

第5章

截切体和相贯体的视图

章前思考

1. 观察图 5.1 所示零件,它们分别是如何由圆柱体演化而来的?
2. 绘制图 5.1 所示零件的视图与绘制圆柱体视图有何不同? 其主要区别在何处?

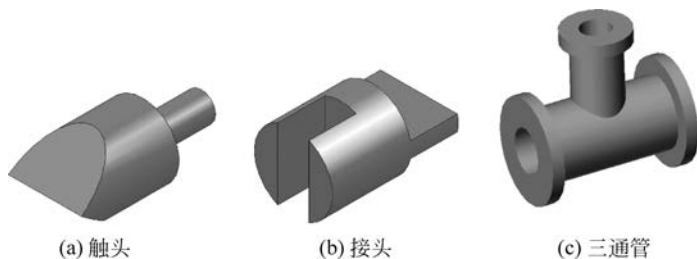


图 5.1 截切和相贯类典型零件

由基本几何体形成机器零件时,因结构的需要,有时要截切掉一部分,这种被平面截切后的基本几何体称为截切体;在工程上还常常会遇到基本几何体相交后形成的形体,通常把由相交基本几何体构成的立体称为相贯体。熟悉截切体和相贯体的视图画法是绘制复杂形体视图的基础。

5.1 截切体

几何体被平面截切后,在它的外形上会产生表面交线,这些表面交线称为截交线,如图 5.2 所示。截交线所围成的封闭平面称为截断面。为了清楚地表达截切体的形状,必须正确画出其上截断面的投影,关键是求出截交线的投影。

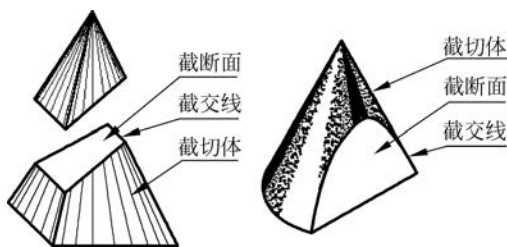


图 5.2 截切体

5.1.1 截交线的性质及作图方法

1. 截交线的性质

- (1) 截交线既在截平面上,又在立体表面上,因此截交线是截平面与立体表面的共有

线,截交线上的点为截平面与立体表面的共有点。

(2) 由于立体表面是封闭的,因此截交线是封闭的平面图形。

(3) 截交线的形状取决于立体的形状以及立体与截平面的相对位置。

2. 截交线的一般作图方法

当截交线的投影为简单曲线(直线或圆)时,可根据投影的对应关系直接求出;当截交线的投影为非简单曲线(如椭圆等)时,可根据截交线的共有性,采用表面取点法求出,即:先求出截交线上一系列点的投影,再将这些点光滑地连接成线。

5.1.2 平面立体的截交线

如图 5.2 所示,平面立体的截交线是一个封闭多边形。多边形的各边是平面立体各表面与截平面的交线,多边形各顶点是平面立体各棱线及边线与截平面的交点。因此,求平面立体的截交线可归结为下述两种基本方法:

(1) 求出各表面与截平面的交线,即得截交线。

(2) 求出各棱线及边线与截平面的交点,并顺次相连即得截交线。

【例 5.1】 如图 5.3 所示,完成六棱柱被正垂面截切后的左视图。

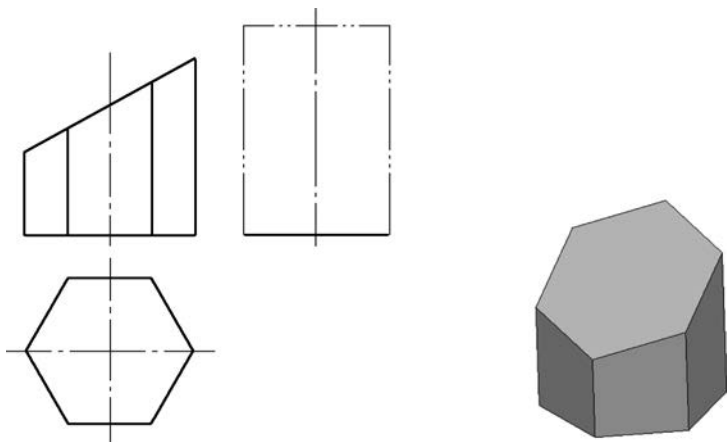


图 5.3 六棱柱被截切

分析: 要完成六棱柱被正垂面截切后的视图,即在完整六棱柱的视图之上求出产生的截断面的投影,并去掉六棱柱被截去部分的投影。而截断面由截交线所围成,故求出截交线即可确定截断面。因截平面与六棱柱的六个棱面都相交,所以截交线为六边形,六边形的各个顶点在六棱柱的六条棱线上,用方法(2)求截交线较为方便。

作图: 具体步骤如图 5.4 所示。



截切六棱柱
三维模型

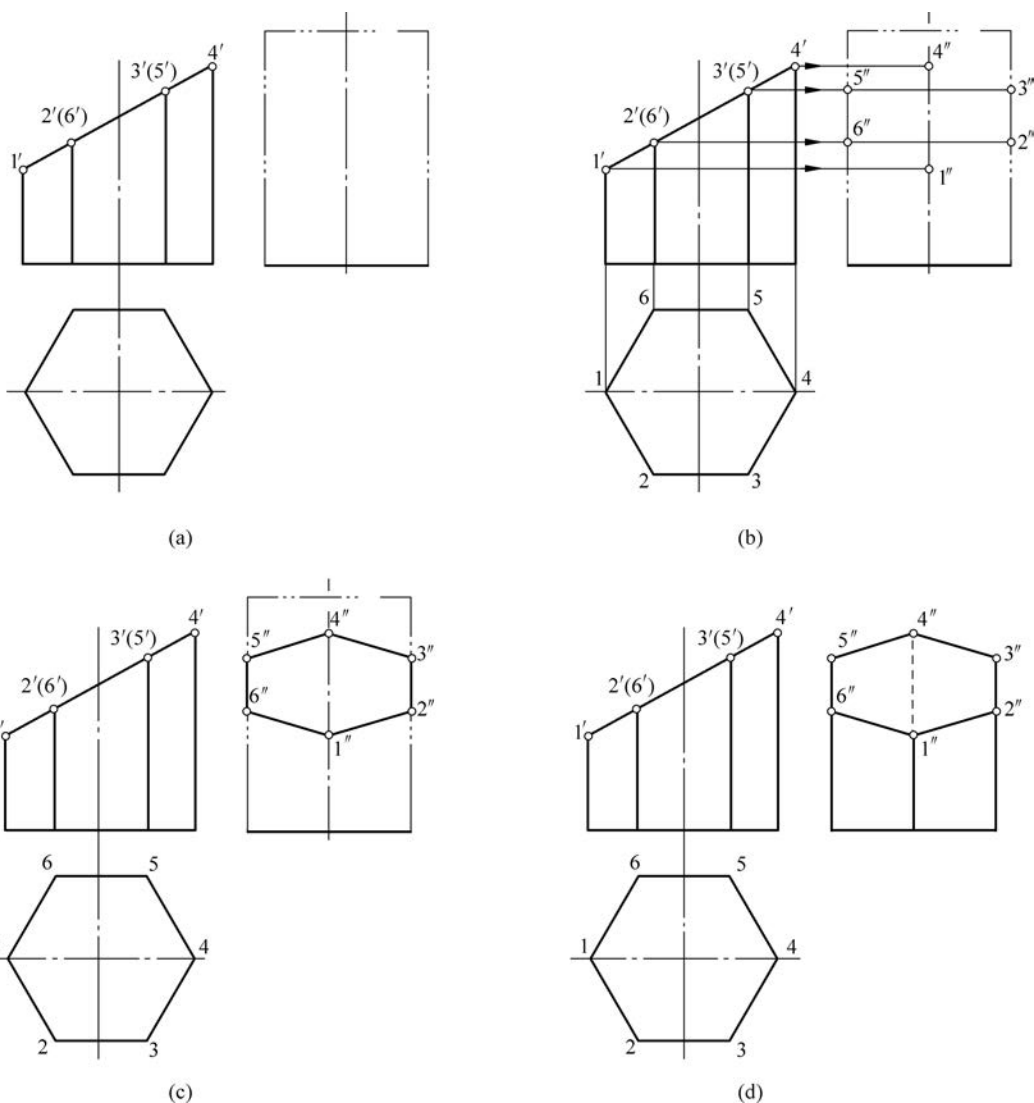


图 5.4 被截切六棱柱的作图过程

【例 5.2】 如图 5.5 所示,完成四棱柱被开槽后的俯视图和左视图。

分析: 立体被开槽或切口,实际上是一个完整的立体被多个平面截切后形成的。其视图的绘制方法和立体被一个平面截切后视图的绘制方法相同,只是需求出每个截平面截切后产生的截交线,以及各截平面之间的交线。

由图 5.5 可知,四棱柱上开的通槽是由三个特殊位置平面截切形成的。通槽的两侧面为侧平面,其正面和水平投影均积聚为直线段,侧面投影反映实形,并重合在一起。通槽的底面是水平面,其正面和侧面投影均积聚成直线段,水平投影反映实形。由于棱柱的前、后两条棱线在切口之上的部分已被截去,故对应部分的侧面投影不存在。

