

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2021.06.035

# 基于新旧基建知识融合的基坑工程课程改革实践

李兆锋, 泰培, 周作胜, 郑翔, 陈锐  
(哈尔滨工业大学(深圳)土木与环境工程学院, 广东深圳 518055)

**摘要:** 新型基础设施建设是我国经济发展的重要驱动, 具有鲜明的时代性和先进性。为此, 需要以土木工程的课程为试点, 提出基于新旧基建知识融合的课程改革方案并予以实践, 使该专业学生掌握新基建知识以适应时代需求, 并探索土木工程与新基建在教育层面上相结合的路径。本次改革依托基坑工程课程, 分四阶段实施, 在24学时的课堂授课中建立新基建应用于基坑工程的问题场景并讲授新基建基础知识, 然后在8学时的实验课中运用新基建知识进行问题解决。参与实践的学生表示课程具有一定的实用性, 但由于自身基础薄弱, 课程相对难度大、进度快, 可通过增加新基建内容的学时予以解决。此外, 大部分学生认为课程内容安排的合理性较好, 表明了四阶段的方式对新基建背景下的课程改革的有效性和参考价值。

**关键词:** 新基建; 课程改革; 知识融合; 基坑工程

**中图分类号:** G642.0

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-1144(2021)06-0211-06

## Course Reform of Foundation Pit Engineering by Fusing the Knowledges of New Infrastructure and Old Infrastructure

LI Zhaofeng, TAI Pei, ZHOU Zuosheng, ZHENG Xiang, CHEN Rui

(Department of Civil and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology (Shenzhen), Shenzhen, Guangdong 518055, China)

**Abstract:** New infrastructure is the driving force of the economic growth in China, which could seriously affect the industrial development and education system and of the existing old infrastructure, like the civil engineering, in return. From this viewpoint, a four-stage reform plan on course of foundation pit engineering, which is one of the courses in the civil engineering, was proposed and practiced. The reform was based on the knowledge fusion of the new infrastructure and old infrastructure. It aims to teach the students from civil engineering with the market-demanded knowledge from new infrastructure. Moreover, it attempts to explore a universe routine for course reform in civil engineering when incorporating the knowledge of new infrastructure. Guided by this reform plan, students could learn some basic knowledge of new infrastructure and its potential application in foundation pit engineering in 12 lectures, and then learn to adopt the technique of new infrastructure to turn the application into truth 4 labs. Most involved students agreed that the reformed course is useful and practical. However, the lessons seem to be difficult and fast in pace, since they did not have enough background knowledge of the new infrastructure before taking the course. Yet, they concurred that the arrangement of the lessons was appropriate, demonstrating that the four-stage reform plan is effective and of practice value.

**Keywords:** new infrastructure; course reform; knowledge fusion; foundation pit engineering

新型基础设施建设(简称:新基建)的概念在2018年底中央经济工作会议中被首次定义,主要包括5G基站建设、大数据中心、人工智能、工业互联

网等高新领域,正逐渐成为我国经济数字化转型、产业智能升级、科技融合创新的有力驱动<sup>[1]</sup>。2020年3月,中共中央政治局常务委员会召开会议,再次提

收稿日期:2021-07-27

修稿日期:2021-09-18

基金项目:深圳市教育科学规划项目(ybfz20055);广东省基础与应用基础研究基金区域联合基金青年基金项目(2019A1515110512);深圳市科技计划资助项目(RCBS20200714114855326)

