

国教育科学“十一五”规划课题研究成果

土木工程制图

(第二版)

林国华 许 莉 赵冬香 黄孙灼等 编著
郑国权 审阅

Civil Engineering Drawing

高等教育出版社

教育科学“十一五”规划课题研究成果

土木工程制图

Tumu Gongcheng Zhitu

第二版

林国华 许 莉 赵冬香 黄孙灼等 编 著
郑国权 审 阅

高等教育出版社·北京

内容提要

本书根据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会 2015 年制订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》及高等学校土木工程学科专业指导委员会制订的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》，在高等教育出版社出版的林国华主编《土木工程制图》的基础上，结合多年的教学经验重新编写而成。

全书共分 21 章，主要内容包括投影的基本知识，点和直线的投影，平面的投影，直线与平面、平面与平面的位置关系，投影变换，曲线与曲面，立体，组合体的投影，剖面图和断面图，轴测投影，标高投影，透视投影，制图基础知识和基本技能，计算机绘制工程图，房屋建筑图，道路路线工程图，桥隧涵工程图，水利工程图，结构施工图，给水排水工程图，建筑电气及采暖工程图等。

与本书配套的林国华等编著《土木工程制图习题集》(第二版)，由高等教育出版社同时出版，可供选用。

本书配有多媒体课件、授课视频等大量电子资源，可访问 <http://abook.hep.com.cn/1246235> 并注册后，进行浏览或下载使用。

本书可作为高等学校本科、高职高专土木类及管理科学与工程类专业制图课程的教材，也可供相关专业工程人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程制图/林国华等编著. -- 2 版. -- 北京: 高等教育出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-04-048751-0

I. ①土… II. ①林… 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(2017)第 257000 号

策划编辑	李文婷	责任编辑	李文婷	封面设计	于文燕	版式设计	马敬茹
插图绘制	杜晓丹	责任校对	胡美萍	责任印制	尤 静		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京市大天乐投资管理有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm × 1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	23.5	版 次	2013 年 8 月第 1 版
字 数	570 千字		2017 年 12 月第 2 版
购书热线	010-58581118	印 次	2017 年 12 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	47.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 48751-00

土木工程制图

(第二版)

林国华 许 莉

赵冬香 黄孙灼等

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/1246235>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入学习”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在手机端显示, 请按提示通过电脑访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至 abook@hep.com.cn。



扫描二维码
下载 Abook 应用

<http://abook.hep.com.cn/1246235>

第二版前言

本书根据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会 2015 年制订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》及高等学校土木工程学科专业指导委员会制订的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》，在高等教育出版社出版的林国华主编《土木工程制图》的基础上，总结多年的教学经验重新编写而成。

本书在编写过程中注意贯彻新修订的《房屋建筑制图统一标准》《道路工程制图标准》《水利水电工程制图标准》《建筑给水排水制图标准》等系列国家标准和相关行业规范、规程，努力做到选材、选题合理，并使其具有实用性、代表性。全书部分图文套红，力求突出重点和过程。在全书编排上力求准确精练，并进一步加强系统性和连贯性。

土木工程各专业制图课程内容的基本原理完全一致，仅专业制图部分的侧重点有所不同。土木类及管理科学与工程类专业选用本书时，教师可根据专业需要选修有关的章节重点讲授，其余部分可作为自学选修的参考内容。

本书专业制图内容主要取材于生产实践，实用性强，适合高等学校土木类专业使用。各专业制图虽然有各自的行业制图标准，但这些标准实际已日趋统一，所以本书在制图基础部分按工程量较多的房屋建筑工程制图标准讲述。编写土木专业图时，主要采用各行业制图标准及与行业相关的规程、规范，少部分采用了房屋建筑工程制图标准。

本书在计算机绘制工程图部分采用 AutoCAD 2013 进行编写，并增加 BIM 基础及应用的绘图新内容。AutoCAD 2013 在土木工程方面的绘图指令和操作方法与之前其他 AutoCAD 版本基本相同，其他版本可触类旁通并配有授课的视频。后续的各专业制图图样，都可作为计算机绘图的练习作业。

与本书配套的林国华等编著《土木工程制图习题集》(第二版)，由高等教育出版社同时出版，可供选用。在教学中，教师可根据教学计划、教学基本要求和教学大纲选题。

与本书配套的 PPT 及 CAD 视频等教学多媒体资源，由林国华策划，由程怡、黄孙灼、吴娟莉、陈伟妹等制作，由福建工程学院孙群后期制作并审定。读者可访问网址 <http://abook.hep.com.cn/1246235> 并经注册后，进行浏览或下载使用。

本书由林国华、许莉、赵冬香、黄孙灼等编著。具体编著工作为：福州大学林国华(第一、十、十一、十二、十五、十六、十七、十八、二十章)、黄孙灼(第二、三、四、五章)、许莉(第八、十三、十九、二十一章)、陈忠辉(第十四章 CAD 部分)，阳光学院程怡(第六章)，林珍伟(第十四章 BIM 部分)、厦门工学院孙伟(第七章)，福建工程学院赵冬香(第九章)。

同济大学郑国权认真、细致地审阅了本书，在此表示衷心的感谢。

在编写过程中，承蒙有关设计单位、科研单位及兄弟院校大力支持并提供资料，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在一些错误和不足之处，恳请读者批评指正。编者邮箱为：1123076651@qq.com。

