

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2026.01.011

欢迎按以下格式引用:门进杰,田卫,徐亚洲,等.地方院校智能建造专业课程体系建设和案例探讨[J].高等建筑教育,2026,35(1):98-105.

地方院校智能建造专业 课程体系建设和案例探讨

门进杰,田卫,徐亚洲,王军保,谷坤文

(西安建筑科技大学 土木工程学院,陕西 西安 710055)

摘要:智能建造正逐步成为推动建筑业转型升级的关键力量。近年来,智能建造技术在全球范围内发展迅速,并得到了广泛应用。为了满足行业对智能建造人才培养的需求,我国开设智能建造专业的高校快速增多,同时诸如课程体系建设等方面的问题也更加凸显。文章介绍了智能建造专业人才培养目标定位和课程体系总体构建思路,在研究分析了专业课程体系建设七大方面的基础上,提出了课程体系建设的架构,并以3门理论课程、1门实践课程为例,探讨了智能建造课程的转型升级情况,为相关高校智能建造专业的建设提供参考。

关键词:智能建造;课程体系;课程案例;转型升级

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2026)01-0098-08

互联网时代,数字化推动着各个行业的变革与创新,建筑行业也不例外。智能建造是解决建筑行业低效率、高污染、高能耗的有效途径之一,是新一代信息技术与工程建造融合形成的工程建造创新模式^[1]。2020年7月,住房和城乡建设部等13部门联合印发指导意见,力推智能建造与建筑工业化协同发展^[2]。《关于智能建造试点城市2023年度工作情况的通报》显示,全国24个智能建造试点城市均建立了智能建造试点工作协调机制,将506家企业纳入智能建造骨干企业培育名单,同时公布了758个智能建造试点示范工程项目,其中住宅类项目209个、城市更新类项目17个^[3]。

智能建造的行业需求加快了智能建造专业的发展。智能建造专业以土木工程专业为基础,面向国家战略需求和建筑业的升级转型,融合机械设计制造与自动化、电子信息、工程管理等专业发展而形成的新工科专业。2018年,教育部首次将智能建造纳入我国普通高等学校本科专业,随后每年以几十所的速度增长,截至2024年,全国共有152所高校开设智能建造专业。在开设智能建造专业的高校中,地方高校占比较高。而地方高校在办学条件、办学经费等方面与部属高校存在一定的差距,在建设智能建造专业的培养模式、课程体系、师资队伍、教学资源、保障条件等方面还存在一

修回日期:2025-02-18

基金项目:陕西省高等教育教学改革研究项目(23BZ022);西安建筑科技大学教学改革研究专项(拔尖创新人才培养)(JGZ220303)

作者简介:门进杰,男,副院长,教授,博士,主要从事土木工程专业教育教学和研究,(E-mail)jjmen@xauat.edu.cn。

系列问题。例如,在课程体系设置时,如何在土木工程专业核心课程的基础上,融入信息技术等其他学科的课程,存在不同的做法。

唐彬等^[4]面向智慧工地、建筑机器人等行业需求,基于产学研结合构建了专业课程体系与培养方案建设,为智能建造专业未来发展提供思路。窦玉丹等^[5]借鉴全球顶尖高校工程教育经验,提出了从具体课程到课程体系的改革思路,探索了学科交叉融合背景下智能建造专业课程体系建设的具体途径和保障措施。李万润等^[6]立足地方院校传统土木专业发展现状,从人才培养模式、课程体系、信息化教学及师资队伍等维度,提出了以智慧建造为引领的专业改造升级路径。贾世龙等^[7]以地方高校为例,设计了智能建造“2+2”课程模式,构建了“土建”与“智慧+”双能力线并行,应用型与研究型双层次协同的培养体系。赵兴祥等^[8]重点协调核心素养与各类课程的关系,结合课程群模块化特点与工程实践,构建了以核心素养为导向的课程体系。刘占省等^[9]剖析了通专融合课程体系的构建难点,从知识逻辑体系、课程综合化设计、项目化应用及教材体系四个方面提出了建设策略。廖飞宇等^[10]结合农林院校特色,聚焦乡村民居建设,制定了涵盖智能测绘、设计、装备施工及智能运维的特色课程方案。赖晨晨等^[11]针对智能建造专业实践课程的培养困境,对智能建造专业实践课程的构建提出了具体思考与建议。

