

“线桥隧一体化”

土木工程卓越人才培养体系的构建与实践

科学总结

主要完成人： 宁贵霞 薛鹏臻 虞庐松 乔登寿 赵彦旭
李海莲 周涛 马丽娜 韩峰 杜靓

课题完成单位： 兰州交通大学
中铁二十一局集团有限公司
兰州铁道设计院集团有限公司

2017年12月21日

目 录

一、选题背景.....	- 1 -
1. 我国工程教育现状.....	- 1 -
2. 工程教育改革与工程教育认证.....	- 2 -
二、研究思路.....	- 2 -
三、研究的基础及改革举措.....	- 3 -
1. 项目的前期基础.....	- 3 -
2. 主要改革举措.....	- 3 -
四、成果的创新点.....	- 8 -
五、项目的推广应用效果.....	- 8 -

一、选题背景

1. 我国工程教育现状

(1) 工程教育的地位

高等工程教育是我国工程技术人才培养的主渠道。按照《普通高等学校本科专业目录（2012）》，我国的工程教育总规模已位居世界之首（如图1）。

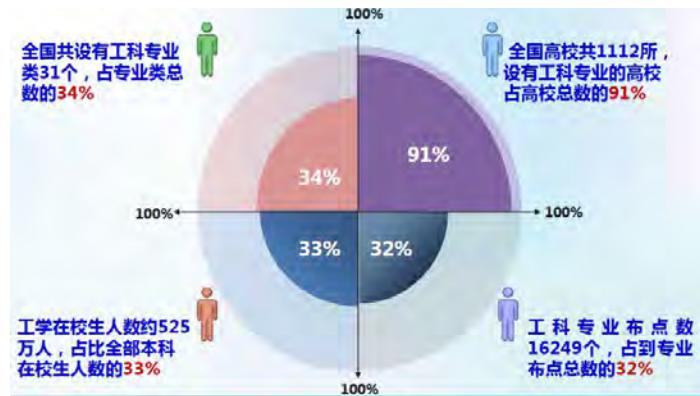


图1 我国工程教育占比

(2) 面临的问题

2014年教育部高等教育教学评估中心会同北航、清华两所高校研究机构，针对我国工程教育质量状况的多维度分析发布了《中国工程教育质量报告（2013）》，从培养目标达成度、社会需求适应度、办学条件支撑度、质量监测保障度、学生和用人单位满意度等方面指出了当前工程教育中存在的普遍问题。课题组结合我校实际，查找土木工程专业在卓越人才培养方面所面临的问题如下：

- 1) 如何结合我校的优势与特色，明确土木工程专业卓越人才培养目标定位；
- 2) 如何构建知识、能力和素质同步协调的培养卓越人才的课程体系；
- 3) 如何构建适应校企联合培养的实践平台和运行管理机制；
- 4) 如何建设与工程教育相适应的工程型师资队伍；
- 5) 如何适应人才培养模式变革，改进教育教学方法，确保人才培养质量。

(3) 机遇和挑战

随着中国经济结构的优化升级，“中国制造2025”“一带一路”等战略部署对工程教育改革与发展带来了新的机遇和挑战（如图2）。如何培养适应经济社会发展急需的工程技术人才，更好地为产业的转型升级服务，确保人才培养的社会满意度，既是高等院校迫切需要寻找的答案，也是工业界最关心的问题。



图2 社会人才需求分析

2. 工程教育改革与工程教育认证

2010年6月，我国启动了“卓越工程师教育培养计划”（以下简称“卓越计划”）项目，旨在探索建立高校与行业企业联合培养人才的新机制，创新工程教育人才培养模式，建设高水平工程教育教师队伍，扩大工程教育对外开放，引领工程教育改革。我校于2011年成为第二批“卓越计划”实施高校，土木工程是3个试点专业之一。

与此同时，为实现工程教育国际化，教育部在2006年启动了工程教育专业认证，经过不懈的努力，2016年6月2日，中国科协代表中国正式加入《华盛顿协议》。这对推进我国工程师资格国际互认、为我国工程技术人才应对国际竞争、走向世界具有里程碑意义。

