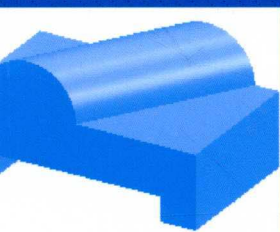


CAXA 制造工程师

2016项目案例教程

刘玉春 主编
张 毅 主审



化学工业出版社

CAXA 制造工程师

2016项目案例教程

CAXA ZHIZAO GONGCHENGSHI
2016 XIANGMU ANLI JIAOCHENG

刘玉春 主编 ●
张 毅 主审 ●



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书共 7 个项目, 48 个任务, 主要内容包括 CAXA 制造工程师 2016 软件的线框模型、几何变换、曲面造型、曲面编辑、实体造型、数控铣削编程与仿真、多轴加工与仿真、图像加工与仿真等。在讲述过程中, 从初学者的角度出发, 强调实用性、可操作性。各项目均配有思考与练习题和实训题, 以便读者将所学知识融会贯通。通过这些项目任务的学习, 读者不但可以轻松掌握 CAXA 制造工程师 2016 的基本知识和应用方法, 而且能熟练掌握数控自动编程的方法。本书有五个综合训练, 可供读者巩固练习。

本书有配套的电子教案及习题答案, 可在化学工业出版社的官方网站上下载。

本书可作为本科、高职高专院校机械、数控、机电工程、工业设计等相关专业机械制造与加工课程的教材, 也可作为成人高校以及技师学院、中等职业技术学校等数控加工技术应用、CAD/CAM 技术应用和模具设计与制造等专业的教材。同时可作为数控专业的技能鉴定或数控大赛参考用书, 可供广大 CAD/CAM 软件爱好者自学使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

CAXA 制造工程师 2016 项目案例教程/刘玉春主编.

—北京: 化学工业出版社, 2018. 11

ISBN 978-7-122-32903-5

I. ①C… II. ①刘… III. ①自动绘图-软件包-教材
IV. ①TP391. 72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 196037 号

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 边 涛

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 392 千字 2019 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

制造业信息化是现代制造业的关键，各类工科大学及高职高专院校机械制造、机电工程类各专业的教学改革与发展方向都围绕着制造业信息化这一主题进行。数控加工技术是典型的机电一体化技术。CAD/CAM 技术的推广和成熟应用，为数控加工技术带来了前所未有的全新的思维模式和解决方案，国内各类加工制造企业对先进制造技术及数控设备的应用日益普及，CAD/CAM 技术应用的水平也正在迅速地提高，这一切对高等院校提出了更高的要求。

进入新世纪，全球产业格局正在调整，全球制造业的重点正在向亚太、向中国转移，中国正在从“制造大国”向“制造强国”转变，我国企业的数控设备年年快速增长，零件加工精度和质量要求越来越高，这就需要大量掌握现代 CAD/CAM 技术的技工和技师，职业技能培训工作变得尤其重要，因此，开发既能适合企业对高技能人才的需求，又能结合当前各类院校实际教学条件的 CAD/CAM 软件方面的课程教材成为当务之急。本书以“数控加工技术专业技能型紧缺人才培养”的需求为导向，以实际生产应用的零件为主要实例来源，全面详细介绍了国产的 CAD/CAM 软件——CAXA 制造工程师 2016 软件 CAD/CAM 各功能的作用、造型与操作方法、注意事项及技巧。

在国内制造业的数控加工车间，实施数控加工任务的主要有工艺员（编程员）和操作工，前者负责制定加工工艺、编制加工程序，后者负责数控机床的操作，但在众多的中小企业，为了提高效率和降低成本，编程员和操作人员往往由一人担当，由此可以看出现代制造业需要的是高级技能复合型的数控加工技术的从业人员。对数控加工技术人才培养应强调“3D 设计、工艺、编程和操作”的集成统一，才能做到知识和技能、理论与实践的完美组合，更有利于提高大学生的就业竞争力，满足市场对数控加工技术技能型人才的需求。