西安建筑科技大学是由陕西省主管,教育部与住房和城乡建设部共建的西部地方高校。学校在2020版土木工程专业培养计划中增设智能建造方向,并于2023年获批按专业招生。本文着重分析了地方高校在智能建造专业课程体系建设中面临的挑战,并以西安建筑科技大学为例,阐述了具体的实践路径与改革措施。

一、智能建造专业课程体系建设面临的问题

智能建造专业通常以土木工程为依托,深度融合计算机科学、机械自动化、电子信息及工程管理等领域,构建“工程+智能”的复合型人才培养体系。因此,其课程体系设置多是在土木工程专业基础上进行的迭代升级。然而,受限于各高校办学基础的差异,特别是地方高校在经费投入、师资力量等方面存在短板,其建设过程中面临挑战尤为严峻。总体而言,当前智能建造专业课程体系建设主要存在以下几个方面的问题。

(一) 智能建造专业知识体系和课程体系亟待梳理

知识体系是由相关知识经逻辑关联整合而形成的系统化架构,而课程体系则是承载这一架构的专业课程布局,前者依托后者贯穿于专业人才培养的全过程。审视现状,智能建造专业的课程体系,尤其是核心课程模块尚不完善。基础课程仍过度依赖传统的力学、材料学,而自动控制理论、智能设计理论与方法等特色课程占比偏低。此外,通识教育与专业教育之间缺乏深度协同,主要体现为两类课程衔接生硬、融合度不够,以及专业课程与其他学科交叉融合路径不清晰。鉴于此,需要推进课程的综合化设计改革,梳理各个课程之间的逻辑关系,有机融入并更新前沿教学内容。

(二) 学科交叉复合型课程与智能技术融合不够

一是课程内容滞后,多数课程仍拘泥于传统土木工程的知识框架,未能有效吸纳大数据、人工智能等前沿数字化技术,导致教学内容与行业转型升级的需求脱节。二是课程融合度低,存在“两张皮”的现象。部分院校虽尝试增设编程、大数据等计算机类课程,但往往缺乏与土木工程应用场景的深度适配。这种浅表化融合加剧了知识体系的碎片化,使学生难以形成系统认知,陷入“广而不精”的学习困境。三是新兴领域教学存在断层,针对工程传感技术、智能运维等前沿领域的课程开发相对滞后。

（三）实践教学资源配置不足,产教融合深度不够

智能建造专业的实践内涵与传统土木工程存在显著差异,对智能化的实验、设计软件、施工技术智慧运维场景管理等提出了极高要求。然而,当前实践教学多停留在3D打印演示、VR施工管理演示等认知层面,缺乏可深度交互的实训平台。受限于建筑机器人、虚拟仿真平台等高端装备高昂的建设成本,大部分地方院校难以独立承担。与此同时,校企合作尚未形成深度融合,尽管企业具备先进的装备与平台资源,但未能与高校教学需求有效衔接。目前的合作多局限于认知实习和参观演示,学生难以深入参与项目实践,接触BIM协同设计、智能运维大平台管理等真实工程场景的机会匮乏。

（四）课程开设经验少,课程体系的设置未经行业检验

尽管已有上百所高校开设了智能建造专业并制定了相应的人才培养方案,但是这些方案多基于本校的实际进行的探索性建构,运行周期较短,尚缺乏完整的培养效果反馈机制。特别是先行开设该专业的高校多集中于头部985高校,其毕业生绝大多数选择继续深造,直接进入企业就业的比例较低。这导致智能建造专业的人才培养缺乏来自行业和企业的有效检验,培养模式仍需进一步探索。

