



普通高等教育工程图学系列规划教材

工程图学 基础教程

李爱荣 张顺心 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育工程图学系列规划教材

工程图学基础教程

主 编 李爱荣 张顺心
副主编 刘淑英 杨 杰
参 编 刘宇红 戚开诚 段 萍 高金莲
主 审 窦忠强



机械工业出版社

本书是以培养工程应用型人才为目标,通过多年教学改革的探索,在总结和吸取教学经验的基础上编写而成的。本书根据课程的基础性、实践性、工程性的特点,强调对学生工程应用性、创新意识、标准意识、基于功能构形的基本能力和科学思维方法的训练,培养学生的投影能力、表达能力、基本构形能力和手工绘图能力。

本书主要内容包括:绪论、点、直线、平面的投影,立体的投影,制图的基本知识,组合体,轴测图,图样画法,螺纹和螺纹紧固件,机械图综述等内容。本书注重基础理论,精练传统内容,革新传统知识,理论联系实际,全面贯彻《技术制图》、《机械制图》等有关国家标准。

本书与李爱荣、张顺心主编的《工程图学基础教程习题集》配套使用。本书还配有多媒体电子课件,请使用本教材的老师到机械工业出版社教材服务网(www.cmpedu.com)下载。

本书可作为高等学校独立学院理工科类所有专业学生的教科书,也可供其他院校的学生和工程技术人员参考。

本书参考学时 50 ~ 90 学时。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学基础教程/李爱荣,张顺心主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 1

普通高等教育工程图学系列规划教材

ISBN 978-7-111-39992-6

I. ①工… II. ①李…②张… 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 (2012) 第 239363 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:刘小慧 责任编辑:刘小慧 章承林

版式设计:霍永明 责任校对:张媛

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13.25 印张 · 323 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-39992-6

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

《工程图学基础教程》

李爱荣 张顺心 主编

读者信息反馈表

尊敬的老师：

您好！感谢您多年来对机械工业出版社的支持和厚爱！为了进一步提高我社教材的出版质量，更好地为我国高等教育发展服务，欢迎您对我社的教材多提宝贵意见和建议。另外，如果您在教学中选用了本书，欢迎您对本书提出修改建议和意见。

一、基本信息

姓名：_____ 性别：_____ 职称：_____ 职务：_____

邮编：_____ 地址：_____

任教课程：_____ 电话：_____ — _____ (H) _____ (O)

电子邮件：_____ 手机：_____

二、您对本书的意见和建议

(欢迎您指出本书的疏误之处)

三、对我们的其他意见和建议

请与我们联系：

100037 机械工业出版社·高等教育分社 刘小慧 收

Tel: 010—8837 9712, 88379715

E-mail: lxh9592@126.com

工程图学系列教材编委会

顾 问：焦永和 窦忠强

主 任：张顺心

副主任：苑彩云 高金莲

委 员：张建军 刘淑英 刘宇红 李爱荣 杨 杰

工程图学系列教材目录

工程图学基础教程	李爱荣	张顺心	主编
工程图学基础教程习题集	李爱荣	张顺心	主编
工程图学实践教程（含习题集）	刘宇红	李爱荣	主编
工程图学应用教程（含习题集）	杨 杰	刘淑英	主编
计算机辅助设计绘图 第3版	张建军	主编	

序

2012年3月,教育部颁布了《关于全面提高高等教育质量的若干意见》,其中强调指出,提高高等教育质量,要“牢固确立人才培养的中心地位,树立科学的高等教育发展观,坚持稳定规模、优化结构、强化特色、注重创新,走以质量提升为核心的内涵式发展道路”。为了适应当前我国高等教育以提升质量为核心发展的需要,探索和建立我国高级技术人才特别是应用型工程技术人才的培养模式,是当前高等教育教学研究的重点之一。

作为学生获取知识、提升能力、培养素质的重要载体,课程在人才培养中具有无可替代的重要性和基础性,培养高质量的人才,需要有一整套完备的课程体系和内容做基础,而一套优秀的教材则是构架课程体系的根本保证。由河北工业大学工程图学教学团队组织编写、机械工业出版社出版的这套工程图学系列教材,得到了国内多位资深教授的支持和指导,由长期从事教学改革教师编写而成,能够满足应用型人才培养对工程图学课程的要求。

系列教材以满足适应社会发展需求的高素质应用型工程技术人才培养对课程的要求为出发点和落脚点,根据课程的基础性、实践性、工程性的特点,减少了纯理论知识的灌输,以够用为原则,强调了以体为中心的教学理念,加强了投影能力和工程表达能力的培养,强化了工程意识及工程应用性、创新意识、标准意识、基于功能构形的基本能力的培养。教材以工程表达能力和构形能力的培养为根本,具有以下几个特色:

1) 系统性。系列教材采用模块化的结构体系,以工程图学基础为公共平台模块,以工程图学应用和工程图学实践为专业拓展延伸模块,以计算机辅助设计绘图工具为工具模块,针对学生不同阶段、不同专业对课程的要求,进行了一体化的考虑,构造了一个各方面相互统一与协调的立体化课程体系。因此系列教材特别适宜“按专业群(类)招生、分段培养、适时分流”的应用型人才培养模式。

2) 实用性。系列教材引入了基于项目的教学方法,以适宜低年级本科生的认知能力和课程的基本要求为基础设计项目内容,以强化零部件工程图样的表达能力、基于功能的构形能力和创新意识的培养为目标设计项目的过程,同时兼顾了激发学生学习的积极性与主动性。因此系列教材具有较强的实用性和操作性。

