

构建工程实践教育体系 培养造就卓越工程师

◆林 健

“卓越工程师教育培养计划”(以下简称“卓越计划”)将强化实践能力作为卓越工程师培养的核心。不论是本科层次还是研究生层次卓越工程师的培养,不论是创新精神和创新能力的培养还是综合素质的养成,工程实践能力的培养是基础,也是关键。因此,构建满足卓越工程师培养目标要求的工程实践教育体系,是培养和造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型卓越工程师的保证。完整的工程实践教育体系应该主要由工程实践教育模块、工程实践教育途径、接受工程实践教育的学生、从事工程实践教育的教师队伍以及工程实践教育质量评价体系等五个方面构成。本文着重从四个方面,探讨如何培养和造就高质量的卓越工程师。

一、工程实践教育模块的构建

工程实践教育模块的功能在于按照“卓越计划”通用标准和行业标准要求,培养学生的工程实践能力、创新能力以及必备的综合素质和社会能力。工程实践教育模块的构建要彻底改变以往工程教育中重理论轻实践、重课内轻课外、重校内轻校外的现象,充分利用校内外各种教育环节和实践资源,将有利于学生工程实践能力和创新能力培养的各种实践性的课程、教学环节和实践活动整合起来,形成满足卓越工程师培养知识、能力和素质要求的工程实践教育模块。因此,在构建工程实践教育模块时要遵循以下两个主要原则:

1. 工程实践能力的培养要贯穿于卓越工程师培养的整个过程

高校培养卓越工程师的整个过程是始于入学教育,止于毕业离校,工程实践能力和创新能力的培养应该贯穿始终,其中要重点处理好两方面关系:

通识教育与专业教育的关系。谈到工程实践教育,尤其是工程实践能力的培养,人们往往只会将它们与专业教育相联系,认为只有在专业教育阶段才有实践可言,而容易忽略了通识教育。事实上,通识教育阶段一样存在实践

教育,这些实践教育正是培养工程实践能力的基础,如自然科学课程的实验、人文社会科学课程的社会实践,甚至包括入学教育、军训和公益劳动等,对培养学生的动手能力、理论联系实际的能力、社会适应能力和基本的劳动技能等有着重要的作用,而这些恰恰是工程实践能力的基础。因此,在注重通识教育与专业教育融合的同时,要从通识教育阶段的实践教育对专业教育阶段实践教育的支撑和基础作用的角度重视前者。

课内学习与课外活动的关系。课外活动是大学生学习的重要形式,与课内学习一道形成了现代大学教育的有机整体,在卓越工程师培养,尤其在工程实践能力的培养上具有不可或缺的重要作用。与工程实践教育相关的课外活动包括利用校内外各种资源组织的学科竞赛活动、工程实践活动、创新设计竞赛、创新创业训练项目、工程项目研究等。与以往的通过教学计划安排的以在课内进行的各种工程实践教学环节为主的工程实践教学体系不同的是,课外工程实践教育活动与课内工程实践教学环节具有很强的互补性,二者的有机组合,将共同形成工程实践教育体系。工程实践教育体系与工程实践教学体系的主要区别有三点:课外活动与课内学习并重,应均与学分挂钩;课外活动中教师的作用是全方位的指导和教育,而不是单纯的教学;课外活动的灵活多样性、学生的自主性更有利于学生的个性化发展和全面教育。

2. 工程实践能力的培养要渗透于课程体系和教学内容的改革

课程体系的改革和教学内容的更新要以工程实践能力的培养为主要目标,重点处理好两方面关系:

理论与实践的关系。要从人们的认知规律和工程教育的本质规律来认识和理解理论与实践的关系,即理论是实践的基础,能够引发动手实践的冲动;实践是对理论的检验,会引发对理论的进一步渴望。在此基础上注重改变以往的理论课与实践课截然分开的课程体系设计方式,或者严格按照先理论后实践的方式来组织教学内容的做法。要按照理论与实践的关系将理论教学与实践教学进行有机