作图: 具体步骤如图 5.6 所示。



讲解视频

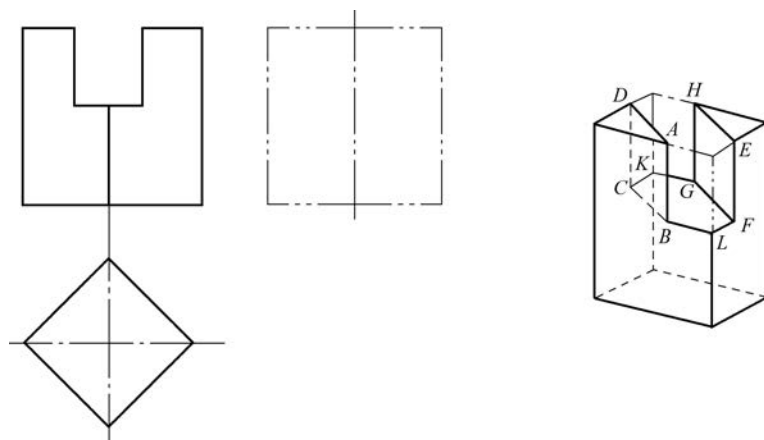


图 5.5 四棱柱被开槽

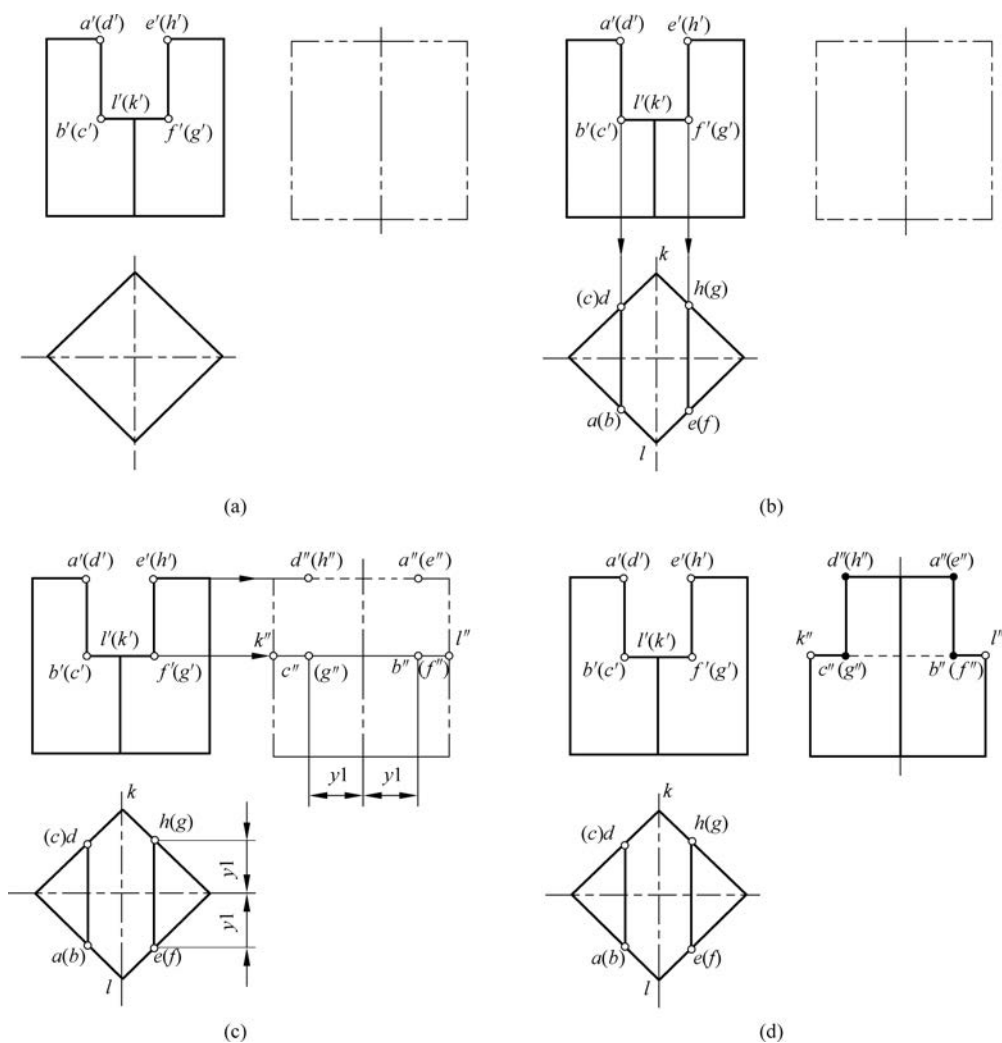


图 5.6 开槽四棱柱的作图过程



【例 5.3】 如图 5.7 所示,完成四棱锥被正垂面截切后的俯视图和左视图。

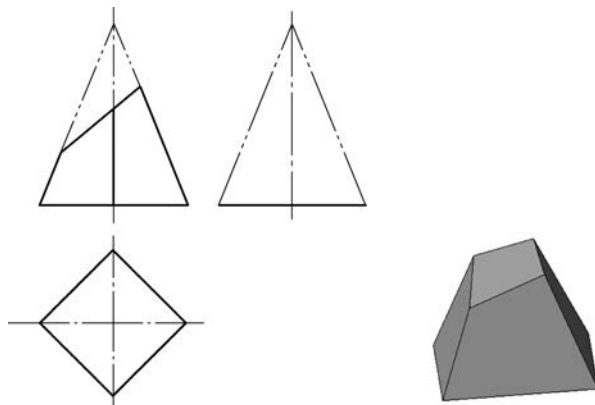


图 5.7 四棱锥被截切

作图: 具体过程如图 5.8 所示。

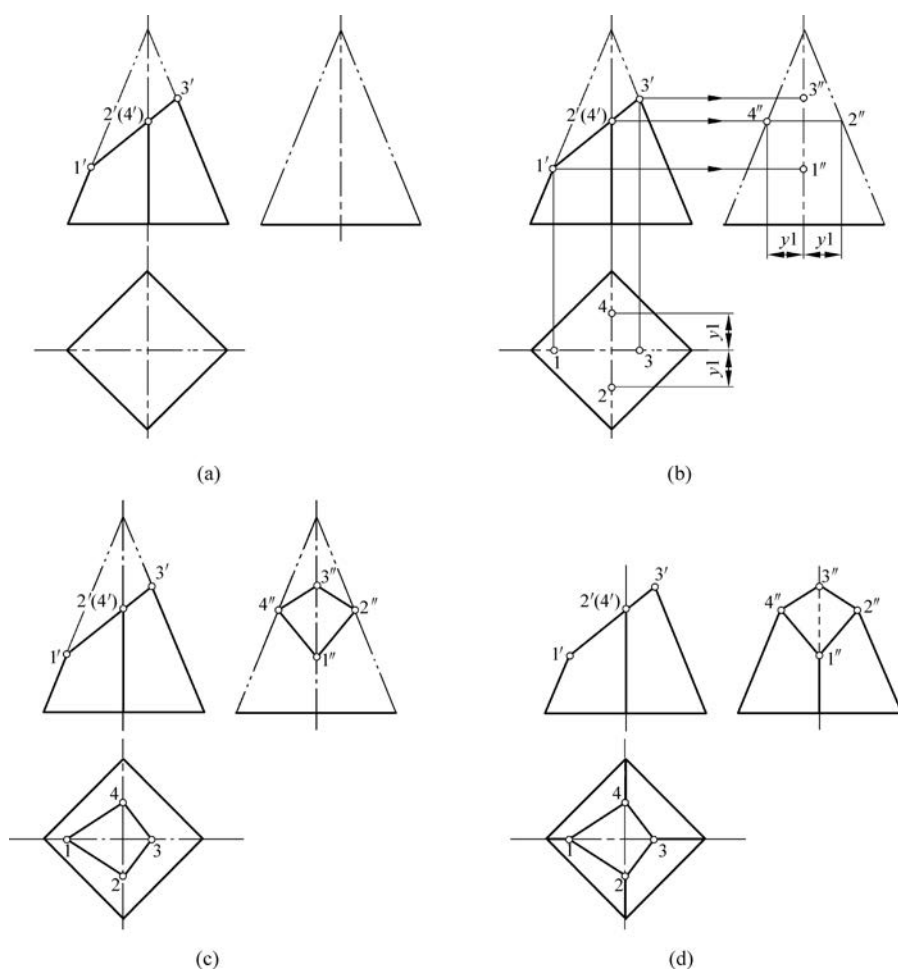


图 5.8 被截切四棱锥的作图过程

5.1.3 曲面立体的截交线

如图 5.9 所示,曲面立体的截交线或是封闭的平面曲线,或是由曲线和直线组成的平面图形,或是由直线组成的平面图形。当截平面或立体表面垂直于投影面时,截交线的投影就积聚在截平面或立体表面的同面投影上,可利用积聚性直接作图。

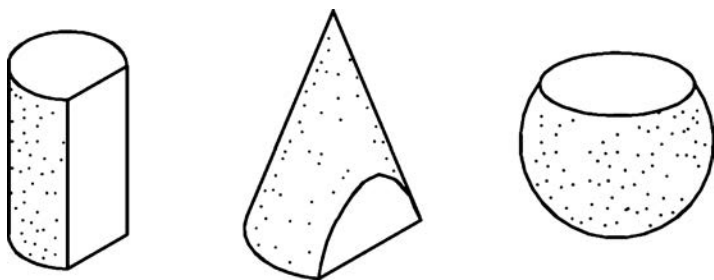
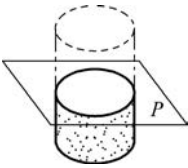
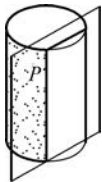
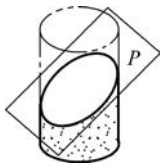
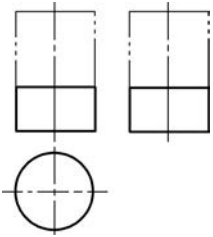
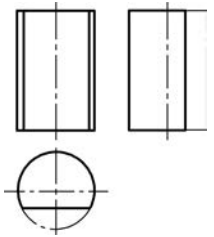
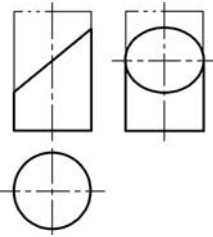


