

投影制图

画图与读图方法

卢俊明 编著

机械工业出版社



在几何元素和简单基本体投影的基础上,以三等规律、线面分析和形体分析为基本方法,重点讲述了柱体、回转体、切割体、相贯体与组合体的画图和读图要领,并讲解了平面图形、柱体、回转体和组合体的尺寸标注。在各章节中均举出了较多的典型图例。

本书可用于工科院校学生、教师以及工程技术人员学习,也可作为研究画法几何及工程制图人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

投影制图:画图与读图方法/卢俊明编著. —北京:机械工业出版社, 1998. 7
ISBN 7-111-06203-5

I. 投… II. 卢… III. ①机械制图-影射-方法②机械图, 影射-识图法 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 06362 号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 刘小慧 版式设计: 霍永明 责任校对: 申春香

封面设计: 姚毅 责任印制: 路琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

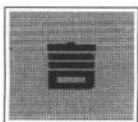
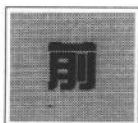
1998 年 7 月第 1 版 第 1 次印刷

787mm×1092mm1/16·5.5 印张·128 千字

0001—3000 册

定价: 9.50 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换



画法几何及工程制图是工科院校的必修技术基础课程，其根本任务在于培养学生绘制和阅读工程图样的能力。

图样的绘制和阅读，是以投影理论为基础，并遵守国家标准的各项规定，但就课程的教学而言，则在于学好投影制图，掌握画图和读图的基本方法。

本书从认识规律出发，进一步探索和研究画图与读图具体而有效的方法，并总结为“根据三等规律，在线面分析的基础上进行形体分析，在形体分析的基础上进行线面分析”。本书与一般制图书籍有所不同，主要表现在：

1. 在线面分析中，将线框对应扩展应用于曲面的投影分析。
2. 在形体分析中，提出并应用了结合面的概念。
3. 明确了切线与纬切圆的投影作图规律。
4. 从平面图形到基本体、组合体，均以先选定基准而后分类标注尺寸，因此更便于同时保证尺寸标注的完整性与合理性。

本书多选典型图例，或以图文结合的方式，或以总结的方式，力求简明易读。

卢俊明

目

录

前言	
第一章 投影基础	1
第一节 几何元素的投影	1
第二节 简单基本体的投影	7
第三节 截交线	13
第二章 三等规律与分析方法	17
第一节 三等规律	17
第二节 线面分析	18
第三节 形体分析	19
第三章 柱体与回转体	20
第一节 柱体	20
第二节 回转体	21
第三节 切线与纬切圆	22
第四章 切割体	23
第一节 切割体画图要领	23
第二节 切割体读图要领	24
第三节 作图举例	25
第五章 相贯体	37
第一节 二求三法	37
第二节 表面取点法	38
第三节 辅助平面法	39
第四节 相贯线及其投影特性	40
第五节 相贯形式与变化趋势	41
第六节 相贯线投影的作图要领	43
第七节 作图举例(一)	44
第八节 作图举例(二)	51
第六章 组合体	55
第一节 两面投影的给定	55
第二节 表面连接关系	57
第三节 图例分析(一)	59
第四节 图例分析(二)	64
第五节 典型图例(一)	66
第六节 典型图例(二)	67
第七章 尺寸标注	68
第一节 平面图形的尺寸标注	68
第二节 柱体和回转体的尺寸标注	76
第三节 组合体的尺寸标注	77

第一章 投影基础

第一节 几何元素的投影

一、点的三面投影规律

1. 三面投影体系

如图 1-1 所示, 由三个互相垂直的投影面组成三面投影体系, 并称: 正立投影面 V , 水平投影面 H , 侧立投影面 W ; 投影轴 OX 、 OY 与 OZ 。

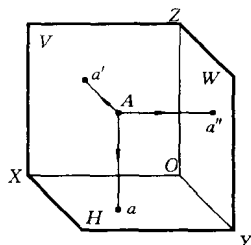


图 1-1 三面投影体系

2. 点的三面投影

如图 1-1 所示, 由空间点 A 分别向三个投影面作垂直线, 所得三个垂足就是点 A 的三面投影, 并有:

- a' ——点 A 在 V 面上的投影, 称为正面投影;
- a ——点 A 在 H 面上的投影, 称为水平投影;
- a'' ——点 A 在 W 面上的投影, 称为侧面投影。

3. 点的三面投影与坐标

如图 1-2 所示, 将三面投影体系作为空间直角坐标系, 则有:

- 点 A 到 W 面的距离即为点 A 的 X 坐标, 记作 X_A ;
- 点 A 到 V 面的距离即为点 A 的 Y 坐标, 记作 Y_A ;
- 点 A 到 H 面的距离即为点 A 的 Z 坐标, 记作 Z_A 。

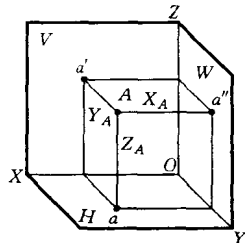


图 1-2 点的三面投影

4. 点的三面投影与投影规律

图 1-3a 表示, 由点 A 作出其三面投影后, 若保持 V 面不动, 将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , 将 W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° , 便得到点 A 的三面投影, 如图 1-3b 所示, 其中 OY 轴被分开之后分别记作 OY_H 与 OY_W 。

由图 1-3b 所示, 得到点的三面投影规律如下:

- 1) 点的正面投影与水平投影连线 $a'a \perp OX$, 且:
 $a'a_x = Z_A =$ 点 A 到 H 面的距离,
 $aa_x = Y_A =$ 点 A 到 V 面的距离。
- 2) 点的正面投影与侧面投影连线 $a'a'' \perp OZ$, 且:
 $a'a_z = X_A =$ 点 A 到 W 面的距离,
 $a''a_z = Y_A =$ 点 A 到 V 面的距离。
- 3) 点的水平投影与侧面投影满足:
 $aa_x = a''a_z = Y_A =$ 点 A 到 V 面的距离。

