

普通高等教育“十三五”规划教材

Mechanical Drawing

# 机械制图

◎ 廖希亮 赵晓峰 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

# 机械制图

主编 廖希亮 赵晓峰  
参编 谢玉东 刘维民 马嵩华  
李安海 史振宇

机械工业出版社

本书是根据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会 2015 年制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》编写的。其主要内容有：点、直线、平面的投影，投影变换，几何元素间的相对位置关系，曲线与曲面，立体的视图，平面与立体相交，立体与立体相交，制图基本知识，组合体视图，轴测投影图，机件的表达方法，标准件与常用件，零件图，装配图，立体表面的展开及附录。为配合本书学习，还编写了与本书配套使用的《机械制图习题集》，由机械工业出版社同时出版。

本书既可作为高等学校机械类、近机类各专业画法几何及机械制图课程的教材，也可作为高职院校、函授大学、网络教育的相关专业及有关工程技术人员参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/廖希亮, 赵晓峰主编. —北京: 机械工业出版社, 2016. 8  
普通高等教育“十三五”规划教材  
ISBN 978-7-111-54218-6

I. ①机… II. ①廖… ②赵… III. ①机械制图-高等学校-教材  
IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 148307 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: 刘小慧 责任编辑: 刘小慧 程足芬 责任校对: 张 征  
封面设计: 张 静 责任印制: 李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2016 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 21 印张 · 513 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-54218-6

定价: 42.00 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](http://www.cmpbook.com)

机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

封面防伪标均为盗版

# 前言

工程图学是研究工程与产品信息表达和交流的学科。工程图样是工程与产品信息的载体，是工程界表达、交流技术思想的语言，在各类工程领域中有着广泛的应用，是工程技术人员必须熟练掌握的一门学科。

机械制图课程是高等学校机械工程类专业的一门基础课程，对培养学生的工程素质和创新意识具有重要作用。

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2015 年制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》，在作者多年教学研究的基础上，结合当前高等学校教育改革和对工科人才培养的要求而编写的。在内容安排上既系统地介绍了画法几何及机械制图的基本概念、基础知识、基本方法，又突出了重点，简化了难点，加强了理论联系实际。

本书具有以下主要特点：

- 1) 全书图例丰富，力求以图说文，注重投影图与直观图同时运用，易学易懂。
- 2) 内容体系层次清晰，从形体的基本要素（点、线、面）到基本形体，再到形体组合构型分析、形体表达及综合应用，由简单到复杂，循序渐进地培养读者的空间思维与形体构形能力。
- 3) 注重理论联系实际，使教学内容有利于培养读者的工程意识和创新能力。
- 4) 课程内容体系较为完整，如曲线和曲面的画法、展开图的画法。但随着高等教育的改革，课程学时不断减少。因此，为了突出重点，加强基础知识、基本概念、基本方法的学习，有些内容（用\*号注明）可根据学时的多少进行选学、简介或删减。
- 5) 本书采用了现行的《技术制图》与《机械制图》国家标准。

本书由山东大学廖希亮、赵晓峰主编。参加编写的有廖希亮（第一、三、六、九、十、十一、十四、十五、十八章、附录）、赵晓峰（第二、四、五、八章）、谢玉东（第七章）、刘维民（第十二章）、马嵩华（第十三章）、李安海（第十六章）和史振宇（第十七章）。全书由廖希亮统稿并定稿。

本书于 2015 年被山东大学评为精品教材。

本书既可作为高等学校机械类、近机类各专业画法几何及机械制图课程（80~120 学时）的教材，也可作为高职院校、函授大学、网络教育的相关专业及有关工程技术人员参考书。

由张明、薛强主编的与本书配套使用的《机械制图习题集》由机械工业出版社同时出版，可供选用。

本书在编写过程中得到了山东大学有关领导的大力支持，并作为山东大学精品教材予以资助出版，对此表示诚挚感谢。

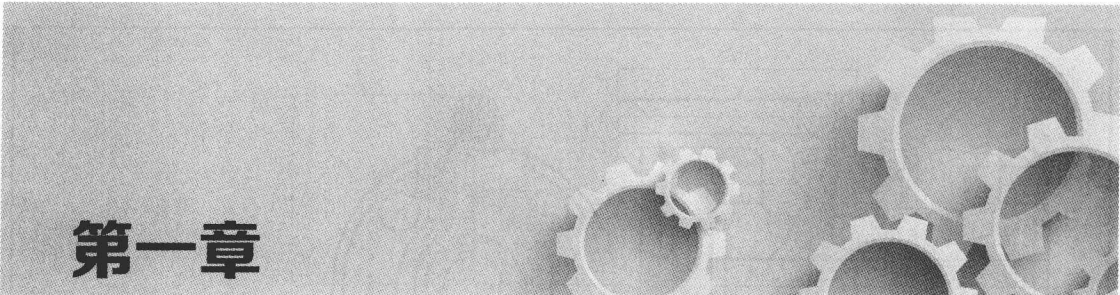
在编写过程中，山东大学数字化技术研究所各位老师给予了热情的指导，同时得到了机械工业出版社的大力支持，对此深表感谢。

