



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



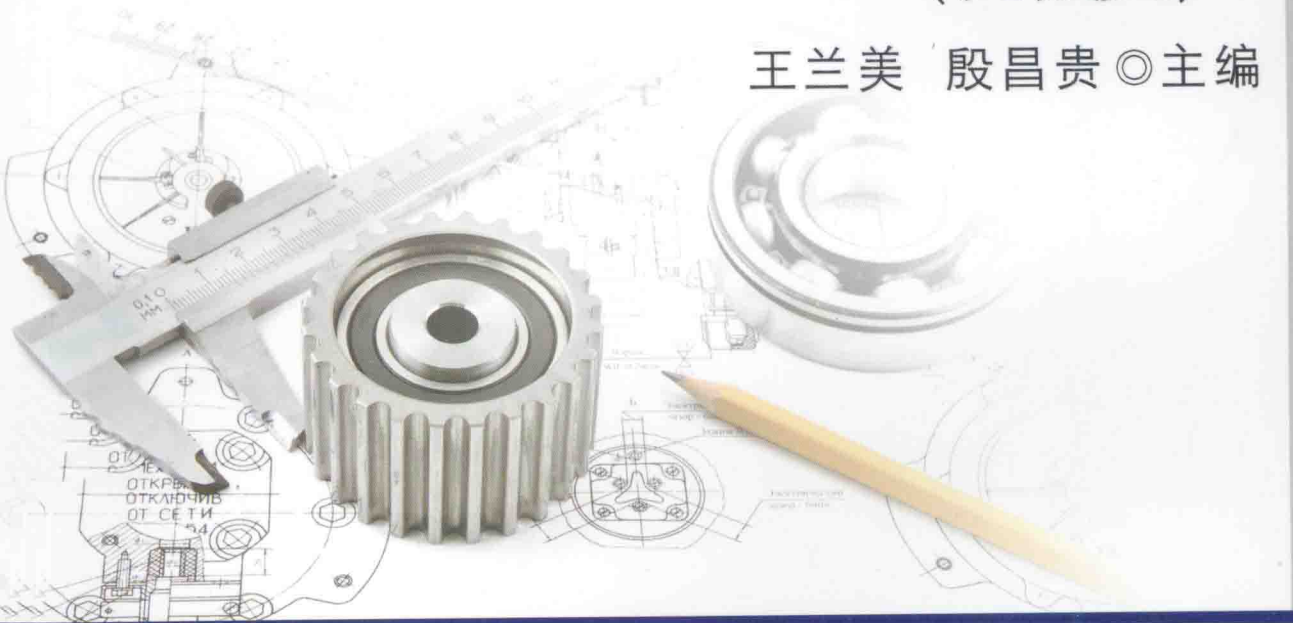
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

画法几何及 工程制图

第3版

(机械类)

王兰美 殷昌贵◎主编



- ◆ 传统内容与现代知识并重。
- ◆ 内容深度、广度兼备，文字精炼，图例丰富。
- ◆ 注重制图知识的工程应用，能力培养与技能训练相结合。
- ◆ 教学资源丰富，配套助教、助学课件和考核命题试题库。
- ◆ 贯彻最新国家标准。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

画法几何及工程制图

(机械类)

第3版

主 编 王兰美 殷昌贵
副主编 冯秋官 马智英 董大勇
主 审 陆国栋 焦永和



机械工业出版社

本书是根据教育部 1995 年修订的“高等工业学校画法几何及工程制图课程教学基本要求”，结合近年来计算机应用技术的发展，参考国内外同类教材，在 CAI 课件开发应用研究实践的基础上编写的。

全书共分 12 章。内容包括：制图的基本知识与技能、几何元素的投影、曲线与曲面、立体及其表面交线、轴测投影及其草图速画技术、组合体、图样画法、零件图、联接件与传动件、装配图、其他图样和计算机绘图技术等。根据图学课程的特点，本书配有习题集；结合现代多媒体教学手段的应用，提供电子教案。电子教案中的助教用授课 CAI 课件内容涵盖教材全部知识点，其生动形象的动态空间模型显示和三维到二维的动画图形转换，会极大地方便教者和学者；助学用习题集习题分析解答 CAI，其详细的分析、清晰的解答、形象的空间动画模型，比同类教材有较为突出的优势。该书的电子教案位于机械工业出版社教育服务网（www.cmpedu.com）上，供授课教师免费下载。

本书可作为高等学校机械类、近机械类各专业图学课程的通用教材，也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

画法几何及工程制图：机械类/王兰美，殷昌贵主编. —3 版. —北京：机械工业出版社，2014.5

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 “十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-111-46275-0