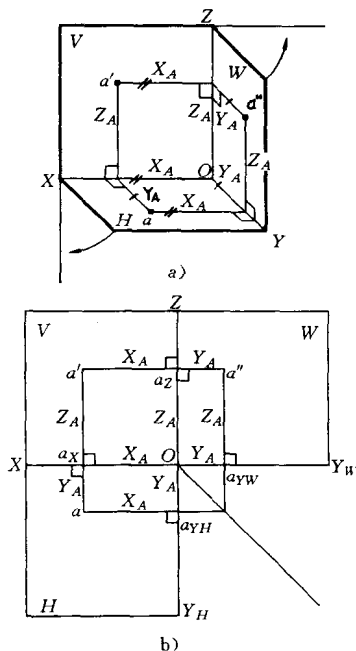


图 1-3 三面投影与坐标

二、直线的投影

如图 1-4a 所示, 过直线 AB 上各点向投影面 P 作投射射线, 所有这些投射射线构成一个垂直于投影面 P 的投射面, 投射面与投影面的交线仍为直线。所以, 直线的投影一般仍然是直线。

如图 1-4b 所示, 当直线平行于投影面时, 其投影反映实长。

如图 1-4c 所示, 当直线垂直于投影面时, 其投影积聚为点。

比较图 1-4a 与图 1-4b 可知, 当直线倾斜于投影面时, 其投影小于实长, 并且

$$ab = AB \cdot \cos\theta$$

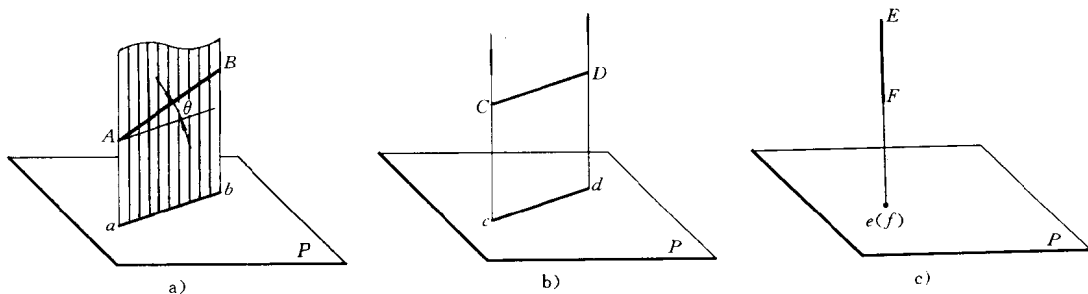


图 1-4 直线的投影特性

1. 一般位置直线

对三个投影面均处于倾斜位置的直线, 称为一般位置直线。

由于直线的投影一般仍然是直线, 所以, 直线的投影可由直线上任意两个点的投影确定。

如图 1-5a 所示, 已知直线上 A 、 B 两个点的投影, 便可得到直线 AB 的三面投影, 如图 1-5b 所示。

图 1-5c 表示直线 AB 在三面投影体系中的空间位置, 并规定:

直线 AB 对 H 面的倾角, 用 α 表示,

直线 AB 对 V 面的倾角, 用 β 表示,

直线 AB 对 W 面的倾角, 用 γ 表示。

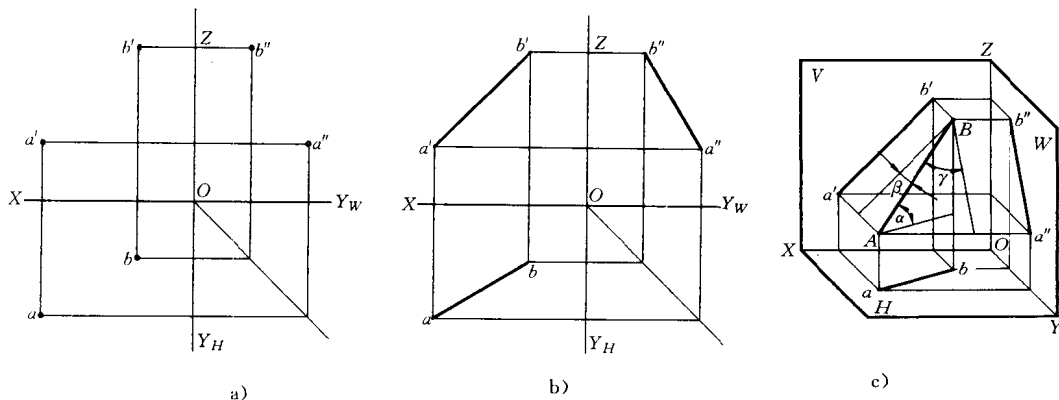


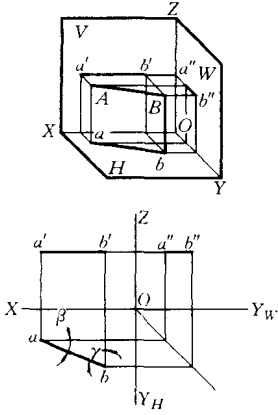
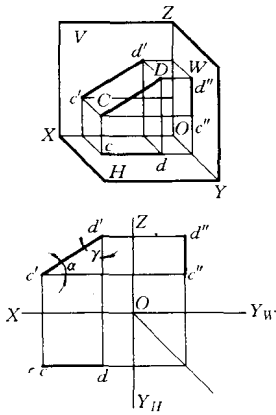
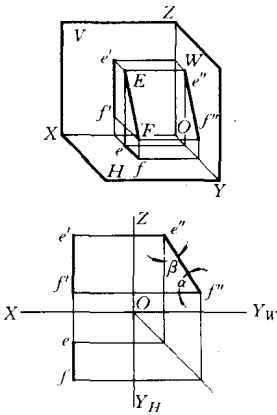
图 1-5 一般位置直线的投影

2. 投影面平行线

平行于一个投影面而与另外两个投影面倾斜的直线称为投影面平行线, 分成为水平线、正平线和侧平线, 如表 1-1 所示, 其投影特征为:

- 1) 直线在所平行的投影面上的投影等于实长, 并反映直线与另外两个投影面的倾角。
- 2) 直线在另外两个投影面上的投影分别平行于相应的投影轴。

表 1-1 投影面平行线

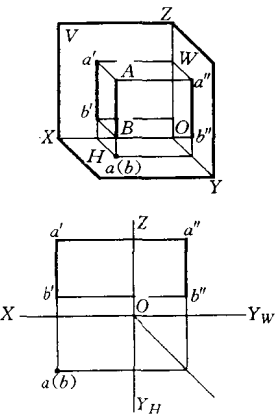
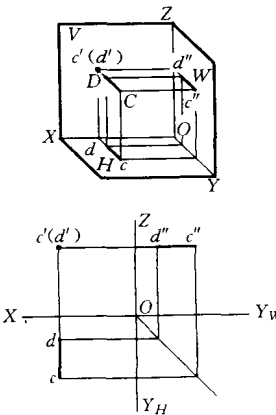
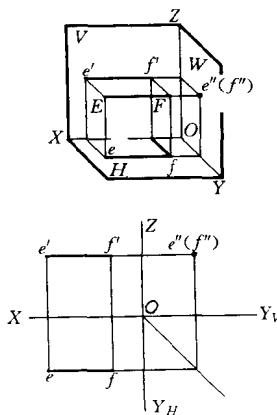
水 平 线	正 平 线	侧 平 线
		