由于编者的水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者及同仁批评指正。

# 目录

前言		
第一章 绪论	1	
第一节 本课程的研究对象、任务	1	
第二节 投影的基本知识	1	
第二章 点的投影	6	
第一节 点的三面投影	6	
第二节 两点的相对位置	8	
第三章 直线的投影	10	
第一节 直线的投影	10	
第二节 直线在三投影面体系中的投影	11	
第三节 求线段的实长及其对投影面的 倾角	14	
第四节 两直线的相对位置	16	
第五节 相互垂直两直线的投影	19	
第六节 综合题例分析	21	
第四章 平面的投影	24	
第一节 平面投影的表示法	24	
第二节 平面的投影特性	24	
第三节 平面上的直线和点	26	
第四节 过已知点和直线作平面	30	
第五章 投影变换	33	
第一节 变更投影面法	33	
* 第二节 旋转法	44	
第六章 直线与平面、平面与平面的 相互关系	49	
第一节 相交关系	49	
第二节 平行关系	56	
第三节 垂直关系	60	
第四节 综合题例分析	64	
第七章 曲线与曲面	69	
第一节 曲线的形成及分类	69	
第二节 曲线的投影性质及其投影画法	70	
第三节 圆及圆柱螺旋线的投影	71	
第四节 曲面的形成、分类及表示方法	74	
第五节 常见曲面的形成及其投影画法	77	
第八章 立体的视图	83	
第一节 三视图的基本原理	83	
第二节 立体的视图	85	
第九章 立体	96	
第一节 平面与立体的表面交线	96	
第二节 立体与立体相交	110	
第十章 制图基本知识	121	
第一节 制图国家标准	121	
第二节 制图工具及使用	129	
第三节 几何作图	133	
第四节 平面图形的尺寸和线段分析	137	
第五节 绘图的基本方法与步骤	138	
第十一章 组合体视图	140	
第一节 组合体的组成分析	140	
第二节 组合体视图的画法	142	
第三节 组合体的尺寸标注	146	
第四节 看组合体的视图	153	
第十二章 轴测投影图	160	
第一节 概述	160	
第二节 正等测图	161	
第三节 斜二测图	168	
第十三章 机件的表达方法	171	
第一节 机件外形的表达——视图	171	
第二节 机件内形的表达——剖视图	177	
第三节 机件断面形状的表达—— 断面图	191	
第四节 局部放大图、其他规定画法与 简化画法	194	
第五节 表达方法综合应用	197	
* 第六节 第三角投影简介	199	
第十四章 标准件与常用件	201	

第一节 螺纹及螺纹紧固件 .....	201	第五节 装配图中的零(部)件序号、 明细栏和标题栏 .....	282
* 第二节 键、销和滚动轴承 .....	215	第六节 常见装配结构简介 .....	284
第三节 齿轮 .....	220	第七节 看装配图 .....	286
* 第四节 弹簧 .....	227	第八节 由装配图拆画零件图 .....	289
<b>第十五章 零件图</b> .....	231	<b>* 第十八章 立体表面的展开</b> .....	293
第一节 零件图概述 .....	231	第一节 平面立体表面的展开 .....	293
第二节 零件的视图选择 .....	234	第二节 圆柱面和圆锥面的展开 .....	294
第三节 零件上的常见结构 .....	239	第三节 球面的近似展开 .....	297
第四节 零件图的尺寸标注 .....	242	第四节 圆环面的近似展开 .....	298
第五节 看零件图 .....	247	第五节 变形接头的展开 .....	299
第六节 测绘零件 .....	249	<b>附录</b> .....	301
<b>第十六章 机械图样上的技术要求</b> .....	254	附录 A 螺纹及螺纹紧固件 .....	301
第一节 零件的表面结构 .....	254	附录 B 键、销 .....	313
第二节 极限与配合的基本概念及标注 .....	260	附录 C 常用的机械加工一般规范和零件 结构要素 .....	318
* 第三节 几何公差的基本知识 .....	266	附录 D 滚动轴承 .....	322
<b>第十七章 装配图</b> .....	273	附录 E 轴和孔的基本偏差 .....	325
第一节 装配图的基本概念 .....	273	<b>参考文献</b> .....	327
第二节 装配图的表达方法 .....	273		
第三节 画装配图的方法与步骤 .....	278		
第四节 装配图的尺寸注法 .....	281		



# 第一章

## 绪论

### 第一节 本课程的研究对象、任务

#### 一、本课程的研究对象

图形的出现是人类文明史上的重要里程碑。千百年来，图形是人们认识自然、表达和交流思想的重要工具。其中在工程技术上，把物体按一定的投影方法和有关标准画出，并用数字、文字和符号标注出物体的大小、材料和有关制造的技术要求、技术说明的图形称为工程图样。图 1-1 所示为截止阀及其阀体的工程图样。

