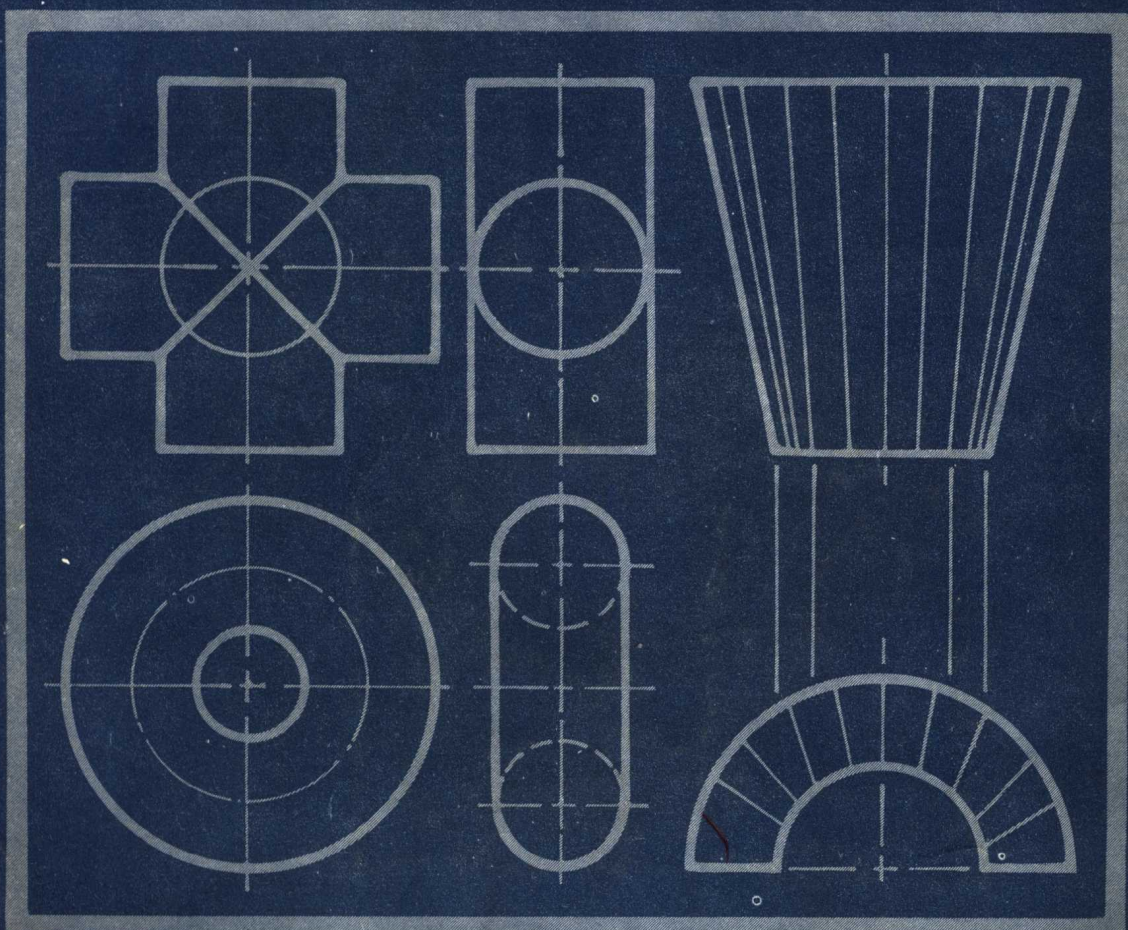


面体几何

E.G. PARE R.O. LOVING I.L. HILL



测绘出版社

画 法 几 何

E. G. PARE R. O. LOVING I. L. HILL

同济大学机械制图教研室 译

梁德本 石光源
校
查 巨苗 孟明晨

测绘出版社

080080

本书系根据美国E. G. PARE, R. O. LOVING, I. L. HILL三位教授所著的《DESCRIPTIVE GEOMETRY》1977年第五版译出。译者为同济大学机械制图教研室何铭新、李耀群、丁玉兰、许连元、洪钟德五位同志。

画 法 几 何

E. G. PARE R. O. LOVING I. L. HILL

同济大学机械制图教研室 译

梁德本 石光源 校
彭福荫 孟明晨

测绘出版社出版

冶金地质第一勘探公司测绘队印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092 1/16·印张 21¹/₄·字数 544千字

1984年 1 月第一版·1984年 1 月第一次印刷

印数 1 - 20,003 册·定价 2.20 元

统一书号: 15039·新259

前 言

作者力图使本书符合一本画法几何教科书的要求，将图学的基本原理按常规分为若干个数学单元；将全部教材分编为较短的、内容单一的各章，以便于学生参考。这种简明的编排方式与作者的《画法几何习题集》A辑和B辑是一致的，新原理是按照需要和难易程度的顺序讲述的。

为了便于仿效，全书的题例是分成若干个必要的步骤进行解题的：凡能有助于空间构思，尽量采用直观图的解题形式。题例的重点是放在阐明基本原理和介绍新的工程经验的应用上。

在每章之末，均有以该章教材内容为基础的概念题和作图题。第二十四章是精简的复习材料和一些习题，解这些题目需要综合运用各种原理。为了方便学生和教师，各题的布局与将其抄绘到作业纸上的完全一样。所有的度量尺寸均为米制。

在此第五版中，仍保留了实际大小的自我检查题，可使学生们系统地评价自己对有关基本原理的理解程度。这些题目都列在各章之末；同时，为了尽量方便和节省时间，可以直接在书上解这些题目。在附录D中，画出了这些题目的详细解答。

书中还保留并增加了以直观图表示的习题——直观图是设计工程师经常使用的图示交流形式。希望这些直观图能完成两个任务：不仅有助于说明有关的正投影原理，而且更重要的是促进学生加深理解和发展空间构思能力，这对于创造性的设计是极为重要的。

