

第二章 立体的视图

在设计和图示机器零件时,首先要构造它们的几何模型。此时,常把棱柱、棱锥、圆柱、圆锥、圆球和圆环等形体简单,形成也简单,在工程上又经常使用的单一几何形体称为**基本体**,将其他较复杂的形体看成由基本体组合而成的**组合体**。

本章核心内容是学习阅读和绘制组合体的三面正投影图。

§ 2.1 基本体的视图

常用的基本体可分为**平面立体**和**回转体**两类。

2.1.1 平面立体

一、棱柱

1. 棱柱的形成

如图 2-1 所示,棱柱可以由一个平面多边形沿某一不与其平行的直线移动一段距离 L (又称**拉伸**)形成。

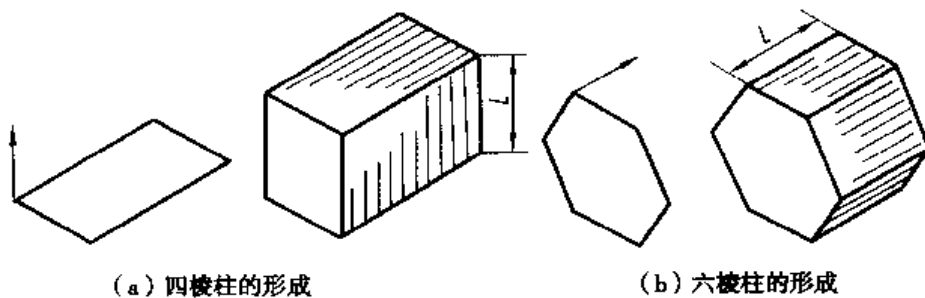


图 2-1 棱柱的形成

由原平面多边形形成的两个相互平行的面称为端面,其余各面称为侧面。相邻两侧面交线称为侧棱,各侧棱相互平行且相等。侧棱垂直于底面的称为直棱柱;侧棱与底面斜交的称为斜棱柱。

2. 棱柱三视图的形成

如图 2-2a 所示为一个不规则的五棱柱在三投影面体系中的投影情况。为画图方便,使五

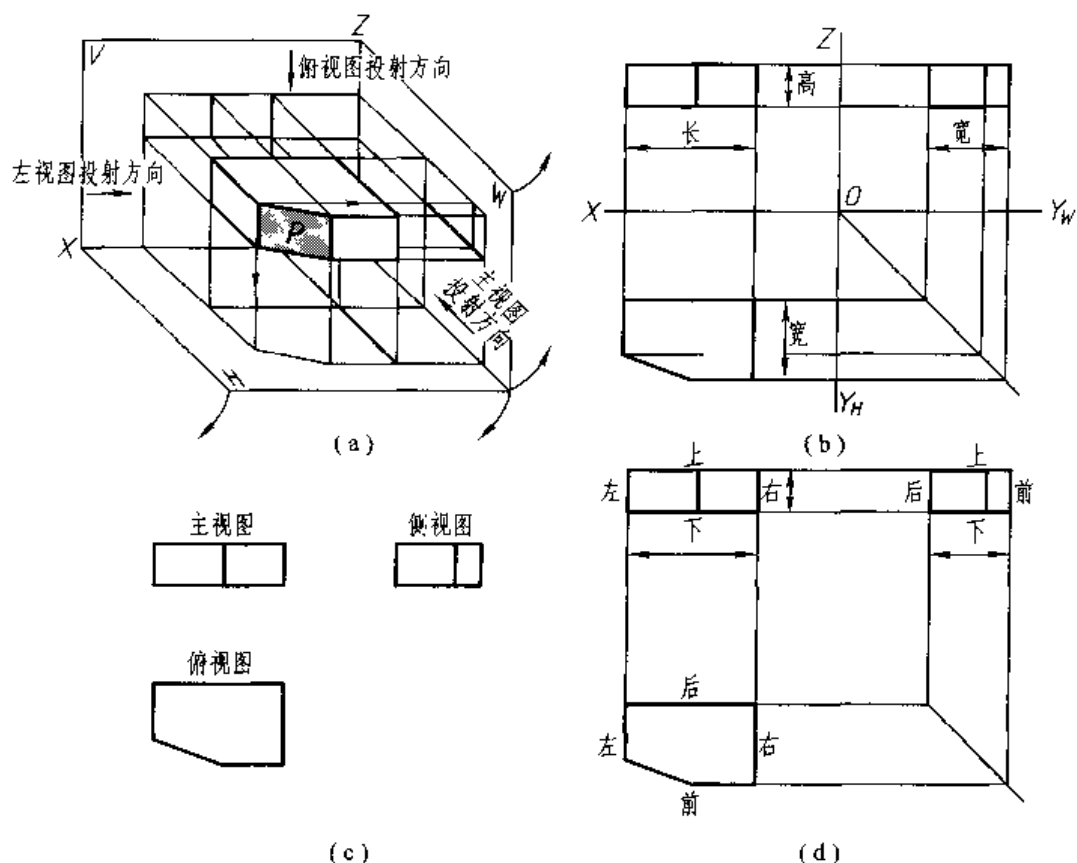


图 2-2 棱柱的三视图形成和投影关系

棱柱的上、下底面平行于 H 面,前、后侧面平行于 V 面,左、右侧面平行于 W 面。这样,体上除了 P 面为铅垂面外,其余表面均为投影面平行面。根据平面的投影特性,不难画出五棱柱的三面投影图,如图 2-2b 所示。

这种根据有关标准和规定,用多面正投影绘制出的物体的图形称为视图。由前向后投射所得的视图称为主视图,由上向下投射所得的视图称为俯视图,由左向右投射所得的视图称为左视图,这三个视图常称“三视图”。显然,它们分别就是体的正面投影、水平投影和侧面投影。

国家标准《技术制图 投影法》规定:在视图中,应用粗实线画出物体的可见轮廓。必要时,还可用细虚线画出物体的不可见轮廓。

从图 2-2a 中可以看出,体与各投影面距离的远近,不影响体的投影,为画图清晰和方便起见,在画体的视图时,不画出投影轴,如图 2-2c 所示。

3. 三视图之间的关系

(1) 度量关系 根据三视图的形成可知,不论是否画出投影轴,按照投影规律,在三视图之间应当保持下列关系:主视图与俯视图长(沿 OX 轴方向)相等,主视图与左视图高(沿 OZ 轴方向)相等,俯视图与左视图宽(沿 OY 轴方向)相等。同时,主视图与俯视图必定左右对正,主视图与左视图必定上下对齐,这种度量关系称为“三等”关系,可以用“长对正、高平齐、宽相等”九个字来概括。

上述度量关系中,俯视图与左视图“宽相等”是个难点,初学者必须对照图 2-2a 理解清楚。

(2) 方位关系 三视图中物体的方位关系如图 2-2d 所示, 特别要注意俯视图与左视图中物体的前、后的对应关系。

这种度量关系和方位关系对所有立体的整体和任一局部都是适用的, 必须牢记。

二、棱锥

1. 棱锥的形成

棱锥可以由一个平面多边形沿某一不与其平行的直线移动, 同时各边按相同比例线性缩小(或放大)而形成(称作“线性变截面拉伸”), 如图 2-3 所示。

产生棱锥的平面多边形称为底面, 其余各平面称为侧面, 侧面交线称为侧棱。棱锥的特点是所有侧棱相交于一点。

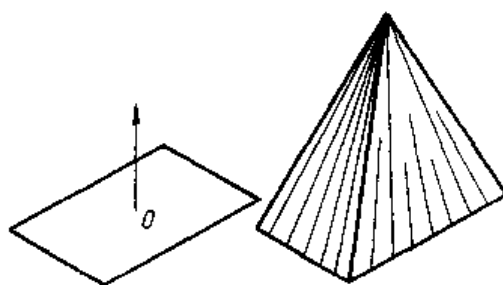


图 2-3 棱锥的形成

2. 棱锥的三视图

如图 2-4a 所示为棱锥的立体图, 如图 2-4b 所示为其三视图。三棱锥的底面 $\triangle ABC$ 平行于 H 面, 其为主视图和左视图中积聚成直线, 在俯视图中反映实形。底边 AB 为侧垂线, 所以其后侧面 $\triangle SAB$ 在左视图上积聚成直线。

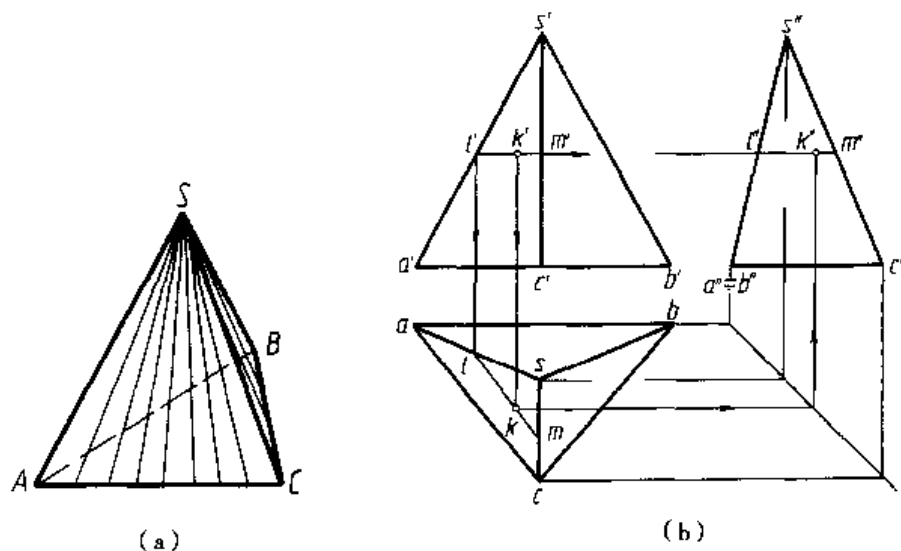


图 2-4 棱锥的三视图及其面上取点

画三棱锥三视图的步骤是先分别作出锥顶和底面的三面投影, 作侧面投影可以点 $a''(b'')$ 为基准作出, 然后用直线将锥顶和底面上三点的同面投影分别相连, 即得三棱锥的三视图。

3. 棱锥表面上取点举例

[例题] 已知三棱锥表面上一点 K 的正面投影 k' (可见), 求作 k 和 k'' (图 2-4b)。

解: 由图可知点 K 所在的棱面 SAC 为一般位置平面, 没有积聚性投影。面上取点可以通过点 K 在棱面 SAC 上作辅助线进行。图中采用的辅助线为水平线 LM , 具体作图见图自明。

2.1.2 常用的回转体

常见的回转体有圆柱、圆锥、圆球、圆环等,它们的特点是有光滑、连续的回转面,在画图和看图时,要抓住回转体的特殊本质,即回转面的形成规律和回转面的轮廓线。

一、圆柱体

1. 形成

如图 2-5a 所示,圆柱体是由圆柱面和上、下两端面(平面)所组成。圆柱面可以看成由直线 AA_1 绕与它平行的轴线 OO_1 旋转而成。运动的直线 AA_1 称为母线,圆柱面上任意一条平行于轴线 OO_1 的直线,称为圆柱面的素线。

圆柱体可看成由矩形 AOO_1A_1 绕其一边 OO_1 (轴线) 旋转而成。也可看成由一个圆平面沿着与该圆平面垂直的轴线 OO_1 拉伸而成。

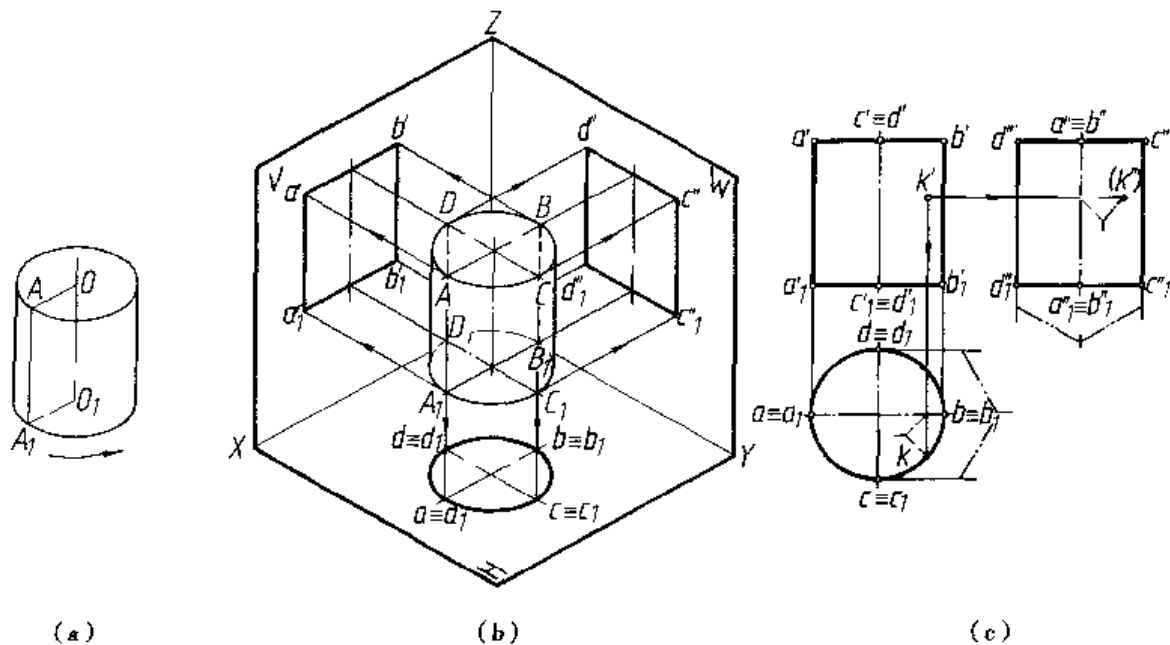


图 2-5 圆柱的三视图

2. 画法

当圆柱体的轴线垂直于水平投影面时,它的俯视图为圆,有积聚性。圆柱面上任何点和线的水平投影均积聚在这个圆上。圆柱体的主视图和左视图为相同的矩形线框。线框的上、下两边分别为圆柱体上、下端面的投影。主视图上矩形的左、右两边是圆柱面上最左、最右两条素线 AA_1 和 BB_1 的投影,左视图上矩形的左、右两边是圆柱面上最后、最前两条素线 DD_1 和 CC_1 的投影。

画图时,首先画出主、左视图上轴线的投影和俯视图上一对垂直的中心线,其次画出俯视图上的圆,最后画其余两个视图上的矩形(图 2-5c)。

3. 圆柱面的轮廓线和可见性

(1) 如图 2-5c 所示, 形成主视图时, 最左、最右的素线 AA_1 和 BB_1 的投影 $a'a'_1$ 和 $b'b'_1$ 称为圆柱面主视图轮廓线, 其在左视图上对应的投影 $a''a''_1$ 和 $b''b''_1$ 与轴线的投影相重合, 画图时不必画出。形成左视图时, 最前、最后的素线 CC_1 和 DD_1 的投影 $c''c''_1$ 和 $d''d''_1$ 称为圆柱面左视图轮廓线, 其主视图上对应的投影与轴线的投影相重合, 不必画出。

(2) 某一视图上的轮廓线是曲面在该视图上可见部分与不可见部分的分界线。

主视图轮廓线 $a'a'_1$ 和 $b'b'_1$ 是圆柱面在主视图上可见与不可见的分界线。这从俯视图上看出, 前半圆柱面在主视图上为可见, 后半圆柱面在主视图上为不可见。左视图轮廓线 $c''c''_1$ 和 $d''d''_1$ 是圆柱面在左视图上可见部分与不可见部分的分界线, 读者可自行分析。

4. 圆柱面上取点的方法

如图 2-5c 所示, 假设已知圆柱面上一点 K 的正面投影 k' (可见), 求作它的水平投影 k 和侧面投影 k'' 。由于圆柱面的水平投影有积聚性, 因此点 K 的水平投影 k 应积聚在圆上。然后, 再根据 k' 和 k 求出 k'' (在右半圆柱面上, 不可见)。

二、圆锥体

1. 形成

如图 2-6a 所示, 圆锥体由圆锥面和底平面组成。圆锥面可以看成是直线 SA 绕与其倾斜相交的轴线 OO_1 旋转而成。运动直线 SA 称为母线, 圆锥面上通过锥顶 S 的任一直线称为圆锥面的素线。

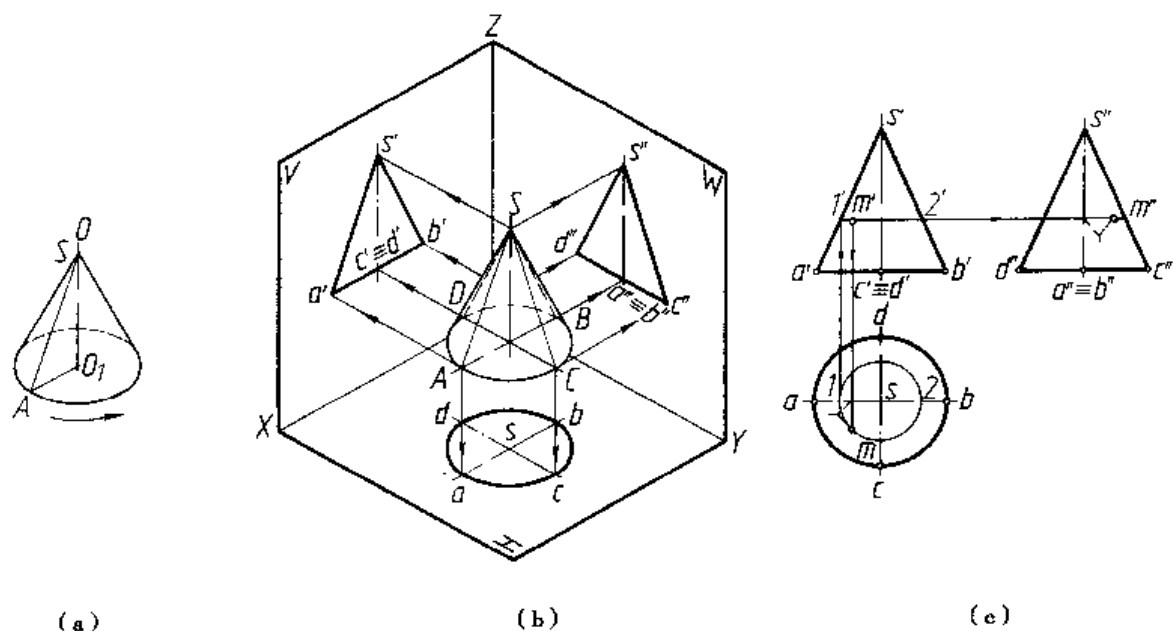


图 2-6 圆锥的三视图

圆锥体可看成由直角三角形 OAO_1 绕其直角边 OO_1 (轴线) 旋转而成, 也可看成由一个圆沿

着与该圆平面垂直的轴线 OO_1 拉伸,同时圆的直径按线性关系不断减小而形成。

2. 画法

圆锥面的三个投影都没有积聚性。当圆锥的轴线垂直于水平面时,圆锥的俯视图为一圆(也是底面圆的投影)。它的主视图和左视图为相同的等腰三角形(图 2-6c)。画圆锥时,首先画出主、左视图上轴线的投影和俯视图上一对垂直的中心线,其次画出俯视图上的圆,再根据圆锥的高度,画出其他两个视图。

3. 圆锥面的轮廓线和可见性

圆锥面的视图轮廓线和可见性的分析与圆柱面的分析方法相同,读者可参看图 2-6b、c,自行分析。

4. 圆锥面上取点的方法

如图 2-6c 所示,已知圆锥面上一点 M 的正面投影 m' (可见),求作点 M 的水平投影 m 和侧面投影 m'' 。

由于圆锥面的三个投影均没有积聚性,圆锥面上取点可通过已知点作辅助线,利用辅助线的投影进行作图。如图 2-6c 所示,过点 M 作的辅助线是一个垂直于回转轴线的圆,其正面投影积聚成直线 $1'2'$,水平投影为一个以 s 为中心、 $s1$ 为半径的圆,在该圆上即可作出 m ,利用点的投影关系再作出 m'' (可见)。

圆锥面上取点,除过已知点作辅助圆外,还可作过锥顶的辅助直线,如图 2-6a 所示的立体图上的 SA ,读者可自行作图。用辅助直线进行取点作图的方法只适用于母线为直线的曲面,而利用垂直于轴线的辅助圆进行取点作图的方法可适用于各种回转曲面。

三、圆球

1. 形成

如图 2-7a 所示,球面可以看成是一圆母线绕其直径 OO_1 旋转而成。球体可看成半圆 OMO_1 绕其直径 OO_1 (轴线)旋转而成。

2. 画法及轮廓线分析

圆球的三个视图均为圆,其直径和球的直径相同。这三个圆不是球上某一个圆的三个投影,而是从三个不同的方向投射时球的最外素线 $A、B、C$ 的投影。从图 2-7c 可看出,球的主视图轮廓线 a' 是主视图上球面可见部分与不可见部分的分界线,其对应投影 a 和 a'' 均与相应视图上的中心线重合而不必画出。其他两个视图上轮廓线圆的对应投影和可见性,请读者对照图自行分析。

3. 球面上取点的作图

如图 2-7c 所示,给出了由球面上点 N 的水平投影 n (可见)求作 n' 和 n'' 的作图过程。其作图方法也是过已知点在球面上作辅助圆。值得注意的是,过已知点可在球面上作三个不同方向的辅助圆(它们分别平行于正面、水平面和侧面)。图 2-7c 中给出的作图是利用过点 N 平行于正面的辅助圆。

图 2-8 中给出的作图是利用过点 N 的水平辅助圆。先过已知点 n 作一个以 o 为中心, on 为半径的辅助圆的水平投影,再在主视图轮廓线上定出点 $1'$,即可得到辅助圆的正面投影 $1'1'$,在其上定出点 n' ,再由 n 和 n' 作出 n'' 。由于点 N 处在球面的后半部,其正面投影 n' 为不可见,以

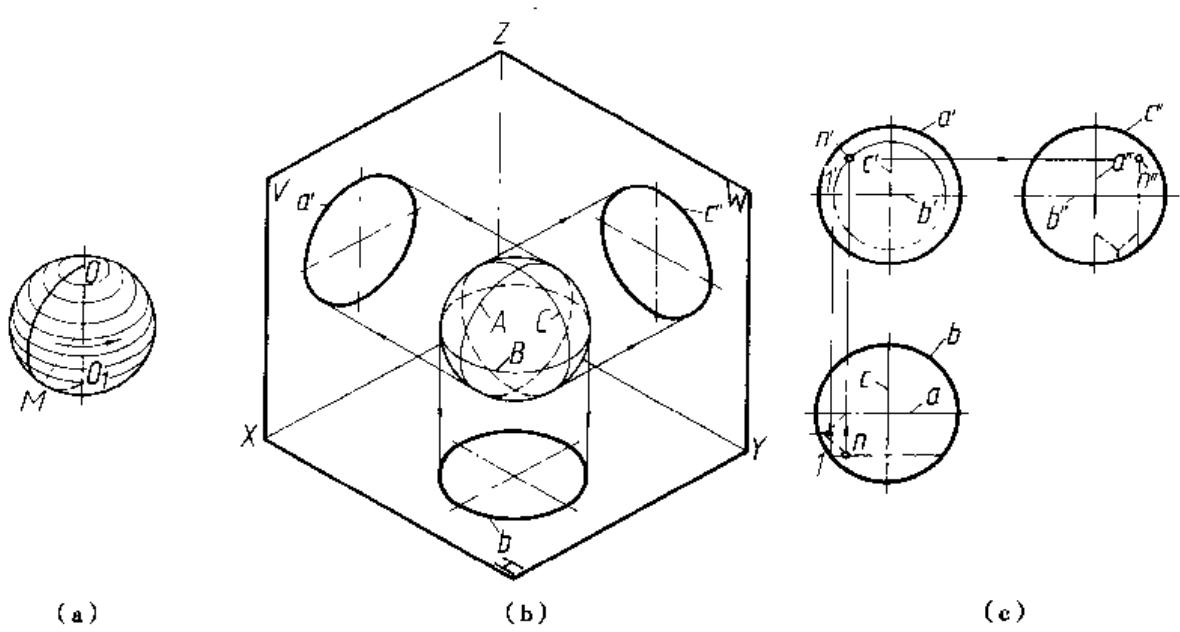


图 2-7 圆球的三视图

(n')表示。

四、圆环

1. 形成

如图 2-9a 所示,圆环可以看成是以圆为母线,绕与圆在同一平面内,但不通过圆心的轴线 OO_1 旋转而成。圆环外面的一半表面,称为外环面,由母线圆的 \widehat{ABC} 弧旋转而成;里面的一半表面,称为内环面,由母线圆的 \widehat{ADC} 弧旋转形成。

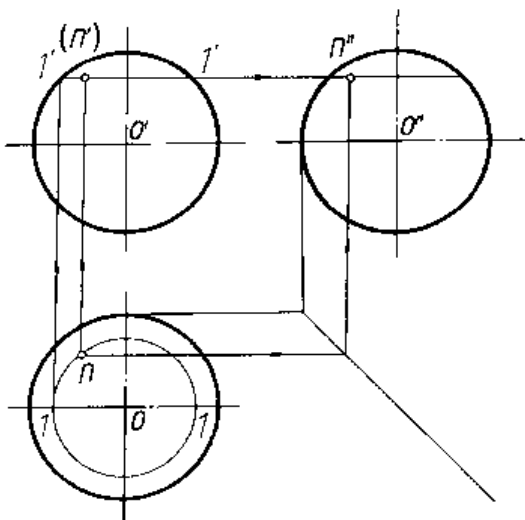


图 2-8 球面上取点

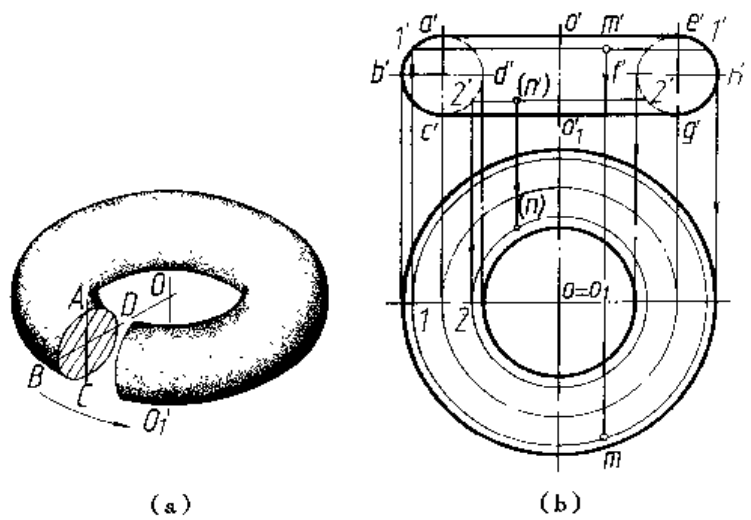


图 2-9 圆环的两视图

2. 画法及轮廓线分析

如图 2-9b 所示,圆环主视图上两个小圆是圆环最左、最右两个素线圆的正面投影,称为主视图轮廓线。由于内环面从前看为不可见,因此靠近圆环轴线投影的两个半圆画成细虚线。与两小圆上下相切的线为内、外环面分界圆(分别过点 A 和 C)的投影。在主视图上,前半个外环面为可见,内环面和后半个外环面均不可见。俯视图上的细点画线圆为母线圆中心运动轨迹的投影。两个粗实线圆分别为上、下半个环面的分界圆(分别过点 B 和 D)的投影,称为圆环俯视图轮廓线。在俯视图上,上半个环面为可见,下半个环面为不可见。

画图时,首先画出主视图上圆环轴线的投影、两小圆的中心线和俯视图上圆的中心线和细点画线圆,其次画主视图上的两个小圆和切于小圆的上、下两条切线,最后画俯视图上的两个粗实线圆。

3. 圆环面上取点的作图

如图 2-9b 所示,已知环面上点 M 的正面投影 m' (可见),求作其水平投影 m 。

由于 m' 为可见,可知点 M 在前半个外环面上。过点 M 作一个与轴线垂直的辅助圆的正面投影 $1'1'$,画出该圆的水平投影,它是一个以点 o 为中心 $o1$ 为半径的圆,在该圆上即可作出点 m 。

若已知内环面上点 N 的水平投影(n)(在下半个内环面上)求作 n' 时,可先在内环面上过点(n)作辅助圆的水平投影,它是一个以点 o 为中心 $o(n)$ 为半径的圆,再作出该圆的正面投影 $2'2'$,即可完成点 N 的正面投影的作图。由于 n' 为不可见,故标为(n')。

在机器零件上也常见到内环面,如图 2-10 所示是汽车发动机上的气门,其表面就是由半径为 R 的圆弧旋转形成的内环面。

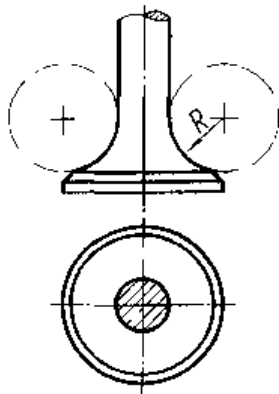


图 2-10 气门

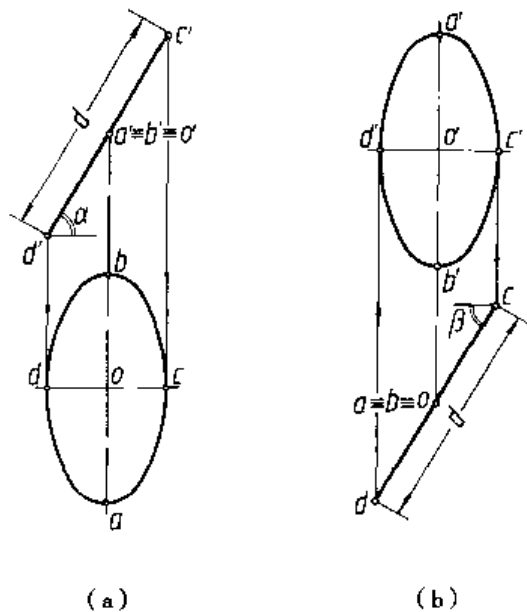


图 2-11 投影面垂直面上的圆的投影

2.1.3 轴线倾斜的圆柱和圆锥

画轴线倾斜的回转体,关键是作出与轴线相垂直的圆的投影,下面以圆柱、圆锥为例讨论轴线倾斜的回转体的画法。

一、轴线为投影面平行线(又称轴线单斜)

