

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2018.05.008

欢迎按以下格式引用:王斌,蔡小培,杨娜.基于成果导向的铁道工程专业培养方案修订[J].高等建筑教育,2018,27(5):41-46.

基于成果导向的铁道工程专业培养方案修订

王斌,蔡小培,杨娜

(北京交通大学 土木建筑工程学院;土木工程国家级实验教学示范中心,北京 100044)

摘要:成果导向教育是工程教育专业认证的核心理念之一,是目前国际高等工程教育发展的趋势。文章以铁道工程专业培养方案的修订为契机,以成果导向教育理念为主线,确定了专业的培养目标,结合培养目标探索分解了31条毕业要求指标点,构建了完全覆盖毕业要求指标点的课程体系,完善了课程教学大纲,同时制定了铁道工程专业毕业要求达成度量化评价的具体细则。此次修订与国际工程教育专业认证接轨,为提高铁道工程专业本科生培养质量奠定了坚实的基础。

关键词:成果导向教育;培养方案;毕业要求;课程体系

中图分类号:U212 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2018)05-0041-06

随着中国高等工程教育的不断深入,2016年中国正式加入了国际工程教育本科专业学位互认协议——《华盛顿协议》。这在中国高等教育发展进程中具有里程碑式的意义,标志着中国工程教育质量得到了国际社会的认可^[1]。《华盛顿协议》的宗旨是通过多边认可的工程教育资格,促进工程学位互认和工程技术人员的国际流动。工程学位的互认通过工程教育认证体系和工程教育标准的互认实现。工程教育专业认证遵循3个基本理念:成果导向、以学生为中心和持续改进^[2]。其中成果导向教育(Outcome-Based Education,简称OBE)作为其核心理念之一,最早由美国学者威廉·斯派蒂(Spady, W. D.)在1981年提出。“成果”是指学生最终取得的学习结果,是学生通过某一阶段学习后所能达到的最大能力。成果导向教育依据预期学生能达成的最终学习成果反向设计人才培养模式,教学设计和教学实施围绕最后所取得的学习成果展开,强调学生取得的学习成果、取得成果的过程以及学习成果的评价^[3]。作为一种先进的教育理念,经过30多年的发展,成果导向教育目前已成为美国、英国、加拿大、澳大利亚、日本和俄罗斯等国家教育改革的主流理念,在提升人才培养质量方面具有十分显著的作用^[4]。近5年来,中国也逐步制定和完善了基于成果导向的土木工程专业工程教育认证通用

修回日期:2017-10-13

基金项目:北京交通大学教学改革项目(356127535)

作者简介:王斌(1971—),女,北京交通大学土木建筑工程学院副教授,博士,主要从事铁道工程专业相关研究,(E-mail)bwang@bjtu.edu.cn。

标准。

北京交通大学铁道工程专业始建于1913年,已有一百余年的历史。在一百余年的发展历程中,铁道工程专业为中国铁路事业输送了大批专业人才。“十三五”期间,在国家深入推进“一带一路”建设,落实《京津冀协同发展规划纲要》,加快长江经济带发展的大背景下,高速铁路、重载铁路及城市轨道交通迅猛发展,铁道工程专业教育如何在国家、社会发展的“需求侧”与学校人才培养的“供给侧”之间建立有效对接,特别是在国家铁路建设走出国门的战略中如何培养国际化人才,更好地适应和支撑国家基础设施建设重大战略需求,既是目前迫切需要寻找的答案,也是行业发展最关心的问题之一。北京交通大学土木建筑工程学院基于成果导向的工程教育认证理念,依托道路与铁道工程、桥梁与隧道工程两个国家级重点学科,以《高等学校土木工程指导性专业规范》为依据,对铁道工程专业的人才培养方案进行了修订。

一、培养方案的成果导向理念

培养方案是学生培养过程的指导性文件,既是培养目标和培养质量要求的具体体现,又是进行规范化管理的重要依据。目前,中国高等工程教育培养的毕业生无论是知识结构,还是实践能力与创新能力都不能完全满足用人单位需求^[5]。究其原因,传统教育是学科导向,培养方案的设计按学科划分,知识结构强调学科知识体系的系统性和完备性,教学设计更加注重学科的需要,而在一定程度上忽视了专业能力和素质的培养。在OBE模式下,培养方案强调从成果导向教育的内容出发进行反向设计,从国家、社会对专业的需求出发,清晰界定成果并用于指导培养目标、毕业要求、课程体系的设置直至课程内容的安排,注重“知识学习、能力培养、素质提高”的教学目标,从以教师为中心转变为以学生为中心。

