

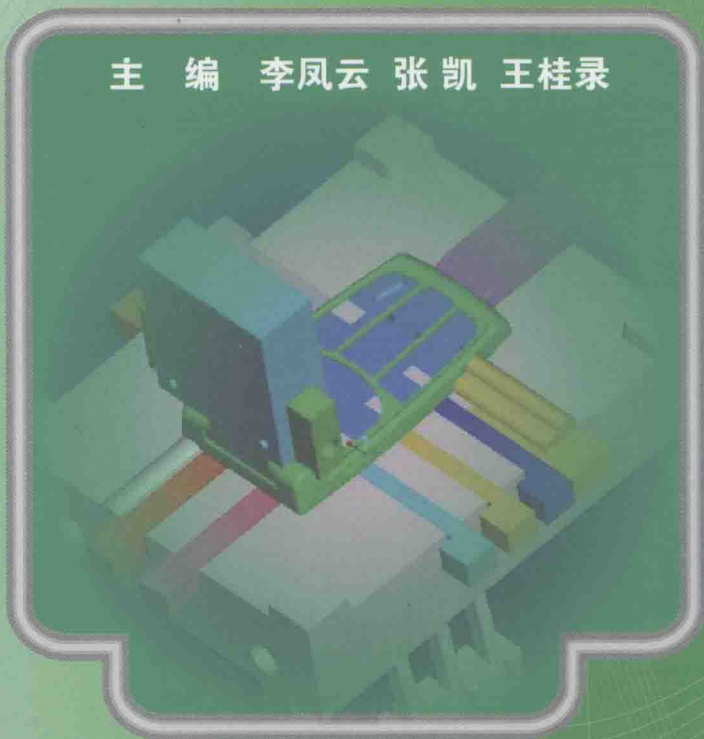
普通高等教育“十二五”规划教材

全国本科院校机械类**创新型**应用人才培养规划教材

机械制图

主 编 李凤云 张凯 王桂录

采用最新国家标准
加强徒手绘图训练
引入三维绘图软件



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材
全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材

机 械 制 图

主 编 李凤云 张 凯 王桂录



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书本着空间想象可视化的思路,将现代三维机械设计软件与传统机械制图内容有机结合,解决了传统教学方法中的凭空想象问题,更有利于培养学生的空间想象能力、空间构型能力及对空间形体的表达能力。

在内容的编排上,本书在具有传统机械制图教材基本内容的基础上,更强化了草图训练,加大了对学生徒手绘图能力的培养;另外,本书遵循从三维实体造型到二维平面图形的认识规律,以简单易学的三维机械设计软件 SolidWorks 为平台,配以机械设计课程设计中常用的减速器设计的相关零部件进行讲解,从实用的角度较为详细地介绍了创建实体模型与生成工程图的具体方法。总之,本书采用了手工绘图和计算机绘图相融合、三维模型与二维图形相融合、教学内容与课程设计相融合的教学方法,尽量使学生能学以致用。

本书采用了最新颁布的技术制图和机械制图国家标准,可作为普通高等院校的本、专科机械类和近机械类专业的教材,也可供有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/李风云,张凯,王桂录主编. —北京:北京大学出版社,2013.1

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-21480-0

I. ①机… II. ①李…②张…③王… III. ①机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 254847 号

书 名:机械制图

著作责任者:李风云 张 凯 王桂录 主编

策 划 编 辑:童君鑫 宋亚玲

责 任 编 辑:宋亚玲

标 准 书 号:ISBN 978-7-301-21480-0/TH·0321

出 版 发 行: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> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 子 信 箱: 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:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者:新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19 印张 438 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 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 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书是根据教育部工程图学指导委员会制订的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，结合高等院校教学改革制图实践经验编写而成。

随着科学技术的不断发展，课程的内容和体系都发生了新的变化，为了适应教学内容和教学方法的改革，本书将画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图四部分内容有机结合起来，使其内容更加突出适用性、前瞻性。

本书主要有以下特点：

(1) 引入新的设计方法(计算机三维造型设计)、新的制造技术(无纸化制造)概念，加强绘制和阅读三维图能力的培养。遵循从三维立体到二维平面图形的认识规律，加强对三维立体和二维投影图之间转换的训练。

(2) 充实了徒手绘图部分内容，加大徒手绘图的练习，包括以下几部分：①徒手绘图的基本方法与技巧；②平面图形的徒手绘制；③三视图草图的画法；④轴测草图的徒手绘制；⑤零件草图的绘制。

(3) 淡化了点、直线、平面有关内容，特别强调了组合体形体分析法的应用以及尺寸的标注问题；直接以截交线、相贯线作为独立的章节来介绍平面及立体与立体表面的交线问题。

(4) 将零部件测绘作为一个独立的章节，具体介绍测绘的基础知识以及零部件测绘的方法和步骤，重在强化测绘技术的培养，提升学生分析和解决实际工程问题的能力。

(5) 采用了最新颁布的《技术制图》、《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准，以培养学生贯彻执行国家标准意识和能力。

