

# SYM<sup>plus</sup>

## 车削工作练习手册

### 序

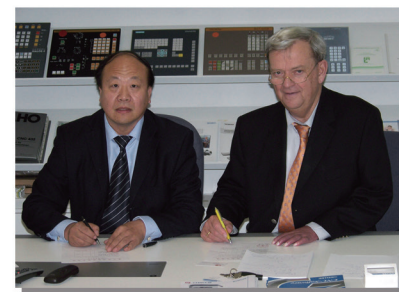
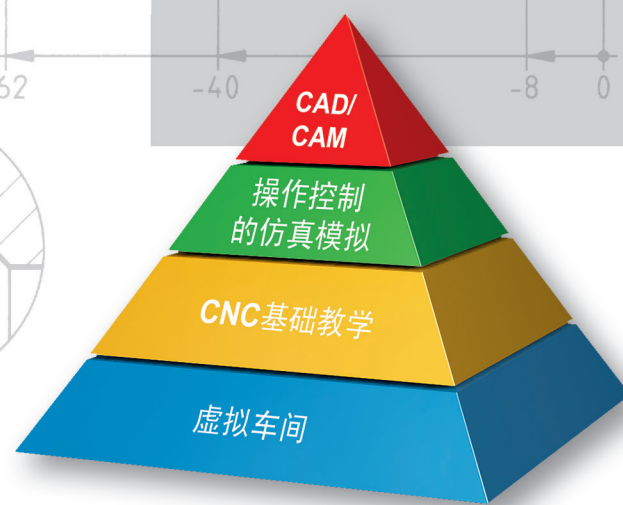
随着中国经济的快速发展、现代化制造业新技术的提升以及先进设备在工业界的广泛应用，呼唤着中国现代化职业教育的改革和发展，加速高素质、高技能应用型人才的培养。

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-KSD600

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

凯勒股份有限公司自从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。

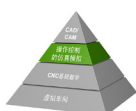
为使学员尽可能容易地掌握编程能力和准备考试（这一就是**PALplus**的意义所在），这一阶段的教学内容分为以下三个部分：

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

<b>A</b>	<b>概述</b>	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>B</b>	<b>操作说明</b>	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
<b>1</b>	<b>三维动漫虚拟学习环境</b>	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	操作一台数控车床	22
1.3.2	编程和加工	25
1.4	预防事故	26
<b>2</b>	<b>利用 PALplus 编程</b>	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 K 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	操作方式安排	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
2.5.1	PAL 仿真模拟时刀具的切削数据	34
2.5.2	从操作方式 G1/G2/G3 到 PAL-仿真模拟	35
2.5.3	仿真模拟方式	36
2.5.3.1	二维模拟	36
2.5.3.2	三维模拟过程	37
2.5.4	不带循环的编程	38
2.5.4.1	外部加工	40
2.5.4.2	配合尺寸的内部加工	41
2.5.5	没有刀尖圆弧半径补偿的车削	42
2.5.5.1	平行轮廓元素的尺寸	42
2.5.5.2	不轴平行轮廓元素没有刀尖圆弧半径补偿的尺寸	43
2.5.6	带有刀尖圆弧半径补偿的车削	44
2.5.6.1	刀尖圆弧半径补偿的基础知识	44
2.5.6.2	非轴平行轮廓元素带有刀尖圆弧半径补偿的尺寸	45



2.5.7	利用循环I编程 .....	46
2.5.7.1	车端面和纵向粗车循环 .....	46
2.5.7.2	粗车和精车的基础知识 .....	47
2.5.7.3	上升轮廓的粗车和精车 .....	48
2.5.7.4	下降轮廓的粗车和精车 .....	49
2.5.8	没有特殊轮廓功能的车削 .....	50
2.5.9	带有特殊轮廓功能的车削 .....	51
2.5.9.1	轮廓功能概览 .....	51
2.5.9.2	带有圆角, 斜角, 角度和半径的轮廓 .....	52
2.5.9.3	带有圆角, 斜角, 角度, 半径和绝对中点的轮廓 .....	53
2.5.10	利用循环II的编程 .....	54
2.5.10.1	钻孔循环和内部加工 .....	54
2.5.10.2	车螺纹循环, 退刀槽循环和装夹 .....	55
2.5.11	子程序 .....	57
2.5.12	利用子程序和循环编程 .....	58
2.5.12.1	利用子程序径向车槽的外部加工 .....	58
2.5.12.2	粗车, 精车, 车螺纹和车槽 .....	60
2.5.12.3	扩展纵向粗车循环和轴向车槽循环 .....	61
2.5.13	PAL-IHK-结业考试第II部分-2008 模板 .....	62
2.5.14	PAL 切屑加工 .....	64
2.5.15	测试准备 .....	66
<b>3</b>	<b>控制系统仿真模拟 .....</b>	<b>70</b>
3.1	概述 .....	71
3.2	键盘信息/多媒体培训模块 .....	72
3.3	不同控制系统编程之比较 .....	74
3.4	编程练习 .....	76
<b>4</b>	<b>用“图形会话”进行编程 .....</b>	<b>80</b>
4.1	凯勒 CAD/CAM .....	81
4.1.1	结构 .....	81
4.1.2	图形程序用于绘制几何图形 .....	81
4.1.3	图形程序用于制定加工计划 .....	81
4.2	几何, 工作计划和数控程序 .....	82
4.2.1	工件 GEO1 .....	82
4.2.2	工作计划 CAM1 .....	86
4.2.3	用于控制系统 GILDEMEISTER EPL2 的数控程序 .....	89
4.2.4	工件 GEO2 .....	90
4.2.5	工作计划 CAM2 (没有 剩余量) .....	92
4.2.6	工作计划 CAM3 (带有剩余量) .....	94
4.3	从 CAD 数据导入 .....	96
4.3.1	导入几何 .....	96
4.3.2	工作计划 CAM4 .....	98
4.3.3	用于控制系统 TRAUB TX8D 的数控程序 .....	99
4.4	工件图纸用于图像对话框 .....	100
<b>5</b>	<b>完全加工 .....</b>	<b>102</b>
	“车削” PAL 编程系统 .....	105

## 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		
 机床/车间	 车间	 机床	 使用			
	巡视车间	数控机床结构	操作数控机床			
 数控基础	 PAL 基础	 G1 G2 G3	 PAL 控制器	 教师教案	 设置	 机床连接
	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 输入刀具、刀库和材料</li> <li>• 完成设置</li> <li>• 转变为基础培训考试内容</li> <li>• 高级培训</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 数控程序的自由编辑</li> <li>• 将数控程序传输到数控机床中</li> </ul>
	 DIN 基础	 G1 G2 G3	 DIN 控制器			
	或者（选择设置基础培训）					
 控制系统	 模拟器			 设置	 机床连接	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用控制指令编程</li> </ul>			...	...	
				...	...	
 CAD/CAM	 绘图	 加工工艺	 控制系统	 设置	 机床连接	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用直线和圆弧在“图像对话”框中绘制几何形状</li> <li>• 传输CAD数据</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过“自动”刀具路径编写加工程序</li> <li>• 对任意的控制系统生成数控程序</li> <li>• 放置安装调整单</li> </ul>	在控制格式中测试生成的数控程序	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ...</li> <li>• ...</li> <li>• 输入材料和切削数据</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ...</li> <li>• ...</li> <li>• 打开安装调整单</li> </ul>	

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

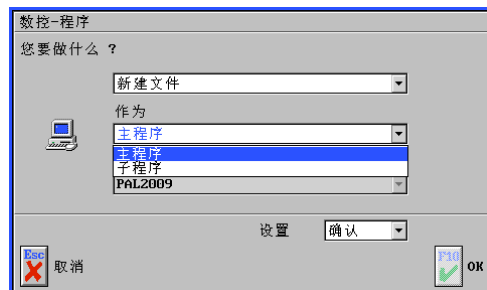
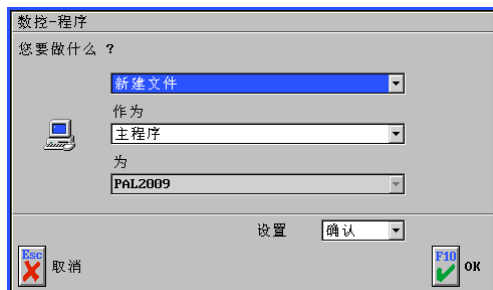
 全部功能	 PAL 基础	 G1 G2 G3	 PAL 控制器	 模拟器	 几何	 工作计划	 教师教案	 设置	 机床连接
----------	------------	--------------	-------------	---------	--------	----------	----------	--------	----------



## 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 und 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

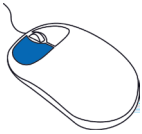

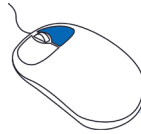

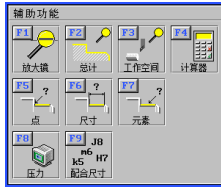
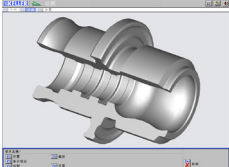
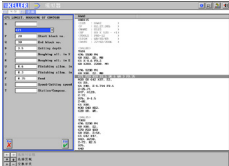
 或者  (F12)	 (F11)				
指令的信息系统  (只是在培训等级DIN/PAL 和控制系统中)	键盘的信息系统	附加功能 (见下面)  或者 鼠标右键菜单键 (见下一页)	回到操作方式- 选择  (见第5页)	切换对话框  (分辨率为 1024 x768)	结束

### B.3 附加功能

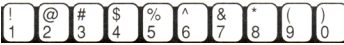





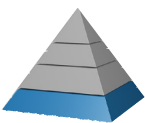
- F1** 确定放大区域
- F2** 显示整个工件（放大镜回位）
- F3** 显示总的工作空间
- F4** 调入计算器
- F5** 鉴别点的坐标
- F6** 确定尺寸
- F7** 导入元素信息
- F8** 打印图像
- F9** 自动到中间公差区

## B.4 鼠标功能

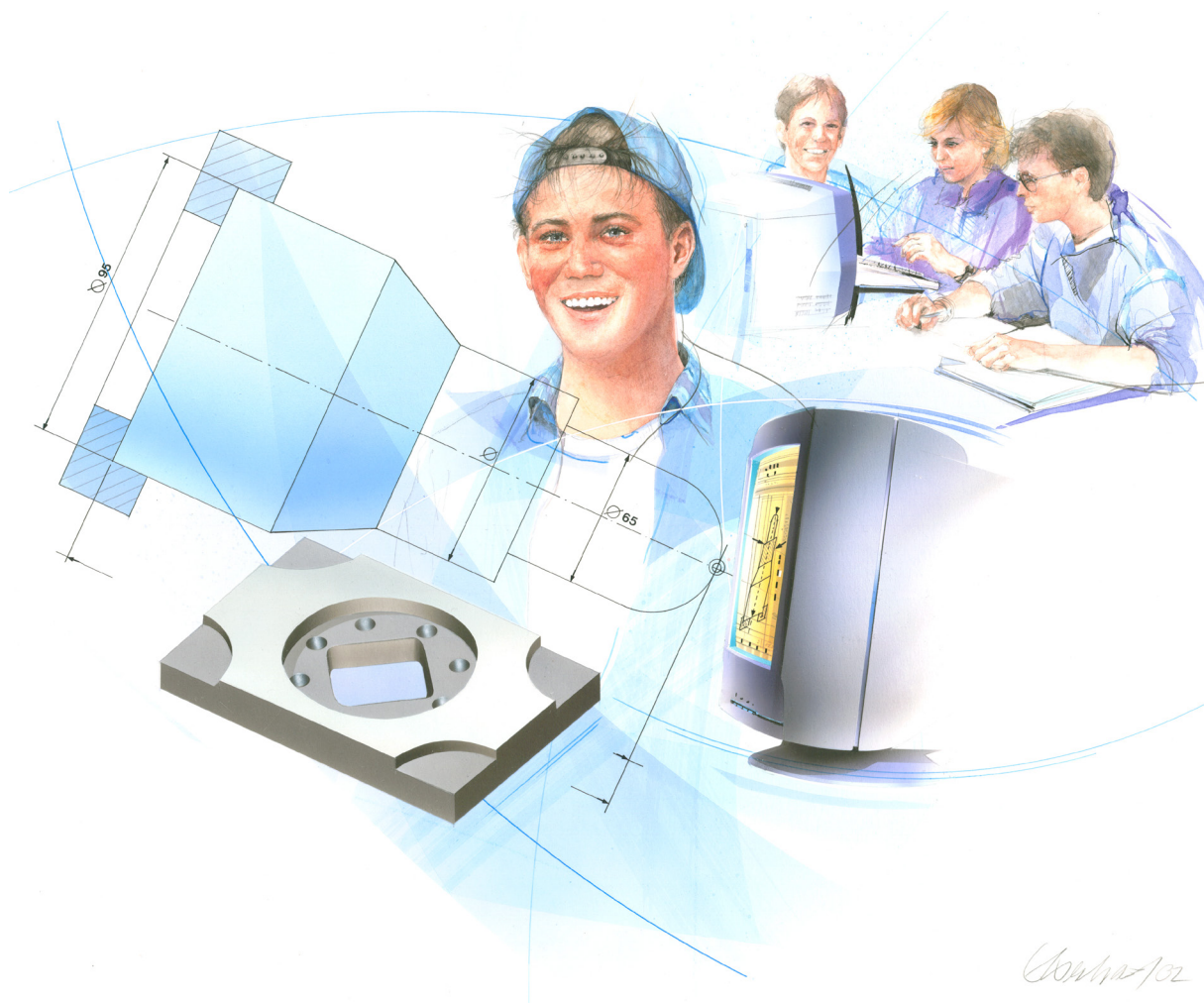
				
二维	元素选择 (几何)	-----		放大镜窗口的大小
	放大镜的定位和使用 (几何和模拟)	-----		
三维视图/模拟		地方	位置	大小
控制系统的模拟		输入区域和语句的选择  向前翻页到选择区域功能	-----  向后翻页到选择区域功能	行间光标移动

## B.5 不同的操作方案

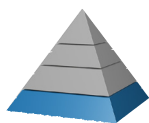
初学者	有一定基础者	专业人员
<ul style="list-style-type: none"> <li>鼠标单击或者按下F键 F1, F2, ...</li> <li>输入数值, 使用...  </li> <li>利用TAB键导入输入内容</li> <li>↵ 键用于光标下移</li> <li>展开“蓝色区域”(下拉菜单)然后选择</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> 鼠标单击使用的整个面 外部</li> <li> 利用数字区域输入数值</li> <li>如同数控控制系统一样利用ENTER键导入数值</li> <li>当光标下移时也使用ENTER键</li> <li>直接在“蓝色区域”单击鼠标以变更选项</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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...。</li> <li>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</li> </ul>



# 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”...



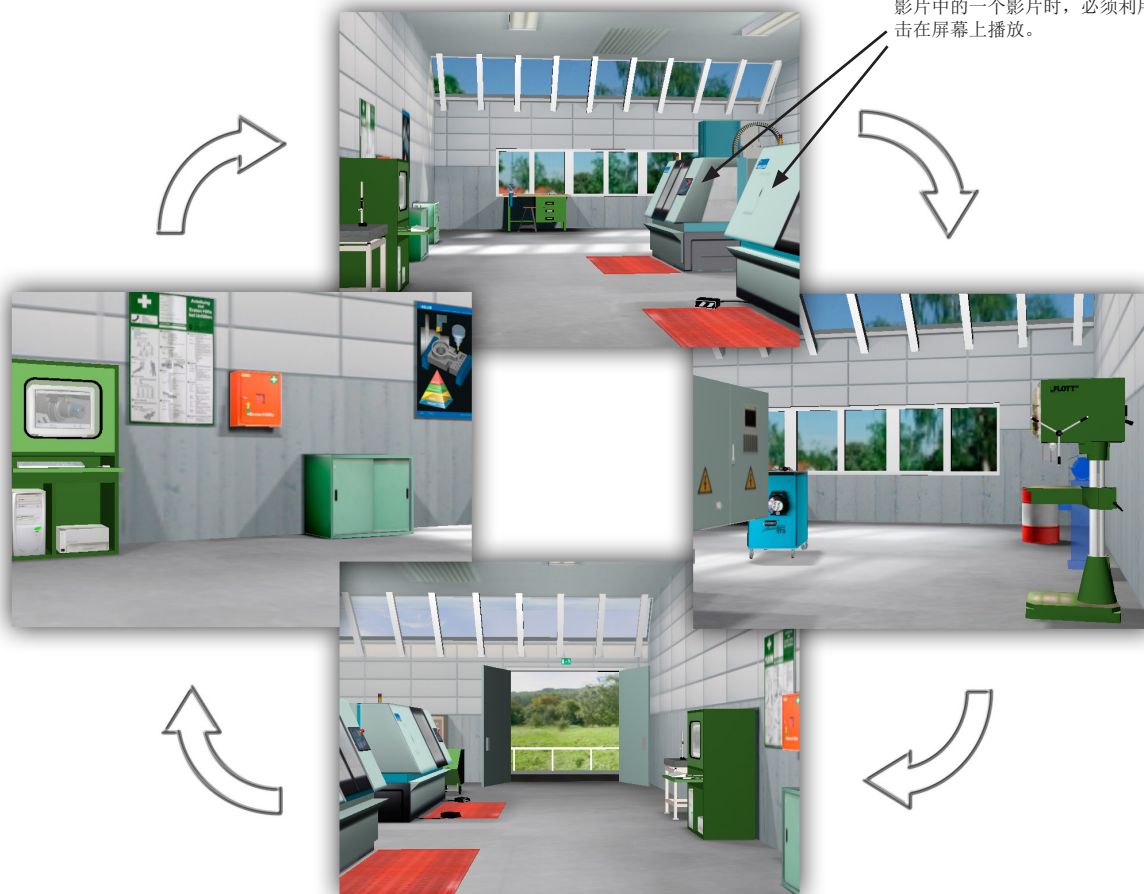
首先作一次周游巡视。

注意：您如何巡视，可以通过单击  获得。

... 然后是操作方式“车间”\*



当您已经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。



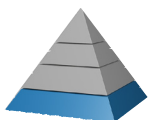
然后来一杯咖啡或者一杯卡布奇诺也无妨...

... 也可以观赏绿色的原野！



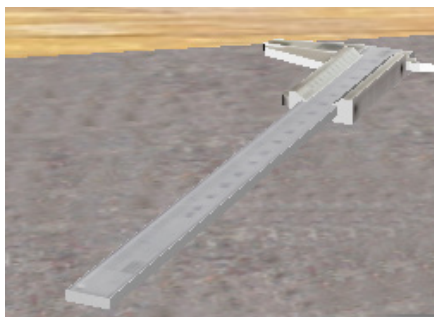
经历惊讶么？假如是，是什么？

\* 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。

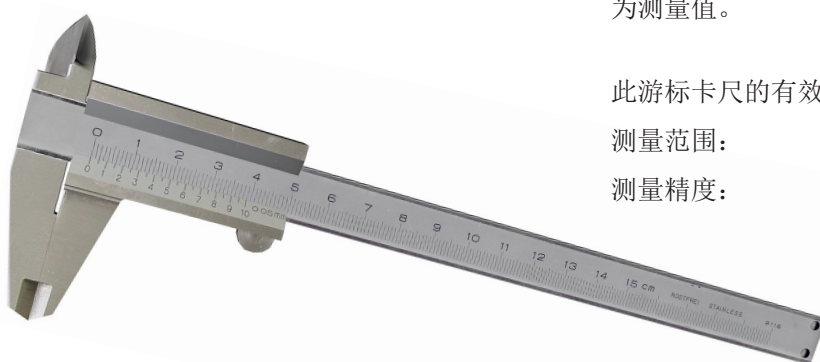
现在通过单击鼠标调入所属的学习模块。  
您看到，如何使用游标卡尺。

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

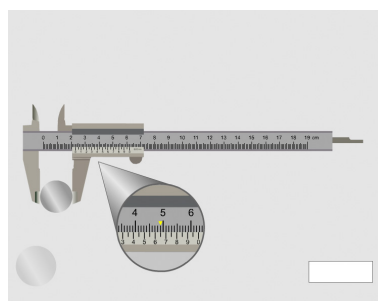
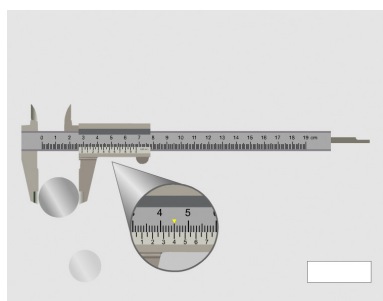
测量精度： mm



观看模拟过程并登记数值：

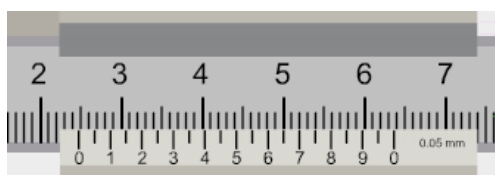
游标的精度：

mm  
+  mm  
+  mm  
=  mm

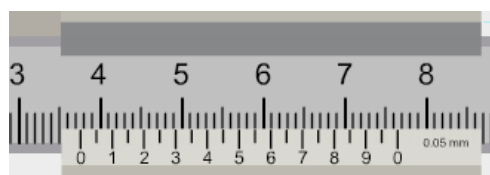


mm  
+  mm  
+  mm  
=  mm

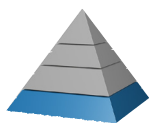
读出测量值：



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：

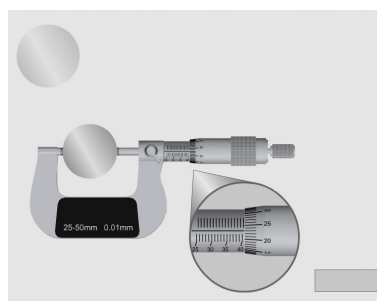
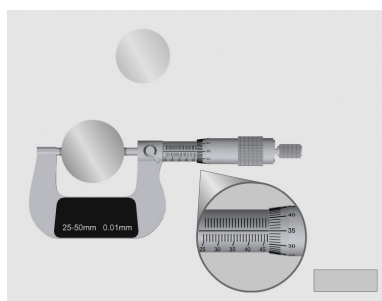
测量范围： mm

测量精度： mm

观看模拟过程并且记录数值：

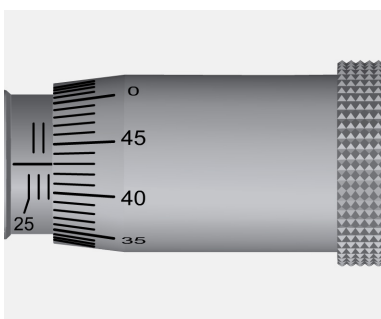
千分尺螺杆螺距：

mm  
+  mm  
=  mm

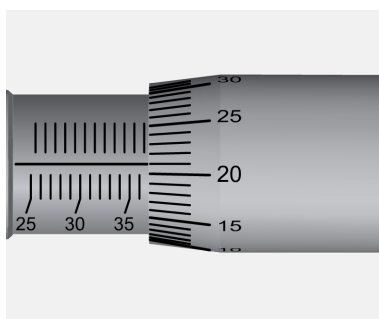


mm  
+  mm  
+  mm  
=  mm

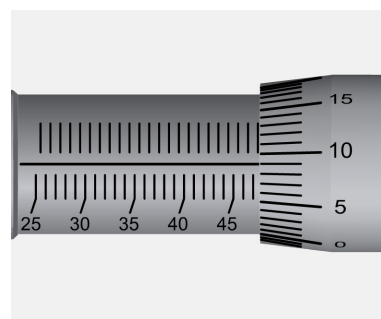
读出测量值：



mm

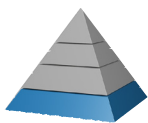


mm

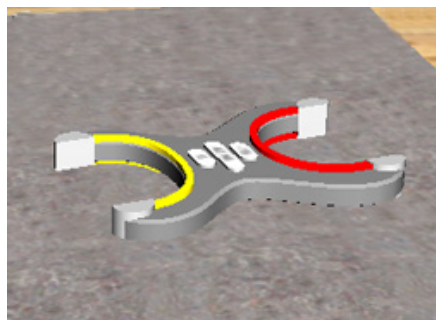


mm





## 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:

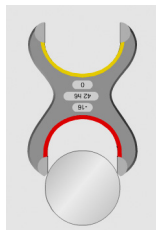
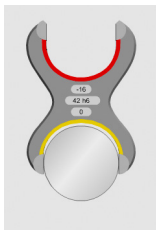
工件A:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

结论: \_\_\_\_\_

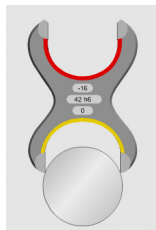
工件B:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

结论: \_\_\_\_\_

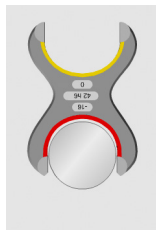
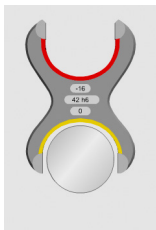
工件C:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



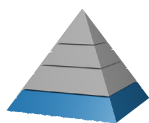
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

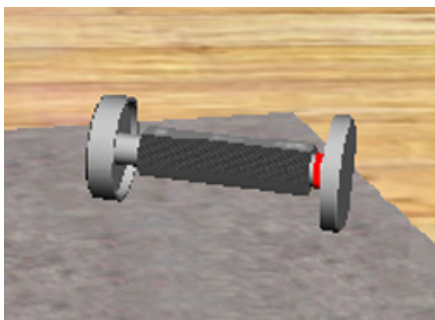
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


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: \_\_\_\_\_  $\mu\text{m}$

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：

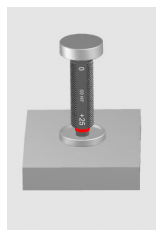
工件A:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

结论: \_\_\_\_\_

工件B:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

结论: \_\_\_\_\_

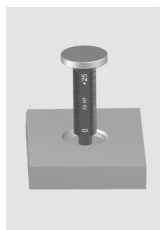
工件C:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



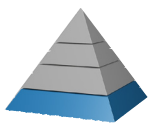
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

结论: \_\_\_\_\_



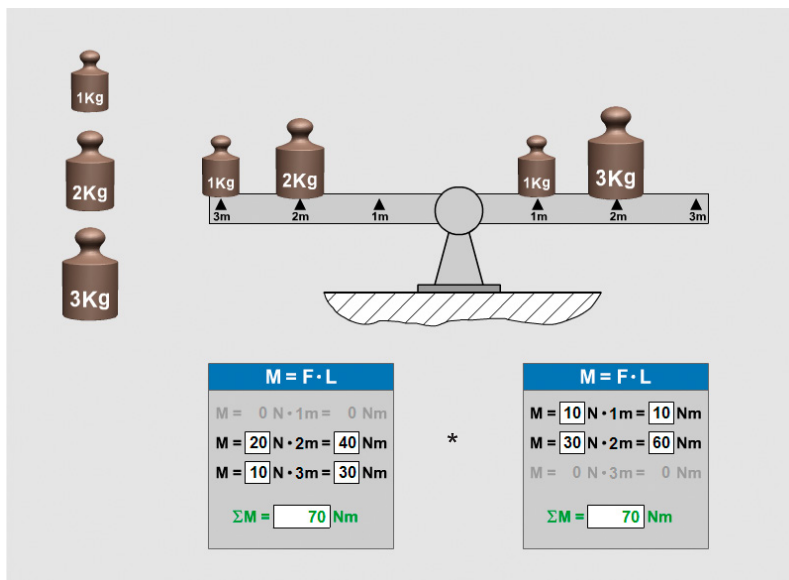
### 1.1.3 扭矩的理论与实践

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。

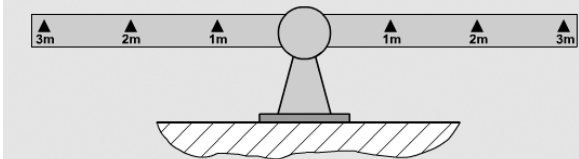
示例：



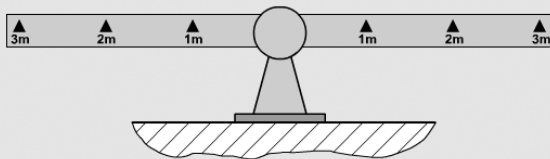
$$\Sigma M_l = \Sigma M_r$$

每次用至少4个砝码表示4种不同的平衡状态：

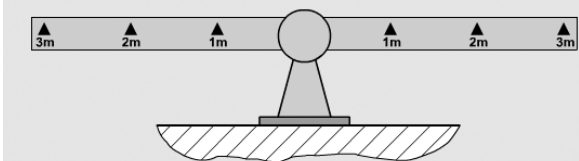
$$\Sigma M_l = \text{ } \text{Nm} \quad \Sigma M_r = \text{ } \text{Nm}$$



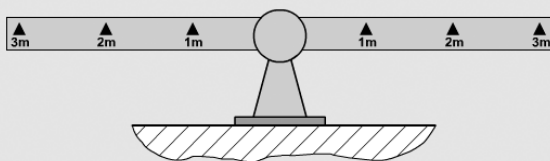
$$\Sigma M_l = \text{ } \text{Nm} \quad \Sigma M_r = \text{ } \text{Nm}$$



$$\Sigma M_l = \text{ } \text{Nm} \quad \Sigma M_r = \text{ } \text{Nm}$$

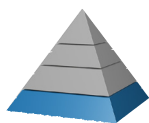


$$\Sigma M_l = \text{ } \text{Nm} \quad \Sigma M_r = \text{ } \text{Nm}$$



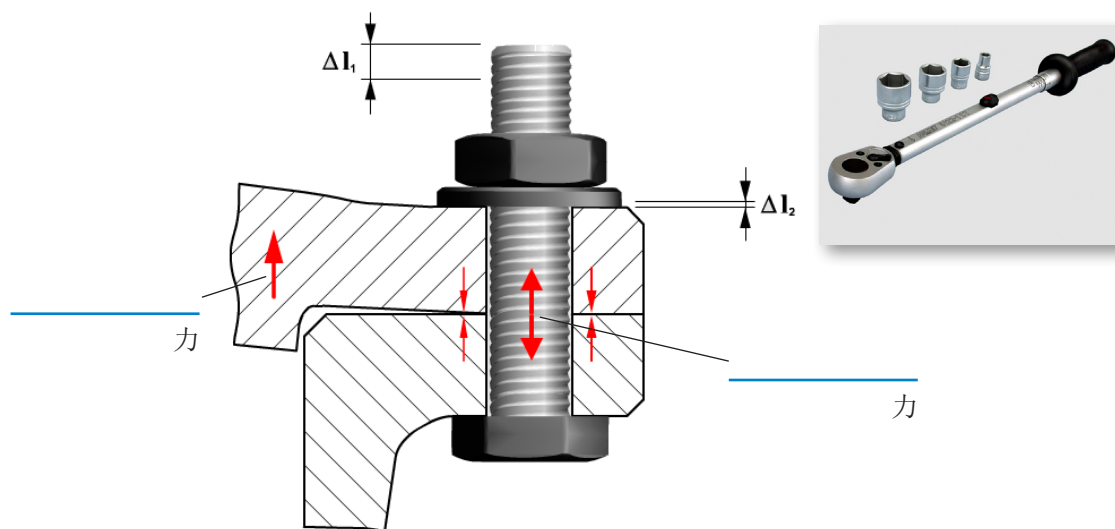
\*1kg的质量产生9.81N的重力（在此是基于10N）





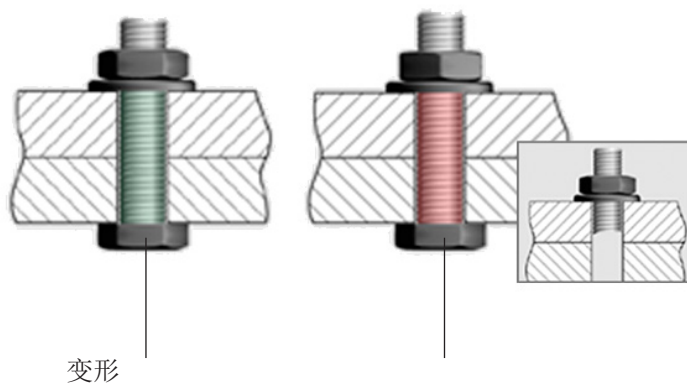
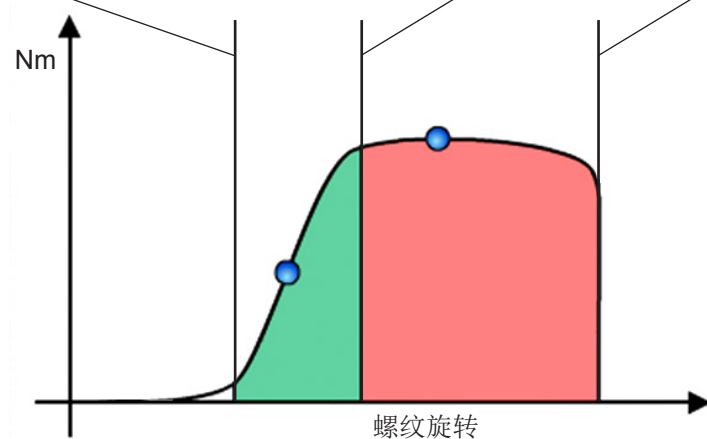
## 力和变形

指明力和不同的长度变化:



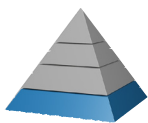
Δl₁ \_\_\_\_\_  
Δl₂ \_\_\_\_\_

填写图示的名称:



变形

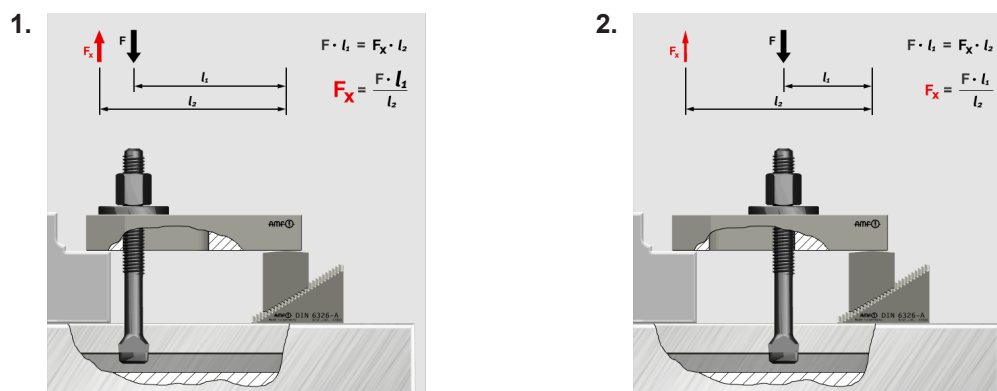
变形



## 1.1.4 机械和液压夹紧装置

### 机械夹具

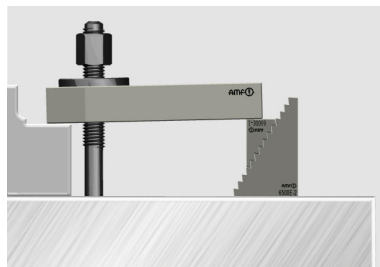
机械夹具主要用于单个零件或者工序少的加工。  
作为示例在此您看到带有夹紧铁，夹紧螺栓和夹紧底座的夹紧情境。



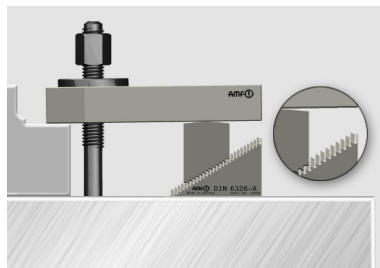
哪个夹紧状态是正确的？

借助于杠杆原理说明原因：

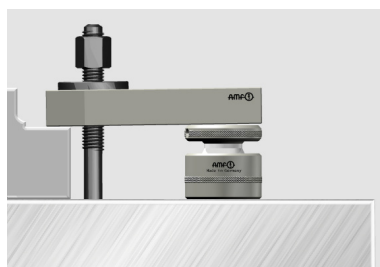
实际运用中您应当知道不同的夹紧可能性：



何时使用通用的夹具底座

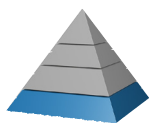


在图中您看到一个阶梯状的夹紧底座。生产厂家称之为“无级可调夹紧底座”。  
它的功能是如何实现的？



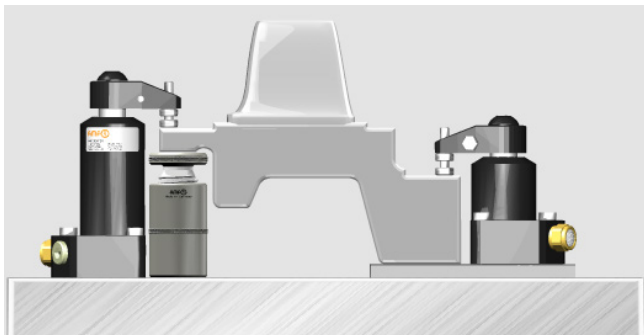
在此会出现什么问题？

为何通常使用螺旋千斤顶？



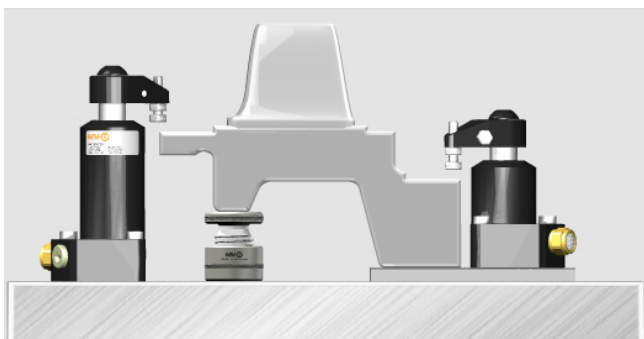
## 液压夹具

液压夹具大多用于系列化的生产（批量生产）。



在这个互动模块中鉴别，在此工作时的夹紧压力多大。

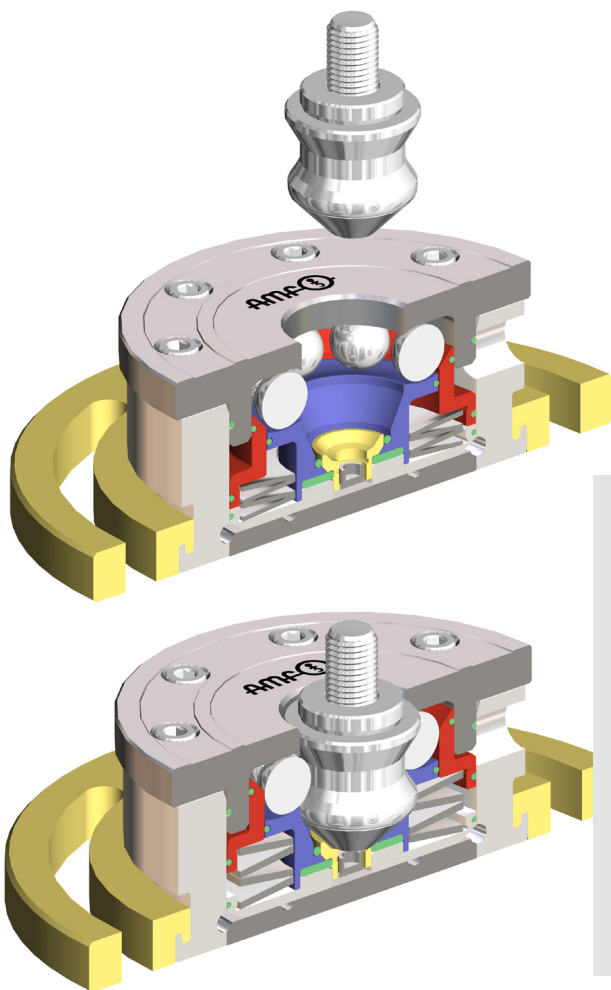
夹紧缸的直径为30mm。作用于工件上的力多大？



尝试不同夹紧情境的作用。

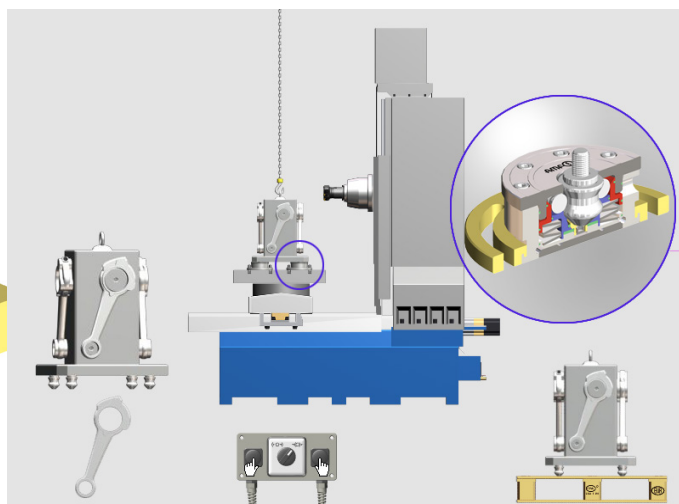
对于每种液压夹紧原则上要注意什么？

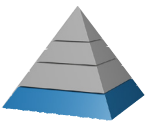
零点夹紧系统的使用：



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：

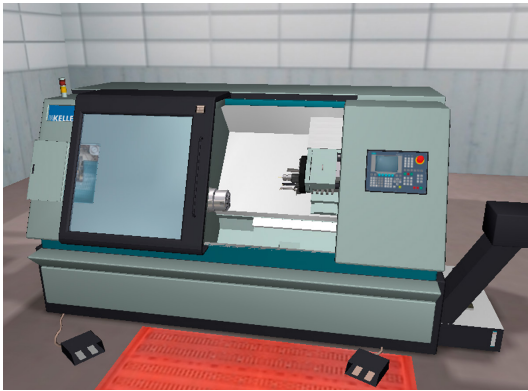





## 1.2 机床

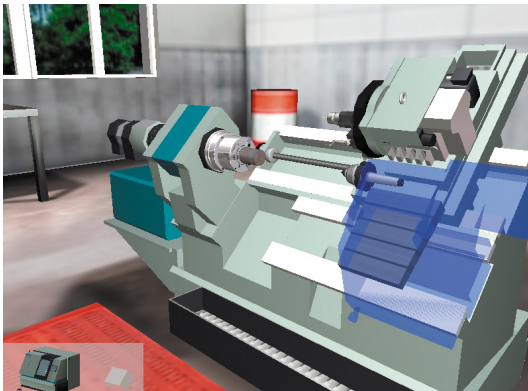
### 1.2.1 熟悉CNC数控车床

利用  和  转换到操作方式 机床

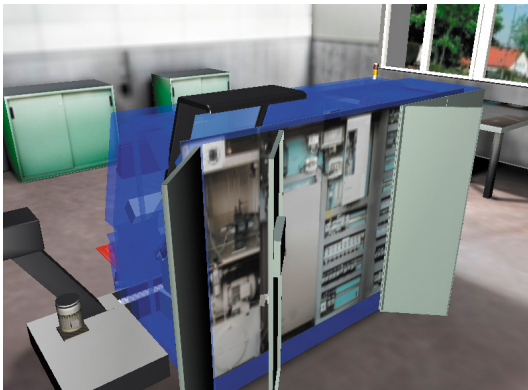


在此您可以...

