

工 程 制 图

二 系 专 用

下 册

华南工学院工程画教研室编

1960. 7.

工程制图

下册目录

第八章	立体表面展开图	8-1
§1	立体表面展开图的实质和实用	8-1
§2	直线与平面交点的求法	8-1
§3	平面与立体相交	8-2
§4	求平面实形	8-7
§5	直线与立体相交	8-10
§6	立体与立体相交	8-13
§7	展开图的画法	8-18
第九章	另件的表达及其尺寸注法	9-1
§1	剖视和剖面	9-1
§2	视图的配置和选择	9-9
§3	另件图尺寸注法	9-16
§4	另件尺寸的测量及量具使用	9-24
§5	另件草图和另件工作图	9-32
第十章	机械及电机另件制造的基本知识	10-1
§1	另件的制造过程	10-1
§2	另件的铸(锻)造圆角及拔模斜度	10-5
§3	一般另件加工常识	10-7
§4	另件表面的光洁度	10-9
第十一章	螺纹	11-1
§1	螺纹的基本知识	11-1
§2	螺纹的分类	11-2
§3	螺纹的规定画法、代号及标注法	11-3
§4	螺母(或螺栓头)和垫圈的近似值	11-6
§5	螺纹的测绘	11-7
§6	螺纹联接及其装配图的画法	11-10
第十二章	装配图	12-1
§1	概述	12-1
§2	装配图的内容	12-1

83	设计装配图的画法	12-2
84	装配图中的工艺结构问题	12-6
85	装配图中的尺寸注法	12-8
86	编号和明细表	12-9
87	画装配图的步骤	12-10
88	公差与配合	12-12
89	读设计装配图	12-19
810	根据设计装配图画零件工作图	12-24
第十三章	齿轮及弹簧的规定画法	13-1
81	齿轮的基本知识及其各个尺寸间的关系	13-1
82	齿轮的规定画法	13-3
83	测绘齿轮	13-11
84	齿轮工作图读例	13-12
85	弹簧的规定画法	13-14
第十四章	焊接及铆钉联接	14-1
81	焊接的基本知识	14-1
82	焊接图例	14-12
83	有关焊接部件图及焊接部件图在装配图中的画法	14-13
84	铆接的基本知识	14-13
85	铆接的过程及铆钉标准尺寸	14-13
86	铆钉联接的类型及画法	14-17
第十五章	轴测投影	15-1
81	基本概念	15-1
82	轴测投影的一些基本理论及数据	15-2
83	基本画法	15-5
第十六章	建筑图介绍	16-1
81	建筑图的读法	16-1
82	房屋的平面图、立面图、剖面图	16-10

第八章 立体表面展开图

§1. 立体表面展开图的实质和应用

把立体的表面，按其实际形状、大小依次摊在一个平面上，就称为立体表面的展开。展开所得的图形，就称为该立体的表面展开图。

展开图是有实际应用的，特别是在通讯及电器器材工厂生产中，尤显得重要。例如变压器外壳，各种无线电机的箱体等凡是用薄板材料作原料的产品，大部分是少不了展开图的。因此，对于本专业的学生来说，必须熟练掌握展开图的画法。

为了研究各种简单几何体以及组合体表面展开图的基本理论和画法，并使我们能够获得精确的结果和简便的方法。那么，我们必须首先弄懂有关展开图的基本知识和概念，下面我们分开几节来谈。

