

第四章 轴测投影

知识目标

1. 明确绘制轴测图的必要性。
2. 了解轴测投影的形成和分类。
3. 掌握轴测投影的投影特性。
4. 掌握形体的正等测投影和斜二测投影的绘制原理和作图方法。

能力目标

能根据物体的三面投影图绘制其正等测轴测图和斜二测轴测图。

课堂引入

轴测图是用平行投影的方法画出的一种富有立体感的单面投影图,它接近人们的视觉习惯,在生产实践和学习中常被用作辅助图样。

第一节 轴测投影的基础知识

在工程图中,主要是用三面正投影图来表达物体的形状和大小。三面正投影图可以较完整地、确切地表达出物体各部分的形状和大小,且作图方便,度量性好,是工程上常用的视图,如图 4-1-1(a)所示。但这种图样直观性差,缺乏立体感,读图时需结合三个投影才能读出形体的空间形状。为此,我们将富有立体感的轴测投影图作为工程辅助图样,帮助人们读图。

轴测投影图能同时反映形体长、宽、高三个方向的形状,具有立体感强、形象直观的优点,但不能确切地表达物体原来的形状与大小,且作图较复杂,因而在工程上一般仅用作辅助图样,如图 4-1-1(b)所示。

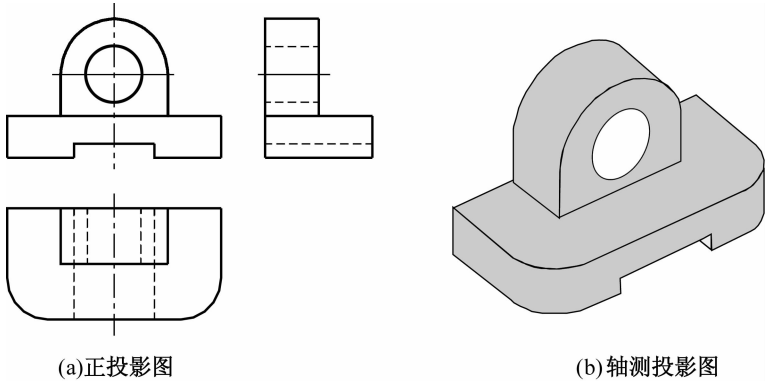


图 4-1-1 正投影图和轴测投影图

一、轴测投影图的形成及有关概念

将物体连同参考直角坐标系，沿不平行于任一坐标面的方向，用平行投影法将其投射在单一投影面上所得到的图形，称为轴测投影图（或轴测图），如图 4-1-2 所示。

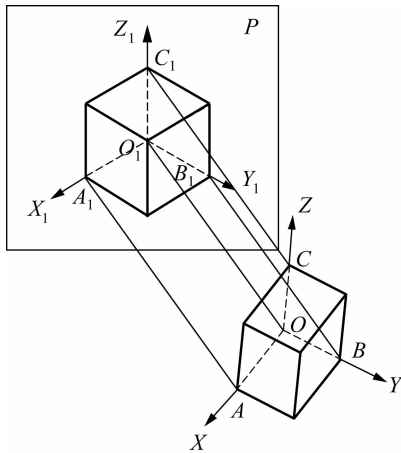


图 4-1-2 轴测投影示例

其他名词术语还有：

1. 轴测投影面

产生轴测投影的投影面称为轴测投影面，如图 4-1-2 中的 P 平面。

2. 轴测投影轴

空间直角坐标轴 OX 、 OY 、 OZ 在轴测投影面上的投影 O_1X_1 、 O_1Y_1 、 O_1Z_1 称为轴测投影轴，简称“轴测轴”。

3. 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，其中任何一个都不能为零，三轴间角之和为 360° 。随着坐标轴、投射方向与轴测投影面的相对位置不同，轴

间角的大小也不同。

4. 轴向伸缩系数

轴测轴的单位长度与相应直角坐标轴的单位长度的比值,称为轴向伸缩系数,又称为轴向变化率。 OX_1 、 OY_1 、 OZ_1 三个轴测轴方向的轴向伸缩系数分别用 p 、 q 、 r 表示, $p = O_1X_1/OX$, $q = O_1Y_1/OY$, $r = O_1Z_1/OZ$ 。

二、轴测投影的分类

根据形体是否正放(形体尽量多的棱面平行或垂直于投影面称正放)、投射线是否垂直于轴测投影面,轴测投影可分为以下两类:

1. 正轴测投影

将形体斜放,使其三个坐标轴方向都倾斜于一个投影面,然后用正投影的方法向该投影面进行投影,称为正轴测投影。由这种方法画出来的图称为正轴测投影图,简称“正轴测图”,如图 4-1-3(a)所示。

2. 斜轴测投影

将形体正放,采用斜投影的方法向一个投影面投影,称为斜轴测投影。由这种方法画出来的图称为斜轴测投影图,简称“斜轴测图”,如图 4-1-3(b)所示。

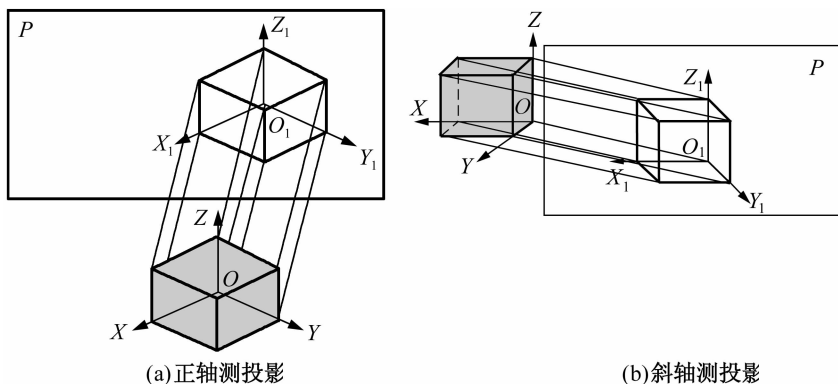


图 4-1-3 轴测投影

正轴测投影和斜轴测投影每类按轴向变化率又分为三类:

- (1) 若三个轴向变化率都相等,即 $p=q=r$,称正(或斜)等测投影。
- (2) 若有两个轴向变化率相等,即 $p=q \neq r$ 或 $p=r \neq q$ 或 $p \neq q=r$,称为正(或斜)二测投影。
- (3) 若三个轴向变化率都不相等,即 $p \neq q \neq r$,称为正(或斜)三测投影。

在实际绘图中,正等测图用得较多。对于正(或斜)二测图,一般采用轴向变形系数 $p=r=2q$,而三轴测图由于作图较繁,在实际上很少采用。由于篇幅所限,本书中仅对正等测图和斜二测图展开叙述。



三、轴测投影轴的设置

根据轴测投影的图示方法绘制形体的轴测图时,先要确定轴测轴 O_1X_1 、 O_1Y_1 、 O_1Z_1 ,然后再将这些轴测轴作为基准来绘制轴测图。轴测轴一般设置在形体内,与形体主要棱线、对称中心线或轴线重合或者平行(见图 4-1-4);也可以设置在形体之外。

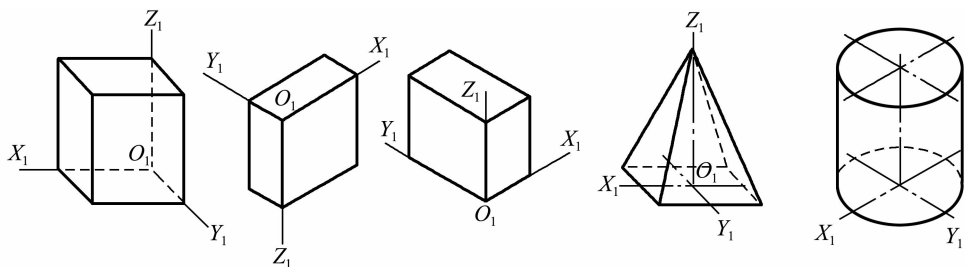


图 4-1-4 轴测投影轴的设置

四、轴测投影的投影特性

(1)空间直角坐标轴投影成为轴测轴以后,直角在轴测图中一般已不再是 90° 了,但是沿轴测轴确定长、宽、高三个坐标方向的性质不变,即仍可沿轴测轴量取长、宽、高三方向的尺寸。

(2)空间相互平行的直线,其轴测投影仍彼此平行,亦即形体上与坐标轴平行的直线(轴向线)在轴测投影中仍与相应的轴测轴平行。

(3)空间相互平行的线段,其长度之比等于其轴测投影长度之比。这就是说,平行两直线的轴测投影长度,分别与原来各自的长度之比值是相等的,该比值就是轴向变化率。所以空间各平行线段的轴测投影的变化率相等。因此,在轴测图中,形体上平行于坐标轴的线段,其变化率等于相应轴测轴的变化率。

