



高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

# 计算机辅助制图基础

## ( AutoCAD 2012版 )

孙江宏 主编





高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

# 计算机辅助制图基础

## (AutoCAD 2012 版)

孙江宏 主 编

康志强 王 妍 副主编

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

## 内 容 简 介

本教材根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”、“普通高等院校计算机图形学基础课程教学基本要求”以及国家标准《机械程 CAD 制图规则》编写完成。

本书共分 8 章, 讲解了 AutoCAD 2012 中文版的基本应用技术 (AutoCAD) 与工程制图之间的关系, 以及图档管理、平面视图操作、平面绘图与标注、打印出图等知识。

本书适合普通高等院校高职高专近机类、非机类专业 (如机电、数控、电子、建筑、服装、计算机等专业) 学生学习工程制图, 也可供相关专业的工程技术人员使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

435440

计算机辅助制图基础. AutoCAD 2012 版/孙江宏主编.  
—北京: 中国铁道出版社, 2013. 1  
高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-113-15591-9

I. ①计… II. ①孙… III. ①AutoCAD 软件—高等  
职业教育—教材 IV. ①TP391. 72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 253282 号

书 名: 计算机辅助制图基础 (AutoCAD 2012 版)

作 者: 孙江宏 主编

策 划: 何红艳

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 何红艳 冯彩茹

封面设计: 付 巍

封面制作: 白 雪

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 河北新华第二印刷有限责任公司

版 次: 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 15.5 字数: 378 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-15591-9

定 价: 29.80 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社教材图书营销部联系调换。电话: (010) 63550836

打击盗版举报电话: (010) 63549504

## 目的

我们决定编写AutoCAD这本教科书是基于这样一个事实：当前有关计算机辅助设计与绘图方面的综合性教科书类型不完善，绝大多数书籍都集中在理论介绍上，而忽略了与实际操作之间的关系。为此，决定以操作为主、理论讲解为辅的方式来尝试新写法，从而带来较好的学习效果。在开始写作本书时，集中考虑了以下几个目标和想法：

- (1) 写一本有关工程图形方面的入门教程。
- (2) 满足工科院校有关计算机辅助绘图、课程设计与毕业设计的教学要求。
- (3) 本书将用于没有机会接受正规AutoCAD培训的人员自学。
- (4) 将指导方式与详细理论参考相结合来学习AutoCAD。
- (5) 包含使本书成为工程设计中进一步深入教学的恰当支持的主题。

## 使用本书的方式

本书用作指导、参考和教学。每章选择详细程度中等的主题，涉及本章学习目标和主题的一个或多个练习指导。读者可以通过直接的命令来体会每个命令的使用方法和常用选项。对于一些特殊选项，则专门进行了解释。而对于不太常用的方法，本书加以删略。

在编写本书的过程中，我们始终记住以下几点：

(1) 由于AutoCAD是注重过程的计算机辅助设计应用程序，所以涉及AutoCAD功能的最实际的练习型教学方法（对于学生和指导教师来说是最有效的）将是本书练习指导的途径。

(2) 本书提供详细的参考步骤。典型的讲授AutoCAD的方式是提供带有非指导实际或实际问题的指导练习。通常学生可以完成指导练习，但在实际练习中可能会遇到很多问题，所以每章都提供了执行AutoCAD绘图与建模任务的逐步指导。

(3) 本书在所涉及的主题顺序方面是灵活的。第1章和第2章是基础内容。第3章和第4章是平面绘图内容，第5章是尺寸标注，第6章是文字注释与表格，第7章是辅助绘图工具，第8章是图形的后处理。在教学中使用本书，教师可以自行决定从第1章、第2章或第3章的任意一章开始。

(4) 本书的学习目标之一就是用作AutoCAD自学者的独立教科书。本书用指导练习的方式来帮助满足本目标。由于AutoCAD是命令与对话框结合为主的，所以本书指导练习使用大量步骤来指导选项的选取。

下面是本书每章的描述和原理：

### 第1章 AutoCAD工程制图入门

本章涉及计算机辅助绘图简介，参数化建模与AutoCAD的关系及基本原理，讨论了工程制图的标准与内容，尤其是工程视图的类型及其绘制步骤。

## 第2章 AutoCAD 2012的工作环境

本章涉及AutoCAD界面和命令结构的基本原理。目的是作为后续绘图与建模操作的指导和参考。主要在文件操作与视图操作方面提供了具体的操作步骤和目的,并对绘图准备工作,包括坐标系、单位、图层、线型和颜色等进行了详细的解释与定义。

## 第3章 二维平面绘图

介绍如何通过AutoCAD二维草绘与注释环境来绘制平面图形。本章涉及AutoCAD草绘空间中的草绘基础,包括点、直线、圆(弧)和椭圆(弧)、矩形与正多边形、样条曲线、多段线、修订云线与区域覆盖。并最终介绍了精确绘图辅助工具。

## 第4章 对象修改

介绍了AutoCAD绘制图形过程中如何选择对象,更改其基本特性以及一些常规的(如复制、删除等)操作。详细讲解了AutoCAD特殊的复制操作、对象方位处理、对象变形处理、对象打断与合并、对象倒角、面域造型、图案填充等。