§2. 直线与平面交点的求法

直线跟平面的相对位置，有两种情况：平行或相交。这里我们只研究当直线与平面相交的情况下，如何决定他们交点的问题。

相交的直线和平面只有一个交点。它既在直线上又在平面上，因此求交点的作图过程中，将涉及到分别在直线和平面上取点的问题。

例如，一般位置的直线与特殊位置平面的交点。

图 1.2 中，设交点是 N ，因 N 点是在 $\triangle CDE$ 上，所以它一定落在 cde 直线上

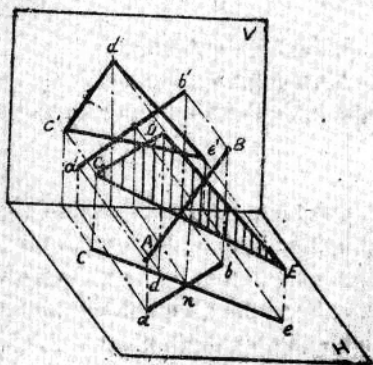


图 1

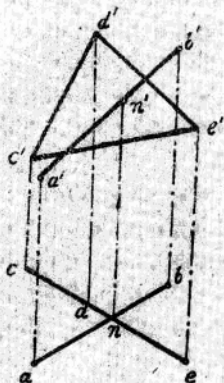


图 2

上,同时 V 又是在 AB 上,所以也必在 ab 上,故此 N 点的水平投影必在 cde 和 ab 的交点上。已知水平投影,即可作铅垂线,求出该点的正面投影。

图3.4示一直线 MN 与正面投射面(矩形 $ABCD$)相交,其交点的正面投影必然是 $m'n'$ 与 $a'b'c'd'$ 的交点 o' ,同上,过 o' 作铅垂线与 mn 相交即得交点之水平投影。

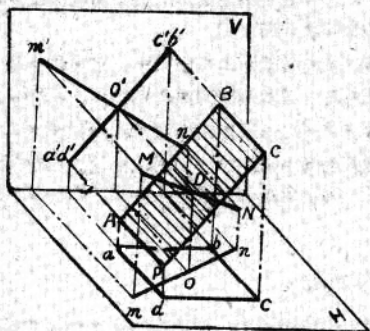


图 3

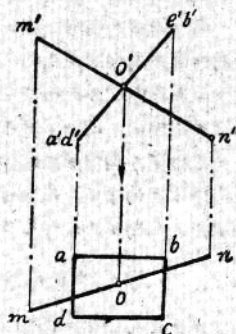


图 4

§3. 平面与立体相交

平面与立体相交,可设想为立体被一平面所截割。我们就称该平面为截平面,截平面与立体表面的交线称为截交线,由截交线所围成的平面图形称为截剖面。

截交线具有下列两种性质:

1. 由于任何立体都有一定大小范围,所以截交线一定是封闭的。
2. 截交线是由那些既在截平面上,又在立体表面上的点集合而成。

所以它是平面折线或是平面曲线;而求截交线归结为求出平面和立体表面的共同点问题。

一. 平面与平面体相交

平面立体表面是由多个平面所围成的,它被平面所截的截剖面一定也是一个多边形。例如图5是由三个侧面和一个底面所围成的三棱锥,因为它的底面是个三角形,所以当它被正面投射面 P 所截的时候,也被截出一个三角形 $I II III$,在图6中:因为 P 在正面上有积聚性,截剖面 $\triangle I II III$ 的三个顶点就是棱锥各棱与平面的交点 $1' 2' 3'$ 。因此,过 $1', 2', 3'$ 分别作投影线与水平投影图上各棱交于 $1. 2. 3$;然后顺次连结各交点,便得平面 P 与棱锥 $S-ABC$ 的截交线。

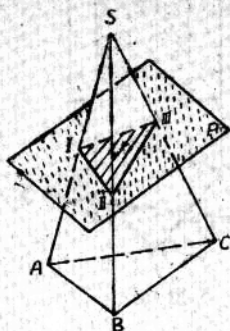


图 5

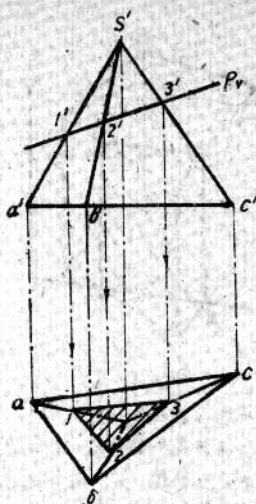


图 6

图 7 与 8, 和图 9 与 10 都是平面与平面立体相交, 求交线的一些范例。其作法跟上例无大差别, 这里是利用平面在坐标面上的积聚性, 倒求它的正投影方法。其详细步骤不谈, 请读者根据立体图和投影图互相对照, 便可明白了。