作者简介:李兆锋(1991—),男,助理教授,硕士生导师,主要从事颗粒力学和智慧岩土的研究工作。E-mail:lizhaofeng@hit.edu.cn

通讯作者:泰培(1987—),男,助理教授,硕士生导师,主要从事复合地基的研究工作。E-mail:taipei@hit.edu.cn

出加快新型基础设施建设进度的要求,明确了新基建的时代重要性和迫切性。然而,在新时代、新形势之下,旧基建课程内容和体系落后于时代,对本科生的吸引力显著下降,进一步影响了行业的发展。为此,亟需对其课程内容及体系重新审视、评估和改革,使之与新基建有机融合,这是该学科自身发展的需求也是时代发展的需求<sup>[2]</sup>。以笔者所讲授的基坑工程为例,该课程目前主要包括工程勘察、支护结构形式与稳定性和基坑监测等传统内容<sup>[3-6]</sup>,与新基建几无交叉。实际上,二者在课堂以外非但不是天然割裂,反而是紧密相连。基坑工程是新基建的重要载体,新基建则是基坑工程朝数字化、智能化发展的重要手段。这种割裂首先源于原课程内容经过多年发展后的系统性和完整性,其次源于授课教师缺乏经验与能力传授新基建知识,学生自然缺乏机会接受相应的教育。

针对新基建浪潮下的改革需求及其难点痛点,本文提出基于新旧基建知识融合的基坑工程课程改革方案,探索土木工程与新基建在教育层面上相结合的路径,为土木工程学科教育体系的改革提供新思路。该项工作是旧基建与新基建相结合的一次尝试,有助于学科交叉、跨界融合自主核心知识的重构与创新。为此,下文将首先对基于新旧基建知识融合的改革方案进行详述,然后对改革课程予以实践并对改革方案效果进行评估,最后对本次教学改革工作进行总结和反思。

## 1 课程改革总体方案

基于新旧基建知识融合的基坑工程课程改革,属于交叉学科建设范畴,其核心在于课程设计与教学方法。在课程设计的问题上,赵锬等<sup>[7]</sup>认为,交叉学科课程的目标应从知识掌握的一维标准提升至实践探究能力、交叉合作能力等多维标准,课程内容则可由基础部分和主体部分组成,主体部分为学生与交叉学科导师交流等方式形成的问题,然后利用

基础部分知识进行解决。在教学方式的问题上,交叉学科教育不存在单一方法,问题解决和促进思维整合常被实践所应用<sup>[8]</sup>,合作学习和小组教学也是重要的方式<sup>[9-10]</sup>。除了课程设计与教学以外,教材的编制<sup>[11]</sup>、大学教育与市场的深度融合<sup>[12]</sup>、内部资源的配置与倾斜<sup>[13]</sup>、外部环境的构建<sup>[9,14]</sup>,也是课程改革的重要关键。

事实上,土木工程相关的交叉学科课程建设在国内外已有大量实践<sup>[15-18]</sup>,本文参考这些工作,提出了如图 1 所示的基坑工程课程改革方案。该方案按照四个阶段执行,可在原有基坑工程的课程体系中有机的融入新基建的知识并加以运用,既不影响课程的系统性和完整性,也保证了改革目的的达成。方案第一阶段为问题情境的建立,即采用问题导向的方式为新基建的内容提供生长点。在这个阶段中,将明确新基建技术可解决基坑工程建设或运营问题的场景,例如基坑支护结构变形的实时监测。然后,在传统内容教学过程中逐步揭晓该问题,并以问题为导向引出新基建技术,让学生掌握并运用相关技术解决问题。第二阶段为新基建基本概念与知识的灌输。在这个阶段中,将潜移默化地灌输新基建的基本概念与知识,包括 Python 编程语言、网络基本知识等,完成新基建技术的入门。例如,本文在基坑工程教学中明确新基建的物联网技术在挡土结构变形、渗流问题上的应用,并在相关的例题或习题计算时,要求学生使用 Python 语言编程解决等。第三阶段与第四阶段分别为新基建硬件与软件技术的运用。在这两个阶段中,将真正采用新基建技术解决第一阶段所揭晓的基坑工程问题,从而完成逻辑闭环和课程改革。针对基坑支护结构变形实时监测的问题,本文便采用了树莓派、高精度加速度计等新基建相关的硬件技术,以小组的形式开发基坑监测用的物联网设备并采集监测数据,并使用基于大数据人工智能技术进行数据分析和预警最终又回到基坑工程的传统教学内容。

