

画法几何及 土建制图

主编 谢 平 涂晓斌 周慧芳



HUAFA JIHE JI TUJIAN ZHITU



西南交通大学出版社

画法几何及土建制图

主 编 谢 平 涂晓斌 周慧芳

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书为高等院校土木类专业工程制图课程教材, 共计 14 章, 包括画法几何、制图基础、土建工程制图。主要内容有: 绪论, 投影基本知识, 制图基本知识和技能, 点、直线和平面的投影, 投影变换, 立体的投影, 工程曲面, 轴测投影, 标高投影, 工程形体的表达方法, 建筑施工图, 结构施工图, 设备施工图, 路桥工程图。

本书与《画法几何及土建制图习题集》配套使用, 可作为高等院校土木工程、建筑工程、工程管理、环境工程、给水排水工程、采暖通风工程、建筑电气工程、测绘工程、桥梁工程、道路与铁道工程等专业的工程制图课程教材, 也可供其他相关专业及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及土建制图 / 谢平, 涂晓斌, 周慧芳主编.

—成都: 西南交通大学出版社, 2017.6

ISBN 978-7-5643-5454-1

I. ①画… II. ①谢… ②涂… ③周… III. ①画法几何—高等学校—教材②建筑制图—高等学校—教材 IV. ①TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 107845 号

责任编辑 黄淑文

封面设计 原谋书装

画法几何及土建制图

主编 谢 平 涂晓斌 周慧芳

出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行电话	028-87600564 028-87600533
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	成都蜀通印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	23.75
字 数	590 千
版 次	2017 年 6 月第 1 版
印 次	2017 年 6 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-5454-1
定 价	49.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书是依据教育部工程图学教学指导委员会制定的高等学校“画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求”以及 21 世纪对工程技术人才基本素质的要求,并结合教学实践而编写的。

本书在内容上力求理论系统、语言精练、内容充实、结构合理,且理论基础教学内容以满足工程应用实际需要为目的。本书参考了现行最新的制图规范,包括《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)、《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010)、《建筑给水排水制图标准》(GB/T 50106—2010)、《暖通空调制图标准》(GB/T 50114—2010)、《建筑电气制图标准》(GB/T 50786—2012)、《道路工程制图标准》(GB 50162—1992)以及《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(11G101)。

本书由华东交通大学谢平、涂晓斌、周慧芳主编。参与本书编写工作的有华东交通大学项庭庭(绪论)、涂晓斌(第 1 章、第 9 章)、陈海雷(第 2 章)、谢瑞春(第 3 章、第 6 章)、刘志红(第 4 章)、王树森(第 5 章)、周慧芳(第 7 章、第 10 章)、康芳茂、韦芳(第 8 章)、谢平(第 11 章、第 12 章)、谢春娟(第 13 章)、罗文俊(第 14 章)。

本书在编写过程中得到了许多教师的帮助和支持,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中疏漏和不足之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见和建议。

编 者

2017 年 3 月

目 录

绪 论	1
0.1 本课程的性质和任务	1
0.2 工程制图发展史概述	1
0.3 本课程的学习方法	2
第 1 章 投影的基本知识	4
1.1 投影的概念与投影法的分类	4
1.2 正投影法的投影特性	5
1.3 三面投影图的形成	8
第 2 章 点、直线、平面的投影	11
2.1 点的投影	11
2.2 直线的投影	15
2.3 平面的投影	26
2.4 直线、平面间的相对位置	32
第 3 章 投影变换	42
3.1 投影变换的目的与方法	42
3.2 换面法	43
3.3 旋转法	54
第 4 章 立体的投影	58
4.1 平面立体的投影	58
4.2 曲面立体的投影	64
4.3 平面与平面立体相交	74
4.4 平面与曲面立体相交	77
4.5 两平面立体相交	87
4.6 平面立体与曲面立体相交	91
4.7 两曲面立体相交	94
第 5 章 工程曲面	101
5.1 概 述	101

