



第八章 轴测图

轴测投影图（简称轴测图）通常称为立体图，直观性强，是生产中的一种辅助图样，常用来说明产品的结构和使用方法等。

8.1 轴测投影的基本知识

8.1.1 轴测图的形成

轴测图是将物体连同其参考直角坐标系，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。它能同时反映出物体长、宽、高三个方向的尺度，富有立体感，但不能反映物体的真实形状和大小，度量性差。

轴测图的形成一般有两种方式，一种是改变物体相对于投影面的位置，而投影方向仍垂直于投影面，所得轴测图称为正轴测图；另一种是改变投影方向使其倾斜于投影面，而不改变物体对投影面的相对位置，所得投影图为斜轴测图。

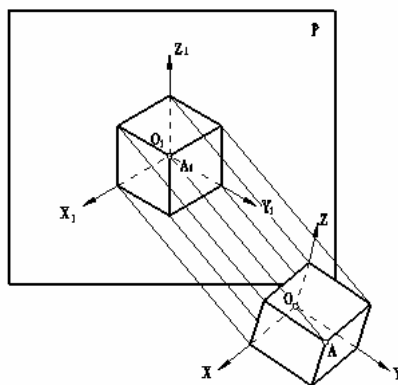


图 8-1 轴测图的概念

如图 8-1 所示，改变物体相对于投影面位置后，用正投影法在 P 面上作出四棱柱及其参考直角坐标系的平行投影，得到了一个能同时反映四棱柱长、宽、高三个方向的富有立体感的轴测图。其中平面 P 平面称为轴测投影面；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；每两根轴测轴之间的夹角 $\angle X_1 O_1 Y_1$ 、 $\angle X_1 O_1 Z_1$ 、 $\angle Y_1 O_1 Z_1$ ，称为轴间角；空间点 A 在轴测投影面上的投影 A_1 称为轴测投影；直角坐标轴上单位长度的轴测投影长度与对应直角坐标轴上单位长度的比值，称为轴向伸缩系数， X 、 Y 、 Z 方向的轴向伸缩系数分别用 p 、 q 、 r 表示。

8.1.2 轴测图的分类

根据投影方向不同，轴测图可分为两类：正轴测图和斜轴测图。根据轴向伸缩系数不同，每类轴测图又可分为三类：三个轴向伸缩系数均相等的，称为等测轴测图；其中只有两个轴向伸缩系数相等的，称为二测轴测图；三个轴向伸缩系数均不相等的，称为三测轴测图。



山东德州科技职业学院电子教材

以上两种分类方法结合，得到六种轴测图，分别简称为正等测、正二测、正三测和斜等测、斜二测、斜三测。工程上使用较多的是正等测和斜二测，本章只介绍这两种轴测图的画法。

8.2 正等轴测图

8.2.1 轴间角和轴向伸缩系数

在正投影情况下，当 $p=q=r$ 时，三个坐标轴与轴测投影面的倾角都相等，均为 $35^{\circ}16'$ 。由几何关系可以证明，其轴间角均为 120° ，三个轴向伸缩系数均为： $p=q=r=\cos 35^{\circ}16' \approx 0.82$ 。

在实际画图时，为了作图方便，一般将 O_1Z_1 轴取为铅垂位置，各轴向伸缩系数采用简化系数 $p=q=r=1$ 。这样，沿各轴向的长度都均被放大 $1/0.82 \approx 1.22$ 倍，轴测图也就比实际物体大，但对形状没有影响。图 8-2 给出了轴测轴的画法和各轴向的简化轴向伸缩系数。

