

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2021.10.022

建筑材料课程“六位一体”教学模式的改革探索及应用^①

陈 嵘, 靳贺松, 杨世玉, 许子宜, 王 平, 占玉林, 李福海

西南交通大学 土木工程学院, 成都 610031

摘要: 建筑材料课程具有基础性要求高、知识体系庞大、涉及工程问题复杂、应用范围广、实践性强等特点。此外, 该课程是启发和培育学生科研逻辑、工程建设思维的重要教学环节。而采用传统教学模式授课, 并不能达到良好的教学效果, 在总结现有传统授课教学的诸多弊端和缺陷的基础上, 提出抽象理论可视化、工程应用案例化、实验教学综合化、科研问题研讨化、业余学习网络化、考核模式多样化的授课方式, 由此构建“六位一体”的教学模式, 实践证明, 该教学模式有助于提升学生对建筑材料的理解, 能够充分掌握各种材料的特性及应用, 教学效果理想。

关键词: 建筑材料; 教学改革; 教学模式; 教学研究

中图分类号: G642.0; TU5

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2021)10-0146-07

Exploration and Application of Reform of “Six-in-One” Teaching Model of Building Materials Course

CHEN Rong, JIN Hesong, YANG Shiyu,
XU Ziyi, WANG Ping, ZHAN Yulin, LI Fuhai*School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China*

Abstract: The course of building materials has the characteristics of high basic requirements, huge knowledge system, complex engineering problems, wide application range, and strong practicality. In addition, this course is an important teaching link to inspire and cultivate students' scientific research logic and engineering construction thinking. But with the traditional teaching mode, good teaching results can not be achieved. On the basis of summarizing the many disadvantages and shortcomings of the traditional teaching, a variety of teaching methods such as abstract theory visualization, engineering application case, experimental teaching integration, scientific research question discussion, amateur learning network, and assessment mode have been proposed. This is helpful to build the “VCRDNR” six-in-one teaching model. Practice has proved that this teaching mode helps improve students' understanding of building materials, by which the characteristics and applications of various materials can be fully grasped with an ideal teaching effect.

Key words: building materials; teaching reform; teaching model; teaching research

① 收稿日期: 2020-02-05

基金项目: 四川省科技厅项目(2020ZYD011); 元蔓高速公路项目(ZX[2020]YMGS03); 西南交通大学本科教育教学与改革项目(202001001, 202001002, 202001003)。

作者简介: 陈 嵘, 博士, 教授, 主要从事高速、重载铁路轨道结构与轨道动力学研究。

通信作者: 李福海, 博士, 高级工程师。

近年来,我国大力开展基础建设(如高速铁路,深海大跨径桥梁与隧道工程、摩天大楼、大型综合车站工程等),并且逐渐向各种超级工程建设方向发展(如港珠澳大桥等项目),这对工程建设所需的管理者、设计者、建造者等人员提出了更高的要求,即创新思维、辩证理念、知识储备、扎实的基本功、独立自主解决问题的能力等。其中,本科生教育是培养多元综合型、创新型工程人才^[1]的重要阶段,是学生充分掌握专业本领、锤炼坚强意志、培育科研创新素质的重要时期,土木类本科生的教学效果与我国基础建设的质量密切相关,甚至在跨国建设、国际援助等工程领域代表着我国新世纪综合素质人才的形象,因此,全国高校应重视土木类专业教学的效果,以充分保证以上目标的实现。

建筑材料是土木工程专业的基础科目,但该课程结构体系复杂、知识点分散、实验要求多、学时偏少,并且各种实际工程都能涉及到建筑材料领域,是一门既要求理论知识又着重实践应用的专业课程。理论教学能够丰富学生对专业的基本认识,并使学生了解专业基本理论,同时为实践教学打下基础^[2-7]。而以实验为主要形式的实践教育则旨在提升学生的实践创新和动手操作等能力,以期为今后解决工程实际问题或科研创新做好准备。因此,重视该专业课程并进行改革创新,不仅可以充分锻炼学生的动手操作能力,而且能够培养学生的创新思维^[8-18]。

本文针对我国高校教育背景,回顾并总结了我国高校建筑材料课程的教学现状及不足,然后提出了一种新的创新教学模式并在实际教学过程中进行应用,最后所取得的教学效果比较理想,可为高校课程教学模式改革提供一定的经验和思路。

