

水利水电工程专业BIM类课程体系的构建与教学研究

钱波,余明东,游潘丽,庄锦亮

(西昌学院土木与水利工程学院,四川 西昌 615013)

摘要:建筑信息模型(BIM, Building Information Modeling)技术,对促进水利水电工程行业向现代信息化发展具有重要意义。总结了BIM技术在水利水电工程设计、施工、管理、竣工验收及运营维护等方面的应用优势和现状;构建了基础理论课程群、单项专业实训课程群、综合课程(毕业)设计提高课程群的水利水电工程专业BIM类全过程“3+1”课程体系;结合师资资源、课程资源和教学方法,提出了水利水电工程专业BIM类课程的教学改进途径。研究以期促进课程建设,对专业课程体系也具有有益的指导和借鉴。

关键词:水利水电工程专业;BIM;课程体系;教学研究

中图分类号:TV22-4;G642.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)02-0125-04

A Study on BIM Curriculum Development and Pedagogy for Hydraulic and Hydropower Engineering Program

QIAN Bo, YU Mingdong, YOU Panli, ZHUANG Jinliang

(School of Civil and Hydraulic Engineering, Xichang University, Xichang, Sichuan 615013, China)

Abstract: Building Information Modeling (BIM) technology is essential to modern information-based development of hydraulic and hydropower engineering industry. In this paper, we summarized the application advantages and current situation of BIM technology in design, construction, management, check upon delivery, operation and maintenance of hydraulic and hydropower engineering projects. We developed the all-time “3+1” BIM curriculum for hydraulic and hydropower engineering program, including basic theoretical course group, individual professional training course group, comprehensive curriculum-end (graduation) design's advance course group. In accordance with teacher resources, curriculum resources and teaching methods, we proposed the solutions to improve the BIM curriculum pedagogy for hydraulic and hydropower engineering program. This study is supposed to promote the curriculum development as well as offer guidance and a model for the whole curriculum system.

Keywords: hydraulic and hydropower engineering program; BIM; curriculum system; study on pedagogy

建筑信息模型(BIM, Building Information Modeling)技术,通过对建筑物真实三维信息建模,达到建设、设计、监理、施工、设备、运营等不同参与方,在设计、施工、监理、竣工验收和运营管理等不同阶段项目全生命周期信息的共享,模型具有描述可视性、信息完备性、更新关联性、引用一致性等优点。目前BIM技术应用最早、最为广泛和深入的是美国,包含引用标准、信息交换标准和应用实施标准;发展最快是英国,并根据信息共享应用程度分为3级;新加坡强制推行BIM的应用,并明确了不同

阶段不同专业建模方法、建模深度和质量要求^[1]。2012年我国开始编制BIM标准,并发布了JG/T 198—2007、GB/T 25507—2010、GB/T 51212—2016和GB/T 51235—2017等4个标准,构建了P-BIM和CBIMS等BIM标准框架。具有BIM应用能力的人才非常受用人单位青睐,但我国水利水电工程BIM没有系统统一标准、有经验的开发和应用人才匮乏、平台投资大,限制了BIM推广和应用。水利水电工程作为我国重要的基础设施和产业,BIM技术促进水利水电工程行业向现代信息化方

收稿日期:2019-03-04

基金项目:2018年(第二批)升拓检测支持教育部产学合作协同育人项“新工科专业建设”项目:新工科背景下土木工程类专业无损检测人才培养模式创新与探索(201802308002);四川省2018—2020年高等教育人才培养质量和教学改革项目:水利水电工程专业应用型人才培养课程体系的构建(2019-549)。

作者简介:钱波(1969—),男,湖北大悟人,教授,学士,研究方向:土木工程和水利水电工程专业的教学和科研。

向发展是必然趋势。

1 BIM在水利水电工程中的应用优势

1.1 设计方面

传统的二维CAD施工图纸不利于各参与方信息协同与共享。BIM三维实体模型能自动导出坝体二维剖面图,减少设计绘制工作量;BIM技术改变了传统先结构后施工图设计流程,可实现结构工程师和设计师数据共享、协同工作,达到工程结构和工程设计一体化;协作平台 Vault能使任何一方的一个细小的修改和变更都能协同联动,进行关联的修改和变更,避免传统以纸质载体为主和相对独立的设计、施工、运维产生的信息不对称,确保工程在不同阶段信息的时效性、实效性、唯一性和及时性。特别对于受温控、生产能力、进度要求非常复杂的大坝,如何科学确定大坝分层分缝、坝浇顺序、浇筑进度,传统设计很难一步到位。通过导入影响浇筑的影响因素变量,利用BIM技术能快速自动生成不同浇筑方案下进度和各项指标的时空动态信息,从而确定最佳方案。

