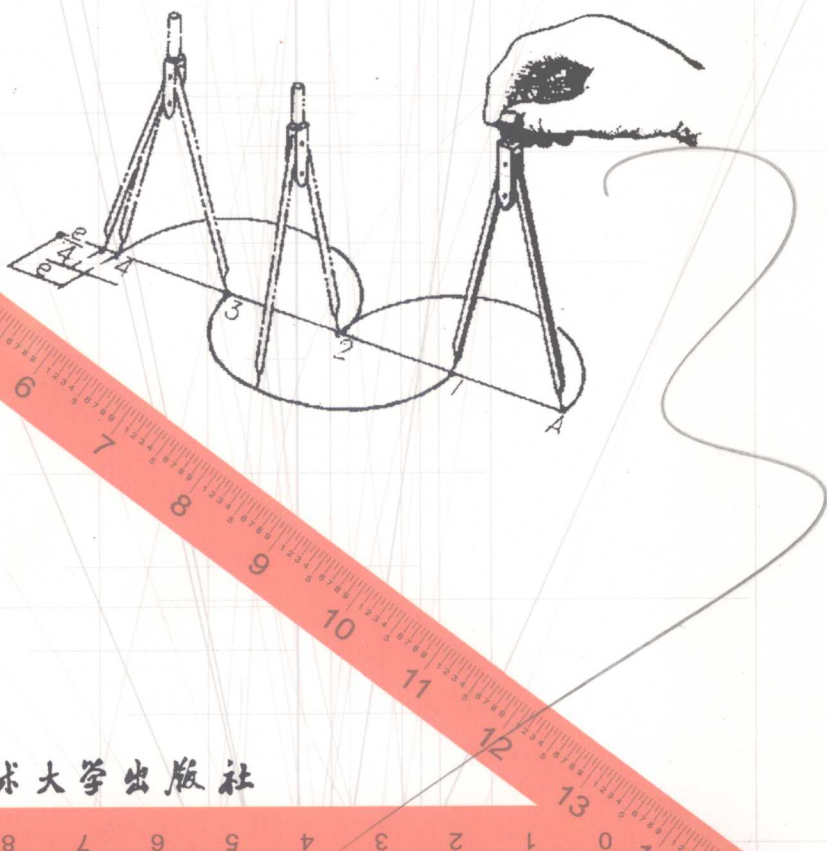


21世纪高等院校规划教材·工程图学系列

工程制图基础

Gong Cheng Zhi Tu Ji Chu

主 编: 许明杨 副主编: 李德宝 赵晓兰



中国科学技术大学出版社

TB23/157

2008

21 世纪高等院校规划教材·工程图学系列

工程制图基础

主 编：许明杨

副主编：李德宝 赵晓兰

中国科学技术大学出版社

2008·合肥

内 容 提 要

本书根据教育部制订的《高等工业学校画法几何及制图课程教学基本要求》，汲取近年来制图课程教学改革的成功经验，并结合了编者长期教学的心得体会编著而成。

主要内容有：点线面的投影、基本体的投影、组合体三视图、机件表达方法、标准零件和一般零件的画法以及装配图的画法等。根据 60~90 学时的高等学校工程技术类专业和其他相关专业的课程特点，删减了点、直线和平面投影的部分内容，降低了截交线和相贯线等内容的难度，增加了组合体、表达方法等方面的训练强度，并保证了零件图、装配图等内容的教学要求。本书采用我国最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准及其他相关的国家标准。

本书作为一般本科院校近机械类专业机械制图课程的教材，也可选作高职高专及成人院校机械类各专业机械制图课程的教材，同时可供相关的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图基础/许明杨主编. —合肥：中国科学技术大学出版社，2008.8
ISBN 978-7-312-02371-2

I. 工… II. 许… III. 工程制图-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 089426 号

中国科学技术大学出版发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号，邮编：230026)

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本：787×1092/16 印张：15.75 字数：380 千

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印数：1—5000 册

ISBN 978-7-312-02371-2 定价：26.00 元

前 言

根据《高等工业学校画法几何及制图课程教学基本要求》的精神,吸收多所院校“工程图学”教材的精华,总结我们多年来“工程图学”课程的教学经验,为便于“工程图学”系列课程的教学,合肥工业大学工程图学教研室组织编写了“工程图学系列教材”,主要包括:《现代工程图学(上)》及《现代工程图学(下)》(机械类)、《工程制图基础》(非机械类)、《工程图学应用教程》(电子及应用理科类)、《工程制图解题分析》(各类)、《计算机绘图》(各类)、《画法几何与阴影透视》及《画法几何与阴影透视习题集》(建筑学类等)、《土木工程制图》及《土木工程制图习题集》(土建类等)等。

本书是“工程图学系列教材”之《工程制图基础》,与《工程制图解题分析》和《计算机绘图》配套,供高校工程图学课程学时较少的各专业(如电气、自动化、化工等)使用。本教材适用于40~90学时的高等学校工程技术类专业和其他相关专业,也可作为中高级职业资格和就业培训用书。

