



中等职业学校示范校建设成果教材

ZHONGDENG ZHIYE XUEXIAO SHIFANXIAO JIANSHE CHENGGUO JIAOCAI

机械零件的 自动编程与加工

JIXIE LINGJIAN DE ZIDONG BIANCHENG YU JIAGONG

游贤容◎主 编

冯 丹 范代孚 冯 刚◎副主编

邬 疆◎主 审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业学校示范校建设成果教材

机械零件的自动编程与加工

主 编 游贤容

副主编 冯 丹 范代孚 冯 刚



机械工业出版社

本书针对“CAXA 数控车 2011 大赛专用版”和“CAXA 制造工程师 2011 大赛专用版”进行全面介绍。本书采用情境教学法,全面体现职业教育的特色,内容由浅入深,操作步骤简单清晰,将实例与习题相结合,注重对学生实践能力和创新意识的培养。本书内容包括 CAXA 数控车软件绘制轴类零件、CAXA 数控车软件加工、CAXA 制造工程师软件绘制平面零件、CAXA 制造工程师软件实体特征造型、CAXA 制造工程师软件的曲面造型、CAXA 制造工程师软件的自动编程。

本书可作为中等职业学校数控技术应用、机械、模具类专业的理实一体化教材,也可作为 CAXA 自动编程人员的培训资料。

图书在版编目(CIP)数据

机械零件的自动编程与加工/游贤容主编. —北京:机械工业出版社, 2014. 5

中等职业学校示范校建设成果教材

ISBN 978-7-111-47240-7

I. ①机… II. ①游… III. ①机械元件—计算机辅助设计—应用软件—程序设计—中等专业学校—教材②机械元件—加工—中等专业学校—教材 IV. ①TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 147203 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张云鹏 责任编辑:张云鹏 王海霞

版式设计:霍永明 责任校对:张玉琴

封面设计:马精明 责任印制:李 洋

北京华正印刷有限公司印刷

2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·8 印张·181 千字

0 001—1 500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-47240-7

定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书主要以实例操作的形式介绍了 CAXA 数控车、CAXA 制造工程师 2011 软件大赛版的操作方法和使用技巧。本书以工作过程为导向，以常见典型零件结合教学需求提升后的案例为载体，采用任务驱动的方式组织内容。每个学习情境都是由学习目标、任务布置、任务实施、任务测评和强化练习组成，内容由简单到复杂、由单一到综合，图文并茂地引导读者由浅入深地对 CAXA 软件展开系统性的学习，全面掌握 CAXA 软件的数控加工技术。

本书立足于工程实践，书中所采用的实例大都来自真实的加工实践。在编写形式上，本书注重数控加工方法和理论与数控操作实践的结合，以求提高综合的实体造型和数控加工能力。

本书由重庆市工业学校游贤容担任主编，冯丹、冯刚及杜塞科技公司的范代孚担任副主编。此外，王闲平、王光全、虞文怀、胡勇也参与了本书的编写。

本书在编写过程中，得到了学校各级领导及企业技术人员的大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

由于时间仓促，加之编者水平和经验有限，书中难免有欠妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

学习情境一 CAXA 数控车软件绘制轴类零件	1
任务一 CAXA 数控车软件绘制图框	1
任务二 用 CAXA 数控车软件绘制阶梯轴	4
任务三 造型实例——手柄零件图的绘制	6
学习情境二 CAXA 数控车软件加工	10
任务一 轮廓的粗车和精车	10
任务二 槽类零件的加工	17
任务三 螺纹的加工	23
任务四 综合零件的加工（一）	28
任务五 综合零件的加工（二）	37
学习情境三 CAXA 制造工程师软件绘制平面零件	46
任务一 基本曲线的绘制与编辑	46
任务二 几何变换	49
任务三 综合曲线的绘制	51
学习情境四 CAXA 制造工程师软件实体特征造型	55
任务一 凸台零件的造型	55
任务二 回转体零件的造型	58
任务三 阵列零件的造型	61
任务四 综合零件的实体造型	64
学习情境五 CAXA 制造工程师软件的曲面造型	68
任务一 基本曲面的生成	68
任务二 五角星曲面的构建	71
任务三 综合曲面的构建	73
学习情境六 CAXA 制造工程师软件的自动编程	77
任务一 平面轮廓加工	77
任务二 等高线加工	81
任务三 扫描线加工	87
任务四 五角星的造型与加工	91
任务五 连杆件的造型与加工	95
任务六 复杂零件的造型与加工	108
参考文献	122

