

高等学校教材

机械工学

下册

山东工学院主编

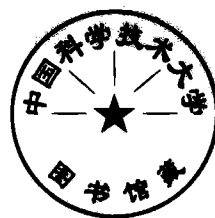
电力工业出版社

高等学校教材

机 械 工 学

下 册

山东工学院主编



电力工业出版社

内 容 提 要

全书分上下两册。上册力学部分共三篇。第一篇静力学；第二篇材料力学；第三篇运动学及动力学。下册机械基础部分共三篇。第四篇机械制图基础；第五篇机械零部件及其绘图；第六篇金属材料与机械加工。

本书为高等学校发电厂及电力系统专业用教材，也可供电类有关专业和业余大学教学选用。

高等学校教材
机 械 工 学
下 册
山东工学院主编

*

电力工业出版社出版
(北京德胜门外六铺炕)
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 23.25 印张 529千字 1 插图
1980年7月第一版 1980年7月北京第一次印刷
印数 0001—6650 册 定价 2.55 元
书号 15036·4093

前 言

本书是根据1978年水利电力部制订的高等学校教材编审规划组织编写的。

《机械工学》是高等学校发电厂及电力系统专业新设的一门课程，其内容包括理论力学、材料力学、机械制图、机械原理及零件、金属工艺学等部分。开设这门新课的目的是根据本专业的培养目标和专业方向，把以上的内容组合起来，以节约教学时间，提高教学质量。

本书上册为力学部分，共三篇。内容基本上保持了力学课程本身的系统性。

本书下册是把机械制图、机械原理及零件、金属工艺学等各科知识紧密地联系起来，按本专业的需要进行组合，力求在阐明基本概念、基本原理和基本方法的前提下，削枝强干，删除繁琐，避免重复，以利于加强基础理论的教学。金属工艺学部分可在学生下厂实习中讲授。书中还排印一定数量的选学内容（用*号表示），以期全书内容具有一定的广度和适当的深度。

参加本书编写工作的有华北电力学院金志明；上海电力专科学校屠卯生；南京工学院姜明、赵成璧、韩克筠、骆志斌；山东工学院刘荣基、翁思永；东北电力学院于明泽、胡明；浙江大学许杏根、赵巨骥、陈国升、陈时冬等同志，由刘荣基和翁思永二同志主编。

本书上册插图和下册部分插图由荆彩凤同志描绘。

本书由合肥工业大学冯广金同志主审，陈家富、华重、蔡定一同志参加审稿。

全书由清华大学梁德本同志校阅。

本书在编审过程中，曾得到刘其昌、殷尔禧、刘元一、王克平、石道平、虞乔琪、孟广润等同志的热情帮助，在此一并致谢。

对于书中的缺点和错误，欢迎广大读者批评指正。

编 者

1979年12月

目 录

前 言

第四篇 机械制图基础

第十六章 零件的三视图	1
§ 16-1 正投影法原理与视图	1
§ 16-2 物体表面上点、线、面的投影	6
§ 16-3 基本形体的三视图与线面分析	12
§ 16-4 曲面体表面交线的画法	21
§ 16-5 组合体的视图和尺寸注法	41
§ 16-6 组合体的看图	47
第十七章 剖视、剖面 and 视图	51
§ 17-1 剖视图	51
§ 17-2 剖面图	61
§ 17-3 视图	63
§ 17-4 其它规定画法	69
第十八章 轴测图	75
§ 18-1 轴测图的投影原理	75
§ 18-2 正等测图和斜二测图的画法	76

第五篇 机械零部件及其绘图

第十九章 零件图	86
§ 19-1 零件图的作用和内容	86
§ 19-2 零件图的视图选择	86
§ 19-3 零件图的尺寸注法	92
§ 19-4 看零件图的方法	96
第二十章 连接件	99
§ 20-1 螺纹	99
§ 20-2 螺纹连接件	107
§ 20-3 键和销	116
第二十一章 传动件	122
§ 21-1 三角胶带传动	122
§ 21-2 齿轮传动	135
§ 21-3 蜗杆传动	162