针对高等学校对人才培养的新要求和机械制图课时减少,内容不断更新的实际情况,我们本着“精选内容、重视基础、加强实践、培养能力”的原则,对教学内容进行优化组合,对教学方式、教学手段不断改进和创新。本教材有如下一些特点:循序渐进,由易到难。我们遵循传统的由点、线、面,再到体的教学模式,并且在点线面的投影部分,删减了图解法的内容。为培养具有创新能力的应用型人才,本教材强调基本技能的训练,图板图、徒手图并举。另外,由于借助于多媒体上课,能更好地利用有限的教学课时,本教材尽可能多地介绍画图、读图和机械图样的各种知识。不难看出,我们这样的安排目的只有一个,使学生在课时减少的前提下,能学到较为全面和适用的知识,接受更多信息量。

在编写过程中,我们注意到《机械制图》国家标准的更新,本书采用了正式发表的最新标准。

本书由许明杨主编,李德宝、赵晓兰任副主编。参加编写的有(按章节顺序):许明杨(绪论、第1章、第2章),章毓文(第3章、第9章),赵晓兰(第4章、第5章、第6章),李德宝(第7章、第8章、附录),参加编写的还有胡延平、刘炆、吕堃、刘虹、何秀娟等老师。

本书在编写及出版过程中,合肥工业大学工程图学教研室、合肥工业大学图书代办站和中国科学技术大学出版社给予了大力支持,在此谨致谢忱。

限于我们水平有限,书中难免有缺点甚至错误,恳请读者批评指正。

编者

2008年5月

目 录

前 言	(I)
绪 论	(1)
第1章 点、直线、平面的投影	(3)
1.1 投影法的基本知识	(3)
1.1.1 中心投影法	(3)
1.1.2 平行投影法	(3)
1.1.3 投影体系	(4)
1.2 点的投影	(5)
1.2.1 点的两面投影和三面投影	(5)
1.2.2 点的投影与该点直角坐标的关系	(6)
1.2.3 两点的相对位置及重影点	(8)
1.3 直线的投影	(9)
1.3.1 直线对投影面的相对位置	(9)
1.3.2 直线上的点	(12)
1.3.3 两直线的相对位置	(12)
1.4 平面的投影	(15)
1.4.1 平面的几何元素表示法	(15)
1.4.2 平面对投影面的相对位置	(16)
1.4.3 平面上的点和直线	(18)
1.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	(20)
1.5.1 平行	(21)
1.5.2 相交	(22)
1.6 换面法及其应用	(24)
1.6.1 基本概念	(24)
1.6.2 点的换面	(25)
1.6.3 换面法的应用	(27)
1.7 曲线、曲面简介	(32)
1.7.1 概述	(32)
1.7.2 圆	(32)
1.7.3 圆柱螺旋线	(33)
1.7.4 回转面	(35)
第2章 基本立体	(37)
2.1 平面立体	(37)

2.1.1 棱柱体	(37)
2.1.2 棱锥体	(38)
2.1.3 截切后的平面立体	(40)
2.2 回转体	(42)
2.2.1 圆柱体	(43)
2.2.2 圆锥体	(44)
2.2.3 圆球体	(45)
2.2.4 圆环体	(46)
2.3 平面与回转体相交	(47)
2.3.1 平面与圆柱相交	(47)
2.3.2 平面与圆锥相交	(50)
2.3.3 平面与球相交	(51)
2.3.4 平面与组合回转体相交	(52)
2.4 回转体表面相交	(53)
2.4.1 圆柱与圆柱表面相交	(53)
2.4.2 圆柱与其它回转体表面相交	(56)
2.4.3 相贯线的特殊情况	(58)
第3章 制图的基本知识和技能	(60)
3.1 制图的一般规定	(60)
3.1.1 图纸幅面	(60)
3.1.2 比例	(61)
3.1.3 字体	(61)
3.1.4 图线	(62)
3.1.5 尺寸注法	(64)
3.2 绘图工具及绘图方法	(67)
3.2.1 图板、丁字尺和三角板	(67)
3.2.2 绘图仪器	(68)
3.2.3 铅笔	(69)
3.2.4 徒手画图	(69)
3.3 几何作图	(71)
3.3.1 正多边形	(71)
3.3.2 斜度和锥度	(72)
3.3.3 圆弧连接	(73)
3.4 平面图形的尺寸分析及画图步骤	(74)
3.4.1 平面图形的尺寸分析	(74)
3.4.2 平面图形的线段分析及画图步骤	(75)
第4章 组合体	(77)
4.1 组合体的三视图	(77)

