

机 械 制 圖

第 二 部 分

(試 用 講 義)

北京航空学院工人大学試点班發動機排

一 九 七 一 年 九 月

毛 主 席 語 錄

教育必須為無產階級政治服務，必須同生產勞動相結合。

理論與實際統一

人的正確思想，只能從社會實踐中來，只能從社會的生產鬥爭、階級鬥爭和科學實驗這三項實踐中來。

馬克思主義的哲學認為十分重要的問題，不在於懂得了客觀世界的規律性，因而能夠解釋世界，而在於拿了這種對於客觀規律性的認識去能動地改造世界。

要把精力集中在培養分析問題和解決問題的能力上，……

机械制图第二部分

目 录

第一章	平面投影的复习与归纳	1
§ 1	平面的投影特性	1
§ 2	倾斜平面的投影问题	2
第二章	旋转曲面的投影问题	8
§ 1	旋转曲面的形成	1 1
§ 2	运动分析与投影特点	1 2
§ 3	旋转曲面上的点、线段的投影	1 3
§ 4	平面与旋转曲面相交的投影问题	1 7
§ 5	旋转曲面与旋转曲面相交的投影问题	2 5
附录:	涡轮器叶片零件图的投影问题	4 0
第三章	投影变换	4 6
§ 1	投影变换的目的	4 6
§ 2	新旧投影之间的坐标关系	4 6
§ 3	作图步骤	5 2
§ 4	换面法的基本作图问题	5 3

毛 主 席 語 象

一切矛盾着的东西，互相联系着，不但在一定条件下共处于一个统一体中，而且在一定的条件下互相转化，这就是矛盾的同性的全部意义。

分析的方法就是辯証的方法。所謂分析，就是分析事物的矛盾。

我們是馬克思主义者，馬克思主义叫我們看問題不要从抽象的定义出发，而要从客觀存在的事实出发，从分析这些事实中找出方針、政策、办法来。

第一章 平面投影的复习与归纳

大家知道，由于零件装配和工作的需要，許多表面都是做成平面的。因此，我們必須掌握平面的投影特性，以便于我們分析和繪制发动机的零件图。

关于平面的投影問題，以前我們已經有所練習，現在簡單的归纳复习一下。

§1. 平面的投影特性

零件上的平面，都是有一定大小的，形状根据需要，可以是各种各样，但其投影有如下特性（参看图1—1）：

1. 平面与投影面平行时，它在这个投影面上的投影反映出平面的真实形状。如图中的平面Ⅰ在側视图的投影，平面Ⅲ在俯视图的投影，就反映真实形状。

2. 平面与投影面垂直时，它在这个投影面上的投影则成一直线。平面上的点、綫段或任意图形的投影，都重合在这一直綫上。这种投影的性质叫做“重影性”或者叫做“积聚性”。如图中的平面Ⅰ和Ⅲ在主视图的投影就变成直綫。

