

大专教材

机械识图

胡金虎编

西安陆军学院



前 言

根据我院军事指挥专业的教学需要及有关教学计划的要求，我们编写了《机械识图》教材。它适用于总学时为30~40学时我院大专水平的各类专业。

本书内容有：三面视图、立体表面的交线、组合体的视图、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图及装配图等。

本书在编写时，在内容及选题上贯彻少而精的原则。对基本的概念、原理和方法尽量讲深讲透，在文字上力求通俗易懂、言简意明。学习方法提示也在教材中一起编写。

为了教学需要，我们还另外编写了一本《机械识图习题集》，与本书配套使用。

通过本书的学习，目的在于培养读者的空间想象能力和分析能力；了解读零件图和装配图的方法和步骤，使之具有一定的识图能力。

本书由西北工业大学郝命祺教授、杨平安副教授审阅，我院宋芝俊同志参加校阅。他们提出了许多宝贵意见，在此谨表感谢。

由于编者水平有限，疏漏错误之处在所难免，希请读者提出批评指正。

编者 胡金虎

一九八六年十二月

绪 论

一、本课程的目的和任务

在现代国防工业生产中，设计和制造各种兵器和技术装备等，都离不开图样。作为军事指挥人员在使用、维修这些武器和装备时，也必须通过阅读图样来了解它们的结构特点与战斗性能，从而更好地发挥其效能，保证战争取得胜利。因此，图样已成为交流技术思想和指导武器装备的设计、制造、使用、维修必不可少的工具，常被人们喻为“工程界的语言”。

本课程是一门研究如何绘制和阅读工程图样的技术基础课程。它的任务是：

- 1、学习与掌握正投影的基本原理和作图方法。
- 2、培养阅读和绘制机械图样的能力。
- 3、培养空间想象能力和空间分析能力。
- 4、培养耐心细致的工作作风和严肃认真的学习态度。

二、本课程的学习方法

本课程是一门实践性很强的课程。在学习过程中，始终要注意理论联系实际。要认真学习投影理论，并在理解基本概念的基础上，由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践，不断地由物画图，由图想物，分析和想象空间形体与平面图形之间的对应关系，逐步提高空间想象能力和空间分析能力。从而掌握正投影的基本原理、作图方法及其应用。

在做习题和作业时，要正确地使用绘图工具和仪器，认真画图，保证作业质量。制图作业应该做到：投影正确，视图选择与配置恰当，尺寸标注完整，字体工整，图面整洁，符合机械制图国家标准。

由于图样在生产、使用、维修武器装备中起着很重要的作用，因此，画图与读图的差错，都会带来损失。所以，在学习本课程和做习题、作业时，不能草率从事，应强调养成耐心细致的工作作风和严肃认真的学习态度。

通过本课程的学习，只是为学员的绘图与读图能力的培养打下初步基础。在后续课程学习及其它教学环节训练中还应注意继续培养与提高。

目 录

绪论

第一章 三面视图	(1)
§ 1—1 投影与视图	(1)
§ 1—2 三面视图	(2)
§ 1—3 平面立体的投影	(3)
§ 1—4 曲面立体的投影	(13)
第二章 立体表面的交线	(20)
§ 2—1 曲面立体的截交线	(20)
§ 2—2 两曲面体表面的交线——相贯线	(26)
第三章 组合体的视图	(34)
§ 3—1 概述	(34)
§ 3—2 画组合体的视图	(36)
§ 3—3 组合体的尺寸标注	(38)
§ 3—4 读组合体的视图	(40)
第四章 机件的表达方法	(49)
§ 4—1 视图	(49)
§ 4—2 剖视	(52)
§ 4—3 剖面	(58)
§ 4—4 其它表达方法	(59)
第五章 标准件和常用件	(63)
§ 5—1 螺纹及螺纹连接件	(63)
§ 5—2 齿轮	(74)
第六章 零件图	(80)
§ 6—1 零件图的内容	(80)
§ 6—2 零件图的视图选择	(81)
§ 6—3 典型零件的视图选择与尺寸分析	(81)
§ 6—4 零件图的尺寸标注	(86)
§ 6—5 零件图上的技术要求	(87)
§ 6—6 读零件图	(95)
第七章 装配图	(97)
§ 7—1 装配图的内容	(97)
§ 7—2 装配图的表达方法	(97)
§ 7—3 读装配图的方法和步骤	(100)
附录	(106)

第一章 三面视图

内容提要与学习方法提示:

- 1、弄清楚正投影法的基本概念及特点。
- 2、本章介绍基本体的三面视图的画法及立体表面上取点、取线的方法,为下一章求立体表面交线打下基础。
- 3、本章重点要掌握曲面立体的三面视图及其表面上的取点、取线的方法。
- 4、学习中应不断地培养空间想象能力和分析能力。

§ 1—1 投影与视图

我们知道,当日光照射物体时,可在地面上产生影子,利用这种原理作出的物体的图象,称为该物体的投影。而在地面上作出物体的投影,以表示物体的形状和大小,这种方法称为投影法。