## 第5章 尺寸标注

介绍了尺寸标注的基本概念及与AutoCAD的关系,具体的标注尺寸步骤与工具。详细介绍了尺寸标注方法、设置尺寸样式、编辑尺寸标注和放置文本和参数化标注。

## 第6章 技术要求与表格处理

介绍了如何在AutoCAD中进行文字标注,并建立诸如明细表等表格。

## 第7章 重要辅助工具

很多AutoCAD特征通过块与外部文件来创建。本章涉及了块与动态块,外部参照等基本内容,另外还介绍了设计中心这一效率工具。

## 第8章 图形的后处理与网上交流

对于绘制完成的模型与平面图形,需要与其他用户进行交流。本章讲解了模型空间与图纸空间、幻灯片、打印页面设置、打印输出、图形数据交换等基本操作。另外,涉及网上直接处理、密码保护与数字签名、发布以及电子传递。

本书适合作为高职高专近机类、非机类相关专业——机电、数控、电子、建筑、服装、计算机等专业的教材,也是AutoCAD 2012初学者和工程人员一本难得的参考书籍。初学者可以从中掌握基本绘图命令和技巧,工程技术人员可以作为基本的绘图参考手册。

本书由孙江宏任主编,康志强、王妍任副主编,参加编写的人员还有李忠刚、段大高、马向辰、李翔龙、王巍、于美云、叶楠、宁宇、彭戎等。作者长期从事CAD/CAE/CAM的教学与研究,并根据自己的教案整理完成本书内容,由于时间仓促,书中难免存在疏漏和不足,请读者批评指正。

如果读者发现本书有任何技术问题,可以通过E-mail: 278796059@qq.com 进行联系,我们将竭诚为您服务,共同促进技术进步。

编者

2012年9月

## CONTENTS | 目录

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第 1 章 AutoCAD 工程制图入门 .....     | 1   |
| 1.1 概述 .....                   | 1   |
| 1.2 工程制图的标准与内容 .....           | 4   |
| 1.3 工程视图的类型及其绘制 .....          | 17  |
| 1.4 练习题 .....                  | 27  |
| 第 2 章 AutoCAD 2012 的工作环境 ..... | 28  |
| 2.1 用户界面与工程制图 .....            | 28  |
| 2.2 文件操作 .....                 | 34  |
| 2.3 平面视图操作 .....               | 42  |
| 2.4 绘图前的准备设置 .....             | 47  |
| 2.5 设置图层、线型和颜色 .....           | 50  |
| 2.6 上机实训——文件指导 .....           | 57  |
| 2.7 上机实训——图形缩放和移动 .....        | 61  |
| 2.8 练习题 .....                  | 64  |
| 第 3 章 二维平面绘图 .....             | 65  |
| 3.1 点 .....                    | 65  |
| 3.2 直线 .....                   | 67  |
| 3.3 圆（弧）和椭圆（弧） .....           | 70  |
| 3.4 矩形与正多边形 .....              | 74  |
| 3.5 样条曲线 .....                 | 77  |
| 3.6 多段线 .....                  | 79  |
| 3.7 修订云线与区域覆盖 .....            | 82  |
| 3.8 精确绘图辅助工具 .....             | 85  |
| 3.9 练习题 .....                  | 94  |
| 第 4 章 对象修改 .....               | 96  |
| 4.1 对象的选择和特性更改 .....           | 96  |
| 4.2 对象常规编辑 .....               | 100 |
| 4.3 复制操作 .....                 | 103 |
| 4.4 对象方位处理 .....               | 107 |
| 4.5 对象变形处理 .....               | 110 |
| 4.6 对象打断与合并 .....              | 117 |
| 4.7 对象倒角 .....                 | 118 |

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 4.8   | 面域造型 .....        | 123 |
| 4.9   | 图案填充 .....        | 125 |
| 4.10  | 参数化几何约束 .....     | 133 |
| 4.11  | 练习题 .....         | 137 |
| 第 5 章 | 尺寸标注 .....        | 139 |
| 5.1   | 尺寸标注的基本概念 .....   | 139 |
| 5.2   | 尺寸标注方法 .....      | 142 |
| 5.3   | 设置样式 .....        | 154 |
| 5.4   | 编辑尺寸标注和放置文本 ..... | 159 |
| 5.5   | 公差标注 .....        | 162 |
| 5.6   | 参数化标注约束 .....     | 163 |
| 5.7   | 练习题 .....         | 170 |
| 第 6 章 | 技术要求与表格处理 .....   | 171 |
| 6.1   | 技术要求与文字标注 .....   | 171 |
| 6.2   | 构造文字样式 .....      | 174 |
| 6.3   | 标注多行文字 .....      | 177 |
| 6.4   | 编辑文字 .....        | 181 |
| 6.5   | 工程图表格及其处理 .....   | 184 |
| 6.6   | 练习题 .....         | 199 |
| 第 7 章 | 重要辅助工具 .....      | 200 |
| 7.1   | 块 .....           | 200 |
| 7.2   | 外部参照 .....        | 210 |
| 7.3   | 设计中心 .....        | 215 |
| 7.4   | 动态块 .....         | 219 |
| 7.5   | 练习题 .....         | 225 |
| 第 8 章 | 图形的后处理与网上交流 ..... | 226 |
| 8.1   | 模型空间与图纸空间 .....   | 226 |
| 8.2   | 打印页面设置 .....      | 227 |
| 8.3   | 打印输出 .....        | 230 |
| 8.4   | 图形数据交换 .....      | 232 |
| 8.5   | 网上直接处理 .....      | 234 |
| 8.6   | 密码保护 .....        | 237 |
| 8.7   | 发布与网上发布 .....     | 238 |

