

21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材

工 程 制 图

主 编	戴立玲	杨世平	
副主编	高 娟	姚俊红	
参 编	朱中喜	侯永涛	杨巧绒
	袁 浩	张黎骅	张克义
主 审	卢章平		

中国林业出版社
China Forestry Publishing House



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书系统地阐述了工程制图的基本原理和方法,除绪论与附录外,共分10章。主要内容有:工程制图的基本知识和技能,投影法基础,空间点、直线和平面的投影分析,投影变换,基本体及其表面交线的投影分析,组合体的投影分析,机件常用的表达方法,零件图,紧固件和常用件及装配图。在前6章基础部分中融入了计算机辅助绘图的基本思想与基本方法,意在帮助读者扩展思维视野,提高二维和三维图形转换的思维能力,为读者提供一种现代化辅助设计及表达的思路。

与本书配套的《工程制图习题集》也由北京大学出版社和中国林业出版社合作出版,以供读者选用。

本书与配套的习题集可供高等学校近机械类、非机械类等工程专业使用,也可作为高职高专院校等机械类及有关专业教材,还可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/戴立玲,杨世平主编.—北京:中国林业出版社;北京大学出版社,2006.8

(21世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材)

ISBN 7-5038-4442-6

I. 工… II. ①戴… ②杨… III. 工程制图—高等学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第076953号

书 名: 工程制图

著作责任者: 戴立玲 杨世平 主编

策划编辑: 李昱涛

责任编辑: 李昱涛 刘婷婷 杜 娟

标准书号: ISBN 7-5038-4442-6

出 版 者: 中国林业出版社(地址:北京市西城区德内大街刘海胡同7号 邮编:100009)

<http://www.cfph.com.cn> E-mail: cfphz@public.bta.net.cn

电话: 编辑部 66170109 营销中心: 66187711

北京大学出版社(地址:北京市海淀区成府路205号 邮编:100871)

<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com> E-mail: pup_6@163.com

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

印 刷 者:

发 行 者: 北京大学出版社 中国林业出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 19.25印张 440千字

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

定 价: 27.00元

丛书总序

殷国富*

机械是人类生产和生活的基本工具要素之一，是人类物质文明最重要的一个组成部分。机械工业担负着向国民经济各部门，包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、使用安全可靠的技术装备的任务，在国家现代化建设中占有举足轻重的地位。20世纪80年代以来，以微电子、信息、新材料、系统科学等为代表的新一代科学技术的发展及其在机械工程领域中的广泛渗透、应用和衍生，极大地拓展了机械产品设计制造活动的深度和广度，改变了现代制造业的产品设计方法、产品结构、生产方式、生产工艺和设备以及生产组织模式，产生了一大批新的机械设计制造方法和制造系统。这些机械方面的新方法和系统的主要技术特征表现在以下几个方面：

(1) 信息技术在机械行业的广泛渗透和应用，使得现代机电产品已不再是单纯的机械构件，而是由机械、电子、信息、计算机与自动控制等集成的机电一体化产品，其功能不仅限于加强、延伸或取代人的体力劳动，而且扩大到加强、延伸或取代人的某些感官功能与大脑功能。

(2) 随着设计手段的计算机化和数字化，CAD/CAM/CAE/PDM 集成技术和软件系统得到广泛使用，促进了产品创新设计、并行设计、快速设计、虚拟设计、智能设计、反求设计、广义优化设计、绿色产品设计、面向全寿命周期设计等现代设计理论和技术方法的不断发展。机械产品的设计不只是单纯追求某项性能指标的先进和高低，而是注重综合考虑质量、市场、价格、安全、美学、资源、环境等方面的影响。

(3) 传统机械制造技术在不断吸收电子、信息、材料、能源和现代管理等方面成果的基础上形成了先进制造技术，并将其综合应用于机械产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的机械产品制造全过程，以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产，提高对动态多变的市场的适应能力和竞争能力。

(4) 机械产品加工制造的精密化、快速化，制造过程的网络化、全球化得到很大的发展，涌现出 CIMS、并行工程、敏捷制造、绿色制造、网络制造、虚拟制造、智能制造、大规模定制等先进生产模式，制造装备和制造系统的柔性及可重组已成为 21 世纪制造技术的显著特征。

(5) 机械工程的理论基础不再局限于力学，制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程学科比以往任何时候都更紧密地依赖诸如现代数学、材料科学、微电子技术、计算机信息科学、生命科学、系统论与控制论等多门学科及其最新成就。

