



普通高等教育规划教材

简明工程图学



杨晓东 潘陆桃 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是根据原国家教委批准印发的高等工业学校“工程制图基础课程教学基本要求”，并总结了近年来教学改革的经验编写而成，供电子、应用理科类专业（50~70学时）使用。

本书主要内容包括：点、直线、平面的投影；立体的投影；制图的基本知识；组合体的视图及尺寸注法；轴测图；机件的常用表达方法；标准件与常用件；零件图、装配图以及计算机绘图简介等共10章。全书内容依据相应的教学要求作了精选，并参照最新国家标准列出了书后附录。

本书可作为高等工科院校电子及应用理科类各专业的工程制图基础课程教材，也可供其他类型的学校有关专业（少学时）师生参考选用。

图书在版编目（CIP）数据

简明工程图学/杨晓东，潘陆桃主编. —北京：机械工业出版社，2003.5

ISBN 7-111-11881-2

I. 简... II. ①杨... ②潘... III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字（2003）第025282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 武江

封面设计：张静 责任印制：付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003年5月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·7.5印张·288千字

0 001—6 000册

定价：20.00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

本书是参照高等工业学校“工程制图基础课程教学基本要求”(电子、应用理科类专业适用, 50~70 学时)编写的, 供非机械类少学时的电子、通讯、信息、资源与环境、管理等专业使用。

随着技术进步和知识领域的迅速拓展, 传统课程的内容要更新, 课内学时数逐渐精减。在编写本书时, 我们贯彻了精选内容、打好基础、加强实践、培养能力的原则。内容的选排考虑尽可能适应教学的要求, 在保持理论性和系统性的同时, 力求简明、实用。

本书共分为 10 章, 第 3 章工程制图基本知识和第 6 章机件的常用表达方法部分力求精选图例, 贯彻了 1984~1998 年颁布的技术制图及机械制图国家标准。第 1 章点、直线、平面的投影和第 2 章立体的投影是绘图和看图的理论基础, 内容以图示为主, 配合少量的图解知识。第 4 章组合体以介绍形体分析法和线面分析法为主线, 强化绘图与看图的练习, 着重培养学生的空间构思能力。第 5 章轴测图主要介绍正等测和斜二测的画法, 教学中可安排与第 4 章组合体内容相结合进行。第 7、8、9 章为机械制图部分, 包括标准件、零件图及装配图部分, 图例均选自生产实际, 凡涉及新修订的国家标准的内容, 均尽量作了更新, 这部分内容以培养学生的读图能力为重点。

第 10 章是计算机绘图简介, 在介绍了解计算机绘图的基本原理及系统的基础上, 简要介绍目前广泛应用的绘图软件 Auto CAD2000 的概况及作用实例。

本书由杨晓东、潘陆桃主编。参加编写的有(按章节顺序)杨晓东(绪论、第 2 章、第 7 章、附录)、潘陆桃(第 3 章、第 6 章)、张仁斌(第 1 章、第 4 章、第 5 章、第 8 章)和李学京(第 9 章、第 10 章)。

本书由程久平主审。在本书编写过程中, 合肥工业大学工程图学教研室的老师们进行了讨论并提出了宝贵的意见, 给予了大力支持, 在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限, 本书肯定存在许多缺点和错误, 敬请使用本书的师生批评指正。

编者

2002 年 10 月

目 录

前言

绪论	1	第2章 立体	26
第1章 点、直线、平面的投影	3	2.1 平面立体	26
1.1 投影法的基本知识	3	2.1.1 棱柱	26
1.1.1 中心投影法	3	2.1.2 棱锥	27
1.1.2 平行投影法	3	2.1.3 带切口的平面立体	29
1.2 点的投影	4	2.2 回转体	30
1.2.1 点的两面投影	4	2.2.1 圆柱	31
1.2.2 点的三面投影	5	2.2.2 圆锥	32
1.2.3 点的三面投影与其直角坐标的关系	6	2.2.3 球	33
1.2.4 两点的相对位置及重影点	8	2.2.4 环	34
1.3 直线的投影	9	2.3 平面与回转体表面相交	35
1.3.1 直线对投影面的相对位置	9	2.3.1 平面与圆柱相交	36
1.3.2 两直线的相对位置	12	2.3.2 平面与圆锥相交	38
1.4 平面的投影	14	2.3.3 平面与球相交	41
1.4.1 平面的几何元素表示法	14	2.3.4 平面和组合回转体相交	42
1.4.2 平面对投影面的相对位置	15	2.4 两回转体表面相交	43
1.4.3 平面上的点和直线	18	2.4.1 表面取点法	43
1.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	20	2.4.2 辅助平面法	46
1.5.1 平行	20	2.4.3 相贯线的特殊情况	49
1.5.2 相交	21	第3章 工程制图的基本知识	51
1.6 换面法及其应用	22	3.1 工程制图的一般规定	51
1.6.1 基本概念	22	3.1.1 图纸幅面	51
1.6.2 点的一次换面	23	3.1.2 比例	52
1.6.3 换面法的应用	24	3.1.3 字体	52
		3.1.4 图线	53
		3.1.5 尺寸注法	55
		3.2 几何作图	57
		3.2.1 正六边形	57
		3.2.2 斜度和锥度	58