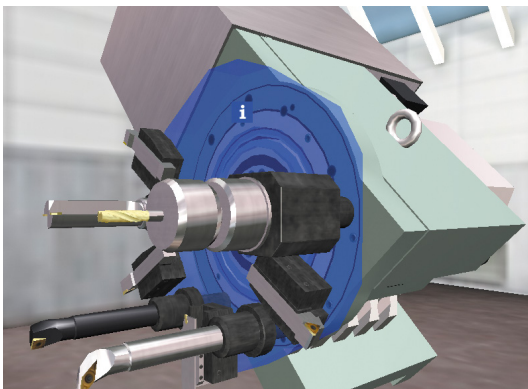
- ... 从各个面观察机床。
- ... 打开和关闭滑动门。
- ... 拆装罩板（当鼠标指针到刀具时）。
- ... 调入学习模块（当  显示时）。



- ... 比实际的机床看到的更多。

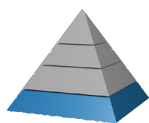


- ... 看到机床零部件。
- ... 获知所有零部件的专业术语。



- ... 通过在菜单中单击鼠标所有零部件直接全屏显示。

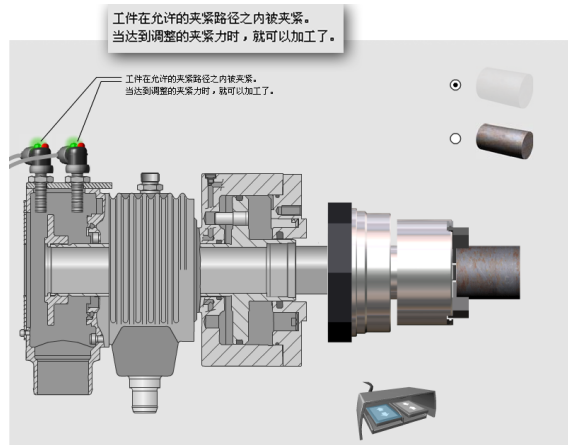
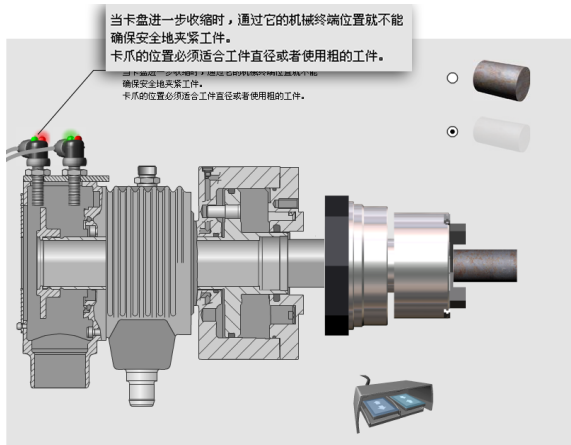
注意：  
在以下两页中显示的学习模块只是几个示例。  
在机床中您也能找到其它的示例。



## 1.2.2 机床是这样工作的

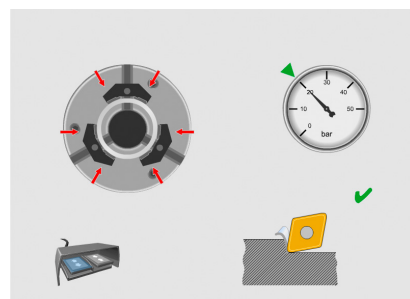
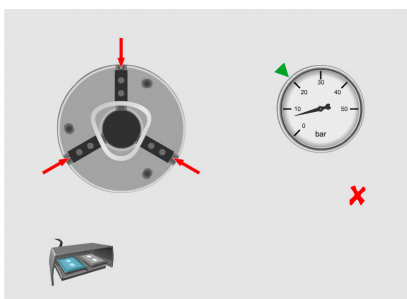
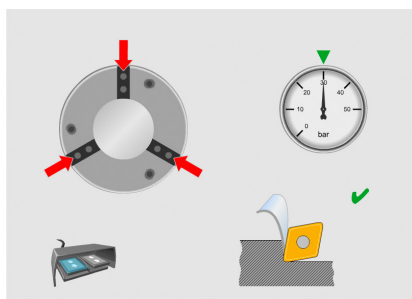
### 夹紧途径监控

对于卡盘有两种机械状态，出于安全考虑由控制系统来监控，以免接入不允许的转速。

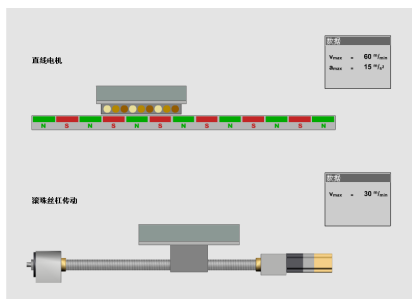


### 夹紧力

最佳的夹紧力取决于很多因素：



### 直线电机



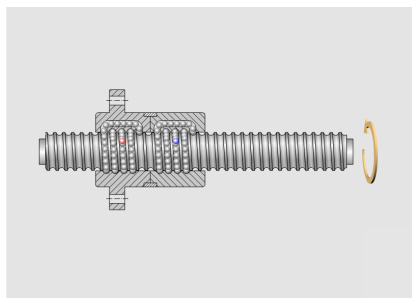
$$v_{\max} = \boxed{\phantom{000}}$$

$$a_{\max} = \boxed{\phantom{000}}$$

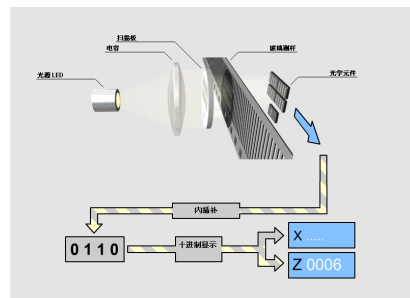
现代的数控车床在X轴上经常有直线电机，但是在Z轴上安装了滚珠丝杠传动。

在两根轴上使用直接测量系统来测量。

### 滚珠丝杠传动

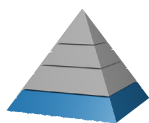


十进制	二进制
7	0111
	$\boxed{\phantom{0}} \times 2^3 + \boxed{\phantom{0}} \times 2^2 +$
	$\boxed{\phantom{0}} \times 2^1 + \boxed{\phantom{0}} \times 2^0$
	0111的十进制值是如此得到：
	$\boxed{\phantom{0}} + \boxed{\phantom{0}} + \boxed{\phantom{0}} + \boxed{\phantom{0}} = \boxed{\phantom{000}}$







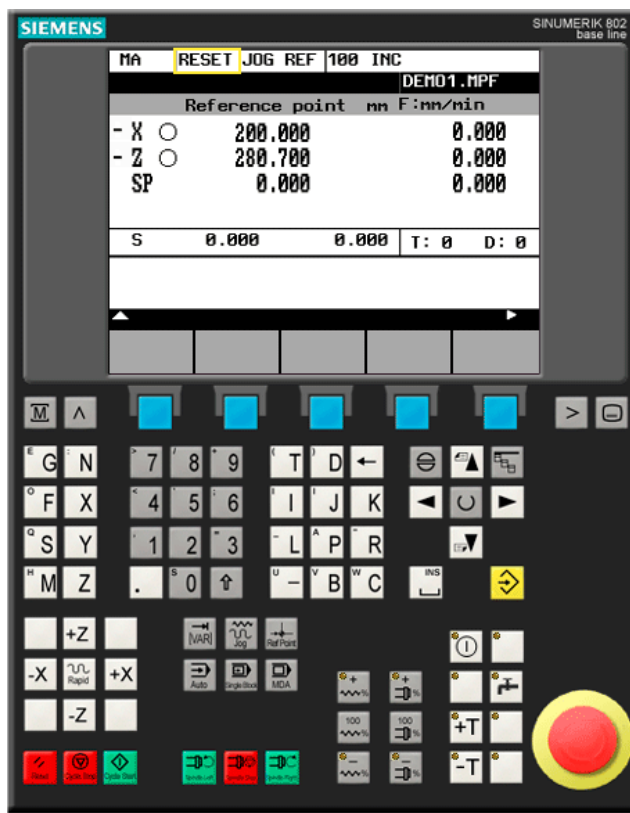


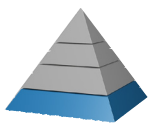
### 1.2.3 802C-键盘

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

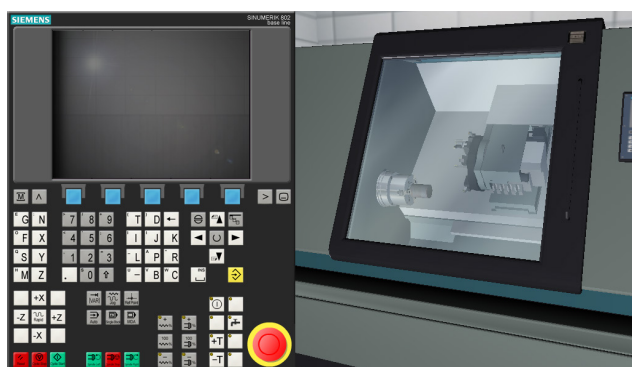
### 1.3.1 操作一台数控车床

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  其上，然后向您显示，下一步怎么做。

#### 接通



原始状态

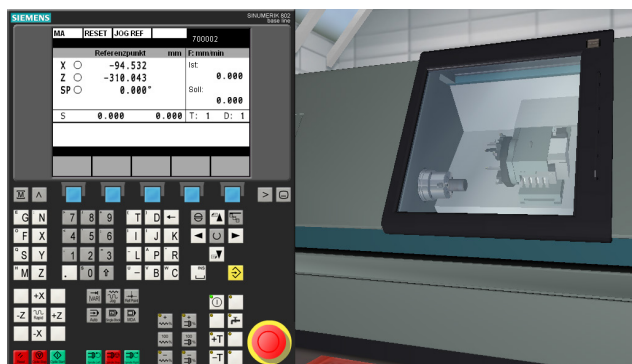
做什么？

---

---

---

---



然后做什么？

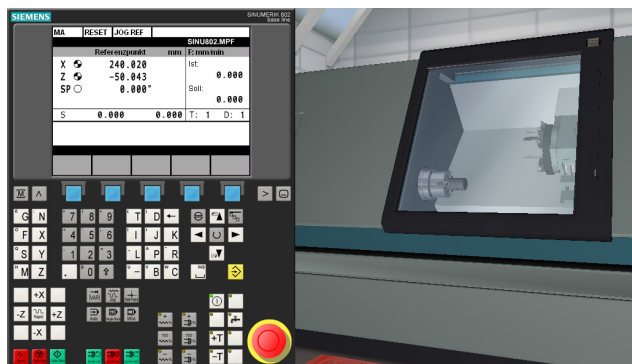
1. 

---
2. 

---
3. 

---

机床准备运行到参考点。



运动：

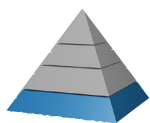
---

---

机床被查询。

到下一个菜单点：鼠标单击 。



## 手动运行

操作方式  是...

 作用:

G97 意味着:

S1000 意味着:

M4 意味着:


操作方式  包含...

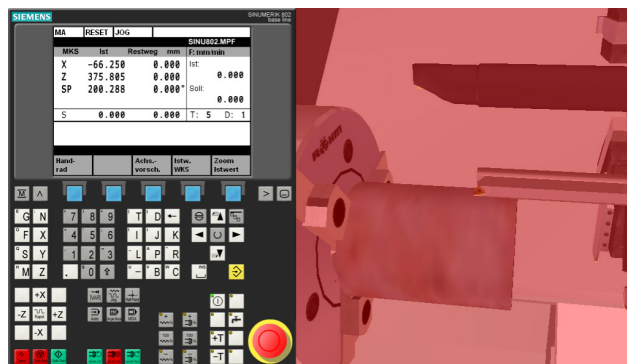
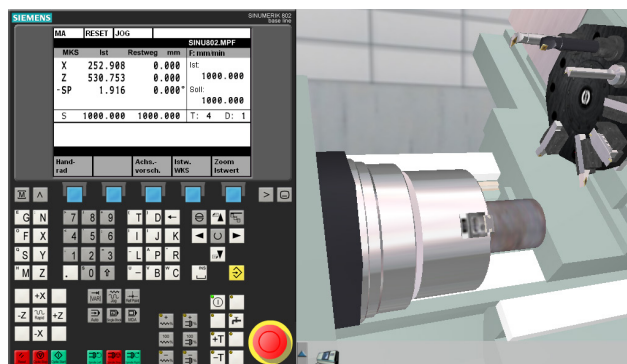
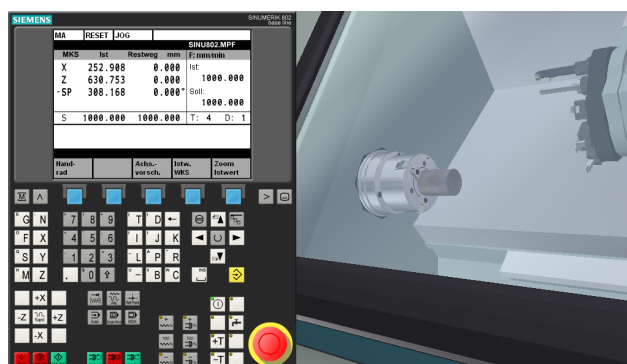
 意味着:

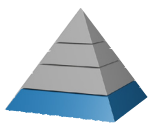
在机床空间运行刀架溜板。  
也使用“Potis”



这儿发生了什么?

按下  并且阅读4个示例，  
在数控机床上哪种故障导致哪些结果！





## 工件置零点



原始状态

首先选择  :

 软键:

 软键:



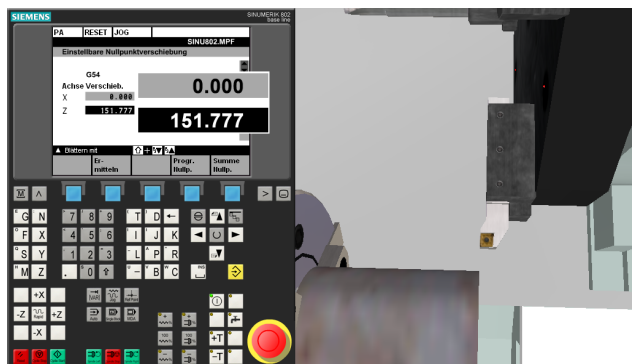
激活刀具号。

 软键:



现在可以刮擦。

解释这种操作方式的作用:

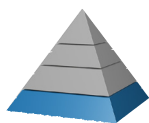


注意:  
必须利用小的增量 (0,1 mm /0,01 mm) 实现刮擦。  
刀具空运行和安置零点。

 软键:

Z   
(位移值)

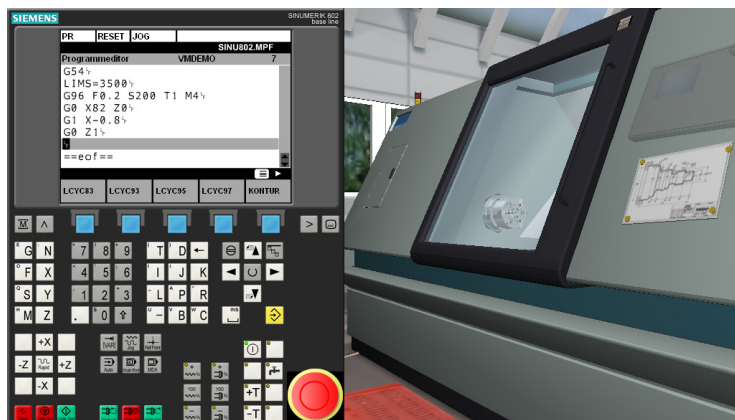




### 1.3.2 编程和加工

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。

编写程序...

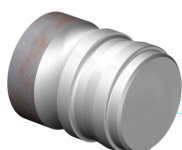


运行程序...

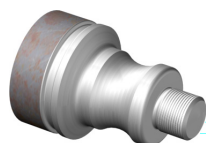


在菜单项“程序运行”里，您可以选择三个工件中的一个。

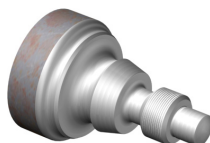
虽然没有加工余量去除，但处理器100%地加载。



PR39



PR90



PR98

## 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



---

---

---

---

---



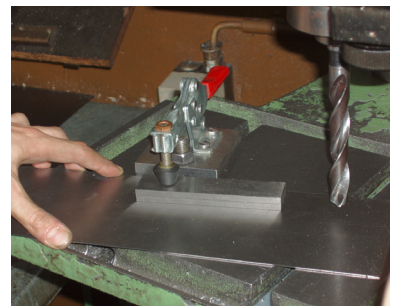
---

---

---

---

---



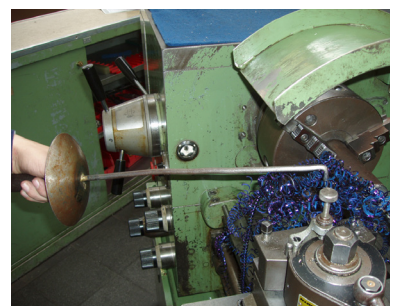
---

---

---

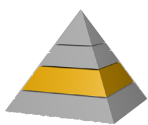
---

---



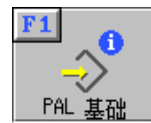
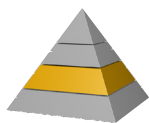
请您注意，此处展示的事例只是显示了日常实践中很少的可能的选项！  
您总是要遵守有效的安全规程！





## 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。

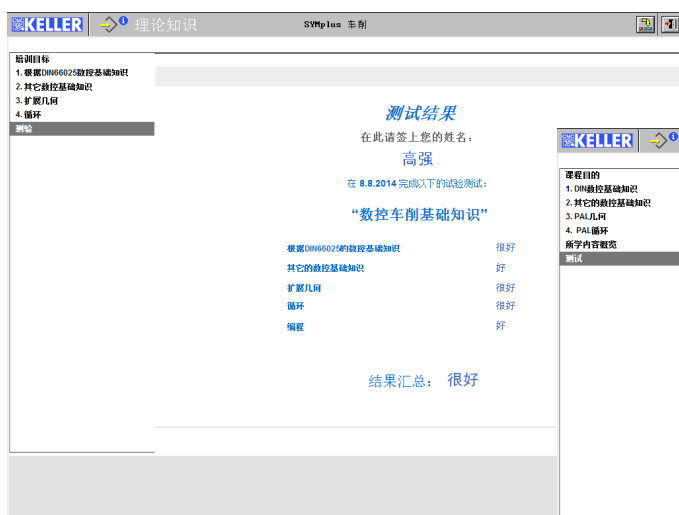
对DIN多媒体和PAL多媒体的不同之处，在几何和循环章节中说明。

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。

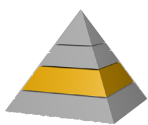
对DIN和PAL多媒体也提供随机的、有一定时间限制的测试题和解答，以便学生更好地学习和理解。

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。





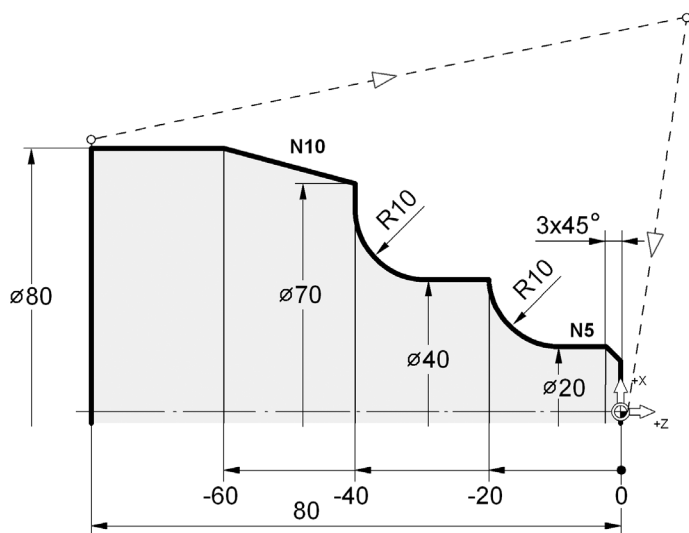
## 2.3 操作方式 G1/G2/G3

在PAL多媒体中，您已经学会预置轮廓的几何基础知识。  
在这种操作方式中您可以拟定任意轮廓。

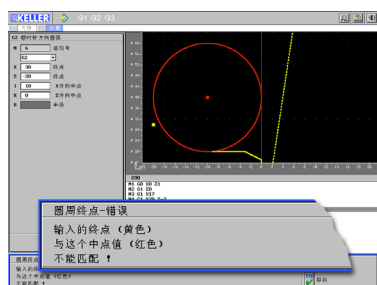
### 2.3.1 带有I和K的G1 和 G2/G3

#### 练习1

换刀点 (X120/Z10)



N 6 语句号  
G2  
X 30 终点  
Z -20 终点  
I 10 X方向中点  
K 0 Z方向中点  
R 半径



N	G	X	Z	I	K
N1	G0	X0	Z1		
N2					
N3					
N4					
N5					
N6					
N7					
N8					
N9					
N10					
N11					
N12	G1	X82			
N13					

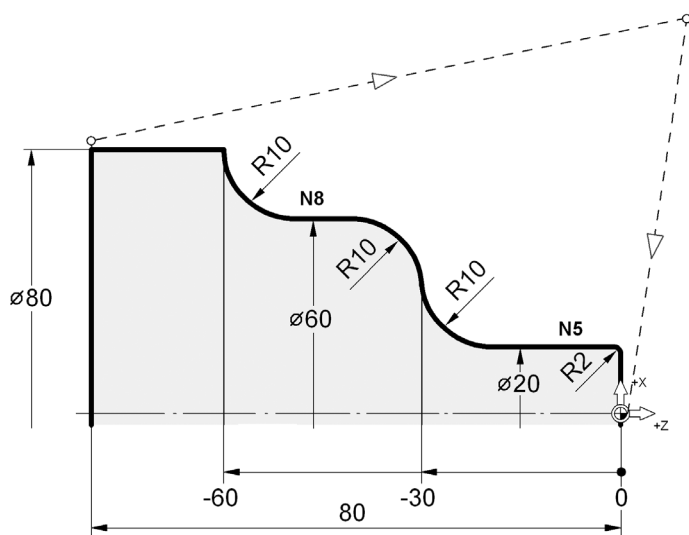
当您使用G2/G3编程出错时，寻找故障时带有评论的可视显示帮助您-利用I和K编程时特别有帮助！

此处显示的是初学者典型的错误：对于直径X来说1 x 半径值取代2 x 半径值。

### 2.3.2 带有R的G1 和 G2/G3

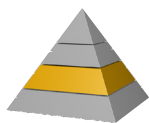
#### 练习2

换刀点 (X120/Z10)



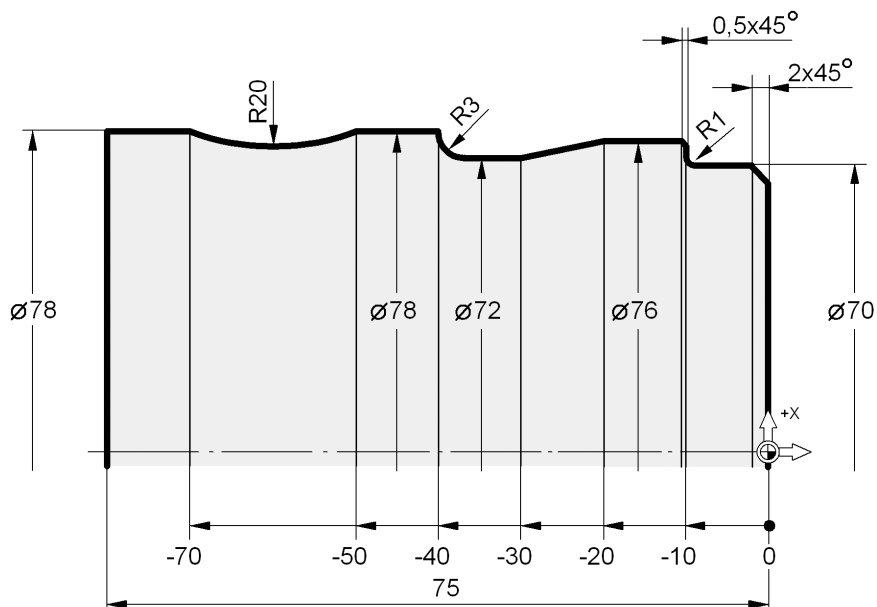
N	G	X	Z	R
N1				
N2				
N3				
N4				
N5				
N6				
N7				
N8				
N9				
N10				
N11				
N12				

练习3和练习4: 各自其它的方向



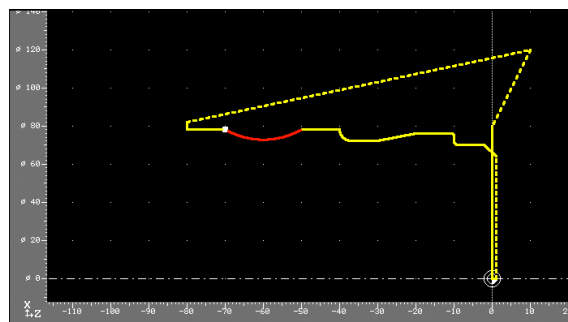
### 2.3.3 PAL仿真模拟时轮廓形状的输入

**练习5** 对于这个练习首先要进行计划，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。



填写几何程序，使其完整。

	N	G	X	Z	I	K	R
*	N1	G0	X82	Z0			
**	N2						
	N3	G1		Z1			
	N4						
	N5	G1	X70	Z-2			
	N6						
	N7						
	N8						
	N9						
	N10						
	N11						
	N12						
	N13						
	N14						
	N15						R20
	N16						
	N17						
	N18	G0	X120	Z10			



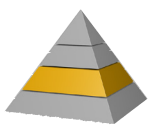
在文件夹 *My ISO programs* 中用 *DIN1* 为文件名存储这个几何形状：

→ 回到主菜单 → 文件 → 存储 →

（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） → →

\* ... 因为后来利用Ø 80mm的原料加工。

\*\* ... 因为后来采用R 0,4mm的刀具加工



## 2.4 操作方式安排

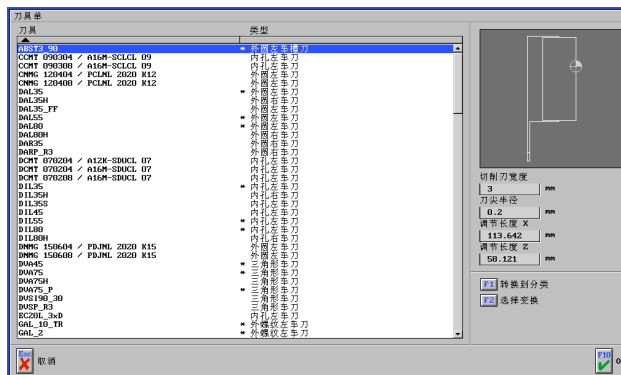
### 2.4.1 调入刀具

在菜单 **F1** 中调入刀具 → **F2** 变更。

77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，几种刀具会在刀具面显示星号。这意味着，使用转塔中激活的工作计划的这个刀具

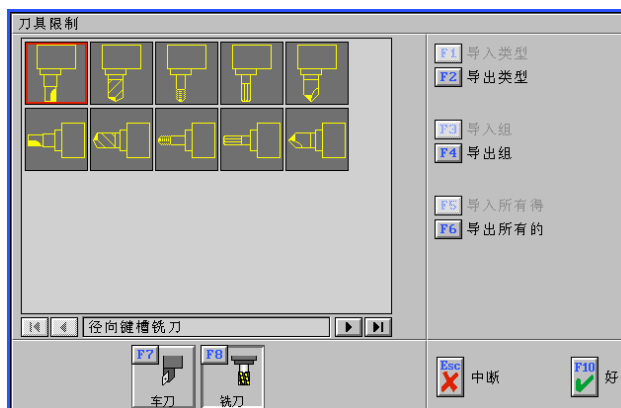
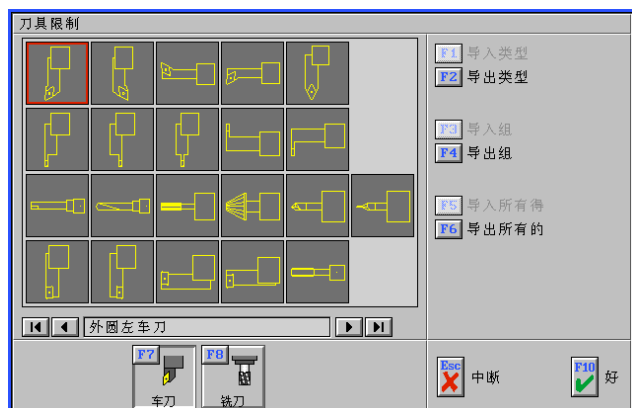


利用“F2 变更选择”，取决于刀具类别，可以显示任意数量不足77把的刀具。

车削刀具

铣削刀具

（利用C轴完成加工，见98/99页）

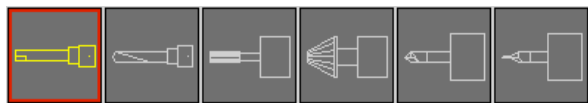


### 2.4.2 放置刀具

在菜单 **F1** 中调入“刀具” → **F1** “新的”。

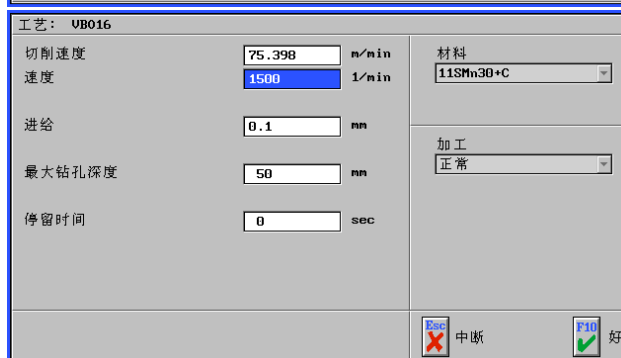
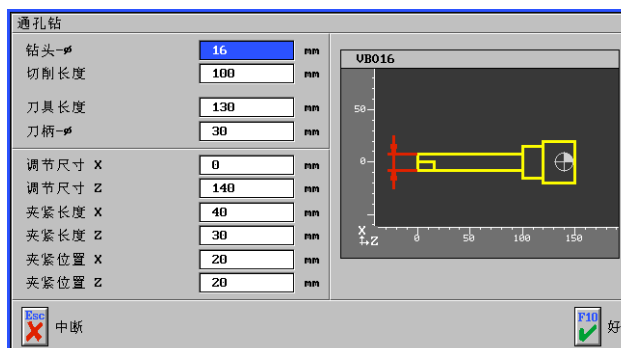
通孔钻的示例中应当放置一把刀具：

• 选择“刀具类型”



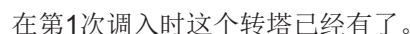
- 确定“主轴转向”和“名称”
- 输入“几何形状”
- 可能情况下限制“加工”
- 对于“工艺”输入“切削数据”

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



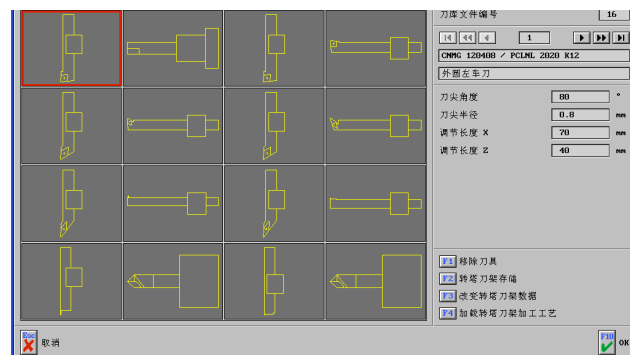


在菜单 **F2** 中调入“转塔” → **F2** “变更”。

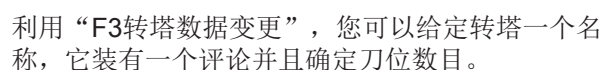



## M2008

为数控程序M2008激活转塔（见61页）。



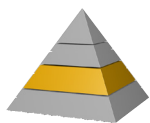
在菜单 **F2** 中调入“转塔” → **F1** “新的”。

[illegible]

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





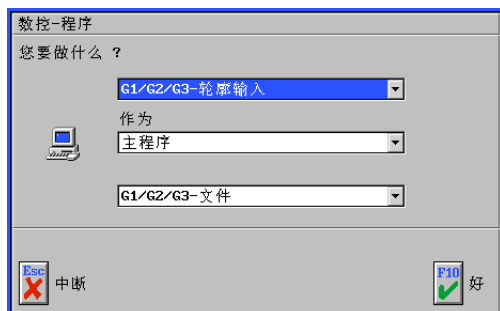


## 2.5.2 从操作方式G1/G2/G3到PAL-仿真模拟

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 变更到操作方式“PAL模拟器”中。

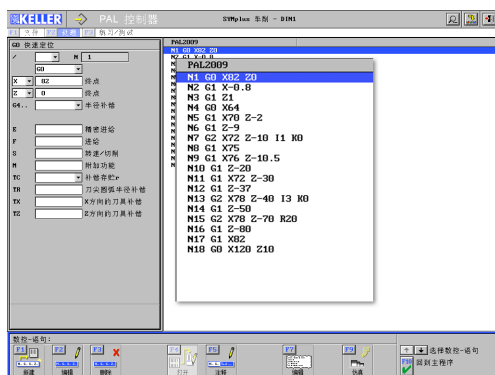
辅助起动调节到:



存储文件 *DIN1* 到文件夹 *My ISO programs*。  
假如这个文件夹没有被激活，您必须通过“F1选择其它文件夹”来激活。



现在几何程序被加载到编辑器中:



```

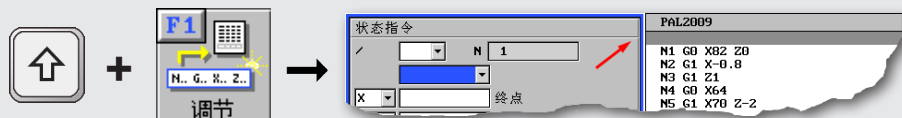
N1 G54
N2 G92 S3000
N3 G96 S180 F0.15 T3 M4
N4 G0 X82 Z0
N5 G1 X-0.8
N6 G1 Z1
N7 G0 X64
N8 G1 X70 Z-2
N9 G1 Z-9
N10 G2 X72 Z-10 I1 K0
N11 G1 X75
N12 G1 X75.985 Z-10.5
N13 G1 Z-20
N14 G1 X72 Z-30
N15 G1 Z-37
N16 G2 X78 Z-40 I3 K0
N17 G1 Z-50
N18 G2 X78 Z-70 R20
N19 G1 Z-80
N20 G1 X82
N21 G0 X120 Z10
N22 M30
    
```

在此将 **蓝色** 显示的指令插入到数控程序中。\*

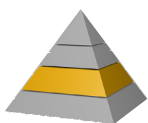
通过“F1文件”/“F4存储”将数控程序存储到文件夹 *My ISO programs* 中。

\* 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 **G 9 6** 激活对话框“G96恒定切削速度”，等等



## 2.5.3 仿真模拟方式

### 2.5.3.1 二维模拟

选择 ，然后选择 ，之后 。

使用 键和 键调节模拟速度。

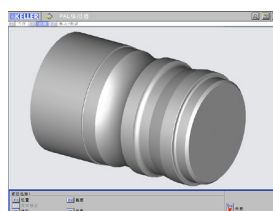
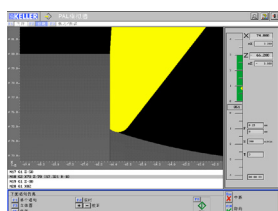
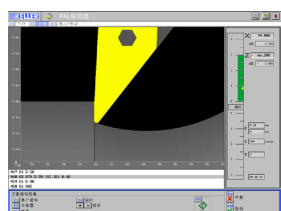
当刀具大约位于这个位置时，按下 键。

目前数控语句

实际值 X  
剩余路径 X  
G96 转速范围 (因为 G92 到最大 3000 1/min)  
目前转速  
理论值 F  
实际值 F  
G96/G97 值  
转塔刀位  
加工时间

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：

二维模拟过程后利用 三维视图生成这个显示，并且利用 “体积” 和利用 “质量” 确定各个值。

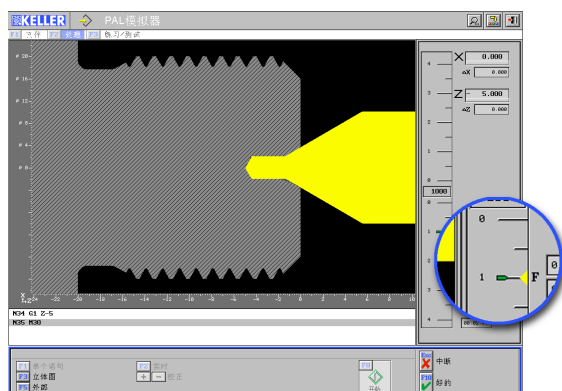


V =  dm<sup>3</sup>

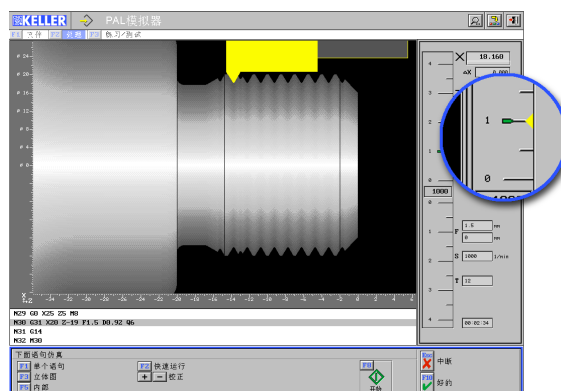
m =  kg

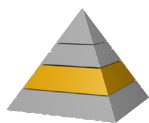
## 车削时利用恒定转速 G97 显示

### 钻孔 (M3)



### 螺纹 (M4)





### 2.5.3.2 三维模拟过程

#### 调节“喜欢的视图”

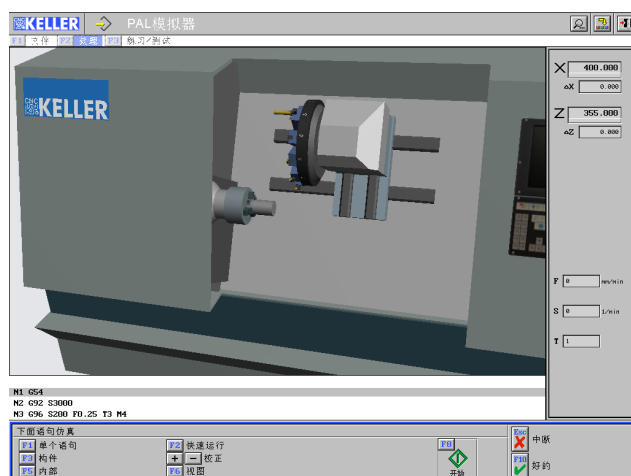
选择 和 然后您可以利用 视图存储和调入不同的景深。

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：

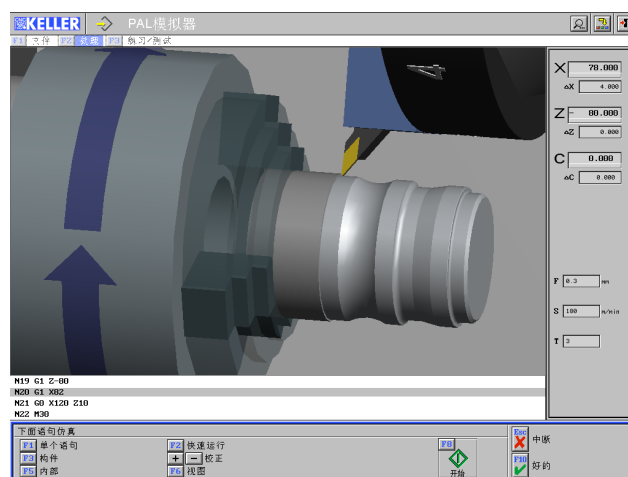
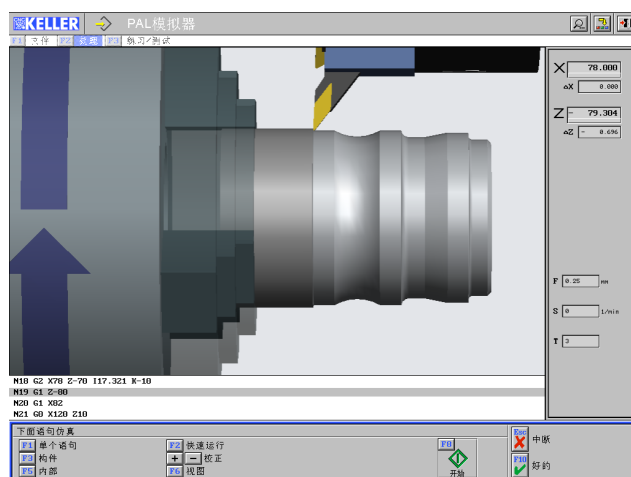
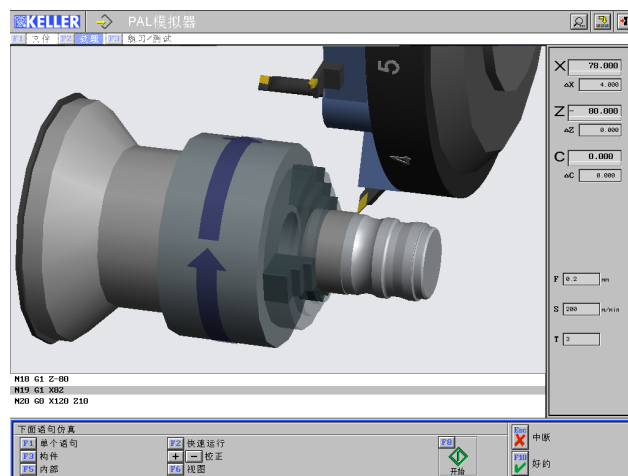
调节希望的视图后选择 ，然后这样长的单击选择区域，直到显示调节 。利用 存

三维模拟总是始于这个视图。  
在所有变种中“享受”三维模拟：

虚拟数控车床



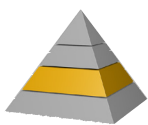
零部件



如您在第7页知道的，您可以在任何时间利用鼠标键变更三维模拟过程，更进一步说在



- 地方，
- 位置和
- 大小。

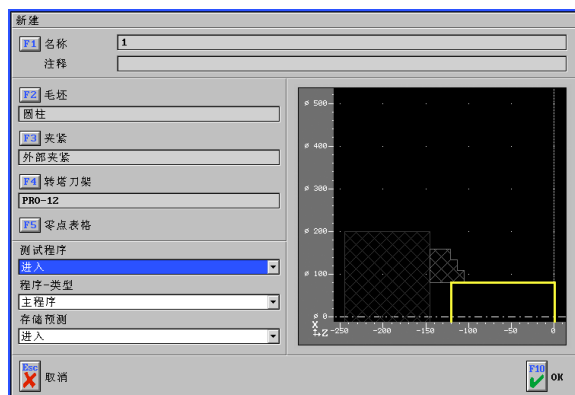


## 2.5.4 不带循环的编程

下一页上的两个工件应当首先没有循环进行编程，就是说只是利用G0和G1进行完整的编程。

利用F1文件和F1新的加载新的程序。

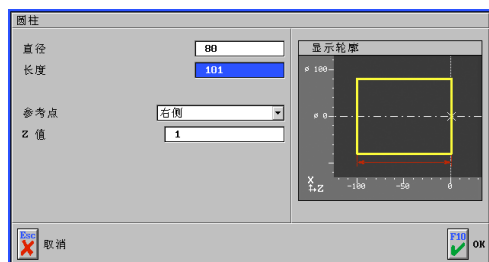
再次出现起始帮助对话框。接受（点击）制定新的文件调整，将扩展调整确定为是。假如在这个对话框中您接受（点击）F10 OK，跳出另外一个对话框，其间您可以确定毛坯，夹具和转塔刀具布置等等。



毛坯预置为长度121，直径80和端面余量为1的圆柱体。

但是以下两个任务中的每个工件只有100mm。

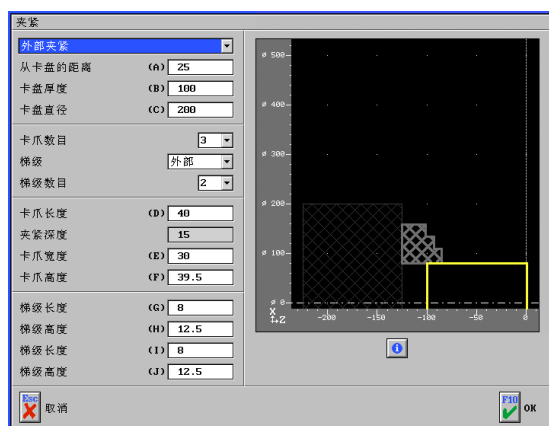
选择F2毛坯，然后是F2圆柱体.....



在此将长度变更为101。

接受（点击）回车（Enter）后，就更新了控制显示。


通过F10 OK接受对话框。

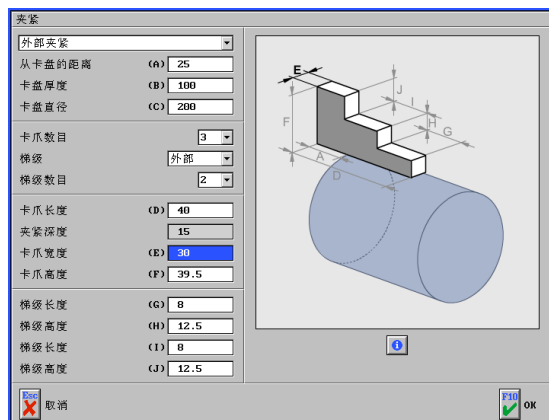


在F3夹紧之下，可以确定仿真加工时卡爪的数目和形状以及工件的位置（到卡盘的距离）。

预置为梯级向外的三爪卡盘。

毛坯夹紧深度为15mm。

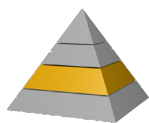
当您点击  按钮时，就显示帮助页面，其间就突出显示刚刚标示区域的意义。



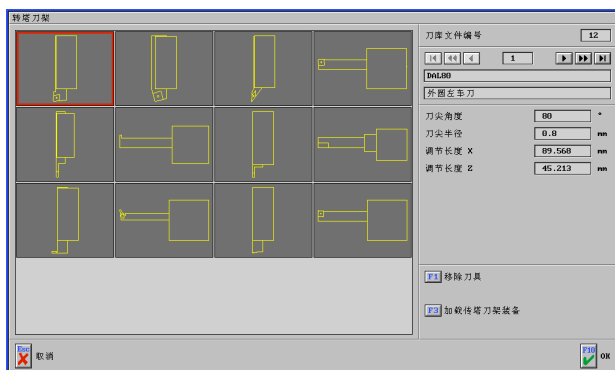
在各种情况下，您可以接受预置值。

对于干涉检查重要的（和后来采用指令G30的）主要是夹紧深度，从卡爪长度（D）和到卡盘的距离（A）的差值得出。

当做第二页的练习夹紧时（Übung 16），编写其它不同于此处确定的夹紧深度值时，您就必须考虑到零点位移时的情况。



## F4 转塔

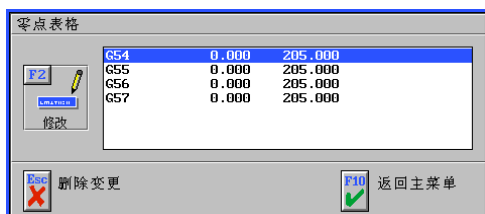


只有几个例外，预置的转塔文件PRO-12适用于这个练习册中所有的练习题。

切削数据的标准值可以从第 **Seite 34!** 页的概貌中摘录！

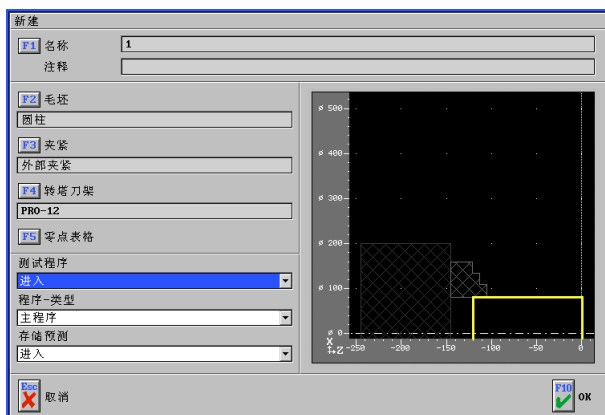
自6.0版本后，人们也可以利用F1去除单个的刀具，在刀位上加装刀具。但是这种变更只是涉及到当前的程序，不是刀塔文件自身 2.4.3).

## F5 零点表格



零点表格中的数值也是这样预置的，使得工件零点与毛坯（见上）的参考点一致。

## 其它的调整

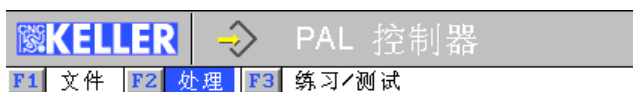


开始程序测试负责，从软件中鉴别出碰撞，错误的旋转方向等。

预览可以帮助后期的文件管理中寻找某个程序或者工件。

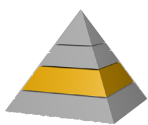
利用F10 OK获得对话框。

进一步通过F2加工继续书写程序...