3. 平面与投影面傾斜时，它在这个投影面上的投影要比它的真实形状小，傾斜得越厉害，缩小得也越厉害。如图中的平面Ⅱ在俯视图上的投影。

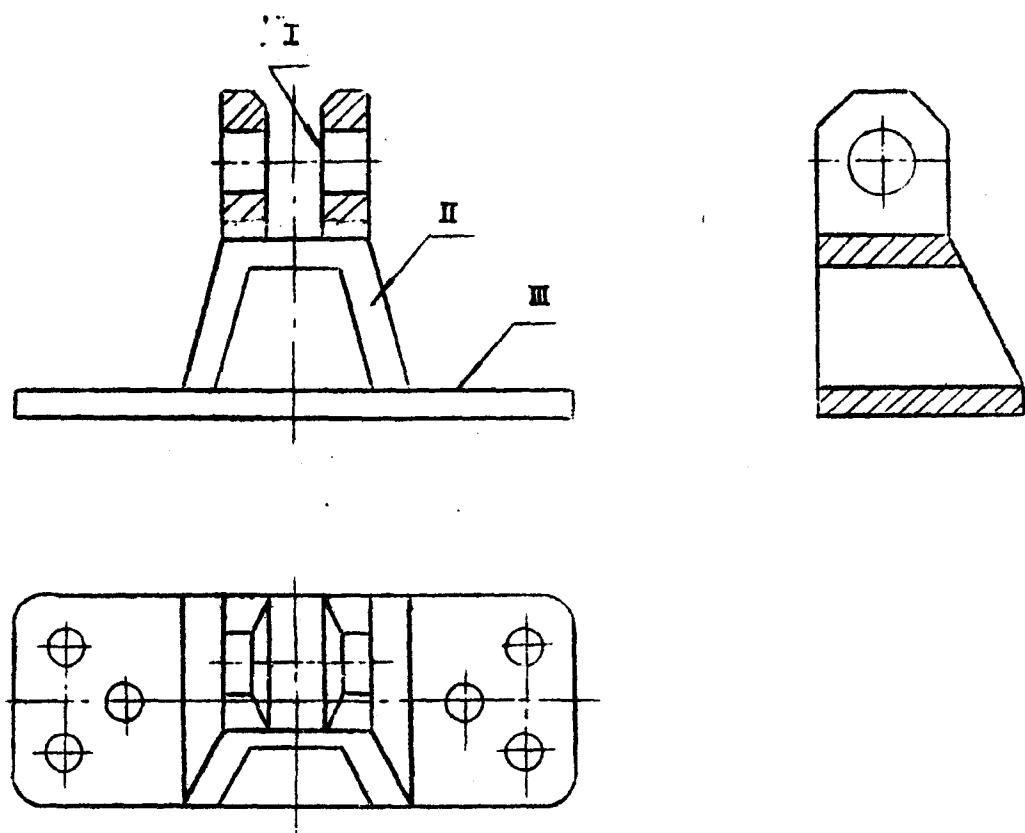


图 1—1

4. 一个有限的連續平面，其投影为一封閉的綫框（与投影面垂直时，則为一直綫），此綫框內不应有粗实綫。如图中平面 I、II 等等在三个視图上的投影。

5. 两个平面相交的交綫是直綫。它的投影也是直綫（与投影面垂直时則是一个点）。当两个平面同时垂直于某一投影面时，其交綫也垂直于該投影面。

§2. 傾斜平面的投影問題

我們在工厂搞“三結合”的过程中，曾經有一部分同志在搞夹具設計时，研究和繪制过渦輪轉子叶片的零件图。图 1—2 所示为某一工序的叶片的主視图和側視图。为了正确的設計夹具，需要画出它的俯視图。在零件設計图上，为了表示出某些結構或尺寸也需要画出相应的視图，因此就遇到傾斜平面的投影問題。

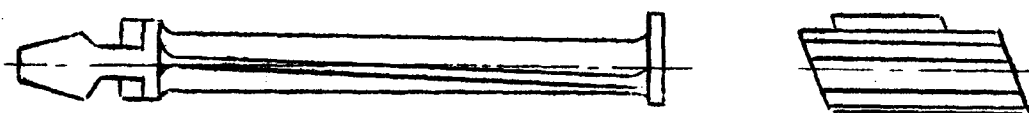


图 1—2 渦輪轉子叶片的工序图

解决傾斜平面的投影問題有两种办法:

1. 傾斜平面垂直于某一投影面时, 就要充分利用該投影的“重影性”这一特点。

图 1—2 所示, 叶片榫头和叶冠的两个端面对俯视图是傾斜的, 但它們都垂直于側投影面, 它們在側视图上的投影有“重影性”。因此, 画俯视图时, 就要充分利用它們的側视图。为了說明叶片的俯视图是怎样画出来的, 先看两个例子。

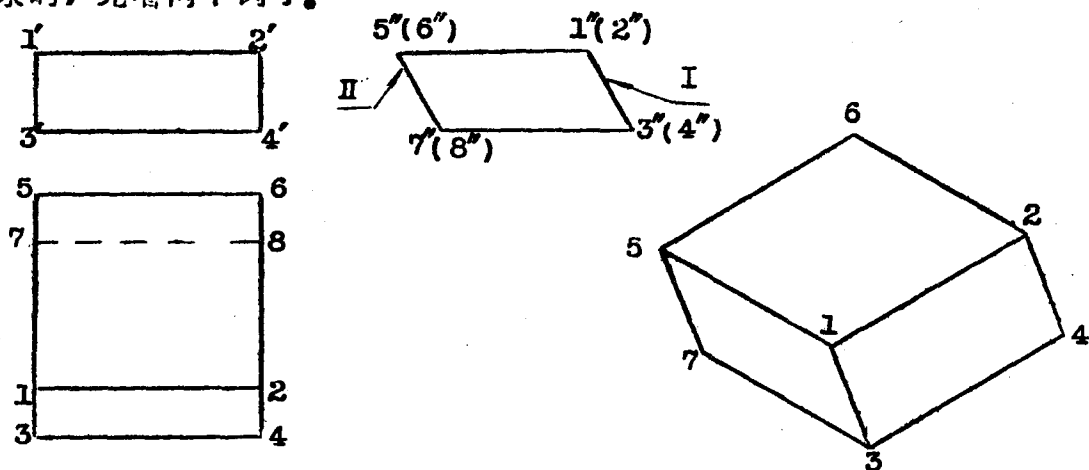


图 1—3

图 1—3 所示为一四方板。平面 I 和 II 对水平投影面是傾斜的, 但它們都垂直于側投影面, 因此, 在画俯视图时就必須充分利用側视图的“重影性”。在側视图上, 傾斜平面的边綫 1—2, 3—4; 与 5—6, 7—8 的相对位置已完全确定, 根据这个确定的相对位置, 就很容易的画出平面 I 和 II 的俯视图。确定有限平面的投影, 往往是通过确定有限平面的边界綫的投影来确定的。本題就是通过确定边綫的投影来确定的。

