

BIM+数字孪生在内河航道浅滩整治实验教学的应用研究

曹雨 傅翔 吴玺 江涛
重庆交通大学 400074

[摘要]该文从国家对虚拟仿真实验教学建设战略出发,分析了内河航道浅滩整治仿真实验教学现状,提出BIM+数字孪生在内河航道浅滩整治实验教学的应用,具体介绍内河航道浅滩整治实验教学仿真平台,最后简要总结了内河航道浅滩整治仿真实验的教学特色。

[关键词]仿真实验教学;内河航道浅滩整治;BIM+数字孪生;教学仿真平台

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.764

航运日趋向大吨位、高频次、多维度等方向发展,而内河航道整治工程具有长线型、多区域、隐蔽工程多的特点,并存在施工质量溯源难、过程管控难度大、施工管理效率低等问题。为满足新的工程要求,掌握浅滩形成发育规律,实验环节至关重要。

教育部《关于2017-2020年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知》(教高厅〔2017〕4号)明确指出,示范性虚拟仿真实验教学项目的教学内容应坚持问题导向,重点解决真实实验项目条件不具备或实际运行困难,涉及高危或极端环境,高成本、高消耗、不可逆操作、大型综合训练等问题。坚持需求导向,紧密结合经济社会发展对高校人才培养的需求,紧密结合专业特色和行业产业发展最新成果,紧密结合学校定位和人才培养特点,采用现代信息技术,研发原理准确、内容紧凑、时长合理、难度适宜的虚拟仿真教学项目。因此,对于服务于工程的学校、学科而言,浅滩整治的虚拟仿真实验教学应引起重视。本文将BIM+数字孪生在内河航道浅滩整治实验教学的应用进行研究。

一、内河航道浅滩整治仿真实验教学现状

长期浅滩整治实验教学经验表明,目前现场实验存在实验设备更新较慢,价格昂贵的设备台套数量不足,学生实验实践过程中分组人数过多等现象,从而造成了成本高、难度大、速度慢、数据少、重复性差、教师无效工作量多等问题(图1)。为提高相关学科教学质量,更好培养高素质应用创

新型工程技术人才,需针对内河航道浅滩整治实验教学建立仿真平台,其关键是设计一个承载数据的三维模型和一套数据驱动模型的反馈算法。

二、内河航道浅滩整治实验教学仿真平台

借助BIM模型优越的多维数据融合能力与数字孪生技术(DT)强大的多维数据关联能力,实验教学平台建设将基于Bim+数字孪生的内河航道浅滩整治虚-实共生技术:开发一个内河航道过渡段浅滩整治仿真实验教学平台,并嵌入自编数字孪生(DT)算法,驱动航道全要素三维BIM模型,通过真实数据交换互馈,任意观测、预测内河航道浅滩发展演化过程和整治效果,从而实现内河航道虚-实共生技术的教学示范应用。

1. 浅滩整治虚拟仿真模拟

内河航道浅滩整治实验教学仿真平台以虚拟仿真模拟为基础。该平台可模拟无限种出水进水端水量和出水端水位工况,利用现场实验实测数据和有限元仿真模型计算数据两种孪生源驱动BIM模型,360°旋转展示水位、水深、地形、流速、流场等云图信息,直观测量各水力要素,观察泥沙运动及河床演变过程(图2),并通过五个实验步骤引导学生熟悉浅滩整治施工过程,进行整治前后对比分析。对提高学生对过渡型浅滩、水流的感性认识;提高学生对过渡型浅滩的形成与正常水流的关系;掌握过渡型浅滩的形成机理、治理原则、施工主要步骤、施工工艺、技术措施等具有重要实践与