3) 创新性。系列教材较好地体现了面向应用型工程技术人才培养对课程改革的思路,对课程体系和教学内容的改革进行了富有成效的探索。系列教材的出版对课程的深入改革定将起到推动作用,是件很有意义的事。

诚然,这套系列教材还需要在教学实践中检验、锤炼和完善,以期结出更加丰硕的果实。

国家教学名师
教育部“工程图学教学指导委员会”副主任委员
中国图学学会图学教育专业委员会主任委员
北京理工大学教授
焦永和

前 言

工程图学是高等工科院校的一门技术基础课程。培养学生空间思维能力、构形能力、创新能力以及工程图样的阅读和绘制能力是本课程的主要任务。为了适应我国制造业的迅速发展,改革传统的教学内容和课程体系,培养大批素质高、应用能力强的人才是当前的教改重点,因此,本书根据教育部工程图学教学指导委员会的基本要求,在参考国内外同类教材的基础上进行编写。

本书具有以下特色:

- 1) 所有字体(字母、数字等)符合新的国家标准。
- 2) 部分内容都有分步解题方法和画图方法。
- 3) 摘录了部分最新的《机械制图》和《技术制图》国家标准,使学生一开始就成为使用和推广新标准的先行者
- 4) 加强徒手绘图能力的训练,包括基本练习、组合体等内容。

本书可与李爱荣、张顺心主编的《工程图学基础教程习题集》配套使用,可供高等学校独立学院理工科类所有专业的学生使用,也可供其他院校的学生和工程技术人员参考。

本书凝聚着教研室全体教师多年来教学改革的经验 and 体会,由李爱荣、张顺心任主编,刘淑英、杨杰任副主编。参加本书编写的有(按所撰写的章节排序):刘淑英(第一章、第二章),刘宇红(第三章附录),戚开诚(第四章、第八章附录),李爱荣(第五章、第九章第一节),段萍(第六章),杨杰(第七章),高金莲(第九章第二节)。

全书由北京科技大学窦忠强教授担任主审,他提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。教材在编写和出版过程中得到了河北工业大学教务处、机械学院和河北工业大学城市学院领导的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有欠妥、不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

序	
前言	
第一章 绪论	1
第一节 本课程的研究对象、任务和学习方法	1
第二节 投影法的基本知识	2
第三节 三视图的形成及其投影规律	3
第二章 点、直线、平面的投影	5
第一节 点的投影	5
第二节 直线的投影	10
第三节 平面的投影	19
第四节 直线与平面的相对位置和两平面的相对位置	28
第五节 换面法	38
第三章 立体的投影	47
第一节 基本立体的投影	47
第二节 平面与立体相交	55
第三节 两曲面立体相交	65
第四章 制图的基本知识	73
第一节 制图的一般规定	73
第二节 绘图工具简介	84
第三节 几何作图	87
第四节 平面图形的尺寸分析及绘图步骤	92
第五节 徒手绘图的方法	95
第六节 绘图的一般步骤	96
第五章 组合体	98
第一节 组合体及其组合分析	98
第二节 画组合体的三视图	101
第三节 读组合体视图	105
第四节 组合体的尺寸注法	110
第五节 组合体的构形设计	114
第六章 轴测投影	118
第一节 概述	118
第二节 正等轴测图的画法	120
第三节 正面斜二轴测图的画法	128
第四节 轴测剖视图的画法	130
第七章 图样画法	133
第一节 视图	133
第二节 剖视图	136
第三节 断面图	146
第四节 局部放大图和简化画法	148
第五节 图样画法综合举例	152
第六节 第三角画法简介	154
第八章 螺纹和螺纹紧固件	157
第一节 螺纹	157
第二节 螺纹紧固件	164
第九章 机械图综述	175
第一节 零件图	175
第二节 装配图	179
附录	182
一、标注尺寸用符号和缩写词	182
二、螺纹	182
(一) 普通螺纹	182
(二) 梯形螺纹	185
(三) 管螺纹	187
三、常用螺纹紧固件	188
(一) 螺钉	188
(二) 螺栓	192
(三) 双头螺柱	193
(四) 螺母	194
(五) 垫圈	195
四、标准结构	197
五、螺孔、销孔及沉孔的注法	200
参考文献	202
读者信息反馈表	

第一章 绪 论

第一节 本课程的研究对象、任务和学习方法

在工程设计中,工程图形作为构思、设计与制造中的主要媒介,在机械、土木、建筑、水利、园林等领域的技术工作与管理工作中有着广泛的应用;在科学研究中,图形对于直观表达实验数据、反映科学规律、掌握问题的变化趋势,具有重要的意义。根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象,并有必要的技术说明的图形,称为图样。图样是工程界用来准确地表达物体形状、大小和有关技术要求的技术文件。近代一切机器、仪器、工程建筑等产品和设备的设计、制造与施工、使用与维护等都是通过图样来实现的。设计者通过图样来表达设计意图和要求,制造者通过图样来了解设计要求,组织生产加工,使用者根据图样了解它的构造和性能、正确的使用方法和维护方法。因此,图样与文字、数字一样是表达设计意图、记录创新构思灵感、交流技术思想的重要工具之一,它被喻为工程界的技术语言。工程技术人员必须熟练地掌握这种语言。

