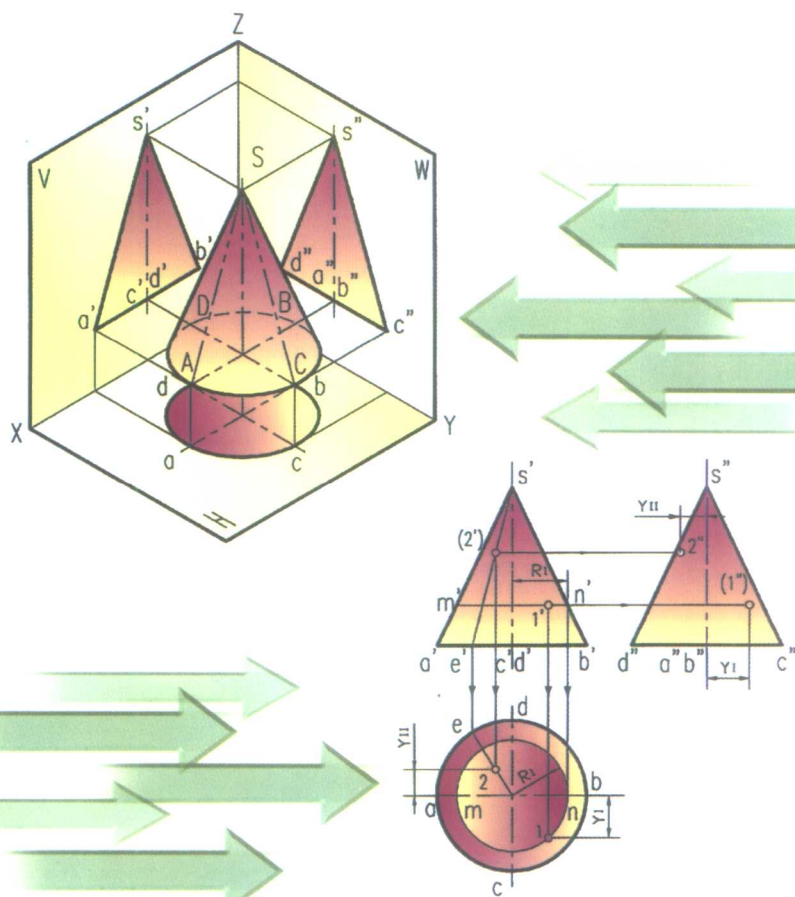


GONGCHENGZHI TU

石 娟 主编



人民交通出版社

高等学校教材

Gongcheng Zhitu

工 程 制 图

石明 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是高等院校理工科非机械类少学时用工程制图教材,适用于轮机、港航、交通运输管理、电子、电气等专业和相近专业的制图课程教学,参考学时为 36~66 学时。

本教材共分为五篇,内容包括投影基础、制图基础、零件图与装配图、专业图样的表达与阅读、计算机绘图基础。其主要特点为:投影、制图部分注重基础;在工程图样阅读方面专业针对性强;采用最新绘图标准;编入适量的计算机绘图内容;还编写了与之配套的习题集。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 石娟主编. —北京:人民交通出版社,
2002.8
高等学校教材
ISBN 7-114-04381-3

I.工... II.石... III.工程制图—高等学校—教材
IV.TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 050232 号

高等学校教材

工 程 制 图

石娟 主编

正文设计:孙立宁 责任校对:戴瑞萍 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:12.25 字数:298 千

2002 年 9 月 第 1 版

2002 年 9 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—6000 册 定价:22.00 元

ISBN 7-114-04381-3

U · 03228

前 言

新经济社会促进了人类知识更新速度的加快,同时,又对高等教育方式提出了不同以往的要求。以创新精神和实践能力培养为主要特征的素质教育,已成为我国高等教育的新要求,这种要求必然对我们现有的教学方法提出挑战,其中加快更新教学内容已成为一项非常紧迫的任务,而这中间首当其冲的便是教材。

以前,由于知识更新的速度本身较慢,而且又受到经费和学生人数的影响,上海海运学院教材更新周期较长。因此,对现有教材,特别是体现我院特色的专业教材的升级换代已迫在眉睫。我院有一些具有自己特色的专业,如航运管理、物流、船舶驾驶、轮机专业等,这些专业教材在其他院校已有的优秀教材中不可能涵盖,编写这些专业教材的工作只能由我院自己承担。组织出版具有在国内有一定影响的上海海运学院重点教材已成为提高我院教学质量的重要工作之一。

在我院领导的大力支持下,由学校授权教务处组织的学校教材建设委员会对学校教材建设进行了规划,并编制了重点教材出版“十五”计划。学校对计划内公开出版的系列重点教材予以一定的资助。

