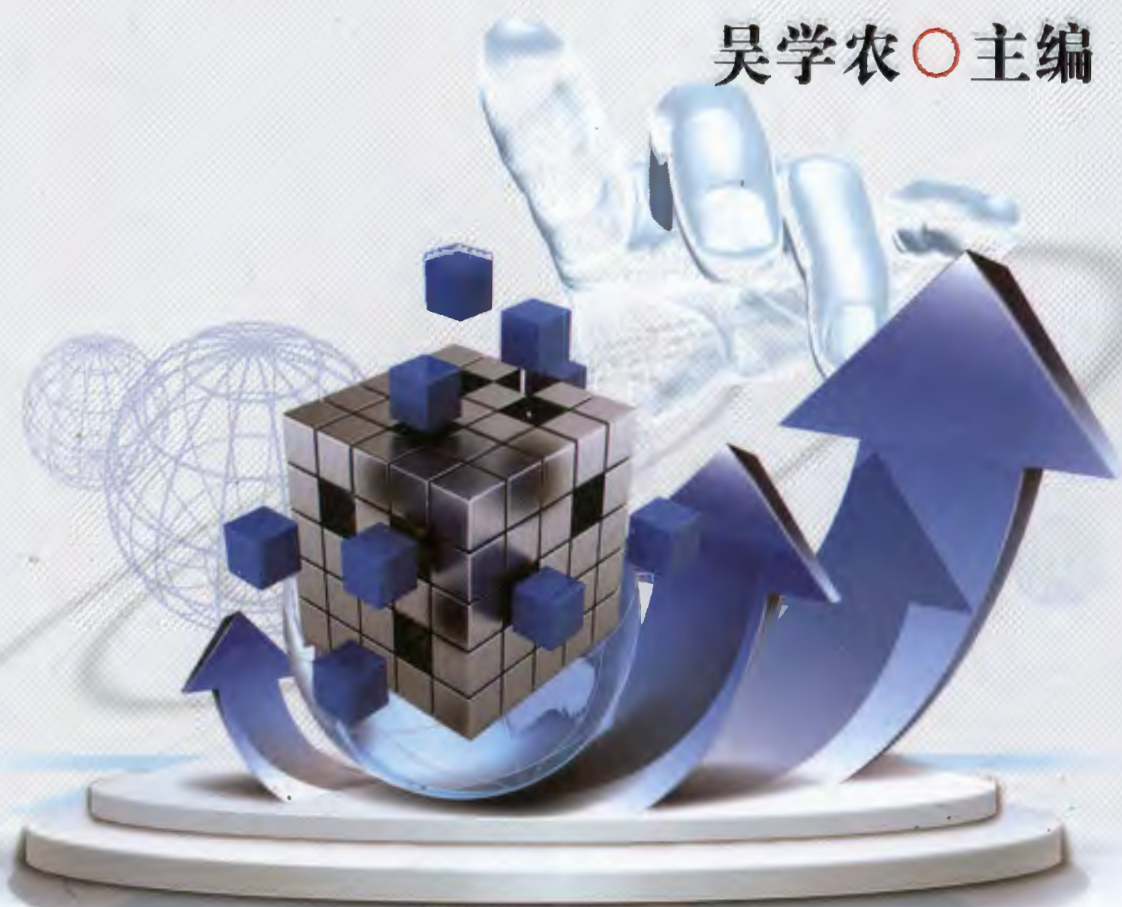


# 机械制图识图 思维规律及基本功训练

吴学农○主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 机械制图识图思维规律 及基本功训练

主 编 吴学农  
副主编 杨明亚 刘 霞 张平栋  
参 编 吴培之 吴瑶华 成 刚  
主 审 高 洪



机械工业出版社

本书是一本系统、深入地阐述机械制图与识图规律和空间形体构思与表达的图书。书中以经典、形象的图例由浅入深、从易到难认识图的思维基础，利于读者掌握各种思维方法；并通过审核视图、识图多解、构形设计等新颖的内容，采用启迪方法，培养创新想象力。书中还简明、形象地介绍了第三角投影图的思维方法。

本书是学习机械制图的良好益友，是机械制图爱好者不可多得的学习读本，也是青年教师良好的教学参考书。

本书的读者对象为：工科大学、大专、中专等院校相关专业师生，工程技术人员，技术工人。

## 图书在版编目（CIP）数据

机械制图识图思维规律及基本功训练/吴学农主编. —北京：  
机械工业出版社，2013.8  
ISBN 978-7-111-43540-2

I. ①机… II. ①吴… III. ①机械制图②机械图—识别 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 177416 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：黄丽梅 责任编辑：黄丽梅

版式设计：霍永明 责任校对：胡艳萍

封面设计：陈沛 责任印制：张楠

北京京丰印刷厂印刷

2013 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·15.5 印张·318 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-43540-2

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

社服务中心：(010) 88361066

销售一部：(010) 68326294

销售二部：(010) 88379649

读者购书热线：(010) 88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

《机械制图识图思维规律及基本功训练》是为了改变当前学习机械制图知识匮乏的现状，大力加强基本功训练，培养读者识读机械图样的能力和开发智力而编写的。

本书是由多位高校教师结合多年的教学经验及企业工程技术人员的工作经验而编写。本书具有可读性强、实效快的特点；以识图为主线，把机械制图的基本内容有机串联起来；以形象、鲜明的图例，由浅入深，由易到难，逐步提升识图的思维基础，拓宽各种思维方法；是一本较为系统、深入阐述识图思维规律和空间形体构思的专著；通过由浅入深的空间思维方法，培养读者的空间思维敏感性、流畅性、变通性和创造性。