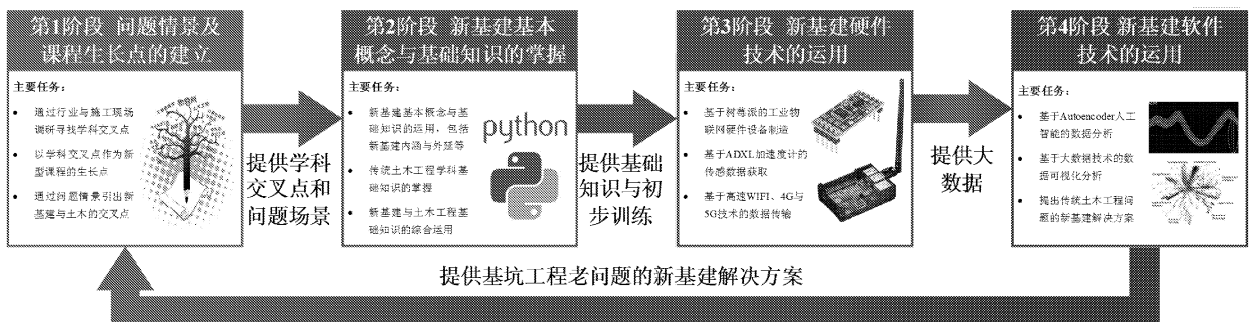


图 1 基坑工程课程改革的总体思路

简而言之,上述四个阶段将以基坑工程中的问题作为导向和生长点,采用小组教学的方式,综合运用新基建相关软硬件技术手段,对基坑工程课程进行改革,既保留了原有的传统教学内容,又融入了新基建知识内容。另外,第一、第二阶段将在课堂授课过程中完成,而第三、第四阶段则在实验课中完成,不同形式的教学将使改革得课程更加饱满丰富,并打破了传统基坑工程课程只有课堂授课的瓶颈。

## 2 课程改革实践及效果

### 2.1 前期摸底问卷调查

本文根据图1所示的方案,对32学时的基坑工程课程进行改革,并在哈尔滨工业大学(深圳)2021春季学期进行了一次实践。课程参与学生人数为20人,均为土木工程专业背景的本科大四学生。在改革课程实施之前,已对参与学生进行了一次摸底的问卷调查,用以确定改革课程的深度和难度,同时用于分析课程结束后的学习情况与改革效果。

如图2(a)所示,调查结果表明,有超过30%的学生表示对新基建并不了解,60%的学生对新基建有一定的了解,只有10%的学生对其十分了解。同时,图2(b)显示,大部分学生(>70%)学习过C/C++和MATLAB编程语言,这是源于土木工程专业大一至大三课程体系的要求。但对于新基建常用的Python,只有15%的学生表示学习过。由此可见,学生对新基建的认识较浅、基础薄弱,因此相关教学内容需要由浅入深、循序渐进。

实际上,学生在此次改革课程具有一定的内在需求,对课程有一定的期待。如图2(c)所示,75%的学生表示希望通过课程的学习对以后工作有所帮助,55%的学生希望能掌握新基建专业知识与技能,20%的学生希望能够提高实践能力。值得注意的是,这些期待将影响着改革课程效果的评价。总的来说,无论从学生自身发展的角度来看,还是从前述土木工程学科发展的角度来看,基于新旧基建知识融合的基坑工程课程改革势在必行。

