



智能建造实训实验室的建设与管理研究

涂秦川, 付佩

(湖北工业大学 土木建筑与环境学院, 武汉 430068)

摘要: 智能建造技术在现代土木工程项目管理中发挥着重要作用, 将成为未来土木工程技术升级的重要方向之一。在高校土木工程本科教学过程中, 实验与实训是非常重要的教学环节。该文以湖北工业大学智能建造实训实验室为例, 将本科实验教学与专业实训进行有机结合, 通过现代化云平台系统进行科学管理和合理配置, 既能实现本科实验教学的基本功能, 又能通过实训来培养大学生的实践应用及创新能力。通过实验教学与实训竞赛协同发展的模式, 探索土木工程实验教学体系的优化, 提升高校实验室的兼容性并促进协同发展, 实现实验室功能的多元化和全面化。

关键词: 智能建造; 土木工程; 实训实验室建设; 实验教学

中图分类号: G642.0; G482

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20240110

Research on Construction and Management of the Smart Construction Practical Training Laboratory

TU Qinchuan, FU Pei

(School of Civil Engineering Architecture and Environment, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

Abstract: The smart construction technology plays an important role in the modern civil engineering project management, which will be one of the important directions for the future technological upgrading of civil engineering. In the process of teaching undergraduate majoring in civil engineering, experiments and practical training are very important teaching links. Take the smart construction training laboratory of Hubei University of Technology as an example, integrating undergraduate experiment teaching with practical training, scientific management and rational configuration through the modern cloud platform system can not only realize the basic functions of undergraduate experimental teaching, but also cultivate the practical application and innovation ability of undergraduates through practical training. Through the model of synergistic development of experimental teaching and practical training competition, the optimization of civil engineering experiments teaching system is explored, the compatibility of university laboratories and promoting synergistic development is improved, and the diversification and comprehensive of laboratory functions are realized.

Key words: smart construction; civil engineering; construction of practical training laboratory; experiment teaching

在科技不断发展的时代背景下, 计算机技术的革新引领诸多前沿技术崛起, 如物联网、云计算和 3D 打印等, 这些新兴技术为智能建造这一创新领域打开了大门。智能建造巧妙地结合人工智能与工程实践, 通过数字化和模型化的手段, 全方位展示建筑结构的物理特性和功能特性^[1]。智能建造技术贯穿于建筑生命周期的全过程, 旨在推动我国建筑业的转型升级, 提升国际竞争力^[2]。

在高等教育层面, 智能建造专业课程体系萃取了土木工程、工程管理、人工智能、信息技术等多元学科的精华, 彰显出跨学科的融合特质^[3]。强化实践教学对于培养具备社会所需能力和可持续发展潜质的应用型专业人才至关重要^[4]。然而, 当前的教育环境中, 实验教学往往局限于演示和验证层面, 创新性实践训练相对匮乏, 未能充分挖掘出学生的实践潜能和创新思维。施工企业的

收稿日期: 2024-03-06; 修回日期: 2024-03-20

基金项目: 湖北工业大学本科教育教学改革研究项目(校 2020057); 2022 年度湖北省教育厅科学研究计划指导性项目(B2022046)。

作者简介: 涂秦川(1982-), 男, 硕士, 实验师, 主要从事高校实验教学与技术管理方面的研究。E-mail: 10054989@qq.com

顾虑使得工地实习机会有限,实习课程流于表面,缺乏实质性的学习体验。此外,在课程设计和毕业设计中,尽管选题多样,但部分课题过于陈旧,研究深度不够,甚至脱离工程实际。因此,智能建造人才的培养需摒弃单纯的知识堆砌,应强调跨学科知识的灵活运用,以数字化、网络化和智能化方式来改造传统土木工程教学^[5]。针对上述问题,本文提出了一套切实可行的实训实验室建设和管理策略,旨在将本科实验教学与实训紧密结合,协同推进实践教学改革与创新人才培养,这对于我国土木工程专业的教学实践创新具有重要意义。