3.2.3 圆弧连接	59	5.2.2 平面立体的画法	84
3.3 平面图形的尺寸分析及 画图步骤	60	5.2.3 曲面立体的画法	85
3.3.1 平面图形的尺寸分析	60	5.2.4 组合体的画法	87
3.3.2 平面图形的线段分析 及画图步骤	60	5.3 斜二测的画法	88
3.4 绘图工具及仪器简介	62	5.3.1 轴间角和轴向伸缩系数	88
第4章 组合体	63	5.3.2 斜二测的画法	89
4.1 组合体的三视图	63	第6章 机件的常用表达方法	91
4.1.1 三视图的形成及其投影 规律	63	6.1 视图	91
4.1.2 组合体的组合方式及其 分析方法	64	6.1.1 基本视图	91
4.2 组合体三视图的画法	65	6.1.2 向视图	92
4.2.1 形体分析与线面分析	66	6.1.3 局部视图	93
4.2.2 视图选择	66	6.1.4 斜视图	93
4.2.3 画图	67	6.2 剖视图	94
4.3 组合体的尺寸标注	68	6.2.1 剖视图的概念、画法 及标注	94
4.3.1 基本形体的尺寸标注	68	6.2.2 剖视图的种类	97
4.3.2 组合体的尺寸标注	70	6.2.3 剖切方法	100
4.3.3 尺寸的清晰布置	72	6.3 断面图	103
4.4 读组合体视图的方法和步骤	72	6.3.1 移出断面	104
4.4.1 读组合体视图的基本 要点	72	6.3.2 重合断面	105
4.4.2 读图的方法和步骤	75	6.4 其他表达方法	106
4.4.3 补视图和补漏线	78	6.4.1 局部放大图	106
第5章 轴测图	82	6.4.2 简化画法和其他 规定画法	107
5.1 轴测图的基本知识	82	6.5 表达方法综合运用举例	110
5.1.1 轴测投影的形成	82	6.6 第三角投影简介	111
5.1.2 轴测轴、轴间角、 轴向伸缩系数	82	6.6.1 第三角投影的原理 及作图	111
5.1.3 轴测图的投影特性	83	6.6.2 第三角投影法的标志	112
5.1.4 轴测图的分类	83	第7章 标准件和常用件	113
5.2 正等测的画法	83	7.1 螺纹	113
5.2.1 轴间角和轴向伸缩系数	83	7.1.1 螺纹的形成	113
		7.1.2 螺纹的要素	113
		7.1.3 螺纹的规定画法	114
		7.1.4 螺纹的种类和标注	115

7.2 螺纹紧固件	117	9.2 装配图的表达方法和 尺寸标注	166
7.2.1 螺纹紧固件的标记	118	9.2.1 装配图的表达方法	166
7.2.2 螺纹紧固件的画法	119	9.2.2 装配图中的尺寸标注	169
7.2.3 螺纹紧固件连接图 的画法	120	9.3 装配图的标题栏、零件编号、 明细表及技术要求	170
7.3 键、销和滚动轴承	122	9.3.1 标题栏	170
7.3.1 键	122	9.3.2 零件编号	170
7.3.2 销	123	9.3.3 明细表	171
7.3.3 滚动轴承	124	9.3.4 装配图中的技术要求	171
7.4 齿轮和弹簧	126	9.4 由零件图拼画装配图	172
7.4.1 齿轮	126	9.4.1 装配体测绘	172
7.4.2 弹簧	129	9.4.2 由零件图拼画装配图	176
第8章 零件图	132	9.5 读装配图及由装配图 拆画零件图	180
8.1 概述	132	9.5.1 读装配图	180
8.1.1 零件图的作用	132	9.5.2 由装配图拆画 零件图	183
8.1.2 零件图的内容	132	第10章 计算机绘图简介	187
8.2 零件的视图选择与尺寸 标注	133	10.1 计算机绘图基础	187
8.2.1 零件的视图选择	133	10.1.1 计算机绘图的产生、 应用及发展	187
8.2.2 零件图的尺寸标注	136	10.1.2 计算机绘图系统	188
8.3 零件图上的技术要求	140	10.1.3 基本图形元素的生成	190
8.3.1 表面粗糙度	140	10.1.4 绘图程序设计	191
8.3.2 公差与配合	146	10.2 AutoCAD 简介	192
8.4 零件结构的工艺性及 零件测绘	154	10.2.1 启动 AutoCAD	192
8.4.1 零件结构的工艺性	154	10.2.2 设置绘图环境	193
8.4.2 零件测绘	158	10.2.3 绘图命令和编辑命令	194
8.5 读零件图	160	10.2.4 图形输出	211
8.5.1 读零件图的方法 与步骤	161	10.2.5 退出 AutoCAD	211
8.5.2 读零件图举例	161	附录	212
第9章 装配图	164	一、螺纹	212
9.1 装配图的作用及内容	164	二、常用标准件	217
9.1.1 装配图的作用	164	三、公差与配合	230
9.1.2 装配图的内容	166		