制造业数控加工技术的特点与 CAD/CAM 集成软件的综合性密不可分，比如在航空航天、飞机或汽车制造的厂家，实际上都在使用公认的主流软件，但这些软件想学好或掌握起来颇费时日，经过国内数百所大专院校 10 多年的培训和制造业应用情况反馈表明，以具有 Windows 原创风格、全中文界面的 CAXA 制造工程师为代表的 CAXA 系列 CAD/CAM 软件易学实用，成本较低，完全能够满足对职业技能培训的特殊需求。该软件是劳动保障部“数控工艺员”职业资格培训指定软件，也是全国数控技能大赛指定软件之一。

本书以企业柔性管理系统仿真岗位工作基础操作为根本，以数控铣工职业标准为依据，以铣削内容设计原型为工作任务，让学生全面掌握数控铣削编程与仿真、多轴加工与仿真、图像加工与仿真等数控铣床中级操作基础技术；本着“由易到难、由简到繁、再到综合应用”的原则，将全书分为 7 个项目，48 个实例任务及 500 多个操作图，文图搭配得当，贴近于计算机上的操作界面，步骤清晰明了，符合学生认知规律，便于学生上机实践。力求使读者在较短的时间内不仅能够掌握较强的三维造型方法和数控自动编程技巧，而且能够真正

领悟到 CAXA 制造工程师 2016 软件应用的精髓，并在每一项目任务后都配有练习题和项目实训，供读者在学完本项目后复习巩固和自我检测。

本书的内容已制作成用于多媒体教学的 PPT 课件，并将免费提供给采用本书作为教材的院校使用。如有需要，请发电子邮件至 cipedu@163.com 获取，或登录 www.cipedu.com.cn 免费下载。

本书由刘玉春担任主编，甘肃畜牧工程职业技术学院张毅教授担任主审。具体编写分工为：甘肃畜牧工程职业技术学院邱晓庆编写项目一和项目二，南京交通技师学院于磊磊编写项目三，江苏省海门中等专业学校纪红兵编写项目四，广东海悟科技有限公司刘海涛编写项目五，甘肃畜牧工程职业技术学院刘玉春编写项目六和综合训练，甘肃有色冶金职业技术学院程辉编写项目七。

由于编者水平有限，加之 CAD/CAM 技术发展迅速，书中疏漏和不足之处恳请广大同仁和读者不吝批评指正。

编 者
2018 年 8 月

目 录

项目一	构造线框模型	1
任务一	CAXA 制造工程师 2016 基本操作	1
思考与练习		4
任务二	连杆轮廓曲线图的绘制	5
思考与练习		7
任务三	椭圆花形绘制	8
思考与练习		9
任务四	五角星绘制	10
思考与练习		13
任务五	弹簧螺旋曲线绘制	13
思考与练习		15
任务六	文字曲线包裹圆柱面图形绘制	15
思考与练习		18
任务七	线框立体图绘制	19
思考与练习		23
项目小结		24
项目实训		24
项目二	几何变换	26
任务一	六角螺母的线框造型	26
思考与练习		28
任务二	花瓶平面图形绘制	29
思考与练习		30
任务三	1/4 直角弯管三维图形绘制	31
思考与练习		33
任务四	六角花平面图形绘制	34
思考与练习		36
项目小结		36
项目实训		37

项目三

曲面造型

38

任务一 圆柱体曲面造型	38
思考与练习	39
任务二 台灯罩曲面造型	40
思考与练习	42
任务三 弯管三维图形绘制	43
思考与练习	46
任务四 手柄曲面造型	47
思考与练习	48
任务五 线圈骨架曲面造型	49
思考与练习	51
任务六 1/4 半圆弯头三维曲面造型	51
思考与练习	54
任务七 吊钩三维曲面造型	54
思考与练习	57
任务八 五角星曲面造型	58
思考与练习	61
任务九 面粉收集筒三维曲面造型	61
思考与练习	66
项目小结	66
项目实训	66

