

# 第5章

## 轴测图

本章介绍轴测图的基本概念及正等测图和斜二测图的作图方法，重点掌握正等测图的画法。轴测图虽是工程中一种辅助图样，但其运用范围广泛，是工程技术人员必须掌握的一种表达方法。

轴测图是轴测投影图的简称，它具有直观性好的特点，但由于只能沿轴向度量，且作图比较复杂，因此，在工程上一般仅作为辅助图样。掌握了轴测图的画法，能更好地进行技术交流，也将有助于对物体多面正投影图的理解。

## 5.1 轴测图概述

### 5.1.1 轴测图的形成

轴测图是应用轴测投影的方法而得到的具有立体感的图样，它是将物体连同确定其空间位置的直角坐标系，沿不平行于任一原基本投影面的方向，用平行投影法将其投射在单一投影面上所得到的图形，如图 5-1 所示。为了使轴测图具有较好的直观性，在选取投影方向时，不应使之与物体上的任何一坐标平面（ $XOY$ 、 $YOZ$ 、 $ZOX$ ）平行，以避免这些平面的轴测投影转化为直线，从而损害轴测图的直观性。

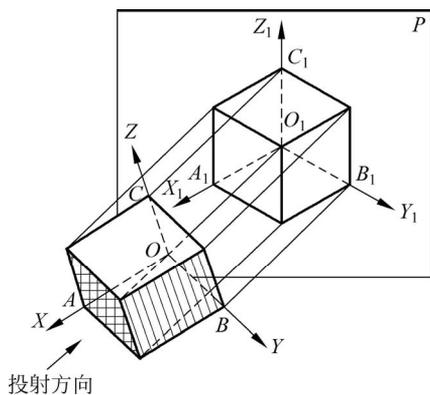


图 5-1 轴测图的形成

### 5.1.2 轴测图术语

**轴测投影面：**生成轴测图的投影面称为轴测投影面，如图 5-1 所示的  $P$  面。

**轴测轴：**直角坐标轴  $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$  在轴测投影面上的投影  $O_1X_1$ 、 $O_1Y_1$ 、 $O_1Z_1$ 。

**轴间角：**轴测轴之间的夹角  $\angle X_1O_1Y_1$ 、 $\angle Y_1O_1Z_1$ 、 $\angle Z_1O_1X_1$  称为轴间角。

**轴向伸缩系数：**轴测轴上单位长度与空间坐标轴上单位长度的比值，称为轴向伸缩系数。如图 5-1 所示，图中  $O_1A_1$ 、 $O_1B_1$ 、 $O_1C_1$ ，分别是坐标轴  $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$  上  $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$  的轴测投影，则有

$$OX \text{ 轴轴向伸缩系数 } p = \frac{O_1A_1}{OA}$$

$$OY \text{ 轴轴向伸缩系数 } q = \frac{O_1B_1}{OB}$$

$$OZ \text{ 轴轴向伸缩系数 } r = \frac{O_1C_1}{OC}$$

### 5.1.3 轴测投影的特性

由于轴测图是用平行投影法形成的,因此它具有平行投影的全部特性。下面两点规律在画轴测图时经常使用。

(1) 相互平行的两条直线的轴测投影仍然相互平行。立体上平行于直角坐标轴的线段,其轴测投影必平行于相应的轴测轴。

(2) 立体上两平行线段或同一直线上的两线段长度之比,在轴测投影中保持不变。

根据轴测投影的特性,平行于坐标轴的直线段,按轴向变形系数的大小,便可准确地画出相应线段的轴测投影长度。因为轴测图沿轴向具有良好的度量性,故称之为“轴测”图。与坐标轴不平行的线段不能直接量测和绘制。

### 5.1.4 轴测图的分类

轴测图可分为正轴测图和斜轴测图两大类。

#### 1. 正轴测图

投射射线垂直于轴测投影面。根据轴向伸缩系数的不同,又分为3种类型。

- (1) 当  $p = q = r$  时,称为正等轴测图(简称正等测图)。
- (2) 当  $p = q \neq r$  或  $p \neq q = r$  或  $p = r \neq q$  时,称为正二等轴测图(简称正二测)。
- (3) 当  $p \neq q \neq r$  时,称为正三轴测图(简称正三测)。