一、研究对象

本课程是高等工科院校的一门重要的技术基础课。主要研究对象是应用正投影法绘制机械工程图样的基本原理和方法。它包括画法几何和制图基础两部分。

二、任务

学习本课程的主要目的是培养学生绘制和阅读工程图样的能力,培养科学思维、空间想象和构形设计的初步能力和创新意识,具备这种能力对学好后续课程和进行创造性设计是非常必要的,也是 21 世纪科技创新人才必备的基本素质之一。

本课程的主要任务是:

- 1) 培养使用投影方法用二维平面图形表达三维空间形体的能力。
- 2) 培养对空间形体的形象思维能力。
- 3) 培养初步的创造性构形设计能力。
- 4) 培养工程意识和贯彻、执行国家标准意识。
- 5) 培养认真、严谨的工作作风。

三、学习方法

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。要学好本课程的主要内容必须认真学习投影理论和构形理论,在理解基本概念的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践不断地分析和想象空间形体与图样上图形的对应关系,逐步提高空间想象能力和分析能力,掌握正投影的基本作图方法和构形规律。因此,在学习本课程时,应该做到:

- 1) 认真听课,及时复习,弄懂基本原理和基本方法,通过完成一定量的作业,掌握线面分析、形体分析和构形分析等分析问题的方法。
- 2) 注意绘图与读图相结合,物体与图样相结合,构形与表达相结合,培养空间想象力和构思能力。

- 3) 严格遵守《机械制图》国家标准的规定,并学会查阅有关标准和资料手册的方法。
- 4) 不断改进学习方法,有意识地培养自己的自学能力和创新能力。
- 5) 准备一套合乎要求的绘图工具和仪器,按照正确的方法和步骤来绘图。

第二节 投影法的基本知识

在光线的照射下,物体在给定的平面上产生影像,这就是投影法的原型。投射射线通过物体,向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法,称为投影法。根据投影法所得到的图形称为投影。工程上常用的投影法有中心投影法和平行投影法。

一、中心投影法

如图 1-1a 所示,在空间设平面 P 为投影面,以不在投影面上的点 S 为投射中心,则平面 P 和点 S 即构成中心投影法的投射条件。投射条件确定后,在空间任取点 A ,连接 SA ,若直线 SA 与平面 P 相交于点 a ,则点 a 就称为空间点 A 在以 S 为投射中心在投影面 P 上的投影。同样,点 b 为空间点 B 在投影面 P 上的投影。 SA 、 SB 称为投射射线。投射射线汇交于一点的投影法称为中心投影法。

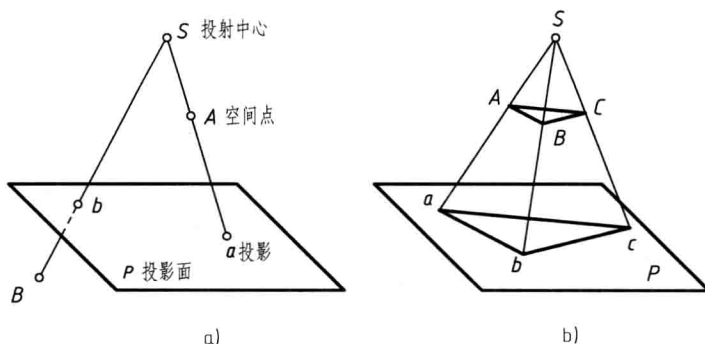


图 1-1 中心投影法

图 1-1b 中 $\triangle abc$ 为三角形 $\triangle ABC$ 的中心投影。

中心投影的特点是投射中心 S 选定在空间的有限范围内,且所有的投射射线均通过投射中心 S 。中心投影法所得到的投影会随投射中心 S 与空间物体之间距离的远近而变化,或者会随空间物体与投影面的距离而变化,因此,中心投影法得到的投影不能反映物体原来的真实大小。

二、平行投影法

将图 1-1a 中的投射中心 S 移至无穷远,则所有投射射线将彼此平行,如图 1-2 所示,这种投射射线互相平行的投影方法称为平行投影法。

平行投影法按其投射射线(投射方向 S)与投影面夹角的不同又分为两种。

(1) 斜投影法 投射射线与投影面相倾斜的平行投影法,如图 1-2 所示。

(2) 正投影法 投射射线与投影面相垂直的平行投影法,如图 1-3 所示。

从图 1-3 可以看出,当三角形平行于所给定的投影面时,其投影的大小与三角形到投影面的距离无关,也就是说正投影法能反映物体的真实形状和大小,具有度量性好、作图简便的特点,所以正投影法是绘制工程图样的主要方法,也是本课程要学习的主要内容。

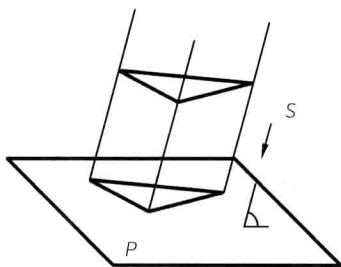


图 1-2 斜投影法

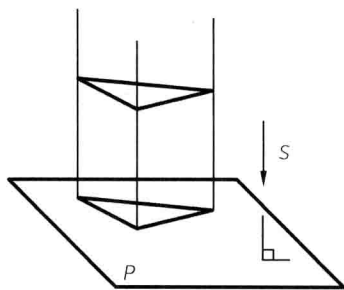


图 1-3 正投影法

第三节 三视图的形成及其投影规律

任何形体都有长、宽、高三维方向的尺寸，怎样才能在图纸上准确、唯一地表达出空间形体，这是绘图中首要解决的问题。形体的投影实际上是形体各个几何要素的投影总和。但是一个投影不能唯一确定形体的空间形状和大小。如图 1-4 所示的三个形体，它们的单面投影都是相同的，但空间形状各异。所以要保证投影图能准确、唯一地反映形体的空间几何关系，就必须引入一些条件和规定加以补充。一般需从几个方向进行投影，为此引入多面投影体系。