5.2	柱面和柱状面	102
5.3	锥面和锥状面	104
5.4	单叶双曲回转面	105
5.5	双曲抛物面	107
5.6	圆柱螺旋线和平螺旋面	108
第 6 章	轴测投影	112
6.1	轴测投影的基本知识	112
6.2	正等轴测图	114
6.3	斜轴测图	122
6.4	轴测投影类型的选择	125
第 7 章	标高投影	128
7.1	概 述	128
7.2	点、直线和平面的标高投影	129
7.3	曲面和地面的表示法	139
7.4	标高投影的应用	145
第 8 章	制图基本知识与技能	152
8.1	制图工具、仪器及使用方法	152
8.2	建筑制图国家标准的基本规定	156
8.3	几何作图	166
8.4	平面图形的线段分析及画图步骤	171
8.5	徒手绘图的方法	173
第 9 章	组合体的投影	176
9.1	组合体投影图的画法	176
9.2	组合体投影图的尺寸注法	184
9.3	组合体投影图的阅读	188
第 10 章	工程形体的表达方法	197
10.1	基本视图和辅助视图	197
10.2	剖面图和断面图	201
10.3	简化画法	212
第 11 章	建筑施工图	216
11.1	概 述	216
11.2	总平面图	230
11.3	建筑平面图	236

11.4	建筑立面图	246
11.5	建筑剖面图	254
11.6	建筑详图	258
第 12 章	结构施工图	265
12.1	概 述	265
12.2	钢筋混凝土构件图	270
12.3	基础图	275
12.4	楼层结构平面图	280
12.5	钢筋混凝土结构平面整体表示	283
12.6	钢结构图	299
第 13 章	设备施工图	309
13.1	建筑给水排水施工图	309
13.2	采暖通风施工图	325
13.3	建筑电气施工图	342
第 14 章	路桥工程图	354
14.1	概 述	354
14.2	道路路线工程图	354
14.3	桥梁工程图	361
参考文献		371

绪 论

0.1 本课程的性质和任务

工程图样被喻为“工程技术界的语言”，是进行工程规划、设计和施工不可缺少的工具之一。在建筑工程施工过程中，无论是建造高楼大厦还是道路桥梁，都需要根据设计完善的图纸进行施工，这是因为建筑物的形状、大小、结构、设备、装修等，只用语言或文字无法描述清楚，而图纸可以借助一系列图样和必要的文字说明，将建筑物的艺术造型、外表形状、内部布置、结构构造、各种设备施工要求以及周围地理环境等，准确而详尽地表达出来，作为施工的依据。图纸是任何工程不可缺少的重要技术资料，不会画图，就无法表达自己的构思；不会读图，就无法理解别人的设计意图。因此，土建类专业的工程技术人员都必须能够熟练地绘制和阅读本专业的工程图样。

本课程是研究工程图样绘制和阅读规律的一门学科，它研究解决空间几何问题以及绘制、阅读土木工程图样的理论和方法，是工科院校土木类专业必修的技术基础课。同时，它也是学生学习后续课程和完成课程设计、毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要任务是：

- (1) 帮助学生掌握用正投影的原理图示空间物体的基本理论和方法；
- (2) 培养学生绘制和阅读本专业的工程图样的基本能力；
- (3) 培养学生空间想象力、思维能力以及绘图技能；
- (4) 培养学生贯彻执行国家标准及有关规定的意识；
- (5) 培养学生认真细致的工作作风和一丝不苟的工作态度。

0.2 工程制图发展史概述

我国是世界文明古国之一，在工程图学方面有着悠久的历史。它是伴随着生产的发展和劳动人民生活水平的提高而产生和日趋完善的。据考古证实，远在战国时期我国人民就已运用设计图（有确定的绘图比例，酷似用正投影法画出的建筑规划平面图）来指导工程建设，距今已有 2 400 多年的历史。“图”在人类社会的文明进步以及推动现代科学技术的发展中起了重要作用。

从出土文物中考证,我国在新石器时代(约 10 000 年前),就能绘制一些几何图形、花纹,具有简单的图示能力。在春秋时代的一部技术著作《周礼·考工记》中,有画图工具“规、矩、绳、墨、悬、水”的记载。自秦汉起,我国已出现图样的史料记载,并能根据图样建筑宫室。宋代李诫(仲明)所著《营造法式》一书,总结了我国之前两千多年的建筑技术成就,是我国历史上一部著名的讲述建筑技术、艺术和制图的建筑典籍。全书 36 卷,内有工程图样 6 卷之多(包括平面图、轴测图、透视图),图上运用投影法表达了复杂的建筑结构,这在当时是极为先进的。

