

全国高等教育自学考试教材

画法几何及制图基础

〔土建类专业〕

宋兆全 主编



武汉大学出版社

全国高等教育自学考试教材

画法几何及制图基础

(土建类专业)

武汉大学出版社

1989年

内 容 简 介

本书是根据1985年1月土建类自学考试大纲审定会所通过的《画法几何及制图基础》自学考试大纲编写的。在内容上,与国家教委《画法几何及制图》课程指导委员会1986年所颁发的《画法几何及土建制图基本要求》的相应部分基本一致。

全书包括画法几何和制图基础两大部分。画法几何部分,叙述了投影的基本理论和作图方法。制图基础部分,介绍了绘制和阅读工程图样的基本方法,并采用了新颁布的《房屋建筑制图统一标准》GBJ1-86。

为了帮助读者建立空间概念,本书除轴测图外,还附有18个体视图和一副看体视图的红绿眼镜。

本书除作为自学考试教材外,还可供高等工科院校土建类各专业使用。

全国高等教育自学考试教材
画 法 几 何 及 制 图 基 础
(土建类专业)
宋兆全 主编

武汉大学出版社出版
武昌(珞珈山)
新华书店湖北发行所发行
中国铁道出版社印刷厂印刷

787×1092mm 1/16 15印张 插图8 362千字
1989年3月第1版 1989年3月第1次印刷
印数:1—20000册
ISBN 7-307-00329-5/O·29
定价:7.50元

出版前言

高等教育自学考试教材建设是高等教育自学考试工作的一项基本建设。经国家教育委员会同意,我们拟有计划、有步骤地组织编写一些高等教育自学考试教材,以满足社会自学和适应考试的需要。《画法几何及制图基础》是为高等教育自学考试土建类专业组编的一套教材中的一种。这本教材根据专业考试计划,从造就和选拔人才的需要出发,按照全国颁布的《画法几何及制图基础自学考试大纲》的要求,结合自学考试的特点,组织高等院校一些专家学者集体编写而成的。

土建类专业《画法几何及制图基础》自学考试教材,是供个人自学、社会助学和国家考试使用的。无疑也适用于其他相同专业方面的学习需要。现经审定同意予以出版发行。我们相信,随着高教自学考试教材的陆续出版,必将对我国高等教育事业的发展,保证自学考试的质量起到积极的促进作用。

编写高等教育自学考试教材是一种新的尝试,希望得到社会各方面的关怀和支持,使它在使用中不断提高和日臻完善。

全国高等教育自学考试指导委员会

一九八七年九月

编 者 序

本书及其配套使用的《画法几何及制图基础习题集》，是根据1985年1月土建类自学考试大纲审定会所通过的《画法几何及制图基础》自学考试大纲编写的。本书所选编的内容，与国家教委《画法几何及制图》课程指导委员会所颁发的《画法几何及土建制图基本要求》的相应部分基本一致。因此，本书除作为自学考试教材之外，还可供工科院校土建类各专业本科选用。

土建类各专业的专业图虽各有差异，但对图示的理论和方法、绘制和阅读图样的基本能力的要求大体相同。因此本书只选定土建类各专业共同要求的基本内容和个别专业指定的必修内容，定名为《画法几何及制图基础》。这样既突出了基本理论的学习，又加强了基本能力的培养，同时也避免了因缺乏专业知识，所带来的学习专业图的盲目性。我们认为，只要掌握了图示的基本理论和绘图的基本技能，再加上所学的专业知识，绘制和阅读专业图是容易解决的。为了帮助提高读者绘制和阅读专业图的能力，我们还将分别编写部分专业的制图手册，供读者参考。

为了便于自学，本书各章都给出了基本要求和复习思考题；在图示和图解方面，一般都采用了分步作图的形式；在文字叙述方面，力求通顺、条理清楚、说理明白、图文对照；对于初学者容易误解的问题，都有意识地予以指示。另外，为了帮助初学者建立空间概念，解决没有模型的困难，凡需模型助学的问题，本书都给出了视图或轴测图。