项目四

实体造型

68

任务一 拉伸特征实体造型	68
思考与练习	71
任务二 酒壶实体造型	71
思考与练习	73
任务三 手柄实体造型	73
思考与练习	76
任务四 螺杆实体造型	77
思考与练习	81
任务五 筋板类零件实体造型	82
思考与练习	84
任务六 轴承座实体造型	86
思考与练习	91
任务七 端盖实体造型	92
思考与练习	96
任务八 吊耳实体造型	97
思考与练习	101

任务九 箱体实体造型	103
思考与练习	109
项目小结	110
项目实训	110

项目五 数控铣削编程与仿真 112

任务一 长方体内型腔造型与加工	112
思考与练习	117
任务二 圆台曲面造型与加工	118
思考与练习	121
任务三 椭圆内壁造型与加工	122
思考与练习	124
任务四 手机造型与加工	125
思考与练习	131
任务五 凸轮外轮廓造型与加工	132
思考与练习	140
任务六 鼠标的造型与加工	140
思考与练习	148
任务七 五角星造型与加工	148
思考与练习	152
任务八 香皂模型造型与加工	153
思考与练习	158
任务九 可乐瓶底造型和加工	159
思考与练习	169
任务十 连杆造型与加工	170
思考与练习	177
项目小结	178
项目实训	178

项目六 多轴加工与仿真 181

任务一 四轴平切面加工	181
思考与练习	183
任务二 槽轴零件造型与加工	184
思考与练习	190
任务三 叶轮零件的造型与加工	191
思考与练习	194
任务四 空间圆槽的设计与加工	195
任务五 螺旋桨三维建模与五轴数控加工	198
思考与练习	206
项目小结	206

项目实训	206
------------	-----

项目七 图像加工与仿真	209
-------------	-----

任务一 五角星切割加工与仿真	209
思考与练习	212
任务二 文字雕刻加工与仿真	213
思考与练习	215
任务三 聚宝盆图像浮雕加工	216
思考与练习	218
任务四 立体景观影像浮雕加工	218
思考与练习	220
项目小结	221
项目实训	221

综合训练	223
------	-----

综合训练一 线架造型	223
综合训练二 曲面造型	226
综合训练三 实体造型	228
综合训练四 数控加工仿真	231
综合训练五 多轴加工与仿真	234

思考与练习部分参考答案	237
-------------	-----

参考文献	245
------	-----

项目一

构造线框模型

CAXA 制造工程师软件为“草图”或“线架”的绘制提供了多项功能，如直线、圆弧、圆、椭圆、样条、点、公式曲线、多边形、二次曲线、等距线、曲线投影、相关线和曲线编辑等。CAXA 制造工程师线架造型方法是学习 CAXA 制造工程师的重要基础，本项目通过典型工作任务的学习，达到使读者快速掌握并熟练运用线架造型的方法绘制简单平面图和线框立体图的目的。

【技能目标】

- 掌握用空间点和空间曲线来描述零件轮廓形状的造型方法。
- 掌握功能图标操作方法，提高作图效率。
- 掌握绘制简单二维平面图形和三维线框立体图的方法。
- 掌握平面图形编辑方法。

任务一 CAXA 制造工程师 2016 基本操作

一、任务导入

软件操作界面是每个操作者每时每刻都要面对的，熟悉界面上各部分的含义和作用是必不可少的。本任务通过绘制简单立体图形来了解 CAXA 制造工程师的基本操作方法。

二、任务分析

界面是交互式 CAD/CAM 软件与用户进行信息交流的中介。CAXA 制造工程师的用户界面，和其他 Windows 风格的软件一样，各种应用功能通过菜单和 Ribbon（功能区）驱动；状态栏指导用户进行操作并提示当前状态和所处位置；特征/轨迹树记录了历史操作和相互关系；绘图区显示各种功能操作的结果；同时，绘图区和特征/轨迹树为用户提供了数据的交互的功能。制造工程师功能区中每一个按钮都对应一个菜单命令，单击按钮和单击菜单命令是完全一样，如图 1-1 所示。