(6) 计算机绘图部分引入了三维造型绘图软件 SolidWorks。除了“计算机绘图基础”部分内容以单独一章编写外，其他部分章节增加了运用 SolidWorks 进行三维建模、绘制标准三视图及剖视图、绘制零件图、绘制装配图以及标准零件库特征的调用等内容，增强了对学生三维造型能力的培养。

本书由李风云、张凯、王桂录担任主编。参加编写的人员有：侯守峰(第4章)，郑喜贵(第1、11章)，蒋玲玲(第2、13章)，朱永刚(第3章、附录)，王桂录(第5、6、8章)，张凯(第7、9、10章以及各章计算机绘图内容)，李风云(绪论、第12章)。全书由李风云、张凯统稿。

刘梦迪、陈政帆等参与了本书部分章节的编写及图形的绘制工作，特此表示感谢。

本书在编写过程中参考了一些同类著作和教材，在此向有关作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者
2012年6月

绪 论

1. 本课程的地位、性质和任务

工程图样是工程与产品信息的载体,它能准确地表达出机械、土建、水利、园林等工程对象的形状、尺寸、材料和技术要求,是工程界交流和表达的语言。工程图学是研究工程与产品信息表达、交流与传递的学科。

机械图样是工程图样中的一种,机械制图是工程图学的一个分支。在现代机械生产和科学研究活动中,设计者通过图样来表达设计对象,制造者通过图样来了解设计要求,从而组织制造和施工,使用者通过图样来了解使用对象的结构和性能,进行保养和维修。因此,每个与机械有关的工程技术人员都必须能够绘制和阅读机械图样。

另外,随着计算机图形学(Computer Graphics, CG)、计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)以及信息技术的不断发展,传统的人工设计转变为计算机辅助设计,传统的二维图样也已不再是产品设计和制造所必须的技术文件,社会上已有不少的企业使用三维造型软件从事产品的设计开发工作。所以,工程图样可以用手工绘制,也可以用计算机生成;可以用二维图形表达,也可以用三维图形表达。

本课程就是研究如何运用正投影的基本原理和方法,绘制和阅读各种工程图样,使用绘图软件进行二维绘图和三维造型表达工程形体的课程。

本课程的主要任务是:

- (1) 培养依据投影法(主要是正投影)用二维平面图形表达三维空间形体的能力;
- (2) 培养对空间形体的形象思维能力;
- (3) 培养对空间形体的图示表达能力;
- (4) 培养徒手绘制草图和使用仪器、绘图软件绘制工程图样(主要是机械图样)并阅读工程图样的能力;
- (5) 培养进行三维造型设计和创造性构型设计能力;
- (6) 培养贯彻、执行国家标准的工程意识和查阅有关标准手册的能力;
- (7) 培养认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风和科学自主的学习能力。

2. 本课程的内容和要求

本课程主要包括画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图四个部分内容。

画法几何主要学习投影法的基本知识,研究三维空间的点、线、面、立体在二维平面上的投影及其相互位置关系。

制图基础主要介绍绘制图样的基本方法和基本技能。让学生能运用形体分析和线面分析的方法,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画法和其他规定画法,做到视图选择和配置得当,投影正确,尺寸齐全、清晰,通过学习和实践,培养空间逻辑思维和形象思维能力。



机械图包括零件图、标准件和常用件以及装配图等内容。了解零件图、装配图的作用、内容,掌握视图选择的方法、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和装配图的目的。

计算机绘图基础主要介绍了典型三维造型软件 SolidWorks,内容主要包括绘图环境、基本操作、基本编辑和绘图工具、尺寸标注等,并通过实例介绍了各种基本绘图命令的使用方法。另外,计算机绘图部分除了“计算机绘图基础”独立一章外,在部分章的最后一节,大都有介绍用 SolidWorks 进行三维造型的各种知识技巧,并配以使用 SolidWorks 绘制减速器相关零部件的实例来进行讲解,采用二维与三维相融合、手工绘图和计算机绘图相融合、多媒体 CAI 课件与三维绘图软件相融合,以及课程设计与教学内容相融合的教学方法,尽量使学生能学以致用。

3. 本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。学习过程中,应该做到:

(1) 正确使用制图工具和仪器(包括计算机),按照正确的工作方法和步骤来画图,使所绘制的图样内容正确、图面整洁。必须养成认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风,以保证画出符合要求的高质量图样。

(2) 熟悉和严格遵守有关技术制图和机械制图等方面的国家标准和规定,学会查阅并使用标准和有关资料的方法,养成与老师和同学讨论交流的习惯。

(3) 在学好投影基本理论、基本方法的基础上,应通过大量的作业练习、绘图和读图实践,加深对课程知识的理解与掌握。多进行“物体”与“图形”相互转化的训练,并注意画图与读图相结合,物体与图样相结合。多画多看,不断提高自己的画图和读图的能力。