第二十二章 装配图	171
§ 22-1 装配图的作用和内容	171
§ 22-2 装配图的表达方法	171
§ 22-3 装配图的尺寸注法	176
§ 22-4 装配图中零件编号、明细表和标题栏	176
§ 22-5 怎样画装配图	177
§ 22-6 看装配图和由装配图画零件图	181
第二十三章 轴承	188
§ 23-1 概述	188
§ 23-2 滑动轴承	189
§ 23-3 滚动轴承的结构、类型及代号	197
§ 23-4 滚动轴承的选择和画法	200
§ 23-5 滚动轴承组合	202
第二十四章 联轴器与离合器	205
§ 24-1 概述	205
§ 24-2 常用联轴器的类型和构造	206
§ 24-3 常用离合器的类型和构造	210
第二十五章 平面连杆机构	213
§ 25-1 概述	213
§ 25-2 平面连杆机构的类型	215
§ 25-3 平面连杆机构的特性	220
第二十六章 液压传动基本知识	225
§ 26-1 液压传动的基本知识	225
§ 26-2 液压元件	235
§ 26-3 液压传动应用举例	253

第六篇 金属材料与机械加工

第二十七章 金属材料	258
§ 27-1 钢和生铁	258
§ 27-2 钢的热处理	265
*§ 27-3 表面覆层处理	270
§ 27-4 合金钢	272
§ 27-5 有色金属	279
§ 27-6 非金属材料	284
第二十八章 公差与配合	287
§ 28-1 圆柱体公差与配合	287
§ 28-2 表面形状和位置公差	298

§ 28-3 表面光洁度	300
第二十九章 机械加工	304
§ 29-1 热加工	304
§ 29-2 切削加工基础知识	313
§ 29-3 切削加工	317
§ 29-4 钳工	332
附 录	338
附录一 制图技术的基本知识	338
附录二 弹簧	359

第四篇 机械制图基础

各种机器设备的制造和装配都是按照图纸来进行的。机械图纸主要包括零件图和装配图。它是工程界的共同语言，是技术交流的工具。机械制图主要是研究画图和看图的原理与方法。

本篇内容是机械制图的基础知识。它阐述了零件视图的基本规律和画图看图的方法，为今后画机械图和看机械图打好基础。

第十六章 零件的三视图

§ 16-1 正投影法原理与视图

零件图和装配图都是用视图来表示机器零件或机器形状的，而视图是按照正投影原理画出来的，下面就来说明这个问题。

一、正投影法

什么叫投影？如图16-1所示，将物体放在灯光和平面 P 之间，这时在平面上出现了物体的影子，我们就把这个影子叫做物体在平面 P 上的投影；照射物体的光线称为投影线；平面 P 称为投影面。用这种汇交于一点（投影中心）的光线作投影的方法，叫做中心投影法。这种投影的形状和大小，随投影中心、物体和投影面三者的距离变化而变化，它不能准确地反映物体的形状和大小。

如果使物体仍保持与投影面平行，用一束互相平行的光线向投影面垂直地照射时（如图16-2所示），得到的投影形状、大小和原物相同。这样的投影方法叫做正投影法，所得投影称为物体的正投影。

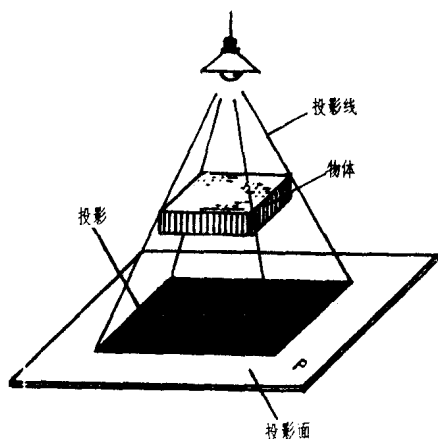


图 16-1

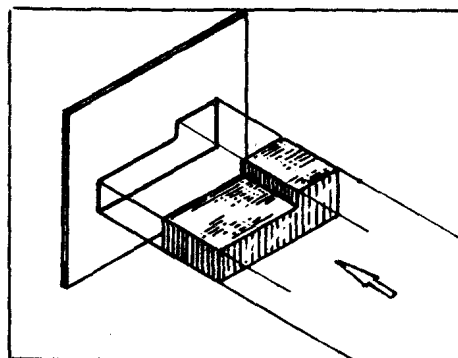


图 16-2 正投影法

在机械制造中，为便于按照图样加工机器零件，要求图样能表示出零件的真实形状和大小。正投影法的特点就在于投影线都与投影面垂直，它能确切地反映物体的真实形状和大小，故能满足生产要求而被广泛采用。

一张投影图，是由一些可见轮廓线、不可见轮廓线和其他图线所组成。不论画图或看图，都要搞清楚每条图线所表示的是什么。下面以平面的投影为例，来说明投影的基本性质。

由于物体上的平面或直线，相对于投影面的位置不同，得到的正投影就各有不同的特性。为了讨论方便，现以图16-3 a、d之V型块为例，并将此块上的平面抽象出来作说明，如图16-3 b、c、e所示。