3. 项目研究目的

兰州交通大学是一所具有大交通行业背景和工科优势的西部高校，近60年来培养的各类人才超过13万，他们是国家工程建设和地方经济发展的骨干力量。为适应行业和经济社会发展需要，学校希望通过工程教育的供给侧改革，探索出一条适应可持续发展的高素质工程技术人才培养之路，为国家交通事业和经济发展提供重要的人才保障。

结合土木工程“卓越计划”的实施，课题组围绕“土木工程卓越人才培养体系的构建与实践”进行了相应的教学改革和探索。

- (1) 梳理人才培养与社会需求之间存在的不适应、不匹配问题，探索符合“卓越计划”相应标准的人才培养目标定位和课程体系；
- (2) 借鉴国内外高校工程教育的经验，深化人才培养模式的改革与创新；
- (3) 加强课程建设，实现知识、能力和素质培养的协调统一；
- (4) 强化校企合作，建设高水平的工程实践教育中心，为学生的工程实践提供保障；
- (5) 加强双师结构的师资队伍建设，健全校企联合培养体制和教学质量保障体系。

二、研究思路

按照“理念更新是先导、教学改革是核心、实践强化是重点、队伍建设是关键、制度完善是保障”的行动路线，开展土木工程卓越人才培养体系的构建与实践，加强与人才培养目标相适应的教学内涵建设（附件I-佐证材料）。

参照“卓越计划”通用标准和行业标准（附件II-文件汇编），学习借鉴国内外高等工程

教育优秀经验，结合我校的优势和特色，研讨制定“线桥隧一体化”的土木工程卓越人才培养方案；以强化学生的工程实践能力、工程设计能力和工程创新意识为目标重构课程体系；以“立德树人、提高质量”为根本，加强校企合作，打造双师结构教师队伍，搭建工程实践平台；以信息化管理平台为手段，探索校企协同育人的长效机制，建立有效的质量监控体系。

三、研究的基础及改革举措

1. 项目的前期基础

我校的土木工程专业源自唐山铁道学院，经过近60年的发展，目前已形成分方向与特色班培养共存的多元格局（如图3、图4）。2002年该专业通过了教育部、住建部组织的专业教育评估，2007年成为首批国家级特色专业建设点；经过2008年、2012年两次复评，目前是为数不多获得8年有效期的专业。雄厚的专业建设基础为实施“卓越计划”人才培养提供了有力的保障。

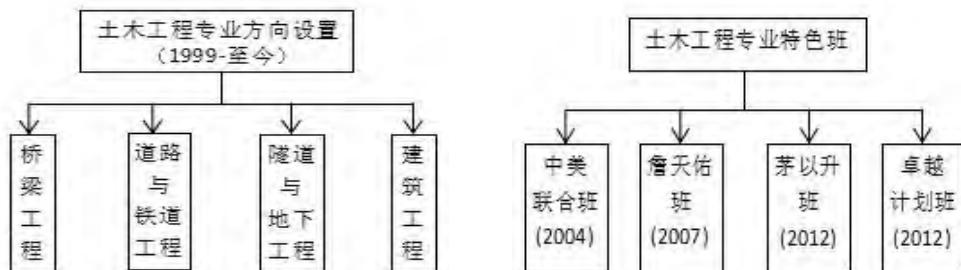


图3 土木工程专业方向设置

图4 土木工程专业开设的特色班

2. 主要改革举措

本课题针对开展工程教育实践中存在的问题，从人才培养目标定位、人才培养模式改革、教学过程的实施与组织管理、实践平台建设、师资队伍和质量监控体系建设等方面展开了一系列的研究与探索。

(1) 建立工程教育需求下人才培养模式

以工程教育需求为导向，明确人才培养的目标定位，改革人才培养模式，探索校企深度合作育人机制。

1) 培养模式：按照“卓越计划”的培养要求，在深入行业企业、社会和兄弟院校充分调研的基础上，积极吸纳行业企业专家参与人才培养计划的制订。以“依托工程、融合工程、服

