

杨永明 王永泉 主编

# 工程图学 上机指导书

GONGCHENG TUXUE  
SHANGJI  
ZHIDAOSHU



国防工业出版社

National Defense Industry Press

# 工程图学上机指导书

杨永明 王永泉 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书以二维图样绘制为驱动,详细讲解了CAXA 2007 二维软件的使用方法;以阅读零件二维图形为基础,给出了详细的三维造型步骤和技巧;以装配体造型为实例,介绍了装配体的零件造型后装配方法和装配体的在位造型设计方法。

为体现绘图和造型技巧,精心设置例题,以达到学生能够通过经典例题掌握尽可能多的绘图和造型技巧的目的,再配以相应的练习题,能够使学生大幅度提高学习效率。

本书涉及的各类绘图和造型命令,例题的设置,由浅入深,循序渐进,适合机械类学生和工程技术人员上机练习和自学使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程图学上机指导书 / 杨永明,王永泉主编. —北京:  
国防工业出版社,2010.8

ISBN 978 - 7 - 118 - 06845 - 0

I. ①工... II. ①杨...②王... III. ①工程制图:  
计算机制图 IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 126979 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

\*

开本 787×960 1/16 印张 12¼ 字数 242 千字  
2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 20.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422  
发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474  
发行业务:(010)68472764

# 前 言

本书内容紧凑,以 CAXA 2007 和 SolidWorks 2007 的软件使用为平台,以学生上机练习或自学为基础,针对学生在上机过程中遇到的各类常见问题,做出针对性指导和解答,并将绘图技巧和立体造型技巧融入各例题中,使学生在有限的学习时间内少走弯路,提高绘图和造型效率。

本书同国内出版的针对软件的教程类书籍相比,有如下优点:

(1) 技巧性强。技巧是积累出来的,学生刚接触软件学习时不存在技巧的累计,只能生硬的使用各种命令,不能对各命令建立有机的联系。通过本指导书,学生可掌握大量的绘图技巧,提高绘图效率。

(2) 例题完整性强。针对 SolidWorks 2007 的使用,国内大部分指导性教程仅是侧重造型方面的指导。本书将把三维造型、配合的选择以及工程图同 CAXA 软件的转换等内容融入同一例题,使学生在掌握知识时,将软件的各模块有机联系成一个整体。

(3) 例题和习题有较强的针对性。本书设置的例题是针对各类绘图或造型技巧精心挑选和设计的。

本书第一章由王永泉编写;第二章至第五章,第六章第一、二节,第七章第一、二节由杨永明编写;第六章第三节由成凤文编写;第六章第四节由张明莉编写;第七章第三节由郭亮编写。全书由杨永明统稿并任主编。

书中融入了作者在多年工程制图和计算机绘图教学中总结的经验和心得体会,但由于水平有限,难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2009 年 12 月

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第一章 CAXA 2007 基本操作介绍 ..... | 1  |
| 第一节 CAXA 2007 基本知识 .....   | 1  |
| 第二节 CAXA 2007 基本操作 .....   | 4  |
| 第二章 平面图形的绘制 .....          | 9  |
| 第一节 基本对称的直线图形绘制 .....      | 9  |
| 第二节 带有圆弧连接的平面图形绘制 .....    | 11 |
| 第三章 视图的绘制 .....            | 15 |
| 第一节 三视图的绘制 .....           | 15 |
| 第二节 带有倾斜结构的视图绘制 .....      | 19 |
| 第四章 零件图与装配图绘制 .....        | 23 |
| 第一节 零件图的绘制 .....           | 23 |
| 第二节 装配图的绘制 .....           | 34 |
| 第五章 造型环境及基本造型命令简介 .....    | 39 |
| 第一节 概述 .....               | 39 |
| 第二节 基本造型命令简介 .....         | 43 |
| 第六章 典型零件的造型 .....          | 52 |
| 第一节 轴类零件造型 .....           | 52 |
| 第二节 轮盘类零件造型 .....          | 60 |
| 第三节 叉架类零件造型 .....          | 70 |
| 第四节 箱体类零件造型 .....          | 92 |

|      |           |     |
|------|-----------|-----|
| 第七章  | 装配体建模     | 121 |
| 第一节  | 支顶装配体建模   | 121 |
| 第二节  | 旋转开关装配体建模 | 135 |
| 第三节  | 齿轮泵装配体建模  | 157 |
| 参考文献 |           | 188 |

