

目 录

序言.....	(1)
第一章 立体图的形成和画法.....	(1)
一、立体图形成的基本原理.....	(1)
二、正等测图的画法.....	(3)
三、正二测图的画法.....	(38)
四、斜二测图的画法.....	(40)
五、立体剖视图的画法.....	(43)
六、立体图的选择.....	(47)
七、立体装配图的画法.....	(52)
八、立体草图的画法.....	(56)
第二章 立体图的润色和修饰.....	(64)
一、润色和修饰的作用.....	(64)
二、润饰的理论基础.....	(66)
三、润饰手法和润饰注意事项.....	(75)
第三章 立体图的设计和应用.....	(90)
一、立体图的设计依据和设计原则.....	(90)
二、立体图的设计和应用.....	(91)
三、照相描绘图的绘制方法、步骤和注意事项.....	(98)
附录 由视图直接画立体图的方法简介.....	(107)

第一章 立体图的形成和画法

一、立体图形成的基本原理

(一) 立体图的形成概念● 从机械制图的习惯来说, 立体图的学名叫轴测投影图, 简称轴测图。由于这种图与实物形象比较相似, 富有立体感, 所以人们常称为立体图。

立体图的形成是采用平行投影法中的正投影法或斜投影法, 把空间形体连同确定该形体各部位置、大小的空间直角坐标轴, 一起投影到一个叫做轴测投影面上所得到的投影图。图 3 是获得正投影图和轴测投影图的投影方法比较示例。

从图 3 中我们可以看出, 轴测投影图不象正投影图采用多投影面投影, 而是采用了单投影面投影, 即在一个投影面上同时反映了物体长、宽、高三个方向的形状和大小, 从而使轴测投影图具有直观、富有立体感的特性。

空间直角坐标系中的坐标轴 X 、 Y 、 Z 在轴测投影面上的投影, 叫做轴测轴, 分别用 X_1 、 Y_1 、 Z_1 表示, 且以 X_1 轴表示长度方向, Y_1 轴表示宽度方向, Z_1 轴表示高度方向。

(二) 立体图的种类 在轴测投影中, 由于投影方向与轴测投影面相对角度不同, 立体图分为正轴测投影图 (投影方向与轴测投影面垂直所得到的立体图) 和斜轴测投影图 (投

① 立体图的形成, 从投影法的角度来说, 可分两大类, 一为根据中心投影法形成的透视图; 一为根据平行投影法形成的轴测图。本书所介绍的立体图的形成, 系指根据平行投影法形成的轴测图。

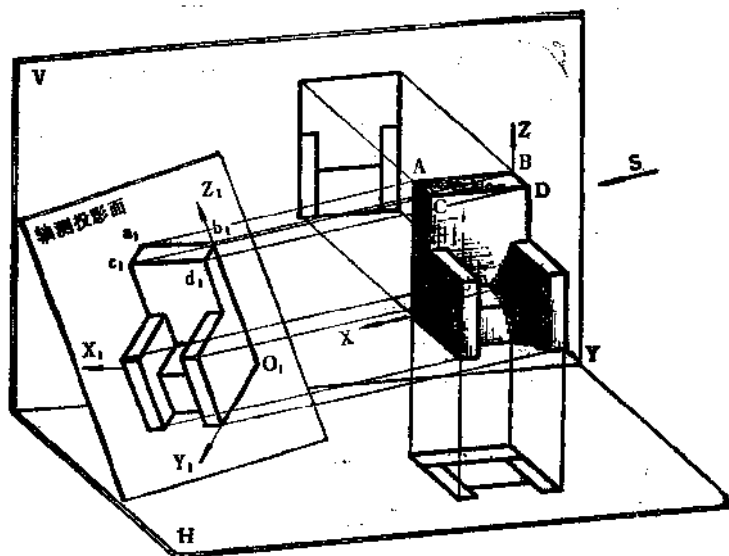


图 8

影方向与轴测投影面倾斜所得到的立体图)两大类,这两大类又各分三种。常用的有正等轴测图(简称正等测图)、正二轴测图(简称正二测图)和斜二轴测图(简称斜二测图)三种。正等测图是投影方向与轴测投影面垂直、三轴向变形系数相等($p = q = r$)的轴测图;正二测图是投影方向与轴测投影面垂直,但三轴向有两个变形系数($p = r \neq q$)的轴测图;斜二测图是投影方向与轴测投影面倾斜、三轴向有两个变形系数($p = r \neq q$)的轴测图。图4中(1)、(2)、(3)是对同一物体分别用正等测、正二测和斜二测投影画出的三种不同的立体图。