为了提高效率，本书采用了一种简化的标志方法，用这种方法可以省略绝大多数点和直线的上标。

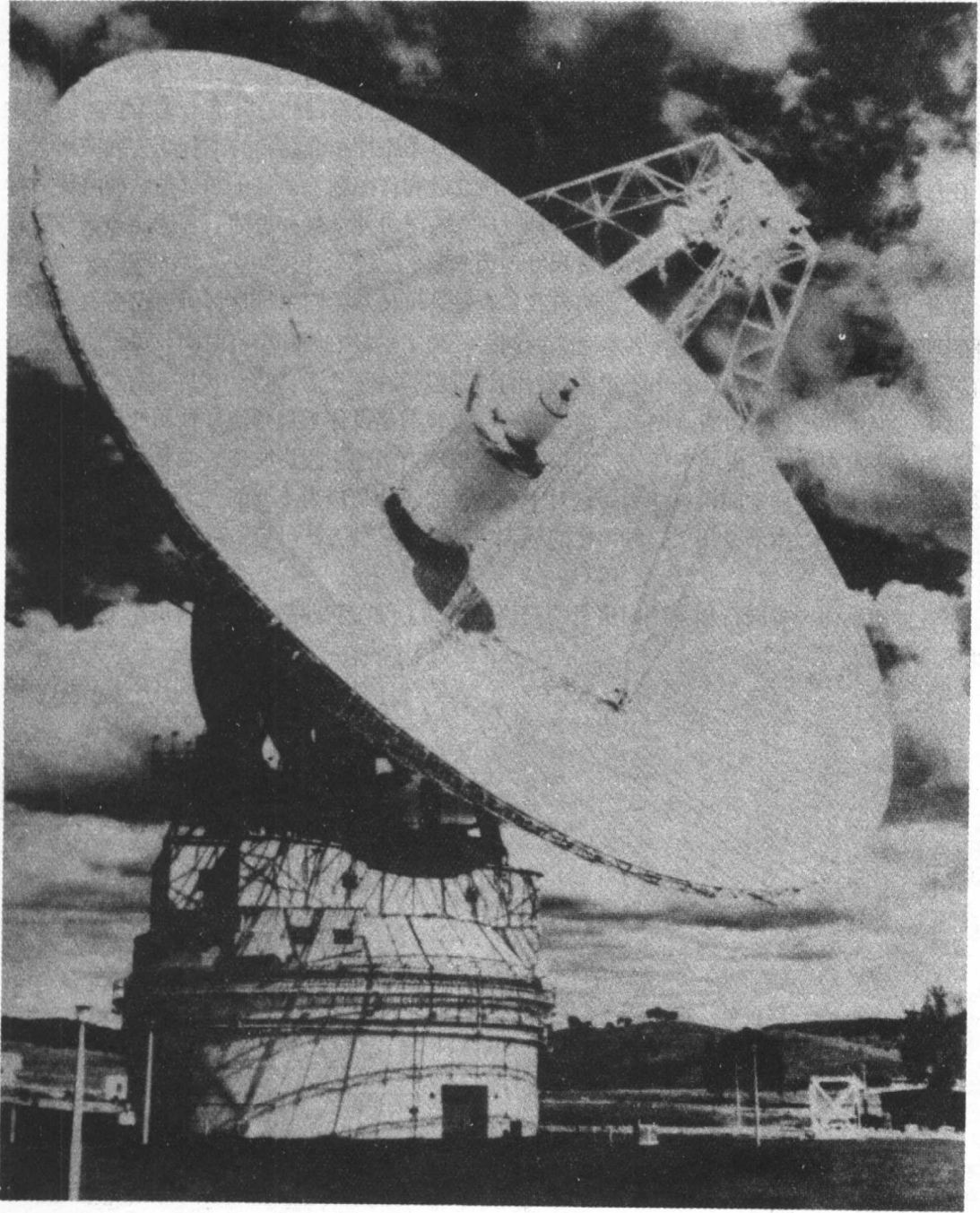
作者再次感谢许多同行和学生们宝贵的建议和帮助，随时欢迎对改进本书提出更多的建议和批评。

E. G. P.

R. O. L.

I. L. H.

2011.1.9



天线装置（位于美国加利福尼亚州）帕萨迪纳，经美国宇航局同意转载

目 录

第一章 正投影	1
第二章 单辅视图	20
第三章 直线	34
第四章 平面	51
第五章 复辅视图	60
第六章 穿点	74
第七章 平面的交线	84
第八章 两平面间的夹角	92
第九章 平行	101
第十章 垂直	109
第十一章 直线与倾斜面间的夹角	126
第十二章 采矿和土木工程问题	133
第十三章 旋转	147
第十四章 共点矢量	160
第十五章 切平面	171
第十六章 平面与立体的交线	184
第十七章 展开	195
第十八章 表面的交线	217
第十九章 阴和影	240
第二十章 透视投影	254
第二十一章 圆锥曲线	270
第二十二章 地图投影	274
第二十三章 球面三角形	282
第二十四章 复习	290
附录	
A. 图的准确度	305
B. 几何作图	308
C. 几何形体的分类	313
D. 自我检查题的解答	319
标注方法	329
供教师批改作业用的符号	330
图样上用的符号	330
米制比例尺	331
米制换算表	332

第一章 正投影

很早以来,人们就力图用形象化的图形来记录和交流思想。今天,这些图形可以采取的形式有:艺术家的图画,摄影师的照片,工程师的直观图或多面视图的草图,或者是绘图员细心绘制的技术图样。为了迅速而浅显地表达一个思想,经常使用直观图。为了给设计和制造机器、结构、机械装置或研究器械提供所需要的完整的详图,就要用到以正投影原理为基础的技术图样(关于正投影的定义,见§1-5)。