I. ①画… II. ①王…②殷… III. ①画法几何—高等学校—教材
②工程制图—高等学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 061411 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：冯春生 责任编辑：冯春生 陈建平

版式设计：常天培 责任校对：闫玥红

封面设计：张 静 责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄国丰装订厂装订）

2014 年 7 月第 3 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 26.5 印张 · 655 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-46275-0

定价：47.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010)68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010)88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

第3版前言

本书是在普通高等教育“十一五”国家级规划教材的基础上修订而成的，被教育部评选为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。本次修订的主要内容如下：

1) 结合近年来的教学研究，将组合体尺寸标注内容中的尺寸标注分析思维路线进行了修订，使尺寸标注思维脉络清晰，理论方便实践应用，解决了多年来教学中的难题。

2) 将促使学生快速实现工科大学生角色认知的“工程技术导引”教学内容修改为绪论后的阅读材料，结合我们的教学实践，建议学生阅读后提交小论文——对工程领域、工程技术队伍、工程设计过程步骤的认知及本人职业生涯的规划。

3) 结合教学实际应用情况，充分运用机械工业出版社网站辐射传播力，降低印刷损耗，将每章节后的复习思考题、计算机绘图的实训指导、计算机绘图原理等内容以电子文档形式上传，读者可从出版社网站（www.cmpedu.com）下载。

4) 涉及国家标准的内容都按现行最新标准进行了修订。

5) 配套的教学课件系统，包括授课平台、习题解答、典型题例分析、创新构型设计等均按本版教材升级优化。

与本书配套修订的还有《画法几何及工程制图习题集（机械类）》第3版。

参加本书编写的人员有：王兰美、殷昌贵、冯秋官、马智英、董大勇、赵勤、邵明龙、孙玉峰、邢自聪、孙永进、鲁善文、刘福祥、王延周、马金英、郭业民、于春战、赵继成、刘剑平、潘志国、李琦、李腾训、曲振华、张秀玲、张雪、郭瑞莲等。

本书由山东理工大学王兰美教授、殷昌贵教授担任主编，王兰美教授提出了全书的构思及编写的指导思想。全书由王兰美、殷昌贵、冯秋官统稿。

本书由浙江大学陆国栋教授和北京理工大学焦永和教授主审。

在本书编写过程中，得到了山东理工大学的大力支持，在此表示感谢。

限于作者的水平，书中难免存有缺陷或不当之处，敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编者

第 2 版前言

本书作为高等工科院校机械类、近机械类各专业的通用教材，是根据教育部工程图学教学指导委员会“高等工业学校画法几何及工程制图课程教学基本要求”，结合近年来计算机应用技术的发展，参考国内外同类教材，总结全体参编人员的教学经验，并融入多年的教学改革成果编写而成的。

在编写本书时，我们以教育部全面推进素质教育，重在培养学生的创新精神和实践能力的教育思想为指导，更新教育观念，从市场经济下对学生知识结构全面完整的要求出发，确定了编写的指导思想。坚持“强化基础、恰当拓宽、提高综合能力”的原则，在坚持继承性的前提下，注入新知识，体现了经典与现代的融合。对各知识点的叙述做到了理论与实际的结合，有利于实现以知识为载体的能力、素质培养，符合知识、能力、素质三位一体的现代教育理念和培养要求。

教材开篇设计有工程技术导引，使学生对工程技术有一个概括的认识，有利于学生从中学生到工科大学生的角色转换，有利于学生工程意识的培养；几何元素的投影，注重理论与实际的结合，从形体中抽象点、线、面，使抽象问题形象化，并符合认识规律；平面、组合体及零部件的构型设计，重在引导学生在学习中从设计的角度思考，有利于学生设计创新意识的强化及创新思维能力的培养。

本书按“基本知识、是非判断、综合应用与思维训练”来设计复习思考题，体现了知识学习、运用和转化的三个层次；在立体、组合体等章节内规划设计了模型设计制作与速画，有利于创新思维能力、动手能力的培养；计算机绘图技术一章设计了六个上机绘图实训项目，以方便上机训练指导。这也是本教材的一个明显特点。

书中所有涉及国家标准的内容均采用最新标准。

全书共 15 章，授课学时为 90 ~ 120 学时，各院校可根据实际情况决定内容的取舍。

本书配有助讲型 CAI 课件。该课件采用大量的动画演示，利用动态的过程使课程中的许多难点变得简单易懂（比如立体的相贯、组合体的视图等部分），可极大地激发学生的学习兴趣，提高学习效率；极大地降低教师的劳动强度，使教师有充分的时间和精力引导学生学习，着重培养学生获取知识的能力。与该软件成系列的还有典型题例分析、习题分析及分步解答、创新构型设计（含一级齿轮减速器测绘）、考核命题题库等 CAI 课件。

