

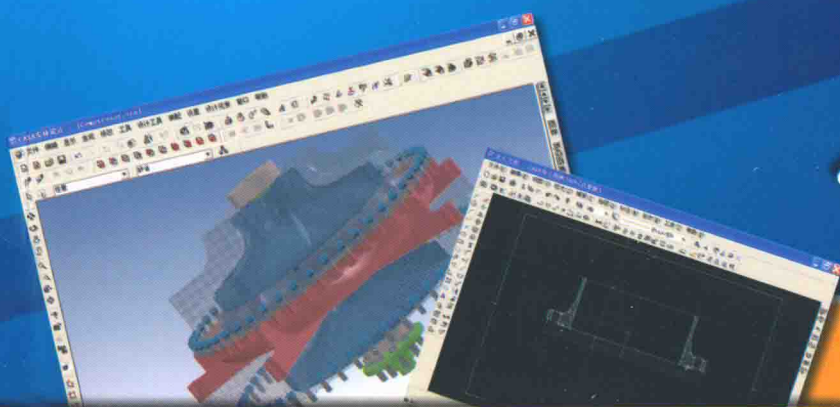


全国高职高专规划教材·机械设计制造系列

CAXA制造工程师 2011实例教程

CAXA ZHIZAO GONGCHENGSHI 2011 SHILI JIAOCHENG

姬彦巧 主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

全国高职高专规划教材·机械设计制造系列

CAXA 制造工程师 2011 实例教程

主 编 姬彦巧
参 编 孙曙光 赵长宽 茹丽妙 段 颖
刘 柯 文彦波 宋新颖 史立峰
主 审 丁仁亮



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是一本 CAD/CAM 软件应用教程,主要针对北京数码大方科技有限公司开发的“CAXA 制造工程师 2011”软件进行全面介绍。本书以项目为载体,以高职学生的认知规律为依据,采用由简单到复杂的规律设计教学项目和教学任务,并组织知识内容,尽量使每一个知识点都有实例可依,有项目可循,充分体现了“项目驱动、任务引领”的方式。本书精选了 6 个项目,20 多个任务,内容涵盖 CAXA 制造工程师 2011 软件常用的造型、绘图和自动编程等。

本书既可作为高职高专、中等职业技术学校数控技术应用专业及相关专业的教学用书,也可作为有关行业的岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

CAXA 制造工程师 2011 实例教程/姬彦巧主编. —北京:北京大学出版社,2012.1

(全国高职高专规划教材·机械设计制造系列)

ISBN 978-7-301-20024-7

I. ①C… II. ①姬… III. ①机械设计—软件包, CAXA 2011—高等职业教育—教材
IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 278190 号

书 名: CAXA 制造工程师 2011 实例教程

著作责任者: 姬彦巧 主编

策 划 编 辑: 温丹丹

责 任 编 辑: 温丹丹

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-20024-7/TH·0283

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电 子 信 箱: zyjy@pup.cn

印 刷 者: 三河市博文印刷厂

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.5 印张 280 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 23.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

CAXA 制造工程师软件和 CAXA 数控车软件是北京数码大方科技有限公司优秀的 CAD/CAM 软件,广泛应用于装备制造、电子电器、汽车及零部件、国防军工、工程建设、教育等各个行业,具有技术领先、全中文、易学、实用等特点,非常适合工程设计人员和数控编程人员使用。

本书从数控自动编程的实际出发,以典型实例为导向,详细介绍了 CAXA 制造工程师 2011 软件的基本操作和典型应用。本书共分 6 个项目,主要介绍了 CAXA 制造工程师 2011 软件的线架造型设计、曲面造型设计、实体造型设计、平面类零件的数控铣自动编程、曲面类零件的数控铣自动编程和数控机床加工仿真。

为了方便初学者学习,本书以项目为载体,以高职学生的认知规律为依据,采用由简单到复杂的规律设计教学项目和教学任务,并组织知识内容,尽量使每一个知识点都有实例可依,有项目可循,充分体现了“项目驱动、任务引领”的方式。读者可以循序渐进,轻松掌握该软件的操作,本书部分例题和练习题选用了数控中级工、数控高级工、数控工艺员和数控大赛的考题。通过系统的学习和实际操作,可以达到相应的技术水平。

本书面向具有一定制图和机械加工知识的工程技术人员、数控加工人员和在校学生,是在结合编者多年的 CAD/CAM 软件使用和教学等经验的基础上编写而成的。

本书编写人员有:孙曙光(项目 1)、段颖(项目 2 任务 1)、刘柯(项目 2 任务 2)、文彦波(项目 2 任务 3)、宋新颖(项目 2 任务 4、附录)、赵长宽(项目 3 任务 1~任务 5)、茹丽妙(项目 3 任务 6)、姬彦巧(项目 4、项目 5、项目 2 任务 5 以及所有的项目训练实例)、史立峰(项目 6)。

本书由姬彦巧任主编,丁仁亮任主审,在编写过程中,得到了北京数码大方科技有限公司和 CAXA 东北大区有关人员的大力支持,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,时间仓促,书中不足之处在所难免,欢迎广大读者和业内人士予以批评指正。

