

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2018.06.007

欢迎按以下格式引用:王卫东,谢友均,娄平,等.轨道交通行业工程类人才培养探索与实践[J].高等建筑教育,2018,27(6):36-43.

轨道交通行业工程类 人才培养探索与实践

王卫东,谢友均,娄平,曾志平,李耀庄

(中南大学 土木工程学院,湖南 长沙 410075)

摘要:轨道交通行业的快速发展使铁道工程专业人才需求迅速增长,目前国内高校培养的铁道工程专业人才稀少,为解决这种供需矛盾,文章结合工程教育评估(认证)、轨道交通行业发展现状、专业特色和国内项目人才需求,通过制定铁道工程专业培养目标,规划课程模块,设置课程群,落实实践环节、创新创业、国际项目特色课程以及专业实验室建设,全面创建铁道工程专业培养方案和课程体系。

关键词:铁道工程;培养目标;培养方案;人才需求

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2018)06-0036-08

近年,中国普速铁路、高速铁路、城市轨道交通、市域铁路发展迅猛。“十三五”期间,铁路固定资产投资规模将达3.5万亿至3.8万亿元,建设新线3万公里。到2020年,全国铁路营业里程达到15万公里,其中高速铁路达3万公里。预计“十三五”期间,全国44个已批复的城市轨道交通规划项目总投资超2万亿,建设新线3000km。高速铁路作为国家“走出去”发展战略的重要途径,中国政府正在全世界范围内推广具有自主知识产权的高速铁路成套修建技术。因此,轨道交通市场极具发展前景,每年需要数千名铁道工程专业人才。

铁道工程专业自创建以来已有100多年历史。1878年,詹天佑先生就在美国耶鲁(Yale)大学雪菲尔德(Sheffield)理工学院土木工程系专习铁道工程专业。由于高速公路的发展,国外铁道工程基本停办。在中国,铁道工程专业创办于1896年清政府创办的山海关北洋铁路官学堂。建国后原铁道部部属西南交通大学、北京交通大学、长沙铁道学院、上海铁道学院等10多所高校有铁道工程专业。2000年后,由于全国专业调整,铁道工程作为一个专业方向并入土木工程大类专业。2015年,中南大学向教育部申报增设铁道工程专业获批,至此,铁道工程作为独立的本科专业已经停止招生15年。

无论新建国家铁路,还是城市轨道交通,铁道工程专业一直被誉为轨道交通工程领域20多个专业中的“龙头专业”,涉及路网规划、铁路主要技术标准、客货运量预测、线路方案布置、铁路车站分布、轨

修回日期:2017-11-27

作者简介:王卫东(1971—),男,中南大学土木工程学院副院长,教授,博士生导师,主要从事铁路选线设计及铁路地质灾害相关研究,(E-mail)147745@163.com。

道工程、路基工程和桥隧工程等系统知识。在2012年教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录》中,铁道工程专业相关的专业知识零散分布于土木类(专业代码:0810)与交通运输类(代码:0818)两个大专业门类^[1],即铁道工程既包含了交通运输专业中的交通规划与设计、交通量预测与分析、铁路车站规划、轨道工程等,又包含了大土木类专业中的岩土(路基)工程、桥隧工程等。

2014年,中南大学土木工程学院向教育部申报增设铁道工程专业获批,专业代码:081007T。中南大学是2015年全国唯一一个开设“铁道工程”本科专业的学校。由于轨道交通行业对铁道工程专业人才的大量需求,近些年国内申办铁道工程专业的高校将有较大增长,铁道工程专业培养方案建设迫在眉睫。中南大学的铁道工程专业具有60年办学历史,作为全国首个恢复铁道工程专业招生的985高校,中南大学拥有良好的专业师资底蕴和办学经验,率先进行了铁道工程专业培养方案包括培养目标、培养标准和课程体系的研究。

