

21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材



21st CENTURY
实用规划教材

工程制图

主 编 马立克 赵晓东



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内容简介

21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材

工程制图

主 编 马立克 赵晓东
 副主编 郑玉波 张 静
 参 编 张 彬 邵 芳

工程制图 各 讲

责任编辑：马立克、赵晓东

策 划 编 辑：张 静

责任编辑：张 彬

标准书号：ISBN 978-7-301-13932-1/T·0101

出 版 者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区成府路 202 号 100871

网 址：<http://www.bjup.cn>

电 话：编辑部 62752012 发行部 62750072 邮购部 62750077 传真 62754902

电子邮箱：bjup_66@126.com

印 刷 者：北京亿成印刷有限责任公司

发 行 者：北京大学出版社

印 数：10000 册

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.72 印张 476 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价：32.00 元



北京大學出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

未经许可，不得转载
侵权必究，盗版必究

内 容 简 介

本书是全国高职高专机电系列规划教材,采用了最新的《技术制图》、《机械制图》、《给水排水制图》、《暖通空调制图》和《电气制图》国家标准。

全书共分 14 章,主要内容有:投影基础、基本几何元素的投影、立体的投影、组合体的投影、制图基本知识、轴测图、机件常用的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、给水排水工程图、暖通空调工程图、电气工程图、计算机绘图简介和附录。

本书适用于高职高专非机械制造、非土木建筑各专业使用,也可作为成人高校、短期培训的教材以及其他工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/马立克,赵晓东主编. —北京:北京大学出版社,2008.8

(21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-13655-3

I. 工… II. ①马… ②赵… III. 工程制图—高等学校:技术学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 052309 号

书 名: 工程制图

著作责任者: 马立克 赵晓东 主编

策划编辑: 赖 青

责任编辑: 孙哲伟

标准书号: ISBN 978-7-301-13655-3/TH·0101

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@126.com

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司印刷

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.75 印张 476 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

主 任 傅水根

副主任 (按拼音顺序排名)

陈铁牛 李 辉 刘 涛 祁翠琴

钱东东 盛 健 王世震 吴宗保

张吉国 郑晓峰

委 员 (按拼音顺序排名)

蔡兴旺 曹建东 柴增田 程 艳

丁学恭 傅维亚 高 原 何 伟

胡 勇 李国兴 李源生 梁南丁

刘靖岩 刘瑞己 刘 铁 卢菊洪

马立克 南秀蓉 欧阳全会 钱泉森

邱士安 宋德明 王世辉 王用伦

王欲进 吴百中 吴水萍 武昭辉

肖 珑 徐 萍 喻宗泉 袁 广

张 勤 张西振 张 莹 周 征

丛书总序

高等职业技术教育是我国高等教育的重要组成部分。从 20 世纪 90 年代末开始, 伴随我国高等教育的快速发展, 高等职业技术教育也进入了快速发展时期。在短短的几年时间内, 我国高等职业技术教育的规模, 无论是在校生数量还是院校的数量, 都已接近高等教育总规模的半壁江山。因此, 高等职业技术教育承担着为我国走新型工业化道路、调整经济结构和转变增长方式提供高素质技能型人才的重任。随着我国经济建设步伐的加快, 特别是随着我国由制造大国向制造强国的转变, 现代制造业急需高素质高技能的专业人才。

为了使高职高专机电类专业毕业生满足市场需求, 具备企业所需的知识能力和专业素质, 高职高专院校的机电类专业根据市场和社会需要, 努力建立培养企业生产第一线所需的高等职业技术应用型人才的教学体系和教材资源环境, 不断更新教学内容, 改进教学方法, 积极探讨机电类专业创新人才的培养模式, 大力推进精品专业、精品课程和教材建设。因此, 组织编写符合高等职业教育特色的机电类专业规划教材是高等职业技术教育发展的需要。

教材建设是高等学校建设的一项基本内容, 高质量的教材是培养合格人才的基本保证。大力发展高等职业教育, 培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高素质技能型人才, 要求我们必须重视高等职业教育教材改革与建设, 编写和出版具有高等职业教育自身特色的教材。近年来, 高职教材建设取得了一定成绩, 出版的教材种类有所增加, 但与高职发展需求相比, 还存在较大的差距。其中部分教材还没有真正过渡到以培养技术应用能力为主的体系中来, 高职特色反映也不够, 极少数教材内容过于浅显, 这些都对高职人才培养十分不利。因此, 做好高职教材改革与建设工作刻不容缓。