基于上述理念,培养方案修订首先在明确需求的基础上确定培养目标。培养目标是对毕业生在毕业后5年左右能达到的职业和专业成就的总体描述,是专业人才培养的总纲,是构建毕业要求、形成课程体系和开展教学活动的基本依据。培养目标的确定主要以内外需求为导向,并与内外需求相适应。其中,内部需求取决于教育教学规律、学校的办学思想和办学定位(包括人才培养定位)等,外部需求主体为国家、社会、行业 and 用人单位等。培养目标要以国家、社会、行业、用人单位的需求和学校的发展定位为依据,参照国内外工程教育标准进行反向设计。因此,铁道工程专业的培养目标首先是紧密结合国家、社会和行业发展的需要,服务于国家基础设施建设,特别是交通和城市基础设施的建设,其次要与学校的人才培养定位相吻合。铁道工程专业坚持“宽口径、厚基础、有特色、重个性、强能力、求创新”的人才培养目标,培养具有社会主义核心价值观,适应社会经济和基础设施建设领域发展需要,具备健全人格,具有社会责任感和职业道德素养、良好的科学文化素养和创新意识、较强的学习能力和团队合作精神、扎实的理论知识和工程基础,熟悉现代轨道交通工程技术,能从事轨道交通工程专业领域规划、设计、施工、养护维修、研究、开发和技术管理工作,能分析、评价轨道交通工程实践对社会、文化、法律、环境等方面影响,具有良好沟通能力、终身学习能力和国际化视野,知识、能力和素质协调发展的铁道工程专业人才。

毕业要求是达成培养目标的支撑。毕业要求是对学生毕业时所具备的知识、能力和素质的具体描述,是培养目标的指标化体现,是对成果进行量化评价的基础。毕业要求细化为指标点,是将学生达到毕业要求的能力分解为若干个指标,便于评估和考核。北京交通大学铁道工程专业参照中国土木工程

教育认证通用标准,主要从工程知识、问题分析、设计、研究、现代工具的使用、工程与社会、环境与可持续发展、职业规范、个人与团队、沟通、项目管理和终生学习等方面设置 12 个一级指标点,并在此基础上分解出 31 个二级指标点,指标点的设置完全覆盖通用标准。现以某一级指标点为例,说明其详细分解过程。

一级指标点“设计”:针对轨道交通工程的特定需求,并考虑社会、经济、安全、法律、文化以及环境等因素,通过技术经济优化,选择系统方案,设计构件和系统。

分解的二级指标点:

(1)通过技术经济分析比较,并考虑社会、经济、安全、法律、文化等因素,优化设计工程系统解决方案,并能在方案中应用新技术和新材料。

(2)充分认识地形、地貌和工程地质条件对轨道交通工程的影响。

(3)根据土木工程基本原理等对工程系统建立计算分析模型,进行计算分析,并正确判断结果的合理性。

(4)根据计算结果和专业技术规范进行构件和系统的设计。

(5)正确绘制施工图并撰写设计文档。

(6)根据工程地质条件并考虑环境、经济、健康和社会的影响,应用轨道交通工程施工原理设计施工技术和施工组织方案,解决施工中可能出现的特殊困难。

二、课程体系的构建

课程体系是指整个专业所开设课程的设置、编排、实施的合理整合架构,组织教学活动的根本依据,是人才培养的“施工图”,是实现创新型人才培养目标的关键^[6-7]。在 OBE 模式下,指标点为工程教育人才培养搭建了一个基于知识、能力和素质结构的具体需求,而这一具体需求的实现依托于课程体系。课程体系与毕业要求有一种清晰的映射关系,毕业要求中的每一种能力要有明确的课程来支撑,课程体系与毕业要求的这种映射关系,要求学生完成课程体系的学习后即具备预期的毕业要求。铁道工程专业课程体系的构建在充分调研国内外本专业课程设置的基础上,充分发挥学校办学特色与行业优势,整体上涵盖毕业要求指标点。

(一)课程体系及学分分配

铁道工程专业本科的课程体系分为 3 大类,共计 170 学分。其中,通识与公共基础类(77 学分)包括公共基础类、数学及自然科学类和素质类;大类公共课(7 学分)包括工程训练和工程基础课。专业类(86 学分)包括专业核心课、专业技术相关基础课、综合专题研究设计课、毕业设计、专业实习和专业方向选修课。