#### 2. 斜轴测图

投射射线倾斜于轴测投影面。根据轴向伸缩系数的不同,也分为3种,但常用的是  $p = r \neq q$  的斜二等轴测图(简称斜二测)。

国家标准《机械制图》规定了常用的3种轴测图,分别是正等测、正二测和斜二测,如图5-2所示。在工程上使用较多的是正等测和斜二测,以下只介绍正等测和斜二测轴测图的画法。

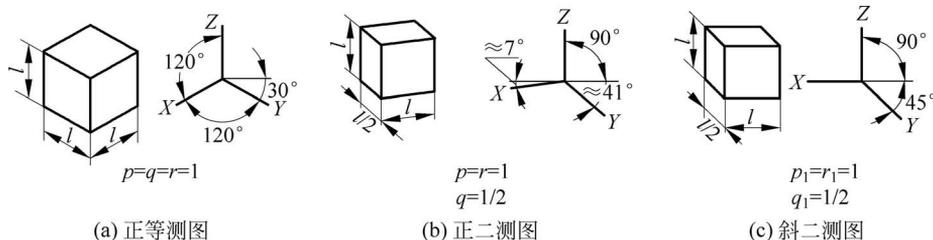


图 5-2 常用轴测图

## 5.2 正等轴测图的画法

### 5.2.1 正等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数

正轴测图的投射线与轴测投影面垂直，且在同一轴测投影面上同时反映物体 3 个坐标面方向的形状，所以必须使轴测投影面与空间直角坐标轴均成倾斜位置，而且根据正等轴测图的轴向伸缩系数  $p=q=r$ ，则空间坐标轴  $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$  对轴测投影面处于倾角都相等的位置。由初等几何可以证明，三个坐标轴对轴测投影面的倾角均为  $35^{\circ}16'$ ，经轴测投影后，轴间角  $\angle X_1O_1Y_1 = \angle Y_1O_1Z_1 = \angle Z_1O_1X_1 = 120^{\circ}$ ，如图 5-3 (a) 所示。各轴向伸缩系数  $p=q=r=\cos 35^{\circ}16'=0.82$ ，这说明平行于坐标轴的线段经轴测投影变为原来的 0.82 倍。图 5-3 (b) 为边长为  $l$  的立方体的正等轴测图，其各边均缩短为  $0.82l$ 。既然各个方向的轴向伸缩系数都相同，而轴向伸缩系数的大小只改变图形的大小，并不会改变其形状，因此为作图简便，通常把 3 个方向的轴向伸缩系数同时放大使其均与原长相等，即 3 个方向均增大  $1/0.82 \approx 1.22$  倍，使  $p=q=r=1$ ，这样画轴测图就可以从原物体上直接量取长度作图了。这时轴测图的形状不变，只是大小发生了变化。在实际绘制正等轴测图时，均采用  $p=q=r=1$  的简化伸缩系数画法，如图 5-3 (c) 所示。

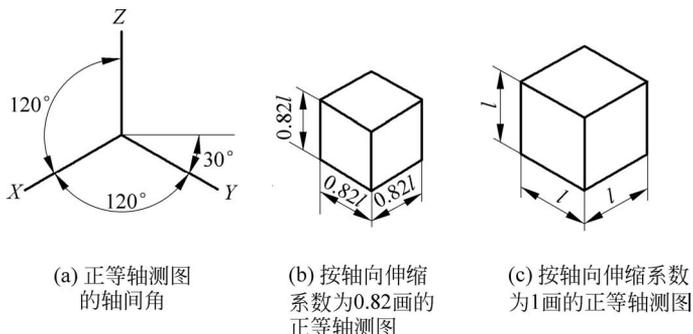


图 5-3 不同轴向伸缩系数的正等轴测图

### 5.2.2 正等轴测图的画法举例

#### 1. 平面立体的正等轴测图

**【例 5-1】** 根据图 5-4 (a) 所示正四棱柱三视图，绘制其正等轴测图。

分析：从正四棱柱的主、俯视图可知，正四棱柱的顶面和底面是水平面，水平投影反映四棱柱顶面、底面的实形。在正等轴测图中，顶面可见，底面不可见，为减少作图线，坐标面  $XOY$  宜选在顶面上，且原点选右后方的顶点。