但应注意,形体上不平行于坐标轴的线段(非轴向线段),它们的投影的变化与平行于坐标轴的那些线段不同,因此,不能将非轴向线段的长度直接移到轴测图上。画非轴向线段的轴测投影时,需要用坐标法定出其两端点在轴测坐标系中的位置,然后再连线即得线段的轴测投影图。

第二节 正等测投影图

一、正等测图的形成

将形体放置成使它的三个坐标轴与轴测投影面具有相同的夹角,然后按照正投影的方法向轴测投影面投影,就可以得到正等测轴测投影图,简称“正等测图”。

二、正等测图的轴间角、轴向伸缩系数

正等测图的三个轴间角相等,均为 120° 。三个轴向伸缩系数也相等,即 $p=q=r=$

0.82。为了作图方便,国家标准规定用简化的伸缩系数 1 代替理论伸缩系数 0.82,即沿各轴向量取的长度等于物体上相应的实长。这样画出的轴测图比按理论伸缩系数画出的轴测图放大了约 1.22 倍。简化画法虽然把图形放大了,但形状并未改变,对立体感也没有影响,而作图却相对简便。

作正等测轴时,一般总是将 O_1Z_1 轴画成垂直位置(但应注意它并不是空间铅垂线,应想象它在空间中是倾斜对着读图者的),把 O_1X_1 、 O_1Y_1 轴画成与水平线成 30° ,如图 4-2-1 所示。

