

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.01.002

欢迎按以下格式引用:卢昱杰,高慧,霍天昭.智能建造专业建设体系与教学方案设计[J].高等建筑教育,2022,31(1):08-14.

智能建造专业建设体系与 教学方案设计

卢昱杰¹,高慧¹,霍天昭²

(1. 同济大学 土木工程学院,上海 200092;2. 广联达科技股份有限公司,北京 100193)

摘要:随着传统建造领域与现代信息技术的逐渐融合,智能建造这一概念应运而生。目前智能建造专业建设已成为相关高校的重要发展方向。但智能建造专业建设还处于初始阶段,其办学理念、课程体系、人才培养等尚未在业界达成共识,专业教学方案亟待研究。根据土木工程相关专业30位教师的问卷调查结果,分析智能建造专业面临的五大挑战,结合新工科专业建设提出的新要求,从课程体系、师资力量、教学方法、教学平台和管理制度等角度提出智能建造专业教学方案新模式,构建智能建造专业建设“P-S-R(要求-挑战-响应)”框架体系,明确智能建造专业的建设路径,以及各个时期的发展重点,以期各类高校智能建造专业建设提供参考和借鉴。

关键词:智能建造;课程体系;实践教学;师资力量;管理制度

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2022)01-0008-07

随着新兴技术的蓬勃发展,建筑业逐渐转型升级,在建造过程中开始应用BIM、物联网、大数据、人工智能、移动通信、云计算及虚拟现实等信息技术,通过人机交互、感知、决策、执行和反馈,尽可能解放人力,由体力替代逐步发展到脑力增强,提高工程建造的生产力和效率。智能建造的发展得到了国家政策支持与重视,住房和城乡建设部、国家发展改革委、科技部等13部门联合印发了《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》,指出要以大力发展建筑工业化为载体,以数字化、智能化升级为动力,创新突破相关核心技术,加大智能建造在工程建设各环节的应用,形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营等全产业链融合的智能建造产业体系。社会需求是工程教育不断改革发展的原动力,各高校顺应建筑业发展趋势,开始设置适应产业发展新要求的新工科专业。

目前智能建造专业建设还处于起步阶段,智能建造专业虽然以土木工程这一传统学科为背景,但

修回日期:2021-03-15

基金项目:国家自然科学基金面上项目“基于多源传感器的建筑能耗数据融合方法与时空演化机理研究”(52078374);中央高校基本科研业务费专项资金资助“智能建造与智慧施工关键技术研究”(22120210288)

作者简介:卢昱杰(1985—),男,同济大学土木工程学院教授,博士生导师,主要从事智能建造与运维管理、绿色低碳建筑、复杂工程项目管理研究,(E-mail)lu6@tongji.edu.cn.

其内涵、特征仍不确定,专业重点仍需要在建设过程中不断明确^[1]。截至2020年3月,全国获得教育部批准新增开设智能建造本科专业的高校有24所。与此同时,智能建造专业作为推动建筑业数字化转型的重要学科,众多建筑类高校正在规划和筹备建设中。为帮助高校判断自身是否具备开设智能建造专业的条件,统筹分析学校的学科专业现状和发展潜力,以充分发挥各类高校在新工科建设上的不同优势^[1],本研究结合新工科专业建设提出的新要求,从课程体系、师资力量、实践教学、管理制度等角度,提出智能建造专业教学方案的新模式,以应对智能建造专业建设的挑战。

一、文献综述与问卷设计

目前有关智能建造专业建设的研究主要聚焦人才培养、实践教学、课程体系建设等方面,其主要观点如下。

(1)培养面向未来科技与工程发展的复合型人才。丁烈云^[2]分析了智能建造专业人才应具备的知识结构、知识体系和专业能力,并对智能建造专业人才培养的途径、学科基础和培养模式等关键问题进行了探讨。李丽娟、杨文斌等人^[3]探索跨学科多专业融合人才培养模式的构建,强调培养学生解决复杂工程问题的能力。

(2)实现学科交叉背景下的知识融合。安栋^[4]等人分析了智能建造新专业中土建制图课程的新变化,为新专业和土木工程专业的课程建设提出建议。张雷、王德东^[5]等人对智能建造专业BIM课程体系提供了方向性的引导和具体的实施建议。

(3)建设适应新工科发展的教师队伍。朱正伟^[6]等人强调了工科教师的教学活动、科研能力、工程实践能力这三大核心能力协同发展的重要性。易国^[7]等人认为建设适应新工科发展的教师队伍是深化教育改革不可回避的问题。

