

制图篇

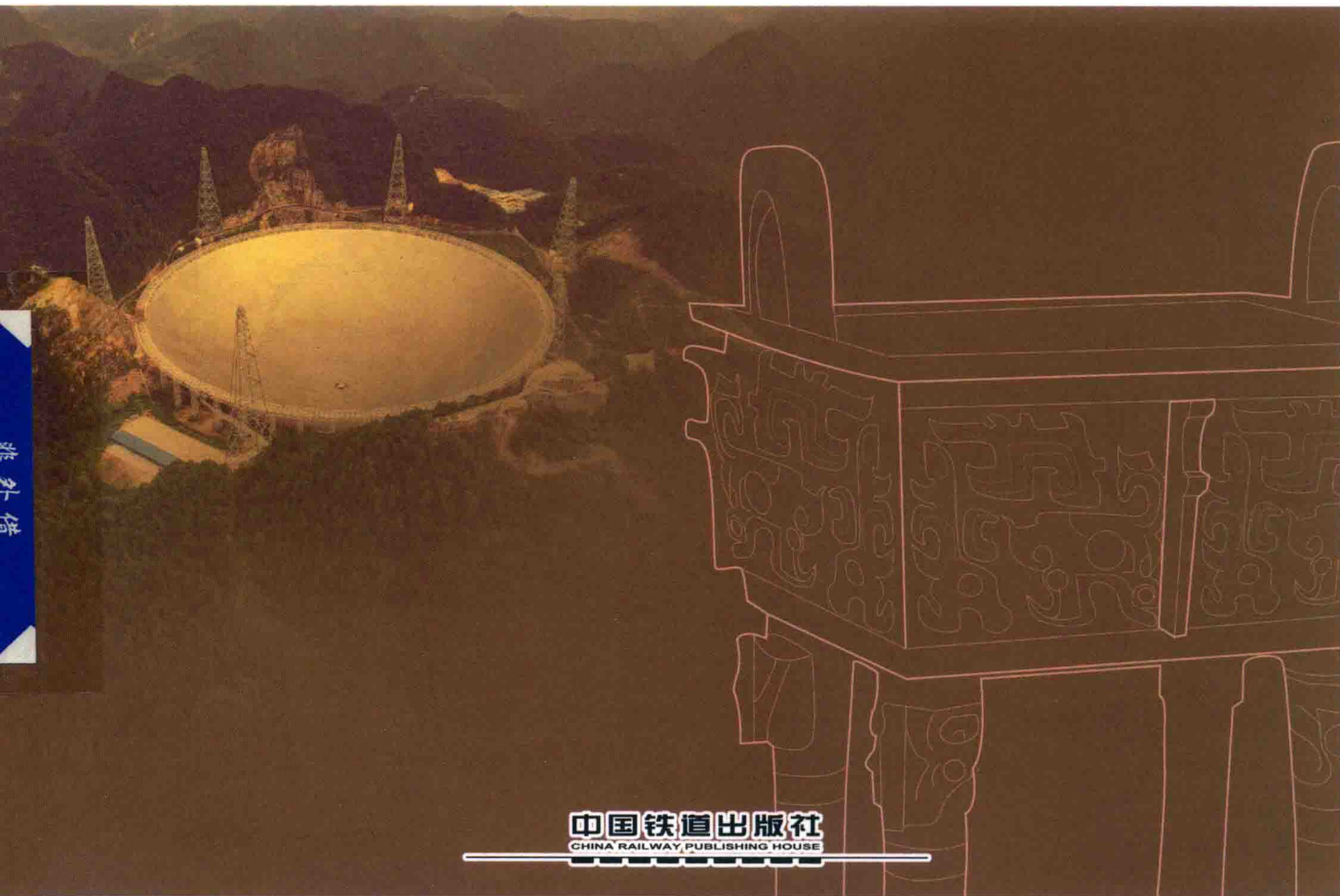
“十三五”普通高等教育机械工程规划教材  
国家级教学团队实践教学系列教材  
卓越工程师教育培养规划教材