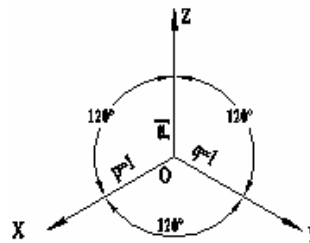


图 8-2 正等测图的轴间角和简化轴向伸缩系数

8.2.2 平面立体的正等测图

画平面立体正等测图的方法有：坐标法、切割法和叠加法。

(1) 坐标法

使用坐标法时，先在视图上选定一个合适的直角坐标系 $OXYZ$ 作为度量基准，然后根据物体上每一点的坐标，定出它的轴测投影。

例 8-1 画出正六棱柱的正等测图。

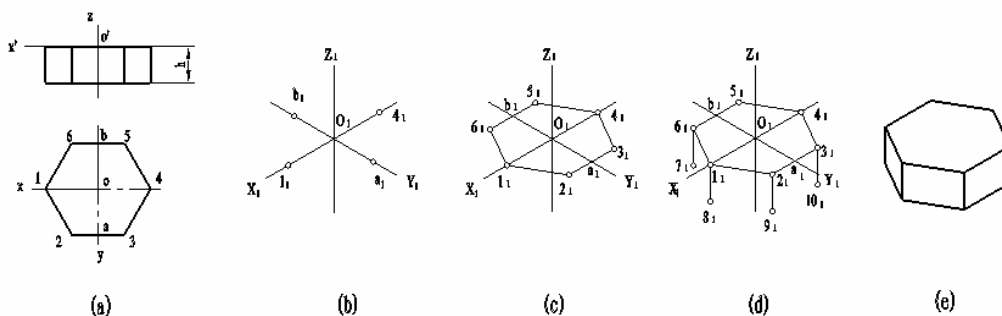


图 8-3 坐标法画正等测图

解 首先进行形体分析，将直角坐标系原点 O 放在顶面中心位置，并确定坐标轴；再作轴测轴，并在其上采用坐标量取的方法，得到顶面各点的轴测投影；接着从顶面 $1_1、2_1、3_1、6_1$ 点沿 Z 向下量取 h 高度，得到底面上的对应点；分别连接各点，用粗实线画出物体



的可见轮廓，擦去不可见部分，得到六棱柱的轴测投影。

在轴测图中，为了使画出的图形明显起见，通常不画出物体的不可见轮廓，上例中坐标系原点放在正六棱柱顶面有利于沿Z轴方向从上向下量取棱柱高度 h ，避免画出多余作图线，使作图简化。

(2) 切割法

切割法又称方箱法，适用于画由长方体切割而成的轴测图，它是以坐标法为基础，先用坐标法画出完整的长方体，然后按形体分析的方法逐块切去多余的部分。

例 8-2 画出如图 6-4a 所示三视图的正等测图。

解 首先根据尺寸画出完整的长方体；再用切割法分别切去左上角的三棱柱、左前方的三棱柱；擦去作图线，描深可见部分即得垫块的正等测图。

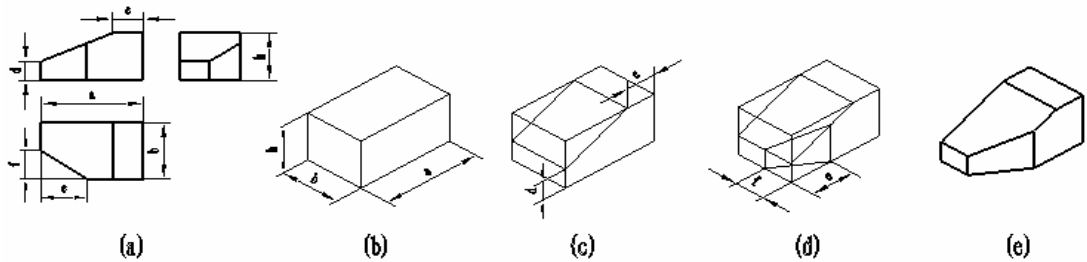


图 8-4 切割法画正等测图

(3) 叠加法

叠加法是将物体分成几个简单的组成部分，再将各部分的轴测图按照它们之间的相对位置叠加起来，并画出各表面之间的连接关系，最终得到物体轴测图的方法。

例 8-3 画出如图 6-5a 所示三视图的正等测图。

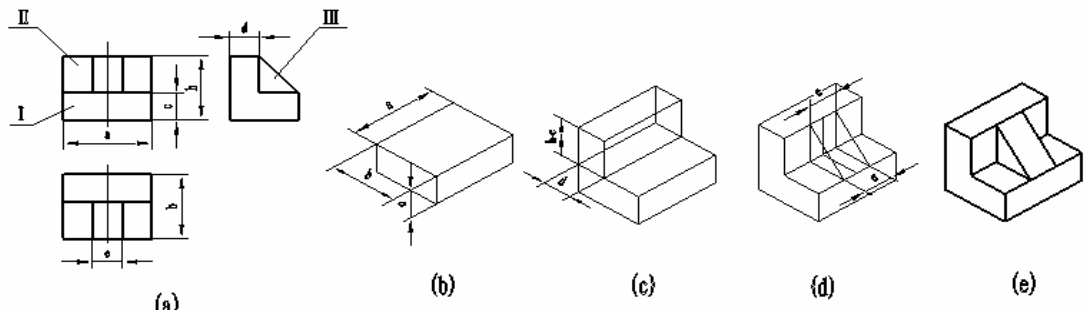


图 8-5 叠加法画正等测图

解 先用形体分析法将物体分解为底板 I、竖板 II 和筋板 III 三个部分；再分别画出各部分的轴测投影图，擦去作图线，描深后即得物体的正等测图。

切割法和叠加法都是根据形体分析法得来的，在绘制复杂零件的轴测图时，常常是综合在一起使用的，即根据物体形状特征，决定物体上某些部分是用叠加法画出，而另一部分需要用切割法画出。

