

高等学校 **应用型人才培养** 规划教材

工程制图

GONGCHENG ZHITU

主 编 龙玉杰

副主编 杨想红 莫 樊



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

高等学校应用型人才培
养规划教材

工程制图

主 编 龙玉杰

副主编 杨想红 莫 樊

重庆大学出版社

内容提要

本书分为画法几何、制图基础和专业制图3部分,共12章。其主要内容有点、直线和平面,投影变换,立体的投影,常用曲线与曲面,标高投影,制图的基本知识,图样画法,建筑施工图,结构施工图,建筑设备图,矿山制图基础。与之配套使用的有龙玉杰主编的《工程制图习题集》。

本书可作为高等学校土建、采矿类本科专业工程制图课程的教材,也可作为其他类型学校相关专业本、专科学生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/龙玉杰主编. —重庆:重庆大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5624-9911-4

I. ①工… II. ①龙… 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(2016)第159926号

工程制图

主 编 龙玉杰

副主编 杨想红 莫 樊

策划编辑:曾令维

责任编辑:李定群 版式设计:曾令维

责任校对:秦巴达 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆川渝彩色印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:16 字数:399千

2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

印数:1—1 500

ISBN 978-7-5624-9911-4 定价:35.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

为了面向 21 世纪,适应培养高素质应用型人才的需要,根据教学改革的要求,本书继承了传统教学经验,结合作者多年教学实践,在精选教学内容、讲透基本原理、加强能力培养、适合学生阅读等方面作了许多新的尝试,期望能为读者提供一本教师好用、学生易学的教材。

本书是按《工程制图》国家标准,结合近几年教学改革的经验,并参考国内同类教材编写而成的。本书以土建工程图样的绘制和识读为主线,深入浅出地介绍了工程图样的绘制和识读的基本方法及理论,以帮助读者学会工程图样的绘制和阅读。

本书由贵州民族大学和凯里学院两校共同编写,由贵州民族大学龙玉杰任主编,杨想红、莫樊任副主编。参加编写的人员为:贵州民族大学龙玉杰(第 1,2 章)、凯里学院陈蛟(第 3 章)、贵州民族大学王舒(第 4,5 章)、贵州民族大学牟宏(第 6,7 章)、凯里学院彭开起(第 8 章)、贵州民族大学杨想红(第 9,10 章)、贵州民族大学余进江(第 11 章)、贵州民族大学莫樊(第 12 章)。本书适合作为高等学校土建、采矿类本科专业工程制图课程的教材,配有《工程制图习题集》与本书同时出版,贵州民族大学陶先芳在计算机绘图方面做了大量工作。

本书参阅的相关书籍和文献列于书末,并对作者表示感谢!

由于编者水平有限,本书难免会存在一些不足和疏漏,恳请广大读者和同行批评指正。

编者
2016 年 4 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 投影法的基本知识	2
1.3 工程上常用的投影图	5
第2章 点、直线和平面	8
2.1 点的投影	8
2.2 直线的投影	12
2.3 平面的投影	19
2.4 直线与平面、平面与平面的相对位置	25
第3章 投影变换	34
3.1 概述	34
3.2 投影变换的方法	35
第4章 立体的投影	49
4.1 平面立体的投影	49
4.2 曲面立体的投影	51
4.3 平面和立体表面相交	56
4.4 直线和立体表面相交	62
4.5 两立体表面相交	65
第5章 常用曲线与曲面	73
5.1 曲线	73
5.2 曲面的形成及在工程中的应用	77
第6章 标高投影	87
6.1 标高投影概述	87

6.2	直线、平面的标高投影	88
6.3	曲面的标高投影	93
第7章	制图的基本知识	101
7.1	制图基本规定	101
7.2	绘图工具及其使用	110
7.3	几何作图	112
7.4	平面图形的尺寸分析及画图步骤	118
7.5	绘图方法	119
第8章	图样画法	122
8.1	基本投影图	122
8.2	剖面图	124
8.3	断面图	131
8.4	简化画法	133
第9章	建筑施工图	135
9.1	概述	135
9.2	总平面图	143
9.3	建筑平面图	147
9.4	建筑立面图	161
9.5	建筑剖面图	164
9.6	建筑详图	167
第10章	结构施工图	173
10.1	概述	173
10.2	结构施工图制图规则	174
10.3	混凝土结构施工图	177
10.4	钢屋架施工图	196
10.5	结构施工图的识图方法与步骤	201
第11章	建筑设备图	203
11.1	给水排水工图	203
11.2	采暖通风图	216
11.3	建筑电气施工图	224
第12章	矿山制图基础	230
12.1	概述	230
12.2	矿山制图的基本知识	230