本书由宋兆全主编。参加编写的（按编写顺序）有李智英、连礼芝、朱自珍。

本书由哈尔滨建工学院谢培青教授主审。参加审稿的还有山东工业大学郑大锡教授、西南交通大学黄锦铭副教授、武汉水利电力学院彭志炎副教授、华南工学院徐祖廉副教授、上海城市建设学院何铭新副教授。本书的视图由王希富、张胜琴、孟志贤等绘制，插图由北方交通大学王桂玲描绘，在此表示感谢。

由于我们的水平有限，难免存在缺点和错误，欢迎读者予以批评指正。

编 者

一九八七年六月

目 录

绪 论	1
一、本课程的任务与目的	1
二、本课程的学习方法	1
三、本课程与专业课的关系	2
画 法 几 何 部 分	
一、常用符号	3
二、常用线型	3
三、作图要求	4
第一章 投影的基本知识	5
§ 1—1 投影的概念及其特性	5
§ 1—2 三面投影图	7
第二章 点和直线	10
§ 2—1 点的投影	10
§ 2—2 点的投影与直角坐标的关系及两点的相对位置	14
§ 2—3 直线的投影	18
§ 2—4 直线上的点	24
§ 2—5 两直线的相对位置	26
§ 2—6 两直线垂直的投影	29
复 习 思 考 题	
第三章 平 面	32
§ 3—1 平面的表示法	32
§ 3—2 平面与投影面的相对位置	33
§ 3—3 平面内的点和直线	38
§ 3—4 平面内的特殊位置直线	41
§ 3—5 包含点或直线作特殊位置平面	44
复 习 思 考 题	
第四章 直线与平面、平面与平面的相对位置	46
§ 4—1 平行问题	46
§ 4—2 相交问题	49
§ 4—3 垂直问题	58

复 习 思 考 题

第五章 投影变换.....	64
---------------	----

§ 5—1 换面法.....	64
----------------	----

§ 5—2 旋转法.....	74
----------------	----

复 习 思 考 题

第六章 曲线与曲面.....	78
----------------	----

§ 6—1 曲线.....	78
---------------	----

§ 6—2 曲面.....	80
---------------	----

§ 6—3 回转面.....	81
----------------	----

§ 6—4 非回转直纹曲面.....	83
--------------------	----

复 习 思 考 题

第七章 立 体.....	86
--------------	----

§ 7—1 平面立体的投影.....	86
--------------------	----

§ 7—2 平面立体表面上的点和线.....	88
------------------------	----

§ 7—3 平面立体的截切.....	89
--------------------	----

§ 7—4 曲面立体表面上的点和线.....	94
------------------------	----

§ 7—5 曲面立体的截切.....	97
--------------------	----

复 习 思 考 题

第八章 立体与立体相交	106
-------------------	-----

§ 8—1 平面立体与平面立体相交	106
-------------------------	-----

§ 8—2 平面立体与曲面立体相交	109
-------------------------	-----

§ 8—3 曲面立体与曲面立体相交	112
-------------------------	-----

§ 8—4 两曲面立体相交的特殊情况	115
--------------------------	-----

复 习 思 考 题

第九章 表面展开	117
----------------	-----

§ 9—1 平面立体的表面展开	117
-----------------------	-----

§ 9—2 圆柱和圆锥的表面展开	119
------------------------	-----

§ 9—3 管接头的展开	121
--------------------	-----

复 习 思 考 题

第十章 轴测投影	124
----------------	-----

§ 10—1 基本知识	124
-------------------	-----

§ 10—2 斜二测图的画法	127
----------------------	-----

§ 10—3 正等测图的画法	132
----------------------	-----

复 习 思 考 题

第十一章 透视投影	138
§ 11—1 基本知识	138
§ 11—2 直线透视的消失特性	140
§ 11—3 视点的选择	141
§ 11—4 透视图的基本画法——建筑师法	145
复 习 思 考 题	
第十二章 标高投影	154
§ 12—1 平面的投影	154
§ 12—2 立体的投影	157
§ 12—3 地形面的投影	160
§ 12—4 标高投影的应用举例	161
复 习 思 考 题	