务工程”为导向，土木工程“卓越计划”实行校内3年基础及专业理论学习和企业一年实践训练的“3+1”人才培养模式（附件III-培养方案）。

2) 目标定位：结合学校的大交通特色与优势，积极应对“高铁走出去”“一带一路”战略和经济社会发展新需求，确立我校土木工程专业“卓越计划”培养目标为交通土建行业“线桥隧一体化”的工程建设者，具有工程意识和创新思维、人文情怀和国际视野的懂设计、会施工、能管理、宽视野的工程技术高级人才。

3) 育人机制：充分发挥我校各董事单位的资源优势，共同建设实践教学平台，制定科学、合理的校外人才培养基地建设规划；把工程实践课堂转移到企业，培养大学生工程实践与创新能力；通过校企间的技术服务与研发合作，提高教师的工程素质。

（2）制定符合社会企业需求的人才培养方案

以工程教育专业认证标准为指导，以培养目标达成度为依据，以“知识的获取、能力的锻炼、素质的养成”为主线，实现三大类知识、五大类能力和三大类素质教育的人才培养体系（如图5）和实现矩阵表1。

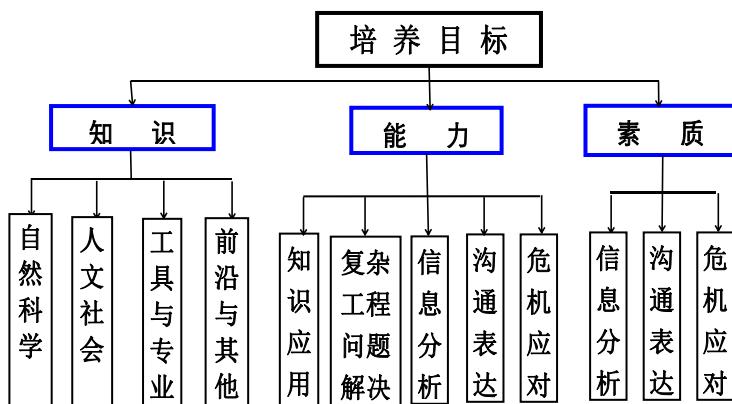


图5 人才培养标准体系

（3）优化课程体系，改革教育教学方法

以实基础、重实践、强能力、求创新为核心优化课程体系，改革教育教学方法。以人才培养目标为导向，把学生自主学习、独立思考作为教学方法改革的出发点和落脚点，将理论学习与实践创新结合起来，让知识学习和实践联系起来；改进教学方式方法，着力推进基于问题、基于项目的学习，推广案例式、讨论式教学方法以及开放实验、工程试验、课程设计及毕业设计等为载体的探索式学习方法；从工程全局角度出发，培养和调动学生学习的主动性和积极性。

1) 加强实践能力培养，优化课程体系

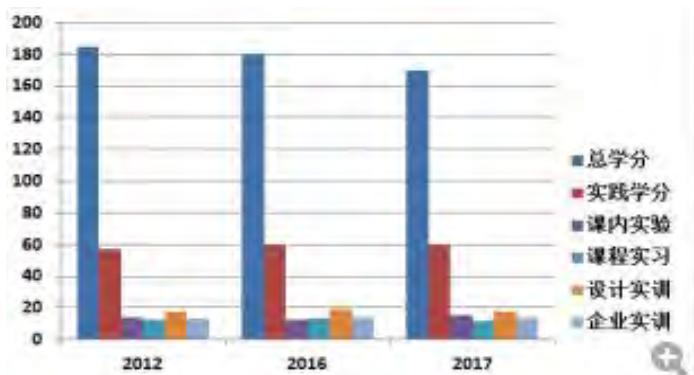
结合“线桥隧一体化”的交通工程特点，遵循教育规律，以培养目标和毕业要求的达成为依据，以夯实基础、拓宽视野、加强实践、力求创新为主线，优化设置了涵盖通识教育、学科