§ 1 - 1 图解法

除了交流思想以外,正投影原理还可用于解决许多工程问题。只要对结果所要求的准确度是在图解法或原始数据准确度的范围之内,就可有效地使用图解法。事实上工程计算所用的大部分经验数据远比图解法更不精确(关于图的准确度的讨论,见附录A)。

学生应当把画法几何的解题看作象作工程或科学报告一样。为此,他的图解作图始终应该是尽可能地准确,极端清晰,不需补充口头解释即可被人理解。要满足这一点要求,至少需做到以下各点:

1. 在所有视图上,要标出独立的或不连续的点的投影,独立的直线至少要标出它一个端点的投影。
2. 标出重要的作图点。
3. 平面或体,在所有视图上至少要标出它一个显著点的投影。
4. 用尺寸和符号清楚地表示出全部已知数据和全部待求数据的来源。
5. 表示出用于解题的全部折线(§1-10)。

§ 1 - 2 画法几何

画法几何是一门图示和图解空间问题的科学。正投影原理是画法几何的基础,也是图学的理论基础。画法几何中用于图示和图解工程问题的正投影理论,比工程图学的初级教程中经常遇到的正投影理论要高深一些。

本课程中所研究的大多数问题用常用的三个主要视图——前视图、顶视图和侧视图,是难以解决的。因此,许多问题要用一个或几个辅视图或旋转视图求解。工程制图和技术制图课程中的大部分选题来自机械图纸,而画法几何课程中的问题则选自几个技术和工程领域:如土木工程、航空工程、机械工程、化学工程、电气工程、建筑工程等等。

画法几何是一种多用工具,未来的工程师和工科学学生应当学会广泛地和熟练地运用画法几何知识。它是一种能大量节省时间和精力的手段。本书的习题兼顾到画法几何在理论和实际两方面的应用,以便使学生不仅在基本原理方面得到充分的训练,而且也接触到图解法在实际问题中的广泛应用。

§ 1 - 3 投影

为了在平面上画线以表示一个物体，可从物体上的各点出发引一些假想的**投射线**直到穿过画面或投影面为止。投射线可以想象为从物体引到观察者的视线。用直线连接各投射线对投影面的穿点即形成物体的一个视图。

两种常用的投影是**透视投影**（图 1 - 1）和**正投影**（图 1 - 2）。

§ 1 - 4 透视投影

透视投影的基本原理如图 1 - 1 所示。投射线从物体上各点出发，并且集中到观察者的眼睛处，眼睛的位置叫做**视点**。诸投射线与投影面的交点形成这房子的直观图的轮廓，这个图与观察者由同一个视点实际观看房子所得的形象极为相近。当眼睛、投影面和物体的相对位置改变时，直观图的大小亦将改变。

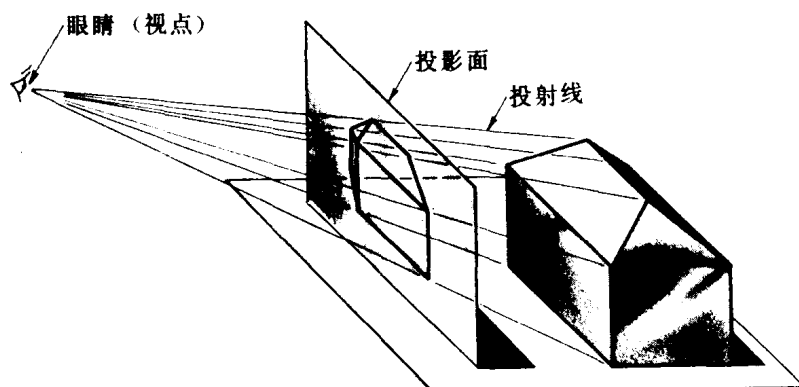


图 1 - 1 透视投影

虽然透视投影能形成一个与物体逼真的直观图，但是由于角度和距离上的失真，使它不能满足技术图样所需的严格要求。透视投影主要是被建筑师和商业美术师用来概括地描绘一个结构或一个产品的外貌的（有关透视投影的完整的论述及作图方法见第十二章）。

§ 1 - 5 正投影

正投影是在垂直于互相平行的投射线的投影面上画线以表示物体的方法（图 1 - 2）。

与透视投影相比，值得注意的是：在正投影中改变物体和投影面之间的距离而物体视图的大小不变。

转动空间的物体并使其对投影面倾斜，可使其视图成为一个缩短了边长的**轴测图**。然而，本书主要是探讨称为**多面视图**的那种正投影，其主要目的是得到能够从它量度物体真实大小的视图。所以在图 1 - 2 中，使房子的前面平行于投影面，这样得出的视图就显示出房子的真实宽度和高度。然而，要注意的是：深度尺寸并没有显示在这个前视图上。因此，用一个单独的正投影图是不能完整地描绘出一个物体的。为了绘出房屋的深度，需要在垂直于第一个投影面的投影

