

看图思维规律

——机械制图基本功训练

王其昌 编著



机械工业出版社

看图思维规律

——机械制图基本功训练

王其昌 编著



机械工业出版社

这是一本全面、系统、深入地论述看机械图的思维规律和空间形体构思与表达的专著。作者以其形象、生动的图例由浅入深、从易到难揭示看图的思维基础和各种思维方法，还通过审核视图、看图多解、构形设计等新颖的内容，从不同角度启迪思路，培养创新想象力。书中还简明而形象地揭示了看国外图纸的方法（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，也是教师不易多得的教学参考书。

读者对象：工科大学、大专、中专、职业中学、技工学校等师生，工程技术人员，技术工人。

看图思维规律
——机械制图基本功训练
王其昌 编著

责任编辑：高文龙 责任校对：韩 晶
封面设计：刘 代 版式设计：霍永明
责任印制：卢子祥

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张16·字数368千字

1989年6月北京第一版·1989年6月北京第一次印刷

印数 0,001—6,950·定价：19.40元

ISBN 7-111-01300-X/TH·218

前 言

本书是为适应机械制图课程改革的需要,大力加强基本功训练,旨在培养能力和开发智力而编写。它是一本适应于大学、大专、中专、职业中学、技工学校的教学参考书和课外自学读本。

该书是作者多年教学研究的结晶,在教学实践中证实本书的内容对培养看图能力、丰富空间想象能力和启迪创新想象能力是行之有效的。书中某些内容,曾在全国中专制图教学研究会第一、二次经验交流会和福建省工程图学年会宣读过,曾得到同行们的赞赏。

本书的特点:

1. 以看图为线,把机械制图的基本内容串联起来。书中内容与目前各类学校使用的机械制图教材内容相呼应,但不是内容的重复,而有其新内容、新见解,并提供新的空间思维方法,因此是师生不可多得的教学参考书。同时本书也自成体系,故可作为单独读物。

2. 书中以形象、生动的图例,由浅入深,从易到难,逐章地揭示看图的思维基础和各种思维方法,是一本全面、系统、深入论述看图的思维规律和空间形体构思与表达的专著。它不仅能使读者较快建立空间想象能力,克服初学看图的困难,起着造成看图的作用,而且能启迪读者的思维,开拓想象思路,丰富空间想象能力,能培养读者看图与构形画图的扎实基本功。教师能从书中得到启示,为打开学生思路提供某些方法。

3. 针对工程技术人员和工人所必备的审核视图能力,以及绘图时常见的错误画法,书中采用正、误图例对比分析来论述审核视图的方法。

4. 为了打破想象极限性,拓宽想象思路,书中根据读者常见想象的错误,论述打破“纯经验想象”,开阔想象思路的思维方法。

5. 为培养空间形体构思与表达能力和创新想象力,为构形设计打下扎实的基础,书中全面、系统、深入地揭示了看图多解的思维基础和各种思维方法,并具体介绍了九种构形设计的思维方法。通过由浅入深的空间思维新方法,能达到培养读者的空间思维敏感性、流畅性、变通性和创造性。

6. 为了适应国际技术交流的新形势,培养识看国外图纸的能力,书中深入浅出、形象生动地揭示看第三角投影图的思维规律。

7. 针对画渐灭线和过渡线有一定的难度,不易掌握,书中较深入的探讨了渐灭线和过渡线的类型、构形和画法。

8. 在写法上力求通俗易懂、言简意明,除配有大量立体图外,还采用图解分析法,用“图”说明“图”,达到形象生动、化繁为简,化难为易、深入浅出,图文并茂,使读者一目了然,便于自学。书中大部分章节中都穿插有趣而生动的思考题以启迪读者的思维,吸引读者学习积极性。

DAH-4/01

本书部分章节由夏华生审核,在写作过程中得到福建机电学校制图教研组陈夏霖、林秀缙、冯秋官等老师大力支持,还得到全国中专制图教学研究会严肃、吴天生、陈树国、陈影、金大鹰、姜振声的支持,在此表示感谢。

由于作者水平有限,撰写时间匆促、工作量大,疏漏错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者 1988年1月30日

