

基于“大工程”理念的工程实践教学 改革探索

何小兵

(重庆交通大学 土木建筑学院 重庆 400074)

摘要:工程学科范围广阔,具有科学性、系统性、技术性和实践性等特征,而工程实践教学往往注重教学本身,强调工程学科的科学性和技术性,导致工程实践教育狭窄于技术或技术上的狭窄。在工程教育“回归工程”的发展趋势下,工程界对学生能力的多样化需求日益凸显,工程实践教学改革势在必行。文章在工程实践教学改革需求分析的基础上,对基于“大工程”理念的工程实践体系、教学内容以及教学模式改革进行了探讨。

关键词:“大工程”理念;实践教学;教学改革

中图分类号:G642.0;TV3-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2014)02-0094-05

工程实践教学是工程人才培养的重要环节。工程实践教学在教学体系上强调专业化,在教学内容上强调技术化,导致工程实践教学狭窄于技术(工程教育主体着重技术教育)或技术上的狭窄(工程教育客体专业面窄)^[1-2]。在工程教育“回归工程”的背景下^[1-3],工程教育界提出“大工程”教育理念,强调工程教育的实践性和社会性^[4],注重学生职业能力和创新能力的培养。工程实践教学是“大工程”教育理念的重要载体,成为工程教育改革的热点之一。

一、“大工程”教育理念背景

工程产品或项目反映了当时社会经济、文化、科学、技术发展的面貌,工程教育模式在经过“经验型—技术型—研发型—系统型”的发展历程后,而今强调实践性和社会性的工程教育模式得到了各国的重视。美国工程界和科学界率先提出了工程教育“回归工程”的思想,法国工程教育界指出工程教育是具体工程背景下的多学科、多模式和多元化的人才培养教育^[4]。

工程教育应当是“大工程”教育,具体来说,应构建系统的通识教育体系,面向工程背景(或环境)和学科发展方向设置教学内容,形成以理论联系实践的教学模式,以应对工程全球化、复杂性的挑战。“大工程”教育是工程教育的回归,其内涵为工程教育服务于工程实际,强调知识的完整性和系统性。在2010年中国“工程教育的改革与发展”高层论坛上,有工程院院士、教育行政领导、著名企业家以及大学校长参与的“四方论坛”提出,中国工程教育要建立“通识教育、

收稿日期:2013-12-01

作者简介:何小兵(1978-),男,重庆交通大学土木建筑学院副教授,博士研究生,主要从事道路、桥梁的教学科研工作,(E-mail) david.hxb@gmail.com。

专业教育、综合能力教育和创新教育”四位一体的卓越工程师培养体系;2012年又提出通过校企合作培养新一代工程师。可见“大工程”教育理念已在工程界引起了共鸣。

此外,纵观工程实践活动,任何工程产品或项目的实现,除了要有一套完整的工程活动系统(包括工程决策、工程设计、工程实施与工程评估等等工程全生命周期的各个环节),还要有与这个项目运行相一致的社会组织形式(即人及其组成的社会单元)。显然,科学或者技术教育并不能完全满足学生职业能力的需要,需要将自然科学、技术科学与人文社会科学知识相融合。各国在实施“大工程”教育理念的过程中,三大人才培养目标即全生命周期工程实践能力(系统综合、判断、设计以及实施等能力)、人文素养(表达交流沟通能力、团队合作精神、职业道德等)以及创新能力得到了广泛的认同。可见,传统的工程教育正面临着“大工程”理念的冲击,工程实践教学改革亟待推进

二、工程实践教学改革需求分析

中国工程教育经历了60多年的发展,生源丰富、优秀,教育规模世界第一,但培养的工程师达到跨国公司标准的比例低(见图1,中国培养人数是美国的2倍,但只有10%达到跨国企业需求),尤其是其创新能力与国际竞争能力有待提高。国内工程就业市场表现为一方面学生就业压力大,另一方面企业难以招聘到合适的工程人才——既懂专业又懂管理,且具备创新能力的复合型人才。工程学生专业面窄、实践能力和团队协作能力差以及创新能力弱是导致工程人才“相对过剩”的主要原因。