编者

2017 年 3 月

目 录

第一章 投影的基本知识	1
§ 1-1 投影概念及投影法分类	1
§ 1-2 点、直线、平面正投影的特性	3
§ 1-3 三面投影图	5
第二章 点和直线的投影	8
§ 2-1 点的投影	8
§ 2-2 直线的投影	12
§ 2-3 两直线的相对位置	17
第三章 平面的投影	21
§ 3-1 平面的表示方法	21
§ 3-2 各种位置平面的投影特性	22
§ 3-3 平面上的点和直线	24
第四章 直线与平面、平面与平面的位置关系	28
§ 4-1 直线与平面、平面与平面平行	28
§ 4-2 直线与平面、平面与平面相交	29
§ 4-3 直线与平面、平面与平面垂直	35
§ 4-4 空间几何元素的综合分析	36
第五章 投影变换	39
§ 5-1 概述	39
§ 5-2 变换投影面法	39
§ 5-3 旋转法	46
第六章 曲线与曲面	50
§ 6-1 曲线	50
§ 6-2 曲面的形成和分类	52
§ 6-3 回转曲面	52
§ 6-4 几种常见的非回转曲面	58
§ 6-5 圆柱螺旋面	62
第七章 立体	66
§ 7-1 立体的投影	66
§ 7-2 平面与立体相交	67
§ 7-3 直线与立体相交	74
§ 7-4 两立体相交	76
第八章 组合体的投影	89
§ 8-1 概述	89
§ 8-2 组合体视图的绘图	90
§ 8-3 组合体的读图	94
§ 8-4 组合体的尺寸标注	99
§ 8-5 视图的分类	101
§ 8-6 第三角投影简介	103
第九章 剖面图和断面图	105
§ 9-1 概述	105
§ 9-2 剖面图	108
§ 9-3 断面图	111
§ 9-4 绘制剖面图、断面图的要点及实例	113
§ 9-5 剖面图、断面图的规定画法和简化画法	116
第十章 轴测投影	119
§ 10-1 轴测投影的基本知识	119
§ 10-2 正轴测投影	121
§ 10-3 斜轴测投影	123
§ 10-4 圆和曲线的轴测投影	124
§ 10-5 轴测图的画法举例	128
§ 10-6 轴测图的剖切	131
§ 10-7 轴测投影的选择	132
第十一章 标高投影	134
§ 11-1 点和直线的标高投影	134
§ 11-2 平面的标高投影	136
§ 11-3 曲面的标高投影	141
§ 11-4 平面、曲面与地形面的交线	144
第十二章 透视投影	151
§ 12-1 透视投影的基本知识	151
§ 12-2 点、直线、平面的透视投影	152

§ 12-3	透视图的作法	159	§ 16-1	公路路线工程图	250
§ 12-4	视点、画面和建筑物间相对位置 的处理	163	§ 16-2	城市道路路线工程图	258
§ 12-5	使用计算机绘制透视图	166	§ 16-3	道路交叉口	261
第十三章	制图基础知识和基本技能	169	第十七章	桥隧涵工程图	268
§ 13-1	基本规格	169	§ 17-1	概述	268
§ 13-2	几何作图	175	§ 17-2	桥梁工程图	269
§ 13-3	制图工具与使用方法	179	§ 17-3	隧道工程图	286
§ 13-4	尺寸标注	183	§ 17-4	涵洞工程图	291
§ 13-5	土建制图一般步骤	187	第十八章	水利工程图	296
第十四章	计算机绘制工程图	189	§ 18-1	概述	296
§ 14-1	概述	189	§ 18-2	水工图的表达方法	298
§ 14-2	AutoCAD 的操作方法	190	§ 18-3	水工图的阅读和绘制	305
§ 14-3	基本绘图命令	194	第十九章	结构施工图	315
§ 14-4	图形的编辑	197	§ 19-1	钢筋混凝土结构图	315
§ 14-5	图层、线型及块	201	§ 19-2	钢结构图	317
§ 14-6	对象捕捉及动态输入	203	§ 19-3	木结构图	320
§ 14-7	尺寸标注	204	§ 19-4	民用房屋结构施工图	322
§ 14-8	二维绘图实例	207	§ 19-5	桥涵工程结构施工图	328
§ 14-9	三维绘图	209	§ 19-6	水工工程结构施工图	332
§ 14-10	BIM 基础及应用	212	第二十章	给水排水工程图	336
第十五章	房屋建筑图	220	§ 20-1	概述	336
§ 15-1	概述	220	§ 20-2	室内给水排水工程图	338
§ 15-2	建筑总平面图	224	§ 20-3	室外给水排水工程图	350
§ 15-3	建筑平面图	227	§ 20-4	水净化处理构筑物工艺图	353
§ 15-4	建筑立面图	232	第二十一章	建筑电气及采暖工程图	357
§ 15-5	建筑剖面图	236	§ 21-1	概述	357
§ 15-6	建筑详图	239	§ 21-2	室内电气照明工程图	359
§ 15-7	厂房建筑图	245	§ 21-3	室内采暖空调工程图	364
第十六章	道路路线工程图	250	参考文献		366

投影的基本知识

空间形体都具有长、宽和高三个向度。若要把它的形状和大小准确地表示在只有长和宽两个向度的图纸上,必须借助投影法。如何把工程形体表示在图纸上,如何阅读工程投影图图样,这是本课程所要研究和解决的问题。