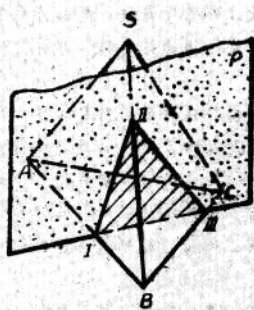


图 7

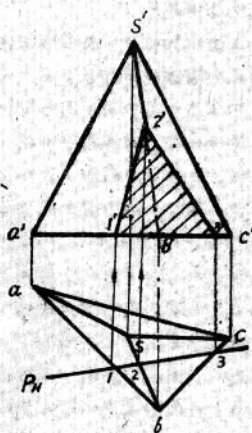


图 8

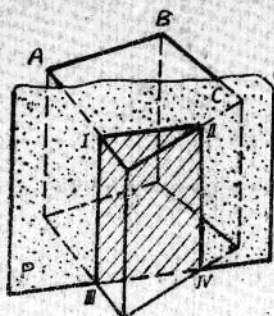


图 9

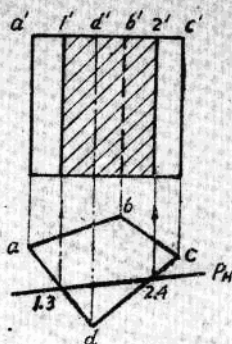


图 10

二、平面与曲面体相交

曲面立体被截平面所截，形成的截交线，一般为封闭的平面曲线，但有时也可能为封闭的平面折线，或为直线与平面曲线组成的封闭形。

表一为最常见的各种曲面立体被截平面所截后形成的截交线。

我们可把曲面视为由无数的线（直线或曲线）组合而成，而截交线上任一点亦可看成是曲面上某条线与截平面的交点。所以为了顺利求出截交线，必须结合各种曲面形成规律，在曲面上适当找出一系列线，求出这些线与截平面交点，然后用光滑曲线依次连结起来。

根据上面分析结果，截交线求法归纳如下：

①圆柱、圆锥的素线是直线，可在立体表面上作若干素线，求出各素线与截平面交点（求法与上节相同，因为可把圆柱与圆锥看作具有很多根的棱柱与棱锥），将各交点依次用光滑曲线相连即得。

②母线为曲线的回转面，如球、旋转体等。要根据回转面特点，作一系列辅助平面，求出各辅助平面与截平面交线及辅助平面与立体交线，此二交线交点为截平面与立体共有点。如图 11 为一旋转体被平面 P 所截， R 为辅助平面，平面 R 与旋转体交线为一圆，与平面 P 交线为一直线， VI 、 VII 二点是两交线共有点即为截交线上点。将这些交点依次用光滑曲线相连即得。其实，圆锥、圆柱也是回转体，因此也可以用相同方法求出。（如图 13）。

附例：图 11 表示一正圆柱被一正垂面 P 所截，它的交线反映在侧投影为最明显；作图时光求出它的最底点 I 的投影， I 点是位于 P_V 与圆柱最左素线的交点上，又因正投影和侧投影有等高的性质，所以侧视图上 $1''$ 点马上求出，同

表 一

	圆锥	圆锥	圆锥	圆锥	圆锥
轴测图					
投影图					
截平面位置	垂直于轴线	倾斜与轴线 $\theta < \alpha$	平行素线 $\theta = \alpha$	平行或倾斜轴线 $\theta > \alpha$	过锥顶
截痕	圆	椭圆	抛物线	双曲线	直线形
	圆柱	圆柱	球	环	环
轴测图					
投影图					
截平面位置	与轴线斜交	过柱顶平面与轴线斜交	垂直于轴线	平行轴线	平行轴线
性质	椭圆	曲线与直线封闭形	圆	椭圆	曲线与直线封闭形

样方法可以求出 II、III、IV、V 在各视图的投影均可以求出，但应注意 IV、V 是最高点而且从侧投影来讲是最左和最右的点，水平投影上则分别是最前和最后高。

其他图 12、13、14 均是利用素线法和作辅助平面的方法来求得它们的交线。在图 13 中，应注意最高点的求法：先作一圆与 P_H 相切，这圆和水平中心线交于 K 过 K 作铅垂线，与圆锥的最右素线交于 K' ，过 K' 作水平线 S_{V1} ，则此 S_{V1} （水平面）即为最高的辅助平面，而切点 I（1, 1）即为最高点了。