上海海运学院拥有一批非常优秀的、在行业内具有较大影响的专业教师队伍,其中不少教师所编著的教材在社会上已具有广泛的影响力。航运界也一直希望我院能够出版更多具有特色的专业教材,以促进我国航运事业的发展。

作为“十五”计划重点教材出版的第一年,经学校教材建设委员会审定,计划出版 12 本教材。在组织出版系列重点教材的过程中,我们注重教材的质量,特意选择我院有造诣的优秀教师编写这些教材,并统一由学校教材建设委员会组织对教材进行审定。因此,这些教材能体现我院学科研究的部分成果。

上海海运学院系列重点教材的出版不仅将对提高我院教学质量起到重要作用,而且也必将在社会上,特别是航运界产生重要的影响。系列重点教材的出版是上海海运学院对社会知识的一种贡献。

在这里,我们要特别感谢编写这些教材的教师所付出的辛勤劳动,同时也感谢人民交通出版社对我院出版系列重点教材所给予的大力支持。

上海海运学院教务处处长

真虹教授

2001年8月

2001/08

编写说明

《工程制图》教材是为适应非机械类少学时如轮机工程、港口及航运管理、交通运输、电气工程及自动化、电子信息工程、通信工程等专业的制图课程教学要求而编写的。本书以国家教育部关于非机械类《画法几何及机械制图课程教学基本要求》为依据,采用最近几年修改、制定并颁布的机械制图最新标准,总结多年的教学经验,根据现有教学时数的要求,同时又考虑了不同专业的特殊需求。

本书共分为五篇,内容包括投影基础、制图基础、零件图与装配图、专业图样的表达与阅读、计算机绘图基础。其主要特色为:

- 内容精简,注重基础,强调紧密结合教学要求。投影基础内容为点、直线、平面、立体的基本投影原理与方法;制图基础内容为制图的基本知识、组合体及机件的常用表达方法;零件图与装配图内容注重基本知识的掌握。

- 在工程图样阅读方面专业针对性强,反映不同专业的要求。教材编入了港口工程图、管路图,介绍了这些专业图样的基本知识,为今后专业图样的绘制与阅读打下初步的基础。

- 编入适量的计算机绘图内容,使学生掌握初步的计算机绘图技能。

为配合教材的使用,还编绘了与之配套的习题集。

在使用教材时,第一章至第八章为各专业必修内容。交通运输管理、港口及航运管理等专业可加修第九章,轮机工程、电气工程及自动化、电子信息工程、通信工程等专业可加修第十章。各专业可根据实际情况选修第十一章和第十二章。

参加本教材编写的有:石娟(绪论、第一篇)、黄嘉慧(第二篇、第四篇)、王国梁(第三篇、第五篇),全书由石娟任主编。上海市工程图学学会第五届理事会理事、图学教育专业委员会主任吴国瑞负责审阅全稿,提出了宝贵的意见和建议,在此深表感谢。

由于编者水平所限,疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2002年5月

目 录

绪论.....	1
---------	---

第一篇 投影基础

第一章 点、直线、平面的投影.....	3
§ 1-1 投影的基本知识	3
§ 1-2 点的投影	4
§ 1-3 直线的投影	8
§ 1-4 平面的投影	13
§ 1-5 直线与平面、两平面之间的相对位置	18
第二章 立体的投影	23
§ 2-1 基本立体的投影	23
§ 2-2 平面与立体相交	28
§ 2-3 两曲面立体相交	34

第二篇 制图基础

第三章 制图的基本知识	37
§ 3-1 制图的基本规定	37
§ 3-2 常用手工绘图工具及使用	42
§ 3-3 几何作图	45
§ 3-4 平面图形的画法	48
第四章 组合体	51
§ 4-1 组合体的视图	51
§ 4-2 组合体的尺寸标注	54
§ 4-3 看组合体视图	57
第五章 机件常用表达方法	60
§ 5-1 视图	60
§ 5-2 剖视图	62
§ 5-3 断面图	65
§ 5-4 局部放大图	67
§ 5-5 简化画法	67
§ 5-6 表达方法综合应用举例	68

第三篇 零件图与装配图

第六章 标准件和常用件	71
-------------------	----

§ 6-1 螺纹和螺纹紧固件	71
§ 6-2 齿轮	80
§ 6-3 键与销	84
第七章 零件图	87
§ 7-1 零件图的内容	87
§ 7-2 零件图的视图表达和尺寸标注	87
§ 7-3 零件图上的技术要求	96
第八章 装配图	105
§ 8-1 装配图的内容	106
§ 8-2 装配图的表达方法	108
§ 8-3 装配图的尺寸标注和技术要求	109
§ 8-4 装配图的序号和明细栏	110
§ 8-5 装配图的画法	112