1 建筑材料课程现状及存在的问题

由于建筑材料课程的教学效果问题在近年来备受关注,许多一线教学工作者提出了不少举措,尽管改善了部分不足,但仍暴露出新的弊端,总体来看,国内建筑材料教学还存在以下一些问题^[2-17]。

1.1 教学内容陈旧

目前,教师仍以讲授基本知识点、讲解课程实验为重点,这种传统的教学模式很难适用于当今培育创新型综合人才的教育目标。课堂教学往往以各种材料的基本概念、物理化学性质、力学性能、用途等为主要内容,这部分知识缺少规律,基本上都是需要机械记忆,而且有些概念理解起来比较困难,建筑材料虽然是土木工程行业的基础,但并不能完全适应新时期各种环境下工程建设的需要,并且课堂缺少将建筑材料与实际工程结合的案例分析及讲解。

另外,教学内容主要以普通混凝土、砂石、水泥、外加剂、钢材、沥青等传统建筑材料为主,而现在我国工程建设逐步向超级工程等方向发展,这也对新型材料及特种混凝土的要求越来越高,所以现阶段讲授的建筑材料传统内容已经落后,急需改善。

1.2 教学方式落后

授课教师一般采取根据课件或者课本知识直接传授给学生的传统模式,教师是主动者,学生是被动者,这并不能调动学生的上课兴趣和热情。另外,授课老师一般都利用 PPT、验证实验等作为授课工具,虽然在一定程度上能够帮助学生理解知识点,但缺少形象生动、直观深入的讲解。

1.3 缺乏创新综合实验

教学大纲制定的课程实验主要为基础实验、验证性实验^[7],如混凝土的制作、混凝土基本性能等实验,采取教师讲授实验步骤和操作注意事项,学生机械重复,然后记录数据,书写实验报告^[8]。对于课程实验的整个流程来说,学生感觉到枯燥乏味,处于被动接受状态,并不能调动学生创新思维、思考问题的积极性,甚至不少学生由于实验课程属于分组完成,选择旷课逃课。除此之外,由于课程实验均是验证性实验,实验结果都可以根据课程知识点预知,所以实验结果出现偏差时,学生会采取篡改数据,很少会思考实验失败的原因,这不利于学生创新思维模式的锻炼培养。

1.4 考核方式不合理

对建筑材料课程的考核方式主要为期末考试成绩、课堂作业、学生出勤率、实验报告的撰写情况等^[8]为依据得出综合评价,各项之间的比重有所不同,其中期末考试成绩比重比较大,这种考核模式表面上看综合了各个方面,但仍存在一定的问题。首先,实验课程虽然列入考核对象,但评价标准以实验报告为主,

缺少对实验过程、解决问题的能力考查；另外，实验以分组进行，不重视实验过程的考核，依据实验报告打分，这种不科学的考核标准导致认真完成实验的学生与偷懒的学生无法被区分，打击了学生学习积极性。

2 新型教学模式的构想

针对我国高校建筑材料课程教学目前存在的问题与不足，以“新工科”背景下复合型综合素质人才培养理念为教学宗旨，汲取现阶段工程卓越人才、创新人才培养计划的优秀思路，将可视化教学(V)、工程案例教学(C)、创新实验教学(R)、科研研讨教学(D)、网络辅助教学(N)、考核方式多样性(R)等方式进行全面改革与落实，构建培养学生创新综合能力的“六位一体”教学模式。此类教学模式不仅能够包括理论知识的传授、学生动手能力的锻炼、创新思维的培育，还可以增加学生之间、师生之间的互动。此外，对学生提高辩证思维、解决问题、科研素养的形成、工程悟性等方面均有一定的效果^[19]。

2.1 抽象理论可视化

建筑材料课程涵盖了材料种类、材料基本特性、材料应用、配合比计算、材料基本力学性能及耐久性、材料试验等专业知识，涉及面广。

建筑材料课程中有些知识比较抽象，比如混凝土的制作，涉及到各种材料的称量称重、仪器的调配、混合材料的搅拌、成型拆模养护等多种步骤，而传统教学模式在授课中用语言无法准确描述，学生不能够充分了解，从而教学效果一般。