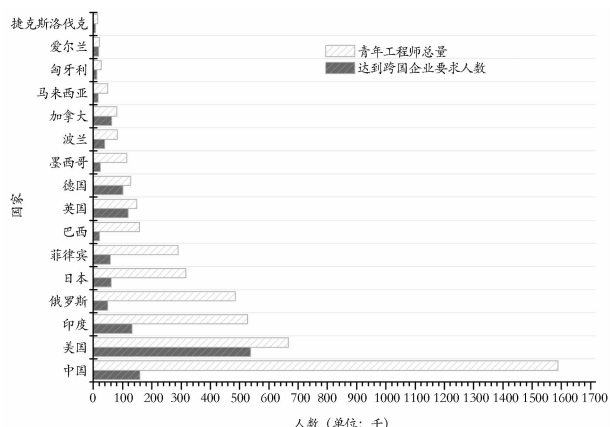


图1 各国工程师达到跨国公司比例

传统工程教育存在的两难境地与工程实践教学

体系强调工程的科学技术特征、采用“注入式”的教学模式和以分数为主的考评方式等因素有关。强调科学技术特征的实践教学体系未能把握工程系统性的特点,知识分割严重、系统性差,导致学生专业面窄,仅局限于技术,综合实践和创新实践能力不足;以教师为中心的“注入式”教学方法和以考试为主的考评方式导致实践教学体系过于刚化,学生对实践教学环节的参与度和对实践教学内容的选择性不够,学生的综合应用能力和创新能力差。针对工程实践教育存在的问题,工程实践教学改革应亟待解决的问题是:

1. 明确工程实践教学培养目标

在工程教育回归工程的背景下,培养目标的确立需要解决两方面的问题:一是工程人才培养的主体;二是工程人才培养的标准。现行的实践教学主体为高校,工程教育回归工程则需要企业的参与,这必然导致主体的扩大化,需要探索二者合作培养人才的模式。同时,中国工程教育人才培养的国际化比例低,还需要进一步明确工程人才的能力指标,以制定规范化、标准化和国际化的实践教育培养标准。

2. 构建系统的实践教学体系

工程实践教学体系通常按照专业课程设置,以致学生专业面窄,知识分割严重,缺乏对工程项目全生命周期的分析和应对能力,即对工程产品或项目从成型之初到回收处理的整个过程的分析和应对能力。土木工程学科、机械工程学科以及交通运输工程学科等各个工程学科的特点不同,其产品或项目的全生命周期环节也各有不同,基本包括可行性分析、设计、制造、管理、评估等环节,涉及到不同学科的交叉综合,学生应当以系统的观念来看待工程问题的各个环节,才能做出科学合理的决策、设计以及实施和管理方案^[5]。

3. 实践教学内容模块化

目前实践教学存在的主要问题是:工程实践教学与工程脱钩,教学内容离散,课内实践教学体系(基础实践教学、专业基础实践教学以及专业基础教学)和课外实践教学体系的教学内容未能围绕工程主线加以展开,学生缺乏解决实践工程问题的能力。因此,在教学内容的设置上应按实践能力、人文素养以及创新能力培养需求,构建人文模块、公共基础模

块、学科与专业基础模块、专业模块、能力拓展实验模块以及工程实践模块等,以数学、物理、力学、计算机编程等共工基础实践教学为例,传统实践教学停留在基本概念验证性实验上,教学内容缺乏“工程技术—力学建模—数学建模—数值分析—计算机编程—力学应用—技术协作”的工程能力主线^[1],学生不能正确认识身边的工程问题,缺乏解决工程问题的一般能力。

4. 工程实践教学模式多元化

传统的实践教学模式采用“注入式”教学方法;考评方式注重考试结果和内容,强调工程问题的求解训练,忽视对实践能力和协作解决实际工程问题能力的培养。“大工程”教育理念下的实践教学方法和考评方式则与具体的工程运作环境相适应,采用不同的教学模式培养应用型创新人才。

三、“大工程”理念下工程实践教学的改革

以下以重庆交通大学道路与桥梁国家实验教学示范中心,开展“大工程”理念下的交通土建工程实践教学改革为例,主要从教学培养目标、体系、内容和模式等方面展开探讨。

(一) 培养目标

交通土建工程是实践性非常强的工程学科,西部地区交通土建工程设计与施工又有其独特性和复杂性,施工技术、装备和实验设备发展迅速,对工程技术人员提出了较高的要求^[6]。该中心结合“卓越工程师培养计划”对工程人才的能力要求,探索学校与科研院所、行业、企业协同培养人才的新机制,提出了实践教学“厚基础、宽口径、创新型职业人才”的培养目标,强化学生的综合分析能力、实践能力、创新能力和协作能力,尤其是学生创新潜质的挖掘和创新能力的培养。

培养目标的实现有赖于教育主体的扩大,该中心一是根据专业特点和学科发展方向,校企合作共建工程实践和实习基地,建立野外实践教学与室内实验教学相结合的实践基地,充分发挥企业资源优势,拓展实践教学的空间,为学生实践实习提供保障;同时,通过实施双导师制提高学生解决实际问题的能力。二是联合中交第一公路勘察设计研究院、重庆交通科研设计院等科研院所,共同建设工程特色实验室,实现专业实验与科学研究、工程实际、社

