

高校 BIM 课程教学闭环管理体系研究

赵雪锋, 侯 笑, 刘占省, 李梦璇

(北京工业大学城建学部, 北京 100124)

摘 要: 随着建筑信息模型(BIM)的发展和国家政策的出台, BIM 技术逐步纳入到高校教学体系中, 然而现有的高校 BIM 课程和教学方法不适应 BIM 人才培养的要求。基于对现阶段 BIM 课程存在问题的分析, 首先构建了由专业知识、软件知识、软件操作知识、项目应用知识 4 个方面组成的 BIM 课程教学内容闭环; 其次根据闭环式管理理念, 提出了包含课前回顾与导入、传统的教与学、课上练习与讨论以及借助线上平台的课后练习发布提交与即时反馈的 BIM 课程教学流程闭环, 并在学习效果反馈环节中提出主观题目直观答的方法; 然后受吉尔伯特行为工程模型启发, 在关键环节建立了资源场景与应用场景, 构建出 BIM 课程教学场景闭环。最后在某高校开设的 BIM 课程中应用了闭环管理体系, 并总结了经验教训, 可为我国高校 BIM 教学改革提供参考。

关 键 词: 建筑信息模型; 课程教学; 内容闭环; 流程闭环; 场景闭环

中图分类号: G 420

DOI: 10.11996/JGJ.2095-302X.2021061011

文献标识码: A

文章编号: 2095-302X(2021)06-1011-07

Research on closed-loop management system of BIM course teaching in universities

ZHAO Xue-feng, HOU Xiao, LIU Zhan-sheng, LI Meng-xuan

(Faculty of Architecture, Civil and Transportation Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: With the development of building information modeling (BIM) and the introduction of national policies, BIM technology has been gradually incorporated into the teaching system of universities. However, the existing BIM courses and teaching methods in universities cannot meet the requirements of BIM personnel training. Based on the analysis of the existing problems of BIM course, this paper first constructed a closed loop of BIM course teaching content composed of professional knowledge, software knowledge, software operation knowledge, and project application knowledge. Secondly, according to the closed-loop management concept, this paper put forward the closed-loop teaching process of BIM course, which included pre-class review and introduction, traditional teaching and learning, class practice and discussion, and post-class practice release submission and instant feedback with the help of online platform, and proposed the objective answer method of subjective questions in the learning effect feedback link. Then, inspired by Gilbert's behavioral engineering model, the resource scene and application scene were established in key links, and the closed loop of BIM teaching scene was constructed. Finally, the closed-loop management system was applied in BIM courses offered in a university, and the experience and lessons were summarized, which can provide reference for BIM teaching reform in universities in China.

Keywords: building information modeling; course teaching; content closed loop; process closed loop; scene closed loop

收稿日期: 2021-02-26; 定稿日期: 2021-05-05

Received: 26 February, 2021; Finalized: 5 May, 2021

基金项目: 住房和城乡建设部软科学研究项目(2017-R3-005); 北京市教育委员会科技计划面上项目(km201410005018)

Foundation items: Soft Science Research Project of the Ministry of Housing and Urban-Rural Development (2017-R3-005); Science and Technology Project of Beijing Municipal Education Commission (km201410005018)

第一作者: 赵雪锋(1977-), 男, 北京人, 副教授, 博士。主要研究方向为 BIM 和项目管理。E-mail: zhaoxuefeng@bjut.edu.cn

First author: ZHAO Xue-feng (1977-), male, associate professor, Ph.D. His main research interests cover BIM and project management.
E-mail: zhaoxuefeng@bjut.edu.cn

