

普通高等教育“十三五”规划教材

工程制图与 计算机绘图

Engineering Drawing and Computer Graphics

李虹 暴建岗 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

工程制图与计算机绘图

主 编 李 虹 暴建岗

副主编 吴晓军 刘 虎



机械工业出版社

本书是在编者总结多年教学经验和教改成果的基础上编写的,符合教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》。从培养具有实际动手能力的人才出发,本书以增强实践能力为重点,在注重基础理论的基础上侧重于实际应用。为便于学生巩固所学知识,强化实践环节,本书在重点章节后均增加了实例分析,以求探索建立具有独立学院教育模式的教材体系。

本书内容主要包括正投影基础,制图国家标准基本知识,绘图基本技能,立体,计算机绘图基础,轴测图,组合体,机件常用的表达方法,螺纹及螺纹紧固件,键、销、齿轮及弹簧,零件图,装配图和焊接图,共计13章。

本书可作为高等工科院校,尤其是工科独立学院的机械类和近机械类各专业画法几何及机械制图、工程制图等课程的教材,也可供其他院校师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与计算机绘图/李虹,暴建岗主编. —北京:机械工业出版社,2018.9

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-60487-7

I. ①工… II. ①李… ②暴… III. ①工程制图-高等学校-教材②计算机制图-高等学校-教材 IV. ①TB23②TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第201352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:舒恬 责任编辑:舒恬 杨璇 刘丽敏

责任校对:张薇 封面设计:张静

责任印制:常天培

北京铭成印刷有限公司印刷

2018年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18.5印张·451千字

标准书号:ISBN 978-7-111-60487-7

定价:45.00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

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，贯彻技术制图、机械制图和 CAD 制图等现行国家标准，并结合“山西省高等学校教学改革项目——独立学院工程制图课程群建设与研究”的教改成果和教学经验编写的。

本书面向各类工科院校的独立学院，本着“优化教材内容，注重基本知识、强化实践实用”的原则而编写，并具有以下特色。

1) 注重基础性。由于内容多，学时少，所以在编写本书时注重基本内容的精选、优化与整合，力求反映基本知识、基本理论、基本技能。

2) 体现先进性。紧密结合国际国内科学技术发展现状和趋势，传播新知识、介绍新标准。全书采用我国现行的技术制图和机械制图国家标准。

3) 将计算机绘图、机械制图有机地融入工程图学，给工程制图增添了活力，使本书的内容紧跟时代步伐，为培养学生的多向思维和创新思维提供了方法和思路。

4) 注重基本知识、强化实践实用。本书在立体、组合体、机件常用的表达方法、零件图、装配图这五章后均增加了实例分析，便于学生巩固所学知识，强化实践环节。

本书由李虹、暴建岗任主编，吴晓军、刘虎任副主编。参加编写的有：李虹（绪论、第 7 章、第 10 章、第 12 章及附录）、暴建岗（第 6 章、第 8 章）、吴晓军（第 9 章）、马春生（第 5 章、第 11 章）、刘虎（第 4 章、第 13 章）、白晨媛（第 1 章）、李素娟（第 2 章、第 3 章）。此外，李俊鹏、张少坤和刘彩花也参与了编写和稿件整理、校对工作。

本书由董国耀审阅并提出一些宝贵意见，在此表示诚挚的感谢。

本书在编写过程中得到中北大学信息商务学院领导的高度重视和支持，在此表示诚挚的感谢。

限于时间、水平和其他原因，书中难免存在缺点或不足，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第1章 正投影基础	3
1.1 投影法基础	3
1.2 点的投影	6
1.3 直线的投影	11
1.4 平面的投影	20
第2章 制图国家标准基本知识	28
2.1 国家标准概述	28
2.2 国家标准的基本规定	29
第3章 绘图基本技能	39
3.1 绘图工具简介	39
3.2 几何作图	42
3.3 平面图形分析及画法	47
3.4 徒手绘图	50
第4章 立体	53
4.1 三视图的形成及投影规律	53
4.2 平面立体	54
4.3 曲面立体	56
4.4 立体表面的截交线	60
4.5 回转体的相贯线	70
4.6 实例分析	77
第5章 计算机绘图基础	87
5.1 AutoCAD 基础知识	87
5.2 基本绘图命令	92
5.3 基本编辑命令	98
5.4 尺寸标注方法	104
5.5 AutoCAD 绘图实例	108
第6章 轴测图	112
6.1 轴测图的基本概念	112
6.2 正等轴测图	114
6.3 斜二等轴测图	119
第7章 组合体	121
7.1 组合体的形体分析及组合形式	121
7.2 画组合体视图	125
7.3 组合体的尺寸标注	129
7.4 读组合体视图	134
7.5 实例分析	141
第8章 机件常用的表达方法	146
8.1 视图	146
8.2 剖视图	150
8.3 断面图	161
8.4 其他表达方法	164
8.5 实例分析	167
8.6 第三角画法简介	170
第9章 螺纹及螺纹紧固件	172
9.1 螺纹	172
9.2 螺纹紧固件及其连接画法	179
第10章 键、销、齿轮及弹簧	186
10.1 键及其连接	186
10.2 销及其连接	188
10.3 齿轮	189
10.4 弹簧	193
第11章 零件图	197
11.1 零件图的作用和内容	197
11.2 零件表达方案的选择	198
11.3 零件图的尺寸标注	204
11.4 零件上常见的工艺结构	209
11.5 零件图上的技术要求	212
11.6 零件测绘	227
11.7 读零件图	230
11.8 实例分析	232
第12章 装配图	235
12.1 装配图的作用和内容	235
12.2 装配图的表达方法	237
12.3 常见装配结构的合理性	239
12.4 装配图的尺寸标注和技术要求	241
12.5 装配图中的零、部件序号和 明细栏	242
12.6 部件测绘和装配图的画法	244
12.7 读装配图和由装配图拆画 零件图	250
12.8 实例分析	256