基于此，笔者结合工程案例，利用 VISIO 或者视频软件，将上述混凝土制作或者其他混凝土浇注施工等问题通过图形的形式展现出来(图 1)^[20]，这种可视化教学模式，可以帮助学生了解施工过程的每一个环节，还可以吸引同学注意力，进而彻底提高学生的上课效率。

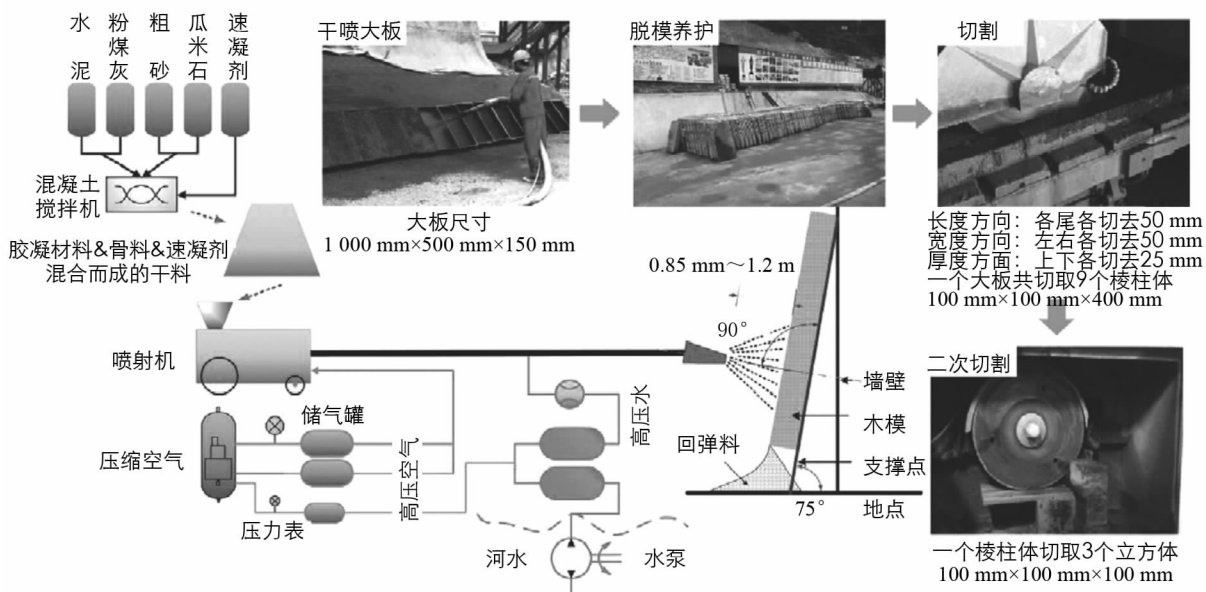


图 1 浇筑混凝土

2.2 工程应用案例化

由于不同气候、地质环境下进行工程建设，施工及工程运营过程中会发生各种力学破坏、结构性能劣化等工程问题，这不仅影响施工进度及质量，还有可能造成人员伤亡和机械损害。传统教学模式往往只讲授材料的特性等内容，而忽略了材料特性在工程中发挥着怎样的作用，尽管有时略有提及，但出于培育新世纪综合创新型土木人才考虑，这样的教学模式对于学生理解来说还不够形象具体。对此，在日常授课中，笔者以自己参与建设的某项土木工程为例，在课件中直接添加了现场混凝土搅拌、混凝土取样、混凝土喷射、混凝土养护等方面的图片(图 2、图 3、图 4、图 5)，这样的图片可以让学生很直观地理解课堂讲授的知识，对工程建设也有深刻印象。在此基础上，从工程所在地质区域、气候环境等角度并结合项目施工工艺，让学生综合分析混凝土在施工中出现的问题(比如混凝土离析、混凝土耐久性问题)，然后分析施工单

位的解决方法，积累一些施工经验以及学习各种工程补救措施。



图 2 混凝土喷射浇筑



图 3 混凝土洒水养护



图 4 混凝土现场振捣



图 5 混凝土抹面处理

2.3 实验教学综合化

由于建筑材料课程中的实验部分均为验证性实验，而我国超级工程建设逐渐增多，恶劣环境下建设工程的情况也日益增多，这对材料的耐久性提出了更高的要求，所以，课程中以创新实验代替传统实验明显对学生的创新意识培养有很大帮助。