1. 投影面垂直面上的圆的投影

当回转体轴线为投影面平行线时,与该轴线相垂直的圆将位于投影面垂直面上。

如图 2-11a 所示为位于正垂面上的圆的水平投影的画法,其水平投影为椭圆。其作图步骤如下:

(1) 自圆的中心的正面投影 o' 向下作投影连线,在该线上量取 $oa = ob = d/2$, ab 即为圆的水平投影椭圆的长轴。

(2) 过点 o 作 ab 的垂线,在该垂线上作出与 c' 和 d' 对应的投影 c 和 d , cd 即为椭圆的短轴。

(3) 根据长、短轴,用近似作图的方法画出椭圆(参看习题集)。

如图 2-11b 所示为位于铅垂面上的圆的正面投影椭圆的画法,请读者自行分析。

2. 轴线单斜的圆柱画法

如图 2-12 所示为轴线单斜圆柱的两个视图。画此图时先画主视图,后画俯视图。画俯视图先画上、下端面两个圆的水平投影——椭圆,再作两椭圆的公切线。注意在俯视图中,下端面投影成的椭圆的左半部分是不可见的。

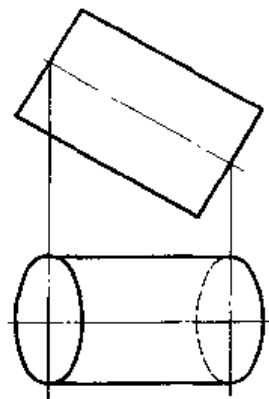


图 2-12 轴线单斜圆柱的投影

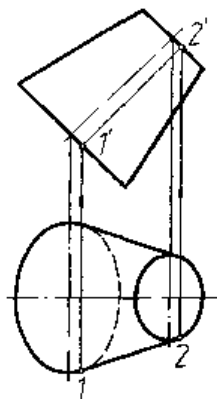


图 2-13 轴线单斜圆台的投影

3. 轴线单斜的圆台画法

如图 2-13 所示为轴线单斜圆台的两个视图。根据圆台的主视图画俯视图时,先画出上、下端面圆的水平投影——椭圆,再作两椭圆的公切线。应当注意:这时俯视图轮廓线 12 对应的正面投影并不与轴线的投影相重合,而是在 $1'2'$ 位置上。这是分析轴线单斜圆台视图轮廓线应注意的一个显著特点。在 $1'2'$ 左上方的锥面在俯视图上为可见,在 $1'2'$ 右下方的锥面在俯视图上为不可见。下端面投影成的椭圆也有一部分不可见。

* 二、轴线为一般位置线(又称轴线双斜)

1. 一般位置平面上圆的投影

一般位置平面上圆的三个投影均为椭圆。其作图关键在于找出各投影椭圆中的长、短轴方向及长度。

如图 2-14 所示,一般位置平面 $EFGH$ 上有一圆,其圆心为 O ,直径为 d 。其正面投影椭圆长轴 $p'q'$ 长度等于直径 d ,且必在正平线 OL 的正面投影 $o'l'$ 上;其水平投影椭圆长轴 ab 长度亦等于直径 d ,且必位于水平线 AB 的水平投影上。两个椭圆的短轴 $m'n'$ 和 cd 分别与长轴垂直。利用如图 2-14 所示的换面法就可以将其确定。确定长、短轴后即可画出椭圆。

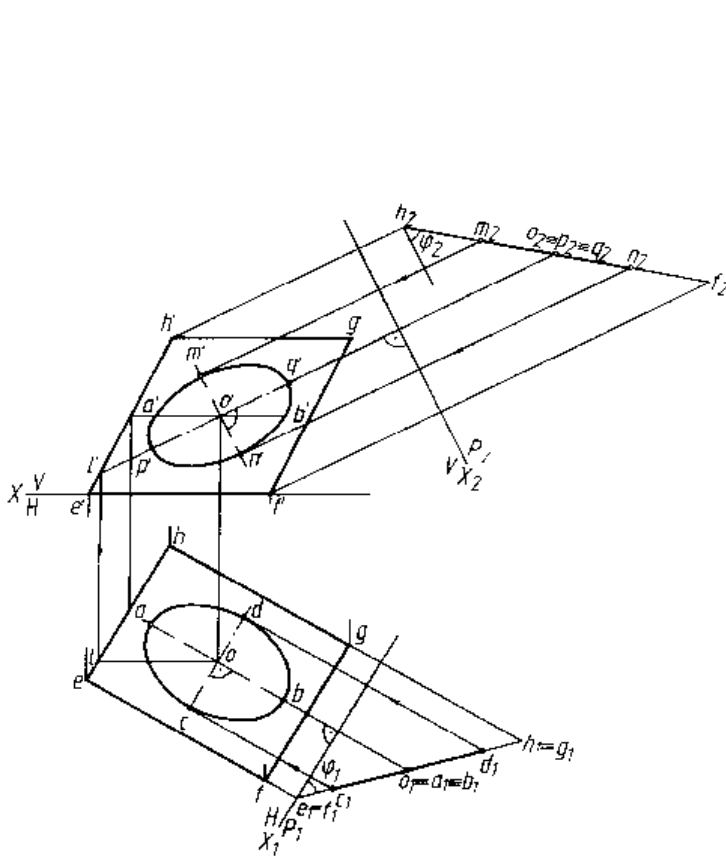


图 2-14 一般位置平面上圆的投影画法

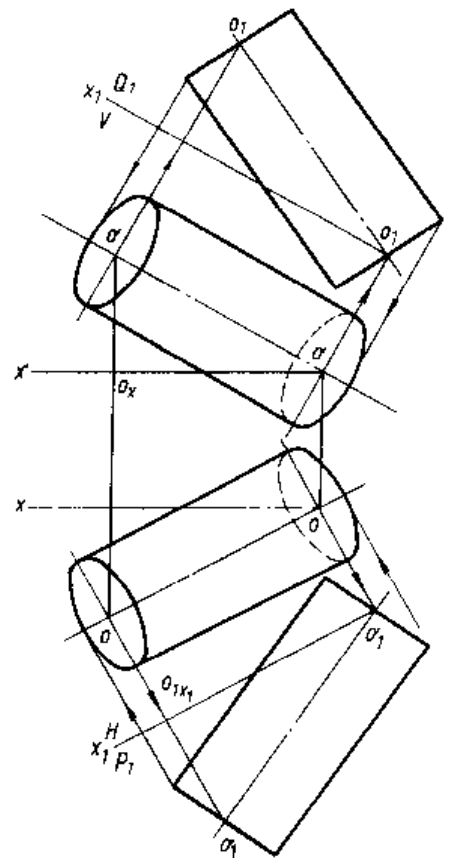


图 2-15 轴线双斜的圆柱画法

2. 轴线为一般位置线(又称轴线双斜)的圆柱和圆锥的画法

画轴线为一般位置的圆柱和圆锥可以利用投影变换,将圆柱或圆锥的轴线变换为新投影体系中的投影面平行线(单斜),在新体系中用轴线单斜的圆柱和圆锥的作图方法,即可将图作出。如图 2-15 所示为轴线双斜圆柱两个视图的画法(轴线的投影和圆柱的直径为已知条件),其作图步骤如下:

(1) 换面一次,使轴线 oo 成为新投影面 P_1 的平行线,它在新投影面 P_1 上的投影为 $o'_1o'_1$ ($o'_1o_{1x_1} = o'o_r$);

(2) 在新投影面 P_1 上,以 $o'_1o'_1$ 为轴线根据已知的直径作出圆柱的一个投影(矩形);

(3) 以 oo 为轴,参照图 2-11 的画法,反求出圆柱的水平投影。

同理,可在换面一次后的新投影面 Q_1 上,以 o_1o_1 为轴线作出圆柱的矩形投影,再以 $o'o'$ 为轴线反求出圆柱的正面投影,具体作图见图自明。

轴线双斜圆锥的画法与轴线双斜圆柱的画法相似,这里就不再详述了。

小 结

本节的学习重点是体的三等关系、常用回转体的形成、轮廓线的投影、表面上取点的方法以及轴线单斜圆柱的画法等。以上内容是进一步学习后续内容如交线、组合体等的重要基础,一定要在理解的基础上做到熟练掌握。

(1) 体的视图的三等关系是体的投影部分最重要概念之一。其中的难点是俯视图和左视图宽度相等以及它们的前后对应关系,读者务必把空间的情况想清楚,在作图时严格遵守。

(2) 圆柱面、圆锥面、球面、圆环面都是由一条母线绕轴线回转而成,区别在于各自的母线及母线与轴线相对位置不同。初学者容易把球面与环面搞混淆,前者母线圆的中心处在回转轴线上,后者则不在回转轴线上。此外在画回转体的视图时,常漏画回转轴的投影和圆的一对垂直的中心线,务必加以注意。

(3) 回转体视图上的轮廓线是回转面最外侧素线的投影,又是回转面在该视图上可见部分与不可见部分的分界线。视图轮廓线的特点是:一个视图上的轮廓线,在其他视图上对应的投影不是该视图的轮廓线,一般情况下与轴线的投影或圆的中心线相重合。读者可对照图 2-5、图 2-6、图 2-7 加以归纳并理解。

(4) 回转体表面上取点的共同方法是:过已知点的投影,在回转体的表面上作一个垂直回转轴线的辅助圆(该圆也可以理解为用辅助平面横截切出),点的投影即落在该辅助圆的投影上。在回转体表面上取点,关键是要先画出辅助圆的两个投影。根据所给已知点投影不同,有时是先画辅助圆的积聚性投影(直线),后画其反映实形的圆(图 2-6c),有对则相反(图 2-8)。在圆锥面上取点,还可利用锥面上过锥顶的辅助直线的两个投影进行作图。圆柱面上取点可直接利用它的积聚性投影。

(5) 归纳图 2-12、图 2-13、图 2-15 的作图。轴线倾斜后,圆柱、圆锥上与轴线垂直的端面圆在与之倾斜的投影面上的投影是椭圆,其长轴方向垂直于回转轴的投影,长度等于圆的直径;短轴方向与回转轴线的投影方向相一致,长度可利用该圆的积聚性投影作出。

复习检查问题

(一) 是非题

1. 体的正面投影称为主视图,水平投影称为俯视图,侧面投影称为左视图。 ()
2. 圆锥面是由一条与轴线倾斜的直线绕轴线回转而形成。 ()
3. 圆环是由一个与轴线在同一平面内、圆心不在轴线上的圆绕轴线回转而形成。 ()
4. 回转体某一视图上的轮廓线在另一视图上对应的投影有可能也是视图轮廓线。 ()

(二) 问答题

1. 体的三视图之间的三等关系是什么?为何有这种关系?

2. 回转体的视图轮廓线是指哪些线？它们的投影有何特点？
3. 回转体表面上取点作图的共同方法是什么？
4. 轴线单斜的圆柱、圆锥的投影画法怎样？它们的视图轮廓线在另一个投影上对应的投影各有何特点？

§ 2.2 基本体表面交线的画法

在机器零件上,形成零件的各基本体表面间的相交会产生不同形状交线。从几何本质上分析,这些交线的产生出于三种情况:(1)平面与平面相交,如图2-16a所示的车刀头部的交线是由四棱柱的平表面被多个平面切割(相交)面形成;(2)平面与曲面(以回转面最常见)相交,如图2-16b所示的顶尖上的交线是由两个相接的圆锥面被多个平面切割而形成;(3)两曲面(以回转面最常见)相交,如图2-16c所示的零件上的交线是由圆柱面间的相交而形成的。在工程上,以上三种情况多以平面与平面立体相交、平面与常用回转体相交和两回转体表面相交的形式表现出来。下面分别讨论这三种情况下交线的画法。

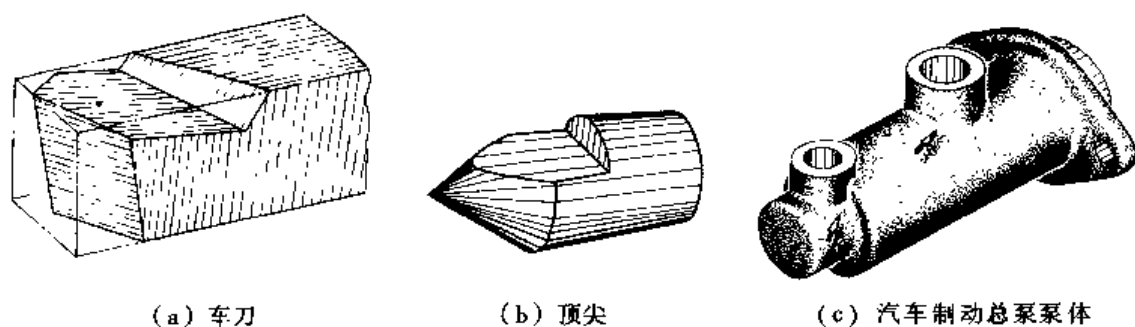


图 2-16 基本体表面交线实例

2.2.1 平面与平面立体相交

一、交线的特性

- (1) 交线是截平面与平面立体表面的共有线;
- (2) 交线是由直线围成的平面封闭多边形(图2-17e和图2-19d)。

二、交线的作法

先作出平面立体各棱线与截平面的交点,然后依次连接而成。

[例题一] 求作九棱柱被平面 P 截切后的左视图(图2-17a)。

解:(一)空间分析

截平面 P 与九棱柱的九条侧棱均相交,因此交线是一个九边形。

(二) 投影分析

由图 2-17a 可知,截平面 P 为正垂面,所以交线的正面投影为已知,积聚在 p' 上。九棱柱的九个侧棱面在俯视图上均具有积聚性,因此交线的水平投影也已知,积聚在九个侧棱面上。

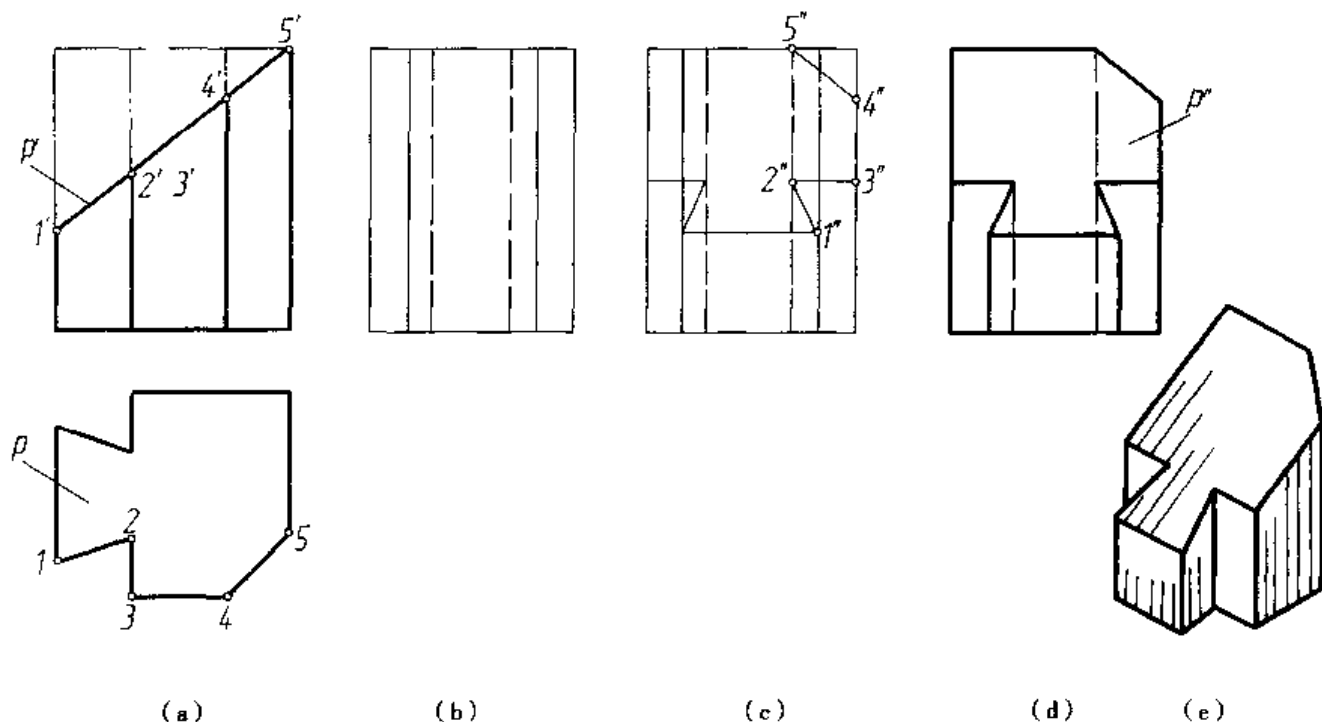


图 2-17 平面与棱柱相交的作图

(三) 作图

(i) 作出未截切的九棱柱的左视图(图 2-17b)。

(ii) 作斜截面上交线的投影。根据主视图中 p' 与各侧棱正面投影的交点 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 、 $5'$ …, 求出相应的侧面投影 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 、 $4''$ 、 $5''$ …, 并连成封闭线框(图 2-17c)。

(iii) 将截去的棱线的侧面投影擦去。

(iv) 检查、描深。

此类题主要查斜面的类似形和棱线的投影。由于交线位于正垂面上,因此其水平投影与侧面投影的形状应相类似。交线的侧面投影九边形线框中的线均为多余的线,应擦去。棱线的投影请读者自行检查(注意不要漏画不可见棱线)。作图的结果如图 2-17d 所示,图 2-17e 为其立体图。

[例题二] 完成四棱锥被正垂面 P 截切后的俯视图,并求作其左视图(图 2-18)。

解:(一) 空间和投影分析

由于截平面 P 与四棱锥的四条侧棱均相交,因此交线是四边形,其投

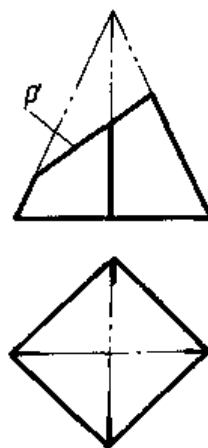


图 2-18 平面与棱锥相交

影只有正面投影为已知,积聚在 p' 上。

(二) 作图

- (i) 作出完整四棱锥的左视图(图 2-19b)。
- (ii) 作交线四边形的投影(图 2-19a、b)。

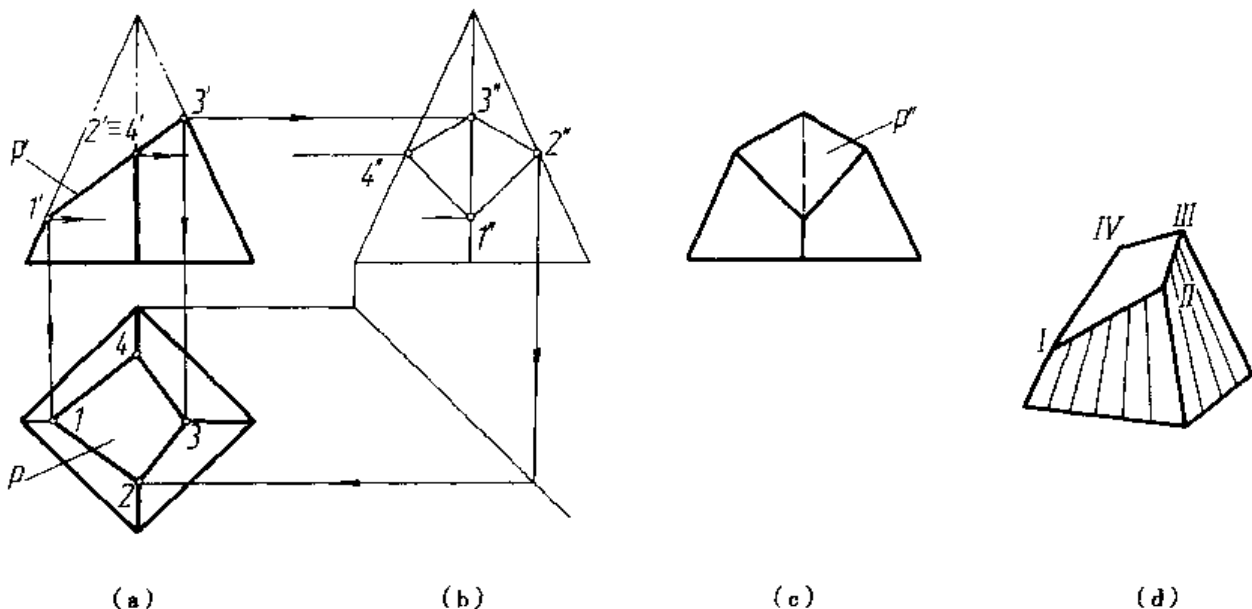


图 2-19 平面与棱锥相交的作图

在 p' 上定出交线四个顶点的正面投影 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 和 $4'$, 其对应的侧面投影 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 和 $4''$ 可直接通过两投影连线得到, 其对应的水平投影 1 、 3 也可直接通过画投影连线得到, 点 2 、 4 可通过与 $2''$ 、 $4''$ 的投影关系作出。

(iii) 检查、描深。

查侧棱的投影: 从主视图上可见, 截平面 P 以上棱线均被截去, 因此在俯视图和左视图上, 此部分棱线不应画出。左视图中的 $1''3''$ 已变为立体右侧棱的投影, 应为不可见线, 注意画成细虚线。

查斜面类似形: 面形 1234 与 $1'2'3'4'$ 的形状应相类似, 若在 1 、 3 和 2 、 4 间多线则是错误的。作图结果如图 2-19c 所示, 图 2-19d 为其立体图。

[例题三] 完成带切口的三棱锥的俯视图, 并求作其左视图(图 2-20)。

解: 切口由正垂面 P 和水平面 Q 形成。作由多个平面截体的方法是: 逐个截面分析和绘制其交线。由于其中每一个截面均未切过棱锥的全部侧表面, 这就给判断其交线的形状增加了难度, 可运用“完整表面相交法”进行分析。

所谓完整表面相交法, 就是将截平面与(侧)表面不完整的相交假想

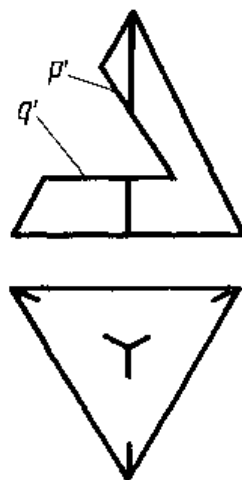


图 2-20 棱锥切口

扩大成完整(侧)表面的相交,分析其交线,然后取局部交线的分析方法。此种方法是一种很有用的分析方法,在后边的章节中也将用到。

(一) 空间和投影分析

设想将平面 Q 扩大,使其与三棱锥全部侧表面完整相交,则得到 $\triangle I II III$ (图 2-21c)。平面 Q 为水平面,正面投影有积聚性,水平投影反映实形,其三边应分别与 AB 、 BC 和 AC 平行。

由于平面 P 的存在使此截断面实际不完全。真正存在的截断面为四边形 $I II VII IV$ (三角形 $I II III$ 被截去一角),直线 $IV VII$ 为平面 P 与平面 Q 的交线。

平面 P 与三棱锥的截断面也可用同样的方法分析。假想扩大平面 P 与三棱锥的三条侧棱全部相交,截断面为三角形,实际此三角形被平面 Q 截去一角,因此平面 P 与三棱锥的截断面也为四边形 ($IV V VI VII$),其正面投影积聚在 p' 上。

(二) 作图(图 2-21a)

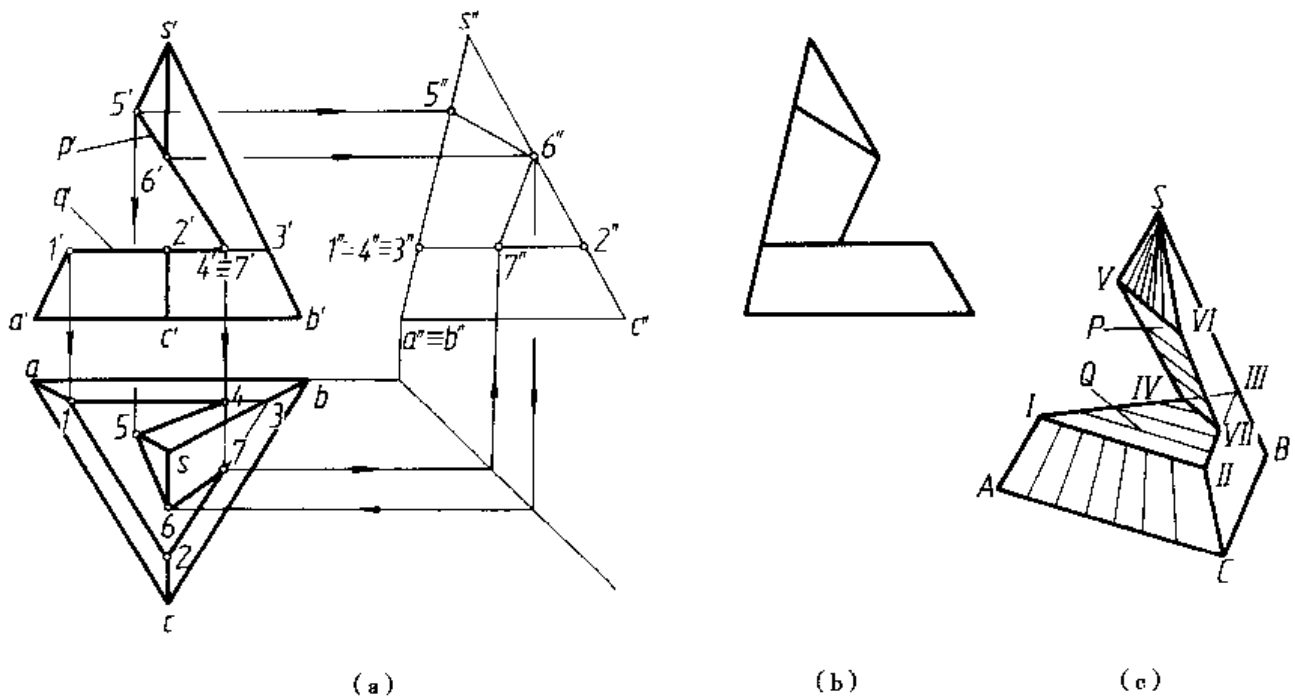


图 2-21 带切口棱锥的作图

(i) 作完整三棱锥的左视图,注意由于 AB 为侧垂线,所以平面 SAB 为侧垂面,在左视图中积聚成直线。

(ii) 作平面 Q 与三棱锥的完整交线,得 I' 、 $2'$ 、 $3'$ 和 $\triangle I23$ 。

(iii) 求平面 P 与 Q 的交线。因平面 P 、 Q 均为正垂面,故其交线为正垂线,正面投影有积聚性 ($7'4'$)。此线将 $\triangle I23$ 截成四边形 $I274$,得实际截断面。

(iv) 作截平面 P 的交线,由主视图可得 $5'$ 和 $6'$,进面可得 $5''$ 、 $6''$ 和 5 、 6 ,将 4 、 5 、 6 、 7 连成封闭图形。

(v) 检查、描深。

查侧棱的投影:由主视图可见,棱线 SA 和 SC 是中断的,因此在俯视图上,点 1 与 5 之间和点 2 与 6 之间不应有线。在左视图上,点 $2''$ 与 $6''$ 之间不应有线,而点 $1''$ 与 $5''$ 之间的线是平面 SAB 的积聚性投影。

查斜面的类似形:正垂面 P 的水平投影和侧面投影的形状应相类似。在 $4''5''6''7''$ 的面形中出现其他的线均是错误的。

作图结果如图 2-21b 所示。

[例题四] 已知三棱锥被四棱柱孔前后贯穿后的主视图,试完成其俯视图并作左视图(图 2-22)

解:(一) 分析

由图 2-22 可知,由于棱柱孔的四条棱线均穿过三棱锥,两体的表面为全贯,其交线为两条封闭折线。前面一条为封闭的空间折线,是四棱柱孔与三棱锥表面 SAB 和 SBC 相交所产生(图 2-23c);后面一条是平面封闭折线,为四棱柱孔与棱面 SAC 相交所产生。由于四棱柱孔的棱面分别是水平面或侧平面,所以交线的各个线段分别为水平线或侧平线。它们的正面投影均为已知,积聚在四棱柱孔的四个棱面的正面投影上。

(二) 作图(图 2-23a)

(i) 作出三棱锥与四棱柱孔的侧投影。

(ii) 作四棱柱孔各棱面与三棱锥各棱面的交线。

先求四棱柱孔的两水平面与三棱锥各棱面的交线。设想将这两个棱面扩大为平面 P 和 Q ,则它们与三棱锥的交线分别为两个与棱锥底面相似的三角形。三角形的顶点是三棱锥的三条棱线 SA 、 SB 、 SC 分别与平面 P 、 Q 的交点,如图 2-23a 水平投影所示。实际的交线只是这两个三角形中间的部分。