上述机械科学与工程特征和发展趋势表明，现代机械工程学科越来越多地体现着知识经济的特征。因此，加快培养适应我国国民经济建设所需要的高综合素质的机械工程学科人才的意义十分重大、任务十分繁重。我们必须通过各种层次和形式的教育，培养出适应世界机械工业发展潮流与我国机械制造业实际需要的技术人才与管理人才，不断推动我国机械科学与工程技术的进步。

为使机械工程学科毕业生的知识结构由较专、较深、适应性差向较通用、较广泛、适

*殷国富教授：现为教育部机械学科教学指导委员会委员，现任四川大学制造科学与工程学院院长

应性强方向转化,在教育部的领导与组织下,1998年对本科专业目录进行了第3次大的修订。调整后的机械类专业变成4类8个专业,它们是:机械类4个专业(机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备与控制、工业设计);仪器仪表类1个专业(测控技术与仪器);能源动力类2个专业(热能与动力工程、核工程与核技术);工程力学类1个专业(工程力学)。此外还提出了面向更宽的引导性专业,即机械工程及自动化。因此,建立现代“大机械、全过程、多学科”的观点,探讨机械科学与工程技术学科专业创新人才的培养模式,是高校从事制造学科教学的教育工作者的责任;建立培养富有创新能力人才的教学体系和教材资源环境,是我们努力的目标。

要达到这一目标,进行适应现代机械学科发展要求的教材建设是十分重要的基础工作之一。因此,组织编写出版面向大机械学科的一系列教材就显得很有意义和十分必要。北京大学出版社和中国林业出版社的领导和编辑们通过对国内大学机械工程学科教材实际情况的调研,在与众多专家学者讨论的基础上,决定面向机械工程学科类专业的学生出版一套系列教材,这是促进高校教学改革发展的重大决策。按照教材编审委员会的规划,本系列教材将逐步出版。

本系列教材是按照高等学校机械学科本科专业规范、培养方案和课程教学大纲的要求,合理定位,由长期在教学第一线从事教学工作的教师立足于21世纪机械工程学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标进行编写,以适应不同类型、不同层次的学校结合学校实际情况的需要。本系列教材编写的特色体现在以下几个方面:

(1) 关注全球机械科学与工程技术学科发展的大背景,建立现代大机械工程学科的新理念,拓宽理论基础和专业基础知识,特别是突出创造能力和创新意识。

(2) 重视强基础与宽专业知识面的要求。在保持较宽学科专业知识的前提下,在强化产品设计、制造、管理、市场、环境等基础理论方面,突出重点,进一步密切学科内各专业知识面之间的综合内在联系,尽快建立起系统性的知识体系结构。

(3) 学科交叉与综合的观念。现代力学、信息科学、生命科学、材料科学、系统科学等新兴学科与机械学科结合的内容在系列教材编写中得到一定的体现。

(4) 注重能力的培养,力求做到不断强化自我的自学能力、思维能力、创造性地解决问题的能力以及不断自我更新知识的能力,促进学生向着富有鲜明个性的方向发展。

总之,本系列教材注意了调整课程结构,加强学科基础,反映系列教材各门课程之间的联系和衔接,内容合理分配,既相互联系又避免不必要的重复,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。当然,本系列教材还需要在内容的精选、音像电子课件、网络多媒体教学等方面进一步加强,使之能满足普通高等院校本科教学的需要,在众多的机械类教材中形成自己的特色。

最后,我要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,也要感谢北京大学出版社和中国林业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,使之在我国机械工程类学科专业的教学改革和课程体系建设中起到应有的促进作用。

2006年1月

《21世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》

专家编审委员会

名誉主任 胡正寰*

主任委员 殷国富

副主任委员 (按拼音排序)

戴冠军 江征风 李郝林 梅 宁 任乃飞

王述洋 杨化仁 张成忠 张新义

顾问 (按拼音排序)

傅水根 姜继海 孔祥东 陆国栋

陆启建 孙建东 张 金 赵松年

委员 (按拼音排序)

