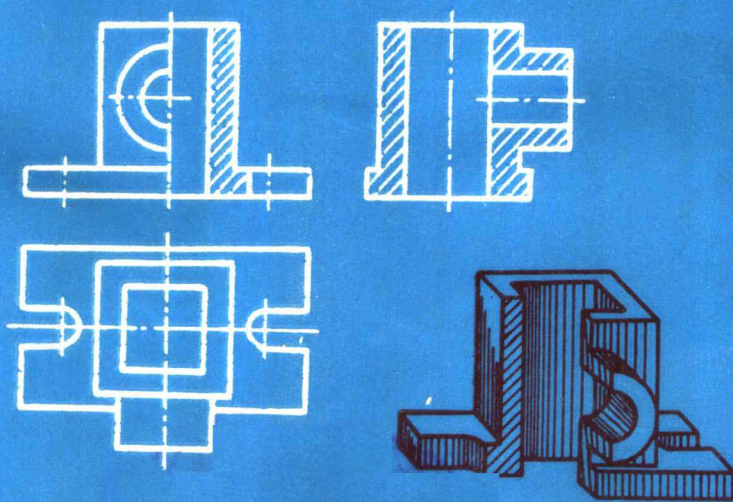


识图

曹志英



江苏人民出版社

图 识

曹 志 英



江 苏 人 民 出 版 社

识 图

曹志英

*

江苏人民出版社出版
江苏省新华书店发行
扬州印刷厂印刷

1980年1月第1版
1980年1月第1次印刷
印数：1—15,500册

统一书号：13100·036 定价：0.80元

编 者 的 话

本书系统介绍了识图的基础理论和基本技能，可供中学数学教师、高等师范学院数学系学生以及青年工人阅读。

在编写过程中，力求以辩证唯物主义观点，阐明识图的基本内容及其内在规律；加强必要的基础理论，注意投影理论和识图方法相结合；按照认识规律，内容安排尽可能从感性到理性，由浅入深，由易到难，循序渐进。

为了便于读者自学和查阅制图常用资料，全书附有大量立体图，书后附有机械制图国家标准的有关内容以及一定数量的习题。

南京师范学院、江苏师范学院、徐州师范学院、扬州师范学院数学系的部分教师对本书的编写工作曾给予热忱帮助和大力支持；冒顺安、郑椿龄、张中强、杨海燕等同志对本书进行了审阅，提出了宝贵的修改意见，谨此表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限、编写时间仓促，一定还存在不少缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

曹 志 英

一九七九年十月三日

目 录

第一章 投影原理与视图

- § 1-1 投影法和三投影面体系····· 1
- § 1-2 立体上的几何元素的投影分析·· 6
- § 1-3 基本几何体的视图·····17
- § 1-4 不完整的基本几何体的视图····20
- § 1-5 组合体的视图·····28

第二章 剖视图与剖面图

- § 2-1 剖视图概述·····46
- § 2-2 几种常用的剖视图·····49
- § 2-3 剖面图·····55
- § 2-4 简化画法·····57
- § 2-5 怎样看剖视图·····59

第三章 零件图

- § 3-1 零件图的作用和主要内容·····61
- § 3-2 零件图的视图选择·····61
- § 3-3 零件图的尺寸标注·····64
- § 3-4 零件图上的技术要求·····68
- § 3-5 螺纹、齿轮和弹簧的规定画法··71
- § 3-6 看零件图的方法和步骤·····81

第四章 轴测投影图

- § 4-1 轴测图的基本知识·····88

- § 4-2 轴向缩短率和轴间角····· 89
- § 4-3 平面立体的轴测投影图画法·· 95
- § 4-4 曲面立体的轴测投影图画法·· 100
- § 4-5 轴测投影图的选择····· 110
- § 4-6 轴测剖视图的画法····· 111

第五章 展开图

- § 5-1 概述····· 113
- § 5-2 一般位置线段的实长····· 114
- § 5-3 可展表面的展开····· 117
- § 5-4 不可展表面的近似展开····· 128

附 录

- 1° 图线的型式及其应用·····130
- 2° 剖面符号·····131
- 3° 尺寸注法·····131
- 4° 表面形状和表面位置公差·····134
- 5° 热处理名词解释·····137
- 6° 普通螺纹的直径与螺距·····138
- 7° 常用材料代号的解释·····139

- 习 题·····141

第一章 投影原理与视图

机械图样是制造机器或零件的根据，它主要表达机器或零件的形状、尺寸以及保证机器或零件制造质量的技术要求等内容。通常，尺寸和技术要求是用数字、符号或文字表达的，形状则是用图形表达的，而图形又起着支配的作用。立体的机器或零件怎样画到平面的图纸上去呢？根据平面的机械图样又怎样能想出立体的机器或零件的形状呢？主要是利用正投影法。依据正投影法原理画出机械图样；看懂机械图样也必须掌握正投影法原理。因此，正投影法原理是机械制图的理论基础。

