

“十五”国家重点图书

华东理工大学工程图学研究室 编著

大学工程制图

AXUE GONGCHENG ZHITU

钱自强 林大钧 郭 慧 主编 (第二版)



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

“十五”国家重点图书

华东理工大学工程图学研究室 编著

大学工程制图

AXUE GONGCHENG ZHITU

钱自强 林大钧 郭 慧 主编 (第二版)



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

大学工程制图/钱自强,林大钧,郭慧主编. 2版. —上海:华东理工大学出版社,2014.1
ISBN 978-7-5628-3712-1

I. ①大… II. ①钱… ②林… ③郭… 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(2013)第 262573 号

内 容 提 要

本书根据全国高等工业学校工程制图课程教学指导委员会制定的“工程制图”课程教学基本要求编写,适宜作为大专院校化工类专业及轻工、食品、环境等非机械类专业“工程制图”课程教材,也可作为相关专业工程技术人员的参考和自学用书。

全书共分 16 章,全部采用最新的国家标准和有关行业标准,每章附有复习思考题,并编有《大学工程制图习题集》与之配套使用。

本书在编写中,考虑到计算机技术发展对课程的影响,以及面向 21 世纪教学改革的要求,在保持过去历版教材特色的基础上,对部分内容作了重组和增减,如对画法几何内容作了精简;加强了构形设计训练;焊接件图和化工设备图合并;计算机绘图部分突出了 Auto CAD 绘图软件的应用等。读者可按不同专业和学时数的要求,对内容进行灵活取舍和组合学习。

“十五”国家重点图书

大学工程制图(第二版)

主 编 / 钱自强 林大钧 郭 慧

责任编辑 / 徐知今

责任校对 / 张 波

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地 址:上海市梅陇路 130 号,200237

电 话:(021)64250306(营销部)

传 真:(021)64252707

网 址:press.ecust.edu.cn

印 刷 / 常熟华顺印刷有限公司

开 本 / 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 / 24.75 插页 4

字 数 / 601 千字

版 次 / 2014 年 1 月第 2 版

印 次 / 2014 年 1 月第 1 次

书 号 / ISBN 978-7-5628-3712-1

定 价 / 39.50 元

联系我们:电子邮箱 press@ecust.edu.cn

官方微博 e.weibo.com/ecustpress

淘宝官网 <http://shop61951206.taobao.com>



前 言

(第二版)

本书自 2005 年 2 月第一版出版以来,受到许多使用本书的院校教师和学生的好评,同时他们也提出了许多有价值的意见和建议。在本次修订再版中,编者在内容上作了调整和修改。增写了绪论部分,精简了画法几何的内容,补充和更新了计算机绘图的内容,在技术要求等方面采用了最新国家标准。教材总体篇幅有了较大削减,力求体现“少而精”的原则,以满足化工类专业及轻工、食品、环境等非机械类专业的教学要求。

本书在考虑系统性前提下,各章内容相对独立,教师在选用时可根据不同专业的要求和学时数进行灵活组合和取舍。

与本书配套的《大学工程制图习题集》也作了相应修订,与本书同期出版。

本书由钱自强、林大钧、郭慧主编。参加本次修订工作的人员(按章序)有:钱自强(1、3、4、5 章),林大钧(2、10 章),郭慧(6、15、16 章),张纯楠(7、11 章),蔡祥兴(8、13 章),马惠仙(9、12、14 章)。邹培玲参加了部分绘图工作。

本书在修订中,参考了国内外有关教材和标准,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中难免存在不足,敬请广大读者继续提出宝贵意见和建议。

编 者

2013 年 10 月

前 言

(第一版)

工程制图是工科类专业必修的一门技术基础课,其主要任务是培养学生具有一定的空间想象和思维能力,掌握按标准规定表达工程图样的实际技能,为学习后继的机械设计系列课程打下基础。同时它在培养学生形象思维、科学研究和创新能力等综合素质的过程中起着重要的作用。

从 1795 年法国几何学家格斯帕·蒙日应用投影方法创建画法几何学以来,200 多年里,以画法几何为基本原理形成的工程图学随着人类社会的工业化进程,逐步成为工程设计领域的重要学科。它为工程技术各个领域解决机械结构、空间几何度量、构形设计等问题提供了可靠的理论依据和有效手段。进入 21 世纪,随着科学技术的飞速发展,学科间相互交叉和计算机技术的广泛应用,对本课程提出了更高要求,传统的教学内容和模式受到挑战,课程改革成为必然趋势。

本书是在我校历年出版的教材《工程制图学》《工程制图教程》《工程制图》和多年教改实践的基础上,根据全国高等工业学校工程制图课程教学指导委员会制定的工程制图课程教学基本要求编写而成的。为较好地处理传统内容和现代技术、理论教学与技能训练、形象思维与创新思维培养的关系,本书在编写中贯彻了精、新、特的原则。

(1) 对各部分内容的选取努力做到少而精,重点突出。如线面、面面相交主要介绍特殊位置情况;相贯线的处理结合工程上常用的柱柱、柱锥、柱球相贯的例子,突出表面取点法和近似画法的使用;焊接件的画法不再单独列章,并入化工设备图一起介绍。