(4) 熟练掌握一种通用绘图软件的使用方法和技巧,基本掌握使用一种典型三维造型绘图软件,为今后进行计算机辅助设计打下良好基础。

(5) 不断改进学习方法,提高独立工作、自主学习和开拓创新的能力。

4. 工程图学发展简史

任何一门学科的产生和发展,都是与生产的发展密切相关的。工程图学同其他学科一样,也是劳动人民长期生产经验积累、总结和提高自己的结果。

1) 工程图学的发展史

自从劳动开创人类文明史以来,图形一直是人们认识自然,表达、交流思想的主要形式之一。从象形文字的产生到埃及人丈量尼罗河两岸的土地,从航天飞机的问世到火星探测器对火星形貌的探测,图形的重要性可以说是别的任何表达方式所不能替代的。



图1 欧几里得

欧几里得几何学的成功,揭开了人类认识自然的序幕。柏拉图的行星图,是人类通过图形进行思维、表达的典范。在人类文明史上占有重要地位的牛顿力学,其本质是几何力学,正是借助几何表达和分解的方法,牛顿创立了完美的经典力学宏伟大厦,为近代科学的发展奠定了坚实的基础。蒸汽机的发明及其应用,开始了近代工业革命,而蒸汽机制造的关键技术是气缸的加工,

加工气缸需要车床,无论是气缸的加工还是机床的制造,都需要工程图纸作为产品信息的载体。到20世纪初,美国由于采用互换性和公差配合,使得汽车制造中心由欧洲转移到美国,汽车工业的生产效率大大提高,由于成批生产,汽车的价格大大下降,汽车进入了普通家庭,使整个美国社会成为“轮子社会”,而“轮子”是依靠图纸生产出来的。

在近代工业革命的进程中,随着生产的社会化,1795年法国科学家蒙日系统地提出了以投影几何为主线的画法几何,把工程图的表达与绘制高度规范化、唯一化,从而使得画法几何成为工程图的语法,工程图成为工程界的语言。

在画法几何的普及过程中,苏联学者切特维鲁新和弗罗洛夫等人的工作对此产生了很大的影响,对于加强学生的逻辑思维训练,培养学生的空间想象能力,起了很好的作用。我国工程图学学者、原华中理工大学赵学田教授简洁通俗地总结三视图的投影规律为“长对正、高平齐、宽相等”,从而使得画法几何和工程制图知识易学、易懂。

计算机的广泛应用大大促进了图形学的发展,计算机图形学的兴起开创了图形学应用和发展的新纪元。以计算机图形学为基础的计算机辅助设计技术,推动了几乎所有领域的设计革命,CAD技术的发展和

应用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、发图、凭图纸组织整个生产过程的技术管理方式,将它变为图形工作站上交互设计、用数据文件发送产品定义、在统一的数字化产品模型下进行产品的设计打样、分析计算、工艺计划、工艺装备设计、数控加工、质量控制、编印产品维护手册、组织备件订货供应等,其标志性的进展就是波音777飞机的设计和制造,在设计和制造领域里产生了一场革命。这场革命有三个特征并产生了深远的影响,第一个特征是数字化(Digital Definition),全部数字化定义实现了CAD/CAPP/CAM等一系列过程的集成、无纸生产、数字化预装配(Digital Pre-assembly);第二个特征是标准化,波音公司与其合作生产发动机的公司的信息交换是在产品交换标准(STEP)下实现的;第三个特征是网络化,通过网络交换信息。

值得一提的有两点:一是计算机的广泛应用,并不意味着其可取代人的作用;二是CAD/CAPP/CAM一体化,实现无纸生产,或无图纸生产(并不等于无图生产)。计算机的广泛应用,CAD/CAPP/CAM的一体化,使技术人员可以用更多的时间进行创造性的设计,创造性的劳动,而创造性的设计离不开运用图形工具的表达、构思。所以,随着CAD和无纸生产的发展,图形的作用不仅不会削弱,反而更加显得重要。

2) 我国工程图学的发展概况

在图形学的发展长河中,具有五千年文明史的中国也有辉煌的一页。“没有规矩,不成方圆”,反映了古代中国人民已对尺规作图的规律具有深刻的理解和认识。我国是世界文明古国之一,也是工程图历史最悠久的国家之一。在天文图、地理图、建筑图、机械图

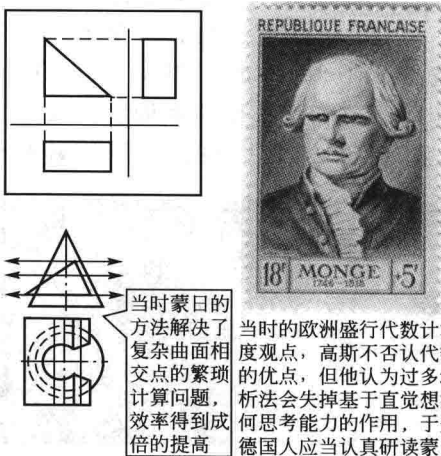


图2 蒙日与《画法几何学》



等方面都有过杰出的成就,既有文字记载,也有实物考证,受到举世公认。

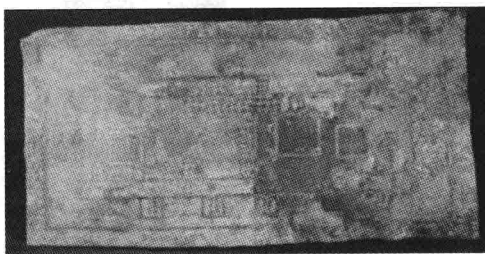


图3 彩陶上的图案

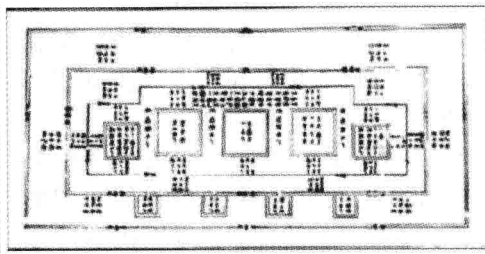
新石器时代(约一万年),我们的祖先已能绘制一些几何图形和动物图案,具有简单的图示能力,如在西安半坡出土的仰韶彩陶图形中的鱼形图案。

