

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.04.003

欢迎按以下格式引用:车伟,孙俊利,杨震铂.新工科背景下土木工程专业实习实践教学体系创新与实践——以中国地质大学(北京)为例[J].高等建筑教育,2022,31(4):17-23.

# 新工科背景下土木工程专业实习 实践教学体系创新与实践 ——以中国地质大学(北京)为例

车伟,孙俊利,杨震铂

(中国地质大学(北京)工程技术学院,北京 100083)

**摘要:**本文以中国地质大学(北京)土木工程专业为例,对新工科背景下实习实践训练教学体系进行研究,通过分析现有实习实践教学体系存在的问题,以学生为中心,建立了“点面结合、模块组合、螺旋递进、新技术强化、全方位渗透”的多层次平面螺旋实践训练教学体系框架,开发了土木工程校企协同实践信息平台APP,推行了本科生校内和校外“双导师”制等各种措施,为我校“新土木”实训体系的有效实施提供了强力保障。

**关键词:**新工科;土木工程;实习体系;创新实践

**中图分类号:**G642.44; TU-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2022)04-0017-07

近年来,融合人工智能、大数据、物联网等新技术的科技革命以及全方位产业变革正在世界范围内加速推进。为培养满足现代化产业需求和具有创新创业、动态适应能力,能够参与世界竞争的高素质交叉复合型工程技术人才,我国高等工程教育发展进入了快速、根本性建设时期——从基础性、结构单一性以及大众化向基础引领并重、多样性及普及化转变,在全球化格局中主动谋求发展与改革,以实现一流工程教育。2017年2月,教育部发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》,明确提出了“新工科”的建设要求。与传统工科相比,“新工科”更加强调学科的新兴拓展、新型升级与新生交叉,尤其注重智能化、数字化、物网化等新技术与传统工业技术的紧密结合,工程教育也将从教材建设、教师素质提升、教学体系融合以及基地建设等方面深入推进<sup>[1-2]</sup>。

土木工程行业是国家基础设施建设、塑造大国工程的基础行业,是国民经济的支柱产业,也是

修回日期:2021-02-24

基金项目:中国地质大学(北京)2021年度本科教育质量提升计划建设项目(JG202111)

作者简介:车伟(1979—),男,中国地质大学(北京)工程技术学院讲师,博士,主要从事工程地震与结构抗震的理论研究与教学工作,(E-mail)chewei@cugb.edu.cn。

推动“一带一路”国家倡议和新型城镇化建设的先行者。全国开设土木类专业的院校有 500 多所,每年有近 10 万莘莘学子踏入“土木之门”。结合新工科理念的“新土木”专业人才培养机制改革迫在眉睫,除旧迎新、升级优化,新技术交叉将在新的人才培养机制中集中体现<sup>[3-4]</sup>。土木工程专业的实习教学(认识实习、生产实习和毕业实习)是学生以实际工作者的身份,直接或间接参与现场设计、施工的实践教学形式,是加深学生对课堂专业知识理解及培养学生解决复杂工程问题能力的重要环节<sup>[5]</sup>。目前,中国地质大学(北京)土木工程专业的实习教学活动主要存在实施形式单一、实习内容不明确、考核评价体系不科学及动态质量监管缺失等问题<sup>[6]</sup>。本文结合当前新工科实现路径的最新进展,尝试构建新型土木工程专业的螺旋式实习教学组织实施形式和评价达成体系,通过强化新技术在实践中的应用,探索如何在实习过程中实现“新工科”从理念到实践的有效转变<sup>[7]</sup>。

## 一、现有实习教学类别与实习模式

### (一) 实习类别

实习教学是学生走出课堂,深入项目建设一线,投身工程实践的重要环节。其目的是使学生认识工程结构,熟悉工程建设实际情况,在解决实际复杂工程问题的过程中积累经验,掌握最新的建设技术。实习活动贯穿大学四年的学习过程,一般主要包括以下三个环节:

(1)认识实习。通过室内讲解、观看录像及参观相关工程施工现场等方式,使学生对土木工程专业施工环境有一定的感性认识,了解工程基本构造,熟悉工程建设的一般过程。认识实习通常在大学一、二年级尚未学习专业课之前进行,为进一步学习专业知识做准备。

