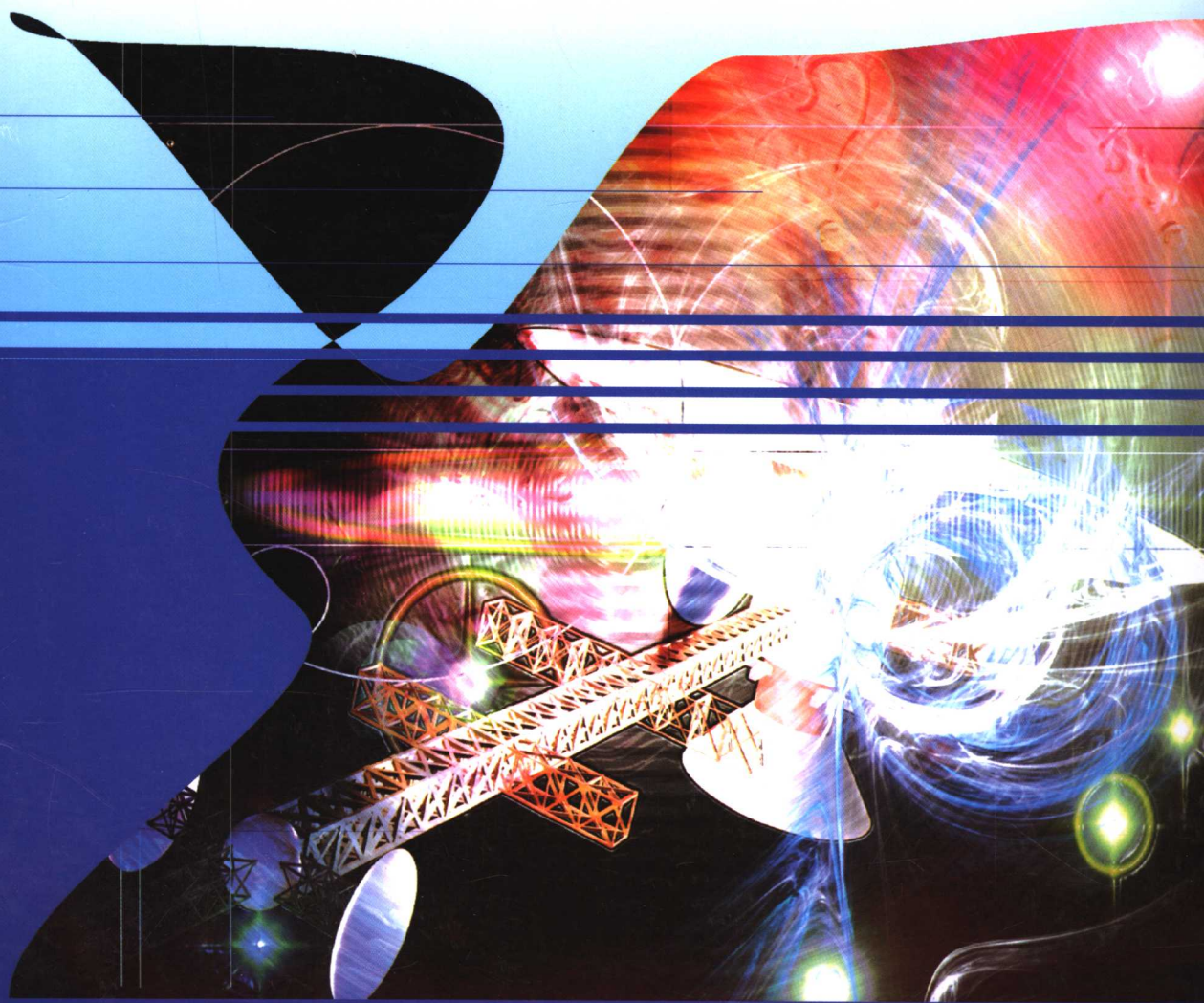


土建类专业适用

画法几何

Huafa Jihe

钱燕 黄文华 主 编



重庆大学出版社

土建类专业适用

画法几何

钱 燕 黄文华 主编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是根据国家教委于2001年批准印发的高等学校工科本科画法几何及土木建筑制图教学基本要求(土建、水利专业适用)中画法几何部分和现行的有关技术制图国家标准编写的。

本书内容包括:绪言、点、直线、平面、直线与平面、平面与平面的相对位置、投影变换、曲线、曲面及曲面立体、平面立体、轴测投影、立体表面展开、标高投影共十章。其中第1章绪言和第8章曲线、曲面及曲面立体由黄文华编写,第2章点和直线由吴书霞编写,第3章平面由郑旭编写,第4章直线与平面、平面与平面的相对位置和第9章立体表面展开由叶晓芹编写,第5章投影变换和第8章轴测投影由钱燕编写。第6章的第1,2和6节由李一编写,第3,4,5节由姚纪编写。第10章标高投影由朱建国编写。钱承鑑教授对本书进行了审阅,对此,我们表示特别的感谢。

本书可作为高等学校工科本科建筑、土建类各专业的教材,也可供其他类型学校,如职工大学、函授大学、电视大学有关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何/钱燕,黄文华主编. —重庆:重庆大学出版社,
2005.9