学习情境一 CAXA 数控车软件绘制轴类零件

任务一 CAXA 数控车软件绘制图框

一、学习目标

能力目标：能独立完成 CAXA 数控车软件的安装与卸载，并完成图框的绘制。

知识目标：学习 CAXA 数控车软件的运行、文件操作和设置的操作方法，同时初步掌握 CAXA 数控车软件界面的组成及其功能。

二、任务布置

完成 CAXA 数控车软件的安装，并完成图 1-1 所示图框的绘制。

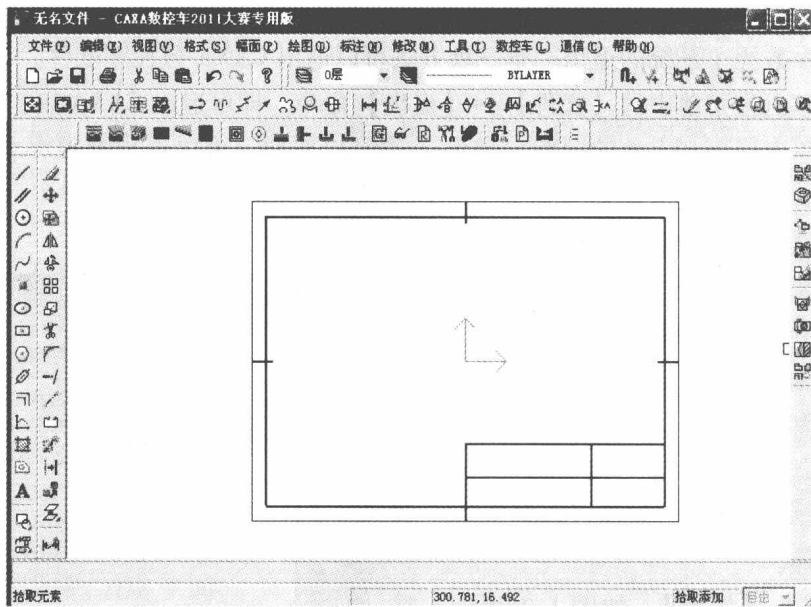


图 1-1 图框

三、任务实施

1. CAXA 数控车软件的启动、文件存盘及退出操作

(1) CAXA 数控车软件的启动 有三种方法可以运行 CAXA 数控车软件。

方法一：正常安装完成时，在 Windows 桌面会出现“CAXA 数控车”的图标，双击“CAXA 数控车”图标就可以运行软件。



方法二：单击桌面左下角的【开始】→【程序】→【CAXA 数控车 2011】→【CAXA 数控车】运行软件。

方法三：数控车的安装目录 CAXALATHE\bin 下有一个“Lathe.exe”文件，双击它即可运行软件。一般用前两种方式，第三种方式用得较少。

(2) CAXA 数控车文件存盘 选择主菜单中的【文件】→【存储文件】或【另存文件】，或者按  按钮，系统弹出【另存文件】对话框，如图 1-2 所示，指定文件路径，给出文件名，单击【保存】按钮即可完成文件存盘。



图 1-2 【另存文件】对话框

(3) CAXA 数控车系统的退出 有三种方法可以退出 CAXA 数控车软件。

方法一：单击主菜单中的【文件】→【退出】命令，即可退出 CAXA 数控车系统。

方法二：单击屏幕左上角的图标，弹出【关闭】按钮，可以退出数控车系统；也可以直接单击屏幕右上角的【关闭】按钮退出 CAXA 数控车系统。

方法三：直接输入命令 quit 或 exit，即可退出 CAXA 数控车系统。

如果系统当前文件没有存盘，则会弹出一个【确认】对话框，系统提示用户是否要存盘，对对话框提示作出选择后，即可退出系统。

2. 图框的绘制

(1) 直接调入

1) 启动 CAXA 数控车软件进入系统后，默认新建一个文件。

2) 单击菜单【幅面】，如图 1-3 所示，首先进行图幅设置，如图 1-4 所示。

3) 根据图纸的具体大小进行图纸幅面的设置后，再调入相应的标题栏及图框，然后填写标题栏，即可完成图框的绘制，如图 1-1 所示。注意：填写标题栏时可以利用菜单填写，也可以运用文字输入填写。