在传统实验中添加一定的创新实验，实验项目如图 6 所示。这些实验达到了以下目的：(1)混凝土配合比的计算，可以使 学生充分理解各项材料的计算方法、性能特点；(2)混凝土力学性能实验(抗压、抗折、劈裂、断裂、抗弯、抗拉等)，可以让学生全面掌握混凝土在受力破坏下的形态形貌、强度变化规律等；(3)混凝土材料的耐久性(如：碳化、冻融、硫酸盐腐蚀、碱骨料等)，这可以让 学生充分认识不同环境下试件的损伤机理，并掌握不同环境下如何改善混凝土材料的性能；(4)混凝土构件实验，此类实验与实际工程更接近，尽最大可能地让学生回归工程结构受力变化情况，提前熟悉实际工程在外界荷载作用下的劣化情况。

2.4 课堂讲授研讨化

很多建筑材料课程的教材内容都为材料类型、特点、性质、作用、应用等，直接讲授这些内容既枯燥乏味又不能达到学生掌握知识的教学效果，甚至会造成学生失去兴趣而旷课、考试挂科等现象。基于此，在

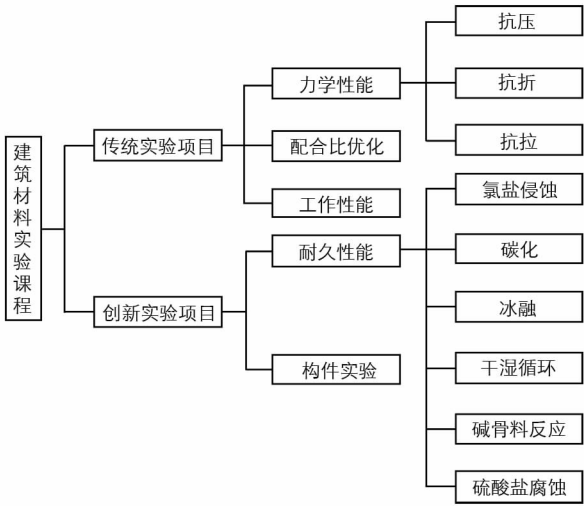


图 6 综合实验规划图

讲授相关材料课程时,建议直接引入相关科研课题中的知识点,然后让学生也加入讨论分析,也就是课堂讲授研讨化.授课老师可以依据教学大纲的具体内容,将实际工程案例、自己的科研课题等列入备课内容,预先设立科研问题,并在课件中备注该科研问题对日后实际工程有什么影响与作用,然后上课时让学生分组讨论并逐一回答,老师现场点评.

比如在讲授水泥和骨料时,通常会讲到水泥的制作工艺,涉及制作水泥会生成大量的二氧化碳,从而造成环境污染,这时可以让学生思考,如何解决这一弊端,学生会立即想到这一话题值得研究并且有实际工程意义,从而提出课堂思考话题:在不影响工程建设的同时,如何改善建筑材料污染环境问题.当授课时,讲到建筑材料的特性,就可以引入该种材料的研究现状,然后提炼出科研话题.比如,当涉及到建筑材料的环境问题时,可以引入再生粗细骨料、循环利用矿渣、粉煤灰替代胶凝材料等,这样不仅可以让学生充分理解建筑材料的内容,而且还可以掌握在工程应用中该材料所遇到的施工问题.

将科研课题知识穿插到课堂中,能够充分发散学生思维、锻炼学生思考解决问题的能力、扩充学生对本专业的知识面.另外,学生通过回答科研问题可以获得平时表现分数,这也可以纳入课程考核标准中,以此激励学生在课堂中积极表现.

2.5 业余学习网络化

随着科技的快速发展,网络在人们生活中的角色日益重要,所以师生之间在课下交流越来越方便,学生利用网络自主学习的机会也越来越多.教师可以利用网络平台在网络上直接回答学生的问题,学生可以利用网络途径和老师直接对话,不仅可以解决学术问题,还可以拉近师生关系.

另外,网络为老师提供了辅助教学平台,授课教师可以通过微信公众号等平台发布本科目相关的知识点及工程案例、学术论文、会议报告、视频等资源,还可以为学生推荐网络课程等学习资源,学院可以开发网络作业平台,要求学生每周在网上完成作业并加入到考核标准中,这样学生可以最大程度合理规划课余时间,然后搜集相关资源来完成作业.

