

文章编号:2095-0365(2010)02-0001-5

工程教育的回顾与思考

金 龙

(石家庄铁道大学 研究生学院,河北 石家庄 050043)

摘 要:回顾总结了工程教育产生、发展、演进和回归的历史过程,分析了工程教育活动中理论教学与实践教学、培养目标与教学体系、教学内容与学业年限、通才教育与专才教育、学术性与师范性、教学规范与教学艺术间的相互关系,探讨了工程教育的发展前景和方向,为工科院校或以工科为主的院校办好工程教育提供参考。

关键词:工程教育;回顾;关系;思考

中图分类号:G640

文献标识码:A

作为以工科为主的大学,高等工程教育是教育实践活动的主体。回顾工程教育的历史,可以为我们开展高等工程教育提供一个可靠的参考坐标和分析平台,从而找到现实发展的基点和方向。工程教育作为一种教育类型出现,有一个发生、发展、繁荣、稳定的演进过程,其教育模式经历了一个从重视实践到重视理论,又回归工程的交替过程,其教育实践中也始终存在着若干矛盾左右着教育与教学改革的方向,回顾、审视和梳理这些问题,相信会给工程教育的参与者带来思考和借鉴。

一、工程教育的产生与发展

大学起源于欧洲的中世纪,但在早期的大学里,并没有工程学科或工程教育的位置。那时用于组织教学的所谓“学科、专业”主要是文学、法学、神学、医学、逻辑学、修辞学、艺术等等^[1],虽然在古代也有工程建设,但这些工程建设主要基于个人的经验和智慧,关于工程知识的传授也主要是师傅带徒弟的方式。后来是因为军事的需要,工程的复杂,工程知识的增多,人们才开始创办了学习军事工程、土木工程^[2]的学校,出现了工程教育这种形式或类型。

工业革命的出现,改变了人类的生活、文化乃至思维方式,工程教育得以走向繁荣。工程从最

初的军事与土木两个分支向着矿业、机械、化学、电子以及工业工程^[3]不断延伸,一直扩展到人类物质生活的所有领域,尤其是20世纪,工程基于科学和技术,不断地综合、交叉、分化,使工程的概念和范畴迅速扩展,工程教育也得到急速的发展。

我国的高等工程教育是伴随着“洋务运动”、“西学东渐”而从西方移植过来^[3],西学传入中国,首先传入的是关于“制造、修建”的工程技术知识,但这些知识刚开始被晚清士大夫看做为中学之“体”附属和补充的“末”。甲午以后,在进一步引入西学的维新人士中,这类知识又被归入比“西政”位阶低下的“西艺”,在“壬寅癸卯学制”中才得以“工学”之名和经学、政法学等学科平列,成为中国大学教育的内容^[4]。

解放之前,我国高等工程教育的发展非常迟缓。据统计,在1949年之前的20年中,我国高校的工科毕业生总计只有3.2万人,专业也仅限于机械、土木、电机、化工、矿冶、纺织、水利等^[5]。中华人民共和国成立以后,国家以工业为主的经济建设高潮,促进了高等工程教育的快速发展。高等教育中的工科本科专业数量不断增加。到1982年,在办和拟办的工科本科专业总数高达1 215种(数据来源:1984年7月国家计委、教育部发布的《高等学校工科本科专业目录》中的附录“高等学

收稿日期:2010-05-10

基金项目:河北省高等教育教学改革工程项目(Y-26)

作者简介:金龙(1967-),男,教授,研究方向:土木工程专业教学与教学管理。获国家教学成果一等奖1项,河北省科技进步二等奖1项,河北省教学成果二等奖1项。现任石家庄铁道大学研究生学院副院长。

校工科本科专业名称对照表”),这是我国高等教育中工科本科专业数量的颠峰值。这一时期,普通高校工科生数量不断增加,直到占到全部在校生总量的60%左右。当时上大学首选工程技术类专业一度成为时尚。

目前,工科在我国仍属于规模最为庞大的学科门类。1998年国家第四次修订高等学校本科专业目录后,工科专业减少到71个二级类,但仍然位居11个大学科门类之首。在2007年我国普通高等学校实际设置的533个本科专业中,工科专业达174个,占本科专业总数的32.65%。目前我国工科本科在校生数量占在校生总数的约三分之一,工学专业培养研究生的比例略高,形成了包括工学博士、工学硕士、工程硕士、工学学士和高等职业技术教育在内的高等工程教育体系。