12.3 煤层底板等高线图	234
12.4 采掘工程生产管理图	236
参考文献	246

第 1 章

绪 论

1.1 概 述

1.1.1 本课程的性质和任务

各种工程建设都离不开工程图样。在工程建设中,任何工程及其构配件的形状、大小和做法,都不是能用简单的文字和语言所能表达清楚的,都必须先画出它们的图样,然后根据图样进行建模、施工,才能达到预期的目的。图形和文字、声音等一样,是承载信息进行交流的重要媒体。而以图形为主的工程设计图样则是工程设计、制造和施工过程中用来表达设计思想、进行技术交流的主要工具;同时,也是生产管理部门和施工单位进行管理和施工的技术文件和依据。因此,图样被称为“工程界的语言”。

“工程制图”是土木建筑类各专业学生必须学习的一门技术基础课,是学习后续专业课和参加专业实践的必不可少的基础课程,它是解决空间几何问题以及绘制、阅读土木建筑工程图样的理论和方法。同学们在学习专业课之前,必须掌握本课程的基本内容,为以后专业课程的学习打下基础,并随着专业课程的进一步学习,逐步提高,完善绘图、阅图能力。

工程制图是研究绘制和阅读土木工程图样的理论和方法的学科,它的主要任务是:

- ①学习投影法的基本理论及其应用。
- ②培养空间想象力和形体表达的能力。
- ③培养绘制和阅读土木工程图样的基本能力。
- ④培养计算机绘图的初步能力。

毫无疑问,能否用图形来全面表达自己的设计思想,能否阅读工程设计图样,是任何一名工程技术人员必须具备的最基本的素质和能力。

1.1.2 本课程的主要内容

本课程由画法几何、工程制图和计算机制图(CAD)3部分组成。

画法几何是通过学习投影法,掌握在二维平面上图示空间图形、在平面图上图解空间几何问

题的理论和方法。通过系统的学习画法几何,使同学们具有一种能力,即能够把三维的几何信息明显而准确地表现在图纸上,成为二维的几何信息,人们在构思一个建筑设计,即在思维中运用所学的专业知识生成大量的相互联系的三维几何信息,使用语言和文字无法表达清楚的,必须在图纸上把它们画出来,成为二维几何信息,使人们借助于图纸把所设计的建筑物建造出来。

工程制图是投影理论的运用,主要培养绘图和阅读土木建筑工程图样的能力。熟悉制图基本知识和有关制图标准的规定,正确运用绘图工具、掌握绘图技巧、阅读图样等。

随着现代工程图学的发展,对工程技术人员的要求也越来越高。作为一名合格的工程技术人员,不仅要熟练掌握传统的工程图学——画法几何、工程制图的内容,而且还应该能够熟练地应用计算机来进行图形的绘制与处理。本书重点介绍计算机绘图的典型软件 AutoCAD 2012 的使用,旨在通过这一部分内容的学习,使学生熟练掌握 AutoCAD 的使用,初步了解计算机绘图的基本理论。

1.1.3 本课程的学习方法

本课程的特点是理论性、实践性强。因此,同学们在学习过程中要注意以下 4 种方法:

①要循序渐进。本课程是按点、线、面、体,由浅入深、由简到繁、由易到难的顺序编排的,前后联系十分紧密。学习时,必须对前面的基本内容真正理解,熟练掌握基本作图方法后,才能往下作进一步的学习。

②要下功夫培养空间思维能力。由于画法几何学研究的是图示法和图解法,涉及的是空间形体和平面图形之间的对应关系。因此,学习时必须经常注意空间几何关系的分析,以及空间几何元素与平面图形的联系。对于每一个概念、每一个原理、每一条规律和每一种方法,都要弄清它们的空间意义和空间关系,遇到一时不懂的地方,要多问几个为什么,这样才能逐渐掌握相关知识,掌握读图和作图的规律,掌握课程的基本内容并善于运用它们。

