



高等教育质量理论与实践研究丛书

我国重点大学本科 工程教育 实践教学研究

许晓东 李培根 陈国松 ◆ 著

A Study on Practical Teaching of
Undergraduate Engineering Education
in National Key University



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



高等教育质量理论与实践研究丛书

University
Education

教育部人文社会科学研究专项任务重大项目“本科工程
教育实践教学改革研究”(批准文号:10JDGC002)成果

我国重点大学本科 工程教育 实践教学研究

许晓东 李培根 陈国松 ◇ 著

A Study on Practice
Undergraduate Eng
in National Key Uni



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

我国重点大学本科工程教育实践教学研究/许晓东,李培根,陈国松著. —武汉:华中科技大学出版社,2014.4

ISBN 978-7-5609-7636-5

I. ①我… II. ①许… ②李… ③陈… III. ①高等教育-工科(教育)-教育模式-研究-中国 IV. ①G649.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 073764 号

我国重点大学本科工程教育实践教学研究

许晓东 李培根 陈国松 著

策划编辑:周小方

责任编辑:曹红

封面设计:龙文装帧

责任校对:张琳

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

排版:龙文装帧

印刷:武汉科源印刷设计有限公司

开本:710mm×1000mm 1/16

印张:12.25 插页:1

字数:240千字

版次:2015年1月第1版第1次印刷

定价:38.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



自 1999 年我国高校开始大规模扩招以来,高等教育质量问题便引起社会与高等教育界的广泛关注,围绕大规模扩招是否导致高等教育质量下降的问题,出现了不同评价、不同观点。这场争议的焦点并不是一般意义上的规模发展是否引起质量下降的问题,而是这种突发性、超高速、超常规的扩招,是否具有必要的条件,是否导致了质量的下降。

高等教育是个十分复杂的体系,对其质量进行评价则是一个更为复杂的领域,因此,在教育质量的评价上出现不同观点和看法,也很正常。问题的症结并不在于就事论事地判定谁是谁非,而是应当超越各种不同的看法和观点,从我国高等教育质量评价工作的现状中去探寻难以取得共识的原因。只有这样才能使教育质量评价的工作步入科学的轨道,在高等教育的改革和发展中起到应有的作用。之所以关于高等教育质量的争议难以取得共识,直接的原因是缺乏具有公信力的高等教育质量的评价,究其根本则在于我国一直以来就没有建立起严格意义上的高等教育质量评价工作的体系。

为了求得共识,学校在探索,学者在思考。尽管说,判定高等教育质量的高低必定有价值判断的内容,而价值判断受主观因素的影响,不同的评价主体凭着各自的评价标准,会得出不同的结果,难以达成共识,但是,在一段相对稳定时期,针对某个具体的领域,人们的兴趣、需要和期待肯定存在相通、相似、相一致的地方。自然界有规律可循,社会问题同样有规律可循,高等教育也不例外。高等教育的复杂性和特殊性,决定了高等教育的评价标准不可能整齐划一,必定存在大量个性化的因素。在探索高等教育质量标准,构建质量保证体系时,争论与分歧仍会继续,但这些不同的观点、思路发生碰撞时,就会发生过滤和升华,一些明显偏激的观点会渐渐过滤,而那些生命力强的思想和观点会慢慢集聚和提升,在交汇的过程中渐渐达成共识,促成高等教育的逐步发展和质量的提升。

华中科技大学作为新中国成立以来高等教育发展最快的一个典型案例,有着高度关注高等教育质量问题的实践创新和理论研究的传统,一批专家学者长期致力于高等教育质量理论与实践研究工作多年,积累了丰富的经验。在华中科技大学