1.2 施工方面

可视化将复杂的施工过程通过动画视屏仿真技术预演施工过程,对可能出现的技术和安全问题进行预判,并能将工程施工形象进展、信息和数据能以图表形式输出。为降低施工布置、进度控制、人财物安排、施工调度的风险,提供工程全生命周期的施工依据。3D Max可视化仿真难以对复杂异构水工结构进行建模,GIS建模时效性、实效性和协同性差,需重复建模、精确度低^[2]。BIM技术平台 Civil 3D软件具有数字化地形模型功能,可以导入静态三维地形图,为施工平面布置提供依据。在三维数字地形图上,结合坝基坝肩开挖设计曲面,通过地形动态填挖取舍,生成形成坝体开挖地形动态曲面。在开挖地形曲面空间内自动生成坝体三维空间模型,Revit软件“族”工具按规范要求,进行坝体分段分块施工的时空三维实体模型导出。

1.3 管理方面

平台 Navisworks软件能将各分项工程赋予时间属性和成本属性,实现四维进度控制和五维成本控制的功能,从而进行人员管理、设备管理、材料管理、施工方法管理、环境管理、进度管理、成本管理和安全管理^[3]。通过对工程的实时管理和监控,达到优化进度、提高质量、降低成本、提高效率、减少风险的目的。

1.4 竣工验收及运营维护方面

传统的水利工程竣工资料,需要收集设计、施

工、监理各方参与的资料,耗费大量人力整理,复杂冗长。BIM技术能自动收集、生成各方资料,提高效率。通过建模来对其设备使用时间、维护状况等工况进行实时监控,可视化进程与监控系统有机结合,提出相应的维护措施。利用互联网+、App及远程智能监控技术,BIM技术能达到可视化人财物调度,赋予大坝安全监测仪器属性信息,通过Revit对应仪器识别代码,并结合工程动态进展、结构强度,实时读取数据,进行进度和安全动态监管。

2 BIM在水利水电工程中的应用现状

BIM技术在我国属于起步阶段,部分应用于建筑行业。目前水利水电工程领域没有BIM强制性标准,应用仅仅局限单个单项工程上^[4]。一方面BIM通过建模软件和应用软件搭建基本信息平台,实现信息建模。应用软件是BIM的核心,任何一个软件无法实现所有不同专业、不同参与方在不同阶段的所有功能,应针对不同专业、不同参与方在不同阶段的不同需求,需要借助不同的软件实现。而不同建模软件和应用软件的数据输出和存储格式不尽相同,必须使不同软件达到兼容和数据共享,达到模型检测、协同工作平台、信息集成管理、三维模拟建造、目标动态控制、可视化虚拟展示的基本功能。另一方面不同于建筑工程,由于水利水电工程多专业性、结构的复杂异构性、建筑物的分布性、涉及参与多方性,不同阶段涉及的要求、深度和精度不同,传统设计中图纸经常变更,应用困难。

2016年中国水利水电勘测设计协会基于推进勘测设计手段,成立中国水利水电BIM设计联盟,但由于技术力量、经费投入、水利水电工程的复杂性,应用还不够深入,仍仅仅限于三维建模^[5]。华北水利水电大学结合武都水库工程的地质状态、工程建设过程、进度与安全质量管理,基于水利水电工程任务特征、技术特征、用户特征,从数据标准、应用标准、管理标准,提出了水电工程BIM标准框架的HBIM的概念^[1]。

3 水利水电工程专业BIM类课程体系的构建

课程体系必须满足专业人才培养目标的达成度,应兼顾知识结构、培养目标和发展的需要。水利类教学质量国家标准指出:水利水电工程专业培养从事水利水电工程及相关工程领域的勘测、规划、设计、施工、科研和管理的高级工程技术和管理人员^[6]。可见,落实好BIM课程的设置和教学,能很好

实现水利水电工程专业人才培养的达成度。

3.1 存在的问题

西昌学院2016年投资340万元,建成“BIM及绿色建筑创新实训室”,包含土建算量、安装算量、清单计价、Revit、BIM 5D、uniBIM、建筑设计 Arch、设备安装识图、建筑识图三维仿真实训、结构设计等硬软件系统。在人才培养方案拓展教育模块,结合结构设计软件应用训练、建筑设计训练及BIM建模、BIM绿色建筑分析3个模块,仅以实训课在第7学期进行2周的专项技能强化训练。