方 新 郭秀云 韩健海 洪 波

侯书林 胡如风 胡亚民 胡志勇

华 林 姜军生 李自光 刘仲国

柳舟通 毛 磊 孟宪颐 任建平

陶健民 田 勇 王亮申 王守城

魏 建 魏修亭 杨振中 袁根福

曾 忠 张伟强 郑竹林 周晓福

*胡正寰: 北京科技大学教授, 中国工程院机械与运载工程学部院士

《21世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》

参编学校名单（按拼音排序）

- | | |
|-------------|---------------|
| 1 安徽建筑工业学院 | 30 吉林工程技术师范学院 |
| 2 安徽科技学院 | 31 江苏大学 |
| 3 安徽农业大学 | 32 江西理工大学 |
| 4 北华大学 | 33 九江学院 |
| 5 北京建筑工程学院 | 34 军事交通学院 |
| 6 北京联合大学 | 35 兰州理工大学 |
| 7 长春大学 | 36 辽宁工程技术大学 |
| 8 长沙理工大学 | 37 鲁东大学 |
| 9 重庆工学院 | 38 南昌航空工业学院 |
| 10 重庆交通学院 | 39 南华大学 |
| 11 德州学院 | 40 内蒙古工业大学 |
| 12 东北林业大学 | 41 青岛科技大学 |
| 13 东华理工学院 | 42 山东理工大学 |
| 14 福建工程学院 | 43 上海工程技术大学 |
| 15 甘肃农业大学 | 44 上海理工大学 |
| 16 桂林工学院 | 45 上海水产大学 |
| 17 河北大学 | 46 沈阳大学 |
| 18 河北建筑工程学院 | 47 四川农业大学 |
| 19 河北农业大学 | 48 潍坊学院 |
| 20 河南工业大学 | 49 武汉工业学院 |
| 21 河南科技学院 | 50 武汉科技大学 |
| 22 湖北汽车工业学院 | 51 武汉理工大学 |
| 23 湖南工程学院 | 52 湘潭大学 |
| 24 湖南工学院 | 53 徐州师范大学 |
| 25 湖南工业大学 | 54 郑州航空工业管理学院 |
| 26 湖南理工学院 | 55 中北大学 |
| 27 华北水利水电学院 | 56 中国农业大学 |
| 28 华东交通大学 | 57 中南林业科技大学 |
| 29 黄石理工学院 | |

前 言

本书是以原国家教委 1996 年修订并批准印发的“高等学校工科本科《画法几何及工程制图课程教学基本要求》”为指导,以最新颁布的有关国家标准《技术制图》和《机械制图》为依据,结合编者多年来的教学经验、教学成果及对多媒体教学课件的研制与开发编写而成。

画图与识图,是人类最早使用的一种用线条表达思想、进行交流和相互沟通的主要语言。按照古老格言“一图值千字”的说法,图形中包含了大量人类大脑固有的思维能力,如识别色彩、外形、维度、质地,以及视觉节奏、想象等。越来越多的科学研究表明,一个图形中所包含的各种信息(如文字、符号等)远远大于单独使用它们时所提供的信息量,而一个图形所提供的对人脑各种思维的刺激因素,也远远大于其他“语言”。反过来,当各种信息全部或部分转换为图形后,其设计、表现及识读力也会大大提高。然而,长期以来,人们忽视了对图形的重大作用及系统性的总结,忽略了对图形思维这样的维系人们形象思维和逻辑思维、激发创造性思维的重要思维方式的挖掘和培养,而仅将画图与识图圈于艺术家或工程师的范围,这不能不说是一种人脑资源的浪费。本书编者正是站在一个综合性思维能力培养的高度,以工程制图这门课程作为培养学生综合素质及创造性思维能力的切入点,来把握本书的构建。本书有如下特点:

(1) 计算机科学和技术的发展及信息时代的到来,推进了工程设计方法和工程绘图工具的发展,改变着工程师和科学家们的思维方式和工作程序。不容置疑,三维设计与表达已成为未来工程设计的发展方向。为此,尽管本书主要是用于近机械类和非机械类专业学生的教材,其教学体系和教学内容力求符合本课程的教学特点,着力于学生基础知识及识图能力的培养,但计算机科学技术这一大背景是不应回避的。因此,将传统制图理论与现代化工程理念有机地融合在一起,形成了本书编写的重要宗旨之一,也是本书的特点之一。

(2) 长期以来,人们一直认为工程制图仅仅是一门培养工程技术人员的必修课,忽略了它对所有接受高等教育的群体形象思维及创造性思维能力启发和培养的一种巨大潜能。因此,本书作者首先在思想上打破了“工程”或“机械”这一局限,抓住工程制图中特殊的图示图解方法这条主线,采用工程中的多面正投影、轴测投影及计算机二维和三维建模的分析方法相互穿插,相互融合的表述手法。特别是在前 6 章基础部分,融入了计算机二维和三维建模、计算机辅助画法几何及截交线、相贯线的计算机提取等内容,目的是为教与学双方提供一种现代化多媒体辅助手段,以扩展思维视野,在学习过程中能更容易、更直观地去理解和掌握二维和三维图形转换过程和分析方法,同时也为读者提供一种现代化辅助设计及表达的思路,重点仍在于学生基本知识 with 技能,二维和三维图形转换能力,识图能力,计算机辅助设计及表达理念的培养,并不要求一定要学会用某一种软件绘制工程图纸。这也是与工程制图及计算机绘图等同类教材本质的区别。