本书由吴学农任主编，杨明亚、刘霞、张平栋任副主编，参加编写工作的有：安徽机电职业技术学院吴学农（第1、2、3、4、5章、附录）、包头钢铁职业技术学院刘霞（第6、9章）、安徽新闻出版职业技术学院杨明亚（第7、8章）、安徽机电职业技术学院张平栋（第10、11、12章），此外参加编写的还有成刚、吴瑶华、吴培之（第13章）。全书由吴学农统稿。安徽工程大学高洪教授担任主审。安徽机电职业技术学院机制5031班刘永磊、刘林鑫、郁邦国、雷霖等为本书样图做了大量的工作。

在编写过程中，参考和引用了许多专家、学者的著作，就不逐一列举，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加上时间仓促，书中的错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 三视图与物体的对应关系</b> .....	1
1.1 投影基本知识 .....	1
1.2 三视图和物体的对应关系 .....	3
<b>第 2 章 识读点、直线和平面的投影关系</b> .....	7
2.1 点的投影规律和识图方法 .....	7
2.2 直线的投影特性和识图方法 .....	12
2.3 平面的投影特性和识图方法 .....	16
2.4 识读体上点、线和面的投影图 .....	21
练习题 .....	22
<b>第 3 章 基本体的构形及识图</b> .....	24
3.1 基本几何体 .....	24
3.2 拉伸体 .....	30
3.3 同轴回转体 .....	31
3.4 识读基本体视图 .....	32
练习题 .....	36
<b>第 4 章 简单切割体、相贯体的构形和识图方法</b> .....	40
4.1 切口平面体 .....	40
4.2 切口、切槽的回转体 .....	45
4.3 常见相贯体 .....	51
练习题 .....	59
<b>第 5 章 识图的思维基础和构思方法</b> .....	62
5.1 识图的思维基础 .....	62
5.2 视图中线框的分类和找对应关系的思维方法 .....	69
5.3 识图构思方法 .....	80
练习题 .....	93
<b>第 6 章 审核视图</b> .....	100
6.1 审核视图的方法和步骤 .....	100
6.2 视图中常见错误画法的分析 .....	101
6.3 常见错误画法的正误对比 .....	104
6.4 错误图例的投影分析 .....	106
练习题 .....	107
<b>第 7 章 截交线、相贯线的构形、画法和识图方法</b> .....	112

---

7.1 回转体表面截交线 .....	112
7.2 共轴回转体截交线 .....	118
7.3 回转体相贯线 .....	120
<b>第8章 开阔识图的想象思路 .....</b>	<b>134</b>
8.1 借助视图中的图线差别构思正确的立体形状 .....	134
8.2 借助视图形状的方向构思立体形状 .....	138
练习题 .....	140
<b>第9章 构形设计 .....</b>	<b>143</b>
9.1 记忆画图 .....	143
9.2 物体变位 .....	144
9.3 仿形设计 .....	145
9.4 一面视图的构形 .....	146
9.5 组合构形 .....	147
9.6 构形分向穿孔 .....	148
9.7 构形配孔 .....	149
9.8 凹凸构形 .....	151
9.9 切割与组合的构形 .....	152
练习题 .....	153
<b>第10章 识图多解 .....</b>	<b>157</b>
10.1 识图多解的思维基础 .....	157
10.2 识图多解的类型 .....	161
10.3 识图多解的思维方法 .....	164
练习题 .....	173
<b>第11章 过渡线与渐灭线的构形与画法 .....</b>	<b>179</b>
11.1 过渡线与渐灭线的形成 .....	179
11.2 常见过渡线的画法 .....	180
11.3 渐灭线的构形和画法 .....	181
11.4 常见机件的过渡线和渐灭线的画法 .....	185
<b>第12章 识读剖视图 .....</b>	<b>188</b>
12.1 识读剖视图的思维基础 .....	188
12.2 识读视图、改画为剖视图 .....	195
12.3 识读剖视图 .....	197
练习题 .....	200
<b>第13章 识读第三角视图 .....</b>	<b>204</b>
13.1 第三角画法和第一角画法的异同点 .....	204
13.2 六面基本视图 .....	207
13.3 识读第三角视图的基本方法 .....	210
练习题 .....	214
<b>附录 练习题参考答案 .....</b>	<b>218</b>