§ 1-1 投影概念及投影法分类

一、影子和投影

形体在光线(灯光或阳光)的照射下,会在地面上产生影子。如图 1-1 所示,光线照射桌子,桌子在地面出现了影子。这是常见的自然现象,称之为投影现象。

人们从这些投影现象中认识到,当光线照射的角度或距离改变时,影子的位置、形状也随之改变,也就是说,光线、形体和影子三者之间存在着紧密的联系。如图 1-1a 所示,灯光 S 照射桌面,在地面上产生的影子比桌面大。如假设灯的位置在桌面的正上方,它与桌面的距离愈远,那么影子愈接近桌面的实际大小。可以设想,把灯移到无限远的高度(夏日正午的阳光与此情况类似),即光线相互平行并与地面垂直,这时影子的大小就和桌面一样大,如图 1-1b 所示。

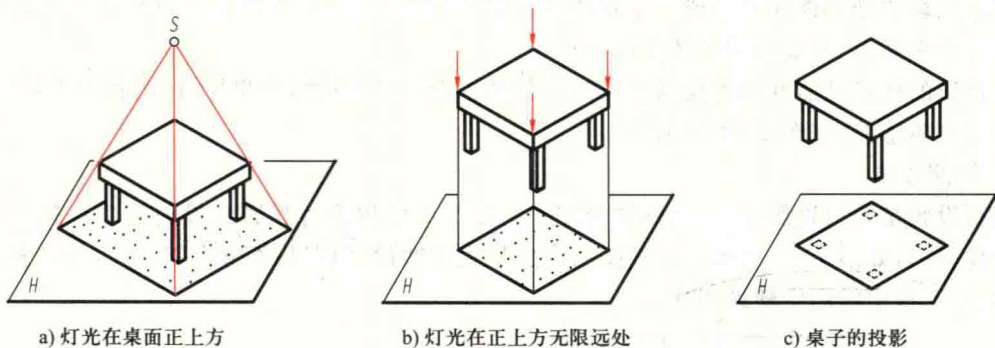


图 1-1 桌子的投影

投影原理就是从这些概念中总结出来的一些规律,作为制图方法的理论依据。在制图中表示光线的线称为投影线,把落影平面称为投影面,把产生的影子称为投影图。在投影图中,要把形体所有内、外表面的交线全部表示出来,且按投射方向凡可见的交线画粗实线,不可见的画虚线,如图 1-1c 所示。

二、投影的分类

按投影线的不同情况,投影可分为两大类。

1. 中心投影

所有投射线集中于一点的投影,称为中心投影。如图 1-2 所示的三角板,其投影中心是 S ,再把投射线与投影面 P 的各交点相连,就得到三角板的中心投影。

2. 平行投影

投射线互相平行的投影,称为平行投影,如图 1-3 所示。平行投影又分为两种:

(1) 平行正投影(简称正投影),即投射线垂直于投影面,如图 1-3a 所示。

(2) 平行斜投影(简称斜投影),即投射线倾斜于投影面,如图 1-3b 所示。

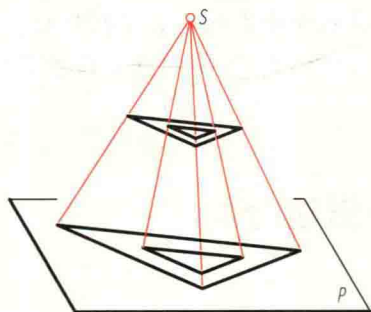


图 1-2 中心投影

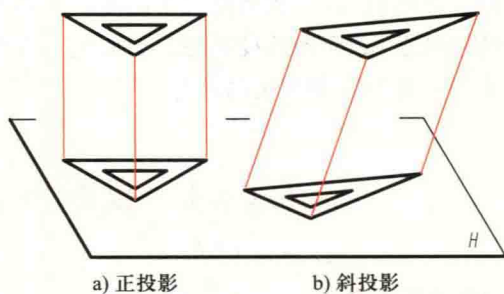


图 1-3 平行投影

生产实践中绘制的工程图,大部分采用正投影法。正投影是本课程研究的主要对象,今后凡未作特别说明,都属正投影。

三、工程上常用的几种图示法

工程上常用的投影法有正投影法、轴测投影法、透视投影法和标高投影法,与上述投影法对应的有下列投影视图。

1. 正投影

用正投影法把形体向两个或三个互相垂直的平面投射,然后将这些带有形体投影的投影面展开在一个平面上,从而得到形体多面正投影。

正投影的优点是能准确地反映形体的形状和构造,作图方便,度量性好,工程上应用最广泛,其缺点是立体感差,如图 1-4 所示。

2. 轴测投影

轴测投影是平行投影之一,简称轴测图。它是把形体按平行投影法投射到单一投影面上所得到的投影图,如图 1-5 所示。这种图的优点是立体感强,但形状不够自然,也不能完整表达形体的形状,工程中常用作辅助图样。

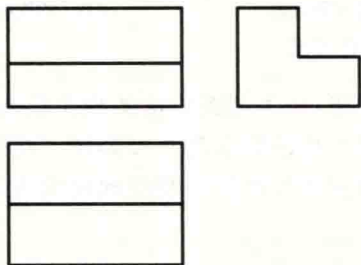


图 1-4 正投影图

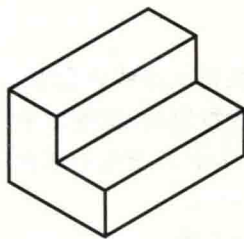


图 1-5 轴测投影图

3. 透视投影

透视投影法即中心投影法,透视投影简称透视图,如图 1-6 所示。透视图属于单面投影。

由于透视图的原理和照相相似,它符合人们的视觉习惯,形象逼真、直观,常用作大型工程设计方案比较、展览的图样。但其缺点是作图复杂,且不便度量。

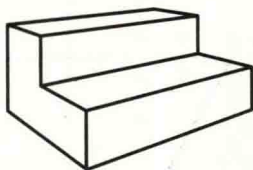


图 1-6 透视投影图

4. 标高投影

标高投影是一种带有数字标记的单面正投影。如图 1-7 所示,某一山丘被一系列带有高程的假想水平面所截切,用标有高程数字的截交线(等高线)来表示起伏的地形面,这就是标高投影。它具有一般正投影的优缺点。标高投影在工程上被广泛采用,常用来表示不规则的曲面,如船舶、飞行器、汽车曲面以及地形面等。