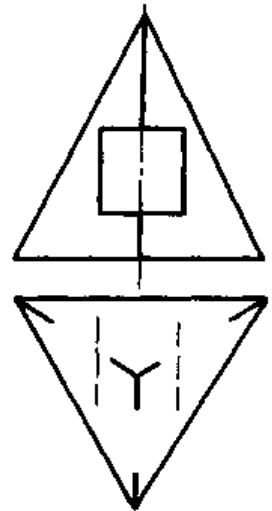


图 2-22 三棱锥与四棱柱孔相交

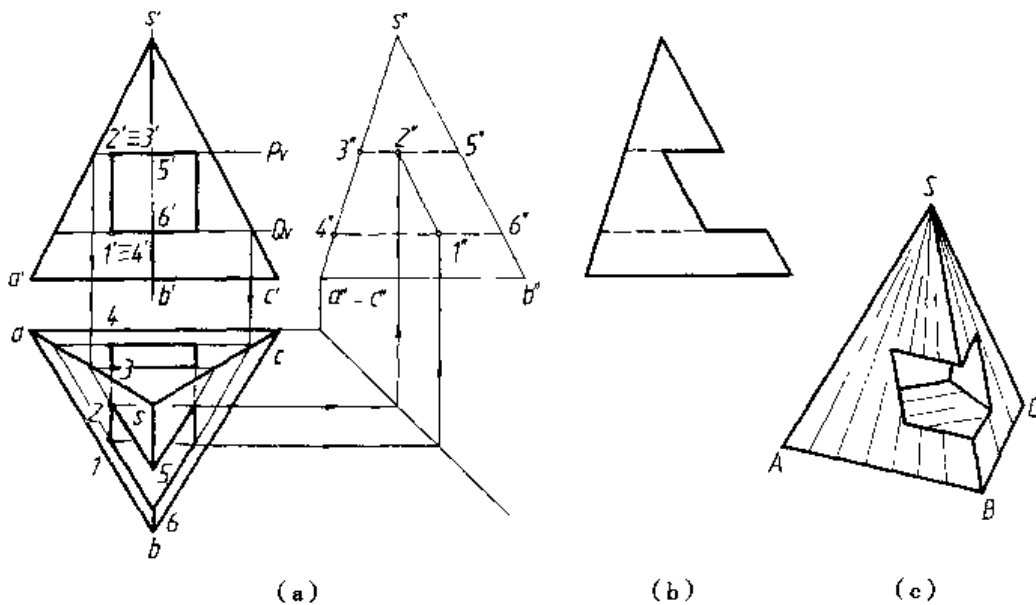


图 2-23 三棱柱与四棱柱孔相交的作图

四棱柱孔左边的侧平面与三棱锥的 SAB 和 SAC 棱面分别交于直线 $I II$ 和 $III IV$ 。右边的侧平面与三棱锥的 SBC 和 SAC 棱面相交的情形与左边侧平面的相同,请读者自行分析。

交点 $3', 4'$ 对应的侧面投影 $3'', 4''$ 积聚在 SAC 棱面的侧面投影上,交点 $5'', 6''$ 位在棱线 $s''b''$ 上,交点 $1'', 2''$ 由点的投影关系作出。注意:交线 $1''2''$ 应与 $s''b''$ 平行。

(iii) 检查。

上要查各棱线的投影。从主视图上可知,三棱锥的棱线 SB 被四棱柱孔切断,因此在俯、左视图上 sb 和 $s''b''$ 均应中断。另外,四棱柱孔的四条棱线在三棱锥的体内部分为不可见,均应画成细虚线。

所补全的俯视图如图 2-23a 所示,正确的左视图如图 2-23b 所示。

图 2-24 为四棱柱与三棱锥相交后的作图。显然,只要四棱柱的正截面(与棱线垂直的截面)以及两体间的相对位置与上例相同,则其交线的形状、大小及其画法与上例也是相同的。所不同的是四棱柱与三棱锥只是在前面相交,没有穿过三棱锥,因此后面不产生交线,另外有一部分交线为不可见。

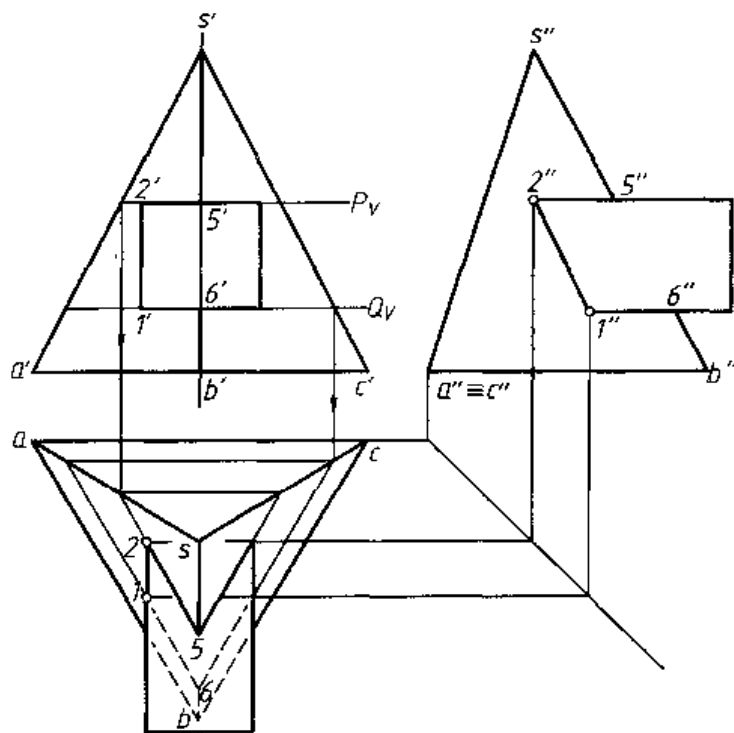


图 2-24 四棱柱与三棱柱相交的作图

2.2.2 平面与常用回转体相交

一、交线的特性和作图方法

平面与常用回转体相交时,平面可能只与其回转面相交,也可能既与其回转面相交,又与其平面(端面)相交。平面与回转体上平面的交线自然为直线,不必讨论。下面重点讨论平面与回转体上回转面的交线。

1. 特性

平面与回转面的交线是平面曲线(特殊情况下为直线)。它是截平面与回转面的共有线。

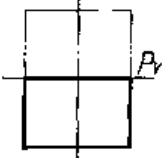
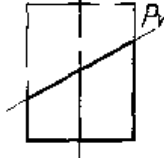

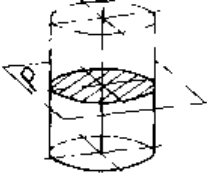
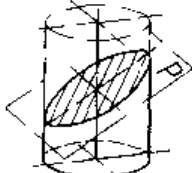
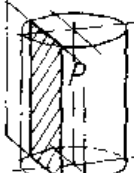
2. 作图方法

若交线为非圆曲线,则先作出交线上的特殊点,再作出其上若干个一般点(也称中间点),然后将这些共有点连成光滑曲线(尖点处例外)。所谓特殊点,是指交线上确定其大小和范围的最高、最低、最左、最右、最前、最后点,投影上交线的虚实分界点,椭圆长、短轴的端点,以及抛物线、双曲线的顶点等。这些特殊点的投影绝大多数位于回转体的视图轮廓线上。

二、平面与圆柱面相交

平面与圆柱面相交时,根据平面对圆柱轴线的位置不同,其交线有三种情形——圆、椭圆或两平行直线(表 2-1)。从表 2-1 中看出:交线是圆柱面和截平面 P 的共有线,它既在截平面上,又在圆柱表面上。

表 2-1 平面与圆柱面相交的各种情形

截面位置			
	与轴线垂直	与轴线倾斜	与轴线平行
空间形状			
交线名称	圆	椭圆	两平行直线

[例题一] 圆柱面被正垂面 P 所截,已知它的主视图和俯视图,求作左视图(图 2-25)

解:(一) 空间与投影分析

截平面 P 与圆柱轴线斜交,所得的交线是一个椭圆。由于正垂面 P 的正面投影具有积聚性,因此椭圆的正面投影 $a'b'$ 与截平面的正面投影 p' 重合。椭圆的水平投影积聚在圆柱的水平投影圆上。

(二) 作图

(i) 作出完整圆柱的左视图。

(ii) 作出特殊点的投影。

从图 2-25 中的立体图可知,点 A 、 B 、 C 、 D 为特殊点,它们不仅是交线上的极限位置点,也是椭圆长短轴的端点。点 a' 、 b' 位于圆柱正面投影轮廓线上,点 c' 、 d' 位于 $a'b'$ 的中点处并重合为一点 $c' \equiv d'$ 。它们对应的水平投影 a 、 b 、 c 、 d 都位于圆上。 a'' 、 b'' 、 c'' 、 d'' 可直接通过投影得到,其中点 c'' 、 d'' 位于圆柱左视图轮廓线上。

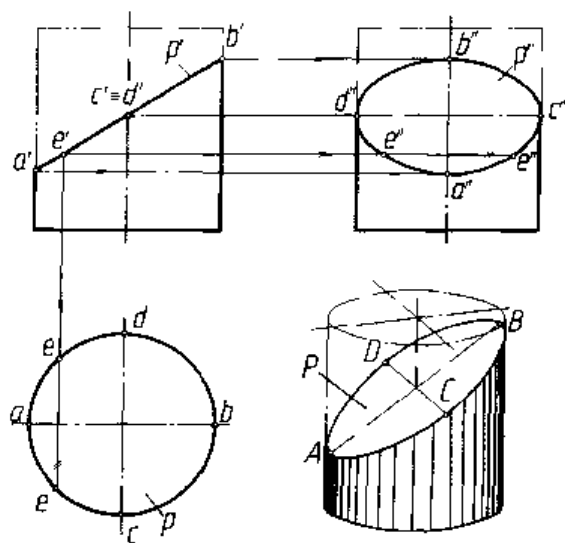


图 2-25 平面与圆柱相交的作图

(iii) 作出必要的一般点。

在交线的已知投影上定出一般点的投影,例如点 e' 。在水平投影圆上作出点 e ,再由 e' 、 e 作出 e'' 。用同样的方法可在点 c' 、 b' 之间再作出一般点,此处不再重复。

(iv) 连线、检查后描深。

在左视图上依次光滑地连接各点。

检查主要查面形和视图轮廓线。平面 P 为正垂面,其交线的水平投影 p 和侧面投影 p'' 的形状应相类似,若交线的侧面投影不封闭、椭圆中多画了线均可从查斜面投影的类似性中查出。由主视图上可知,圆柱的侧面投影轮廓线在 c'' 和 d'' 以上是不存在的,并在 c'' 和 d'' 处与椭圆相切。

从图上不难看出,当平面 P 与侧面的夹角为 45° 时,交线的侧面投影将是一个圆。

[例题二] 已知圆柱开一方槽后的主视图和左视图,求作其俯视图(图 2-26a)。

解:作被两个或两个以上平面截切的回转体投影图的方法也是逐个截面分析和绘制其交线。对每个截面的交线形状,也可采用完整(侧)表面相交法进行分析。

(一) 空间和投影分析

从图中可看出:方槽口是由两个与轴线平行的平面 P 、 Q 和一个与轴线垂直的平面 T 切出的。前者与圆柱面的交线是直线,后者与圆柱面的交线是圆弧。由于该体前后对称,下面只讨论前半部分的交线及其画法。

平面 P 是水平面,它的正面投影 p' 有积聚性,所以交线 AB 的正面投影 $a'b'$ 与 p' 重合(图 2-26b)。同时,由于圆柱的轴线垂直于侧面,它的侧面投影——圆也有积聚性,所以交线 AB 的侧面投影积聚成圆上的一个点 $a''=b''$ 。平面 Q 的情况与 P 相同,读者可自行分析它的交线。

因为平面 T 是侧平面,它的正面投影 t' 有积聚性,所以交线 \widehat{BEF} 的正面投影 $b'e'f'$ 与 t' 重合,而它的侧面投影 $\widehat{b''e''f''}$ 与圆柱面的侧面投影——圆重合。

(二) 作图

先画出整个圆柱的俯视图,然后再按投影的对应关系,画出交线的水平投影。根据 $a'b'$ 、 $a''b''$

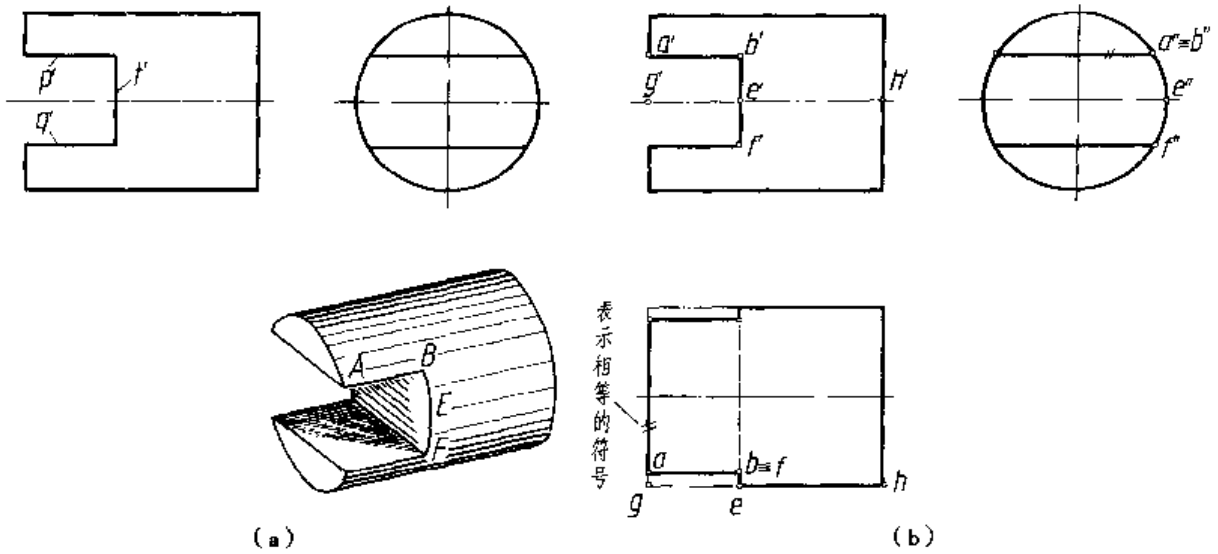


图 2-26 带切口圆柱的作图

画出线段 ab 。根据 $b'e'f'$ 和 $b''e''f''$ 画出线段 bef 。

在作图时,应该特别注意视图轮廓线。与圆柱的水平投影轮廓线 gh 对应的正面投影 $g'h'$ 与轴线的投影重合。而 $g'h'$ 的 $g'e'$ 段被切掉了,所以 gh 也相应地应该断开一段,即点 g 和 e 之间的一段轮廓线是没有的。

如图 2-27 所示为四棱柱与圆柱相交后的作图。只要四棱柱的正截面与上例方槽的形状、大小相同,与圆柱的相对位置也相同,则两体交线的形状、大小和画法与上例也完全相同,因为这些交线也分别是四棱柱上两个与圆柱轴线平行和一个与圆柱轴线垂直的平面与圆柱面相交的结果。

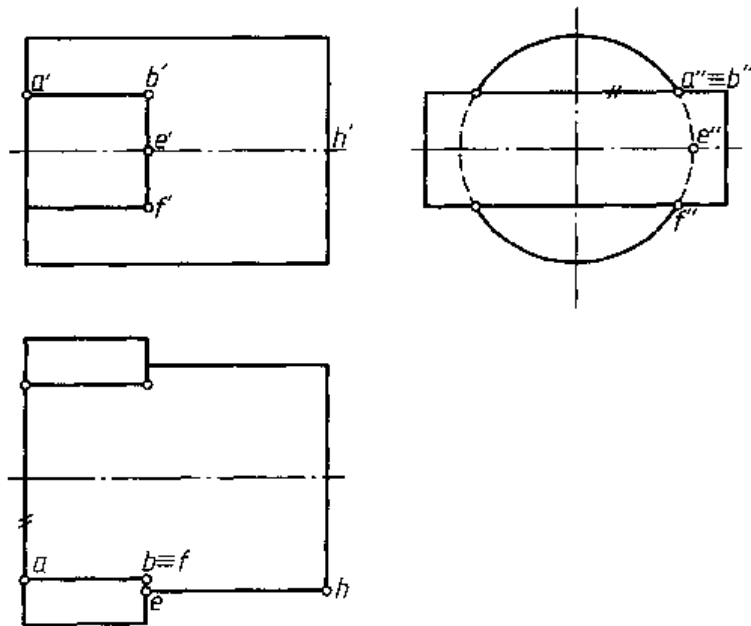


图 2-27 四棱柱与圆柱相交的作图

如图 2-28 所示为圆筒开一方槽后的三视图。方槽与圆柱外表面的交线在图 2-26 中已分析

过。方槽与圆柱孔也产生交线(见图 2-28 右下角立体图上的直角线 C_1F_1)和圆弧 $F_1E_1B_1$ (B_1 未标出为与 F_1 上下对称的点),其交线的分析和作图方法与外表面的(图 2-26)完全相同,图中只标出了平面 Q 和 T 与内圆柱孔交线的投影,请读者对照立体图和图 2-26 的外交线自行分析。

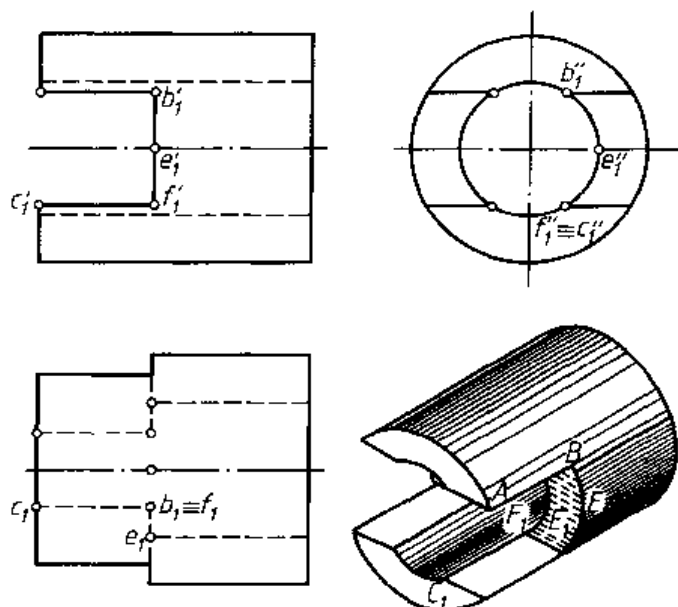


图 2-28 圆筒开方槽后的作图

【例题三】 一个圆柱被两个正垂面 P 、 Q 和一个正平面 R 截切,试完成主视图并作俯视图(图 2-29a)。

解:逐个截面分析并画其交线。

(一) 分析并画正垂面 P 、 Q 与圆柱的交线

正垂面 P 与圆柱轴线倾斜,它与圆柱完整侧表面相交的交线为椭圆,而实际上由于平面 P 只截切了半个圆柱面,所以只有半个椭圆 ACB (图 2-29b),作图时先作出特殊点的水平投影 a 、 b 和 c 点,再找必要的中间点(如 d)即可。平面 Q 的交线也为半个椭圆,俯视图上与 acb 重影。左视图上不要遗漏 P 与 Q 的交线的投影 $a''b''$ 。

(二) 分析并画正平面 R 与圆柱的交线

正平面 R 与圆柱侧表面的交线为两条平行的直线,图 2-29c 中只标出其中的一条线 EF 。注意 e' 是直线 $e'f'$ 与 p' 的交点,其对应的水平投影 e 必落在平面 P 的交线椭圆上。

作图的结果如图 2-29c 所示。注意平面 P 为正垂面,其水平投影 p 与侧面投影 p'' 的形状应相类似。

若读者对该截切体的空间情况比较清楚,则可先作平面 R 的交线,再由点 e' 定出 e ,最后作出平面 P 的交线——椭圆弧。

三、平面与圆锥面相交

根据截平面对圆锥轴线的位置不同,交线有五种情况——圆、椭圆、抛物线、双曲线和两相交直线(表 2-2)。

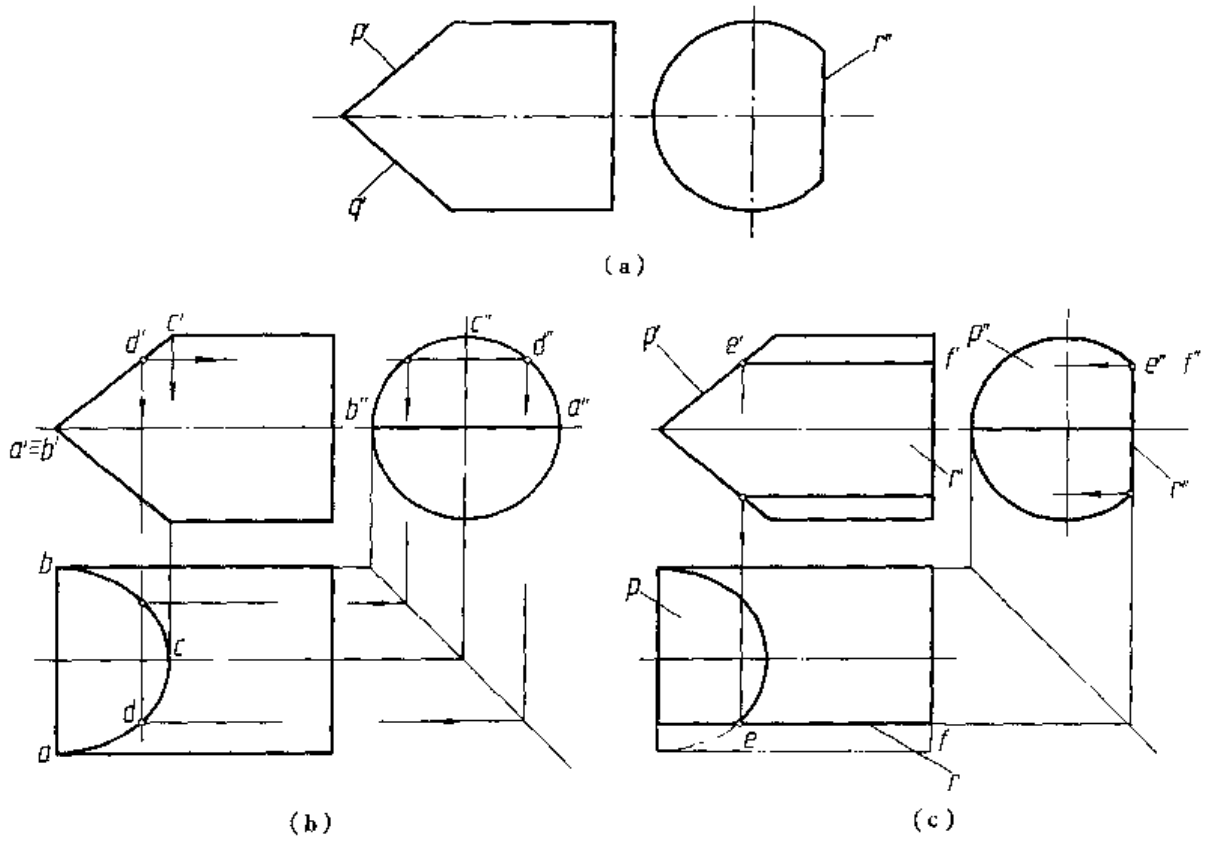


图 2-29 多个平面截切圆柱的作图

表 2-2 平面与圆锥面相交的各种情况

截平面位置	<p>与轴线垂直 $\theta = 90^\circ$</p>	<p>与轴线倾斜 $\theta > \alpha$</p>	<p>与一条素线平行 $\theta = \alpha$</p>	<p>与轴线平行或 $\theta < \alpha$</p>	<p>过锥顶</p>
空间形状					
交线名称	圆	椭圆	抛物线	双曲线	两相交直线

[例题四] 圆锥被正垂面 P 所截, 求作其俯视图和左视图(图 2-30)。

解:(一) 分析

从所给情况分析, 交线是一个椭圆, 它的正面投影积聚成一直线, 而其水平投影和侧面投影仍为椭圆。在作图时, 应当先找出椭圆长、短轴的端点和视图轮廓线上的点, 再适当地作一些一般点, 然后把它们用曲线光滑地连接起来即可。

(二) 作图

(i) 作出完整圆锥的俯视图和左视图。

(ii) 作出特殊点和一般点的投影。

从立体图可看出: 空间椭圆的长轴 AB 和短轴 CD 互相垂直平分。 A 、 B 两点的正面投影 a' 、 b' 位于圆锥的正面投影的轮廓线上, 其相应的水平投影为 a 、 b 。 C 、 D 两点的正面投影位于 $a'b'$ 的中点处, 并重合为一点 $c' \equiv d'$ 。为了找出它们的水平投影, 需要利用在圆锥表面上取点的方法, 经过 $c' \equiv d'$ 在锥面上作一个水平的辅助圆, 画出这个圆的水平投影, 则点 c 、 d 就位于这个圆上。

点 E 、 F 为圆锥面上最前、最后两条素线上的特殊点, 其正面投影 $e' \equiv f'$ 位于 $a'b'$ 和轴线投影的相交处, 侧面投影 e'' 、 f'' 位于圆锥左视图轮廓线上, 水平投影 e 、 f 可利用点的投影关系作出。

一般点的作法与点 c 、 d 的作法相同, 此处略。

在检查时, 特别要检查某视图轮廓线及与其对应的另两个投影。从主视图上可见, 圆锥左视图轮廓线在主视图上对应的投影在 $e' \equiv f'$ 以上被平面 P 截去, 因此在左视图上, 点 e'' 和 f'' 以上轮廓线是不存在的, 而且这两条左视图轮廓线在点 e'' 和 f'' 处分别与椭圆相切。

[例题五] 圆锥被正垂面 P 所截, 求作交线的投影(图 2-31)。

解: 因为平面 P 与圆锥的轴线平行, 所以交线为双曲线的一叶。其水平投影积聚在平面 P 的水平投影 p 上, 交线上的最低点 A 和 B 的水平投影 a 、 b 位于 p 与圆锥底圆的水平投影的相交处。在圆锥底圆的正面投影上定出点 a' 和 b' 。最高点 E 的水平投影 e 位于 ab 的中点。其正面投影 e' 可用锥面上取点的方法(辅助圆法)作出。为此, 以 s 为中心、以 se 为半径作一辅助圆。找出该圆对应的正面投影(积聚成一条水平线), e' 的位置即可确定(还可用什么方法确定? 若有圆锥截切后的左视图, 点 e' 又如何作?)