1) 平面A平行于投影面时(图16-3 a、b)，它在该投影面上的投影反映实形。若直线平行于投影面时，它在该投影面上的投影反映实长(如图16-3 b中 $\overline{MN}$)。

2) 平面B垂直于投影面时(见图16-3 c)，它在投影面上的投影积聚成一条直线。若直线垂直于投影面时，其投影积聚为一个点(如图16-3 c中 $\overline{KN}$)。

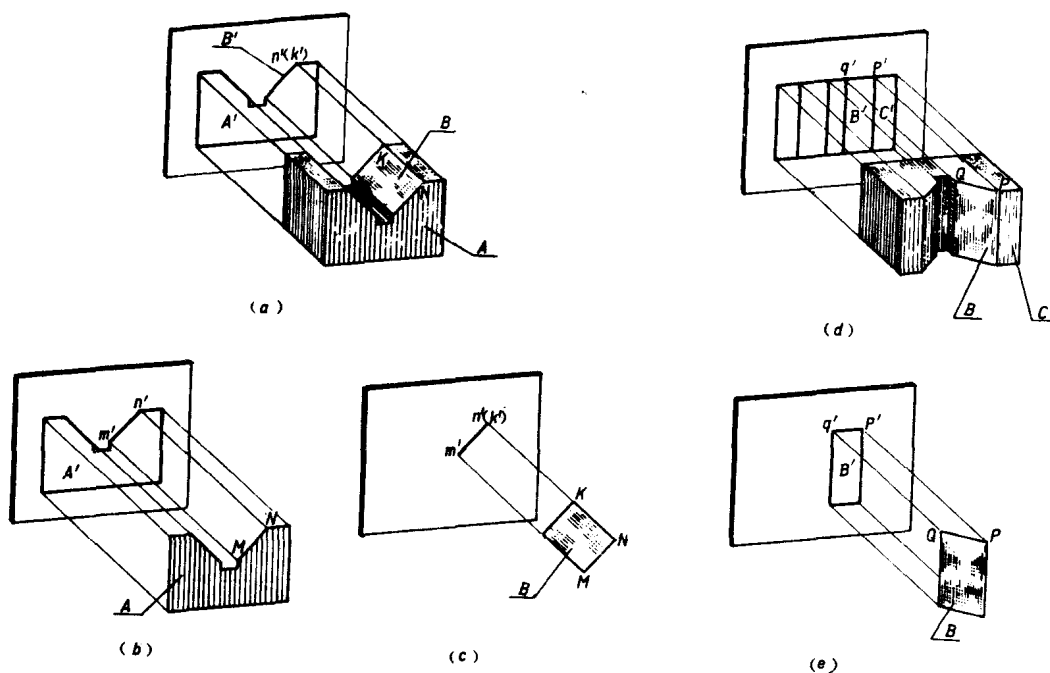


图 16-3 投影的基本性质

3) 若平面B倾斜于投影面时(如图16-3 d、e)，其投影既不反映实形，又不积聚成一直线，而是一个和原平面类似的图形。如果直线倾斜于投影面(如图16-3 e中 $\overline{PQ}$)，它的投影就变短了。

由此可见，平面的投影特点可用口诀归纳如下：

平面平行投影面，这个投影实形现；

平面垂直投影面，这个投影成直线；

平面倾斜投影面, 这个投影形改变。

这里应着重指出: 不论平面的形状如何, 只要它垂直于投影面, 它在这投影面上的投影必定积聚为一直线。这种投影特性称为投影的积聚性。

通过前面的分析, 直线的投影特点也可归纳如下:

直线垂直投影面, 这个投影成一点(有积聚性);

直线平行投影面, 这个投影实长现;

直线倾斜投影面, 这个投影长变短。

综上所述可得出一个结论: 投影图上的每一条轮廓线所表示的, 可能是物体上的一个表面, 也可能是物体上的一条棱线。如图16-3c中投影线段 $m'n'$ 表示为一个斜面 B ; 图16-3d中 $B'C'$ 的分界线所表示的, 则为表面 B 与 C 的交线——棱线。

上述平面与直线的投影性质, 是正投影法的基本性质, 在以后的画图和看图中要经常运用。

二、三视图的形成及其投影规律

在实际工作中通常把投影图叫做视图。按照机器零件画它的视图时, 要注意以下两点:

- 1) 观察物体时, 应始终保持视线方向与投影面垂直。
- 2) 要正对着物体的轮廓去看, 逐点逐线在投影面上描绘。

这样, 就能画出与正投影相符的视图。

零件的一个视图只能反映零件一个方面的形状。如图16-4所示的两个零件的投影形状相同, 而俯视和侧视的形状却不一样。显然, 这里用一个视图不能表达出零件的完整形状, 为了把零件各个方向的形状都反映出来, 需要采用几个视图(根据零件的结构复杂程度, 采用两个、三个或多个视图)。下面讲述三个基本视图的形成原理及其相互关系。

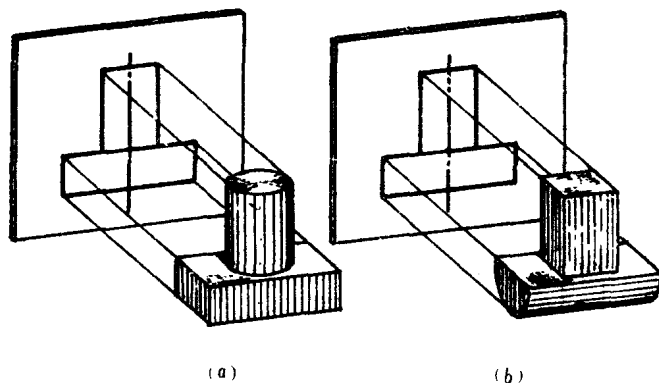


图 16-4 零件不同投影相同

1. 三视图的形成

我们选定三个互相垂直的平面作为投影面(见图16-5), 正立者叫做正立投影面或简称正面; 水平的叫做水平投影面(简称水平面); 侧立者叫做侧立投影面(简称侧面)。正面与水平面的交线叫做 X 轴; 水平面与侧面的交线叫做 Y 轴; 正面与侧面的交线叫做 Z 轴。 X 、 Y 、 Z 三轴相交于原点 O 。这三个互相垂直的投影面, 构成了三投影面体系。

为了确切地反映出物体前、后、左、右、上、下六个方面的形状；并使各视图具有较好的度量性，以便于画图，假想把物体放在三投影面体系里，使它的一组主要面平行于某个投影面，如图16-6所示物体的前面和后面平行于正面，然后将物体向此三个相互垂直的投影面作投影。在正面上的投影称为正面投影；在水平面上的投影称为水平投影；在侧面上的投影就称为侧面投影。这样就完整地表示出此物体各方面的形状和大小。

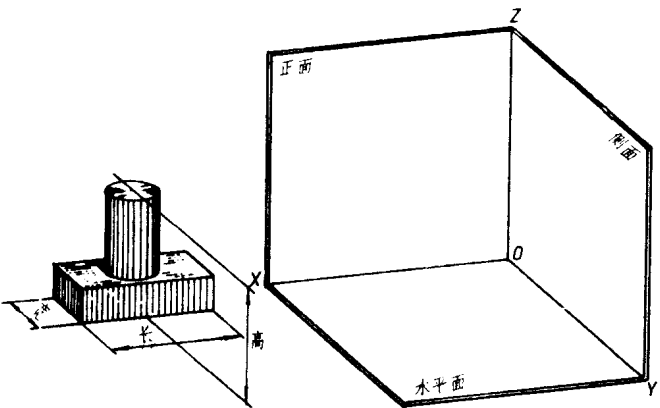


图 16-5 三投影面体系

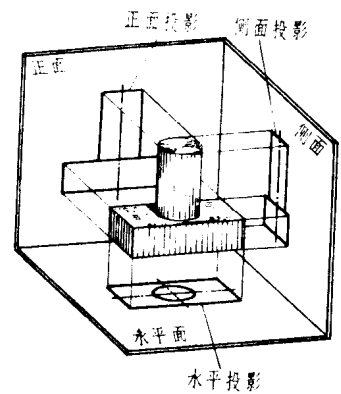


图 16-6

在三投影面体系中所得到的三个投影，又是怎样表示在一张图纸上的呢？为了解决这个问题，就必须把这三个投影面展平(见图16-7)，展平的方法规定为：正面不动，将水平面绕X轴向下翻转，侧面绕Z轴向右旋转，使它们与正面重合。展平后的投影图如图16-7 b所示。省去边框和投影轴后的图形，俗称为此物体的三视图(见图16-7 c)。习惯上把物体的正面投影图称为主视图，即由物体的前方往后看所得到的图形；物体的水平投影图称为俯视图，即由物体的上方往下看所得到的图形；其侧面投影图称为左视图，是从左向右看的图形。

