第三章 轴测图与透视图[①]

轴测图就是轴测投影，透视图就是透视投影。

轴测图直观性较好，有一定的立体感和一定的可直接度量性，但绘制较繁。透视图直观性很好，立体感很强，与人们日常观看物体时所见形象基本一致，但一般不能直接度量，绘制很繁。

这两种图很容易看懂，但所绘物体的大多数表面在图中不反映实形，所以此两种图常作为辅助手段和对多面正投影图的补充来使用，即用它们来宏观、概略地表达设计思想、说明问题，而不作为生产制造的主要依据。

随着计算机图形学的发展，轴测图和透视图已多由计算机显示或绘制，使用日益广泛。

若对轴测图和透视图加画阴影，并用黑白或色彩进行润饰，则可使其更增加立体感和真实感，加强表现力和艺术性。这种图在某些技术领域被称为效果图或表现图。

本章介绍轴测图和透视图的形成、投影特性、常用轴测图的绘制方法。

§3.1 轴测图概述

一、轴测图的形成

在物体上固结直角坐标体系，将物体连同其直角坐标体系，沿不平行于任一坐标平面的方向，用平行投影法投射在单一投影面上所得到的图形就是轴测图。用正投影法形成的轴测图称正轴测图，如图 3 - 1a 所示；用斜投影法形成的轴测图称斜轴测图，如图 3 - 1b 所示。

二、术语

（1）轴测投影面——得到轴测投影的平面，用字母 P 表示。

（2）轴测投影轴——直角坐标体系的坐标轴 OX、OY、OZ 在轴测投影面 P 上的投影，简称轴测轴，用 o_1x_1、o_1y_1 和 o_1z_1 表示。

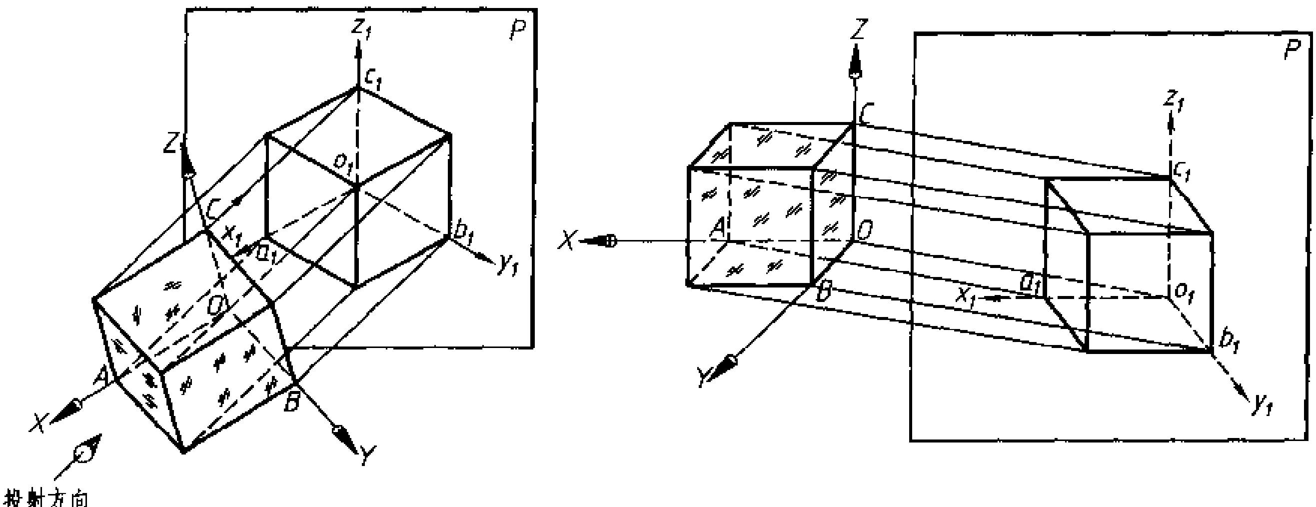
（3）轴间角——轴测轴（正向）之间的夹角，即图 3 - 1 中的 $\angle x_1o_1y_1$、$\angle x_1o_1z_1$ 和 $\angle y_1o_1z_1$。

（4）轴向伸缩系数——轴测轴上的单位长度与相应空间直角坐标轴上的单位长度的比值。显然，在图 3 - 1 中设空间 OX 轴上单位长度为 OA，其相应轴测轴上的单位长度则为 o_1a_1，如设 OX 轴向的轴向伸缩系数为 p，则有：

$$OX\text{ 轴轴向伸缩系数 } p = \frac{o_1a_1}{OA}$$

---

① 轴测剖视图、轴测装配图和轴测图的尺寸标注将分别在第四、九和五章介绍。



(a) 正轴测图 (b) 斜轴测图

图 3-1 轴测图的形成

同理

$$OY\text{ 轴轴向伸缩系数 } q=\frac{o_1b_1}{OB}$$

$$OZ\text{ 轴轴向伸缩系数 } r=\frac{o_1c_1}{OC}$$

三、基本投影特性

由于轴测投影是用平行投影法形成的，所以具有平行投影的全部特性，以下几点在绘图时经常使用：

(1) 相互平行的两条直线的轴测投影仍相互平行。

(2) 空间同一线段上各段长度之比在轴测投影中保持不变。

(3) 空间相互平行的线段，其轴测投影伸长或缩短的倍数相同。由此可知，空间和某一坐标轴平行的线段，其轴测投影长度等于该线段空间实长与相应轴向伸缩系数的乘积。若轴向伸缩系数已知，就可以计算出该线段的轴测投影长度，并根据此长度直接测量，作出其轴测投影。“沿轴测轴方向可直接测量作图”就是“轴测”二字的含义。

要注意的是，与坐标轴不平行的线段具有与之不同的伸缩系数，不能直接测量与绘制，只能按“轴测”原则，根据端点坐标，作出两端点后连线绘出。

四、分类和工程中常用的轴测图

如前所述，按投影方法不同，轴测图可分为正轴测图和斜轴测图两类。

对于正轴测图，改变物体上直角坐标体系与轴测投影面的相对位置即可改变轴间角与轴向伸缩系数。对于斜轴测图，改变物体上直角坐标体系与轴测投影面的相对位置或改变投射方向，均可以改变轴间角与轴向伸缩系数。

根据轴向伸缩系数间关系的不同，两类轴测图又可各分为三种：

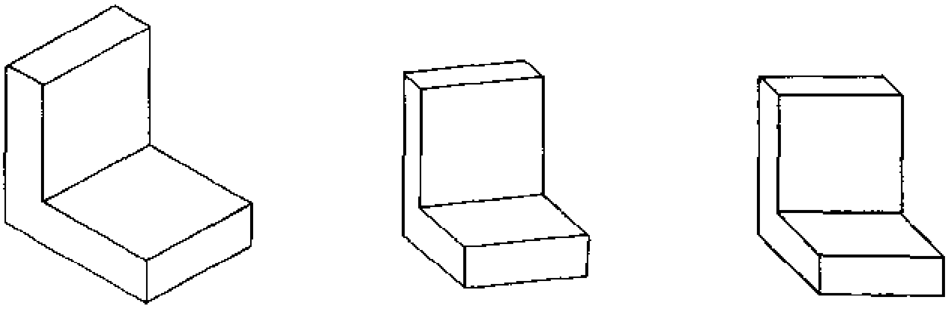
(1) 正等轴测图及斜等轴测图——$p=q=r$，简称正等测及斜等测。

(2) 正二轴测图及斜二轴测图——$p=q\neq r$ 或 $p=r\neq q$ 或 $q=r\neq p$,简称正二测及斜二测。

(3) 正三轴测图及斜三轴测图——$p\neq q\neq r$,简称正三测及斜三测。

以上各种轴测图除正等测唯一确定外,其余各种若取不同轴间角和不同的轴向伸缩系数即可得到不同形象的图形,变化万千。对于计算机图形显示或绘制来讲,这些变化较易实现,可以绘制或显示出各种形态的轴测图。对于手工绘制来讲,要综合考虑直观性好、立体感强和绘图方便。

机械工程中常用的手绘轴测图有三种,这三种轴测图是:正等轴测图($p=q=r$)、正二轴测图($p=r=2q$)和斜二轴测图($p=r=2q$)。图 3-2 为同一物体的这三种轴测图。这三种轴测图中又以正等轴测图使用最多。



(a) 正等轴测图(简称正等测) (b) 正二轴测图(简称正二测) (c) 斜二轴测图(简称斜二测)

图 3-2 物体的三种轴测图

对于轴测图,国家标准规定,一般只用粗实线画出可见部分,必要时才用细虚线画出其不可见部分。

§3.2 正等轴测图

一、正轴测投影的三个特性

1. 三个轴向伸缩系数间的关系

在正轴测投影中,三个轴向伸缩系数的平方和等于2,即:$p^2+q^2+r^2=2$。

证明:如图 3-3 所示,为使问题简化,令空间直角坐标轴原点 O 位于平面 P 上。S 为投射方向,在过 O 点的投射线上任取一点 K。过 K 作三条轴测轴的平行线分别交 OX、OY、OZ 轴于三点 A、B、C,此三点的正轴测投影为 a_1、b_1、c_1。

设:$\angle Ao_1a_1$ 为 α,$\angle Ao_1K$ 为 α_1;

$\angle Bo_1b_1$ 为 β,$\angle Bo_1K$ 为 β_1;

$\angle Co_1c_1$ 为 γ,$\angle Co_1K$ 为 γ_1。

显然,α 与 α_1、β 与 β_1、γ 和 γ_1 互为余角。

α_1、β_1、γ_1 即为直线 o_1K 的方向角。根据空间解析几何的方向余弦定理有：

$$\cos^2\alpha_1+\cos^2\beta_1+\cos^2\gamma_1=1$$

此式可作以下改写：

$$\cos^2(90°-\alpha)+\cos^2(90°-\beta)+\cos^2(90°-\gamma)=1$$

$$\sin^2\alpha+\sin^2\beta+\sin^2\gamma=1$$

$$(1-\cos^2\alpha)+(1-\cos^2\beta)+(1-\cos^2\gamma)=1$$

$$\cos^2\alpha+\cos^2\beta+\cos^2\gamma=2$$

根据轴向伸缩系数定义有：

$$p=\frac{o_1a_1}{OA}=\cos\alpha,\quad q=\frac{o_1b_1}{OB}=\cos\beta,\quad r=\frac{o_1c_1}{OC}=\cos\gamma$$

可得

$$p^2+q^2+r^2=2 \tag{3-1}$$

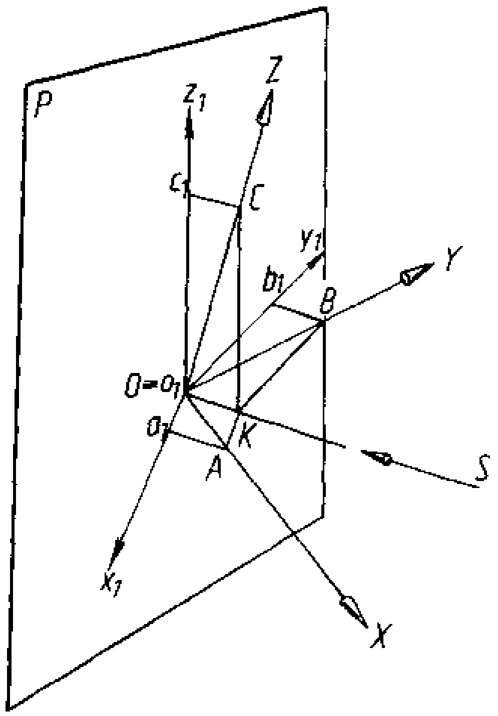


图 3-3 轴向伸缩系数间的关系

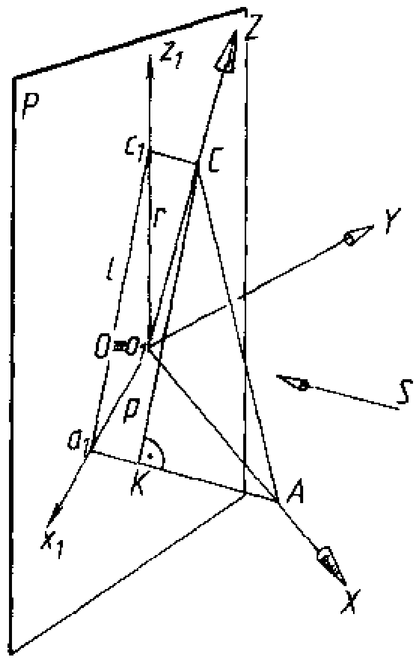


图 3-4 轴向伸缩系数与轴向角的关系

2. 轴间角与轴向伸缩系数的关系

下面以 o_1x_1 轴与 o_1z_1 轴之间的轴间角 $\angle x_1o_1z_1$ 和 p、r 的关系为例来进行推导。为使图面清晰，在图 3-4 中只画出与推导有关的部分。

在空间 OX 轴及 OZ 轴上各取单位长度 $OA=OC=1$，则 $AC=\sqrt{2}$。

根据轴向伸缩系数定义可得：$o_1a_1=p$，$o_1c_1=r$。

在 $\triangle a_1c_1o_1$ 中，设轴间角 $\angle a_1o_1c_1$ 为 θ，若 $a_1c_1=l$，根据余弦定理有

$$\cos\theta=\frac{p^2+r^2-l^2}{2pr} \tag{3-2}$$

过点 C 作线平行 a_1c_1 得点 K，显然有

$$KC=a_1c_1=l$$

在 $\triangle Aa_1o_1$ 中有 $Aa_1=\sqrt{1-p^2}$，在 $\triangle Cc_1o_1$ 中有

$$Cc_1=\sqrt{1-r^2}$$

因此有
$$AK=Aa_1-Cc_1=\sqrt{1-p^2}-\sqrt{1-r^2}$$

不难导出
$$l^2=2-AK^2=2-(\sqrt{1-p^2}-\sqrt{1-r^2})^2 \tag{3-3}$$

将式(3-3)代人式(3-2)中，化简后可得

$$\cos\theta=\frac{-\sqrt{(1-p^2)(1-r^2)}}{pr} \tag{3-4}$$

即 o_1x_1 轴与 o_1z_1 轴之间的轴间角

$$\angle x_1o_1z_1=\arccos\left(\frac{-\sqrt{(1-p^2)(1-r^2)}}{pr}\right) \tag{3-5}$$

同理 o_1x_1 轴与 o_1y_1 轴之间的轴间角

$$\angle x_1o_1y_1=\arccos\left(\frac{-\sqrt{(1-p^2)(1-q^2)}}{pq}\right) \tag{3-6}$$

o_1z_1 轴与 o_1y_1 轴之间的轴间角

$$\angle y_1o_1z_1=\arccos\left(\frac{-\sqrt{(1-q^2)(1-r^2)}}{qr}\right) \tag{3-7}$$

根据这三个等式，只要选定轴向伸缩系数 p、q、r，就可以确定正轴测投影的各轴间角。

3. 位于或平行于坐标面的圆的投影

位于或平行于坐标面的圆，其投影为椭圆，并有以下两个特性：

（1）椭圆长轴垂直于不属于该圆所位于或所平行的坐标面的坐标轴的轴测投影，短轴与该坐标轴的轴测投影平行。

以 XOY 坐标面内的圆为例说明。如图 3-5所示，位于 XOY 面内的圆 K 的直径 AB 平行于投影面 P，其轴测投影 a_1b_1 反映实长，故为投影椭圆 k_1 的长轴。因为 OZ 与 XOY 面垂直，所以 OZ 与 AB 垂直，AB 又为投影面平行线，根据直角定理，则必有 $a_1b_1\perp o_1z_1$。

椭圆短轴与长轴垂直，则必有 $c_1d_1 /\!/ o_1z_1$。

（2）短轴的长度。

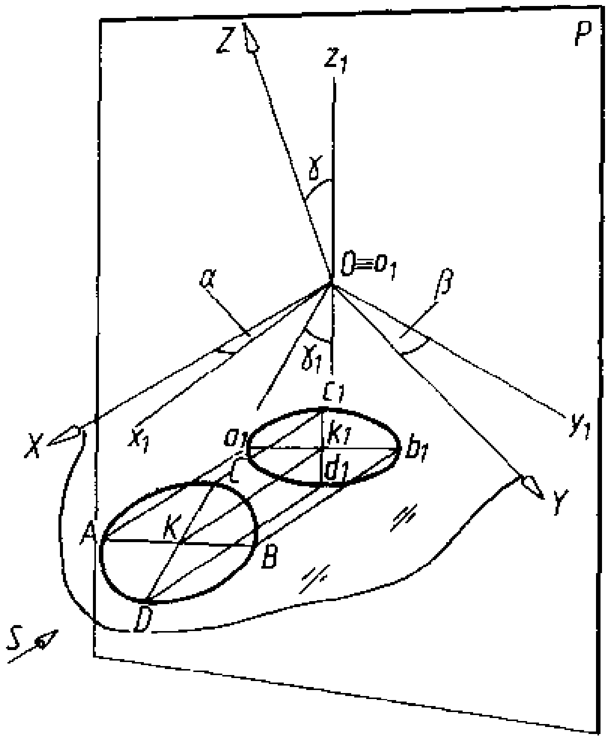


图 3-5 圆的正轴测投影

如图 3－5 所示，若 γ_1 为 XOY 坐标面与平面 P 的夹角，则有

$$c_1d_1 = CD\cos\gamma_1$$

显然

$$\gamma_1 = 90° - \gamma$$

所以 $c_1d_1 = CD\sin\gamma = CD\sqrt{1-\cos^2\gamma}$

又有 $\cos\gamma = r$，设 XOY 面内圆直径 $CD = d$，则

$$c_1d_1 = d\sqrt{1-r^2} \tag{3-8}$$

同理 XOZ 面内的圆投影成的椭圆：

$$\text{短轴长度} = d\sqrt{1-q^2} \tag{3-9}$$

YOZ 面内的圆投影成的椭圆：

$$\text{短轴长度} = d\sqrt{1-p^2} \tag{3-10}$$

二、正等轴测图的轴向伸缩系数和轴间角

正等轴测图简称正等测。

1. 轴向伸缩系数

在正等轴测图中 $p=q=r$，将此关系代入式(3－1)中可以得出

$$p=q=r=\sqrt{\frac{2}{3}}\approx 0.82$$

2. 轴间角

将 p、q、r 的值 $\sqrt{\frac{2}{3}}$ 代入式(3－5)、(3－6)和(3－7)中可以得到：三个轴间角均为 120°，如图 3－6 所示。

用 $p=q=r\approx 0.82$ 绘制的正等轴测图称为理论（准确）正等轴测图，如图 3－7 所示的点 $A(15,25,30)$ 就是这样画出的。

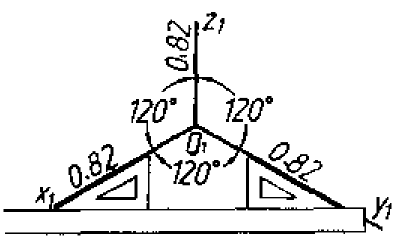


图 3－6 正等轴测图的轴间角

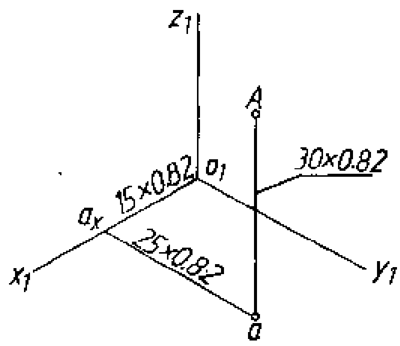
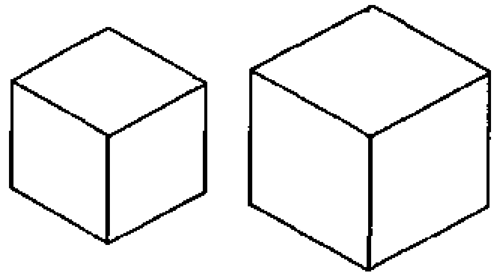


图 3－7 点的正等轴测图

因为轴测图只是作为辅助表达方法，为了作图方便，国家标准《机械制图 轴测图》规定取 $p=q=r=1$，称为简化伸缩系数。用简化伸缩系数所绘图形可以称为实用正等测。显然，实用正

等轴测图其各轴向尺寸都放大了$\frac{1}{0.82}=1.22$倍。如图3－8所示为同一立方体的理论正等轴测图和实用正等轴测图。不难看出，使用实用正等轴测图对表达物体的形状无任何影响。



(a) $p=q=r=0.82$　　(b) $p=q=r=1$

图3－8　立方体的正等轴测图

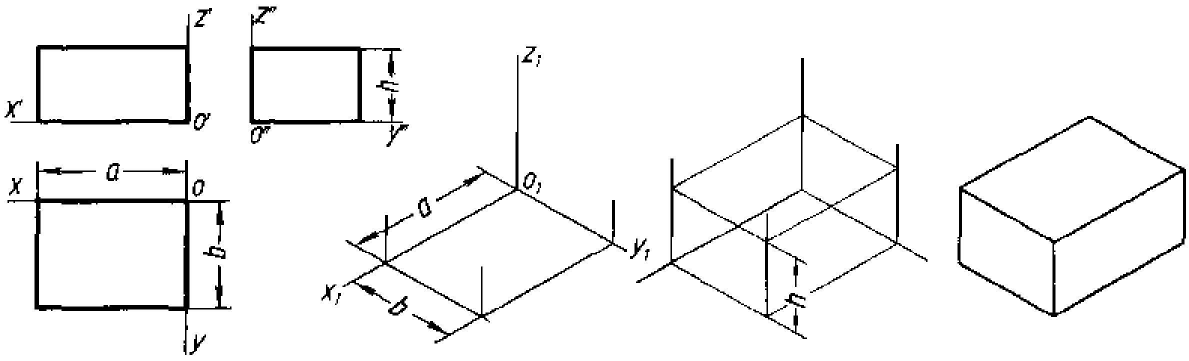
三、基本作图方法

正等轴测图的基本作图方法有坐标法、叠加法和切割法，其中坐标法是基础。这些方法也同样适用于其他种类的轴测图。

1. 坐标法

坐标法是根据物体上一些关键点（如平面立体的角点、曲线上的控制点）的坐标值作出这些点的轴测投影，再连线成图的方法。

[例题一]　求作长方体的正等轴测图。



(a)　(b)　(c)　(d)

图3－9　长方体正等轴测图的绘制

作图：

(i) 先在正投影图上定出原点和坐标轴的位置。选定右侧后下方的棱角为原点，经过原点的三条棱线为X、Y、Z轴（图3－9a）。

(ii) 画出坐标轴的轴测投影x_1、y_1、z_1。

(iii) 沿x_1轴量取物体的长a，沿y_1轴量取物体的宽b，确定底面的四个角点，连线画出物体底面的图形（图3－9b）。

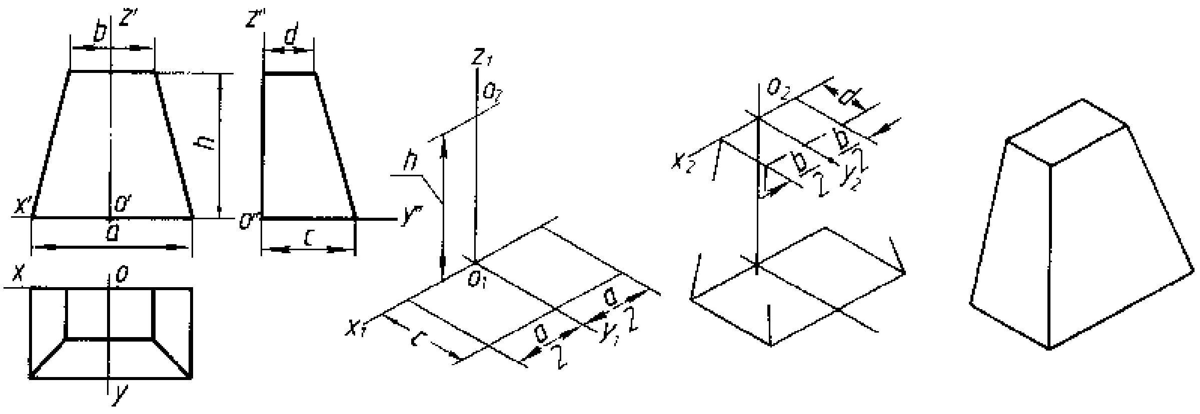
(iv) 由长方体底面各角点的轴测投影画z_1轴的平行线，在各线上量取物体的高度h，画出物体顶面的图形（图3－9c）。

(v) 将看不见的棱线擦去，即得到长方体的正等轴测图（图3－9d）。

[例题二]　求作棱锥台的正等轴测图。

作图：

(i) 在正投影图上定出坐标轴的位置。因为物体是左右对称的，所以把原点定在底面后边的中点，这样在度量坐标时比较方便（图3－10a）。



(a) (b) (c) (d)

图 3－10 棱锥台正等轴测图的绘制

(ii) 以轴线 o_1y_1 为对称线，按坐标$\frac{a}{2}$、c 画出底面的轴测图(图 3－10b)。

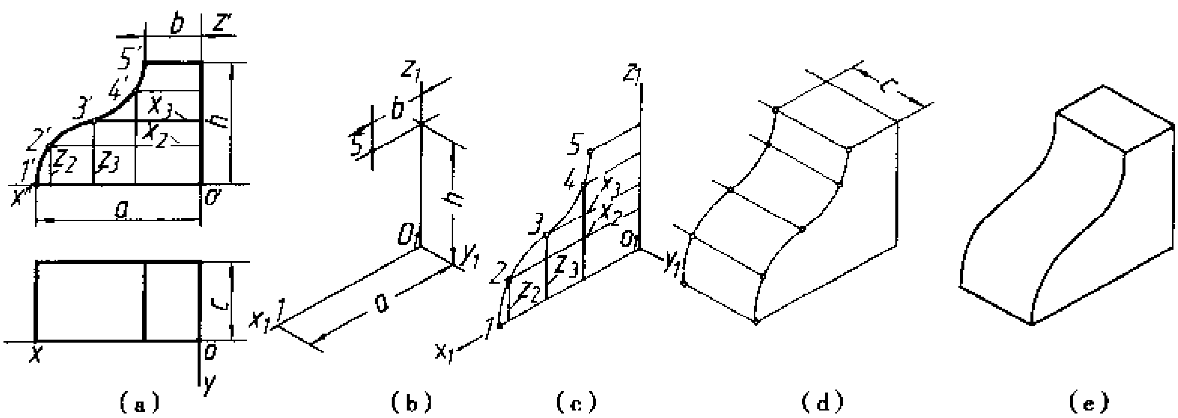
(iii) 因为各斜线不能直接画出，只能先画出顶面，所以在 z_1 轴上量取 $o_1o_2=h$ (图3－10b)。

(iv) 以 o_2 为中心画出 x_2、y_2 轴，再按坐标$\frac{b}{2}$、d 作出顶面的轴测图(图 3－10c)。

(v) 把顶面和底面相应的各端点连接起来，擦去作图线和不可见棱线，即得到棱锥台的正等轴测图(图 3－10d)。

[例题三] 求作带曲线轮廓的支承块的正等轴测图。

作图：



(a) (b) (c) (d) (e)

图 3－11 曲线轮廓的正等轴测图的绘制

(i) 在正投影图上定出坐标轴的位置。在这里把原点 O 定在物体前面右下角上。这样定可省画被挡住的线，使作图简化(图 3－11a)。

(ii) 按坐标 a 在 x_1 轴上定出点 1，按坐标 b 及 h 定出点 5(图 3－11b)。

(iii) 分别用坐标 x_2、z_2，x_3、z_3 等定出 *2*、*3* 等各点位置（图 3－11c）。

(iv) 将 *1*、*2*、*3*、*4*、*5* 顺序连成光滑曲线，即得所求曲线的轴测图（图 3－11c）。

(v) 经过 *1*、*2*、*3*、*4*、*5* 各点向后作 y_1 轴的平行线，并在其上截取尺寸 c，即得位于物体背面轮廓上的对应点，用曲线连接起来即成（图 3－11d）。擦去作图线，描深，即得图 3－11e 所示支承块的正等轴测图。

从例题一和例题三的作图中可以看出：在使用坐标法作柱体的轴测图时，一般先作出原点所在端面的图形，再沿某方向将此端面平移一段距离，即可得到柱体的轴测图。此种方法称为端面法。

利用端面法可使作图简化。

2. 叠加法

用形体分析法将形状较复杂的物体看成由几个形状简单的基本体叠加而成，把这些基本体的轴测图按照相对位置关系叠加可得到整个物体的轴测图。

[例题四] 求作如图 3－12a 所示物体的正等轴测图。

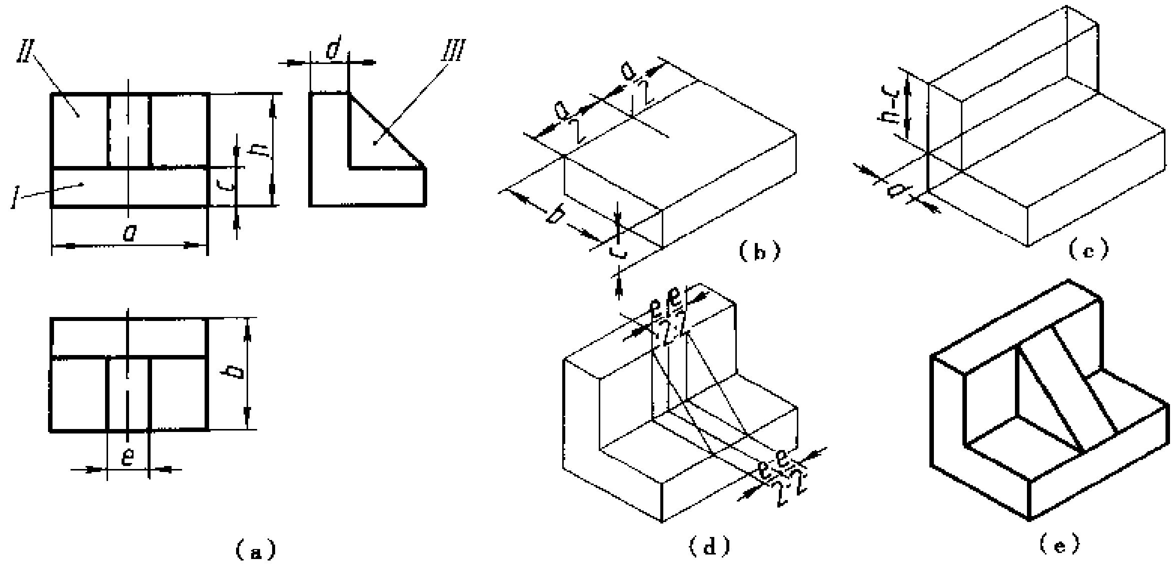


图 3－12 用叠加法绘制轴测图

解：(一) 分析

用形体分析法可将其分解为底板 *I*（长方形板）、立板 *II*（长方形板）和斜板 *III*（三角形板）三个部分，并用叠加法依次作图。

(二)作图

(i) 根据尺寸 a、b、c 画出底板的正等轴测图（图 3－12b）。

(ii) 根据如图 3－12a 所示相对位置关系以及尺寸 d 和 $h-c$ 画出立板的正等轴测图，注意其与底板后面和左、右面的共面关系（图 3－12c）。

(iii) 利用斜板的斜棱两端点位于立板前顶棱和底板前顶棱的特性以及尺寸 $\frac{e}{2}$，可作出斜棱的端点，连线作出斜棱，继而完成斜板的正等轴测图（图 3－12d）。

（iv）检查并擦去作图线和不可见棱线，即得到整个物体的正等轴测图（图 3 - 12e）。

本例中，底板、立板和斜板的作图可综合使用坐标法、端面法和平行线段的轴测投影特性，使作图简化、快捷。

3. 切割法

用形体分析法将形状较复杂的物体看成由一个形状简单的基本体逐步切割而成，先画出该简单形体的轴测图，再在其上逐步"切割"，即可得到该形状较复杂物体的轴测图。

［例题五］　求作如图 3 - 13a 所示物体的正等轴测图。

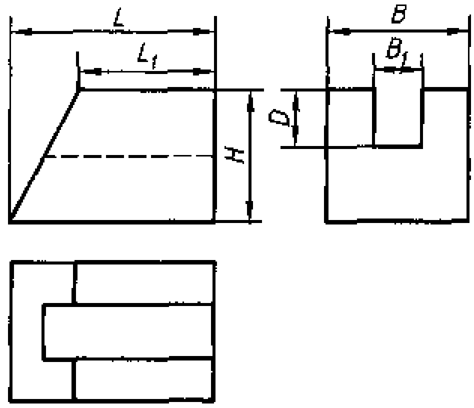
解：（一）分析

该物体可以看作由一立方体被一个正垂面 P_1、两个正平面 P_2 和 P_3 以及一个水平面 P_4 切割而成。

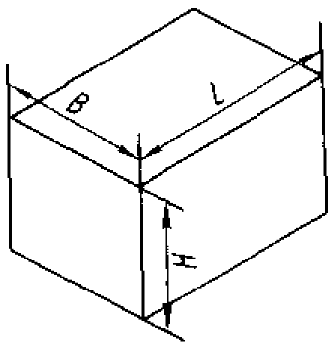
（二）作图

作图过程如图 3 - 13b ~ 图 3 - 13g 所示，不另赘述。

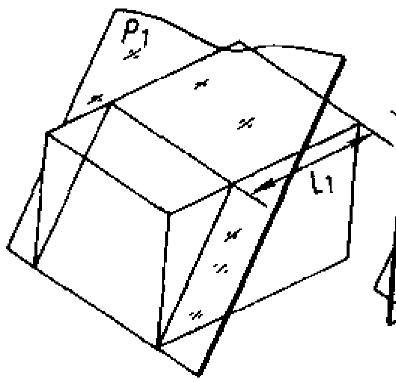
本例的切割顺序亦可不同，如先用 P_2、P_3 和 P_4 切挖出槽，再用 P_1 截切，或直接以坐标法和端面法画出梯形棱柱，再用切割法开槽。



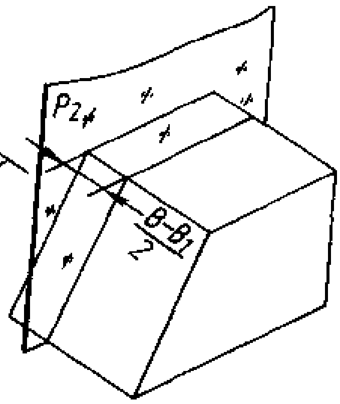
(a)



(b)



(c)



(d)

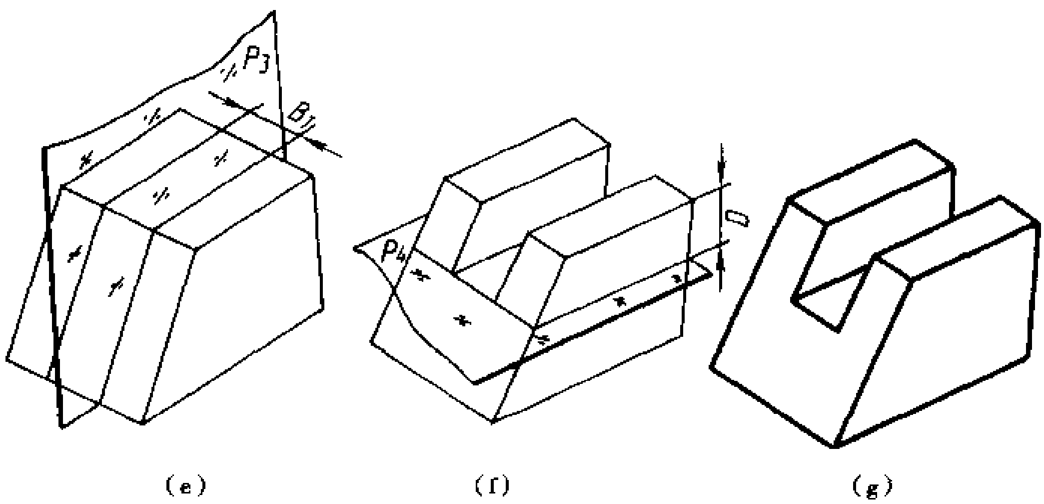


图 3-13 切割法作正等轴测图

4. 作图中应注意的几个问题

(1) 灵活、恰当地设置坐标系。

因为在轴测图中一般不画不可见的线段，所以若能灵活、恰当地设置坐标原点和利用各轴测轴的正、负各段，就可以免画许多不必要（将来需要擦掉）的线段。如图 3-14 所示，从分析和初始习惯来讲，在绘制长方体的轴测图时，以如图 3-14a 所示的方式设置坐标系，则必须先画出不可见线再擦掉（见图 3-9 作图过程）。若如图 3-14b、图 3-14c 和图 3-14d 所示，将原点设在可见角点上，灵活使用三根轴测轴的各正、负段，由可见部分开始作图，则不可见部分就不画了。

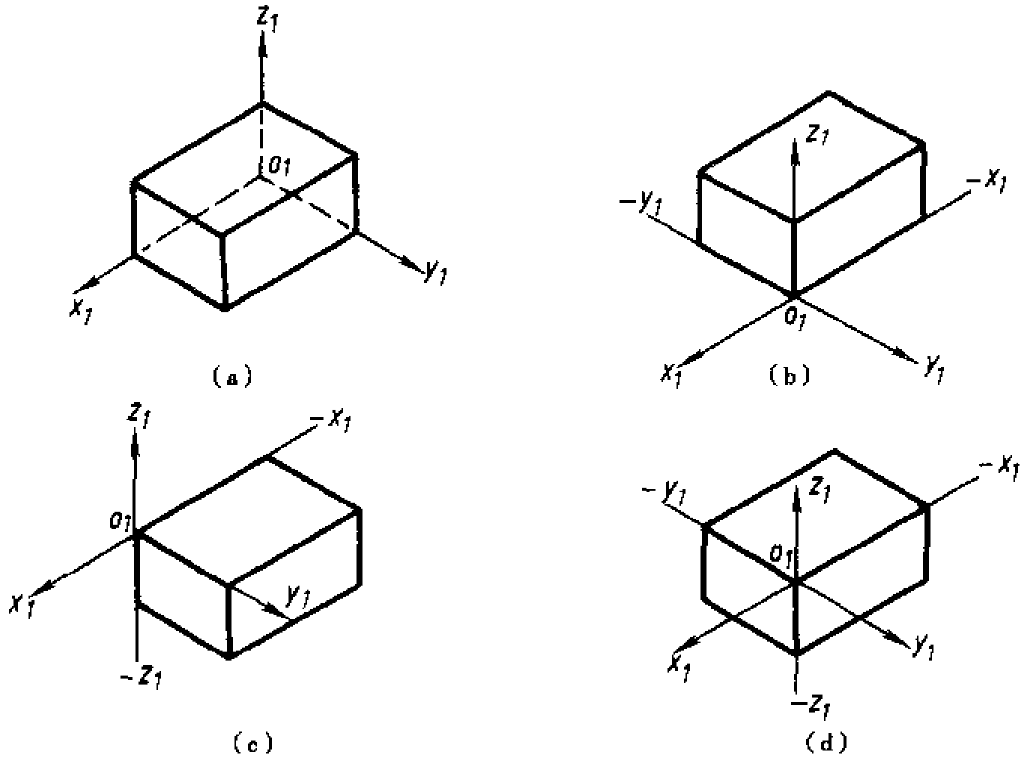


图 3-14 坐标系的设置

图 3 - 10 和图 3 - 11 的作图过程中也显示了恰当设置坐标系的重要性。

一般将原点设在形状比较复杂且可见的投影面平行面的角点上。对于有对称面的物体，一般将坐标原点设在该面上。

(2) 应当充分利用“平行线段的轴测投影仍然平行”这一性质来简化作图和提高效率。

(3) 再次强调：对于不平行于坐标轴的斜线，必须先根据坐标作出该线段的端点，然后连线，也就是“测正连斜”。

(4) 在绘制较复杂的物体的轴测图时，常常要综合使用坐标法（包括端面法）、叠加法和切割法。

(5) 作图后的检查是很重要的和不可缺少的。对于平面立体的轴测图主要检查以下两点：

① 过一点至少要有三条线（包括未画的细虚线和积聚在一起的线）。如果在某一点只有两条粗实线，则要想一想是否有未画的细虚线或是否产生了线的积聚。如果没有，则缺少应画的粗实线。

② 每一个面的投影为一个封闭线框，共面的表面形成的线框间不应有线间隔。

四、圆的正等轴测图

1. 位于或平行于坐标面的圆的画法

位于或平行于坐标面的圆的正等轴测投影为椭圆。根据前述可知，椭圆长轴垂直于相应的轴测轴，短轴平行于相应的轴测轴，如图 3 - 15a 所示。椭圆长轴长度等于空间圆的直径 d，短轴

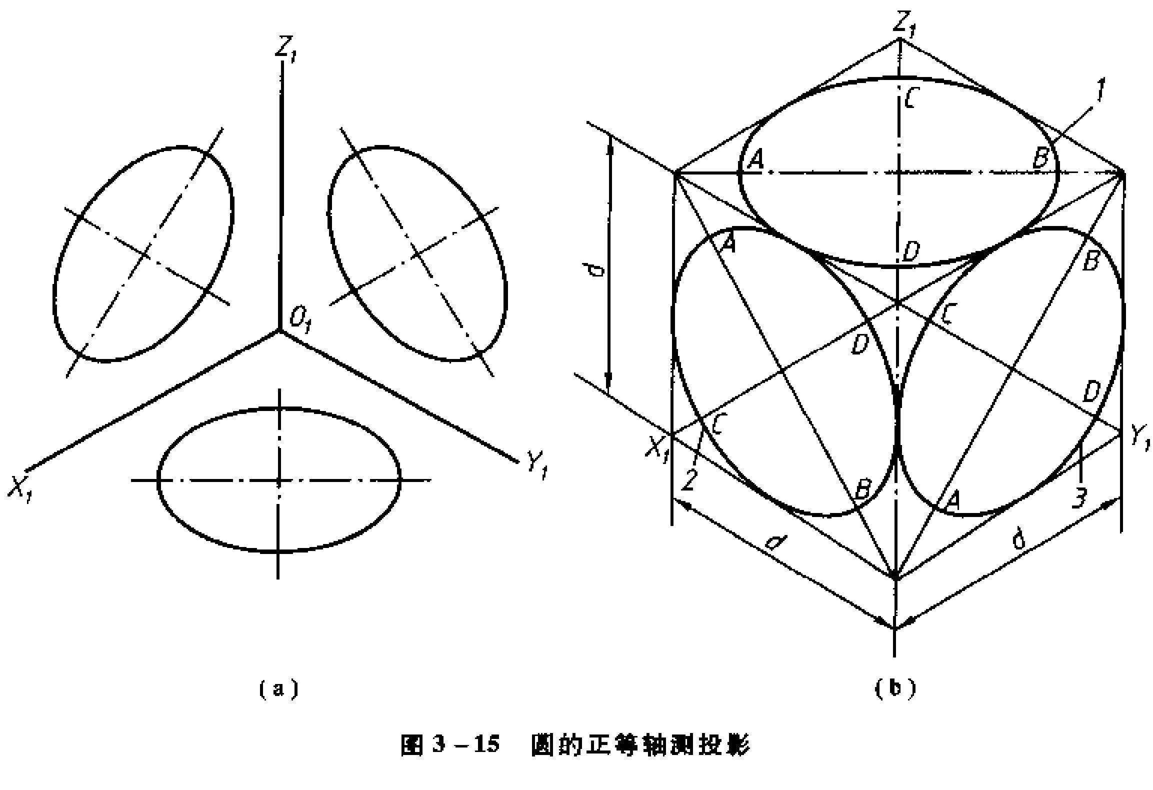


图 3 - 15 圆的正等轴测投影

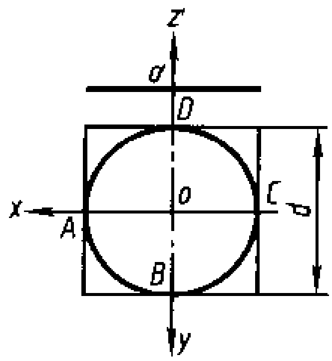
长度根据式(3－8)～(3－10)应为 $d\sqrt{1-\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)^2}\approx 0.58d$。

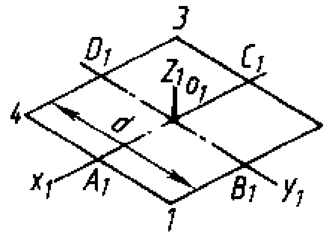
当采用简化伸缩系数作图时，长轴为 $1.22d$，短轴约为 $0.7d$（图 3－15b 中的 AB 和 CD）。上述椭圆常用近似法作图：先作出空间圆的外切正方形的正等轴测投影——菱形，再用四心法近似作图。

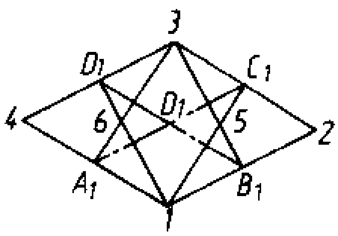
所谓四心法，就是找出四个圆心，作出四段相切的圆弧，以之代替椭圆的方法。

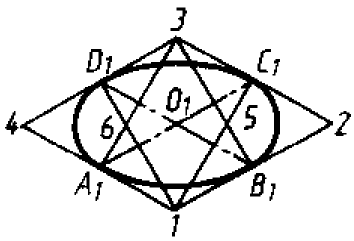
表 3－1 所示为 XOY 平面内圆的正等轴测图椭圆的四心法作图过程。XOZ 平面内和 YOZ 平面内圆的作图法与之相同，只是椭圆长短轴方向不同而已。

表 3－1　正等轴测图的椭圆画法

<table>
<tr>
<td>(1)


在正投影图上设坐标轴；在反映圆实形的投影上作出外切正方形，得切点 A、B、C、D</td>
<td>(2)


画轴测轴；作出 A、B、C、D 四点的轴测投影 A_1、B_1、C_1、D_1；过 A_1、B_1、C_1、D_1 作 o_1x_1 和 o_1y_1 的平行线得菱形 1234</td>
</tr>
<tr>
<td>(3)


连 1、C_1 和 3、B_1 得交点 5；连 1、D_1 和 3、A_1 得交点 6</td>
<td>(4)


以点 1 为圆心，$1C_1$ 为半径作 $\overset{\frown}{C_1D_1}$；
以点 3 为圆心，$3A_1$ 为半径作 $\overset{\frown}{A_1B_1}$；
以点 5 为圆心，$5C_1$ 为半径作 $\overset{\frown}{C_1B_1}$；
以点 6 为圆心，$6A_1$ 为半径作 $\overset{\frown}{A_1D_1}$</td>
</tr>
</table>

注：① 椭圆长轴在菱形的长对角线上，短轴在菱形的短对角线上。

② 明确四段圆弧各自的圆心所在和半径的长度。

③ 相邻两圆弧在连接点 A_1、B_1、C_1、D_1 处应光滑过渡，并与菱形边线相切。

2. 不平行于坐标面的圆的轴测投影的椭圆画法

（1）不平行于坐标面的圆投影成椭圆时，可用坐标法找出若干点光滑连线而成。

（2）对于任何位置平面上的圆的任何种轴测投影椭圆，都可用下边的八点法作图：若作出圆的实形，并作出圆外切正方形及其对角线（图 3－16a）得点 $1,2,\cdots,8$ 等 8 点。不难证明：$O8:OA=1:\sqrt{2}$。若作出对应的圆外切正方形的轴测投影菱形，利用直角等腰三角形△$A_17_1E_1$ 及相应圆弧，即能得到 2_1、4_1、6_1、8_1 等 4 点，并保证有 $O_18_1:O_1A_1=1:\sqrt{2}$。根据轴测投影的基本特性，可保证点 8_1 为点 8 的轴测投影。其余 2 与 2_1、4 与 4_1、6 与 6_1 亦同。再加上 1_1、3_1、5_1、7_1 等 4 点，即为 8 点。光滑连接这 8 点，即得对应圆的轴测投影椭圆。

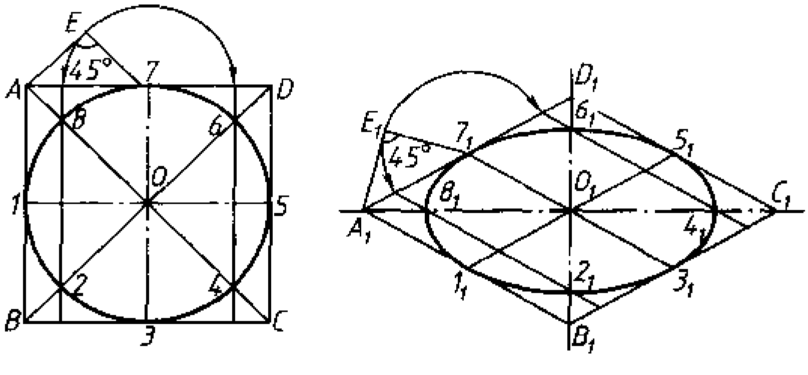


图 3－16 八点法画圆的轴测投影椭圆

对于不平行于坐标面的圆的轴测投影椭圆即可用此法作图。

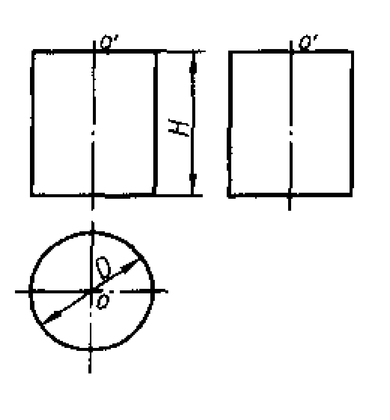
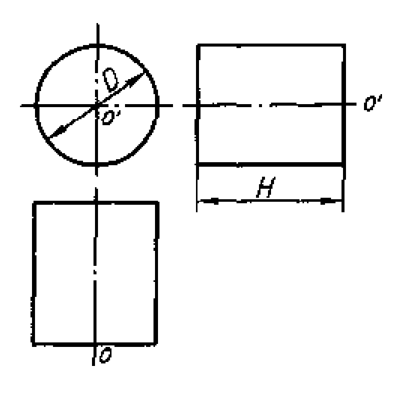
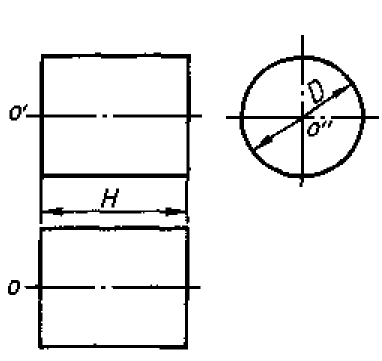
五、回转体的正等轴测图

这里介绍的是常用的轴线与坐标轴平行的回转体的正等轴测图的画法。

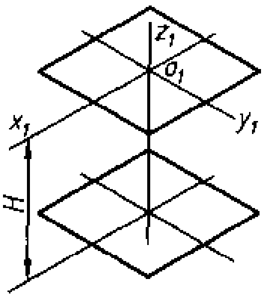
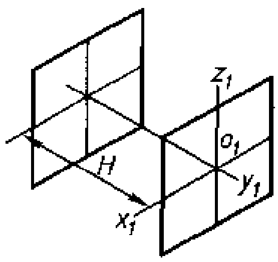
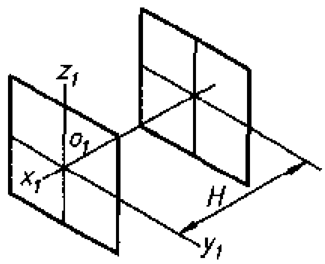
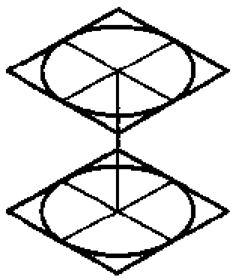
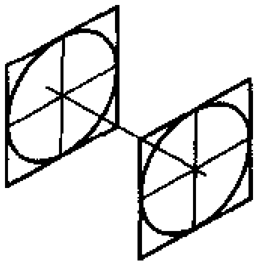
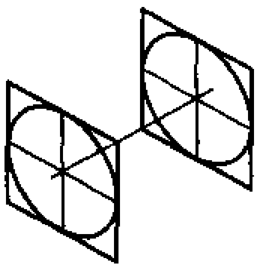
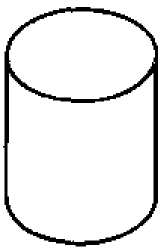
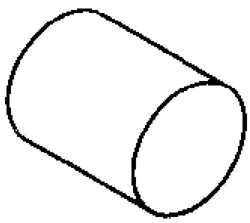
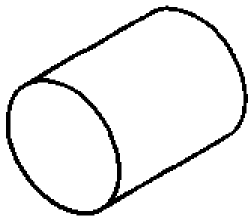
1. 圆柱的正等轴测图画法

表 3－2 介绍了圆柱的正等轴测图的画法。

表 3－2 圆柱的正等轴测图画法

	轴线为铅垂线	轴线为正垂线	轴线为侧垂线
正投影图			

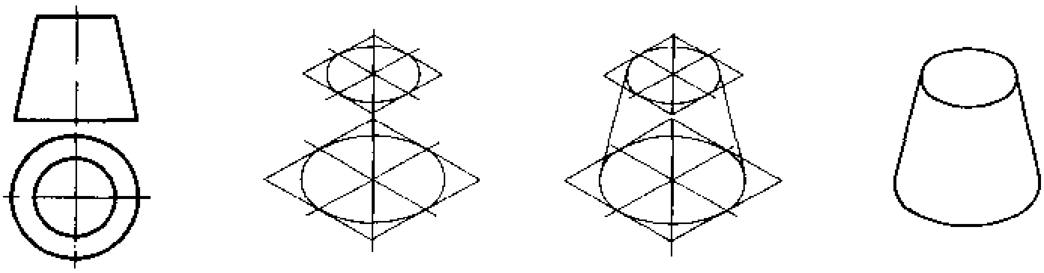
续表

	轴线为铅垂线	轴线为正垂线	轴线为侧垂线
第一步	画两端面圆的外切正方形的轴测投影——菱形		
			
第二步	按表 3-1 作两端面圆的轴测投影——椭圆		
			
第三步	作两椭圆公切线;整理,描深		
			

对表列作图过程亦可用端面法简化:在利用四心法作出一个可见端面圆的轴测投影椭圆后,将 4 段圆弧的 4 个圆心和切点沿相应轴测轴方向平移 H 即可作出另一端面的 4 段对应圆弧(实际上只作 3 段即可)。

2. 圆锥台的正等轴测图画法

如图 3－17 所示为圆锥台的正等轴测图的画图步骤。



（a） （b） （c） （d）

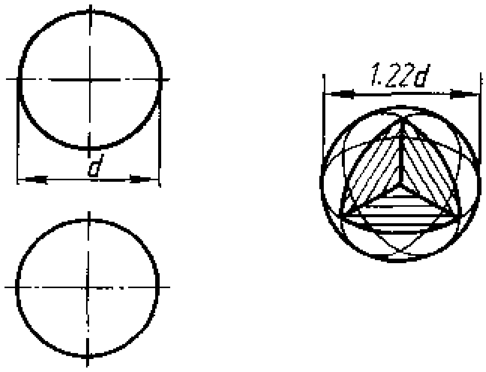
图 3－17 圆锥台的正等轴测图画法

3. 其他回转体的正等轴测图画法——包络线法

这里讲的是除了圆柱、圆锥以外的一般回转体，例如圆球、圆环及任意形状的回转体等的轴测图画法。它们都是以球的轴测投影画法为基础的。下面举例说明。

［例题六］ 已知球的正投影图（图 3－18a），求作它的正等轴测图。

解：在正等轴测投影中，由于投射线垂直于轴测投影面，所以球的正等轴测投影是一个圆。当采用简化伸缩系数时，球的正等轴测图的轮廓圆的直径为 1.22d。如图 3－18b 所示是当球被通过中心并平行于三个坐标面的平面截去八分之一后的情形。



（a） （b）

图 3－18 球的正等轴测图

［例题七］ 已知圆环的正投影图，求作它的正等轴测图（图 3－19）。

解：由于圆环可以认为是由一直径不变的球沿着圆周运动而形成的，所以圆环的正等轴测投影的画法，归结为画出一系列球的正等轴测投影（直径为 1.22d 的圆，此处 d 为球的直径），并作其包络线。具体作图步骤如下：

（i）作出圆环的中心圆的轴测投影——椭圆（长轴 = 1.22D，此处 D 为圆环的中心圆直径）。

（ii）画一系列直径为 1.22d 的圆，并使圆心都在上述椭圆上。

（iii）作这些圆的包络线，即为所求圆环的正等轴测投影的轮廓线。

［例题八］ 求作手柄的正等轴测图（图 3－20）。

解：所给手柄除圆柱以外的部分，可以看做是直径改变的球面沿着回转轴运动而形成，其左端被一侧平面所截断。它的轴测投影的画法与圆环类似。先在正投影图中作一系列内切球，它们的正等轴测投影是一系列直径不同的圆。作出这些圆的包络线，并画出左端侧平面的轴测投影——椭圆，再加上左端的圆柱，即得手柄的正等轴测图。

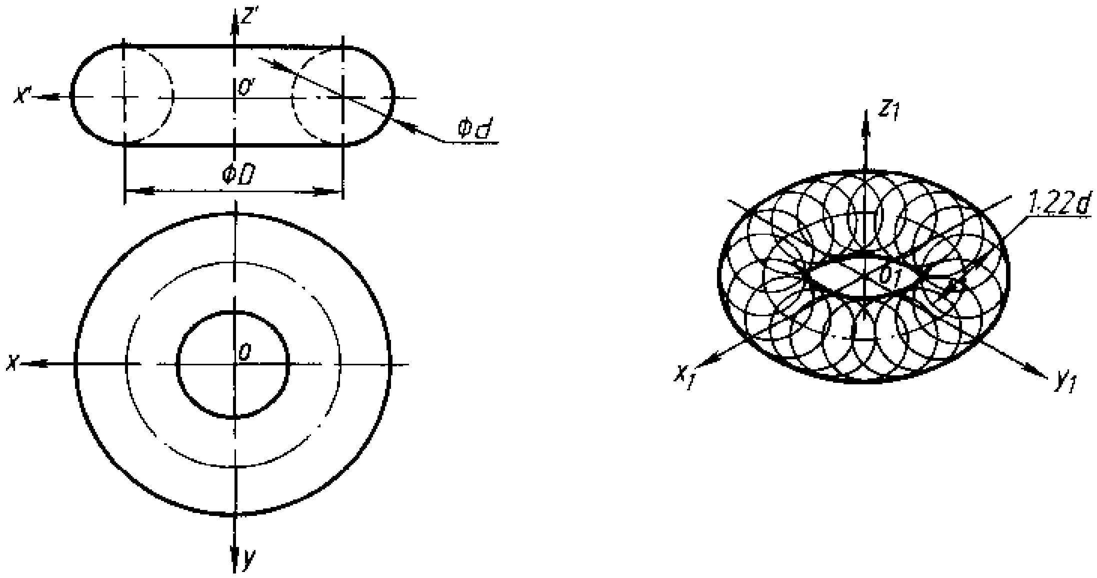


图 3-19 圆环的正等轴测图

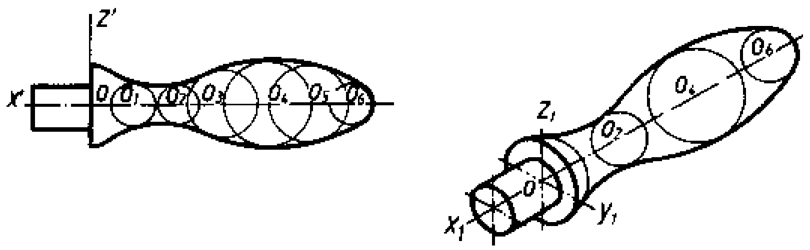


图 3-20 手柄的正等轴测图

六、圆角的画法

在机件上经常会遇到由 1/4 圆弧构成的圆角，在轴测图上它是 1/4 椭圆弧，可以应用如图 3-21 所示的简化画法进行作图。其作图方法如下：

(1) 作出对应的无圆角板的轴测图后，由角顶沿两边分别量取半径 R，得到两点 1、2 (图 3-21b)。

(2) 过两点 1、2 分别作直线垂直于圆角的两边，这两垂线的交点 O 即为圆弧（用来代替椭圆弧）的圆心（图 3-21c）。

(3) 以 O 为圆心，$O1$ 为半径作弧 $\overset{\frown}{12}$，即为半径 R 的圆角的轴测图。由图上可以看出，轴测图上钝角处与锐角处作图方法完全相同，只是半径不一样。

(4) 因物体有一定厚度，所以在轴测图上除了画出一个面（例如顶面）的圆角外，还要把另一面（例如底面）的圆角画出，才能把厚度表示出来。如图 3-21e 所示，由点 O 沿厚度方向（图上是向下，即 z_1 轴方向）作线，在线上取 $OO_1=h$，O_1 即为底面圆弧的圆心。以 O_1 为圆心、$O1$ 为半径作弧与两边相切，即得底面圆弧形状。并在小圆弧处作两圆弧的公切线，

即得如图 3 - 21f 所示的结果。

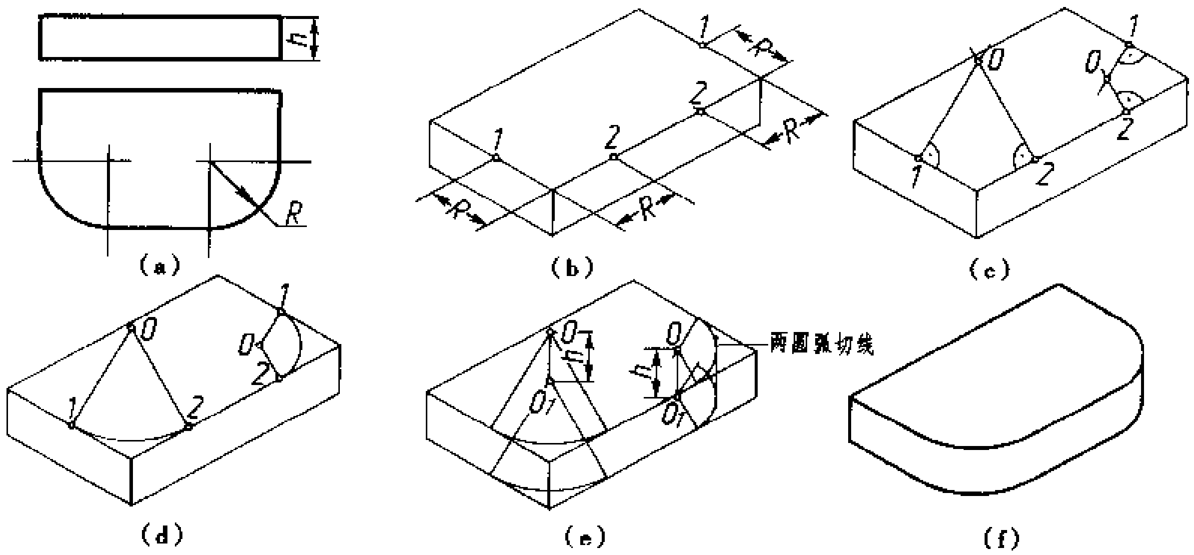


图 3 - 21 圆角的正等轴测图画法

七、组合体的正等测图

[例题九] 画出支架的正等轴测图（图 3 - 22）。

作图：

（i）定坐标系。因该零件左右对称，故原点取在如图 3 - 22a 所示的位置。

（ii）画出底板的轴测图，并沿 o_1z_1 向上定出圆筒的轴线 o_2y_2 的位置（图 3 - 22b）。

（iii）画出圆筒的轴测图（图 3 - 22c）。在作图时应先画前面的椭圆，这可使后面不可见的椭圆部分省略不画。

（iv）画背板的轴测图（图 3 - 22d）。过底板上的两点 *5*、*6* 向圆筒后面的椭圆作切线，即得背板的后面形状。再过两点 *7*、*8* 作相应切线的平行线，即得背板前面的形状。最后，画出背板前面与圆筒的交线（是一椭圆弧）即完成作图。

（v）画出中间的立板及底板前面的圆角（图 3 - 22e）。

（vi）画出底板上的两圆孔。擦去全部作图线及不可见线，即得所求结果（图 3 - 22f）。

八、交线的线制

交线在轴测图上有以下两种绘制方法。

1．坐标法

根据多面正投影图中交线上控制点的坐标，画出各点的轴测面，然后用曲线光滑连接即成。

2．轴测图中的辅助面法

根据产生交线的几何体或平面的尺寸和相对位置，先作出其轴测图，再在轴测图上用辅助面求作交线。

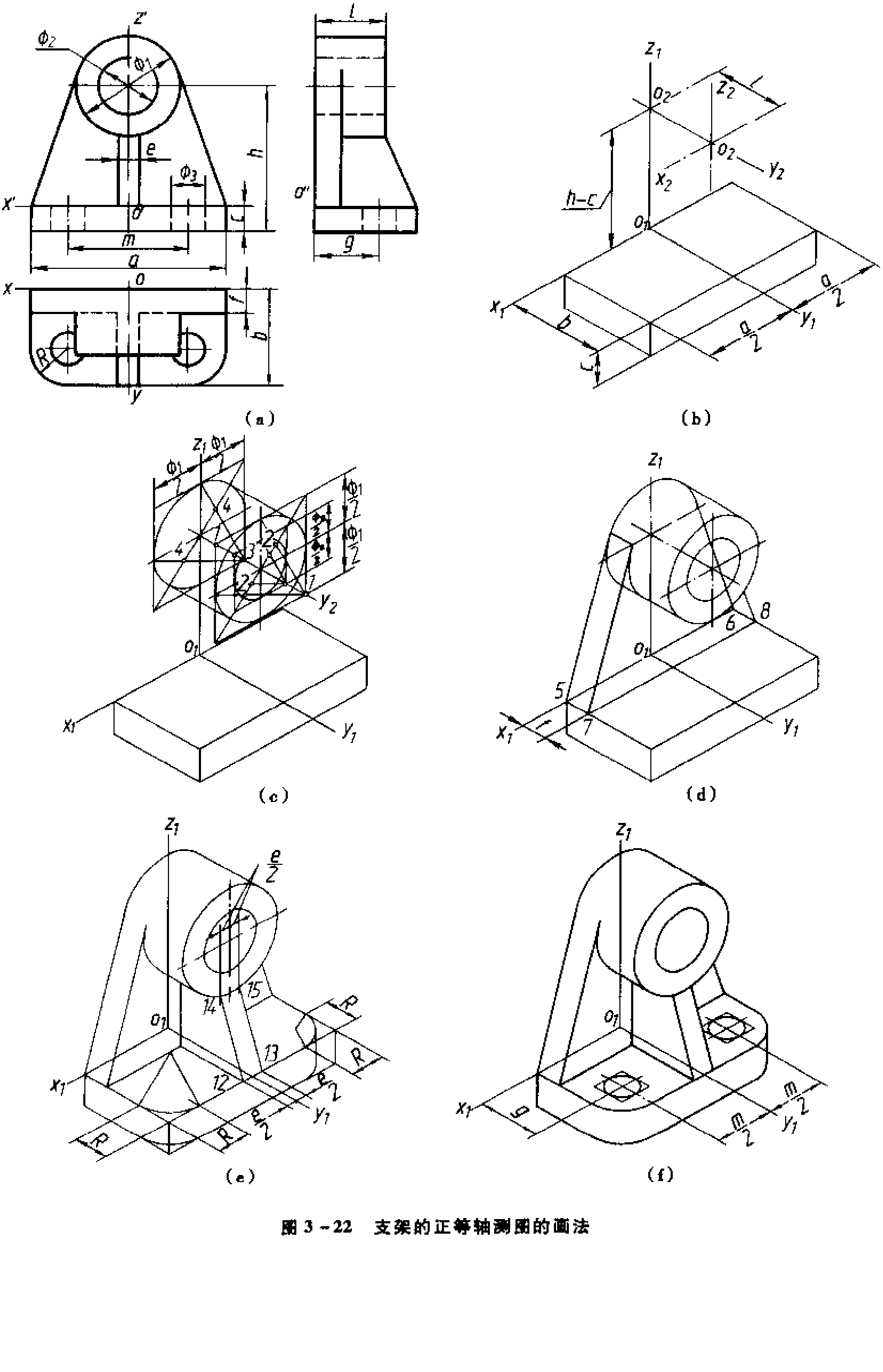


图 3-22 支架的正等轴测图的画法

［例题十］　求作两正交圆柱（图 3－23a）的正等轴测图。

作图：

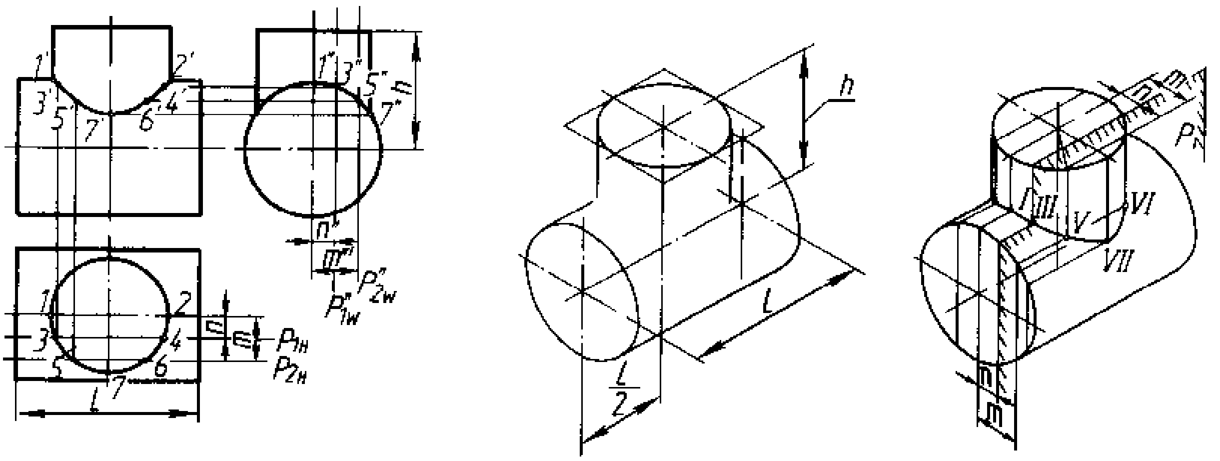
（i）画出二圆柱的正等轴测图（图 3－23b）。

（ii）由两圆柱的正面轮廓线相交处得两点 Ⅰ、Ⅱ，画出轴测图中可见的 Ⅰ（图3－23c，下同）。

（iii）在距中心线为 n 处画出平面 P_1，平面 P_1 与大、小两圆柱的交线的共有点 Ⅲ、Ⅳ 即为所求交线上的点，在轴测图中画出可见的点 Ⅲ。

（iv）点 Ⅴ、Ⅵ 和 Ⅶ 均用同样方法作出。

（v）将求出的各点依次光滑连接，即得所求交线。如图 3－23c 所示，点 Ⅱ、Ⅳ 看不见，不必画出。



（a）　　　　　（b）　　　　　（c）

图 3－23　交线的轴测图画法

在实际作图时，常常可以将以上两种作法结合。例如，在求交线上点 Ⅴ 时，可先根据 y 坐标值 m 作出平面 P_2 与竖放圆柱的交线，再在铅垂交线上根据 z 坐标定出点 Ⅴ；或作出平面 P_2 与横放圆柱的交线，在水平交线上根据坐标 x 定出点 Ⅴ。

应当指出，若采用了近似椭圆画法，则所求各点的坐标与投影图柱往不能准确对应，但这对表现物体的形象无妨，故可不必深究。

九、正等轴测草图的绘制

以目测估计实物各部分的比例，不使用尺规而徒手绘制的正等轴测图称为正等轴测草图。

在构思新机器或新结构时，往往先用轴测草图将其概貌初步表达出来，再进一步画出多面正投影草图，完善后再细致地绘制设计工作图。

在很多交流设计信息的场合，要求在没有尺规、仪器和计算机的情况下较迅速地向没有能力阅读多面正投影图的人作产品或设计的介绍、说明，此时使用轴测草图最为方便。

在学习多面正投影图的过程中，轴测草图也是一种非常有用的助学手段。

徒手绘图的基本技巧在习题集中有介绍，读者可将其练习娴熟。

在绘制正等轴测草图时，可以使用如图 3－24 所示的方法绘制轴测轴，使轴间角基本正确。

在绘制正等轴测草图时，常常采用“方箱法”——先画出某基本体的包容长方体，再绘出其准确形状的方法。如图 3－25 所示，画圆柱时可先画出圆柱前端面圆的投影椭圆的外切菱形；再按圆柱长度画出其包容长方体；最后画出相应椭圆，细化成圆柱的正等轴测草图。

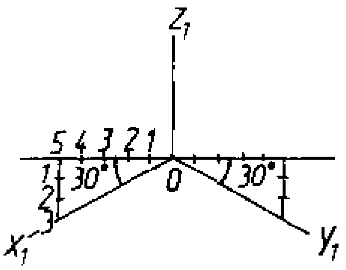


图 3－24　绘制轴测轴

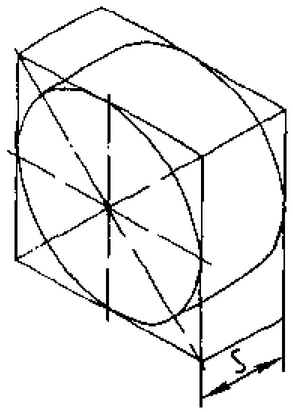


图 3－25　方箱法画圆柱

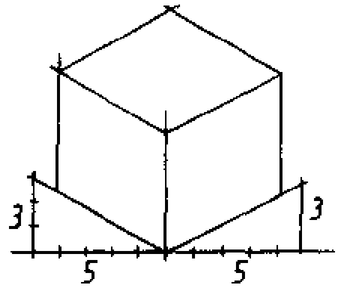
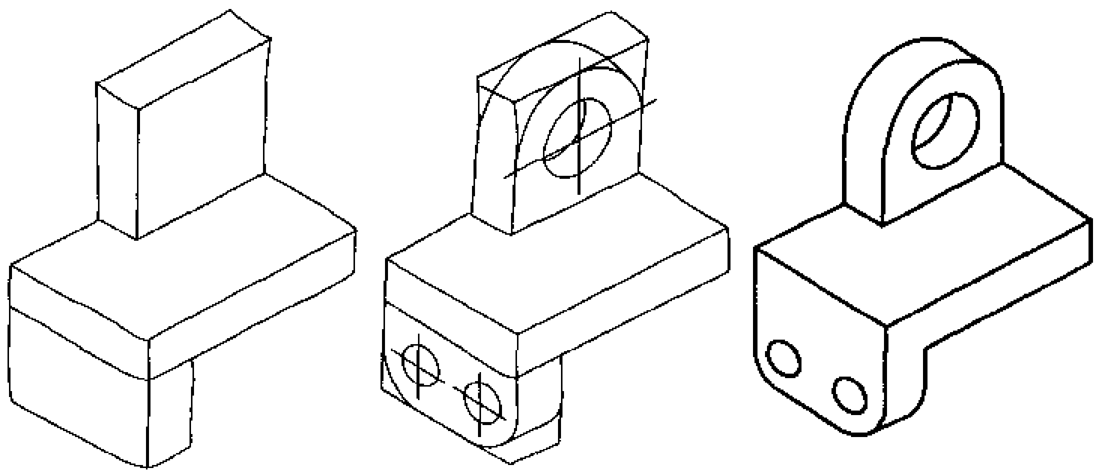


图 3－26　立方体的绘制

熟练地绘制好如图 3－26 所示的立方体是绘制正等轴测草图的基本功，初学者要加强练习。

如图 3－27 所示为“方箱法”绘正等轴测草图的过程。



(a)　　(b)　　(c)

图 3－27　方箱法画正等轴测草图

为了提高绘制正等轴测草图的质量和速度，可以使用正等轴测网格纸来绘图，如图 3－28 所示。

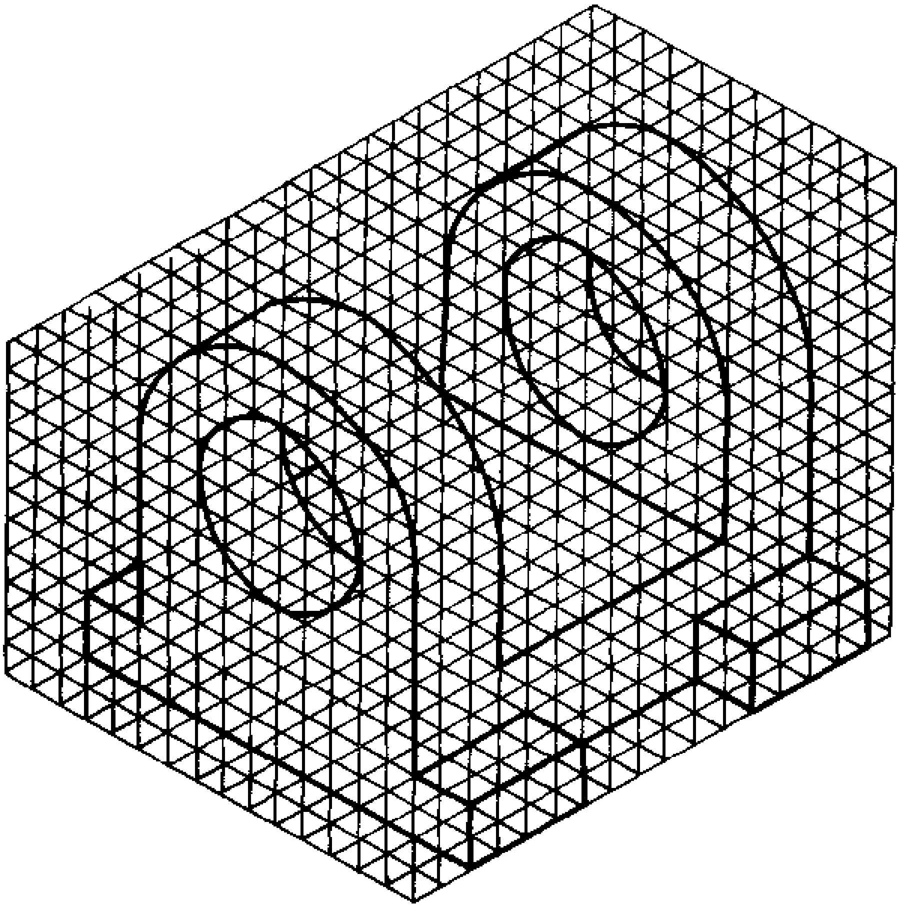


图 3－28　利用网格纸绘制正等轴测草图

§3.3　正二轴测图和斜二轴测图

3.3.1　正二轴测图

正二轴测图简称正二测。

一、轴向伸缩系数和轴间角

1. 轴向伸缩系数

在正二轴测图中，最常用的是 $p = r = 2q$。将其代入式（3－1）可得 $p = r \approx 0.94$，$q = 0.47$。国家标准规定，取 $p = r = 1$，$q = 0.5$ 用于实际绘图。

2. 轴间角

将 p、q、r 的准确值（$p = r = 2\frac{\sqrt{2}}{3}$，$q = \frac{\sqrt{2}}{3}$）代入式（3－5）～（3－7）可得

$\angle x_1o_1z_1 = 97.18°$，$\angle x_1o_1y_1 = \angle y_1o_1z_1 = 131.41°$。

如图 3－29a 所示，当 z_1 轴为竖直位置时，x_1 轴与水平线的夹角约为 7°，可用线段 1: 8画出；y_1 轴与水平线的夹角约为 41°，可用线段 7: 8画出。

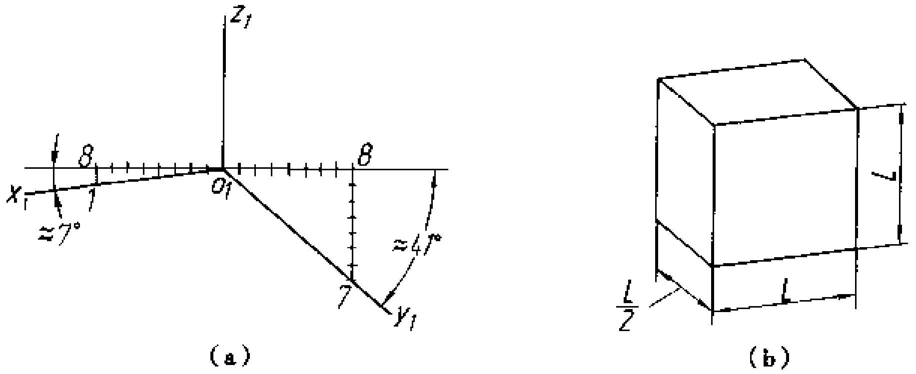


图 3－29 正二轴测图的轴测轴和尺寸的度量

如图 3－29b 所示为用简化伸缩系数作图画出的边长为 L 的正立方体。所绘图形比精确的正二轴测图在每个轴向放大了$\frac{1}{0.94}=\frac{0.5}{0.47}\approx 1.06$ 倍。

二、位于或平行于坐标面的圆

位于或平行于坐标面的圆投影为椭圆，其长短轴方向如图 3－30 和图 3－31a 所示。在采用精确伸缩系数时，各短轴长度可用式（3－8）～（3－10）计算出：$CD\approx 0.33d$，$C_1D_1\approx 0.88d$，各长轴长度显然等于空间圆直径 d。

在采用简化伸缩系数后，各椭圆长轴的长度为

$$AB = A_1B_1 \approx 1.06d$$

各椭圆短轴的长度为

椭圆 1、2 的短轴 $CD\approx 0.35d$

椭圆 3 的短轴 $C_1D_1\approx 0.94d$

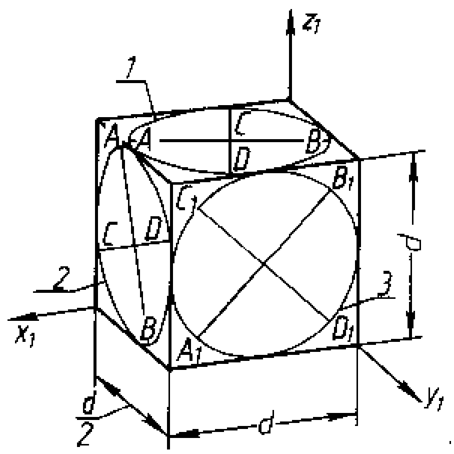


图 3－30 坐标面上圆的正二轴测图

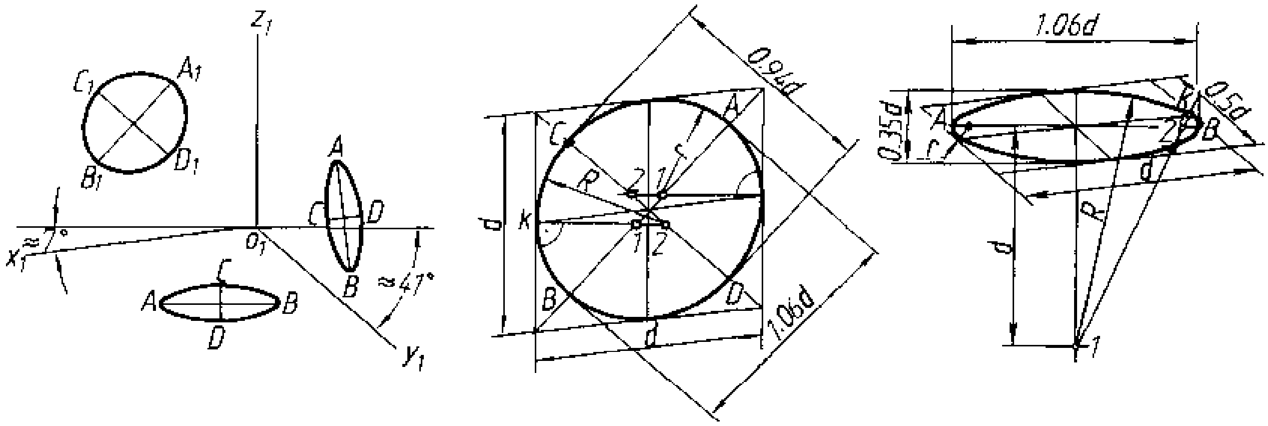
如图 3－31 所示为平行于坐标面的圆的正二轴测图——椭圆的近似画法。

（1）平行于 XOZ 坐标面的圆的轴测投影——椭圆的近似画法如图 3－31b 所示。

先作圆的外切正方形的轴测投影（菱形），再过其一边的中点 k 作垂线，与菱形的两对角线相交，即得椭圆的两个中心 1 及 2。以 1 为圆心、$r = 1k$ 为半径作圆弧，再以 2 为圆心、$R = 2k$ 为半径作圆弧，即得所求椭圆。

（2）平行于 XOY 坐标面的圆的轴测投影——椭圆的近似画法如图 3－31c 所示。

先作圆的外切正方形的轴测投影（平行四边形），并定出所求椭圆的长、短轴方向。自椭



（a）　（b）平行于 XOZ 坐标面　（c）平行于 XOY 坐标面

图 3-31　平行于坐标面的圆的正二轴测图的画法

圆中心起在短轴延长线上量取一段等于已知圆的直径 d 的距离，得到一个圆心 1。连接点 1 与 k（平行四边形的中点）与长轴相交，得到另一圆心 2。

以 1 为圆心、$R=1k$ 为半径作圆弧，再以 2 为圆心、$r=2k$ 为半径作圆弧，即得由四段圆弧组成的近似椭圆。

平行于 YOZ 坐标面的圆的轴测投影，除长、短轴方向不同外，其近似作图方法和上面所述相同，不再重述。

在画轴测草图时，可利用椭圆与外切平行四边形的四个切点徒手勾出椭圆形状，不需要求长、短轴方向和大小。

正二轴测图除了上述这些区别以外，其余作图方法与正等轴测图相同，就不重复了。

如图 3-32 所示为球的正二轴测图。当采用简化伸缩系数作图时，它的轮廓是一个直径为 1.06 d 的圆。在这里 d 是球的直径。

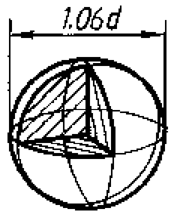


图 3-32 球的正二轴测图

由于正二轴测图在 y_1 方向（宽度方向）缩短了 $\frac{1}{2}$，与观察者观察物体的实际情况接近，所以更富于立体感。其缺点是椭圆画法很繁，所以一般多用来绘制没有圆形轮廓的物体，或用在要求表现力较强的场合。

3.3.2　斜二轴测图

斜二轴测图简称斜二测。

一、轴向伸缩系数和轴间角

机械工程中最常用的斜轴测图是坐标面 XOZ 与轴测投影面 P 平行的正面斜二轴测图，简称斜二测。轴向伸缩系数、轴间角规定如图 3-33 所示。

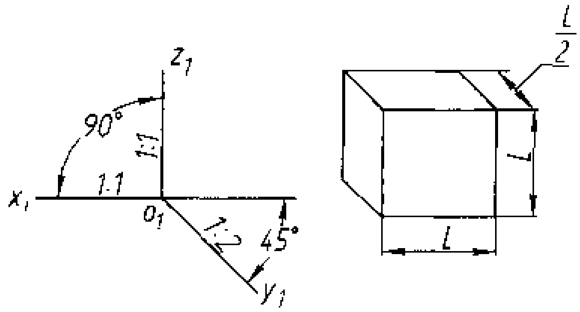


图 3-33 斜二轴测图的轴向伸缩系数和轴间角

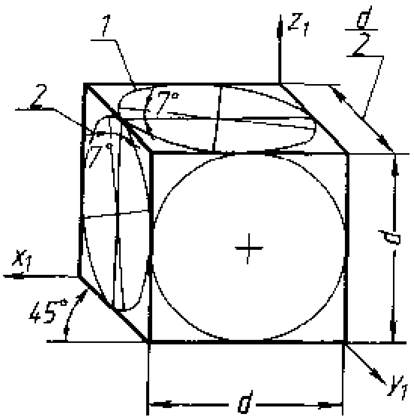


图 3-34 坐标面上圆的斜二轴测图

二、坐标面上的圆

凡与正面平行的圆，其轴测投影仍是圆。

与侧面和水平面平行的圆，其轴测投影为椭圆（图 3-34）。水平面上椭圆的长轴对 x_1 轴偏转 7°；侧面上的椭圆长轴对 z_1 轴偏转 7°。

椭圆 *1* 及 2 的长轴 $\approx 1.06d$。

椭圆 *1* 及 2 的短轴 $\approx 0.33d$。

由于侧面和顶面上的椭圆画法麻烦，所以不推荐用圆弧代替的近似画法。如有需要可以通过作出圆上各点的轴测投影的方法用曲线板来绘制椭圆。由于这个原因，当物体的三个坐标面上都有圆时，应避免选用斜二轴测图。而当物体只有一个坐标上有圆时，采用斜二轴测图最为有利，因为这时可使该面平行于轴测投影面 P，从面其轴测投影仍为圆，作图十分简便。

三、画法举例

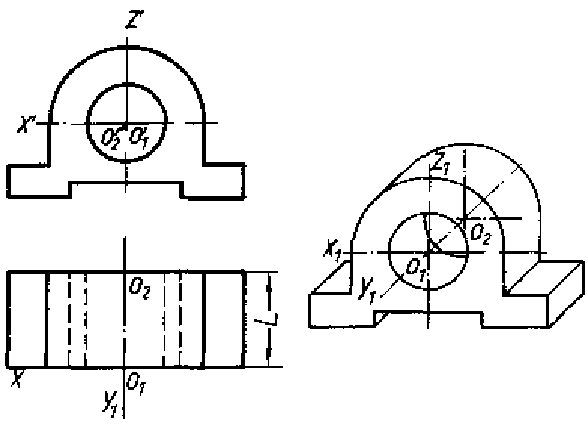
[**例题**] 画出支架的轴测图（图 3-35）。

（i）因为该物体主要应表达正面形状，故采用正面斜轴测较好。

（ii）坐标轴的位置如图 3-35a 所示，原点位于前面上轴孔中心。

（iii）先画前面形状，实际上和主视图完全一样。再向 y_1 轴负方向取 $o_1o_2 = L/2$，画出后面形状（同前面一样）。画后面时可使用端面法，简化作图。

（iv）半圆柱面轴测投影的轮廓线按两圆弧的公切线画出。



（a）　　（b）

图 3-35 支架的正面斜轴测图

在此例中 y_1 轴与 x_1 轴正向夹角为 45°，指

向左下方，所绘图形呈从物体右上方观察之状。

用于绘制正等轴测图的坐标法、叠加法、切割法以及方箱法等方法同样也适用于绘制斜二轴测图。

* § 3.4 轴测图的选择

轴测图的选择是指在绘制物体轴测图时，根据物体结构形状特点选择所用轴测图的种类、物体摆放状态及投射方向。选择的原则是：

(1) 物体结构形状表达清晰、明了。

(2) 立体感强、表现效果好。

(3) 作图简便。

一、轴测图种类的选择

1. 三种常用轴测图的特点和一般选择规律

(1) 正等轴测图的三个轴间角均为120°，用三角板作图方便；三个轴向伸缩系数相等且简化伸缩系数均为1，度量方便；平行于各坐标面的圆的轴测投影为形状相同的椭圆，其近似画法简单。此外，正等轴测图立体感亦较好，一般情况下首先考虑选用，特别是当表达与三个坐标面平行的平面上都有圆的较复杂物体时，更应使用正等轴测图。

(2) 正二轴测图轴间角数值不规整，尺规作图不便；沿 Y 轴简化系数为0.5，度量时需折算亦略有不便；平行于坐标面的圆的轴测投影椭圆画法复杂。因此，总的说来，正二轴测图作图不便。但是，在三种轴测图中其立体感最强，所以常用来表达平面立体或圆较少的中等复杂物体。在对表现效果要求较高时亦应采用。

(3) 斜二轴测图的最大特点是物体正面形状轴测投影不变形。最适合表达只有一个方向平面形状复杂（如有曲线或圆较多）而其他两个方向形状简单的物体时使用，此时作图亦简便。斜二轴测图的不足在于立体感稍差、有呆板和不适感。

2. 选择时应注意的问题

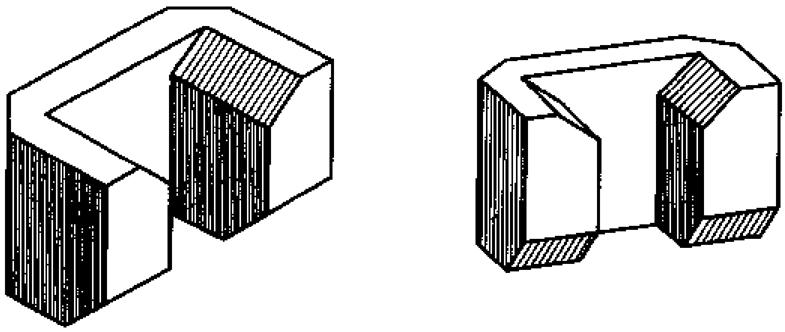
(1) 避免出现积聚和重影。

在形成轴测投影时，若物体上的面或线与投射方向平行，则面的轴测投影会积聚成线，线的轴测投影会积聚成点。出现此种情况时将使结构形状表达不清，立体感大大削弱。此时，可以采取改变轴测图种类或改变物体摆放方式的方法来改善。

如图3－36a所示为物体的正等轴测图，物体上有四个平面的轴测投影积聚成直线，有两条棱发生部分重影。换用如图3－36b所示的正二轴测图来表达则情况改善，结构形状清晰，立体感增强。

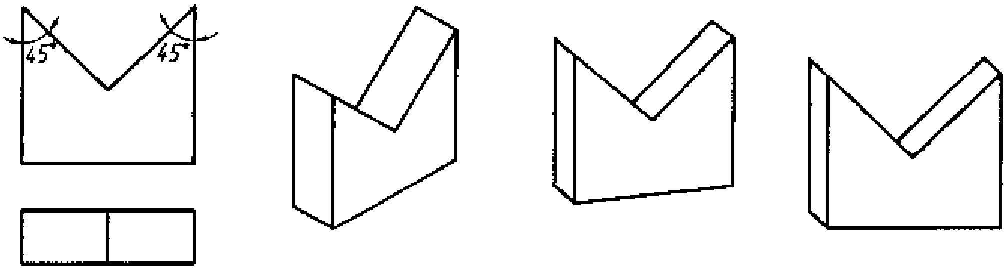
如图3－37a所示物体无论绘制正等轴测图、正二轴测图还是斜二轴测图都会产生积聚现象，如图3－37b、3－37c和3－37d所示。

此时，改变物体摆放方式可以避免积聚现象出现。如图3－38所示，用正二轴测图和斜二轴测图均可。



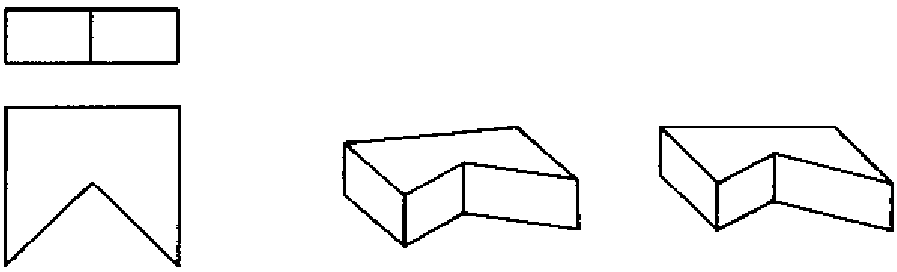
(a)　　　　(b)

图 3－36 轴测投影的积聚性（一）



(a) 主、俯视图　(b) 正等轴测图　(c) 正二轴测图　(d) 斜二轴测图

图 3－37 轴测投影的积聚性（二）

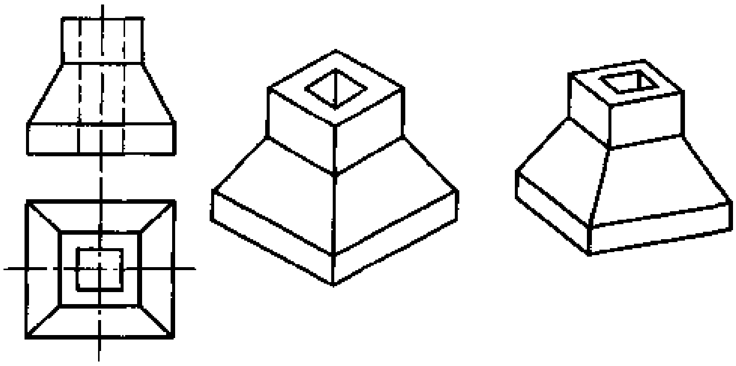


(a) 主、俯视图　(b) 正二轴测图　(c) 斜二轴测图

图 3－38 积聚性的避免

（2）避免棱线的共线。如图 3－39b 所示，上、中、下三条棱线共线，影响了表达清晰和立体感。换用正二轴测图后（图 3－39c）得到改善，立体感加强，表现效果好。

（3）避免非回转体图形左、右对称。如图 3－39b 所示的正等轴测图，图形左、右对称，显得呆板，如图 3－39c 所示的正二轴测图得到改善。

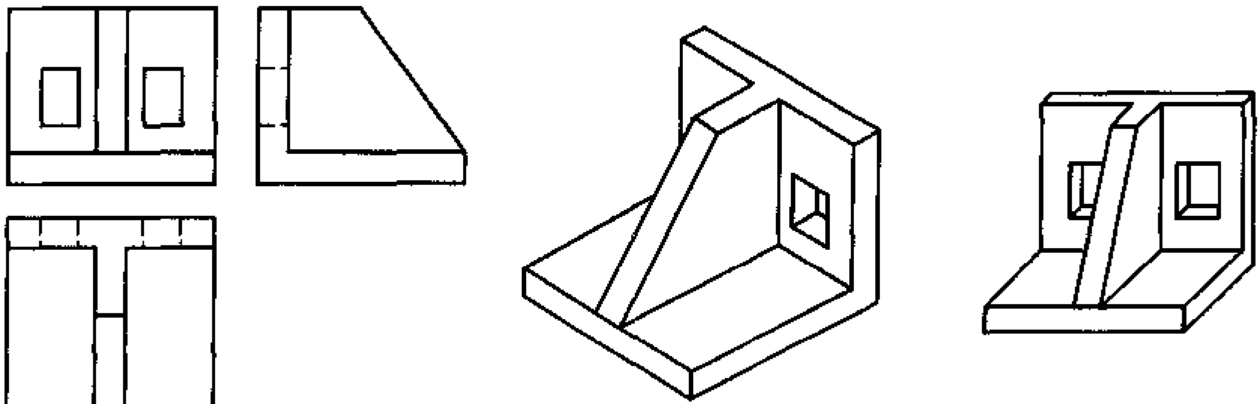


(a) (b) (c)

图 3 - 39 共线及改善

(4) 避免遮挡，使物体各部分尽量可见。在选择轴测图种类时要注意避免物体各部分之间的相互遮挡，尽可能使各部分结构可见（特别是一些孔、洞和槽的底部）。

如图 3 - 40a 所示支承板，用正等轴测图所绘图 3 - 40b 遮挡现象严重。用斜二轴测图所绘图 3 - 40c 基本无遮挡现象，原因在于斜二轴测图 y_1 轴方向尺度比物体实长缩短了一半。对此支承板而言，选择斜二轴测图正确。读者可以用正二轴测图试画，将结果与图 3 - 40c 比较。



(a) (b) (c)

图 3 - 40 轴测图中应避免遮挡

二、物体摆放状态与投射方向的选择

在形成轴测投影的过程中，当投射方向一定（正、斜轴测）时，物体摆放状态不同，所得轴测投影不同，物体上各部分的可见性和被表现情况不同。另一方面，当摆放状态一定时，若投射方向不同，轴测投影效果也不同（斜轴测）。图 3 - 41 显示了同一物体的四个正等轴测图，图 3 - 41a、b、c、d 四图分别表示了从物体的左前上方、右前上方、左前下方和右前下方观察的效果。

由于坐标系是固结在物体之上的，物体摆放状态不同或投射方向不同，将使同一原点的同一坐标系形成不同方向的轴间角和轴测轴。

在绘制轴测图时，灵活地设置轴测轴正方向和轴间角，即可得到不同效果的轴测图，给人以不同方向观察之感。

图 3－41 就是利用以 O 点为原点的同一坐标系，取不同方向和轴间角的轴测轴并灵活使用正、负轴段而绘成的。

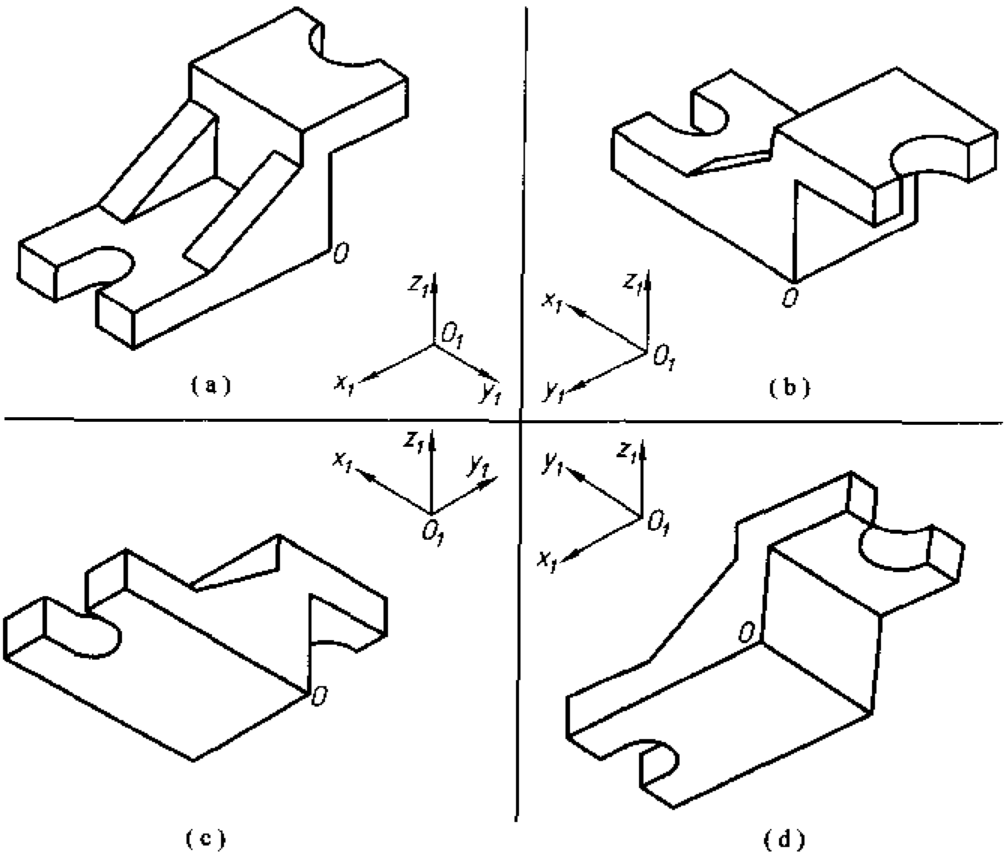


图 3－41 物体的不同摆放状态

*§3.5 透 视 图

一、透视的概念和术语

1．透视的概念

用中心投影法将物体投射在单一投影面上所得到的图形称为透视图（透视投影或简称透视）。如图 3－42 所示，AB 为空间直线，S 为投射中心，投射线 SA、SB 与投影面 P 的交点 A_1 和 B_1 就是点 A 和点 B 在面 P 上的透视，直线 A_1B_1 就是直线 AB 在面 P 上的透视。形成透视需要三个要素：投射中心、投影面和物体。因为透视图与人用单眼观察物体时所得形象几乎完全一样，故常设想在点 S 处有一观察者的单眼，将投射线看作视线。

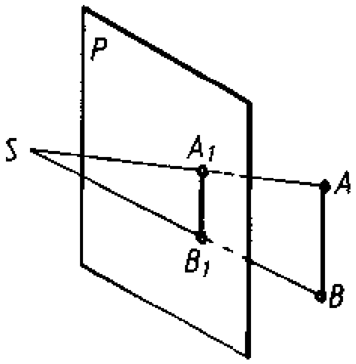


图 3－42　透视的形成

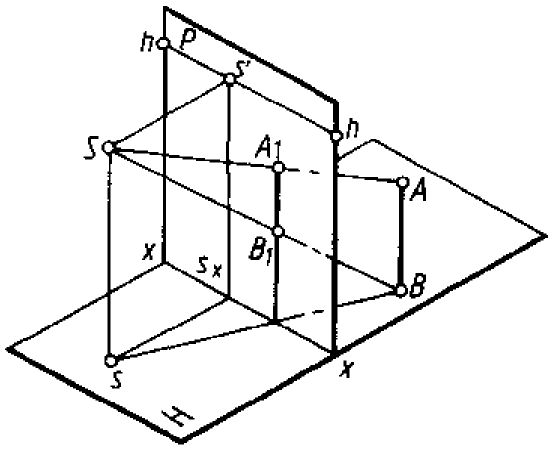


图 3－43　基本术语

2. 基本术语（图 3－43）

画面（P）——绘制透视图的投影面。

基面（H）——观察者所站立的水平地面，即物体所在的水平面。

视点（S）——观察者单眼所在的位置，即投射中心。

站点（s）——视点在基面上的正投影。

基线（$x—x$）——画面与基面的交线。

主视线——通过视点且与画面垂直的视线。

主点（s'）——主视线与画面的交点。

视距（Ss'）——视点与画面之间的距离。

视高（Ss）——视点到基面之间的距离。

视平面——通过视点（投射中心）的水平面。

视平线——视平面与画面的交线 $h—h$。

二、直线的透视

直线透视是物体透视的基础。

1. 直线的迹点和灭点

（1）直线的迹点——直线与画面的交点。如图 3－44 所示，直线 AB 的迹点为 N_1。

（2）直线的灭点——直线上无限远点的透视。设直线 AB 上无限远的点为 F_∞（图 3－44），如作此点的透视，只要过视点 S 作视线平行于 AB，该视线与画面的交点 F_1 即为直线 AB 的灭点。

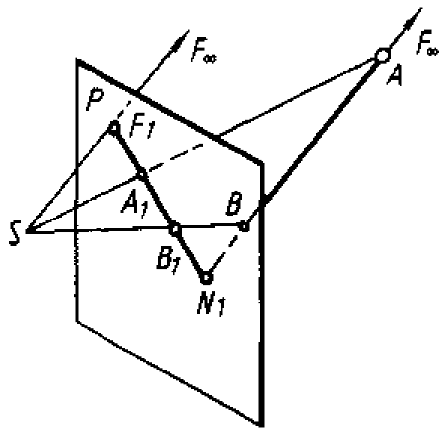


图 3－44　直线的迹点和灭点

连接迹点与灭点的直线 N_1F_1 称为直线的全透视，直线的透视位于直线的全透视上。

2. 直线透视的主要特性

（1）画面内直线的透视为直线本身，反映直线的实长。

(2) 与画面平行的直线，其透视与空间直线平行，但不反映直线的实长。如图 3－45 所示，由于 $AB/\!/P$，则 $A_1B_1/\!/AB$，但 $A_1B_1<AB$。

推广之，与画面平行的一组平行线，其透视相互平行。图 3－46 中直线 Aa、Bb 和 Cc 均为垂直于基面又平行于画面的直线，它们的透视彼此平行。

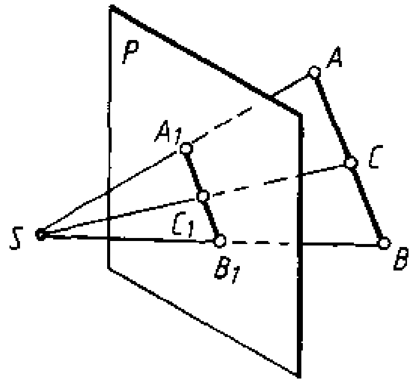


图 3－45 画面平行线的透视（一）

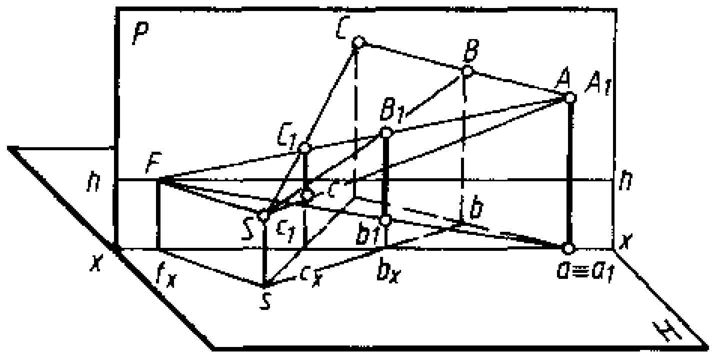


图 3－46 画面平行线的透视（二）

(3) 点在直线上，点的透视必落在直线的透视上。

当点处在与画面相交的直线上时，点的透视不再分割直线的透视成定比。如图 3－44 所示，点 B 在直线 AN_1 上，则 $AB: BN_1 \neq A_1B_1: B_1N_1$。只有当点处在与画面平行的直线上时，点的透视才分割直线的透视成定比。如图 3－45 所示，由于 $AB/\!/P$，所以 $AC: CB = A_1C_1: C_1B_1$。

(4) 与画面相交的平行直线，其透视相交于同一灭点。例如，图 3－47 中两平行直线 AN_1 和 BN_2 的透视 A_1N_1 和 B_1N_2 相交于同一灭点 F_1。

(5) 一组长度相等的平行直线段，当画面位于它们之前时，距画面近的其透视长度大，距画面远的其透视长度小，即所谓“近大远小”。如图 3－46 所示，$Aa = Bb = Cc$，而 $A_1a_1 > B_1b_1 > C_1c_1$，又如图 3－46 所示，$AB = BC$，而 $A_1B_1 > B_1C_1$。这与人们日常观察物体所见效果相同，这也就是透视图真实感强的原因。

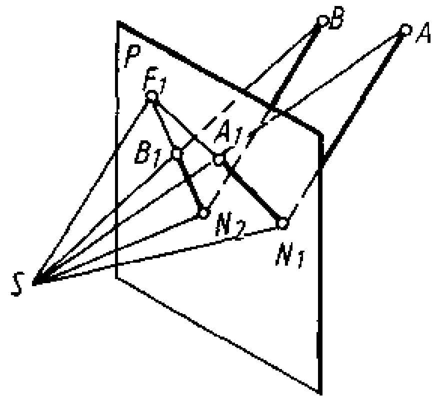


图 3－47 与画面相交的平行线的透视

三、物体的透视

以立方体为例，一个立方体可以形成三种不同的透视图：

(1) 一点透视（又称平行透视） 如图 3－48a 所示为立方体的一点透视。

将体的长（x 向）、高（z 向）两个方向的棱线平行于画面（即物体的正面平行于画面），在透视图上只有宽（y 向）方向上的棱线有灭点。此种透视图反映物体的正面形状较突出，画正面上曲线的透视也较方便。

(2) 两点透视（又称成角透视） 当物体只有高（z 向）方向的棱线平行画面，所作出的

透视其长、宽方向上的棱线各有一个灭点，如图 3 - 48b 所示。此种透视图能兼顾物体正面和侧面的形状，采用较多。

（3）三点透视（又称斜透视）　体的长、宽、高三个主方向的棱线均不平行于画面时，在透视图上形成三个主向灭点，称三点透视，如图 3 - 48c 所示。此种透视主要用来表达高大的机器和建筑物等。

如图 3 - 49 所示是用一点透视绘制的控制柜。如图 3 - 50 所示是用一点透视绘制的电视机。如图 3 - 51 所示是用一点透视绘制的室内场景。如图 3 - 52 所示是电冰箱和洗衣机的两点透视图。如图 3 - 53 所示是用三点透视绘制的建筑设计草案。

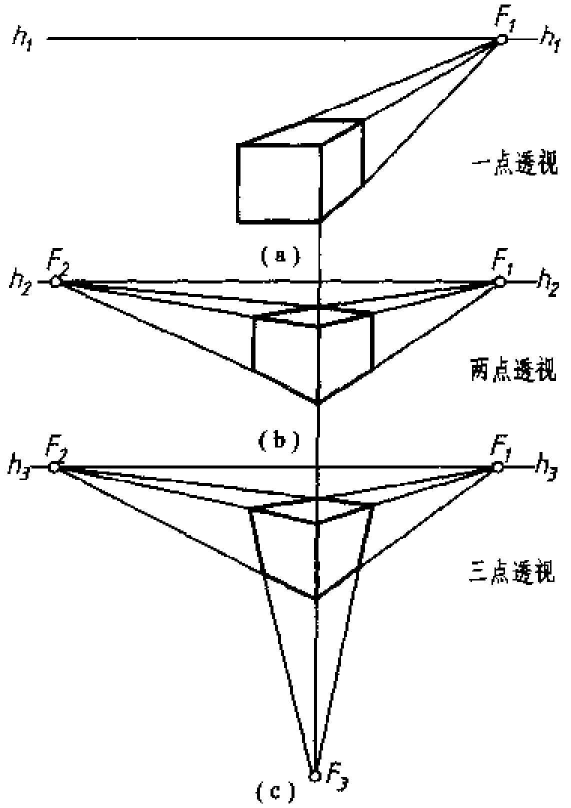


图 3 - 48　透视的种类

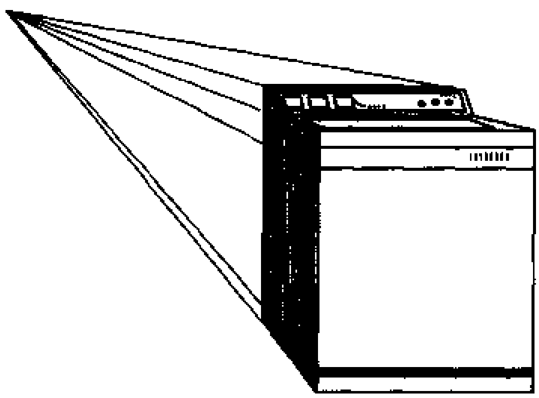


图 3 - 49　一点透视（一）

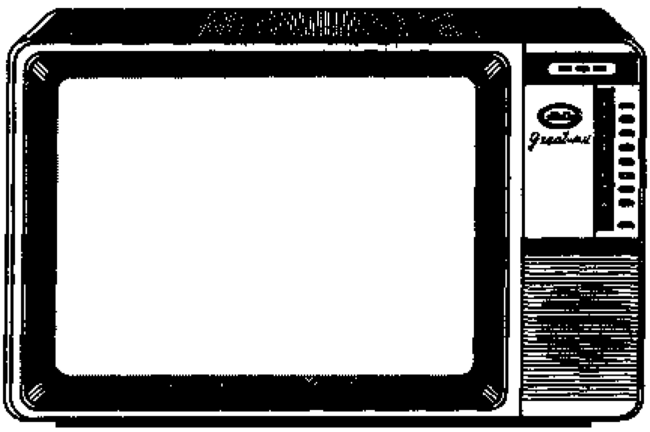


图 3 - 50　一点透视（二）

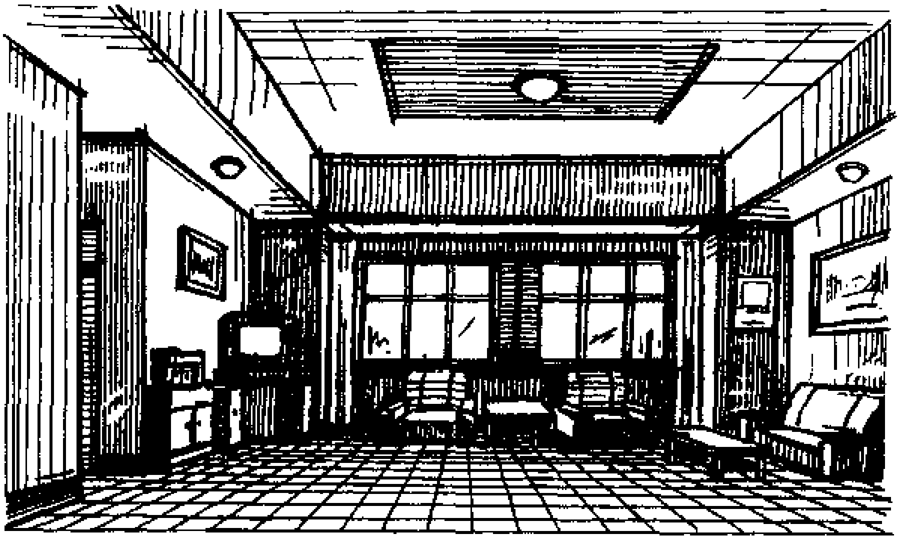


图 3-51 一点透视（三）

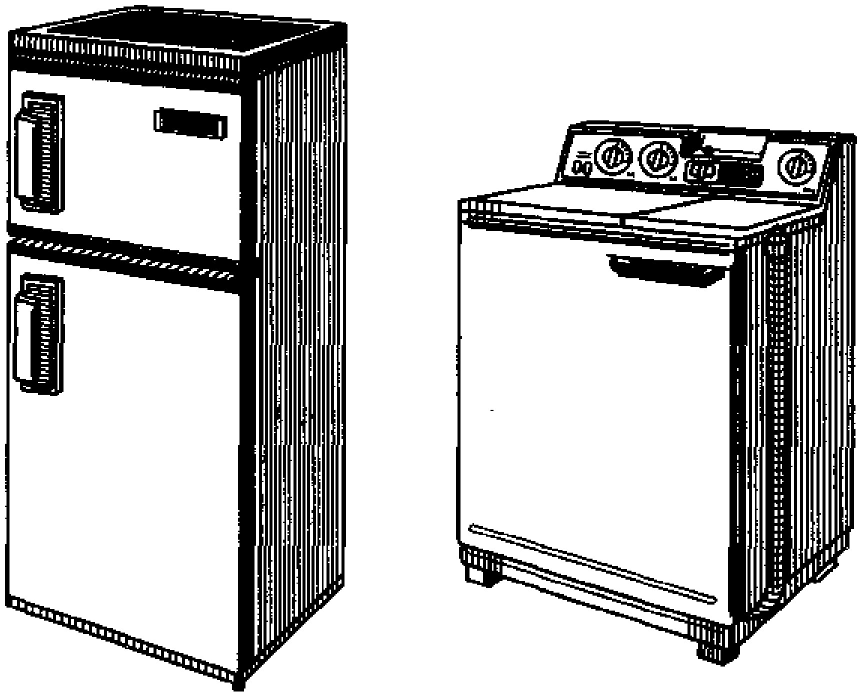


图 3-52 两点透视

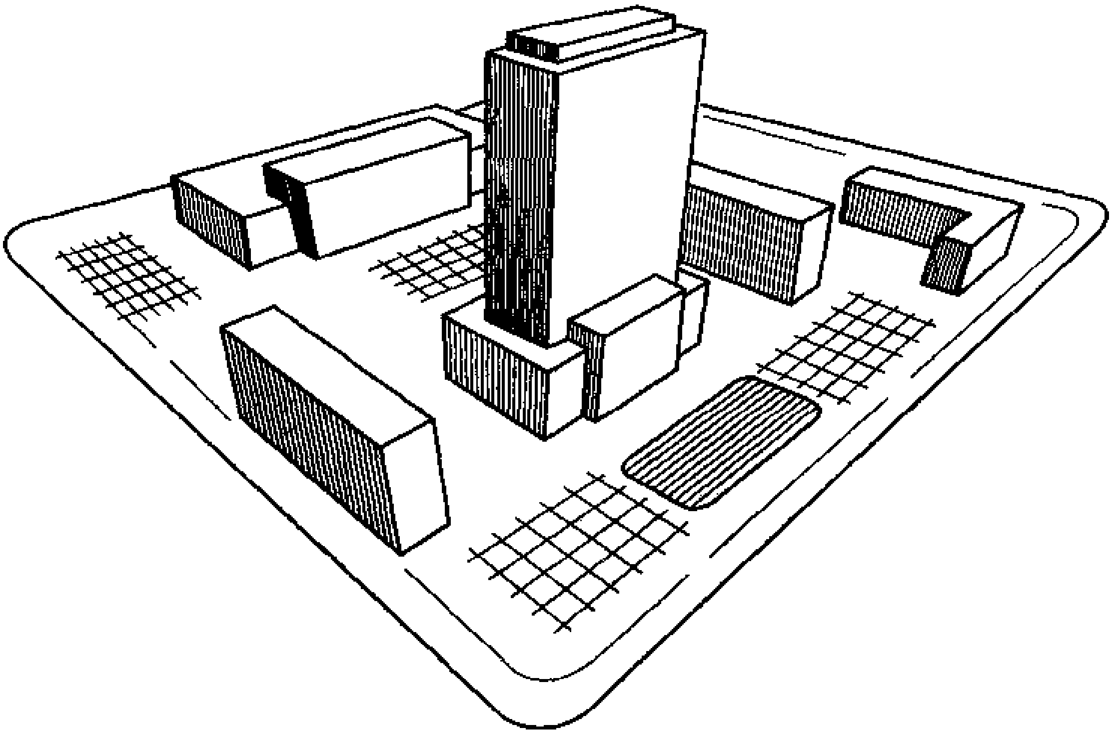


图 3-53 三点透视

本章小结

本章重点为轴测图的形成，基本投影特性，常用的正等轴测图、斜二轴测图和正二轴测图的轴间角、轴向伸缩系数以及这三种轴测图的画法。

1. 在绘制轴测图时要注意把握以下几点：

(1) 充分利用轴测投影的平行性、定比性和“沿轴向测量”三条特性。

(2) 注意物体上位于或平行于坐标面的圆的轴测投影椭圆的长、短轴方向和画法。

(3) 注意绘制轴测图时坐标法、端面法、叠加法和切割法的灵活运用。

(4) 注意坐标系的灵活设置。

(5) 注意掌握对轴测图的检查方法。

(6) 注意轴测图种类的选择，重影、积聚性和遮挡的避免。

2. 正等轴测图是使用最广泛的轴测图，尺规绘制和徒手绘制正等轴测图是要求熟练掌握的内容。

对于绘制轴测图的方法可以作以下概括：

(1) 基本体的基本作图方法是坐标法和包络线法。

(2) 为提高效率和简化作图常用端面法和画椭圆的四心法和八点法。

(3) 画组合体的轴测图时用叠加法和切割法。

(4) 徒手绘制轴测草图时常用“方箱法”。

3. 透视图因“近大远小”给人以很强的真实感。物体的透视图可以分为一点透视、两点透视和三点透视。

复习检查问题

1. 轴测图是怎样形成的？有什么投影特性？与多面正投影图有哪些异、同之处？为什么叫“轴测”图？

2. 对轴测图可作怎样的种类划分？

3. 什么叫轴向伸缩系数？什么叫轴间角？

4. 哪三种轴测图为工程中常用的轴测图？它们的轴间角和轴向伸缩系数各为多少？

5. 正轴测图的三个轴向伸缩系数之间有何关系？

6. 正轴测图中轴间角与轴向伸缩系数之间有怎样的计算关系？$p=0.8$、$q=0.6$ 时，三个轴间角各应多大？

7. 正轴测投影中位于或平行于坐标面的圆投影成的椭圆其长轴、短轴方向如何？

8. 怎样用四心法画平行于各坐标面的圆的正等轴测图？怎样用八点法画圆的轴测投影椭圆？

9. 在进行轴测图种类选择时要从哪几方面考虑？有哪些原则？要注意哪几个问题？

10. 判断以下论断的正误（正确的画“√”，错误的画“×”）。

(1) 画面后直线的全透视是指直线的迹点和直线的灭点之间的连线。（　　）

(2) 基面垂直线的透视是一条垂直 x 轴的线。（　　）

(3) 只有在画面内的直线其透视才反映实长。（　　）

(4) 点在直线上，点的透视分割直线透视的两线段之比等于空间对应的两线段之比。（　　）

(5) 一组平行线的透视相交于一点。（　　）

(6) 两条与画面平行的直线，其透视长度相等。（　　）

(7) 两点透视是指透视图上有两个迹点的透视。（　　）

(8) 一组平行于画面的圆，其透视均为圆，面且离画面越远的圆，其透视的半径越小。（　　）