作图：

- (1) 画出轴测轴  $O_1X_1$ 、 $O_1Y_1$ 、 $O_1Z_1$ ，如图 5-4 (b) 所示。
- (2) 在  $O_1X_1$  轴取 40， $O_1Y_1$  轴取 30，如图 5-4 (c) 所示。
- (3) 在  $O_1Z_1$  轴方向取 15，如图 5-4 (e) 所示。
- (4) 分别作平行线得四棱柱前棱面，如图 5-4 (f) 所示。

(5) 同样作平行线得四棱柱左棱面, 完成四棱柱正等轴测图, 如图 5-4 (g) 所示。

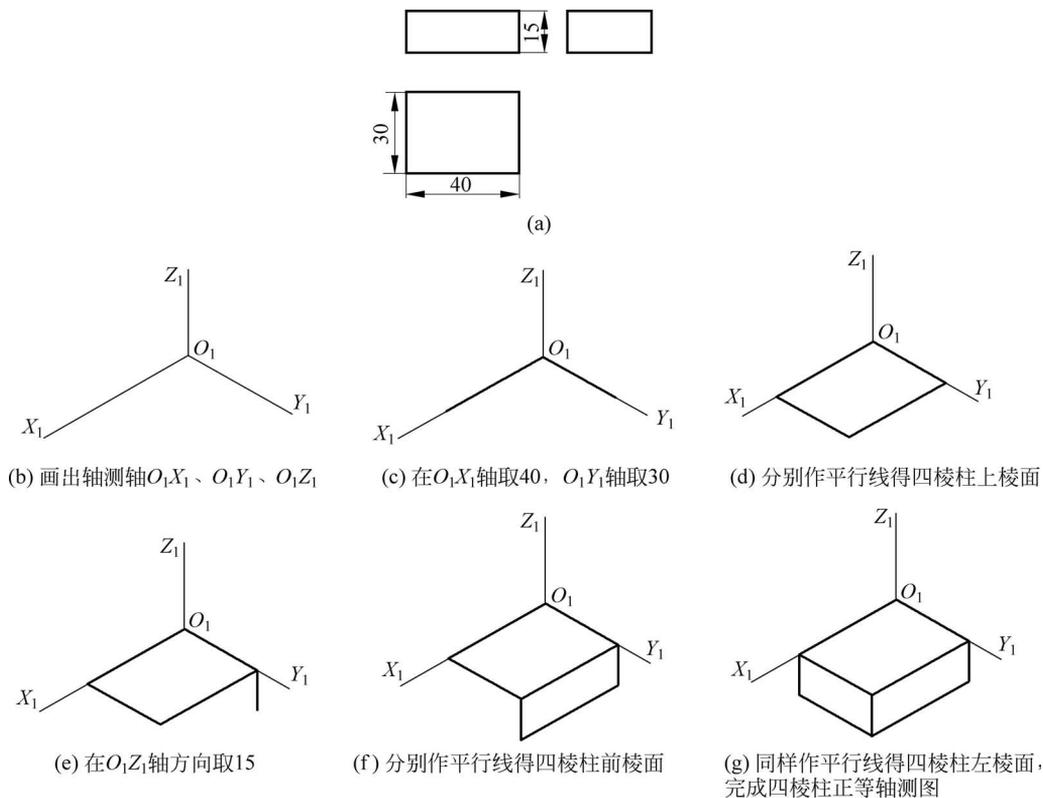


图 5-4 正四棱柱正等轴测图画图步骤 (使用简化轴向伸缩系数)