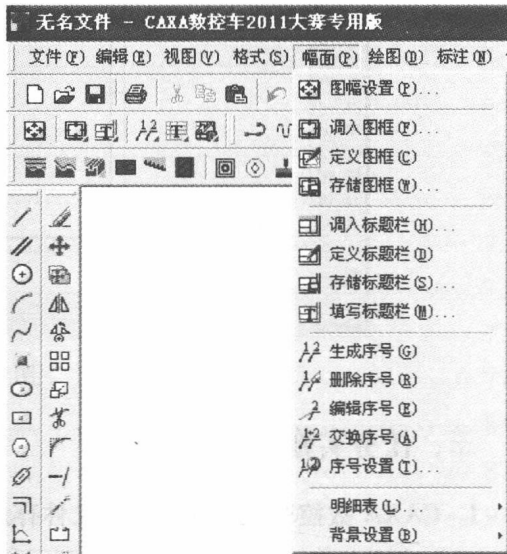


图 1-3 幅面的选择

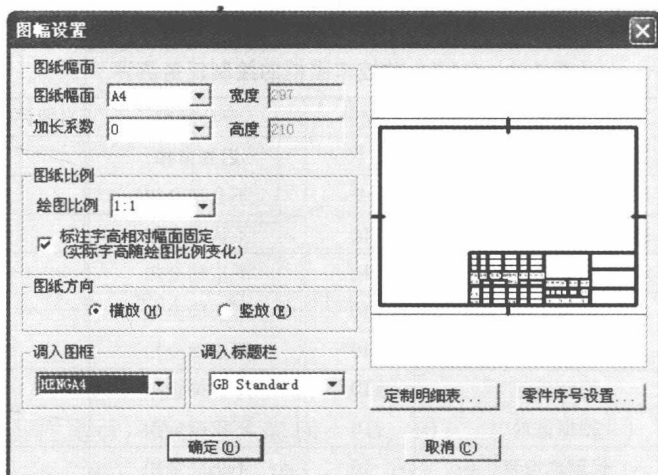


图 1-4 图幅设置

(2) 手动绘制

1) 利用直线功能绘制图框。

2) 单击主菜单【绘图】→【直线】，设置【两点线】→【连续】→【正交】→【点】方式（输入点坐标）或【长度】方式（输入直线长度）。

3) 单击【文字】按钮，进行文字标注与编辑，输入标题栏的文字。

3: 常用键的含义及功能热键

(1) 常用键的含义

鼠标键：鼠标左键可以用来激活菜单，确定点的位置，拾取元素等；鼠标右键用来确认拾取，结束操作，终止命令和打开快捷菜单等；鼠标中键用于显示平移。

回车键：用于结束命令或重复输入上一条命令。

空格键：在输入点时，按空格键可以弹出工具菜单，如图 1-5 所示。

(2) 功能热键

【F1】：系统帮助。

【F2】：草图器，用于进行草图状态与非草图状态的切换。

【F3】：全局观察。

【F4】：重画。

【F5】：切换到 XOY 平面。

【F6】：切换到 YOZ 平面。

【F7】：切换到 XOZ 平面。

【F8】：显示轴测图。..

【F9】：切换当前作图平面，重复按【F9】，可以在三个平面之间进行切换。

S 屏幕点
E 端点
M 中点
C 圆心
I 交点
T 切点
P 垂足点
N 最近点
L 孤立点
Q 象限点

图 1-5 工具菜单

四、任务测评

任务测评主要从课堂纪律、学习情况和安全文明三个方面进行，评价方式采用自我评



价、小组评价及教师评价，见表 1-1。

表 1-1 CAXA 数控车图框的绘制任务测评

项目	要求	配分	评分标准	自我评价	小组评价	教师评价
课堂纪律	准时到达机房	5	迟到全扣			
	学习用具齐全	5	不合格全扣			
	课堂表现、参与情况	10	不认真全扣			
CAXA 数控车软件学习情况	软件的启动、退出	10	不正确全扣			
	新建文件	10	不正确全扣			
	文件存盘	10	不正确全扣			
	图幅设置	10	不正确全扣			
	图框设置	10	不正确全扣			
	标题栏设置	10	不正确全扣			
安全文明	正确操作设备	10	不合格全扣			
	清洁卫生	10	不合格全扣			

五、强化练习

- 1. 通过查阅资料等方式，回答以下问题。
 - (1) CAXA 数控车软件是什么类型的软件？
 - (2) 列举三种常用的 CAD/CAM 软件。
- 2. 完成本任务的理论学习，并回答以下问题。
 - (1) CAXA 数控车 2011 软件的安装与卸载是怎样完成的？
 - (2) CAXA 数控车 2011 软件有哪些主要功能？
 - (3) 在图 1-1 上标出 CAXA 数控车 2011 软件界面的组成。

