

教育部高等学校机械类专业教学指导委员会
中国机械工程学会

中国机械工程学科教程研究组 编

China Mechanical Engineering Curricula
中国机械工程学科教程

(2017年)

CMEC

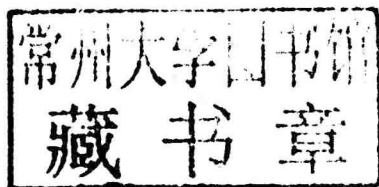
清华大学出版社

中国机械工程学科教程研究组 编

China Mechanical Engineering Curricula

中国机械工程学科教程

(2017年)



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本教程在 2008 年版的基础上,重新分析研究了我国机械工程学科的发展现状和机械工
程教育的具体情况,提出了一个新的适应我国机械工程学科本科教学要求的参考计划。本教
程以机械工程知识体系为核心,将知识要素汇集为结构合理且易于实现的学习单元,便于教
学方法和资源的共享,并为课程建设提供了一个基本框架,可供相关人员参考。

本教程共分 8 章,包括绪论、机械工程学科与机械类专业、学生、专业教育条件、机械工
程教育知识体系、课程体系与教学计划、专业实践、工程教育认证。附录中介绍了一些国外知名
大学机械工程专业课程设置的相关情况。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

中国机械工程学科教程. 2017 年/中国机械工程学科教程研究组编. —北京:清华大学出
版社, 2017

ISBN 978-7-302-48057-0

I. ①中… II. ①中… III. ①机械工程—高等学校—教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 207757 号

责任编辑:许 龙 冯 昕

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×230mm 印 张:13.5

字 数:247 千字

版 次:2017 年 8 月第 1 版

印 次:2017 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:50.00 元

产品编号:076510-01

中国机械工程学科教程研究组

(2017 年)

主 任：李培根

执行主任：吴 波 贾民平

成 员（按姓氏首字母排列）：

车建明 黄 平 孔祥东 李郝林

潘柏松 钱瑞明 王 玲 王润孝

王 勇 闫纪红 袁军堂 阎开印

秘 书：庄红权

中国机械工程学科教程研究组

(2008 年)

主 任：李培根

执行主任：陈关龙 吴昌林

成 员（按姓氏首字母排列）：

郭钟宁 高 炉 李 旦 李郝林

李尚平 李先正 芮执元 盛颂恩

许明恒 许映秋 于晓红 张 慧

秘 书：庄红权

序

新工业革命正在深刻地改变着世界,中国正在向世界工业强国的行列迈进,如此大背景下的我国机械工程高等教育面临着严峻的挑战。

《中国机械工程学科教程》(以下简称《教程》)自 2008 年出版以来,成为很多高等院校机械学科教学改革的重要参考书之一。此次再版修订,希望《教程》不断地为机械学科教学改革服务。

常常听到部分企业界人士提出这样的话题:大学能否为企业进行订单式的人才培养?这种要求看似简单、直白,却反映了当前学校人才培养工作的一种尴尬:企业对工程人才培养现状并不满意。如何使企业满意?答案却不是简单明了的。大学中部分教授和企业中的某些工程师可能愿意采用简单的答案:订单式培养。我虽然一贯主张大学与业界的紧密联系,主张工程教育应该直面企业需求,主张让更多的非专任教师走上大学的讲台(不只是讲座,还包括课程中某些内容的讲授),可是若完全让企业的现实需求牵着鼻子走,似乎也令我惶惑不安。在我看来,有两种不同的企业需求,一种是眼前的、完全实用主义的需求,另一种是长远的、预期的需求,也是大学应该尽量去满足的。如果一个企业的订单式培养计划着眼于长远的、预期的需求,那么委托某大学按其订单要求培养,或许还有合理成分。否则,仅止于当下实用主义的需求,就不可能真正培养出面向未来工程发展的人才。

或许有人会质疑,大学有不同层次,如研究型、应用型等,应用型大学为何不着眼于当下现实需求,何必着眼于长远、预期的需求?其实,应用型人才的工作难道不也是随着技术的发展而变化的吗?我们能够想象在 APP 广泛应用的时代,在可穿戴的时代,在人工智能的时代,应用型人才还是一成不变的吗?因此,各种层次的工程人才的培养都需要着眼于未来的、预期的需求。

引领工业的未来需求,大学工程教育责无旁贷。那么工程教育中的教材改革应该做些什么?