此外,师资队伍跨学科教学能力断层,也严重制约了课程体系的构建质量。目前绝大多数教师来源于传统土木工程背景,缺乏智能算法、物联网、智能施工模拟、数字孪生等领域的系统化训练,这在很大程度上限制了相关课程的开发深度与实施效果。

二、智能建造专业人才培养目标定位和课程体系的总体构建思路

（一）智能建造专业的人才培养目标定位

需要明确智能建造与传统土木工程的关系。本质上,智能建造是在传统土木工程基础上进行的数字化、信息化与智能化升级。正如钱七虎院士所言,智能建造是以可持续发展为理念,综合运用物联网、人工智能等前沿技术,对建造全过程的技术与管理环节进行集成改造和创新,旨在实现建造活动的精细化、数字化、自动化、可视化和智能化,以及最大限度地节约资源、降低风险并提升工程质量。这一理念要求专业人才培养中,必须对现有的课程体系和教学内容进行系统性的转型升级。

基于此,西安建筑科技大学将智能建筑专业的人才培养目标定位为,立足于传统土木工程专业基础,在工程设计、施工建造、运维管理等全生命周期环节,深度融合工业化、信息化与智能化技术,重点培养具备智能设计与防灾、智能装备与施工、智能检测与运维能力的复合型人才。

（二）课程体系建设的总体思路

紧扣上述关键环节,实施课程体系的“四合”升级,即内容整合、学科融合、产学研结合、资源聚合。内容整合是指对传统的、陈旧的教学内容进行删减并优化重构,在精简既有内容的同时,有效腾出教学课程,为新增前沿课程预留空间。学科融合是指打破学科壁垒,将信息化、智能化技术深入植入课程内容,推动学科的交叉渗透与升级。产学研结合是指引入企业深度参与课程建设,依托真实的工程案例与产业实际需求,动态更新教学内容,强化产教协同。资源聚合是依托学科优势,汇聚高水平科研成果,将学科前沿知识和先进技术融入转化为教学资源,实现科教融汇。

三、智能建造专业课程体系建设的七大方面

由于智能建造专业大多以土木工程专业为基础而设置的新专业,因此,在进行智能建造专业课

程体系设置之前,需要厘清智能建造专业与土木工程专业的关系。

(一)专业定位

尽管目前多数高校的智能建造专业根植于土木工程,但亦有部分院校依托工程管理专业建设,导致各高校在专业定位上呈现差异化特征。如前所述,西安建筑科技大学的智能建造专业明确以传统土木工程为基石,紧扣三个教学环节,实施了课程体系的“四合”升级。

(二)课程模块

我国高校的专业课程体系通常由若干教育模块构成,一般包括通识教育、专业教育、集中实践教学,以及创新创业与课外素质教育等模块。在体系架构上,西安建筑科技大学智能建造专业沿用了与土木工程专业一致的模块设置。

(三)主干学科

传统土木工程专业的学科覆盖更为广泛。各高校通常依据自身的办学特色,进行跨学科的交叉融合,常见的支撑学科包括土木工程、力学、计算机科学与技术、信息与通信工程、材料科学与工程等。这种多学科交叉的属性,正是实施课程“四合”升级的重要依据。

(四)核心课程

专业核心课程通常由十余门骨干课程构成,在实现专业人才培养目标中起着决定性的支撑作用。依据专业特色,对该课程群实施了“四合”升级,例如,增设自动控制原理等基础课程,并将结构智能设计、智能施工技术与土木工程内容深度融合,以构建适应智能建造需求的核心课程体系。

(五)与同一课程的关系

针对具体课程,是沿袭土木工程的传统内容,还是通过删减、合并等方式进行重构,直接关系到课程的深度融合与升级。作为专业课程体系建设中涉及面最广的环节,这不仅是课程“四合”的核心任务,也是任课教师最为关切且实施难度最大的攻坚领域。

(六)与先修课程的关系

绝大多数专业课程之间具有严密的逻辑依赖关系,先修课程构成了后续课程的知识基石。然而,智能建造专业在建设普遍存在一种误区,仅关注新课增设,却忽视了其先修知识体系的配套建设。例如,在新增自动控制原理课程时,除了依赖高等数学、大学物理等基础课程外,还必须配备复变函数与积分变换、电路理论、电子技术基础等前置课程作为支撑,以确保学生具备必要的知识储备。