的整合,在实践教学中学习理论,需要理论对实践的总结和提升;在理论教学中进行实践,需要实践对理论的体验和深入理解,二者相互渗透,达到提高学习效果、减少理论课时的目的。

校内学习与企业学习的关系。虽然“卓越计划”要求累计一年左右在企业的时间主要用于以工程实践为主的学习,但这并不意味着要放弃或弱化校内学习期间应有的实践教学,如在学校基础实验室、工程训练中心开展的实验实训活动。事实上,校内基本的实验实训是企业实践不可缺少的基础和补充,为提高学生在企业的学习效率十分重要,因此,在进行课程体系和教学内容改革时,要系统地考虑校内学习的实践教学与企业学习的实践教育的相互作用和逻辑关系,使二者形成相互支持和相互衔接的整体。

按照实践内容由浅入深、实践覆盖面由窄到宽的划分思路,卓越工程师培养中的实践性课程、教学环节和实践活动可以大致分为基础实践模块、专业实践模块和综合实践模块,从而组成整个工程实践教育模块。

基础实践模块。主要由基础课程的实验、各种社会实践活动、企业认识实习、工程基础训练等基础实践教育环节构成,旨在培养学生的实际动手能力、基本操作能力、工程意识和工程素质,为学生工程实践能力的培养打下良好的基础。

专业实践模块。主要由专业课程的实验和设计、企业生产实习、工程实践训练、企业轮岗实习和毕业实习等专业实践教育环节构成,旨在培养学生处理和解决专门问题和实际工程问题的工程实践能力、工程设计能力和工程创新精神。

综合实践模块。主要由创新创业活动、学生社团活动、毕业设计、工程项目研究、企业顶岗挂职、国际交流活动、社区服务活动等综合性的实践教育环节构成,旨在系统、全面地培养学生的综合素质、工程创新创业能力、工程岗位适应能力和以团队合作为主的社会能力。

以上各模块中,基础实践模块是专业实践模块的基础,专业实践模块是基础实践模块的延伸,二者构成了工程实践能力和创新精神培养的主要环节;综合实践模块则在继续提升工程实践能力和创新能力的基础上,为工程实践能力、创新能力的有效应用,培养必备的综合素质和社会能力。

二、工程实践教育途径的开拓

工程实践教育模块的实施要通过各种有效的途径才能够发挥其应有的功能,实现预期的目标。这就要求“卓越计划”参与高校一方面要系统全面地考虑校内外各种可能的实践教育资源,另一方面要结合实施工程实践教育模块

的需要,将相关的实践教育资源整合和开发成为开展工程实践教育的有效途径。

普通实习实践。主要有参加认识实习和公益劳动等形式,实践场地有企业或校外实习基地、校内工程训练中心、社会大型公益活动举办地等地方,学生在普通实习过程中,不仅对本专业能够有广泛的工程认知,而且可以操作简单的设备和基本的工具,对未来所从事专业有基本感性的认识,还能够提高实践动手能力。

教学实验实践。主要有与通识课程和专业课程相关联的各种课程教学需要的实验实践以及专门的实验课的实验实践,实践场地以校内的各种基础实验室、工程训练中心和专业实验室为主,学生通过对实验现象的观察和分析,加深了对理论知识的了解和掌握。为了培养学生的工程实践能力和创新思维,这类实践应该强调开发设计性、综合性和创新性实验。

工程训练实践。主要是通过一系列的教学安排,在专门的工艺装备和生产设备上进行的现场实习实践,实习场地主要在校内的工程训练中心,学生通过现场实习操作,学习工艺知识,掌握工艺方法,进行一系列独立设计、制作和综合训练,使学生在认知的基础上,通过反复的思考、实验和比较的过程,实现自己的创意,为工程创新能力的培养和企业工程实践打下坚实的基础。