8.2.3 回转体的正等测图

(1) 平行于坐标面圆的正等测图画法

常见的回转体有圆柱、圆锥、圆球、圆台等。在作回转体的轴测图时，首先要解决圆的轴测图画法问题。圆的正等测图是椭圆，三个坐标面或其平行面上的圆的正等测图是大小相等、形状相同的椭圆，只是长短轴方向不同，如图 8-6 所示。

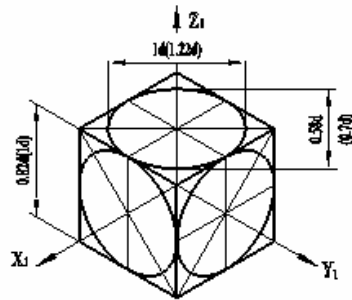


图 8-6 平行于坐标面圆的正等测投影

在实际作图时中，一般不要求准确地画出椭圆曲线，经常采用“菱形法”进行近似作图，将椭圆用四段圆弧连接而成。下面以水平面上圆的正等测图为例，说明“菱形法”近似作椭圆的方法。如图 8-7，其作图过程如下：

- 通过圆心 O 作坐标轴 OX 和 OY ，再作圆的外切正方形，切点为 1、2、3、4 (图 8-7a)；
- 作轴测轴 $O_1 X_1$ 、 $O_1 Y_1$ ，从点 O_1 沿轴向量得切点 1_1 、 2_1 、 3_1 、 4_1 ，过这四点作轴测轴的平行线，得到菱形，并作菱形的对角线 (图 8-7b)；
- 过 1_1 、 2_1 、 3_1 、 4_1 各点作菱形各边的垂线，在菱形的对角线上得到四个交点 O_2 、 O_3 、 O_4 、 O_5 ，这四个点就是代替椭圆弧的四段圆弧的中心 (图 8-7c)；
- 分别以 O_2 、 O_3 为圆心， $O_2 1_1$ 、 $O_3 3_1$ 为半径画圆弧 $1_1 2_1$ 、 $3_1 4_1$ ；再以 O_4 、 O_5 为圆心， $O_4 1_1$ 、 $O_5 2_1$ 为半径画圆弧 $2_1 3_1$ 、 $1_1 4_1$ ，即得近似椭圆 (图 8-7d)；
- 加深四段圆弧，完成全图 (图 8-7e)。