# 第一章 CAXA 2007 基本操作介绍

## 第一节 CAXA 2007 基本知识

CAXA 2007 电子图板是一个功能齐全的通用计算机辅助设计(CAD)软件。它以交互图形方式,对几何模型进行实时地构造、编辑和修改。利用它可以进行零件图设计、装配图设计、零件图组装配图、装配图分解零件图、工艺图表设计、平面包装设计、电器图设计等。它在机械、电子、航空、航天、汽车、船舶、轻工、纺织、建筑及工程建设等领域得到广泛的应用。

### 一、用户界面与菜单系统

电子图板的基本用户界面主要由三部分组成,即绘图区、菜单系统、命令输入及状态提示行,如图 1-1 所示。

#### 1. 绘图区

绘图区位于屏幕中心,在绘图区的中央设有一个二维直角坐标系,坐标原点设在屏幕的中心。

#### 2. 菜单系统

菜单系统主要包括以下几个部分。

##### 1) 主菜单及下拉菜单

系统主菜单中有“文件”、“幅面”、“绘图”、“标注”、“工具”和“帮助”等几个下拉菜单项。用鼠标左键单击每一项都有一个下拉菜单。在幅面下拉菜单后边有黑色三角箭头的选项,还有一级下拉菜单。

##### 2) 立即菜单

立即菜单位于绘图区的左下方,随执行的命令不同而不同,不同的立即菜单项目名称不同且项目的个数不同。立即菜单中有列表框,有数字框。可以有不同的方法改变立即菜单的内容。

(1) 用鼠标选择列表框选项。单击要选择的列表框,如果该列表框中只有两个选项,自动选择下一个选项,如果列表框中有多个选项,弹出列表,单击列表中的选项即可。

(2) 用鼠标修改数字框中的数值,单击要修改的数字框,屏幕上弹出一个数字输入框,在数字输入框中输入新的数值后回车,新的数值进入数字框中。

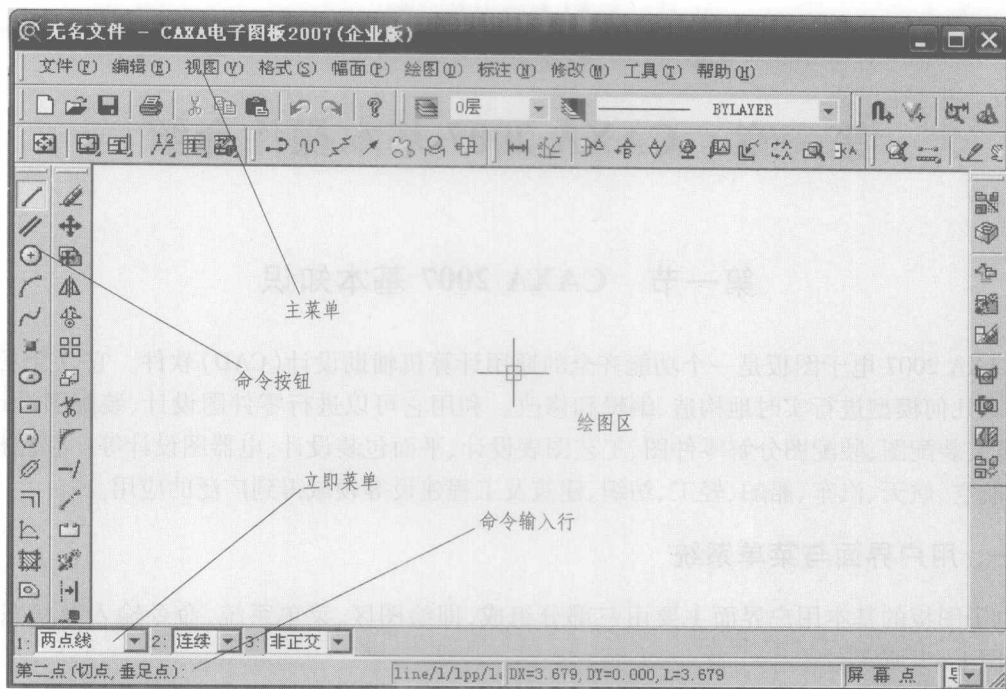


图 1-1 CAXA 2007 用户界面

(3) 用键盘修改立即菜单,立即菜单的框左部有一个数字表示该框的序号,要修改某一个框内容时,按组合键“Alt”+ 数字序号键,如要修改第一个框中的选项或数据时,按组合键“Alt”+ 1,其他同鼠标操作。