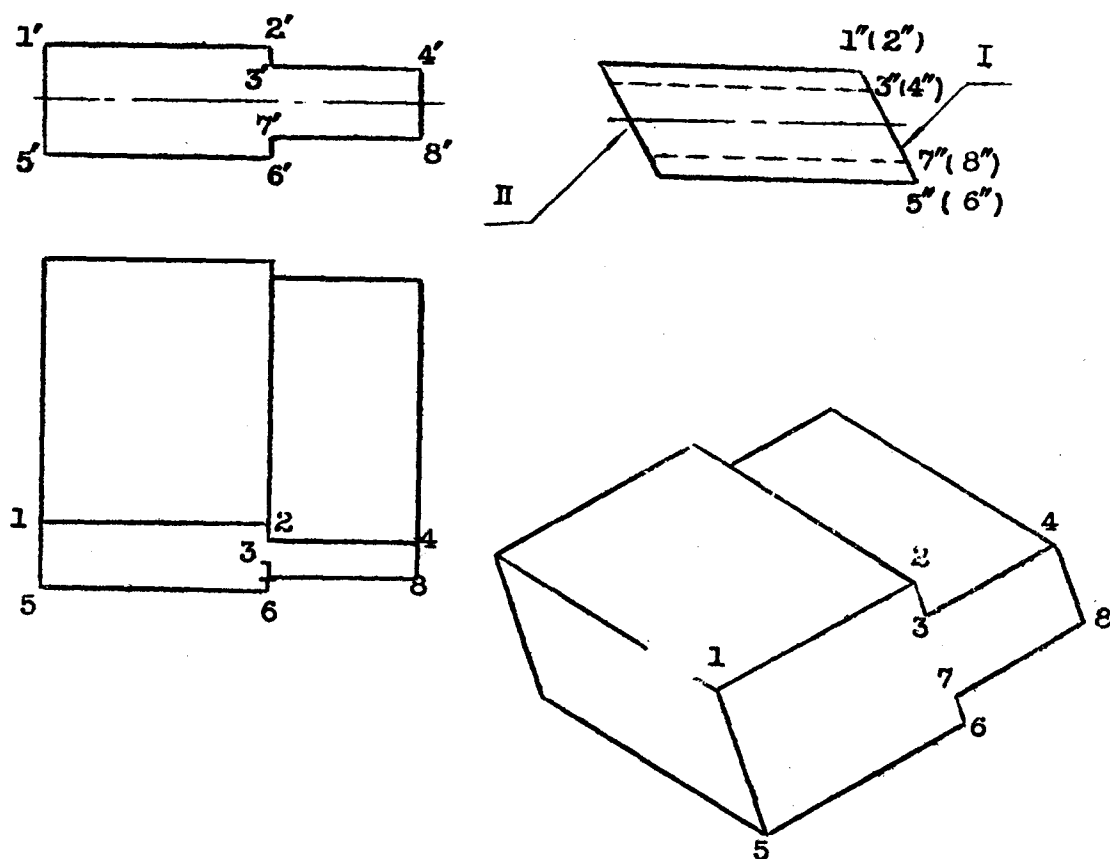


图 1—4

图 1—4 所示为一丁字形板，前后端面 I 和 II 也是倾斜的，但也都垂直于侧投影面，因此在画它们的俯视图时，也必须利用它们在侧视图上的“重影性”。方法与图 1—3 一样。从本例中更可以看出求平面 I 和 II 的俯视图的投影是通过求出它们的边线如 1—2，3—4，5—6，7—8 等来完成的。

图 1—5 所示为叶片的榫头的投影。作俯视图的方法与前面的一样，要充分利用侧视图的“重影性”。不过除了榫头的前后两个端面倾斜于水平面外，上下两个侧面也倾斜于水平面，这些平面的交线（也是平面的边界线）对三个投影面既不平行也不垂直，因此，求它们的投影时，就要先求出这些交线的两个端点 1，2，……5，6，……的投影，然后依次将这些端点的投影联结起来，即得围成平面的边界线的投影，因而也就得到了平面的投影。

