



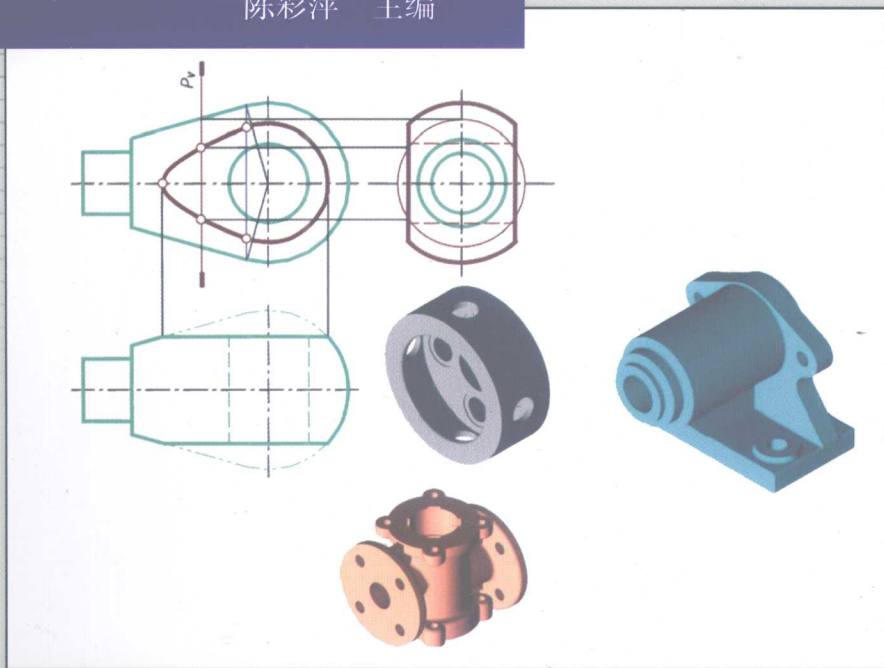
全国高职高专教育“十一五”规划教材

机械（工程）制图系列

工程制图

（第二版）

陈彩萍 主编



高等教育出版社 HIGHER EDUCATION PRESS

全国高职高专教育“十一五”规划教材

工程制图

(第二版)

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

8111822 010

800-010-0008

http://www.hep.com.cn

http://www.hep.com.cn

http://www.jiaodoc.com

http://www.jiaodoc.com

http://www.wideworld.com

2003年12月第1版

2008年10月第2版

2008年10月第1次印刷

19.00元

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

高等教育出版社

陈彩萍 主编

陈彩萍 主编

内容提要

本书是根据教育部“高职高专教育基础课程教学基本要求”，并在总结多年教学经验及第一版教材基础上修订而成的。

本书内容包括：结论，点、直线、平面的投影，立体的投影，截交线和相贯线，制图基本知识，组合体视图，机件图样的画法，标准件和常用件，零件图，装配图，计算机绘图及附录等。全书采用我国最新颁布的技术制图和机械制图国家标准及与制图有关的其他国家标准。

本书适用于高职高专、继续教育学院等非机械类专业使用。

此外，高等教育出版社还同时出版与本书配套的陈彩萍主编《工程制图习题集》(第二版)，供各校选用和教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/陈彩萍主编. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2008.10

(机械(工程)制图系列)

ISBN 978-7-04-024591-2

I. 工… II. 陈… III. 工程制图-高等学校: 技术学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 121056 号

策划编辑 罗德春 责任编辑 李京平 封面设计 于涛 责任绘图 尹莉
版式设计 马敬茹 责任校对 杨凤玲 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京印刷一厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 15.25
字 数 370 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2003 年 12 月第 1 版
2008 年 10 月第 2 版
印 次 2008 年 10 月第 1 次印刷
定 价 19.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24591-00

前 言

本书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基本要求”，汲取近年来教育教学改革的成功经验和广大使用者的意见，在第一版的基础上修订而成的。

本版仍保持第一版的编写风格，对于基本理论，贯彻以应用为目的，以必需、够用为度的教学原则。根据高等职业教育的发展和高素质技能型人才的培养目标，本版从高等职业教育的特点出发，强调画图和读图基本能力的培养，采用低起点逐渐提高的方法，培养学生的空间想象能力、形象思维能力、创新能力和工程意识。与第一版相比有以下特点：

1. 采用全新的国家标准。本书全面贯彻最新的国家标准，包括国家标准《技术制图》和《机械制图》，机件形状表示方法，表面结构表示法、各种标准件的标注等。
2. 根据教学的连贯性，将章节编排进行了调整。把制图基本知识从第一版的第一章调整为第四章，在讲解完正投影的基本知识后进行，使全书在系统上比较科学，便于绘图的连续性。
3. 采用模块式课程结构。全书分为正投影基本知识、制图基本知识、图样表示法、工程图样的绘制与识读、计算机绘图五个模块，不同的专业可根据需要选择相应的模块重点学习。
4. 计算机绘图部分采用示例教学法，用实例介绍 AutoCAD 的基本功能和绘图方法。
5. 增加和替换了前版中的部分例题，使图例更有代表性。
6. 为教师全新配备了课程全过程的立体化教学资源包，包括《工程制图》的学科资源库、教师授课教案、PowerPoint 制作的 CAI 课件、三维立体模型、试题库、习题参考答案等，方便教师的授课。

