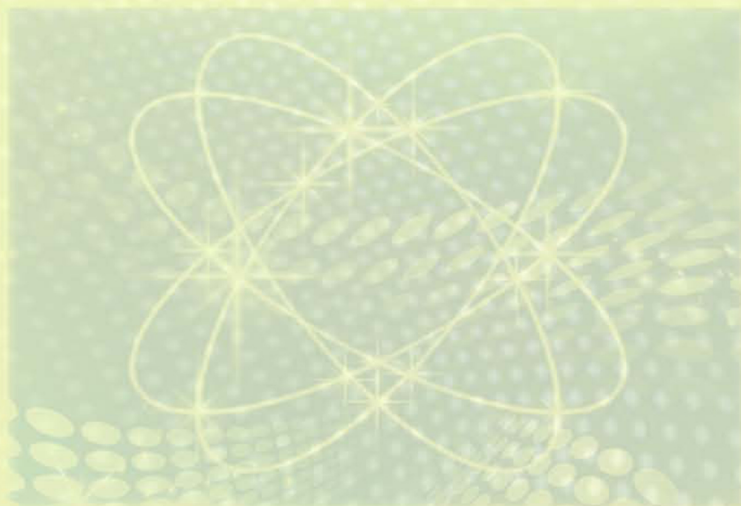


# 工程图学基础教程

文佩芳 主编



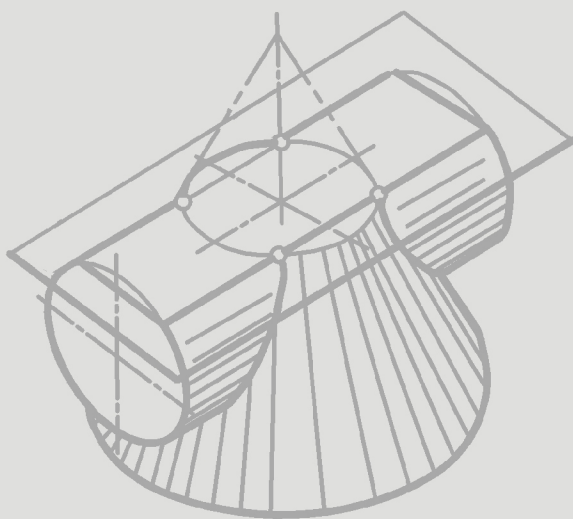
西北大学出版社

◎陕西省教育厅重点教材建设项目

# 工程图学基础教程

(第2版)

主编 / 文佩芳 雷光明  
王明海 成 彬



西北大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

工程图学基础教程/文佩芳等主编. —2 版. —西安:  
西北大学出版社, 2014. 7

ISBN 978 - 7 - 5604 - 3423 - 0

I. ①工… II. ①文… III. ①工程制图—高等  
学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014) 第 178400 号

## 工程图学基础教程(第 2 版)

主 编: 文佩芳 雷光明 王明海 成 彬

出版发行: 西北大学出版社

社 址: 西安市太白北路 229 号

电 话: 029 - 88305287

邮政编码: 710069

经 销: 新华书店

印 刷: 陕西奇彩印务有限责任公司

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张: 18.25

字 数: 426 千字

版 次: 2007 年 8 月第 1 版 2014 年 7 月第 2 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5604 - 3423 - 0

定 价: 35.00 元

## 第 2 版前言

本书自 2007 年出版发行以来,已经多次重印。作为工科工程图学基础平台课程教材,在西安建筑科技大学华清学院等学校的土建类、机械类、近机类和电类等专业广泛使用。从实际使用效果来看,本教材充分体现了工程制图课程“一千两支”教学体系的指导思想,符合教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会对本课程的基本要求,适合应用型本科学生的教学需求。

借本书再版之际,对本书在使用过程中发现的疏漏和不妥之处进行了补充修改,对表述不够准确、行文不够规范的地方进行了修正。附录“机械工程图样”由原编者成彬老师根据国家相关新标准进行了补充、改编,第十三章“计算机绘图基础”原由赵锋老师编写,此次由张淑艳老师在原文的基础上重新进行了编写。AutoCAD 版本选用了较新且成熟的 2009 版,突出了三维造型的介绍,增加了图形打印的内容。