(2)生产实习。学生在修完专业基础课及大部分专业课之后,深入工程施工现场,直接参与生产实践工作。巩固加深课堂知识,学习工程建设技术,并作为初级技术人员,学会解决一些比较简单的技术问题,为后续的专业综合学习以及毕业后适应工作环境奠定基础。生产实习一般安排在大三暑期的小学期进行。

(3)毕业实习。毕业之前再次深入工程现场,运用所学的专业知识进行专业综合技能训练。培养学生组织生产、独立工作以及发现问题、分析问题、合理论证与解决问题的综合能力,以成为合格的专业技术人员。毕业实习一般同毕业设计(论文)联系在一起,在实习中搜集资料,为毕业设计(论文)做好准备工作。

### (二) 实习模式

现有的实习模式与预期的实践教学目标及效果存在较大差距<sup>[8]</sup>。一方面,学生反映实习内容的指导性和针对性不明确,实习形式要么是集中的走马观花,要么是分散的放羊式管理;另一方面,教师反映受工程建设的工序更替慢和安全风险性高等多种因素制约,在固定的时间寻找合适的实习项目难以落实。而企业则反映学生专业知识掌握不牢固,重理论轻实践观念重,对新技术的了解和应用不多<sup>[9]</sup>。表 1 从实习内容、实施方式及评价方法等方面列出了我校土木工程专业现有实习教学体系的设置和监督管理中存在的问题。

表1 土木工程专业现有实习教学模式存在问题

类别	模式	存在问题
认识实习	实习内容	由于实习时间固定且较短(一般一个星期),认识参观内容会受到联系工地的实际建设情况、外部环境等方面因素制约而临时随机改变或取消
	组织方式	以1~2名指导教师同时带领几十甚至上百人一起参观为主。由于学生众多和现场环境嘈杂等原因,很多学生很难听清带队教师的讲解,只能跟随教师走马观花,流于形式。更谈不上达到“带着问题去实习”的效果。同时,学生与现场技术人员进行深入交流的机会不多
	评价方法	实习报告互抄、网上誊抄现象比较普遍。评价方式单一且简单,不能有效量化学生认识实习教学目标的达成情况
生产实习	实习内容	实习内容受实习工地的实际建设情况的制约,也往往忽略与课程设计、认识实习等其他实践教学环节之间的验证衔接
	组织方式	实习以分散形式进行,由教师指定派遣或学生自行联系实习单位。由于实习单位分散在全国各地,指导教师很难进行实习监督以及得到有效的实习效果反馈。另外,实习时间相对固定且较短(一般一个月),不能主动适应在建工程的施工工序的进度变化,导致实习期间仅能经历极少的工序更替,无法完整地认识和了解整个工程建设过程
	评价方法	由于指导教师无法对学生进行实时监督,实习日志和报告存在造假、誊抄现象,评价方式单一
毕业实习	实习内容	实习内容与生产实习内容都是针对在建项目的建设工序掌握情况,内容存在部分重叠,没有合理区分
	组织方式	以指导教师依据毕业设计(论文)内容指派实习单位为主。由于毕业实习与考研、找工作在时间上存在冲突,学生实习的积极性不足
	评价方法	毕业实习成果一般在毕业设计(论文)中间接体现,直接评价往往会被省略
其他		实习教学体系中的各个实习环节彼此独立,相互之间无法达到合理衔接以及有效规避;实习目标的达成评价机制过于简单;学校、企业、学生之间缺乏及时、稳定的数据信息共享平台;新技术的了解与应用没有在实习教学中得到充分重视;特色实践和创新实践内容偏少

## 二、构建“新土木”螺旋式实习教学体系

在新工科背景下,我校结合面向产出导向教育模式(Outcomes-based Education,缩写为OBE),以土木工程专业的专业认证申请为契机,提出了以培养学生工程实践技能和研究创新精神为目标,以工程建设综合训练为主线,注重做好校内实践与校外实习相结合、数值仿真训练与现场操作训练相结合、应用实践训练与研究创新训练相结合,形成具有学校自身特色的土木工程实习教学体系,从新体系、搭平台、结对子、新评价等机制方面为该体系实施提供了强有力的支撑。