1 智能建造技术的现状及发展前景

1.1 国际智能建造技术的进展

国外智能建造技术的发展已经走在最前沿。借助 BIM、物联网、人工智能和 3D 打印等先进技术,智能建造不仅实现了工程项目全过程的高效管理,而且能满足建设者和使用者的多元化需求,构建了全新的项目理念。欧美发达国家,如英国,早在 2011 年的政府建设战略文件中就明确倡导 3D BIM 技术的协同应用,要求所有建设工程项目纳入信息化管理体系,计划于 2016 年实现行业全域集成。德国则在 2015 年发布了《数字化设计与建造发展路线图》,推行工业 4.0 战略,广泛推广 BIM 技术,旨在提升设计精度和成本控制,尤其是在工程设计、施工和运营领域^[6]。

1.2 国内智能建造技术的进展与未来趋势

我国在智能建造领域的探索起步较晚,应用范围较小,主要集中在施工层面。建筑设计施工企业的普遍认识尚停留在初级阶段,对于人工智能技术的接纳和理解极为有限^[7]。然而,随着国家“十三五”规划的推进,人工智能已上升至国家战略层面,政府致力于强化技术研发并推动其商业化应用,力争到 2030 年实现人工智能技术的世界领先水平。在此背景下,多个省份纷纷出台人工智能相关政策^[8]。

2018 年 3 月,教育部正式将智能建造专业纳入本科专业目录,旨在适应信息化和智能化的时代变革,响应建筑业转型的需求,智能建造成为新时代工程建设项目的关键驱动力^[9]。满足建筑业转型升级的需要而设立的新型工科专业,助推我国工程项目建设智能化,符合国家战略方向。

首例智能建造专业在浙江大学设立,表明了新科技浪潮对专业人才的需求愈发迫切^[10]。截至 2021 年,已有 72 所高校获得智能建造专业备案,标志着这一领域的发展日益活跃^[11]。

2020 年 7 月 3 日,国家十三部门联合发布的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》【建市(2020)60 号】^[12],提出并强调以建筑工业化为根基,实现通过数字化和智能化的革新来驱动工程各环节的智能化应用。到 2025 年底,我国将构建起智能建造与建筑工业化的协同体系,建筑数字化和智能化水准将显著提高,通过构建建筑产业互联平台,强化产业根基、技术创新和建筑质量监管。

2 高校实训实验室建设与管理现状

2.1 国外高校实训实验室现状

国外高校对实训实验室的建设和管理尤为注重。在日本,实验室管理部门由学科权威教授或专家负责,所有重要决策都在部门主管监督下进行。美国社区学院则通过引入高学历全职教师和富有实战经验的兼职技师,全方位培养学生的实践技能。此外,企业也会派人员参与,以实战经验助力学生实际操作能力的提升^[13]。

2.2 国内高等院校的实训实验室现状

近年来,实训实验室在我国高等院校中逐渐受到重视,投入资金和资源创建实训实验室,取得了一定的进步,但从应用技术型人才培养成果来看,并不是很理想。由于起步较晚,没有太多的教学经验积累,跟国外相比还存在很大的差距,主要原因在于:对实训实验室的应用管理缺乏经验,实训实验室的功能发挥比较单一甚至出现了有些高校实训实验室长期闲置的情况,管理理念和运行模式相对落后,课程体系的构建不够健全,培养任务不够明确,在校学生的实训积极性普遍不高,实训室管理人员的专业素质相对较低^[14],与社会企业衔接不够紧密等。