创新竞赛实践。主要是通过学科竞赛活动、创新创业训练项目、创新设计竞赛等课外活动的形式,使学生能够综合应用课内学习的知识、以及所具备的基本的工程实践能力和创新意识,在教师的指导下,在对未知工程技术领域探索的欲望和求胜心理的驱使下,充分发挥自己的想象空间,使学生的设计能力、创新能力、团队沟通和合作能力等得到充分的培养。

社团活动实践。主要是通过学生社团、文体俱乐部以及由学校或学生自发组织的各种校内外交流活动,使学生在参与活动的设计筹备、组织管理、运行实施的过程中,不仅个人的特长和个性能够得到充分的发挥、自己的知识和能力得到很好的锻炼和提升,而且学生的自我管理、交流沟通、组织协调、团队合作等方面的能力得到充分的提高、全局意识和领导力也得到培养。必须指出的是,社团活动实践是培养卓越工程师综合素质和领导力的重要途径。

企业工程实践。主要有在企业进行生产实习、毕业实习、顶岗工作和挂职锻炼等形式,使学生在真实的企业环境、工程背景和生产氛围下,零距离地开展各种形式和内容的工程实习和实践活动,不仅使学生的工程实践能力得到极大地提高、工程创新能力得到培养,而且使学生熟悉企业先进的管理制度、运行模式和企业文化,大大缩短了毕业后到企业工作的适应期。必须强调的是,企业所拥有的各种资源优势,是在校内工程训练中心所无法提供的,

这正是为什么“卓越计划”强调企业学习的重要性的原因所在。

研究项目实践。主要是通过参与企业委托给教师的工程项目或直接到企业参与实际工程项目的研究,为学生提供了分析、研究和解决实际工程问题的机会,使学生能够综合运用所学的知识、所具有的工程实践能力和基本的工程创新能力,在校内导师和企业导师的指导下,与项目组其他参与者分工合作,共同完成项目研究任务,在工程实践能力、团队合作能力,尤其是工程创新能力方面得到实质性的提高。本科生的毕业设计和研究生的学位论文是进行研究项目实践的最常见的一种形式。

社会服务实践。主要是通过参加与所学专业相关的社会服务活动等形式,使学生一方面能够将自己所学的知识得到实际应用和检验,工程实践能力、创新能力和社会能力得到不同程度的锻炼和培养;另一方面能够了解和熟悉社会、培养学生的社会适应能力、增强对社会和国家的责任感,为日后进入社会做好准备;同时了解社会对工程人才的要求、找到自己的不足、增强学生学习的目的性、明确学习的动机,为日后工程能力的培养和综合素质的提高指明了方向。

在构建工程实践教育体系时还需要摆正实践与创新的关系。在当前强调创新在企业、组织、社会和国家发展中的重要作用的同时,在一些高校出现了重创新轻实践,甚至用“创新”引领实践的现象,从根本上忽视了实践是创新的基础这一本质,使二者的关系本末倒置,造成学生不仅实践教育受到影响,而且缺乏创新的源泉、失去创新的平台。

三、工程实践教育教师能力的培养

作为工程实践教育体系的重要组成部分,担任工程实践教育工作的教师首先必须具备过硬的工程实践能力、丰富的工程实践经历和精湛的工程实践教育能力,在此基础上,还要具备扎实的工程设计开发能力和超凡的工程技术创新能力等,从而胜任卓越工程师培养的历史使命。

过硬的工程实践能力是工程实践教育教师重要的基本能力,主要指具备发现、分析和解决工程实践过程中,从产品的生产制造、设备的运行维护、产品的维修服务,到生产运作管理等各方面的企业实际问题的能力。丰富的工程实践经历是对工程实践教育教师重要的素质要求,它与过硬的工程实践能力相辅相成、相互促进,但又由于其“见多识广”、“触类旁通”和“熟能生巧”的特性,使得丰富的工程实践经历成为教师工程实践创新能力的重要基础。精湛的工程实践教育能力是对工程实践教育教师的职业要求,它