在社会生产中，无论是制造机器还是建造房屋，都必须先画出其工程设计图样，然后根据图样所反映的要求进行加工制造或施工、检验、调试、使用、维修等活动。在解决科学技术问题时，它经常被用来表达和分析自然现象、科学规律以及解决空间几何元素的定位、度量问题。同时，图样也是工程技术人员进行国内外技术交流的重要文件。因此，图样是工业生产和科技部门中不可缺少的技术文件，被喻为“工程界的语言”。机械制图就是一门研究用投影法绘制机械工程图样和解决空间几何问题的理论和方法的技术基础课。

#### 二、本课程的任务

- 1) 学习正投影法的基本理论及其应用。
- 2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- 3) 培养解决空间几何问题的图解能力。
- 4) 培养空间想象能力和空间分析能力。
- 5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

### 第二节 投影的基本知识

#### 一、投影法

众所周知，物体在太阳光或灯光的照射下，会在地面或墙壁上出现物体的影子，如图 1-2





所示。这个影子虽然不能显示出物体的确切形状，但能反映出物体某个方面的边界轮廓。

投影法就是在上述自然现象启示下，经过科学抽象总结出来的。投影法是投射射线通过物体向选定的平面（投影面）进行投射，在投影面上得到图形的方法，所得图形称为物体的投影。投射射线、物体、投影面构成了投影的三要素，如图 1-3 所示。

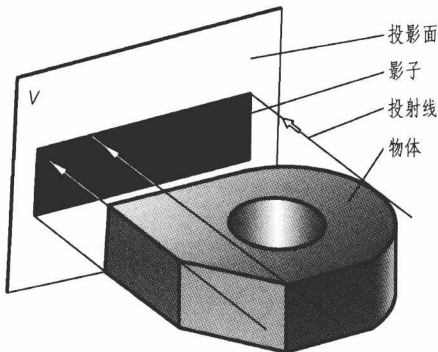


图 1-2 影子的产生

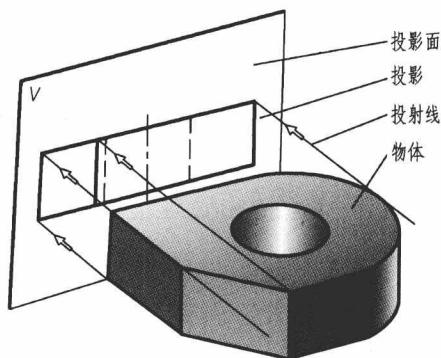


图 1-3 投影的产生

投影法是研究空间几何关系及绘图的基本方法。

## 二、投影法的分类

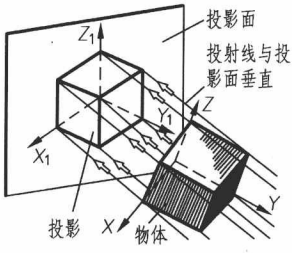
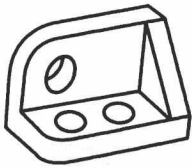
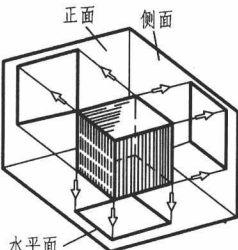
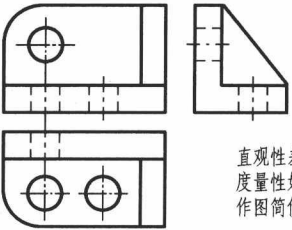
工程上常用的投影法分为两类：中心投影法和平行投影法。各类投影法的投影原理及应用见表 1-1。

### 1. 中心投影法

中心投影法是投射射线相交于一点的投影法（投射中心位于有限远处），见表 1-1。用中心投影法得到的物体的投影与物体相对投影面所处的远近有关，投影不能反映物体的真实形状和大小，但图形富有立体感。

表 1-1 投影法的投影原理及应用

		投影原理图	应用图例
中心投影法		<p>投射射线相交于一点</p>	<p>透视图</p> <p>直观性好 度量性差 作图复杂</p>
平行投影法 (投射射线相互平行)	斜投影法	<p>投射射线倾斜于投影面</p>	<p>斜轴测图</p> <p>直观性稍差 度量性好 作图较繁琐</p>

		投影原理图	应用图例
平行投影法(投射射线相互平行)  正投影法(投射射线垂直于投影面)		 <p>直观性较好 度量性稍差 作图较繁琐</p>	
		 <p>直观性差 度量性好 作图简便</p>	