3 智能建造专业实训实验室的规划与建设实例

3.1 实验室的硬实力

湖北工业大学于 2021 年开始创建工程管理智能建造实训实验室,2022 年初正式投入使用,如图 1 所示。该实验室占地面积 140 m²,配备 35 个

台式工作站，采用 Intel 第十一代酷睿 i7-11700 处理器和 NVIDIA GeForce RTX3060 12 GB 独立显卡，这是保证智能建造各类设计软件流畅运行的前提。工作站采用分组结构模式，7 名学生一组，共 5 组，这样的布局有利于指导老师对参加实训的学生进行分类指导和计算机操作管理。配置 55 寸高清拼接显示大屏和音响设备，用于本科上机教学和软件操作演示。专线光纤网络，保证每台工作站网速达千兆以上，满足线上教学、远程视频会议、在线设计竞赛等网络需求。



图 1 工程管理智能建造实训实验室

3.2 实验室的软实力

该实验室工作站配置的软件工具主要有一个平台和 3 个系列，如图 2 所示。

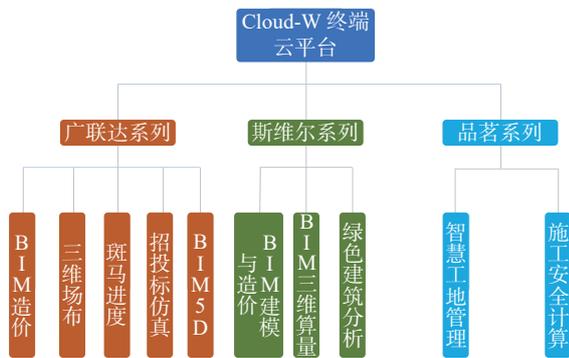


图 2 实验室软件配置图

1) Cloud-W 终端云平台：构建于校园网络环境中的智能终端一体化管理系统，全面管控实训室所有工作站的系统运行。其独特之处在于采用集中式服务器管理、终端执行任务、自动推送模板和桌面更新，确保在高效和安全的基础上实现桌面的智能化和终端的高效管理。这样不仅减轻了管理和维护的复杂度，降低了运营成本和潜在风险，还极大地提升了管理效能和服务质量，为

实践教学和学生技能竞赛提供了强大的技术支撑。在教学演示时，教师可以利用高清 55 英寸液晶拼接屏系统生动呈现课程内容，如图 3 所示。通过教师机终端实时监控学生的工作站和作业状态，分发和收集电子考卷和作业。在实训过程中，教师可以远程操控学生终端进行即时指导，实现线上互动教学。



图 3 液晶拼接屏系统

2) 广联达 BIM 系列：广联达 BIM5D 工程版、广联达 BIM 施工现场布置、广联达 BIM 造价、广联达斑马进度专业版。该系列用于本科学生上机实验和课程设计，以及参加各类国家级的的大学生设计竞赛等。

3) 斯维尔系列：BIM 建模 For Revit、BIM 三维算量 For Revit、绿色建筑分析。该系列主要用于学生实训和参加竞赛活动。

4) 品茗系列：品茗智慧工地管理实训系统、品茗施工安全计算软件。该系列主要用于学生进行软件应用的拓展训练。

4 实验室的运行与管理机制

4.1 实验室的教学与实训之间的关系及存在的问题

在本科土木工程管理专业上机实验教学计划中，主要课程有：工程造价软件及应用、工程项目管理上机、BIM 技术原理应用等。实训项目主要包括：工程造价课程设计、土木工程施工组织课程设计、工程项目管理课程设计以及各类国家级设计竞赛等。虽然二者之间培养方案和教学计划不一样，但有一个共同点，就是应用的软件操作原理基本一致，也可以理解为实训项目是上机教学内容的运用和升华。但实训实验室在实际运

行过程中却发现诸多问题,如在“全国高校BIM毕业设计创新大赛”中,需要根据实际需要使用不同版本的软件,甚至不定期要进行软件的升级与版本的更换,以及临时增加模块等。类似实训项目所需的软件种类比上机教学软件要多2~3倍,使用的深度和广度也更大。而上机教学所用的软件种类较少,且版本基本固定。如果为了实训项目对相关软件进行版本升级或改变,就会对上机教学带来极大不便,而且反复地变更软件和操作系统也会对工作站的寿命产生较大影响。