### 3) 工具菜单

工具菜单分为拾取元素菜单和工具点菜单。

拾取元素菜单:当系统处于拾取元素状态时:

- (1) 若按右键或回车键,立即在光标所在位置弹出拾取元素编辑菜单,可以进行编辑。
- (2) 若按下空格键,即在光标所在位置弹出拾取元素菜单。

### 4) 工具点菜单

在用绘图的过程中,命令系统提示输入点坐标或输入位置时,按下空格键即在光标位置处弹出工具点菜单。工具点就是在作图过程中的特征点,如圆心点、切点、端点等。工具菜单的作用就是确定捕捉哪一种特征点。

### 3. 命令输入及状态提示行

用户界面的最下一行为命令输入及状态提示行,从左至右分为四个小区:

- (1) 命令与数据输入。显示操作提示,并接受命令和数据的输入。

- (2) 当前用户坐标显示。显示当前光标所在位置的坐标值。
- (3) 工具菜单状态提示。自动提示当前点的性质及拾取方式。
- (4) 屏幕点提示。用鼠标左键单击箭头可以选择屏幕点捕捉的状态。

## 二、文件管理

单击主菜单中的“文件”栏弹出文件菜单。文件菜单是对图形文件、文本文件及华正系统与其他系统进行数据转换处理操作。它包含“新文件”、“打开文件”和“存储文件”等 11 个选项。

### 1. 建立新文件

建立新文件方式可采用:在“文件”菜单中,单击“新文件”命令;或者单击工具条的新文件图标,系统弹出选择文件模板对话框。要创建新的空文件,可以单击“EB”图标,系统设有国标规定的 A0 ~ A4 图幅、图框及标题栏模板,可根据需要选择。

### 2. 打开文件

单击“文件”栏的“打开文件”选项,或者单击工具条的打开文件图标时,可打开一个已有的图形文件,如果当前屏幕内容未曾存盘,在屏幕上弹出一个提示保存文件对话框,操作者可以单击对话框中的“是”按钮,弹出保存文件对话框,在此对话框中输入要保存的文件名,并单击“保存”按钮,将当前文件保存后弹出一个打开文件对话框,操作者在该对话框中输入或选择要打开的文件名并单击“打开”按钮,系统打开该文件将其内容调入屏幕。如果操作者在提示保存文件对话框中单击“否”按钮,将不保存当前内容直接弹出打开文件对话框。

### 3. 存储文件

绘制好的图形必须用文件的形式保存在磁盘上,文件格式可以为 exb 图形文件和 tpl 模板文件。单击“文件”栏的“存储文件”选项,或者单击工具条的存储文件图标时,可打开一个已有的图形文件文件名最多由 8 个字符组成,字符串可由英文字母(A ~ Z 大小写均可)、数字(0 ~ 9)和特殊符号# \$ @ ! % { } - ' ( ) 组成,也可用汉字作文件名。

### 4. 另存文件

该选项用于将当前内容作为新文件保存到磁盘上。在绘图过程中使用该选项时,弹出一个另存文件对话框,操作者在另存文件对话框中输入要保存文件的文件名,单击对话框中的“保存”按钮,将图形保存到给定文件中。

### 5. 文件检索

该选项的主要功能是从本地计算机或网络计算机上查找符合条件的文件。检索条件可以指定路径、文件名、EB 电子图板文件标题栏中属性的条件。

### 6. 并入文件

该选项用于把磁盘上的图形文件插入到当前窗口中。利用此功能可以把多个零件图组合成装配图。在绘图过程中选择该选项时,弹出一个并入文件对话框,操作者输入或选择要合并

的文件,并单击对话框中的“打开”按钮,系统将并入文件的内容调入屏幕,并提示操作者选择并入内容在屏幕上的基准点,旋转角度,操作者选定后,完成并入操作。

### 7. 部分存储

该功能用于将当前屏幕中的部分内容保存到一个文件中。利用此功能可以将装配图中的某一个零件保存到一个文件中。在绘图过程中选择该选项时,系统提示拾取要保存部分的元素,选择多个元素或块后,单击鼠标右键,系统提示选择基准点,用户可以单击某一个位置作为基准点,系统弹出一个另存对话框。操作者可以将其保存到一个文件中。