建筑信息模型(building information modeling, BIM)技术是当前建筑业研究和实践的热点,是建筑业转型升级的重要抓手。然而,有研究表明,缺乏 BIM 人才是推进 BIM 应用中的最大困难,占比为总数据的 61.28%^[1]。在推广应用 BIM 技术的过程中,人才问题是瓶颈。2018 年,教育部批准同济大学率先开办智能建造专业^[2], BIM 作为其专业课程进入大学培养体系。2019 年,教育部等部门联合印发《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》,部署启动“学历证书+若干职业技能等级证书”(简称 1+X 证书)制度试点工作^[3],其中, BIM 技术是首批试点的相关职业技能等级证书^[4]。同年,人社部认定“建筑信息模型技术员”为我国 13 个新职业之一^[5]。其表明了 BIM 教育正在从社会培训向高校教学发展,且高校教学将逐渐成为 BIM 人才培养主渠道。因此,国内很多高校开始积极探索将 BIM 技术纳入本科专业教学体系的可行方法:在原有专业课中融入 BIM 技术^[6],利用 BIM 技术的三维可视化等特点辅助教学;新开设 BIM 实训课程等。本文分析了现阶段高校新开设 BIM 课程教学存在的问题,针对性地提出了 BIM 课程教学内容闭环、流程闭环和场景闭环,形成了高校 BIM 课程教学闭环管理体系,并在 BIM 教学中做了实践验证,为我国高校 BIM 教学改革提供了参考。

1 现阶段高校 BIM 课程教学问题分析

1.1 课程教学体系不完善

BIM 引入高校教学时间较短,还未形成一套完善且适用的教学体系。目前 BIM 课程存在学时与学分占比偏低,教师及学生不够重视;与其他课程衔接不当,整体教学缺乏系统性和连续性^[7];以软件教学为主的课程缺乏实践内容和实践方式,学用脱节; BIM 知识传授与技能训练欠缺反馈或反馈不及时^[8],教学评价机制不完善等一系列问题。

高校大学生同企业社会 BIM 培训的受众工程师有着明显的区别。现有的高校 BIM 教育一般是从工程师培训转化借鉴而来,在知识维度上往往只着重软件操作,并不深入涉及工程专业知识、软件实现逻辑和工程应用方法^[9]。学生在这样的培养模式下,能快速画出 BIM 模型,但是对构件的专业特点和作用、软件的实现和优化方法、工程项目的体系应用方法均缺乏认知,达不到行业所需的高素质、创新性、应用型人才标准。

1.2 教师队伍水平限制

BIM 在我国起步较晚,目前许多高校教师在此之前并未对 BIM 技术进行过系统学习^[10],对各类 BIM 软件间的关联了解及对软件操作熟练程度不够,增加了教学难度。部分可以熟练操作 BIM 软件的年轻教师往往缺乏项目实践经验,影响其在教学过程中对重难点的把握,进而影响教学质量^[7]。既懂理论又懂操作还具备项目实践经验的教师数量难以满足高校目前需求,专业师资匮乏。

1.3 教学资源配置不足

高校开设 BIM 相关课程,需要配套相应的教学资源:①BIM 技术相关的软硬件设备。现有高校原有实训机房大多难以满足 BIM 软件教学要求,这在很大程度上会影响学生的学习效率和操作体验^[7],更新硬件设备、购买相应软件均存在一定资金问题^[10];②BIM 课程教材^[11]。目前软件公司推出的 BIM 培训书籍以及市面上现有的 BIM 书籍作为本科教材系统性不够,学校和教师对教材的选择受限;③特定教辅材料。BIM 技术具有较强的技术门槛,课程教学要求较高,一个知识点的讲授和学习往往需要大量的辅助材料和前置工作,如在 BIM 协同教学中需要统一的样板文件、地形讲解时需要外部地形数据文件。目前大多高校缺少这类资源或相应资源比较老旧,难以应用,给教学工作开展带来一定困难。

2 高校 BIM 课程教学内容闭环

高校逐步成为高端 BIM 人才培养的主渠道,需建立一套完整的 BIM 课程教学知识体系。BIM 岗位能力要求学生要懂理论、能操作、知来由、会应用,基于此本文构建了由专业知识、软件知识、软件操作知识和项目应用知识 4 个方面组成的知识体系,形成了 BIM 课程教学的内容闭环,如图 1 所示。

