

任何复杂的立体都是由简单的基本几何体所组成的。基本几何体可分为平面立体和曲面立体两大类,单纯由平面包围而成的基本体称为平面立体,如棱柱、棱锥等;而表面由曲面或曲面与平面围成的基本体称为曲面立体,如圆柱、圆锥、球体等。

任务 3.1 平面立体的投影

平面立体中最常用的是棱柱和棱锥。

3.1.1 棱柱体的投影

棱柱体是由两个底面和几个侧棱面构成的。如图 3.1 (a) 所示的六棱柱,其顶面和底面为两个水平面,它们的水平投影重合且反映六边形实形,正面投影和侧面投影分别积聚成直线;前后两个侧棱面是正垂面,它们的正面投影重合且反映实形,水平投影和侧面投影积聚为直线;其余 4 个侧棱面是垂直面,水平投影积聚为 4 条线,正面投影和侧面投影均反映类似形。由以上分析,可得如图 3.1 (b) 所示的三面投影图。

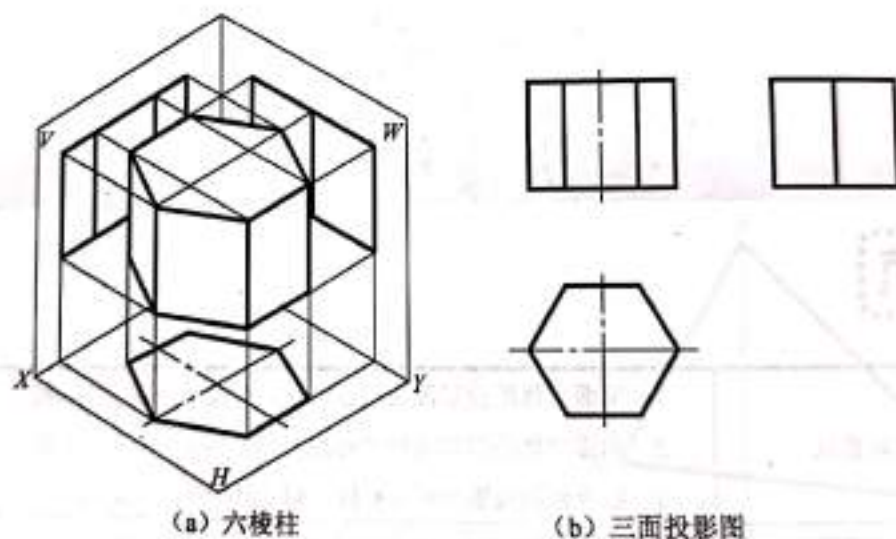


图 3.1 六棱柱的投影

可见,作棱柱的投影图时,可先作反映实形和有积聚性的投影,然后再按照“长对正、宽相等、高平齐”的投影规律作其他投影。

3.1.2 棱锥体的投影

棱锥体只有一个底面,且全部侧棱线交于有限远的一点(即锥顶)。如图 3.2 (a) 所示的三棱锥,其底面 ABC 是水平面,它的水平投影反映三角形实形,正面投影和侧面投影积聚成水平的直线;后棱面 SAC 为侧垂面,其侧面投影积聚成直线,正面投影和水平投影均反映类似形;而另两个侧棱面 SBC 和 SAB 为一般位置平面,其投影全部为类似形。由以上分析,可得如图 3.2 (b) 所示的三面投影图。