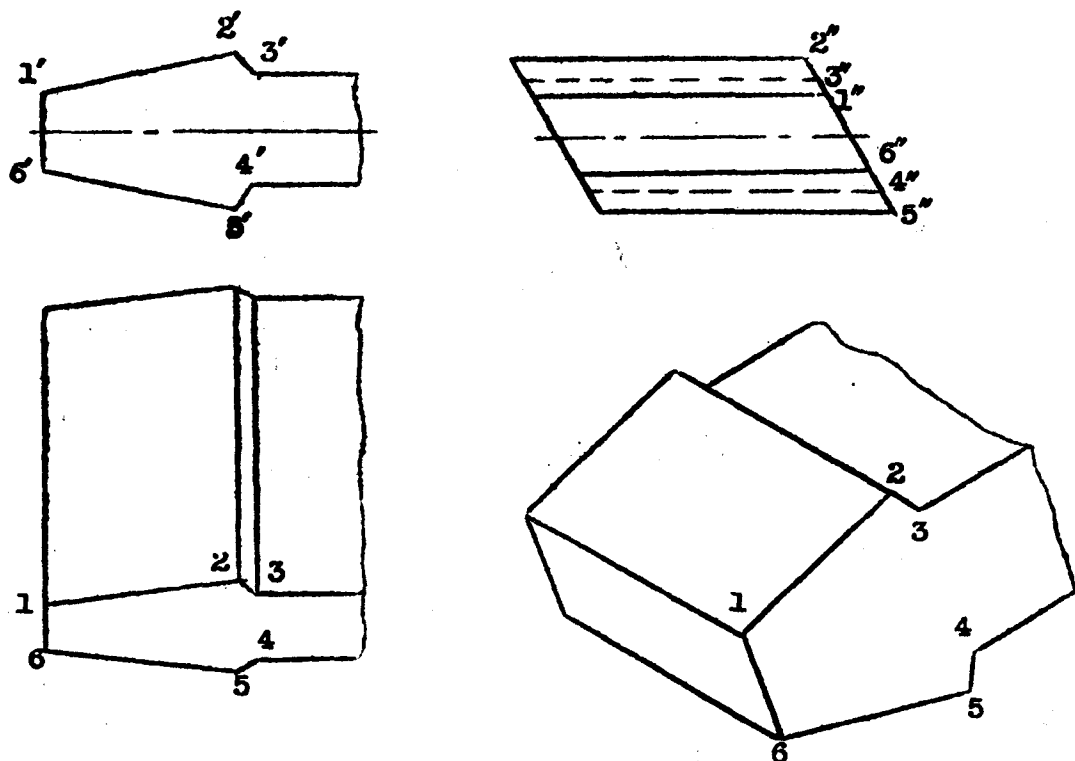


图 1—5

2. 如果倾斜平面对三个投影面都不垂直时,则要利用平面内的线段、点与平面的相互关系。这些关系是:

(1) 直线若在平面内,则它至少通过平面内的两个点。或者通过平面内的一点,并平行于平面内的一直线。

(2) 点若在平面内,则它必在平面内的一直线上。

根据这些关系,当平面内的直线的投影不能直接作出时,就可以通过确定直线上的两个点的投影(或通过直线上的一点并平行于平面内另一直线)来确定直线的投影。当平面内点的投影不能直接作出时,就可以先确定通过这些点的直线的投影,然后来确定点的投影。

图 1—6 和图 1—7 所示为一正三棱锥,在其上打了一个三角形的孔。为了求出棱锥的三个投影,可以先求出三棱锥的四个顶点的投影,将四个顶点联起来即成。

在图 1—6 中,为了求出三角形的孔在俯视图和侧视图的投影,首先

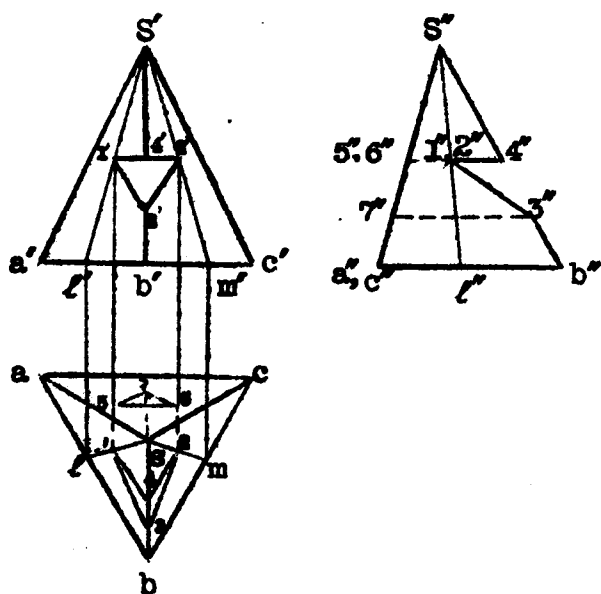


图 1—6

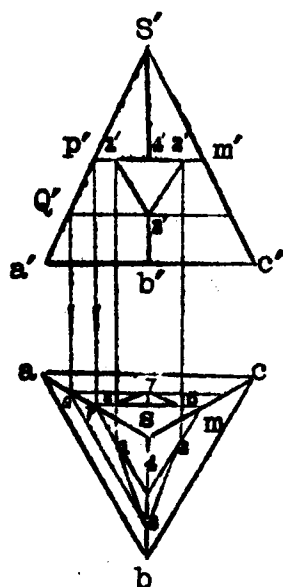


图 1—7

要求出三角形的孔与三棱锥的表面的交线 1—4, 4—2, 2—3, …… 6—7, 7—5 的投影, 如果确定了这些交线的端点 1, 2, …… 6, 7 的投影, 即可确定这些交线的投影, 因为将这些端点依次连结起来即成。这些端点都在三棱锥的表面上, 因此, 这些端点也必在平面的直线上, 根据这个关系就可求出它们的投影。

作图方法:

在主视图上, 过点 $1'$ 和顶点 S' 作辅助直线 $S'1'$ 与底边 $a'b'$ 交于 l' 。

在俯视图上, 将点 l' 投影到俯视图上得 l , 连接 Sl , 因为点 1 在直线 Sl 上, 它的投影必在直线 Sl 的投影上, 因此将点 1 投影到 Sl 上, 即得点 1 在俯视图的投影点 1。同样, 可以作出点 2, 5, 6, 在俯视图的投影。点 3 和点 4 是通过侧视图求得的。依次将 1—4, 4—2, …… 6—7, 7—5 连接起来, 即得三角形的孔与三棱锥的交线的投影。

在侧视图上, 由于平面 SAC 垂直于侧投影面, 所以有“重影性”, 因此点 5, 6, 7 都重合在一条线上, 点 4 和点 3 都在棱线 SB 上, 可以直接求出。求点 1 和点 2 的侧投影时, 先将点 l 的侧投影 l'' 求出, 连接 Sl 的侧投影 $S'l''$, 点 1 的侧投影在这一条线上, 点 2 的投影与点 1 重合, 所以

很容易求出点 1 和点 2 的侧投影 $1''$, $2''$ 。连接点 1, 点 2 和点 3 以及三角形孔的三条棱线在俯视图和侧视图的投影, 即完成了整个的投影。

图 1—7 是根据“直线若在平面内, 必通过平面内的一个点, 并平行于平面内的一条直线”来作图的。

在主视图上, 过点 1 和点 2 作平行于底边 AB 和 BC 的直线 $P'—4'$ 和 $M'—4'$, 各与三棱锥的棱线 SA 和 SC 相交于点 P' 和 M' 。过点 3 作平行于底边 AB 的直线 $Q'—3'$, 与棱线 SA 相交于 Q' 。

在俯视图上, 由主视图求出 P、Q、M 点在俯视图的相应投影 P、Q、m, 过 P、Q、m 作平行于 ab, bc, ca 的直线 (因为, 空间两条平行的直线, 它们的投影也必定平行), 这些直线与棱线 SB 相交于点 4 和点 3, 然后求出点 1, 2, 5, 6, 7 等在相应直线的投影, 即得到三角形孔与三棱锥表面的交线的交点, 将这些交点依次连接起来, 并画出三角形孔的三条棱线的投影, 即完成了俯视图的投影。

从这里可以看出, 对本题的情况, 采用作辅助平行线的方法 (图 1—7) 作图最简单。例如图 1—1 所示的吊钩的中间连接部分, 就可以采用这种方法直接由主视图画出俯视图, 而不必利用侧投影。如图 1—8 所示。

延长直线 5—6, 使它与直线 1—3 相交于点 K, 求出点 K 在俯视图的投影 k , 在俯视图上从点 k 引平行于直线 1—2 的直线, 将点 5, 6 投影到此直线上即得直线 5—6 的投影。再将点 P 投影到俯视图上。在俯视图上连接点 p—5 并从点 6 作平行于直线 2—4 的直线与直线 4—3 相交, 即得直线 M—6 在俯视图的投影。(图中虚线未画)

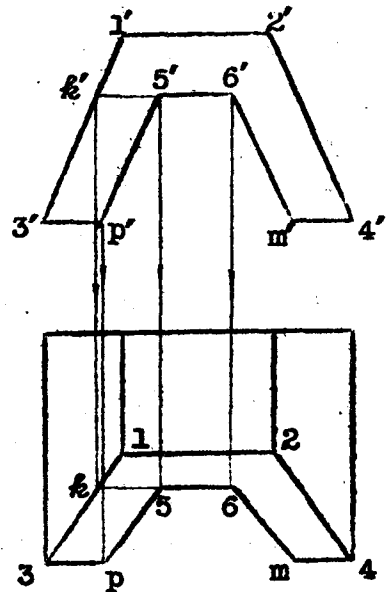


图 1—8

毛主席語彙

人的認識物質，就是認識物質的運動形式，……對於物質的每一種運動形式，必須注意它和其他各種運動形式的共同點。但是，尤其重要的，成為我們認識事物的基礎的東西，則是必須注意它的特殊點，就是說，注意它和其他運動形式的質的區別。

應當從客觀存在着的實際事物出發，以其中引出規律性，作為我們行動的嚮導。

第二章 旋轉曲面的投影問題

機器零件的某些表面由於工作的需要，作成曲面，除有特殊要求外，為了設計和製造上的方便，這些曲面都是採用旋轉曲面，如圓柱面、圓錐面、圓環面和圓球面等。另外，在發動機中有許多運動機構如可調葉片、轉向噴口的轉向活門等等，在工作時也是作旋轉運動的。為了分析和解決零件上這些曲面的投影問題和旋轉運動中的某些問題，我們來研究一下旋轉曲面投影的基本規律。