### (一) 新体系

为了促进学生专业知识、实践能力及综合素质的协调发展,秉承以学生为中心的理念,我校建立了“点面结合、模块组合、螺旋递进、新技术强化、全方位渗透”的多层次平面螺旋式实习教学体系,如图1所示。该体系设立了基础训练、特色训练、综合训练、创新训练四个层次平面,每个层次平面由学习、校内实践、再学习、校外实习、创新实践五个基本环节构成。该螺旋式实习教学体系采用与学生思维方式相符的路径将专业培养目标置于实践教学的中心地位。随着实践层次平面的提升,不断拓展加深学生专业的培养训练内容,使之在专业培养中呈螺旋式上升趋势。四个层次平面的实践训练贯通本科培养全过程,实现专业理论课程与实习活动在组织和运行上的融合统一。新体系中基础训练、特色训练、综合训练和创新训练分别与专业培养方案中的认识实习、生产实习、毕业实习和创新训练等教学环节在内容上基本保持一致,同时,重点突出了实践时间的灵活性、实践

内容的实时针对性、各阶段学习模式的独立循环性以及各模块的螺旋递进性。

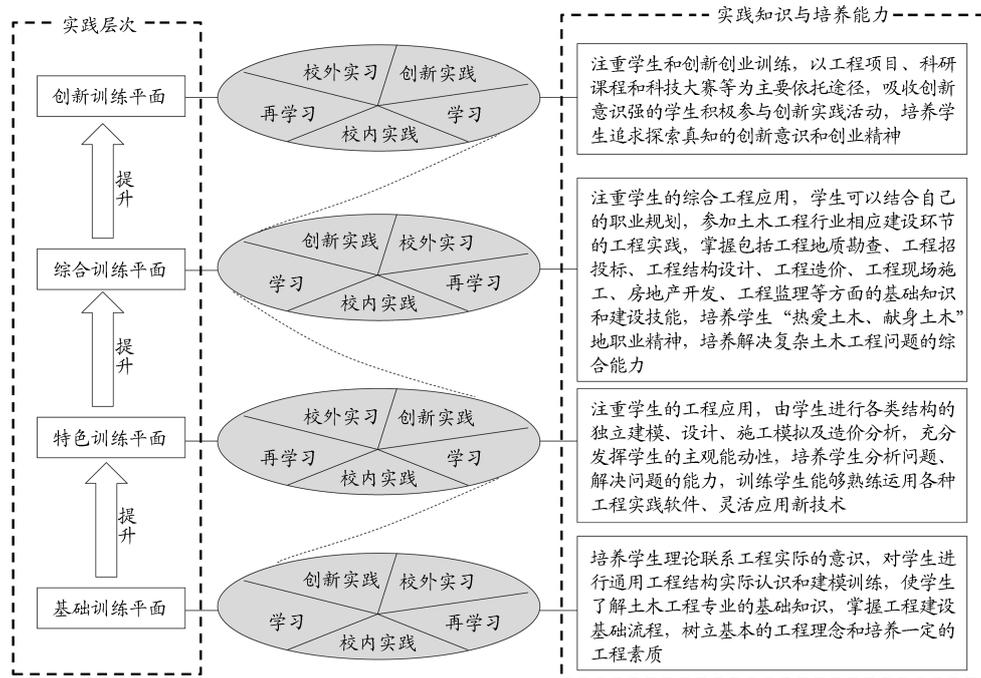


图1 “新土木”螺旋式实习教学体系

## (二) 搭平台

### 1. 校企信息共享平台搭建

为方便企业、学校和学生间实践活动信息及时共享,以促进彼此有效互动,我校土木工程专业开发了校企协同实践信息平台APP。该平台采用模块化设计,具有兼容性、易操作性、可管理性和可扩展性等特点,支持文字、图片、在线直播等形式信息上传。企业通过该平台可全方位展示企业形象,可定期在线直播在建工程项目的进度状态,发布最新实习需求信息;学校通过该平台能够保障企业与教师之间的顺畅交流,动态监管学生的现场实习情况,统计实习数据和查看企业反馈意见;学生通过该平台可查看企业在建工程的进度状态,根据专业兴趣进行实习工地的选择,也可通过平台查看实习企业的反馈评价报告。

该校企协同实践信息平台系统采用四层架构设计,即展现门户层、服务应用层、数据交换处理层和数据采集层,主要有企业管理端口、学校管理端口、教师管理端口以及学生管理端口四个客户业务模块,各端口模块的应用功能如图2所示。