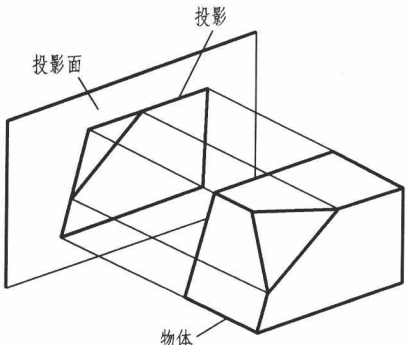
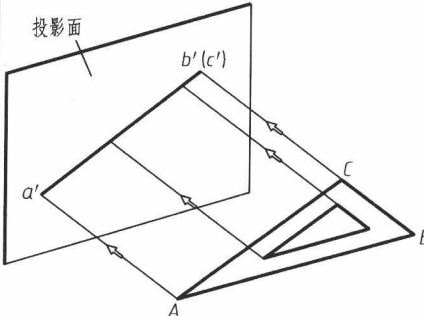
## 2. 平行投影法

平行投影法是投射射线相互平行的投影法(投射中心位于无限远处),见表1-1。按投射射线与投影面是否垂直,平行投影法又分为正投影法和斜投影法。投射射线垂直于投影面时称为正投影法,投射射线倾斜线于投影面时称为斜投影法。在正投影法中,如果平面与投影面平行,则其投影能反映平面的真实形状和大小,且与该平面到投影面的距离无关,故工程图样的表达通常用正投影法。斜投影法只在轴测图的斜二等轴测图中使用。

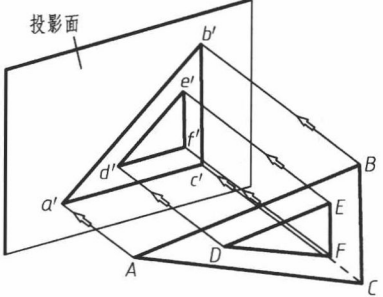
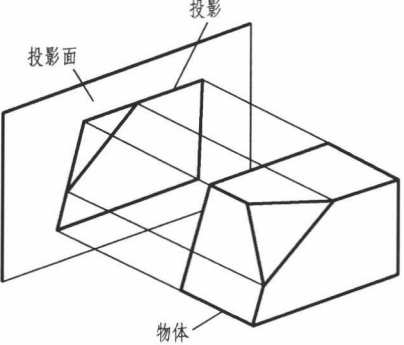
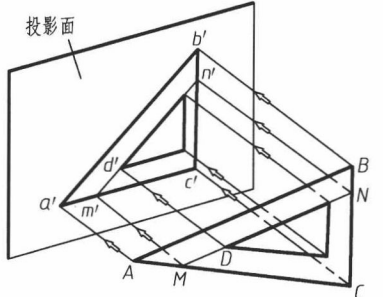
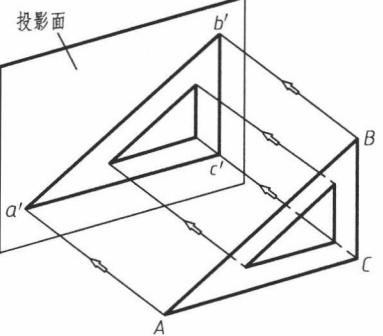
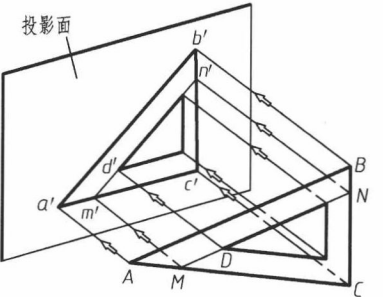
## 三、正投影法的主要特性

为正确地绘制空间几何要素的投影,必须掌握正投影法的一些主要特性,见表1-2。

表 1-2 正投影法的主要特性

直观图	特性	图示
	<p>积聚性。当直线、平面垂直于投影面时,则直线的投影积聚成一点(如直线BC的投影积聚成一点<math>b'(c')</math>),平面的投影积聚为一条直线</p>	

(续)

直观图	特性	图示
	<p>同素性。直线、平面倾斜于投影面时,直线的投影仍然是直线,平面多边形的投影是边数、曲直、凸凹、平行关系不变的性质,也称为类似性</p>	
	<p>平行性。空间平行的两直线其投影仍平行(如 <math>AB \parallel MN</math>, 则 <math>a'b' \parallel m'n'</math>)</p>	
	<p>实形性。直线、平面平行于投影面时,其投影反映它们的真实大小(实形),如 <math>\triangle ABC \cong \triangle a'b'c'</math></p>	
	<p>从属性、定比性。从属于直线上的点,其投影仍在直线的投影上,且点分割线段之比与其投影仍保持相等 (<math>MD:DN = m'd':d'n'</math>)</p>	

## 第二章

# 点的投影

点是构成立体的最基本的几何元素，点的投影是立体投影的基础。

### 第一节 点的三面投影

#### 一、三投影面体系的建立

在图 2-1 中，互相垂直相交的三个投影面  $V$ 、 $H$ 、 $W$  组成了一个三投影面体系。通常，把  $V$  面称为正投影面（简称正面）， $H$  面称为水平投影面（简称水平面）， $W$  面称为侧投影面（简称侧面）。投影面的交线称为投影轴，其中， $V$  面与  $H$  面的交线称为  $OX$  轴， $H$  面与  $W$  面的交线称为  $OY$  轴， $V$  面与  $W$  面的交线称为  $OZ$  轴。三个投影轴相交于一点  $O$ ，称为原点。