绪 论

1. 工程图学的性质和任务

工程图样是工程技术界的语言。

在工业生产中,从产品的设计到制造,都离不开工程图样。在使用各类工程设备以及作维护保养时,也必须通过阅读图样来了解产品的结构和性能。可见,工程图样是极其重要的产品信息载体。

工程图学的内容主要包括画法几何、工程制图、计算机绘图三个部分。画法几何研究用投影法图示和图解空间几何问题的基本原理,它是工程图学课程的理论基础。工程制图部分主要介绍制图的基本规则,贯彻有关制图的国家标准,培养绘制和阅读工程图样的能力;工程制图包括机械、土木等专业内容,其中的机械制图是一项重点,也是本书介绍的主要内容。计算机绘图是伴随计算机技术的飞速进步而诞生和发展起来的新技术领域,它代表了工程图学的发展方向,未来产品信息的数字化将引领工程图学进入一个全新的层次。作为工程图学基础课程,本书仅对这部分内容作简要介绍,让读者对计算机绘图有初步认识。

2. 工程图学的学习任务

本课程是一门既有系统理论,又有较强实践性的技术基础课,学习任务的关键在于能力的培养,具体有以下几项内容:

(1) 学习正投影法的基本原理,正确运用正投影法进行图示及图解。培养空间构思和想象的初步能力,掌握平面图样(二维)与空间形体(三维)之间的相互转换方法。

(2) 学习有关制图的国家标准,培养绘制和阅读机械图样的初步能力。

(3) 对计算机绘图有初步了解,为进一步学习计算机图形技术打下基础。

(4) 培养认真细致的学风及严谨尽责的工作态度。

3. 本课程的学习方法

在明确了本课程的性质、内容和学习任务之后,学习中应该做到以下几点:

(1) 学好投影理论,反复练习三维空间形体和二维平面图样之间的转化,把培养和提高空间构思及分析能力放在首要位置。

(2) 理论性和实践均很性强是本课程的一个重要特点,因此学习中应

重视理论和实践环节结合的训练,通过作业及绘图训练,培养和提高绘图与看图的能力。在绘图实践中,学会查阅并严格遵守和运用相关国家标准。

(3) 由于工程图样是重要的技术文件,任何细小的差错都可能导致生产中的重大损失,所以学习中一定要培养一丝不苟的严谨作风,作业要认真完成,绘制图样要做到投影正确,图线规范,尺寸齐全,字体工整,图面整洁。应该认识到,无论计算机绘图技术多么先进,机器仍要根据人的指令完成作图,因此坚实的手工作图能力仍然是工程制图的重要基础。

本课程只能为培养学生的绘图与看图能力打下初步基础,通过后继课程的学习,以及在今后长期地学习和工作实践中,还要不断拓展空间构思及创新能力,提高绘图与读图的水平。

本课程的教学内容,包括:绪论、制图的基本知识、正投影法、轴测投影法、透视图、工程图样的一般规定、工程图样的识读、工程图样的计算机辅助作图。本课程的教学重点:正投影法、轴测投影法、透视图、工程图样的识读。本课程的教学难点:正投影法、轴测投影法、透视图、工程图样的识读。

1.1 绪论	1	10.1 轴测投影法	101
1.2 制图的基本知识	1	10.2 透视图	102
1.3 正投影法	1	10.3 工程图样的识读	103
1.4 轴测投影法	1	10.4 工程图样的计算机辅助作图	104
1.5 透视图	1	附录	105
1.6 工程图样的一般规定	1		
1.7 工程图样的识读	1		
1.8 工程图样的计算机辅助作图	1		

第 1 章 点、直线、平面的投影

在工程图样中，为了在平面上表达空间物体的形状，广泛采用投影的方法。本章介绍投影法的基本概念和如何在平面上表示空间几何要素（点、直线和平面）的方法。

1.1 投影法的基本知识

根据光的投射成影这个物理现象，人们创造了用投影来表达物体形状的方法——投影法，即：光线途经物体向选定的面投射，并在该面上得到图形（投影）。

要获得物体的投影，必须具备投影光源、被投影物和投影面三个条件。这三个条件，通常称为投影三要素。

1.1.1 中心投影法

如图 1-1 所示，设在平面 P （投影面）与光源 S （投影中心）之间，有一 $\triangle ABC$ （被投影物）。经 S 和 A 、 B 、 C 各作一直线（投射射线） SA 、 SB 、 SC ，与平面 P 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， $\triangle abc$ 就是空间 $\triangle ABC$ 在 P 平面上的投影。

