

从工程教育的变化趋势谈纺织工程专业本科工程教育的改革^{*}

陈建勇

(浙江理工大学)

摘 要:本文从纺织工程专业工程教育现状出发,分析和探讨了国内外工程教育的改革发展趋势,借鉴国内外先进的工程教育教学理念和教学改革成果,有针对性地提出了纺织工程专业工程教育的教学改革思路和建议。

关键词:工程教育;改革与发展;教学理念;纺织工程;本科教学改革

纺织工程专业作为一个工学类的专业,与我国其他工学专业一样在工程教育方面存在着许多弊端,如工程教育与工程实际脱节,毕业生的能力和素质与企业的实际需求相差较大等。我国纺织工业的发展迫切需要与国际接轨的中国纺织工程师,中国纺织工程专业教育应该和所有的工程教育一样,要以提高教育质量为目标,回归到工程化轨道上来。

一、国内外高等工程教育改革发展趋势

(一) 国际工程教育的发展状况

工程的定义是把科学和数学原理应用于实践,促使设计、制造以及机器装置、流程和系统等经济高效地运行。工程的实质是一种创造性的专业,具有动态特征。基础学科知识的增长在为工程开辟出新领域的同时,也为现有的工程提供理论基础。新的科学正渗透到工程教育的课程中。

在工程教育体系上,美国、德国、法国等国各有不同。美国高等工程教育实际上是与文理科教育相同的学术型体系;德国将工程师资格纳入高等工程教育体系内,工程师不是一种资格而是一种学历,这种制度有利于高等工程教育与实践的结合并能够反映工程教育的特色;法国则兼具美、德两种模式的特点。

进入知识经济时代,国际工程教育已经以培养创新型人才为目标,并广泛开展可持续发展的教学改革。2005年10月,欧盟举行了一次非正式首脑峰会,一致认为,为了应对全球化的挑战,最重要的是研究与创新。近日,接手高等教育事务不久的英国商业、创新和技能部正式公布了高等教育改革新计划《更高

^{*} 本文系全国教育科学“十一五”规划2007年度教育部重点课题“高等工程教育创新创业人才培养模式的研究与实践”(编号:DIA070129)的部分研究成果。

的雄心——知识经济时代大学的未来》。在这份改革计划中,大学被置于保障国家经济复苏和长期繁荣的重要位置,要求大学培养更多的经济竞争所需的高水平技术人才和科研人员。法国非常重视工程教育,它独特的高等工程师教育体制是法国独具特色的人才培养模式。

美国工程与技术认证委员会(ABET)制定了新的工程教育培养专业人才的11条评估标准:(1)有应用数学、科学与工程等知识的能力;(2)有进行设计、实验分析与数据处理的能力;(3)有根据需要进行设计一个部件、一个系统或一个过程的能力;(4)有多种训练的综合能力;(5)有验证、指导及解决工程问题的能力;(6)有对职业道德及社会责任的了解;(7)有效地表达与交流的能力;(8)懂得工程问题对全球环境和社会的影响;(9)学会终身学习的能力;(10)具有有关当今时代问题的知识;(11)有应用各种技术和现代工程工具去解决实际问题的能力。这11条评估标准被认为是一名合格的现代工程师应具备的能力和素质。在此基础上,美国提出“2020的工程师计划”。

日本政府2007年2月发布了《日本创新战略2025》报告。报告提出当前亟待研究的课题包括:推动大学改革,增加科技投资,继续推进“科学技术立国”的体制改革等。

全球高等工程教育面临的一个共同问题是高素质工程技术人才短缺和工程教育质量。为了缩小当前高等工程教育中的理论和实际操作能力之间的差距,提升工程职业能力,各国在教育理念、课程设置和教学方式等方面积极进行教育教学改革,并已经取得明显进展。

美国麻省理工学院(MIT)首先提出“大工程”和“全球经济中的工程”教育新理念,强调知识的集成化、学科交叉、工程技术与经济的紧密结合,代表了当代国际高等工程教育综合化、交叉化的发展趋势。它强调新生能力的培养,认为大学一年级是整个大学学习的基础,一年级学生应通过选修不同的核心课程为以后三年的本科学习做好准备。新生必须参加由导师组织的新生指导研讨会、本科生研讨会、解决复杂问题的课程以及面向新生的学习共同体,例如联合课项目、实验研究组、实践项目等。这些学习共同体有各自的教师、学习地点和管理方法,但共同点是师生之间有很强的互动。