可见,和多数学校一样,课程教学内容边界随意^[7],往往根据教师自己的知识能力和个人喜好,决定授课内容体系,课程体系与BIM知识应用联系度不高、不成熟、系统性不强,实践内容单一,人才培养不能适应行业发展要求,无法体现人才培养目标的达成度。

3.2 构建思路

BIM不仅是计算机信息技术的应用,知识体系也具有多专业、多阶段、多课程和实践性强的特点。不分专业、包罗万象地全部开设课程教学,显然不现实;单独开设理论课或实训课,也无法达到教学目的。有些学校仅单独新增几门有关BIM的专业基础课,以操作为主进行课堂讲授和实训,完成基本原理讲授及软件操作,或完全针对某课程设

计或竞赛进行教学,忽视了BIM在项目整个生命周期中其他教学内容;也有将BIM的教学内容融入专业课程中,以实际应用为主,教学缺乏系统性^[8]。

应该针对BIM类课程体群,设置基础理论课程群、单项专业实训课程群、综合课程(毕业)设计提高课程群,构建水利水电工程专业BIM类全过程课程体系,形成将理论和实训融为一体的“3+1”BIM类课程体系,使学生全面地、系统地掌握BIM专业知识,满足行业对BIM人才的需求。基础理论课程群完成BIM的基本概念、原理基础和和相关软件应用的理论教学。单项专业实训课程群将BIM相关知识点的实训融入专业课程体系的相应课程群中教学。综合课程(毕业)设计提高课程群针对实际工程项目,利用BIM相应知识通过课程(毕业)设计,进行实践操作^[9]。对有些知识点,确实无法在专业人才培养方案中相应必修课设置,可以采用公共选修课和学生自学的方式完成。

3.3 构建方案

以提高BIM在项目全生命周期的应用、加强教学的系统性、节约教学时间、提高教学效果为目标,根据“3+1”BIM类课程体系模式,按照开课时间,采用循序渐进的方法,将制图建模、施工布置、进度控制、成本控制、结构计算、项目管理等全过程环节融入相应课程^[10],见表1。

表1 水利水电工程专业BIM类课程全过程体系

BIM类课程体群	课程名称	BIM教学内容
基础理论课程群	计算机基础(1)、工程制图(1,2)、计算机程序及设计(2)、水工结构CAD(2)、BIM概论及建模方法(2)	相关软件、3D建模
单项专业实训课程群	工程测量(3)、建筑材料(3)、理论力学(3)、水力学(4)、材料力学(4)、水电站(5)、水利计算(5)、土力学(5)、结构力学(5)、工程地质及水文地质(5)、水电工程机械(6)、水利水电工程概预算(6)、水工钢筋混凝土结构学(6)、岩体力学(6)、水利工程经济(7)、水利工程建设监理(7)	单项3D施工布置及可视化、单项结构计算、施工材料及机械、工程计量与计价、单项4D进度控制、单项5D成本控制
综合课程(毕业)设计提高课程群	水利水电工程建设项目管理(5)、水工建筑物及设计(6)、不良地质情况施工技术(7)、水利工程施工组织及设计(7)、水利工程施工(7)、毕业设计(8)	针对实际工程项目,基于水利水电工程BIM全生命周期3D、4D、5D综合设计

注:表中课程名称后括号内数字为开课学期。

4 水利水电工程专业BIM类课程的教学改革

4.1 师资资源的建设

BIM知识体系的多专业性、多课程性,教学内容更新快,要求教师具有较好的知识结构,有持续学习的动力和能力^[7]。师资队伍短缺是制约水利水电工程专业BIM类课程教学的瓶颈。

要内培外引,建立教师成长机制,拓展教师资

源。与BIM相关的企业、专业机构和商软件公司进行合作,共建实训室,改善软硬件条件,承担部分教学工作,缓解BIM教学师资力量相对薄弱所带来的压力,也还可以采取校企联合的方式,派遣部分专业教师深入企业进行实践,提高专业教师掌握和应用BIM技术的能力^[9]。通过外出学习培训,提高知识水平,更新教学理念,改进教学方法。

成立BIM教学团队^[10],相关涉及BIM的课程内

容的教学,在教研室统一安排下由教学团队成员,根据不同知识点分工协作完成。鼓励跨学科之间协作,建立BIM工作室,人员既有不同专业的教师,也有不同专业的学生,达到跨学科的协同合作的目的;对基础知识好的学生,也可以成为教师教学助手,解决师资短缺的问题。

4.2 课程资源的建设

目前BIM教材建设缓慢,没有针对专业培养目标的适用教材和匹配的案例教学资源,有的仅以BIM软件说明书作为教材,实用性和针对性差。限于教师个人知识体系及实践经验,自编教材困难^[7]。