4.1.1 三视图的形成	(77)
4.1.2 三视图的投影规律	(77)
4.2 组合体的组合形式及分析方法	(78)
4.2.1 组合体的组合形式	(78)
4.2.2 组合体表面间的相互连接关系	(79)
4.2.3 形体分析法	(79)
4.3 组合体三视图的画法	(80)
4.3.1 视图选择	(80)
4.3.2 画图步骤	(80)
4.4 组合体的尺寸标注	(81)
4.4.1 尺寸标注的基本要求	(81)
4.4.2 简单形体的尺寸标注	(82)
4.4.3 组合体的尺寸标注	(84)
4.4.4 尺寸标注的清晰布置	(85)
4.5 读组合体视图的方法和步骤	(85)
4.5.1 读图的要点	(86)
4.5.2 读图的方法和步骤	(88)
第5章 轴测图	(98)
5.1 轴测图的基本知识	(98)
5.1.1 轴测图的形成	(98)
5.1.2 轴测轴、轴间角、轴向伸缩系数	(98)
5.1.3 轴测图的投影特性	(98)
5.1.4 轴测图的分类	(99)
5.2 正等测的画法	(99)
5.2.1 轴间角和轴向伸缩系数	(99)
5.2.2 平面立体的画法	(99)
5.2.3 回转体的画法	(101)
5.2.4 组合体的画法	(104)
5.3 斜二测的画法	(104)
5.3.1 轴间角和轴向伸缩系数	(104)
5.3.2 坐标面内或平行于坐标面的圆的斜二测	(105)
5.3.3 斜二测的画法	(105)
第6章 机件的常用表达方法	(108)
6.1 视图	(108)
6.1.1 基本视图	(108)
6.1.2 向视图	(109)
6.1.3 局部视图	(109)
6.1.4 斜视图	(110)

6.2 剖视图	(111)
6.2.1 剖视图的概念及画法	(111)
6.2.2 剖视图的标注	(113)
6.2.3 剖视图的分类	(114)
6.2.4 剖切面的种类	(116)
6.3 断面图	(119)
6.3.1 移出断面图	(120)
6.3.2 重合断面图	(121)
6.4 其他表达方法	(122)
6.4.1 局部放大图	(122)
6.4.2 简化画法和其他规定画法	(122)
6.5 表达方法综合运用举例	(125)
6.6 第三角画法简介	(126)
6.6.1 第三角画法的原理及作图	(126)
6.6.2 第三角画法的标志	(127)
第7章 标准件与常用件	(128)
7.1 螺纹及螺纹紧固件	(128)
7.1.1 螺纹	(128)
7.1.2 螺纹紧固件	(133)
7.2 键、销和滚动轴承	(139)
7.2.1 键	(139)
7.2.2 销	(141)
7.2.3 滚动轴承	(142)
7.3 齿轮和弹簧	(145)
7.3.1 齿轮	(145)
7.3.2 弹簧	(149)
第8章 零件图	(152)
8.1 零件图的内容	(152)
8.2 零件图的视图选择和尺寸标注	(153)
8.2.1 零件图的视图选择	(153)
8.2.2 零件图的尺寸标注	(155)
8.2.3 典型零件的视图选择和尺寸标注	(157)
8.3 零件上常见工艺结构	(162)
8.3.1 铸造结构	(162)
8.3.2 机械加工结构	(164)
8.4 零件图上的技术要求	(167)
8.4.1 表面粗糙度	(167)
8.4.2 极限与配合	(172)

8.4.3 形状和位置公差简介	(179)
8.5 零件测绘	(181)
8.5.1 零件测绘的方法和步骤	(181)
8.5.2 零件尺寸的测量方法	(184)
8.5.3 零件测绘时的注意事项	(185)
8.6 读零件图	(186)
第9章 装配图	(189)
9.1 装配图的内容	(189)
9.2 装配图的表达方法	(190)
9.2.1 装配图的规定画法	(190)
9.2.2 装配图的特殊画法	(191)
9.3 装配图中的尺寸标注和技术要求	(193)
9.3.1 装配图中的尺寸标注	(193)
9.3.2 装配图的技术要求	(194)
9.4 装配图的零件编号、明细栏和标题栏	(194)
9.5 常见的装配结构	(196)
9.5.1 接触面与配合面的合理结构	(196)
9.5.2 螺纹连接的合理结构	(196)
9.6 部件测绘和画装配图	(197)
9.6.1 部件测绘	(197)
9.6.2 画装配图的方法和步骤	(200)
9.7 读装配图和由装配图拆画零件图	(202)
9.7.1 读装配图的基本要求	(202)
9.7.2 读装配图的方法和步骤	(203)
9.7.3 由装配图拆画零件图	(204)
附录:	(207)
一、螺纹	(207)
二、常用标准件	(213)
三、滚动轴承	(223)
四、极限与配合	(226)
五、形状与位置公差	(229)
六、常用材料及热处理	(232)
参考文献	(239)

绪 论

在学习一门新课程之前,照例要对本门课程作一些了解,因此有了这篇绪论。

1. 工程图样的作用及《工程制图基础》的主要内容

在工业生产中,从产品的设计到制造,都离不开工程图样。在一座座高楼大厦建造之前,首先要绘制好蓝图。在使用各类工程设备以及作维护、保养时,也必须通过阅读图样来了解产品的结构和性能……。可见,工程图样是制造业、建筑业以及其它产业重要的信息载体,换言之,工程图样是工程技术界通用的“技术语言”。高等学校是国家培养人才的主战场,从高等学校毕业出去的工程技术人员应该是理论基础扎实、动手能力强,并具有不断增长的创新能力。显而易见,作为生产、管理第一线的工程技术人员,必须学会并掌握这种“语言”,具备识读和绘制工程图样的基本能力。

