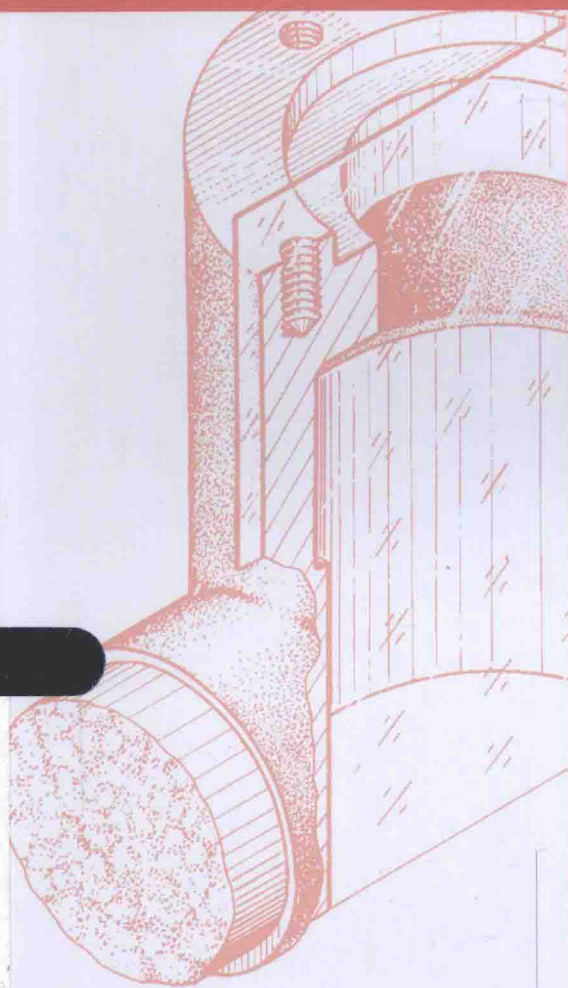


高等学校教材

机械制图学

主编 陈兴元 宫百香 李广明



高等教育出版社

高等学校教材

机械程图学

Jixie Gongcheng Tuxue

主编 陈兴元 宫百香 李广明

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》，借鉴多年来教学改革的经验，吸收国内、外同类教材的精华编写而成的。本书遵循科学规律，重新调整了教材结构体系，加强了投影理论基础，注意结合工程实际。本书内容除绪论外分为投影理论基础（画法几何学）、机械制图基础和计算机绘图基础三部分。全书共 15 章，主要内容有：投影法，点、线、平面的投影，平面立体及截交、相贯，回转体及截交、相贯，曲线与曲面，轴测投影，几何体表面展开图，制图的基本知识和技能，组合体的视图及尺寸注法，机件常用的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图，计算机绘图基础等。

与本书配套的陈兴元、宫百香、李广明主编《机械程图学习题集》同时由高等教育出版社出版。

本书可作为高等学校本、专科工科机械类、近机械类各专业制图课程的教材，也可供其他类型学校有关专业选用。

图书在版编目 (C I P) 数据

机械工程图学 / 陈兴元, 宫百香, 李广明主编. --

北京: 高等教育出版社, 2015. 9

ISBN 978-7-04-043557-3

I. ①机… II. ①陈… ②宫… ③李… III. ①机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 157241 号

策划编辑 李文婷	责任编辑 李文婷	封面设计 张 志	版式设计 于 婕
插图绘制 杜晓丹	责任校对 刘丽娟	责任印制 韩 刚	

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京汇林印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 23.25
字 数 570 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2015 年 9 月第 1 版
印 次 2015 年 9 月第 1 次印刷
定 价 33.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 43557-00

前 言

本书是在长春工业大学 1989 年及 2005 年编写的《工程制图》教材的基础上,根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》,以适应 21 世纪培养科学技术人才及应用型高级技术人才的需要为目标,借鉴多年来教学改革的经验,吸收国内、外同类教材的精华编写而成的。