中华人民共和国成立前,由于我国较长时期处于半封建、半殖民地社会,生产力的发展受到阻碍,工业落后,在建筑工程制图方面没有统一标准。中华人民共和国成立后,为了适应社会主义建设的需要,1956 年国家建设委员会批准了《单色建筑制图标准》,建筑工程部设计总局发布了《建筑工程制图暂行标准》。在此基础上,建筑工程部于 1965 年批准颁布了《建筑制图标准》,后来由国家基本建设委员会将它修订成《建筑制图标准》,使全国建筑工程图样标准得到了统一,标志着我国工程图学进入了一个崭新的阶段。随着改革开放和工程建设的需要,自 1986 年以来,国家相关部门陆续批准颁布了《房屋建筑制图统一标准》、《总图制图标准》、《建筑结构制图标准》、《给水排水制图标准》、《采暖通风与空气调节制图标准》、《水利工程制图标准》、《道路工程制图标准》等一系列工程制图标准,并不断修订、补充和完善。近几年国家技术监督局陆续发布了一些对机械、电气、建筑和土木工程图样都适用的国家标准《技术制图》。除了在制图标准方面得到迅速发展外,随着我国社会主义建设和工农业的发展,工程制图科学领域里的理论图学、应用图学、计算机图学、制图技术、图学教育等各个方面都得到了相应的发展。

20 世纪 40 年代,世界上第一台计算机问世后,计算机技术以惊人的速度发展。我国从 1967 年开始计算机绘图的研制工作,计算机绘图技术已在很多部门用于生产、设计、科研和管理工作。特别是近年来,一系列绘图软件的不断研制成功,给计算机绘图提供了极大的方便,计算机绘图技术日益普及,目前我国基本上已在设计部门和大、中型企事业单位实现了工程图样制图技术的自动化。随着我国改革开放的不断推进,工程图学定能在更加广泛的领域得到更大、更迅速的发展。

0.3 本课程的学习方法

(1) 扎实掌握投影的基本理论,注意空间形体与其投影之间的联系,“从空间到平面,再从平面到空间”进行反复研究与思索,注意抽象概念的形象化,经常进行物体与图形的相互转化训练,逐步提高空间逻辑思维能力和形象思维能力。

(2) 本课程的特点是既有系统理论又有较强的实践性。因此,在学习中不能仅满足于对理论的理解,而是必须通过作图实践,以图为中心,围绕图进行学习和练习,更多地注意如何在解题时运用这些理论,要多看、多画。

(3) 适当的课前预习对学好本课程是十分必要的,可提高听课效率。上课时一定要认真听讲,并在听课时积极主动地思考,听课后及时进行练习,独立完成作业,作业中应很好地运用形体分析等方法解决看图和画图的问题。只有通过大量的作图实践,才能不断提高看图与画图的能力。

(4) 随时运用所学的知识和方法,观察、分析所能见到的物体,并用于分析实际问题,以实现理论知识向能力的转化。进入专业图学习阶段后,在可能的条件下,应尽量多地阅读和绘制一些专业图,必须在读懂已有图纸的基础上进行制图,切忌似懂非懂地抄图,要将制图和读图训练紧密地结合起来。在绘制专业图时,仍必须严格地进行绘图技能的操作训练,遵守和综合运用各有关专业制图标准的各项规定,进一步提高空间想象力,以达到培养绘制和阅读本专业工程图样的基本能力。

(5) 工程图样在工程施工中起着很重要的作用,出现任何一点差错都会给工程带来不应有的损失。因此,作图时要有认真严谨的态度,严格遵守工程制图国家标准及相关规定,培养良好的工作作风。

第 1 章 投影的基本知识

光线照射到物体上，在平面上会投下影子，受此自然现象的启示，创造了用投射光线通过物体，向选定的面投影，并在该面上得到图形的方法，这种方法称为投影法。由投影法所得到的图形，称为投影或投影图；在投影图中，投影所在的面称为投影面。投影法分为中心投影法和平行投影法两类，其中平行投影法又分为正投影法和斜投影法。