与本书配套的还有《画法几何及工程制图习题集（机械类）》第 2 版。该习题集提供了紧扣教材知识点的基本练习题目，同时还提供了大量可供学生思维训练、工程素质和实践能力培养的题目。

参加本书编写的人员有：王兰美、殷昌贵、冯秋官、马智英、董大勇、赵勤、邵明龙、孙玉峰、邢自聪、孙永进、鲁善文、刘福祥、王延周、马金英、郭业民、于春战、赵继成、刘剑平、潘志国、曲振华、张秀玲、张雪、郭瑞莲。

本书由山东理工大学王兰美教授、殷昌贵教授担任主编，王兰美教授提出了全书的构思

及编写的指导思想。全书由王兰美、殷昌贵、冯秋官统稿。

本书由浙江大学陆国栋教授和北京理工大学焦永和教授主审。

在本书编写过程中，得到了山东理工大学的大力支持，在此表示感谢。

限于作者的水平，书中难免存有缺陷或不当之处，敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编者

第 1 版前言

本书是根据教育部 1995 年修订的“高等工业学校画法几何及工程制图课程教学基本要求”，结合近年来计算机应用技术的发展，参考国内外同类教材，总结全体参编人员的教学经验，在 CAI 课件开发应用研究实践的基础上编写的。本书可作为高等工科院校机械类、近机械类各专业的通用教材。

在编写本书时，以教育部全面推进素质教育，重在培养学生的创新精神和实践能力的教育思想为指导，更新教育观念，从市场经济下对学生知识结构全面完整的要求出发确定了编写的指导思想。坚持“强化基础、恰当拓宽、提高综合能力”的原则，在坚持继承性的前提下，注入新知识，进行内容重组，整体优化，建立起“三基”为主线，兼顾工程设计能力和创新意识培养，以及综合应用能力提高并互相渗透的课程体系。

“三基”是指基本投影理论知识、机件的基本图示方法、图样的基本绘画技术；工程设计能力、创新意识培养，主要体现在构型设计的有机融入和工程技术导引内容的强化，这也促进了角色转变；综合能力提高，体现在 CG 综合设计绘图训练及与之匹配的草图绘制能力培养。在内容编选上考虑到科技发展现状，不拘泥于过去的课程教学基本要求。工程技术导引可加快学生实现由中学生到大学工科学生的角色转变；为学生空间分析的综合能力，仍设有迹线平面的求解；构型设计使学生在学习中由被动接受转为积极的创造思维，从而培养较强的空间想象力和创新意识；增大了计算机软件绘图的比重，介绍了国内外有代表性的软件，开拓了学生的视野，也有利于国内自主知识产权软件的推广应用。

教材在图例选择方面尽量选用国家标准上出现的图例，以适应各学校原有的教学资料条件。书中所有涉及国家标准的内容均采用最新标准。

为适应教学手段的改革要求，跳出教师讲、学生听的传统教学模式，充分发挥现代教育技术的作用，本教材配有助讲型 CAI 课件。该课件采用大量的动画演示，利用动态的过程使课程中的许多难点变得简单易懂（比如画法几何、立体的相贯、组合体的视图等部分），可极大地激发学生的学习兴趣，提高学习效率。同时，极大地降低教师的劳动强度，使教师有充分的时间和精力从灌输式教学过渡为引导学生学习，着重培养学生获取知识的能力。与该软件成系列的还有典型题例分析、习题集习题分析及分步解答、创新构型设计（含一级齿轮减速器测绘）、考核命题试题库等 CAI 课件。