第 13 章 焊接图	258	附录 B 标准件	269
13.1 焊缝符号	258	附录 C 极限与配合	279
13.2 焊缝标注的有关规定	261	附录 D 常用金属材料牌号及使用场合 举例	285
13.3 焊接图标注的实例	263	参考文献	287
附录	266		
附录 A 螺纹	266		

绪 论

1. 本课程的研究对象

在工程技术中,按照投影原理和技术规定绘制的能准确表达物体结构形状、尺寸、材料和技术要求等内容的图样,称为工程图样。工程图样与语言、文字一样,是人们表达和交流思想的工具。无论是制造机器设备,还是建造高楼、桥梁,都离不开工程图样。在产品的设计阶段,要通过工程图样来表达设计思想和要求;在生产、装配、检验的过程中,要以工程图样作为依据,了解设计要求,组织制造和指导生产;在使用、保养和维修产品时,要通过工程图样来了解产品的结构和性能。因此,工程图样是设计制造和使用产品过程中的一种重要的技术资料,是进行技术交流的重要工具,是工程界的技术“语言”。

随着计算机技术的迅猛发展,计算机图形学和计算机辅助设计已经广泛应用到各行各业,工程技术人员接受和处理的图形日益增加,这就要求工程技术人员除了要掌握图样的基本知识和投影理论,还必须掌握计算机绘图的基本方法和技能,并且应具备较高的图形表达能力和素质。

本课程是一门研究如何应用正投影的基本原理绘制和阅读工程图样的一门技术基础课。它是工院校学生一门重要的、必修的技术基础课。通过本课程的学习,可为学习后续的机械基础和非机械类专业课程以及提高自身的职业能力打下必要的基础。

2. 本课程的主要任务

- 1) 学习投影法(主要是正投影)的基本理论及其应用。
- 2) 培养空间形象思维能力和创造性构型思维能力。
- 3) 培养使用绘图软件绘制工程图样的能力。
- 4) 培养工程意识和贯彻、执行国家标准的意识。

3. 本课程的特点和学习方法

本课程是一门既有理论,又有较强实践性的技术基础课。因此学习本课程应坚持理论联系实际,既注重理论知识、基本方法的学习,又要重视动手能力,努力练好自己的基本功。

1) 在掌握基本概念的同时,要由浅入深地进行大量的绘图和读图实践,不断地做“由物画图”和“由图想物”的练习,既要想象构思物体的形状,又要思考作图的投影规律,使固有的三维形态思维提升到形象思维和抽象思维相融合的境界,逐步提高空间想象和思维能力。

2) 工程图样不仅是我国工程界的技术语言,也是国际上通用的工程技术语言,不同国籍的工程技术人员都能看懂。工程图样之所以具有这种性质,是因为工程图样是按国家标准的若干规则绘制的。因此学习本课程时,要养成严格遵守国家标准的习惯,认真细致,一丝不苟。

3) 在绘图中正确使用绘图工具,掌握绘图的技术和技巧,加强上机实践,逐步掌握绘图软件的应用和操作技能,以提高绘图能力。

4) 由于工程图样在生产中起着重要作用,绘图和读图的错误都会给生产带来损失,学习中要注意克服急躁情绪和随意、马虎等不良习惯,逐步养成认真负责、严谨细致、精益求精的良好作风。

5) 认真听课,用心完成作业,做到多画、多看、多记。只有这样,才能深刻领会课程内容,很好地将理论与实践相结合,不断提高绘图和读图能力。

第1章

正投影基础

本章内容提要

- 1) 投影法的概念、分类及投影特性。
- 2) 点的投影。
- 3) 直线的投影。
- 4) 平面的投影。

重点

- 1) 正投影法的投影特性。
- 2) 点的投影规律。
- 3) 各种位置直线的投影特性。
- 4) 各种位置平面的投影特性。

难点

掌握用直角三角形法求一般位置直线实长及其对投影面倾角的方法，并能灵活运用直线的实长、投影和直线与投影面倾角三者之间的关系求解一般位置直线实长及其对投影面倾角。

1.1 投影法基础

1.1.1 投影法的概念

物体在阳光的照射下，会在地面或墙面形成影子，而影子在一定程度上能反映出物体的形状、大小。人们根据这种简单的自然现象，进行抽象研究，形成了一套将三维空间形体在二维平面上进行表达的投影理论和投影法。投射射线通过物体向选定的投影面投射，并在该投影面上得到投影的方法，称为投影法。如图 1-1 所示，光源 S 为投射中心， SAa 、 SBb 、 SCc 为投射射线，平面 H 为投影面，点 a 、 b 、 c 为投射射线与投影面的交点，为点 A 、 B 、 C 在投影面上的投影， $\triangle abc$ 为 $\triangle ABC$ 在投影面上的投影。