北京大学出版社抓住这一时机, 组织全国长期从事高职高专教学工作并具有丰富实践经验的骨干教师, 编写了高职高专机电系列实用规划教材, 对传统的课程体系进行了有效的整合, 注意了课程体系结构的调整, 反映系列教材各门课程之间的渗透与衔接, 内容合理分配; 努力拓宽知识面, 在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索, 加强理论联系实际, 突出技能培养和理论知识的应用能力的培养, 精简了理论内容, 既满足机械类专业对理论、技能及其基础素质的要求, 同时提供选择和创新的空間, 以满足学有余力的学生进修或探究学习的需求; 对专业技术内容进行了及时的更新, 反映了技术的最新发展, 同时结合行业的特色, 缩短了学生专业技术技能与生产一线要求的距离, 具有鲜明的高等职业技术人才培养特色。

最后, 我们感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动, 也感谢北京大学出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因, 本系列教材还存在一些不足和错漏。我们相信, 在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下, 不断改进和完善这套教材, 使之成为我国高等职业技术教育的教学改革、课程体系建设和教材建设中的优秀教材。

《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

2007 年 7 月

前 言

本书是《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》之一，是根据高职教育的规律和特点，结合编者多年的高职教学改革和工程制图教学的经验、成果编写而成的，可供高职院校的非机械制造、非土木建筑等专业学生使用，也可作为职工培训教材。

本书从培养学生的基本绘图能力入手，既注重讲解投影基本理论和制图基础知识，又注重区分各专业制图的特点和要求，同时，本书还增加了计算机绘图的内容，使学生能够运用计算机技术完成工程图样的绘制。

本书编写具有以下特点。

(1) 紧密围绕高职教育人才培养目标来确定教材内容，正确处理知识与能力的辩证统一关系。基础理论知识深浅适度，重点突出知识的应用和技能的培养，体现了高职教育的规律和人才培养的要求。

(2) 采用最新国家标准，积极推进新标准的应用和实施。

(3) 实用性强，介绍了各专业制图的国家标准，列举了许多典型图例，紧密结合各专业制图的特点和要求，培养学生绘制和识读工程图样的能力。

(4) 适应性强，可以满足机械、汽车、电气、暖通、给排水等专业的制图要求。各专业可根据本专业的特点和要求，对书中的内容和顺序作适当的增减和调整。

本书由辽宁工程技术大学职业技术学院马立克、吉林辽源职业技术学院赵晓东任主编，辽宁工程技术大学职业技术学院郑玉波、吉林辽源职业技术学院张静任副主编，山东滨州职业学院张彬、邵芳参与了部分内容的编写。具体编写分工如下：马立克编写第 11、14 章；赵晓东编写第 1、3、12、13 章；郑玉波编写第 7、8 章和附录；张静编写第 2、4、5、6 章；张彬编写第 9、10 章；全书由马立克统稿，并由邵芳负责绘制了部分工程图样。

本书在编写过程中，得到了贺庆山、刘凤霞、张吉平的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。恳请本书的读者，对书中的疏漏之处提出意见和建议。作者电子信箱：mlk523@126.com。

编者

2008 年 5 月

目 录

第1章 投影基础..... 1	3.2 平面与立体相交..... 32
1.1 投影法基本知识..... 1	3.2.1 平面与平面立体相交..... 33
1.1.1 中心投影法..... 1	3.2.2 平面与曲面立体相交..... 34
1.1.2 平行投影法..... 2	3.3 两回转体相交..... 41
1.2 正投影及其投影规律..... 2	3.3.1 相贯线的形成及其性质..... 41
1.3 三视图..... 3	3.3.2 相贯线的求法..... 41
1.3.1 视图的基本概念..... 3	3.3.3 相贯线的特殊情况..... 45
1.3.2 三视图的形成..... 3	第4章 组合体的投影..... 47
1.3.3 三视图之间的对应关系..... 4	4.1 组合体的视图..... 47
第2章 基本几何元素的投影..... 6	4.1.1 组合体的组成方式和形体分析..... 47
2.1 点的投影..... 6	4.1.2 组合体三视图的画法..... 49
2.1.1 点的三面投影及其规律..... 6	4.2 组合体的尺寸标注..... 53
2.1.2 点的投影与直角坐标的关系..... 8	4.2.1 尺寸标注的基本要求..... 53
2.1.3 两点的相对位置及重影点..... 8	4.2.2 尺寸的分类和基准..... 53
2.1.4 点的空间位置的直观图画法... 10	4.2.3 基本形体及切割体和相贯体的尺寸标注..... 55
2.2 直线的投影..... 11	4.2.4 组合体的尺寸标注..... 57
2.2.1 直线的三面投影..... 11	4.3 读组合体视图的方法..... 59
2.2.2 各种位置直线的投影特性..... 11	4.3.1 读图的基本要领..... 59
2.2.3 直线上的点..... 13	4.3.2 读图的方法和步骤..... 60
2.2.4 一般位置直线段的实长和对投影面的倾角..... 14	第5章 制图基本知识..... 64
2.2.5 直线段直观图的画法..... 16	5.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定..... 64
2.2.6 两直线的相对位置..... 17	5.1.1 图纸幅面、格式和标题栏(GB/T 14689—1993)..... 64
2.3 平面的投影..... 19	5.1.2 比例、字体、图线(GB/T 14690—1993)..... 66
2.3.1 平面的表示法..... 19	5.1.3 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003、* GB/T 16675.2—1996)..... 71
2.3.2 平面的三面投影..... 20	5.2 绘图工具和仪器的使用..... 76
2.3.3 各种位置平面的投影特性..... 21	5.2.1 绘图板、丁字尺、三角板..... 76
2.3.4 平面上的直线和点..... 23	
第3章 立体的投影..... 25	
3.1 立体的三视图及投影规律..... 25	
3.1.1 平面立体的投影..... 25	
3.1.2 曲面立体的投影..... 27	