基础、专业教育、实践与创新教育四大模块的课程体系。

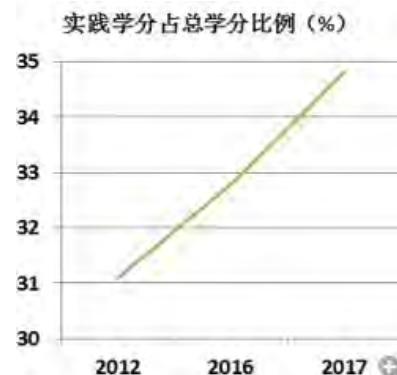
表1 能力培养实现矩阵

技术知识及推理能力	解决工程实际的问题	参与项目及工程管理	有效沟通及交流	职业道德职业素养与社会责任	企业与社会
基础科学知识	工程问题实际建模分析及解决	工程思想、工程标准及相关法律知识	技术语言的使用	职业道德	企业管理
力学基础知识	试验技能	项目及工程的管理方法与手段	工程文件编撰	职业素养	技术创业
结构相关知识	技术改进	危机应对及突发事件处理	人际交往能力	社会责任	工程界与社会关系
计算机应用技术知识	创新与设计开发	项目进度控制与评估	环境适应能力		
试验与量测			团队合作		
工程图形表达			新技术跟踪能力		
专业领域技术标准					

参照通用标准和行业标准，学习借鉴国内外高等工程教育优秀经验，结合我校的优势特色，制定了2012级“卓越计划”人才培养计划；经过了2016年和2017年两次修订，学科基础和专业课程体系进一步优化（见附件III），按工程教育专业认证要求制定课程教学大纲（见附件IV）。在2017版计划中还增加了特色课程模块，2012、2016和2017版计划实践环节对比分析如图6。



(a) 总学分及各模块实践学分对比



(b) 实践学分占比分析

图6 2012、2016、2017教学计划中实践环节的对比分析

2) 实践教学体系的构建。根据工程教育的特点，结合建设创新型国家和卓越工程师计划对高素质实践创新人才的需求，构建了工程应用型人才培养的实践教育体系（如图7），确立了涵盖四个层次的实践教育模块（如图8）。

3) 创新教育教学方法。为实现学生工程实践能力及创新意识的培养，不断深化教育教学

改革，注重教学内容、方法、手段及考核方法改革，探索适合工程教育的教学手段及育人模式。通过“系统性入学教育体系、专业知识扩充教育体系、身心健康教育体系、创新能力培养教育体系、职业规划教育体系和社会适应性教育体系”（六体系），进一步丰富和补充第一课堂，以提高学生的综合素质和创新实践能力（一目标）（如图9），见附件I中附录1-3和附录6。