图 5.9 曲面立体的截交线

1. 圆柱的截交线

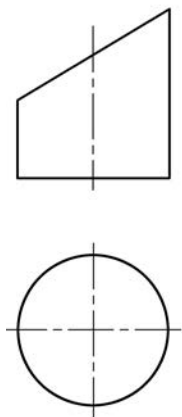
根据截平面与圆柱轴线相对位置的不同,截交线有三种基本形式,见表 5.1。

表 5.1 圆柱截交线的基本形式

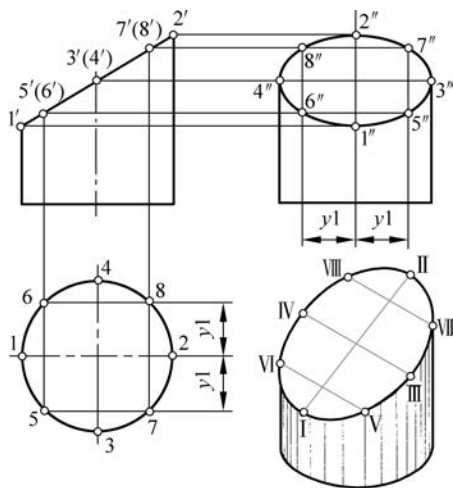
截平面位置	垂直于轴线	平行于轴线	倾斜于轴线
轴测图			
投影图			
截交线	圆	矩形	椭圆

【例 5.4】 如图 5.10(a)所示,已知斜截圆柱的主视图和俯视图,求作其左视图。

分析: 圆柱的轴线为铅垂线,截平面为正垂面,截交线为椭圆,其正面投影积聚为一段直线,水平投影为圆,侧面投影一般为椭圆(但不反映实形)。

斜切圆柱
三维模型

(a)



(b)

图 5.10 斜截圆柱的三面投影图

作图：具体方法如图 5.10(b)所示。

(1) 画出完整(截切前)圆柱的侧面投影。

(2) 求截交线的侧面投影。

① 求截交线上特殊点(主要指轮廓线上的点)的侧面投影。由圆柱面正面投射方向轮廓线上的点 I、II 的正面投影 $1'$ 、 $2'$ 及圆柱面侧面投射方向轮廓线上点 III、IV 的正面投影 $3'$ 、 $4'$ ，求得侧面投影 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 、 $4''$ 及相应的水平投影 1、2、3、4。

② 求适当数量一般点的侧面投影。为使作图准确，还应在特殊点之间的适当位置，取截交线上的若干点。如在已知的正面投影上取 $5'$ 、 $6'$ ，利用圆柱表面取点的方法，按“高平齐、宽相等”的投影规律，在水平投影上求出 5、6，进而在侧面投影上求得 $5''$ 和 $6''$ ；同理，可求得 $7''$ 和 $8''$ 。

③ 按截交线水平投影的顺序，平滑连接所求各点的侧面投影，即为截交线的侧面投影——椭圆。

(3) 整理侧面投影图中的轮廓线并判别可见性。圆柱面的侧面投影轮廓线到 $3''$ 、 $4''$ 为止，其余部分不存在。侧面投影图中所有图线均可见。

(4) 检查投影图的正确性，擦去多余的图线，按国标规定图线完成全图。

若圆柱被几个平面截切，可看成是上述基本截切形式的组合。画图前，先分析各截平面与圆柱的相对位置，弄清截交线的形状，然后分别画出截交线的投影，以及截平面交线的投影。

【例 5.5】 如图 5.11 所示，完成圆柱开槽后的俯、左视图。

分析：圆柱上部通槽是被两个侧平面和一个水平面截切形成。完成圆柱开通槽后的视图即在完整圆柱视图的基础上求出产生的截交线的投影，并去掉被截去部分的投影。侧平面平行于圆柱的轴线，与圆柱面的截交线为平行于侧平面的两个矩形；水平面垂直于圆柱的轴线，与圆柱的截交线为平行于水平面的两段圆弧。可利用截平面和圆柱面投影的积聚性，直接求出截交线的投影。