全书共 14 章，授课学时 90 ~ 120 学时，各院校可根据实际情况决定内容的取舍。

参加本书编写的人员有：王兰美、殷昌贵、董大勇、邵明龙、孙玉峰、鲁善文、孙永进、邢自聪、张秀玲、郭瑞莲、刘福祥。

本书由山东工程学院王兰美教授主编，提出了全书的构思及编写的指导思想。全书由王兰美、殷昌贵、董大勇统稿。

在本书编写过程中，得到了山东理工大学的大力支持，在此表示感谢。

限于作者的水平，书中难免存有缺陷或不当之处，敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

山东理工大学工程图学学科部咨询电话：0533-2313648。

编者

目 录

第3版前言	
第2版前言	
第1版前言	
绪论	.....
第1章 制图的基本知识与技能	..... 23
1.1 制图国家标准的基本规定	..... 23
1.2 尺规绘图	..... 36
1.3 徒手绘图	..... 47
1.4 计算机绘图*	..... 51
第2章 几何元素的投影	..... 54
2.1 点的投影	..... 54
2.2 直线的投影	..... 59
2.3 平面的投影	..... 69
2.4 直线与平面、平面与平面的相对位置	..... 76
2.5 投影变换	..... 86
2.6 综合问题解题示例	..... 97
第3章 曲线与曲面	..... 101
3.1 曲线的形成与投影	..... 101
3.2 曲面的形成与表达方法	..... 105
第4章 立体及其表面交线	..... 111
4.1 立体的投影	..... 111
4.2 平面与立体相交	..... 116
4.3 立体与立体相交	..... 125
第5章 轴测投影 (GB/T 4458.3—2006) 及其草图速画技术	..... 137
5.1 轴测投影的基本原理	..... 137
5.2 正等轴测图	..... 139
5.3 斜二轴测图	..... 145
5.4 轴测剖视图的画法	..... 148
5.5 轴测投影图的选择	..... 149
5.6 正等轴测图的草图画法	..... 151
5.7 物体斜二轴测图的草图画法举例	..... 153
第6章 组合体	..... 155
6.1 组合体的形体分析	..... 155
6.2 组合体的视图画法	..... 159
6.3 组合体的尺寸标注	..... 163
6.4 组合体的看图方法	..... 174
6.5 组合体的构型设计	..... 184
第7章 图样画法	..... 191
7.1 物体外形的表达——视图	..... 191
7.2 物体内形的表达——剖视图	..... 196
7.3 断面图	..... 204
7.4 局部放大图	..... 206
7.5 简化画法和其他规定画法	..... 207
7.6 表达方法综合举例	..... 210
第8章 零件图	..... 213
8.1 机械工程图概述	..... 213
8.2 零件的构型设计与表达方案的选择	..... 219
8.3 零件的尺寸标注	..... 223
8.4 典型零件表达分析	..... 230
8.5 零件图的技术要求	..... 242
8.6 零件的测绘	..... 256
8.7 零件圆角处的过渡线画法	..... 262
8.8 看零件图的方法	..... 263
第9章 联接件与传动件	..... 266
9.1 螺纹 (GB/T 4459.1—1995)	..... 266
9.2 螺纹紧固件及其联接画法	..... 270
9.3 键联接、销联接	..... 275
9.4 齿轮传动	..... 278
9.5 滚动轴承	..... 283
9.6 弹簧	..... 285
第10章 装配图	..... 287
10.1 装配图的作用和内容	..... 287
10.2 部件的表达方法	..... 288
10.3 装配图的尺寸标注和技术要求	..... 291
10.4 装配图中零部件的序号	..... 294
10.5 装配结构的构型设计	..... 296
10.6 部件测绘和装配图画法	..... 298
10.7 读装配图和拆画零件图	..... 308
第11章 其他图样	..... 316
11.1 钣金制件展开图	..... 316

11.2 焊接图	325	12.4 尺寸标注	354
11.3 电气图样常见图形符号	333	12.5 辅助绘图命令	359
11.4 化工图常见零件图示	333	12.6 绘图举例	362
第 12 章 计算机绘图技术	335	12.7 Auto CAD 三维技术简介	367
12.1 Auto CAD 入门知识	337	附录	374
12.2 绘图环境的建立与图层的设置	343	参考文献	412
12.3 图形的绘制与编辑	348		

绪 论

1. 课程的地位、性质和任务

一部新机器、一座新建筑、一项新工程都是根据图样进行制造和建设的。图样是根据投影原理、标准或有关规定表示工程对象，并有必要的技术说明的图。设计者通过图样描述设计对象，表达其设计意图；制造者通过图样组织制造和施工；使用者通过图样了解使用对象的结构和性能，进行保养和维修。所以，图样被称为工程界的技术语言。

随着计算机科学技术的迅速发展，计算机图形技术 CG (Computer Graphics) 和计算机辅助设计 CAD (Computer Aided Design) 已经在世界各国各行业得到广泛应用。不仅在设计过程中要借助 CAD 系统利用图形建立描述对象的模型、进行对象的仿真、生成表达对象的工程图样，而且在科学计算可视化、信息可视化、虚拟现实的研究和应用中，对图形信息的需求也越来越多。图形应用领域越来越广阔，在工程技术、科学研究，以及人们的社会生活中无所不及。

因为图形特别适合人类视觉系统的观察，人从图形上接受信息的速度要比从数字、文字、表格中接受信息快很多倍，因此用图来记录或描述对象比用文字描述要简明、方便得多。计算机图形处理技术更推动了图形作为多类信息载体的广泛应用。