(二)课程设置

铁道工程专业课程设置根据人才培养目标定位,牢固树立通识教育基础上的专业化教育。

结合毕业要求指标点,专业类课程设置使学生具有扎实的工程科学理论与技术知识,以及分析工程问题的能力。在设计中使用现代工具,了解和应用新材料和新技术,在工程实践中理解并遵守工程职业道德和行为规范,做到责任担当、贡献国家、服务社会。课程设置为专业技术基础课程、专业核心课程和专业选修课程。土木工程制图、土木工程材料、工程地质学、测量学、流体力学、工程结构试验等课程作为专业技术基础课,是掌握专业核心课的前提和基础。工程力学、结构力学、土力学、混凝土结

构设计原理、土木工程施工与概预算原理、钢结构设计原理、线路设计、轨道工程、路基工程等课程为学生从事铁路工程规划、设计、施工的理论基础和核心。通过设置桥梁工程、隧道工程、车站工程、工务管理与检测技术、道路与铁道工程施工等专业选修课程以及建设法规、工程经济和工程管理类课程,进一步强化和夯实专业知识和专业能力,同时拓宽专业方向。专业拓展课的设置使学生能结合自身需要和职业发展规划进行专业延伸。在不同性质课程的设置中,以专业基础课和核心课为骨干支撑,以专业选修课为补充强化,以专业拓展课为延伸,从而形成整体优化的课程体系。

在 OBE 模式下,指标点必须逐条落实到每一门课程中。指标点与课程之间的关系可以用课程矩阵来表示,表 1 中的课程矩阵表明了铁道工程专业主干课程与二级指标点之间的对应关系。

表 1 课程矩阵

序号	课程名	设计					
		1	2	3	4	5	6
1	工程力学 I(A)			√			
2	工程力学 II(A)			√			
3	结构力学 I			0.1			
4	结构力学 II			0.1			
5	土力学			0.1			
6	混凝土结构设计原理				0.3	√	
7	钢结构设计原理				0.2	√	
8	土木工程施工与概预算原理						0.6
9	线路设计			0.2	0.1		
10	轨道工程			0.2	0.1		
11	路基工程(A)			√			√

课程矩阵依据课程对二级指标点的贡献分别赋予不同的权重。表中,小数表示课程在整个专业毕业达成度评价中所占的权重,“√”表示此课程在整个专业的毕业达成度评价时不占权重。其中有些课程,如工程力学(A)I、工程力学(A)II 和路基工程(A),这 3 门课对指标点的贡献相较其他课程偏小,不计权重,用“√”表示。课程矩阵清楚地表明了每门课程对毕业达成度的贡献。

铁道工程实践主要以实验、实习和设计等形式来体现,铁道工程的社会性决定了铁道工程专业教育的实践性。实践环节课程体系设置要全面考虑工程与社会的关系、工程建设对环境可持续发展的影响进行方案设计与施工组织,对学生进行系统的工程训练。实践环节课程主要分为综合专题研究课程设计、专业实习(认识实习、专业实习和毕业实习)和毕业设计。

综合专题研究课程是铁道工程专业相关课程在实践方向的第一延伸,通过课程设计,理论联系实际检验学生对基本理论的理解和掌握程度,培养学生基本的工程意识与设计思想。综合专题研究课程设计可以针对具体的铁路工程建设项目成立课程设计指导大组,根据工程建设的具体顺序合理确定各方向课程设计的先后次序,将课程设计拆分成线路设计、路基设计、轨道设计、桥梁设计和车站设计等,最终完成整个工程设计。此外,在设计过程中除了让学生熟悉相关设计规范、标准和手册,进一步加深对专业知识、工程设计的基本理解,还可以在此过程中了解与专业发展相关的新理论、新技术、

新方法和新材料。

毕业设计是学生完成培养方案要求的全部课程后开设的必修性实践环节,是学生毕业前的一次综合训练,是培养学生综合素质与能力的重要实践性教学环节。毕业设计要针对指标点,对学生进行全面的训练。首先,选题应尽量接近实际工程,实现“真题真做”。其次,指导过程中实施“双导师制”,企业导师参与指导,明确论文的选题背景、设计任务、具体实施要求。在整个过程中,学生不仅能真切地体会到专业实际问题及其现实应用价值,从而激发学生发现问题、解决问题的热情,真正实现专业理论和实际设计能力的双提升,而且能更好地理解工程与社会、工程建设对环境可持续发展的影响。