4.2 实现上机教学与实训的有机结合

如何将上机教学与实训有机结合,是本文研究的重点,经过长期的运用实践,论证了以下方案切实可行。

1) 建立工作站双系统

利用 Cloud-W 终端云管理平台对工作站进行系统配置,每一位使用者在开机后,可以根据需要来选择进入教学系统或者竞赛系统。在教学系统中,装有常用的教学及办公工具软件,如 Office、AutoCAD、QQ、广联达 BIM5D、广联达云计价平台 GCC、广联达 BIM 土建计量平台等。在竞赛系统中,除了常用办公工具和设计软件外,还装有: BIMMAKE1.5、广联达 BIM 安装计量 GQI、造价云、品茗施工安全计算等实训和竞赛软件。双系统方案的优点在于分类管理、避免软件冲突、简化升级更新等操作过程。在实训或竞赛过程中,如果需要增减软件或者对原有软件版本进行更新,只需进入竞赛系统进行操作并保存即可,而上机教学系统里的软件不受任何影响。由于工作站日常使用频率高,为了保证其最优性能,采用了系统重启自动还原的设置,化解操作系统受损、垃圾文件缓存的堆积以及病毒残留等风险,防止非法操作,如误删除、格式化等,避免因系统组件缺失而不能启动的情况。

2) 优化实验室管理模式,健全管理制度

做好并加强实训实验室的日常管理,首先要建立健全实验室管理制度,并要求学生严格遵照执行。所有上机教学和实训竞赛等活动必须有计划地进行,在学期末,由任课老师提交下学期的上机计划,实验室管理员根据任课老师提交的各类课程上机计划进行统筹安排,列出上机时间安排表。由于实训和竞赛项目时间的不固定性等因素,在时间安排上不能与上机教学发生冲突,也

不能影响到正常的教学活动,如遇特殊情况,需要及时调整并合理安排。

4.3 提高学生的实训积极性

高水准的实训实验室建设的目的是为了给学生提供更好的上机学习环境和实训竞赛条件,实验室的硬件哪怕再强大,软件再丰富,如果学生没有学习的积极性,实验室的价值和功能也无法实现。为此,我们将学生参与竞赛获奖与校奖学金、优秀学生评选、综合测评加分、毕业生就业推荐等进行挂钩,鼓励在校学生树立专业自信和文化自信,并积极参与其中。事实证明,这种方式可行且非常有效。

在教学实践中,激发学生的科学探索欲望至关重要,通过将理论知识付诸实践操作,他们能更快地融入社会,实验室的建设和管理必须服务于这一目标^[15]。

4.4 实训实验室的创新思路

针对实验室创新,我们实施了混编教学模式,融合线上与线下的优势,强调学生的主体性和教师的引导作用^[16]。教师提供真实工程案例和设计理念,学生在教师的引导下,独立完成工程项目实践任务。借助先进的虚拟现实技术,教师可以带领学生亲历钢结构、地下连续墙等工程的施工工艺及过程,体验智慧工地的教学魅力。

5 实训实验室建设成果及学生评价

2023年6月,在智能建造实训实验室的强力支撑下,经过专家组实地考察,湖北工业大学工程管理专业成功通过国家住建部的专业评估与认证。自实验室启用以来,除了完成常规的本科实验教学和实训任务外,还培养了学生的实践精神和创新思维,取得了一系列丰硕的成果。学生连续两年荣膺第八、九届“全国高校BIM毕业设计创新大赛”一等奖(造价管理与应用模块)和二等奖(土木施工BIM模型应用模块)。在第十二、十四届“斯维尔杯”BIM-CIM创新大赛中荣获了“建筑碳排放应用”一等奖、“工程管理BIM应用”和“绿色建筑BIM应用”二等奖。