学出版社的积极倡导下,我们汇集了长期关注、研究以及领导高等教育质量的全国的专家学者,形成了这一将陆续出版的“高等教育质量理论与实践研究”丛书。

《我国重点大学本科工程教育实践教学研究》以我国重点大学本科工程教育实践教学为研究对象,厘清了本科工程教育理论教学与实践教学之间的关系;分析了我国本科工程教育实践教学存在的问题及原因;从本科工程教育的目标定位、实践教学课程体系改革、教学方法及评价方式改革等方面创新了本科工程教育实践教学模式和体制机制;从高校外部环境和内部改革着手,提出了促进实践教学改革的相关政策建议。《研究型大学本科教学质量保障体系探究》围绕研究型大学本科教学质量保障体系的建立展开,分析了国内外研究现状,预测高校教学质量保障体系的研究趋势,厘定了高校教学质量的相关概念,探究研究型大学质量保障背后的价值取向,努力确立研究型大学本科教学标准纲要。在此基础上,从人才培养目标定位、条件质量标准、过程质量标准、结果质量标准和质量监控等五个方面构建研究型大学本科教学保障体系。研究的实例以华中科技大学为主,以国内其他著名研究型大学为补充。《模式改革:我国本科拔尖创新人才培养的脉络、案例与经验》从模式改革这个教学改革的最初落脚点的角度,并以纪实研究的风格,探讨了30多年来本科拔尖创新人才培养的模式改革的演进脉络,几类典型案例的人才培养模式,模式改革的经验、动力机制、走向、问题与建议。

这些专著从不同侧面探讨了高等教育质量的保障,既有经验的提升,也有学理的深化,虽然只是探究途中的初步收获,但是这些文字的出版,肯定有益于探求的继续前行。我们期待国内外有更多关心高等教育,长期致力于高等教育质量理论与实践研究工作的专家学者加入到我们的队伍中,以“高等教育质量理论与实践研究丛书”为展示平台,推出更多精品。



百年大计,人才为本;人才大计,教育为本;教育大计,教学为本。在国力激烈竞争的今天,竞争的焦点集中在科技竞争、高科技竞争。不言而喻,作为培养高科技人才的高等工程教育,尤其是其中的教学,不可能不处于一个十分重要的地位。

随着经济全球化和世界新一轮科技革命的兴起,各国都面临产业转型和升级的机遇和挑战,发达国家努力向产业链最高端转移,以占领科技制高点和获得高额垄断利润;发展中国家开始进入产业链低、中端,以推进工业化进程,建设现代文明。作为新兴工业国家的中国,作为世界第二大经济实体,在资源约束不断增强的情况下,传统的经济发展方式难以为继;只有把握方向,调整产业结构,转变经济增长方式,不仅参与全球竞争,而且还须参与国际规则制定,力争尽快向产业链的中、高端转移,才能在新的经济秩序中占据有利位置,促进经济社会可持续发展。众所周知,经济社会的发展及问题的解决,有赖于科技的发展与创新,而科技的发展与创新却依靠人才尤其是创新型工程人才的培养。江泽民同志早已指出:“人是生产力中最具有决定性的力量。”美国工程院前院长查理·莫洛(Richard Morrow)看到了人、人才、创新人才这一决定性因素,所以就讲:“有着最好的工程精英的国家就已经具备了经济和工业相对优势的核心原料。”工程师是工业发展的主体力量,而工程教育是造就工程人才的基础。

中国近代工程教育始于清末洋务运动时期兴办的各类西式学堂,经过 140 多年尤其是新中国建国以来 60 多年的发展,我国已经成为世界上工程教育规模最大的国家。本科工程教育作为高等教育体系十分重要的一部分,为我国的经济发展和 社会进步造就了大量工程人才,取得了有目共睹的成绩。然而,随着我国经济社会的快速发展和科学技术的深度变革,工程科技人才就业市场发生了巨大变化,人才的结构与质量均无法满足产业界的需要。从世界范围来看,我国工程师的质量也并不令人满意。2009 年瑞士洛桑发布的《世界竞争力报告》显示,在参与排名的 55 个国家中,我国“合格工程师”的数量和整体质量仅排在第 48 位。