制 图 基 础 部 分

第十三章 制图基本知识	164
§ 13—1 制图基本规定	164
§ 13—2 绘图工具及其使用方法	175
§ 13—3 几何作图	182
§ 13—4 绘图方法和步骤	188
复 习 思 考 题	
第十四章 组 合 体	193
§ 14—1 组合体的画法	194
§ 14—2 组合体的尺寸标注	203
§ 14—3 组合体投影图的阅读	206
复 习 思 考 题	
第十五章 图样画法的基本规定	214
§ 15—1 六面图及镜像投影	214
§ 15—2 剖面图、断面图	216
§ 15—3 常用的剖切方法	219
§ 15—4 简化画法	222
§ 15—5 图样画法示例	225
复 习 思 考 题	
后 记	232

绪 论

一、本课程的任务与目的

在建筑工程中,任何建筑物及其构配件的形状、大小和做法,都不是单用文字叙述所能表达清楚的,必须先画出它们的图样,然后根据图样进行施工,才能达到预想的目的。另外,在工程技术界,图样还是表达设计构思,进行技术交流的重要工具。因此,图样被称为工程技术界的语言。

要使图样在工程技术界作为一种共同性的语言,在绘制图样时就必须遵循统一的规则。这些规则,一是投影理论,二是国家标准。本课程的主要任务是:

1. 研究投影(主要是正投影)的基本理论和作图方法;
2. 培养绘制和阅读工程图样的基本技能;
3. 培养和发展空间想象能力及分析能力。

学完本课程之后,应达到下列要求:

1. 能运用投影的基本理论和作图方法,在平面上图示空间几何形体及图解空间几何问题;
2. 掌握建筑工程制图国家标准的基本规定,能正确地绘制和阅读组合体的图样;
3. 能正确地使用绘图工具,并具有一定的绘图速度。

二、本课程的学习方法

本课程分画法几何及制图基础两部分。画法几何主要是研究投影理论,它的特点是系统性强,逻辑严密,而且与初等几何(特别是立体几何)联系密切。制图基础是画法几何的投影理论与国家标准的综合应用,它的特点是实践性较强,学习时要完成一系列的制图作业。因此,在自学过程中应注意下列问题。

1. 学习本课程的读者,事先必须具备初等几何(特别是立体几何)的知识;而且在学习过程中,应注意把初等几何与画法几何的有关概念密切联系起来。

2. 本课程要解决的根本问题,就是通过投影的方法,把空间形体和几何问题转化为平面图形;借此来达到图示和图解的目的。因此,在学习过程中,除了掌握投影理论和作图方法之外,还必须注意空间形体和几何问题与平面图形之间的内在联系。初学时,可参考书中所给的立体图(包括所附的体视图)或自制简易的模型,帮助理解“空间与平面”的关系,逐步地培养和发展空间想象能力和分析能力。

3. 本课程的内容是由浅入深,环环相扣,如果对前面的概念理解不透,作图方法掌握的不熟练,后面将会感到越学越困难。因此在学习时,必须注意稳扎稳打,循序渐进。

4. 在学习每章之前,应对每章的基本要求作一概括地了解。在学习时,切忌停留在单纯地阅读课文上,必须对照例图来阅读有关课文,边看边画。这样,不但易于对课文的理解,而且能切实掌握具体的作图方法和步骤。学习完一章之后,应结合本章的复习思考题,

检查一下自己是否掌握了本章基本要求的内容。如果发现哪一概念或作图方法不清楚,须再行学习直到清楚为止。

另外,在学完一章之后,还必须完成每一章的习题,以进一步巩固所学的内容。习题中的答案是供自我检查用的,千万不能先看答案后作题;更不可只看答案,而不亲自动手作题。

5. 为了使读者能较熟练地掌握绘制和阅读工程图样的基本技能,要求读者亲自动手完成一系列的制图作业。在完成这些作业时,除按照作业要求,一丝不苟地完成外,还必须注意正确地使用绘图工具,精心操作,力求做到作图正确、迅速,图面美观,且符合国家标准。对图上的一字一线不潦草从事。