今天,工程仍在不断地延伸扩展,在2009年北京举行的世界工程教育大会上,除了工程教育界和工业界的人员外,服务业的人员也参与进来,提出了“服务也是工程”的新理念。美国工程院(NAE)认为工程是关于“how”的学问——怎样快点或慢点、高点或低点;怎样战胜疾病;怎样提供水、食物、庇护;怎样保护自己;怎样更好地沟通;怎样扩展我们的记忆、感知、肌肉等等,认为工程将无所不包,提出了“没有边界的工程(engineering without boundary)”这样的观点^[6],可见工程教育的范畴还将越来越大。

二、工程教育的演进与回归

一般来说,工程教育活动包含了理论教学和实践教学两部分,在历史上,工程教育经历了一个“源于工程,重视实践”到“由经验向科学转变,去工程化”,再到“树立工程实践教育理念,回归工程”的过程^[7]。

本来在最早的工程学校里,实践教学占有很大的比重,教学甚至采用半天理论半天实践或者冬天理论教学夏天劳动实践的模式,但是随着时间的推移,尤其是20世纪60年代以前,由于数学在将现代工程科学应用到实践问题中产生了实际效用,例如机械中的动力学运动,材料的强度等这些理论的发展,工程教育将天平大大地压向了科学与数学分析,工程教育中的实践活动被大大减弱,对学生的培养更加强调在数学与科学方面为学生做准备。前苏联的卫星上天,也刺激美国政府对美国的大学给予了大量基础研究的项目和基

金,引导工科院校普遍将工程科学作为了工程教育的核心。直到20世纪60年代以后,当工程教师与现场的工程师已经说着“两种完全不同的语言”时^[2],这个天平才重新得到平衡。

冷战后期以及冷战结束后,美国开始将技术从军事领域转移到土木工程领域,政府也开始资助一些新的技术项目,如交通、住房等。20世纪80年代,日本袭击了美国制造业,特别是汽车制造业,使美国感觉到国家制造业失去竞争力的危机,才开始意识到工程科学运动的弱点,于是,以麻省理工学院为首,一个强调工程实践的“回归工程运动”又开始启动了^[2],重视实践性教育重新成为了指导工程教育改革的重要思想。

麻省理工学院倡导的“回归工程运动”,就是非常强调实践训练在工程教育中的作用,通过开发“以问题为中心”,融合“理论教学”和“研究型教学”的实践性课程来培养学生的创造能力,尤其是强调对学生工程设计能力的培养,这是对工程科学主导下工程教育的很大变革。

作为培养工程人才的社会活动或者学校教育,工程教育回归工程是由工程教育的实践性属性决定的,也是工程教育向工程本质不断皈依、逆反、重聚、演进的发展规律决定的。值得注意的是,回归工程的理念不仅仅是在工程教育中多增加实践环节,而是向工程本质的全面回归,这是因为现代“工程”一词已经不是工程教育出现之初的原始定义,也已经从原有的“数学和自然科学方法在工、农业生产中应用”的经典定义向社会领域外延,构成了包含研究、开发、设计、制造、运行、营销、管理、咨询等主要环节的“工程链”,而这一链中的每一个环节都不可能孤立地解决^[8],这大大增强了工程教育的人文性、综合性和社会性。因此新时期的工程教育在向实践回归的同时,也更加通识化、整合化和宽泛化,更加注重学生工程道德的养成。

未来工程实践的环境需要工程教育培养既具有科学人文素养又具有较强适应能力的复合型工程人才。

三、工程教育的矛盾与处理

(一)理论教学与实践教学

作为工程教育实践的理论教学和实践教学,应当是相互指导与促进的关系,但如何在教学中

平衡两者的比例或者如何在两者之间找到一个平衡点却一直都是工程教育的难题,由于历史文化上“重学轻术”的原因、“工程科学运动”冲击的原因、工程教育的“学术化”倾向形成的“课题训练”偏软的原因、教师队伍自身缺乏“工程训练”的原因以及实践教学办学成本较高的原因等,较长时期以来,工程教育中实践教学和工程设计环节缺失;教育重论文,轻设计,缺实践;工科教师队伍的非工化趋向严重;用培养“科学家”的模式培养“工程师”,影响了工程教育的质量^[9]。随着“回归工程”理念的深入,这一矛盾正在得到缓解,我国也已经开始注重加强实践环节和工程训练、注重双师型的教师队伍、注重产学研合作,在针对本科教育实施的高等学校本科教学质量与教学改革工程(即“质量工程”)中,强化了实验教学示范中心的建设、实施了大学生创新性实验计划、资助大学生竞赛、建设人才培养模式创新实验区等活动,其中在实验教学示范中心建设中,特别强化了工科院校工程训练中心的建设。另外教育部组织首批30所高校参与的“卓越工程师培养计划”,也是强化实践教学,提高创新能力,培养各类高素质工程技术人才的改革举措。