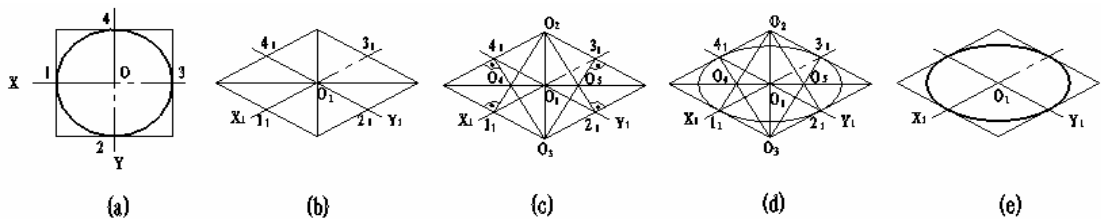


图 8-7 菱形法求近似椭圆

例 6-4 画出如图 6-8a 所示圆柱的正等测图。

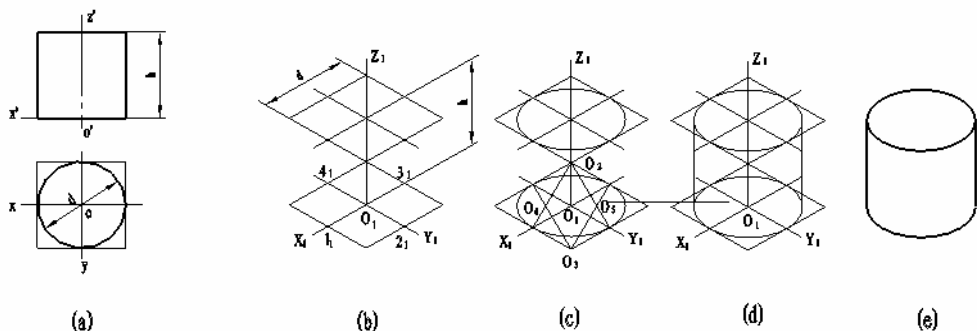


图 8-8 作圆柱的正等测图

解 先在给出的视图上定出坐标轴、原点的位置，并作圆的外切正方形；再画轴测轴及圆外切正方形的正等测图的菱形，用菱形法画顶面和底面上椭圆；然后作两椭圆的公切线；最后擦去多余作图线，描深后即完成全图。



(2) 圆角的正等测图画法

在产品设计上,经常会遇到由四分之一圆柱面形成的圆角轮廓,画图时就需画出由四分之一圆周组成的圆弧,这些圆弧在轴测图上正好近似椭圆的四段圆弧中的一段。因此,这些圆角的画法可由菱形法画椭圆演变而来。

如图 8-9 所示,根据已知圆角半径 R ,找出切点 1_1 、 2_1 、 3_1 、 4_1 ,过切点作切线的垂线,两垂线的交点即为圆心。以此圆心到切点的距离为半径画圆弧,即得圆角的正等轴测图。顶面画好后,采用移心法将 O_1 、 O_2 向下移动 h ,即得下底面两圆弧的圆心 O_3 、 O_4 。画弧后描深即完成全图。

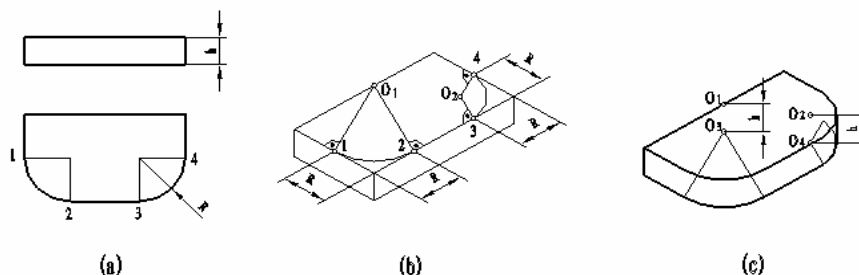


图 8-9 作圆角的正等测图

8.2.4 组合体正等测图的画法

组合体是由若干个基本形体以叠加、切割、相切或相贯等连接形式组合而成。因此在画正等测时,应先用形体分析法,分析组合体的组成部分、连接形式和相对位置,然后逐个画出各组成部分的正等轴测图,最后按照它们的连接形式,完成全图。

例 6-5 画出如图 8-10a 所示组合体的正等测图。

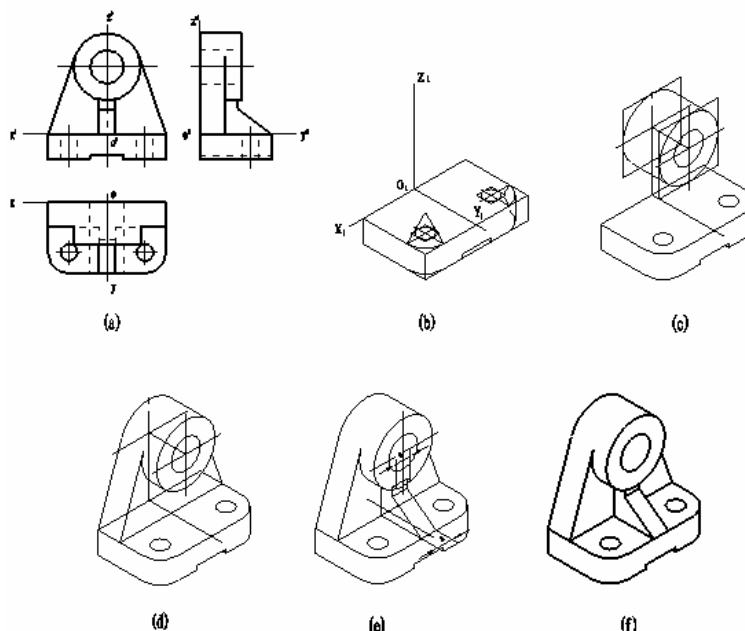


图 8-10 作组合体的正等测图

解 作图过程如图 8-10b-f。



8.3 斜二等轴测图

8.3.1 轴间角和轴向伸缩系数

由于空间坐标轴与轴测投影面的相对位置可以不同,投影方向对轴测投影面倾斜角度也可以不同,所以斜轴测投影可以有多种。最常采用的斜轴测图是使物体的 XOZ 坐标面平行于轴测投影面,称为正面斜轴测图。通常将斜二测图作为一种正面斜轴测图来绘制。