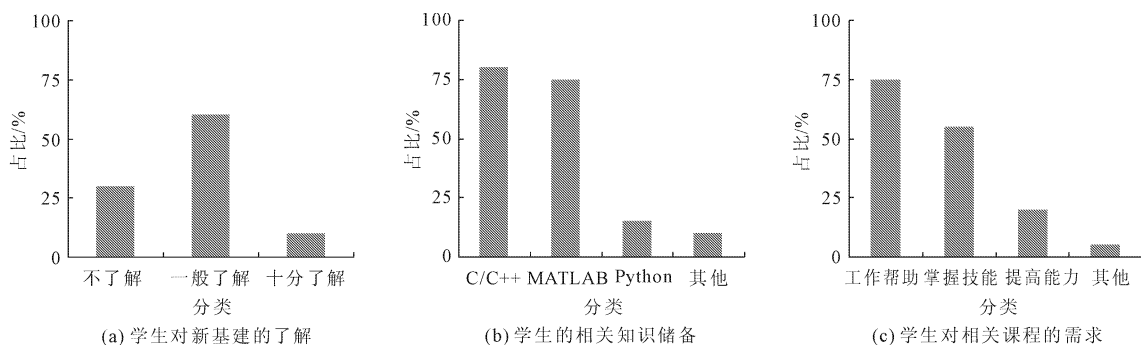


图2 课程实践前期间卷调查

### 2.2 改革课程的实践过程

针对上述调查情况,笔者对基坑工程的教学内容进行了重新的编排,使之融入新基建的内容,同时使基础较为薄弱的同学能更好地学习和掌握。首先,笔者安排并进行了24学时的课堂授课,对原有的基坑工程传统课程内容进行了精简。讲授内容具体包括:基坑勘察与设计原则(2学时)、土压力(2学时)、挡土结构形式、稳定性和变形(6学时)、内支撑及锚杆技术(4学时)、土钉墙和重力式水泥土墙(2学时)、地下水控制(4学时)、基坑稳定性分析(2学时)以及基坑监测(2学时)。在挡土结构相关的授课过程中,完成课程改革的第一阶段任务,即明确新基建技术可解决基坑工程建设或运营问题的场景。为此,在教学过程中多次强调了该结构稳定性对基坑重要性,并引出使用新基建技术进行挡土结

构位移监测的可能性,从而为提供了在基坑工程中新基建内容的生长点。在课后作业中,完成课程改革的第二阶段任务,即灌输新基建基本概念与知识。具体地,要求学生使用Linux(虚拟)系统以及Python编程语言,解决基坑工程的计算问题,包括土压力的计算、基坑涌水量的计算等。同时,在基坑监测的课后作业中,要求学生了解一些新基建相关的网络基础概念和大数据概念,包括IP地址、网关、WIFI/4G/5G、树莓派(Raspberry Pi)、大数据、LSTM深度学习算法等。

上述工作主要为占8个学时的第三、第四阶段,即新基建软硬件技术在基坑工程中的运用,打下坚实的基础。这两个阶段以实验课的形式开展,如图3(a)和图3(b)所示,学生需要运用新基建技术解决基坑工程的老问题,通过基坑工程和新基建知识

的融合最终达到课程改革的目的是。在实验课中,笔者系统性地介绍了适用与基坑工程监测的新建设备开发,包括进行了树莓派的入门、传感器通讯入门、基于树莓派的传感终端开发、信号无线传输、基于 LSTM 的基坑变形预测这五个主题。实验课所涉及的硬件设备如图 3(c) 所示,所采集到的数据如图 3(d) 所示。通过这 8 个学时的实操训练,学生可以对新基建的硬件技术(树莓派、无线传输等)和软件技术(LSTM 深度学习)有直观的认识,同时让学

生深刻理解到新基建技术在解决旧基建问题上的可行性。

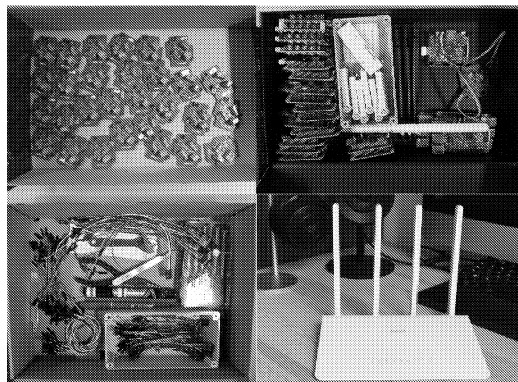
经过 32 学时的基于新旧基建知识融合的基坑工程课程学习,土木工程专业的学生既主要地学习到了与本专业相关的基坑工程知识,又一定程度上对新基建软硬件技术进行了入门和应用,在课堂上实现了新旧基建知识的融合。这对于新基建背景下土木工程的课程内容与体系改革具有深远的意义,需要通过此次课程进行经验总结以提供重要的参考。



