

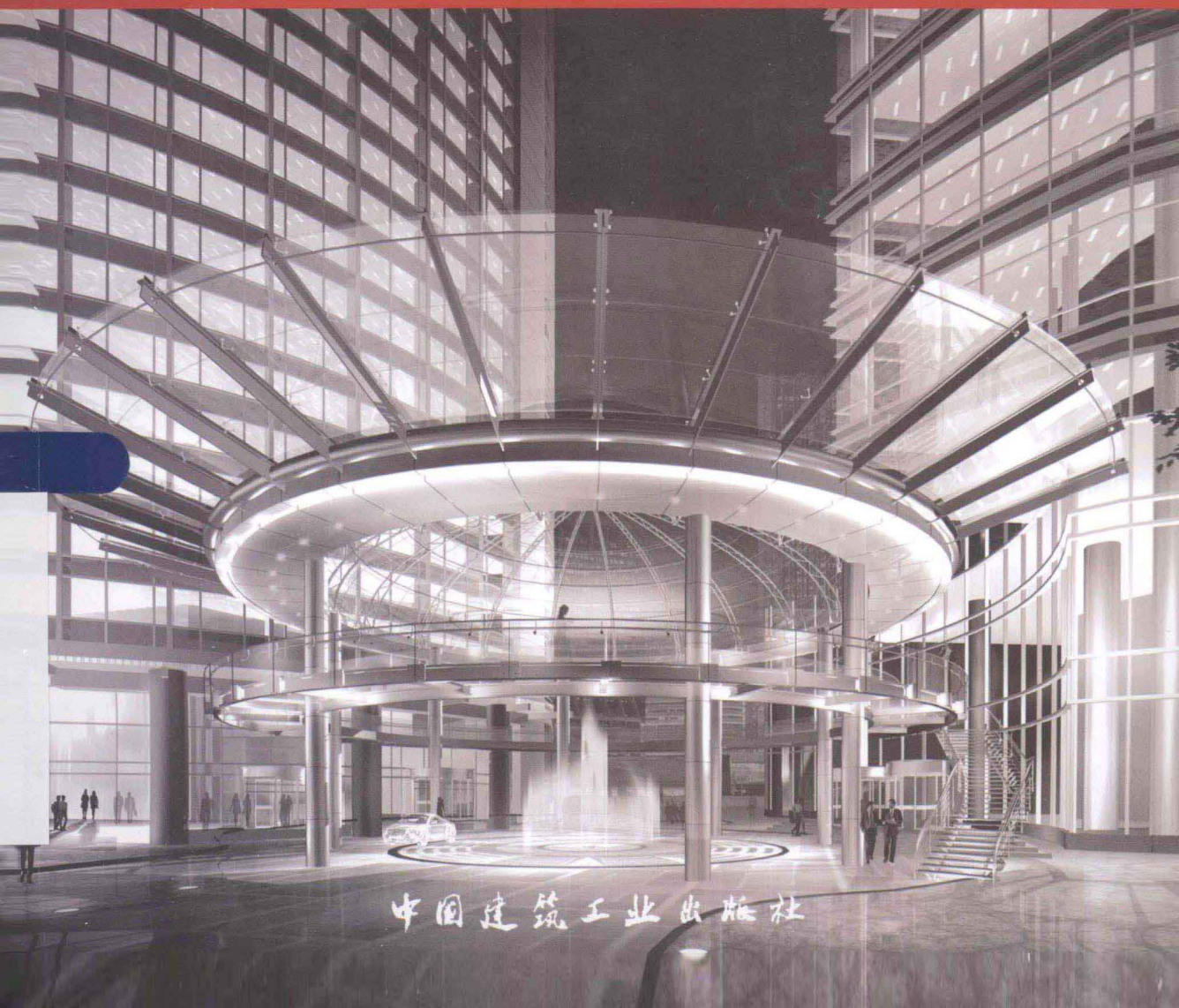


高等学校规划教材

GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

土木工程制图

马彩祝 黄莉 谢坚 主编



中国建筑工业出版社

高等学校规划教材

土木工程制图

马彩祝 黄莉 谢坚 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程制图/马彩祝等主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 5

ISBN 978-7-112-15477-7

I. ①土… II. ①马… III. ①土木工程-建筑制图-高等学校-教材 IV. ①TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 111009 号

本书主要介绍土木工程制图一般理论和绘图方法, 共分 10 章, 主要内容为建筑制图基本知识, 投影的基本知识, 立体的截交与相贯, 标高投影, 轴测投影, 组合体的投影图, 工程形体的图样画法, 建筑施工图, 结构施工图, 给水排水施工图。本书采用新的工程图图例, 所举建筑施工图案例是编者根据多年的设计和教学经验, 结合时代特点, 所设计的一套图纸。书中的建筑、结构施工图、给水排水施工图均为同一案例, 便于初学者系统地学习建筑工程图的内容。为了加强实践教学, 作者还编写了配套的习题集。

