

doi: 10.16104/j.issn.1673-1891.2023.02.016

基于虚拟仿真的土木工程检测技术实训课程改革探讨 ——以西昌学院为例

洪晓江, 余明东, 钱波, 方志聪

(西昌学院土木与水利工程学院, 四川 西昌 615000)

摘要: 限于场地、成本和实验周期, 土木工程检测技术课程中部分内容有待完善, 教学方法有待更新。阐述了土木工程检测技术课程虚拟仿真资源建设的必要性, 介绍了西昌学院基于虚拟仿真的土木工程检测技术实训课程的做法: 以省级虚拟仿真中心建设为契机, 开发了高层建筑沉降监测虚拟仿真实训项目, 更新了虚拟仿真实训项目的教学目标。结果表明: 虚拟仿真技术的应用可以让学生在有限时间完成全过程的高层建筑物沉降监测, 教学效果得到提高, 为应用型创新人才培养和适应新工科建设提供了思路。

关键词: 土木工程; 虚拟仿真; 沉降监测; 课程改革

中图分类号: TU-4; G642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2023)02-0101-04

Discussion on Course Reform of Civil Engineering Testing Technology Based on Virtual Simulation: Taking Xichang University as an Example

HONG Xiaojiang, YU Mingdong, QIAN Bo, FANG Zhicong

(School of Civil Engineering and Hydraulic Engineering, Xichang University, Xichang, Sichuan 615000, China)

Abstract: Due to limitations in venues, costs, and experimental periods, some content in the civil engineering testing technology course needs to be improved, and its teaching methods need to be updated. This paper elaborates on the necessity of constructing virtual simulation resources for civil engineering testing technology courses, and introduces the approach of Xichang University in civil engineering testing technology training courses based on virtual simulation. Taking the construction of a provincial virtual simulation center as an opportunity, a virtual simulation training project for high-rise building settlement monitoring was developed, and the teaching objectives of the virtual simulation training project were updated. The results indicates that the application of virtual simulation technology enables students to complete the entire process of high-rise building settlement monitoring in a limited time, improves teaching effectiveness, and provides ideas for cultivating innovative and application-oriented talents, which is in line with the construction of new engineering disciplines.

Keywords: civil engineering; virtual simulation; settlement monitoring; curriculum reform

0 引言

现代信息技术的快速发展推动着全球范围内又一次进入新的工业革命。国家近几年相继出台的《中国制造 2025》和“互联网+”等政策不断驱动着制造业向智能化、数字化和网络化发展, 从而实现

向中国创造的转型目标^[1]。行业升级必然牵引着高等教育向智慧教育阶段改革和演进。为落实新工科建设, 虚拟仿真教学资源和环境建设是服务智慧教学和促进开放共享的重要手段。虚拟仿真技术是将信息技术深度融合到学科专业中, 通过三维模拟作业环境和工艺程序, 以交互式、沉浸式和探究

收稿日期: 2023-03-20

基金项目: 2021 年度国家民委高等教育教学改革研究项目(21130); 四川省 2021—2023 年高等教育人才培养质量和教学改革项目(JG2021-1316); 2022 年第一批教育部产学研合作协同育人项目(220601665232706); 2022 年四川省虚拟仿真实验教学一流课程(YLKC02481)。

作者简介: 洪晓江(1986—), 男, 四川西昌人, 副教授, 博士研究生, 主要研究方向: 土木工程检测技术。

式等方式进行学习,可线上完成整个教学实验的操作和考核。各个高校借助虚拟仿真项目、课程、中心和实验室等多维度建设的时机,不断完善虚拟仿真资源,丰富教学手段和方法,拓展学习方式和空间,提高了教学质量和创新水平。

土木工程检测技术实训课程是西昌学院土木与水利工程学院(以下简称我院)土木工程专业三年级的专业实践课,1.5学分,共计36学时。在过去,土木工程检测方式以人工检测为主,即对原材料或者结构物采取人工量测、局部有损、经验判断等方式进行评定,这些方法具有一定的主观性、效率低和精度差。对于一些大型结构损伤或者隐蔽缺陷无法进行精确判断。随着计算机技术的发展,无损检测方式得到了广泛应用。无损检测主要利用声波和电磁波在各类介质中传播特性的变化来评定材料和结构的材质和缺陷。这种方法不仅获取的信息更全面,而且效率和精度都得到提高。该门课程目前主要以完成无损检测实训项目为主,是一门理论广、实践强的综合性课程。信息技术使土木工程检测进入了物联网时代,对于一些大型结构物或者超级工程需进行全生命周期的远程实时智能化健康监测^[2]。课程的建设应紧跟行业的发展。虚拟仿真技术应用在大型的土木工程结构力学实验方面已经取得了许多成果^[3]。大型结构健康监测具有制作成本高、测试周期长、安装工序复杂等特点,这无法让学生在课堂进行原位实验或者实体模拟实验,有必要进行虚拟仿真项目的建设。目前关于健康监测和智能监测方面的虚拟仿真课程建设正处于积极探索阶段^[4]。