# 第 1 章 三视图与物体的对应关系

## 1.1 投影基本知识

### 1.1.1 中心投影和正投影

物体在光线照射下，在地面或墙面上会产生影子，这种现象就是投影，经过科学总结找出影子和物体之间的关系就形成了投影方法。

投影方法分为两大类，即中心投影法和平行投影法，平行投影法又分为斜投影法和正投影法。下面主要介绍中心投影法和正投影法。

#### 1. 中心投影法

投射光线汇交于投射中心的投影方法称为中心投影法，如图 1-1 所示。

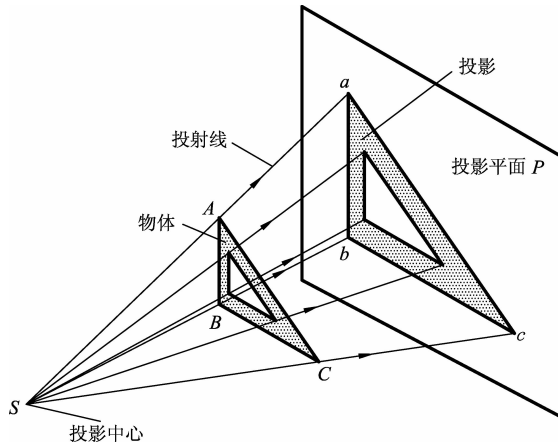


图 1-1 中心投影法

#### 2. 正投影法

投射光线垂直于投影面时，在投影面上的投影，就是正投影，这种投影方法称为正投影法，如图 1-2 所示。

正投影法得到的投影能真实地表达物体的形状、大小，而且度量性好，作图简便。因此，机械制图就利用正投影法来绘制图样。

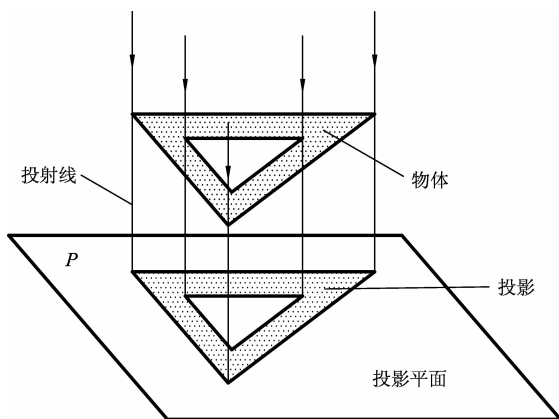


图 1-2 正投影法

### 1.1.2 正投影法基本性质

物体的形状是由线、面所围成，物体的投影实质就是物体上线与面的投影。研究物体的正投影特性，就是研究线、面的投影特性。因为物体上线、面与投影面之间位置关系不同，其投影也不同。

#### 1. 真实性

当直线或平面与投影面平行时，则直线的投影反映实长，平面的投影反映实形，这种投影性质称为真实性，如图 1-3 所示。

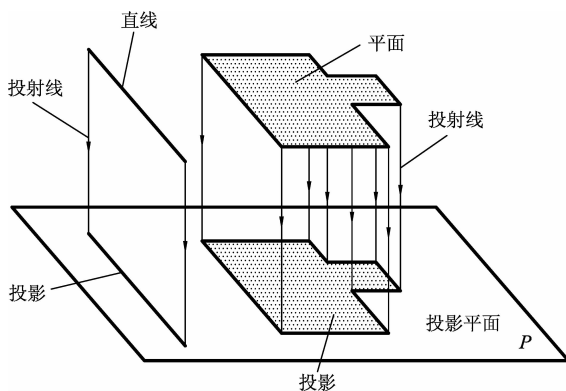


图 1-3 正投影法的真实性

#### 2. 积聚性

当直线或平面与投影面垂直时，则直线的投影积聚成点，平面的投影积聚成一条直线，这种投影性质称为积聚性，如图 1-4 所示。

### 3. 类似性

当直线或平面倾斜于投影面时，则直线的投影小于实长，平面的投影小于实际平面，是平面的类似形，这种投影性质称为类似性，如图 1-5 所示。

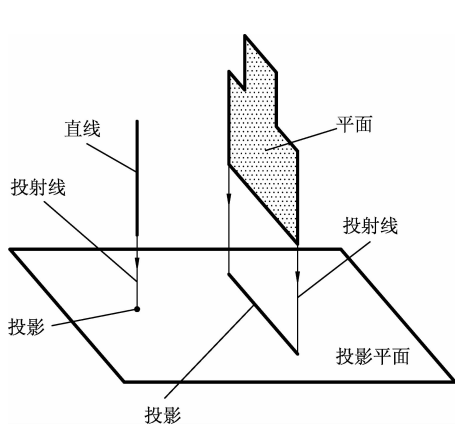


图 1-4 正投影法的积聚性

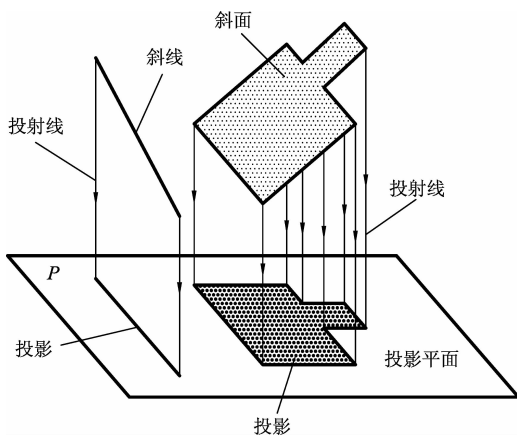


图 1-5 正投影法的类似性

熟练掌握正投影的这三个基本性质，便能为画图和识图奠定扎实的基础。熟悉以上的投影知识，本书后面则不再用箭头表示投射方向，即省略箭头；同时，本书所介绍的投影均指正投影。