我国工程教育的问题出在哪里?出在创新上,出在工程人才的创新精神与创新能力上。而创新之根在实践,无根、无好根,怎能长创新之树?开创新之花?结



创新之果?我国哲学家王夫之早已精辟指出:“躬行为启化之源。”躬行就是亲自实践,启化就是开拓创新。实践是创新之根,首先在于认识源于实践,同时,认识还要回到实践,毛泽东同志在《实践论》中讲得十分透彻:“通过实践而发现真理,又通过实践而证实真理和发展真理”;“而实践和认识之每一循环的内容,都比较地进到了高一级的程度”。正因为如此,所以我一直认为:学习是基础,思考是关键,实践是根本,结合出人才。从而我又一直认为:没有脱离学习与思考的实践,在实践中继续学习、钻研,在实践中继续思考、探索。岳麓书院的一个优秀传统,“博于问学,明于睿思,笃于务实,志于成人”,也是学、思、行三者必须结合这个意思。何况,我们所涉及的是工程教育。工程教育是姓“工”的,教育的关键又在教学,因此,工程教学是同“工程”、同“实践”不可分割的。

工程教育中实践教学及其改革的问题正是本书要研究的问题。本科工程教育中的实践问题反映在诸多方面,如:工程教育人才培养目标不明确、工程教育体系设计不完善、工程教育体系中实践教学缺位、工程教育课程体系与实践教学方法相对落后,还有更基础的,工程教育师资队伍建设薄弱,以致工程本科人才创新性较差,如此等等。这里面有历史因素、文化传统因素、教育观念因素、教育体制因素与资源投入因素等多方面的原因,需要进行系统的研究。

如何认识和解决上述问题,对此本书进行了有益的探索。本书是一本少有的全面论述本科工程教育实践问题的专著。从本书研究的内容来看,有如下特点:针对实践教学中的问题,本书没有就实践谈实践,而是对理论和实践进行整合研究,在历史的梳理中,从教育理念的源头进行思考;在现实的分析中,对培养方案的整体进行剖析。针对本科工程教育中培养目标和培养计划脱节的问题,本书进行了人才培养标准的研究,上承培养目标,下启培养计划;此外,还对工程学生综合素养的时代要求给予了阐释。本书引用了不少学界大师和研究人员的观点,同时也有教学一线教师和学生的声音,还配有实践的案例。本书关注实践教学条件的更新与实践教学内容的改革,还特别研究了实践教学的方法与模式,阐述了工程教育实践教学评价改革的途径。从中可以看出作者对工程教育实践教学问题的专注与见地,相信本书对于从事工程教育研究与教学工作的同志都有启发与借鉴作用。

在这里,我特别想谈一下本书中的培养标准这一章。这是关键性的一章。首先,这章中一再出现了强调了责任、责任感一词。在我国实施素质教育的有关重要文件中,在《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》出台前,谈到素质或素质教育时,强调一是创新精神,一是实践能力。但是,在该纲要的“战略主题”中就在这两者之前加上了“社会责任感”一词,明确写为:“着力提高学生服务国家服务人民的社会责任感、勇于探索的创新精神和善于解决问题的实践能力。”社会责任感是一个根本。因此,李培根同志接任我校校长不久后,提出了“育人为本,创新是魂,责任以行”,我十分赞成,而且认为没有“责任以行”,就谈不上“育人为本,



创新是魂”。什么责任感也没有,还能干什么?其次,这些年来,在国际上流行工程教育 CDIO 模式,这确实是一种先进的工程教育理念与模式。C, conceive, 构思; D, design, 设计; I, implement, 实现; O, operate, 运作。它的实质是将文化作为一个整体(包括将科学文化与人文文化作为一个整体,将文化不同层面知识、思维、方法、精神等作为一个整体)来进行工程教育。研究一下 CDIO 培养学生的《大纲》,《大纲》是直接参考了业界的要求而制定的。《大纲》的条文,很具体,很细致,很严格,而且多数条文都同人文关怀、职业道德、责任感有关。最近,我国有关高职院校负责人告诉我,国外职业教育对学生提出的要求与相应的条款,多数都同人文关怀、职业道德、责任感有关。在教育部的直接关怀下,包括中职学校在内,成立了教育部职业院校文化素质教育指导委员会。职业教育尚且如此,普通高等教育就更应同 CDIO 的《大纲》一样,应有人才培养标准,以能将培养目标与培养计划两者衔接起来,而且将人文关怀与社会责任感置于十分重要的地位。