工程技术人员每天需要接受和处理的图形比过去要多得多，这就要求工程技术人员应具备高的图形表达能力和素质。因此无论过去、现在和将来，在培养工程技术人员的高等工科大学的教学计划中，本课程作为培养图形表达和思维能力的基本素质课程，都被作为一门必修的技术基础课程。

本课程的主要任务是：

- 1) 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论和基本应用。
- 2) 培养绘制和阅读机械工程图样的基本能力。
- 3) 培养图解空间几何问题的基本能力。
- 4) 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力。
- 5) 训练徒手绘图、仪器绘图和计算机绘图的能力。
- 6) 学习与机械图样有关的机械设计和制造工艺方面的知识。

此外，在教学过程中必须有意识地培养自学能力，并借助相应知识点引导学生学习掌握分析问题的思维方法，培养解决问题的能力。

2. 课程的学习内容

本课程包括制图的基本知识与技能、画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图五个部分。

制图的基本知识与技能主要介绍绘制图样的基本技术和基本技能、计算机图形系统、《技术制图》与《机械制图》国家标准的基本规定，让学生能正确使用绘图工具和仪器绘

图，掌握常用的几何作图方法，做到作图准确、图线分明、字体工整、整洁美观，会分析和标注平面图形尺寸，初步掌握徒手作草图的技巧，了解计算机图形系统的构成及应用范围。

画法几何部分学习用正投影法表达空间几何形体和图解空间几何问题的基本原理和方法。

制图基础利用正投影法的基本知识，运用形体分析和线面分析方法，进行组合体的画图、读图和尺寸标注，掌握各种视图、剖视图、断面图的画法及常用的简化和其他规定画法，做到视图选择和配置恰当，投影正确，尺寸齐全、清晰，通过学习和实践，培养空间逻辑思维 and 形象思维能力。

机械制图包括零件图、标准件、常用件和装配图等内容。了解零件图、装配图的作用及内容，掌握视图选择方法、规定画法，学习极限与配合及有关零件结构设计和加工工艺的知识和合理标注尺寸的方法。培养学生绘制和阅读机械零件图、装配图的基本能力，达到正确绘制和阅读中等复杂程度的零件图（视图不少于4个）和中等复杂程度的装配图（装配体要有非标准零件10件左右）。

计算机绘图介绍典型CAD软件，内容包括绘图环境、基本绘图、基本编辑、尺寸标注、块的定义与插入、三维造型等，并通过实例介绍零件图、装配图的绘制过程。计算机绘图是实现计算机辅助设计和自动化的一项新技术，它与用工具仪器绘图及徒手绘图都是工程技术人员必须熟练掌握的绘图方法。计算机绘图一章虽放在本书的后面，但可根据实际情况调整安排，尽量使三种方法都贯穿于本课程教学的全过程。

3. 课程的学习方法

在认真学习正投影理论的同时，通过大量的画图和读图练习，不断地由物画图、由图想物，分析和想象空间形体与平面图形之间的对应关系，逐步提高空间逻辑思维和形象思维能力，掌握本课程的基本内容。

做作业时，无论用仪器绘图还是用计算机绘图，都应在掌握有关概念及原理的基础上，遵循正确的作图方法和步骤，严格遵守国家标准的有关规定。作图作业应该做到：视图选择与配置恰当，投影正确，图线分明，尺寸完整，字体工整，图面整洁。

要充分利用机械认识实践、现场参观和金工实习等机会，尽量多接触机器和机械零件、部件，增加感性认识，逐步熟悉零件的结构和工艺，为制图与设计相结合打下初步基础。在后续的机械设计、机械制造基础、课程设计和毕业设计中还要继续深入学习和提高，达到工程技术人员应具备的机械设计制图的能力和素质的要求。

由于图样是产品生产和工程建设中最重要的技术文件，绘图和读图的差错都会带来损失，所以在做机械制图作业时，就应该注意培养认真负责的工作态度和细致严谨的工作作风。多数学生毕业后的第一项工作往往是画图。

4. 投影方法

(1) 投影方法的概念 物体在光线照射下，就会在地面或墙面上产生影子。投影方法就类似于这种自然现象。如图1所示，设光源 S 为投射中心，平面 P 为投影面，在光源 S 和平面之间有一空间点 A ，连接 SA 并延长与 P 面交于 a 点，形成 SAa 投射线， a 即为空间点 A 在投影面 P 上的投影。由于一条直线只能与平面相交一点，因此当投射方向和投影面确定