§ 1—1 投影法和三投影面体系

一、投影法

用灯光或太阳光照射物体，在墙壁或地面上就有一个影子，这就是投影的原始意义。由于光源的不同，可以得到两种不同的投影方法。

1. 中心投影法

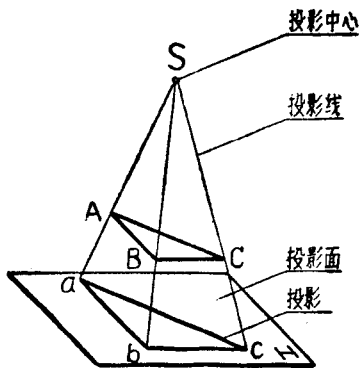


图 1—1 中心投影法

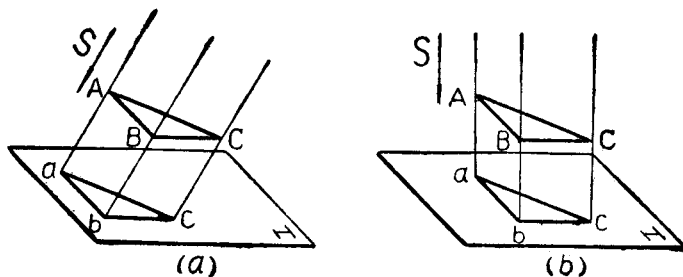


图 1—2 平行投影法

如图 1—1 所示，设在光源S和平面H之间有一个三角形ABC，则在H平面上就有它的投影 $\triangle abc$ 。我们把光源S称为投影中心，定平面H称为投影面，光线SA、SB、SC称为投影线，它们与投影面H的交点是a、b、c，这些点称为空间点A、B、C在H平面上的投影。若连成 $\triangle abc$ ，即为空间三角形ABC在H平面上的投影。因为所有的投影线都是从一个投影中心S发出的，所以这种投影法称为中心投影法。在日常生活中，常见的照相、电影、图画以及人眼看东西所得到的映象等都属于中心投影。用中心投影法画出的投影图又称透视图，常用于建筑图，在机械图中很少应用。

2. 平行投影法

如果光源在无限远处（例如日光的照射），这时所有的投影线是互相平行的。此时，空间几何体在投影面上也同样得到一个投影。这种投影法称为平行投影法。当平行的投影线对投影面倾斜时称为斜角投影（或斜投影）如图 1—2 (a)。当平行的投影线对投影面垂直时称为直角投影（或正投影）*，如图 1—2 (b)。

我们将以上两种投影方法中的原物与投影作一比较可以看出：

在中心投影中，线段的投影长度与它离开投影面的远近有关，如图 1—1 所示。在一般情况下，中心投影不能反映原物的真实形状和大小。

在平行投影中，线段的投影长度与它离开投影面的远近无关。当空间两线段平行时，它们的投影仍互相平行；当空间的平面图形和投影面平行时，它的投影能够反映真实形状和大小，如图 1—2 所示。

由于平行投影具有上述的优点，因此得到广泛的应用，尤其是正投影法，更是我们学习的重点。

3. 我们所要的投影图，应该能够确定地反映出空间几何体的形状、大小和位置，不能既可表示这个几何体，又可表示那个几何体。但只靠空间几何体的一个投影，并不能满足这个要求。

如图 1—3，在投影面 H 上得到了几何体的投影；但反过来，如图 1—4 所示，同样的一个投影所表示的可能是几何体 I，可能是几何体 II 或 III 或 IV，也可能是其它形状的几何体。

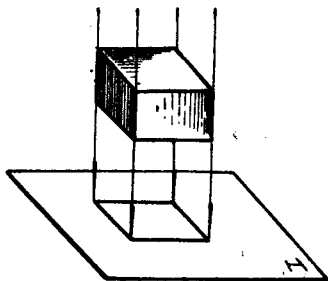


图1—3 几何体有唯一的投影

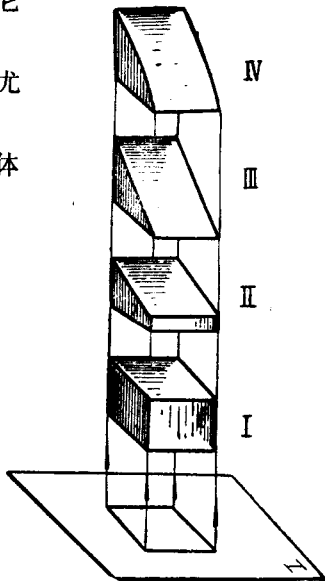


图1—4 一个投影不能确定唯一的几何体

由此看来，在一般情况下，用一个投影面上的投影是不能确定地表示空间的一个几何体的。为了表示出确定的几何体，还必须再引入一些条件。在正投影法中，常采取多面投影体系。

二、三投影面体系

1. 三投影面体系的建立

“看问题要从多方面去看，不能只从单方面去看。”为了解决上面提出的问题，常采用互相垂直的两个或两个以上（一般是三个）的投影面，用正投影法将同一个几何体分别向各投影面作投影，这几个投影配合起来就可以确定空间几何体的形状、大小和位置。