## 1.2 三视图和物体的对应关系

### 1.2.1 三投影面体系的建立

根据国家标准规定，用正投影法所绘制出的图形称为视图。

只根据一个视图往往不能确定物体的形状。如图 1-6 所示，三个形状不同的物体，它们在同一投影面上的投影却相同。通常需要向两个或两个以上互相垂直的投影面进行正投影，才能将物体表达清楚。工程上常采用三投影面体系来表达简单物体的形状，如图 1-7 所示， $V$  面是正立投影面，简称正面； $W$  面是侧立投影面，简

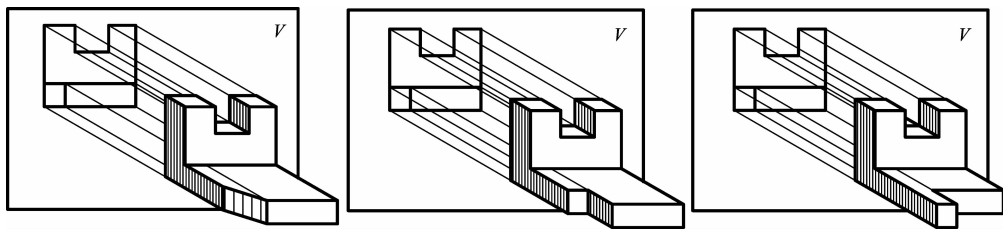


图 1-6 一个视图表示不同物体形状

称侧面； $H$ 面是水平投影面，简称水平面；各投影面之间的交线，称为投影轴，分别为  $OX$ 、 $OY$  和  $OZ$ ， $O$  为原点。

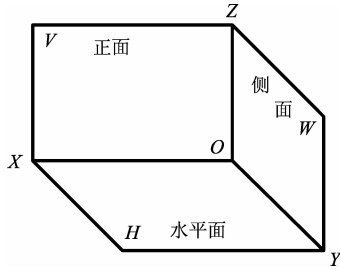


图 1-7 三投影面体系

### 1.2.2 三视图的形成

将物体放在三投影面体系中，分别向三个投影面进行投射，如图 1-8a 所示。

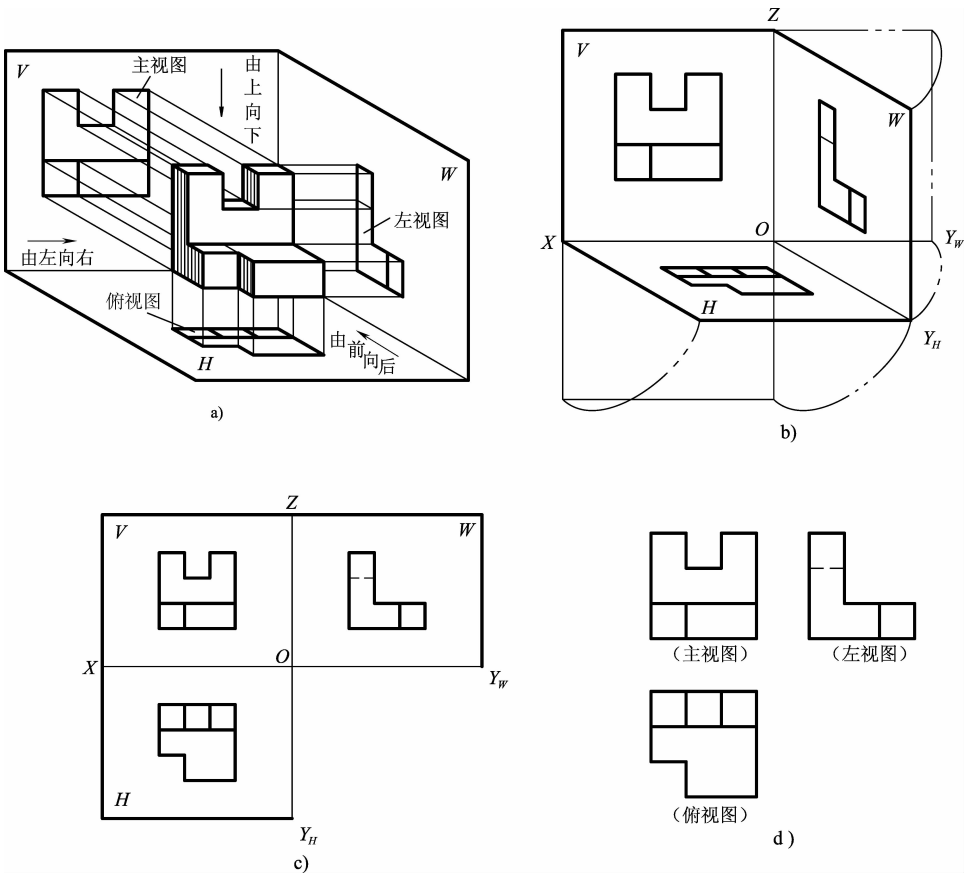


图 1-8 三视图的形成

主视图——由前向后向正面投射，得到的图形称为主视图；

俯视图——由上向下向水平面投射，得到的图形称为俯视图；

侧视图——由左向右向侧面投射，得到的图形称为左视图。

为了使三个视图在同一平面上，保持正面不动，将水平面绕  $OX$  轴旋转  $90^\circ$ ，将侧面绕  $OZ$  轴旋转  $90^\circ$ ，使它们与正面处在同一平面上，如图 1-8b、c 所示。取消投影面的边框及投影轴，则形成三视图，如图 1-8d 所示。