第四篇 专业图样的表达与阅读

第九章 标高投影	115
§ 9-1 点的标高投影	115
§ 9-2 直线的标高投影	116
§ 9-3 平面的标高投影	117
§ 9-4 平面立体和曲面立体的标高投影	118
§ 9-5 标高投影的实际应用	120
第十章 管路图	123
§ 10-1 管路图示符号	123
§ 10-2 管路图示	125

第五篇 AutoCAD 绘图基础

第十一章 AutoCAD 基本知识	127
§ 11-1 AutoCAD 2000 的启动与用户界面	127
§ 11-2 AutoCAD 2000 的基本操作	129
第十二章 AutoCAD 基本命令	140
§ 12-1 绘图命令	140
§ 12-2 编辑命令	145
§ 12-3 图案填充	152
§ 12-4 文本注写	153
§ 12-5 尺寸标注	156
附录	161
一、公差与配合	161
二、螺纹	168
三、螺栓	171
四、双头螺柱	172

五、螺钉 173

六、螺母 177

七、垫圈 179

八、键 181

九、销 183

十、紧固件通孔及沉孔尺寸 185

参考书目 186

绪 论

一、本课程的研究对象

本课程的研究对象是工程图样。图样是用来表达物体的形状、大小和技术要求的图形技术文件,而工程图样主要用来表达设计意图、进行技术交流以及指导生产实践,是现代工业产品的设计、加工、安装、使用及维修等全过程的重要依据。随着工程图样的国际标准化,工程图样已成为国际技术交流的重要技术工具。因此,人们常称图样是工程界的语言,每一个工程技术人员必须掌握这种语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。

二、本课程的主要内容及要求

本课程是一门研究用投影法的基本原理绘制和阅读工程图样的技术基础课,主要培养学生的仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图以及读图的基本能力。从专业的需要出发,本课程主要内容如下:

1. 投影基础

主要包括投影的基本知识,点、直线、平面和立体的投影。

要求熟悉正投影的基本理论,掌握绘制工程图样的基本原理与方法。直线、平面的投影部分侧重于特殊位置的情况,立体部分要求掌握基本立体的投影、立体简单截切后的投影和两立体正交的投影,具有一定的空间思维能力。

2. 制图基础

主要包括制图的基本知识,组合体的投影和机件常用表达方法。

要求熟悉国家标准关于机械制图的基本规定,能运用形体分析的方法表达组合体视图,具有运用国标规定的常用表达方法表达机件的基本技能,表达方法中重点为视图、剖视和剖面部分。

3. 零件图与装配图

主要包括标准件和常用件,零件图和装配图。

掌握国标关于螺纹、螺纹紧固件及其连接的规定画法以及圆柱齿轮工作图和圆柱齿轮啮合画法,熟悉查表获取标准件和常用件有关参数的方法。了解零件的加工精度,明确零件图与装配图的内容,特别注意零件图与装配图中视图表达与尺寸标注内容的区别。要求能绘制和阅读一般难易程度的零件图与装配图。

4. 专业图样的表达与阅读

主要包括标高投影的基本原理、港口工程图的识图、管路布置图的画法与识图。

这部分内容可根据专业的不同选择讲授,要求学生能初步阅读与专业有关的其他工程图样。

5. 计算机绘图基础

主要包括 AutoCAD 基本知识,AutoCAD 基本命令。

以 AutoCAD2000 软件为基础,掌握 AutoCAD 绘图的基本方法,熟悉绘图命令、编辑命令、辅助命令、图层、图形显示与控制、阴影填充、文本与尺寸标注的使用方法,能用计算机绘制完整的零件图和简单的装配图。

三、本课程的学习方法

(1)正确认识本课程与专业课程的关系。在工作实践中,不仅从事工程设计、制造方面的技术人员要能绘制和阅读工程图样,技术管理人员也要和图样打交道。在后续的许多专业课程中,也将出现机械图样和其他工程图样。学好本课程,能为日后的学习和工作打下良好的基础。

(2)本课程实践性很强,必须通过画图实践来掌握投影原理和绘图技术,也只有在一定量的画图基础上才能看懂图样。同时,要在画图和看图过程中,主动进行由物体想图形、由图形想物体的反复对照联想,才能提高绘图和看图能力。

(3)自觉培养工程技术人员必备的良好素质。在画图时必须严格遵守国家标准中有关图样的各种规定,不可擅自编造或随意改动。一旦图样的形状和尺寸发生错误,必将在生产中造成损失。因此,要努力养成认真、细心、一丝不苟的工作作风。

(4)在绘图过程中,始终把图形表达的正确性放在第一位,做到有错必改。同时,还应具有一定的审美意识。《大英科技百科全书》关于工程制图的词条中,认为应把工程图样视为一种艺术。在绘图时,对于图形布置、线形与箭头的画法、文本与数字的书写等都要考虑整体协调。

