束程序

当没有回程面W编程时，发生了什么？



2.5.9.3 在不同面上的铣削循环和钻孔循环

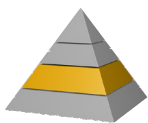


V = 146.947 cm³

练习 13 拟定这个数控程序。

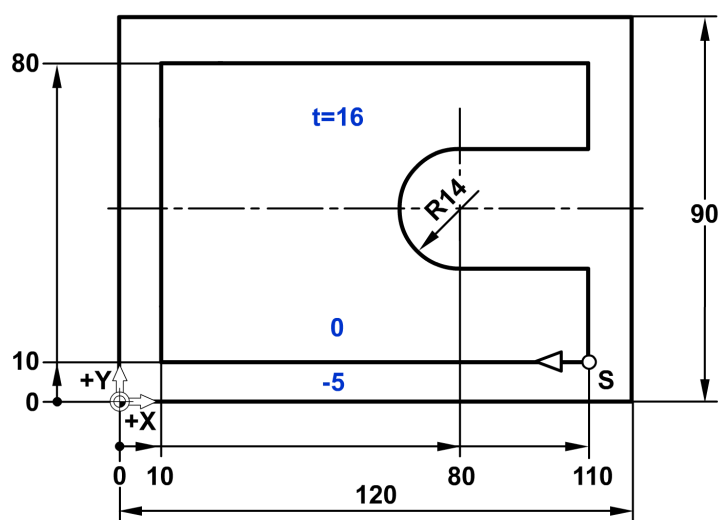
N	数控程序	评论
N1		
N2		铣刀Ø8mm+工艺
N3		左侧矩形型腔
N4		
N5	AK0.2 AL0.4 H14*	右侧矩形型腔
N6		
N7		槽
N8		
N9		圆柱型腔
N10		
N11		
N12		数控中心钻Ø12mm+工艺
N13		钻孔循环 (倒角)
N14		第1个斜行分布孔
N15		第2个斜行分布孔
N16		
N17		钻头Ø8mm+工艺
N18		钻孔循环
N19		
N20		
N21		
N22		

* 这个矩形型腔应当首先利用0.2的轮廓余量和0.4的底面余量粗铣。然后应当没有余量地精铣。刀具应当螺旋形铣削加工。

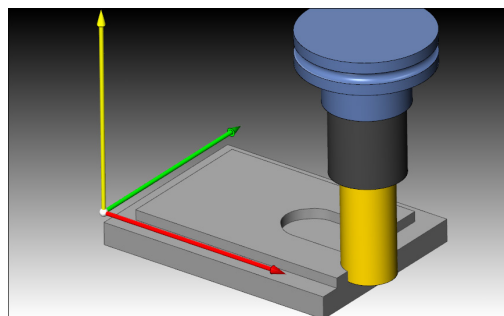


2.5.10 没有刀具半径补偿的铣削

2.5.10.1 等距编程



刀具:
A 铣刀 Ø25 mm
B 铣刀 Ø20 mm



V = 148.061 cm³

拟定数控程序:

练习 14 利用刀具 A

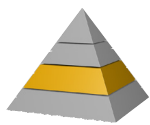
N	数控程序
N1	
N2	T2 F480 S1000 M13
N3	
N4	
N5	G2*
N6	
N7	G2*
N8	
N9	G2*
N10	
N11	G2*
N12	
N13	
N14	
N15	G2*
N16	
N17	
N18	

练习 15 利用刀具 B

N	数控程序
N1	
N2	T3 F480 S1200 M13
N3	
N4	
N5	G2*
N6	
N7	G2*
N8	
N9	G2*
N10	
N11	G2*
N12	
N13	
N14	
N15	G2*
N16	
N17	
N18	

* 过渡圆弧

认识能力: 为了不损坏轮廓, _____



2.5.10.2 非相切过渡情况下的等距

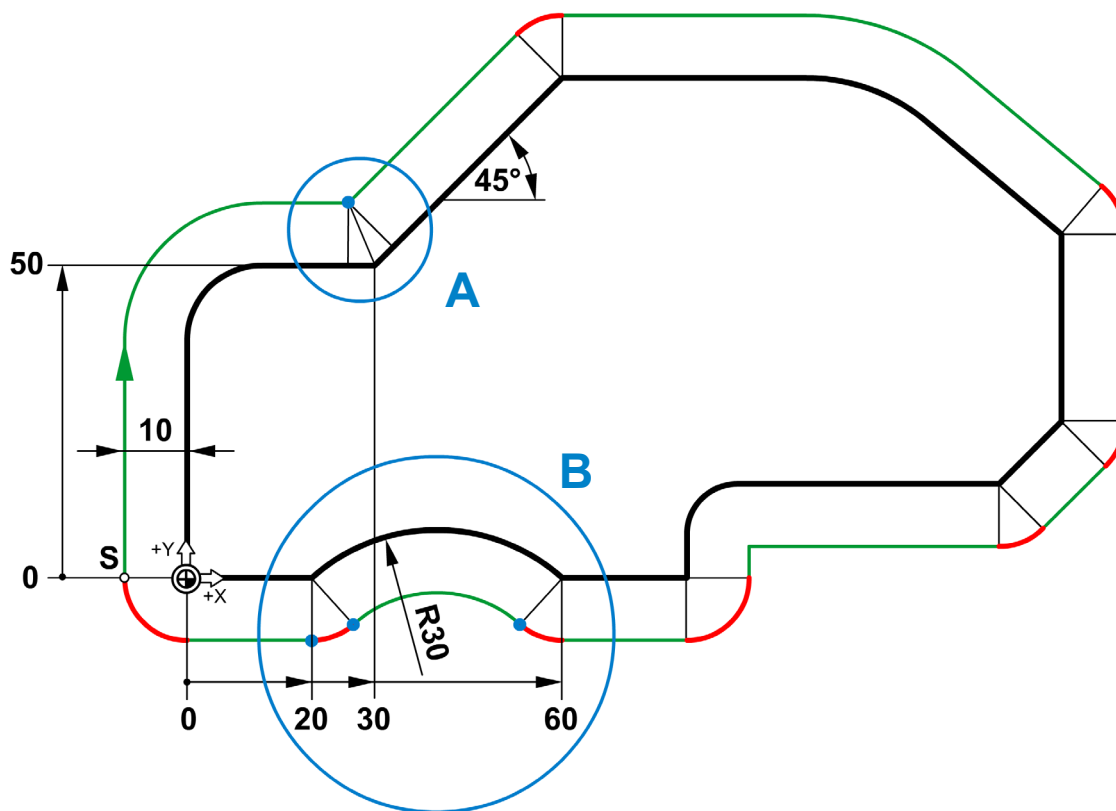
70年代末，当数控机床刚进入企业和学校时，数控程序与数学知识紧密联系在一起。

因为那时的控制系统还不支持智能化的功能例如像刀具半径补偿，没有相关的数学知识就不能拟定等距的数控程序。

对于来自传统机床的专业人员来说，这个要求经常是太高的阻碍。

说明：

与44页（1/4圆弧）过渡圆弧不同，此处必须在数学上确定某些过渡圆弧。但是也必须计算倾斜的内角：



对于 **A** 必须借助于切线功能计算X方向的中点，为此不会伤及轮廓。

结果是：

G1 X25.858

对于 **B** 必须首先借助于毕达哥拉斯教学语句计算中点。然后利用切线功能，正弦功能和余弦功能计算三个圆弧的终点和中点。

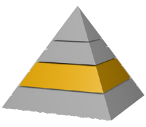
结果是：

G2 X53.333 Y-7.454 I0 J10

G3 X26.667 I-13.333 J-14.907

G2 X20 Y-10 I-6.667 J7.454

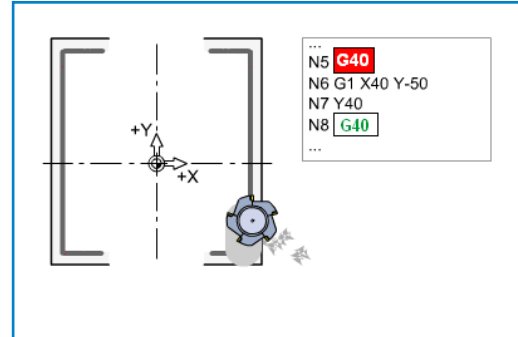
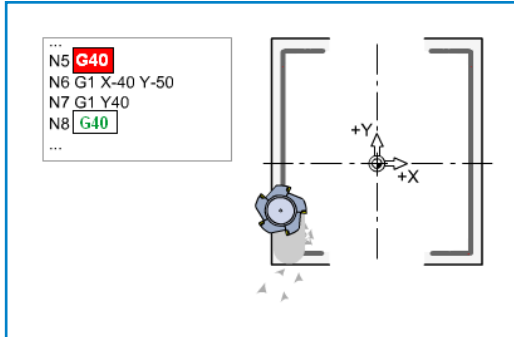
这次请移植并且尝试，利用数学计算确定其值。



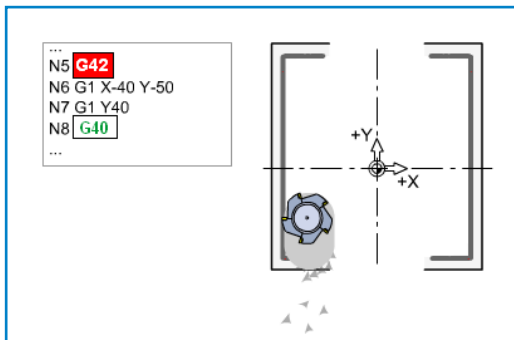
2.5.11 带有刀具半径补偿的铣削 (FRK)

2.5.11.1 刀具半径补偿基础知识

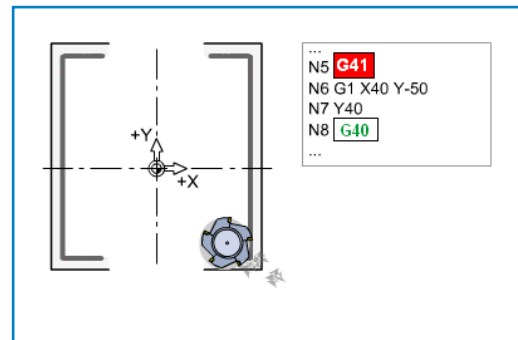
没有刀具半径补偿的铣削



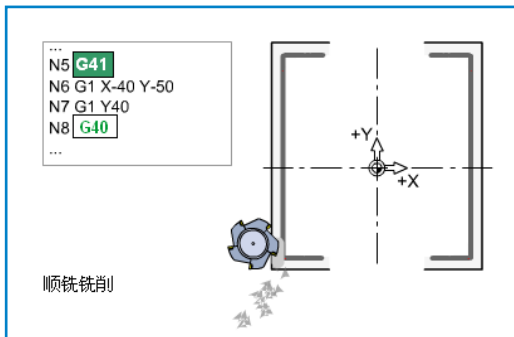
G42 = 右补偿



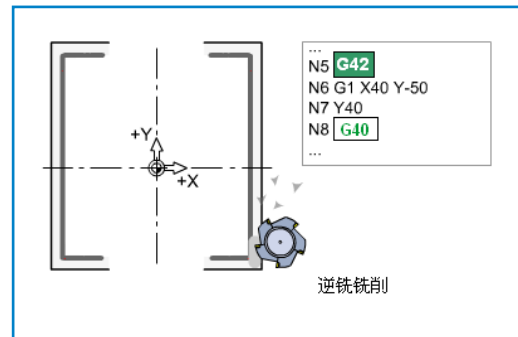
G41 = 左补偿



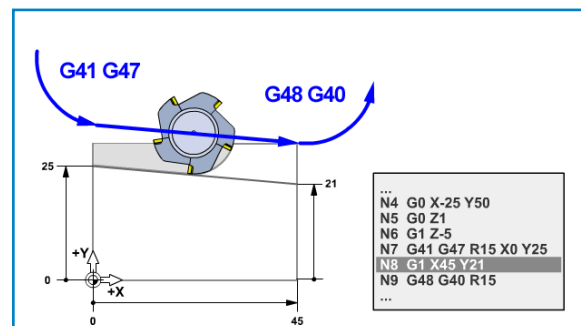
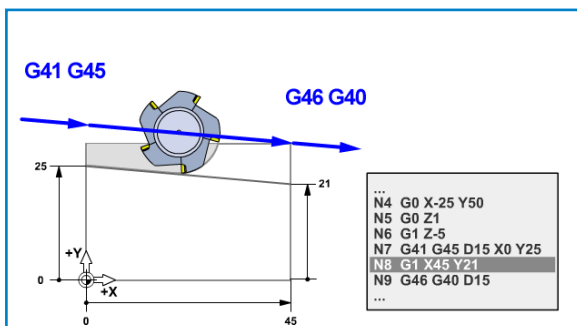
G41 = 左补偿

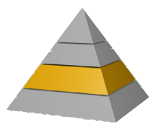


G42 = 右补偿

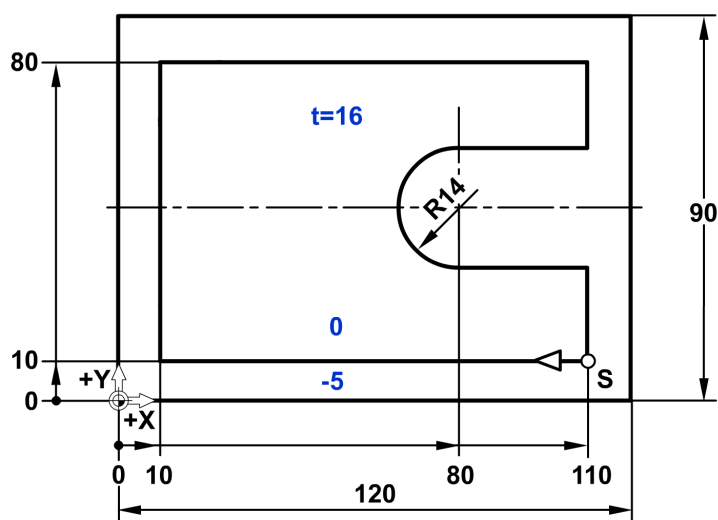


扩展智能化接近运行和智能化离开运行

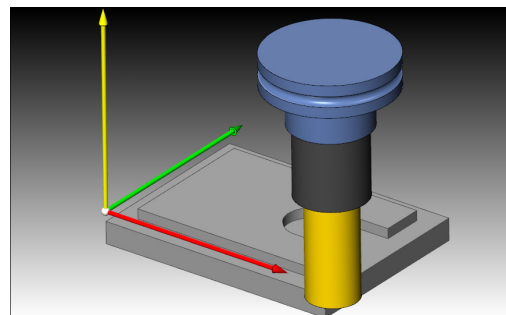




2.5.11.2 带有刀具半径补偿的编程



刀具： 铣刀 Ø25 mm



V = 148.061 cm³

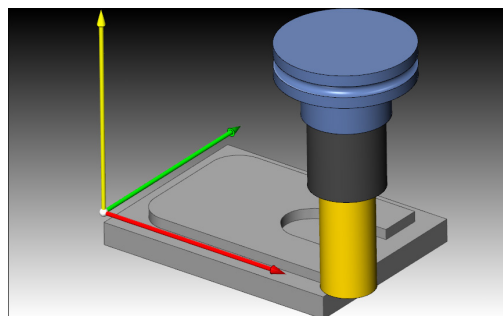
练习 16 拟定这个数控程序：

N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	G41
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	
N11	
N12	
N13	
N14	G40
N15	
N16	

当用Ø20 mm铣刀取代Ø25 mm铣刀时，您必须要改变什么？



利用G41/G42接近轮廓运行和离开轮廓运行，PAL补充了很有帮助的功能。利用G45/G46可以线性切向接近轮廓运行和离开轮廓运行。

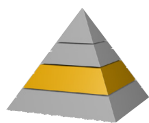


$$V = 147.640 \text{ cm}^3$$

练习 17 拟定这个数控程序:

N	数控程序	
N1		
N2		
N3		
N4	G41 G45	
N5		
N6		
N7		
N8		
N9		
N10		
N11		
N12		
N13		
N14		
N15	G46 G40	
N16		
N17		

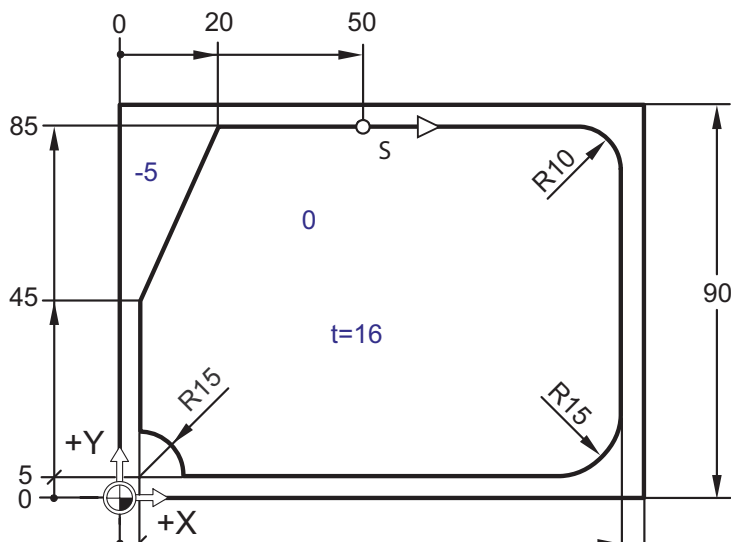
与47页进行比较并总结:



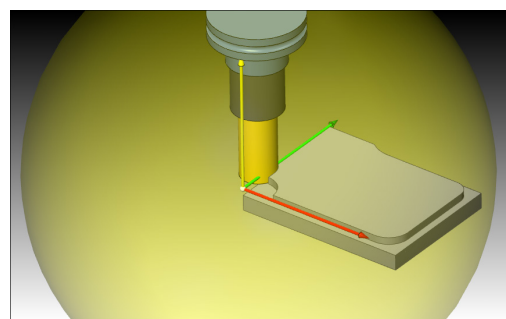
2.5.11.4 利用径向接近运行功能和离开运行功能的刀具半径补偿

利用G47/G48可以以1/4圆弧切向接近轮廓运行和离开轮廓运行。

刀具： 铣刀 Ø25 mm



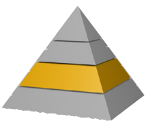
当您在N11语句中以G0取代G1编程时：



V = 160.068 cm³

练习 18 拟定数控程序：

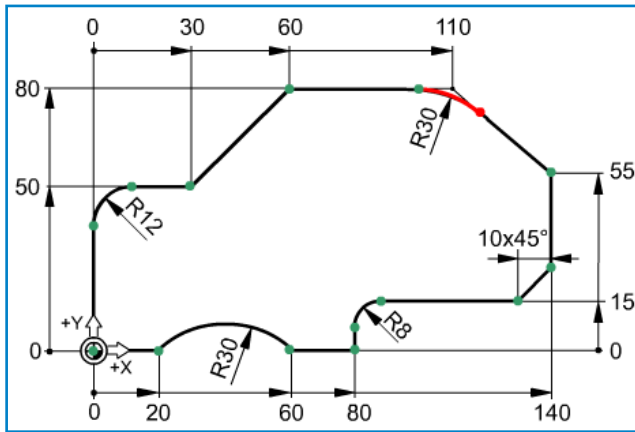
N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	G41 G47
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	
N11	
N12	
N13	
N14	G48 G40
N15	
N16	



2.5.12 不带有特殊轮廓功能的铣削

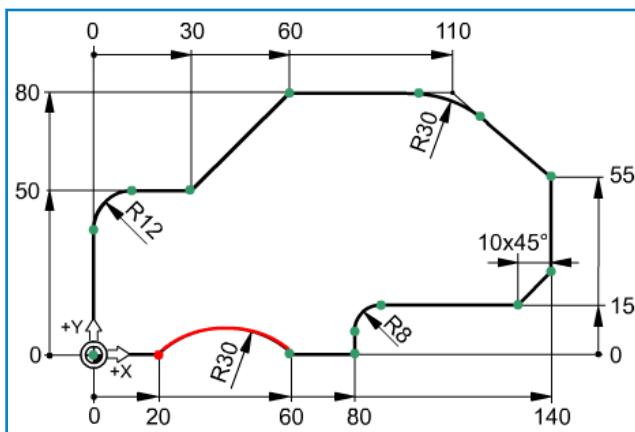
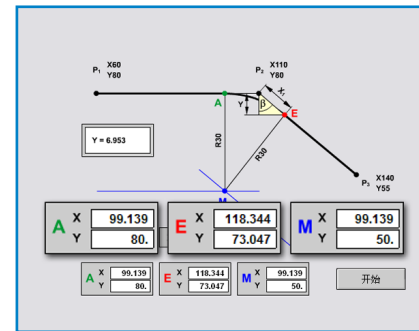
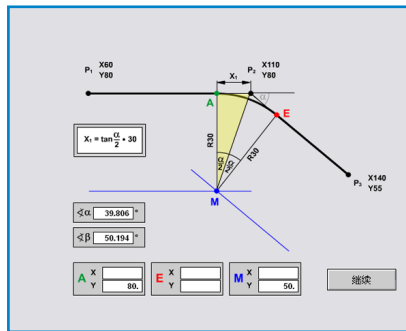
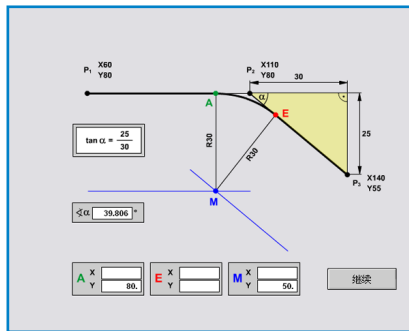
对于**PAL**多媒体您已经学会了，当这个轮廓没有“智能化软件”，必须只是利用G2/G3 X... Y... I... J... 传统编程时，要克服哪些困难。

为了“只是”对圆弧**R30**编程，您必须有很好的数学知识和一些经验，以获得正确的答案：



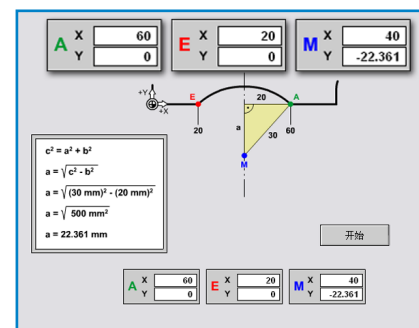
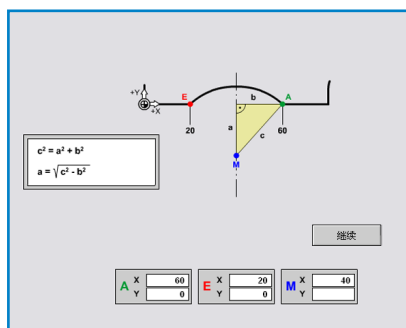
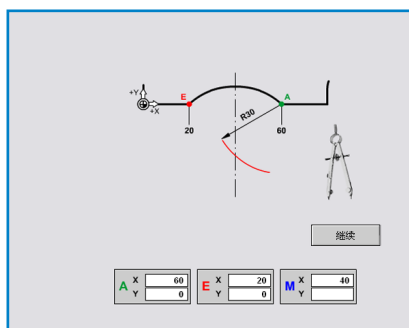
角度功能

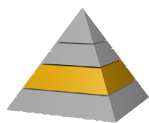
摘录自“PAL-多媒体”
中第1个数学影片：



毕达哥拉斯

摘录自“PAL-多媒体”
中第2个数学影片：



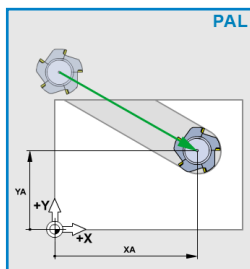


2.5.13 带有特殊轮廓功能的铣削

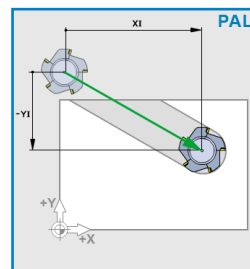
2.5.13.1 轮廓功能概览

至今对于“智能化软件”，您只是在主题刀具半径补偿中经历过。
至今工件轮廓是简单-轴平行线段，1/4圆弧，1/2圆弧和整圆。
现在您知道，为何在拟定轮廓时也需要“智能化软件”。

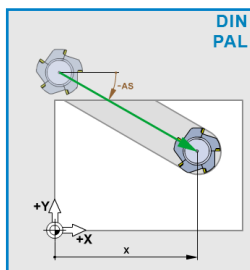
XA / YA (不取决于 G90)



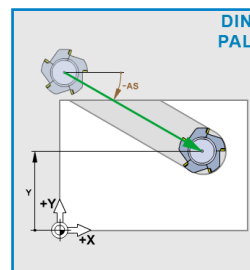
XI / YI (不取决于 G91)



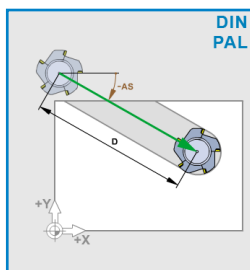
X 和角度 AS



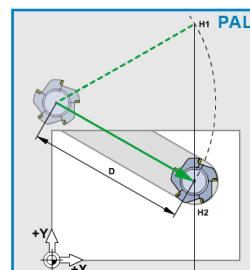
Y 和角度 AS



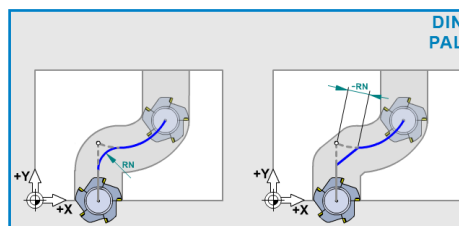
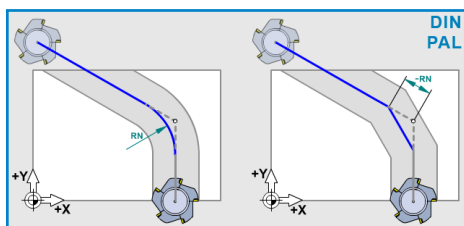
长度 D 和角度 AS



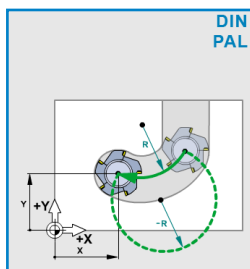
长度标准 H1/H2



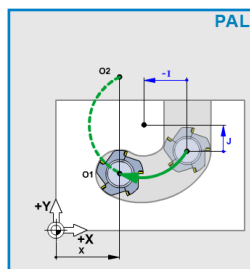
圆角 RN+ 和斜角 RN-



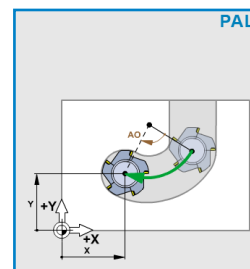
半径 R 取代 I/J

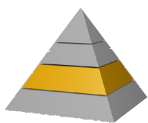


圆弧标准 O1/O2

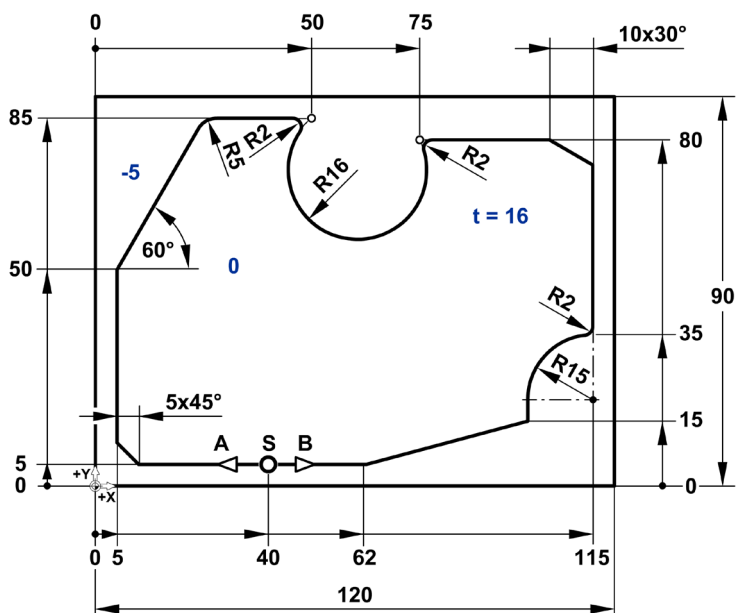


圆心角 AO

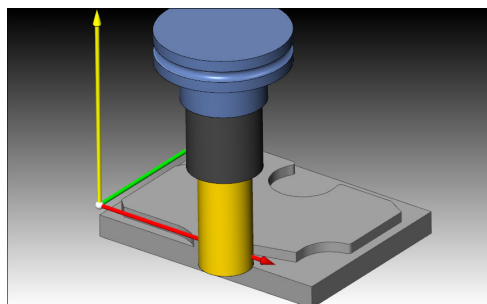




2.5.13.2 带有圆角，斜角，角度和半径的轮廓



刀具： 铣刀 Ø25 mm



V = 153.058 cm³

各自利用半径8mm的1/4圆弧接近运行和离开运行。
拟定数控程序：

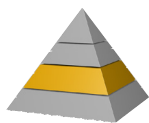
练习 19 方向 A（顺铣）

练习 20 方向 B（逆铣）

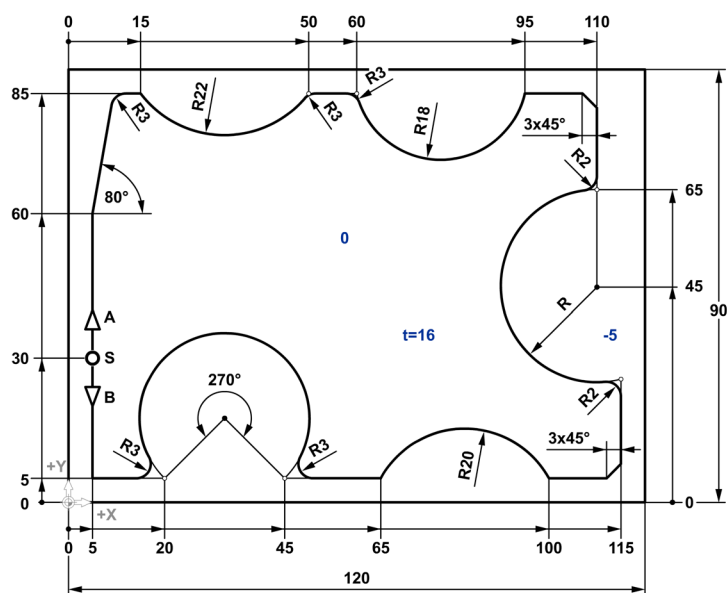
N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	
N11	
N12	
N13	
N14	
N15	
N16	
N17	
N18	
N19	

N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	*
N10	
N11	
N12	
N13	*
N14	
N15	
N16	
N17	
N18	
N19	

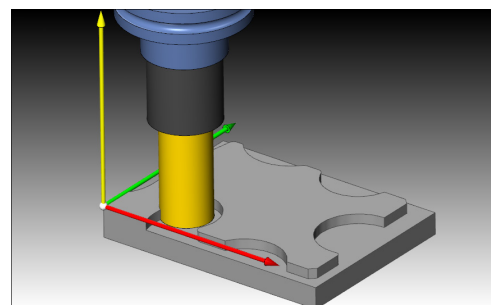
* 计算这个值。



2.5.13.3 带有绝对中点和圆心角的轮廓



刀具： 铣刀 Ø25 mm



$$V = 149.188 \text{ cm}^3$$

拟定数控程序：

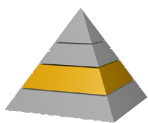
练习 21 方向 A (顺铣)

N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	
N11	
N12	
N13	
N14	
N15	
N16	
N17	
N18	
N19	
N20	
N21	
N22	
N23	

练习 22 方向 B (逆铣)

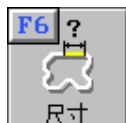
N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	
N11	*
N12	
N13	
N14	
N15	
N16	
N17	
N18	*
N19	
N20	
N21	
N22	
N23	

* 计算这个值。



2.5.14 确定工件上包括配合尺寸的尺寸

对于工件质量来说尺寸精度是非常重要的评判标准。在二维模拟过程后，所以在调入附加功能（见第6页）后对于SYMplus可以采取以下措施：

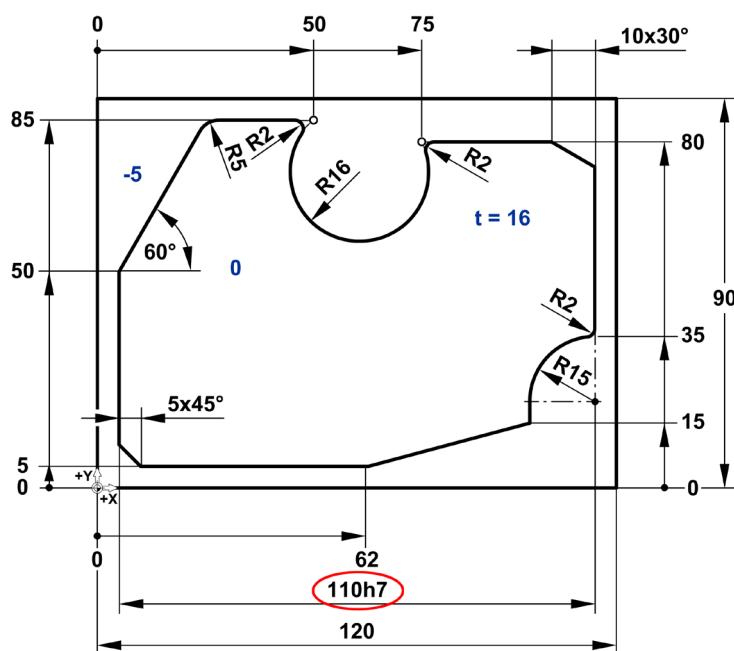


在此在工件上确定的尺寸。



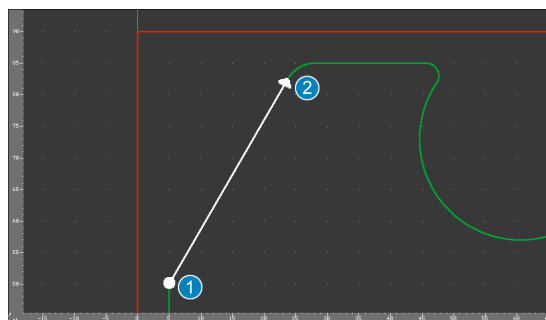
在此显示工件每个元素的所有信息。

重要的是，确定在图纸上**没有**给出的尺寸。
例如：加工这个工件使用的最大铣刀直径多大？
为此必须知道R16的光远收缩（见下一页）！

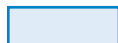


二维模拟52页上的一个数控程序。编辑：“110h7”（中间的）

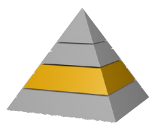
检查角度



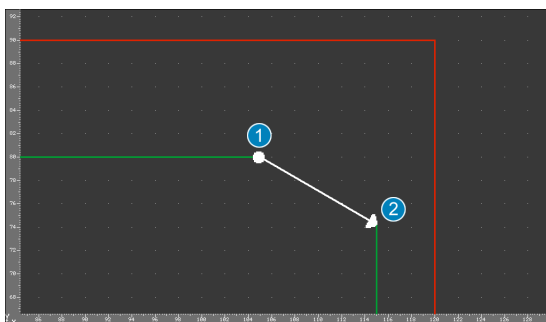
角度：



几何信息（距离）			
始点		终点	
X	5.008	23.772	
Y	50	82.5	
			长度 32.528
			角度 60
			深度 0



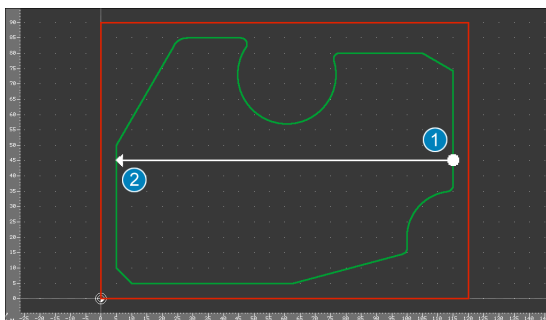
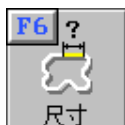
测量一段没有被测量的线段



长度:

几何信息 (距离)			
	始点	终点	长度
X	105	114.992	?
Y	80	74.231	30
			深度 0

检查距离



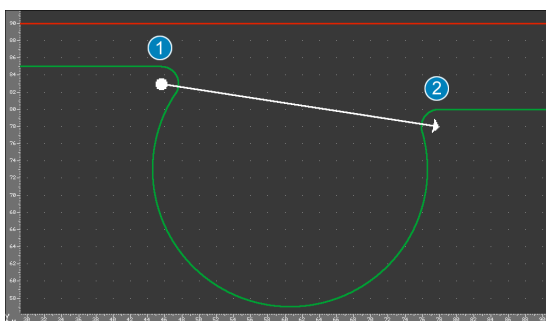
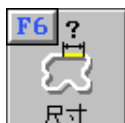
过程:

- F2 管理单元 选择
 - Y 值
 - 轮廓上的 Y 值
 - Y 值 45
 - Esc 中断 F10 好
- 1. 利用F10导入右侧点
 - 2. 利用 ← 或者 → 选择左侧点

距离:

几何信息 (距离)			
	始点	终点	增量
X	114.992	5.008	-109.984
Y	45	45	0
Z	0	0	0
			距离 ?
			角度 180

测量光远



过程:

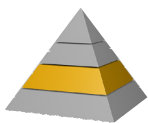
- F2 管理单元
- 中心
- 鼠标单击第1个圆弧
- 利用F10导入点
- 鼠标单击第2个圆弧

距离:

几何信息 (距离)			
	始点	终点	增量
X	45.625	77.901	32.276
Y	83	78	-5
Z	0	0	0
			距离 ?
			角度 8.806

利用半径 2 mm 计算!

应当使用尽可能大的铣刀进行加工。这个位于刀位 。



2.5.15 带有刀具半径补偿TR的铣削

第48页的轮廓应当保证尺寸的加工。为此首先带有余量地粗加工，接着精加工（见下一页）。

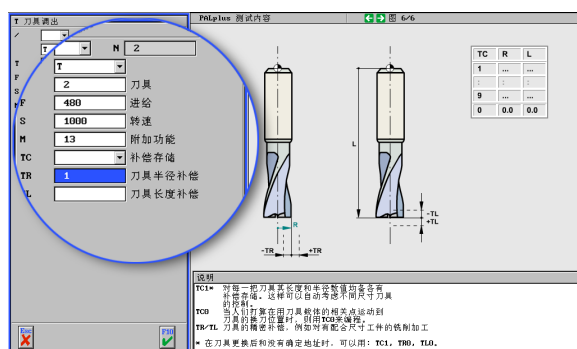
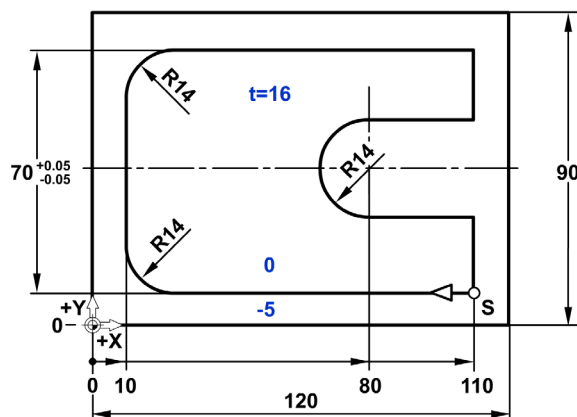
从第48页加载数控程序。

打开刀具对话框然后激活信息图片6/6。

利用地址 **TR** 刀具半径可以通过

- 加工余量 (+) 或者
- 尺寸不足 (-)

来变更。



刀位2上的刀具半径:

mm

+ “加工余量” 通过 **TR**:

mm

= 当前用于刀具半径补偿的刀具半径:

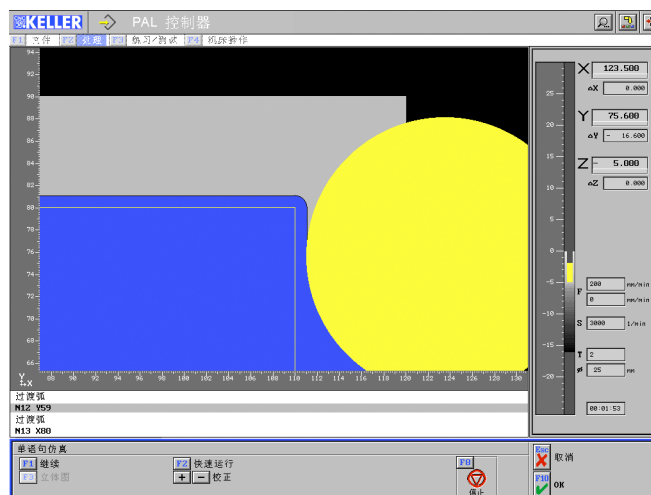
mm

N	数控程序
N1	G54
N2	T2 F480 S1000 M13 TR1 2号粗铣刀加有1mm刀具补偿
N..	...

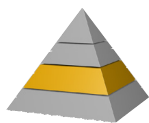
进刀至留有 1mm 余量的边缘，为此利用地址刀具半径**TR**，在计算刀具半径补偿时应当顾及到，人工扩大了 1mm.