(4)建立顺应技术发展潮流的实践教学平台。刘世平^[8]等人对智能建造专业实践性教学方案进行了深入思考,从设计理念、初步方案、管理模式、师资建设等方面对实践教学环节进行了重新设计。王保健^[9]等阐述了在新工科背景下硬件平台建设、实验教学体系及教学模式等的建设理念和建设成效。

(5)贯彻落实校企协同办学机制。林健^[1]认为在做好传统学科专业建设的同时,新工科建设还要重视建立学科专业与外部产业部门、行业企业的联系。胡永生^[10]介绍了校企合作“3+1”人才培养模式,即在前3年的教学工作中,校企共建特色课程与开放式教学资源平台,在最后1年的企业实践中,校企共同开展学生岗前培训等工作。

为综合了解目前智能建造专业建设情况,以及新工科建设的新要求,本研究通过问卷调查,旨在掌握一线教师对智能建造专业课程体系、人才培养、校企合作以及学校资源配置的思考与建议。问卷分为基本问题、智能建造专业开设面临的困难、开设智能建造专业的条件保障、开设智能建造专业的组织制度保障、智能建造专业的课程设置、智能建造专业的人才培养和智能建造的企业合作联盟共七个部分。

二、问卷结果

问卷共收集回复30份,其中可用于分析的完整回复14份,填写者为省属重点大学、普通高等学校、高等职业技术学院的院长、系主任、教研室主任、授课教师等土木工程专业相关人员。问卷调研结

果表明目前智能建造专业发展面临以下五方面的挑战。

挑战一:囊括各新兴交叉学科,具有一定广度和深度的智能建造专业课程体系尚未完全构建

问卷结果显示:70%的问卷填写者认为传统土木工程学科课程学分占总学分的比例应少于60%,这意味着智能建造专业需要开设较多其他学科的相关课程,例如自动化、计算机、机械等专业课程。但是,智能建造专业人才培养不能偏离工程建造这个“本”,尤其不能舍本逐末,简单堆砌一些信息技术类课程,挤占专业课时。目前作为一种新兴跨学科的专业,智能建造专业尚未有可以参照、模仿的课程体系,一切都需要在实践中探索和完善。

挑战二:具有实际工程意义、培养学生创造力的实践课程尚未普遍开设

土木工程学科实践课程主要集中在专业课程的配套基础性验证实验,仅起到帮助学生理解专业知识点的作用。课程设计往往仅停留在理论设计阶段,一些课程设计的题目已沿用几十年,学生甚至能在网上找到设计模板,难以达到通过设计实践训练培养学生创新能力的目的^[2]。除了上述传统土木工程学科实践课程存在的固有问题外,智能建造这一新工科专业在实践课程方面还面临很多挑战。参与调研的教师普遍认为相对于传统土木工程学科,智能建造方向的实践课程需要增加大量学分,其中57%的教师认为应该增加至少8学分。此外,相较于基础理论学习能力、科研创新能力,教师们认为实践工作能力更为重要,提倡在智能建造专业建设过程中应当更加重视实践课程建设。

挑战三:可供学生实践的建筑实操基地等硬件设施十分有限

在智能建造专业建设过程中,除了重视实践课程建设外,还应该重视硬件设施的完善。目前可供学生实践的建筑实操基地等硬件设施还十分有限,仅30%的问卷填写者所属学校具有相应的硬件设施。90%以上的教师认为硬件设施对未来建筑人才的培养很有意义,因此,除了在思想上重视实践能力培养、在课程上增加实践学分外,还需要积极为学生的实践活动提供硬件设施,搭建实践平台。

挑战四:可以覆盖全部课程体系的师资队伍尚未建立

问卷结果显示,师资力量不够、学时紧张、跨学科组织与制度障碍、校企协同办学机制缺失、经费不足等因素中,师资力量对智能建造专业建设的影响最大,这说明土木工程专业教师切身体会到师资力量不够是当前智能建造专业建设的最大困难。教师的水平决定了专业建设的下限,没有科研能力、教学水平顶尖的引路人,任何人才培养方案都将成为空谈。此外,智能建造作为新兴跨学科专业,需要吸纳更多有其他学科背景的年轻教师,为开设跨学科课程储备师资,以打破因师资不足导致的教学桎梏。