1.1 投影的概念与投影法的分类

1.1.1 投影法的概念

工程图样都是用投影的方法绘制的。如图 1-1 所示，设定一个空间点 S ，点 S 称为投影中心，设定一个平面 P ，平面 P 称为投影面，在点 S 和平面 P 之间给定一个空间点 A ，约定空间点都用大写字母表示， SA 的连线称为投射光线，投射光线 SA 与投影面的交点 a 即为空间点 A 在投影面 P 上的投影，点的投影用空间点相应的小写字母表示。可以看到，在投影面与投影中心确定的条件下，空间点在投影面的投影是唯一的。反之，如果仅仅根据点在一个投影面上的投影，是不能确定点在空间的位置的，如图 1-1 中点 A 和 A_1 的投影均为 a ，但无法根据投影 a 来确定点 A 或 A_1 的空间位置。

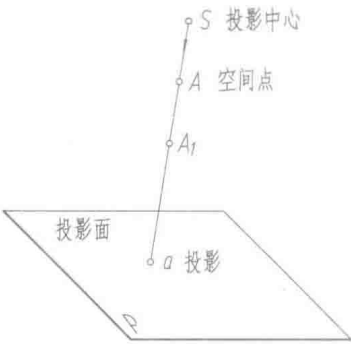


图 1-1 投影法的基本概念

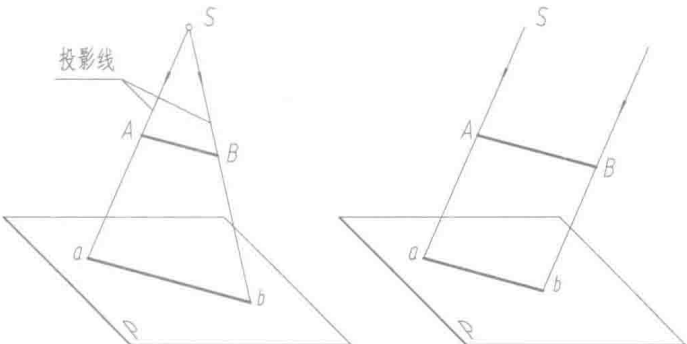


图 1-2 两种投影法

1.1.2 投影法的种类

1. 中心投影法

当投影中心 S 位于投影面有限远处时, 所有投影线都由投影中心点 S 发出, 这种投影法称为中心投影法, 如图 1-2 (a) 所示。中心投影法的特点是当空间直线 AB 相对投影面的距离发生变化后, 直线的投影长度 ab 也随之发生变化, 直线的投影不能反映直线的真实长度, 即投影的度量性差, 因此中心投影法在绘制工程图样时很少采用, 一般用来画建筑物的透视图。

2. 平行投影法

当投影中心 S 距投影面 P 无限远时, 投射射线可认为是相互平行的, 这种投影法称为平行投影法, 如图 1-2 (b) 所示。

平行投影法按投射射线是否与投影面垂直, 又分为两种:

(1) 斜投影法, 又称为斜角投影法, 投影线与投影面倾斜, 如图 1-3 (a) 所示。

(2) 正投影法, 又称为直角投影法, 投影线与投影面垂直, 如图 1-3 (b) 所示。

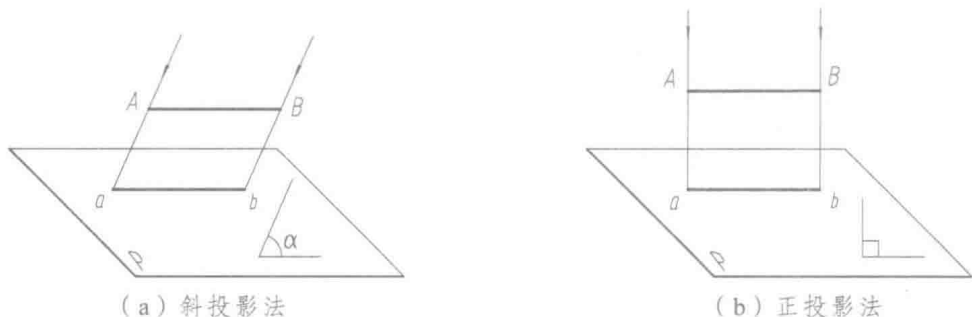


图 1-3 平行投影法分类

与中心投影法不同, 平行投影法的特点是当直线与投影面平行时, 改变直线与投影面的距离, 其投影长度不发生变化, 投影往往能反映直线的真实长度, 即投影度量性好。

工程图样主要是应用正投影法来绘制, 所以本课程主要学习正投影法, 在第 6 章的轴测图中也会介绍用斜投影法绘制轴测图。

为讲述方便, 后文对“正投影”常常简称为“投影”, 如讲到斜投影法则会另作说明。

1.2 正投影法的投影特性

1.2.1 正投影法的投影特性

1. 实形性

当直线或平面与投影面平行时, 投影反映直线的真实长度或平面的真实形状大小, 这种性质称为实形性, 如图 1-4 所示。

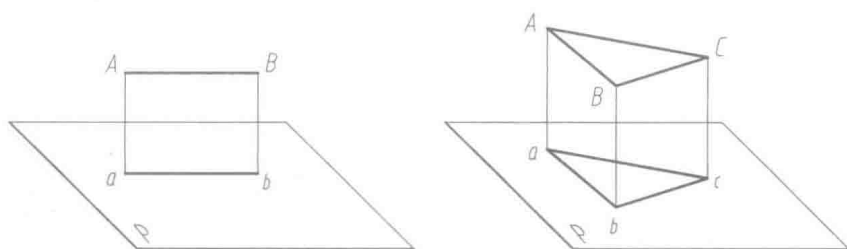


图 1-4 实形性

2. 类似性

当直线或平面与投影面倾斜时，直线的投影长度要小于真实长度，平面的投影是边数不变但形状小于实形的图形，这种性质称为类似性，如图 1-5 所示。

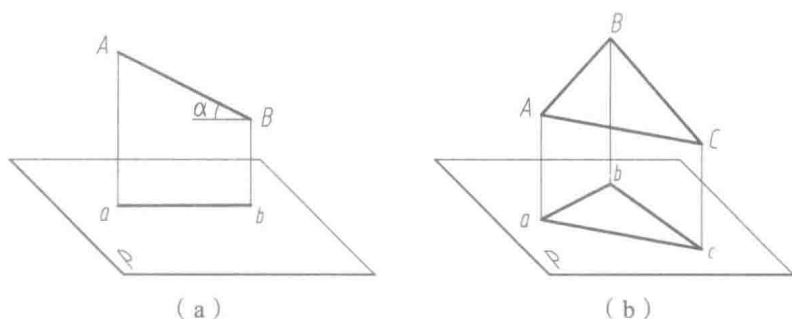


图 1-5 类似性

3. 积聚性

当直线或平面与投影面垂直时，直线的投影积聚成一点，平面的投影积聚成一直线，这种性质称为积聚性，如图 1-6 所示。

