

画法几何及建筑制图

上 册

聂圣世 主编

X

中央广播电视大学出版社

(京)新登字163号

画法几何及建筑制图

上册

聂圣哲 主编

*

中央广播电视大学出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

北京顺义北方印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/16 印张11.25 千字261

1993年2月第1版 1993年4月第1次印刷

印数 1—15 000

定价0.65元

ISBN 7-304-00766-6/TU·25

前 言

本书是依据 1981 年中央广播电视大学制订的《画法几何及建筑制图》教学大纲(试行)编写的。全书分上、下两册,与《画法几何及建筑制图习题集》(上、下册)配套使用。并配有《画法几何及建筑制图学习指导书》。

为适应广播电视大学多媒体远距离教育和成人教育的特点,在内容编排上,作了如下处理:

1. 突出教材的教学性。按教学大纲的要求编写,突出重点,讲清难点。力求取材恰当,章节前后呼应,符合学生的认识规律。

2. 注重远距离成人教育的适用性。注意理论联系实际,学以致用。考虑到因缺乏教与学之间的双向信息反馈而可能产生的教学困难,为便于自学,图示和图解的问题,一般采用分步图的形式。文字叙述深入浅出,简明扼要。

3. 采用国家标准《建筑制图标准》GBJ104—87、《房屋建筑制图统一标准》GBJ1—86、《建筑结构制图标准》GBJ105—87、《给水排水制图标准》GBJ106—87、《采暖通风与空气调节制图标准》GBJ114—88 及《总图制图标准》GBJ103—87等。

本书由哈尔滨工业大学聂圣世主编。参加编写的有聂圣世(绪论、第一、二、十一、十二、十五、十六章),中央广播电视大学洪钧[第三、四、五、十八(部分)、十九章],哈尔滨工业大学金葆琮[第七、八、九、十三(部分)、十四章],黑龙江广播电视大学刘广庆[第六、十、十三(部分)、十七、十八章(部分)]。

本书上册由北京航空航天大学陈剑南教授主审,清华大学石光源教授和哈尔滨建筑工程学院谢培青教授审阅。下册由谢培青教授主审,石光源教授和陈剑南教授审阅。连云港广播电视大学谭锁明副教授对教材初稿也提出宝贵意见,在此致以衷心的感谢。

由于我们水平所限,时间仓促,谬误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

1992 年 2 月于哈尔滨

目 录

绪论	(1)
第一章 投影的基本知识	(3)
§ 1-1 投影的概念及分类	(3)
§ 1-2 平行投影的基本性质	(4)
§ 1-3 工程上常用图示法简介	(5)
第二章 点	(7)
§ 2-1 点的两面投影	(7)
§ 2-2 点的三面投影	(8)
§ 2-3 两点的相对位置和重影点	(12)
第三章 直线	(15)
§ 3-1 直线对投影面的相对位置	(15)
§ 3-2 线段的实长及其对投影面的倾角	(18)
§ 3-3 直线与点的相对位置	(20)
§ 3-4 两直线的相对位置	(22)
§ 3-5 一边平行于投影面的直角的投影	(25)
第四章 平面	(27)
§ 4-1 平面的表示法	(27)
§ 4-2 平面对投影面的相对位置	(29)
§ 4-3 平面内的直线和点	(31)
§ 4-4 平面内的特殊直线	(33)
第五章 直线与平面、平面与平面的相互关系	(36)
§ 5-1 平行关系	(36)
§ 5-2 相交关系	(39)
§ 5-3 垂直关系	(13)
§ 5-4 综合作图问题	(47)
第六章 投影变换	(51)
§ 6-1 投影变换的目的和方法	(51)
§ 6-2 变换投影面法	(52)
§ 6-3 旋转法	(63)
第七章 立体	(70)
§ 7-1 平面立体及其表面上的点	(71)
§ 7-2 曲面立体及其表面上的点	(75)
第八章 平面与立体相交	(84)
§ 8-1 平面与平面立体相交	(84)
§ 8-2 平面与曲面立体相交	(85)

§ 8-3	利用辅助平面法求截交线	(95)
§ 8-1	带切口形体的投影	(100)
第九章	两立体相交	(103)
§ 9-1	两平面立体相交	(103)
§ 9-2	平面立体与曲面立体相交	(106)
§ 9-3	两曲面立体相交	(109)
第十章	常用工程曲面	(128)
§ 10-1	正螺旋面	(131)
§ 10-2	单叶回转双曲面	(135)
§ 10-3	双曲抛物面	(136)
第十一章	轴测投影	(139)
§ 11-1	基本知识	(139)
§ 11-2	正等轴测投影	(141)
§ 11-3	斜二等轴测投影	(151)
第十二章	透视投影	(155)
§ 12-1	基本知识	(155)
§ 12-2	点的透视	(156)
§ 12-3	直线的透视	(158)
§ 12-4	平面的透视	(161)
§ 12-5	平面立体的透视	(163)
§ 12-6	视点、画面对建筑形体的位置处理	(165)
§ 12-7	建筑形体透视画法实例	(169)

绪 论

一、本课程的地位和作用

在建筑工程的实践活动中,无论设计或建造房屋,都离不开画在平面(图纸)上的一套图样,因为图样能正确、全面地表达出房屋的形状、尺寸以及各组成部分的相互关系。工程中使用的图样,是根据什么理论画出来的,绘制这种图样,要遵循什么规定,这就是本课程要解决的基本问题。

本课程在专业教学计划中,是一门技术基础课。它在工程界的作用,犹如生活中的语言和文字。生活中,人们以语言和文字描述主观意识或客观事物。但是面对工程对象,语言和文字就显得贫乏无力,无法将复杂的技术问题表述清楚。我们必须采用一系列有机结合的图样,作为施工的依据或进行技术交流的文件。因此,图样被人们喻为工程界的技术语言。

二、本课程的目的和任务

本课程的主要目的是培养学生绘图、读图和图解的能力;并通过以上几方面的实践,培养和发展空间想象能力和空间分析能力。

本课程的主要任务:

1. 研究投影的基本理论;
2. 培养解决空间几何问题的能力;
3. 培养绘制和阅读建筑工程图样的能力;
4. 发展空间形象思维能力。

学完本课程后,学生应能符合如下要求:

1. 掌握投影的基本理论和作图方法;
2. 运用图解法解决空间几何问题;
3. 掌握建筑制图国家标准的规定,正确地绘制和阅读建筑工程图样。

三、本课程的学习方法

1. 提高自学能力,以适应广播电视大学多媒体远距离教育的特点

教师面对学生的课堂教学,可以进行师生交流,及时得到反馈,从学生的实际情况出发调整教学内容和方式,以提高课堂的教学效果。而远距离的电视授课,无法进行师生直接交流,也就无法对程度不同的学生,进行因材施教。因此,学生更要努力提高自学能力,课前作好预习,充分利用教材,主动配合,有准备、有目的地上好每一堂电视课。

2. 注重空间想象能力和空间分析能力的提高

培养学生空间想象能力和空间分析能力,既是本课程的目的,又是学好本课程的手段。为建立抽象思维和发展空间概念,在学习画法几何基本理论以及图示空间形体和图解空间几何问题

的过程中,要有意识从空间分析入手,密切投影分析与空间想象的关系。开始时,可以借助于模型和立体图来帮助建立空间概念,想清空间情况,但不要造成依赖心理。要坚持由平面到空间,再由空间返回到平面的反复思考方法。

3. 认真完成习题和作业

本课程是一门实践性很强的工程训练课。学生通过听课学习,了解画法几何的基本原理并不难,困难在于解题,在于掌握将投影理论用于解题的方法。而这个方法则需要通过作大量的习题,才能学到手。制图作业是教学内容的重要组成部分,学生的制图基本知识、基本技能要通过完成一套制图作业的实践才能掌握。对每一个制图作业,都要严格遵照国家标准,努力提高绘图技巧,力求作图正确、迅速,图面整洁。

第一章 投影的基本知识

§ 1-1 投影的概念及分类

一、投影的概念

在电灯光线的照射下,形体在地面上产生影子(图 1-1)。但这个影子只能反映出形体的外轮廓,而没有反映出形体的形状。假定空间点 S 为光源,发出的光线只将形体上各顶点和棱线的影子投射到平面 P 上,如图 1-2,得到的图形便称为投影。这里,点 S 称为投影中心,光线称为投射线,平面 P 称为投影面,这种得到形体投影的方法,称为投影法。

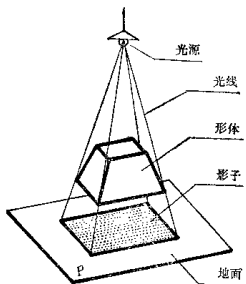


图 1-1 成影现象

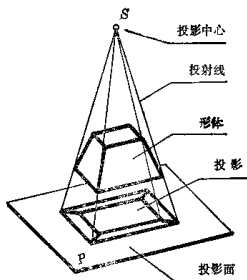


图 1-2 中心投影

二、投影的分类

投影可分为中心投影和平行投影两类:

1. 中心投影

投影中心 S 在有限距离内发出辐射状的投射线,如图 1-2,用这些投射线作出的形体的投影,称为中心投影。这种作出中心投影的方法,称为中心投影法。

2. 平行投影

投影中心 S 在无限远处,投射线按一定的方向投射下来,用这些互相平行的投射线作出的形体的投影,称为平行投影。这种作出平行投影的方法,称为平行投影法。

平行投影又分为两种:

(1) 斜投影

投射方向倾斜于投影面, 所得到的平行投影称为斜投影, 如图 1-3。

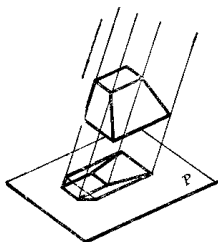


图 1-3 斜投影

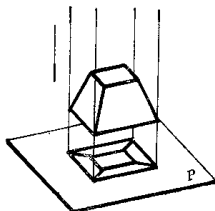


图 1-4 正投影

(2) 正投影

投射方向垂直于投影面, 所得到的平行投影称为正投影, 如图 1-4。

§ 1-2 平行投影的基本性质

平行投影的性质是用平行投影法作图的基本依据。

平行投影的基本性质如下:

1. 从属性

直线上的点的投影仍在直线的投影上。如图 1-5, 点 C 在直线 AB 上, 必有 c 在 ab 上。

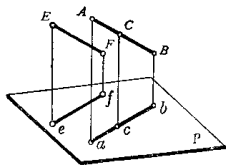


图 1-5 从属性, 定比性

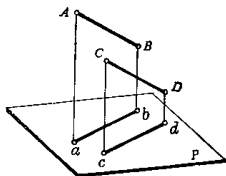


图 1-6 平行性

2. 平行性

两平行直线的投影仍互相平行。如图 1-6, 若已知 $AB \parallel CD$, 必有 $ab \parallel cd$ 。

3. 定比性

点分线段所成两线段长度之比等于该两线段的投影长度之比。如图 1-5, $\frac{AC}{CB} = \frac{ac}{cb}$ 。

两平行线段长度之比等于它们的投影长度之比。如图 1-5, $\frac{AB}{EF} = \frac{ab}{ef}$ 。

4. 显实性

若线段或平面图形平行于投影面, 则其投影反映实长或实形。如图 1-7, 已知 $DE \parallel P$ 面, 必有 $DE = de$ 。已知 $\triangle ABC \parallel P$ 面, 必有 $\triangle ABC \cong \triangle abc$ 。

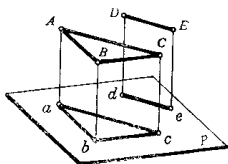


图 1-7 显实性

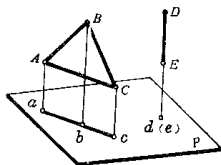


图 1-8 积聚性

5. 积聚性

若线段或平面图形垂直于投影面, 其投影积聚为一点或一直线段。如图 1-8, 已知 $DE \perp P$ 面, 则点 d 与 e 重合。已知 $\triangle ABC \perp P$ 面, 则有直线段 abc 。

以上平行投影的基本性质, 均可用中学几何知识加以证明, 不再赘述。

§ 1-3 工程上常用图示法简介

一、多面正投影

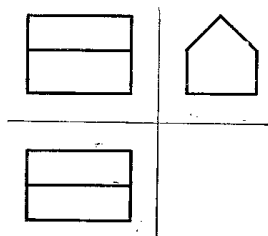


图 1-9 多面正投影

多面正投影是用正投影的方法将形体分别投射到两个或两个以上相互垂直的投影面上，然后，将各投影面摊平所得的投影图。如图 1-9。这种图能够准确反映形体的形状和大小，度量性好。作图简便，是建筑施工的主要图样。

二、轴测投影

轴测投影是用平行投影法将形体及确定其空间位置的直角坐标系，投射到选定的投影面上所得到的单面投影图。如图 1-10。这种图立体感较强，但作图较复杂，多用作辅助图样。

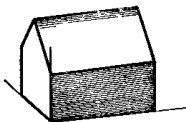


图 1-10 轴测投影

三、透视投影

透视投影是用中心投影法绘制的单面投影图。如图 1-11，这种图符合人的视觉印象，富有立体感，直观性强，但作图复杂，度量性差，在建筑工程设计中，用作辅助图样。

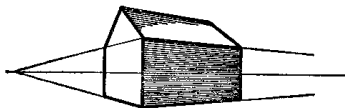


图 1-11 透视投影

四、标高投影

标高投影是用正投影的方法绘制的带有高度数字标记的单面投影图。如图 1-12。这种投影是绘制地形图等高线的主要方法。

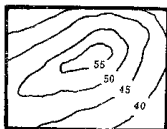


图 1-12 标高投影

第二章 点

图 2-1 示出, 空间点 A 在 P 面上的投影是过投影中心 S 和 A 的投射线与 P 面的交点 a , 这个投影是唯一确定的。但反之, 由投影 a 不能唯一确定点 A 的空间位置, 这是因为位于投射射线 SA 上的每一个点(如点 A_1)的投影都在 a 处。

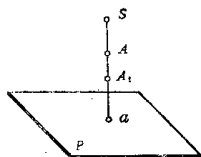


图 2-1 点的投影

§ 2-1 点的两面投影

一、两投影面体系

两投影面体系, 是由相互垂直的水平投影面 H 和正立投影面 V 组成的 (图 2-2)。两投影面的交线 OX 称为投影轴。 H 面和 V 面将空间分成四个部分, 并分别称为 I、II、III 和 IV 象限。

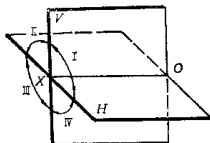


图 2-2 两投影面体系

二、点的两面投影

图 2-3(a) 示出, 在第 I 象限中有一点 A 。为作出点 A 在 H 、 V 两投影面上的投影, 自点 A 分别向 H 面和 V 面作垂线, 所得的两个垂足, 即为点 A 的两个正投影(简称投影)。其中, 水平投影面

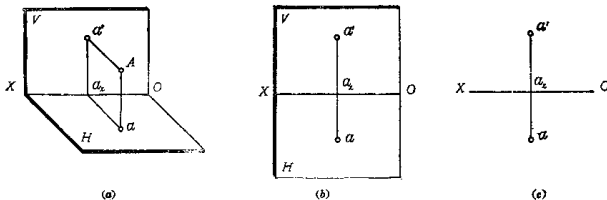


图 2-3 点的两面投影

H 上的投影叫水平投影,用相应的小写字母 a 表示;正立投影面 V 上的投影叫正面投影,用在上角带一撇的相应小写字母 a' 表示。

如果移去空间的点 A ,再过投影点 a 和 a' 分别作 H 面和 V 面的垂线,则两垂线的交点必为点 A 的空间位置。

为使投影 a 和 a' 处在同一平面上,规定保持 V 面不动,使 H 面绕投影轴 OX 向下旋转 90° ,使其与 V 面重合,便得如图 2-3(b) 所示点 A 的两面投影图。投影面可以认为是无边界的,一般在投影图上不再画出边框,而只画出投影轴和投影连线 aa' 。见图 2-3(c)。

点的两面投影规律:

1. 点的水平投影和正面投影的连线垂直于 OX 轴,即 $aa' \perp OX$ 。见图 2-3(c)。

2. 点的水平投影到 OX 轴的距离等于空间点到 V 面的距离;点的正面投影到 OX 轴的距离等于空间点到 H 面的距离,即 $aa_x = Aa'$, $a'a_x = Aa$ 。见图 2-3(a)。

点的上述投影规律,同样适用于点在投影面上或投影轴上的特殊情况。

如果点 A 在 V 面上,如图 2-4(a),它在 V 面上的投影 a' 便与点 A 自身重合,而在 H 面上的投影 a 则落在投影轴 OX 上。点 B 在 H 面上,它在 H 面上的投影 b 与 B 自身重合,而在 V 面上的投影 b' 则落在投影轴 OX 上。点 C 在投影轴 OX 上,它在 V 面上的投影 c' 及在 H 面上的投影 c 均与 C 自身重合。各点的投影图如图 2-4(b) 所示。

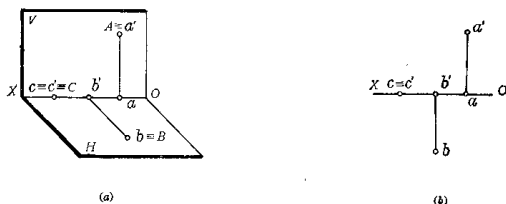


图 2-4 特殊位置点的两面投影

§ 2-2 点的三面投影

一、三投影面体系

三投影面体系,是在两投影面体系的基础上,增加一个与 H 面和 V 面都垂直的侧立投影面 W 所组成(图2-5)。 W 面与 H 面的交线称为 OY 投影轴; W 面与 V 面的交线称为 OZ 投影轴。

相互垂直的 H 、 V 和 W 三个投影面将空间分成八个分角,如图 2-5 所示。我国采用第一分角。

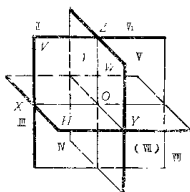


图 2-5 三投影面体系

二、点的三面投影

如图 2-6(a), 三投影面体系第一分角中, 有一点 A , 它在 H 面和 V 面上的投影分别为 a 和 a' , 自点 A 向 W 面作垂线, 其垂足即为点 A 的侧面投影, 用带两撇的相应小写字母 a'' 表示。为使投影 a 、 a' 和 a'' 处在同一个平面上, 仍规定 V 面不动, 使 H 面绕投影轴 OX 向下旋转 90° , 使 W 面绕投影轴 OZ 向右旋转 90° , 都与 V 面重合, 见图 2-6(b)。这里, OY 轴分两支, 随 H 面旋转后的 OY 轴用 OY_H 表示, 随 W 面旋转后的 OY 轴用 OY_W 表示。去掉各投影面边框后的点的三面投影图, 如图 2-6(c) 所示。

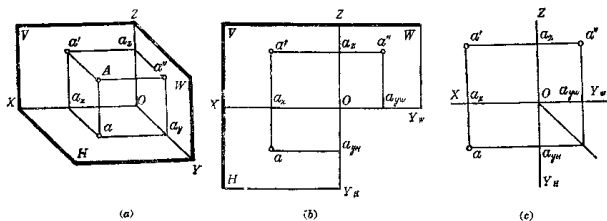


图 2-6 点的三面投影

将三投影面体系看成是由两个两投影面体系(V 和 H 及 V 和 W) 组成。依据点的两面投影规律, 便可得出点的三面投影规律:

1. 点的水平投影和正面投影的投影连线垂直于 OX 轴, 即 $aa' \perp OX$ 。见图 2-6(c)。
2. 点的正面投影和侧面投影的投影连线垂直于投影轴 OZ , 即 $a'a'' \perp OZ$ 。见图 2-6(c)。
3. 点的侧面投影到 OZ 轴的距离与点的水平投影到 OX 轴的距离, 都等于点到 V 面的距离, 即 $a''a_x = aa_x = Aa'$ 。见图 2-6(a)、(c)。

点的三面投影规律, 同样适用于点在投影面或投影轴上的特殊情况。

图 2-7(a) 示出, 点 A 在 V 面上的投影 a' 与点 A 自身重合, 在 H 面上的投影 a 落在 OX 轴上, 在 W 面上的投影 a'' 落在 OZ 轴上。点 B 在 OY 轴上, 其在 H 面上的投影 b 与在 W 面上的投

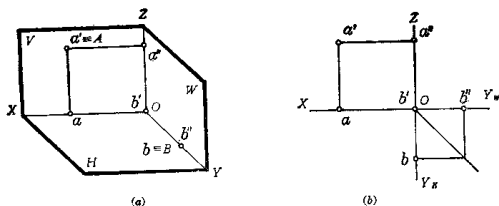


图 2-7 特殊位置点的三面投影

影 b'' 都与点 B 自身重合, 在 V 面上的投影 b' 落在原点 O 处。图 2-7(b) 示出各点的三面投影图。

由点的三面投影规律可知, 在点的三面投影图中, 每两个投影之间, 都有确定的联系, 如果已知点的两个投影, 便可作出点的第三投影。具体作图时, 为使点的水平投影到 OX 轴的距离与侧面投影到 OZ 轴的距离相等, 常自原点 O 向右下方引出与水平线成 45° 的直线为作图的辅助线。

例 1 已知点 A 的正面投影 a' 和水平投影 a , 求作侧面投影 a'' , 图 2-8(a)。

分析 根据点的投影规律, 点的正面投影和侧面投影的连线垂直 OZ 轴, 因而所求的侧面投影 a'' 必在由点 a' 向 OZ 轴作的垂直线上。又根据点的水平投影到 OX 轴的距离等于侧面投影到 OZ 轴的距离, 故可借助 45° 辅助线, 根据水平投影 a , 作出侧面投影 a'' 。

作图

1. 图 2-8(b) 过点 a' 向 OZ 轴作垂线, 并与 OZ 轴交于点 a_z ;
2. 图 2-8(c), 在 $a'a_z$ 的延长线上, 利用 45° 辅助线, 截取 $a_z a'' = a_x a$, 即得所求点 a'' 。

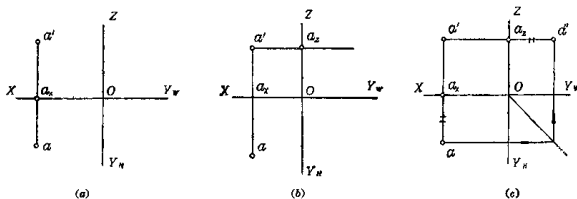


图 2-8 作点的侧面投影

例 2 已知点 B 的正面投影 b' 和侧面投影 b'' , 见图 2-9(a), 求其水平投影 b 。

分析 根据点的投影规律, 点的水平投影和正面投影的连线垂直于 OX 轴, 故所求水平投影 b 必在过正面投影 b' 的铅垂线上。又根据 $bb_x = b''b_z$, 便可利用已知的 b'' 作出水平投影 b 。

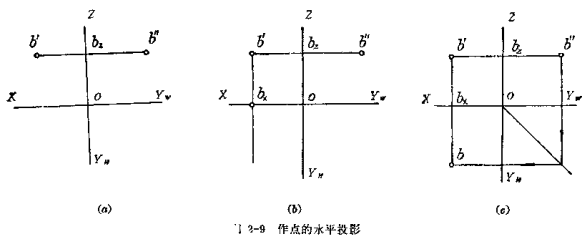


图 2-9 点的水平投影

作图

1. 图 2-9(b), 过点 b' 作铅垂线交 OX 轴于点 b_x ;
2. 图 2-9(c), 在 $b'b_x$ 的延长线上, 利用 45° 辅助线, 由点 b'' 作出水平投影 b 。

三、点的投影与直角坐标的关系

如果将图 2-10 所示三投影面体系看作是直角坐标系。投影面相当于坐标平面, 投影轴相当于坐标轴, 投影面的原点相当于坐标面的原点。空间一点 A 到三个投影面的距离便可分别用它的直角坐标 x, y, z 表示。在投影图上, 点 A 的三个投影 a, a' 和 a'' 也完全可用坐标确定。即:

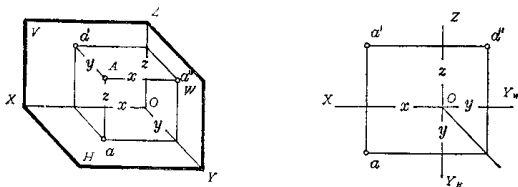


图 2-10 点的投影与坐标的关系

点 A 的水平投影 a , 由坐标 x, y 确定;

点 A 的正面投影 a' , 由坐标 x, z 确定;

点 A 的侧面投影 a'' , 由坐标 y, z 确定。

例 3 已知空间点 A 的坐标 $(18, 12, 15)$, 求作其三面投影(长度单位: mm)。

分析 由点 A 的坐标可知, A 到 W 面的距离 $x=18$, 到 V 面距离 $y=12$, 到 H 面距离 $z=15$ 。根据点的每两个坐标确定一个投影的关系, 便可进行作图。

作图

1. 图 2-11(a), 画出投影轴, 自原点 O 向左沿 OX 轴量取 $a_x O = 18$, 得点 a_x ;

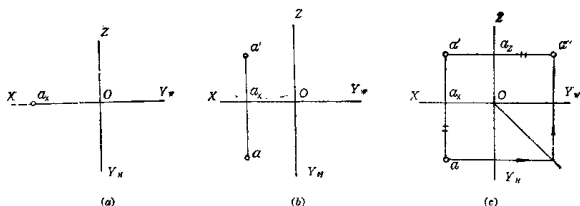


图 2-11 已知点的坐标作其投影图

2. 图 2-11(b), 过点 a_x 作铅垂线, 自 a_x 向上量取 $a_x a' = 15$, 得正面投影 a' ; 自 a_x 向下量取 $a_x a = 12$, 得水平投影 a ;

3. 图 2-11(c), 过点 a' 作 OZ 轴的垂直线 $a' a_z$, 利用 45° 辅助线, 由点 a 作出侧面投影 a'' 。

例 4 在立体图中作出点 $B(14, 12, 18)$ 的投影及其空间位置, 图 2-12(a)。

作图

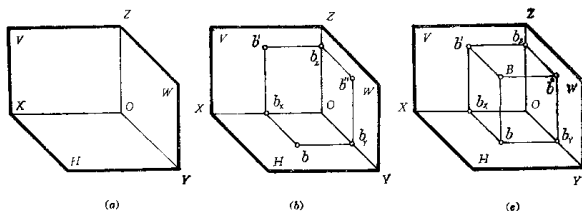


图 2-12 已知点的坐标作点的立体图

1. 图 2-12(b), 在三投影面体系中, 自原点 O 分别沿 OX , OY 和 OZ 轴, 量取坐标 $x=14$, $y=12$, $z=18$, 得点 b_x , b_y 和 b_z ;

2. 分别过点 b_x , b_y 和 b_z 在投影面内作各投影轴的平行线, 在 V 面上交得点 b' , 在 H 面上交得点 b , 在 W 面上交得点 b'' 。点 b , b' 和 b'' 即为点 A 的三面投影。

3. 图 2-12(c), 分别过点 b , b' 和 b'' , 作 OZ , OY 和 OX 的平行线, 这三条直线的交点即为所求点 B 。

§ 2-3 两点的相对位置和重影点

一、两点的相对位置

两点的相对位置是指空间两点的上下、左右和前后的位置关系。可由两点的三面投影图反