什么叫正投影法?如图 1—1 所示,将物体放在一平面前面,用一组与平面垂直的平行光线照射物体,在平面上得到该物体的投影,这种获得投影的方法称为正投影法。

该平面称为投影面,一组平行光线称为投影线,光线照射的方向称为投影方向,物体在投影面上的图形叫做投影图,简称投影。

运用正投影法画出的投影图也称为正视图,简称视图。

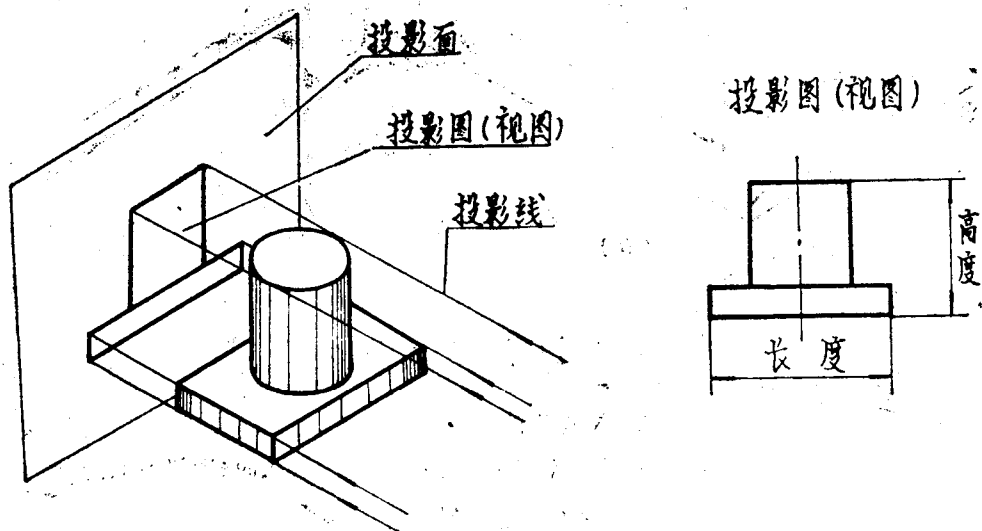


图 1—1 正投影法

由于运用正投影法所得到的物体的视图反映其真实形状大小，且又便于绘制，所以，是阅读与绘制机械图样的基本方法。

§ 1—2 三面视图

由图 1—1 所示的一面视图中仅反映了物体长度与高度方向的实形、大小，但未能反映出该物体宽度方向及上顶部、下底部的实际形状与真实大小。因此，必须从几个方向投影，才能将其表达清楚。一般来说，可用三面视图来反映其实形与大小。

一、三面视图的形成及其位置关系

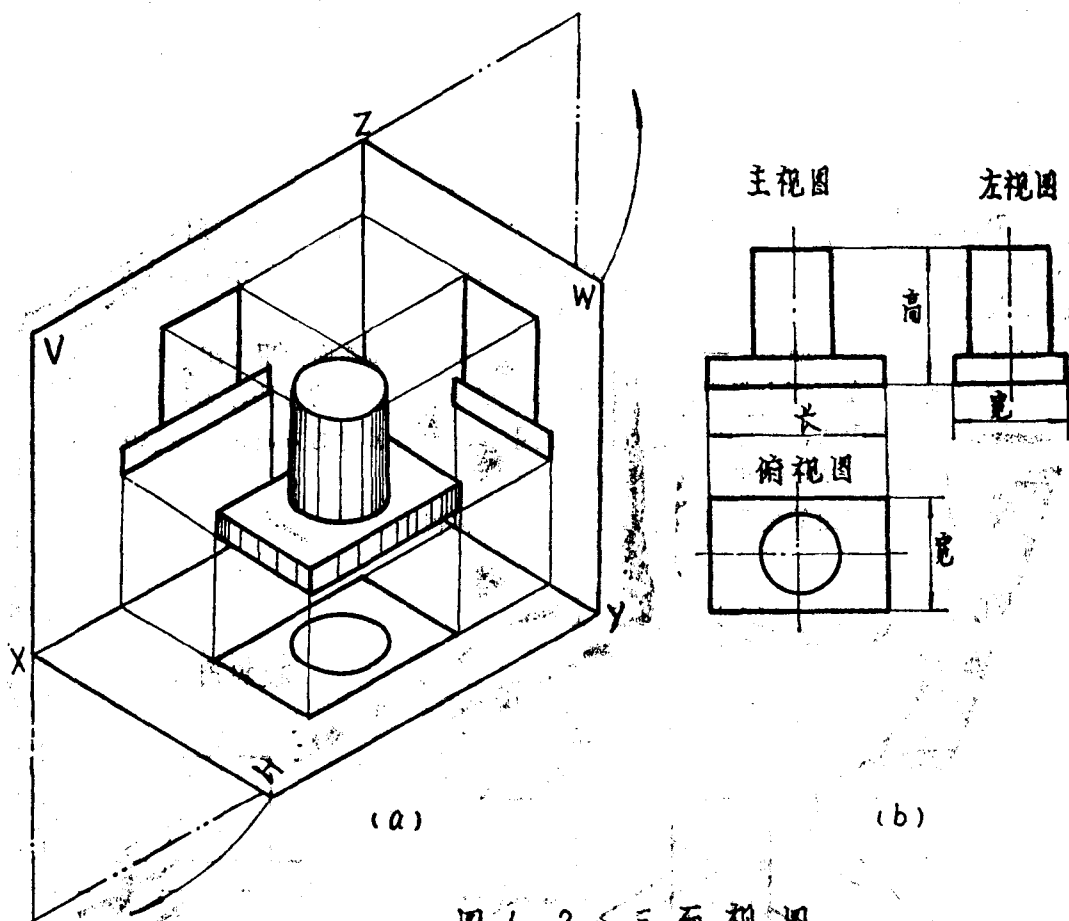


图 1—2 三面视图

由图 1—2 (a) 所示，设有互相垂直的三个投影面 H、V 和 W，将物体放在该三投影面体系中，使它的基本平面分别与三个投影面平行，然后依次向各投影面作正投影，就得到了它的三面视图（或三面投影图）。