任务二 用 CAXA 数控车软件绘制阶梯轴

一、学习目标

能力目标：能分析零件图样，能运用 CAXA 数控车软件绘制简单阶梯轴。
知识目标：能掌握 CAXA 数控车软件的常用功能，能较熟练地绘制零件图。

二、任务布置

用 CAXA 数控车软件绘制图 1-6 所示的阶梯轴。

三、任务实施

1. 绘制直线

以工件右端面的中心为工件坐标系原点。单击主菜单中的【绘图】→【直线】，或者操作【绘图工具】工具栏里的直线图标，选择【立即菜单】中【两点线】中的【连续】、【非



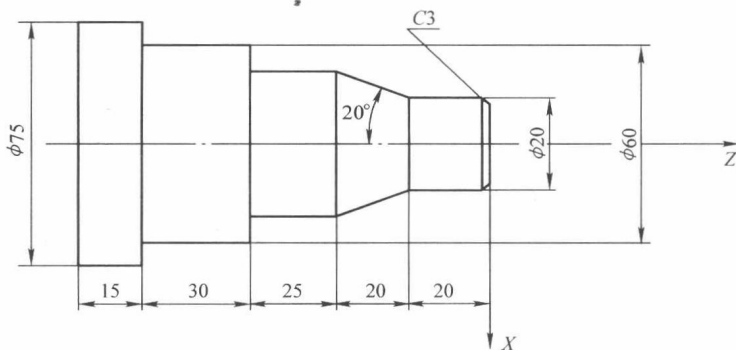


图 1-6 阶梯轴

正交】方式，根据状态栏提示，依次输入坐标：(0, 10)，(-20, 10)，(-40, 17.729)，(-65, 17.729)，(-65, 30)，(-95, 30)，(-95, 37.5)，(-110, 37.5)，(-110, 0)。单击右键确定或按回车确定，结束直线的绘制，如图 1-7 所示。

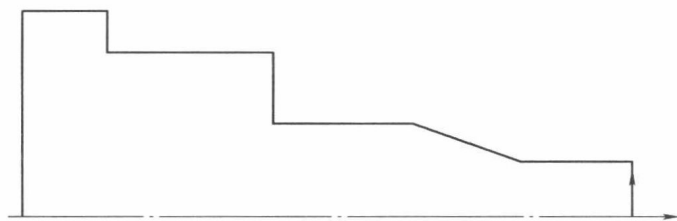


图 1-7 绘制直线

2. 平面镜像

单击主菜单中的【修改】→【镜像】，或者单击工具栏里的【镜像】按钮，在【立即菜单】中选择【拷贝】，根据状态栏提示依次选取要镜像的直线段，单击右键，拾取镜像的直线(中心线)，然后单击右键确定。完成图 1-7 所示图形的镜像操作，结果如图 1-8 所示。

3. 倒角

单击【编辑】工具栏中的【过渡】工具，在【立即菜单】中选择“倒角”，并在“角度”和“距离”栏中分别输入“45”和“3”，即可完成倒角功能。

4. 绘制直线

单击主菜单中的【绘图】→【直线】，或者操作【绘图工具】工具栏里的直线图标，在【立即菜单】中选择【两点线】中的【单个】、【正交】方式，拾取点绘制直线，完成整个图形的绘制，如图 1-9 所示。

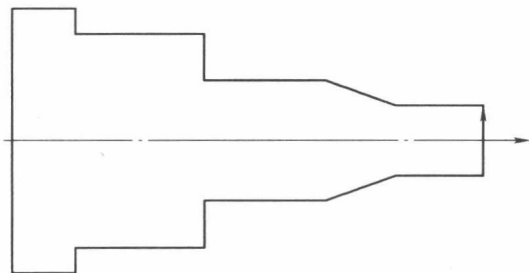


图 1-8 镜像操作结果

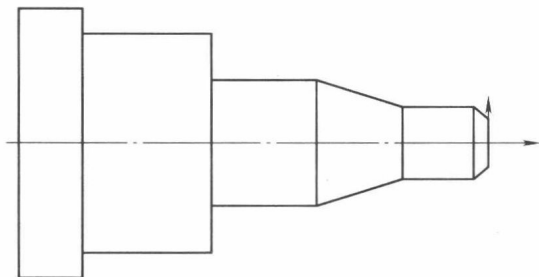


图 1-9 绘制结果



四、任务测评（见表 1-2）

表 1-2 用 CAXA 数控车软件绘制简单台阶轴零件图任务测评

项目	要求	配分	评分标准	自我评价	小组评价	教师评价
课堂纪律	准时到达机房	5	迟到全扣			
	学习用具齐全	5	不合格全扣			
	课堂表现、参与情况	10	不认真全扣			
CAXA 数控车软件学习情况	功能热键的使用	10	不正确全扣			
	直线的绘制	20	不正确全扣			
	平面镜像操作	20	不正确全扣			
	倒角	10	不正确全扣			
安全文明	正确操作设备	10	不合格全扣			
	清洁卫生	10	不合格全扣			