### 2. 校企共建实践基地平台搭建

以学校为主体建设实习基地存在投入成本高、设施利用率低、设备更新换代慢等问题,而以企业为主导时,学校实践教学活动的安排会受到企业工程建设进度情况和现场环境等因素制约。通过校企共建模式,可以实现双方优势互补,促进双方在场地、设备、技术等方面积极合作,实现互惠双赢目标。2017年,我校与山西省交通规划勘测设计院联合共建了中国地质大学(北京)山西矿山综合治理技术研究中心,依托该研究中心开设了土木工程专业实习基地;2018年,为促进信息技术与专业知识的深度融合,我校与中建一局集团华北公司联合共建了数字化工程施工实践训练实验室,在新技术应用、人才培养、实践教学等方面进行了深入合作。

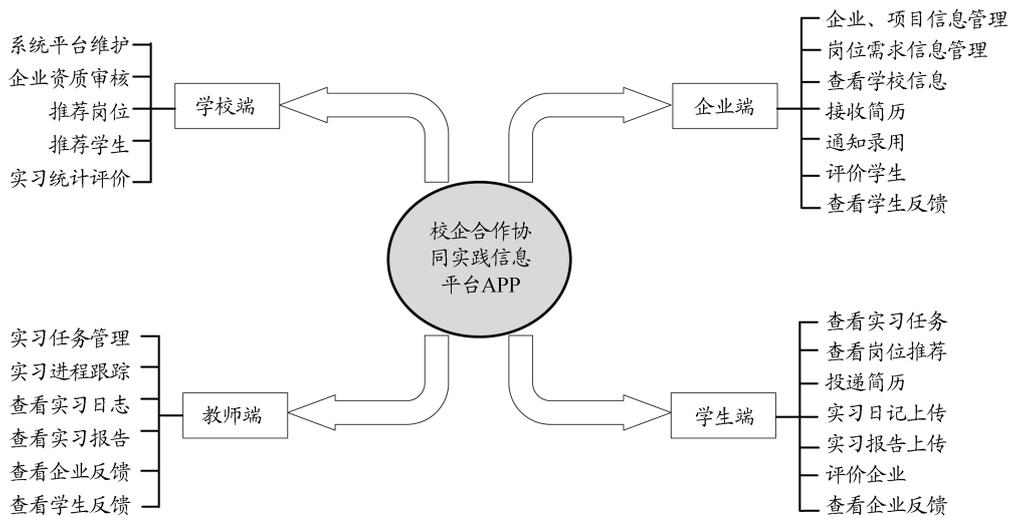


图2 土木工程校企协同实践信息平台应用功能

(三) 结对子

我校土木工程专业每年的招生规模在 60 人左右,分地下工程与工程地质和建筑工程两个专业方向,每个方向大约 30 人。2017 年,为积极推进专业教学与产业创新的深度融合,弥补校内教学模式存在单一化的问题,我校在本专业率先实行了本科生“双导师”制,即每位本科生同时配备一名校内导师和一名校外导师进行跟踪指导。导师采用聘任制,聘期四年。校内导师重点指导学生的理论知识学习和专业方向规划,校外导师重点指导工程实践应用和专业社会需求,主要聘用知名校友和合作单位技术人员。校外导师可利用其现场工作优势,不定期带领学生深入工程现场,使实习实践活动常态化,增强实习内容的针对性。在校学生通过学习校外导师丰富的社会经验和工作经验,弥补了常规模式下校内导师社会经验不足的问题,以实现更早、更好地与未来工作行业接轨。为保持对学生指导的连贯性,每个学生的校内外导师在大学四年期间原则上保持不变,以便持续指导所有实践环节。每名校内和校外导师合作指导 3~4 名学生。表 2 给出了我校推行“双导师”制度中校内、校外导师的聘任条件及工作职责。