这里,需要介绍的是CDIO工程教育模式。CDIO工程教育模式是近年来国际工程教育改革的最新成果。从2000年起,麻省理工学院和瑞典皇家工学院等四所大学组成的跨国研究项目获得Knut and Alice Wallenberg基金会近2000万美元巨额资助,经过四年的探索研究,创立了CDIO工程教育理念,并成立了以CDIO命名的国际合作组织。CDIO代表构思(conceive)、设计(design)、实现(implement)和运作(operate),它以产品研发到产品运行的生命周期为载体,让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程。CDIO培养大纲将工程专业毕业生

的能力分为工程基础知识、个人能力、人际团队能力和工程系统能力四个层面,大纲要求以综合培养的方式使学生在这四个层面达到预定目标,强调“做中学”的理念和方法。CDIO 坚持 12 条标准:CDIO 关联原则;学习目标;一体化教学计划;工程导论;设计实现经验;工程实践场所;集成化教学过程;主动学习;教师的 CDIO 能力;教师教学能力的提高;学生 CDIO 能力评价;CDIO 项目评价。

CDIO 的理念不仅继承和发展了欧美 20 多年来工程教育改革的理念,更重要的是系统地提出了具有可操作性的能力培养、全面实施以及检验测评的 12 条标准。瑞典国家高教署(Swedish National Agency for Higher Education)2005 年采用这 12 条标准对本国 100 个工程学位计划进行评估,结果表明,新标准比原标准适应面更宽,更利于提高质量,尤为重要是新标准为工程教育的系统化发展提供了基础。迄今为止,已有几十所世界著名大学加入了 CDIO 组织,其中在一些系科,如机械系和航空航天系全面采用 CDIO 工程教育理念和教学大纲,取得了良好效果,按 CDIO 模式培养的学生深受社会与企业欢迎。

(二) 国内工程领域高等工程教育的改革与发展

国内工程教育的改革一直受到各界的广泛关注,许多高水平的研究成果受到高等教育界的重视。教育部战略研究重大专项“面向创新型国家建设的中国工程教育改革”第三次研讨会 2006 年 6 月在徐州召开,此次会议纪要提出:要使课程设置从单一的“工程专业课程”传授转变为以“大工程观、大系统观”为指导的课程架构体系。它体现了工程师要有服务于工程实际的素质。在知识构成方面,不仅仅强调专业知识体系内的知识要素和单元,更强调知识之间的关联性、整体性,在知识结构上体现宽与专的统一。在工程能力方面,不仅仅强调工程单元设计与管理的能力,更强调单元工程与系统的关联、与环境的关联。中国工程院咨询项目“创新型工程科技人才培养研究”子项目“化工、冶金与材料领域创新型工程科技人才培养研究”2008 年顺利完成。研究报告提出,工程科技人才应具有如图 1 所示的能力特征。

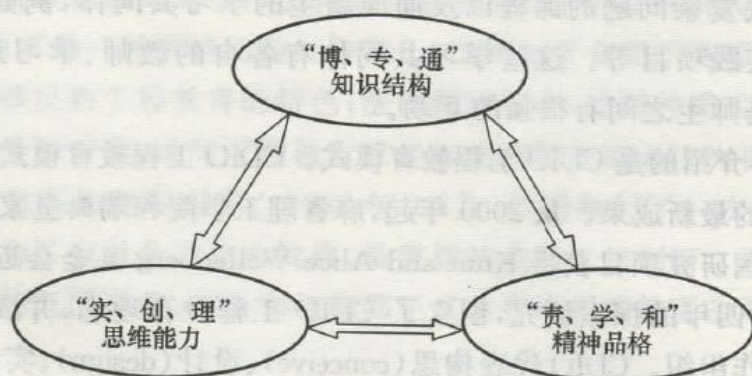


图 1 工程科技人才的能力特征

第一,“博、专、通”的知识结构。博,是具有广博的知识范围,既包括技术知识,也包括经济社会和人文艺术方面的知识;专,是深厚的专业知识基础;通,是能对不同领域的知识进行融通。

第二,“实、创、理”的思维能力。实,是工程技术要把科技原理转变为切实可行的工程方案;创,是工程要求独创性,要结合工程的特定条件,创造性地运用相关技术;理,是工程要符合工程原理,既要科学思维,也要人文思维。