## 第1章

# AutoCAD 工程制图入门

本章介绍了计算机辅助设计的基本概念、参数化建模与AutoCAD的关系、工程制图中的国际标准与国家标准、工程制图中的基本内容以及相关规定、工程制图的基本类型以及绘制步骤等。

## 1.1 概 述

### 1.1.1 计算机辅助绘图简介

从20世纪80年代早期到现在,工程设计制图经历了重大转变,这些变化的出现在很大程度上是由于计算机辅助设计(Computer-Aided Design, CAD)的进步。在CAD出现之前,设计都是利用纸张、铅笔、直尺和其他各种各样的手工绘图工具在传统绘图板上完成的。同时还有草绘技术,它可以让设计人员不受制图标准的限制,自由表达设计思想。

很多制图和设计相关的标准与技术主要是因为手工绘图的局限性而产生的,直到现在依然存在。一般的中档CAD软件现在仍然强调二维的正交投影技术。例如,这些技术让设计人员在计算机屏幕上画图,就像以前在绘图板上绘图。自从CAD出现以来,绘图标准变化很小,这些标准仍然强调设计的二维表述。对于Autodesk公司研发的AutoCAD而言,该软件在计算机辅助绘图领域的二维表达方面是无与伦比的,具有强大的统治地位,可以在很大程度上帮助工作人员体现其具体的设计意图。

许多工程领域还继续依靠正交投影来表达设计意图。另外一些领域(例如,制造和机械工程领域)则提倡无须将设计用正交投影表达出来的无纸化环境。在这个理论上的无纸化环境里,产品的设计、加工和生产都没有实物图纸。设计方案通过CAD系统建立模型,电子数据同时被不同部门(例如,制造部、市场部、质量控制部和生产控制部等)使用。另外, CAD系统正成为许多产品数据管理系统的核心。通过计算机网络, CAD设计方案可以展示在整个企业内部网(Intranet)上。利用因特网的性能,还可以将设计通过万维网进行展示。AutoCAD 2012提供的网络协同设计工具以及网络发布工具等使工作人员可以进行具有安全保护性质的交流与合作,而且由于其数据量小而实现高效率。

CAD技术出现以来,工程制图和在二维平面上显示三维设计的基本原理并没有改变。尽管各种高级三维建模软件越来越多,但是很多以前在手工制图里占统治地位的设计标准与技术在今天仍然具有一定的意义。

草绘(二维工程图)是设计过程中的一个重要工具。使用二维CAD、三维CAD或者手工绘制工程图的设计建模技术会限制个人解决设计问题的能力。在CAD系统里绘制线条或者构

建一个实体模型是需要一定时间的,而草绘可以让设计人员不受与正交投影相关的标准或在CAD系统中建模消耗时间的限制来解决设计问题。

有两种草绘技术:艺术性的和技术性的。许多人认为艺术性草绘是人与生俱来的能力,但事实上,并非一定如此。学工程的学生通过相关的技术学习和练习,也可以提高他们的三维思考能力和利用艺术性草绘技巧解决问题的能力。虽然如此,仍很少有工程类的学生接受这方面的训练。

工程类或技术类学生的草绘训练往往是技术方面的。技术性的草绘与传统的工程制图及二维计算机辅助绘图相似,这种形式的绘图可以通过草绘技术用正交图形或者示意图的形式展示设计思想。

设计过程需要把艺术性和技术性草绘技术结合起来使用。概念设计通常使用艺术性的草绘方法来表达,一旦一个设计概念成形,就可以画出该设计的技术性草绘,以让设计人员展示有意义的设计意图信息,这些信息可以用于做出正交工程图、原型和(或者)计算机的模型。

AutoCAD是进行工程图绘制的最佳工具。

### 1.1.2 参数化建模与 AutoCAD 的关系

参数化建模是在20世纪80年代末逐渐占据主导地位的一种计算机辅助设计方法。CAD用户通常认为所有的CAD系统都有相似的建模技术,觉得学习不同CAD系统的关键是适应相似的CAD命令,但实际上二者是有所不同的。

对于AutoCAD而言,绘制的二维和三维图形中的图元,如直线、圆等,相互之间是没有关联关系和约束关系的,当去掉某些元素后,其他元素依然以独立方式存在。所以,往往会出现图素丢失、视图不对应等问题。这就为用户的绘图带来了一定的麻烦。但是,由于AutoCAD提供完善的尺寸标注、注释以及出图等功能,很多进行参数化设计的人员都会将数据转换到AutoCAD中打印。另外,由于AutoCAD在计算机辅助设计与绘图领域多年的统治地位,其相关规定已经成为业内标准,图形格式可以在绝大多数参数化建模软件中使用,所以,掌握AutoCAD技术是计算机辅助设计的基础之一。

参数化建模代表了一种不同的CAD方法,特别是与二维草绘和基于布尔运算的三维建模比较起来。通常,有经验的CAD用户在学习参数化建模软件时都会遇到麻烦,有时候会真的把三维参数化建模的方法看作布尔实体建模方法来用。它们使用相似的概念,但用法已经不同了。