编 者
2012 年 1 月

目 录

项目 1 线架造型设计	1
任务 1 创建二维线架图形	1
任务 2 创建三维线架图形	10
项目 2 曲面造型设计	16
任务 1 创建直纹面	16
任务 2 创建旋转面	23
任务 3 创建导动面	25
任务 4 创建扫描面	35
任务 5 曲面造型综合实例	45
项目 3 实体造型设计	56
任务 1 拉伸造型设计	56
任务 2 旋转造型设计	63
任务 3 导动造型设计	71
任务 4 放样造型设计	76
任务 5 实体造型综合实例	79
任务 6 实体曲面复合造型设计	84
项目 4 平面类零件的数控铣自动编程	92
任务 1 外凸台零件的数控铣削自动编程	92
任务 2 凹盘零件的数控铣削自动编程	114
项目 5 曲面类零件的数控铣自动编程	128
任务 1 等高线加工	128
任务 2 导动线加工	135
任务 3 扫描线粗加工和三维偏置精加工	144
任务 4 综合加工实例——花盘的加工	148
项目 6 数控机床加工仿真	169
附录	176
参考文献	178

项目 1 线架造型设计



知识目标

通过本项目的学习，能够利用 CAXA 制造工程师软件进行二维和三维曲线图形的设计，主要掌握曲线生成、曲线编辑和几何变换中各种功能的应用方法。



技能目标

1. 学会利用曲线生成、曲线编辑和几何变换的命令设计二维线架图形。
2. 学会利用曲线生成、曲线编辑和几何变换的命令设计三维线架图形。



项目描述

点、线的绘制，是线架造型和实体造型的基础。CAXA 制造工程师软件为“草图”或“线架”的绘制提供了 10 多项功能：直线、圆弧、圆、椭圆、样条、点、文字、公式曲线、多边形、二次曲线、等距线、曲线投影、相关线等。利用这些功能可以方便地设计出各种复杂的草图与三维线架图形。

任务 1 创建二维线架图形

【任务要求】 绘制如图 1-1 所示的二维零件图形（不绘制点画线，不标注尺寸）。

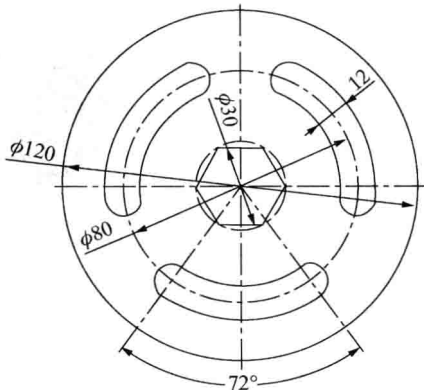


图 1-1 三维零件图形

1.1.1 知识准备

CAXA 制造工程师 2011 是北京数码大方科技有限公司开发的系列软件之一，目前广泛地应用于塑模、锻模、拉伸模等复杂模具的生产，以及汽车、电子、兵器、航空航天等行业的精密零部件加工。

1. CAXA 制造工程师软件的造型方法

CAXA 制造工程师软件提供了线框、曲面、实体和特征造型建立几何模型，其中实体造型和特征造型比较方便简单、易于理解和掌握。

(1) 线框造型

线框造型就是用零件的特征点和特征线来表达二维、三维零件形状的造型方法。如图 1-2 所示，给定空间坐标点 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 、 H ，按一定顺序将它们连接成线，即可生成长方体的线架模型。

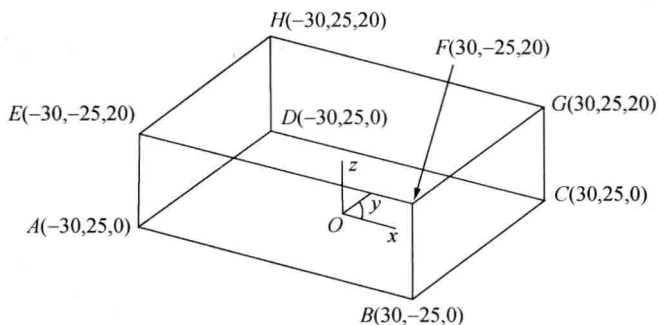


图 1-2 线框造型示例

(2) 曲面造型

曲面造型就是使用各种数学曲面方程来表达零件形状的造型方法。如图 1-3 所示，曲线绕着直线旋转 360° 生成花瓶造型。这种造型方法复杂，主要适用于复杂零件的外形设计。

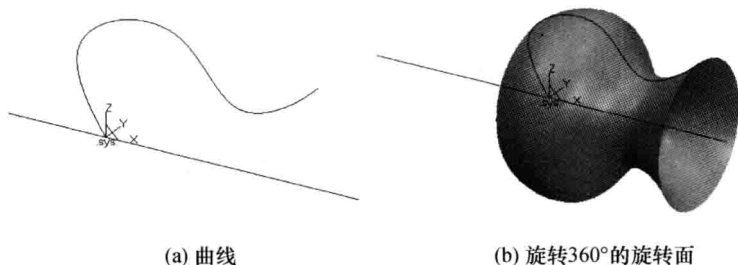
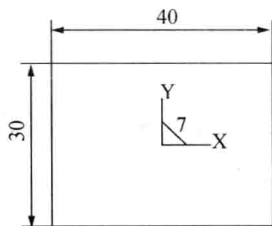