目 录

第一章 三视图与物体的对应关系 1	第八章 开阔看图想象思路 128
一、投影基本知识..... 1	一、借助视图中的图线差别, 构思 正确的立体形状..... 128
二、三视图和物体的对应关系..... 2	二、借助视图形状的方向差别, 想象立体形状..... 134
第二章 看点、线、面的投影图 6	第九章 构形设计 139
一、点的投影规律和看图方法..... 6	一、默思画图..... 139
二、直线投影特性和看图方法..... 9	二、物体变位..... 140
三、平面投影特性和看图方法..... 12	三、仿形设计..... 140
四、看体上点、线、面的投影图..... 16	四、一面视图的构形..... 142
五、看线组、面组的投影图..... 18	五、组合构形..... 146
第三章 基本体的构形和看图 21	六、构形分向穿孔..... 145
一、几何体..... 21	七、构形配孔..... 148
二、柱状体..... 23	八、凸凹构形..... 149
三、共轴回转体..... 24	九、切割与组合的构形..... 151
四、看基本体视图..... 25	第十章 看图多解 153
第四章 简单切口体、相贯体的 构形和看图 33	一、看图多解的思维基础..... 153
一、切口平面体..... 33	二、看图多解题的类型..... 157
二、切口、切槽的回转体..... 38	三、看图多解的思维方法..... 160
三、常见相贯体..... 44	第十一章 过渡线与渐灭线 的构形与画法 171
第五章 看图的思维基础 和构思方法 52	一、过渡线与渐灭线的形成..... 171
一、看图的思维基础..... 52	二、常见过渡线的画法..... 171
二、视图中线框种类和找对应关系的 思维方法..... 61	三、渐灭线的构形与画法..... 173
三、看图的构思方法..... 75	四、常见机件结构中的 过渡线和渐灭线的画法..... 175
第六章 审核视图 95	第十二章 看剖视图 179
一、审核视图的方法和步骤..... 95	一、看剖视图的思维基础..... 179
二、视图中常见错误画法的分析..... 96	二、看视图、改画为剖视图..... 187
三、常见错误画法的正误对比图..... 100	三、看剖视图..... 189
四、错误图例的投影分析..... 103	第十三章 看第三角视图 193
第七章 截交线、相贯线的 构形、画法和看图 106	一、第一角画法和第三角画法的 异同点..... 193
一、回转体截交线..... 106	二、六面基本视图..... 197
二、共轴回转体截交线..... 110	三、看第三角视图的基本方法..... 198
三、回转体相贯线..... 112	附录 204
四、多个回转体的相贯线..... 122	

附录 1	第二章看点、线、面的投影图	
	练习题	204
附录 2	第三章基本体的构形和看图	
	练习题	205
附录 3	第四章简单切口体、相贯体的	
	构形和看图练习题	207
附录 4	第五章看图思维基础和构思	
	方法练习题	209
附录 5	第六章审核视图练习题	212

附录 6	第八章开偶看图想象思路	
	练习题	219
附录 7	第九章构形设计练习题	220
附录 8	第十章看图多解练习题	221
附录 9	第十二章看剖视图练习题	226
附录 10	第十三章看第三角视图	
	练习题	233
附录 11	第十章看图多解思考题和	
	练习题的参考答案	236

第一章 三视图与物体的对应关系

一、投影基本知识

1. 正投影

学习看图，首先要知道图样上的图形是根据什么原理画出来的。在日常生活中，当物体被光线照射后，在墙上、地面上出现影子，工程上应用这种投影方法来表达物体形状。

工程上常用的投影方法有中心投影和平行投影两种，如图 1-1 和图 1-2。在平行投影法中，投影线垂直投影面的投影称为正投影。当物体的平面轮廓（图 1-2 三角板）平行投影面时，在投影面上的正投影反映该平面的真实形状和大小，这是正投影法的主要特点，机械制图就是利用这种方法来绘制图样。

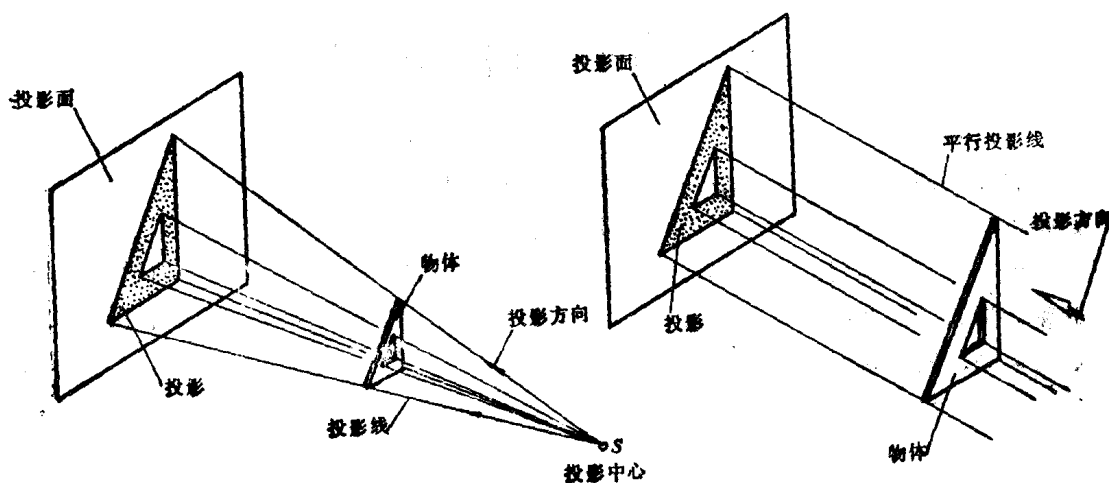


图1-1 中心投影

图1-2 平行投影

2. 正投影的基本特性

物体的形状是由线、面所围成，物体的投影是物体上线与面的投影。研究正投影特性，主要是研究线、面的投影特性。由于物体上线、面与投影面处于不同位置，其投影也不相同。

(1) 直线和平面与投影面平行 图 1-3a 直线 AB 在投影面上的投影仍是直线 $a'b'$ ，并且反映空间直线 AB 实长；平面 I 在投影面上的投影仍是平面图形 $1'$ ，并且反映空间平面形的真实形状。这种投影性质称为真实性。