草绘的构造技术与二维CAD绘图方法相近。在二维CAD里,用户需要用精确的CAD方法绘制设计图。参数化建模的绘制环境不需要这样,参数化设计系统的草绘元件允许用户很快地创建设计特征,而不必关心耗时的精确度问题。例如,当用户想在AutoCAD软件里画一个 $16\text{ in}^2$ 的多边形时,可能是画4条互相垂直、都刚好是4 in长的直线。使用参数化设计系统,用户可以画4条粗略构成四边形的直线。如果要做出精确的 $16\text{ in}^2$ 的对象,可以给对象进行标注尺寸(尺寸约束),限制每条直线垂直于另一条(几何约束),并将其长度值修改为相等的4 in。可见,在AutoCAD中,图形元素是通过绘图人员自己来精确绘制的;而参数

化建模软件则是引入了几何约束和尺寸约束来由系统自行确定。当进行修改时，只需要改变这些约束条件即可，不必更改已经绘制好的图元，而 AutoCAD 则必须全部重新画。二者效率相比，优劣立判。

表1-1所示是二维CAD软件（也可以说是AutoCAD）和参数化建模软件中通用的部分命令的列表。

表1-1 命令列表

| 命 令 | 说 明                                                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 直线  | “直线”命令只在参数化建模软件的草绘模块中作为截面创建工具。在二维CAD软件中，可以通过使用坐标（如绝对坐标、相对坐标和极坐标）来得到精确的线长和角度。参数化建模软件不需要输入图元的精确尺寸，可以在完成特征的几何图形布局后定义特征的尺寸 |
| 圆   | 和“直线”命令一样，“圆”命令也只能在参数化建模软件的草绘环境中使用。绘制草绘时精确的圆的尺寸是不重要的                                                                   |
| 圆弧  | 和“直线”及“圆”命令一样，“圆弧”命令只能用在参数化建模软件的草绘环境中。参数化建模软件的“圆弧”命令还包括“圆角”命令，用来在两个几何图元间产生圆形过渡                                         |
| 删除  | “删除”命令可以用在参数化建模软件的各个模块中。在草绘环境中，“删除”命令用来删除几何图元，如直线、圆弧和圆等。在零件模块中，“删除”命令用来删除零件的特征。在组件模块中，“删除”命令用来删除零件上的特征和装配体中的零件         |
| 偏移  | “偏移”命令可以在参数化建模软件的各个模块中找到。在草绘环境中，可以将存在的零件特征偏移生成草绘几何图形。另外，零件模块和组件模块中的平面也可以偏移生成新的基准平面                                     |
| 修剪  | “修剪”命令用在参数化建模软件的草绘环境中。相交的几何图元可以在相交处修剪                                                                                  |
| 镜像  | “镜像”命令可用在参数化建模软件的草绘和零件模块中。草绘模块中创建的几何图形可以通过中心线做出镜像。同样，零件的特征也通过执行“复制”命令被镜像                                               |
| 复制  | 环形和矩形阵列命令在二维CAD软件中是常见的。参数化建模软件的“阵列”命令有类似的功能，特征可以使用已有的尺寸来做出阵列，选择角度标注可以做出圆形阵列                                            |
| 阵列  | “阵列”命令在参数化建模软件的零件模块中，可用来复制存在的特征，特征可以线性复制、跨平面镜像和绕轴线旋转复制。在组件模块中，零件可被复制以创建新的零件                                            |

AutoCAD中的很多功能，都可以用于参数化建模软件。例如，三维操作中的拉伸、旋转、扫掠、放样等。只是AutoCAD中的对象是不能进行参数化修改的。

注意，当参数化建模软件中的图形或者特征导入到AutoCAD中以后，将丧失其参数化功能，转而变为非参数化对象。

在工程设计中，经常会使用基准这个概念。基准平面是一个理论上纯平的表面，可用于绘制物体表面的草绘。在AutoCAD中，绝大多数绘图操作都必须在基准平面上完成，而该平面就是我们常说的XOY平面。要想使用该平面，就必须使用UCS（用户自定义坐标系）这个概念。该坐标系是建立在笛卡儿坐标系基础上的。对于参数化建模软件而言，大都不使用该坐标系来建立基准。而且相比之下，它们的基准特征更加多样化，包括基准平面、基准轴、

基准点、基准曲线等,操作更加灵活。而AutoCAD的UCS操作方式则显得有些简单。

## 1.2 工程制图的标准与内容

每个制图都要遵循一定的规则,工程制图也不例外。本节将讲解工程制图的有关标准和简单内容。至于详细知识,将结合后面相关章节进行讲解。

### 1.2.1 工程制图的国际标准与国家标准

为了便于生产和技术交流,每个国家都对工程图样画法、尺寸标注方法等作了统一规定。主要有 ISO 标准和各国自己的标准,例如美国的 ANSI 标准,日本的 JIS 标准,德国的 DIN 标准等。ISO 标准为国际标准组织制定,我国的标准也是参照该标准制定的。

1959 年,由中华人民共和国科学技术委员会批准发布了我国第一个《机械制图》国家标准。该标准对图纸幅面、比例、图线、剖面线、图样画法、尺寸注法、标准件和通用件等画法和代号方面都作了统一的规定。自该标准实施以来,起到了统一工程语言的作用,并在 1974 年和 1984 年进行过两次修订。1993 年,根据有关规定,把某些与机械、建筑、电气、土木、水利等行业均有关关系的共性内容制定成国家标准 GB/T 14689—1993《技术制图》,并在此基础上,分别于 1998 年和 2002 年进行了修订。以 GB/T 4457.4—2002 为例,其中“GB”为“国标”(国家标准的简称)二字的汉语拼音字头,“T”为推荐的“推”字的汉语拼音字头,“4457.4”为标准编号,“2002”为标准颁布的年号。工程技术人员应严格遵守,认真贯彻国家标准。