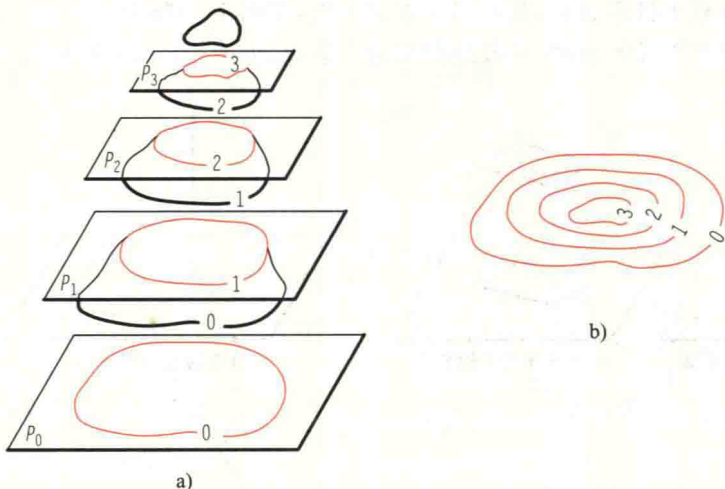


图 1-7 标高投影

§ 1-2 点、直线、平面正投影的特性

工程制图的对象是不同大小和形状的空间立体,各种立体都可以看成是由点、线、面组成的形体。因此,要认识和掌握形体的正投影,就必须先了解点、线、面正投影的基本规律。

1. 类似性

- (1) 点的投影仍是点。
- (2) 在一般情况下,直线的投影仍是直线。当直线段倾斜于投影面时,其正投影短于实长。
- (3) 在一般情况下,平面的投影仍是平面。当平面倾斜于投影面时,其正投影小于实形,如图 1-8 所示。