五、强化练习

1. CAXA 数控车软件中绘制直线有哪些方法？
2. 绘制轴类零件时，还可以用什么简便方法？
3. 用 CAXA 数控车软件绘制图 1-10 和图 1-11 所示的零件图。

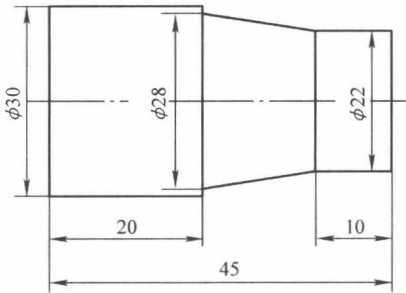


图 1-10 题 3 图（一）

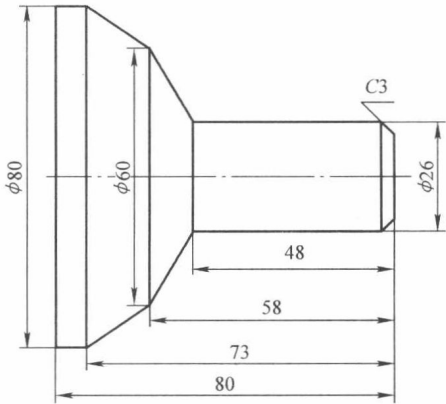


图 1-11 题 3 图（二）

任务三 造型实例——手柄零件图的绘制

一、学习目标

能力目标：熟悉 CAXA 数控车软件的操作界面，掌握直线绘制功能，掌握图形的编辑与修改功能。





知识目标：学习 CAXA 数控车软件的运行、文件操作和设置的操作方法，巩固 CAXA 数控车软件界面的组成及图框的绘制。

二、任务布置

用 CAXA 数控车软件绘制图 1-12 所示的手柄零件图。

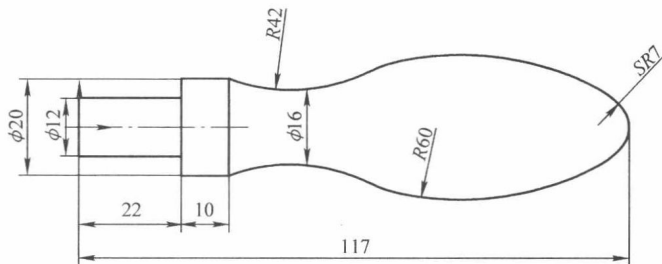


图 1-12 手柄零件图

三、任务实施

1) 单击主菜单中的【绘图】→【孔/轴】，或者操作【绘图工具】工具栏里的【高级曲线】功能，在【立即菜单】中单击【孔/轴】命令，生成的图形如图 1-13 所示。

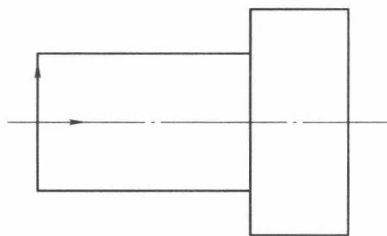


图 1-13 绘制轴

2) 单击主菜单中的【绘图】→【等距线】，或者操作【绘图工具】工具栏里的【基本曲线】功能，在【立即菜单】中单击【等距线】命令，以工件最左端为基准，向右偏移 117mm，确定 $SR7\text{mm}$ 的圆心和以中心线为基准向上偏移 8mm 确定 $R42\text{mm}$ 的切点。然后单击主菜单中的【绘图】→【圆】→【圆心 + 半径】绘制 $SR7\text{mm}$ 圆，如图 1-14 所示。



图 1-14 绘制 $SR7\text{mm}$ 圆

3) 单击主菜单中的【绘图】→【圆】，或者操作【绘图工具】工具栏里的【基本曲线】功能，在【立即菜单】中单击【圆】命令，以“两点 + 半径”方式绘制 $R42\text{mm}$ 圆，如图 1-15 所示。

4) 单击主菜单中的【绘图】→【圆弧】，或者操作【绘图工具】工具栏里的【基本曲线】功能，在【立即菜单】中单击【圆弧】命令，以“两点 + 半径”方式绘制 $R60\text{mm}$ 圆弧（分别与 $SR7\text{mm}$ 和 $R42\text{mm}$ 圆弧相切），如图 1-16 所示。