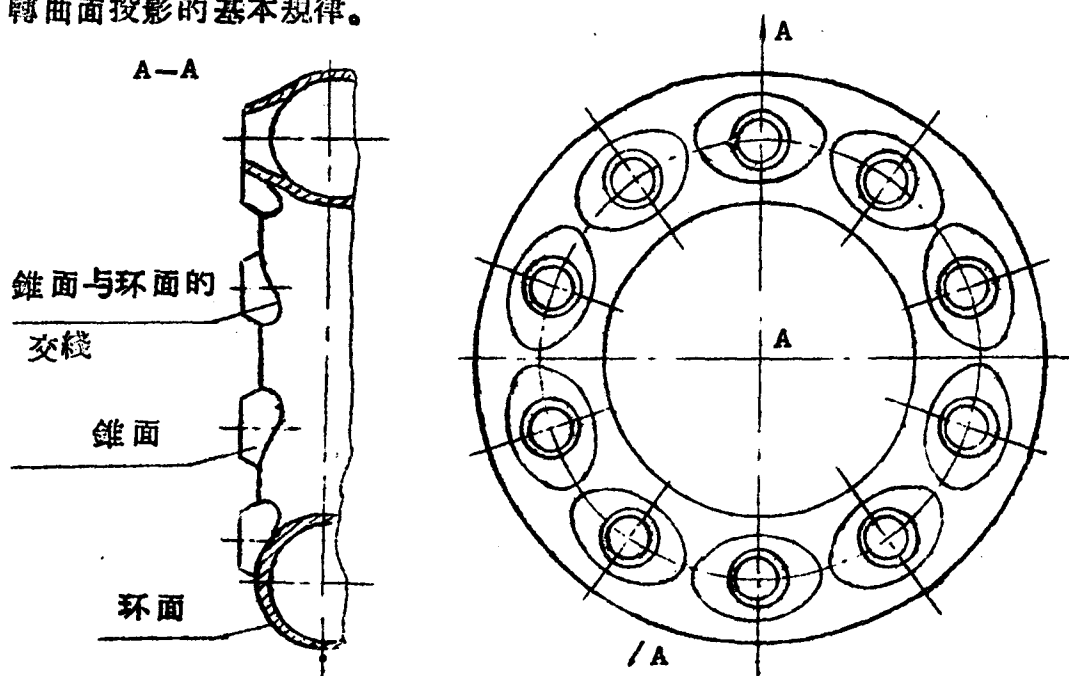


图 2—2 燃燒室轉接段之簡圖

原
书
缺
页

原
书
缺
页

图 2—1 所示为尾喷口调节片的上腹板的零件图。图 2—2 所示为燃烧室的转接段。它们的工作表面都旋转曲面。在绘制它们的零件图时，除了要表示旋转曲面本身的投影外，还要解决旋转曲面与平面相交和旋转曲面与曲面相交的投影问题。

图 2—3 所示为压气机可调叶片的结构简图。工作时，导流叶片需要绕轴线 D 旋转 β 角，我们在设计过程中就需要检查机匣内壁锥度一定时，叶片旋转 β 角后，会不会碰上机匣内壁？如果运用投影方法来检查就很方便。

图 2—4 所示为转向喷口的一种结构示意图。喷管内壁为圆柱面。在工作时，活门和导流叶片绕各自的轴线旋转，活门由垂直喷口到水平喷口的往返旋转过程中，打开和关闭的面积应是相等的，以保证总的排气面积相等。另外，活门和导流叶片在旋转过程中不允许互相碰撞。如果我们不了解旋转曲面的投影问题，要设计出满足上述要求的结构就会遇到许多困难。