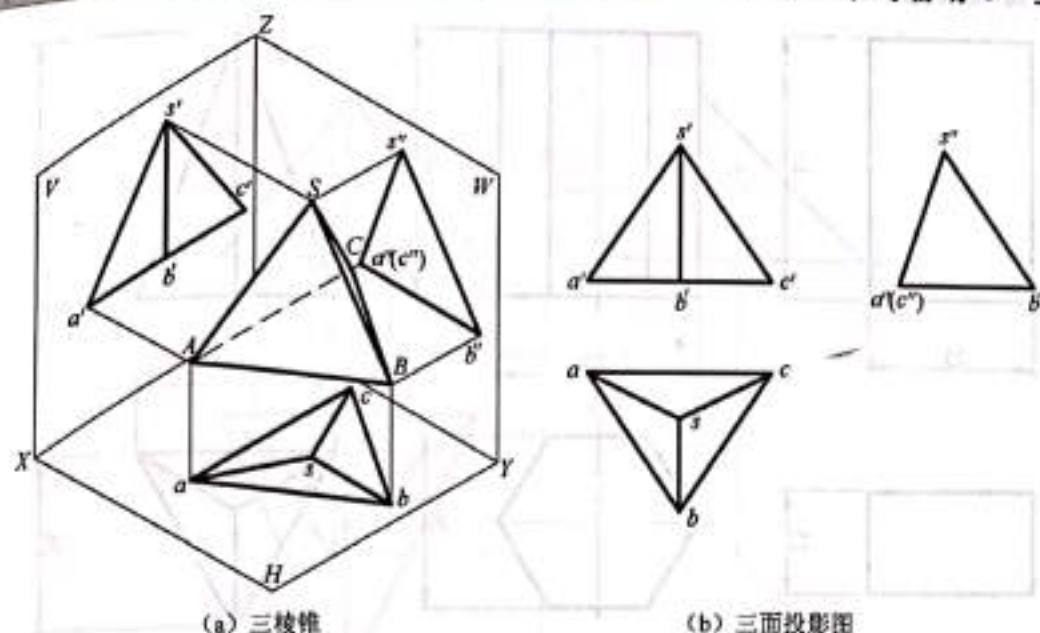


图 3.2 三棱锥的投影

可见,作棱锥的投影图时,可先作底面的各个投影,再作锥顶的各面投影,最后将锥顶的投影与同名的底面各点投影连接,即为棱锥的三面投影。

3.1.3 平面立体投影图的尺寸标注

对于平面立体的尺寸标注,主要是要注出长、宽、高 3 个方向的尺寸,一个尺寸只须注写一次,不要重复。一般底面尺寸应注写在反映实形的投影图上,高度尺寸注写在正面或侧面投影图上,如图 3.3 所示。

3.1.4 平面立体表面上求点和线

1. 棱柱体表面上求点和线

如图 3.4 所示,已知六棱柱表面上的点 A 的正面投影 a' 和直线 MN 的正面投影 $m'n'$,现在要作出它们的水平投影和侧面投影。

由于 a' 是可见的,所以点 A 在六棱柱的左前侧棱面上,这个侧棱面在水平面上投影呈积聚性,其投影是六边形的一边,所以点 A 的水平投影 a 也在此边上,再由点的两个投影 a' 和 a ,作出其第三投影 a'' 。而 $m'n'$ 也是可见的,所以直线 MN 在六棱柱的右前侧棱面上,同样此侧棱面的投影也为六边形的一边,所以直线 MN 的水平投影 mn 也在此边上,在侧面投影中由于六棱柱的左前侧棱面和右前侧棱面的投影重合,直线 MN 所在的侧棱面为不可见,所以其投影 $m''n''$ 用虚线表示。

2. 棱锥体表面上求点和线

如图 3.5 所示,已知三棱锥表面上 N 点的水平投影 n 、 G 点的正面投影 g' 和 M 点的正面投影 m' ,现在要作出它们的另两面投影,也就得出了直线 NG 的三面投影。