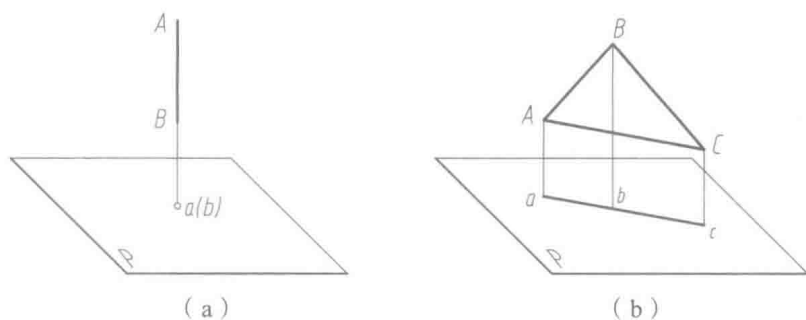


图 1-6 积聚性

4. 平行性

空间两条平行的直线，其同面投影也一定平行（同一个投影面上的投影称同面投影），这种性质称为平行性，如图 1-7 所示。

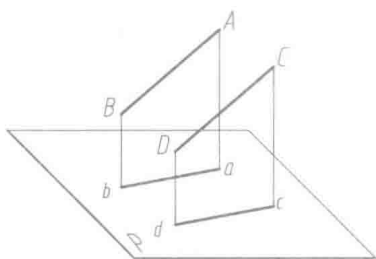


图 1-7 平行性、等比性

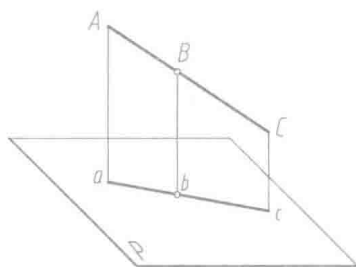


图 1-8 从属性、等比性

5. 从属性

直线上的点，其投影必定位于直线的同面投影上，这种性质称为从属性。如图 1-8 所示，直线 AC 上的点 B ，其在 P 平面上的投影 b 应位于直线 AC 的同面投影 ac 上。

6. 等比性

如图 1-7 所示，两平行直线的实际长度之比与其相应的同面投影长度之比相等，即有 $AB : CD = ab : cd$ ；如图 1-8 所示，直线段上的点将直线段分为两线段，这两线段的实际长度之比与其投影长度之比相等，即有 $AB : BC = ab : bc$ ；这种性质称为等比性。

1.2.2 工程上常用的两种投影图

1. 多面投影图

由于正投影图度量性好，且作图简便，所以工程图样主要用正投影法来绘制。但仅仅根据物体的单面投影，不能唯一地确定物体的空间形状，如图 1-9 所示，因此，在工程上常采用多面投影图，如图 1-10 (a) 表示将物体向三个互相垂直的投影面上作正投影，图 1-10 (b) 则为该物体的三面投影图。本课程主要学习多面正投影图的绘制和读图方法。