6. 为了更好地掌握所学的内容,建议读者进行阶段复习。可把第一章到第五章作为第一阶段,第六章到第十章作为第二阶段,以后各章作为第三阶段,最后再作总复习。

三、本课程与专业课的关系

土建类各专业的读者,在学习专业课之前,必须掌握本课程的基本内容,具有绘制和阅读图样的基本技能,为绘制和阅读专业图打好基础,否则将会给专业课的学习带来很大困难。但是,专业图所涉及的知识面很广,要在本课程内解决是不可能的。因此,绘制和阅读专业图的能力,只能在掌握本课程内容的基础上,通过专业课的学习继续培养和提高。

画法几何部分

一、常用符号

H ——水平投影面。

V ——正立投影面。

W ——侧立投影面。

X ——投影轴, H 与 V 的交线。

Y ($Y_H Y_W$) ——投影轴, H 与 W 的交线。

Z ——投影轴, V 与 W 的交线。

O ——原点, X 、 Y 、 Z 三投影轴的交点。

A 、 B 、 C ……——空间几何元素。如空间点 A 、直线 MN 、平面 P 。

a 、 b 、 c ……——空间几何元素的水平投影。如空间点 A 、直线 MN 、平面 P 的水平投影, 分别示为 a 、 mn 、 p 。

a' 、 b' 、 c' ……——空间几何元素的正面投影。如点 A 、直线 MN 、平面 P 的正面投影, 分别示为 a' 、 $m'n'$ 、 p' 。

$a''b''c''$ ……——空间几何元素的侧面投影。如点 A 、直线 MN 、平面 P 的侧面投影, 分别示为 a'' 、 $m''n''$ 、 p'' 。

P_H 、 P_V 、 P_W ——分别表示平面 P 的水平、正面、侧面迹线。

α ——直线或平面与 H 面的倾角。

β ——直线或平面与 V 面的倾角。

γ ——直线或平面与 W 面的倾角。

$\parallel$ ——平行。空间两直线 AB 与 CD 平行, 示为 $AB \parallel CD$; 两直线 AB 与 CD 的水平投影相互平行, 示为 $ab \parallel cd$ 。

$\nparallel$ ——不平行。

$\perp$ ——垂直。如平面 P 与 $\triangle ABC$ 相互垂直, 示为 $P \perp \triangle ABC$ 。

$\nlessgtr$ ——倾斜。如直线 L 倾斜于平面 P , 示为 $L \nlessgtr P$ 。

() ——由……确定。如点 A 是其水平投影和正面投影确定的, 示为 $A(a, a')$; 由两平行线 AB 与 CD 所确定的平面 P , 示为 $P(AB \parallel CD)$ 。

二、常用线型

为使图形清晰起见, 画法几何应按下表所规定的线型进行作图。

名 称	线 型	线 宽	用 途
粗 实 线		$b \approx 0.7\text{mm}$	可见线段和轮廓线的投影
虚 线		$0.5b$	不可见线段和轮廓线的投影
细 实 线		$0.35b$	投影轴、投影的连线、作图线
点 划 线		$0.35b$	中心线、轴线
双点划线		$0.35b$	假想轮廓线, 物体被截去部分原始形状的轮廓线

三、作图要求

因为画法几何中的问题，主要是通过作图来解决，所以在解题时，除了分析作图方法和步骤之外，还必须准确地把图作出来。因此在作习题时，一定要使用绘图工具。如：画平行线和垂直线要用两块三角板（见图13—42和图13—43）或用丁字尺和三角板（见图13—27和图13—28 a），画圆要用圆规（见图13—32）等。这样，不但可使作图准确，而且可以提高作图速度。不要只用一个三角板或一把直尺作图，更不得徒手作图。