§ 1 旋转曲面的形成

所谓旋转曲面就是一直线或一曲线绕一轴线旋转所走过的轨迹。为了下面叙述的方便，我们把这根直线或曲线叫做母线，这根轴线叫做旋转轴线。

下面我们来看看几种最常见旋转曲面的形成过程：

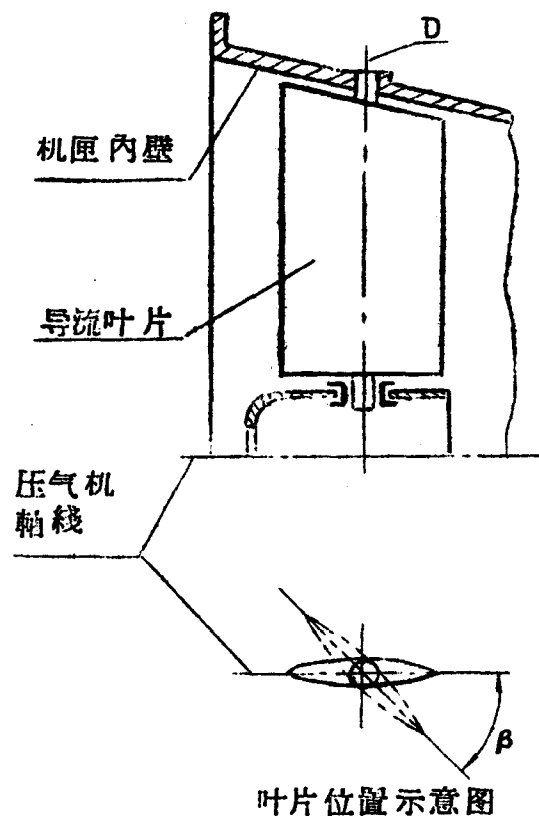


图 2—3

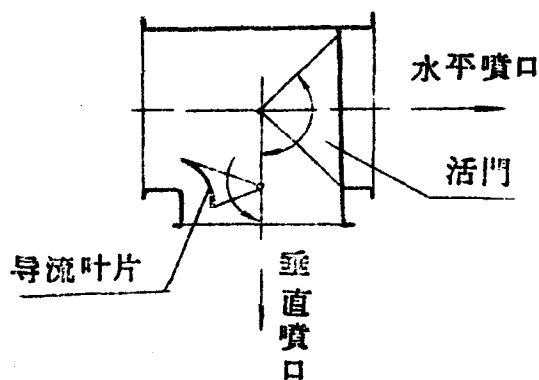


图 2—4

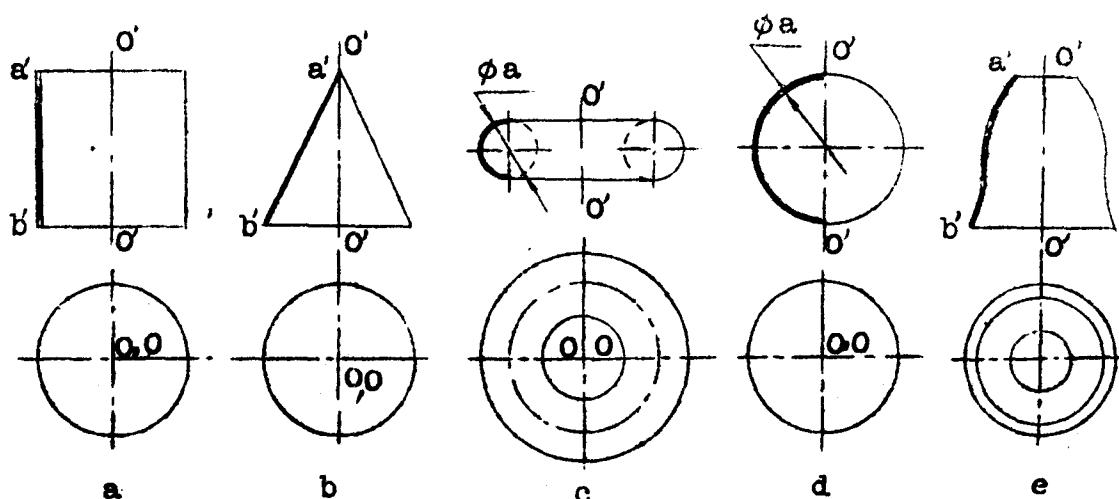


图 2—5

图 2—5a 所示为圆柱面的形成过程：直线 AB 平行于 OO' 旋转轴线，並以半径 R（即圆柱的半径）绕 OO' 轴线旋转所走过的轨迹。

图 2—5b 所示为圆锥面的形成过程：直线 AB 与旋转轴线 OO' 相交，並绕 OO' 轴线旋转所走过的轨迹。

图 2—5c 所示为圆环面的形成过程：直径为 ϕa 的圆弧绕 OO' 轴线旋转所走过的轨迹。

图 2—5d 所示为圆球面的形成过程：直径为 ϕa 的圆弧，当它的圆心在 OO' 旋转轴线上，並绕 OO' 轴线旋转所走过的轨迹。

图 2—5e 所示为曲线 AB 绕 OO' 轴线旋转所形成的一旋转曲面。

§ 2 运动分析与投影特点（参看图 2—5）

这里只分析图 2—5 所示的几种常见的简单的旋转曲面。它们有如下的特点：

1. 旋转曲面在形成过程中，母线上每一点所走过的轨迹都是一个圆周，这个圆周在垂直于旋转轴线的平面内。这一特点非常重要，它是我們分析和解决旋转曲面投影问题的最基本的依据。

2. 主视图表示出母线的性质（直线或曲线）、母线与旋转轴线的相对位置（平行、相交或同心等等）因此决定了旋转曲面的具体形状（圆柱

面、圓錐面、圓環面或圓球面等等)。

3. 俯視圖反映出了旋轉曲面的一个特点：垂直于旋轉軸綫的平面里的投影为圓。

4. 除圓柱面外，其他各旋轉曲面的投影都无“重影性”。

§ 3 旋轉曲面上的点、綫段的投影

1. 圓柱面上的点和綫段的投影

如图 2—6 所示，如果已知圓柱面上的点和綫段在主視圖或側視圖的一个投影，則可利用圓柱面的俯視圖的“重影性”求出这些点或綫段在另一視圖的投影。

例 1. 已知圓柱面上的一点 A 在主視圖的投影，求它在側視圖的投影 (A 点在前半部的圓柱面上，是可見的)。

分析：由于点 A 在圓柱面上，所以它在俯視圖上的投影一定在圓周上；又由于 A 点是可見的，所以它在俯視圖的投影一定在水平中心綫的下半个圓周上。因此从主視圖上 a' 作垂綫与俯視圖的下半个圓周相交即得点 A 在俯視圖的投影。大家知道，有了主視圖和俯視圖的投影，就很容易求出側視圖的投影了。反之，如果已知圓柱面上的点在側視圖的投影，根据同样的道理，通过俯視圖也很容易的求出它的主視圖的投影。