(2) 直线和平面与投影面垂直 图 1-3b 直线 AC 在投影面上的投影积聚为点 $a'(c')$ ；平面 I 在投影面上的投影积聚为直线 $2'$ 。这种投影的性质称为积聚性。

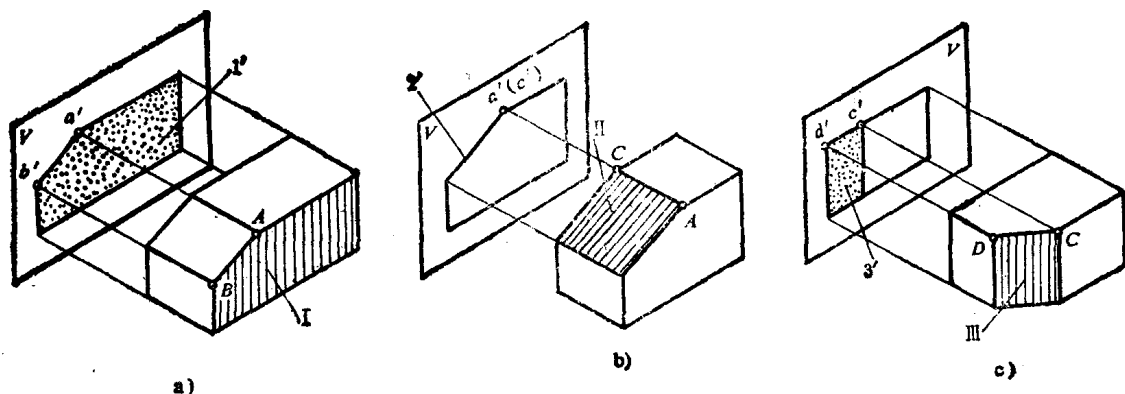


图1-3 线、面正投影特性

a) 直线和平面形平行投影面 b) 直线和平面形垂直投影面 c) 直线和平面形倾斜投影面

(3) 直线和平面形与投影面倾斜 图1-3c 直线 CD 在投影面上的投影仍是直线 $c'd'$ ，但短于空间直线 CD ；平面形 III 在投影面上投影不再反映实形，而是一个比实形变窄了的类似图形 $3'$ ，平面的这种投影性质称为类似性。

熟练掌握这些正投影基本性质，便能为画图和读图奠定基础知识。

二、三视图和物体的对应关系

1. 视图

假如把物体置于投影面与观察者之间，把人的视线当成投影线，模拟正投影方法，正对着投影面观察物体，把物体轮廓形状用图形表达出来，这个正投影图称为视图。

由于一面视图仅能表示物体某方向的轮廓形状，所以图 1-4 的一个视图可以表示不同物体形状。因此必须设想从几个方向分面投影，分别把物体几个方向形状用视图表达，综合起来，物体形状才能表达清楚。

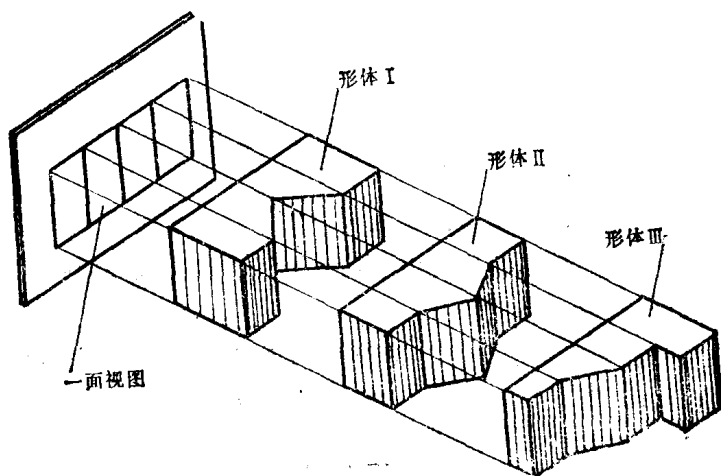


图1-4 一个视图表示不同物体形状

2. 三视图与物体轮廓形状的对应关系

如图 1-5 a 所示, 设想有三个互相垂直的投影面: 正面 (V)、水平面 (H)、侧面 (W) 组成投影箱。把 V 形铁置于投影箱中, 并从前往后、从上往下、从左往右向正面、水平面和侧面正投影, 得到三个视图, 它们名称规定如下:

主视图 (正面投影图)——从前往后投影, 在正面上得到的图形。该视图的图形, 反映物体前、后方向的轮廓形状。

俯视图 (水平投影图)——从上往下投影, 在水平面上得到的图形。该视图的图形, 反映物体上、下方向的轮廓形状。

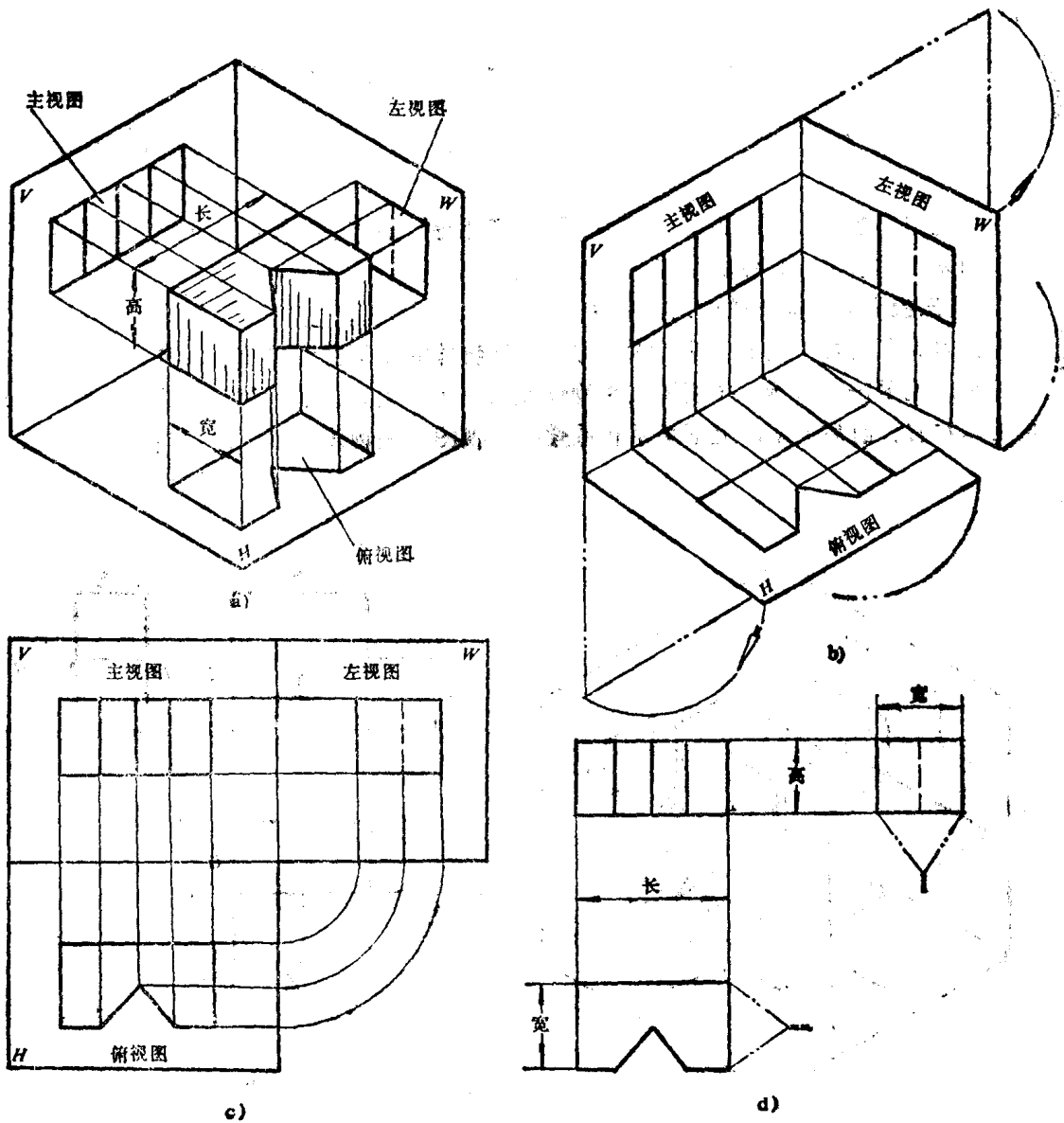


图1-5 物体三视图

左视图（侧面投影图）——从左往右投影，在侧面上得到的图形。该视图的图形反映物体左、右方向的轮廓形状。

为了便于作图和在同一面上画出三个视图，按图1-5b所示，假想正面不动，水平面往下旋转 90° ，侧面往右后转 90° ，使它们摊开在与正面同一平面上，见图1-5c，取消投影面边框线，则形成图1-5d的无轴三面投影图（三视图）。

3. 三视图与物体长、宽、高对应关系

当物体在投影箱中的位置确定后，规定物体左右间距为长方向；上下间距为高方向；前后间距为宽方向，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。三视图之间必须严格保持如下投影关系：