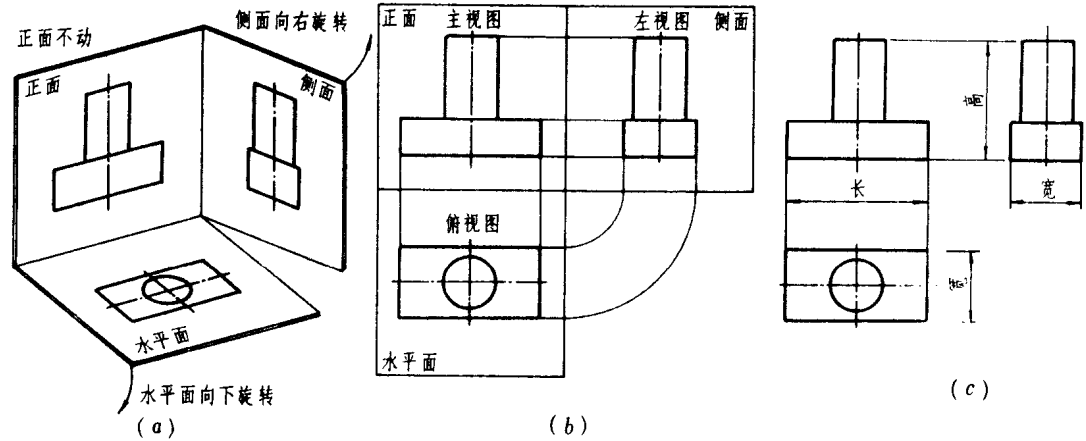


图 16-7 三视图的形成过程

2. 三视图之间的投影关系

从图16-7c可以看出三视图之间的位置关系：以主视图为主，俯视图放在下边，左视图放在右边。各视图必须按此规定位置配置，视图的名称一般不必注出。

如图16-6所示，物体的各个平面分别平行于三个投影面，所以三个视图足能反映出物体长、宽、高三个方向的大小。可是每个视图只能反映两个方向的大小，如主视图反映物体的长和高；左视图反映它的宽和高；俯视图反映它的长和宽。当三个视图展平后（见图16-7c），可以看出：主视图和俯视图长度相等，其左右两端互相对正；主视图和左视图高度相等，它们的上下方平齐地对应着；俯视图和左视图都反映了物体的宽度，所以俯视图和左视图的宽度应保持相等。

综上所述，得出三视图之间的投影规律：

- 1) 主、俯视图长度相等(长对正)；
- 2) 主、左视图高度相等(高平齐)；
- 3) 俯、左视图宽度相等(宽相等)。

这些规律不随物体与投影面的距离而变，因此，三视图之间的距离可以自行选定，但上述“三视图的投影关系”是制图中的基本投影规则，必须严格遵守。

3. 物体各部分的相对位置在视图中的反映

一个物体在空间有前、后、左、右、上、下六“方”。在三视图中是怎样识别各“方”的位置关系呢？如图16-8的主视图反映了上、下、左、右“方”；俯视图反映了前、后、左、右“方”；左视图反映了上、下、前、后“方”。由此可知，每个视图都反映着物体的四个“方”。我们可以把这些“方”的关系归纳如下：