1.1.2 投影法的分类

按照 GB/T 14692—2008 规定，投影法可以分为中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影法

投射射线均通过投射中心的投影法称为中心投影法，所得的投影称为中心投影，如图 1-1 所示。由于中心投影法得到的投影图立体感好，因而常用来绘制建筑物的透视图以及产品的

效果图。

2. 平行投影法

投射相互平行的投影法称为平行投影法，所得的投影称为平行投影，如图 1-2 所示。平行投影法又分为正投影法和斜投影法。

(1) 正投影法 投射垂直于投影面的投影法，称为正投影法，由正投影法得到的投影称为正投影，如图 1-2a 所示。

(2) 斜投影法 投射倾斜于投影面的投影法，称为斜投影法，由斜投影法得到的投影称为斜投影，如图 1-2b 所示。

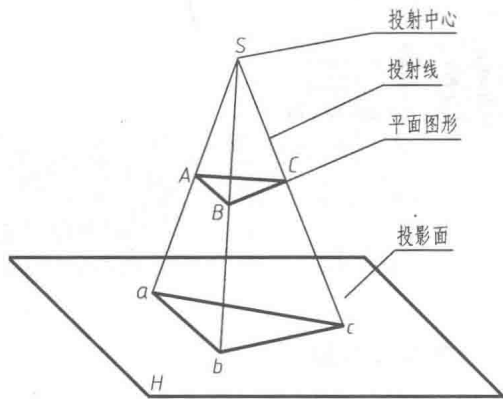


图 1-1 中心投影法

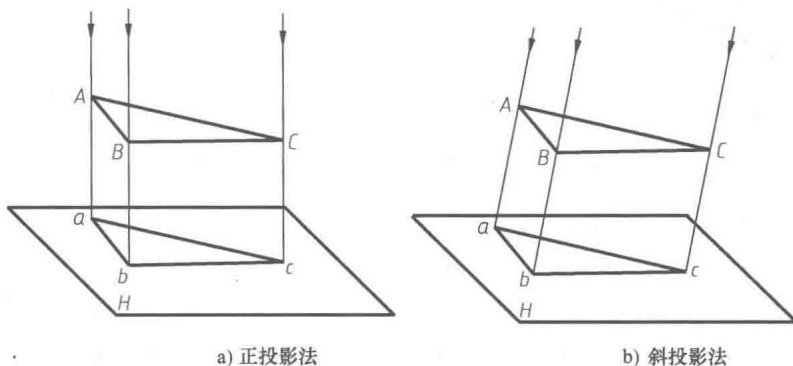


图 1-2 平行投影法

正投影法得到的投影度量性好，能反映出物体的真实形状和大小，所以工程图样主要用正投影法来绘制，通常将“正投影”简称为“投影”。本书中在没有特殊说明时均采用正投影法获得投影。

1.1.3 正投影法的投影特性

1. 实形性

当直线或平面图形平行于投影面时，其投影反映实形，如图 1-3 所示。

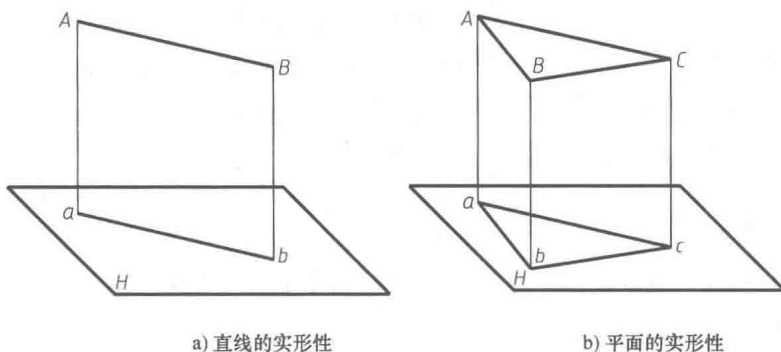


图 1-3 实形性

2. 积聚性

当直线或平面图形垂直于投影面时，其投影积聚成点或直线，如图 1-4 所示。

3. 类似性

当直线或平面图形倾斜于投影面时，直线的投影仍为直线，平面图形的投影是原图形的类似形，如图 1-5 所示。

4. 平行性

平行的空间两直线，其同面投影仍然平行，且两平行直线段的长度之比，与其投影的长度之比相等。如图 1-6 所示， $AB \parallel CD$ ，则 $ab \parallel cd$ 且 $AB : CD = ab : cd$ 。