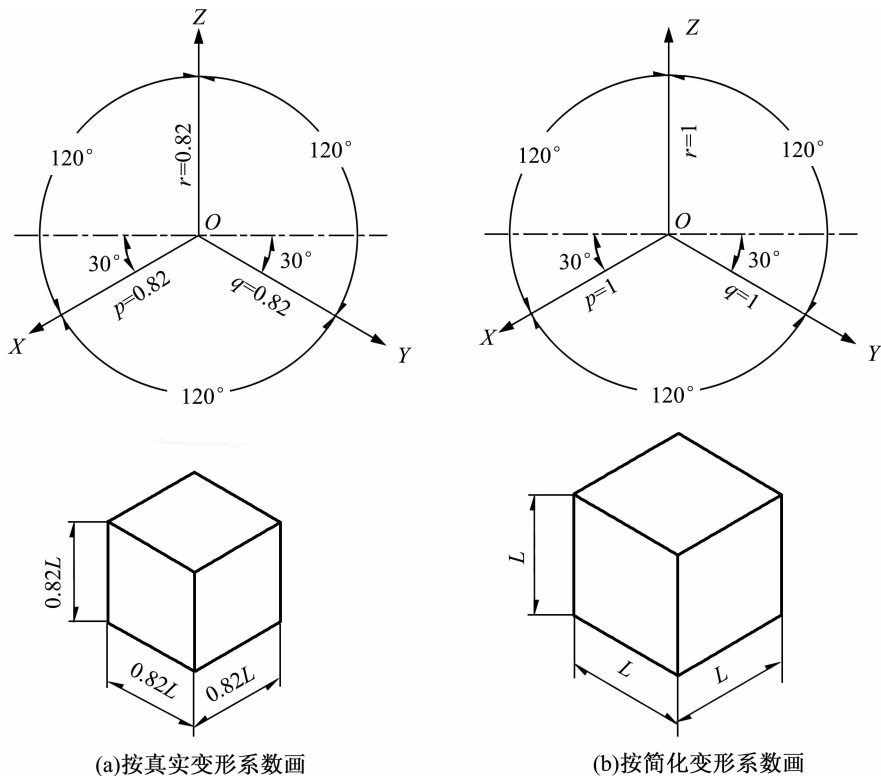


图 4-2-1 正等测投影的轴测轴、轴间角、轴向伸缩系数

三、正等测图的绘制

1. 正等测图的绘制方法

画正等测图的方法有坐标法、切割法和叠加法。坐标法是最基本的方法,切割法和叠加法以坐标法为基础。

(1) 坐标法

根据物体表面上各点的坐标,画出各点的轴测图,然后依次连接各点,即得该物体的轴测图。

(2) 切割法

将切割型的组合体看作一个完整的、简单的基本形体,作出它的轴测图,然后将多余的部分逐步地切割掉,最后得到组合体的轴测图。



(3) 叠加法

将叠加型的组合体用形体分析的方法,分成几个基本形体,再依次按其相对位置逐个地作出轴测图,最后得到整个组合体的轴测图。

2. 正等测图的绘制步骤

(1) 首先在正投影中确定空间坐标系 $OXYZ$, 原点 O 的位置应便于作图。

(2) 选择轴测图类型, 并按轴间角画出轴测轴。

(3) 根据形体特征, 按轴测投影的基本性质, 选择坐标法、切割法或叠加法等方法, 运用平行投影的特性作出物体上的点、线、面。

(4) 校核, 可见线加深(虚线一般不画)。

【例题 4-2-1】 用坐标法绘制图 4-2-2(a) 所示正六棱柱的正等轴测图。

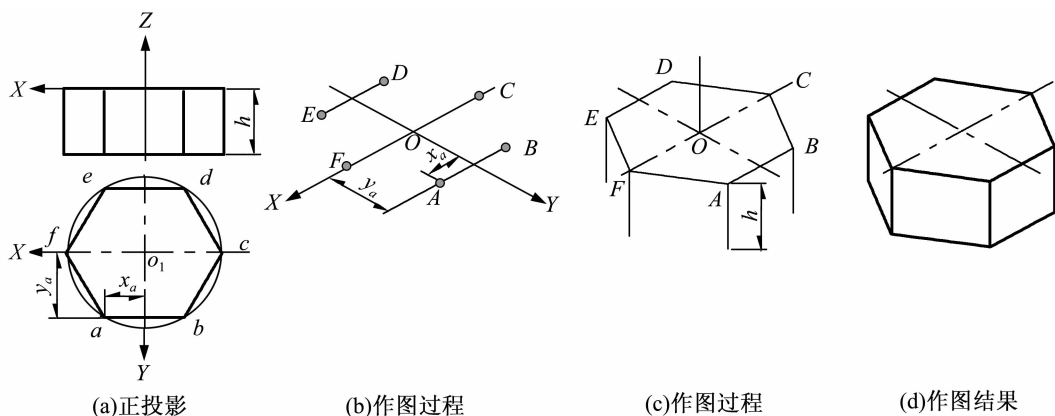


图 4-2-2 正六棱柱的正等测图

[作图步骤]

① 选择正六边形顶面中心为坐标系原点, 建立如图所示的坐标系, 标定出正六边形顶面的六个控制点, 如图 4-2-2(a) 所示。

② 绘制出正等测轴测轴。

③ 根据坐标, 确定出 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 六个点, 并顺次连接这六个点, 如图 4-2-2(b)(c) 所示。

④ 过顶面上各点, 向下截取六棱柱的高, 得出对应各顶点, 顺次连线, 即得到底面, 如图 4-2-2(c) 所示。

⑤ 擦去多余线条, 加深图形, 如图 4-2-2(d) 所示。

【例题 4-2-2】 利用切割法绘制图 4-2-3(a) 所示形体的正等测图。

[作图步骤]