### 1.2.3 三视图与物体方位的对应关系

主视图只能反映物体的上、下和左、右关系，不能区分前、后；俯视图只能反映物体的左、右和前、后关系，不能区分上、下；左视图只能反映物体的上、下和前、后关系，不能区分左、右，如图 1-9 所示。

三视图中，主视图比较重要，俯视图在主视图的正下方，左视图在主视图的正右方。画三视图时，必须以主视图为主，按上述关系配置视图。

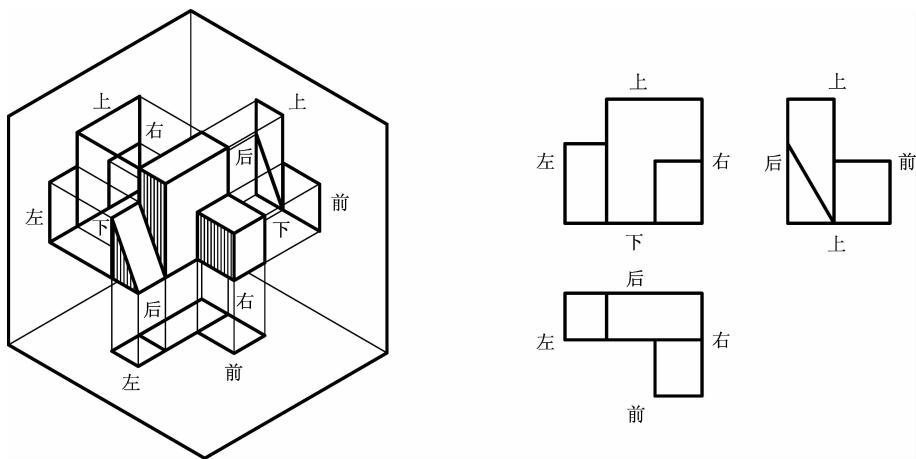


图 1-9 三视图与物体方位的对应关系

### 1.2.4 三视图与物体长、宽、高的对应关系

如图 1-10 所示，当物体在三投影面体系中的位置确定后，标准规定，左、右之间的距离为长；前、后之间距离为宽；上、下之间的距离为高。因此，主视图反映物体的长与高，俯视图反映物体的长与宽，左视图反映物体的高与宽。因此，得出三视图之间的投影规律如下：

长对正——主视图和俯视图反映物体同一长度，即“主、俯长对正”。

高平齐——主视图和左视图反映物体同一高度，即“主、左高平齐”。

宽相等——俯视图和左视图反映物体同一宽度，即“俯、左宽相等”。

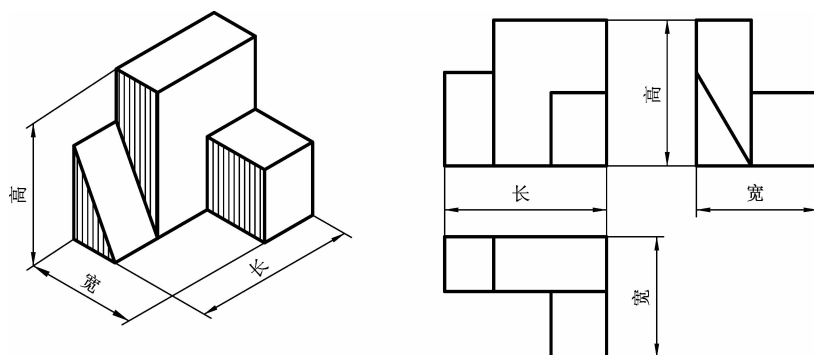


图 1-10 三视图间长、宽、高尺寸关系

## 第 2 章 识读点、直线和平面的投影关系

物体是由点、线、面等几何要素组成的。所以要正确合理地表达物体，必须掌握点、线和面的投影特性和作图方法，对画图和读图都具有重要意义。

### 2.1 点的投影规律和识图方法

#### 2.1.1 点的投影规律和识图方法

如图 2-1a 所示，三棱锥在三投影面体系中，顶点  $S$  到其侧面投影 ( $s''$ ) 的距离来确定  $X$  (长) 方向的坐标值；顶点  $S$  到其正面投影 ( $s'$ ) 的距离来确定  $Y$  (宽) 方向的坐标值；顶点  $S$  到其水平面投影 ( $s$ ) 的距离来确定  $Z$  (高) 方向的坐标值。这样， $X$  值表示空间点  $S$  到侧面的距离， $Y$  值表示空间点  $S$  到正面的距离， $Z$  值表示空间点  $S$  到水平面的距离，书写形式为  $S(X, Y, Z)$ 。如  $S(50, 30, 20)$ ，即空间点  $S$  距离侧面为 50mm，距离正面为 30mm，距离水平面为 20mm。有了这三个坐标值，就能确定点的空间位置。