# 现代工程设计制图

## 实践教程 上册

XIANDAI GONGCHENG SHEJI ZHITU SHIJIAN JIAOCHENG SHANGCE

樊百林 李晓武 李大龙 许倩 杨光辉 陈华 编著



非外借

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

“十三五”普通高等教育机械工程规划教材  
国家级教学团队实践教学系列教材  
卓越工程师教育培养规划教材

制图篇

# 现代工程设计制图实践教程

上册

樊百林 李晓武 李大龙 许倩 杨光辉 陈华 编著  
刘朝儒 焦永和 主审

## 内 容 简 介

全书共分6篇14章,内容包括:现代工程设计与制图实践教学工程设计实践与计算机设计技术,造型工艺与投影表达,机器与工程图样,工程图样中的技术要求以及标准件和常用件,工程设计实践中的安全责任。

本教材适用于普通高等院校机械工程、车辆工程、航空工程、冶金工程、材料工程、土木与环境工程、信息计算与科学与工程、自动化工程等专业,也适用于高职高专上述专业,亦可供相关技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

现代工程设计制图实践教程.上册/樊百林等编著. —北京:  
中国铁道出版社,2017.8(2018.8重印)

“十三五”普通高等教育机械工程规划教材 国家级教学团队  
实践教学系列教材 卓越工程师教育培养规划教材

ISBN 978-7-113-22710-4

I. ①现… II. ①樊… III. ①工程制图—高等学校—教材  
IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第193131号

书 名:现代工程设计制图实践教程·上册  
作 者:樊百林 李晓武 李大龙 许倩 杨光辉 陈华 编著

策 划:李小军 读者热线:(010)63550836  
责任编辑:曾露平  
编辑助理:钱 鹏  
封面设计:刘 颖  
封面制作:白 雪  
责任校对:张玉华  
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com/51eds/>

印 刷:北京虎彩文化传播有限公司

版 次:2017年8月第1版 2018年8月第2次印刷

开 本:850 mm×1 168 mm 1/16 印张:29.25 插页:2 字数:735千

书 号:ISBN 978-7-113-22710-4

定 价:66.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)51873659

科技工程的和谐 安全质量的呵护



圣神宝塔



孕育生命



空中舞台



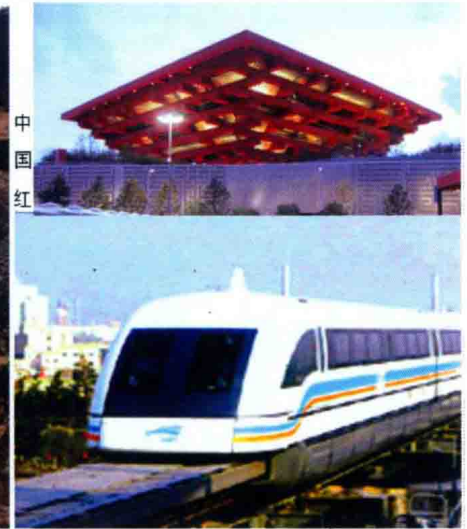
绿葱中的和谐



焊接语言 前进动力



观天巨眼——世界最大射电望远镜工程基地



中国红

睁开眼睛看世界——飞速磁悬浮



发动机的离合 安全接合的天使



环境安全专家金龙哲教授(左)  
给学生讲授工程设计的严谨性和安全性

## 创新设计



烟灰缸(设计制作:樊百林)



多功能笔筒(设计制作:樊百林)



鼎(设计:马伶  
指导教师:樊百林)



茶杯(设计制作:樊百林)



“道义瓶”(设计制作:樊百林)



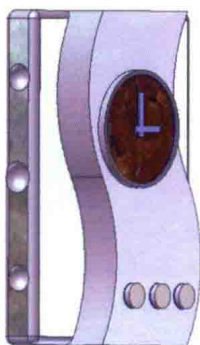
24 节气—世界非物质文化遗产



鼎(设计:马伶 曹嘉明  
指导教师:樊百林)



笔筒(设计:吴楠 指导教师:樊百林)