2.6 考核形式多样化

传统考核模式是以期末考试为主,并加入一定比例的平时表现分数,而很多学生可以在期末通过突击复习获得一个不错的成绩,但这并不能体现学生对专业课程的真实掌握情况.

为了保证教学效果,使学生有效地充分掌握课程专业知识,所以对课程考核模式要进行改革创新^[13].具体做法是:(1)调整期末考试成绩比重.将原来期末成绩比重调整为 30%;(2)改变平时表现评分标准.在原有出勤率、作业质量的基础上,增加课堂分组讨论、科研问题回答的表现分数,平时成绩比重调整为 20%;(3)增加建筑材料创新实验项目,成绩比重为 20%,创新实验不仅要求出勤率,还需要提交完整的实验报告(实验步骤、实验中出现的問題及解释、实验数据分析及讨论、实验结论等);(4)增加期中考试,成绩比重 30%,以保证学生在本学期的中期能够保持良好的学习状态.

表 1 建筑材料课程考核标准表

考核内容	细部内容	分数	总计	权重/%
平时表现	出勤	25	100	20
	回答问题积极性	30		
	课后作业	25		
	提出科研问题	20		
期末测评	期末闭卷考试	100	100	30
期中测评	口头汇报能力	35	100	30
	PPT 制作能力	30		
	开放性试题回答情况	35		
实验测评	实验操作规范性	15	100	20
	实验文本(实验数据、实验内容)	25		
	环境卫生	15		
	实验中的问题解决能力	20		
	创新实验的思路及实验结果精准性	25		

期中考核方式：采取笔试与口试同时兼顾的形式。(1)将教学大纲中的重点知识结合工程案例设立开放性题目,也可以选择分组讨论或者 PPT 汇报的方式,每个小组 5 人,一组一题,要求小组分工明确,每人需要撰写笔记等文本以及制作幻灯片;(2)口试时,可以选择助教辅助,共同完成一人一题的考核,最大程度保证口试题目的难易程度,从而确保每个学生的分数公正合理。

3 创新教学模式教学效果显著

“六位一体”的课程教学体系于 2017—2019 年在西南交通大学利兹学院土木工程专业的建筑材料课程教学中实施,之后逐渐推广到土木工程学院、建筑与设计学院、交通运输与物流学院等学院的建筑材料专业课的授课中,其中很多专业课程中均涉及到了建筑材料介绍,如结构设计原理课、隧道工程、桥梁工程、建筑工程、铁路工程等专业课程。

目前,根据每学期的问卷调查、学生课程成绩等方面来看,这种教学模式能够充分带动学生的学习热情,例如学生的上课出勤率很高、期末挂科率很低等。另外,学生不仅热衷于学习理论知识,同时对科研课题、创新实验也有很高的积极性,这主要体现在学生参加课程相关竞赛的人数增多、课程相关讲座出勤率很高、参与大学生创新实验项目的人数增多等方面。根据表 2 对比发现,在“六位一体”的教学模式下学生对学习保持的态度是乐观的、从被动转变为主动,所以教学效果很好。

表 2 教学效果对比

教学模式	学生表现	所占全院人数的比例/%
传统教学模式	出勤率	91
	挂科率	9
	回答问题积极性	23
	作业质量	77
	提出科研问题比例	15
	创新实验参与度	18
	学术成果	5
“六位一体”教学模式	出勤率	98
	挂科率	2
	回答问题积极性	83
	作业质量	94
	提出科研问题比例	69
	创新实验参与度	73
	学术成果	32

该教学模式不仅能够调动学生的学习、科研兴趣,还可以有效引导学生改掉沉迷网游、旷课等不良习惯,这对培育新工科背景下的综合创新型人才有积极推动作用。因此,“六位一体”的课程教学模式具有较强的应用价值和推广价值,值得进一步推广到其他学院的专业课程授课中,乃至全国高校工科专业课程的教学。