春秋时期,在我国最早的一部技术著作《周礼·考工记》中,就有关于绘图工具和几何作图问题的记载,其中记载了规矩、绳墨、悬垂等绘图工具的运用。

秦汉时期,我国已出现图样的史料记载,并能根据图样建筑宫室。如1997年在河北平山县发掘的战国时代中山王墓中,有一长96cm、宽48cm、厚0.8cm、重32.1kg的铜版,版上用不同粗细的金、银线嵌制了439个字和一幅1:500的陵墓建筑平面图。该图是采用正投影法绘制的,制图方位上南下北,是我国已发现资料中最古老的一幅完整建筑平面图。



(a) 铜板原形



(b) 整理后的平面图

图4 中山王墓建筑平面图

宋代李诫(明仲)于公元1100年所著《营造法式》一书,是我国建筑技术方面的一部经典著作,也是一部闻名世界的建筑图样的巨著。书中记载的各种图样与现代的正投影图、轴测图、透视图的画法已非常接近。全书共36卷,所附的图样就有6卷。书中采用的中心投影法、平行投影法、轴测投影法清晰地表明了较为复杂的建筑结构和有关部分的形状。

随着生产技术的不断发展,农业、交通、军事等器械日趋复杂和完善,图样的形式和内容也日益接近现代工程图样。如清代程大位所著《算法统筹》一书的插图中,就有丈量步车的装配图和零件图。

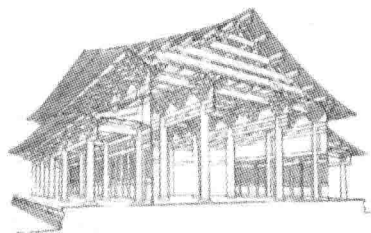


图5 《营造法式》图样

制图技术在我国虽有光辉的成就,但因长期封建制度的统治,在理论上缺乏完整的系统的总结。新中国成立前的近百年,又遭受帝国主义的侵略,处于半封建半殖民地状态,致使工程图学停滞不前。新中国成立后,在中国共产党领导下,工业生产得到很快恢复和发展,建立了自己的工业体系,结束了旧中国遗留下来的混乱局面,为我国的科学技术和文化教育事业开辟了广阔的前景,工程图学得到前所未有的发展。1956年原第一机械工业部颁布了第一个部颁标准《机械制图》,1959年国家科学技术委员会颁布了第一个国家标准《机械制图》,随后又颁布了国家标准《建筑制图》,使全国工程图样标准得到统一,标志着我国工程图学进入了一个崭新的阶段。随着科学技术的发展和工业水平的提高,技

术规定不断修改和完善,先后于1970年、1974年、1984年、1993年修订了国家标准《机械制图》。并颁布了一系列《技术制图》与《机械制图》新标准。截止到2003年年底,1985年实施的四类17项《机械制图》国家标准中已有14项被修改替代。此外,在改进制图工具和图样复制方法、研究图学理论和编写出版图学教材等方面都取得了可喜的成绩。

20世纪40年代,世界上第一台计算机问世后,计算机技术以惊人的速度发展。20世纪50年代初期,人类发明了世界上第一台平板式数控绘图机,给古老的工程图学增添了新的篇章。1967年我国开始计算机绘图的研制工作,1968年制成LZ-5数控绘图仪,1977年制成具有当时世界先进水平的HTJ-1855大型精密绘图机和752型彩色显示器。1987年起,中国工程图学学会每两年主办一次国际计算机辅助绘图、设计、制造学术会议,增强了国际间的学术交流。目前,计算机绘图技术已在很多部门用于生产、设计、科研和管理工作。近年来,一系列绘图软件的研制成功,给计算机绘图提供了极大的方便,设计制图的现代化手段日益普及。

随着我国改革开放的不断推进,工程图学一定能不断地适应建设社会主义四个现代化的需要,在图学理论、应用图学、计算机图学、制图技术、制图标准、图学教育等诸方面,得到更加广泛的应用和迅速的发展。

