



普通高等教育规划教材

画法几何学



陈忠建 杨永跃 主编

机械工业出版社

CHINA MACHINE PRESS



画法几何学

陈忠建 杨永跃 主编

第 1 版 (1991) 目录页

第 1 版 (1991) 目录页

8.80K

1.00K

机械工业出版社

式 00 34

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

本书是根据高等工业学校“画法几何及机械制图课程教学基本要求”(机械类 90~120 学时)的精神编写的,可供机械类各专业使用。

本书内容有:绪论,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,立体,平面与立体相交,立体与立体相交,立体表面展开和轴测图共 12 章。

本书除作为高等工业学校机械类各专业《画法几何学》课程教材外,也可作为高等职业技术大学、函授大学、电视广播大学有关专业教材和科技人员、自学人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何学/陈忠建,杨永跃主编. —北京:机械工业出版社, 2003.8

ISBN 7-111-12304-2

I. 画... II. ①陈... ②杨... III. 画法几何 IV. 0185.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 041864 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码:100037)

责任编辑:黄丽梅

封面设计:张 静 责任印制:闫 焱

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·6.375 印张·246 千字

0 001—7 000 册

定价:18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据高等工业学校“画法几何及机械制图课程教学基本要求”(机械类 90~120 学时)的精神编写的,适用于机械类各种专业的画法几何教学,也可作为土建类各专业的教学参考书。

本书依据投影原理,运用几何抽象的方法,深入浅出地阐述图示法和图解法,为工程图样“物—图”转换提供了理论基础和基本方法。旨在培养学生的空间思维能力,锻炼提高分析和解决空间几何问题的能力。

本书内容安排合理,方便教学,有利自学,贯彻“少而精”,又考虑其理论的完整性,有些内容可根据专业需要进行取舍。全书共分 12 章,包括:绪论,点、线、面的投影,投影变换,曲线曲面,立体,平面与立体相交,立体与立体相交,展开图,轴测投影图。

在内容分析,图例选择等方面,吸收了国内外同类教材的精华及我校多年的教学经验,紧扣原理,引导思维,由浅入深,由详到略,循序渐进,突出重点,融化难点。凡属容易的内容,尽量简明扼要;凡属可能自学的内容则略微详细;凡属初次出现或重点难点的内容,一般附有直观图,以便学生了解空间状况,借此建立立体感;部分例题插图将已知条件和作图过程分开,有利于学生复习时再练一遍。

本书由陈忠建、杨永跃主编。参加编写的有:陈忠建(第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章),黄皖苏(第 11 章、第 12 章、),杨永跃(第 8 章、第 9 章、第 10 章),阮五洲(第 2 章、第 6 章、第 7 章)。

李学京对全书进行了审核。

由于编者水平所限,书中难免有缺点和错误,恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 画法几何学的任务	1
1.2 投影法	2
1.2.1 投影法的基本知识	2
1.2.2 空间几何原形与其投影间的对应问题	3
1.2.3 常用工程图	4
思考题	6
第2章 点	7
2.1 点在两投影面体系中的投影	7
2.1.1 两投影面体系的建立	7
2.1.2 在两投影面体系第 I 分角(简称 V/H 体系)的投影	7
2.1.3 点的两面投影规律	8
2.1.4 其他分角内点的投影	8
2.2 点在三面投影体系中的投影	9
2.2.1 三面投影体系的建立	9
2.2.2 点在三面投影体系中的投影	9
2.2.3 点在三面投影体系中的投影规律	10
2.2.4 点的三面投影和直角坐标	11
2.2.5 特殊位置的点	12
2.3 两点的相对位置和重影点	13
2.3.1 两点的相对位置	13
2.3.2 重影点及可见性	14

思考题	15
-----------	----

第3章 直线	16
3.1 直线的投影	16
3.2 各种位置的直线	16
3.2.1 一般位置直线	16
3.2.2 特殊位置直线	17
3.3 一般位置直线的实长及倾角	20
3.4 属于直线的点	21
3.4.1 从属性不变	21
3.4.2 定比不变	22
3.4.3 直线的迹点	23
3.5 两直线的相对位置	24
3.5.1 平行两直线	24
3.5.2 相交两直线	26
3.5.3 交叉两直线	27
3.6 直角投影定理	28
思考题	30