第一章 点、直线、平面的投影

§ 1-1 投影的基本知识

一、投影法

光线照射空间的物体会在地面上留下影子,这种自然界普遍存在的现象称为投影现象。将物体置于光源和预设平面之间,利用该原理作出的物体图像,称为该物体的投影。通过光源中心向物体引投射线,在预设平面上作出物体投影的方法称为投影法。

常见的投影法有:中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影法

所有投射线交于一点的投影方法称为中心投影法。如图 1-1 所示,点 S 为投影中心,平面 P 为投影平面,从点 S 向空间平面 $\triangle ABC$ 引投射线 SAa 、 SBb 、 SCc ,交 P 平面于 a 、 b 、 c 三点, $\triangle abc$ 称为 $\triangle ABC$ 在平面 P 上的投影。

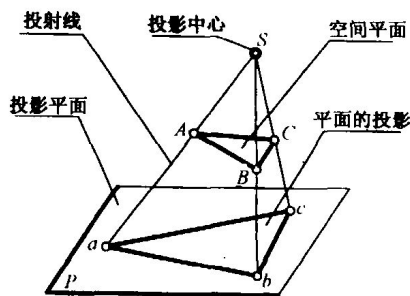


图 1-1 中心投影法

2. 平行投影法

所有投射线互相平行的的投影法称为平行投影法。当投影中心移到距投影面无穷远处时,所有的投射线趋于平行,所得投影与空间要素距离投影面的远近无关。根据投射线是否与投影面垂直,平行投影又分为斜投影和正投影,如图 1-2 所示。

斜投影:投射线与投影面倾斜。

正投影:投射线与投影面垂直。

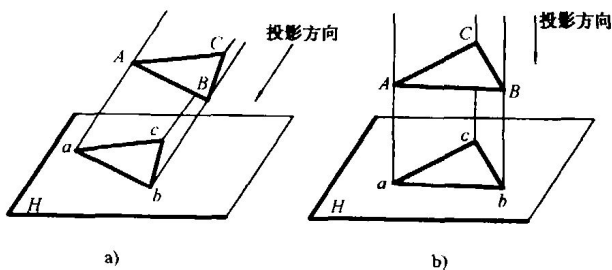


图 1-2 平行投影法
a)斜投影;b)正投影

二、工程上常用的投影

1. 多面正投影

多面正投影是用正投影法,将空间物体分别向两个或两个以上互相垂直的投影面进行投影所得到的图形,如图 1-3 所示。投影时,一般将物体的主要平面平行于相应的投影面,使投影图能反映这些平面的实际形状及尺寸。多面正投影虽然其立体感差,但度量性好,作图简便,在工程上得到广泛应用。机械制图一般采用多面正投影,因此,以后章节中主要介绍正投影,如不特别说明,则将正投影简称为投影。

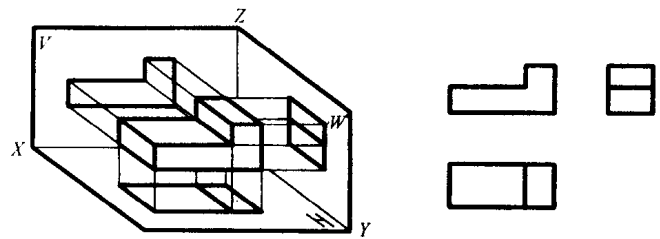


图 1-3 多面正投影图

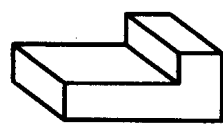


图 1-4 轴测投影图

2. 轴测投影

用平行投影法画出的单面投影图,如图 1-4 所示。其特点为能同时反映物体三维形体特征,立体感强,但作图复杂,度量性差。常用于产品外观表达。

3. 透视投影

用中心投影法画出的单面投影图,如图 1-5 所示。透视投影原理与照相成影相似,接近人的视觉习惯。其特点:作图很繁琐,但富有逼真感,直观性很强。适用于建筑外观、工艺美术,宣传广告等。

4. 标高投影

标高投影是用正投影法画出空间几何元素的单面投影后,再用数字标出几何元素到投影面的距离,如图 1-6 所示。工程中常用于表达不规则曲面,如船舶、飞行器、汽车曲面以及地形图。