物体在正面投影面（简称正面）V 上的投影称为正面投影，亦称为主视图。

物体在水平投影面（简称水平面）H 上的投影称为水平投影，亦称为俯视图。

物体在侧面投影面（简称侧面）W上的投影称为侧面投影，亦称为左视图。

三面视图在实际应用时，还必须展开到一个平面上，即画在一张图纸上。规定正前V不动，水平面H向下旋转90°，侧面W向右旋转90°，就得到同一平面上的三面视图。如图1—2(a)、(b)所示。

三视图的位置配置为：俯视图在主视图的正下方，左视图在主视图的正右方。按照这种位置配置视图时，国家标准规定一律不注视图的名称。

二、三面视图的投影规律

从图1—2(b)中可以看出，每一个视图只能反映该物体的两个方向的大小。

主视图只反映了物体的长度和高度。

俯视图只反映了物体的长度和宽度。

左视图只反映了物体的宽度和高度。

因为三面视图是从同一物体作正投影得到的，所以，它们之间有以下投影规律，即：主视图与俯视图长度是相等的；主视图与左视图高度是相等的；俯视图与左视图宽度是相等的。为了便于记忆与运用，我们将其归纳为口诀如下：

“主、俯视图长对正；

主、左视图高平齐；

俯、左视图宽相等。”

上述三面视图的投影规律是我们今后读图和画图的基本依据，必须熟练掌握与应用。

§ 1—3 平面立体的投影

平面立体是由若干个平面所围成的立体。如棱柱、棱锥等。因此，画平面立体的投影就是画它的所有多边形平面的投影，也就是画这些多边形平面的边与顶点的投影。多边形平面的边就是平面立体上的轮廓线。当轮廓线的投影为可见时，画粗实线；不可见时，画虚线；当粗实线与虚线重合时，应画成粗实线。

一、棱柱体的投影

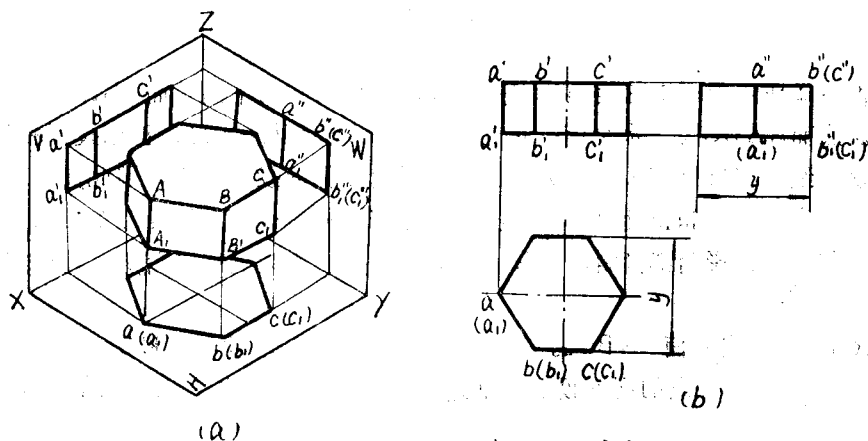


图1-3 正六棱柱的投影

图 1—3 所示为正六棱柱，它是由六个矩形的侧棱面和上、下两个正六边形的底面组成的。由于正六棱柱底面又平行于水平面，所以上下底面的水平投影重合，而且反映实形；其正面和侧面投影分别积聚为一直线段。前后两个侧棱面由于平行于正面，所以其正面投影反映实形，而水平投影和侧面投影积聚为两直线段，并且水平投影与六边形前后的两个边重合。其余四个棱面都与水平面垂直，因此，它们的水平投影积聚为直线，与六边形的其余四个边重合，而正面投影和侧面投影均为矩形的类似形。

侧棱线均为铅垂线（垂直于水平面），例如， $\overline{AA_1}$ 棱线，其水平投影积聚为一点 $a(a_1)$ ，正面投影和侧面投影均反映实长（ $a'a'_1 = a''a_1'' = AA_1$ ）。BC 是侧垂线（垂直于侧平面），侧面投影积聚为一点 $b''(c'')$ ，水平投影及正面投影均反映实长（ $bc = b'c' = BC$ ）。底边 A_1B_1 为水平线（平行于水平面），水平投影反映实长，正面投影 $a'_1b'_1$ 和侧面投影 $a_1''b_1''$ 均小于实长。其余侧棱线和底边的投影，可以按同样方法进行分析。