图 1-3 曲面造型示例

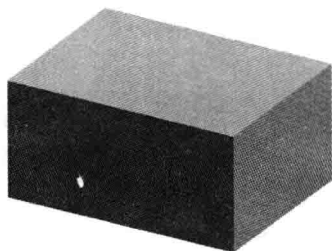
(3) 实体造型

实体造型就是二维平面图形所围成的区域沿着指定的方向运动一定距离，从而生成零件的造型方法。如图 1-4 所示，长方形所围成的区域沿 $+Z$ 方向运动 20 mm 生成长方体，

这种造型方法学习起来很容易，形成的图形生动形象，使用起来也很方便，是 CAD/CAM 软件发展的趋势。



(a) 绘制草图



(b) 拉伸增料

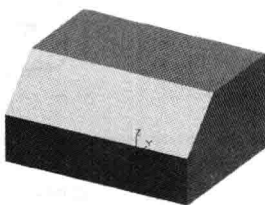
图 1-4 “拉伸增料”实体造型示例

(4) 特征造型

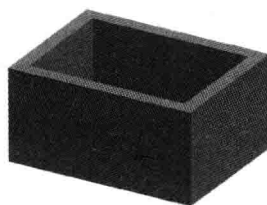
特征造型就是利用各种标准特征生成零件的造型方法，如孔、倒角、倒斜角、抽壳等。如图 1-5 所示，创建矩形倒角、倒斜角和抽壳特征。



(a) 倒角



(b) 倒斜角



(c) 抽壳

图 1-5 特征造型示例

以上几种造型方法各具特色，既可独立使用，也可混合使用。一般要根据零件形状特点选择其中几种方法混合起来使用进行造型，通常以实体造型和特征造型为基础，以线框造型和曲面造型设计复杂表面作为必要补充。

2. CAXA 制造工程师软件的界面

(1) 启动 CAXA 制造工程师软件

启动 CAXA 制造工程师有两种方法：一是从“开始”菜单启动，如图 1-6 所示；二是双击 Windows 桌面上的“CAXA 制造工程师”图标启动。

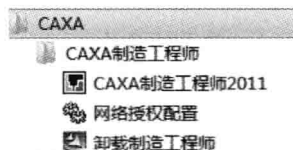


图 1-6 “开始”菜单启动软件

(2) CAXA 制造工程师软件的界面

启动 CAXA 制造工程师软件后，将出现软件界面，如图 1-7 所示。

① 主菜单：集成了软件“造型”和“加工”等有关的命令和操作，用鼠标单击某项，弹出的菜单成为下拉菜单。

② 立即菜单：某些具体命令启动后，将出现立即菜单，立即菜单描述了该项命令执

行情况和使用条件。

③ 工具栏：是一组按钮工具的集合。鼠标指向某个按钮，稍停片刻将显示该按钮所代表的命令，单击该按钮（按钮处于凹下状态）则启动命令，出现对应的立即菜单，此时状态栏中将出现操作提示。

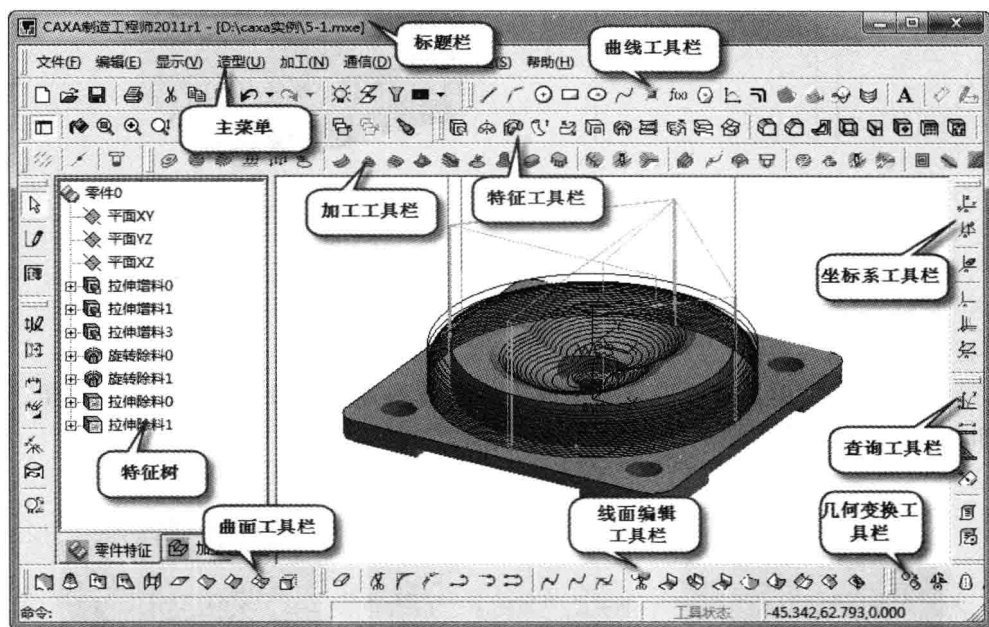


图 1-7 CAXA 制造工程师软件界面

④ 状态栏：状态栏提示区显示与操作相关的一些信息。

⑤ 绘图区：在绘图区中绘制和显示图形。

⑥ 特征树/加工管理树：单击“零件特征”按钮 ，该按钮凸起，此时将显示特征树，特征树上记载着零件造型过程的所有特征信息；单击“加工管理”按钮 ，该按钮凸起，此时将显示加工管理树，加工管理树上记载着零件加工的所有特征信息。