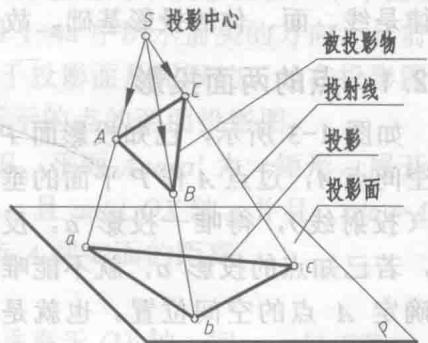


图 1-1 中心投影法

这种投射射线汇交于一点的投影方法称为中心投影法。

1.1.2 平行投影法

如图 1-2 所示，若将投影中心 S 移到无穷远处，则投射射线必相互平行。这种投射射线相互平行的投影方法，称为平行投影法。

平行投影法又分为正投影法和斜投影法两种：投影方向（即投射射线的方向）垂直于投影面的是正投影法，如图 1-2a；投影方向倾斜于投影面的是斜投影法，如图 1-2b。

正投影法是机械图绘制中最常用的一种方法。本教材后续章节中提及的投影，若无特殊说明，均指正投影。

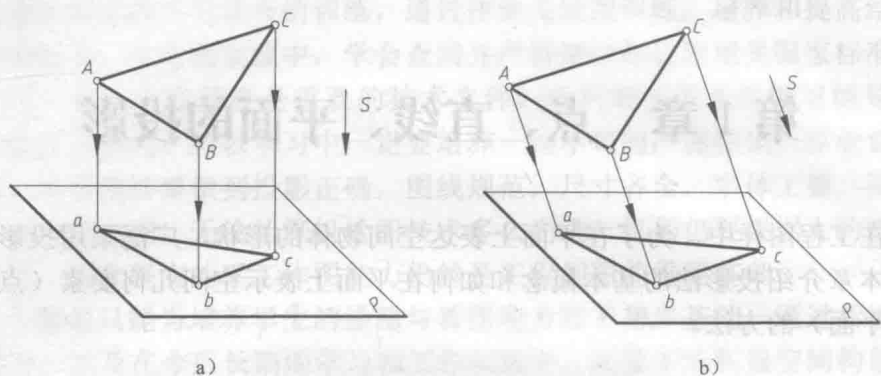


图1-2 平行投影法

a) 正投影法 b) 斜投影法

1.2 点的投影

点是最基本的几何元素，一切几何形体都可看作是点的集合。点的投影规律是线、面、体的投影基础。故先研究点的投影性质及其投影规律。

1.2.1 点的两面投影

如图 1-3 所示，已知投影面 P 和空间点 A ，过点 A 作 P 平面的垂线（投影线），得唯一投影 a 。反之，若已知点的投影 a ，就不能唯一确定 A 点的空间位置。也就是说，点的一个投影不能确定点的空间位置，即：单面投影不具有“可逆性”。因此，常将几何形体放置在相互垂直的两个或三个投影面之间，向这些投影面作投影，形成多面正投影。

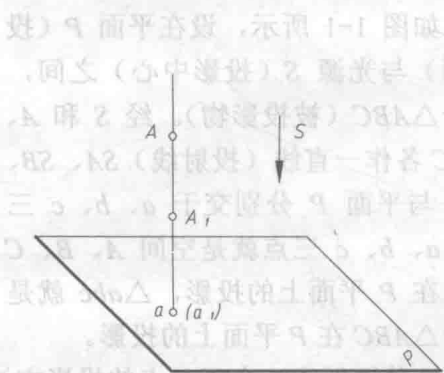


图1-3 点的单面投影及其空间位置关系

如图 1-4a 所示，设置互相垂直的正立投影面 V （简称正面）和水平投影面 H （简称水平面），组成两投影面体系。两投影面的交线 OX 称为投影轴（简称 OX 轴）。

投影产生的过程是：从 A 点分别向 H 面、 V 面作投影线（垂线），其垂足就是点 A 的水平投影 a 和正面投影 a' 。由于 $Aa' \perp V$ 、 $Aa \perp H$ ，故投影面 $Aaa' \perp OX$ 轴并交于点 a_x ，因此， $a'a_x \perp OX$ 、 $aa_x \perp OX$ 。