第4章 平面	33
4.1 平面的表示法	33
4.1.1 平面的几何元素表示法	33
4.1.2 平面的迹线表示法	33
4.1.3 平面迹线的求法	34
4.2 各种位置平面	35
4.2.1 一般位置平面	35
4.2.2 投影面的垂直面	36
4.2.3 投影面的平行面	37
4.3 属于平面的点和直线	38

4.3.1 平面上取点	38	第 6 章 投影变换	61
4.3.2 平面上取直线	38	6.1 概述	61
4.3.3 属于特殊位置平面上的 点和直线	39	6.2 换面法	62
4.3.4 平面上的投影面 平行线	41	6.2.1 基本概念	62
4.3.5 平面内投影面 最大斜度线	41	6.2.2 点的换面	63
思考题	43	6.2.3 直线和平面的换面	66
第 5 章 直线与平面、平面与平面 的相对位置	44	6.2.4 综合问题	73
5.1 直线与平面、平面与 平面平行	44	6.3 旋转法	77
5.1.1 直线与平面平行	44	6.3.1 基本概念	77
5.1.2 平面与平面平行	45	6.3.2 绕投影面的垂直轴旋转	77
5.2 直线与平面相交、 两平面相交	47	6.3.3 绕投影面的平行轴旋转	86
5.2.1 直线与特殊位置 平面相交	47	6.4 斜投影法	89
5.2.2 一般位置平面与特殊 位置平面相交	48	6.4.1 几何元素在基本投影面 上的斜投影	89
5.2.3 直线与一般位置 平面相交	49	6.4.2 应用斜投影法解决画法几何 中的定位及度量问题	91
5.2.4 两个一般位置平面相交	50	思考题	94
5.2.5 综合性问题解法	52	第 7 章 曲线和曲面	95
5.3 直线与平面垂直、两平面 垂直	53	7.1 曲线	95
5.3.1 直线与平面垂直	53	7.1.1 曲线的形成和分类	95
5.3.2 两平面互相垂直	56	7.1.2 曲线的投影	95
5.4 距离和角度的度量	56	7.1.3 曲线的实长	96
5.4.1 距离的度量	57	7.2 圆的投影	97
5.4.2 角度的度量	57	7.2.1 投影面的平行面上圆 的投影	97
5.4.3 解题举例	58	7.2.2 投影面的垂直面上圆 的投影	97
思考题	59	7.2.3 投影面的一般面上圆 的投影	98
		7.3 曲面的概述	99
		7.3.1 曲面的形成	99
		7.3.2 曲面的分类和投影	100
		7.4 直线面	100
		7.4.1 柱面	100

7.4.2 锥面	102	思考题	143
7.4.3 不可展直线面	104	第 10 章 立体与立体相交	145
7.5 曲线面	106	10.1 概述	145
7.5.1 曲线回转面	106	10.2 直线与曲面立体相交	146
7.5.2 组合回转面	107	10.2.1 利用积聚性求贯穿点	146
7.5.3 变线曲面	108	10.2.2 利用辅助平面法 求贯穿点	147
7.6 螺旋线和螺旋面	110	10.2.3 利用换面法求贯穿点	147
7.6.1 螺旋线	110	10.3 平面立体与曲面立体相交	148
7.6.2 螺旋面	112	10.4 曲面立体与曲面立体相贯	150
7.7 曲面的切平面	116	10.4.1 积聚性表面取点法	150
7.7.1 切平面	116	10.4.2 辅助平面法	152
7.7.2 曲面切平面的求法	117	10.4.3 辅助球面法	155
思考题	118	10.4.4 两曲面立体相贯的 特殊情况	158
第 8 章 立体	120	10.5 *复合相贯线	159
8.1 平面立体	120	思考题	161
8.1.1 棱柱	120	第 11 章 立体表面展开	163
8.1.2 棱锥	121	11.1 平面立体表面的展开	163
8.1.3 平面立体的可见性	123	11.1.1 棱柱体表面的展开	163
8.2 回转体	124	11.1.2 棱锥体表面的展开	165
8.2.1 圆柱	124	11.2 可展曲面的展开	166
8.2.2 圆锥	126	11.2.1 圆柱面的展开	166
8.2.3 球	127	11.2.2 圆锥面的展开	168
8.2.4 圆环	129	11.2.3 相贯体表面的展开	169
思考题	130	11.3 变形接头的表面展开	171
第 9 章 平面与立体相交	132	11.4 不可展曲面的近似展开	173
9.1 平面与平面立体相交	132	思考题	175
9.1.1 平面与棱锥相交	133	第 12 章 轴测投影图	176
9.1.2 平面与棱柱相交	133	12.1 轴测投影图的基本知识	176
9.1.3 带切口的平面立体	134	12.1.1 轴测投影图的形成	176
9.2 平面与曲面立体相交	135	12.1.2 轴测投影图的性质 及两个重要定义	177
9.2.1 平面与圆柱相交	136		
9.2.2 平面与圆锥相交	138		
9.2.3 平面与圆球相交	140		
9.3 平面与组合体相交	141		