5) 单击主菜单中的【修改】→【裁剪】和【删除】，或者操作【绘图工具】工具栏里的【曲线编辑】功能，在【立即菜单】中单击【裁剪】命令和在工具菜单中单击【删除】



命令，裁剪和删除多余部分，如图 1-17 所示。

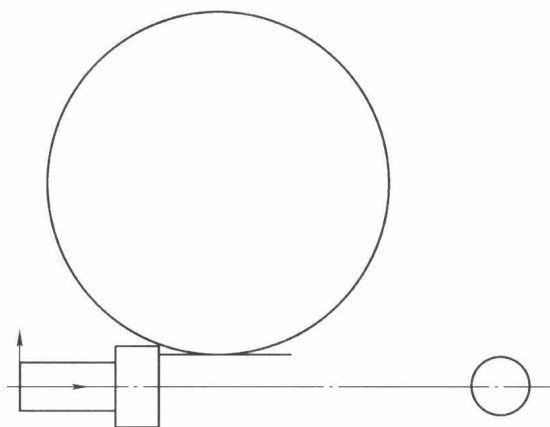


图 1-15 绘制 $R42\text{mm}$ 圆

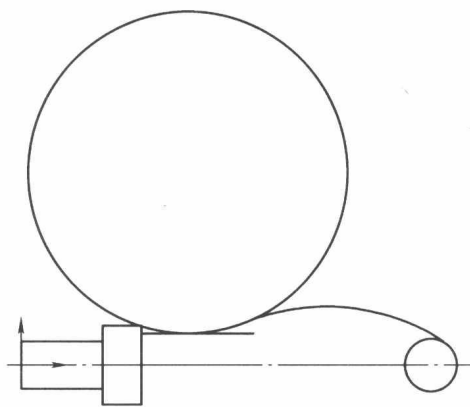


图 1-16 绘制 $R60\text{mm}$ 圆弧

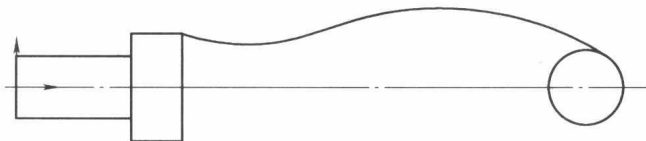


图 1-17 裁剪和删除多余部分

6) 平面镜像。单击主菜单中的【修改】→【镜像】，或者单击工具栏里的【镜像】按钮，在【立即菜单】中选择【拷贝】选项，根据状态栏提示依次选取要镜像的直线段，单击右键，拾取要镜像的直线（中心线），单击右键确定。完成图 1-17 所示图形的镜像操作，结果如图 1-18 所示。

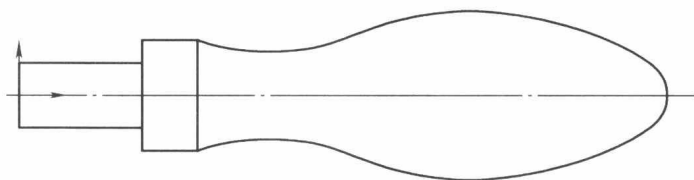


图 1-18 镜像操作结果

四、任务测评（见表 1-3）

表 1-3 手柄零件图的绘制任务测评

项目	要求	配分	评分标准	自我评价	小组评价	教师评价
课堂纪律	准时到达机房	5	迟到全扣			
	学习用具齐全	5	不合格全扣			
	课堂表现、参与情况	10	不认真全扣			



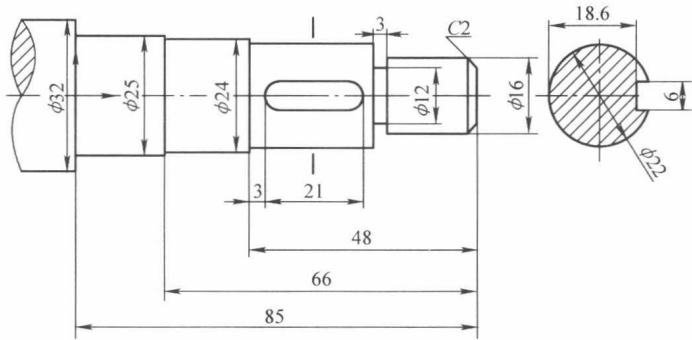


(续)

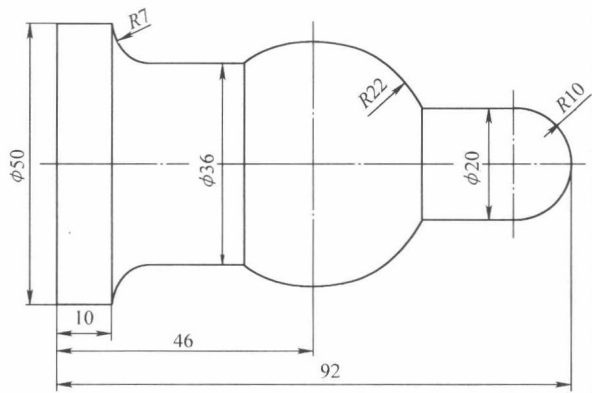
项目	要求	配分	评分标准	自我评价	小组评价	教师评价
CAXA 数控车 软件学习情况	圆和圆弧的绘制	20	不正确全扣			
	等距线的应用	10	不正确全扣			
	曲线裁剪操作	20	不正确全扣			
	样条曲线的应用	10	不正确全扣			
安全文明	正确操作设备	10	不合格全扣			
	清洁卫生	10	不合格全扣			

五、强化练习

- 1. 怎样用 CAXA 数控车软件绘制有圆弧和角度的封闭图形？
- 2. 怎样用 CAXA 数控车软件绘制圆弧连接？
- 3. CAXA 数控车软件绘制圆和圆弧有哪些方法？
- 4. CAXA 数控车软件在生成弧的功能中提供了哪几种方式，使所生成弧所在的平面均平行于当前平面？
- 5. 【曲线生成】模块中有哪些功能？
- 6. 利用 CAXA 数控车软件绘制图 1-19 和图 1-20 所示的图形。



题图 1-19 题 6 图（一）



题图 1-20 题 6 图（二）

学习情境二 CAXA 数控车软件加工

任务一 轮廓的粗车和精车

一、学习目标

能力目标：完成零件图绘制，轮廓粗、精加工的参数设置及后置处理。

知识目标：学习轮廓粗、精加工的参数（加工参数，进、退刀方式，车刀选择等）设置方法，以及机床参数设置、程序处理等。

二、任务布置

加工图 2-1 所示的阶梯轴。毛坯为 $\phi 35\text{mm} \times 45\text{mm}$ 的 45 钢。工件坐标系原点设置在零件右端面的回转中心处，换刀点设置在 X100、Z100 的位置。使用 CAXA 数控车软件的加工功能，完成零件的几何造型和外轮廓的粗、精加工。