众所周知,机械行业是国民经济的基础行业,而制图课程正是机械行业员工和其他从事工程技术工作的各类员工要学习的一门技术基础课程。它的具体内容主要有:正投影法基本原理、制图基本知识 with 技能、机械图样的表示法、零件图和装配图的绘制与识读等部分。同时要贯彻有关制图的国家标准,要培养绘制和阅读机械图样的能力。

2. 《工程制图基础》的学习任务

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。学好本门课的关键在于绘图、识图能力和构造形体能力的培养,具体有:

(1) 投影法的基本原理,正确运用正投影法进行图示和图解,培养空间想象能力,掌握平面图样(二维图样)和空间形体之间的相互转换。

(2) 学习有关制图的国家标准,培养绘制和阅读机械图样的能力。

(3) 了解三维图样的绘制,能看懂三维图样。利用轴测投影图的绘制和识读,培养构造形体的初步能力。

(4) 掌握传统的绘图方法,对计算机绘图有初步了解。

(5) 培养认真细致的学风及严谨尽责的工作态度。

3. 《工程制图基础》的学习方法

在明确了本课程的性质、内容和学习任务之后,学习中应该做到以下几点:

(1) 学好投影理论,反复练习三维空间形体和二维平面图样之间的转换,把培养空间想象及分析能力、构形能力放在首要位置。

(2) 论性和实践性均很强是本课程的一个重要特点,学习中应重视理论和实践环节结合的训练。通过作业和图板绘图或者是计算机绘图的训练,培养和提高绘图与看图的能力。在绘图实践中,学会查阅并严格遵守和运用相关国家标准。要知道,工程图样是国际性的工程技术语言,必须遵守“规律性的投影作图”、“规范性的制图标准”等规则来绘制和识读。有必要提醒的是,利用图板和仪器来绘图与利用计算机来绘图,仅仅是绘图工具的不同,对于培养绘图和看图的“能力”,两者同样有用。

(3) 工程图样是重要的技术文件,任何细小的差错都可能导致生产中的重大损失,学习中一定要培养一丝不苟的严谨作风,作业要认真完成,绘制图样要做到投影正确,图线规范,尺寸正确齐全,字体工整,图面整洁,符合标准。应该认识到,无论计算机绘图技术多么先进,机器仍是根据人的指令完成作图,因此坚实的手工作图能力仍然是工程制图的重要基础。

时代在进步,科技在发展。尽管通过本课程的学习,初步具备有绘图与读图的能力,也掌握了一些基本的形体构造的方法和技巧,但应该看到,21 世纪,计算机辅助设计(CAD)技术将大大推动现代制造业的发展。过去,人们把工程图纸作为表达零件形状、传递零件分析和制造所需各种数据的唯一方法。现在,应用高性能的计算机绘图软件生成的实体模型,可以清晰而完整地描述零件的几何特征形状,并可以利用基于特征造型的实体模型直接生成该零件的工程图或数据代码,作为数控加工的依据,完成零件的分析和制造。计算机绘图是伴随着计算机技术的飞速发展而诞生的一门全新技术,它不仅是对传统绘图技术的一次大革命,更重要的是随着计算机图形学的不断发展,未来产品信息的数字化将引领工程图学进入一个崭新的时代,它代表图学领域的发展方向。受篇幅限制,本书对计算机绘图不作介绍,有兴趣的同学可参阅 CAD、计算机图形学等类书籍。我们诚恳的希望,在今后的学习和工作实践中,还要不断拓展空间构思及创新能力,提高绘图和读图水平。不断学习新知识,掌握新技术,为现代制造业的发展作贡献。

第1章 点、直线、平面的投影

在生产实际中,设计和制造部门普遍使用图样来表达物体。工程图样是利用投影的方法获得的。本章介绍投影的一些基本知识以及点、直线、平面的投影规律和作图方法。

1.1 投影法的基本知识

由光的投射成影这一物理现象,人们创造了用投影来表达物体形状的方法——投影法。由国家标准(GB/T16948)定义:投射线经过物体,向选定的面投射,在该面上得到图形的方法称为投影法。从图 1-1 可知,投射线、被投射物和投影平面是进行投射时不可缺少的条件,称投影三要素。在表示投影的图样中,空间几何元素用大写字母(斜体)表示,而投影用同名小写字母表示。