5.2.2	比例尺、圆规、分规.....	77	7.2.5	剖切面的种类和剖切方法.....	110
5.2.3	曲线板、直线笔、铅笔.....	78	7.3	断面图.....	114
5.3	几何作图.....	80	7.3.1	断面图的概念.....	114
5.3.1	等分作图.....	80	7.3.2	断面图的种类.....	115
5.3.2	圆弧连接.....	81	7.4	局部放大图和简化画法.....	117
5.3.3	斜度和锥度.....	82	7.4.1	局部放大图.....	117
5.3.4	椭圆.....	84	7.4.2	规定画法和简化画法.....	118
5.4	平面图形的画法.....	85	第 8 章	标准件与常用件.....	122
5.4.1	尺寸分析.....	85	8.1	螺纹及螺纹紧固件.....	122
5.4.2	线段分析.....	85	8.1.1	螺纹的形成和基本要素.....	122
5.4.3	绘图方法和步骤.....	86	8.1.2	螺纹的规定画法和标注.....	124
5.5	徒手画图的方法.....	87	8.1.3	圆锥螺纹画法.....	125
第 6 章	轴测图.....	90	8.1.4	螺纹的标注方法.....	126
6.1	轴测图的基本知识.....	90	8.1.5	常用螺纹紧固件的 种类和标记.....	127
6.1.1	轴测图的形成和种类.....	90	8.1.6	常用螺纹紧固件及 连接图画法.....	130
6.1.2	轴测轴、轴间角和 轴向变形系数.....	91	8.2	齿轮画法.....	132
6.2	正等轴测图.....	91	8.2.1	常见齿轮传动.....	132
6.2.1	正等轴测图的形成.....	91	8.2.2	直齿圆柱齿轮各部分的 名称及参数.....	132
6.2.2	轴间角和轴向变形系数.....	92	8.2.3	直齿圆柱齿轮的尺寸计算.....	134
6.2.3	平面立体的正等轴测图.....	92	8.2.4	直齿圆柱齿轮的规定画法.....	134
6.2.4	回转体的正等轴测图.....	95	8.3	键与销及连接的画法.....	135
6.3	斜二等轴测图.....	97	8.3.1	键连接.....	135
6.3.1	斜二等轴测图的形成.....	97	8.3.2	销连接.....	137
6.3.2	轴间角和轴向变形系数.....	98	8.4	滚动轴承画法.....	137
6.3.3	斜二等轴测图的画法.....	98	8.4.1	滚动轴承的结构和类型.....	137
第 7 章	机件常用的表达方法.....	100	8.4.2	滚动轴承的代号.....	138
7.1	视图.....	100	8.4.3	滚动轴承的画法.....	139
7.1.1	基本视图.....	100	8.5	弹簧.....	140
7.1.2	向视图.....	102	8.5.1	圆柱螺旋压缩弹簧各部分的 名称及尺寸计算.....	140
7.1.3	局部视图.....	102	8.5.2	圆柱螺旋压缩弹簧的 规定画法.....	141
7.1.4	斜视图.....	103	第 9 章	零件图.....	143
7.2	剖视图.....	104	9.1	零件图的作用和内容.....	143
7.2.1	剖视图的概念.....	104			
7.2.2	剖视图的画法.....	105			
7.2.3	剖视图的标注.....	107			
7.2.4	剖视图的种类.....	107			