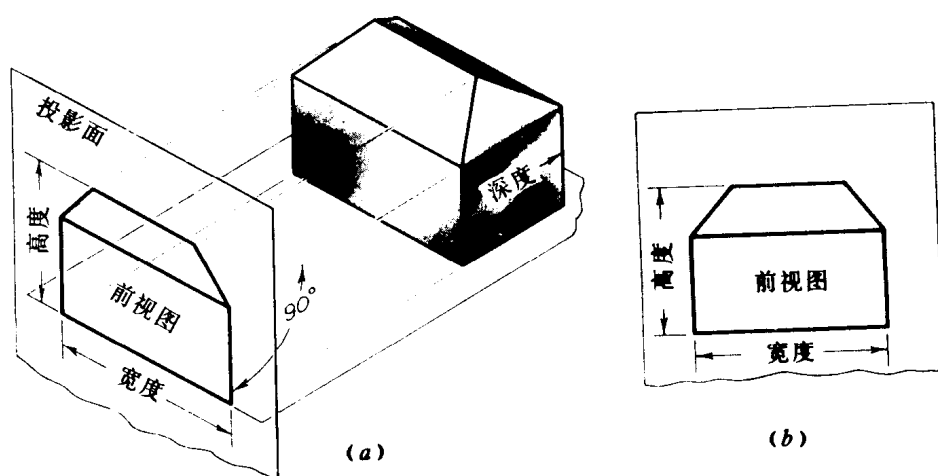


图1-2 正投影

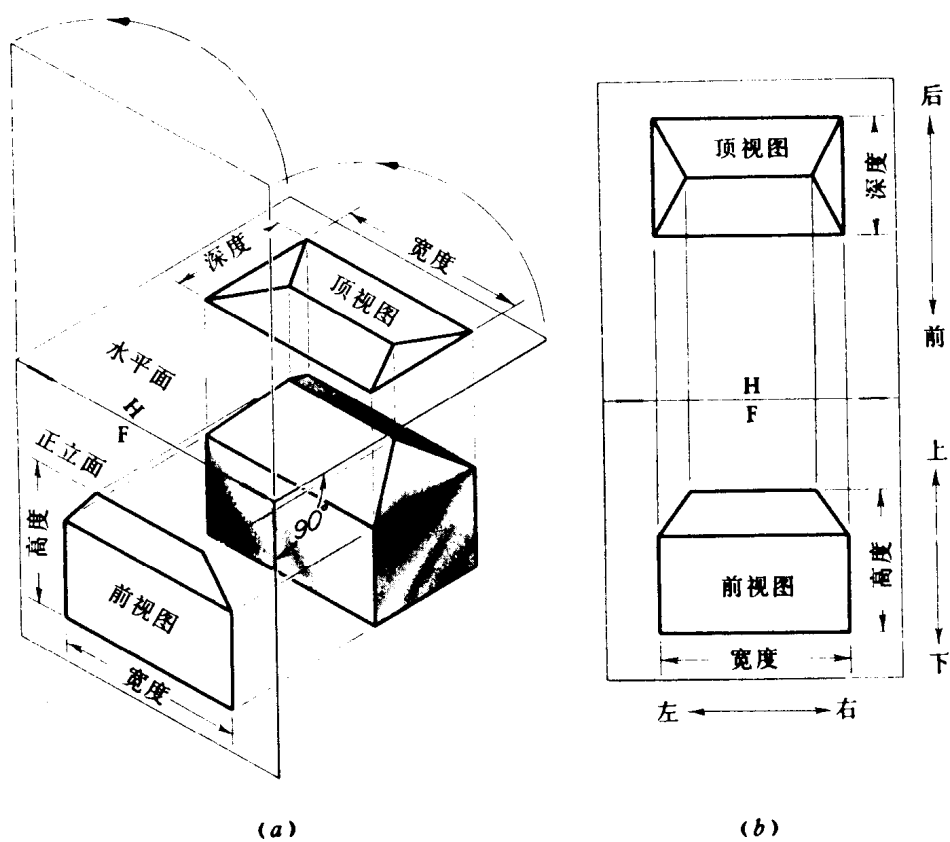


图1-3 多面视图

面上再画一个视图。图 1-3 (a) 是房屋在两个互相垂直平面上的投影。要注意的是：宽度尺寸在两个视图中都出现，而高度仅出现在前视图中，深度仅出现在顶视图中。

在互成直角的两个平面上绘制图样，无论其绘制或携带都极不方便，这就产生了在一个平面上显示几个视图的方法。

这种方法为图 1-3 (a) 所示：将水平投影面 H 旋转到与前视图所在的平面（正立面 F）重合。也可以设想把正立投影面旋转到与顶视图的平面重合。图 1-3 (b) 所示为按规定位置画在纸上的两个视图。一个物体有这样直接联系的两个视图，叫做相邻视图。

§ 1-6 多面视图

多面视图是在单一平面上（纸上）按规定位置排列的同一物体的几个正投影视图。诸视图在这种配置中的关系，其原则是任何两个相邻视图应位于互相垂直的投影面上。常用的两种标准视图配置，叫做第一角投影和第三角投影。

§ 1-7 第一角投影

在第一角投影中（图 1-1 (a)），物体是放在由水平面和正立面相交而成的第一象限内。物体向下投影到水平面上，得到物体的顶视图；物体向后投影到正立面上则得到前视图。然后，