第一章 投影的基本知识

本章的基本要求

1. 了解投影的概念和分类。
2. 掌握平行投影的基本性质。
3. 掌握三面投影的投影关系。

§ 1—1 投影的概念及其特性

如图 1—1 所示, 在电灯和桌面之间放置一块三角板, 当光线照射时, 桌面上就呈现出该三角板的影子。画法几何中, 把图 1—1 a 这种自然现象抽象为图 1—1 b。相当于电灯的点 S , 称为投影中心; 相当于桌面的平面 H , 称为投影面; 光线 SA 、 SB 、 SC 称为投射射线。投射射线 SA 、 SB 、 SC 与投影面 H 的交点 a 、 b 、 c 称为空间点 A 、 B 、 C 在 H 面上的投影。显然 H 面上的 Δabc 即为空间 ΔABC 在 H 面上的投影。

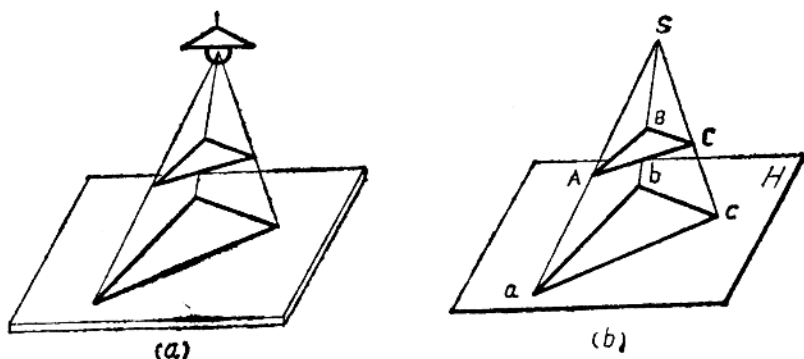


图 1—1 投影的概念

这种使空间物体在投影面上产生投影的方法, 称为投影法。

按照投影中心距离投影面的远近, 投影可分为中心投影和平行投影两种。

一、中心投影

如图 1—2 所示, 当投影中心 S 距离投影面 H 为有限远时, 即所有投射射线在有限远的距离内相交于一点 S , 用这样一组投射射线所得到的投影, 称为中心投影。这种投影的方法, 称为中心投影法。

将图 1—2 中的 $ABCD$ 与其中心投影 $abcd$ 作一比较, 即可看出: 原来平行且相等的两边 AB 、 CD , 其中心投影却变得 $ab > cd$, 且不反映实长; 原来平行且相等的两边 AD 、 BC , 其中心投影 ad 与 bc 既不平行也不相等。因此, 中心投影法不适合绘制一般的工程图样。