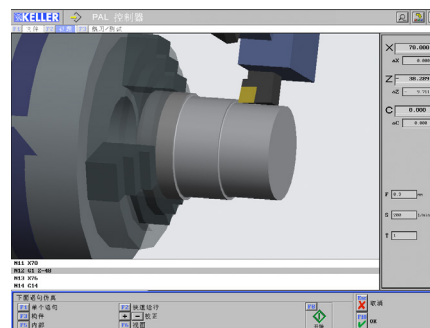
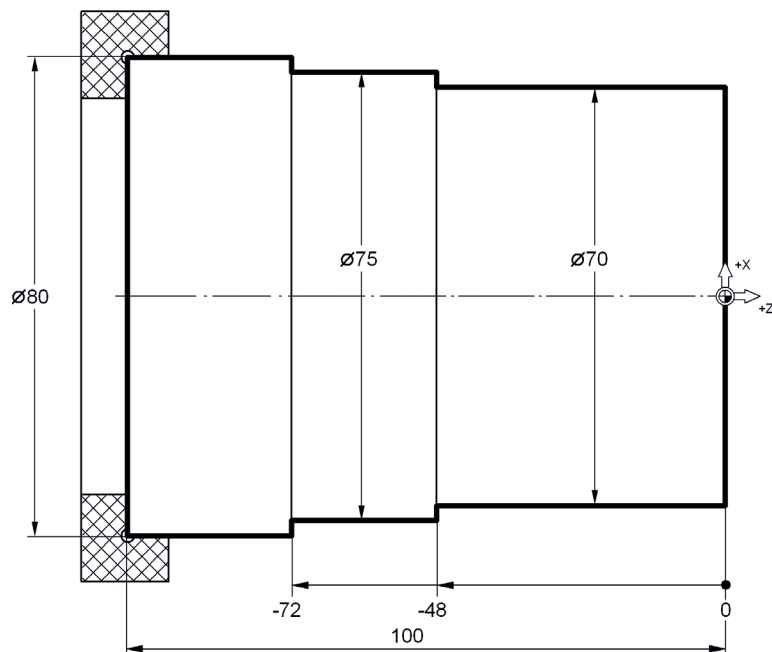


说明： 程序植入后，软件就直接导入到那里。  
只有当您譬如后来在菜单F1文件变更了调整，或者对程序进行了中间存储，您就必须自己选择F2加工。





## 2.5.4.1 外部加工



### 练习6 拟定数控程序

N	数控程序	评论
N1		零点位移
N2		转速限制
N3		外车刀 (80°) + 工艺
N4		快速运行中定位
N5		车端面+冷却液
N6		在Z方向离开
N7		快速运行中定位
N8		利用升高的F纵向车削
N9		在方形肩上向上拉
N10		快速运行到Z1
N11		快速运行中定位
N12		纵向车削
N13		在方形肩上向上拉
N14		利用G14运行换刀点
N15		程序结束

用于监控：体积是

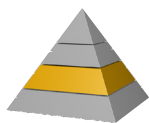
$$V = 431.561 \text{ cm}^3$$

这儿和所有如下的示例中给定体积。

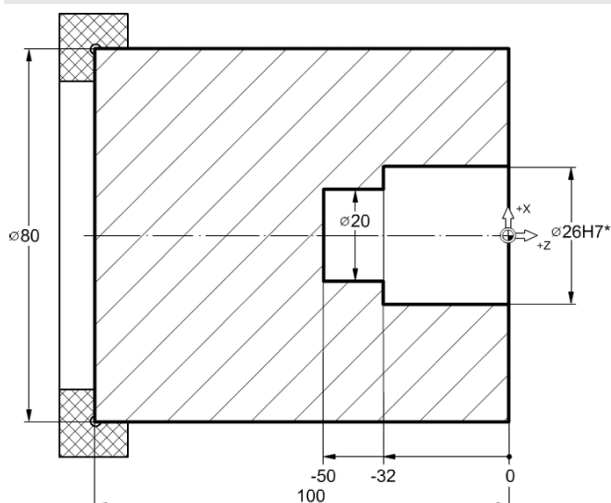
当您编写您的各个程序时，应当将您的工件的体积与预定的体积进行比较（见36页）。

当数值不协调时，那么数控程序有误。

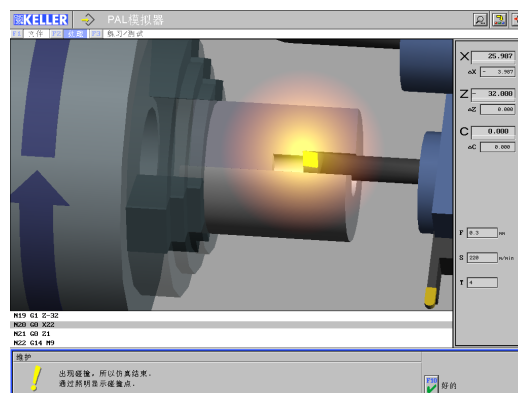
当数值协调，可能较高，那么您的数控程序几何上是正确的可能性较高！



## 2.5.4.2 配合尺寸的内部加工



当您进刀和快速运行混淆时:



碰撞显示

练习7 拟定数控程序:

N	数控程序	评论
N1		零点位移
N2		转速限制
N3		外车刀 (80°) + 工艺
N4		快速运行中定位
N5		车端面+冷却液
N6		在Z方向离开
N7		运行到换刀点
N8		通孔钻(Ø20) + 工艺
N9		快速运行到始点+冷却液
N10		钻孔
N11		回到安全距离
N12		运行到换刀点
N13		内车刀 (80°) + 工艺
N14		运行到第1次粗车始点位置
N15		第1次粗车 (切削深度1.5mm)
N16		轮廓端面车削
N17		快速回位
N18		横向进给
N19		第2次粗车
N20		轮廓端面车削
N21		快速回位
N22		运行到换刀点
N23		结束程序

$$V = 480.007 \text{ cm}^3$$

利用鼠标右键或者利用  调入附加功能。



选择 配合尺寸 并且输入26H7。

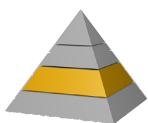
国际标准化组织-配合尺寸

公差尺寸  
26H7

极限尺寸  
最大尺寸: 26.0210  
最小尺寸: 26.0000

理论尺寸  
26.011

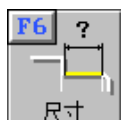
Esc 中断 F10 传输理论尺寸



## 2.5.5 没有刀尖圆弧半径补偿的车削

### 2.5.5.1 平行轮廓元素的尺寸

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后对于SYMplus有两种可能性：



在此在工件上确定尺寸。

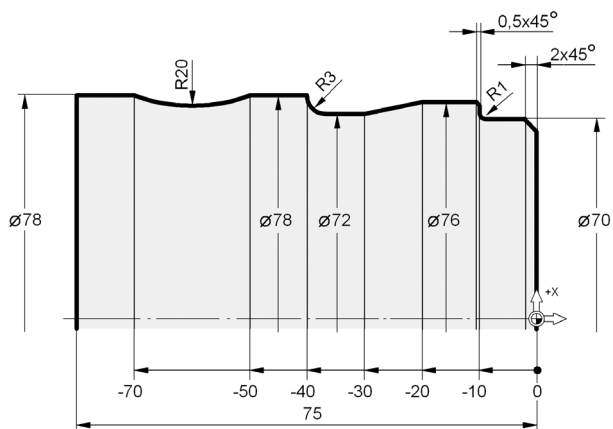


在此显示工件每个元素的所有信息。

打开在35页上存储的数控程序，并且调入二维模拟过程。

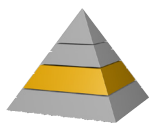
然后选择 并且单击4个直径值。

练习8 确定尺寸：



理论值	实际值
	D = <input type="text"/> mm
	D = <input type="text"/> mm
	D = <input type="text"/> mm
	D = <input type="text"/> mm

总结：所有平行轴直径是 \_\_\_\_\_。



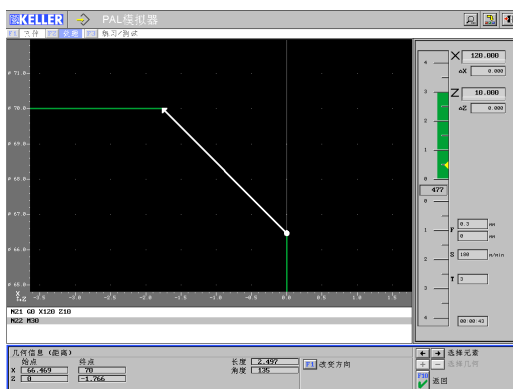
## 2.5.5.2 不轴平行轮廓元素没有刀尖圆弧半径补偿的尺寸



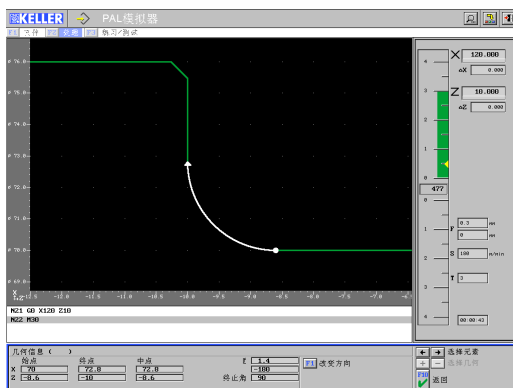
选择 并且单击相应的轮廓元素。

练习9 确定尺寸：

斜角



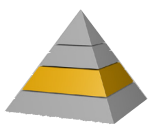
半径



理论值		实际值	
A	E	A	E
A = 起始点 E = 终点			
X 66	X 70	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z 0	Z -2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
X 70	X 72	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z -9	Z -10	<input type="text"/>	<input type="text"/>

总结：所有不平行轴元素是

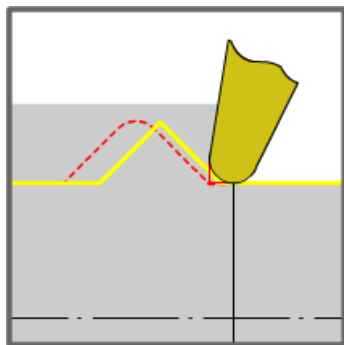
已经在“PAL多媒体”中学过。在此您可以精确地确定尺寸误差。



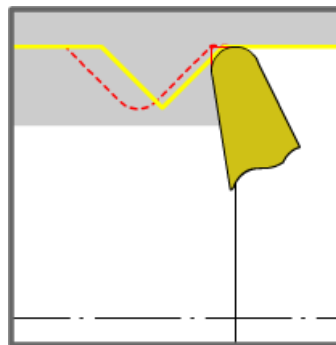
## 2.5.6 带有刀尖圆弧半径补偿的车削

### 2.5.6.1 刀尖圆弧半径补偿的基础知识

您已经在“PAL多媒体”中学过：

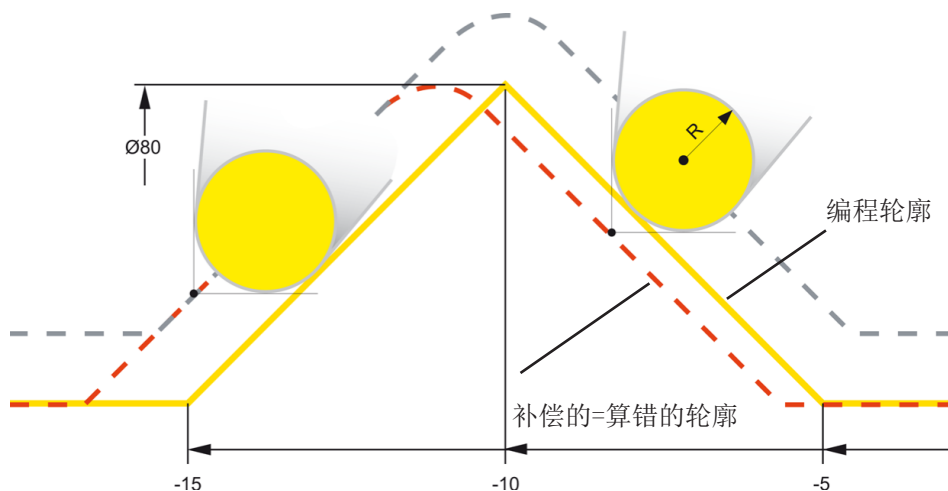


**G42** = 调入刀尖圆弧半径 右 补偿



**G41** = 调入刀尖圆弧半径 左 补偿

专业术语总结：



将理论 轮廓，等距离和理论刀尖路径归到不同的颜色中：

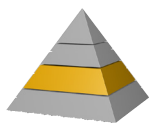
灰色： \_\_\_\_\_

黄色： \_\_\_\_\_

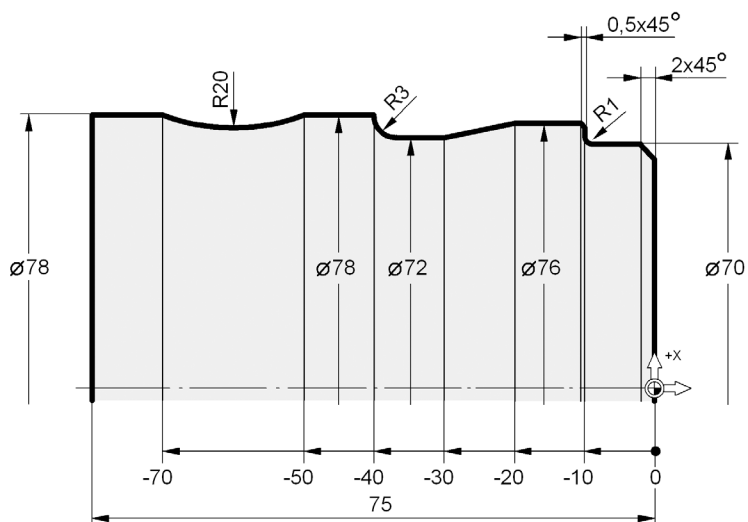
红色： \_\_\_\_\_

在“老的”数控机床（70/80年代）还没有智能化的控制系统，例如G41/G42。等距离必须进行大量的数学计算。

在上部示例轮廓中尝试！您会感悟到数控控制系统的优点。



## 2.5.6.2 非轴平行轮廓元素带有刀尖圆弧半径补偿的尺寸



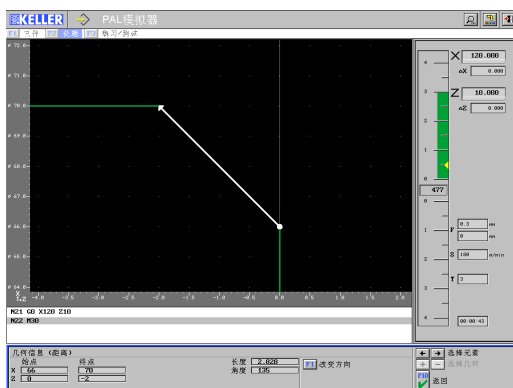
```

N1 G54
N2 G92 S3000
N3 G96 S220 F0.2 T3 M4
N4 G0 X82 Z0
N5 G1 X-1.6
N6 G1 Z1
N7 G0 X64
N8 G42
N9 G1 X66 Z0
N10 G1 X70 Z-2 F0.3
N11 G1 Z-9
N12 G2 X72 Z-10 I1 K0
N13 G1 X75
N14 G1 X76 Z-10.5
N15 G1 Z-20
N16 G1 X72 Z-30
N17 G1 Z-37
N18 G2 X78 Z-40 I3 K0
N19 G1 Z-50
N20 G2 X78 Z-70 I17.321 K-10
N21 G1 Z-80
N22 G1 X82
N23 G40
N24 G0 X120 Z10
N25 M30
  
```

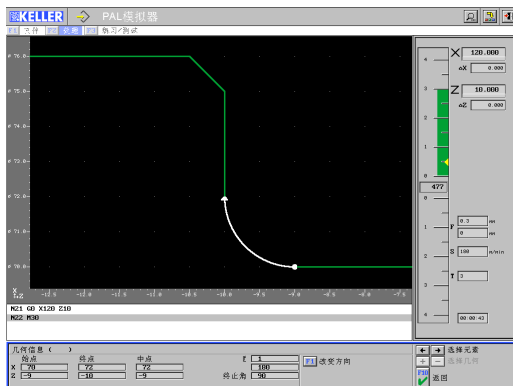
在此将 **蓝色** 显示的指令插入到数控程序中。

**练习10** 现在检查这三个尺寸（见43页）

斜角



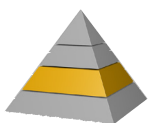
半径



理论值		实际值	
A	E	A	E
X 66	X 70	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z 0	Z -2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
X 70	X 72	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z -9	Z -10	<input type="text"/>	<input type="text"/>

总结：所有非轴平行元素是





## 2.5.7 利用循环I编程

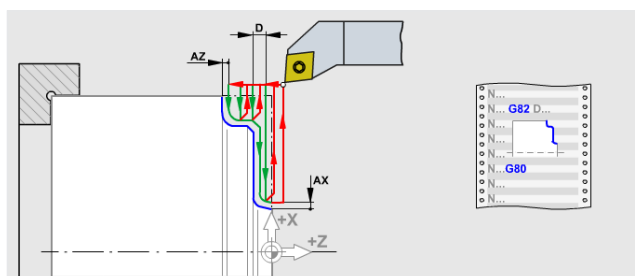
### 2.5.7.1 车端面和纵向粗车循环

粗车端面循环“G82”和纵向粗车“G81”是典型的，实践导向的循环，像您在其它控制系统中基本上使用的。

#### 利用G82端面粗车：结构

	N1	G54								
	N2	G92...								
	N3	G96...								
	N4	G0...	X...	Z...						始点 ( $\varnothing$ = 毛坯 + 2mm)
利用G82调入	N5	G82	D...	AX...	AZ...					
	N6	G1...								1. 轮廓点
	N7	...								
	N8	G1...								最终轮廓点
利用G80选择	N9	G80								

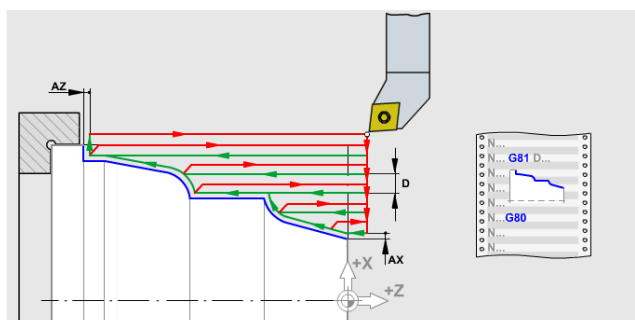
切屑宽度  
X方向余量  
Z方向余量

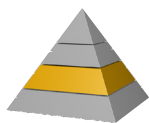


#### 利用G81纵向粗车：结构

	N1	G54								
	N2	G92...								
	N3	G96...								
	N4	G0...	X...	Z...						始点 ( $\varnothing$ = 毛坯直径)
利用G81调入	N5	G81	D...	AX...	AZ...					
	N6	G1...								1. 轮廓点
	N7	G2...								
	N8	...								轮廓
	N9	...								
	N10	G3...								
	N11	G1...								最终轮廓
利用G80选择	N12	G80	XA...							XA 是直径，直到粗车。

切削深度  
X方向余量  
Z方向余量

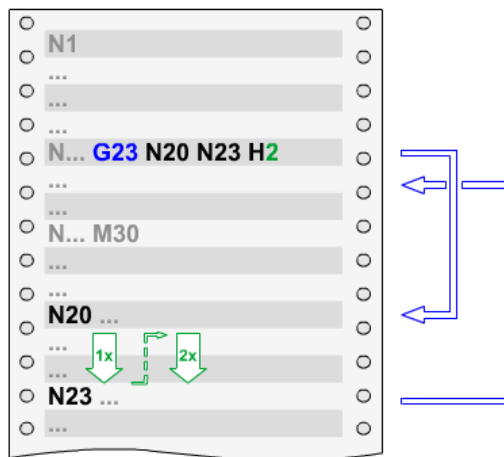




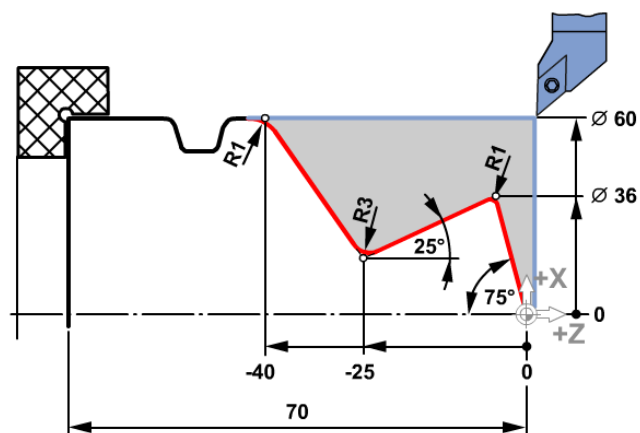
## 2.5.7.2 粗车和精车的基础知识

当对轮廓进行粗车和精车时，使用功能“**G23部分程序重复**”有很大的优点。

### 原理



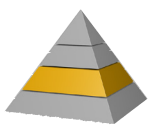
<del>G23</del>	G23
N1 G54	N1 G54
N2 G92 S3000	N2 G92 S3000
;DAL35	;DAL35
N3 G96 S180 F0.15 T3 M4	N3 G96 S180 F0.15 T3 M4
N4 G0 X60 Z1 M8	N4 G0 X60 Z1 M8
N5 G81 D1.5 AK0.4 E0.15 F0.3	N5 G81 D1.5 AK0.4 E0.15 F0.3
N6 G1 X0 Z0	N6 G1 X0 Z0
N7 G1 X36 AS105 RN1	N7 G1 X36 AS105 RN1
N8 G1 Z-25 AS-155 RN3	N8 G1 Z-25 AS-155 RN3
N9 G1 X60 Z-40 RN1	N9 G1 X60 Z-40 RN1
N10 G1 Z-42	N10 G1 Z-42
N11 G80	N11 G80
N12 G14 M9	N12 G14 M9
;DAL35	;DAL35
N13 G96 S240 F0.1 T3 M4	N13 G96 S240 F0.1 T3 M4
N14 G0 X0 Z2 M8	N14 G0 X0 Z2 M8
N15 G42	N15 G42
N16 G1 X0 Z0	N16 G23 N6 N10
N17 G1 X36 AS105 RN1	N17 G40
N18 G1 Z-25 AS-155 RN3	N18 G14 M9
N19 G1 X60 Z-40 RN1	...
N20 G1 Z-42	
N21 G40	
N22 G14 M9	
...	



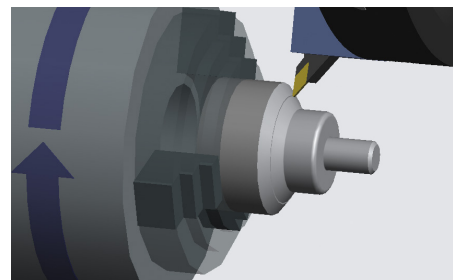
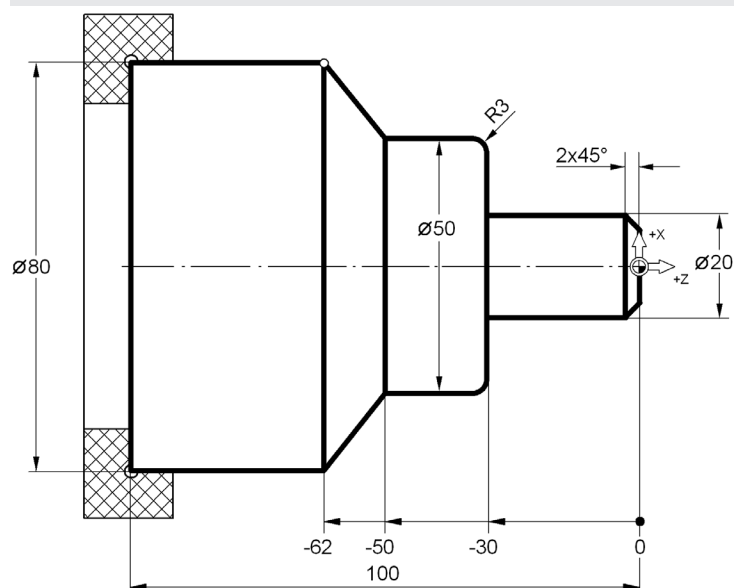
这儿灰色显示的粗车区域通过刀具的运行位置和轮廓得出：  
从刀具的刀尖出发确定轴平行运行线和粗车范围轮廓。

优点：

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_



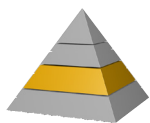
### 2.5.7.3 上升轮廓的粗车和精车



练习11 拟定数控程序：

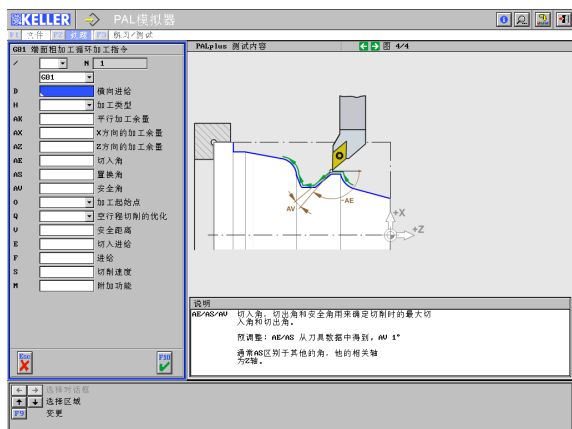
N	数控程序	评论
N1		
N2		
N3		车刀（80°）+工艺
N4		
N5		
N6		
N7		
N8		循环开始
N9		第1个轮廓点X0/Z0
N10		
N11		
N12		
N13		
N14		
N15		
N16		
N17		在XA16处循环结束
N18		
N19		车刀（35°）+工艺
N20		
N21		刀尖圆弧半径补偿
N22		部分程序重复
N23		
N24		
N25		
N26		

$$V = 279.821 \text{ cm}^3$$



## 2.5.7.4 下降轮廓的粗车和精车

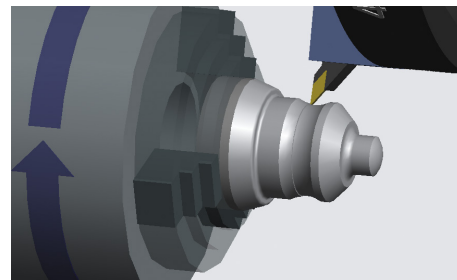
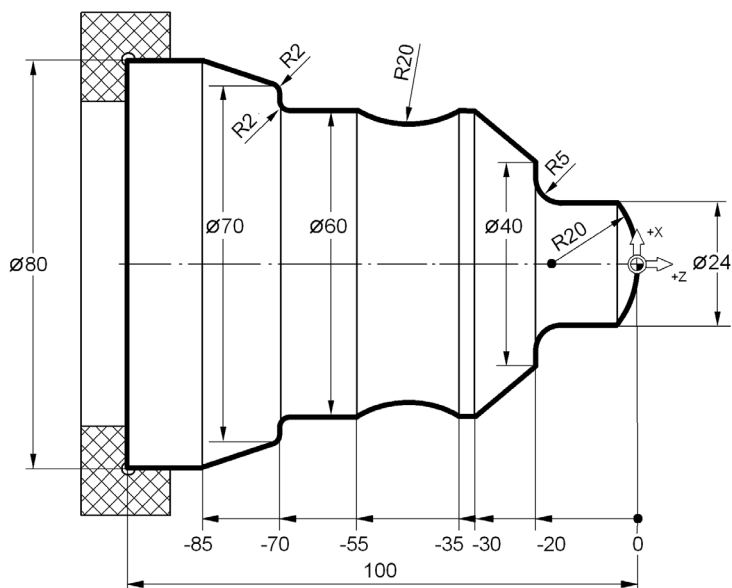
利用G81也可以加工下降的轮廓。



**AE:** 旋入角度AE利用刀具的自由角度来预置。

**AS:** 旋出角度有从属的意义（它避免例如旋入到垂直面，见DIN 509 形式F中的退刀槽）。

**AV:** 为了使得刀具不至于产生摩擦，可以给出一个附加的安全角度（预置值是1°）。

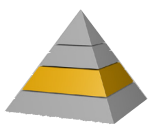


**练习12** 拟定数控程序:

N	数控程序
N1	
N2	
N3	G96 S180 F0.15 T3 M4
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	G81
N9	
N10	
N11	
N12	
N13	
N14	

N15	
N16	
N17	
N18	
N19	G80
N20	G96 S240 F0.1
N21	
N22	
N23	
N24	
N25	
N26	
N27	

$$V = 276.873 \text{ cm}^3$$

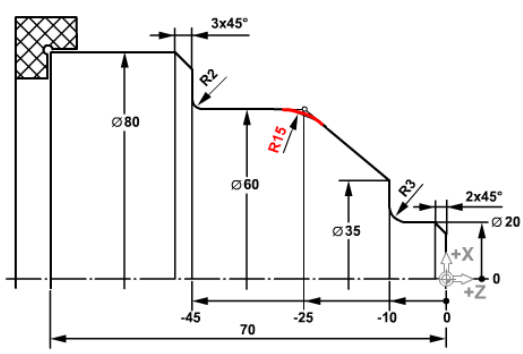


## 2.5.8 没有特殊轮廓功能的车削

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。

倒圆角和倒斜角
2/3

利用鼠标触动在图形或者程序中的圆角或者斜角。



```

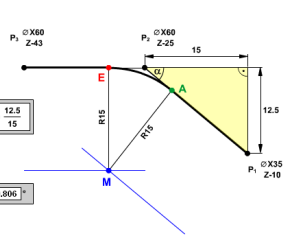
...
N7 G1 X0 Z0
N8 G1 X20 RN-2
N9 G1 Z-10 RN3
N10 G1 X35
N11 G1 X60 Z-25 RN15
N12 G1 Z-45 RN2
N13 G1 X80 RN-3
N14 G1 Z-50
...

```

假如您想知道，控制系统如何通过R15找出始点，终点和中点，看一下下面的一页。

为了编写“仅仅”在两个线段之间倒R15圆角的程序，为了找到正确的解决步骤，您必须有好的数学知识和一些经验。

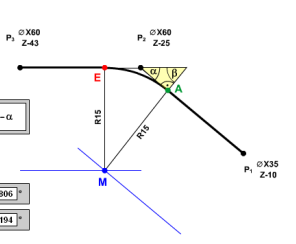
摘录自PAL多媒体中“数学影片”：



$\tan \alpha = \frac{12.5}{15}$

$\angle \alpha = 39.806^\circ$

继续

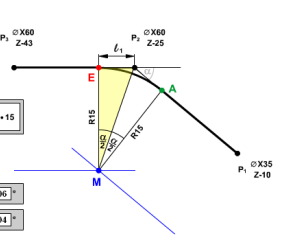


$\beta = 90^\circ - \alpha$

$\angle \alpha = 39.806^\circ$

$\angle \beta = 50.194^\circ$

继续

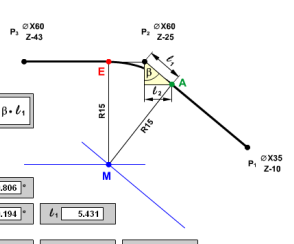


$l_1 = \tan \frac{\alpha}{2} \cdot 15$

$\angle \alpha = 39.806^\circ$

$\angle \beta = 50.194^\circ$

继续



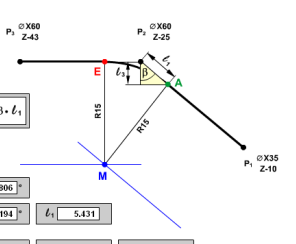
$l_2 = \sin \beta \cdot l_1$

$\angle \alpha = 39.806^\circ$

$\angle \beta = 50.194^\circ$

$l_1 = 5.431$

继续



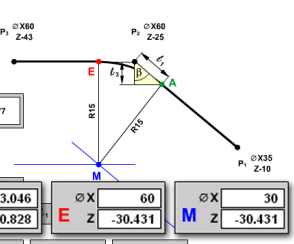
$l_3 = \cos \beta \cdot l_1$

$\angle \alpha = 39.806^\circ$

$\angle \beta = 50.194^\circ$

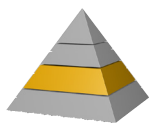
$l_1 = 5.431$

继续



$l_3 = 3.477$

继续

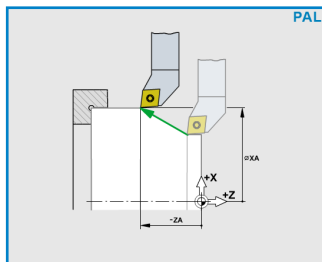


## 2.5.9 带有特殊轮廓功能的车削

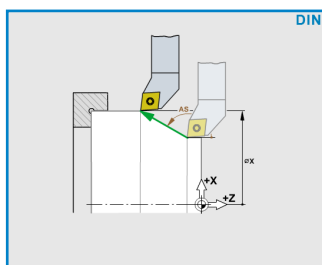
### 2.5.9.1 轮廓功能概览

至今对于“智能化软件”，您只是在主题刀尖圆弧半径补偿中经历过。  
现在您知道，为何在拟定轮廓时也需要“智能化软件”。

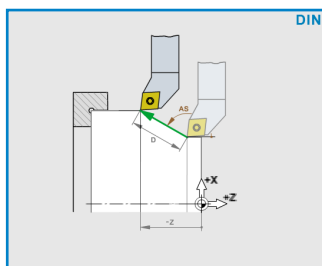
#### XA / ZA (不取决于 G90)



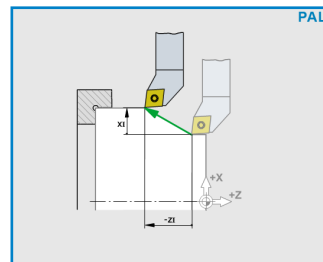
$\emptyset X$  和角度  $AS$



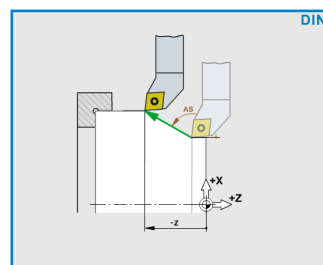
长度  $D$  和角度  $AS$



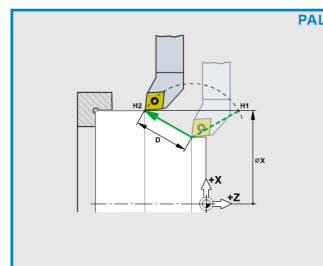
#### XI / ZI (不取决于 G91)



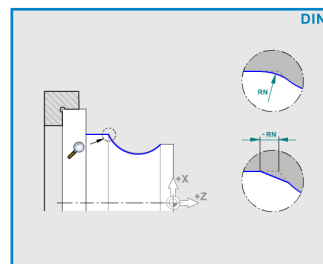
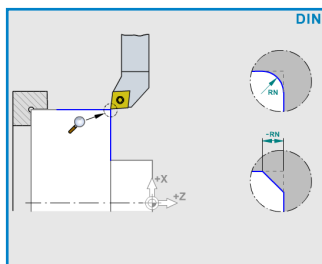
$Z$  和角度  $AS$



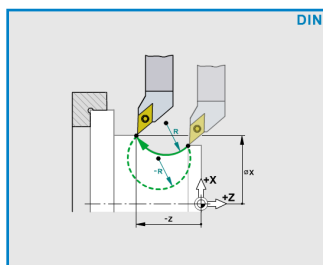
长度标准  $H1/H2$



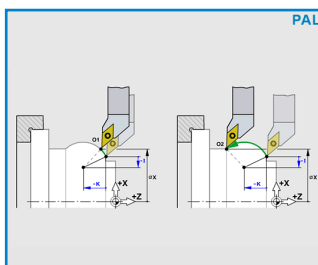
圆角  $RN+$  和斜角  $RN-$



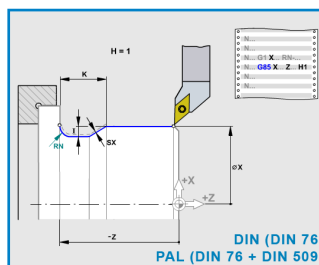
半径  $R$  取代  $I/K$



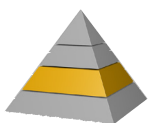
圆弧标准  $O1/O2$



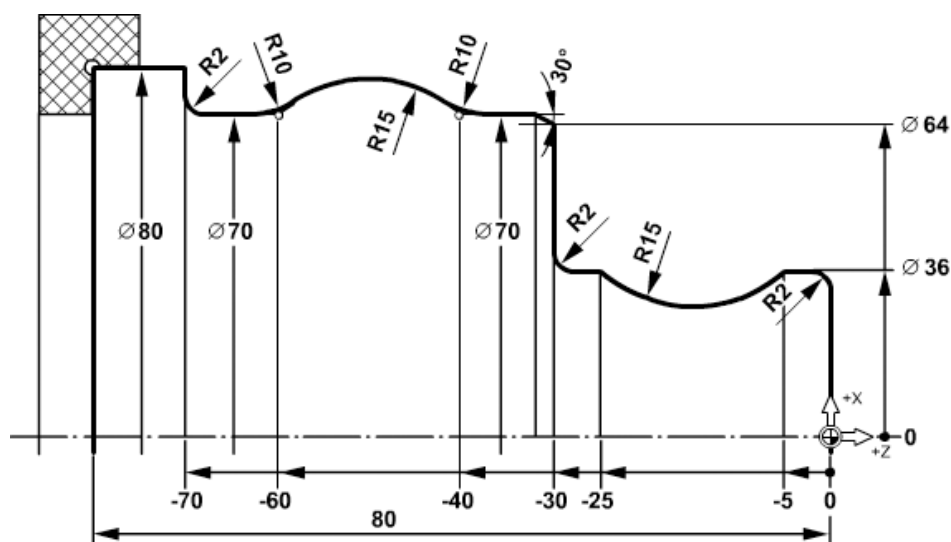
退刀槽  $DIN 76$  和  $DIN 509$







## 2.5.9.2 带有圆角，斜角，角度和半径的轮廓

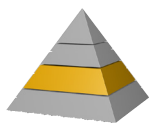


练习13 拟定数控程序：

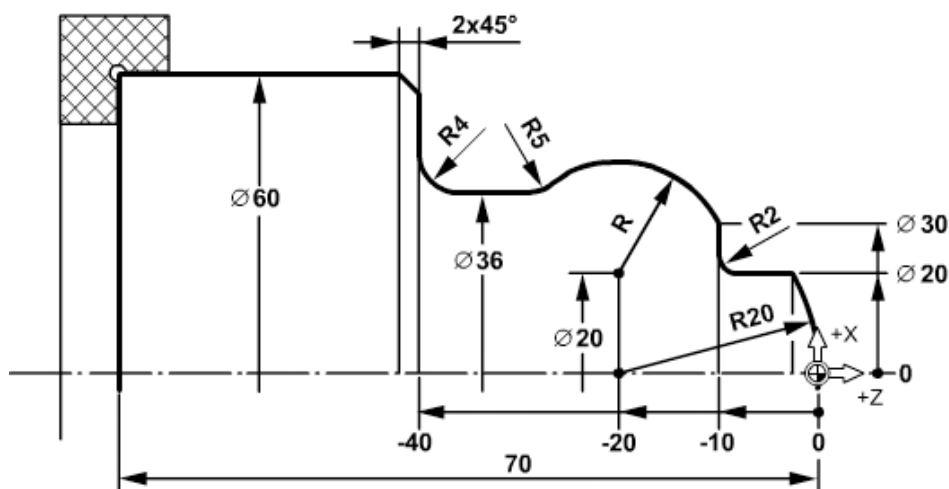
N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	G81
N9	
N10	
N11	
N12	
N13	
N14	
N15	
N16	
N17	
N18	
N19	
N20	G80 XA30*
N21	
N22	
N23	
N24	
N25	
N26	
N27	
N28	

\* G80的X值是在X方向上粗车的极限。

$$V = 240.316 \text{ cm}^3$$



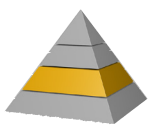
### 2.5.9.3 带有圆角，斜角，角度，半径和绝对中点的轮廓



练习14 拟定数控程序:

N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	G81
N9	
N10	
N11	
N12	
N13	
N14	
N15	
N16	
N17	G80
N18	
N19	
N20	
N21	
N22	
N23	
N24	
N25	

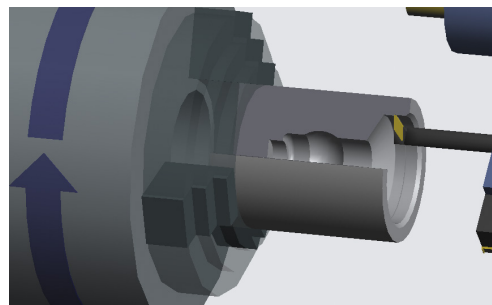
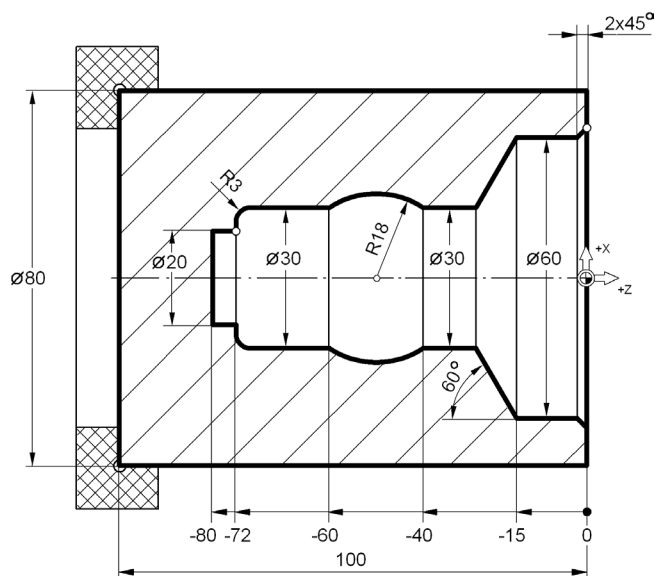
$$V = 122.058 \text{ cm}^3$$



## 2.5.10 利用循环II的编程

### 2.5.10.1 钻孔循环和内部加工

对于内部加工必须注意，余量X是负值。

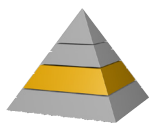


练习15 拟定数控程序：

N	数控程序
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	G84
N11	
N12	
N13	
N14	G81
N15	

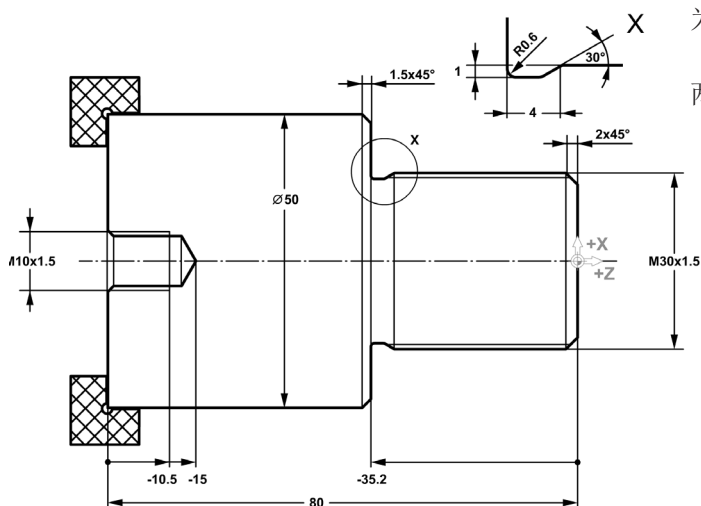
N16	
N17	
N18	
N19	
N20	
N21	
N22	
N23	G80
N24	
N25	
N26	
N27	
N28	
N29	
N30	
N31	

$$V = 404.870 \text{ cm}^3$$



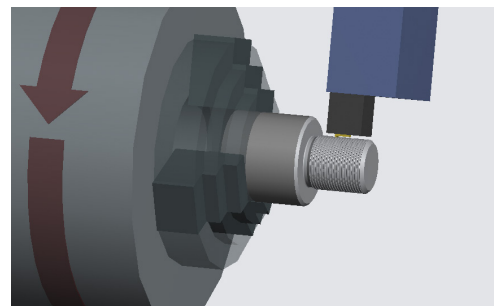
## 2.5.10.2 车螺纹循环，退刀槽循环和装夹

### 外部螺纹，退刀槽和装夹



为了对这个工件编程，您必须使用转塔**PRO-32**。

两侧端面余量为1mm！



**练习16** 拟定数控程序，首先是左侧（因为夹紧）。

N	数控程序
N1	G54
N2	G92 S3000
N3	G96 S200 F0.3 T1 M4
N4	G0 X52 Z0 M8
N5	G1 X-1.6
N6	Z1
N7	G14 M9
N8	G97 S800 F0.1 T30 M3
N9	G0 X0 Z1 M8
N10	G84 ZA-5
N11	G14 M9
N12	G97 S1200 F0.1 T25 M3
N13	
N14	G84
N15	
N16	
N17	
N18	G32
N19	

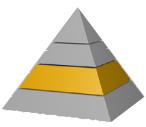
N20	G30 Q1 DE15*
N21	G59
N22	
N23	
N24	
N25	
N26	
N27	
N28	G81
N29	
N30	G1 X30 RN-2
N31	G85**
N32	
N33	
N34	G80
N35	
N36	
N37	
N38	
N39	
N40	
N41	
N42	
N43	G0*** X30 Z4.5
N44	G31
N45	
N46	

$$V = 110.198 \text{ cm}^3$$

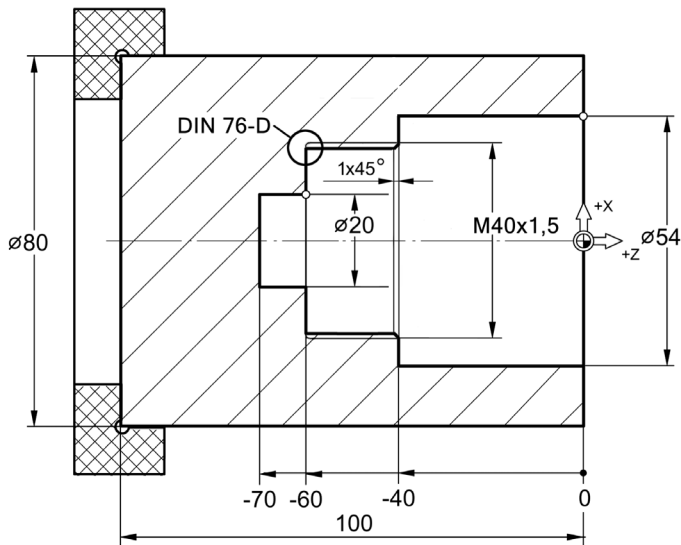
\* 在此夹紧深度DE15相应于第一页的预置标准值。人们在对两侧加工时采用不同的夹紧深度，使用零点位移（G59）指令时必须也要考虑到这一点！