### 1.2.2 工程制图的内容

#### 1. 采用的投影方法

在灯光或太阳光照射物体时,在地面或墙上会产生与原物体相同或相似的影子。人们根据这个自然现象,总结出将空间物体表达为平面图形的方 法,即投影法。在投影法中,向物体投射的光线,称为投影线;出现影像的平面,称为投影面;所得影像的几何轮廓,称为投影或投影图。

投影法依投影线性质的不同而分为两类:

(1) 中心投影法。投影线由投影中心的一点射出,通过物体与投影面相交所得的图形,称为中心投影。投影线的出发点称为投影中心。这种投影方法,称为中心投影法;所得的单面投影图,称为中心投影图,如图 1-1 所示。由于投影线互不平行,所得图形不能反映体的真实大小,因此,中心投影不能作为绘制工程图样的基本方法。

(2) 平行投影法。如果将投影中心移至无穷远处,则投影可看成互相平行的通过物体与投影面相交,所得的图形称为平行投影;用平行投影线进行投影的方法称为平行投影法。平行投影法又可分为两种:

(1) 斜投影法。投影方向(投影线)倾斜于投影面,称为斜角投影法,如图 1-2 所示。

(2) 直角投影法。投影方向(投影线)垂直于投影面,称为直角投影法,简称正投影法。如图 1-3 所示。正投影法是工程制图中广泛应用的方法。

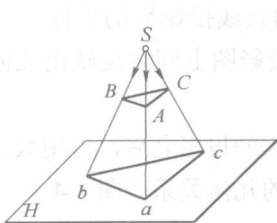


图 1-1 中心投影法

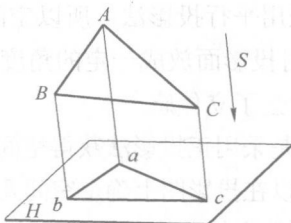


图 1-2 斜投影法

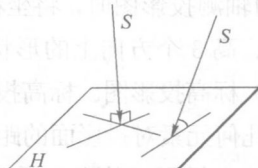
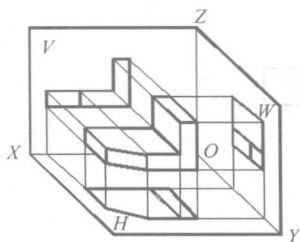


图 1-3 直角投影法

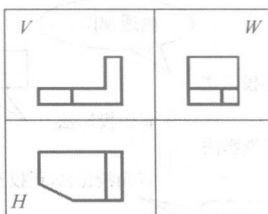
(3) 轴测投影。轴测投影是用平行投影法在单一投影面上取得物体立体投影的一种方法。用这种方法获得的轴测图直观性强，可在图形上度量物体的尺寸，虽然度量性较差，绘图也较困难，仍然是工程中一种较好的辅助手段。

## 2. 工程图的分类

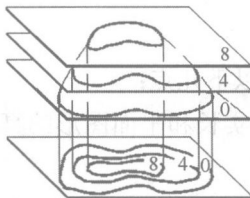
工程图主要分为 4 类，分别应用于不同的场合，如图 1-4 所示。



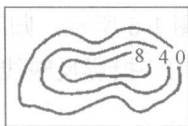
(a) 几何体的正投影



(b) 几何体的轴测投影图



(c) 曲面的标高投影图



(d) 几何体的透视投影图

图 1-4 4 种工程图

(1) 正投影图。正投影图是一种多面投影图，它采用相互垂直的两个或两个以上投影面，在每个投影面上分别采用正投影法获得几何原型的投影。由这些投影便能确定该几何原型的空间位置和形状。图 1-4 (a) 所示是某一几何体的正投影。

采用正投影图时，常将几何体的主要平面放成与相应的投影面相互平行。这样画出的投影图能反映出这些平面的实形。因此说正投影图有很好的度量性，而且正投影图作图较简便。在机械制造行业和其他工程部门中，被广泛采用。

(2) 轴测投影图。轴测投影图是单面投影图。先设定空间几何原型所在的直角坐标系，采用平行投影法，将 3 根坐标轴连同空间几何原型一起投射到投影面上。图 1-4 (b) 所示是

某一几何体的轴测投影图。由于采用平行投影法，所以空间平行的直线投影后仍平行。

采用轴测投影图时，将坐标轴对投影面放成一定的角度，使得投影图上同时反映出几何体长、宽、高 3 个方向上的形状，增强了立体感。

(3) 标高投影图。标高投影图是采用正投影法获得空间几何元素的投影之后，再用数字标出空间几何元素对投影面的距离，以在投影图上确定空间几何元素的几何关系。图 1-4 (c) 是曲面的标高投影，其中一系列标有数字的曲线称为等高线。

标高投影图常用来表示不规则曲面，如船舶、飞行器、汽车曲面及地形等。

(4) 透视投影图。透视投影图用的是中心投影法。它与照相成影的原理相似，图像接近于视觉映像。所以透视投影图富有逼真感、直观性强。按照特定规则画出的透视投影图，完全可以确定空间几何元素的几何关系。图 1-4 (d) 所示是某一几何体的一种透视投影图。由于采用中心投影法，所以空间平行的直线，在投影后就不平行了。