**【例 5-2】** 根据图 5-5 (a) 所示三视图, 绘制它的正等轴测图。

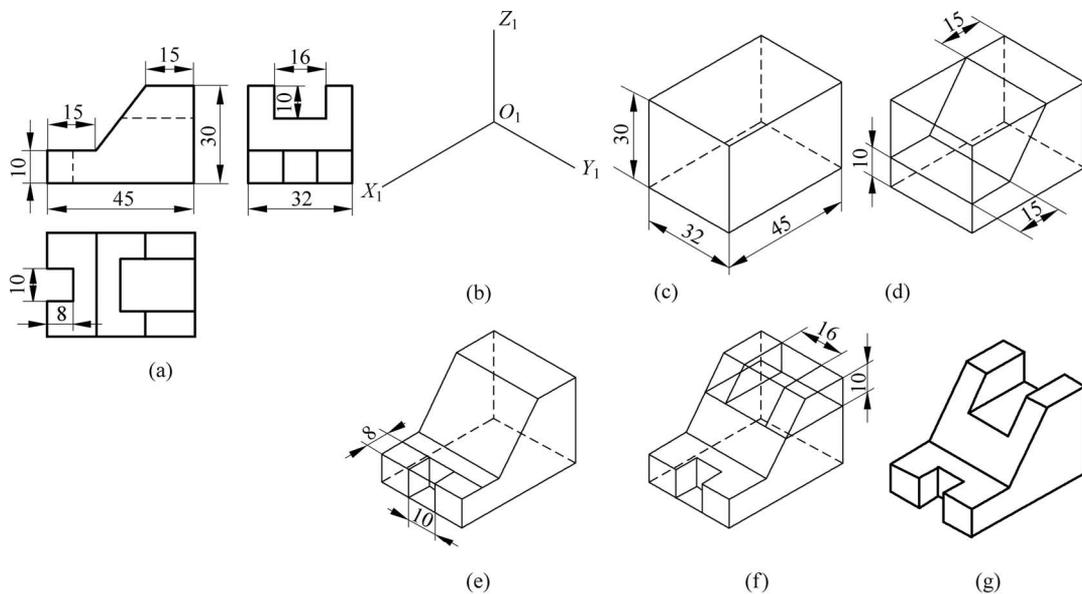


图 5-5 切割体正等轴测图画法

分析：首先从三视图分析来看，这是一个切割体。基本体是一个长方体（四棱柱），它首先是被一个水平面和一个正垂面所截，然后在左半中间切去一个方槽，在右半顶部切去一个楔槽。对这种切割体，通常先将物体完整的基本体轴测图画出来，然后再相继画出被切割后的形状。

作图：

(1) 坐标原点定在右后下角。画出轴测轴，如图 5-5 (b) 所示；画出四棱柱的轴测图，如图 5-5 (c) 所示。

(2) 在长方体上截去左上侧一角，如图 5-5 (d) 所示。

(3) 在左下侧开槽，如图 5-5 (e) 所示；在右上侧开槽，如图 5-5 (f) 所示。

(4) 擦去作图线，整理、加粗，如图 5-5 (g) 所示。

## 2. 圆柱体正等轴测图画法

### 1) 平行于坐标面的圆的正等轴测投影

由于坐标面倾斜于轴测投影面，因此三个坐标面上（或平行于坐标面）的圆的轴测投影均为椭圆。平行于  $XOY$  面的椭圆长轴垂直于  $Z$  轴，平行于  $YOZ$  面的椭圆长轴垂直于  $X$  轴，平行于  $XOZ$  面的椭圆长轴垂直于  $Y$  轴，如图 5-6 所示。

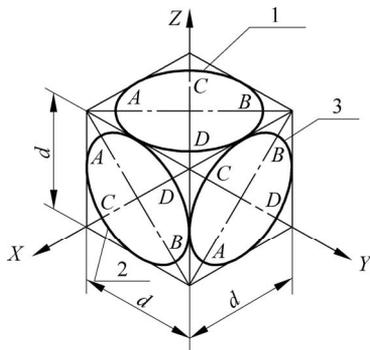


图 5-6 圆的正等轴测投影

各椭圆的长轴： $AB \approx 1.22d$

各椭圆的短轴： $CD \approx 0.7d$

绘制这些椭圆，通常采用菱形四心圆弧近似画法，下面以平行于  $XOY$  投影面的圆（如图 5-7 (a)）为例，说明其轴测投影椭圆的画法，如图 5-7 (b)~(f) 所示。

### 2) 圆柱体的正等轴测图

圆柱体的两底面互相平行、大小相等，将其平行放置于某一坐标面，二者之间只是相差一高度。根据图 5-7 的方法可以先画出顶面圆的轴测投影椭圆，通过移动圆心画出下底面的轴测投影椭圆，然后作两椭圆公切线，就得到圆柱体的正等轴测图，如图 5-8 所示。