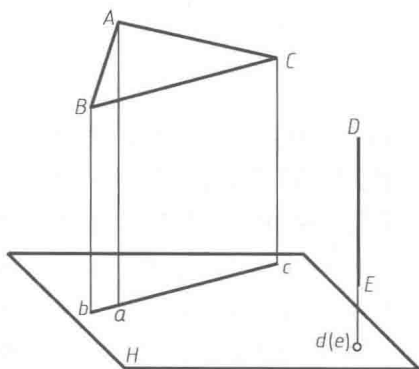
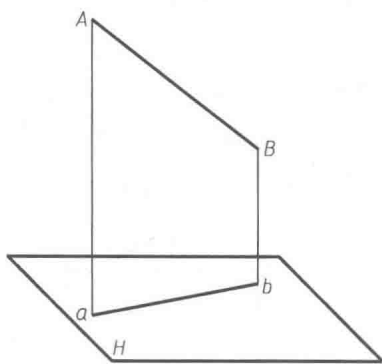
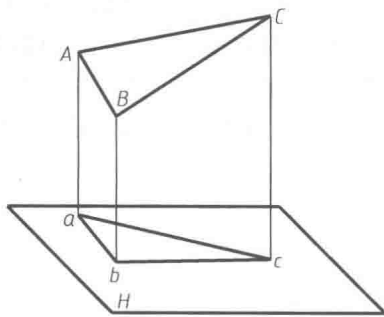


图 1-4 积聚性



a) 直线的类似性



b) 平面的类似性

图 1-5 类似性

5. 从属性

若点在直线上，则该点的投影一定在该直线的投影上，如图 1-7 所示。

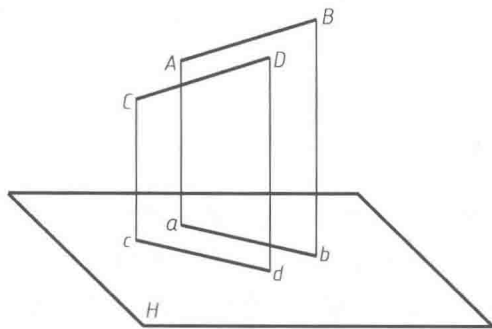


图 1-6 平行性

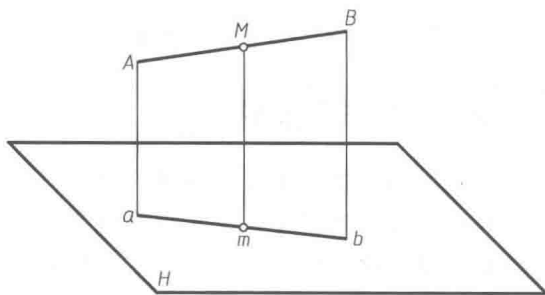


图 1-7 从属性

6. 唯一性

空间点在投影面上有唯一的投影，同样直线和平面在投影面上的投影也唯一。

1.2 点的投影

物体是由点、线、面组成的，而点是组成物体最基本的几何元素。为了正确而迅速地画出物体的投影或分析空间几何问题，必须首先研究点的投影规律。

如图 1-8 所示，过空间点 A 向投影面 H 作投射射线（采用正投影法），与投影面 H 的交点即为空间点 A 在 H 面上的投影 a 。由于过点 A 且垂直平面的垂线只有一条，故点 A 在投影面 H 上有唯一投影 a 。反过来，由于过投影 a 的垂线上所有的点（如点 A 、 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_n ）的投影在 H 面的投影均为 a ，故只根据点的一个投影不能唯一确定空间点 A 的位置。为了确定空间点的位置，需要增加投影面，建立投影面体系，一般为三投影面体系。

1.2.1 三投影面体系的建立

用三个相互垂直的投影面可构成三投影面体系，如图 1-9 所示。正立放置的投影面称为正立投影面，用 V 表示；水平放置的投影面称为水平投影面，用 H 表示；侧立放置的投影面称为侧立投影面，用 W 表示。两投影面间交线称为投影轴，记为 OX 、 OY 、 OZ ，三投影轴的交点称为投影原点 O 。三个相互垂直的平面把空间分为八个角，根据国家标准规定，我国采用第一角画法，必要时（如按合同规定等）允许采用第三角画法。

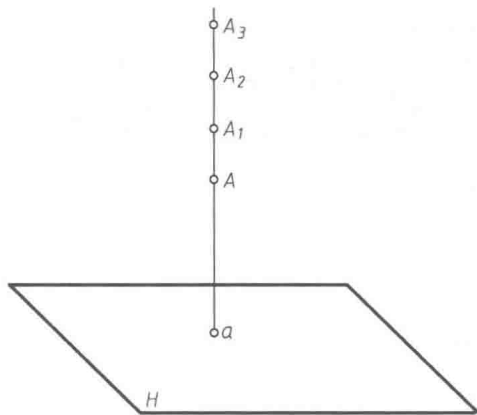


图 1-8 点的单面投影

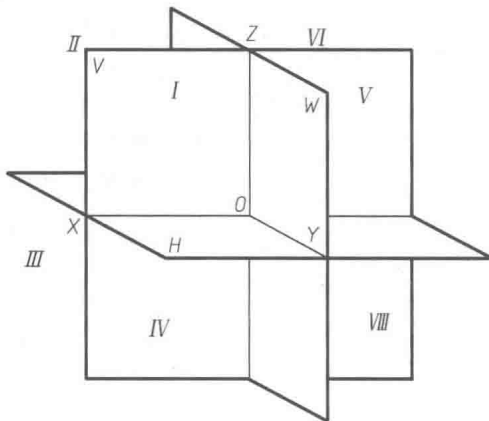


图 1-9 三投影面体系

1.2.2 点的三面投影

在三投影面体系中，过空间一点分别向三个投影面作垂线，所得的垂足即为点的三面投影，其中，水平投影面上的投影称为水平投影，正立投影面上的投影称为正面投影，侧立投影面上的投影称为侧面投影，如图 1-10a 所示。空间点及其投影的标记规定：空间点用大写字母如 A 、 B 、 C 等表示，其水平投影用相应的小写字母 a 、 b 、 c 等表示，正面投影用相应的小写字母加一撇如 a' 、 b' 、 c' 等表示，侧面投影用相应的小写字母加两撇如 a'' 、 b'' 、 c'' 等表示。