图1 内河航道浅滩整治室内实验室

理论意义。

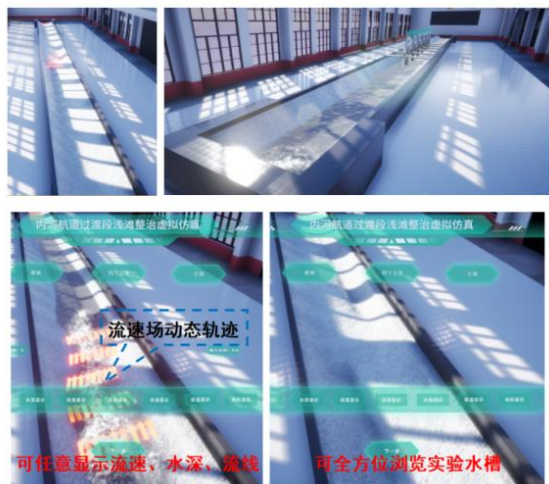


图2 浅滩整治虚拟仿真实验平台展示图

2. 浅滩整治虚拟仿真设计

学生通过仿真实验平台可实时监测浅滩发展演变过程，对浅滩治理进行线上模拟开挖设计。学生完成施工虚拟仿真实验后，可利用已学的专业知识，根据航道水沙具体情况，借助CAD进行浅滩开挖面积计算，将计算结果反映到仿真教学平台中，根据仿真分析结果进行优化设计，完成目标功能。学生在整个流程中经历了尝试、反馈、优化、再尝试、再反馈等的试错过程，以达到设计与创新训练的目的。该板块提高了学生主动学习的积极性和思维活跃度，综合培养了学生的工程基础知识、设计创新能力；达到了单项原理与综合设计创新、把握科学原理与工程技术综合应用、循序渐进习得与研究探索创新平衡。

3. 思政教育教学

根据《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见》的目标，推动各类课程与思政课建设形成协同效应，努力培养担当民族复兴大任的时代新人，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。内河航道过渡段浅滩整治虚拟仿真实验平台特别设置了思政内容板块，通过配套的线下课程旨在培养学生的责任与担当、个人道德与职业道德情操，树立求真务实、开拓创新的科学观，建立钻研、勤奋、创新、批判性思维、学术诚信等个人品格，具有家国情怀，弘扬社会主义核心价值观。

该BIM+数字孪生（DT）的虚-实共生技术，还可适用于港口、水利等虚-实互馈应用场景需求。比如可运用该技术克隆整个港口，将所有设备、车辆和集装箱1:1虚拟化和编码化，虚拟场景随着真实场景孪生运动，实现货物到港、装卸、转堆、仓储及出港的全周期作业仿真覆盖，在虚拟空间中优化作业流程、超前预判作业风险。由此，充分发挥该技术的强大生命力及迁移性，构建综合性高校虚拟仿真实验教学项目群，服务多门实验课程的教学，加强项目间的互通

性，也有助于新项目的快速孵化和交叉学科项目的建设。

三、内河航道浅滩整治仿真实验教学特色

1. 依托优质教学资源建设虚拟仿真实验平台

近年来，重庆交通大学立足交通行业优势，依托国家级、省部级科研平台，以服务融入国家战略和地方重大需求为导向，推动在高校、科研院所、地方政府、行业企业、仿真开发企业之间形成科教结合、产教融合、校企合作、校地联合的多主体协同育人机制，促进教师跨时空、跨专业开展知识传授和创新研究，实现学习资源供给的多元化，为学生提供个性化教育。

2. 有利于培养学生学术素养，提高学生工程实践能力

教学模型来自工程实例，该教学以提高学生实践能力和创新精神为核心，以港口航道工程、水利水电工程相关专业的实验教学信息化内容为指向，协助高校解决长期以来内河航道浅滩整治实验教学存在的各种问题，有利于提高学生的专业知识应用能力及实践能力，培养学生的学术素养和实践素养，为今后参与社会的工程建设项目培养人才。

四、结束语

基于BIM+数字孪生（DT）的内河航道虚-实共生技术，在虚拟孪生世界中，仿真一个平行的现实场景。该技术在教学中可极大降低浅滩整治实验成本和时间，优化教学过程，提升教学效果。并为后续工程中提高把握浅滩发育状态的准确度，提供了实施流程和算法优化支撑。进而为未来内河航道整治和管理向着虚拟化、智能化、协同化、简单化发展作出探索，这也是未来科技发展应用的趋势之一。

参考文献

- [1] 教育部. 关于2017—2020年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知: 教高厅〔2017〕4号[Z]. 2017.
- [2] 柳洪洁, 宋月鹏, 马兰婷, 张观山, 张智龙, 王征. 国内外虚拟仿真教学的发展现状[J]. 教育教学论坛, 2020(17): 124-126.
- [3] 熊宏齐. 虚拟仿真实验教学助推理论教学与实验教学的融合改革与创新[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(5): 1-4, 16.
- [4] 关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2019(9): 6.
- [5] 许丽, 王鸿鹏, 高振元, 刘景泰. 综合性高校虚拟仿真实验教学项目群建设初探[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(12): 187-190
- [6] 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.
- [7] 郭婷, 杨树国, 江永亨, 黄开胜. 虚拟仿真实验教学项目建设与应用研究[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(10): 215-217, 220