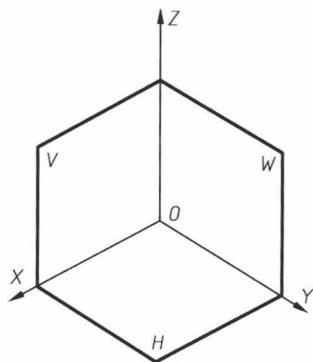


图 2-1 三投影面体系

#### 二、点在三投影面体系中的投影

##### 1. 点的三面投影的形成

图 2-2a 所示，在三投影面体系中，由空间一点  $A$  分别向  $V$ 、 $H$ 、 $W$  三个投影面作垂直投射射线  $Aa'$ 、 $Aa$  和  $Aa''$ ，垂足  $a'$ 、 $a$ 、 $a''$  就是点  $A$  在  $V$ 、 $H$ 、 $W$  三个投影面上的投影，分别称为  $A$  点的正面投影、水平投影和侧面投影。

图 2-2a 所示， $V$  面固定不动，将  $H$ 、 $W$  面分别按箭头方向旋转  $90^\circ$ ，使  $H$ 、 $W$  面与  $V$  面在同一个平面上，即得到  $A$  点的三面投影图，如图 2-2b 所示。其中， $OY$  轴随  $H$  面旋转时，以  $OY_H$  表示； $OY$  轴随  $W$  面旋转时，以  $OY_W$  表示。通常，在投影图中，只画投影轴，而省略投影面边框，如图 2-2c 所示。

##### 2. 点的三面投影和直角坐标

如把三投影面体系看作空间直角坐标系，则  $V$ 、 $H$ 、 $W$  面即为坐标面， $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$  轴即为坐标轴， $O$  即为坐标原点。由图 2-2a 可知， $A$  点的三个坐标值  $X_A$ 、 $Y_A$ 、 $Z_A$  就是  $A$  点到  $W$ 、 $V$ 、 $H$  三个投影面的距离。因此， $A$  点的空间位置可以其坐标形式  $A(X_A, Y_A, Z_A)$  来表示，也可以用  $A$  点到  $W$ 、 $V$ 、 $H$  三个投影面的距离来描述。

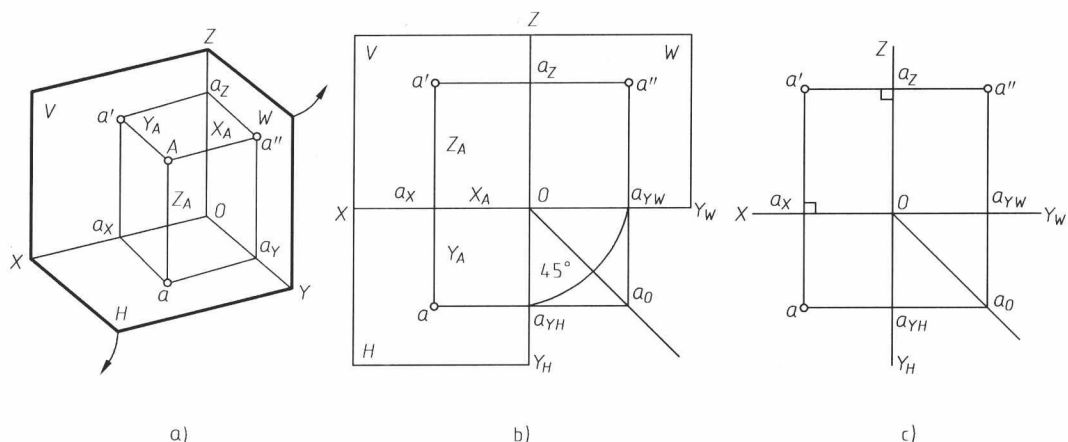


图 2-2 点在三投影面体系中的投影

从图 2-2a 可以看出, 点的三面投影可用坐标形式表示为:  $a(X_A, Y_A)$ 、 $a'(X_A, Z_A)$ 、 $a''(Y_A, Z_A)$ 。由此可见:

1) 空间点  $A(X_A, Y_A, Z_A)$  在三投影面体系中有唯一的一组投影  $a$ 、 $a'$ 、 $a''$ ; 反之, 根据  $A$  点的一组投影  $a$ 、 $a'$ 、 $a''$  可确定出该点的空间坐标值。

2) 空间点的任意两个投影就可确定该点的空间位置。

### 3. 点的三面投影规律

由图 2-2 可以看出,  $A$  点的三面投影  $a'$ 、 $a$ 、 $a''$  的关系如下:

$$Aa'' = a'a_Z = aa_Y = a_XO = X_A$$

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

$$Aa = a'a_X = a''a_Y = a_ZO = Z_A$$

$$a'a \perp OX, a'a'' \perp OZ$$

以上关系可表述如下:

- 1) 点的正面投影和水平投影的连线垂直于  $OX$  轴。这两个投影均反映空间点的  $X$  坐标。
- 2) 点的正面投影和侧面投影的连线垂直于  $OZ$  轴。这两个投影均反映空间点的  $Z$  坐标。
- 3) 点的水平投影到  $OX$  轴的距离等于点的侧面投影到  $OZ$  轴的距离。这两个投影均反映空间点的  $Y$  坐标。

三面投影之间的这三个关系, 常称为点的三面投影规律。该规律为点的三面投影作图的基础。

**【例 2-1】** 已知  $A$  点的坐标  $(20, 15, 10)$ ,  $B$  点的坐标  $(30, 10, 0)$ ,  $C$  点的坐标  $(15, 0, 0)$ , 作出各点的三面投影图 (图 2-3)。

分析: 三点的空间位置分别是  $A$  点在空间一般位置、 $B$  点在  $H$  面上、 $C$  点在  $OX$  轴上。

作图:

方法一: 根据点的投影与直角坐标的关系直接求出各投影点。

方法二: 根据点的直角坐标和三面投影的关系作图求解, 如图 2-3 所示。

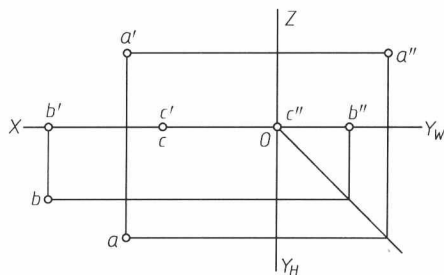


图 2-3 根据点的坐标作投影图

先从原点  $O$  作  $OY_W$ 、 $OY_H$  的  $45^\circ$  角平分线。

1) 作  $A$  点的投影。从  $O$  点起, 分别在  $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$  轴上量取  $X_A = 20$ 、 $Y_A = 15$ 、 $Z_A = 10$ , 然后各引所在轴的垂线。根据点的直角坐标和三面投影的关系可知,  $OX$  轴和  $OY_H$  轴的垂线相交决定  $a$ ,  $OX$  轴和  $OZ$  轴的垂线相交决定  $a'$ ,  $OZ$  轴和  $OY_W$  轴的垂线相交决定  $a''$ 。

2) 作  $B$  点的投影。从  $O$  点起, 分别在  $OX$ 、 $OY$  轴上量取  $X_B = 30$ 、 $Y_B = 10$ , 然后过  $X_B$ 、 $Y_B$  分别作  $OX$  轴、 $OY_H$  轴的垂线, 相交得  $b$  点。由  $Z_B = 0$  可知,  $b'$  在  $OX$  轴上,  $b''$  在  $OY_W$  轴上。

3) 作  $C$  点的投影。从  $O$  点起, 在  $OX$  轴上量取  $X_C = 15$ , 由于  $Y_C = 0$ 、 $Z_C = 0$ , 所以,  $c$ 、 $c'$  在  $OX$  轴上重合,  $c''$  与原点  $O$  重合。

【例 2-2】 已知  $C$  点的两面投影  $c'$  和  $c''$ , 求作第三投影  $c$  (图 2-4)。

分析: 由于已知  $C$  点的两面投影  $c'$  和  $c''$ , 可根据点的三面投影规律作图求第三面投影  $c$ 。

作图:

1) 先从原点  $O$  作  $OY_W$ 、 $OY_H$  轴的  $45^\circ$  角平分线。

2) 过  $c'$  作  $OX$  轴的垂线。

3) 过  $c''$  作  $OY_W$  轴的垂线与  $45^\circ$  角平分线相交, 过该交点作  $OY_H$  轴的垂线, 与过  $c'$  的  $OX$  轴的垂线相交即得  $c$ 。

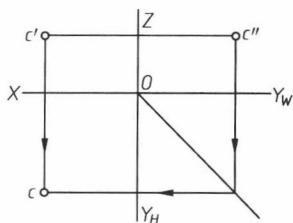


图 2-4 已知点的两面投影求第三面投影

## 第二节 两点的相对位置

### 一、两点的相对位置

空间两点的相对位置有上下、前后、左右之分, 可以由这两个点的坐标来确定。 $Z$  坐标值大者为上, 小者为下;  $Y$  坐标值大者为前, 小者为后;  $X$  坐标值大者为左, 小者为右。例如, 在图 2-5 中,  $A$ 、 $B$  两点的坐标值分别为  $A(20, 15, 15)$ 、 $B(8, 10, 20)$ 。由此可知,  $X_A > X_B$ ,  $A$  点在  $B$  点的左方;  $Y_A > Y_B$ ,  $A$  点在  $B$  点的前方;  $Z_A < Z_B$ ,  $A$  点在  $B$  点的下方。因此,  $A$  点位于  $B$  点的左前下方,  $B$  点位于  $A$  点的右后上方。