二维模拟这个程序并且检测，是否余量在轮廓上保持了。

在角X110 Y80处的放大镜:



注意: 1mm的余量不是源于实践的。在此选择地这样大，使得这个余量在放大显示中更好的识别。



2.5.16 利用G23部分程序重复

粗铣时利用刀具半径补偿，符合实践要求地利用**TR0.1**绕行轮廓。

精铣时重新利用刀具半径补偿，绕行轮廓，此时没有半径余量。

为此可以借助于功能**G23**重复运行语句。

N	没有部分程序重复
N1	G54
N2	T2 F480 S1000 M13 TR0.1
	; 带有加工余量地轮廓铣削
N3	G0 X135 Y-15 Z1 始点
N4	G0 Z-5 Z方向铣削深度
N5	G41 G45 ...
N..	... 轮廓描述
N17	G46 G40
	; 没有加工余量的精铣
N18	TR0
N19	G0 X135 Y-15 Z1 始点
N20	G0 Z-5 Z方向铣削深度
N21	G41 G45 ...
N..	... 轮廓描述
N33	G46 G40 ...
N34	G0 X150 Y150 Z100 M9
N35	M30

N	带有部分程序重复
N1	G54
N2	T2 F480 S1000 M13 TR0.1
	; 带有加工余量地轮廓铣削
N3	G0 X135 Y-15 Z1 始点
N4	G0 Z-5 Z方向铣削深度
N5	G41 G45 ...
N..	... 轮廓描述
N17	G46 G40
	; 没有加工余量的精铣
N18	TR0
N19	G23 N3 N17
N20	G0 X150 Y150 Z100 M9
N21	M30

数控程序将通过G23

数控机床上的实践

粗铣之后的测量值为**70.22 mm**。

为了保证轮廓精度，在精铣步骤必须给定TR的值多大？

标示正确的值：

☐ +0.01

☐ -0.01

☐ +0.11

☐ -0.11

☐ +0.22

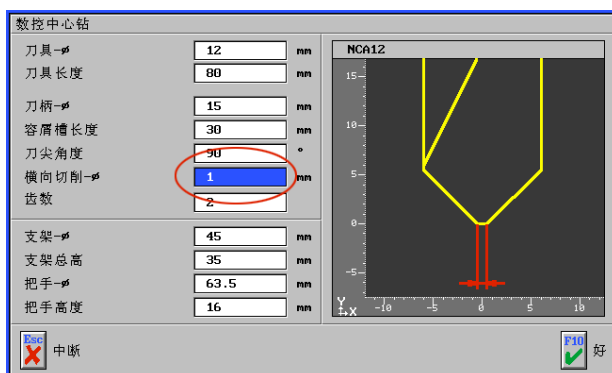
☐ -0.22

轮廓上的倒角

轮廓应当有宽度为**1mm**的倒角，为此另外利用在刀位1的数控中心钻绕行轮廓。

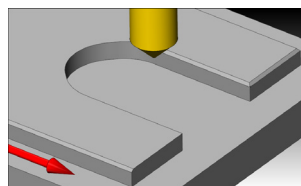
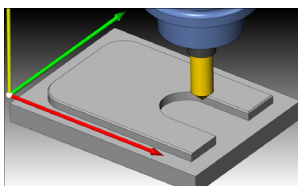
数控中心钻的尖端角度为**90°**，横刃为**1mm**。

横刃与轮廓之间的距离为**1mm**。



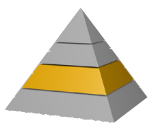
为了使得斜角宽度为**0.75mm**，数控中心钻绕行轮廓时的深度多大？

N	程序
N..	...
N21	T1 F220 S3500 M13 TR1
	; 轮廓倒角
N22	G0 X125 Y-15 Z1 始点
N23	G0 Z Z方向铣削深度
N24	G23 N5 N17
N25	G0 X150 Y150 Z100 M9
N26	M30



注意：

注意部分程重复的语句N24，利用语句N5取代N3开始运行，以此使用正确的铣削深度！



2.5.17 带有刀具长度补偿TL的铣削

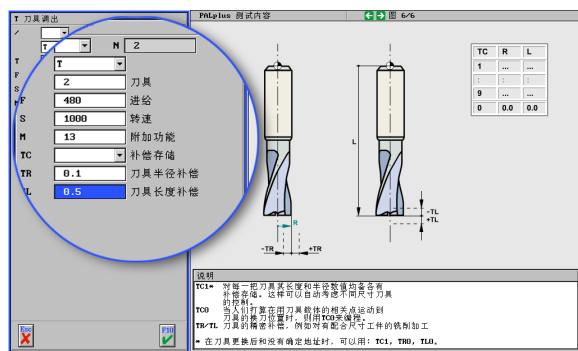
再次修改前页上的程序但没有倒角。

外部表面的底面同样的保持尺寸。为此首先留**0.5mm**的余量进行粗铣。

达到底面余量，其间在刀具调入时利用TL给定长度余量。

- 余量 (+) 或者
- 尺寸不足 (-)

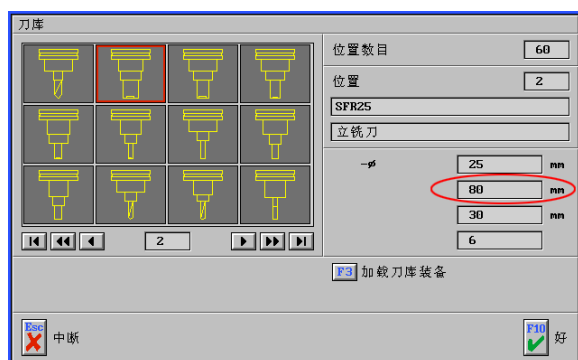
来变更。



刀位2的刀具长度: mm

+ “余量” 通过TL: mm

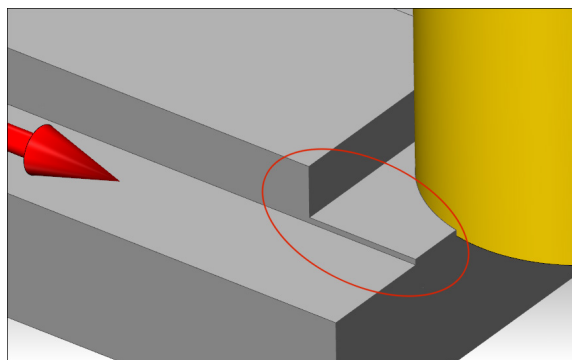
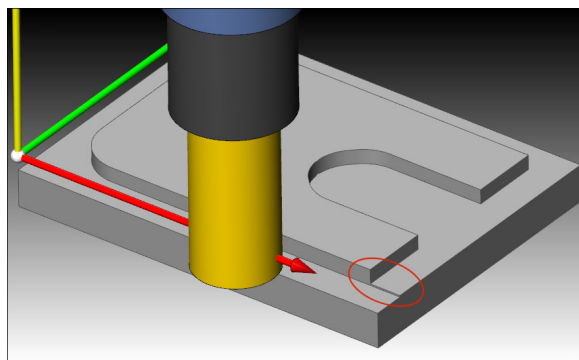
= 当前刀具长度: mm

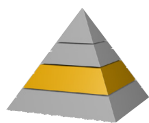


N	程序
N1	G54
N2	T2 F480 S1000 M13 TR0.1 TL0.5*
	; 带有加工余量地轮廓铣削
N3	G0 X135 Y-15 Z1
N4	G0 Z-5
N5	G41 G45 ...
N..	...
N17	G46 G40
	; 没有底面余量的底面铣削
N18	TR0.1 TL0*
N19	G23 N3 N17
	; 没有加工余量的精铣
N20	TR0 TL0*
N21	G23 N3 N17
N22	G0 X150 Y150 Z100 M9
N23	M30

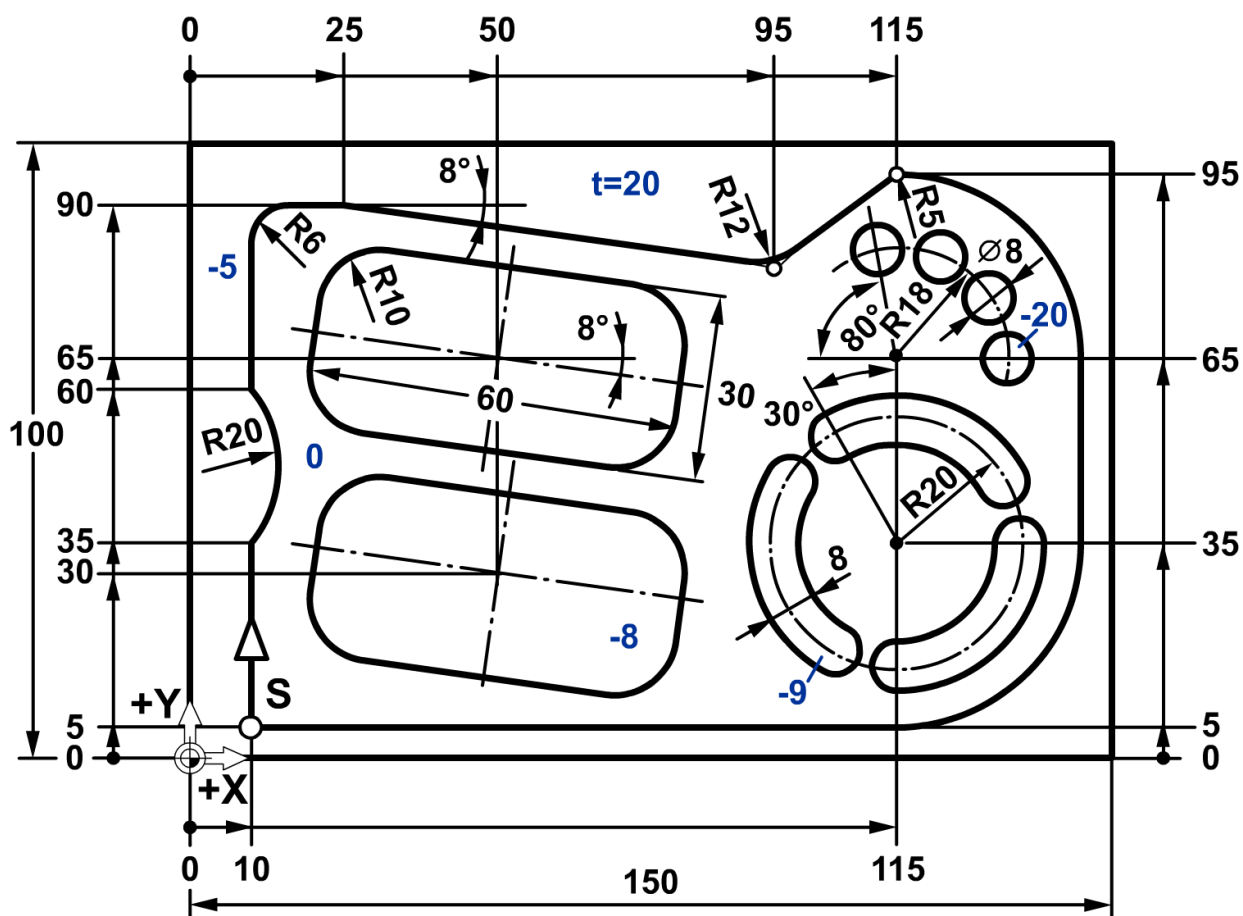
* 对于SYMplus，TR和TL必须有更佳的了解和判断。

角X110 Y10处的放大:





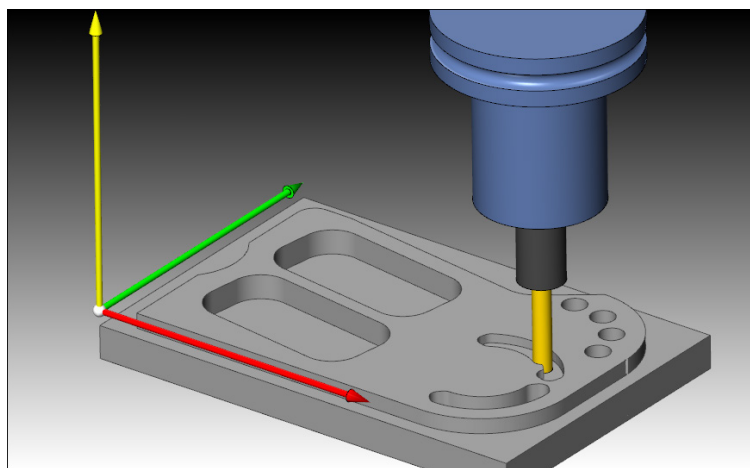
2.5.18 带有轮廓和斜角, 并需循环功能



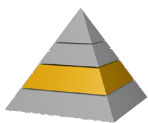
练习 23 根据下面的工作计划拟定数控程序:

- 带有LFR20的轮廓
- 带有LFR20的矩形型腔
- 带有SPB08的孔
- 带有LFR06的圆弧槽
- 利用NCA12*的1mm斜角

V = 239.241 cm³



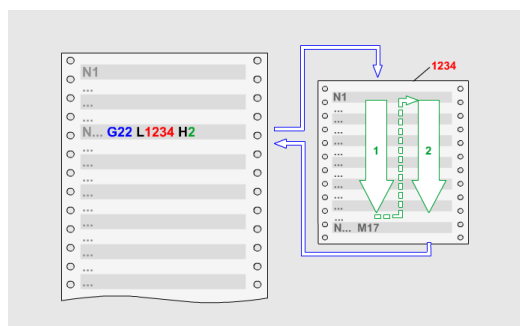
* 在二维模拟中没有顾及斜角的体积。



2.5.19 子程序

基础知识

子程序是在数控程序 (=主程序) 中一次或者多次调入的程序。



G22 L1234 H2 意味着:
L (从标签)

1234 _____

2 _____

说明: 子程序必须在自己的文件夹如主程序一样被存储。

主程序

```
N1 G54  
; SPB08  
N2 T10 F150 S1200 M13  
N3 G0 X26 Y10 Z1  
N4 G22 L51 H4  
N5 G0 X26 Y40  
N6 G22 L51 H4  
N7 G0 X150 Y150 Z100  
N8 M30
```

在此在语句N4和语句N6中，调入钻削的子程序，各个子程序加工4次。

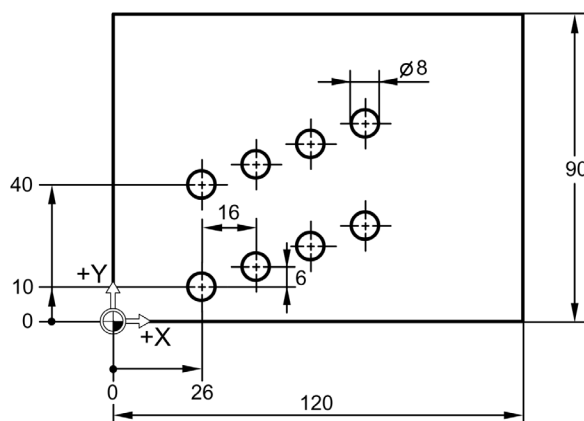
当蓝色的光标位于一个子程序语句时，在下面的清单中激活表形文字“F4”打开。



利用这个表形文字可以打开或者放置子程序用于加工。

当您变更了子程序，可以利用“F10”存储子程序。

当子程序没有变更时，可以通过“ESC”键离开子程序。



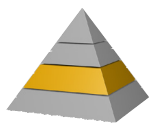
钻削的子程序51

```
N1 G91  
N2 G1 Z-20  
N3 G0 Z20  
N4 G0 X16 Y6  
N5 G90  
N6 M17
```

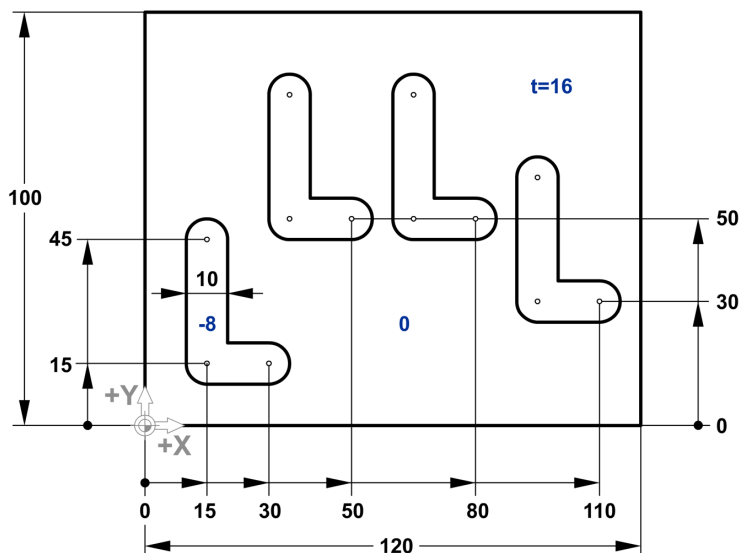
因为能够在不同位置调入子程序，符合目的的，以增量方式的编写子程序中的刀具路径。

在子程序结束处，必须变换到绝对尺寸输入，由此在主程序中绝对位置再次生效。

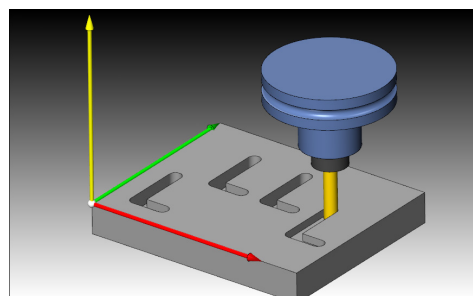
利用M17结束子程序。



带有PAL子程序的数控程序



刀具： 铣刀 Ø10 mm



练习 24 拟定主程序和子程序

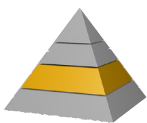
主程序

N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	
N11	
N12	

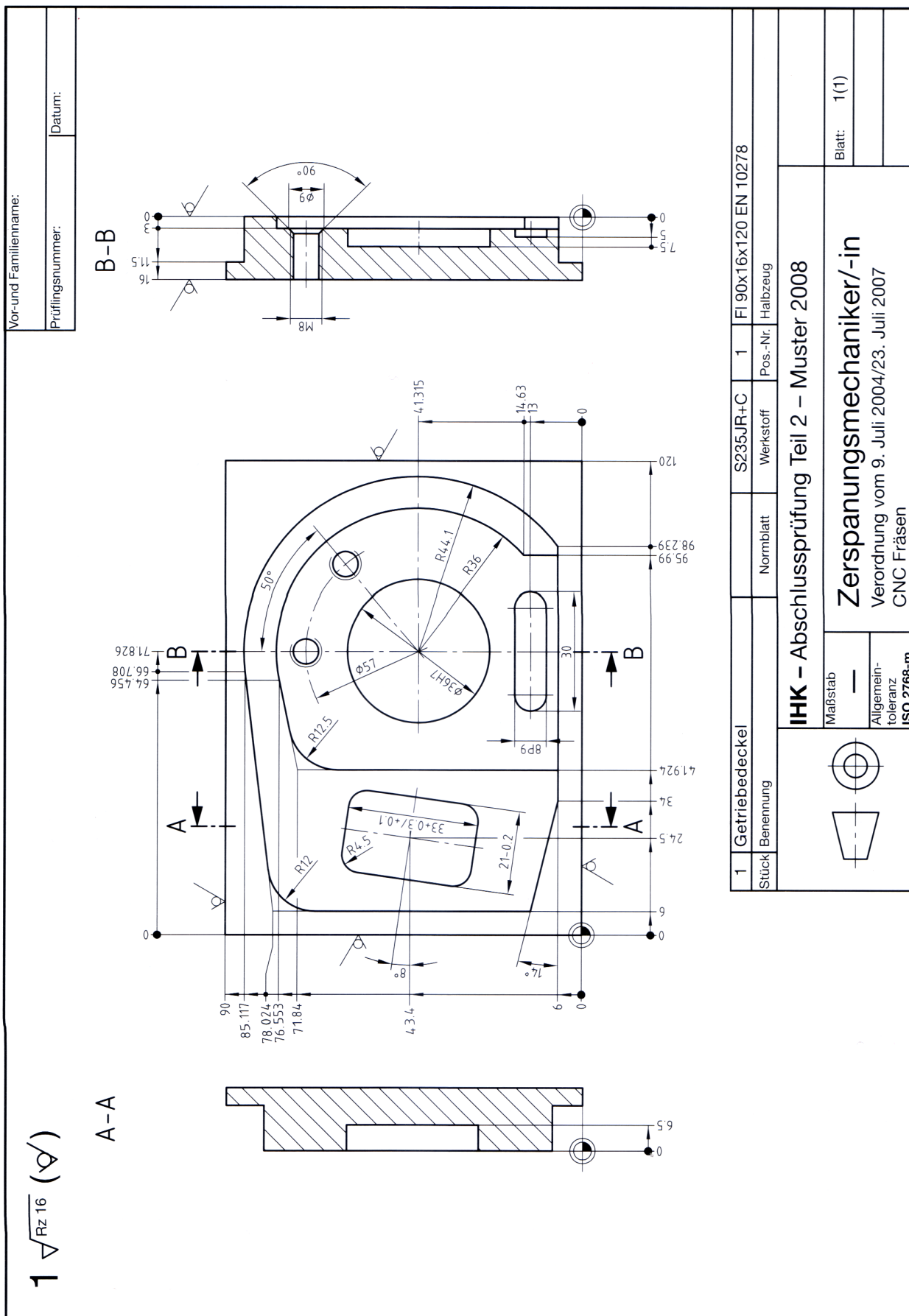
子程序 用于铣刀 Ø10 mm

N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	

$$V = 156.058 \text{ cm}^3$$

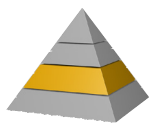


2.5.20 PAL-IHK-结业考试 第II部分-模板2008



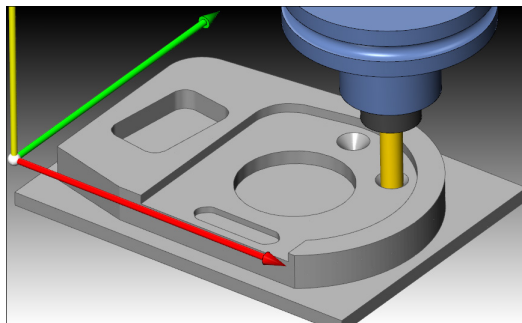
© 2008, IHK Region Stuttgart, alle Rechte vorbehalten

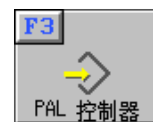
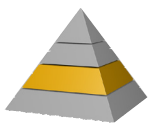
M8 1960/400 K1/P3-ho/pk-weiß-010908



从文件夹 *Exemplary programs for ISO* 中加载 M2008 数控程序。

```
N1 G54
N2 T5 TR0.5 TL0.1 S440 F220 M13
N3 G0 X34 Y-15 Z2
N4 G1 Z-11.5
N5 G41 G1 X34 Y6
N6 X6 AS166
N7 Y78.024 RN12
N8 X66.708 Y85.117
N9 G2 X98.239 Y6 R44.1
N10 G1 X34
N11 G40 G1 Y-15
N12 T7 S550 F220 M13
N13 G73 ZA-7.5 R18.006 D7.5 V2 AK0.5 AL0.1 E100
N14 G79 X71.826 Y41.315 Z0
N15 T7 TR0.5 TL0.1
N16 G1 Z-3
N17 X69
N18 Y-10
N19 G41 G1 X95.99 Y6
N20 Y14.63
N21 G3 X64.456 Y76.553 R36
N22 G1 X41.924 Y71.84 RN12.5
N23 Y6
N24 G40 G1 X60 Y-10
N25 T13 S6360 F950 M13
N26 G72 ZA-6.5 LP33.2 BP20.9 D3 V2 RN4.5 AK0.5 AL0.1 E80
N27 G79 X24.5 Y43.4 Z0 AR82
N28 T6 S440 F150 M13
N29 G23 N3 N11
N30 T8 S550 F150 M13
N31 G73 ZA-7.5 R18.006 D4.5 V2 E100
N32 G79 X71.826 Y41.315 Z-3
N33 G23 N16 N24
N34 T14 S6360 F570 M13
N35 G72 ZA-6.5 LP33.2 BP20.9 D3 V2 RN4.5 E80
N36 G79 X24.5 Y43.4 Z0 AR82
N37 G74 ZA-5 LP30 BP7.967 D2 V2 EP0 H14 E80 AK0.5 AL0.1
N38 G79 X71.826 Y13 Z-3
N39 T1 S790 F120 M13
N40 G81 ZA-7.5 V2
N41 G77 Z-3 R28.5 AN40 AI50 O2 IA71.826 JA41.315
N42 T15 S1400 F140 M13
N43 G82 ZA-19 D3 V2
N44 G77 Z-3 R28.5 AN40 AI50 O2 IA71.826 JA41.315
N45 T16 S390 M3
N46 G84 ZA-19.75 F1.25 M3 V2 M8
N47 G77 Z-3 R28.5 AN40 AI50 O2 IA71.826 JA41.315
N48 T0 M30
```





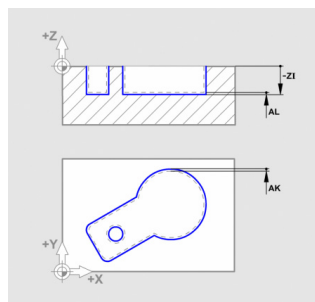
2.5.21 带岛屿的轮廓型腔

循环G34等，首次使用在2012/2013冬季的机器切割操作员期末考试第2部分进行的轮廓腔加工。

据PAL制式，型腔和岛屿可以组合进行编程（G34 H1 = 岛屿，G34 H2 = 型腔）。

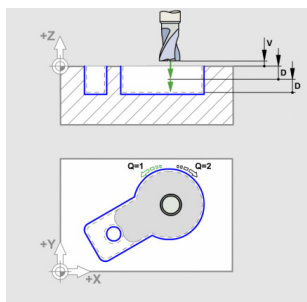
循环G37检测残留材料，从而节省生产时间。

下面，找到相关的PAL轮廓型腔中的所有指令的总览。



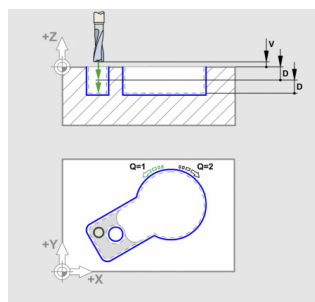
G34

G34指令用于启动轮廓型腔循环。
与G34，只有型腔的深度和余量首先定义



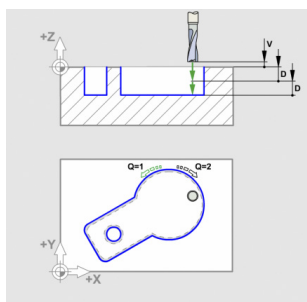
G35

指令G35是用来确定刀具和技术数据的轮廓型腔粗加工。



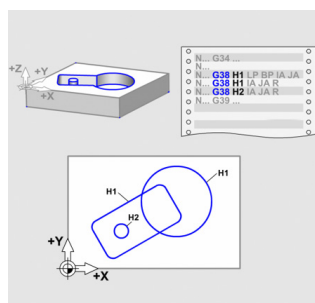
G36 (可选)

如果一个粗加工刀具用大直径的用于G35，使得不可能完全清除，则G36可以被用来设置对其余材料较小的刀具。



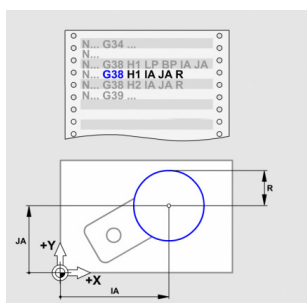
G37 (可选)

G37的指令可以用来设置一个精加工的过程，如果余量在G34程序段中定义。



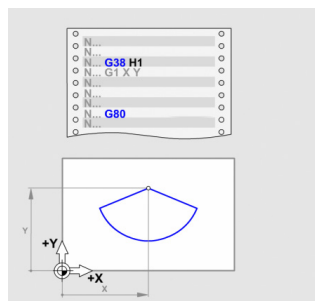
G38 (型腔/岛屿)

G38指令是用于定义型腔（H1）或岛屿（H2）。
G38指令可以编程多次。
需要注意的是型腔和岛屿可以重叠。



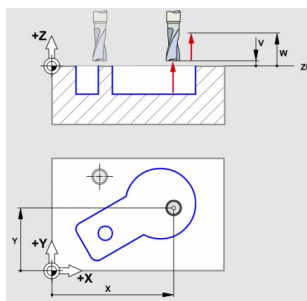
G38 (圆形/矩形)

在G38程序块，地址IA, JA和R来定义一个圆形型腔或圆形岛屿。
使用LP, BP等作为另一种定义一个矩形型腔或岛屿



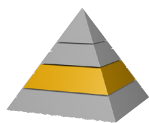
G38 (任何轮廓)

如果没有其他的地址，但H的编程在G38模块，任何所需的轮廓可以在此模块后，立即进行编程（用G1/G2/G3/...）。
完成轮廓描述，用指令G80。



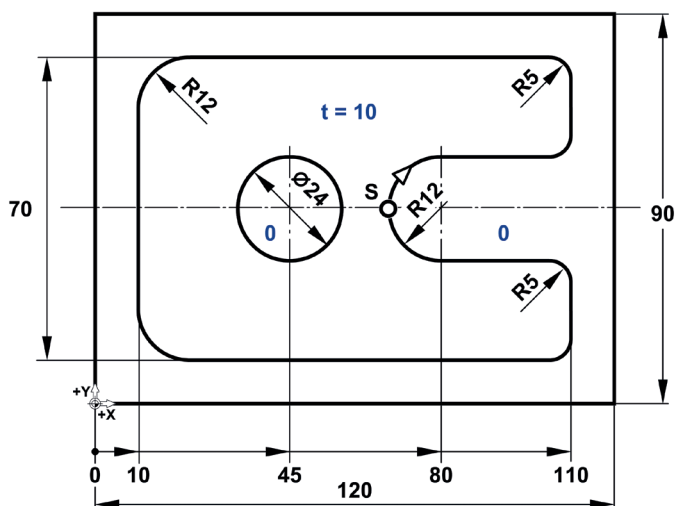
G39

在G39命令用来调用轮廓腔循环。它也可以用来定义表面，安全间举例，如果有必要，返回平面。



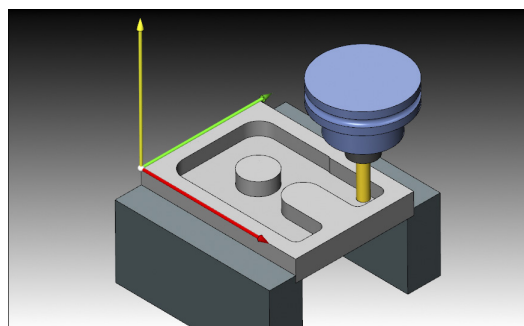
编写程序创建这个带有岛屿的轮廓型腔。

为了处理这个任务，进入操作模式F8设置/ F4系统-设置，预设置为操作模式的DIN/ PAL制式模拟和模式设置为“PAL2012（3+2）”或“进一步训练”。



刀具：

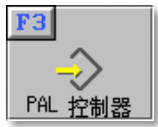
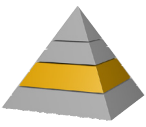
粗加工： 柄式铣刀 Ø16
粗加工
的余材料： 柄式铣 Ø8
精加工： 键槽铣刀 Ø8
侧面余量0.5，底面余量0.1，
先精加工底面，然后侧面。



V = 117.618 cm³

练习25

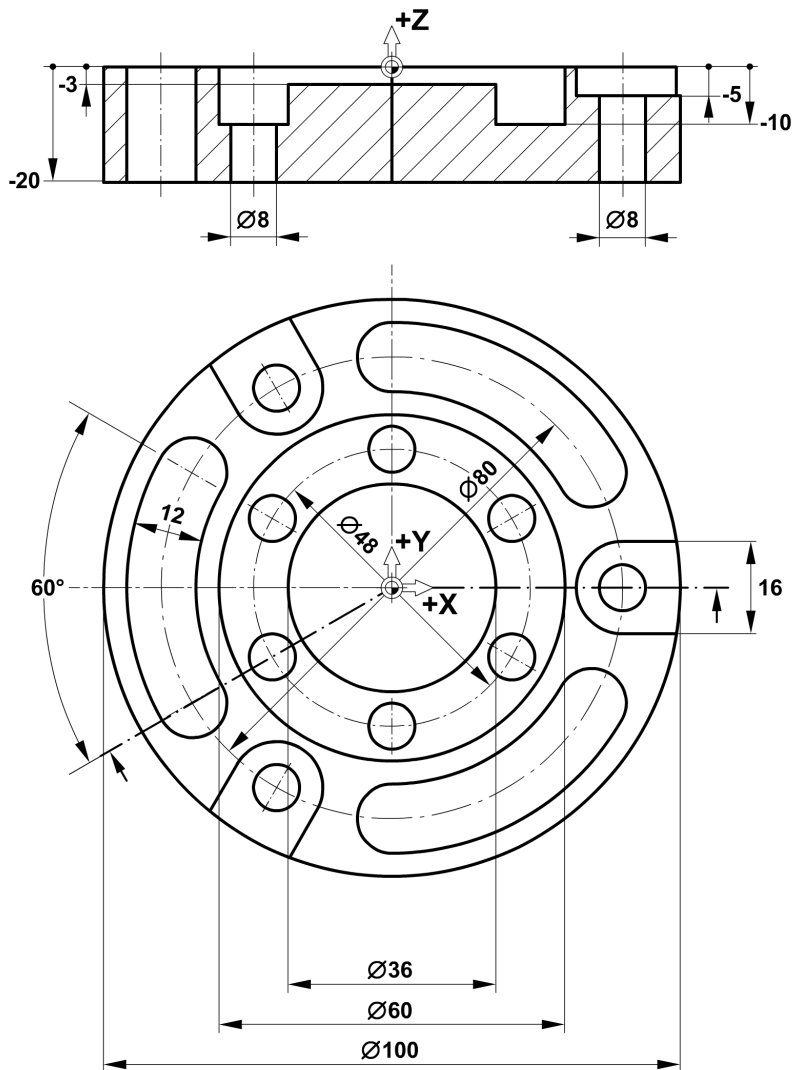
N	NC程序	说明
N1		零点偏移
N2		预先选择第一把刀具，柄式铣刀Ø16
N3	G34	打开带余量的轮廓型腔
N4		粗切削轮廓型腔
N5		粗切剩下的材料
N6		精加工
N7		轮廓型腔，开始
N8	G1	起始点 S (at X68 Y45)
N9		顺时针旋转四分之一圈
N10		横线向右
N11		...
N12		
N13		
N14		
N15		
N16		
N17		四分之一圈又回到起点
N18		完整的轮廓型腔
N19		岛屿循环
N20		调用轮廓型腔
N21		程序结束



2.5.22 复杂工件

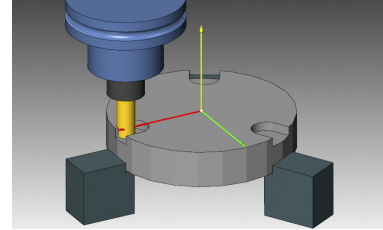
车削复制，铣削圆周和环槽

练习 25 相应于右边所示的6个工作步骤拟定工作程序：

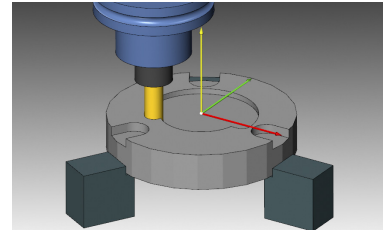


$$V = 89.851 \text{ cm}^3$$

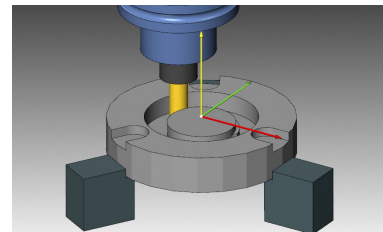
利用LFR10（G59 AR）铣槽



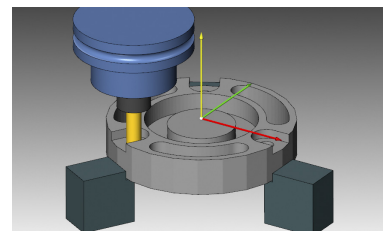
利用LFR10... 铣削圆柱型腔



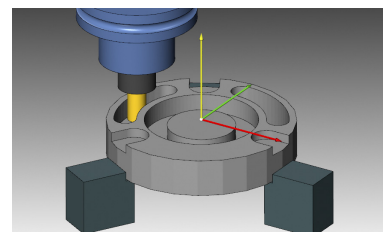
... 带柄(G73 RZ)



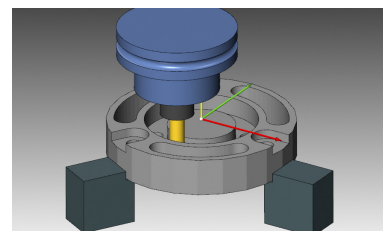
利用LFR10铣削环槽

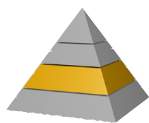


1.SP08（G77 H2）铣削圆周孔



2. SP08（G77 H3）铣削圆周孔



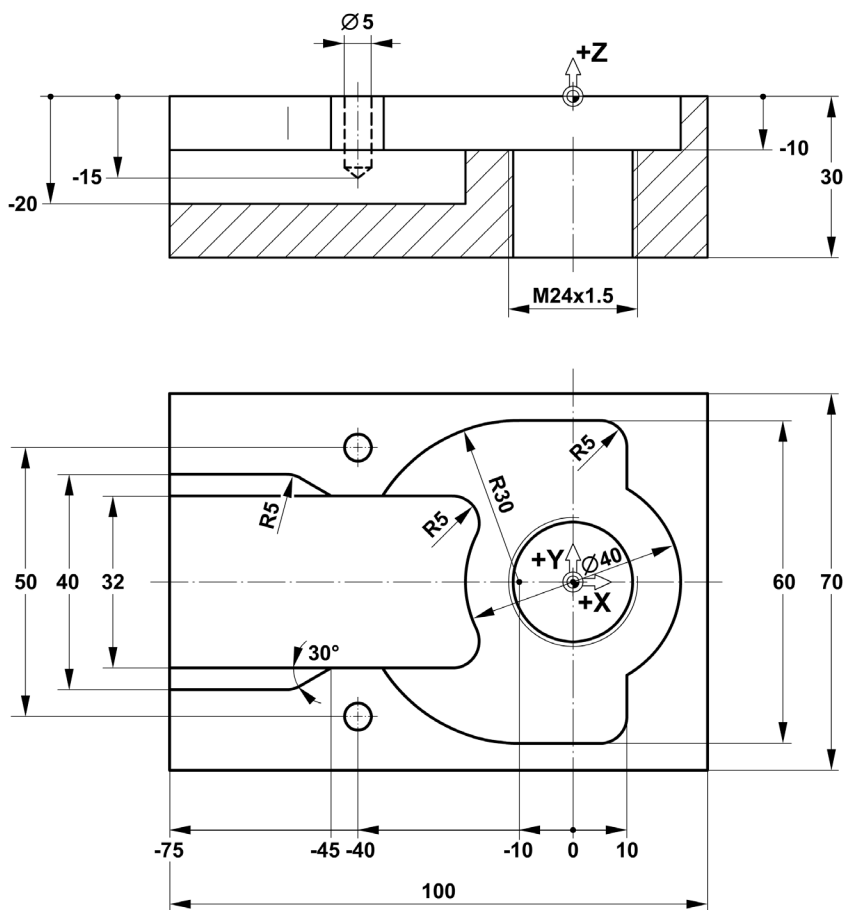


铣端面，轮廓特性和铣削螺纹

在编写这个子程序之前，必须在操作方式中选择“F8调整”，然后在PAL模拟器中从“测试内容”切换到“进修”，并且重新启动软件。

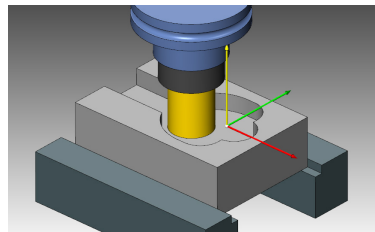
然后必须调入刀库**PRO-60**，并且例如在刀位22装备刀具 **GFR16x1.5**。然后存储变更的刀库。

练习 26 编辑右边所示的6个工作步骤拟定工作程序：

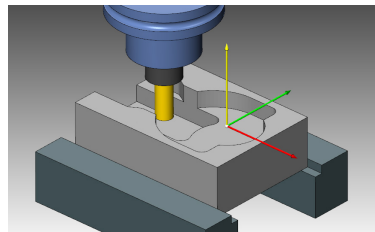


$$V = 140.110 \text{ cm}^3$$

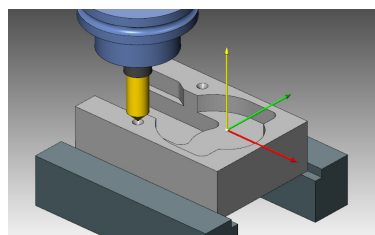
利用**SFR25**铣削端面和预铣削



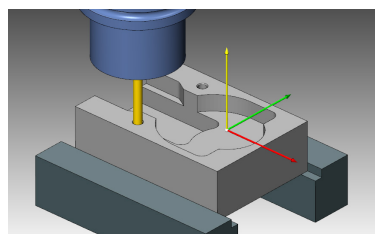
利用**LFR10**铣削轮廓



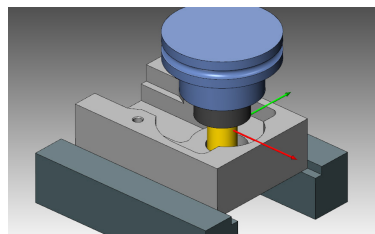
利用**NCA12**对中



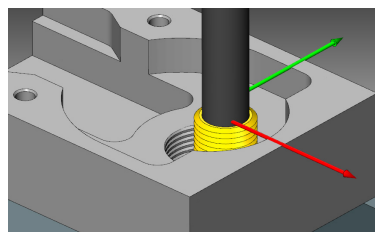
利用**SPB05**钻孔

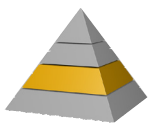


利用**LFR20**铣孔



利用**GFR16x1.5**铣削螺纹

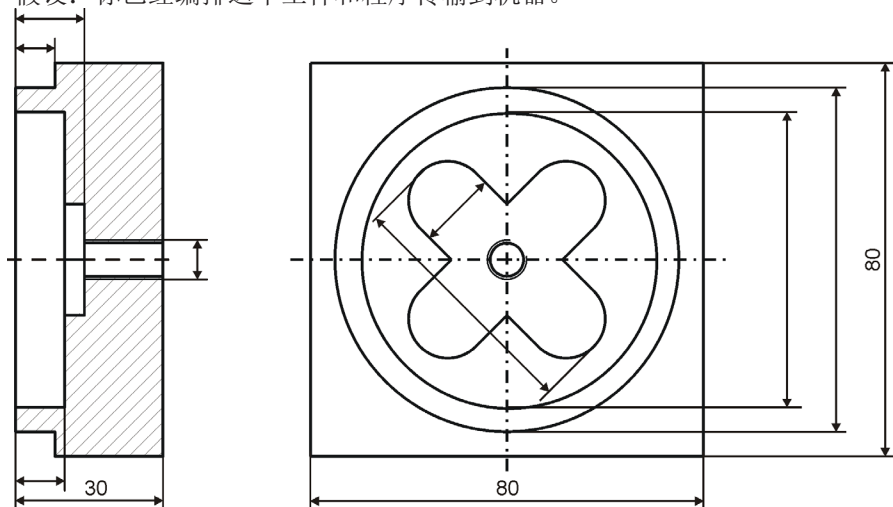




2.5.23 机床操作

... 对于初学者

假设：你已经编排这个工件和程序传输到机器。



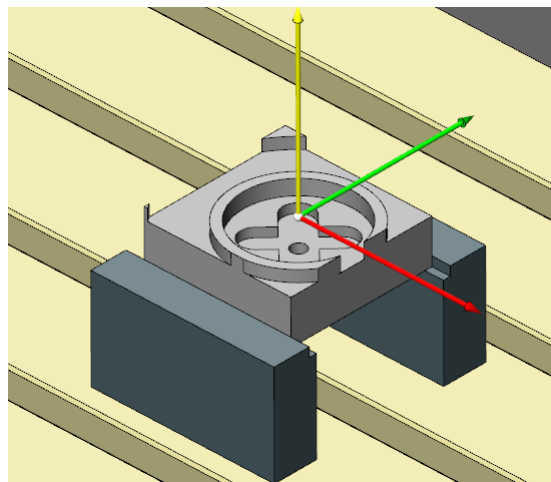
所有的刀具已校准在刀库。你按<数控开始>。

... 得到这样的结果。

你忘记了在机床上设置零点。

一个可怕的错误！

您可以认为自己是幸运的，因为它“只”导致拒绝一部分，而不是崩溃。



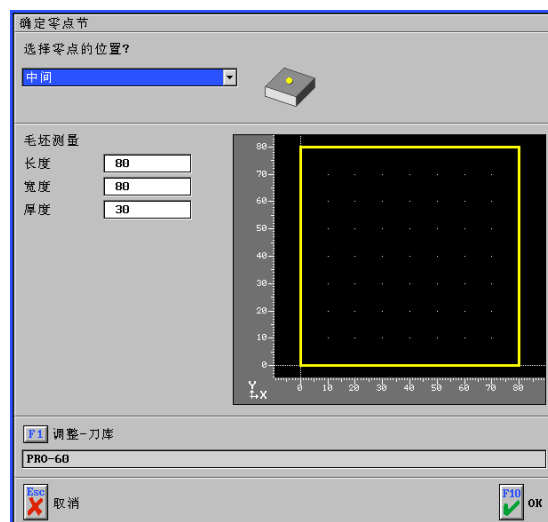
因此，这从来没有发生在你在实际工作中，你可以练习一次直接在PAL制式模拟设定零点。
打开程序G54_SETUP_TRAINING（在SYMplus练习簿文件中），然后调用主菜单中的以下选项：
F4机器操作/ F1对于初学者/ F1设置零点。

工件零点应在工件中心。

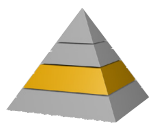
使用选择域在顶部，使适当的设置。

原始零件尺寸都预先设置正确（参见图）。

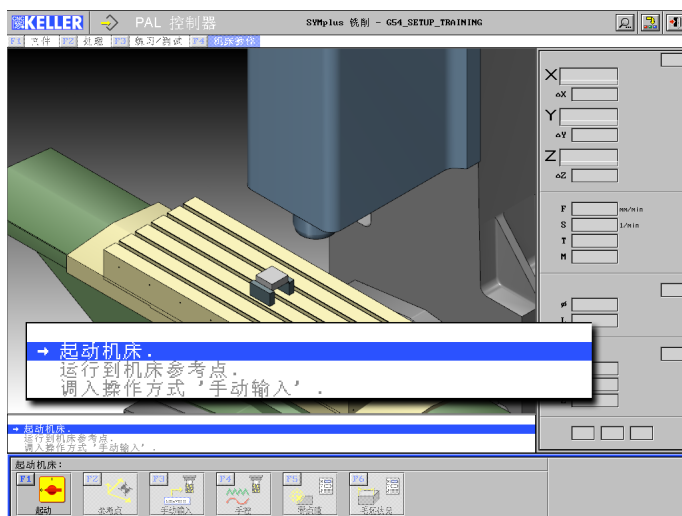
该刀库在这个练习是无关紧要的。



使用F10键确定应用对话。



现在的机器熟悉从3D模拟加载。正如你所选择的“初学者”，读文字窗口（其中数控块位于模拟）来找出下一步该怎么做。

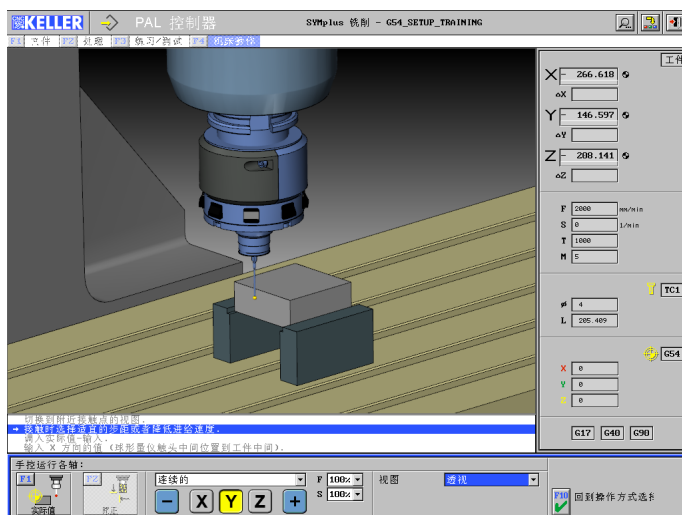


启动机床。



移动到参考点。

然后进行所有进一步的仔细步骤直到坐标三面被正确放置。

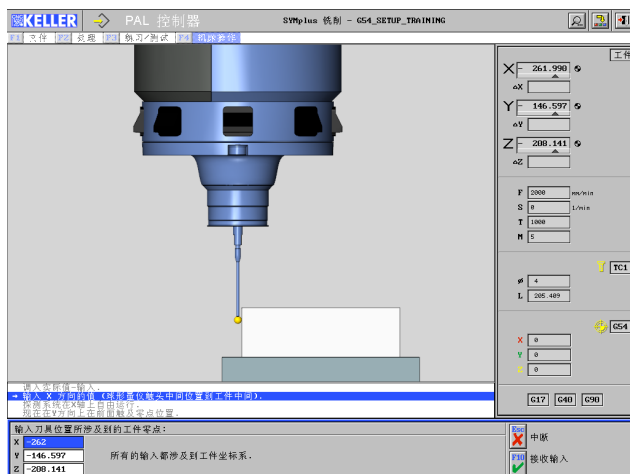


不像在虚拟车间，您在那里进行测量与“经典”的3D传感器包括一个百分表，在这里您将使用电子传感器系统（海德汉模型）所提供的您慢慢地移动足够的自动检测与工件接触和停止机床*。

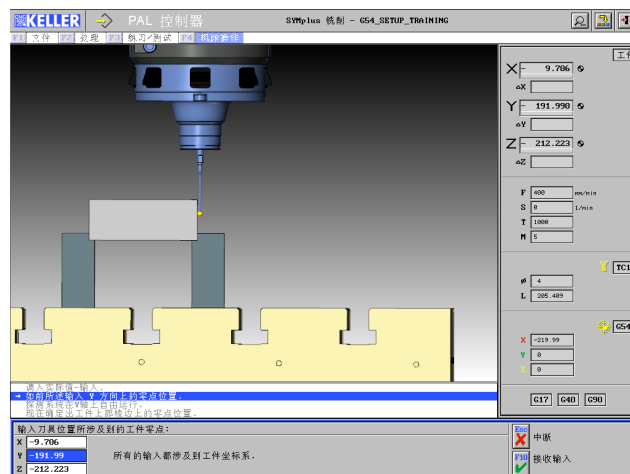
* 当在一个真正的控制系统工作，一个测量循环可以被用于此目的，由操作员粗预先定位之后它会自动处理所有的移动路径而且还自动包括计算的球半径的传感器系统。

这里需要一些手工练习的目的...

此外，它可以特异开启便利的视图。

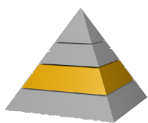


前视图



前视图侧视图

注意：只有输入其中进行了测量的轴的值...