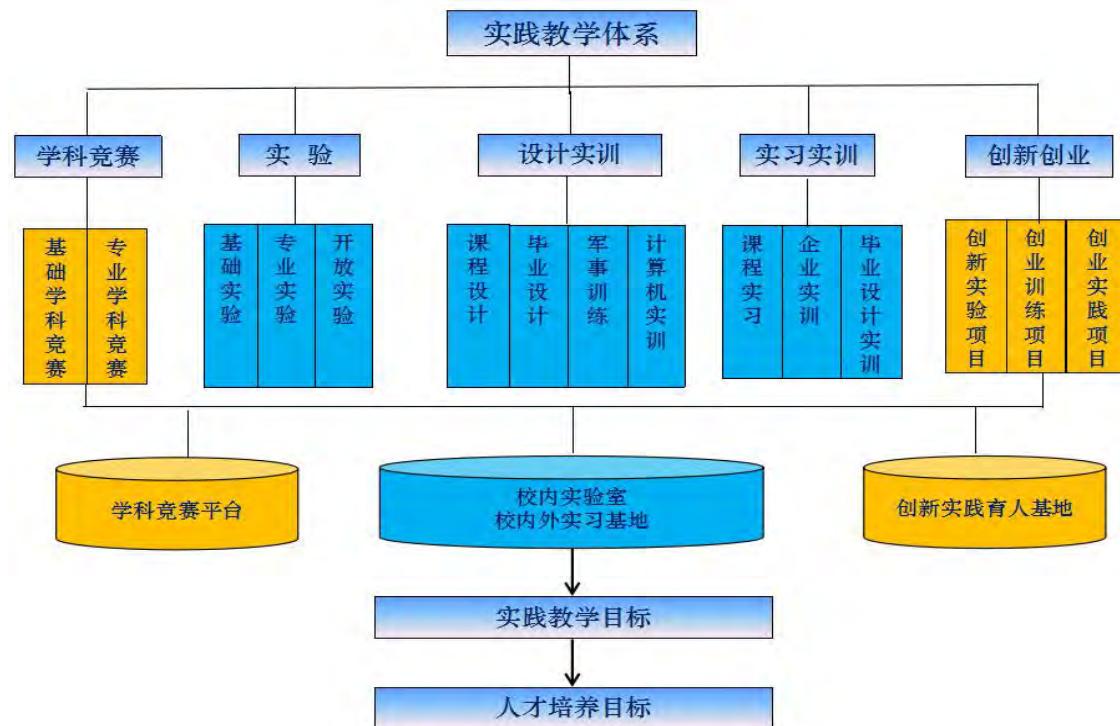


图7 实践教育体系

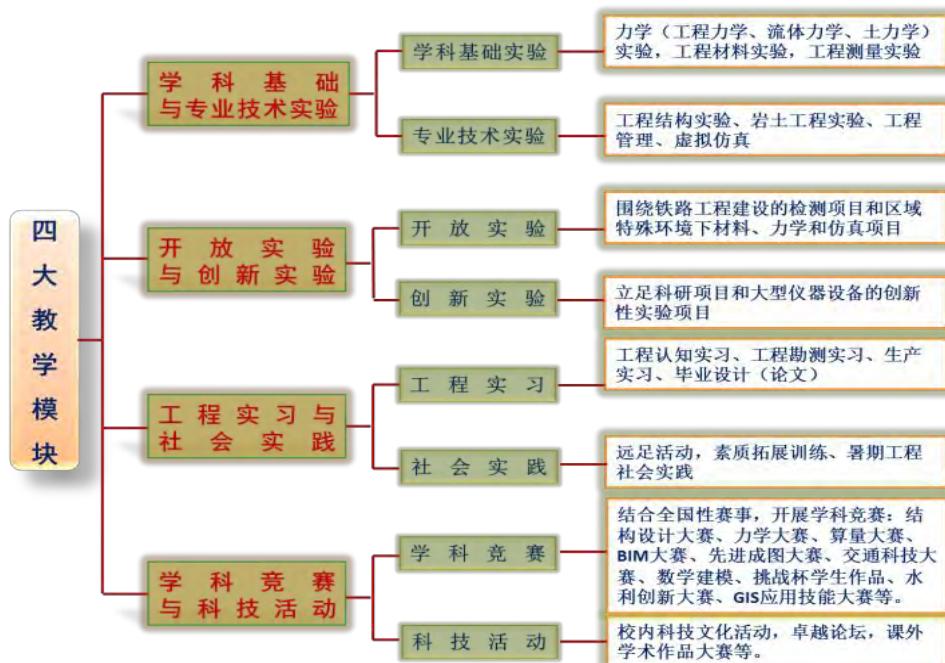


图8 实践教育模块

(4) 建设工程教育师资队伍

师资队伍是人才培养的关键，学校将现有师资的工程实践能力培养与企业师资聘用相结合，致力于构建具有国际化视野、双师结构的工程技术型教师队伍。教师有工程经历和海外背景的情况如图10，详见附件I中的附录4。

1) 提升教师的工程实践能力。一是选派学术骨干到国内外著名高校和科研院所进修、访学交流；二是有计划地选派教师到科研院所和大型工矿企业挂职锻炼；三是聘用企业技术骨干担任实践环节任课教师；四是结合行业规范宣贯和技能培训进行学术研讨。

2) 建立“产学研”合作基地。“产学研”基地是推进科技创新的重要场所，也是提升教师工程素质的良好平台，是实现科研反哺教学的有效途径；青年教师在从事科研和企业交流中，深入研究内容和工程技术岗位参与工作，能够跟踪行业前沿、更新知识结构，培养工程素养和提高从业能力，从而实现对青年教师工程实践的再教育。