### 二、重影点的投影

若两点的某两个坐标值分别相等, 则这两点必处于同一条投射线上。沿这条投射线得到的这两个点的同面投影必重影于一点, 则这两个点称为对该投影面的重影点。如图 2-6a 所示,  $C$ 、 $D$  两点的  $X$  和  $Z$  坐标值分别相等, 则它们的  $V$  面投影  $c'$  和  $d'$  重影于一点。此时,  $C$ 、 $D$  两点称为对  $V$  面的重影点。

当一个投影面上出现两点重影时, 就应从另一投影面上两点的投影来判别它们的相对位置。如图 2-6b 所示,  $V$  面投影  $c'$  和  $d'$  重叠, 则可以从  $H$  面投影  $c$  和  $d$  (或  $W$  面投影  $c''$  和  $d''$ ) 来比较  $C$  点与  $D$  点的  $Y$  坐标值。由于  $Y_C > Y_D$ , 即  $C$  点在  $D$  点的前方, 所以,  $c'$  可见, 而  $d'$  不可见。通常规定: 在投影图上, 不可见的投影点符号加注括号, 如  $(d')$ 。另外, 在图 2-6

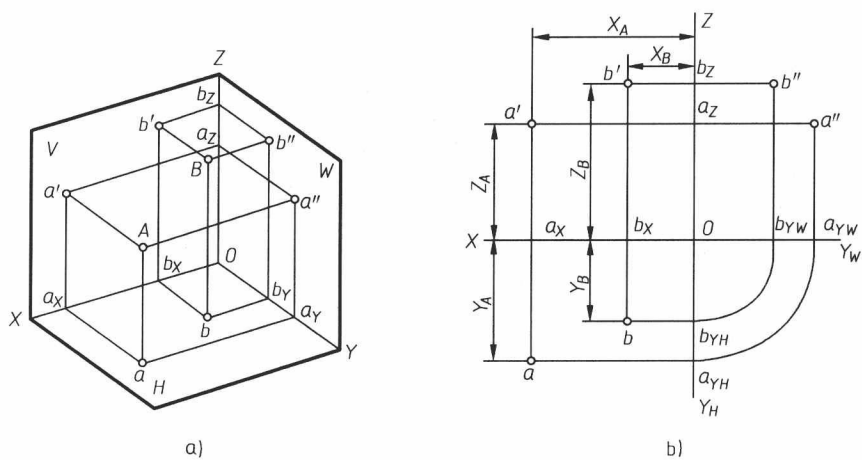


图 2-5 两点相对位置的确定

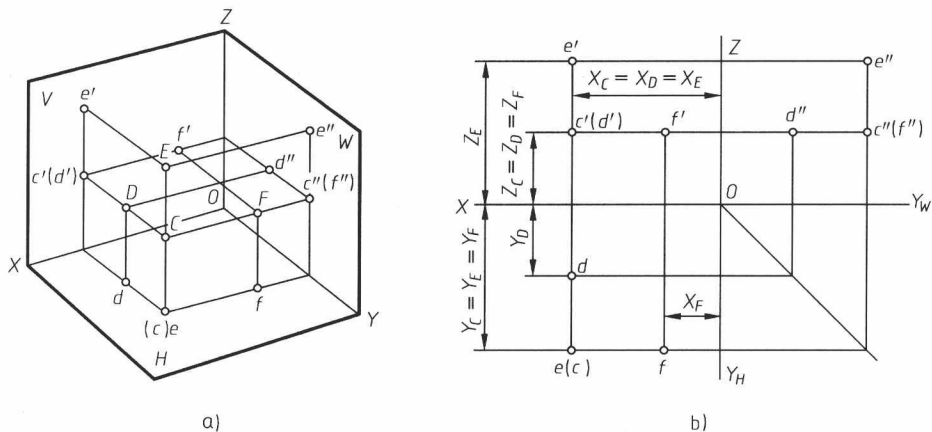


图 2-6 重影点的投影

中，还有两对重影点，它们分别是对  $H$  面的重影点  $C、E$  和对  $W$  面的重影点  $C、F$ ，请读者自己分析它们的投影特点。

# 第三章

## 直线的投影

### 第一节 直线的投影

#### 一、直线的投影图

直线的空间位置可由直线上任意两点的空间位置来确定，画它的三面投影图时，只要画出直线上任意两点的三面投影，然后分别连接这两点的同面投影，即是该直线的三面投影。如图 3-1 所示，直线  $AB$  的三面投影分别为  $H$  面投影  $ab$ 、 $V$  面投影  $a'b'$  和  $W$  面投影  $a''b''$ 。