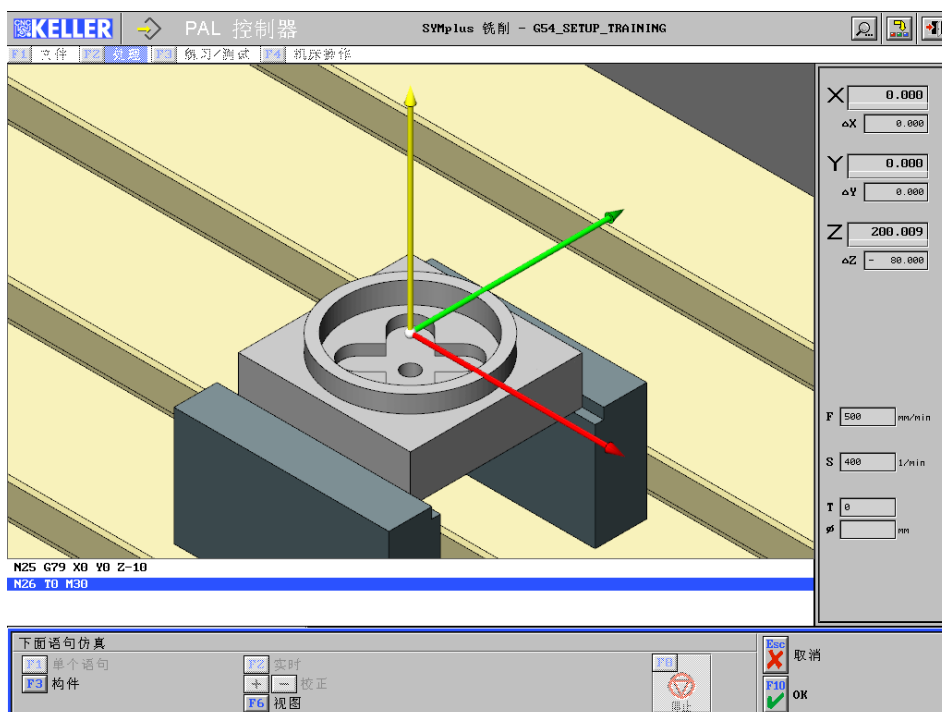
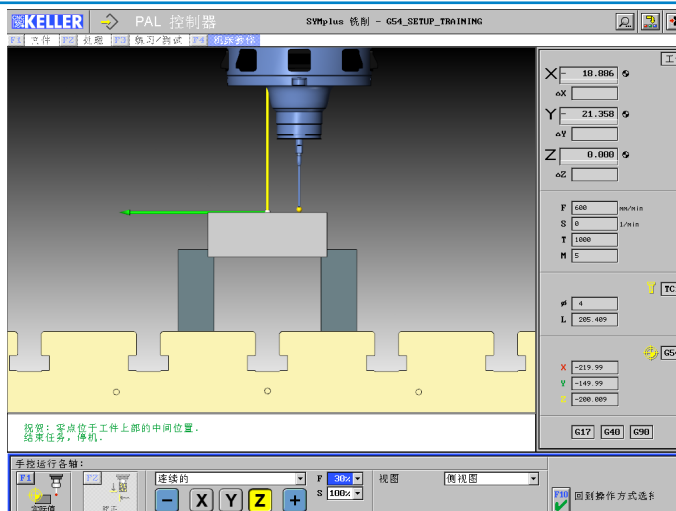


在最后一个绿色的“恭喜”文本显示，并且系统会提示您通过象征性地“关掉”之机，结束练习。

使用F10退出“手动”操作模式和F1主开关。

当然，你现在可以再次卸载探头和启动程序。

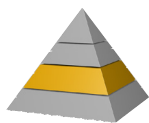
如果你把计算数据进行G54映射出三维机器后，你可以使用F2编辑和F9模拟再次检查零点现在是在正确的。



一个问题，看看你是否明白了一切：

哪个值必须进入零点存储器，如果零点位于这个工件底部的Rh后角，看到图中或建立表？

正确 答案: X Y Z



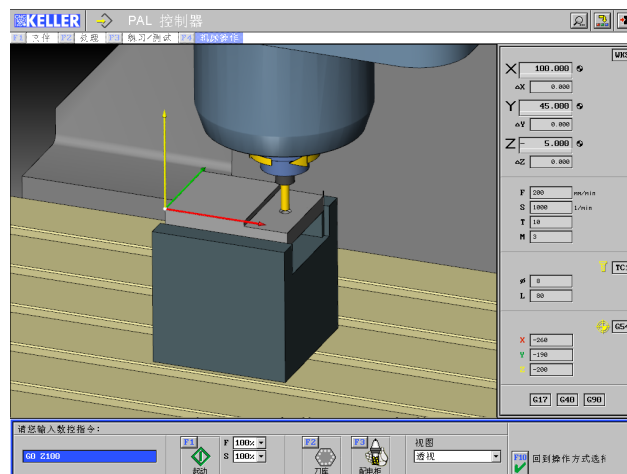
... 对于专家

选择“设置模式”...专家”在没有任何帮助的软件工作。在这里，简单的程序可以直接写入和处理。

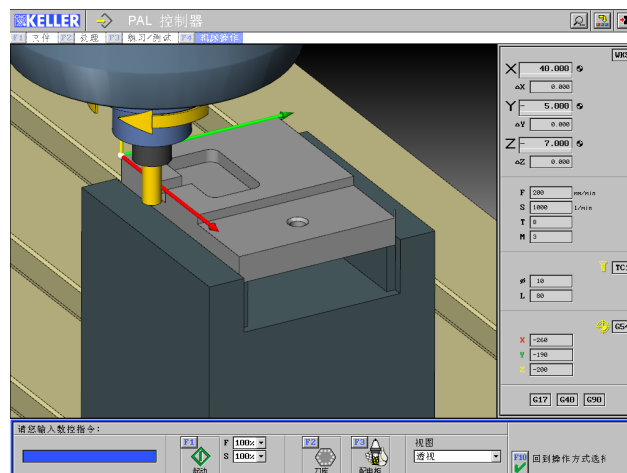
例如，在右图中，进行铣削和中心钻及钻通孔。

接着钻头移动到快速移动（G0 Z100）到一个安全的位置，插入下一个刀具。

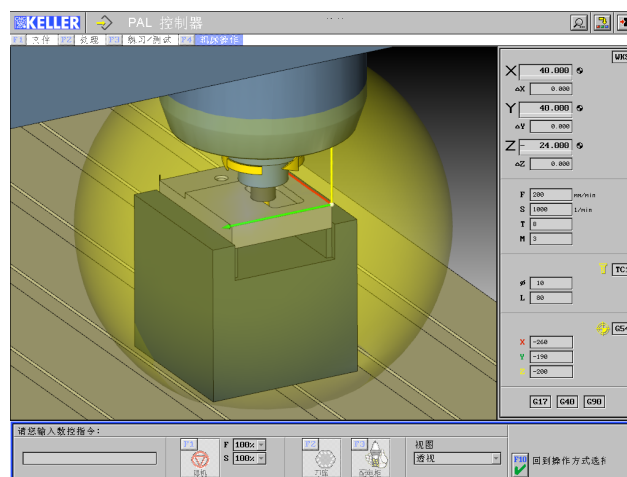
该模块只要你按F1开始处理。



保持专注，因为即使一个小错误（混合起来的轴，忘记一个代数符号，一个多余的或缺失零）...



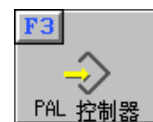
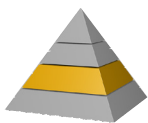
... 将导致拒绝接受货物。



... 甚至碰撞！

这是练习仔细，专注工作的一个很好的机会，也将成为您的工作作为一个合格的操作员！

如果您已成功生产的工件在手动模式下，您可以将结果保存为一个工件文件，对它进行测量后，或者用它作为半成品的基础上有一个NC程序。

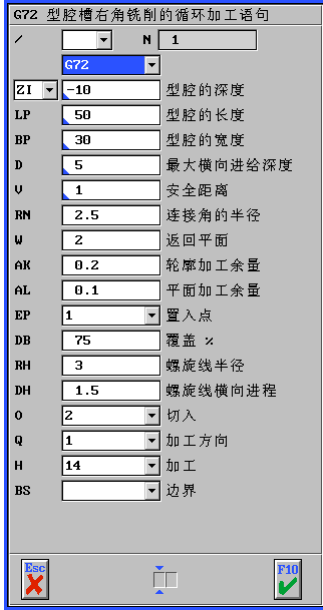
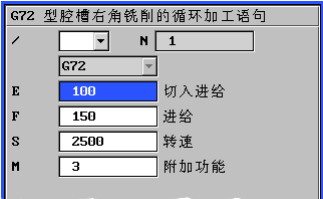

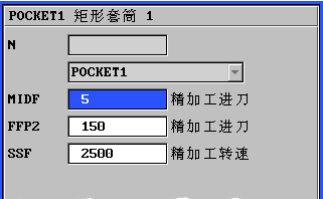
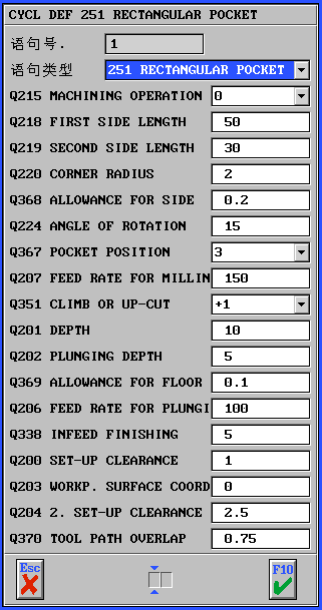
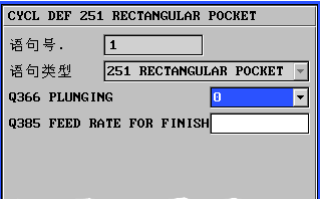


2.5.24 PAL循环铣型腔

2.5.24.1 一般

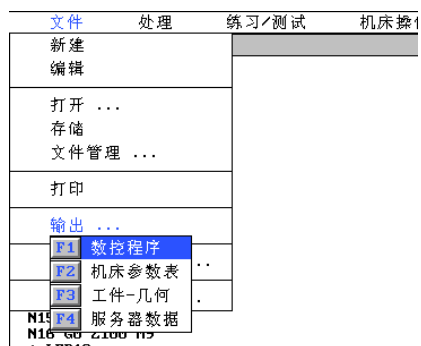
PAL循环源自数控控制系统。但是因为每个数控控制系统有它们自己的循环和各自的循环参数，原则上PAL循环不是与数控控制系统兼容的。
这与子程序调入相似。

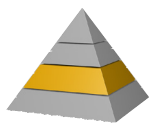
这儿是矩形型腔循环示例的比较：

PAL	SINUMERIK 810D/840D	HEIDENHAIN iTNC 530 Dialog
  利用G79调入	  没有独立循环 调入的直接完成	  利用CYCL CALL调入

现在为了使得利用PAL模拟器拟定的数控程序不只限于理论，您可以将其译成任何一个希望的控制系统格式：

在“F1文件”后显示：





2.5.24.2 循环和子程序

借助于各个后置处理器，PAL程序被置换为对应数控控制系统的格式。在培训等级III中，这样生成的数控程序加载到各自的模拟器中。当您没有相应的模拟器时，您可以在操作方式转换中，在自由编辑器中观看数控程序。

在PAL程序转换为控制系统程序（这儿的控制系统为HAAS）时有效：

循环被解体（例外：钻孔循环）

从 G72 / G79...

N	数控程序 (PAL)
N..	...
N..	G0 Z1
N..	G72 Z1-8 LP60 BP30 D3 V1 RN12 E200 F300
N..	G79 X50 Y65 Z0 AR-8
N..	G0 Z100
N..	...

... 通过按下按钮 G0 / G1 / G2 / G3

N	数控程序 (HAAS)
N..	...
N..	G0 Z1
N..	G0 X50. Y65.
N..	G0 X50.696 Y69.951
N..	G1 Z-2.667 F200.
N..	G1 X30.891 Y72.735 F300.
N..	...
N..	G0 Z1.
N..	G0 X50. Y65.
N..	G0 Z100
N..	...

子程序集成到主程序中。

G22 L1 H1...


N	数控主程序 (PAL)
N..	...
N..	G0 X100 Y15
N..	G22 L1 H1
N..	G0 X100 Y15
N..	...

... 被集成

N	数控程序 (HAAS)
N..	...
N..	G0 X100. Y15.
N..	G91
N..	G1 Z-5. F200.
N..	G1 X30. F300.
N..	...
N..	G0 Z5.
N..	G90
N..	G0 X100. Y15.
N..	...

N	数控子程序1 (PAL)
N..	G91
N..	G1 Z-5 F200
N..	G1 X30 F300
N..	...
N..	G0 Z5
N..	G90
N..	M17

2.5.24.3 数据传输

在操作方式  中可以利用“F3数据传输” / “F1发送”或者“F2接受”在电脑和控制系统之间交换数控程序。

“参数”加载：“F3数据传输”

→ F1发送

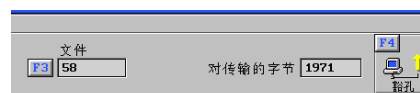
→ F1参数

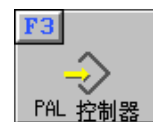
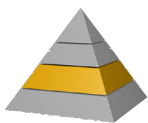


寄发“文件”：“F3数据传输”

→ F1发送

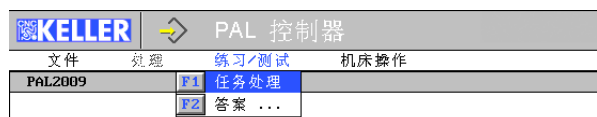
→ F3文件 → 选择数控程序



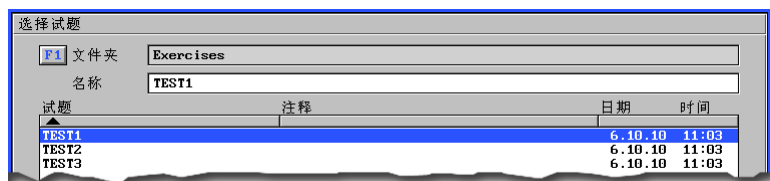


2.5.25 测试准备

在操作方式PAL模拟器中包含一个模块“练习”/“测试”。
您可以由此确认关于DIN 66025各个知识水平。

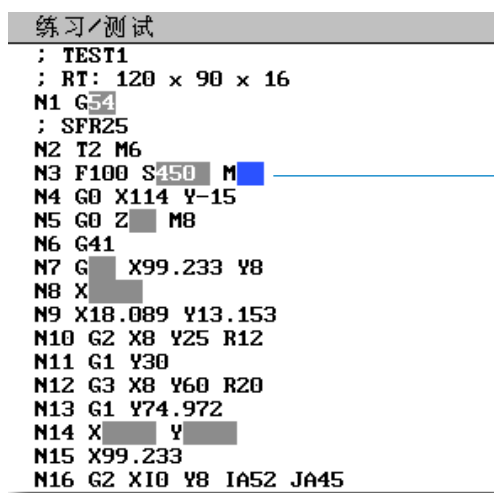


当您调入这个菜单点，您可以处理这三个任务
(或者由您的教师布置的其它任务)：



选择练习后输入您的姓名：

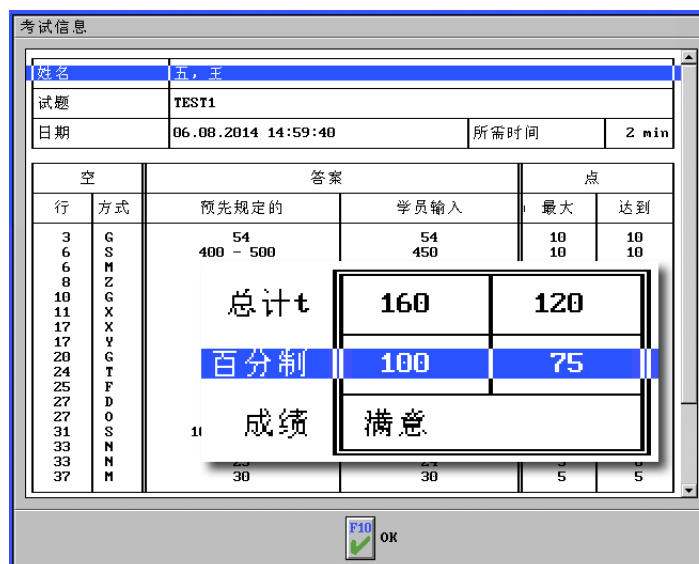
名称	高
名字	强

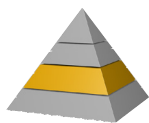


在此登记值。

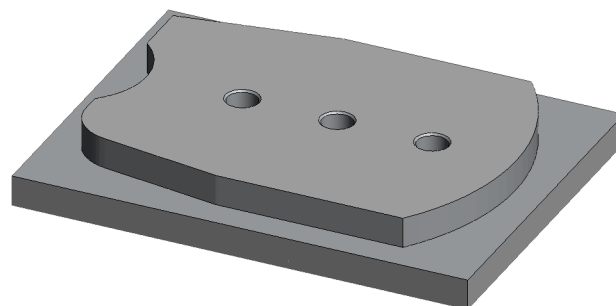
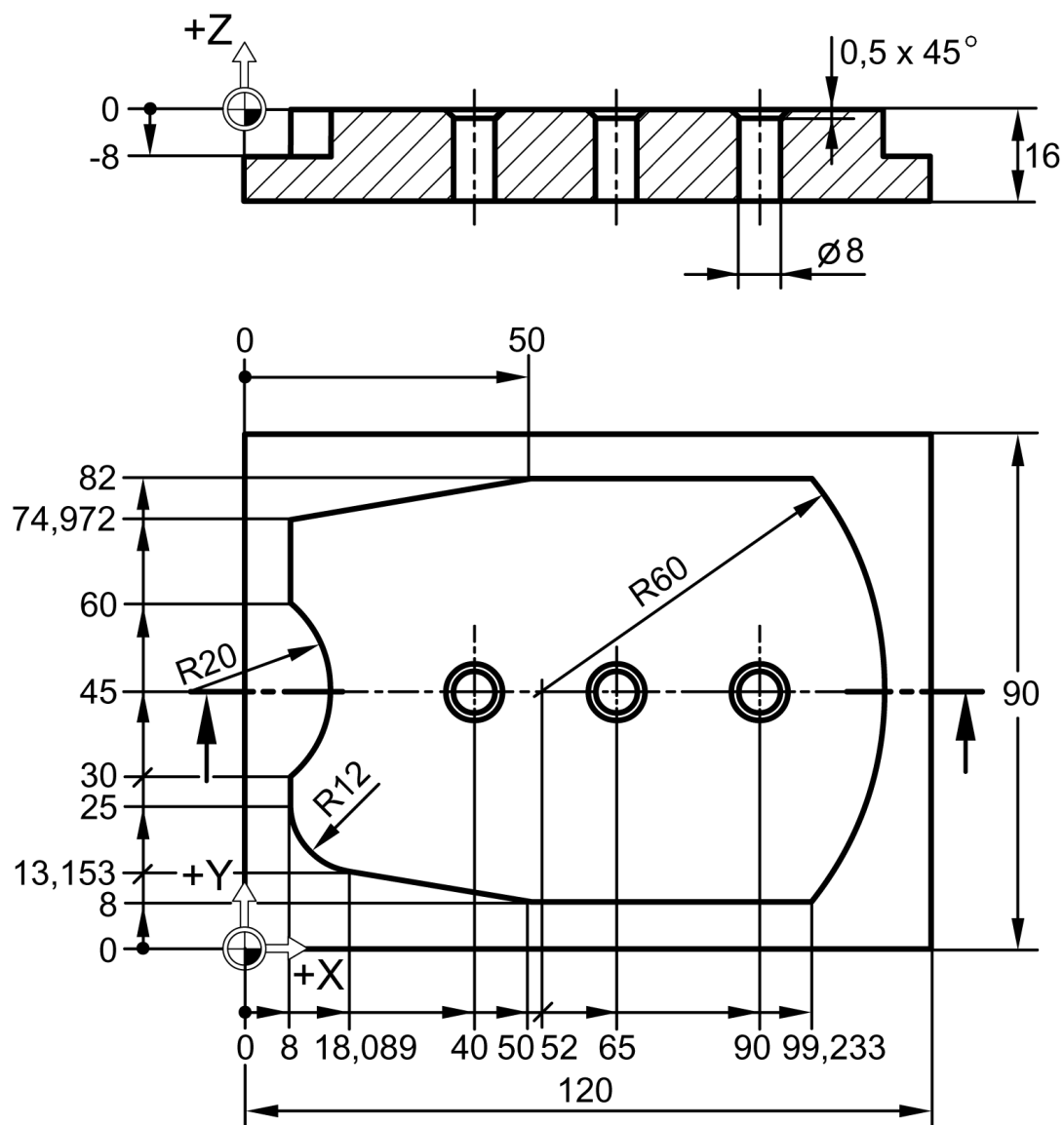
利用“F10完成”就知道结果了。

将“预先规定”与“学生输入”进行比较后，
您可以直接看到，您犯了哪些错误。

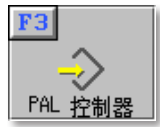
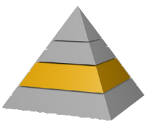




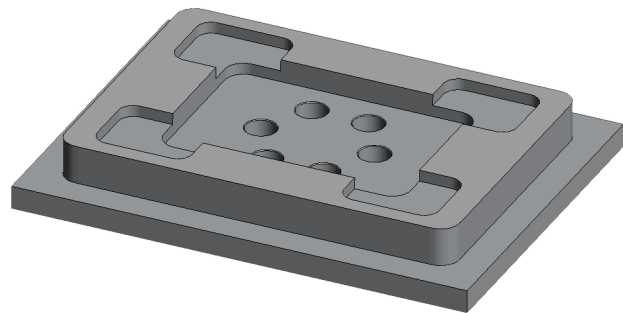
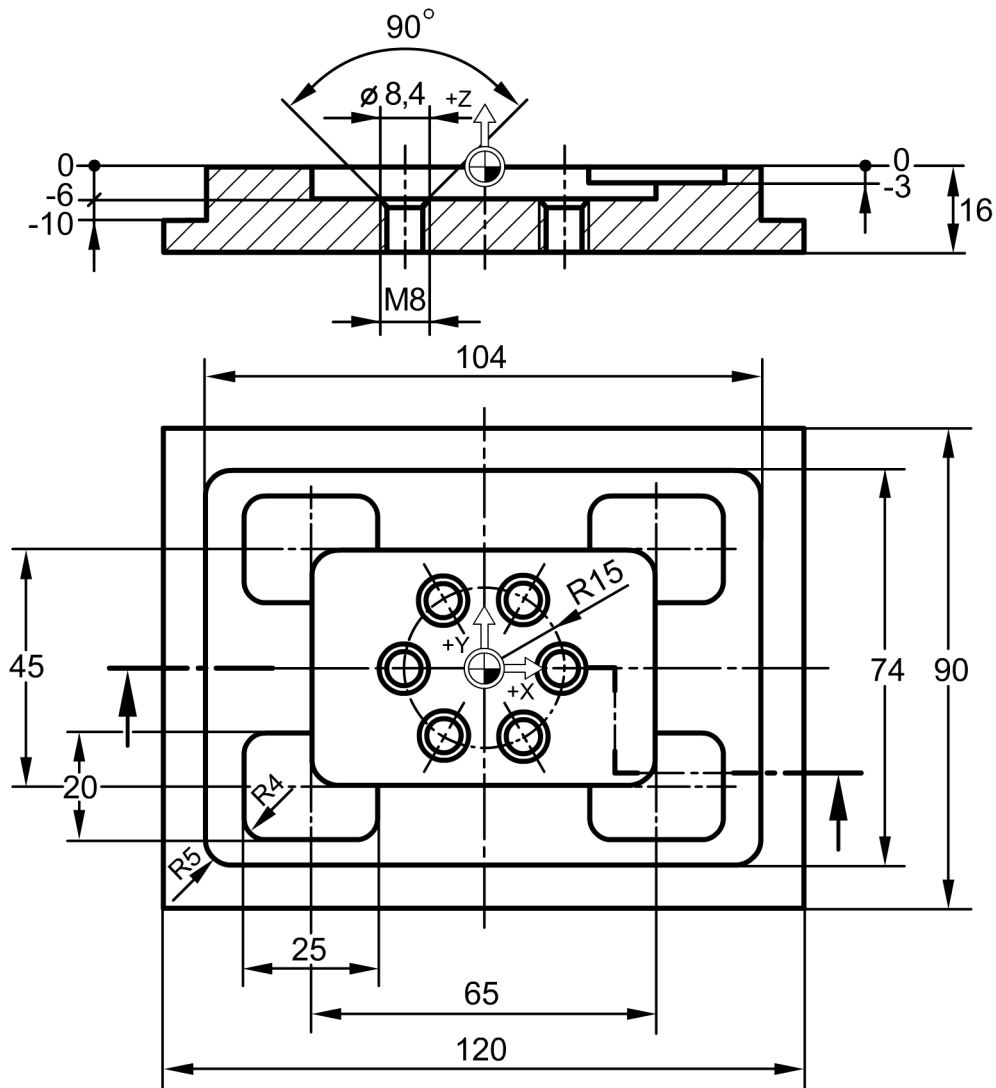
数控练习 测试1



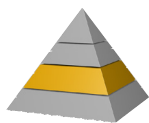
工作步骤	刀位	ID	Ø [mm]	v_c [m/min]	v_f [mm/min]
1. 外部轮廓铣削	T2	SFR25	25	35	100
2. 斜行分布孔对中	T1	NCA12	12	30	100
3. 斜行分布孔钻削	T10	SPB8	8	30	150



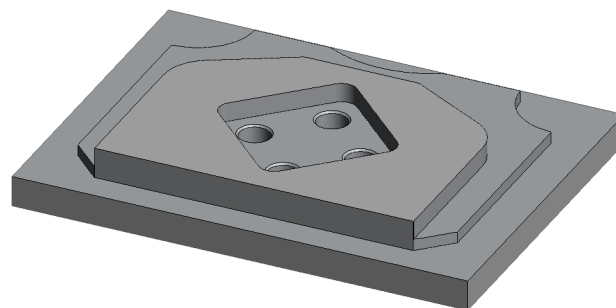
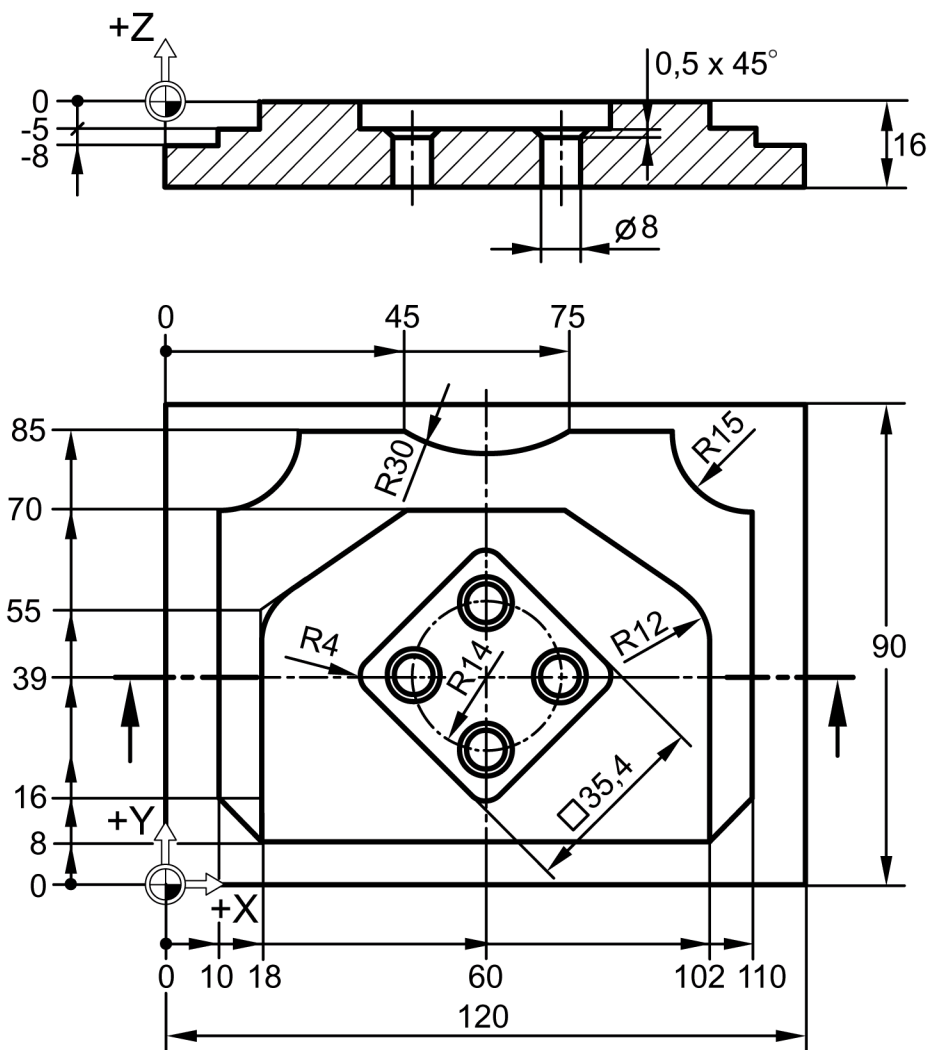
数控练习 测试2



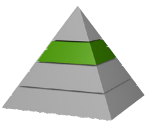
工作步骤	刀位	ID	Ø [mm]	v_c [m/min]	v_f [mm/min]
1. 矩形型腔外部轮廓铣削	T3	SFR20	20	35	80
2. 4个小型腔铣削	T7	LFR08	8	35	25
3. 大型腔铣削	T8	LFR10	10	40	35
4. 圆周分布孔对中	T1	NCA12	12	30	100
5. M8中心孔钻削	T11	SPB6.8	6.8	30	100
6. 攻丝	T12	GBO_M8	M8	10	P 1.25 mm



数控练习 测试3



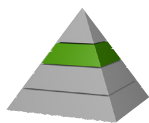
工作步骤	刀位	ID	Ø [mm]	v_c [m/min]	v_f [mm/min]
1. 外部轮廓铣削到Z-8	T2	SFR25	25	35	100
2. 内部轮廓铣削到Z-5	T2	SFR25	25	35	100
3. 矩形铣削	T7	LFR08	8	35	25
4. 圆周分布孔对中	T1	NCA12	12	30	100
5. 圆周分布孔铣削	T10	SPB8	8	30	150



3

控制系统仿真模拟





3.1 概述

在SYMplus软件的黄色阶段，你已经学会了在DIN/ISO编程的基础知识，并通过学习和了解了德国数控专业考试标准PAL一些指令和循环。

因为按照DIN/ISO标准，只定义较少的、基本的G和M指令 (PAL也是如此)，在此基础上，控制系统生产厂增加（甚至根本不需改变）自己的少数特殊指令即可。凯勒公司基于此进一步开发了为所有控制系统的模拟，利用这一通用的控制系统仿真模拟功能，用户可对各种控制系统仿真和编程。



FANUC 0i, FANUC 21i-MB



HNC



HAAS



SINUMERIK 802S/C



GSK



SINUMERIK 810D / 840D



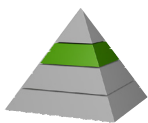
HEIDENHAIN iTNC 530
(Dialog + DIN)



根据许可您可在“控制”这一阶段，调用一个或多个，一些模拟器还可选择3+2轴。被选择的模拟器以黑颜色主菜单栏的正下方显示。

请选择其他模拟器您可以文件>控制面板或使用从文件>新建。





而在实际当中，屏幕表面和键盘针对不同的控制系统，也有所不同。其原因可从下列对照表说明：

	控制系统	SYMplus 模拟器
键盘	完全不同	原装PC键盘和鼠标通常可以交互式帮助
编辑	完全不同的输入和输出方法	统一的，如PAL模拟器
大量的指令	完全不同的功能	大部分功能是支持的
仿真模拟	很大的不同是在于3D模拟	统一的，如PAL模拟器

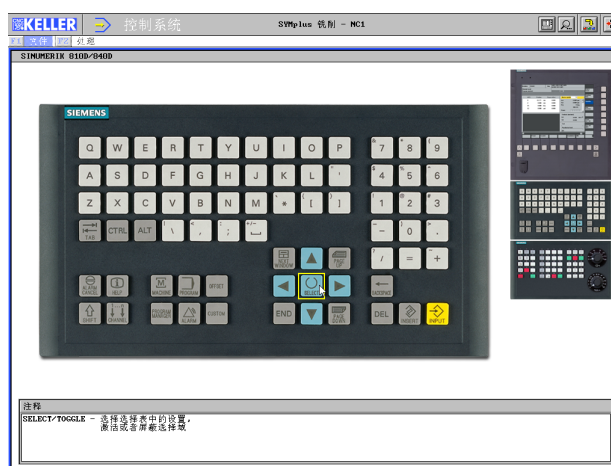
3.2 键盘信息/多媒体培训模块



如上所述，编辑器和所有控制模拟器的模拟是在SYMplus大致相同，DIN/PAL制式模拟（见第二章）。一个显著差异包含按钮[NC-键]在最上方。在这里，你可以将鼠标移动至得到的键盘和各个键的范围。

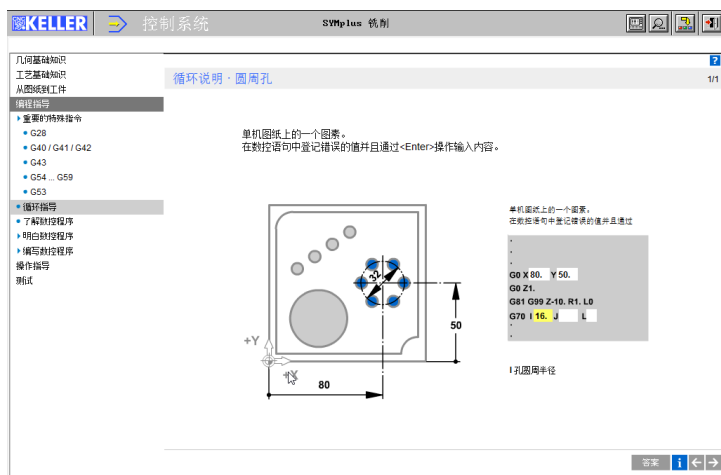
NC 键

这个键触发时带有信息，如果编辑器出现。用鼠标你直接可获得所有的应用件的信息。

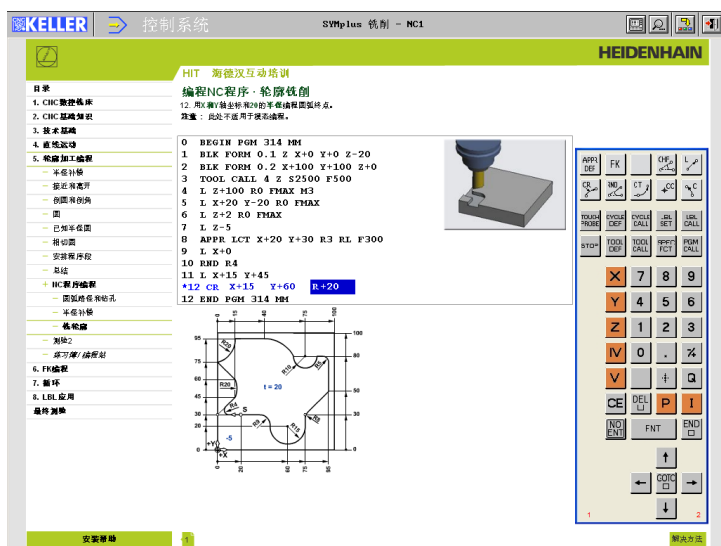




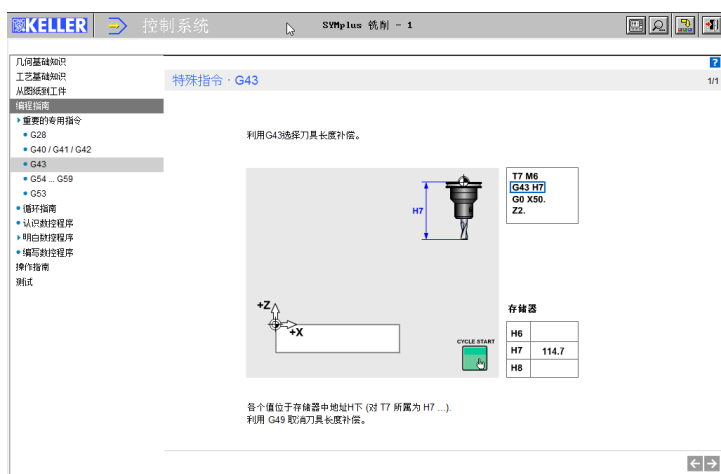
对一些控制系统（FANUCOI，HAAS，SINUMERIK840D），这个键还可提供一个完整的培训模块，类似于PAL多媒体



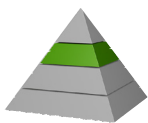
在练习的循环编程的第一章“循环介绍”
(HAAS)



在轮廓铣削这一章节中，“写NC程序”
(海德汉iTNC530)



动漫刀具长度补偿 章节中“特殊指令” (FANUCOI)

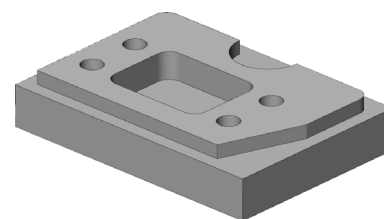
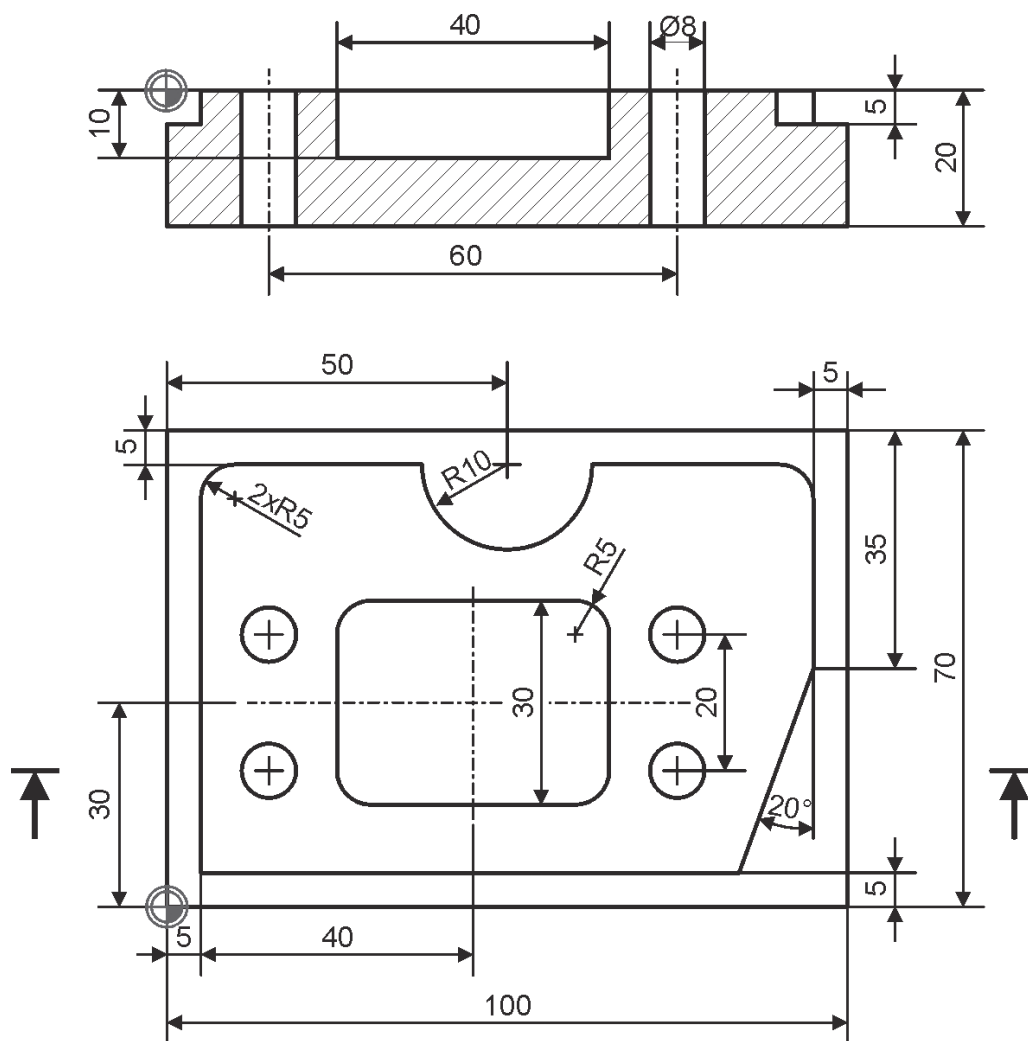


3.3 不同控制系统编程之比较

由于不同的键盘，这么多不同的控制也有所不同编程，特别是在循环。

我们可以一个视图案例做个比较，模拟器FANUC0I和 SINUMERIK802C。

视图：



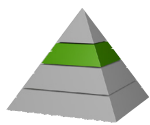
工作计划：

原料：100×70×20

零点：左，前，上

杂志：PAL-12或PRO-60

加工	刀具		参数
轮廓铣削，开始在左前角 (X5/Y5)	立铣刀 Ø20	T3 („SFR20 “)	S1300, F480
铣削矩形凹槽	长孔铣 Ø10	T8 („LFR10 “)	S2000, F200, E=1/2F
钻4个孔	麻花钻直径 Ø8	T10 („SPB08 “)	S1200, F200



FANUC 0i

```

O16
N1 ( RP: 100 x 70 x 20 )
N2 G54
N3 ( SFR20 )
N4 T03 M06
N5 S1300 M03
N6 G00 G90 X-5.0 Y-10.0
N7 G00 G43 H03 Z2.0 M08
N8 G00 Z-5.0
N9 ( CONTOUR MILLING )
N10 G01 G41 D03 X5.0 Y5.0 F480
N11 G01 Y65.0 ,R5.0
N12 G01 X37.5
N13 G03 X62.5 Y65.0 R12.5
N14 G01 X95.0 ,R5.0
N15 G01 Y35.0
N16 G01 X84.081 Y5.0
N17 G01 X5.0
N18 G01 G40 X-10.0 Y-5.0
N19 G00 G90 Z100.0 M09
N20 ( LFR10 )
N21 T08 M06
N22 S2000 M03
N23 G00 G90 X45.0 Y30.0
N24 G00 G43 H07 Z2.0 M08
N25 ( RECTANGULAR POCKET )
N26 G01 G90 Z-3.333 F100
N27 M98 P160
N28 G01 G90 Z-6.667 F100
N29 M98 P160
N30 G01 G90 Z-10.0 F100
N31 M98 P160
N32 G00 G90 Z100.0 M09
N33 ( SPB08 )
N34 T10 M06
N35 S1200 M03
N36 G00 G90 X15.0 Y20.0
N37 G00 G43 H10 Z2.0 M08
N38 ( 4 HOLES )
N39 G73 G99 Z-23.0 R2.0 Q5.0 F200
N40 Y40.0
N41 X75.0 Y20.0
N42 Y40.0
N43 G80
N44 G00 G90 Z100.0 M09
N45 M30

```

```

O160
N1 ( RECTANGLE L40 W30 TR10 )
N2 G01 G91 Y-5.0 F200
N3 G01 X10.0
N4 G01 Y10.0
N5 G01 X-20.0
N6 G01 Y-10.0
N7 G01 X10.0
N8 G01 G41 D08 Y-10.0
N9 G01 X20.0
N10 G01 Y30.0
N11 G01 X-40.0
N12 G01 Y-30.0
N13 G01 X20.0
N14 G01 G40 Y15.0
N15 M99

```

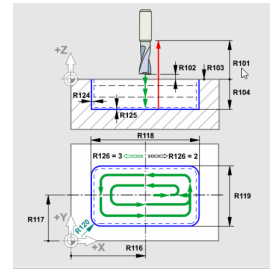


SINUMERIK 802C

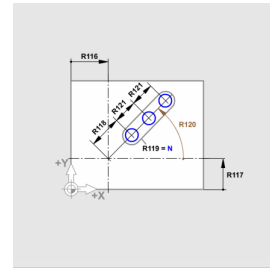
```

%_N_PART802_MPF
; RP: 100 X 70 X 20
G54
; SFR20
T3
M6
F480 S1300 M3 M8
G0 X-5 Y-10 Z2
G0 Z-5
; CONTOUR MILLING
G1 G41 X5 Y5
G1 Y65 RND=5
G1 X37.5
G3 X62.5 Y65 CR=12.5
G1 X95 RND=5
G1 Y35
G1 X84.081 Y5
G1 X5
G40
G1 X-10 Y-5
; LFR10
T8
M6
S2000 M3 M8
; RECTANGULAR POCKET
R101=2 R102=2 R103=0 R104=-10 R116=45 R117=30 R118=40 R119=30
R120=5 R121=3.4 R122=100 R123=200 R126=3 R127=1 R124=0 R125=0
LCYC75
G0 Z100 M9
; SPB08
T10
M6
F200 S1200 M3 M8
; 4 HOLES
R101=2 R102=2 R103=0 R104=-23 R105=0 R109=0 R110=8 R111=1
R127=1
R115=83
R116=15 R117=20 R118=0 R119=2 R120=90 R121=20
LCYC60
R116=75 R117=20
LCYC60
G0 Z100 M9
M30

```



帮助提示: 循环
LCYC75 (802C)



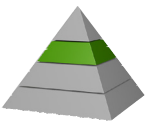
帮助提示: 钻
孔距离 LCYC60
(802C)



演习 1: 比较这两个方案程序。了解到其不同的指令, 填写在下列表中:

	FANUC 0i	SIEMENS 802C	
程序名称	号码		
动激活刀具长度补偿	G43	自	
四舍五入	,R		
循环	-		
钻孔距离	G73 / -	LCYC83/ LCYC60	

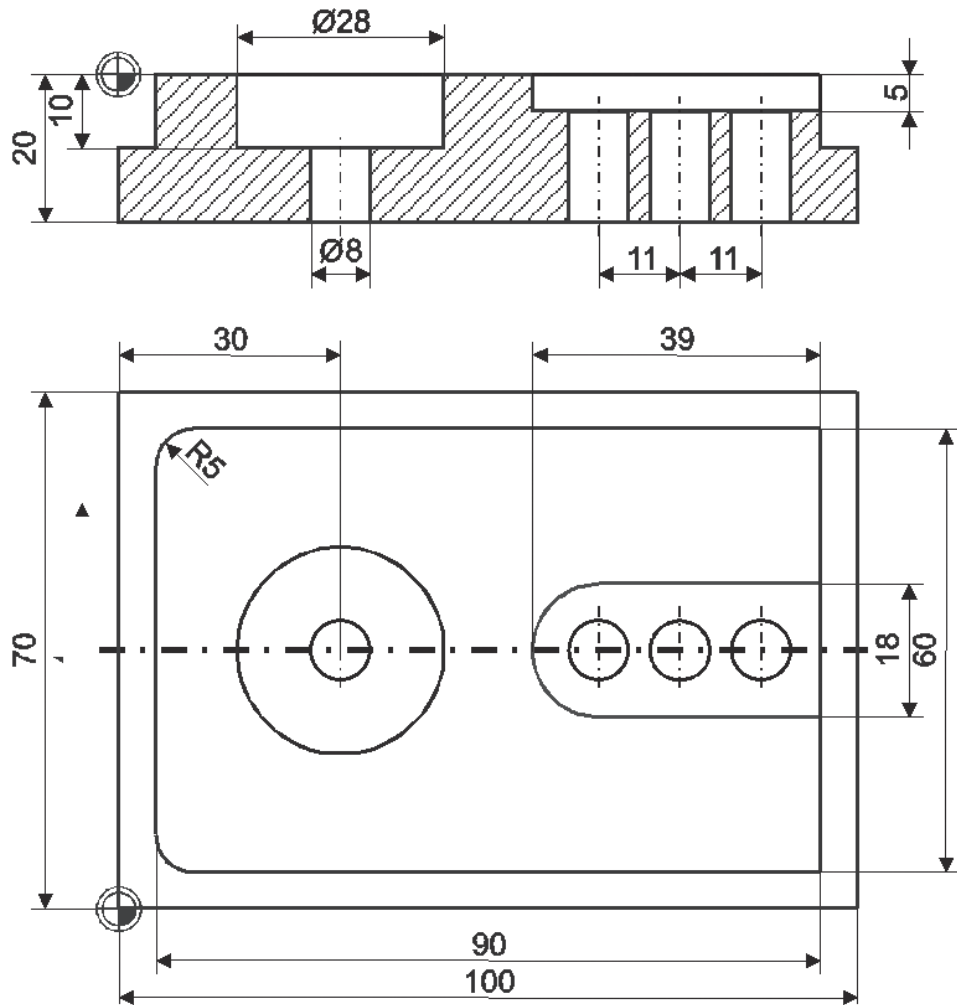
在802C模拟器是包含在每个SYMplus系统的例子, 你可以在右上方这个程序点击。编程钻孔距: 在这里, 首先出现一个对话框 对钻孔循环LCYC83, 给出R参数。然后删除与循环调用行LCYC83并补充了LCYC60循环, 在此, 钻孔的位置被定义。



3.4 编程练习

演习 2: 根据下列图形, 编写控制模拟程序

图:



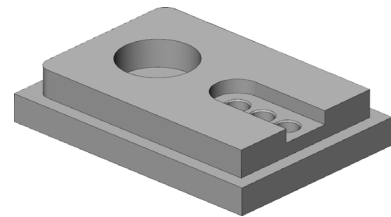
所有4个孔为0.5mm倒角!