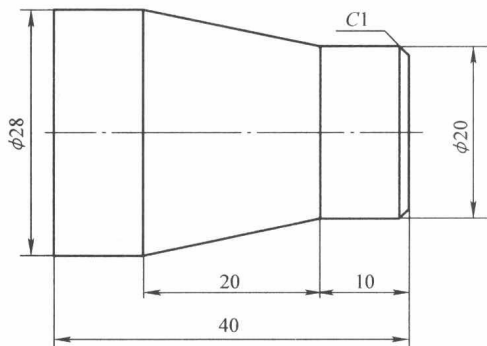


图 2-1 阶梯轴

三、任务实施

1. 绘制零件的外轮廓图和毛坯图

首先用 CAXA 数控车软件绘制阶梯轴零件的轮廓图，只需绘制出要加工的外轮廓和毛坯的上半部分，如图 2-2 所示。毛坯尺寸如图 2-3 所示。

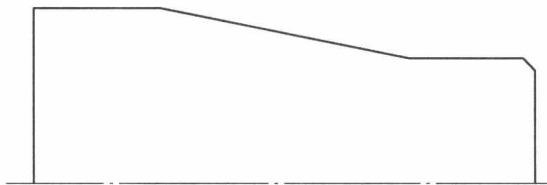


图 2-2 轮廓图

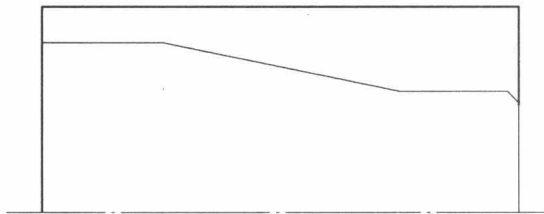


图 2-3 毛坯尺寸

2. 轮廓粗车

轮廓粗车是指对工件外轮廓表面、内轮廓表面和端面进行粗车加工，快速去除毛坯多余部分的加工过程。

在【数控车】菜单的子菜单中选取【轮廓粗车】，或者在工具条中单击图标，系统弹出【粗车参数表】对话框，如图 2-4 ~ 图 2-7 所示。按实际加工要求设置粗加工参数，注意粗加工时加工余量不能为 0。



(1) 加工参数设置 (图 2-4)