本书时代感强、实用性强, 可作为高等院校土建类专业 (如土木工程、建筑设计、环境工程、工程造价、工程管理、房地产开发与管理、安全工程等) 的本、专科教材, 也可供工程技术人员培训、电视大学、函授大学等相关专业选用。

* * *

责任编辑: 王美玲 张莉英

责任设计: 张 虹

责任校对: 王雪竹 刘 钰

高等学校规划教材

土木工程制图

马彩祝 黄 莉 谢 坚 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市燕鑫印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 $\frac{1}{4}$ 字数: 350 千字

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月第一次印刷

定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-15477-7

(24072)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

作为施工的依据,图纸是土木建筑工程中不可或缺的重要技术资料,所有从事工程技术的人员都首先必须掌握制图的技能。土建工程图是表达房屋、桥梁、道路、给水排水等土木工程设计的重要技术资料和施工的依据。

本书主要介绍土木工程制图一般理论和绘图方法,紧密结合土木工程及建筑学专业,注重从投影理论到制图实践的应用,遵循国家规范,力求反映近年来土木工程、建筑工程专业的最新发展水平。本书根据中华人民共和国住房和城乡建设部等部门于2010年8月18日联合发布、2011年3月1日实施的《房屋建筑制图统一标准》GB 50001—2010编写。

本书具有以下特点:

(1) 以“提高素质”为目的。本书指导思想及内容尊重和遵守国家标准,体现严谨、认真、一丝不苟的职业道德。

(2) 注重设计制图、草图、计算机辅助设计(CAD)能力的培养。作为制图教材,以图说话是本书编写的特点,其目的是方便自学,方便阅读。对基本概念、投影规律及教学重点、难点问题,都绘制了空间示意图,尽量以图形和表格形式表现、阐述和归纳对比,以帮助学生捋顺从空间到平面、从平面到空间的三维思维过程。

(3) “有利于自学”是我们编写本教材的宗旨和目的。书中大部分例题均采用分步作图,每个作图步骤配合一幅专门的图解过程,使作图方法、步骤一目了然。同时强化实践性教学内容,如草图的意义与画图训练、建筑工程图实例导读等。

(4) 注重教学性和实用性。本教材内容连贯,系统性好,并奉行实用、好用、适当、简捷、与时俱进、取材新颖的编写原则,拒绝华而不实,内容臃肿。本书作为基础技术课教材,不涉及与土木工程制图教学大纲无关的教学内容。

(5) 教学案例独创。书中围绕设有电梯的建筑物展开的专业施工图教学案例,在以往同类教材里属首创。书中建筑施工图、结构施工图、给水排水施工图章节均紧紧围绕这一建筑物展开,将不同专业的设计施工图有机联系起来,方便读者系统地学习房屋工程图的具体内容,深入了解在同一建筑的整套施工图中不同专业的设计方案、表达方法和所包含的内容,从而了解各专业的学习重点、设计及施工规律、绘图技巧等。

(6) 轴测图一章别具特色。我们在此增加了徒手绘制轴测图及“正等测交会投影”的教学内容,其目的仍是考虑到计算机绘图的需求。

(7) 与本书配套的由谢坚、黄莉、马彩祝主编的《土木工程制图习题集》同时由中国建筑工业出版社出版。本习题集内容与教材紧密相连、优势互补。

本书第1、4、8、10章由广州大学马彩祝编写,第3、5、7章由广州大学黄莉编写,第2、6、9章由广州大学谢坚编写,马彩祝、黄莉、谢坚任主编,马彩祝统稿。参加编写工作的还有吴珊瑚、张春梅、孟庆红、罗祥云、张伟山、宁艳、陶旭升、扈媛。

本书在编写过程中，参考了国内众多画法几何、工程制图教材及有关文献资料，得到许多同行、专家的指导及许多建设性修改意见，在此一并致谢！

由于编者水平有限，本套教材难免存在不少缺点和错误，恳请广大同仁和读者批评指正。

编者

2013年3月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 工程图的发展历史与作用	1
1.2 本课程的主要内容	1
1.3 本课程的任务	1
第 2 章 投影的基本知识	3
2.1 投影及投影法分类	3
2.2 平行投影的特性	4
2.3 土建工程中常用的图示法	5
2.4 三面正投影图	6
第 3 章 基本体的投影	14
3.1 平面立体	14
3.2 回转体	22
3.3 基本体相贯	34
第 4 章 轴测图	45
4.1 关于轴测图	45
4.2 轴测投影的概念	49
4.3 正等测轴测图	51
4.4 斜轴测投影	59
4.5 水平斜轴测投影	62
第 5 章 建筑制图基本知识与基本规定	64
5.1 制图基本规定	64
5.2 绘图的一般步骤	72
5.3 徒手绘图	74
第 6 章 组合体的投影	76
6.1 组合体概述	76
6.2 组合体投影图的画法与识读	81
6.3 组合体尺寸标注	90
第 7 章 工程形体的图样画法	96
7.1 视图	96
7.2 剖面图	101
7.3 断面图	112
7.4 简化画法	116
第 8 章 建筑施工图	119