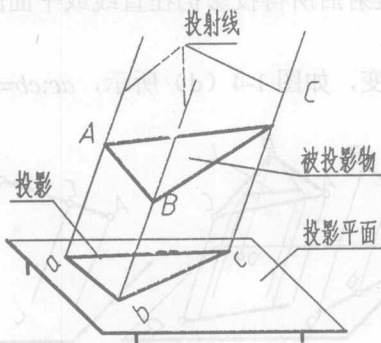


图 1-1 投影三要素

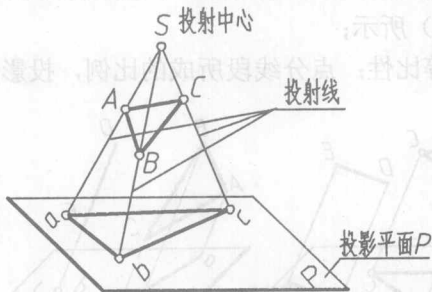


图 1-2 中心投影法

1.1.1 中心投影法

投射线都从投射中心出发的投影法称为中心投影法。如图 1-2 所示,通过投射中心 S 作出 $\triangle ABC$ 在投影面 P 上的投影:投射线 SA 、 SB 、 SC 分别与投影面交于 a 、 b 、 c ,直线 ab 、 bc 、 ca 分别是直线 AB 、 BC 、 CA 的投影,而 $\triangle ABC$ 的投影就是 $\triangle abc$ 。

中心投影法主要用于建筑物或产品的立体图。以中心投影法为依据所作的投影称透视投影。由于透视投影所画的图形符合于视觉印象,空间立体感强,形象生动逼真,所以广泛用于科学、艺术和工程技术等领域。用透视投影所画得的图形,也称透视图。

1.1.2 平行投影法

若投射中心 S 移到无穷远处,投射线相互平行,称平行投影法,所得投影称平行投影。

平行投影法又分正投影法和斜投影法:投射方向(即投射线的方向)垂直于投影面的是正投影法,如图 1-3 (a),投射方向倾斜于投影面的是斜投影法,如图 1-3 (b)。由于正投影图的作图较其他图视法简便,又便于度量,在工程上得到广泛应用,机械图样主要是用正投影法

绘制。为叙述简单,今后将“正投影”简称“投影”。

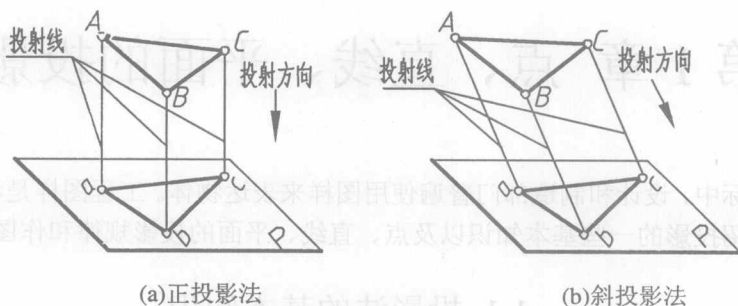


图 1-3 平行投影法

平行投影有下述若干投影特性:

- (1) 实形性: 与投影面平行的物体, 如平面、直线, 投射后所得投影反映该物体的实形, 如图 1-4 (a) 所示;
- (2) 积聚性: 与投射线平行的平面或直线, 投射后所得投影积聚为直线或点, 如图 1-4 (b) 所示;
- (3) 从属性: 直线上的点或平面上的点和线, 投射后所得投影仍在直线或平面的投影上, 如图 1-4 (c) 所示;
- (4) 等比性: 点分线段所成的比例, 投影后不变, 如图 1-4 (d) 所示, $ac:cb=AC:CB$ 。

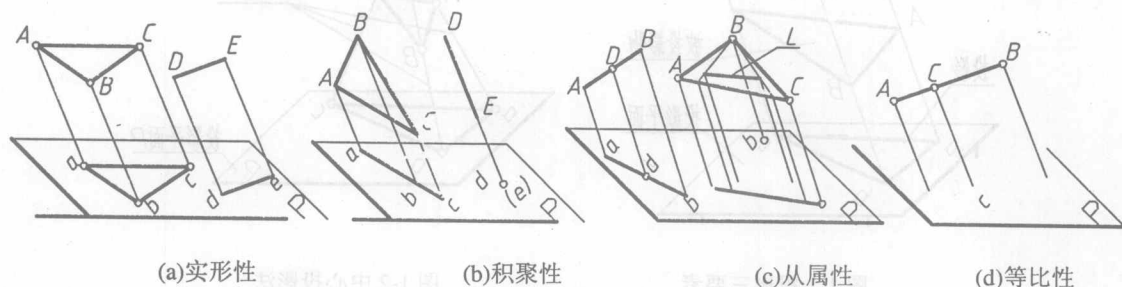


图 1-4 平行投影特性

1.1.3 投影体系

如图 1-5 所示, 由空间点 A 向平面 P 作正投射, 得唯一的投影 a 。反之, 若已知点 B 的投影 b , 就不能唯一确定点 B 的空间位置。换句话说, 一个投影无法描述一个物体。因此, 常把几何形体放在相互垂直的两个或三个投影面之间, 并在这些投影面上形成多面投影。

如图 1-6 (a) 所示, 设立相互垂直的正立投影面 V (简称正面) 和水平投影面 H , 组成两投影面体系, 将空间划分为四个角: 第一角、第二角、第三角和第四角, V 面和 H 面交于投影轴 (两投影面的交线) OX 。如图 1-6 (b) 所示, 再设立一个与 V 面、 H 面都垂直的侧立投影面 W (简称侧面), 组成三投影面体系, 将空间划分为八个角, 每两个投影面的交线, 形成 OX 、 OY 和 OZ 三根投影轴, 且互相垂直。无论是两面体系、三面体系, 本书着重讲述第一角中的几何形体的投影。