随着土木检测技术的不断更新和完善,土木工程检测技术实训课程也由过去的涉及单一学科的课程演变为涉及多学科的交叉性课程。该课程不仅要培养学生动手实践的操作能力,更要培养学生综合利用知识分析问题的能力,树立作为试验检测人员该具备的责任意识、质量意识和规范意识。该课程在教学内容、教学方法以及教学理念都应不断创新,为培养高素质的土木工程检测技术人才提供坚实的基础。2021年我院的数字化建筑虚拟仿真中心被确立为省级虚拟仿真中心,我院制定了相关政策以强化虚拟仿真资源和平台建设,延展虚拟仿真资源使用的宽度和广度,鼓励用信息技术优化传统教学,以构建一套适用于我院专业发展的多层次虚拟仿真教学体系。土木工程检测技术实训课程以虚拟仿真实训项目建设为抓手,完善教学内容,提升教师教学水平,以建设高标准高要求的虚拟仿

真课程为目标,旨在进一步提高教学质量,真正做到与时俱进。

1 虚拟仿真资源建设必要性

经过几年的课程建设,土木工程检测技术课程从理论课转变为实践课,教学内容从常规检测延展到无损检测,教学方式从教师讲课为主转变为学生实践为主。健康监测不仅要完成对大型结构的各个参数的准确评定,还需利用大数据和人工智能算法评估整个结构物的健康状态及使用寿命。但是,对于大型的结构实验以及健康监测的内容仍是采用视频学习和老师讲解为主的方式进行,学生被动学习,学习深度不够,积极性较差,教学效果欠佳。结合课程特点和内容设置要求,以无损检测为“实”,以健康监测为“虚”的原则完善教学大纲,做到因地制宜地“虚实结合”。

1.1 优化仿真项目,增强学习体验感

限于教学条件,以往的学习中要求学生掌握健康监测的组成、作用及用途等知识。学生只能对健康监测有浅显的认知,无法接触到各功能模块的工作原理及安装,无法模拟不同不利工况下结构物的各指标变化及损伤程度,无法进行数据记录和分析。利用虚拟仿真技术构建全生命周期的健康监测系统,让每位学生从传感器安装、数据传输、服务器集成、数据采集分析软件使用、预测预警等过程进行全方位参与,以人机交互的方式去体验整个监测过程,选择各类不利工况观察分析建筑物的危害以及数据变化。总的来说,健康监测是一个庞大而复杂的体系,但通过虚拟仿真技术可以让学生在短暂时间内掌握建筑物在整个生命周期过程中力学参数的变化。另外,虚拟仿真技术中丰富的多媒体内容和逼真的视觉效果能提升学生的兴趣和注意力。

1.2 开放式参与,激发创新热情

虚拟仿真教学更能鼓励学生在学习中积极发挥主动性和创造性。学生不仅可以打破时间和空间壁垒在线上完成实训项目的常规操作学习,更应该针对一些疑难问题和改进之处能提供自己的想法和解决方案。师生之间可以在线上进行讨论交流,集思广益。同时,鼓励学生进行成果展示,以激发学生的学习热情和自豪感。在健康监测系统仿真实训项目中的变形观测数据模块设置了预测功能。该预测功能是利用现在常用的数学预测算法对已有的观测数据进行建模拟合分析,主要的算法有线性拟合、对数函数拟合、灰色理论拟合和神经

网络拟合等。学生可以选择不同的算法对测试数据进行拟合分析,对比各个预测算法的精度。同时,学生也可以对该模型自己编写算法进行模拟分析。这不仅让学生能直观地感受到数学在工程中的具体应用,也能引导学生积极思考。