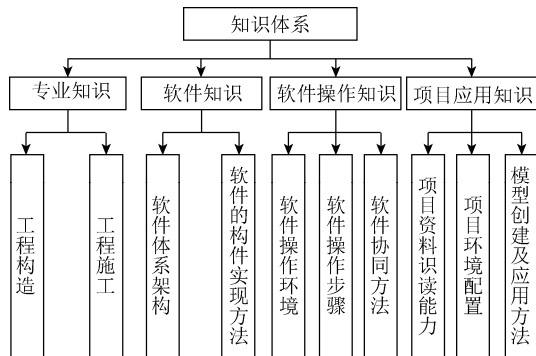


图 1 BIM 课程教学知识体系

Fig. 1 Course teaching knowledge system of BIM

2.1 专业知识

工程专业知识是BIM应用的出发点和落脚点。其课程设置要综合考虑现有专业课程,协调先修课程,保证知识的连续性^[12]。本文主要从工程构造和施工2个方面进行说明。在房屋建筑方面工程构造指建筑各个组成部分的组合以及建筑构造基本原理和方法^[6]。图2是带亮平开窗构造图,其包括窗户各部分的组成,还有组成部分的名称、形状、材质和颜色等,窗户细致的BIM模型的组成、命名、形状、材质和配色就有了依据,这样做出来的模型符合工程实际,能为工程实践者所接受和使用。

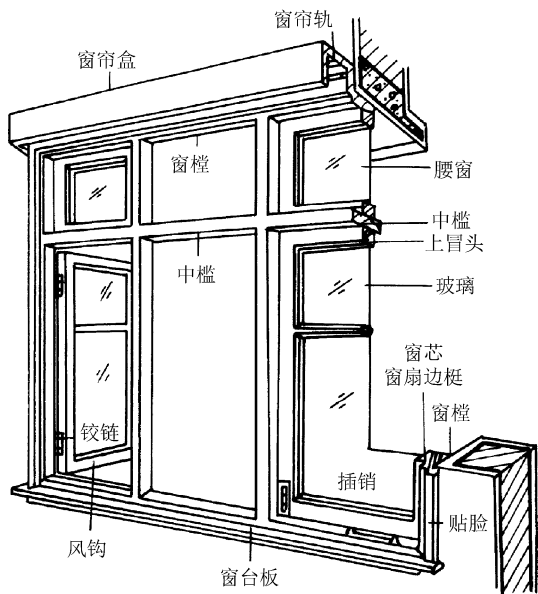


图2 带亮平开窗构造图^[13]

Fig. 2 Construction drawing with bright flat open wooden window^[13]

除了静态的构造知识,BIM还涉及到建筑工艺模拟或进度展示,需要学生掌握工程施工的专业知识。应用BIM技术进行施工模拟时,不仅要进行三维建模,还要搭设虚拟施工环境、定义建筑构件的运动顺序和关系,以便实现对施工过程的虚拟仿真,进而进行模拟结果检测和方案分析。学生在不清楚施工流程及相关复杂工艺的情况下,很难理解BIM软件操作,更不必说有效分析施工模拟结果,优化施工过程。

2.2 软件知识

软件知识主要包含软件的体系架构和软件的构件实现逻辑^[14]。图3是欧特克公司Revit软件的体系架构,分为类别、族、类型和实例4个层级。软件本身的架构特点决定了软件的构件实现方法,以及建模的可能边界和局限。在2018版Revit软件中,作为构件分类顶层的模型族类别只有专用设

备、体量、停车场、卫浴装置、喷头、地形、场地、墙、天花板、安全设备、家具、家具系统、屋顶、常规模型、护理呼叫设备、数据设备、机械设备、柱、栏杆扶手、植物、楼板、橱柜、火警设备、灯具、照明设备、环境、电气装置、电气设备、电缆桥架配件、电话设备、窗、管件、管道附件、线管配件、结构加强板、结构基础、结构柱、结构框架、结构连接、通讯设备、门、风管道件、风管附件、风道末端等45个,不在类别中的,只能通过其中类别变通实现。如,族类别中不存在桩基础类别,实际工程中桩基础构件,往往借助结构柱类别来实现。软件知识在高校BIM课程教学体系中同样不可或缺,是教师讲授软件实际操作技术的前提。