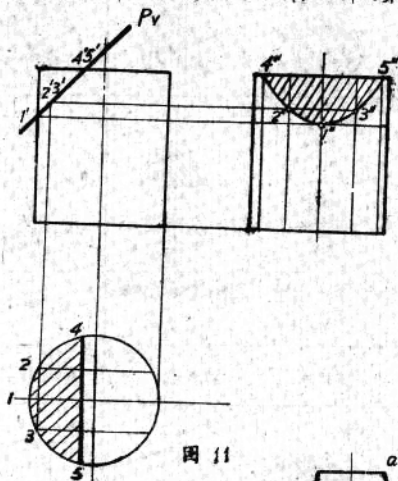


图 11

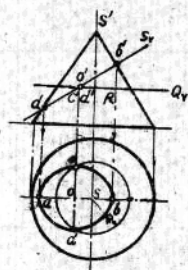


图 12

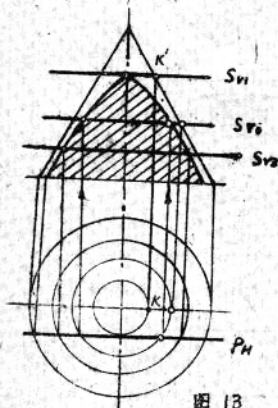
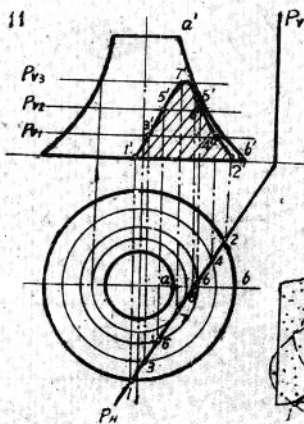


图 13



(a)

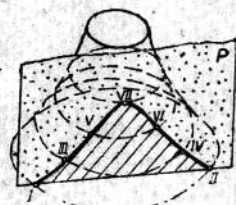


图 14

(b)

§4 求平面实形

为什么我们要学习求作平面实形的方法呢？学会了它又有什么用呢？我们都知道：当几何体跟每个投影面都不平行的时候，那么它的实形就无法真实地反映出来，而实用上又必须知道，因此我们必须学习求立体某倾斜表面的实形的方法，同时，在下面学习到关于立体表面展开时，它的用途就更大了。

下面我们先来学习点、面的变更投影的方法。什么叫做变更投影？所谓变更投影就是空间物体位置保持不变，而用新的投影面来代替旧的投影面，使空间物体和新投影面的相对位置变成最有利于我们解题的位置。然后找出其在新投影面上的投影，这种方法称为变更投影。

一、变更正投影面(V)

1. 点是一切几何形体的基本要素。因此必须首先了解在变换投影面时，点的变换规律。现在我们来研究变换正面，令H面不动。取一铅垂面 V_1 代替正面V， V_1 和H交于 O_1X_1 轴，使形成新投影面体系 $\frac{V_1}{H}$ 。过A点向 V_1 面作垂线，使得得到A在新投影面上的投影 a_1' 。这样，点A在新旧体系中的投影关系如下：

- 1) 由于这两体系具有公共的水平面H，因此A点到H面的距离在新旧体系中都是相同的。即 $a_1'a_{x_1} = Aa = a'a_x$ 。

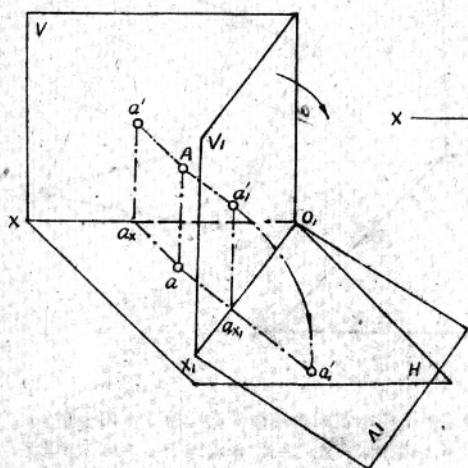


图 15

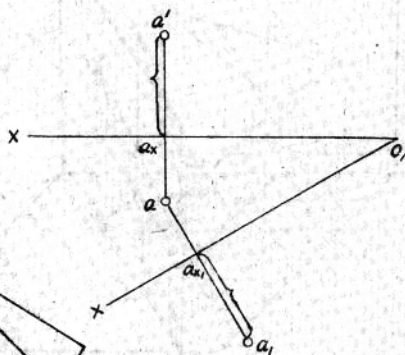


图 16

2) 当 V_1 面绕 O_1X_1 轴往好旋转到 H 面上时, 根据点的投影规律可知 aa_1' , 必定垂直于 O_1X_1 轴; 这和 $aa' \perp X$ 轴的性质一样。见图 15, 16。