本教材适用于 48~70 学时教学，适用于高职高专非机械制造专业及其相关专业，也可作为职业资格培训用书。

本书由承德石油高等专科学校王冰审阅，在此表示衷心感谢。

本书由太原理工大学阳泉学院陈彩萍担任主编，参加编写的有：北方交通大学刘之汀（第二章），太原理工大学阳泉学院员创治（第三章、第九章和第十章）、赵彤涌（第四章、第五章）、陈彩萍（绪论、第一章、第七章和附录），山西机电学院宋志平（第六章、第八章）。

由于编者水平有限，书中难免有缺点和错误，敬请使用本书的教师和广大读者批评指正。

编者

2008 年 7 月

绪论	1
第一章 点、直线、平面的投影	3
§ 1-1 投影法的基本知识	3
§ 1-2 点的投影	5
§ 1-3 直线的投影	9
§ 1-4 平面的投影	15
* § 1-5 直线与平面、平面与平面的相对位置	21
本章小结	27
第二章 立体的投影	29
§ 2-1 三面投影与三视图	29
§ 2-2 平面立体的投影	30
§ 2-3 曲面立体的投影	33
§ 2-4 几何体的轴测图	37
本章小结	45
第三章 截交线和相贯线	46
§ 3-1 平面立体的截交线	46
§ 3-2 平面与回转体相交	48
§ 3-3 两回转体表面的相贯线	56
本章小结	62
第四章 制图的基本知识	63
§ 4-1 《技术制图》和《机械制图》国家标准中的规定	63
§ 4-2 几何作图	73
§ 4-3 平面图形的分析和画法	81
§ 4-4 草图的绘制方法	84
本章小结	85
第五章 组合体视图	86
§ 5-1 组合体的组合形式及形体分析	86
§ 5-2 组合体视图的画法	92
§ 5-3 读组合体视图的方法	96
§ 5-4 组合体视图的尺寸标注	101

目 录

本章小结	107
第六章 机件的图样画法	108
§ 6-1 视图	108
§ 6-2 剖视图	113
§ 6-3 断面图	120
§ 6-4 其他规定画法和简化画法	122
§ 6-5 表达方法的综合举例	127
本章小结	128
第七章 标准件和常用件	130
§ 7-1 螺纹及螺纹紧固件	130
§ 7-2 销连接	141
§ 7-3 键连接	142
§ 7-4 滚动轴承	144
§ 7-5 齿轮	146
§ 7-6 弹簧	150
本章小结	152
第八章 零件图	154
§ 8-1 零件图的作用和内容	154
§ 8-2 零件图的视图选择和尺寸标注	155
§ 8-3 零件结构工艺性知识	162
§ 8-4 零件图中的技术要求	165
§ 8-5 读零件图	175
§ 8-6 零件测绘	177
本章小结	181
第九章 装配图	182
§ 9-1 装配图概述	182
§ 9-2 装配图的视图表达方法	183
§ 9-3 装配图中的尺寸标注和技术要求	185
§ 9-4 装配图的零部件序号和明细栏	186

绪论

一、本课程的地位、性质和任务

在工程技术上,准确表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求等内容的图形称为工程图样。工程图样通常是按一定的投影方法和有关的标准和规定,将工程对象表达在图纸上。工程图样是设计、制造、使用和技术交流的重要技术文件,是工程界共同的技术语言。高等职业技术教育的培养目标是技术应用型人才,正确地阅读和绘制工程图样是工程技术人员必须具备的工程素质,也是高职学生必须掌握的一项基本技能。

随着计算机技术的普及和发展,计算机绘制图样得到广泛应用,使设计制图工作发生了根本性变化,给工程制图课程提出了更高的要求。将计算机作为绘制工程图样的主要工具,已成为工程图学教育和改革的主要方向,所以计算机绘图是现代设计制造者必须掌握的一种工具。

本课程的主要目的是培养学生具有绘制和阅读工程图样的能力。其主要任务是:

1. 学习正投影法的基本理论及其应用。
2. 能正确地使用绘图工具和仪器,培养绘制和识读零件图和装配图的基本能力。具有计算机绘图的基本能力。
3. 培养空间想象能力和创新能力。
4. 掌握工程制图国家标准的基本内容,具有查阅标准和工程手册的初步能力。
5. 培养认真负责的工作态度和耐心细致的工作作风。