9.1.1	零件图的作用	143	10.4.2	机器上的常见装置	183
9.1.2	零件图的内容	143	10.5	读装配图的方法	184
9.2	典型零件的视图表达	144	10.5.1	读装配图的方法和步骤	184
9.2.1	零件表达方案的选择	144	10.5.2	由装配图拆画零件图	187
9.2.2	典型零件的视图表达	145	第 11 章 给水排水工程图		190
9.3	零件结构的工艺性	148	11.1	概述	190
9.3.1	铸造零件的工艺结构	148	11.2	给水排水工程图中的管道	191
9.3.2	机加工零件的工艺结构	150	11.2.1	管道图示及其应用	191
9.4	零件图的尺寸标注	152	11.2.2	管道的连接形式及其图例	193
9.4.1	零件图尺寸标注的要求	152	11.2.3	管道的标注(GB/T 50106—2001)	193
9.4.2	零件上常见孔的尺寸注法	155	11.2.4	管道附件	195
9.5	零件图的技术要求	156	11.2.5	管件	196
9.5.1	表面粗糙度(GB/T 131—2006)	156	11.2.6	阀门	196
9.5.2	极限与配合	159	11.2.7	给水配件与消防设施	197
9.5.3	形状和位置公差简介	164	11.2.8	卫生设备及构筑物	197
9.6	零件的测绘	166	11.3	室外给水排水工程图	199
9.6.1	零件测绘的方法和步骤	166	11.3.1	室外给水排水平面图	199
9.6.2	零件尺寸的测量方法	167	11.3.2	室外给水排水管道断面图	202
9.6.3	零件测绘时的注意事项	168	11.3.3	室外给水排水管道节点图	205
9.7	读零件图的方法	169	11.4	室内给水排水工程图	208
9.7.1	读零件图的方法和步骤	169	11.4.1	室内给水排水系统的组成	208
9.7.2	读图实例	170	11.4.2	室内给水排水平面图	210
第 10 章 装配图		172	11.4.3	室内给水排水系统图	214
10.1	装配图的作用和内容	172	第 12 章 暖通空调工程图		220
10.1.1	装配图的作用	172	12.1	概述	220
10.1.2	装配图的内容	172	12.1.1	暖通空调工程图的特点	220
10.2	装配图的规定画法和特殊画法	174	12.1.2	一般规定	220
10.2.1	规定画法	174	12.2	图线与比例	221
10.2.2	特殊画法	175	12.2.1	图线	221
10.2.3	简化画法	177	12.2.2	比例	222
10.3	装配图的尺寸标注、技术要求、零件编号及明细栏	178	12.3	常用图例	222
10.3.1	装配图的尺寸标注	178	12.3.1	水、汽管道	222
10.3.2	装配图上的技术要求	179	12.3.2	风道	225
10.3.3	零、部件的序号	179	12.3.3	暖通空调设备	227
10.3.4	明细栏	180	12.3.4	调控装置及仪表	228
10.4	装配体的工艺结构	181			
10.4.1	装配工艺结构	181			

12.4	图样画法	228	14.1.4	AutoCAD 2008 的坐标系	261
12.4.1	管道和设备布置平面图、 剖面图及详图	228	14.1.5	图形文件的管理	261
12.4.2	管道系统图、原理图	230	14.1.6	退出 AutoCAD	262
12.4.3	系统编号	231	14.2	设置绘图环境	262
12.4.4	管道标高、管径(压力)、 尺寸标注	231	14.2.1	设置绘图单位	262
12.4.5	管道转向、分支、重叠及 密集处的画法	233	14.2.2	设置图形界限	262
12.5	采暖工程图	235	14.2.3	显示控制	263
12.5.1	采暖平面图	235	14.2.4	设置图层	263
12.5.2	采暖系统图	240	14.2.5	图形对象的选择方式	264
12.5.3	大样详图	241	14.2.6	对象捕捉与极轴追踪	264
12.6	空调通风工程图	241	14.3	基本绘图命令	265
12.6.1	空调通风平面图	241	14.3.1	点的绘制	265
12.6.2	空调通风剖面图	242	14.3.2	直线的绘制	266
12.6.3	空调通风系统图	243	14.3.3	多边形的绘制	268
			14.3.4	曲线的绘制	269
第 13 章	电气工程图	245	14.4	基本编辑命令	270
13.1	电气制图概述	245	14.4.1	删除与恢复	270
13.2	电气工程图中的图形符号和 文字符号	246	14.4.2	复制与镜像	271
13.2.1	图形符号	247	14.4.3	偏移与阵列	272
13.2.2	文字符号	249	14.4.4	移动与旋转	273
13.3	电气工程图的绘制与识读	250	14.4.5	比例缩放与对齐	274
13.3.1	框图	250	14.4.6	拉伸与拉长	275
13.3.2	电路图	251	14.4.7	修剪与延伸	276
13.3.3	印制板图	252	14.4.8	打断与合并	277
13.3.4	接线图和接线表	254	14.4.9	倒角与倒圆角	278
13.3.5	线扎图	256	14.4.10	分解	280
第 14 章	计算机绘图简介	259	14.5	图案填充、文本与尺寸标注	280
14.1	AutoCAD 基础知识	259	14.5.1	图案填充	280
14.1.1	AutoCAD 2008 的启动	259	14.5.2	文本标注	281
14.1.2	AutoCAD 2008 的界面	259	14.5.3	尺寸标注	284
14.1.3	AutoCAD 2008 的 命令输入方式	260	14.6	图形的布局和输出	294
			14.6.1	模型空间与图纸空间	294
			14.6.2	从模型空间打印图形	295
			14.6.3	从布局打印图形	296
			附录		298
			参考文献		316