在对各年级近百名学生进行访谈后发现,他们对智能建造实训实验室产生了浓厚的兴趣并做出以下中肯的评价:

1) 由于自己购买的电脑在设计和运算速度上无法达到使用需求,而工作站配置高、运行速度

快, 各类专业软件操作流畅, 因此更热衷于去实验室进行训练;

2) 在实验室集中分组训练, 便于同学之间互动交流, 有专业老师进行现场指导和答疑, 提高了学习效率, 起到事半功倍的效果;

3) 通过实际操作训练, 在巩固基础理论的同时, 开拓视野并激发创新潜能, 提高专业素养和成绩, 为毕业后走上工作岗位打下了坚实基础。

6 结束语

大学承载着孕育科技英才的重任, 是民族振兴的关键所在, 其发展态势关乎国家的未来走向。实训实验室犹如学生步入社会前的实践基地和演练平台, 通过打造一流的实训环境, 采用先进的实验室运管策略, 以智能建造技术为引领, 打造集多样化、多功能、高产出于一体的智能建造实验实训框架。提升大学生将理论知识融会贯通并付诸实践的综合能力和创新思维的培养, 对于同类院校的实训实验室建设和进步提供了有价值的启示和参考。

参考文献

- [1] 徐阳, 金晓威, 李惠. 土木工程智能科学与技术研究现状及展望[J]. 建筑结构学报, 2022, 43(9): 23-35.
- [2] 陈珂, 丁烈云. 我国智能建造关键领域技术发展的战略思考[J]. 中国工程科学, 2021, 23(4): 64-70.
- [3] 赵兴祥, 朱美春. 基于核心素养的智能建造人才培养模式探索[J]. 高等建筑教育, 2023, 32(4): 64-69.
- [4] 李万润, 韩建平, 杜永峰. 以智慧建造为引领的地方院校传统土木工程专业改造升级探索与思考[J]. 高等建筑教育, 2022, 31(4): 31-40.
- [5] 刘世平, 骆汉宾, 孙峻, 等. 关于智能建造本科专业实践教学方案设计的思考[J]. 高等工程教育研究, 2020(1): 20-24.
- [6] 王广明. 推动智能建造与新型建筑工业化协同发展的实施路径研究[J]. 住宅产业, 2020(9): 12-15.
- [7] 于云鹤, 宋志飞. 智能建造技术发展现状与展望[J]. 城市建筑, 2021, 18(15): 150-152.
- [8] 刘占省, 刘诗楠, 赵玉红, 等. 智能建造技术发展现状与未来趋势[J]. 建筑技术, 2019, 50(7): 772-779.
- [9] 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]. [2018-03-15]. http://www.moe.gov.cn/src-site/A08/moe_1034/s4930/201803/t20180321_330874.html.
- [10] 牛恒茂, 牛建刚, 李仙兰, 等. 智能建造(技术)专业人才需求调研分析及人才培养路径探索[J]. 高教学刊, 2022, 8(15): 168-172.
- [11] 孔晓璇, 卢海峰, 刘重羊, 等. “新工科”背景下高校智能建造实验室建设探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(12): 281-285.
- [12] 住房和城乡建设部. 住房和城乡建设部等部门关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见[EB/OL]. [2020-07-03]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-07/28/content_5530762.htm.
- [13] 陈伟丽. 大数据背景下应用型高校实训室信息化建设[J]. 合作经济与科技, 2023(21): 132-133.
- [14] 司徒荣锋. 探析高校实训室建设现状与管理模式[J]. 建材与装饰, 2020(19): 172.
- [15] 李赫贺. 高校实训室建设现状与管理模式分析[J]. 科教导刊, 2019(15): 181-182.
- [16] 张玲玲, 陈棠茵. 智能建造背景下基础工程课程混合式教学实践[J]. 教育观察, 2023, 12(14): 84-87.

编辑 王燕