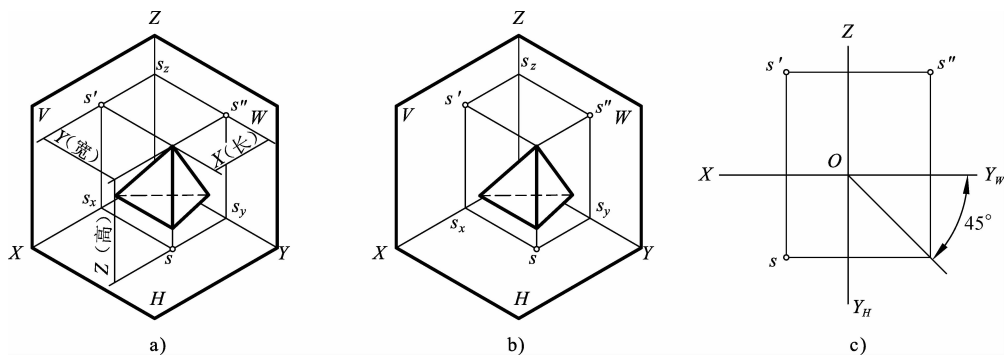


图 2-1 点的投影与坐标关系

如图 2-1b 所示，由点  $S$  分别向三个投影面引垂线，其垂足是  $s'$ 、 $s$ 、 $s''$ ，即为空间点  $S$  分别在正面、水平面和侧面上的投影，与三视图形成的方法一样展开，最后就形成点的三面投影，如图 2-1c 所示。点的三面投影具有下述投影规律。

1) 点的两面投影的连线必垂直于投影轴，即：

$$s's \perp OX$$

$$s's'' \perp OZ$$

$$ss_{Y_H} \perp OY_H, s''s_{Y_W} \perp OY_W$$

2) 点的投影到投影轴的距离, 等于空间点到对应投影面的距离, 即:

$$s's_x = s''s_y = \text{点 } S \text{ 到 } H \text{ 面的距离 } Ss$$

$$ss_x = s''s_z = \text{点 } S \text{ 到 } V \text{ 面的距离 } Ss'$$

$$ss_y = s's_z = \text{点 } S \text{ 到 } W \text{ 面的距离 } Ss''$$

根据上述投影规律, 已知点的三个坐标值, 就能作出该点的三面投影。反之, 知道点的两面投影, 也就等于已知该点的三个坐标。同时, 在点的三面投影中, 知道点的任意两个面的投影, 就可以求作出第三个投影。如图 2-2 所示, 箭头所指得到的投影就是需要求作的第三个投影。

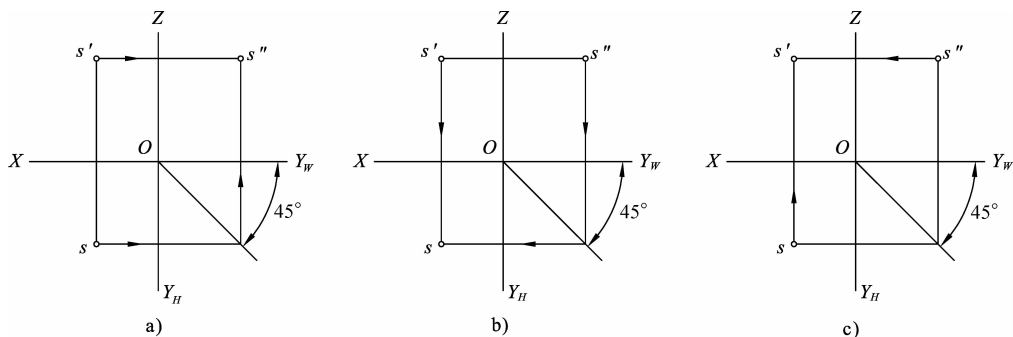


图 2-2 已知两个投影求作第三个投影

如图 2-2a 所示, 已知点的正面投影、水平投影, 可以作出侧面投影。

如图 2-2b 所示, 已知点的正面投影、侧面投影, 可以作出水平面投影。

如图 2-2c 所示, 已知点的水平投影、侧面投影, 可以作出正面投影。

## 2.1.2 识读点投影的方法

### 1. 识读一个点的投影图

识读一个点的投影图时, 根据点的三面投影形成方法, 逆向思考。由正面和侧面的投影, 想象空间点到水平面的距离; 由正面和水平面的投影, 想象空间点到侧面的距离; 由水平面和侧面的投影, 想象空间点到正面的距离。

根据点的一个投影图, 不能完全确定点的空间位置, 只能确定空间点到两个投影面的距离。已知点的两面投影, 就能确定空间点到三个投影面的距离, 就完全可以确定点的空间位置。

**例 2-1** 识读图 2-3a 点的水平面和侧面投影图, 想象其空间位置, 并求作其正面投影。

说明: 根据点的投影规律, 完全可以求作出点的正面投影。点的三面投影图的

形成，是从立体到平面图形。现在从平面图形到立体来思考，就是逐步培养立体感及空间想象能力。因此，要按下面的思维规律来进行。

怎样想象  $B$  点的空间位置呢？先保持  $X$ 、 $O$ 、 $Z$  三点确定的平面不动，将  $ZOY_w$  三点确定的平面绕  $OZ$  向前旋转  $90^\circ$ ；将  $XOY_H$  三点确定的平面绕  $OX$  轴向上旋转  $90^\circ$ 。这样，就形成了三投影面体系，如图 2-3b 所示。先看水平面投影，从  $ob_y$  确定点  $B$  到正面的距离，点的轨迹是平行于正面的平面，如图 2-3c 所示；从  $b''b_y$  确定空间点  $B$  到水平面的距离，点的轨迹是平行于水平面的平面，两轨迹平面相交的交线为  $bd$ ，如图 2-3d 所示；直线  $bd$  垂直于侧面，如图 2-3d 所示。这时，空间点的位置尚未确定，从  $bb_y$  确定空间点  $B$  到侧面的距离，点的轨迹是平行于侧面的平面  $m$ ，平面  $m$  与直线  $bd$  相交，交点就是空间点  $B$  的位置，如图 2-3e 所示。