一、国内外研究现状分析

(一)国外现状

国外,由于铁路运输行业发展萎缩,铁道工程作为土木工程专业的一个方向,仅在少数高校的研究生阶段有专业教学和科学研究内容。

英国的土木工程专业以执业技能为目标,强调培养应用技术型人才。第一、二、四学年在校学习,第三学年为工程实践。各个学校在满足统一要求的前提下,可自行设置课程,也可以是模块式制。第一、第二学年的课程覆盖一系列的工程学科,要求打下较宽的基础面,在高年级逐渐细分若干专业方向。

美国各大学可根据自身学科发展情况设置专业,名称也可不同,即使在同一领域内的专业设置也大相径庭,不同专业设置反映该校教师研究领域的特长所在。美国仅在伊利诺伊州立大学(UIUC,全美土木工程专业排名前三名)有铁道工程研究方向,仅在博士、硕士研究生阶段开设部分专业课程。近年来,美国以UIUC为代表的7所高校形成高速铁路联盟,在高速铁路领域开展教学与科学研究活动。

德国的高等院校大体可分为两种类型:综合型大学和应用技术型大学。综合型大学主要开设传统的学术性较强的专业,崇尚纯科学,强调培养学生的学术研究能力。应用技术型大学主要开设面向实践、应用性强的专业,注重培养学生实践应用能力。培养模式基本相同,分为基础课阶段和专业课阶段,通常专业课阶段又分成专业基础课和专业主干课两个阶段。基础课阶段一般延续4个学期。在专业课程阶段,学生可根据自己的兴趣和爱好,再深入学习某个专业或宽专业面跨学科的课程^[2]。

(二)国内现状

国内,铁道工程作为土木工程的一个专业方向在少数高校开设部分专业课程。目前,中国高校基本上可分为三大类:一是研究型综合大学;二是以本科教育为主的大学;三是高等职业学院。国内约有500所高校开设土木工程专业。大部分高校土木工程专业采用“平台课程+小模块课程”的培养方式。平台课程=公共课(即通识教育)+专业基础课(即大土木基础)。公共课按学科大类形成统一的校级平台,专业基础课按大土木形成院级平台;小模块指专业方向模块,大多是道路、桥梁、隧道、铁道和建筑工程等专业模块。

目前,高等学校土木工程学科专业指导委员会编制的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》规范全国土木工程专业设置及教学的最低标准。

(三) 现状综合分析

一方面,目前全国高校鲜有开设铁道工程本科专业系列课程。2000年前,能开办铁道工程专业的只有原铁道部所属10多个高校。2000年后,铁道工程并入土木工程大类专业。15年来,国内完整保留铁道工程专业师资力量、能开设铁道工程专业全部课程的高校少于10所。另一方面,城市轨道交通项目增多和国家路网快速扩张,中国中铁、中国铁建等大型国际施工企业和国内各大铁路局每年需要轨道交通施工和养管专业人才数千名。铁道工程专业人才数量和与日俱增的专业人才需求形成供需矛盾。

铁道工程是具有轨道交通特色的土木工程专业。铁道工程与土木工程在学科基础(力学)和专业基础(工程测量、工程地质、土力学、土木工程材料和结构设计原理)方面有相同的核心内涵知识,但也有铁路线路及车站的规划与定线、轨道结构和铁路运能等传统土木工程专业没有涵盖的重要专业知识。专业调整15年来,铁道工程仅作为土木工程专业方向之一,其专业课程已经不能成为独立体系。由于铁道工程处于非独立专业地位,本科生专业实验室和专业实践教学缺乏长远规划。近10年来,中国铁路,尤其是高速铁路和城市轨道交通,得到快速发展,铁路的规划、设计和施工技术全面进步,规范和技术不断更新,原有的相关课程知识和内容相对陈旧。随着时代进步,国家产业结构调整 and 新技术、新材料应用,尤其是全球新经济、新工业的要求,工程专业人才培养目标从强调工程知识、技能逐渐过渡到强调工程能力和创新意识,充分反映了从知识时代到信息时代,人才从知识型、技术型转向综合能力型和创新型的进步。传统的人才培养目标已经不能适应社会发展新需求。社会发展对环境、生态、人文提出更高要求,铁道工程不能仅以满足民众居住和出行基本安全、舒适和便捷要求为目标,还应该注重环境的保护、生态的可持续发展和人文精神的需求,即应该建设安全、便捷、环保、节能、生态、智能的铁路建筑构造物。这就对行业从业人员提出基于“大工程观”的工程能力培养要求^[3]。