需要强调指出的是：空间点用大写字母表示（如 A ），点的水平投影用相应的小写字母表示（如 a ），点的正面投影用相应的小写字母加一撇表示（如 a' ）。

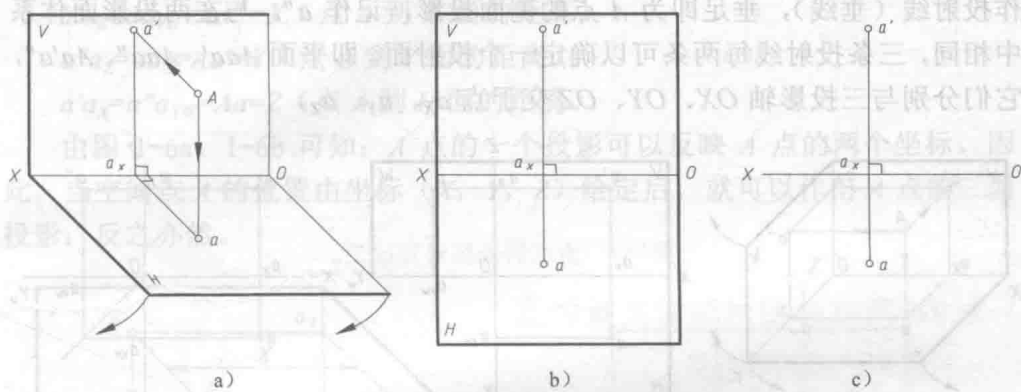


图1-4 点在 V 、 H 两面体系中的投影

a) 立体直观图 b) 投影面展开后 c) 投影图

上述投影 a 、 a' 分别在 H 面、 V 面上，为使这两个投影画在一个平面上，规定： V 面不动，将 H 面绕 OX 轴、按图 1-4a 中所示箭头的方向，自前向下旋转 90° 与 V 面重合，如图 1-4b。由于投影面是无限的，故在投影图上不画出它的边框线，这样便得到图 1-4c 所示的点的两面投影图。

对照图 1-4a 及图 1-4c，根据几何常识，平面 Aaa_xa' 为一矩形，展开后 aa' 形成一条投影连线（交 OX 轴于点 a_x ），且 $aa' \perp OX$ 轴。并且， $a'a_x = Aa$ ，反映点 A 到 H 面的距离； $aa_x = Aa'$ ，反映点 A 到 V 面的距离。

由此可概括出点的两面投影特性：

- (1) 点的水平投影与正面投影的连线垂直于 OX 轴，即： $aa' \perp OX$ ；
- (2) 点的正面投影到 OX 轴的距离等于点到 H 面的距离，点的水平投影到 OX 轴的距离等于点到 V 面的距离，即： $a'a_x = Aa$ ， $aa_x = Aa'$ 。

已知一点的两面投影，就可以唯一确定该点的空间位置。可以想象，若将图 1-4c 中 OX 轴以下的 H 面自前向上旋转 90° ，由 a 作 H 面的垂线，由 a' 作 V 面的垂线，两垂线的交点，即空间点 A 的唯一位置。

1.2.2 点的三面投影

虽然由点的两面投影已能确定该点的位置，但有时为了更清晰地图示某些几何形体，故在原两投影面体系的基础上，再设立一个与 V 面、 H 面都垂直的侧立投影面 W （简称侧面），如图 1-5a 所示。三个投影面之间的交线，即三条投影轴 OX 、 OY 、 OZ 必定相互垂直并交于 O 点，形成三投影面

体系。如图 1-5a 所示：在两面投影的基础上，规定点的侧面（ W 面）投影用空间点的相应小写字母加两撇表示。侧面投影产生的过程是：从 A 向 W 面作投射射线（垂线），垂足即为 A 点的侧面投影，记作 a'' 。与在两投影面体系中相同，三条投射射线每两条可以确定一个投射面，即平面 Aaa' 、 Aaa'' 、 $Aa'a''$ ，它们分别与三投影轴 OX 、 OY 、 OZ 交于点 a_x 、 a_y 、 a_z 。

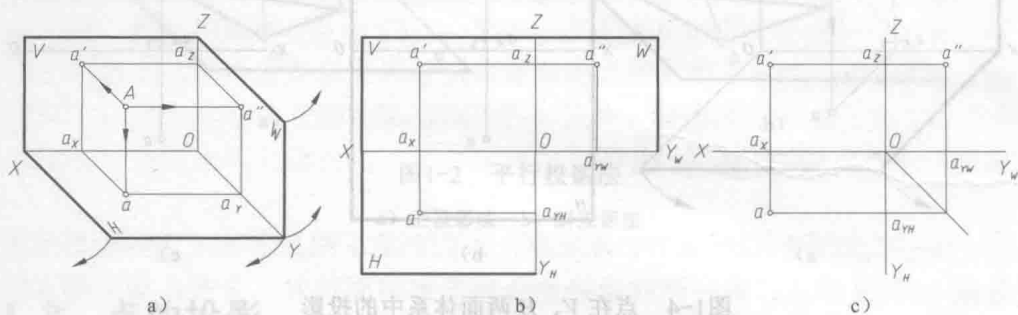


图 1-5 点在 V 、 H 、 W 三面体系中的投影

a) 立体直观图 b) 投影面展开后 c) 投影图

为使三个投影 a 、 a' 、 a'' 画在一个平面上，仍规定： V 面不动，投影轴 OY 分成 Y_H 、 Y_W 两支，分别随 H 面、 W 面按图 1-5a 中箭头所示方向绕 OX 轴自前向下旋转 90° 、绕 OZ 轴自前向右旋转 90° 。这样， H 面、 W 面与 V 面重合成一个平面，如图 1-5b。去掉线框，得到空间点 A 在三投影面体系中的投影（ a 、 a' 、 a'' ），如图 1-5c。在投影图中， OY 轴上的点 a_y 因展开而分成 a_{yH} 、 a_{yW} 。为了方便作图，可过 O 点作一条 45° 的辅助线， aa_{yH} 、 $a''a_{yW}$ 的延长线必与该辅助线相交于一点。