(七)与后修课程的关系

先修课程旨在解决本课程的知识支撑问题,而后修课程则决定了课程的最终落脚点。对于智能建造专业,明确新增课程的应用出口尤为关键。具体而言,需要考量新增专业方向课程如何融入毕业设计环节,或是作为本硕、本博贯通培养的衔接课程。以涵盖神经网络、深度学习、遗传算法等内容的智能控制课程为例,其教学目标除服务于本科毕业设计外,还为研究生阶段的深造奠定必要基础。

四、智能建造专业课程体系建设的具体措施和案例

(一)课程体系建设的总体架构

本课程体系共包含19门专业核心课,具体如表1所示。其中,新增课程6门(表中下划线表示)与改造课程8门(表中波浪下划线表示)均属于“四合”课程范畴,保留原课程5门。此外,同步升级

了课程设计、毕业设计等与理论课程相配套的实践教学环节,并新增了信号与系统分析、土木工程大数据及应用等16门选修课。

表1 专业核心课程

通识课	专业基础课	专业方向课	
Python程序设计	理论力学	自动控制原理	工程结构智能设计
	材料力学	BIM技术及应用	土木工程智能施工
	结构力学	房屋建筑学	传感器与结构健康监测
	土木工程材料	工程经济与项目管理	智能机械与机器人
	工程地质学	混凝土结构设计原理	智能控制
	智能测绘	钢结构设计原理	智慧运维

(二)课程体系建设的具体措施和案例

1. 智能机械与机器人

(1)教学内容改革。本课程对传统施工机械课程进行了深度的内容整合与学科融合。大幅精简了工程机械动力装置、铲土运输机械等传统内容,增补了智能机械基本原理、工程智能装备及创新工艺等前沿知识。课程内容重构为两大核心篇章:一是工程机械智能化,重点阐述土方工程、桩工工程、起重机械及混凝土工程机械的智能化工作原理、施工工艺及其应用场景。二是工程机器人,涵盖工程机器人概述、无人机与计算机视觉、3D打印技术等内容。深入讲解各类工程机器人的功能定位、无人机图像采集与视觉技术、3D打印切片处理、路径规划及相关核心算法等。

(2)教学模式改革。采用“理论+讨论+现场+实验”四位一体的混合式教学模式,总计32学时。其中,理论教学22学时,课堂讨论4学时,现场教学2学时,实验教学4学时。课堂讨论实行小组制,2~3人一组。要求学生通过查阅文献与资料整理,并进行汇报(每组15分钟),重点探讨智能机械面临的困境与未来发展方向。现场教学依托实际场景,开展基于计算机视觉的无人机安全帽识别技术演示与体验。实验教学以分组的形式,进行无机胶凝材料3D打印作品的设计和实体打印操作,强化实践动手能力。图1展示了学生3D打印的成果样品。



图1 3D打印成果样品

2. 工程结构智能设计

(1)教学内容改革。本课程对混凝土结构与钢结构设计进行了深度整合,并引入智能化理论推动学科交叉融合。课程内容重构为两大核心模块。一是结构设计基础,涵盖各类结构体系的组成、受力及变形特点,系统讲授楼盖结构、多层及高层结构的常用设计方法;二是智能优化设计技术,深度融合优化设计算法(优化设计概述、线性优化、约束和无约束非线性优化、随机优化及多目标优化)与人工智能方法(机器学习算法和神经网络模型)。在此基础上,重点探讨结构方案的数学描述与智能生成、结构构件智能设计建模及截面优化设计等,旨在构建“力学分析—设计方法—智