二、本课程的内容与要求

工程制图是一门既有基础理论,又有较强实践性的技术基础课。研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,包括正投影作图基础、制图基础、工程制图及计算机绘图等内容。正投影作图基础部分主要是研究用正投影法图示空间形体和图解几何问题的基本理论和方法。制图基础部分介绍制图的基本知识和基本规定,培养绘图的操作技能,用投影图表达物体内外结构形状、大小的绘图能力,以及根据投影图想象出物体形状的读图能力。工程制图部分培养绘制和阅读工程图样的基本能力。计算机绘图部分培养初步掌握应用通用软件绘制工程图样的基本方法,能够熟练地操作计算机,适应现代设计、制造技术的发展,为进一步学习打下坚实的基础。

三、本课程的学习方法

1. 学习理论部分时,要牢固掌握正投影的基本知识,应将投影分析、几何作图同空间想象、分析判断结合起来,由浅入深,由简到繁地多看、多画、多想,不断地由物画图,由图想物,提高空间分析能力和空间想象能力。
2. 学习制图应用时,学会应用形体分析法、线面分析法的基本理论和方法,并用国家标准中有关技术制图的规定,正确熟练地绘制和阅读工程图样。
3. 完成一定的作业量。做习题时要善于分析已知条件,并按做题要求正确作图。
4. 绘图和读图能力要通过实践来培养。在绘图实践中,要养成正确使用绘图仪器和绘图

工具的习惯，掌握正确查阅和使用有关手册的方法。

5. 读图和绘图是一件十分细致的工作，实际工作中不得出任何差错，学习中对每条线、每个符号都必须认真对待，一丝不苟，严格遵守《技术制图》、《机械制图》国家标准。

工程图样有统一的格式和要求，画出的图样应做到：投影正确，视图选择和配置恰当，尺寸完整，字体工整，图面整洁，符合《技术制图》国家标准。

四、我国工程图学的发展概况

我国是世界文明古国之一，在工程图学方面有着悠久的历史，它是伴随着生产和发展而产生和日趋完善的。

早在两千多年前，我国已有图样史料记载。如春秋时代的一部技术著作《周礼考工记》中，有画图工具“规、矩、绳墨、悬、水”的记载；在古数学名著《周髀算经》中，有勾股和方圆相切的几何作图问题的记载。自秦汉以来，建筑宫室都有图样。宋代李诫所著《营造法式》是我国建筑技术的一部经典著作，书中正确使用了正投影法和轴测投影法表达建筑造型的结构。明代宋应星所著《天工开物》中的大量图例正确运用了轴测图表示工程结构。随着生产技术的不断发展，农业、交通、军事等器械日趋复杂和完善，图样的形式和内容也日益接近现代工程图样。如清代程大位所著《算法统筹》一书中的插图，有丈量步车的装配图和零件图。这些说明我国在图样发展上不仅有悠久的历史，而且有较高的水平。

20 世纪 50 年代以来，我国工程图学有了稳步的发展。1956 年原第一机械工业部颁布了第一个部颁标准《机械制图》，1959 年国家科学技术委员会颁布了第一个国家标准《机械制图》，使全国工程图样标准得到统一。随着科学技术的发展和工业水平的提高，对技术规定进行不断的修改和完善，先后于 1970 年、1974 年、1984 年、1993 年、2002 年和 2006 年修订了国家标准。进一步向国际标准化组织(ISO)标准靠拢，为国际工程技术的交流打下了坚实的基础。此外，广大科技、教育工作者在改进制图工具、图样复制方法、图学理论研究以及编写出版图学教材等方面，都取得了可喜的成绩。

随着科学技术的高速发展，对绘图的准确性和绘图的速度提出了更高的要求，计算机及绘图机的出现满足了这些要求。目前计算机绘图技术已在很多领域中用于设计、生产、科研和管理工作，并显示出极大的优越性。随着我国改革开放的不断推进，工程图学定能在图学理论、图学应用、计算机图学、制图技术、制图标准、图学教育等方面得到更加广泛的应用和发展。

第一章 点、直线、平面的投影

本章要点

- ◆ 点、直线、平面的投影规律，特别是特殊位置直线和平面的投影规律
- ◆ 平面上的直线和点

点、直线和平面是构成物体的基本几何元素，掌握这些几何元素的正投影规律是学习工程制图的基础。本章主要介绍点、直线和平面的投影规律及作图方法。

§ 1-1 投影法的基本知识

一、投影法的概念

在日常生活中，空间物体在光线的照射下，在地上或墙上产生影子，这就是投影的自然现象。把投影的自然现象用几何的方法经过科学总结，形成各种投影法。如图 1-1 所示，将光源用点 S 表示，称为投射中心，平面 H 是得到投影的面，称为投影面，如在点 S 、平面 H 之间有一点 A ，则该点在平面 H 上的投影在点 S 、 A 连线的延长线与投影面 H 的交点 a 处， Sa 称为投射射线，点 a 称为点 A 的投影。投射射线通过物体向预定投影面进行投射而得到图形的方法称为投影法。