第1章 投影基础

教学提示: 在生产实际中,设计和制造部门普遍使用图样来表达物体,而工程图样是通过投影的方法获得的。本章主要介绍投影的一些基础知识、三视图的形成和投影规律等相关内容。

教学要求: 本章是有关投影的基础部分。在学习过程中,必须了解投影的概念及分类,掌握正投影的基本性质,熟悉三视图的形成过程,掌握三视图之间的对应规律。

1.1 投影法基本知识

在现实生活中,投影现象随处可见。在阳光下,各种物体都会在地面上留下影子;在灯光下,我们用手会做出各种形状的手影。人们根据生产活动的需要,对这种形成影子的现象进行科学的分析,总结出了影子和物体之间的几何关系,逐步形成了投影法。

投影法是指投射线通过物体,向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法。通常把光线称为投射线,形成影子的面称为投影面,在投影面上所得到的图形称为投影,如图 1.1 所示。

根据投影中心与投影面位置的不同,投影法可分为两大类,即中心投影法和平行投影法。在平行投影法中,又根据投射线与投影面之间相对位置关系的不同,分为正投影法和斜投影法。

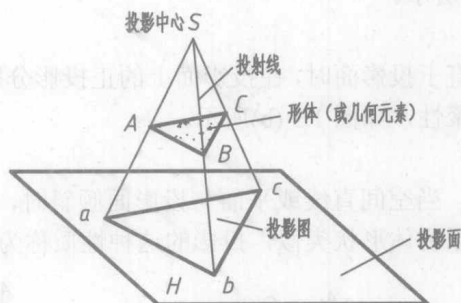


图 1.1 投影的形成

1.1.1 中心投影法

投射线汇交于一点的投影法称为中心投影法,如图 1.1 所示。

用中心投影法绘制的图有立体感,但是这种图不能真实地反映物体的形状和大小,一般工程图样不采用这种投影法绘制,建筑物的透视图常采用这种方法绘制。

1.1.2 平行投影法

投射射线相互平行的投影法称为平行投影法。

根据投射射线与投影面之间的相对位置，平行投影法又分为以下两种。

(1) 斜投影法——投射射线与投影面倾斜的平行投影法，如图 1.2(a)所示。

(2) 正投影法——投射射线与投影面垂直的平行投影法，如图 1.2(b)所示。

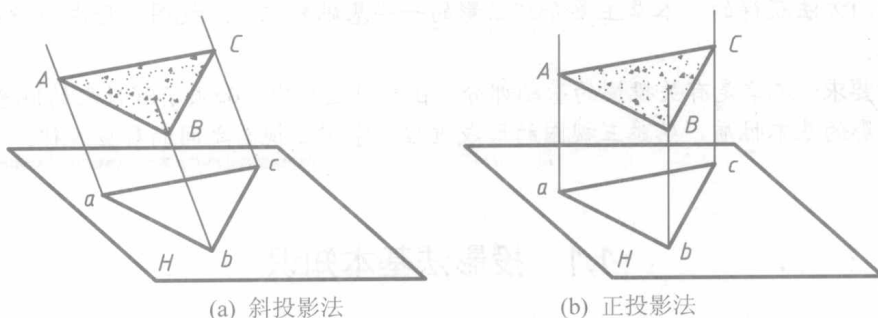


图 1.2 平行投影法

1.2 正投影及其投影规律

点、直线、平面是最基本的几何元素，学习投影方法应该从了解点、直线、平面的正投影特性开始。点、直线、平面的正投影特性主要有 3 点。

1) 显实性

当空间直线或平面平行于投影面时，其正投影分别反映实长和实形，这种性质称为正投影的显实性，如图 1.3(a)所示。

2) 积聚性

当空间直线或平面垂直于投影面时，在投影面上的正投影分别成为一个点和一条直线，这种性质称为正投影的积聚性，如图 1.3(b)所示。

3) 类似性

点的正投影仍然是点，当空间直线或平面与投影面倾斜时，在投影面上的正投影变短或变小，但投影的形状与原物体形状类似，投影的这种性质称为类似性，如图 1.3(c)所示。