一般点 C 和 D 的投影 c' 和 d' 的求法和 e' 的求法相同, 读者见图自明。

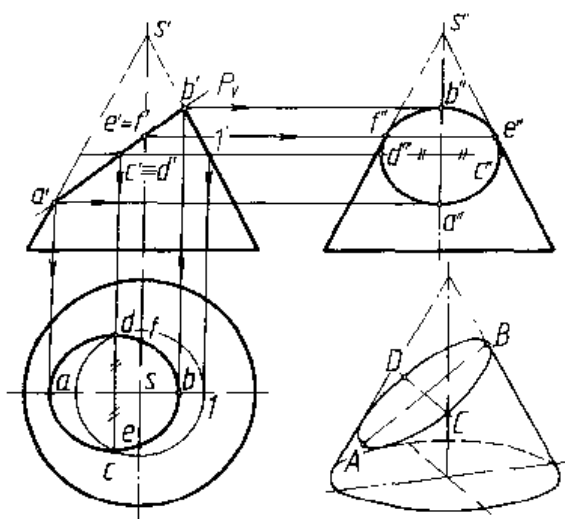


图 2-30 平面与圆锥相交的作图(一)

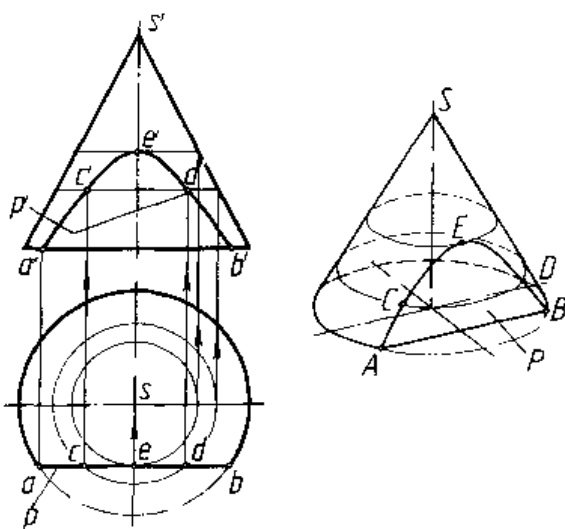


图 2-31 平面与圆锥相交的作图(二)

四、平面与其他回转体表面相交

回转体除圆柱、圆锥外,还有圆球、圆环以及它们组合而成的组合回转体,下面分别讨论。

1. 平面与圆球相交

平面与圆球的交线为圆。由于截平面相对投影面的位置不同,交线的投影也不同。当截平面垂直、倾斜、平行于投影面时,交线在该投影面上的投影分别为直线、椭圆和圆。

【例题六】 求被 P 、 Q 两平面截切后的圆球的俯视图和左视图(图 2-32a)。

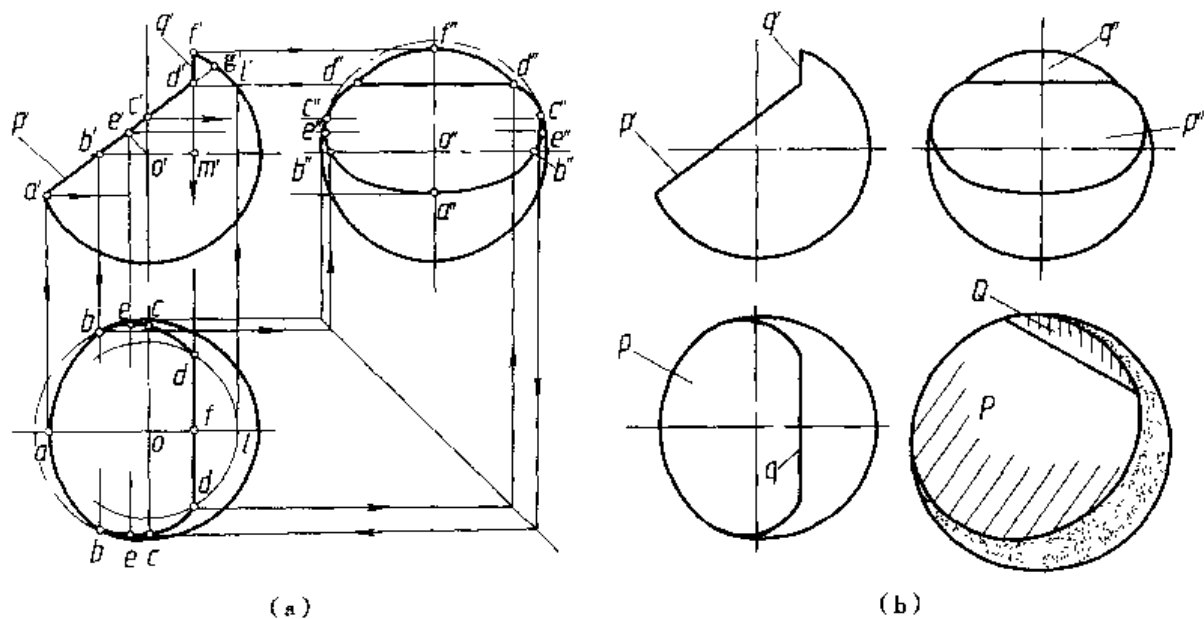


图 2-32 平面与圆球相交的作图

解:(一) 分析

由图中看出,平面 P 为正垂面,平面 Q 为侧平面。两截平面与球面的交线均为圆弧。平面 P 与球面的交线的正面投影积聚在 p' 上,其水平投影和侧面投影均为椭圆弧。平面 Q 与球面的交线的正面投影积聚在 q' 上,其水平投影积聚成直线,侧面投影为反映实形的一段圆弧。

(二) 作图

(i) 作完整圆球的俯、左视图。

(ii) 作平面 P 与球面的交线(由于交线前后对称,只讨论前半段椭圆弧的作图)。

点 a' 、 b' 、 c' 、 d' 、 e' 为交线上特殊点的投影。其中 a' 位于主视图轮廓线上, b' 和 c' 分别为球的俯视图和左视图轮廓线上点对应的正面投影,它们的水平投影和侧面投影有的可直接投影得到,有的可用点的投影关系作出(读者自行分析)。其中 b 、 b 和 c'' 、 c'' 分别位于俯视图和左视图的轮廓线上。 d' 是两条交线交点的投影,其对应的水平投影 d 可用球面上取点的方法作出,再由 d' 、 d 作出 d'' 。点 e' 为 $a'g'$ 的中点,也是俯、左视图上椭圆长轴端点对应的投影,点 e 和 e'' 的作法与点 d 和 d'' 的作法相同。

在 a' 和 b' 之间的适当位置可定出一般点的正面投影,与其对应的水平投影和侧面投影的求

法也与点 d 和 d'' 的作法相同,不再重复。

(iii) 作平面 Q 与球面的交线。

平面 Q 与球面交线的侧面投影是一段以 o'' 为中心、 $m'f'$ 为半径的圆弧(此圆弧必须经过 d'' 点)。水平投影积聚在直线 dd 上。

(iv) 检查。

查面形:正垂面 P 的水平投影 p 与侧面投影 p'' 的形状应相类似,若初学者少画一条平面 P 与 Q 的交线 $d''d''$,即可用查面形的方法查出。

查轮廓线:由主视图可见,从 b' 向左,与球面的俯视图轮廓线对应的投影被切去一部分,因此球面的俯视图轮廓线上,左边一段 bb 也不应画出。同理,在球面的左视图轮廓线上,上边一段 $c''c''$ 也是没有的。正确的作图结果如图 2-32b 所示。

[例题七] 求三棱柱与半球的交线(图 2-33)。

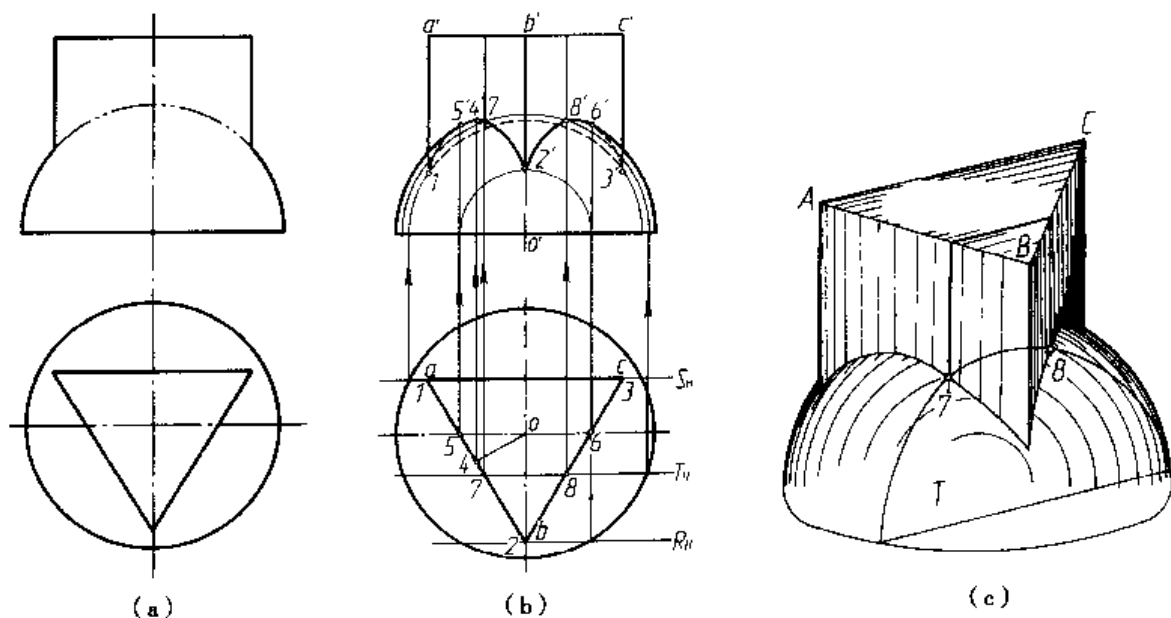


图 2-33 三棱柱与半球相交

解:此例虽是棱柱与球体的相交问题,但本质上还是三棱柱的棱面与球面相交的作图。解题方法仍然是逐个棱面地分析和绘制其与球面的交线。

(一) 分析

三棱柱的三个棱面与半球的交线均为圆弧,所以三棱柱与半球的交线由三段圆弧组成。

由于三棱柱的后棱面是正平面,所以它与球面相交所得的圆弧的正面投影反映实形。而另外两个棱面为铅垂面,它们与球的交线圆弧的正面投影均为椭圆弧。交线的水平投影为已知,积聚在三个棱面的水平投影上。

(二) 作图(图 2-33b)

(i) 作三棱柱三条棱线与球面的交点

作过点 B 的棱线的交点 II 。此交点的水平投影 2 与点 b 重合。为求作 $2'$,可包含棱线作辅

助正平面 R , 它与半球面的交线为一个半圆, 在正面投影上, 此半圆与该棱线正面投影的交点即为 $2'$

过点 A 、 C 的棱线与球面的交点的水平投影 1 和 3 分别与 a 和 c 重合, 其对应的正面投影 $1'$ 和 $3'$ 可通过作辅助正平面 S 得到, 作法同 1。

(ii) 作各棱面与球面的交线。

后棱面与球面的交线就是辅助正平面 S 与球面相交所得半圆上的一段反映实形的圆弧 $\widehat{I III}$, 其正面投影为 $\widehat{1'3'}$ 。

另外两个棱面与半球面的交线的正面投影为两段椭圆弧。它们的水平投影分别积聚在线 ab 和 bc 上。作椭圆弧的正面投影, 应先定出其上特殊点的投影(由于两棱面的交线相同, 只讨论左边棱面的交线)。点 5 是球面的正面投影轮廓线对应的水平投影与左棱面水平投影的交点, 其对应的点 $5'$ 位于球面的正面投影轮廓线上, 可由点 5 直接向上引投影连线与球面的正面投影轮廓线相交得到。点 4 为正面投影上椭圆弧最高点对应的水平投影, $4'$ 也可用过点 4 的辅助正平面作出(图中未画出)。图中还给出了由一般点的水平投影 7 求作 $7'$ 的方法, 读者可参考图 2-33c 中的立体图自行分析。

(iii) 判别可见性。

两个立体的外表面相交时, 在某一投射方向, 只有同时位于两个立体各自可见表面上的交线, 其投影才为可见。据此分析, 可以判断: 在正面投影中, 椭圆弧 $2'4'5'$ 是由既位于前半球又位于棱柱左侧可见表面的圆弧投影而成, 应为可见; 椭圆弧 $5'1'$ 是由虽位于三棱柱左侧可见表面(单独考虑棱柱)但却位于后半球的圆弧投影而成, 应不可见; 圆弧 $\widehat{1'3'}$ 由既位于后半球面, 又位于棱柱不可见的后面的圆弧投影而成, 也应不可见。 $5'$ 点为粗实线与细虚线的分界点, 又是半球正面投影轮廓线的终止点。

(iv) 检查。

重点检查棱线投影和回转面视图轮廓线。

检查棱线的投影: 棱线必须与交点连上。过点 b' 的棱线必须延长至点 $2'$, 过 a' 和 c' 的棱线必须分别与点 $1'$ 和 $3'$ 相连接, 并注意这两条棱线在球面的正面投影轮廓线下面的一段为不可见。

检查球面轮廓线: 视图上的轮廓线必须与其上特殊点的投影相连。球面的正面投影轮廓线在左边应向上延伸与点 $5'$ 相连, 在右边应向上延伸与点 $6'$ 相连接。这两段轮廓线均为可见。由俯视图可知, 球面的正面投影轮廓线在 5 和 6 之间的一段被三棱柱贯断, 所以在正面投影上, $5'$ 和 $6'$ 之间不应有轮廓线。

2. 平面与圆环相交

【例题八】 已知半圆环被一水平面 P 所截, 求作交线的水平投影(图 2-34a)。这种情形的工程实例可在轴承盖上见到(图 2-34b)。

解:(一) 分析

从所给情况分析, 交线是一条封闭的平面曲线。其正面投影积聚在平面 P 的正面投影 p' 上, 水平投影则反映该曲线的实形。

(二) 作图

最左、最右点 A 和 B 的正面投影 a' 和 b' 位于 p' 与圆环主视图轮廓线的相交处, 由此得出 a

和 b 。

最前、最后点 C 和 D 的正面投影 $c' = d'$ 位于线段 $a'b'$ 的中点处。点 c 和 d 可利用环面上取点的方法作出。为此,以 o' 为中心, $o'e'$ 为半径在环面上作一辅助圆,作出该圆对应的水平投影(积聚在过点 I 的水平直线上),点 c 和 d 即可确定。

一般点 E 和 F 的求法与此相同。

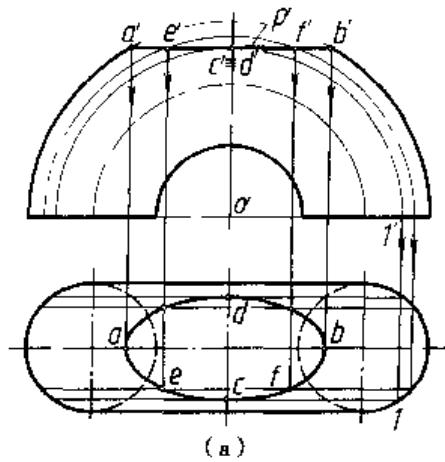


图 2-34 平面与圆环相交

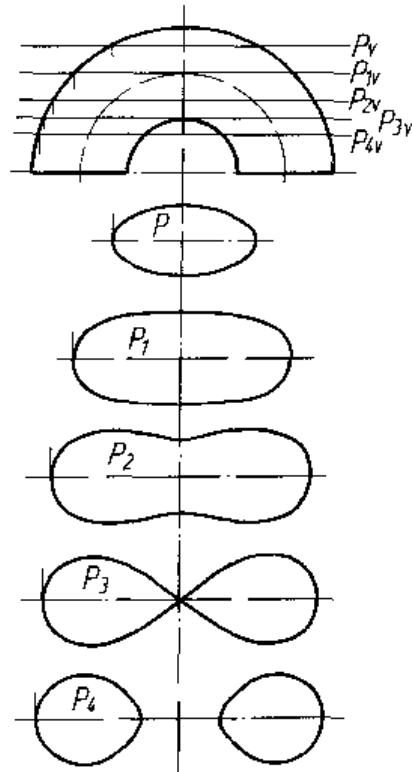


图 2-35 平面与圆环相交的几种情形

(三) 讨论

若截平面的位置由 P 平面下移至 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 , 则交线的形状分别如图 2-35 所示。请注意: 当截平面 (P_3) 与曲面上某一点相切时, 交线在切点处出现尖点。

3. 平面与组合回转面相交

[例题九] 已知一拉杆头部被正平面 T_1 和 T_2 所截, 求作交线的投影(图 2-36)。

解: 由图可知, 拉杆头部是一个组合回转面, 由几个回转面组合而成。作此类交线的方法是: 逐个回转面分析和绘制其交线。

(一) 分析

(i) 从图 2-36a 可知, 该回转体由四部分组成, 被 T_1 和 T_2 截切到的有锥、环、球三部分。其中, 以 o'_1 为中心、 R 为半径的圆弧绕轴线旋转一周形成环面(内环面), 环面与锥面的分界圆的正面投影 $I'I'$ 可由 o'_1 向锥面的正面投影轮廓线作垂线得到。环面与球面分界圆的正面投影

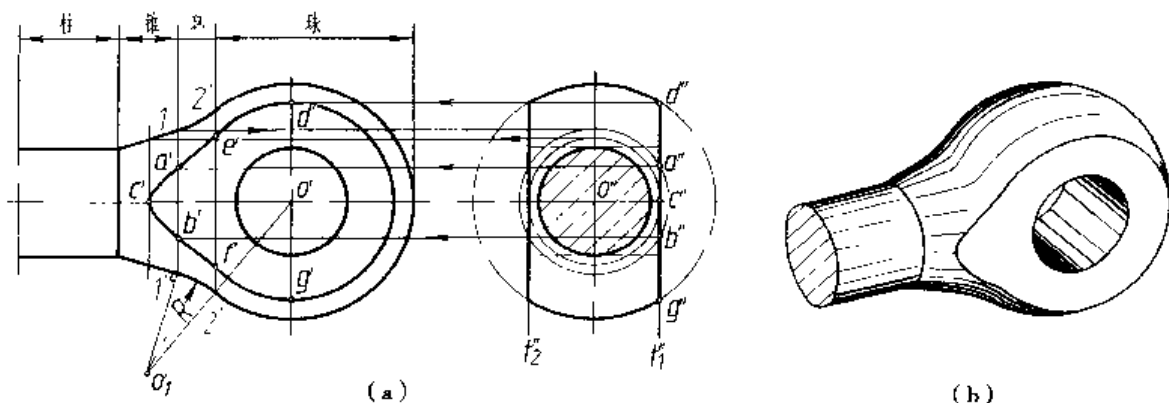


图 2-36 平面与组合回转面相交

2'2'由连心线 o'_1o' 与球面正面投影轮廓线相交而作出。

(ii) 平面 T_1 与锥面的交线为双曲线的一部分、与环面的交线为一般曲线、与球面的交线为圆弧,它们的侧面投影均积聚在 t''_1 上。平面 T_2 的交线与平面 T_1 的交线形状相同,且正面投影重影,此处不再重复。

(二) 作图

(i) 作平面 T_1 与锥面的交线。

锥面与环面分界圆上的点 A, B 的投影可按如下方法得到:作出分界圆 $l'l'$ 对应的侧面投影 $l''l''$ 圆,该圆与 l''_1 交于点 a'' 和 b'' ,再作投影连线,在 $l'l'$ 上得到点 a' 和 b' 。双曲线顶点 C 的侧面投影 c'' 位于线段 $d''g''$ 的中点,对应的 c' 可用锥面上取点的方法作出。

(ii) 作平面 T_1 与环面的交线。

环面与球面分界圆上点 E, F 的投影 e', e'' 和 f', f'' 的作图与 a', a'' 和 b', b'' 的作图相同。点 a' 和 e' 之间的一般点的投影同样可以利用平行于侧面的辅助圆进行作图,这里不再重复。

(iii) 作平面 T_1 与球面的交线。

交线的正面投影为一段圆弧,其中心为 o' ,半径为 $c''d''$ 。请注意:此圆弧必须通过点 e' 和 f' 。

小 结

本小节重点:平面与体相交所产生交线的特性,求该种交线的方法与步骤,平面与平面立体以及平面与圆柱、圆锥、圆球交线的画法等。

1. 交线的空间分析和投影分析

空间分析是指在已知条件下,分析有几条交线、它们是什么样的图形。为此要熟悉棱柱、棱锥、圆柱、圆锥、圆球等基本体被各种特殊位置平面截切所得交线的空间形状。

投影分析主要是分析交线有几个已知投影,积聚在何处。已知投影是根据交线的共有性、表面性以及截平面和体是否有积聚性投影来判断。

作题前不作以上两种分析,将导致解题的盲目性。

2. 求作交线的方法和步骤

若交线为直线,则定出直线两端点的投影后连线;若交线为圆或圆弧,则定出圆心和半径即

可作图;若交线为非圆曲线,则先定出曲线上特殊点的投影,后作必要的一般点,再依次光滑连接而成。

3. 关于特殊点

确定了特殊点,就限定了非圆交线的范围和大致形状。就回转体被投影面垂直面截切而言,对圆柱面交线,特殊点的投影均落在视图轮廓线上;对圆锥、圆球的交线,若其投影为椭圆,除视图轮廓线上的特殊点外,椭圆长轴或短轴端点的投影不在视图轮廓线上,要另找。初学者在作特殊点的投影时,最好标上符号,以避免搞混淆。

4. 关于一般点的作图

若交线有两个投影为已知(圆柱被特殊位置平面截切,大都是这种情况),则一般点未知投影可用由点的两个投影求作第三投影的方法作出;若交线只有一个投影为已知(圆锥、圆球、圆环被特殊位置平面截切时的情况),则一般点的一个未知投影,可用回转体表面上取点的方法作出,另一个未知投影可用由点的两个投影求作第三个投影的方法求作。

5. 多截面截切一个体和一个截面截切多个体的交线作法

(1) 多面截切一个体交线的作法是逐个截面分析和绘制其交线(图 2-21、图 2-26)。注意不要漏画两截面之间的交线。

(2) 一个面截切多个体交线的作法是逐个体分析和绘制其交线(图 2-36)。注意不同体的交线连接处点的投影。

当上述两种情况中出现局部交线时,往往比较难以分析和想象。为此可采用“完整表面相交法”进行分析,即将不完整(侧)表面相交,假想成完整(侧)表面相交,分析其交线,然后取局部交线的分析方法(图 2-21、图 2-29、图 2-32)。

6. 检查方法

学会检查和识别错误,是提高画图能力的重要一环。主要检查三个方面:

(1) 查形体 即检查基本体的投影画得是否正确。

(2) 查面形 重点检查斜面投影的形状是否相类似。

(3) 查轮廓线或棱线的投影 即检查视图上轮廓线是否完整,画到哪里;棱线及其与回转面的交点是否已连上;轮廓线和棱线投影的可见性等。

以上的“三查”特别是后二查对识别平面与体相交作图中的错误是行之有效的,具体查法如图 2-25、图 2-32 所示。

复习检查问题

(一) 是非题

1. 平面截切四棱锥,其截面形状可能出现三角形或五边形。 ()
2. 平行于圆柱轴线的平面截切圆柱面,其交线是两条平行的直线。 ()
3. 倾斜于圆柱轴线的平面截切圆柱面,其交线可能出现抛物线。 ()
4. 只有过圆锥顶点的平面截切圆锥面,其交线才是两条相交直线。 ()
5. 平面与球相交,其交线的投影为椭圆时,该椭圆长、短的端点均位于视图轮廓线上。 ()

(二) 问答题

1. 四棱柱被不同位置平面截切,所得交线可能有哪些形状?
2. 圆锥体被不同位置平面截切,所得的交线可能有哪些形状? 各在何种情况下产生?
3. 多面截切一个体时,作交线的方法如何? 遇到交线的形状不完整时(如局部圆、椭圆等)用什么方法分析? 何谓完整表面相交法?
4. 识别作图正、误的“三查”是指查什么内容? 请列举后二查应用的具体实例。

2.2.3 两回转体表面相交

两回转体的表面相交,其交线一般为光滑的、封闭的空间曲线。该曲线上的每一点都是两个回转体表面的共有点。求共有点利用辅助面的方法,如图 2-37 所示。作图具体步骤如下:

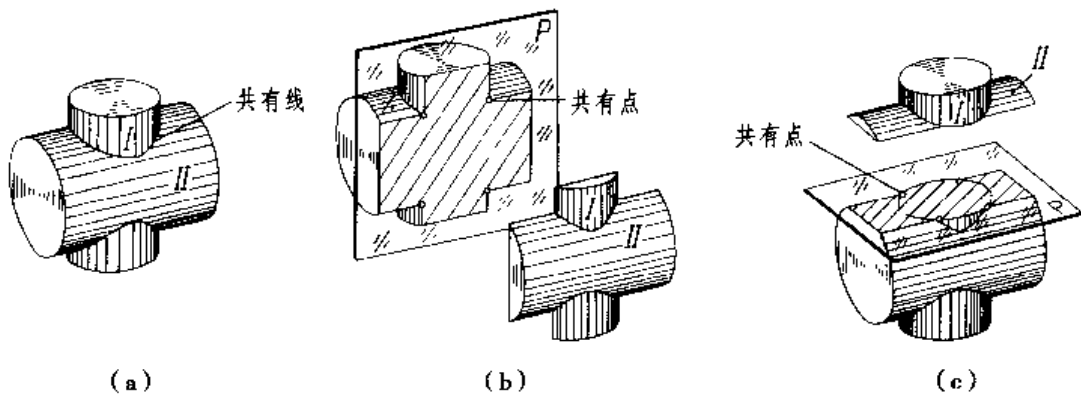


图 2-37 用辅助平面法作两表面的共有点

- (1) 作一辅助面 P ,使其与两已知回转面相交。
- (2) 作出辅助面与两已知回转面的交线。
- (3) 这两交线的交点,即为两回转面的共有点,也就是所求两回转面交线上的点。

在图 2-37 中采用了两种不同位置的辅助平面。一种是正平面,它与两个圆柱的交线都是矩形(图 2-37b);另一种是水平面,它与圆柱 I 的交线是圆,与圆柱 II 的交线是矩形(图 2-37c)。

辅助面可以是平面,也可以是球面。究竟选用哪一种,应当根据已给曲面的形状和相对位置来决定。

为使作图简化,选择辅助面的原则是辅助面与两回转面的交线的投影都是简单易画的图形,例如由直线或圆所组成。

为了较迅速、准确地求出两回转体表面的交线,其作图方法是:先确定交线上的特殊点的投影,它们是位于回转体视图轮廓线上的点以及交线上的最高、最低点,最左、最右点,最前、最后点。然后补上若干个一般点的投影,再将这些共有点的投影连接面成。

下面讨论求两回转体表面交线的几种辅助面法。

一、辅助平面法

当两回转体被一系列平面所截,其截交线的投影同时是简单易画的图形(直线或圆)时,可

用这种方法,现举例如下:

[例题一] 已知两偏交圆柱的俯、左视图,试完成其主视图上交线的投影(图 2-38)。

解:(一) 分析

从图中可知,小圆柱贯穿大圆柱,因此交线为上下对称的两支封闭、光滑的空间曲线。

因为两圆柱的轴线分别垂直于水平面与侧面,所以交线的水平投影积聚在小圆柱的水平投影——圆上,交线的侧面投影积聚在大圆柱的侧面投影——圆上,为小圆柱两轮廓线之间的圆弧。

(二) 作图(由于两支交线上下对称,下面只讨论上面一支交线的画法)

(i) 作特殊点的投影,如图 2-39a 所示。

先在交线的已知投影上,例如水平投影上定出特殊点的投影。点 1、2 对应的正面投影是大圆柱正面投影轮廓线上的点,也是交线上最高点的水平投影;点 3、4 对应的正面投影是小圆柱正面投影轮廓线上点,也是交线上的最左、最右点和虚实分界点的水平投影;点 5、6 对应的侧面投影是小圆柱侧面投影轮廓线上点,也是交线上最前、最后点的水平投影,其中点 5 又是上面一支交线最低点的水平投影。点 1' 和 2' 可由点 1 和 2

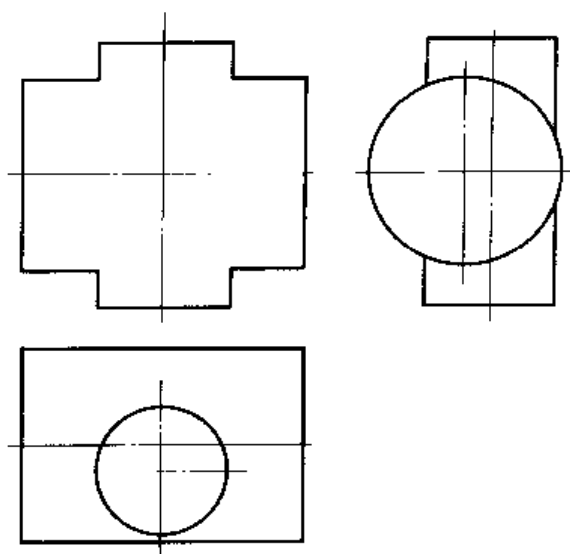


图 2-38 两圆柱偏交

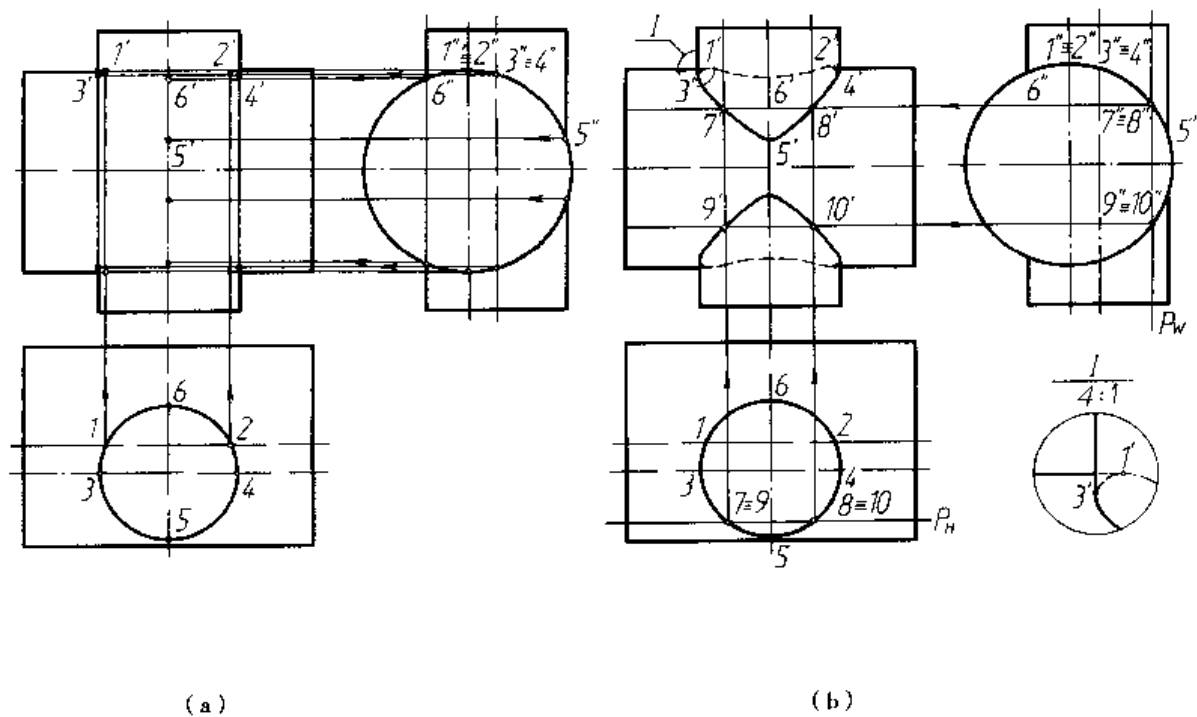


图 2-39 两圆柱偏交的画法

向上直接引投影连线得到。点 $3'$ 、 $4'$ 、 $5'$ 、 $6'$ 可先定出 $3''$ 、 $4''$ 、 $5''$ 、 $6''$ 后再作出。

(ii) 作一般点的投影,如图 2-39b 所示。

在交线的已知投影上,在特殊点之间的适当位置上定出一般点的投影,例如水平投影上点 7 和 8, 作点 $7'$ 和 $8'$ 的过程如下:过点 7 和 8 作辅助正平面 P 的水平投影 P_H 和对应的侧面投影 P_W ;作出正平面 P 与小圆柱面交线的正面投影——两条铅垂的直线;再作出正平面 P 与大圆柱面交线的正面投影——两条水平直线(由点 $7''$ 和 $8''$ 向左引投影连线作出),这些直线的交点即为一般点的正面投影。图 2-39b 中除点 $7'$ 和 $8'$ 外,还同时作出点 $9'$ 和 $10'$ 。

(iii) 连线并判别可见性。

曲线 $3'5'4'$ 位于大、小圆柱前半柱面上,为可见。曲线 $3'1'6'2'4'$ 位于小圆柱后半柱面上,为不可见。在判断两外表面相交交线的可见性时,一定注意只有同时位于两个立体的可见表面上的交线,其投影才为可见。

(iv) 检查。

主要检查回转体轮廓线,轮廓线与相应的轮廓线上的特殊点必须相连接。小圆柱的两条正面投影轮廓线必须分别与点 $3'$ 和 $4'$ 连上,为可见。从侧面投影可知,小圆柱的正面投影轮廓线从 $3'$ 和 $4'$ 以下被大圆柱贯断,不存在轮廓线。同理,大圆柱的正面投影轮廓必须与点 $1'$ 和 $2'$ 相连,并从俯视图中可看出,大圆柱的正面投影轮廓线有一小段位于小圆柱的正面投影轮廓线之后,为不可见(详见图 2-39b 右下方的局部放大图)。点 $1'$ 和 $2'$ 之间大圆柱的一段轮廓线是没有的。