2. 求平面的实形。首先, 在变换投影面时, 只须把决定平面的点, 线的投影加以变换, 即可求得平面到新投影面体系中的投影。例如图 17、18 表示用变更正面法来求铅垂面 $\triangle ABC$ 的实形的方法, 作图步骤:

- 1) 作 O_1X_1 轴平行 abc , 并分别过 a, b, c 作 O_1X_1 轴的垂线
- 2) 量出在 $\frac{V}{H}$ 中各顶点的高度, 然后在 $\frac{V_1}{H}$ 中定出 a', b', c' 的位置。例如使 $a'a_x = a'_1a_{x_1}$
- 3) 连接 $a'b'_1, b'_1c'_1, c'_1a'_1$, 则 $a'_1b'_1c'_1$ 便是空间三角 ABC 的实形。

应注意: V_1 要和 $\triangle ABC$ 平行, 但是它们之间的距离对作图结果是没有影响的。因为只要是平行, 就能反映实形。既然如此, O_1X_1 是可以平行移动的。同样 OX 轴也可以平行移动的。(见第五章)。

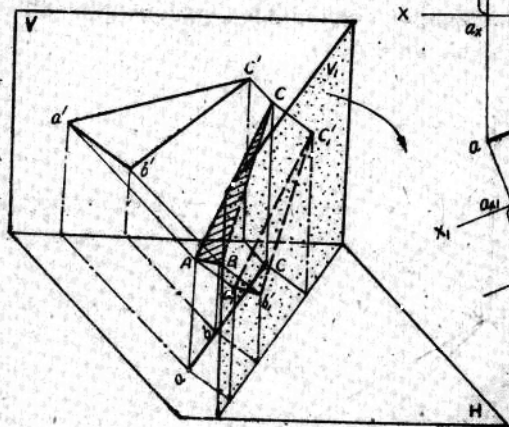


图 17

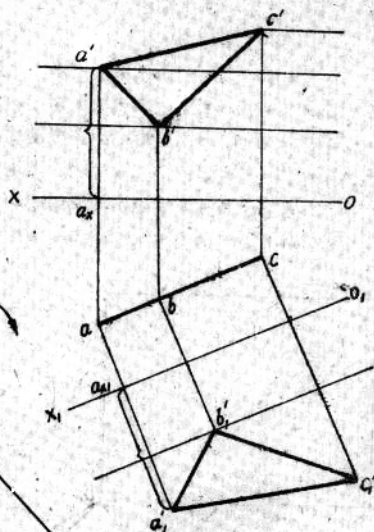


图 18

例如, 求平面 P 与圆柱截面的实形; 因为截面是垂直的, 为了作图方便, 把 OX 轴平移到圆柱的正投影的水平中心线上, 而把 O_1X_1 作成与 P_H 平行, 并画在图纸某一空白的地方, 其作图步骤与上例相同, 如 A 点的求法, 应先在正投影上求

出 $a'a'$ ，然后新投影面上截取 $a'_1a'_1$ ，同理选择求出几点，再用曲线板依次连接起来，便得到所求的实形。见图 19。

二、变更水平投影面

变更水平投影面与变更正投影面的道理是一样的，只不过现在是 V 面不动而变更 H 面。 A 点在 H 面上的投影是 a ，由于新旧两体系具有共同的 V 面。因此 $a_1ax_1 = Aa = aax_1$ ，且 H_1 面往外旋转和 V 面重合时， $a'a_1 \perp O_1X_1$ （如图 20、21 所示）

图 20 表示在投影图上，由 $(a'a)$ 求作 (a'_1a_1) 的过程。首先作出新投影轴 X_1 ，然后过 a 作 $a'a_x \perp X_1$ ，在垂线上截取 $a_xa_1 = a_xa$ ，则 a_1 即为所求的水平投影。