加工工艺:

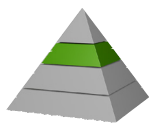
原料: 100 x 70 x 20

零点: 左、前、上

杂志: PAL-12 或 PRO-60

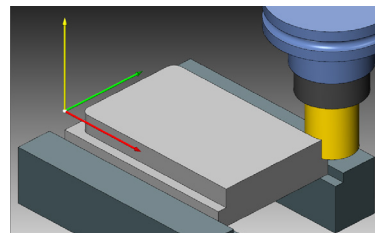


加工	刀具		参数
外轮廓, 开始于在角落右前方 (X95/Y5)	端铣刀 Ø25	T2 („SFR25 “)	S1000, F480
右侧间隙	端铣刀 Ø16	T4 („SFR16 “)	S1600, F480
铣削圆形腔	长孔铣 Ø12	T9 („LFR12 “)	S2100, F250, E=1/2F
居中的4孔	数控 钻 Ø12	T1 („NCA12 “)	S900, F30
钻4个孔	麻花钻直径 Ø8	T10 („SPB08 “)	S1200, F200

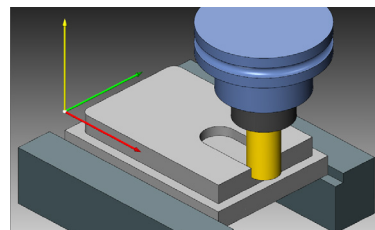


控制系统的数控编程 ...

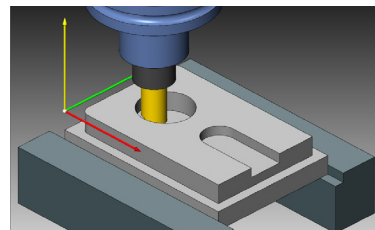
外轮廓 SFR25



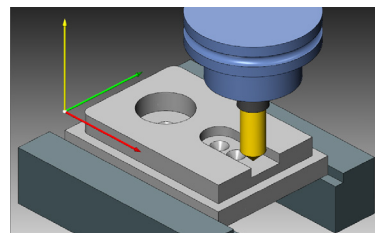
右侧间隙 SFR16



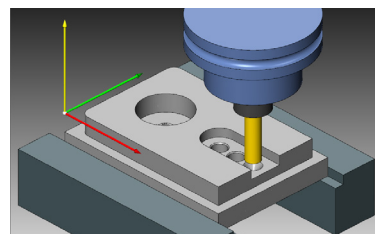
圆形口腔 LFR12



居中 NCA12



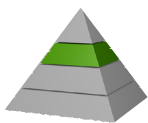
钻孔 SPB08



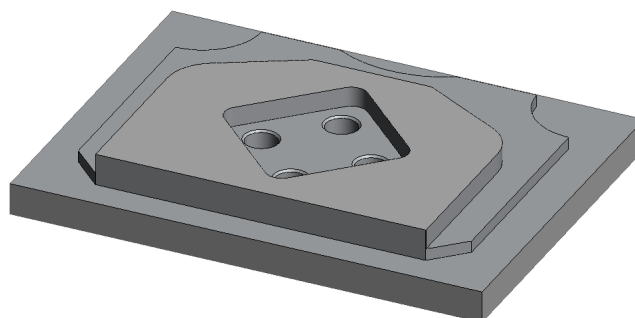
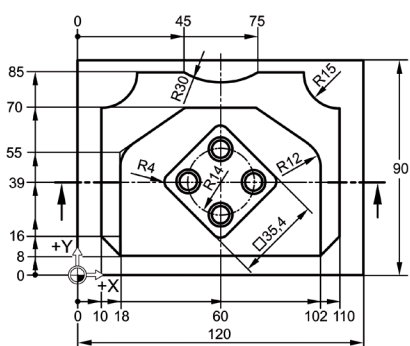
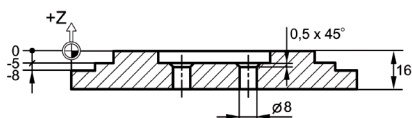
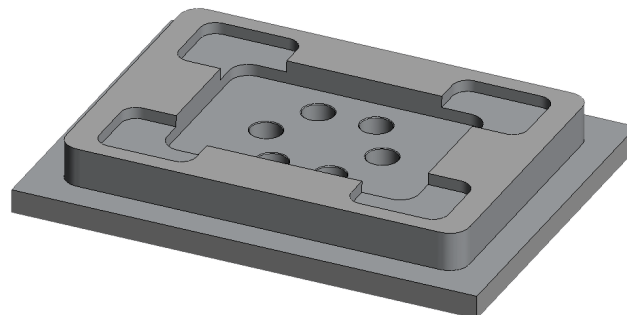
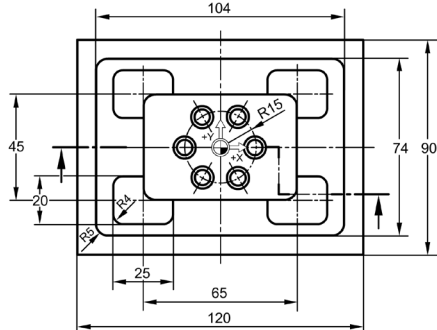
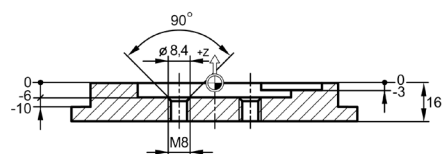
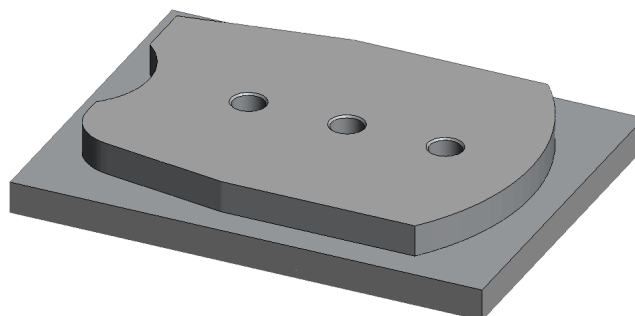
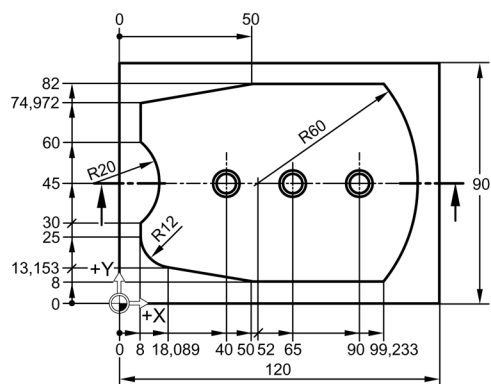
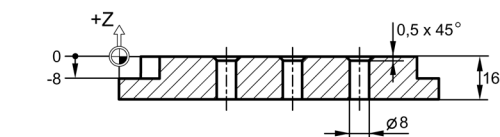
$V = 111.63 \text{ cm}^3$

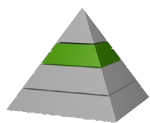
*根据不同的控制和 编程风格，
程序长度不相同。 而对PAL程序
来说，大约30个语句即可。

*



演习 3: 请试写一段按照你所选择的控制系统你是否还在你的控制的格式写程序，完成和填写77页至79页的空白。首先应当分析一下，您所选择的控制系统模拟仿真有相应的功能！例如，如果一个编程，例如：旋转矩形腔的编程出现在第三图中似乎太复杂，这也是一种激励，在接下来的章节“CAD / CAM”继续学习。因为图形编程方法使得所有这些图都能容易地实现...



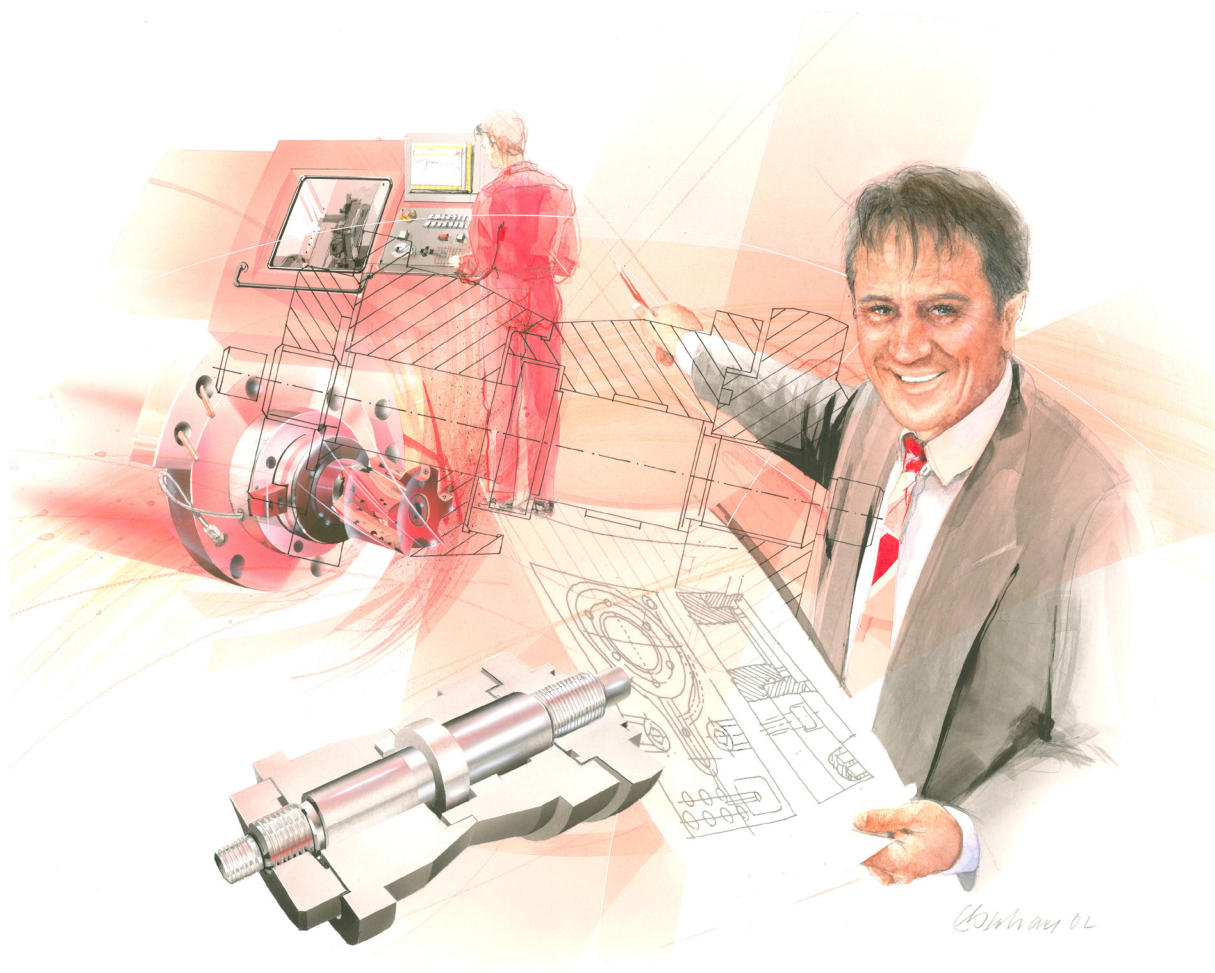


演习 4: 请填写下列表，其控制功能（精确或近似）其中PAL-函数对应。请注意，在实际应用中，尽管是同一个G-功能参数和功能的形式或许有所不同。

PAL功能（选择）	意思	相应的控制系统
G0	快速点定位	
G1	直线插补	
G2 / G3	圆弧插补 CW / CCW	
G4	持续停留	
G23	程序段的重复	
G40	刀具半径补偿的选择	
G41 / G42	刀具半径补偿左/右	
G53	零点位移运动	
G54	零点位移	
G72	型腔槽右角铣削的循环加工语句	
G73	圆弧型腔槽铣的循环加工语句	
G74	铣槽的循环加工语句	
G76	直线循环加工语句的调出	
G77	部分圆弧循环加工语句的调出	
G79	应用直角坐标循环加工语句的调出	
G81	钻孔循环加工指令	
G82	带切屑断碎的深孔的循环加工指令	
G84	带切屑排除的深孔的循环加工指令	
G90 / G91	绝对值编程 / 增量编程	
T	调入刀具	
M	激活某些机床功能	
;	评论	



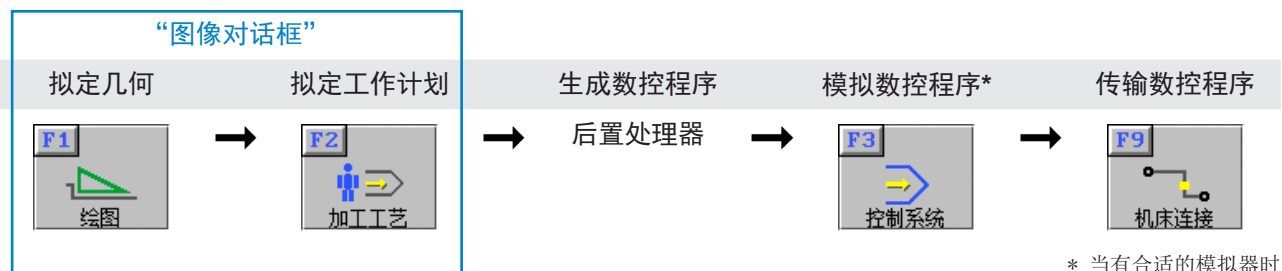
4 在“图像对话框”中编程





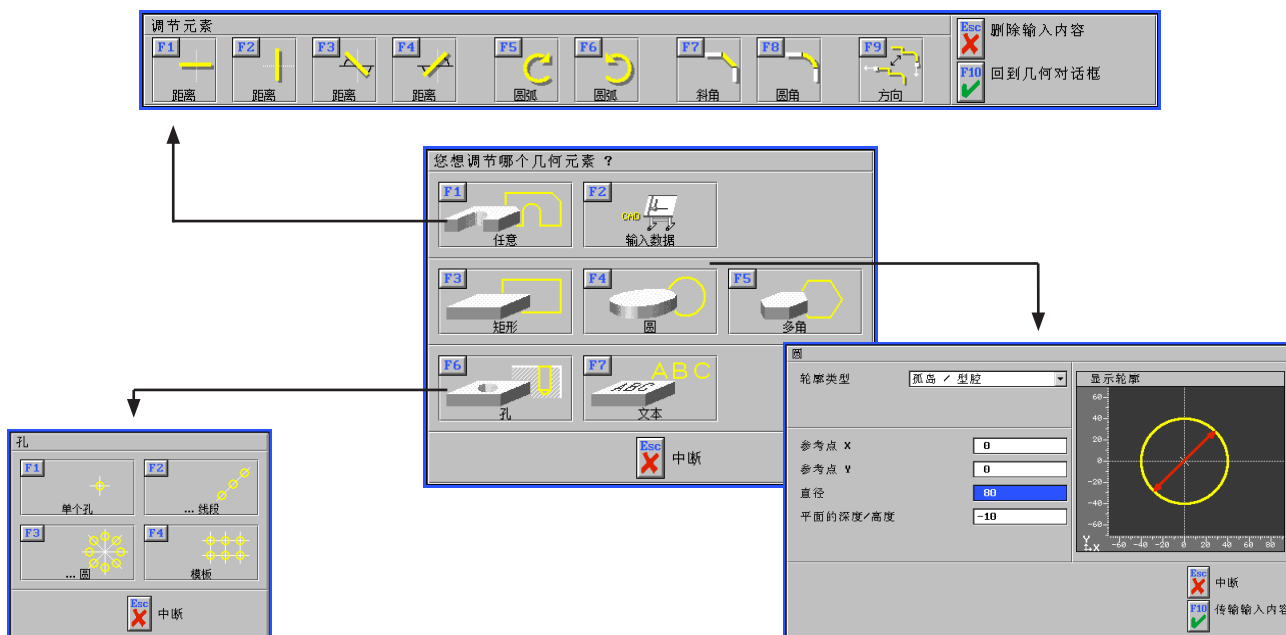
4.1 凯勒CAD/CAM

4.1.1 结构

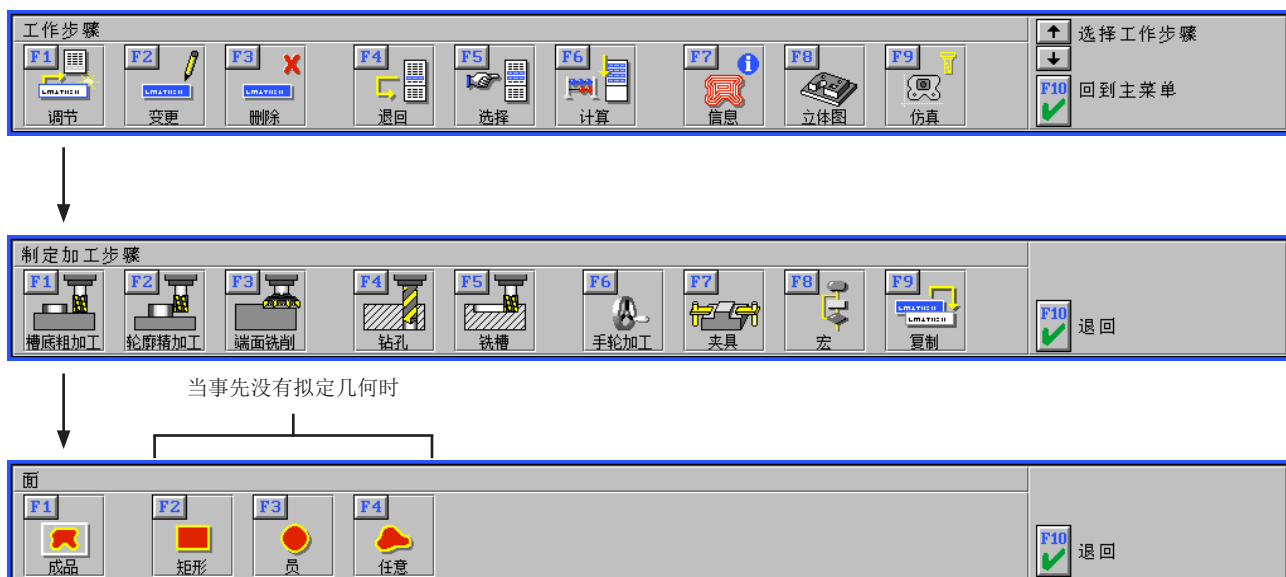


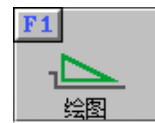
4.1.2 图形程序用于绘制几何图形

因为利用这些图形文字非常简单地拟定轮廓，这个“图像对话框”也可用于数控技术的入门。

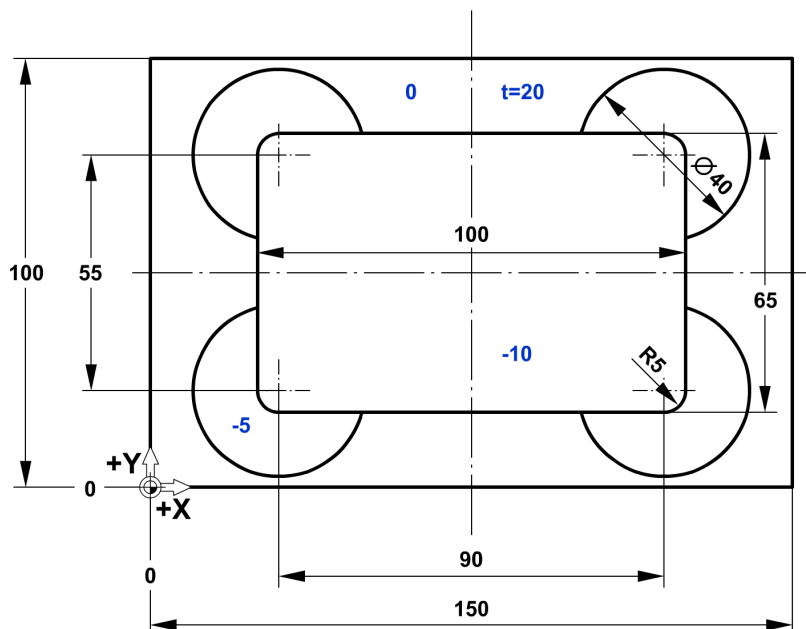


4.1.3 图形程序用于制定加工计划





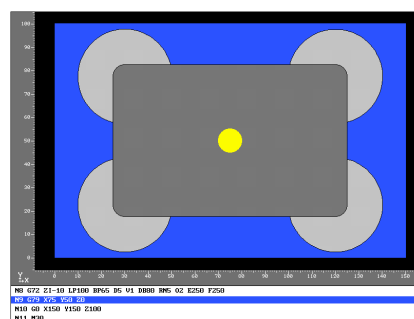
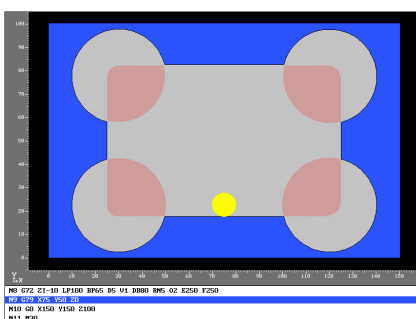
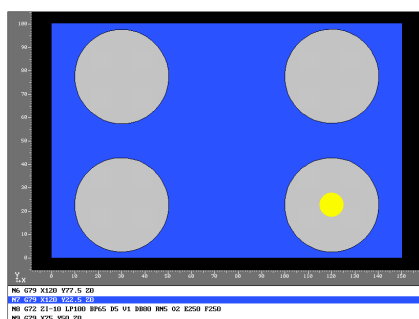
4.2 工件GEO1



在这个工件示例中，利用循环编程和利用“图像对话”编程进行比较。

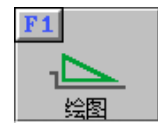
4.2.1 利用循环编程

N	数控程序
N1	G54
N2	T8 F250 S3000 M13
N3	G73 ZI-5 R20 D5 V1 DB80 O2
N4	G79 X30 Y22.5 Z0
N5	G79 X30 Y77.5 Z0
N6	G79 X120 Y77.5 Z0
N7	G79 X120 Y22.5 Z0
N8	G72 ZI-10 LP100 BP65 D5 V1 RN5 DB80 O2
N9	G79 X75 Y50 Z0
N10	G0 X150 Y150 Z100
N11	M30



总时间：12:30 分钟

像人们在中间的图上看到的，在加工矩形型腔时，通过圆柱型腔与矩形型腔在红色区域相交导致“空刀”！为了快捷的拟定轮廓几何循环是好的，但缺乏智能。



4.2.2 图像编程

4.2.2.1 拟定几何GEO1

外部矩形

工件
您要做什么？
调节新的文件
不熟悉的工作 -20
继续调节 是的
中断
好的

F10 * F1 调节 F3 矩形 4x 150 100 F10

用于“工件名称”的对话框，此处未显示

矩形型腔

F1 调节 F3 矩形

2x 75 50 100 65
5 -10 F10

1. 圆柱型腔

F1 调节 F4 圆

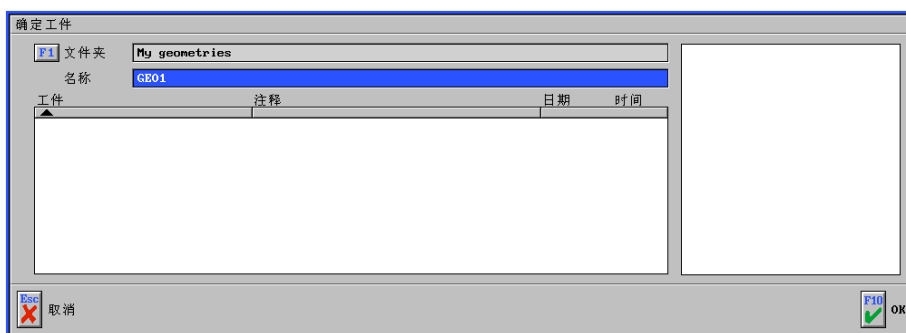
30 22.5 40 -5 F10

2. - 4. 圆柱型腔

F4 存储... F3 镜像 F3 X/Y 值 75 50 + (“复制”) F10

存储文件

F10 “回到主菜单” → F1 “文件” → F1 “存储”



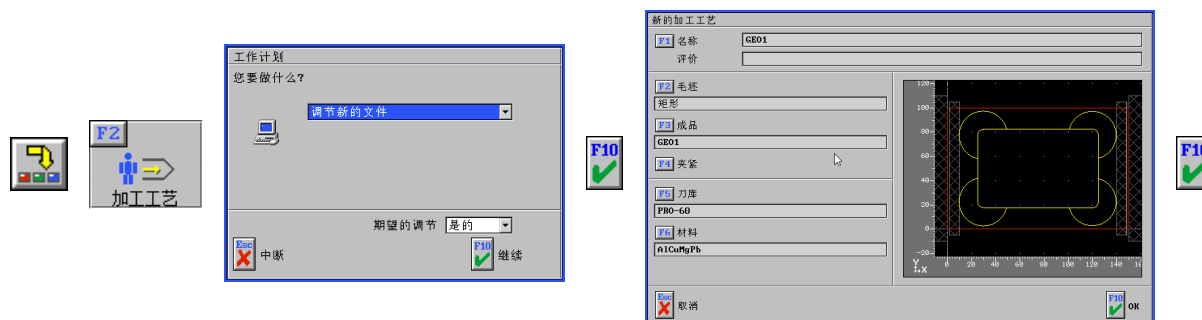
当文件夹 *My geometries* 没有激活时，必须首先通过 F1 “文件夹” 来激活。

然后以名称 *GEO1* 存储文件。 → F10 .

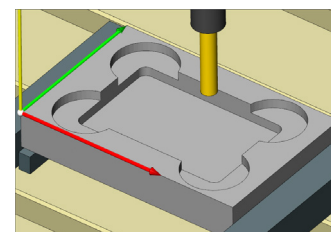
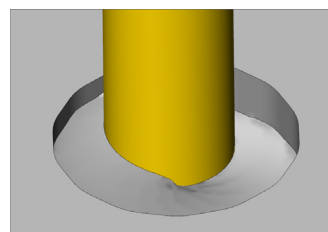
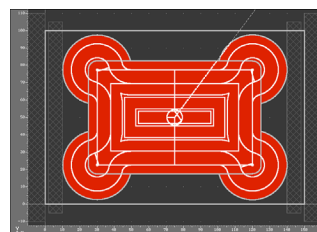
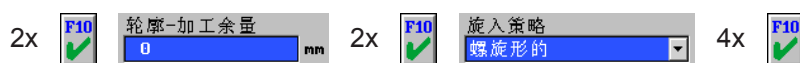
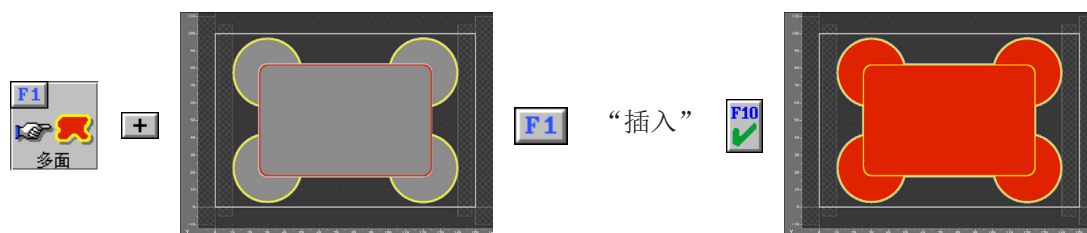
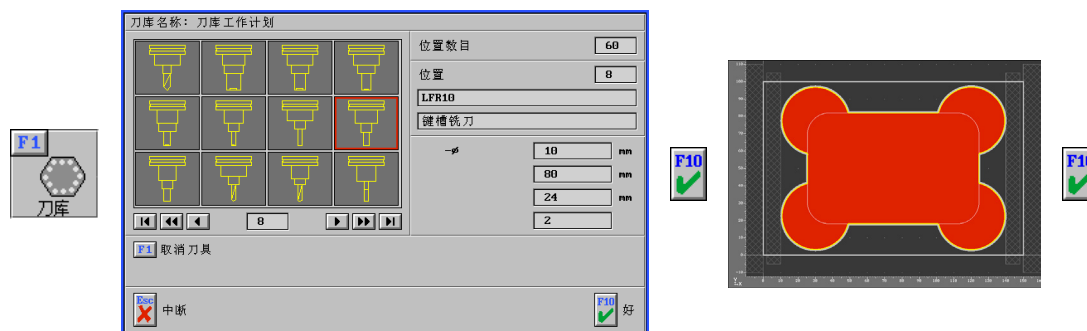


4.2.2.2 拟定工作计划CAM1

放置工作计划



利用刀具 $\varnothing 10\text{mm}$ 铣削平面



您看到完整的 (“智能化”) 没有气屑的刀具路径!

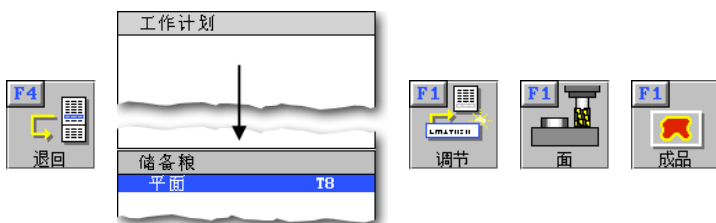
这个 结果:取代 **12:30 分钟** 现在 **8:51 分钟** , 就是说: **几乎节约时间 30%**

(见 82页)

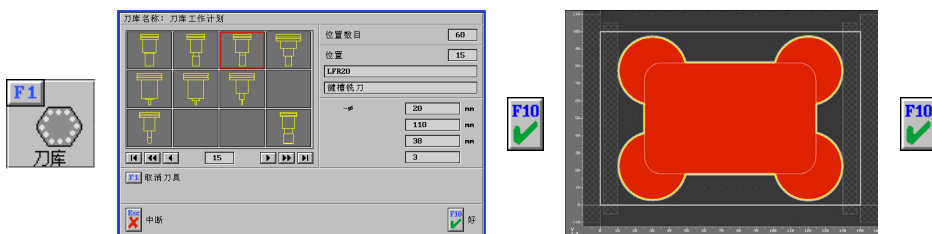


4.2.2.3 通过自动识别剩余加工量节约时间

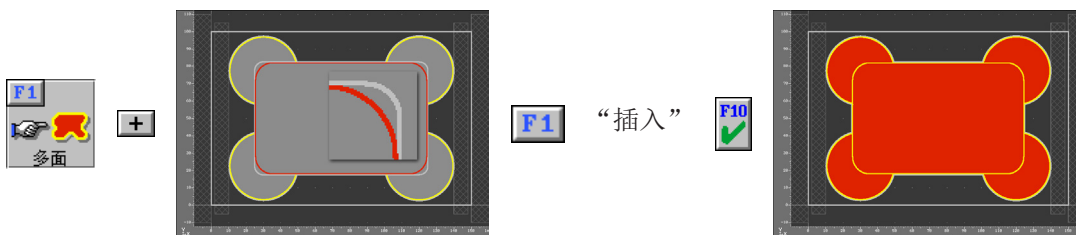
以下您看到，如何进一步优化刚刚拟定的工作计划CAM1。首先从工作步骤退回到利用10mm铣刀退回，并且安置新的工作步骤：



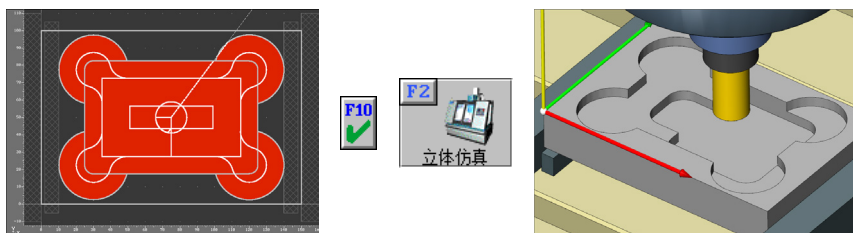
现在在刀位15上为了铣削平面选择较大的铣刀 $\varnothing 20\text{mm}$ 。



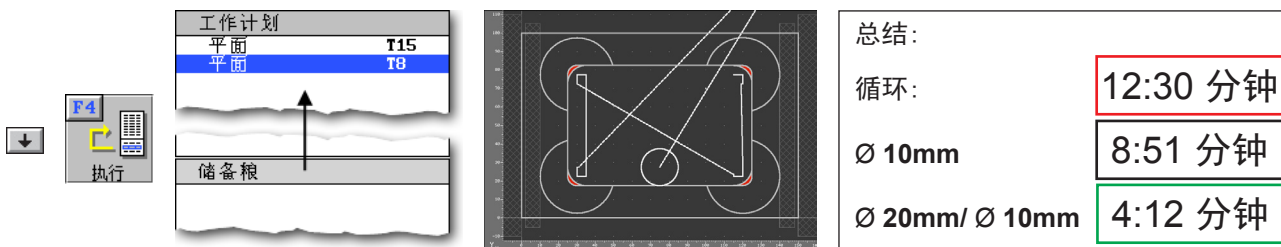
在插入矩形对话框时，在第2个对话框人们清楚地看到，利用较大的铣刀加工时，在角处有剩余未加工材料：



现在没有 轮廓余量的加工，并且选择“螺旋形”旋入策略。

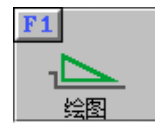


人们看到，利用较大的铣刀大大缩短运行路径，而且可以使用较大的进给速度运行（4倍刚性强的铣刀）。此后当人们将光标置于 工作计划的工作步骤上，使其再次运行时，会自动识别角处的剩余加工量：



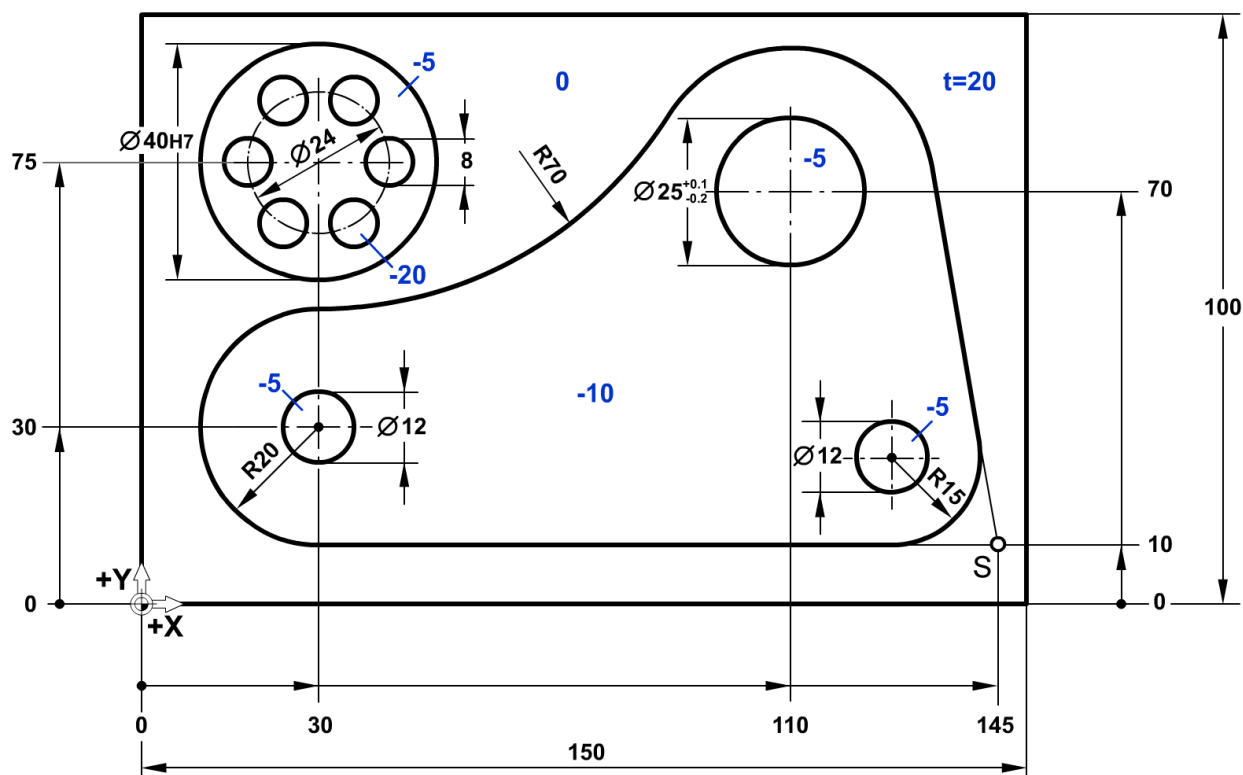
以名称 CAM1 存储这个工作计划到文件夹 My workplans 。

在100页上您可以获知，如何从工作计划中生成一个数控程序。



4.3 工件GEO2

这个轮廓对于初学者看起来确实复杂-但是您可以看到，利用“图像对话框拟定”这个轮廓是多么简单！

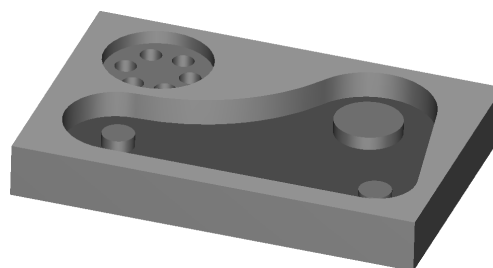


轮廓分析:

- 从始点S出发的水平线段与紧接的切向半圆R20
- 切向圆周R70与未知的终点
- 切向得到圆周与已知的中点-自动给出这个圆周的半径!
- 未知的圆周终点与始点随后的切线
- 后来的倒圆角R15

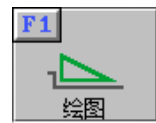
利用G1/G2/G3必须如此编程:

N	程序
N...	; 始点 X75/Y10
N...	G1 X30
N...	G2 X30 Y50 I0 J20
N...	G3 X89.36 Y82.9 I0 J70
N...	G2 X133.989 Y74.12 I20.64 J-12.9
N...	G1 X141.988 Y27.539
N...	G2 X127.204 Y10 I-14.784 J-2.539
N...	G1 X75



V = 218.426 cm³

... 并且要用到很多数学知识!



4.3.1 拟定几何GEO2

利用 和 将操作方式转换到“几何”。

利用高度0放置矩形150x100。

4.3.1.1 拟定轮廓

安置轮廓型腔 (0.5 毫米补偿预先设置)

高度/深度 -10

始点 145

10

拟定轮廓

30 20

180

70 (终点未知)

110 看一下“另外的答案”（但不要导入）！

70

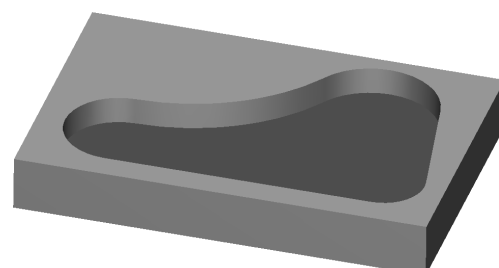
“是的，终点已知” 145

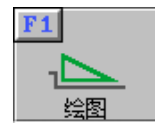
10

“是的” 15

“回到几何对话框”

“三维视图”





变更几何数据

假如在输入值时产生了错误，您可以在无需删除元素的情况下变更：



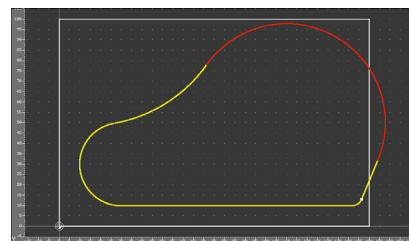
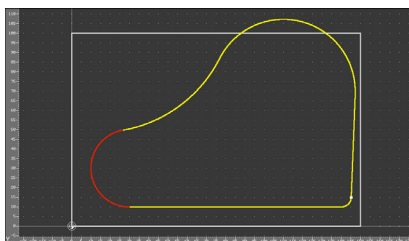
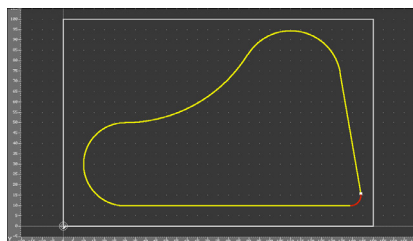
利用鼠标或者光标键选择元素，调入 **变更** 和 **变更数值**。

变更现有三个示例的轮廓：

倒圆角5mm（取代15mm）

圆心角179°（取代180°）

中点Y50（取代Y70）



将所有值变回到图纸尺寸！

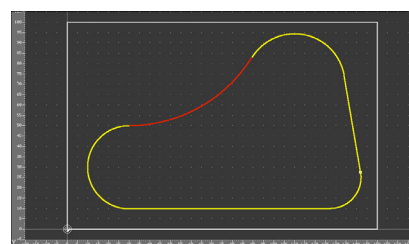
显示几何数据

单个元素

单击例如圆弧**R70**，并且选择



显示所有重要的数控信息。



几何信息 圆弧									
	始点	终点	中点	I/J	起始角	半径	开度		
x 值	30	89.36	30	0	0	70			
y 值	50	82.9	120	70	57.995	70.854	57.995		

数控几何的所有 元素

利用 **F10** “回到主菜单” 离开几何对话框

选择 **F1** “文件” → **F6** “输出” → **F2** ... “作为数控文件”

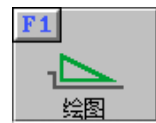
现在轮廓显示为红色 → **F10** “继续”

现在您可以在下列各项之间选择

- “文件中的任务”
- “屏幕上的任务”
- “打印机任务”

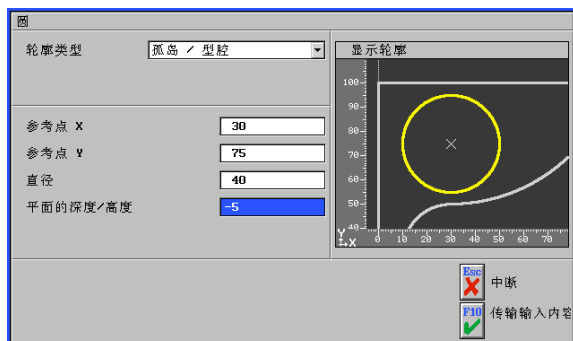
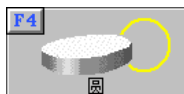
程序-单									
N 1	G1	X	141.988	Y	27.539				
N 2	G2	X	127.204	Y	10	I	-14.784	J	-2.539
N 3	G1	X	30						
N 4	G2			Y	50	I	0	J	20
N 5	G3	X	89.36	Y	82.9	I	0	J	70
N 6	G2	X	133.989	Y	74.12	I	20.64	J	-12.9
N 7	G1	X	141.988	Y	27.539				

选择 **F10** “OK” 和 **F2** “处理”



4.3.1.2 拟定圆柱型腔和环岛

圆柱型腔



左下环岛

调入圆周对话框并且输入值:

30 30 12 -5

右上环岛

调入圆周对话框并且输入值:

110 70 24.95 -5

右下环岛

调入圆周对话框。因为在此中点未知（它位于圆角的中央），必须使用点确定得出这个值（将光标置于输入区域中的特征点X）:



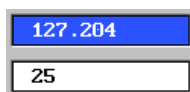
(或者鼠标右键)



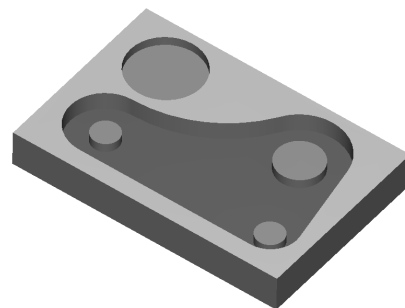
“中央” → “鼠标单击”在圆角R15 →



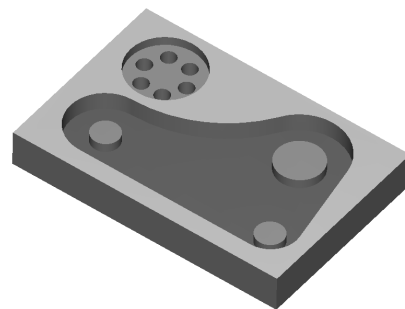
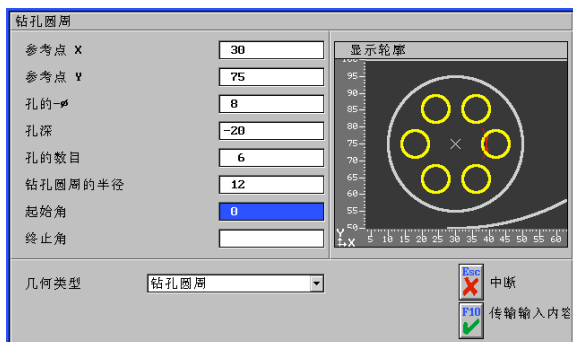
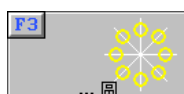
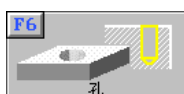
“自动登记”特征点值



和2x , 然后直径12 和深度/高度 -5



4.3.1.3 拟定钻孔图



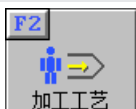
“F10”之后“回到主菜单”:

以名称 GEO2 存储这个几何形状到文件夹 My geometries .

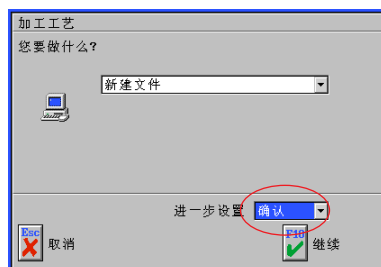


4.3.2 拟定工作计划CAM2

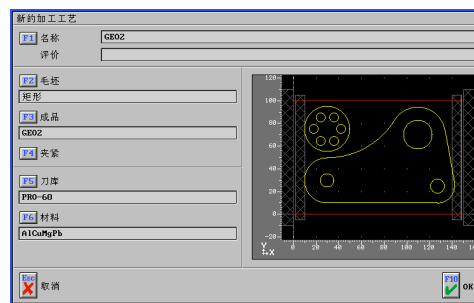
调入操作方式



“F1 文件” / “ F1 新的” ...