③必须勤动手、多做题,不断提高解题能力。学习时不能单纯阅读课文,做题的过程也是学生利用所学的知识解决问题的过程,这一方面可巩固知识、加深理解,另一方面也可提高学生的空间想象能力和逻辑思维能力,提高做题的速度和准确率。

④养成良好的学习习惯,培养踏实、细致和耐心的工作作风。对全部作业和习题,必须用绘图工具来完成,要求养成作图准确和图面整洁的习惯,为将来从事技术工作从思想上、作风上奠定良好的基础。

1.2 投影法的基本知识

1.2.1 投影法

把空间形体表现在平面上,是以投影法为基础的。投影法是从日常生活中光照物体的呈影现象中进行几何抽象、概括出来的。

物体在光线的照射下,就会在地面或墙壁上产生影子。人们将这种自然现象加以科学的抽象,总结其中的规律,提出了投影的方法。如图 1.1 所示,以不在投影面上的定点 S 为投影中心,由 S 射出投影线,该投影线通过空间点 A 与投影面 P 相交于点 a ,点 a 就是空间点 A 在

投影面 P 上的投影。投射射线通过物体,向选定的面投射得到物体投影的方法,称为投影法。工程上常用各种投影法来绘制用途不同的工程图样。

1.2.2 投影法分类

(1) 中心投影法

投影线均通过投影中心的投影法,称为中心投影法,如图 1.2 所示。其投影的大小随物体与投影中心间距离的变化而变化,所以其投影不能反映物体的实形。

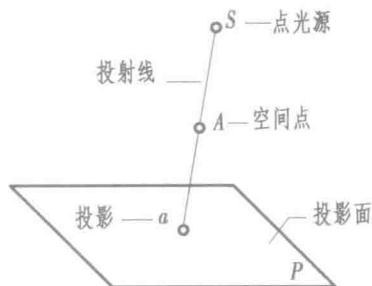


图 1.1 投影法

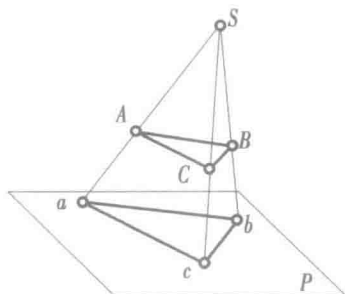
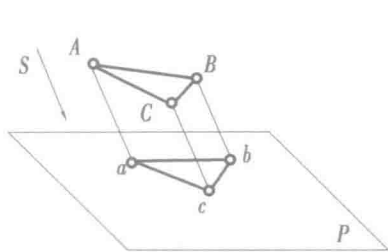


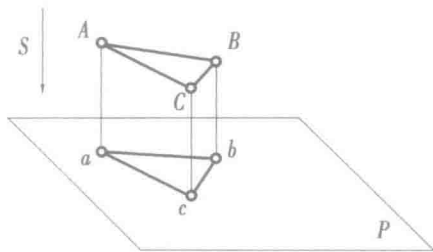
图 1.2 中心投影法

(2) 平行投影法

投影线相互平行的投影法,称为平行投影法,如图 1.3 所示。其中,投影线倾斜于投影面称为平行斜投影法,如图 1.3(a)所示;投影线垂直于投影面,称为平行正投影法,简称正投影法,如图 1.3(b)所示。



(a)



(b)