2. 全等性

- (1) 当直线段平行于投影面时,其投影反映实长,如图 1-9a 所示。
- (2) 当平面图形平行于投影面时,其投影反映实形,如图 1-9b 所示。

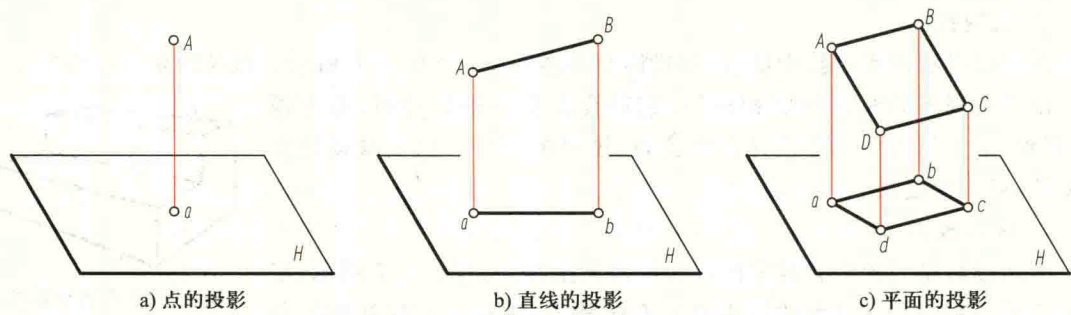


图 1-8 点、线、面的投影

3. 积聚性

- (1) 当直线垂直于投影面时,其投影积聚为一点,如图 1-10a 所示。
- (2) 当平面垂直于投影面时,其投影积聚为一条线,如图 1-10b 所示。

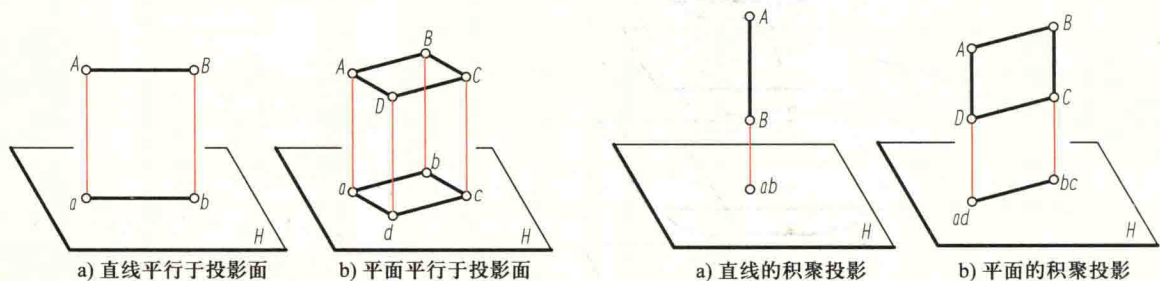


图 1-9 全等性图

图 1-10 直线和平面的积聚

4. 重合性

两个或两个以上的点、线、面具有同一投影时,称它们的投影重合(又称重影),如图 1-11 所示。

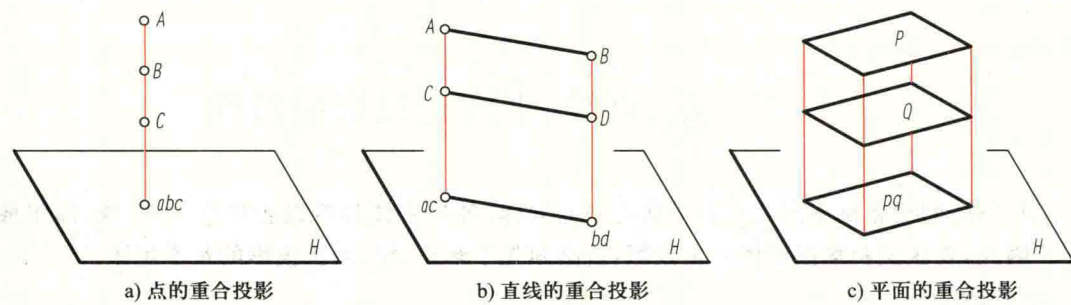


图 1-11 点、直线、平面的重合投影

5. 从属性

- (1) 如果点在直线上,则点的投影必在该直线的同面投影上。
- (2) 如果点在直线上,直线又在平面上,则点的投影必在该平面的同面投影上。

6. 定比性

直线上一点把该直线分成两段,该两段之比等于其投影之比,即 $AK : KB = ak : kb$,如图 1-12 所示。

7. 平行性

两平行直线的同面投影仍互相平行,如图 1-13 所示。

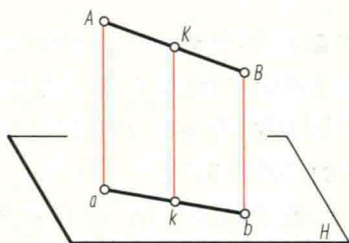


图 1-12 直线的定比性

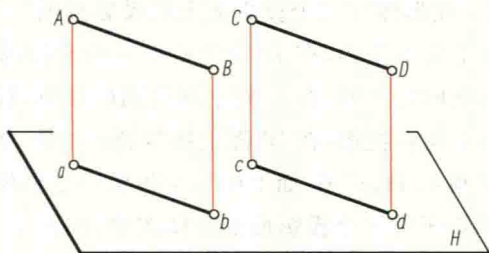


图 1-13 两平行直线的投影

§ 1-3 三面投影图

一、投影图的形成

如图 1-14 所示,空间五个不同形状的形体,它们在同一个投影面上的投影都相同,因此在正投影中,形体的一个投影一般不能反映空间形体的形状。那么需要几个投影才能确定空间形体的形状呢?为此,假设使用三个互相垂直的平面作为三个投影面,如图 1-15 所示,水平放置的称为水平投影面,用字母“H”表示,简称 H 面;正对观察者的投影面,称为正立投影面,用字母“V”表示,简称 V 面;第三个投影面在观察者右侧,称为侧立投影面,用字母“W”表示,简称 W 面。三投影面两两相交构成三条投影轴 OX (简称 X 轴)、 OY (简称 Y 轴)和 OZ (简称 Z 轴)。三轴的交点 O 称为原点。这就是所建立的三投影面体系,所得的图样称三投影图或三视图。在这个体系中,才能比较充分地表示出这个形体的空间形状。

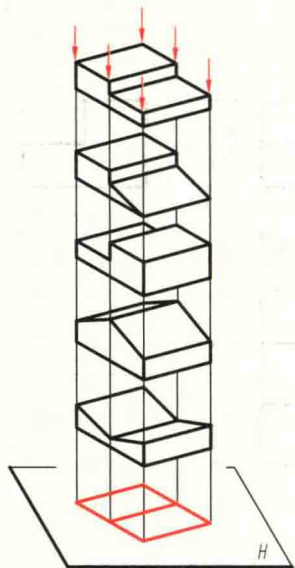


图 1-14 五个形体的水平面投影

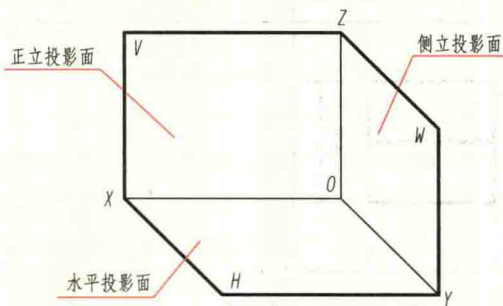


图 1-15 三投影面体系

如图 1-16 所示,将形体(踏步)置于三投影面体系中,并使踏步的前表面平行于 V 面,底面平行于 H 面,侧面平行于 W 面。这时,可用三组分别垂直于三个投影面的投射射线对踏步进行投影,就得到了此形体在三个投影面上的投影视图。

- (1) 由上向下投影,在 H 面上所得到的投影,称为水平面投影,简称 H 面投影或平面图。
 - (2) 由前向后投影,在 V 面上所得到的投影,称为正立面投影,简称 V 面投影或立面图。
 - (3) 由左向右投影,在 W 面上所得到的投影,称为侧立面投影,简称 W 面投影或侧面图。
- 上述所得的 H 、 V 、 W 面上的三个投影就是形体最基本的三面投影图。

在得到影子的三个投影面的立体图中,如图 1-17 所示,假设固定 V 面,让 H 面和 W 面分别绕它们与 V 面的交线旋转到与 V 面重合的位置,这时, V 面、 H 面和 W 面展开成了一个平面,从而完成了从空间形体到平面图形的过程,如图 1-18a 所示。