12.1.3 轴测投影图的分类 ...	178	12.2.6 非圆曲线和其他面上的 圆的轴测投影的画法 ...	186
12.2 正轴测投影图	178	12.3 正轴测图的画法	186
12.2.1 正轴测投影图的轴 向伸缩系数	178	12.3.1 平面立体正轴测图 的画法	186
12.2.2 正等轴测投影图的 轴向伸缩系数和轴 间角	179	12.3.2 回转体的正等轴测图 的画法	188
12.2.3 正二轴测投影图的轴向 伸缩系数及轴间角 ...	180	12.4 斜轴测图的画法	192
12.2.4 属于或平行于坐标 面圆的正轴测投影 ...	181	12.4.1 正面斜轴测图的轴间角 和轴向伸缩系数	193
12.2.5 属于或平行于坐标面圆 的正轴测投影椭圆的 近似画法	183	12.4.2 属于或平行于坐标面圆 的斜二轴测图	193
		12.4.3 斜二轴测图的画法 ...	194
		思考题	196

第1章 绪 论

1.1 画法几何学的任务

图样和文字、数字一样,也是人类借以表达、构思、分析和交流思想的基本工具之一。在现代工业中,设计和制造机床、车辆、船舶、采矿与冶金设备、化工设备、各种仪表或电子仪器等,用语言或文字很难说清楚,都必须先画出图样,然后根据图样加工,才能得到预想的结果。在使用这些机器、设备和仪表时,也常常要通过阅读图样来了解它们的结构和性能。因此,人们常说:“工程图样是工程界的共同语言”。每一个工程技术人员,如果不能熟练掌握它,是无法胜任工程设计和科研工作的。

画法几何学为工程图样提供了基本原理和基本方法。它是研究如何在平面上图示空间物体和图解空间几何问题的一门学科。因平面为二维,空间为三维,所以画法几何学也是研究二维和三维转换的学科。它为正确地图解空间几何问题提供了理论基础,为用平面图样完整地表达出空间工程物体提供了理论依据。

学习画法几何学的任务和目的主要有以下几点:

- (1) 学习平行投影的基本理论,特别是正投影法的原理和应用。
- (2) 学习用平面图形表达空间几何形体的图示法。
- (3) 熟练掌握空间几何元素的定位问题和度量问题的图解法。
- (4) 培养空间逻辑思维和空间想象能力。
- (5) 培养耐心细致的工作作风和认真负责的工作态度。

画法几何学的理论具有完整性和系统性,它的课程学习有一个鲜明的特点:用作图来培养空间逻辑思维和想象能力。即在学习的过程中,始终必须将平面上的投影与想象的空间几何元素结合起来。这种平面投影分析与空间形体想象的结合,是二维思维与三维思维间的转换。而这种转换能力的培养,只能逐步做到。首先,听课是学习课程内容的重要手段。课程中各章节的概念和难点,通过教师在课堂上形象地讲授,容易理解和接受;其次,必须认真地解题,及时完成一定数量的练习题。作图的过程是实现空间思维分析的过程,也是培养空间逻辑思维和想象能力的过程。只有通过解题、作图,才能检验是否真正地掌握了课堂上所学的内容。要密切联系与本课程有关的初等几何知识,着重训练二维与三维的图示和图解的相

互转换；第三，由于画法几何独特的投影描述，常表现为重叠的线，因而做题时的空间逻辑思维过程，无法一目了然地表现出来，时间久了很难回忆起来，容易忘记。建议解题时，用文字将步骤记录下来，对照复习，这样才能温故知新，熟练掌握所学的内容。