**【例 5-3】** 求作图 5-9 (a) 所示切槽圆柱体的正等轴测图。

这是圆柱体上部中间切槽后形成的立体，可用切割法绘制其轴测图。图 5-9 (b)~(d) 是切槽圆柱体正等轴测图的画法。

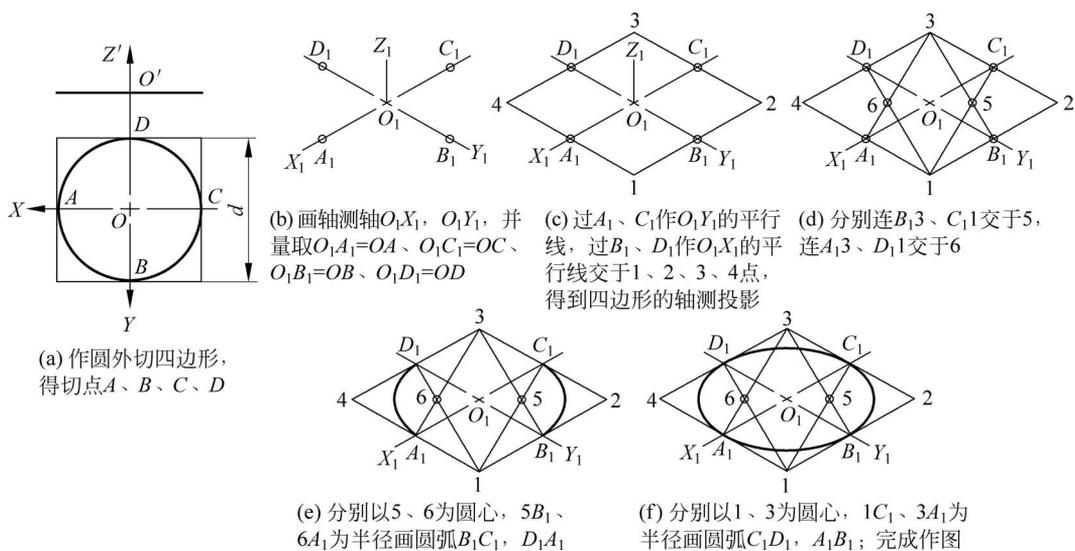


图 5-7 水平圆轴测投影椭圆的近似画法

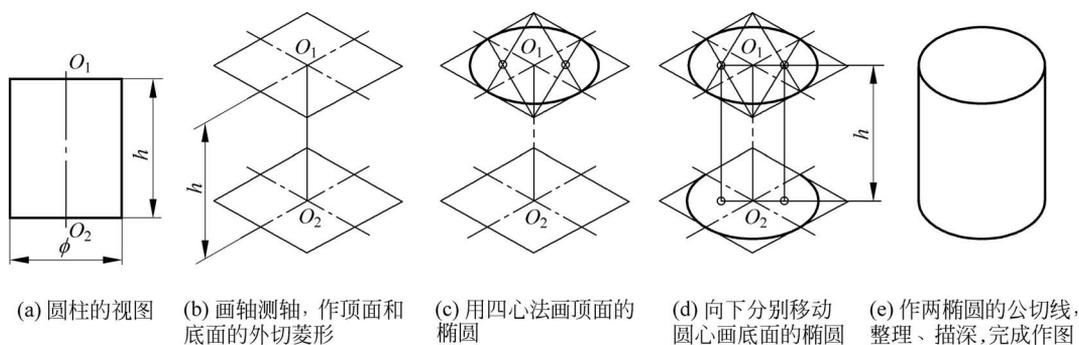


图 5-8 圆柱体的轴测图画法

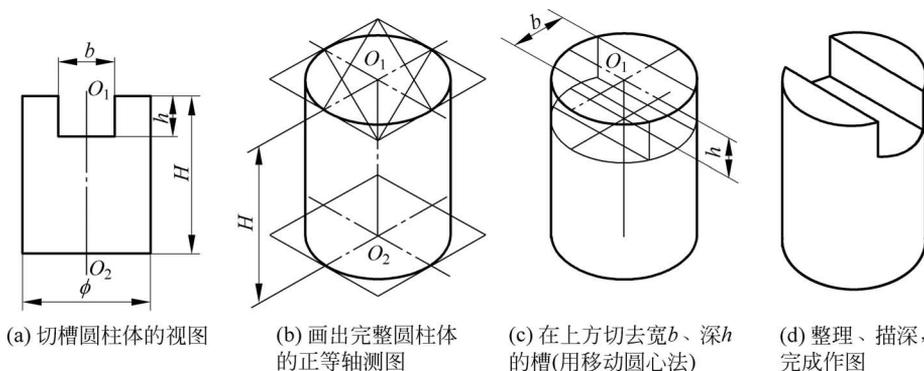


