

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.05.008

欢迎按以下格式引用:勾红叶,蒲黔辉,洪彧,等.新工科背景下土木工程专业研究生交叉创新能力培养及导师团队建设探索[J].高等建筑教育,2021,30(5):54-60.

新工科背景下土木工程专业 研究生交叉创新能力 培养及导师团队建设探索

勾红叶,蒲黔辉,洪彧,莫志祥

(西南交通大学 土木工程学院,四川 成都 610031)

摘要:“新工科”是中国工程教育应对新技术和新发展的重大战略决策,土木工程作为传统工科专业需要调整行业未来发展方向。以土木工程学科全日制研究生培养为例,阐述了土木工程专业新工科建设的必要性,分析和总结了当前研究生能力培养环节存在的问题。在此基础上,提出研究生交叉创新能力的培养目标和培养举措,包括实践创新能力、科研创新能力和学科交叉能力等,并以研究生导师团队建设为辅,协同促进研究生能力培养,旨在提高全日制研究生的整体素质。

关键词:新工科;工程教育;土木工程;交叉创新能力;高水平人才

中图分类号:G643.0;TU-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2021)05-0054-07

为主动应对新一轮科技革命与产业变革,服务和支撑创新驱动发展、“中国制造 2025”等一系列国家战略,教育部提出“新工科”理念,这是一项持续深化工程教育改革的重大行动计划,其具有反映时代特征、内涵新且丰富、多学科交叉、多主体参与、涉及面广等特点^[1-3]。因为时代在变、世界在变、中国在变,高等工程教育必须超前识变、主动求变、迭代创新,支撑引领以“两新一重”为代表的现代产业发展。在推进新工科建设过程中,先后形成“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”,并发布《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》《教育部办公厅关于推荐新工科研究与实践项目的通知》,全力探索领跑全球工程教育的中国模式、中国经验,助力高等教育强国建设。国家始终在推进高校的教育改革,以求完善现行教育模式,旨在建成创新型国家。在本科教育已经成为大众教育的时代背景下,研究生教育依旧是精英教育的主体,更是社会各行业中高水平人才的代

修回日期:2021-03-10

基金项目:西南交通大学研究生导师团队建设(YSY-DSTD201917);西南交通大学本科教育教学研究与改革项目(20201002-01)

作者简介:勾红叶(1983—),女,西南交通大学土木工程学院教授,博士生导师,博士,主要从事高速铁路桥梁服役安全研究,(E-mail)

gouhongye@swjtu.edu.cn.

表。而研究生交叉创新能力的高低,关乎研究生教育的成败,也与高校的学科建设及国家的人才构成息息相关^[4]。

对于传统工科专业,如土木工程、电气工程、机械工程、化学工程等,存在学科专业长期形成的观念、边界、内涵等方面固化的问题,缺乏发展潜力,影响创新人才的培养,急需注入新鲜血液,焕发新的发展活力。本文以土木工程领域为背景,着眼于该专业研究生交叉创新能力培养,以导师团队建设为辅,结合人才培养和团队建设中的经验对此进行探讨,以期为其他同类院校研究生培养提供借鉴和参考,切实提高研究生的培养质量。

一、土木工程专业研究生交叉创新能力培养存在的问题

党和国家对高等教育的需要比以往任何时候都更加迫切,对科学知识和卓越人才的渴求比以往任何时候都更加强烈,同时对全面发展的社会主义建设者和接班人提出了更高要求。研究生是科研创新的主要力量,更是建设创新型国家的支柱力量^[5],在新工科建设背景下,研究生培养尤为重要,但大多数高校土木工程专业研究生交叉创新能力培养环节仍存在以下三方面问题。

(一) 创新意识薄弱,与新学科接触不足

工科研究生交叉创新能力培养是新工科建设发展急需的,土木工程是传统工科专业的典型代表,该专业研究生的交叉创新能力培养措施对于其他专业也有一定的参考价值。交叉创新能力可分为实践创新能力、科研创新能力和学科交叉能力(即非本专业学科学习能力)。调研发现,目前在土木工程专业研究生的交叉创新能力培养过程中存在如下问题:

(1) 实践创新能力培养不足。表现为研究生实践机会少,实践能力不足,存在严重的理论和实际结合不紧密的现象,在实践中,对实践技术、实践方法创新不够,在校期间学习的技术无法应对行业对人才的实际需求。

(2) 科研创新能力培养不足。表现为创新精神匮乏,创新意识薄弱,学习动机缺乏,且独立观察、质疑问难、捍卫真理的精神欠缺^[6]。

(3) 与其他相关学科接触太少。土木工程可与机械、计算机等专业结合,但实际情况是大部分研究生只专注于本专业学科的学习,未能适应目前行业对复合型人才的需求。

(二) 行业前沿研究视野拓展不足,缺乏学科交叉

有些团队固守传统学科研究,对行业前沿方向把握不足,没有及时学习新理论,出现知识老化问题,这对研究生创新能力的培养极为不利,部分团队研究目光始终锁定在本行业内,缺乏对新兴学科的了解,忽视学科交叉的重要性,知识储备不足,导致与其他学科知识接触的机会较少。

(三) 研究生导师团队管理模式不完善,培养理念落后

研究生导师团队的建设是研究生科研能力培养的重要辅助手段,关系到研究生学习的环境、接触的科研内容及科研视野等。在高校中,部分导师团队管理模式单一,缺乏规范且科学的组织管理和运行机制,团队集体文化建设不足,缺乏对团队凝聚力的重视,忽视对学生归属感和集体荣誉感的培养。此外,部分团队存在培养理念的问题^[7-8],固守于传统行业人才需求的标准,没有着眼未来,未能以高水平创新人才的培养目标来指导学生。

二、研究生交叉创新能力培养举措

新工科的“新”体现在人才培养全过程中,立足引领未来技术和产业发展方面,在准确把握国家及产业未来需求和发展方向基础上,通过可行性分析论证后慎重作出调整。新工科理念能有效促

进各大高校加快一流大学和一流学科建设,而研究生教育是培养高层次创新人才的主要途径,是应对全球人才竞争的基础布局,是实施创新驱动发展战略、建设创新型国家的重要基石,也是加快高等教育治理体系和治理能力现代化,提高高等学校人才培养、科学研究、社会服务和文化传承创新水平,使之成为知识发现和科技创新的重要力量^[9]。

对研究生来说,交叉创新能力是面向未来行业需求必备的素养,交叉创新能力培养是提升研究生教学质量、培养引领未来技术和产业发展人才战略方针^[10]。西南交通大学是一所具有百年历史的传统工科院校,在新工科建设背景下,以“交通特色鲜明的综合性研究型一流大学”为定位,在研究生交叉创新能力培养措施方面,积极适应新时期国家高等教育,特别是土木类工科教育的新要求,力求探索出一条特色鲜明的发展道路,力争取得一批处于国内领先、国际先进的成果,成为国内一流、国际知名的土木类办学单位和人才培养基地。笔者团队以“双一流”建设目标为导向,坚持以“科研育人”为指导,在培养学生科研能力的同时,引导学生形成敢为人先的科学精神、开拓创新的进取意识和严谨求实的科研作风。

研究生交叉创新能力培养分为实践创新能力、科研创新能力及学科交叉能力三方面。

(一) 理论结合实际,实践创新能力的培养

笔者团队依托陆地交通地质灾害防治技术国家工程实验室和西南交通大学结构工程试验中心,在对研究生进行实践创新能力培养时,针对不同学位类型完善教育培养体系,严格质量管理,引导研究生教育高质量发展。

在培养实践创新能力时,学术型研究生在读期间须参加工程实践活动,提高实践技能熟练度,培养其终身学习能力、创新能力、国际视野和领导能力。其认定范围主要包含科技成果奖申报、参与国际或国家及行业标准编写、申请国家发明专利、承担国家级(重大、重点)工程项目或课题等,完成四类中任意一种类别,均可获得3学分。专业型研究生在读期间须参加创新创业与社会实践活动,其认定范围主要包含竞赛活动、知识产权、科技成果转化、执业资格、自主创业、社会实践,完成六类中任意一种类别,均可获得相应2学分。专业型硕士研究生入学满1年并完成个人培养计划中的课程阶段学习后(一般为入学后第三学期)必须进行专业实践。专业实践环节须进入由学校备案的校内或校外专业实践基地完成,实践时间最短不少于半年,最长不超过一年。专业实践以“项目制”的方式开展,奠定学生扎实的理论和实践基础,使其掌握专业领域的技术技能。专业实践结束后,学生填写并提交《个人专业实践结题报告》,实践基地应组织专业实践结题答辩会,由3~5名专家组成考核专家组,对参与专业实践学生的专业实践完成情况和实践效果进行综合考核并给出考核结果,成绩合格者获得6学分。