一、三投影面体系

为了使投影图能准确、唯一地表达出形体的空间形状和大小，需建立一个由三个相互垂直的平面所组成的三投影面体系，如图 1-5a 所示。三个相互垂直的投影面把空间分成了八个分角，本书主要讨论第一分角中的投影。

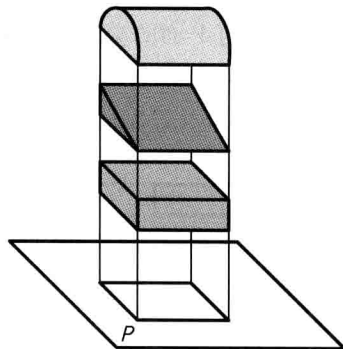


图 1-4 形体的单面投影

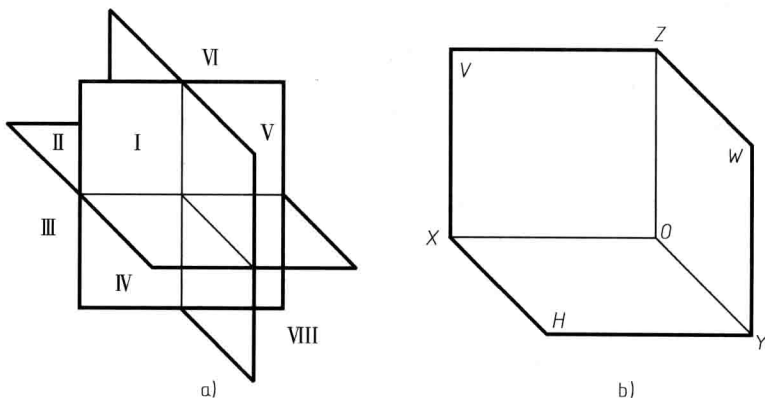


图 1-5 三投影面体系

a) 八个分角 b) 第一分角

在三投影面体系的第一分角中，呈水平位置的称为水平投影面或 H 面；呈正立位置的称为正立投影面或 V 面；呈侧立位置的称为侧立投影面或 W 面。三个投影面的交线 OX 、 OY 、 OZ 称为投影轴，它们相互垂直并交于一点 O ，此点称为原点。

二、三视图的形成及其投影规律

如图 1-6 所示,把形体放在三投影面体系中,并使形体的主要表面分别与三个投影面平行,用正投影法将形体向三个投影面投射,所得到的投影图称为视图。由前向后投射得到正面投影(V 面投影),也称为主视图;由上向下投射得到水平投影(H 面投影),也称为俯视图;由左向右投射得到侧面投影(W 面投影),也称为左视图。这就是三视图的由来。

为了把处在空间位置的三视图画在同一图纸上,需要将三个投影面展开。国家标准规定,展开时 V 面保持不动, H 、 W 面分别绕其与 V 面的交线旋转至与 V 面处于同一平面。展开后 OY 轴一分为二,在 H 面上的为 OY_H ,在 W 面上的为 OY_W ,如图 1-7a 所示。

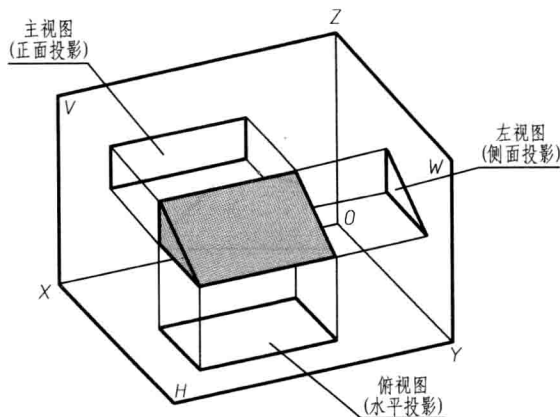


图 1-6 三视图的形成

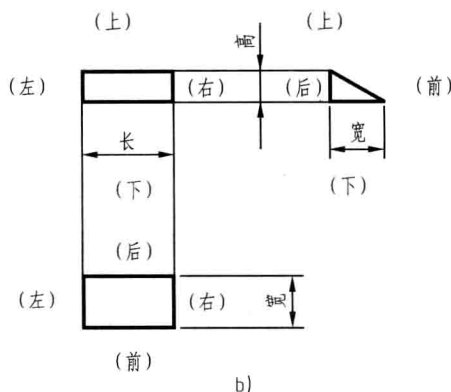
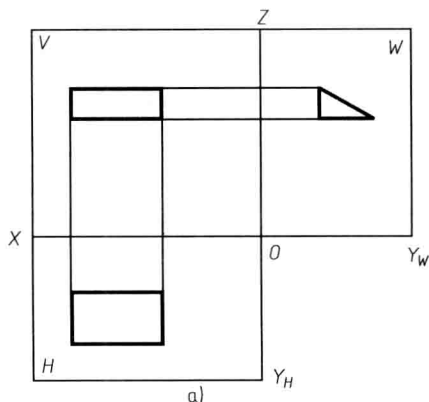