1. 绘图区

(1) 绘图区是进行绘图设计的工作区域，位于屏幕的中心。

(2) 在绘图区的中央设置了一个三维直角坐标系。该坐标系称为世界坐标系。它的坐标原点为 (0.0000, 0.0000, 0.0000)。

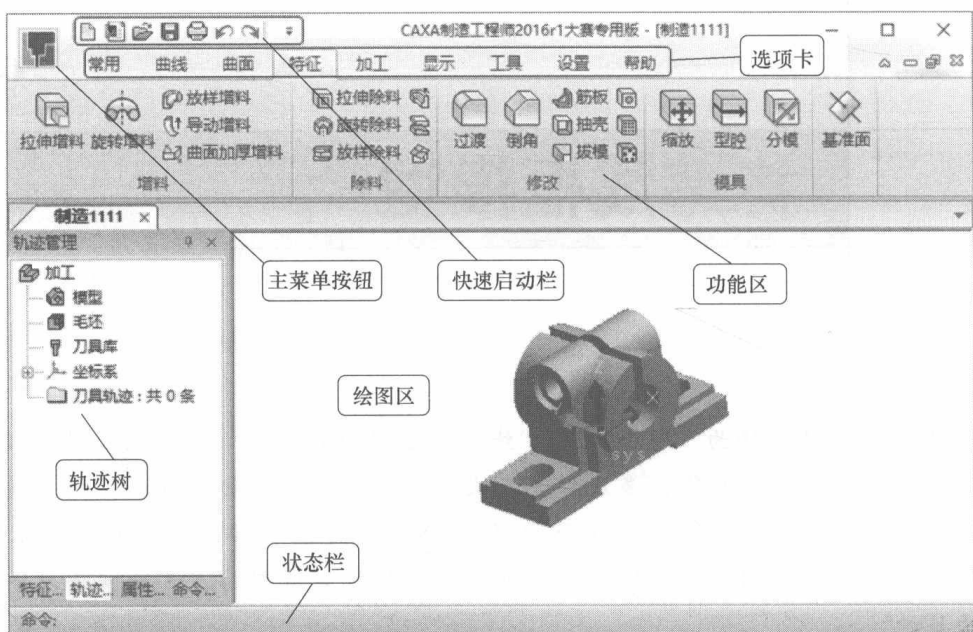


图 1-1 CAXA 制造工程师操作界面

2. 主菜单

(1) 单击主菜单按钮，在界面最左上方弹出主菜单，单击主菜单中的每一个菜单项都会弹出其子菜单。

(2) 主菜单与子菜单构成了右拉式菜单。

3. 立即菜单

立即菜单描述了该项命令执行的各种情况和使用条件。

4. 快捷菜单

光标处于不同的位置，右击会弹出不同的快捷菜单。

5. 对话框

某些菜单选项要求用户以对话的形式予以回答，单击这些菜单时，系统会弹出一个对话框。用户可根据当前操作做出响应。

6. 选项卡和 Ribbon（功能区）

界面上的选项卡包括：常用、曲线、曲面、特征、显示、工具、设置和帮助。单击每一个选项卡，都可以打开其相对应的功能区查找相应的命令。

7. 特征树

特征树记录了零件生成的操作步骤，用户可以直接在特征树中对零件特征进行编辑。

8. 轨迹树

轨迹树记录了生成的刀具轨迹的刀具、几何、参数等信息，用户可以在轨迹树上编辑轨迹。

三、绘图步骤

(1) 在“曲线”选项卡下，单击“直线”图标→“两点线”→“连续”→“非正交”。

(2) 按回车键→输入“起点坐标” $O(0,0,0)$ →按回车键→输入“终点坐标” $A(120,0,$

0)→按回车键,得到长为120mm的OA直线。

(3) 输入“终点坐标” $B(120, 80, 0)$ →按回车键,得到AB直线。

(4) 输入“终点坐标” $C(@-120, 0, 0)$ →按回车键,得到BC直线。