但用中心投影法绘制的图样直观性较强，它适用于绘制建筑物的透视图（详见第十一章）。

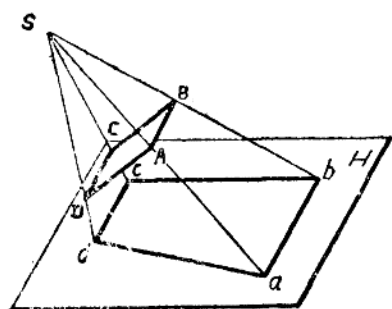


图 1-2 中心投影

二、平行投影

当投影中心距离投影面为无限远时，即所有的投射射线都相互平行。用这样一组相互平行的投射射线所得到的投影，称为平行投影。这种投影的方法，称为平行投影法。

根据投射射线与投影面垂直与否，平行投影又分为斜投影和正投影两种。

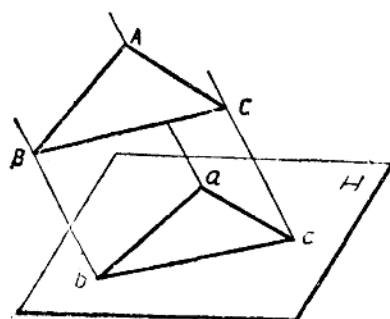
1. 斜投影

图 1-3a 所示，当投射射线相互平行，且倾斜于投影面时，所得到的投影，称为平行斜

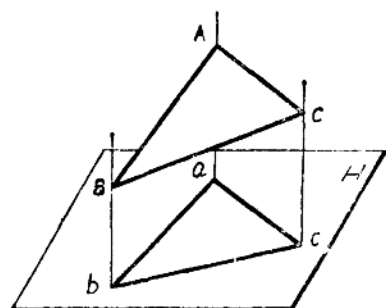
投影，简称斜投影。

2. 正投影

如图 1-3b 所示，当投射射线相互平行，且垂直于投影面时，所得到的投影，称为平行正投影，简称正投影。



(a) 斜投影



(b) 正投影

图 1-3 平行投影

三、平行投影的基本性质

1. 平行性

如图 1-4a 所示，如果空间两直线 (AB 、 CD) 相互平行，则其投影 (ab 、 cd) 仍保持平行，即 $AB \parallel CD$ ， $ab \parallel cd$ 。

2. 定比性

如图 1-4b 所示，空间直线 (AB) 上的一点 (C) 把直线分为两段 (AC 、 CB)，如果直线 (AB) 不与投影面垂直，则这两段实际长度之比 ($AC:CB$) 等于其投影的长度之比 ($ac:cb$)，即 $AC:CB = ac:cb$ 。

3. 可量性

如图 1-4c 所示，如果线段 (AB) 或平面图形 ($\triangle CDE$) 与投影面 (H) 平行，则它们在该投影面上的投影反映线段 (AB) 的实长或平面图形 ($\triangle CDE$) 的实形，即 $ab = AB$ ， $\triangle cde = \triangle CDE$ 。

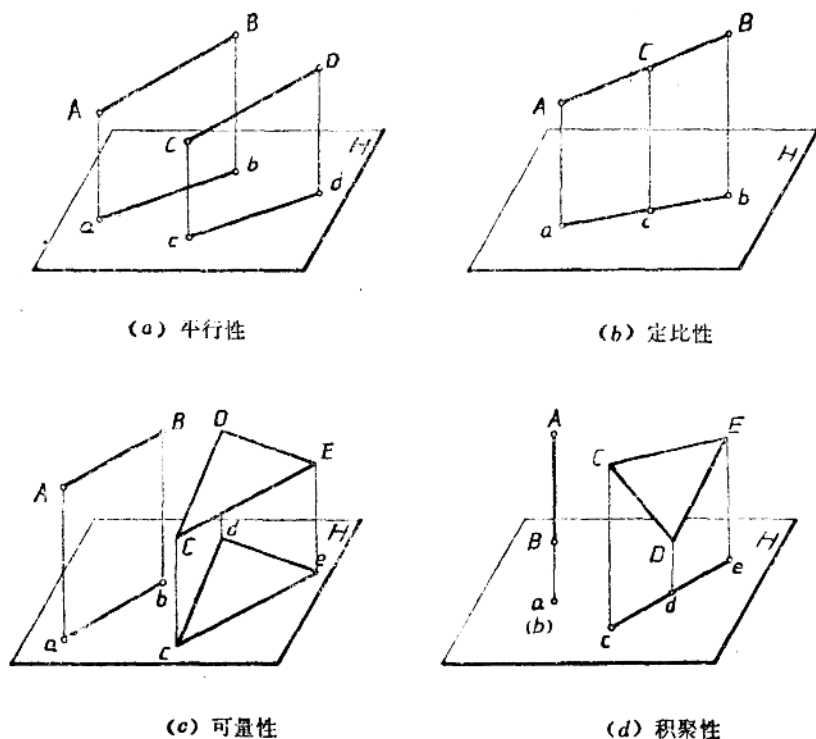


图 1—4 平行投影的基本性质

4. 积聚性

如图 1—4d 所示, 如果空间直线 (AB) 或平面图形 ($\triangle CDE$) 与投影面垂直, 则直线 (AB) 的投影 (ab) 积聚为一点, 平面图形 ($\triangle CDE$) 的投影 (cde) 积聚一直线。