1.1.2 绘制二维线架实例图形

1. 常用的命令

CAXA 制造工程师 2011 提供了直线、圆弧、圆、矩形、椭圆、样条曲线、点、公式曲线、正多边形、二次曲线、等距线、曲线投影、相关线和样条线转圆弧 14 种曲线生成功能，如图 1-8 和表 1-1 所示。

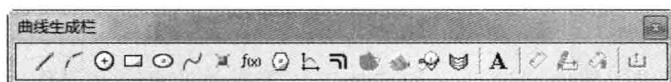


图 1-8 曲线生成工具栏

表 1-1 曲线生成命令

功 能	绘制方式
直线	“两点线”、“平行线”、“角度线”、“切线/法线”和“水平/铅垂线”
矩形	“两点”、“中心_长_宽”
圆	“两点_半径”、“三点”、“圆心_半径”
圆弧	“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”、“起点_半径_起终角”
点	“单个点”、“批量点”
椭圆	按给定的参数绘制椭圆或椭圆弧
样条曲线	生成过给定顶点（样条插值点）的样条曲线，有“逼近”和“插值”两种方式
公式曲线	根据数学表达式或参数表达式绘制样条曲线
正多边形	在给定点处绘制一个给定半径，给定边数的正多边形
等距线	绘制给定曲线的等距线，有“组合曲线”和“单根曲线”两种方式
相关线	绘制曲面或实体的“交线”、“边界线”、“参数线”、“法线”、“投影线”、“实体边界”
文字	在当前平面或其平行平面上绘制文字形状的图线

2. 曲线编辑

CAXA 制造工程师提供了多种曲线编辑功能，主要包括：曲线裁剪、曲线过渡、曲线打断、曲线组合、曲线拉伸、曲线优化、样条编辑，如表 1-2 和图 1-9 所示。这些曲线编辑功能可以有效地提高作图的速度。

表 1-2 曲线编辑命令

功 能	绘制方式
曲线裁剪	使用曲线做剪刀，裁掉曲线上不需要的部分。裁剪共有四种方式：“快速裁剪”、“线裁剪”、“点裁剪”、“修剪”
曲线过渡	用于在两根曲线之间进行给定半径的圆弧光滑过渡
曲线组合	曲线组合用于把拾取到的多条相连曲线组合成一条样条曲线。曲线组合有两种方式：“保留原曲线”和“删除原曲线”
曲线拉伸	曲线拉伸用于将指定曲线拉伸到指定点。拉伸有“伸缩”和“非伸缩”两种方式。伸缩方式就是沿曲线的方向进行拉伸；而非伸缩方式是以曲线的一个端点为定点，不受曲线原方向的限制进行自由拉伸
曲线优化	对控制顶点太密的样条曲线在给定精度范围内进行优化处理，减少其控制顶点
样条编辑	已经生成的样条进行修改，编辑样条的型值点

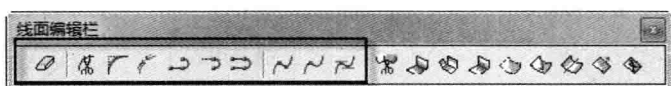


图 1-9 线面编辑工具栏

3. 几何变换

几何变换是指对线、面进行变换，对造型实体无效，而且几何变换前后线、面的颜色、图层等属性不发生改变。几何变换共有 7 种功能：平移、平面旋转、旋转、平面镜像、镜像、阵列和缩放，如表 1-3 和图 1-10 所示。

表 1-3 几何变换命令

功 能	绘制方式
平移	对拾取到的曲线或曲面进行平移或复制。平移有两种方式：“两点”、偏移量”
平面旋转	对拾取到的曲线或曲面进行同一平面上的旋转或旋转复制
旋转	对拾取到的曲线或曲面进行空间的旋转或旋转复制
平面镜像	对拾取到的直线或曲面以某一条直线为对称轴，进行同一平面内的对称镜像或对称复制
镜像	对拾取到的直线或曲面以某一条平面为对称面，进行空间对称镜像或对称复制
阵列	对拾取到的曲线或曲面，按圆形或矩形方式进行阵列复制。可分为“圆形”和“矩形”两种方式
缩放	对拾取到的曲线或曲面按比例放大或缩小。缩放有“复制”和“移动”两种方式

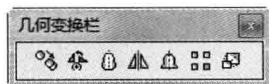


图 1-10 几何变换工具栏

4. 绘制过程

① 按 F5 键，选择 XY 平面作为绘图平面，单击“圆”按钮，选择“圆心_半径”方式。按字母键“S”，拾取坐标原点，按回车键，输入半径“30”，单击；输入半径“80”，单击；输入半径“120”，单击，结果如图 1-11 所示。