\*\* 退刀槽循环G85也包括通过整个螺纹长度的线段。

\*\*\* 螺纹刀在Z方向的运行位置应当是螺纹螺距的2-3倍。

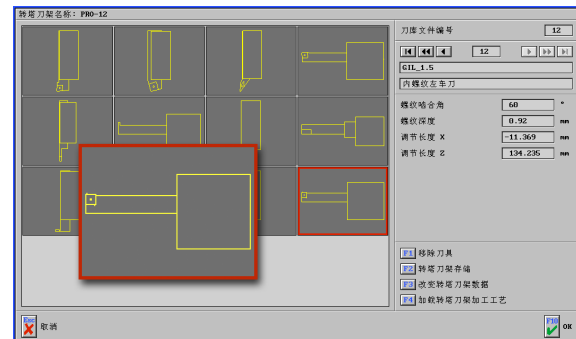


## 内部螺纹和退刀槽



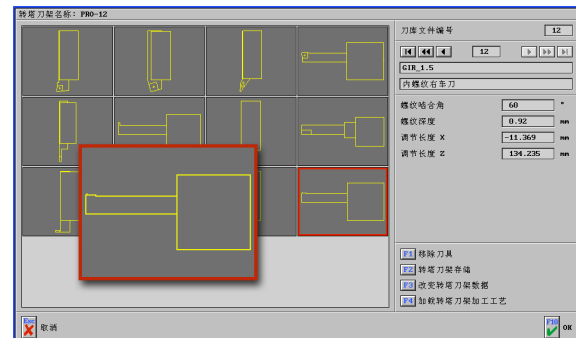
按照图纸应当切削右旋的内部螺纹M40x1.5。

在转塔“PRO12”（见“F1 文件” / “F2 调节”），一把位于刀位12的刀具用于左旋内部螺纹的加工（“GIL\_1.5”）。



现在您实施以下的  
(也见32 / 33页)：

- 转换到操作方式“调整”。
- 以名称GIR\_1.5放置一把新的，类型为内部右旋螺纹刀的刀具（在此从通常切换到上位）。
- 调入转塔“PRO-12”。
- 置换刀位12上的刀具并且存储转塔。
- 转换到操作方式“PAL模拟器”。
- 通过“F1 文件” / “F2 调节”调入新装备的转塔“PRO-12”。



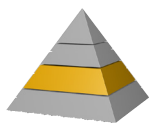
然后编写数控程序。

**练习17** 根据以下工作计划拟定数控程序：

1. 利用DAL80车端面
2. 利用VBO20钻孔
3. 利用DIL80内部粗车
4. 利用DIL35内部精车
5. 利用GIR\_1.5车内部螺纹

$$V = 383.568 \text{ cm}^3$$

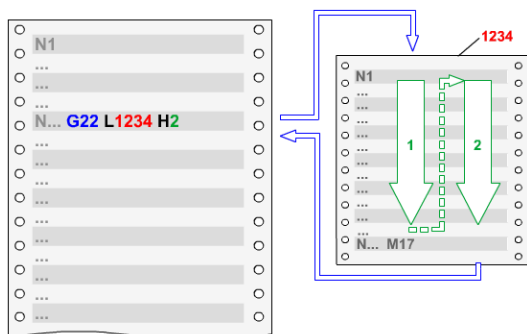




## 2.5.11 子程序

### 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。

```
N25 G14 M9
; SAL3
N26 G96 S100 F0.1 T7 M4
N27 G0 X38 Z-10 M8
N28 G22 L50
N29 G0 Z-14
N30 G22 L50
N31 G14 M9
N32 M30
```

在此在语句N28和语句N30中各自调入子程序50。

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”。  
由此可以调入子程序。



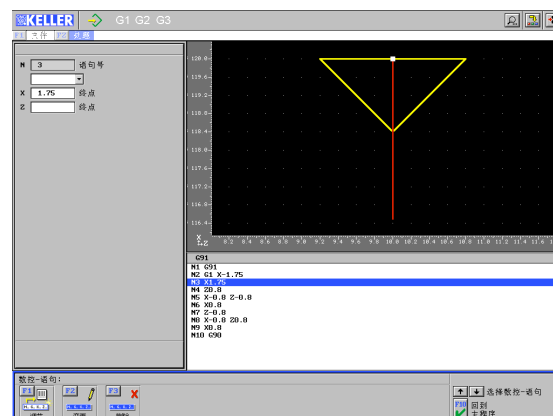
```
↳ 50
N1 G91
N2 G1 X-1.75 F0.1
N3 G4 U0.5
N4 X1.75 F0.3
N5 Z0.8
N6 X-0.8 Z-0.8 F0.05
N7 X0.8 F0.3
N8 Z-0.8
N9 X-0.8 Z0.8 F0.05
N10 X0.8
N11 G90
N12 M17
```

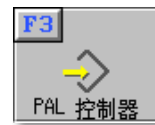
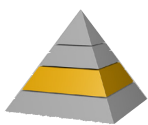
为了能够在不同位置调入子程序, 符合目的的, 增量的编写子程序中的刀具路径。

当您想要, 您可以在操作方式 “G1” / “G2” / “G3” 中输入这个子程序的几何值。那么就使得路径是 “明晓的”。

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。

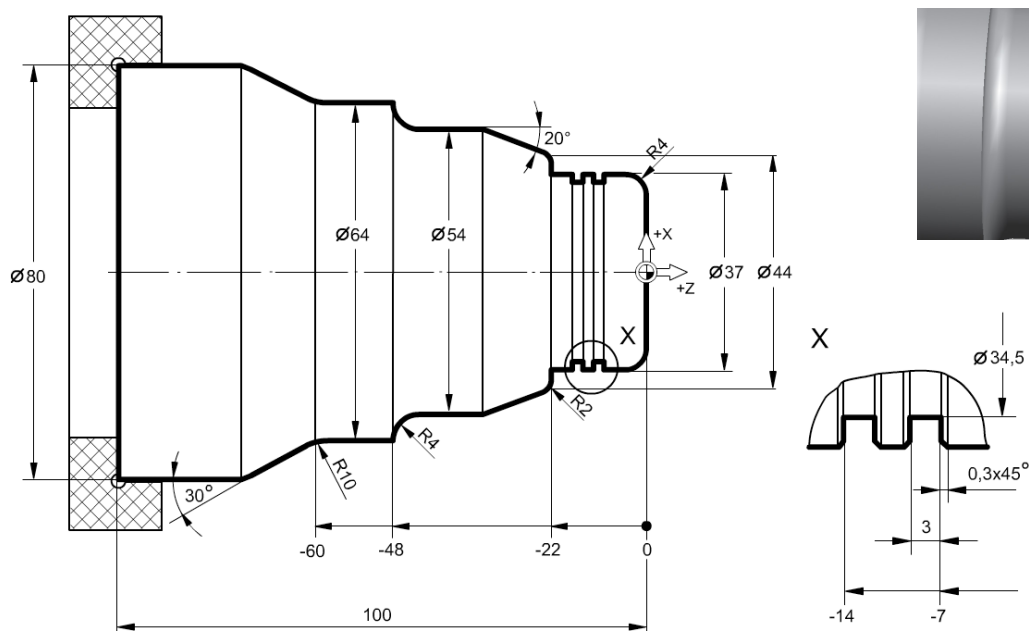




## 2.5.12 利用子程序和循环编程

### 2.5.12.1 利用子程序径向车槽的外部加工

对于这个示例应当通过子程序编写车槽程序。

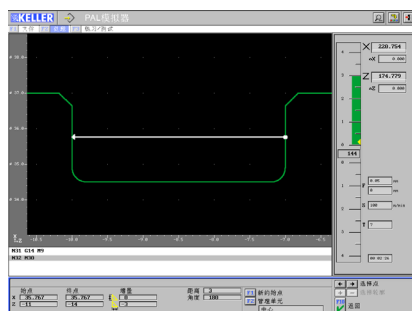


**练习18** 根据以下工作计划拟定数控程序：

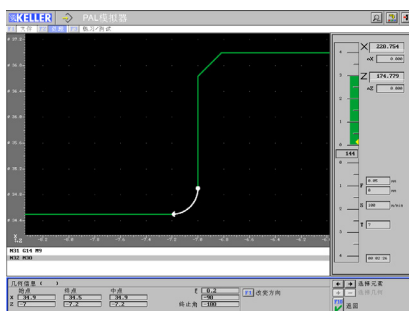
1. 利用G1车端面
2. 利用G81粗车
3. 利用G42精车
4. 利用G22车槽（为此使用57页的子程序）

二维模拟过程并且将放大镜置于一个槽上。

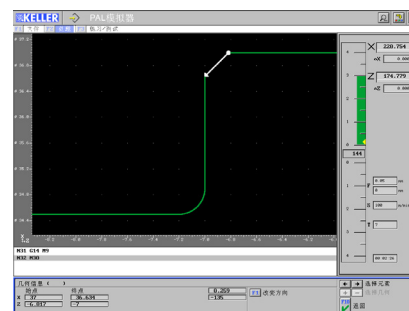
调入F6 尺寸或者F7元素 并且确定槽上如下的尺寸：



宽度:  mm



刀尖半径:  mm

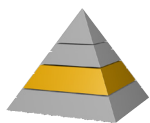


斜角长度:  mm

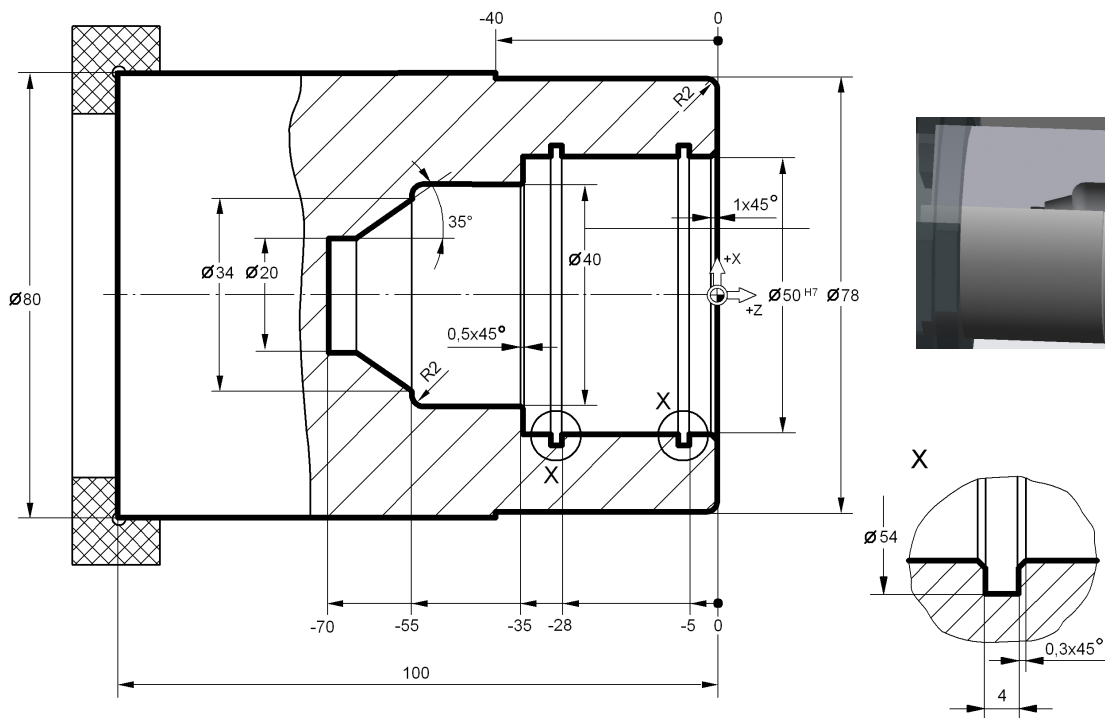
斜角宽度:  mm

说明原因，为何斜角没有尺寸精度：

$$V = 303.854 \text{ cm}^3$$



## 利用循环径向车槽的内部加工

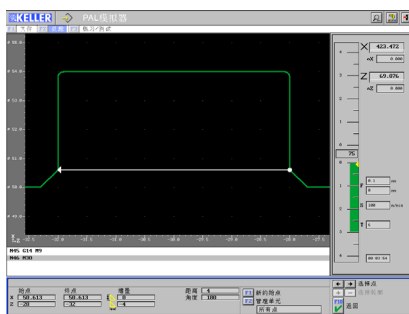
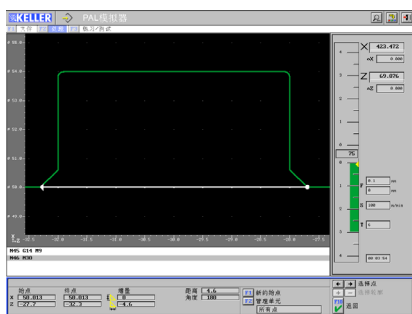


### 练习19

根据如下的工作计划拟定主程序：

1. 利用G1车端面
2. 利用刀尖圆弧半径补偿外部纵向粗车
3. 利用G84钻孔
4. 利用G81内部粗车
5. 利用刀尖圆弧半径补偿内部精车
6. 利用G86内部车槽

检查斜角宽度0.3mm：



外部：  mm

内部：  mm

斜角：  mm

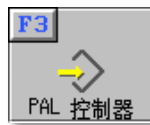
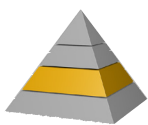
在循环G86中关于刀具路径您可以得出什么结论？

---

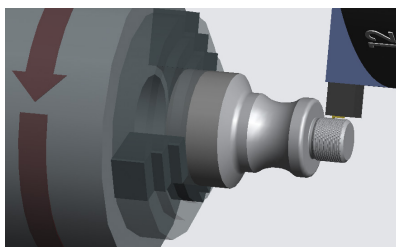
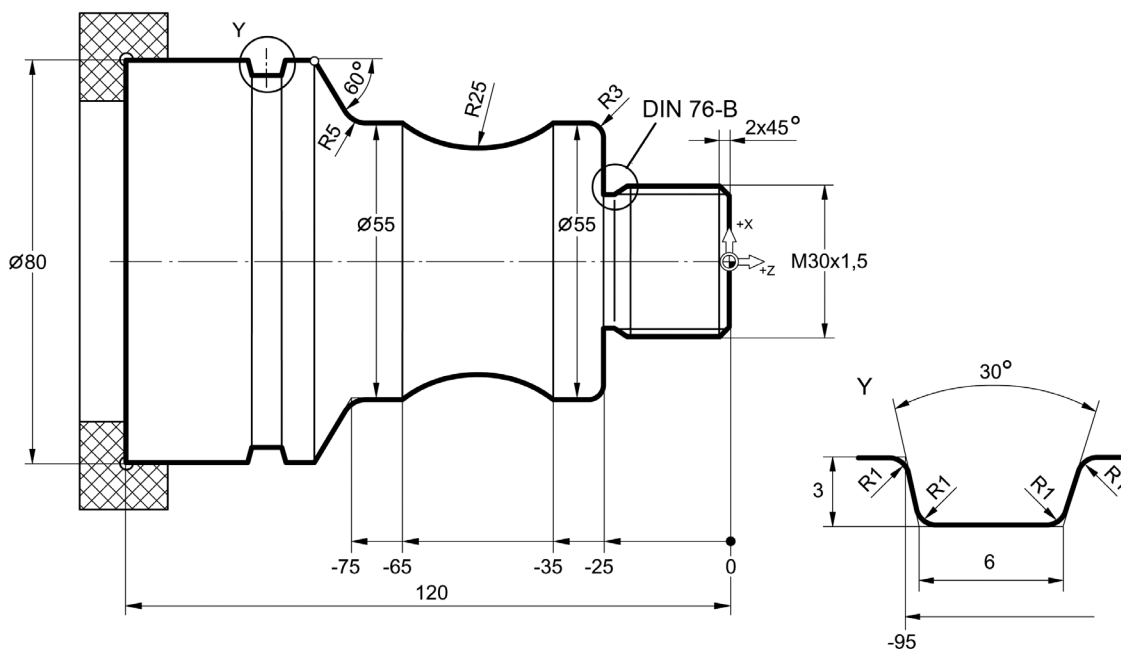


---

$$V = 388.509 \text{ cm}^3$$



## 2.5.12.2 粗车，精车，车螺纹和车槽



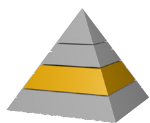
练习20 拟定最佳的数控程序（A或者B）：

- | A      | B      |
|--------|--------|
| 1. 车端面 | 1. 车端面 |
| 2. 粗车  | 2. 粗车  |
| 3. 精车  | 3. 精车  |
| 4. 车螺纹 | 4. 车槽  |
| 5. 车槽  | 5. 车螺纹 |

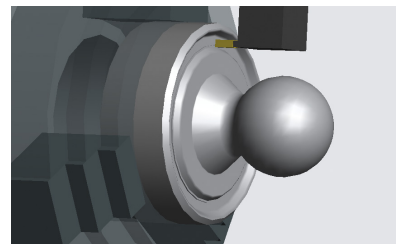
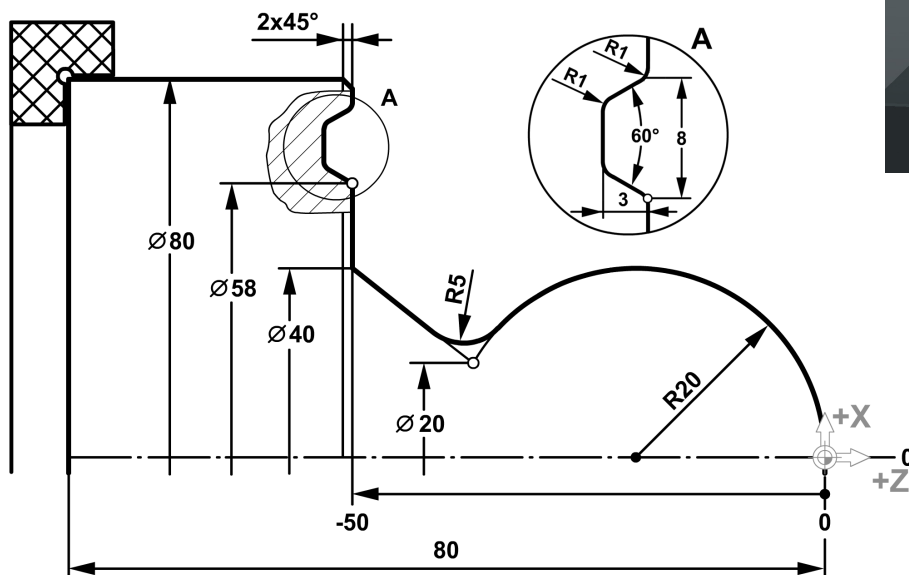
优先选择哪个工作计划？ A ☐ B ☐

说明原因，为什么：

$$V = 329.902 \text{ cm}^3$$



### 2.5.12.3 扩展纵向粗车循环和轴向车槽循环



练习21 根据如下的工作计划拟定主程序：

1. 利用DAL80车端面
2. 利用DAL35粗车
3. 精车
4. 利用SAR3\_P轴向车槽

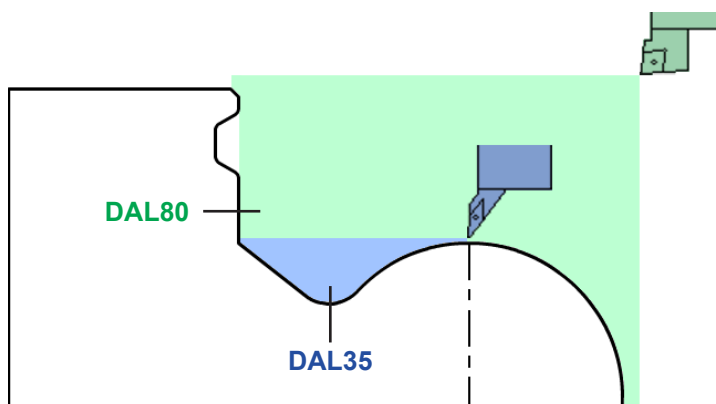
时间:  min

为何使用DAL80纵向粗车是没有意义的？

当进行大批量生产时，分为两个循环有效率。

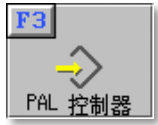
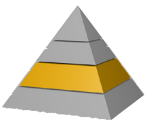
对于第2个循环和精车，每个使用部分程序重复，由此使得数控程序简洁明了。

时间:  min



在CAD/CAM中您会看到，通过软件“智能化”能够自动鉴别剩余加工量。但是数控程序不包含循环，就是说数控程序变长了！

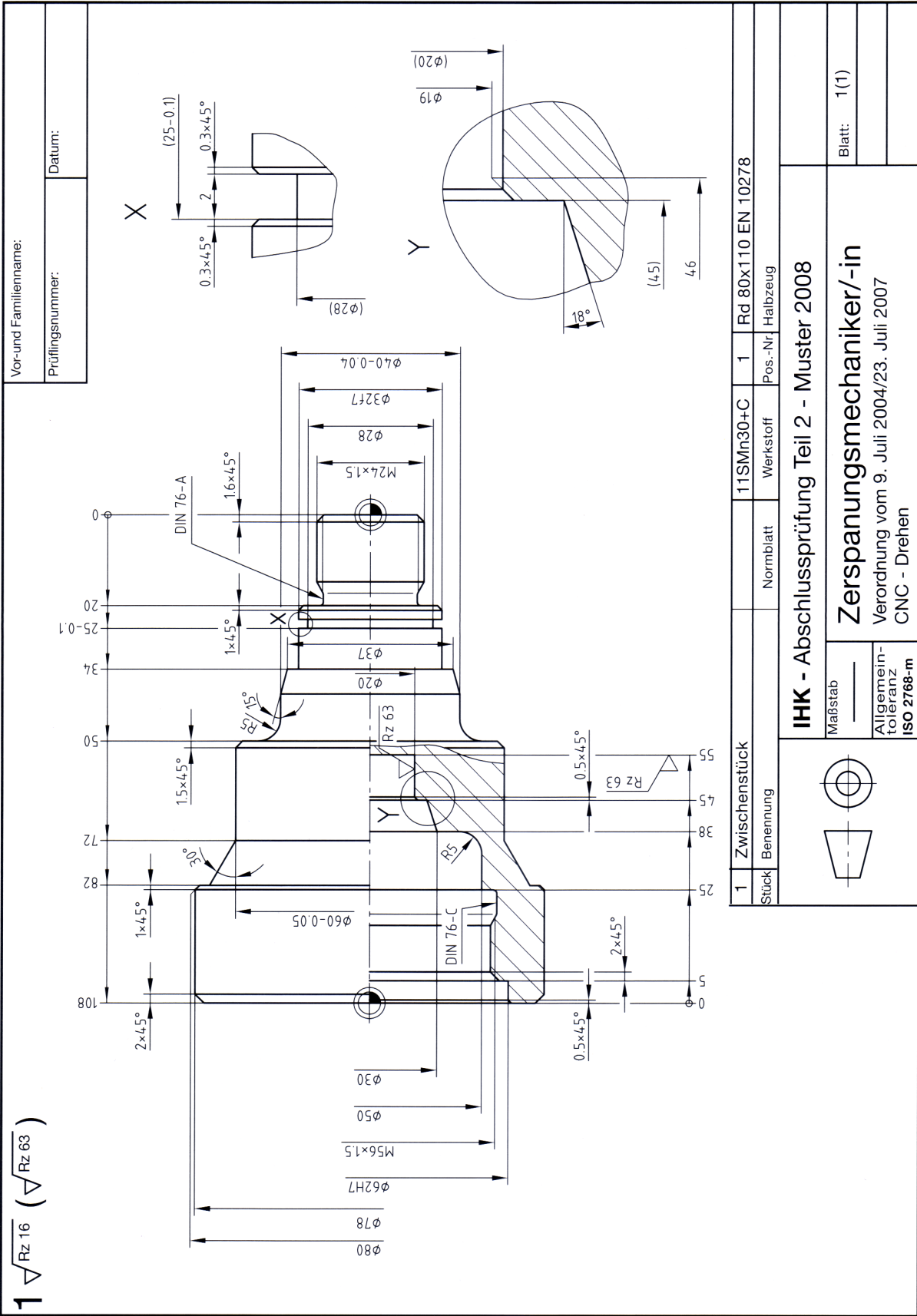
$$V = 189.156 \text{ cm}^3$$



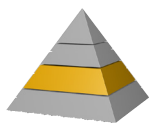
## 2.5.13

## PAL-IHK-结业考试第II部分-2008模板

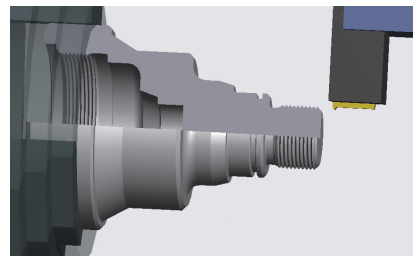
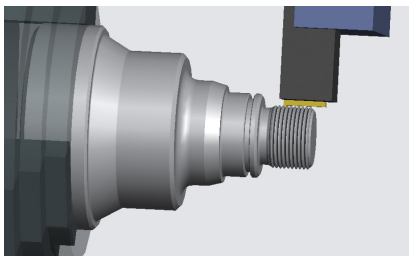
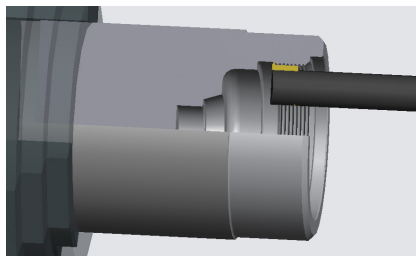
© 2008, IHK Region Stuttgart, alle Rechte vorbehalten







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



```

N1      G54
N2      G92 S3000
N3      G14 H0
N4      G96 S200 F0.3 T1 M4
N5      G0 X82 Z0 M8
N6      G1 X18
N7      Z2
N8      G42
N9      G0 X70
N10     G1 X78 Z-2 F0.1
N11     Z-30 F0.3
N12     X83
N13     G40
N14     G14 H0 M9
N15     G97 S1910 F0.18 T2 M3
N16     G0 X0 Z3 M8
N17     G84 ZA-55 U0.5
N18     G14 H2 M9
N19     G96 S180 F0.2 T6 M4
N20     G0 X20 Z2 M8
N21     G81 D1.5 AX-0.5 AZ0.1
N22     G0 X64 Z2
N23     G1 Z0
N24     X62.015 RN-0.5
N25     Z-5
N26     X54.376 RN-2
N27     G85 X54.376 Z-25 I1.062 K7.8 H1
N28     G1 X50
N29     Z-38 RN5
N30     X30
N31     Z-45 AS198
N32     X21
N33     X19 Z-46
N34     G80
N35     G14 H2 M9
N36     G96 S240 F0.1 T8 M4
N37     G41 M8
N38     G23 N22 N33
N39     G40
N40     G14 H2 M9
N41     G97 S680 T12 M3
N42     G31 X54.376 Z-24.5 F1.5 D0.81
        XS54.376 ZS-0.5 Q8 M8

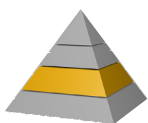
```

```

N43     G14 H2 M9
N44     M0
N45     G30 Q1 DE15 ; *
N46     G55
N47     G92 S3000
N48     G14 H0
N49     G96 S200 F0.1 T1 M4
N50     G0 X82 Z0 M8
N51     G1 X-1.6
N52     Z2
N53     G14 H0 M9
N54     G96 S200 F0.3 T5 M4
N55     G0 X80 Z2 M8
N56     G81 D2.5 AX0.5 AZ0.1
N57     G0 X19 Z2
N58     G1 Z0
N59     X24 RN-1.6
N60     G85 X24 Z-20 I1.15 K5.2 H1
N61     G1 X31.963 RN-1
N62     Z-34
N63     X37
N64     X39.98 AS165
N65     Z-50 RN5
N66     X59.975 RN-1.5
N67     Z-72
N68     Z-82 AS150
N69     X76
N70     X80 AS135
N71     G80
N72     G14 H0 M9
N73     G96 S240 F0.1 T9 M4
N74     G42 M8
N75     G23 N56 N69
N76     G40
N77     G14 H0 M9
N78     G96 S100 F0.15 T13 M4
N79     G86 X31.963 Z-24.95 ET28 EB2 D2
        RO-0.3 V2 M8
N80     G14 H0 M9
N81     G97 S1590 T15 M3
N82     G31 X24 Z-19.5 F1.5 D0.92 XS24 ZS4.5
        Q8 M8
N83     G14 H0 M9
N84     M30

```

\* 自2012年后德国考试中使用手动夹紧指令。



## 2.5.14 PAL切屑加工

### 概述

在PAL循环一章您已经知道，这源自数控控制系统。但是因为每个数控控制系统有它们自己的循环，原则上PAL循环不是与数控控制系统兼容的。

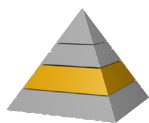
这儿是几个标准循环的比较：

	PAL	GILDEMEISTER EPL2	TRAUB TX8F	...
	<b>G31</b>	<b>G31</b>	<b>G76</b>	
车螺纹循环	X XA XI 螺纹终点 Z ZA ZI 螺纹终点 F 螺纹螺距 D 螺纹深度  + 9 其它参数	X 公称直径 Z 螺纹长度 I 第1次进给 F 螺距 P 螺纹深度	X 螺纹终点 X Z 螺纹终点 Z K 螺纹深度 H 螺纹梳刀进刀的数目 最后的螺纹梳刀进刀的 D 切削深度	
	<b>G81</b>	<b>G81</b>	<b>G74</b>	
纵向粗车循环	D 横向进给 H 加工方式 AK 平行余量 AZ Z方向余量 AX X方向余量  + 10其它参数	X 终端直径 Z 终端长度 I 切削深度 K 用于锥	X 终端直径 Z 终端长度 I 切削深度 K 切削长度	
	<b>G84</b>	<b>G74</b>	<b>G83</b>	
钻孔循环	ZA ZI 终点 D 进给深度 V 安全距离 VB 安全距离 地面  + 11其它参数	Z 钻孔深度 P 第1次进给 R 安全距离 A 减小值	Z 钻孔深度 D 第1次钻孔深度 H 清空切屑次数	
...				

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：

F1 文件 / F7 输出 / F1 程序

文件	处理	练习/测试
新建		
编辑		
打开 ...		
存储		
文件管理 ...		
打印		
输出 ...		
F1 数控程序	..	
F2 机床参数表	.	
F3 工件-几何	.	
F4 服务器数据		
N17 G2 X10 Z-10 R20		
N18 G1 Z-80		
N19 G1 Z-80		



## 带有循环和没有循环的数控程序

借助于各个后置处理器，PAL程序被替换为所选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被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EPL2）时有效：

PAL程序中利用循环G14, G23, G31, G81, G85, ... ... 数控程序变得没有循环。  
(35 个语句)...


```
N1 G54
N2 G92 S3000
N3 G96 S200 F0.3 T1 M4
N4 G0 X82 Z0 M8
N5 G1 X-1.6
N6 Z1
N7 G14 M9
N8 G97 S1500 F0.1 T8 M3
N9 G0 X0 Z1 M8
N10 G84 Z4-70
N11 G14 M9
N12 G96 F0.2 S180 T4 M4
N13 G0 X18 Z1 M8
N14 G81 D1.5 AX-0.5 A20.2
N15 G1 X54 Z0
N16 Z-40
N17 X38.38 RN-1.5
N18 G85 X38.38 Z-60 I0.935 K5.6
N19 G1 X18
N20 G80
N21 G14 M9
N22 G96 S240 F0.1 T10 M4
N23 G0 X54 Z1 M8
N24 G41
N25 G23 N15 N19
N26 G40
N27 G0 Z1
N28 G14 M9
N29 G97 S1000 T12 M4
N30 G0 X38.38 Z1 M8
N31 Z-34
N32 G31 X38.38 G97 S1000 Q11.01
N33 G0 Z1
N34 G14 M9
N35 M30
```

```
;%999
N1 G53
N2 G26 S3000
N3 G96 F0.3 S200 T0101 M4
N4 G0 X82 Z0 M8
N5 G1 X-1.6
N6 G1 Z1
N7 G0 X220.864 Z169.787
N8 G97 F0.1 S1500 T0808 M3
N9 G0 X0 Z1 M8
N10 G1 Z-70
N11 G0 Z1
N12 G0 X400 Z42.013
N13 G96 F0.2 S180 T0404 M4
N14 G0 X18 Z1 M8
N15 G0 G96 X21 Z1.1 S180
N16 G1 Z-59.8 F0.2
N17 G1 X18
N18 G1 X16 Z-58.8
N19 G0 Z1.1
N20 G0 X24
N21 G1 Z-59.8
N22 G1 X21
N23 G1 X19 Z-58.8
N24 G0 Z1.1
N25 G0 X27
N26 G1 Z-59.8
N27 G1 X24
N28 G1 X22 Z-58.8
N29 G0 Z1.1
N30 G0 X30
N31 G1 Z-59.8
N32 G1 X27
```

循环被废除！

```
N120 G0 X34.38
N121 G0 Z-34
N122 G1 X39.264
N123 G33 Z-58 F1.5
N124 G0 X34.38
N125 G0 Z-34
N126 G1 X39.411
N127 G33 Z-58 F1.5
N128 G0 X34.38
N129 G0 Z-34
N130 G1 X39.558
N131 G33 Z-58 F1.5
N132 G0 X34.38
N133 G0 Z-34
N134 G1 X39.705
N135 G33 Z-58 F1.5
N136 G0 X34.38
N137 G0 Z-34
N138 G1 X39.853
N139 G33 Z-58 F1.5
N140 G0 X34.38
N141 G0 Z-34
N142 G1 X40
N143 G33 Z-58 F1.5
N144 G0 X34.38
N145 G0 Z-34
N146 G1 X40
N147 G33 Z-58 F1.5
N148 G0 X34.38
N149 G0 X38
N150 G0 Z1
N151 G0 X422.738
N152 M30
```

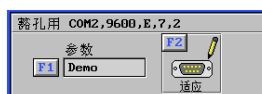
## 数据传输

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

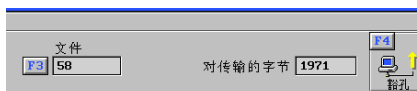
→ F1参数

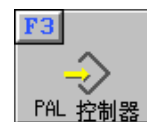
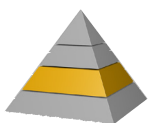


寄发“文件”：“F3数据传输”

→ F1发送

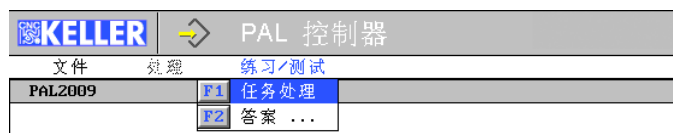
→ F3文件 → 选择数控程序



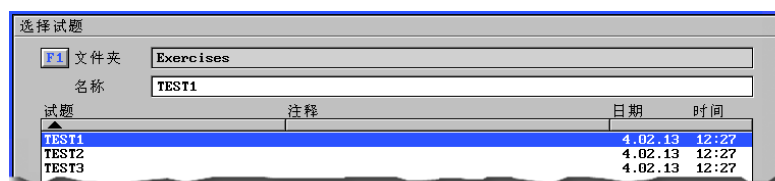


## 2.5.15 测试准备

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确认各个知识水平。

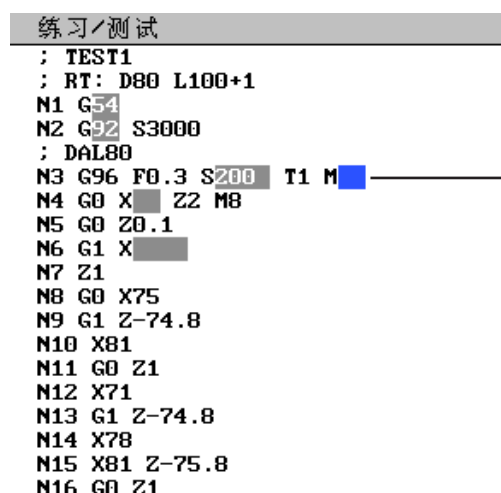


当您调入这个菜单点，您可以处理这三个任务（或者由您的教师布置的其它任务）：



选择练习后输入您的姓名：

名称	<input type="text" value="高"/>
名字	<input type="text" value="强_"/>

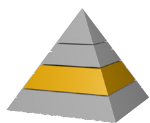


在此输入值。

利用“F10完成”就知道结果了。

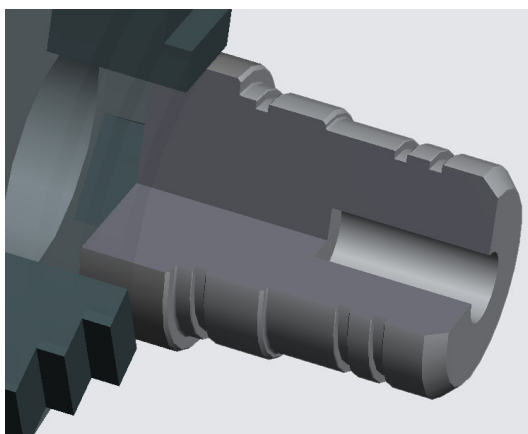
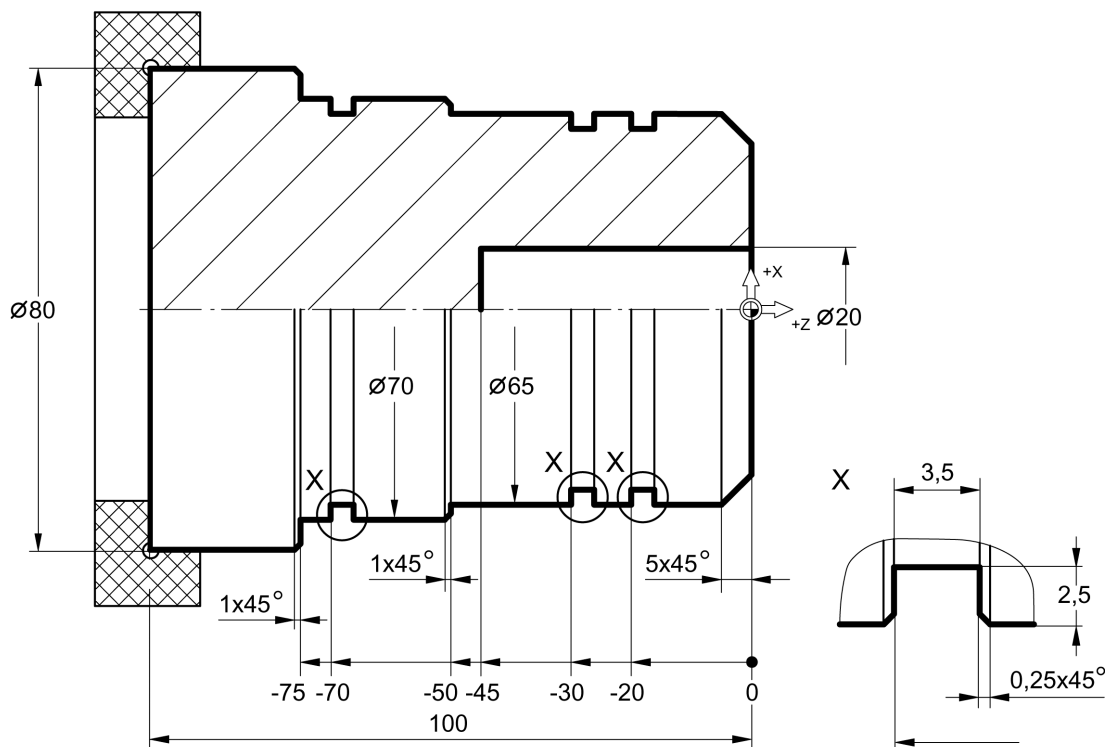


将“预先规定”与“学生输入”进行比较后，您可以直接看到，您犯了哪些错误。

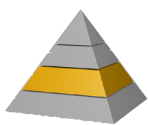


## 数控练习 测试1

要求的知识: **G0, G1, F, S, T, M**  
 刀尖圆弧半径补偿  
 车槽循环

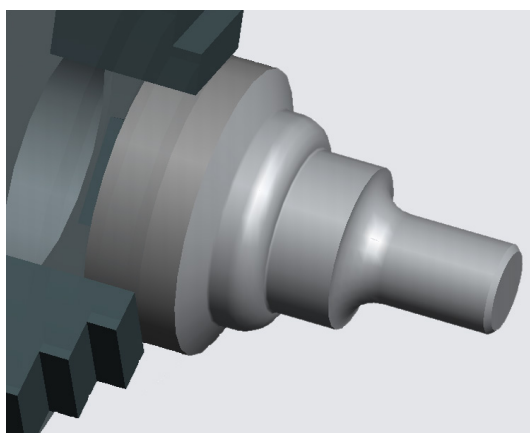
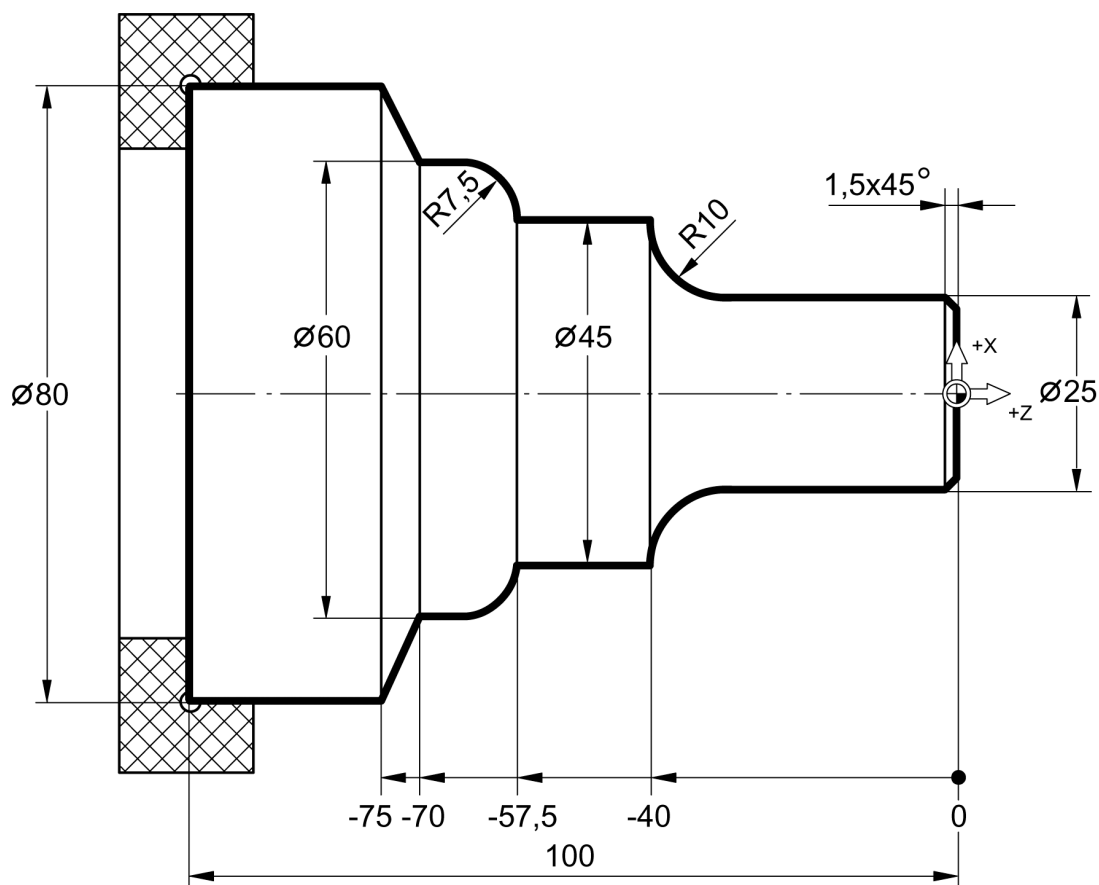


	车槽循环	刀具半径	刀位	$v_c$ [m/min]	F [mm]
1.	车端面	0.8 mm	T1	180	0.3
2.	粗车	0.8 mm	T1	180	0.3
3.	钻孔		T8	$n = 2600 \text{ min}^{-1}$	0.1
4.	精车	0.4 mm	T3	240	0.1
5.	车槽	0.1 mm	T7	140	0.1/0.05



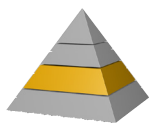
## 数控练习 测试2

要求的知识: **G0, G1, G2, G3**  
 刀尖圆弧半径补偿  
 粗车循环



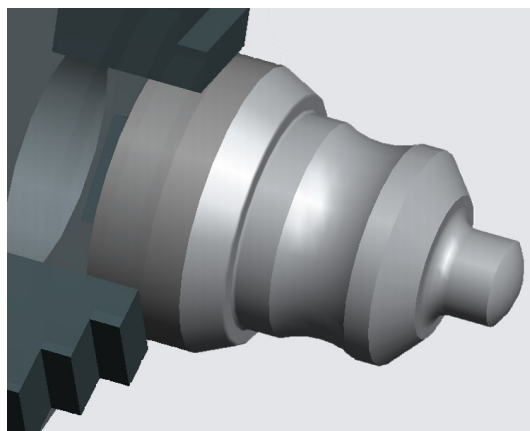
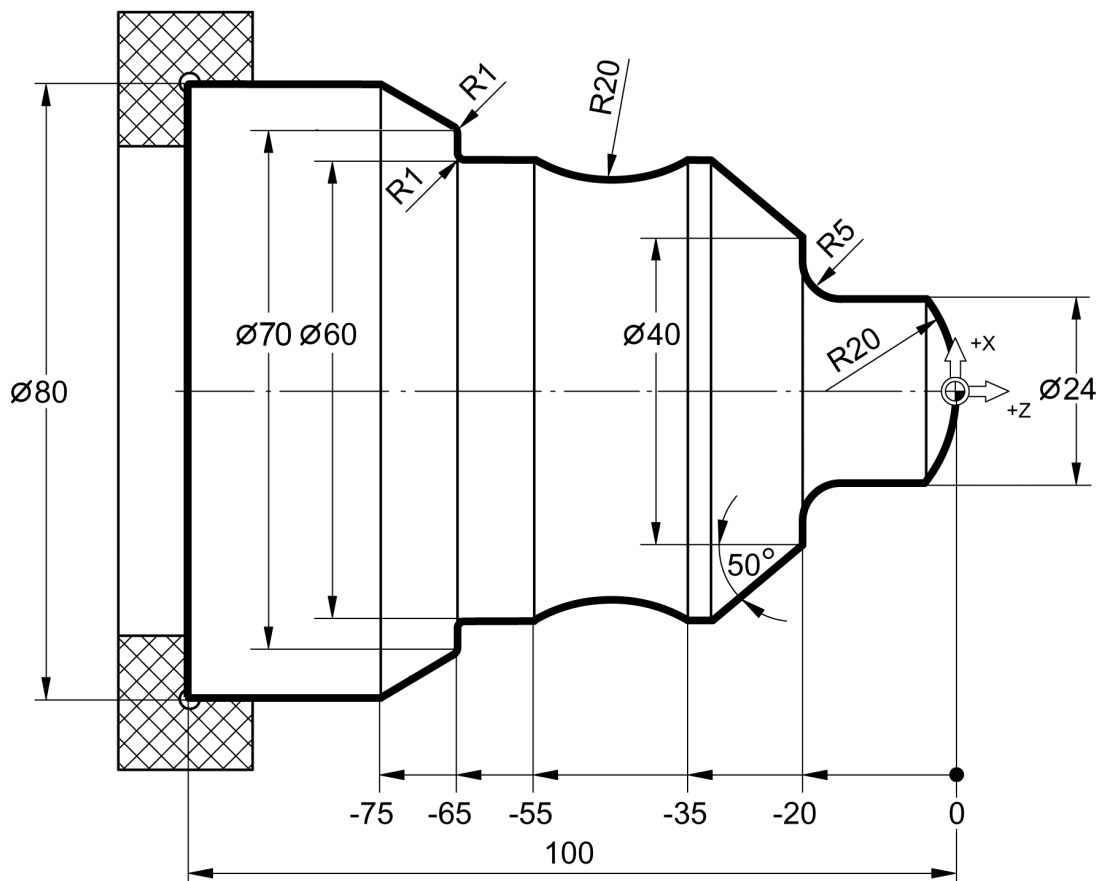
	工作步骤	刀具半径	刀位	$v_c$ [m/min]	F [mm]
1.	车端面	0.8 mm	T1	200	0.3
2.	粗车	0.8 mm	T1	200	0.3
3.	精车	0.4 mm	T3	240	0.2