ISBN 7-5624-2546-9

I. 画... II. 钱... III. 画法几何—高等学校—教材 IV. 0185.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第076267号

画 法 几 何

钱 燕 黄文华 主 编

责任编辑:彭 宁 版式设计:彭 宁

责任校对:李定群 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:362千

2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5624-2546-9 定价:19.00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。

学习方法指导

1. 曾经有不少学生认为:只有具备了较好的空间想像能力,才有可能学好画法几何学。而事实上,这门课程本身就是为了培养学生的空间想像能力。所以,具有较好的空间想像能力是学习画法几何的结果,而不是学习前必须具备的条件。学习本门课程应该具有的条件是:学生应具备初等几何,特别是初等立体几何的知识。因此,在学习过程中如果能经常地把初等几何知识与画法几何原理相结合,便会取得较好的结果。

2. 本门课程主要研究的是:空间几何问题在平面上的“图示法”以及在平面图样上解决空间几何问题的“图解法”。因此,在学习的过程中应经常注意空间几何关系的分析以及空间几何问题与平面图样间的对应,这种从空间到平面,再由平面到空间的反复推敲和思维的过程,就是学习好本门课程的最好方法,只有这样,才可能保证我们的空间想像能力得到较好的培养。而这一反复推敲和思维的过程是通过课堂讲授、书本学习和习题演练来进行的。如果忽视分析空间几何关系与平面图样之间的对应关系,只是试图用书本上的某些结论去解决问题;或者只注意空间几何关系,而抛开书本上已经归纳出来的投影规律;或者试图凭自己用模型比拟空间情况来直接获得答案;更有甚者用初等几何知识中三角函数的计算方法来获得答案。这都会给本门课程的学习带来困难。

3. 由于本门课程是一门技术基础课,因此它的实践意义十分重要。在初等几何的学习里,是在已有的公理和定理的基础上论证解题的一般方法。而在画法几何的学习中,解决问题就必须精确地把求解过程用图样画出来。如果学生只能从理论上叙述和证明问题而不能绘出图样来,仍然意味着问题没有得到解决。因此,在整个学习过程中:必须着重研究各种图例,课后的复习不能单纯地停留在书本的阅读上。而是在阅读的同时,用绘图工具在图纸上绘制出解题过程(即是做习题的过程)。只有这样,不但易于了解本门课程中的内容,而且确实能够掌握画法几何的投影原理及其具体的应用;必须经常地进行系统的(即每一章)小结,同时还必须完成一定数量的习题来巩固所学的内容;必须有意识地培养耐心、细致和踏实的学习作风,养成绘图精确、图面整洁和字体工整的作图习惯。

目 录

绪言	1
第1章 投影	2
1.1 投影概念及投影法的分类	2
1.2 点、直线、平面正投影的基本性质	4
1.3 立体的三面投影图	7
第2章 点和直线	12
2.1 点的二面及三面投影	12
2.2 点的投影与直角坐标的关系	16
2.3 两点的相对位置	18
2.4 直线的投影和属于直线的点	20
2.5 特殊位置直线	24
2.6 一般位置直线的实长及其对投影面的倾角	26
2.7 两直线的相对位置	30
2.8 一边平行于投影面的直角的投影	33
复习思考题	36
第3章 平面	37
3.1 平面的表示法	37
3.2 各种位置的平面	39
3.3 平面上的直线和点	43
复习思考题	49
第4章 直线与平面、平面与平面的相对位置	50
4.1 直线与平面、平面与平面平行	50
4.2 直线与平面、平面与平面相交	54
4.3 直线和平面垂直 平面与平面垂直	61
4.4 关于空间几何元素的综合问题	66
复习思考题	74

第5章 投影变换	75
5.1 概述	75
5.2 换面法	76
5.3 绕垂直轴旋转法	88
复习思考题	95
第6章 平面立体	96
6.1 棱柱与棱锥	96
6.2 平面立体的表面取点	101
6.3 平面与平面立体相交	103
6.4 直线与平面立体相交	109
6.5 两平面立体相交	112
6.6 同坡屋面	118
复习思考题	123
第7章 曲面立体	124
7.1 曲线	124
7.2 曲面	128
7.3 曲面立体的投影	143
7.4 平面和曲面体相交	149
7.5 直线和曲面体相交	156
7.6 平面体和曲面体相交	160
7.7 两曲面体相交	163
第8章 轴测投影	171
8.1 概述	171
8.2 正等测	173
8.3 斜轴测	183
8.4 剖截轴测图	187
8.5 轴测图的选择	189
复习思考题	193
第9章 展开图	194
9.1 平面立体的表面展开	194
9.2 曲面立体的表面展开	198
复习思考题	206

第 10 章 标高投影	207
10.1 点和直线的标高投影	207
10.2 平面的标高投影	210
10.3 曲面的标高投影	215
10.4 地形面的标高投影	217
复习思考题	221
参考文献	222

绪 言

无论是建造房屋或是制造机器、设备等,通常都需要先将设计意图画成工程图样,然后按照图样进行施工或制作。因此,工程图样是工程建设中的重要技术文件,是工程技术人员进行技术交流必不可少的工具,是工程界共同的技术语言。