(2) 书中全部采用新颁布的国家标准和其他一些相关的行业标准;在计算机绘图部分则介绍了较新的 Auto CAD 2004 版本。

(3) 继续保持和突出化工特色。比较全面地介绍了化工设备图、化工工艺图和展开图等化工专业图样的绘制,特别适合有关专业的选用。

(4) 进一步突出学生空间构思和创新能力的培养,加强了构形设计和制图等方面的内容,并独立成章。

(5) 为适应我国国际技术交流日益扩大和加入 WTO 后的形势,特别介绍了有关机械制图的 ISO 国际标准和美、日、俄等国家的标准。

本书在考虑系统性前提下,各章内容相对独立,并编有相应的《大学工程制图习题集》供配套使用,适用于本、专科化工工艺类专业,也可用于轻工、食品、环境等非机械类专业。教师在使用时,可根据不同专业的要求和学时数进行灵活组合和取舍。

本书由钱自强、林大钧、蔡祥兴主编。参加编写的人员(按章序)有:林大钧(1、5、9 章),钱自强(2、3、13 章),王蔚青(4、7 章),马惠仙(6、15 章),张纯楠(8、12 章),郭慧(10 章),张宝凤(11 章),蔡祥兴(14 章)。邹佩玲参加了部分绘图工作。

本书在编写中,参考了国内外有关教材和标准,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中难免存在不足,敬请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 10 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 本学科的研究对象	(1)
1.2 本学科的发展简史	(1)
1.3 课程学习的目的和任务	(4)
1.4 课程学习的方法	(4)
2 工程制图基础	(5)
2.1 投影法的基本概念	(5)
2.2 工程上常用的投影图——正投影	(7)
2.3 正投影的投影特性	(8)
2.4 多面正投影体系的建立和投影规律	(8)
3 基本几何元素的投影	(16)
3.1 点的投影	(16)
3.2 直线的投影	(19)
3.3 平面的投影	(23)
3.4 点、线、面的辅助投影	(30)
3.5 回转曲面的投影	(40)
4 平面、立体间相交的投影	(47)
4.1 平面与立体相交	(47)
4.2 立体与立体相交	(57)
5 空间形体的生成与视图表达	(70)
5.1 形体的生成及视图表达	(70)
5.2 形体的组合及视图表达	(74)
5.3 形体的尺寸标注	(80)
5.4 读图	(84)
6 形体的构形设计	(94)
6.1 单向构形想象	(94)
6.2 双向构形想象	(95)
6.3 分向穿孔构形想象	(95)
6.4 组合构形想象	(95)
6.5 构形设计制图	(96)
7 制图的基本规定、技能及草图	(100)
7.1 国家标准《机械制图》的基本规定	(100)
7.2 制图基本技能	(107)

7.3 草图及其应用	(115)
8 轴测投影图	(127)
8.1 轴测图的基本概念	(127)
8.2 正等轴测图	(128)
8.3 斜二等轴测图	(132)
8.4 轴测剖视图的画法	(134)
8.5 轴测图的选择	(135)
9 机件常用的表达方法	(137)
9.1 视图	(137)
9.2 剖视图	(138)
9.3 断面图	(149)
9.4 局部放大图	(152)
9.5 规定画法和简化画法	(153)
9.6 剖视图阅读	(157)
9.7 视图表达方案的探讨	(159)
10 零件图	(163)
10.1 零件图的内容	(164)
10.2 零件的表达方案选择	(164)
10.3 零件图中的尺寸标注	(170)
10.4 零件图中的技术要求	(175)
10.5 零件上常见结构及其尺寸标注	(190)
10.6 标准件和常用件	(201)
10.7 零件图阅读	(213)
11 装配图	(218)
11.1 装配图的作用和主要内容	(218)
11.2 装配关系的表达方法	(220)
11.3 装配结构的合理性	(221)
11.4 装配图的尺寸标注	(223)
11.5 装配图中的零部件序号、明细栏	(224)
11.6 螺纹紧固件的连接和装配画法	(226)
11.7 键、销、弹簧的装配画法	(230)
11.8 装配图绘制	(232)
11.9 阅读装配图和由装配图拆画零件图	(236)
12 立体的表面展开图	(245)
12.1 可展表面的展开	(246)
12.2 不可展表面的近似展开	(252)
12.3 用计算机绘图软件处理展开图的方法简介	(254)
13 化工设备图	(257)
13.1 化工设备图的作用和内容	(257)