1) 加工表面类型。

外轮廓：采用外轮廓车刀，默认加工方向角度为 180° ，与 X 轴正方向的夹角为 0° 。

内轮廓：采用内轮廓车刀，默认加工方向角度为 180° ，与 X 轴正方向的夹角为 0° 。

车端面：采用外端面车刀，默认加工方向角度为 -90° 或 270° ，与 X 轴正方向的夹角为 0° 。

2) 加工参数。

加工精度：对于直线和圆弧，机床可以精确地加工，机床将按给定的加工精度把样条曲线转化成直线段处理。

加工角度：刀具切削方向与机床 Z 轴正方向间的夹角。

干涉前角：作前角干涉检查时，确定干涉检查的角度。

干涉后角：作后角干涉检查时，确定干涉检查的角度。

加工余量：加工结束后，加工表面与最终加工结果相比的剩余量。

3) 拐角过渡方式。

圆弧：在切削过程中遇到拐角时，刀具从轮廓的一边到另一边的过程中以圆弧方式过渡。

尖角：在切削过程中遇到拐角时，刀具从轮廓的一边到另一边的过程中以尖角方式过渡。

4) 反向走刀。

否：刀具按默认方向走刀，即刀具从机床 Z 轴正向向 Z 轴负向移动。

是：刀具按与默认方向相反的方向走刀。

5) 详细干涉检查。

否：假定刀具前、后干涉角均为 0° ，对凹槽部分不作加工。

是：加工凹槽时，用定义的干涉角度检查加工中是否有刀具前角及底切干涉，并按定义的干涉角度生成无干涉的切削轨迹。

6) 退刀时沿轮廓走刀。

否：刀位行首末直接进退刀，不加工行与行之间的轮廓。

是：两刀位行之间如果有一段轮廓，则在后一刀位行之前、之后增加对行之间轮廓的加工。

7) 刀尖半径补偿。

编程时考虑半径补偿：生成的代码即为已考虑半径补偿的代码，机床无需再进行刀尖半径补偿。

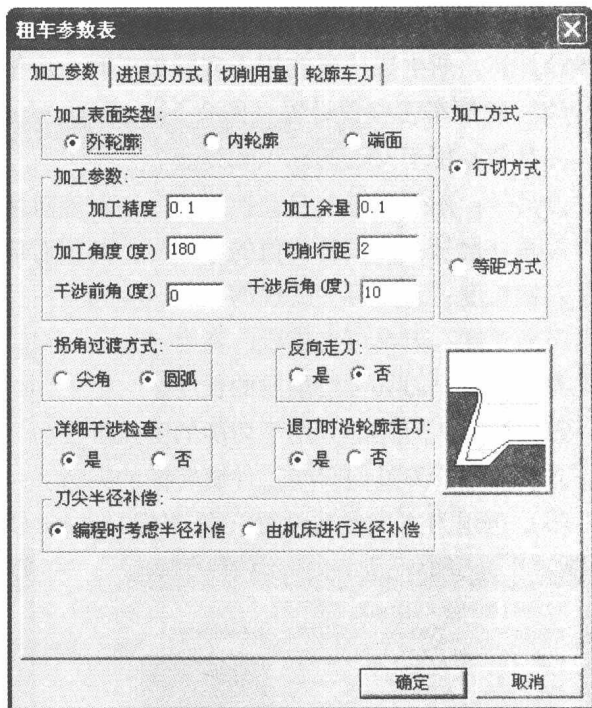


图 2-4 【加工参数】栏



由机床进行半径补偿：在生成加工轨迹时，假设刀尖半径为0，按轮廓编程，不进行刀尖半径计算。所生成代码在用于实际加工时，应根据实际刀尖半径由机床指定补偿值。

(2) 轮廓车刀参数设置 (图 2-5)

刀具名：用于刀具的标识和列表。

刀具号：用于后置的自动换刀指令。对应机床刀库的刀号。

刀具补偿号：刀具补偿值的序列号，其值对应机床的数据库。

刀柄长度：刀具可夹持段的长度。

刀柄宽度：刀具可夹持段的宽度。

刀角长度：刀具可切削段的长度。

刀尖半径：刀尖部分用于切削的圆弧半径。

刀具前角：刀具前刃与工件旋转轴的夹角。

(3) 进退刀方式参数设置 (图 2-6)

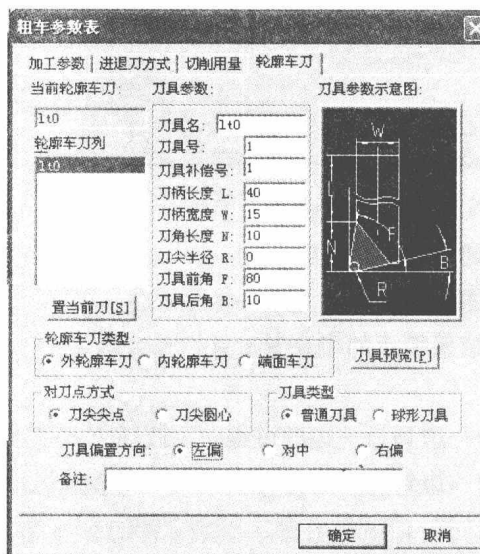


图 2-5 【轮廓车刀】栏

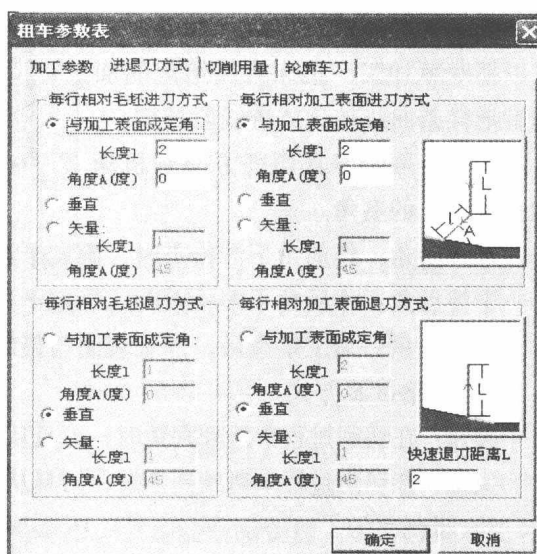


图 2-6 【进退刀方式】栏

1) 进刀方式。

与加工表面成定角：在每一切削行前加一段与轨迹切削方向成一定角度的进刀段，刀具垂直进刀到该进刀段的起点，再沿该进刀段进刀至切削。角度定义该进刀段与轨迹切削方向的夹角，长度定义该进刀段的长度。

垂直：刀具直接进刀到每一切削行的起始点。

矢量：在每一切削行前加入一段与系统 X 轴（机床 Z 轴）正方向成一定夹角的进刀段。

2) 退刀方式。

与加工表面成定角：在每一切削行后加一段与轨迹切削方向成一定角度的退刀段，刀具先沿该退刀段退刀，再从该退刀段的末点开始垂直退刀。角度定义该退刀段与轨迹切削方向的夹角，长度定义该退刀段的长度。

垂直：刀具直接退刀到每一切削行的终点。