

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2017.05.031

欢迎按以下格式引用:杨建华,姚池,刘成林,等.水利工程虚拟仿真实实践教学探索[J].高等建筑教育,2017,26(5):134-137.

水利工程虚拟仿真实实践教学探索

杨建华,姚池,刘成林,蒋水华,李火坤

(南昌大学 建筑工程学院水利工程系,江西 南昌 330031)

摘要:综合性、探索性实验项目缺乏,实习实践训练不足是制约南昌大学水利工程专业实践创新型人才培养的瓶颈。基于“立足教学、科教融合、面向工程”的虚拟仿真实实践教学理念,将工程实践与科研成果转化为教学内容,建立了具有区域特色和学科特点的多模块虚拟仿真实验平台,开设了多门基于虚拟仿真平台的综合性、探索性实验项目课程。实践表明,开放自主式的虚拟仿真实验能有效提高水利工程专业实践教学效果,有利于培养学生的实践创新能力。

关键词:水利工程;实践教学;虚拟仿真;实践能力;创新意识

中图分类号:G482;TV7

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2017)05-0134-04

水利工程建设与管理是一项复杂系统工程,具有专业覆盖面广、实践性强等特点。为更好地适应新形势下社会对水利人才的需求,水利工程院校的人才培养模式正由注重基础理论和专业知识传授向提高工程实践能力和创新意识转变^[1-2]。实践教学是理论联系实际、提高学生知识运用能力和动手能力的重要途径,是培养学生工程实践能力和创新意识的重要教学环节^[3-4]。

然而,由于扩招,实验场地、设备和经费有限,加之安全管理等因素,南昌大学水利工程专业在开展实践教学过程中表现出基础课实验多、专业课综合性实验少;验证性实验多、探索性实验少;实习学生参观的多、参与的少等问题。综合性、探索性实验项目缺乏,实习实践训练不足已成为影响学校水利工程专业人才培养质量的重要因素,实践教学改革势在必行。水利工程虚拟仿真技术是水利行业现代化、信息化发展的一个重大突破^[5],虚拟仿真实实践教学也是高等教育信息化建设的重要组成部分^[6]。为克服传统实践教学存在的诸多问题,学校将虚拟仿真技术应用到水利工程专业实践教学中,通过开设相应的综合性、探索性虚拟仿真实验课程,以培养学生的工程实践能力和创新意识,实现高校人才培养与企业人才需求之间的无缝对接。

笔者针对学校水利工程专业传统实践教学存在的不足,探讨将虚拟仿真技术引入实践教学的必要性,并重点介绍学校水利工程专业在虚拟仿真实实践教学方面所做的探索性工作。

收稿日期:2016-10-16

基金项目:江西省高等学校教学改革研究课题(JXJG-15-1-59)

作者简介:杨建华(1986-),男,南昌大学建筑工程学院讲师,博士,主要从事水利水电工程施工与管理研究,(E-mail) whuyjh@163.com;(通讯作者)姚池(1986-),男,南昌大学建筑工程学院副教授,博士,主要从事水工结构研究,(E-mail) dr.chi.yao@gmail.com.

一、水利工程虚拟仿真实实践教学的重要性

(一) 虚拟仿真实实验的特点

虚拟仿真实验是指综合应用多媒体、人机交互、数据库以及网络通讯等技术,通过构建逼真的实验操作环境和实验对象,使学生在开放、自主、交互的虚拟环境中开展高效、安全且经济的实验,进而达到真实实验不具备或难以实现的教学效果^[7]。

虚拟仿真技术具有沉浸性、交互性、构想性、智能性特点,是继数学推理、科学实验之后人类认识自然客观规律的第三类基本方法。与传统实践教学相比,在涉及高危或极端环境、不可及或不可逆的操作,以及需要高成本、高消耗的大型或综合性实验项目,虚拟仿真实实践教学具有明显优势^[8]。

(二) 虚拟仿真技术在水利工程实践教学中的作用

虚拟仿真实验技术能有效降低实验成本,营造安全的实验环境,且能够突破时间和空间限制。将虚拟仿真技术应用到学校水利工程专业实践中,可在一定程度上缓解目前实践教学实践性不强的问题,有助于培养学生运用的知识能力和科研创新意识,具体体现在以下几个方面(如图1)。

(1) 加强专业课综合性虚拟仿真实验建设

实验设备有限和经费不足是限制学校水利工程专业开展综合性实验项目的主要原因。虚拟仿真实验基本没有材料损耗,极大地降低了实验成本。学生可根据综合性实验项目要求,利用所学的专业知识对实验项目内容进行设计、计算、分析和优化。此外,学生可对各种实验工况进行反复操作,对比实验结果,从而使学生在知识运用能力、独立解决问题能力等方面得到全面提升。