通过点  $b$  作垂直于  $OX$  轴的垂线，通过点  $b''$  作垂直于  $OZ$  轴的垂线，两直线相交就是点  $B$  在正面的投影  $b'$ ，如图 2-3f 所示。

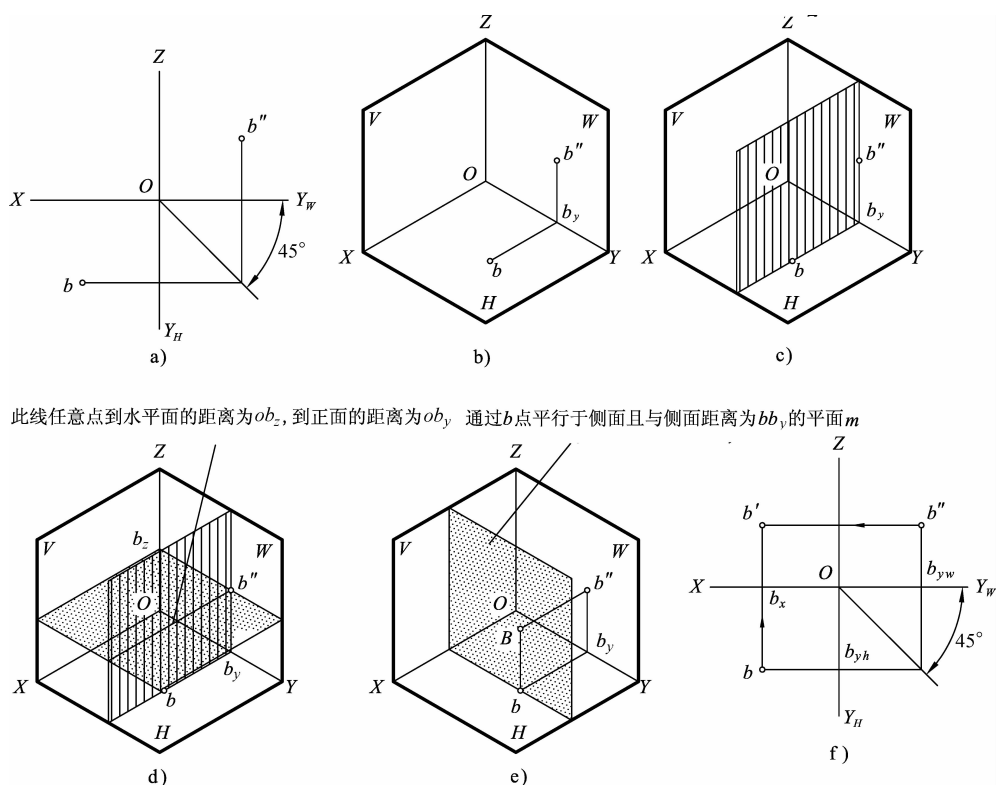


图 2-3 想象点的空间位置及求点的第三面投影

## 2. 识读两点相对位置的投影图

识读两点相对位置投影图时，根据正面和侧面的投影判断两点上、下之间的距

离  $\Delta Z$ ；根据正面和水平面的投影判断两点左、右之间的距离  $\Delta X$ 。根据水平面和侧面的投影判断前、后之间的距离  $\Delta Y$ 。从两点的各个同面投影之间的坐标关系，可以判断空间两点的相对位置。在投影图中，空间两点的相对位置是根据它们在各个同面投影所反映的坐标差来确定的。

如图 2-4 所示，反映点  $B$  在点  $C$  的左方  $x_b - x_c$  处，后方  $y_c - y_b$  处，下方  $z_c - z_b$  处。根据以上所述的内容，可以解决例 2-2 的问题。