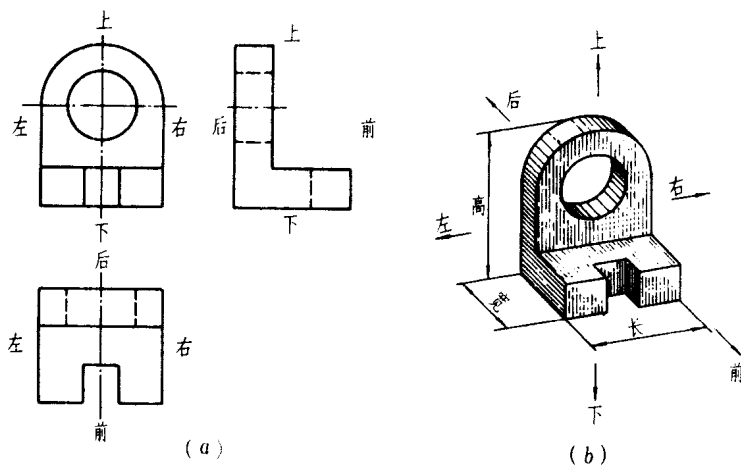


图 16-8 零件的六个方位

- 1) 主、左视图，分上下；
- 2) 主、俯视图，显左右；
- 3) 俯、左视图，看前后。

初学者要特别注意：俯视图的下边和左视图的右边，表示物体的前“方”，俯视图的上

边和左视图的左边表示物体的后“方”，这一点不要搞错。

从上述位置关系可以看出：由两个或三个视图，就能看清物体六“方”的情况。在画图时，可根据零件形状的繁简程度而确定视图的数量。

§ 16-2 物体表面上点、线、面的投影

在掌握了上一节中三视图之间的投影规律等基本知识后，现在来进一步研究物体表面上点、线、面的投影。学习物体上点、线、面在三视图中的投影特性，对提高画图和看图的分析能力，有重要的意义。

一、物体上点的投影

上节所谈三视图之间的投影规律，不仅是对物体的整体而言，就是对物体上各个组成部分来说也是如此。如物体上的某一点，也保持了这样的投影规律，请看图16-9。为便于讨论，我们规定物体上的点用大写字母表示，如点 A 、 B 。点 A 的水平投影用小写字母 a 表示；点 A 的正面投影用 a' 表示；其侧面投影用 a'' 表示。由图16-9可见，物体上任意一点（如 A 或 B ）的三个投影，相互保持如下的投影关系：

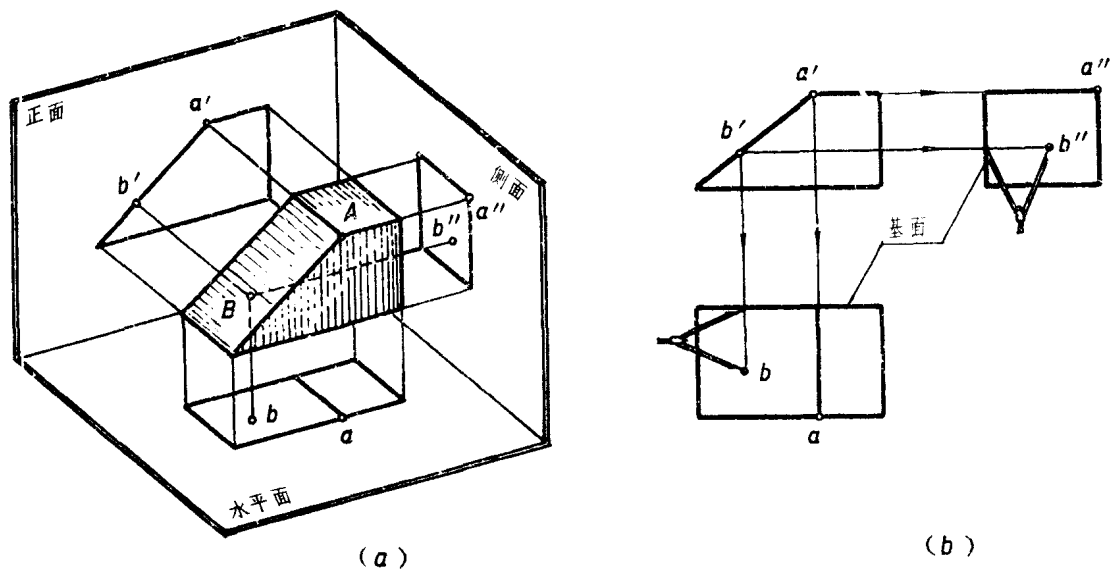


图 16-9 物体表面上点的投影

1) 点的正面投影 (a' 或 b') 和水平投影 (a 或 b)，必在同一条竖线上 (即位于一条垂直于 X 轴的直线上， X 轴在图16-9b中未作表示)。

2) 点的正面投影 (a' 或 b') 和侧面投影 (a'' 或 b'')，必在同一条横线上 (即位于一条垂直于 Z 轴的直线上， Z 轴在图16-9b中未作表示)。

3) 点的水平投影 (a 或 b) 到某一基面的水平投影的距离，等于点的侧面投影 (a'' 或 b'') 到同一基面的侧面投影的距离。

上述点的三面投影的相互关系,反映为三视图间的投影规律。物体上每个点的诸投影,都符合这一规律。在制图中,若已知物体上某一点的两个投影,用这一规律可求出点的第三投影,也可利用这种关系去检验已有的图形画得是否正确。