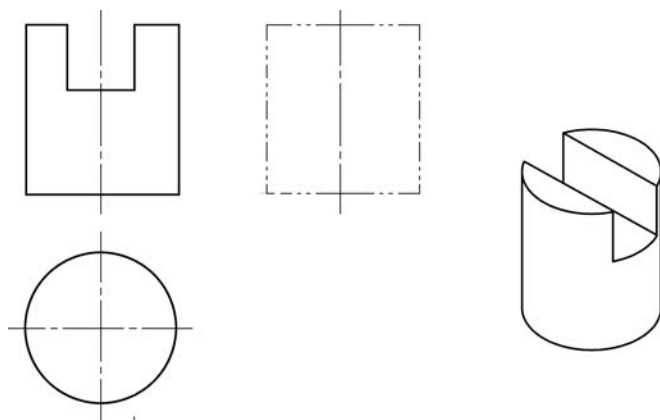


图 5.11 圆柱开槽

作图：具体过程如图 5.12 所示。

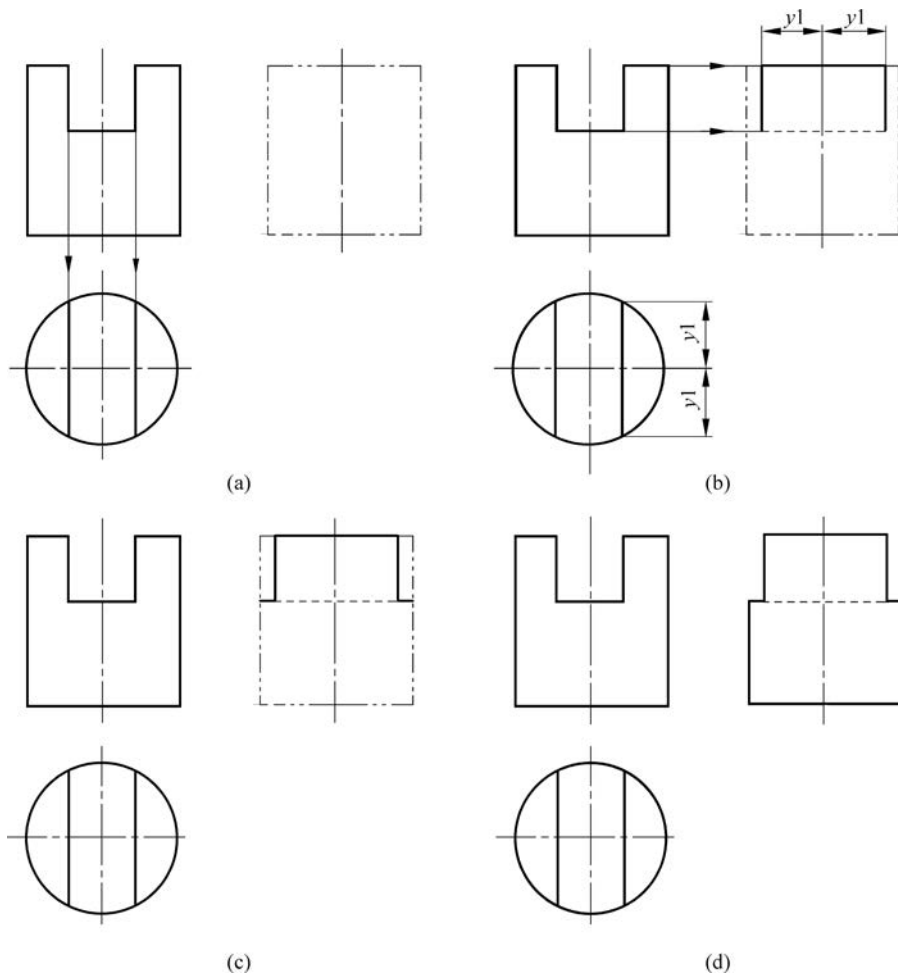


图 5.12 开槽圆柱的作图过程

【例 5.6】 如图 5.13(a)所示,求开槽圆柱筒的左视图。

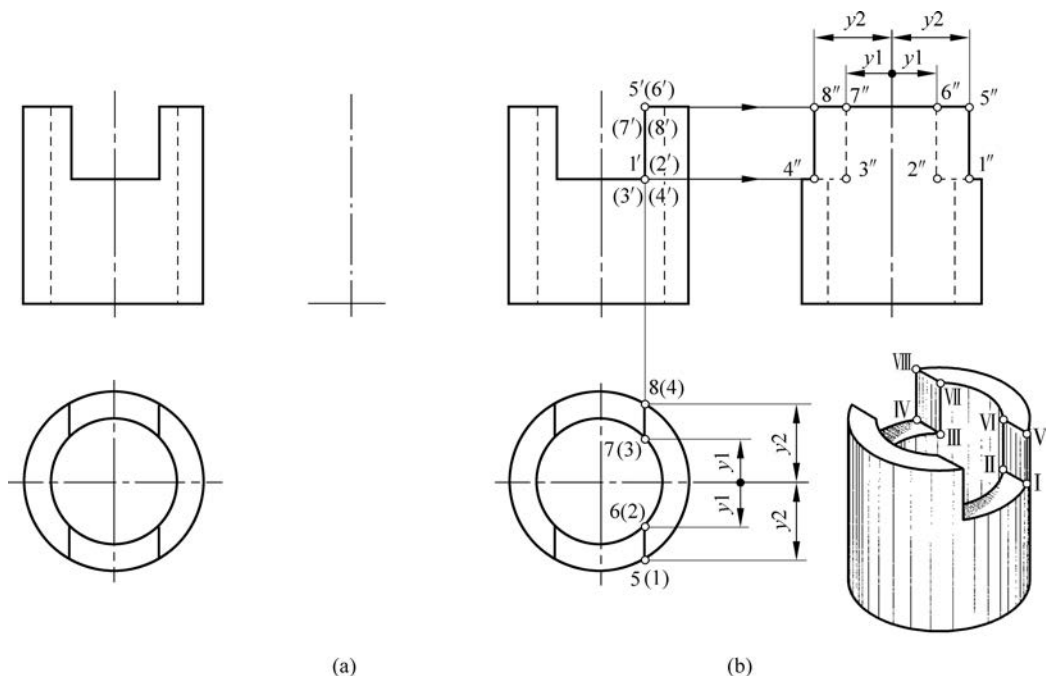


图 5.13 开槽圆柱筒的三视图

分析: 在上例开槽圆柱的基础上, 做出一个与外圆柱面同轴的圆柱孔, 就形成了开槽的圆柱筒, 它把槽断成两部分。

作图: 具体过程如图 5.13(b)所示。在主视图上, 内外圆柱面与槽的各平面交线的投影是类似的。但要注意, 截平面间交线的侧面投影是不可见的, 并且 $2''$ 、 $3''$ 间不能连线。圆柱孔的轮廓线及截平面与圆柱孔的截交线的侧面投影均不可见。

2. 圆锥的截交线

根据截平面与圆锥轴线相对位置的不同, 截交线有 5 种基本形式, 见表 5.2。

下面举例介绍截切圆锥的作图步骤。

【例 5.7】 如图 5.14(a)所示, 已知截切圆锥的主视图, 求作其俯、左视图。

分析: 截平面为平行于轴线的侧平面, 截交线是双曲线和直线。截交线的正面投影和水平投影都积聚成一段直线, 其侧面投影反映实形。

作图: 具体过程如图 5.14(b)所示。

- (1) 画出圆锥的水平 and 侧面投影。
- (2) 求截交线的水平投影和侧面投影。

① 求特殊点。I 是双曲线的顶点, 也是最高点, 在正面投影中, 它在圆锥左侧轮廓素线上, 即 $1'$ 。II、III 两点是双曲线的最低点, 也是最前、最后点, 其正面投影 $2'$ 、 $3'$ 在底圆的正面投影上。由 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 可得 1 、 2 、 3 和 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 。



开槽圆柱筒
三维模型

表 5.2 圆锥截交线的基本形式

截平面位置	过锥顶	垂直于轴线	与轴线倾斜 $\theta > \alpha$	与轴线倾斜 $\theta = \alpha$	与轴线平行或倾斜 $\theta = 0^\circ$ 或 $\theta < \alpha$
轴测图					
投影图					
截交线	三角形	圆	椭圆	抛物线和直线	双曲线和直线

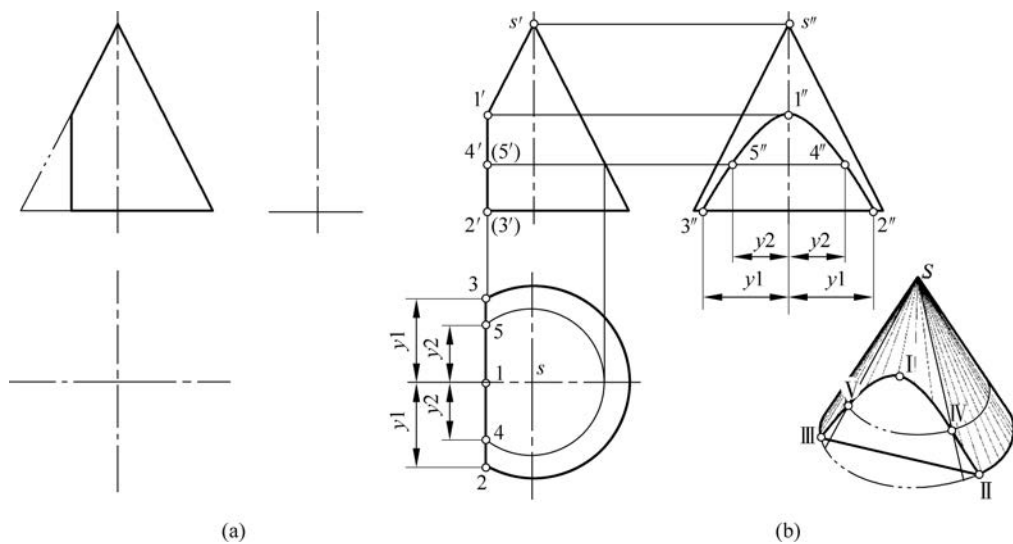


图 5.14 平行于轴线截切圆锥

② 求适当数量的一般点(以点Ⅳ、Ⅴ为例)。在截交线已知的正面投影上的适当位置取 4'、5', 可利用辅助线法(图中用辅助圆, 亦可用辅助素线)在圆锥表面取点, 求得 4、5 及 4''、5''。



截切圆锥
三维模型

③ 依次连接各点的侧面投影成光滑曲线,即 $2''4''1''5''3''$ 为双曲线的实形;水平投影 24153 是直线。 $2''3''$ 与锥底面投影重合。

(3) 整理轮廓线并判别可见性。水平投影图和侧面投影图中的轮廓均可见。在水平投影图中 2、3 左边的部分不存在。

(4) 检查投影,按规定图线完成全图。

【例 5.8】 如图 5.15(a)所示,已知带切口圆锥的主视图,求作其俯、左视图。

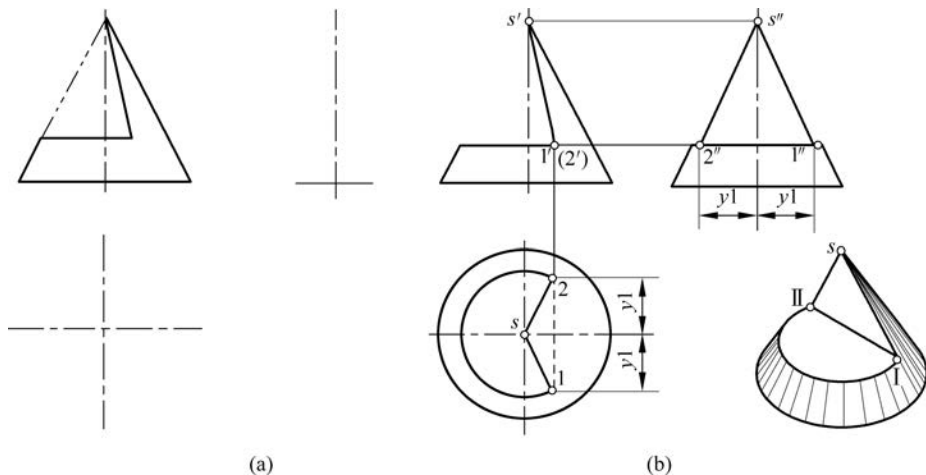


图 5.15 切口圆锥的作图过程

分析: 切口由两个截平面形成,一个为过锥顶的正垂面,另一个为垂直于轴线的水平面。正垂面截圆锥面得两条直线,水平面截圆锥得部分圆,两截平面的交线为正垂线。

作图: 具体过程如图 5.15(b)所示。

(1) 画出圆锥的水平投影和侧面投影。

(2) 分别画出各截平面与圆锥的截交线及截平面之间交线的投影。

(3) 整理轮廓线并判别可见性。侧面投影图中水平截平面以上的轮廓线不存在。在两个投影图中除两截平面交线的水平投影 12 不可见外,其余均可见。

(4) 检查投影,按规定图线完成全图。

3. 球的截交线

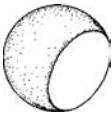
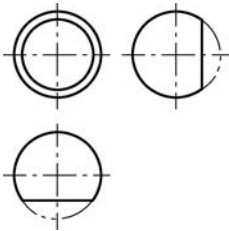
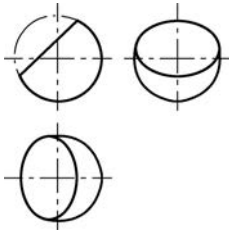
根据截平面位置的不同,常见的平面截切球的投影有两种形式,见表 5.3。

平面截切球时,截交线总是圆。该圆的直径大小与截平面到球心的距离有关,截交线圆的投影有圆、椭圆、直线三种情况,它们与截平面对投影面的相对位置有关。



切口圆锥
三维模型

表 5.3 截切球的两种投影形式

截平面位置	投影面的平行面(如正平面)	投影面的垂直面(如正垂面)
轴测图		
投影图		

当截平面平行于某一投影面时,截交线在该投影面上的投影反映实形,其余两个投影积聚为直线段,线段的长度等于截交线圆的直径。图 5.16 所示为用水平面截切圆球时的截交线。画图时,一般先确定截平面的位置,即先画出截交线积聚成直线的投影,然后再对应画出为圆的投影。