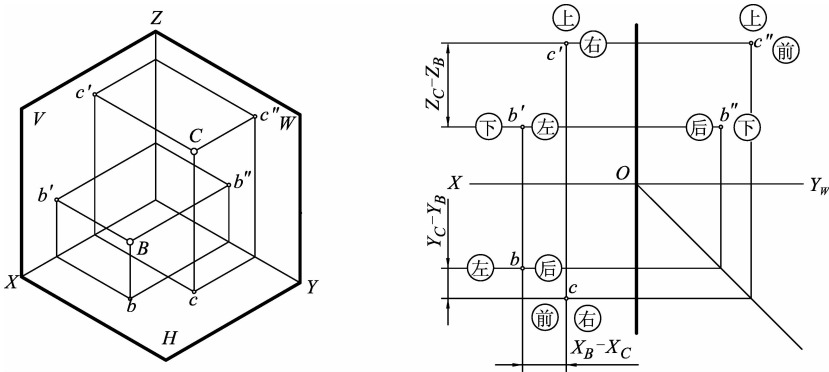


图 2-4 两点相对位置

**例 2-2** 如图 2-5 所示，已知点  $B$  和点  $C$  的水平投影和侧面投影，想象其空间位置，并求作点  $C$  的正面投影。

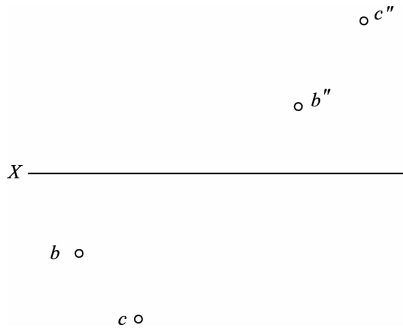


图 2-5 求作点的正面投影

此题可以利用点投影规律，作出  $B$ 、 $C$  两点的正面投影。

**解法 1** 已知条件如图 2-6a 所示，分别通过点  $b$ 、 $c$  作与直线  $X$  的水平线，通过  $b''$ 、 $c''$  作  $X$  线的垂直线，分别相交于  $m$ 、 $n$  两点，如图 2-6b 所示；直线连接  $m$ 、 $n$  两点，延长直线  $mn$ ，并与直线  $X$  相交于点  $O$ ，如图 2-6c 所示；通过点  $O$ ，作直线  $OZ$  垂直于直线  $X$ ，分别过点  $b''$ 、 $c''$  作  $OZ$  的垂线，过点  $b$ 、 $c$  作与直线  $X$  的垂线，分别得到交点  $b'$ 、 $c'$ ，即得到点  $B$  与点  $C$  的正面投影，如图 2-6d 所示。

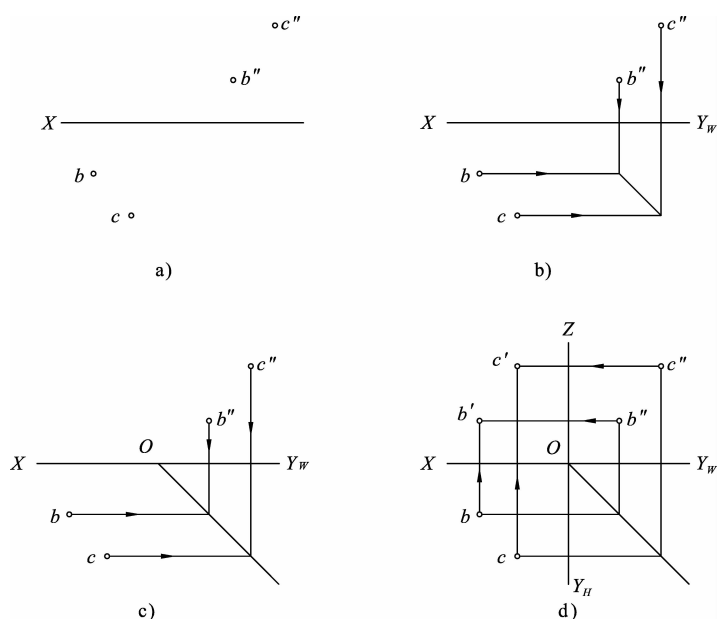


图 2-6 根据点的投影规律作点的第三面投影

为了进一步加深理解点的投影规律，空间点与三投影面体系之间的关系，空间点与三坐标之间的关系，两点投影之间的左、右，上、下与前、后方位的关系，下面采用另一种方法来解答例 2-2。

**解法 2** 理解图 2-7a 中的方位关系，通过点  $b$  作线  $X$  的垂直线，过点  $b''$  作线  $X$  的平行线，两线相交得  $b'$ ；通过点  $c$  作线  $X$  的垂直线，与直线  $b'b''$  相交得点  $m$ ，在点  $m$  的上方量取  $\Delta Z$  得点  $c'$ ，即点  $C$  的正面投影，如图 2-7b 所示。

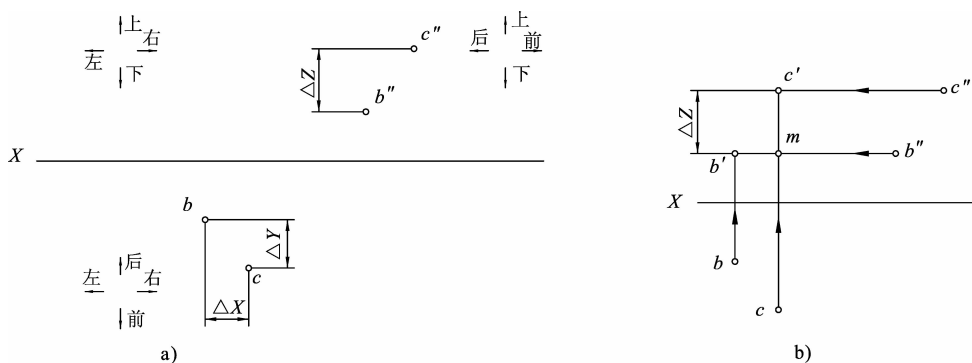


图 2-7 根据两点相对位置求作投影

### 2.1.3 思考题

1. 根据图 2-8 的投影图，用两个拳头模拟空间两点，定出点  $B$  与点  $C$ ，点  $E$  与