

AI智能建造与虚拟仿真实验室建设策略研究

杨瑞敏 章振宁 程希莹 杜玉杰 吴伟东
安徽科技学院 建筑学院 安徽蚌埠 233000

摘要: 本文围绕高校土木工程专业中AI智能建造与虚拟仿真实验室建设展开探讨。阐述了该实验室建设对教学和行业人才培养的重要性,深入分析建设过程中面临的规划、技术、师资等多方面问题,并针对性地提出从规划设计到推广应用等一系列全面且具体的建设策略。通过研究,旨在为提升实验室在教学、科研及人才培养方面的综合效能提供有效路径,推动土木工程专业教育适应行业智能化发展趋势,培养适应新时代需求的创新型、实践型人才。

关键词: AI智能建造;虚拟仿真实验室;土木工程教学;实验室建设

引言

在科技变革的浪潮中,土木工程行业正经历着前所未有的转型。AI智能建造作为新兴领域,融合了人工智能、大数据、物联网等先进技术,为土木工程的设计、施工和管理带来了革命性的变化^[1]。虚拟仿真技术则为土木工程专业的实践教学提供了新的手段,通过创建高度逼真的虚拟环境,让学生在安全、可控的条件下进行各种实验和操作,弥补了传统实践教学的诸多不足^[2]。建设AI智能建造与虚拟仿真实验室,对于高校土木工程专业具有重要意义。它不仅有助于学生更好地理解 and 掌握专业知识,提高实践能力和创新思维,还能使高校紧跟行业发展趋势,为培养适应未来智能建造需求的高素质人才奠定基础^[3]。然而,目前该类实验室建设尚处于发展阶段,面临着一系列挑战和问题,需要深入研究并提出切实可行的解决方案。

一、实验室建设存在的问题

1. 规划设计不合理

许多高校在建设AI智能建造与虚拟仿真实验室时,

缺乏科学、全面的规划。一方面,对实验室的定位不够清晰明确,未能充分结合学校的办学特色、专业优势以及行业实际需求来确定实验室的功能和发展方向^[4]。导致实验室建设缺乏针对性,资源配置不合理,无法形成独特的竞争力。另一方面,规划缺乏前瞻性,没有充分考虑到技术的快速发展和更新换代。随着AI和虚拟仿真技术的不断进步,实验室可能在建成后不久就面临设备和技术落后的问题,无法满足教学 and 科研的新要求。

2. 技术整合难度大

AI智能建造与虚拟仿真实验室涉及多学科、多领域的技术融合,如土木工程专业知识与人工智能算法、虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、建筑信息模型(BIM)等技术的整合^[5]。然而,不同技术之间存在标准不统一、接口不兼容等问题,使得系统集成难度较大。例如,在将AI技术应用于虚拟仿真的施工过程模拟时,数据的传输和处理可能会出现延迟、错误等情况,影响模拟的准确性和实时性。此外,技术更新换代迅速,高校在技术跟踪和更新方面往往存在滞后性,难以保证实验室始终采用最先进的技术。

3. 师资队伍能力不足

新的实验室建设对教师的专业能力提出了更高的要求。目前,土木工程专业教师队伍大多在传统领域有丰富经验,但在AI智能建造和虚拟仿真技术方面的知识储备相对不足^[6]。许多教师缺乏对人工智能算法、编程技术、VR/AR开发等方面的深入了解,难以将这些新兴技术有效地融入到教学中。同时,高校针对教师的培训体系不够完善,缺乏系统的、针对性强的培训课程和实践机会,导致教师在掌握新技术方面面临较大困难,影响了实验室教学功能的充分发挥。

基金项目: 教育部产学协同育人项目(202002113033, 201901262001, 201902226014);安徽省质量工程项目(2020xfxm14, 2023xnfzkc042, 2022jyxm351);校级质量工程项目(Xj2023025, Xj2023055, Xj2023156, Xj2023095)。

作者简介: 杨瑞敏(1984-),男,云南红河州人,副教授,博士,主要从事PTS虚实结合、建筑施工虚拟仿真、装配式建筑及BIM技术人才培养模式及相关教学改革研究。Email: ruiminy1107@163.com。

4. 实践教学体系不完善

实践教学是实验室建设的重要目标之一，但目前实践教学体系存在诸多问题。首先，实践教学内容与实验室建设的结合不够紧密，传统的实践教学项目未能及时融入AI智能建造和虚拟仿真技术，导致学生所学知识与实际应用脱节^[7]。其次，实践教学环节之间缺乏有效的衔接和递进关系。从课程实验、实习到毕业设计，各个环节在内容和难度上没有形成有机的整体，学生难以建立起系统的知识体系和实践技能。此外，实践教学的考核评价机制不够科学，过于注重结果考核，忽视了学生在实践过程中的创新能力和团队协作能力的培养。