秉承协同创新原则,加强校企合作,坚持校企师资互补、内外管理结合,实现共同制定人才培养方案、共同参与课程教学、共同指导学生毕业设计、共同考核学生学习成绩^[11],联合企业、行业协会,针对不同专业制定BIM课程内容和认证的指导标准,积极结合技能大赛、实际工程项目和教师自身优势,共同开发课程教材和教学资源。通过在线共享资源精品课程和各种MOOC,共享教学资源。

4.3 教学方法的改进

目前BIM类课程的教学主要以理论讲授为主,实训环节少,教学效果差。必须通过BIM知识系统学习和实训教学,才能达到加强软件操作、综合能力、协同工作能力、解决实际工程问题的能力。

综合课程(毕业)设计应结合实际工程项目,进行全生命周期、全设计过程的系统训练^[12]。可采用“一模多用”的教学方法^[10],即结合课程设计和毕业设计,学生自愿分组组成BIM学生团队,从制图建模、施工布置、进度控制、成本控制、项目管理等各个专业课程全过程环节,协作完成任务,把项目全过程通过“一模多用”系统联系起来,使每个学生都

得到全方位系统训练,并对基于BIM课程设计和传统方法毕业设计进行效果评价。

积极引进和聘请行业专家,开展专题讲座,将工程真实项目融入课堂,要让教师由“课堂的讲授者”变为“项目的设计者”,让学生由“课堂的接受者”变为“项目的参与者”。结合实际工程开展科技创新,对已建工程进行工程方案优化比较设计,对拟建工程进行模拟设计训练,为工程单位提供设计思路和初步方案。

重视技能大赛与人才培养相结合,鼓励师生参加各类型的技能大赛,对获奖的教师和学生在工作或学籍绩效上给予奖励。目前关于BIM的各种技能大赛,主要有BIM-revit建模比赛、全国BIM技能等级考试(BIM建模师、建模经理、应用经理、项目管理师、战略规划师、造价管理)、全国建筑类虚拟建造大赛、建筑BIM信息应用创新大赛、建筑BIM信息应用技能大赛。课程体系融入技能竞赛内容,提升学生职业能力,达到以赛促学;教师指导学生参加技能竞赛,提高教学能力,达到以赛促教;专业建设结合技能竞赛,达到以赛促改。

5 结语

BIM技术应用于水利水电工程是适应信息化、智能化发展的需要,是大势所趋。BIM基于现有的平台应用于水利水电工程,必须建立多专业融合、多软件并行的、适合我国工程实际和规范要求的行业和专业标准,提高各单项工程协同能力,才能在水利水电工程领域很好开展全生命周期的应用。教学中要不断进行BIM类课程体系的建设和优化,加强校企合作,提升师资教学水平,改进教学方法,拓展课程资源。

参考文献:

- [1] 韩配.水利水电工程BIM标准框架的研究[D].郑州:华北水利水电大学,2018.
- [2] 苗倩.BIM技术在水利水电工程可视化仿真中的应用[J].水电能源科学,2012,30(10):139-142.
- [3] 李宗宗,刘李.BIM在水利水电工程施工中的应用初探[J].四川水力发电,2017,36(2):88-90.
- [4] 吴学雷.水利水电工程施工总布置设计BIM应用研究[J].云南水力发电,2017,33(5):70-73.
- [5] 蒯鹏程,赵二峰,杰德尔别克·马迪尼叶提.基于BIM的水利水电工程全生命周期管理研究[J].水电能源科学,2018,36(12):133-136.
- [6] 教育部高等教学指导委员会.普通高等学校本科专业类教学质量国家标准(上)[M].北京:高等教育出版社,2018.
- [7] 娄黎星.BIM介入高等教育工程管理类专业课程体系研究[J].建筑经济,2016,37(12):108-112.
- [8] 黄达.基于BIM的工程管专业课程体系改革——以桂林理工大学为例[J].教育观察,2017,6(9):33-34.
- [9] 赵金先,李堃,王苗苗,等.基于BIM的工程管专业课程体系与教学实践[J].高等教育研究,2018,27(3):13-16.
- [10] 黄剑,汪海津,尹贻林.基于BIM的工程造专业课程体系与教学改革研究[J].工程经济,2017,27(10):72-76.
- [11] 杨卓娟,范丽丹,赵金玲.基于校企协同创新的应用型本科专业课程体系重构[J].职业与教育,2016,37(29):17-19.
- [12] 蒋必凤,李淑敏,杜慧慧.基于BIM技术的应用型工程管专业课程体系构建[J].教育观察,2018(7):56-58.

(责任编辑:蒋召雪)