例 2. 已知一綫段 l 在圓柱面上，並知道它的主視圖上的投影，求它在側視圖的投影，如图 2—6 所示。

分析：綫段是由点集合而成。圓柱面上的綫段是由在圓柱面上的无数个点集合而成的。因此，求圓柱面上的綫段的投影，就是求圓柱面上这些綫段上的点的投影。将这些点的投影連接起来，就是所求綫段的投影。

作圖：(1) 在主視圖中綫段的投影上取 n 个点 1, 2, …… 5。

(2) 求出这些点在俯視圖的投影。

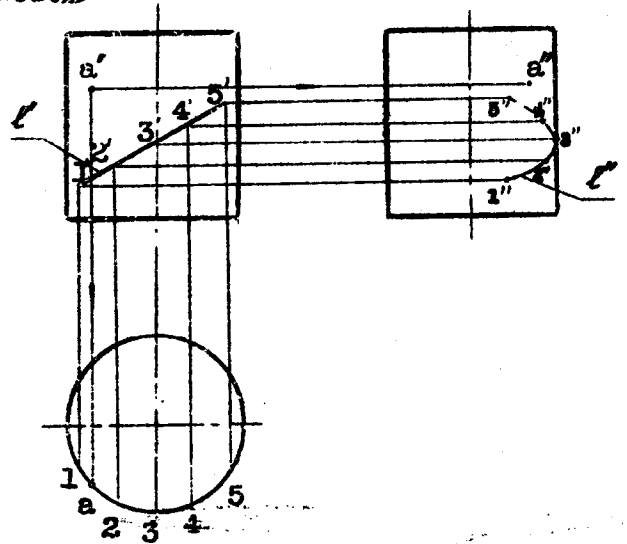


图 2—6

③ 根据这些点在主视图和俯视图的投影求出它们在侧视图的投影，並分清那些是看得見的，那些是看不見的。

④ 在侧视图上将这些点光滑的連接起来（看得見的連成实綫，看不見的連成虚綫），即得綫段 L 的侧投影。

2. 圓錐面、圓环面和圓球面等表面上的点和綫段的投影。

这些旋轉曲面的投影都无“重影性”。因此，在求这些曲面上的点或綫段的投影时就无“重影性”可利用。但是前面已經分析过，这些曲面在形成过程中，母綫上的每一个点所走过的軌迹是一个垂直于旋轉軸綫的圓周。根据这一特点，如果已知錐面上的点或綫段在任一视图上的投影，就可以求出它們在其它两个视图上的投影。

例 1. 如图 2—7 所示，已知圓錐表面上一点 A 在主视图上的投影 a' ，求它在俯视图和侧视图的投影 a 和 a'' 。

分析：由于 A 点是圓錐面上的一个点，因此我們可以把它看作是圓錐面的母綫上的一个点，在錐面的形成过程中，它所走过的軌迹是一个垂直于圓錐旋轉軸綫的圓周。这个圓周在主视图上的投影为一通过 a' 点並垂直于軸綫的直綫，长短为两外形綫之間的距离。在俯视图的投影为一个以 O 为圓心的等于实际大小的圓周， A 点在俯视图的投影 a 就在这个圓周上。这个圓周在侧视图的投影与主视图类似。

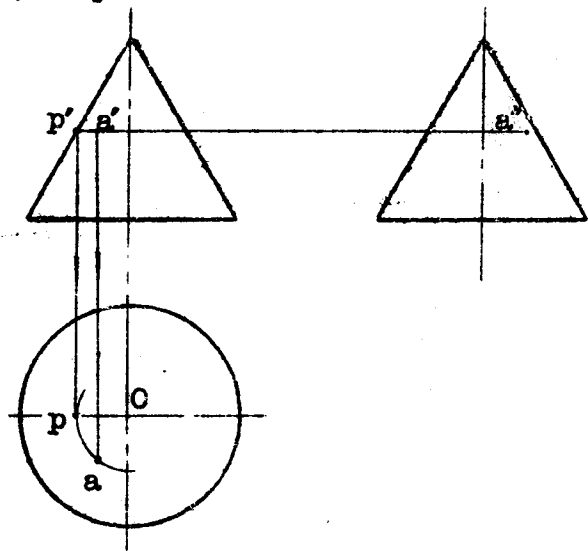


图 2—7

作图：(1) 在主视图上通过 a' 作垂直于旋轉軸綫的直綫，使它与外形綫相交于 p' 点。

(2) 在俯视图上：以 O 为圓心，以 OP 为半径画圓，从 a' 引投影綫与此圓的前半个圓周相交（因为 A 点是可見的，在圓錐面的前半部）的交点即为 A 点在俯视图的投影 a 。