对照图 1-5a 和图 1-5c，可知：展开后 $a'a''$ 形成一条投影连线（交 OZ 轴于点 a_z ），且 $a'a'' \perp OZ$ 轴； $a'a_x = a''a_{yW} = Aa$ （点 A 到 H 面的距离）； $a'a_z = aa_{yH} = Aa''$ （点 A 到 W 面的距离）； $a''a_z = aa_x = Aa'$ （点 A 到 V 面的距离）。

由上分析得点的三面投影特性：

- (1) 点的投影连线垂直于相应的投影轴，即： $aa' \perp OX$ ， $a'a'' \perp OZ$ ；
- (2) 点的投影到投影轴的距离等于点到相应投影面的距离，即： $a'a_x = a''a_{yW} = Aa$ ， $a'a_z = aa_{yH} = Aa''$ ， $a''a_z = aa_x = Aa'$ 。

利用点在三投影面体系中的投影特性，只要给出一点的任意两个投影，就能求出该点的第三面投影（简称为二求三）。

1.2.3 点的三面投影与其直角坐标的关系

在图 1-6a 中，如果把投影面当作坐标平面，投影轴当作坐标轴，点 O

作为坐标原点，则三投影面体系便是一个笛卡尔空间直角坐标系。因此，空间点 A 到三个投影面的距离，也就是 A 点的三个直角坐标 X 、 Y 、 Z 。即点的投影与坐标有如下关系：

$a'a_z = aa_{y_H} = Aa'' = X$ (点 A 到 W 面的距离)；

$a''a_z = aa_x = Aa' = Y$ (点 A 到 V 面的距离)；

$a'a_x = a''a_{y_W} = Aa = Z$ (点 A 到 H 面的距离)。

由图 1-6a、1-6b 可知： A 点的一个投影可以反映 A 点的两个坐标。因此，当空间点 A 的位置由坐标 (X, Y, Z) 给定后，就可以作出 A 点的三面投影；反之亦然。

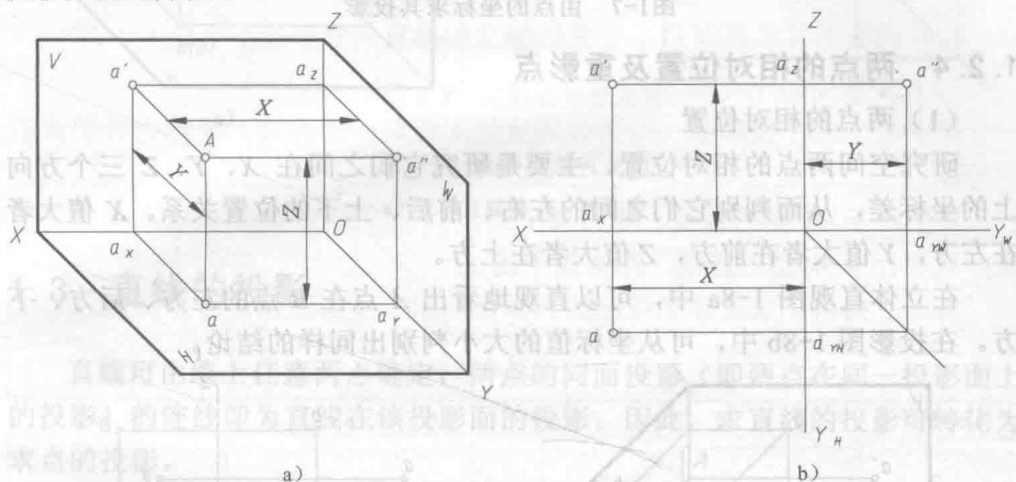


图1-6 点的三面投影与直角坐标

a) 立体直观图 b) 投影图

【例 1】 已知 A 点的坐标为 $(15, 10, 20)$ ，求点 A 在三面体系中的投影（图样中的尺寸单位为 mm 时，不需标注计量单位）。

【解】 步骤如下：

1) 作相互垂直的两条细直线为投影轴，并且作 45° 辅助线平分 $\angle Y_H O Y_W$ ，沿 OX 轴取 $Oa_x = 15\text{mm}$ ，得到点 a_x ，如图 1-7a；

2) 过点 a_x 作 OX 轴的垂线，在此垂线上，从 a_x 向上取 $a_x a' = 20\text{mm}$ ，向下取 $a_x a = 10\text{mm}$ ，得到点 A 的正面投影 a' 和水平投影 a ，如图 1-7b；