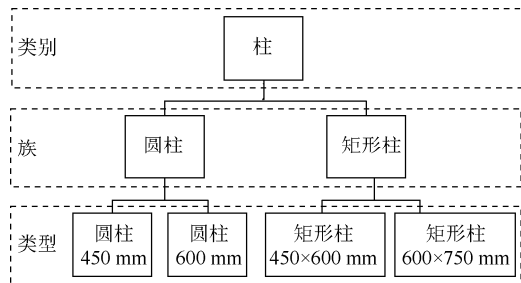


图3 Revit体系架构示例

Fig. 3 Revit architecture example

2.3 软件操作知识

软件操作是已开设BIM课程的高校教学的主要内容和形式,是教学和学习的重点,主要结合工程构造和软件实现方式讲授软件相关操作命令来实现构件的创建、施工模拟等。

2.4 项目应用知识

项目应用知识是专业和软件知识以及软件操作的综合应用,同时拓展学生对于BIM项目级环境配置和模型应用的知识。项目应用知识在BIM课程中以2种形式体现:①课堂及课后小型案例练习,这种形式主要选取部分项目进行实践;②课程设计中用相对完整的真实项目资料来创建BIM模型,以及进行模型应用。项目应用知识主要包括项目图档资料的识读能力、项目环境配置能力、项目模型创建及应用方法等3个方面。

3 高校BIM课程教学流程闭环

为实现科学高效的BIM课程教学,本文将罗伯特·卡普兰和戴维·诺顿^[15]在《闭环式管理:从战略到运营》一文中提出的闭环式管理理念引入高校BIM课程教学流程体系的构建中,形成了流程闭环,并

结合疫情期间广泛使用的线上教学手段,突破原有教学模式,力求实现教学效果的即时反馈与评价。

基于闭环理念的流程闭环包含课前回顾与导入、课堂教学、课上练习与讨论以及借助线上平台的课后练习发布提交与即时反馈,如图4所示。

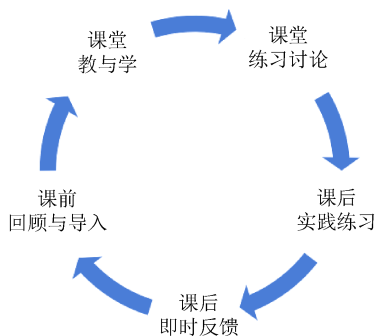


图4 BIM课程教学流程闭环

Fig. 4 BIM course teaching process closed loop

课后即时反馈依赖于线上平台的灵活多样性以及针对BIM课程的主观练习直观化。BIM课程练习一般为软件操作题和项目应用题等主观题,如使用Revit软件创建三维模型,教师批阅学生提交的模型文件,将耗费大量的时间用于下载及文件打开,且还可能因为模型文件大、软件版本不同产生一系列问题,影响课程教学质量的即时有效反馈。而本文提出的主观题目直观答,要求学生在上传模型文件的同时上传其关键视图截图或属性参数等能反映作业完成情况的直观信息,教师在平台端可直观查看、批阅无需下载,极大地提高了教师了解学生知识掌握情况的效率。其中,为减少学生相互拷贝模型的情况,教师需对模型文件进行抽查,根据Revit每一个模型都具有单独ID的特点,判断学生所上传作业是否拷贝他人。这种抽查方式可以督促学生自主完成作业,同时不会增加教师过多的工作量。

教师完成作业批阅后,利用线上平台自动核算学生成绩、统计题目正确率的功能,可以快速得到学生作业完成情况的统计与反馈,使后续巩固教学更具针对性。教师可以根据反馈的情况,对学生的薄弱环节进行再次讲解,并根据学生课堂领会情况及重要程度决定是否需要进行下一步的训练,如再次布置同类型的作业或将知识点插入课程设计等实践部分促使学生提升技能。

4 高校BIM课程教学场景闭环

人力绩效技术之父吉尔伯特在《Human Competence: Engineering Worthy Performance》^[16]

一书中提出了行为工程模型(behavioral engineering model, BEM),如图5所示,其认为绩效改进的核心是提升环境支持因素。同样,在高校BIM课程教学中,各个教学环节的场景匹配是教学设计的重要组成部分,基于此,本文建立了能完整闭环支撑教学的资源场景与应用场景。