艺术钟表(设计:黄迪  
指导教师:樊百林)



心经紫茶壶(设计:刘新民)



指导教师:杨光辉 李晓武



壶(制作:山全峰 指导教师:樊百林)



陌上青灯(设计:张一弛)

尊重实践 求实鼎新 创新设计



砂型铸造工艺



浇注



学生设计的产品



学生创新设计加工



成型加工产品

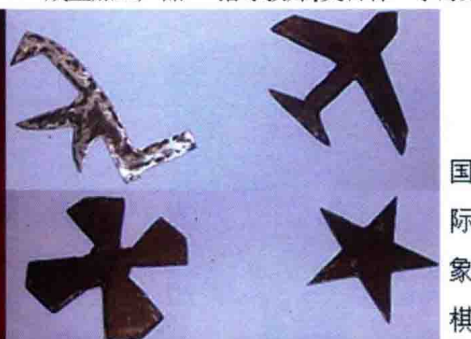


指导教师:樊百林 于海荣



学生自行创新设计加工的产品

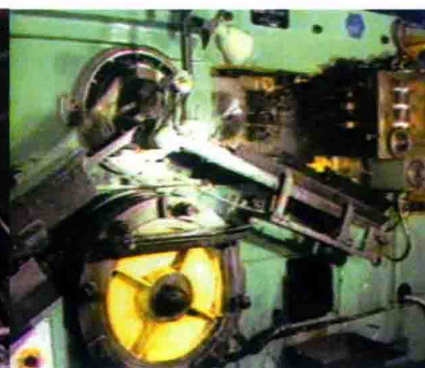
(指导教师:樊百林 邹静 甄同乐 金工指导教师:于海荣 李志鹏 王建宏 李东辉 杨淑清 汪泽瑞 申默根)



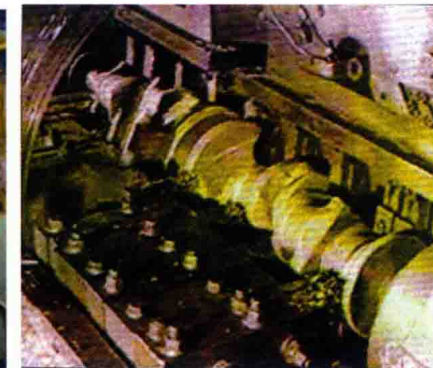
国际象棋



拉深加工



标准件螺栓加工



车曲轴



王慧(冶金):这是一堂无比重要的课,知识量远大于普通课堂。张哲铠:百闻不如一实践。  
丁增噶松(机械):纸上的知识再丰富,也不及一次动手实践学得多。



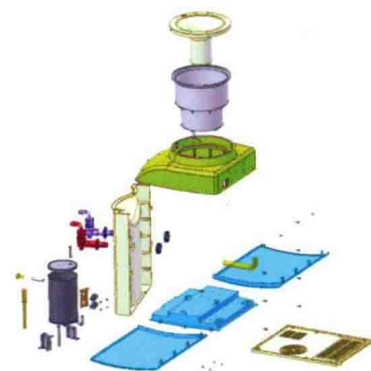
工程环境下不可或缺的偏心设计  
(指导教师:樊百林)



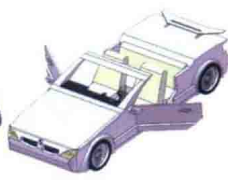
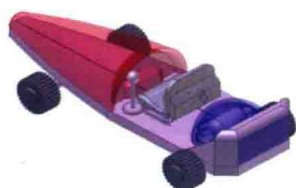
发动机零件拔叉  
(制作教师:许倩)



发动机虚拟样机  
(指导教师:陈华)



饮水机虚拟样机爆炸图  
(指导教师:樊百林)



指导教师:杨光辉



设计:张波



指导教师:樊百林



指导教师:许倩



指导教师:樊百林



# 序 一

无论是在日常生活中,还是在向上探索太空宇宙,向下考察大洋深渊的科学研究活动中;无论是在为提高生活水平和幸福指数对生存环境的改造中,还是在维护和平、保卫祖国的国防建设中,现代人类是绝对离不开机械产品的。