目 录

绪论	1	第 3 章 投影理论基础	53
第 1 章 制图基础知识	6	3.1 投影法的基本知识	53
1.1 制图国家标准的基本规定	6	3.1.1 投影法的概念和种类	53
1.1.1 图纸幅面与格式 (GB/T 14689—2008)	6	3.1.2 正投影的基本性质	54
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	7	3.2 工程中常用的投影图	55
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)	9	3.2.1 多面正投影图	55
1.1.4 图线(GB/T 17450—1998、 GB/T 4457.4—2002)	10	3.2.2 轴测图	55
1.1.5 尺寸注法 (GB/T 1675.2—1996、 GB/T 4458.4—2003)	12	3.2.3 透视图	55
1.2 尺规绘图	18	3.2.4 标高投影图	56
1.2.1 尺规绘图工具及其使用	18	3.3 物体的三视图	56
1.2.2 几何作图	21	3.3.1 三投影面体系	56
1.2.3 平面图形的画法	27	3.3.2 三视图的形成	57
1.3 徒手绘图	29	3.3.3 三视图的投影关系	57
1.3.1 简介	29	第 4 章 点、直线、平面的投影	59
1.3.2 草图的徒手绘制方法	29	4.1 点的投影	59
1.3.3 草图的徒手绘制步骤	31	4.1.1 点在三投影面体系中的 投影	59
第 2 章 SolidWorks 基础	33	4.1.2 点的三面投影与直角坐标的 关系	60
2.1 SolidWorks 简介	33	4.1.3 特殊位置点的投影	62
2.2 SolidWorks 基础	34	4.1.4 两点的相对位置	62
2.2.1 SolidWorks 2010 的基础 知识	34	4.2 直线的投影	64
2.2.2 SolidWorks 2010 的基本 操作	38	4.2.1 直线的三面投影	64
2.2.3 SolidWorks 系统属性 设置	41	4.2.2 各种位置直线的投影 规律	64
2.2.4 草图创建基础	48	4.2.3 直线上点的投影	68
		4.2.4 两直线的相对位置	69
		4.2.5 求一般位置线段的实长和 对投影面的倾角	71
		4.3 平面的投影	72
		4.3.1 平面的表示方法	72
		4.3.2 各种位置平面投影特性	73



4.3.3 平面上的直线和点	78	7.3.1 读图的基本要领	121
第5章 基本体投影	81	7.3.2 读图的基本方法	122
5.1 平面立体的投影及其表面取点 ...	81	7.4 用 SolidWorks 绘制标准三视图 ...	125
5.1.1 棱柱	81	7.4.1 创建减速器视孔板的 三视图	125
5.1.2 棱锥	83	7.4.2 绘制减速器油塞三视图 ...	126
5.2 回转体的投影及其表面取点	84	第8章 轴测图	128
5.2.1 圆柱	84	8.1 轴测图的基本知识	128
5.2.2 圆锥	85	8.1.1 轴测图的形成	128
5.2.3 圆球	87	8.1.2 轴测轴、轴间角、轴向 伸缩系数	128
5.2.4 圆环	88	8.1.3 轴测图的投影特点	129
5.3 用 SolidWorks 进行三维实体 建模	89	8.1.4 轴测图的分类	129
5.3.1 减速器底座、油塞建模 ...	89	8.2 正等轴测图	130
5.3.2 减速器箱盖模型	99	8.2.1 正等轴测图的形成、 轴测角与轴向伸缩系数 ...	130
第6章 截交线与相贯线	100	8.2.2 正等轴测图的画法	131
6.1 截交线	100	8.3 斜二轴测图	134
6.1.1 截交线的性质和求法	100	8.3.1 斜二轴测图的形成 及参数	134
6.1.2 平面立体的截交线	101	8.3.2 斜二轴测图的画法	135
6.1.3 回转体的截交线	102	第9章 机件的表达方法	136
6.1.4 同轴复合回转体的 截交线	106	9.1 视图	136
6.2 相贯线	107	9.1.1 基本视图	136
6.2.1 相贯线的性质和求法	107	9.1.2 向视图	137
6.2.2 相贯线的特殊情况	112	9.1.3 局部视图	138
第7章 组合体	113	9.1.4 斜视图	138
7.1 组合体的画法	113	9.2 剖视图	139
7.1.1 组合形式	113	9.2.1 剖视图的基本概念和 画法	139
7.1.2 表面连接方式	114	9.2.2 几种常用的剖视图	141
7.1.3 画组合体视图的方法和 步骤	115	9.3 断面图	147
7.2 组合体的尺寸标注	118	9.3.1 移出断面	148
7.2.1 尺寸种类	118	9.3.2 重合断图	149
7.2.2 尺寸基准	118	9.4 其他表达方法	150
7.2.3 组合体尺寸标注的基本 要求	119	9.4.1 局部放大图	150
7.2.4 标注尺寸的方法和步骤 ...	120	9.4.2 规定画法	150
7.3 组合体的读图	121	9.4.3 简化画法	151