透视投影图广泛用于工艺美术及宣传广告图样。有关投影方法与工程图之间的关系如图 1-5 所示。

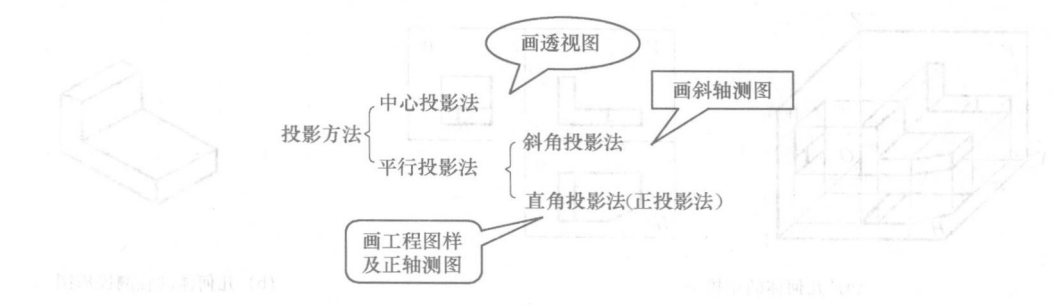


图 1-5 投影方法与工程图的关系

本书主要是采用正投影法，它的基本特性如图 1-6 所示，归纳为以下几点：

(1) 真实性。当直线或平面图形平行于投面时，投影反映线段的实长和平面图形的真实形状。

(2) 积聚性。当直线或平面图形垂直于投影面时，直线段的投影积聚成一点，平面图形的投影积聚成一条线。

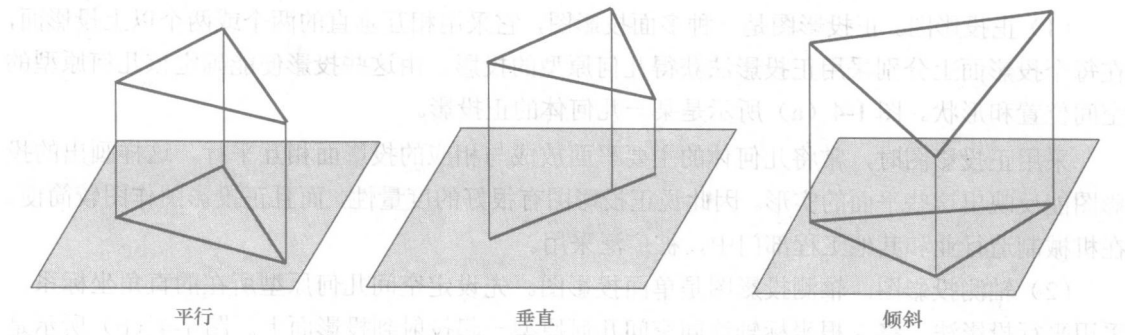


图 1-6 投影特性

(3) 类似性。当直线或平面图形倾斜于投影面时，直线段的投影仍然是直线段，比实长短；平面图形的投影仍然是平面图形，但不反映平面实形，而是原平面图形的类似形。

### 3. 三面投影体系的建立

如图 1-7 所示，两个形状不同的物体在同一个投影面上的投影是相同的。若不附加其他说明，仅凭这一个投影面上的投影，是不能表示物体的形状和大小的。所以，一般需将物体放置在如图 1-4 (a) 所示的三面投影体系中，分别向 3 个投影面进行投影，然后将所得到的 3 个投影联系起来，互相补充即可反映出物体的真实形状和大小。

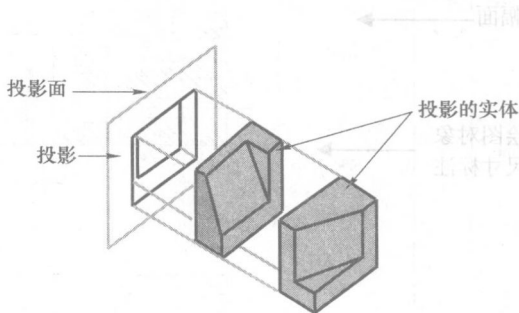


图 1-7 一个投影不能确定物体的形状

按照正投影法绘制出物体的投影图，又称视图。为了得到能反映物体真实形状和大小的视图，将物体适当地放置在三面投影体系中，分别向  $V$  面、 $H$  面、 $W$  面进行投影，则在  $V$  面上得到的投影称为主视图，在  $H$  面上得到的投影称为俯视图，在  $W$  面上得到的投影称为左视图。

任何物体都有长、宽、高 3 个尺度，若将物体左右方向 ( $X$  方向) 的尺度称为长，上下方向 ( $Z$  方向) 尺度称为高，前后方向 ( $Y$  方向) 尺度称为宽，则在三视图上主、俯视图反映了物体的长度，主、左视图反映了物体的高度，俯、左视图反映了物体的宽度。归纳上述三视图的三等关系是：主、俯长对正，主、左高平齐，俯、左宽相等。简称为三视图的关系是长对正、高平齐、宽相等的关系，如图 1-8 所示。本书中讲解的视图操作都要遵循这个原则。

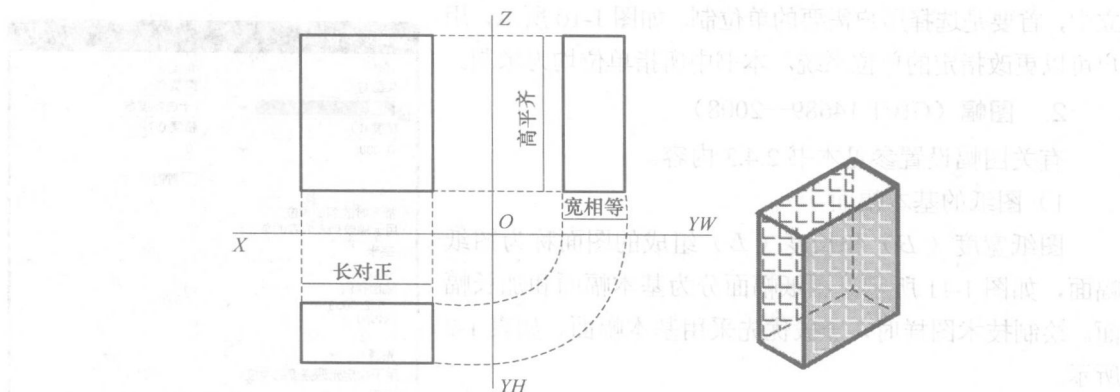


图 1-8 三视图的三等关系

#### 1.2.3 最新国家标准的有关规定

了解了上述工程图的基本概念后，接下来需要掌握在工程制图中的具体设置内容。如图 1-9 所示，是一张典型的工程图。一般而言，工程图的内容包括图框、图表、明细栏、绘图对象、尺寸标注、技术说明等，工程制图的基本设置包括单位、图幅、比例、图线与字体等。

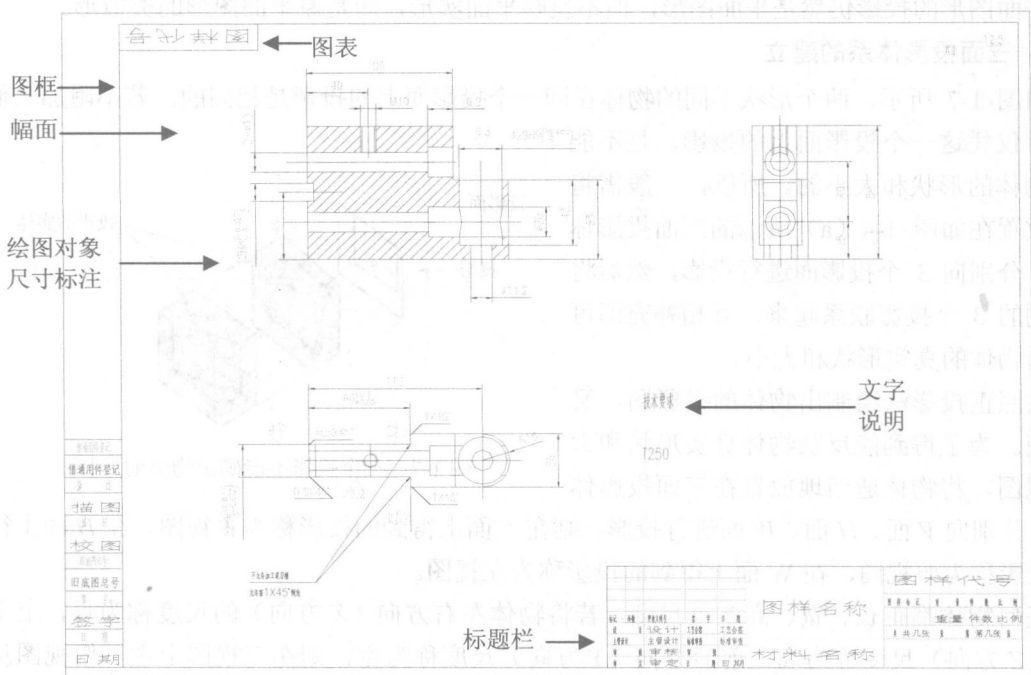


图 1-9 典型工程图

## 1. 单位

单位设置内容参见本书 2.4.2 内容。

由于设计单位、项目的不同，有不同的度量系统，如英制、米制等，因此在工程制图的建立中，首要是选择用户需要的单位制。如图 1-10 所示，用户可以更改指定的单位系统。本书中所指单位均为米制。

## 2. 图幅 (GB/T 14689—2008)

有关图幅设置参见本书 2.4.3 内容。

### 1) 图纸的基本幅面

图纸宽度 ( $B$ ) 和长度 ( $L$ ) 组成的图面称为图纸幅面，如图 1-11 所示。图纸幅面分为基本幅面和加长幅面。绘制技术图样时，一般优先采用基本幅面，如表 1-2 所示。

5 种基本幅面代号为 A0、A1、A2、A3、A4，这与 ISO 标准规定的幅面代号和尺寸完全一致。

当采用基本幅面绘制图样有困难时，也允许选用加长幅面，加长幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。一般有 A3×3、A3×4、A4×3、A4×4、A4×5 等。加长幅面（第二选择）如表 1-3 所示。加长幅面（第三选择）如表 1-4 所示。



图 1-10 “图形单位”对话框

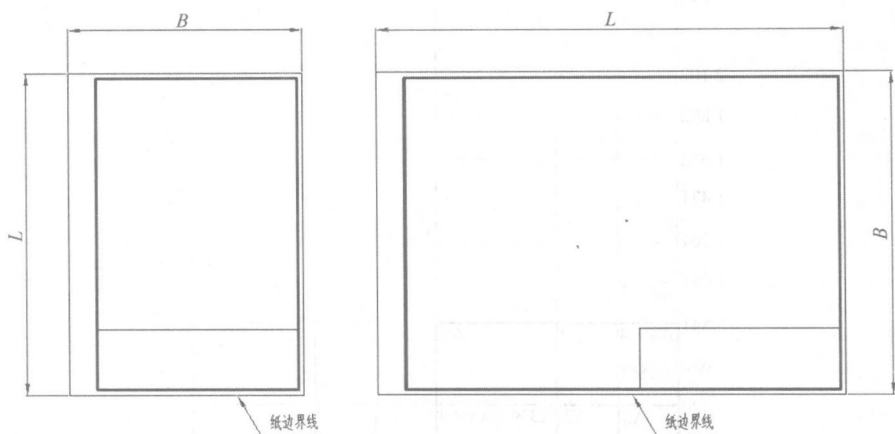


图 1-11 图纸幅面

表1-2 基本幅面的代号、尺寸及周边的尺寸（第一选择） 单位：mm

| 幅面代号            | A0        | A1      | A2      | A3      | A4      |
|-----------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 尺寸 $B \times L$ | 841×1 189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |
| $e$             | 20        |         | 10      |         |         |
| $c$             | 10        |         |         | 5       |         |
| $a$             | 25        |         |         |         |         |

表1-3 加长幅面尺寸（第二选择） 单位：mm

| 幅面代号            | A3×3    | A3×4      | A4×3    | A4×4    | A4×5      |
|-----------------|---------|-----------|---------|---------|-----------|
| 尺寸 $B \times L$ | 420×891 | 420×1 189 | 297×630 | 297×841 | 297×1 051 |

表1-4 加长幅面尺寸（第三选择） 单位：mm

| 幅面代号 | 尺寸 $B \times L$ | 幅面代号 | 尺寸 $B \times L$ |
|------|-----------------|------|-----------------|
| A0×2 | 1 189×1 682     | A3×5 | 420×1 486       |
| A0×3 | 1 189×2 523     | A3×6 | 420×1 783       |
| A1×3 | 841×1 783       | A3×7 | 420×2 080       |
| A1×4 | 841×2 378       | A4×6 | 297×1 261       |
| A2×3 | 594×1 261       | A4×7 | 297×1 471       |
| A2×4 | 594×1 682       | A4×8 | 297×1 682       |
| A2×5 | 594×2 102       | A4×9 | 297×1 892       |

如图 1-12 所示，粗实线表示表 1-2 的基本幅面（第一选择）；细实线表示表 1-3 的加长幅面（第二选择）；虚线表示表 1-4 的加长幅面（第三选择）。

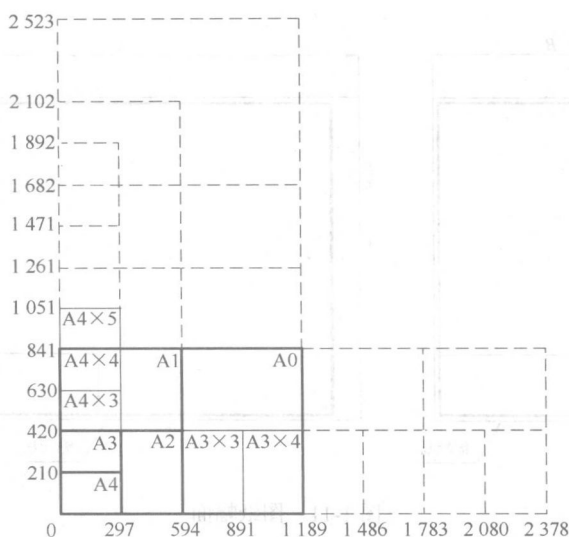


图 1-12 基本图幅及加长幅面

## 2) 图框格式

图纸上必须用粗实线画出图框,其格式如图 1-13 所示,图框格式有两种:一种是保留装订边的图框,用于需要装订的图样;另一种是不留装订边的图框,用于不需要装订的图样。但同一产品的图纸只能采用一种格式。

图纸空间由纸边界线(幅面线)和图框线所组成,无论图纸是否装订,图框线都必须用粗实线绘制,表示图幅大小的纸边界线用细实线绘制。图框线与纸边界线之间的区域称为周边。对于保留装订边的图框格式来讲,装订侧的周边尺寸  $a$  要比其他 3 个周边的尺寸  $c$  大一些。不留装订边的图框的 4 个周边尺寸相同,均为  $e$ 。各周边的具体尺寸与图纸幅面大小有关。当图样新要装订时,一般采用 A3 幅面横装, A4 幅面竖装。

留有装订边的图纸的图框格式如图 1-13 (a)、(b) 所示,图中尺寸  $a$ 、 $c$  按表 1-2 的规定选用。

不留装订边的图纸的图框格式如图 1-13 (c)、(d) 所示,图中尺寸  $e$  按表 1-2 的规定选用。

加长幅面图纸的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A2×3 的图框尺寸,按 A1 的图框尺寸确定,即  $e$  为 20 (或  $c$  为 10),而 A3×4 的图框尺寸,按 A2 的图框尺寸确定,即  $e$  为 10 (或  $c$  为 10)。

另外还有对中符号、剪切符号、方向符号等,在《技术制图》标准中都有明确规定。

## 3) 标题栏及其方位

在每张图纸上均需要画出标题栏。标题栏位于图纸的右下角,看图的方向与看标题栏的方向一致。