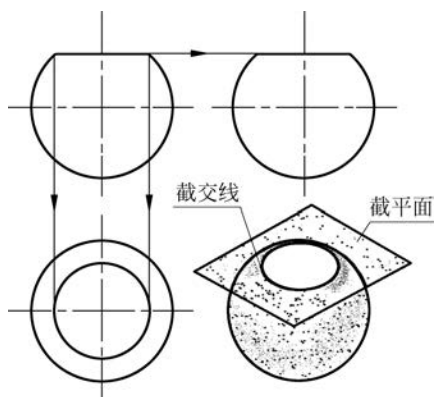


图 5.16 圆球截交线的作图

下面举例介绍平面截切球所成截交线的作图步骤。

【例 5.9】 如图 5.17(a)所示,完成半球开槽后的俯、左视图。

分析:槽由两个侧平面和一个水平面组成,左右对称。两个侧平面截球面得到的截交线均为一段圆弧,其侧面投影反映实形且重合;水平面截球面得到的截交线为两段圆弧,其水平投影反映实形;两侧平面与水平面的交线为正垂线。

作图:具体过程如图 5.17(b)所示。在水平投影图和侧面投影图中根据不同的半径画各段圆弧及相应的积聚性投影——直线段。但应注意,截平面交线ⅢⅣ的侧面投影3″4″不可见,应画成虚线,球的轮廓大圆在侧面投影图中只画到1″、2″为止。

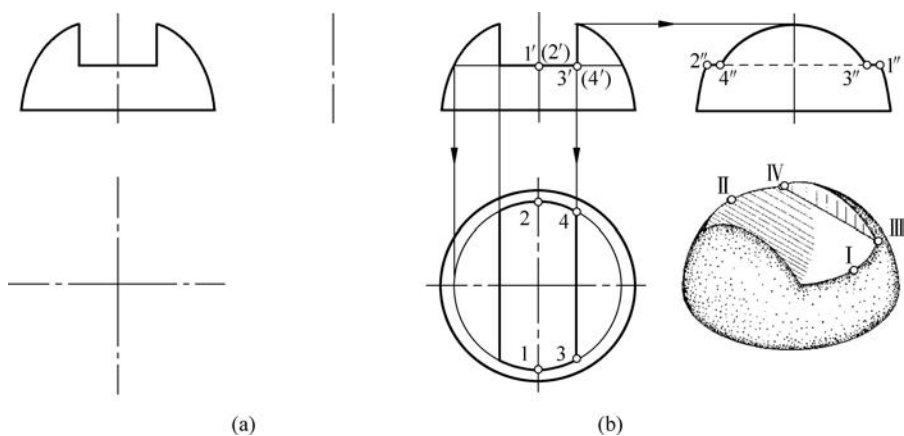


图 5.17 开槽半球的作图过程

5.2 相贯体

两立体相交时,它们的表面所产生的交线称为相贯线,常见的是两回转体表面的相贯线。例如,在图 5.18 所示的三通管和阀体上就均含有两个回转体的相贯线。在绘制相贯体的视图时,不可回避地必须画出其表面上相贯线的投影。由相贯线的概念可知,相贯线是两相交立体表面的共有线,同时属于相贯的两个表面。



三通管三维模型



阀体三维模型

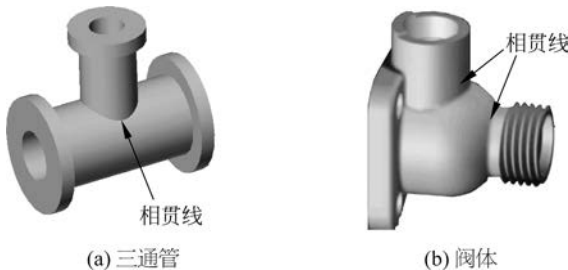


图 5.18 相贯体及其相贯线

5.2.1 正交圆柱的相贯线

两圆柱的轴线垂直相交称为正交,其相贯线为一封闭的马鞍形空间曲线,且相对轴平面等呈对称关系。当两圆柱轴线分别与某投影面垂直时,可利用圆柱表面的积聚性求相贯线。

1. 正交圆柱相贯线投影的一般作图方法

如图 5.19 所示,两圆柱轴线分别垂直于水平面和侧面,两圆柱面在水平投影面和侧立投影面上的投影分别积聚为圆,故相贯线在此两投影面上的投影为已知。由水平投影



作图视频

和侧面投影可求出相贯线的正面投影。

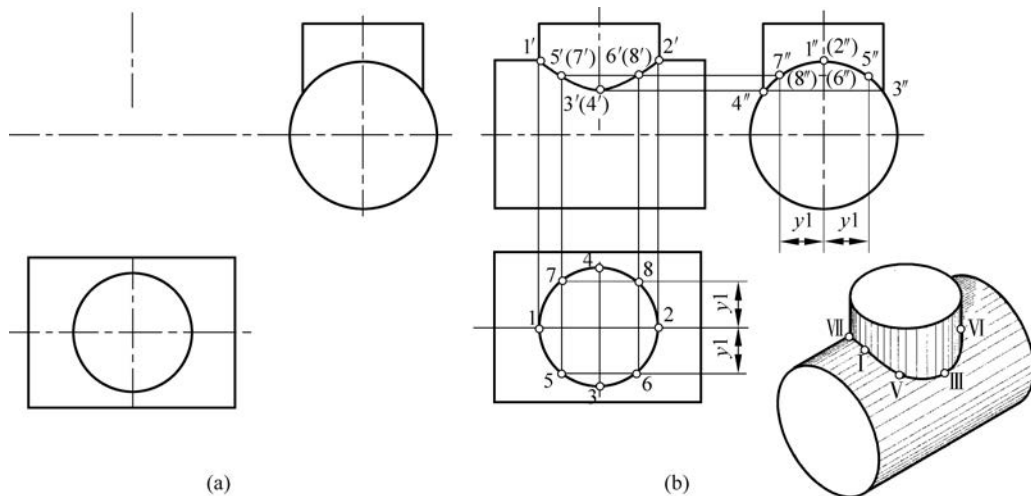


图 5.19 两圆柱正交相贯

作图方法如下：

(1) 画出相贯立体的正面投影轮廓。

(2) 求相贯线的正面投影。

① 求特殊点。由正面投射方向轮廓线上的共有点 I、II 和侧面投射方向轮廓线上的共有点 III、IV 的水平投影和侧面投影, 求出其正面投影 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 。

② 求适当数量的一般点。如图 5.19(b) 中的 V、VI 点, 先在水平投影中确定 5、6, 再求得侧面投影 $5''$ 、 $6''$, 进而求得正面投影 $5'$ 、 $6'$, 同理得到 VII、VIII 点的三面投影。

③ 依次连点成光滑曲线(按竖直小圆柱的积聚性投影——水平投影上的顺序连线), 得到相贯线的正面投影。

(3) 整理轮廓线并判别可见性。轮廓线画到共有点的投影 $1'$ 、 $2'$ 为止。 $1'$ 、 $2'$ 之间为实体, 不应连线。

判别可见性应遵循如下原则: 当两立体表面在某一投影面上的投影均可见时, 其相贯线在该投影面上的投影才可见, 否则为不可见。由于两圆柱的相贯线前后对称, 前半部分的正面投影可见, 后半部分的正面投影不可见, 但前后部分相贯线的正面投影重合, 故画成粗实线。

(4) 检查投影, 按规定图线完成全图。

2. 正交圆柱相贯线投影的变化趋势

两圆柱正交相贯, 其相贯线的投影情况与两圆柱的相对大小有关, 如图 5.20 所示。

(1) 如图 5.20(a)、(b) 所示, 相贯线的投影都是由小圆柱向大圆柱内弯曲的双曲线。

(2) 如图 5.20(c) 所示, 两圆柱直径相等时, 相贯线为两个椭圆, 其正面投影为相交两直线。

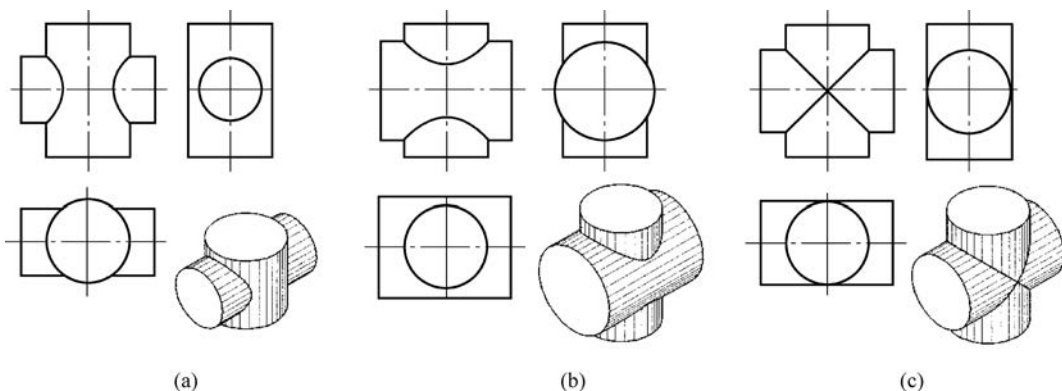
相贯线
变化动画相贯线变化
趋势动画

图 5.20 相贯线的变化趋势

3. 正交圆柱相贯线投影的简化画法

图 5.19 所示主视图中相贯线的实际投影为双曲线,在工程制图中,为方便作图,常采用简化画法,即相贯线在与两圆柱轴线所定平面平行的投影面上的投影用圆弧来代替双曲线。具体作图过程如图 5.21 所示:以相贯两圆柱中大圆柱的半径为圆弧的半径,圆弧的圆心位于小圆柱的轴线上,圆弧凸向大圆柱的轴线方向。