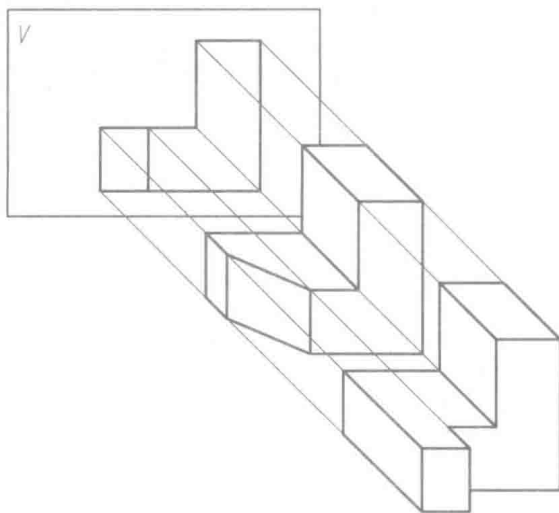


图 1-9 一个投影不能确定物体形状

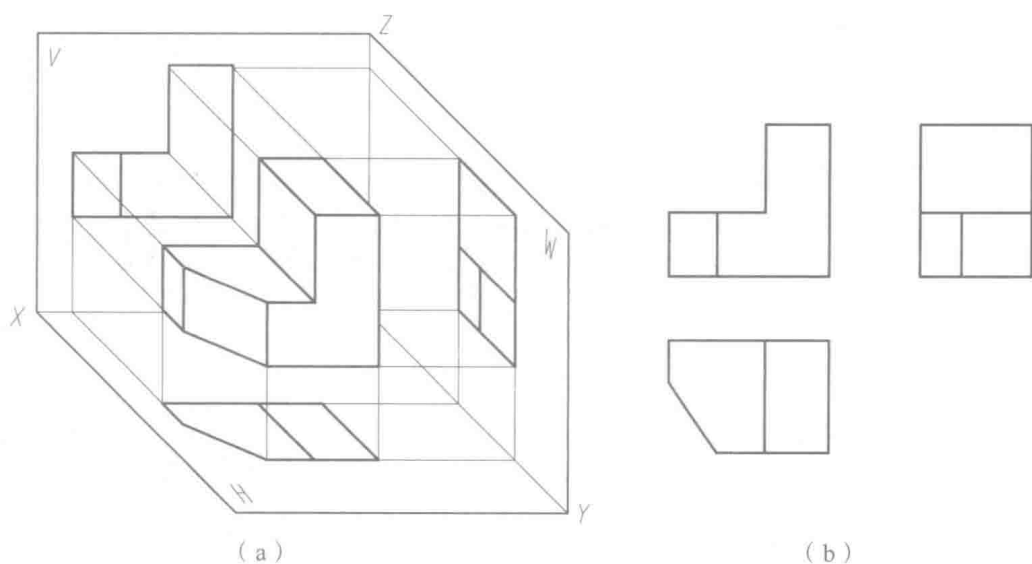


图 1-10 多面投影图

2. 轴测投影图

多面投影图的不足之处在于投影图形缺乏立体感，只有掌握了一定读图能力的人才能看懂。有时为了帮助人们看图，工程上也常用轴测投影图，简称轴测图。

轴测图也是采用平行投影法绘制，但只将物体向一个投影面作正投影或作斜投影。图 1-11 为物体的轴测图。这种图具有较强的立体感，但作图相对比较繁杂，且投影通常不能反映物体表面的真实形状，所以轴测图在工程中通常作为一种辅助性图样。

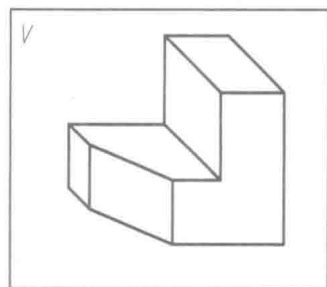


图 1-11 轴测投影

1.3 三面投影图的形成

1.3.1 三面投影图的形成

工程上一般采用多面正投影图来表达物体的结构形状及大小，为此需要建立多投影面体系。常用的三投影面体系如图 1-12 (a) 所示，其中正面直立的投影面简称为 V 面，水平投影面简称为 H 面，侧立投影面简称为 W 面，将物体向这三个投影面进行投影，得到的正投影分别称为正面投影、水平投影、侧面投影。

为使物体的三面投影图能画在一张平面图纸上，其正立投影面 V 保持不动，水平投影面 H 向下旋转 90° 、侧投影面 W 向右旋转 90° ，使它们与 V 面共面，即得到物体的三面投影图，如图 1-12 (b) 所示。由于在工程图上，投影图主要用来表达物体的形状，而

没有必要表达物体与投影面间的距离，因此在绘制投影图时不必画出投影轴；为了使图形清晰，也不必画出投影间的连线。通常，投影图间的距离可根据图纸幅面、尺寸标注等因素来确定。