本书为培养学生的工程图学素质奠定理论基础。为适应现代化教学模式,遵循科学规律,构建了新的课程体系。编者本着继承、创新与实践原则,精选了教材内容。书中注重教材结构科学性、知识实用性和教材内容可读性,把直角投影原理中的抽象概念形象化、理论知识具体化,通俗易懂,自然摒弃投影几何(画法几何学)成为“头痛几何”的难学局面。考虑便于学习,大部分知识点都有立体直观图和投影图相对照,培养学生运用投影原理将三维空间立体转换为二维平面图形的空间思维能力。

书中为拓宽知识面,部分章节适当增添工程实例,以便发挥投影原理在生产实践中的应用。有利于启发读者增强创新意识,提升识图及绘图的素养。

本书除绪论外分为投影理论基础(画法几何学)、机械制图基础和计算机绘图基础三部分内容。

本书编写时主要考虑了下述几个方面:

1. 从直观立体中建立抽象概念。本书讲述点、直线的投影时,由形象的几何体中分离出来点、直线,然后再回归到几何体之中。由浅入深、由简到繁地重复认识点、直线既是几何体的基本元素,又是几何体的应变元素。使初学者克服深入学习的困难性,从而从被动学习变为主动学习。

2. 变换投影面法与点、直线、平面的投影有机结合,保持几何元素诸多投影原理和投影规律的延续性。

旋转法单设一节,保留它特有的几何元素图解法,讲述其在度量空间几何元素尺度和角度方面的应用,是机械工程设计常用的图解方法。

3. 以图示法为主线,图解法与图示法相辅相成。如直角三角形法和直角投影定理,是不可缺少的度量空间尺度和角度的方法。图解法突出重点,少而精,强化基础理论和基本知识,删减繁琐的综合性图解内容。

4. 按几何体性质划分,第 4 章为平面立体及平面立体的截交与相贯,第 5 章为回转体及回转体的截交与相贯,根据两种几何体形成原理不同,按照个性的不同逻辑关系,分别建立两种体系,有利于提高各种几何体识别能力,以便掌握各自投影规律和求作各种立体表面交线的方法和步骤。

5. 第 6 章曲线与曲面和第 7 章轴测投影,删繁就简,保留常用内容,并附工程实例,以示理论知识的实际应用。

6. 根据内容的不同性质,立体表面展开分为两个部分。第一部分内容为第 8 章几何体表面展开图,利用几何元素投影原理和投影方法,作几何体表面展开图;另一部分内容为第 13 章零件

图的第8节焊接图,它既是零件图内容,亦属于部件装配图范畴,对从零件图自然过渡到装配图起承上启下的作用。

7. 第9章讲述制图的基础知识和基本技能,将手工绘图的基本技能与机械制图内容连接起来,学以致用。

8. 第10章组合体的三视图是由组合几何体演变为机件的综合内容,将投影图与视图结合起来,便于在图形表达方法中从几何体投影图过渡到机件视图。

9. 第11章机件常用的表达方法、第12章标准件和常用件、第13章零件图及第14章装配图内容,贯彻最新国家标准《机械制图》和《技术制图》,遵照国家颁布的最新标准绘图。

10. 第15章为计算机绘图基础,让学生在具备机械制图的基本知识和基本技能的基础上,学习计算机绘图的基本知识和技能,以便适应工业生产和现代化机械设计的需要。

本书由长春工业大学陈兴元、官百香、李广明主编。参加编写的人员有:陈兴元、官百香(第1章至第8章、第15章);李广明、杨晓冬、谷东伟、王秀玲、何秀媛(第9章至第14章)。

本书由北京理工大学董国耀教授审阅。董国耀教授提出了非常宝贵的修改意见,在此深表感谢。本书编写过程中,得到了长春工业大学校长助理王占礼教授的具体指导和机电工程学院领导的大力支持,在此深表感谢。

与本书配套的陈兴元、官百香、李广明主编《机械工程图学习题集》同时由高等教育出版社出版。

本套书可作为高等学校本、专科工科机械类、近机械类各专业制图课程的教材,也可供其他类型学校有关专业选用。

由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者
2015年4月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任;构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