如图 1—5 (b)，取互相垂直的三个投影面，构成一个三投影面体系。对着我们的投影面叫做正面，用字母 V 标注；水平位置的投影面叫做水平面，用字母 H 标注；侧立的投影面叫做侧面，用字母 W 标注。这三个互相垂直的投影面，它们的相互位置好象教室里的地面和相

* 本书所讨论的投影（除指明者以外），均为正投影，并简称为投影。

邻两块墙面一样，按照这种位置布置的投影面叫做第一角投影法。我们把V面和H面的交线叫做OX轴，把W面和H面的交线叫做OY轴

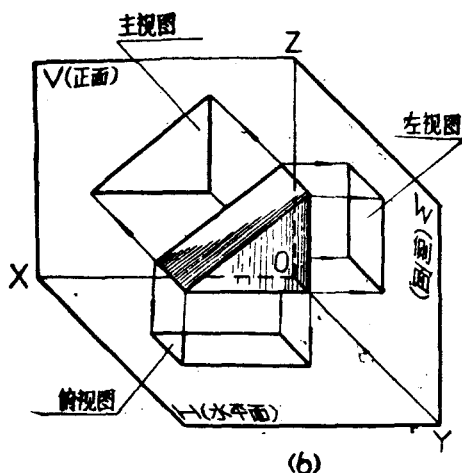
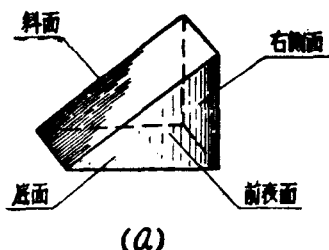


图 1—5 三投影面体系的建立和三视图的形成

轴，把W面和V面的交线叫做OZ轴。三根轴的交点叫做原点，以O表示。

根据机械制图国家标准规定，机件的图样按正投影法绘制，并采用第一角画出（被画机件的位置在观察者与对应的投影面之间）。也就是始终保持人——物体——投影面这个相对位置关系。本书只讨论将空间几何体置于第一角中的投影情况及其作图方法。

如图 1—5 (a) 是三角块的立体图，它的前后两表面互相平行，右侧面和底面互相垂直。为了使各个投影尽可能反映三角块的各个表面的真实形状，如图 1—5 (b) 那样，把它放在三投影面之间，让前后两表面平行于V面，底面平行于H面，这时右侧面就平行于W面，斜面就和V面垂直了。放好后分别向三个投影面作投影，所得的各个有互相联系的投影，将它们按一定的规则展开摊平在一个平面上，这样的图形称为**正投影图**，简称**投影图**，如图1—6所示。

按照GB128—74* 的规定，机件向投影面投影时所得的图形，称为**视图**。

必须指出：在对照实物绘制视图时，应假定人的视线不是从一点出发，而是互相平行且垂直于投影面的。通常所说“正对着”物体的某几个面去看，而分别画出它们的平面图形的的方法，就是正投影法的通俗说法。

在制图标准中，三视图的名称规定如下：

主视图——从几何体的前方向后投影，在正面上得到的图形。

俯视图——从几何体的上方向下投影，在水平面上得到的图形。

左视图——从几何体的左方向右投影，在侧面上得到的图形。

在画视图时，要遵守国家标准规定的各种线型的用法：看得见的轮廓线画成实线；看不见的轮廓线画成虚线；轴线、中心线、对称线画成点划线。关于图线的规定及其应用详见附录1°。

2. 三视图的位置关系

上面用立体图说明的是几何体的投影过程。在生产上需要把几个视图画在同一张图纸上。为此，我们把三角块拿走，然后如图 1—6 (a) 所示，V面不动，将H面绕OX轴向下旋转90°，将W面绕OZ轴向右旋转90°，使它们展开到与V面在同一个平面上，如图 1—6 (b)。

* GB——代表国家标准，128——代表标准号，74——代表1974年制订。

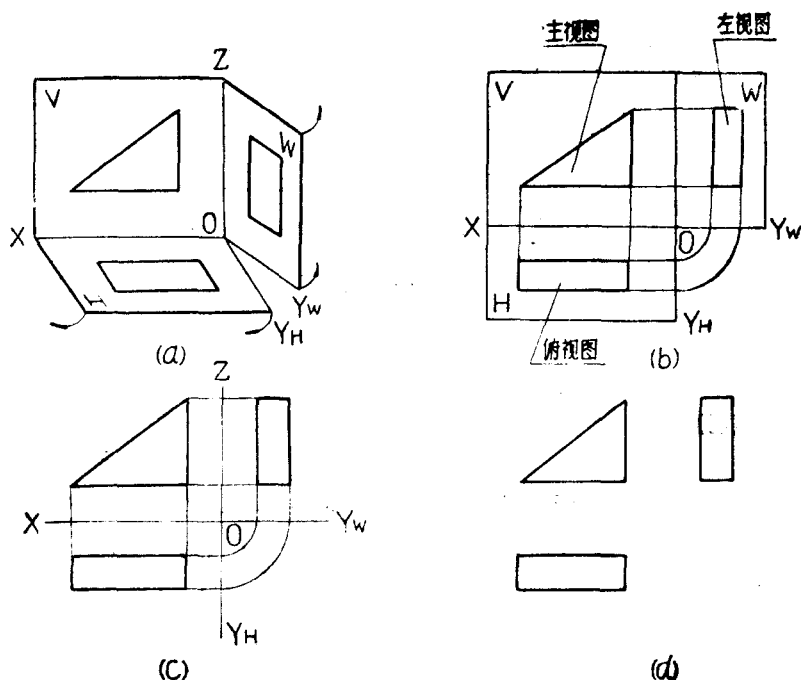


图 1—6 投影面的展开和三视图的位置关系

由于投影面的大小与视图没有关系，所以，在画图时不必画出投影面的边框，也不必注出视图的名称，如图 1—6 (c)；在实际应用中，常采用无轴画法，如图 1—6 (d) 所示。