不仅包括工程实践教学能力,即在工程实践课程教学中教学水平高,而且包括指导学生进行工程实践的能力和在工程实践中对学生的示范作用。

在目前“卓越计划”参与高校中,能够满足上述能力要求的担任卓越工程师培养任务的教师十分有限,因此,工程实践教育教师队伍的构成要从校内专职教师拓展到企业兼职教师。校内专职教师在教育教学能力上具备优势,因此,他们的重点应该在工程实践能力的培养、提高以及工程实践经历的积累和丰富上。企业兼职教师在工程实践能力和工程实践经历上具备优势,因此,他们的重点应该放在工程实践教育能力的培养和提高上。

校内专职教师工程实践能力的培养和提高可以采取阶梯型的方式进行。首先是到校内工程训练中心,在有经验的教师指导下,参与工程项目或协助指导学生工程训练,这对于缺乏工程训练的教师,尤其是青年教师,是十分必要的,也为他们到企业实践打下基础;其次是到企业现场一线顶岗挂职,通过在企业的生产、运行、服务、管理、经营等不同部门的定期轮岗工作,在企业经验丰富和工程能力强的高级工程师的指导下,全过程参与具体工程实际问题的发现、分析和解决,不断培养和提高工程实践能力;第三是到企业参加重大工程项目的研究,与企业工程技术人员一道探讨、分析和解决企业生存发展和市场竞争中面临的工程问题,进一步提高教师的工程实践能力;第四是通过承担或主持源于企业的工程项目,以及担任企业技术顾问等方式,逐渐形成教师过硬的工程实践能力。

校内专职教师工程实践经历的丰富需要一个不断积累和长期努力的过程。一方面专职教师应该利用一切可能的机会,包括参与学生在企业的工程实践教育活动、与企业开展各种形式的合作等,不断积累自身的工程实践经历;另一方面“卓越计划”参与高校要建立工科教师定期到企业顶岗挂职的制度,使他们在企业岗位的工作实践中不仅积累工程实践经验,而且丰富工程实践经历。

企业兼职教师工程实践教育能力的培养重点应该在实践教学内容组织、教学形式选择、教学方法采用、理论与实践的结合以及指导学生工程实践上。一方面要得到教育教学能力强的教师的指导和帮助,通过教学观摩、经验交流和承担具体的工程实践教学活动等实践的方式提高他们的工程实践教育能力;另一方面要通过教育教学研究、教育心理学研究、学习借鉴先进的教育理念和教学方法等研究的方式提高他们的工程实践教育理论水平。

工程实践教育教师的培养还需要参与高校建立一系列制度政策和激励措施,以调动和激励工科教师提高工程实践能力、丰富工程实践经历和提升工程实践教育能力的主动性和积极性。

(下转第30页)

时,我国经济发展已经与国际经济格局密切结合在一起,大型企业“走出去战略”的实施迫切需要提供深入和准确的国际和外国法律优质服务,中国在解决国际重大问题上发挥的重要作用为我国参与国际法律事务提供了新的空间。中国和平崛起的新形势和我国法治建设的不断深入,需要法学教育根据新形势下国家的需要,改革以国内法为主、学科界限分割严重的、封闭式法学教育模式,积极思考面向国际、面向时代、面向国家需要的国际化法律人才培养模式,培养符合全球化背景下建设社会主义法治国家所需要的高素质、复合型、应用型、国际型的法律人才。

实施“国际型法律人才培养计划”将会建构一个更加广阔的中外法学教育和法学研究的交流与合作的平台,提高中国学界对外国法、国际法的研究水平,扩大中国法律的对外传播,增强中国法律的国际影响力。在这一交流过程中,必然会带来外国最新的法学教育理念、教学方式和方法,从而可以为中国法学教育的整体改革提供某种参考和借鉴。