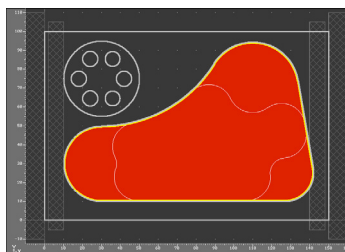


对于工件150x100x20来说,“F2毛坯”和“F4夹具”是已经预置好的,所以可以借用所有的调整。



4.3.2.1 粗铣平面

1. 铣削轮廓型腔

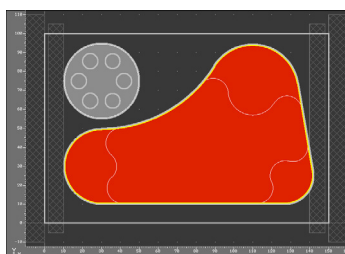


“F1调整” / “F1面” / “F1 成品件” :

红色面显示, 刀位2 (刀库中的第一把面铣刀) 上的刀具可以加工什么。

因为 Z=6 这把刀具不适合。

2. 选择刀具

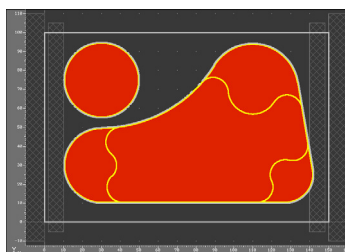


“F1刀库” / “T16” 选择: Ø16mm /Z=2

利用键 **+** 您可以了解概貌, 是否这把刀具适合:

是的, 利用  继续。

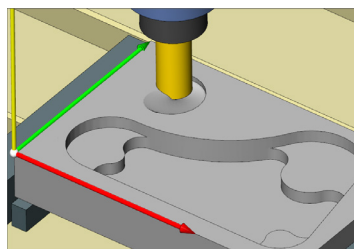
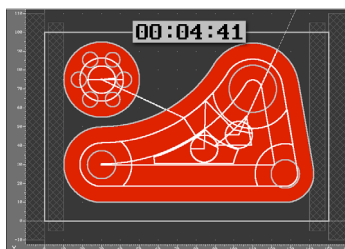
3. 在对话框的右上角您看到, 理论深度是-5。 但是还需要铣削更多的面:



调入“F1多次”, 单击轮廓型腔, 并且利用“F1插入”激活它的体积到深度-10 (见对话框中右上角)
然后同样的插入圆柱型腔。

平面数目
3

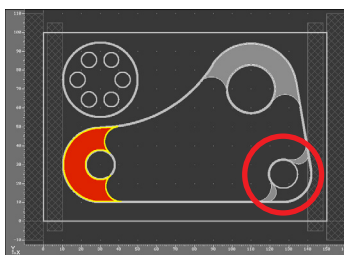
4. 导入下一个对话框, 并且调节到螺旋形的旋入策略:



在深度-10 处留有剩余加工量!



5. 铣削剩余加工量



“F1调整” / “F1面” / “F1成品件” /
“F1刀库” / “T8选择:Ø10mm” / “Z=2”

人们看到，直径为10的铣刀适合左下和右上位置，但不适合右下位置。

现在您确定，如何继续下去：**A**或者**B**

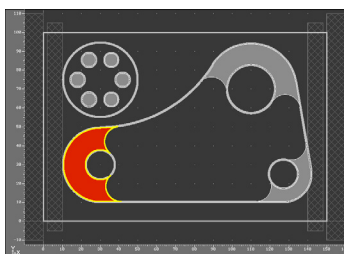
A 利用小铣刀铣削所有路径

“F1刀库” / “T7尝试” :Ø 8mm

→ 不行

尝试更小的铣刀: “T17” Ø 6mm

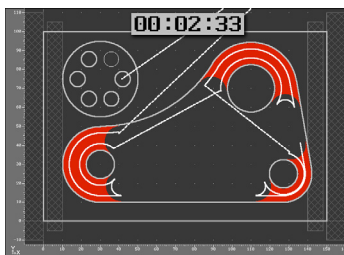
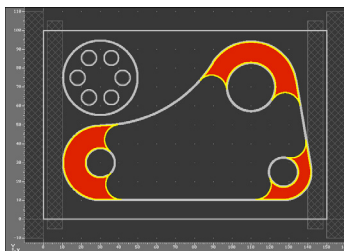
→ 可以



利用 F10 导入。

利用**F300**铣削型腔中的三个带加工余量的表面。

调入“F1多次”并且插入右上位置和右下位置的两个面：



总结：

所有使用铣刀 Ø 6mm:

17:44 分钟

Ø 16mm / Ø 6mm:

7:14 分钟

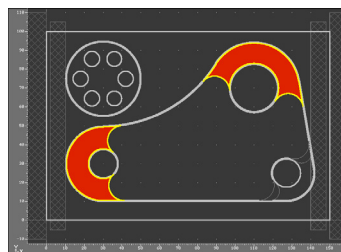
Ø 16mm / Ø 10mm / Ø 6mm:

6:02 分钟

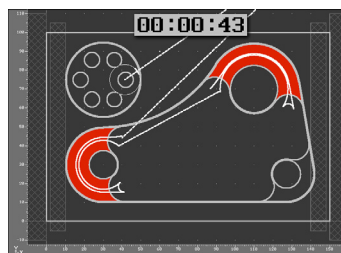
B 首先使用直径为10的铣刀铣削，然后利用小铣刀铣削

尽管如此选择刀位8上的直径为10的铣刀。

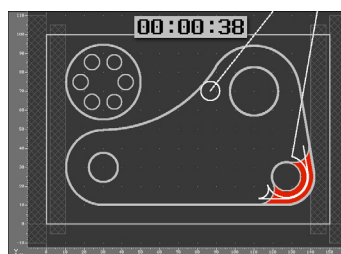
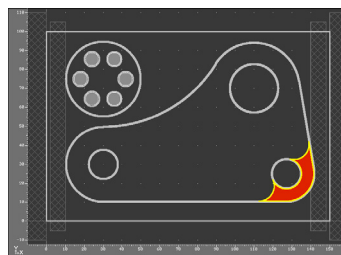
调入“F1多次”并且插入右上位置的第2个面：



两个带有加工余量的面，利用F500来铣削（与直径为6的铣刀相比较3x稳定铣刀）。



“F1调整” / “F1面” / “F1成品件” / “17”
输入(由 **A** 已知):T17 Ø 6mm (F300)





4.3.2.2 轮廓精铣

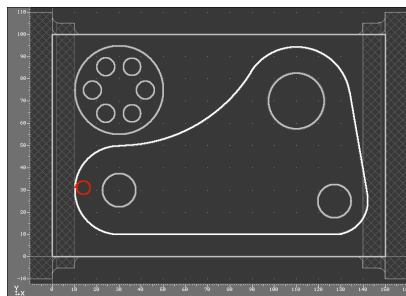
首先精铣轮廓型腔：

“F1调整” / “F2轮廓” / “F1成品件”

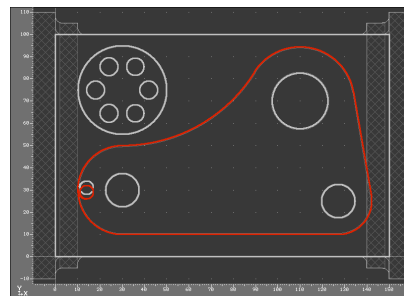
建议使用上次的刀具“T17” Ø 6mm → 可以，利用“F10”导入。

鼠标单击轮廓型腔，选择“F3运行路径”，然后“确定用于这个轮廓的F1运行路径”。

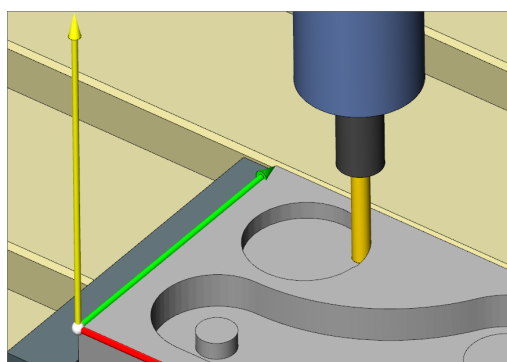
不应当使用软件建议的离开运行点。利用“F2轮廓上的Y值”和输入Y值“30”得到两个点，选择半圆左侧的点：



将进刀点作为出刀点, 这个可以被导入。



在上一个对话框进给尺寸值为10mm，就是说，精车的一个步骤。

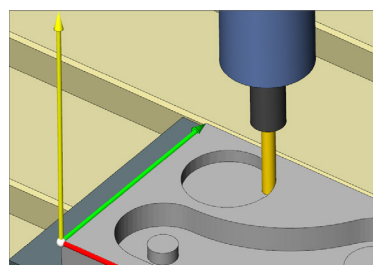
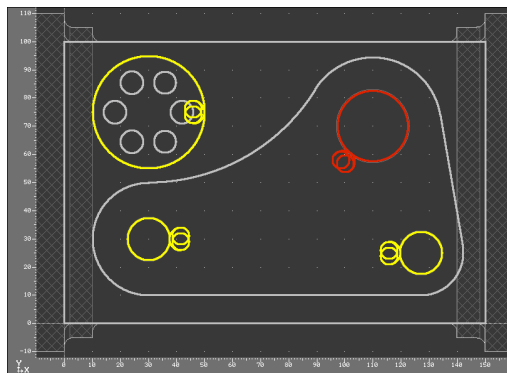


当在一个工作步骤中有多个轮廓要精铣时

“F1调整” / “F2轮廓” / “F1成品件”

用鼠标单击选择第一个轮廓，例如这儿是圆柱型腔。然后在第二个对话框中调入“F1多次”，鼠标单击同样的要加工的轮廓，利用“F1插入”将其加入到加工清单中。然后单击下一个轮廓并插入等等，直到选择了所有的轮廓（在这种情况下是圆柱型腔和三个环岛）。利用F10 OK操作输入内容。

然后通过从“F3运行路径”多次调入放置4个运行路径：



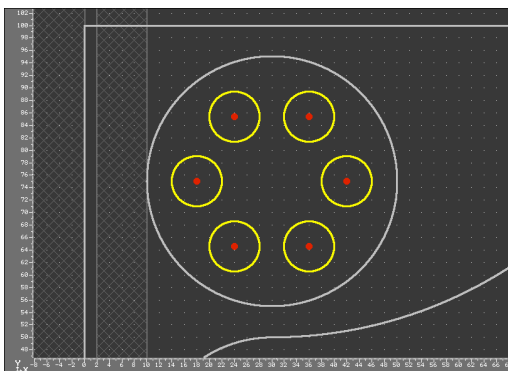


4.3.2.3 对中和钻孔

对中

“F1调整” / “F4钻孔” / “F1成品件”

“F1调入刀库” 并且选择刀位1的数控中心钻



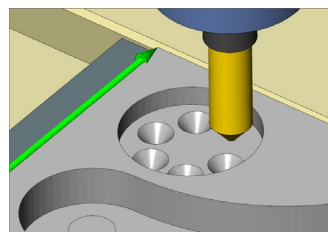
在第三个对话框中从“没有倒角”切换到“带有倒角”：

钻中心孔
没有斜角
对中- ϕ
10 mm
对中-深度尺寸
4.5 mm



钻中心孔
有斜角
1 mm

由软件从斜角宽度来计算必需的深度尺寸。

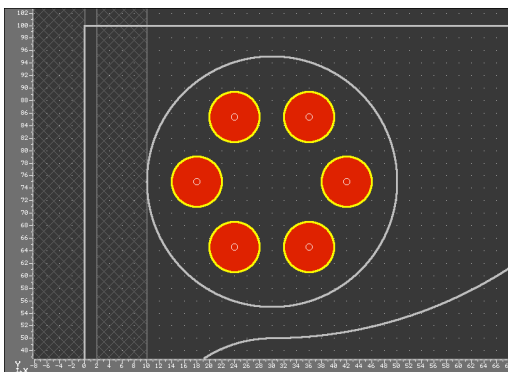


通过F10操作所有的对话框。

钻孔

“F1调整” / “F4钻孔” / “F1成品件”

调入“F1刀库” 并且选择在刀位10的麻花钻 $\phi 8\text{mm}$



在第三个对话框中将钻削方式从“正常”切换到“断屑”...

... 并且深度特性从“尖端”切换到“外部直径”：

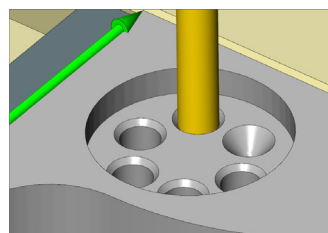
$$t = \text{工件厚度} + 0.3 \cdot D$$

钻孔类型
正常
正常
深孔
断屑

深度-特性
尖端
尖端
外部- ϕ

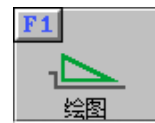
通过“F10”操作所有的对话框。

您首先在工作计划的三维整体模拟中看到斜角。

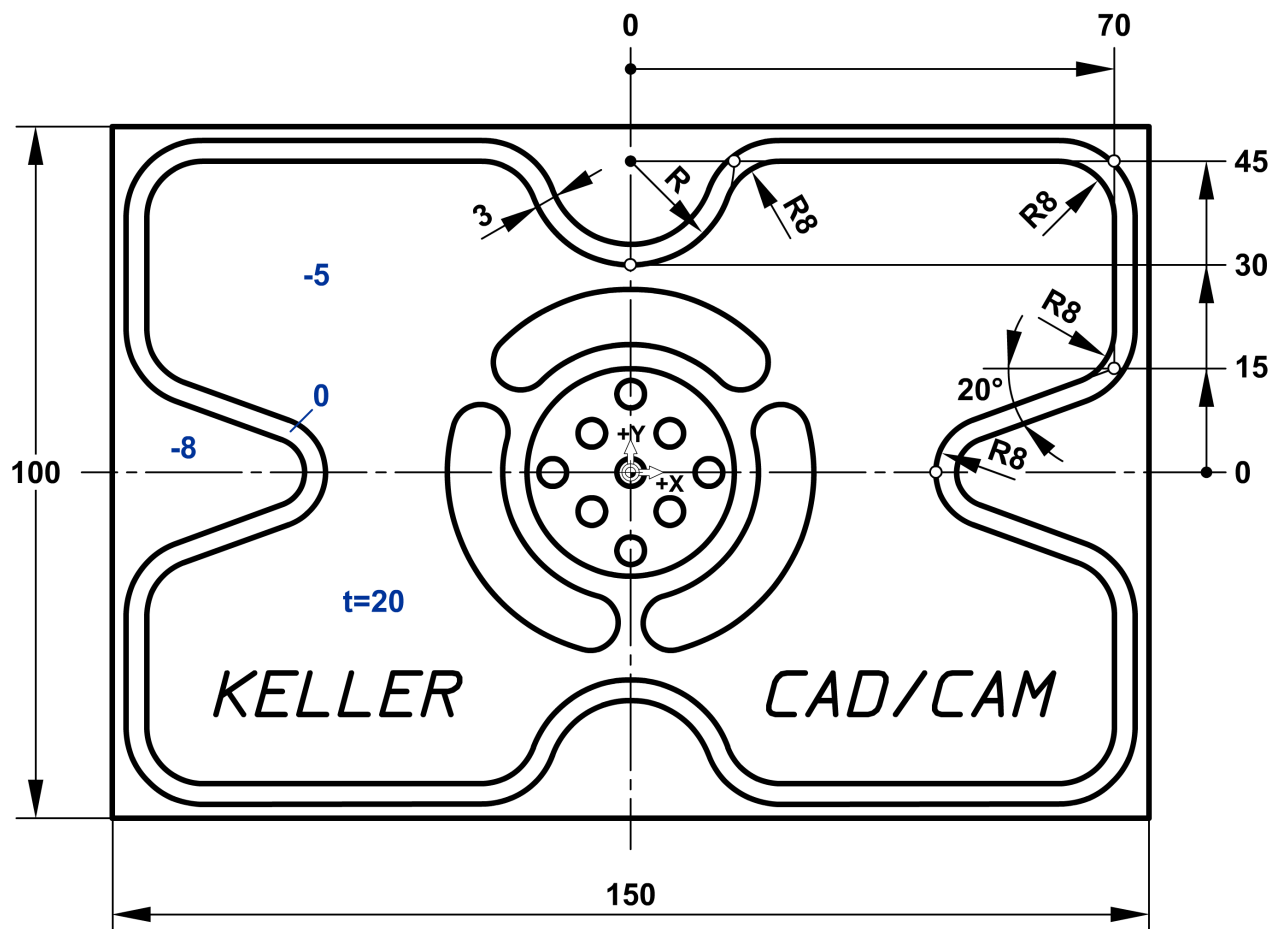


以名称 CAM2 存储这个工作计划到文件夹 *My workplans* 。

在100页您获知如何从工作计划生成数控程序。



4.4 工件GEO3



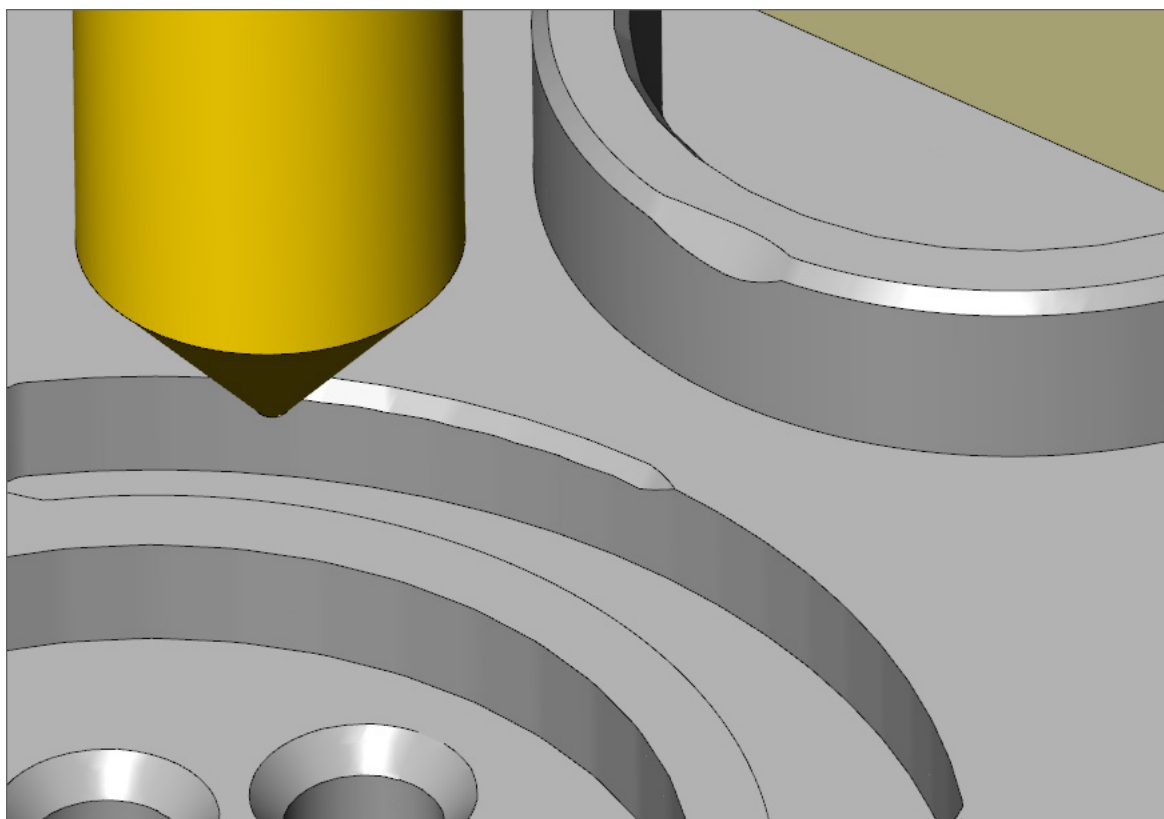
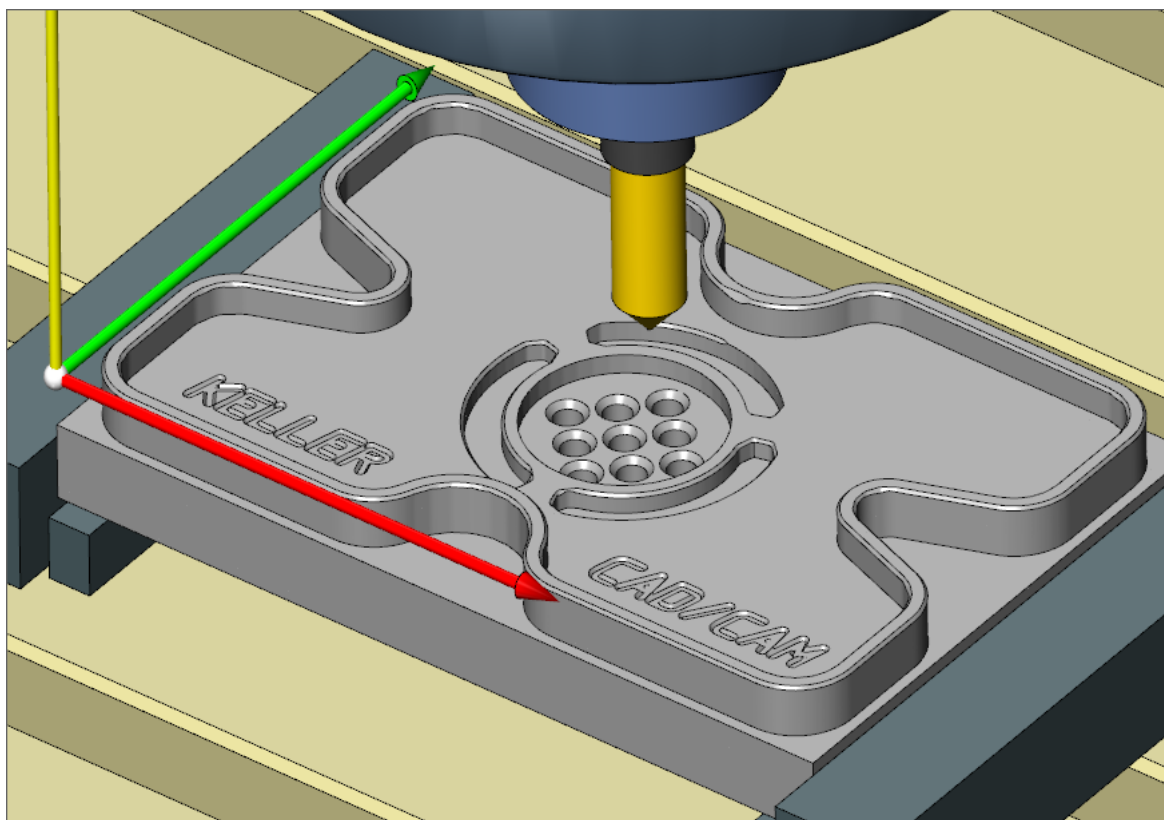
用于输入对话框的值

圆柱型腔	
• 参考点 X	0 mm
• 参考点 Y	0 mm
• Ø	34 mm
• 深度	-8 mm

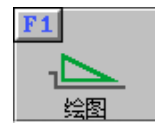
模板上的钻孔图	
• 参考点 X	0 mm
• 参考点 Y	-11,3 mm
孔的数目:	
• 水平	3
• 垂直	3
孔距:	
• 水平	8 mm
• 垂直	8 mm
• 角度位置	45 °
• 孔-Ø	5 mm
• 钻孔深度	-20 mm

环槽	
• 圆心 X	0 mm
• 圆心 Y	0 mm
• 圆周-Ø	45 mm
• 槽数	3
• 槽宽	6 mm
• 槽深	-8 mm
• 槽开度	90 °

雕刻	
• 雕刻 „KELLER“:	
• 参考点 X	-60 mm
• 参考点 Y	-35 mm
• 雕刻 „CAD/CAM“:	
• 参考点 X	20 mm
• 参考点 Y	-35 mm
• 槽宽	1 mm
• 雕刻深度	-5.5 mm
• 文本高度	6 mm
• 书写	DIN kursiv

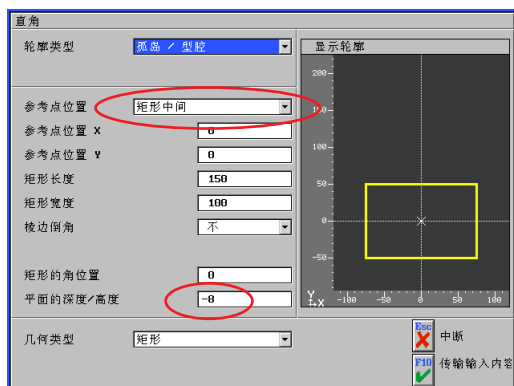


有些引您注目的么？



4.4.1 拟定几何GEO3

利用  和  转换到 操作方式“几何”。

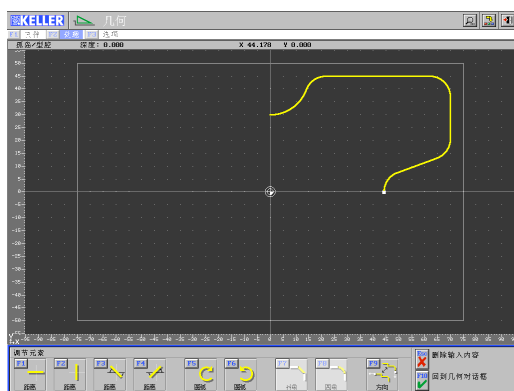


放置工件

“F1文件” / “F1新的” / “利用下缘-20拟定新的文件”
用“F10”确认用于工件名称的对话。

“F1调整” / “F3矩形” / 将对话框调节到如图所示并且通过“F10”导入。

重要： 在此深度/高度必须输入值-8，因为刀具在绕行下面设计的轮廓时铣削到深度Z-8（见数控机床上的实际值显示）。



拟定轮廓特性

“F1调整” / “F1任意的” / “轮廓类型岛/型腔” “高度/深度” 值为0。

始点X0/Y30

“中点” X0/Y45和“终点” Y45的圆弧

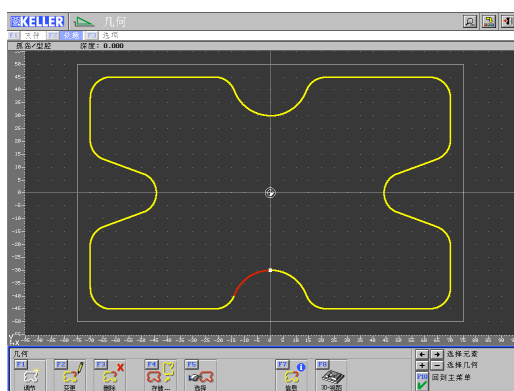
到X70的线段

到Y15的线段

角度为 20°的终点未知的“线段”

“切向圆弧: R8” / “Y0” / “离开角度 -90°”

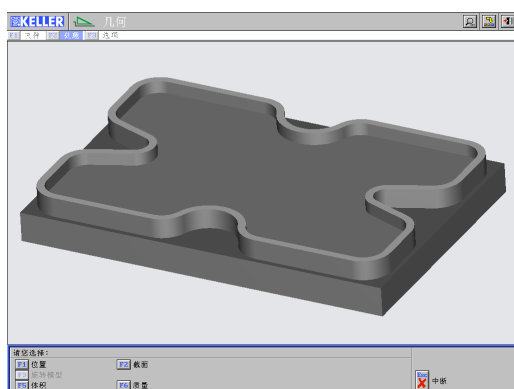
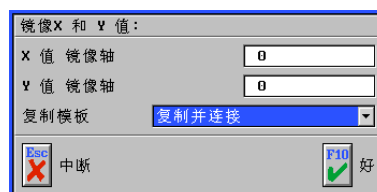
倒圆角“R8”



利用“F10”结束轮廓，然后“F4”镜像...

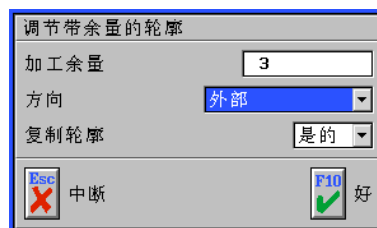
“F3镜像” / “F3X” / “Y值”

选择镜像轴X0/Y0/ “复制和连接”



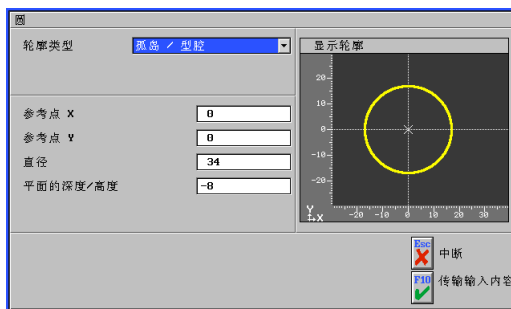
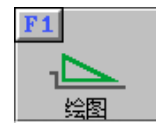
重置“F4 镜像”...

“F7余量” / “3mm” / “外部”



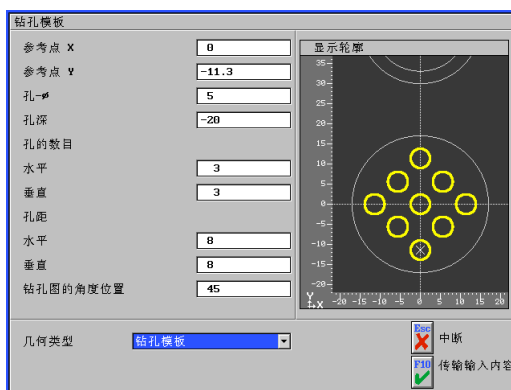
内部轮廓被激活（黄色），然后：

“F2变更” / “F4类型/深度变更” / “深度/高度” 置于-5



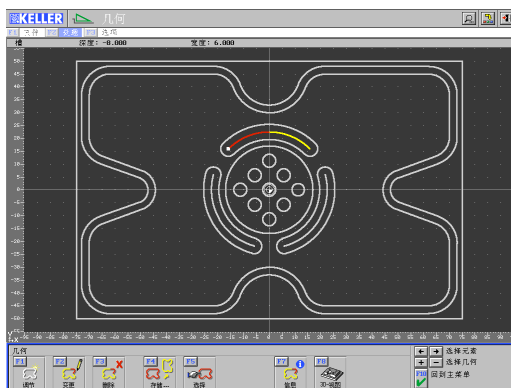
拟定圆柱型腔

“F1调整” / “F4整圆” / 将对话框调节到如图所示并且通过“F10”导入。



模板的钻孔图

“F1调整” / “F6孔” / “F4模板” / 将对话框调节到如图所示并且通过“F10”导入。



环槽

“F1调整” / “F1任意的” / “轮廓类型 槽” / 槽深为 -8 和槽宽为 6”

“始点X0” / “Y22.5” / 中点为 X0/Y0 和“圆心角为 45°”的“圆弧”（半槽）

通过“F4镜像”... / “F3镜像” / “F1 X 值带有镜像轴 X0” / “复制和连接”使槽完备 / 缺少的槽经由“F4 镜像”... /

“F2旋转” / “参考点X0/Y0” / “转角120°” / 来生成 2x 复制



放置2个雕刻

“F1调整” / “F7文本” / 输入文本“KELLER” / “参考点X-60/Y-35” / “槽宽1mm” / “雕刻深度-5.5” / “文本高度6mm” / 书写ISO kursiv



利用参考点“X20/Y-35”同样的放置文本“CAD/CAM” / 注意：雕刻深度-5.5 是0.5mm 深度的雕刻。

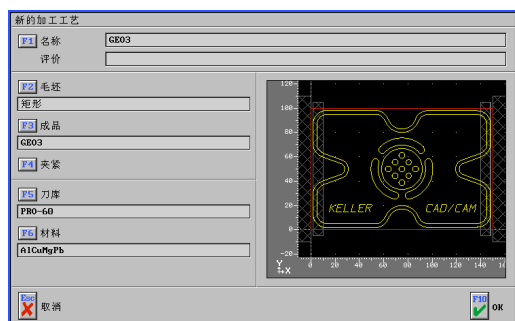
注意：在工作计划中的夹具预置在左下零点位置。 / 所以在通过“F1文件” / “F2调节” / “F1零点位移”存储之前， / 将零点移动一半的毛坯长度和毛坯宽度(X-75 / Y-50)！

以名称 GEO3 存储这个几何形状到文件夹 My geometries 。

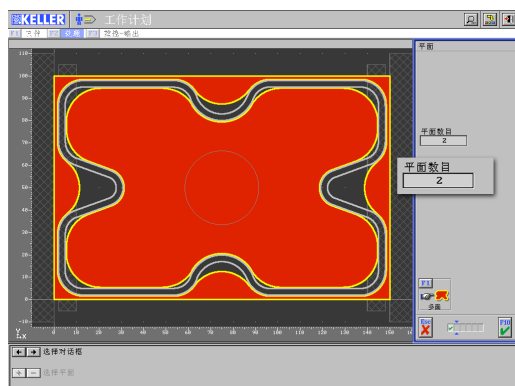
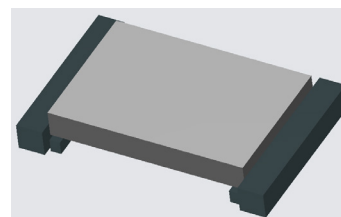


4.4.2 拟定工作计划CAM3

利用  和  转换到操作方式“工作计划”。



通过“F1文件” / “F1新的”放置新的工作计划
“扩展调节”调节到“新的”
作为成品件刚刚调节的几何“GEO3”已经预置。

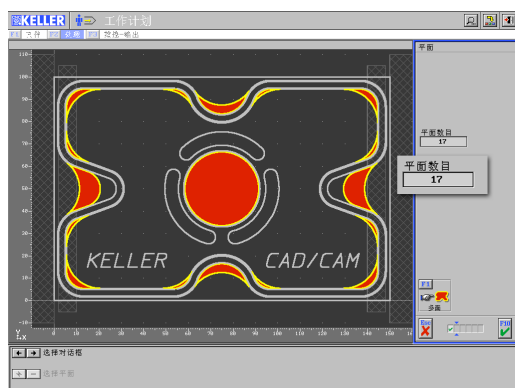


面铣削

不使用建议在刀位2($\varnothing 25\text{mm}$, $Z=6$)的刀具。而是选择刀位13($\varnothing 30\text{mm}$, $Z=3$)的刀具进行外部铣削和内部铣削。

使用“螺旋形”旋入！

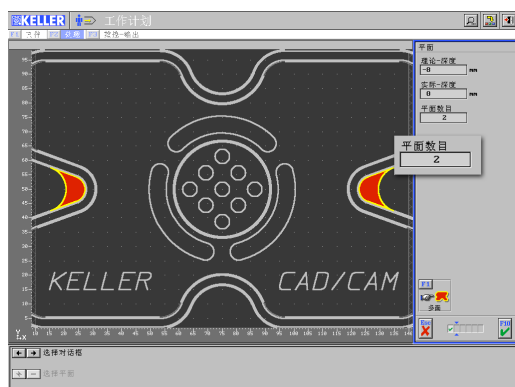
1:20 min



然后使用刀位16($\varnothing 16\text{mm}$, $Z=2$)的刀具铣削剩余材料。
有17个面。

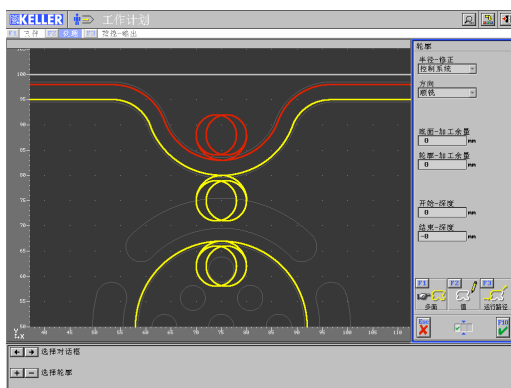
选择最佳的顺序！

1:00 min



最后刀位6($\varnothing 8\text{mm}$, $Z=4$)的铣刀用于两个“大的”剩余加工量的铣削。

0:37 min

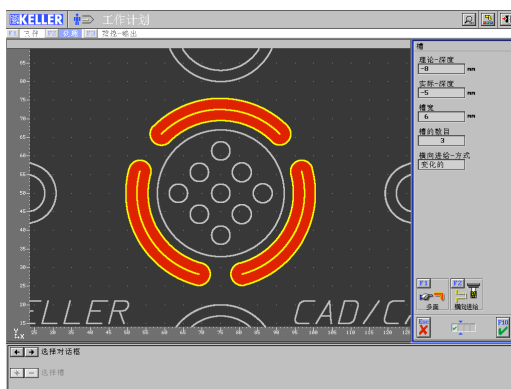


轮廓精铣

利用上次使用的刀位6上的刀具精铣。
通过“F1多次”放置用于三个轮廓的精铣路径

因为外部精铣到Z-8:
调节到“进给尺寸”为8（一个步骤！）F为300 mm/min。

3:57 min

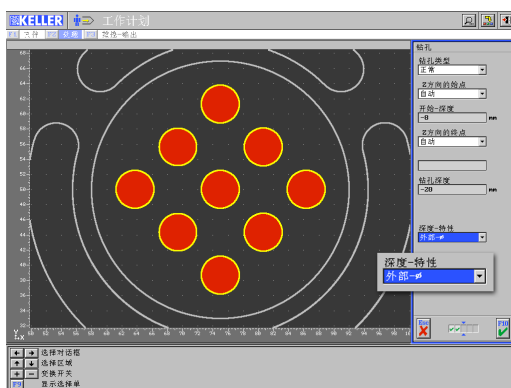


铣槽

利用刀位17(Z=2)的铣刀铣槽



1:01 min

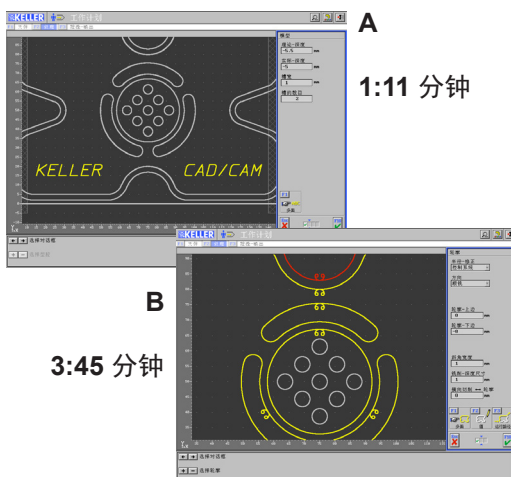


模板孔

由于这些孔已经存在
选择“F1成品”
使用在刀位35的Ø 5mm铣刀

注意深度特征（钻通孔）

0:50 min



雕刻和镂刻轮廓

利用在刀位1的数控中心钻1:

A 雕刻（通过槽...）和

B 利用各个0.5mm斜角镂刻（通过轮廓...）!

只有在三维的模拟过程中才能看到铣削过程!

加工时间:
13:41 分钟

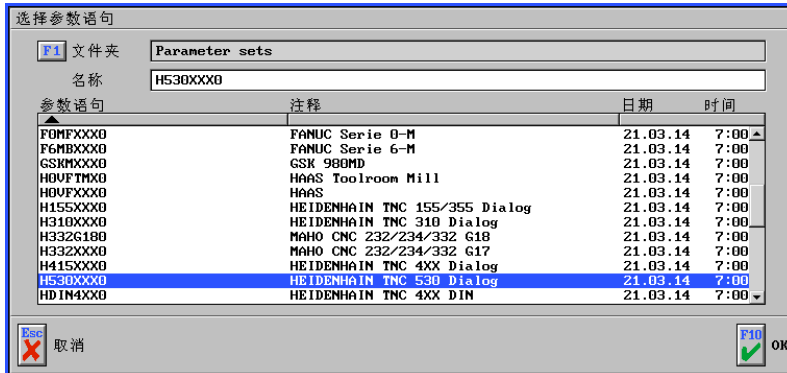
以名称 CAM3 存储这个工作计划到文件夹 *My workplans* 。



4.5 从工作计划到数控程序

在拟定和存储工作计划后，选择
“F3 数控任务” 和
“F1 数控程序”


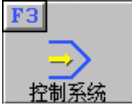
选择“F1后置处理器参数语句”，然后是希望的控制系统：



后置处理器的整个包：

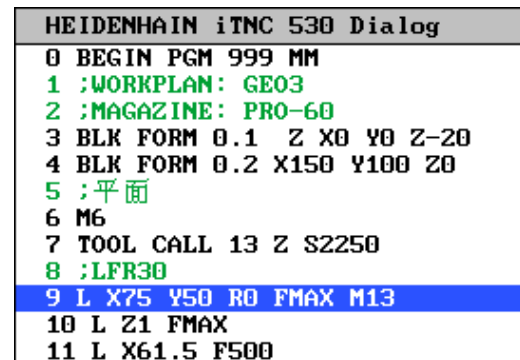
PALplus
BOSCH
DECKEL
EMCO
FAGOR
FANUC
GSK
HAAS
HEIDENHAIN
HNC
MAHO
MAZAK
NUM
NUMERIK
SIEMENS
TRAUB

选择“F10” 和 “F2 数控程序”。假如文件夹 *My simulator programs* 没有被激活，选择“F1选择其它的文件夹”。输入例如名称 **999**，然后就生成了数控程序。

利用  和  转换到操作方式模拟器...

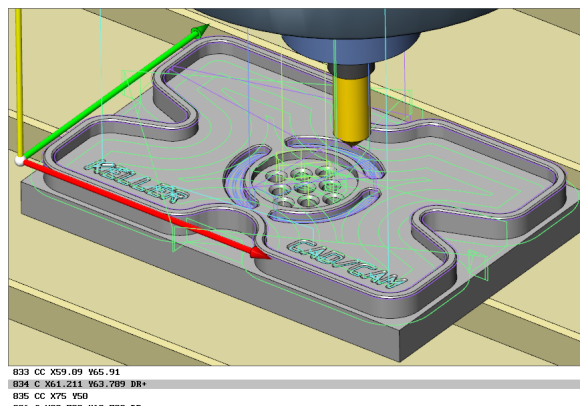
... 选择希望的模拟器...