作图步骤如图 4-2-3(b)(c)(d) 所示。

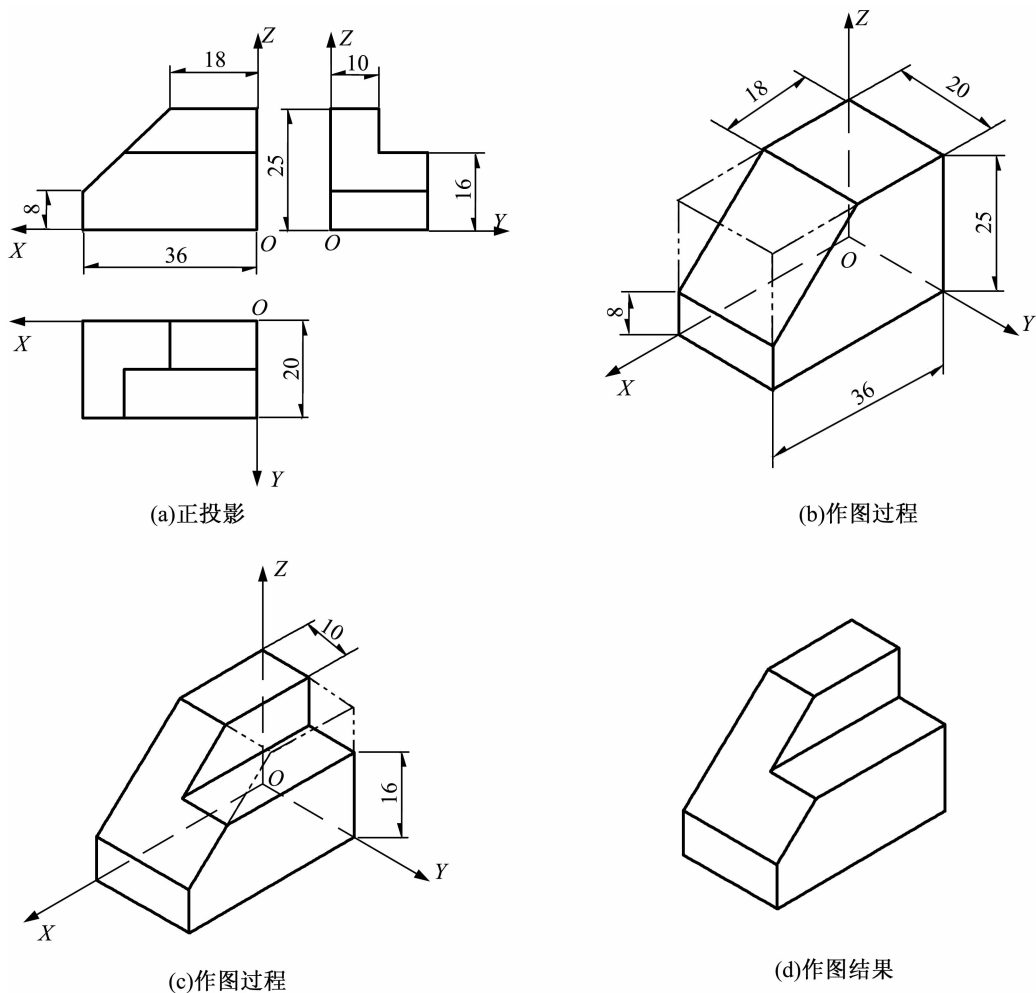


图 4-2-3 切割法作形体的正等测图

【例题 4-2-3】 利用叠加法绘制图 4-2-4(a)所示形体的正等测图。

[作图步骤]