然而,任何建筑物或机器、设备等都是由各种不同形状的空间形体构成的,如何在一个平面上(例如在图纸上)准确地表达出具有长、宽、高三个尺度的空间形体,是绘制工程图样需要解决的根本问题。画法几何正是研究在平面上如何表示空间形体的理论和方法的一门学科,它的主要任务是:

①研究空间几何要素(点、线、面)和几何形体在二维平面上的表示方法,即所谓图示法。

②阐述在二维平面上利用图形来解答空间几何问题的方法,即所谓图解法。

此外,在建筑设计中,为了更直观、更形象地表达所设计的对象,常常需要画出建筑物的立面渲染图或透视渲染图,并在所画的渲染图上绘制出建筑物在一定光线照射下的阴影。因此,建筑阴影及透视的绘制原理和方法也是画法几何这门学科所要讨论的重要内容。

由于画法几何所研究的是空间形体与它在平面上的图形之间的关系,因而在学习图示法和图解法的过程中,可以逐步培养我们的空间想像力和空间分析能力。不断提高这种空间思维能力,不仅有助于我们学好建筑制图及其他后续课程,而且对今后从事工程设计、施工和进行科学研究是大有裨益的。

画法几何是一门既有系统理论又具有较强实践性的基础技术学科,必须坚持理论联系实际的风气。首先要认真学好投影的基本理论和基本概念,熟练掌握一些最基本的作图方法。其次要通过大量的练习,不断训练自己的空间分析能力,搞清空间几何元素或空间形体与平面图形之间的对应关系。只有经常通过从形体画投影图,再从投影图想像形体的反复实践,才能巩固所学理论和提高空间思维能力。

第 1 章

投 影

1.1 投影概念及投影法的分类

人们在日常生活所见到的物体都有一定的长度、宽度和高度(或厚度),要在一个只有长、宽尺度的平面上(如一张纸上)表达出物体的形状和大小,可以采用投射的方法。

例如,要在平面 P 上画出一长方形物体的图形,可在该物体的前面设一光源 S ,在光线的照射下,物体将在平面 P 上落下一个多边形的影;当光线的照射角度或距离改变时,影子的位置及形状将随之改变,但是这个影子只反映出物体的轮廓,却表达不出物体的形状,如图 1.1(a)所示。如果假设光线能够透过物体,而将长方体的各个顶点和各条棱边都在平面 P 上落下影,则这些点和线的影就将组成一个能反映物体形状的图形,这个图形就称为物体的投

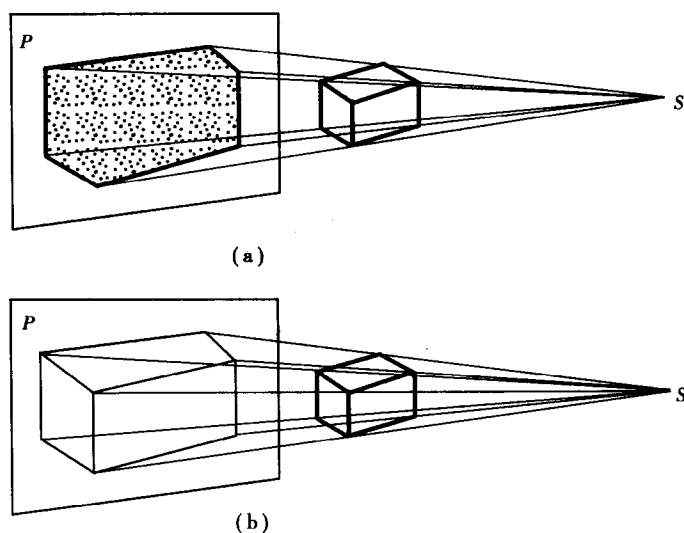


图 1.1 影与投影

影,如图 1.1(b)所示。光源 S 称为投射中心,连接投射中心与物体上的点的直线称为投射线,落影平面 P 称为投影面。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叫投影法。

根据投射中心与投影面的相对位置,投影法可分为两大类:

1.1.1 中心投影

当投射中心 S 与投影面 P 的距离为有限远时,所有投射线均从投射中心放射,用这种投射线作出的形体投影称为中心投影,作出中心投影的方法称为中心投影法,如图 1.2 所示。中心投影具有如下两个基本性质:

- 1) 直线的投影,在一般情况下仍为直线(若空间直线通过投影中心,其投影积聚为一点);
- 2) 属于直线的点,则该点的投影必属于该直线的投影(所属性),如图 1.2 所示。

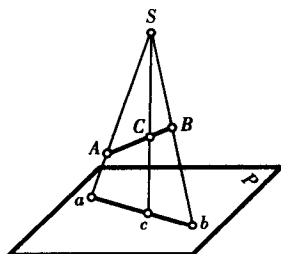


图 1.2 中心投影

1.1.2 平行投影

当投射中心 S 与投影面 P 相距无限远时,可视投射线相互平行,用平行投射线作出的形体投影称为平行投影,作出平行投影的方法称为平行投影法,如图 1.3 所示。

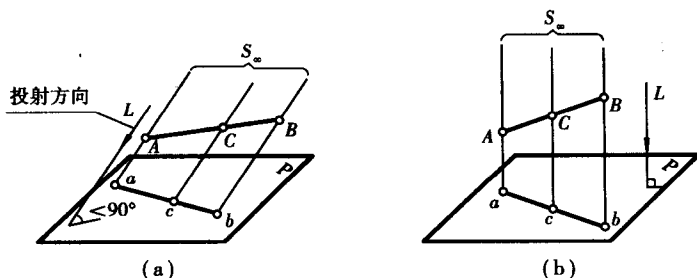


图 1.3 平行投影

平行于投射线的方向叫做投射方向。根据投射方向的不同,平行投影又分为斜投影和正投影两种,前者投射方向倾斜于投影面,如图 1.3(a)所示,后者投射方向垂直于投影面,如图 1.3(b)所示。