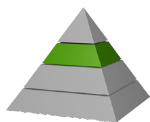


### 数控练习 测试3

要求的知识: **G0, G1, G2, G3**  
 刀尖圆弧半径补偿  
**PAL**几何  
 数学(毕达哥拉斯)  
 部分程序重复

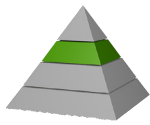


	工作步骤	刀具半径	刀位	$v_c$ [m/min]	F [mm]
1.	粗车	0.8 mm	T1	200	0.2
2.	精车	0.4 mm	T3	240	0.1



### 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 Oi,  
FANUC 21i-MB



HAAS



GSK



HNC



SINUMERIK 802S/C

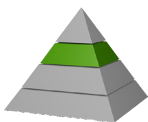


SINUMERIK 810D / 840D

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C/Y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。

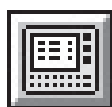




而在实际当中，屏幕表面和键盘针对不同的控制系统，也有所不同。其原因可从下列对照表说明：

	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

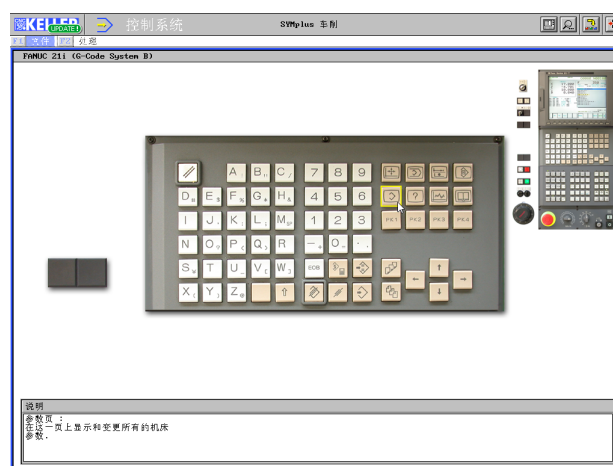
### 3.2 键盘信息/多媒体培训模块

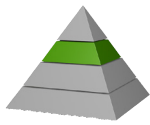


如上所述，编辑器和所有控制模拟器的模拟是在SYMplus大致相同，DIN/PAL制式模拟（见第二章）。一个显著差异包含按钮[NC-键]在最上方。在这里，你可以将鼠标移动至得到的键盘和各个键的范围。

#### 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。



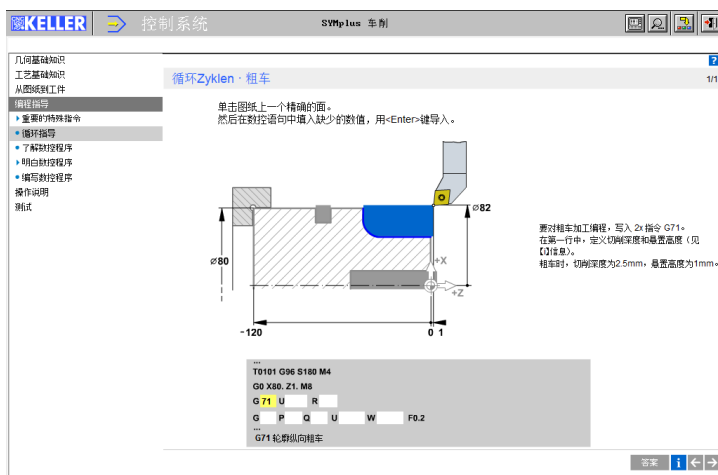


## 培训

对一些控制系统（FANUC0i, HAAS），这个键还可提供一个完整的培训模块，类似于PAL多媒体



在章节“操作导言”中的键序列练习（HAAS）。

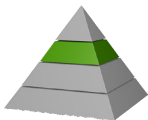


在章节“循环导言”中的粗车循环动画（FANUC 0i）



有时间控制的结业考试（在此通过拖放键对G功能进行归类）（FANUC 0i）



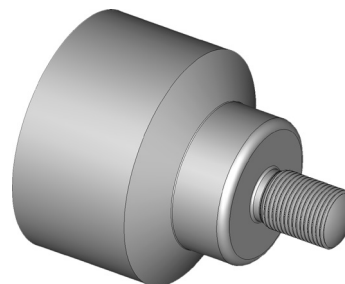
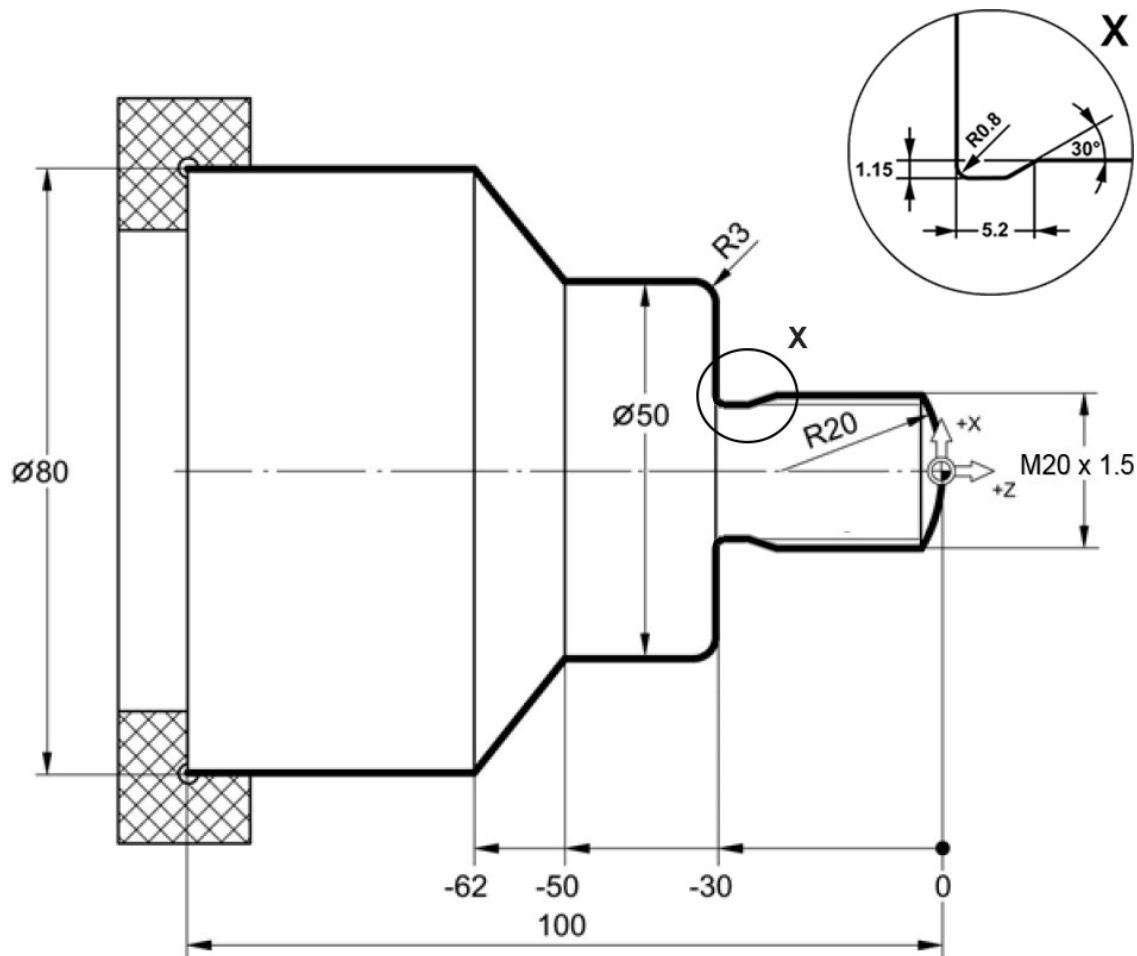


### 3.3 不同控制系统编程之比较

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FANUC01和 SINUMERIK802C。

视图：

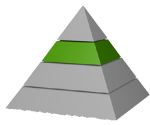


工作计划：

毛坯：  $\varnothing 80$ , L 100 +1

刀库： PAL-3D

加工	刀具		参数
端面车削	精车刀 外角 80°	T1 („DAL80 “)	S200 m/min, F0.2 mm 进给深度 3 mm
纵向车削			
精车退刀槽	精车刀 外角 35°	T3 („DAL35 “)	S240 m/min, F0.1 mm
车螺纹	螺纹刀 P1.5	T9 („GAR_1.5 “)	S1900, 大约. 8 个循环

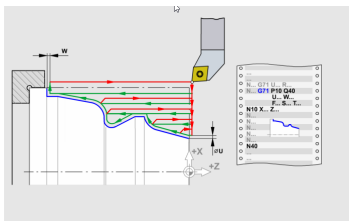


## FANUC 0i

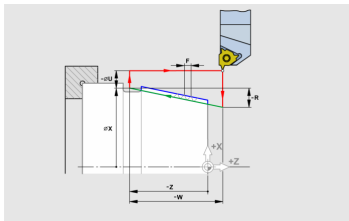
```

O600
(RP: D80, L100 +1)
G54
G50 S3000
(DAL55)
T0303 G96 S200 M4
G0 X82. Z0.2 M8
G1 X-1.6 F0.25
G0 X80. Z1.
G71 U2. R1.
G71 P20 Q30 U0.2 W0.1 F0.3
N20 G1 X0. Z0. F0.1
G3 X20. Z-2.679 R20.
G1 Z-24.8
U-2.3 A210. R0.8
Z-30. R0.8
G1 X50. R3.
G1 Z-50.
N30 G1 X80. Z-62.
G28 U0. W0.
(DAL35)
T0505 G96 S240 M4
G0 X82. Z1. M8
G70 P20 Q30
G28 U0. W0.
(GAR_1.5)
T0909 G97 S1900 M3
G0 X20. Z5. M8
G76 R0.1 P010000 Q100
G76 X18.16 Z-29. P920 Q200 F1.5
G28 U0. W0.
M30

```



粗车循环L71的帮助图片 (FANUC 0i)



车螺纹G76的帮助图片

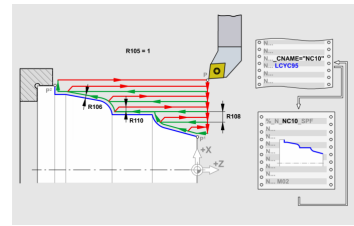
## SINUMERIK 802C

```

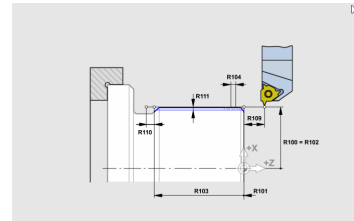
%_N_PROG1_MPF
; RP: D80, L100 +1
G54
LIMS=3000
; DAL55
G96 T3 S200 F0.25 M4
G0 X82 Z0.2 M8
G1 X-1.6
G0 X80 Z1
_CNAME="CONT1"
R105=1 R106=0.5 R108=2
R109=9 R110=0 R111=0.25
R112=0.05
LCYC95
G0 X150 Z150 M9
; DAL35
G96 T5 S240 F0.1 M4
G0 X0 Z1 M8
G42
CONT1
G40
G0 X150 Z150 M9
; GAR_1.5
G97 T9 S1900 M3
G0 X20 Z5 M8
R100=20 R101=5 R102=20 R103=-29 R104=1.5
R105=1 R111=0.92 R113=8 R106=0 R114=1
LCYC97
G0 X150 Z150 M9
M30

%_N_CONT1_SPF
; Sub-program with contour
G1 X0 Z0
G3 X20 Z-2.679 CR=20
G1 Z-24.8
G1 G91 X-1.15 ANG=210 RND=0.8
G1 G90 Z-30 RND=0.8
G1 X50 RND=5
G1 Z-50
G1 X80 Z-62
M17

```



粗车循环LCYC95的帮助图片 (802C)



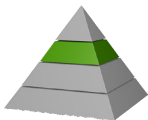
车螺纹LCYC97的帮助图片 (802C)

**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	Ihre Steuerung
程序名称	号码		
转速限制		LIMS=	
粗车循环	G71		
角度程序	A		
退刀槽循环	-	-	

作为可仿效的实例，802C仿真包含在任何一个SYMplus系统中，您可以抄写右上侧的程序。通过指令LCYC95或者LCYC97实现循环调入。此前在行中给出R参数，在此它是不重要的。

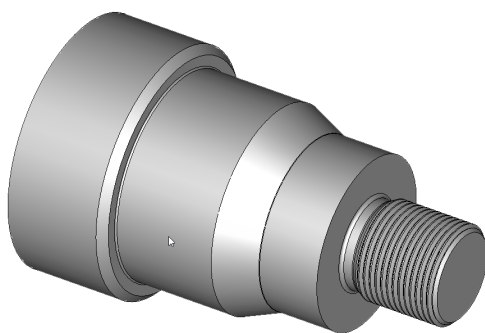
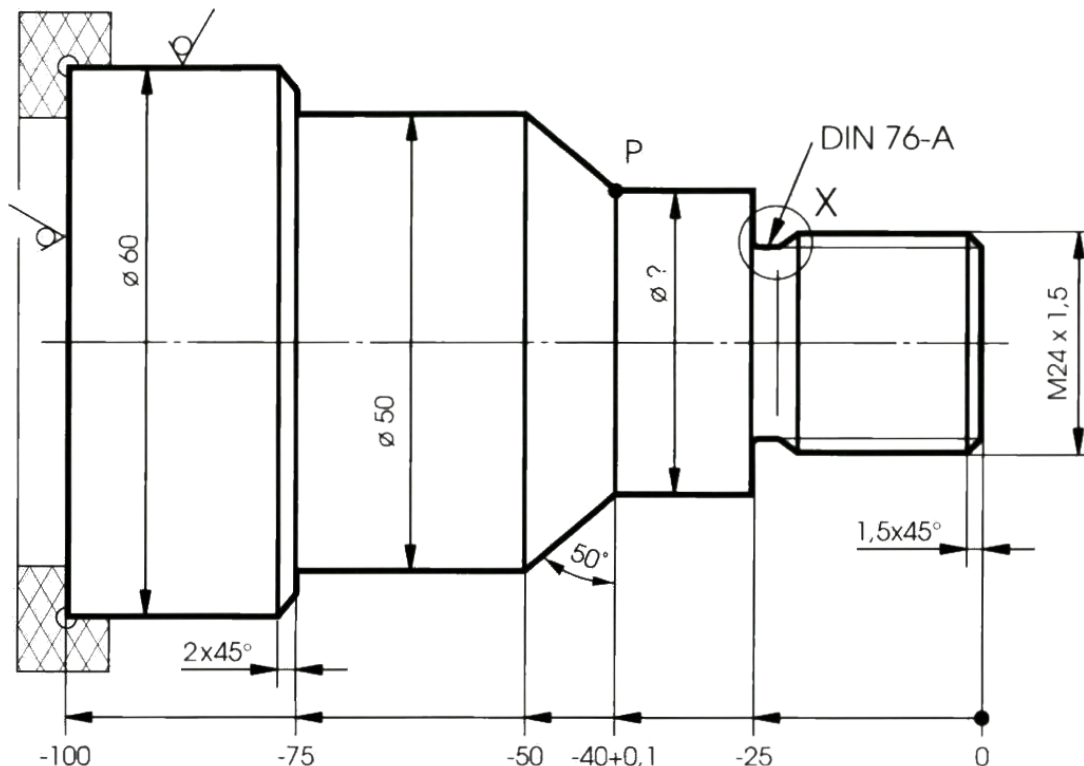




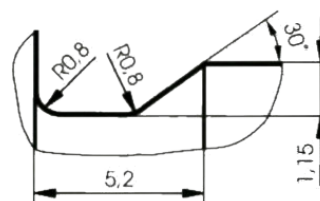
### 3.4 编程练习

演习 2: 根据下列图形, 编写控制模拟程序

图:



X 5:1



编程之前, 首先计算点P的坐标!

X

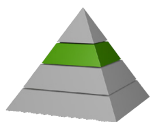
Z

加工工艺:

原料: Ø60, L100+1

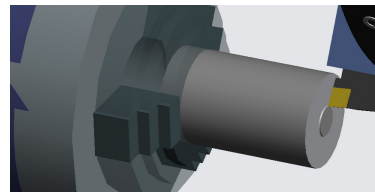
杂志: PAL-12 或

加工	刀具		参数
车削端面	精车刀 外角 80°	T1 („DAL80 “)	S200 m/min, F0.2 mm 进给深度 3 mm
纵向车削			
精车退刀槽	精车刀 外角 35°	T3 („DAL35 “)	S240 m/min, F0.1 mm
车螺纹	螺纹刀 P1.5	T9 („GAR_1.5 “)	S1900, 大约. 8 个循环

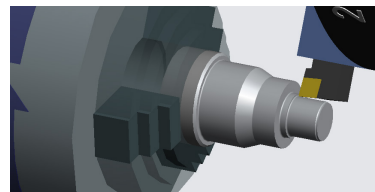


控制系统的数控编程 ...

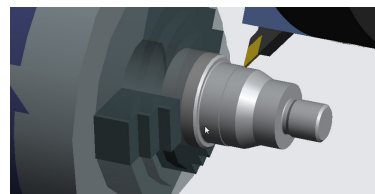
采用DAL80车削端面



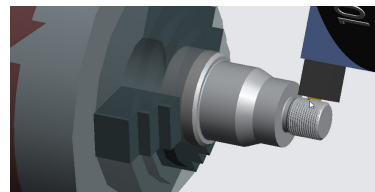
采用DAL80纵向粗车



采用DAL35精车



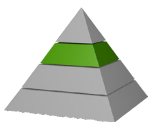
采用GAR\_1.5车螺纹



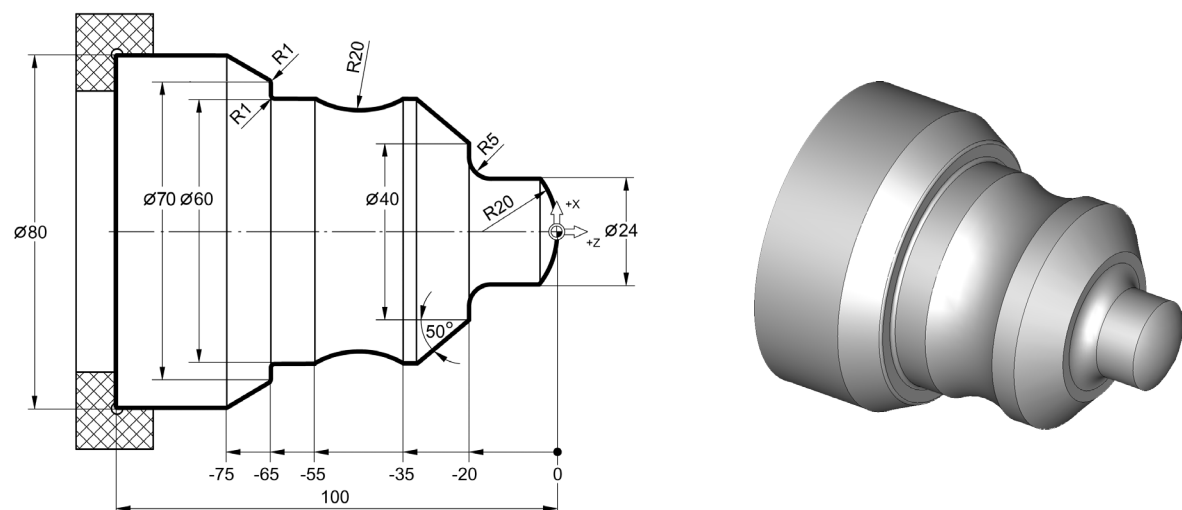
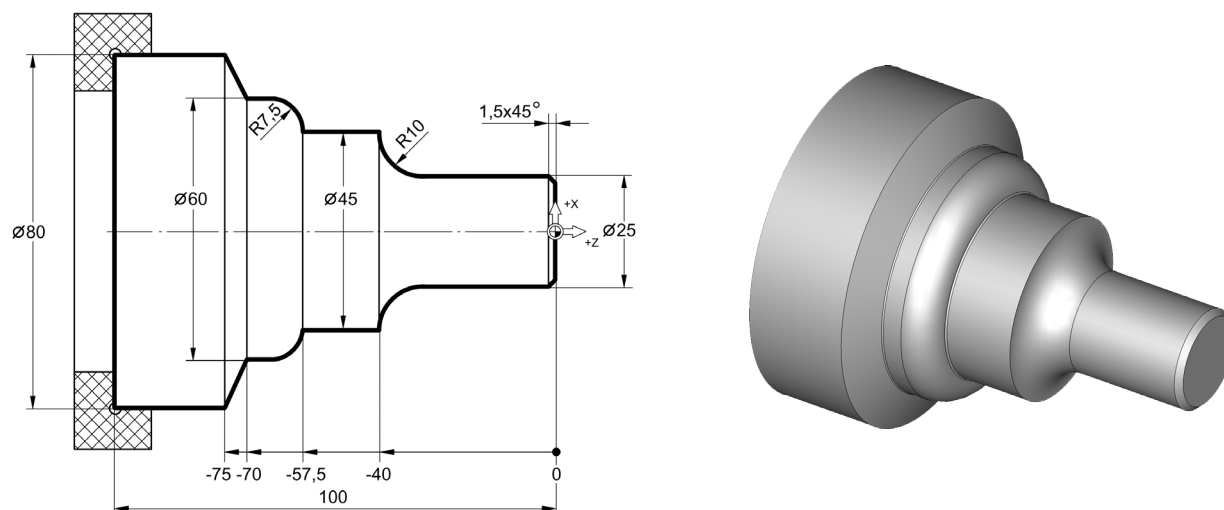
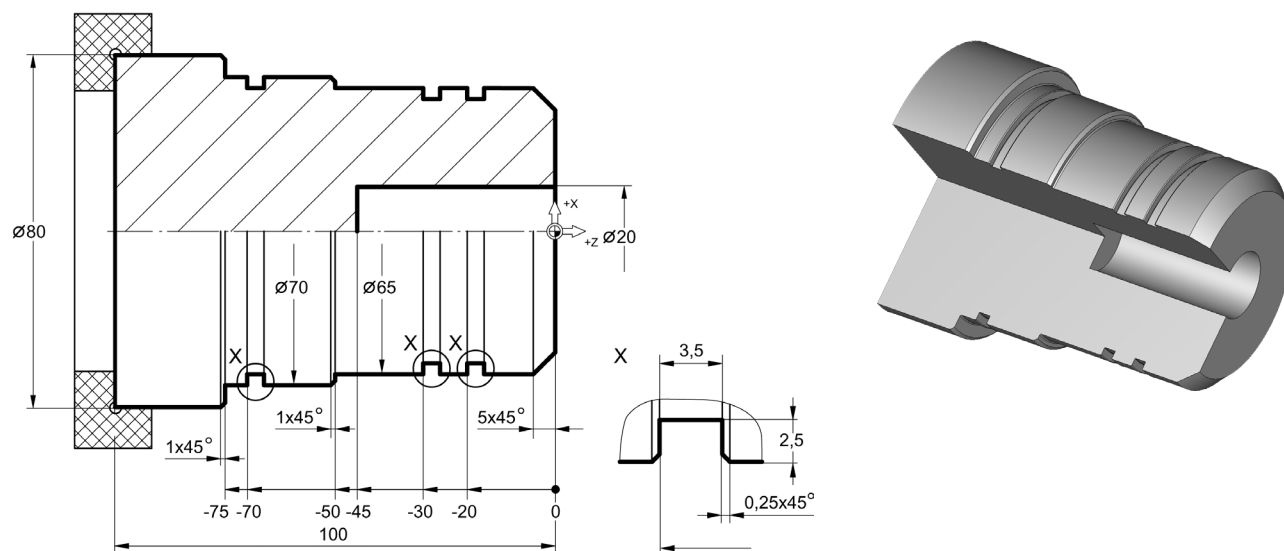
$V = 166.71 \text{ cm}^3$

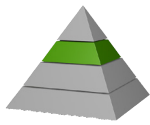
\*根据不同的控制和 编程风格，  
程序长度不相同。 而对PAL程序  
来说，大约30个语句即可。

\*



**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67页至69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...



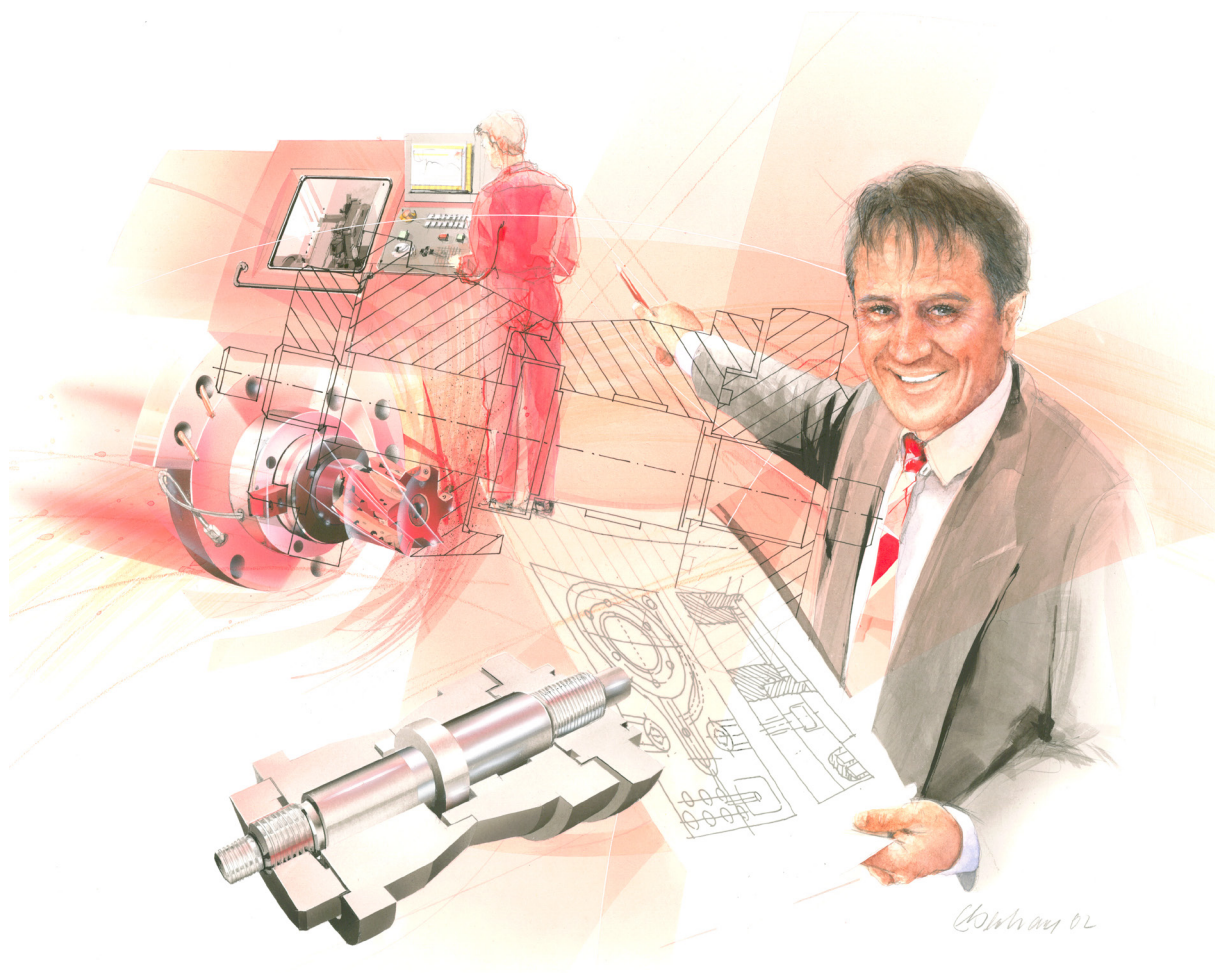


演习 4: 请填写下列表, 其控制功能 (精确或近似) 其中PAL-函数对应。请注意, 在实际应用中, 尽管是同一个G-功能参数和功能的形式或许有所不同。

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	
G31	车螺纹循环	
G32	攻丝循环	
G33	车螺纹	
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	
G80	轮廓描述的终点	
G81	纵向粗加工循环	
G84	钻孔循环	
G85	退刀槽加工	
G86	径向切槽循环	
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	



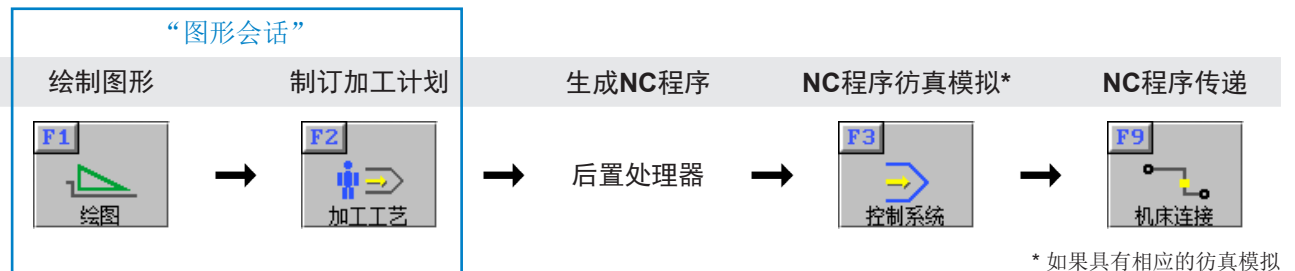
## 4 用“图形会话”进行编程





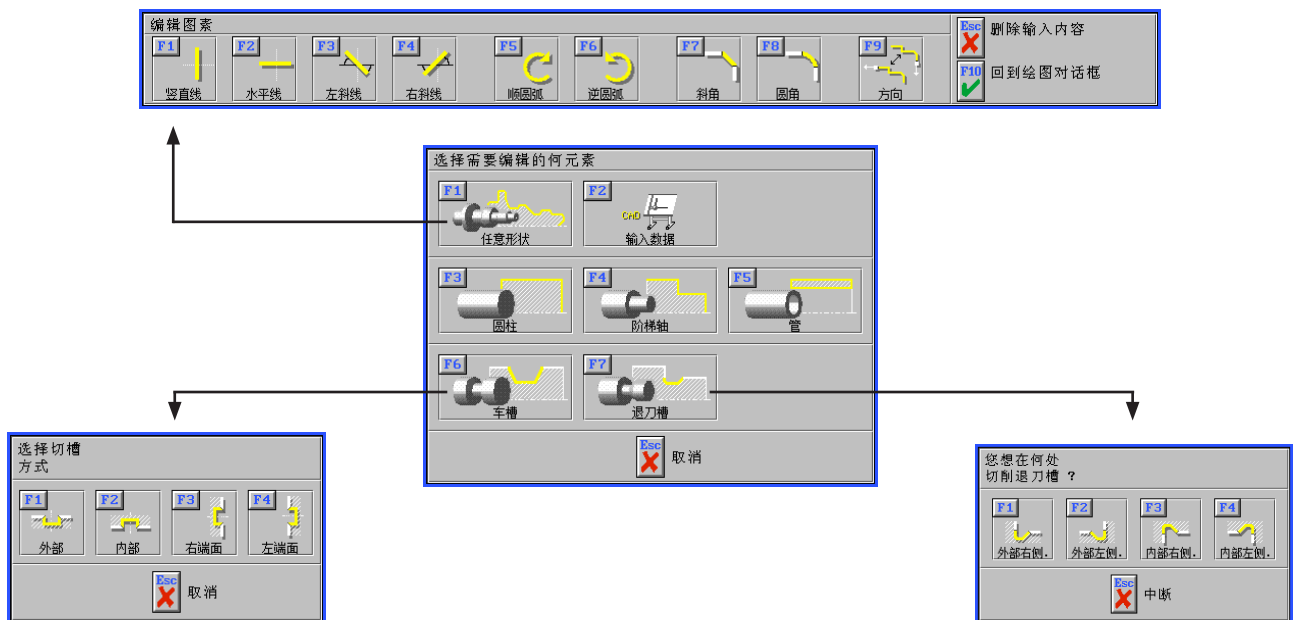
## 4.1 凯勒CAD/CAM

### 4.1.1 结构

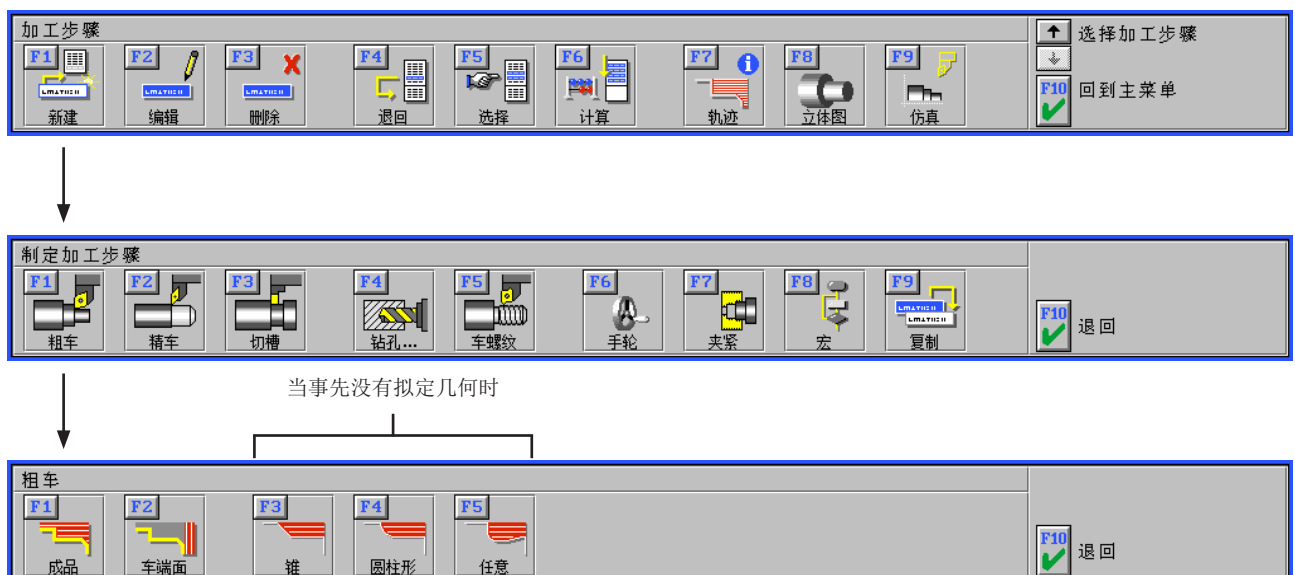


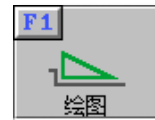
### 4.1.2 图形程序用于绘制几何图形

由于应用图形程序可以很容易地绘制处零件地廓形，因此这种图形会话也可以作为进口端用于CNC技术。



### 4.1.3 图形程序用于制定加工计划



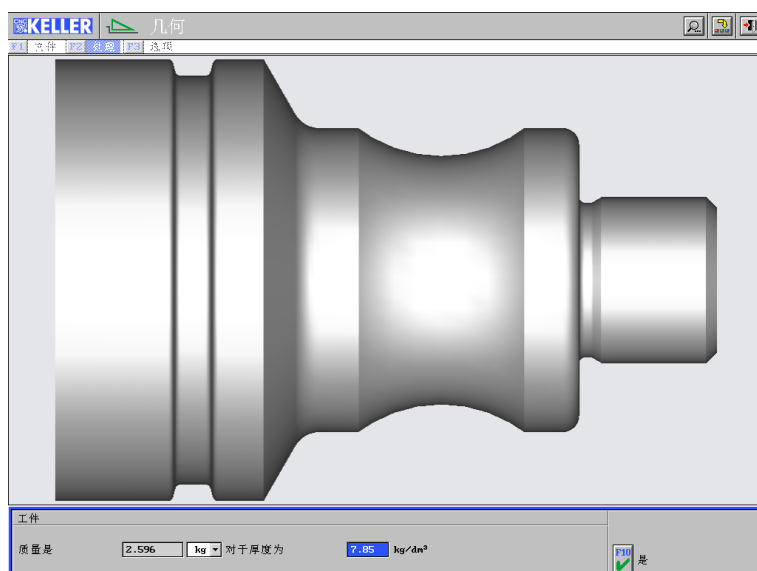
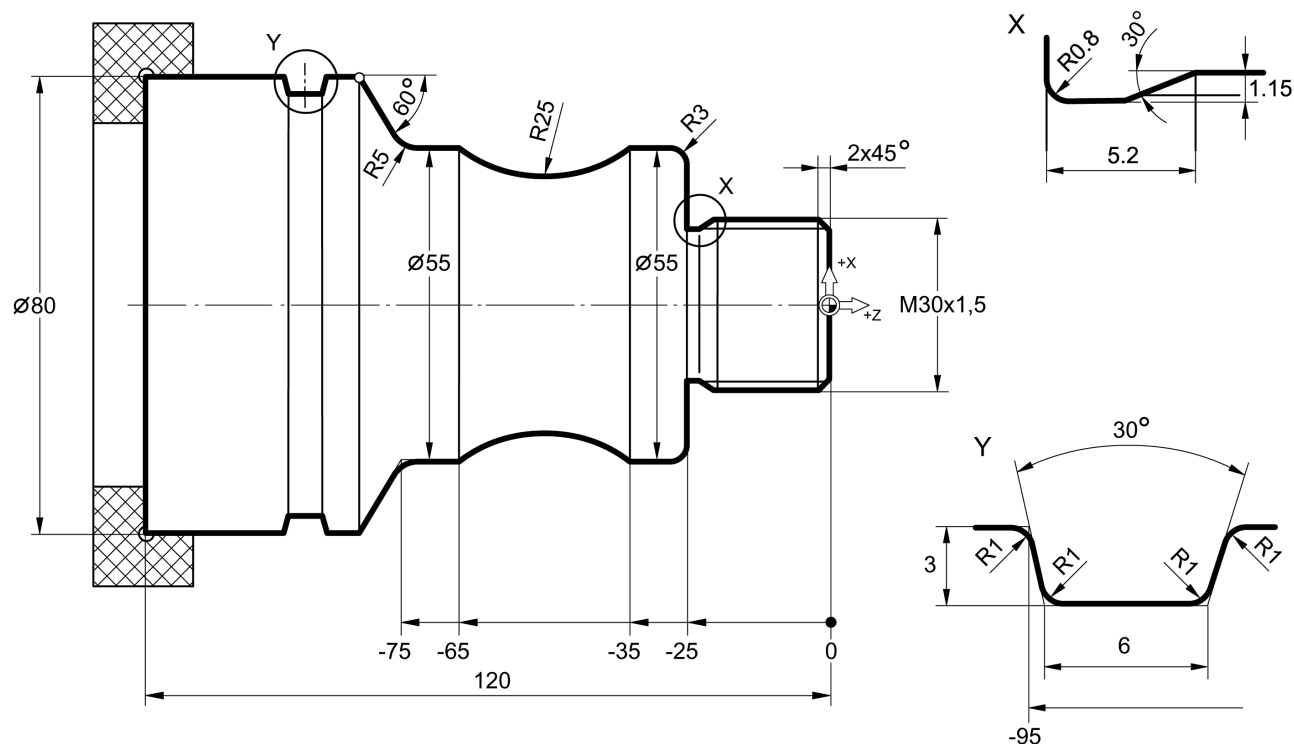


## 4.2 几何，工作计划和数控程序

对于下面两个工件，在图像对话框中拟定几何，对于第3个工件导入CAD数据。

### 4.2.1 工件 GEO1

这个工件应作为图像编程的入门。



在操作方式“几何”中的“三维视图”不显示螺纹。  
这不是几何

螺纹置于操作方式“工作计划”中。



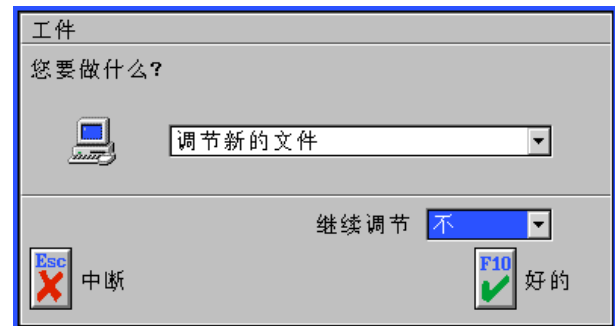


以下在图像对话框中利用线段，圆弧，斜角和圆角以及一个退刀槽和一个槽拟定一个几何形状。

选择  和“F1 文件” / “F1 新的”。

请您导入这个调节：

然后选择“F10”。



### 1. 任意轮廓拟定

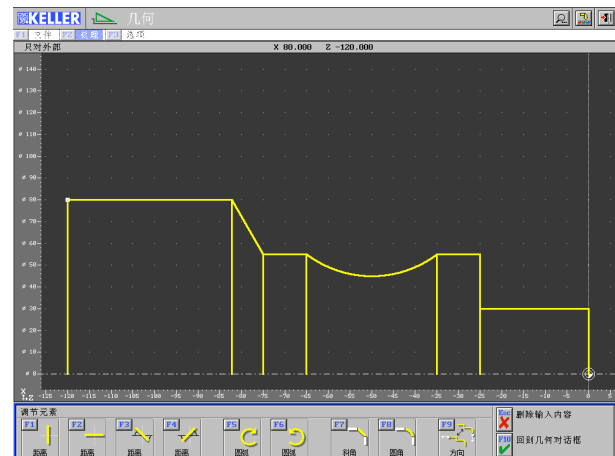


以下显示轮廓设置图形菜单



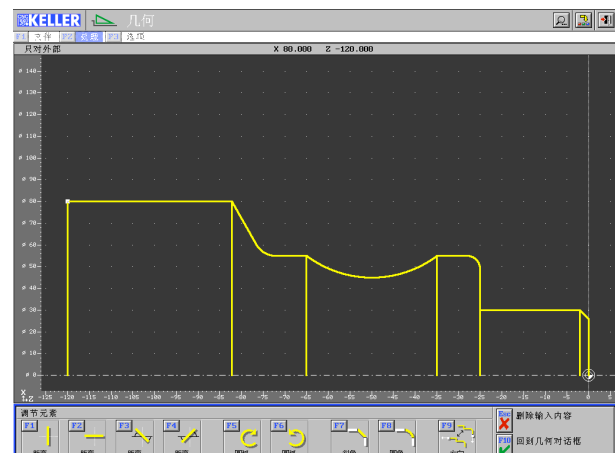
### 线段和圆弧

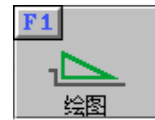
- 垂直线段直到X30
- 水平线段直到Z-25
- 注意：退刀槽作为宏程序后来放置。
- 垂直线段直到X55
- 水平线段直到Z-35
- 顺时针圆弧/不相切/不能识别的中点/半径25/终点X55/ Z-65 /
- 导入第1个答案
- 水平线段直到Z-75
- 向左上方向的斜线  $\alpha = 60^\circ$  / X80
- 水平线段直到 Z-120



### 斜角和圆角

- 拟定斜角  $2 \times 45^\circ$
- 拟定圆角 R3 和 R5
- (例如通过鼠标单击  /  确定位置)



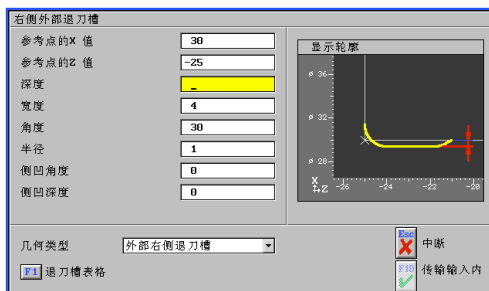


## 2. 拟定退刀槽

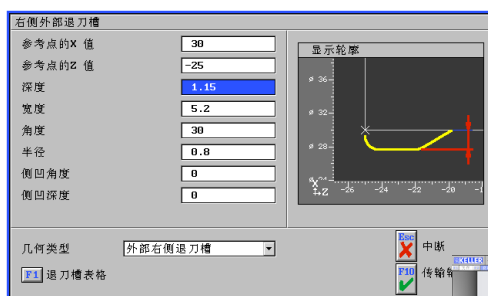
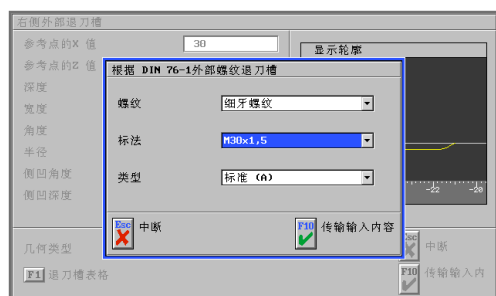
“F10”之后“回到几何对话框”：



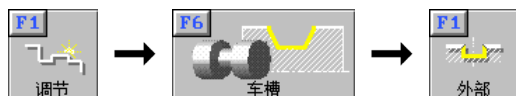
对于螺纹M30x1.5的退刀槽深度尚未确定：



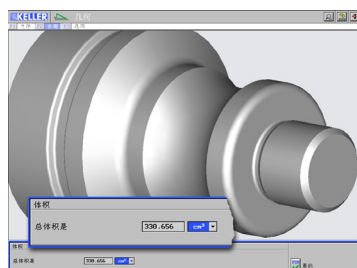
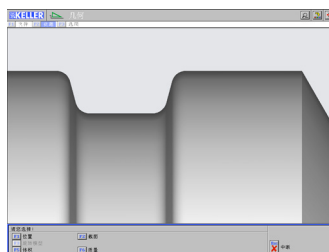
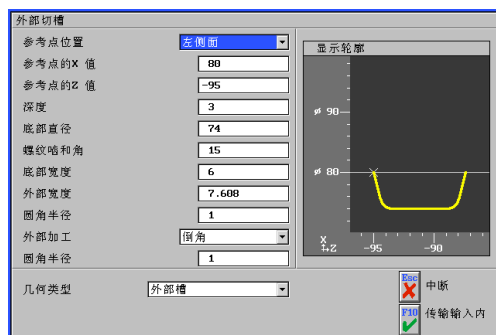
利用F1调入“退刀槽表格”：



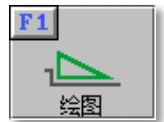
## 3. 拟定槽



导入以下输入内容：



## 4. “F10”之后“回到主菜单”：利用“F1 文件”/“F4 存储”以名称 GEO1 存储这个几何形状到文件夹 My geometries。



## 几何数据

在培训等级II中，您拟定了简单的几何形状（没有和带有数学计算）。但是不是这些计算，而是利用I和K拟定圆弧时不总是简单的。

在这个培训等级IV中，在此即使对于最复杂的几何形状也没有问题，您有两条通道到几何数据。



单击（当轮廓形式只有“外部”被激活时）线段/圆弧设计的一个元素，“享受”所有的几何数据（在此是圆弧R25）：

登记缺少的值：

当圆弧的起始角已知时，对于选择刀具很有帮助。

几何信息 圆弧									
始点	终点	中点	I/K	起始角	半径	开度			
X 值 55	55	95		终止角	25				
Z 值 -35	-65	-50		36.87	长度 32.175	73.74			

利用“F10”离开这个显示并且选择“F10回到主菜单”。

- “F1文件” / “F6输出” / “F2”... “作为数控文件” / 选择任意轮廓 / “F10继续” / 选择“屏幕输出” / “F10”之后您看到整个的几何程序：

程序-单									
N 1	G1	X	0	Z	0				
N 2		X	26						
N 3		X	30	Z	-2				
N 4				Z	-25				
N 5		X	49						
N 6	G3	X	55	Z	-28	I	0	K	-3
N 7	G1			Z	-35				
N 8	G2			Z	-65	I	20	K	-15
N 9	G1			Z	-72.113				
N 10	G2	X	60	Z	-76.443	I	5	K	0
N 11	G1	X	80	Z	-82.217				
N 12				Z	-120				

利用“F10”结束

## 变体-构建

在实践中经常出现，变更工件上的尺寸。对于plus系统不是删除，而是采取以下的措施：

选择“F2加工”，然后单击圆弧R25和选择...