（1）主视图和俯视图反映物体同一长度，即“主、俯长对正”。画图时，用丁字尺与三角板配合对正画线。

（2）主视图和左视图反映物体同一高度，即“主、左高平齐”。画图时，用丁字尺对齐画线。

（3）俯视图和左视图反映物体同一宽度，即“俯、左宽相等”。画图时，用等分规量度。

三视图存在的“长对正”、“高平齐”、“宽相等”的“三等”投影关系，不仅适用于整个物体，也适用于物体的局部，见图1-5d。

4. 三视图与物体方位的对应关系

物体具有左右、上下、前后六个方位。当物体的投影位置确定后，其六个方位也确定下来，见图1-6a所示。主视图反映物体左右、上下关系，前后关系相重叠；俯视图反映物体左右、前后关系，上下关系相重叠；左视图反映物体上下、前后关系，左右关系

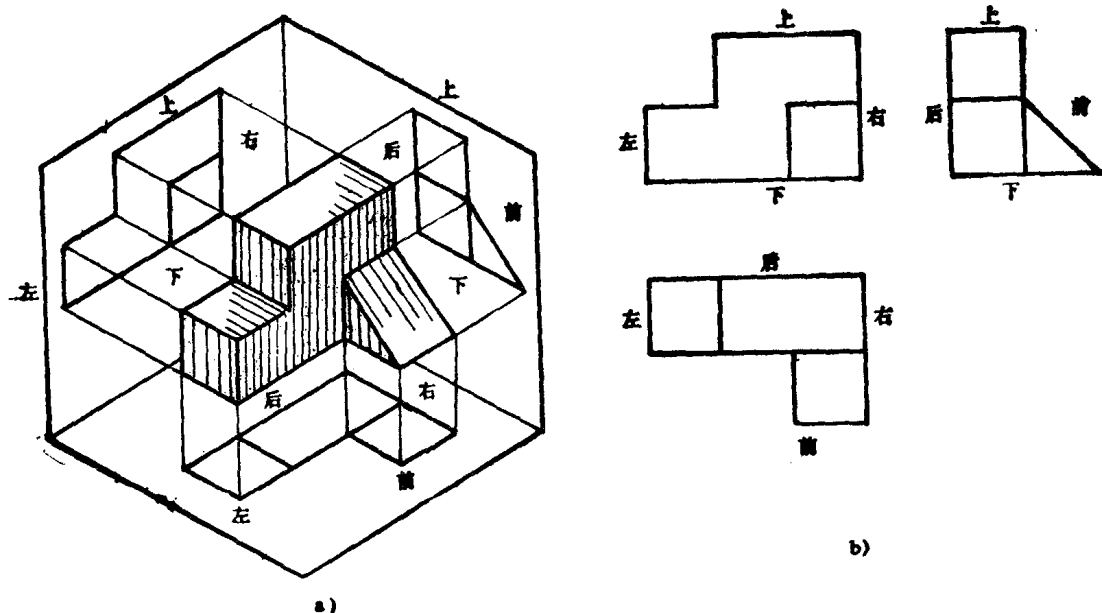


图1-6 三视图与物体方位的对应关系

相重叠。图1-6b表达物体的六个方位关系，

- (1) 主视图和左视图反映物体上、下关系。
- (2) 主视图和俯视图反映物体左、右关系。
- (3) 俯视图和左视图反映物体前、后关系。

概括起来：“**主、俯分左右**”、“**主、左看上下**”、“**俯、左辨前后**”。搞清楚三视图六个方位关系，对看图判断物体之间的相对位置是十分重要的。例如判断图1-6a直角三角柱和L形柱的相对位置时，从上、下关系看，表示直角三角柱的线框，在主、左视图中靠下边；从左、右关系看，表示直角三角柱的线框，在主、俯视图中靠右边；从前、后关系看，表示直角三角柱的线框，在俯视图中靠下边，在左视图中靠右边，这是因为俯视图（水平投影面）朝下转平，前方位沿垂直方向远离主视图，左视图（侧面投影面）朝右后转平，前方位沿水平方向远离主视图。

第二章 看点、线、面的投影图

一、点的投影规律和看图方法

1. 点的投影规律

点是构成空间形体的最基本要素。点的空间位置由三个方向坐标值所确定。

图2-1a为长方体紧靠在投影箱上，棱点 A 的空间位置由 X (长)、 Y (宽)、 Z (高)三个坐标值所确定。 X 值表示空间点 A 到 W 面的距离， Y 值表示空间点 A 到 V 面的距离， Z 值表示空间点 A 到 H 面的距离。书写形式为 $A(X, Y, Z)$ ，如 $A(45, 30, 15)$ ，即空间点 A 距 W 面为45mm、距 V 面为30mm、距 H 面为15mm，有了这三个坐标值，点的空间位置就确定。

图2-1b、c所示，空间点 A 分别向三个投影面引垂线，其垂足 a' ， a ， a'' 即为空间点 A 在 V ， H ， W 面上的投影。其展开后的三面投影图具有如下投影规律。