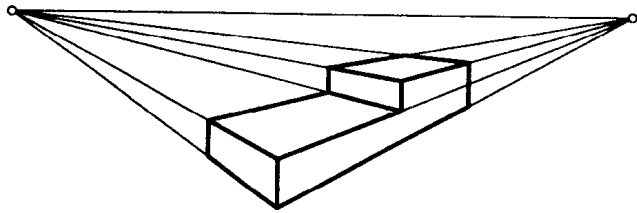


图 1-5 透视投影图

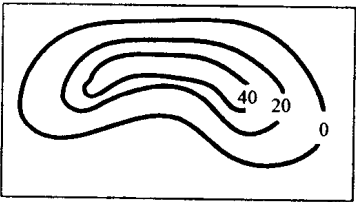


图 1-6 标高投影图

§ 1-2 点的投影

一、点在两投影面体系中的投影

已知空间点 A 和投影面 P ,如图 1-7 所示。过点 A 引投射射线垂直于平面 P ,交平面 P 于一点 a , a 点即为点 A 在 P 平面上的投影。空间点在投影面上有其惟一的投影,但反过来点的一个投影不能确定该点的空间位置。为此,常采用增加投影面的方法来解决。

1. 两投影面体系

两投影面体系由空间两个互相垂直的投影面组成,如图 1-8 所示。直立的称为正立投影面,简称正面或 V 面;水平的称为水平面,简称 H 面; H 面与 V 面的交线称为投影轴 X 。由空间点 A 向两投影面作垂线,垂足 a 、 a' 分别称为点 A 的水平投影、正面投影。

为了方便起见,规定空间点用大写字母表示,点的水平投影用小写字母表示,点的正面投影用小写字母加一撇表示。

2. 点的两面投影图

在图 1-8 所示的两投影面体系中,正立投影面保持不动,水平投影面绕 X 轴向下旋转 90° ,使 H 面与 V 面重合于同一平面,由于投影面大小不影响空间物体的投影,去掉边框就得到点的两面投影图,如图 1-9 所示。投影连线与投影轴的交点用 a_x 表示。

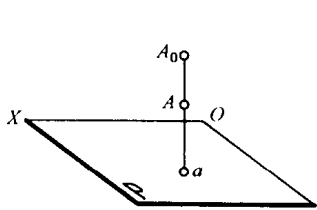


图 1-7 点的单面投影

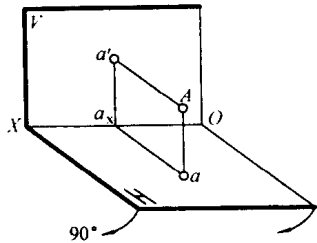


图 1-8 点的两投影面体系

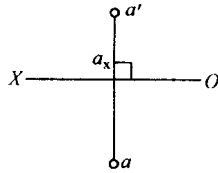


图 1-9 点的两面投影图

3. 点在两投影面体系中的投影规律

(1) 点的正面投影与水平投影的连线垂直于 X 轴,即 $aa' \perp X$ 。

(2) 点的正面投影到 X 轴的距离等于空间点到 H 面的距离,即 $a'a_x = Aa$;点的水平投影到 X 轴的距离等于空间点到 V 面的距离,即 $aa_x = Aa'$ 。

二、点在三投影面体系中的投影

1. 三投影面体系

在两投影面体系中,增加一个与 H 面和 V 面都垂直的侧立投影面,就形成了三投影面体系,如图 1-10 所示。侧立投影面简称为侧面或 W 面, W 面与 H 面、 V 面的交线分别称为投影轴 Y 、 Z ,三投影轴 X 、 Y 、 Z 的交点称为原点 O 。由空间点 A 向 W 面作垂线,垂足 a'' 称为点 A 的侧面投影。

同时规定:点的侧面投影用小写字母加两撇表示。

2. 点的三面投影图

在图 1-10 所示的三投影面体系中, V 面保持不动,水平投影面绕 X 轴向下旋转 90° ,侧立投影面绕 Z 轴向右旋转 90° ,使 H 面、 W 面与 V 重合于同一平面,去掉边框就得到点的三面投影图,如图 1-11 所示。 H 面、 W 面上的 Y 轴分别用 Y_H 、 Y_W 表示,投影连线与投影轴的交点分别用 a_x 、 a_y 、 a_z 表示。

3. 点在三投影面体系中的投影规律

(1) 点的正面投影与水平投影的连线垂直于 X 轴,即 $aa' \perp X$;点的正面投影与侧面投影的连线垂直于 Z 轴,即 $a'a'' \perp Z$ 。

(2) 点的正面投影到 X 轴的距离等于点的侧面投影到 Y 轴的距离,也等于空间点到 H 面的距离,即 $a'a_x = a''a_{yW} = Aa$;点的水平投影到 X 轴的距离等于点的侧面投影到 Z 轴的距离,也等于空间点到 V 面的距离,即 $aa_x = a''a_z = Aa'$;点的正面投影到 Z 轴的距离等于点的水平投影到 Y 轴的距离,也等于空间点到 W 面的距离,即 $a'a_z = aa_{yH} = Aa''$ 。