8.1	概述	119
8.2	建筑施工图中常用的符号	124
8.3	总平面图	127
8.4	建筑平面图	131
8.5	建筑立面图	142
8.6	建筑剖面图	148
8.7	建筑详图	155
8.8	建筑施工图综述	167
第 9 章	结构施工图	168
9.1	概要	168
9.2	钢筋混凝土构件简介	169
9.3	结构平面布置图	176
9.4	平面整体表示法	178
9.5	基础施工图	186
9.6	楼梯结构详图	189
9.7	钢结构图	191
第 10 章	给水排水施工图	197
10.1	给水排水施工图概述	197
10.2	室内给水工程图	200
10.3	室内排水工程图	207
10.4	给水排水工程图画法	209
10.5	室外管网布置图	210
10.6	与教学案例有关的给水排水施工图例	211
附录		216
参考文献		220

第1章 绪 论

1.1 工程图的发展历史与作用

1.1.1 工程图的发展

人类从劳动开创文明史以来,图形一直是人类认识自然,表达、交流的主要形式之一,从象形文字的使用到今天的科学技术推广,始终与图形有着密切联系。图形的重要性可以说是其他任何表达方式所不能替代的。从埃及人丈量尼罗河两岸土地的方法到希腊欧几里德的几何原本;从文艺复兴资本主义出露端倪到18世纪的工业革命;从法国科学家G·蒙日的画法几何学到工程制图的推广普及,人类在几何图形学的历史长河中,创造了辉煌的篇章,促进了人类工业制造技术和科学技术的蓬勃发展。

当人类进入20世纪中叶,计算机图形学兴起,开创了图形学应用和发展的新纪元——计算机辅助设计(CAD)技术,推动了几乎所有领域的设计革命,CAD技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。CAD技术从根本上改变了过去的手工绘图方式,其强大的图形编辑功能以及可以采用多种方法进行二次开发和用户定制的能力,将设计者从繁重的体力、脑力劳动中解放出来。

1.1.2 图形的作用

图形在人类社会发展过程中的作用不可低估,其主要表现在以下几方面:

(1) 工程图在构思、设计、制造过程中是必要的媒介,对于推动人类文明的进步、促进制造技术的发展,起了重要作用。

(2) 在科学研究中,利用图形直观表达实验数据的规律,对于人们把握事物的内在联系、变化趋势,具有独特的作用。

(3) 在表达和培养形象思维中,图的形象性、直观性、准确性使得人们可以通过图形来认识未知,探索真理。

1.2 本课程的主要内容

本课程的主要内容包括:投影基础、组合体的表达、轴测图的绘制、制图标准介绍、建筑施工图的绘制与阅读、结构施工图的绘制与阅读、给水排水施工图的绘制与阅读等内容。

1.3 本 课 程 的 任 务

培养学生运用绘图技术进行构思、分析和表达工程问题的能力及解决工程问题的能

力，同时本课程还将把徒手绘图技能的培训提到教学议事日程上来。本课程主要的任务是：

- (1) 掌握在平面上表达三维形体的规则与技能。
- (2) 培养三维逻辑思维和形象思维的设计能力。
- (3) 培养绘制、表达、阅读建筑施工图、结构施工图图样的基本能力。
- (4) 培养徒手绘图、仪器绘图的能力，为使用绘图软件设计打下良好的基础。
- (5) 从讲解“国标（国家标准）”和“ISO（国际标准化）”着手，培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

第 2 章 投影的基本知识

2.1 投影及投影法分类

2.1.1 投影的概念

影子，是日常生活中常见的现象。物体在光线照射下，会在地面或墙面形成影子，且影子随着照射方向的改变发生变化。人们从影子的自然现象中进行科学的抽象和概括，创造了投影理论，其投影法是各类工程图绘制的基础，如图 2-1 所示。