3. 投影面垂直线

垂直于投影面的直线称为投影面垂直线, 分成为铅垂线、正垂线和侧垂线, 如表 1-2 所示, 其投影特征为:

- 1) 直线在所垂直的投影面上的投影积聚为点。
- 2) 直线在另外两个投影面上的投影分别垂直于相应的投影轴。

表 1-2 投影面垂直线

铅 垂 线	正 垂 线	侧 垂 线
		

三、平面的投影

图 1-6 所示为平面的不同表示方法, 即: 不在同一条直线上的三个点; 一条直线及直线外的一个点; 两条相交直线; 两条平行直线以及任意一个平面图形。

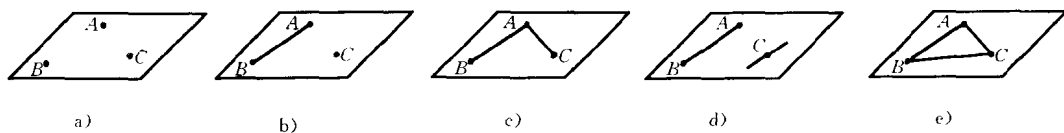


图 1-6 平面的表示方法

在图 1-7 中, 以一个平面图形表示一个平面, 并且:

当平面平行于投影面时, 其投影反映实形, 如图 1-7a 所示;

当平面倾斜于投影面时, 其投影为与平面图形边数相同的类似形, 且各边的形状特征不变, 如图 1-7b 所示;

当平面垂直于投影面时, 其投影积聚为直线, 如图 1-7c 所示。

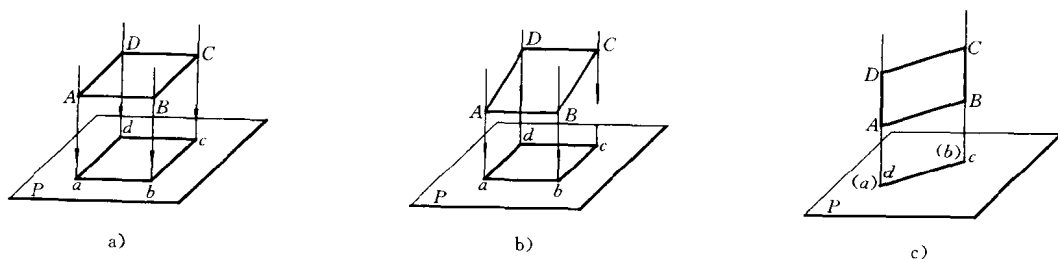


图 1-7 平面的投影特性

1. 一般位置平面

对三个投影面均处于倾斜位置的平面, 称为一般位置平面。如图 1-8 所示, 是一个用 $\triangle ABC$ 表示的一般位置平面的三面投影图, 其三面投影均为三角形。

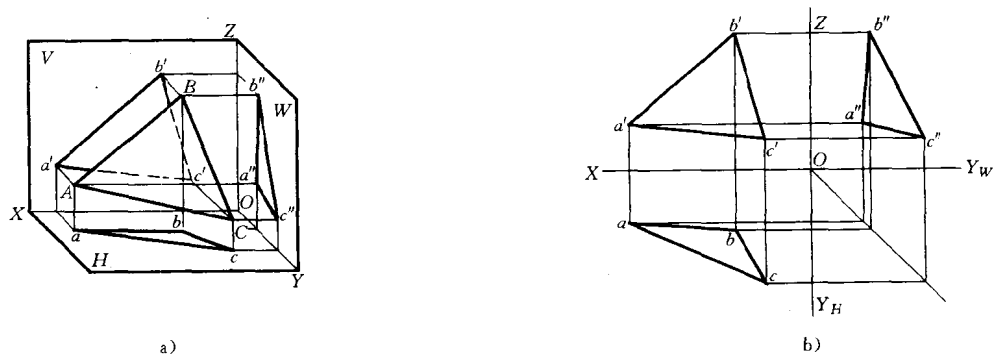


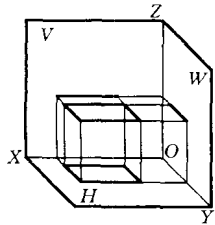
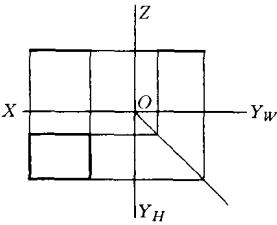
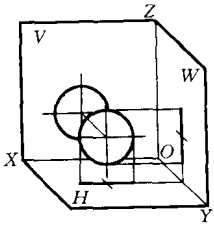
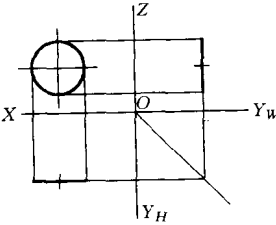
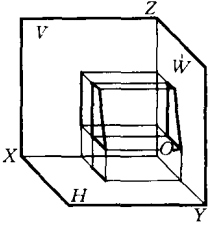
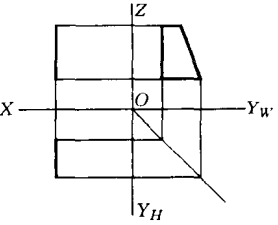
图 1-8 一般位置平面的投影

2. 投影面平行面

平行于投影面的平面称为投影面平行面, 分成为水平面、正平面和侧平面, 如表 1-3 所示, 其投影特征为:

- 1) 平面在所平行的投影面上的投影反映实型。
- 2) 平面在另外两个投影面上的投影均积聚为直线, 且平行于相应的投影轴。

表 1-3 投影面平行面

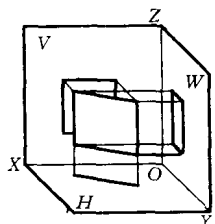
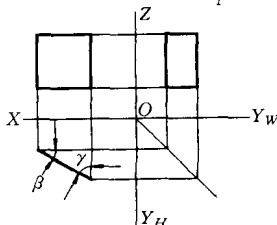
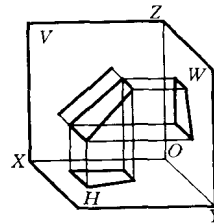
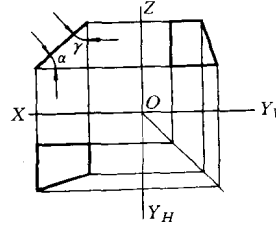
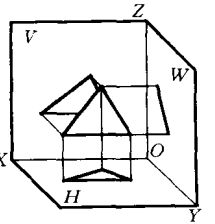
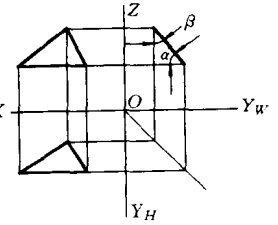
水 平 面	正 平 面	侧 平 面
 	 	 