4 结 语

在建筑材料课程教学中,积极落实推广“六位一体”的教学模式,能够取得较好的教学效果。

1) 教学、科研、实验、考核等综合教学机制有助于提升学生学习兴趣及学习主动性,增加师生之间的互动和交流,改善课堂活跃度。

2) 革新传统实验、增设创新实验,实验不仅包括了材料选择、配合比优化、试件制作与养护、力学性能测试、数据处理、成果发表等内容,还可以让学生充分利用课余时间,全身心投入创新实验中,为后期深造、投身工程建设打下坚实的专业基础。

3) “六位一体”的教学模式既能符合现阶段工程界对综合全面人才的培养需求,而且该教学机制能够借助新材料研发潮流充分激发学生的学习和科研主动性,从而有助于培养学生的创新素质。

4) 新的教学模式为土木工程材料课程教学改革提供了一个新的方向, 效果显著, 具有一定的应用价值和推广价值, 可以推广到高校工科专业课程的教学。

参考文献:

- [1] 胡永生. 新工科背景下校企合作人才培养模式改革研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2019, 44(9): 143-148.
- [2] 王信刚, 胡明玉, 丁成平. 土木工程材料课程教学改革和效果评价 [J]. 高等建筑教育, 2015, 24(2): 60-63.
- [3] 解国梁, 王福成, 刘金云, 等. 土木工程材料课程研究性教学模式改革与实践 [J]. 实验科学与技术, 2017, 15(6): 83-85.
- [4] 金南国, 钱匡亮, 孟 涛. 高校土木工程材料实验教学单独设课的探讨 [J]. 实验室研究与探索, 2009, 28(9): 111-112, 116.
- [5] 黄 谦, 蔡 姣. 土木工程材料实验教学改革探讨 [J]. 河南建材, 2018(1): 212, 215.
- [6] 邓夕胜, 王泽根, 李 璐. 土木工程材料实验教学改革与实践 [J]. 高校实验室工作研究, 2009(1): 7-8.
- [7] 李林瑾, 周 云, 增雅丽思, 等. 中国、美国和欧洲高校土木工程教学课程设置对比分析 [J]. 高等建筑教育, 2018, 27(2): 41-47.
- [8] 吕恒林, 周淑春, 吴元周. 土木工程材料课程实验教学改革探讨与实践 [J]. 高等建筑教育, 2006, 15(12): 90-93.
- [9] 丁 铸, 孙 坤, 刘 伟, 等. 土木工程材料实验教学组织与实施 [J]. 实验技术与管理, 2018, 25(1): 116-118, 128.
- [10] 钱匡亮, 彭 宇, 钱晓倩, 等. 建筑材料实验教学改革和实践尝试 [J]. 实验室科学, 2016, 19(5): 83-85.
- [11] 吕兴军, 曹明莉, 王宝民, 等. 研究性教学模式在建筑材料实验教学中的应用 [J]. 实验室科学, 2013, 16(5): 85-87.
- [12] 陈 兵, 吴雪萍, 王 菁. 特色实验在建筑材料课程教学中的应用 [J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(6): 155-157, 185.
- [13] 陈 伟, 徐亦冬. 建筑材料课程项目驱动法教学改革 [J]. 高等建筑教育, 2015, 24(3): 103-105.
- [14] 李福海, 靳贺松, 胡丁涵, 等. 国际化趋势下建筑材料实验教学改革探讨 [J]. 实验室科学与技术, 2018, 16(5): 118-124.
- [15] 杜晓方. 基于应用型人才培养的建筑材料实验教学改革探索 [J]. 高等建筑教育, 2016, 25(3): 121-123.
- [16] 彭艳周, 刘冬梅, 朱乔森, 等. 土木工程材料实验的层次化教学模式 [J]. 高等建筑教育, 2013, 22(6): 117-121.
- [17] 姜德民, 程海丽, 张敬宗, 等. 基于科技活动项目的建材实验探索 [J]. 实验室科学, 2016, 19(3): 100-101, 108.
- [18] 李荣强, 李 波, 杜国宏. 基于新工科的学科交叉实验教学研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2019, 44(7): 156-160.
- [19] 王章琼, 肖尊群, 王亚军. 隧道工程课程六位一体教学模式探索与实践 [J]. 高等建筑教育, 2019, 28(1): 88-92.
- [20] 王家滨, 牛获涛, 何 晖, 等. 盐湖侵蚀环境喷射混凝土耐久性能劣化规律及机理研究 [J]. 土木工程学报, 2019, 52(6): 68-80.

责任编辑 汤振金