二、铁道工程专业培养方案研究

专业培养方案主要由培养目标、培养标准和课程体系组成。高校应主动迎合国家工业制造和轨道交通的大战略研究方向,面向行业对专业人才的知识、能力和素养的新要求,制定铁道工程专业人才培养目标、培养标准和课程体系。

(一) 培养目标

铁道工程专业学生主要服务于国家铁路和城市轨道交通的线路、车站、桥梁、隧道和路基及其附属工程。中南大学铁道工程专业培养目标确定为:以国家重大需求为导向,面向工业界、面向未来、面向世界,培养轨道交通行业精英和领军人才。要求学生掌握轨道交通基础理论,具有基本工程实践能力,同时要有土木工程师的基本素养、社会适应能力、创新创业能力、终身学习能力以及广阔的国际视野,了解行业发展前沿,注重轨道交通与环境协调发展,符合国家工程教育认证标准,能在国内外轨道交通行业的线路工程、桥梁工程、隧道与地下结构工程等部门从事规划、设计、施工、管理和科学研究。

(二) 培养标准

以培养目标为总纲,以满足轨道交通行业人才需求为目标,以知识、能力、素养为主要内容,科学制定铁道工程专业培养标准。其中,能力、知识和素养紧密关联,不能分割。能力是核心,知识是

载体,素养是基础。科学的培养标准构建方式应从企业需要的人才能力出发,确立知识体系的构成,在知识传授过程中逐步实现学生能力与素养的塑造^[4]。铁道工程专业具体的培养标准分为以下几点。

1.知识要求

具有良好的人文和社会科学知识,熟悉哲学、历史学、社会学、经济学等社会科学基本知识,熟悉政治学、法学、管理学等方面的公共政策和管理基本知识,了解心理学、文学、艺术等方面的基本知识。掌握数学、物理、化学、信息和环境科学等自然科学基本理论知识,了解自然环境的可持续发展和当代科技发展的主要方向和应用前景。

熟练掌握一门外语、计算机基本原理和高级编程的相关知识。

掌握力学、测量、制图、地质、材料、经济、结构设计原理等铁道工程专业基础理论知识。

掌握工程经济与项目管理、工程建设法规和工程概预算等方面基本理论。

掌握铁道工程项目的规划、勘测、设计、施工、管理、养护维修等各方面的专业知识,获得基本的专业实践训练,初步了解行业技术标准与规范。

了解建筑、规划、环境、交通、机械、设备、电工等相关专业基础知识;了解工程安全、节能减排基础知识;了解与专业相关的法律、法规。

2.能力要求

工程科学的应用能力。能运用数学手段解决铁道工程的技术问题,包括问题的识别、建立方程和求解等;具有物理、化学实验的基本技能,能应用物理学和化学的基本原理分析工程问题。

铁道工程技术基础的应用能力。能应用测量学基本原理、较熟练使用测量仪器进行线路工程的测绘和施工放样;能应用投影的基本理论和作图方法绘制工程图;能针对具体工程合理选用土木工程材料;能根据工程问题的需要编制简单的计算机程序,具有一般工程软件的初步应用能力;具备对工程项目进行技术经济分析的基本技能。

