

基于多学科交叉融合的《山区大跨桥梁抗风设计》 课程建设

姜言¹ 彭留留^{2*} 刘烁宇¹

1. 西南大学工程技术学院; 2. 重庆大学土木工程学院

摘要: 在国家战略“交通强国”及山区基础设施建设不断推进的背景下, 山区大跨桥梁的设计与建造面临着复杂风环境的挑战。《山区大跨桥梁抗风》作为桥梁工程领域的核心课程, 对于培养能够应对复杂风环境挑战的专业人才具有重要意义。本文旨在探讨和实践面向多学科交叉背景的《山区大跨桥梁抗风》课程建设, 通过教学内容、方法和考核方式的改革, 以期提高教学质量, 培养学生的科研能力和创新能力。

关键词: 学科交叉; 山区大跨桥梁; 抗风设计; 教学改革

引言

随着国家对山区基础设施建设的重视, 山区大跨桥梁的建设日益增多^[1]。然而, 山区地形复杂, 风环境多变, 对桥梁的抗风性能提出了更高要求^[2]。因此, 培养能够理解和应对山区复杂风环境挑战的专业人才显得尤为重要。《山区大跨桥梁抗风设计理论与工程应用》课程正是在这样的背景下应运而生, 旨在为学生提供必要的理论知识和实践技能, 以应对未来职业生涯中的挑战。

一、教学改革背景与目标

(一) 改革背景

随着学科交叉趋势的加强, 传统的教学模式已经难以满足学生多样化的学习需求。学生来自不同的学科背景, 具有不同的学习基础和兴趣点, 这对教学内容的深度和广度提出了新的挑战。此外, 山区大跨桥梁抗风设计涉及流体力学、结构动力学、气象学等多学科知识, 要求教师具备跨学科的教学能力。

(二) 改革目标

1. 整合与优化教学内容

根据学生的学习需求和反馈, 动态调整课程内容, 确保课程内容与学生的专业背景和学习需求相匹配。

2. 创新教学方法

引入递进式 OPPOs 教学法、项目导向学习 (PBL) 等现代教学方法, 提升学生的学习能力和创新思维。

3. 建设教学资源

整合教材、案例、实验指导书等教学资源, 开发

多媒体教学资料和虚拟现实技术, 提高教学效率。

4. 改革考核方式

引入多元化考核方式, 强化过程性考核与终结性考核的有机结合, 注重知识应用能力、实践能力、解决问题能力和创新能力的考核。

二、教学改革内容与方法

(一) 教学内容的整合与优化

1. 课程内容的动态调整

根据山区大跨桥梁抗风设计的特点, 我们对课程内容进行了动态调整。增设了山区风环境特性、风荷载计算、桥梁风致振动分析等内容, 同时删减了部分与山区大跨桥梁抗风设计关联度不高的内容。通过引入计算机技术基础、Matlab 编程等跨学科知识, 实现复杂数值计算的简易化和公式推导的图形化。此外, 采用项目驱动式教学方法, 以实际的山区大跨桥梁抗风设计项目为载体, 让学生在完成项目的过程中综合运用所学的专业知识与计算机技术。从项目初期的山区风环境调研与数据采集, 到运用 Matlab 软件进行风荷载计算和桥梁风致振动分析, 再到最终的方案设计与优化, 学生全程参与整个设计流程。在这个过程中, 教师作为引导者和协助者, 及时为学生解决遇到的问题, 引导学生深入思考, 培养学生的团队协作能力和创新思维。

2. 基础知识的强化

针对学生在流体力学、结构动力学等基础知识上

基金项目: 重庆市研究生教育教学改革研究项目 (YJG233030); 西南大学教育教学改革研究项目 (2024JY004); 教育部产学研合作协同育人项目 (231007716311807, 231007716290010)。

作者简介: 姜言 (1988—), 男, 博士研究生, 副教授, 研究方向为工程结构防灾减灾。

刘烁宇 (1988—), 男, 博士研究生, 讲师, 研究方向为工程结构防灾减灾。

通信作者: 彭留留 (1988—), 男, 博士研究生, 副教授, 研究方向为工程结构防灾减灾, E-mail: pll234@163.com。

的不足,增设相关的复习课程和辅导资料。通过线上课程、专题讲座等形式,帮助学生巩固和提升基础知识,为深入理解山区大跨桥梁抗风设计的高级概念打下坚实的基础。采用“问题链”教学法引导学生在桥梁抗风场景中应用理论知识,例如通过解析虎门大桥涡振事件理解流体力学与结构动力学的交互机制。在此基础上,还设置了阶段性测验和实际工程案例分析环节,确保学生能够将理论知识与实际工程问题紧密结合。同时,鼓励学生组成学习小组,开展协同研讨,进一步促进基础知识的消化与吸收。