(三) 轴测投影的基本特性 由于轴测投影属于平行投影,所以具有以下两个最基本的特性。

1. 凡在空间互相平行的直线,它们的轴测投影也必互

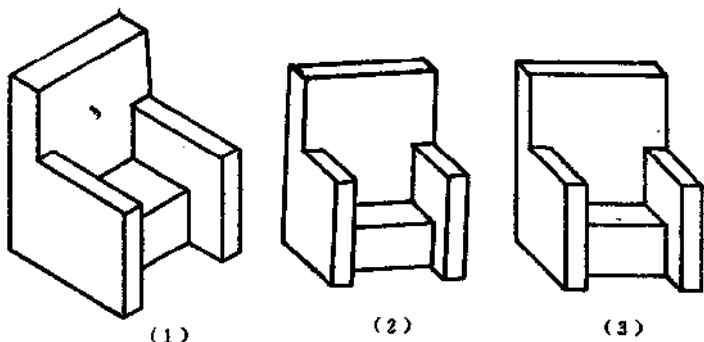


图 4

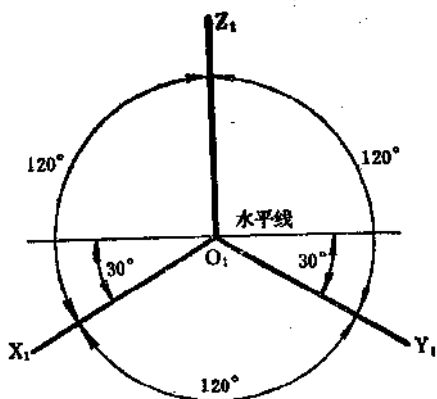
相平行。如图 3 中，物体上线段 AB 与 CD 互相平行，它们在轴测图中的投影 a_1b_1 与 c_1d_1 也互相平行。同理，物体上凡平行于空间直角坐标轴的直线，其在轴测图中的投影，也必与该直角坐标轴在轴测图中的投影——即与之相对应的轴测轴平行。如图 3 中，物体上棱线 AB 平行于 OX 轴，在轴测图中，它的投影 a_1b_1 平行于 OX 轴的轴测投影 O_1X_1 轴。

2. 在投影过程中，平行直线段的长度按相同的程度来变化，就是说，如果平行线段中之一的投影长度较原来长度伸缩变形几倍，那么，第二条线段投影的长度也比原来长度伸缩变形几倍。即平行直线段的轴测投影，它们的变形系数相同。

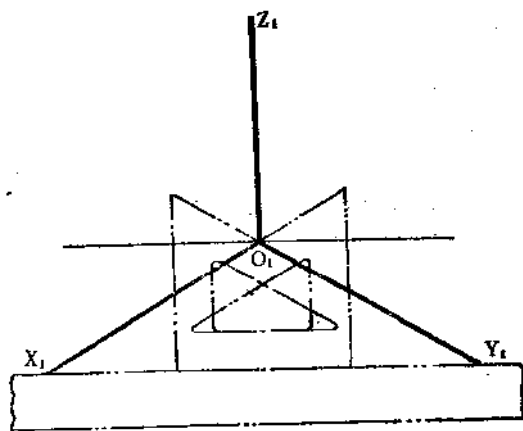
二、正等测图的画法

(一) 轴间角与轴测轴的位置 当空间直角坐标轴 X 、 Y 、 Z 投影成正等测轴时，由于它们与轴测投影面倾斜角度相同，所以三根正等测轴间的夹角（轴间角）均为 120° ，且其中 Z_1 轴处于垂直位置， X_1 轴和 Y_1 轴分别与水平线成 30° 角，如图 5(1) 所示。

在画正等测图的轴测轴时，可利用 30° 三角板与丁字尺配合画出，如图5(2)所示。



(1)



(2)

图5

(二) 变形系数与尺寸度量 当空间直角坐标轴转化成轴测轴时, 由于它们与轴测投影面处于倾斜位置, 所以它们的投影(轴测轴)较空间实长缩短了, 这时, 凡与空间各直角坐标轴向平行的线段, 也随之而相应地缩短。这种平行轴向的线段长度与相应的空间轴向线段长度之比, 叫做轴测投影的变形系数。