由于平行投影是中心投影的特殊情况,所以它不仅具有前述中心投影的特性外,还具有如下特性:

- 1) 点分直线段成某一比例,则该点的投影也分该线段的投影成相同比例(定比性),如图 1.3 所示;
- 2) 互相平行的直线,其投影仍然互相平行(平行性),见图 1.4;
- 3) 平行二直线段的真长比,等于此二直线段的投影长度比(平行定比性),见图 1.5。

用中心投影法可在一个投影面上绘出形体的透视图(图 1.6),这种图和用眼睛看到的形象一样,显得十分逼真,但各部分的真实形状和大小都不能在图中直接量度,其作图过程又很繁杂,在建筑设计中常用来研究房屋的造型和空间处理。

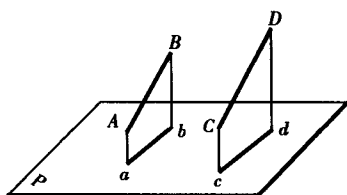


图 1.4 平行性

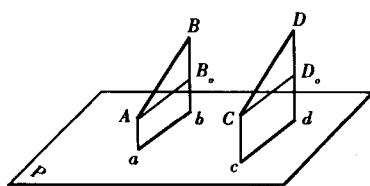


图 1.5 平行定比性

用平行投影法(斜投影和正投影)可以在一个投影面上绘出形体的轴测投影图(图 1.7、图 1.8),这种图富有立体感,但不如透视图自然、逼真,作图过程较透视图简便。

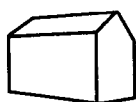


图 1.6 透视图

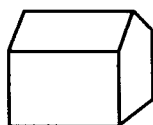


图 1.7 斜轴测图

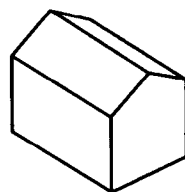


图 1.8 正轴测图

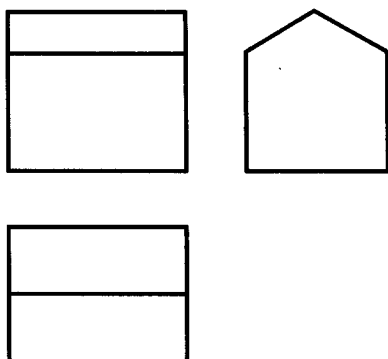


图 1.9 三面正投影图

透视图和轴测图都是单面投影图,与人们看实际形体时所得到的印象比较一致,容易看懂,但对形体的表达却不全面,其作图过程又较麻烦,因此在工程中只用作辅助图样。

用正投影法在两个或两个以上相互垂直的、并分别平行于形体主要表面的投影面上,绘出形体的正投影图,再把所得到的正投影图按一定规则画在同一个平面上(图 1.9)。这种图能如实地表示形体的形状和大小,而且作图简便,所以他是工程中最主要的图样。但这种图样缺乏立体感,需要经过一定的训练才能看懂。

1.2 点、直线、平面正投影的基本性质

任何形体都是由点、线、面所组成,要认识和掌握形体正投影规律,就得先了解点、线、面正投影的基本性质。点、直线、平面的正投影除了具有平行投影的特性外,还具有下述投影特性:

1. 类似性

点的正投影仍是点(如图 1.10(a)所示)。

直线的正投影在一般情况下仍旧是直线;当直线倾斜于投影面,其投影短于实长(图 1.10(b))。

平面的正投影在一般情况下仍旧是平面;当平面倾斜于投影面,其投影小于实形,其投影图形和空间平面图形类似(图 1.10(c))。

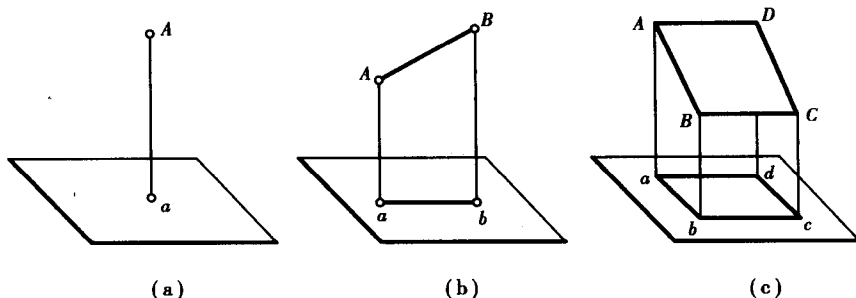


图 1.10 正投影的类似性

2. 全等性

直线平行于投影面,其投影反映实长(图 1.11(a))。

平面平行于投影面,其投影反映实形(图 1.11(b))。

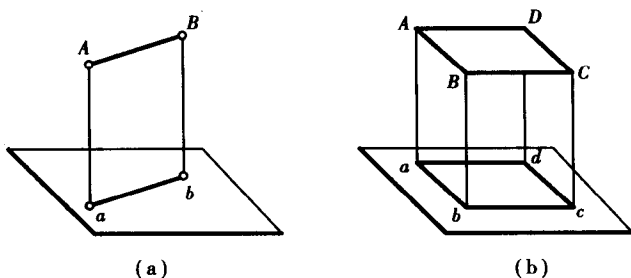


图 1.11 平行投影的全等性

3. 积聚性

直线垂直于投影面,其投影积聚为一点(图 1.12(a));属于直线的任一点的投影也积聚在这一点上(图 1.12(b))。

平面垂直于投影面,其投影积聚为一直线(图 1.12(c));属于平面的任一点,任一直线或任一图形的投影也都积聚在这一直线上(图 1.12(d))。

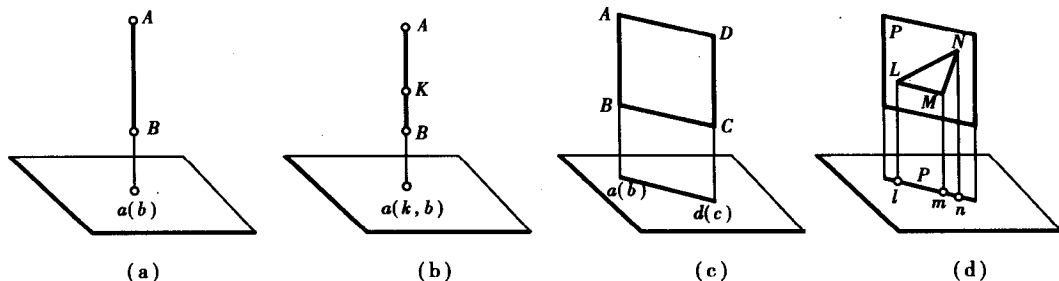


图 1.12 正投影的积聚性

4. 重合性

两个或两个以上的点、线、面具有同一投影时,则称它们的投影重合(图 1.13(a)、(b)、(c))。

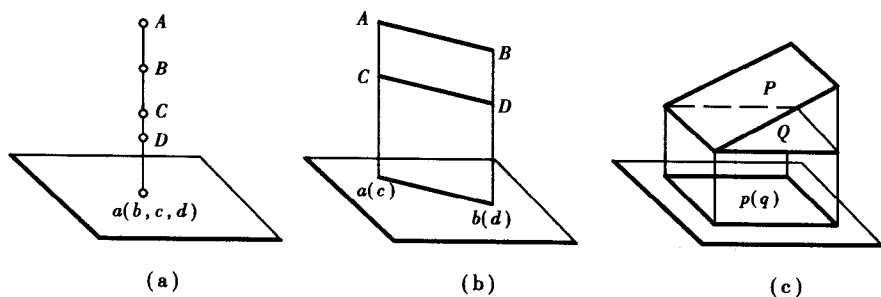


图 1.13 正投影的重合性

积聚性和类似性是两个很重要的性质,前者能帮助我们确定属于平面的点的投影及想出平面的空间位置;后者能帮助我们预见平面的投影形状,避免在作图时发生差错。

以上讨论说明,当给定投影条件,在投影面上,总是可以作出已知形体惟一确定的投影,并且知道形体的哪些几何性质在投影图上保持不变,而哪些是改变的。但是反过来由投影重重点、线、面的原形和空间位置,答案则不是惟一的。试看图 1.14 给出空间一点 A (图 1.14 (a)),为作出 A 点在水平投影面 H 上的正投影,我们过 A 点向 H 面引垂线,所得垂足 a ,即是 A 点的正投影。相反,如果要由投影 a (图 1.14 (b)) 重重点在空间的位置,则不可能。因为,投射线上的所有点,如 $A, B, C, \dots$,都可以作为投影 a 在空间的位置。

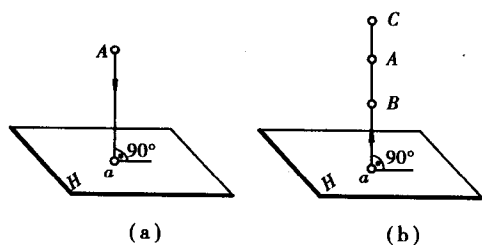


图 1.14 点的单面正投影及其可逆性问题

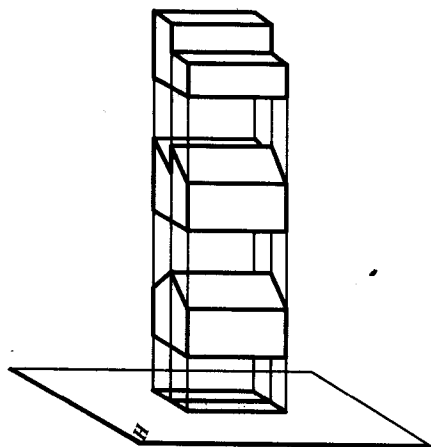


图 1.15 立体的单面正投影及其可逆性问题

再看图 1.15,投影面 H 上的正投影,可以是双坡房屋的投影,也可以是锯齿形房屋的投影,还可以是一个台阶的投影,或其他形体的投影。这就是说,目前所得的投影图还不具有“可逆性”。为使投影图具有“可逆性”,在正投影的条件下,可以采用多面正投影的方法来解决。