三视图来源于三投影面体系，三个投影面互相垂直，而其中两个投影面（H面和W面）又经旋转 90° 摊平。这就决定了三个视图在图纸内上下、左右的位置不能错开，不能任意乱放。为此，三视图的位置关系是：

正面画着主视图， 俯视图就在它下边，
右边画出左视图， 三图位置不改变。

3. 三视图的投影关系

“一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的。”几何体的三视图之间有什么联系和规律呢？如果，我们把OX轴方向规定为长度方向，OY轴方向为宽度方向，OZ轴方向为高度方向。每个几何体有长、宽、高三个方向的尺寸，但是，每个视图只能反映两个方向的尺寸，见图 1—7 (a)。比如，主视图只能反映长和高，俯视图只能反映长和宽，左视图只能反映宽和高。三个视图既然都是反映的同一个几何体，因此它们之间有如下的“三等”关系，即：主视图与俯视图等长，主视图与左视图等高，俯视图与左视图等宽。根据这个关系，也可写成：

主视、俯视长对正， 主视、左视高平齐；
俯视、左视宽相等， 三个视图有联系。

简单地说，就是：“长对正、高平齐、宽相等”。

这种关系是画图和看图时运用的最基本的投影规律，必须深刻理解，熟练地掌握。“长对正、高平齐、宽相等”，不仅对于几何体的整体是这样，而且对于组成几何体的各个部分

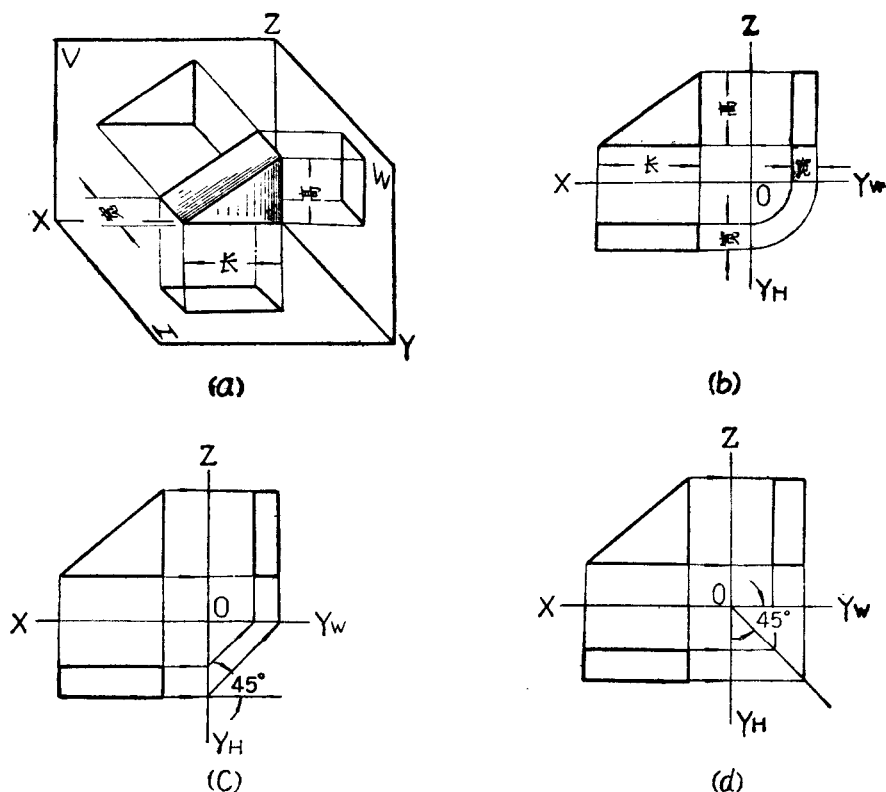


图 1—7 三视图的投影关系

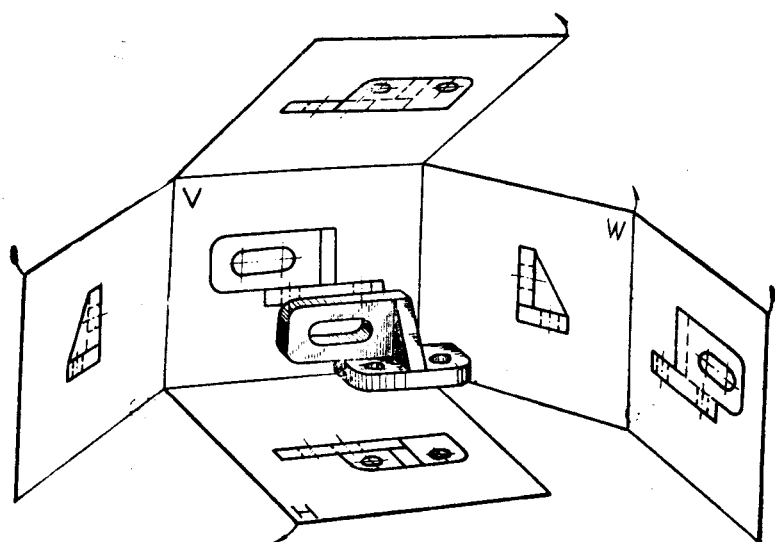
也是这样。“长对正、高平齐”的关系比较直接，不容易搞错。“宽相等”转了一道弯，有时容易搞糊涂。为了理解俯视图、左视图上“宽相等”的这种关系，图 1—7(b) 是用圆规画圆弧作图，比较形象直观；也可用 45° 三角板画图，如图 1—7(c)、(d) 所示。图 1—7(b)、(c)、(d) 都是带轴画法，这对初学者来说，可以较深刻地理解和掌握三视图的投影关系。必须指出，在度量“等宽”时，要注意量取的起点必须统一，度量方向必须一致。