我曾提出过高等工程教育边界再设计的想法。专业边界在哪里?对于某个专业而言,其课程体系的边界在哪里?某一门课程内容的边界又在哪里?这些实际上是业界未来发展趋势和人才市场的潜在需求对高等工程教育提出的挑战,当然是大学工程教育必须面对的问题。

有两点需要特别注意。其一,面向企业长远的、预期需求的边界再设计,既

不是某些工程师仅基于企业眼前需求的实用主义呼唤,更不能只是某些教授关在象牙塔中的虚构。它必须是业界人士与教授们融合、协同的产物。其二,不同类型、不同层次的院校对《教程》中内容的选择或组合可以不一样。尤其是应用型大学,一味地向研究型大学趋同的做法显然是不可取的,甚至是荒唐的。

长远的、未来的需求不能是虚无缥缈、遥不可及的,它毕竟是可预期的,是业界人士也可感知的即将到来的变化。既如此,不可能产生一个长时间不变的“边界再设计”,而是需要一个不断进化的“边界再设计”。换言之,“边界再设计”应该是大学的常态工作,不是一时的,而是长期的;不是静止的,而是动态的。

教育部高等学校机械类专业教学指导委员会与中国机械工程学会、清华大学出版社合作编写、出版这本《教程》,规划机械专业乃至相关课程的内容。希望《教程》既体现前瞻,又立足于企业可预期的需求。《教程》提供了一个平台,衷心希望有志于此的教师、工程师利用这个平台,持续、有效地展开专业的、课程的边界再设计,使得教学内容总能跟上技术的发展,使得大学培养的人才更能为社会所认可,为企业所欢迎。



2017年4月

出版说明

(2017 年)

《中国机械工程学科教程》于 2008 年 7 月由清华大学出版社出版以来,为 广大机械类高校了解机械工程本科教育的知识体系、设置课程制订培养计划起到了重要的参考作用。《中国制造 2025》描绘了我国建设制造强国的宏伟蓝图,实现制造强国的战略目标,关键在人才。深化工程教育教学改革,强化学生工程实践能力培养势在必行。

在此新形势下,教育部高等学校机械类专业教学指导委员会会同中国机械工程学会、清华大学出版社于 2015 年 8 月在燕山大学成立了教程改版研究组,以期在保持教程的延续性的基础上,结合新形势、新要求,更新知识体系和课程体系,启动了编写《中国机械工程学科教程(2017 年)》的项目。

研究组以李培根院士为主任,吴波教授、贾民平教授为执行主任,集合了华中科技大学、东南大学、天津大学、西南交通大学、华南理工大学、山东大学、哈尔滨工业大学、浙江工业大学、南京理工大学、上海理工大学、西北工业大学、燕山大学等高校的一线机械工程教育专家作为成员,并特别邀请了中国机械工程学会的行业专家。研究组通过近两年的努力,进一步研究探讨了我国机械工程学科的教育思想、机械专业的知识体系、课程体系以及教学计划等,并结合部分代表性高校专业建设与专业认证的新成果,最终形成了《中国机械工程学科教程(2017 年)》。

在此期间,研究组通过各种方式多方征集意见,分别在燕山大学、南京理工大学、浙江工业大学、山东大学、西南交通大学等高校召开研讨会,集思广益,充分论证,力求在保持原教程的体系框架不变的基础上,有所突破与创新。

本书在成书过程中还通过教育部高等学校机械类专业教学指导委员会征求了很多高校与企业的意见,上海交通大学陈关龙教授、华中科技大学吴昌林教授审阅了全书。除了研究组的人员外,张策(天津大学)、王树新(天津大学)、张祖涛(西南交通大学)、高明(西南交通大学)、姜兆亮(山东大学)、陈淑江(山东大学)、刘刚(山东大学)、梁利华(浙江工业大学)、金伟娅(浙江工业大学)、汪惠芬(南京理工大学)、王芳(南京理工大学)、徐骏善(南京理工大学)、李理光(同济大学)、王东(同济大学)、卢玫(上海理工大学)、马炳和(西北工业大学)、罗剑(西北工业大学)、李旦(哈尔滨工业大学)、李仕华(燕山大学)、金淼(燕山大