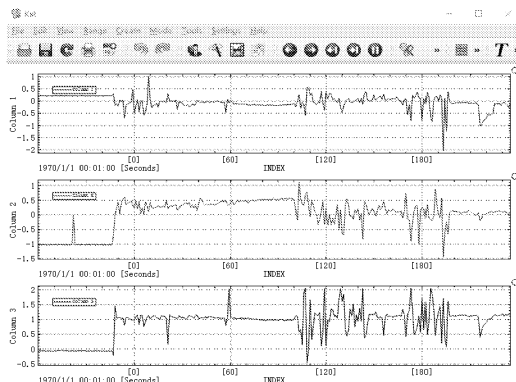
(a) 笔者进行改革课程内容的讲授



(b) 学生参与改革课程的实验课



(c) 课程所使用的硬件技术



(d) 课程所使用的软件技术及采集的数据

图 3 基坑工程课程的改革实践展示

### 3 后期效果问卷调查

为总结此次课程改革的经验并分析不足,笔者在课程结束后对参与学生进行了一次改革课程建设效果的问卷调查。在课程的实用性方面,如图 4(a) 所示,大部分学生( ~75%)认为此次课程改革具有较好的实用性,主要是在技能掌握、科研等方面有所帮助,但同时有部分学生( ~25%)认为实用性不大,主要是认为所学新基建知识并不能应用于真实工程中,仅停留于课堂内,且无法满足图 1(c) 所示对课程的期待。由此可见,课程的实用性仍有待提高,需要通过与实践相结合,使学生对该课程具有更

高的认同感。对于课程的难度,如图 4(b) 所示,绝大部分学生表示课程难度较大,只有 2 名同学表示难度在合理范围之内。显然,这是由于学生基础相对薄弱,难以在 24 学时的课内授课过程中大量补充知识。而这也同时表明了,仅凭借基坑工程这一门课程进行改革是不足够的,学生只能涉及新基建的皮毛,可能会在学习过程中感觉困难而退却。因此,需要土木工程整体的课程体系拥抱新基建时代,才能让学生毕业后适应时代的发展。由于课程相对来说具有难度,进一步如图 4(c) 所示,有大于一半的学生并未能充分掌握新基建部分的知识。可见,在仅对基坑工程课程进行改革的情况下,新基建部分

所安排的学时是不足的,相关基础知识的讲授也同样是不够的,需要在今后的改革工作中进行学时的扩充和内容讲授的加强。

除了对课程整体进行评价以外,学生还对课程内容的安排以及讲授质量进行了评价。如图5(a)所示,学生对于课程内容安排的合理程度较高,即认为图1所示的四阶段方式在课程改革问题上具有较好的适用性,对同类问题具有一定的参考意义和示范性。但是,如图5(b)所示,学生依然认为教学进

度较快,这主要是源于学生的基础较为薄弱。因此,也可以看到图5(b)关于课程进度和图4(b)关于课程难度的评价具有高度的相关性。由于课程难度或者基础薄弱带来的问题,如前述,可以通过增加新基建内容课时和讲解来解决,也可以通过增设类似的改革课程来协同解决。最后,尽管课程难度大、进度快,大部分学生(>90%)表示教师的讲授还是较为清晰,对笔者的工作给予了充分肯定。