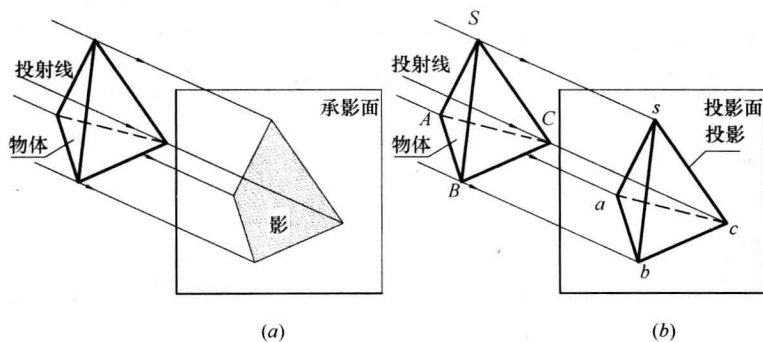


图 2-1 影子和投影

(a) 影子；(b) 投影

投影，即反映在一定的投射条件下，在承影面（如地面或墙面）上获得与空间几何元素一一对应的图形的过程。

在图 2-2 (a) 中，假设空间有一点光源 S 和物体 ABC 、平面（投影面） H ，分别连

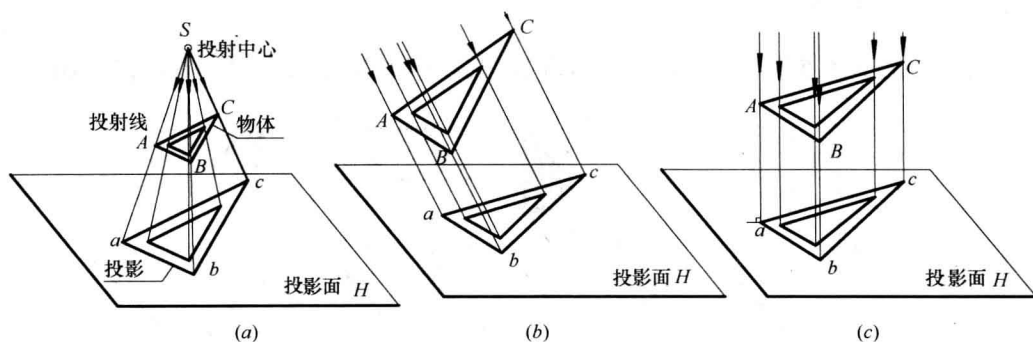


图 2-2 投影的概念

(a) 中心投影；(b) 平行投影——斜投影；(c) 平行投影——正投影

线 SA 、 SB 、 SC 并延长与平面相交于 a 、 b 、 c 。其中， S 称为投射中心， SA 、 SB 、 SC 称为投射射线，平面 H 称为投影面， a 、 b 、 c 称为点 A 、 B 、 C 在 H 面上的投影。这种对空间物体进行投影，在投影面上获得图像的方法称为投影法。

通过上述分析可知，要获得投影必须具备三要素：投射射线、空间几何元素或物体、投影面。

2.1.2 投影法的分类

根据投射中心与投影面之间距离远近的不同，投影法可分为两大类：中心投影法、平行投影法。

1. 中心投影法

如图 2-2 (a) 所示，投射中心 S 距离投影面 H 为有限远时，投射射线交于一点 S ，用这样的投射射线获得的投影称为中心投影。对应的投影方法称为中心投影法。

2. 平行投影法

如图 2-2 (b)、图 2-2 (c) 所示，投射中心 S 距离投影面 H 为无限远时，所有投射射线都相互平行，用这样的投射射线获得的投影称为平行投影。对应的投影方法称为平行投影法。

根据投射射线与投影面垂直与否，平行投影法又分为正投影法、斜投影法。

(1) 正投影法

当投射射线垂直于投影面时，所得投影称为正投影，对应的投影法称为正投影法，如图 2-2 (c) 所示。

(2) 斜投影法

当投射射线倾斜于投影面时，所得投影称为斜投影，对应的投影法称为斜投影法，如图 2-2 (b) 所示。

2.2 平行投影的特性

积聚性、度量性、定比性和从属性、平行性、类似性是平行投影的重要特性。土木工程制图最常使用的是正投影法，现以之为例说明其投影特性。

2.2.1 积聚性

当空间线段或平面图形垂直于投影面时，其投影积聚为一点或一直线段，如图 2-3

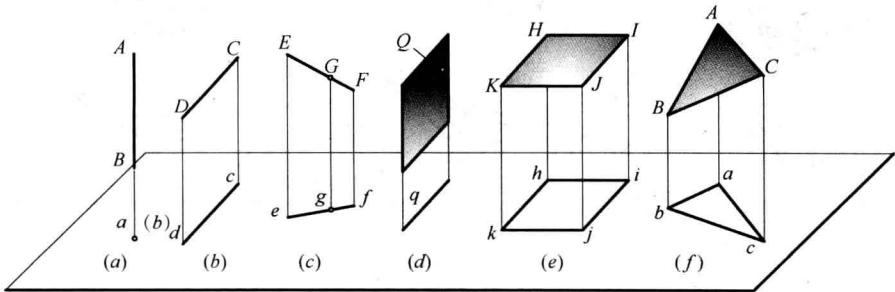


图 2-3 正投影的特性

(a)、(d) 所示, 直线 AB 垂直于投影面 H 其投影积聚为一点 $a(b)$; 平面 Q 垂直于投影面 H 其投影积聚为一直线段 q 。这样的特性称为积聚性。

2.2.2 度量性

当空间线段或平面图形平行于投影面时, 其投影反映实长或实形, 如图 2-3 (b)、(e) 所示, 直线 CD 平行于投影面 H , 其投影 cd 反映实长; 平面图形 $HIJK$ 平行于投影面 H , 其投影 $hijk$ 反映实形。

2.2.3 定比性和从属性

直线上两线段长度之比等于其投影的长度之比, 且直线上点的投影必在直线的投影上。如图 2-3 (c) 所示, G 在直线 EF 上, 则 g 在直线的投影 ef 上, 且 $EG:GF = eg:gf$ 。