3. 投影面垂直面

垂直于一个投影面而与另外两个投影面倾斜的平面称为投影面垂直面, 分成为铅垂面、正垂面和侧垂面, 如表 1-4 所示, 其投影特征为:

- 1) 平面在所垂直的投影面上的投影积聚为直线, 并反映平面与另外两个投影面的倾角。
- 2) 平面在另外两个投影面上的投影为类似形。

表 1-4 投影面垂直面

铅 垂 面	正 垂 面	侧 垂 面
 	 	 

四、直线上取点和平面上取点线

1. 直线上取点

如图 1-9a 所示, 点 M 在直线 AB 上, 则点 M 的投影 m 必在直线 AB 的投影 ab 上, 并且:

$$am/mb = AM/MB$$

图 1-9b 所示为直线 AB 及其上 M 点的三面投影图, 并且:

$$am/mb = a'm'/m'b' = a''m''/m''b'' = AM/MB$$

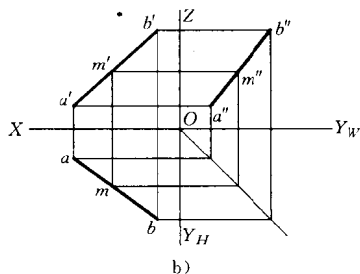
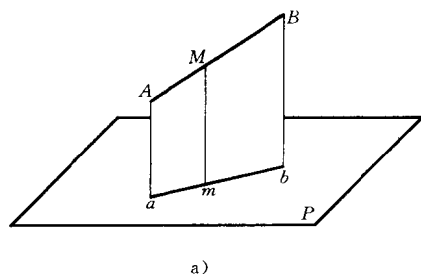


图 1-9 直线上的点

2. 平面上取点线

1) 若点在平面的已知直线上, 则点在该平面上。

如图 1-10a 所示, 点 M 在 $\triangle ABC$ 的直线边 AB 上, 所以点 M 在 $\triangle ABC$ 平面上。

如图 1-10b 所示, 点 M 在 $\triangle ABC$ 的直线边 AC 的延长线上, 所以点 M 在 $\triangle ABC$ 平面上。

2) 若直线经过平面上的两个已知点, 则直线在平面上。

如图 1-11a 所示, M 与 N 两个点在 $\triangle ABC$ 平面上, 所以直线 MN 在 $\triangle ABC$ 平面上。

若直线经过平面上的一个已知点, 且平行于该平面上的一条已知直线, 则直线在该平面上。

如图 1-11b 所示, 点 C 在 $\triangle ABC$ 平面上, 直线 CD 平行于 AB , 所以直线 CD 在 $\triangle ABC$ 平面上。

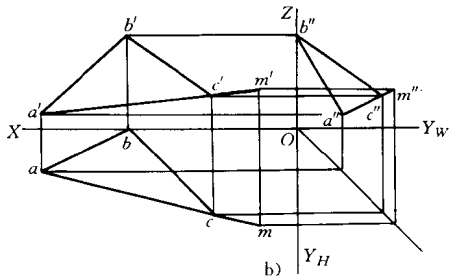
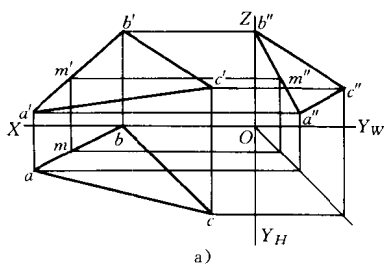


图 1-10 平面上的点

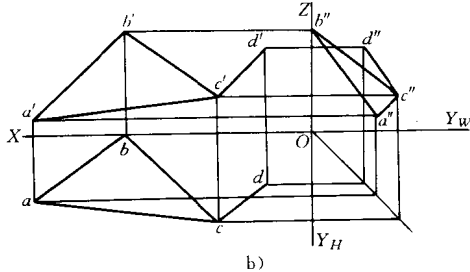
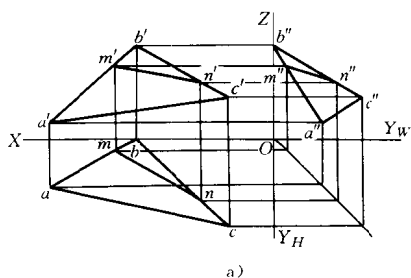


图 1-11 平面上的直线

第二节 简单基本体的投影

一、棱柱

1. 棱柱的投影

图 1-12 所示为一正六棱柱的三面投影图。它的上、下底放置在水平位置，前、后棱面为正平面，其余四个棱面为铅垂面。所以，正六棱柱的水平投影为一正六边形，反映底面的实形，而该六边形的顶点、各边，又分别是各棱线、棱面的积聚性投影；其正面投影和侧面投影均为矩形的组合。

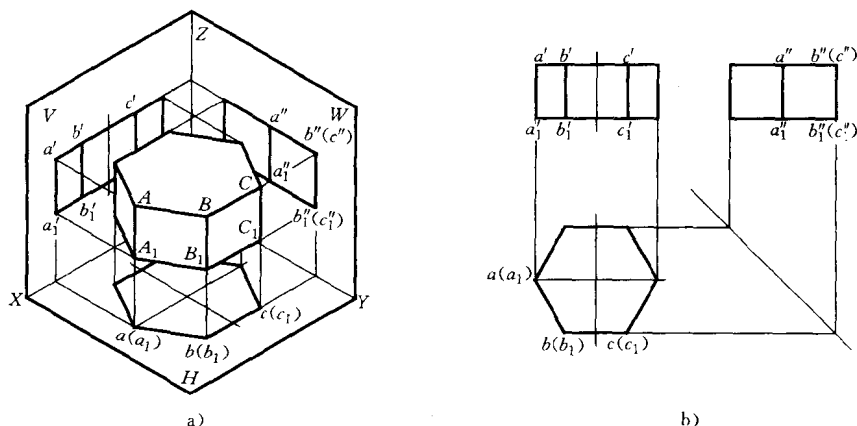


图 1-12 正六棱柱的投影

2. 棱柱表面上的点

如图 1-13 所示，已知六棱柱的棱面 ABB_1A_1 上的点 M 的正面投影 m' ，求 m 和 m'' 。由于棱面 ABB_1A_1 的水平投影 abb_1a_1 有积聚性，故 M 点的水平投影 m 必在 abb_1a_1 上，再根据 m' 和 m 即可求出 m'' 。对于 W 面，棱面 ABB_1A_1 为可见，所以点 M 也可见。