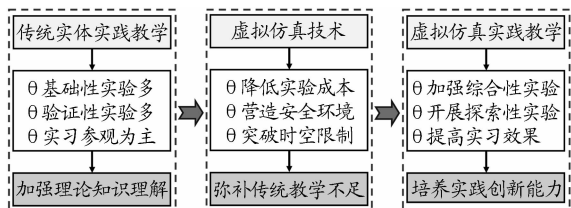


图1 虚拟仿真技术在水利工程实践教学中的作用

(2) 开展探索性虚拟仿真实验

鉴于实验资源和实验风险控制,传统的实验教学中学生只能按照教师的演示或实验指导书的规定按部就班地进行验证性实验操作。学生已事先知晓实验结果,这极大地限制了学生的实验热情和积极性,不利于锻炼和培养的实践创新能力。在虚拟仿真实验平台,教师和学生不必担心实验的意外风险,学生可以根据自己的理解和思考多次改变实验边界条件,抑或是重新设计符合要求的实验方案、灵活加

入多种探索性实验内容,进而调动学生主动参与实验的热情,引导学生进行探索性和创新性实验研究,培养学生的创新精神。

(3) 提高实习效果

针对学生在传统实习中不能多视角观看水利枢纽布置和水工建筑物构造的问题,水利工程虚拟仿真实验平台沉浸式漫游功能和交互式操作功能可彻底打破时空限制,通过操控鼠标、键盘,在虚拟环境中实现对水利枢纽、大坝和厂房的全景、透视、自主参观。针对传统实习学生不能动态了解水工结构施工工艺和运行原理的问题,水利工程虚拟仿真实验平台可在短时间内三维再现土石方开挖、大坝浇筑、机械设备安装、电站运行等过程,加深学生对专业知识的理解。此外,学生还可以自主动手配置、调用虚拟机械设备,模拟土石方开挖、大坝浇筑等过程;也可以对电厂设备进行虚拟操作演练,熟悉电站正常运行和事故处理的方法、内容和步骤等。这在一定程度上弥补了传统实习方式学生不能亲自参与工程建设与管理的问题,增强了学生分析和解决实际工程问题的能力。

二、基于虚拟仿真技术的水利工程实践教学

鉴于水利工程专业实践教学的重要性与现实困难,基于虚拟仿真技术的优势,学校在江西省高校实验教学示范中心——水利工程实验中心的基础上,成立了水利工程虚拟仿真实验教学中心,将虚拟仿真技术应用到实践教学环节。

(一) 虚拟仿真实验平台建设

根据新形势下水利工程专业的人才培养需求,学校水利工程虚拟仿真实验教学中心确立了“立足教学、科教融合、面向工程”的虚拟仿真实实践教学理念。将实际的水利工程项目转化成虚拟仿真实实践教学内容,通过以解决工程实际问题为目标的实验项目演练,指导学生综合运用所学专业知识和实践能力,从而在高校人才培养和企业人才需求之间架设一座便捷的“桥梁”,为企业输送符合其要求的高素质毕业生。通过虚拟仿真实验平台,将科研项目转化为实践教学内容,通过科研项目训练,向学生传授科研理念、科研方法,使学生了解本领域的最新科技进展和学术前沿动态,从而激发学生科研兴趣、启发科研思维,培养学生的科研创新能力。

学校水利工程虚拟仿真实验教学中心立足于江西区域特色和学科特点,通过整合水力学实验室、水工结构实验室、水电站实验室、工程测量实验室的教学、科研及生产项目资源,建设了复杂水力学问题虚