(二)培养目标与教学体系

如果说工程教育的目标是为社会提供合格的工程师,那么为学生做好工程教育与工程实践之间的衔接就非常重要,目前在国际上,美国的工程教育是让大学生在校期间着重进行工科基础教育,毕业后由社会提供工程师职业方面的教育,并通过专门的考试和职业资格认证后成为工程师。德国和法国为代表的欧洲大陆,是让大学生在校学习期间就要完成工程师的基本训练,毕业时获得一个文凭工程师学位,同时也是职业资格。由于我国没有完善的社会机构为学生提供职业训练,企业又渴望得到来之能用的现成的工程师,这样就出现了“我国采用接近于美国的学制(不要求在大学本科阶段完成工程师的基本训练),而要求达到德国工科大学培养目标(在大学本科阶段完成工程师的基本训练)的矛盾”,因此创新工程教育人才培养体系将是我国工程教育改革的方向之一,我国从1990年开始在研究生培养领域设置和试办工程硕士专业学位教育,在工程教育体系里增加了工程硕士这一学位类型,并从2009年开始实施了全日制工程硕士的培养,这是对工程教育

培养体系的完善。在我国专业学位教育发展总体方案中,国家也在鼓励特色高校积极探索构建“高职——应用型本科——专业学位研究生教育”的高层次应用型人才培养体系^[14],值得工科大学注意和探索。

(三)教学内容和学业年限

伴随着新技术的快速增长,工程学科变得愈加庞大繁杂,虽然它不断地被人为分支和专门化,但总是跟不上工程教育工作者所认为的“一个受过良好教育的工程师应该知道得更多”的想法,在有限的教育时间内,总是感到实现不了理想的教育目标,这就造成了教学内容和学业年限的矛盾,为了解决这一矛盾,国外有些大学如康乃尔大学、俄亥俄州立大学及明尼苏达大学等将工程教育的课程延长到五年^[2],石家庄铁道学院实施过“3+1+1”的人才培养模式改革,清华大学还实施了本科—硕士统筹改革的改革,就是以六年左右时间完成一个相对完整的高等工程教育(认为过去四年学制并完成工程师基本训练是有困难的)^[10],这些都是针对工程教育学业年限矛盾所采取的改革举措。

(四)通才教育和专才教育

通才教育强调要重视对学生进行包含文理等多方面的基本知识和技能的教育和完整而健全的人格的培养,专才教育则强调要重视对学生进行某一学科专业的专门知识和技能的训练。由于两种人才各有优劣,培养通才还是专才就成为高等工程教育争议的问题。近些年来,两种人才观和教育观有了融合的趋势,总体来说,培养既有多方面知识基础和健全人格,又有一定专长的人,应当是工程教育的方向。通才教育与专才教育,就其本质属性而言,应当是两种教育教学方式,前者偏向于科学主义、整体主义、思辨主义,后者偏向于技术主义、分析主义、经验主义,两种教育教学形式应并行不悖^[11]。

(五)师范性与学术性

工程教育的学科属性决定了教师的学术性,工程教育中的教育属性决定了教师还应当具有师范性。但是工科教师队伍普遍存在的非师范化,一直是工程教育实践中的问题。本来,师范性与学术性的矛盾,是教师教育的难题。师范性要求

加强教师的教育学、心理学理论修养,加强教师的教育教学技能和教师职业道德训练,而学术性强调把有限的时间更多地用于教师所学(或所教)学科知识的学习和修养。两者矛盾的冲突,往往是以牺牲师范性为代价,似乎只要把学术做好就可以当好教师,这种情况在工科高校比较普遍。其逻辑与现实的结果就是,只要获得高学位,就可以免于教师资格培训,并自然而然地可以在讲台讲课了,这是教师非师范化的典型表现^[12]。在我国,文、理各科都有师范大学专门培养教师,甚至高职院校的教师也有专门的职业技术师范院校在培养,但并没有专门为工科教育培养师资的机构,教师的非师范化已经成为目前工程教育质量提升的很大障碍。因此在工科院校开设工程教育学课程,加快“工程教育学”学科建设,促进学术性和师范性在工科教师教育中的融合就显得非常必要和迫切。

(六)教学规范和教学艺术

工程教育有其自身的客观规律,因此规范和制度是必要的,但教育教学活动又是需要教师投入“情感”的活动,它更需要创造性、艺术性。教学活动固然需要规范,但“情”几乎无法用各种指标去规范衡量,如果一味地追求用制度和指标去约束“教书育人”的行为,就可能滑进“管理主义”的泥潭,这就需要进一步深入研究工程教育的内在的、本质的规律,并从规律出发协调好两者的关系,使其处于相辅相成的良好状态。