13.2	化工设备的基本结构和特点	(257)
13.3	化工设备标准化的通用零部件简介	(260)
13.4	化工设备图的视图表达	(277)
13.5	化工设备图中焊缝的表示方法	(283)
13.6	化工设备图的尺寸标注	(291)
13.7	化工设备图样中各要素的布置	(293)
13.8	化工设备图的绘制和阅读	(299)
14	化工工艺图	(303)
14.1	工艺管道及仪表流程图	(303)
14.2	设备布置图	(309)
14.3	管道布置图	(313)
14.4	管道轴测图	(318)
15	计算机绘图	(324)
15.1	基本操作	(324)
15.2	绘制图形	(327)
15.3	绘图的辅助工具	(333)
15.4	图层	(339)
15.5	图形编辑	(343)
15.6	填充	(353)
15.7	文字注释	(354)
15.8	尺寸标注	(358)
15.9	图块与属性	(366)
15.10	图形输出	(369)
15.11	零件图的绘制	(370)
16	机械制图外国标准简介	(376)
16.1	第三角投影法和第一角投影法的对比	(376)
16.2	第三角投影法的基本视图与投影法特征标记	(377)
16.3	国际标准 ISO 128—1982《图示原理》	(378)
16.4	美国标准 ANSI Y14.3—1994《多面视图和剖视图》	(380)
16.5	日本 JISB 0001—1985 制图标准简介	(381)
16.6	螺纹的画法	(382)
16.7	齿轮的画法	(383)
16.8	国外图样画法示例	(384)
参考文献		(387)

1

绪 论

本章提要

简要介绍工程制图学科的研究对象和发展历史;阐述工程制图课程学习的目的、任务和学习方法。

1.1 本学科的研究对象

图样与语言、文字一样,都是人类表达、交流思想的一种工具。在工程建设中,为了正确地表示出机器、设备和建筑物的形状、大小和制造要求,通常将物体按一定的投影方法和规定表达在图纸上,即称为工程图样。由于在机器设备和建筑物的设计、制造、检验、使用等各个环节中都离不开图样,所以图样被喻为“工程界的技术语言”。

随着 20 世纪 50 年代末计算机的出现,工程制图与计算机技术的结合,促使工程制图的理论和技术发生了根本性的变化。图样在形体构思、工程设计、解决空间几何问题以及分析研究自然界客观规律时得到广泛的应用,已成为解决科学技术问题的重要载体,并逐步发展成为工程图学学科。

工程图学学科的研究对象是:(1)将空间几何元素(点、线、面)和物体表示在平面上的方法和原理;(2)在平面上通过作图解决空间几何问题的方法和原理;(3)根据有关标准及技术绘制和识读工程图样的方法。

本课程所讲授的内容是工程图学学科的主要组成部分。

1.2 本学科的发展简史

我们知道,任何科学的产生都来源于人类的社会实践,并随着生产和科学实验的发展以及其他科学技术因素的相互影响而发展。工程图学学科的产生和发展也不例外。从各国的历史来看,工程制图最初起源于图画,自古代人类学会制造简单工具和营造各种建筑物起,就已经使用图画来表达意图了。但是,人类在很长一段时期里,都是按照写真的方法来画图的。随着生产的发展,生产工具和建筑物的复杂程度和技术要求越来越高,这种直观的写真图画已无法担负起正确表达形体的任务,因而对图样提出了更高的要求,即一方面要把形体表达得正确清晰,且绘制方便;另一方面要能够准确度量,便于按图样制造和施工。根据生产的需要,这种绘图法则就在众多工匠、建筑师的生产实践活动中逐步积累和发展起来。17 世纪中期法国建筑师兼数学家吉拉德·笛沙格(G. Desargue, 1591—1661),首先总结了用中心投影法绘制透视图的规律,写了《透视法》一书。到 18 世纪末叶,法国几何学家

格斯帕·蒙日(G. Monge, 1746—1818)全面总结了前人的经验,用几何学原理系统地综合和归纳了将空间几何形体正确地绘制在平面图纸上的原理和方法,创建了画法几何学。在此后的 200 多年时间里,以画法几何为基本原理形成的工程图学随着人类社会的工业化进程,逐步成为工业设计领域的重要学科,它为工业技术方面解决机械结构的运动分析、空间几何度量、构形设计等问题提供了可靠的理论依据和有效手段。

我国是世界上文明发达最早的国家之一,劳动人民在长期的生产实践中,在图示理论和制图方法等领域,也有着丰富的经验和辉煌的成就。

在三皇五帝时代,人们已开始应用绘图工具,如山东嘉祥县武翟山武氏祠中就有伏羲氏执矩和女娲氏执规的汉代石刻像,说明我国在上古时期就有了画直角的矩(直角尺)和画圆的规(圆规)。再如,在两千年前的《周礼·考工记》《孟子》等古书中,就有用规,矩,绳墨(木工所用的弹直线的墨绳),悬(或作垂,即在绳下端系重物,以在壁上作铅垂线),水(定水平和作水平线的器具)等工具进行作图和生产劳动的记述。

据文字记载,在战国时期我国已经有应用于建筑工程的图样。如《史记》的《秦始皇本纪》中记载:“秦每破诸侯,写放其宫室,作之咸阳北阪上。”其意思是说:秦始皇每征服一国后,就派人绘出该国宫室的图样,在咸阳北阪上照样建造一座。1977 年冬,从我国河北省平山县战国时期中山王墓出土的、用青铜板镶嵌金银丝条和文字制成的建筑平面图是世界上罕见的早期工程图样,见图 1-1。此图按正投影法用 1:500 的比例绘制,并注有尺寸,完成于公元前 323—前 309 年之间。与世界现存早期图样相比较,它是最完善的一幅。