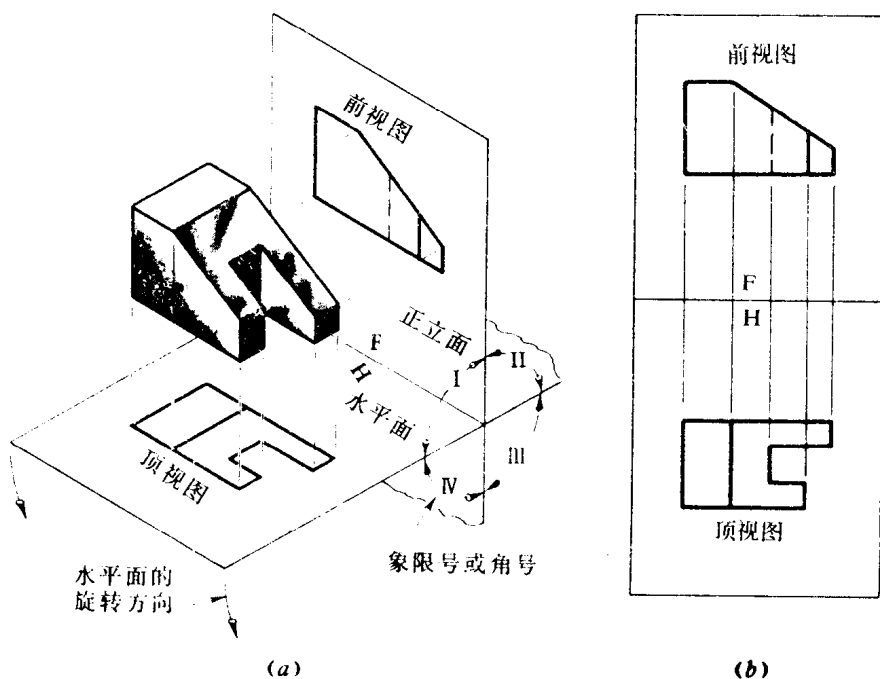


图 1-1 第一角投影——两视图

把水平面向下旋转到与正立面重合，即得到图 1-1(b) 所示的视图配置。请注意，在第一角投影中，观察者始终假定“穿过物体向投影面观察”。六个视图的配置方式如图 1-5 所示。

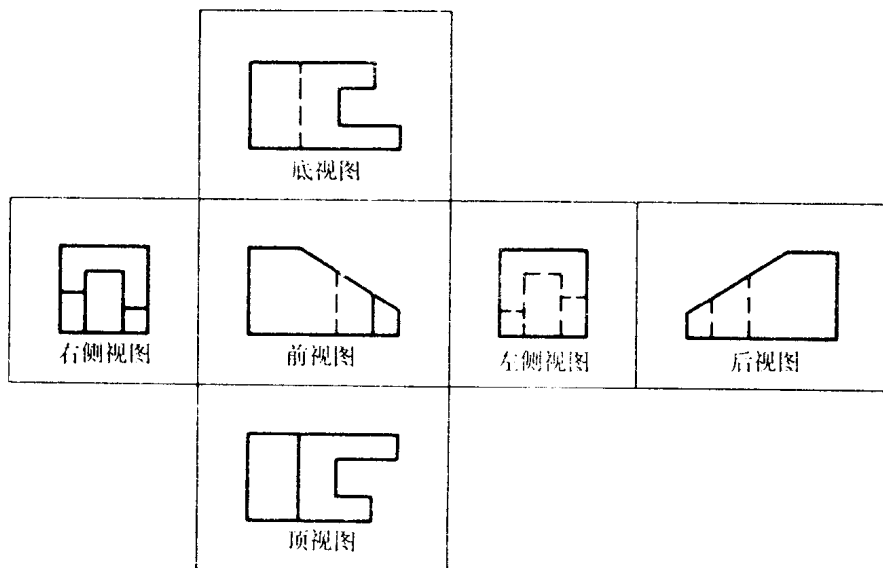


图 1-5 第一角投影——六视图

许多国家所有的工程图样都采用第一角投影；而在美国，只是建筑图及结构图有时用第一角投影的配置方式。

§ 1-8 第三角投影

在第三角投影中（图 1-3 和图 1-6(a)），物体是放在由水平面和正立面相交而成的第三象限内。物体向上投影到水平面上得到物体的顶视图；物体向前投影到正立面上则得到前视图。然后，把水平面向上旋转到与正立面重合，得出图 1-6(b) 所示的视图的相对位置。请注意，观察者总是假定为穿过投影面向物体观察。读者可将这个概念与第一角投影的概念进行比较。

在美国，第三角投影用于各类技术图样。

当然，很多技术图样需要两个以上的视图以表达更多的细节。为此，将物体向侧立面 P 投影，可以增加一个右侧视图，如图 1-7(a) 所示。侧平面旋转到与正立面重合之后，在图纸上所画各视图的相对位置如图 1-7(b) 所示。另一种可用但不常用的侧视图配置法是把侧立面旋转到与水平面重合而得到的（图 1-8）。