挑战五:有利于交叉学科发展的学校人事制度、成果管理制度有待进一步建立健全

新工科建设离不开组织、条件、质量、机制与政策等方面强有力的保障。高校新工科建设不单是某学院或专业的事情,是整个学校的行为,需要学校层面进行机制改革、组织协调、条件支持、政策激励,校领导的重视和亲自推动是确保新工科建设目标达成的必要条件^[11]。问卷调查发现,在智能建造专业组织制度保障方面,智能建造专业建设牵头人所属层次为学校的仅占三成,牵头人的所属层次不高意味着跨学科专业建设的工作推进艰难。有80%的问卷填写者认为学校当前的人事激励制度、成果管理制度不利于智能建造专业的发展;因此,建立健全相关的政策、制度是今后智能建造专业建设的工作重点。

三、智能建造专业教学改革建议

为满足智能建造专业建设的要求,借鉴国外高校相关专业教学模式和专业建设成功经验,针对问

卷调查分析中反映出的问题和面临的新挑战提出如下建议。

(一) 构建模块化课程体系,提取共性知识以保证课程质量

新工科专业的“新”强调前沿知识与原有知识体系的融合,具体到土木工程学科,专业主干课与建筑工业化新技术的结合是课程体系建立的一大重点。智能建造专业除了传统的土木工程学科课程外,还将增设机械工程、电子信息科学与工程、控制科学与工程、工程管理等课程。为了缓解大量新增课程带来的课时压力,避免相似知识点的重复教学,教学内容需要从强调知识过渡到强调学习方法,关注共性的方法和思维方式,协调学时数减少与教学内容之间的矛盾。

建立模块化课程体系,集中相关课程师资,实现小范围内的资源共享。将专业课程划分为智能设计模块、智能制造模块、智能施工模块、智能家居模块、智能控制模块、智能材料模块、智能防灾和智能运维模块,建立贯穿智能建造专业全生命周期的课程体系。目前普遍存在课程内容更新滞后于行业技术发展、课程质量参差不齐的问题,为此,教学内容应体现前沿性与时代性,及时将智能建造领域最新的学术研究以及国内外科技发展前沿成果引入课堂,保证课程教学的高质量。

(二) 以“做中学”的实践项目为主,改革教学方法

新工科工程教育模式与传统教学模式最大的区别在于更加注重对学生实践能力的培养。土木工程是国家重点发展的应用工程学科之一,土木工程专业的实践教学体系应更加强调对学生实践能力的培养。欧美国家工程教育采用 CDIO 模式,即课程基本知识讲授很少,主要通过两个或更多“设计—制作”实践项目,让学生自主获取知识,自主解决设计、制作等问题,使学生的自主学习、设计实践、团队协作等能力得到很好的训练^[12]。智能建造专业实践课程安排可以借鉴这种模式,在导师的带领下和团队合作下,引导学生参与真实的智能设计、施工、运维项目,让学生在“做中学”,把所学的知识和概念与现实挑战,以及工程项目联系起来,通过分析、设计、制造训练和提升学生的实际能力,将人工智能、物联网、大数据、机器人等技术应用到传统的土木工程项目中,解决实际工程问题。

(三) 搭建权责清晰的多层次教学平台

实践教学平台的建设是实现实践教学目标的基本保障。学生实践课程有论证基本原理的基础性实验,也有需要创新的科研项目,因此,需要建立满足不同需求的多层次实践教学平台,包括基础性实践平台、综合性实践平台和应用性示范平台。

基础性实践平台主要包括与理论课程一致的基础性实验和验证性实验,例如:结构体系与概念实验、工程材料实验、钢结构基本原理实验、混凝土基本原理实验、土力学实验等。学生通过基础性实验巩固并掌握理论知识。负责该理论课程教学的课题组同时监督学生实践,维护这类实践教学平台,以减少不必要的设施损坏。

综合性实践平台主要包括课程设计、毕业设计和大学生科技创新项目,例如:智能设计实验、智能施工实验、建筑机器人实验、智能建造全过程课程设计。通过这一平台,学生可以初步应用已有的专业知识进行实践训练,充分发挥创造力。高校应鼓励教师参与这类实践活动,充分利用现有的实践平台开展产学研活动,为申请其他实践教学平台建设专项经费打下良好的基础。

应用性示范平台的主要内容和项目包括智能建造成果转化、提供第三方检测等技术服务、孵化创业公司等。高校可以和企业合作共建实践基地与实践平台,通过完整的项目设计,获得支持项目发展的资金和资源。高校应广泛参与社会“交往”,整合无形的社会资源,发挥桥梁作用,打造资源链接的合作框架,与第三方的合作伙伴形成长效合作机制。