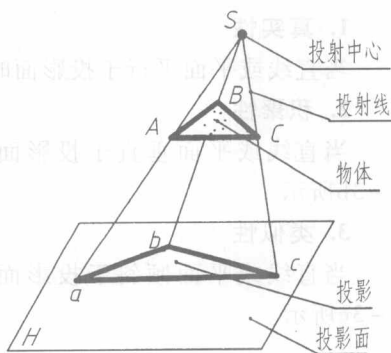


图 1-1 中心投影法

二、投影法的种类

根据投射射线之间的相对位置关系，常用的投影法有两类：

1. 中心投影法

全部投射射线都从一点(投射中心 S)投射出，在投影面上做出物体投影的方法，称为中心投影法，如图 1-1 所示。中心投影法其投影大小与物体和投影面之间距离有关，一般不能反映空间物体表面的真实形状和大小。工程上常用中心投影法画建筑透视图。

2. 平行投影法

若将图 1-1 中的投射中心移至无穷远, 则所有投射线都相互平行, 如图 1-2 所示, 这种投影法称为平行投影法。

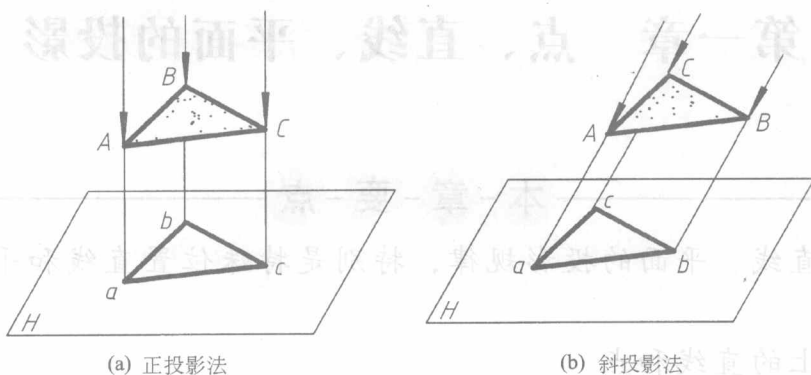


图 1-2 平行投影法

根据投射线是否垂直于投影面, 平行投影法又分为两种。

(1) 正投影法

投射线垂直于投影面的投影方法称为正投影法, 所得投影称为正投影, 如图 1-2a 所示。

(2) 斜投影法

投射线倾斜于投影面的投影方法称为斜投影法, 所得投影称为斜投影, 如图 1-2b 所示。

平行投影法其投影大小与物体和投影面之间距离无关。

由于正投影法能准确地表达物体的形状和大小, 而且度量性好, 因此在工程制图中广泛应用, 所以正投影法是本课程学习的主要内容。

三、正投影法的基本性质

1. 真实性

当直线或平面平行于投影面时, 投影反映直线的实长或平面的实形, 如图 1-3a 所示。

2. 积聚性

当直线或平面垂直于投影面时, 直线的投影积聚为点, 平面的投影积聚成线段, 如图 1-3b 所示。

3. 类似性

当直线或平面倾斜于投影面时, 直线的投影变短, 平面的投影为原形的类似形, 如图 1-3c 所示。

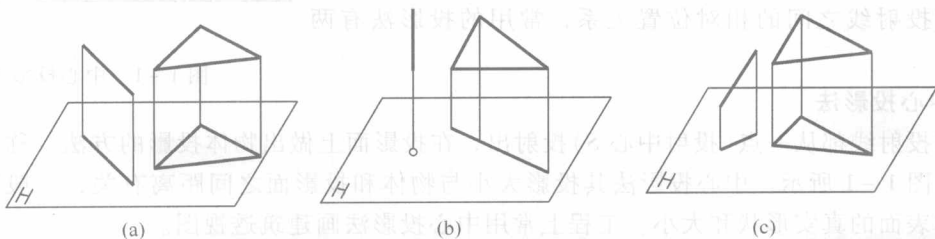


图 1-3 正投影的基本特性

§1-2 点的投影

点的投影仍然是点，而且是唯一的，如图 1-4 中的点 A ，在 H 平面的投影为一点 a 。但是，已知点的一个投影 b 并不能够确定空间点的位置在 B_1 、 B_2 、 B_3 ... 因此，为了确定空间立体的形状，可采用多面正投影法。