作图步骤如图 4-2-4(b)(c)(d)(e)所示。

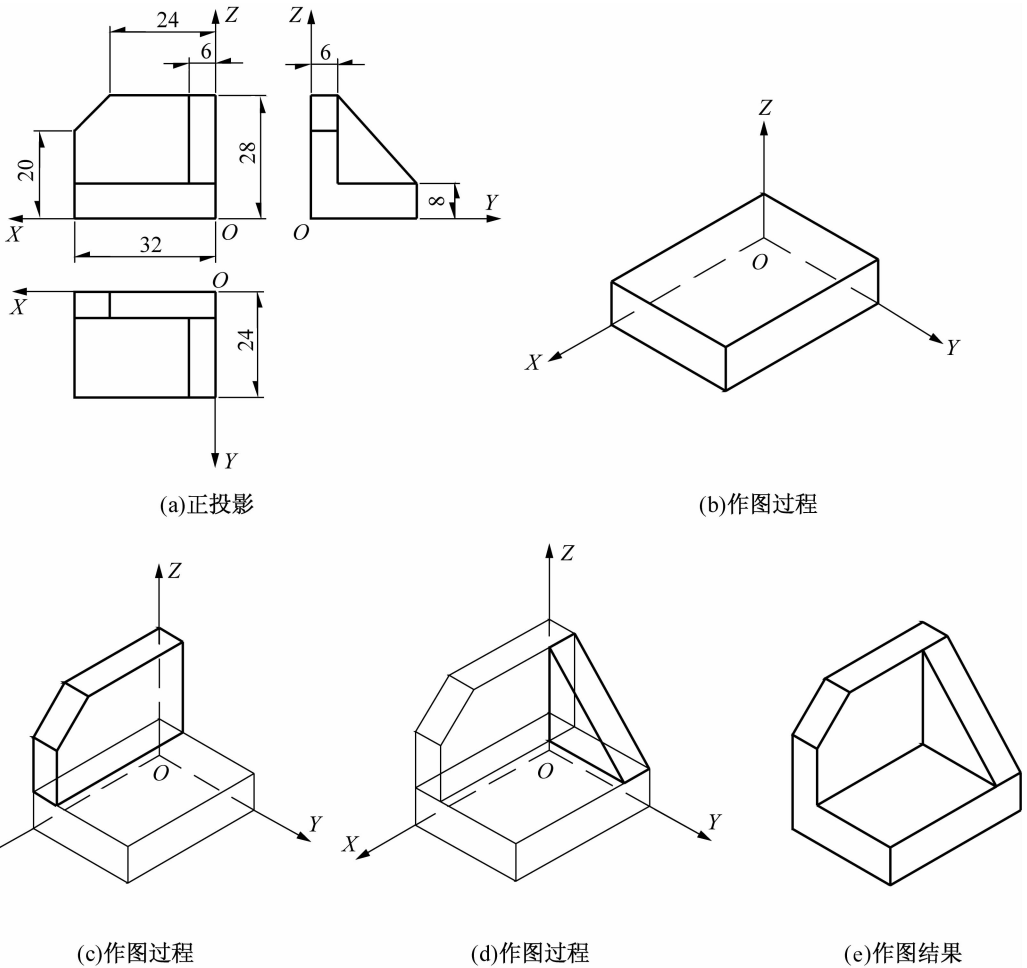


图 4-2-4 叠加法作形体的正等测图

四、圆的正等测投影

在正等测投影中，三个坐标面均倾斜于轴测投影面，因此，正圆、水平圆、侧平圆的正等测投影的形状都是椭圆，且三个轴测圆的大小相等。图 4-2-5 所示为三个坐标面内直径相等的圆的正等测图。由图可见： $X_1O_1Y_1$ 面上椭圆的长轴垂直于 O_1Z_1 轴； $X_1O_1Z_1$ 面上椭圆的长轴垂直于 O_1Y_1 轴； $Y_1O_1Z_1$ 面上椭圆的长轴垂直于 O_1X_1 轴。椭圆的正等测图一般采用四心圆弧法绘制。