3. 跨学科教学内容的融合

将气象学、地理信息系统(GIS)等跨学科知识融入课程中,帮助学生更好地理解山区风环境的复杂性和多变性^[3]。通过案例分析、小组讨论等形式,引导学生运用跨学科知识解决实际问题。为深化学生对山区风环境的立体认知,构建了“气象—地理—工程”跨学科融合教学模块。该模块将系统介绍山区边界层风场特性、复杂地形下的风效应模拟、风速预测与空间分析等技术手段,并指导学生开展风环境虚拟仿真与数值分析。同时,引入实际山区桥梁工程中的风参数识别与风害风险评估案例,组织跨学科小组合作完成从风场分析到结构抗风策略提出的全过程模拟训练,培养学生整合多学科信息、解决复杂工程系统性问题的能力。

(二) 教学方法的创新

1. 递进式 OPPOs 教学法

引入递进式 OPPOs 教学法,通过分层次的教学单元来提升学生的学习能力。每个 OPPO 教学单元包括上课前预习、思维导图汇报、参与式学习以及线上课后测验等环节,实现了课前、课中和课后的全链条智慧教学。在多个 OPPOs 教学单元结束后,嵌入具有一定难度的综合性课程任务,帮助学生在实践中巩固和应用所学知识。

2. 项目导向学习(PBL)

基于 OBE(Outcome-Based Education)理念,引入项目导向学习(PBL)方法。通过模拟山区大跨桥梁抗风设计的实际项目,让学生在解决问题的过程中主动探索、合作学习。具体实施时,教师引导学生对桥梁抗风设计的关键问题进行探讨,提出解决方案,并进行方案评估和优化。项目任务涵盖从风场分析、气动选型、抗风措施比选,直至完成抗风性能综合评价的全流程。学生以小组形式,综合运用理论分析、数值模拟及规范计算等方法,分阶段提交技术报告并进行汇报答辩。

3. 跨学科协作教学

鼓励跨学科背景的教师共同参与教学,通过多师同堂的方式进行协作教学。教师们结合各自的专业知识,提供更为全面的视角,帮助学生更好地理解复杂的工程问题。例如,气象学教师讲解山区风环境的特性,结构动力学教师分析桥梁的风致振动问题。我们进一步构建“联合工作坊”和“跨学科案例分析课”等协同教学机制,围绕实际山区桥梁抗风设计项目,由不同学科教师共同设定问题情境、联合指导学生开展系统分析。课堂中融入实时互动与研讨环节,推动学生在交叉知识背景下主动思考与综合判断,培养其跨领域整合知识与协同解决复杂工程能力,全面提升团队合作与系统思维素养。

(三) 教学资料的建设

1. 教学大纲与课程资源的整合

根据《山区大跨桥梁抗风设计理论与工程应用》教学大纲,明确了课程的性质、目标、重点与难点,以及教学方法与手段。整合了相关的教材、案例、实验指导书等教学资源,确保学生能够全面掌握课程的核心知识点。同时,系统构建包括理论讲授模块、虚拟仿真实验模块、真实工程案例模块及综合训练项目在内的多维资源体系,依托线上平台实现资源的结构化管理和开放共享。教学实施过程中注重资源与教学目标的紧密对接,强化课前预习、课堂探究与课后拓展的全流程资源支持,推动学生实现从基础理论到工程实践的能力跃升,形成更加科学、系统且贴合工程实际的教学闭环。

2. 多媒体教学资料的开发

利用多媒体技术提高实践教学效率,全新制作了教学课件,包括山区风环境示意图、桥梁结构三维动画、风洞实验录像等,以直观展示桥梁结构的构造与工艺、分析原理。同时,开发了多媒体桥梁资料库,包括工程图片库、桥梁构件三维动画库等,帮助学生更直观地理解实际结构。此外,构建了交互式虚拟仿真实验平台,学生可自主操作完成不同风速、风向角下桥梁气动稳定性模拟,实时观察振动形态与力学响应。所有多媒体资源均依托线上教学平台实现分类整合与开放共享,支持学生按需调用、反复学习,有效打通从抽象理论到形象认知、从单向传授到自主探究的学习路径,全面提升课程教学的直观性、参与度和实效性。

3. 虚拟现实技术的应用

利用 VR 技术创建了沉浸式学习环境,让学生能够在虚拟环境中体验山区大跨桥梁的设计与施工过程。通过模拟不同风速、风向下的桥梁响应,增强学生的

实践能力和应对复杂风环境的能力。系统构建了包括地形建模、风—桥耦合实时仿真、结构振动可视化等功能的VR教学平台,学生可借助头盔和交互设备“进入”虚拟施工现场,多角度观察风致振动现象,自主调整参数并即时观察桥梁气动稳定性变化。该平台还可复现典型风致破坏案例和历史桥梁风灾场景,引导学生开展事故回溯与抗风策略优化分析,极大提升了教学情境的真实性和学生分析复杂工程问题的临场感与综合决策能力。