机械产品质量的好坏取决于机械设计与制造水平的高低。如果说机械设计与制造水平的高低影响着人类生活的幸福和历史进程,关系着一个国家的强弱与兴亡,这话一点也不为过。培养高水平的机械设计与制造人才显然是提高一个国家的机械设计与制造水平的关键之一。

对于培养高水平的机械设计与制造人才,高等工科院校的机械设计与制造基础系列课程是培养教育全过程的“先头部队”,是极其重要的一环。这“先头部队”下辖几个“战斗团”——几门机械设计与制造基础类课程,诸如:工程制图、认识实习、金属工艺学、机械原理、机械零件等等,有理论课,有实践课。按传统教学模式,这些课程各自独立设课;自成体系,顺序登场。

如何将这些课程有机结合,提高教学质量和教学效率,适应新形势、高要求,培养出更高水平人才,是近年来业内教师们共同热衷的课题。尝试者众,成果丰硕,各具特色。

北京科技大学樊百林老师和她的同仁撸起袖子加油干,所完成的教改项目成果令人瞩目。学校的《机械基础课堂教学与实践教学的研究与实践》获得了2005年国家级教学成果二等奖。在业内影响较大,先后有近40所院校的教师来参观、学习、交流、取经。该项目对机械设计制图以及工程制图课程教学目标、教学内容和教学模式进行了重大改革。

工程制图课程是工程图学系列课程的基础内容,量大面广,在培养机械设计与制造专业人才的整个过程中属“尖刀班”。在教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会所制定的“普通高等学校工程图学教学基本要求”中对课程性质作了如下描述:工程图学是研究工程图样表达与技术交流的一门学科。工程图样是设计与制(建)造中工程与产品信息的载体、表达和传递设计信息的主要媒介,在机械、土木、水利工程等领域的技术与管理工作有着广泛的应用,被认为是工程界表达、交流技术思想的语言。工程图学课程理论体系严谨,与工程实践联系密切,可以培养学生工程图样绘制、阅读以及形象思维能力,提高工程素质,增强创新意识,是普通高等学校本科工科专业重要的工程基础课程。

北京科技大学的老师们在教学目标、教学内容和教学模式三方面进行了有机结合的全方位改革。在教学目标和教学内容方面,将传统工程制图课程单纯培养对已有机械零部件表达能力提升为培养“设计—表达”综合能力。在教学模式方面,将传统工程制图课程以教师讲课当先方式改革为在教师指点下学生从认识典型机械,自己动手拆装当先,师生讨论总结,从实践上升到理论的方式。采用此种方式,学生不仅学到了知识,同时也培养了在实践中获得知识的能力。在内容上的另一项改革是以实践教学为基础引入计算机绘图实践和三维造型技术实践。

实践教学和实践教学研究是教改项目成果中的重大“闪光点”。本书以樊百林及其同仁付出艰辛劳动的国家教学成果奖的成功经验为基础,总结了多年实践教学和实践教学研究成果;以“科技工程、人文工程、绿色工程”三工程综合实践教学新理念为指导思想;以培养研究型、设计型、创新型,且同时具备高人文素养的卓越工程师为目标;采用以动手实践为前提,以典型案例设备结构分析和加工工艺为引线,以零部件设计为切入点,以环保、安全、责任、经济性等为外延的方式;将传统的设计制图理论,现代的计算机辅助设计制图造型手段,工艺结构知识等相融合,进行论述、讲

解,形成全新的教材体系,编写出这套符合国家“卓越工程师教育培养计划”所要求的,具有现代工程教学改革特色,实践性强、应用性强、研究性强,符合以专业工程发展规律和社会生存发展规律为理念的《现代工程设计制图实践教程》。