1.2 投影法

1.2.1 投影法的基本知识

在日常生活中，灯光和阳光照射物体时，会在地面、墙面上产生影子。人们把这种投影现象加以抽象，总结出投影理论，用以解决物和图的转换问题。

1. 中心投影

如图 1-1 所示，设空间有电灯、三角板 ABC 和一平面 P 。灯光照射到被投影物（三角板） ABC 在 P 面上留下影子 abc 。我们称 S 为投射中心， P 为投影面， ABC 为被投影的空间物体。光源、被投影物和投影平面是进行投影时不可缺少的条件，通常称为投影三要素。上述现象可抽象为经 S 和 A 、 B 、 C 各作一条直线 SA 、 SB 、 SC （ SA 、 SB 、 SC 称为投射线），与 P 平面分别交于 a 、 b 、 c 三点。 a 、 b 、 c 三点就是空间 A 、 B 、 C 三点在 P 平面上的投影。这种投射线都通过投影中心 S 点的投影，称为中心投影。同时规定，空间点用大写字母表示，投影点用同名称的小写字母表示。

2. 平行投影

将中心投影中的中心 S 移向无穷远，则投射线相互平行。这种投射线相互平行的投影，称为平行投影。平行投影又分为斜投影和正投影，前者投射线与投影面倾斜（图 1-2），后者投射线与投影面垂直（图 1-3）。

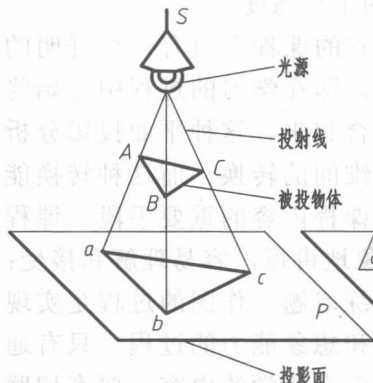


图 1-1 中心投影

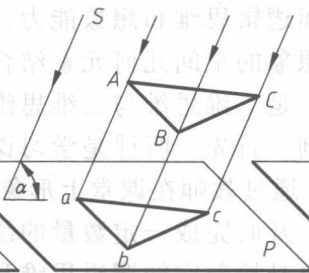


图 1-2 斜投影

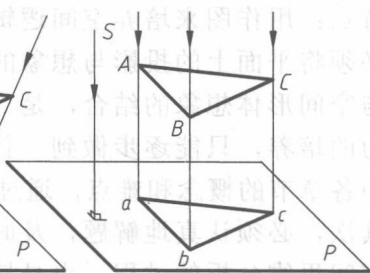


图 1-3 正投影

投射线相互平行且都垂直于投影面的投影称为正投影，它被广泛地用于工程上“物—图”转换的工具。

1.2.2 空间几何原形与其投影间的对应问题

1. 画法几何及其投影法主要研究空间几何原形与其投影之间的对应关系，即研究他们之间内在联系的规律性。其研究途径无非是讨论投影图上仍保持了哪些空间几何关系不变，而哪些几何关系有了变化和形成怎样的变化。尤其是要掌握住那些不变的关系，作为画图和看图的基本依据。