(四) 推行以人为中心的师资队伍建设

智能建造专业需要更多具有交叉学科背景的教师,可通过对现有教师开展培养和引进青年教师两种途径打造智能建造专业师资队伍。鼓励现有从事传统土木工程专业课程教学的教师与高新技术企业合作,感受市场对智能建造相关知识的强大需求,同时通过与企业合作项目提升教师本身的工程素质和工程实践能力,促使智能建造专业教师面向企业、面向技术、面向真实工程场景开展科研活动。为鼓励教师扎根科研,从物质和精神层面建立激励制度,引导高校教师将个人发展、自我实现与专业发展相结合,使教师在实现个人职业发展目标的同时达成智能建造专业的发展目标。

目前,高校主要通过实行人事代理、编外聘用,或者设立师资博士后、专职科研岗引进青年教师,在多个环节设置分流淘汰制度,在高校内部形成一种“压力型体制”^[13],这种高压的聘任制度不利于保障学术自由,也不利于招聘优秀教师。对此,应建立制度化的教师诉求表达渠道,确保教师利益能在聘任制度改革方案中得到体现,以吸引包括有计算机背景的更多优秀年轻教师。

(五) 构建多维合作的全过程、高质量、高效能制度体系

对涉及师生员工切身利益的重大制度,例如成果认定、成果奖励、人事激励、晋升机制等,需要在制度的制定与反馈的全过程,充分考虑制度所涉及的全部主体,以构建高质量、高效能的制度体系。

制度在起草环节必须广泛征求利益主体的意见,审议决策环节应该有师生代表列席并充分发表意见,对于学术性强的规章制度更应该还“政”于教师,充分发挥教师在学术决策中的主体作用。例如:对于智能建造成果的认定需要广泛采纳所涉及专业教师的意见,避免因为不了解这一新兴专业而出现成果认定不合理、不公平的现象,从而影响师生做科研的积极性。

在制度制定后,通过与学生代表大会、教职工代表大会等群团组织建立协商对话、申诉、救济机制,对有关制度的运行、执行以及师生满意度进行评价和反馈,及时根据运行的实际情况作出调整。这种多元化的治理制度能发挥教育活动各个主体的作用,尊重师生个体利益诉求,更好地促进新学科的建设。

四、构建智能建造专业“P-S-R”框架体系

相较于传统土木工程学科,智能建造专业在人才培养、课程设置、师资力量、实践教学、校企合作等方面都有更高的要求(pressure)。根据智能建造专业建设的现状以及所面临的挑战(state),提出具有针对性的几点建议,明确未来智能建造专业教学的几个发展方向,即为加强智能建造专业建设所需作出的改变或响应(response),提出智能建造专业建设“P-S-R”框架体系。

在专业建设初期,即教育部批准开设智能建造专业后的两年内,优先完善课程体系与师资培养;到专业建设中期,即专业开设后的四年内,逐步完成教学方法与教学平台改革;专业建设末期,即专业开设后的第五年,完成制度体系的改革,最终将智能建造专业建设成学校的特色专业。具体的框架及建设路径如图1。

五、结语

发展智能建造、推动建筑产业变革,对推进工程建造高质量发展,促使我国最终迈向工程建造强国具有决定性的意义。建设智能建造专业,培养智能建造创新型工程科技人才是实现这一目标的重要保障。本研究首先根据文献调研掌握智能建造专业建设的新要求,针对高校教师设计调查问卷,从问卷