环境因素	信息	资源	奖励/后续结果	75%
	35%	26%	14%	
个体因素	知识/技能	能力	动机	25%
	11%	8%	6%	

图5 吉尔伯特行为工程模型

Fig. 5 Gilbert behavioral engineering model

4.1 资源场景

资源场景主要是支撑完成课程教学、课堂案例、课上练习或课后作业所需要配置的教辅材料和资源条件,教辅材料不到位、资源条件未形成闭环,无法或很难完成相应的任务。这些资源首先应该配置一个本次任务的前置工作已完成的场景,避免讲授本次知识点时还要完成前置知识点,如讲授门窗时应该前置创建的墙体,讲授楼梯时应前置创建的楼梯间墙体、上下楼层楼板等等;其次配备完成工作所需的项目样板文件、族样板等;另外有些任务还需要外部资源支持,如地形的讲解需要外部地形数据文件,CAD底图工作模式需要事先准备CAD文件。

资源获取途径包括^[17]:①加强高校与行业间的联系。通过产学研合作,获取行业内丰富且即时的案例资料,借鉴行业多样性的项目应用方式方法;②充分利用网络平台海量的数据与资源,进行筛选与加工。在网络高度发达,知识极其丰富的今天,寻找资料的难点在于资料的冗杂,而以场景形式为基础,根据框架进行知识填充,会使资料的收集条理且高效;③通过平台实现教师间信息的共享共建,取长补短,不断更新。

4.2 应用场景

应用场景的闭环主要是增强BIM模型的规范性、实用性和针对性。如提供制图规范使得BIM出图更加规范,甚至直接和CAD出图一致。如提供清单、定额编码,让学生建模时内嵌相关编码,生成的明细表可以直接应用于清单或定额工程量计算。再如明确项目的经纬度和朝向,使该项目的日

照、阴影分析,以及冷热负荷计算等更具针对性、更准确。

5 案例分析

5.1 教学基本情况

某高校智能建造专业新开设《BIM 实操技术》课程,通过线下教学结合学习通线上平台的形式,有效践行了本文提出的 BIM 课程教学闭环管理体系,且取得了显著成效。

5.2 BIM 课程教学闭环管理体系案例应用

5.2.1 内容闭环应用

《BIM 实操技术》课程主要讲授 Revit 软件实操。教师在讲授具体操作命令前先讲授 Revit 软件及软件体系架构等知识,让学生有一些基本了解,然后在后续课程中对软件知识不断进行深化。在讲授楼梯绘制时教师会回顾房屋建筑学中楼梯相关的构造、名称及分类知识,实现内容闭环中对专业知识部分的学习。软件操作命令讲解完成后结合案例进行应用,课堂或课后练习设置剪刀楼梯、直梯、弧形楼梯的绘制等多种情景案例,提高学生举一反三的能力。

5.2.2 流程闭环应用

线下课堂教学教师与学生互动感强,学习氛围积极浓厚,《BIM 实操技术》课程采用以线下教学为主,学习通线上平台为辅的形式开展。线下教学主要包括流程闭环中课前回顾与导入环节对专业知识的回顾与拓展、课堂软件知识及软件操作知识的教与学以及课堂练习与讨论。线上平台主要进行流程闭环中的课后实践练习以及课后即时反馈环节。

线上作业练习部分通过学习通平台设置任务点来实现,如图 6 和 7 所示,题干中要求学生主观题目直观答,教师在平台端直观查阅学生作业,并给出相应分数和批改意见。此模块主观题目直观答的模式极大提高了教师检查学生学习情况的效率,有效践行了流程闭环中课后即时反馈环节。

此外,《BIM 实操技术》课程通过线上平台进行学生管理,实现课后即时反馈与课前回顾的流程闭环。利用线上平台的灵活多样性,自动统计班级学生章节作业完成情况,生成正确率柱状图,如图 8 所示。教师以作业情况反馈为依据,在线下课堂课前回顾环节重点讲解学生掌握不到位的内容,及时进行教学巩固。

●任务点

创建轴网与屋顶

隐藏答案

1 【其它】

根据下图给定数据创建轴网与屋顶,轴网显示方式参考下图,屋顶底标高为6.3m,厚度为150mm,坡度为1:1.5,材质不限。成果答案以图片和模型两种形式上传。

要求:提交平面图、立面图、三维图及.rvt文件(命名要求姓名+软件版本)。

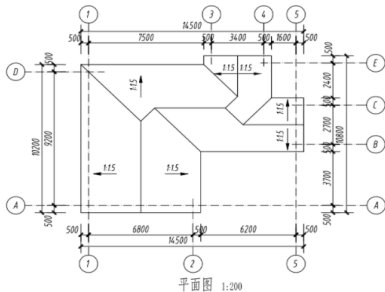
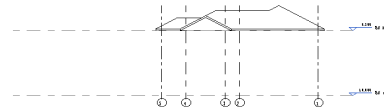