通过以上分析可以看出，运用正投影法画出几何体的三视图，虽然缺乏立体感，但是，画图简单、度量方便、表达确切，而且能清楚地反映几何体不同方向的形状和大小。因此，机械图样就采用正投影法来绘制。

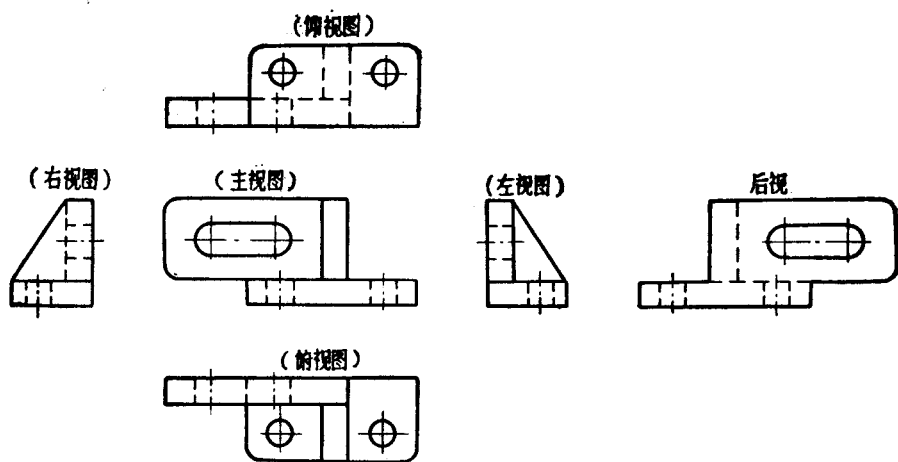
4. 六个基本视图

当零件的形状复杂时，它六面的形状可能都不相同。为了清晰地表达零件各面的不同形状，除最常用的主、俯、左三个视图外，再增加三个视图，如图 1—8(a) 所示。在原有三个投影面的基础上，再增设三个投影面，这六个基本投影面围成了一个长方体，把零件围在当中。从右向左投影，得到右视图；从下向上投影，得到仰视图；从后向前投影，得到后视图。六个投影面的展开方法，如图 1—8(a) 所示。展开后，六个基本视图的配置关系见图 1—8(b)。

当六个基本视图，如图 1—8(b) 所示位置配置在一张图纸内，除后视图要注明“后视”外，其它基本视图一律不必注出视图名称。



(a)



(b)

图 1—8 六个基本投影面的展开方法和视图配置关系

六个基本视图之间的投影关系和三视图一样，仍然保持“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律。

虽然每一个零件都可以用六个基本视图来表示，但实际上画几个视图，要看具体情况而定。

§ 1—2 立体上的几何元素的投影分析

我们对几何体的三面投影已经有了初步认识，为了进一步弄清立体在三面投影中的规

律, 必须对组成立体的几何元素, 如面、线、点的投影进行分析, 从中找出面、线、点的投影规律, 以增强对立体投影的分析能力, 达到在画图和看图时对每一条线和每一个线框的空间含义都有明确的认识。这种用分析面和线来画图和看图的方法称为线面分析法。