我十分赞成许晓东同志的讲法:本书是李培根同志承担的教育部人文社会科学研究专项重大项目“本科工程教育实践教学改革研究”的成果。培根同志在担任校长期间,对本科生培养倾注了大量精力和心血,提出了不少卓有见地的主张。在项目的研究过程中,他梳理了自己的思想,这一切都不同程度地反映在了本书中。同时,他虚怀若谷地支持、培养一批中青年学者,这是一种对学校、对事业负责的精神。正因为如此,许晓东同志坚决要求李培根同志作为本书的第一作者,名副其实。但是,他坚决不做本书的第一作者,而坚持要许晓东同志来做。他认为本书全文是以许晓东同志为主力的团队执笔的,而且许晓东同志长期(包括他任校长之前)在学校教务部门工作,长期从事高等教育研究,有理论认识,有实践经验,为本书的成书做了最多的工作。双方坚持不下,我想了想,就对许晓东同志讲,你就完成李校长的心愿吧。

当然,我与作者的心情一样,人无完人,书无完书,何况我国教育教学的改革与发展道路还很长。书中的论点也不无不妥之处,衷心期望读者批评指正。

衷心祝愿我国工程教育能培养出大批具有国际竞争力的既能爱国、又会创新的高素质人才,为我国由制造大国走向制造强国、中华民族实现伟大复兴而圆中国梦作出贡献!

谨以为序。

中国科学院院士

杨叔子

2014年3月21日(甲午春分)于喻园



21 世纪的大学已经成为国家生存和社会进步不可或缺的事物,越来越成为推动经济发展和科技变革的重要力量。从高等教育在我国的发展历史来看,无论人才培养、科学研究或直接参与社会服务,都强调满足国家和社会需求。本科工程教育作为高等教育体系的一部分,其表现尤为突出。现阶段,在经济全球化和新一轮科技革命的背景下,我们要转变经济发展方式、参与全球竞争甚至国际规则的制定,有赖于创新型工程科技人才的培养,有赖于本科工程教育实践教学的改革。

实践是人类探索并改造世界、解决自身生存与发展问题的活动。在实践过程中,人类发现知识、发展生产力并形成生产关系。工程教育中的实践教学是人类实践活动的浓缩与结晶,它具有实践活动的基本特征,即:目的性、探索性、创新性、综合性。我国本科工程教育实践教学虽然已经形成了较为完整的课程和教学体系,并基本满足了人才培养的需要,但仍存在不少问题,例如:不关注当前人类社会面临的重大问题,缺乏探索性和创新性,忽视与产业界的联系,不注重学生人文情怀、工程意识、自主学习能力、主动实践能力、团队协作精神和企业家精神的培养,将实践教学视为理论教学的附属品,等等。实践教学作为本科工程教育教学体系的一部分,很少有人简单地否定其重要性,但在认识上及操作层面没有找到很好的出路,这也是本研究需要回答的问题。我们认识到,只有紧扣创新型工程科技人才培养这一主题并抓住实践教学如何服务于人才培养目标这一主线,才能找到实践教学改革的途径。

本研究依托教育部人文社会科学研究专项重大项目“本科工程教育实践教学改革研究”,研究工作自开展以来,取得了较好的成果。厘清了本科工程教育理论教学与实践教学之间的关系;分析了我国本科工程教育实践教学存在的问题及原因;从本科工程教育的目标定位、实践教学课程体系改革、教学方法及评价方式改革等方面创新了本科工程教育实践教学模式和体制机制;针对高校外部环境和内部改革,提出了促进实践教学改革的相关政策建议。目前,本课题组已经在 CSSCI 学术期刊上发表论文 10 多篇,撰写研究报告一份。以课题研究为依托,以“本科工程教育实践教学改革”为议题,于 2012 年 5 月在华中科技大学召开了一次全国性的