表 2 土木工程专业“双导师”制校内外导师的工作职责

类型	聘任条件	工作职责
校内导师	本专业在校 全职	(1) 引导学生树立正确的专业思想,熟悉本专业人才培养方案、课程体系及课程教学大纲,对学生选课、专业方向选择、学习方法等方面进行直接指导; (2) 以身作则,用严谨的治学态度、优良的职业道德影响学生; (3) 引导学生明确学习方向和成才目标,端正专业学习态度,促进学生的知识、能力、素质全面协调发展; (4) 每月与被指导学生面谈(或电话、网络)交流不少于一次,每学期开学选课前一周内必须与学生见面,对当学期的学习计划和选课进行指导; (5) 引导学生积极参加创新创业训练,有意识地培养学生的创新意识、实践能力和综合素质
校外导师	中级及以上职称;工程单位在岗全职	(1) 定期了解并掌握学生的思想状况,引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观; (2) 熟悉学生个性特点,为学生在职业生涯规划、就业、创业等方面提供参考意见; (3) 每月与被指导的学生面谈或电话交流不少于一次,根据学生选课情况,结合工程实际,及常态化安排学生进行相关专业知识的现场参观学习及实践训练 (4) 对学生的实习实践内容及现场训练注意事项进行指导; (5) 引导学生参加工程实践训练,培养解决现场复杂工程问题的能力

#### (四) 新评价

与课堂教学相比,实习教学在教学场所、教学条件和管理方式等方面发生了变化,我校土木工程专业现有的考核评价机制难以清晰反映和准确衡量学生实习目标的达成情况。为此,结合上述构建的“新土木”螺旋式实习教学体系,利用层次分析法(AHP)制定了新的考核评价体系及评价方法,即每个实践培养层次都要按照该评价方法对本层次平面目标达成情况进行评价,评价结果则作为学生本层次实习教学环节的成绩,具体的评价指标体系见表3。

表3 土木工程实习实践教学评价指标体系表

指标模块	指标项及评价标准	分数值/分
企业评分 (30分)	工作纪律:遵守企业制度及规范,服从安排,没有无故缺勤、迟到、早退现象;	7
	工作作风:吃苦耐劳,工作积极主动,责任心强,敢于担当,虚心好学;	8
	团结协作:与现场工作人员能和睦相处,能融入团队合作,善于取长补短;	7
校内指导教师评分 (30分)	工作能力:熟悉实习任务,有明确的实习计划,注重理论与实践相结合,能及时高质量完成实习工作	8
	能定期向校内指导老师汇报实习动态(每周至少一次);	7
	实习日志真实、完整,反映真实感受,无誊抄、雷同现象;	8
	实习报告内容详实、规范,无誊抄、雷同现象	15
实习答辩 (40分)	准备充分,报告内容完整精炼,报告过程思路清晰,实习方法科学,分析归纳合理;	10
	回答问题有理论依据,基本概念清楚。主要问题回答准确、有深度;	10
	圆满完成每一项实习任务,掌握了实习培养目标要求的知识和能力;	12
	熟悉新技术的应用,实习成果有创新意识;有技术改进、或有独特见解	8

进行实习教学评价时,根据表3列出的每个评价指标项,逐条对应评价学生的实际实习情况,分别评出各项的等级值。等级代表百分比分别为:A代表100%;B代表80%;C代表60%;D代表40%;E代表20%,然后计算每项所得分数(每项所得分数=本项表3给出的分数值×本项等级值),再将各项所得分数求和计算学生本次实践评价总成绩。

最后,依据学生本实践环节评价总成绩,划分评定为五个等级:优秀:总成绩 $\geq 90$ 分;良好:90分 $>$ 总成绩 $\geq 80$ 分;中等:80分 $>$ 总成绩 $\geq 70$ 分;合格:70分 $>$ 总成绩 $\geq 60$ 分;不合格:总成绩 $< 60$ 分。

### 三、效果评价

本文所构建的“新土木”螺旋式实习实践训练教学体系已在我校土木工程专业16级学生中进行了初步的教学实践。毕业前,学院对本届全体91名学生进行了调查问卷,如图3所示,大部分学生表示在这种实践模式下各个层次平面实习内容清晰、任务明确。学习、校内实践、再学习和校外实习四个面上循环学习以及校外导师的不定期针对性实习,加深了学生对专业知识点的掌握,与工程建设单位的广泛接触,促进了学生未来职业规划明确。这种螺旋上升式实践训练方法,使学生对实习实践训练认识更清晰,且更愿主动学习。