例如，平行投影有这样的规律：

(1) 平行两直线的投影仍相互平行：如图 1-4， $AB \parallel CD$ ，则 $ab \parallel cd$ 。

(2) 属于直线上的点，其投影仍属于直线的投影：如图 1-5 中的 G 点。

(3) 点分线段之比，投影后保持不变：如图 1-5， $EG:GF=eg:gf$ 。

上述规律，均可用初等几何的知识得到证明。

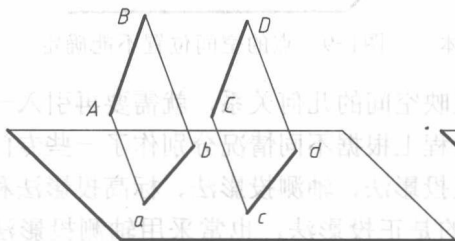


图 1-4 平面两直线

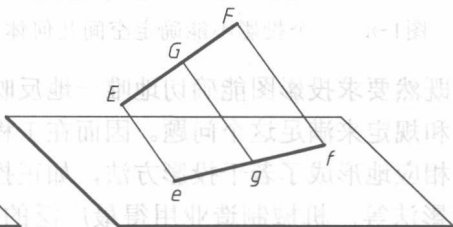


图 1-5

2. 工程上用的投影图，必须能确切地唯一地反映出空间的几何关系。前面只说明了有可能用一些投影规律来确定投影图。反过来，能否根据投影图唯一地确定空间几何关系呢？

事实上，只凭一个投影，不能反映唯一的空间情况。例如，图 1-6，投影图上有相互平行的两直线 $ab \parallel cd$ ，但对应到空间可能是相互平行两直线，如图 1-4，也可能是不平行的两直线 AB 和 CD ，如图 1-6。又如图 1-7，投影图上点 h 属于线段 ef ，即 $h \in ef$ 。但对应到空间的点 H ，可能是属于线段 EF ，也可能不属于线段 EF ，即可能 $H \in EF$ ，也可能 $H \notin EF$ 。再如图 1-8，投影面上的图像所表示的可能是几何体 I，可能是几何体 II，还可能是其他形状的几何体。

这是因为一个空间点有唯一确定的投影，每一条确定的投射线与投影面只能交于一点。如图 1-1A 点，但点的一个投影不能确定该点的空间位置，如图 1-9，当投射方向确定时，投影 a 可以对应投射线上的任意点 A_1 、 A_2 、 A_3 、……，也就是空间的点是不确定的。

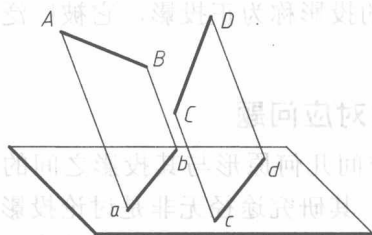


图1-6 空间两直线不平行

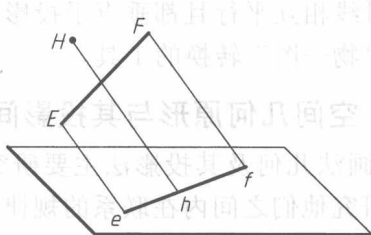


图1-7

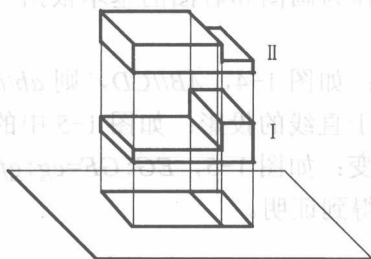


图1-8 一个投影不能确定空间几何体

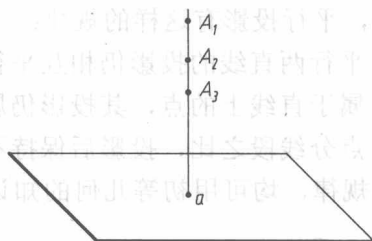


图1-9 点的空间位置不能确定

既然要求投影图能确切地唯一地反映空间的几何关系，就需要再引入一些条件和规定来满足这个问题。因而在工程上根据不同情况分别作了一些专门规定，相应地形成了若干投影方法，如正投影法、轴测投影法、标高投影法和透视投影法等。机械制造业用得最广泛的是正投影法，也常采用轴测投影法。

1.2.3 常用工程图

1. 多面正投影图

图 1-10a 表示工程上常见的用正投影法作出三视图的原理，它是典型的多面视图的例子。由于三视图（图 1-10b）真实地表达了零件的内外部结构和形状，配以尺寸标注和其他技术要求后，完全满足了机械加工的要求。

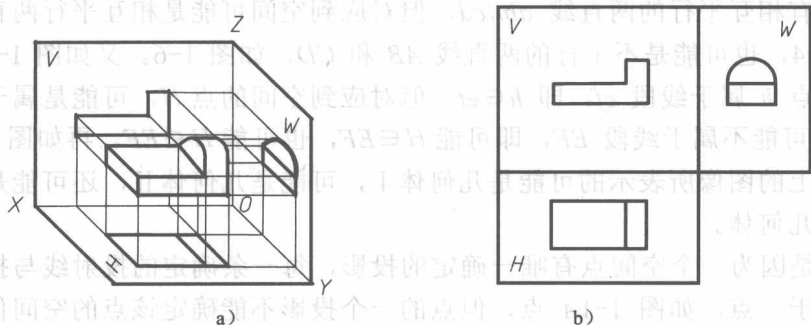


图1-10

a) 几何体的正投影 b) 几何体的正投影图

2. 轴测图

轴测投影法，是用平行投影法把几何形体的直角坐标（直角坐标与投影面位置有一定要求）投影到一个投影面上，所得到的投影图称为轴测图，图1-11 表示机械工程上常用的轴测图。它的优点是直观性较好，但度量性差，作图较繁。因此，在工程上常用作插图，以弥补多面正投影图直观性差的缺点。