2.2.4 平行性

平行的两直线在同一投影面上的投影仍然保持平行, 如图 2-3 (e) 所示, $HI//KJ$, 则 $hi//kj$ 。

2.2.5 类似性

当直线与投影面倾斜时, 其投影是变短的直线; 当平面与投影面倾斜时, 其投影是边数相同的类似形。如图 2-3 (c)、(f) 所示, 直线 EF 的投影为变短了的 ef , 平面 ABC 与其投影 abc 是边数相同的类似形。这样的特性称为类似性。

2.3 土建工程中常用的图示法

用图示法表达土建工程形体时, 由于所表达的对象不同、目的不同, 所采用的图示方法也会不同。下面简单介绍土建工程中常用的多面正投影图、轴测投影图、透视投影图。

2.3.1 多面正投影图

用正投影法在两个或两个以上互相垂直的投影面上绘出形体的正投影图, 并将其按一定规则展开在一个平面上。这样的投影图称为多面正投影图, 简称投影图, 如图 2-4 (a) 所示。

正投影图的特点是度量性好、作图方便, 但缺乏立体感, 是土建工程图最主要的图样。

2.3.2 轴测投影图

用平行投影法将形体连同参考直角坐标系, 沿合适的方向投射在单一投影面上所得到的具有立体感的图形, 称为轴测投影图, 如图 2-4 (b) 所示。

轴测投影图的特点是能在一个投影面上反映形体的长、宽、高三个向度, 具有一定的立体感, 但不能完整准确的反映形体的形状, 只能作为工程辅助图样。

2.3.3 透视投影图

用中心投影法将形体投射在单一投影面上所得到的具有立体感的图形，称为透视投影图，如图 2-4 (c) 所示。

透视投影图的特点：因其与照相原理相似，所得投影显得十分逼真，比轴测图更接近于人的视觉效果。这种图多用于建筑物外观或室内的装修效果。

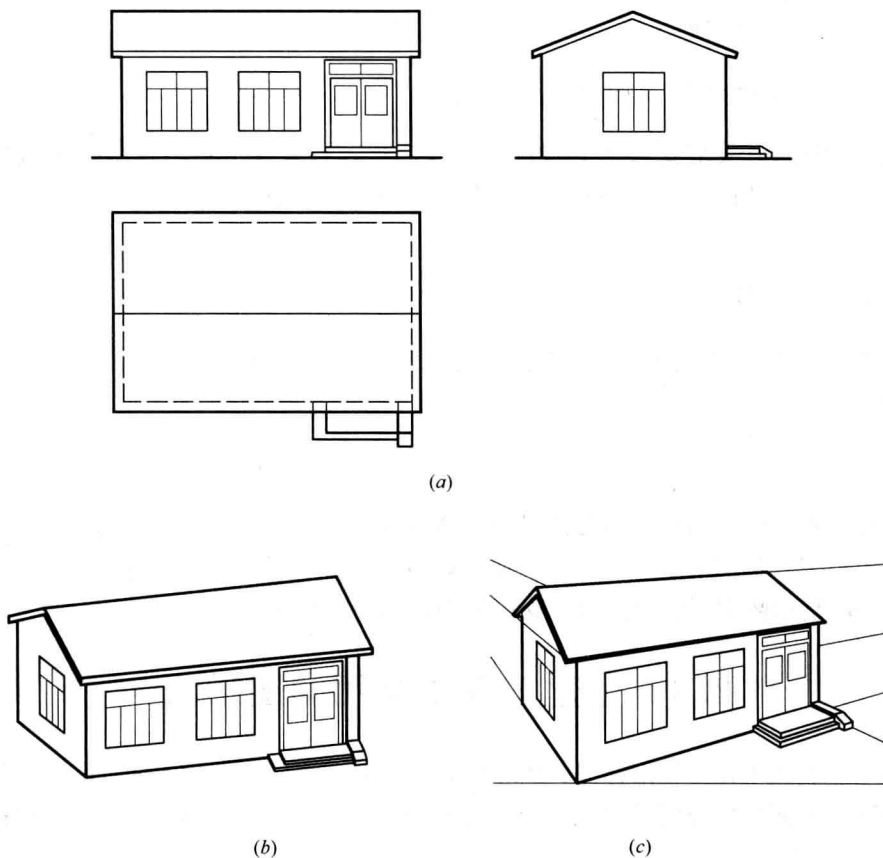


图 2-4 工程中常用投影图

(a) 正投影图；(b) 轴测投影图；(c) 透视投影图

2.4 三面正投影图

2.4.1 三面正投影体系

如图 2-5 所示，一般情况下单面或两面正投影不能确定形体的形状，需三面正投影方能确定。工程上通常用三面正投影图来表达形体的形状。

1. 三面投影体系的建立

在图 2-5 中，设三个两两垂直的投影面以构成三面投影体系，其中：

水平位置的 H 面称为水平投影面，从上往下进行投射，对应形体的正投影称为水平投影。

正立位置的 V 面称为正立投影面，从前往后进行投射，对应形体的正投影称为正面投影。

侧立位置的 W 面称为侧立投影面，从左往右进行投射，对应形体的正投影称为侧面投影。

图中， V 面、 H 面和 W 面三个投影面有三条投影轴。 V 面与 H 面的交线称为 X 轴， W 面与 H 面的交线称为 Y 轴， V 面与 W 面的交线称为 Z 轴；三轴线的交点称为原点 O 。