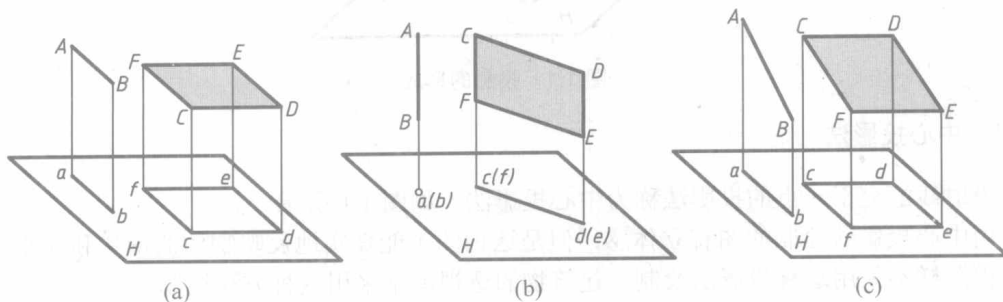


图 1.3 正投影的投影特性

1.3 三视图

由于空间形体是具有长度、宽度、高度的三维形体，用一个正投影图显然不能确定其空间形状。一般来说，需要建立一个由互相垂直的3个投影面组成的投影面体系，并作出形体在该投影面体系中的3个投影图，以表达这个形体的形状。

1.3.1 视图的基本概念

一般工程图样大都采用正投影法绘制的投影图，根据有关标准和规定，用正投影法绘制物体的投影图称为视图。

1.3.2 三视图的形成

1. 三投影面体系的建立

三投影面体系由3个互相垂直的投影面组成，如图1.4所示。

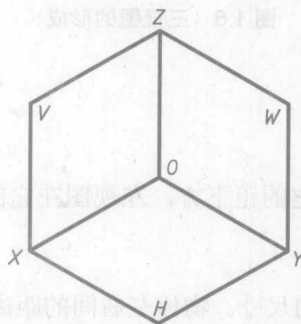


图 1.4 三投影面体系

3个投影面分别为：

- (1) 正立投影面，简称正面，用字母 V 表示；
- (2) 水平投影面，简称水平面，用字母 H 表示；
- (3) 侧立投影面，简称侧面，用字母 W 表示。

在三投影面体系中，相互垂直的投影面之间的交线，称为投影轴，即 V 面与 H 面的交线称为 OX 轴， H 面与 W 面的交线称为 OY 轴， V 面与 W 面的交线称为 OZ 轴。3根投影轴互相垂直，其交点称为原点。

2. 物体在三投影面体系中的投影

将物体放置在三投影面体系内，按正投影的方法分别向3个投影面投射，分别得到物体的正面投影、水平面投影和侧面投影，如图1.5(a)所示。

3. 三投影面的展开

为了画图方便，需将互相垂直的3个投影面摊平在同一个平面上，即正立投影面固定不动，将水平投影面绕 OX 轴向下旋转 90° ，将侧立投影面绕 OZ 轴向右旋转 90° ，将3个

投影面摊平在与正立投影面共面的平面上，如图 1.5(b)所示。物体由前向后投影，在 V 面上所形成的视图，称为主视图；物体由上向下投影，在 H 面上所形成的视图，称为俯视图；物体由左向右投影，在 W 面上所形成的视图，称为左视图，统称三视图，如图 1.5(c)所示。

投影面的范围与视图的大小无关，所以在画图时，不必画出投影面的范围，这样，三视图会更清晰，如图 1.5(d)所示。

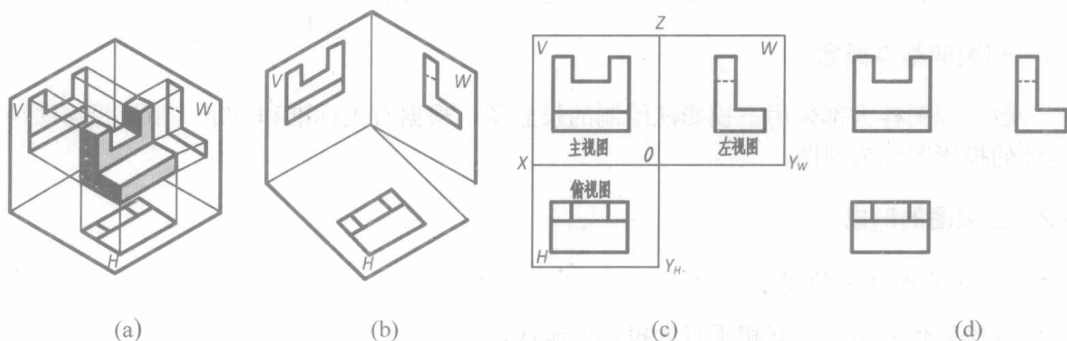


图 1.5 三视图的形成

1.3.3 三视图之间的对应关系

1. 三视图的位置关系

以主视图为基准，俯视图在它的正下方，左视图在它的右侧。

2. 三视图间的“三等”关系

物体有长、宽、高 3 个方向的尺寸。物体左右间的距离为长度，前后间的距离为宽度，上下间的距离为高度，如图 1.6 所示。主视图和俯视图都反映物体的长，主视图和左视图都反映物体的高，俯视图和左视图都反映物体的宽。