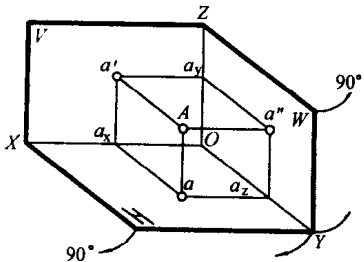


图 1-10 点的三投影面体系

利用点的投影规律,已知点的两面投影,很容易求出第三面投影。由于 $aa_X = a''a_Z$,为了便于作图,可过 O 点作一条 45° 分角线,将水平投影与侧面投影联系起来。

例 1:已知点 A 、 B 的两面投影,求作第三面投影 a'' 、 b'' (图 1-12)。

作图:求 a'' ,

- (1)过 a' 作 Z 轴的垂线;
- (2)取 $a''a_Z = aa_X$,或利用 45° 分角线,即可求得侧面投影 a'' 。

求 b ,

- (1)过 b' 作 X 轴的垂线;
- (2)取 $bb_X = b''b_Z$,或利用 45° 分角线,即可求得水平投影 b 。

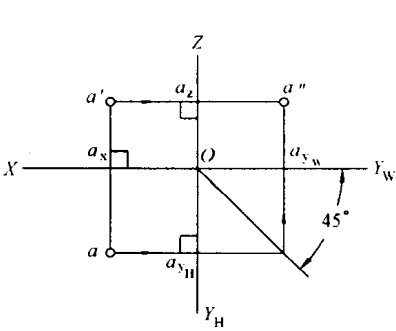


图 1-11 点的三面投影图

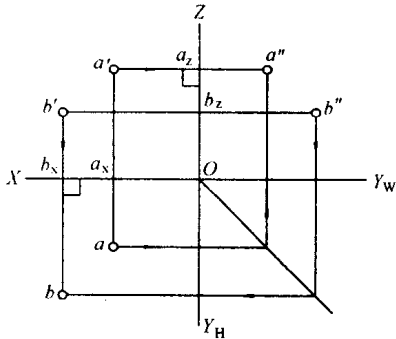


图 1-12 求点的第三面投影

三、点的投影与坐标的关系

如果把三投影面体系中的三个投影面当作坐标面,将投影轴看作坐标轴,则点到 W 面、 V 面、 H 面的距离分别为点的 X 、 Y 、 Z 坐标,如图 1-13 所示。

例 2: 已知点 $A(15,10,8)$,求点 A 的三面投影(图 1-14)。

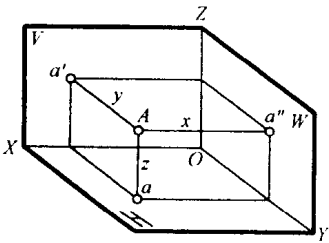


图 1-13 点的投影与坐标的关系

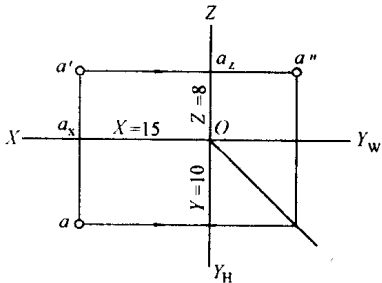


图 1-14 由点的坐标求点的三面投影

作图:

- (1)由 $X_A = 15$,在投影图中可作出 a_X ;
- (2)过 a_X 作 X 轴的垂线;
- (3)在垂线上分别量取 $aa_X = 10$, $a'a_X = 8$,求得 A 点的水平投影 a 及正面投影 a' ;
- (4)过 a' 作 Z 轴的垂线,使 $a''a_Z = aa_X$,即可求得 A 点的侧面投影 a'' 。

如果点的坐标中有一个坐标为零,该点一定是投影面上的点,点的三面投影中有两面投影在投影轴上;如果有两个坐标为零,该点一定是投影轴上的点,点的两面投影重合于同一投影轴上,另一投影与原点 O 重合。