(四)考核方式的改革

1. 多元化考核方式的引入

引入了多元化的考核方式,包括口头答辩、书面报告、实践操作、小组竞赛等,以此来评价学生的学习成果和综合素质。这种多元化的考核方式能够更全面地了解学生的学习情况,激发学生的学习兴趣和主动性。

2. 过程性考核与终结性考核的结合

本课程强调过程性考核与终结性考核的有机结合,将综合评估贯穿于课程教学的全过程,打破传统“一考定成绩”的单一评价模式。过程性考核涵盖学生的平时表现、阶段性作业完成质量、课堂互动参与度、小组讨论贡献度以及实验与实践环节的操作表现等多个方面,实时反映学生的学习状态与知识掌握进度。终结性考核则侧重于对学生整体知识结构、综合应用能力与创新素质的系统考查,主要包括期末考试、课程项目成果汇报等形式。

3. 考核内容的综合化

考核内容从偏重于知识记忆考核转变为注重知识应用能力、实践能力、解决问题能力和创新能力的考核。在具体设计中,摒弃传统填空、简答等碎片化知识考查形式,取而代之的是以山区大跨桥梁抗风设计为代表的工程项目为背景,系统构建综合化、系统化的考核任务。例如,要求学生针对某一典型山区跨谷桥梁,开展从风环境特性分析、气动措施比选、抗风性能评价到风振控制策略提出的全流程模拟设计,并提交综合分析报告并进行答辩。此类考核不仅关注最终结果的合理性,更注重分析过程的科学性、工具使用的规范性、多方案比较的创新性以及团队协作的有效性,从而全面衡量学生整合知识、解决复杂工程问题的综合素养与专业水平。

4. 开放性的考核形式

本课程积极探索开放性的考核形式,鼓励学生结合个人兴趣与专业方向自主选择考核内容与方式。学生可在教师设定的总体框架下,自主选定某一山区大跨桥梁的抗风设计案例,开展包括风环境分析、气动

措施评估、抗风性能优化等在内的系统性分析,并基于实际工程问题提出具有创新性的改进方案。考核不设定唯一标准答案,而是侧重对学生分析过程的逻辑性、论证依据的科学性、方案设计的合理性以及表达呈现的专业性进行多维评价。此类开放性考核极大地激发了学生的探索热情和学习主动性,有效培养了其独立思考和解决复杂工程问题的能力,进一步促进了批判性思维与创新意识的形成。

三、实施效果与分析

(一)学生满意度提升

通过调整教学内容的重难点分布,引入山区大跨桥梁抗风设计的最新研究成果和技术应用,提高了学生对课程内容的兴趣和认可度。学生普遍反映课程内容更加贴近实际需求,有助于提升他们的专业素养和实践能力。

(二)学习效果改善

在理论讲授和实验演示的基础上,丰富了教学方法,提高了学生对专业课的兴趣和对山区大跨桥梁抗风设计的信心。通过项目导向学习(PBL)和跨学科协作教学,学生能够更好地理解和应用所学知识,提高了学习效率和专注度。

(三)科研能力增强

通过加强实践教学和引入多元化考核方式,学生的动手能力和实践能力得到了显著提升。学生在解决实际问题的过程中,培养了团队协作能力和创新思维,为未来从事山区大跨桥梁抗风设计工作打下了坚实的基础。

四、结论与展望

《山区大跨桥梁抗风》课程的教学改革实践表明,面向多学科交叉背景的教学内容整合、教学方法创新、教学资料建设和考核方式改革是提高教学质量和学生能力的有效途径。未来,我们将继续探索和完善教学模式,加强与行业企业的合作,引入更多实际案例和最新技术,为培养具有国际竞争力的山区大跨桥梁抗风设计专业人才做出贡献。同时,我们也将关注学生的个性化发展需求,提供更加灵活多样的学习路径和资源支持。

参考文献:

- [1] 李少鹏,刘烁宇,姜言.面向多学科交叉背景的《桥梁工程抗风与抗震》课程建设与实践[J].教育教学研究前沿,2025,3(1):162-164.
- [2] 冯畅.郑济黄河特大桥连续钢桁梁施工技术研究[D].石家庄铁道大学,2022.
- [3] 项海帆,陈艾荣,葛耀君.中国大桥[M].北京:人民交通出版社,2003.