一、平面的投影分析

1. 平面对一个投影面的投影

平面对一个投影面可以有三种相对位置: 平行、垂直和倾斜。

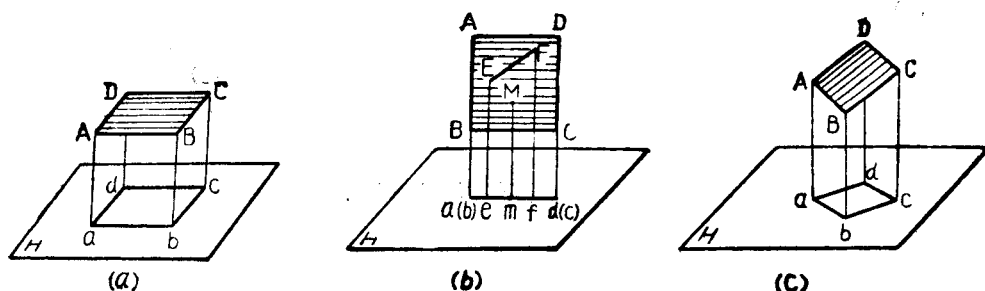


图 1—9 平面的投影分析

(1) 如图 1—9 (a) 所示, 当平面 ABCD 平行于投影面 H 时, 它在投影面上的投影是一个封闭线框 $abcd$, 并能反映真实形状, 这种特性叫做**真实性**。

(2) 如图 1—9 (b) 所示, 当平面 ABCD 垂直于投影面 H 时, 它在投影面上的投影变成一条直线*① $a(b)$ *② $d(c)$, 平面上的点 (如 M 点)、线 (如 EF 线段) 的投影都重合在 $a(b)d(c)$ 这条直线上, 这种特性叫做**积聚性**。

(3) 如图 1—9 (c) 所示, 当平面 ABCD 倾斜于投影面 H 时, 它在投影面上的投影 $abcd$ 是一个和原平面 ABCD 类似的封闭线框, 但不能反映实形, 而是缩小了。若原平面 ABCD 为四边形, 则投影仍为四边形, 决不会变成三角形或五边形。这种特性叫做**类似性**。

通过以上的分析, 平面对一个投影面的特性, 可概括为:

平面平行投影面,	这个投影原形现——真实性,
平面垂直投影面,	投影结果成直线——积聚性,
平面倾斜投影面,	形状大小都改变——类似性。

2. 平面在三投影面体系中的投影

一个平面在三投影面体系中, 仍可分为三种情况:

(1) 平行面——是指平行于某个投影面的平面。

因为三个投影面是彼此互相垂直的, 所以平面平行于某一个投影面时, 它必定同时垂直另外两个投影面。根据平面的投影特性, 可知它的一个投影反映真实形状, 另外两个投影成直线(水平位置线或竖直位置线), 并有积聚性。

如图 1—10(a)、(b)、(c) 所示, 正六棱柱的顶面 ABCDEF*③平行于水平面, 所以它的

* ①在制图上, 为了叙述方便, 直线和线段不加区分。平面也是同样的情况。

②凡处在同一条投影线上的两个点 (例如 A、B 两点) 其中不可见的一个点 (B 点) 的投影加上括号 (b)。

③我们把空间的点用大写字母表示, 如点 A, 为了便于区别, 点的水平投影用小写字母 a 表示; 正面投影用 a' 表示; 侧面投影用 a'' 表示。

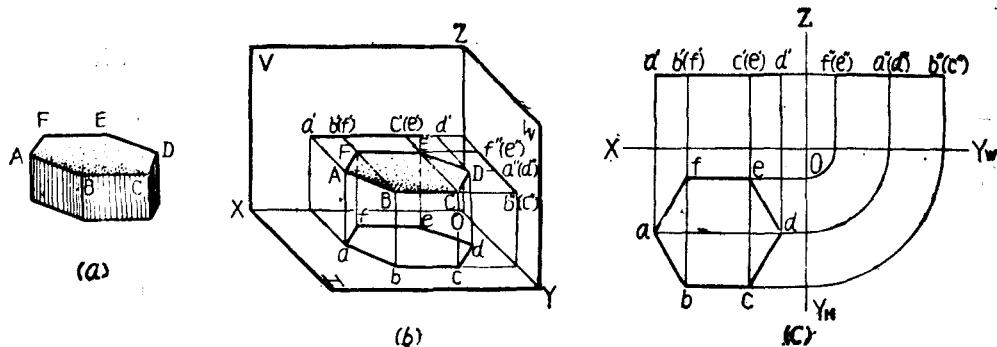


图 1—10 平行面的投影特性

水平投影 $abcdef$ 反映实形，正面投影 $a'b'(f')c'(e')d'$ 和侧面投影 $f''(e'')a''(d'')b''(c'')$ 都是水平位置线，并具有积聚性。

因此，我们从投影图上判断平面的空间位置时，若是三个投影中有一个投影成水平位置线或竖直位置线，则它一定是平行于某个投影面的平面。

平行于正面和平行于侧面的平面投影是什么样子？投影规律又是怎样？请读者思考后，再参看表 1—1。

(2) 投射面——是指仅垂直于某一个投影面的平面。

平面只垂直于某一个投影面，它必定和其它两个投影面都处于倾斜位置。根据平面的投影特性，可知它的一个投影成倾斜直线，具有积聚性。另外两个投影是类似图形，但不能反映实形，而是缩小了。

如图 1—11(a)、(b)、(c)所示，三角块的斜面垂直于正面，所以它的正面投影是倾斜直线 $a'(d')b'(c')$ ，有积聚性。水平投影 $abcd$ 和侧面投影 $a''b''c''d''$ 都是比实形小的长方形线框，有类似性。