作图时，先画各投影的中心线、对称线，再画六棱柱的水平投影六边形，最后按投影规律作出其它投影。图 1—3(b) 即为正六棱柱的投影图。

二、棱锥体的投影

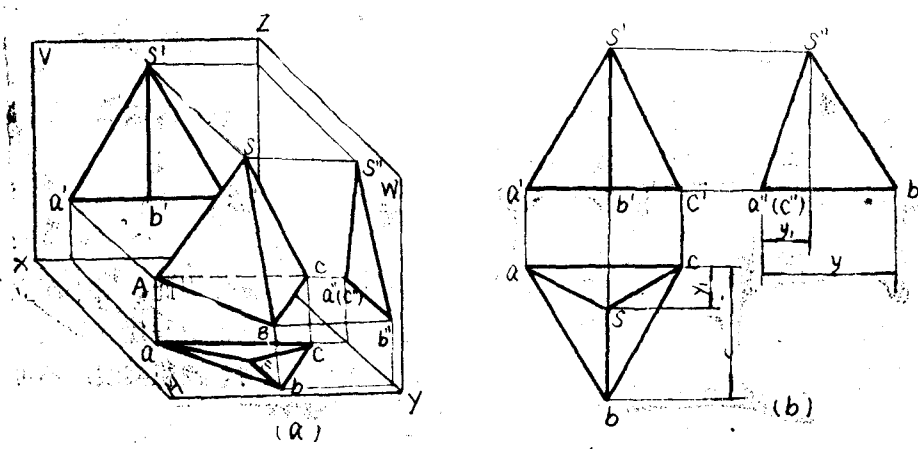


图 1-4 正三棱锥的投影

图 1—4 所示为一正三棱锥，它是由底面 $\triangle ABC$ 和三个侧棱面 $\triangle SAB$ 、 $\triangle SBC$ 、 $\triangle SAC$ 所组成。底面 $\triangle ABC$ 为一水平面，它的水平投影 $\triangle abc$ 反映实形，正面投影和侧面投影积聚为一水平线。棱锥侧面 $\triangle SAC$ 为侧垂面（垂直于侧面投影面），因此其侧面投影均积聚为一直线，水平投影和正面投影均为类似三角形。棱锥侧面 $\triangle SAB$ 和 $\triangle SBC$ 为一般位置平面，它们与三个投影面都倾斜，所以它们的三个投影均为类似三角形，均比原三角形平面实形要小。

作图时，先画出底面 $\triangle ABC$ 的三个投影，再画出锥顶 S 的三个投影，然后将棱锥顶点 S 和底面的 A 、 B 、 C 各点的同面投影分别连线，即得三棱锥的投影图。图 1—4(b) 即为正三棱锥的投影图。

三、平面立体上的平面与直线的投影特性

立体上的不同位置的平面与直线的投影特性有以下三个方面：

(一) 真形性

当平面（或直线）平行于某一投影面时，则在该投影面上的投影反映实形（或实长）。

如图 1—3 及图 1—4 所示，正六棱柱的上、下底面及正三棱锥的下底面均平行于水平面，所以它们的水平投影均反映实形。正六棱柱的侧棱面 $\square BB_1C_1C$ 平行于正面，所以其正面投影反映实形。

正六棱柱上的 AB ，正三棱锥上的 AB 、 BC 等棱线均平行于水平面，所以它们的水平投影反映实长。正三棱锥上的棱线 SB 则平行于侧平面，因此其侧面投影 $s''b''$ 反映实长。

(二) 积聚性

当平面（或直线）垂直于某一投影面时，则在该投影面上的投影积聚成一直线（或一点）。

如图 1—3 及图 1—4 所示，正六棱柱的侧棱面 $\square AA_1B_1B$ 垂直于水平面，所以它的水平投影积聚为一直线。正三棱锥的棱面 $\triangle SAC$ 垂直于侧平面，因此它的侧面投影积聚为一直线。

正六棱柱上的棱线 AA_1 、 BB_1 、……等垂直于水平面，所以它们的水平投影积聚为一点，而其它的两个投影反映实长。正三棱锥上的 AC 棱线垂直于侧平面，因此它的侧面投影积聚为一点，而其它两个投影反映实长。

(三) 类似性

当平面（或直线）斜倾于各个投影面时，平面在各个投影面上的投影均为小于原平面且相类似的图形；直线的三个投影则为小于实长的线段。

如图 1—4 所示，正三棱锥上的棱面 $\triangle SAB$ 与三个投影面均倾斜，所以它的三个投影均小于原平面且为相类似的三角形。正三棱锥上的棱线 SB 与各投影面倾斜，因此它的三个投影均为小于原直线实长的线段。

上述的平面与直线的投影特性在今后的学习中经常用到。为使更好地掌握这些投影特性，下面以表格形式将平面和直线与投影面的各种位置的投影特性作一详细介绍，见表 1—1 及表 1—2。