本书除绪论和附录外,共分 10 章,并另配有相应的习题集。教学学时在 45~75 学时之间,另外,文中用仿宋字体排版的部分为选学内容,由教师根据所教专业的教学要求进

行取舍。

本书由江苏大学戴立玲、湘潭大学杨世平教授担任主编及做全书的统稿、审校工作，并由戴立玲老师对全书所有插图作了认真反复的审查、整改及技术处理；由东华理工学院高娟、德州学院姚俊红老师担任副主编。感谢江苏大学卢章平教授为本书做了认真细致及严谨的审稿工作，同时还要感谢江苏大学京江学院 04 级工业设计专业王绪林同学为本书作了精致的立体插图。

本书编写工作安排：戴立玲编写绪论、第 1、4 章及部分第 8 章内容；杨世平编写第 2、7 章及部分第 10 章内容；朱中喜编写第 3 章；侯永涛编写第 5 章；杨巧绒编写第 6 章；张黎骅和袁浩编写第 8 章；姚俊红编写第 9 章；高娟和张克义编写第 10 章及附录。

由于编者水平有限，书中难免有一些错误与不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2006 年 3 月

目 录

绪论	1	2.1.1 投影法的基本概念	36
第 1 章 工程制图的基本知识和技能	4	2.1.2 平行投影的基本性质	38
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》	4	2.2 三投影面体系与物体的三面投影	39
1.1.1 图纸幅面及格式(摘自 GB/T 14689—1993)	4	2.2.1 三投影面体系	40
1.1.2 比例(摘自 GB/T 14690—1993)	6	2.2.2 三面投影的形成	40
1.1.3 字体(摘自 GB/T 14691—1993)	7	2.2.3 三面投影的投影规律	41
1.1.4 图线(摘自 GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)	8	2.3 轴测图的基本概念	42
1.1.5 尺寸注法(摘自 GB/T 16675.2—1996、GB/T 4458.4—2003)	10	2.3.1 轴测图的基本知识	42
1.2 绘图工具、仪器及其使用方法	14	2.3.2 轴测图的基本作图方法	45
1.2.1 铅笔	14	第 3 章 空间点、直线和平面的投影分析	49
1.2.2 图板、丁字尺和三角板	14	3.1 空间点的投影分析	49
1.2.3 分规和圆规	16	3.1.1 点的三面投影及其投影特性	49
1.2.4 曲线板	17	3.1.2 投影面上的点与投影轴上的点	50
1.2.5 计算机绘图系统及绘图工具	17	3.1.3 两点的相对位置及重影点的投影分析	51
1.3 几何作图方法	27	3.2 空间直线的投影分析	52
1.3.1 等分线段的几何作图	27	3.2.1 直线的表示法	52
1.3.2 等分圆周及圆内接正多边形的几何作图	27	3.2.2 直线相对于投影面的位置及其投影特性	52
1.3.3 圆的切线的几何作图法	29	3.2.3 直角三角形法求解一般位置直线的实长和对投影面的倾角	55
1.3.4 圆弧连接	30	3.2.4 点与直线的相对位置	57
1.3.5 斜度和锥度的几何作图	32	3.2.5 两直线的相对位置	58
1.4 平面图形的尺寸与线段分析	33	3.2.6 一边平行于投影面的直角的投影	61
1.4.1 平面图形的尺寸分析	33	3.3 空间平面的投影分析	64
1.4.2 平面图形的线段分析	34	3.3.1 平面的表示法	64
1.4.3 基于 AutoCAD 的平面图形的作图步骤	35	3.3.2 平面相对于投影面的位置及其投影特性	65
第 2 章 投影法基础	36	3.3.3 平面上的点和直线	68
2.1 投影法基础知识	36	3.3.4 直线与平面、平面与平面的	