学)、赵海燕(清华大学)、何存富(北京工业大学)、张杰(北京科技大学)、于靖军(北京航空航天大学)、冯慧华(北京理工大学)、王华庆(北京化工大学)、巩亚东(东北大学)、崔岩(大连理工大学)、戴士杰(河北工业大学)、郭文武(石家庄铁道大学)、杨灿军(浙江大学)、章俊良(上海交通大学)、郭宇(南京航空航天大学)、杨旭静(湖南大学)、赵前程(湖南科技大学)、林有希(福州大学)、成思源(广东工业大学)、汤宝平(重庆大学)、杨平(电子科技大学)、王杰(四川大学)、蔡勇(西南科技大学)、段玉岗(西安交通大学)、韩建海(河南科技大学)、刘永平(兰州理工大学)、孙文磊(新疆大学);吴斌兴(中联重科股份有限公司)、谭桂斌(国机智能科技有限公司)、吴玲(上汽集团商用车技术中心)、王坤全(中车集团资阳机车有限公司)、张赣(重庆长客轨道车辆有限公司)、胡建平(成都飞机工业(集团)有限责任公司)、叶农(北京精雕科技有限公司)、江平(浙江晨龙锯床有限公司)、梅领亮(广东正业科技股份有限公司)等高校教师及企业界专家参与了教程编写或提供了非常有益的意见和建议,为本书的出版作出了很大贡献,在此一并向他们表示感谢!

由于新形势的不断变化,此次研究尚存在一些不足。特别是近年来,机械工程学科的内涵不断拓展,机械工程专业设置也有所调整。研究组已经开展了对车辆工程、机器人工程等专业的调研与研讨,期待通过广大院校教师的共同努力,不断把学科、专业的知识体系与核心课程体系梳理清晰,把教学工作做好,把学生培养好。我们诚挚希望在机械工程教学一线的专家同仁结合自身的教学实践,向我们提出宝贵意见,积极参与到项目研究之中。

中国机械工程学科教程研究组

2017 年 4 月

出版说明

(2008 年)

机械工程学科是机械学科及其技术、工程的总称。它与人类社会活动关系十分密切,应用非常广泛,是为国民经济建设和社会发展提供各类机械装备和生产制造技术,以创造物质财富和提高文明水准的重要学科。

进入 21 世纪以来,中国机械工程教育事业既面临着挑战,也面临着难得的发展机遇。机械制造业已经成为带动中国经济持续增长的最重要的产业之一。目前,我国面临着从制造业大国走向制造业强国的迫切需要,先进制造技术列为中国在今后 15 年建设创新型国家重点发展的技术领域,对机械工程人才的要求将越来越高,机械工程教育面临着大有作为的重要战略机遇期。

为此教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会会同中国机械工程学会、清华大学出版社启动了“中国机械工程学科教程研究”项目,以期确立机械工程学科教育知识体系的框架,确定课程体系的基础及核心内容。

在李培根主任委员的倡导和积极组织下,组建了研究组。该研究组以李培根院士为主任,陈关龙、吴昌林为执行主任,集合了华中科技大学、上海交通大学、西南交通大学、北京科技大学、哈尔滨工业大学、东南大学、山东大学、浙江工业大学、上海理工大学、广东工业大学、钦州学院、兰州理工大学等高校的一线机械工程教育专家作为成员,并特别邀请了中国机械工程学会的一些专家。研究组通过将近两年的努力,经过各种方式多方征集意见,研究探讨了我国机械工程学科的教育思想、课程体系以及教学计划等,并结合国内外部分著名高校机械工程专业 的教学成果,形成了《中国机械工程学科教程》。

本教程采用知识领域边界再设计的方法,以学术界的研究成果和机械工业界的良好建议为基础,基于中国机械工程教育的现状和发展,构造机械工程本科专业教育的知识体系和框架,建立良好的课程知识体系,使机械工程本科教学更系统、适应现代机械工程技术和经济的发展。

本书经过研究组的多次研讨,并通过教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会征求了很多高校的意见。在将近两年的时间里,除了研究组的人员外,吴宗泽(清华大学)、余梦生(北京科技大学)、郭可谦(北京航空航天大学)、庞思勤(北京理工大学)、张有忱(北京化工大学)、高铁红(河