3) 现已知点 A 的两面投影 a' 、 a ，可进行“二求三”，即：过 a 作直线垂直于 OY_H 并与 45° 辅助线交于一点，过此点作垂直于 OY_W 的直线，并与过 a' 所作 OZ 轴的垂线 $a'a_z$ 的延长线交于 a'' ， a'' 即为点 A 侧面投影，如图 1-7c。（也可不作辅助角平分线，而在 $a'a_z$ 的延长线上直接量取 $a_z a'' = aa_x$ 而确定 a'' ）。

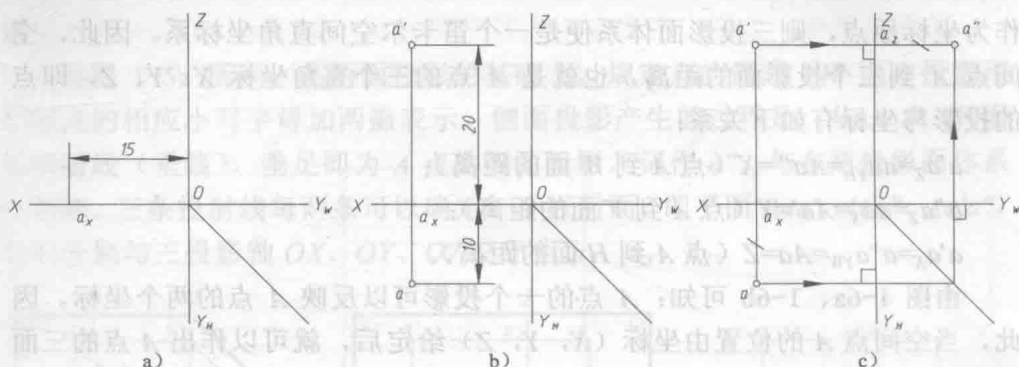


图1-7 由点的坐标求其投影

1.2.4 两点的相对位置及重影点

(1) 两点的相对位置

研究空间两点的相对位置，主要是研究它们之间在 X 、 Y 、 Z 三个方向上的坐标差，从而判别它们之间的左右、前后、上下的位置关系。 X 值大者在左方， Y 值大者在前方， Z 值大者在上方。

在立体直观图 1-8a 中，可以直观地看出 A 点在 B 点的左方、后方、下方。在投影图 1-8b 中，可从坐标值的大小判别出同样的结论。

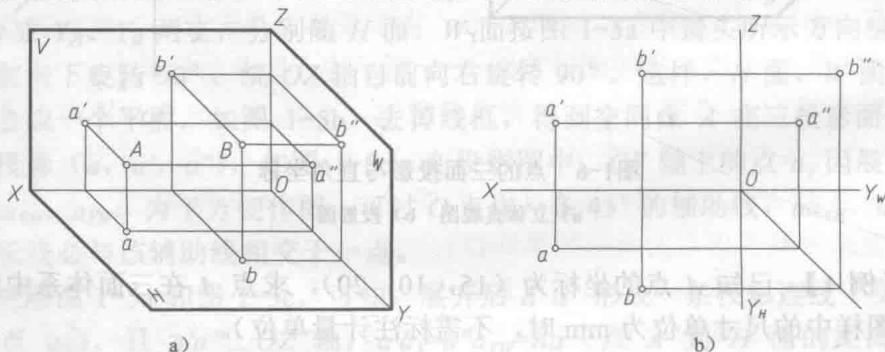


图1-8 两点的相对位置

a) 立体直观图 b) 投影图

(2) 重影点

若空间的两点位于某一个投影面的同一条投射线上，则它们在该投影面上的投影必重合，并称之为对该投影面的重影点。两点的该投影重合，沿投影方向观察，必定有一点可见而另外一点不可见。如图 1-9a， A 点在 B 点的正上方，沿投影方向从上往下看，先见点 A ，后见点 B ，则 b 不可见。在投影图上若需判断可见性，应将不可见点的投影加圆括号以示区别，如图 1-9b。重影点的可见性判断原则如下：

1) 若两点的水平投影重合，称为对 H 面的重影点， Z 坐标值大者可见；

- 2) 若两点的正面投影重合, 称为对 V 面的重影点, Y 坐标值大者可见;
 3) 若两点的侧面投影重合, 称为对 W 面的重影点, X 坐标值大者可见。
 上述三原则, 也可以概括为: 前挡后, 上遮下, 左遮右。