理论研究和改革实践经验交流相结合的专题研讨会并产生广泛影响。

本书的最终成型,是课题组成员共同努力的结果,是集体智慧的结晶。李培根院士作为项目负责人,诸事躬行亲为,为课题研究创造了很好的氛围和条件,对本书的写作贡献了大量原创思想;陈国松博士严谨认真,勤奋踏实,笔耕两年不辍。同时,要感谢多次参与课题研讨的姜嘉乐先生、陈敏教授和陈廷柱教授,感谢接受我们访谈的陈传尧教授、吴昌林教授、严国萍教授、熊永红教授和高亮教授,感谢参与研究和课题会务工作的各位研究生以及接受我们访谈的工程专业的所有本科生。感谢中国工程院和教育部,本书的写作是在工程院、教育部的大力支持下完成的,在此深表感谢!感谢本文所引用和参考的文献作者。最后,还要特别感谢原华中理工大学校长杨叔子院士,杨先生已至耄耋之年,仍然学而不厌,诲人不倦。看到本书稿后欣然提笔,为本书写序,体现了一位老教育家的责任和情怀。

另外,因课题组水平所限,本书的观点、内容和方法难免挂一漏万,敬请相关研究人员和广大教师不吝赐教!



第一章	导 论	/1
第一节	研究的问题及意义	/1
第二节	研究文献述评	/4
第三节	研究内容、思路与方法	/11
第四节	相关概念的界定	/14
第二章	本科工程教育实践教学存在的问题及原因	/16
第一节	工程师培养的时代要求	/16
第二节	存在的问题	/17
第三节	原因探析	/24
第三章	工程教育的历史	/35
第一节	学徒制	/35
第二节	学院工程教育的形成	/37
第三节	科学理论作为工程教育的基础——工科大学的转向	/39
第四节	工程教育回归工程	/42
第五节	实践教学乃工程教育应有之义	/43
第四章	本科工程教育实践教学理念	/44
第一节	工程的本质与实践教学理念	/44
第二节	21 世纪的工程环境与实践教学理念	/50
第三节	教育基本理论与实践教学理念	/55
第五章	以学生为中心的教育	/60
第一节	以学生为中心的教育理论渊源	/60
第二节	以学生为中心的教育的心理和学习科学基础	/64



第三节	从“以教师为中心的教育”向“以学生为中心的教育”转变	/68
第六章	本科工程教育人才培养标准	/72
第一节	标准的界定	/72
第二节	教育目的、教育目标与人才培养标准	/73
第三节	21 世纪的工程人才标准	/76
第四节	美国、欧洲、中国本科工程教育人才培养标准比较	/82
第五节	实践教学与学生综合素养的形成	/87
第七章	本科工程教育实践课程体系	/97
第一节	高等学校工科课程概述	/97
第二节	本科工程教育实践课程设置情况回顾及分析	/103
第三节	对当前本科工程教育课程体系的审视	/107
第四节	课程体系改革的思路	/115
第八章	本科工程教育实践教学方法	/130
第一节	本科工程教育实践教学方法亟待转变	/130
第二节	面向工程实践的研究性教学	/132
第三节	重点大学开展研究性教学案例——以华中科技大学为例	/142
第九章	本科工程教育实践教学评价	/152
第一节	本科工程教育实践教学评价概述	/152
第二节	本科工程教育实践教学评价现状分析	/154
第三节	本科工程教育实践教学评价改革的路径	/161
第十章	结论与展望	/164
第一节	相关结论及政策建议	/164
第二节	进一步的展望	/167
附录	教师访谈提纲	/170
参考文献		/171

导 论

问题的产生,有其情境;问题的凸显,有其背景。

第一节 研究的问题及意义

一、问题的提出

自新中国成立特别是改革开放以来,我国的经济建设取得了巨大成就。然而,随着经济规模的不断扩张,发展中不可持续的问题日益显现,资源利用效率不高,环境污染和生态破坏较为严重;产业结构不合理,以新材料、新能源和生物科技等为代表的新兴产业发展滞后;企业自主创新能力较弱,产品附加值较低,核心竞争力不强。在资源约束不断增强的情况下,传统的经济发展方式难以为继。调整产业结构,转变经济增长方式,促进经济社会可持续发展,是我国当前及未来很长一段时期的任务。显而易见,经济社会的发展及问题的解决,在很大程度上有赖于科技的进步和创新,最终依靠人才尤其是创新型工程科技人才的培养。正如美国工程院前院长查理·莫洛(Richard Morrow)所言:“有着最好的工程精英的国家就已经具备了经济和工业相对优势的核心原料。”