### 8. 绘图输出

该选项用于将当前图形输出到打印机上或绘图仪上。

### 9. 数据接口

该选项用于与其他辅助设计软件交换数据。可以读入 DWG/DXF 文件、WMF 文件、DAT 文件、HPGL 文件和 IGES 文件,可以输出 DWG/DXF 文件和 IGES 文件,此外还提供了 DWG/DXF 文件批转换器,提供 DWG/DXF 文件的批量转换。

### 10. 应用程序管理器

该选项是用来管理电子图板二次开发应用程序的,通过应用程序管理器可以实现:添加应用程序路径;删除应用程序路径;修改应用程序路径;加载和卸载二次开发程序;设置自动加载应用程序。

### 11. 退出

该选项用于退出绘图系统。在绘图过程中选择该选项,如果当前屏幕上的图形未曾存盘,系统将提示是否保存当前改动内容。

## 第二节 CAXA 2007 基本操作

### 一、点的坐标输入

点是最基本的图形元素,点的输入是各种绘图操作的基础。因此,各种绘图软件都非常重视点的输入方式的设计,力求简单、迅速、准确。CAXA 2007 系统也不例外,除了提供常用的键盘输入和鼠标点取输入方式外还设置了若干种捕捉方式,例如:屏幕点的捕捉、工具点的捕捉等。

#### 1. 由键盘输入点的坐标

点在屏幕上的坐标有绝对坐标和相对坐标两种方式,它们在输入方法上是完全不同的。初学者必须正确地掌握它们。

##### 1) 绝对坐标

在绘图区的中心有一个二维直角坐标系,它就是一个世界(绝对)坐标系,其坐标原点为(0.0000,0.0000)。操作者在没有定义新的用户坐标系之前,由键盘输入的点的坐标都是绝对

坐标。是相对于世界坐标系原点的绝对坐标值。

如果用户定义了一个用户坐标系,那么在该坐标系下输入的坐标为用户坐标系的绝对坐标值。

绝对坐标的输入方法很简单,可直接通过键盘输入  $X$ 、 $Y$  坐标,但  $X$ 、 $Y$  坐标值之间必须用逗号隔开,例如(307,40),(-20,10)等。

## 2) 相对坐标

相对坐标是指相对参考点(或上一个输入点)的坐标,与坐标系原点无关。输入时,为了区分不同性质的坐标,输入相对坐标时,必须在第一个数值前面加上一个符号@,以表示相对。例如输入一个“@60,40”,它表示相对参考点(或上一个输入点)来说,输入了一个  $X$  坐标为 60, $Y$  坐标为 40 的点。另外,相对坐标也可以用极坐标的方式表示。例如“@60<35”表示输入了一个相对参考点(或上一个输入点)的极坐标。相对参考点的极坐标半径为 60,与  $X$  轴的逆时针夹角为 35°。

参考点的解释:参考点是系统自动设定的相对坐标的参考基准。它通常是用户最后一次操作点的位置。在当前命令的交互过程中用户可以按 F4 键,专门设置希望的参考点。

## 2. 鼠标输入点的坐标

鼠标输入点的坐标就是通过移动鼠标的十字光标线选择需要输入的点的位置。到合适位置后单击鼠标左键。该点的坐标即被输入。一般情况下,鼠标输入的都是绝对坐标,用鼠标输入点时,应一边移动十字光标线,一边观察屏幕顶部的坐标显示数字的变化,以便尽快较准确地确定待输入点的位置,但不可能准确。