为了把空间三投影面的投影画在同一平面上，国家标准规定： V 面不动，将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° ， W 面绕 OZ 轴向后旋转 90° ，使其与 V 面处于同一平面，得到点的三面投

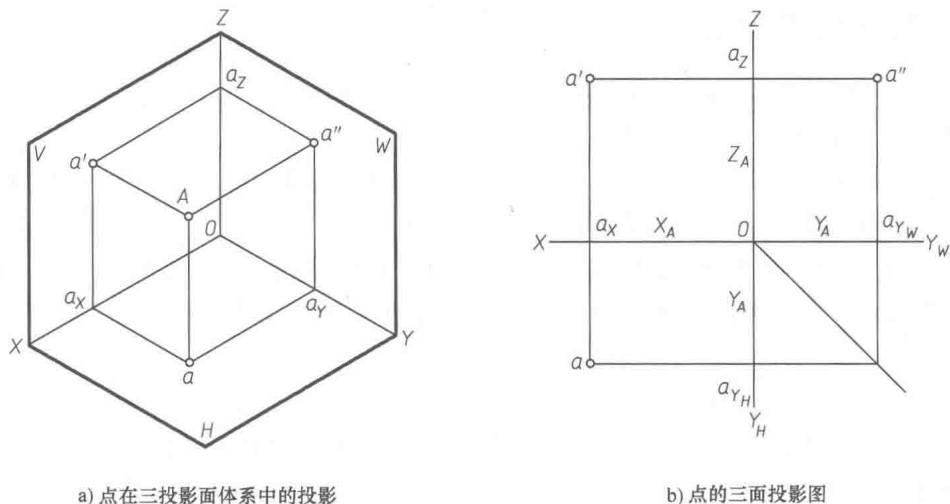


图 1-10 点的投影

影图,如图 1-10b 所示。在投影面旋转时, OY 轴一分为二,随 H 面旋转的用 OY_H 标记,随 W 面旋转的用 OY_W 标记。

1.2.3 点的直角坐标和三面投影的关系

若将三投影面体系看作空间直角坐标系, H 、 V 、 W 面为坐标面, OX 、 OY 、 OZ 为坐标轴,点 O 为坐标原点,则空间点 A 的位置可用三个坐标 X 、 Y 、 Z 来表示。由图 1-10a 可知,点 A 的三个直角坐标 X 、 Y 、 Z 即为点 A 到三个坐标面的距离。它们与点 A 的投影有如下关系。

$$X_A = Aa'' = a'a_Z = aa_{Y_H}$$

$$Y_A = Aa' = aa_X = a''a_Z$$

$$Z_A = Aa = a'a_X = a''a_{Y_W}$$

由此可见,点的每个投影均可由点的两个坐标确定, a 由点 A 的 X 、 Y 两坐标确定; a' 由点 A 的 X 、 Z 两坐标确定; a'' 由点 A 的 Y 、 Z 两坐标确定。反过来,点的一个投影反映点的两个坐标,已知点的任意两个投影,即可确定点的三个坐标。因此,点的两面投影能唯一确定点的空间位置。

1.2.4 三投影面体系中点的投影规律

由图 1-10 可以得到点的三面投影规律如下。

1) 点 A 的正面投影 a' 和水平投影 a 均反映空间点的 X 坐标,即 $a'a_Z = aa_{Y_H} = X_A$,因此 a 和 a' 的连线垂直于 OX 轴,即 $a'a \perp OX$ 。

2) 点 A 的正面投影 a' 和侧面投影 a'' 均反映空间点的 Z 坐标,即 $a'a_X = a''a_{Y_W} = Z_A$,因此 a' 和 a'' 的连线垂直于 OZ 轴,即 $a'a'' \perp OZ$ 。

3) 点 A 的水平投影 a 和侧面投影 a'' 均反映空间点的 Y 坐标,因此, a 到 OX 轴的距离和 a'' 到 OZ 轴的距离相等,即 $aa_X = a''a_Z = Y_A$ 。作图时可以用圆弧或 45° 角分线反映该相等关系。

1.2.5 点的投影图画法

【例 1-1】 已知点 $A(20, 15, 24)$ ，求点 A 的三面投影。

作图 如图 1-11 所示，步骤如下。

1) 画投影轴 (OX 、 OY_H 、 OY_W 、 OZ)；在 OX 轴上量取 $Oa_X = 20$ ；在 OY_H 轴上量取 $Oa_{Y_H} = 15$ ；在 OZ 轴上量取 $Oa_Z = 24$ 。

2) 分别过点 a_X 作 OX 轴的垂线、过点 a_Z 作 OZ 轴的垂线，两垂线的交点为点 A 的正面投影 a' ；过 a_{Y_H} 作 OY_H 轴的垂线，与过点 a_X 所作的 OX 轴的垂线相交，交点为点 A 的水平投影 a 。