专业实习环节尤其是生产实习要求学生深入施工现场,对现场进行调查研究,以培养学生的专业素质和综合能力。专业实习对应毕业要求指标点的工程知识、工程与社会、环境与可持续发展、个人与团队、沟通。

三、教学大纲的优化与达成度评价

教学大纲是一门课程的教学指导性文件,规定了课程目标、要求、任务、内容、进度和对教学法的基本要求,是监督、检查和评估教学质量的依据,对于保证学校的教学质量有重要作用。基于成果导向的教学大纲优化首先将课程目标与毕业要求对应,注重学生专业能力、交流能力和动手能力的培养;其次,把指标点(对学生的能力要求)逐条对应到课程内容中,从而明确某门具体课程的教学内容对毕业要求达成度的贡献;最后,逐条确定与毕业要求指标点对应的教学内容,再确定完成这些教学内容所需的学时数。因此,以成果导向教学理念设计的教学大纲,每门课程的达成度评价是基于教学内容对指标点的贡献,综合每门课程的平时考核和期末考核成绩,按照教学内容对指标点的贡献结合课程目标进行课程目标达成度的加权平均计算。

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价,具体计算方法如下:

$$\text{课程分目标达成度} = \frac{\text{总评成绩中支撑该课程目标相关考核环节平均得分}}{\text{总评成绩中支撑该课程目标相关考核环节目标总分}} \quad (1)$$

$$\text{课程总目标达成度} = \frac{\text{该课程学生总评成绩平均值}}{\text{该课程总评成绩总分(100分)}} \quad (2)$$

支撑环节一般包括平时测试、课后作业、设计、实验及实例和期末考试等,每个环节根据课程的具体要求分别赋予不同的分值。

专业综合达成度是在课程目标达成度计算的基础上,结合预先设定的课程对指标点贡献进行加权平均计算。

四、结语

成果导向教育是国际工程教育认证核心理念,文章依托道路与铁道工程、桥梁与隧道工程两个国家级重点学科,以《高等学校土木工程指导性专业规范》为依据,将成果导向教育应用于铁道工程专业培养方案的修订,对人才培养模式进行了创新性的探索。文章结合国内外需求研究了铁道工程专业人才培养目标,在中国土木工程专业认证的12条通用标准基础上,探索分解了31条毕业要求指标点,并将指标点覆盖到课程体系中的每门课程,利用毕业要求达成度量评价专业培养效果,以期对铁道工程专业的人才培养有一定的参考和借鉴意义。

参考文献:

- [1] 郭伟等. 以加入《华盛顿协议》为契机开启中国高等教育新征程——访教育部高等教育教学评估中心主任吴岩[J]. 世界教育信息, 2017(1): 8-11.
- [2] 樊一阳, 易静怡. 《华盛顿协议》对我国高等工程教育的启示[J]. 中国高教研究, 2017(8): 45-49.
- [3] 李志义. 解析工程教育专业认证的成果导向理念[J]. 中国高等教育, 2014(17): 7-10.
- [4] 袁本涛, 王孙禺. 日本高等工程教育认证概况及其对我国的启示[J]. 高等工程教育研究, 2006(3): 58-65.
- [5] 赵洪梅. 基于成果导向教育的工程教育教学改革[D]. 大连: 大连理工大学, 2016.
- [6] 李明华. 交通特色土木工程专业课程体系构建探讨[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(5): 41-44.
- [7] 李国强. 英国与香港的大学土木工程专业课程体系选介及有关问题探讨[J]. 高等建筑教育, 2002, 11(1): 77-80.

Revision of railway engineering cultivation program for outcome-based education

WANG Bin, CAI Xiaopei, YANG Na

(School of Civil Engineering; National Experimental teaching Demonstration
Center of Civil Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, P. R. China)

Abstract: Outcome-based education is a core idea of professional certification in engineering education, and a growing trend of current international higher engineering education. Taking the opportunity of the revision of specialty cultivation program for railway engineering, and taking the idea of outcome-based education as the mainline, specialty cultivation goal is set, 31 indices for graduation requirements are divided considering the cultivation goal, curriculum system covering all the indices is built, and course teaching outline is improved. Meanwhile detailed regulations are established to quantify graduation requirements for railway engineering. The revision is geared to professional certification in international engineering education, and lays the foundation for improving the quality of railway engineering undergraduates' cultivation.

Key words: outcome-based education; cultivation program; graduation requirements; curriculum system

(责任编辑 周沫)