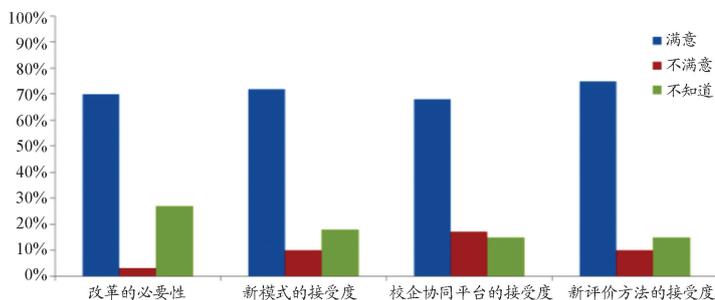


图3 “新土木”实习实践训练教学体系改革学生问卷调查结果

## 四、结语

结合当前新工科实现路径的最新进展及中国地质大学(北京)现有实习体系存在的问题,本文构建了“新土木”实习教学体系,通过强化新技术在实践中的应用,探索了我校如何在实习过程中实现新工科从理念到实践的有效转变。

(1)系统分析了我校现有土木工程专业实习教学体系存在的问题,即存在组织形式单一、实习内容不明确,考核评价体系不科学及动态质量监管缺失等问题,使学生实习效果与预期实习教学培养目标存在较大差距。

(2)为促进学生专业知识、实践能力及综合素质的协调发展,秉承以学生为中心理念,提出了以培养学生工程实践技能和研究创新精神为目标,以工程建设综合训练为主线,注重校内实践与校外实习相结合、数值仿真训练与现场操作训练相结合、应用实践训练与研究创新训练相结合,建立了“点面结合、模块组合、螺旋递进、新技术强化、全方位渗透”的多层次平面螺旋式实习体系。

(3)为保障“新土木”螺旋式实习体系的有效实施,我校采取了一系列措施:开发校企协同实践信息平台 APP;共建校企共建实习实践训练教学基地;推行本科生校内外导师联合培养的“双导师”制;提出基于层次分析法(AHP)的新实习实践教育考核评价指标体系及评价方法。

### 参考文献:

- [1]钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [2]车伟,崔明.土木工程BIM教育“四位一体”全过程融合教学体系研究[J].高等建筑教育,2019,28(4):126-133.
- [3]戎贤,张健新,刘平,等.新工科背景下土木工程专业实践改革研究[J].教育教学论坛,2019(1):131-132.
- [4]柳志军.土木工程专业实习教学模式改革[J].高等建筑教育,2017,26(4):100-103.
- [5]高等学校土木工程专业指导委员会.高等学校土木工程本科指导性专业规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [6]邓夕胜,柳军,王泽根.土木工程生产实习面临的问题及改革探讨[J].东南大学学报(哲学社会科学版),2012,14(S2):128-131.
- [7]徐凯,刘梦琪,吴磊.轨道交通多平面螺旋式实践教学体系构建与实践[J].实验室研究与探索,2016,35(10):209-212,256.
- [8]张弘,朱剑萍.校企合作背景下高职学生顶岗实习新模式的研究与实践——以土木工程类专业为例[J].中国成人教育,2012(10):85-87.
- [9]张自荣,窦立军,王文华.土木工程专业校企深度融合培养应用型人才典型案例——“中建卓越班”订单式人才培养模式[J].长春工程学院学报(社会科学版),2018,19(1):75-77.

## Innovation of practical teaching system for civil engineering under the background of emerging engineering education: Taking China University of Geosciences (Beijing) as an example

CHE Wei, SUN Junli, YANG Zhenbo

(School of Engineering and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, P. R. China)

**Abstract:** In this paper, the civil engineering major of China University of Geosciences (Beijing) is taken as the object to study the practice teaching system under the background of emerging engineering education. This paper systematically analyzes the problems existing in the current practice teaching system of our school, and adheres to the principle of student-centered, and establishes a multi-level plane spiral practice teaching framework system of point face combination, module combination, spiral progression, new technology enhancement and all-round penetration. We have developed the APP (school enterprise collaborative practice information platform) and adopted the double tutor system for undergraduates both inside and outside the university to provide strong guarantee for the effective implementation of our new civil engineering practice system.

**Key words:** emerging engineering education; civil engineering; internship system; innovative practice

(责任编辑 崔守奎)