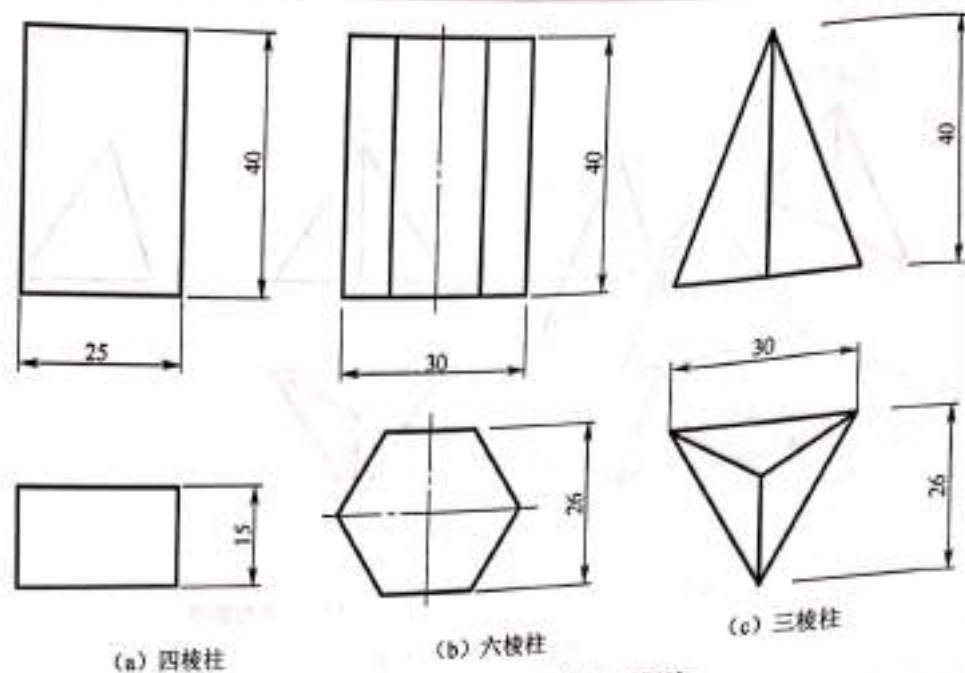


图 3.3 平面立体投影图的尺寸标注

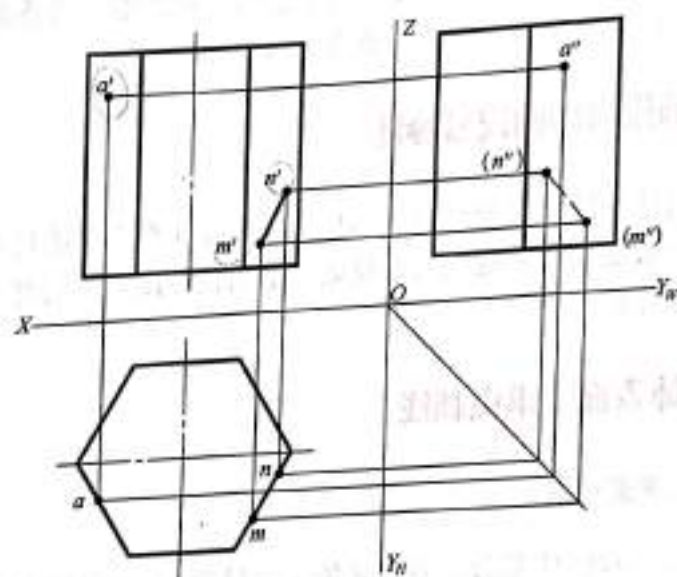


图 3.4 六棱柱体表面上点的投影和直线的投影

由于 N 和 G 点所在的平面 SAB 为一般位置平面, 三面投影都没有积聚性, 所以可连接点 N 的水平投影 n 与锥顶投影 s , 交 ab 于点 1 , 1 点在 ab 上, 故 $1'$ 点在 $a'b'$ 上, 求得的 n' 也在 $s'1'$ 上, 再由 n' 和 n 求得其第 3 面投影 n'' ; 同理点 G 的另两面投影也通过作辅助线 s_2 求得, 需注意的是平面 SAB 在 3 个投影面上的投影均是可见的, 所以求得的 N 、 G 各投影也均为可见; 最后, 将所求得的 N 和 G 的三面同名投影连接即为直线 NG 的三面投影 (ng 、 $n'g'$ 、 $n''g''$)。而由点 M 的正面投影 (m') 不可见, 可知点 M 在 SAC 面上, SAC 面的侧面投影积聚为一直线, 所以点 M 的侧面投影 m'' 必在此直线上, 由 m' 和 m'' 可求出 m 。

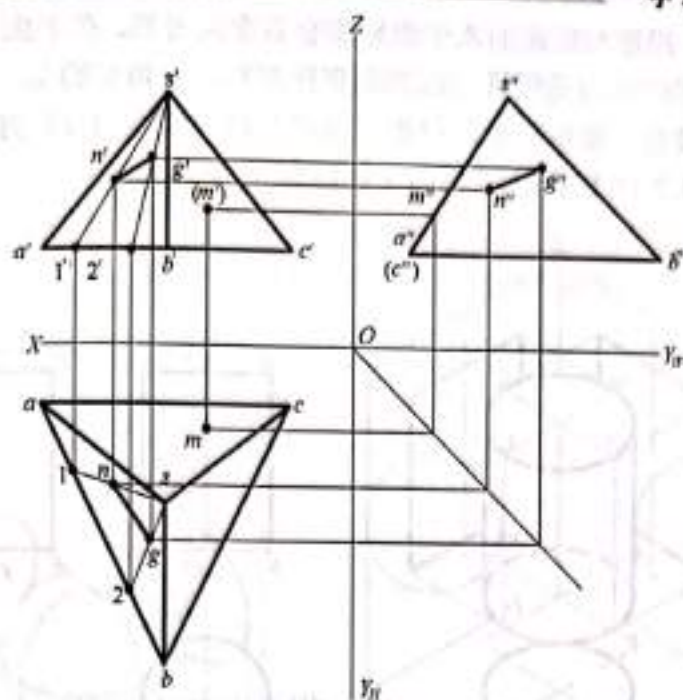


图 3.5 三棱锥表面上点的投影和直线的投影

任务 3.2 曲面立体的投影

曲面立体中最常用的是圆柱、圆锥和球体。

3.2.1 圆柱体的投影

圆柱体是由圆柱面、顶和底面围成的。圆柱面上任意一条平行于轴线的直线称为素线，如图 3.6 (a) 所示的圆柱体，其轴线垂直于水平面，此时圆柱面在水平面上投影积聚为一圆，且反映顶、底面的实形，同时圆柱面上的点和素线的水平投影也都积聚在这个圆周上；在 V 面和 W 面上，圆柱的投影均为矩形，矩形的上、下边是圆柱的顶、底面的积聚性投影，矩形的左右边和前后边是圆柱面上最左、最右、最前、最后素线的投影，这 4 条素线是 4 条特殊素线，也是可见的前半圆柱面和不可见的后半圆柱面的分界线，以及可见的左半圆柱面和不可见的右半圆柱面的分界线，又可称它们为转向轮廓线。其中，在正面投影上，圆柱的最前素线 CD 和最后素线 GH 的投影与圆柱轴线的正面投影重合，所以不画出，同理在侧面投影上，最左素线 AB 和最右素线 EF 也不画出，圆柱体的三面投影图如图 3.6 (b) 所示。

由此可见，作圆柱的投影图时，先用细点画线画出三面投影图的中心线和轴线位置，然后画投影为圆的投影图，最后按投影关系画其他两个投影图。

3.2.2 圆锥体的投影

圆锥体由圆锥面和底面组成。在圆锥面上，通过顶点的任一直线称为素线。如图 3.7 (a) 所示的圆锥，其轴线垂直于水平面，此时圆锥的底面为水平面，它的水平投影为一圆反映实

形,同时圆锥面的水平投影与底面的水平投影重合且全为可见。在 V 面和 W 面上,圆锥的投影均为三角形,三角形的底边是圆锥底面的积聚性投影,三角形的左、右边和前、后边是圆锥面上最左、最右、最前、最后素线的投影,这四条特殊素线的分析方法和圆柱一样,圆锥体的三面投影图如图3.7(b)所示。