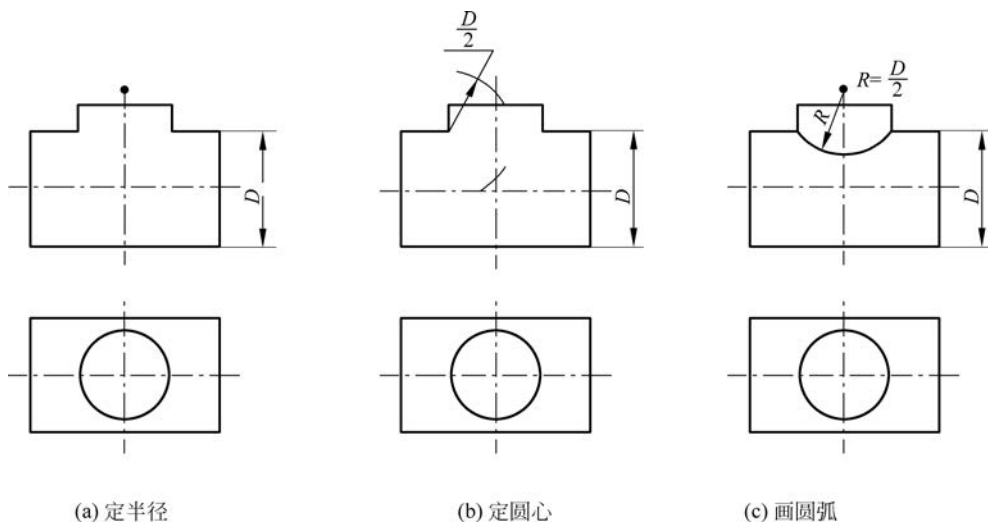


图 5.21 相贯线的简化画法

5.2.2 相贯线的基本形式

两立体表面的相贯线可能产生在外表面上,也可能产生在内表面上,图 5.22 给出了两圆柱正交相贯时,相贯线的三种形式。无论是哪一种形式,相贯线都具有同样的形状,其作图方法也是相同的。

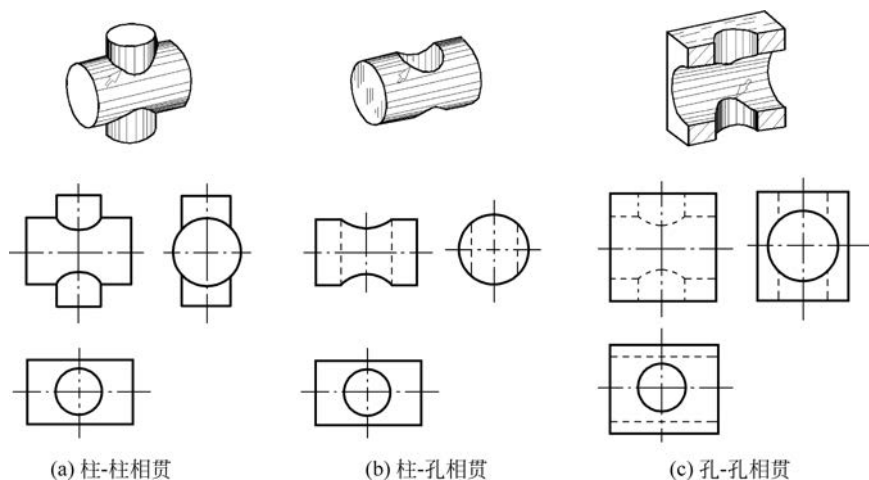


图 5.22 正交圆柱相贯线的三种形式

5.2.3 曲面几何体相贯线投影的一般作图方法

(1) 当两相贯回转体之一为圆柱,且其轴线垂直于某一投影面时,则相贯线在该投影面上的投影为已知,因此通过在另一立体表面上取点的方法可求得其他投影。

作图时应从圆柱面的积聚性投影中确定特殊点的已知投影。如图 5.23 所示的圆柱与半球的相贯,不难分析,其中的 I、II、III、IV 为圆柱轮廓线上的点, V、VI、VII、VIII 为半球轮廓线上的点, IX、X 为相贯线上的最低的和最高点(为简洁起见,这些点未在立体图上标出)。具体作图过程此处不再赘述。

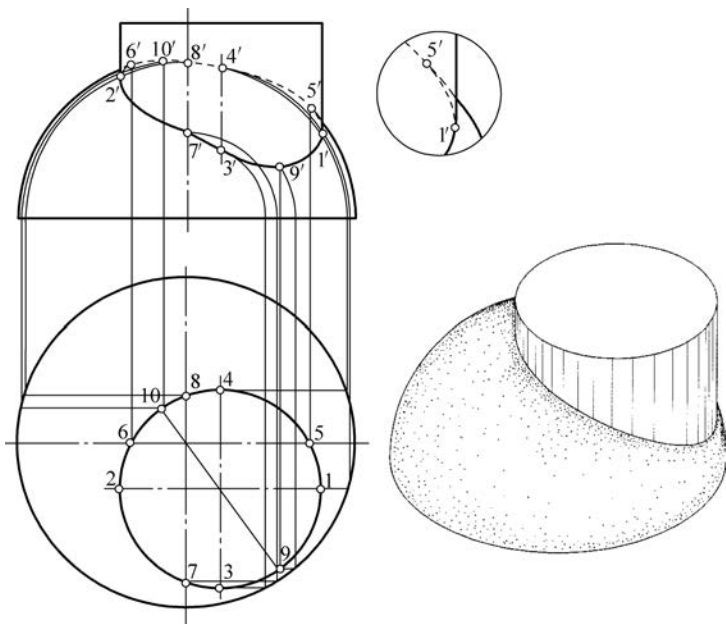


图 5.23 利用积聚性投影作相贯线

(2) 若两相贯回转体的三个投影都没有积聚性,则可利用辅助平面法求相贯线的投影。

为了求得相贯线,在两立体共有部分的适当位置选择一个辅助平面,使它与两立体表面分别截交,得到两条截交线,这两条截交线的交点即为相贯线上的点。改变辅助平面的位置,可求得一系列共有点,再依次平滑连接这些共有点的同面投影,就可得到相贯线的投影。

选择辅助平面的原则是,辅助平面与两个立体截交线的投影都是简单易画的图线——直线或圆弧。

图 5.24 所示圆台和半球相贯线投影的作图,就是利用了上述的辅助平面法。具体作图过程如下:

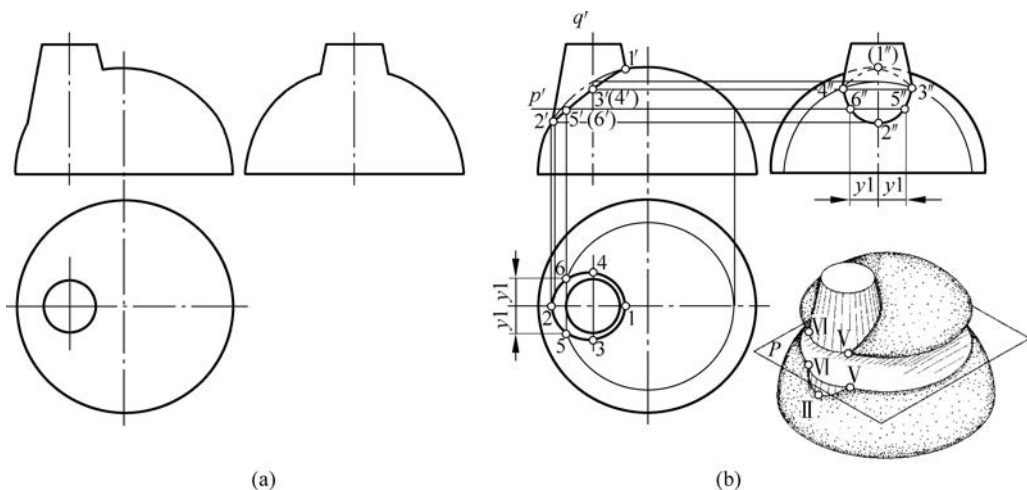


图 5.24 圆台与半球相贯

① 求特殊点。正面投射方向轮廓线上的点 I、II 既是相贯线上的最右、最左点,又是最高、最低点。由 $1', 2'$ 可求得 1、2 和 $1'', 2''$ 。

过圆台轴线作平行于侧面的辅助平面 Q,它与圆台锥面交于侧面投射方向的轮廓线,与球面的交线为一段圆弧。侧面投影轮廓线与圆弧的交点为 $3'', 4''$,由 $3''$ 和 $4''$ 求得 $3', 4'$ 及 3、4。

② 求适当数量的一般点(如图中的 V、VI)。

在适当位置选取水平面 P,它与圆台和球面的交线均为圆,两个圆的水平投影交点为 5、6,由 5、6 求得 $5', 6'$ 和 $5'', 6''$ 。

③ 依次连点成平滑曲线。

④ 整理轮廓线并判别可见性。

主视图中,球面的轮廓线只画到 $1', 2'$ 为止,中间不应连线。左视图中,球面被圆台挡住的部分轮廓线应画成虚线,圆台的轮廓线画到 $3'', 4''$ 为止。 $3'', 4''$ 是相贯线侧面投影可见与不可见的分界点,圆台的轮廓线可见。相贯线 $3'' 1'' 4''$ 为不可见,画成虚线,其余图线都画成粗实线。