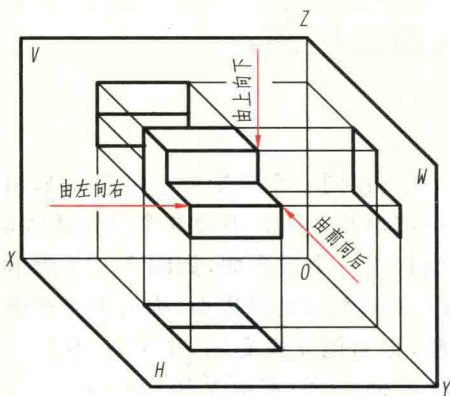


图 1-16 三面投影图的形成

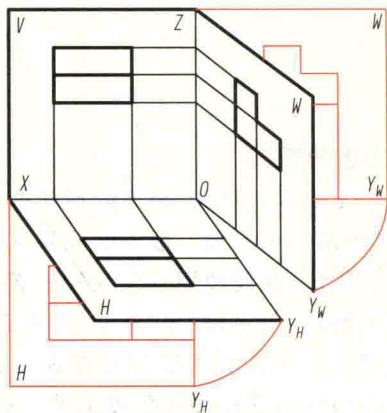
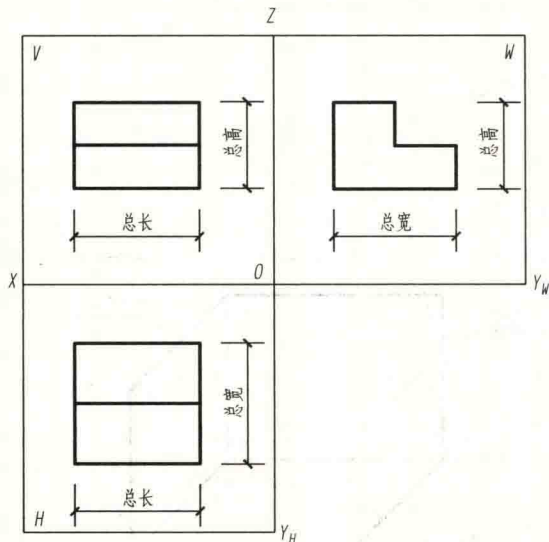
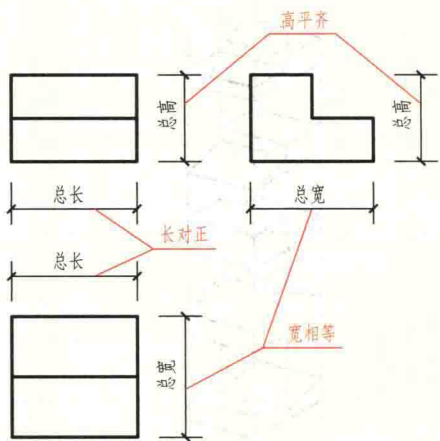


图 1-17 三面投影图的展开

在实际作图时,可只画出形体的三个投影,而不必画出投影面的边框,如图 1-18b 所示。



a) 有边框的三面投影图



b) 无边框的三面投影图

图 1-18 三面投影图展开在一个平面上

二、三面投影图的对应关系

从投影体系中可以看出,每个形体用三个投影图表示,而三个投影视图之间既有区别,又互相联系。

1. 同一形体的三个投影图之间具有“三等”关系

(1) V 面投影与 W 面投影等高,称“高平齐”。

(2) V 面投影与 H 面投影等长,称“长对正”。

(3) H 面投影与 W 面投影等宽,称“宽相等”。

2. 空间形体三个方向的形状和大小变化

空间的形体具有左右、前后、上下(或长、宽、高)三个方向的形状和大小变化。在三个投影图中,如图 1-18 所示,每个投影图都反映其中两方向上的关系:

(1) V 面投影反映形体的左、右(X 轴)和上、下(Z 轴)关系,不反映前、后关系。

(2) H 面投影反映形体的前、后(Y 轴)和左、右(X 轴)关系,不反映上、下关系。

(3) W 面投影反映形体的上、下(Z 轴)和前、后(Y 轴)关系,不反映左、右关系,如图 1-18 所示。

3. 投影图视图位置配置关系

为了便于按投影关系画图和读图,三个投影视图一般应按图 1-18b 所示位置来配置,不应随意改变。

当因受图幅限制,立面图、平面图和侧面图不能画在同一张图纸上时,允许分别画在几张图纸上,这时不存在上述排列问题,但必须在视图下面标注名称。

点和直线的投影

点、线、面是构成形体的基本要素,而点的投影规律是形体投影的基础。

§ 2-1 点的投影

一、点在两投影面体系中的投影

如图 2-1 所示,空间点 A 在 P 面上的正投影是由投影中心 S 向 A 作的投射线与投影面 P 的交点 a ,但是 a 不能唯一确定空间点 A 的具体位置。因为,在该投射线上的所有点(如点 A_1)的投影都在 a 处。因此,点在一个投影面上的投影不能确定点的空间位置,它需要用两个或三个投影面上的投影来确定。

图 2-2 所示为两个互相垂直的水平投影面 H 和正立投影面 V 组成的空间两投影面体系。投影面 H 和投影面 V 的交线为 OX 轴(称投影轴)。投影面 V 、 H 把空间分成四个部分,分别称之为 I、II、III、IV 象限。