绪论	1
第 1 章 投影法	3
1.1 中心投影法	3
1.2 平行投影法	3
1.3 标高投影	5
1.4 透视投影	5
第 2 章 点、直线的投影	6
2.1 点的投影	7
2.2 点的变换投影面法	12
2.3 直线的投影	14
2.4 两直线的相对位置	18
2.5 直角投影定理	20
2.6 直线的变换投影面法	21
思考题	22
第 3 章 平面的投影	24
3.1 平面的投影	24
3.2 直线与平面及两平面的相对位置	30
3.3 直线与平面、平面与平面平行	32
3.4 直线与平面、平面与平面相交	34
3.5 直线与平面、平面与平面垂直	36
3.6 平面的变换投影面法	39
3.7 平面的旋转法	42
思考题	46
第 4 章 平面立体及截交、相贯	47
4.1 平面立体及表面上取点、线	47
4.2 平面与平面立体相交	49
4.3 两平面立体相交	53
思考题	57

第 5 章 回转体及截交、相贯	58
5.1 回转体及表面上取点、线	58
5.2 平面与回转体相交	64
5.3 两回转体相交	72
5.4 回转体相贯线的特殊情况	77
思考题	79
第 6 章 曲线与曲面	80
6.1 曲线的形成及分类	80
6.2 曲面的形成及分类	80
6.3 直线面	81
6.4 螺旋线及螺旋面	85
思考题	88
第 7 章 轴测投影	89
7.1 轴测投影的基本知识	89
7.2 正等轴测图	91
7.3 斜二轴测图	98
7.4 轴测剖视图	100
思考题	102
第 8 章 几何体表面展开图	103
8.1 平面体表面展开图	103
8.2 回转体表面展开图	105
8.3 展开图工程实例	107
思考题	111
第 9 章 制图的基本知识和技能	112
9.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》简介	112
9.2 绘图工具和仪器的使用方法	125
9.3 几何作图	127
9.4 平面图形的画法和尺寸注法	134
9.5 手工绘图的方法和步骤	138
第 10 章 组合体的视图及尺寸注法	142
10.1 三视图的形成及其特性	142
10.2 形体分析法与线面分析法	143
10.3 组合体视图的画法	146

10.4	组合体的尺寸注法	150
10.5	识读组合体视图的方法	155
第 11 章	机件常用的表达方法	163
11.1	视图	163
11.2	剖视图	167
11.3	断面图	176
11.4	局部放大图、简化画法和其他规定画法	178
11.5	综合应用举例	182
11.6	第三角画法简介	183
第 12 章	标准件和常用件	186
12.1	螺纹	186
12.2	常用螺纹紧固件的规定画法和标注	193
12.3	键和销	197
12.4	齿轮	199
12.5	弹簧	204
12.6	滚动轴承	207
第 13 章	零件图	210
13.1	零件图的内容	210
13.2	零件结构的工艺性简介	211
13.3	零件图的视图选择和尺寸标注	214
13.4	零件图中的技术要求	219
13.5	典型零件图样表达	235
13.6	零件测绘和零件草图	239
13.7	读零件图	241
13.8	焊接图	244
第 14 章	装配图	250
14.1	装配图的内容	250
14.2	装配图的视图表达方法	251
14.3	装配图的尺寸注法	255
14.4	装配图中的零、部件序号、明细栏及标题栏	256
14.5	装配结构的合理性简介	258
14.6	由零件图画装配图	259
14.7	读装配图及由装配图拆画零件图	265

第 15 章 计算机绘图基础	270
15.1 AutoCAD 的基本概念和基本操作	270
15.2 AutoCAD 的基本绘图命令、编辑命令和显示控制命令	274
15.3 AutoCAD 的辅助绘图工具和图层操作	296
15.4 AutoCAD 的尺寸标注	301
15.5 图块的创建和插入	310
15.6 AutoCAD 创建三维形体	318
思考题	333
附录	334
参考文献	360

绪 论

一、课程性质与研究对象

工程图学是研究工程与产品信息表达和交流的科学。在工程设计与产品加工过程中,需要按正投影法绘制图形。这种能够表达产品的完整形状,标注有全部尺寸并附有说明产品质量及加工要求的技术条件的图样,称为工程图样,其为设计与制造的重要资料。