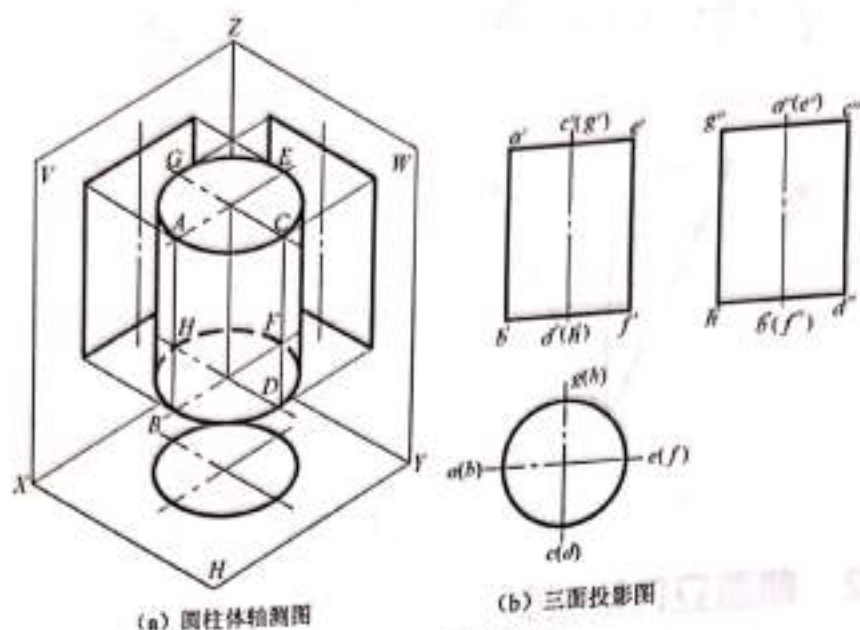


图 3.6 圆柱体的投影

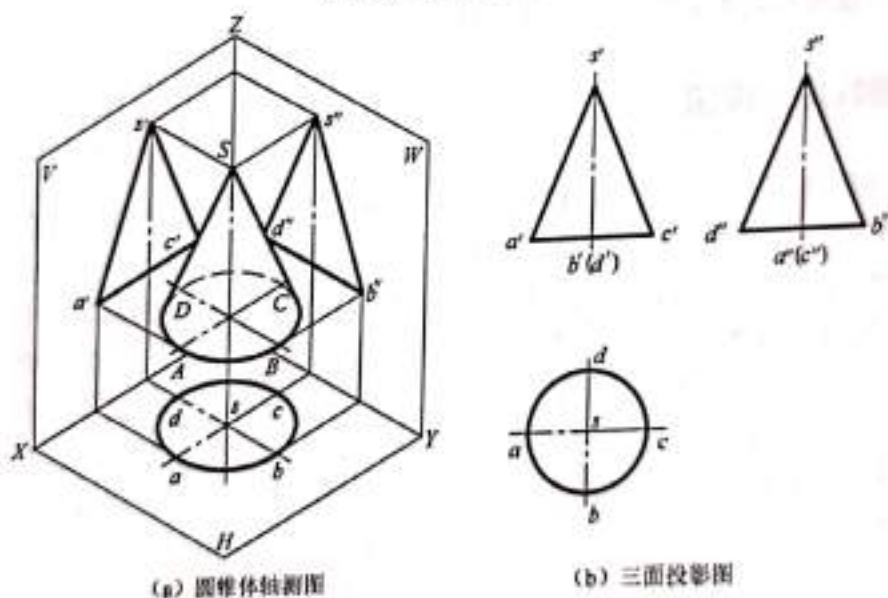


图 3.7 圆锥体的投影

可见,作圆锥的投影图时,先用细点画线画出三面投影图的中心线和轴线位置,然后画底面圆和锥顶的投影,最后按投影关系画出其他两个投影图。

3.2.3 球体的投影

球体是由球面围成的,球面可视做由一条圆母线绕它的直径旋转而成。如图3.8(a)所



学习情境3 立体的投影

示的球体，其三面投影都是与球直径相等的圆，但这3个投影圆分别是球体上3个不同方向转向轮廓线的投影。正面投影是球体上平行于V面的最大的圆A的投影，这个圆是可见的前半个球面和不可见的后半个球面的分界线。同理，水平投影是球体上平行于H面的最大的圆B的投影，而侧面投影是球体上平行于W面的最大的圆C的投影，其分析方法同圆A一样。由以上分析，可得如图3.8(b)所示球体的三面投影图。