注意：在立即菜单中输入数值后，必须按“回车”键，或者右击确认，否则，将导致光标不能正确显示，无法进行下一步操作。

② 单击“正多边形”按钮，在立即菜单中选择“中心”方式、“边数”为“6”以及“内接”，按回车键，在弹出的对话框中输入坐标（15，0，0）绘制圆内接正六边形，绘制结果如图 1-12 所示。

③ 绘制夹角为 72° 的角度线。单击“直线”按钮，选择“角度线”、“Y 轴夹角”、“角度”为“36”，绘制第一条直线；选择“角度线”、“Y 轴夹角”、“角度”为“-36”绘制第二条直线。绘制结果如图 1-13 所示。

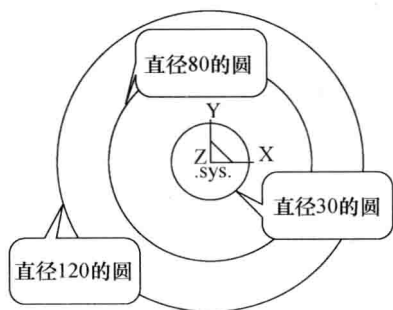


图 1-11 绘制圆

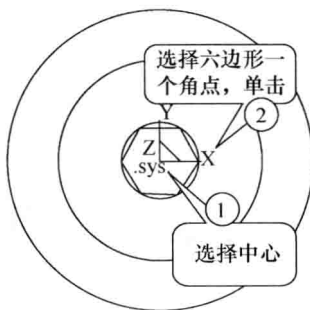


图 1-12 绘制内接六边形

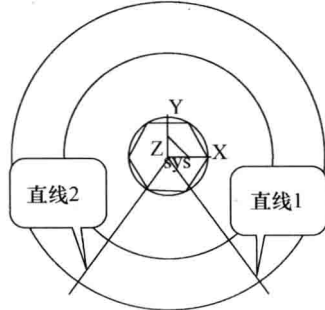


图 1-13 绘制 72° 角的两边

④ 绘制和 $\phi 12$ 的圆。单击“圆”按钮 ，选择“圆心_半径”方式，分别拾取交点1，输入半径“6”，绘制第一个圆，拾取交点2绘制第二个圆，结果如图1-14所示。

⑤ 绘制和 $\phi 12$ 的圆相切的两个圆。单击“圆”按钮 ，选择“圆心_半径”方式，拾取坐标圆点后，按空格键，弹出快捷菜单选择“T切点”，拾取 $\phi 12$ 圆中靠近 $\phi 30$ 圆的一个点单击后，绘制第一个圆；拾取 $\phi 12$ 圆中远离 $\phi 30$ 圆的一个点单击后，绘制第二个圆。如图1-15所示，绘制结束后，按空格键，弹出快捷菜单选择“S缺省点”选项。

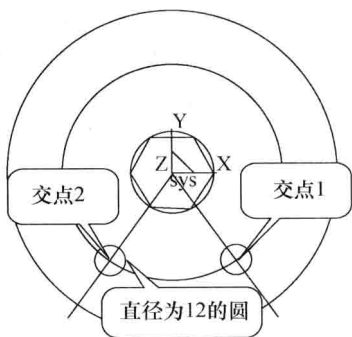


图 1-14 绘制 $\phi 12$ 的两个小圆

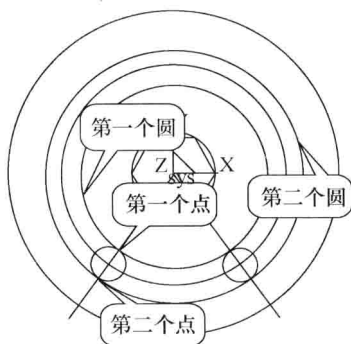


图 1-15 绘制两个圆

⑥ 单击“删除”按钮 ，拾取 $\phi 30$ 、 $\phi 80$ 的圆、夹角为 72° 的两条边，右击删除，结果如图1-16所示。

⑦ 单击“曲线裁剪”按钮 ，选择“快速裁剪”、“正常裁剪”，拾取需要裁剪的部分，图1-16所示，裁剪结果如图1-17所示。

注意：操作部分，如果曲线不能被裁剪，使用删除命令，将多余的曲线删除。

⑧ 单击“阵列”按钮 ，选择“圆形”、“均布”、“份数”为“3”、“轨迹坐标系不变换”，拾取要阵列的元素右击，输入要阵列的中心点后，单击，获得如图1-18所示的图形。

注意：曲线编辑的主要功能是对已有的曲线进行修改；几何变换的主要功能是对图线进行定位和复制新的图线；曲线的绘制功能可分为两类，即基本绘图功能（如直线、圆、圆弧、样条曲线）和增强绘图功能（如矩形、正多边形、椭圆等），增强绘图功能是为提高绘图效率而提供的。在绘制图形时，只要条件合适，就应该更多地使用这些功能。