表 1-1 平面的投影特性

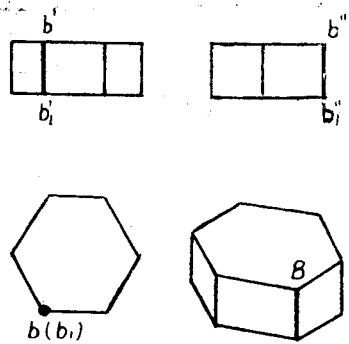
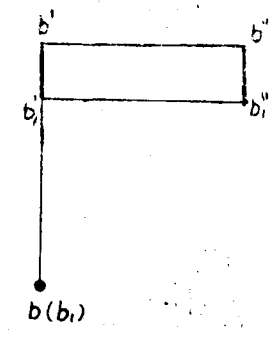
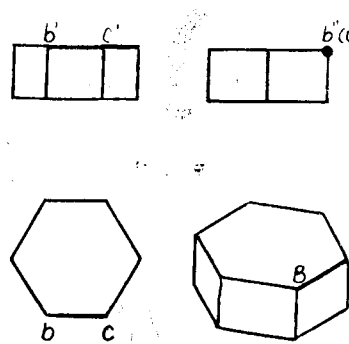
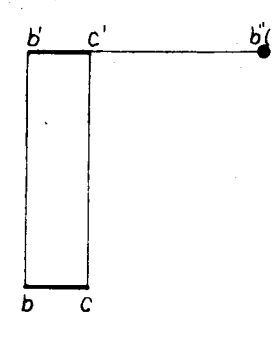
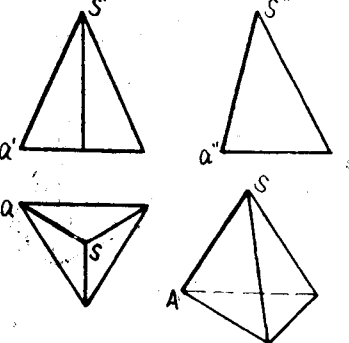
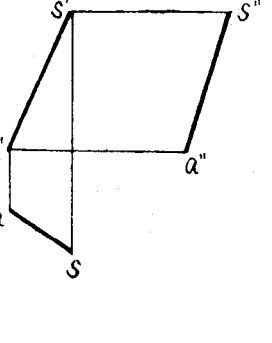
名称	图	例	投影特性
平行面 (与投影面平行的平面)			□ BB_1C_1C 的正面投影 $\square b'b_1c_1c'$ 反映实形; 侧面投影积聚成竖直线 $b''b_1''$; 水平投影积聚成 横直线 bc。
水平面 (与水平投影面平行的平面)			○ $ABCDEF$ 的水平投 影 $\bigcirc abcdef$ 反映实形; 正面投影积聚成横直线 $a'd'$ 侧面投影也积聚成横 直线 $f''b''$。
侧平面 (与侧面平行的平面)			□ $ABCD$ 的侧面投影 $\square a''b''c''d''$ 反映实形; 正面投影积聚成竖直线 $b'c'$; 水平投影积聚成竖直线 ab。
垂直面 (与投影面垂直的平面)			□ $ABCD$ 的正面投影积 聚为一直线段 $a'd'$; 水平投影与侧面投影均 为小于实平面且类似的平 面图形。

名称	图	例	投影特性
垂直面 (与水平面垂直)			□ AA, B, B 的水平投影积聚为直线 $a b$; 正面投影与侧面投影均为小于原平面且相类似的平面图形。
侧垂面 (与侧面垂直)			△ SAC 的侧面投影积聚为直线 $S'' a''$; 正面投影和水平投影均为小于原平面且相类似的平面图形。
一般位置平面 (与各个投影面倾斜)			△ SAB 的三个投影均为小于原平面且相类似的平面图形。 它们既无积聚性也不反映实形。

表 1—2

直线的投影特性

名称	图	例	投影特性
平行线 (与正面平行)			正平线AD的正面投影 $a'd'$ 反映实长; 水平投影 ad 为小于实长的横直线; 侧面投影 $a''d''$ 为小于实长的竖直线。
水平线 (与投影面平行的直线)			水平线AB的水平投影 ab 反映实长; 正面投影 $a'b'$ 为小于实长的横直线; 侧面投影 $a''b''$ 为小于实长的横直线。
侧平线 (与侧面平行的直线)			侧平线SB的侧面投影 $s''b''$ 反映实长; 正面投影 $s'b'$ 为小于实长的竖直线; 水平投影 sb 为小于实长的竖直线。
垂直线 (与投影面垂直的直线)			正垂线AB的正面投影积聚为一点 $a'(b)$; 水平投影 ab 及侧面投影 $a''b''$ 均反映实长。

名称	图	例	投影特性
垂直线 (与投影面垂直的直线)			铅垂线 BB_1 的水平投影积聚为一点 $b(b_1)$; 正面投影 $b'b_1$ 及侧面投影 $b''b_1$ 均反映实长。
侧垂线 (与侧面垂直的直线)			侧垂线 BC 的侧面投影积聚为一点 $b''(c'')$; 正面投影 $b'c'$ 及水平投影 bc 反映实长。
一般位置直线 (与各个投影面倾斜)			一般位置直线 SA 的三个投影 $s'a'$, sa 和 $s''a''$ 均为小于实长的直线; 它们既无积聚性也不反映实长。

四、平面立体表面上的点

在平面立体表面上取点时，须首先考虑点所在的平面的投影特点。

(一) 在棱柱体表面上取点

已知：在正六棱柱的表面 AA_1B_1B 上有一点 M 的正面投影 m' ，求 M 点的其它两个投影。

〔解〕分析：由图 1—5(a) 所示，因棱面 AA_1B_1B 为铅垂面，其水平投影有积聚性，（积聚为直线 ab ），故 M 点的水平投影 m 必在此直线 ab 上。再根据“主、左视图高平齐和俯、左视图宽相等”的投影规律，便可求出 M 点的侧面投影 m'' 。