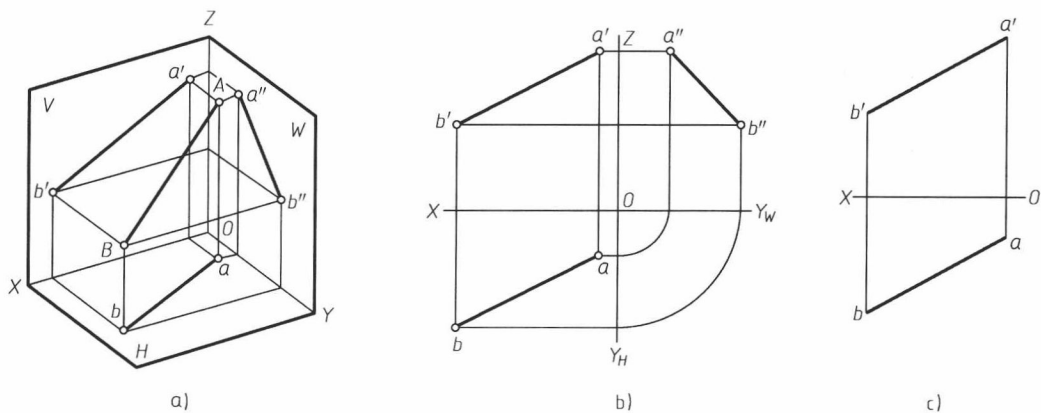


图 3-1 直线的投影图

a) 直观图 b) 三面投影图 c) 两面投影图

一般情况下，画出直线的两面投影即能确定直线的空间位置，因此多使用两面投影图来表示直线的空间位置。如图 3-1b 所示的三面投影图可以简化成图 3-1c 所示的两面投影图来表示。

#### 二、直线上点的投影

##### 1. 从属性

直线上的点，其各面投影必在该直线的同面投影上；反之，如点的各面投影均在直线的



同面投影上，且符合点的投影规律，则该点必在直线上。如图 3-2 所示， $C$  点在直线  $AB$  上，则  $c'$  在  $a'b'$  上， $c$  在  $ab$  上， $c''$  在  $a''b''$  上。

**2. 定比性**

点在一个线段上，点分割线段之比，等于点的各面投影分割线段的同面投影之比。例如，图 3-2 中线段  $AB$  上的  $C$  点分割线段为  $AC$ 、 $CB$  两段，且  $AC:CB = 3:2$ ，则  $AC:CB = ac:cb = a'c':c'b' = a''c'':c''b'' = 3:2$ （证明从略）。

**【例 3-1】** 已知  $K$  点在线段  $AB$  上，由已知投影  $k'$  求投影  $k$ （图 3-3）。

因  $V$  面投影  $a'k':k'b'$  等于  $H$  面投影  $ak:kb$ ，可按如下步骤作图：

- 1) 过  $a$  任作一辅助线  $aB_0$ （用细线）。
- 2) 在辅助线上量取  $aK_0 = a'k'$ ， $K_0B_0 = k'b'$ 。
- 3) 连接  $B_0b$ ，并过  $K_0$  作直线  $K_0k // B_0b$ ，此直线与  $ab$  的交点  $k$  即为所求。

应用点分割线段成定比的投影特点，也可以检查点是否在直线上，如图 3-4 所示，经作图检查， $K$  点不在直线  $AB$  上。

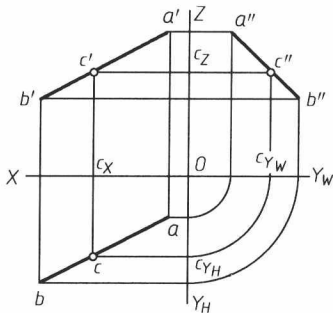


图 3-2 直线上点的投影

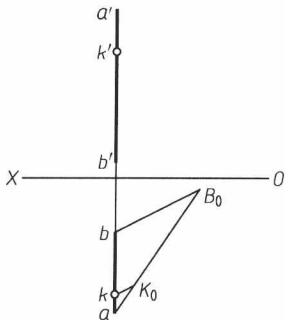


图 3-3 由直线上点的一个投影求作另一个投影

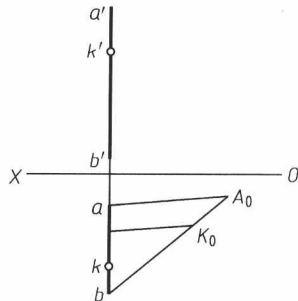


图 3-4 检查  $K$  点是否在直线  $AB$  上

## 第二节 直线在三投影面体系中的投影

在三投影面体系中，空间直线相对于投影面的位置有三种：平行、垂直和倾斜，分别称为投影面的平行线、投影面的垂直线和投影面的一般位置直线。前两者也称为投影面的特殊位置直线，与三个投影面都倾斜的直线称为一般位置直线。它们在各投影面上的投影有不同的投影特点。

### 一、投影面的平行线

平行于一个投影面且与其余两个投影面倾斜的直线称为投影面的平行线。平行于  $H$  面的直线称为水平线；平行于  $V$  面的直线称为正平线；平行于  $W$  面的直线称为侧平线。表 3-1 列出了上述三种平行线的三面投影图及其投影特点。

从表 3-1 中可见，投影面平行线的投影特点如下：

- 1) 直线在所平行的投影面上的投影反映线段的实长。如水平线  $AB$  的  $H$  面投影  $ab$  等于  $AB$  的实长（即  $ab = AB$ ）。