1999年实施的《中华人民共和国高等教育法》明确指出我国高等教育的基本任务为:培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才。2010年,国务院制定发布了新中国成立以来第一份《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》^①,足以体现人才对于我国经济发展和进步的重要性。该文件在肯定我国人才发展成

^① 详见该文件全文。



绩的同时,指出“同世界先进国家相比仍存在较大差距,与我国经济社会发展需要相比还有许多不适应的地方,主要是:高层次创新型人才匮乏,人才创新创业能力不强……”。文件强调人才队伍建设的主要任务之一是突出培养造就创新型科技人才,其中包括数量庞大的工程师队伍。我们应该认识到,世界上的经济强国首先是工业强国或曾有过辉煌的工业发展史^①,如英国、德国、法国、美国、日本等。而工程师是工业发展的主体力量,工程教育是工程师形成的基础。

中国近代工程教育始于清末洋务运动时期兴办的各类西式学堂,经过 140 多年尤其是新中国成立以来 60 多年的发展,我国已经成为世界上工程教育规模最大的国家。本科工程教育作为高等教育体系的一部分,为我国的经济发展和社会进步造就了大量工程科技人才,取得的成绩也是有目共睹的。然而,随着我国经济社会的快速发展和科学技术的深度变革,工程科技人才就业市场发生了巨大变化,人才的结构和质量规格均无法满足产业界的需要。在新的形势下,全球化、知识经济、工程复杂性、新科技革命以及人类可持续发展面临的一系列问题,给世界各国的工程教育提出了新的挑战,给我国工程教育的改革与发展提出了新的要求。

从世界范围来看,我国工程师的质量也并不令人满意。2009 年瑞士洛桑发布的《世界竞争力报告》显示,在参与排名的 55 个国家中,我国“合格工程师”的数量和整体质量仅排在第 48 位。据美国《财富》杂志公布的调查结果显示,我国符合“国际化要求”的年轻工程师只有 16 万人,不到美国的 1/3;国际化工程师占全国工程师的比例不到 8%,而印度为 25%;工程师人均产值仅是美国的 1/16、德国的 1/13。^② 一系列数据表明,与美国、德国等主要发达国家相比,我国培养的工程科技人才在知识、能力和素养等方面均存在较大差距。

当前工程教育中工程性、实践性与创新性的缺位,使得我国的本科工程教育难以满足国家发展与社会进步对创新型工程科技人才的迫切需要。2010 年,中国工程院发表了题为《人才创造未来,创新引领世界》^③的关于工程科技人才培养的咨询研究报告。该报告概括了我国工程教育及人才培养中存在的几个突出问题,主要包括:①工程教育中工程性缺失和实践教学环节薄弱问题长期未能得到解决;②工程人才培养模式单一,缺乏多样性和适应性;③评价体系重论文,轻设计,缺实践;④工科专业课程体系严重滞后于产业发展的实际需要;⑤对学生创新教育和创业训练重视不够、投入不足;⑥官产学研合作不到位,没有形成校企合作培养人才的良好机制。2010 年 5 月出台的《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》也指出了高校人才培养的不足,“学生适应社会和就业创业能力不强,创新型、

① 在经济贸易全球化背景下,这些国家的工业品占据了国际品牌市场的主要份额。

② 吴江. 尽快形成我国创新型科技人才优先发展的战略布局[J]. 中国行政管理, 2011(3): 11.

③ 《人才创造未来,创新引领世界》, http://news.xinhuanet.com/edu/2010-06/10/c_12204587.htm.