作法：（1）由 m' 作铅垂线与 ab 相交于 m 点则即为 M 点的水平投影。

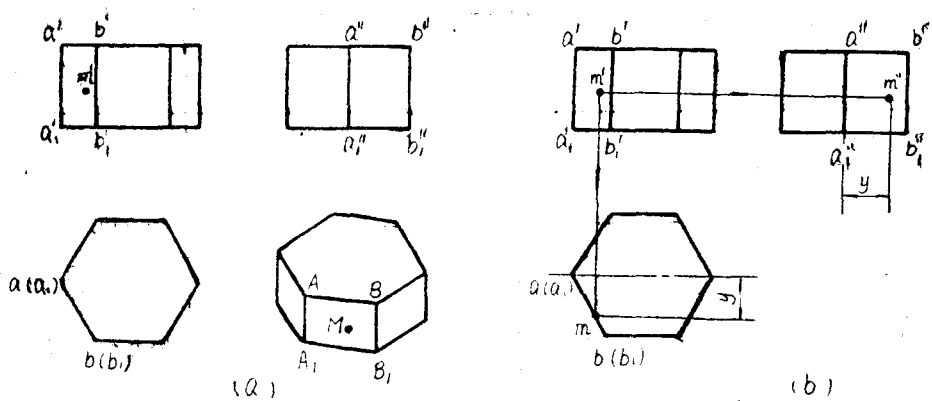


图1-5 正六棱柱表面上取点

(2) 过 m' 作水平线至 $\square a''b''b_1''a_1''$ ，过 m 量取 y 值移至 $\square a''b''b_1''a_1''$ 上，则求出 m'' 点，此点即为 M 点的侧面投影。

(3) 由于 $\square a''b''b_1''a_1''$ 为可见，所以 m'' 为可见点。具体作法见图1—5(b)。以上是利用点所在的平面具有积聚性而直接找出点的投影位置。

(二) 在棱锥体表面上取点

已知：在正三棱锥的表面 SAB 上有一点 M 的正面投影 m' ，求 M 点的其它两个投影。

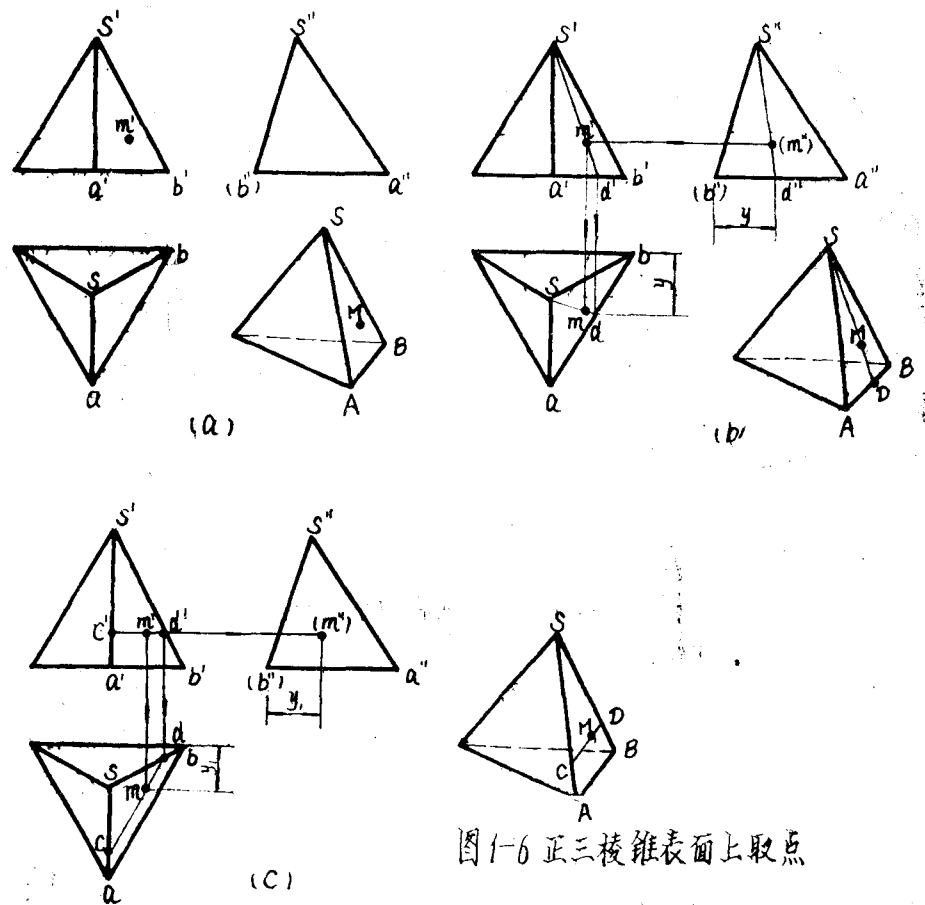


图1-6 正三棱锥表面上取点

〔解〕 分析：由图 1—6(a)所示，因棱面 SAB 为一般位置平面，故其各个投影均无积聚性，所以不能单凭 M 点的正面投影 m' 直接求出水平投影 m 和侧面投影 m'' 来。但是已知 M 点在平面 SAB 上，因此，我们可以采用在平面内过点作辅助线的方法解决这个问题。因为点在线上，线在面上，则点必在面上，它们的投影也是如此。

根据平面几何的原理，在平面上作直线的方法有二：(1) 过面上已知两点；(2) 过面上一点且平行面上任一直线。这两个方法在投影图中找点作线同样适用。

(1) 如图 1—6(b) 立体图所示，过平面上 M 和 S 点作直线 SD 与 AB 相交于 D，M 点在 SD 上，而 SD 在平面 SAB 上，则点 M 必在 SAB 平面上。M 点的各个投影也必定在 SD 的各个同名投影上，所以只要作出 SD 的三面投影则 M 点的各个投影即可求出。(点的投影在直线的同名投影上即点的正面投影在直线的正面投影上，点的水平投影在直线的水平投影上……)。