因从几何角度分析，空间投影面是无限大的，故两两相互垂直的 V 、 H 、 W 面把空间分成八个部分，每一部分称为一个分角，规定： H 面之上、 V 面之前、 W 面之左为第一分角。划分顺序如图 2-6 所示（第七分角在第八分角的后面）。我国制图标准规定，工程形体放在第一分角进行投影。

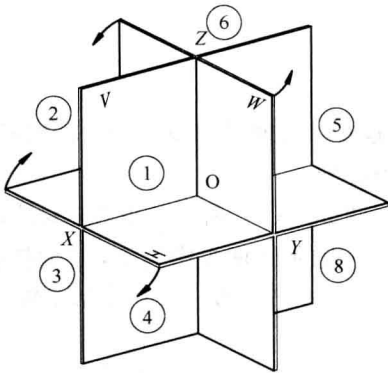


图 2-6 象限角的定义

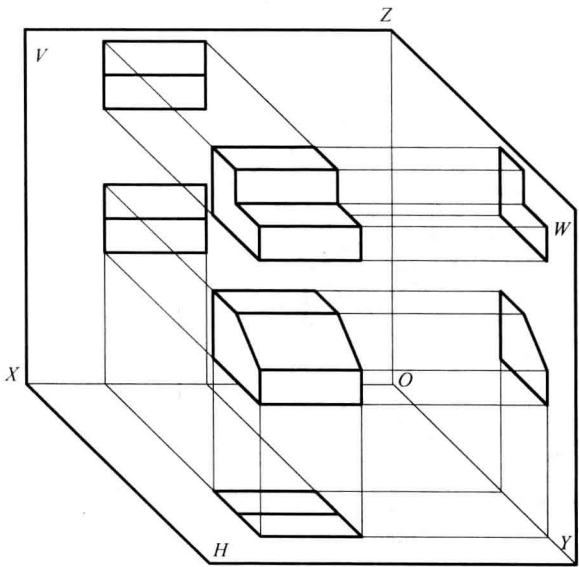


图 2-5 三面投影图的必要性

将投影面展开时，规定 V 面固定不动，使 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° ；使 W 面绕 OZ 轴向右逆时针旋转 90° ，最终都与 V 面同在一个平面上，如图 2-6、图 2-7 所示。

这时， Y 轴分为两条，随 H 面旋转的标注为 OY_H ，随 W 面旋转的标注为 OY_W 。由正面投影 (V)、水平投影 (H)、侧面投影 (W) 组成的投影图，称为三面正投影图，简称三面投影图。实际作图时，不必画投影面的边框线。