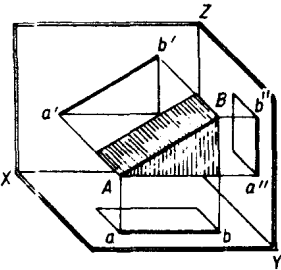
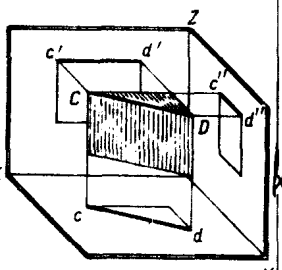
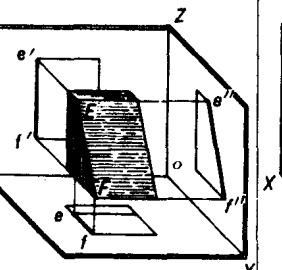
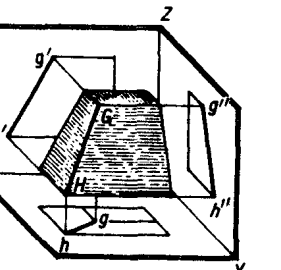
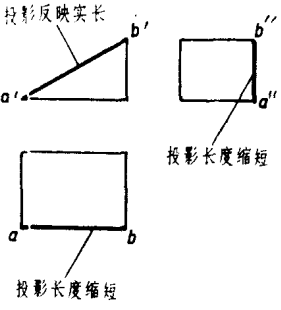
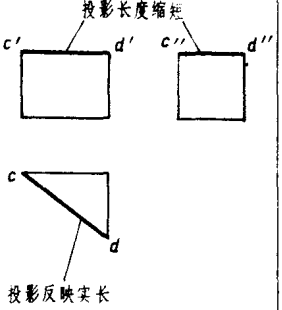
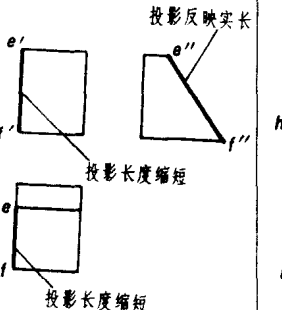
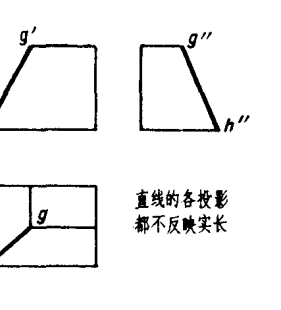
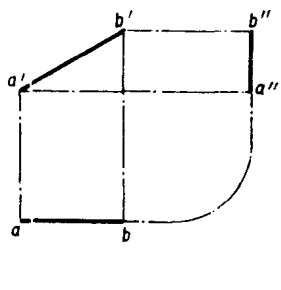
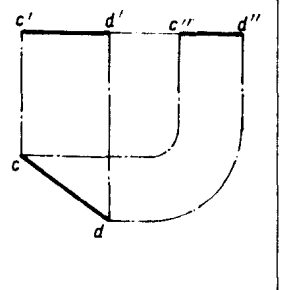
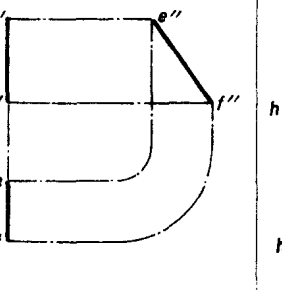
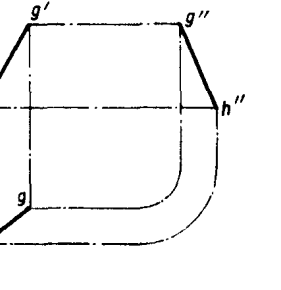
二、物体表面上直线的投影

如何通过直线的三个投影来判断它在空间的位置呢?若能掌握直线在投影面体系中的投影特点,则可作此判断有助于提高看图的分析能力。直线与投影面的相对位置有三种情况:直线垂直于投影面、直线平行于投影面和直线倾斜于投影面。请看表16-1。

表 16-1 直 线 的 投 影 特 性

直线类别	垂 直 线	直 线	侧 垂 线
直 观 图	AB的正面投影 AB的侧面投影 正垂线AB AB的水平投影	AC的正面投影 AC的侧面投影 铅垂线AC AC的水平投影	AD的正面投影 AD的侧面投影 侧垂线AD AD的水平投影
投 影 图 (一)	投影积聚成一点 投影反映实长 投影反映实长	投影反映实长 投影积聚成一点	投影反映实长 投影积聚成一点 投影反映实长
投 影 图 (二)			
投 影 特 点	1. 正面投影有积聚性, 投影成一点。 2. 其他两个投影都反映实长, 水平投影为垂直位置, 侧面投影为水平位置。	1. 水平投影有积聚性, 投影成一点。 2. 其他两个投影都反映实长, 并都处于垂直位置。	1. 侧面投影有积聚性, 投影成一点。 2. 其他两个投影都反映实长, 并都处于水平位置。