(2) 如图 1—6(c) 立体图所示，过平面上 M 点作直线 CD 与 AB 平行，根据平面几何中两平行直线的基本性质，它们的同名投影也相互平行，所以只要作出 CD 的三面投影来，则 M 点的各个投影即可求出，且一定在平面 SAB 上。

作法 1：如图 1—6(b) 所示，(1) 连接 $s'm'$ 并延长使其与 $a'b'$ 相交于 d' ，过 d' 作铅垂线与 AB 的水平投影 ab 相交于 d ，连接 Sd 。再过 m' 作铅垂线与 Sd 相交于 m ，这就是 M 点的水平投影。(2) 侧面投影 m'' 可先由 Sd 和 $S'd'$ 求出 $S''d''$ ；又因 M 点是直线 SD 上的点，所以 m'' 必在 $S''d''$ 上，因此由 m' 作水平线与 $S''d''$ 相交即得 $(m)''$ 。也可由 m' 和 m 根据点的投影规律直接求出 $(m)''$ ，它们的结果是一致的。

作法 2：如图 1—6(c) 所示，(1) 过 m' 作 $c'd' \parallel a'b'$ ，得到 d' ，再作 $cd \parallel ab$ ，由 m' 作铅垂线与 cd 相交于 m ，此即为 M 点的水平投影。(2) 由 m' 和 m 可求出 $(m)''$ 来。

判别可见性：由于平面 SAB 的正面投影和水平投影可见，所从 m' 和 m 均为可见。而 SAB 的侧面投影为不可见，因此 m'' 为不可见，用 () 来表示。即为 $(m)''$ 。

五、带切口的平面立体

平面立体的切口是立体被一个或几个平面截切后所形成的，切口上的点、线也是立体表面上的点、直线。因此，切口的投影可以利用平面上取点、线的方法作出。

例 1 已知四棱锥切口的正面投影，求它的其余两个投影。(见图 1—7(a))。

〔解〕 分析：如图 1—7 所示，从切口的正面投影可以看出，它是被两个平面截切四棱锥后形成的，切口的一个平面 EFG 是水平面，另一个平面 FGH 是正垂面，因此这两平面的正面投影均有积聚性。切口的轮廓线 EF、FH、HG、GE 分别是棱面 SAB、SBC、SCD、SDA 上的线，GF 为切口上两个截平面的交线，切口的顶点 E、F、H、G 分别是棱线 SA、SB、SC、SD 上的点，根据上述分析，并利用投影关系，即可作出切口的其它投影。

作法：如图 1—7(b) 所示，(1) 在正面投影上直接标出 e' 、 f' (g')、 h' 各点；(2) 由 $s'a'$ 上的 e' 求得 sa 上的 e 和 $s''a''$ 上的 e'' ，由 $s'e'$ 上的 h' 求得 sc 上的 h 和 $s''c''$ 上的 h'' ；再由 $s'b'$ 上的 f' 求得侧面投影 $s''b''$ 上的 f'' ；同样由 $s'd'$ 上的 g' 求得 $s''d''$ 上的 g'' ；由已知 f' 、 f'' 和 g' 、 g'' 可求出 f 、 g 。(3) 用直线连接相应各点的同名投影，即得切口的水平投影与侧面投影。