图 5-9 切槽圆柱体的正等轴测图画法

### 3. 圆角的正等轴测图画法

机件上经常会遇到由 $1/4$ 圆构成的圆角, 它在轴测图上是 $1/4$ 圆弧。可采用如图 5-10 所示的简化画法进行作图。

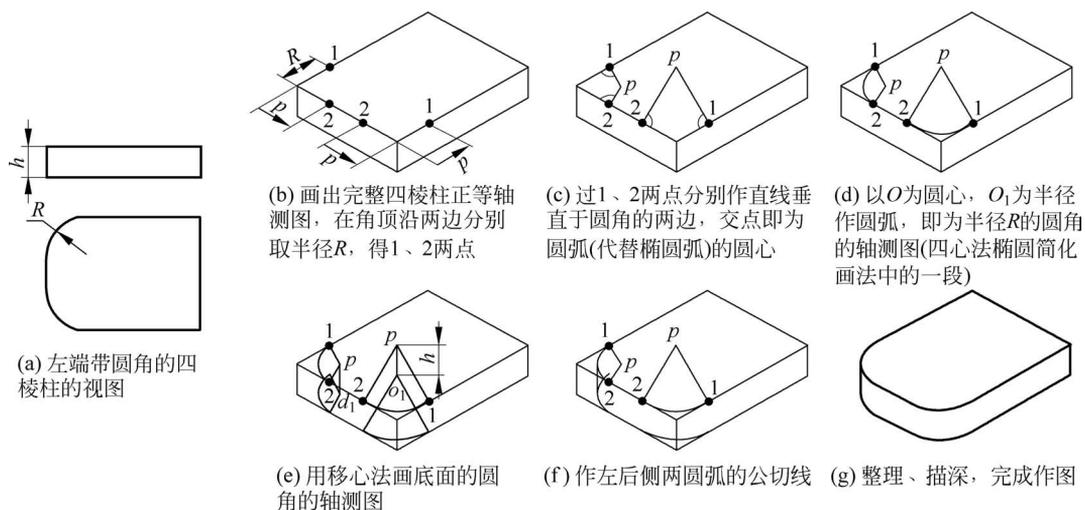


图 5-10 圆角的正等轴测图画法

#### 4. 组合体正等轴测图画法

画组合体轴测图，首先要对组合体进行形体分析，把组合体分成若干基本几何体，弄清各部分之间的相对位置和连接关系，逐个画出各个基本几何体的轴测图，从而得到组合体的正等轴测图。