图 1-7 三视图的投影规律

a) 展开后的三投影面体系 b) 省略投影面边框和轴线

由于三视图与投影面的大小无关,展开后的三视图一般不画出投影面的边框和轴线,如图 1-7b 所示。如果把形体的左右方向称为长度方向,前后方向称为宽度方向,上下方向称为高度方向,则每个视图能反映形体的两个方向,而且

- 1) 主视图、俯视图反映形体的长度方向,有“长对正”的关系。
- 2) 主视图、左视图反映形体的高度方向,有“高平齐”的关系。
- 3) 俯视图、左视图反映形体的宽度方向,有“宽相等”的关系。

为了方便记忆,常把这种投影规律简称为“长对正、高平齐、宽相等”。很显然,“长对正、高平齐”较为直观,“宽相等”的概念对于初学者不易建立,这是因为在俯视图(水平投影)中,形体的宽度方向变成了垂直方向,而在左视图(侧面投影)中,形体的宽度方向则为水平方向。这个概念如果联系 Y 轴的展开方向就可以很快建立起来。

掌握了空间形体的方位关系和三视图的对应关系,对于绘制和识别各种几何元素和形体的投影图是极为重要的。

第二章 点、直线、平面的投影

第一节 点的投影

一、三投影面体系中点的投影

1. 点在三投影面体系中的投影

将空间一点 A 置于三投影面体系中，过点 A 分别向三个投影面投射，即过点 A 分别作垂直于 V 、 H 、 W 的投射线，投射线与 V 、 H 、 W 的交点（垂足） a' 、 a 、 a'' 即为点 A 的三面投影（规定水平投影用空间点大写字母相应的小写字母表示，正面投影用相应的小写字母加一撇表示，侧面投影用相应的小写字母加两撇表示），如图 2-1a 所示。为了形成点 A 的投影图，需将上述三个投影面重合为同一平面（图纸）。重合时，规定 V 面不动，令 H 面绕 X 轴向下方旋转至与 V 面重合， W 面绕 Z 轴向右后方旋转至与 V 面重合，如图中箭头所示，即得到图 2-1b 所示的三面投影图（不画投影面的边界）。其中 Y 轴一分为二，在 H 面上记为 Y_H ，在 W 面上记为 Y_W 。同理，点 a_y 在 Y_H 上记为 a_{yH} ，在 Y_W 上记为 a_{yW} ，用以 O 为圆心的圆弧表示 a_{yH} 与 a_{yW} 的对应关系，即 $Oa_{yH} = Oa_{yW}$ 。图 2-1c 是另一种表示方法，用过原点 O 的 45° 斜线（细实线）作为辅助线，以显示 a_{yH} 与 a_{yW} 的对应关系。

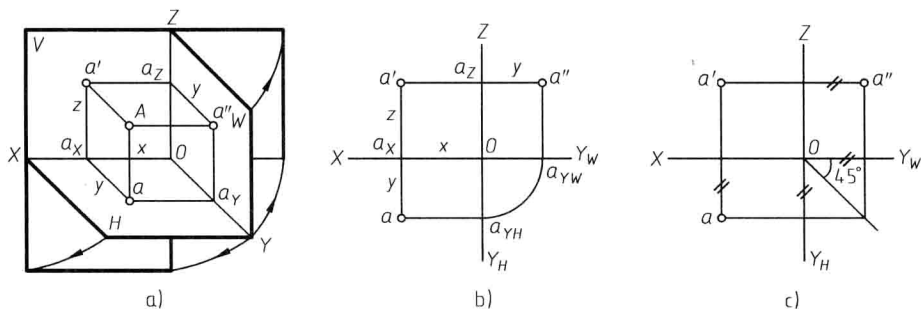


图 2-1 三投影面体系第一分角

a) 三投影面体系第一分角 b) 投影图 c) 45° 辅助线

点在三投影面体系中的投影特性是：

- 1) 点的水平投影与正面投影的连线垂直于 X 轴，侧面投影与正面投影的连线垂直于 Z 轴，即 $aa' \perp OX$ ， $a'a'' \perp OZ$ 。
- 2) 点的水平投影到 X 轴的距离和侧面投影到 Z 轴的距离相等，且都反映该点到 V 面的距离，即 $aa_x = a''a_z = Aa'$ 。

掌握了点的上述投影特性，就能完成点在三投影面体系中的作图。

例 2-1 如图 2-2a 所示，已知点 B 的两个投影 b' 和 b ，求作侧面投影 b'' 。

解 由于 b' 和 b'' 的连线垂直于 OZ 轴，故 b'' 一定在过 b' 且垂直于 OZ 轴的直线上。又由于点的水平投影到 OX 轴的距离和侧面投影到 OZ 轴的距离相等，因此可过 b 作 Y_H 的垂线与 45° 辅助线相交，然后过其交点作 Y_W 的垂线与上述过 b' 的水平线交于一点 b'' ，该点 b'' 即为所