另外，从切口的正面投影可以看出，切口中的一个平面 EFG 是水平面，故 $EF \parallel AB$ 和

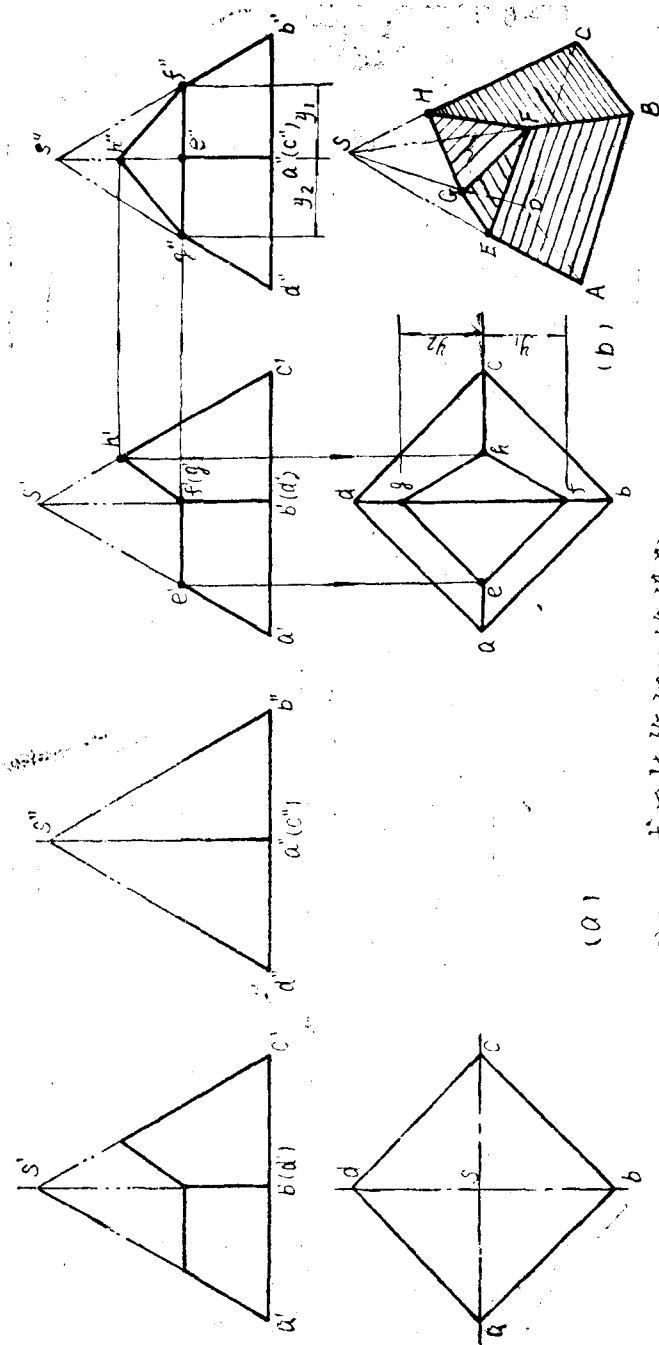


图 1-7 求四棱锥切口的投影

EG // AD, 根据二直线平行的投影特性, 它们的同名投影也是互相平行的, 因此不需利用棱锥的侧面投影, 也可由正面投影直接求出切口各顶点的水平投影, 作图也较简单, 读者可自行试作。

例2 已知带切口的平面体的正面投影和侧面投影，求它的水平投影。如图1—8(a)所示。

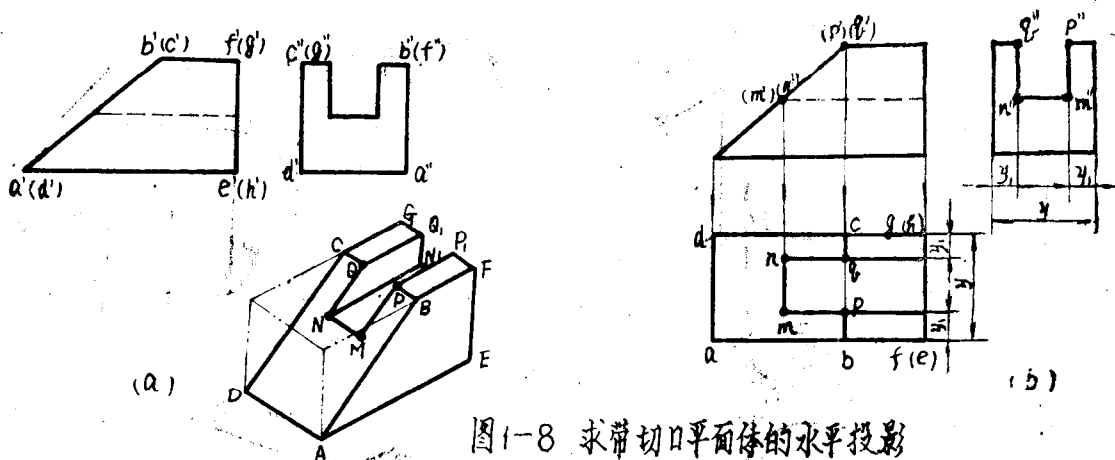


图1-8 求带切口平面体的水平投影

〔解〕 分析：由图1—8(a)中的正面投影可知，平面体是一长方体被一正垂面 $ABCD$ 斜切而成的，它与上底面的交线为 BC ，是一正垂线，故其正面投影积聚为一点 $b'(c')$ 。从侧面投影可看出方槽缺口是分别被两个正平面 PMM_1P_1 、 QNN_1Q_1 和一个水平面 MN 、 M_1N_1 截切而成的；两正平面与正垂面 $(ABCD)$ 的交线为 PM 与 QN 且平行于正面；两正平面与侧平面 $EFGH$ 的交线为 P_1M_1 和 Q_1N_1 且为铅垂线； MM_1 和 NN_1 则为两正平面与水平面 MM_1N_1N 的交线，是侧垂线； MN 是平面 $ABCD$ 与水平面 MM_1N_1N 的交线且为正垂线。则根据投影规律可作出平面体的水平投影。

作法：如图1—8(b)所示。

(1) 按长方体(长为 AE 、宽为 GF 、高为 EF)作出其水平投影 $\square af(e)g(h)d$ ；

(2) 作出正垂面 $ABCD$ 与上底面的交线水平投影 bc ，即由 $b'(c')$ 作铅垂线与平面体水平投影相交得 bc ；

(3) 过 $(m')n'$ 作铅垂线与两正平面的水平投影分别相交于 m 和 n 点，则 mn 即为 MN 的水平投影，因交线 BC 被方槽口切断，即 pq 之间的线应该擦去。即得带切口平面体的水平投影。

上述分析与作图方法我们是先将平面体当作某一基本平面立体而后分别加以切割来进行考虑与作图的，故称为“切割法”，我们今后在读图与画图中经常运用这种形体分析方法。

§ 1—4 曲面立体的投影

曲面立体是由曲面或曲面与平面所围成。常见的有圆柱体、圆锥体、圆球和圆环等。

一、圆柱

1、圆柱的形成

如图1—9(a)所示，圆柱是由圆面和上、下两个底平面(圆平面)所围成。圆柱面是由一直线 AA_1 绕与它平行的轴线 OO_1 旋转而成，直线 OO_1 称为回转轴线， AA_1 称为母线。