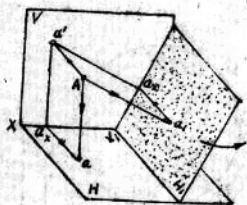


图 20

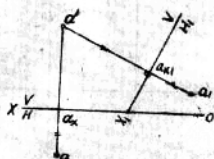


图 21

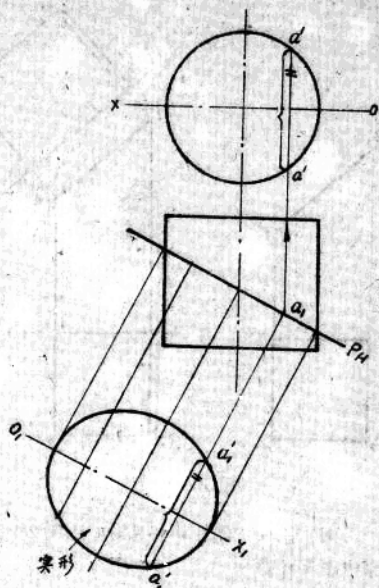


图 19

例：求垂直于 V 面的矩形的实形。

设 OX 轴与矩形一条边 $I'II'$ 的水平投影 13 重合，作 $O_1X_1 \parallel 1'2'3'4'$ ，过 $1'、3'$ 作垂直线与 O_1X_1 相交得 $1_1、3_1$ ，然后截 1_12_1 使等于 12 ，截 3_14_1 等于 34 ，得 2_14_1 ，联 $1_12_13_14_1$ ，即为所求。（见图 22、23）。

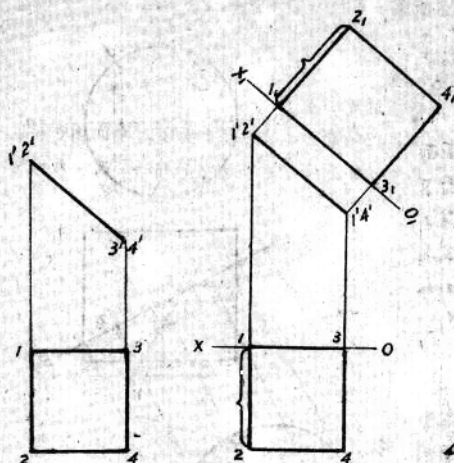


图 22

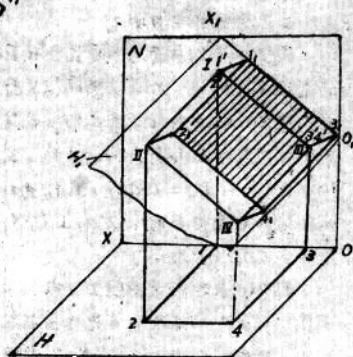


图 23

例：已知一圆的正面投影（见图 24）
求作水平投影。

这例应和上例的
作图步骤相反，即先
用新的 H_1 面作圆
的真实投影（图中假
设 O_1X_1 通过圆心），
然后在适当位置作 OX
轴，利用新的投影 1_1 、
 2_1 、 3_1 、……和已
知的正面投影 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、……
求出水平投影。
（见图 25）。

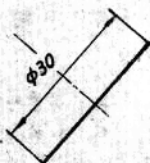


图 24

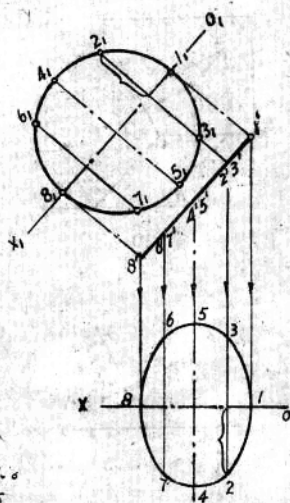


图 25

§5. 直线与立体相交

一、直线与立体表面相交，其交点称为贯穿点。
贯穿点是直线上的点，也是立体表面上的点。必有一
穿入点和穿出点。

求直线与立体的贯穿点的一般方法是：

1. 过该直线作一辅助平面；
2. 求出辅助平面对该立体的截交线；
3. 截交线与该直线的交点即为所求的贯穿点。

应该知道，求贯穿点的方法和原理是利用前面二节所讲的直线与平面相交和平面与立体相交的原理和方法的。而为了简化作图必须选择适当的跟投影面垂直的辅助平面。

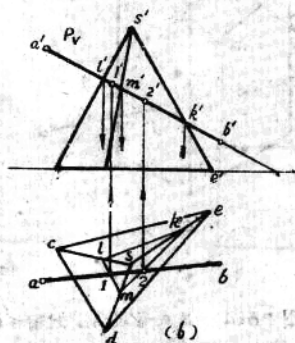
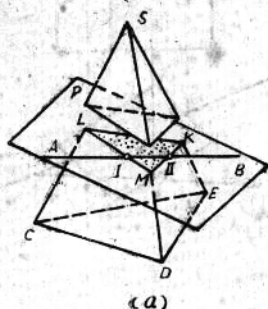