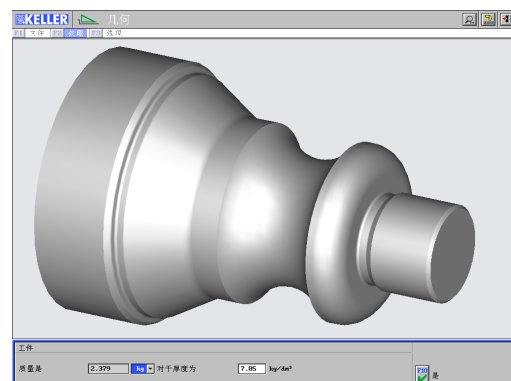
变更



变更数值

→ 半径 18 → F10

- 斜角 1x45° (取代 2x45°)
- 圆角 R8 (取代 R3)
- 角度 30° (取代 60°)



将所有值变回到图纸尺寸！  
选择“F10回到主菜单”。



## 4.2.2 工作计划 CAM1

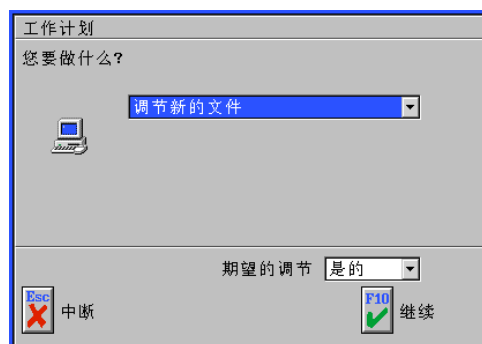
说明：在培训等级CAD/CAM中，预置转塔PRO-32。与转塔PRO-12相比较采用了其它的布置。

工件GEO1应当依照如下的工作计划加工：

工作步骤	刀具
A 车端面	T1
B 利用 80°刀片纵向粗车	T1
C 利用 35°刀片粗车剩余材料	T3
D 精车	T3
E 车螺纹	T5
F 车槽	T4

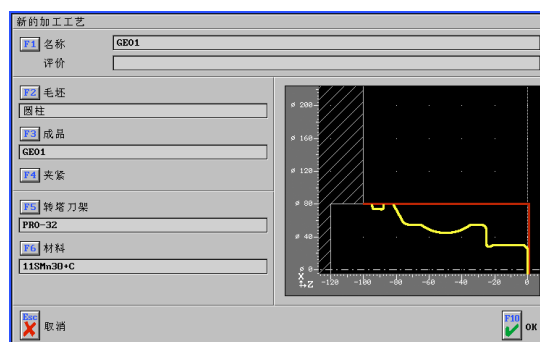
做法建议：

1. 选择  和 。



2. 预置毛坯和上次存储的成品件（在此是GEO1）

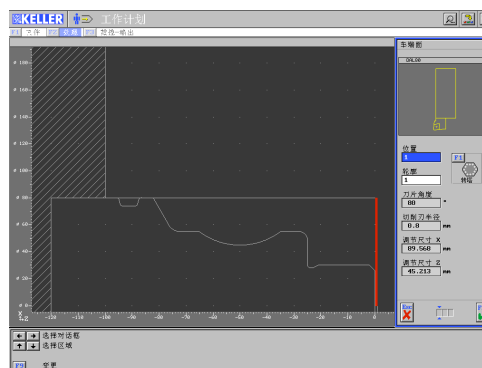
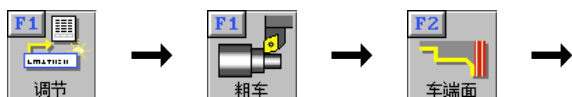
利用“F3 成品件”和“F1 任意”的也可以加载任何其它的成品件。  
毛坯必须适合成品件的几何形状。



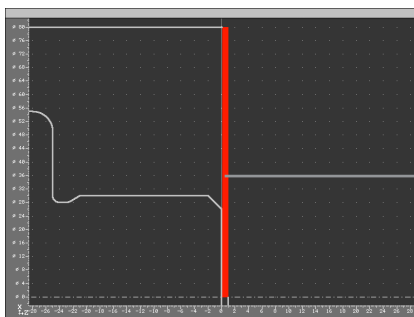
然后按下“F10”。

### A 利用T1粗车（端面）

1. 根据“F2加工”：

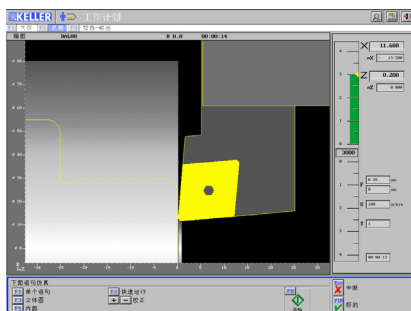


2. 可以利用F10传输第1个对话框，因为软件正确地建议在刀位1所希望安装的粗车刀。

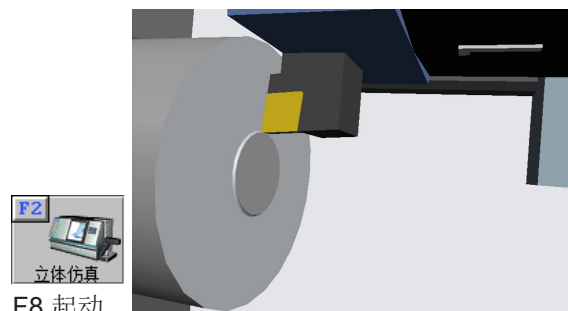


车削的端面

3. 传输所有的对话框并且利用F10模拟工作步骤...

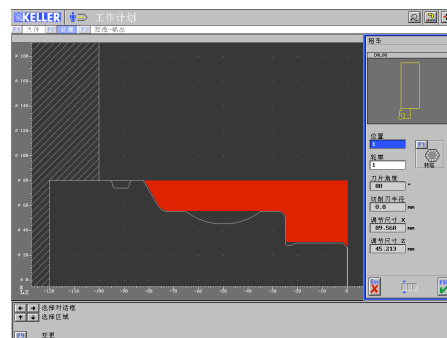


F1  
平面仿真  
F8 启动

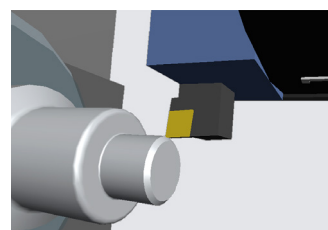
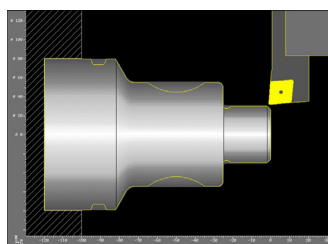
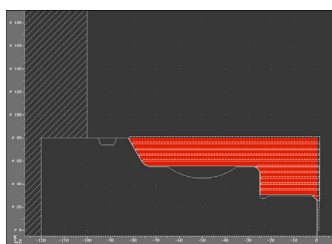


F2  
立体仿真  
F8 启动

## B 利用刀具T1粗车（纵向）



传输所有的对话框：



与标准循环不同的是在此首先用80°刀片预粗车，然后看下一页，剩余材料利用35°刀片粗车（对于标准循环所有的材料必须切削）。

确定加工时间：

所有粗车都用35°刀片：

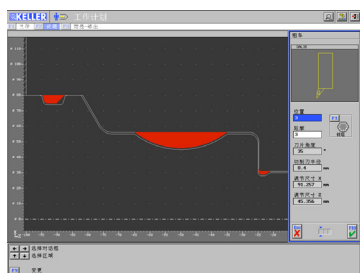
用80°刀片粗车，然后用35°刀片粗车：

时间节省 单位%:

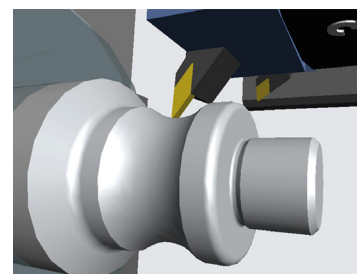
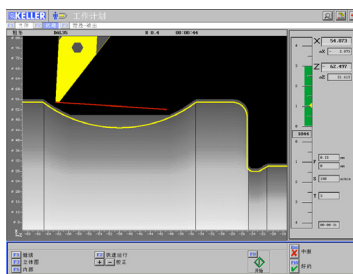
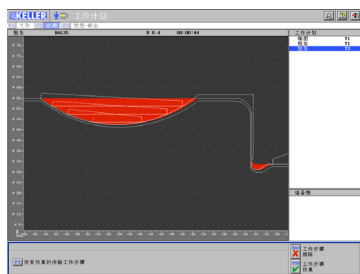
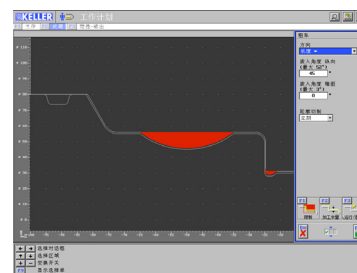


### C 利用T3粗车剩余材料

利用T3（35°刀片角度）刀具粗车退刀槽中和R25中的剩余材料：



利用 “排除” 槽 →

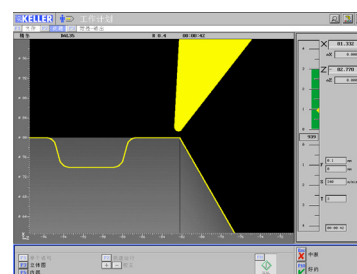
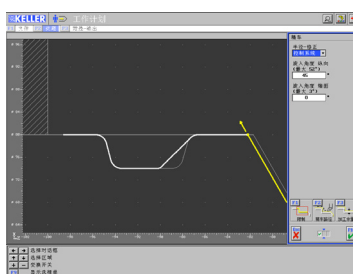
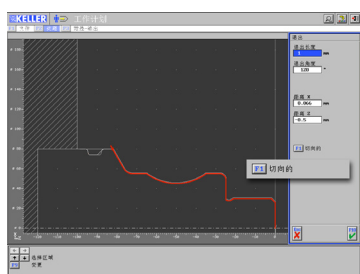


### D 利用T3刀具精车

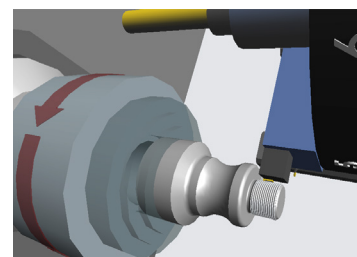
“零件” 精车从X0 / Z0到锥的终点



“F1重新确定精车路径”：导入“始点”并且将“离开点”置于锥的终点（鼠标单击）。



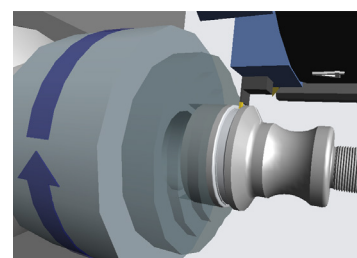
### E 利用T5刀具车螺纹



### F 利用T4刀具车槽



X0  
Z0 ...



加工时间总计:  min

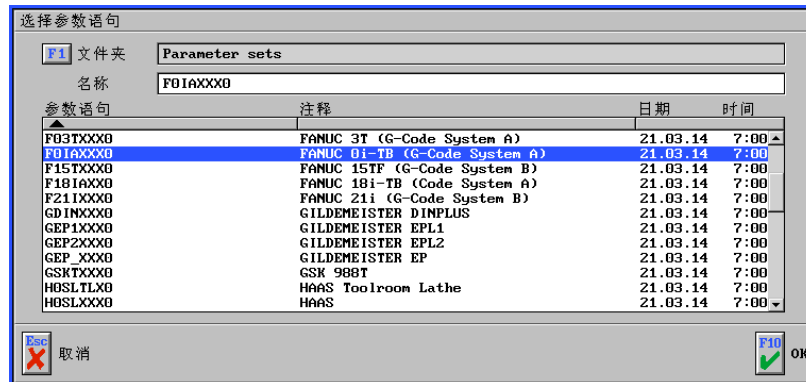
以名称 CAM1 存储这个工作计划到文件夹 My workplans 。



### 4.2.3 用于控制系统GILDEMEISTER EPL2的数控程序

存储工作计划后，选择  
F3数控输出和  
F1数控程序。


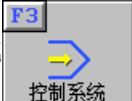
选择F1后置处理器参数语句，然后是希望的控制系统：



后置处理器完整包：

PALplus  
BOSCH  
EMCO  
FAGOR  
FANUC  
GILDEMEISTER  
GSK  
HAAS  
INDEX  
LUXTRONIC  
MAHO  
MAZAK  
NUM  
OKUMA  
PHILIPS  
SIEMENS  
TRAUB

选择“F10”和“F2数控程序”。假如文件夹“My simulator programs”没有被激活，那么选择F1 选择另外的文件夹。例如输入名称**4567**，然后生成数控程序。

然后选择  并且转换到操作方式  ...

... 选择合适的模拟器 ...

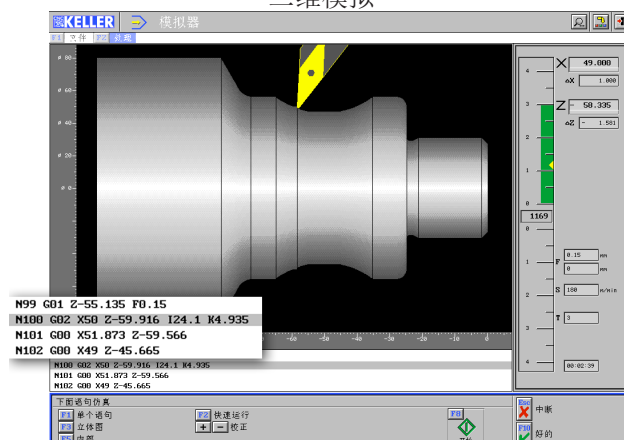
... 打开文件**4567**:



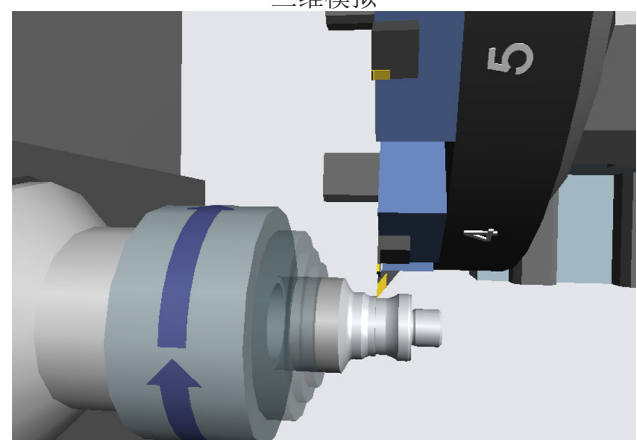
```
GILDEMEISTER EPL2
%4567
(WORKPLAN: GE01)
(TURRET: PRO-32)
N1 G26 S3000
(端面)
N2 G96 F0.25 S180 T101 M04
N3 G00 X82 Z0.2 M07
N4 G01 X80 F0.1
N5 G01 X-1.6 F0.25
```

选择“F2加工”并且观察模拟过程：

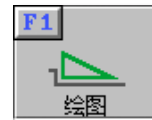
二维模拟



三维模拟

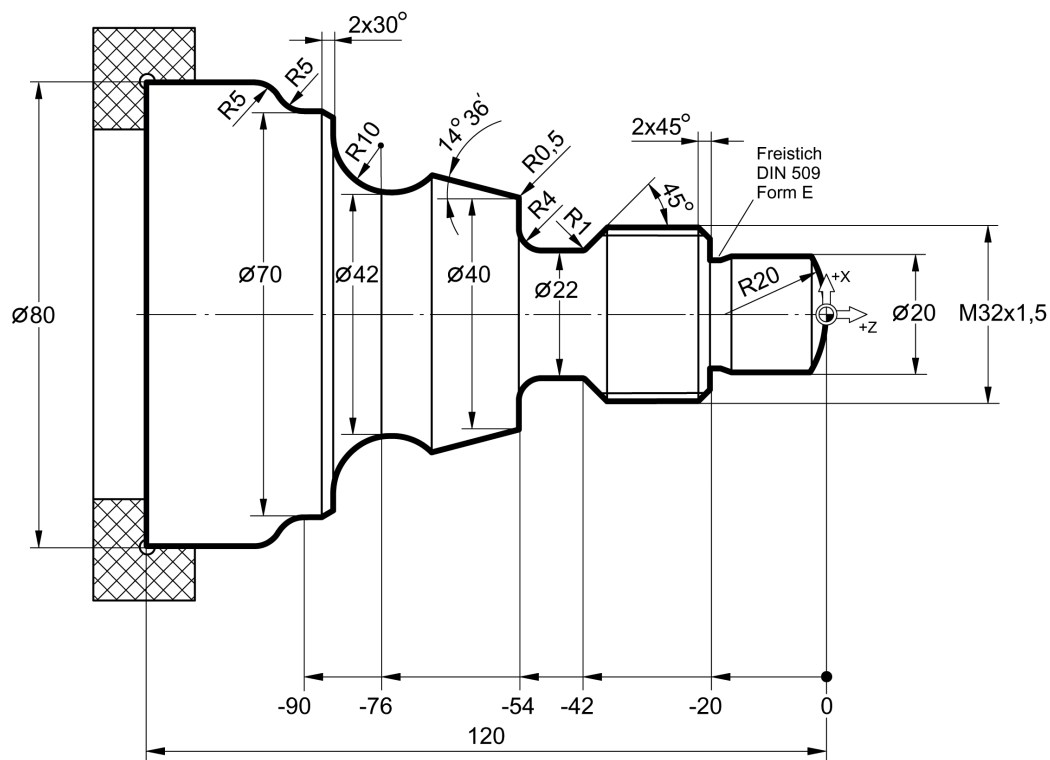







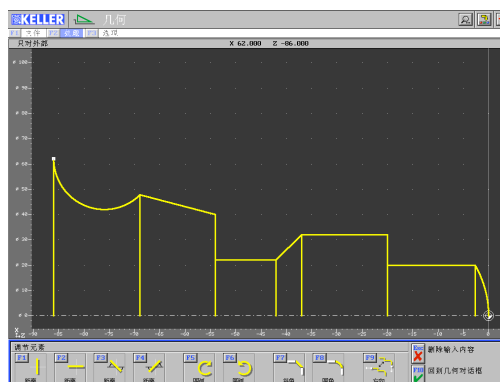
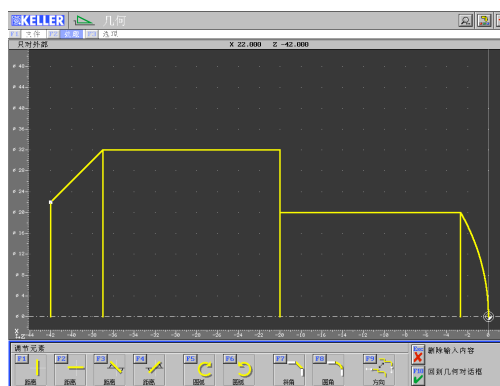
## 4.2.4 工件 GEO2

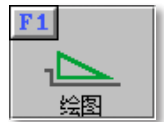
对于这个工件，不仅在几何中而且在工作计划中，一个扩展的“智能化软件”变得明确了。



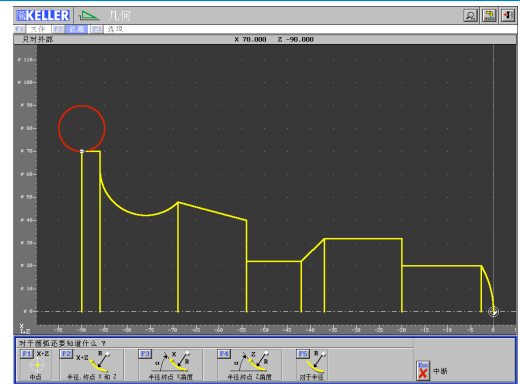
设计步骤的建议：

- 中点为X0 / Z-20的圆，终点为X20  
(导入第1个答案)
  - 水平线段到Z-20
  - 垂直线段到X32
  - 未知终点的水平线段
  - 下降的轮廓到X22 / Z-42 带有  $\alpha = 45^\circ$
- 水平线段到Z-54
  - 垂直线段到X40
  - 终点未知的锥 14.6 → 
  - 围绕中点X62 / Z-76  
的不相切的圆弧R10  
(导入第1个答案)  
带有排放角为90°

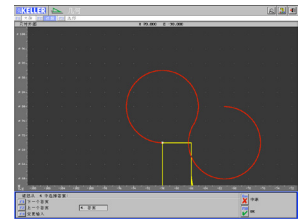
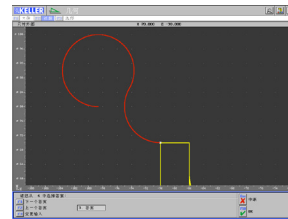
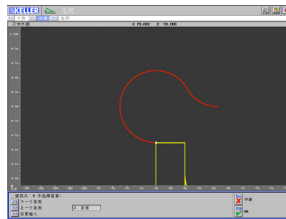
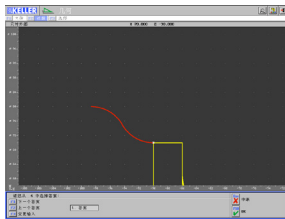




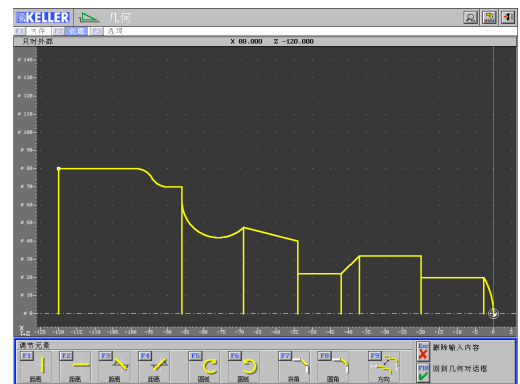
3.
  - 垂直线段到X70
  - 水平线段到Z-90
  - 带有未知终点的切向圆弧R5



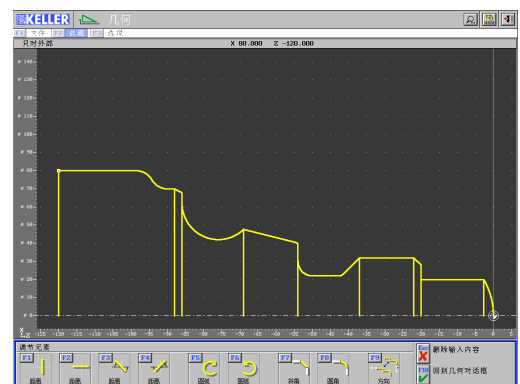
4. 已知R5 / X80 / 排放角0°的切向反弧  
软件报告4种可能的答案，您选择希望的答案：



5. “线段”到Z-120



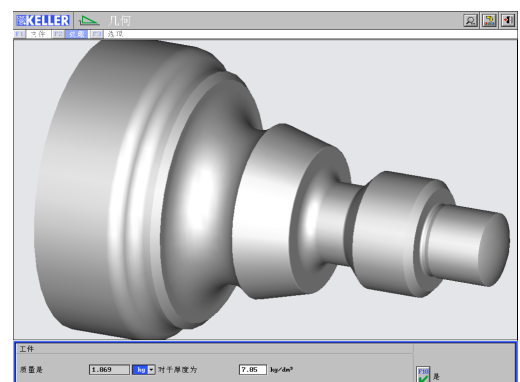
6. 安置2个 “斜角” 和3个 “圆角”



7. 安置“摩擦退刀槽”并且导入所有值

质量 =  kg (钢)

以名称 GEO2 存储这个几何形状到文件夹  
My geometries。





## 4.2.5 工作计划 CAM2 (没有 剩余量)

说明：在培训等级CAD/CAM中，预置转塔PRO-32。与转塔PRO-12相比较，刀位采取其它的布置方式。

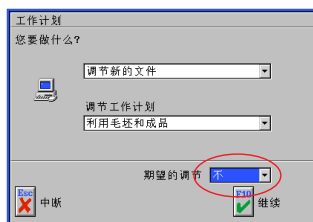
工件GEO2CAM2应当依照以下工作计划加工：

工作步骤	刀具
A 粗车（端面）	T1（80°刀片）
B 粗车（纵向）	T3（35°刀片）
C 精车	T3
D 车螺纹	T5

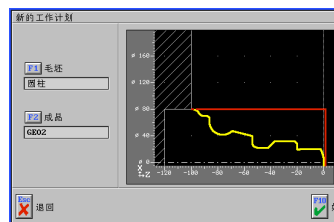
做法建议：



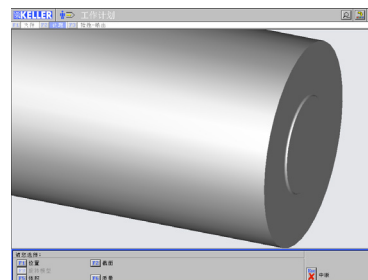
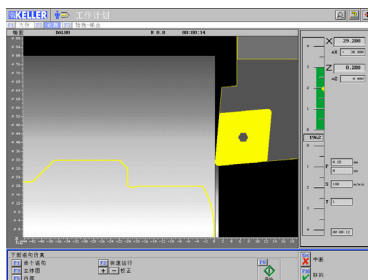
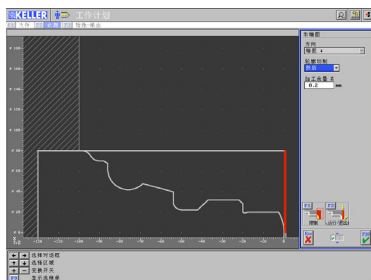
调入操作方式 ，然后调节起动辅助到...



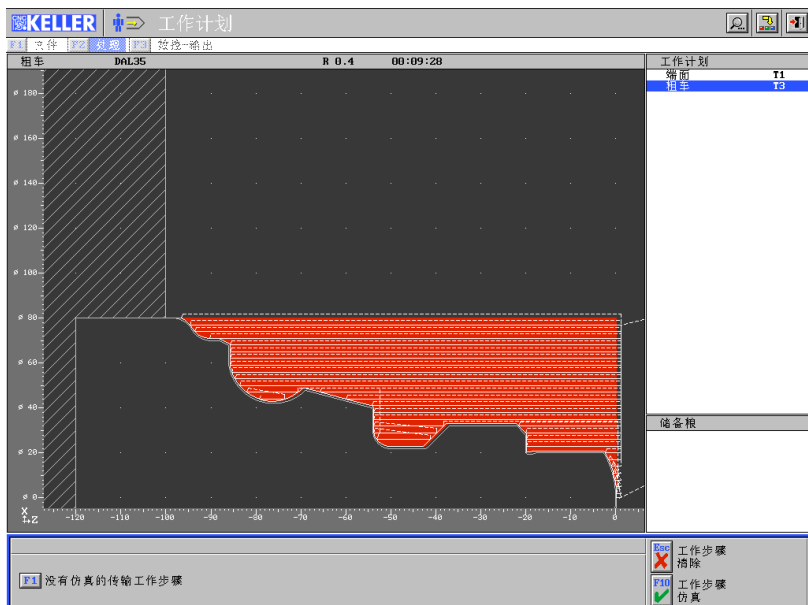
然后显示毛坯与成品件GEO2：



### A 利用T1粗车（端面）



### B 利用T3粗车（纵向）



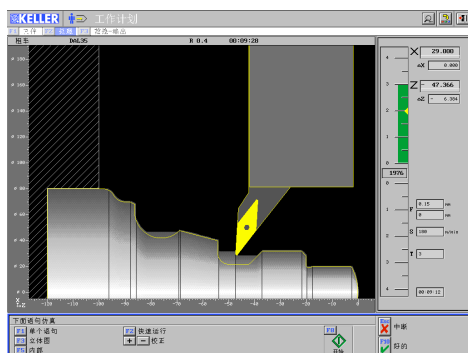
利用35°刀片粗车，适合下降的轮廓角度，适合通常的数控控制系统的粗车循环。

粗车时实际尝试的切削数据：

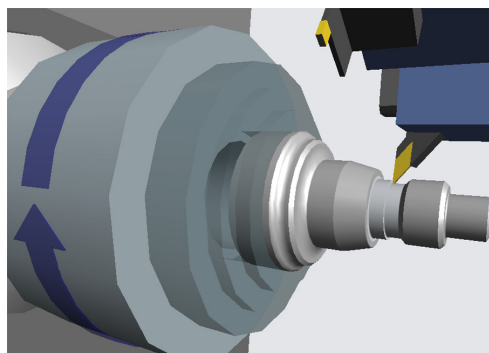
“恒定切削速度” = 180 m/min  
“进给” = 0.15 mm  
“切削深度” = 1.5 mm



粗车...

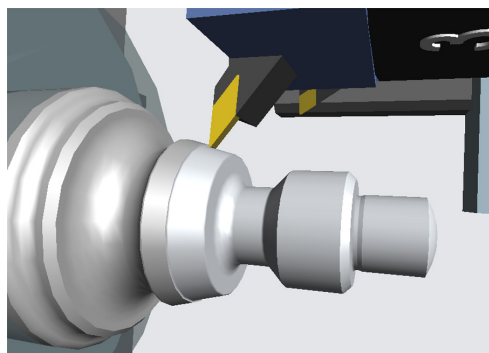
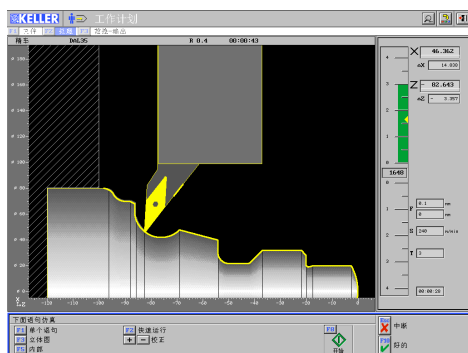


... 左旋



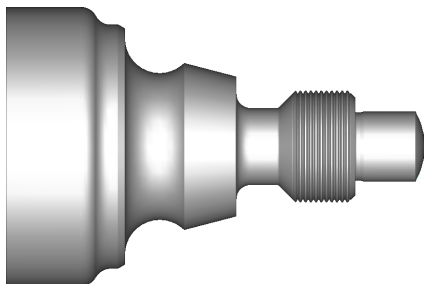
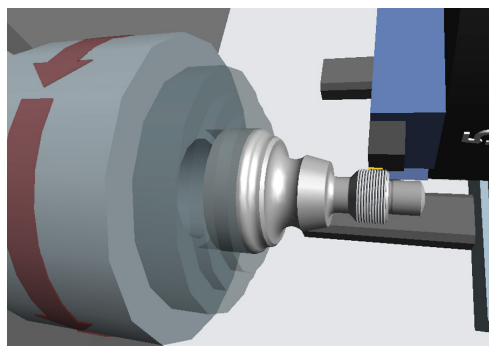
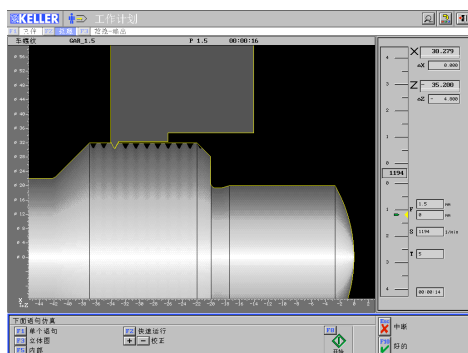
### C 利用T3精车

如同在机床上精车



### D 利用T5精车

... 右旋



在此加工时间  
为**10:41** 分钟。  
(预置的刀具换刀时间为5秒)

将这个时间与后面工作计划的加工时间  
进行比较。

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



## 4.2.6 工作计划 CAM3 (带有剩余量)

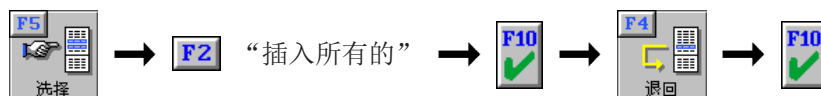
说明：在操作等级CAD/CAM中，预置转塔PRO-32。与转塔PRO-12相比较，刀位采取其它的布置方式。

作计划CAM2，在此您经历，重型粗车刀具的使用结合自动剩余材料鉴别，如何迅速见效地节省加工时间。

CAM3工作计划的出发点是CAM2工作计划。区别“只是”在于重型粗车刀具的使用。

	工作步骤	刀具
A	粗车（端面）	T1 (80°刀片)
B	粗车（纵向）	T14 (重型粗车-WZ)
C	粗车（剩余材料）	T3 (35°刀片)
D	精车	T3
E	车螺纹	T5

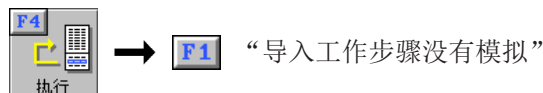
加载工作计划CAM2，将工作步骤退回到文件：



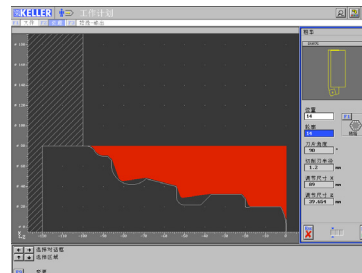
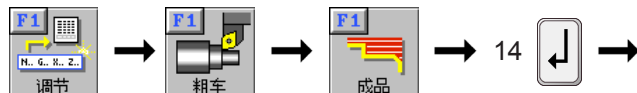
工作计划	
粗车	T1
粗车	T3
精车	T3
车螺纹	T5

J现在拟定新的工作计划：

A 因为此处车端面与CAM2中车端面是一样的，可以导入第1个工作步骤：



B 现在通过重型粗车刀具T14放置新的工作步骤：

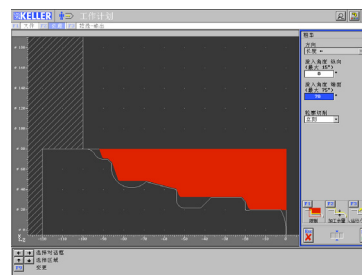


在第2个对话框中将纵向旋入角度置于0°，因为这个刀具的旋入是无意义的。

然后必须使用有意义的“受限”：

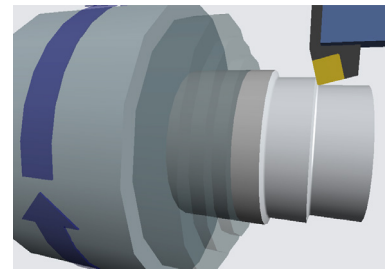
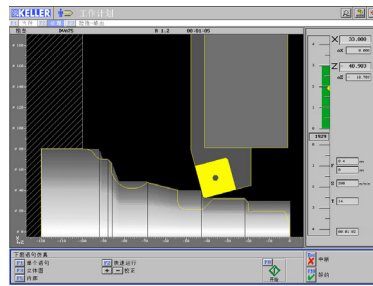
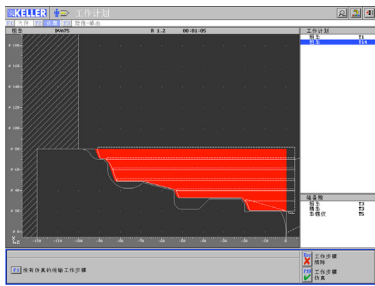
“F1 受限” / “F2 输入坐标”：

- Z 左-92，因为否则的话刀具撞击卡盘
- X 内部 20，因为刀具不应当切削这个小的体积



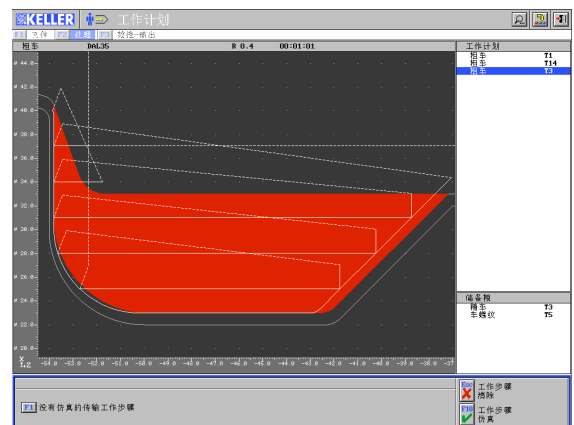
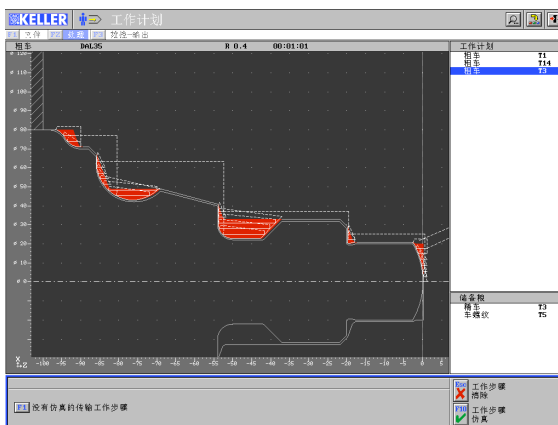


在第1张图片中，可以很好的识别由于大的切屑深度而导致很少的切削次数。



**C** 应当实施下一个在文件中的工作步骤T3刀粗车。

注意：尽管从CAM2工作计划导入的粗车 T3工作步骤，车削了全部材料，在此这个工作步骤还是能够没有变更地导入，因为“智能化软件”自动识别生成的剩余材料，并且没有气屑地生成新的，最佳的刀具路径。

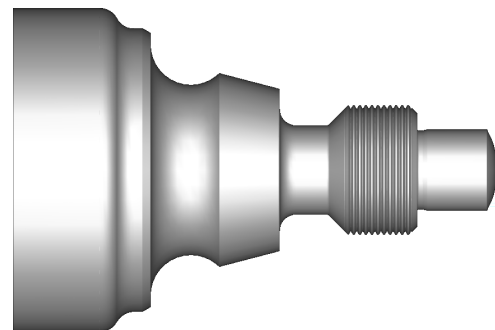


显示为T3生成的新的刀具路径。

如您看到的，软件甚至同时在X轴和Z轴生成快速运行路径，因此进给斜穿地实现（工作环境安静，因为同时激活了两个驱动）。

**D/E** 利用T3“精车”和利用T5“车螺纹”的工作步骤可以同样无变化地导入。

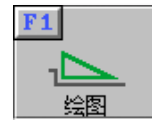
工作计划	00:03:19
粗车	T1
粗车	T14
粗车	T3
精车	T3
车螺纹	T5



在此加工时间：  
CAM2加工时间：  
通过“智能化软件”节省时间

**3:19 min**  
**10:41 min**  
**大约 70%**

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



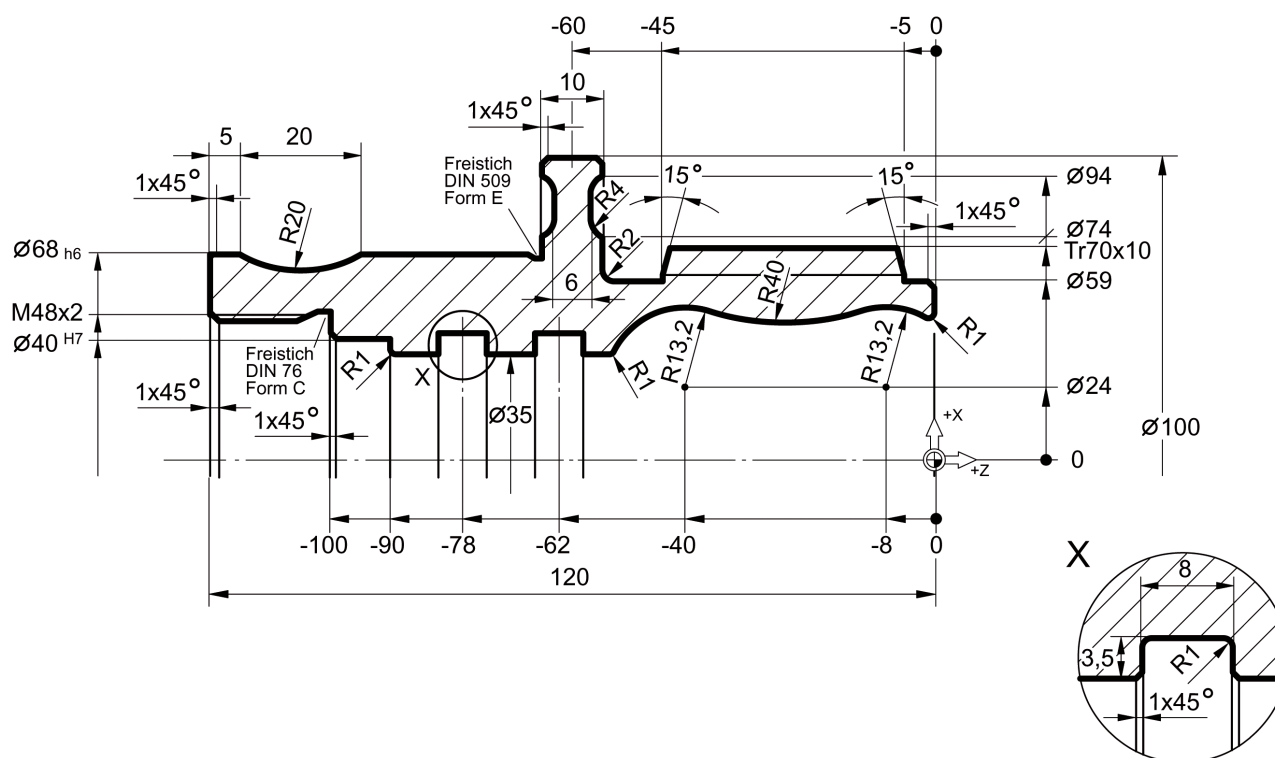
## 4.3 从CAD数据导入

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 = Drawing Exchange Format
- IGES = Initial Graphics Exchange Specification



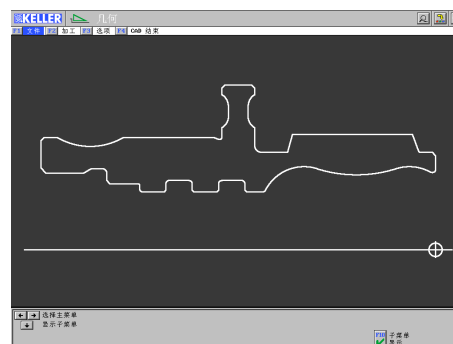
### 4.3.1 导入几何

1. 在启动辅助 **调节新的文件** 中利用F10导入

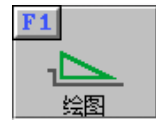
2. 选择F1调节和



F1 文件 / F1 打开 / F1 DXF文件，然后选择文件CAD1.