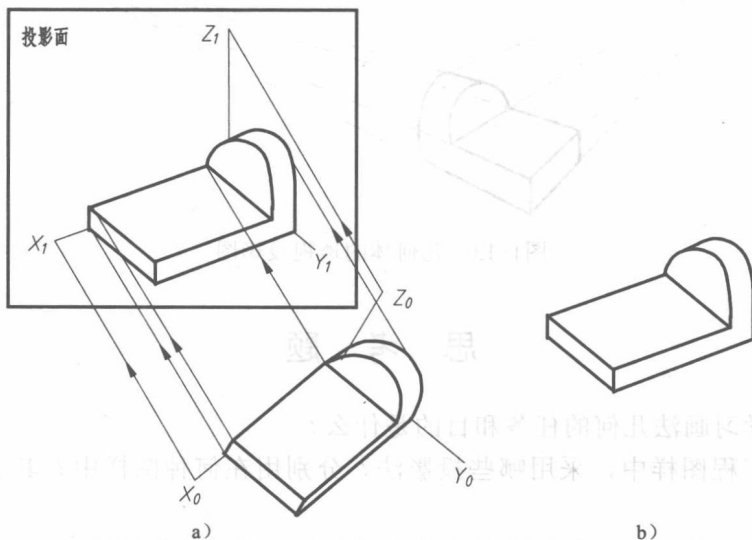


图1-11

a) 几何体的轴测投影 b) 几何体的轴测投影图

3. 标高投影图

用正投影将物体投影在一个水平面上并标出等高线的图，称为标高投影图。这种图常用在地图和土建工程中，用以表示地形和土工结构（图1-12）。

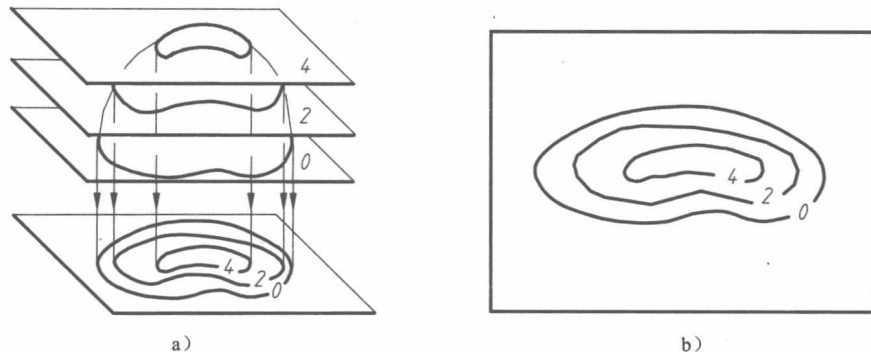


图1-12

a) 曲面的标高投影 b) 曲面的标高投影图

4. 透视图

透视图是根据中心投影法绘制的,它和人的眼睛实际看到的形象一样,所以图立体感较强。但由于不能真实地度量出物体的大小且作图繁琐,目前多在建筑工程上使用(图 1-13)。

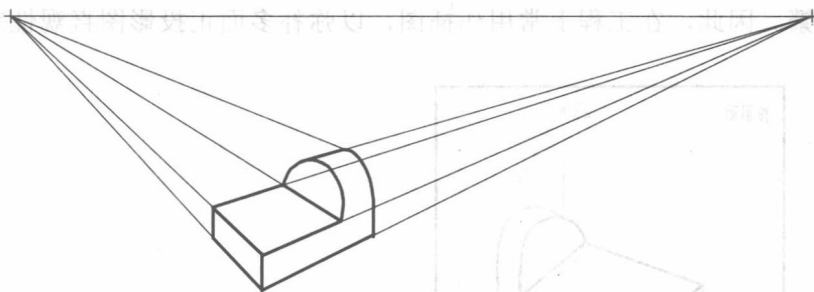


图1-13 几何体的透视投影图

思考题

1. 学习画法几何的任务和目的是什么?
2. 工程图样中,采用哪些投影法?分别用在何种图样中?其主要优点是什么?
3. 为什么点的一个投影不能确定其空间位置?如何解决?
4. 正投影特性有哪些?各种投影是否都有这些特性?