相对位置	69	5.3.7 回转体的正等测图	104
第 4 章 投影变换的基本概念	75	5.3.8 基于 CAD 三维建模技术的 基本体创建	106
4.1 投影变换概述	75	5.4 平面与立体相交	108
4.2 点的换面	77	5.4.1 平面与平面立体相交	109
4.2.1 点的一次换面	77	5.4.2 平面与曲面立体相交	111
4.2.2 点的二次换面	78	5.4.3 截交线投影分析综合举例	115
4.3 用换面法解决的 4 个基本作图问题	78	5.4.4 使用 CAD 系统产生截交线	118
4.3.1 将一般位置直线变为投影面 平行线	79	5.5 立体与立体相交	119
4.3.2 将投影面平行线变换为投影 面垂直线	80	5.5.1 两曲面立体相交	119
4.3.3 将一般位置平面变换为投影 面垂直面	80	5.5.2 立体表面交线分析	123
4.3.4 将投影面垂直面变换为投影 面平行面	81	5.5.3 多个立体相交	125
4.4 计算机辅助画法几何问题的图解法	82	5.5.4 使用 CAD 系统产生相贯线	126
4.4.1 求解画法几何问题的主要 工具	82	第 6 章 组合体的投影分析	130
4.4.2 求解空间几何问题的基本 方法	88	6.1 组合体的形成和分析方法	130
第 5 章 基本体及其表面交线的投影 分析	91	6.1.1 组合体的分析方法与组成 方式	130
5.1 基本体概述	91	6.1.2 组合体的轴测图	132
5.2 平面立体的投影分析	91	6.1.3 组合体的三面投影	136
5.2.1 棱柱	92	6.2 组合体的尺寸标注	141
5.2.2 棱锥	93	6.2.1 组合体尺寸标注的基本 要求	142
5.2.3 平面立体表面上点的投影 分析	94	6.2.2 组合体尺寸标注方法与步骤 举例	146
5.2.4 平面立体的正等测图	95	6.3 读组合体的投影图	148
5.3 曲面立体的投影分析	96	6.3.1 读组合体视图的基本方法	148
5.3.1 常见曲面立体的形成方式	96	6.3.2 读组合体投影图综合举例	150
5.3.2 圆柱	96	第 7 章 机件常用的表达方法	156
5.3.3 圆锥	97	7.1 视图	156
5.3.4 球	98	7.1.1 基本视图	156
5.3.5 圆环	99	7.1.2 向视图	157
5.3.6 回转体表面上点的投影 分析	100	7.1.3 局部视图	158
		7.1.4 斜视图	159
		7.2 剖视图	160
		7.2.1 剖视图的概念	160
		7.2.2 剖视图的画法	160
		7.2.3 剖视图的标注	162

7.2.4 剖视图的种类.....	163	步骤.....	229
7.2.5 切平面的种类与剖切方法.....	166	8.8.2 读零件图举例.....	229
7.3 断面图.....	170	第 9 章 紧固件和常用件.....	232
7.3.1 断面的概念.....	170	9.1 螺纹紧固件.....	232
7.3.2 移出断面图.....	171	9.1.1 螺纹紧固件的种类和标记.....	232
7.3.3 重合断面图.....	173	9.1.2 螺纹紧固件的装配画法.....	233
7.4 规定画法和简化画法.....	173	9.2 键与销.....	237
7.4.1 局部放大图.....	174	9.2.1 键连接.....	237
7.4.2 规定画法.....	174	9.2.2 销连接.....	239
7.4.3 简化画法.....	175	9.3 齿轮.....	240
7.5 表达方法的综合举例.....	177	9.3.1 直齿圆柱齿轮的参数和 计算.....	241
第 8 章 零件图.....	184	9.3.2 圆柱齿轮的规定画法.....	242
8.1 零件图的作用和内容.....	184	9.4 滚动轴承.....	246
8.1.1 零件图的作用.....	186	9.4.1 滚动轴承的结构分类.....	246
8.1.2 零件图的内容.....	187	9.4.2 滚动轴承的标记和画法.....	246
8.2 零件图上常见结构简介.....	187	9.5 弹簧.....	248
8.2.1 螺纹结构及其表示方法.....	188	9.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧的参数和 标记.....	248
8.2.2 铸造工艺对零件结构的 要求.....	193	9.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定 画法.....	249
8.2.3 机械加工工艺对零件结构的 要求.....	196	9.5.3 圆柱螺旋压缩弹簧零件图 举例.....	250
8.3 零件图的视图选择.....	198	第 10 章 装配图.....	252
8.4 零件图中尺寸标注的合理性.....	199	10.1 装配图的作用和内容.....	252
8.4.1 尺寸基准及其选择.....	200	10.1.1 装配图的作用.....	252
8.4.2 合理标注尺寸应注意的 问题.....	201	10.1.2 装配图的内容.....	252
8.5 常见典型零件图分析.....	203	10.2 装配图的表达方法.....	254
8.6 零件图的技术要求.....	209	10.2.1 装配图的规定画法.....	254
8.6.1 表面粗糙度.....	209	10.2.2 装配图的简化画法.....	255
8.6.2 极限与配合.....	212	10.2.3 装配图的特殊画法.....	256
8.6.3 形状和位置公差简介.....	218	10.3 装配结构的工艺性.....	257
8.6.4 热处理和表面处理.....	221	10.3.1 装配结构的合理性.....	257
8.7 零件的测绘方法.....	221	10.3.2 装配图中常见的装置.....	258
8.7.1 零件测绘与零件草图.....	222	10.4 装配图的尺寸标注.....	260
8.7.2 零件测绘工具及测绘时的注 意事项.....	225	10.4.1 性能规格尺寸.....	260
8.8 零件图的阅读.....	229	10.4.2 装配尺寸.....	260
8.8.1 阅读零件图的一般方法与			