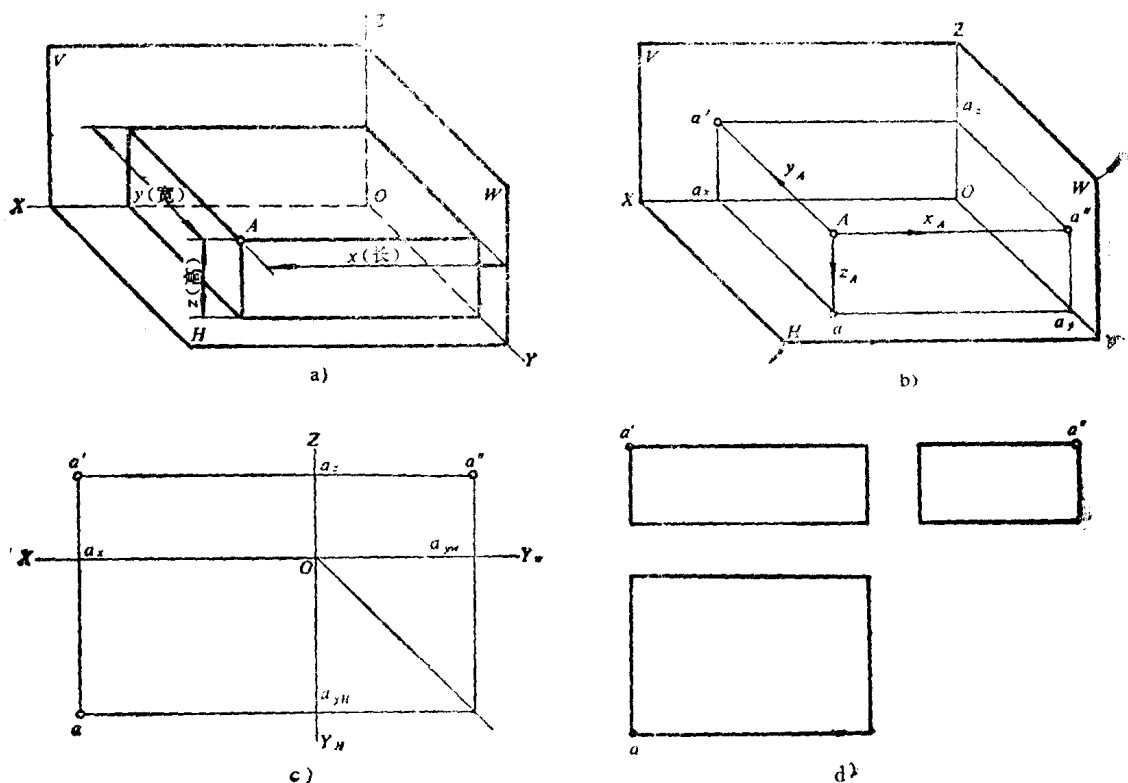


图2-1 点的投影与坐标关系

$$a'a \perp OX \quad a'a'' \perp OZ \quad aa_x = a''a_z$$

通俗说法，正面和水平面的投影同一 X (长向)值，即“长对正”，正面和侧面的投影同一 Z (高向)值，即“高平齐”，水平面和侧面的投影同一 Y (宽向)值，即“宽相等”。图2-1d为长方体及棱点 A 的三面投影图。

2. 看点投影图的方法

(1) 看一个点的投影图 看点投影图时，由正面和水平面的投影，想象空间点到侧面的距离；由正面和侧面的投影，想象空间点到水平面的距离；由水平面和侧面的投影，想象空间点到正面的距离。