2. 三面投影图的特性

如图 2-8 所示，由于三面投影图表达的是同一个形体，且是形体在同一位置向三个投影面所做的正投影，故三面投影图之间的每对相邻投影图，在同一方向的尺寸相等，即：

长对正—— V 、 H 投影都反映形体的长度，展开后这两个投影左右对齐，画图时要对正。

高平齐—— V 、 W 投影都反映形体的高度，展开后这两个投影上下对齐，画图时要平齐。

宽相等—— H 、 W 投影都反映形体的宽度，展开后这两个投影对应宽度相等。

“长对正、高平齐、宽相等”称为九字口诀，是正投影图重要的投影对应关系，不仅适用于形体的总体轮廓，也适用于形体的局部细节，是画图和读图的基础。

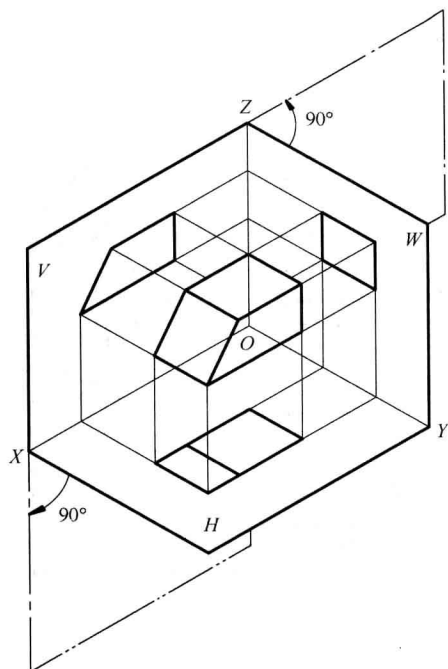


图 2-7 三面投影体系的形成及展开

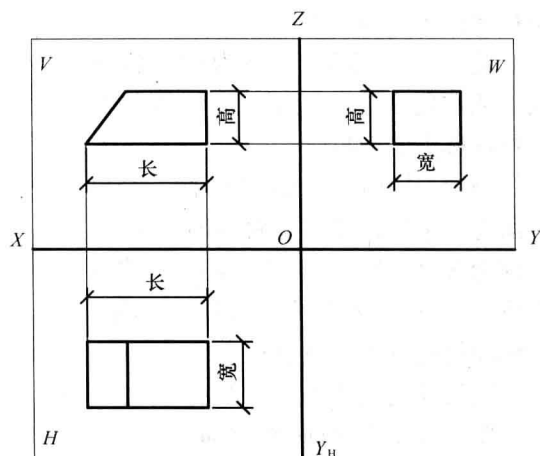


图 2-8 三面投影图的特性

2.4.2 点、直线、平面的投影规律

任何工程物体不论怎样复杂，抽象成几何形体后，都可以看成是由点、线、面组成。掌握其投影规律，有助于正确地阅读和绘制工程形体的投影图。

通常，空间点常用大写字母（或罗马序号）表示。如图 2-9 (a) 所示：点 S ，对应的 H 面投影为 s ， V 面投影为 s' ， W 面投影为 s'' ；直线 SB ，对应的 H 面投影为 sb ， V 面投影为 $s'b'$ ， W 面投影为 $s''b''$ ；如 $\triangle SAB$ ，对应的 H 面投影为 $\triangle sab$ ， V 面投影为 $\triangle s'a'b'$ ， W 面投影为 $\triangle s''a''b''$ 。

另外，用单字母或罗马序号表示空间直线和平面也是常用的表示方法，如为空间直线 L ，则对应的三面投影依次为 l 、 l' 、 l'' ；如为空间平面 Q ，则对应的三面投影依次为 q 、 q' 、 q'' 。

1. 点的投影特性

(1) 点的投影规律

如图 2-9 (b) 所示，以点 S 为例：

点 S 的 V 、 H 投影连线垂直于 OX 轴，即 $s's \perp OX$ 。

点 S 的 V 、 W 投影连线垂直于 OZ 轴，即 $s's'' \perp OZ$ 。

点 S 的 H 投影 s 到 OX 轴的距离等于点 S 的 W 投影 s'' 到 OZ 轴的距离。

(2) 两点的相对位置与重影点

1) 两点的相对位置

两点的相对位置，是指两点间的上下、左右、前后位置的关系。在三面投影中： V 面

投影能反映出他们的上下、左右关系； H 面投影能反映出左右、前后关系； W 面投影能反映出上下、前后关系。

图示中，点 S 在点 B 右、前、上方，点 C 在点 S 的右、后、下方。

2) 重影点

当空间两点相对于某一投影面位于同一条投射线上时，该两点在该投影面上的投影重合，这两点就称为该投影面的重影点。

两点重影必有一点被遮挡，距投影面远的一点可见，被挡住不可见的一点其投影加括号。如图 2-9 (b) 所示， B 、 C 二点位于同一条垂直于 W 面的投射线上，故为 W 面的重影点， B 在前可见， C 在后不可见，用 (c'') 表示。

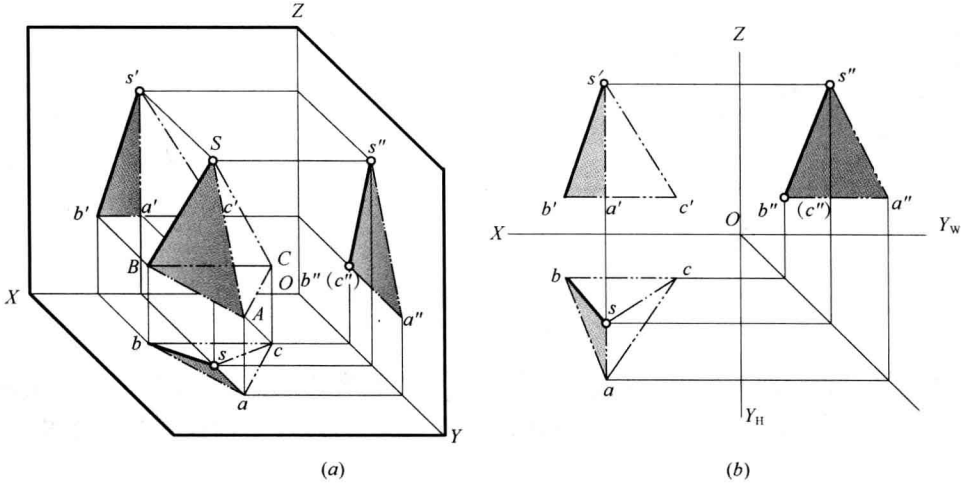


图 2-9 点、线、面的三面投影特性

2. 直线的投影规律

由初等几何可知，两点可定一直线。求作直线的投影，可先求出该直线上任意两点的投影（常取两个端点）。如图 2-9 所示，要确定直线 SA 的空间位置，只需确定该直线上两端点 S 、 A 的空间位置，直线 SA 的三面投影依次为 sa 、 $s'a'$ 、 $s''a''$ 。

直线的投影特性与其相对投影面的位置有关，一般情况下直线的投影仍为直线，特殊情况下直线的投影积聚为一点。如图 2-9 所示， BC 线垂直于 W 面，其对应的投影积聚为点 $b''(c'')$ 。