1.3 整合新旧资源,打造共享平台

按照学院长期规划,我院相继建立了测绘实训室、3D打印实验室、智能化建造实训室、BIM及绿色建筑创新实训室和无损检测实训室。教学设备先进,但资源较分散,操作系统和分析软件多为独立的单机版、网页版等,线上资源需进行整合分类和统一集成。打造一个全开放的共享平台能实现对新旧资源的统一部署和规范管理,避免了资源的重复开发和浪费,提高了教学资源的使用率。管理者通过共享平台可以了解各项虚拟仿真资源的使用情况,为后期虚拟仿真资源建设提供决策依据,从而优化资源配置。通过资源整合,学生可以在虚拟仿真平台上了解所在专业的课程设置安排和衔接关系,从而对该专业的培养目标有更为直观的理解。学生可以在共享平台上进行访问、学习、交流和意见反馈。另外,学生也可以在平台创建学习账户,记录和保存学习的完成情况以及考核结果。

1.4 深化产学研合作,提高教学水平

我院土木工程检测技术实训教学团队将自主研发的改进灰色理论模型用于高层建筑物沉降观测预测^[5],通过工程实践验证了其可行性和准确性。通过与企业的合作,利用虚拟仿真技术将该理论进行模拟,并与其他算法进行了对比。学生通过虚拟仿真模型直观感受了这一理论的实际应用,了解了灰色理论的基本原理和优缺点。教师利用虚拟仿真技术将科研成果进行生动形象地呈现和转换,不仅便于理解和推广,也提高了教学水平。教师利用产学研合作可以开展虚拟仿真的教改研究,积累开发经验,推进虚实结合,从而更好地指导学生进行创新创业实践和科研工作。通过与企业合作,教师可以了解前沿的虚拟仿真开发技术和案例,这样不仅能提高自身的专业水平,还能了解未来行业的发展需求,从而更好地指导学生的学习和实践,提高教学质量。另外,产学研合作可以帮助教师与外界建立良好的合作关系,参与社会问题的解决,提高教师在社会中的影响力。

2 虚拟仿真项目建设示例

该课程是一门涉及结构、振动、数据分析、通信等多学科的课程,主要包含了混凝土强度检测、钢

筋布置及保护层厚度检测、混凝土结构厚度检测、混凝土缺陷检测、混凝土裂缝检测等实操项目和高层建筑物沉降监测虚拟仿真实训项目。利用虚拟仿真技术进行线上模拟操作实现了低成本、多变量、可重复的实验过程。

2.1 高层建筑物沉降监测系统

沉降观测是高层建筑物在施工阶段的必测项目,而对于一些超高层建筑物在施工期间就需要完成智能化的远程沉降监测系统传感器的安装和系统调试,以实现对整个生命周期的健康状态进行监测和评估^[6]。通过沉降监测系统可以及时发现结构物存在的病害,并能及时采取必要的保养措施,从而保障结构的安全使用和延长结构物的生命周期。该项目具有试验周期长、成本高、技术复杂等特点,因此,我院土木工程检测技术实训教学团队开展了高层建筑物沉降监测系统的相关科研研究,并联合企业进行虚拟仿真教学项目的设计和开发。监测系统的主要组成如图1所示。

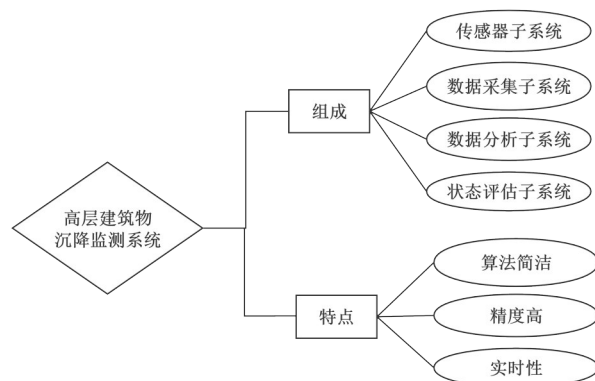


图1 监测系统的组成和特点

2.2 虚拟仿真实训项目教学目标

通过该虚拟仿真项目的实训操作要达到的具体教学目标如下:(1)知识目标:掌握高层建筑物沉降监测系统的设计思路和构成,熟悉传感器和采集设备的组装流程,掌握在不同工况下高层建筑物的变形规律和数据特征,掌握监测实验报告的编写方法。(2)能力目标:能够利用多学科知识分析实验数据和整理实验成果,能够利用实验数据对变形预测的常用算法进行优缺点分析,并具备一定的创新开发能力,重点培养学生解决工程实际问题的能力。(3)育人目标:培养学生成为具有责任意识、良好的职业道德和创新精神的试验检测工程师。