图1-14

第2章 点

点是几何形体中最基本的几何元素。凡画法几何学中用投影法表达和图解空间几何形体的作图，都可分解成点的投影作图来解决。可见牢牢掌握点的投影原理和作图方法对学习后继各章节是非常重要的。本章中还提及一些属于画法几何学的名词术语、作图规定、字符标记等，应能正确的理解和运用。

2.1 点在两投影面体系中的投影

由于点的一个投影不能确定该点的空间位置，故需建立投影面体系。

2.1.1 两投影面体系的建立

两投影面体系，是由相互垂直的两个面组成。水平放置的称为水平投影面 H 、垂直放置的称为正立投影面 V 。两投影面的交线 OX 称为投影轴（简称 OX 轴）。投影轴 OX 将 V 面分为上下两半，将 H 面分为前后两半，如图 2-1 所示。

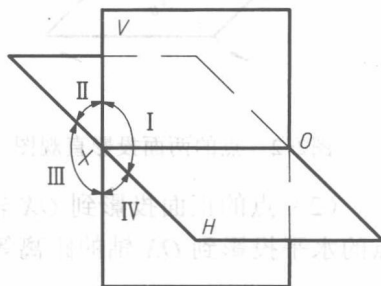


图2-1 两投影面体系

两投影面体系将空间分为四个区域：

分别称为第Ⅰ分角（ V 面前方， H 面上方）；第Ⅱ分角（ V 面后方， H 面上方）；第Ⅲ分角（ V 面后方， H 面下方）；第Ⅳ分角（ V 面前方， H 面下方）。下面着重讨论第Ⅰ分角中点的投影。

2.1.2 在两投影面体系第Ⅰ分角（简称 V/H 体系）的投影

如图 2-2 所示，设空间有一点 A ，从 A 点分别向 H 面和 V 面作垂线，得到水平投影 a 和正面投影 a' 。反之，由投影 a 和 a' 完全可以确定 A 点在空间的原来位置。只要从 a 和 a' 分别作 H 和 V 面的垂线，它们的交点便是 A 点在 V/H 体系中的空间位置。

为使两个投影 a 和 a' 画在一个平面上，画法几何学上规定：将 H 面绕 OX 轴，按图 2-2 中所示箭头的方向旋转 90° ，使 H 面与 V 面重合成一个平面（图 2-3a）。由于投影面可以认为是无限的，故在投影图上不画出它的边框线，这样便得到图 2-3b 所示的点的两面投影图。 OX 轴也可看成是 V 面在 H 投影面上的积聚性投影，反之， OX 轴也可看成是 H 面在 V 投影面上

的积聚性投影。投影图上的细实线 $a'a$ 称为投影连线，投影连线与投影轴的交点称为 a_x 。

2.1.3 点的两面投影规律

(1) 点的正面投影与水平投影的连线垂直于 OX 轴： $a'a \perp OX$ ；如图 2-2 所示，因投射射线 Aa 和 Aa' 组成的平面 Aaa_xa' 垂直于 H 面和 V 面，也垂直于 H 面和 V 面的交线 OX 轴，故平面 Aaa_xa' 上的直线 aa_x 和 $a'a_x$ 垂直于 OX 轴，即 $aa_x \perp OX$ 和 $a'a_x \perp OX$ 。当 a 随着 H 面旋转与 V 面重合时， $aa_x \perp OX$ 的关系不变。因此在投影图上 a 、 a_x 、 a' 三点共线，即 $a'a \perp OX$ （图 2-3）。

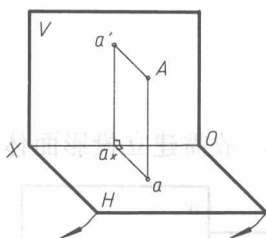


图2-2 点的两面投影直观图

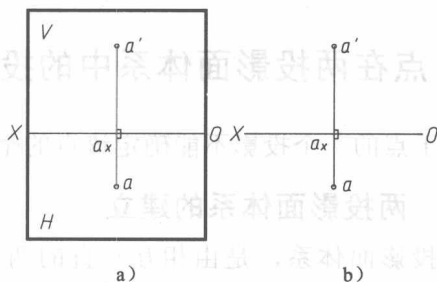
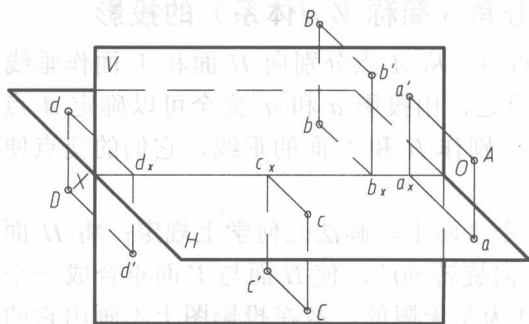