圆台-半球
相贯三维模型

5.2.4 回转体相贯线的特殊情况

一般情况下,两回转体的相贯线是空间曲线,但在一些特殊情况下,也可能是平面曲线或直线。

(1) 两同轴回转体的相贯线是垂直于轴线的圆,当轴线平行于某投影面时,相贯线在该投影面上的投影是直线段,在与轴线垂直的投影面上的投影反映交线圆的实形,如图 5.25(a)所示。

(2) 当轴线平行的两圆柱相交时,其相贯线是平行于轴线的两条直线,如图 5.25(b)所示。

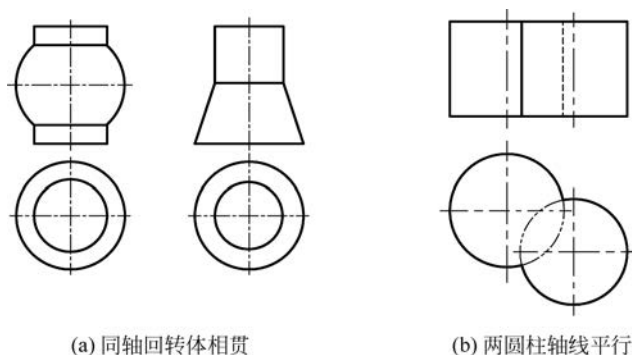


图 5.25 相贯线的特殊情况

【例 5.10】补画图 5.26 所示立体相贯线的投影。

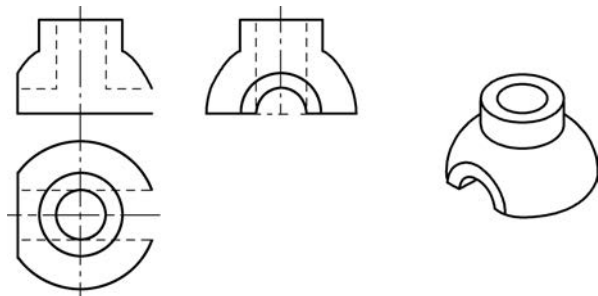


图 5.26 补画立体相贯线的投影

分析: 对于涉及多个立体彼此相交的情况,补画相贯线时,首先要进行形体分析,明确参与相交的是什么立体,分析其相对位置和投影特点,然后应用有关相贯线的作图方法,逐一作出每条相贯线。

图 5.26 所示立体由上部圆柱和下部半球组成,圆柱和半球同轴相贯,圆柱内有铅垂圆柱通孔,半球左侧被侧平面截切,并从左至右打了半个侧垂圆柱孔。因此,图中需要补画出圆柱和半球相贯的相贯线、半球与打侧垂半圆柱孔的相贯线以及内部铅垂圆柱通孔和侧垂半圆柱孔的相贯线。

具体作图步骤如图 5.27 所示。

① 在主、左视图上作出圆柱和半球同轴相贯的相贯线的投影,均为积聚性的直线,如图 5.27(a)所示;



圆柱-半球
相贯三维模型

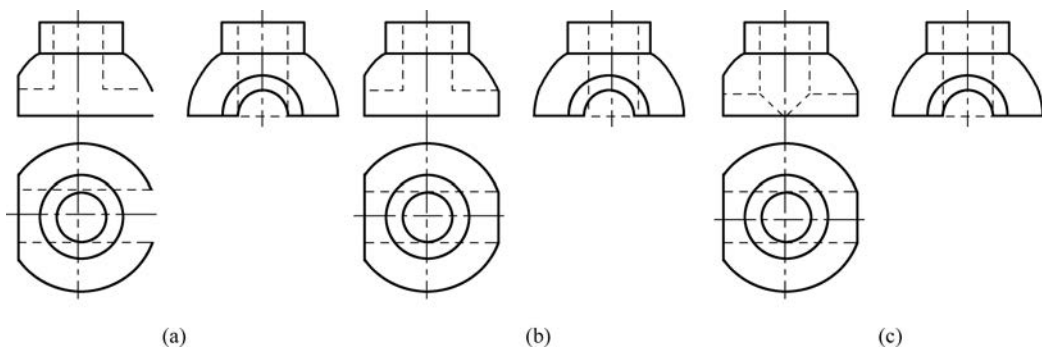


图 5.27 补画相贯线的作图过程

② 在主、俯视图上作出半球和侧垂半圆柱孔相贯线的投影,为积聚性的直线,如图 5.27(b)所示;

③ 在主视图上作出内部铅垂圆柱通孔和侧垂半圆柱孔相贯线的投影,由于两圆柱孔等径相贯,故相贯线的投影为相交的直线,如图 5.27(c)所示。

思考与练习题

1. 简答题

- (1) 画截切体和相贯体视图的关键分别是什么?
- (2) 什么是截交线? 什么是相贯线?
- (3) 当截交线或相贯线的投影为直线、圆弧等简单曲线时,如何准确地画出这些交线?
- (4) 当截交线或相贯线的投影为非直线、圆弧等简单曲线时,如何画出这些交线?
- (5) 多平面截切立体时,除了求作截平面与被截立体表面的截交线外,还应求作什么交线?
- (6) 非等径正交圆柱相贯线在轴平面平行投影面上的投影可以用什么替代? 如何替代?
- (7) 等径正交圆柱相贯线的空间形状是什么曲线? 其在轴平面平行面上的投影是什么线?
- (8) 回转几何体间的相贯线有哪些常见的特殊情况?

2. 分析题

(1) * 对照立体图,分析图 5.28 所示开方孔圆柱及开方孔圆筒截交线及其投影的情况(为清晰展示立体的内部结构,立体图上假想切去了左前部分)。

(2) * 对照立体图,分析图 5.29 所示各组正交圆柱(孔)相贯及相贯线投影的情况;当采用简化画法、用圆弧代替相贯线的投影时,如何画出这些相贯线圆弧?(圆弧所在的位置? 圆弧的半径? 如何确定圆弧的圆心? 相贯线的虚实?)

(3) * 分析图 5.30 所示 3 组同轴回转体相贯的情况,请分别指出各是由哪些曲面几何体同轴相贯? 这些相贯线的空间形状均是什么线? 在图示各视图中,这些相贯线的投影均是什么线?

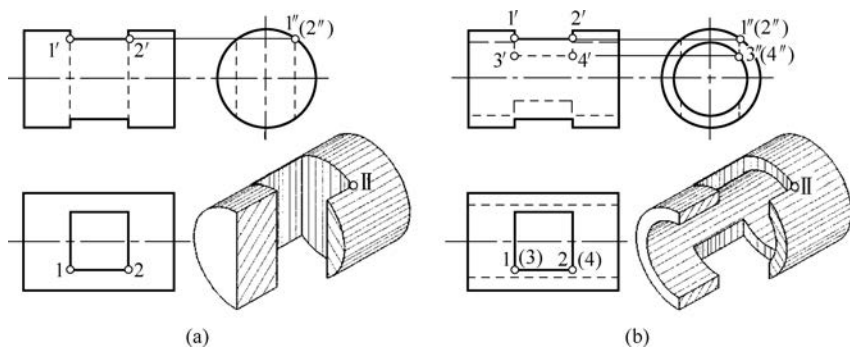


图 5.28 圆柱及圆柱筒上挖方孔的截交线

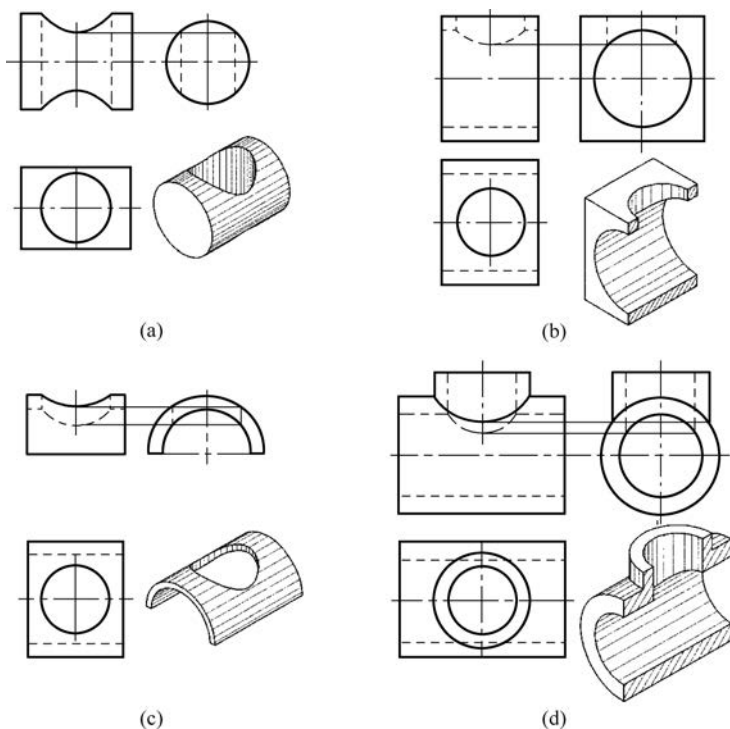


图 5.29 圆柱孔的相贯及其相贯线

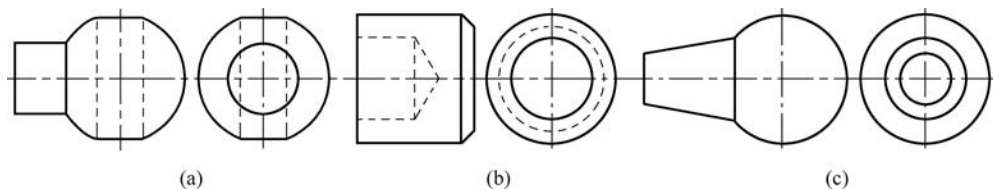


图 5.30 同轴回转体相贯

3. 选择题

- (1) * 根据图 5.31 所示各组主、俯视图, 选择正确的左视图或正确的一组视图。
- (2) * 根据图 5.32 所示各组主、左视图, 选择正确的俯视图。