图 6

例如图 26 是求直线 AB 对三棱锥的贯穿点。

它的求法如下：(1) 过 AB 直线作正射面 P，由于 P 有积聚性，所以在正面投影上 P_V 与 $a'b'$ 重合，

(2) 求 P 与三棱锥的截交线 $\triangle KLM$ (作法见 §3)

(3) AB 与 $\triangle KLM$ 的交点，即为所求的贯穿点。在投影图上，就是 ab 与 $\triangle klm$ 的交点 1, 2，过 1, 2 作铅垂线与 $a'b'$ 交于 $1', 2'$ 就是贯穿点的正面投影了。

2. 当立体处于特殊位置时 (如表面为投影面等) 或直线处于特殊位置，就可直接利用它们的积聚性来马上求出贯穿点。

如图 27(a) 是求直线 AB、CD 对四棱柱的贯穿点。

由于四棱柱的每个棱面都是铅垂面，顶面和底面又是水平面，所以求直线与它的贯穿点可直接求直线对投影面的交点。如水平投影中 ab 与 fg, gh 的交点 1, 2 即为直线 AB 对棱面 FG, GH 的交点的水平投影。过 1, 2 作铅垂线与 $a'b'$ 相交，即得 I, II 的正面投影 $1', 2'$ 两点。

同理可求得直线 CD 与棱柱面的贯穿点 III, IV。在这里 IV 点是直线 CD 从顶面

贯穿而得。如图 27 所示，此点是先求由 $c'd'$ 与 $f'h'$ 的交点 $4'$ ，再求水平投影 4 的。

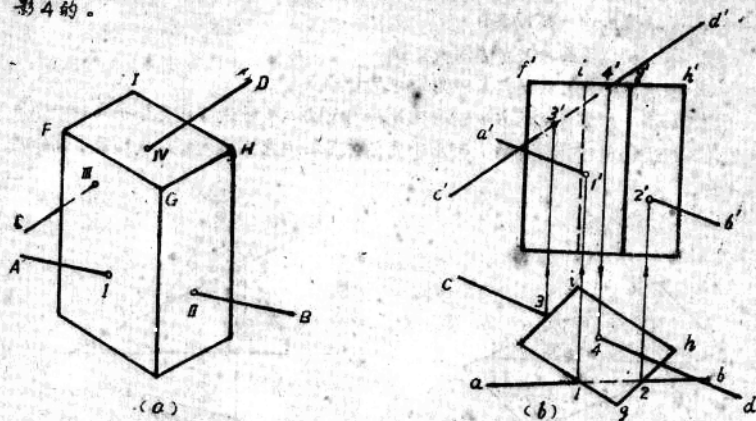


图 27

图 28(a) 是求直线 AB 对圆柱的贯穿点。

从图可知圆柱面是铅垂的，因此在水平投影上有积聚性，所以 ab 与圆周的交点 cd 即为贯穿点 C、D 的水平投影。而 C、D 的正投影 c' 、 d' 可用上画图同样方法直接求得。

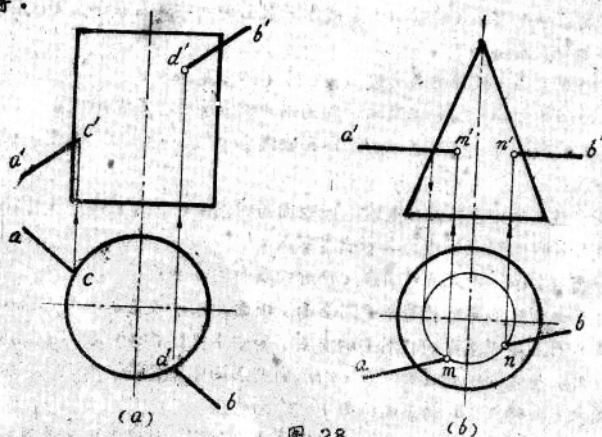


图 28

图 28(b) 是求水平直线 AB 对正圆锥的贯穿点。

解以类题时假设想通过水平直线作辅助平面，结果求得截交线为一圆周，圆周直径的大小，如图形所示等于截断面圆锥台底面直径。而这圆周与直线 AB 的交点 MN 就是所求的贯穿点，图中是先求水平投影 m, n 再求正面投影 m', n' 的。