后,点在投影面上的投影是唯一的。但是,已知点的一个投影并不能确定空间点的位置,如已知投影 b ,在 Sb 投射线上的各个点 B_1 、 B_2 、 B_3 的投影都重影为 b 。

这种投射射线通过物体,向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法称为投影法。工程上常用各种投影法来绘制图样。

(2) 投影方法的分类 投影方法一般分为中心投影法和平行投影法两类。

1) 中心投影法。投射射线都交汇于一点的投影方法称为中心投影法(图2)。其具有以下基本性质:

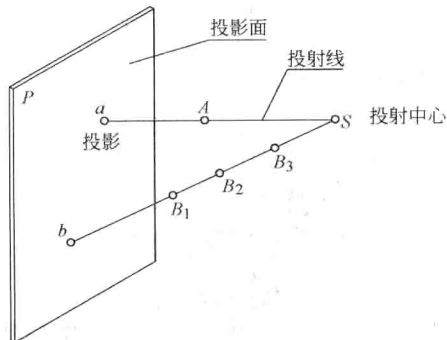


图1 投影方法

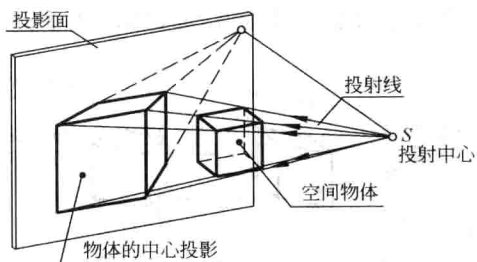


图2 中心投影法

① 唯一性。如图3a中 A 、 B 、 C 各点,图3b中 D 、 E 、 F 各点它们所处的空间位置不同,但在投影面上都有唯一的投影 a 、 b 、 c 和 d 、 e 、 f 与之对应。但点的一个投影不能确定该点在空间的位置,如图4所示。

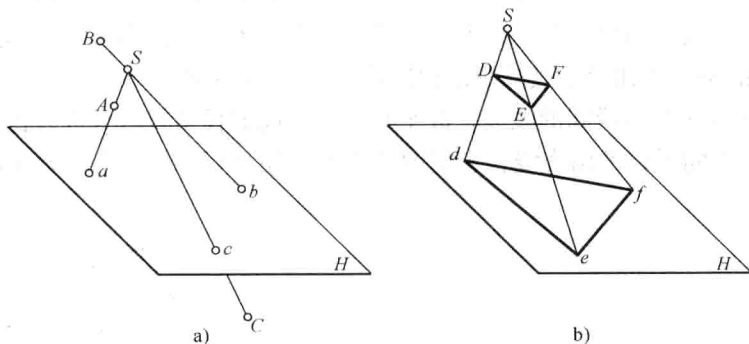


图3 点的投影具有唯一性

② 类似性。直线的投影一般仍为直线,如图5所示,直线 AB 的投影 ab 仍然是直线,只有当直线通过投射中心时,其投影成为一点,如直线 CD 的投影 $c(d)$ 成为一点。

③ 从属性。若点位于直线上,则其投影也位于直线的投影上。如图5中点 M 、 N 在直线 AB 上,其投影 m 、 n 也在直线的投影 ab 上。

2) 平行投影法。投射射线都互相平行的投影方法称为平行投影法(图6)。平行投影法又可分为两种:

① 斜投影法。投射射线与投影面相倾斜的平行投影法(图6a)。

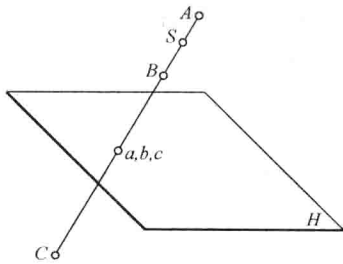


图4 点的一个投影不能确定其空间位置

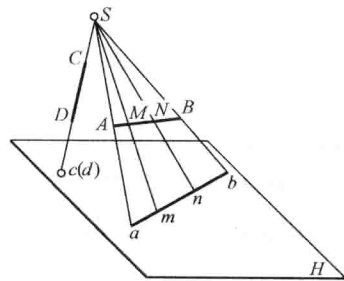


图5 直线的中心投影

② 正投影法。投射射线与投影面相垂直的平行投影法（图6b）。

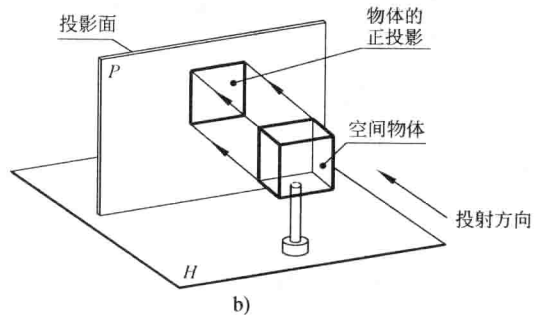
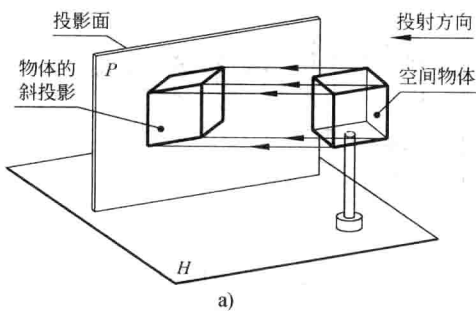


图6 平行投影法

a) 斜投影法 b) 正投影法

平行投影是中心投影的特例，除具有中心投影的基本性质外，还具有以下基本性质：

① 定比性。直线上两线段之比，等于其投影之比。图7中，点C是直线AB上的一点，点C将AB分成的两段之比等于其投影的两段之比，即 $AC:CB = ac:cb$ ，这是由于 $Aa \parallel Bb \parallel Cc$ ，而AB与ab为三平行线间的线段，故平行线将期间的任意线段分成定比。

② 平行性。空间平行的两直线，它们的投影仍互相平行，即 $AB \parallel CD \Rightarrow ab \parallel cd$ ，如图8所示。

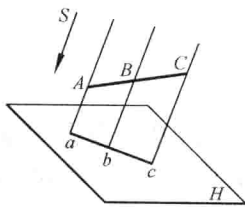


图7 平行投影定比性

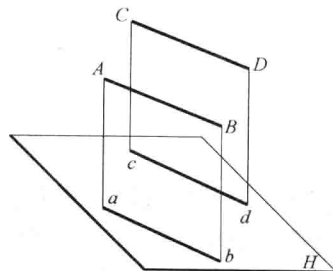


图8 平行直线的投影平行

③ 积聚性。若直线、平面与投射方向平行，则直线投影成为一点，平面投影成为一直线，这种性质叫做积聚性。这样的投影叫做有积聚性的投影，如图9所示。

④ 实形性。直线段、角度、平面图形平行于投影面时，其投影分别反映直线段的实长、真角和实形，如图10所示。

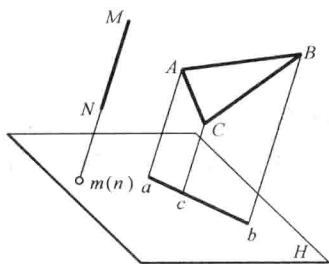


图9 与投射方向平行的直线、平面的投影

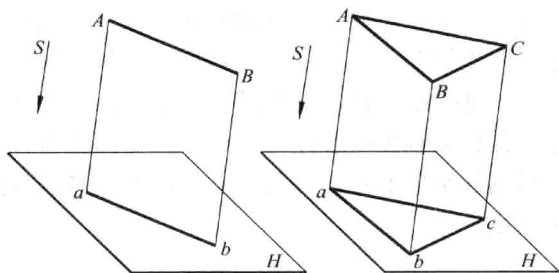


图10 平行投影几何元素的投影

⑤ 位移性。几何元素相对于投影面平移时，其投影不变形。

由于应用正投影法能在投影面上较正确地表达空间物体的形状和大小，而且作图也比较方便，因此在工程制图中得到广泛的应用。本书主要叙述正投影方法。

5. 工程上常用的几种投影图

图作为一种工具，对于解决工程及一些科学技术问题起着重要的作用。因此对图就有着严格的要求，一般来说这些要求是：

- 1) 根据图形及相关标注能完全确定其几何元素的空间位置或空间形体的真实形状和大小。
- 2) 图形应当便于阅读。
- 3) 绘制图形的方法和过程应当简便。

由前述的中心投影法和平行投影法可以看出，不论用哪种投影法，仅仅根据一个投影是确定不了空间形体的形状和位置的。如图1所示，只凭点的一个投影 b 并不能确定该点的空间位置，因为在同一条投射线上的任何点（如 B_1 、 B_2 、 B_3 ）的投影都为 b 。又如图11所示，两个不同形状的物体在 H 面上的投影形状是相同的。因此，为了使投影图达到上面所提出的要求，就必须附加某些条件，根据投影法和附加条件的不同，工程上采用以下四种投影图：正投影图、轴测投影图、标高投影图和透视投影图。