拟仿真平台、数字鄱阳湖虚拟仿真平台、溃坝洪水模拟虚拟仿真平台、水工结构破坏虚拟仿真平台,如图2。

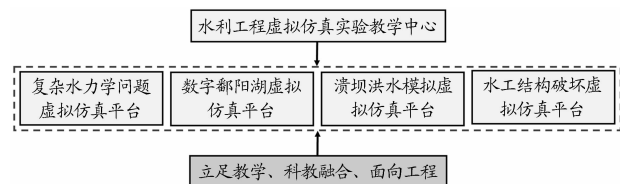


图2 水利工程虚拟仿真实验教学平台

复杂水力学问题虚拟仿真平台已开设的实验项目有薄壁堰流过程虚拟仿真实验、表孔出流水流流态虚拟仿真实验、消能工消能过程虚拟仿真实验等。在虚拟仿真实验平台上,学生根据不同的实验要求,可选择不同的边界条件和几何参数进行仿真分析,观察水流运动的情况并提取相关实验数据。鄱阳湖是中国第一大淡水湖,是江西省重要的水利与生态资源。结合区域特色,以鄱阳湖地区的三维地形图为基本界面,集成了鄱阳湖流域的水深、水质、湿地、景观资源等多个数据库,开发了数字鄱阳湖虚拟仿真平台。已开设的实验项目有鄱阳湖三维数字地形图虚拟飞行漫步、鄱阳湖流域水深-湿地数据库交互仿真。学生可通过鼠标操作随时查看、提取数据库中的有关信息。实验平台可动画显示不同水位条件下鄱阳湖湿地的分布情况,观看过程中还可以切换视角,学生在该实验平台进行操作训练可加深对鄱阳湖水文和生态环境的认识。实验中心基于Flow-3D计算软件和自主研发的光滑粒子流软件系统,开发了溃坝洪水模拟虚拟仿真实验平台。典型的实验项目有尾矿库溃坝过程数值仿真实验、溃坝洪水演进过程数值仿真实验等。水工结构破坏过程仿真结合了固体力学、水工建筑物、有限元和离散元计算方法等多门学科知识。在充分发挥实验中心专职教师学术特长的基础上,还开发了大坝应力变形、岩石边坡滑坡过程、泄洪闸振动模态分析等虚拟仿真实验项目。

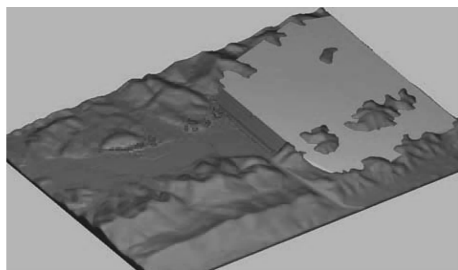
(二) 虚拟仿真技术在实践教学中的具体应用

中心经过第一阶段的建设已初步实现了水利工程专业虚拟仿真实践教学的部分功能。利用这4个虚拟仿真实验平台,面向本专业4个不同方向的学生已开设10门虚拟仿真实验课程,并设置了学分纳入实践教学课程体系。这些虚拟仿真实验课程现已作为水工建筑物、水利工程施工等专业课的综合性、探索性实验同步开展,并已成为水利工程专业本科毕业论文的研究内容和本科生科研项目训练内容。

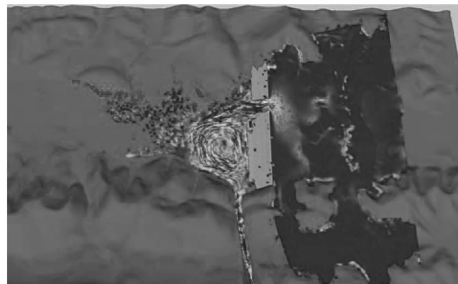
以溃坝洪水演进过程数值仿真实验课程为例,水利工程坝体溃决是一种灾害性的水力破坏现象,

一旦溃坝,将给下游带来不可估量的生命财产损失,因此,推算和预测溃坝洪水的演进过程是水库和堤防等水利工程建设管理的一项重要内容,这对制定下游居民的搬迁措施,减少溃坝造成的损失具有重要意义。但水库和河流原型尺度极大,室内物理模型实验耗时长、成本高,不便于面向所有学生开展实体实验。

基于中心开发的溃坝洪水模拟虚拟仿真平台,学生可以建立以实际工程为背景的溃坝洪水数值计算模型,而后通过设置坝体材料参数和暴雨降水过程线,即可模拟不同工况下溃坝洪水演进过程。在此基础上可以获取洪水淹没范围,下游敏感目标点的洪水到达时间、实时水位和流速等参数,从而为评估溃坝洪水是否淹没,是否冲击敏感目标,敏感目标受影响的程度提供依据。图3为学校水利工程专业学生在教师指导下建立的溃坝洪水虚拟仿真模型及所模拟的洪水演进过程。学生在虚拟平台上通过数值计算、图像和动画显示等方式对实际工程问题进行仿真和推演,不仅能够对大坝溃坝和洪水灾害有更为直观的感受,而且还能够基于获取的数据分析某些特有的水力学现象,如水跃、涡流和折冲水流等。相比单纯的数学、力学计算,更有效地激发了学生的学习兴趣,提高了学习效率,同时也培养了学生解决实际工程问题的能力与创新意识。