10.4.3 安装尺寸	260	10.8 阅读装配图及由装配图拆画零件图	266
10.4.4 外形尺寸	260	10.8.1 读装配图的方法和步骤	266
10.4.5 其他重要尺寸	260	10.8.2 由装配图拆画零件图	269
10.5 装配图中的技术要求	261	附录	273
10.6 装配图的零件序号和明细栏	261	参考文献	293
10.6.1 零件序号及其编排	261		
10.6.2 明细栏	262		
10.7 装配图的绘制	262		

绪 论

本课程的性质

顾名思义，“工程制图”是指一门与图形有关的学问。图形是人类表达思想的一个重要手段，因而图学是人类重要的学习和研究内容之一，而工程制图是研究工程图样的绘制和阅读的课程。我们可以从以下两个方面来理解本课程的意义：

(1) 从科学领域的角度出发，工程制图课程是一门研究绘制和阅读机械图样的技术基础课。它来源于对空间物体形与位的研究，是一门以几何学为基础、工程构形为目标的学科。工程制图的核心内容是以投影几何、投影构形为基础建立起来的工程构形及其图示图解，它的研究对象是以图形为主的工程图样，这是工程设计、制造和施工过程中用来表达设计思想的主要工具，也是解决工程中的定位、度量、计算等问题及进行设计和构思的重要工具之一。在现代工业中，无论是机器、仪器、仪表、化工设备，还是工程建筑物的设计、建造、研究和施工等，都离不开工程图样；而在使用及进行技术交流时，也常常要通过阅读工程图样来了解所研究对象的结构和性能。长期以来，工程图样就一直是工业生产中重要的技术文件，是工程上用来表达和交流技术思想的不可缺少的重要工具。由于它同时具备直观性、形象性和逻辑性的特点，有着其他任何一种语言和文字无法替代的表达功能和现实作用，因而它被誉为“工程技术界的共同语言”，每个工程技术人员都必须掌握这种“语言”。

计算机科学和技术的发展及信息时代的到来，推进了工程设计方法和工程绘图工具的发展，设计方法从人工设计到计算机辅助设计，绘图工具从尺规绘图到计算机绘图，传递工程信息的方式已从通过图样形式表示在图纸上来作为指导生产的可视化文件和进行技术交流的可视化工具的传统方式，转变为以计算机三维实体造型为基础的特征建模形式，进而实现计算机辅助设计、计算机辅助工艺计划和计算机辅助制造一体化的无图纸生产这样一种现代化方式。这一切都在改变着工程师和科学家们的思维方式和工作程序。计算机三维设计与表达已成为未来工程设计的发展方向，也使得工程制图与计算机图形技术结下了不解之缘，传统的课程内容与现代的计算机图形技术的相互融合成为本课程的发展方向。

(2) 从广义的图形学角度来看，工程制图课程中体现出的图形分析、图形思维的方法为人的综合思维及创造性思维能力的挖掘和培养提供了有效的训练途径。

工程制图可以说是一门古老的学科，已有二百多年的历史。1795年，法国学者蒙日(Gaspard Monge)全面地总结了前人的经验，创立了以投影几何为核心的画法几何学，提出了在二维平面上图示三维几何形体及图解空间几何问题的方法，从而奠定了工程制图的基础。当今人类高度发展的逻辑思维及计算机技术的协同作用，为工程制图注入了更加新鲜的血液和丰富的内涵，它的多维性、立体性、形象性和直观性的基本特点，它的以形象思维为主体的思维方式得到了更加广阔的施展天地，使得它的触角延伸并融合到了工程

技术界以外的更多的学科,从而使这门学科的课程教育成为所有现代人(不仅仅是工程技术人才)所应受到的一种素质教育,一种才能的培养。这种素质和才能被称之为图学素质。它包括图形思维的分析方法及能力,设计思想的图形表达能力,空间问题的图解能力,二、三维图形转换能力和图像处理能力以及审美能力。这种图学素质不局限于工程界或艺术界,而是所有接受高等教育群体所应该具备的一种素质。