5.注重法学教育的实践性功能

在法律实践性教学中,转变教学理念,从卖方主导转向买方主导,由管理转向服务,强练内功,内外互补,构建结构合理、动态调整的师资队伍。

长期以来,法学本科与研究生的教学基本是以老师讲授为主,自然,师资队伍成为各院校竞争的重要指标。但我

们需要思考:教师自身具备哪些有利于开展实践性教学的智力资源与社会经验资源,如果不足,是否可以通过提高自身素质与能力来增强实践性教学的能力?其可能性和空间有多大?现有师资力量可否进行“内部整合”,构建起相对独立的实践性教学的队伍,或者形成类别化的教师“资源库”,比如可以按照立法实践、司法实验、法律诊所以及社会服务等类型将师资队伍类别化,有区别地开展教学;如何引进和利用外聘的实务界专家?多数法学院系都会聘任司法实务界专家作为兼职教授进行不特定的讲座或者提供实践性教学便利,这种情况能否常态化、制度化,能否通过学分制度明确下来,需要考虑其可行性。

前已述及,改进教学的归宿是解决就业环境变化下学生适应社会需求的能力,能力培养是无法通过一次或若干次活动来“突击”完成的。教育机构需要强化实践性教学的过程性管理,将实践性教学纳入质量评测的范畴,赋予“教”与“学”双方必要的激励和约束,将实践性教学由市场驱动转变为自我改革完善的过程。

总之,在各国的法律制度、文化传统彼此差异,法学院各有其特色与学术传统的情况下,我们更需要共同分享各国经济、社会与法律发展的经验,相互尊重,求同存异,共同推动法学教育的交流与发展,共同促进世界法治文明的健康发展。

【作者为中国人民大学法学院院长】(责任编辑:卢丽君)

(上接第17页)

四、工程实践教育质量的评价

判断工程实践教育体系的构建是否成功要通过对工程实践教育质量进行评价,整体反映在学生接受工程实践教育后,在以工程实践能力和工程创新能力为主的工程能力水平的提升上。对工程实践教育质量的评价需要注意三点:评价指标要具体明确、可衡量和可比较;评价主体必须了解和熟悉评价内容,而且给出的评价意见具有权威性;评价方法可操作、简单易行。

本科层次卓越工程师工程能力的评价重点在学生分析和解决实际工程问题的能力、生产系统运行和维护能力、创新意识、新产品开发和设计能力、技术改造和创新能力等。硕士层次卓越工程师工程能力的评价重点在学生分析和解决复杂工程问题的能力、开拓创新意识、新产品开发和设计能力、工程项目集成能力、工程技术开发和创新能力、处理工程与社会和自然和谐的能力等。博士层次卓越工程师工程能力的评价重点在学生分析和解决复杂工程问题的能力、新产品开发和设计能力、大型工程项目集成能力、处理工程与社会和自然和谐的能力、工程项目研究与开发能力、

工程技术开发和创新能力、工程科学研究能力等。

工程实践教育质量的评价可以集中在两个时间点上。一是学生完成企业培养方案的学习任务时:这个时候所有的工程实践教育任务基本结束,学生在企业学习阶段完成的实践课程和教学环节的考核成绩可以作为衡量工程实践教育质量的重要参考依据,而且根据需要还可以聘请企业导师、企业其他工程技术人员和校内导师组成工程实践教育质量评价主体,对学生接受的工程实践教育效果进行评价;二是本科生毕业设计或研究生学位论文评审和答辩时:毕业设计或学位论文是对学生各种知识和能力的综合检验,包含工程实践教育质量评价的内容,论文评阅人和答辩委员会成员对毕业设计或学位论文的评价意见不仅是对卓越工程师培养质量的综合评价,也是对工程实践教育质量的评价。

【作者为清华大学工程教育研究中心副主任】

(责任编辑:吴绍芬)

参考文献:

[1]林健.胜任卓越工程师培养的工科教师队伍建设[J].高等工程教育研究,2012(1).

[2]林健.“卓越工程师教育培养计划”通用标准研制[J].高等工程教育研究,2010(4).