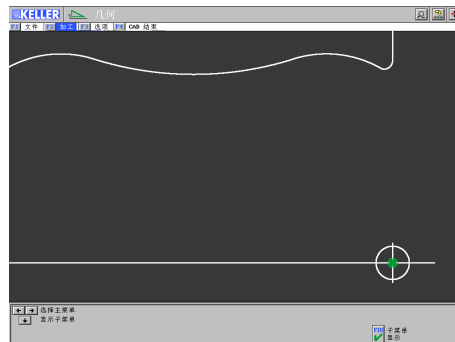




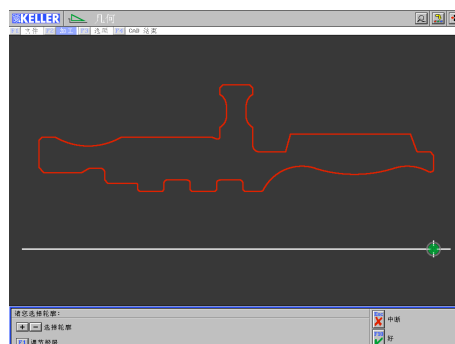
导入这个内部轮廓和外部轮廓的做法建议

1. 选择“F2加工” / “F2零点”，将零点置于X0/Z0:

- 首先选择零点应当置于其上的元素。例如通过鼠标单击利用“F10”激活中线。
- 您通过选择F5切削点和  / ，可以确定零点。



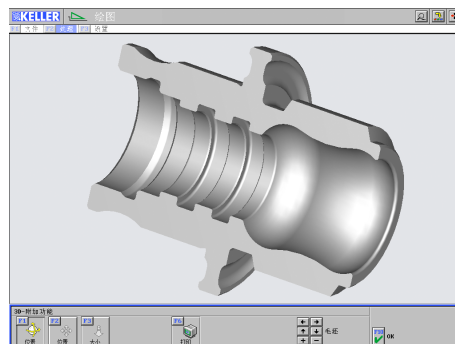
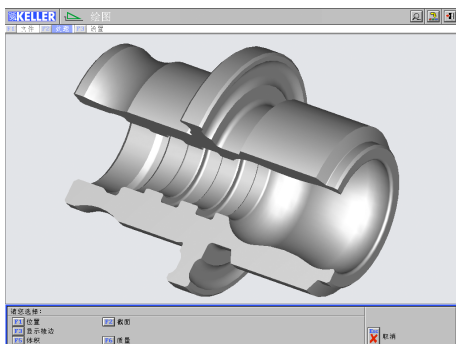
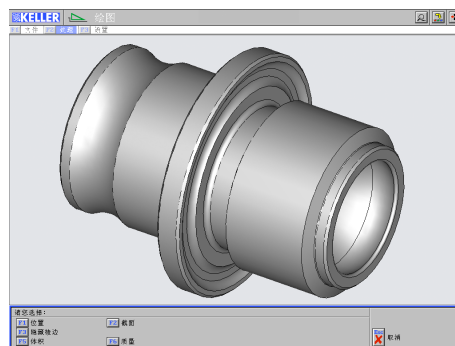
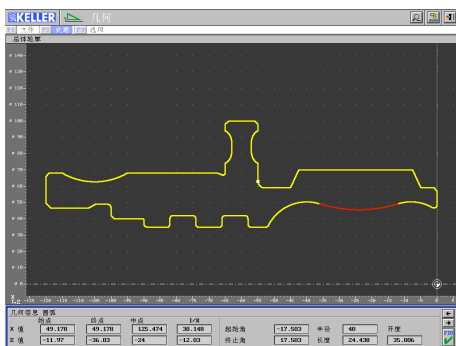
2. “F2加工” / “F5 自动”:



3. 利用F10导入这个路线还有像调节  .

“整个轮廓”意味着：外部轮廓和内部轮廓两者都是封闭轮廓线。

通过  来显示轮廓上所有的几何数据。



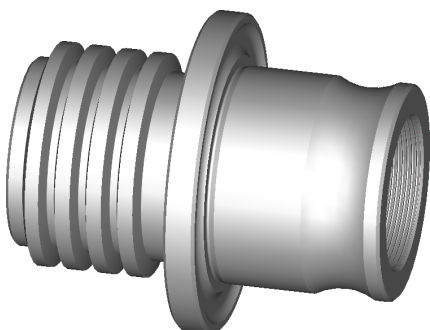


## 4.3.2 工作计划CAM4

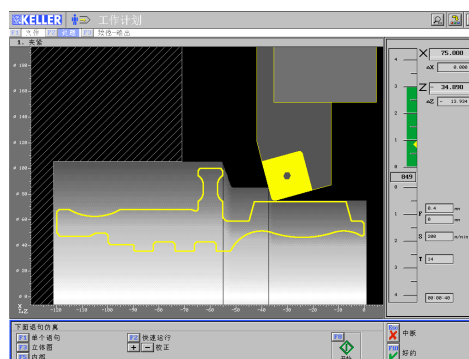
工作计划“CAM4”存储在文件夹  
*Workbook SYMplus* 中。  
打开这个文件。

模拟这个工作计划中摘录几个您看到的。

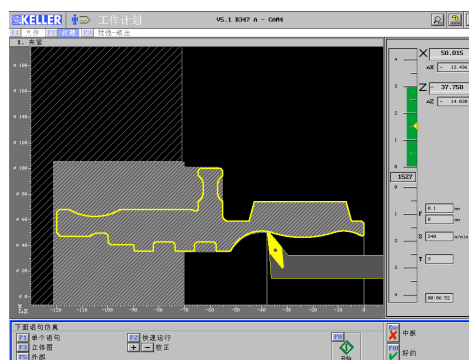
工作计划	00:15:16
粗车	T14
钻孔	T6
粗车	T1
粗车	T1
粗车	T1
精车	T3
车槽	T4
粗车	T7
粗车	T9
精车	T9
车槽	T19
精车	T19
精车	T3
车槽	T18
精车	T18
车螺纹	T24
夹紧	
钻孔	T6
粗车	T1
粗车	T1
粗车	T3
粗车	T3
粗车	T7
粗车	T9
精车	T9
精车	T9
车槽	T18
精车	T18
车槽	T19
精车	T19
车螺纹	T11



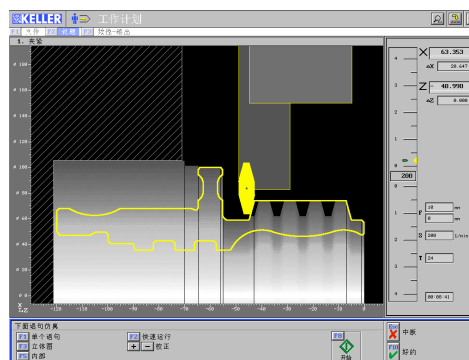
T14



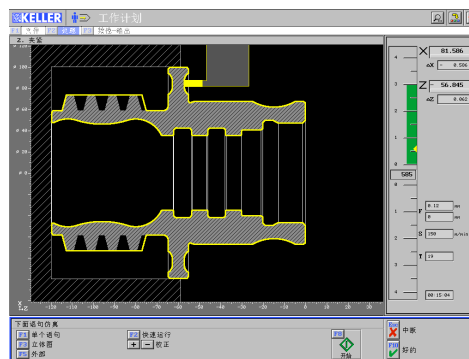
T9



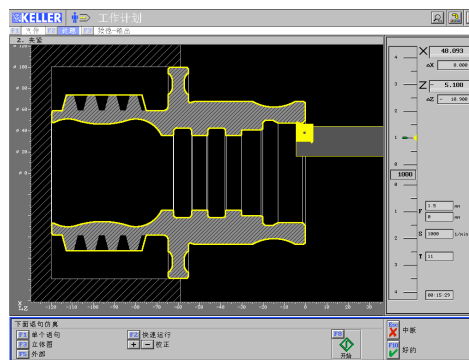
T24

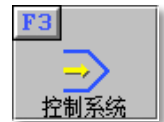


T19



T11





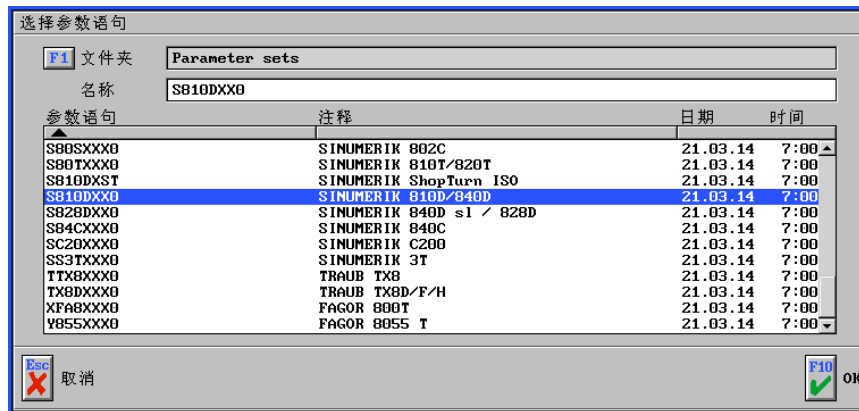
### 4.3.3 用于控制系统TRAUB TX8D的数控程序

在拟定工作计划和选择了“回到主菜单”之后，选择


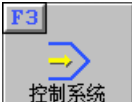
F3 数控输出和

F1 数控程序。

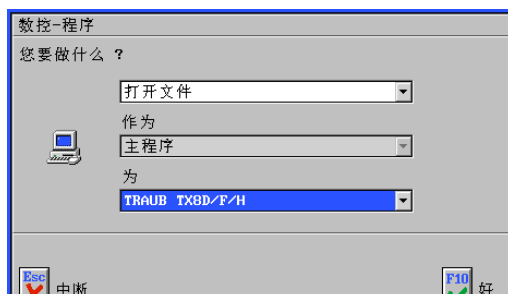
选择“F1后置处理器参数取代”，然后选择希望的控制系统：



选择“F10”和“F2数控程序”。假如文件夹 *My simulator Programs* 没有激活，那么选择“F1选择其它的文件夹”。输入名称例如 **1234**，然后生成数控程序。

然后选择  并且变换操作方式到  ...

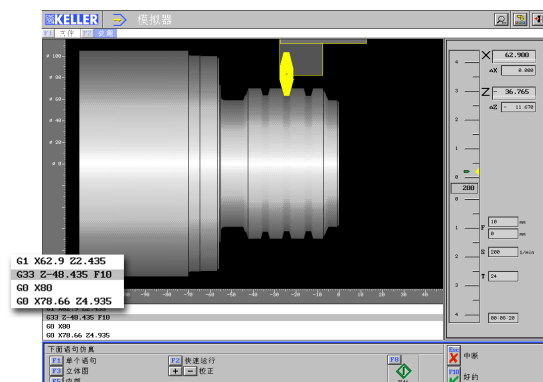
... 选择希望的模拟器...



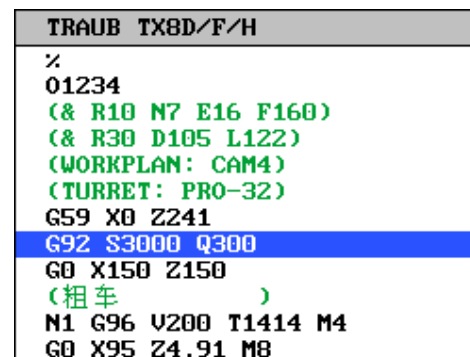
通过F1文件... 调节希望的毛坯尺寸。

因为没有用于装夹的指令，从工作计划出发，对每页必须生成一个数控程序。当每页生成一个数控程序时，还要简单。

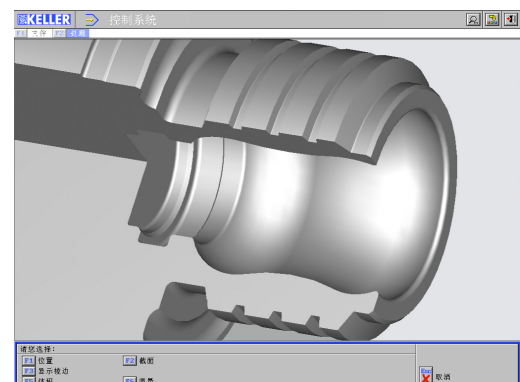
二维模拟

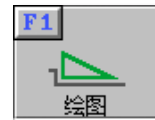


... 打开文件 **1234**:

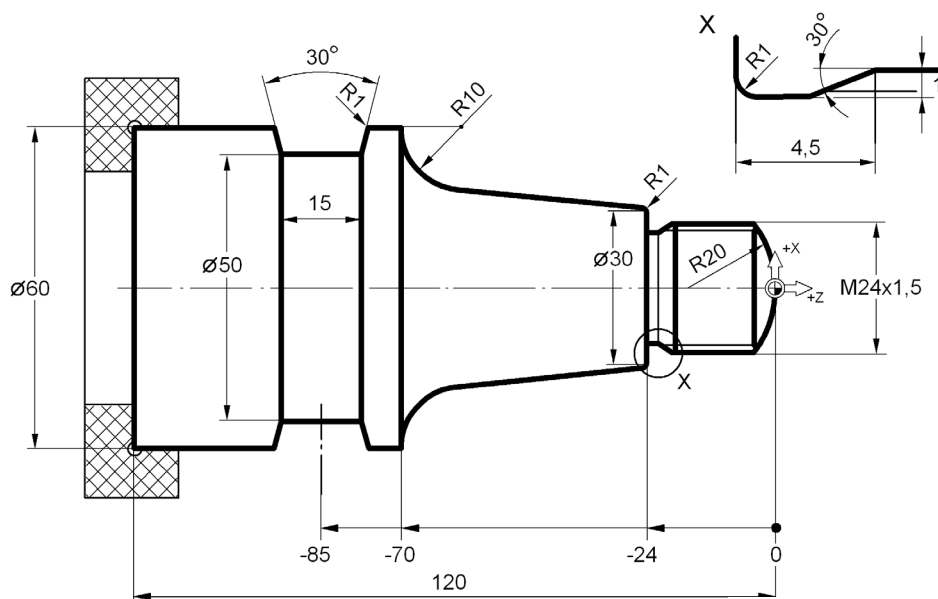


三维外观





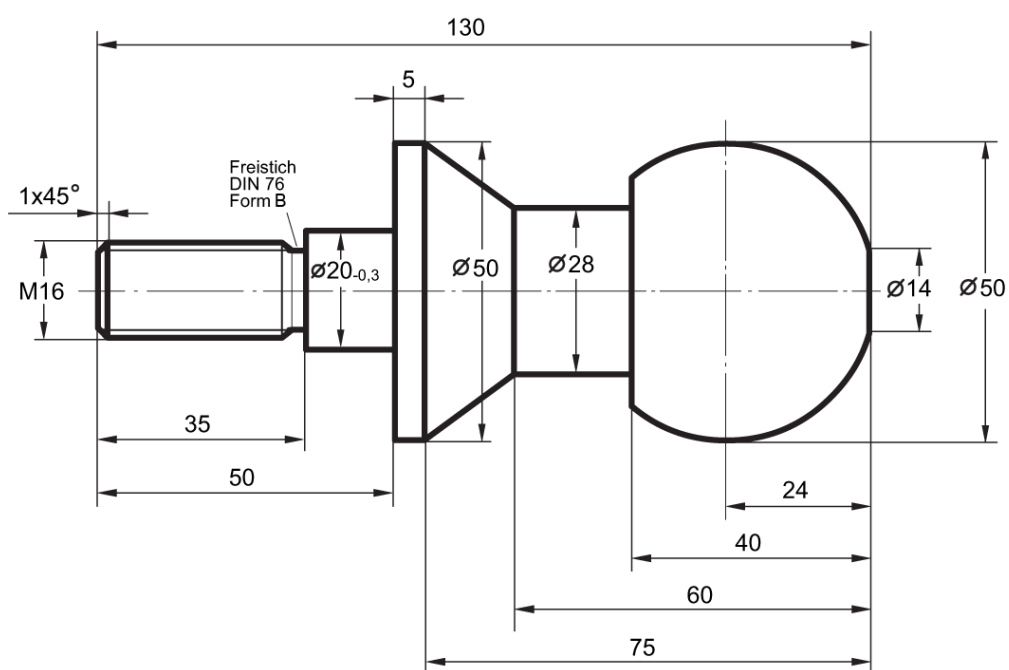
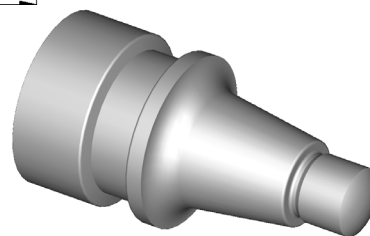
## 4.4 工件图纸用于图像对话框



用于几何拟定的时间:

初学者: 大约20 分钟  
 进步者: 大约10 分钟  
 熟练者: < 3 分钟

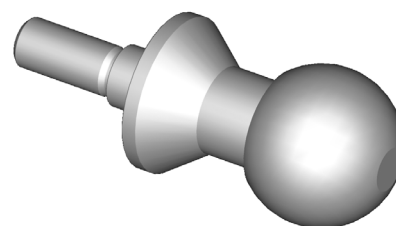
$V = 187.141 \text{ cm}^3$

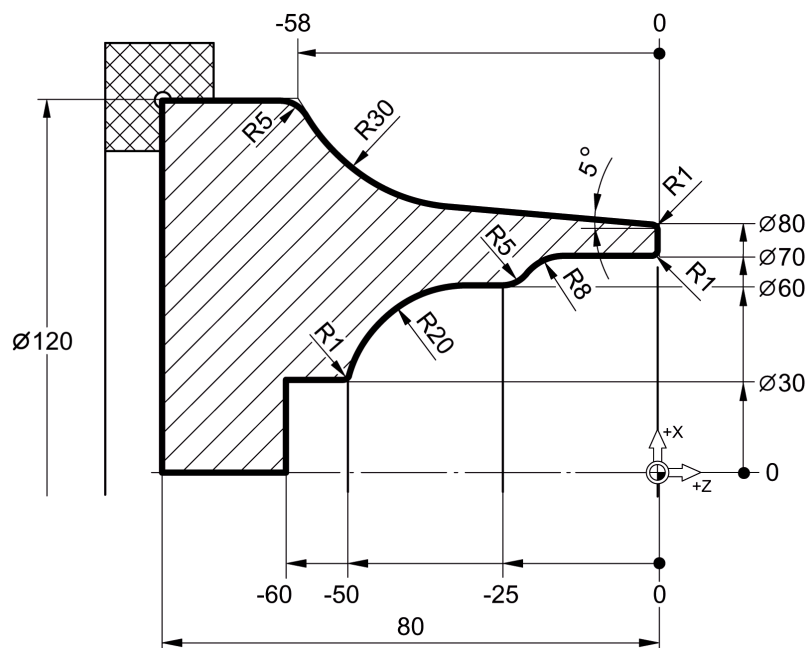
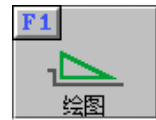


用于几何拟定的时间:

初学者: 大约20 分钟  
 进步者: 大约10 分钟  
 熟练者: < 3 分钟

$V = 111.709 \text{ cm}^3$

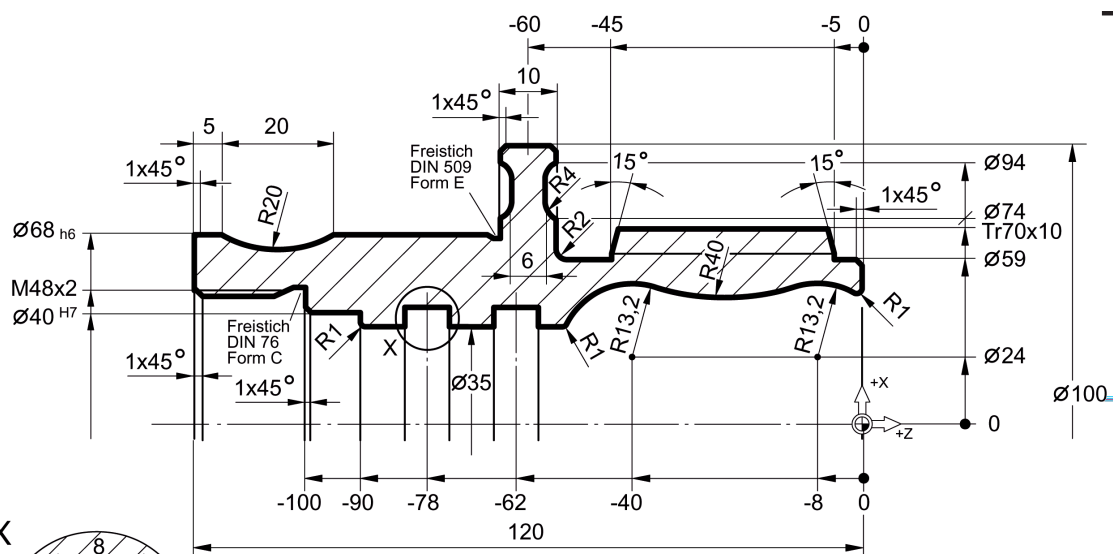
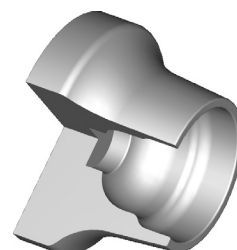




用于几何拟定的时间:

初学者: 大约30 分钟  
 进步者: 大约15 分钟  
 熟练者: < 3 分钟

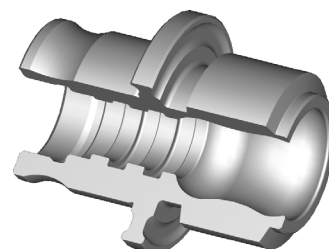
$V = 452.845 \text{ cm}^3$

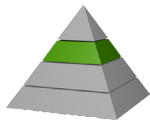


用于几何拟定的时间:

进步者: 大约30 分钟  
 熟练者: 大约15 分钟

$V = 272.295 \text{ cm}^3$



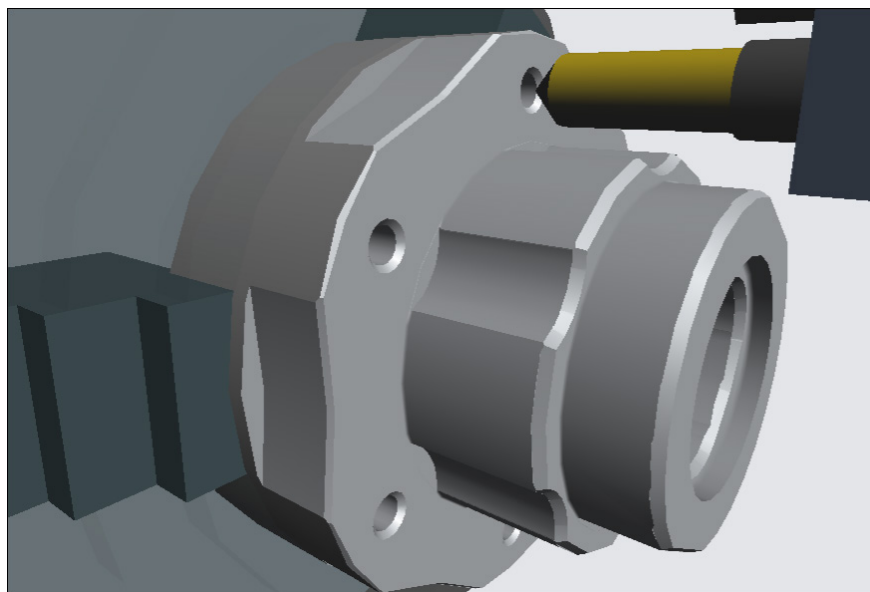


## 5 完全加工

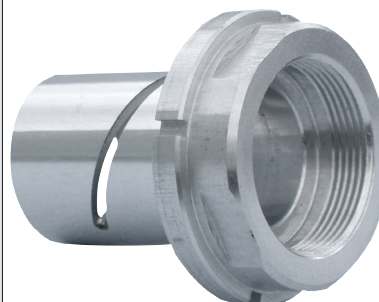
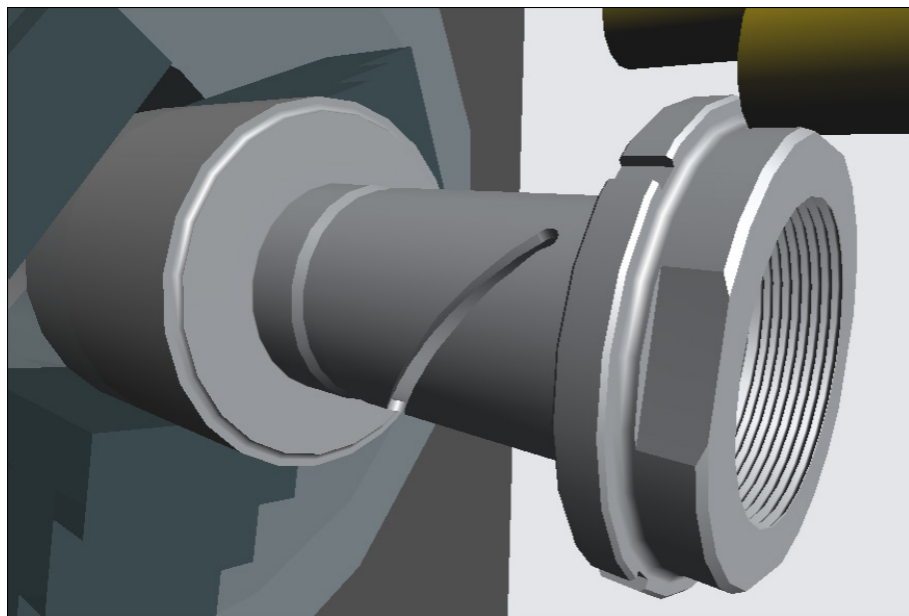
完全加工意味着在一台车床上进行车削，铣削和钻孔加工。

### 在控制模拟器中利用C轴进行完全加工

对于利用C轴的加工由主轴受控的，缓慢的旋转运动完成，在此这个运动可以与驱动刀具的X轴运动，Z轴运动或者X/Z轴运动叠加。由此可以在端面或者表面上生成任意轮廓。

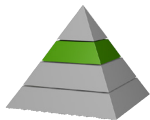


这儿您看到在工件端面上一个关键表面的铣削和表面上导向槽的铣削。



完全加工的优点是，工件一次装夹后可以被完全加工。所以当前5台数控车床上就有4台装备了C轴。

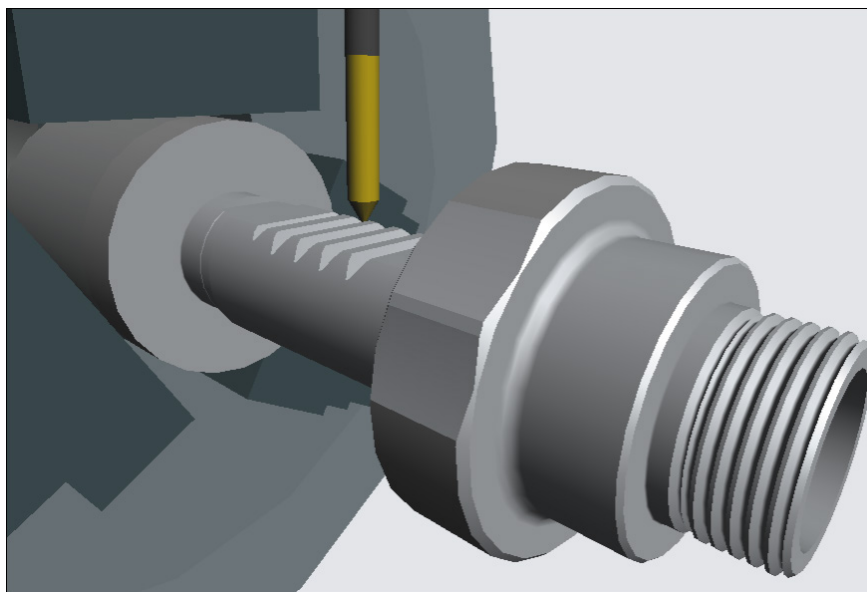
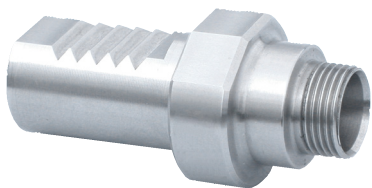
不仅对PAL仿真，而且对例如西门子，海顿汉和发那科仿真来说，凯勒软件都有允许对C轴编程的扩展。对于PAL仿真也有一个独立的练习册“完整加工”。



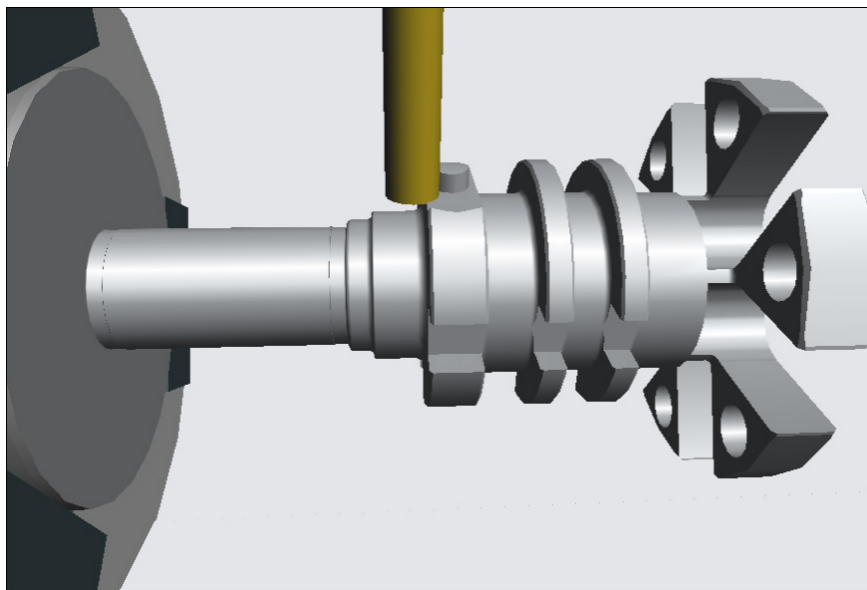
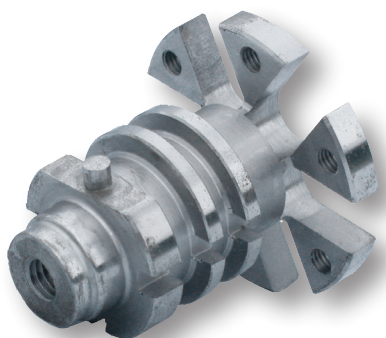
## 在控制模拟器中利用Y轴进行完全加工

工件利用Y轴在数控车床上的加工意味着，在主轴静止时驱动刀具实施Z轴方向的横向运动，在此这个运动可以与刀架溜板Z轴运动叠加。

在这一页上显示的工件是C轴和Y轴上的复合加工。



这儿您看到在弦面上借助于Y轴的轴颈铣削。



由于Y轴奢华的结构形式和与之相关的高昂放入价格，通常这些机床只是用于在样机制造中高度复杂的工件和/或者大规模生产中。

PAL仿真扩展（见上页）也包括利用Y轴对弦面进行编程和仿真的可能性。  
SINUMERIK840D也提供高度结构分级的Y轴。



### 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。

# “车削” PAL编程系统

用于PAL测试的自从2008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：

**G18** 选择面  
**G90** 绝对编程  
**G53** 取消零点位移  
**G40** 取消零点位移  
**G1** 直线进给  
**G97** 转速  
**G95** 进给单位 mm

### 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

对于循环来说有强制地址和选项地址，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。

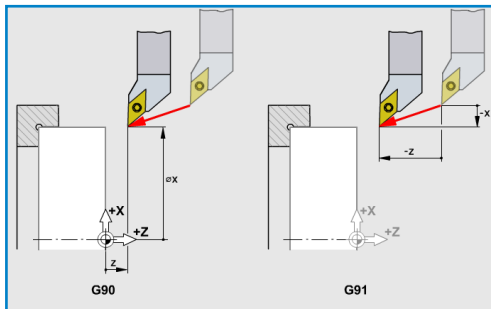
## G0 快速运行

刀具以最大可能的速度运行到利用X和Z编程的目标点。

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

F	进给
S	转速/切削速度
M	附加功能

TC	修正存储器
TR	刀尖圆弧半径补偿
TX	X方向刀具补偿
TZ	Z方向刀具补偿

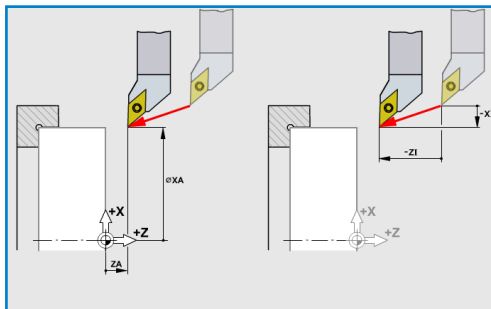


X/Z刀具以最大可能的速度运行（快速运行）到利用X和Z编程的终点。

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G90来说X值是直径编程。

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。

对于G91来说X值是半径编程。



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ZA或者X与ZI一起编程。

在这种方式中可以灵活地传输很多图纸尺寸，而不必进行加减计算。

## G1 工作过程中的直线插补

刀具以编程进给的直线插补运行到线段的编程终点。

1)	
X Z	} 输入终点 (见G0)
XI ZI	
XA ZA	

D	长度
AS	升角
RN	倒圆角/斜角
H	角度标准

RN=0\*  
H1\*

E	精密进给
F	进给
S	转速/切削速度
M	附加功能

TC	刀补存储器
TR	刀尖圆弧半径补偿
TX	X方向刀具补偿
TZ	Z方向刀具补偿

AS 角度是关于Z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。  
原则上对长度D编程时是没有符号的。

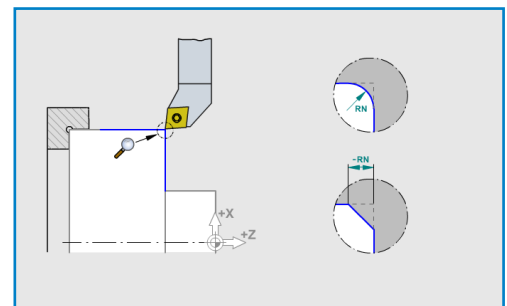
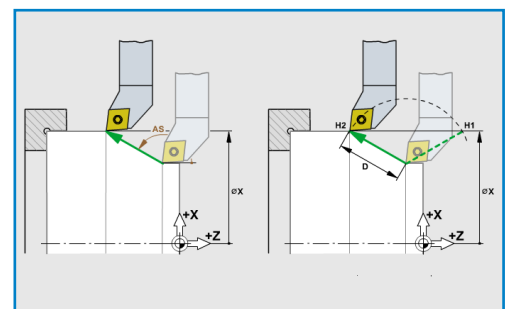
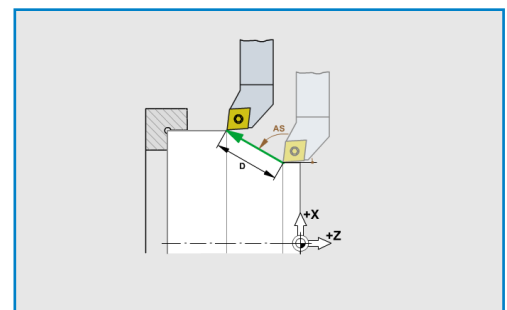
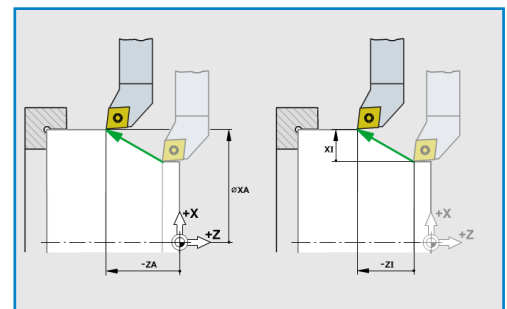
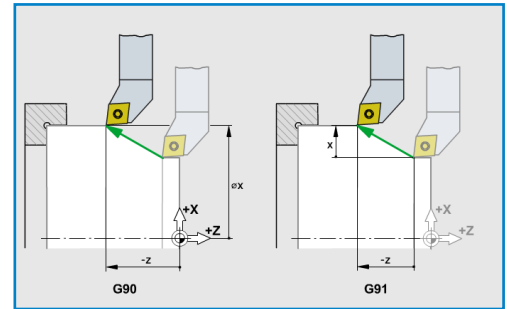
利用长度和角度进行标注尺寸，人们称之为极坐标。

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。



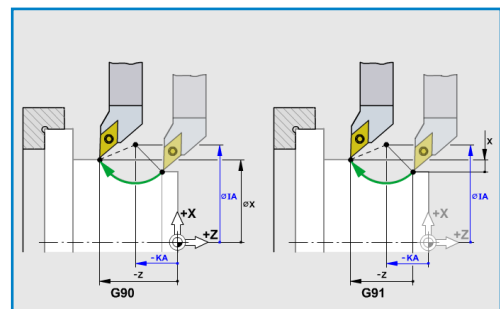
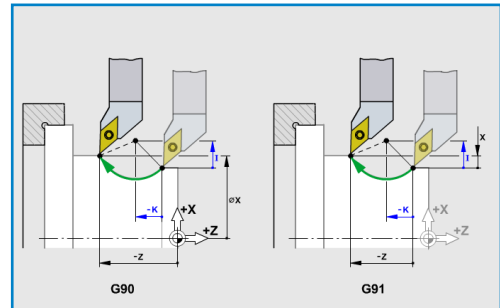
## G2/G3 圆弧插补

刀具以编程进给的圆弧插补运行到顺时针圆弧的编程终点。

1)	
X Z	输入终点 (见G0)
XI ZI	
XA ZA	
I K	增量中点坐标
IA KA	绝对中点坐标

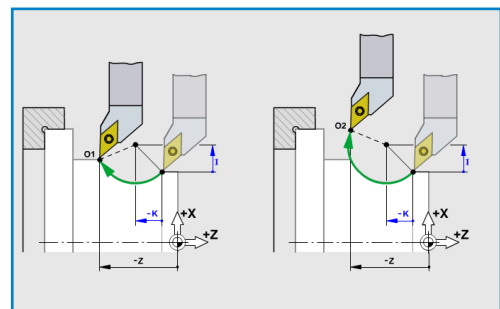
R	半径	
AO	圆心角	
RN	倒圆角/斜角	RN=0*
O	圆弧标准	O1*

E	精密进给
F	进给
S	转速/切削速度
M	附加功能



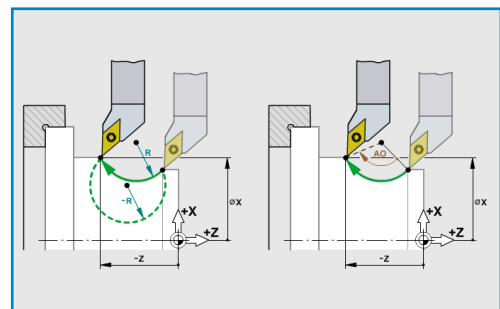
O 圆弧标准，例如当除了中点只对终点坐标编程时。

O1\* 较短的圆弧 \* 预置  
O2 较长的圆弧



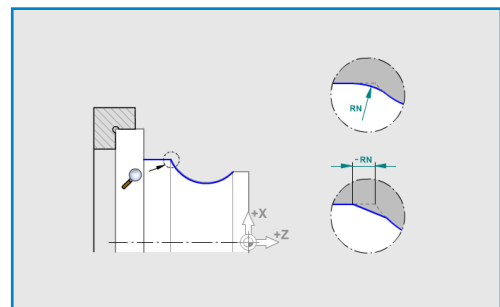
R 圆弧半径，  
符号确定各自的答案。  
R+ 较短的圆弧，圆心角  $\leq 180^\circ$   
R- 较长的圆弧，圆心角  $> 180^\circ$

R+/R-的编程使得圆弧标准O是多余的。



RN 到下一个元素的过渡元素

RN+ 倒圆角  
RN- 斜角

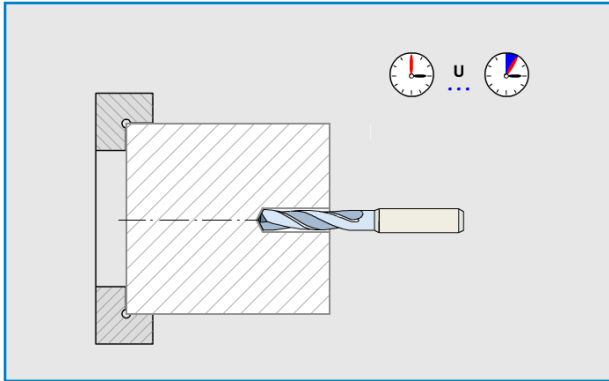


<sup>1)</sup> 在PAL模拟器中的这个位置可以对功能G9(精确停)编程。

## 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*



暂停时间单位选择

O1\* 暂停时间 单位：秒

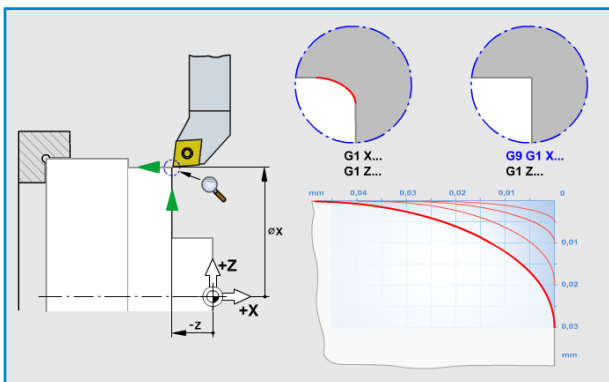
O2 转数

\* 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。

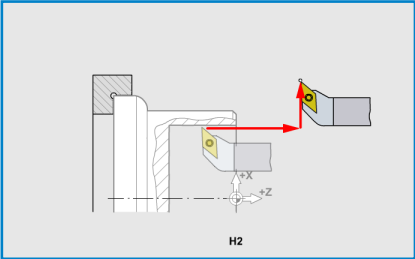
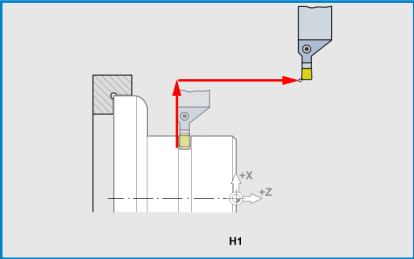
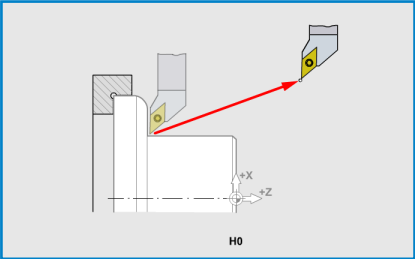
由此避免拖拉故障（“摩擦”），它会导致崩刃。

通常会放弃G9编程。那么“摩擦”的大小就取决于进给速度。

# G14 运行到换刀点

利用G14，刀具由基点运行到换刀点。

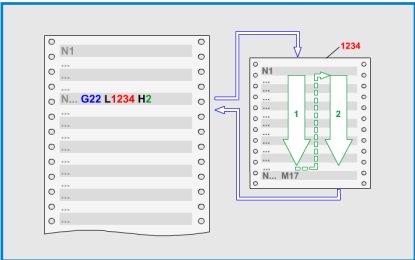
H	选择	H0*
M	附加功能	



# 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。

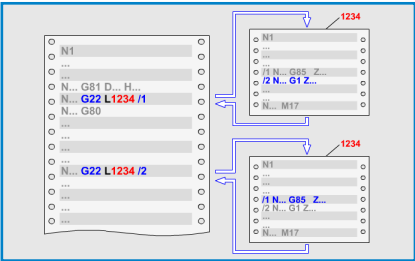
L	子程序	H1*
H	重复	
/	渐隐面	



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



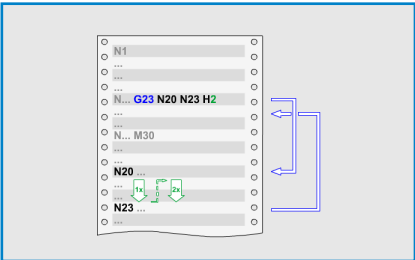
# G23 部分程序重复

利用G23重复部分程序。

N	起始号	H1*
N	终结号	
H	重复	

H 重复次数（可以取消，当子程序只是运行一次时）

\* 预置



# G30 工件掉头

用G30 Q1来模拟工件掉头

DE	装夹深度
----	------



## G31 车螺纹循环

利用G31可以切削圆柱状和锥形的螺纹。

XZ	} 螺纹终点
XI ZI	
XA ZA	
F	螺距
D	螺纹深度

XS	X方向螺纹始点
ZS	Z方向螺纹始点
DA	螺纹起动
DU	螺纹超程
Q	▼ 切削次数
O	▼ 空运行次数
AE	旋入角度
H	▼ 进给方式和剩余切削量选择
S	转速
M	附加功能

DA=0\*  
DU=0\*  
Q1\*  
O0\*  
AE=29\*  
H1\*

### 进给方式和剩余切削量选择

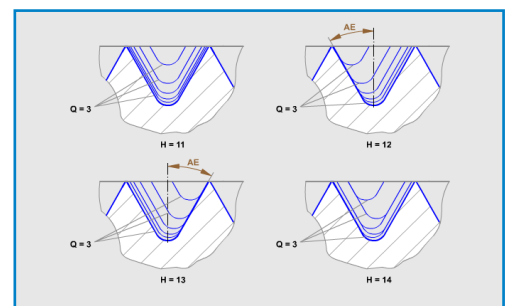
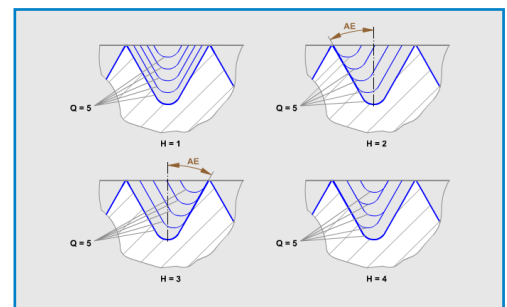
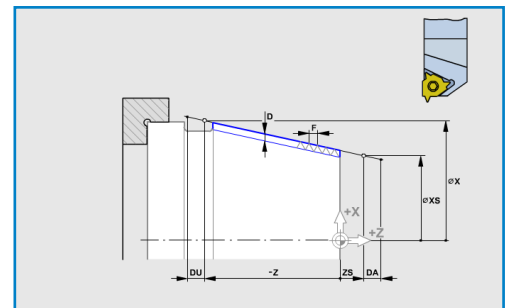
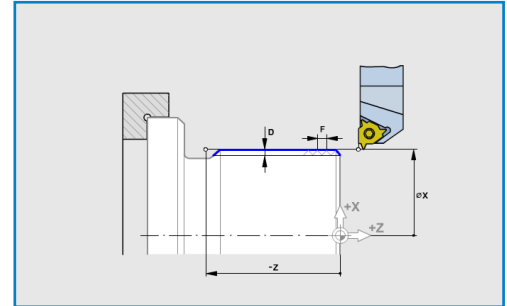
H1直到H4没有剩余切削量，就是说所有的进给是一样大

- H1\* 中间进给
- H2 在左侧面进给
- H3 在右侧面进给
- H4 左/右两侧交换进给

H11直到H14带有剩余切削量，就是说，进给减小  
(1/2, 1/4, 1/8, 1/8 x D/Q)