结果总结专业建设面临的五大挑战,并有针对性地五个方面提出教学建议,旨在为培养未来复合型人才提供基本保障和重要支撑。

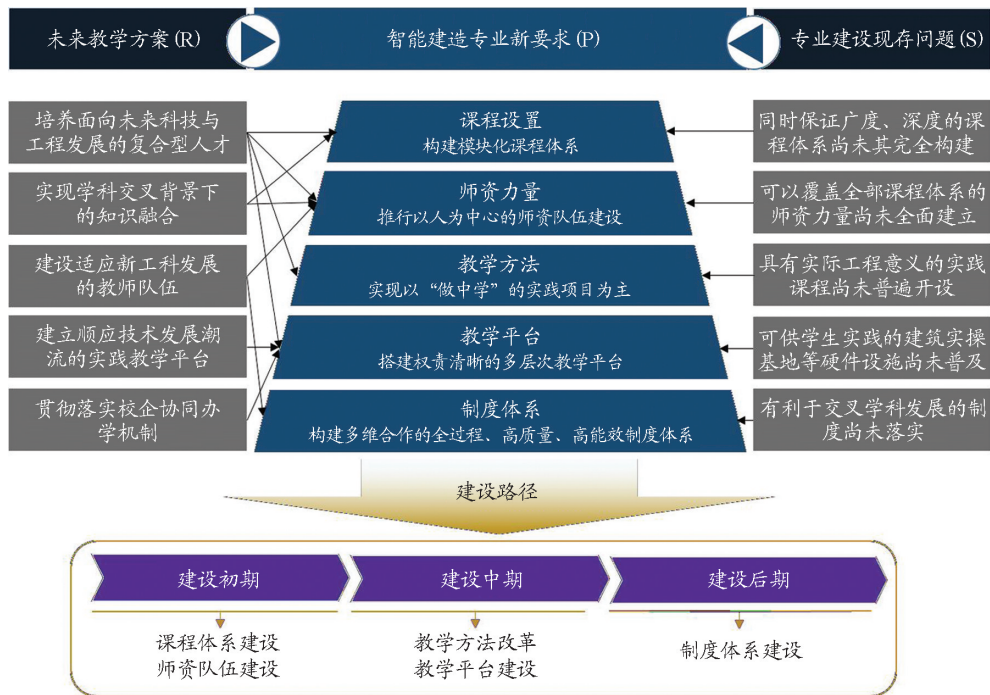


图1 智能建造专业“P-S-R”框架体系

受新冠肺炎疫情影响,针对智能建造专业建设所收集到的调查问卷数量不够多,不同性质高校教师的问卷结果区别不够显著,因此未能分析不同类型高校在智能建造专业建设的过程中可能面临的不同挑战和对策。目前提出的教学方案具有普适性,需要各高校结合实际情况提出适合自身特点、具有鲜明特色的教学方案。

参考文献:

- [1]林健.面向未来的中国新工科建设[J].清华大学教育研究,2017,38(2):26-35.
- [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]李丽娟,杨文斌,肖明,等.跨学科多专业融合的新工科人才培养模式探索与实践[J].高等工程教育研究,2020(1):25-30.
- [4]安栋,白玉星,许海亮,等.智能建造新专业背景下基于BIM的“土建制图”课程体系改革研究[J].无线互联科技,2019,16(19):107-108,111.
- [5]张雷,王德东,郝怀杰,等.基于智能建造的工程管专业BIM课程体系研究[J].齐鲁师范学院学报,2020,35(3):38-46,58.
- [6]朱正伟,马一丹,周红坊,等.教学、科研、工程实践——工科教师三大核心能力的相互关系[J].高等工程教育研究,2020(2):61-67.
- [7]易丽,夏建国,王娟.新工科“双师”队伍建设的诉求与探索[J].高等工程教育研究,2020(4):61-65.
- [8]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.
- [9]王保健,王永泉,段玉岗,等.“新工科”背景下国家级实验教学示范中心建设与实践[J].高等工程教育研究,2018(6):47-54.

- [10]胡永生.新工科背景下校企合作人才培养模式改革研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2019,44(9):143-148.
- [11]徐晓飞,沈毅,钟诗胜,等.新工科模式和创新人才培养探索与实践——哈尔滨工业大学“新工科‘II型’方案”[J].高等工程教育研究,2020(2):18-24.
- [12]刘雅丽.欧林工学院创新型工程人才培养模式研究[D].武汉:华中科技大学,2014.
- [13]卢威.我国高校需要什么样的聘任制改革[J].教育发展研究,2020,40(3):43-50.

Framework and teaching plan for intelligent construction programme

LU Yujie¹, GAO Hui¹, HUO Tianzhao²

(1. College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China;

2. Glodon Company Limited, Beijing 100193, P. R. China)

Abstract: With the integration of traditional construction fields with information technology, the concept of intelligent construction came into being. Intelligent construction has also become the direction of opening a major in colleges and universities, but the establishment of intelligent construction programme is still in the initial stage. The school-running philosophy, curriculum system, and talent training of intelligent construction have not yet reached a consensus, and the teaching plan is urgently needed. Based on the results of a questionnaire survey for 30 college teachers in civil engineering and related majors, this paper clarifies the five challenges faced by the intelligent construction programme, and combining with the new requirements for the construction of emerging engineering disciplines, proposes a new teaching scheme model of intelligent construction programme from perspectives of curriculum system, teacher strength, teaching method, teaching platform, and management system. Also, the authors construct a “P-S-R (Pressure-Stress-Response)” framework system of intelligent construction programme and plan the path of intelligent construction programme and the development focus of each period. It is expected to provide reference for the establishment of intelligent construction majors in colleges and universities.

Key words: intelligent construction; curriculum system; practical teaching; teaching staff; management system

(责任编辑 梁远华)