... 并且打开文件 999:



选择“F2加工”并且观察模拟过程：

三维模拟过程






4.6 从数控程序到机床

利用  和  转换到操作方式“转换”：

在此您可以在自由编辑器中利用“F1文件”加载和编辑（搜寻，替代，复制，插入，…）任意的数控程序。
为了将数据传输到数控机床中，选择“F3数据传输”和“F1发送”。

在“F1参数”下利用“F10编辑”“Demo”。然后选择 

参数调节

切削点	COM1	反馈检验	不
波特率	19200	暂停	100
奇偶校验	直线		
数据位	7		
结束位	1		
预夹紧			
再夹紧			
结束接收			
EOLN 控制	#13#10		
电脑中的EOLN	#13#10		

期望的参数

中断 好！

注意，控制系统的传输参数在电脑上同样的被编辑。

有意义的调节可以引用旁边的图片。

SYMplus 只支持硬件-交流(RTS/CTS)，可是没有软件-交流。

为了选出数控程序，单击“F3文件”。
然后选择文件夹“My simulator programs”中的文件“999.H”。

打开数控程序


文件夹

名称

名称	日期	时间
999.H	7.08.14	14:55

取消

按下“ENTER”键并且利用“F10”打开数控程序。

然后选择 

KELLER 转换

文件 参数 适应 数据 数据源

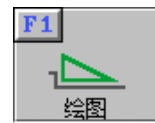
0: BEGIN PGM 999.H
1: M00/PLANE: G00
2: M00/PLANE: PRO-60
3: BLK FORM 0.1 Z X0 Y0 Z-20
4: BLK FORM 0.2 X150 Y100 Z0
5: ;平面
6: M
7: TOOL CALL 13 Z S2250
8: ;LPR30
9: L X75 Y50 R0 FMAX M13
10: L Z1 FMAX
11: L X61.5 Y500
12: CC X75 Y50
13: CP 19A291.064 Z-5 DR+
14: L X70.148 Y52.598
15: L X81.727 Y50
16: CC X75 Y5
17: C X88.712 Y48.385 DR-
18: CC X127.178 Y50
19: C X88.712 Y51.615 DR-
20: CC X75 Y95
21: C X81.727 Y50 DR-
22: L X79.509 Y35.165
23: CC X75 Y5
24: C X101.268 Y28.5 DR-
25: L X129.5
26: L Y24.147
27: L X119.141 Y27.917
28: CC X127.178 Y50
29: C X119.141 Y72.083 DR-
30: L X129.5 Y75.853
31: L Y79.5
32: L X101.268
33: CC X75 Y95
34: C X70.491 Y64.835 DR-
35: L X68.273 Y50
36: CC X75 Y95
37: C X61.288 Y51.615 DR-
38: CC X22.822 Y50
39: C X61.288 Y48.385 DR-
40: CC X75 Y5
41: C X68.273 Y50 DR-
42: L X70.491 Y64.835

参数 适应 文件 对传输的字节 17040 数据 回到主菜单

当数据连接正确调节时，17040字节传输到数控机床中。





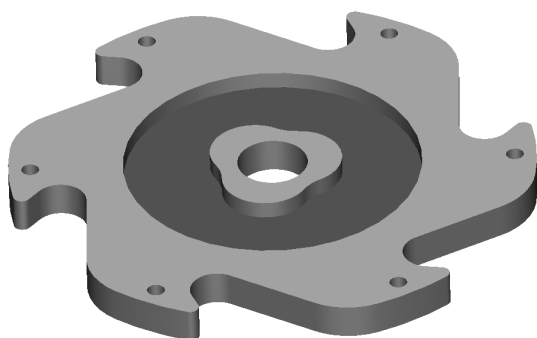
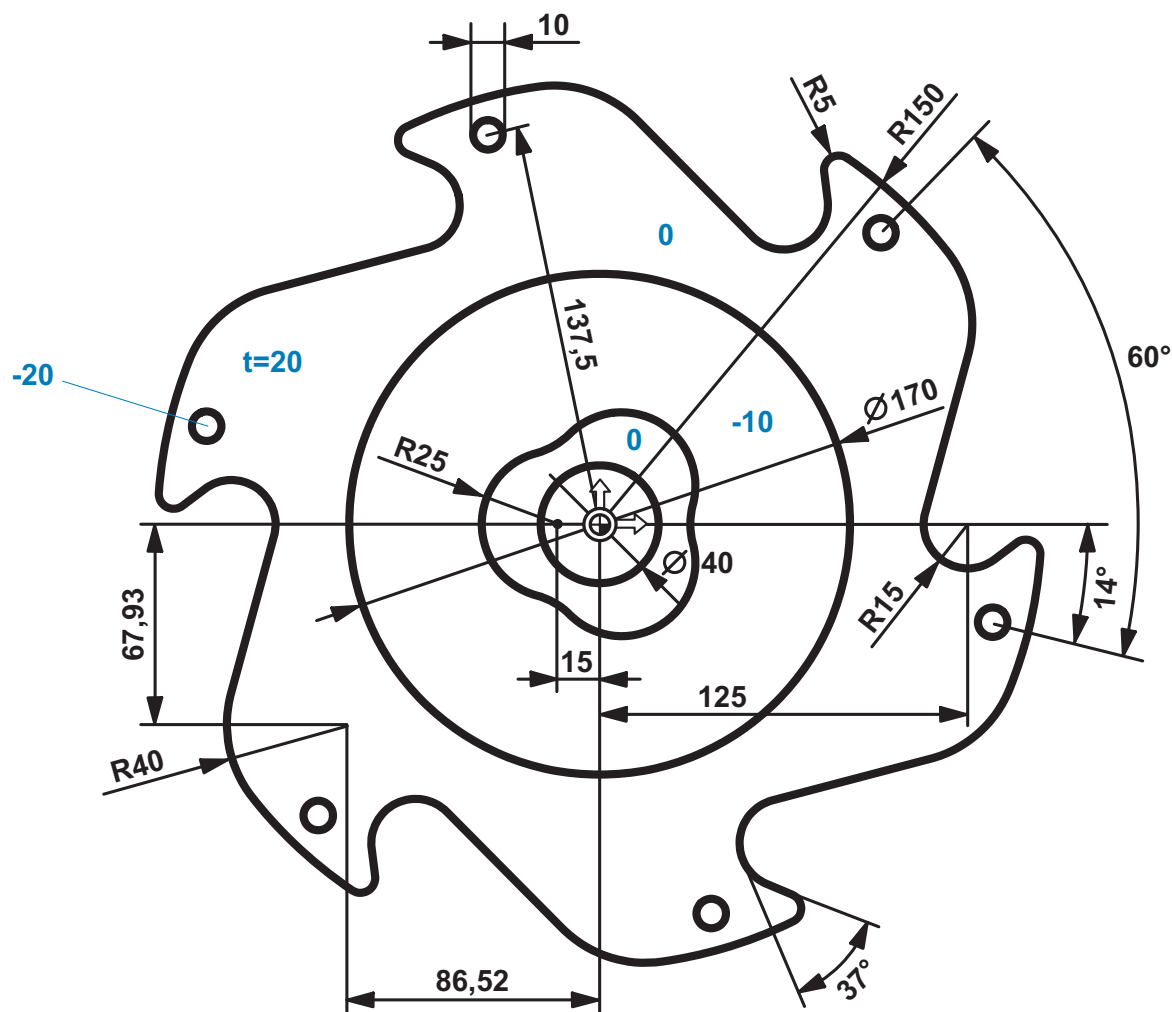


练习 3: 更加复杂的几何图形练习

这个工件包括两个复杂的轮廓。在拟定几何之前，您必须首先有设计的方式和方法的介绍。这需要很多时间！

为了缩短时间，看一下页面右侧带有详细尺寸的这两个轮廓。

注意：原始图纸上的半径40mm没有用在详尽的尺寸中，因为由设计给出（如同后面通过“F7”信息看到的，半径为39,999 mm）。

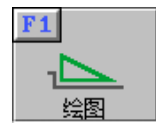


当您已经多次拟定设计，您应当能够在少于7分钟的时间内重复一次，当您像熟练者那样工作时(见第 9页)。

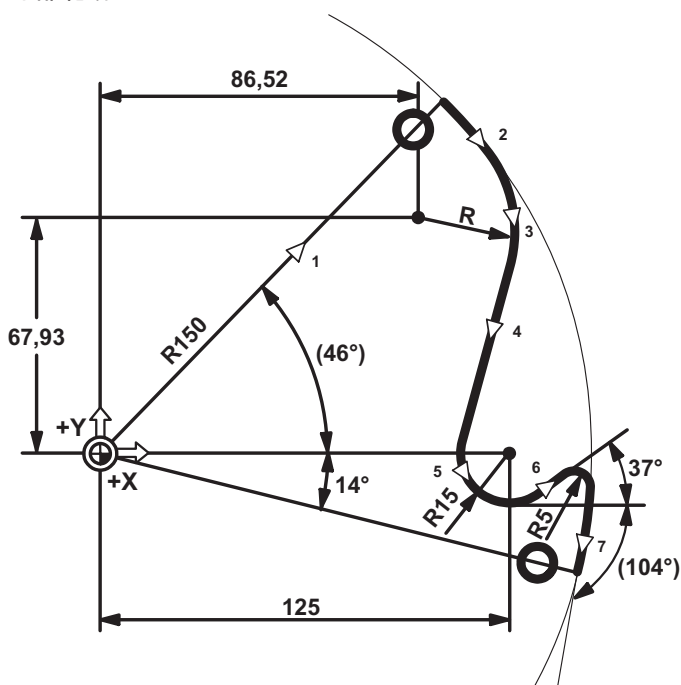
我们认识几个人，他们能够在5分钟之内完成整个几何！

假如从CAD中导入几何，那么不到1分钟就可以了。

假如您希望：将您的设计值与存储的设计进行比较（文件夹 *Exemplary geometries/DEMO-HU*）



外部轮廓

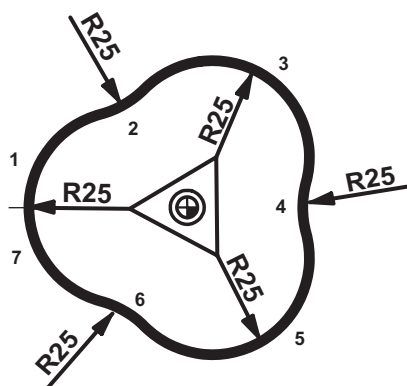


1. 利用从零点出发的一条线段开始设计： 角度 46° / 长度 150.
2. 利用中点O/O和未知的终点设计第一个不相切的圆弧。
3. 利用已知的中点，但是未知的终点设计下一个相切的圆弧。
4. 利用未知的终点生成一条切线。
5. 利用已知的中点，半径15和利用已知的离开角度设计下一个圆弧。
6. 利用未知的终点设计一条切线。
注意：R5 是圆角
7. 利用半径150，中点O/O和离开角度 -104° 设计下一个不相切的圆弧。
8. 选择第一条线段并且删除。然后插入圆角。

内部轮廓


在您开始设计之前，必须利用R25为三个圆“放置”圆心。

最简单的办法是直径30mm的三角形外接圆和角度位置 180° ：
三角形的三个点为圆心。

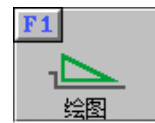


1. 通过始点为X-40 / Y0的圆弧，中点X-15 / Y0和未知的终点开始设计。
2. 对于下一个圆弧只知道半径。
3. 利用已知的中点设计第三个圆弧。

注意：选择附加功能，

然后  ， 其次单击各个中点。

4. 继续设计直到始点。



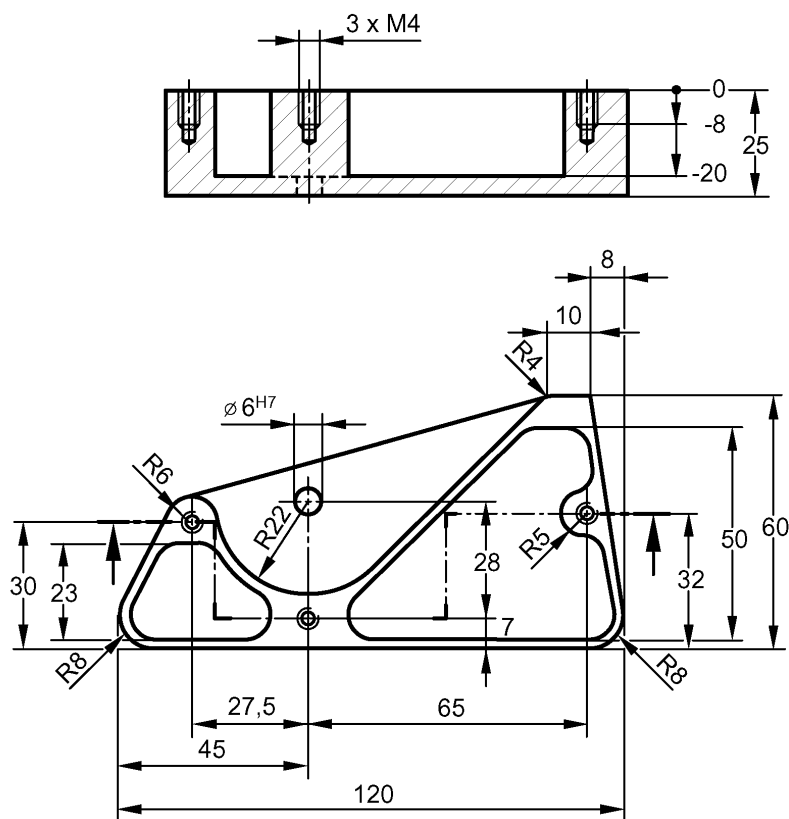
4.8 从CAD数据导入

对于这个工件，您会体验到从CAD文件导入的优点。

图纸是以DXF格式和IGES格式在SYMplus中。

DXF和IGES是用于CAD数据传输的矢量格式：

- DXF = 画图转换格式
- IGES = 初始图像转换特性



4.8.1 导入几何

新的文件：在起动辅助中 **-25** 拟定为“工件下边缘”。

“F1调节”，然后



和“F1文件”/“F1打开”/调入“F1 DXF文件”和导入文件CAD1

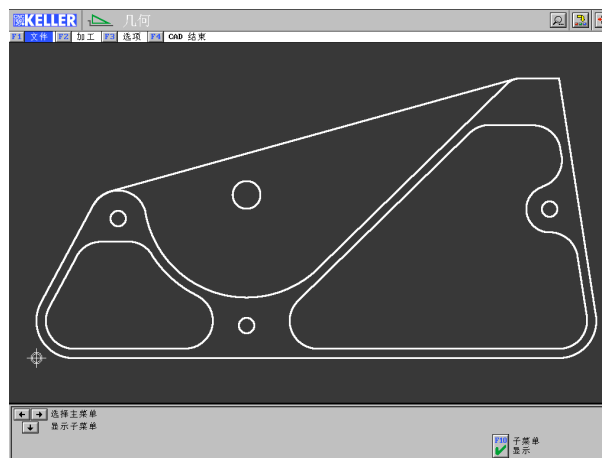
对于有兴趣的：

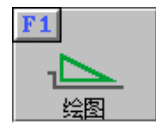
在“图像对话框”中您完成这个设计了么？

一个“图像对话框”的“熟手”在15—20分钟内完成这个任务。

说明：您必须完成几个辅助设计，例如平行设计与距离点结合切点。

通过辅助功能的“F5点”调入辅助功能。

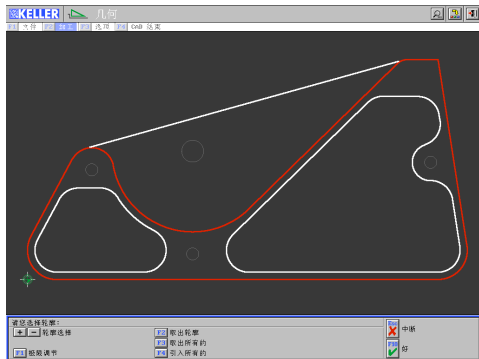




导入这4个轮廓和4个圆的做法建议:

“F2 加工” / “F2 零点”:
将零点置于位于左下位置零点符号的中间。

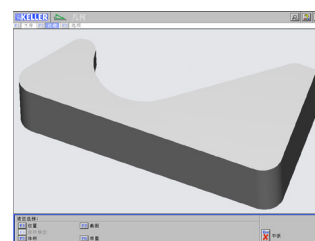
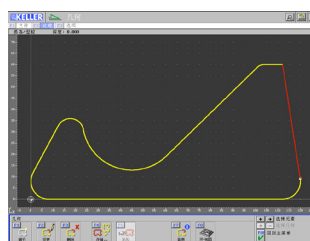
“F2 加工” / “F5 自动”:
将轮廓激活到0高度并且选择插入“F2 轮廓”



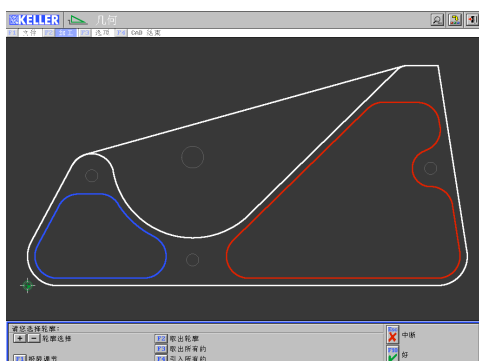
F10后输入深度/高度0:

二维

三维



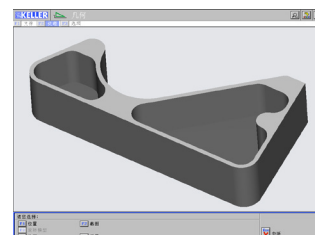
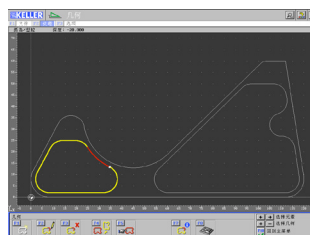
- “F1 调整” / “F2 CAD输入数据” / “F2 加工” / “F5 自动”:
- 激活第一个型腔和“F2 插入轮廓”
- 激活第二个型腔和“F2 插入轮廓”



F10后输入深度/高度-20:

二维

三维



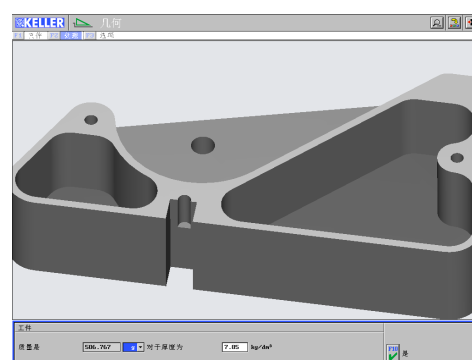
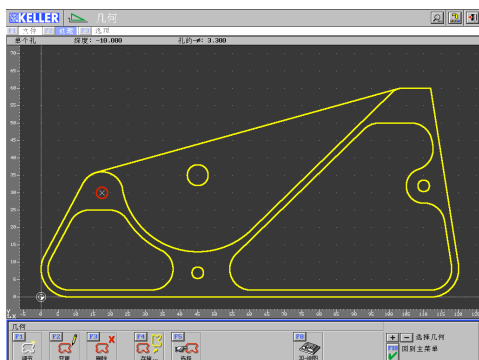
- 如型腔激活, 插入和导入外部轮廓到“深度” -20 。

注意: 这个轮廓作为练习您也可以通过“F6 手动”开始。在您选择了其上带有始点的元素和此后确定了始点后, 利用“F1 下一个终点”或者“F3切点”确定各自的下一个点。

说明: 注意, 在两个轮廓分支处, 选择各自正确的元素。

- 利用“F7 圆”导入3个“深度”为-10的螺纹孔
- 导入单个“深度”为-25的孔

在二维模拟和三维模拟中的结果:





4.8.2 工作计划

工作计划 CAM4 存储在的文件夹
Workbook SYMplus 中。打开这个文件。

模拟这个工作计划，这儿您看到几个摘录。

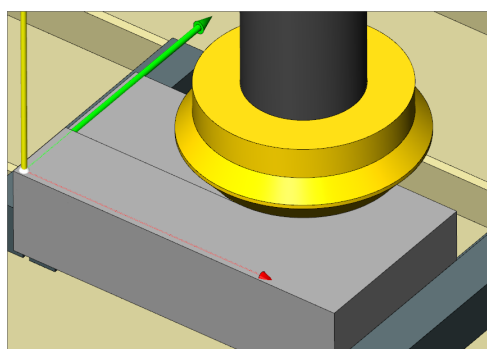
工作计划	
端面	T25
钻孔	T45
钻孔	T45
平面	T9
矩形	T15
轮廓	T15
轮廓	T15
轮廓	T15
对中	T1
对中	T1
钻孔	T36
铰孔	T54
钻孔	T32
攻丝	T49
夹紧	
手轮	T15
轮廓	T15

* 注意：在调节“F4 精细显示”中，工件显示所有的细节，如同在操作方式编辑图形中描述的。

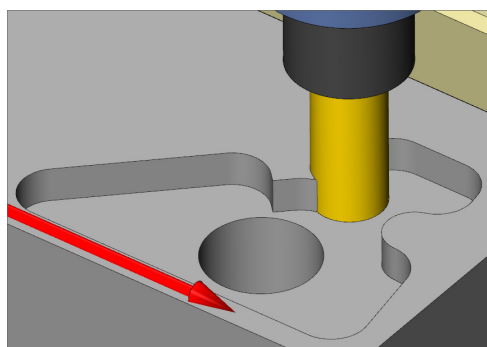
在调节“F3 刀具”中，刀具显示如同内部的体积去除和碰撞监控计算的：

切削刃总是圆柱状的（也见于中心钻和麻花钻）。

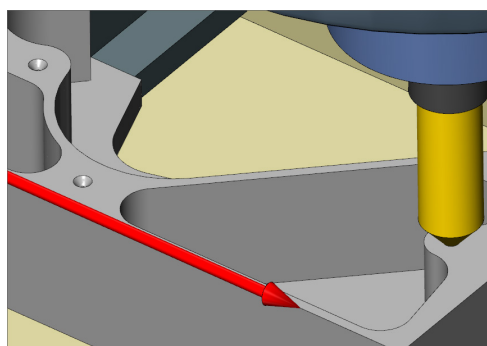
T25*



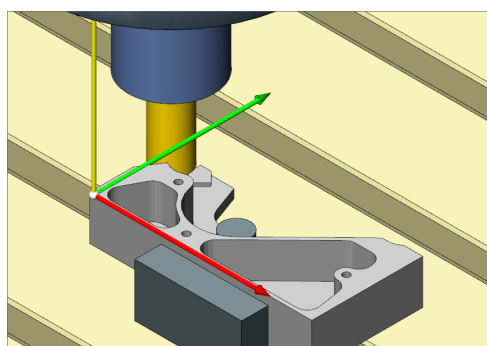
T9



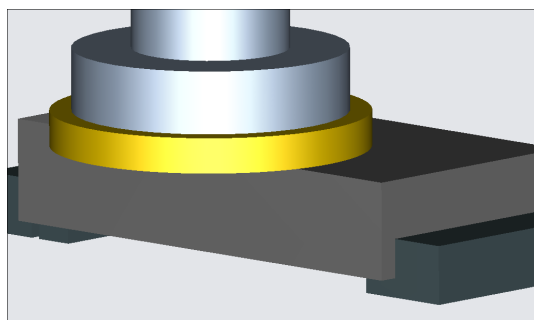
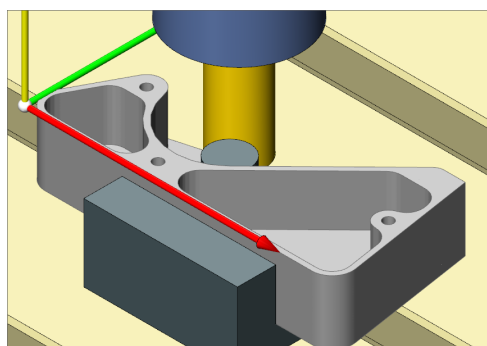
T1



T15



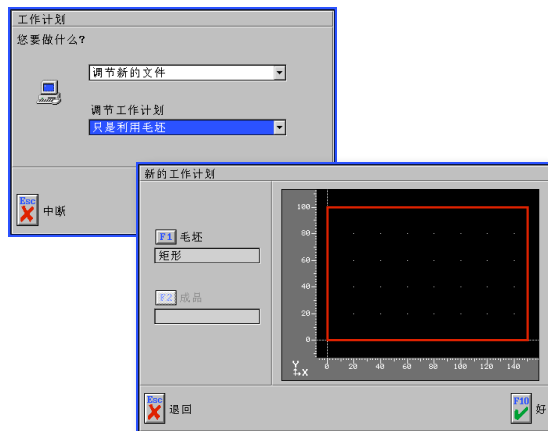
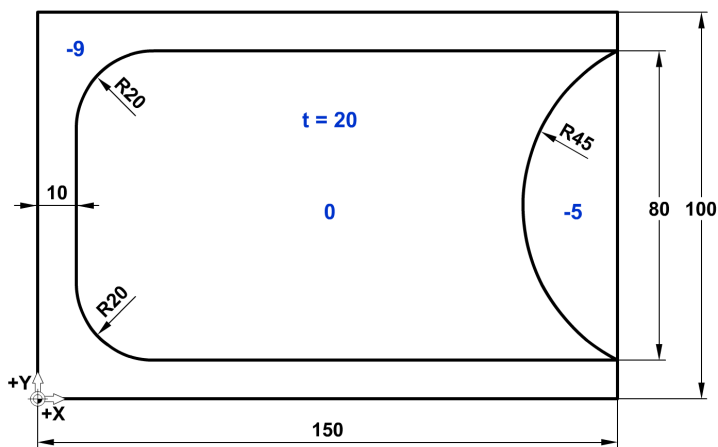
T15



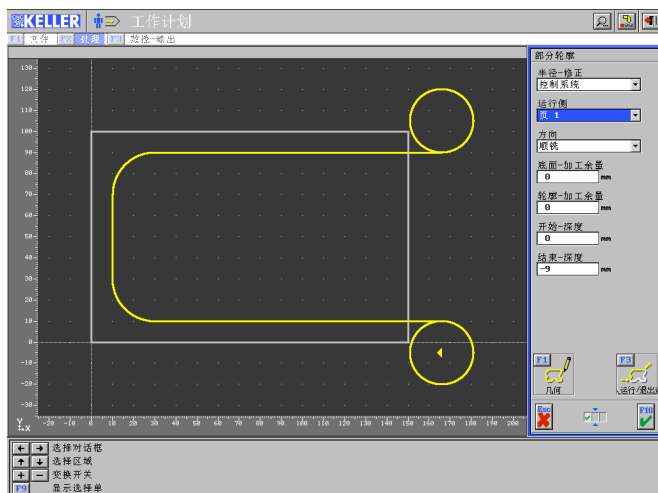


4.9 部分轮廓工作步骤

下面您看到，如何在工作计划中直接放置轮廓，而没有先前在操作方式几何中放置一个成品轮廓。
选择“只是利用毛坯” 并且可能情况下登记毛坯尺寸。



首先拟定外部轮廓特征顺时针到深度-9:



“F1 调整” / “F2 轮廓” / “F2 部分轮廓”
使用在刀位13上的 $\varnothing 30\text{mm}$ 铣刀
在第二个对话框选择“F1 几何” /
“F1 设计 深度/高度” -9

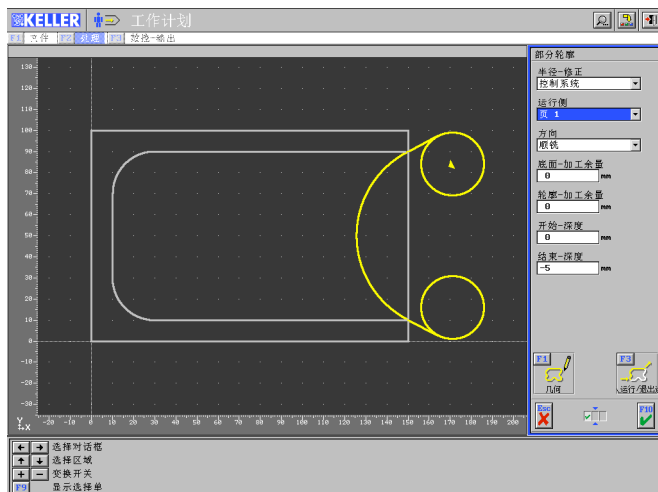
始点 X166/Y10 (在X方向用于适合铣刀直径运行所要求的)

拟定有三条线段（终点相应的在X166处）和事后圆整的圆角的轮廓，如同您在操作方式几何中习惯的那样。

因为要求轴平行的线段，在此不必修改接近运行状态和离开运行状态（预置为直接接近运行点和离开运行点）

在第三个对话框中进给尺寸置为5mm。

现在半圆弧调节到深度-5:



重新选择部分轮廓并且导入刀位13的铣刀

调入设计后，调节圆弧逆时针到“深度-5”，
“始点 X150/Y90”，“中点”未知，“半径45”和“终点X150/Y10”

导入几何后调入“F3接近运行/离开运行”，接近运行点和离开运行点的运行状态各自从“直接”切换到“线性”，输入“长度16”然后选择“F1切向”。




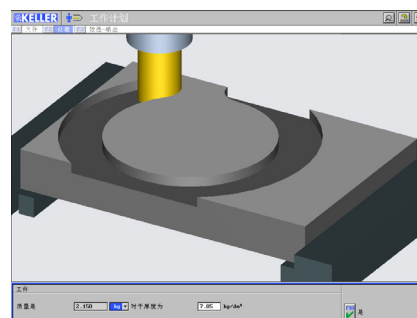
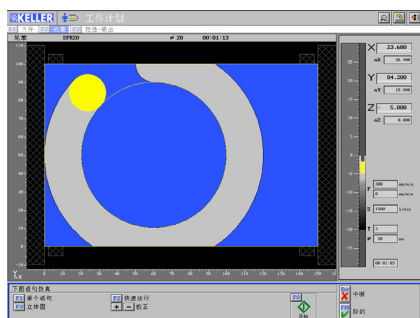
4.10 工作计划 TeachIn

一款还需更“智能化”的软件有时生成刀具路径，不能让操作者满意的-“工件”显得越是简单，就越是如此。

示例： 去除外部剩余加工量

打开附带的工作计划 **TEACHIN** 。

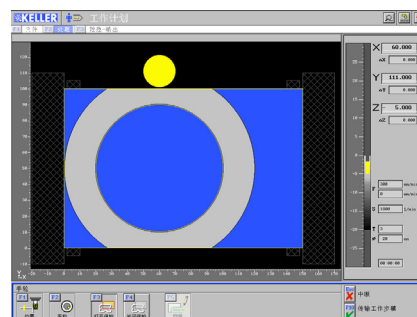
利用  各种步骤激活轮廓，观察模拟过程和三维视图。



现在轮到您了！

为了达到可比的结果，以下有效：

1. 刀具 T3 (Ø20)
2. 在面上F300 / 进给时F150
3. 起始位置 X60 / Y111 / Z-5
(根据工作步骤轮廓的实际位置)
4. 在剩余表面之间以快速运行来运行
5. 在Z方向的进给以下有效：以快速运行升高1mm，以进给速度横向进给
6. 快速运行到终点X150 / Y150 / Z150



现在3个外部剩余面应当您在工作计划 **TeachIn** 操作中完成。



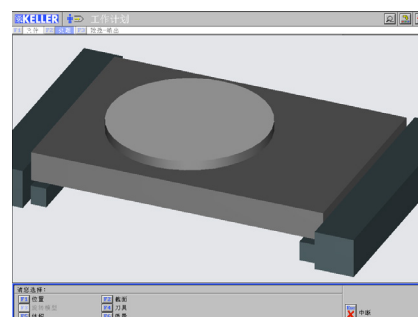
→ 在刀位3处WZ Ø20 并且导入所有的切削数据：



...

我们在工作步骤手轮中达到如下的结果：

	KELLER	您呢？
加工时间	1:28 min	

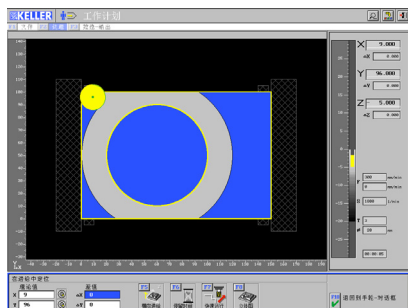




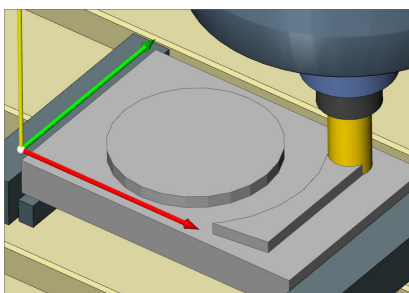
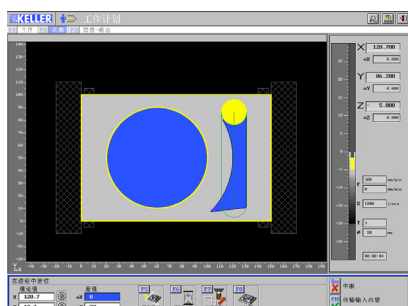
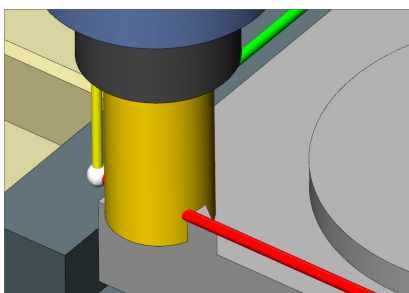
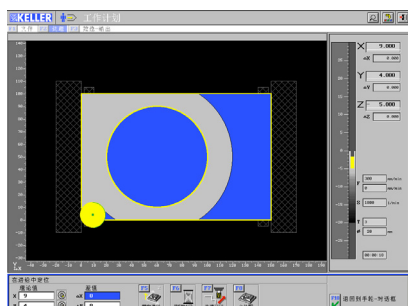
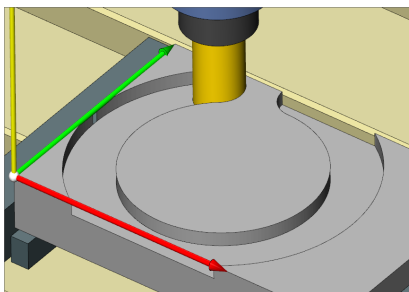
当您打破了我们的加工时间1:28: 向您祝贺!

假如对您的加工时间不满意, 那么将手轮加工的步骤加入工作计划, 通过“F2 变更”来完善工作步骤。

二维模拟

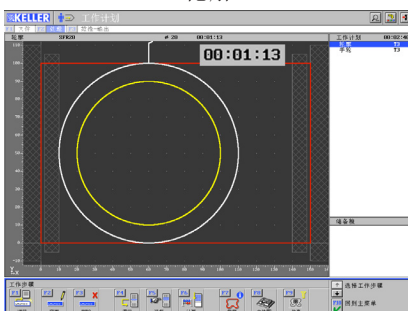


三维视图

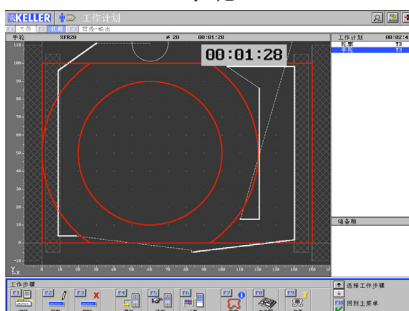


在此您看到两个工作步骤“轮廓”和“手轮”（当您选择“F7信息”时，产生这个显示）。

轮廓



手轮



右边您看到由凯勒公司通过PALplus后置处理器生成的数控程序: 27数控语句。

您能做到生成更短的程序么?

PALplus

;Workplan: TEACHIN

;Magazine: PR0-60

N1 G54

;轮廓

;SFR20

N2 T3 F300 S1800 M3

N3 G0 X60 Y111 M7

N4 G0 Z-5

N5 G41

N6 G1 Y90

N7 G2 X60 Y90 I0 J-40

N8 G40

N9 G1 Y111

;手轮

N10 F300 S1800 M3

N11 G0 X30

N12 G1 X9 Y96

N13 G1 Y4

N14 G1 X18

N15 G1 Z-4 F150

N16 G0 X83 Y-4

N17 G1 Y-5 F300

N18 G1 Z-5 F150

N19 G1 X140.2 Y1.9 F300

N20 G1 Y98.2

N21 G1 X102.7

N22 G1 X120.7 Y86.2

N23 G1 Y13.2

N24 G1 X110.2

;运行

N25 G0 Z150 M9

N26 G0 X150 Y150

N27 M30

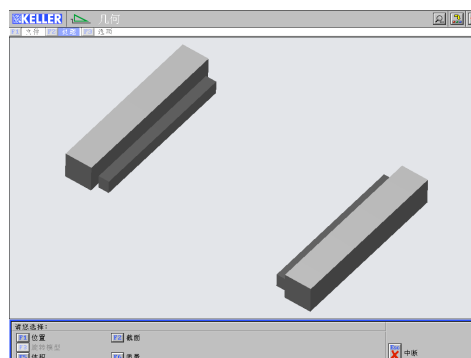
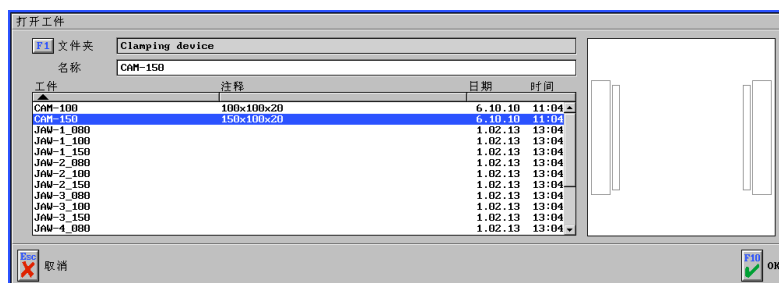


5 夹具

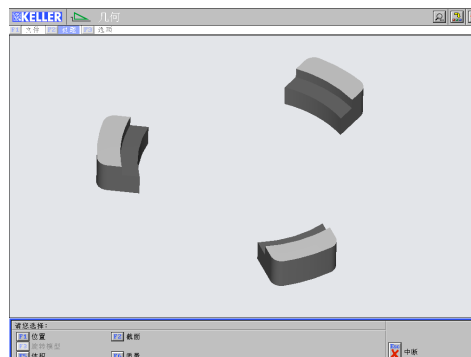
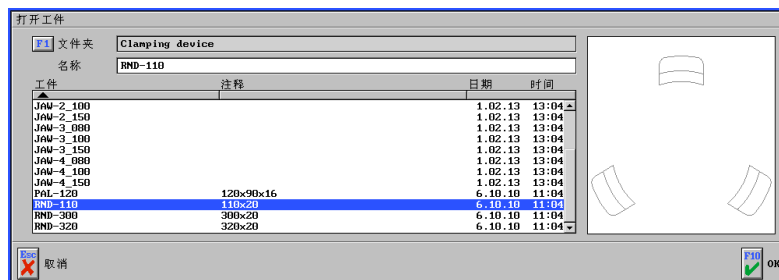
在培训等级CAD/CAM中，可以使用夹具。转换到操作方式“几何”。
这儿有文件夹 *Clamping device*，在此您可以打开现有的夹具或者放置新的夹具。

现有的夹具

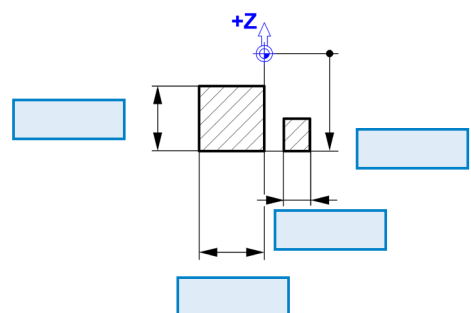
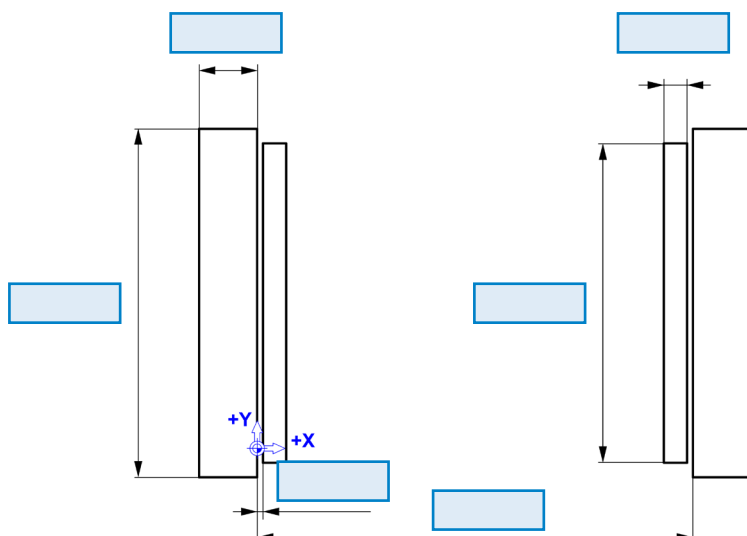
用于工件装夹的滑块150 x 100 x 20和平行底座



用于工件装夹的滑块Ø110 x 20



调入夹具150 x 100 x 20并且测量！
使用“F2改变”！



* 这个深度必须预先在领域“下缘工件”中的“F1文件”中输入



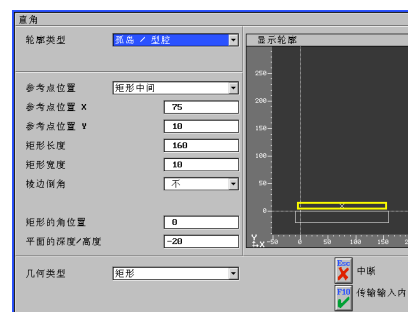
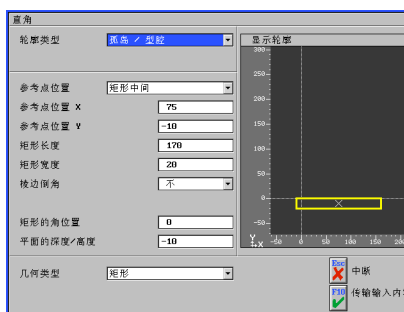
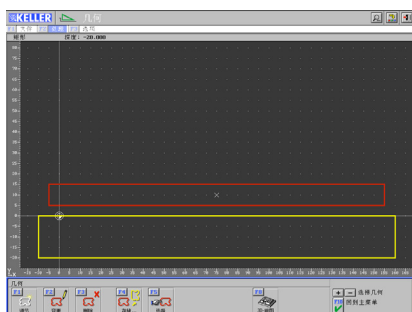
输入夹具

放置夹具如同工件一样，首先在“工作计划”中，这个设计与工件相比“自动”保持暗色。

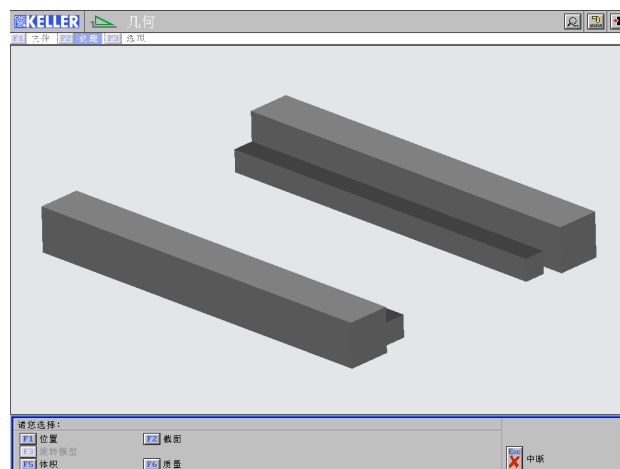
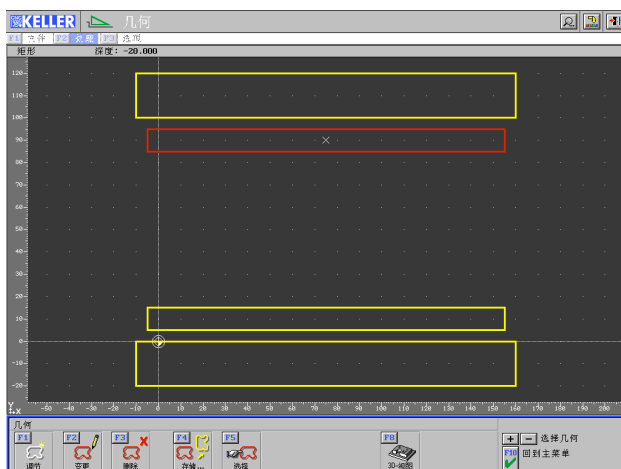
现在工件150 x 100 x 20 应当如下夹紧（同前面一样的深度/距离）：

运行的滑块

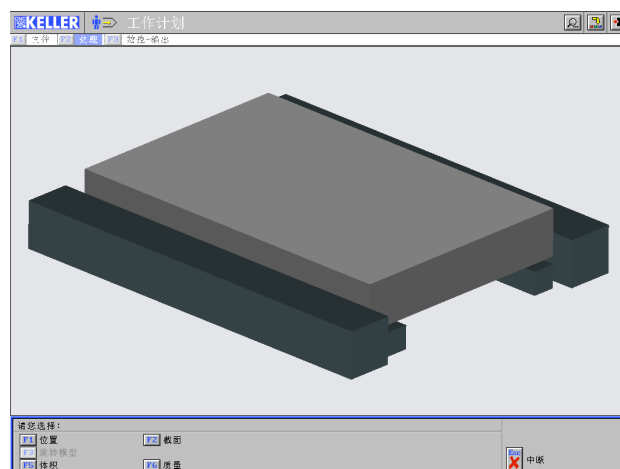
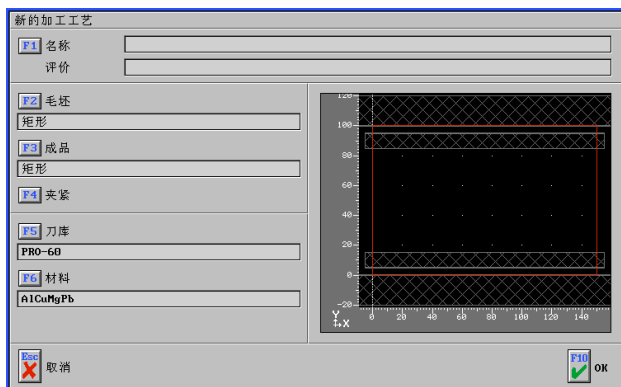
下面平行底座



设计生成上面的平行底座和固定的滑块。以名称 **CAM-150S** 将其存储在文件夹 **Clamping devices** 中。



现在您可以在操作方式工作计划中，在工作计划的“调节”中，在 **F4** “夹紧” / **F1** CAM-150* / **F4** “任意的”之下激活这个夹具（或者作为使用的标准夹具登记在预置中的“调整”中）。



* 在此显示在预置中对于工作计划默认的标准夹具。

铣削PAL编程系统

用于PAL测试的自从2009年10月有效的PAL功能清单

一般说明

接通状态

在起动数控程序时，有以下的接通状态：

G17 选择面
G90 绝对编程
G53 取消零点位移
G40 刀尖圆弧半径补偿取消
G1 直线插补
G97 转速
G94 进给 单位mm/min

评论

在每个语句中都可以插入评论。
从评论符号“；”（分号）开始，行的剩余部分被看作是评论。

强制地址和选项地址

对于循环来说有责任地址和选项地址，
它们不必编程。
在此责任地址通过蓝色三角来标示。
所有选项参数都有预置
（见下面G功能清单）。

以下页面的说明

在蓝色框架中的文本是PALplus模拟器中的信息图片文本。
其它文本取自PAL编程系统。

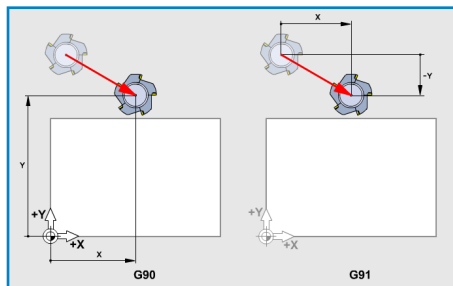
G0 快速运行

刀具以最大可能的速度运行到利用X, Y和Z编程的目标点。目标点的运行通过空间位置逻辑产生。

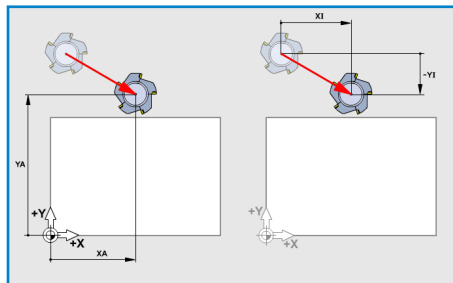
X Y Z	绝对的或者增量的终点输入（取决于G90/G91）
XI YI ZI	增量输入
XA YA ZA	绝对输入

F	进给
S	转速
M	附加功能

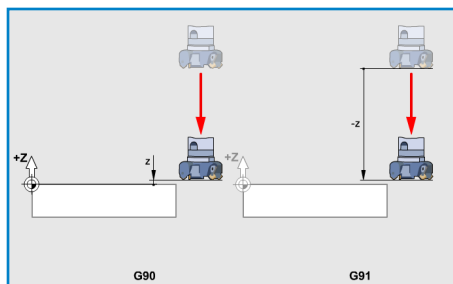
TC	修正存储器
TR	刀具半径补偿
TL	刀具长度补偿



X/Y 刀具以最大可能的速度运行（快速运行）到利用X和Y编程的终点。
对于G90（绝对尺寸）是关于工件零点的值。刀具绝对运行到编程终点。
对于G91（尺寸链）是关于当前刀具位置的值。刀具增量运行到各自运行方向下的编程值的数值。

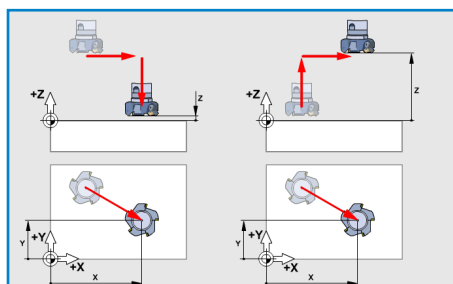


XI 利用XI/XA 或者YI/YA,（不取决于G90/G91）各个轴增量的（相应于G91）或者绝对的（相应于G90）运行。
也可以例如XI与XA或者X与ZI一起编程。
在这种方式中很多图纸尺寸灵活地传输，而不必进行加减计算。



Z 对于Z轴（进给轴）关于G90/G91等功能如同对于X/Y（加工轴）同样有效。

ZI/ZA （不取决于G90/G91）增量的（相应于G91）或者绝对的（相应于G90）运行。



当在一个G0语句中同时在X/Y和Z方向编程运动时，在PAL模拟器中，所谓的“空间位置逻辑”起作用。

这意味着：

对于Z方向向下的运动，将首先在X/Y中运行（接近工件运行）。
对于Z方向向上的运动，将首先在Z方向运行（离开工件运行）。

G1 工作过程中的直线插补

刀具以编程的进给速度直线插补运行到线段的编程终点。

1) ▾	} 输入终点 (见G0)
X Y Z	
XI YI ZI	
XA YA ZA	

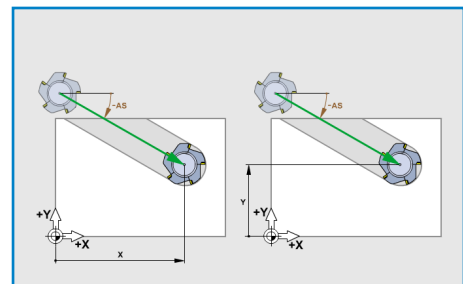
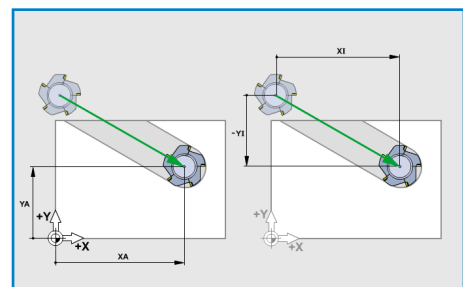
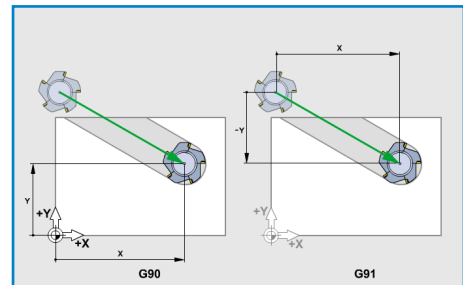
D	长度	RN=0* H1*
AS	升角	
RN	倒圆角/斜角	
H	角度标准	