解决铁道工程实际问题的能力。一要具有实验和计算分析能力:能初步制定工程技术基础实验方案、独立完成实验,能对实验数据进行整理、统计和分析,能对实际工程做出合理的计算假定,确定结构计算简图,并对计算结果做出正确判断;二要具备工程规划能力:能依据工程地形及工程地质等自然环境、工程技术标准和建筑功能需求,正确进行线路工程选址和简单的建筑设计,初步判断交通规划及线路方案的合理性。三要具备工程设计能力:根据工程项目的要求,能进行合理的基础选型、结构选型、分析与计算及简单工程结构抗震设计,并能正确表达设计成果。四要具备工程建造能力:能合理制定一般工程项目的施工方案,具有编制施工组织设计和工程概预算、组织单位工程项目实施和项目成本控制的初步能力,能够分析影响施工进度的因素,并提出动态调整的初步方案;具有评价工程质量的能力,对建造过程中出现的质量缺陷能提出初步解决方案;能够正确分析建造过程中的各种安全隐患,提出有效防范措施。五要具备工程构造物的养护、管理和维修能力:能对既有工程构造物在使用过程中出现的问题提出有效的工程维护与整改方案。

信息收集、协调、表达能力及应对危机与突发事件的能力。了解轨道交通领域最新技术发展趋势,具备文献检索、选择国内外相关技术信息的能力;具有较强的专业外语阅读能力、一定的书面和口头表达能力;能够正确使用图、表等技术语言,在跨文化环境下进行表达与沟通的能力;能正确理解轨道交通工程与相关专业之间的关系,具有与相关专业人员良好的沟通与合作能力;具备较强的

人际交往能力,善于倾听、了解业主和客户的需求;能初步预防和处理与土木工程相关的突发事件。

终身学习能力和社会适应能力。能在工作中不断根据实践需求主动学习,适应铁道工程新理论、新材料、新技术、新工艺的发展要求;能较快适应社会、专业、岗位角色变换,具有很强的专业团队合作精神。

创新创业能力及初步的科学研究和应用开发能力。能敏锐地发现实践工作中的问题,挖掘高效率、低成本的新材料、新工艺、新方法和新技术。

3. 素质要求

人文素质。树立正确的人生观、价值观、世界观和健康的生理及心理素质;具有高尚的道德品质和良好的人文素养;具有良好的市场洞察力、安全生产意识;关心轨道交通与自然环境、人文环境的协调发展,注重低能耗、低污染、低排放的绿色轨道交通规划、设计、施工及养管,具有可持续发展的社会责任感。

科学素质。具有严谨求实的科学态度和开拓进取精神;具有科学思维的方式和方法;具有创新意识和创新思维。

工程素质。具备良好的职业道德和职业精神;具有较强的专业素养和国际化视野,能主动关心国际轨道交通行业发展动态,主动了解世界各国基础设施需求,为承接国际工程做好专业和商务准备。

(三) 课程体系建设

课程体系是实现培养目标和培养标准的载体,课程体系建设必须做好课程模块、专业基础与专业课程群、实践教学与创新教育以及国际化特色课程的总体设计工作^[5]。

1. 结合工程教育评估与认证标准,规划课程模块

依据人才培养目标和培养标准,结合土木工程专业评估(认证)标准,全面梳理课程体系,科学合理设置各课程模块及学分要求,根据课程群的功能构建由“通识教育、学科教育、专业教育和个性培养”四位一体、有机融合、层次分明、比例协调的课程体系,见表1。

课程体系构建过程中注意合理的学时比例、课程构成、专业课程组合、实践环节内容和数量等。通识教育模块主要包括思政、外语、军体、信息和人文素质教育等课程,可以在高校之间做比较研究,但总体应该在教育部规定的大框架范围内。学科教育模块应该依据土木工程一级学科应该掌握的学科基础,制定铁道工程专业学科教育课程群,主要包含工科数学、物理、化学、力学、电子电工等课程群。专业教育模块应该是具有轨道交通特色的专业课课程群,覆盖线路、轨道、桥梁、隧道与地下结构、路基及其附属工程等方面。应重点完成铁道工程专业必须的专业基础、专业课和工程实践体系等3个模块的规划。个性培养模块应注重学生个体特点,以学分要求为主,为学生提供丰富的创新创业、社会实践、专业拓展等课程,由学生自己选择完成学分的方式和方法。