鼠标输入方式常与工具点捕捉配合使用,可以准确地定位特征点。如端点、切点、垂足点等等。用功能键 F6 可以进行捕捉方式的切换。

## 3. 工具点的捕捉

工具点就是在作图过程中具有几何特征点,如圆心点、切点、端点等。

所谓捕捉工具点就是对这些特征点进行搜索和“锁定”,以便快速准确地绘图。工具点的捕捉方式有两种。

(1) 使用鼠标或键盘捕捉工具点菜单中的某个特征点。用户进入作图命令后,需要输入特征点时,只要按一下空格键即在屏幕上弹出工具点菜单。

(2) 在输入点的坐标状态提示下,直接按下相应的键盘字母(如 T 代表切点,C 代表圆心等)进入捕捉状态。

# 二、常用键

所谓常用键是指在输入设备(鼠标和键盘)中除了普通字母、数字键以外的常用按键。它们主要包括鼠标按键、回车键、空格及功能热键和快捷键等。下面分别介绍 CAXA 2007 软件为它们设置的功能及操作方法。

## 1. 鼠标

鼠标是交互式绘图软件的输入设备之一。在 CAXA 电子图板中,使用具有三个或两个按键

的鼠标。

左键:取菜单和拾取选择。

右键:确认拾取;终止当前命令(使命令行上出现“命令”提示);还可以重复上一条命令(在“命令”提示状态下)。

在编辑的过程中,在拾取元素后再单击右键:在光标所在位置弹出拾取元素编辑菜单,按下空格键,即在光标所在位置弹出。

## 2. 回车键

回车键的功能:结束数据的输入或确认缺省值;重复上一条命令(同鼠标右键)。

## 3. 空格键

空格键的功能:

(1) 在绘制曲线中,按一下空格键弹出工具点菜单,可进行点的捕捉。

(2) 在“命令”提示状态下,选择已绘制的曲线,接着按下空格键,弹出拾取元素编辑菜单,可进行元素的编辑。

## 4. Esc 键

该键用于终止当前命令的执行。在各种命令的执行过程中,按下 Esc 键终止命令,返回“命令”提示状态。

## 5. 快捷键

快捷键有九个,它们分别规定为 Alt + 1 ~ Alt + 9。其功能是利用这些键可以迅速激活“立即菜单”中所标数字对应的菜单命令,以便做出选择或输入数据(在立即菜单的各选项前都标有数字序号,用快捷键可以激活其对应的菜单命令)。

## 6. 功能热键

功能热键也简称为功能键,按下每一个功能键都可以完成某种预定的操作,在 CAXA 系统中设置了以下几种功能热键。

F1 键:请求系统的帮助。用户在执行任何一种操作的过程中,如果遇到了困难想求得帮助时,可以按下 F1 键。此时系统会列出与该操作有关的技术内容,指导用户如何完成该项操作。在了解或明确了正确的操作以后。选择取消帮助的按钮,可继续进行正常的操作。

F2 键:切换动态坐标显示或相对位置。在绘直线、圆等画线功能时,在拖动过程中按 F2 键切换动态拖画时的长度、与前点的坐标差和坐标值两种状态。

F3 键:显示全部图形。

F4 键:指定一个当前点作参考点,常用于相对坐标点的输入。如果用户想以某点作为参考点进行相对坐标的输入,则可以按 F4 键。此时,在立即菜单区的位置下向出现“请指定参考点:”提示。用户可按提示要求选取某一特征点作为参考点,系统将把该点作为下一点的相对基准点,允许用户采用相对坐标的方式进行点的输入。

F5 键:当前坐标系切换开关。一般情况下用户都是在世界坐标系下进行操作的。如果用户已经建立了一个用户坐标系(也称局部坐标系)。可以使用 F5 键进行切换。但是用户应当注意,只有在建立了用户坐标系以后,F5 键才能起作用,否则按 F5 系统无任何反映用户坐标系设置在“设置”菜单栏中。

F6 键:点捕捉方式切换开关。电子图板设置自由捕捉、智能捕捉、栅格捕捉以及导航捕捉等四种不同的点捕捉方式。使用 F6 键可以交替地切换它们。

F7 键:三视图导航开关。为绘制三视图提供一种方便的导航方式。

F8 键:鹰眼开关,交替为鹰眼和非鹰眼显示方式。

F9 键:显示工具条开关。交替显示工具条或不显示工具条。

7. 常用控制键

方向键(↑↓→←):在输入框中用于移动光标的位置;其他情况用于移动图形。

PageUp 键:显示放大。

PageDown 键:显示缩小。

Home 键:显示复原。

End 键:在输入框中用于将光标移至行尾。

Delete 键:删除拾取加亮的图素。

三、动态编辑图线的方法

在未执行任何命令的状态下,用鼠标左键点击图线实体后,将光标靠近图线,可以看到相关图线上出现了控制点,如图 1-2 所示。用鼠标左键对这些控制点进行操作,可以编辑图线到指定状态,可控制点的作用如表 1-1 所示。