3) 过原点 O 作 $\angle Y_H OY_W$ 的角平分线。

4) 延长 aa_{Y_H} 与角平分线相交，过交点作 OY_W 轴的垂线与 $a'a_Z$ 的延长线相交，交点为点 A 的侧面投影 a'' 。

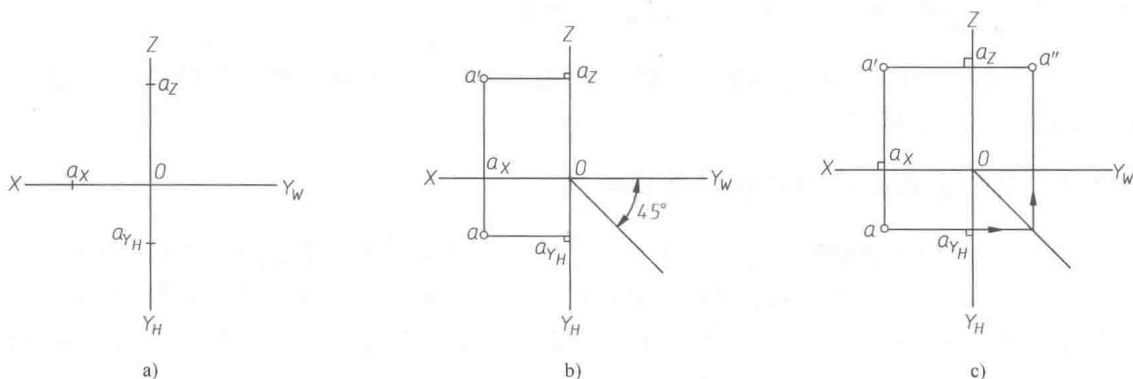


图 1-11 求点的三面投影

从以上作图可以看出，已知点的任意两面投影即可求出其第三面投影。

1.2.6 特殊位置点的投影

处于投影轴或投影面上的点称为特殊位置点。若点的三个坐标值 X 、 Y 、 Z 中有一个为零，则点必在相应的投影面上，且该点在该投影面上的投影与其本身重合，其他两面投影分别在相应的投影轴上（该投影面所包含的两个轴）。如图 1-12 所示，空间点 A 的 Y 坐标值为零，则该点位于 V 面上，它的正面投影 a' 与点 A 重合，水平投影 a 在 OX 轴上，侧面投影 a'' 在 OZ 轴上。

若点有两个坐标值为零，则该点在相应的投影轴上，且点的两面投影与其本身重合，另一面投影与原点重合。如图 1-12 所示，空间点 B 的三个坐标中， $Y=0$ ， $Z=0$ ，则点 B 在 OX 轴上，其正面投影 b' 和水平投影 b 均与点 B 重合，侧面投影 b'' 与坐标原点重合。

若点的三个坐标值均为零，则该点与坐标原点重合。

1.2.7 两点的相对位置

空间两点有左右、前后、上下的相对位置关系。通过分析两点之间的坐标关系，可以判断它们在空间内的相对位置关系。

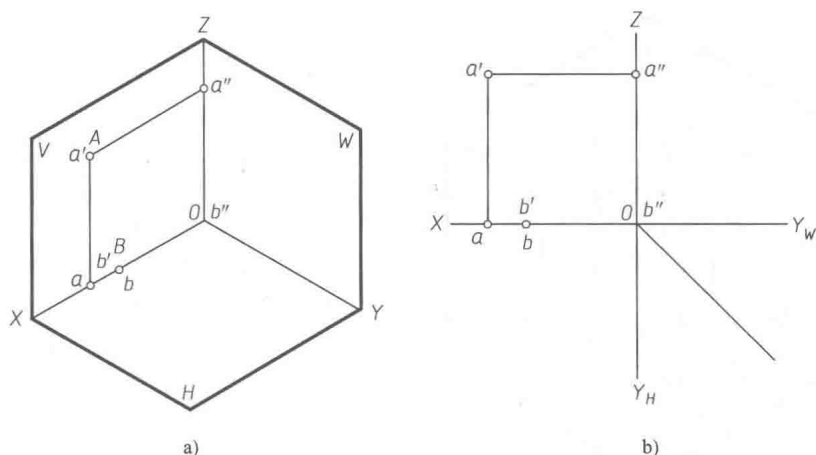


图 1-12 特殊位置点的投影

根据 X 坐标值大小, 可以判断两点之间的左右位置关系。

根据 Y 坐标值大小, 可以判断两点之间的前后位置关系。

根据 Z 坐标值大小, 可以判断两点之间的上下位置关系。

如图 1-13 所示, $A(X_A, Y_A, Z_A)$, $B(X_B, Y_B, Z_B)$ 为空间两点, 可以看出:

$X_A < X_B$, 即 $\Delta X = X_A - X_B < 0$, 故点 A 在点 B 的右方。

$Y_A < Y_B$, 即 $\Delta Y = Y_A - Y_B < 0$, 故点 A 在点 B 的后方。

$Z_A > Z_B$, 即 $\Delta Z = Z_A - Z_B > 0$, 故点 A 在点 B 的上方。

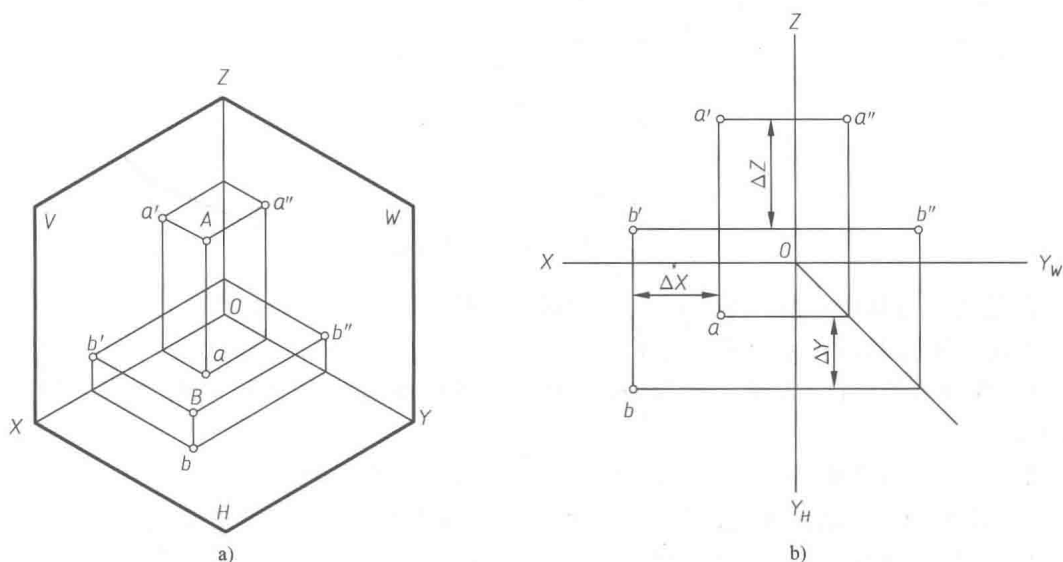


图 1-13 两点的相对位置

【例 1-2】 如图 1-14a 所示, 已知点 $B(10, 8, 15)$, 点 C 在点 B 左方 7mm , 前方 5mm , 下方 7mm 的位置, 作点 B 、 C 的三面投影。