第三,“责、学、和”的精神品格。责,是责任意识;学,是要善于学习新知识;和,是要善于在工程中建立和谐良好的合作关系。

创新型工程科技人才还应具有以下突出特质:

第一,具有较强的把知识转化为工程生产实践、面对现实发现问题和系统地解决社会与生产力发展中存在问题的能力,具有很强的社会属性,这是创新型工程科技人才区别于其他类型人才的根本特质。

第二,具有较强的知识集成能力和以实际问题为导向的学习能力。

第三,具有较强的创新意识、社会成就与经济成就欲望,以为社会发展和技术经济进步做出贡献为己任,为社会创造价值。

教育部从今年起推出“卓越工程师培养计划”,这是大规模工程教育的信号,已列入中国高等教育中长期发展规划,目的是培养一大批创新能力强、适应我国经济社会发展需要的各类工程技术人才,为我国走新型工业化道路和建设创新型国家提供坚实的人才支撑和智力保证,培养目标定位是应用型工程师和研发型工程师。2009年全国共30所高校参与第一批试点工作。

此外,我国还积极开展专业认证工作,与国际高等工程教育接轨。2006年5月,我国已经正式成立全国工程教育专业认证专家委员会,参照《华盛顿协议》成员国的做法,针对机械工程与自动化、电气工程及自动化、化学工程与工艺、计算机科学与技术等工程教育专业成立了试点工作组,制定了认证试点工作需要的文件体系,包括认证的标准、程序等,并逐步开展认证的试点工作。

为进一步在中国推广CDIO工程教育模式,2007年11月教育部组织召开了2007中国高等工程教育改革论坛和CDIO国际合作组织会议两个大型会议。2008年5月,由教育部高教司理工处和汕头大学联合主办的“2008年中国CDIO工程教育模式研讨会”在汕头大学隆重举行。2008年12月,全国CDIO工程教育模式试点工作会议确定了第一批18所试点高校名单,并成立了CDIO模式再创新试点工作组。工作组目前暂设电气、机械、土木、化工四个专业组。

(三) 国内外高等工程教育比较

1. 培养目标

我国大学高等工程教育培养目标的核心内容是强调掌握各类基础、专业知识及外语,注重学习知识,掌握方法,对于能力则只有一句“较强工程实践和研究

能力的训练”,很少有“创新”这一关键词,提法和要求则过于空泛、简单,且各校、各专业表述方式甚至主要词语雷同,缺乏特色和针对性。而发达国家工程教育中重视能力培养,强调培养能力和创新。

中国的本科工程教育要求学生具备坚实的自然科学和人文社会科学基础理论,掌握较系统的工程学科基础知识;熟练掌握一门外语;具备应用计算机的能力。

而发达国家培养学生从技术和文化两个角度发展,考虑全人类的幸福,要求学生通过工程学的授课获取科学知识基础,在获取基础和专业知识的的前提下,教育学生积极推进科学技术新领域的发展;提高外语等交流能力,为成为国际性人才做准备;培养领导才能和良好的适应能力,培养终身学习的意识,通过学士论文的科研训练,掌握创新能力及陈述和讨论的能力。

2. 课程设置

中国大学工程专业课程体系中公共基础课(或通识课程)的比重较高,而专业基础课的比重则被砍较多。在教学安排中明显呈现出重课堂教学、轻实践教学,重理论知识灌输、轻实践能力培养的倾向。目前,我国各高校工程专业的课程设置中,一般都构建了以公共基础课(或通识课程)、专业基础课、专业课和专业方向课三大块为基础的课程体系。课程设置中公共基础课约占50%;专业基础课约占20%~35%;专业课及专业方向课约占15%~20%。

3. 教学方法

中国的大学工程专业注重的是知识的传播,教师在讲台上讲,学生一边听一边记笔记,课后花费大量的时间复习记忆以应付考试。这样的教学方法是以教师为主体,教学的重心在理论知识、在教科书。而美、欧各国的课堂教学则具有灵活性、多样性的特点,除讲课外还常常采用专题讨论、小组合作研究等多种形式进行教学,使每一个被动的受教育者变成了主动的教育者,学生成为真正的教学主体。