§ 1—2 三面投影图

如图 1—5 所示, 用正投影法将空间 I、II 两个物体向投影面 H 上进行投影, 所得到的投影完全相同。也就是说, 该投影既可以看成是物体 I 的投影, 也可以看成是物体 II 的投影。这是因为, 空间物体有长、宽、高三个向度, 而一个投影只反映其中两个向度。由此可见, 仅凭物体的一个投影尚不能确切、完整地表达物体的形状, 而需要两个或两个以上的投影。

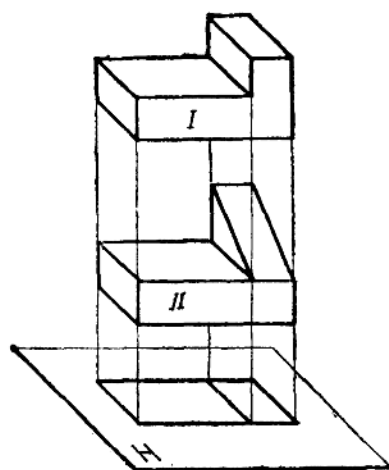
一、三面正投影图的形成

如图 1—6a 所示, 设立三个相互垂直的投影面 H 、 V 、 W , 用正投影法将物体分别向这三个投影面上进行投影。然后, 使 V 面保持不动, 把 H 面和 W 面分别绕其与 V 面的交线向下和向右旋转到与 V 面重合, 便得到物体的三面正投影图, 简称三面图 (图 1—6b)。

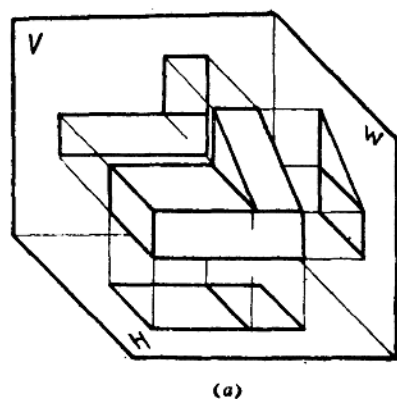
物体在 H 、 V 和 W 面上的投影, 分别称为水平投影、正面投影和侧面投影。因为投影面的边框及投影面的交线与表示物体的形状无关, 所以在绘制工程图样时不予画出 (图 1—6c)。

虽然用这种方法绘制的工程图样直观性差, 但作图方便且便于度量。因此它是工程中

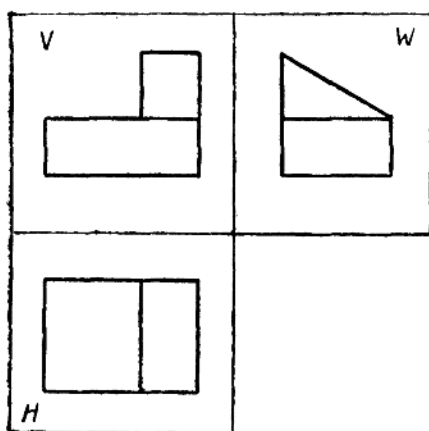
应用最广的一种图示方法，也是本课程研究的重点。



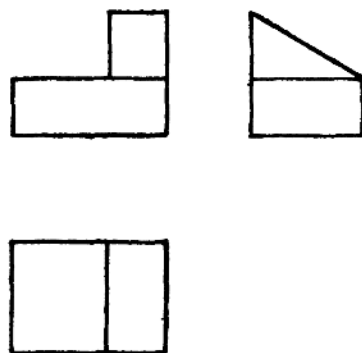
1—5 物体的单面正投影



(a)



(b)



(c)

图 1—6 (T) *三面正投影图的形成

二、三面图的投影关系

如图 1—7a 所示，物体的长、宽、高三个向度，分别用 l 、 b 、 h 表示。由三面图的形成可知，物体的水平投影反映它的长 (l) 和宽 (b)，正面投影反映它的长 (l) 和高 (h)，侧面投影反映它的宽 (b) 和高 (h)。因此，物体的三面投影之间具有下列的对应关系 (图 1—7b)：