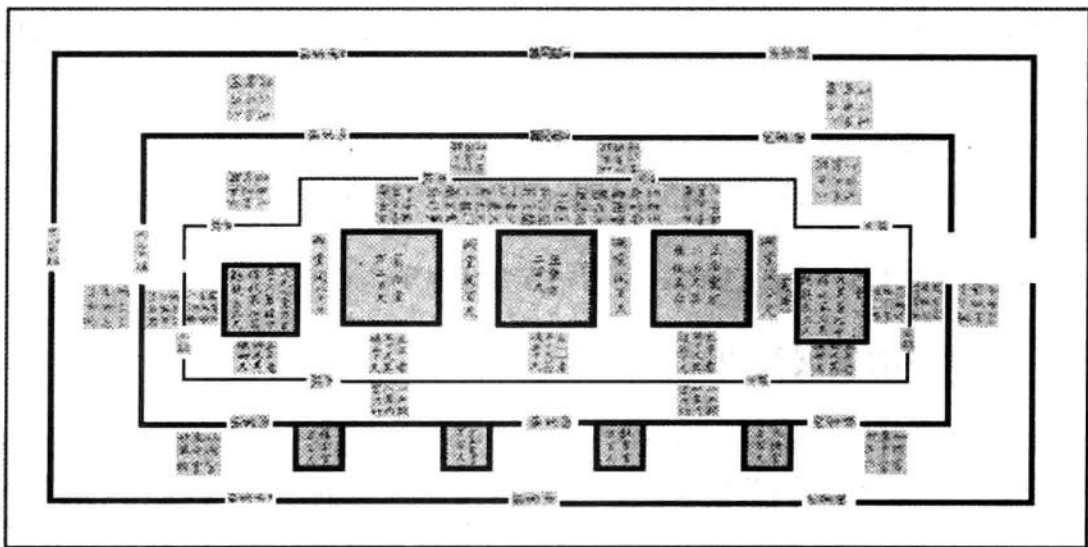
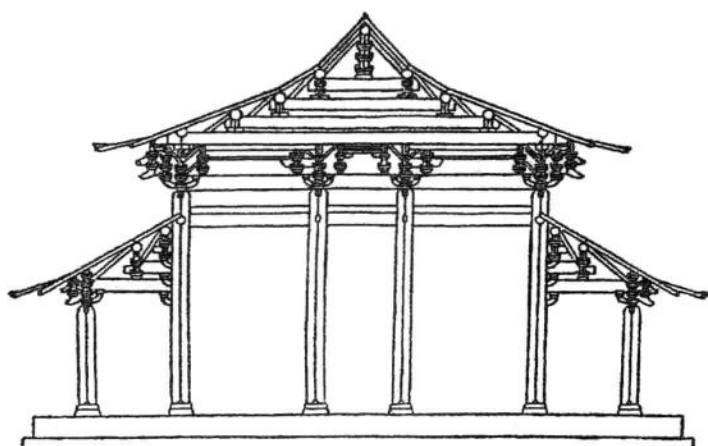


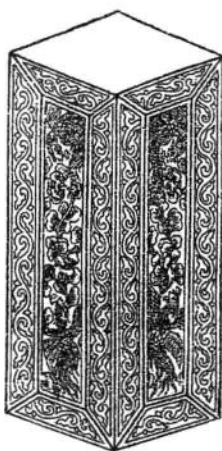
图 1-1 战国时代的建筑平面图

我国历史上遗留下来的图样,最著名的是宋朝李诫(字明仲)编写的建筑工程巨著《营造法式》(刊印于公元 1103 年)。该书总结了我国当时的建筑技术和艺术的成就,堪称宋朝时期关于建筑的一部国家标准和施工规范。整部书籍共 36 卷,其中 6 卷全部是图样,与现在我们使用的工程图样的形式相比,几乎没什么差别。图 1-2 为该书所载的几幅图样,其中有正投影图、轴侧投影图和透视图多种形式。在宋代之后许多工程技术书籍,如元朝薛景石

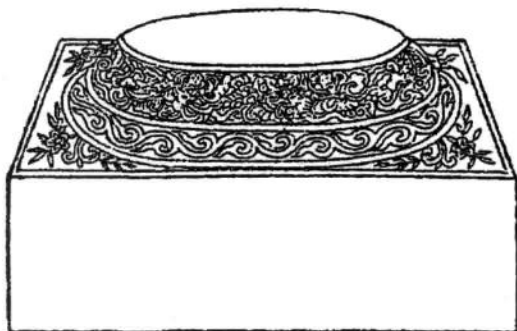
的《梓人遗制》和王桢的《农书》，明朝宋应星的《天工开物》和徐光启的《农政全书》等，都附有许多农具及各种器械的插图，也与现代工程图样的形式相类似。可见当时我国在图示方法应用上已很完善，可惜这方面的专门著作没有遗留下来，而这个时期比笛沙格和蒙日所处的时代都要早几百年。



(a) 殿堂五铺作单槽草架侧样(正投影图)



(b) 剔地起突云龙角柱(轴侧投影图)



(c) 宝莲华(透视图)