2.3 虚拟仿真项目设计

该虚拟仿真项目是以问题驱动的成果导向教

育(Outcome based education, OBE)^[7]为基础进行设计,主要设计思路如图2所示。

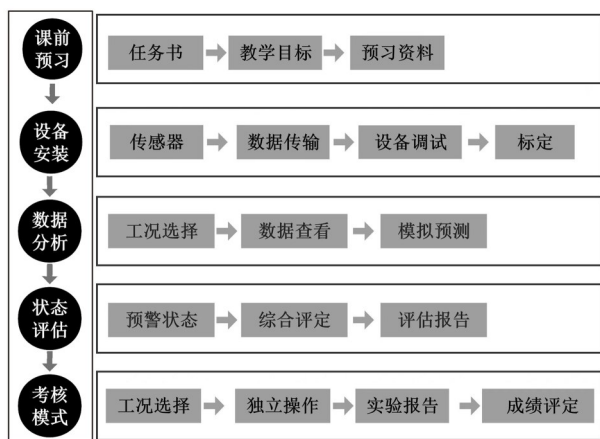


图2 虚拟仿真项目设计思路

实训共3学时,实训项目学习分为课前预习、课堂教学和课后考核3个环节。课前预习环节是利用雨课堂智慧教学工具为学生推送任务单、教学目标、操作手册、课前预习题等。课堂教学环节主要是以学生实训为主,老师答疑为辅。学生在课堂上主要以交互式方式完成监测系统的设备安装、数据分析和状态评估,重点分析变形数据的规律、掌握变形预测方法和预警方法。师生对沉降监测系统和可改进之处进行讨论交流。学生可自由安排时间对该项目进行反复操作,强化对该章节内容的掌握。另外,学生可自由安排时间完成对该项目的考核。

参考文献:

- [1] 潘海军,江鹏,王知鸷.中国制造2025视域下地方高校“智能材料”课程人才培养模式探究[J].黑龙江教育(理论与实践),2022(12):29-31.
- [2] 吴琛,麻胜兰,詹金武,等.新工科背景下国家级虚拟仿真实验教学中心的新挑战与教学改革实践探索[J].高等建筑教育,2020,29(6):22-29.
- [3] 赵群.土木工程虚拟仿真实验教学体系探索与构建[J].科技与创新,2022(17):1-3.
- [4] 王一鸣,张明.论智能检测融入土木工程教学的应用型人才培养模式构建及评价[J].河南工程学院学报(社会科学版),2021,36(3):88-91
- [5] 洪晓江,张雪松,郭宁,李鸿鸣.优化的分数阶GM(1,1)模型在桥梁线形控制中的应用[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2022,41(2):65-70.
- [6] 李玮,黄良璧.智慧健康监测系统在大型公共建筑的应用研究[J].江苏建筑,2022(6):139-143.
- [7] 曹煊,杜国锋,李文盛,等.基于OBE理念的土木工程专业BIM教学改革[J].土木建筑工程信息技术,2021,14(1):132-135.

3 课程改革的成效

教学团队于2020—2023年对土木工程专业408人就该课程虚拟仿真实训项目的教学满意度进行了问卷调查,结果显示,学生对该环节的教学满意度均有所提高;学生更多关注的是算法改进和焦点问题而不再是熟悉基本概念。以该课程建设为依托,团队在教学改革和指导学生实践方面获得了一定成绩。教学改革方面:2021年获批立项国家民委高等教育教学改革研究项目1项,省级高等教育人才培养质量和教学改革项目1项;2022年获批立项教育部产学研合作协同育人项目1项。同年,该课程也被确立为省级一流本科虚拟仿真实训课程。指导学生实践方面:2021年指导学生完成大学生创新创业项目国家级结题1项;2022年指导学生获得省级“互联网+”比赛银奖1项和“挑战杯”比赛铜奖1项。

4 结语

虚拟仿真项目建设和平台打造是我院规划的重点建设内容之一。利用团队科研积累的成果用于对土木工程检测技术实训课程中虚拟仿真资源进行建设和改革,实现了以健康监测为“虚”的实训项目补充。虚拟仿真技术让课堂教学变得更有活力,让学生能够全过程完成设计、调试和分析,不仅增强了学生学习的主动性,还培养了学生的创新能力。进一步利用虚拟仿真项目资源进行对外共享和服务地方经济建设是该课程发展亟待解决的重要问题。