【例题二】 求作圆台表面与部分球面相交交线的投影(图 2-40a)。

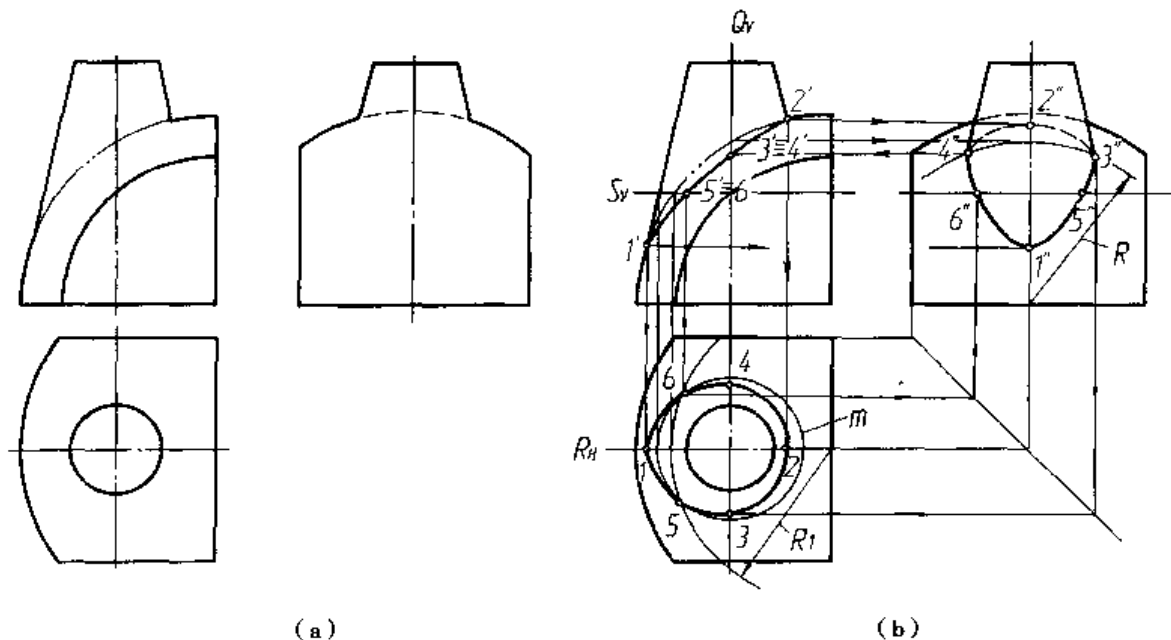


图 2-40 圆台与球面偏交的作图

解:(一) 分析

如图 2-40a 所示,圆台贯穿球面,因此交线是一条封闭、光滑的空间曲线。由于两体在前后

方向上有公共的对称平面,所以交线应是前后对称的。锥面和球面均没有积聚性投影,因此该交线没有已知投影,这是此例题的特点,也是难点。

(二) 作图

(i) 作特殊点投影。

由于交线没有已知投影,无法先定出特殊点的一个投影。为求作轮廓线上的特殊点,可包含轮廓线作辅助平面。

先包含圆台的正面投影轮廓线作辅助正平面 $R(R_H)$ (位于两体水平投影的对称平面上),它与两体交线的正面投影为两体的正面投影轮廓线,它们相交于点 $1'$ 、 $2'$, 1 、 2 和 $1''$ 、 $2''$ 可通过作投影连线直接得到。再作辅助侧平面 Q ,它与球面的交线的侧面投影是一段反映实形的圆弧(半径为 R),与圆台交线的侧面投影为圆台的两条侧面投影轮廓线。它们相交于点 $3''$ 和 $4''$,在 Q_V 上可定出 $3'$ 和 $4'$,再作出 3 和 4 。

(ii) 作一般点的投影。

在 $1'$ 和 $3'$ 之间的适当位置,作辅助水平面 S ,它与圆台交线的水平投影是一个反映实形的圆 m ,与球面交线的水平投影是一段反映实形的圆弧(半径为 R_1)。它们相交于点 5 和 6 ,即为所求一般点的水平投影。在 S_V 上定出 $5'$ 和 $6'$,再利用点的投影关系作出 $5''$ 和 $6''$ 。用同样的方法,读者可在点 $3'$ 和 $2'$ 之间补上另一个一般点的投影。

(iii) 连线并判别可见性。

相贯线的水平投影为可见。其正面投影曲线 $1'5'3'2'$ 为可见,曲线 $1'6'4'2'$ 虽不可见,但与前者重合。在左视图上,曲线 $3''5''1''6''4''$ 位于圆台侧面投影轮廓线的左边,应为可见,曲线 $4''2''3''$ 为不可见。

注意,在作图的最后,应检查圆台的侧面投影轮廓线是否已与其上特殊点的投影 $3''$ 和 $4''$ 连上,这是初学者易出错的地方。

二、辅助球面法

1. 同心球面法

(1) 球面作为辅助面的原理:

从图 2-41 中可以看出,当球心落在圆柱、圆锥等回转体的轴线上时,则此球面与回转体表面的交线是垂直于回转体轴线的圆。当回转体轴线平行于某一投影面时,则此交线圆在该投影面上的投影积聚成直线(过球面、回转体的轮廓线的交点)。也就是说,只要所选辅助球面的球心落在回转体的轴线上,则辅助球面与回转体的交线的投影将是简单易画的图形,因此球面可以作为辅助面。

(2) 辅助球面应用的条件:相交的两曲面体都是回转体且它们的轴线相交。

[例题三] 求作圆柱与圆锥相交交线的投影(图 2-42)。

解: 由于圆柱的轴线倾斜,在图 2-42a 所给条件下,除过锥顶的正平面可作为辅助面外,其余的特殊位置平面作辅助面均不合适。因为所给圆柱与圆锥都是回转体,它们的轴线又相交,所以可用同心球面法求交线上的点。具体作图如下:

(i) 确定特殊点的投影(图 2-42b)。

由于两体的正面投影轮廓线均位于过锥顶的正平面内,所以它们的交点 $1'$ 和 $2'$ 是特殊点的

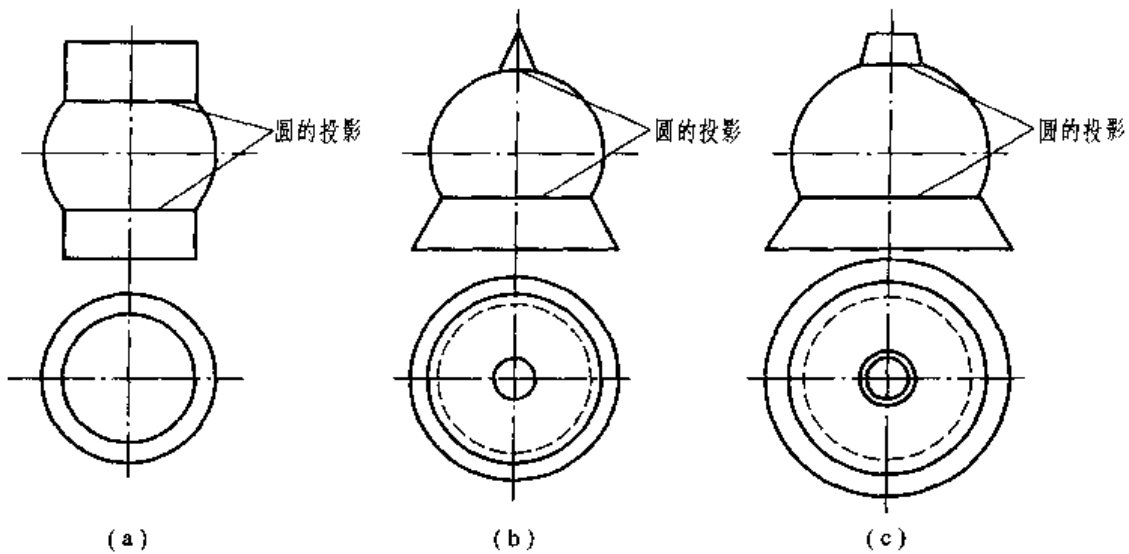


图 2-41 球面与回转体相交的特殊情形

投影。

(ii) 作一般点的投影。

用辅助球面法作共有点与辅助平面法一样,也是三步。以两体轴线的交点 O 为球心,以 R 为半径作一辅助球。作出该辅助球面与圆锥的交线——两个圆,其正面投影分别积聚成直线段 $m'm'_1$ 和 $n'n'_1$;作出辅助球面与圆柱的交线——圆,其正面投影积聚成直线段 $a'a'_1$ 。这三个圆均在辅助球的表面上,它们的交点 $3'$ 和 $4'$ 即为一般点的正面投影。此三步作图的空间情况如图 2-42c 所示,辅助球面与圆锥的交线为圆 M 和 N ,与圆柱的交线为圆 A ,处于同一个球面上的这三个圆交于点 III 和 VI (前半部)。

为了得到交线上其他各点的投影,可以通过改变辅助球面的半径来实现。一般说来,由球心 o' 至两回转体轮廓线交点的最远一点(如 I') 的距离为辅助球的最大半径(R_1),内切于大的回转体的球的半径为辅助球的最小半径(R_2),因为半径再小的话,辅助球与大的回转体就不相交了。利用最小球作出的共有点的正面投影为 $5'$,如图 2-42d 所示。

(iii) 连线并作交线的水平投影。

在正面投影上,将作出的共有点的投影依次连成光滑的曲线。须指出:此曲线上离圆锥轴线最近的点 $6'$ 预先作不出来,只能在连线后确定。

利用辅助球面法作交线的特点(也是优点)是可以在一个视图上完成交线投影的作图。其对应的投影可利用回转体表面上取点的方法作出。本例中,点 $1,2$ 可直接利用投影关系得到,其余各点的水平投影可用锥面上取点的方法作出,图中给出了点 $6'$ 对应投影 6 的作法。

在俯视图上,就前半支交线而言,曲线 267 为可见,曲线 731 为不可见。注意:圆柱的水平投影轮廓线应与其上的特殊点 7 连上。

[例题四] 求作圆锥与圆柱相交后主、俯视图上交线的投影(图 2-43)。

此例的交线作图既采用了辅助平面法又采用了辅助球面法。

解:(一) 分析

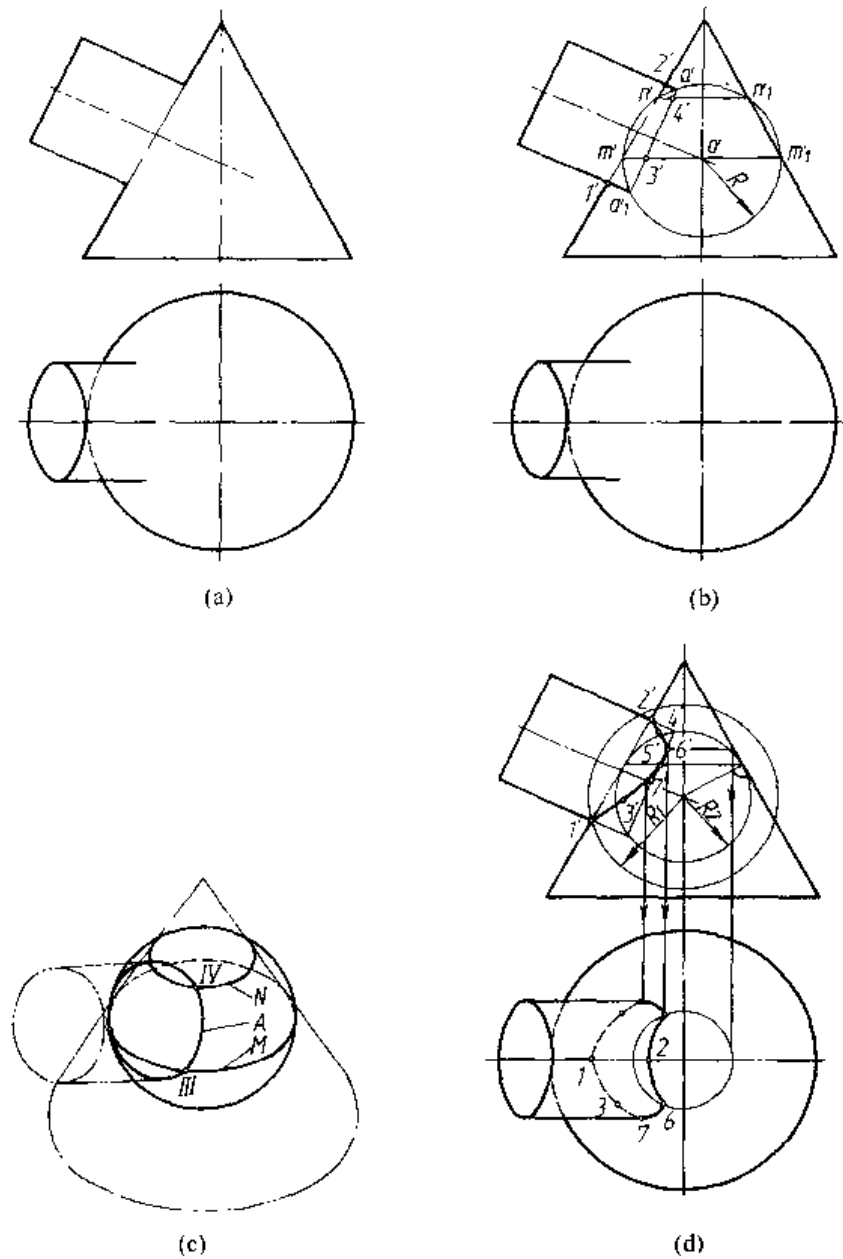


图 2-42 用同心球面法作交线

由左视图可知,圆柱穿过圆锥,交线为两支光滑、封闭的空间曲线。其侧投影为已知,积聚在圆柱的侧投影——圆上。

(二) 作图(由于左、右两支交线对称,下面只讨论左面一支交线的画法)

先作特殊点的投影。由于交线的侧面投影积聚在圆上,所以其上的最高点、最低点、最前点、最后点的侧投影 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 和 $4''$ 可以直接定出。点 $1'$ 、 $2'$ 和 1 、 2 可直接得到。点 3 和 4 可利用过点 $3''$ 和 $4''$ 的辅助水平面 Q 作出,辅助平面 Q 与圆柱交线的水平投影为圆柱的两条水平投影轮廓线,与圆锥的交线的水平投影为一个过点 a 的圆。此圆与圆柱水平投影轮廓线交于点 3 和 4 ,再由 3 和 4 向上引投影连线得点 $3'$ 和 $4'$ 。请读者思考:点 3 和 4 还能用其他辅助平面作出吗?

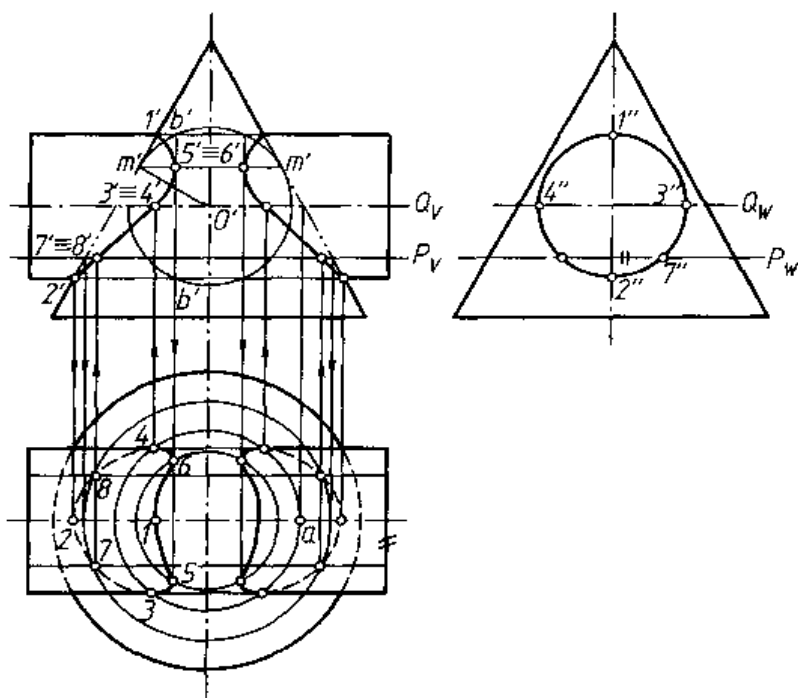


图 2-43 圆柱与圆锥正交的作图

至于交线的正面投影上离圆锥轴线最近的点,用辅助平面法难以求得,可采用辅助球面法来作。为此,在主视图上,以两体轴线的交点 o' 为中心,作一个内切于圆锥的最小辅助球。该球与圆锥的交线为一个垂直于圆锥轴线的圆,其正面投影积聚成直线 $m'm'$;该球与圆柱的交线为两个均垂直于圆柱轴线的圆,左边一个圆的正面投影积聚成直线 $b'b'$ 。两圆的正面投影 $m'm'$ 和 $b'b'$ 相交于点 $5' \equiv 6'$,这就是交线正面投影上离圆锥轴线最近的点。

作一般点的投影,例如点 $7''$ 。在 $2''$ 和 $3''$ 之间的圆弧上适当位置定出点 $7''$,其对应的投影 7 和 $7'$ 也可通过 $7''$ 作辅助水平面 P 作出,作图过程与由 $3''$ 作 3 的过程相同。辅助水平面 P 可同时作出另一个一般点的投影 $8''$ 、 8 和 $8'$ 。

将上述所作出的共有点的投影光滑连接起来。注意点 3 、 4 是俯视图上交线的虚、实分界点。

从左视图可以看出,圆锥的正面投影轮廓线被圆柱贯断,因此在正面投影上, $1'$ 和 $2'$ 之间圆锥的轮廓线不再存在。同样,圆柱的正面投影轮廓线也应中断。在俯视图上圆柱的轮廓线也是中断的。

2. 异心球面法

辅助球面的球心也可以是变化的。这种方法适用于两曲面中有一个是回转面,而另一个是圆纹曲面(母线为圆的曲面),且它们的轴线(或曲导线)位于同一平面内的情况。

【例题五】 求圆锥与圆环的交线(图 2-44)。

解:因为圆环与圆锥的轴线 OO_1 和 DD_1 并不相交,所以不能采用同心球面法。但是,圆环母线圆中心的运动轨迹为圆弧 $\widehat{EE_1}$ (曲导线),它与圆锥的轴线 DD_1 位于同一平面内,因此可以采用异心球面法。

作图的关键是设法使所作的辅助球面与两体交线的投影为直线或圆。为此,经圆环的轴线

OO_1 作正垂面 P_1 , 它与圆环相交于圆, 该圆的正面投影积聚成直线段 $a_1'a_1'$ 。过 $a_1'a_1'$ 的中点 l' (圆心) 作 $a_1'a_1'$ 的垂线, 交 $d'd_1'$ 于点 c_1' 。以 c_1' 为球心, $c_1'a_1'$ 为半径作辅助球面。该球面与圆环的交线为圆, 其正面投影就是直线段 $a_1'a_1'$; 与圆锥的交线也是一个圆, 其正面投影积聚成直线段 $b_1'b_1'$ 。此两段直线的交点 k' 即为交线上点的正面投影。

用同样的方法再作正垂面 P_2 , 作出第二个辅助球面的中心 c_2' , 即可求出交线上另一点的正面投影 l' 。把所得各点的投影 (包括特殊点 M 和 N 的正面投影 m' 和 n') 光滑地连接起来, 即为所求交线的正面投影。

交线的水平投影可利用圆锥面上取点的方法进行作图, 图中给出了由点 k' 求 k 的作图过程。

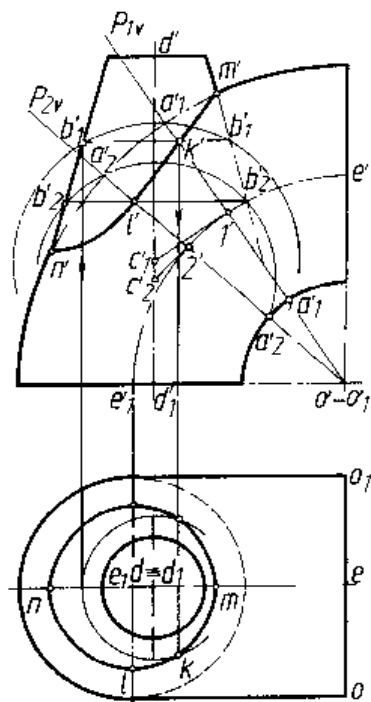


图 2-44 用异心球面法作交线

三、交线的特殊情况

两回转体的交线在一般情况下是空间曲线, 在特殊情况下可以是平面曲线。

若两个二次曲面 (曲面的方程式为二次的曲面) 切于第三个二次曲面, 则它们的交线为两条平面曲线。这个定理是由法国学者蒙日 (G. Monge) 首先提出的, 所以也称为蒙日定理。

图 2-45 给出了圆柱与圆柱和圆柱与圆锥相交的特殊情况, 它们都有一个公共的内切球, 因此它们的交线均为两支平面曲线——椭圆。在正面投影上, 一支椭圆积聚成直线段 $a'b'$, 另一支椭圆积聚成直线段 $c'd'$ 。这两条直线均为两体轮廓线交点的连线。

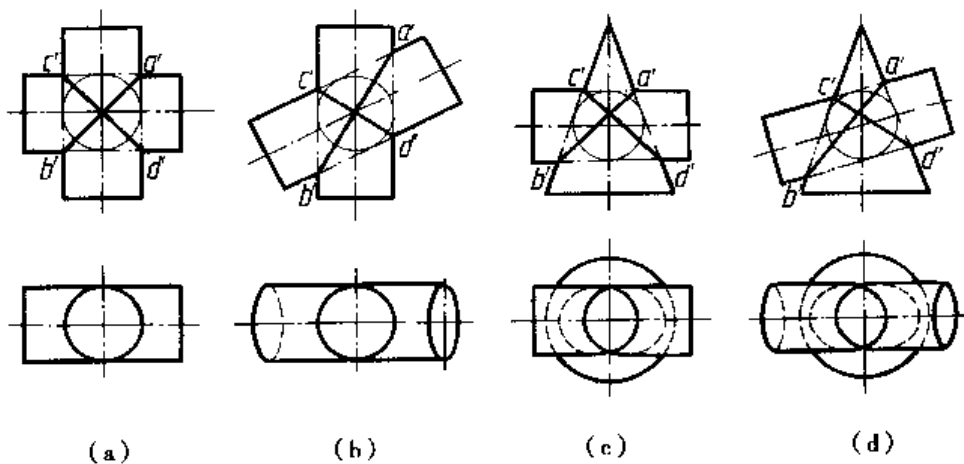


图 2-45 两回转体相交的特殊情况

四、影响交线形状的因素

交线的形状取决于三个因素：两相贯体的形状、相对大小和相对位置。

1. 两相贯体的形状不同引起交线形状的变化

由图 2-39、图 2-40、图 2-43 的对比中可以看出，相贯体的形状不同，则交线的形状也不同。

2. 两相贯体相对大小的变化引起交线形状的变化

如图 2-46 所示，随着两圆柱相对大小的变化，交线的形状、位置也发生变化。当 $D = d$ 时，交线为两支平面曲线——椭圆；当两圆柱的直径不等时，交线的形状弓向大圆柱的轴线。

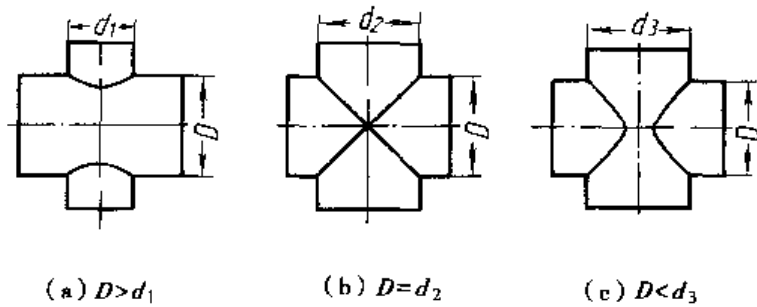


图 2-46 两大小不同的圆柱正交时交线的变化

如图 2-47 所示，随着圆柱直径的变大，交线的形状也随之变化。当圆锥内切球的直径 D 与圆柱直径 d_1 相等时交线为两支椭圆；当 D 与圆柱的直径 d (或 d_2) 不相等时，交线的形状也总是弓向大回转体的轴线。

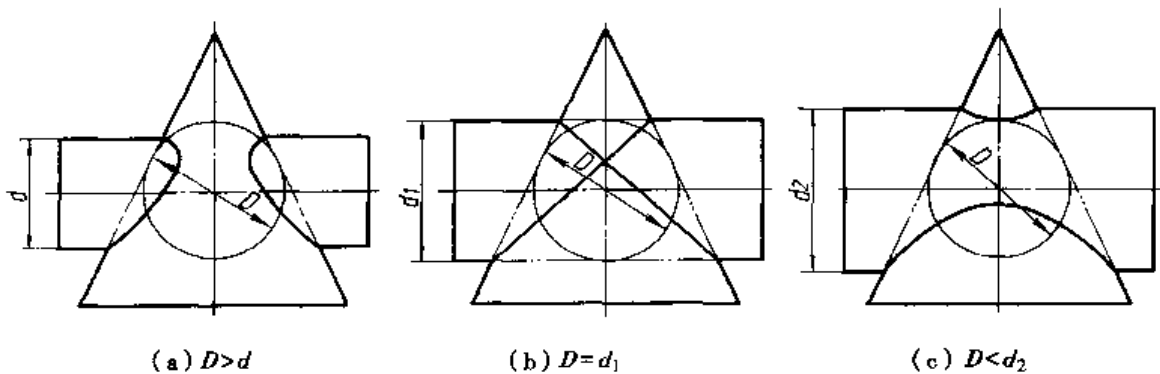


图 2-47 大小不同的圆柱与圆锥正交时交线的变化

3. 两相贯体的相对位置不同引起交线的变化

如图 2-48 所示，随着小圆柱的前移，交线的形状、位置也随之而异。图 2-48a 为两支前后对称的交线，图 2-48b 为两支前后不对称的交线，且交线出现了部分细虚线。图 2-48c 中交线还是两支，但在交线的非积聚性投影上相切处的投影成为尖点。图 2-48d 中小圆柱有一部分

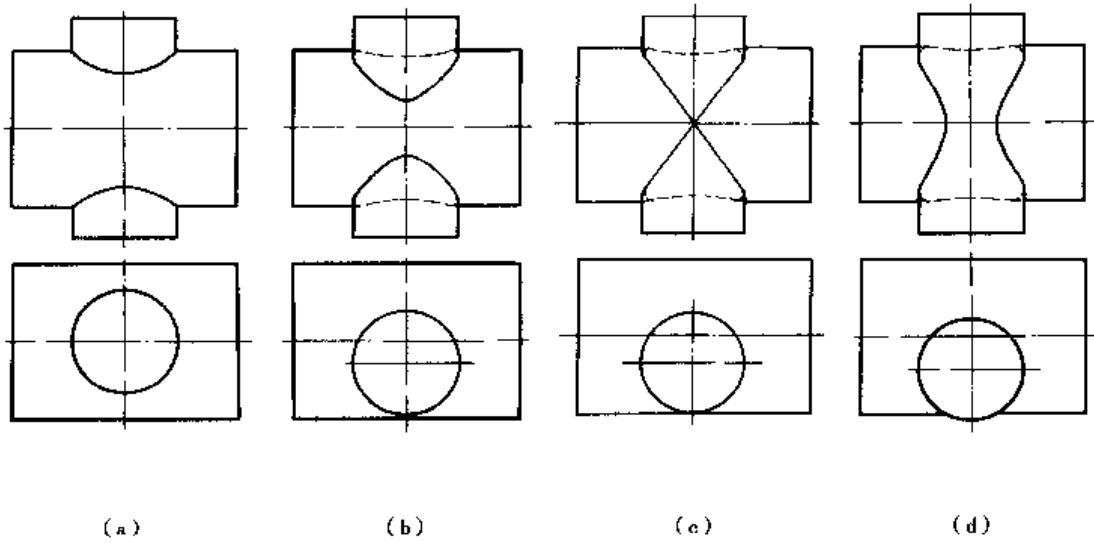
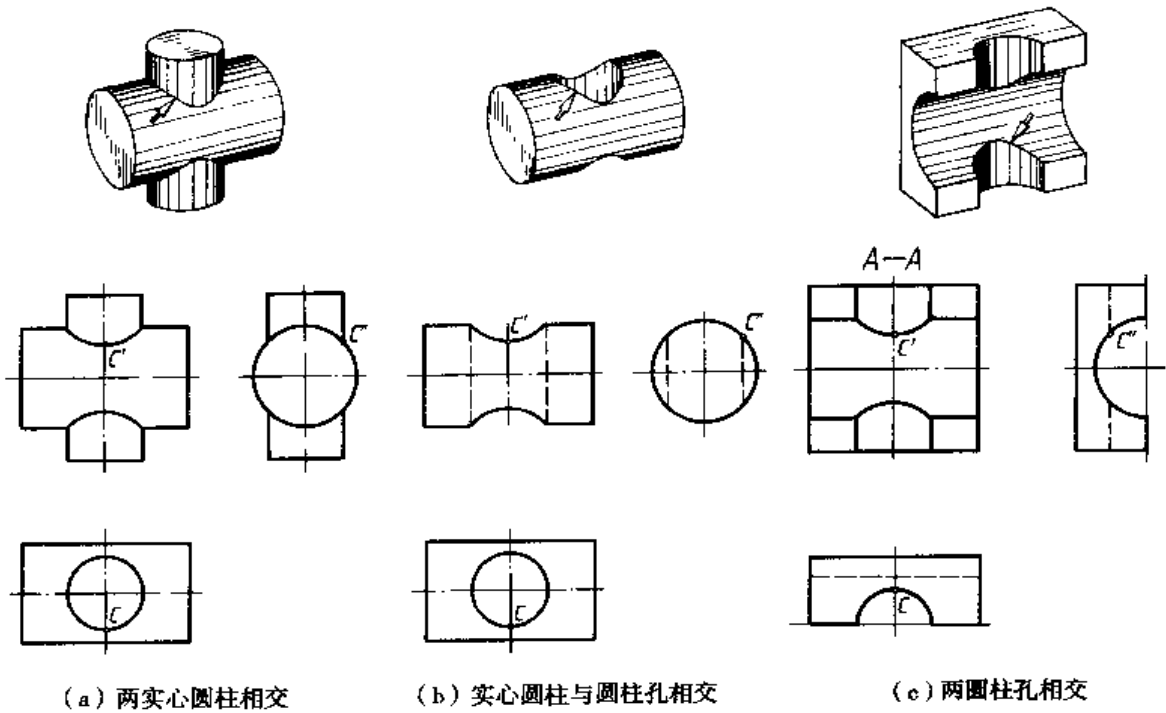