我盼望这套教材受广大读者欢迎,能对工程图学课程改革,形成新的课程教学体系和提高机械设计与制造人才培养的水平与效率起作用、作贡献。

清华大学机械工程学院教授 刘朝儒

2017年4月

## 序 二

现代社会,每一位工程、产品、工艺的设计与实践者,都应不负使命,创新、创造出符合现实需求和时代特色的品牌和产品。所以他们的设计理念和实施,都应体现当今社会倡导的人文意识和工程意识,都应具备这两方面的深厚素养,否则不能担当大任。

何谓人文意识?其一,必须体现人本思想。就是说,设计与实践必须坚决贯彻以人为本、“客户第一”的思想,不是为设计而设计,而是根据市场、百姓、客户的需求去设计与实践。而需求又分两个层面,一是现实需求,二是发展、隐性、潜在需求。现实需求,就是以市场急需、客户急需去设计出符合客户要求的方案和相应的实施工艺、程序、措施、办法;而对客户发展、隐形、潜在需求的准确把握则更难。要在充分考察市场和 market 发展趋势、消费趋势、竞争优劣势的基础上,才能准确把握和提出。根据后一种需求,必须提出“超前设计”。

“超前设计”,不仅要与时俱进,而且要引领风骚。“超前设计”的实质是引导、引领消费,激发潜在需求。“超前设计”必须执行“差异化方针”,必须有独创性、首创性,做到人无我有,人有我变或人有我优,人有我新。在这方面,我们应该有勇气向美国比尔·盖茨和乔布斯等人学习。

其二,“人文意识”必须体现人文关怀。“百年大计,质量第一”,必须把质量摆在头等位置,质量是产品、工程的生命线。要坚决杜绝豆腐渣工程和一切假冒、伪劣产品。切忌华而不实,中看不中用,金玉其外、败絮其中。人文关怀,还要体现一种人文情怀与温馨,体现人文特色、民族风情、民族文化与民族品格、民族品位,要把现代意识与民族传统、民族特色有机结合;还有一点,要体现和谐、美感,或者说体现整体美、协调美、外观与内在品质美。实用与美感结合,相得益彰。美,是设计建造与建筑艺术的本质要求之一。

因而面向市场需求,面向客户需求,面向人民日益增长的物质、文化需求,去创新、创造,去培养造就一代新人,是“人文意识”的真谛,也是中国大学教育、教改破题的题中应有之义和核心、要害所在。在此,中国大学教育和教改,必须在这方面变革上下大功夫、下苦功夫。绝不能关起门来搞教育和教改,必须敞开大门,走出去。大学要与市场、与企业结合,联合办学,联合科研,创新与创造。否则,培养、造就千百万创新、创造性人才,建设“创新型国家”,就是一句空话。

所谓“工程意识”,除上述“质量第一”、“质量是生命线”观念外,还需要注入高度的责任意识,对工程、产品完全负责、终身负责。还要特别注入生态文明意识。工业文明,工业现代化,诚然造就了人类物质文化的极大丰富,也改变了人类生存方式和生活方式,但工业文明的极度膨胀,资本主义的极度扩张,同时给地球、人类带来极大的灾难和危害。其一,对资源的掠夺,导致全球资源枯竭;其二,工业污染,带来全球环境污染、物种灭绝,形成全球性生态危机、生态灾难。

人类应该深刻反思。根据老子的观点,生态文明是最高文明;生态觉悟,是人类“返璞归真”,回归自然,顺应自然的大彻大悟。人和人类都是自然的产物。人类任何主宰自然、凌驾于其他生物之上的思想,都是痴人说梦,是帝国主义霸权思想在作祟。因而现代设计与实践,必须将生态文明理念贯彻始终。每一项创新设计与实践,每一项工程、项目的实施,都要充分考虑资源与环境因素,考虑其承载与承受。要牢牢树立珍惜资源与保护生态环境的设计与发明理念,以及可持续发展理念,要把这种理念贯彻始终,铭记在脑海里,流淌在血液中。当代的大学生,是未来创新发明、创新设计者、实践者,是中华民族复兴的中坚力量,他们更应该把这些思想、意识、理念,时刻铭记在心中。