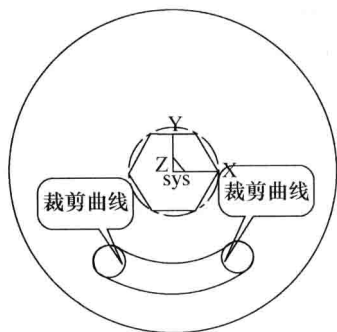


图 1-16 删除曲线

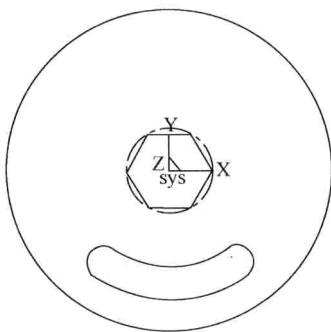


图 1-17 裁剪曲线

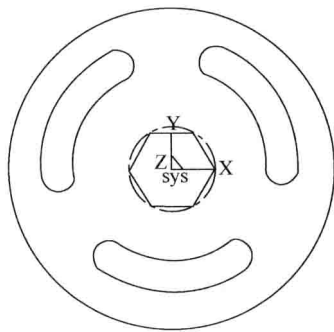


图 1-18 曲线阵列



相关知识

1. 当前平面

当前平面是指当前的作图平面，是当前坐标系下的坐标平面，即 XY 面、YZ 面、XZ 面中的某一个，可以通过 F5、F6、F7 3 个功能键进行选择。系统会在确定作图平面的同时，调整视向，使用户面向该坐标平面，也可以通过 F9 键，在三个坐标平面间切换当前平面。系统使用连接两坐标轴正向的斜线标示当前平面，如图 1-19 所示。

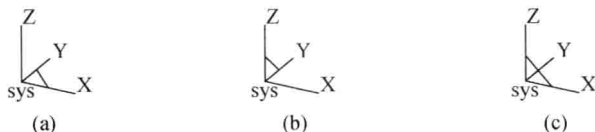


图 1-19 当前坐标平面的表示方法

2. 点的输入方法

点输入的方式有：键盘输入坐标和鼠标捕捉两种。键盘输入就是利用键盘输入已知坐标的点，鼠标输入就是利用鼠标捕捉图形对象的特征点。

(1) 键盘输入

键盘输入的是已知坐标的点，其操作方法有如下两种：

① 按下回车键，系统在屏幕中心位置弹出数据输入框，通过键盘输入点的坐标值，系统将在输入框内显示输入的内容；再按下回车键，完成一个点的输入。

② 利用键盘直接输入点的坐标值，系统在屏幕中心位置弹出数据输入框，并显示输入内容，输入完成后，按下回车键，完成一个点的输入。

注意：利用方法②进行输入时，尽管省略了回车键的操作，但是使用省略方式输入数据第一位时，该方法无效。

(2) 坐标的表达方式

① 用“绝对坐标”表达：即相对于当前坐标原点的坐标值。

② 用“相对坐标”表达：后面的坐标值相对于当前点的坐标。

③ 用“函数表达式”表达：将表达式的计算结果，作为点的坐标值输入。如输入坐标 $122/2$ ， $30 * 2$ ， $120 * \sin(30)$ ，等同于输入了计算后的坐标值“61，60，60”。

(3) 完全表达和不完全表达

① 完全表达：即将 X、Y、Z 三个坐标全部表示出来，数字间用逗号分开，如“20，30，50”代表坐标 $X=20$ ， $Y=30$ ， $Z=50$ 的点。

② 不完全表达：即 X、Y、Z 三个坐标的省略方式，当其中一个坐标值为零时，该坐标可以省略，其间用逗号分开。例如，坐标“20，0，0”可表示为“20，，”；坐标“30，0，50”可表示为“30，0，50”；坐标“0，0，70”可表示为“，，70”。

3. 工具菜单

CAXA 制造工程师提供了点工具菜单、矢量工具菜单、选择集拾取工具菜单和串联拾

取工具菜单4种工具菜单,如图1-20所示。

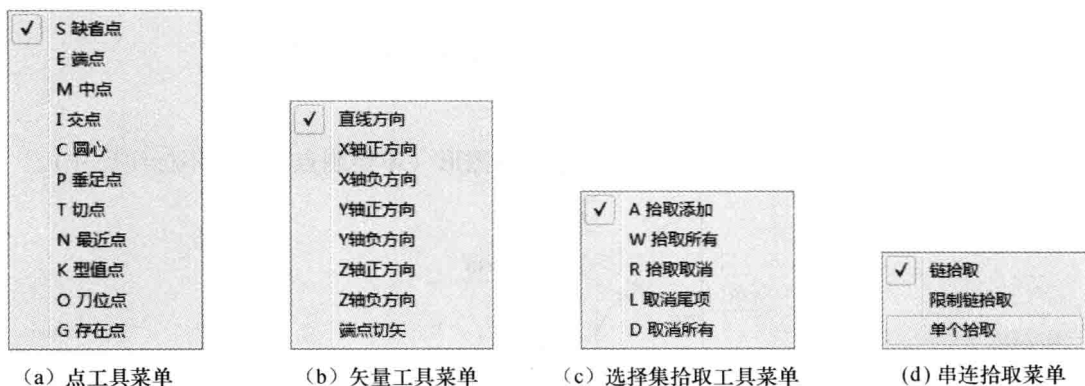


图 1-20 工具菜单

1.1.3 归纳总结

在本任务中,主要说明了采用曲线生成、曲线编辑和几何变换的命令绘制空间二维零件图,通过本任务的学习,掌握空间点的输入、直线、圆、圆弧等的绘制以及曲线的几何变换和编辑方法。