在一张技术图样上有时还要用到左侧视图、底视图或后视图。这些视图和顶视图、前视图

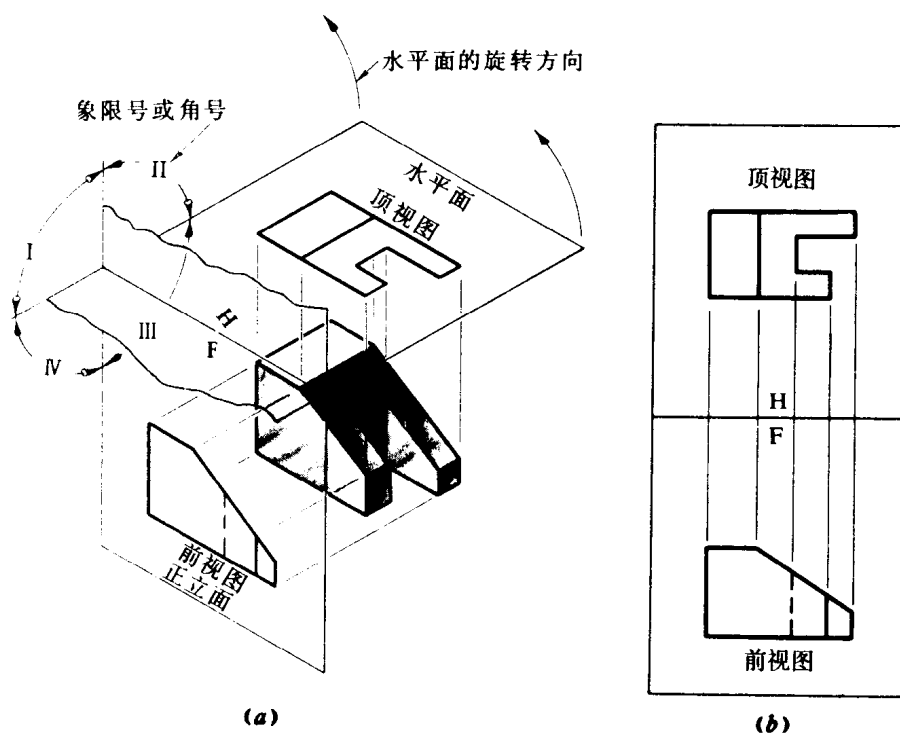


图 1 - 6 第三角投影——两视图

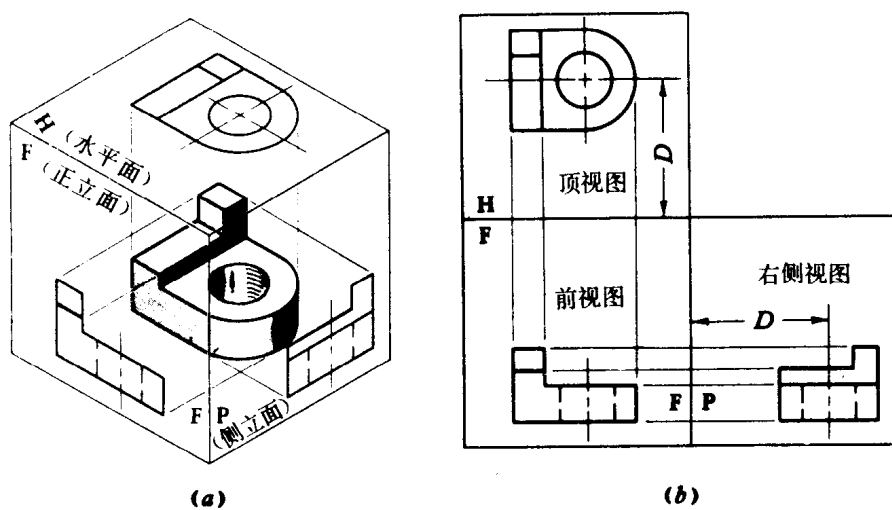


图 1 - 7 第三角投影——三视图

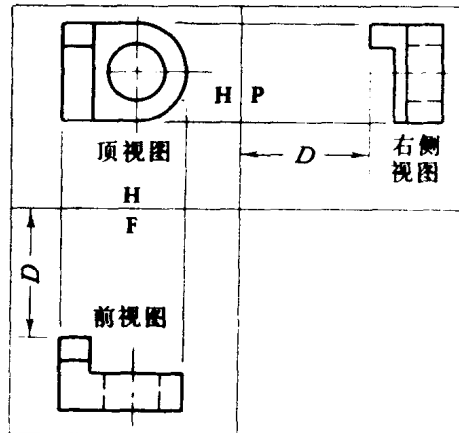


图 1 - 8 右侧视图另一种位置

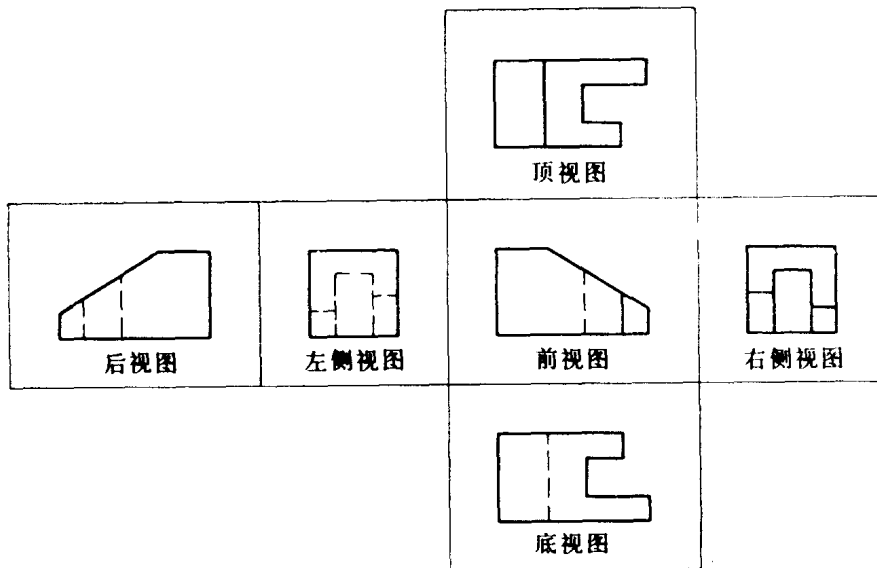


图 1 - 9 第三角投影——六个基本视图

与右侧视图一起，组成六个基本视图（图 1 - 9）。这些视图是物体投影到一个封闭的矩形“投影箱”的各个面上而得到的。请注意，后视图是邻接于左侧视图的。

§ 1 - 9 想 象

习惯上，将物体向投影面投影所得的图形定义为视图。这是历来国际公认的画法几何基本

理论。

然而，为了便于想象起见，大多数工程师和技术员找到了更直接的方法，即把每个视图看作当视线垂直于相应投影面时，所看到的物体的实际图象。

为了获得物体的前视图，观察者假想他自己处于物体的前面，并逐点移动眼睛的位置，使视线始终垂直于一个假想的正立投影面 F （图1-10(a)）。

为了获得顶视图，物体保持不动，观察者假想把自己改为“鸟瞰”的位置向下看物体（图1-10(b)）。

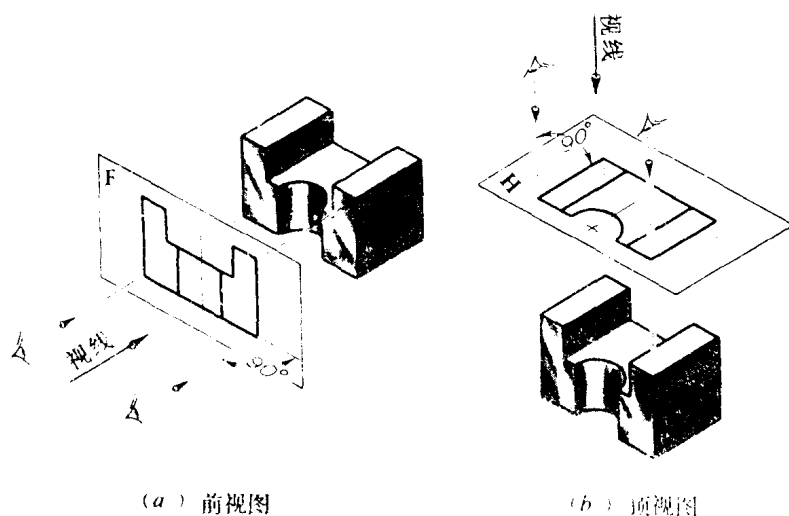


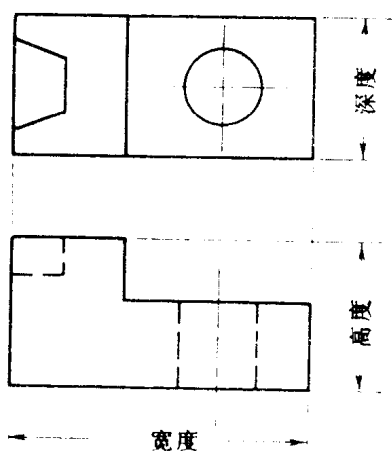
图1-10 用视线法得出的视图

其它视图可按类似方式获得，随着观察者连续改变自己的位置，直至得到足够数量的视图，以能充分描述物体全部形状为止。为了便于作图和看图，各视图在图纸上的相对位置必须符合第三角投影规定的配置方式。