中国当代大学教育及大学教师,承载着为祖国、为人民、为民族复兴,培养、造就一代有国际视

野、有担当的杰出人才的责任和义务。新一代杰出人才,必须:第一,有理想、抱负,以复兴中华、强国、富民为己任;第二,真正德才兼备。德,既包括做人的道德,好好做人;也包括做事的道德,即良好的职业道德,职业操守。第三,真才实学。才,包含多方面,要既博学,又专攻,这包含广博、专深的知识文化的吸纳和积累,举一反三的领悟与运用,还包括多方面的工作能力、执行力和专业技术能力;第四,有很强的创新、创造能力,不是因循守旧,只知模仿和抄袭。创新、创造是社会财富、人类进步不竭的动力与源泉;也是中华民族复兴、祖国富强、人民幸福的不竭动力与源泉,切不可等闲视之。恰恰是这几方面,是中国大学教育和教改的短板。所以,中国大学教育,光讲“传道、授业、解惑”是远远不够的,必须以更广阔视野,即以中华民族复兴、中国四个现代化、“两个一百年”的奋斗目标,以及站在世界经济加速一体化和“后工业社会”的高度来造就、培养新一代创新、创业者,造就世纪新人。

樊百林女士是一位优秀的大学教师,从事教育工作二十余年,为国家的工程教育改革付出了艰辛的劳动,她的现代工程实践教学改革,成为2005年北京科技大学国家教学成果二等奖——《机械基础课堂教学与实践教学的研究与实践》的坚实基础。她为人勤奋好学,执着追求,且善于思考。在随后的多年教学实践中,她逐步摸索的坚持“以人为本”,构建以“绿色工程、科技工程、人文工程”“三位一体”培养世纪新人的教学模式和教育实践,是教学教改的新尝试。现又略加总结,整理成《现代工程设计制图实践教程》一书,算是抛砖引玉,以期引起中国教育和社会各界对中国大学教育和教改的深度关注和深层次探索。

本人是老报人,对大学教育和教改实是外行,对大学理工科教育和教改,更是外行。请我作序,是赶着鸭子上架。外行看内行,犹如雾里看花,朦胧而不得要领;好处是:比较超脱、客观、公正。本序言实乃外行人的一点感慨,也是一家之言,不足为凭。本文没有任何贬损、贬低中国大学教育、教改成就的意图,只是提出了一种思路和见解,供大家探讨和参考。敬请各位读者、专家、学者,不吝赐教,是以为序。

人民日报资深高级记者、评论家 高新庆

2016年12月

# 前 言

祝贺您翻开了这本书,一种新的认识世界和改造世界的实践观将映入您的脑海。

研究性现代工程实践教学是一个长远的课堂,值得研究的课堂。2005年北京科技大学的《机械基础课堂教学与实践教学的研究与实践》获得高等教育国家级教学成果二等奖,正如清华大学刘朝儒教授说:“实践教学和实践教学研究是成果中的重大‘闪光点’”,正是因为这一重大“闪光点”,实践教学和实践教学研究成为北京科技大学别具一格的一大特色,所以先后有近40所高校来参观交流取经。

总结多年实践教学和实践教学研究成果,编写一套符合国家“卓越工程师教育培养计划”,实践性强、应用性强、研究性强,反映现代工程教学改革特色及专业工程发展规律和社会生存发展规律的教材显得尤为必要和迫切,这样才能使教改顺利落实和开展,使更多学生受益。为国家走新型工业化发展道路、建设创新型国家和人才强国战略服务。

培养卓越工程师创新能力和实践能力,培养设计型高素质综合工程型人才非常关键和重要。这样大学生才能跻身于国际工程设计行列,服务于自身,服务于社会,感恩社会。

本教材指导思想:以培养卓越工程师为理念,突破传统的工程制图表达思想,以工程实践研究性教学为基础,以工艺为引线,以机器零部件设计为切入点,阐述投影知识、视图表达,阐述设计的严谨性、标准性、规范性、创新性,同时阐述工程设计中的质量管理因素,以表达工程设计的最终目的。