1.1.4 巩固提高

按照上述的绘图方式,绘制如图1-21所示的二维零件图形。(不绘制点画线,不标注尺寸。)

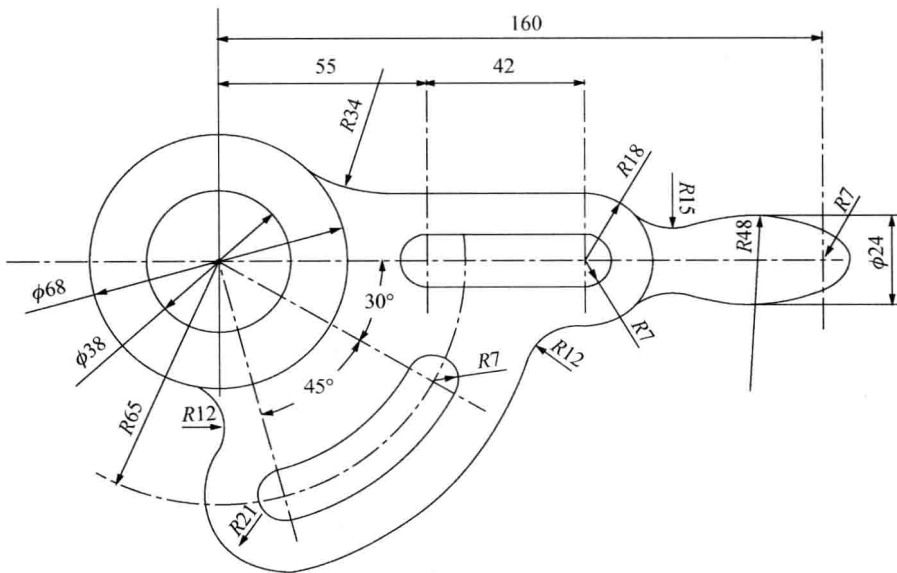


图 1-21 零件图形

任务2 创建三维线架图形

【任务要求】 绘制如图 1-22 所示的三维零件图形（不绘制点画线，不标注尺寸）。

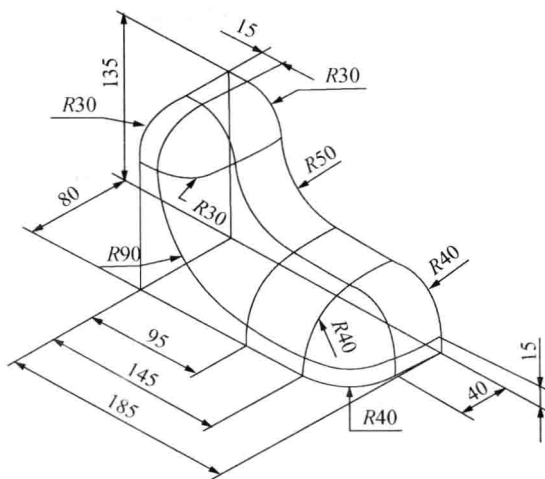


图 1-22 三维零件图形

1.2.1 知识准备

三维曲线绘制是在三维空间构筑三维模型的线条，它们是曲面造型的基础。

1.2.2 绘制三维线架零件图形

1. 图形分析

通过分析图 1-22 所示的图形，可以发现图形几乎都是由直线和圆弧组成，直线的绘制方法可由直线命令的“两点线”、“平行线”等来绘制。圆弧的绘制可以直接采用“圆弧”、“圆”和“曲线过渡”命令来完成。

2. 绘制过程

【步骤 1】 绘制直线图形

① 按 F5 键。单击“直线”按钮 ，选择“两点线”中的“连续”、“正交”、“点方式”绘制直线。② 拾取坐标原点作为直线的第一点，输入“185, 0, 0”后，按回车键；输入“185, -80, 0”后，按回车键，输入“0, -80, 0”后，按回车键，拾取原点，按回车键。绘制一个矩形。③ 输入“0, 0, 135”后，按回车键，输入“0, -80, 135”后，按回车键，按 F6 键后，拾取点“0, -80, 0”后，按回车键，绘制第二个矩形，绘制结果如图 1-23 所示。

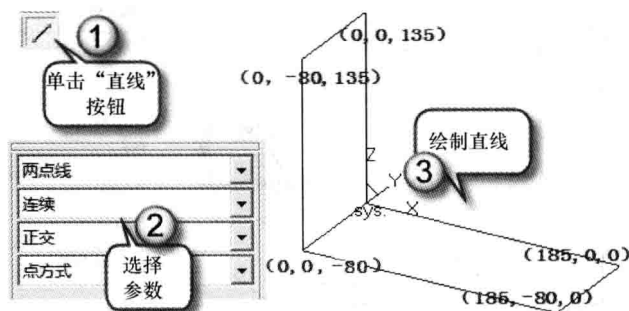


图 1-23 绘制两个矩形

【步骤2】 利用“等距线”绘制直线

① 按 F5、F8 键，单击“等距线”按钮 ，选择“单根曲线”、“等距”、“距离”为“95”，再选择“直线0”，选择箭头确定等距方向，得到“直线1”。同样方法，输入“距离”为“145”，绘制“直线2”。② 按 F6、F8 键，输入“距离”为“105”，绘制“直线3”，如图 1-24 所示。