实用型、复合型人才紧缺”。2012年,教育部等部门联合发布的《关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见》指出,“高等学校实践育人特别是实践教学仍然是人才培养中的薄弱环节,与创新人才培养的要求还有很大的差距。”

在经历了2008年的全球金融危机之后,人们重新认识到实体经济的重要地位。通过创新来促进经济增长、提升竞争力和社会福祉,已经得到世界范围的认同。当前的形势迫切需要我们开展工程教育实践研究和试验,进而推动改革,以加强工程科技人才培养,提高人才培养质量,造就新型工程师,服务创新型国家建设。^①

对于工程科技人才的要求,最终落实在工程教育的教学体系中。一般而言,理论教学与实践教学是本科工程教育教学体系的两个组成部分,这也是由工程职业的特点决定的。工程职业出现于19世纪,从军事工程中脱离出来的土木工程最先得到了发展。早期的工业职业是基于实践技能和手工工艺的。随着科学技术的进步和新兴工程专业的出现,导致工程专业加入了越来越多的科学知识(主要是数学、物理、化学和生物),但没有改变工程专业的实践特征。有学者认为,从工程专业教育正式进入大学以来,理论与实践之间的张力就已渗透其中。^②从历史的视角看,在某一段时期,可能会出现理论多一点或实践多一点的情况。但无论如何,可以确定的是,实践是工程的灵魂,也是工程教育的基本特征。实践教学对于工程专业学生综合素质的提高、创新精神与实践能力的培养具有不可或缺的作用。

我国本科工程教育实践教学虽然已经具备较为完整的体系,并基本满足了人才培养的需要,但仍然存在不少问题,例如:不关注当前人类社会面临的重大问题,缺乏探索性和创新性,忽视与产业界的联系,不注重学生人文情怀、工程意识、自主学习能力、主动实践能力、团队协作能力和企业家精神的培养,将实践教学视为理论教学的附属品,等等。另外,改革开放之后尤其是20世纪90年代以来,我国本科工程教育中的理论教学部分做了比较多的改进^③,而实践教学则延续了“苏联模式”^④的教学安排,这是实践教学落后和薄弱的-一个原因。就本科工程教育实践教学的改革来说,我们需要总结实践教学存在的问题并分析问题背后的原因,梳理工程教育实践教学的理念,建立本科工程教育人才培养标准。在此基础上,更新课程内容,重构课程体系,改革教学方法。

① 陈国松,许晓东.建立工程教育学学科的可行性研究[J].高等工程教育研究,2011(4):46-52.

② Reynolds T S, Seely B E. Striving for Balance: A Hundred Years of the American Society for Engineering Education[J]. Journal of Engineering Education, Vol. 82, No. 3, 1993.

③ 主要从学习“苏联模式”转向学习“欧美模式”,譬如拓宽专业口径、倡导通识教育、学分制,等等。

④ 20世纪50年代初期,我国的工程教育模式全面学习苏联,形成了适于计划经济体制的人才培养体系。其特点是工科院校面向行业办学,且以传统工业为主。学科专业面窄,缺乏灵活性和适应性。培养的学生技术应用能力较强,但知识面过窄、研究性思维不足,缺乏主动实践能力和创新创业能力。



二、研究意义

研究我国本科工程教育实践教学改革的相关问题,对于人们重新认识实践教学在本科工程教育中的地位,制定实践教学改革政策,推进实践教学方法转变,以及提高本科工程教育质量,都具有非常重要的现实意义。构建本科工程教育实践教学改革的系统框架,有助于为教育主管部门的政策制定者提供理论和现实的依据,以制定科学可行的改革方案和政策,从而推进我国本科工程教育的发展;有助于工科高校教学管理者和工程专业教师重新认识工程教育,更加重视实践教学,甚至改变看待实践教学的视角;其中关于本科工程教育人才培养标准的制定、实践课程体系和教学方法改革的具体建议,也能对一些具体问题起到指导的作用。

另外,关于本科工程教育实践教学理念和人才培养标准的探讨,以及为重构课程体系和改革教学方法提供的相应的理论解释,对于高等工程教育理论的拓展乃至建构也具有重要意义。^①