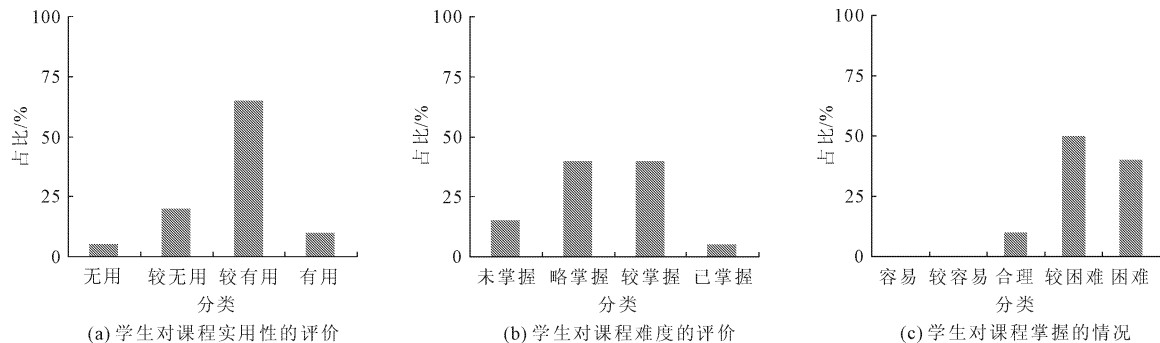


图4 学生对改革课程的总体评价

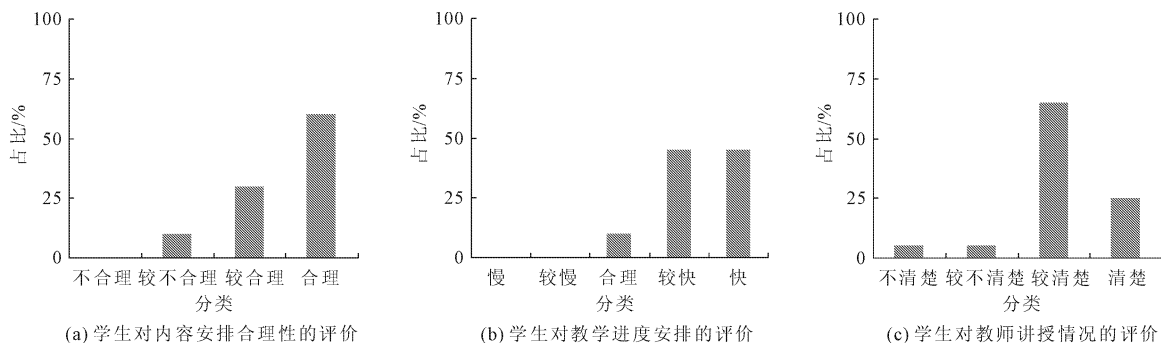


图5 学生对课程内容安排及教师讲授情况的评价

## 4 结 语

立足于新基建的时代背景,本文提出了基于新旧基建知识融合的基坑工程课程改革方案,方案分为四阶段:(1)问题情境的建立,为新基建内容在基坑工程中提供生长点;(2)新基建基本概念与知识的灌输;(3)新基建硬件技术的运用;(4)新基建软件技术的运用。该课程改革在哈尔滨工业大学(深圳)2021春季学期进行了一次实践,参与课程的20名学员均为土木工程专业背景大四学生。实践前期调查表明,学生对新基建的认识不足、相关基础薄弱,但仍对该课程仍有一定的内在需求。课程按照四阶段的方案进行改革,在24学时的课堂授课中完成前两阶段的任务,在8学时的实验课中完成后两

阶段的任务。对于此次课程改革,学生普遍表示课程具有一定的实用性,但仍难以满足自身和实际工程需求。此外,由于基础较为薄弱,学生认为课程难度大、进度快,对课程的掌握不够,这可以通过增加新基建内容的学和讲解予以解决。最后,大部分学生表示课程内容安排的合理性较好,即从实践中证明了四阶段的方式对新基建背景下的课程改革等类似问题具有良好的适用性和参考意义。

### 参考文献:

- [1] 唐新华. 新型基础设施在国家治理现代化建设中的功能研究[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(1): 79-85.
- [2] 罗素蓉, 吴恺云, 李旭红. 新形势下“大土木”专业课程建设及复合型人才培养模式[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(6): 13-19.