具体的实践创新能力培养分两步走:第一步,实践能力培养。团队导师在科研项目涉及的相关理论及实践方向上对研究生的学习工作进行把控,从项目开始到结束,安排具有较强责任心的高年级研究生引领低年级研究生参与项目。项目执行过程中积极进行讨论,若遇到技术难题,导师或相关专业人员及时给予指导;第二步,实践创新思维培养。在进行科研或工程项目过程中,研究生遇到困难时,不是按照既有方法和思路解决问题,而是引导其广泛阅读相关文献,在此基础上进行创新性思考,提出解决方案,锻炼其创新思维。

为保障实践创新能力培养环节的顺利进行,团队根据每位研究生实际情况与个人兴趣制定阶段性目标和发展计划,要求团队研究生每两周进行一次组会汇报,汇报目前科研任务的完成情况和研究进展。同时,积极发挥“传帮带”作用,重点指导博士生学习工作,帮助其解决科研问题,博士生协助教师指导硕士生进行科研,帮助其完成科研计划。这种帮扶模式能帮助研究生快速适应团队

科研工作环境,提升工作效率,保证研究生的培养质量,促进团队良性发展。

(二) 适应时代发展潮流,科研创新能力培养

科研创新是国家兴旺发达的不竭动力,是建立创新型国家的重要保障^[11-12]。高校承担了全国60%以上的基础研究工作和国家重大科研任务,研究生参与高水平科研项目比重逐年上升。2020年,国家自然科学基金面上项目的人员组成中,在学研究生占比超过50%,研究生已成为我国科研创新活动的重要参与者和贡献者。由此可见,高校研究生是科研创新的领军力量,因此,对研究生科研创新能力的培养格外重要。

在研究生科研创新能力的培养过程中,培育学生的科研创新精神,使其能处理好知识和创新的关系,提升创新能力;培养学生坚韧的毅力,提升其创新素养,在科研工作中不“循规蹈矩”,要有“奇思妙想”,坚持走自己的路,敢于大胆怀疑、大胆设想、大胆进行前瞻性探索,具备独立观察、质疑问难、捍卫真理的精神;提升学生创新活动和科研实践参与程度,保障其学术成果质量,杜绝低水平的重复研究,旨在取得高水平原创性成果,不断提高研究质量和水平;注重学位论文研究的创新性,要求学生对所提出的思想、理论、方法和技术论述翔实具体,实验验证过程缜密完整,研究可信度高。同时培养其锐意进取的精神,加强其创新性思维的锻炼,鼓励学生参与各类学术交流,让学生了解当前专家学者关心的热点、难点和焦点问题,激发学生的创造力。

(三) 革新传统思想,学科交叉能力的培养

新工科建设提倡重实践、跨学科,通过学科交叉实现协同育人,持续改进创新人才的培养目标、培养方案、课程体系。土木工程属于传统工程专业,在新学科和新专业的冲击下,需要主动改革升级,以提升本专业研究生快速面对变化的适应能力,保障其专业竞争力。

研究生学科交叉能力的培养,高校需要解放传统教学思想、转变落后态度,革新教学理念、梳理学科脉络、把握教育改革背景、谋划未来发展方向。在课程设置时,将力学类、设计原理类及信息类学科融合(建筑信息模型技术),以立德树人统领人才培养,融合多学科交叉工程教育,形成高度关联、贯通融合、持续创新的新型工程人才培养体系。