(a) 溃坝洪水虚拟仿真模型



(b) 洪水演进过程

图3 学生开展的溃坝洪水演进过程数值仿真实验成果

此外,学生利用这些虚拟仿真平台进行水利工程相关问题的仿真分析和辅助设计,显著提高了课程设计和毕业设计(论文)的质量。在完成课程设计手算工作后,倡导学生采用虚拟仿真平台对问题进行验算复核,减少计算错漏等问题。以往学校水利

工程专业的本科毕业设计主要是对土石坝、水闸的稳定和渗流进行初步设计,内容较为单一。经过近两年的虚拟仿真实验项目训练,部分学生选择对洪水漫顶溃坝、溃坝洪水演进、岩石边坡失稳、泄洪闸振动等工程问题开展研究,毕业设计(论文)内容更加丰富。借助虚拟仿真平台将以往稳定与渗流设计的二维简化计算扩展至三维工况,提高了毕业设计的深度,与实际工程更加吻合。学生采用虚拟仿真的三维实体图像和动画对毕业设计(论文)成果进行展示,答辩形式更加丰富。此外,学校水利工程专业学生在虚拟仿真分析的基础上制作实体模型,近年来参加各类创新设计大赛均取得了优异成绩:在2015年第四届全国水利创新设计大赛中获一等奖1项、二等奖1项、优胜奖1项,创历史最好成绩;在2016年第十三届华东地区高校结构设计邀请赛中取得了一等奖第一名的好成绩,实现了历史性突破。

三、结语

针对南昌大学水利工程专业实践教学的现实困难,将虚拟仿真技术引入实践教学环节,通过建立以实际工程和科研项目为背景的虚拟仿真实验平台,开设相应的综合性、探索性虚拟仿真实验课程,培养学生的工程实践能力和创新意识,教学实践效果良好。这在一定程度上缓解了学校水利工程专业实践教学难度大的问题,为土木、水利类专业实践教学模

式的改革提供了有益借鉴。目前,学校水利工程虚拟仿真实验教学中心的建设尚处于初步阶段,须大力发挥科教融合、校企联合的优势,开发更多的实践教学资源,同时须加强课程体系、人才队伍和运行管理体制的建设,以提高虚拟仿真实实践教学水平。

参考文献:

- [1] 尹红霞,王一新,简新平. 虚拟仿真系统在水电站教学中的应用研究[J]. 高等建筑教育,2016,25(2):171-173.
- [2] 薛海. 交互式水力学虚拟仿真实验软件的构建[J]. 教育教学论坛,2016(8):261-263.
- [3] 杨帆,成立,袁承斌. 水利水电工程专业实习教学改革与探讨[J]. 高等建筑教育,2014,23(3):114-117.
- [4] 王煜,张萍. 结合地域优势的水利水电工程专业工程实习改革[J]. 科教导刊,2015(4):34-36.
- [5] 杨启贵. 水利工程虚拟仿真技术应用研究[J]. 人民长江,2015,46(21):61-64.
- [6] 李炎锋,杜修力,纪金豹,等. 土木类专业建设虚拟仿真实验教学中心的探索与实践[J]. 中国大学教学,2014(9):82-85.
- [7] 杜月林,黄刚,王峰,等. 建设虚拟仿真实验平台探索创新人才培养模式[J]. 实验技术与管理,2015,32(12):26-29.
- [8] 李平,毛昌杰,徐进. 开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设提高高校实验教学信息化水平[J]. 实验室研究与探索,2013,32(11):5-8.

Exploration on virtual simulation practice teaching for the major of water conservancy and hydropower engineering

YANG Jianhua, YAO Chi, LIU Chenglin, JIANG Shuihua, LI Huokun

(School of Civil Engineering and Architecture, Nanchang University, Nanchang 330031, P. R. China)

Abstract: Lack of comprehensive and exploratory professional experiments and practical trainings is considered to be the key problem that restricts the cultivation of talents with practical and innovative abilities for the major of water conservancy and hydropower engineering in Nanchang University. According to the virtual simulation practice teaching philosophies of serving teaching, integrating scientific research with teaching and orienting engineering, engineering practices and research projects were transformed into the contents of the virtual simulation practice teaching. Modularized virtual simulation experiment platforms were established with regional characteristics and subject features, and several experimental courses based on these platforms were offered for students to carry out comprehensive and exploratory experiments. It was found that the open and autonomous virtual simulation practice teaching could improve the teaching quality effectively for this major, and help to cultivate students' practical and innovative abilities.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; practice teaching; virtual simulation; practical ability; innovative consciousness