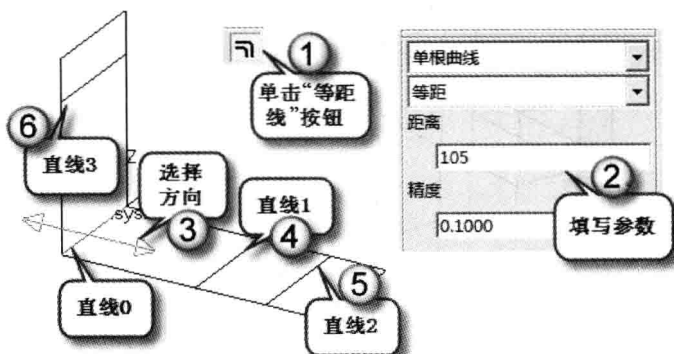


图 1-24 绘制等距线

【步骤3】 利用“平移”绘制图形

① 单击“平移”按钮 ，选择“偏移量”、“拷贝”、“DX=0、DY=0、DZ=15”，拾取要偏移的“系列曲线0”后，单击，获得“系列曲线1”。② 选择“偏移量”、“拷贝”、“DX=0、DY=0、DZ=55”，拾取要偏移的“系列曲线0”，单击，获得“系列曲线2”。③ 按 F6 键，选择“偏移量”、“拷贝”、“DX=15、DY=0、DZ=0”，拾取要偏移的“系列曲线00”，单击，获得“系列曲线01”。④ 选择“偏移量”、“拷贝”、“DX=45、DY=0、DZ=0”，拾取要偏移的“系列曲线00”，单击，获得“系列曲线02”。绘制结果如图1-25所示。

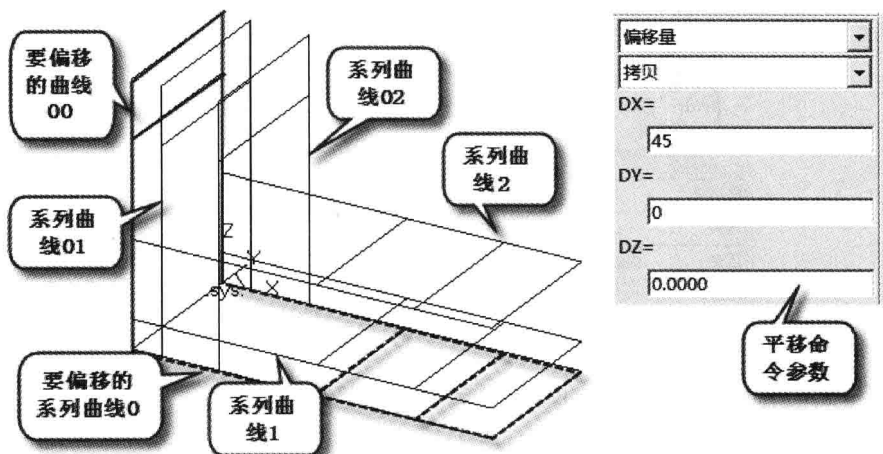


图 1-25 “平移”绘制图形

【步骤4】 利用直线命令连接两点

单击“直线”按钮 , 选择“两点线”中的“连续”、“非正交”绘制直线, 如图 1-26 所示。

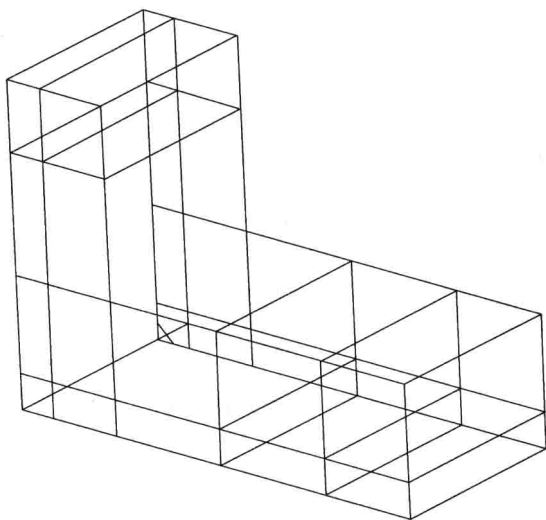


图 1-26 绘制直线

【步骤5】 利用“曲线过渡”绘制圆弧

① 单击“曲线过渡”按钮 , 选择“圆弧过渡”, “半径”为“40”, “裁剪曲线1”、“裁剪曲线2”, 拾取圆弧过渡边, 结果如图 1-27 中的“圆弧1”。② 输入“半径”为“30”, 拾取圆弧过渡边, 结果如图 1-27 中的“圆弧2”。③ 修改“半径”为“50”, 拾取圆弧过渡边, 结果如图 1-27 中的“圆弧3”。④ 输入“半径”为“90”, 拾取圆弧过渡边, 绘制如图 1-27 中的“圆弧4”。