形式逻辑的创始人亚里士多德在其《灵魂论》中写到:“离开心理图像去思考是不可能的。就像在作图时一样,类似的效果可以体现在思维当中。”美国科学家斯蒂恩曾指出:如果一个特定的问题可以转化为一个图形,那么思维就整体地把握了问题,并且能创造性地思索问题的解法。我国思维科学的创始人钱学森教授也早就明确指出,形象思维是建立思维科学体系的一个突破口,也是当前人工智能、智能机研究的核心问题。从思维科学角度看,科学工作总是从一个猜想开始的,然后才是科学论证。换言之,科学工作是源于形象思维,终于逻辑思维。这里的“心理图像”、“图形转化”及“形象思维”,与工程制图中体现出的思维及分析方法不谋而合,为我们寻找一种以“形象思维+逻辑思维+计算机”的方式培养和训练创造性思维并建立相应的教育体系,提供了新的线索和广阔的思路。这也是编者编写本书时极力体现的与同类教材不同的一种教学思想。

本课程的主要内容及学习目的

1. 本课程的主要内容

本课程的内容建立在几何学的基础上,涉及到工程设计、制造技术及计算机图形技术,并与工程实际紧密相联系。它分为投影制图基础、画法几何、工程图样的绘制与阅读及计算机建模的基本思想和基本方法4大部分。其中,投影制图部分主要介绍在国家标准指导下的、以投影原理为基础的制图基础及表达方法(第1、2章及第7章);画法几何部分主要以点、线、面、体为线索,对这些空间几何要素及其相互位置关系进行投影分析及表达(第3、4、5、6章);工程图样的绘制与阅读部分主要以零件图和装配图两大类工程图样为主线,以工程实际为背景,介绍工程图样的绘制与阅读的基本过程和基本方法;计算机二、三维建模方面的内容作为一种现代化的手段和辅助方法,穿插和融合在前3部分内容之中。

2. 本课程的学习目的

学习本课程的主要目的是培养以下几方面的能力:

- (1) 正投影法的基本理论及运用能力。
- (2) 能够通过投影制图及画法几何部分的学习,借助于计算机图形技术的基本思想和基本方法,培养空间图形的想象力,空间图形的分析能力及二、三维图形转换能力。
- (3) 能够正确使用绘图仪器和工具,培养徒手绘图的技能,同时具备查阅常用件、标准件、标准结构及各项技术要求等国家标准的能力,并掌握看图和绘图的技巧。
- (4) 能够绘制和看懂一般复杂程度的零件图和简单的装配图。
- (5) 培养认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风以及一定的自学能力和审美能力,为今后专业课程的学习打下良好而扎实的基础。

本课程的学习方法

本课程是既要求掌握系统理论又要求具有较强实践性训练环节的技术基础课。学习时应注意到以下几点：

牢固掌握投影理论和投影方法这条主线，注意重点掌握投影分析和形体分析的基本方法，培养和提高空间思维能力及图形思维能力，并在理解的基础上，由浅入深地由物画图、由图想物，反复训练，从而具备一定的绘图和读图的能力。在课时允许的条件下，如能同时熟悉计算机软件的建模功能，其效果更佳。

认真完成每章习题(见习题集)，在作业过程中，牢牢把握住基本理论和基本方法，严格遵守国家标准的各项规定，做到投影正确、视图选择与配置恰当、尺寸齐全、字体工整、图面整洁、符合《机械制图》国家标准。切忌死记硬背、只翻书懒动手的不良习惯。由于我们的研究对象是图形，它有很多方面具有前面所说的“只可意会、无法言传”的特点，因此，只有通过由物到图、由图到物这样严格地反复训练，边看边想边画，眼到心到手到，才能达到手随心欲，心随手至之境界。从而培养出较强的空间图形转换能力，空间问题的想象能力和分析能力，良好的自学能力和审美能力，扎实的技能功底，以及耐心细致、严肃认真的工作作风。

第 1 章 工程制图的基本知识和技能

教学提示：工程图样是工程界共同的技术语言，是表达设计思想、交流技术经验的必不可少的方法之一，是现代工业生产中的重要技术文件。因此，必须对此做出统一的规定。中华人民共和国国家标准《技术制图》和《机械制图》，就是一个统一我国制图实践标准的最具权威的强制性文件，每一位工程技术人员在绘制图样时，都应严格遵守和贯彻执行。