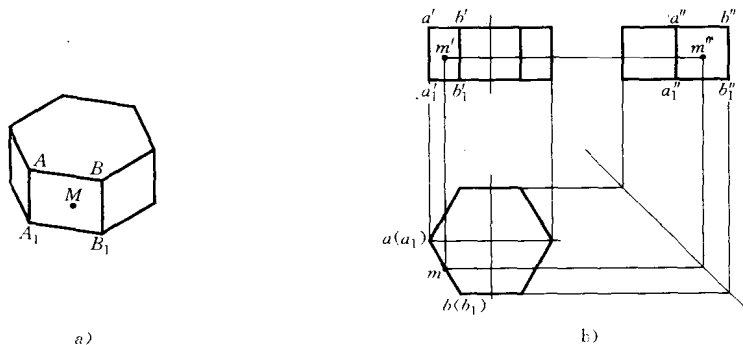


图 1-13 在正六棱柱表面上取点

二、棱锥

1. 棱锥的投影

图 1-14 所示为正三棱锥的三面投影图。它的底面放置在水平位置,所以水平投影 $\triangle abc$ 反映底面的实形, $\triangle abc$ 内各条直线及其汇合点 s 则是各条棱线及锥顶的投影。棱面 $\triangle SAC$ 为侧垂面,其侧面投影积聚为直线段,另外两面投影为类似的三角形。棱面 $\triangle SAB$ 和 $\triangle SBC$ 为一般位置平面,所以它们的三面投影均为类似的三角形。

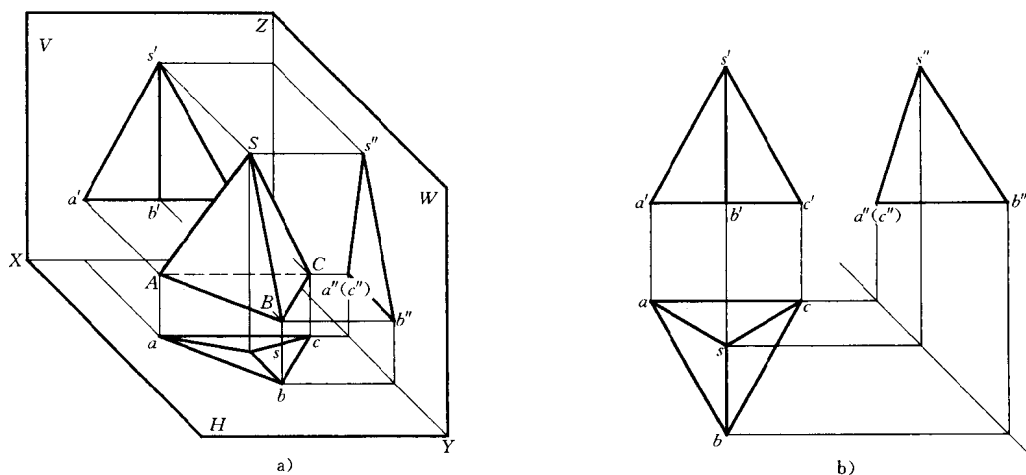


图 1-14 正三棱锥的投影

2. 棱锥表面上的点

如图 1-15 所示,已知三棱锥棱面 SAB 上的点 M 的正面投影 m' 及棱面 $\triangle SAC$ 上 N 点的水平投影 n ,需求这两点的其他两面投影。

对于 M 点,由于它所在的平面 $\triangle SAB$ 是一般位置平面,所以要在该面内过点 M 及锥顶 S 作辅助线 SD ,才能求出其他两面投影。其作图方法如图 1-15a 所示。

对于 N 点,由于它所在的棱面 $\triangle SAC$ 为侧垂面,其侧面投影具有积聚性,因此 N 点的侧面投影 n'' 必在 $s''a''(c'')$ 上,再由 n 和 n'' 即可求出 n' ,如 1-15b 所示。

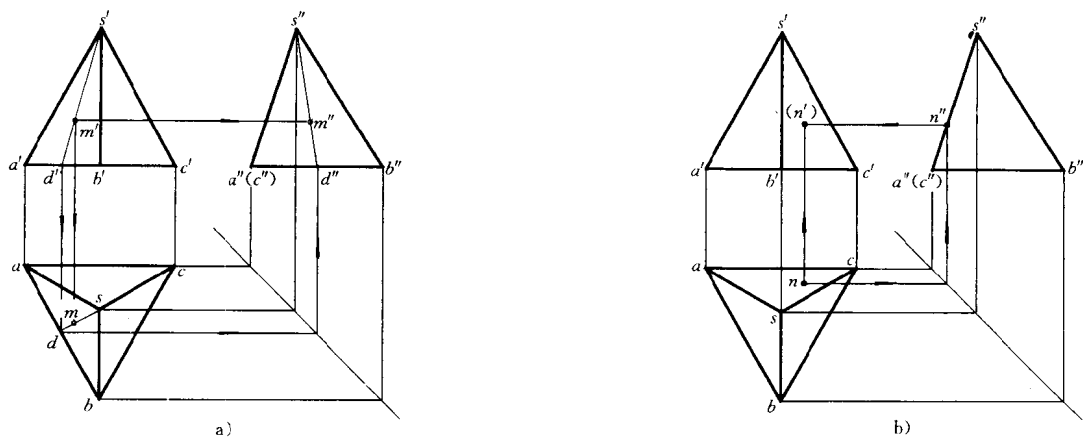


图 1-15 在正三棱锥表面上取点

三、圆柱

1. 圆柱的形成

如图 1-16a 所示, 圆柱是由圆柱面和两个底面所围成。其中, 圆柱面可以看成是由直母线 AA_1 绕与它平行的轴线 OO_1 旋转而成, 两个底面均垂直于圆柱轴线。