2. 结合轨道交通现状及发展,构建专业基础及专业课课程群

轨道交通要求速度快、安全性好,其固定设备的设计、施工与养管的工艺、材料、机械等进步日新月异,导致铁道工程专业的知识体系和标准规范等更新加快,因此,专业基础及专业课的知识体系既需要传授基础原理和传统专业知识,更需要与时俱进,增加高速铁路和城市轨道交通设计、施工与养管等方面的新工艺、新材料和新技术。

铁道工程专业规划的专业基础课和专业课如表2。主要有选线设计、轨道工程、铁道工程实验

与检测、铁道工务工程、路基与支挡结构、桥梁工程、隧道工程等必修课程,其中路基、桥梁、隧道课程内容应以国铁与城市轨道交通相关规范和设计标准为主。选修课程主要包含高速与重载铁路、城市轨道交通规划与设计、交通运输概论等。在所有专业课及其实践环节的教学大纲中必须体现高速铁路和城市轨道交通的新工艺、新材料和新技术。

表1 铁道工程专业课程体系规划

课程模块	分类	学分要求	组成课程
通识教育 23%	思想政治类	15 学分	由思政类课程组成
	军体类	8 学分	由体育、体育课外测试和军事训练等课程组成
	外语类	8 学分	由大学英语、高级英语等课程组成
	信息技术类	4 学分	由计算机技术基础、计算机程序设计等课程组成
	文化素质类	6 学分	由经济管理类、人文社科类、艺术体育类、自然科学类等全校性选修课程组成
学科教育 24%	学科基础类	43 学分	由数学、物理化学、力学、电子电工和工程机械组成,包括新生课 1 学分
专业教育 49%	专业类	88 学分	由专业基础(测量、制图、土木工程材料和结构设计原理等)和专业课(线路、轨道、桥梁、隧道与地下结构、路基及其附属工程等)组成
个性培养 4%	创新创业	2 学分	由创新创业相关课程组成
	课外研学	6 学分	由创新创业实践(创新创业项目、科研训练、学科竞赛、论文成果、开放性实验、社会实践、实验室技术安全与环境保护知识学习培训与考核、技能考试、素质修养等)组成

表2 铁道工程专业基础课与专业课规划

专业课程模块	学分要求	组成课程
专业基础类	31 学分	由工程测量、工程制图、土木工程材料、结构设计原理、工程地质、土力学、基础工程、工程经济与管理、工程施工、法律法规、工程计价等组成
专业类	23 学分	由铁路选线设计、轨道工程、路基与支挡结构、钢桥、混凝土桥、隧道工程、铁道工程实验与检测、铁道工务工程、工程机械、城市轨道交通、高速与重载铁路、道路工程和交通运输概论等组成
专业实践类	34 学分	由相应的课程设计、课程实习、课程实验、认识实习、生产实习、毕业设计等组成

3. 结合实践和创新创业要求, 设置实践环节和创新创业课程

铁道工程是实践性较强的专业, 实践环节包含基础实践、专业实践和综合实践。基础实践含计算机实践和基础力学实验; 专业实践包含认识实习、工程测量实习、工程地质实习、工程材料实验、土力学实验、结构设计原理课程设计、选线课程设计、轨道课程设计、基础工程课程设计、混凝土桥梁课程设计、隧道或地下建筑工程课程设计、铁道工程实验与检测等; 综合实践包含生产实习和毕业设计。

创新创业课程, 可以根据各高校特色自由选择。以中南大学创建的 6 个创新实验平台为基础(如表 3), 开设创新创业系列课程和开放性实验, 开展具有铁路工程特色的创新实践教学。

表 3 创新实践能力培养平台

序号	创新平台	依托平台
1	预应力混凝土结构静态特性实验平台	中南大学国家级土木工程实验教学中心
2	地震动模拟振动台实验平台	高速铁路建造技术国家工程实验室
3	小型风洞实验平台	高速铁路建造技术国家工程实验室
4	高速铁路桥梁结构动态性能实验平台	高速铁路建造技术国家工程实验室
5	隧道结构体系静态力学行为实验平台	高速铁路建造技术国家工程实验室
6	混凝土和砂浆应力应变性能实验平台	高速铁路建造技术国家工程实验室