因此，当我们看到一个平面图形的三个投影中有一个投影是斜直线，则它一定是投射面。就知道这个平面垂直于斜直线所在的投影面了。

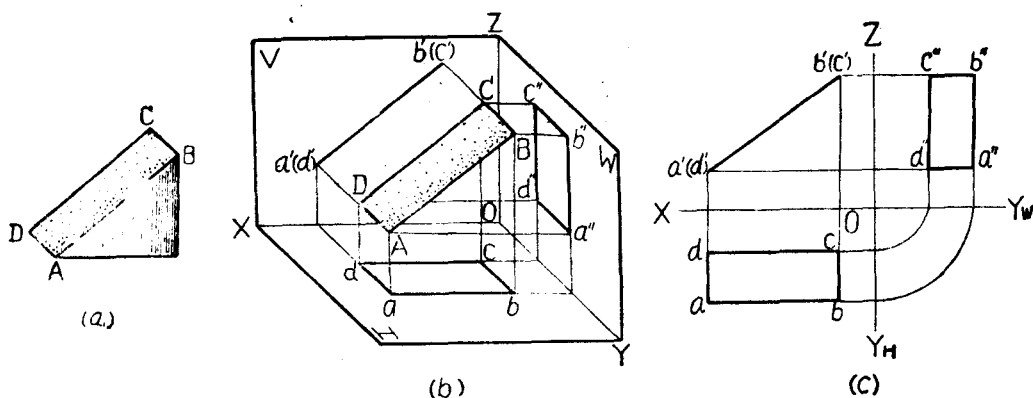


图 1—11 投射面的投影特性

表 1-1 投影面的平行面的投影特性

名称	立体图	投影图	实例	投影特性
水平面 ($\parallel H$ $\perp V$ $\perp W$)				1. 水平投影反映实形。 2. 正面投影积聚为一直线，且平行于OX轴。 3. 侧面投影积聚为一直线，且平行于OYW轴。
正平面 ($\parallel V$ $\perp H$ $\perp W$)				1. 正面投影反映实形。 2. 水平投影积聚为一直线，且平行于OX轴。 3. 侧面投影积聚为一直线，且平行于OZ轴。
侧平面 ($\parallel W$ $\perp H$ $\perp V$)				1. 侧面投影反映实形。 2. 正面投影积聚为一直线，且平行于OZ轴。 3. 水平投影积聚为一直线，且平行于OYW轴。

表 1--2 投影面的垂直面的投影特性

名称	立体图	投影图	实例	投影特性
铅垂面 ($\perp H$ 倾斜于 V, W 面)				1. 水平投影积聚成直线。 2. 正面投影和侧面投影为类似图形，且不反映实形。
正垂面 ($\perp V$ 倾斜于 H, W 面)				1. 正面投影积聚成直线。 2. 水平投影和侧面投影为类似图形，且不反映实形。
侧垂面 ($\perp W$ 倾斜于 V, H 面)				1. 侧面投影积聚成直线。 2. 正面投影和水平投影为类似图形，且不反映实形。

当平面的水平投影成斜直线时,平面垂直于哪个投影面?当平面的侧面投影成斜直线时,平面垂直于哪个投影面?它们的投影规律又是怎样?请读者思考后,再参看表1—2。

平行面和投射面在绘制零件的投影时用得最多。许多几何体都是由这两种平面围成的。因此,对这两种平面的投影特性,要能很熟练地掌握和运用,做到既能从几何体的立体图作出它的投影,又能从投影图想象出它的空间情况。如能达到这种水平,就能为今后画和读几何体的投影图,打下良好的基础。