看点的一面投影图，只能确定空间点到两个投影面的距离，只有看点的两面投影图，才能确定空间点到三个投影面的距离，点的空间位置才能确定。

〔例〕 看图2-2a点的正面和水平面的投影图，想象其空间位置，并求作侧面投影。

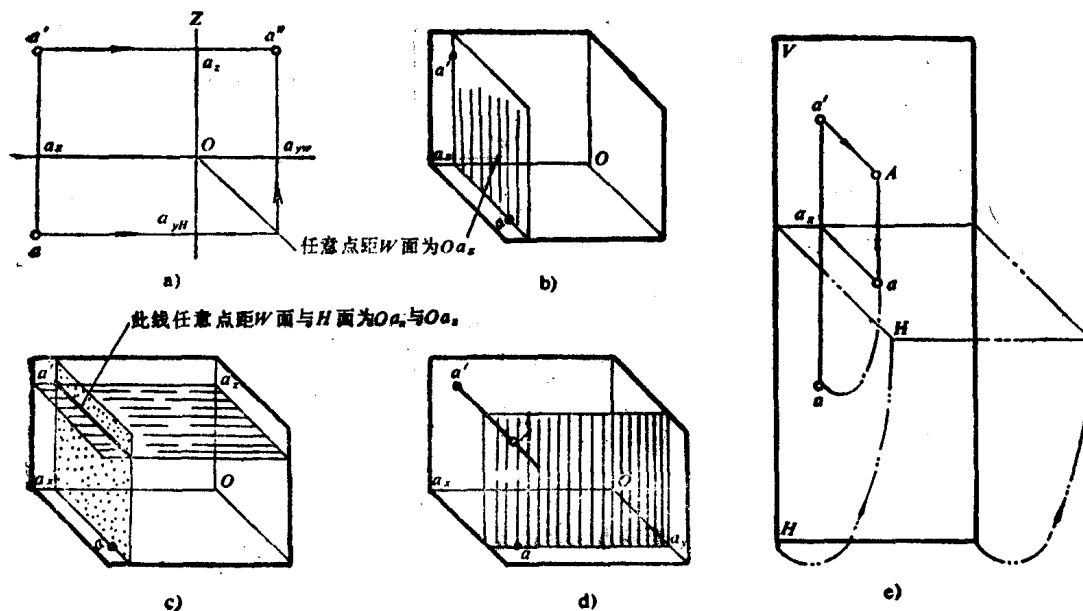


图2-2 看点的投影图

先看正面投影，从 oa_x 确定空间点 A 到侧面距离，点的轨迹为平行侧面的平面；从 $a'a_z$ 确定空间点 A 到水平面距离，点的轨迹为平行于水平面的平面，两平面相交线为垂直于正面的直线。在直线上任意点都符合距侧面为 oa_x ，距水平面为 $a'a_z$ 。这时，空间点的位置尚不能确定，其思维过程见图2-2b、c。

再看水平投影，从 aa_x 确定空间点 A 到正面的距离，空间点 A 才想象出来。见图2-2d。

看点投影图，还可以采用如图2-2e的形象思维方法，设想把水平面往上旋转 90° ，恢复到原位置，通过点 a 和点 a' 引投影线，在空间上相交点 A 求得。

求作点 A 的侧面投影 (见图2-2a所示)，由点 a' 引 OZ 的垂线，由点 a 引 oa_{yH} 线，并借助 45° 的辅助线求得点 a'' 。

(2) 看两点相对位置的投影图 看两点相对位置投影图时,从正面和侧面的投影判断上、下的距离;从正面和水平面的投影判断左、右的距离;从水平面和侧面的投影判断前、后的距离。

〔例〕 看图 2-3 a 两点投影图,想象其空间相对位置,并求点 B 的侧面投影。

要想象空间两点的相对位置,必须先确定其中一点为基准点,说明与其相对位置。此例应选择点 A 为基准点。从正面投影图看,点 B 在点 A 的左方,左右之差为 ΔX 。点 B 在点 A 的下方,上下之差为 ΔZ 。再从水平投影图看,点 B 在点 A 的前方,前后之差为 ΔY 。这样两点相对位置就想象出来。见图 2-3a 所示。

求作点 b'' 时,由点 b' 引一横向线,并在该线上以点 a'' 为基准向前方量得 ΔY ,即求得点 B 的侧面投影点 b'' 。见图 2-3b。

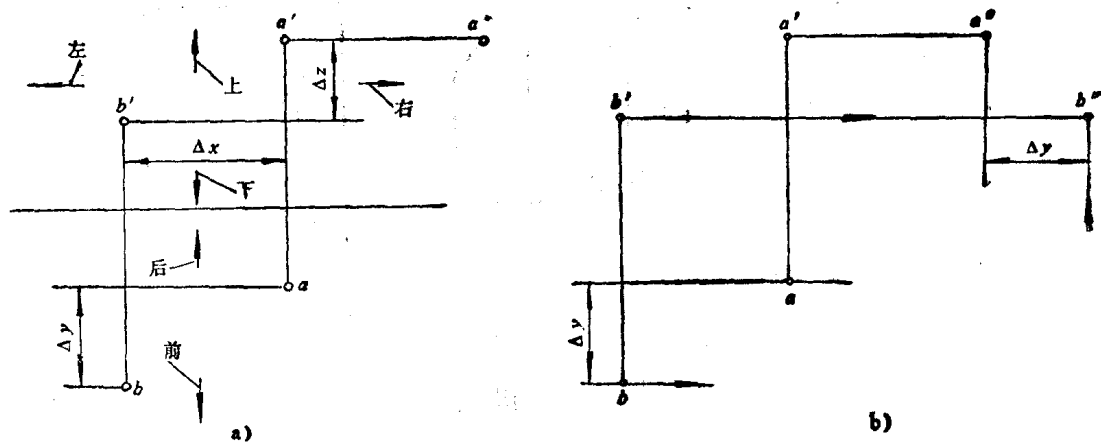


图 2-3 看两点相对位置的投影图

(3) 思考题

1) 根据图 2-4 的投影图,用两个拳头模拟空间两点,定出点 A 与点 B 、点 C 与点 D 、点 E 与点 F 、点 G 与点 H 、点 I 与点 J 的相对位置,并想象其侧面投影的相对关系。