4. 教学内容

中国的本科工程专业教学大多以教科书内容为主,以理论教学为主导,强调课程教学内容的系统性、逻辑性;在内容组织上往往首先介绍概念、原理,然后再验证理论在实践中的应用,讨论理论如何来指导实践。许多专业都出现教学内容落后于工程实际的状况。而美、欧的课程教学通常并不仅仅按一本教科书组织教学内容,而是参考多本教材、论著以及最新发表的研究论文,一般教师会列出一系列的主要参考书和次要参考书以及相关研究论文供学生阅读;教学内容的组织往往首先从实际出发,根据现实存在的例子归纳总结抽象概念、原理,最终形成理论。

5. 实践教学

中国高校工程专业学生的实习由学校统一联系,落实相关企业(或学校的实

习基地),实习经费来自学校的教学经费,一般同专业的学生同时进入企业实习。而国外高校学生的实习一般由学生自己寻找企业,学校会提供相关信息和条件,学生实习期间的工资由企业支付,一般学生的实习安排在暑假的3个月内进行。这样,同一专业的学生毕业时实习经历各不相同,知识结构也各有所长,如果将高校比作企业,其“产品”——培养出的学生则是具有个性化的产品。同样,由于中外高校教学管理模式的不同,在毕业论文环节也存在着类似的差别。

6. 毕业论文(毕业设计)

中国高校同一专业学生的毕业论文(毕业设计)是统一进行的,而国外高校学生毕业论文的完成则是由学生根据学校对申请学位的要求以及自己的情况在规定的时间内分别向学校提出论文项目、研究工作计划及指导教师申请,经教学委员会评审同意后,再开始论文工作。

7. 素质与能力

美国研究型大学注重培养“人”,我国研究型大学注重培养“人才”。一字之差,体现了办学理念的不同:“人”是相对于“物”的,“人才”是相对于“普通人”的。美国大学注重培养能适应社会变化的、有较好修养、有对社会及伦理的分析判断能力、能独立思考、独立研究和工作的人;我国研究型大学注重培养胜任某种职业需要的人才。其次,美国研究型大学强调培养人的适应能力,因此注重通识教育;我国研究型大学虽然也强调培养人的适应能力,但这种适应能力更多地意味着适应特定社会职业的需要。再次,美国研究型大学注重培养人的“品质”,如审美能力、兴趣爱好、文学鉴赏等能力,由此陶冶人的思想情操,激发人们的学习研究兴趣;我国的研究型大学则用思想政治教育来涵盖这一切。

我国高等工程教育侧重于知识传授,对学生的能力培养在很大程度上依附于理论教学,特别是课堂教学。这种思维和行为方式是有悖于创新性人才培养的规律的。而国外在本科生阶段,即强调通过课程论文的锻炼来掌握创新技能。

二、纺织工程专业工程教育改革的设想

1. 培养创新型纺织工程科技人才,争取进入“卓越工程师培养计划”

随着科技的进步和社会的发展,未来的发展对纺织工程技术人员提出了更高的要求。纺织工程技术人员必须具有创新精神、创新能力和极强的工程实践能力,这样才能在未来的社会及企业立足;才能够在科学与技术并重的基础上发挥创造性,不断将先进的科研成果转化成为社会的现实生产力。

针对纺织工程毕业生存在的专业知识技能尚未适应企业技术发展需求的实际,并结合我国的国情,建议有关部门牵头(如教育部有关部门、纺织工业协会)、各纺织院校参与,实施“创新型纺织工程科技人才培养改革专项计划”,以提高“创造力”为目标,以培养学生的创新意识、提高整合和运用知识及技能解决现实

问题的能力为重点,对现有纺织工程专业的教育理念、教育模式、教育结构、课程内容体系设置进行全面评估与改革调整。同时,积极争取早日进入教育部的“卓越工程师培养计划”,努力将纺织工程专业建设成为行业特色鲜明,优势明显,示范作用显著的专业,并达到国内工程专业的先进水平。

2. 培育新的教育理念,建立新的课程体系

纺织工程专业要积极更新教学理念,确定新的人才培养目标。着眼于提高学生的工程能力和理论素养,根据经济全球化形势下我国纺织产业发展的需要,对人才培养方案作系统改革,进一步明确专业发展方向课程模块,建立体现“做中学”和“基于项目教育和学习”与专业发展方向相适应、服务于纺织产业的现代教学课程体系。