能优化”三位一体的知识体系。

(2)教学案例创新。本案例围绕结构找形与截面优化设计方法展开,引导学生深入理解截面优化的目标、约束条件及实现路径。在掌握参数化结构形状生成及结构体系优化生成算法的基础上,学生利用编程软件进行二次开发,从而实现结构的自动化优化设计。图2展示了基于Python编程实现的跨中承受集中荷载的两端简支构件优化设计算例,有效验证了该方法在实际工程中的应用潜力。

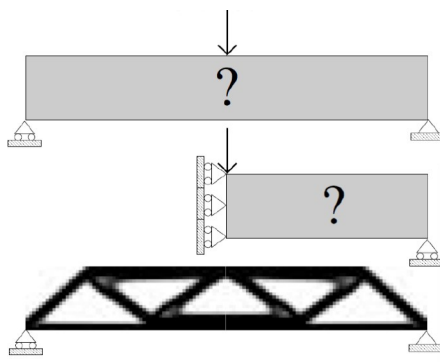


图2 结构优化算例

3. 传感器与结构健康监测

(1)教学内容改革。随着传感、通信和数据处理技术的飞速发展,实时结构健康监测已成为可能。而该技术不仅能实现结构维护的针对性,还能在灾害发生时提供及时预警,从而有效减少人员伤亡和财产损失。基于此,本课程在原有传感器教学内容基础上进行了重构。一方面,精简常规结构检测内容,强化学科融合;另一方面,立足实际工程项目,深化产学研结合,新增了传感器优化布置准则与方法,数据全周期管理(采集、传输、存储、预处理及统计分析),基于监测数据的结构参数识别与损伤诊断理论,以及结构性能评估与预警等核心内容。通过深度融合传感器技术、数据分析及智能算法等多学科知识,课程内容的挑战度与高阶性显著提升。

(2)工程案例教学。课程聚焦桥梁、建筑等领域的实际工程问题,着重强调传感器在结构损伤识别、安全评估及预警中的实践应用。为了加深学生对相关算法的理解,课程引入了具体的工程案例进行辅助教学。图3(a)展示了某桥梁监测构件的MAC矩阵最大非对角元与测点数目之间的关系。分析可见,随着待测自由度的增加,曲线呈现先波动下降后趋于稳定的趋势。这表明当传感器数量达到一定数量后,单纯增加测点对优化MAC值的边际贡献递减,分析确定测点数为22时,可达到最佳测效果。图3(b)进一步展示了桥梁传感器的优化布置方案,图中第一行为40个候选测点,第二、第三行分别为遗传算法和粒子群算法的优化结果。对比可知,两种算法分别按照15和14个测点布置传感器,其中有11个测点的布置位置高度重合,验证了算法的有效性与一致性。

4. 土木工程智能施工课程设计

土木工程智能施工课程设计的重构与内容升级。本课程是在原土木工程施工课程设计的基础上,深化产教融合、聚焦优质资源重构而来。课程对传统教学内容进行了“增删结合”的改革。一方面,大幅精简了传统的大体积混凝土施工控制技术和组织方法;另一方面,引入企业真实工程案例,深度融合了温度智能控制等智能施工的应用场景。此外,课程新增加了施工项目智慧管理平台搭建环节,内容涵盖工程项目智慧管理平台构成模块的比选、各模块参数的确定、数据智能采集设计,以及平台各模块设计方案的可行性分析验证。典型的全过程智能施工案例如图4所示。