图 2-48 两相对位置不同的圆柱正交时交线的变化

超出了大圆柱,成为互贯,交线由两支变成一支。

必须指出,交线的形状与相贯体是内表面还是外表面无关。

从图 2-49 中可以看出,不仅两圆柱外表面相交产生交线(图 2-49a),外表面与孔(又称内表面)相交(图 2-49b)、孔与孔相交(图 2-49c)同样产生交线。只要两圆柱内、外表面的大小



(a) 两实心圆柱相交

(b) 实心圆柱与圆柱孔相交

(c) 两圆柱孔相交

图 2-49 产生交线的三种情形

和相对位置不变,其交线的形状和特殊点的投影位置是完全相同的。

2.2.4 三体表面相交和不完整形体表面相交

一、三体表面相交

在机件上常会遇到三个体表面相交在一起的情况。作三体表面相交的交线应注意以下几点:

(1) 两个形体、两个形体地分析和作交线,并注意各交线之间的连接点——三面共点的投影。

(2) 三个形体表面相交时,其中每两个形体表面相交常为形体的局部表面相交。而局部表面相交的交线往往难以分析和想象,为此可采用完整表面相交法进行分析,即把两局部表面相交假想成两完整表面相交,分析其交线,然后取其局部交线。

(3) 确定交线之间的连接点(三面共点)也是难点,若不能从图上分析和先定出其投影位置,也可采用完整表面相交法来确定。

[例题一] 已知三个圆柱表面相交,作出主视图上交线的投影(图 2-50a)。

解:(一) 分析

从图 2-50a 可知,圆柱 I 与 II 为两端面相接,不产生交线。圆柱 III 与 I、III 与 II 的表面均相交,其交线都是空间曲线。这两条局部的交线的水平投影和侧面投影分别积聚在圆柱 III 的水平投影和圆柱 I 和 II 的侧面投影上。此外,圆柱 II 的左端面 A 与圆柱 III 的表面也相交,其交线为两条铅垂线,它们的水平投影积聚在圆柱 III 的水平投影上。

(二) 作图

(i) 作圆柱 III 与 I 的交线(图 2-50b)。

作图的难点是确定交线上连接点 V 和 VIII 的投影。其水平投影 5 和 8 应落在圆柱 III 的水平投影——圆上。由点 5 和 8 在圆柱 I 的侧面投影——圆上定出 5"和 8",再作出 5' = 8'。

点 V 和 VIII 的投影也可如图 2-50c 所示那样,采用完整表面相交法作出:假想将圆柱 I 向右扩大;它与圆柱 III 的交线为曲线 2'1'2',该曲线与端面 A 交于点 5',再作出 5"。

(ii) 作圆柱 III 与圆柱 II 的交线。

确定连接点 IV 和 VII 的方法与上述相同,读者可对照图 2-50b 和 d 自行分析。

(iii) 作端面 A 与圆柱 III 的交线。

如前所述,所得的交线为两条铅垂线。其正面投影 4'5'、7'8'积聚在端面 A 上,水平投影 4 = 5、7 = 8 积聚在圆柱 III 的水平投影上,侧面投影 4"5"和 7"8"为不可见。

(iv) 检查。

检查相交的三个表面是否交于一个点(自行检查)。

检查是否有漏画的交线,方法是检查所画的交线在空间是否封闭。若图中漏画了交线 IV V 和 VII VIII,交线在空间就不封闭了。

二、不完整形体表面相交

作此类形体的相贯线也可运用完整表面相交法。

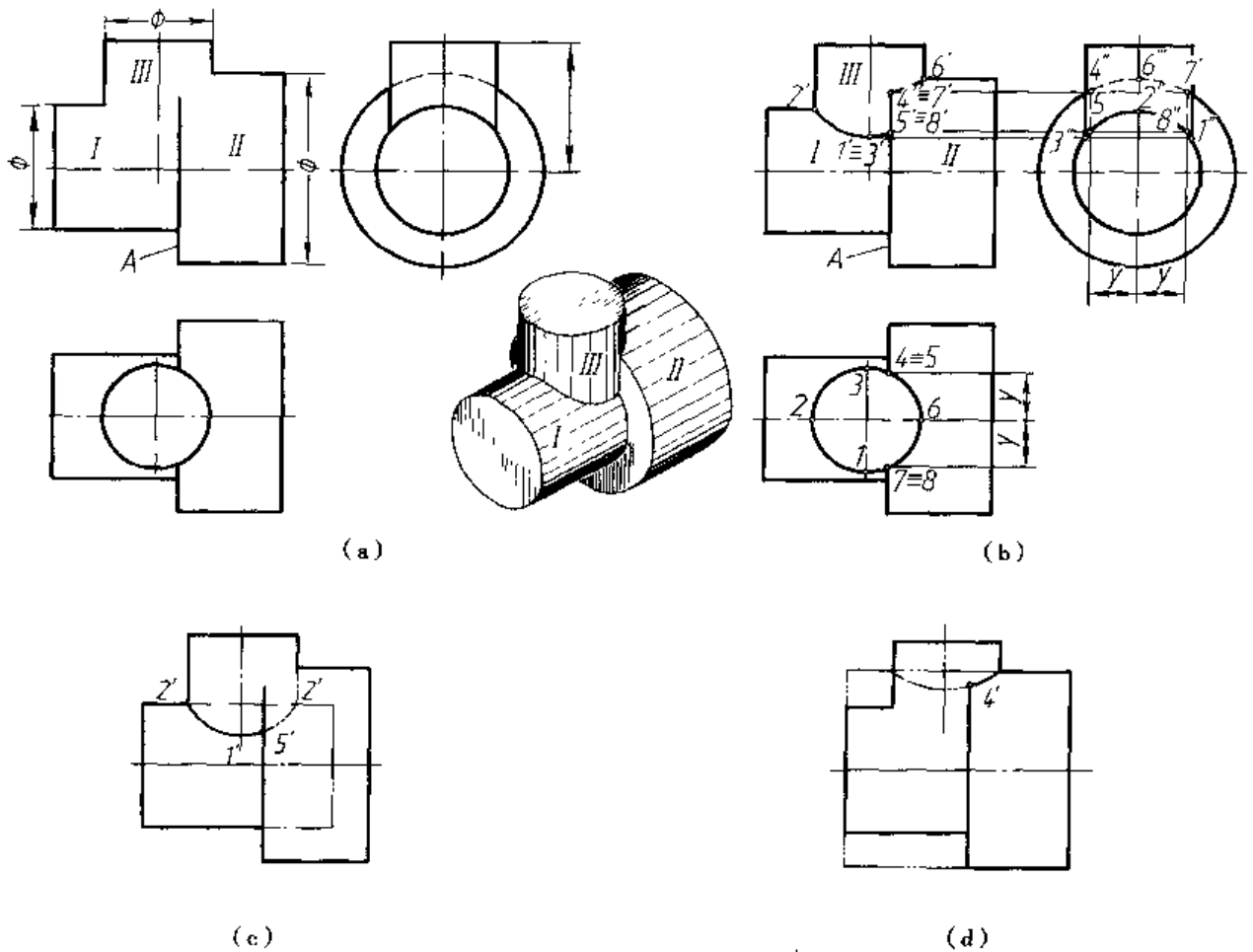


图 2-50 多形体相交

[例题二] 一个直径为 D 的圆柱, 顶部切削成半径为 R 的圆柱面, 再被两个水平面 P 和两个侧平面 Q 切去两角。已知其主、俯视图, 求作其左视图(图 2-51)。

作图

- (i) 作出未截切前完整圆柱的侧面投影。
- (ii) 分别作出平面 P 、 Q 与两圆柱面的交线(请读者自行分析)。
- (iii) 作两圆柱面的交线

对初学者来说, 想不到直立的圆柱顶部被削成圆柱面(R)后会产生交线(见图 2-51a 右边的立体图), 更想不出该交线在图上的弯曲趋势。这可用完整表面相交法进行分析, 如图 2-51b 所示, 将以 R 为半径的不完整圆柱面和以 D 为直径的圆柱面假想成两完整圆柱表面相交, 作出其交线 $2''a''2''$, 然后取其局部交线 $1''2''$, 问题就不难解决了。

读者也应该会通过分析和确定特殊点(点 I 和 II)的投影和一般点(例如点 III)的投影, 绘制 $1''2''$ 段交线, 如图 2-51a 所示。

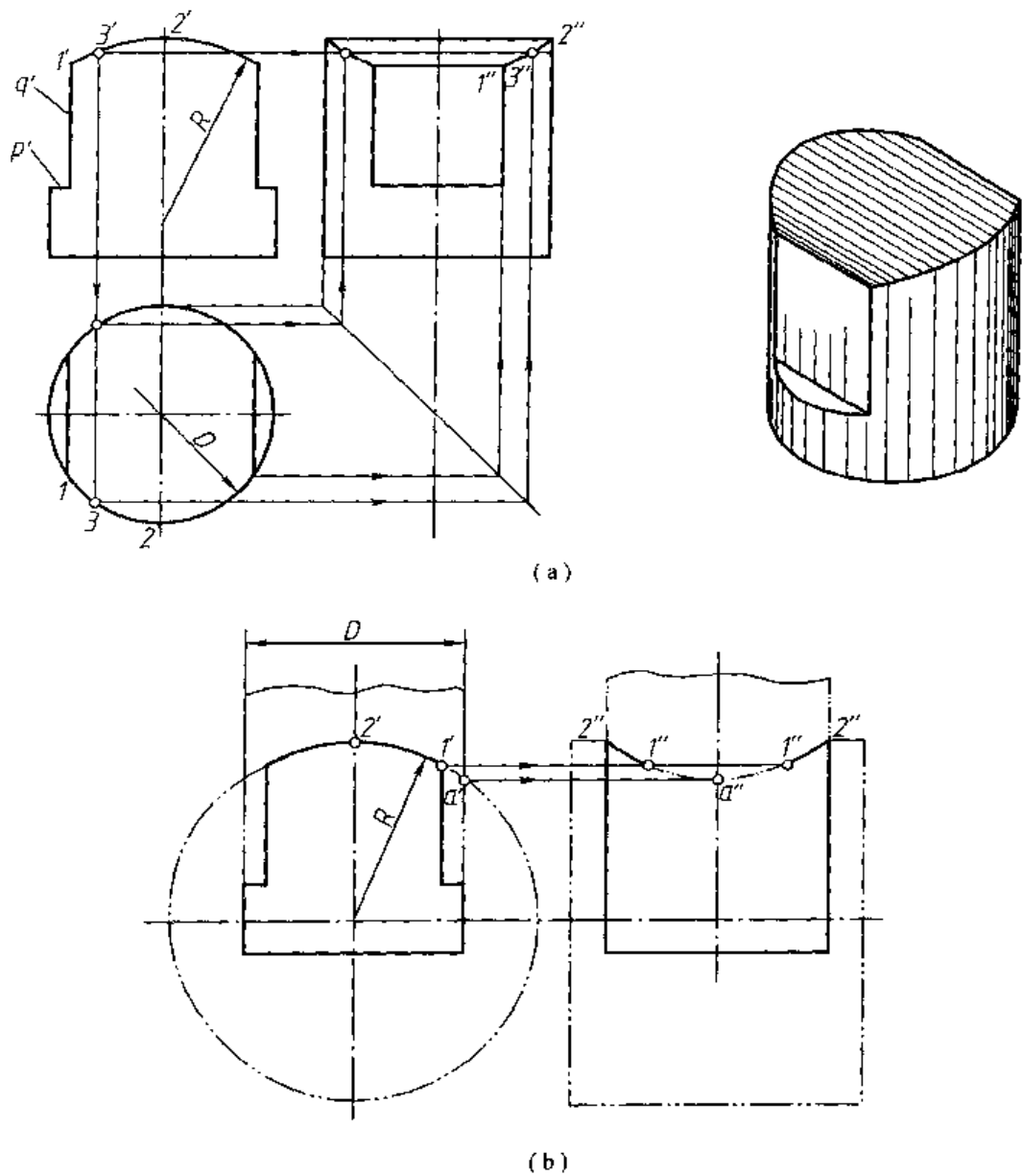


图 2-51 不完整形体表面相交

小 结

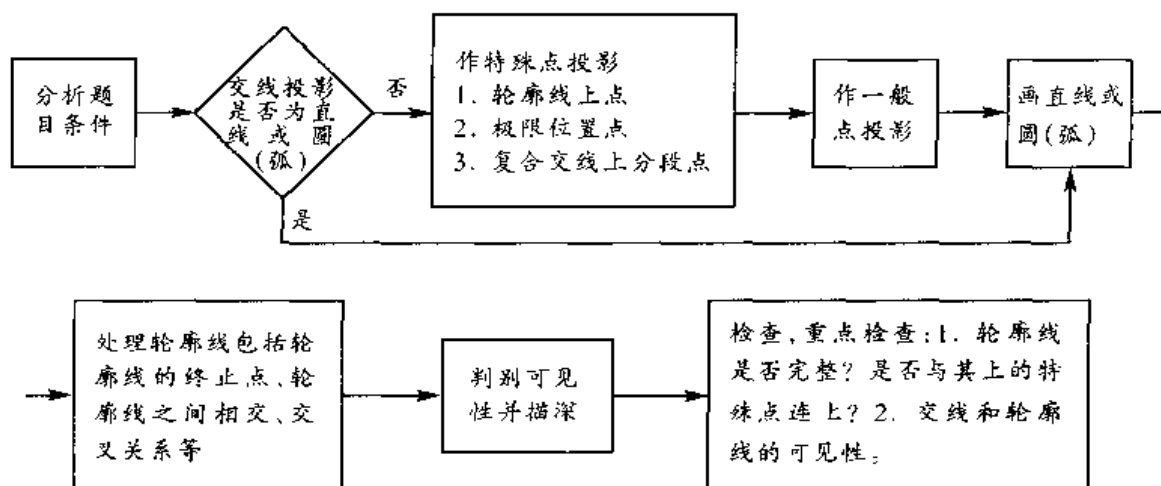
本小节的重点:两回转面相交的交线特性,作此种交线的方法和步骤,用辅助平面和同心辅助球面作两表面的共有点,特殊情况下的交线画法以及三形体表面相交交线的画法等。

1. 产生交线的三种情况

理论上讲:只要两体的表面相交就会产生交线。因此不仅两体外表面相交会产生交线,孔与外表面、孔与孔相交也均会产生交线。对初学者来说后两种情况要特别注意。

2. 作两回转体表面交线的流程

3. 作共有点方法的选择



(1) 若交线有两个投影为已知,则共有点的未知投影可采用回转体表面上取点或辅助平面法求作。

(2) 若交线有一个投影为已知(如其中一个体为正放圆柱时),则共有点的未知投影也可采用回转体表面上取点或辅助平面法求作。

(3) 若交线没有已知投影(如圆锥、圆球的表面相交),则共有点的投影只能采用辅助面法(辅助平面或辅助球面)求作。轮廓线上的特殊点也要用包含轮廓线作辅助平面才能作出。

复习检查问题

(一) 是非题

1. 辅助面选择的原则是所选辅助面与两体的交线应是简单易画的图形。 ()
2. 在投影上,只有同时处于两体可见表面上的交线才是可见的线。 ()
3. 两圆柱外表面相交产生交线,而两圆柱孔相交不一定产生交线。 ()
4. 两直径相等的圆柱正交,其交线是直线。 ()
5. 辅助球面法中的最小球是指与小回转体相切的球。 ()

(二) 问答题

1. 作交线的步骤如何?
2. 作两体偏交的交线时应注意什么问题?
3. 当交线没有已知投影时,轮廓线上的特殊点如何求作?
4. 辅助球面法的应用条件是什么?用辅助球面法作两体共有点的步骤如何?
5. 作三形体表面相交之交线的方法和应注意的问题是什么?
6. 作交线应着重检查的内容是哪些?

§ 2.3 组合体视图的绘制和阅读

由基本体按一定方式组合而成的形体称为组合体。它大都是由机器零件抽象而成的几何模型。掌握组合体视图的绘制和阅读十分重要,将为进一步学习零件图的绘制和阅读打下基础。

2.3.1 组合体的形成方式及其表面间的过渡关系

一、形成方式

从制造成形过程和读图、画图分析、思考方便角度出发,常将组合体视为由两种方式形成。

(1) 叠加 组合体由基本体叠加在一起而形成。如图 2-52a 所示的组合体是由如图 2-52b 所示的圆柱和六棱柱叠加(此处为两体端面重合)而成。

(2) 切挖 组合体由基本体经截切和挖孔而形成。如图 2-53 所示组合体是由一长方体被平面截去 II、III、IV 部分后,再挖一个圆柱孔面形成。

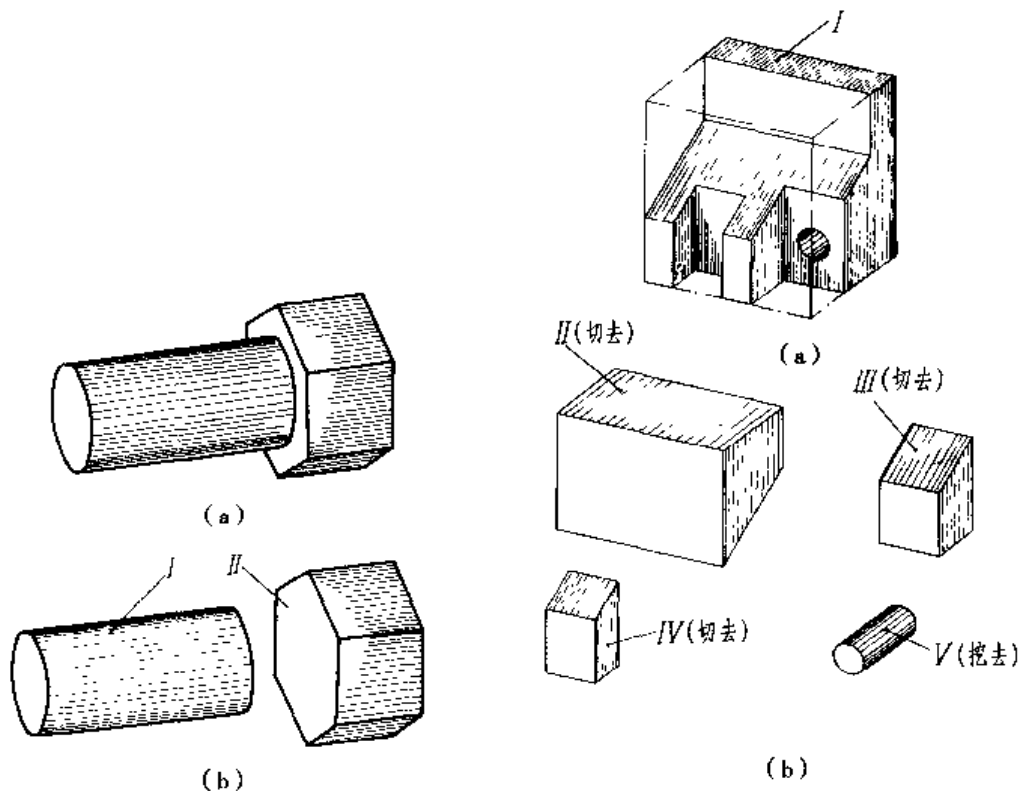


图 2-52 叠加式组合体

图 2-53 切挖式组合体

在分析组合体构成时要注意以下两点:

(1) 由于实际的机器零件形状有时较复杂,单一的叠加式或切挖式组合体较为少见,更多的是综合叠加和切挖而形成的组合体。例如,如图 2-54 所示组合体主要由叠加构成,但一个大

孔、两个小孔为切挖形成。

(2) 同一组合体的形成方法不是唯一的。例如,如图 2-55a 所示组合体的上部可以看成由一梯形板和一较窄的矩形板叠加而成(图 2-55b),也可看成由一三角形板和一较宽的矩形板叠加而成(图 2-55c)。

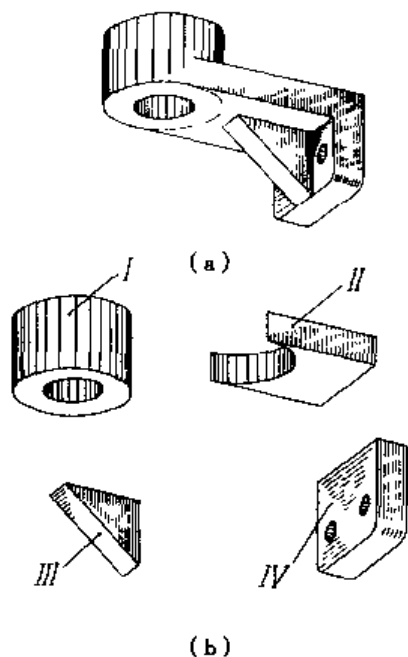


图 2-54 叠加、切挖综合

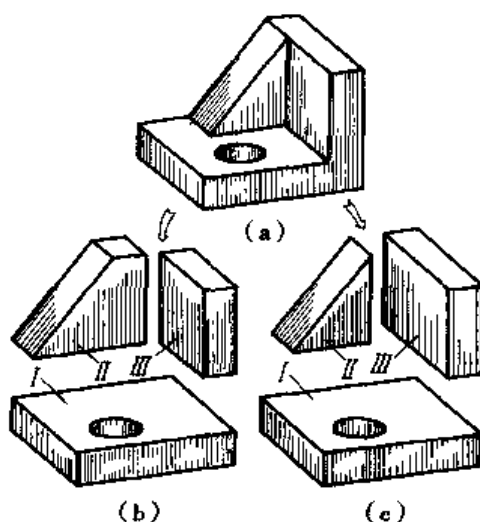


图 2-55 同一组合体的不同形成方法

从计算机辅助几何实体造型角度出发,对组合体的形成方式有不同的分析方法,将在后面相关章中介绍。

二、组合体表面间的过渡关系

组合体表面间的过渡关系可以分成三种:相交、共面和相切。

(1) 当两体的表面相交时,在两体表面交界处应画出交线,如图 2-56 所示。其中,图 2-56a 的情形是四条直交线的两个投影都积聚在平面的投影上,其交线不需要单独绘制,而图 2-56b 和图 2-56c 则要分别绘制交线。

(2) 当两体的表面共面时,两体表面的分界处不应画线。如图 2-57 所示,其中图 2-57b 和图 2-57d 的主视图上画线有误(多画了线)。

(3) 当两体的表面相切时(平面与曲面相切,或两曲面相切),两体表面交界处应光滑过渡,不应画线,如图 2-58a、图 2-59a 所示。图 2-58b 和图 2-59b 相切处画线有误。

如图 2-58 所示平面与圆柱面相切的情况在机器零件上经常出现,其三视图画法还有以下两个特点:

- ① 在圆柱面有积聚性的视图上可确定切点。
- ② 在圆柱面没有积聚性的视图上出现“断头”直线(到切点止),会形成不封闭线框。

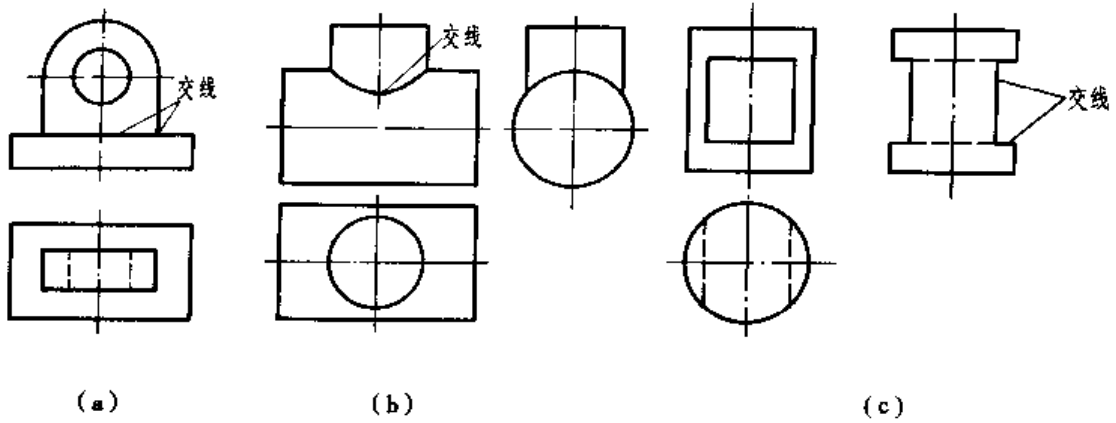


图 2-56 两体表面相交

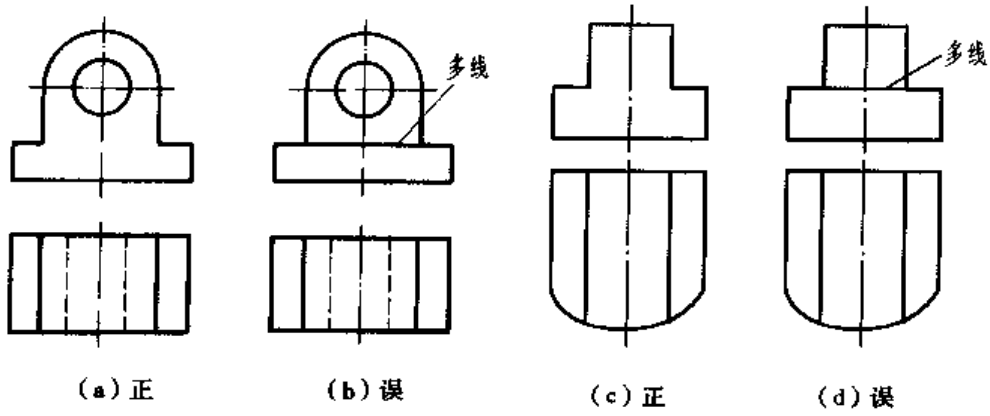


图 2-57 两体表面共面

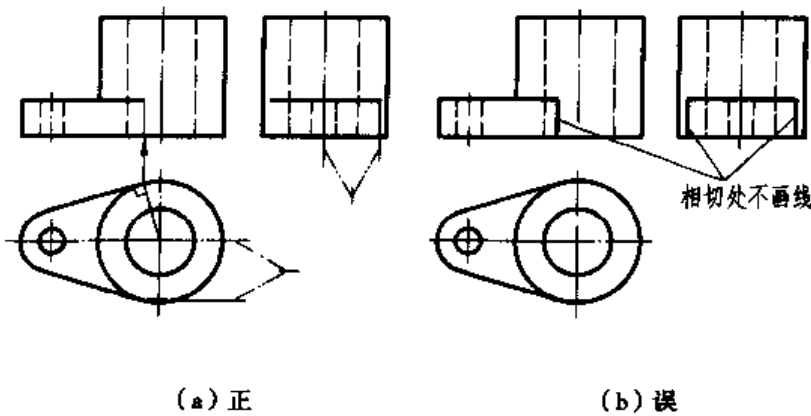


图 2-58 平面与圆柱面相切

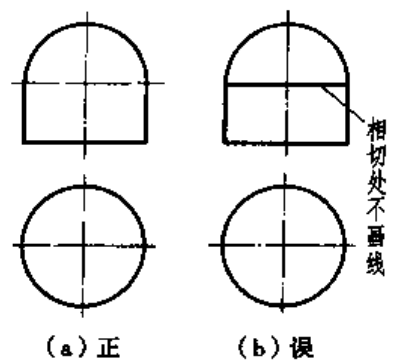


图 2-59 球面与圆柱面相切

2.3.2 组合体视图的绘制

本小节主要介绍根据实物(或立体图)画组合体三视图的步骤和方法。

一、以叠加为主的组合体三视图的画法

画此类组合体的视图时通常采用形体分析法。所谓形体分析法,就是分析组合体的组成形体、组合方式、表面过渡关系以及形体的相对位置进行画图和读图的方法。

现以如图 2-60 所示的轴承座为例说明此类组合体的绘图过程

1. 分析形体

应用形体分析法,可以把如图 2-60 所示轴承座分解为五部分:圆筒 I、用来支承圆筒的支承板 II 和 III、底板 IV、凸台 V 等。

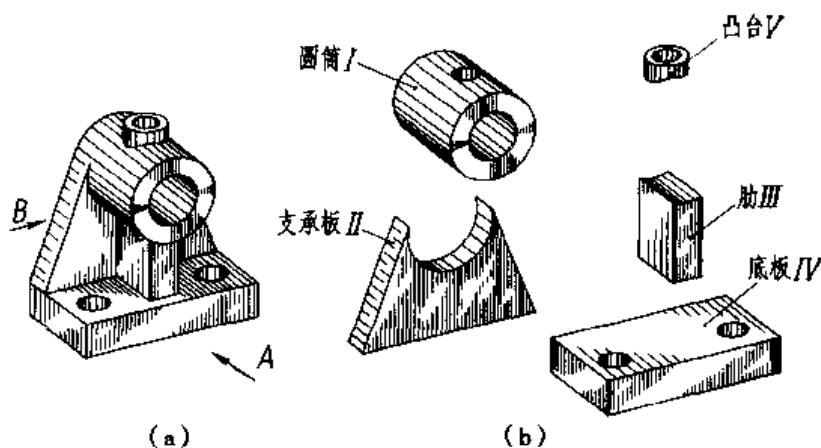


图 2-60 轴承座

2. 选主视图

选择主视图可以考虑以下三方面的要求:

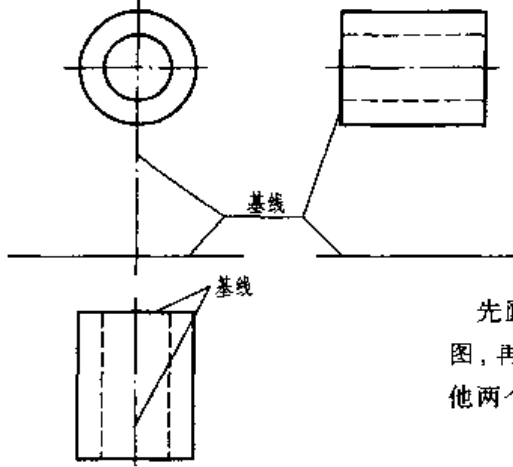
- (1) 由形象稳定和画图方便确定组合体的安放状态。通常使组合体的底板朝下,主要表面平行于投影面。
- (2) 以能反映组合体形状特征的视向作为主视图的投射方向。
- (3) 使各视图中不可见的形体最少。

根据以上三点要求,选定组合体的安放状态为底板在下,底面水平(图 2-60a);主视图的投射方向选择图中的 A 向。选 B 向虽也能较好地反映组合体的形体特征,但在相应的左视图中多数形状为不可见,因此 B 向不宜作为主视图的投射方向。

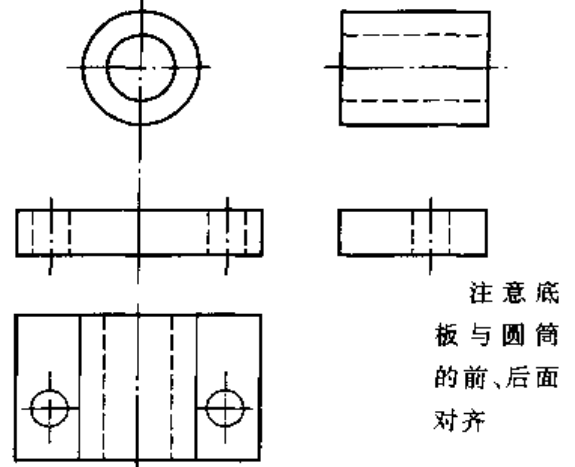
3. 布置视图

布置视图就是根据各视图的最大轮廓尺寸和各视图间应留有的间隙,在图纸上均匀地布置各视图位置,画出确定各视图在两个方向上的基线,如图 2-61 中①所示。可以作为基线的一般是组合体的底面、端面、对称平面和回转体轴线等的投影。

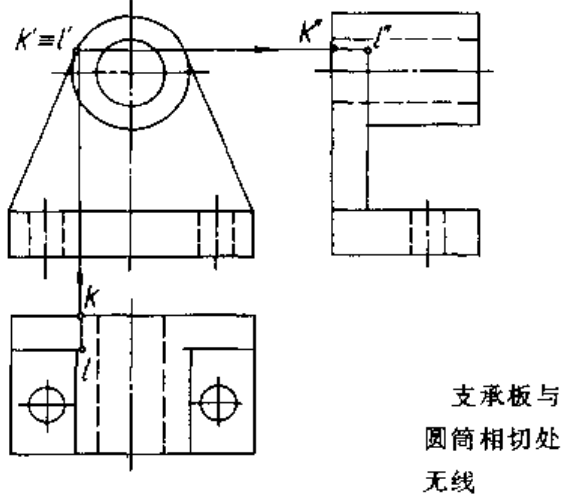
① 先画出基线,再画出圆筒的三视图



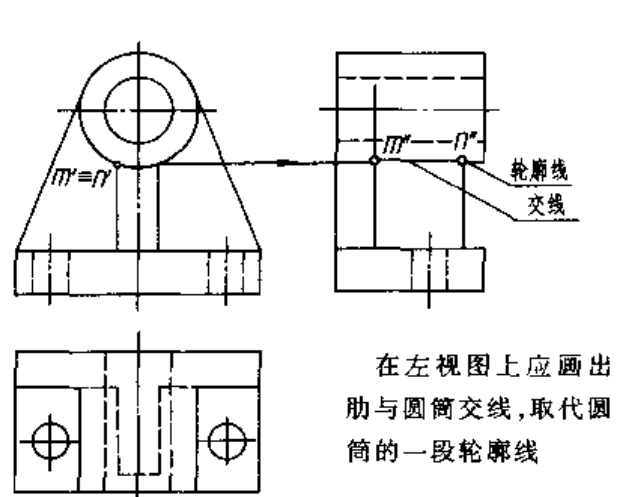
② 画底板的三视图



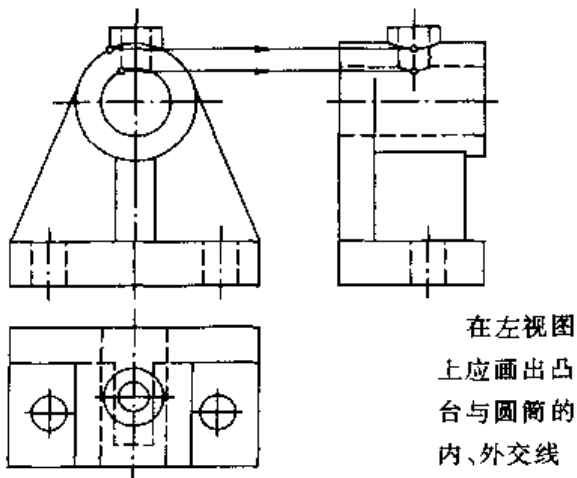
③ 画支承板的三视图



④ 画肋的三视图



⑤ 画凸台的三视图



⑥ 检查后,描深

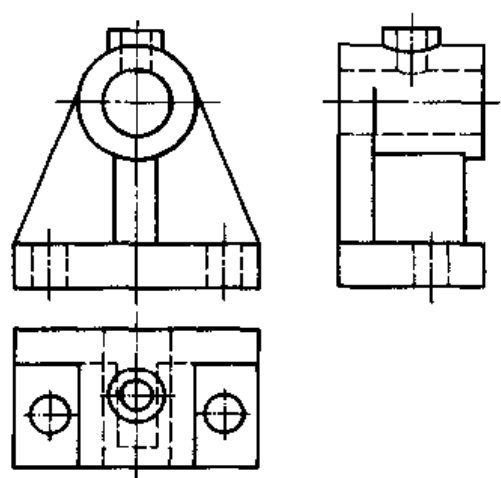


图 2-61 以叠加为主的组合体的画图方法

4. 画底稿

细、轻、准、快地逐个画出各基本体的视图。画图的一般顺序是：先画主要形体，后画次要形体；先定形体位置，后画形状；先画具有特征形状的视图（如圆柱应先画圆形视图），后画其他视图；先画各基本体，后画形体间的交线等，如图 2-61①~⑤所示。

画图时应注意的几个问题：

(1) 画图时，常常不是画完一个视图后再画另一个视图，而是几个视图配合起来画，以便利用投影之间的对应关系，使作图既准又快。

(2) 各形体之间的相对位置要保持正确。

例如，在绘制图 2-61②时底板与圆筒的前、后表面应对齐；在绘制图 2-61⑤时凸台应位于圆筒的中间。

(3) 各形体之间的表面过渡关系要表示正确。

例如，支承板的斜面与圆筒相切，在相切处为光滑过渡，所以切线($kl, k''l''$)不应画出(图 2-61③)。肋与圆筒是相交的，所以在圆筒的外表面与肋的侧面之间应画出交线 $m''n''$ (图 2-61④)。同时，由于圆筒与肋及支承板融合成一体，所以在左视图上圆筒的轮廓线只有肋前面的一小段(图 2-61④)。凸台与圆筒的内外表面也是相交关系，也应绘制交线(图 2-61⑤)。

5. 检查、描深

底稿完成后，应仔细检查。检查时，还是应用形体分析法逐一分析各形体的投影是否都画全了；相对位置是否都画对了；表面过渡关系是否都表达正确了。最后，擦去多余的线，经过修改再描深，如图 2-61⑥所示。

二、以切挖为主的组合体三视图的画法

如图 2-53 所示的组合体，可以看作是由长方体 I 切去形体 II、III、IV，又钻了（挖去）一个孔 V 而成。这种主要由基本体切挖而成的组合体，除基本体（长方体 I 和孔 V）能直接按形体画图外，其切口部分难以直接按形体画图，通常采用面形分析法，按面形进行作图。所谓面形分析法，就是根据表面的投影特性（积聚性、实形性和类似性）分析表面的性质、形状和相对位置进行画图和读图的方法。

如图 2-62 所示，给出了该组合体的画图步骤。画图时应注意以下三点：

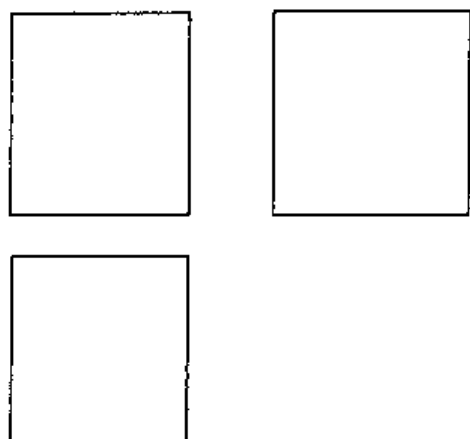
(1) 对于切口，应先画出反映其形状特征的视图（在该视图上截切面的投影具有积聚性），后画其他视图。例如，作切去形体 II 形成的切口(图 2-62②)时应先画其主视图。作其余视图时，关键是所作出的正垂面 P 的其余两投影(p'' 与 p)的形状应相类似。又例如，作切去形体 III 形成的切口(图 2-62③)时，应先画其俯视图。该切口与正垂面 P 的交线均积聚在 q' 上，因此作切口其余投影时，关键仍是所作斜面的其余两投影 q'' 与 q 的形状应相类似。

(2) 画切挖形成的组合体时，不一定都从最简单的基本体开始，也可以从一个比较清晰的有一定复杂程度的组合体开始（复杂程度视初学者的画图水平而定）。例如，可从图 2-62②所示的形体开始，也可以对照轴测图直接画出图 2-62④所示的具有形状特征的主、俯视图，再作其左视图（作图的关键仍是作斜面的投影）。

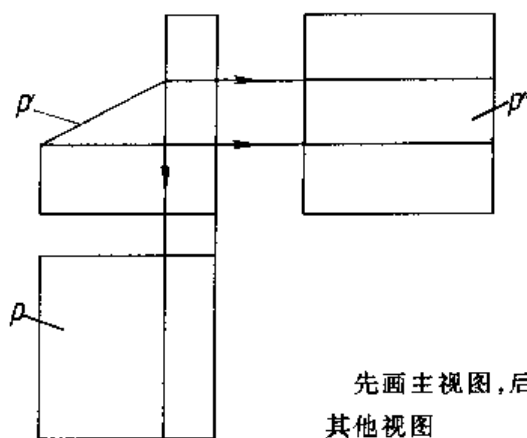
(3) 检查时，除检查形体的投影外，主要还是检查面形的投影，特别是检查斜面投影的类似性。例如图 2-62④中斜面 R 的投影 r'' 与 r 的形状应相类似，如果斜面上的交线画错，即可从查

斜面投影的类似性中查出。

① 画长方体 I 的三视图

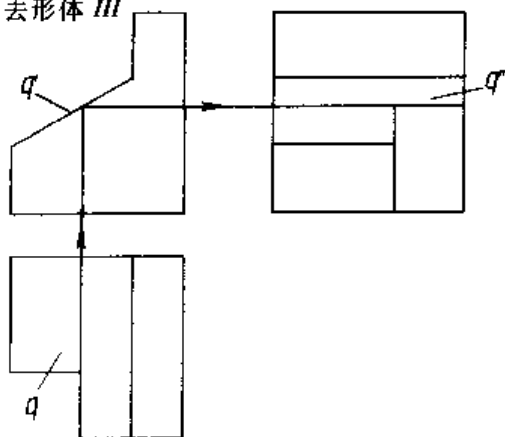


② 切去形体 II



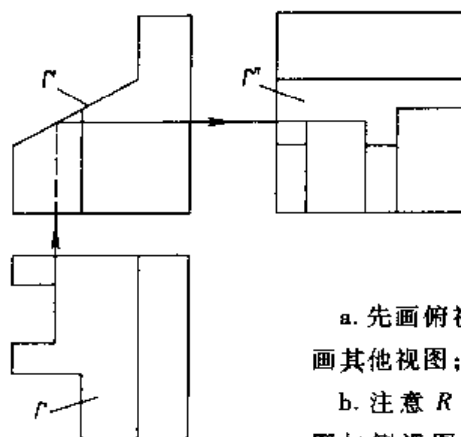
先画主视图, 后画其他视图

③ 切去形体 III



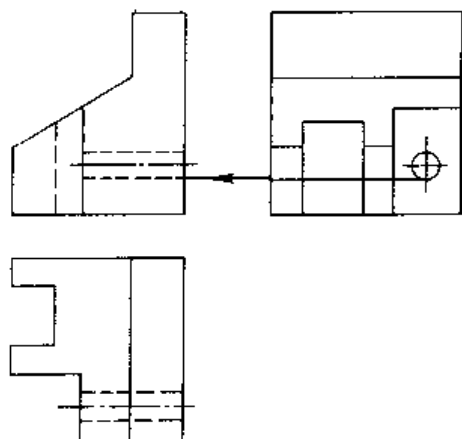
先画俯视图, 后画其他视图

④ 切去形体 IV



a. 先画俯视图, 后画其他视图;
b. 注意 R 面俯视图与侧视图的类似性

⑤ 钻孔 V



⑥ 描深

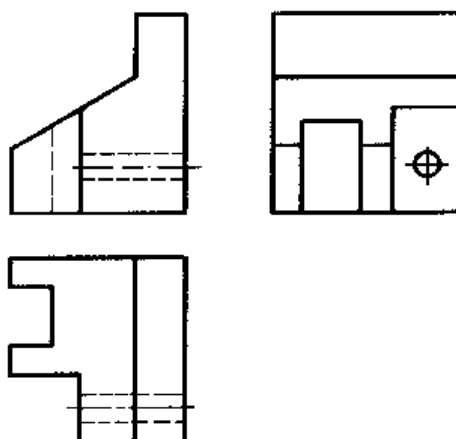


图 2-62 以切挖为主的组合体的画图方法

三、具有倾斜表面的组合体视图的画法

在某些机器零件上,由于功能的要求或空间的限制,需将一些表面设计成倾斜的。其中,有一些是投影面垂直面(又称单斜面),有些则是一般位置平面(又称双斜面)。与之对应的组合体就成了“具有倾斜表面的组合体”。画这类组合体上倾斜表面的基本方法是按面形进行作图,确定面上点的投影时要注意运用点的换面作图规律。

1. 组合体上单斜形体的画法

[例题一] 已知弯板主视图、局部的俯视图和反映倾斜部分实形的 A 向辅助视图(上方标有 A 字的视图),试完成其俯视图(图 2-63a)。

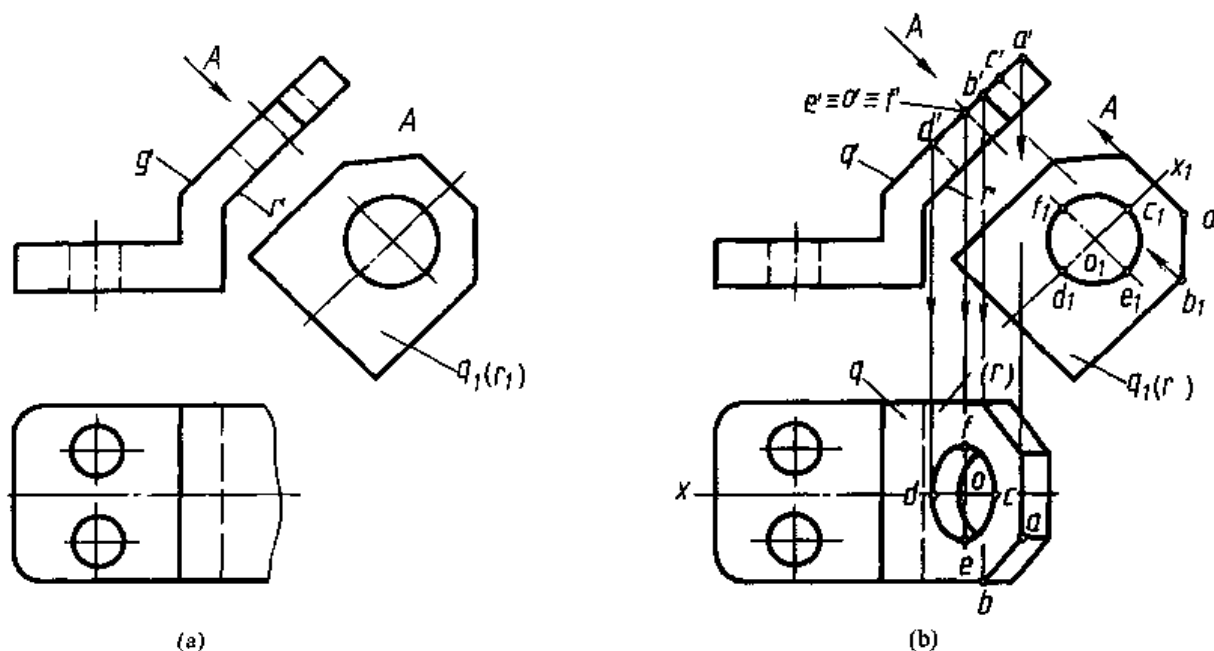


图 2-63 组合体上单斜板的画法

解:图中给出的 A 向辅助视图就是第一章中学过的经一次换面后所得的新投影。

(一) 分析

由换面法知识可知,在 A 向视图上,倾斜面 Q 和 R 反映实形,其余的侧表面均积聚成直线。画倾斜部分的俯视图,实际就是由一次换面后的新投影返求原投影的问题。由于倾斜形体的俯视图不能直接按形体画出,只能按面形进行作图。方法是先建立平面的实形视图与该平面的积聚性投影间的联系,然后作出平面的另一投影。

(二) 作图(图 2-63b)

(i) 建立新投影轴 x_1 和原投影轴 x 的位置。为作图方便,选择新、旧投影轴分别与 A 向视图和俯视图的对称线重合(注意 x_1 应与 q' 平行)。

(ii) 作面 Q 六边形的水平投影。

关键是作出该面上顶点 A 和 B 的投影。为此,先在 A 向视图上标出点 A 和 B 的投影 a_1 和

b_1 , 再在主视图上定出对应的投影 a' 和 b' , 然后根据换面后点的投影关系作出水平投影 a 和 b 。过点 a 和 b 分别作 x 轴的垂线和平行线, 再连直线 ab 即可作出六边形的水平投影。

(iii) 作面 Q 上孔口圆的水平投影。

根据孔在主视图上轮廓线与 q' 的交点 c', d', e', f' , 即可作出圆的水平投影——椭圆长、短轴的端点 c, d, e, f 。椭圆的具体作图在习题集中介绍。

(iv) 用同样的方法作出面形 R 的投影, 然后按面形连成体。为看图清晰起见, 圆孔部分的细虚线一般不画出。

(三) 检查

主要检查斜面投影的类似性, 同时还要注意检查倾斜部分上其余的表面是否已全部画出, 以及检查孔中的线(画 R 上孔的可见投影)等。

2. 组合体上双斜形体的画法

画双斜面投影的方法与画单斜面的相同, 先按换面作图的规律建立斜面的实形和该斜面的积聚性投影之间的联系, 然后画出所需求作的投影。

[例题二] 已知弯板的轴测图(图 2-64a), 其上水平板的主、俯视图(图 2-64b), 以及斜板的形状、厚度和斜板与水平板之间的二面角为 120° , 试完成斜板的主、俯视图。

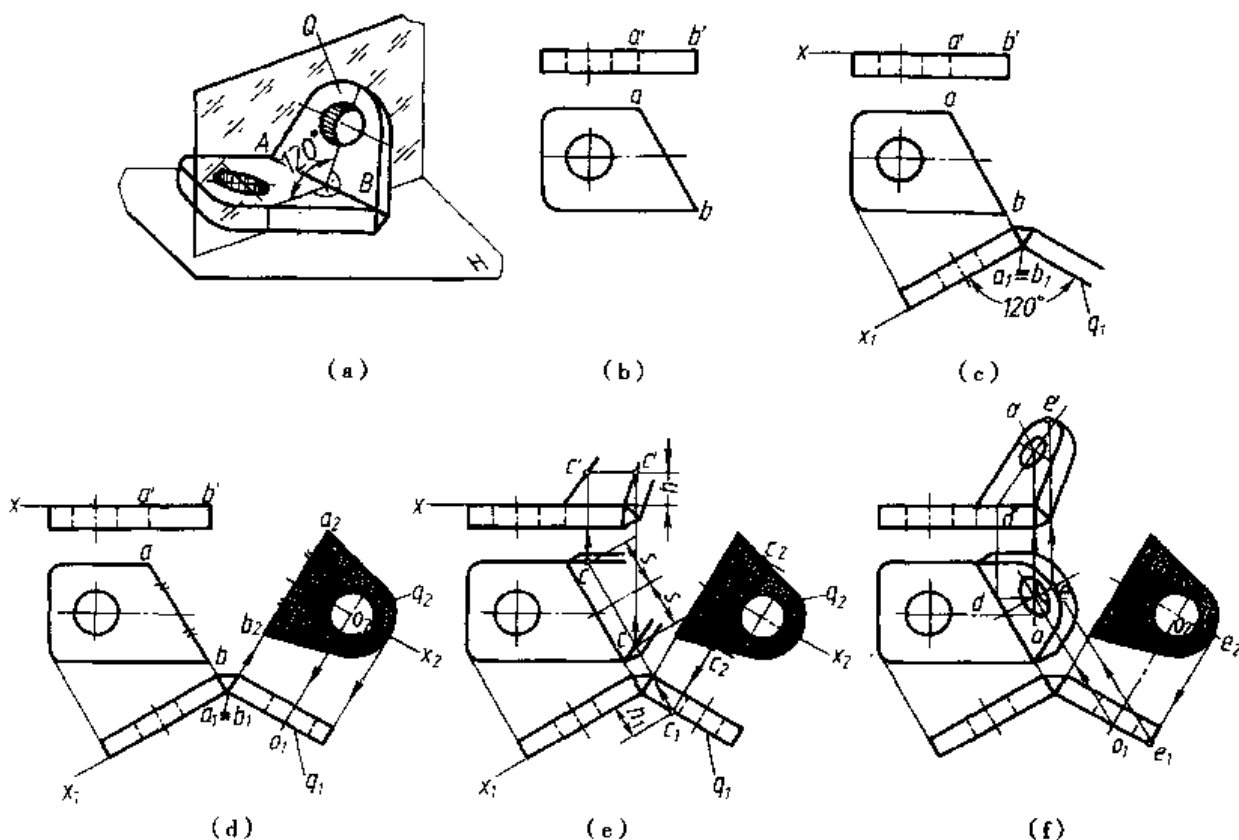


图 2-64 双斜板的画法

解:(一) 分析

如图 2-64a 所示, 斜板的主要表面是双斜面(一般位置平面)。根据换面法的知识, 求作一

般位置平面的实形需换面两次:先换面成新投影面的垂直面,再换面成新投影面的平行面。画双斜面的投影,实际就是根据经二次换面后该平面的实形和一次换面后该平面的积聚性投影反求原投影的问题。

(二) 作图

(i) 换面一次,作出弯板上双斜面 Q 在新投影面上的积聚性投影 q_1 。

为作图方便, x 轴建立在水平板的顶面上。由于两平面的交线 AB 是一条水平线,所以 x_1 轴应垂直于 ab 。根据二面角为 120° ,即可作出 q_1 的投影位置,如图 2-64c 所示。

(ii) 再换面一次,作出反映双斜面 Q 实形的投影(图 2-64d)。

为此,作轴 $x_2 // q_1$ 。为便于作图,使实形的对称中心线与 x_2 重合(请读者思考:为什么实形的对称中心线与轴 x_2 是平行的?)。按投影关系,先作出点 a_2 和 b_2 ,再根据面 Q 的已知条件作出面 Q 的实形。

(iii) 由实形返回去,完成一次换面后斜板的投影。

(iv) 作斜板的俯视图。

先画面 Q 的水平投影,再画与面 Q 平行的面的水平投影,然后连成斜板的投影。图 2-64e 中给出了面 Q 上点 C 的水平投影 c 的作法:先在实形上选定 c_2 的位置,再在 q_1 上定出 c_1 ,然后由 c_2, c_1 作出点 c 。为度量方便,可从 ab 线的中点画一条中心线平行于轴 x_1 ,以此中心线为基准,沿轴 x_1 的垂线方向量取 $s = s_2$,即得点 c 。用同样的方法,可把斜面 Q 上圆和圆弧上的特殊点分别投回去即可作出斜面 Q 的水平投影(其上的椭圆可利用长、短轴作出)。

(v) 作斜板的主视图。

图 2-64e 上给出了点 C 的正面投影 c' 的作图。由点 c 向上作投影连线,在其上量取 $h = h_1$,即得点 c' 。用同样的方法可作出斜面 Q 的正面投影,再作与面 Q 平行的平面的正面投影,然后连成斜板的主视图。但是,完全用投点的方法画斜板上孔的正面投影——椭圆,又慢又不准。应先定出长、短轴的方向、大小后再画。为此,过面 Q 上圆的中心 O 画一条正平线 $OD(o'd', od)$,该圆的正面投影——椭圆的长轴位于 $o'd'$ 上,长度等于圆的直径;短轴垂直于 $o'd'$,其长度可换面一次利用面 Q 的积聚性投影反投回来得到,椭圆具体作图可参考图 2-14。作图的结果如图 2-64f 所示。

以上讨论表明:双斜面上圆的水平投影椭圆的长、短轴对应的正面投影不是圆的正面投影椭圆的长短轴。作图时务必注意此点。

2.3.3 组合体视图的阅读

读图的分析方法仍是形体分析法和面形分析法。下面结合不同类型的组合体介绍如何运用这两个分析方法进行读图。本小节除讨论读图方法外,还结合读图介绍由组合体的两视图求作第三视图的方法。

一、以叠加为主的组合体视图的阅读

读此类组合体的视图主要采用形体分析方法。通过对所给视图的投影分析,先分别读懂组合体的各组成形体,再综合各组成形体间的表面过渡关系和相互位置想出该组合体的整体形状。现以如图 2-65 所示的轴承座为例,说明此类组合体视图阅读的方法和步骤。

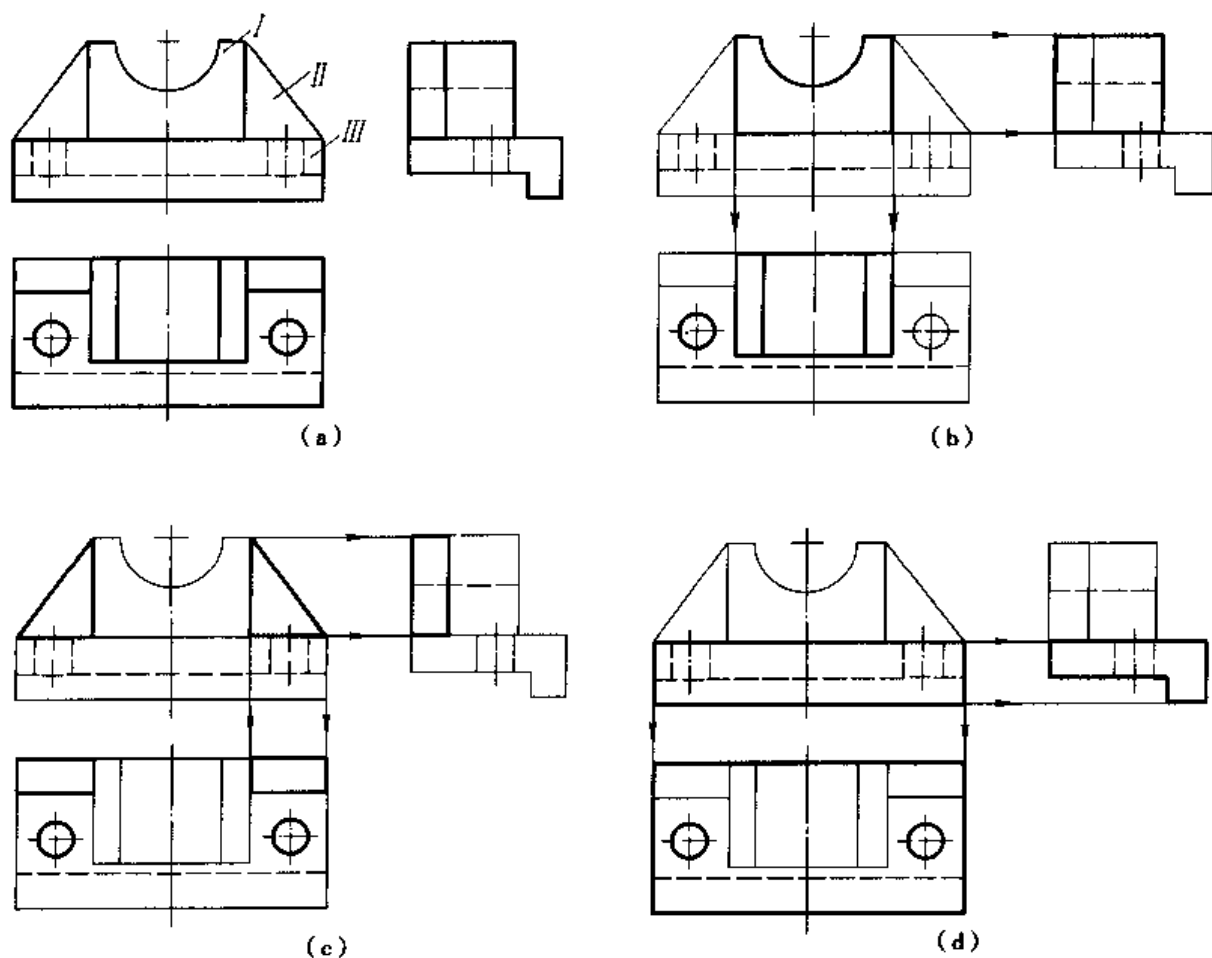


图 2-65 轴承座读图方法

1. 认识视图抓特征

认识视图就是以主视图为主,弄清楚图样上各个视图的名称与投射方向:哪个是左视图,哪个是俯视图等。这是最基本的前提,以后遇到的更复杂的零件图会有许多视图,如果连视图名称与投射方向都没有弄清楚,想看懂图样是不可能的。