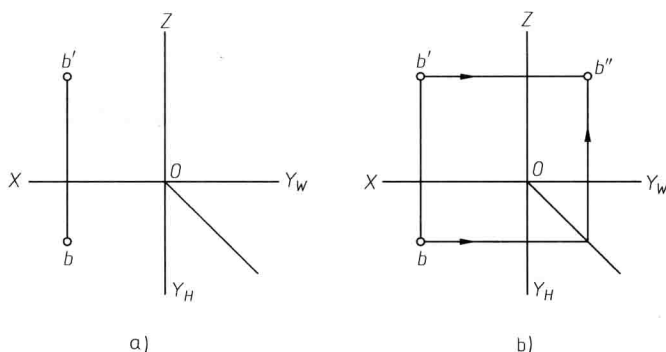


图 2-2 求点的第三面投影 (一)

求点 B 的侧面投影。作图过程及结果如图 2-2b 所示。

例 2-2 如图 2-3a 所示, 已知点 C 的两个投影 c' 和 c'' , 求其水平投影 c 。

解 此题分析方法同例 2-1, 具体作图步骤如图 2-3b 所示。

1) 过 c' 作 OX 轴的垂线。

2) 过 c'' 作 Y_W 轴的垂线且与 45° 辅助线相交, 再过其交点作 Y_H 轴的垂线, 与过 c' 所作的 OX 轴的垂线相交, 交点 c 即为所求点 C 的水平投影。

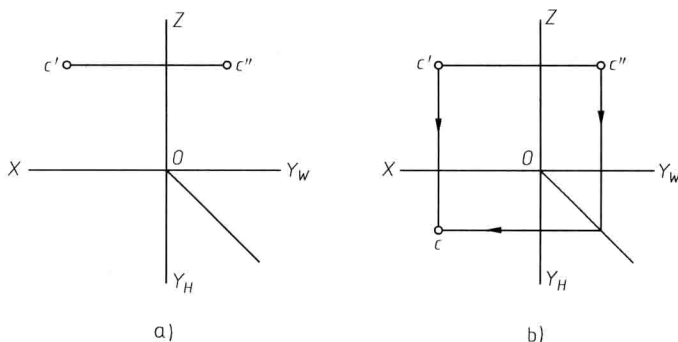


图 2-3 求点的第三面投影 (二)

2. 点的投影与坐标

若将三投影面体系当作空间直角坐标系, 其原点 O 为坐标系的原点, 投影轴为坐标轴, 投影面为坐标面, 并规定采用右手坐标系, 即 X 轴由原点 O 向左为正向, Y 轴由原点 O 向前为正向, Z 轴由原点 O 向上为正向, 则空间一点 A 至三投影面的距离就可用坐标 (x, y, z) 表示。 Oa_x 定义为点 A 的 x 坐标, 它是过点 A 所作的坐标面 $O-YZ$ 的平行面截得的 OX 轴的长度。 $Oa_{yH} = Oa_{yW}$ 定义为点 A 的 y 坐标, 它是过点 A 所作的坐标面 $O-XZ$ 的平行面截得的 OY 轴的长度。 Oa_z 定义为点 A 的 z 坐标, 它是过点 A 所作的坐标面 $O-XY$ 的平行面截得的 OZ 轴的长度。显然, 给定空间点 A , 有唯一的一组数 (x, y, z) 与之对应; 反之, 给定一组数 (x, y, z) , 则有唯一的空间点与之对应。这样, 就可根据空间点的坐标 (x, y, z) 在投影图上作出该点的三个投影, 也可根据点的投影图量得它的坐标。

图 2-1a 中点 A 的坐标、点到投影面的距离和点的投影到投影轴的距离三者的对应关系如下:

$$x_A = Oa_x = Aa'' \text{ (点 } A \text{ 到 } W \text{ 面的距离)} = aa_{yH} = a'a_z$$

$$y_A = Oa_{YH} = Oa_{YW} = Aa' \quad (\text{点 } A \text{ 到 } V \text{ 面的距离}) = aa_X = a''a_Z$$

$$z_A = Oa_Z = Aa \quad (\text{点 } A \text{ 到 } H \text{ 面的距离}) = a'a_X = a''a_{YW}$$

例 2-3 已知点 D 的坐标为 $(20, 10, 15)^{\ominus}$, 求作其三面投影图, 如图 2-4 所示。

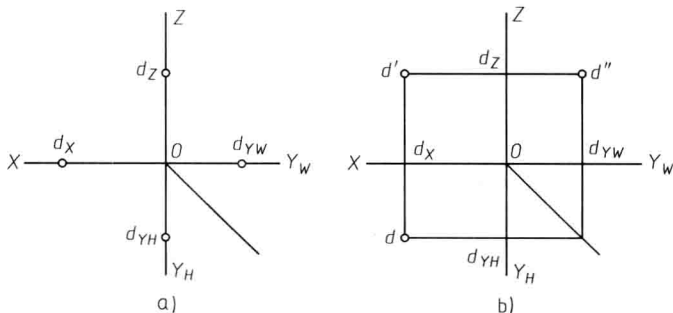


图 2-4 按坐标求作投影图

解 可按如下步骤作出点 D 的三面投影图。

- 1) 画出投影轴及 45° 辅助线。
- 2) 按点的 x 、 y 、 z 坐标值分别在投影轴 X 、 Y_H 、 Y_W 及 Z 上量取并标出 d_X 、 d_{YH} 、 d_{YW} 和 d_Z 。
- 3) 过 d_X 作 X 轴的垂线, 过 d_Z 作 Z 轴的垂线, 过 d_{YH} 作 Y_H 的垂线, 过 d_{YW} 作 Y_W 的垂线, 即可分别得出 d' 、 d 和 d'' 。作图时也可利用投影特性, 先求出点的两个投影, 然后根据这两个投影求作第三投影。