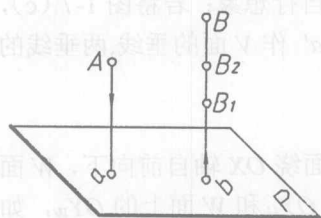
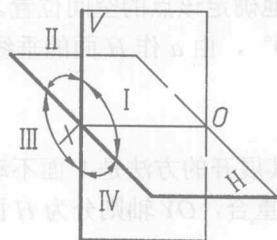
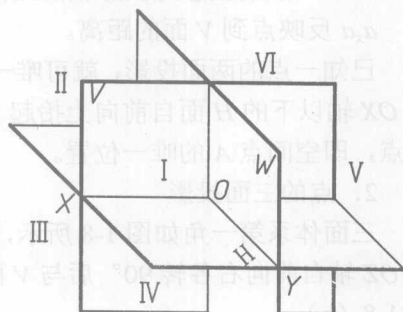


图 1-5 点的一个投影



(a) 两投影面体系



(b) 三投影面体系

图 1-6 投影体系

1.2 点的投影

1.2.1 点的两面投影和三面投影

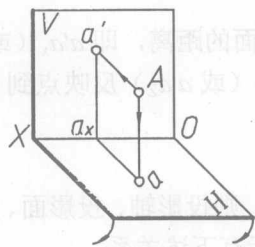
1. 点的两面投影

如图 1-7 (a) 所示, 由空间点 A 作垂直于 V 面、 H 面的投射射线 Aa' 、 Aa , 分别与 V 面、 H 面交得点 A 的正面投影 (V 面投影) a' 和水平投影 (H 面投影) a 。为区分空间点和投影点, 我们规定: 空间点用大写字母表示, 如 A 、 B 、 C ……, H 面上的投影点用小写字母表示, 如 a 、 b 、 c ……, V 面上的投影点用小写字母加一撇表示, 如 a' 、 b' 、 c' ……。

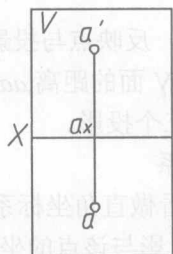
由于平面 $Aa'a$ 分别垂直于 H 面、 V 面, 则平面 $Aa'a \perp OX$ 轴并交于 a_x 点, 因此 $a'a_x \perp OX$, $aa_x \perp OX$ 。又因四边形 Aaa_xa' 是矩形, 所以 $a_xa' = aA$, 反映点 A 到面 H 的距离; $a_xa = a'A$, 反映点 A 到 V 面的距离。

V 面保持不动, 将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , 与 V 面展成一个平面, 如图 1-7 (b) 所示。展开后, $a'a$ 形成一条投影连线 (交 OX 轴于 a_x 点), 且 $a'a$ 垂直于 OX 轴。

在实际画图时, 不必画出投影面的边框和点 a_x , 图 1-7 (c) 即为点 A 的投影图。



(a) 直观图



(b) 投影面展开后



(c) 点的投影图

图 1-7 点在两面体系中的投影

由此可概括出点的两面投影特性:

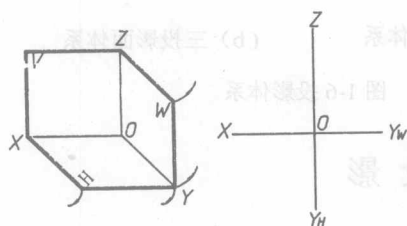
- (1) 点的投影连线垂直于投影轴, 即 $a'a \perp OX$;

(2) 点的投影与投影轴的距离, 反映点与投影面的距离, 即 $a_x a'$ 反映点到 H 面的距离, $a_x a$ 反映点到 V 面的距离。

已知一点的两面投影, 就可唯一地确定该点的空间位置。读者自行想象: 若将图 1-7 (c), 中 OX 轴以下的 H 面自前向上抬起 90° , 由 a 作 H 面的垂线, 由 a' 作 V 面的垂线, 两垂线的交点, 即空间点 A 的唯一位置。

2. 点的三面投影

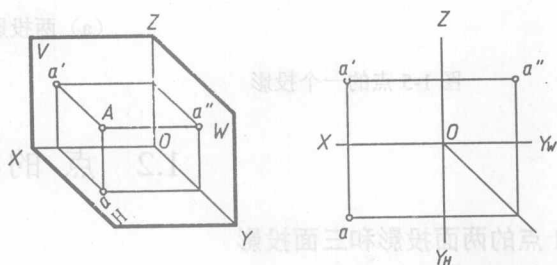
三面体系第一角如图 1-8 所示, 其展开的方法是 V 面不动, H 面绕 OX 轴自前向下, W 面绕 OZ 轴自前向右各转 90° 后与 V 面重合, OY 轴则分为 H 面上的 OY_H 和 W 面上的 OY_W , 如图 1-8 (b)。