抓特征就是抓特征视图,找出反映物体特征较多的视图,以便在较短的时间里,对该物体有一个大致了解。

图 2-65a 给出的是主、俯、左三个视图,其中反映该组合体特征较多的是主视图。

2. 对照投影分形体

参照物体的特征视图,对物体进行形体分析,把它分解成几部分,再对照投影的“三等关系”分出每个部分的三个投影,想出它们的形状。分形体读图时,一般先粗略地看整体形状,后看形状细节;先看主要部分,后看次要部分;先看容易确定的部分,后看难于确定的部分。

根据图 2-65a 中的主视图,经过粗略分析,可以把该组合体分成 I、II、III 三个不同的部分。从形体 I 的主视图出发,向下、向左对投影,找到俯、左视图上相应的投影,如图 2-65b 中粗线所示。可以看出,形体 I 是一个长方体,在其上部挖了一个半圆柱形状的槽。

同样,通过对投影可以找到形体Ⅱ(左、右各一块)的其余两个投影,如图2-65c粗线所示,它是两块三棱柱板。

最后看形体Ⅲ,其对应的投影如图2-65d粗线所示,是一块带弯边的长方板,其上有两个小孔。

3. 综合起来想整体

在看懂各部分形体的基础上,以特征视图为基础,综合各形体的相对位置,想出组合体的整体形状。

从图2-65a所示的主、俯视图上,可以清楚地看出各形体的相对位置,带半圆形槽的长方体Ⅰ和两块三棱柱板Ⅱ均在底板Ⅲ的上面,这三种形体的后面位于一个平面上。这样综合起来想整体就能形成如图2-66b所示的整体形状。

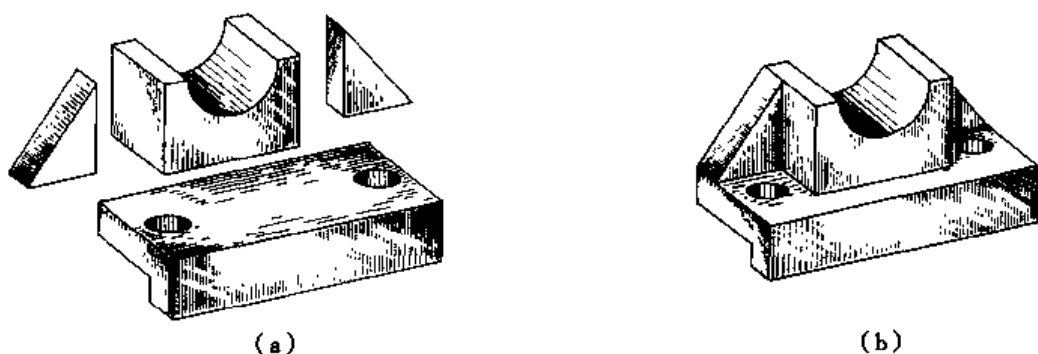


图2-66 轴承座的立体图

二、以切挖为主的组合体视图的阅读

此类组合体视图的阅读主要采用面形分析法。通过对投影、分出各表面的形状和相互位置,然后综合起来想出组合体的整体形状。

为了在读图过程中能正确、有效地使用面形分析法,需特别注意以下几点:

(1) 视图中每一个面形(封闭线框)表示形体上一个表面或孔的投影。相邻两个面形表示形体上两个位置不同表面的投影。如图2-67所示,俯视图上的面形 p 、 q 、 r 分别表示形体上的正垂面 P 、水平面 Q 和圆柱面 R 的投影。

(2) 大面形中的小面形(如图2-67主视图上的面形 s')表示形体上不同层次表面的投影。小面形表示的表面相对大面形表示的表面,或是凸,或是凹,也可能是斜面或孔。图中主视图上的面形 s' 是一个凸出于立板前面的圆柱前端面的投影,其内所含的小圆面为孔的投影。

(3) 一个视图上的面形,在其他视图上对应的投影,或是积聚成线,或是一个与其形状相类似的图形。如图2-67俯视图上的面形 p ,其对应的正面投影 p' 积聚成直线,对应的侧面投影 p'' 是一个与 p 形状相类似的图形。

【例题一】 已知压板的主视图和俯视图,求作左视图(图2-68)。

解:(一) 读图

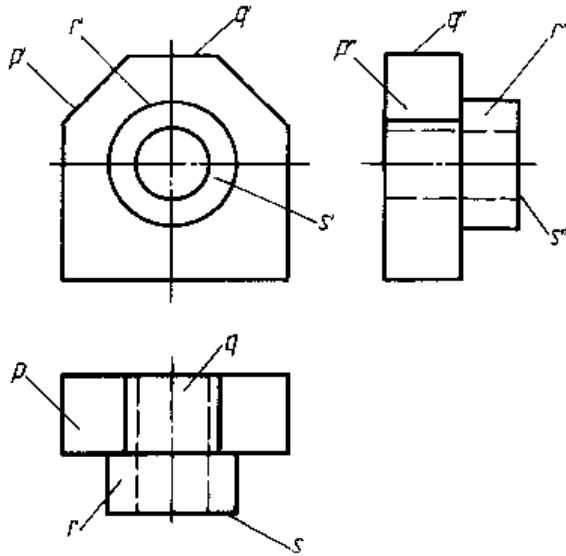


图 2-67 形体上面的投影

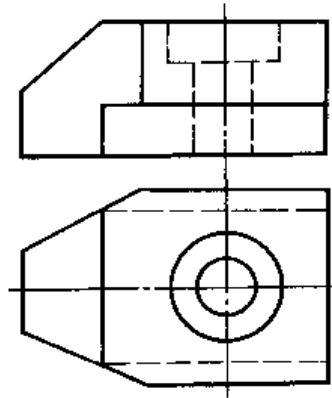


图 2-68 压板的两视图

(i) 初步阅读所给视图,可知其外形是由基本体被多个平面截切(切挖的一种方式)而形成,因此其读图主要运用面形分析法。

(ii) 对投影、分面形。

主视图上有三个可见的面形 p' 、 q' 和 r' (图 2-69a), 其中 p' 、 q' 对应的水平投影 p 和 q 是唯一的, 说明面 P 是铅垂面, 面 Q 是压板最前面的正平面。面 r' 的对应投影有两个可能: 积聚成细虚线 (r) 或由三条粗实线和一条细虚线组成的四边形 (u)。到底是哪一个? 可采用“先假定, 后验证, 边分析, 边想象”的方法来分析。假定 r' 对应的投影为 (u), 说明空间的面 R 应是一个前高后低的斜面。从正面投影看, 面形 r' 的左、右两边是平行侧面的, 而从水平投影看, 面形 (u) 左边的一条边是斜线, 不平行于侧面, 说明 r' 和 (u) 不是一个面的两个投影。因此, r' 对应的水平投影只可能是 (r), 空间面 R 是一个较面 Q 为后的正平面。

俯视图上的可见面形 s 和 t , 其对应的正面投影 s' 和 t' 是唯一的 (图 2-96b), 说明面 S 是压板左上方的正垂面, 面 T 是最上面的水平面。不可见面形 (u) 对应的正面投影为 u' , 说明面 U 也是一个水平面。

(iii) 综合各面的相对位置想整体。

经以上分析, 可知压板的外形是由一个六棱柱 (俯视图的外轮廓是一个六边形) 被平面截切而成: 在其左上方被正垂面 S 切去一角; 在其前后面的下部, 分别被正平面 R 和水平面 U 切去一角。压板的中间为一个圆柱形的台阶孔。压板的立体图如图 2-69c 所示。

必须指出, 此压板也可看作由一个长方体被多个平面截切而成。这样, 虽然开始容易想, 但过多的截平面截切会增加想象整体的难度。相比之下还是选择一个读者自己能接受而又复杂程度适当的截切体作基础, 由此出发再被较少量平面切截而形成更容易想象。

(二) 作压板的左视图

对此类组合体, 由两个视图求作第三视图的步骤如下:

(i) 作出未截切前基本体的第三视图。

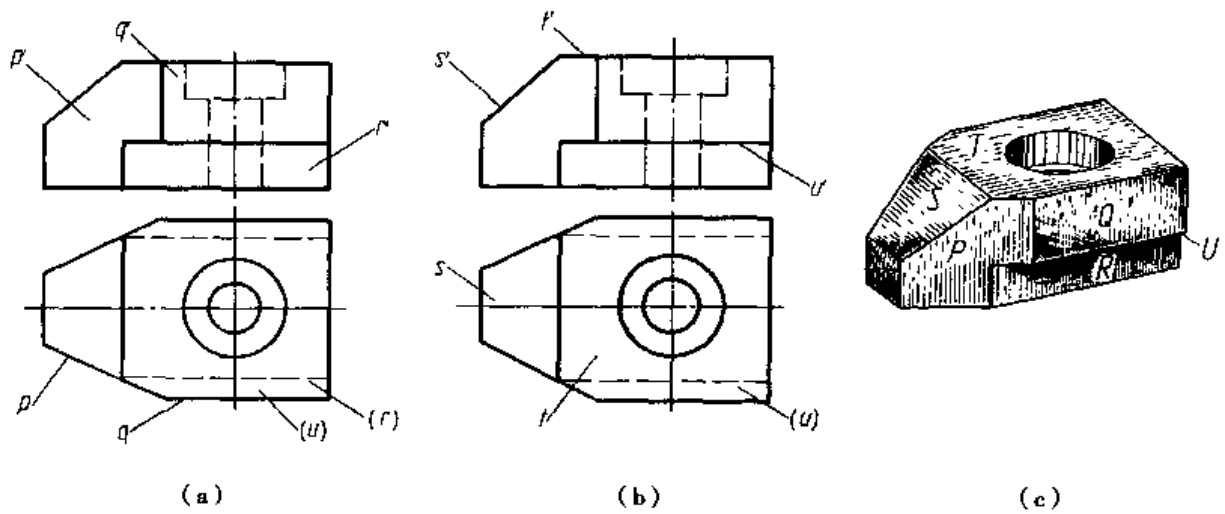


图 2-69 压板的读图分析

如前所述,未截切前的基本体为一个六棱柱,其左视图如图 2-70a 所示。图中同时画出了台阶孔的投影。

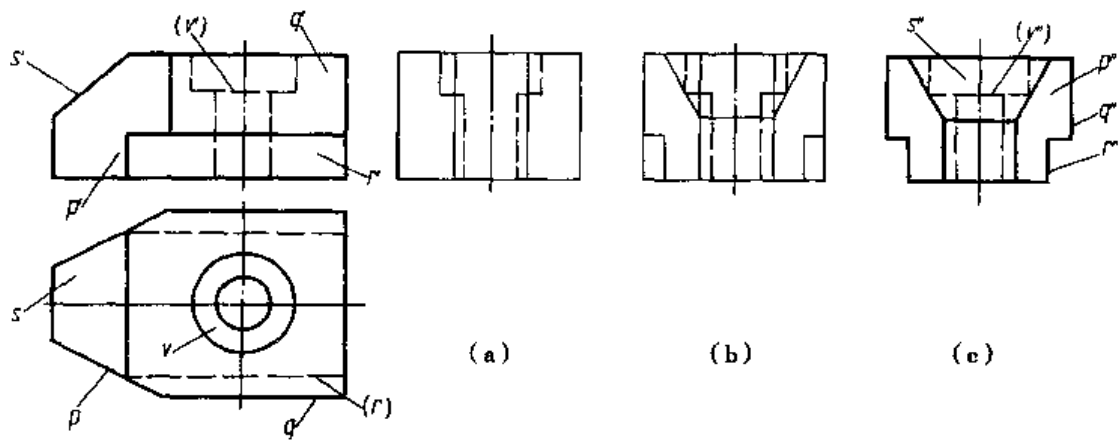


图 2-70 由压板的主俯视图求作左视图

(ii) 作出体上斜面的侧投影。

分别作出正垂面 S 和铅垂面 P 的侧投影 s'' 和 p'' (图 2-70b), s'' 和 p'' 的形状应分别与 s 和 p' 的形状相类似。

(iii) 检查、修改后描深。

检查时可以先查几个投影面平行面是否已画出,例如正平面 Q 和 R 的侧投影 q'' 和 r'' ,经检查图中已画出(图 2-70c)。不过 q'' 画长了,在下部切口处一段应去掉。水平面 V 的侧投影 v'' 在图 2-70a、b 中均未画出,应补上。台阶圆柱孔在两孔交界处为平面,必须有线,初学者常易漏

掉,务必注意。

检查的重点放在斜面投影的类似性上。 s'' 面形中两段铅垂的直线是多余的。若左视图的下部两边没有画出切口,则在查 p'' 与 p' 的类似性时也可查出。正确的左视图如图 2-70c 所示。

三、叠加、切挖复合型组合体视图的阅读

以上结合叠加、切挖为主的组合体分别介绍了形体分析法读图和面形分析法读图。对于组合方式较综合的组合体视图的阅读,常把这两种方法结合起来分析,现举例如下。

[例题二] 已知支座的主、俯视图,求作其左视图(图 2-71a)。

解:(一)读图

(i) 主视图形状特征反映较多,经初步形体分析,支座大致可以分为 I、II、III 三个部分(图 2-71a)。

(ii) 对照投影分形体,分不出时可以对有关面形的投影攻难点。

通过对照投影不难看出, I 的外形是由半圆柱和四棱柱叠加成的形体,其上有一个前后通的圆柱孔。分析面形 p' , 其对应的投影有两个可能: p 或 p_1 。若是 p_1 , 说明空间的面 P 与形体 I 的前端面共面。这与所给投影不符, 因此面形 p' 对应的投影只可能是 p , 空间面 P 是一个由前向后挖的半圆柱面, 说明形体 I 上部开了一个前为长方形、后为半圆形的槽。

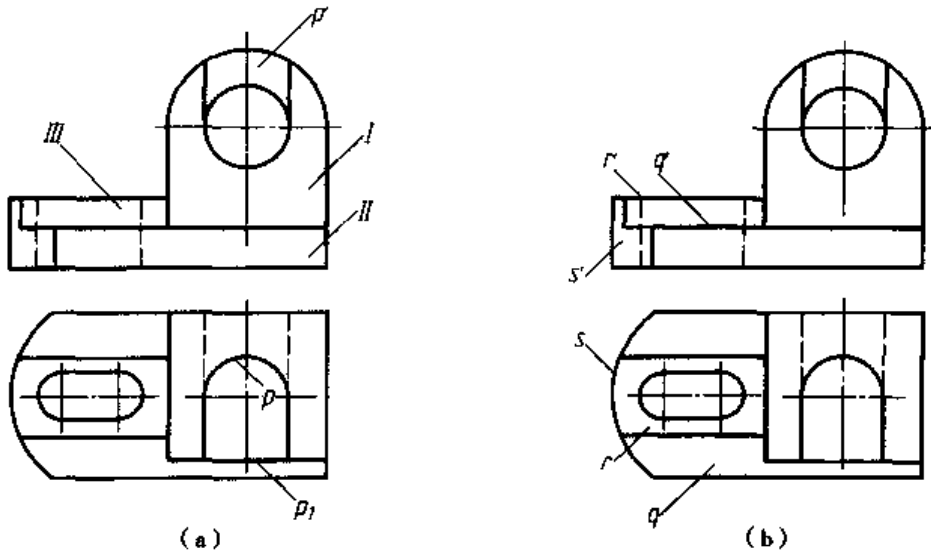


图 2-71 支座的读图分析

形体 II、III 可能通过对投影一下子分不出来,这可在俯视图上分析与之相关的面形(图 2-71b)来解决。面形 q 和 r 对应的正面投影均只有一种可能,分别为 q' 和 r' 。这说明空间的面 Q 和面 R 均为水平面,前者比后者低。因此,形体 II 为一块大的底板,形体 III 是叠在底板上面的小板。主视图上的面形 s' 对应的水平投影只能是圆弧 s ,说明板 II 和 III 的左端被切成局部圆柱面。面形 s' 上右边两小段铅垂直线是该圆柱面分别与板 II、III 的前面(均为正平面)的交线的投影。从板 III 的顶面向下还开了一个两头为半圆柱形的长孔。

以主视图为基础,综合各形体的形状和相对位置,就可想象出支座的整体形状,其立体图如图 2-72 所示。

(二) 作支座的左视图(图 2-73)

注意:在作左视图时,先不要对着立体图画,等全部作完后再以立体图核对。

(i) 逐个形体作出其左视图(图 2-73a)。

(ii) 分析各形体表面的过渡关系,绘制交线和去掉多余的线(图 2-73b)。

形体 I 的上部开有一个槽。该槽与外半圆柱面是相交关系,槽的长方部分和半圆柱部分与外圆柱面的交线分别为一段直线

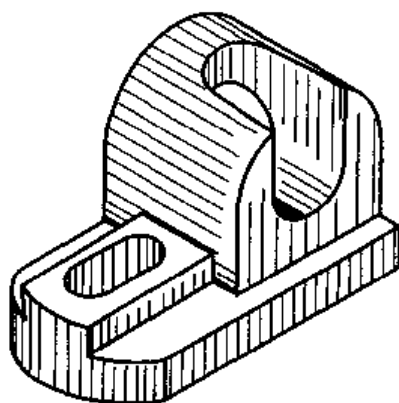


图 2-72 支座的立体图

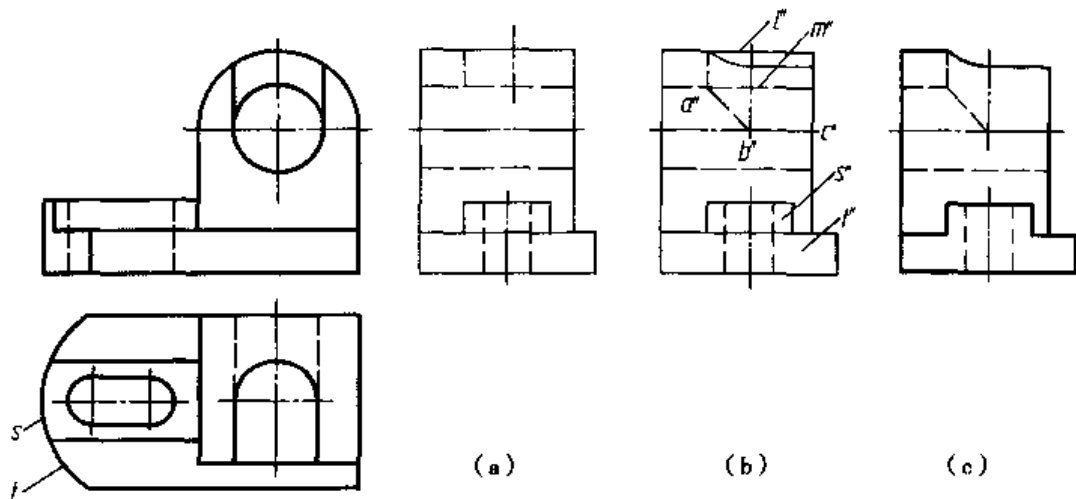


图 2-73 由支座的主、俯视图求作左视图

和一段空间曲线。槽与前后通的圆柱孔也是相交关系。由于槽的半圆柱面与圆柱孔的直径相等,它们的交线为半个椭圆,其投影积聚成直的细虚线 $a''b''$ 。槽的长方部分的侧面与圆柱孔相切,相切处光滑过渡, b'' 与 c'' 间不应有线。

板 II 和 III 的左端面共面,位于同一个圆柱面上,因此面形 s'' 和 t'' 之间不应有线。

(iii) 检查。

检查主要是查形体、查面形、查轮廓线。

查形体:检查是否有漏画或位置画错的形体。

查面形:若面形 s'' 和 t'' 之间多画了线,则可以通过检查它们对应的投影 s 和 t (位于同一个圆柱面上)而查出。

查轮廓线:从俯视图上看,形体 I 的外圆柱面和孔的侧面投影轮廓线分别被切去一段,因此在左视图上实线段 l'' 和细虚线段 m'' 是不存在的(图 2-73b)。若漏画了交线,也可在查轮廓线投影时得到启示,因为在轮廓线中断处的附近必然会有交线。

正确的左视图如图 2-73c 所示。

以上介绍了不同类型组合体视图的阅读方法和步骤。在读图时还应注意以下几点：

(1) 读图时要把所给的全部视图联系起来分析,切忌只看一个或两个视图就作结论。在没有标注的情况下,只看一个视图不能正确判断物体的形状。有时虽有两个视图,但也可能形状不确定。如图 2-74a、b 所示的主、左视图完全相同,由于俯视图不同而是两个不同的物体。

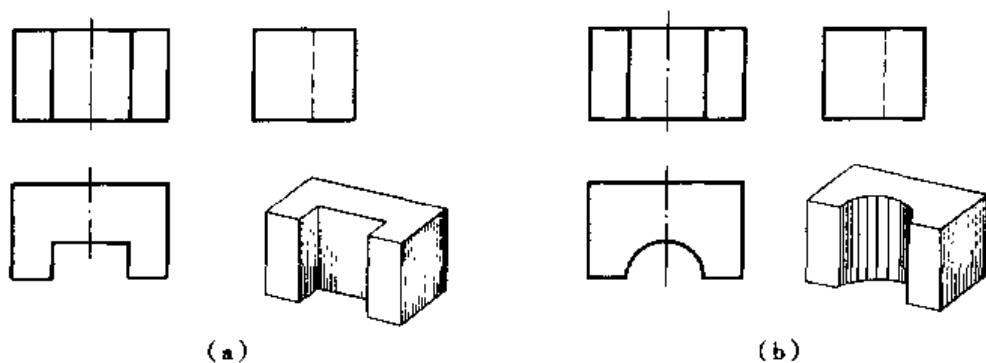


图 2-74 两个视图相同的形体

(2) 注意视图中反映形体之间过渡关系的图线。

形体之间表面过渡关系的变化,会使视图中的图线也产生相应的变化。图 2-75a 中的三角形肋与底板及侧板的连接线是实线,说明它们的前面不共面,因此三角形肋板是在底板的中间。图 2-75b 中三角形肋板与底板及侧板的连接线是细虚线,说明它们的前面共面。因此,根据俯视图可以肯定三角形肋板有两块,一块在前,一块在后。

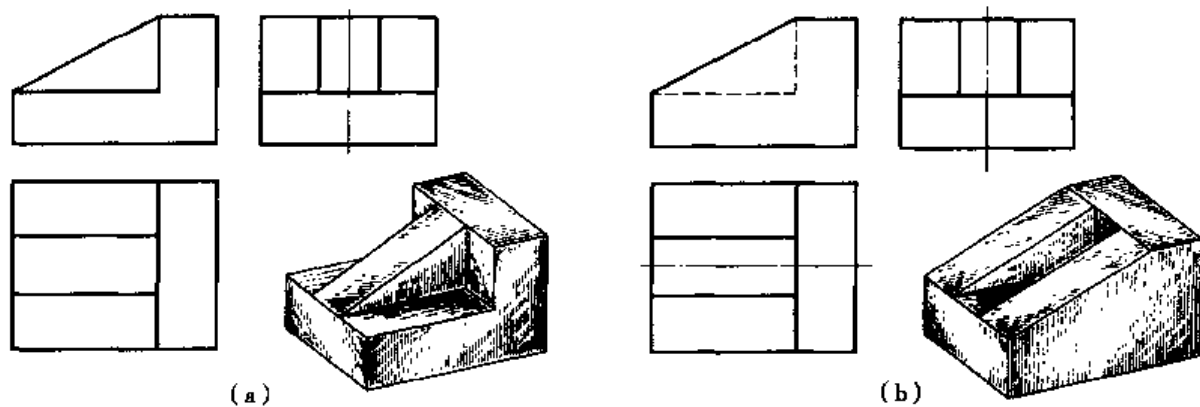


图 2-75 由表面的过渡关系判断形体(一)

如图 2-76a 所示,根据两形体的交线的投影是斜直线,可以肯定它们是直径相等的两圆柱相交。如图 2-76b 所示,根据两形体在过渡处没有交线,可以肯定它们是棱柱与圆柱相交,棱柱的前后面与圆柱相切。

这种根据形体之间的图线来判断各形体的相对位置和表面过渡关系的方法,对于看图很有用。

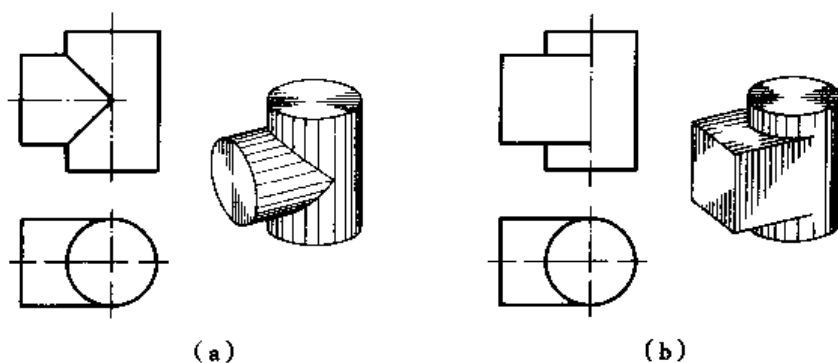


图 2-76 由表面的过渡关系判断形体(二)

(3) 读图中,对一时读不懂的部分可暂时放下,将能读懂的形体和面形先读,“逐步缩小包围圈”。攻难点时,可采用“先假定,后验证,边分析,边想象”的分析方法。如对图2-69a中面形 r' 和图2-71a中 p' 的分析。对图2-71b中面形 s' 的形状,也只有先分析清楚底板II和上凸的小板III的形状后才能很好的理解。

本章小结

本章重点在于利用形体分析法和面形分析法绘制和阅读组合体(包括含有单斜面的组合体)的视图。

1. 绘图

不同的矛盾用不同的方法解决。

(1) 对叠加为主的组合体,主要运用形体分析方法。逐个形体画图,先画主要形体,后画次要形体;先定位置,后画形状;先画形体,后画交线;先画具有形状特征的视图,后画其他视图以及尽可能几个视图联系起来画。

(2) 对切挖式的组合体,主要运用面形分析法。选一个简繁适度的形体作为画图的基础,画出其视图,再在此基础上按面形画出斜面和切口的投影。

(3) 对组合体上的单斜面或双斜面,先建立斜面的实形视图与其积聚性视图之间的联系(对双斜表面,要先经一次换面作出双斜面的积聚性投影),然后利用换面法作图规律作出斜面的其他视图。

2. 读图

(1) 对叠加为主的组合体视图的阅读,主要运用形体分析方法,以面形分析法攻难点。通过对投影、分形体、综合各组成形体和相互位置想整体。

(2) 对切挖式组合体的读图,主要运用面形分析法。通过对投影、分面形、综合各表面的形状和位置想整体。

读图的过程,一般从特征视图着手,先粗略读,后细读;先读易懂的形体,后读难懂的形体。遇到难点时,可采用“先假定,后验证,边分析,边想象”的方法来突破。

3. 检查

检查作图中的错误常常比画图更困难。检查图的能力不仅是实际工作所需要,而且识别错

误能力的提高还将促进画图 and 读图能力的进一步提高。

检查的方法主要是四查：

(1) 查形体：即查各基本体的投影及其相对位置画得是否正确。

(2) 查面形：主要查斜面投影的类似形。

(3) 查轮廓线：主要查两体表面相交处回转体轮廓线的长度及其中断之点。

(4) 查两体表面间的过渡关系：除注意是否产生新的交线外，还应注意共面和相切的特殊情况。

4. 学习方法上应着重注意以下两点：

(1) 重视并遵循读、画图的方法与步骤。

组合体的读、画图能力只有通过一定数量的读、画图的练习才能提高，而有效的实践离不开正确的方法和步骤。初学者往往不遵循上面介绍的方法去分析，而仅凭自己的直观想象读、画图，势必造成不必要的困难。只有入门后再不断总结自己的读、画图方法，才是正确的途径。

(2) 基本的内容一定要熟练或熟悉。

① 基本体的投影要熟练。

② 基本体之间的表面过渡关系要熟悉，绘制基本表面的交线要熟练。

③ 面的投影特性和面的投影作图要熟练。

只有以上内容做到熟练或熟悉后，才能有效地运用形体分析方法、面形分析方法进行读、画和检查图。

复习检查问题

(一) 是非题

1. 两体的表面共面或相切时，其表面交界处有时有线有时没有线。 ()

2. 一个视图上的封闭线框(面形)，在其他视图上对应的投影不是积聚成线，就是一个与其形状相类似的图形。 ()

3. 以叠加为主的组合体，其读、画图主要运用面形分析法。 ()

4. 倾斜形体的作图主要采用面形分析法，按面形进行作图。 ()

(二) 问答题

1. 何谓形体分析法？何谓面形分析法？

2. 以叠加为主组合体的读图步骤如何？

3. 由截切式组合体的两个视图求作其第三视图的步骤如何？

4. 绘制组合体上单斜面和双斜面投影的方法和步骤是什么？