(5) 输入“终点坐标” $O(@0, -80, 0)$ →按回车键,得到CO直线。

(6) 按F9键,将当前面切换为YOZ平面。

(7) 输入“终点坐标” $F(@0, 0, 100)$ →按回车键,得到OF直线。

(8) 输入“终点坐标” $E(@0, 80, 0)$ →按回车键,得到FE直线。

(9) 输入“终点坐标” $C(@0, 0, -100)$ →按回车键,得到EC直线。

(10) 按F9键,将当前面切换为XOZ平面。

(11) 捕捉E点,输入“终点坐标” $D(@120, 0, 0)$ →按回车键,得到ED直线。

(12) 输入“终点坐标” $B(@0, 0, -100)$ →按回车键,得到DB直线→右击结束,结果如图1-2所示。

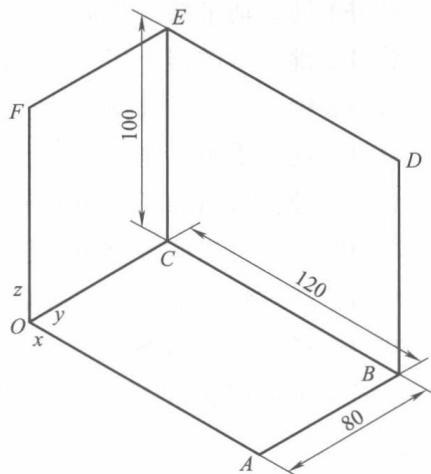


图 1-2 线框立体图

提示: 当需要使用工具点时,如果不希望每次都按空格键弹出“工具点”菜单,可以使用简略方式。即使用热键来切换到需要的点状态。热键就是点菜单中每种点前面的字母。

四、知识拓展

常用键含义如下:

1. 鼠标键

左键可以用来激活菜单、确定位置点、拾取元素等。右键用来确认拾取、结束操作和终止命令。鼠标左键可用来选择图素、确定点坐标、激活功能菜单。按动鼠标左键一次称为单击,对点、曲线、曲面和实体选择时的单击操作也称为拾取。鼠标右键可用来确认拾取、结束操作、终止命令、弹出快捷菜单。

2. 回车键和数值键

回车键和数值键在系统要求输入点时,可以激活一个坐标输入框,在输入框中可以输入坐标值。当屏幕左下角提示输入“点坐标”(如圆心、中点、起点、终点、肩点等)或者“半径”时,一般是先按回车键激活如图1-3所示的“数据输入框”,然后用数值键完成数据输入工作。如果数据以“@”号开头,表示使用“相对坐标”输入。