可见，作球体的投影图时，只须先用细点画线画出三面投影图的中心线位置，然后分别画3个等直径的圆即可。

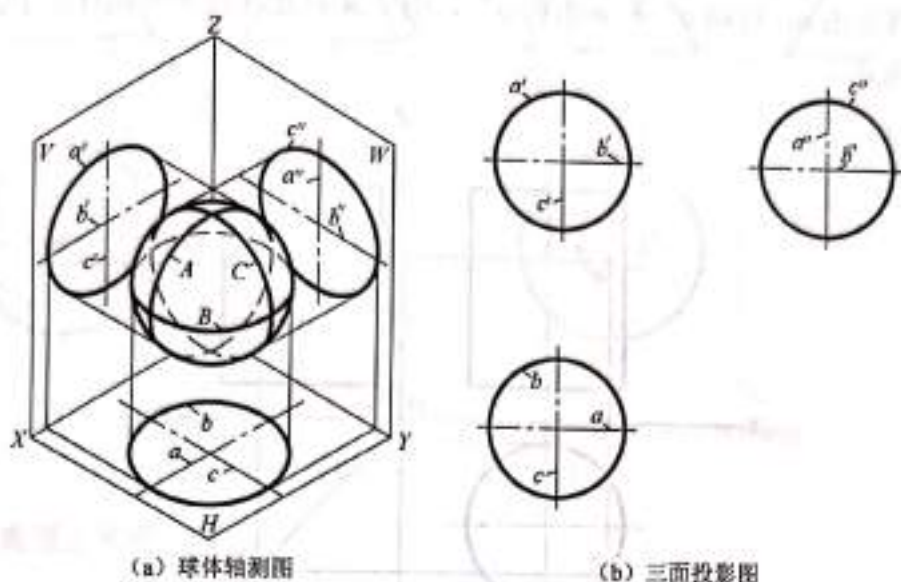


图 3.8 球体的投影

3.2.4 曲面立体投影图的尺寸标注

对于曲面立体的尺寸标注，其原则与平面立体基本相同。一般对于圆柱、圆锥应注出底圆直径和高度，而球体只需在直径数字前面加注“Sφ”，如图3.9所示。

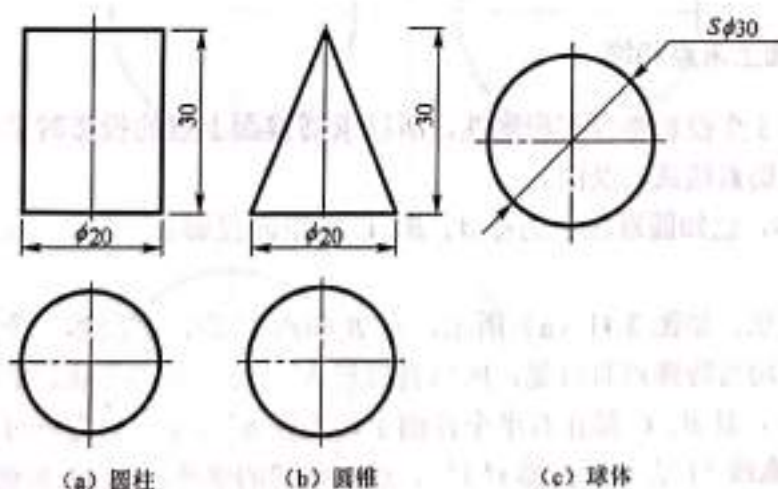


图 3.9 曲面立体投影图的尺寸标注

3.2.5 曲面立体表面上求点和线

1. 圆柱体表面上求点和线

在圆柱体表面上求点,可利用圆柱面的积聚性投影来作图。如图 3.10 所示,已知圆柱面上有一点 A 的正面投影 a' ,现在要作出它的另两面投影。由于 a' 是可见的,所以点 A 在左前半个圆柱面上,而圆柱面在 H 面上的投影积聚为圆,则 A 点的水平投影也在此圆上,所以可由 a' 直接作出 a ,再由 a' 和 a 求得 a'' ,由于 A 点在左前半个圆柱面上,所以它的侧面投影也是可见的。

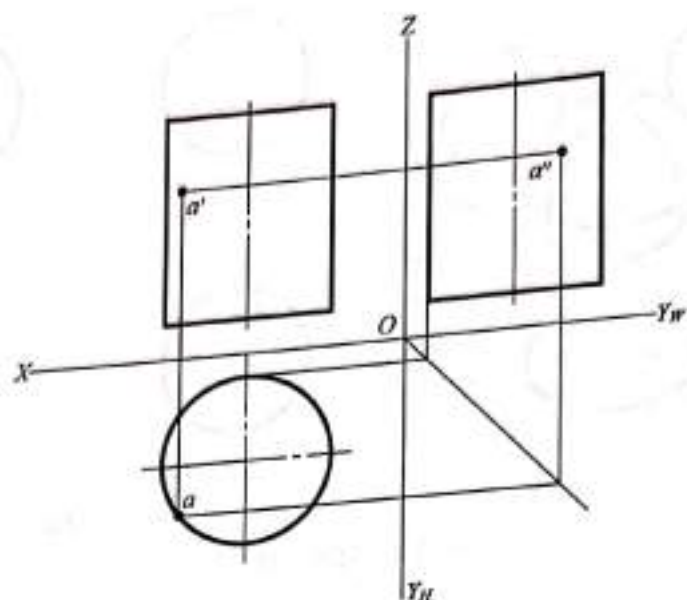


图 3.10 圆柱体表面上求点

求圆柱体表面上线的投影,可先在线的已知投影上定出若干点,再用求点的方法求出这若干点的投影,然后依次光滑连接其同名投影,并判别可见性即为圆柱体表面上求线作法。

2. 圆锥体表面上求点和线

由于圆锥面的 3 个投影都没有积聚性,所以求圆锥面上点的投影时必须在锥面上作辅助线,辅助线包括辅助素线或辅助圆。

如图 3.11 所示,已知圆锥面上的点 A 、 B 、 C 的正面投影 a' 、 b' 、 c' ,现在要作出它们的另两面投影。

(1) 辅助素线法。如图 3.11 (a) 所示,点 B 和点 C 的正面投影一个在最右素线上,一个在底面圆周上,均为特殊点且可见,所以直接过 b' 、 c' 作 OX 轴的垂线即可得 b 、 c ,而可求得 b'' 、 c'' ,且 B 、 C 都在右半个锥面上,所以 b'' 、 c'' 均为不可见。点 A 在圆锥面上,所以过 a' 作素线 $S1$ 的正面投影 $s'1'$,求出素线的水平投影 $s1$ 和侧面投影 $s''1''$, a' 分别作 OX 轴与 OZ 轴的垂线交 $s1$ 、 $s''1''$ 于 a 、 a'' ,即为所求。点 A 在圆锥面的左前侧,则其侧面投影也是可见的。

(2) 辅助圆法。如图 3.11 (b) 所示,过 a' 作一垂直于圆锥轴线的平面 (水平面),



个辅助平面与圆锥表面相交得到一个圆，此圆的正面投影为直线 $1'2'$ ，其水平投影是与底面投影圆同心的直径为 $1'2'$ 的圆，由于 a' 是可见的，所以过 a' 作 OX 轴垂线交辅助圆于 a 点，再由 a' 和 a 求得 a'' ，由于 a' 在左前方，所以 a'' 也是可见的。

圆锥体表面上求线的方法和圆柱的相同。

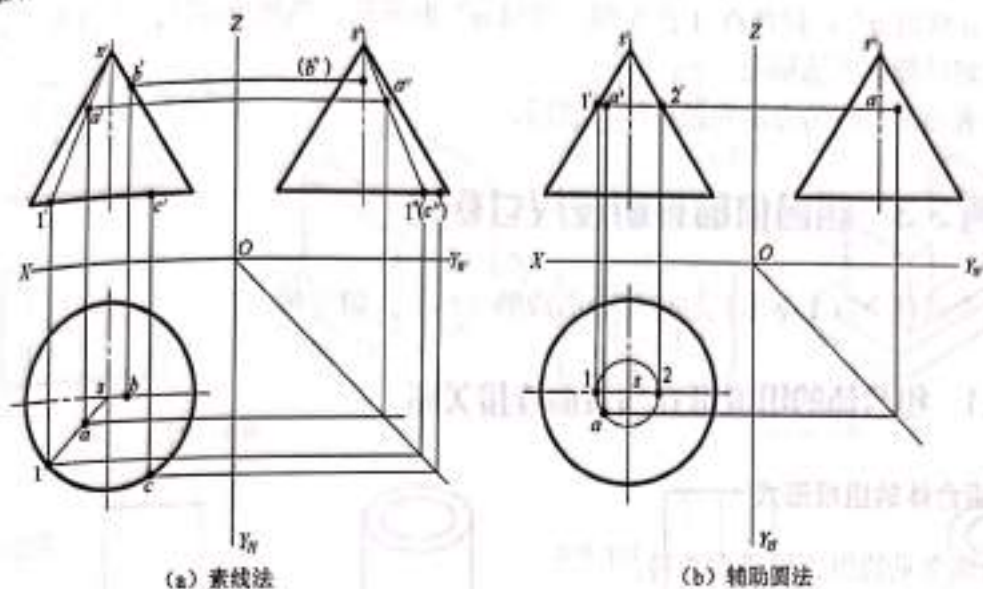


图 3.11 圆锥表面上的点

3. 球体表面上求点和线

由于球面的各面投影都无积聚性且球面上没有直线，所以在球体表面上求点可利用球面上平行于投影面的辅助圆来解决。

如图 3.12 所示，已知球面上点 A 的正面投影 a' ，现在要作出其另两面投影。过点 a'

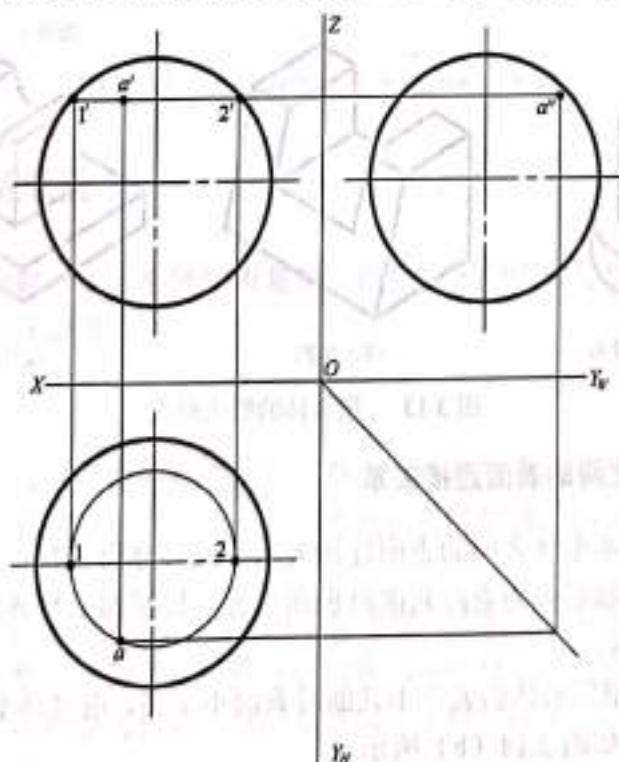


图 3.12 球体表面上的点

作一个平行于水平面的辅助圆,即在正面投影上过 a' 作平行于 OX 轴的直线,交圆于 $1'$ 、 $2'$,此 $1'2'$ 即为辅助圆的正面投影,其长度等于辅助圆的直径,再作此辅助圆的水平投影为一与球体水平投影同心圆,由于 a' 可见,所以点 A 在球体的左前上方,那么点 A 在水面上的投影也可通过 a' 作 OX 轴的垂线,交辅助圆的水平投影于 a 得到,且 a 为可见,由 a' 和 a 求出 a'' ,同理点 A 在左侧,所以 a'' 也可见。当然也可通过点 A 作平行于正或侧面的辅助圆,方法同上。

球体表面上求线的方法和圆柱的也相同。

任务 3.3 组合体的投影及尺寸标注

由两个或两个以上基本几何体组合而成的立体称为组合体。

3.3.1 组合体的组成形式与表面连接关系

1. 组合体的组成形式

组合体常见的组成形式有 3 种。

(1) 叠加:即组合体是由基本几何体叠加组合而成的。一物体是由两个圆柱体叠加而成的,如图 3.13 (a) 所示。

(2) 切割:即组合体是由基本几何体切割组合而成的。一物体是由一个四棱柱中间切去一个槽,前面切去一个四棱柱而成的,如图 3.13 (b) 所示。

(3) 混合:即组合体是由基本几何体叠加和切割组合而成的。一物体是由两个四棱柱叠加而成的,其中靠上方的四棱柱又在中间切割了一个半圆形的槽,如图 3.13 (c) 所示。

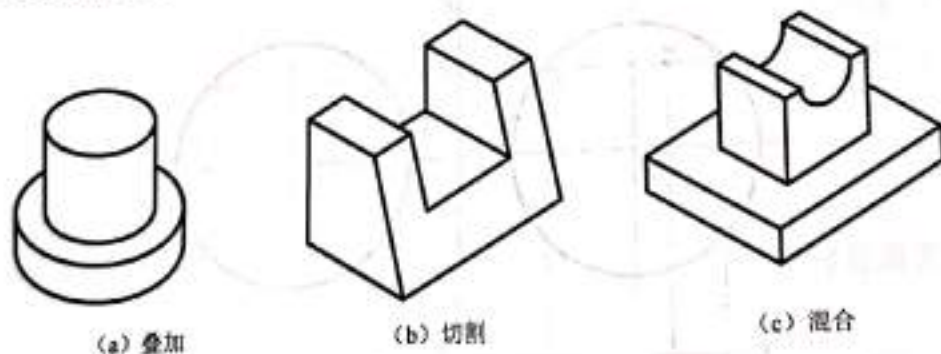


图 3.13 组合体的组成形式

2. 组合体各形体之间的表面连接关系

构成组合体的各基本形体之间的表面连接关系一般可分为 4 种。

(1) 共面:即两相邻形体的表面共面时表面平齐,投影图上平齐的表面之间不存在分界线,如图 3.14 (a) 所示。

(2) 不共面:即两相邻形体的表面不共面时表面不平齐,也就是不平齐的表面之间在投影图上存在分界线,如图 3.14 (b) 所示。



- (3) 相切：即两相邻形体的表面相切时相切处光滑过渡，投影图上没有分界线，如图 3.14 (c) 所示。
- (4) 相交：即两相邻形体的表面相交时，投影图上相交处应画出交线，如图 3.14 (d) 所示。

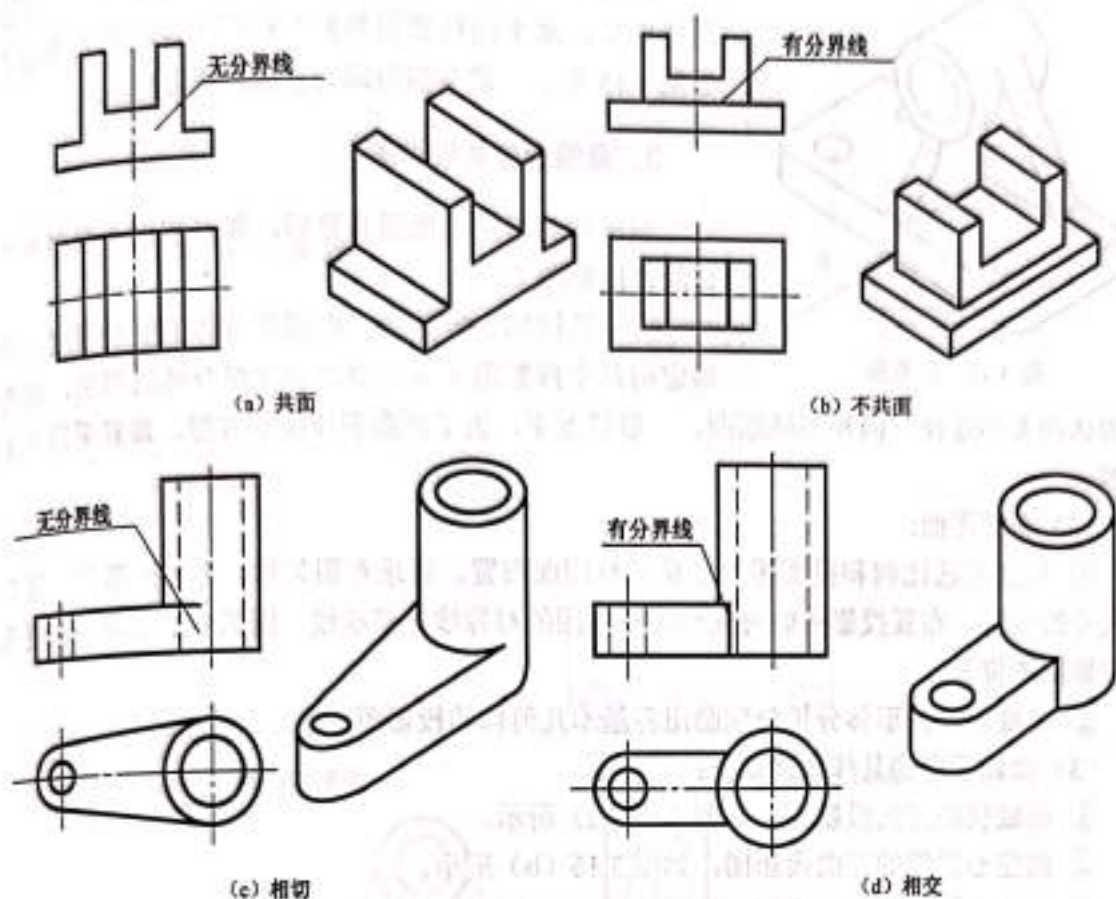


图 3.14 组合体各形体之间的连接关系

3.3.2 组合体的画法

画组合体的投影图时，由于形体较为复杂，所以应采用形体分析法。现以轴承座为例，说明组合体投影图的画法步骤。

1. 形体分析

分析一个组合体，可以根据其特点，把它看成是由若干个基本几何体所组成的，或是基本几何体切掉了某些部分，然后再分析这些基本几何体的形状、相对位置和组合方式、连接关系。

一个轴承座如图 3.15 所示。它是由底板、支承板、肋板、空心圆筒四部分组成的。该组合体的组合形式主要是叠加，其中支承板、肋板叠加在底板之上，且左右居中，另外，支承板有两个斜面与空心圆筒外表面相切，有一个表面与底板后面平齐，肋板上部与圆筒表面相交，整个轴承座左右对称。

2. 投影图布置

投影图在布置时应合理、排列匀称。通常作图之前,应将物体安放好且选取最能反映物体形状特征和各组成部分的相对位置的投影作为正面投影,以便使较多表面的投影反映在形,同时还应注意使各投影图尽量少出现虚线。正面投影图选定后,水平面投影图和侧面投影图也就随之确定了,如图 3.15 所示,箭头指向即为正面投影方向。

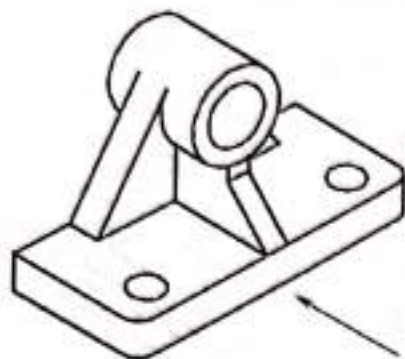


图 3.15 轴承座

3. 画组合体的投影图

当形体分析及投影图布置后,就可按以下顺序画组合体的各投影图了。

(1) 选比例、定图幅: 根据组合体的复杂程度,可确定用几个投影图才能完整地表达组合体的形状,进而根据物体的大小选择比例和图纸幅面。一般情况下,为了画图 and 读图的方便,最好采用 1:1 比例。

(2) 布置图面:

① 根据所选比例和投影图的数量进行图面布置。要求布图匀称,各投影图间应留有标注尺寸的位置。布置投影图时可先画出投影图的对称线、基准线、圆的中心线等,以便确定各投影图的位置。

② 画底稿。据形体分析分别画出各基本几何体的投影图。

(3) 画轴承座的具体步骤如下:

① 画底板的三面投影图,如图 3.16 (a) 所示。

② 画空心圆筒的三面投影图,如图 3.16 (b) 所示。

③ 画支承板的三面投影图,如图 3.16 (c) 所示。

④ 画肋板及圆柱的三面投影图,如图 3.16 (d) 所示。

⑤ 检查、加深。底稿完成后,应仔细检查,修正错误,擦去多余的线条,按规定线型加深,如图 3.16 (e) 所示。

3.3.3 组合体投影图的尺寸标注

投影图只能用来表达组合体的形状,而组合体的大小和其中各构成部分的相对位置,应在组合体的各投影图画好后标注尺寸。

1. 尺寸种类

尺寸的种类如下。

(1) 定形尺寸: 确定构成组合体的各基本几何体的形状大小的尺寸。如图 3.17 所示圆筒的长 30mm, 外径 $\phi=28\text{mm}$ 。

(2) 定位尺寸: 确定构成组合体的各基本几何体间相互位置关系的尺寸。如图 3.17 所示圆筒的中心与底板的距离。