在具体实施方面,建设开放型多学科培养平台,拆除学院与专业之墙,建设跨学院、多学科、开放办学的校院两级新工科教育培养平台;拆除学校与社会之墙,实施产学研深度融合、多学科交叉融合、国内-国际培养融合、教-研-学主动融合;拆除教学与科研之墙,实现学校各级各类重点实验室、工程中心之间的跨学科合作。以传统工科专业的升级改造为出发点,引入人工智能、智能制造、机器人、云计算等新学科内容,注重跨界交叉融合、支撑服务产教融合、综合改革及国际合作,在标准、结构、体系、方法、技术、课程、教材、评价等方面积极适应变化,培养具备智能运维建设理念和交叉融合人工智能等新兴技术能力和在土木类相关工程领域从事勘察、设计、施工、管理和科学研究等工程的高层次未来人才。

图1为研究生交叉创新能力培养路径的流程图。

以笔者所在团队为例,27名硕博研究生通过合理执行研究生交叉创新能力的培养措施,取得了丰硕成果。学生发表论文50余篇(其中关于信息化、智能化和涉及交叉学科等方面的论文有10余篇),SCI论文20余篇,5人获得国家奖学金,8人获得特等学业奖学金,1人获得中国港湾奖学金,1人获得钱冬生教育基金奖学金,5人获得优秀研究生称号,5人获得优秀毕业生称号,3人获得研究生明诚奖,多人竞赛获奖。6名研究生获校级优秀硕士论文奖,其中,去年的2篇优秀硕士毕业论文的研究领域不仅仅局限于土木,还涉及机械和计算机等方面。培养的硕士生就业于各大铁路、公路设计院及科研部门,并逐渐成为单位上德才兼备的中坚力量,培养成效显著。

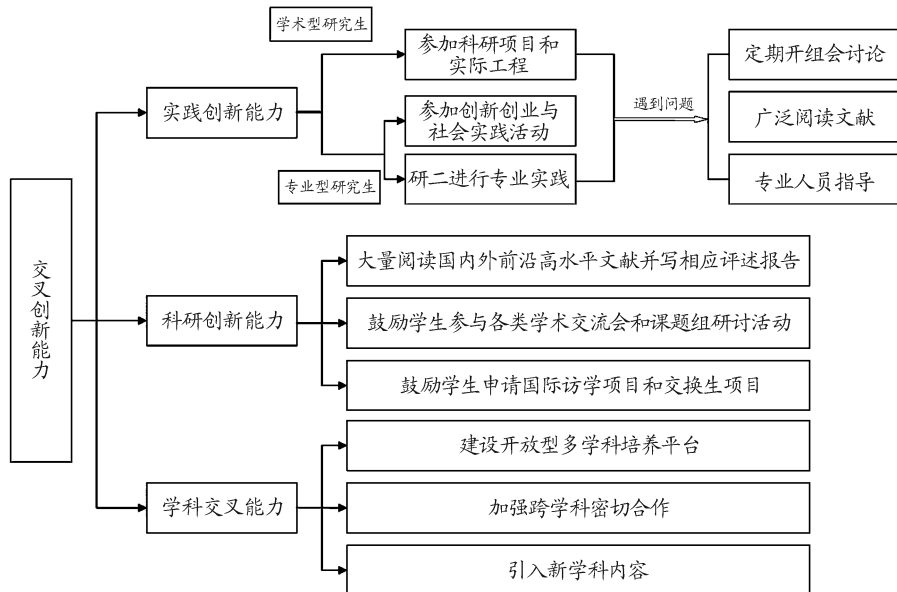


图1 研究生交叉创新能力培养路径

三、研究生导师团队建设方案

研究生导师团队的建设与研究生能力培养是相辅相成、密不可分的。研究生团队在建设过程中,应以提升研究生教学质量为核心,尽可能为学生创造良好的学习环境,始终坚持立德树人、科研育人,坚持科研创新、成果转化和国际交流。围绕新工科建设步伐,扩展团队研究内容,瞄准高速铁路和川藏铁路桥梁行车安全和防灾减灾领域的核心问题和关键技术难题,聚焦交通土建行业创新人才需求。构建以国家基础设施防灾减灾行业需求为引领,以国家创新发展平台为支撑,以卓越的创新型人才成长体系为核心的“三位一体”创新型研究生培养体系。将科研所涉及的内容与国家和社会行业发展的环境紧密结合,引导学生了解国家重大需求和重大工程的世界性难题与技术瓶颈,引导学生接触学科前沿、探索科学问题,激励学生开展原创性、前沿性、跨学科研究,实现了科学研究与人才培养的良性互动,为国家基础设施建设的发展储备卓越拔尖人才。在此基础上,形成特色鲜明、学术科研氛围好、凝聚力和向心力强的可持续发展的研究生导师团队。在探索团队建设过程中,提出以下几点建议:

1. 完善团队运行机制,建立和谐团队文化

和谐有序的团队氛围是保障研究生可以安心进行科研工作的基本前提,在团队内部管理上,通过探寻科学合理的运行机制,建设和谐团队文化,为研究生营造积极高效的学习环境。

团队运行机制主要分为管理机制、考核机制及激励机制3个方面:(1)管理机制。建立完善的团队管理规章制度,包括日常工作管理、实验管理及后勤管理等多个方面,确保规章内容清晰明确,有章可循。委任教师负责人和学生负责人进行团队大小事务的处理,学生的日常工作问题由各项目学生负责人进行汇总,然后向教师负责人进行汇报,这样的运作机制,可以促进团队协作能力,大幅度提高工作效率。(2)考核机制。为推进团队各类科研项目,建立健全的考核机制,对学生科研工作定期进行考核,由学生代表及教师代表联合对每个科研项目的相关事项进行评定。(3)激励机制。建立激励机制,调动研究生的学习热情,出台动态、优化,具有激励功能的团队研究生奖学金评选实施细则,打破平均化的分配体制,激励每位研究生积极科研、勇于创新,将资源更多用在钻研学

术、勇于创新的研究生身上,对鼓励研究生潜心学业具有重要的引导和激励作用。设立学生工作优秀奖,奖励为团队工作付出较多的研究生,每年评选若干名表现优异的硕士研究生和博士研究生,并给予奖励。这一制度可以形成团队内研究生的良性竞争,提高整个团队的科研能力、核心竞争力及成果转化率。

团队文化建设是营造良好学习环境的另一环节,通过定期组织团队活动,如体育活动,在鼓励学生积极锻炼身体的同时,加强学生间的交流,促进协同合作能力,增加团队凝聚力及团队归属感,也可加深教师对学生的了解,深入认识学生的性格、能力和兴趣爱好等,有助于因材施教,精确培养。

2. 推进导师队伍“传帮带”建设,持续革新团队研究方向

研究生是团队的基础,导师是团队的灵魂。在完善团队建设过程中,导师队伍围绕“立德树人”的根本任务,以科学研究为载体,以“人才培养”为本,不忘初心科研育人,砥砺前行创新跨越,瞄准国家重大战略,革新人才培养体系,营造良好育人氛围。团队教授、副教授带领青年讲师发展及成长,提升导师队伍水平,形成协同发展的指导梯队,真正体现“传帮带”团队建设效应^[13]。

瞄准科技前沿和关键领域,发扬创新精神,不断深入探索,在立足传统研究课题的同时,深入挖掘有价值的创新点,进行技术创新、知识创新和理论创新;紧跟行业前沿方向,着眼新兴学科,进行原始创新、前沿突破和正向创新;实现科学研究与人才培养的良性互动,为国家基础设施建设的发展储备更多具有创新意识、创新思维和创新实践能力的高水平人才。

3. 开展交叉学科研究,构建复合式创新育人体系

为响应国家创新驱动发展战略,团队在立足传统学科基础上,打破视野和传统科研理念禁锢,推动土木工程“智能+”时代,积极探寻“土木+大数据+信息化”学科交叉研究新方向,深入推进学科专业调整,促进理工结合、工工交叉、工文渗透,推动交叉专业的产生,跨院系、跨学科、跨专业培养工程人才的教育模式,为团队研究生提供接触未来行业发展方向的机会,使其能快速适应未来行业发展。同时,秉承“积累、创新和应用”的科学研究态度,结合理念深化、结构优化、模式创新、师资建设、创新创业、协同育人、共同体构建、质量提升等方面构建复合式创新育人体系,形成特色鲜明的团队文化,优化不同学科队伍内部交流,形成更高效合理的研究生培养制度和机制^[14-15]。团队基于我国高速铁路和川藏铁路等重大工程建设项目背景,把脉重大工程技术难点和瓶颈问题,建立并完善“以学术创新为基础、多能并举”的全新培养模式,全面提升研究生综合能力和培养质量,为国家铁路建设培养顶级技术和交叉学科的复合式创新人才,为重大工程建设提供强大的智力支撑。