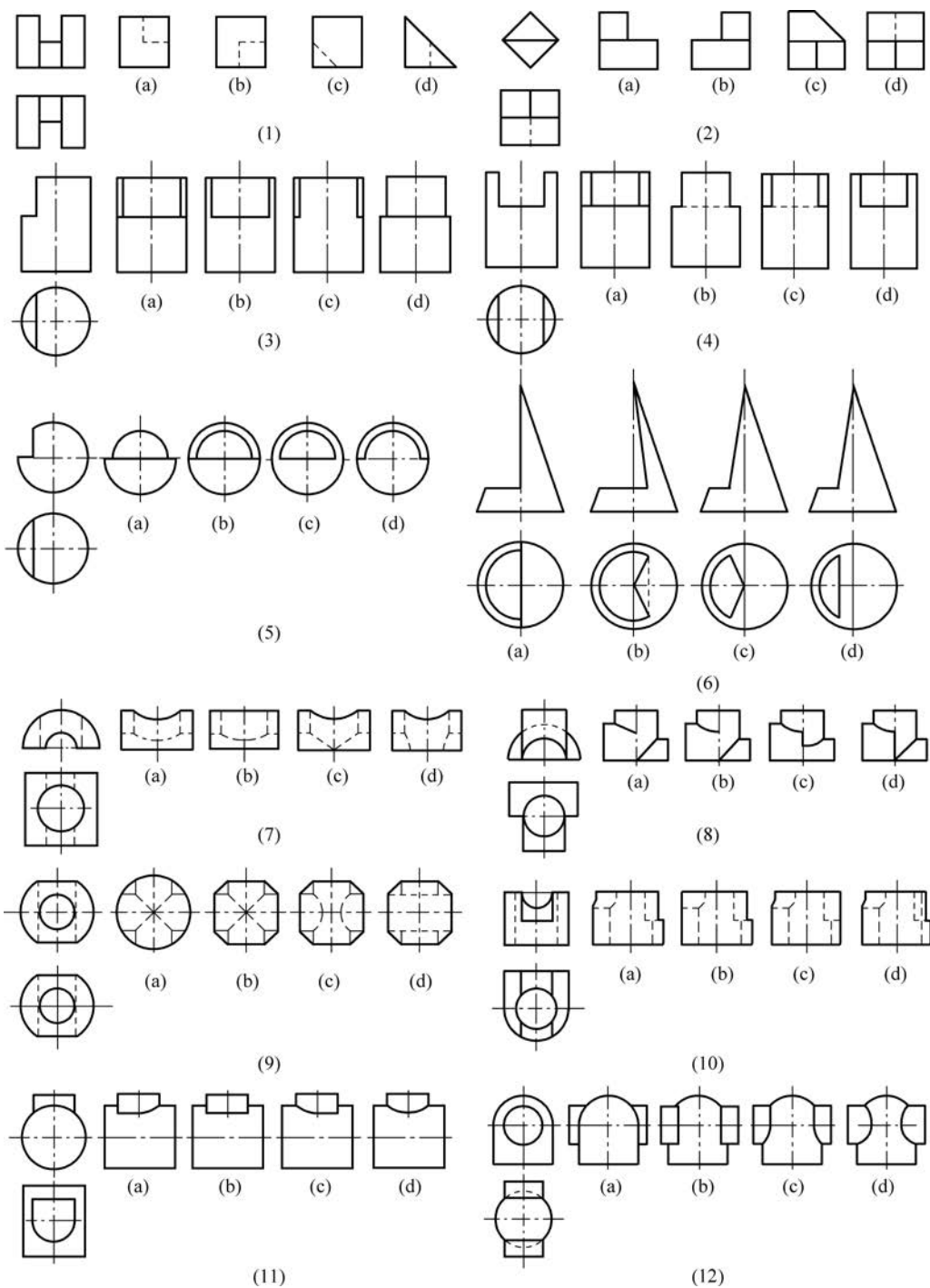


图 5.31 选择正确的左视图

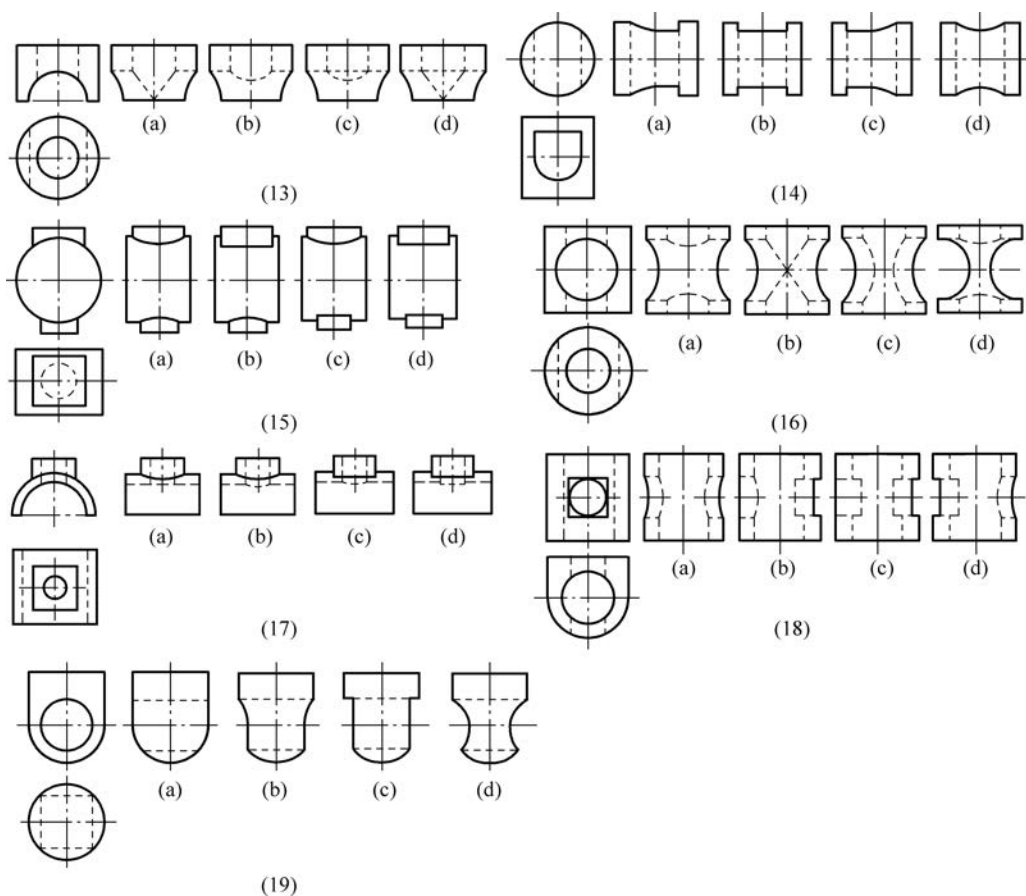


图 5.31 (续)

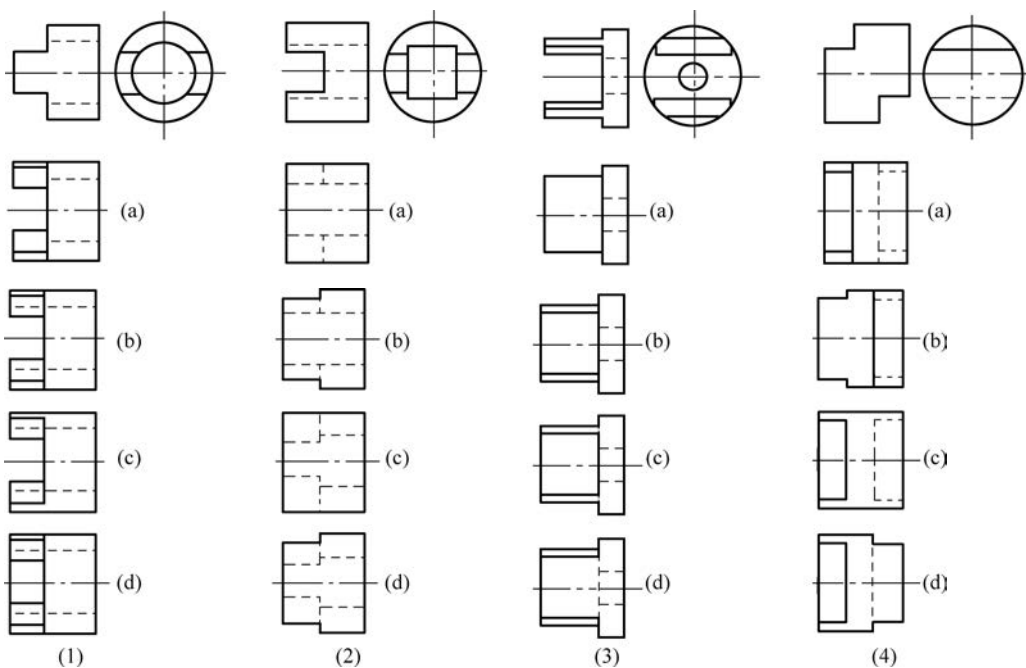


图 5.32 选择正确的俯视图