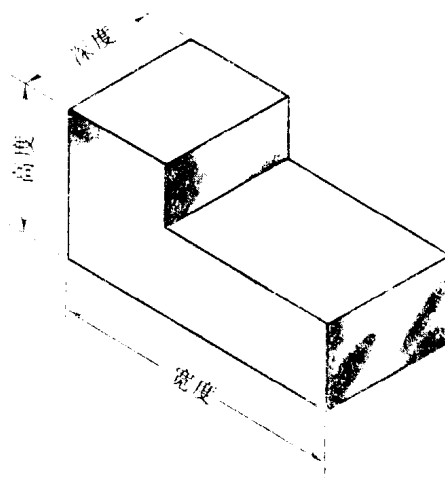
阅读一张技术图纸，或者说从已知的正投影图想象一个物体，观察者应当始终把视图看作是物体的本身，并且应当经常敏锐地意识到他与被观察物体的相对位置。因此，读前视图时，观察者应该意识到他是面对物体的前面，他的视线是自前向后。从前视图，一眼就可看出物体的高度与宽度，以及物体的顶面、底面、左侧面和右侧面的位置。

对于顶视图来说，观察者不要忘记视线在空间是朝着物体向下的，所以顶视图能显示物体的深度与宽度尺寸；而高度尺寸在顶视图上是看不出的。这些原理能帮助观察者在脑海里对物体建立起一个三度空间的轮廓（图1-11(a)与(b)）。

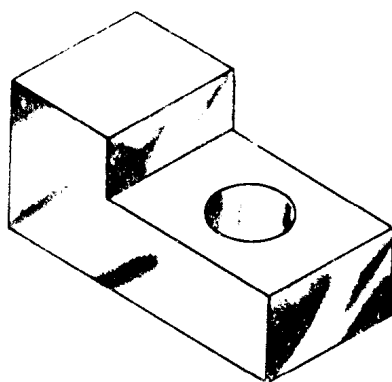
在图1-11(a)中，顶视图上有一个圆。研究前视图中与这个圆对应的线条，可知这个圆代表一个圆孔，而不是一个凸出的圆柱或凸台。于是，在想象的形状上加上这个圆孔（图1-11(c)）。在相邻的视图中将其它的圆形特征作类似的研究，直至在想象中建立起物体的完整的形状为止（图1-11(d)）。



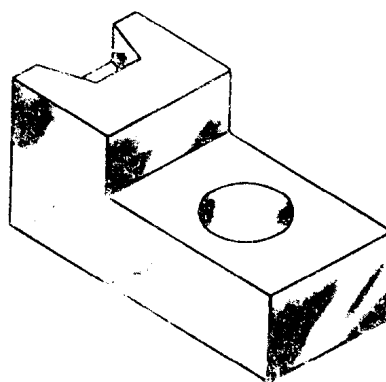
(a) 已知：前视图和顶视图



(b) 想象中的大致形状



(c) 在大致形状上加孔



(d) 加槽口，完成想象中的形状

图 1-11 想象

§ 1 - 10 折 线

工业中的大多数技术图样，在视图之间都没有代表投影面交线的直线（H/F 或 F/P）。然而，画法几何的作图经常要画到抽象的点、线与平面，以后就要看到，画出这种直线是有用的。

相互垂直的投影面的交线称为折线。如图 1-12 (a) 与 (b) 所示，前视图和顶视图之间的折线标为 H/F，F 表示正立面，H 表示水平面。要注意的是：看前视图时，折线表示水平面的重影视图（图 1-12 (b)）。看顶视图时，同一条折线却表示正立面的重影视图。