二、点与投影面的各种相对位置

在三投影面体系的第一分角中, 点的位置可有以下四种情况:

(1) 点处于第一分角中 图 2-1 所示的点 A 即属于此种位置。

(2) 点处于某一投影面上 点在投影面上, 则点在该投影面上的投影与点本身重合, 它的另外两个投影必在相应的投影轴上。如图 2-5 所示, 点 N 位于 V 面上, 它的正面投影 n' 与点 N 本身重合, 水平投影 n 在 X 轴上, 侧面投影 n'' 在 Z 轴上。如图 2-6 所示, 点 S 处于 W 面上, 其侧面投影 s'' 与点 S 本身重合, 水平投影 s 和正面投影 s' 分别在 Y_H 轴和 Z 轴上。

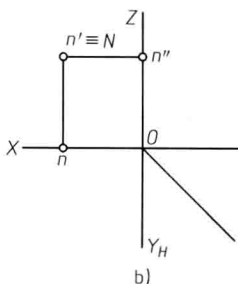
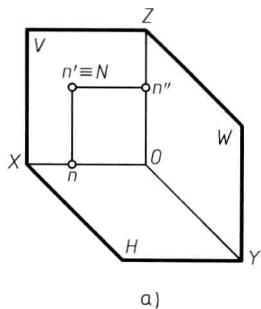


图 2-5 点在投影面 V 上

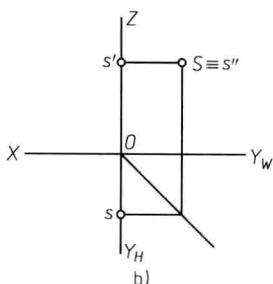
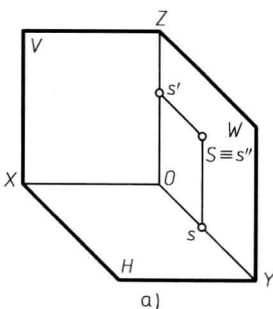


图 2-6 点在投影面 W 上

(3) 点处于某一投影轴上 点在投影轴上时, 则点的两个坐标为零, 这时它的两个投影

$\ominus$ 本书中凡未作标注的长度单位均为 mm。

(在形成该投影轴的两个投影面上的投影)与点本身重合,另一个投影与原点 O 重合。如点 E 在 X 轴上,它的正面投影 e' 和水平投影 e 重合于 X 轴上点 E 处,侧面投影 e'' 与原点重合。请同学们自己动手画出它的投影图。

(4) 点处于原点 点处于原点,则点的三个坐标均为零,它的三个投影均重合于原点 O 。

三、两点的相对位置和重影点

在投影体系中,空间两点的相对位置是由该两点对各投影面的距离差,即各坐标差所决定的。因此,比较它们相应的坐标即可确定其相对位置。如图 2-7 所示给出了空间两点 $A(x_A, y_A, z_A)$ 和 $B(x_B, y_B, z_B)$ 。在 X 方向,由于 $x_A - x_B > 0$,所以点 A 在点 B 的左方,其距离等于 $|x_A - x_B|$;在 Y 方向,由于 $y_A - y_B < 0$,所以点 A 在点 B 的后方,其距离等于 $|y_A - y_B|$;在 Z 方向,由于 $z_A - z_B < 0$,所以点 A 在点 B 的下方,其距离等于 $|z_A - z_B|$ 。因此,若以点 B 为基准来说明两点的相对位置,则可以说点 A 处于点 B 的左后下方。反之,则可以说点 B 处于点 A 的右前上方。

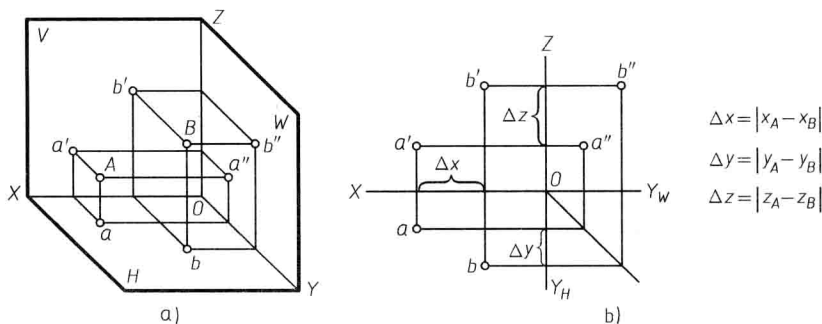


图 2-7 两点的相对位置

当两点处于某一投影面的同一投射线上时,它们在该投影面上的投影重合,此两点称为对该投影面的重影点。

如图 2-8 所示,点 A 与点 B 在垂直于 H 面的同一投射线上,故它们的水平投影 a 与 b 重合,称它们为对 H 面的重影点。

对于重影点应判断它们的可见性。重影的两点中,对于观察者来说,距投影面远的一点是可见点,另一点则为不可见点。如图 2-8 所示,对 H 面的重影点 A 和点 B ,点 A 较点 B 高(离 H 面远),故点 A 可见,点 B 不可见。在投影图中规定:重影点重合的两投影,不可见的投影加圆括号表示,用以区别两点的可见性。