3. 空格键

(1) 当系统要求输入点时,按空格键弹出“点工具”菜单,显示点的类型。

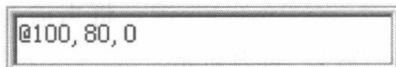


图 1-3 数据输入框

(2) 有些操作中(如作扫描面)需要选择方向,这时按空格键,弹出“矢量工具”菜单。

(3) 在有些操作(如进行曲线组合等)中,要拾取元素时,按空格键,可以进行拾取方

式的选择。

(4) 在“删除”等需要拾取多个元素时,按空格键则弹出“选择集拾取工具”菜单。

4. 功能热键

① F1 键:请求系统帮助。

② F2 键:草图器。用于“草图绘制”模式与“非绘制草图”模式的切换。

③ F3 键:显示全部图形。

④ F4 键:重画(刷新)图形。

⑤ F5 键:将当前平面切换至 XOY 面,同时将显示平面已设置为 XOY 面。

⑥ F6 键:将当前平面切换至 YOZ 面,同时将显示平面已设置为 YOZ 面。

⑦ F7 键:将当前平面切换至 XOZ 面,同时将显示平面已设置为 XOZ 面。

⑧ F8 键:显示轴测图。

⑨ F9 键:切换作图平面(XY、XZ、YZ),重复按 F9 键,可以在 3 个平面中相互转换。

⑩ 方向键:显示平移,可以使图形在屏幕上前后左右移动。

⑪ Shift+方向键:显示旋转,使图形在屏幕上旋转显示。

⑫ Ctrl+上键:显示放大。

⑬ Ctrl+下键:显示缩小。

⑭ Shift+左键:显示旋转,与 Shift+方向键功能相同。

⑮ Shift+右击:显示缩放。

⑯ Shift+(单击+右击):显示平移,与方向键功能相同。

思考与练习

一、填空题

1. CAXA 制造工程师工具软件提供了()、()、()三大类基本造型方法。

2. 鼠标左键可用来()。按动鼠标左键一次称为单击,对点、曲线、曲面和实体选择时的单击操作也称为拾取。

3. Shift+←、↑、→、↓或 Shift+鼠标左键:显示()。

二、判断题

1. () CAD/CAM 技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

2. () F5 键:将当前面切换至 XOY 平面。视图平面与 XOY 平面平行,把图形投影到 XOY 面内显示。

3. () 当前工作坐标系是能够被删除的,任何时刻输入的点坐标或者光标移动时右下角的变动数值,都是针对当前工作坐标系的。

三、作图题

绘制如图 1-4 所示的三视图。

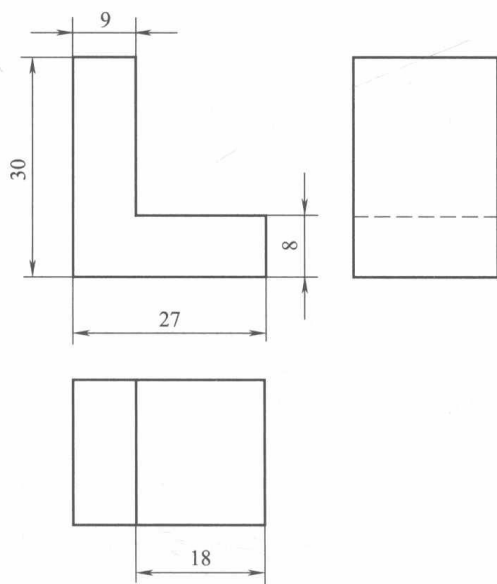


图 1-4 三视图

任务二 连杆轮廓曲线图的绘制

一、任务导入

绘制如图 1-5 所示的连杆平面图形。

二、任务分析

连杆平面图形主要由直线、圆和圆弧构成，上下图形一样，可用直线和圆命令绘制连杆下部，再用旋转命令旋转复制连杆上部。

三、绘图步骤

操作步骤如下：

(1) 在“曲线”选项卡下，单击“整圆”图标  → “圆心_半径”，捕捉原点为圆心点，输入半径 20，完成 R20 圆，输入半径 10，完成 R10 圆。按 Enter 键，在弹出的数据条输入框中输入圆心点 (100, 0)，输入半径值“15”，完成 R15 圆，输入半径 8，完成 R8 圆，如图 1-6 所示。

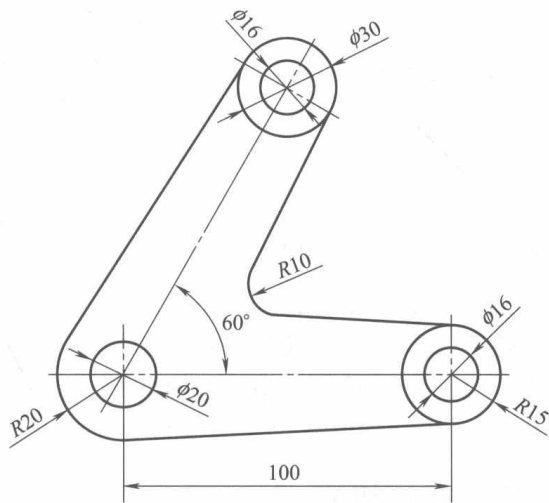


图 1-5 连杆平面图

(2) 单击“直线”图标  → “两点线” → “连续” → “非正交”，按空格键 → 选择切点 → 捕捉两圆切点，得到切线，结果如图 1-7 所示。

(3) 在“常用”选项卡下，单击“旋转”图标  → “拷贝” → 输入拷贝份数 1 → 输入角度

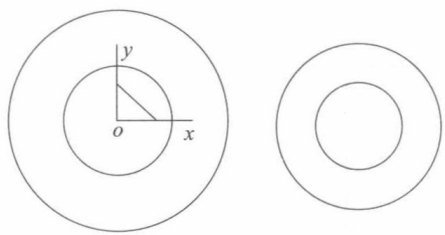


图 1-6 绘制圆



图 1-7 绘制切线

值 60，捕捉 R20 圆原点为旋转中心点，选择旋转图形，右击结束，完成结果如图 1-8 所示。

提示：在 XOY 平面和 XOZ 平面中，角度是指与 X 轴正向的夹角。在 YOZ 平面中，角度是指与 Y 轴正向的夹角。逆时针方向为角度正值，顺时针方向为角度负值。