本书以现代设计为手段,介绍了虚拟样机的应用和设计,以及设计制图表达中的人文科学素养的培养,在工程案例制图设计基础上,体现制图教学研究实践内容性、应用性。总结多年的理论课堂和实践课堂的研究成果,提出了现代三工程实践教学新理念。

本教材的特色:

- (1)从培养工程教育和卓越工程师教育为理念,突出了制图的设计性、研究性、实用性。
- (2)为贯彻以“以人为本的素质教育理念”,在教材的编写上注重素质教育和能力的培养。
- (3)以现代计算机造型手段,引入人文教育理念,突出教材以设计和实践为基础的以人为本的研究性实践性教学指导思想。
- (4)在教材的编写理念上,着重培养学生发现问题、分析问题、解决工程设计问题的能力,培养设计与制图的综合能力;着重培养工程系统设计思想和制图思想。
- (5)以人文科学为基础,以工艺为引线,以工程设备表达为主体,以生态和谐为目标的教学实践新体系,参与现实,贴近生活,适应性广,实践性强、应用性强。

参加本书编著的作者来自北京科技大学、北京科技大学产业集团、燕山大学、山西省农业机械化学校、北京服装学院、山东工业职业学院。本书编写分工如下:樊百林编著第一章、第二章部分、第三章部分、第四章部分、第五章部分、第六章部分、第七章、第八章、第九章、第十章部分、第十一章部分、第十二章部分、第十三章、第十四章、附录部分;杨光辉编著第四章部分;许倩编著第四章部分;陈华编著第三章部分;李大龙编著第五章部分;陈明艳编写第五章部分;李晓武编著第五章部分,第六章部分;姜桂荣、窦金平编著第十章部分;王宏伟编著第十一章部分、第十二章部分,附录部分;毛育润编著附录部分;杨皓编著第二章部分;曹彤编著第二章部分;万静编著第二章部分;陈平编著第二章部分。

在教材的编写过程中,清华大学刘朝儒教授,北京理工大学焦永和教授对本书进行了认真的审定,提出了许多宝贵的建议,北京理工大学张彤教授对全书的标准进行了审阅,并对全书文字进行了校正,樊百林对全书进行统稿和整理。王宏伟对全书做了文字校对,王宏伟、熊广仲、李红宇、杨帆、查向云对全书图片做了整理,在这里对他们表示衷心的感谢。

感谢武汉博能设备制造有限公司、武汉市中南万向联轴器厂、江西华伍制动器股份有限公司的大力支持。

由于水平有限,纰漏与不妥之处在所难免,敬请各位读者不吝指教,建议和意见可发:fanbailin868@sina.cn。

本教材属于“卓越工程师培养计划项目”教学类教材,在编写过程中得到了北京科技大学教材建设经费的资助。在此特别感谢北京科技大学教务处的支持。

樊百林  
于北京科技大学  
2016年11月

# 目 录

第0章 绪论	1
0.1 工程教育的意义	1
0.2 三工程实践教学新理念	1
0.3 本课程的性质任务	1
0.4 本教程体系和教程特点	1
0.5 本教程的内容	2
0.6 现代工程实践教学	2

## 第1篇 现代工程设计与制图实践教学

第1章 现代工程设计制图实践教学	4
1.1 现代工程实践教学	5
1.2 工程设计与设计制图	10
1.3 虚拟技术与实践教学	15
1.4 以工艺为理念的制图实践教学	17
1.5 人类工程环境中的构形科学	18
1.6 以设计为理念的设计制图实践教学	22
思考题	24
习题	24
参考文献	24
第2章 现代工程设计制图国家标准	25
2.1 国家制图标准的基本规定	26
2.2 绘图工具	37
2.3 尺规绘图的方法和步骤	41
思考题	41
习题	41
参考文献	42

## 第2篇 工程设计实践与计算机设计技术

第3章 Autodesk Inventor 造型设计	43
3.1 Autodesk Inventor 软件简介	44
3.2 人文科学理念的三维数字化创意设计	54
3.3 发动机气缸体造型实例	63
3.4 三维数字化创意设计作品汇集	68
思考题	70
习题	71
参考文献	71
第4章 AutoCAD 2014 计算机绘图技术	72