2. 圆柱的投影

图 1-16b 所示为圆柱的三面投影图。由于圆柱的轴线是铅垂线, 所以圆柱面的水平投影为一个圆。圆柱面上的所有素线即整个圆柱面的水平投影都积聚在这个圆上。该圆也反映了圆柱底面的实形。圆柱的正面投影和侧面投影为形状大小相同的矩形。

圆柱面上最左、最右两条素线 AA_1 和 BB_1 称为圆柱面对于 V 面的转向线, 其正面投影 a' 和 b' 称为转向轮廓线, 其水平投影为积聚在圆周上的两点 $a(a_1)$ 和 $b(b_1)$, 其侧面投影与轴线的投影重合, 图上不应画出。

圆柱面上最前、最后两条素线 CC_1 和 DD_1 称为圆柱面对于 W 面的转向线, 其侧面投影 c'' 和 d'' 称为转向轮廓线, 其水平投影为积聚在圆周上的两点 $c(c_1)$ 和 $d(d_1)$, 其正面投影与轴线的投影重合, 图上也不应画出。

如图 1-16c 所示, 以转向线 AA_1 、 BB_1 为界, 把圆柱面分为前半部分和后半部分, 相对于 V 投影面, 前半部分可见, 后半部分不可见; 以转向线 CC_1 和 DD_1 为界, 把圆柱面分为左半部分和右半部分, 相对于 W 投影面, 左半部分可见, 右半部分不可见。

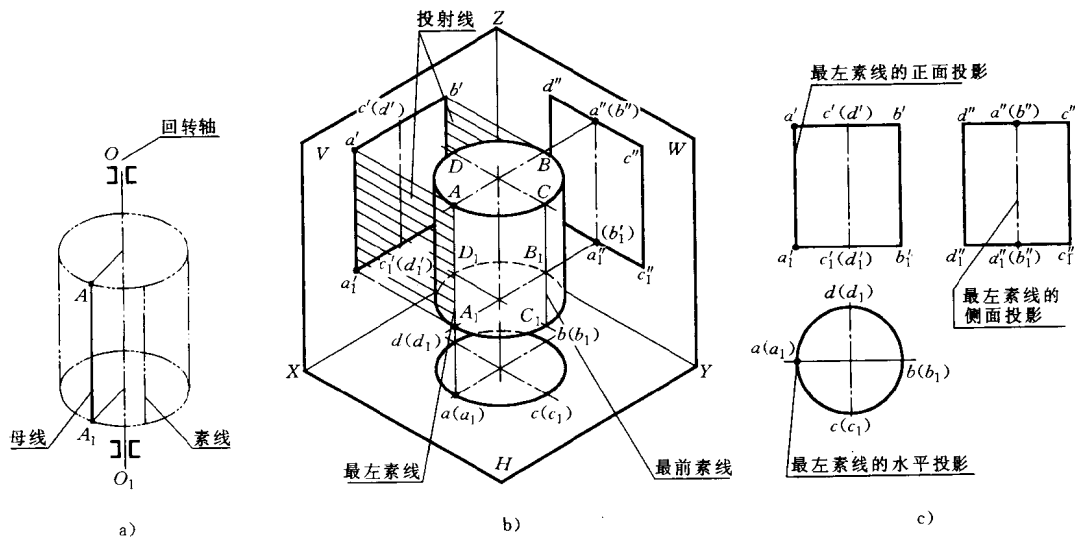


图 1-16 圆柱的形成及投影

3. 圆柱面上的点

如图 3-17 所示, 已知圆柱面上点 K 的正面投影 (k') , 求作它的水平投影 k 和侧面投影 k'' 。

首先, 根据点 K 的正面投影 (k') 可知, 点 K 位于后半圆柱面上, 再利用圆柱面水平投影的积聚性, 由 k' 直接求得 k , 最后由 k' 和 k 求得 k'' 。

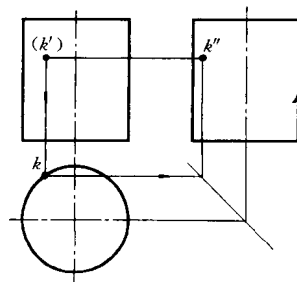


图 1-17 圆柱面上取点

四、圆锥

1. 圆锥的形成

如图 1-18a 所示, 圆锥是由圆锥面和底面所围成。其中, 圆锥面可以看成是由直母线 SA 绕与它相交的轴线 SO 旋转而成, 底面垂直于圆锥轴线。

2. 圆锥的投影

图 1-18c 所示为轴线是铅垂线的圆锥的三面投影图。其水平投影为一个圆, 该圆反映圆锥底面的实形。圆锥的正面投影和侧面投影为形状大小相同的等腰三角形。

圆锥面上最左、最右两条素线 SA 、 SB 是圆锥面对于 V 面的转向线, 其正面投影 $s'a'$ 和 $s'b'$ 为转向轮廓线, 其水平投影和圆的水平中心线重合, 图上不应画出; 侧面投影和轴线的投影重合, 图上也不应画出。

圆锥面上最前、最后两条素线 SC 、 SD 是圆锥面对于 W 面的转向线, 其侧面投影 $s''c''$ 和 $s''d''$ 为转向轮廓线, 其水平投影和圆的竖直中心线重合, 图上不应画出; 正面投影和轴线的投影重合, 图上也不应画出。

如图 1-18c 所示, 相对于 V 投影面, 以转向线 SA 和 SB 为界, 圆锥面的前半部分可见, 后半部分不可见; 相对于 W 投影面, 以转向线 SC 和 SD 为界, 圆锥面的左一半可见, 右一半不可见; 相对于 H 投影面, 没有转向线, 圆锥面全为可见。

由图 1-18 及其投影分析可知:

圆锥面的投影没有积聚性, 其水平投影上的圆, 只是圆锥面上一个纬圆的投影, 也是圆锥面与底面交线的投影, 即圆锥底圆的投影。

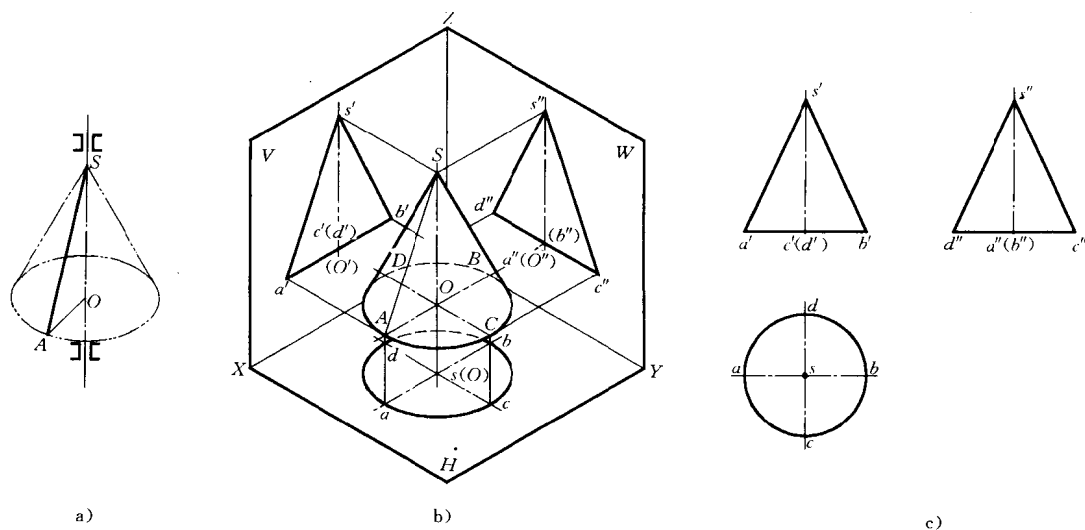


图 1-18 圆锥的形成及投影

3. 圆锥面上的点

由于圆锥面的投影没有积聚性，所以在圆锥面上取点，必须采用辅助线作图法，即素线法和纬圆法。

例如，已知圆锥面上点 K 的正面投影 k' ，求点 K 的水平投影 k 和侧面投影 k'' 。

1) 素线法 如图 1-19a 所示，在圆锥面上过 K 点可作素线 SA 为辅助线。作图时，首先连接 $s'k'$ 并延长交锥底于 a' ，由于点 K 是可见的，所以在圆锥面的前半部分作出 SA 的水平投影 sa ，如图 1-19b 所示。然后根据 k' ，在 sa 上求出 k ，最后由 k' 和 k 求出 k'' ，如图 1-19c 所示。

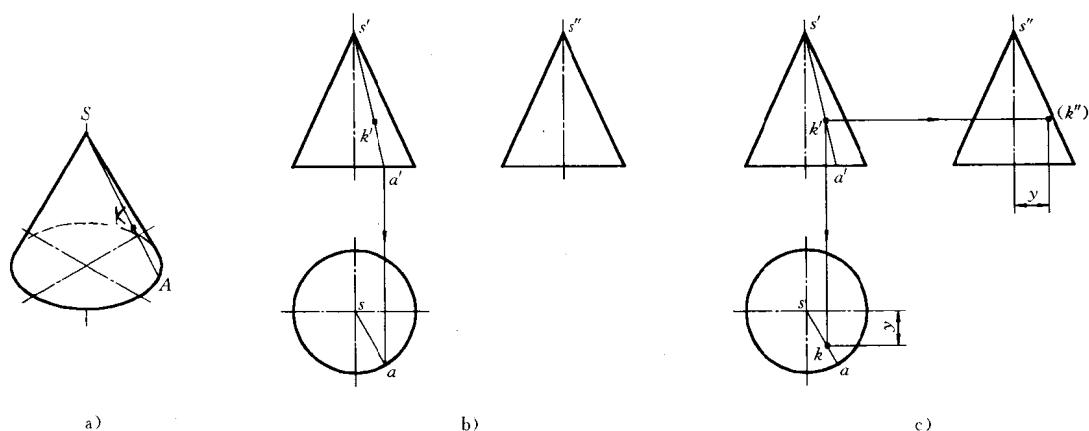


图 1-19 用素线法在圆锥面上取点

2) 纬圆法 如图 1-20a 所示，在圆锥面上过 K 点也可作纬圆为辅助线。由于圆锥轴线是铅垂线，所以纬圆的正面投影和侧面投影为垂直于圆锥轴线的水平线段，水平投影反映纬圆实形。作图时，首先过 k' 作出纬圆的正面投影 $1'2'$ ，并根据投影关系求得纬圆的水平投影，如图 1-20b 所示。然后在纬圆的水平投影上求出 k ，再由 k' 和 k 求得 k'' ，如图 1-20c 所示。

若已知点 K 的水平投影或侧面投影，同样可用素线法或纬圆法作出其他两面投影。

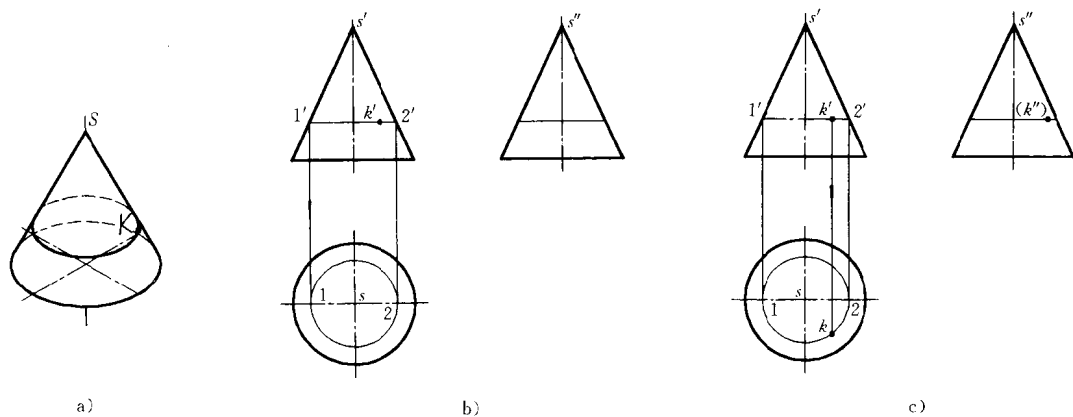


图 1-20 用纬圆法在圆锥面上取点

五、圆球

1. 圆球的形成

如图 1-21a 所示,圆球是由圆球面所围成。圆球面可以看成是以圆为母线绕其直径旋转而成。

2. 圆球的投影

如图 1-21b 所示,圆球三面投影的转向轮廓线 a' 、 b 、 c'' 分别为通过球心的正平圆 A 、水平圆 B 、侧平圆 C 的投影,这三个圆的另外两面投影不应画出,但必须掌握其三面投影的对应关系。例如:正平圆 A 为对于 V 面的转向线,其正面投影为转向轮廓线 a' ,水平投影重合于水平中心线,侧面投影重合于竖直中心线。