5. 实验室管理与运行问题

实验室的管理和运行机制对于其功能的发挥至关重要。然而，目前许多高校的AI智能建造与虚拟仿真实验室在管理方面存在不足。设备管理方面，设备的采购、使用、维护和更新缺乏科学的规划和规范的流程，导致设备利用率不高，部分设备老化或损坏后不能及时得到维修和更新^[8]。实验数据管理方面，缺乏有效的数据存储、分析和共享平台，学生和教师在实验过程中产生的数据难以得到妥善管理和充分利用。此外，实验室的开放时间和使用方式不够灵活，不能满足学生多样化的学习需求，限制了实验室资源的充分利用。

6. 校企合作深度不够

智能建造行业的发展需要高校与企业紧密合作，共同推动技术创新和人才培养。但在实验室建设过程中，校企合作往往停留在表面，深度和广度不足^[9]。企业参与实验室建设的积极性不高，认为与高校合作的投入产出比不理想，难以直接获得经济效益。高校与企业在人才培养、科研项目合作等方面缺乏有效的沟通和协同机制，导致双方的优势未能充分发挥。例如，企业的实际工程项目经验和需求未能很好地融入到实验室的教学和科研中，学生在实验室中进行的实验与实际工程应用存在一定差距。

二、实验室建设策略

1. 科学规划与顶层设计

制定科学合理的实验室建设规划是首要任务。高校应成立由学校领导、土木工程专业教师、行业专家和技术人员组成的实验室建设规划小组，深入调研行业发展趋势、企业人才需求以及学校自身的优势和特色，明确实验室的定位和发展目标。例如，将实验室定位为集教学、科研、社会服务于一体的智能建造创新实践平台，致力于培养具有AI智能建造技术应用能力和创新精神的

高素质人才。在规划过程中，要注重系统性和前瞻性。从实验室的功能布局、设备选型、人员配置到教学科研项目设计，都要进行全面规划。同时，要制定详细的建设时间表和预算，确保建设工作有序进行。此外，还应建立定期评估和调整机制，根据行业发展和学校实际情况，及时对规划进行优化和完善。

2. 加强技术融合与创新

为实现多技术的深度融合，高校应加强跨学科团队建设。组建由土木工程、计算机科学、自动化控制、数学等多学科背景的教师和研究人员组成的科研团队，开展联合研究和技术攻关。通过跨学科的交流与合作，打破学科壁垒，促进不同技术之间的有机结合。例如，利用计算机科学中的人工智能算法优化虚拟仿真实验中的施工进度预测模型，提高预测的准确性和智能化水平。同时，要积极关注行业前沿技术，建立技术跟踪和引进机制。定期组织教师和研究人员参加国内外学术会议、技术研讨会，及时了解最新技术动态。与相关企业和科研机构建立紧密的合作关系，引进先进的技术和设备，并进行本地化改造和应用。此外，鼓励教师和学生开展技术创新实践，设立专项科研基金和创新项目，支持他们在智能建造和虚拟仿真技术领域进行探索和创新。

3. 提升师资队伍能力

加强师资队伍建设是提高实验室教学质量的关键。高校应制定系统的教师培训计划，为教师提供多样化的培训机会。定期组织教师参加国内外相关的学术研讨会、培训课程和企业实践活动，使教师能够及时了解行业最新动态和技术发展趋势，掌握AI智能建造和虚拟仿真技术的核心知识和应用技能。例如，安排教师到企业进行挂职锻炼，参与实际的智能建造项目，积累实践经验。鼓励教师开展教学改革和科研项目，将新技术融入到教学和科研中，通过实践不断提升自身的能力。为了激励教师积极参与培训和提升，高校应建立完善的考核和激励机制，将教师在新兴技术学习、教学改革、科研创新等方面的表现纳入绩效考核体系，对表现优秀的教师给予表彰和奖励。

4. 优化实践教学体系

构建完善的实践教学体系是实验室建设的核心目标之一。首先，要对实践教学内容进行全面更新和优化。增加与AI智能建造和虚拟仿真技术相关的实验项目，如基于BIM与AI的建筑结构优化设计实验、虚拟施工环境下的智能设备操作与管理实验等。这些实验项目应具有综合性、创新性和挑战性，能够培养学生的创新思维和