一、点在三投影面体系中的投影

1. 三投影面体系的建立

三投影面体系是由三个相互垂直的投影面所组成，如图 1-5 所示。

正立投影面——简称正面，用 V 表示；

水平投影面——简称水平面，用 H 表示；

侧立投影面——简称侧面，用 W 表示。

两投影面的交线称为投影轴，其中：

OX 轴——正面与水平面的交线，它代表长度方向；

OY 轴——水平面与侧面的交线，它代表宽度方向；

OZ 轴——正面与侧面的交线，它代表高度方向。

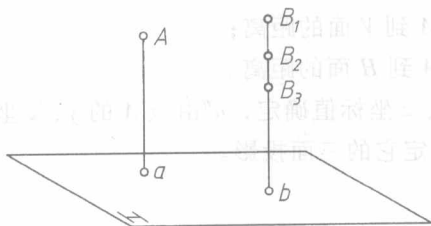


图 1-4 点的投影图

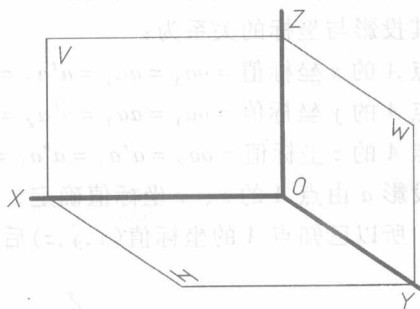


图 1-5 三投影面体系

2. 点的三面投影及投影规律

将点 A 置于三面投影体系中，自点 A 分别向三个投影面作垂线，它们的垂足就是点 A 分别在三个投影面上的投影，如图 1-6a 所示。点 A 在水平面 H 上的投影为 a ；点 A 在正面 V 上的投影为 a' ；点 A 在侧面 W 上的投影为 a'' 。

空间点用大写字母表示，并规定水平投影用相应的小写字母表示，正面投影用相应的小写字母上加一撇表示，侧面投影用相应的小写字母加两撇表示。

为使投影画在同一平面上，需将投影面展开。先将空间点 A 移去，规定： V 面保持不动，水平面 (H 面) 绕 OX 轴向下旋转 90° ，侧面 (W 面) 绕 OZ 轴向右旋转 90° ，使它们与 V 面展成同一平面，这样就得到图 1-6b 所示的投影图。 OY 轴随 H 、 W 面分为两处，分别以 OY_H 、 OY_W 表示。实际画图时投影面的边框不必画出，如图 1-6c 所示。

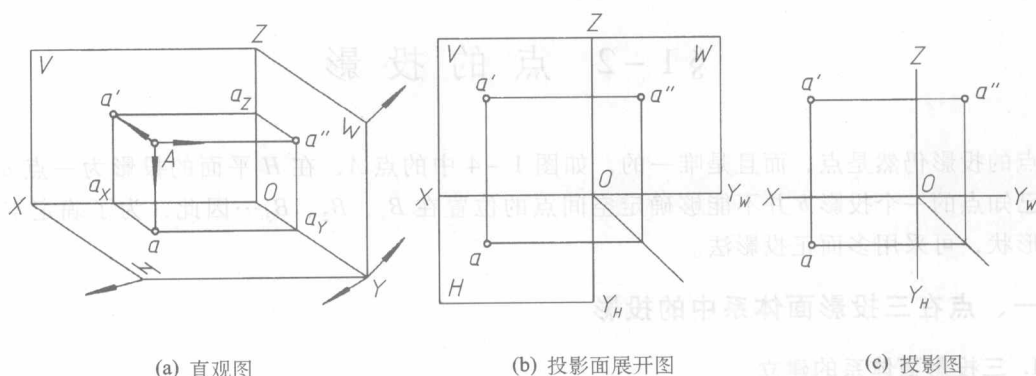


图 1-6 点在三投影面体系中的投影

点的三面投影规律：

- (1) 点的投影连线垂直于投影轴。即： $a'a \perp OX$ ， $a'a'' \perp OZ$ 。
- (2) 点的投影到投影轴的距离，等于该点的坐标，也就是该点到相应投影面的距离。

二、点的三面投影与直角坐标的关系

若将投影面体系当作空间直角坐标系，把 V 、 H 、 W 当作坐标面，投影轴 OX 、 OY 、 OZ 当作坐标轴，原点 O 作为原点。如图 1-7 所示，点 A 的空间位置可以用直角坐标 (x, y, z) 来表示。其投影与坐标的关系为：

点 A 的 x 坐标值 $= oa_x = aa_y = a'a_z = Aa''$ ，反映点 A 到 W 面的距离；

点 A 的 y 坐标值 $= oa_y = aa_x = a''a_z = Aa'$ ，反映点 A 到 V 面的距离；

点 A 的 z 坐标值 $= oa_z = a'a_x = a''a_y = Aa$ ，反映点 A 到 H 面的距离。

投影 a 由点 A 的 x 、 y 坐标值确定， a' 由点 A 的 x 、 z 坐标值确定， a'' 由点 A 的 y 、 z 坐标值确定。所以已知点 A 的坐标值 (x, y, z) 后，就能唯一确定它的三面投影。