第二节 研究文献述评

一、工程教育相关文献概述^②

在专著和教材方面,浙江大学王沛民、顾建民和刘伟强等撰写的《工程教育基础——工程教育理念和实践的研究》一书,可以称为工程教育领域的一本基础教材。该书的研究对象涉及工程教育的各个方面,分别讨论了工程教育的历史、工程教育的环境、工程的概念、科学与工程的关系、工程的活动、工程的方法、工程教育的目标、工科课程的规划、教与学的理论与实践,以及工程观点的教育管理。浙江大学倪明江主编的《创造未来——工程教育改革研究》一书,比较研究了国内外工程教育的改革动向和发展趋势,分析探讨了重点理工人才的素质要求和培养模式,总结完善了若干重点理工大学教育创新的改革实践。清华大学原副校长张光斗先生著有《高等工程教育与发展国民经济》一书,该书收录了作者关于我国工程教育研究和实践改革的一系列论文。此外,还有谢祖钊和傅熊烈主编的《高等工程教育概论》,清华大学教育研究所编著的《科技人才培养研究:高等工程科学技术人才类型与主要素质培养的研究与试验》,汪航编著的《工程教育心理学》,陈劲和胡健雄撰写的《面向创新性国家的工程教育改革研究》,冯厚植、郑晓齐和雷庆撰写的《工

^① 事实上,当前工程教育作为一个研究领域,也亟须更多理论上的探讨或对现实问题的理论阐释。

^② 该部分内容已经发表,详见:陈国松,许晓东. 建立工程教育学学科的可行性研究[J]. 高等工程教育研究,2011(4):46-52.



程教育设计与工程设计方法》等。在目前出版的专著和教材中,侧重于讨论工程教育理论、政策、工程科技人才培养与社会发展关系等问题的较多,而专门研究工程教育教学尤其是实践教学的较少。

在期刊论文方面,以“工程教育”为关键词,时间跨度从1977年至今,限定范围为核心期刊,在中国全文期刊数据库中获712条记录。其中,1977年至1990年间共176条(1977年至1980年只有3条),1991年至2000年间共215条,2001年至今共321条。从三个时间段内论文发表情况来看,数量上呈现梯级增长态势,这说明研究者对工程教育领域的问题更加关注。但在以“工程教育”为关键词搜索到的712篇文章中,标题含有“实践教学”的论文只有9篇。这些文献所涉及的内容,主要包括四个方面:关于工程教育教学模式的研究,关于工程教育教学设施及资源建设的研究,关于工科专业师资队伍建设的研 究,关于国外工程教育改革措施和进展的研究。这说明,在工程教育研究领域的相关研究文献中,较少将实践教学作为一个独立的探讨对象。实践是工程及工程教育的灵魂,实践教学在工程教育中的地位和所占分量理应与理论教学一样重要。而现实情况是,很长时间以来,我国工科高校普遍忽视了实践教学,甚至对工程教育人才培养的目标、理论教学与实践教学之间的关系等问题在认识上也显得模糊。

二、关于本科工程教育人才培养目标和标准的研究

工程教育的目的是培养工程科技人才,实践教学作为工程教育教学的一部分,也是为人才培养服务。实践教学改革的前提,首先是要确定本科工程教育人才培养的标准。关于本科工程教育人才培养标准,在美国、欧洲和日本等国家和地区已有相关的研究和较为成熟的做法。

在美国,虽然没有制定政府层面的工程教育人才培养标准,但已经形成了成熟的工程教育认证制度。美国工程与技术鉴定委员会(Accreditation Board for Engineering and Technology,简称ABET)是美国最具权威的专业鉴定机构之一,它在20世纪末的一大贡献就是推出了“EC2000(Engineering Criteria 2000,即工程标准2000)”,该标准被全球各国参考和借鉴,从而产生了广泛影响。^①

在博洛尼亚进程的背景下,欧洲工程师协会联盟(The European Federation of National Engineering Associations,简称FEANI)于2004年9月启动了欧洲工程师认证计划,它实际上是欧洲工程教育的认证计划,目的是要在欧洲范围内建立统一的工程教育认证体系。^②为促成欧洲市场的统一并保障工程科技人才在区内的

① 毕家驹. 美国 ABET 的工程专业鉴定新进展[J]. 高教发展与评估, 2009(5):12.

② 李茂国. 中国工程教育全球战略研究[J]. 高等工程教育研究, 2008(6):1.