(4) 在“常用”选项卡下，单击“剪裁”图标→单击剪裁多余线→回车结束。

(5) 在“曲线”选项卡下，单击“圆弧过渡”图标→“圆弧过渡”→输入“半径”10→输入“精度”0.01→“裁剪曲线 1”→“裁剪曲线 2”，分别拾取两条裁剪曲线→右击结束，结果如图 1-9 所示。

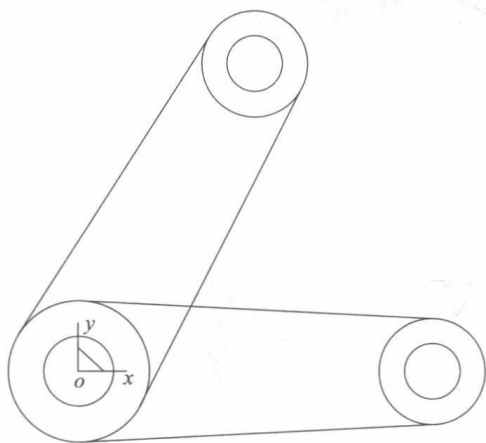


图 1-8 旋转复制图形

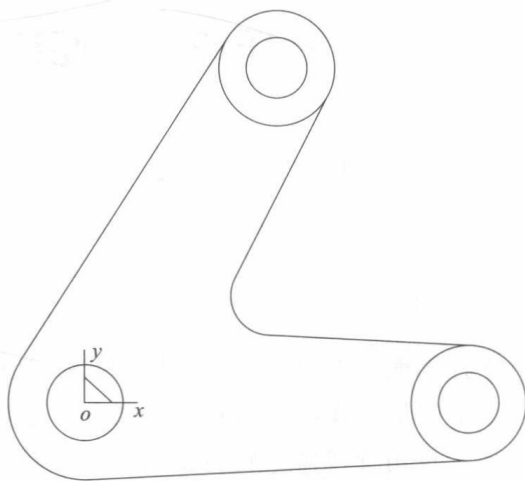


图 1-9 连杆平面图

提示：拾取点可以按空格键，利用“工具点”菜单选择点的类型。也可按回车键，进行绝对坐标或相对坐标的输入。可以按 F8 键进行轴测显示。

四、知识拓展

1. 圆弧线

圆弧是构成图形的基本要素。为了适应多种情况下的圆弧绘制，圆弧功能提供了 6 种方式：三点圆弧、圆心_起点_圆心角、圆心_半径_起终角、两点_半径、起点_终点_圆心角和起点_半径_起终角。