E	精密进给
F	进给
S	转速
M	附加功能

TC ▾	刀补存储器
TR	刀具半径补偿
TL	刀具长度补偿

AS 角度是关于X轴正方向
转向为逆时针方向

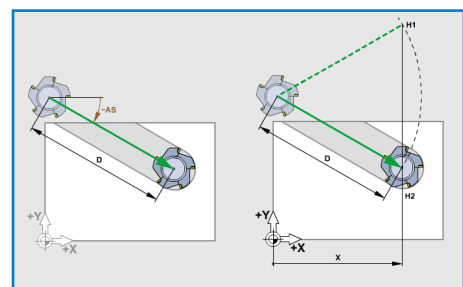
目标位置可以例如通过X和AS或者Z和AS编程。
角度AS不取决于G90/G91，总是绝对的。



D 在加工面上的运行路径。

目标位置可以例如通过D和AS明确地编程。
原则上对D编程时是没有符号的。

利用长度和角度进行标注尺寸，人们称之为极坐标。

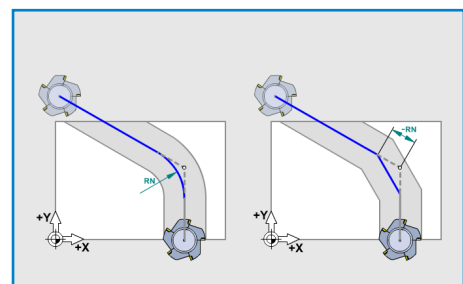


角度标准:

H1* 利用小角度的答案
H2 利用大角度的答案

* 预置

1) 在PAL模拟器中的这个位置可以对功能G9(精确停)编程。



G2/G3 圆弧插补

刀具以编程进给速度的圆弧插补运行到顺时针圆弧的编程终点。

1)	
X Y Z	输入终点 (见G0)
XI YI ZI	
XA YA ZA	
I J	增量中点坐标
IA JA	绝对中点坐标

R	半径	
AO	圆心角	
RN	倒圆角/斜角	RN=0*
O	圆弧标准	O1*

E	精密进给
F	进给
S	转速
M	附加功能

O 圆弧标准，例如当除了中点只对终点坐标编程时。

O1* 较短的圆弧

O2 较长的圆弧

* 预置

R 圆弧半径，符号确定各自的答案。

R+ 较短的圆弧，圆心角 $\leq 180^\circ$

R- 较长的圆弧，圆心角 $> 180^\circ$

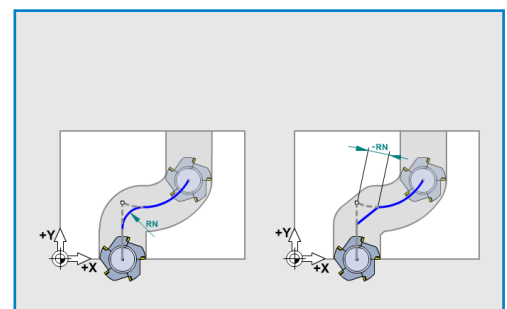
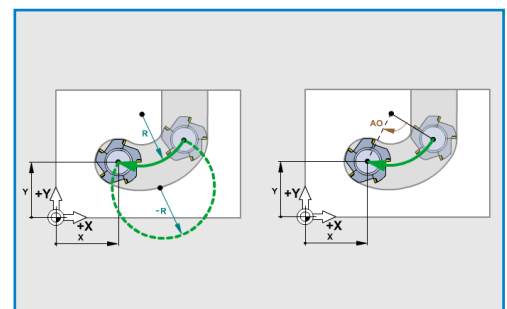
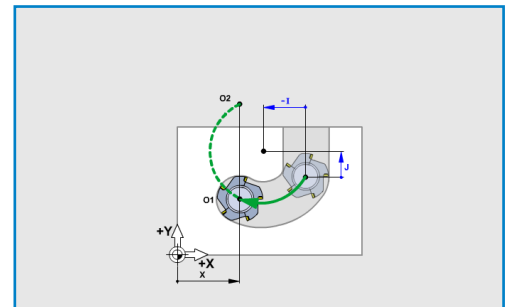
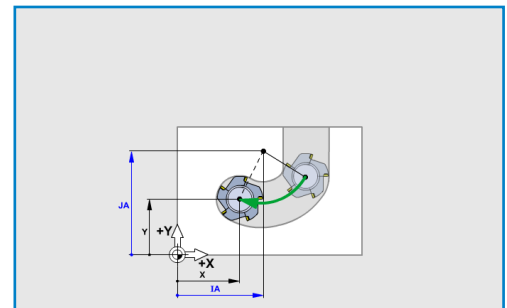
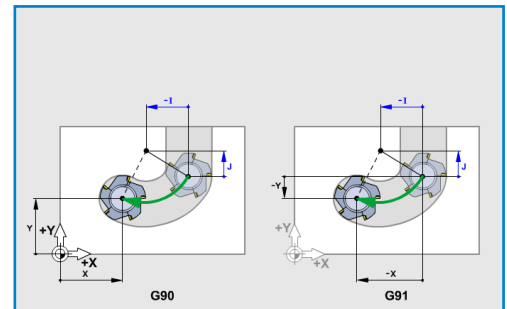
R+/R-的编程使得圆弧标准O是多余的。

AO 圆心角，原则上没有符号，因为通过G2/G3预先给定圆周方向
利用AO和终点X/Y就明确定义了圆弧。

RN 到下一个轮廓元素的过渡元素

RN+ 倒圆角

RN- 斜角

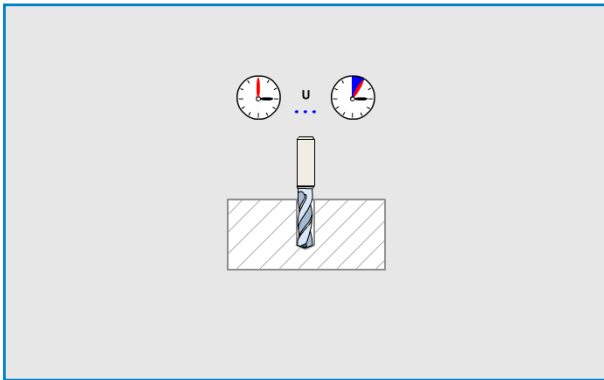


¹⁾ 在PAL模拟器中的这个位置可以对功能G9(精确停)编程。

G4 暂停

刀具运行会因为给定的暂停而中断。

U	暂停	
O	暂停时间单位	O1*



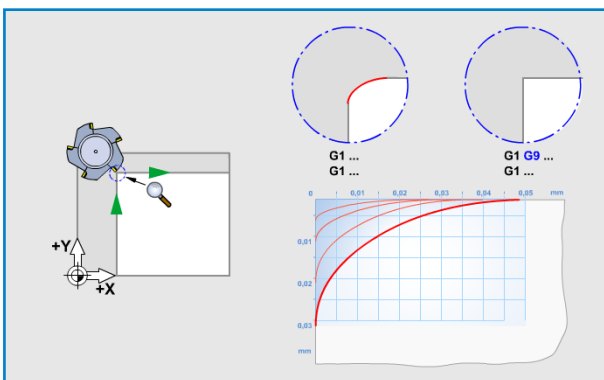
U	暂停 单位秒或者 转数
O	暂停时间单位选择

暂停时间单位选择
O1* 暂停时间 单位 秒
O2 转数

* 预置

G9 精确停

假如G9充实到G1/G2 或者G3中编程，那么进给速度到编程目标点时减速到0。
然后才处理后面的运行语句。
在PAL模拟器中，G9只可以与G1，G2或者G3编程。



假如附加G9编程，那么进给速度在终点减小为0。然后才处理后面的运行语句。
由此避免拖拉故障（“摩擦”）。

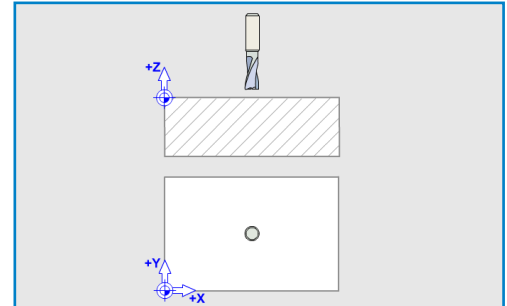
通常会放弃G9编程。那么“摩擦”的大小就取决于进给速度。

G17 选择面

因为G17是在接通状态，并且所有的数控程序基于面G17，无需输入G17。

通过G17确定X/Y面为加工面。
Z轴为进给轴（刀具轴）。

G17是接通状态，所以无需编程。

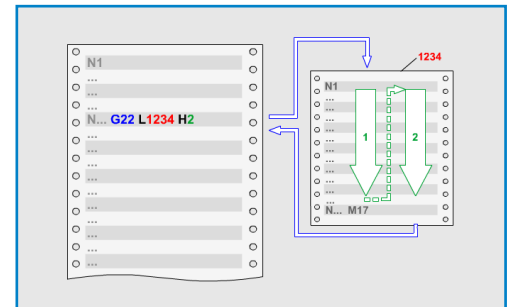


G22 调入子程序

一个通过G22调入的子程序将由控制系统存储，在调入后接着连续子程序。

L	子程序
H	重复
/	渐隐面

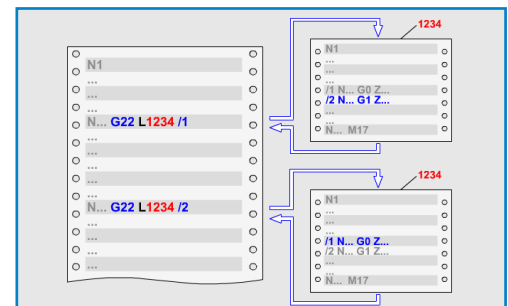
H1*



L 子程序号，子程序必须如同主程序一样存储在一个文件夹中。

H 重复次数（可以取消，当子程序只是运行一次时）。

* 预置



G23 部分程序重复

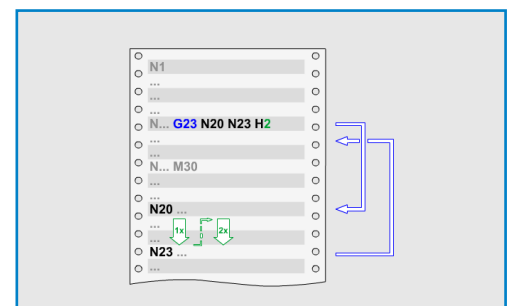
利用G23重复部分程序。

N	起始号
N	终结号
H	重复

H1*

H 重复次数（可以取消，当子程序只是运行一次时）

* 预置



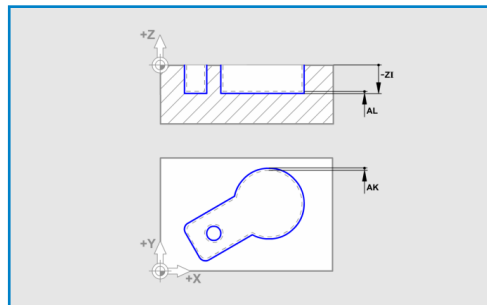
G34 打开轮廓型腔

利用指令G34打开轮廓型腔循环. 与G34一起首先只是定义型腔深度和加工余量.

随后必须对加工(强制G35, 可选G36和G37), 一个或者多个型腔轮廓和可能情况下岛轮廓(采用G38)和循环调入(采用G39)进行编程.

ZI/ZA	型腔深度	
AK	轮廓余量	AK=0*
AL	底面余量	AL=0*

* 预置



G35 轮廓型腔粗铣

利用指令G35确定刀具和轮廓型腔粗铣的工艺数据.

T	刀具	
D	最大进给深度AK	
V	安全距离	
DB	重叠 单位%	DB=80*
RH	螺旋半径	RH=0.75R*
DH	螺旋进给	DH=0.5R*
O	旋入	▼ O1*
Q	加工方向	▼ Q1*
E	旋入进给	E=F*
F	进给	
S	转速	
M	附加功能	

旋入

O1* 垂直旋入
O2 螺旋旋入

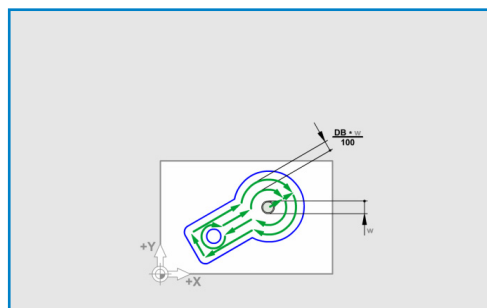
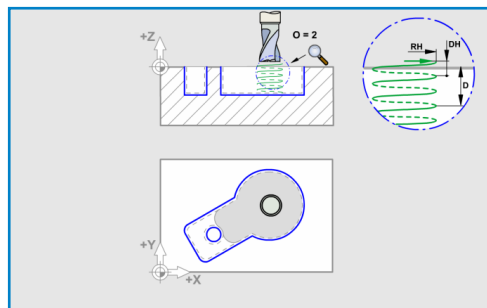
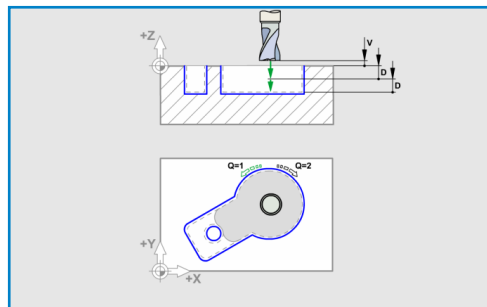
加工方式:

H1* 粗铣
H2 铣端面
H4 精铣 (首先铣削边缘, 然后底面)
H14 首先粗铣, 然后精铣

加工方向:

Q1* 顺铣
Q2 逆铣

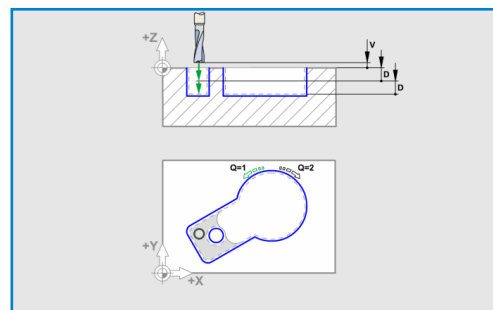
* 预置



G36 轮廓型腔余量粗铣

假如利用G35粗铣时使用较大直径的刀具时,采用这把刀具不可能清理全部的型腔,那么可以用 G36指令确定一把较小的刀具清理剩余的材料.

可以采用如G35同样的地址进行编程.



G37 轮廓型腔精铣

利用指令G37确定刀具和轮廓型腔精铣的工艺数据.

大多数参数几乎与G35相同(请参见上方)。

H 加工 **H=4***

加工:

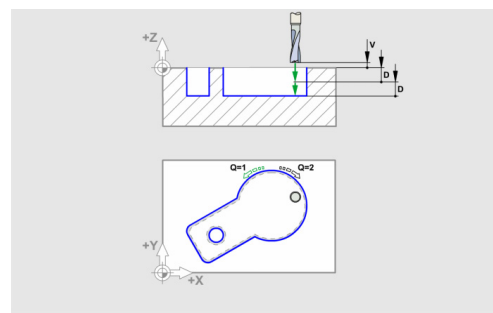
H4* 首先边缘侧面,然后底面精铣

H5 首先底面,然后边缘侧面精铣

H6 只是边缘侧面精铣

H7 N只是底面精铣

* 预置



G38 轮廓腔的轮廓描述

利用对型腔(H1)或者岛(H2)进行编程.

利用指令G37确定刀具和轮廓型腔精铣的工艺数据.

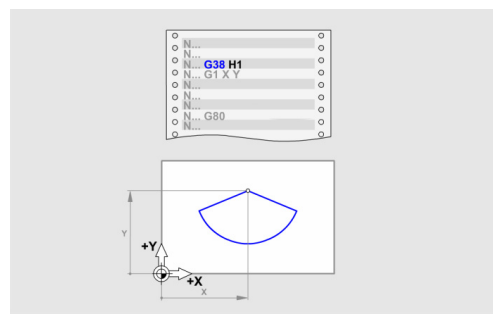
也可用LP/BP或R定义一个简单的矩形或原型.

H 加工 **H=1***

加工:

H1* 型腔

H2 岛



G39 调入轮廓型腔

利用指令G39调入轮廓型腔循环,前面利用G34打开了它,用G35进行工艺描述和G38进行几何描述.

Z/ZI/ZA	加工
V	安全距离
W	进给面
AN	清理角
H	加工
X	起始点
Y	起始点

H=14*

加工:

H1* 粗铣

H2 粗铣模式下的铣平面

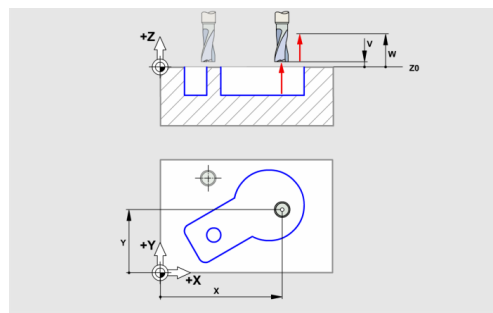
H4 精铣

H8 精铣模式下的铣平面

H14* 粗铣和精铣

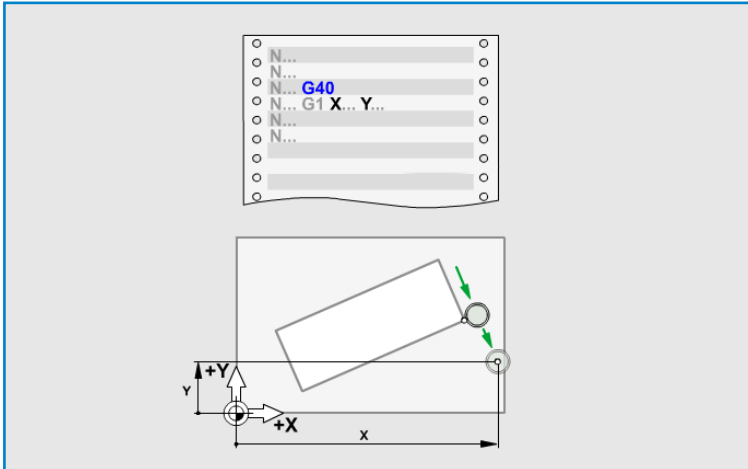
H28 铣平面粗铣和精铣

* 预置



G40 刀具半径补偿取消

利用G40取消在G41和G42中起作用的刀尖圆弧半径补偿。



利用G40取消在G41和G42中起作用的刀尖圆弧半径补偿。

将再次由铣刀中点运行下一个编程终点。

G40 G1 刀具半径补偿取消

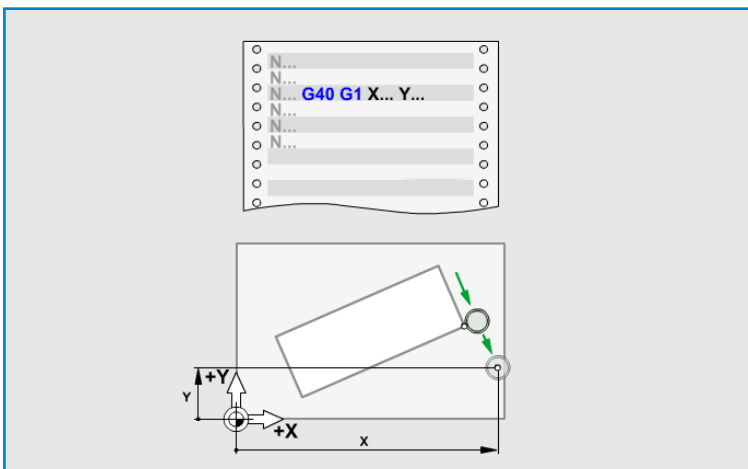
G40可以与路径条件G1一起在一个语句中编程。

XYZ 终点编程的所有变种

D	长度
AS	升角
H	角度标准

F	进给
S	转速
M	附加功能

TC	修正存储器
TR	刀具半径补偿
TL	刀具长度补偿

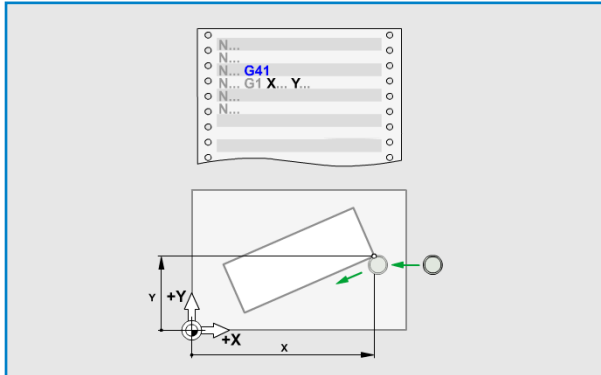


利用G40取消在G41和G42中起作用的刀尖圆弧半径补偿。

将再次由铣刀中点运行下一个编程终点。

G41 刀具半径左补偿

利用G41选择刀具半径左补偿（从运行方向看）。
然后编写轮廓程序。



利用G41（或者G42），选择沿着轮廓关于加工方向的刀具半径补偿。

G41 铣刀从轮廓左侧运行。

G41 用于顺铣（右旋的刀具）。

岛将顺时针绕行，型腔逆时针绕行。

取消G41时应当注意，预先编程的始点到第一个轮廓点有一段距离，大小是铣刀半径。

利用G1运行到第一个轮廓点（试比较G45和G47）

G41 G1 刀具半径左补偿

XYZ 终点编程的所有变种

D 长度

AS 升角

H 角度标准

H1*

F 进给

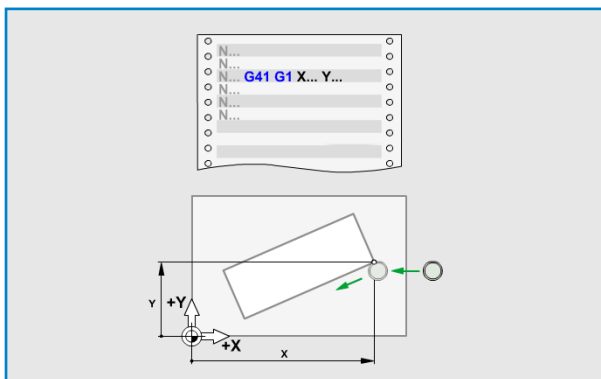
S 转速

M 附加功能

TC 修正存储器

TR 刀具半径补偿

TL 刀具长度补偿



利用G41（或者G42），选择沿着轮廓关于加工方向的刀具半径补偿。

G41 铣刀从轮廓左侧运行。

G41 用于顺铣（右旋的刀具）。

岛将顺时针绕行，型腔逆时针绕行。

取消G41时应当注意，预先编程的始点到第一个轮廓点有一段距离，大小是铣刀半径。

利用G1运行到第一个轮廓点（试比较G45和G47）

* 预置

G41 G45 切线运行

刀具在面上运行到计算的补偿进给点。

以快速运行方式，当模态还起作用时-其它情况下以进给速度运行。

可选在进给面W上以快速进给方式进给到进给点。此后进一步的进给以进给E进给到Z值。

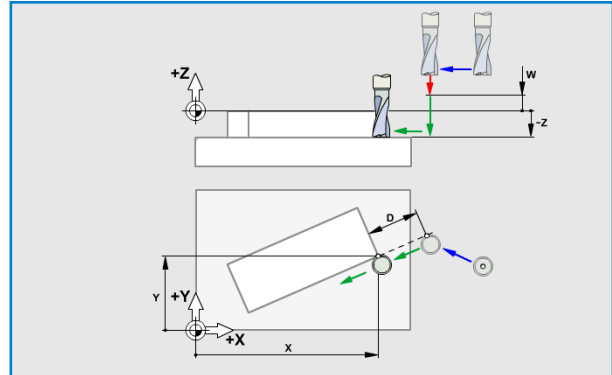
接着通过补偿和进给F，在长度为D的线段上切向运行到轮廓始点。

D	长度
X Y Z	终点编程的所有变种

W	进给面
---	-----

E	旋入进给	$E=F*$
---	------	--------

F	进给
S	转速
M	附加功能



G41 G47 在1/4圆弧中切向运行

刀具在面上运行到计算的补偿进给点。

以快速运行方式，当模态还起作用时-其它情况下以进给速度运行。

可选在进给面W上以快速进给方式进给到进给点。此后进一步的进给以进给E进给到Z值。

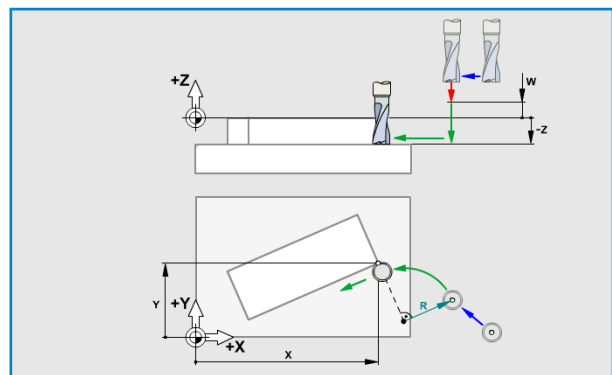
接着通过补偿和进给F，在一个1/4圆弧中通过半径（R+铣刀半径）切向运行到轮廓始点。

R	半径
X Y Z	终点编程的所有变种

W	进给面
---	-----

E	旋入进给	$E=F*$
---	------	--------

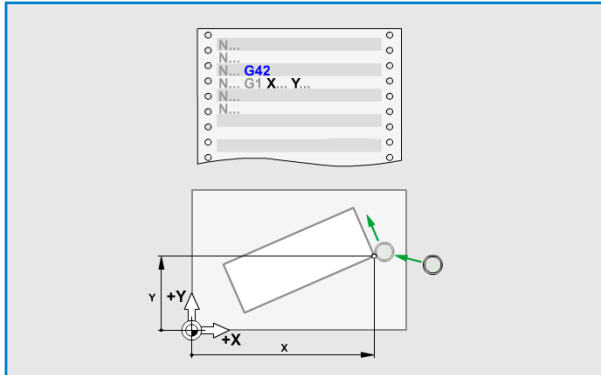
F	进给
S	转速
M	附加功能



* 预置

G42 刀具半径右补偿

利用G42选择刀具半径右补偿（从运行方向看）。
然后编写轮廓程序。



利用G42（或者G41），选择沿着轮廓关于加工方向的刀具半径补偿。

G42 铣刀从轮廓右侧运行。

G42 用于逆铣（右旋的刀具）。

岛将逆时针绕行，型腔顺时针绕行。

取消G42时应当注意，预先编程的始点到第一个轮廓点有一段距离，大小是铣刀半径。

利用G1运行到第一个轮廓点（试比较G45和G47）

G42 G1 刀具半径右补偿

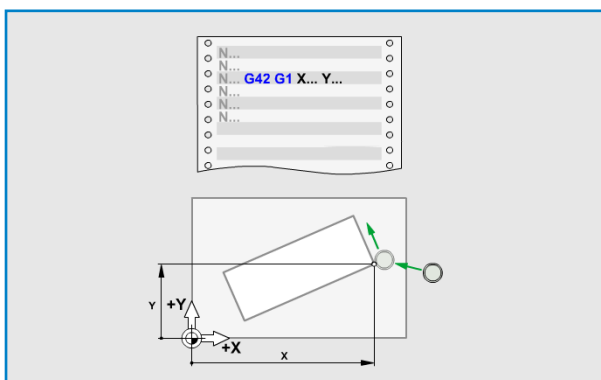
XYZ 终点编程的所有变种

D	长度
AS	升角
H	角度标准

H1*

F	进给
S	转速
M	附加功能

TC	修正存储器
TR	刀具半径补偿
TL	刀具长度补偿



利用G42（或者G41），选择沿着轮廓关于加工方向的刀具半径补偿。

G42 铣刀从轮廓右侧运行。

G42 用于逆铣（右旋的刀具）。

岛将逆时针绕行，型腔顺时针绕行。

取消G42时应当注意，预先编程的始点到第一个轮廓点有一段距离，大小是铣刀半径。

利用G1运行到第一个轮廓点（试比较G45和G47）

*预置

G42 G45 切线运行

刀具在面上运行到计算的补偿进给点。

以快速运行方式，当模态还起作用时-其它情况下以进给速度运行。

可选在进给面 **W** 上以快速进给方式进给到进给点。此后进一步的进给以进给 **E** 进给到 **Z** 值。

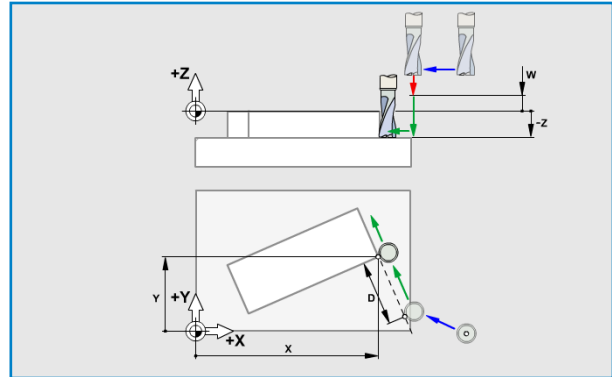
接着通过补偿和进给 **F**，在长度为 **D** 的线段上切向运行到轮廓始点。

D	长度
X Y Z	终点编程的所有变种

W	进给面
----------	-----

E	旋入进给	$E=F^*$
----------	------	---------

F	进给
S	转速
M	附加功能



G42 G47 在1/4圆弧中切向运行

刀具在面上运行到计算的补偿进给点。

以快速运行方式，当模态还起作用时-其它情况下以进给速度运行。

可选在进给面 **W** 上以快速进给方式进给到进给点。此后进一步的进给以进给 **E** 进给到 **Z** 值。

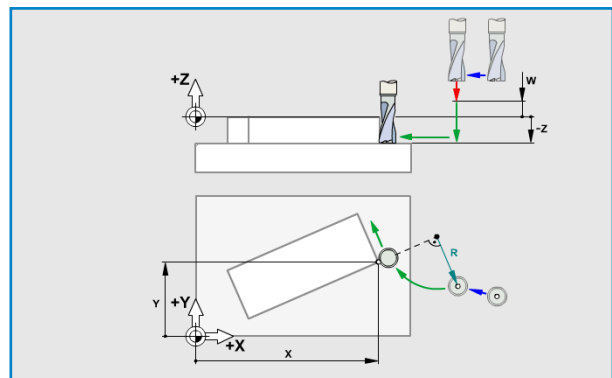
接着通过补偿和进给 **F**，在一个1/4圆弧中通过半径 (**R+铣刀半径**) 切向运行到轮廓始点。

R	半径
X Y Z	终点编程的所有变种

W	进给面
----------	-----

E	旋入进给	$E=F^*$
----------	------	---------

F	进给
S	转速
M	附加功能



* 预置

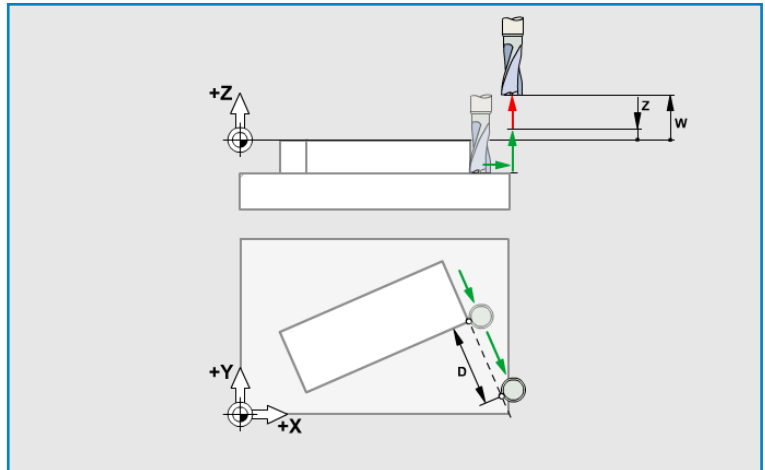
G46 G40 切线运行

刀具通过轮廓终点的补偿切向的在长度为D的线段上继续运行。
然后可选以进给速度运行到以Z编程的进给位置。
接着可选以快速进给运行到以W编程的进给点。

D	长度
Z	终点编程的所有变种

W	回程面
---	-----

F	进给
S	转速
M	附加功能



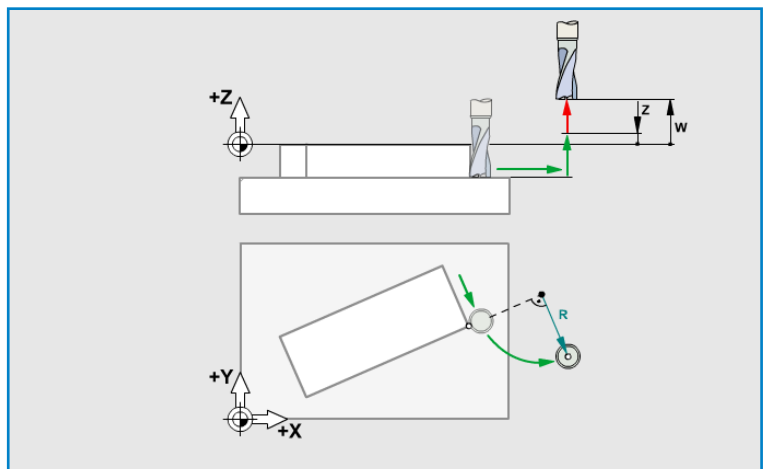
G48 G40 在1/4圆弧中切向运行

刀具通过轮廓终点补偿，在一个1/4圆弧中通过半径（R+铣刀半径）切向从轮廓离开运行。
然后可选以进给速度运行到以Z编程的进给位置。
接着可选以快速进给运行到以W编程的进给点。

R	半径
Z	终点编程的所有变种

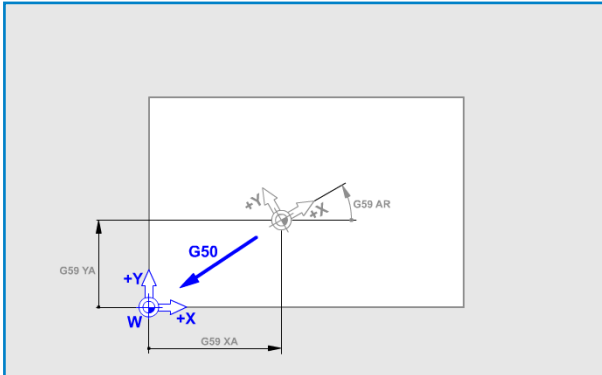
W	回程面
---	-----

F	进给
S	转速
M	附加功能



G50 取消增量位移

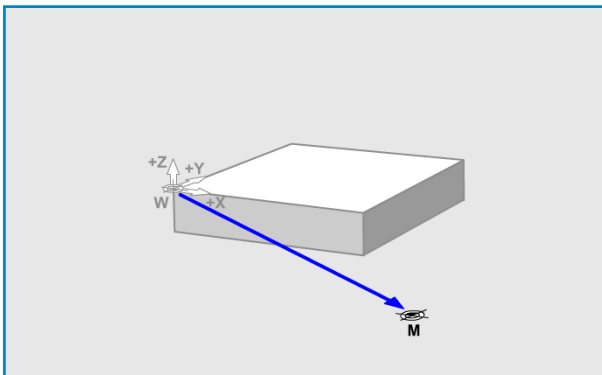
利用G50再次取消所有的增量转换，包括增量的零点位移和增量的转动。接着上次利用G54到G57指令中的一个确定的工件坐标系统再次有效。



利用G50取消增量的零点位移(G58, G59)。随后的编程值也再次原始的工件零点（试比较G54到G57）。

G53 取消零点位移

G53 激活机床坐标系。



利用G53取消激活的零点位移（G54, ...）和增量位移（G58, G59）。

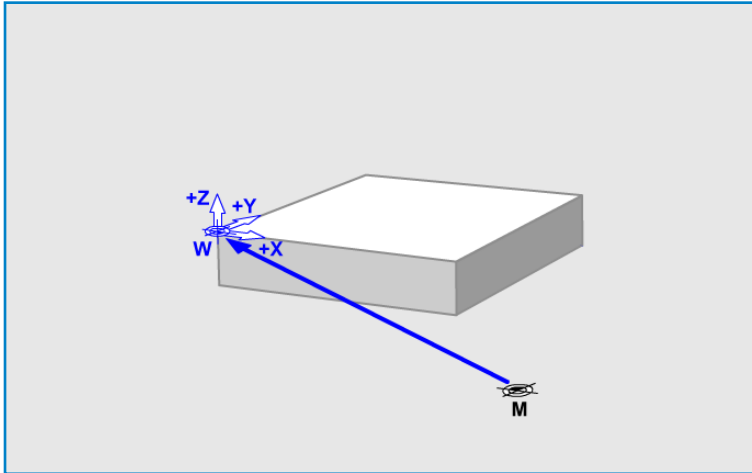
随后的编程值也再次是关于机床零点的。

在PAL接通状态，G53是自动保持的（模态）。

G54-G57 零点位移

利用G54和G57通过坐标X, Y, Z, 关于机床零点选择一个工件零点。您总计可以定义4个不同的零点G54-G57并且存储在控制系统中。

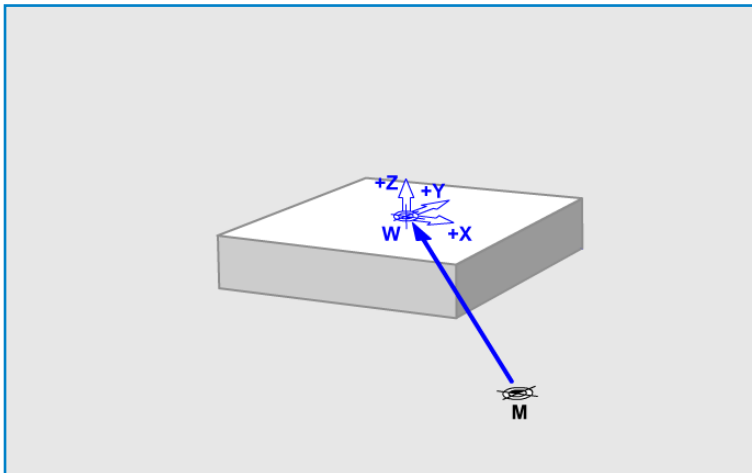
1. 零点位移G54



利用G54确定从机床零点到工件零点的零点位移。

大多数情况下, 人们将工件零点置于工件的左/前/上角。
不同的值被存储在零点表格中。

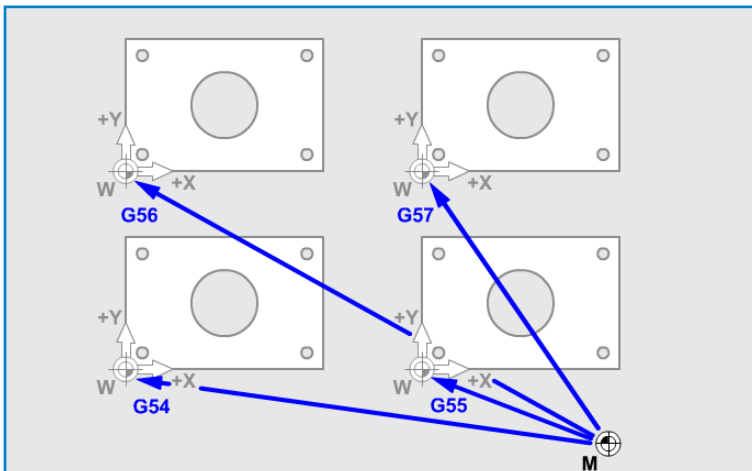
2. 零点位移 G55



利用G55确定其它的从机床零点到工件零点的零点位移。

当人们例如不同于标准选择一个其它的零点 (例如工件中点) 时, 这作为G54的补充是有意义的。

3. 和 4. 零点位移 G56 和 G57



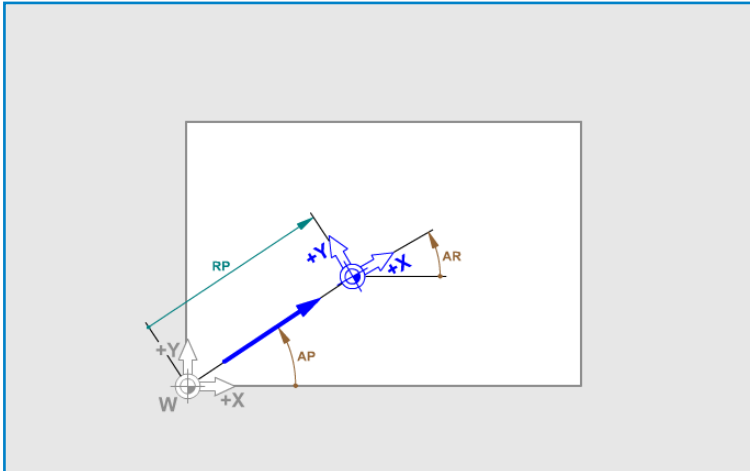
利用G54和G57可以确定其它的零点位移。

一个典型的应用情况是同时加工多个零件时的多次装夹。

G58 极坐标增量式零点位移和旋转

这个编程规定包括增量位移部分，随之可选的带有角度AR的围绕进给轴的旋转。

RP	极半径
AP	极角
ZA	Z方向位移
AR	转角



通过G58, 工件零点可以加到G54-G7中极性位移并且附加旋转。

RP/AP极半径和极角：以此确定新的零点。

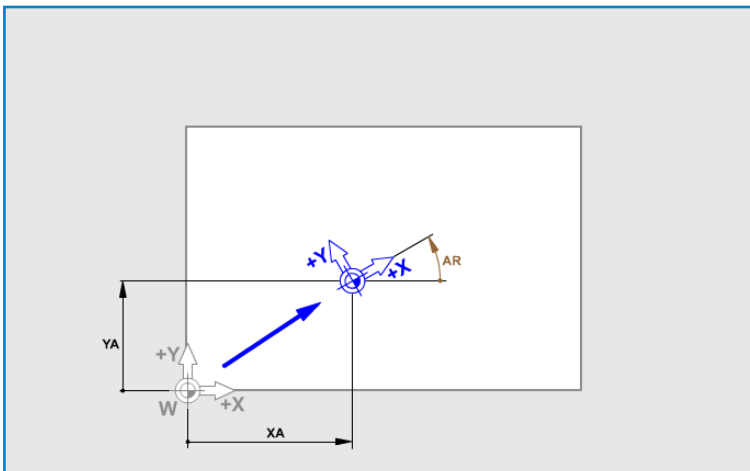
ZA在Z方向可选零点位移

AR围绕新的零点的转角，关于X轴正方向

G59 卡式增量的零点位移和旋转

这个编程规定包括增量位移部分，随之可选的带有角度AR的围绕进给轴的旋转。

XA	X方向位移
YA	Y方向位移
ZA	Z方向位移
AR	转角



通过G59, 工件零点可以加到G54-G7中卡式位移并且附加旋转。

XA/YA绝对位移值：以此确定新的零点。

ZA在Z方向可选零点位移

AR围绕新的零点的转角，关于X轴正方向

G72 矩形型腔铣削循环

循环定义后，随后必须是循环调入（见G76-G79）。
在考虑余量的情况下铣削矩形型腔。

ZI ZA	型腔深度
LP	型腔长度
BP	型腔宽度
D	最大进给深度
V	安全距离

RN	角半径	RN=0*
W	回程面	W=V*
AK	轮廓余量	AK=0*
AL	底面余量	AL=0*
EP	安置点	EP0*
DB	重叠 %	DB=80*
RH	螺旋半径	RH=0.75R*
DH	螺旋进给	DH=0.5R

O	旋入	O1*
Q	加工方向	Q1*
H	加工	H1*
BS	修边	BS0*

E	旋入进给	E=F*
F	进给	
S	转速	
M	附加功能	

旋入
O1* 垂直旋入
O2 螺旋旋入

加工方式：
H1* 粗铣
H2 铣端面
H4 精铣（首先铣削边缘，
然后底面）
H14 首先粗铣，然后精铣或者两个方向铣削端面

利用H2用于端面粗铣的修边确定：

BS0* 没有结合修边的端面粗铣
BS1 在X正方向上右侧修边
BS2 在X负方向上左侧修边
BS4 在Y正方向上上侧修边
BS8 在Y负方向上下侧修边

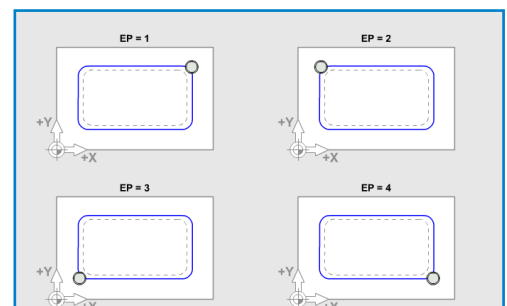
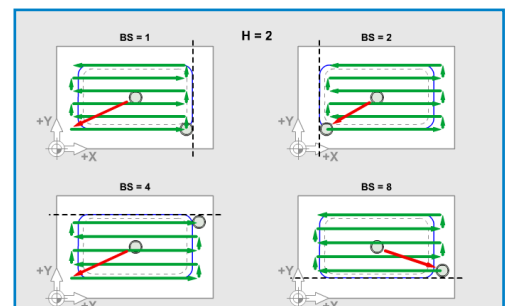
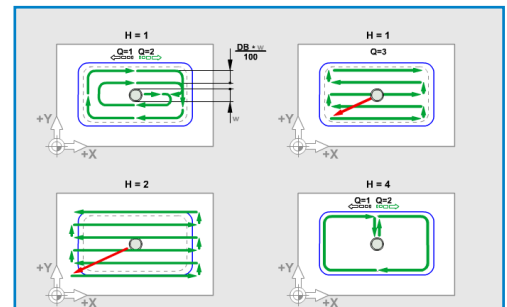
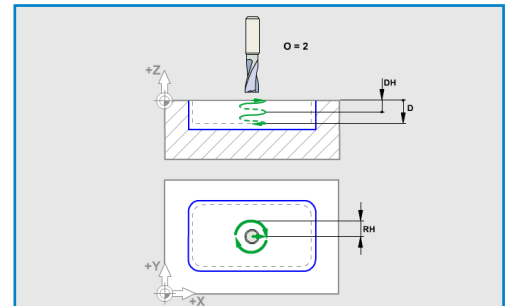
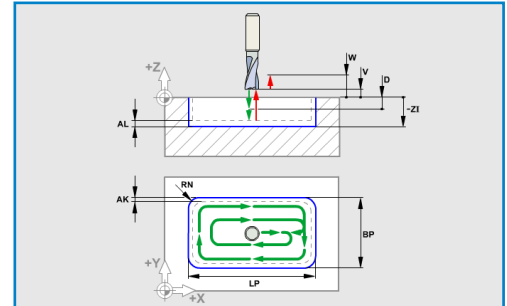
调入循环到加工面的安置点(参考点)：