图2-3 点的两面投影图

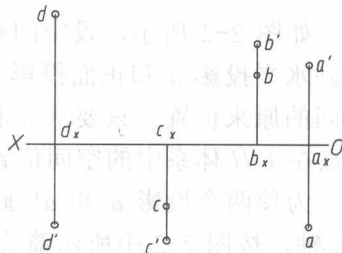
(2) 点的正面投影到 OX 轴的距离等于点到 H 投影面的距离： $a'a_x = Aa$ ；点的水平投影到 OX 轴的距离等于点到 V 投影面的距离： $aa_x = Aa'$ 。

2.1.4 其他分角内点的投影

位于两面投影体系中第 II、III、IV 分角内的点向 V 、 H 面投影的作图过程与第 I 分角内的情况一样，只是点的正面投影可能在 V 面的上半部或下一半；点的水平投影可能在 H 面的前半部或后半部（以 OX 轴为分界），如图 2-4a。



a)



b)

图2-4 各分角内点的投影

当 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° 时其前半与 V 面的下一半重合, 后半与 V 面的上一半重合, 故位于 III、IV 分角内的点其正面投影在 OX 轴的下方, 位于 I、II 分角内的点其正面投影在 OX 轴的上方, 如投影图 2-4b。

对照图 2-4, 点在各分角内两面投影的位置见表 2-1。

表 2-1 点在各分角内两面投影的位置

分角	I	II	III	IV
点的正面投影	OX 的上方	OX 的上方	OX 的下方	OX 的下方
点的水平投影	OX 的下方	OX 的上方	OX 的上方	OX 的下方

简称 I、III 分角点投影在两侧, II、IV 分角点投影靠一边。

应当注意: 位于各分角内点的两面投影其连线总是垂直 OX 轴, 且投影点到 OX 轴之间的距离分别反映空间点到对应投影面的距离。

2.2 点在三面投影体系中的投影

2.2.1 三面投影体系的建立

三面投影体系, 是在二面投影体系的基础上, 增加一个与 H 、 V 面均相互垂直的 W 投影面 (侧立投影面), H 面与 W 面的交线称为 OY 投影轴, V 面与 W 面的交线称为 OZ 投影轴 (图 2-5a)。三面投影体系将空间分为八个分角 (也称卦角), 分别称为第 I 到第 VIII 分角。下面只讨论第 I 分角 (国家标准规定我国使用第一分角)。

第 I 分角如图 2-5b 所示。

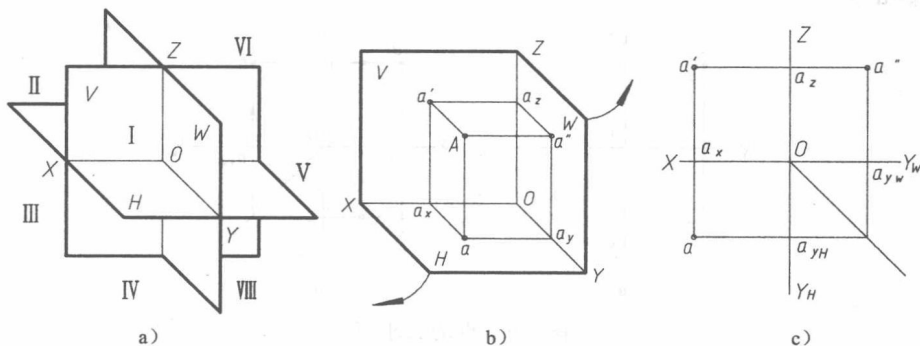


图2-5 三面投影体系及其点的投影

a) 八个卦角 b) 第 I 分角 c) 点的投影

2.2.2 点在三面投影体系中的投影

设空间有一点 A , 从 A 点分别向 H 面、 V 面和 W 面作垂线, 得到的交