如图 1-21c 所示,相对于 V 投影面,以转向线正平圆 A 为界,前半圆球面可见,后半圆球面不可见。同理,水平圆 B 和侧平圆 C 分别为圆球面相对于 H 面和 W 面的可见性分界线。

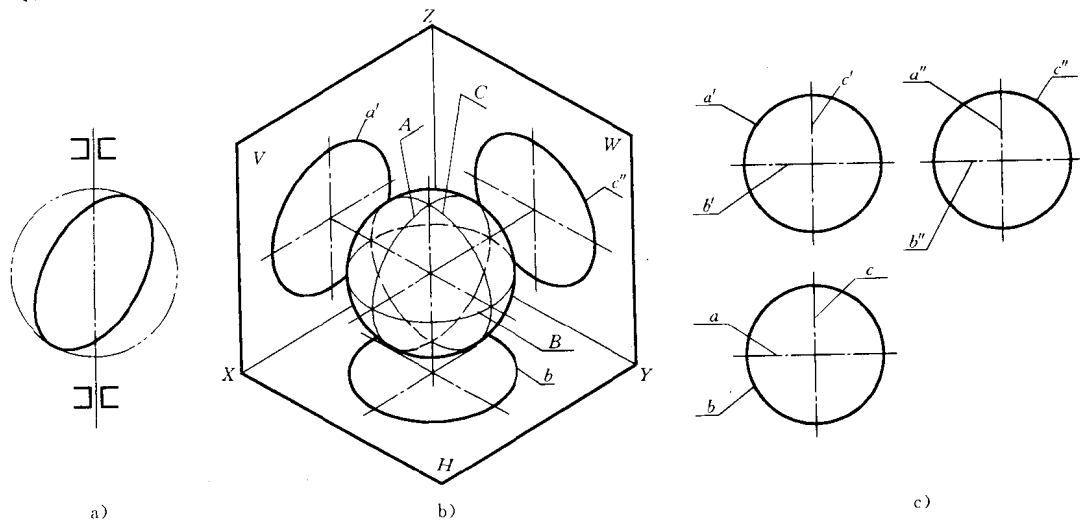


图 1-21 圆球的形成及投影

3. 圆球面上的点

如图 1-22 所示,已知圆球面上点 K 的水平投影,可通过点 K 在圆球面上作一正平纬圆,求出点 K 的正面投影和侧面投影(也可采用水平纬圆或侧平纬圆)。

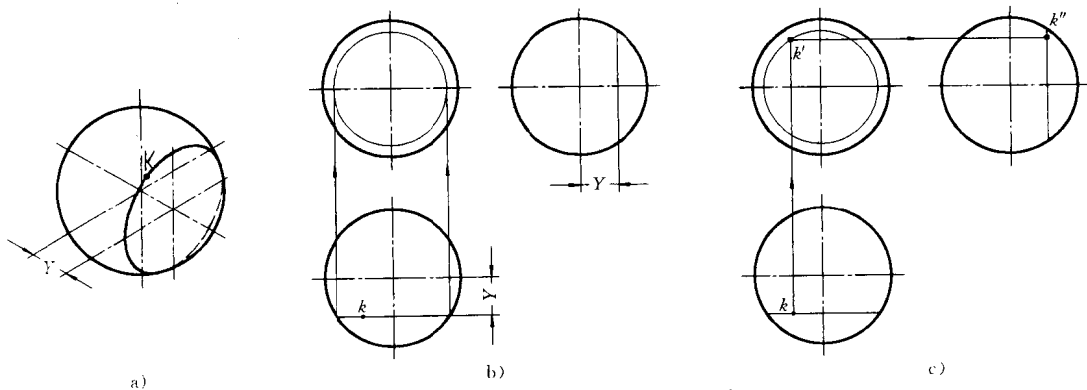


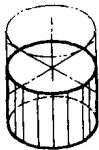
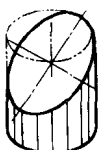
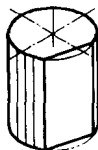
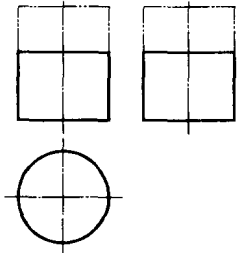
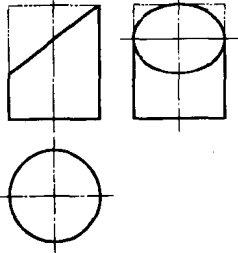
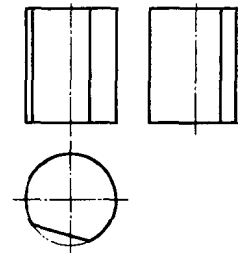
图 1-22 用纬圆法在圆球面上取点

第三节 截 交 线

一、圆柱面的截交线

由于截平面与圆柱的相对位置不同，圆柱面的截交线如表 1-5 所示。

表 1-5 圆柱面的截交线

截平面位置	垂直于轴线	倾斜于轴线	平行于轴线
截交线形状	圆	椭圆	两平行直线
轴测图			
投影图			

〔例 1〕 求作正垂面与圆柱面的截交线(图 1-23)。

分析

- 1) 由图 1-23a 可知，由于正垂面 P 倾斜于圆柱轴线，故截交线为椭圆，其长轴 AC 为正平线，短轴 BD 为正垂线。
- 2) 椭圆的正面投影重合在 P_v 上，且反映长轴的实长；水平投影与圆柱面的水平投影(圆周)重合，故只需求出椭圆的侧面投影。

作图

- 1) 求特殊点。截交线上的特殊点主要是指截交线与曲面转向线的共有点。如图 1-23a 所示，作图时，先在正面投影上标出 P_v 与转向轮廓线的交点 a' 、 c' ，与轴线的交点 b' (d')，再根据转向轮廓线的投影对应关系，标出水平投影 a 、 b 、 c 、 d ，求出侧面投影 a'' 、 b'' 、 c'' 、 d'' 。由于 $a''c''$ 与 $b''d''$ 二线段互相垂直平分，所以 $a''c''$ 与 $b''d''$ 为侧面投影上椭圆的主轴。
- 2) 求一般点。为使作图准确，还须作出一定数量的一般点，如图 1-23b 中的 E 、 F 点。作图时，先在截交线正面投影的适当位置上取点 e' (f')，再利用圆柱表面取点法求出 e 、 f 和 e'' 、 f'' 。
- 3) 判断可见性并连线。对于 W 面，截交线全为可见，顺序光滑地连接各点，并使椭圆与转向轮廓线相切于 b'' 和 d'' ，即完成作图，如图 1-23b 所示。