四、思考与启示

(一)工程教育的活力在于教育学术资源的丰富

工程教育作为一种教育类型产生和出现,源于人与社会的需要,源于工程知识的增多,这是教育的经济原理决定的,即知识的增多造成学习的能力与知识不成比例的时候,教育才会出现。因此工程教育的发展有赖于工程教育资源的不断繁荣丰富,有赖于找到服务人与社会的切入点,这是大学专业建设、课程建设、学科建设等所谓内涵发展与建设的所在和根源。

(二)工程教育还将不断地向新的领域延伸扩展

工程教育从发生到发展,从繁荣鼎盛到趋于

稳定,这和工程范畴的迅速扩展及社会产业结构的转变有密不可分的关系,伴随着工程向人类物质生活领域的延伸,工程教育的范畴也必然扩大、延伸和演进。作为组织本专科、研究生工程教育实践活动的“专业”、“学科”、“领域”等人为概念也必然有一个发展演进的过程,伴随着新行业的出现,传统的工程学院必然有生源危机,传统的学科专业也会弱化甚至淘汰,所以要动态地、发展地看待用于教学组织的“专业”、“学科”、“领域”等,要有跨专业、跨学科和跨领域发展工程教育的超前意识。

(三)要从工程的本质出发把握工程教育的发展趋势

工程教育不是遗世独立的象牙之塔,较之其他的教育大类,它具有更清晰更广阔的历史与社会背景,更强烈更直接的功利倾向和道德责任,呈现出实践性、复合性、伦理性、社会性和全球性的特征,只有从这些本质特征出发,才能把握住工程教育工程化、通识化、综合化、整合化、伦理化、合作化及全球化的趋势,才能办好工程教育,办好工科大学。

(四)要在平衡矛盾中推进工程教育和谐发展

要正确处理工程教育实践中的各种矛盾,矛盾双方的对立统一构成了事物的常态,正是这些矛盾导致了事物的变化,推动了工程教育向前发展,要在处理和平衡矛盾的过程中找到工程教育的改革方向和突破口,推动工程教育更好、更快地发展。

(五)工程教育在我国还有广阔的发展空间

相比世界其他国家,我国拥有世界上规模最大的工程教育体系,有着得天独厚的工程技术积累,宏大的工程数量和规模也为工程人才的培养提供了难得的机遇与平台,产学合作、开放办学也使新时期的工程教育从封闭的体系中解脱出来,在大学围墙之外找到了更为广阔的办学天地,对于工科大学来说,未来办学的空间广阔,需要好好把握。

参考文献:

- [1]吴式颖. 外国教育史教程[M]. 北京:人民教育出版社, 1999:120-124.
- [2]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.
- [3]王杰,朱红春,郝海霞,等. 我国高等工程教育的起源和转型[J]. 西南交通大学学报:社会科学版, 2009, 10(1):54-58.
- [4]张雪永. 蔡元培的工程教育观[J]. 学海, 2009(6):129-133.
- [5]刘向东. 我国高等工程教育的回顾与趋势分析[J]. 黑龙江教育:高教研究与评估, 2007(7):8-10.
- [6]李正,林凤. 从工程的本质看工程教育的发展趋势[J]. 高等工程教育研究, 2007(2):37-39.
- [7]江安凤,吴锦. 回归工程:中国高等工程教育发展的基本取向[J]. 高等建筑教育, 2005, 14(4):5-7.
- [8]李志义. 对高等工程教育几个问题的认识[N]. 大连理工大学学报, 2007-12-15(4).
- [9]张凤娥. 高等工程教育的问题分析与改革思路[J]. 江苏工业学院学报, 2009, 10(4):86-88.
- [10]姚健. 清华大学“机械工程及自动化”专业本科生—研究生统筹培养方案[J]. 高等工程教育研究, 1999(S1):76-78.
- [11]高文兵. 通才教育与专才教育应并行不悖[N]. 中国教育报, 2009-03-4(3).
- [12]潘艺林. 呼之欲出的“工程教育学”[J]. 中国高校科技与产业化, 2008(11):51-54.

Review and Thoughts on Engineering Education

JIN Long

(Graduate School of Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China)

Abstract: This article retrospectively summarizes the historical process of engineering education, including its origin, development, evolution and return, analyses various interrelationships in engineering education activities, between theoretical teaching and practical teaching, instruction target and teaching system, teaching content and study duration, ordinary education and professional education, academic and pedagogical, teaching norms and teaching art, and discusses the future and direction of engineering education, which may provide references for developing engineering education in universities majored or mainly majored in engineering courses.

Key words: engineering education; review; concern; thought