① 三点圆弧。

给定三点画圆弧，其中第一点为圆弧起点，第二点决定圆弧的位置和方向，第三点为圆

弧的终点。

② 圆心 _ 起点 _ 圆心角。

已知圆心、起点及圆心角或终点画圆弧。

③ 圆心 _ 半径 _ 起终角。

由圆心、半径和起终角画圆弧。

④ 两点 _ 半径。

给定两点及圆弧半径画圆弧。

⑤ 起点 _ 终点 _ 圆心角。

已知起点、终点和圆心角画圆弧。

⑥ 起点 _ 半径 _ 起终角。

由起点、半径和起终角画圆弧。

【操作】

① 单击主菜单“造型”，指向下拉菜单“曲线生成”，单击“圆弧”，或直接单击按钮；出现绘制圆弧的立即菜单。

② 在立即菜单中选择画圆弧方式，并根据状态栏提示完成操作。

2. 整圆

整圆功能提供了 3 种方式：圆心 _ 半径、三点圆、两点 _ 半径。

① 圆心 _ 半径。是指按给定圆心坐标和半径生成整圆。

② 三点圆。是指按给定圆上任意 3 个不重合点坐标来生成整圆。

③ 两点 _ 半径。是指给定圆上任意两个不重合点的坐标及圆的半径生成整圆。

【操作】

可通过单击“整圆”图标激活该功能，再单击“立即菜单”的下拉按钮，切换到不同的整圆绘制方式。

3. 经验总结

(1) 对于一些概念性的基础知识，应结合上机操作领会其中的含义，以便于快速记忆。

(2) 对于一些基本操作，应多上机演练。此时，要特别关注“命令行”的提示，因为它是人机交互的关键所在，尤其对于初学者，忽视它必将有碍于学习效率和能力的提高，即使后面的操作实践中也要随时观察命令区的提示。

(3) 初学者在上机操作时，应以工具栏“图标”输入命令为主，并应时刻注意“命令行”给出的提示，可提高绘图效率。

(4) 充分利用缩放命令，对复杂的局部图形放大后，能更方便地进行绘制、编辑操作。

(5) 对于轴类零件，宜用“直线 _ 连续”方式，采用相对坐标输入法进行作图较为快捷；对于有对称结构零件，要注意使用镜像、阵列等命令进行作图。

(6) 在作图过程中，注意随时切换“正交”“对象捕捉”、F9、F6、F7、F5 功能键等辅助工具，达到提高作图速度和质量的目的。

思考与练习

一、认知题

1. 将光标移动到每个图标处停留一下，借助软件系统给出的提示，熟悉图标代表的

功能。

2. 熟悉主菜单及子菜单的内容。

3. 熟悉常用键的功能，重点观察按 F5、F6、F8 和 F9 键时坐标系显示上的变化及移动光标时右下角数值变动规律。

4. 创建一个工作坐标系，观察移动光标时右下角数值变化情况。切换当前工作坐标系，再观察右下角数值变化情况。

5. 在“图层管理”对话框中，增加名称分别为“线架”“曲面”“实体”“加工轨迹”的新图层，颜色自定。

二、作图题

1. 绘制如图 1-10 所示的立体图形，厚度为 30mm。

2. 绘制如图 1-11 所示的平面图形。

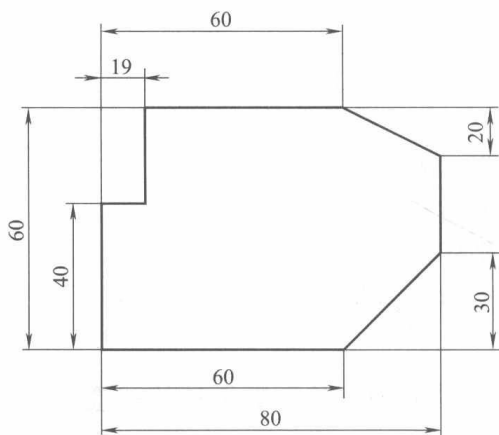


图 1-10 平面图

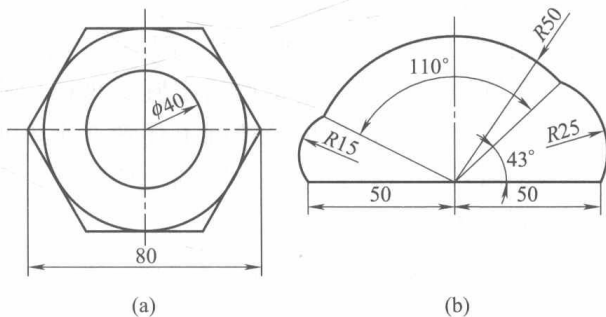


图 1-11 平面图

任务三 椭圆花形绘制

一、任务导入

在 XOY 平面上绘制如图 1-12 所示长半轴 20、短半轴 42.5、中心坐标 (0, 42.5) 的椭圆。

二、任务分析

任务中显示的是椭圆平面图形，要利用“椭圆”命令作图，注意“旋转角”顺时针为取负值，逆时针为正值。

三、绘图步骤

(1) 按 F5 键。

(2) 在“曲线”选项卡下，单击“椭圆”图标→输入中心坐标 (0, 42.5)→输入椭圆一