9.5 第三角画法简介	154	11.1.3 零件图的技术要求	198
9.5.1 基本知识	154	11.1.4 零件常见的工艺结构	210
9.5.2 视图的配置及标识	154	11.2 零件表达的视图选择	214
9.6 用 SolidWorks 绘制剖视图	155	11.2.1 视图选择的要求和原则	214
9.6.1 绘制减速器从动轴 断面图	156	11.2.2 视图选择的方法和 步骤	215
9.6.2 绘制减速器从动齿轮 剖视图	158	11.2.3 典型零件的视图选择	216
9.6.3 绘制减速器从动轴系整体 剖视图	158	11.3 读零件图的方法和步骤	218
第 10 章 标准件与常用件	161	11.4 用 SolidWorks 绘制零件图	220
10.1 螺纹及螺纹紧固件	161	11.4.1 减速器主动轴零件图	221
10.1.1 螺纹的形成、结构和 要素	161	11.4.2 图纸模板的创建、保存及 调用	225
10.1.2 螺纹的种类	164	第 12 章 装配图	228
10.1.3 螺纹的规定画法与标注	165	12.1 装配图基础知识	228
10.1.4 螺纹紧固件	170	12.1.1 装配图的作用和内容	228
10.2 键和销	175	12.1.2 装配图的标注和技术 要求	230
10.2.1 键及其连接	175	12.1.3 装配图的零件序号和 明细栏	231
10.2.2 销及其连接	178	12.1.4 装配工艺结构	232
10.3 齿轮	179	12.2 绘制装配图的方法和步骤	234
10.3.1 标准圆柱齿轮	179	12.2.1 准备工作	234
10.3.2 直齿圆锥齿轮	182	12.2.2 装配图的画法	238
10.3.3 蜗杆蜗轮	184	12.2.3 绘制装配图的步骤	241
10.4 滚动轴承	184	12.3 读装配图	242
10.4.1 滚动轴承的结构和 种类	184	12.3.1 读装配图的要求	242
10.4.2 滚动轴承的代号	185	12.3.2 读装配图的方法和 步骤	243
10.4.3 滚动轴承的画法	186	12.4 由装配图拆画零件图	245
10.5 弹簧	188	12.5 用 SolidWorks 绘制装配图	247
10.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分 名称及尺寸计算	188	12.5.1 减速器装配体	247
10.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定 画法	189	12.5.2 减速器装配图	250
10.6 SolidWorks 中的标准零件库	190	第 13 章 零部件测绘	258
第 11 章 零件图	193	13.1 零件测绘	258
11.1 零件图基础知识	193	13.1.1 零件测绘的方法和步骤	259
11.1.1 零件图的作用与内容	193	13.1.2 零件测绘应注意的问题	260
11.1.2 零件图的尺寸标注	195	13.1.3 常用测量工具和使用 方法	260



13.2 部件测绘	262	附录	272
第 14 章 投影变换	266	附录 A (摘录)螺纹	272
14.1 换面法的基本概念	266	附录 B (摘录)常用件与标准件	274
14.2 点的投影变换规律	267	附录 C (摘录)极限与配合	285
14.3 四个基本作图问题	268	参考文献	290

绪 论

1. 本课程的地位、性质和任务

工程图样是工程与产品信息的载体,它能准确地表达出机械、土建、水利、园林等工程对象的形状、尺寸、材料和技术要求,是工程界交流和表达的语言。工程图学是研究工程与产品信息表达、交流与传递的学科。

机械图样是工程图样中的一种,机械制图是工程图学的一个分支。在现代机械生产和科学研究活动中,设计者通过图样来表达设计对象,制造者通过图样来了解设计要求,从而组织制造和施工,使用者通过图样来了解使用对象的结构和性能,进行保养和维修。因此,每个与机械有关的工程技术人员都必须能够绘制和阅读机械图样。

另外,随着计算机图形学(Computer Graphics, CG)、计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)以及信息技术的不断发展,传统的人工设计转变为计算机辅助设计,传统的二维图样也已不再是产品设计和制造所必须的技术文件,社会上已有不少的企业使用三维造型软件从事产品的设计开发工作。所以,工程图样可以用手工绘制,也可以用计算机生成;可以用二维图形表达,也可以用三维图形表达。

本课程就是研究如何运用正投影的基本原理和方法,绘制和阅读各种工程图样,使用绘图软件进行二维绘图和三维造型表达工程形体的课程。

本课程的主要任务是:

- (1) 培养依据投影法(主要是正投影)用二维平面图形表达三维空间形体的能力;
- (2) 培养对空间形体的形象思维能力;
- (3) 培养对空间形体的图示表达能力;
- (4) 培养徒手绘制草图和使用仪器、绘图软件绘制工程图样(主要是机械图样)并阅读工程图样的能力;
- (5) 培养进行三维造型设计和创造性构型设计能力;
- (6) 培养贯彻、执行国家标准的工程意识和查阅有关标准手册的能力;
- (7) 培养认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风和科学自主的学习能力。

2. 本课程的内容和要求

本课程主要包括画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图四个部分内容。

画法几何主要学习投影法的基本知识,研究三维空间的点、线、面、立体在二维平面上的投影及其相互位置关系。

制图基础主要介绍绘制图样的基本方法和基本技能。让学生能运用形体分析和线面分析的方法,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画法和其他规定画法,做到视图选择和配置得当,投影正确,尺寸齐全、清晰,通过学习和实践,培养空间逻辑思维和形象思维能力。



机械图包括零件图、标准件和常用件以及装配图等内容。了解零件图、装配图的作用、内容,掌握视图选择的方法、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和装配图的目的。