图 1.3 平行投影法

应用正投影法,能在投影面上反映物体某些面的真实形状及大小,且与物体到投影面的距离无关,因而作图方便,故在工程中得到广泛的应用。工程图样就是用正投影法绘制而成的。

(3) 平行投影的基本特性

平行投影的基本特性是指空间几何要素——点、线、面经过平行投影后的特性。正投影法是工程制图中绘制图样的主要方法,以后提到的投影均为正投影。

1) 点的投影仍为点

如图 1.4 所示,空间 A 点的投影为点 a 。

2) 直线的投影一般仍为直线

如图 1.5 所示, AB 直线的投影为直线 ab 。

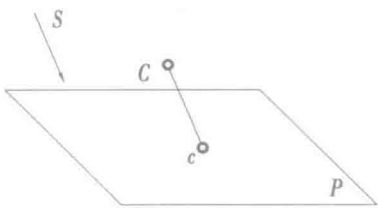


图 1.4 点的投影

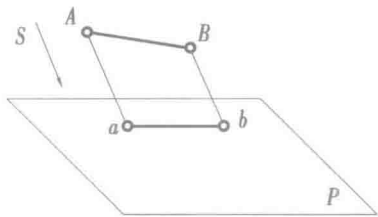


图 1.5 直线的投影

3) 一点在某直线上, 则点的投影一定在该直线的投影上

如图 1.6 所示, 点 C 在直线 AB 上, 那么点 C 的投影 c 也一定在直线 AB 的投影 ab 上。

4) 直线上两线段之比, 等于其投影之比

因位于同一平面的两直线 (AB 及 ab) 被若干平行直线所截, 则被截各段成比例。从图 1.6 中可知, 点 C 分直线 AB 为 AC 和 CB , 而其投影为 ac 和 cb , 则 $AC:CB=ac:cb$ 。

5) 两直线平行, 其投影也平行

如图 1.7 所示, 设 $AB \parallel CD$, 则 $ab \parallel cd$ 。因 AB 与 CD 平行, AB, CD 与投影线所构成的两平面—— $ABba$ 与 $CDdc$ 必然互相平行, 它们与第三平面 P 相交, 其交线也一定平行。

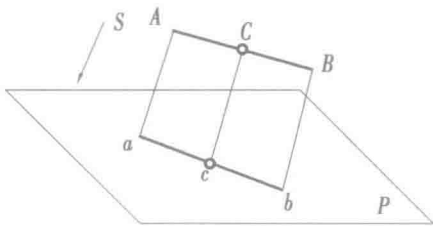


图 1.6 点在直线上的投影

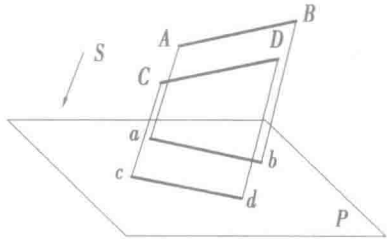


图 1.7 平行两直线的投影

6) 直线、平面图形投影的 3 种特性

① 积聚性

当直线或平面图形与投影线平行时, 则它们的投影有积聚性。如图 1.8 所示, 直线 AB 和 $\triangle CDE$ 皆平行于 S , 所以 AB 的投影积聚为一点; 而 $\triangle CDE$ 积聚成一条直线 cde 。

② 实形性

当直线或平面图形平行于投影面时, 则其投影反映实形。如图 1.9 所示, 直线 AB 与平面 $\triangle CDE$ 均平行于投影面 H , 则它们的投影 $ab=AB$ 反映线段实长; $\triangle cde=\triangle CDE$ 反映平面的实形。