四、结语

新工科背景下土木工程专业的改造升级建设必须以培养卓越工程创新人才为核心,以质量建设为根本,构建中国特色、世界水平的工程教育体系,加快推进中国从工程教育大国走向工程教育强国。未来高校对研究生的培养应始终坚持以交叉创新能力培养为核心,为研究生的提升和发展创造多元的机会,进而促进其快速成长,培养国家需要的高水平、高素质新时代创新人才。但是,研究生的能力培养模式不是一成不变的,各高校应根据各自的学科优势和特色,立足国家和行业需求,建立和完善对应的培养体系,推进研究生教育的发展,培养更多高层次的创新型科研人才。

参考文献:

- [1]董晶.新工科背景下高校人才培养模式探索[J].高等建筑教育,2018,27(6):8-11.

- [2] 鲁正, 上官玉奇. 基于本科生导师制的新工科人才培养探究——以同济大学土木工程学院为例[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(2): 1-4.
- [3] 孙峻. “新工科”土木工程人才创新能力培养[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(2): 5-9.
- [4] 李贤, 吕恒林, 吴元周. 全日制建筑与土木工程专业学位研究生实践能力培养探讨[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(2): 53-56.
- [5] 吴巧云, 肖如峰. “新工科”时代背景下德才兼备型土木工程人才培养改革与实践[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(2): 8-15.
- [6] 张秀萍, 刘培莉. 大学科研创新团队建设的制约因素及对策[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2006(6): 910-915.
- [7] 嵇风云. 关于加强研究生导师队伍建设的几点思考[J]. 兰州教育学院学报, 2015(7): 61-63.
- [8] 李明. 新时期我国研究生导师队伍建设的问题及其对策[J]. 福州大学学报(哲学社会科学版), 2006(1): 95-98.
- [9] 尹毅, 李思琦. 以“新工科”建设引领高等工程教育创新与变革[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(4): 1-6.
- [10] 赵小刚, 高蕾, 王彦坤, 等. “新工科”背景下地方高校建筑学教育的实践与探索——以河北工业大学为例[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(4): 7-15.
- [11] 何寿奎, 李倩倩. 专业学位研究生创新能力影响因素与培养路径探讨[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(5): 58-65.
- [12] 倪国栋, 王文顺, 周建亮, 等. 基于实践创新能力提升的工程管理硕士研究生校企联合培养模式探讨[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(4): 27-30.
- [13] 李方慧, 赵永江, 赵文军. 土木工程专业研究生培养模式探讨[J]. 高等建筑教育, 2013, 22(2): 41-43.
- [14] 付李, 邹昀, 冯小平, 等. 专业学位研究生课程体系改革和培养模式创新——以江南大学建筑与土木工程专业为例[J]. 教育现代化, 2019, 6(75): 206-210.
- [15] 尹世平, 华云涛, 王菲, 等. 研究生学术氛围影响因素及营造机制研究[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(5): 42-47.

Research on postgraduate cross innovation ability training and tutor team construction in civil engineering field under the background of emerging engineering education

GOU Hongye, PU Qianhui, HONG Yu, MO Zhixiang

(School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, P. R. China)

Abstract: Emerging engineering education is a major strategic decision of China's engineering education facing with new technology and new development. As a traditional engineering major, civil engineering needs to adjust the future development direction of the industry. Taking the training of full-time postgraduates of civil engineering as an example, this paper expounds the necessities of emerging engineering construction in civil engineering, analyzes and summarizes problems existing in the current postgraduate ability training process. On this basis, it proposes the training targets and measures of postgraduates' cross innovation ability, including practical innovation ability, scientific research innovation ability and interdisciplinary ability. And tutor team building is taking as subsidiary issue, to promote the cultivation of postgraduates' ability and to improve the overall quality of full-time graduate students.

Key words: emerging engineering education; engineering education; civil engineering; cross innovation ability; high-level talents

(责任编辑 周沫)