在斜二测图中,轴测轴 X_1 和 Z_1 仍为水平方向和铅垂方向,即轴间角 $\angle X_1O_1Z_1=90^\circ$,物体上平行于坐标 XOZ 的平面图形都能反映实形,轴向伸缩系数 $p=r=2q=1$ 。为了作图简便,并使斜二测图的立体感强,通常取轴间角 $\angle X_1O_1Y_1=\angle Y_1O_1Z_1=135^\circ$ 。图 8-11 给出了轴测轴的画法和各轴向伸缩系数。

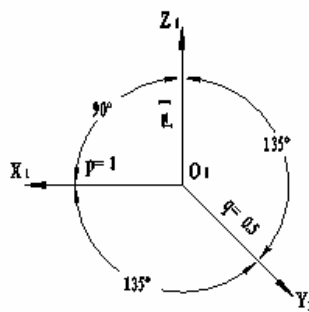


图 8-11 斜二测图的轴间角和轴向伸缩系数

8.3.2 平行于坐标面圆的斜二测图画法

平行于 $X_1O_1Z_1$ 面上的圆的斜二测投影还是圆,大小不变。平行于 $X_1O_1Y_1$ 和 $Z_1O_1Y_1$ 面上的圆的斜二测投影都是椭圆,且形状相同,它们的长轴与圆所在坐标面上的一根轴测轴成 $7^\circ 9' 20''$ (可近似为 7°) 的夹角。根据理论计算,椭圆长轴长度为 $1.06d$,短轴长度为 $0.33d$ 。如图 8-12 所示。由于此时椭圆作图较繁,所以当物体的某两个方向有圆时,一般不用斜二测图,而采用正等测图。

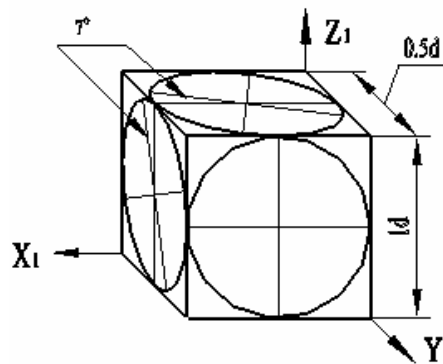


图 8-12 平行于坐标面圆的斜二测投影



8.3.3 组合体斜二测图的画法

由于斜二测图能如实表达物体正面的形状，因而它适合表达某一方向的复杂形状或只有一个方向有圆的物体。

例 8-6 画出如图 6-13a 所示轴套的斜二测图。

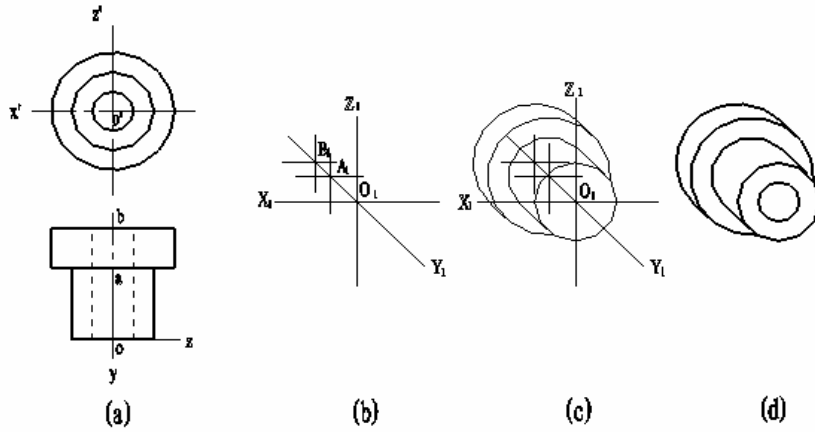


图 8-13 作轴套的斜二测图

解 轴套上平行于 XOZ 面的图形都是同心圆，而其它面的图形则很简单，所以采用斜二测图。作图时，先进行形体分析，确定坐标轴；再作轴测轴，并在 Y_1 轴上根据 $q=0.5$ 定出各个圆的圆心位置 O_1 、 A_1 、 B_1 ；然后画出各个端面圆的投影、通孔的投影，并作圆的公切线；最后擦去多余作图线，加深完成全图。