为叙述简单起见,以后除特别指明外,正投影一律简称投影,直线段或平面图形简称直线或平面。

为了便于教和学,便于校对,特作出约定符号:

空间点用大写字母 $A, B, C, \dots$ (或 I、II、III...) 标志,其在水平投影面上的投影用小写字母

$a, b, c \dots$ (或 $1, 2, 3 \dots$) 标志。

空间平面用大写字母 $P, Q, R \dots$ 标志, 其在水平投影面上的投影用小写字母 $p, q, r \dots$ 标志。

1.3 立体的三面投影图

具有可逆性的投影图, 在工程实践中被广泛应用的是物体的三面投影图。物体的三面投影图是利用平行投影中的正投影法画出来的。

试把一长方体(四棱柱)如图 1.16 放在水平投影面 H 的上方, 并使长方体的上、下底和 H 面平行。然后, 用正投影法将长方体向 H 面投射, 得到长方体的水平投影为一矩形, 该矩形即为长方体的水平投影图。它是长方体上、下底投影的重合。矩形的四条边又分别为长方体正、背面和左、右侧面投影的积聚。由于长方体的上、下底平行于 H 面, 所以它又反映了长方体上、下底的真实形状以及长方体的长度和宽度。但是, 却反映不出长方体的高度。即不能由一个投影反过来确定上、下底的空间位置。

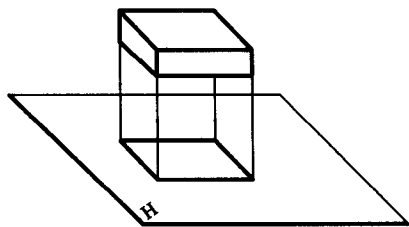


图 1.16 长方体的 H 面投影

因此, 再设一个和水平投影面 H 垂直, 并与长方体的正、背面平行的正立投影面 V 。 V 面和 H 面相交于 OX 直线, 叫做投影轴 X 轴。再用正投影法将长方体向 V 面投射, 得到长方体的正面投影也为一矩形, 此矩形即为长方体的正面投影图。它是长方体正、背面投影的重合。矩形的四条边又分别为长方体上、下底和左、右侧面投影的积聚。由于长方体的正、背面平行于 V 面, 所以它又反映出长方体正、背面的真实形状以及长方体的长度和高度(图 1.17(a))。

在长方体的正面投影图和水平投影图中, 长方体的上、下底面和正、背面的真实形状以及长方体的长度、宽度和高度都反映出来了(图 1.17(b))。但是, 如此用相互垂直的两个平面上的图形来表达形体的空间存在, 是不适应于科研、生产要求的。我们必须在只有两个向度的图纸上来表达出具有三个向度的形体。因此, 我们设想 V 面不动, 将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , 于是 H 面和 V 面就展开到一个平面上了(图 1.17(c))。这样展开到一个平面上的两个投影图, 叫做二面正投影图(我们简称为二面投影图)。这种用两个相互垂直的投影面所组成的投影面体系, 叫做二投影面体系。

我们注意到, 正面投影图和水平投影图是上下对正的。两个投影图之间的连线, 称为联系线, 它是垂直于 X 轴的。

既然已知正面投影图和水平投影图是上下对正的, 两个投影图之间的联系线是垂直于 X 轴的, 而投影面的大小又是任意的, 故在投影图中, 投影面的边框和轴以及投影图间的联系线都没有必要画出来了(图 1.17(d))。

以上是说明将物体用二面正投影图来表达的过程, 是制图的过程, 是从物到图的过程。我们识图的时候, 一般情况下实物并不存在, 就要从图到物, 根据投影图来想像它们表达的是什么形状的物体。