北工业大学)、谢黎明(兰州理工大学)、靳岚(兰州理工大学)、钱瑞明(东南大学)、张进生(山东大学)、李凯岭(山东大学)、王志(山东大学)、何汉武(广东工业大学)、毛宁(广东工业大学)、高健(广东工业大学)、苗剑(广西大学)、李健(广西工学院)、徐武彬(广西工学院)、潘晓弘(浙江大学)、潘柏松(浙江工业大学)、秦宝荣(浙江工业大学)、李理光(同济大学)、王振亚(同济大学)、卢玫(上海理工大学)、许敏(上海交通大学)、杨培中(上海交通大学)、苏永康(上海交通大学)、王殿龙(大连理工大学)、张庆春(哈尔滨工业大学)、邵东向(哈尔滨工业大学)、杜彦良(石家庄铁道学院)、袁军堂(南京理工大学)等高校教师参与了教程编写或提供了非常有益的意见和建议,为本书的出版作出了很大贡献,在此一并向他们表示感谢!

由于种种原因,此次研究尚存在一些不足。诚挚希望在机械工程教学一线的专家同仁根据自身的教学特点提出宝贵意见(zhuanghq@tup.tsinghua.edu.cn),积极参与到项目研究之中,并结合教学实践来充实、完善我们自己的课程体系研究成果。

中国机械工程学科教程研究组

2008年7月

目 录

第0章 绪论	1
0.1 导言	1
0.2 本教程的编写原则	2
0.3 本教程的结构	2
第1章 机械工程学科与机械类专业	4
1.1 机械工程发展简史	4
1.1.1 古代机械	4
1.1.2 近代机械工程	5
1.1.3 现代机械工程	6
1.2 中国的机械工业	7
1.3 机械工程学科简介	9
1.4 机械工程专业人才培养	10
1.4.1 中国机械工程专业的历史沿革	10
1.4.2 国外大学机械类专业培养方案的特点	14
1.5 工程教育专业认证	16
第2章 学生	17
2.1 知识结构与能力	17
2.2 科学方法	21
第3章 专业教育条件	23
3.1 师资	23
3.1.1 专业课程教师	23
3.1.2 相关课程教师	24
3.2 应有专业教育设备及资料	25
3.3 应有必备的专业教育支撑	25

第4章 机械工程教育知识体系	27
4.1 知识体系的结构	27
4.2 专业教育组成	27
4.3 机械工程教育知识领域	28
4.3.1 机械设计原理与方法	29
4.3.2 机械制造工程原理与技术	45
4.3.3 机械系统中的传动与控制	54
4.3.4 计算机应用技术	66
4.3.5 热流体	77
第5章 课程体系与教学计划	83
5.1 课程建设的指导原则	83
5.2 课程体系结构	83
5.3 推荐课程描述	85
5.3.1 机械设计原理与方法知识领域中的相关课程	85
5.3.2 机械制造工程原理与技术知识领域中的相关课程	99
5.3.3 机械系统中的传动与控制知识领域中的相关课程	110
5.3.4 计算机应用技术知识领域中的相关课程	126
5.3.5 热流体知识领域中的相关课程	138
5.3.6 改革及集成课程举例	143
第6章 专业实践	151
6.1 概述	151
6.2 本专业实践性教学环节的规范性要求	152
6.2.1 工程训练	152
6.2.2 实验课程	152
6.2.3 课程设计	153
6.2.4 生产实习	153
6.2.5 毕业设计(论文)	154
6.3 实践性教学环节的拓展	156
第7章 工程教育认证	157
7.1 国际工程教育认证概况	157
7.1.1 华盛顿协议	157

7.1.2 欧洲工程教育认证	158
7.2 中国工程教育认证概况	159
7.2.1 发展沿革	159
7.2.2 组织体系	160
7.2.3 认证标准	165
7.2.4 认证程序	170
7.2.5 认证理念	174
附录	178
附录 A 以“学生为中心”的教育模式案例	178
附录 B 密歇根大学机械工程系培养计划分析	180
附录 C 佐治亚理工学院机械工程课程体系	186
附录 D 亚琛工业大学机械工程专业本科课程与教学计划	187
附录 E 东京工业大学机械系的学习教育目标	196
参考文献	198