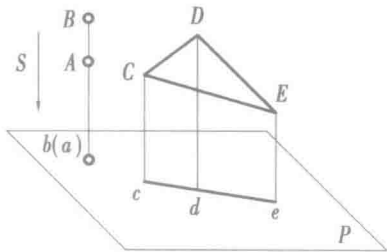


图 1.8 积聚性

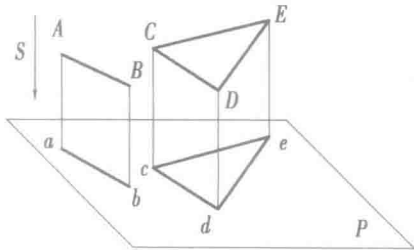


图 1.9 实形性

③类似性

直线或平面图形倾斜于投影面时,直线的投影变短了;而平面图形变成小于原图形的类似形,如图 1.10 所示。

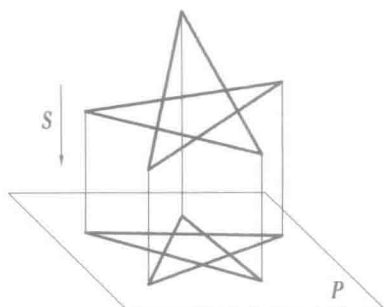


图 1.10 类似性

1.3 工程上常用的投影图

1.3.1 多面正投影图

只凭一个投影不能唯一地确定空间形体。如图 1.11(a)所示,空间 4 个形状不同的形体,它们在投影面 H 上的投影却完全相同。

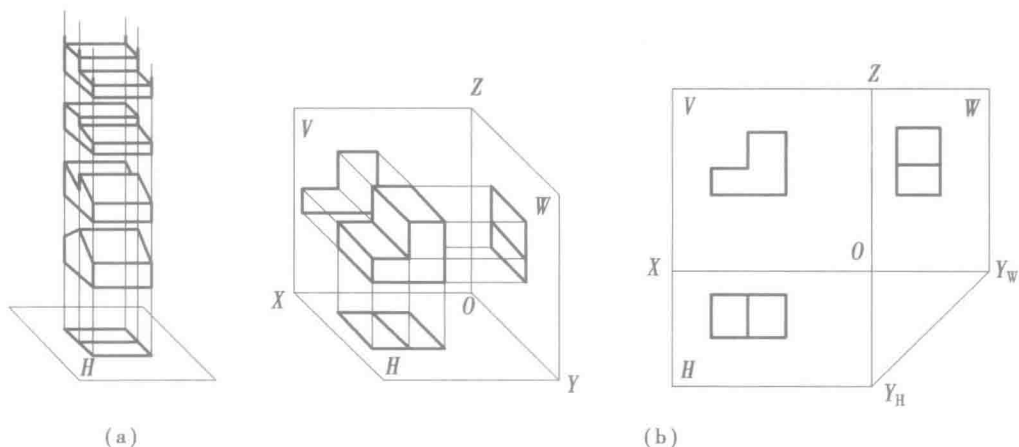


图 1.11 三面投影图

为了使物体的投影能反映其某一方向的真实形状,通常总是使物体的主要平面平行于投影面。但物体上垂直于投影面的平面,经投影后将积聚为直线段,所以仅凭物体的一个投影尚不能表达整个物体的完整形状。为此,可设立多个投影面,并将物体分别向各个投影面进行投影,从而得到一组正投影图,以反映物体的完整形状。在图 1.11(b)中,取 3 个互相垂直的投影面 V, H, W ,使它们形成一个互为直角的三投影面体系。投影时,先使物体的主要平面平行于某个投影面,再将物体分别向 3 个投影面进行投影,然后固定 V 面,令 H 面绕 OX 轴向下翻

转 90° , W 面绕 OZ 轴向后旋转, 直至与 V 面重合。这样, 按照一定投影关系组合在一起的 3 个投影就能表达整个物体的形状。其中, 将 V 面上的投影称为主视图; H 面上的投影称为俯视图; W 面上的投影称为左视图。

1.3.2 标高投影图

标高投影图常用来表示不规则曲面, 如地形等, 是将若干与投影面平行且具有不同距离的平面与曲面的交线, 用正投影法投影到投影面上, 并在交线的投影上用数字标注出交线到投影面的距离, 故称为标高投影图, 如图 1.12 所示。

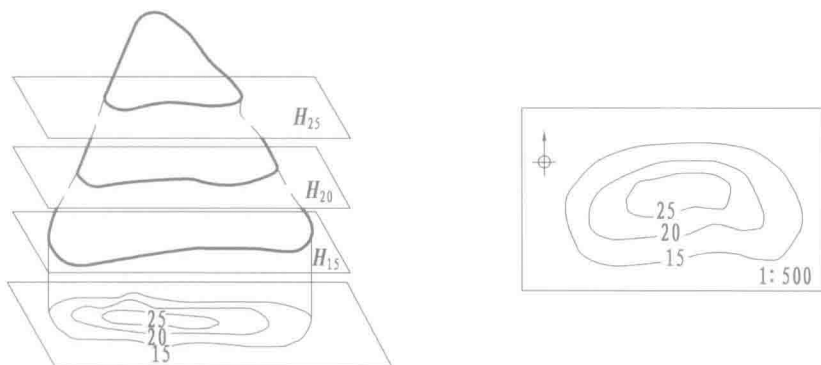


图 1.12 标高投影图

1.3.3 轴测投影图

用平行投影法将物体投射在单一投影面上所得的且具有立体感的三维图形, 称为轴测投影, 也称为轴测图。这种图有立体感, 形象比多面投影图生动, 有时能反映物体上某些方向的真实形状和大小, 但不能反映整个物体的真实形状。在工程上常作为辅助图样使用, 如图 1.13 (a)、(b) 所示为两组合体的轴测图。