4.1 AutoCAD 2014 基础知识 .....	73
4.2 绘图环境设置 .....	80
4.3 机械电器元件及原理图绘制 .....	88
4.4 工程中圆弧零件 .....	93
4.5 零件图的绘制 .....	100
思考题 .....	112
习题 .....	112
参考文献 .....	113

### 第3篇 造型工艺与投影表达

第5章 投影理论基础 .....	114
5.1 投影特性 .....	115
5.2 轴测图 .....	120
5.3 三视图 .....	130
5.4 立体表面的投影分析 .....	138
5.5 换面法 .....	145
5.6 第三角投影法简介 .....	153
思考题 .....	154
习题 .....	154
参考文献 .....	155
第6章 工程中几何立体的表达 .....	156
6.1 以工程意识为基础的实践教学 .....	157
6.2 工程中常见的几何体 .....	159
6.3 平面与立体相交 .....	168
6.4 立体与立体相交 .....	179
思考题 .....	190
习题 .....	190
参考文献 .....	191
第7章 造型工艺与零件特征 .....	192
7.1 先进工艺成型产品 .....	193
7.2 工程中零件特征元素 .....	206
7.3 成型产品赏析 .....	220
思考题 .....	224
习题 .....	225
参考文献 .....	226

### 第4篇 机器与工程图样

第8章 机器与工程图样 .....	227
8.1 机器 .....	228
8.2 视图 .....	230
8.3 剖视图 .....	235
8.4 断面图 .....	251
8.5 其他表达方法 .....	255
8.6 发动机零件表达综述 .....	261

思考题.....	268
习题.....	268
参考文献.....	268
第9章 部件与装配图样.....	269
9.1 装配图样 .....	270
9.2 装配结构的合理性 .....	274
9.3 部件测绘 .....	280
9.4 读装配图及拆画零件图 .....	292
9.5 零件的测绘 .....	295
思考题.....	302
习题.....	302
参考文献.....	302

## 第5篇 工程图样中的技术性与标准件

第10章 工程图样中的技术性 .....	303
10.1 零件结构设计分析.....	304
10.2 工程图样表达要素.....	311
10.3 极限与配合.....	320
10.4 产品的表面结构技术要求.....	331
思考题.....	334
习题.....	335
参考文献.....	335
第11章 工程设计中的标准件 .....	336
11.1 概述.....	336
11.2 螺纹.....	338
11.3 螺纹紧固件.....	346
11.4 螺栓连接的强度计算.....	353
11.5 铆接.....	360
11.6 键.....	361
11.7 销.....	365
11.8 滚动轴承.....	366
11.9 标准件表达符号.....	369
思考题.....	370
习题.....	370
参考文献.....	370
第12章 工程设计中常用件 .....	371
12.1 概述.....	372
12.2 联轴器.....	372
12.3 离合器.....	382
12.4 齿轮.....	389
12.5 弹簧.....	393
12.6 制动器.....	399
12.7 常用件表达符号.....	402
思考题.....	404

习题.....	404
参考文献.....	404

## 第6篇 工程设计实践中的安全责任

第13章 以设计为理念的饮水机 .....	405
13.1 测绘.....	406
13.2 饮水机结构原理.....	406
13.3 功能材料与工艺.....	408
13.4 饮水机实践教学.....	409
思考题.....	414
习题.....	414
参考文献.....	414
第14章 工程设计实践中的安全责任 .....	415
14.1 质量与检测.....	416
14.2 安全责任工程.....	417
14.3 实践教学中的责任与安全.....	419
14.4 三工程实践教学新理念.....	421
思考题.....	422
习题.....	422
参考文献.....	423
附录.....	424
附录A 连接与紧固.....	424
附录B 联轴器.....	430
附录C 极限与配合.....	436
附录D 密封件.....	446
附录E 材料.....	448
附录F 焊接.....	450