(3)一般位置平面——是指对于三个投影面既不平行又不垂直,都处于倾斜位置的平面。

因此,它的三个投影都是封闭线框,有类似性。但都不能反映实形,而是缩小了。如图1—12(b)、(c)所示。

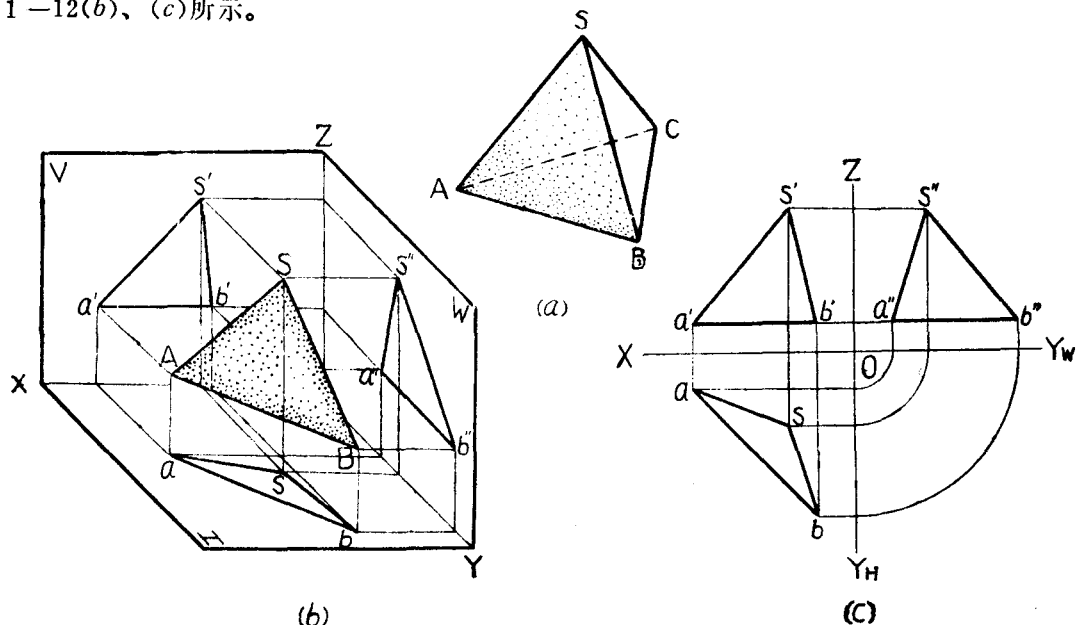


图1—12 一般位置平面的投影特性

从图1—10、图1—11、图1—12的讨论中,可归纳出以下几个主要问题:

①一个平面的三个投影之间,同样要保持“长对正、高平齐、宽相等”的投影对应关系。

②平面的投影特性与平面对投影面的相对位置有关。必须熟悉并掌握各种位置平面的投影特性——真实性、积聚性、类似性,其中积聚性是一个很重要的性质,它能明显地反映平面的空间位置。因此,分析图形以及求面上点的投影,都要经常运用这种性质。

③平面的三个投影中,至少有一个投影是线框。反过来看,投影图上的一个线框,在一般情况下,是表示空间的一个面的投影。在看图时,这是一个很有用的分析方法。

二、直线的投影分析

直线的投影在一般情况下仍然是直线。

1. 直线对一个投影面的投影

直线对一个投影面可以有三种相对位置：平行、垂直和倾斜。

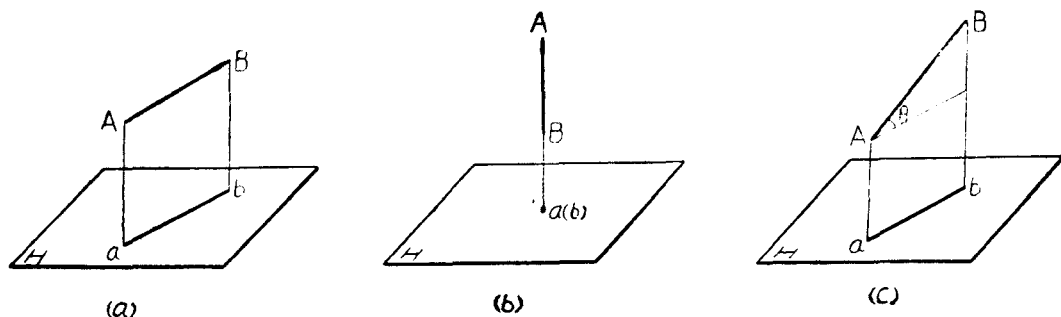


图 1—13 直线的投影特性

由图 1—13可知，直线的投影特性是：

直线平行投影面，这个投影原长现——真实性；

直线垂直投影面，这个投影成一点——积聚性；

直线倾斜投影面，这个投影长改变——类似性。

上述三种投影特性也可用下式表示。设空间线段AB，与投影面(H)的夹角为 θ ，其在投影面上的投影为 ab ，则，

$$ab = AB \cdot \cos\theta$$

其特性是：

当 $\theta = 0^\circ$ 时， 则 $ab = AB$ ；

当 $\theta = 90^\circ$ 时， 则 $ab = 0$ ；

当 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 时， 则 $ab < AB$ 。

2. 直线在三投影面体系中的投影

直线在三投影面体系中的位置，仍可分为三种情况：

(1) **投射线**——垂直于一个投影面的直线，它一定和其它两个投影面平行。

根据直线的投影特性，可知它的一个投影积聚成一点，另外两个投影原长现，而且是水平位置线或竖直位置线。

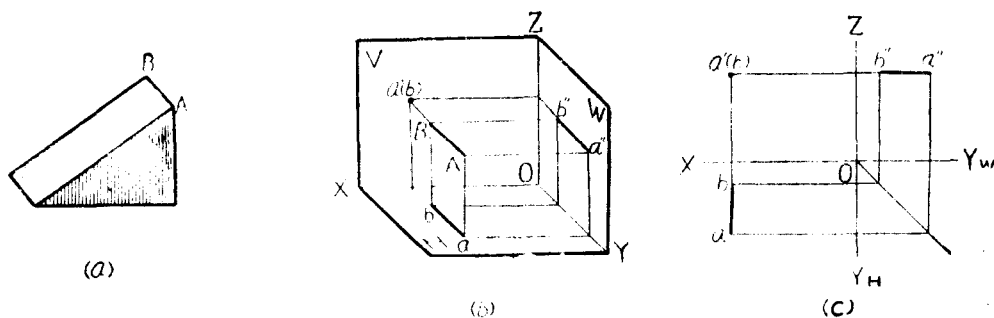


图 1—14 投射线的投影特性