我们看二面投影图时, 不要仅仅分别看成是具有长度、宽度的矩形或具有高度、长度的矩

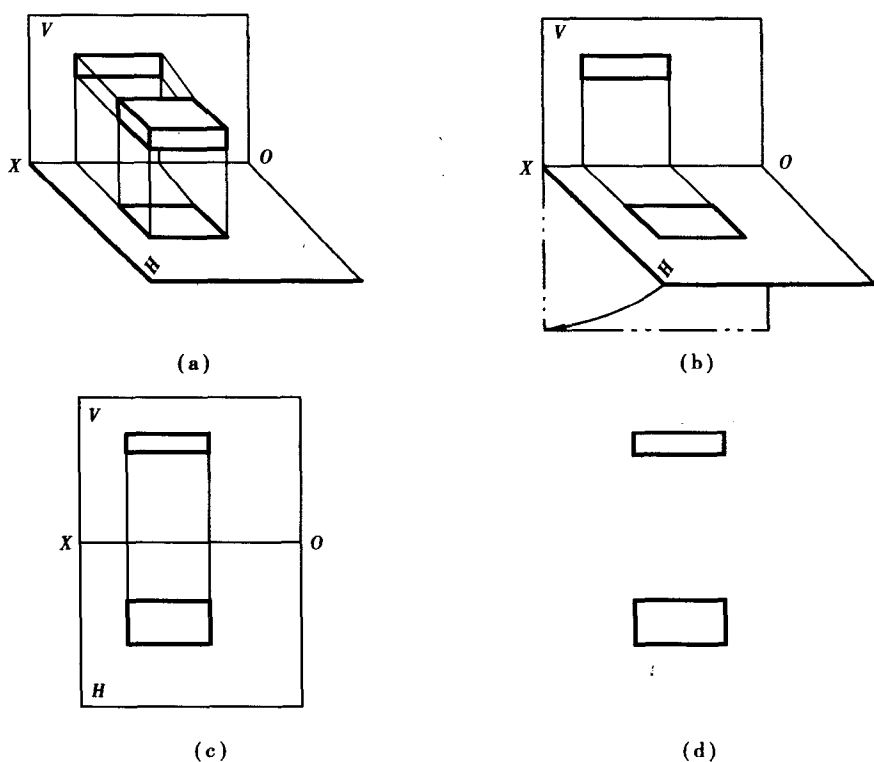


图 1.17 长方体的二面正投影图的形成及展开

形。而是要运用正投影的基本性质,参照两个投影图,来确定几何元素的空间位置及其几何性质,揣摩其构成,进而想像形体的空间状况。

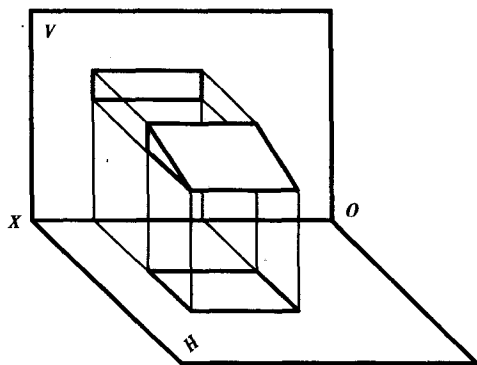


图 1.18 三棱柱的三面投影

读上述的二面正投影图,我们一般可能把它们所表达的形体想像为一长方体。但是,把它想像成如图 1.18 所示形体也是正确的。我们还可以想出其他的形象和情况来。因为图 1.17 的二面投影的两个矩形,是同时平行于各自投影面的相互平行二平面的投影的重合;而图 1.18 的二面投影的两个矩形,则是一个倾斜于投影面的平面与平行于各自投影面的平面的投影的重合。因此,图 1.17、图 1.18 的投影图虽同,却来自两个不一样的形体。

于是,我们在上述包含有 H 面和 V 面两个投影面的二投影面体系的基础上,增设第三投影面 W ,把它叫做侧立投影面,并使 W 面同时垂直于 H 面和 V 面。 W 面与 H 面相交于 OY 直线叫 Y 轴,与 V 面相交于 OZ 直线叫 Z 轴。这三个相互垂直的投影面的交线 X 轴、 Y 轴和 Z 轴,相交于一点 O ,称为原点。

我们已使长方体上、下底平行于 H 面;正、背面平行于 V 面。由于所设 W 面与 H 面、 V 面

相互垂直,故长方体的左、右侧面必平行于 W 面。再用正投影法将长方体向 W 面投射,得到长方体的侧面投影也为一矩形,该矩形即为长方体的侧面投影图。它是长方体左、右侧面投影的重合。矩形的四条边又分别为长方体上、下底面和正、背面投影的积聚。由于长方体的左、右侧面平行于 W 面,所以它又反映出长方体左、右侧面的真实形状以及长方体的宽度和高度(图1.19(a))。

还须指出,我们是以观察者面对形体和投影面体系。而以观察者自身的左、右来命名其左、右的。按照这个规定,右侧立投影面上得出的是形体的左侧面图形。

我们同样设想 V 面不动,把 H 面和 W 面沿 OY 轴分开,并分别绕 OX 轴、 OZ 轴向下、向右后旋转 90° ,使三个投影图展开到一个平面上(图1.19(b))。这样展开到一个平面上的三个投影图(图1.19(c)),就是在科研、生产实践中常用的三面正投影图(我们简称为三面投影图)。这种用三个相互垂直的投影面所组成的投影面体系,叫做三投影面体系。