**【例 5-4】** 求作支座（如图 5-11 (a) 所示）的正等轴测图。

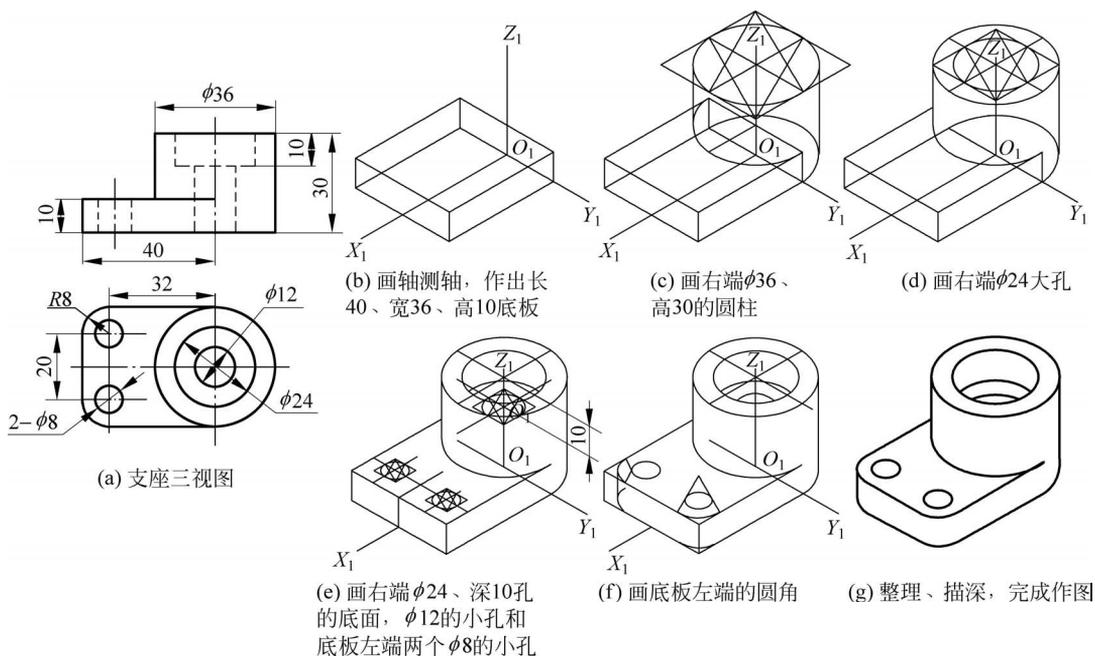


图 5-11 画组合体正等轴测图的步骤

由视图分析可知，这个支座由底板和空心圆筒组成，底板左端有圆孔和圆角。画轴测图时，圆孔和圆角等细部结构，可以暂不考虑，先按顺序和连接关系画出底板和圆柱

投影, 然后再画细部结构。最后擦去作图线, 完成全图。

作图: 如图 5-11 (b)~(g) 所示。

### 5.3 斜二等轴测图的画法

#### 5.3.1 斜二等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数

将物体放正, 投射线与投影面倾斜时, 这种轴测投影称为斜轴测投影, 如图 5-12 所示。使一空间坐标面 (如  $XOZ$ ) 平行于轴测投影面  $P$ , 因为  $XOZ$  与  $X_1O_1Z_1$  平行, 所以  $\angle X_1O_1Z_1=90^\circ$ , 轴向伸缩系数  $p=r=1$ 。因而, 该坐标面或其平行面上的任何图形在轴测投影面  $P$  上的投影总是反映实形。 $Y_1$  轴的方向, 视投射线的倾斜方向而定, 其轴向伸缩系数取决于投射线与投影面的夹角大小, 其范围可由 0 至无穷大, 通常取  $Y_1$  的轴向伸缩系数为  $q=0.5$ , 并取轴间角  $\angle X_1O_1Y_1=\angle Z_1O_1Y_1=135^\circ$ , 即  $Y_1$  轴与水平线成  $45^\circ$ , 这样得到斜二等轴测图, 简称斜二测。图 5-13 所示为立方体的斜二测图。