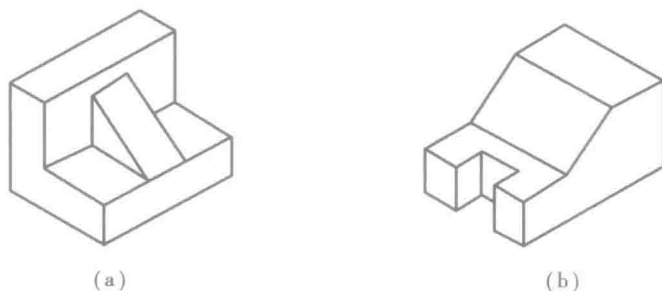


图 1.13 轴测投影图

1.3.4 透视投影图

透视投影图采用中心投影法, 它与照相成影的原理相似, 投影图接近于视觉映象。透视投影图富有逼真感, 直观性强, 适合于画建筑外貌和内部陈设的直观效果图。透视投影图虽然直观性强, 但由于作图复杂且度量性较差, 不能直接反映物体真实的几何形状和大小, 故在工程

上多用于绘制建筑效果图。但按照特定规则画出的透视投影图,完全可确定空间几何元素的几何关系。如图 1.14 所示为某一室内装饰图,如图 1.15 所示为某单体建筑设计效果图。



图 1.14 室内装饰图(一点透视)

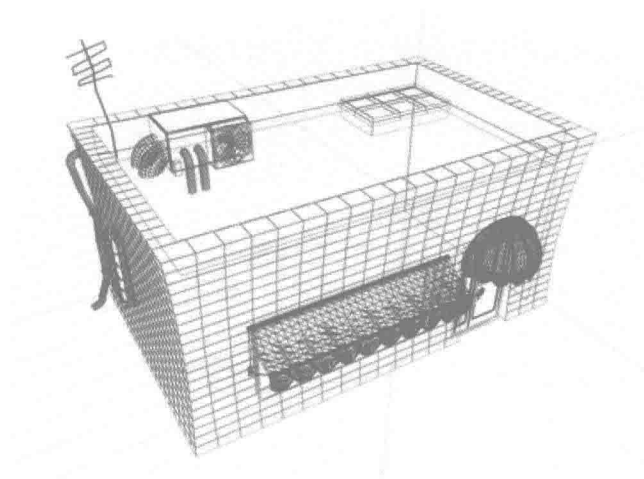


图 1.15 建筑效果图(两点透视)

第 2 章

点、直线和平面

2.1 点的投影

2.1.1 点的两面投影

点是构成空间图形最基本的几何元素。在正投影的条件下,只根据点在一个投影面上的投影,不能确定该点在空间的位置,如图 2.1 所示。为此,需要设置两个互相垂直的平面为投影面,如图 2.2 所示。其中,一个是水平面 H ,另一个是正立投影面 V 。两投影面 H 和 V 的交线称为投影轴,用字母 OX 表示。

如图 2.2(a) 所示,为要作出 A 点在两投影面体系中的投影,自 A 点分别引垂直于 H 面和 V 面的投射射线 Aa 和 Aa' , Aa 与 H 面的交点称为 A 点的水平投影,规定用相应的小写字母 a 表示; Aa' 与 V 面的交点称为 A 点的正面投影,规定用右上角带撇的小写字母 a' 表示。

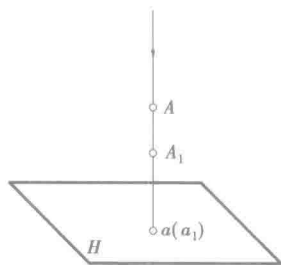


图 2.1 点的单面投影

为了将空间两投影面上的投影画在同一面(即图纸)上,规定 V 面保持不动,而将 H 面绕投影轴 OX 按如图 2.2(b) 所示的箭头方向旋转 90° 使其与 V 面重合,就得到 A 点的两面投影图,如图 2.2(c) 所示。由于投影面是没有边界的,因此,在投影图上一般不画出投影面的边框,如图 2.2(d) 所示。