图 6 任务点设置示例

Fig. 6 Example of task point setup

学生答案:



老师2.rvt



图 7 教师批阅作业示例

Fig. 7 The teacher marks the homework example

统计详情

楼梯扶手和坡道

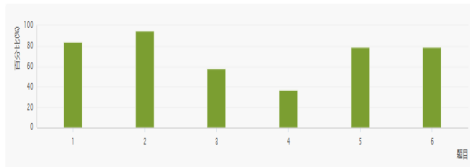


图 8 正确率柱状图

Fig. 8 Bar chart of accuracy

5.2.3 场景闭环应用

图 9~11 为本课程线上平台章节学习部分示例,章节目录为场景框架,根据框架进行教学资源的有序填充,包括图 10 和 11 的学习课件与学习视频等,学习课件与线下课堂课件同步,便于学生复习回顾;学习视频由教师细分章节知识重点进行录制,或利用网络丰富的教学视频资源进行章节知识回顾与拓展。

目录		编辑
默认班级 07571-1		
发放 统计		
第1章 revit基础入门		
1.1 软件简介	0	✓
1.2 项目工作界面	1	✓ 6%
1.3 revit基本操作	1	✓ 72%
第2章 revit建筑		
2.1 标高轴网及参照平面	3	✓ 100%
2.2 墙与幕墙	3	✓ 100%
2.3 楼板和天花板	1	0
2.4 屋顶	3	0
2.5 柱和梁	1	0
2.6 门窗和洞口	1	0
2.7 楼梯扶手和坡道	2	0
2.8 房间和面积	0	0

图9 章节学习目录节选

Fig. 9 Chapter study table of contents excerpts

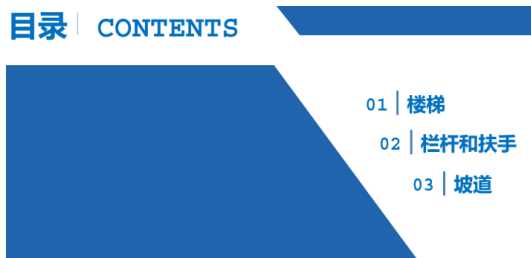


图10 章节学习课件

Fig. 10 Chapter learning courseware

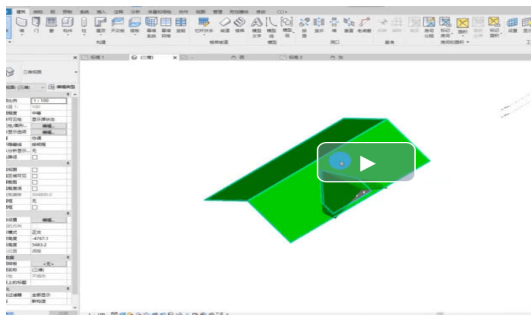


图11 章节学习视频

Fig. 11 Chapter learning video

在讲授楼梯绘制操作时,需要做的前置工作有楼梯间墙的绘制,楼板的绘制及开洞等。本案例中,在楼梯扶手和坡道这一章节会提供含有楼层墙体和楼梯间的模型文件,如图12所示,给学生配置相应的资源场景,学生基于这一模型文件展开对楼梯的绘制操作。

5.3 课程考核与教学效果评估

本课程采取分阶段多重累加式的成绩考核方法^[18]进行教学效果评估。其中,线下课堂日常考勤占比5%,课后作业占比20%,线上平台学习时长占比5%,期末考核占比70%。课后作业的占比不宜过大或过小,过大会增加学生学习负担,过小则不能吸引学生参与,所以本课程将其设置为20%,