- [3] 仲志煜,李建春,张琦,等. 基于神经网络的基坑紧邻环境多因素预测[J]. 水利与建筑工程学报, 2021, 19(3):214-220.
- [4] 严佳捷,樊秀峰,吴振祥. 淤泥深基坑开挖下土体的变形特征[J]. 水利与建筑工程学报, 2021, 19(2):61-65.
- [5] 祁瑞武,邓会元,戴国亮. 巨型基坑开挖对周围环境空间效应影响分析[J]. 水利与建筑工程学报, 2021, 19(2):178-184.
- [6] 罗志华. 基坑开挖前降水对围护变形影响分析[J]. 水利与建筑工程学报, 2021, 19(2):185-190.
- [7] 赵 锟,吉爱国,张冬梅,等. 交叉学科研究型课程设计与教学方法初探[J]. 电子技术, 2017, 46(5):20-22, 14.
- [8] 王冬梅. 美国高校交叉学科教育历史发展与理论探索[J]. 现代大学教育, 2006(4):73-78.
- [9] 王冬梅. 美国高校交叉学科教育研究综述[J]. 比较教育研究, 2007(3):38-43.
- [10] 柴 干,郭建华. 新型交叉学科工程人才培养的协同模式探究[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2019, 21(S2):137-141.
- [11] 宋亚卿. 浅议“新工科”背景下的教材建设与改革[J]. 新闻研究导刊, 2020, 11(6):228, 232.
- [12] 王转利,周 妃. 关于“新基建”下信息通信高校学科发展的探讨[J]. 经济研究导刊, 2019(16):139-140.
- [13] 杨 鹏,张征宇. 美国高校教学实施学科交叉与知识融合的经验及启示[J]. 黑龙江教育学院报, 2019, 38(10):47-51.
- [14] 刘 立,胡德鑫. 新兴理工科大学交叉学科人才培养机制及特征研究[J]. 中国高校科技, 2020(3):57-61.
- [15] 包绍华,史佩栋. 介绍国外一门交叉学科——法律土木工程学[J]. 岩土工程界, 2005(6):21-22.
- [16] 郑 鑫,杨 光,葛建锐. 农业工程与土木工程交叉学科研究生课程体系研究[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2013(8):40-41.
- [17] 赵望达,黄建陵,徐志胜,等. 培养土木建筑交叉学科专业大学生创新能力的实践[J]. 长沙铁道学院学报(社会科学版), 2009(1):3-5.
- [18] 管翠中,范爱红,曾晓牧. 学科评估中院系设置与学科交叉的矛盾与对策——以清华大学土木工程学科为例[J]. 大学图书馆学报, 2019, 37(6):85-88.

(上接第 93 页)

- [4] 陈宝春,刘君平. 世界拱桥建设与技术发展综述[J]. 交通运输工程学报, 2020, 20(1):27-41.
- [5] 陈宝春,范冰冰,余印根,等. 钢管混凝土拱桥强健性设计[J]. 桥梁建设, 2016, 46(6):88-93.
- [6] Ted Zoli, Justin Steinhouse. Some considerations in the design of long span bridges against progressive collapse [C]//HNTB Corporation, 2010(1):6-14.
- [7] Ted Zoli, Woodward. Design of Long Span Bridges for Cable Loss [C]//Iabse Symposium, Structures and Extreme Events, Lisbon, Portugal, September 14 - 16th, 2005:1-9.
- [8] United facilities criteria design of buildings to resist progressive collapse:UFC 4 - 023 - 03[S]. Washington Department of Defense, 2013.
- [9] Recommendations for Stay Cable Design, Testing and Installation[S]. 5th. ed. Farmington Hills: Cable - stayed Bridges Committee, Post - Tensioning Institute( PTI) , 2007.
- [10] 朱志辉,罗思慧,张 磊,等. 车桥耦合振动的拱桥吊杆应力冲击系数分析[J]. 振动. 测试与诊断, 2019, 39(6):1169-1176, 1356-1357.
- [11] 郑高明,李红明,唐柏鉴,等. 预应力钢绞线断裂冲击响应谱研究[J]. 江苏科技大学学报(自然科学版), 2020, 34(3):105-111.
- [12] 张 羽,方 志,卢江波,等. 大跨混凝土斜拉桥施工过程中结构的断索动力响应[J]. 振动与冲击, 2021, 40(5):237-246.
- [13] 肖国丰,马思琪,刘 洋,等. 基于 ABAQUS 生死单元技术的平衡地应力方法研究[J]. 水利与建筑工程学报, 2021, 19(4):47-52.
- [14] Ray W Clough, Joseph Penzien. Dynamics of Structures [M]. Computers and Structures, Inc, 2003.
- [15] 关孝文,张 莉,胡世浩,等. 基于行车激励的桥梁动力性能测试与状态评估[J]. 水利与建筑工程学报, 2019, 17(6):226-230.