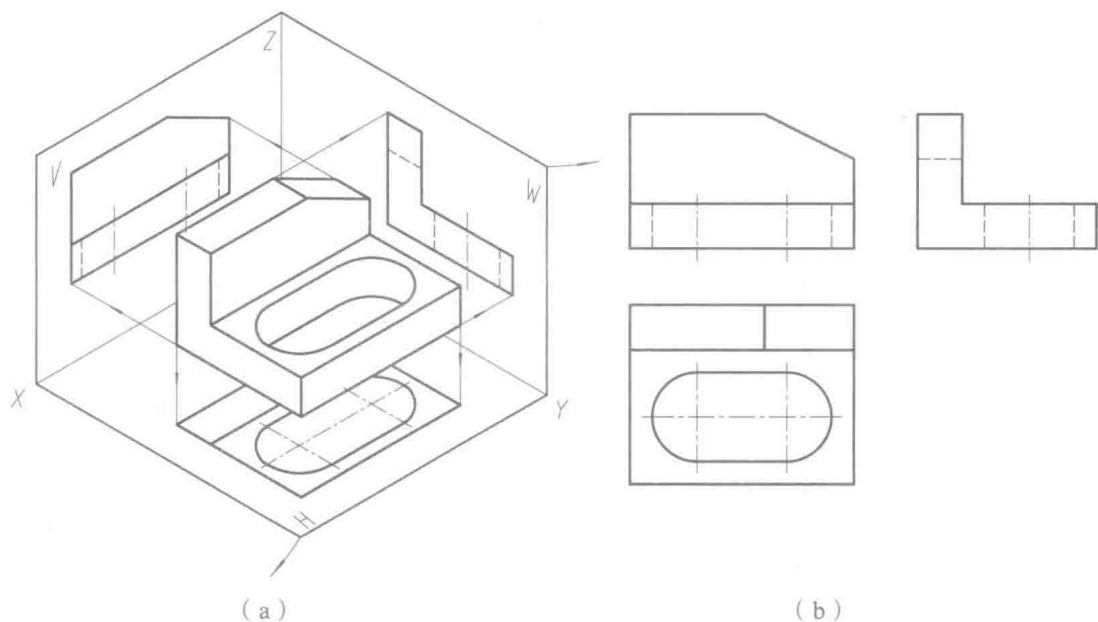


图 1-12 物体的三视图

1.3.2 三面投影图的位置关系和投影规律

虽然在画三面投影图时不必画出投影轴和投影间的连线，但三面投影图间仍保持着一一定的位置关系和投影规律。三面投影图的位置关系为：水平投影图在正面投影图的下方，侧面投影图在正面投影图的右方。按照这种位置配置视图时，国家标准规定一律不标注投影图的名称。

对照图 1-12 (a) 和图 1-13，还可以看出以下规律：

- (1) 正面投影反映了物体上下、左右的位置关系，即反映了物体的高度和长度；
- (2) 水平投影反映了物体左右、前后的位置关系，即反映了物体的长度和宽度；
- (3) 侧面投影反映了物体上下、前后的位置关系，即反映了物体的高度和宽度。

由此可得出三面投影图之间的投影规律为：

- 正面投影与水平投影长对正；
- 正面投影与侧面投影高平齐；
- 水平投影与侧面投影宽相等。

“长对正、高平齐、宽相等”是画图和阅图必须遵循的最基本的投影规律。不仅整个物体的投影要符合这个规律，物体局部结构的投影亦必须符合这个规律。在应用这个投影规律作图时，要注意物体的上下、左右、前后六个部位与投影图的关系，如图 1-13 所示。特

别是在水平投影图和侧面投影图中，远离正面投影图的一侧为物体的前端面，靠近正面投影图的一侧为物体的后端面。因此在水平投影图、侧面投影图上量取宽度时，不但要注意量取的起点，还要注意量取的方向。

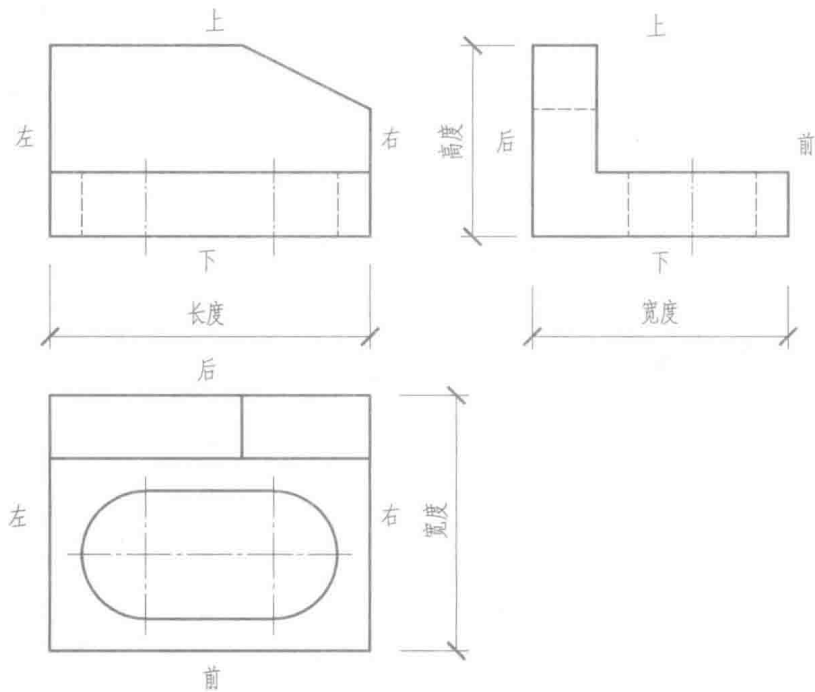


图 1-13 三面投影图