(a) 直观图

(b) 投影图

图 1-8 三面体系第一角



(a) 直观图

(b) 点的投影图

图 1-9 点的三面投影

如图 1-9 (a) 所示, 由空间点 A 分别作垂直于 V 面、 H 面、 W 面的投射射线, 交得点 A 的正面投影 a' 、水平投影 a 和侧面投影 a'' (W 面投影, 规定用小写字母加两撇表示)。与两面体系中一样, 每两条投射射线确定一个平面, 分别垂直投影轴。展开后就得到如图 1-9 (b) 所示的投影图, 且 $a'a \perp OX$, $a'a'' \perp OZ$, $aa_{Y_H} \perp OY_H$, $a''a_{Y_W} \perp OY_W$, $Oa_{Y_H} = Oa_{Y_W}$ 。为保证 a'' 点的作图准确, 即保证 $Oa_{Y_H} = Oa_{Y_W}$, 可过 O 点作一 45° 斜线, aa_{Y_H} 和 $a''a_{Y_W}$ 的延长线必与该斜线交于一点, 由此定出 a'' (或 a)。

由上分析, 得出点的三面投影特性:

(1) 点的投影连线垂直于相应的投影轴, 即 $a'a \perp OX$, $a'a'' \perp OZ$, $aa'' \perp OY$ (投影图中表现为 $aa_{Y_H} \perp OY_H$, $a''a_{Y_W} \perp OY_W$);

(2) 点的投影与投影轴的距离, 反映点与投影面的距离, 即 $a'a_x$ (或 $a''a_{Y_W}$) 反映点到 H 面的距离, aa_x (或 $a''a_z$) 反映点到 V 面的距离, aa_{Y_H} (或 $a'a_z$) 反映点到 W 面的距离。

利用点的两投影, 就可求得第三个投影。

1.2.2 点的投影与该点直角坐标的关系

如图 1-10 所示, 若将三面体系看做直角坐标系, 则投影轴、投影面、点 O 分别是坐标轴、坐标面、原点。点 $A(x_A, y_A, z_A)$ 的投影与该点的坐标有下述关系:

X 坐标 x_A (即 Oa_x) = $a_x a' = a_{Y_H} a =$ 点 A 到 W 面距离 $a''A$;

Y 坐标 y_A (即 $Oa_{Y_H} = Oa_{Y_W}$) = $a_x a = a_z a'' =$ 点 A 到 V 面距离 $a'A$;

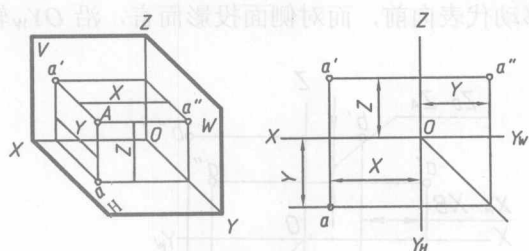
Z 坐标 z_A (即 Oa_z) = $a_x a' = a_{Y_W} a'' =$ 点 A 到 H 面距离 aA 。

点的一个投影可以反映空间点的两个坐标, 因此, 当空间点 A 由坐标 (x, y, z) 给定后, 就可作出点 A 的三个投影; 反之亦然。

图 1-11 是位于 V 面、 H 面和 OX 轴上的三点 B 、 C 、 D 的直观图和投影图，由图可看出其坐标和投影具有下述特征：

(1) 投影面上的点有一个坐标为零，在该投影面上的投影与其空间点重合，其他两投影分别在相应的投影轴上（如点 B 点 C ）。

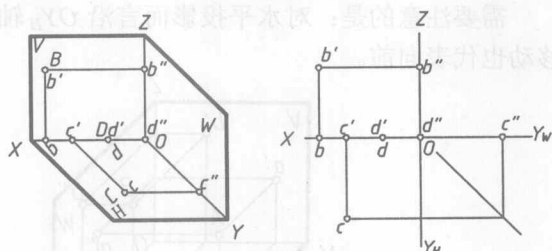
(2) 投影轴上的点有两个坐标为零，在该轴上有两个投影与其空间点重合，其余的一个投影落在原点 O 上（如点 D ）。



(a) 直观图

(b) 点的投影图

图 1-10 点的投影与该点直角坐标的对应关系



(a) 直观图

(b) 投影图

图 1-11 投影面和投影轴上的点

【例】已知点 A 的坐标为 $(15, 10, 20)$ ，点 B 的坐标为 $(20, 0, 10)$ ，点 C 的坐标为 $(0, 15, 0)$ ，分别求 A 、 B 、 C 三点的投影图。

【解】步骤如下：

- (1) 画两条互相垂直的细实线作为投影轴，标上相应的字母，再作一条成 45° 的细实线为作图辅助线；
- (2) 从原点出发，沿 OX 轴向左量取 15mm 得一点，定为 a_x ，过该点作 OX 轴的垂线（如图 1-12 (a) 所示）；
- (3) 在该垂线上，从 a_x 出发向上量取 20mm 得一点，定为 a' ，向下量取 10mm 得一点，定为 a （如图 1-12 (b) 所示）；
- (4) 由点 A 的两投影 (a, a') ，用“二求三”的方法作图即可得点 A 的第三投影 a'' （如图 1-12 (c) 所示）。