在正等测图中, 各轴向的变形系数均为 $0.82:1=0.82$ 。根据这个比例关系, 就可进行尺寸度量。但为了画图方便, 实际上仍按原尺寸, 即用 $1:1$ 的比例进行度量。因此, 画出的正等测图就比实物大 $\frac{1}{0.82}=1.22$ 倍。

在度量尺寸时, 根据线段与轴测轴的方向是否平行, 可分为直接度量和间接度量两种情况:

1. 直接度量 凡与轴向平行的线段, 尺寸可直接度量。如已知空间点 A (20, 10, 30) 的三面投影〔图6(1)〕, 画点A的正等测图的方法是把图6(1)所示A点至各投影面的距

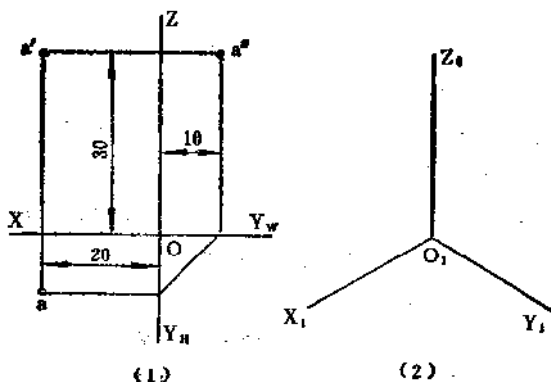


图6

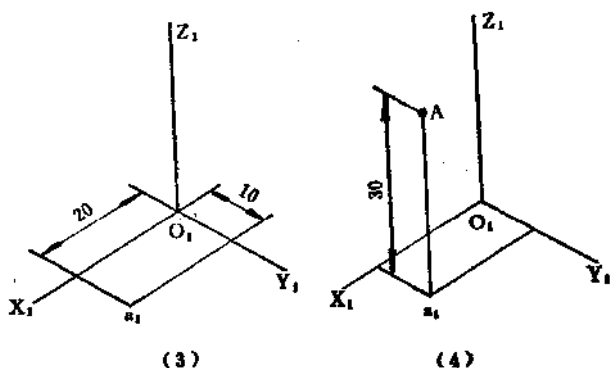


图 6

离看作是与各对应轴向平行的线段，因此能直接进行尺寸度量。其具体画图步骤如下：

(1) 用细实线画出正等测轴如图6(2)所示。

(2) 自原点 O_1 沿 X_1 轴直接量取20，沿 Y_1 轴直接量取10，并自各端点作与有关轴测轴平行的辅助线交于点 a_1 ，如图6(3)所示。

(3) 自 a_1 向上作与 Z_1 轴平行的辅助线并直接量取30得点A〔图6(4)〕，点A即空间点A的正等测图。

又如已知四棱柱的二视图〔图7(1)〕，试画出其正等测图。具体画图步骤如下：

(1) 先在视图上定出原点和各坐标轴的位置。如果选定右侧后下方的棱角顶点为原点，则过原点的三条棱线为 X 、 Y 和 Z 轴。如图7(1)。

(2) 画出正等测轴。先在 X_1 轴上直接量取四棱柱的长 a ，在 Y_1 轴上直接量取四棱柱的宽 b ，然后，由端点分别画出与 X_1 和 Y_1 轴的平行线，从而得出四棱柱下底面的正等测图，如图

7(2)所示。

(3) 由下底面各顶点向上画平行于 Z_1 轴的直线，并在各线上直接量取四棱柱的高 h ，得上底面各顶点，然后，把各顶点依次连接起来（实际上在 Z_1 轴向量取一个尺寸得一交点，过该点作各有关轴的平行线），即得上底面和各侧面正等测图。如图7(3)。

(4) 将多余辅助线及看不见的棱线擦去（立体图上一股

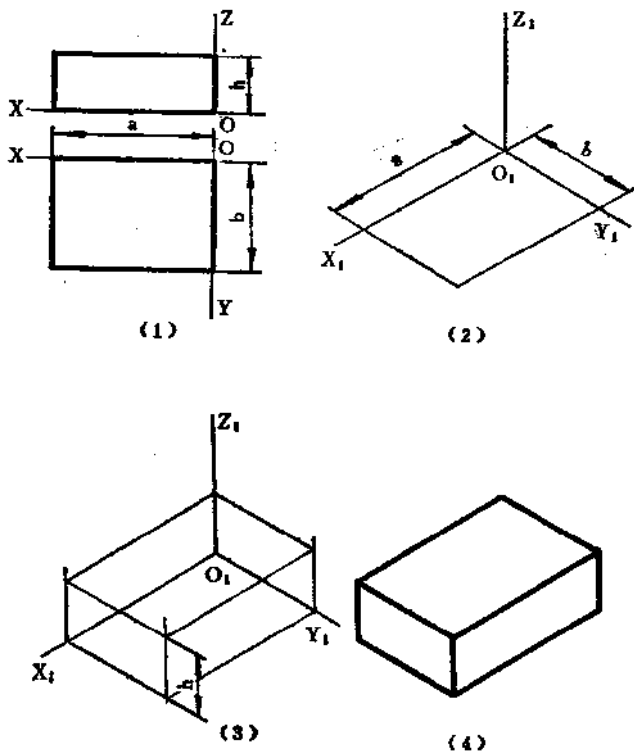


图7

不画出用虚线表示的不可见轮廓线)，再经过描粗加深，即得到图7(1)所示四棱柱的正等测图。如图7(4)所示。

2. 间接度量 凡与轴向不平行的线段，不能直接度量，只能根据其端点与坐标轴的坐标关系，找出各端点的轴测投影，然后把它们依次连接起来。如已知一压块的二视图〔图8(1)〕，试画出其正等测图。

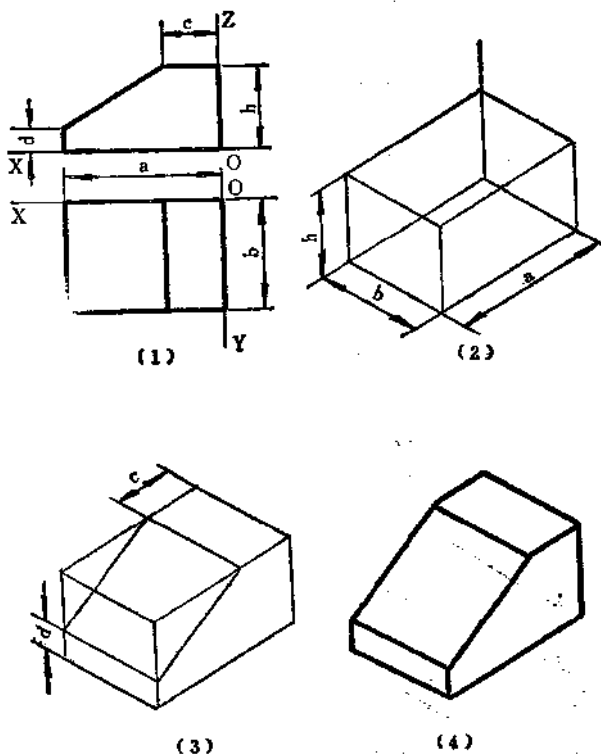


图 8

首先按前边介绍的作图方法画出压块的基本轮廓——四棱柱的正等测图，如图8(2)所示。对于左端的不能直接度量的倾斜部分，可通过直接量取 c 、 d 两尺寸，找到斜线的端点，然后再把它们连接起来，如图8(3)，最后擦去多余线段，将轮廓线描粗加深，即得到图8(1)所示压块的正等测图，如图8(4)。

上述度量方法，不论是直接度量还是间接度量，都是根据点的坐标找出其轴测投影后，再连接有关各点，而得到空间物体的立体图。所以，这种作图方法叫做坐标法。它是画立体图的一种最基本的方法。

(三) 平面体的画法 画平面体的立体图，常用切割法、堆叠法及兼有切割与堆叠的混合法等三种基本方法。这些方法不仅适用于画正等测图，而且也适用于画其他各种轴测图。

1. 切割法 先把物体看成是一个基本几何体画出，再用形体分析的方法，一块块切去多余部分，最后得到物体的形状。如对图9(1)所示物体，可先把它看成是一个四棱柱，并根据尺寸 a 、 b 、 h 把它的基本轮廓画出来〔图9(2)〕，然后根据尺寸 c 和 g 切去左上角的一小四棱柱〔图9(3)〕；再根据尺寸 d 和 e （为了保证缺口的对称性，通常先画出对称线后，再向两边分别量取尺寸，如本图例中 e ，即在对称线两侧用两个 $e/2$ 量取的），在物体左下端中间部位切去另一小四棱柱〔图9(4)〕；擦去多余线段，将轮廓线描粗加深，即得到图9(1)所示物体的正等测图，如图9(5)所示。

2. 堆叠法 先用形体分析的方法，将物体分解成若干个简单的基本体（或切割基本体），再象搭积木那样，把各部分的轴测图按照其相对位置关系堆叠起来，得到整个物体

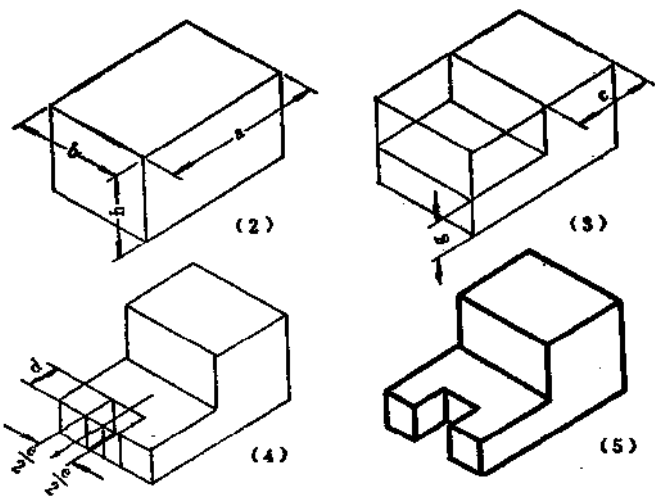
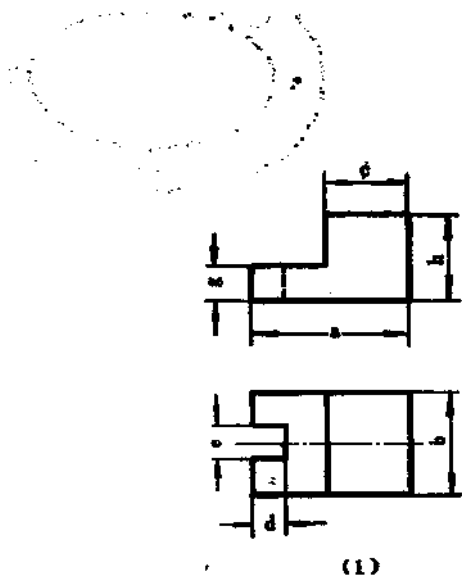
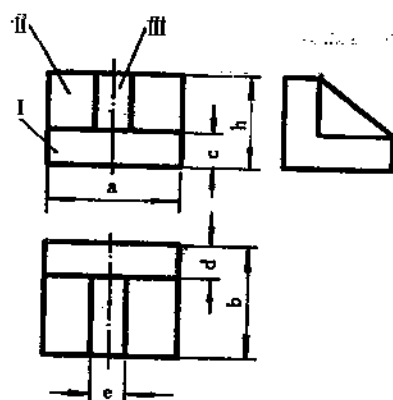
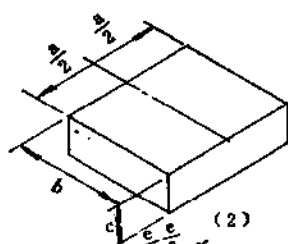


图 9

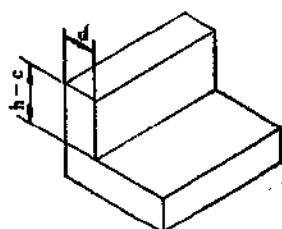
的轴测图。如图10(1)所示物体，用形体分析法可分为底板 I（四棱柱），背板 II（四棱柱）和支撑板 III（三棱柱）三部分。画轴测图时，先根据尺寸 a , b , c 画出底板 I [图10



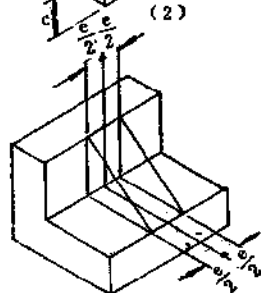
(1)



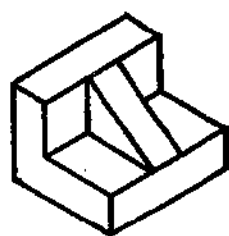
(2)



(3)



(4)



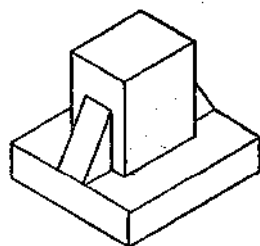
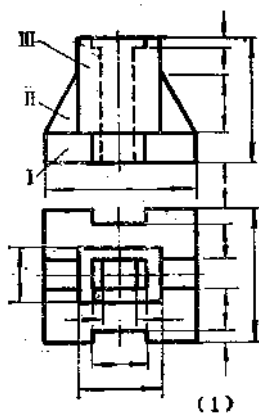
(5)

图10

(2)] , 再根据图10(1)所示背板与底板的相对位置, 按照尺寸 d 和 h (注意 $h - e$ 这一尺寸), 画出背板II [图10(3)] , 然后在底板上面, 背板前面中间位置, 根据尺寸 e (注意 e 和 $e/2$ 的关系) 画出支撑板III [图10(4)] , 最后擦去多余线段, 将轮廓线描粗加深, 即得图10(1)所示物体的正等测图, 如图10(5)。本图例也可用切割法来完成, 但不如堆叠法简便。

值得注意的是, 当堆叠后两平面重合成一平面时, 原堆叠的界线应擦去。如图10(5)中底板和背板左右两端面重合成一个平面后, 彼此间就不应该再有什么界线了。

3. 混合法 单一的切割法和堆叠法, 只适用于比较简单的物体, 在绘制比较复杂的物体或零部件的立体图时, 常采用切割法与堆叠法并用的混合法, 即根据物体形状的特征, 仍用形体分析的方法, 对适合使用切割的部分使用切割法, 对适合使用堆叠的部分则使用堆叠法, 最后获得物体的



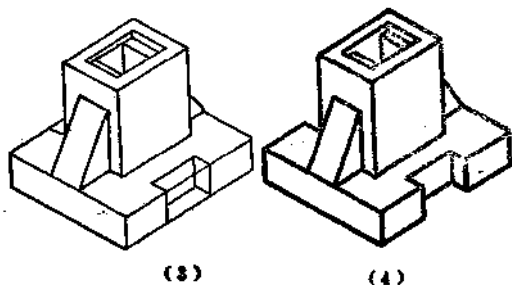


图11

立体图。如对图11(1)所示物体进行形体分析后，将I、II、III各部分按其基本形体和相对位置用堆叠法画出正等测图，如图11(2)，再根据图11(1)中有关尺寸，对I的前后，III的中间部位，分别用切割法画出切口、方形凹槽和方形通孔，如图11(3)；然后，擦去多余线段，将轮廓线描粗加深，即得图11(1)所示物体的正等测图，如图11(4)。

这里需要补充说明一点，就是当图形比较复杂，辅助线比较多时，不必等到最后才擦去所有辅助线，可以边画边擦，以便始终保持作图过程中图面的清晰度。

(四) 曲面体的画法

1. 回转体的画法 画回转体的正等测图，关键是正确画出圆的正等测投影。圆在三投影面上的正等测投影是椭圆，在画椭圆时，为了作图方便，椭圆曲线常采用“平行四边形法”（四心圆法）或其他近似画法。因此，只要能正确画出椭圆，回转体的正等测图就很容易画出来。现以正圆柱体的底圆处于水平位置为例〔图12(1)〕，介绍圆和正圆柱体正等测图的画法：

(1) 在图12(1)视图上，选定原点和坐标轴的位置。本图

例选取圆柱下底圆圆心为原点。

(2) 画出相应的轴测轴,并自 O_1 向上沿 Z_1 轴量取尺寸 h ,得上底圆圆心 O_2 ,过 O_2 作 X_1 轴和 Y_1 轴〔图12(2)〕。

(3) 画椭圆,先在图12(1)的俯视图上作圆的辅助外切正方形,然后按下列步骤画椭圆:

①过上底圆的圆心 O_2 分别向两侧沿 X_1 和 Y_1 轴向量取半径 R ,得 A 、 B 、 C 、 D 四点,过此四点分别作 X_1 和 Y_1 的平行线,得上底圆外切正方形的正等测图——平行四边形〔图12(3)〕。

②从平行四边形两钝角的顶点1,2分别向对边中点 A' 、 B 、 C 、 D 作连线,两两连线相交得两点3,4〔图12(4)〕。

③分别以点1和点2为圆心,以 $1A$ (或 $1B$)和 $2C$ (或 $2D$)为半径画圆弧 $\widehat{AB}$ 和 $\widehat{CD}$,再分别以点3和点4为圆心,以 $3A$ (或 $3D$)和 $4B$ (或 $4C$)为半径画圆弧 $\widehat{AD}$ 和 $\widehat{BC}$ 。这四段圆弧的光滑连接,得到圆的正等测投影——近似椭圆〔图12(4)〕。

④用同样方法作出下底圆的正等测图——近似椭圆〔图12(5)〕。

(4) 将多余线段擦去,作两椭圆的外公切线并描粗加深,即得正圆柱体的正等测图〔图12(6)〕。

对于正圆柱的底圆处于正立位置或侧立位置时,其正等测图的画法,除底圆的外切正方形,即椭圆的外切四边形及椭圆方向发生变化外,其椭圆的具体画法与底圆处于水平位置的画法相同,它们之间究竟有什么异同,可参看图13和图14。

对于正圆锥体的正等测图的画法,只要掌握了上述正圆柱中底圆的正等测图的画法,完全可以自行解决,故不再赘

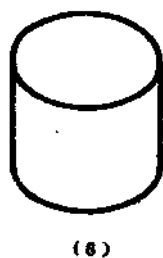
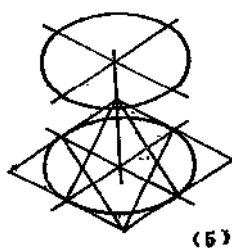
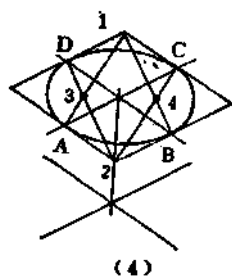
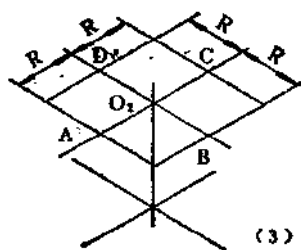
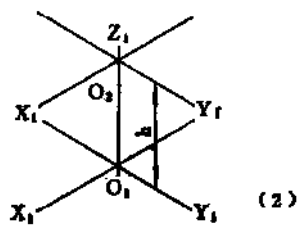
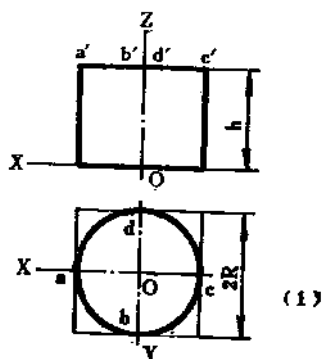


图12

述。至于球体的正等测图的画法，将在以后有关章节予以介绍。

在画回转体的正等测图时，前边曾指出关键是画圆的正

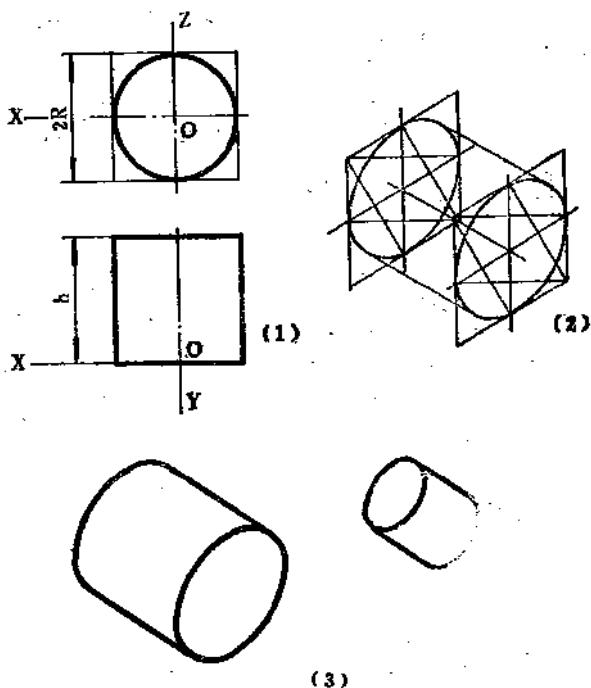


图13

等测图，而画圆的正等测图，实质上是如何能正确地画出椭圆。下边提出画椭圆的几点注意事项：

(1) 正投影中不同方向的圆，决定轴测图中不同方向的椭圆，而不同方向的椭圆又都是由相应方向的平行四边形来控制。因此，要特别注意平行四边形的方向（图15）。