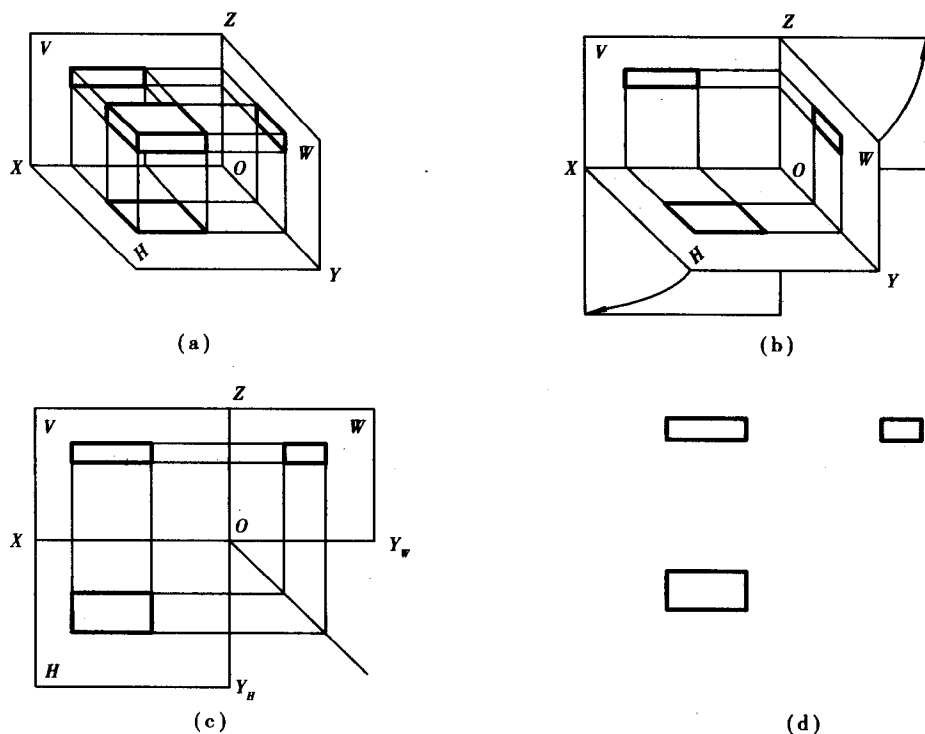


图 1.19 长方体的三面投影图的形成及展开

我们同样注意到,在三面正投影图中,三个投影图两两之间的联系线分别垂直于它们相应的投影轴。正面投影图和水平投影图的长度是上下对正的,正面投影图和侧面投影图的高度是左右平齐的,水平投影图和侧面投影图的宽度展开前后是相等的。这种“长对正、高平齐、宽相等”的现象,称之为“三等”关系。

同样,在投影图中,投影面的边框和轴以及投影图间的联系线都没有必要画出来(图1.19(d))。

还须强调指出,当确定形体在投影面体系中的空间位置时,要尽可能使其主要面分别平行于各投影面,使它们在投影图中能反映出真实形状和大小。

例 1.1 根据形体的轴测投影图(或模型)画其三面投影图(图 1.20)。

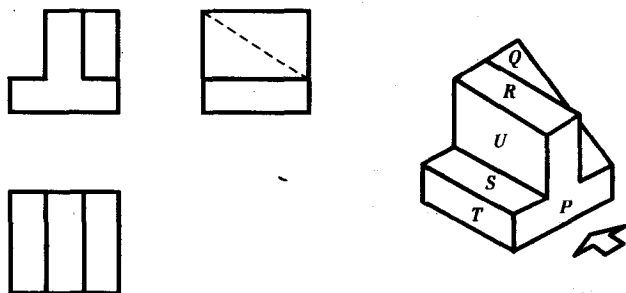


图 1.20 由轴测图画三面正投影图

1. 选择形体方位

(1) 形体的正面投影图是主要的投影图。我们希望它能给人以该形体一个明显的印象或概貌。所以,应使正面投影最能呈现形体的特征。

(2) 就几何形体而言,其空间位置,应按其习惯,务使合乎常态。对工程形体应考虑其加工和工作状况,合乎生产实践的需要。

(3) 为了把形体的内外部形状都反映在投影图中,我们把不可见的图线画成虚线。虚线既是不可见线,因此我们希望在能把形体内外形状都反映出来的情况下,在各投影图中,尤其是正面投影中,虚线尽可能地少。

2. 进行线面分析

在图 1.20 中,形体的轴测投影图前的箭头所指方向,表示选定形体的正面投射方向。由此,该形体上、下底平行于 H 面,左右侧面平行于 W 面。形体的 P 面和背面平行于正立投影面,其正面投影反映实形; Q 面倾斜于正立投影面,其正面投影小于实形;其他各面均垂直于正立投影面,其正面投影皆积聚为直线,并与 P 面、 Q 面及背面的正面投影的线框重合。 P 面和 Q 面的正面投影又与背面(不可见面)的正面投影重合。这些投影的组合,便是该形体的正面投影。

形体的 R 面、 S 面和底面平行于水平投影面,其水平投影反映实形。 Q 面倾斜于水平投影面,其水平投影也小于实形。其他各面均垂直于水平投影面,其水平投影皆积聚为直线,并与 Q 面、 R 面、 S 面及底部的水平投影的线框重合。 Q 面、 R 面、 S 面又与底面(不可见面)的水平投影重合。这些投影的组合,便是该形体的水平投影。

形体的 T 面、 U 面及另二侧面平行于右侧立投影面,其侧面投影反映实形。其他各面均垂直于右侧立投影面,其侧面投影皆积聚为直线,并与 T 面、 U 面及另二平行于侧立投影面的侧面的投影线框重合。 T 面、 U 面又与平行于侧立投影面的另二不可见侧面的侧面投影重合。这些投影的组合,便是该形体的侧面投影。同时,在这侧面投影中, Q 面为不可见,应积聚为虚线。

3. 绘三面投影图

三面投影图的绘制见图 1.20 的左方。三面投影图的形状、大小、位置,以轴测图(或模型)所示为准。并应注意三面投影图间的位置关系及其投影的“三等”关系。

例 1.2 读形体的三面投影图,想像其空间形状(图 1.21)。

试看图 1.21 的三面投影图,可见其正面投影能反映形体的前后面形状及上下、左右各面的相对位置,却不能显示出前后面的相对位置(约定离观察者近者为前,远者为后);水平投影