B 、 C 两点的作图过程与点 A 类似，见图 1-12 (d)。

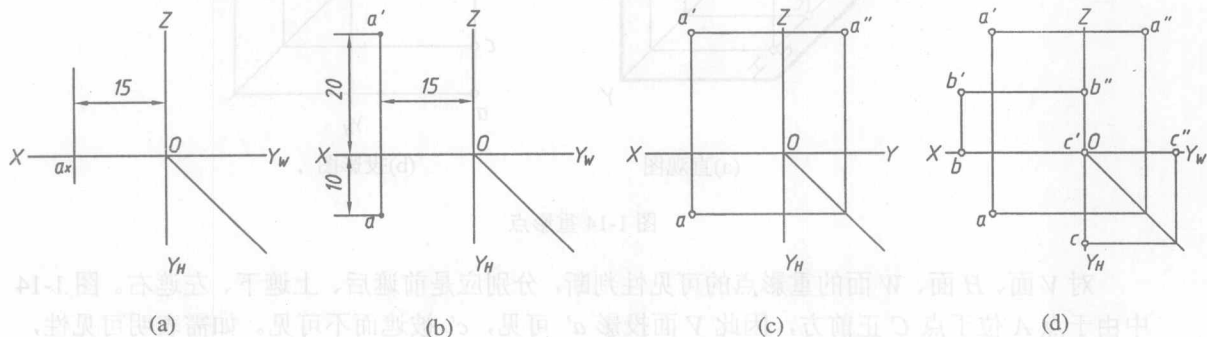


图 1-12 由给定的点的坐标值求点的投影图

1.2.3 两点的相对位置及重影点

空间两点的相对位置是指它们的左右、前后及上下之间的关系，一般由 X 、 Y 、 Z 三个方向上的坐标差来判断。

如图 1-13 所示，因为 $x_A > x_B$ ， $y_A < y_B$ ， $z_A < z_B$ ，所以点 A 在点 B 的左、后、下方。它们之间在这三个方向上的坐标差，即为这两点对投影面 W 、 V 、 H 的距离差。若已知两点的相对位置及其中一个点的投影，就能作出另一个点的投影。

需要注意的是：对水平投影而言沿 OY_H 轴移动代表向前，而对侧面投影而言，沿 OY_W 轴移动也代表向前。

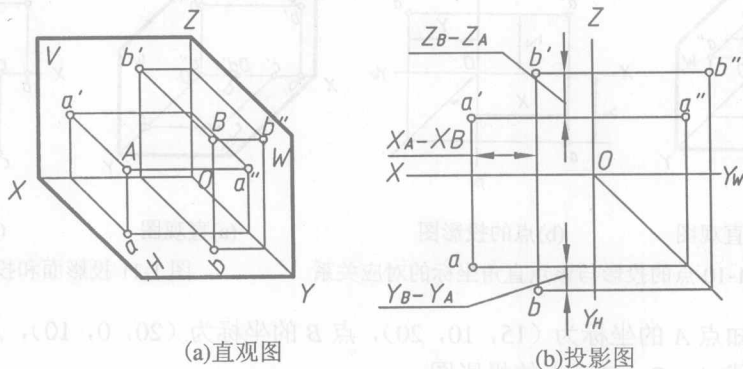


图 1-13 两点相对位置

当空间两点位于某一投影面的一条投射线上，则此两点在该面的投影必重合，称之为该投影面的重影点，如图 1-14。从相对位置分析，点 C 在点 A 之后 $y_A - y_C$ 处，因为 $x_A = x_C$ ， $z_A = z_C$ ，所以点 C 与点 A 无左右距离差和上下距离差，点 C 在点 A 的正后方，正面投影相重合，点 A 和点 C 称为对正面的重影点。

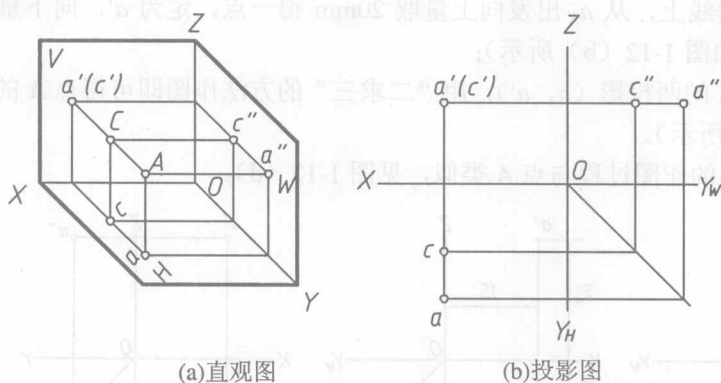


图 1-14 重影点

对 V 面、 H 面、 W 面的重影点的可见性判断，分别应是前遮后、上遮下、左遮右。图 1-14 中由于点 A 位于点 C 正前方，因此 V 面投影 a' 可见， c' 被遮而不可见。如需表明可见性，则在不可见投影的符号上加上括号，如图中的 (c') 。