实践能力。其次，加强实践教学环节之间的衔接和整合。制定统一的实践教学大纲，明确各个实践教学环节的目标、内容和要求，确保它们之间在知识和技能上的连贯性和递进性。例如，在课程实验中，引导学生掌握基本的虚拟仿真操作技能和AI算法应用方法；在实习过程中，让学生将所学知识应用到实际工程场景中，通过虚拟仿真技术对工程施工过程进行模拟和优化；在毕业设计环节，要求学生综合运用所学知识，完成一个具有一定规模和复杂度的智能建造项目设计。

5. 完善实验室管理与运行机制

建立科学合理的实验室管理与运行机制是确保实验室高效运行的关键。在设备管理方面，制定详细的设备管理制度，规范设备的采购、验收、使用、维护、报废等流程。建立设备台账和档案，记录设备的基本信息、使用情况、维护记录等。利用信息化管理系统，实现设备的在线预约、使用登记和状态监控，提高设备的利用率和管理效率。在实验数据管理方面，搭建实验数据管理平台，对实验数据进行分类存储、备份和安全管理。制定数据共享规则，鼓励学生和教师在合法合规的前提下共享实验数据，促进数据的充分利用。同时，加强对实验数据的分析和挖掘，为教学和科研提供数据支持。此外，要优化实验室的开放时间和使用方式。实行实验室预约开放制度，学生可以根据自己的学习和研究需求，提前预约实验室的使用时间。除了正常的教学时间外，实验室应在课余时间和假期向学生开放，为学生提供更多的实践机会。同时，鼓励学生自主设计实验项目，在教师的指导下独立开展实验研究，培养学生的自主学习能力和创新能力。

6. 深化校企合作

深化校企合作是推动AI智能建造与虚拟仿真实验室建设的重要途径。高校应加强与企业的沟通与合作，建立长期稳定的合作关系。在人才培养方面，与企业共同制定人才培养方案，将企业的实际需求和行业标准融入到教学内容中。邀请企业技术骨干参与课程教学和实践指导，为学生传授实际工程经验和最新技术应用。在科研合作方面，高校与企业联合开展科研项目，共同攻克智能建造领域的关键技术难题。企业为高校提供科研项目和资金支持，高校为企业提供技术研发和人才支持。通过科研合作，促进科技成果转化，提高企业的创新能力和竞争力，同时也提升高校的科研水平和社会影响力。

结论

AI智能建造与虚拟仿真实验室建设对于高校土木工程专业的发展具有重要意义。通过解决当前建设过程中存在的规划设计不合理、技术整合难度大、师资队伍能力不足、实践教学体系不完善、实验室管理与运行问题以及校企合作深度不够等问题，采取科学规划与顶层设计、加强技术融合与创新、提升师资队伍能力、优化实践教学体系、完善实验室管理与运行机制以及深化校企合作等一系列建设策略，可以有效提升实验室的建设水平和教学科研效能。这将有助于培养适应智能建造时代需求的高素质土木工程专业人才，他们不仅具备扎实的传统土木工程专业知识，还掌握AI智能建造和虚拟仿真等新兴技术，具有较强的实践能力、创新思维和团队协作精神。同时，实验室的建设也将推动高校土木工程专业的教学改革和科研创新，提高专业的整体水平和竞争力，为我国土木工程行业的智能化发展提供有力的人才支持和技术保障。

参考文献

- [1] 樊金龙, 欧阳东, 陈晶. AI人工智能技术在建筑领域应用探讨[J]. 电气时代, 2024(7): 16-24.
- [2] 杨帆. 虚拟仿真技术在土木工程中的应用[J]. 科技资讯, 2024, 22(6): 152-154.
- [3] 郭奕宏, 权集, 赵希萌. 土木工程智能建造虚拟仿真实验实训平台建设研究[J]. 微型计算机, 2024(10): 139-141.
- [4] 郝雅琪, 姚磊. 面向人工智能素养培育的5E-AI虚拟仿真教学实践[J]. 甘肃教育, 2024(15): 38-42.
- [5] 林沛元, 黄林冲, 马保松, 王复明. “土木工程+AI”本科人才培养现状分析[J]. 高教学刊, 2024, 10(35): 17-22.
- [6] 王小爱. 智能建造在土木工程施工中的实践探究[J]. 地产, 2023(9): 7-10.
- [7] 任方正. 智能建造在土木工程施工中的应用[J]. 散装水泥, 2023(4): 72-74.
- [8] 郭奕宏, 权集, 赵希萌. 土木工程智能建造虚拟仿真实验实训平台建设研究[J]. 微型计算机, 2024(10): 139-141.
- [9] 孙宁. 面向智能建造的虚拟仿真教学改革——以《土木工程施工》为例[J]. 砖瓦, 2023(1): 172-174.