下面分别介绍这四种投影图的主要特点和应用范围。

(1) 正投影图 利用正投影的方法，把形体投射到两个或两个以上互相垂直的投影面上（图12a），再按一定规律把这些投影面展开成一个平面，便得到正投影图（图12b），根

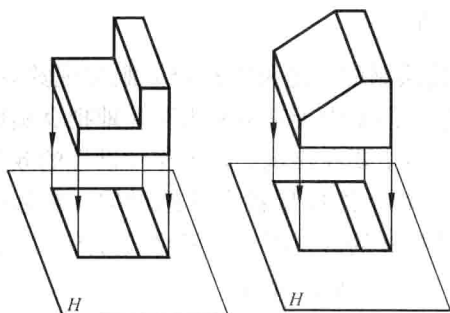
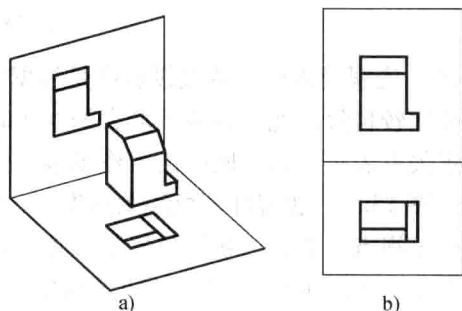
图11 两个不同形状物体的 H 面投影相同

图12 物体的两面正投影图

据正投影图很容易确定物体的形状和大小。其缺点是直观性较差，但经过一定训练以后就能看懂。正投影图在工程上用得最广，也是本课程学习的重点。

(2) 轴测投影图 利用平行投影法，把物体连同它所在的坐标系一起投影到一个投影面上，便得到轴测投影图（图 13）。轴测投影图（俗称立体图）有一定的立体感，容易看懂，但画起来较麻烦，并且对复杂机件也难以表达清楚，所以在工程上一般只作为辅助性的图来运用。

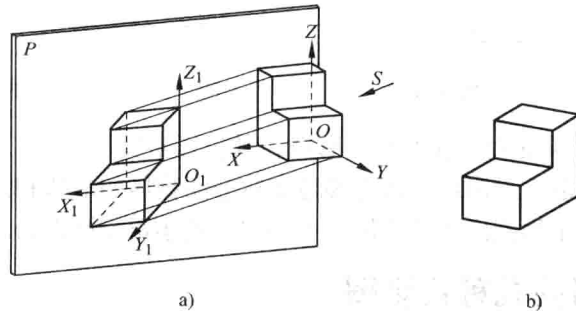


图 13 物体的轴测投影图
a) 投影情况 b) 轴测投影图

(3) 标高投影图 标高投影图是利用正投影法，将物体投射在一个水平投影面上得到的（图 14）。为了解决物体高度方向的度量问题，在投影图上画出一系列的等高线，并在等高线上标出高度尺寸（标高）。这种图主要用于地图以及土建工程道路工程图中表示土木结构或地形。

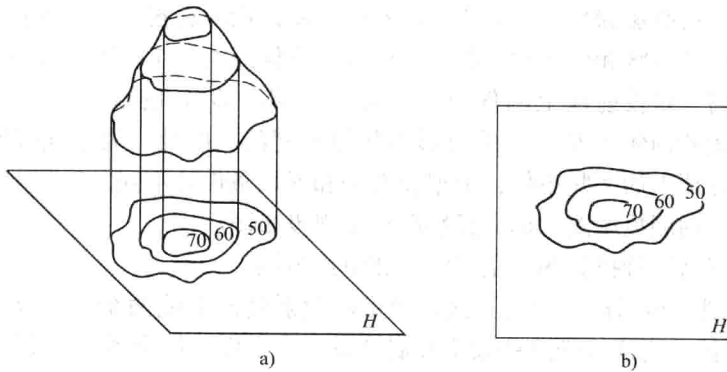


图 14 标高投影图

(4) 透视投影图 透视投影图是根据中心投影法绘制的，这种图符合人眼的视觉效果，看起来比较自然，尤其是表示庞大的物体时更为优越。但是由于它不能很明显地把真实形状和度量关系表示出来，同时由于作图很复杂，所以目前主要在建筑工程上作辅助性的效果图使用（图 15a）。随着计算机绘图的发展，透视图在工程上的应用将会迅速增加。在透视图 中，由于视点、画面、物体位置的变化，可形成各种各样的透视图，一般将其分为三类，如图 15b（一点透视）、图 15c（两点透视）、图 15d（三点透视）所示。

此外，许多科学研究、市场行情分析、工程管理等，常用图线、图表直观形象地表示研究结果、市场走势、影响因素及目标决策。