并且根据课程进展定期发布定期截止,这种方式在一定程度上可以减少学生抄袭的情况。期末考核采用机考方式,由于是实操课程,所以理论题目与操作题目比例为1:9。考试中,禁止学生携带U盘及手机等传输设备、随机打乱试题顺序等方式,避免考场抄袭现象,确保学生考核的真实与公平公正,保证最终教学效果评估的有效性。



图12 模型文件图片示例

Fig. 12 Sample model file pictures

结果表明,在本门课程中应用闭环管理体系后,学生学习效果得到了显著提高,闭环式管理体系不仅行之有效而且事半功倍。

6 结 论

本文提出的闭环管理体系有效解决了以下高校BIM课程教学问题:

(1) 知识体系形成的内容闭环使学生具备更加完备的知识结构,解决了与先修课程衔接、整体课程连续性的部分问题,以及学用脱节的问题。

(2) 流程闭环的提出改善了教学效果反馈情况,提高了有限学时下的教学效率问题。

(3) 场景闭环的提出对教学资源的补足与完善有很大的帮助,且对教师教学思路的梳理,教师间的交流及成长有一定的帮助。

随着建筑信息化的快速发展,行业迫切需要高校培养出真正掌握BIM技术的高素质人才。BIM课程教学内容闭环、流程闭环和场景闭环的构建,线上线下结合、教学模块数据化统计与应用的模式,可以有效提高BIM课程的教学质量,推动全专业教学体系的实践革新,增强毕业生就业竞争力,为行业培养出更多懂理论、晓原理、能操作、会应用、敢变通的高水平专业人才。

参考文献 (References)