图 1-2 宋代《营造法式》中附图举例

进入 20 世纪后,随着现代科学技术的发展,计算机技术和工程科学相互结合和渗透,50 年代世界上第一台自动绘图机诞生,60 年代初美国麻省理工学院开发完成了 SKETCHPAD 程序系统——一种人机对话系统,80 年代末美国兰德公司开发出首个图形语言 Grailgraphics Input Language,1973 年第一次国际计算机绘图学术会议在匈牙利召开,80 年代初美国 Autodesk 公司推出计算机辅助设计绘图软件 AutoCAD,自此一门工程制图和计算机结合的学科——计算机图学——在世界上主要工业国家兴起。近 20 年来,由于软硬件的不断完善和创新,计算机图形学得到飞速发展,工程图学已不再仅仅是限于投影和工程知识的传统工程学科,而是数学、物理、工程学、计算机学、智能和思维科学等多学科交叉

形成的具有崭新内容的学科。工程图作为工程信息的载体和传递媒介,正从仅能表示静态产品信息的图样,发展为有质感的能反映产品物理性能和加工性能的、能交互的动感图形信息。这种图形信息也是计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)和集成生产系统(CIMS)的主要载体。随着计算机绘图技术的普及,传统的尺、规手工绘图作业模式逐步退出历史舞台。值得注意的是,当今各种计算机绘图软件已经有了质的飞跃。因此,计算机绘图并不是简单的代替手工绘图,而是提高设计质量、设计能力、设计效率的重大技术进步,这是在学习计算机绘图和后续相关课程时始终要考虑的问题。

1.3 课程学习的目的和任务

工程制图课程是高等院校工科类专业既有理论,又有实践的一门重要技术基础课。学习本课程的主要目的是掌握工程图样的图示理论和方法,培养绘图、读图和空间想象能力。其主要任务包括:

- (1) 学习正投影基本理论和方法;
- (2) 培养图示空间形体的能力;
- (3) 学习绘制和识读工程图样的方法;
- (4) 了解和掌握有关制图的国家标准;
- (5) 学会使用常用的计算机绘图软件。

1.4 课程学习的方法

工程制图是一门实践性很强的课程,与学生在中学阶段学习数、理、化等课程有所不同,除了需要逻辑思维能力,还需要培养很强的形象思维能力。因此,在学习本课程时必须掌握必要的学习方法,养成良好的学习习惯。

(1) 对课程中涉及的画法几何理论部分,要把基本概念和基本原理理解透彻,做到融会贯通,这样才能灵活地运用这些概念、原理和方法来解题作图。

(2) 为了提高空间形体的图示表达能力,必须对所表达的物体进行几何分析和形体分析,掌握它们处在各种相对位置时的图示特点,不断深化对空间形体与其投影图形之间关系的认识。

(3) 绘图和读图能力的培养主要依赖于实践,因此要十分重视这方面的训练。古人说,熟能生巧,只有通过反复的实践,才能逐步掌握绘图和读图的方法,熟悉国家制图标准和其他有关技术标准,特别是化工、电子、建筑等专业图样的一些特殊表达习惯和方法。

(4) 在学习计算机绘图时,特别要注意加强上机实践,通过不断熟悉软件的各种使用和操作技能,来提高应用计算机绘图的熟练程度。

(5) 要注意培养自学能力。根据教学日历安排,课前做好每个章节预习,总结归纳要点、重点;课后做好复习,巩固消化所学的知识。

(6) 鉴于图样在工程中的重要性,常常失之毫厘,差之千里,工程技术人员不能看错和画错图纸,否则会造成重大损失。因此,在学习中,要养成耐心细致的习惯,无论是绘图还是读图,都要十分认真,反复检查,确保准确无误。

本章提要

工程图样是用正投影法绘制的。本章介绍投影的基本概念;工程上常用的投影图;正投影的投影特性;多面正投影体系的建立和投影规律等内容,为绘制工程图样提供基础理论知识。

2.1 投影法的基本概念

在日常生活中经常可以看到一些投影现象,如一块三角板在光源的照射下,地面上就会出现该三角板的影子,如图 2-1 所示。投影的方法就是从自然现象抽象出来并随着生产的发展而趋成熟的。常用的投影法有中心投影法和平行投影法。

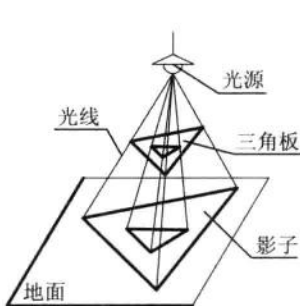


图 2-1 中心投影现象

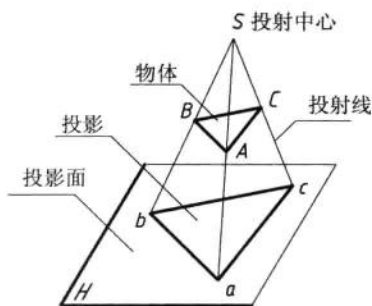


图 2-2 中心投影法

2.1.1 中心投影法

把图 2-1 所示的投影现象抽象为图 2-2 所示情况,光源用点 S 表示,称为投射中心,光线称为投射射线(如 SA, SB, SC),地面称为投影面 H 。自点 S 过 $\triangle ABC$ 的各顶点作投射射线 SA, SB, SC ,它们的延长线与 H 面分别交于 a, b, c 三点,该三点分别为空间点 A, B, C 在 H 面上的中心投影。而 $\triangle ABC$ 在 H 面上的中心投影则为 $\triangle abc$ 。显然,中心投影 $\triangle abc$ 的大小与投射中心、 $\triangle ABC$ 及投影面三者的距离有关。由上述投影过程可见,空间的一个点 A ,自确定的中心 S 进行投射,在 H 面上只存在唯一的一个投影。