例如 H 面上的点 $A(15, 10, 0)$, Z 轴上的点 $B(0, 0, 5)$, 两点的三面投影如图 1-15 所示。

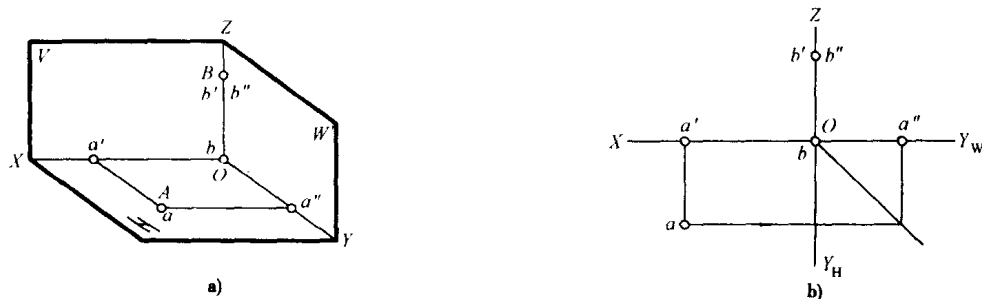


图 1-15 投影面及投影轴上点的投影

四、点的相对位置及重影点的投影

空间两点之间的左右、前后、上下相互位置关系称为点的相对位置。可用比较两点的绝对坐标大小,来判别一点相对另一点的位置。如图 1-16 所示中, $X_B > X_A$; $Y_B > Y_A$; $Z_B < Z_A$, 所以 B 点位于 A 点之左、之前和之下。

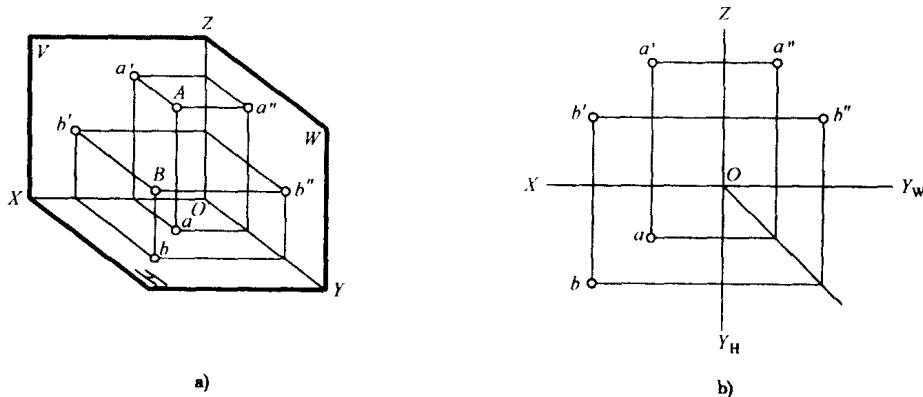


图 1-16 点的相对位置

当两点向某投影面投影时投射重合,这两点称为该投影面的重影点。重影点要求判别可见性,沿投射方向绝对坐标大的可见,小的为不可见,不可见点在投影图上用圆括号区别。 H 面的重影点,上面点的水平投影可见,下面点的水平投影不可见; V 面的重影点,前面点的正面投影可见,后面点的正面投影不可见; W 面的重影点,左面点的侧面投影可见,右面点的侧面投影不可见。

如图 1-17 所示中 A 、 B 两点为 H 面的重影点, $Z_A > Z_B$, A 点位于 B 点之上,水平投影 a 可

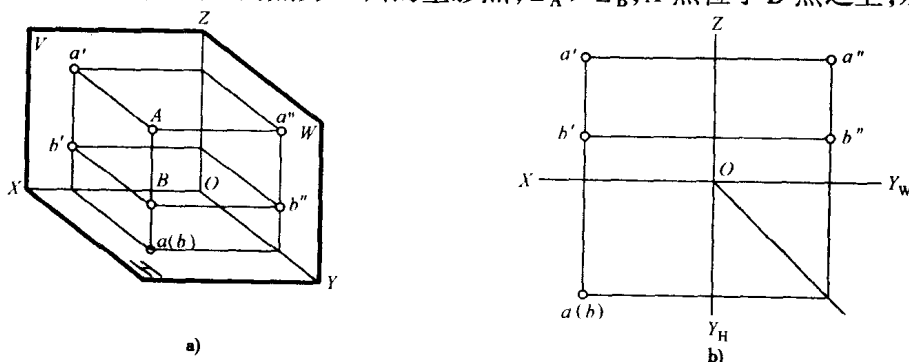


图 1-17 重影点的投影及可见性判别

见, b 不可见。

§ 1-3 直线的投影

一、直线的投影图

直线的投影一般仍为直线,所以只要连接直线上两端点或任意两点的同面投影,即可得到直线的投影图,如图 1-18 所示。画图时直线及其投影要加粗表示,以区别于投影连线和作图线。