- H11 中间进给
- H12 在左侧面进给
- H13 在右侧面进给
- H14 左/右两侧交换进给

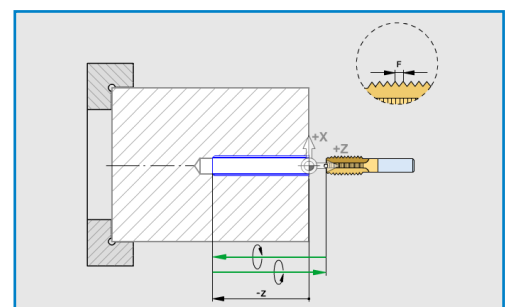
\* 预置



## G32 攻丝循环

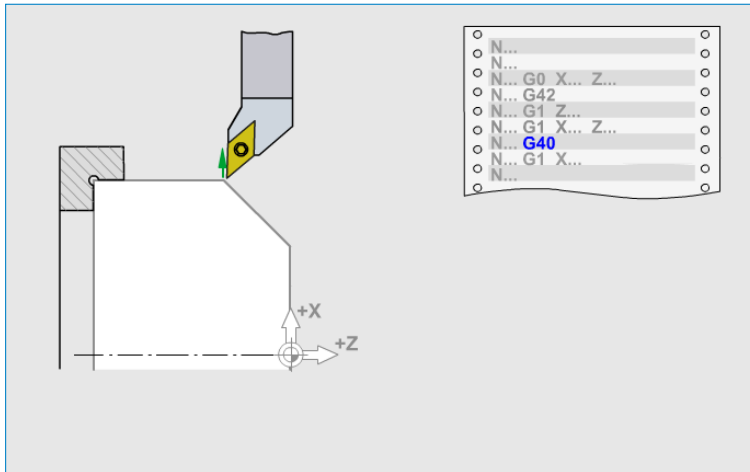
利用G32通过螺纹孔加工内部螺纹。

Z ZI ZA	螺纹终点
F	螺距
S	转速
M	附加功能



## G40 刀尖圆弧半径补偿取消

利用G40取消在G41和G42中起作用的刀尖圆弧半径补偿。

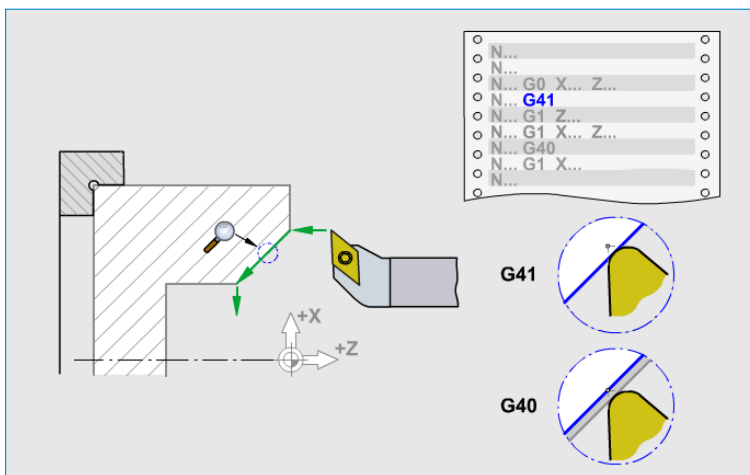


将再次由理论刀尖运行下一个编程终点。

在精车轮廓结束时编写G40指令。

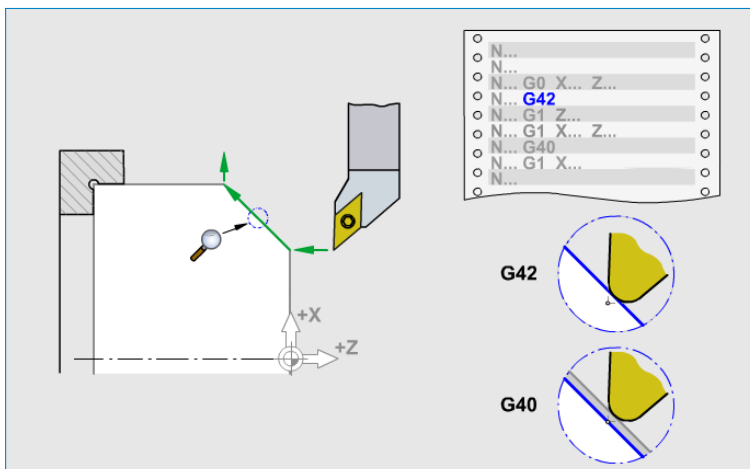
## G41 刀尖圆弧半径左补偿

利用G41选择刀尖圆弧半径左补偿（从运行方向看）。  
然后编写工件轮廓程序。



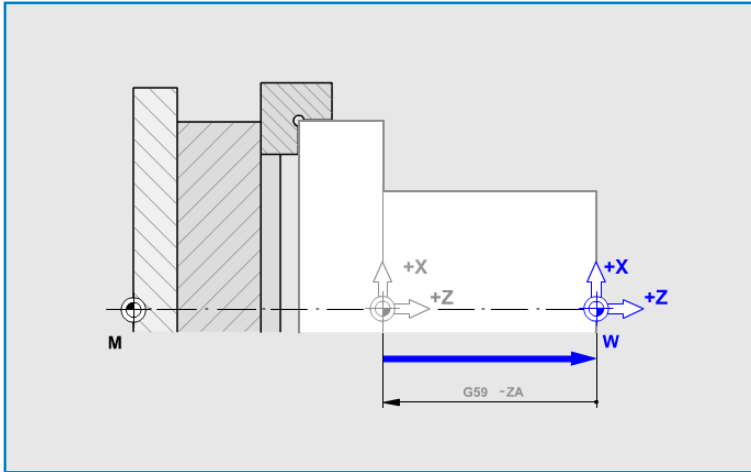
## G42 刀尖圆弧半径右补偿

利用G42选择刀尖圆弧半径右补偿（从运行方向看）。  
然后编写工件轮廓程序。



## G50 取消增量位移

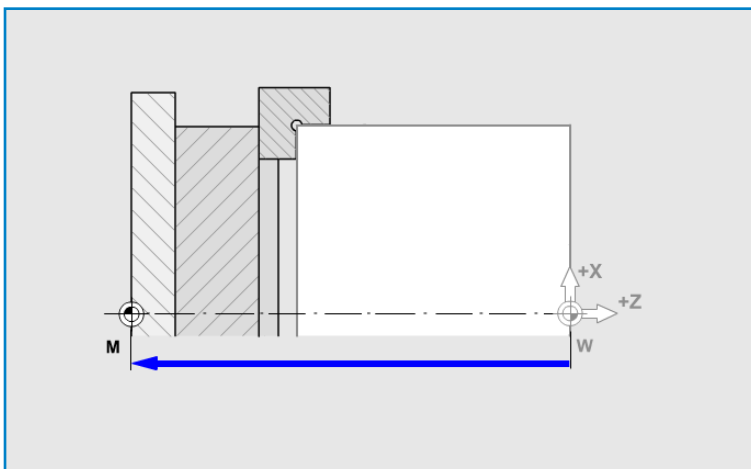
利用G50再次取消所有的增量转换，包括增量的零点位移和增量的转动。接着上次利用G54到G57指令中的一个确定的工件坐标系再次生效。



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激活机床坐标系统。



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

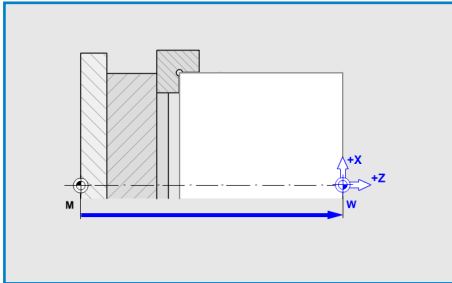
随后的编程值也再次是关于机床零点的。

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在Z方向上，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

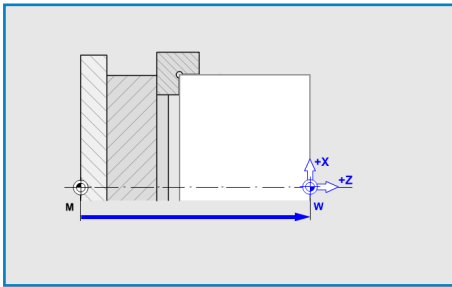


利用G54确定从机床零点到工件零点的零点位移。

大多数情况下，人们将工件零点置于成品件的平面上。

不同的值存储在控制系统的零点表格中。

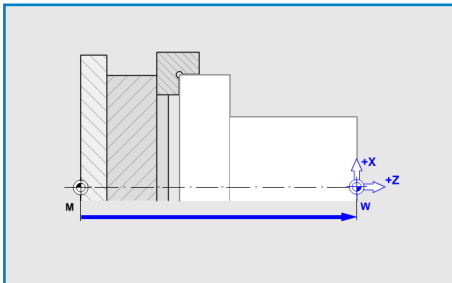
### 2. 零点位移G55



利用G55确定其它的从机床零点到工件零点的零点位移。

当由于装夹使得表面位置改变时，这作为G54的补充是有意义的。

### 3.和4.零点位移G56和G57

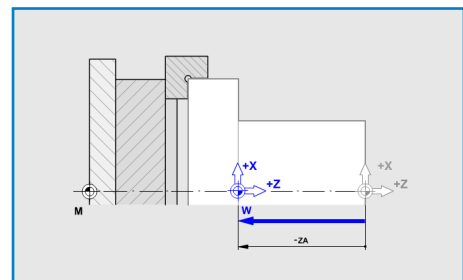


利用G54和G57可以确定其它的零点位移。

## G59 卡式增量的零点位移和旋转

利用G59工件零点可以被加到G54 - G57中位移。Z方向位移。

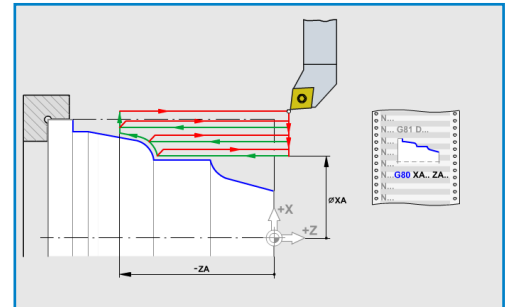
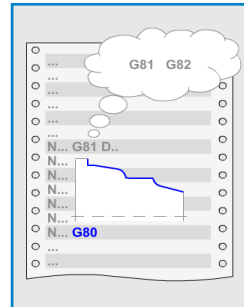
**ZA** Z方向位移。



## G80 结束轮廓描述

G80结束前面利用G81和G82编写的循环程序。

XA	X方向限制
ZA	Z方向限制



## G81 纵向粗车

G81用于没有或者带有后部车削的任意轮廓的纵向粗车。

D	横向进给
---	------

H	操作方式
---	------

AK	平行轮廓加工余量
AX	X方向加工余量
AZ	Z方向加工余量
AE	旋入角度
AS	旋出角度
AV	用于AE和AS的安全角度-切削

O	加工起点
Q	空运行最佳化
V	安全距离

E	旋入进给
F	进给
S	切削速度/转速
M	附加功能

H2\*

AK=0\*

AX=0\*

AZ=0\*

取自存储器

取自存储器

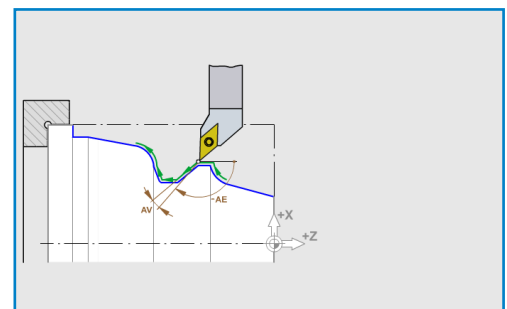
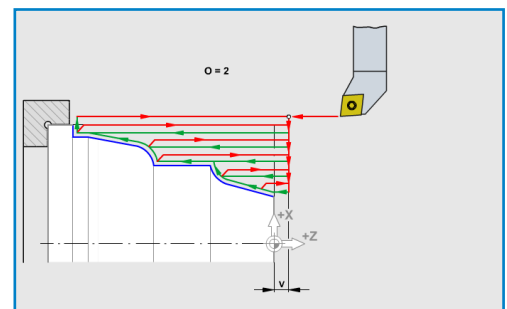
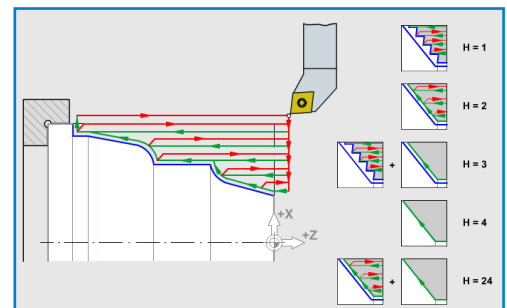
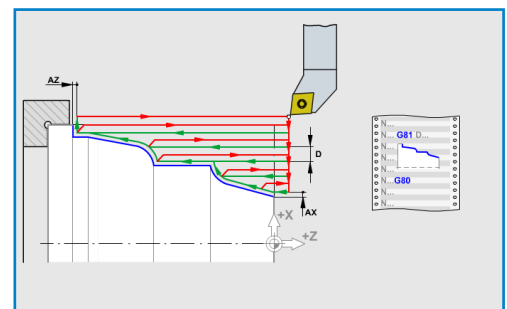
AV=1\*

O1\*

Q1\*

V1\*

E=F\*



操作方式:

(H 精车时的责任参数, 当没有D时)

H1 没有轮廓车削的粗车 (它保持“阶梯”)

H2\* 有轮廓车削的粗车

H3 开始没有轮廓车削, 然后轮廓车削

H4 只有精车 (去除横向进给D)

H24 开始有轮廓粗车, 然后精车

加工始点:

O1\* 当前刀具位置是加工始点。

O2 从轮廓算出加工始点。

空运行最佳化:

Q1\* 关闭空运行最佳化

Q2 打开空运行最佳化 (利用安全距离V)

\* 预置

## G82 端面粗车循环

G82用于没有或者带有后部车削的任意轮廓的粗车。

**D** 横向进给

**H** 加工方式

**AK** 平行轮廓加工余量

**AX** X方向加工余量

**AZ** Z方向加工余量

**AE** 旋入角度

**AS** 旋出角度

**AV** 用于AE和AS的安全角度-切削

**O** 加工起点

**Q** 空运行最佳化

**V** 安全距离

**E** 旋入进给

**F** 进给

**S** 切削速度/转速

**M** 附加功能

H2\*

AK=0\*

AX=0\*

AZ=0\*

取自存储器

取自存储器

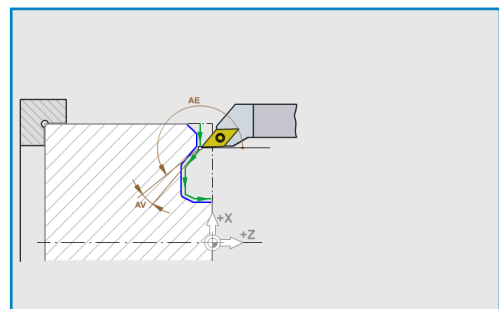
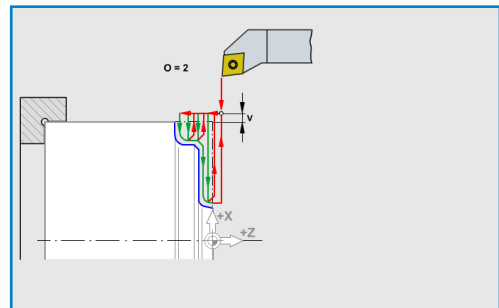
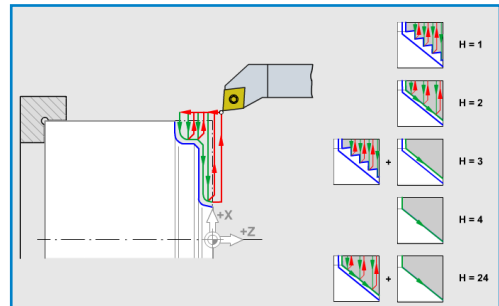
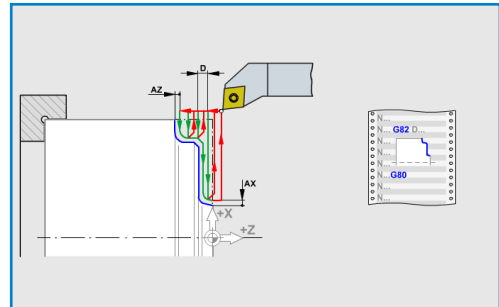
AV=1\*

O1\*

Q1\*

V1\*

E=F\*



### 操作方式:

(H精车时的责任参数, 当没有D时)

H1 没有轮廓车削的粗车 (它保持“阶梯”)

H2\* 有轮廓车削的粗车

H3 开始没有轮廓车削, 然后轮廓车削

H4 只有精车 (去除横向进给D)

H24 开始有轮廓粗车, 然后精车

### 加工始点:

O1\* 当前刀具位置是加工始点。

O2 从轮廓算出加工始点。

### 空运行最佳化:

Q1\* 关闭空运行最佳化

Q2 打开空运行最佳化 (利用安全距离V)

\* 预置

## G84 钻孔循环

G84是带有断屑和/或者去屑的通用钻深孔循环。

**ZI ZA** 增量/绝对的孔深

D	进给深度
V	安全距离
VB	到达孔底面的安全距离
DR	减少的值
DM	最小的进给
R	回程距离

DA	中心钻钻削深度
U	停留时间
O	停留时间单位
FR	减小快速运行

E	中心钻进给
F	进给
S	转速/切削速度
M	附加功能

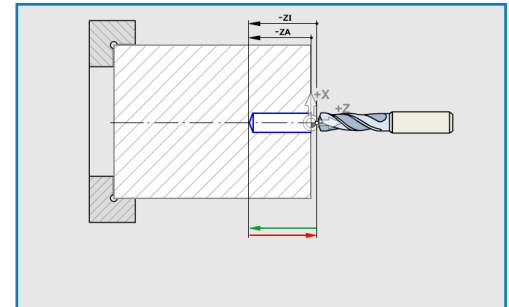
停留时间单位:

O1\* 秒

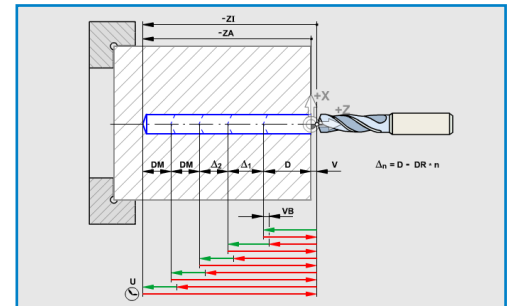
O2 转数

\* 预置

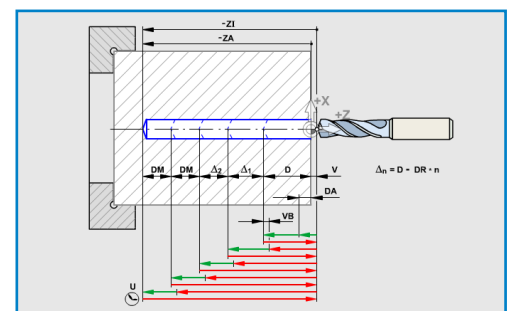
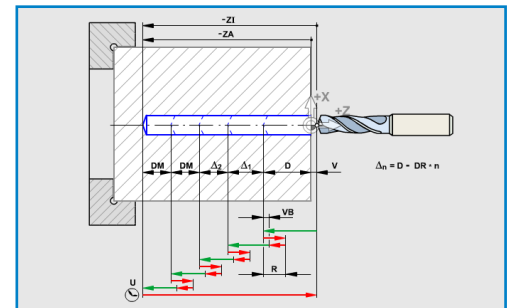
V=1\*  
VB=1\*  
DR=0\*  
DM=DR\*



DA=0\*  
U0\*  
O1\*



E=F\*





## G85 退刀槽循环

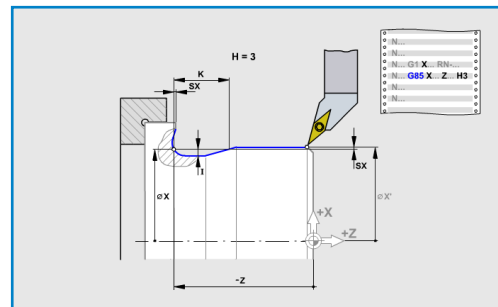
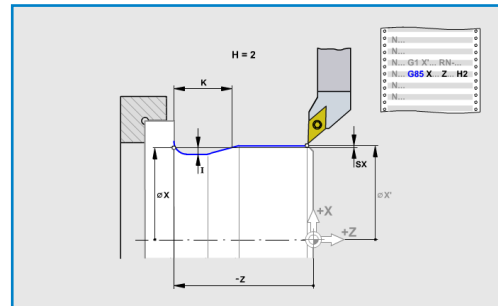
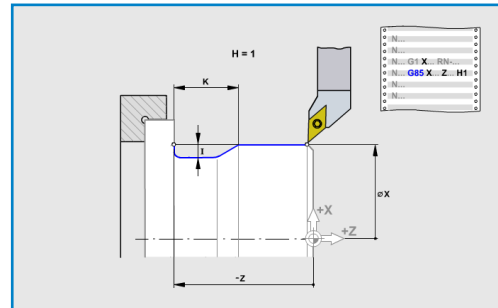
利用G85可以根据DIN 76和DIN 509 E/F对退刀槽编程。

X Z	} 输入终点 (见G0)
XI ZI	
XA ZA	
I	退刀槽深度 (对 DIN 76)
K	退刀槽宽度 (对 DIN 76)
RN	圆角/斜角
SX	磨损量
H	退刀槽形式
E	旋入进给
F	进给
S	转速/切削速度
M	附加功能

SX=0\*

H1\*

E=0.25 x F\*



退刀槽形式:

H1\* DIN76

H2 DIN509 形式 E

当后来只有圆柱表面时, 使用这种退刀槽形式。

\* 预置

## G86 径向车槽循环

G86用于在表面（X方向）上加工槽。

X Z	} 车槽点
XI ZI	
XA ZA	
ET	内部直径

EB	槽宽
AS	在起始端面上的螺纹啮合角
AE	在结束端面上的螺纹啮合角
RO	上部的圆角/斜角
RU	下部的圆角/斜角

D	进给深度
AK	平行轮廓的加工余量
AX	X方向加工余量
EP	占点
H	加工方式
DB	横向进给 单位 %
V	安全距离

E	精密进给
F	进给
S	转速/切削速度
M	附加功能

AS=0\*

AE=0\*

RO=0\*

RU=0\*

AK=0\*

AX=0\*

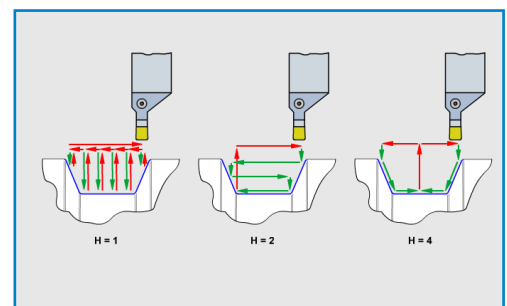
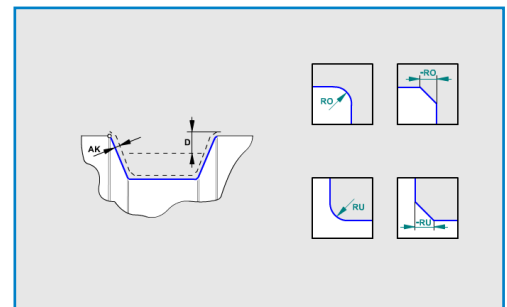
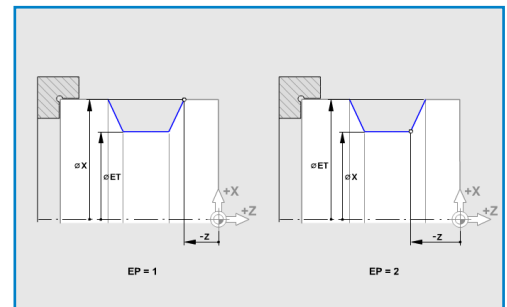
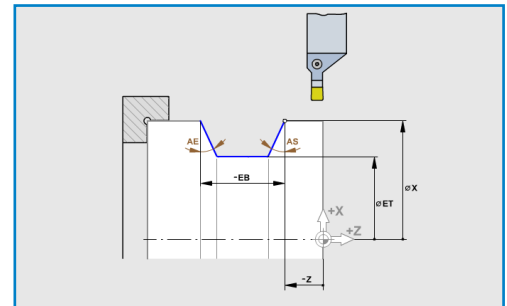
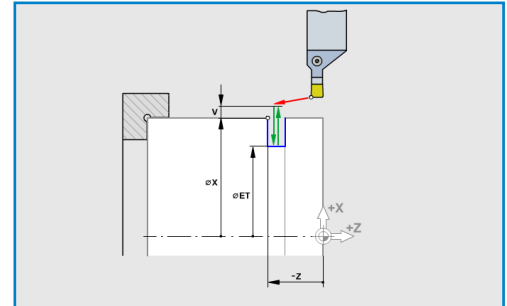
EP1\*

H14\*

DB=75\*

V=1\*

E=F\*



槽宽:

EB+ 正槽宽: 在切槽位置右侧车槽

EB- 负槽宽: 在切槽位置左侧车槽

切槽点的位置:

EP1 槽顶的拐点

EP2 槽底的拐点

加工方式:

H1 切槽

H2 车槽

H4 精车

H14\* 首先切槽, 然后精车

H24 首先车槽, 然后精车

\* 预置

## G88 轴向车槽循环

G88用于端面（Z方向）上槽的加工。

X Z	切槽点
XI ZI	
XA ZA	
ET	内部直径

EB	切槽宽度
AS	在起始端面上的螺纹啮合角
AE	在结束端面上的螺纹啮合角
RO	上部的圆角/斜角
RU	下部的圆角/斜角

D	进给深度
AK	平行轮廓的加工余量
AX	X方向加工余量
EP	占点
H	加工方式
DB	横向进给 单位 %
V	安全距离

E	精密进给
F	进给
S	转速/切削速度
M	附加功能

AS=0\*

AE=0\*

RO=0\*

RU=0\*

AK=0\*

AX=0\*

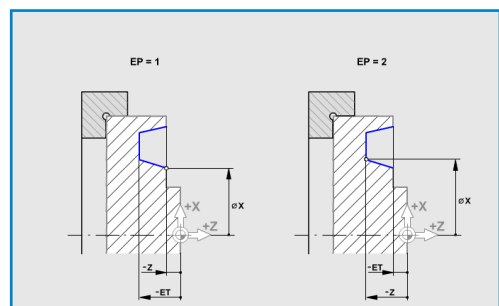
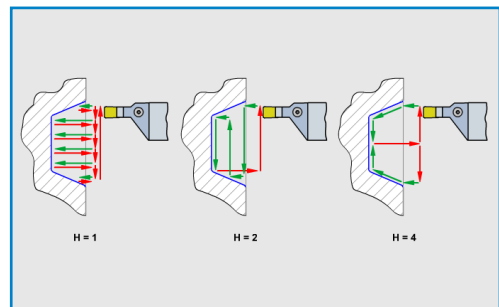
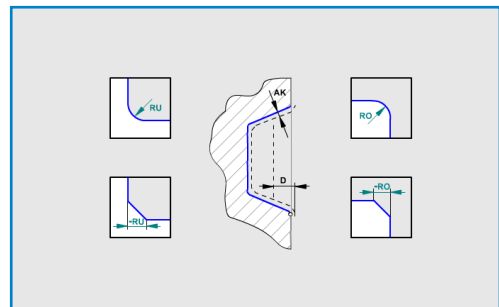
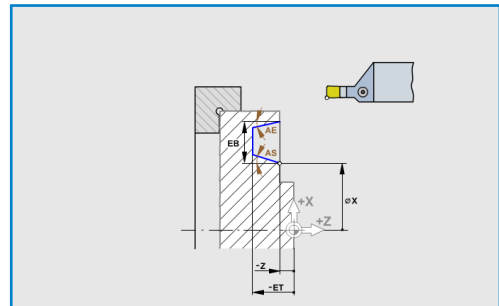
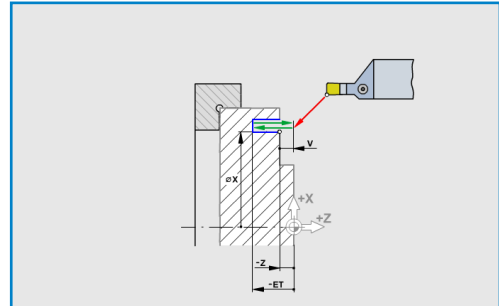
EP1\*

H14\*

DB=75\*

V=1\*

E=F\*



槽宽:

EB+ 正槽宽: 在切槽位置右侧车槽

EB- 负槽宽: 在切槽位置左侧车槽

切槽点的位置:

EP1 槽顶的拐点

EP2 槽底的拐点

加工方式:

H1 切槽

H2 车槽

H4 精车

H14\* 首先切槽, 然后精车

H24 首先车槽, 然后精车

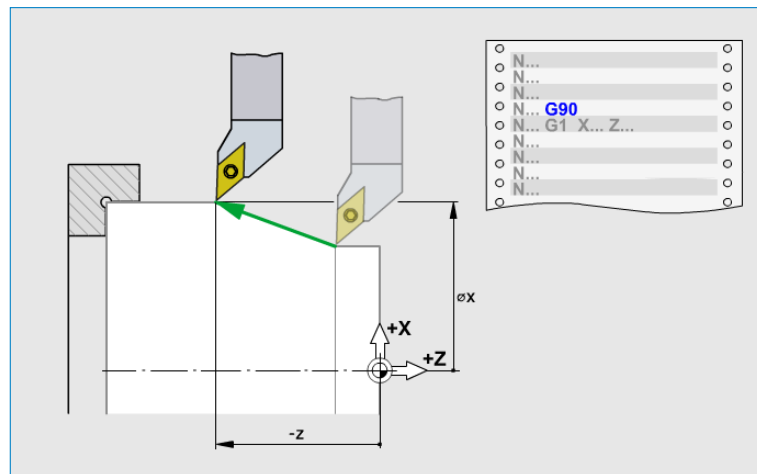
\* 预置

## 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。

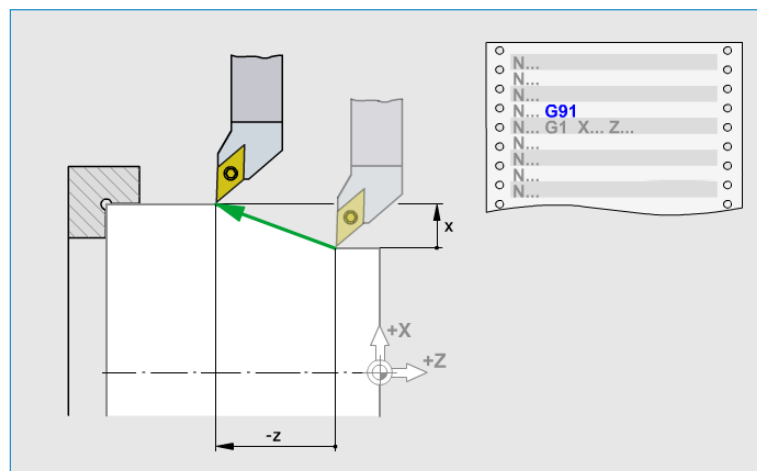


## G91 增量编程

### 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。

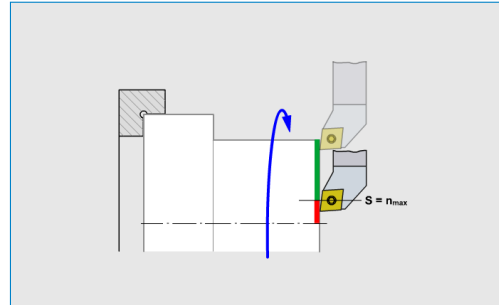
增量尺寸输入一直起作用，直到利用G90（绝对尺寸输入）取消。



## G92 转速限制

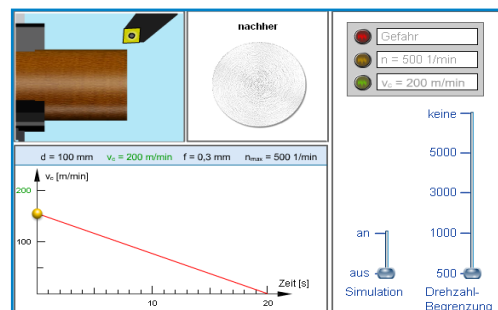
车削时假如直径很小或者直径为0，利用恒定车削速度（G96）编程时，主轴将会以最大的转速运行。这对于工件夹紧会产生灾难性的后果。为了避免这个问题，对于G96应当总是利用转速限制与G92编程。

**S** 最大转速

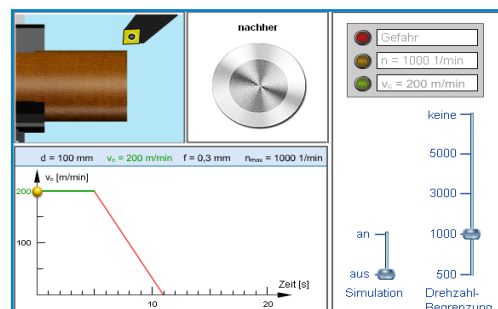


对于PAL多媒体G92，人们如何经历的。

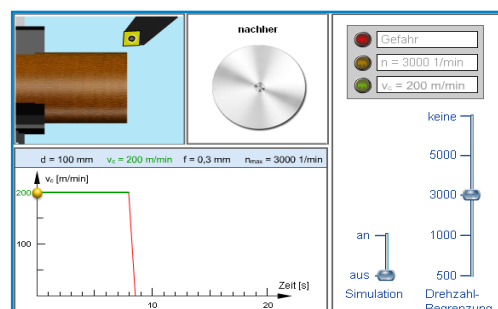
G92 S500



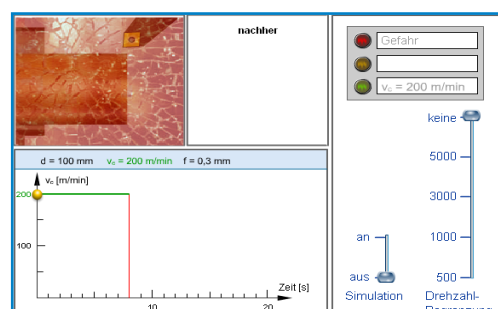
G92 S1000



G92 S3000



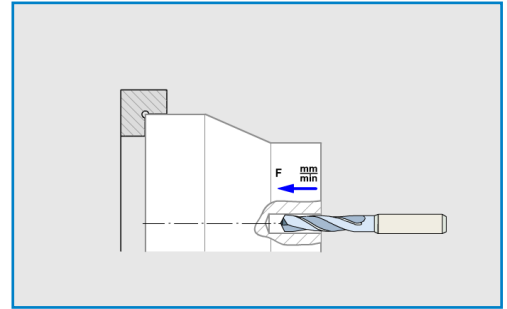
没有 G92



## G94 进给速度

利用G94，进给速度以单位mm/min编程。

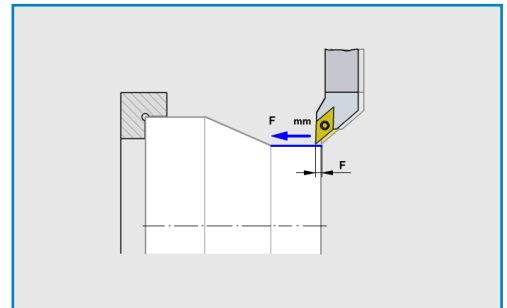
F	进给速度
E	精密进给速度
S	转速
M	辅助功能
T	刀具
TC	修正存储器
TR	刀具圆弧半径补偿
TX	X方向刀具补偿
TZ	Z方向刀具补偿



## G95 进给

利用G95，进给以mm（每转）编程。

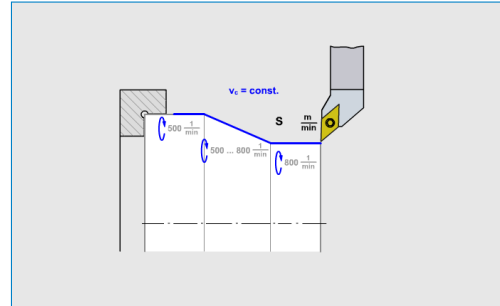
F	进给
E	精密进给
S	转速
M	附加功能
T	刀具
TC	修正存储器
TR	刀尖圆弧半径补偿
TX	X方向刀具补偿
TZ	Z方向刀具补偿



## G96 恒定切削速度

G96用于粗车，精车和车槽。

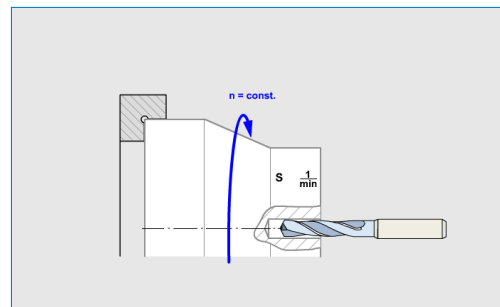
S	切削速度
F	进给
E	精密进给
M	附加功能
T	刀具
TC	修正存储器
TR	刀尖圆弧半径补偿
TX	X方向刀具补偿
TZ	Z方向刀具补偿



## G97 恒定转速

利用G97，取消在G96下编程的恒定切削速度。

S	转速
F	进给
E	精密进给
M	附加功能
T	刀具
TC	修正存储器
TR	刀尖圆弧半径补偿
TX	X方向刀具补偿
TZ	Z方向刀具补偿



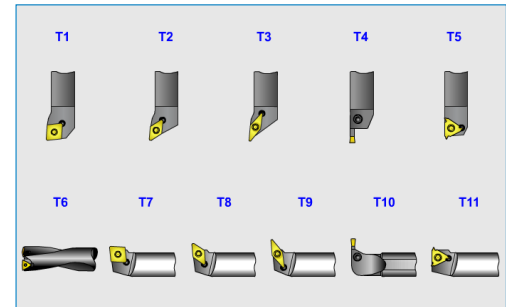


## T 调入刀具

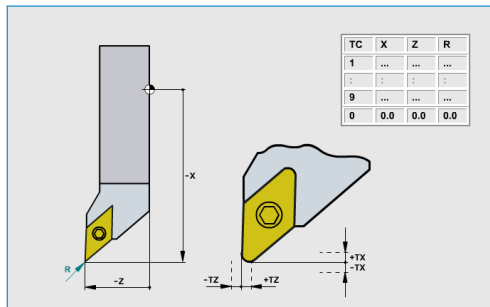
利用T1, T2, ... (来自英语 “Tool”) 调入刀具。  
利用T0, (在程序结束处) 将上次使用的刀具放回刀库。

T	刀具
G94 /G95	进给模式
F	进给
G96 /G97	主轴模式
S	转速/切削速度
M	附加功能
TC	修正存储器
TR	刀尖圆弧半径补偿
TX	X方向刀具补偿
TZ	Z方向刀具补偿

TC1\*  
TR0\*  
TX0\*  
TZ0\*



## TC TR TX TZ 刀具补偿

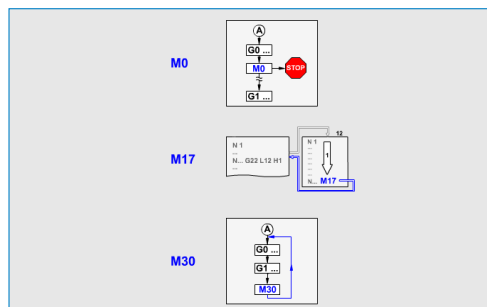
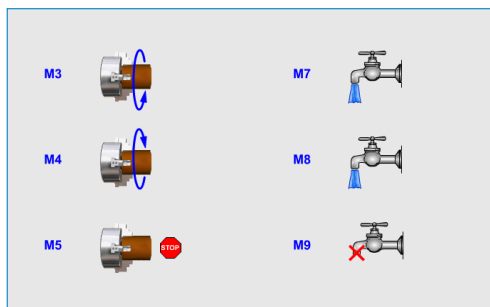


\* Voreinstellungen

**TC** 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。

**TR TX TZ** 刀具半径和X和Z方向值的精密修正。

## M - 功能



通过M (由M=Miscellaneous) 激活某些机床功能。

M3 主轴右旋 M7 打开冷却液2  
M4 主轴左旋 M8 打开冷却液1  
M5 主轴停止 M9 关闭冷却液  
M999 装夹 (凯勒功能)

M0 程序暂停, 为了例如工件测量或者手动更换工件

(只是在二维模拟时起作用!)

M17 结束在车削, 回到主菜单

M30 结束主程序, 回到调入程序

## 专业术语

### A

安全规程.....	27
安置刀具.....	32
安置转塔.....	33

### B

半径.....	43, 45, 52
半径 R.....	51
Befehlsumfang.....	72
毕达哥拉斯.....	69
表形文字.....	81
Bohren.....	77
部分程序重复.....	47, 61

### C

CAD数据传输.....	96
材料.....	87, 88, 95
操作方案	
- 初学者.....	7
- 进阶者.....	7
- 熟练者.....	7
操作方式.....	5
- 操作.....	5
- 车间.....	5
- 调整.....	5
- 辅助操作方式.....	5
- G1/G2/G3.....	5
- 工作计划.....	5, 81, 86, 92
- 几何.....	5, 81, 90
- 机床.....	5
- 教师.....	5
- 模拟器.....	5, 81, 99
- PAL-多媒体.....	5, 50
- PAL-模拟器.....	5, 34, 66
- 主操作方式.....	5
- 转换器.....	5, 65, 81
操作说明.....	6
测试准备.....	66
长度 D.....	51
车槽.....	88, 98
车刀.....	32
车间.....	9
- 三维显卡.....	9
- 圆角.....	9
车螺纹.....	88, 92, 94, 98
程序说明.....	35
尺寸.....	42
尺寸精度.....	42
CNC-车床.....	18, 22
- 操作.....	22
- 工件零点.....	20
- 滚珠丝杠驱动.....	19
- 机床零点.....	20
- 夹紧力.....	19
- 夹紧路径监控.....	19
- 手动运行.....	23
- SPS.....	20
- 直接测量系统.....	19
- 直线电机.....	19
从 PAL 出铁屑.....	64
粗车.....	47, 60, 88, 98
粗车循环.....	46
C-轴.....	102

### D

当前转速.....	36
刀尖半径.....	58
刀尖圆弧半径补偿.....	42, 44
刀尖圆弧半径补偿的基础知识.....	44
导入几何.....	96
等距.....	44
调入刀具.....	32
端面粗车.....	46, 86, 92, 94
DXF.....	96

### E

Editor.....	72
二维模拟.....	36

### F

翻译.....	64
附加功能.....	6
- 便携式计算器.....	6
- 尺寸.....	6
- 打印图像.....	6
- 点.....	6
- 放大镜.....	6
- 工作空间.....	6
- 公差区域中值.....	6
- 配合尺寸.....	6
- 压力.....	6
- 元素.....	6
- 总计.....	6

### G

G-功能	
- G0.....	35, 106
- G1.....	35, 107
- G2.....	35, 108
- G3.....	35, 108
- G14.....	40, 110
- G22.....	57, 110
- G23.....	47, 110
- G30.....	55, 63
- G31.....	55
- G32.....	55
- G40.....	45, 47, 112
- G41.....	44, 112
- G42.....	44, 45, 47, 112
- G80.....	46, 47, 52, 53, 54, 55
- G81.....	46, 47, 52, 53, 54, 55
- G82.....	46, 116
- G84.....	54, 55
- G85.....	63, 55
- G86.....	59, 119
- G88.....	61, 120
- G92.....	36, 122
- G96.....	36, 124
- G97.....	36, 124
GILDEMEISTER.....	64
工件尺寸.....	42
工件零点.....	24
工件图纸.....	100
工作计划.....	86, 92, 94, 98

### H

后置处理器.....	65, 81, 89, 99
- BOSCH.....	89
- HAAS.....	89
- INDEX.....	89
- MAHO.....	89
- MAZAK.....	89
- NUM.....	89
- OKUMA.....	89
- PALplus.....	89
- PHILIPS.....	89
- TRAUB.....	89
回到操作方式选择.....	6

### I

IGES.....	96
IHK-结业考试.....	62

### J

几何.....	82
几何数据.....	85
机械夹具.....	16
基础培训.....	4
极限卡规.....	12
极限塞规.....	13
夹紧.....	98
键盘.....	21
角度.....	51
接通状态.....	105

节省时间.....	87, 95
结束软件.....	6
进给.....	34, 41
进修.....	4
精车.....	47, 60, 88, 92, 94, 98
精车路径.....	88
径向切槽.....	58, 59
绝对的.....	57
绝对中点.....	53

## K

控制系统模拟.....	102, 103
快速运行.....	41

## L

L (标签).....	57
类型.....	
- DIN多媒体.....	29
- PAL多媒体.....	29
冷却液.....	40
离开点.....	88
理论值 F.....	36
力臂.....	14
力和变形.....	15
练习/测试.....	66
零点夹紧系统.....	17
零点位移.....	40
轮廓功能.....	51
螺纹循环.....	55

## M

毛坯.....	86
M-功能.....	125
摩擦-退刀槽.....	91
模拟器类型.....	36

## N

内部螺纹.....	56
拟定工作计划.....	81
拟定几何.....	81, 83, 100, 101
拟定轮廓.....	83
扭矩.....	14

## P

PAL.....	64
PAL-多媒体.....	43
PAL-扩展.....	51
PAL-模拟器.....	35
PAL-循环.....	64
培训等级.....	4
配合尺寸.....	41
碰撞显示.....	23

## Q

起动辅助.....	83
起始角.....	85
千分尺.....	11
切换窗口.....	6
切入.....	84
切入点/离开点.....	88
切削深度.....	34
切削数据.....	34
切削速度.....	34

## R

任意轮廓.....	83
-----------	----

## S

三维模拟.....	37
三维显卡.....	9
设计变种.....	85
设计步骤.....	90
生产.....	4
剩余量.....	92, 94
输出.....	64
鼠标功能.....	7
- 大小.....	7
- 地方.....	7
- 位置.....	7

数据传输.....	65
- 传输.....	65
- 发送.....	65
- 发送文件.....	65
- 加载参数.....	65
- 接收.....	65

数学.....	44, 69
数学影片.....	50

Steuerungen.....	
- HAAS.....	71
Steuerungs-Simulator.....	71

## T

Tastatur.....	72
体积.....	40
TRAUB.....	64, 99
图像对话框.....	4, 81, 100,
退刀槽.....	51, 84
退刀槽表格.....	84
退刀槽循环.....	55

## W

完整加工.....	102
-----------	-----

## X

喜欢的视图.....	37
铣刀.....	32
线段和圆弧.....	83
斜角.....	43, 45, 51, 52, 83, 91
斜角长度.....	58
斜角和圆角.....	83
斜角宽度.....	58
信息系统.....	6
循环.....	46, 54
循环结束.....	48
循环开始.....	48

## Y

液压夹具.....	17
游标卡尺.....	10
圆角.....	51, 52, 83, 91

## Z

增量的.....	57
质量.....	91
智能化软件.....	95
轴向车槽循环.....	61
转速.....	36
转速范围.....	36
转速限制.....	40
转塔变更.....	33
转塔 PRO-12.....	34
装夹.....	55
子程序.....	57
纵向粗车.....	46, 61, 87, 92, 94
钻孔.....	98
钻孔循环.....	54
做练习.....	66

记录:



# 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