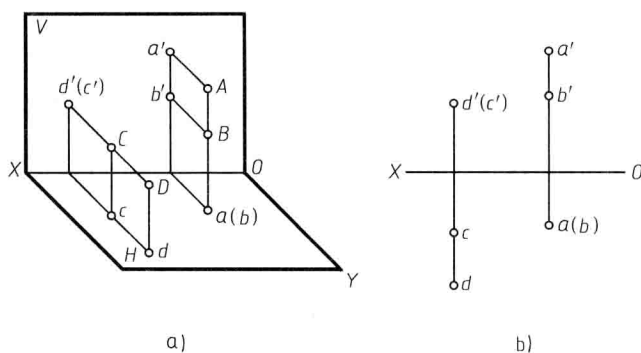


图 2-8 重影点

同理,点 C 与点 D 为对 V 面的重影点,对观察者来说,点 C 被点 D 遮挡,故点 C 不可见,其正面投影 c' 加圆括号表示。

例 2-4 如图 2-9a 所示,已知点 A 的三面投影 a' 、 a 、 a'' ,又知点 B 在点 A 的右方

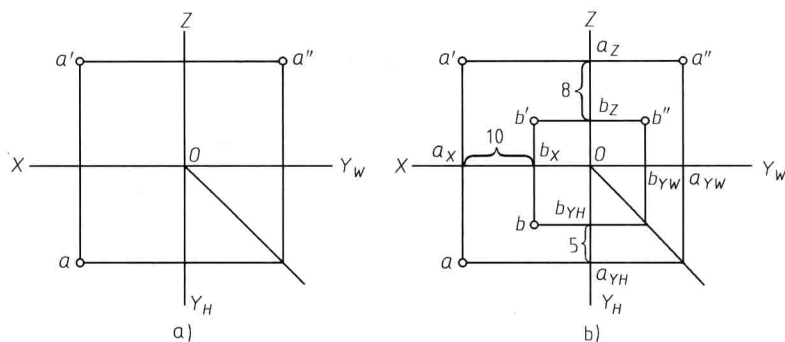


图 2-9 按两点相对位置作投影图

10mm, 在点 A 的后方 5mm, 在点 A 的下方 8mm 处。求作点 B 的投影。

解 根据点 B 在点 A 的右方 10mm, 可由 a_x 沿 X 轴向右量取 10mm, 并作直线垂直于 X 轴。根据点 B 在点 A 的下方 8mm, 则可由 a_z 沿 Z 轴向下量取 8mm, 再作与 Z 轴垂直的直线。上述所作两直线的交点即为 b' 。同理, 沿 Y_H 轴由 a_{yH} 向后量取 5mm, 并作 Y_H 轴的垂线, 与所作的第一条 X 轴的垂线交点即为 b , 最后由 b' 和 b 求出 b'' , 即完成点 B 的三面投影。

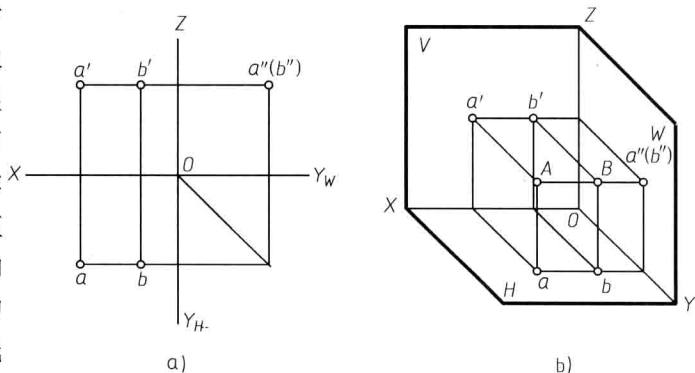


图 2-10 判断两点的相对位置

例 2-5 已知两点 A 和 B 的投影图, 试判断该两点在空间的相对位置 (图 2-10a)。

解 由两点的正面投影和水平投影可见其 x 坐标不同, 且 $x_A > x_B$, 故点 A 在点 B 的左方; 两点的 z 坐标差等于零, 即等高; 两点的 y 坐标差也等于零, 即等远, 因此它们同处于一条垂直于侧立投影面的直线上, 即点 A 在点 B 的正左方, 侧面投影必重合, 两点为对 W 面的一对重影点。图 2-10b 所示为其直观图。

当点位于空间立体上时, 其三面投影如图 2-11 所示。

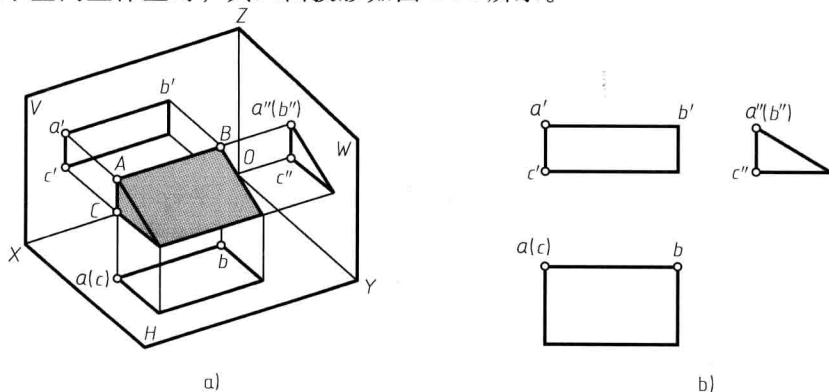


图 2-11 立体上点的投影

a) 立体图 b) 投影图