表 1-1 可控制点作用表

| 图线种类 | 特征点位置 | 鼠标左键拖动控制点可实现的编辑效果                        |
|------|-------|------------------------------------------|
| 直线段  | 两个端点  | 可实现线段沿直线方向延伸或缩短,也可实现任意方向的延伸或缩短(通过立即菜单设置) |
|      | 中点    | 可实现线段的移动                                 |
| 圆    | 四个象限点 | 拖动任何一个象限点都可以实现更改圆直径大小的效果,圆心不变            |
|      | 圆心点   | 鼠标无法在非命令状态拖动,无效果                         |
| 圆弧   | 两端点   | 鼠标拖动可以实现圆弧半径不变情况下的延伸或缩短                  |
|      | 中点    | 可实现圆心角不变化情况下,圆弧半径的增大和减小                  |
| 样条曲线 | 各控制点  | 可改变样条曲线形状                                |

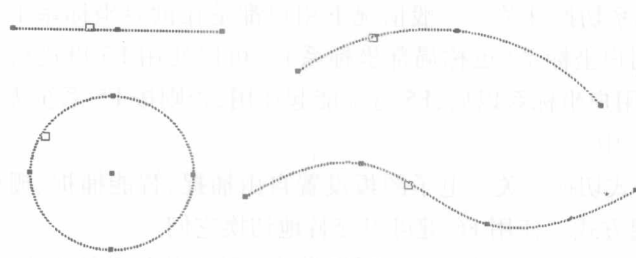


图 1-2 曲线控制点

## 第二章 平面图形的绘制

### 第一节 基本对称的直线图形绘制

绘制直线构成的平面图形,常用的有如下两种方法:

- (1) 利用直线命令和镜像命令直接绘制;
- (2) 利用孔轴命令和相关的编辑命令绘制。

下面通过例题来比较上述两种方法。

例 2-1 绘制图 2-1 所示的平面图形。

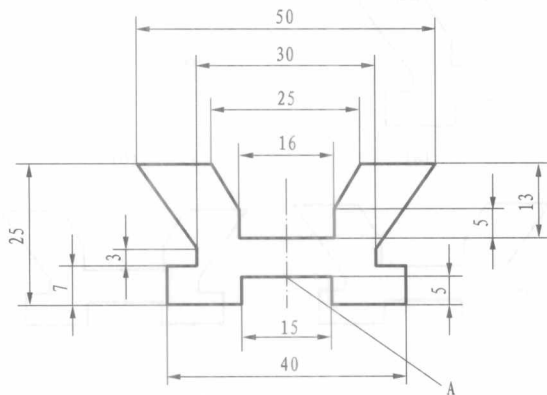


图 2-1 对称平面图形

方法一:利用直线命令绘制图形的一半,然后采用镜像命令完成图形。

- (1) 直线命令(从 A 点开始):

点击 $\text{L}$ 命令,采用“两点线”“连续”方式。鼠标左键单击任意确定 A 点,依次输入坐标如下:

- ①  $@7.5,0 \swarrow$  ( $\swarrow$ 为回车代号);
- ②  $@0,-5 \swarrow$ ;
- ③  $@12.5,0 \swarrow$ ;
- ④  $@0,7 \swarrow$ ;

⑤ @ -5,0 ↙;

⑥ @ 0,3 ↙;

⑦ @ 10,15 ↙;

⑧ @ -12.5,0 ↙;

⑨ @ -4.5, -8 ↙;

⑩ @ 0, -5 ↙;

⑪ @ -8,0 ↙↙。

由此绘制完成的图形如图 2-2(a) 所示。

(2) 镜像命令: 点选  按钮, 将立即菜单中的参数分别设置为: 拾取两点、正交、拷贝。采用窗口方式选择图中图形, 完全选中后, 单击鼠标右键。鼠标左键拾取第一个点(如图 2-2(b) 所示)和第二个点, 得到如图 2-2(c) 所示图形。