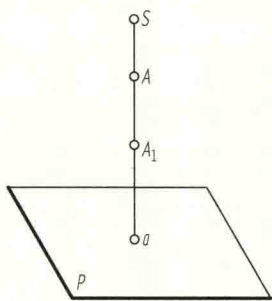


图 2-1 点的单面投影

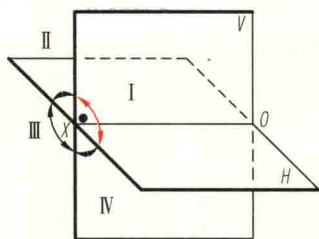


图 2-2 两投影面体系

1. 点在第 I 象限中的投影

如图 2-3 所示,由空间点 A 向 H 面所作的垂线称为投射线,其垂足就是点 A 在 H 面上的投影,称其为点 A 的水平投影,规定用 a 表示;再由点 A 向 V 面作垂线,其垂足就是点 A 在 V 面上的投影,称其为点 A 的正面投影,规定用 a' 表示。

反之,如果通过投影点 a 和 a' 分别作 H 面和 V 面的垂线,则两垂线的交点必为空间点 A 的位置,此时点 A 是唯一的。因此,点在两投影面体系中的投影能够确定点 A 的空间位置。

为了便于实际应用,需把互相垂直的两个投影面展开,使两个投影面展开到同一个平面上。规定使 V 面保持不动,将 H 面绕投影轴 OX 向下翻转 90° ,使其与 V 面展开到同一个平面上,如图 2-3b 所示。投影面可以认为是无边界的, OX 轴的上方为 V 投影面,下方为 H 投影面,故不

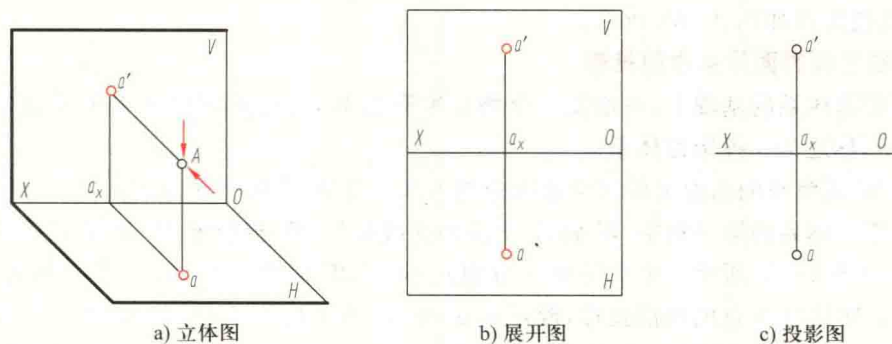


图 2-3 点在第一象限中的投影

必画出投影面的边框及标注“V”“H”。画出 OX 轴和 $a'a_x$ 及 aa_x 连线,即为空间点 A 在两投影面体系中的投影图,如图 2-3c 所示。

由图 2-3a 可知, Aaa_xa' 是一个与 V 、 H 面均垂直的矩形,因而 aa_x 、 $a'a_x$ 都垂直于 OX 轴。当 H 面向下翻转后, $a'a_x$ 、 aa_x 都垂直于 OX 轴且在同一条直线上。由此可得出点在两投影面体系中的投影规律:

- (1) 点在两投影面体系中,其投影的连线垂直于投影轴,即 $aa' \perp OX$ 。
- (2) 点的投影到投影轴的距离等于该点与相邻投影面的距离,即 $a'a_x = Aa$, $aa_x = Aa'$ 。

2. 点在其他象限中的投影

如图 2-4a 所示,空间点 B 、 C 、 D 分别处于 II、III、IV 象限中,各点分别向 H 、 V 面作垂线,可分别得到在各投影面上的投影。当 H 面向下旋转(如同第 I 象限)时, H 面的后半部分与 V 面的上半部分重合, H 面的前半部分与 V 面的下半部分重合。其各点投影图如图 2-4b 所示。可见,第 II 象限点 B 的正面投影 b' 和水平面投影 b 同在 X 轴上方,第 III 象限点 C 的正面投影 c' 在 OX 轴下方,而水平面投影 c 在 OX 轴上方,第 IV 象限点 D 的正面投影 d' 和水平投影 d 同在 OX 轴下方。

虽然其他象限点的投影与第一象限点的投影位置不同,但这些点的投影规律与第一象限点的投影规律相同。本书主要讨论第一象限的投影即第一分角(第一角法)的投影。

3. 在投影面上和投影轴上的点的投影

如图 2-5a 所示,点 A 在 V 面上,则点 A 到 V 面的距离为零,即 A 与 a' 重合且 $aa_x = 0$, a 与 a_x 重合,点 A 的水平投影 a 在 OX 轴上。点 B 在 OX 轴上,则 B 既在 V 面上也在 H 面上, B 与