分析 根据已知条件可知点 B 的三个坐标为 $X_B = 10$ 、 $Y_B = 8$ 、 $Z_B = 15$, 根据点 C 相对于

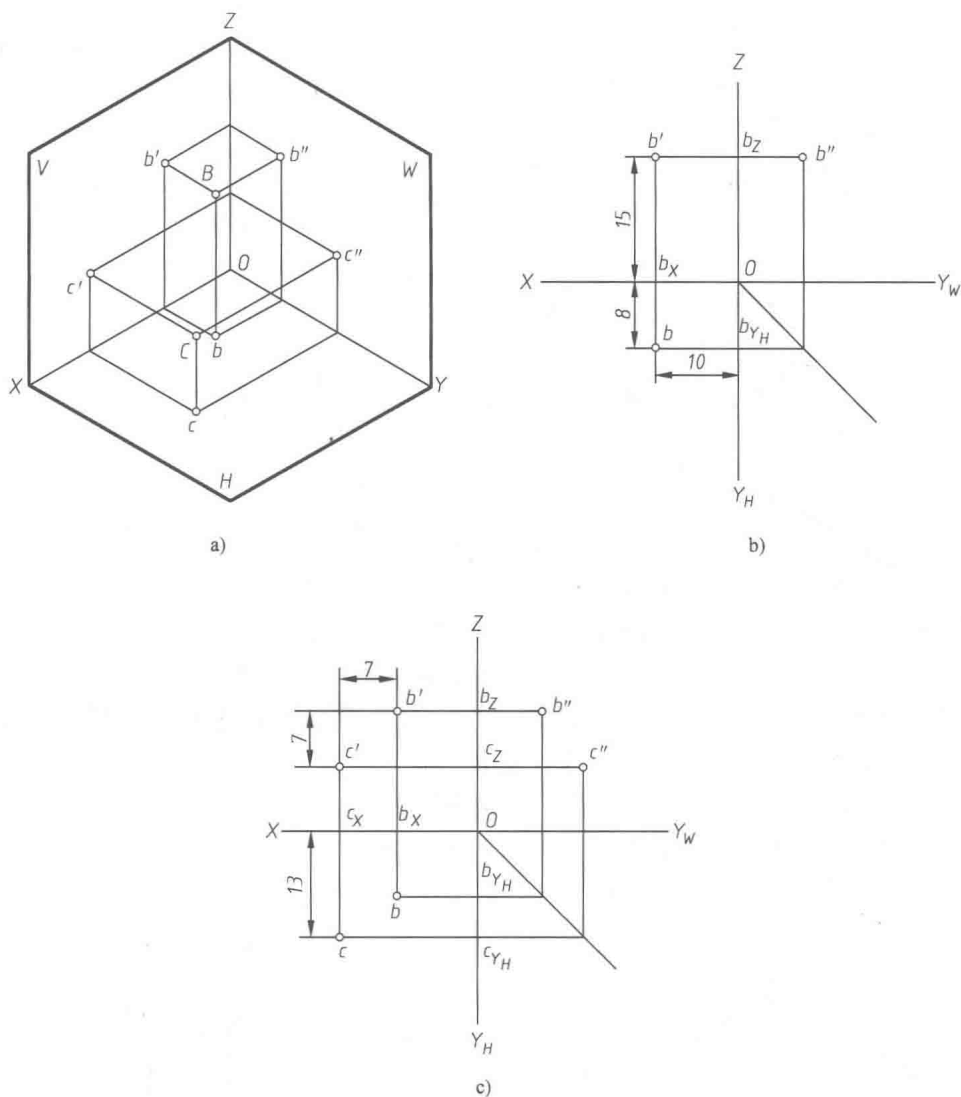


图 1-14 作点的三面投影

点 B 的位置, 可知点 C 的三个坐标为 $X_C = 10 + 7 = 17$, $Y_C = 8 + 5 = 13$, $Z_C = 15 - 7 = 8$ 。

作图 如图 1-14 所示, 步骤如下。

1) 作投影轴, 在 OX 轴上量取 $Ob_X = 10$, 在 OY_H 轴上量取 $Ob_{Y_H} = 8$, 在 OZ 轴上量取 $Ob_Z = 15$ 。

2) 过 b_X 作 OX 轴的垂线, 过 b_{Y_H} 作 OY_H 轴的垂线, 两垂线的交点为 b 。

3) 过 b_Z 作 OZ 轴的垂线, 与过 b_X 的 OX 轴的垂线交于一点, 该点即为 b' 。

4) 过原点 O 作 $\angle Y_H OY_W$ 的角平分线, 延长 bb_{Y_H} 与角平分线相交, 过交点作 OY_W 轴的垂线与 $b'b_Z$ 的延长线相交, 交点为 b'' 。

5) 用同样方法作点 C 的三面各投影 c 、 c' 、 c'' 。

1.2.8 重影点

空间中的两个点, 如果它们任意两个坐标值相等, 则两点在某一个投影面上的投影会重

合为一点,此两点称为对该投影面的重影点。如图 1-15 所示,点 B 在点 A 的正前方, $X_A = X_B$, $Z_A = Z_B$, $Y_A < Y_B$,则称点 A 和点 B 是对 V 面的重影点。

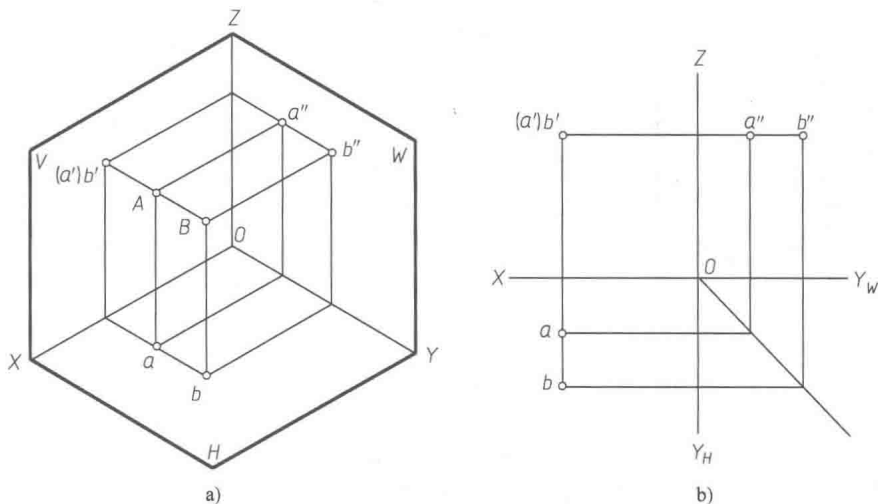


图 1-15 重影点及可见性

重影点需要判断可见性,其判断规则是:正面投影“前遮后”,水平投影“上遮下”,侧面投影“左遮右”。具体方法是:比较两点不相同的那个坐标,坐标值大的可见,另一个不见,按规定不可见点的投影加括号表示。如图 1-15 所示,点 A 和点 B 是对 V 面的重影点, A 、 B 两点的 X 和 Z 坐标值相同, Y 坐标值不等,因 $Y_A < Y_B$,故点 B 在点 A 的前面。点 B 在 V 面的投影 b' 可见,点 A 在 V 面的投影 a' 不可见,用 (a') 表示。

1.3 直线的投影

1.3.1 直线的三面投影

空间的两点决定一条直线,直线的投影就是直线上两个点的同面投影的连线(注:为便于确定直线的位置和长度,经常用线段代替直线进行分析)。如图 1-16 所示,欲作直线 AB 的三面投影,可分别作 A 、 B 两点的三面投影 a 、 a' 、 a'' 和 b 、 b' 、 b'' ,然后用粗实线连接其同面投影得到 ab 、 $a'b'$ 、 $a''b''$ 即为直线 AB 的三面投影。

1.3.2 各种位置直线的投影特性

根据直线相对于投影面的位置,直线可分为三类。

投影面倾斜线——与三个投影面都倾斜的直线,也称为一般位置直线。

投影面平行线——平行于某一投影面,且与另两个投影面倾斜的直线。

投影面垂直线——垂直于某一投影面,且与另两个投影面都平行的直线。

1. 投影面倾斜线

如图 1-16 所示,直线 AB 为投影面倾斜线,它与 H 、 V 、 W 三个投影面的倾角分别为 α 、