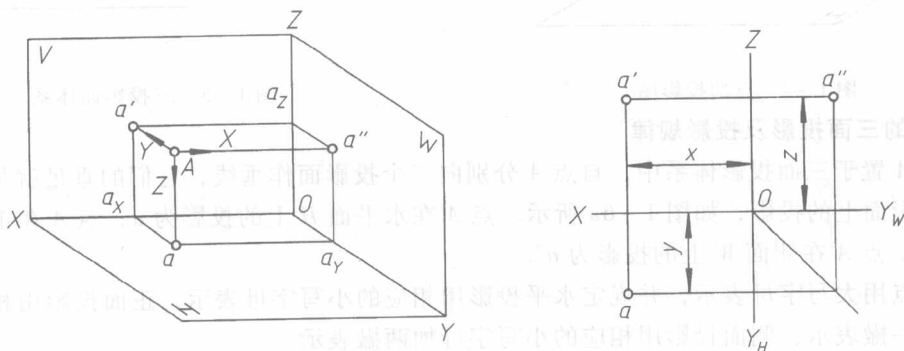


图 1-7 点的投影与坐标关系

[例 1-1] 已知点的坐标值为 $A(15, 5, 10)$ ，求作点 A 的三面投影图。

分析 已知空间点的三个坐标，可作出该点的两个投影，再求作第三投影。

作图 如图 1-8 所示, 在 OX 轴上量取 15 得 a_x , 过 a_x 作 OX 的垂线向下量取 5 得 a , 向上量取 10 得 a' , 由 a 、 a' 作出 a'' 。

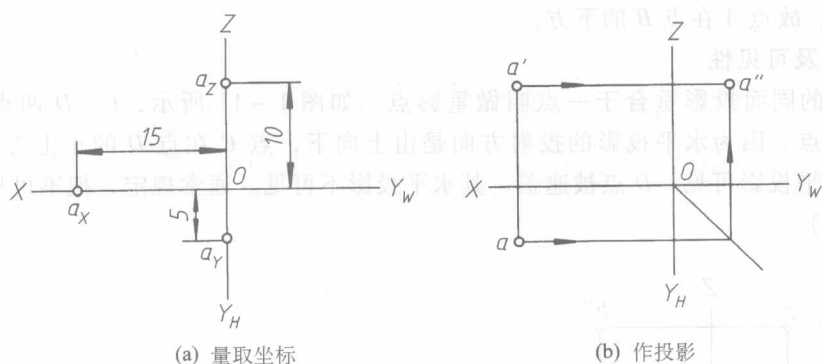


图 1-8 作点的三面投影

[例 1-2] 已知各点的两面投影如图 1-9a 所示, 求作其第三投影, 并判断点对投影面的相对位置。

作图及判断

(1) 根据点的投影规律可作出各点的第三投影, 如图 1-9b 所示。

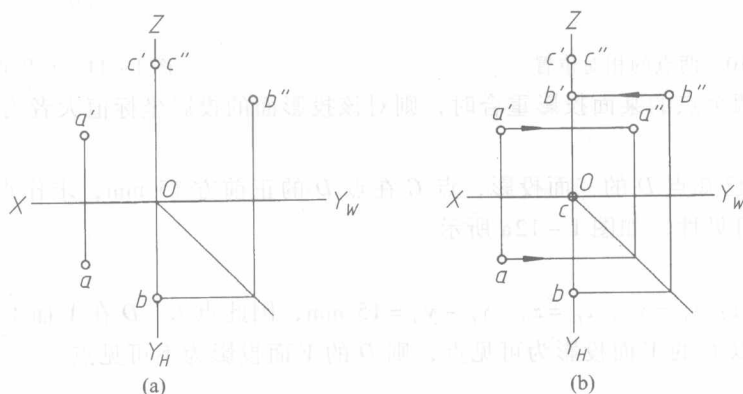


图 1-9 作点的第三投影

(2) 根据点的坐标判断点对投影面的相对位置。点 A 的三个坐标值均不等于零, 故点 A 为一般位置的点; 点 B 的 x 坐标为零, 故点 B 为 W 面内的点; 点 C 的 x 、 y 坐标为零, 故点 C 在 OZ 轴上。

三、两点的相对位置

1. 两点的相对位置

空间两点的相对位置, 是指这两点在空间的左右(X)、前后(Y)、上下(Z)三个方向上的相对位置。要在投影图上判断空间两点的相对位置, 应根据两点的各个同面投影关系和坐标差来确定。

由图 1-10 中 A 、 B 两点的正面和水平面投影可知 $x_A > x_B$ ，所以点 A 在点 B 的左方；由 A 、 B 两点的水平面和侧面投影可知 $y_A < y_B$ ，故 A 点在 B 点的后方；由 A 、 B 两点的正面和侧面投影可知 $z_A < z_B$ ，故点 A 在点 B 的下方。

2. 重影点及可见性

空间两点的同面投影重合于一点叫做重影点。如图 1-11 所示， C 、 D 两点的水平投影 $c(d)$ 重影为一点。因为水平投影的投射方向是由上向下，点 C 在点 D 的正上方， $z_C > z_D$ ，因此，点 C 的水平投影可见， D 点被遮盖，其水平投影不可见。通常规定，把不可见点的投影打上括弧，如 (d) 。