(3) 中心线命令: 鼠标左键单击 , 立即菜单设置为默认选项。鼠标左键点击关于中心线对称的两直线, 生成对称中心线。采用动态编辑将中心线调整到适当位置, 如图 2-2(d)。

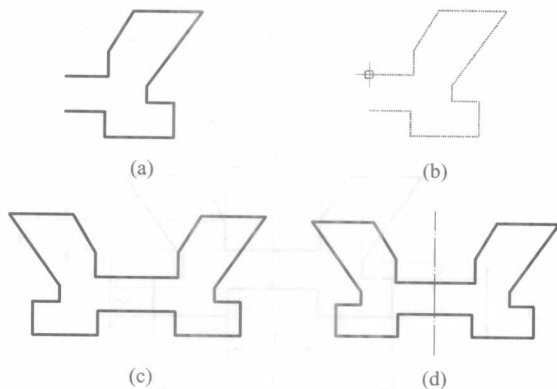


图 2-2 方法一绘图过程

方法二: 利用孔轴命令和有关的编辑命令

(1) 孔轴命令(从 A 点开始):

点击  按钮, 立即菜单参数设置为: 轴、直接给出角度、90, 鼠标左键单击确定 A 点, 然后依照表 2-1 依次更改立即菜单参数, 直至步骤完成, 单击鼠标右键, 完成图形如图 2-3(a)。

表 2-1 轴命令参数表

| 步骤 | 起始直径 | 终止直径 | 轴长 | 鼠标牵引方向 | 步骤 | 起始直径 | 终止直径 | 轴长 | 鼠标牵引方向 |
|----|------|------|----|--------|----|------|------|----|--------|
| 1  | 15   | 15   | 5  | 向下     | 4  | 30   | 50   | 15 | 向上     |
| 2  | 40   | 40   | 7  | 向上     | 5  | 25   | 16   | 8  | 向下     |
| 3  | 30   | 30   | 3  | 向上     | 6  | 16   | 16   | 5  | 向下     |

(2) 删除命令:

鼠标左键点击 $\square$ 按钮,然后用左键分别选择线条2、线条3后,单击鼠标右键结束命令,结果如图2-3(b)所示。

(3) 裁剪命令:

鼠标左键点击 $\square$ 按钮,然后用左键点选线条1、线条4和线条5上要裁剪掉的部分,直至全部完成后单击鼠标右键结束命令,结果如图2-3(c)所示。

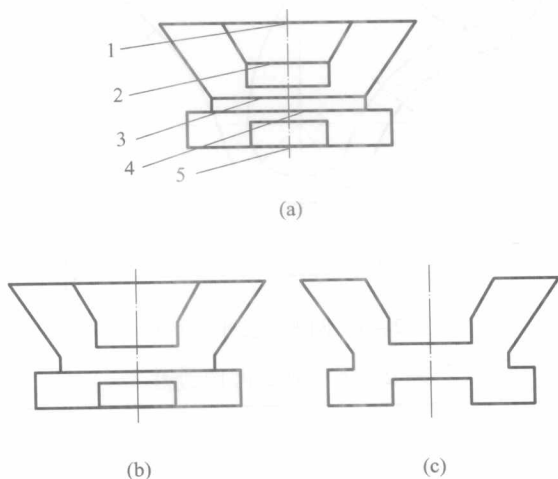


图2-3 方法二绘图过程

通过上面两种方法的比较,不难看出利用孔轴命令绘制对称或近对称的直线平面图形,要比采用直线命令、镜像命令绘制简捷。

## 第二节 带有圆弧连接的平面图形绘制

绘制圆弧连接的平面图形,常用命令主要有直线命令、复制命令、等距线命令、圆弧命令、过渡命令、裁减命令等。

例2-2 绘制图2-4的平面图形。

绘制此类平面图形,常用命令有:圆命令、圆弧命令中的两点半径方式、直线命令、过渡命令、等距线命令、拷贝命令和动态编辑等。绘图过程见表2-2。

在圆弧连接的平面图形中,绘制过渡圆弧有两种方法:

- (1) 利用过渡命令产生连接圆弧;
- (2) 利用“两点一半径”方式的圆弧命令产生连接圆弧。