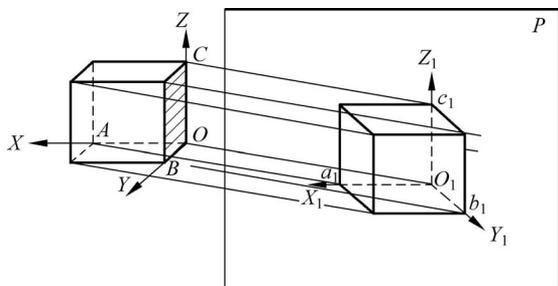


图 5-12 斜二等轴测图

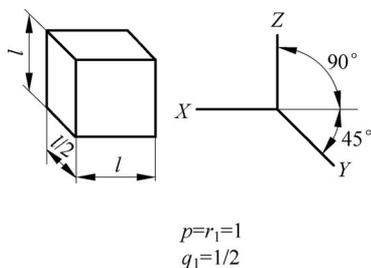


图 5-13 斜二测轴向伸缩系数和轴间角

#### 5.3.2 作平行于坐标面圆的斜二测

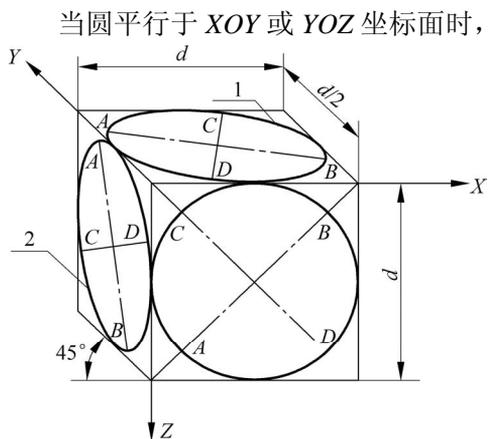


图 5-14 坐标面上圆的斜二测图

当圆平行于  $XOY$  或  $YOZ$  坐标面时, 其斜二测投影为椭圆, 这两个椭圆的长轴一个从  $X$  轴偏转  $7^\circ$ , 一个从  $Z$  轴偏转  $7^\circ$ , 长轴长度均等于  $1.06d$  ( $d$  为圆的直径), 短轴长度约等于  $0.33d$ 。因为水平面和侧面上的椭圆画法烦琐, 所以在这两个方向上有圆时不推荐使用, 如图 5-14 所示。

**【例 5-5】** 求作轴承座 (如图 5-15 (a) 所示) 的斜二测图。

分析: 根据三视图分析, 只有主视图方向有圆弧和圆孔, 其余两个方向没有圆, 因此适合选择画斜二轴测图。

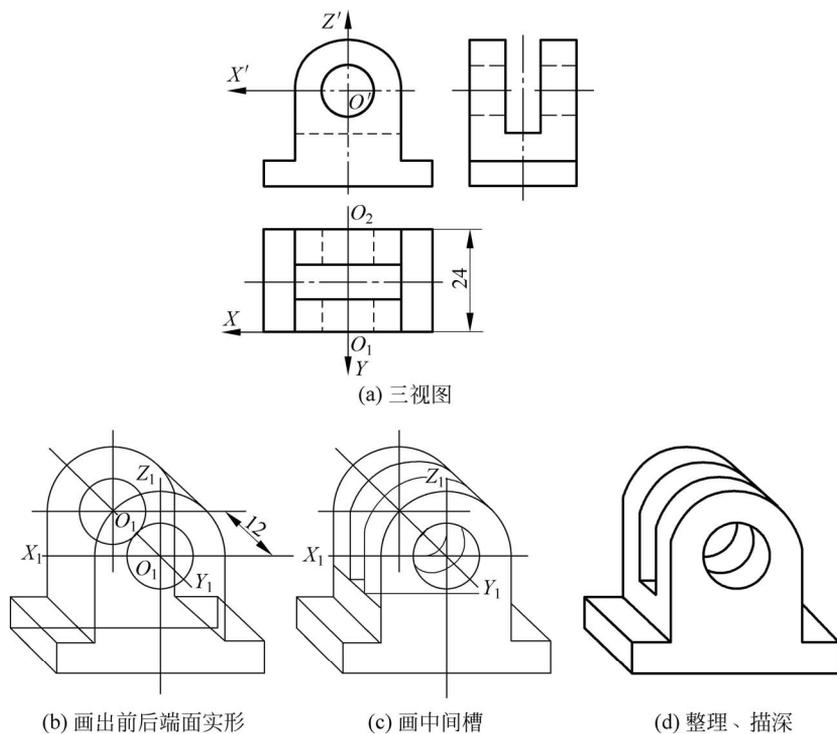


图 5-15 轴承座的斜二测

作图:

(1) 取圆及孔所在的平面为正平面, 在轴测投影面  $XOZ$  上得到如图 5-15 (a) 主视图一样的实形。轴承座的宽为 24, 反映在  $Y_1$  轴测轴上应为 12, 自圆心沿  $OY$  方向向后移 12 定出  $O_2$  点位置, 画出后端面, 如图 5-15 (b) 所示。

(2) 用同样向后平移的方法切去中间的槽, 如图 5-15 (c) 所示。

(3) 整理、描深, 完成作图, 如图 5-15 (d) 所示。

## 本章小结