§6 立体与立体相交

在日常生活中或工程上可见到各种由基本几何体组成的立体。两相交的立体称为相贯体，它们表面的交线称为相贯线。由于相贯体的不同、相对位置不同，所以相贯线的形状亦随之而异，但任何两个立体的相贯线都具有下列基本特性：

(1) 相贯线必定在甲立体的表面上，同时又存在乙立体的表面上；

(2) 由于几何体具有一定的范围，所以相贯线是封闭的。

一、平面立体与平面立体相交

1. 两平面立体的相贯线，一般为闭合的空间折线（在特殊情况下可为正面折线）。组成折线的每一线段都是相交两立体上的相应平面的交线；折线的各顶点是一立体的棱对另一立体的贯穿点。因此求两平面立体相贯线的方法，归结为求出折线的各顶点；即求出各棱线对平面立体表面的贯穿点；在求得贯穿点后还要依次联结成闭合折线，并判别可见性。

2. 现举例说明如下：

图 29 表示四棱柱与三棱柱的相贯线的求法：

三棱柱 EFG 有三个棱面和两个底，因为两底不参与相交，所以只要求出它的三个棱面与四棱锥 $S-ABCD$ 的交线就是这两立体的相贯线了。为了求得棱面 EG 和棱锥的交线，我们过 EG 作水平面 P ， P 截四棱锥，其截面的水平投影是相似于棱锥底面的四边形，四边形的 $I-III-V$ 和 $II-IV-VI$ ，即为所求相贯线的一部分，其中，例如，点 I 和 II 就是棱 E 在棱锥表面上的一个入点和出点。同理，过三棱柱的棱 F 作一水平面 Q ，可求得棱 F 在四棱锥的相贯的两点 VII 、 $VIII$ ，然后把三棱柱的三个棱与四棱锥的相贯点的相邻二点联起来，即为三棱柱与四棱锥的相贯线。

二、曲面立体与曲面立体相交

1. 两曲面立体的相贯线，在一般情况下是封闭的空间曲线（特殊情况下可为平面曲线或直线）。为了要作两曲面立体的相贯线，必须求出属于此空间曲线的一系列点。相贯线所有的点必须同时位于两曲面立体的表面上。为了求出这些点，就必须根据相贯两立体的形状及其相对位置而选择一系列的辅助截面，这些截面与两曲面立体相交，各得一截交线，以两截交线的交点即为两曲面立体表面上共有点，

(相贯线上的点)。求得这样一系列点后,以曲线圆滑地连接,即得所求的相贯线(图30,图31)。在这里辅助截面的选择原则是使截两立体的截交线为最简单的(如图、三角形、长方形等)。在相贯线中某些特殊点,如虚实分界点,上下、前后、左右的极限位置点必须求出。

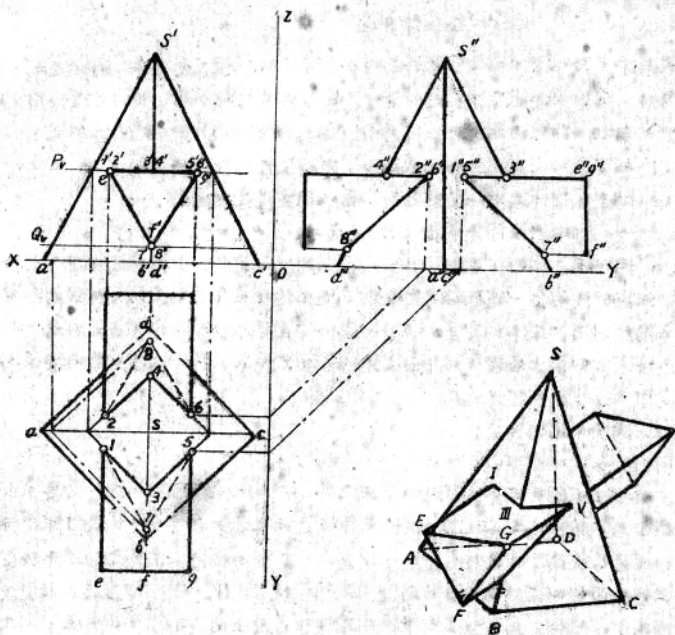


图 29

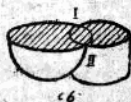
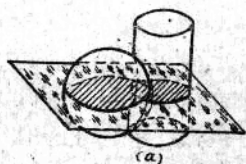


图 30

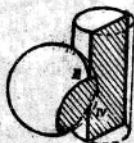


图 31