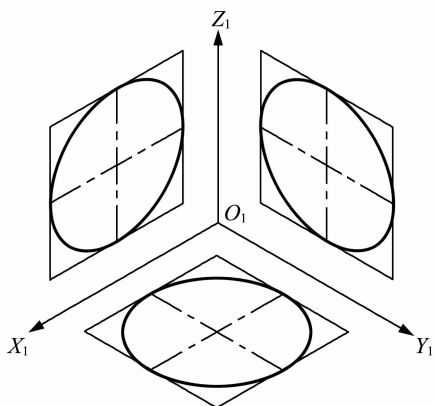


图 4-2-5 三个坐标面内圆的正等测图

【例题 4-2-4】 绘制图 4-2-6(a)所示半径为 R 的水平圆的正等测投影。

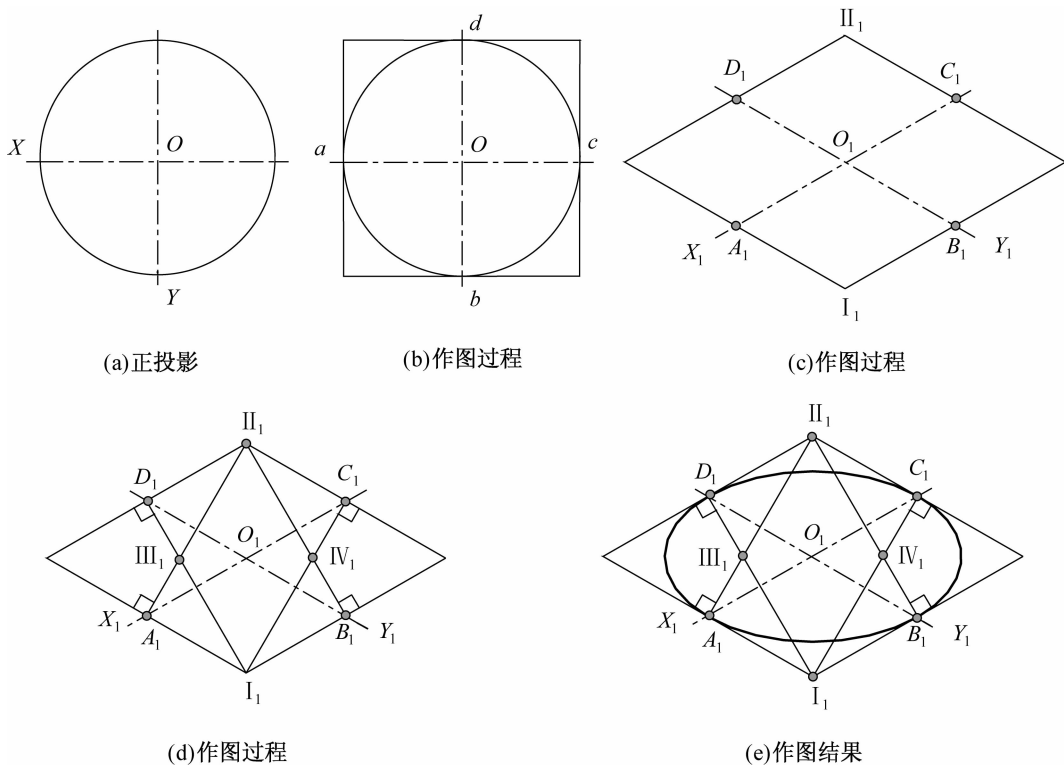


图 4-2-6 圆的正等测投影

[作图步骤]

① 定出直角坐标的原点及坐标轴。画出圆的外切正方形，与圆相切于 a 、 b 、 c 、 d 四个点，如图 4-2-6(b)所示。

② 画出正等轴测轴 $O_1 X_1$ 、 $O_1 Y_1$ ，并在 $O_1 X_1$ 、 $O_1 Y_1$ 轴上截取 $O_1 A_1 = O_1 B_1 = O_1 C_1 =$



$O_1D_1=R_1$, 得出 $A_1、B_1、C_1、D_1$ 四个点, 如图 4-2-6(c) 所示。

③过 $A_1、C_1$ 和 $B_1、D_1$ 点分别作出 $O_1Y_1、O_1X_1$ 轴的平行线, 得出菱形, 对角距较短的两点为 $I_1、II_1$, 如图 4-2-6(c) 所示。

④连接 $I_1C_1、I_1D_1、II_1A_1、II_1B_1$ 交于 $III_1、IV_1$ 两点, 如图 4-2-6(d) 所示。

⑤分别以 $I_1、II_1$ 为圆心, I_1C_1 为半径画弧 $D_1C_1、A_1B_1$; 以 $III_1、IV_1$ 为圆心, III_1A_1 为半径画弧 $A_1D_1、B_1C_1$ 。由这四段圆弧连接而成的图形就是该水平圆的正等轴测图, 如图 4-2-6(e) 所示。

第三节 斜二测投影图

一、斜二测图的形成

使物体坐标系的 XOZ 坐标面平行于轴测投影面, 然后采用斜投影的方法向轴测投影面进行投影, 也可以生成具有立体感的轴测图。这种轴测图就是斜二测轴测图, 或称斜二测图。其特点如下:

- (1) 轴测投影面平行于 XOZ 坐标面。
- (2) 投影方向不应平行于任何坐标面。
- (3) 凡是平行于 XOZ 坐标面的平面图形, 其斜二测投影均反映实形。

二、斜二测图的轴间角、轴向伸缩系数

由于 XOZ 坐标面平行于轴测投影面, 所以斜二测的两个坐标轴 $O_1X_1、O_1Z_1$ 互相垂直, 轴向变化率 $p=r=1$, O_1Y_1 轴与 O_1Z_1 轴成 135° 角, 轴向变化率 $q=0.5$, 如图 4-3-1 所示。

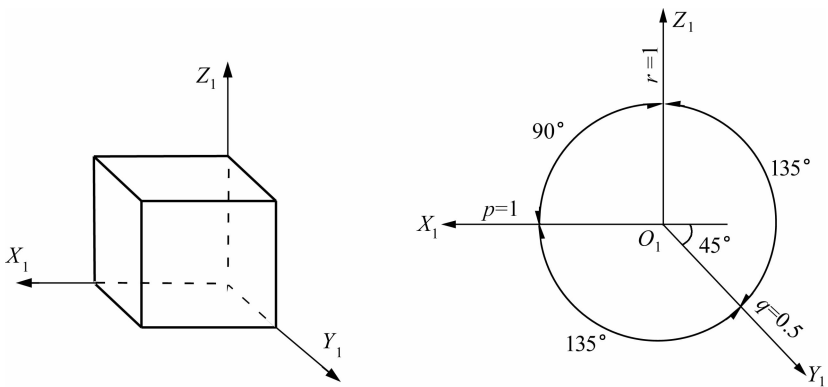


图 4-3-1 斜二测图的轴测轴、轴间角和轴向变化率

绘制斜二测图时, 通常是使两条坐标轴与轴测投影面平行。为便于说明问题, 将坐标面 XOZ 置于轴测投影面上, 这样, 不论投射方向如何, $O_1X_1、O_1Z_1$ 轴的投影都是它们本身, 即 $OX、OZ$ 轴就是轴测轴。它们之间的轴间角总是 90° , OX 和 OZ 轴的轴向变化率总是 1。