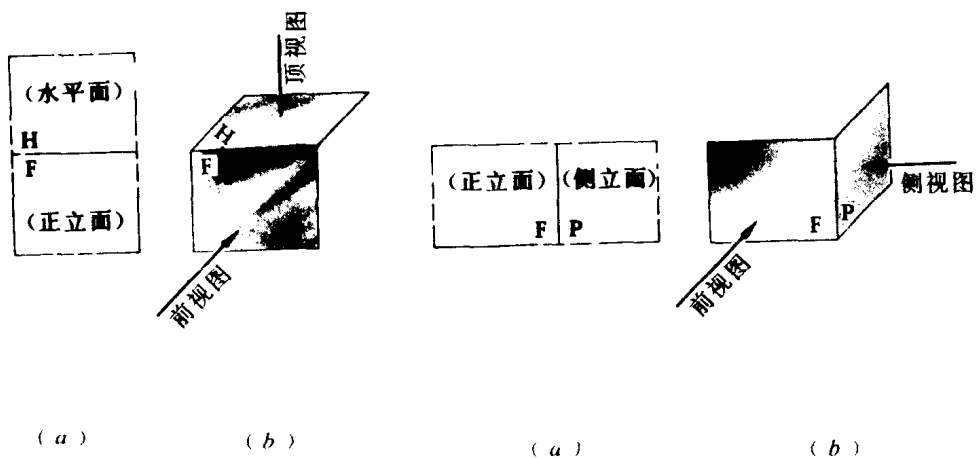


图 1-12 折线 H/F

图 1-13 折线 F/P

如图 1-13 (a) 与 (b) 所示，前视图和侧视图之间的折线标注为 F/P，P 表示侧立面。看前视图时，折线表示侧立面的重影视图；当看侧视图时，折线则表示正立面的重影视图（图 1-13 (b)）。

折线起一个提示作用，即两相邻视图所在的两投影面，在旋转到图纸平面之前，在空间中互为直角。

§ 1 - 11 点的视图

从根本上说，从已知的视图想出或读出物体的形状要依据逐点的分析：两个点确定一条直线，线定出面，最后，面组合成物体。因而，全面地研究画法几何理论合乎逻辑的顺序是从点开始，分析一个点的性质以及这个点的各视图之间关系。

在理论上，一个点只有位置而无大小。为了准确起见，一个单独的点最好用细的十字交叉短划表示在图上，如图 1-14 所示，而不用一个小圆点。

在图 1-14 中画出了 B 点的三个视图。由于任何物体的顶视图与侧视图所在的投影面，在旋转到与正立面重合之前，都是垂直于正立面的，所以 B 点的顶面投影和侧面投影对正立面是同一距离 D（图 1-14 (a)）。因此，在顶视图和侧视图中，B 点的投影对折线——正立面的重影视图，必定是同一距离 D（图 1-14 (b)）。

请注意，该点在空间用大写字母 B 来标注，而它的每一个视图则用小写的字母加上适当的

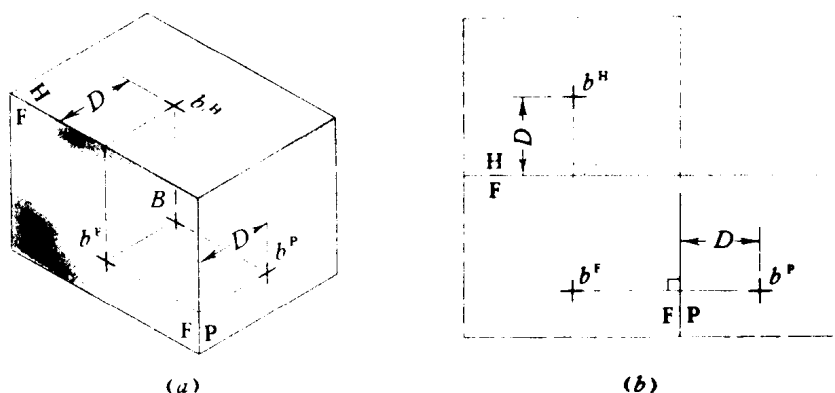


图1-11 点的三视图

上标,各标注为 b^H 、 b^H 与 b^P 字体的典型写法和线的粗细,见本书封面内页之图例。请注意,用于区别视图的上标,在每个视图上只需标注一次。

§ 1-12 直线的视图

在几何学中,一条线在理论上是没有宽度的。实际上,我们当然可以根据规定把线画成各种宽度。一条直线可以看作是由无数的共线点组成。一条直线的位置是由线上任何两个不重合的点确定的。为了画图准确起见,两个点应选得离开适当的距离(附录§A-2)。

为了画出直线的视图,可以先确定它的两个端点的视图,如下列之题目所示。

已知直线 AB 的顶视图与前视图,求作其侧视图(图1-15(a))。

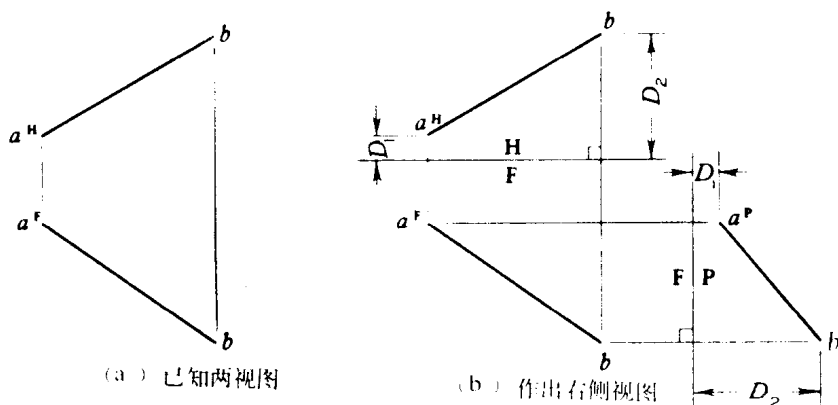


图1-15 作出直线的第三视图

分析

直线段是由它的两个端点的位置来确定的。在前视图与侧视图中,两端点的投影各为同