计算机绘图基础主要介绍了典型三维造型软件 SolidWorks,内容主要包括绘图环境、基本操作、基本编辑和绘图工具、尺寸标注等,并通过实例介绍了各种基本绘图命令的使用方法。另外,计算机绘图部分除了“计算机绘图基础”独立一章外,在部分章的最后一节,大都有介绍用 SolidWorks 进行三维造型的各种知识技巧,并配以使用 SolidWorks 绘制减速器相关零部件的实例来进行讲解,采用二维与三维相融合、手工绘图和计算机绘图相融合、多媒体 CAI 课件与三维绘图软件相融合,以及课程设计与教学内容相融合的教学方法,尽量使学生能学以致用。

3. 本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。学习过程中,应该做到:

(1) 正确使用制图工具和仪器(包括计算机),按照正确的工作方法和步骤来画图,使所绘制的图样内容正确、图面整洁。必须养成认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风,以保证画出符合要求的高质量图样。

(2) 熟悉和严格遵守有关技术制图和机械制图等方面的国家标准和规定,学会查阅并使用标准和有关资料的方法,养成与老师和同学讨论交流的习惯。

(3) 在学好投影基本理论、基本方法的基础上,应通过大量的作业练习、绘图和读图实践,加深对课程知识的理解与掌握。多进行“物体”与“图形”相互转化的训练,并注意画图与读图相结合,物体与图样相结合。多画多看,不断提高自己的画图和读图的能力。

(4) 熟练掌握一种通用绘图软件的使用方法和技巧,基本掌握使用一种典型三维造型绘图软件,为今后进行计算机辅助设计打下良好基础。

(5) 不断改进学习方法,提高独立工作、自主学习和开拓创新的能力。

4. 工程图学发展简史

任何一门学科的产生和发展,都是与生产的发展密切相关的。工程图学同其他学科一样,也是劳动人民长期生产经验积累、总结和提高自己的结果。

1) 工程图学的发展史

自从劳动开创人类文明史以来,图形一直是人们认识自然,表达、交流思想的主要形式之一。从象形文字的产生到埃及人丈量尼罗河两岸的土地,从航天飞机的问世到火星探测器对火星形貌的探测,图形的重要性可以说是别的任何表达方式所不能替代的。



图1 欧几里得

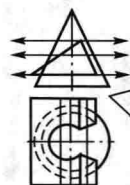
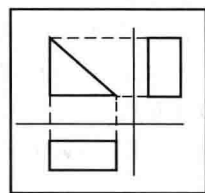
欧几里得几何学的成功,揭开了人类认识自然的序幕。柏拉图的行星图,是人类通过图形进行思维、表达的典范。在人类文明史上占有重要地位的牛顿力学,其本质是几何力学,正是借助几何表达和分解的方法,牛顿创立了完美的经典力学宏伟大厦,为近代科学的发展奠定了坚实的基础。蒸汽机的发明及其应用,开始了近代工业革命,而蒸汽机制造的关键技术是气缸的加工,

加工气缸需要车床,无论是气缸的加工还是机床的制造,都需要工程图纸作为产品信息的载体。到20世纪初,美国由于采用互换性和公差配合,使得汽车制造中心由欧洲转移到美国,汽车工业的生产效率大大提高,由于成批生产,汽车的价格大大下降,汽车进入了普通家庭,使整个美国社会成为“轮子社会”,而“轮子”是依靠图纸生产出来的。

在近代工业革命的进程中,随着生产的社会化,1795年法国科学家蒙日系统地提出了以投影几何为主线的画法几何,把工程图的表达与绘制高度规范化、唯一化,从而使得画法几何成为工程图的语法,工程图成为工程界的语言。

在画法几何的普及过程中,苏联学者切特维鲁新和弗罗洛夫等人的工作对此产生了很大的影响,对于加强学生的逻辑思维训练,培养学生的空间想象能力,起了很好的作用。我国工程图学学者、原华中理工大学赵学田教授简洁通俗地总结三视图的投影规律为“长对正、高平齐、宽相等”,从而使得画法几何和工程制图知识易学、易懂。

计算机的广泛应用大大促进了图形学的发展,计算机图形学的兴起开创了图形学应用和发展的新纪元。以计算机图形学为基础的计算机辅助设计技术,推动了几乎所有领域的设计革命,CAD技术的发展和



当时蒙日的方法解决了复杂曲面相交点的繁琐计算问题,效率得到成倍提高



当时的欧洲盛行代数计算最精确度观点,高斯不否认代数解析法的优点,但他认为过多地依赖解析法会失掉基于直觉想象力的几何思考能力的作用,于是他建议德国人应当认真研读蒙日的《画法几何学》

图2 蒙日与《画法几何学》

和应用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、发图、凭图纸组织整个生产过程的技术管理方式,将它变为图形工作站上交互设计、用数据文件发送产品定义、在统一的数字化产品模型下进行产品的设计打样、分析计算、工艺计划、工艺装备设计、数控加工、质量控制、编印产品维护手册、组织备件订货供应等,其标志性的进展就是波音777飞机的设计和制造,在设计和制造领域里产生了一场革命。这场革命有三个特征并产生了深远的影响,第一个特征是数字化(Digital Definition),全部数字化定义实现了CAD/CAPP/CAM等一系列过程的集成、无纸生产、数字化预装配(Digital Pre-assembly);第二个特征是标准化,波音公司与其合作生产发动机的公司的信息交换是在产品交换标准(STEP)下实现的;第三个特征是网络化,通过网络交换信息。