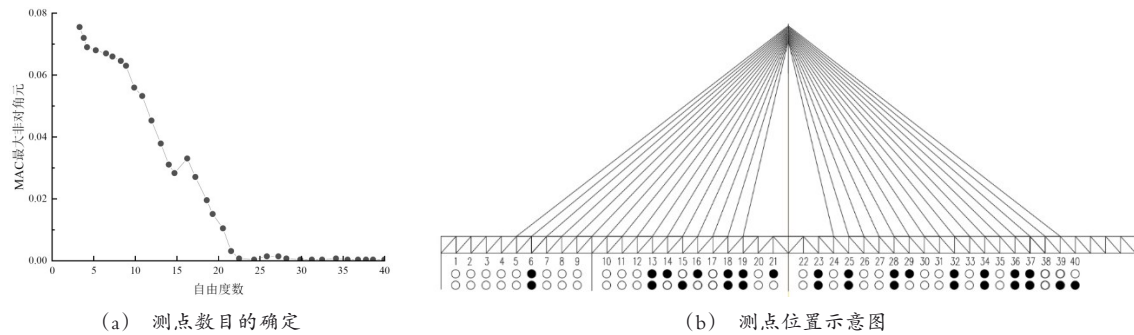


图3 某桥梁结构传感器测点数目和位置的计算结果



图4 施工项目智慧管理平台案例

五、结语

智能建造技术的持续创新正深刻驱动建筑业的转型升级,各大高校亦在积极探索具有校本特色的智能建造专业建设路径。在课程体系设置上,强调打破学科壁垒,深度融合信息科学、机械工程等相关学科内容。本文以西安建筑科技大学的智能建造专业为例,分析了人才培养目标定位及课程体系的总体构建思路,重点阐述了课程体系建设过程中需要厘清的七大方面,即专业定位、课程模块、主干学科、核心课程、同一课程内容、先修课程与后修课程。在此基础上,分析了具体的建设路径,并详细介绍了4门升级课程在教学内容与教学模式上的改革实践,最终形成了一套适用于地方院校的智能建造专业课程体系建设方案与典型案例。

参考文献:

- [1] 住房和城乡建设部,发展改革委,科技部,等. 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)[2023-12-28]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-07/28/content_5530762.htm.
- [2] 丁烈云. 智能建造创新型工程科技人才培养的思考[J]. 高等工程教育研究, 2019(5): 1-4, 29.
- [3] 住房和城乡建设部,发展改革委,科技部,等. 关于智能建造试点城市2023年度工作情况的通报[EB/OL]. (2024-06-11)[2024-07-12]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202406/content_6958371.htm.

- [4] 唐彬, 赵能, 谢凯, 等. 需求导向的智能建造专业课程体系与培养方案建设[J]. 科技资讯, 2023, 21(5): 177-180, 196.
- [5] 窦玉丹, 王胤, 吕恒, 等. 学科交叉融合需求下智能建造专业课程体系建设与实践[J]. 大学教育, 2024, 13(11): 15-19, 24.
- [6] 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.
- [7] 贾世龙, 崔炜奇, 杨永生. 基于“智慧+”的智能建造新工科建设实践与思考[J]. 辽宁省交通高等专科学校学报, 2024, 26(5): 66-70.
- [8] 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.
- [9] 刘占省, 薛洁, 杜修力, 等. 智能建造专业通专融合课程体系建设研究[J]. 高等工程教育研究, 2022(3): 26-31.
- [10] 廖飞宇, 涂德锋, 盛叶. 农林院校智能建造专业培养体系构建[J]. 高等建筑教育, 2023, 32(3): 32-38.
- [11] 赖晨晨, 陈忠源. 智能建造专业实践课程体系的构建与思考[J]. 内江科技, 2023, 44(7): 116-117, 130.

Curriculum system construction and case study of intelligent construction major in local colleges and universities

MEN Jinjie, TIAN Wei, XU Yazhou, WANG Junbao, GU Kunwen

(College of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, P. R. China)

Abstract: Intelligent construction is gradually becoming a key force in promoting the transformation and upgrading of the construction industry. In recent years, intelligent construction technology has been widely applied and rapidly developed worldwide. In order to meet the industry's demand for talents in intelligent construction, the number of universities in China offering intelligent construction majors is rapidly increasing, which has brought about problems such as curriculum system construction. In this paper, the overall construction ideas of the target positioning and curriculum system for intelligent construction are introduced. Based on the analysis of the seven major relationships in the curriculum system of intelligent construction, the framework of curriculum system construction is proposed. Taking two theoretical courses, one practical course as examples, the transformation and upgrading of intelligent construction courses are discussed, providing reference for the construction of intelligent construction majors in other universities.

Key words: intelligent construction; curriculum system; course cases; transformation and upgrading

(责任编辑 邓云)