第 0 章 绪 论

0.1 导言

机械工业是国家工业体系的核心产业,担负着向国民经济各部门提供技术装备的任务。机械工业的技术水平和规模是衡量一个国家综合实力的重要标志。

机械工程学科担负着为我国机械工业及相关行业提供人才支撑的重要使命,直接影响着我国机械科学与技术的发展,进而影响着我国的经济建设和社会的发展。

机械工程学科的主要任务是各种知识、信息融入设计、制造和控制中,应用现代工程知识和各种技术(包括设计、制造及加工技术,维修理论及技术,材料科学与技术,电子技术,信息处理技术,计算机技术和网络技术),使设计制造的机械系统和产品能满足使用要求,并且具有市场竞争力。

机械工程学科的主要领域包括机械的基本原理、各类机械系统及产品的设计理论与方法、制造原理与技术、测控原理与技术、自动化技术、材料加工、性能分析与实验、工程控制与管理等。随着本学科及相关学科的飞速发展和相互交叉、渗透与融合,机械工程学科在人才培养上更加强调多学科交叉融合及创新应用能力。

机械工程学科具有悠久的历史,也是工程学科门类中的重要学科之一。20 世纪以来,电子技术、计算机技术、信息技术等高新技术的出现和发展,促进了机械工程学科快速发展。

进入 21 世纪,在机械工程学科引领下的我国机械工业和制造业得到了飞速发展。制造业已成为关系国计民生和国防安全的支柱产业,也是国家经济发展的财富来源行业之一。我国已成为制造业大国,正面临从制造业大国向制造业强国转型的关键时期。尽快实现和完成这一重大转变,人才是关键。培养大批适应中国机械工业,特别是制造业发展所需的技术人才,对中国机械工程教育事业既是严峻的挑战,又是难得的机遇。

为此,2008 年,由教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会、中国机械工程学会、清华大学出版社联合组成中国机械工程学科教程

研究组,研究出版了《中国机械工程学科教程》。

2015年,随着《中国制造2025》的颁布,对机械工程人才培养提出了更高的要求。为此,教育部高等学校机械类专业教学指导委员会会同中国机械工程学会、清华大学出版社联合组成了中国机械工程学科教程修订研究组,结合新形势、新要求,对教程进行修订,力求在保持原教程的体系框架不变的基础上,有所突破与创新。

本教程旨在建立适应现代机械工程技术人才培养目标的课程体系,使机械工程本科教学更规范,更能适应现代机械工程技术 and 国民经济发展对人才培养的要求。本教程倡导重理论、强实践、求创新的机械工程人才培养思路,通过数学类、自然科学类、人文社会科学和机械工程相关的基本理论、基础知识的教学和基本技能的训练,使学生的知识、能力和素质得以协调发展,达到专业培养目标的基本要求。

0.2 本教程的编写原则

教程的编写借鉴了国内外大学先进的办学理念和人才培养的经验,遵循了开放性、多样化的原则。参考本教程制定人才培养计划时需注意以下问题:

(1) 本教程为开放系统,要充分考虑社会需求和机械工程学科的发展,及时将现代设计理论和方法以及先进制造技术等引进课程体系中。

(2) 我国高等工科学校门类繁多,各校定位和服务面向不尽相同,本教程只给出了专业建设的基本标准。在制定教学计划时,应充分考虑学校的自身条件和特点,构建因材施教的教学计划和培养体系,应有一定的弹性,给学生自主学习和个性发展留有充分的余地。

(3) 机械工程专业人才培养是以工程为背景的专业教育,而工程教育的核心是实践能力的培养,教程强调了实践教学环节。在制定教学计划时,应特别注重以学生为主体的实践教学体系的构建,把引导学生主动实践、培养学生的综合能力 and 创新意识落到实处。

0.3 本教程的结构

本教程共分8章:第0章介绍本教程的一些基本情况;第1章介绍机械工程学科的定义、发展历史、人才培养以及影响学科教育的其他因素;第2章介绍本科生的培养目标,包括基本要求、能力与技能;第3章介绍机械工程专业教育的基本要求;第4章介绍机械工程教育知识体系以及知识领域、子知

识领域、知识单元和知识点的划分；第5章介绍机械工程学科教育的课程体系和教学计划,并介绍各主要知识领域的相关主干课程；第6章介绍机械工程教育中应该注意的一些实践问题；第7章介绍国内外机械工程教育专业认证的最新情况和相关文件。附录中介绍了一些国外知名大学机械工程学科的相关情况。