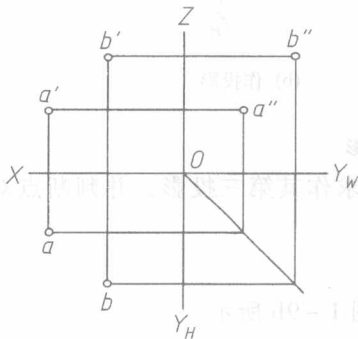


图 1-10 两点的相对位置

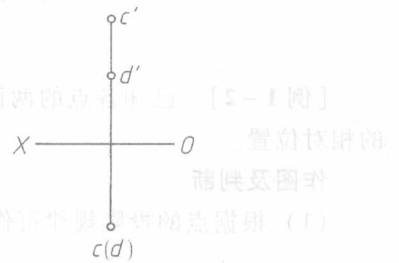


图 1-11 重影点

结论：如果两个点的某面投影重合时，则对该投影面的投影坐标值大者为可见，小者为不可见。

[例 1-3] 已知点 D 的三面投影，点 C 在点 D 的正前方 15 mm，求作点 C 的三面投影，并判别其投影的可见性，如图 1-12a 所示。

分析

由已知条件知： $x_C = x_D$ ， $z_C = z_D$ ， $y_C - y_D = 15$ mm，因此点 C 、 D 在 V 面上的投影重影。又因为 $y_C > y_D$ ，所以 C 的 V 面投影为可见点，则 D 的 V 面投影为不可见点。

作图

过 d 沿 Y 向前量取 15，求出 c ， c' 、 d' 重影于一点，由 c 、 c' 作出 c'' ，如图 1-12b 所示。

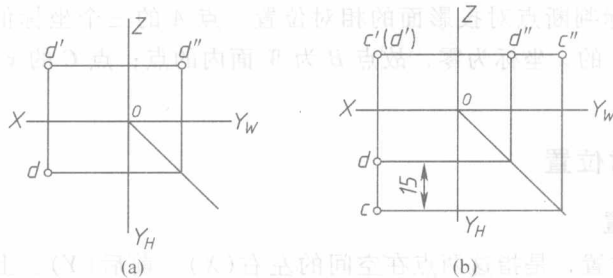


图 1-12 两点的相对位置及重影点投影

§ 1-3 直线的投影

一、直线的投影

直线的投影一般还是直线。在特殊情况下，直线的投影可积聚为一点。两点确定一直线，因此直线的投影是直线上两点同面投影的连线。如图 1-13 所示，已知直线两端点的坐标，先作出两端点的三面投影，然后连接两端点的同面投影 ab 、 $a'b'$ 、 $a''b''$ ，即为直线的三面投影。

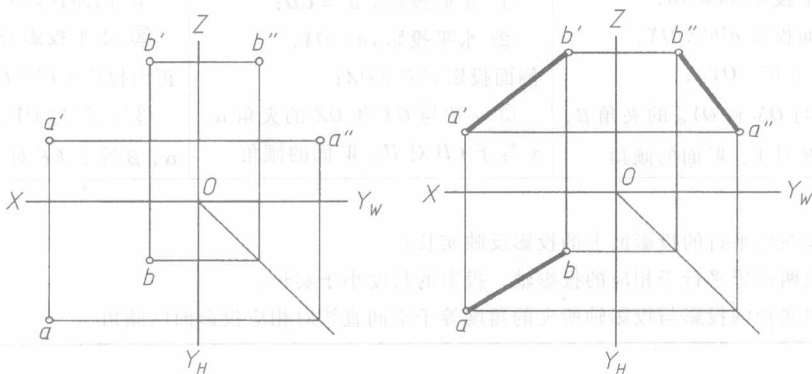


图 1-13 直线的三面投影

二、各种位置直线的投影特性

直线对投影面的位置有三种类型：投影面平行线、投影面垂直线和一般位置直线。前两种为特殊位置直线。

1. 投影面平行线的投影特性

投影面平行线是指平行于一个投影面而对另外两个投影面倾斜的直线。空间直线可平行于不同的投影面，它有三种情况：只平行于水平面的直线称为水平线($\parallel H$ 面)；只平行于正面的直线称为正平线($\parallel V$ 面)；只平行于侧面的直线称为侧平线($\parallel W$ 面)。它们的投影特性如表 1-1 所示。

表 1-1 投影面平行线的投影特性

名称	水平线($\parallel H$ 面,对 V 、 W 面倾斜)	正平线($\parallel V$ 面,对 H 、 W 面倾斜)	侧平线($\parallel W$ 面,对 H 、 V 面倾斜)
直观图			

续表

名称	水平线(//H面,对V、W面倾斜)	正平线(//V面,对H、W面倾斜)	侧平线(//W面,对H、V面倾斜)
投影图			
投影特性	① 水平投影 $ab = AB$; ② 正面投影 $a'b' // OX$, 侧面投影 $a''b'' // OY_W$; ③ ab 与 OX 和 OY_H 的夹角 β 、 γ 等于 AB 对 V 、 W 面的倾角	① 正面投影 $c'd' = CD$; ② 水平投影 $cd // OX$, 侧面投影 $c''d'' // OZ$; ③ $c'd'$ 与 OX 和 OZ 的夹角 α 、 γ 等于 CD 对 H 、 W 面的倾角	① 侧面投影 $e''f'' = EF$; ② 水平投影 $ef // OY_H$, 正面投影 $e'f' // OZ$; ③ $e''f''$ 与 OY_W 和 OZ 的夹角 α 、 β 等于 EF 对 H 、 V 面的倾角
结论:	1. 直线在所平行的投影面上的投影反映实长; 2. 其他两投影平行于相应的投影轴, 投影的长度小于实长; 3. 反映实长的投影与投影轴所夹的角度等于空间直线对相应投影面的倾角		