斜二测图的优点是:平行于坐标面 XOZ 的平面在投影后形状不变。这对于在适当情况下画形体的轴测投影图是很方便的。

三、斜二测图的绘制方法与步骤

斜二测图的绘制方法与正等测图相同,在此不再叙述。

斜二测图的绘制步骤如下:

(1)确定物体的坐标轴。应将物体上大小不等的端面或含有圆、圆弧的端面选为正面,即使其平行于 XOY 坐标面。

(2)绘制斜二测的轴测轴。

(3)运用平行投影的特性作出物体上的点、线、面的轴测投影(即:与坐标轴平行的棱线,其轴测投影平行于对应的轴测轴;其轴向伸缩系数等于对应坐标轴的轴向伸缩系数)。

(4)整理图线。加深、加粗物体上可见的图线,不可见的图线不画出。

【例题 4-3-1】 画出图 4-3-2 所示物体的斜二测图。

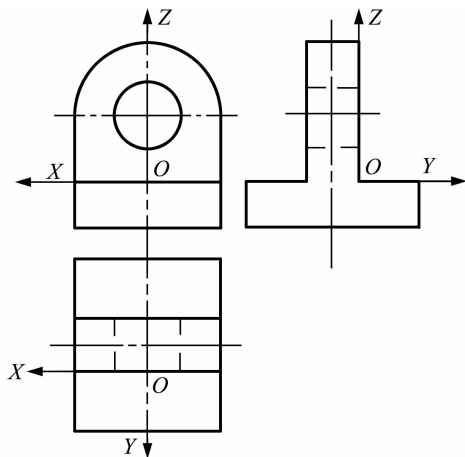


图 4-3-2 投影图

[作图步骤]

- ①在正投影图上选定坐标轴。
- ②画出轴测轴的位置,定出圆孔的圆心 O ,并画出前表面。
- ③画出与前表面相同的后表面。画半圆柱的轮廓线时应作前后两个半圆的公切线。
- ④画物体的下半部分,擦去多余线,加深后即为止所求斜二测图,如图 4-3-3(b)所示。
- ⑤该物体的斜二测图也可画成图 4-3-3(c)所示的形式。

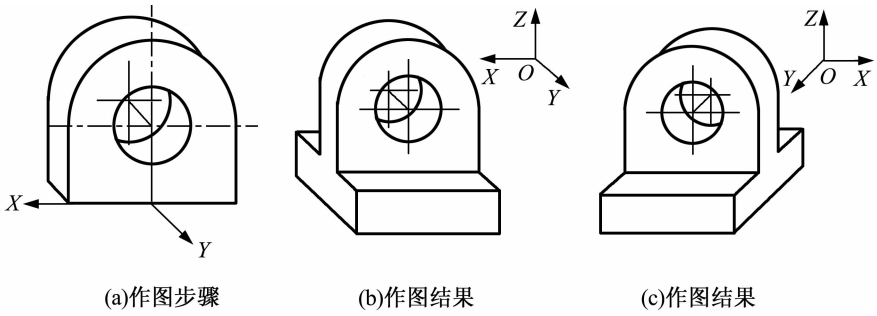
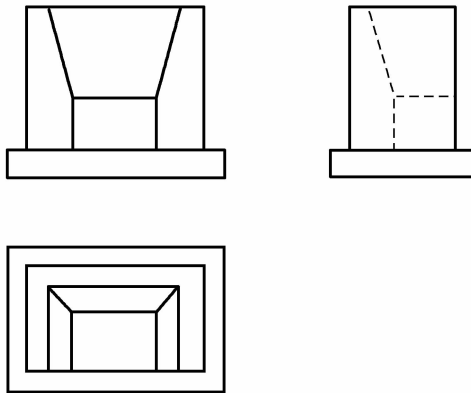


图 4-3-3 形体的斜二测投影

课后思考

1. 简述轴测投影的形成及其投影特性。
2. 简述轴测投影的分类。
3. 什么是轴间角、轴向伸缩系数？正等测图的简化轴向伸缩系数是多少？
4. 正等测图和斜二测图各有什么特点？
5. 轴测图和多面正投影图相比有何优缺点？
6. 简述绘制轴测投影图的基本步骤和方法。
7. 量出下图所示三面投影图中形体的尺寸，并按 1 : 1 的比例绘制其正等轴测图。



本章小结