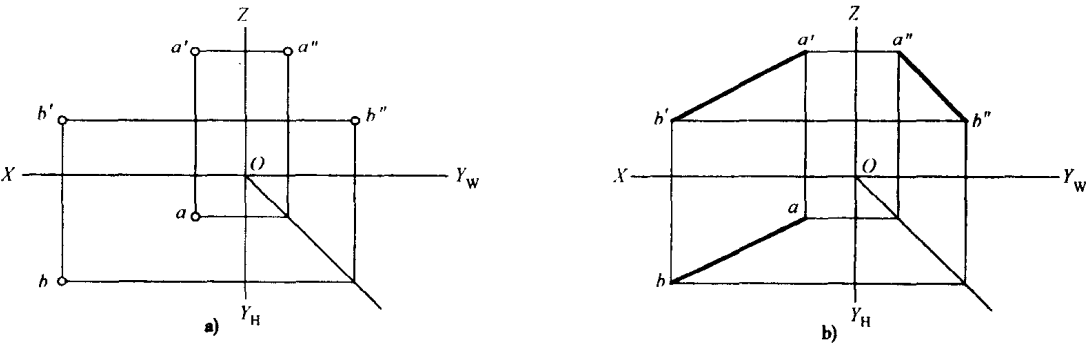


图 1-18 直线的投影图

根据直线相对投影面的位置,可将直线分为:一般位置直线和特殊位置直线,特殊位置直线又有投影面平行线和投影面垂直线两种。

二、一般位置直线的投影特性

与三个投影面都倾斜的直线称为一般位置直线。直线与 H 面、 V 面、 W 面的夹角分别用 α 、 β 、 γ 表示,如图 1-19 所示。

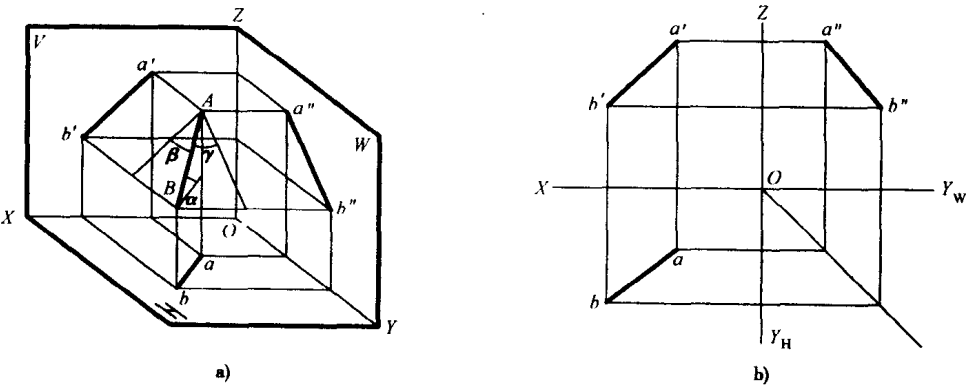


图 1-19 一般位置直线的投影

根据投影图,总结出一般位置直线的投影规律如下:

- (1)直线的三个投影均不反映实长,其长度分别为: $ab = AB \cos \alpha$; $a'b' = AB \cos \beta$; $a''b'' = AB \cos \gamma$ 。
- (2)三个投影都与投影轴倾斜,投影与投影轴的夹角不反映空间直线与相应投影面的夹角。

三、特殊位置直线的投影特性

1. 投影面平行线

平行于某一投影面且与其余两投影面倾斜的直线称为该投影面的平行线。投影面平行线的分类如下：

(1)水平线:直线平行于 H 面,倾斜于 V 面、 W 面。

(2)正平线:直线平行于 V 面,倾斜于 H 面、 W 面。

(3)侧平线:直线平行于 W 面,倾斜于 H 面、 V 面。

各种投影面平行线的投影及投影特性如表 1-1 所示。

投影面平行线的投影及投影特性

表 1-1

名 称	直 观 图	投 影 图	投 影 特 性
水平线 (// H 面, 对 V 、 W 面倾斜)			1. 水平投影 $ab = AB$ 2. ab 与 X、Y 轴的夹角反映 β、γ 角 3. 正面投影 $a'b' \parallel X$; 侧面投影 $a''b'' \parallel Y$
正平线 (// V 面, 对 H 、 W 面倾斜)			1. 正面投影 $a'b' = AB$ 2. $a'b'$ 与 X、Z 轴的夹角反映 α、γ 角 3. 水平投影 $ab \parallel X$; 侧面投影 $a''b'' \parallel Z$
侧平线 (// W 面, 对 H 、 V 面倾斜)			1. 侧面投影 $a''b'' = AB$ 2. $a''b''$ 与 Y、Z 轴的夹角反映 α、β 角 3. 水平投影 $ab \parallel Y$; 正面投影 $a'b' \parallel Z$

投影面平行线投影规律总结：

(1)直线平行于某一投影面,直线在该投影面内的投影反映实长。

(2)该投影与投影轴的夹角,反映空间直线与对应投影面的夹角。

(3)直线的其余两投影平行于相应的投影轴。

2. 投影面垂直线

垂直于某一投影面的直线称为该投影面的垂直线。投影面垂直线的分类如下：

(1)铅垂线:直线垂直于 H 面。

(2)正垂线:直线垂直于 V 面。

(3)侧垂线:直线垂直于 W 面。