2.1.2 平行投影法

如果把中心投影的投射中心移至无穷远点,此时各投射射线就成为互相平行的线,在这种特殊条件下,投射中心用投射方向 S 来表示,这样的投影称为平行投影。只要自空间各点分别引与 S 平行的射线,在投影面 H 的交点处即可得到空间各点在 H 面上的平行投影,平行

投影的大小与物体到投影面距离无关。

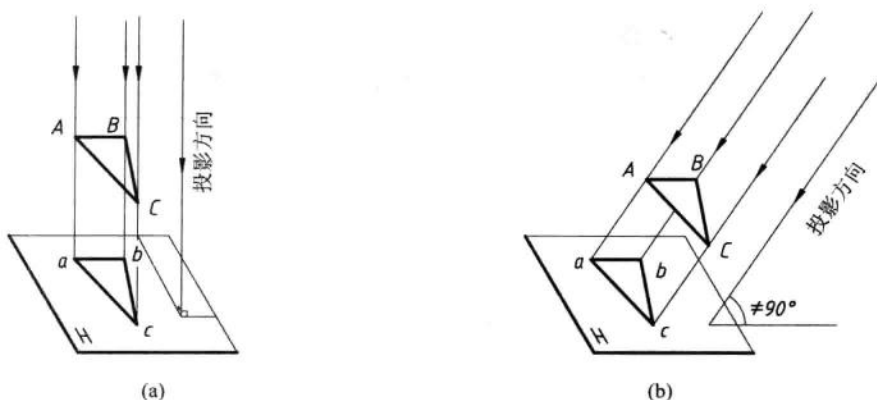


图 2-3 正投影法和斜投影法

显然,在确定的投射方向下,空间的一个点在 H 面的平行投影也是唯一确定的。根据投射方向 S 与投影面 H 的倾角不同,平行投影法又可分为:

- (1) 正投影法——投射方向 S 垂直于投影面,如图 2-3(a)所示。
- (2) 斜投影法——投射方向 S 倾斜于投影面,如图 2-3(b)所示。

2.1.3 平行投影的基本特性

(1) 点的投影仍为点,如图 2-4 所示。直线的投影在一般情况下仍为直线,在特殊情况下为一点,如图 2-5 所示。图中 S 表示投射方向。

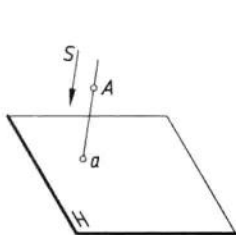
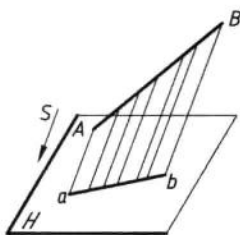
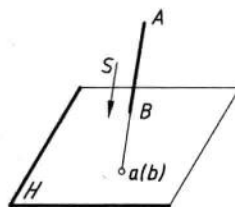


图 2-4 点的投影



(a) 一般情况



(b) 特殊情况

图 2-5 直线的投影

(2) 点在直线上,点的投影必落在该直线的投影上,如图 2-6 所示的 K 点。且该点 K 分直线 AB 所成两段的长度之比等于其投影的长度之比,即 $AK : KB = ak : kb$ 。因为同一平面内的直线(AB 和 ab)与平行线($Aa \parallel Kk \parallel Bb$)相交,则各线段对应成比例。

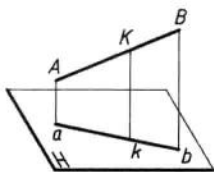


图 2-6 直线上点的投影

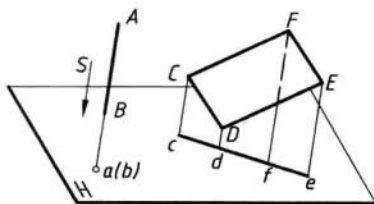


图 2-7 直线、平面的积聚性投影

(3) 平行于投射线的直线和平面,其投影为一点或为一直线,这种性质称为积聚性,其投影称为有积聚性的投影。如图 2-7 所示,直线 AB 、平面 $CDEF$ 均与投射射线 S 平行,直线 AB 投影积聚为一点 $a(b)$,平面 $CDEF$ 投影积聚为一直线 $cdef$ 。