图样具有形象性、直观性和简洁性。工程技术人员用它表达设计意图及设计对象。制造者根据图样进行产品的加工制造。工程图样是工程与产品信息的载体,成为工程界表达与交流技术思想的无声语言。工程技术人员必须具备工程图样的绘制和识读能力,以便进行工程设计、工程管理和产品加工制造等技术工作。

随着科学技术的发展,在信息化时代,计算机科学技术对工程图学这门科学起到了很大作用,计算机图形学(CG)和计算机辅助设计(CAD)广泛应用于设计及厂矿企业部门。工程技术人员借助于CAD绘图软件绘制工程图样,同手工绘图相比,其工作效率得到了极大的提高。

工程图学课程理论严谨、实践性强,与工程实际有密切联系,对培养学生的科学思维方法,增强其工程和创新意识及工程素质有重要作用,是普通高等院校工科的技术基础课。

二、课程内容的结构

本课程内容分为投影理论基础(画法几何学)、机械制图基础和计算机绘图基础三部分。

投影理论基础部分主要研究如何运用以直角投影原理为基础的正投影法,将三维空间物体用二维平面图形进行表达。内容包括几何元素投影,各种几何体投影,平面与立体相交,两立体相交,曲线与曲面,轴测图,立体表面展开法。

机械制图基础部分主要研究机械工程图样的绘制和识读方法及技能。内容包括制图的基础知识和技能,组合体三视图,机件的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图。

计算机绘图基础部分主要研究借助CAD绘图软件系统绘制工程图样的基本方法和技能。内容包括CAD基本操作,绘图命令,图形编程,图形显示控制,辅助绘图工具。

三、课程任务

1. 培养根据投影原理,以二维平面图形表达三维空间物体的方法和能力。
2. 培养对空间形体的想象思维能力及绘制和阅读机械工程图样的基本能力。
3. 培养使用绘图仪器和徒手画图的基本能力。
4. 培养使用CAD绘图软件绘制二维图形的基本能力。

四、课程的学习方法

1. 学习投影理论基础(画法几何学),通过自己的思维活动理解投影原理,建立投影概念,掌

握投影方法。同时,培养空间思维能力和科学的空间想象能力。

学习时,首先要理解正投影法的概念,了解三维空间与直角坐标系、三投影面体系同二维平面的关系,这是学习投影理论必备的基本知识。

2. 投影理论主要研究将三维空间物体用正投影法投射到三投影面体系中,得到三个二维平面图,形成三维空间立体同二维平面图的对应关系,故二维平面图(简称平面图)保持着立体几何性质。要求读者学习时,依其投影原理及其规律,正确地作投影图。学习投影理论的过程,也是培养空间思维能力的过程。

3. 学习过程中,要不断根据同一物体不同方位的三面或两面投影图,进行投影分析及线、面和形体分析,想象出三维空间(简称空间)立体的位置或形状。同时,可引证投影原理中恰当的投影方法,求解或作图,从而也锻炼了空间构思能力和空间想象力。

4. 机械制图是实践性的课程,应以制图理论知识和国家相关标准为指导进行实践活动,认真完成绘图作业。在实践活动中,学习制图知识,同时修炼绘图与读图能力。

5. 学习计算机绘图知识的同时进行上机操作训练,掌握用软件绘制工程图的能力。

本课程是培训工程师和技术工人的技术语言课程,是专业教学计划中的必修课。在学习后继课程中,要不断提高绘图和读图能力,以增强工程素质。

第1章 投影法

在日常生活中,太阳光或灯光照射物体时,在墙上或地面上会出现物体的影子,这就是一种投影现象。投影法是根据这一自然现象,经过科学总结和抽象而创造出来的绘图方法。可利用投影法绘制效果图及工程图。

投影法是将投射线通过物体向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法。投影法种类有中心投影法和平行投影法。

1.1 中心投影法

中心投影法如图 1-1 所示,一束投射线汇交于一点 S ,点 S 称为投射中心,投射线将 $\triangle ABC$ 投射到投影面 P 上而呈现出的中心投影 $\triangle abc$,称为投影图。

中心投影的大小是随投射中心 S 、物体和投影面间距离的改变而变化的。因此,中心投影法的投影图不反映原物体的真实形状和大小。

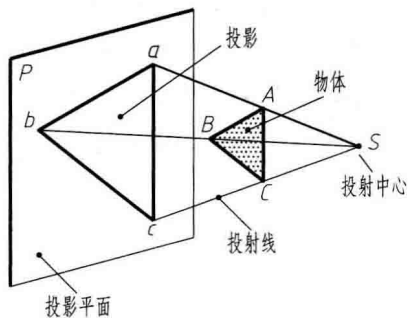


图 1-1 中心投影法

1.2 平行投影法

设想投射中心 S 移到无限远处,则诸多投射线可视为互相平行的,如图 1-2 所示,此种投影法称为平行投影法。根据平行投影法的投射线与投影面角度的不同,又可分为正投影法和斜投影法。

1.2.1 正投影法

投射线垂直于投影面的投影,称为正投影。如图 1-2a 所示, $\triangle abc$ 是 $\triangle ABC$ 的正投影。

运用正投影法将物体分别投射到两个或三个互相垂直的投影面上,再按一定规律把投影面展开成同一平面,所得到的多面投影图,称为正投影图,如图 1-2b、c 所示。

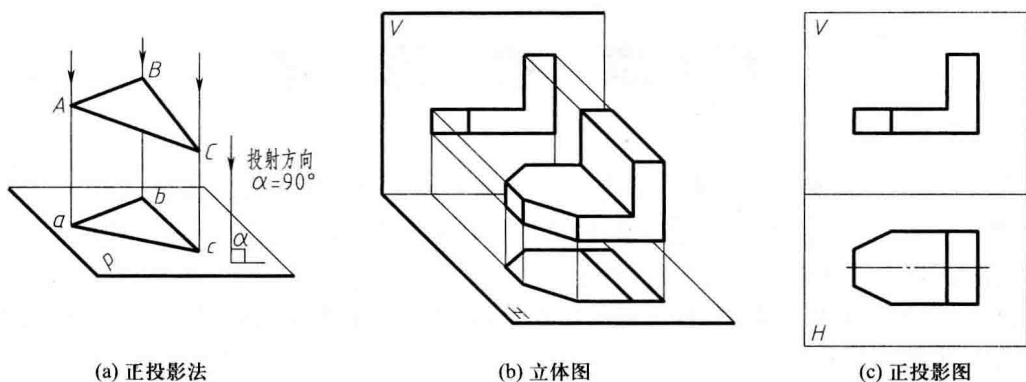


图 1-2 正投影图

正投影图能反映物体在投射方向上的真实形状和大小,有较强的度量性,工程上应用广泛,是本书研究的主要内容。

1.2.2 斜投影法

投射线倾斜于投影面的投影,称为斜投影,如图 1-3a 所示。

斜投影图,是根据平行投影法中的投射线倾斜于投影面所得到的物体的投影。斜轴测投影图为斜投影法在工程上的应用,它反映物体三个方向的形状,富有立体感。

如图 1-3b 所示,利用斜投影法所得的轴测图具有直观性,容易看懂,但画图较繁琐,缺乏度量性,一般在工程上作为辅助性技术图样和科技书籍中的插图。

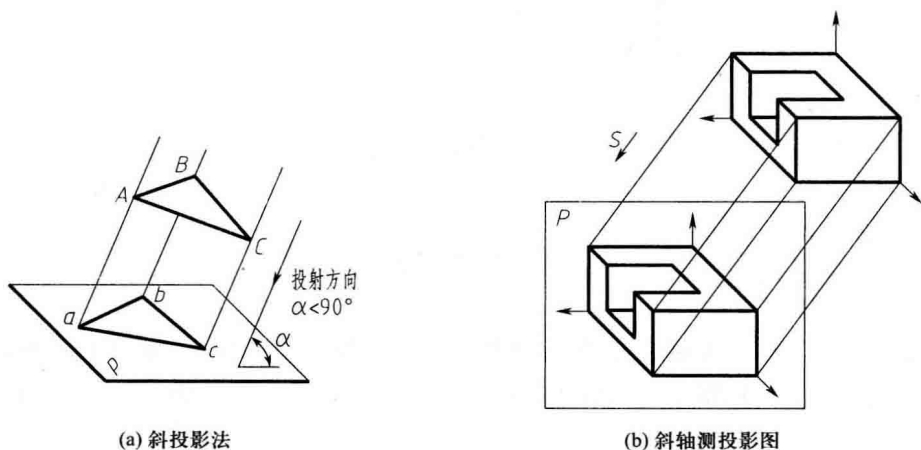


图 1-3 斜投影图

平行投影的大小与物体同投影面的距离无关。根据平行投影法中的正投影法所得的正投影图能反映物体真角与实长,是机械制图的主要投影法。

1.3 标高投影

用投影法绘制出物体表面上等高线的水平投影,并在上加注对水平基准的高程数值所得的投影图,称为标高投影图。如图 1-4 所示,表示高程的数值称为标高,并注写在平面图上。标高投影常作为土木建筑工程的土木结构图和山地地形图。

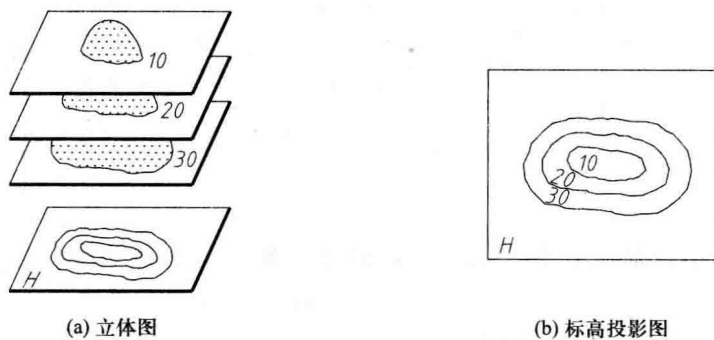


图 1-4 标高投影图

1.4 透视投影

根据中心投影法绘制的单面投影图,称为透视投影或透视图,如图 1-5 所示。这种图立体感强,直观逼真,与肉眼观看到的形象一样自然。但其度量性差,作图繁杂,常作为建筑工程上的房屋和桥梁设计的效果图。

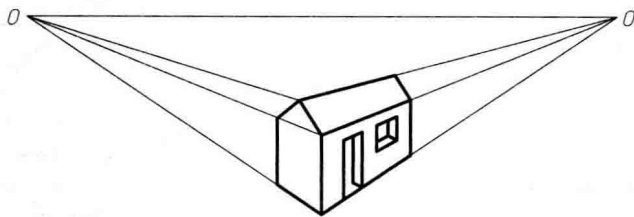


图 1-5 透视图

第2章 点、直线的投影

1. 物体表面的几何元素

物体的表面是由点、线、面等几何元素构成的。图 2-1 所示为正四棱柱立体图,正四棱柱为正六面体,有 6 个表面(平面),12 条棱线(直线),8 个棱点,所以,点、直线、平面是构成立体表面的基本几何元素。研究物体的投影,首先从几何元素的投影开始,从简到繁研究点、线、面的投影方法和投影规律,从而掌握几何体的投影方法和投影规律。

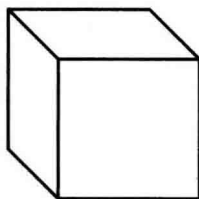
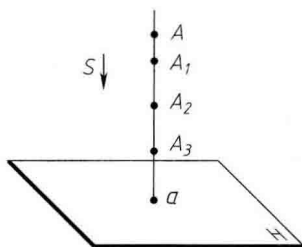


图 2-1 正四棱柱立体图

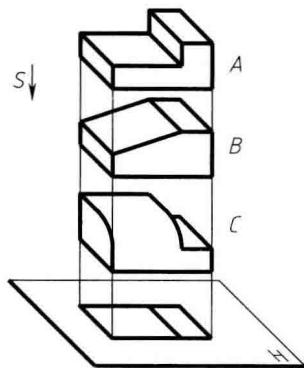
2. 正投影有积聚性

正投影法中,投射光线垂直于投影面,其投影具有积聚性,即垂直于投影面的投射光线,其投影积聚为一点。如图 2-2a 所示,投射光线上的点 A 在 H 面上的投影为点 a ,在同一投射光线上的点 A_1 、 A_2 及 A_3 的投影也是点 a ,因此,点的一个投影不能唯一确定该点的空间位置。

同理,空间物体的一面投影不能确定该物体的形状。如图 2-2b 所示,三个不同形状的物体 A 、 B 、 C ,其在一同一投射方向的同一投影面上的投影相同。因此,通常需用两面投影或三面投影才能表达物体的形状和大小。



(a)



(b)

图 2-2 正投影

3. 三投影面体系

三个互相垂直的投影面 V 、 H 和 W ,相交成三个互相垂直的投影轴 OX 、 OY 、 OZ ,构成三投影面体系,如图 2-3 所示。

正立放置的 V 面,称为正立投影面。

水平放置的 H 面,称为水平投影面。

侧立放置的 W 面,称为侧立投影面。

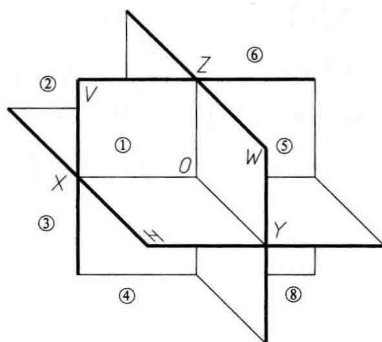


图 2-3 三投影面体系

三面投影体系将空间分为八个分角。GB/T 17451—1998《技术制图 图样画法 视图》规定,技术图样优先采用第一角画法,本书主要讨论第一分角内的正投影。

2.1 点的投影

点是构成物体最基本的几何元素。如图 2-4a 所示,立体置于两投影面体系中,正立投影面 V 和水平投影面 H 相互垂直成直角相交,交线 OX 称为投影轴。将四棱柱向 V 面垂直投射,得到正面投影 $\square a'a_1'b_1'b'$;再向 H 面垂直投射,得到水平投影 $\square abcd$ 。其中包括了各棱点 A 、 B 、 C 、 D 、 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 的两面投影。

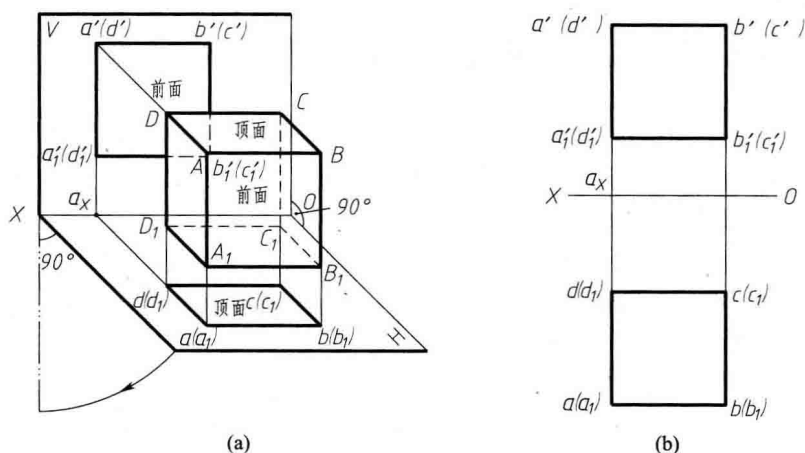


图 2-4

图 2-4b 所示为其投影图,在两投影面体系中使 V 面保持不动,将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° 与 V 面位于同一平面内,以 OX 轴为界,上边是正立投影面 V ,下边是水平投影面 H 。四棱柱的前面为正方形,其 V 面投影仍为正方形。四棱柱的顶面为矩形,其 H 面投影同为矩形。其中点 a 、 a' 是棱点 A 的两面投影。