值得一提的有两点:一是计算机的广泛应用,并不意味着其可取代人的作用;二是CAD/CAPP/CAM一体化,实现无纸生产,或无图纸生产(并不等于无图生产)。计算机的广泛应用,CAD/CAPP/CAM的一体化,使技术人员可以用更多的时间进行创造性的设计,创造性的劳动,而创造性的设计离不开运用图形工具的表达、构思。所以,随着CAD和无纸生产的发展,图形的作用不仅不会削弱,反而更加显得重要。

2) 我国工程图学的发展概况

在图形学的发展长河中,具有五千年文明史的中国也有辉煌的一页。“没有规矩,不成方圆”,反映了古代中国人民已对尺规作图的规律具有深刻的理解和认识。我国是世界文明古国之一,也是工程图历史最悠久的国家之一。在天文图、地理图、建筑图、机械图



等方面都有过杰出的成就,既有文字记载,也有实物考证,受到举世公认。

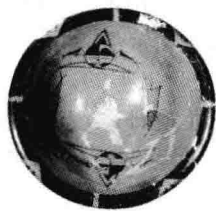
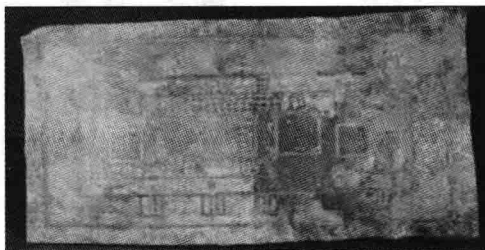


图3 彩陶上的图案

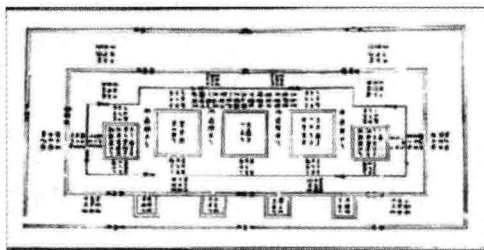
新石器时代(约一万年),我们的祖先已能绘制一些几何图形和动物图案,具有简单的图示能力,如在西安半坡出土的仰韶彩陶图形中的鱼形图案。

春秋时期,在我国最早的一部技术著作《周礼·考工记》中,就有关于绘图工具和几何作图问题的记载,其中记载了规矩、绳墨、悬垂等绘图工具的运用。

秦汉时期,我国已出现图样的史料记载,并能根据图样建筑宫室。如1997年在河北平山县发掘的战国时代中山王墓中,有一长96cm、宽48cm、厚0.8cm、重32.1kg的铜版,版上用不同粗细的金、银线嵌制了439个字和一幅1:500的陵墓建筑平面图。该图是采用正投影法绘制的,制图方位上南下北,是我国已发现资料中最古老的一幅完整建筑平面图。



(a) 铜板原形



(b) 整理后的平面图

图4 中山王墓建筑平面图

宋代李诫(明仲)于公元1100年所著《营造法式》一书,是我国建筑技术方面的一部经典著作,也是一部闻名世界的建筑图样的巨著。书中记载的各种图样与现代的正投影图、轴测图、透视图的画法已非常接近。全书共36卷,所附的图样就有6卷。书中采用的中心投影法、平行投影法、轴测投影法清晰地表明了较为复杂的建筑结构和有关部分的形状。

随着生产技术的不断发展,农业、交通、军事等器械日趋复杂和完善,图样的形式和内容也日益接近现代工程图样。如清代程大位所著《算法统筹》一书的插图中,就有丈量步车的装配图和零件图。

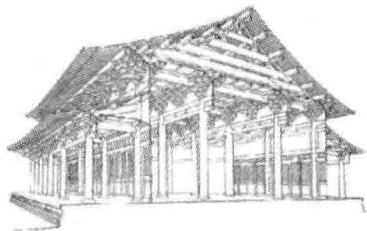


图5 《营造法式》图样

制图技术在我国虽有光辉的成就,但因长期封建制度的统治,在理论上缺乏完整的系统的总结。新中国成立前的近百年,又遭受帝国主义的侵略,处于半封建半殖民地状态,致使工程图学停滞不前。新中国成立后,在中国共产党领导下,工业生产得到很快恢复和发展,建立了自己的工业体系,结束了旧中国遗留下来的混乱局面,为我国的科学技术和文化教育事业开辟了广阔的前景,工程图学得到前所未有的发展。1956年原第一机械工业部颁布了第一个部颁标准《机械制图》,1959年国家科学技术委员会颁布了第一个国家标准《机械制图》,随后又颁布了国家标准《建筑制图》,使全国工程图样标准得到统一,标志着我国工程图学进入了一个崭新的阶段。随着科学技术的发展和工业水平的提高,技