当代很多工程技术创新往往产生于学科交叉的领域或源于社会经济发展的需求,因此在课程设置中引进与本专业相关的交叉学科、经济管理的内容,不仅可以开拓学生的视野,而且可以启发学生寻找创新的基点。要增加有关创新方法论、人文社科类、经济管理类及学科交叉类的课程。通过本专业工程技术发展史的有关案例,启发学生树立创新的勇气,建立创新的思想,掌握创新的基本规律和基本方法。

3. 改革现有的教学方法,提升教学效果

学生的独立思考能力、自我学习能力、环境适应能力、发现问题能力、独立研究能力、写作能力、表达能力、沟通能力和团队合作能力是创新能力的基础。培养上述能力的一个重要途径,就是改进教学方法,充分利用现代化教学手段,改进现在的教师课堂讲授方式,引进生动活泼的案例教学、课堂讨论、课程论文等方法,理论联系实际,把行业最新的技术发展告诉学生,启发学生自学、互学,培养学生的学习兴趣、创新勇气和研究与探索精神,以提高学生的各项能力和教学效果。要在专业中树立典型,发挥名师的言传身教作用,重点培育学生的专业思想。

建立以设计为主线、工程实践为依托,纤维纺织品为产业背景,积极吸取CDIO现代工程教育的先进理念,以CDIO为载体,形成产学研结合的人才培养模式。编写CDIO人才培养模式的实践性环节的实验讲义和指导书,编写符合CDIO人才培养模式的适合本专业的理论课教材,促使毕业生就业率和就业质量保持高位。

4. 建立一支善创新、强实践的高水平教师队伍

培养创新型人才,优秀的师资队伍是基本条件之一。建议设立专项奖励计划,支持中青年教师进行纺织工程教育改革创新试点;同时设立专项资助计划,择优鼓励学校与纺织企业之间开展优秀工程技术专家与教师之间的双向交流。招聘优秀的企业工程技术专家到学校任兼职教授,推荐优秀教师作为企业工程

项目团队的负责人。这样做,既有利于工程科技人员加强信息交流与提高,又有利于高等院校教学适应市场需求发展的变化,促进教学与工程实践的紧密结合。

结合工程科技人员的成长规律,特别是结合创新型工程科技人才成长过程中存在的协同共生效应,支持学科带头人培育与复合型创新团队建设。

5. 开展国际工程教育合作,拓宽学生的国际化视野

为了进一步扩大我国纺织工程教育的开放程度,博采各国所长,拓宽学生的国际化视野,必须走国际化发展之路。具体是:

(1) 加强我国纺织工程教育与国外的合作,推进学术交流、学生互换等国际合作。在有条件的学校,有计划地引进国外著名大学相关专业的名师到校开课或举办讲座,并逐步过渡到与国外大学学分互认及互派学生访问、留学。在实行学历工程师后,争取做到与发达国家互认。

(2) 借鉴国外先进经验,采取多种有效措施,尽快提高我国纺织工程专业的教学水平。

(3) 培养学生的国际化视野,树立全球化理念,立足于全球的纤维、纺织品资源和市场,开展学习、研究和创新。

注:本文根据 2009 年 11 月在中国高等学校纺织服装教学指导委员会纺织工程分指导委员会绍兴会议上的发言修改而成。

■ 参考文献

- [1] 胡乐乐. 英国高等教育改革箭在弦上[N]. 中国教育报, 2009-11-24(9).
- [2] 高凯. 法国高等工程师教育怎样培养创新人才[N]. 中国教育报, 2009-11-24(9).
- [3] 顾佩华, 沈民奋, 陆小华, 等. 重新认识工程教育——国际 CDIO 培养模式与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [4] 查建中. 论“做中学”战略下的 CDIO 模式[J]. 高等工程教育研究, 2008(3): 1-6.
- [5] <http://www.moe.edu.cn/edoas/website18/48/info1259567885484148.htm>.
- [6] 王静康, 张凤宝, 鲍颖. 对我国高等化工教育教学改革的政策建议[J]. 教育部高等学校教学指导委员会通讯, 2009(11).
- [7] 李培根. 多维度审视国家层面的高等教育理念[J]. 中国高等教育, 2009(22): 4-6.
- [8] 韩震. 基于创新型人才培养目标的研究型大学本科教学改革路径[J]. 中国大学教学, 2009(7): 7-10.