分析点在两投影面体系中得到投影图的过程,可得出点的投影规律如下:

①点的两个投影的连线垂直于投影轴($aa' \perp OX$)。

图 2.2(a) 中,投射射线 Aa 和 Aa' 所构成的平面 Aaa_xa' 垂直于 H 面和 V 面,也即垂直于 H 面和 V 面的交线 OX 轴,因而平面 Aaa_xa' 上的直线 aa_x 和 $a'a_x$ 必垂直于 OX 轴。当水平投影 a 随 H 面旋转至与 V 面重合时, aa_x 与 OX 轴的垂直关系不变。因此,在投影图上 a, a_x, a' 3 点共线,且垂直于 OX 轴。

②点的水平投影到 OX 轴的距离等于空间点到 V 面的距离;点的正面投影到 OX 轴的距离

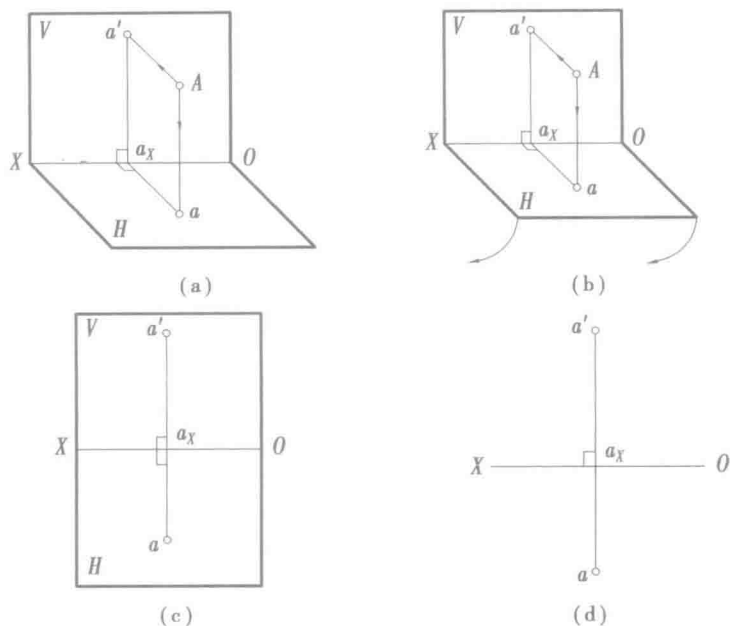


图 2.2 点的两面投影

等于空间点到 H 面的距离(即 $aa_x = Aa'$, $a'a_x = Aa$)。

2.1.2 点的三面投影

点的两个投影虽已能确定点在空间的位置,但表达复杂的形体或解决某些空间几何问题时,还常采用 3 个或更多的投影面。

3 投影面体系是在两投影面体系中增加一个与 H 面和 V 面都互相垂直的侧面投影面形所组成,如图 2.3 所示。每两个投影面的交线分别称为投影轴 OX , OY 和 OZ , 3 个投影轴垂直相交的 O 点称为原点。

如图 2.4(a) 所示,在三投影面体系内有一点 A , 自点 A 分别向 H , V , W 面作垂线, 便得 A 点在 3 个投影面上的投影 a , a' 和 a'' 。其中, A 点在 W 面上的投影 a'' 称为 A 点的侧面投影(侧面投影规定用右上角带两撇的小写字母表示)。投影面展开成投影图时, 仍规定 V 面不动, 而将 H 面和 W 面分别按图 2.4(a) 箭头所示的方向绕投影轴旋转 90° 与 V 面重合, 便得 A 点的三面投影图, 如图 2.4(b) 所示。应该指出, 由于投影图上投影轴 OY 在两处出现, 因此, 随 H 面旋转后的 OY 轴标记为 Y_H ; 随 W 面旋转后的 OY 轴标记为 Y_W 。

如果把如图 2.4 所示的三投影面体系看作两个互相垂直的两投影面体系(一个由 H 面、 V 面组成, 另一个由 V 面、 W 面组成), 则根据前述两投影面体系中点的投影规律, 便可得出点在三投影面体系中的投影规律如下:

①点的正面投影和水平投影的连线垂直 OX 轴, 即 $aa' \perp OX$ 。

②点的正面投影和侧面投影的连线垂直 OZ 轴, 即 $aa'' \perp OZ$ 。

③点的侧面投影 a'' 到 OZ 轴的距离等于点的水平投影 a 到 OX 轴的距离, 即 $a''a_z = aa_x = Aa'$ 。

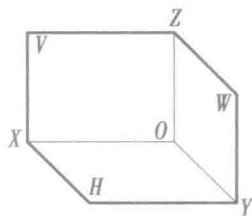


图 2.3 三投影面体系的形成

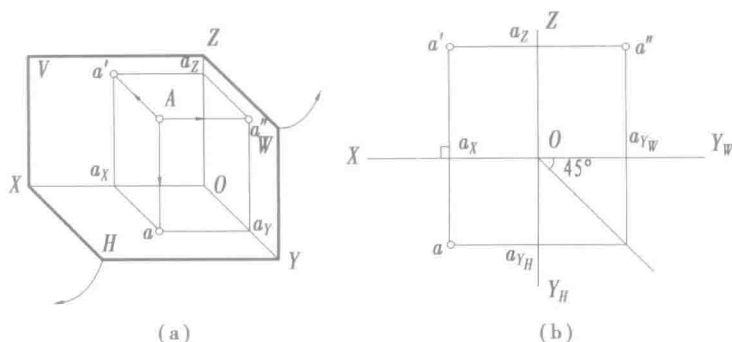


图 2.4 点的三面投影

以上 3 条规律就是以后要讲的“长对正,高平齐,宽相等”三等关系的理论依据。

空间任一点的三面投影图所具有的基本关系,也是作三面投影图所必须遵守的基本规律。在作图时,为保证 A 点的水平投影 a 到 OX 轴的距离(aa_x)与侧面投影 a'' 到 OZ 轴的距离($a''a_z$)相等,常以原点 O 引 45° 斜辅助线,如图 2.4(b)所示。

3 条投影规律说明了在点的三面投影图中每两个投影都有一定的关系,以此,在投影图上根据点的两个投影就可用投影规律作出点的第三个投影。

例 2.1 如图 2.5(a)所示,已知 B 点及 C 点的两面投影,求作第三投影。

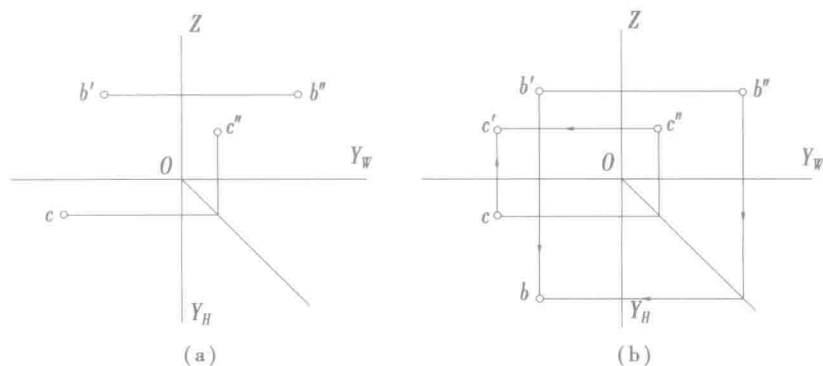


图 2.5 点的“二补三”作图

解 为作图方便,过 O 点作一条 45° 辅助线。

- ①过 c'' 点作 OZ 的垂线(投影联系线)。
- ②过 c 点作 OX 的垂线。
- ③两垂线的交点 c' 即是 C 点在 V 面的投影。

点 B 的作图过程如图 2.5(b)所示的箭头,不再细述。

2.1.3 点的直角坐标表示法

把投影轴 OX, OY, OZ 看作坐标轴,则在空间坐标系中,点 A 可用坐标(X_A, Y_A, Z_A)表示。

点到投影面的距离与坐标的关系如下:

点 A 到 W 面的距离等于点 A 的 x 坐标 x_A 。

点 A 到 V 面的距离等于点 A 的 y 坐标 y_A 。