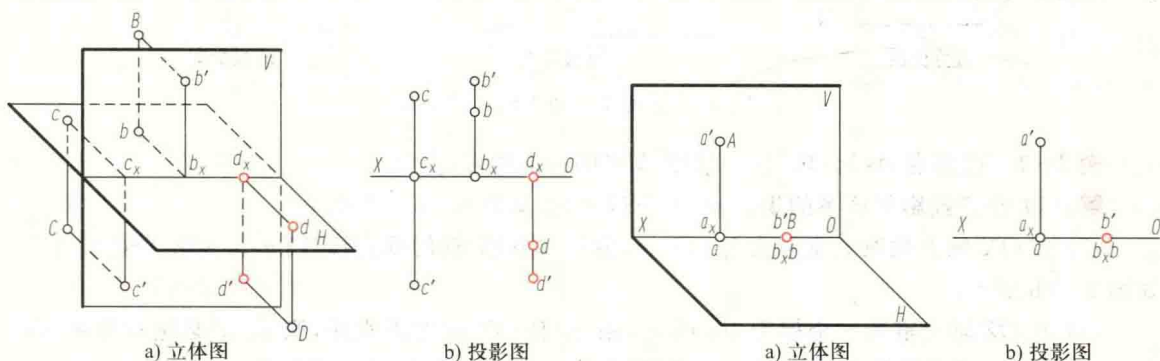


图 2-4 点在其他象限中的投影

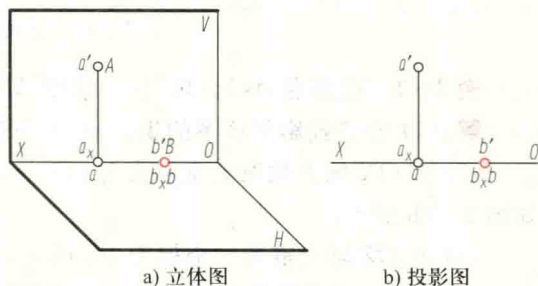


图 2-5 在投影面和投影轴上点的投影

b' 、 b 重合,其投影图如图 2-5b 所示。

二、点在三投影面体系中的投影

在两投影面体系的基础上,再增设一个侧立投影面 W ,并使其同时垂直于 V 面和 H 面,如图 2-6 所示,称之为三投影面体系。

增加的 W 面将空间由原来的四个象限分割为八个分角,其排列顺序如图 2-6 所示。

在三投影面体系的第一角中, 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,如图 2-7a 所示。由空间点 A 分别向 H 、 V 、 W 面投影得 a 、 a' 、 a'' , a'' 称为点 A 在 W 面上的投影,称其为 A 点的侧面投影,规定用 a'' 表示。将 H 、 W 面分别向图 2-7a 所示箭头方向旋转,使之与 V 面展开到同一个平面上,如图 2-7b 所示。取消投影面的边界线即可得到点在三投影面体系中的投影图,如图 2-7c 所示。

由图 2-7 可知,点的三投影面体系可分解成 V/H 、 V/W 和 W/H 三个两投影面体系。根据点在两投影面体系中的投影规律,可以得出点在三投影面体系中的投影规律如下:

(1) 点的投影的连线垂直于投影轴,即 $a'a \perp OX$ 、 $a'a'' \perp OZ$ 和 $aa_{YH} \perp OY_H$ 、 $a''a_{YW} \perp OY_W$ 。

(2) 点的投影到投影轴的距离等于点的坐标,也就是该点与对应的相邻投影面的距离,即 $a'a_Z = aa_{YH} = Aa'' = x$, $aa_X = a''a_Z = Aa' = y$, $a''a_{YW} = a'a_X = Aa = z$ 。

因此,根据点的三面投影规律,可由点的三个坐标值作出点的三面投影图。也可根据点的两个投影作出第三投影。

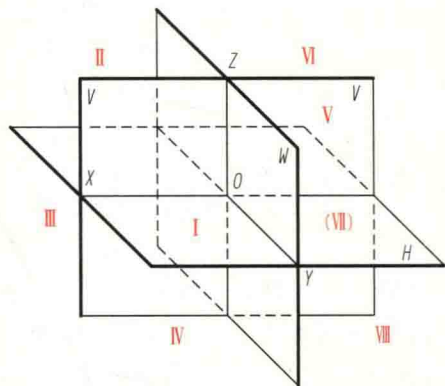


图 2-6 八个分角的名称

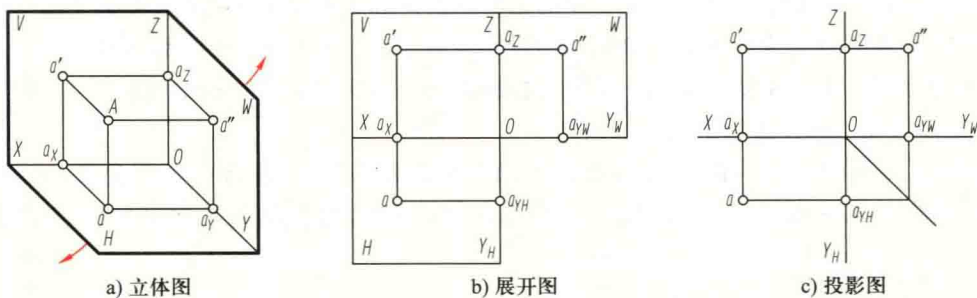


图 2-7 点在第一角中的三面投影

例 2-1 已知点 $A(15, 12, 10)$, 试作 A 点的三面投影图。

解: (1) 作三投影面体系的坐标轴,并予以标记,如图 2-8a 所示。

(2) 在 OX 轴上截取 x 坐标为 15,得 a_X ,由 a_X 作 OX 轴的垂直线,则 a' 、 a 必定在该直线上。如图 2-8b 所示。

(3) 在 OZ 轴上截取 z 坐标为 10,得 a_Z ,由 a_Z 作 OZ 轴的垂直线,则 a' 、 a'' 必定在该垂直线上,因此这两条垂直线的交点必为 a' 。同理,在第一条垂直线上,沿 OX 轴下方截取 $y=12$,得 a ,在第二条垂直线上沿 OZ 轴右边截取 $y=12$ 得 a'' ,如图 2-8c 所示。