续表

平 行 线			一 般 位 置
正 平 线	水 平 线	侧 平 线	直 线
			
			
			
1. 正面投影反映实长，位置倾斜。 2. 水平投影为水平位置，侧面投影为垂直位置。	1. 水平投影反映实长，位置倾斜。 2. 其他两个投影都是水平位置。	1. 侧面投影反映实长，位置倾斜。 2. 其他两个投影都是垂直位置。	1. 三个投影都在倾斜位置。 2. 投影既没有积聚性，也不反映实长（缩短了）。

1. 投影面垂直线

垂直于一个投影面而平行于其他两个投影面的直线。

垂直于正面的叫做正垂线(如 AB)；垂直于水平面的叫做铅垂线(如 AC)；垂直于侧面的叫做侧垂线(如 AD)。

由表16-1的图例和相应的说明，可总结出投影面垂直线的投影特点如下：

1) 垂直线在所垂直的投影面上投影积聚成一点。

2) 其他两个投影反映实长, 并分别垂直于该投影面所包含的两个轴, 如直线 AB 的水平投影 ab 垂直于 X 轴; 侧面投影 $a''b''$ 垂直于 Z 轴。

2. 投影面平行线

平行于一个投影面而倾斜于其他两个投影面的直线。

平行于正面的称为正平线(如 AB); 平行于水平面的称为水平线(如 CD); 平行于侧面的称为侧平线(如 EF)。

由表 16-1 平行线的图例中, 可得出投影面平行线的投影特点如下:

1) 平行线在所平行的投影面上的投影为反映实长的一条斜线。

2) 其他两个投影都比实长短, 且分别平行该投影面所包含的两个轴, 如直线 AB 的水平投影 ab 平行于 X 轴、侧面投影 $a''b''$ 平行于 Z 轴。

3. 一般位置直线

对三个投影面都倾斜的直线(见表 16-1 的直线 GH)。

一般位置直线的投影特点: 三个投影都是斜线, 而且长度都比实长为短。

三、物体上平面的投影

物体上的平面与投影面的相对位置, 也有三种情况: 平面平行于投影面; 平面垂直于投影面; 平面倾斜于投影面(见表 16-2)。

1. 投影面的平行面

平行于一个投影面而垂直于其他两个投影面的平面。

平行于正面的叫做正平面(见表 16-2 中正平面图例); 平行于水平面的叫做水平面; 平行于侧面的叫做侧平面。

由表 16-2 中三种平行面的图例和说明, 可见投影面平行面有以下的投影特点:

1) 平行面在所平行的投影面上的投影反映实形。

2) 其他两投影积聚成一直线。它们分别平行于其平行的投影面所包含的两个轴。如水平面的正面投影平行于 X 轴; 其侧面投影平行于 Y 轴。

2. 投影面的垂直面

垂直于一个投影面而倾斜于其他两个投影面的平面(见表 16-2 的垂直面)。

垂直于正面的称为正垂面; 垂直于水平面的称为铅垂面; 垂直于侧面的称为侧垂面。

投影面垂直面有如下的投影特点:

1) 垂直面在所垂直的投影面上的投影积聚成一斜线。

2) 其他两个投影都成为一个比原平面为小的类似图形。

3) 一般位置平面——对三个投影面都倾斜的平面。

在表 16-2 的“一般位置平面”图例中, 四棱锥体的一个侧面, 是与三个投影面都倾斜的平面。

一般位置平面的投影特点: 它的三个投影都没有积聚性, 而且都是比原平面为小的类似图形。

表 16-2

平 面 的

面 类 别	平 行 面		
	正 平 面	水 平 面	侧 平 面
直 观 图			
投 影 图 (一)	投影反映实形 投影积聚成一线	投影积聚成一线 投影反映实形	投影积聚成一线 投影反映实形
投 影 图 (二)			
投 影 特 点	1. 正面投影反映实形。 2. 其他两投影有积聚性。 3. 水平投影在水平位置，侧面投影在垂直位置。	1. 水平投影反映实形。 2. 其他两投影有积聚性。 3. 其他两投影都在水平位置。	1. 侧面投影反映实形。 2. 其他两投影有积聚性。 3. 其他两投影都在垂直位置。