三视图之间的投影关系可归纳为：主、俯视图长对正；主、左视图高平齐；俯、左视图宽相等，即“长对正，高平齐，宽相等”。

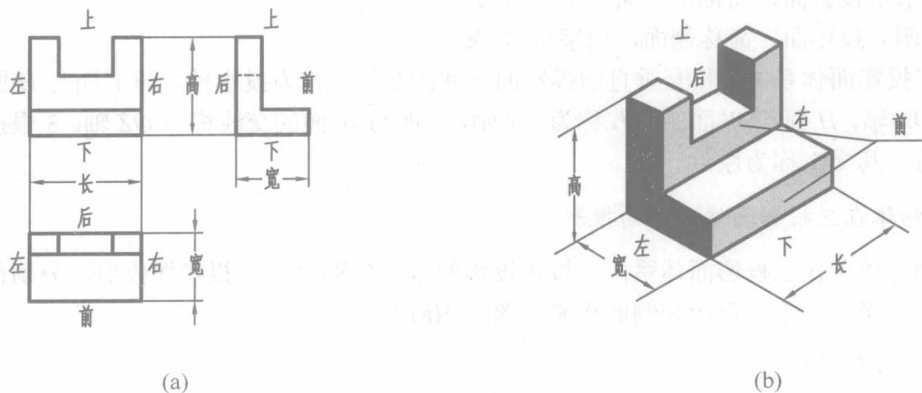


图 1.6 三视图的“三等”关系和方位关系

3. 三视图与物体方位的对应关系

所谓方位关系，是指以绘图(或看图)者面对正面(即主视图的投射方向)来观察物体为准，看物体的上、下、左、右、前、后 6 个方位在三视图中的对应关系。在三视图中，主视图能反映物体的左右和上下关系，左视图能反映物体的上下和前后关系，俯视图能反映物体的左右和前后关系，如图 1.6 所示。

图 1.5 物体的三视图

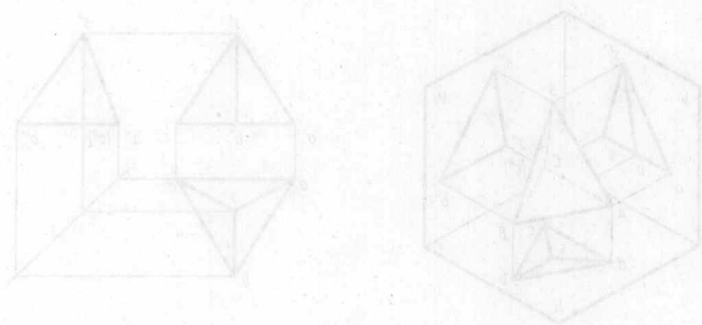


图 1.6 三视图与物体方位的对应关系

图 1.7 三视图及其投影关系

图 1.8 三视图的投影关系

Figure 1.7 and 1.8 illustrate the projection relationships between the three views. Figure 1.7 shows the front view (主视图), top view (俯视图), and left side view (左视图) of a rectangular block with a hole. Figure 1.8 shows the same block with its three views and the projection lines connecting them. The text explains that the front view shows the object's length and height, the top view shows its length and width, and the left side view shows its height and width. The text also discusses the use of hidden lines and the importance of consistent projection direction.

第2章 基本几何元素的投影

教学提示: 空间点、直线和平面是组成一个三维立体的最基本的3种几何要素。本章重点介绍点、直线和平面在三投影面体系中的投影及其投影特性; 阐述常用的几种空间几何问题的图解方法, 以及如何将点、直线和平面等空间几何要素用投影表达, 并反过来用其投影来分析 and 解决空间几何问题等内容。

教学要求: 本章是工程制图的基础, 学生必须熟练掌握各种位置的点、直线和平面的投影及特性, 建立投影法的基本概念和思维方法。学会应用点、直线和平面的投影特性与直角三角形法配合解决简单的空间几何问题, 为立体的投影分析和表达打下基础。

2.1 点的投影

点是最基本的几何要素, 为了迅速而正确地画出几何形体的三视图, 必须掌握点的投影规律。由图 2.1 所示三棱锥的投影图可知: 三棱锥的三视图, 实质上就是将这些顶点的三面投影依次连线而成的。

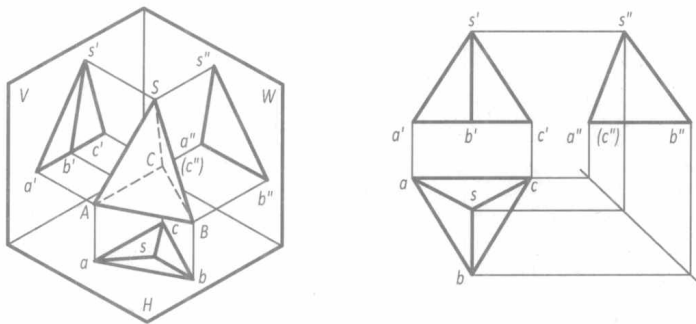


图 2.1 几何体上点的投影分析

2.1.1 点的三面投影及其规律

1. 点的三面投影

如图 2.2(a)所示, 求空间点 A 在三投影面体系中的投影, 就是由空间点 A 作分别垂直于 H 、 V 、 W 这 3 个投影面的投射射线, 其相应的垂足 a 、 a' 、 a'' 即为空间点 A 的三面投影。点 A 在水平投影面 H 上的投影 a 称为点 A 的水平投影; 点 A 在正立投影面 V 上的投影 a' 称为点 A 的正面投影; 点 A 在侧立投影面 W 上的投影 a'' 称为点 A 的侧面投影。