1. 水平投影和正面投影的长度 (l) 相等，且相互对正，即“长对正”；
2. 正面投影和侧面投影的高度 (h) 相等，且相互平齐，即“高平齐”；
3. 水平投影和侧面投影的宽度 (b) 相等，即“宽相等”。

在三面图中，无论是物体总的长 (l)、宽 (b)、高 (h)，还是局部的长 (l_1)、宽 (b_1)、高 (h_1)，都必须符合“长对正、宽相等、高平齐”的对应关系。因此，这“九

* 凡注有 (T) 的图号，均附有体视图。

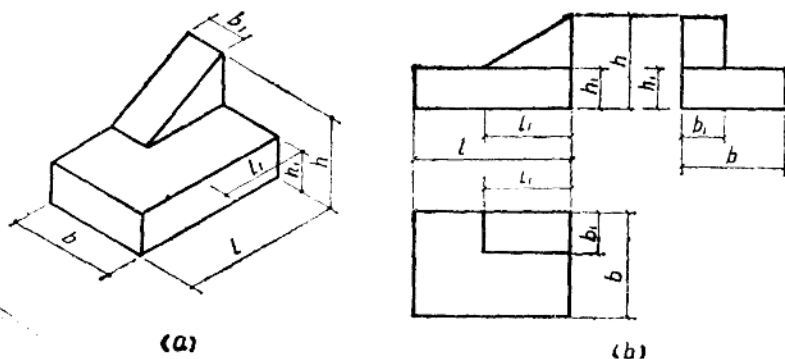


图 1—7 三面图的投影关系

字令”是绘制和阅读三面图，必须遵循的对应关系。

三、物体的三面图与其六个方向的关系

如图 1—8 a 所示，当物体与投影面的相对位置确定之后，它就有上、下、左、右、前、后六个确定的方向。由三面图的形成可以看出：物体的水平投影反映左、右、前、后四个方向；正面投影反映左、右、上、下四个方向；侧面投影反映上、下、前、后四个方向（图 1—8 b）。这里要特别注意，水平投影和侧面投影靠近正面投影的一侧为物体的后面，远离正面投影的一侧为物体的前面。切不可把水平投影靠近正面投影的一侧视为物体的上面，或把侧面投影靠近正面投影的一侧视为物体的左边。

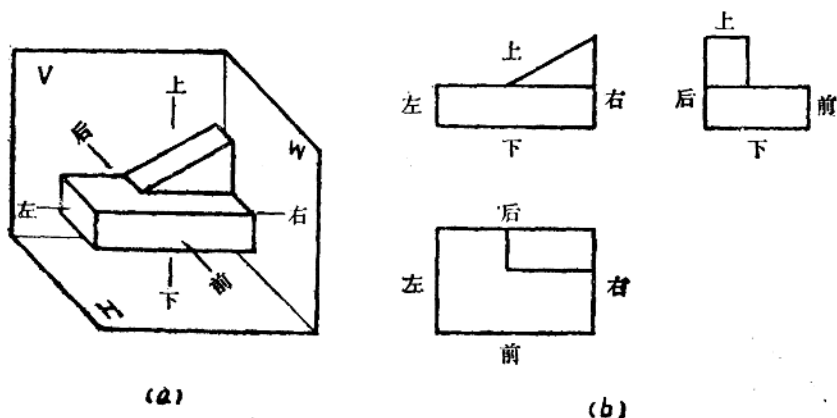


图 1—8 物体的六个方向

复习思考题

1. 中心投影和平行投影的主要区别是什么？
2. 平行投影的四个基本性质，是否都可以逆推？
3. “长对正、宽相等、高平齐”的具体含义是什么？
4. 根据图 1—7b 的水平投影和正面投影是否能求出物体的侧面投影？如何作图？
5. 只用图 1—7b 中的水平投影和侧面投影，是否能确切地表示唯一物体的形状？