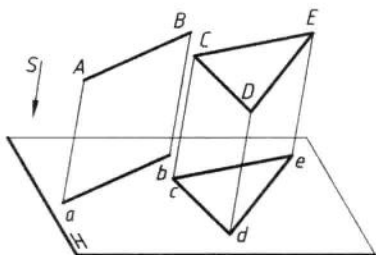


图 2-8 投影面平行线、平行面的投影

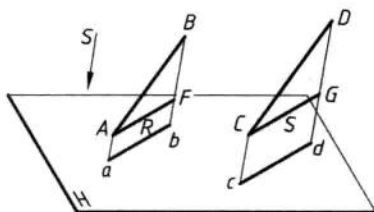


图 2-9 平行两直线的投影

(4) 平行投影面的直线和平面,其投影反映真实长度和形状,这种性质称为实形性。如图 2-8 中,直线 AB 、平面 $\triangle CDE$ 均与投影面 H 平行,则直线 AB 的投影 ab 反映 AB 的真实长度,平面 $\triangle CDE$ 的投影 $\triangle cde$ 反映 $\triangle CDE$ 的真实形状。

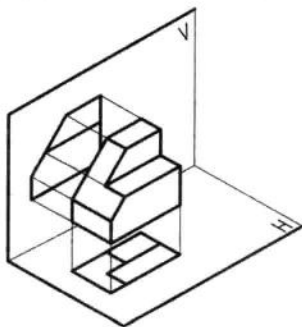
(5) 平行两直线的投影仍互相平行,且其投影长度之比等于该两平行线长度之比。如图 2-9 所示, $AB \parallel CD$,其投影 $ab \parallel cd$,且 $ab : cd = AB : CD$,因为通过 AB 和 CD 的投影线形成两个相互平行的平面 R 、 S ,它们与同一投影面的交线必然平行。若过 A 和 C 分别作直线平行 ab 和 cd ,并分别与 Bb 交于 F ,与 Dd 交于 G ,则 $\triangle ABF \parallel \triangle CDG$,因而其对应边成比例。由于 $AF = ab$, $CG = cd$ 所以 $ab : cd = AB : CD$ 。

2.2 工程上常用的投影图——正投影

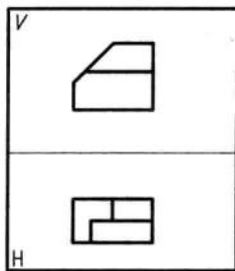
图样作为一种工具,对于解决工程及一些科学技术问题起着重要的作用,因此对图样的要求也就很严格,一般来说这些要求是:

- (1) 根据图形应当能完全确定空间形体的真实形状和大小;
- (2) 图形应便于阅读;
- (3) 绘制图形的方法和过程应当简便。

为满足上述要求,工程上一般是利用正投影法,把物体投射到两个或两个以上互相垂直的投影面上。如图 2-10(a)所示,再按一定规律把这些投影面展平在一个平面上便得到正



(a) 投影情况



(b) 正投影图

图 2-10 正投影图的形成

投影图,见图 2-10(b)。由于正投影图很容易确定物体的形状和大小,虽直观性较差,但经过一定学习和训练后就能绘制和识读,所以正投影在工程上应用得最为广泛。

2.3 正投影的投影特性

利用正投影法绘图时,熟悉正投影的投影特性,将有利于准确地绘制正投影图。从图 2-11 可以看出,正投影的基本特性是:

(1) 实形性 当物体上的平面(或直线)与投影面平行时,投影反映实形,这种投影特性称为实形性[见图 2-11(a)]。

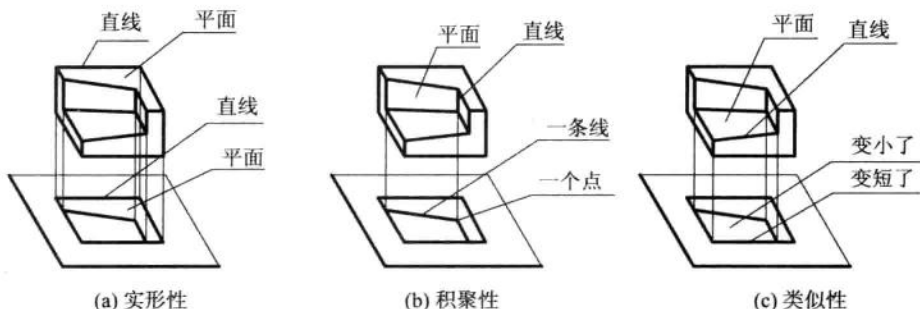


图 2-11 正投影的基本特性

(2) 积聚性 当物体上的平面(或直线)与投影平面垂直时,投影积聚为一条线(或一个点),这种投影特性称为积聚性[见图 2-11(b)]。

(3) 类似性 当物体上的平面(或直线)与投影平面倾斜时,投影变小了(或变短了),但投影的形状仍与原来形状类似,这种投影特性称为类似性[见图 2-11(c)]。

2.4 多面正投影体系的建立和投影规律

2.4.1 多面正投影体系的建立

在图 2-12 中,物体上 A、B 表面平行于投影面 V,所以其投影反映 A、B 表面的实形。D 表面垂直于该投影面,其投影积聚为一条直线段。而 C 表面倾斜于该投影面,其投影边数不变但面积变小了。对物体上其他表面的投影可以作出类似的分析。

由观察可知:A、B 两平面相对投影面的距离;A、C 两平面之间的夹角;D 平面沿投影方向 S 的尺度等信息在投影图上均未得到反映。由此可得到以下两点:

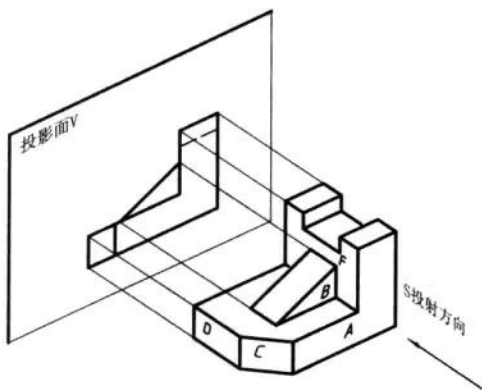


图 2-12 单面投影

(1) 正投影中,当物体表面的法线方向不平行于投射方向 S 时,这些面的实形在对应的

投影图上均未确定。

(2) 物体上各个面在投影面上的投影图形不反映其与该投影面的距离。这些信息可用与 S 垂直的方向对物体作正投影加以确定。

但与 S 垂直的方向有无数多个,应根据表达需要及作图方便进行选择。如增设投影面 H 垂直于投影面 V ,然后从上向下对物体作正投影,在 H 投影面上就反映了 A, B 两平面相对 V 投影面的距离; A, C 两平面的夹角及 D 平面沿 S_2 投射方向的尺度,如图 2-13 所示。

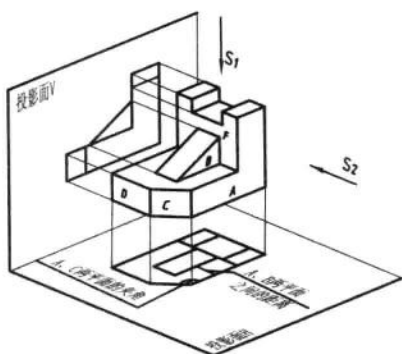


图 2-13 两面投影

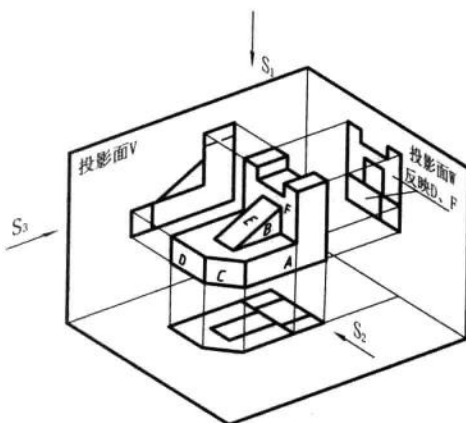


图 2-14 三面投影

同样道理,为了表达 D, F 面的实形,可再增设一投影面 W ,与 V, H 投影面两两垂直,然后从左向右对物体作正投影,如图 2-14 所示。在 W 投影面上就反映出 D, F 两平面的真实形状与大小。经仔细分析可知, V, H, W 各面投影互相补充了单一投影所缺的那一维信息。有的面如 C, E 两矩形平面,虽然在各个投影面上都不反映实形,但将三个投影联系起来看,矩形面的边长在不同的投影中得到了反映,因此这两个面的实形也是确定的。作为同等地位,当然也可选用 V_1, H_1, W_1 投影面来获得物体另外三个方向的正投影,如图 2-15 所示。在投射过程中,若将投射线当作观察者的视线,把物体的正投影称为视图,则可知观察者、物体、视图三者的位置关系是物体处于观察者与视图之间。由图 2-15 可知 V, V_1, H, H_1, W, W_1 是三对互相平行的投影面,对应的投射方向也互相平行但方向相反。按照制图国家标准规定,图样上可见轮廓线用粗实线表示,不可见轮廓线用虚线表示,因此每一对投影面上的视图除图线有虚实区别外,图形完全一致,故把这样的两个投影面称为同形投影面。在图 2-15 中,三对同形投影面构成一个六投影面体系,这六个投影面均为基本投影面,分别取名为: V, V_1 ——正投影面(正面直立位置); H, H_1 ——水平投影面

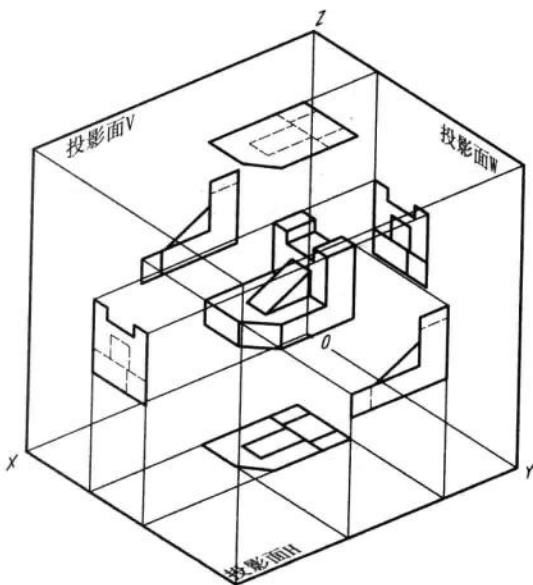


图 2-15 六投影面体系