空间点及其投影的标记规定为: 空间点用大写字母 A 、 B 、 C ...表示, 水平投影用相应的小写字母 a 、 b 、 c ...表示, 正面投影用相应的小写字母 a' 、 b' 、 c' ...表示, 侧面投影用相应的小写字母 a'' 、 b'' 、 c'' ...表示。

将三投影面体系展开, 即保持 V 面固定不变, 将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° , 使 H 、 W 面与 V 面处于同一平面, 图中 OY 轴被分为两条, 随 H 面旋转的称为 OY_H 轴, 随 W 面旋转的称为 OY_W 轴, 得到点 A 的三面投影图, 如图 2.2(b) 所示。投影图中不必画出投影面的边框, 只保留投影轴即可, 如图 2.2(c) 所示。

2. 点的投影规律

如图 2.2(a) 所示, 由空间点 A 引出的 3 条投射射线确定了 3 个投射射线平面, 它们两两垂直相交并与 H 、 V 、 W 投影面相交构成了一个长方体。当 H 面绕 OX 轴旋转展开与 V 面摊平后, 连线 aa_x 仍垂直于 OX 轴并与连线 $a'a_x$ 交于同一点 a_x , 故 a' 、 a_x 、 a'' 点必定在同一条直线上, 同时投影连线 $a'a$ 必定垂直于投影轴 OX , 同理, 投影连线 $a'a''$ 必定垂直于投影轴 OZ 。

由此可以得出点在三投影面体系的投影规律为:

- (1) 点的投影连线垂直于相应的投影轴, 即 $a'a \perp OX$ (长对正), $a'a'' \perp OZ$ (高平齐);
- (2) 空间点到某个投影面的距离等于该空间点的某一投影到相应投影轴的距离, 即: “影轴距等于点面距”。

- ① 点 A 到 W 面的距离 $Aa'' = a'a_z = aa_y$ 。
- ② 点 A 到 V 面的距离 $Aa' = aa_x = a''a_z$ 。
- ③ 点 A 到 H 面的距离 $Aa = a'a_x = a''a_y$ 。

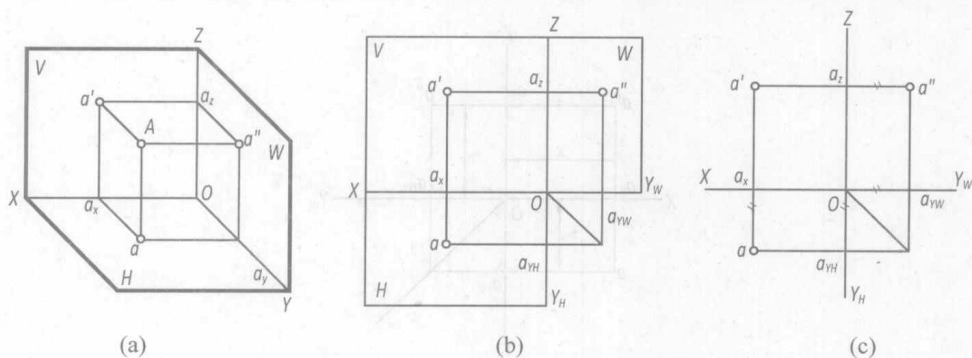


图 2.2 点的投影及其投影规律

【例 2.1】 已知点 A 的两面投影求其第三面投影, 如图 2.3(a) 所示。

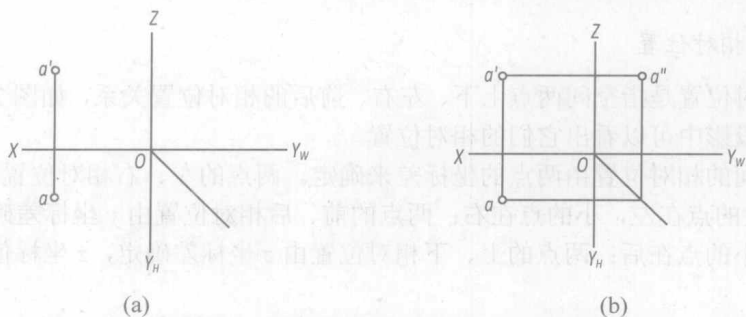


图 2.3 求点的第三面投影