2. 投影面垂直线的投影特性

投影面垂直线是指垂直于一个投影面与另外两个投影面平行的直线。空间直线可垂直于不同的投影面, 垂直于水平面的直线称为铅垂线($\perp H$ 面); 垂直于正面的直线称为正垂线($\perp V$ 面); 垂直于侧面的直线称为侧垂线($\perp W$ 面)。投影面垂直线的投影特性如表 1-2 所示。

表 1-2 投影面垂直线的投影特性

名称	铅垂线($\perp H$ 面, //V面和W面)	正垂线($\perp V$ 面, //H面和W面)	侧垂线($\perp W$ 面, //H面和V面)
直观图			
投影图			

续表

名称	铅垂线($\perp H$ 面, $\parallel V$ 面和 W 面)	正垂线($\perp V$ 面, $\parallel H$ 面和 W 面)	侧垂线($\perp W$ 面, $\parallel H$ 面和 V 面)
投影特性	① 水平投影 $a(b)$ 积聚为一点; ② $a'b' = a''b'' = AB$, $a'b' \perp OX$, $a''b'' \perp OY_W$	① 正面投影 $c'(d')$ 积聚为一点; ② $cd = c''d'' = CD$, $cd \perp OX$, $c''d'' \perp OZ$	① 侧面投影 $e''(f'')$ 积聚为一点; ② $ef = e'f' = EF$, $ef \perp OY_H$, $e'f' \perp OZ$
	结论: 1. 在所垂直的投影面上投影积聚为一点; 2. 其余投影反映实长, 且垂直于投影轴		

3. 一般位置直线的投影特性

对三个投影面都倾斜的直线为一般位置直线。直线对 H 面、 V 面、 W 面的倾角分别用 α 、 β 、 γ 表示。如图 1-14 所示, 直线 AB 的三面投影长度与倾角关系为: $ab = AB \cos \alpha$, $a'b' = AB \cos \beta$, $a''b'' = AB \cos \gamma$ 。

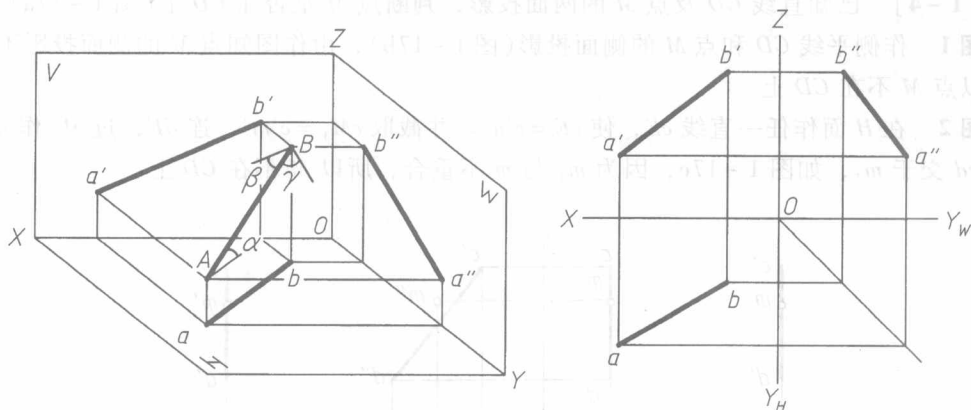


图 1-14 一般位置直线的投影

一般位置直线的投影特性为: 直线的三面投影都倾斜于投影轴, 并且它们与投影轴的夹角都不反映直线对投影面的倾角, 三面投影都小于直线的实长。

4. 直线上的点

(1) 直线上点的投影特性

点在直线上, 其投影必在该直线的同面投影上, 并且满足点的投影特性。如图 1-15 所示, 点 C 在直线 AB 上, 则点 C 的三面投影 c 、 c' 、 c'' 必在 AB 的三面投影 ab 、 $a'b'$ 、 $a''b''$ 上。如果已知直线及其上点的一个投影, 可根据上述特性求出点的其余两投影。

(2) 点分割线段成定比

直线上的点分割直线之比, 在投影后保持不变。如图 1-16 所示, 过直线上各点向投影面所作的垂线必定相互平行, 所以 $AC:CB = ac:cb = a'c':c'b' = a''c'':c''b''$ 。例如要在图 1-16 所示的直线 AB 上求一点 C 使 $AC:CB = 1:3$ 。作图过程为: