

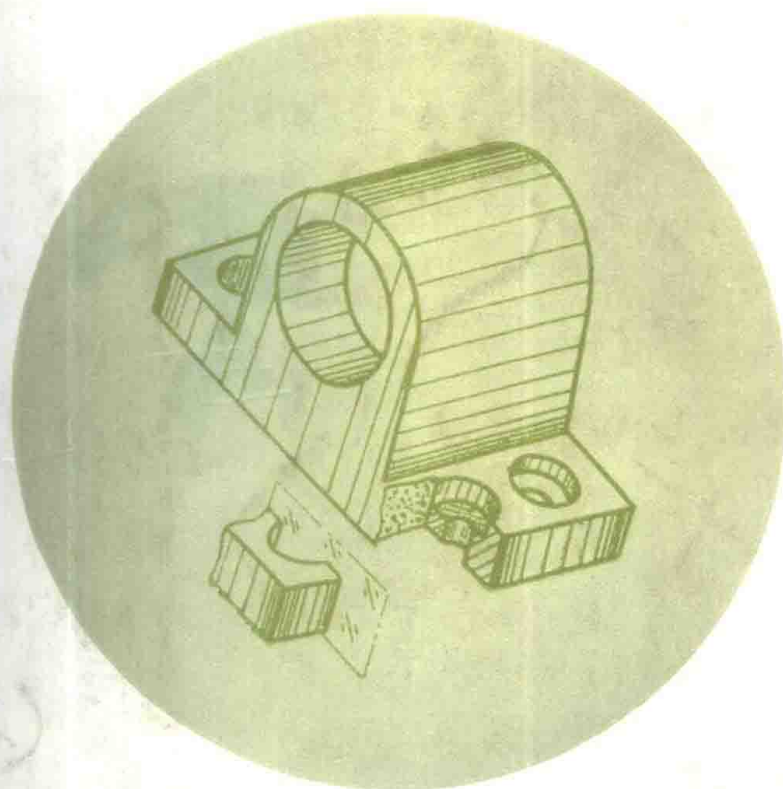


高等教育基础课教材

自学函授画法几何及机械制图

(非机械类各专业用)

张洪铤 陈笑琴 简召全 合编



北京工业学院出版社

自学函授画法几何及机械制图

(非机械类各专业用)

张洪德 陈笑琴 简召全 合编

· 北京工业学院出版社

内 容 简 介

本书是按1982年教育部审定的“画法几何及机械制图函授教学大纲”的要求编写的高等工业学校函授教材。适用于非机、非土类各专业。全书共十四章，包含点、线、面的相对位置，投影变换，立体的截交线和相贯线，轴测投影图，零件的表示法，标准件，零件图及装配图，技术要求等内容。

本书采用1985年7月1日开始实施的机械制图新国标。考虑到自学的特点，每章均有章前指导，章后附有小结和思考性练习题，便于检查自学效果。书后有附录，列出了与课程内容直接有关的标准结构、标准件及材料牌号等标准。

与本书配套使用的，有《自学函授画法几何及机械制图习题集》一本，包括全部小作业和大型作业的内容，小作业直接画在习题集上，大型作业按题目要求另行准备绘图纸。

本书可做为函大非机、非土类各专业的教材，也可作为职大、电大、业大的教材。

本书由叶玉驹审阅。

自 学 函 授

画 法 几 何 及 机 械 制 图

(非机械类各专业用)

张洪德 陈笑琴 简召全 合编

*

北京工业学院出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

三河县中赵甫印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 22.25印张 538千字

1986年8月第1版 1988年10月第3次印刷

ISBN 7-81013-060-9/TH·13

印数114001-24000册 每套定价:5.80元

前 言

这套自学函授教材是根据高等工业学校函授大学教学大纲和自学考试大纲编写的机械类专业用基础课教材。它的出版为高等函授学生和参加自学考试的自学者做了一件极有意义的好事。

党的十一届三中全会以来,随着我国四个现代化建设事业的发展,出现了全社会努力学习科学文化的可喜形势。成千上万的自学者在缺少面授条件的困难条件下,为四化事业而勤奋地刻苦学习。但是,由于缺乏合适的教材,给他们的学习造成不少困难。他们迫切需要能反映成人教育特点、极便于自学的书。

现在推荐给读者的这套自学函授教材,就是北京工业学院一批热心成人教育的同志奉献给广大自学者的礼物。全书包括高等数学、工程数学、普通物理、英语、机械制图、理论力学、材料力学、机械原理、机械零件、电工电子学等。每本书名都冠以“自学函授”字样,以示区别于普通高等学校教材。本书不仅适用于函授学生和参加自学考试的人员,也可作为电大、夜大、职工大学、甚至普通高等学校学生的参考资料。

参加编写的同志把自己多年积累的~~丰富的~~教学经验和心得编入书中,力求按照自学者学习特点和规律进行编写,使本书具有鲜明的特色。全书内容取材适当,重视基本概念和基本理论,并保证一定的高度和深度;为了便于自学,书中叙述详尽细致,讲解深入透彻;书中编有具体的自学指导,针对性强,编排合理,指导及时,便于读者参阅使用;全书力求文字简洁、通俗易懂,生动活泼,引人入胜。

希望这套书能够有效地帮助读者顺利学习,迅速自学成材,这是编者们的最大心愿。

孙 树 本

一九八五年二月于

北京工业学院

目 录

绪 论	1
第一章 点和直线	
章前指导	5
§ 1-1 点的正投影图	5
§ 1-2 点的投影和坐标	7
§ 1-3 两点的相对位置和重影点	9
§ 1-4 直线的投影	12
§ 1-5 各种位置直线	12
§ 1-6 求线段的实长和倾角	16
§ 1-7 直线上的点	18
§ 1-8 两直线的相对位置	20
§ 1-9 一边平行于投影面的直角的投影	23
本章小结	24
第二章 平面	
章前指导	26
§ 2-1 平面的表示法	26
§ 2-2 各种位置平面	28
§ 2-3 平面上的点和线	32
§ 2-4 平行关系	37
§ 2-5 相交关系	40
§ 2-6 垂直关系	44
本章小结	48
第三章 投影变换	
章前指导	49
§ 3-1 换面法	49
§ 3-2 绕垂直轴旋转法	60
本章小结	65
第四章 立体	
章前指导	66
§ 4-1 三视图和三视图关系	66
§ 4-2 平面立体	67
§ 4-3 回转曲面立体	69

§ 4-4 组合体的形成	74
本章小结	77
第五章 平面与立体相交、两回转体相交	
章前指导	79
§ 5-1 平面立体的截交线	79
§ 5-2 回转体的截交线	82
§ 5-3 两回转体的相贯线	89
本章小结	95
第六章 轴测投影图	
章前指导	99
§ 6-1 基本知识	99
§ 6-2 正等测	101
§ 6-3 斜二测	110
§ 6-4 轴测剖视图画法	113
本章小结	115
第七章 制图的基本知识和技能	116
章前指导	116
§ 7-1 国家标准《机械制图》摘录	116
§ 7-2 制图工具及其用法	133
§ 7-3 几何作图	138
§ 7-4 平面图形及其尺寸分析	145
§ 7-5 绘图的基本技能	153
本章小结	156
第八章 组合体	
章前指导	159
§ 8-1 组合体的画图	159
§ 8-2 组合体的读图	162
§ 8-3 组合体的尺寸注法	167
本章小结	175
第九章 机件的表示方法	
章前指导	177
§ 9-1 视图	177
§ 9-2 剖视	180
§ 9-3 剖面	188
§ 9-4 局部放大图和简化画法	189
本章小结	194
第十章 标准件	
章前指导	196

§ 10-1 螺纹.....	196
§ 10-2 螺纹紧固件.....	204
§ 10-3 键连接的画法.....	211
§ 10-4 销连接的画法.....	212
§ 10-5 滚动轴承.....	213
本章小结.....	215
第十一章 零件图	
章前指导.....	216
§ 11-1 零件图的内容和要求.....	216
§ 11-2 选择视图方案的原则.....	217
§ 11-3 零件上常见合理结构的画法.....	221
§ 11-4 合理标注零件尺寸.....	226
本章小结.....	236
第十二章 技术要求	
章前指导.....	237
§ 12-1 表面粗糙度代(符)号及其注法.....	237
§ 12-2 公差与配合.....	246
§ 12-3 形状和位置公差.....	253
本章小结.....	258
第十三章 齿轮 弹簧	
章前指导.....	260
§ 13-1 齿轮.....	260
§ 13-2 弹簧.....	269
本章小结.....	273
第十四章 部件装配图	
章前指导.....	275
§ 14-1 部件装配图的作用和内容.....	275
§ 14-2 表达部件的方法.....	278
§ 14-3 装配结构.....	280
§ 14-4 装配图的尺寸和技术要求.....	283
§ 14-5 零件序号和明细栏.....	284
§ 14-6 由零件图画装配图的步骤.....	285
§ 14-7 由部件装配图画零件图.....	294
本章小结.....	297
附 录	
I 第三角画法.....	298
II 机械加工一般标准.....	300
III 螺纹.....	301

IV	螺纹紧固件及销、键.....	306
V	滚动轴承.....	323
VI	表面粗糙度参数值.....	329
VII	公差与配合.....	333
VIII	常用材料及热处理名词.....	344

绪 论

一、课程的研究对象、学习目的和方法

在现代的工业生产和科学研究中都离不开工程图样。与语言文字一样，图样是工程上用来表达和交流思想的一种重要的不可缺少的工具。每个工程技术人员，都必须掌握这种工具。

本课程包括画法几何和机械制图两门学科。画法几何是研究应用投射法在平面上图示空间形体以及图解空间几何问题的学科。而机械制图则是研究机械图样的绘制和阅读的一门学科。画法几何既为机械制图的形体表达提供了理论基础，又可用于解决工程技术上的一些问题。

学习本课程的主要目的是培养学生读图、画图以及初步的图解能力。主要任务是：

1. 学习正投射的基本理论；
2. 培养阅读和绘制机械图样的能力；
3. 培养图解空间几何问题的初步能力；
4. 培养空间想象能力和空间分析能力；
5. 培养认真细致的工作作风。

本课程是一门既有系统理论又有实践的技术基础课，在学习上要注意以下几点：

1. 画法几何系统性强，前一个概念没有搞清楚，会影响后面内容的学习，因此，要按步搞清每一个概念。
2. 画法几何运用投射法建立了空间形体和投影图形的对应关系，通过从空间到平面、又从平面到空间的反复思维，逐步提高空间想象能力和空间分析能力。开始时，可利用模型或实物增加感性认识，但不应长期依赖它们，否则不利于能力的培养。
3. 画法几何和机械制图是实践性较强的学科，要掌握这些知识，必须通过大量的练习，因此，应该认真、独立地完成一整套作业。
4. 对于国家标准《机械制图》的内容，一要遵守，二要尽可能理解，并通过实践掌握它，同时要能熟练地查阅标准。
5. 应尽可能创造条件去接触实际（例如参观工厂等），以扩展自己在机械制造方面的知识。并在后续的生产实习及有关课程学习中进一步提高。

二、投射法

物体在阳光或灯光的照射下，就会在平面上产生影子（图1）。把这种自然现象加以抽象，就得到几何学中的投射法。常用的投射法有两大类：中心投射法和平行投射法。

中心投射法 把图1的自然现象抽象成图2所示情况，光源用点S表示，称为投射中心；

光线用从 S 点引出的直线(如 SA 等)表示,称为投射线;两投射线所确定的平面(如 SAB),称为投射面;投影所在的平面(如 P 面),称为投影面。自投射中心 S ,过 $\triangle ABC$ 各顶点作投射线 SA 、 SB 、 SC ,它们与投影面 P 分别交于 a 、 b 、 c 三点, $\triangle abc$ 即为 $\triangle ABC$ 的中心投影*。

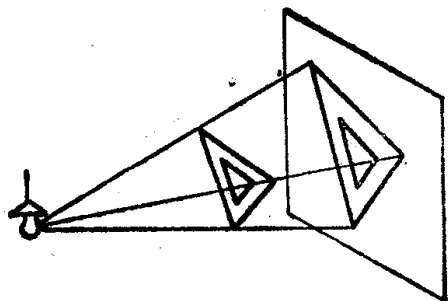


图 1

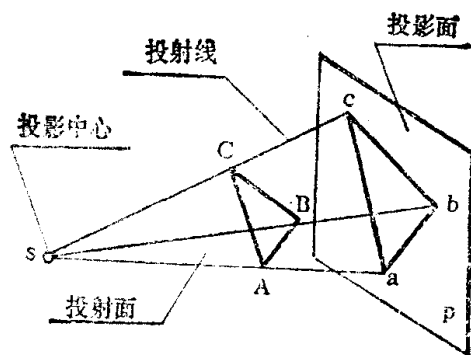


图 2

一般情况下,直线与平面相交有唯一的交点,所以,空间一个点,自确定的投射中心进行投射,在投影面上有唯一的一个投影。

从上述投射过程可见,如果改变 $\triangle ABC$ 与投射中心 S 的距离,它的投影 $\triangle abc$ 的形状大小就随之改变。由于中心投射法有这种变形问题,对生产很不方便,因此生产中使用的图样,不采用中心投射法。

平行投射法 当投射中心距投影面无限远时,则各投射线成为相互平行的直线,这样的投射称为平行投射。平行投射可以看作是中心投射的一种特殊情况。如图 3 所示, S 表示投射方向, H 为投影面,过 $\triangle ABC$ 各顶点作平行于 S 的投射线,则投射线与 H 面分别交于 a 、 b 、 c 三点, $\triangle abc$ 即为 $\triangle ABC$ 的平行投影。

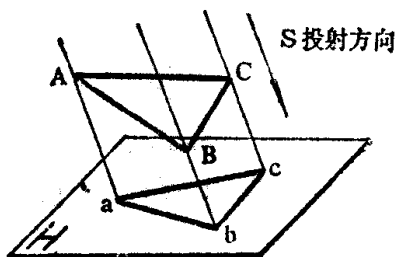


图 3

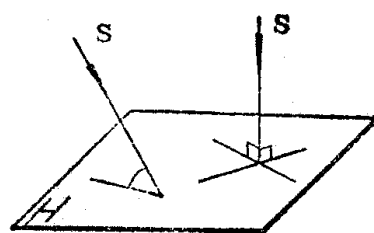


图 4

显然,在确定的投射方向下,空间的一个点在投影面上的平行投射也是唯一确定的。根据投射线与投影面所构成的夹角不同(见图 4),平行投射法又可分为:

1. 直角投射法——投射方向垂直于投影面;
2. 斜角投射法——投射方向倾斜于投影面。

* 本书规定用大写字母(如 A 、 B 、 C 等)表示空间的点,用小写字母(如 a 、 b 、 c 等)表示相应的空间点的投影。

三、平行投射的基本性质

平行投射有如下的基本性质：

1. 直线的投影一般还是直线。如图 5 所示，过 AB 直线上每一点的投射射线组成一投射平面 P，P 面与 H 面的交线 ab 即为直线 AB 的投影。因此，一般情况下，直线的投影还是直线。

2. 点在直线上，则该点的投影一定在直线的投影上。如图 6 所示，若 $C \in AB$ ，则 $c \in ab$ 。

3. 直线上点分线段之比，投射后保持不变。如图 6 所示， $\frac{AC}{CB} = \frac{ac}{cb}$ ，

4. 在直角投射的情况下（图 7）：

1) 当直线段对投影面倾斜时，其投影长度要缩短（即 $ab < AB$ ）。

2) 当直线段平行于投影面时，其投影反映实长（即 $cd = CD$ ）。

3) 当直线段垂直于投影面时，其投影成为一点。这种投射性质，称为积聚性，即直线上所有的点，其投影都积聚于一点。

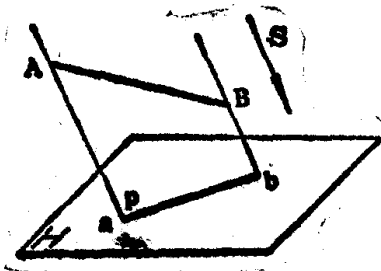


图 5

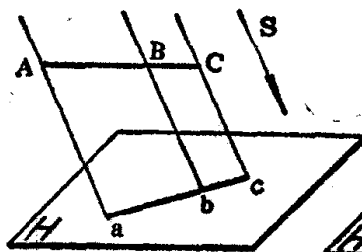


图 6

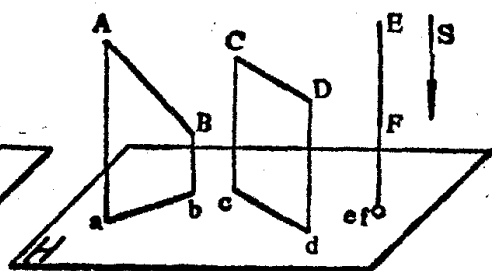


图 7

在斜角投射情况下，线段的投影除了上述三种情况外，还可能大于实长。

5. 两条平行直线的投影仍平行，且平行线段之比等于它们的投影之比。如图 8 所示，因为 $AB \parallel CD$ ，所以两投射面 $ABba \parallel CDdc$ ，因此， $ab \parallel cd$ ，而且 $\frac{AB}{CD} = \frac{ab}{cd}$ 。

6. 平面形的投影

1) 平面形对投影面倾斜（与投射方向不平行）时，其投影与原形相比要发生变化，但投影形状总与原形相仿，即三角形的投影仍为三角形，V 形的投影仍为 V 形。但 $\triangle abc \neq \triangle ABC$ ，V 形也不是实形（图 9）；而且一般也不相似（如 $\triangle abc$ 与 $\triangle ABC$ 不相似）。

2) 平面形平行于投影面时，其投影反映平面形的实形，即 $\triangle abc = \triangle ABC$ （图 10）。

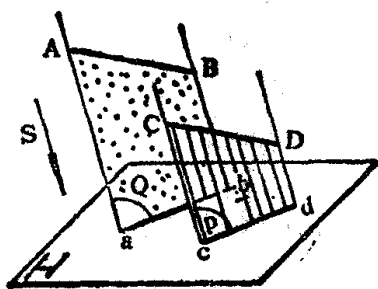


图 8

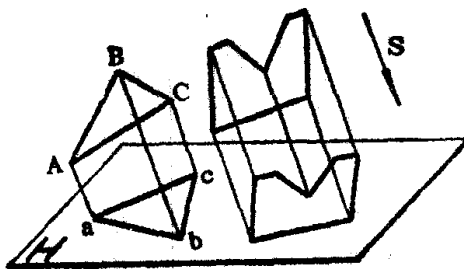


图 9

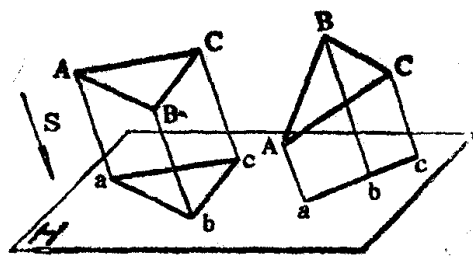


图 10

3) 平面形平行于投射方向时, 其投影为一直线(图10)。这种性质也称为积聚性, 即平面上所有点、线等的投影都积聚在一条直线上。

本书主要应用平行直角投射法。

练 习

1. (选择填空) 在直角投射中, 线段的投影长度可能_____, _____该线段的实长。(a. 小于, b. 等于, c. 大于)。
2. (选择填空) 点在直线上, 则该点的投影_____该直线的投影上。(a. 一定在, b. 不在, c. 不一定在)。
3. (选择填空) 平行两直线的投影_____ (a. 仍平行, b. 不平行)。
4. (填空) 在直角投射中, 直线垂直于投影面, 投影成为_____; 平面垂直于投影面, 投影成为_____, 这种性质称为_____。
5. (作图) 完成图11中线段CD的投影 ($AB \parallel CD$)。
6. (作图) 已知 $C \in AB$, 求c (图12)。
7. (作图) 已知 $AB \cap CD$, 求CD (图13)。

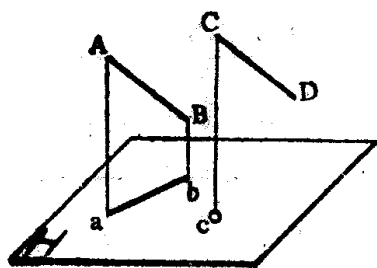


图11

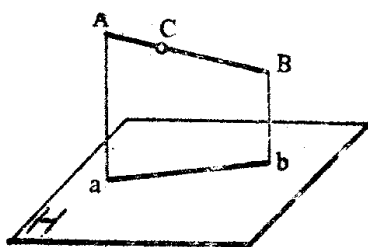


图12

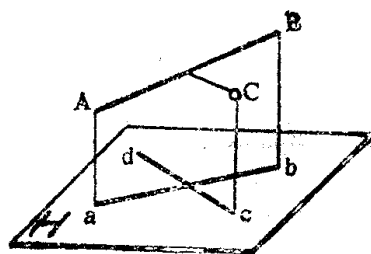


图13

第一章 点和直线

章前指导

本章将介绍点的正投影图、点的投影和坐标、两点的相对位置和重影点；直线的投影、各种位置直线、求线段的实长和倾角、直线上的点、两直线的相对位置、直角的投影等内容。

重点是点的正投影图规律、各种位置直线的投影特性。难点是直角三角形法以及直角投影定理。

为了培养学生的空间想象能力，学习初期可以借助于模型的帮助，例如，可以用铅笔比作直线，用硬纸板比作平面，还可利用硬纸板做成活动的三投影面体系，将几何元素放在其中进行观察、想象，但随着想象能力的不断提高，应逐步减少、并取消这些辅助方法。

学时分配建议

自 学 内 容	时 间	作 业	时 间
§ 1-1 点的正投影图 § 1-2 点的投影和坐标 § 1-3 两点的相对位置和重影点	2	1-1~8	1
§ 1-4 直线的投影 § 1-5 各种位置直线 § 1-6 求线段的实长和倾角	2	1-9~17	1.5
§ 1-7 直线上的点 § 1-8 两直线的相对位置 § 1-9 直角的投影	2	1-18~32	2.5

§1-1 点的正投影图

空间一点在投影面上的平行投影是唯一确定的。但是反之，已知点A在H面上的平行投影a，则不能确定点A在空间的位置，如图1-1所示。因为所有通过点a，且与S方向平行的投射线上上的点（如A₁、A₂、A₃等），其投影均为点a。可见，若不附加其它条件，单面投影就不能确定空间形体的位置和形状，因此，在工程上普遍采用多面正投影图表示空间形体。

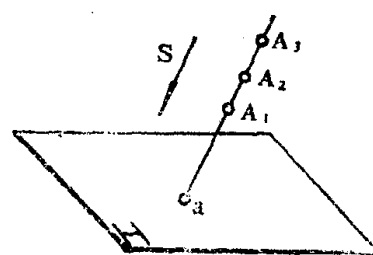


图1-1

一、点的正投影图画法

正投影图就是采用平行直角投射法，将空间形体投影到两个或两个以上相互垂直的投影面上，并将投影面按一定规则展开到一个平面上所得到的图形。

如图 1-2 所示，采用三个互相垂直的投影面，其中正面投影面（简称正面）用 V 标记；水平投影面（简称水平面）用 H 标记；侧面投影面（简称侧面）用 W 标记。两投影面的交线叫做投影轴，其中 V 与 H 的交线，叫做 X 轴；H 与 W 的交线，叫做 Y 轴；V 与 W 的交线，叫做 Z 轴。不难看出，X、Y、Z 三轴也互相垂直，且交于一点，用 O 标记。

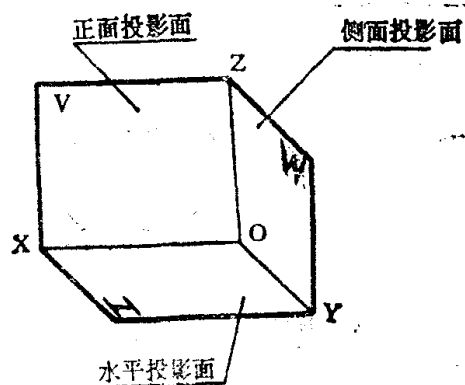


图 1-2

图 1-3a 表示将点 A 放在三投影面系中，采用平行直角投射法，分别向三投影面投射的情况。其中过点 A 的投射线与 H 面的交点，称为水平投影，用 a 标记；过点 A 的投射线与 V 面的交点，称为正面投影，用 a' 标记；过点 A 的投射线与 W 面的交点，称为侧面投影，用 a'' 标记*。

为了得到点的正投影图，需将三投影面展开成一平面，展开的规定如下：

- (一) V 面不动；
- (二) H 面绕 X 轴向下旋转 90° ；
- (三) W 面绕 Z 轴向后方（如箭头所示）旋转 90° 。

在展开时，Y 轴被拆为两半 Y_H 和 Y_W ，图 b 为展开后得到的正投影图。通常投影图中不必画出投影面的边框，如图 c 所示。

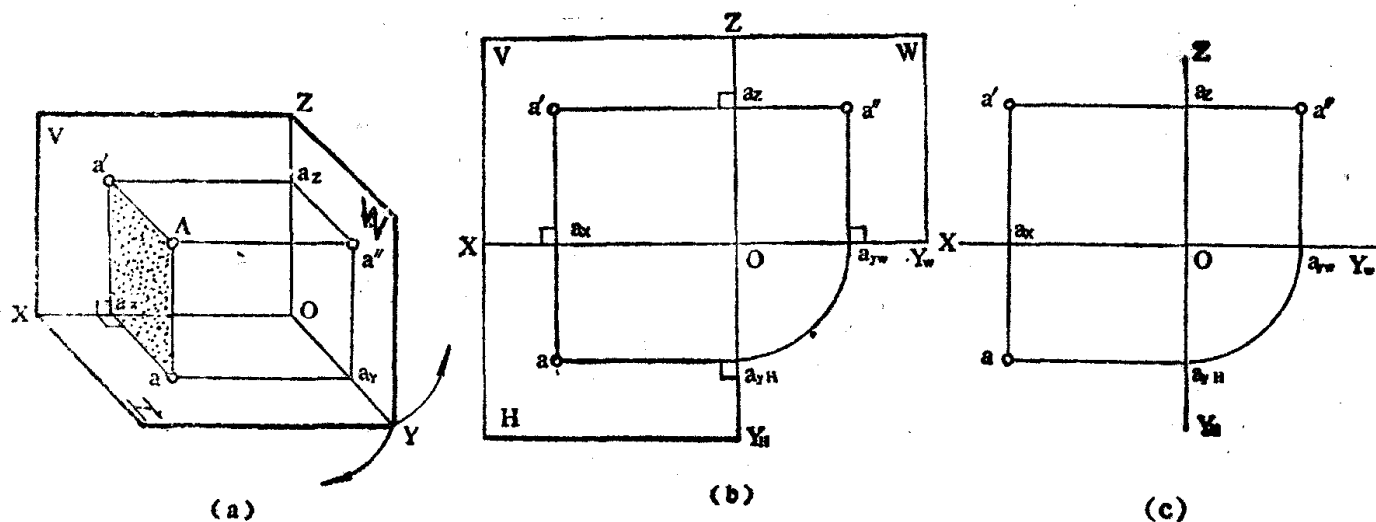


图 1-3

* 任一点的三个投影都用同一小写字母表示，其中 H 投影不加撇，V 投影加一撇，W 投影加两撇。

根据点的正投影图（点的两个投影），便能确定空间点的位置。例如已知点A的投影a和a'，则将H面绕X轴旋转（与展开时的旋转方向相反）到与V面垂直并过a、a'分别作H和V的垂线，两垂线的交点，即为空间的点A。

二、点的正投影图规律

由图1-3a可见，投射射线Aa'、Aa组成一投射面Aaa_xa'，设投射面既垂直于H面，又垂直于V面，因而垂直于X轴，则aa_x、a'a_x必垂直于X轴，即a'a_x⊥OX，aa_x⊥OX。当点A的H投影a随H面展开时，a_x不动，aa_x⊥OX的关系不变，因此展开后，a、a_x、a'必在同一直线上，且A点的V投影a'与H投影a的连线必垂直于OX轴，即a'a⊥OX。

同理，可得点A的V投影a'和W投影a''的连线垂直于OZ轴，即a'a''⊥OZ。

aa_x与a''a_z都反映A点到V面的距离，因此，aa_x=a''a_z。

综上所述，得一个点的正投影图规律如下：

- （一）a'a⊥OX，即点的V投影和H投影的连线垂直于X轴；
- （二）a'a''⊥OZ，即点的V投影和W投影的连线垂直于Z轴；
- （三）aa_x=a''a_z，即点的H投影到X轴的距离等于点的W投影到Z轴的距离。这一关系可用以O为圆心的圆弧（图1-3c）或45°辅助线（图1-4）来表达。

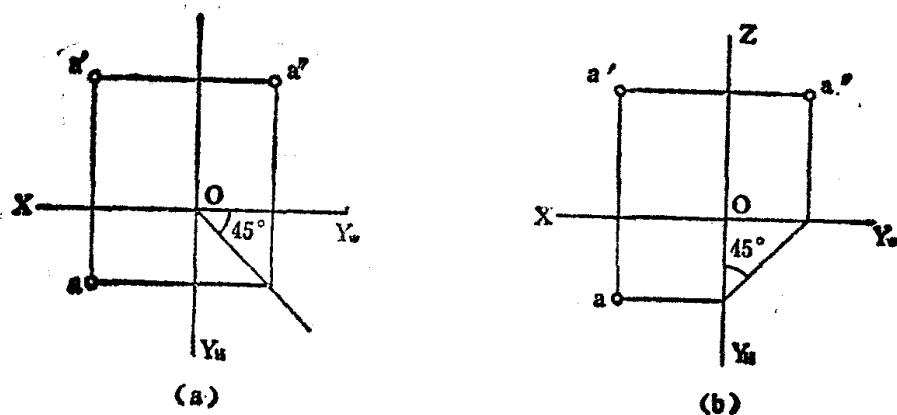


图1-4

§1-2 点的投影和坐标

一、点的投影和坐标关系

如果把三投影面体系看作是空间直角坐标系，则投影面H、V、W即为坐标面，投影轴X、Y、Z即为坐标轴，点O即为坐标原点。如图1-5所示，若点用A标记，则点的三个投影a、a'、a''和坐标X_A、Y_A、Z_A的关系如下：

$$Aa'' = aa_y = a'a_z = Oa_x = X_A$$

$$Aa' = aa_x = a''a_z = Oa_y = Y_A$$

$$Aa = a'a_x = a''a_y = Oa_z = Z_A$$

可见，已知点的三个投影（a、a'、a''），就有确定该点的一组坐标（X_A、Y_A、Z_A）。

反之，已知点的一组坐标，就能确定点的三个投影。

通常把 X 坐标称为横标，Y 坐标称为纵标，Z 坐标称为高标。

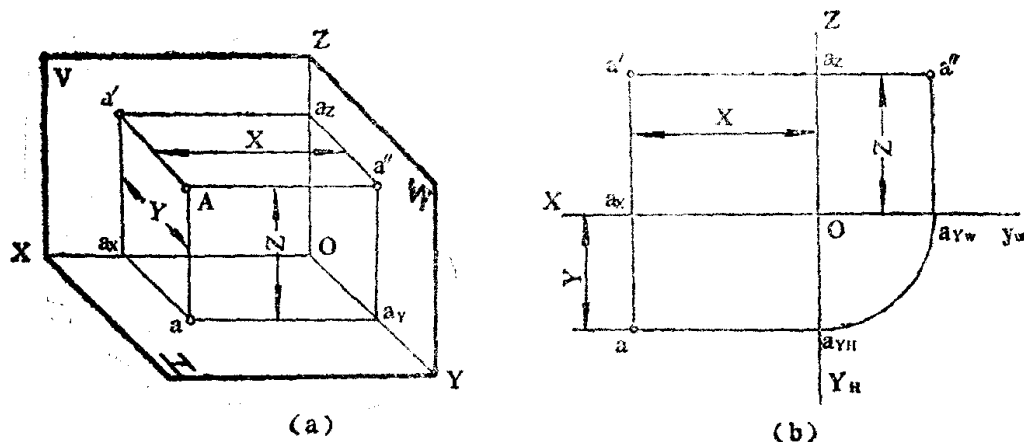


图 1-5

例 1 已知点的正面投影 a' 和侧面投影 a'' ，求作水平投影 a (图 1-6a)。

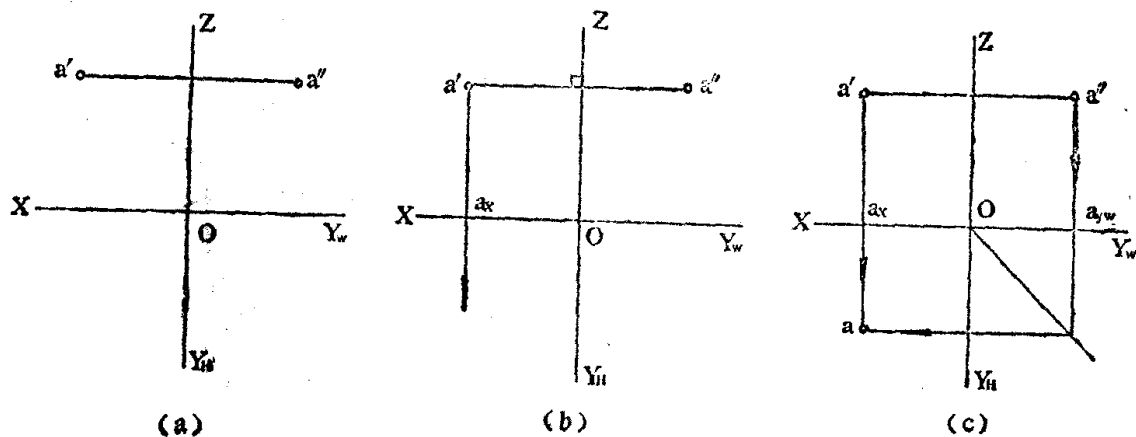


图 1-6

解 由于点的 V 投影 a' 反映了点的 x 、 z 坐标，W 投影 a'' 反映了点的 y 、 z 坐标，因而点的位置是唯一确定的，即根据 a' 和 a'' 能求出 a ，可根据点的投影规律作图如下：

- 1) 过 a' 作 OX 轴的垂线 $a'a_x$ (图 b)；
- 2) 过 a'' 作 Y_w 轴的垂线 $a''a_{yw}$ ，与过点 O 的 45° 辅助线相交，并过交点作 Y_H 轴的垂线与直线 $a'a_x$ 交于点 a (图 c)，则点 a 即为所求。

例 2 已知点 A (12, 15, 18)*，求作 A 点的三投影。

解 1) 在 X 轴上，自 O 点向左量 12 得 a_x (图 1-7a)；

2) 过 a_x 作 X 轴的垂线，并在该垂线上，自 a_x 向上量 18，向下量 15，得 a' 和 a (图 b)；

3) 根据 a' 和 a ，按点的三投影规律求出 a'' (图 c)。

* 坐标值以毫米为单位

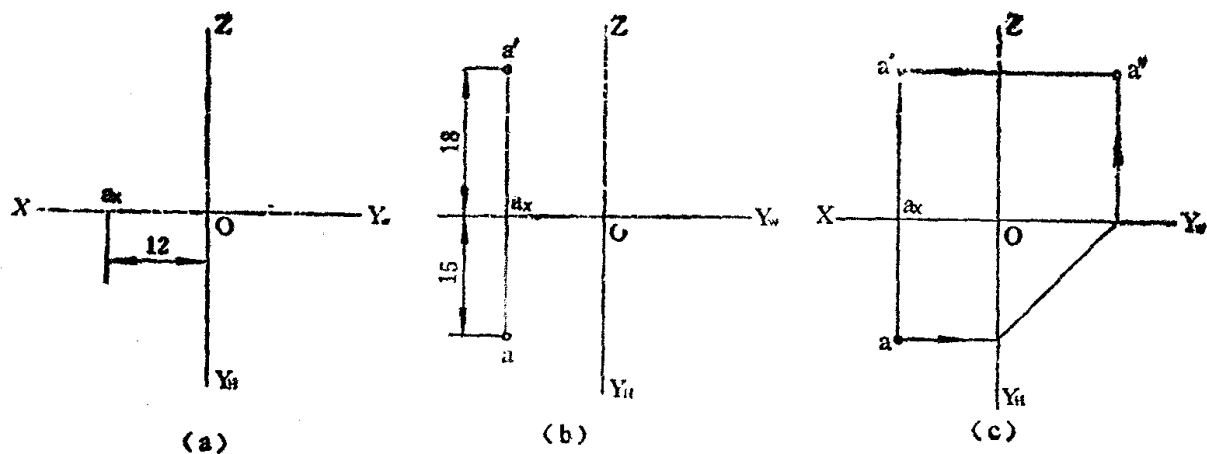


图1-7

二、投影面上的点、投影轴上的点

如点在投影面上，则点的三个坐标中的一个坐标为零，有两个投影在投影轴上。如图1-8所示，A点在H面上，B点在V面上。

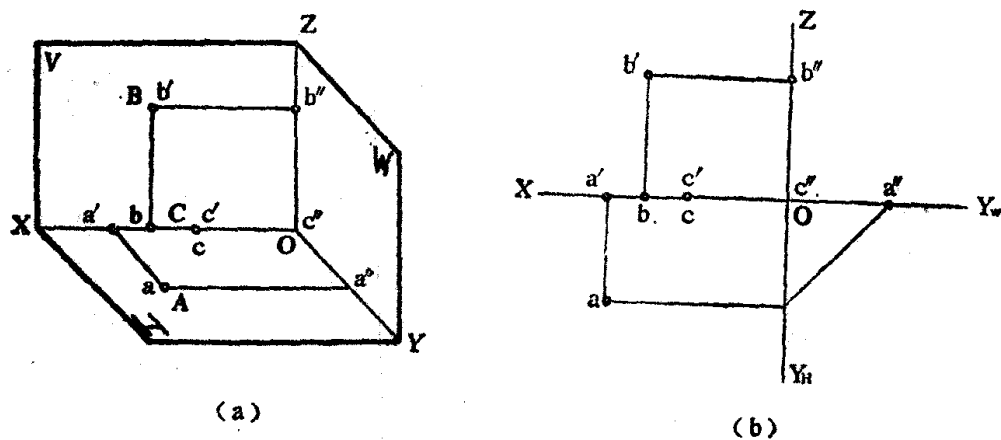


图1-8

如果点在投影轴上，则点同时在两个投影面上，其三个坐标中有两个坐标为零，而点的三个投影中必有两个在投影轴上（且重合），另一个投影与原点重合，如图1-8所示，点C在X轴上。

§1-3 两点的相对位置和重影点

一、两点的相对位置

点的位置，可用点的三个坐标确定，也可用点相对于已知点的位置确定。

根据两点的投影（包含点的坐标），可判断两点的相对位置，如图1-9给出A、B两点的三投影，因 $X_A > X_B$ ，所以点A距W面较远，或者说点A在点B的左方，同理，可判断出