3) 畅通学术交流渠道。结合国内外专家学者的学术访问与交流，拓宽了教师的专业及国际化视野；聘请同行名师及企业技术骨干开设工程技术专题讲座、校友返校的座谈交流，有效发挥各方力量在师资培养中的作用。

(5) 以实践能力培养为目标搭建协同育人平台

根据“线桥隧一体化”卓越人才培养的需求，学校先后与中国中铁集团、中铁二十一局集团、中铁第一勘察设计院集团、中铁西北研究院等国内大型的铁路设计、施工和科研企业合作共建18个企业实习基地，5个国家级教学科研平台和3个省部级重点实验室等科技创新平台，为学生实践能力、科学精神及创新意识的培养提供了有效保障。（详见附件I中附录5）

(6) 以信息化管理手段完善过程控制

通过“赞学网”公共实习管理平台进行实训指导、实习日志在线提交和批阅；建立实训成绩的校企导师综合评价和答辩制度，有效保障了企业环节的培养质量；辅助企业实训安全责任

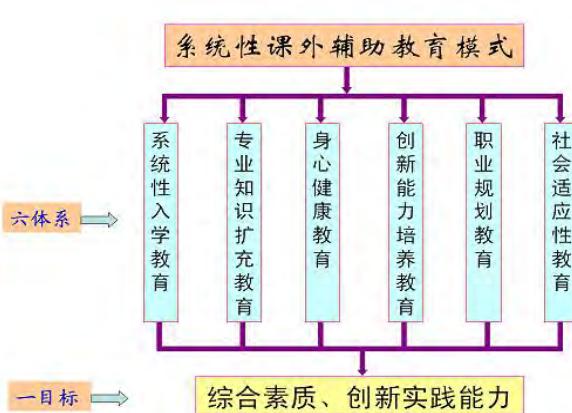


图9 “六体系一目标”的辅助教学

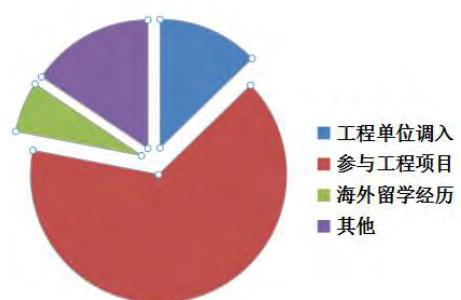


图10 师资队伍的工程背景

书制度、统一购买人身安全保险制度等，为学生企业实训安全提供保障。（详见附件I中附录3）

四、成果的创新点

- (1) 以工程教育对知识、能力和素质的基本要求为导向，结合我校办学特色和工程建设需求，创新了“线桥隧一体化”、“3+1”校企协同育人的土木工程卓越人才培养模式；
- (2) 结合交通土建工程的特点，以实基础、重实践、强能力、高素质、求创新为目标，重构了知识学习、能力培养和工程素质提升并重的卓越人才培养课程体系；
- (3) 搭建了校企协同育人的实践教学和科研创新平台；完善了适应校企联合培养、与国际接轨的工程技术型师资队伍建设的保障机制。

五、项目的推广应用效果

该项目以边研究边实践为原则，在研究中大胆实践，在实践中努力探索，在探索中不断提高。经过6年的实施，取得了很好的育人效果。

- (1) 课题研究为工程教育改革开辟了新思路，拓宽了专业视野，完善了土木工程专业的育人体系。土木专业在2012年取得住建部有效期为8年复评资格的基础上，2015年入选了首批国家级地方高校“专业综合改革”试点专业。
- (2) 通过课题实施，加大了校企合作的机会和力度；经过校企联合育人的双轨运行、网络教学资源的共享利用，拓展了教学的空间和维度。学生在了解企业、熟悉工程的前提下就业，毕业后能马上适应工程建设的岗位需求，提高了学生培养质量的企业满意度，扩大了学校的社会影响力，生源质量逐年提升。
- (3) 课题研究开启了新时期校企“产学研”合作新模式，有效推动了我校工程教育改革的进程，为土木工程专业的工程教育认证搭建了良好的平台，为同类工科专业建设提供引领和示范，也为新时期的新工科建设奠定前提基础。