4. 结合中国铁路“走出去”发展战略和国际化教育, 增设国际化特色课程

中国政府不断在世界范围内推广拥有自主知识产权的高速铁路成套技术。大型国企中国中铁、中国铁建、中交、中建和中水集团在东南亚、非洲、中东、南美洲和欧洲都拥有大量轨道交通项目, 需要大量熟悉国际商务和国际工程的专业人才。2015 年, 中南大学与世界 500 强企业——中国中铁组建校企联盟, 创建“3+1 订单式”人才培养模式, 以企业国际项目管理人才和国外著名大学教授为主组成师资队伍, 讲授海外项目需要的特色课程(商务英语、商务谈判、工程英语、国际风俗礼仪、国际建筑市场概论及趋势分析、国际工程项目管理、通用国际法律法规、国际工程招投标方式与技巧分析、国际工程项目报价、FIDIC 合同条款英文解读与应用), 从大学四年级开始为中国中铁培养国际轨道交通建设项目专业人才^[6]。

三、铁道工程实验室建设

根据培养目标和课程体系, 创建铁道工程实验室, 规划铁道工程实验教学内容, 着力培养学生解决铁道工程实际问题的能力。实验室主要面向铁道工程、土木工程、工程力学和工程管理等 4 个专业, 满足本科生铁道实验教学需求。

铁道工程实验教学内容包括: 数字选线及轨道数值仿真、轨道几何不平顺实验、钢轨接头纵向阻力实验、钢轨探伤实验、钢轨磨耗实验、扣件纵横竖向刚度实验、橡胶垫板及胶垫刚度实验、道床纵横向阻力及枕下竖向刚度实验、竖向荷载作用下轨道结构静态受力与位移实验、冲击荷载作用下轨道结构动态响应包括受力、位移、加速度实验等; 远期规划还有钢轨伤损检查及评价, 道床实验包括密实度、配实、应力、磨耗等、无砟轨道结构温度场实验等。

四、结语

轨道交通迅速发展,急需大量铁道工程专业人才。作为教育部特色专业,有专业基础的院校应该适应行业发展需求,加大铁道工程专业人才培养力度。新办铁道工程专业应该满足新工业、新经济的要求,做好专业建设总体规划,创建以能力为核心、知识为载体、素养为基础的专业培养方案和课程体系。

参考文献:

- [1] 高等学校土木工程学科专业指导委员会.高等学校土木工程本科指导性专业规范[M]. 中国建筑工业出版社,2011.
- [2] 米银俊,晋琳琳,罗嘉文.理工科大学创业教育课程体系构建的比较研究与实践[J]. 高教探索,2017(2):124-128.
- [3] 曾智洪,殷小娟.高校教学改革中存在的问题及对策研究[J]. 高等建筑教育,2011,20(6):10-14.
- [4] 林健.工程教育认证与工程教育改革和发展[J]. 高等工程教育研究,2015(2):10-19.
- [5] 王卫东,彭立敏,余志武,等.土木工程专业特色人才多元化培养模式研究与实践[J]. 高等工程教育研究,2015(1):144-160.
- [6] 王玉林,张向波,孙家国,等.应用技术型大学土木工程专业实践教学体系研究[J]. 高等建筑教育,2015,24(06):29-33.

Exploration and practice of talent training of engineering specialty in rail transit industry

WANG Weidong, XIE Youjun, LOU Ping, ZENG Zhiping, LI Yaozhuang

(School of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410075, P. R. China)

Abstract: The rapid development of rail transit industry puts forward higher diversity demands on the railway engineering specialty. By considering engineering education accreditation, development and status of urban rail transit, professional characteristics and international talents demand, many measures were proposed in the matter of setting specialty training objective, planning curriculum module, setting curriculum group, implementing practical training and innovation entrepreneurship, constructing professional laboratory. All of these are trying to create comprehensive specialty training plan and curriculum system of railway engineering.

Key words: railway engineering; training objective; training program; talent demand

(责任编辑 邓云)