会应用的有机结合,为创新型人才培养提供科技平台。三是加强国际合作和交流,开展与国外院校和机构的跨境教学合作,吸收和消化国外高校实验教学管理经验和先进实验技术,开拓学生视野,完善学生知识结构。

(二) 教学体系和教学内容

在实践教学体系和内容的制定上,首先明确交通土建工程学科和工程实践对工程教育培养目标的要求,并结合工程学科的发展趋势,以此确定教学内容^[1];其次,从职业能力培养角度,建构工程人才所需的基础知识和基本能力,即将职业实践要求作为工程环境教育要求;第三,从创新能力和团队协作能力培养角度,设置实践创新项目、学科竞赛和公益工程项目等。

该中心注重学生职业能力和创新意识的培养,坚持“重视实践、强化能力、引导创新、培育品格、尊重个性”的实践教学理念,按照大土木工程教育观,突出学校在西部高原、山区、库区公路交通领域的研究特色,形成实验教学与科学研究、工程实践、行业发展深度融合的机制,全方位构筑知识融合,分专业、分层次、分模块,特色鲜明的交通土建工程实践教学体系(见图2)。

该中心的实践教学体系涵盖了课程实验、课程设计、毕业设计、社会调查、科研技能等实践教学环节,分为基本技能、综合实践和创新实践三个层次,形成了基于交通土建产品或项目全生命周期的工程知识结构体系,将实践教学从以工程科学分析为重点转向“CDIO”国际工程教育模式,即强调“Conceive(构思)、Design(设计)、Implement(实现) & Operate(运作)”的工程产品或项目全生命周期管理能力^[5],培养学生的工程能力、社会能力、自我创新能力。

围绕“大工程”实践教学体系,实践教学内容以“山区、库区”特色为主线,结合交通土建学科发展方向,涵盖工程全生命周期过程,实现教学内容的模块化、系统化、工程实际驱动化以及实践教学的综合性,促进学生知识、能力、素质协调发展和实践能力、创新意识的全面提高,以培养高素质应用型的现代土木工程专门人才。教学内容模块化,是指根据学生基本能力需求和知识的相对独立性,设置实践教学模块;系统化是指教学内容涵盖“概念—方法—应

用”,形成“理论—实践—理论”的逻辑闭环;工程实践驱动化是指根据具体的项目背景或环境设置具体的工程实践内容,启发思考,培养学生的职业能力和创新能力^[1,4];实践综合性是指通过校企合作或公益桥梁建设等方式,让学生参与到工程实践的整个环节,将知识结构串接起来,培养学生的实践能力和职业能力。

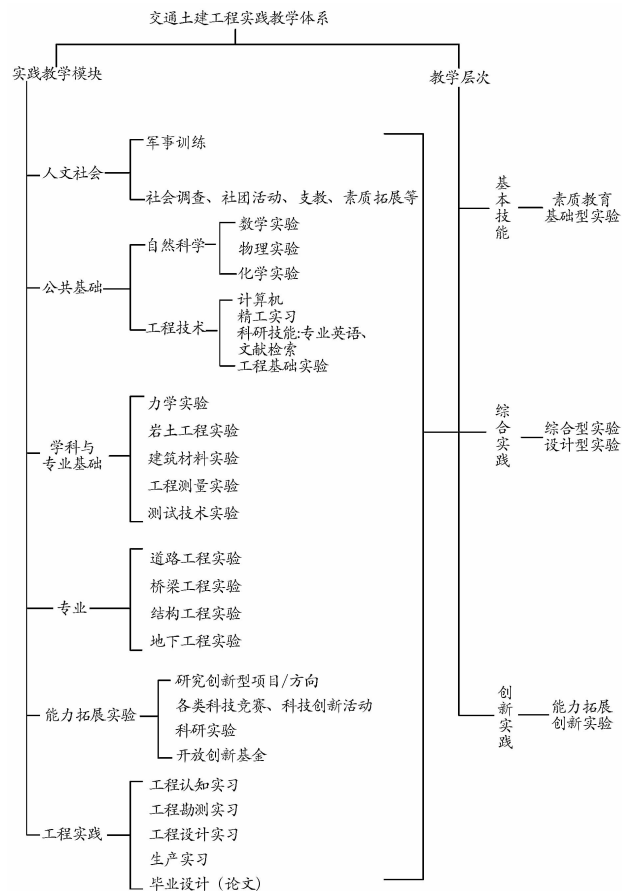


图2 实践教学体系

(三) 教学模式

工程实践教学应突破传统的“注入式”模式,对基本技能项目采用“学生自主实践为主,教师指导关键环节,问题共同研究”的教学模式,引导学生进行探索性试验,教师则根据实践要求进行关键环节的讲解,加强与学生的互动,共同完成实践教学。学生自主实验,可以探索或验证试验方法,充分了解实践的各技术环节;教师指导关键环节,是指教师根据试验中发现的学生未掌握的问题给予必要的指导,加深学生对这些关键环节的理解和印象;问题共同研究是指在实践教学过程中设置一些与结果偏离的环节,引导学生究其原因,强化创新能力的培养。