- [1] 陈捷. 高职院校建筑信息化教学建立 BIM 实训室研究: 以湖州职业技术学院建筑工程管理专业为例[J]. 中国管理信息化, 2017, 20(10): 211-212.
CHEN J. Building BIM training room for building informationization teaching in higher vocational colleges—taking the major of construction engineering management in Huzhou vocational and technical college as an example[J]. China Management Informationization, 2017, 20(10): 211-212 (in Chinese).
- [2] 中华人民共和国教育部. 教育部关于公布 2017 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知[EB/OL]. (2018-03-21) [2021-02-26]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s4930/201803/t20180321_330874.html?authkey=kkamf3. Ministry of Education of the People's Republic of China. Notice of the ministry of education on the announcement of the record and approval results of undergraduate majors of regular institutions of higher education in 2017[EB/OL]. (2018-03-21) [2021-02-26]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s4930/201803/t20180321_330874.html?authkey=kkamf3 (in Chinese).
- [3] 中华人民共和国教育部. 教育部等四部门印发《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》的通知[EB/OL]. (2019-04-10) [2021-02-26]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A07/moe_953/201904/t20190415_378129.html. Ministry of Education of the People's Republic of China. The ministry of education and other four departments issued the circular on the implementation of the pilot plan for the system of educational certificate + certain vocational skilled grade certificate in colleges and universities[EB/OL]. (2019-04-10) [2021-02-26]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A07/moe_953/201904/t20190415_378129.html (in Chinese).
- [4] 中华人民共和国教育部. 关于做好首批 1+X 证书制度试点工作的通知[EB/OL]. (2019-04-18) [2021-02-26]. <https://www.miiteec.org.cn/plus/view.php?aid=749>. Ministry of Education of the People's Republic of China. Notice on the first batch of pilot work of 1+X certificate system[EB/OL]. (2019-04-18) [2021-02-26]. <https://www.miiteec.org.cn/plus/view.php?aid=749> (in Chinese).
- [5] 中华人民共和国人力资源和社会保障部. 人社部、市场监管总局、统计局联合发布新职业 [EB/OL]. (2019-04-03) [2021-02-26]. http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/dongtaixinwen/buneyaowen/201904/t20190403_313788.html. Ministry of Human Resources and Social Security of the People's Republic of China. The ministry of human resources and social security, the state administration for market regulation and the bureau of statistics jointly issued the new jobs[EB/OL]. (2019-04-03) [2021-02-26]. http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/dongtaixinwen/buneyaowen/201904/t20190403_313788.html (in Chinese).
- [6] 王建超, 张丁元, 周静海. BIM 技术在建筑类高校专业课程教学中的应用探索: 以沈阳建筑大学为例[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(1): 161-164.
WANG J C, ZHANG D Y, ZHOU J H. Using BIM technology to explore the teaching reform of specialized curriculum in architectural universities: taking Shenyang Jianzhu University as an example[J]. Journal of Architectural Education in Institutions of Higher Learning, 2017, 26(1): 161-164 (in Chinese).
- [7] 王飞, 胡亚欣. 基于新工科建设土建类多学科协同 BIM 人才培养与研究策略[J]. 河北工程大学学报: 社会科学版, 2020, 37(2): 125-129.
WANG F, HU Y X. Cultivation and practice of multidisciplinary collaborative BIM talents in civil engineering based on the emerging engineering construction[J]. Journal of Hebei University of Engineering: Social Science Edition, 2020, 37(2): 125-129 (in Chinese).
- [8] 赵彬, 肖芎. 基于 BIM 的高职业院校专门技术人才培养研究[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(6): 64-67.
ZHAO B, XIAO X. Research on professional and technical personnel training for higher vocational colleges based on BIM[J]. Journal of Architectural Education in Institutions of Higher Learning, 2016, 25(6): 64-67 (in Chinese).
- [9] 周志, 赵雪锋, 吴玉怀. BIM 原理总论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 54-58.
ZHOU Z, ZHAO X F, WU Y H. Summary of BIM theory and practice[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2017: 54-58 (in Chinese).
- [10] 刘洁, 张晓燕. 应用型高校的 BIM 教学改革问题探究[J]. 安徽建筑, 2017, 24(4): 240-242.
LIU J, ZHANG X Y. Research on BIM teaching reform in applied universities[J]. Anhui Architecture, 2017, 24(4): 240-242 (in Chinese).
- [11] 胡梦玲, 吴迪, 张辉, 等. 基于 BIM 技术的土木工程专业人才培养体系创新与实践[J]. 技术与创新管理, 2020, 41(5): 527-532.
HU M L, WU D, ZHANG H, et al. Innovation and practice of talent-cultivation system of civil engineering specialty based on BIM technology[J]. Technology and Innovation Management, 2020, 41(5): 527-532 (in Chinese).
- [12] 张尚, 任宏, Albert P.C.Chan. BIM 的工程教学管理改革问题研究(二): BIM 教学改革的作用、规划与建议[J]. 建筑经济, 2015, 36(2): 92-96.
ZHANG S, REN H, CHAN A. Research on the BIM education reform in construction management discipline II: BIM education importance, planning and suggestions[J]. Construction Economy, 2015, 36(2): 92-96 (in Chinese).
- [13] 裴刚, 沈粤, 扈媛. 房屋建筑学[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2004: 243-244.
PEI G, SHEN Y, HU Y. Building architecture[M]. Guangzhou: South China University of Technology Press, 2004: 243-244 (in Chinese).
- [14] 赵雪锋, 周志, 宋杰. BIM 建模软件原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 24-25.
ZHAO X F, ZHOU Z, SONG J. Operational principle of BIM model authoring application[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2017: 24-25 (in Chinese).
- [15] 罗伯特·卡普兰, 戴维·诺顿. 闭环式管理: 从战略到运营[J]. 章程, 译. 哈佛商业评论, 2008(2): 46-65.
KAPLAN R S, NORTON D P, ZHANG C. Closed-loop management: from strategy to operations[J]. Harvard Business Review, 2008(2): 46-65 (in Chinese).
- [16] GILBERT T F. Human competence—engineering worthy performance[J]. NSPI Journal, 1978, 17(9): 19-27.
- [17] 李晓博. 场景化学习在管理类专业方向课教学中的应用[J]. 科教文汇: 中旬刊, 2020(8): 115-116.
LI X B. The application of scene-based learning in the professional teaching of management courses[J]. The Science Education Article Collects, 2020(8): 115-116 (in Chinese).
- [18] 苏小红, 赵玲玲, 叶麟, 等. 基于 MOOC+SPOC 的混合式教学的探索与实践[J]. 中国大学教学, 2015(7): 60-65.
SU X H, ZHAO L L, YE L, et al. Exploration and practice of mixed teaching based on MOOC+SPOC[J]. China University Teaching, 2015(7): 60-65 (in Chinese).