根据直线与投影面相对位置的不同，直线可分为三大类：投影面平行线、投影面垂直线、一般位置直线，如前图 2-3 (b)、(a)、(c) 所示。

直线与投影面之间的夹角称为倾角。直线与投影面 H 、 V 、 W 之间的倾角分别用希腊字母 α 、 β 、 γ 表示。

(1) 投影面平行线

只与一个投影面平行，而与另两个投影面倾斜的直线，称为投影面平行线。投影面平行线分为三种：水平线、正平线、侧平线。

水平线——平行于 H 面的直线，其水平投影反映实长。

正平线——平行于 V 面的直线，其正面投影反映实长。

侧平线——平行于 W 面的直线，其侧面投影反映实长。

如图 2-10 所示， $AB // H$ 面为水平线， $ab = AB$ ， $a'b' // OX$ ， $a''b'' // OY_w$ ，且直线的水平投影反映与 V 、 W 面的倾角 β 、 γ 。

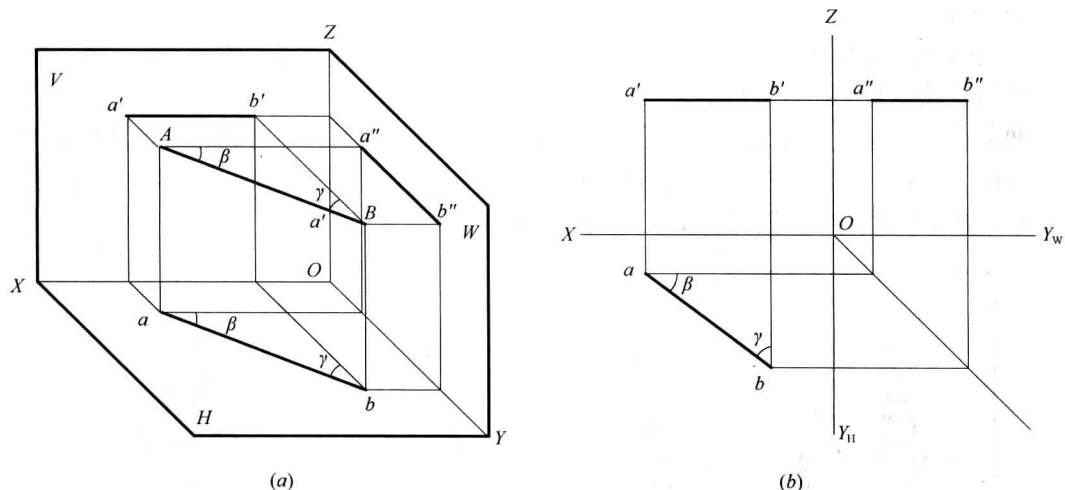


图 2-10 水平线的投影特性
(a) 直观图；(b) 投影图

综上所述，投影面平行线的主要投影特性为：当直线平行于某一投影面时，在该面上的投影反映实长且反映与另两个投影面的倾角；直线的另外两面投影平行于相应的投影轴。

(2) 投影面垂直线

与一个投影面垂直，而与另两个投影面平行的直线，称为投影面垂直线。投影面垂直线分为三种：铅垂线、正垂线、侧垂线。

铅垂线——与 H 面垂直的直线，其水平投影积聚为一点。

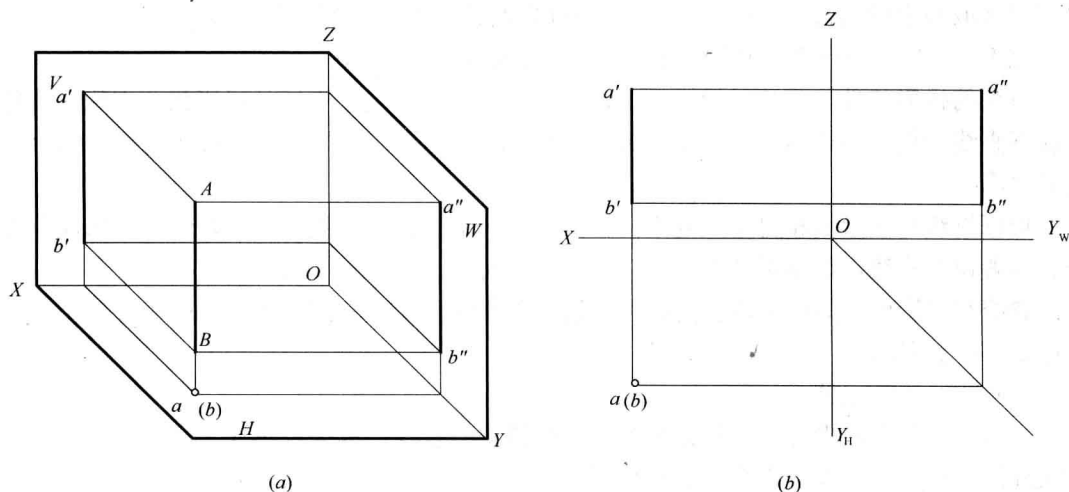


图 2-11 铅垂线的投影特性
(a) 直观图；(b) 投影图