综合实践项目采用项目小组形式,以具体工程

项目为背景,通过无领导小组方式产生项目小组的分工,对项目小组的各个实践环节进行综合评定^[6]。引导学生按实践工程运行过程的组织形式去解决工程问题,培养学生的组织管理能力、技术综合应用能力和工程全生命周期管理能力。

针对工程界对创新人才的需求,该中心提出了“科研五进”教学模式,即科研信息进实践教学课堂、科研成果进教材讲义、科研项目进实验教学、科研选题进毕业设计以及科研活动进第二课堂,鼓励学科交叉项目进入课堂,培养学生的创新能力。同时,积极开展产学研合作培养工程技术人才,通过校企合作构筑“学科链对接产业链”的校企战略联盟,使工程教育回归工程实践,培养学生“获取知识的能力(自学)、运用知识的能力(解决问题)、共享知识的能力(团队合作)、发现知识的能力(创新)以及传播知识的能力(交流沟通)”。

改进工程实践教育的考评方式。“大工程”教育理念不仅强调实际工程问题的解决,还重视学生的实践能力和协作能力,而传统考试手段不足以综合评定实践教学效果。该中心采用以实际工程为载体的综合能力考评方法,在实践教学环节中以具体工程项目的形式,按照项目小组方式运作,对学生的“知识能力、设计能力、实施能力、价值判断能力、社会协调能力、创新能力”进行综合考评^[1]。

在近3年的实践教学改革中,该中心优化实践教学体系,各类实践教学模块中的综合型、创新型实践教学内容大幅增加,形成了实践教学与科学研究、工程实践紧密结合的“科研五进”教学模式^[6]。许多学生主动积极参加科研和科技创新实践活动,有107人次获得包括国家级奖、重庆市金奖等在内的各类科技竞赛奖项;学生的实际工作能力、创新精神和出色的表现受到社会认可及好评,许多毕业生已成为地方交通建设领域的骨干,在全国大学生就业日趋严峻的形势下,学校本科生就业率高达98%以上。该中心2009年组建的由学生主导的“无止桥”团队和“茅以升小桥项目”团队,与香港科技大学、香港理工大学等校志愿者共同完成了多座“无止桥”和“茅以升公益桥”的建设^[7]。

四、结语

综上所述,基于“大工程”理念的工程实践教学

改革,有助于搭建学生的综合知识结构,锻炼和提高学生的组织协调能力、实践能力和创新能力,体现了工程教育强调“通识教育”、“回归工程”以及培养创新人才的发展趋势,值得在今后的实践中不断摸索和完善。

参考文献:

- [1] 文亚星,何小兵,杨庆国. 基于“大工程”理念的工程力学教学改革探索[J]. 高等建筑教育,2009,18(4):30-32.
- [2] 马涛,何仁龙. 高等工程教育:迎接学科交叉融合的挑战——从工业界诉求看我国高等工程教育改革的方向与策略[J]. 复旦教育论坛,2007,5(2):65-69.
- [3] 林凤,李正. 美国高等工程教育的历史沿革与发展趋势[J]. 理工高教研究,2007,26(5):37-39.
- [4] 熊璋,于黎明,徐平,王乐梅,陈辉,殷传涛. 通用工程师学历教育的研究与实践[J]. 高等工程教育研究,2013(1):46-57.
- [5] 吕庆文,曹蕾,李远念,陈武凡. 基于CDIO模式培养复合型卓越软件工程师的探索[J]. 高教探索,2013(1):71-76.
- [6] 何小兵,文亚星. 基于项目小组的工程类毕业设计模式探索[J]. 辽宁教育研究,2008(12):62-64.
- [7] 何小兵,吴国雄,凌天清,施尚伟,张霞. 路桥实验教学示范中心教学体系创新与实践[J]. 武汉理工大学学报:社会科学版,2013,26(S):141-144.

Exploration on engineering practical teaching reform based on idea of large-scale engineering

HE Xiaobing

(School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, P. R. China)

Abstract: Engineering specialties have many branches and they are scientific, systematic, technical and practical. The engineering practical teaching focuses on teaching itself and specialties' scientific and technical, however, which narrows down the engineering practical education. In the trend of engineering education reform orientated towards “return to engineering practice”, the engineering industry demands on students' diversity, and therefore the reform and innovation of engineering practical education is necessary. The engineering practical teaching reform based on an idea of large-scale engineering was presented and the teaching contents and teaching mode were analyzed.

Keywords: idea of large-scale engineering; practical teaching; teaching reform

(编辑 王 宣)