2) 根据图 2-5 判断空间点 A 、 B 的相对位置,并求作点 b 。

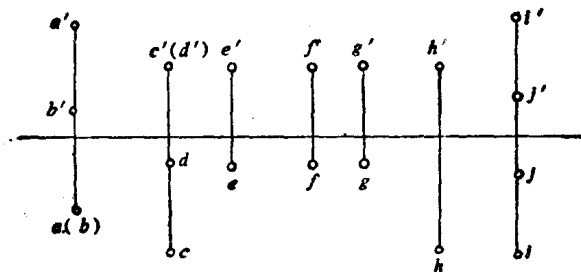


图 2-4 判断空间两点相对位置

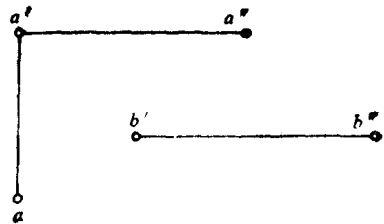


图 2-5 求作点 B 的水平投影

二、直线投影特性和看图方法

直线在三面投影体系中有三种位置：垂直投影面，称为投影面垂直线；平行投影面，称为投影面平行线；与三个投影面均倾斜，称为一般位置直线。

1. 投影面垂直线

图 2-6 为长方体及其三视图，分析棱线 AB 、 AD 、 AC 的空间位置和投影特性。

根据长方体在投影箱中的位置，线 AB 垂直于正面，称为正垂线；线 AD 垂直于水平面，称为铅垂线；线 AC 垂直于侧面，称为侧垂线。这三条线都是投影面的垂直线，表 2-1 列出其投影特性。

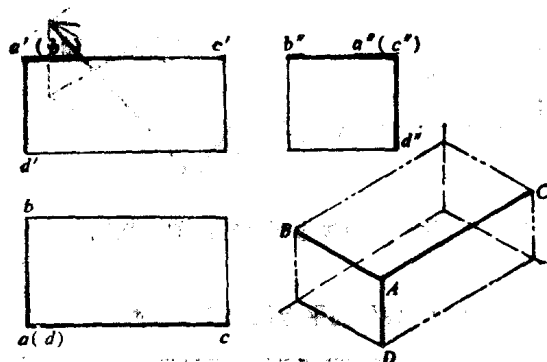


图 2-6 体上三种投影面垂直线的三视图

表 2-1 投影面垂直线的投影特性

投影图的特性			
空间位置	垂直 V 面，平行 H 面和 W 面	垂直 H 面，平行 V 面和 W 面	垂直 W 面，平行 V 面和 H 面
投影特性	正垂线 正面投影积聚为点，水平投影为竖向线，侧面投影为横向线。后两个投影均反映空间直线的实长	铅垂线 水平投影积聚为点，正面和侧面的投影为竖向线。后两个投影均反映空间直线的实长	侧垂线 侧面投影积聚为点，正面和水平面的投影为横向线。后两个投影均反映空间直线的实长

看图时，如果在两个或三个投影图的投影关系中，一个投影为积聚性点，对应的一个或两个投影为特殊位置线（横向线或竖向线），则表示空间直线。该直线的空间位置是投影面的垂直线，且必垂直于点所在投影面。其特殊位置线均反映空间直线的实长。

2. 投影面平行线

图 2-7 为缺角长方体及其三视图, 分析缺角长方体上三条对角交线 AB 、 BC 、 AC 的空间位置和投影特性。

由于三条交线是在长方体的正面、顶面和左侧面上, 所以 BC 平行于正面投影面, 称为正平线; AB 平行于水平投影面, 称为水平线; AC 平行于侧面投影面, 称为侧平线。这三条线都是投影面的平行线。表 2-2 列出其投影特性。

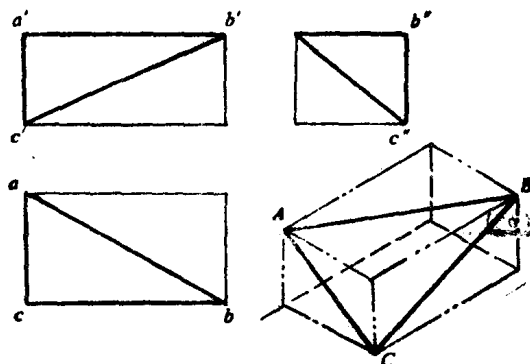


图2-7 体上三种投影面平行线的三视图

表2-2 投影面平行线的投影特性

投影图的特性			
空间位置	平行 V 面、与 H 面和 W 面倾斜	平行 H 面、与 V 面和 W 面倾斜	平行 W 面、与 V 面和 H 面倾斜
投影特性	正平线 正面投影为斜线, 反映空间直线的实长, 水平投影为横向线, 侧面投影为竖向线。后两个投影均缩短	水平线 水平投影为斜线, 反映空间直线的实长, 正面和侧面的投影均是横向线。后两个投影均缩短	侧平线 侧面投影为斜线, 反映空间直线的实长, 正面和水平面的投影均是竖向线。后两个投影均缩短

看图时, 如果两个或三个投影图的投影关系中, 一个投影为斜线, 对应的一个或两个投影为特殊位置线 (横向线或竖向线), 则表示直线。该直线的空间位置是投影面的平行线, 而且必平行于斜线所在的投影面。斜线长度反映空间直线的实长。

3. 一般位置直线

图 2-8 为直角梯形台体及其三视图, 分析棱线 AB 的空间位置和投影特性。

直线 AB 对三个投影面都是倾斜, 称为一般位置直线。表 2-3 列出其投影特性。