教学要求：要求学生通过学习本章内容，逐渐熟悉国家标准中关于图样中的图纸幅面及格式、比例、字体、尺寸注法和线型等基本规定，养成严格遵守和认真贯彻执行国家标准的理念和习惯；了解和逐步掌握尺规绘图、手工草图的基本技能，以及计算机辅助设计及辅助绘图(Computer Aided Design and Drawing, CADD)的基本思想；学会并熟练掌握工程制图中的基本几何作图原理，为正确、合理、灵活地运用这些原理进行工程图样的绘制和阅读打好基础。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》

1959 年，我国首次颁布了国家标准《机械制图》。以后，随着生产技术和经济建设的不断进步，随着计算机技术的飞跃发展和对外技术交流的需要，又几次颁布了修订的《机械制图》国家标准及一些技术文件。

国家标准《机械制图》含有 17 个独立的标准，它们是参照国际标准化组织(ISO)制订的标准制定的。其中的 6 个基本标准为：

(1) 技术制图 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993) (其中 GB 是国家标准代号，T 为推荐标准，14689 是标准号，1993 是标准颁布的年号)。

(2) 技术制图 比例(GB/T 14690—1993)。

(3) 技术制图 字体(GB/T 14691—1993)。

(4) 机械制图 图样画法 图线(GB/T 4457.4—2002)；

技术制图 图线(GB/T 17450—1998)。

(5) 机械制图 图样画法 视图(GB/T 4458.1—2002)。

(6) 机械制图 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)；

技术制图 简化表示法 第 2 部分：尺寸注法(GB/T 16675.2—1996)。本章对此择要介绍。

1.1.1 图纸幅面及格式(摘自 GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

为了合理利用图纸和便于图样管理，国家标准中规定了 5 种标准图纸的幅面，其代

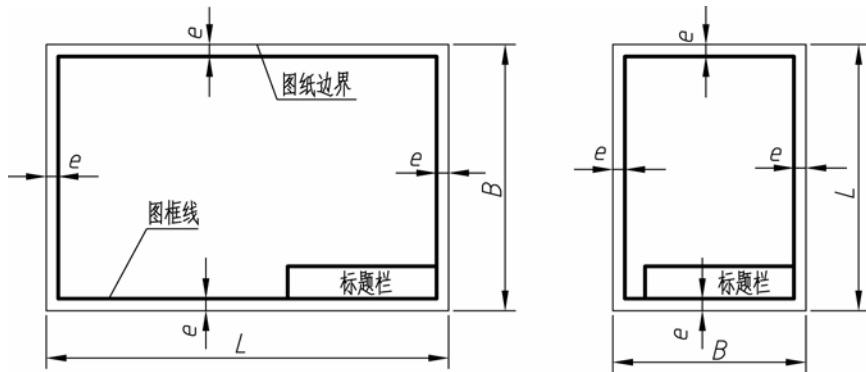
号分别为 A0、A1、A2、A3、A4。绘制图样时，应优先选用国家标准中规定的幅面尺寸（见表 1-1）。必要时，允许由基本幅面的短边成整数倍增加幅面尺寸，具体尺寸可参考标准规定。

表 1-1 基本图纸幅面及图框尺寸

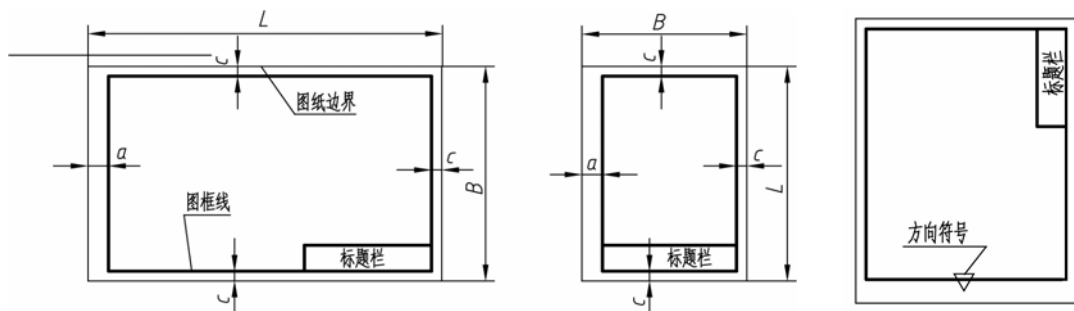
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
d	25				

2. 图纸格式

标准幅面的图纸在绘图前必须按如图 1.1 所示的规定尺寸用粗实线画出图框(用来界定绘图边界)和标题栏。图纸可以横放，也可以竖放，其格式分为“不留装订边 [如图 1.1(a)所示]”和“留有装订边 [如图 1.1(b)所示]”两种。



(a) 不留装订边的图框格式



(b) 留装订边的图框格式

(c) 允许配置的标题栏

图 1.1 图框格式