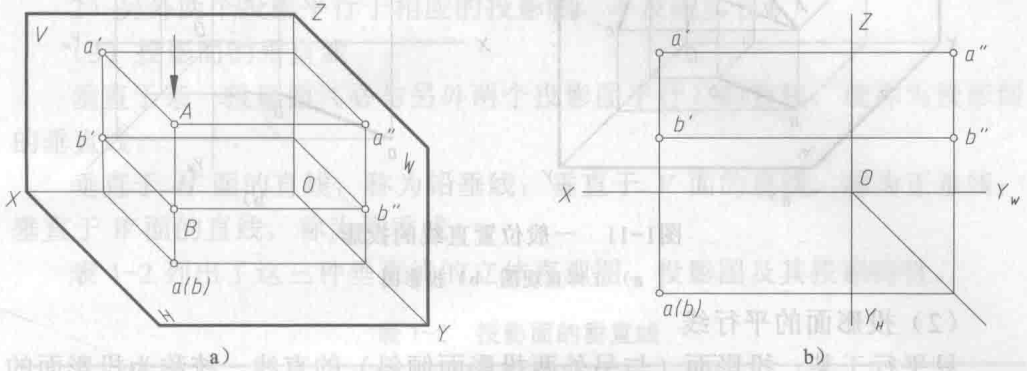


图1-9 重影点及可见性

a) 立体直观图 b) 投影图

1.3 直线的投影

直线可由线上任意两点确定, 两点的同面投影 (即两点在同一投影面上的投影) 的连线即为直线在该投影面的投影。因此, 求直线的投影可转化为求点的投影。

如图 1-10 所示, 直线的投影一般仍为直线 (如图中直线 CE), 当直线垂直于投影面时, 其投影积聚为一点 (如图中直线 AB)。此外, D 点属于 CE , 同面投影中, d 属于 ce , 即点对于直线的从属性不变。

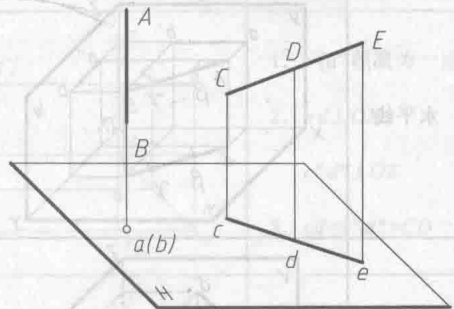


图1-10 直线的投影

1.3.1 直线对投影面的相对位置

在三面体系中, 直线相对于投影面有三种不同的位置: 一般位置、平行和垂直。后两类统称为特殊位置直线。

直线与 H 、 V 、 W 三个投影面的夹角依次用 α 、 β 、 γ 表示。

(1) 一般位置直线

倾斜于各投影面的直线, 称为一般位置直线, 如图 1-11a 所示直线 AB , 投影 $ab=AB\cos\alpha$, $a'b'=AB\cos\beta$, $a''b''=AB\cos\gamma$, 均小于实长 AB 。

图 1-11b 为直线 AB 的三面投影, 其投影特性是: 三面投影均倾斜于投影轴; 三面投影均小于直线的实长; 投影不反映空间直线对投影面的倾角。

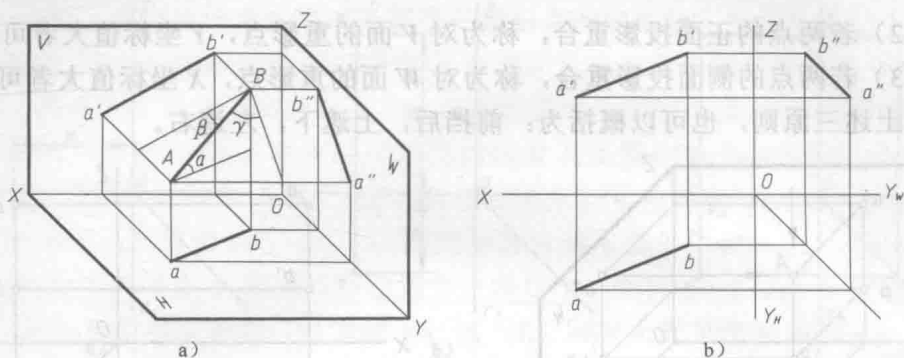


图1-11 一般位置直线的投影

a) 立体直观图 b) 投影图

(2) 投影面的平行线

只平行于某一投影面（与另外两投影面倾斜）的直线，统称为投影面的平行线。

只平行于 H 面的直线，称为水平线；只平行于 V 面的直线，称为正平线；只平行于 W 面的直线，称为侧平线。

表 1-1 列出了这三种平行线的立体直观图、投影图及其投影特性。

表 1-1 投影面的平行线

直线的位置	立体图	投影图	投影特性
水平线			<ol style="list-style-type: none"> $a'b' \parallel OX$ $a''b'' \parallel OY_w$ $ab = AB$ 反映 β、γ 角大小
正平线			<ol style="list-style-type: none"> $cd \parallel OX$ $e''d'' \parallel OZ$ $c'd' = CD$ 反映 α、γ 角大小
侧平线			<ol style="list-style-type: none"> $e'f' \parallel OZ$ $ef \parallel OY_h$ $e''f'' = EF$ 反映 α、β 角大小