本书在出版发行以及再版修订过程中得到了西北大学出版社的大力协助,提出了不少宝贵意见和建议,在此谨表衷心感谢。

新版教材难免还有疏漏之处,希望使用者不吝赐教。

编 者

2014 年 5 月

# 第 1 版前言

本书是在教育部高等学校工程图学教学指导委员会关于本课程公共平台与综合提高相结合(即一干两支)的教学体系思想指导下,按照最新本科工程图学教学基本要求(讨论稿),根据教学需要,贯彻执行工程制图国家标准,总结多年教学经验而编写的工程图学公共平台的基础教材。

针对应用型本科学生的实际情况,本书在编写中力求深入浅出地阐明理论,并适当分散难点、突出重点,注重以图为主、图文并茂。在列举例题时,采用先作图后分析,并使用分步作图方法说明作图过程。

为了使学生在学习每章课程内容之前对教学内容、要求有所了解,本书在每章前简单叙述了本章的内容概要,并提出学习的基本要求。为便于学生课后复习、弄清重点、解决难点,在每章后安排了思考练习题,使学生加深理解所学内容,同时亦可拓宽思路、开阔视野。本书第 1~7 章内容由文佩芳编写,思考练习题由彭慧敏编写;第 9 章和 10 章内容及思考练习题由雷光明编写;第 8、11、12 章内容由王明海编写,思考练习题由韩新普编写;第 13 章由赵锋编写;附录由成彬编写。

本书在编写过程中得到了西安建筑科技大学华清学院的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,我们衷心希望选用该教材的广大师生在使用过程中提出宝贵意见和建议,便于我们不断地修改完善。

编 者

2007 年 6 月



# CONTENTS

## 第一章 绪论

1.1 课程简介 .....	/1
1.2 投影的基本知识 .....	/2
1.3 三面投影的形成 .....	/4
思考与练习 .....	/6

## 第二章 制图基本知识

2.1 制图国家标准简介 .....	/8
2.2 绘图工具及仪器的使用 .....	/16
2.3 几何作图 .....	/19
2.4 徒手作图 .....	/26
思考与练习 .....	/27

## 第三章 点

3.1 点的投影 .....	/29
3.2 两点的相对位置 .....	/32
思考练习题 .....	/34

## 第四章 直线

4.1 一般位置直线 .....	/36
4.2 特殊位置直线 .....	/37
4.3 倾斜线的实长及其与投影面的倾角 .....	/40
4.4 直线上的点 .....	/42
4.5 两直线的相对位置 .....	/44
思考与练习 .....	/48

## 第五章 平面

5.1 平面的表示法 .....	/51
5.2 平面的投影特性 .....	/52
5.3 平面内的点和直线 .....	/56
思考与练习 .....	/60

## 第六章 直线、平面的相对位置

6.1 直线与平面平行及两平面平行	/63
6.2 直线与平面相交及两平面相交	/66
6.3 直线与平面垂直及两平面垂直	/73
6.4 点、直线、平面的综合问题	/77
思考与练习	/81

## 第七章 投影变换

7.1 投影变换的目的与方法	/85
7.2 换面法	/86
思考与练习	/94

## 第八章 曲线

8.1 曲线的基本概念	/99
8.2 平面曲线的投影特性及画法	/100
8.3 圆柱螺旋线	/103
思考与练习	/105

## 第九章 立体

9.1 平面立体的投影	/106
9.2 平面立体的截切	/110
9.3 回转体的投影	/114
9.4 回转体的截切	/120
思考与练习	/129

## 第十章 两立体相贯

10.1 两立体相贯的基本概念	/135
10.2 两平面立体相贯	/136
10.3 平面立体与回转体相贯	/139
10.4 两回转体相贯	/144
思考与练习	/152

## 第十一章 组合体及图样表达方法

11.1 组合体视图的画法	/156
11.2 组合体的尺寸标注	/161
11.3 组合体视图的识读	/166
11.4 形体的图样表达方法	/171
思考与练习	/190

## 第十二章 轴测投影

12.1 轴测投影的基本知识.....	/198
12.2 正等轴测投影.....	/201
12.3 斜轴测投影.....	/206
12.4 曲面立体的轴测投影.....	/211
12.5 轴测投影图的剖视.....	/218
12.6 轴测投影的选用.....	/220
思考与练习 .....	/221

## 第十三章 计算机绘图基础

13.1 AutoCAD 绘图基本知识.....	/227
13.2 AutoCAD 二维绘图.....	/231
13.3 AutoCAD 三维绘图.....	/251
思考与练习 .....	/260

## 附录 机械工程图样

1 标准件与常用件 .....	/262
2 零件图的表达 .....	/270
3 装配图的表达 .....	/277



# 第一章 绪 论

工程图样是依据投影法原理绘制而成的。本章介绍投影的概念、投影法的分类及其规律。掌握投影的基本特性是学习后续课程内容的基础。

## 基本要求

1. 了解中心投影和平行投影的形成。
2. 掌握平行投影的投影特性。
3. 掌握三面投影的基本概念。

## 1.1 课程简介

### 1.1.1 课程的性质

工程图样是表达设计思想、进行技术交流的重要工具，绘制和阅读工程图样是从事工程技术工作者必须掌握的基本技能。

本课程主要研究投影理论及其应用，它是进一步学习专业工程图样绘制、阅读的基础。通过本课程的学习，培养学生的形象思维能力，会利用图解方法求解一般空间几何问题；使学生了解国标中有关工程制图的基本规则，并具备遵循国标规定、熟练运用正投影理论图示空间形体的能力；同时掌握计算机绘图的基本知识。本课程既具有系统理论，同时又有较强的实践性，是一门应用极广的技术基础课。

本课程的主要任务：

1. 学习正投影法的基本原理及其应用。
2. 培养学生空间逻辑思维与形象思维能力。
3. 介绍、贯彻制图国家标准基本规则。
4. 掌握计算机绘图的基本知识。

### 1.1.2 课程的学习方法

本课程包括投影理论与制图基本知识与计算机绘图实践等内容。投影理论是指画法几何部分，它既具有严密系统的理论，又比较抽象、难懂。学习时应认真听课，弄懂每一个投影概念，搞清空间关系，掌握投影规律，注重解题的分析思路与方法，认真做好课后练习，不断提高自己的空间想象能力。

制图实践包括制图的基本知识与技能及计算机绘图的基本知识。学习这一部分，首先要掌握并遵守国家相关标准对于绘制工程图样的要求及规定。在学习、掌握绘图技能时，还要

注意培养耐心细致、严谨认真的工作作风，多动手、勤操作，不断提高画图质量与速度，并应经常对照实物或模型，联系实际多看图，提高自己的识图能力，为工程图的学习打下较扎实的基础。在学习计算机绘图时，必须上机操作，通过理论学习与实践结合的方式掌握绘图软件的使用方法。

## 1.2 投影的基本知识

### 1.2.1 投影的形成与分类

#### 1. 投影的形成

根据投影法得到的图形称为投影。投影是投射线通过物体，向选定的投影面投射，并在该面上得到图形的方法。如图 1-1 所示，发自投射中心  $S$  的投射线通过空间点  $A$ ，与投影面相交，其交点  $a$  即为点  $A$  在该投影面上的投影。由此可知投影需要有 4 个基本要素，即投射中心、投射线、投影面及空间形体。

这种生成图像的方法称为投影法。

#### 2. 投影法的分类

投影法分为中心投影法与平行投影法两类。

##### (1) 中心投影法

通过来自一点的一束投射线而得到的形体投影称为中心投影，这种投影方法称为中心投影法，如图 1-2 所示。

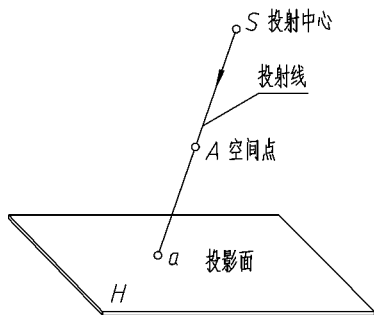


图 1-1 投影的形成

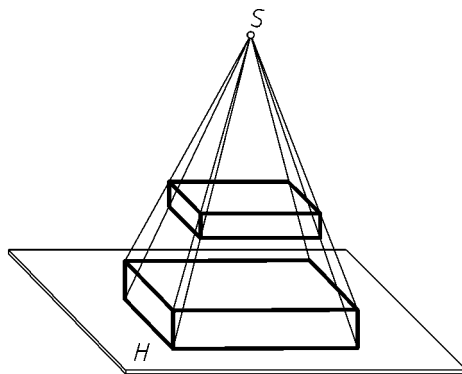


图 1-2 中心投影

##### (2) 平行投影法

通过一组平行投射线而得到的形体投影称为平行投影（投射中心位于无穷远处，投射线相互平行）。

平行投影又可根据投射线与投影面垂直与否分为平行正投影与平行斜投影。

1) 平行正投影：投射线与投影面垂直时所形成的平行投影，如图 1-3a 所示。

2) 平行斜投影：投射线与投影面倾斜时所形成的平行投影，如图 1-3b 所示。

正投影是平行投影的特例，它能够完整准确地表现形体，且易度量，作图简便，因而成为工程图的主要绘制方法。了解正投影的投影特性对于绘制、阅读工程图非常重要。

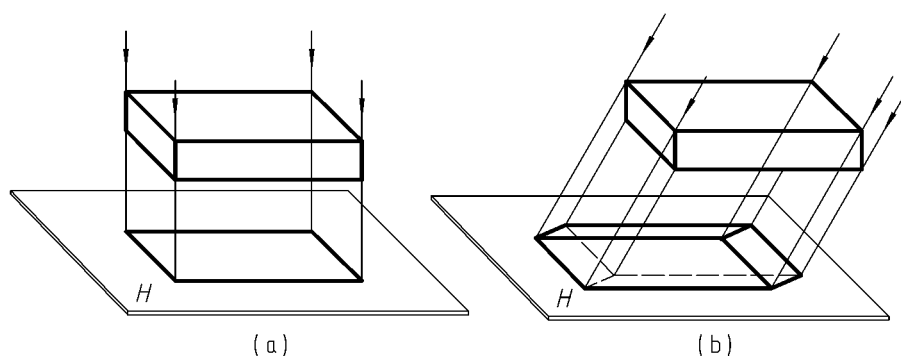


图 1-3 平行投影

### 1.2.2 正投影的投影特性

#### 1. 投影的真实性

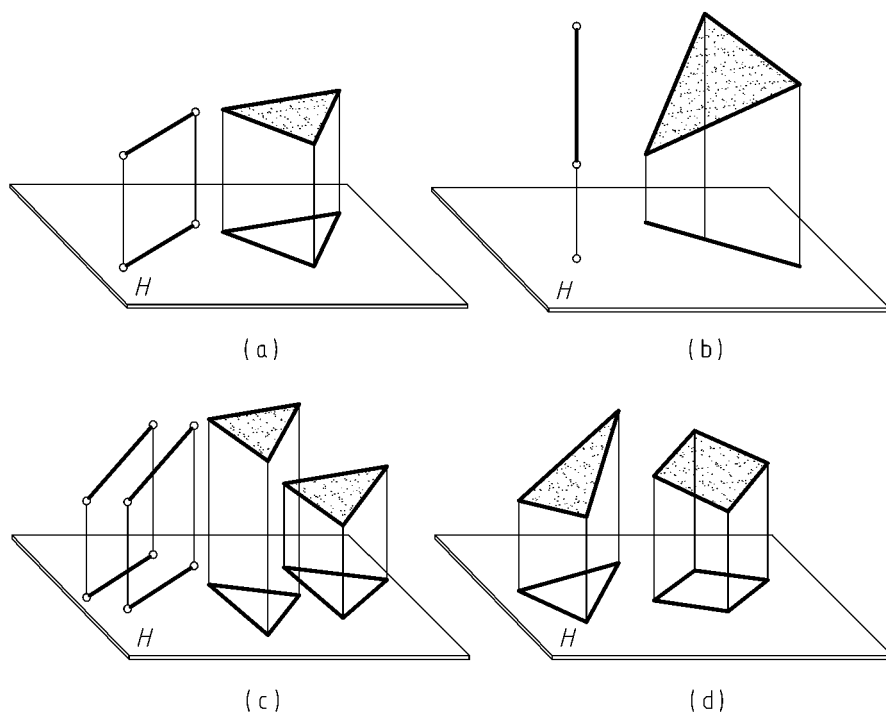
当直线与某投影面平行时，其投影反映直线实长；当平面与某投影面平行时，其投影反映平面实形，如图 1-4a 所示。

#### 2. 投影的积聚性

当直线与某投影面垂直时，其投影积聚为一点；当平面与某投影面垂直时，其投影积聚为一直线，如图 1-4b 所示。

#### 3. 投影的平行性

当一组直线或一组平面相互平行时，其投影也相互平行，如图 1-4c 所示。



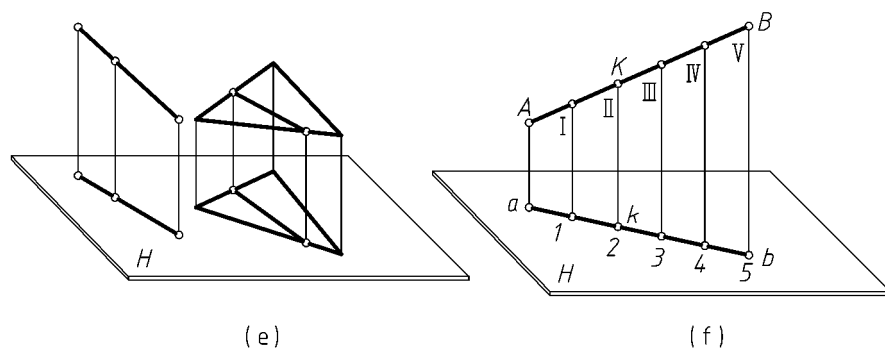


图 1-4 正投影的投影特性

#### 4. 投影的类似性

一般情况下, 直线的投影仍为直线, 平面的投影仍为平面 (如三角形的投影仍为三角形, 四边形的投影仍为四边形), 如图 1-4d 所示。

#### 5. 投影的从属性

若点在直线上, 则点的投影仍在直线的投影上; 若直线在平面内, 则直线的投影仍在平面的投影内, 如图 1-4e 所示。

#### 6. 投影的定比性

若点将线段分割为一定比例, 则其投影也将线段的投影分割为同一比例, 如图 1-4f 所示。

## 1.3 三面投影的形成

### 1.3.1 投影面体系

由于工程图采用正投影法绘制, 而它是假想把形体放在一个由两个以上投影面形成的投影空间 (即投影面体系) 中作投影, 由此产生的投影图是多面投影。由两个投影面形成的

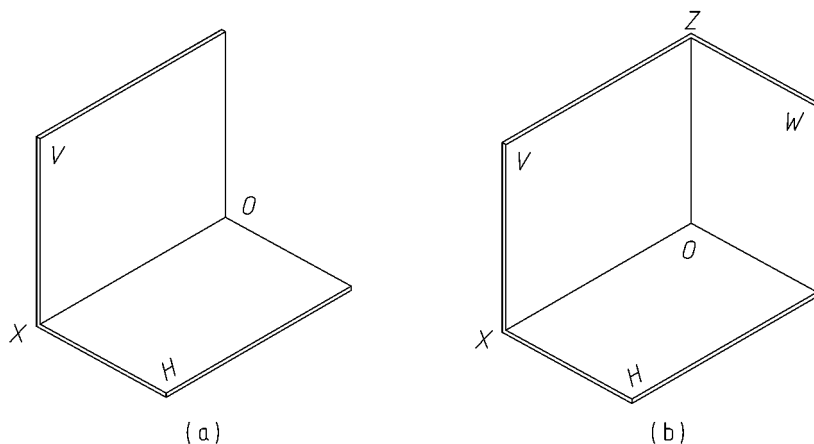


图 1-5 投影面体系图

投影空间称为两面投影体系,如图1-5a所示。水平放置的投影面称为水平投影面,用 $H$ 来表示;与水平投影面垂直相交的投影面称为正立投影面,用 $V$ 来表示;两投影面的交线称为投影轴,用 $OX$ 表示。由三个投影面形成的投影空间称为三面投影体系,如图1-5b所示。它是在两面投影体系中再增加一个投影面,称为侧立投影面,用 $W$ 表示。侧立投影面与水平投影面和正立投影面均垂直相交,它与水平投影面的交线称为 $OY$ 轴,与正立投影面的交线称为 $OZ$ 轴。用三面投影体系能更完整、准确地表达形体的投影,所以常采用它。

### 1.3.2 三面投影图的形成

三面投影图的形成方法是:将一形体放置在三面投影体系中,通过形体上各顶点,向各投影面作垂线,各垂线与投影面的交点即为形体各顶点在投影面上的投影。分别依次连接各点的投影即为形体在三投影面上的投影,如图1-6所示。形体在 $H$ 投影面上的投影称为水平投影,在 $V$ 投影面上的投影称为正面投影,在 $W$ 投影面上的投影称为侧面投影。

三面投影图是画在一个平面上的3个投影图,因此需将上述投影体系展开。展开时令正立投影面不动,将水平投影面绕 $OX$ 轴向下旋转 $90^\circ$ ,再将侧立投影面绕 $OZ$ 轴向右旋转 $90^\circ$ ,如图1-7a所示,使它们均与正立投影面展开在同一平面内,由于 $OY$ 轴是 $H$ 面与 $W$ 面的交线,展开后在 $H$ 面内的 $Y$ 轴用 $Y_H$ 表示,在 $W$ 面内的 $Y$ 轴用 $Y_W$ 表示,如图1-7b所示。

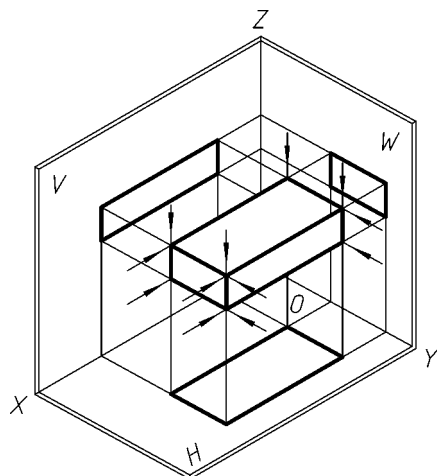


图1-6 三面投影的形成

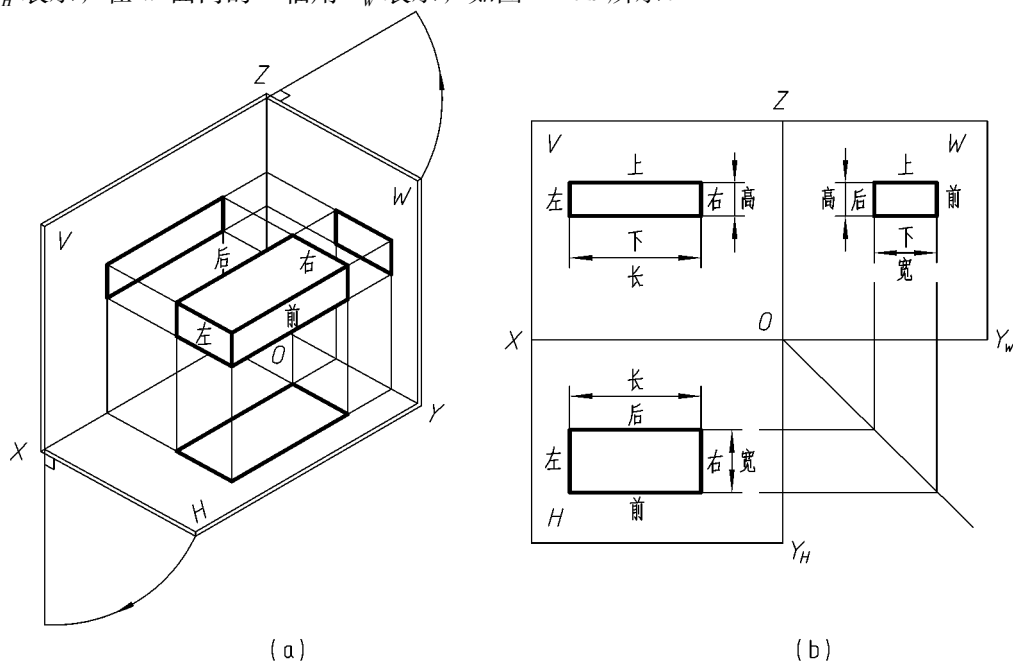


图1-7 三面投影体系的展开

### 1.3.3 三面投影的关系

画三面投影图时,投影面的边框线一般不画。为使初学者便于画图,可保留投影轴。由图1-7可以看出,每个投影只能反映形体的两个方向,即水平投影反映形体的长和宽,正面投影反映形体的长和高,侧面投影反映形体的高和宽。因此,水平投影与正面投影所反映的形体长度相等,正面投影与侧面投影所反映的形体高度相等,水平投影与侧面投影所反映的形体宽度相等。三面投影之间的这种关系称为“三等”关系,即在三面投影图中反映出“长对正、高平齐、宽相等”的特征。

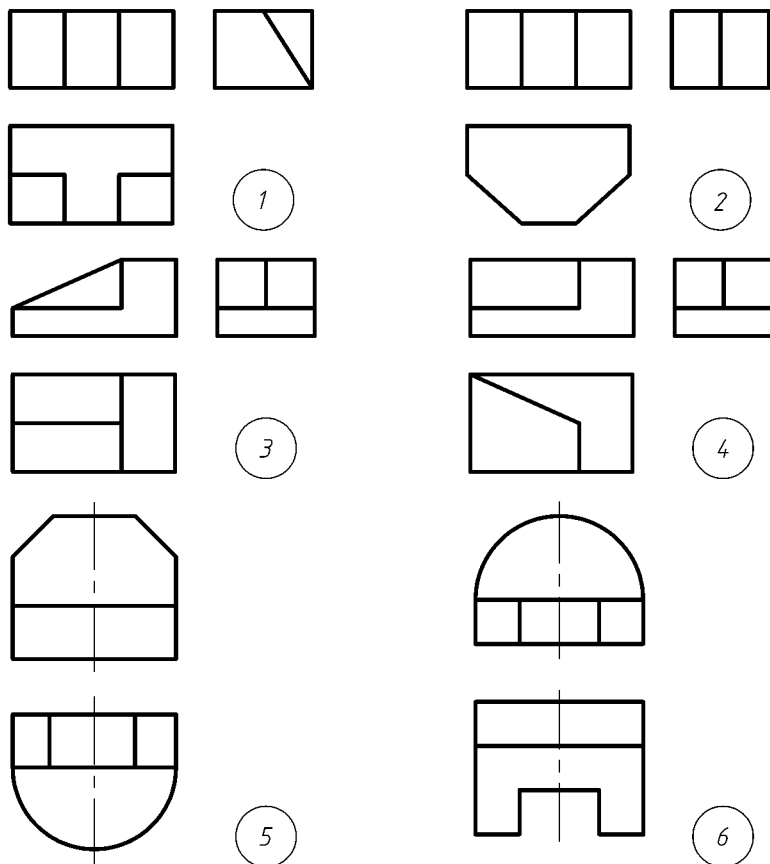
## 思考与练习

### 一、思考题

1. 试述正投影的投影特性。
2. 三面投影是如何形成的?
3. 三面投影之间的“三等关系”是什么?

### 二、练习题

1. 将图1-8中表示的形体,按编号填入对应的立体图圆圈中。



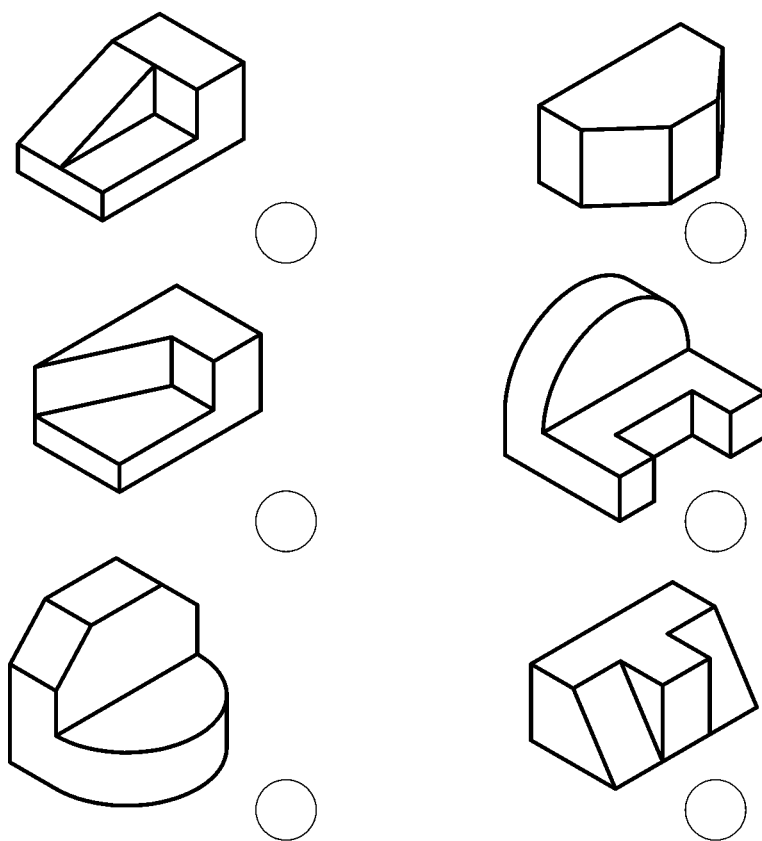


图 1-8 根据投影图选择立体图

## 第二章 制图基本知识

要正确、规范地绘制工程图样，需要首先了解国家有关部门对工程图样的要求及规定，并正确地掌握绘图仪器和工具的使用，养成良好的绘图习惯，以保证绘图质量，提高绘图速度。本章将介绍《国标》的有关规定及绘图仪器和工具的使用，同时还将介绍常用的几何作图方法及徒手绘制草图的基本方法。

### 基本要求

1. 了解《国标》对绘制工程图的基本要求及规定。
2. 掌握绘图仪器和工具的正确使用方法。
3. 掌握绘制常用几何图形的方法，能正确地绘制平面图形。
4. 掌握徒手作图的基本要领。

## 2.1 制图国家标准简介

### 2.1.1 《国标》的作用及意义

为了使工程图样做到表达统一，绘图规范，便于识读与技术交流，满足设计、施工及存档等方面的要求，国家相关部门专门制定、颁布了有关工程制图的若干标准，如《建筑制图标准》《道路工程制图标准》《机械制图标准》等（《中华人民共和国国家标准》，简称《国标》，其代号为“GB”）。国家制图标准作为绘制工程图样的法律依据，有关设计、生产、施工等单位都必须遵照执行。因此，凡从事工科专业的人员在学习专业图之前，首先应了解国标的有关知识及要求，并应正确理解，严格遵守。

### 2.1.2 《国标》关于绘制工程图的基本规定

#### 1. 图纸幅面及图纸规格

为了使图纸幅面大小统一，便于存档，国标对图幅大小作了规定，如表 2-1 所示。表中  $B \times L$  为图纸的短边乘以长边， $a$ 、 $c$  为图框线到图幅线之间的宽度。图框线的作用是增加图面的美观，且使图样集中、明确。国标规定了横式幅面与立式幅面两种装订方式，如图 2-1 及图 2-2 所示。



表 2-1 图幅及图框尺寸 (mm)

幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
$c$	10			5	
$a$	25				

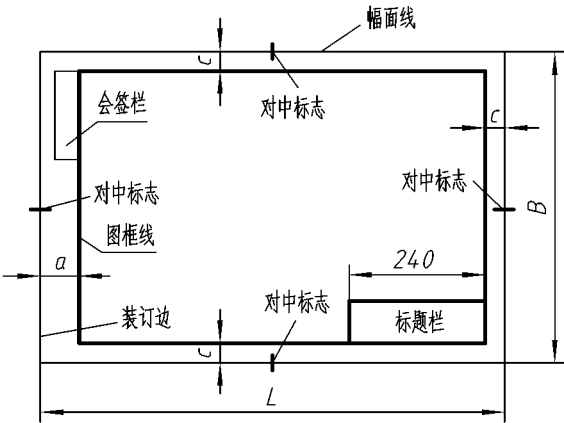


图 2-1 横式图幅

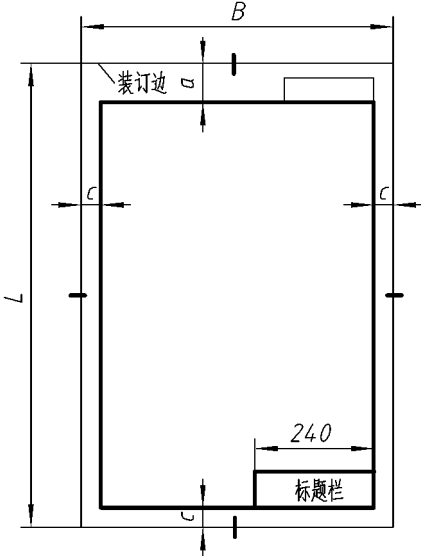


图 2-2 竖式图幅

通常，商店买来的图纸是 A0 号图纸，根据需要可裁剪成其他各号图纸。如图 2-3 所示，将 A0 号图纸对折裁开可得到 A1 号图纸，A1 号图纸对折得 A2 号图纸，依次类推可得到其他各号图纸。

为明确绘制工程图样的法律责任，国标规定每张图纸无论使用横式幅面或竖式幅面，在其右下方都要有标题栏，以表明工程名称、设计单位、设计者、制图人及比例、日期等内容。目前根据学习的需要，建议使用如图 2-4 所示的格式，作为学生用标题栏。

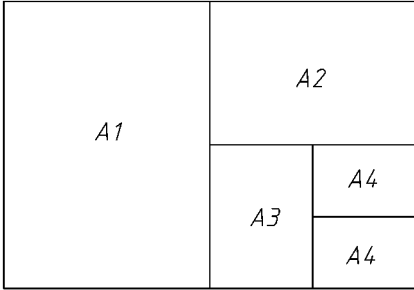


图 2-3 图纸的对折裁剪法

(图 名)				图号		成绩	
				日期		批阅	
专业		姓名		(校 名)			
班级		学号					

图 2-4 学生用标题栏