EP0* 型腔中心
EP1 右上角
EP2 左上角
EP3 左下角
EP4 右下角

* 预置

加工方向：
Q1* 顺铣
Q2 逆铣
Q3 逆铣铣削型腔

两者结合是可能的。
示例：BS10 = BS2和BS8



G73 圆柱型腔铣削循环和轴颈铣削循环

循环定义后，随后必须是循环调入（见G76-G79）。
在考虑余量的情况下铣削圆柱型腔或者轴颈。

ZI ZA	型腔深度
R	型腔半径
D	最大进给深度
V	安全距离

RZ	轴颈半径
----	------

W	回程面
AK	轮廓余量
AL	底面余量

DB	重叠 单位%
RH	螺旋半径
DH	螺旋进给

O	旋入
Q	加工方向
H	加工

E	旋入进给
F	进给
S	转速
M	附加功能

$$W=V^*$$

$$AK=0^*$$

$$AL=0^*$$

$$DB=80^*$$

$$RH=0.75R^*$$

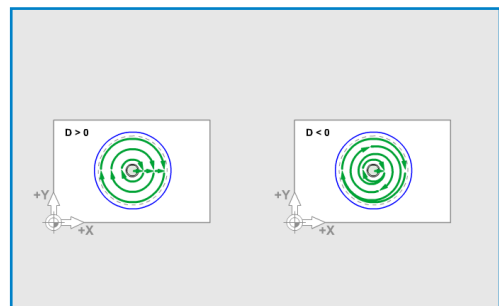
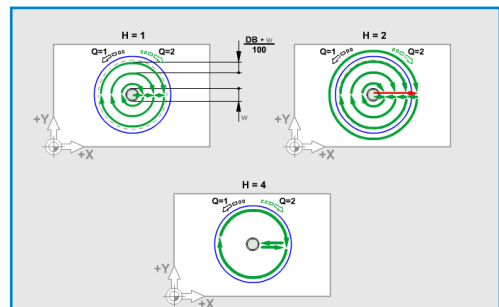
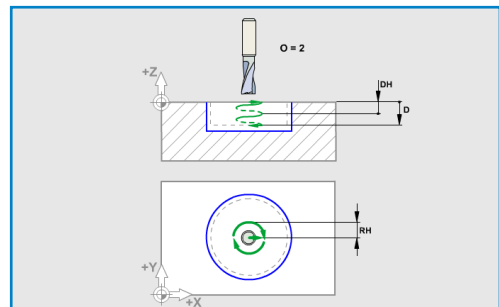
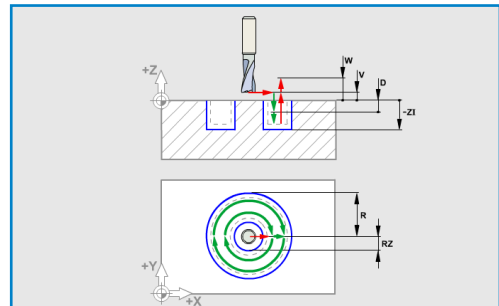
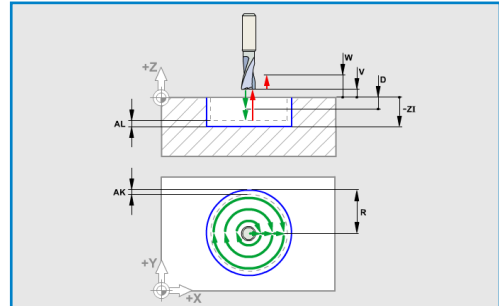
$$DH=0.5R^*$$

$$O1^*$$

$$Q1^*$$

$$H1^*$$

$$E=F^*$$



旋入

O1* 垂直旋入

O2 螺旋旋入

加工方式:

H1* 粗铣

H2 铣端面

H4 精铣（首先铣削边缘，然后底面）

H14 首先粗铣，然后精铣

加工方向:

Q1* 顺铣

Q2 逆铣

* 预置

G74 槽铣削循环

循环定义后，随后必须是循环调入（见G76-G79）。

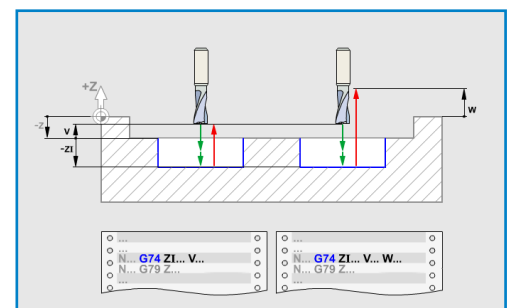
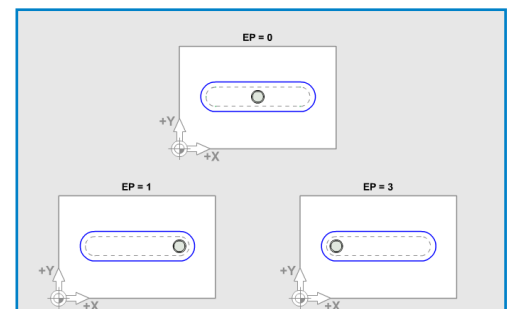
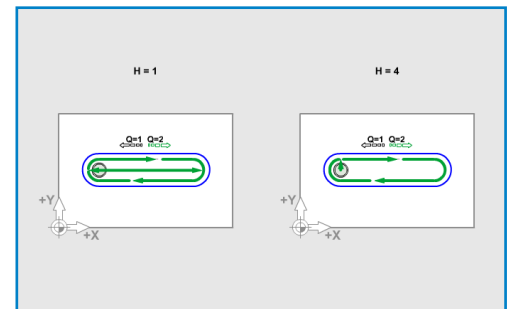
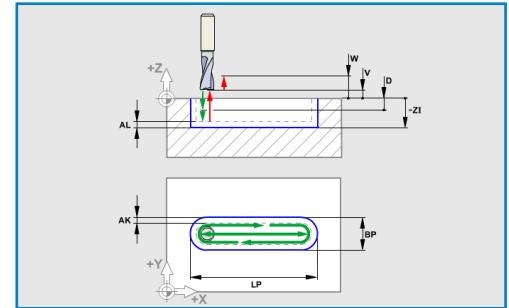
在考虑余量的情况下铣削槽。在深孔铣削到终端深度后，对于粗铣和精铣来说，在边缘上的剩余加工量在一个步骤被清除。

ZI ZA	槽深
LP	槽长
BP	槽宽
D	最大进给深度
V	安全距离

W	回程面	$W=V^*$
AK	轮廓余量	$AK=0^*$
AL	底面余量	$AL=0^*$
EP	安置点	EP3*

O	旋入	O1*
Q	加工方向	Q1*
H	加工	H1*

E	旋入进给	$E=F^*$
F	进给	
S	转速	
M	附加功能	



旋入

- O1* 垂直旋入
- O2 螺旋旋入

加工方式:

- H1* 粗铣
- H4 精铣 (首先铣削边缘, 然后底面)
- H14 首先粗铣, 然后精铣

加工方向:

- Q1* 顺铣
- Q2 逆铣

在加工面上用于循环调入的安置点 (参考点):

- EP0 槽中点
- EP1 右/上终端半圆的中点
- EP3* 左/下终端半圆的中点

* 预置

G75 圆弧槽铣削循环

循环定义后，随后必须是循环调入（见G76-G79）。

在考虑余量的情况下铣削圆弧槽。在内部圆弧铣削到终端深度后，对于粗铣和精铣来说，在边缘上的剩余加工量在一个步骤被清除

ZI ZA	槽深
BP	槽宽
RP	槽半径
AN	起始角
AO	圆心角
AP	终端角度
D	最大进给深度
V	安全距离

W	回程面
AK	轮廓余量
AL	底面余量
EP	安置点

O	旋入
Q	加工方向
H	加工

E	旋入进给
F	进给
S	转速
M	附加功能

W=V*
AK=0*
AL=0*
EP0

O1*
Q1*
H1*

E=F*

旋入
O1* 垂直旋入
O2 螺旋旋入

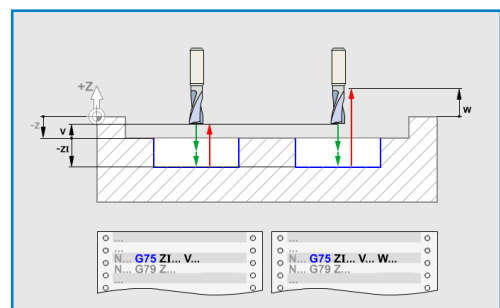
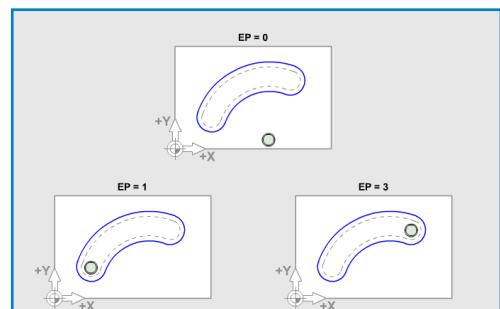
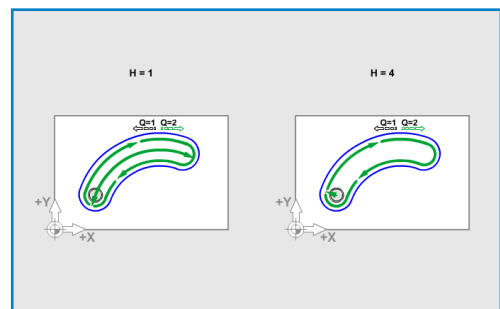
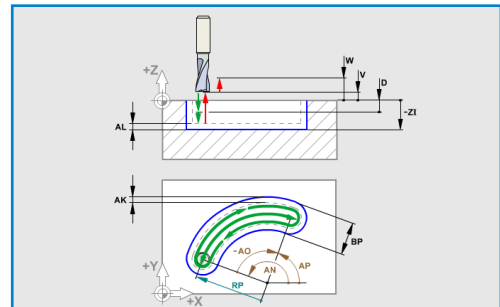
加工方式：
H1* 粗铣
H4 精铣（首先铣削边缘，然后底面）
H14 首先粗铣，然后精铣

加工方向：
Q1* 顺铣
Q2 逆铣

在加工面上用于循环调入的安置点（参考点）：

EP0 底面环槽的中点
EP1 槽开始半圆的圆心
EP3* 槽终端半圆的圆心

* 预置



G76 循环调入到一根直线

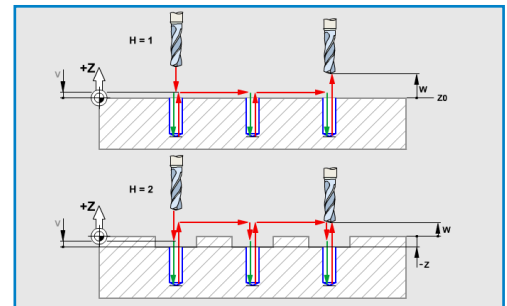
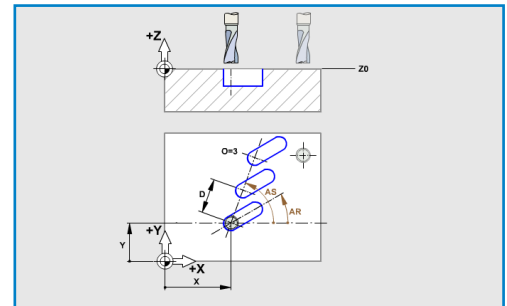
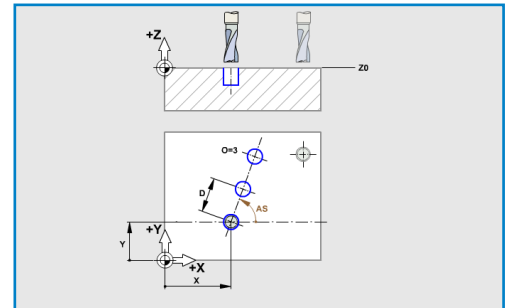
钻孔循环定义和铣削循环定义在调入循环之前生成。

XY	始点
XI YI	
XA YA	
Z ZI ZA	上表面

AS	角度
D	距离
O	数目

AR	转角
W	回程面
H	回程方式

AR=0*
W=V*
H1*



回程方式:

H1* 在两个位置之间运行安全面(见加工循环中的安全距离V)。

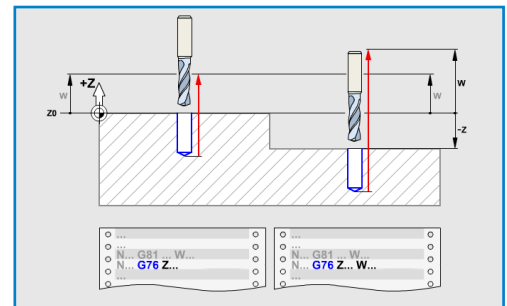
H2 在两个位置之间运行回程面W(当两个位置之间有阻碍时, 要求)

回程面:

W 回程面绝对的在工件坐标系中。

在调入循环中编程的回程面比在循环定义(例如G81)中编程的回程面有优先地位。

* 预置



G77 循环调入一个部分圆弧

钻孔循环定义和铣削循环定义在调入循环之前生成。

I J	增量式中点坐标
IA JA	绝对中点坐标
Z ZI ZA	上表面

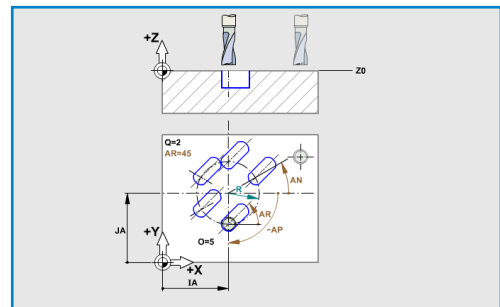
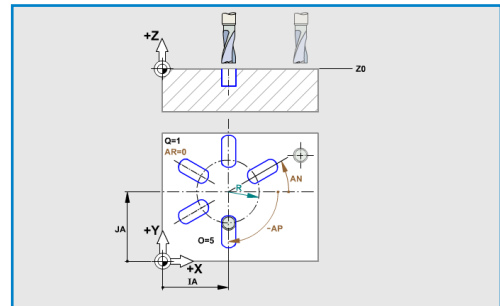
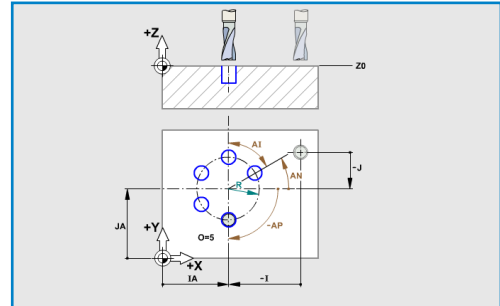
R	半径
AN	起始角
AI	增量角度
AP	终端角度
O	数目

AR	转角
Q	物像旋转

AR=0*
Q1*

W	回程面
H	回程方式
FP	位置进给

W=V*
H1*



回程方式:

- H1* 在两个位置之间运行安全面(见加工循环中的安全距离V)。
- H2 在两个位置之间运行回程面W (当两个位置之间有阻碍时, 要求这个)
- H3 如H1, 可是在部分圆弧上通过位置进给FP进行面上的进给

H3的一个典型的应用情况是围绕轴颈的环槽。

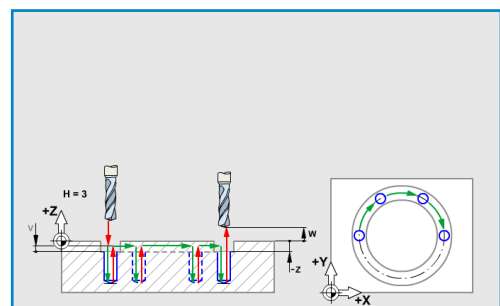
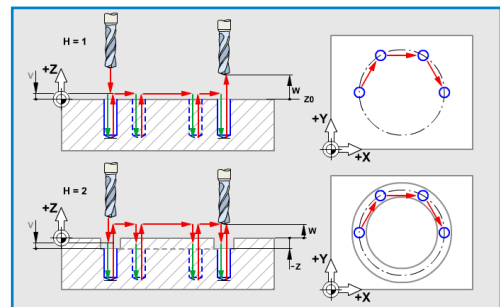
回程面:

- W 回程面绝对的在工件坐标系统中。
- 在调入循环中编程的回程面比在循环定义(例如G81)中编程的回程面有优先地位。

物像旋转

- Q1* 符合标准的情况物体随着转动。
- Q1 物体的随转通过Q2来支持。

* 预置



G78 利用极坐标的循环调入

钻孔循环定义和铣削循环定义在调入循环之前生成。

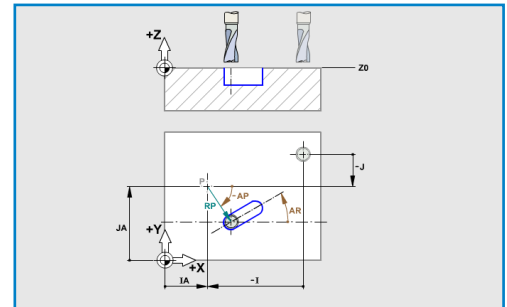
I J	增量极点
IA JA	绝对极点
RP	极半径
AP	极角

Z	上表面
---	-----

AR	转角	AR=0*
W	回程面	W=V*

利用G78当前的钻孔循环和铣削循环导入到极坐标尺寸标注位置。

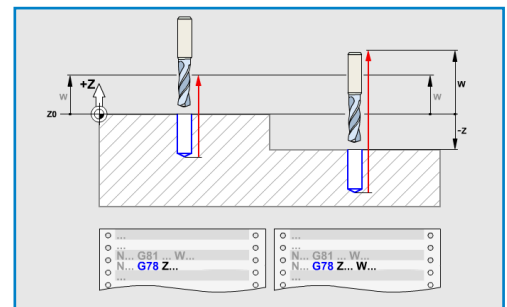
I/J	极点相对于当前的刀具位置
IA/JA	极点绝对的关于工件零点
RP/AP	极半径和极角，关于极点
AR	循环物体的转角 (对于型腔和槽很重要)
Z	用于循环加工的上表面坐标



回程面:

W 回程面绝对的在工件坐标系统中。

在调入循环中编程的回程面比在循环定义（例如G81）中编程的回程面有优先地位。



* 预置

G79 带有卡式坐标的循环调入

钻孔循环定义和铣削循环定义在调入循环之前生成。

X Y	} 始点
XI YI	
XA YA	
Z ZI ZA	上表面

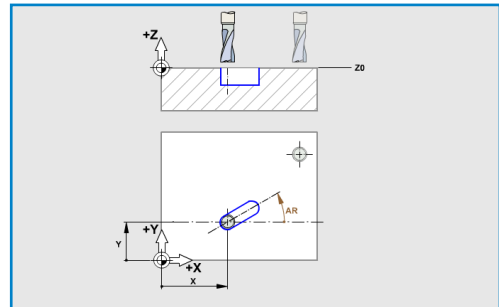
AR	转角
W	回程面

AR=0°

W=V*

利用G79当前的钻孔循环和铣削循环导入到卡式坐标尺寸标注位置。

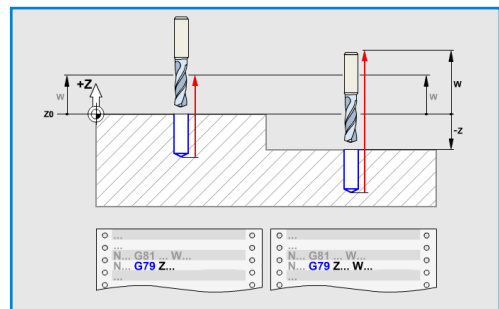
X/Y 在加工面上的循环始点
Z 用于循环加工的上表面坐标
AR 循环物体的转角
(对于型腔和槽很重要)



回程面:

W 回程面绝对的在工件坐标系中。

在调入循环中编程的回程面比在循环定义（例如G81）中编程的回程面有优先地位。



G81 钻孔循环

在循环定义之后必须随后循环调入（见G76-G79）。

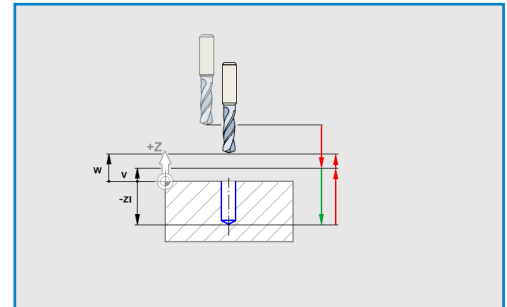
ZI ZA	ZI在材料上表面之下增量的深度或者ZA 绝对钻孔深度
V	安全距离

W	回程面	$W=V^*$
---	-----	---------

F	进给
S	转速
M	附加功能

循环G81用于钻孔和对中时，只使用一次进给。

ZI	孔深 增量的在循环调入的上表面之下，必定是负值。
ZA	孔深 绝对的在工件坐标系统中
V	相对于上表面的安全距离
W	回程面 绝对的在工件坐标系统中 当W没有被编程时，那么W如V一样。



G82 带有断屑的深孔钻削循环

在循环定义之后必须随后循环调入（见G76-G79）。

ZI ZA	ZI 在材料上表面之下增量的深度或者ZA 绝对钻孔深度
D	进给深度
V	安全距离

W	回程面	$W=V^*$
VB	通过底面回程	$VB=1^*$
DR	减小值	$DR=1^*$
DM	最小进给	$DM=R/2^*$

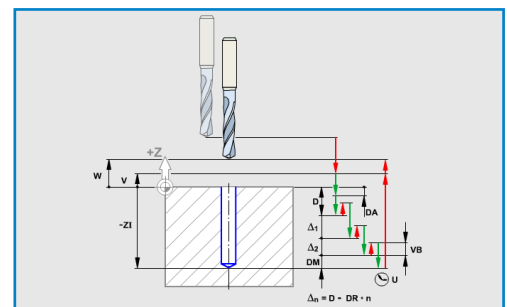
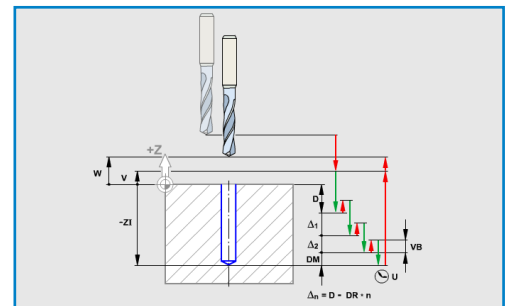
U	底部停留时间	$O2^*$
O	停留时间单位	

DA	中心钻钻削深度	$DA=0^*$
----	---------	----------

E	中心钻进给	$E=F^*$
F	进给	
S	转速	
M	附加功能	

停留时间:
O1 秒
O2* 转

* 预置



G84 攻丝循环

在循环定义之后必须随后循环调入（见G76-G79）。

ZI ZA	ZI在上表面之下增量的攻丝深度或者ZA绝对孔深
F	螺距
M	旋向
V	安全距离

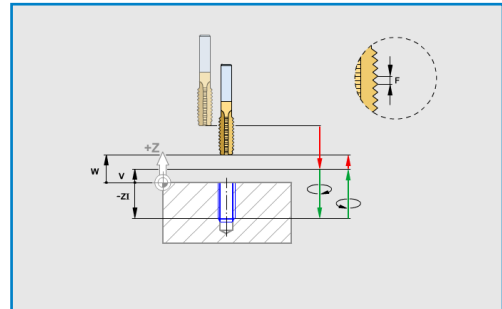
W	回程面
S	转速
M	附加功能

$$W=V^*$$

循环G84用于攻丝。

F 利用参数F，这儿螺纹螺距以mm/U 输入（试比较进给F与单位mm/min）。

M3 右旋螺纹
M4 右旋螺纹



G85 铰孔循环

在循环定义之后必须随后循环调入（见G76-G79）。

ZI ZA	ZI在上表面之下增量的铰孔深度或者ZA绝对铰孔孔深
V	安全距离

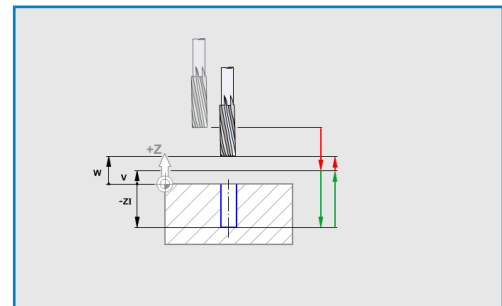
W	回程面
E	回程进给
F	进给
S	转速
M	附加功能

$$W=V^*$$

$$E=F^*$$

通过G85实现的铰孔与通过G81的钻孔不同，从孔底面的回程是以进给速度进行的。

E 用于回程运动的特殊进给



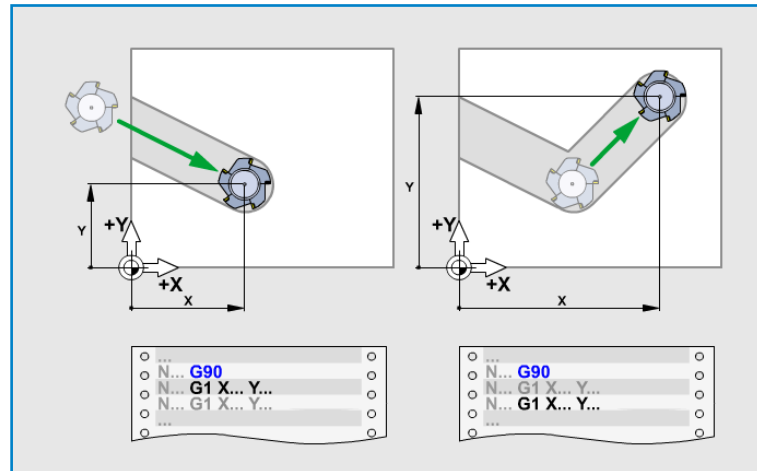
* 预置

G90 绝对编程

激活工件坐标系统：

假如用G90编程，那么随后所有的坐标输入X，Y和Z是关于工件零点的。不取决于当前的刀具位置，目标点是刀具应当运行经过的点。

绝对尺寸输入一直起作用，直到利用G91（增量尺寸输入）取消。

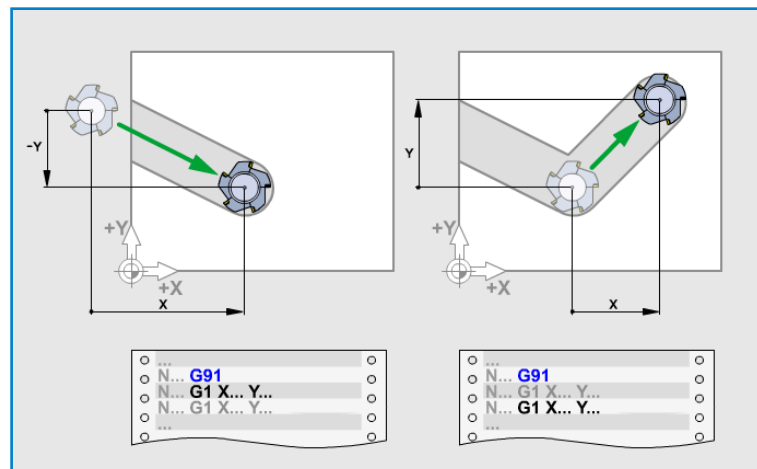


G91 增量编程

激活工件坐标系统：

对于尺寸链输入（也称为增量尺寸输入），目标点关于当前的刀具位置编程。

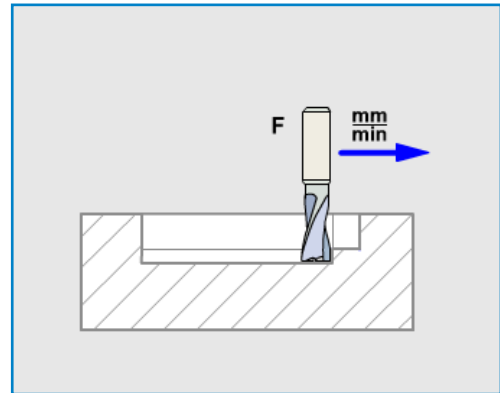
增量尺寸输入一直起作用，直到利用G90（绝对尺寸输入）取消。



G94 进给速度

利用G94, 进给速度以单位mm/min编程。

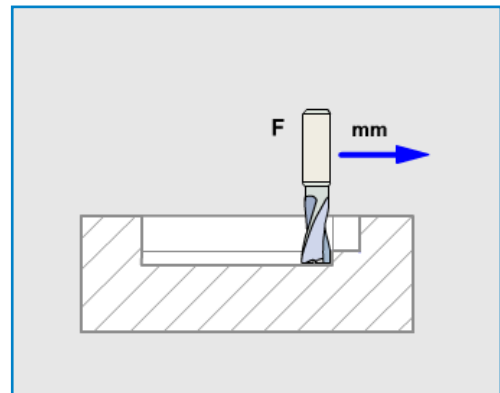
F	进给
S	转速
M	附加功能
T	刀具
TC	修正存储器
TR	刀具半径补偿
TL	刀具长度补偿



G95 进给

利用G95, 进给以mm（每转）编程。

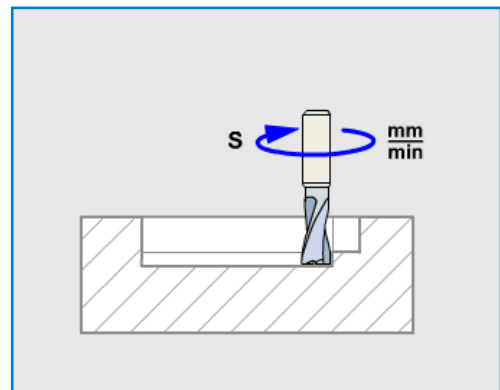
F	进给
S	转速
M	附加功能
T	刀具
TC	修正存储器
TR	刀具半径补偿
TL	刀具长度补偿



G97 转速

利用G97, 转速以1/min（每分转数）编程。

S	进给
F	转速
M	附加功能
T	刀具
TC	修正存储器
TR	刀具半径补偿
TL	刀具长度补偿



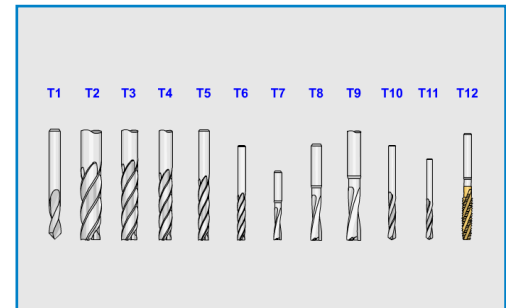
T 调入刀具

利用T1, T2, ... (来自英语 „Tool“) 调入刀具。
利用T0, (在程序结束处)将上次使用的刀具放回刀库。

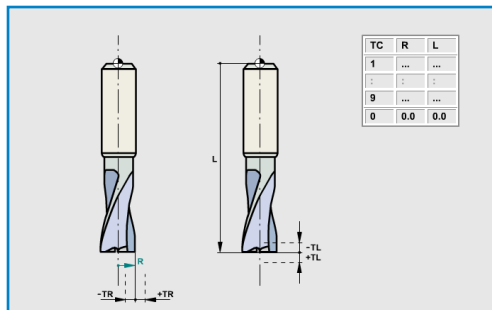
T 刀具

F	进给
S	转速
M	附加功能
TC	修正存储器
TR	刀具半径补偿
TL	刀具长度补偿

TC1*
TR0*
TL0*



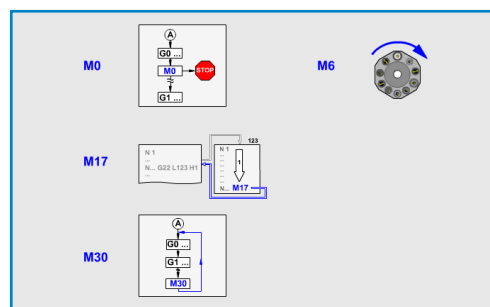
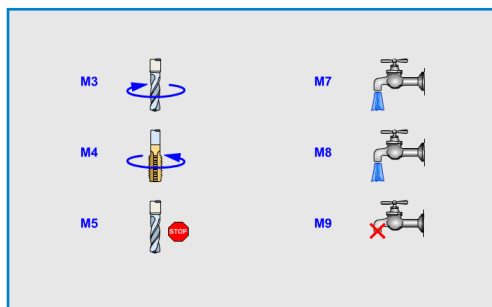
TC TR TL 刀具补偿



TC1 对于每把刀，长度补偿和半径补偿置于一个修正存储器中。
所以控制系统可以自动顾及到不同的刀具尺寸。
TC0 例如人们想通过刀架参考点运行到换刀点时，人们编辑TC0。
TR/TL 刀具精密修正，例如铣削配合尺寸

* 预置

M - 功能



通过M (由M=Miscellaneous) 激活某些机床功能。

M3	主轴右旋	M13	主轴右旋并且打开冷却液
M4	主轴左旋	M14	主轴左旋并且打开冷却液
M5	主轴停止	M15	主轴停止并且关闭冷却液
M7	打开冷却液2		
M8	打开冷却液1		
M9	关闭冷却液		
M0	程序暂停，为了例如工件测量或者手动更换工件		
M17	结束子程序，回到主程序		
M30	结束主程序，回到开始程序		
M6	选择刀具。M6是PAL的可选项，但是在实践上根据控制系统和换刀装置的结构形式来要求。		

系统

附加功能.....	<F11>
操作方式-选择.....	<Ctrl>+<F10>
操作方式直接选择.....	<Ctrl>+<Fx> (x = 1... 9)
转换到下一种操作方式.....	<Ctrl>+<Tab>
转换到上一种操作方式.....	<Ctrl>+<Shift>+<Tab>
显示窗口框.....	<Alt>+<Home>
结束软件.....	<Alt>+<F4>
对话框标牌开关.....	<Alt>+<F9>
帮助系统.....	<F12>
浏览帮助图片.....	<Ctrl>+<左向键> 或者 <右向键>
确认对话框.....	<F10>
中断对话框/输入.....	<ESC>
显示选择区域选项.....	<F9>
选择区域下一个选项.....	<+>
选择区域上一个选项.....	<->
导入输入区域输入内容.....	<Enter> 或者 <Tab>
下一个输入区域或者选择区域.....	<Tab>
上一个输入区域或者选择区域.....	<Shift>+<Tab>
在编辑器中, 在当前行的上方添加一行	<Shift>+>F1>

直接选择辅助功能

放大镜.....	<Alt>+<1>
整个视图.....	<Alt>+<2>
工作空间-视图.....	<Alt>+<3>
便携计算器.....	<Alt>+<4>
确定点.....	<Alt>+<5>
计算尺寸.....	<Alt>+<6>
检索元素信息.....	<Alt>+<7>
打印屏幕.....	<Alt>+<8>
配合尺寸.....	<Alt>+<9>

工作步骤-手轮

接通“键盘-手轮”.....	<Shift>+<F4>
增大手轮增量.....	<Shift>+<F5>
减小手轮增量.....	<Shift>+<F6>
手轮向正方向运行.....	<Alt>+<Page Up>
手轮向负方向运行.....	<Alt>+<Page Down>

导航

开始页 / 清单.....	<Home>
结束页 / 清单.....	<End>
选择选项 / 轮廓.....	<+> 或者 <->
左 / 右光标.....	<左向键> 或者 <右向键>
上 / 下光标.....	<向上键> 或者 <向下键>

模拟过程

进给修调增大/减小.....	<+> 或者 <->
----------------	------------

注意:

在键 (<键1>+<键2>) 之间 ‘+’ 符号规定, 必须同时按下所有给定的键。

专业术语

A

安全规程..... 26, 27

B

半径..... 54
Befehlsumfang..... 82
标称尺寸..... 12, 13
Bohren..... 87
Bohrfräsen..... 87
部分程序重复..... 59
部分轮廓..... 119

C

CAD..... 116
- 格式..... 116
- 自动导入轮廓..... 117
材料..... 34
参考点..... 22
操作方案..... 6
操作方式
- 操作..... 5, 22
- 车间..... 5, 9
- 调整..... 5, 32, 118
- G1/G2/G3..... 5, 30
- 工作计划..... 5, 91, 94, 100, 108, 118
- 几何..... 5, 93, 97, 106, 116, 91
- 机床..... 5, 18
- 教师..... 5
- 模拟器..... 5, 91, 110
- PAL-多媒体..... 5, 52
- PAL-模拟器..... 5, 34, 35, 76
- 转换..... 5, 75, 91, 111
槽..... 41, 68, 104, 107, 109
测量..... 6, 10, 24, 56, 59
- 光远..... 57
- 没有测量的线段..... 57
- 扑捉模式..... 57
测量精度..... 10, 11
测试..... 12
长度变化..... 15
长度标准 H1/H2..... 53
成品..... 4
程序
- 编辑..... 25
- 编写..... 25
- 运行..... 25
尺寸..... 6, 56
尺寸不足..... 58, 60
初学者..... 7

D

打印图像..... 6
刀具..... 32
刀具半径补偿..... 58
刀具长度补偿..... 60
刀具夹紧器..... 19
刀具直径..... 36
刀库..... 33, 36
倒圆角..... 53, 54
等距..... 46, 47
点坐标..... 6
雕刻..... 104, 107, 109
调入学习模块..... 18
端面..... 69
对中..... 69, 103
DXF..... 116

E

Editor..... 82
二维模拟..... 36
二维视图..... 7

F

翻译PAL-程序..... 74
放大镜..... 6
辅助操作方式..... 5
辅助功能..... 6, 116
复制和连接..... 106

G

G-功能 (PAL)
- G0..... 125
- G1..... 30, 126
- G2..... 30, 127
- G3..... 30, 127
- G22..... 62, 129
- G23..... 59, 129
- G34/G35/G36/G37/G38/G39..... 66
- G40/G41/G42..... 48, 49, 50, 51, 132, 133, 135
- G45/G46/G47/G48 .. 48, 50, 51, 130, 131, 134, 136, 137
- G54-G57..... 139
- G72..... 141
- G73..... 142
- G74..... 143
- G75..... 144
- G76..... 145
- G77..... 146
- G78..... 147
- G79..... 148
- G81..... 149
- G84..... 150
工件/刀具的设置..... 37
工件零点..... 20
工作步骤
- 部分轮廓..... 119
- 手轮..... 120
工作计划..... 91, 118
- 放置..... 94, 100, 108
- 夹紧..... 123
- 文件盒..... 95, 121
工作空间..... 6
公差..... 12, 13
公差区域中值..... 6
滚珠丝杠驱动..... 19
过渡圆弧..... 47

H

横刃..... 59
后置处理器..... 75, 91, 110
环槽..... 68
环岛..... 99
回程面..... 44

I

IGES..... 116
IHK-结业考试..... 64

J

几何..... 91
- 放置..... 93, 97, 106
- 拟定轮廓特性..... 106
更加复杂的几何图形练习..... 114
几何程序..... 31
机床
- 安置工件零点..... 24
- 接通..... 22
- 手动运行..... 23
机床零点..... 20
极限卡规..... 12
极限塞规..... 13
计算器..... 6
加工时间..... 36, 94, 101, 120
夹具..... 16, 17, 122
间接测量系统..... 19
检查
- 角度..... 56
- 距离..... 57

键盘.....	21
角度.....	53, 54
接通状态.....	124
节约时间.....	94, 95
结束软件.....	6
进给速度.....	34, 42
进阶者.....	7
进修.....	4
矩形型腔.....	41, 93
绝对中点.....	55

K

控制系统	
- HAAS	75
- HEIDENHAIN	74
- SINUMERIK	74
快速运行.....	42

L

L (标签).....	62
类型	
- DIN多媒体	29
- PAL多媒体	29
离开角度.....	106
理论值.....	36
力.....	14
力臂.....	14
练习/测验.....	76
零点位移.....	20, 24
铣削.....	109
轮廓	
- 变更几何数据	98
- 放置	97
- 精铣	102, 109
- 数控几何的元素	98
- 显示几何数据	98
- 余量	58, 95
轮廓功能.....	52, 53, 61
轮廓特性.....	69
轮廓型腔.....	97, 100
螺旋形.....	108

M

面铣削.....	100, 108
模拟方式.....	36
模拟器.....	110

N

扭矩.....	14
---------	----

P

爬行现象.....	19
PAL-调节.....	69, 124
PAL-扩展.....	53
培训等级.....	4, 5
配合尺寸.....	56
碰撞.....	20, 23, 42, 51
- 监控	118

Q

起动辅助.....	6, 35, 116
气压单元.....	19
千分尺.....	11
切换窗口.....	6
切削数据.....	34

S

三维模拟.....	37
三维视图.....	7
三维显卡.....	9
深度显示.....	36
剩余加工量.....	100, 108, 120
剩余量.....	95, 101
剩余路径.....	36
实际值.....	36
手轮.....	120

熟练者.....	7, 114
鼠标功能.....	7
数据传输.....	75, 111
数据连接.....	111
数控程序	
- 寄发到机床	111
- 来自工作计划	110
数学.....	47, 52
顺铣/逆铣.....	54, 55
SPS.....	20
Steuerungen	
- HAAS	81
Steuerungs-Simulator.....	81

T

Tastatur.....	82
TeachIn.....	120
体积.....	42
TL (刀具长度补偿).....	60, 153
TR (刀具半径补偿).....	58, 153
图像编程.....	93
图像调整.....	22
图像对话框.....	91, 96, 116

X

喜欢的视图.....	37
显示数控语句.....	36
铣床结构形式.....	19
铣刀半径补偿.....	48
- 径向接近运行功能/离开运行功能	51
- 线性接近运行功能/离开运行功能	50
铣孔.....	69
铣削螺纹.....	69
铣削循环.....	45
效率.....	94, 95, 101, 116
斜角.....	53, 54, 61, 103
信息系统.....	6, 35
旋入策略.....	95, 108
旋转复制.....	68
选择刀具.....	95, 100, 153
循环.....	43, 44, 92, 95

Y

游标卡尺.....	10
游尺.....	10
余量.....	58, 60
圆弧标准 01/02.....	53
圆心角.....	53, 55
圆柱型腔.....	41, 68, 93, 99, 104, 107

Z

找到职业.....	4
整圆.....	30
智能化软件.....	52, 94
中央润滑.....	19
轴颈.....	68
主操作方式.....	5
主程序.....	62, 63
转速.....	36
子程序.....	62, 63, 75
钻孔.....	69, 103, 109
钻孔图.....	42, 68, 99, 104, 107
钻孔循环.....	45
最大尺寸.....	12, 13
最小尺寸.....	12, 13

选用德国凯勒数控教学软件 SYMplus CNC的10大理由

1、软件设计思想和功能优势

凯勒数控教学软件SYMplus CNC是由凯勒数控软件公司经过近三十年潜心开发的一款用于数控教学的优秀软件。凯勒软件主要定位在数控教学方法和学生基础训练，高度地集成了数控教学过程模块和学习训练内容，其中包括以动漫技术模拟数控车间、机床和工具，以多媒体技术学习数控基础知识的教学模块，以3D虚拟现实技术展现的数控控制系统和加工过程以及简练独特的CAD/CAM功能模块等。系统还提供了大量的数控教学习题、数控考试案例和自我评价体系以及数控多轴（如：铣削3+2轴和车削C-轴编程）教学和训练方法，为学习数控专业的人员提供了一个全面深入了解和掌握数控专业知识的平台。

2、数控教学方法软件

凯勒软件主要定位在数控基础理论训练和教学方法。它所包含的功能模块覆盖了几乎所有数控教学过程，涉及到现代化教学方法的实施、大量的习题案例分析、各种控制系统的编程以及数控标准化。正是凯勒数控软件的这一定位和设计思想，填补了中国数控教学领域基于教学方法的软件空白。

3、国际化、标准化

凯勒数控软件支持法纳克、西门子、海德汉、哈斯以及中国广州数控和华中数控等世界上几乎所有的控制系统，特别是凯勒数控软件提供了德国PAL/DIN这一德国先进的数控教学培训领域的标准化系统和大量的学习模块和练习案例。通过凯勒软件数控教学系统的学习和应用，使中国数控专业教师、学生和数控技能受训者，学习多种数控系统、熟悉各种数控系统编程、掌握各种先进数控机床的使用，以及了解国际数控标准化，开展基于凯勒数控软件的中国多系统、多轴数控大赛，对现代化数控人才培养和研究制定中国现代化数控标准化十分重要。

4、一体化教学解决方案

凯勒数控软件的设计思想始终贯穿着理论与实践相结合的理念和以加工工艺过程为导向的模式。系统中不仅提供了以教学方法为核心的各种数控教学模块，同时，也为教师提供了教学方法库，其中包含大量的教案和解答，为学生提供的精美的练习手册。凯勒数控软件作为模拟仿真数控教学过程软件，为实施现代职业教育理-虚-实一体化教学提供了很好的教学基础。

5、“云”计算功能模块

凯勒数控软件中的“云”计算模块，为学生在任何环境(不仅只在学校教室里)下，通过网络学习数控软件基础知识和练习。凯勒数控软件“云”计算提供了与一般凯勒软件相同的数控基础知识学习和练习功能，可以即时地进行仿真模拟练习，以及用于自学的考试和系统评价体系和证书等。凯勒软件“云”计算模块也可以作为远程教育平台，为学校和企业开展远程数控教学。

6、证书和评价体系

凯勒软件系统中，提供了用于人机对话方式的自学和随机抽样方式的系统评估。学员在自学中可得到系统帮助提示或给出正确答案以及错误分析。对测试合格，系统可颁发测试证书。凯勒数控软件公司还提供相应的凯勒数控软件证书及考试要求和标准，学生通过考试后，可获得凯勒数控软件共颁发的凯勒数控软件证书。目前欧盟一些国家正在推广基于凯勒数控软件的欧盟数控专业技能上岗证书（Europäischen CNC-Führerschein）。获得这一专业技能证书者，为进入欧盟及德资企业就业、以及院校与欧盟企业的合作创造了条件。

7、凯勒软件用于企业产品

凯勒数控软件公司除了为教育和培训领域提供的SYMplus CNC 教学软件外，还有为工业企业界提供企业版CAMplus 软件。

8、开放式的开发模式

凯勒数控软件实际上是一个数控教学大课件和资源库。通过模块化的设计和外挂模式，用户可选择和裁剪软件各个模块中的教学方法和案例，应用到教学过程中，也可将用户现有教学资源与凯勒数控软件提供教学资源融和。对于引入德国数控教学标准PAL/DIN、精品课程和课件开发等，都非常重要。

9、凯勒软件和德国工商会IHK教师培训

凯勒软件数控公司与德国IHK培训机构合作，开展中国专业教师德国培训。凯勒软件作为中国数控专业教师了解德国IHK教学和考试标准，是一个很好的范例。整个培训过程中，了解凯勒软件在德国职业教学和技能培训中的应用、学习德国基于凯勒数控软件的数控教学一体化模式、学习德国工程和职业教育数控教学方法、掌握德国PAL/DIN数控标准及IHK数控教学和考试标准、强化基于凯勒软件的实训练习、交流凯勒数控软件在教学中的经验。

10、适合中国的价格优势

凯勒软件公司在中国推广凯勒数控软件的战略是，在保持高品质质量的同时，制定了符合中国国情的价格体系。与其它一些国外在这一领域的软件相比，凯勒数控软件凸显了它的价格优势、得到了客户的认同和接受。凯勒软件公司还与中国许多院校建立了德国凯勒数控软件实验室，进行教学、培训和科研一体化合作，为更好地向中国客户提供咨询服务、开展培训讲座、售后技术支持等工作。



数控教学一体化软件

广州凯勒德中信息科技有限公司

广州市天河区体育西路191号中石化大厦B塔6楼

电话：020 8550 7716，137 1016 8228

传真：020 8550 7632

邮箱：info@chinawindow-keller.com

网址：www.chinawindow-keller.com