

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.03.004

欢迎按以下格式引用: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.

农林院校智能建造 专业培养体系构建

廖飞宇,涂德锋,盛叶

(福建农林大学 交通与土木工程学院,福建 福州 350002)

摘要:工业4.0背景下,建筑业转型升级对复合型人才的需求推动了智能建造的发展。为响应国家发展战略,针对现阶段智能建造专业人才培养体系现状,总结教学团队、课程体系和实践平台中存在的问题及可能的解决路径,探讨如何通过跨学科合作,建立了农林特色智能建造专业。以土木专业为主体,联合城乡规划专业、计算机科学与技术专业等进行多学科多专业融合,形成以乡村民居为主体的智能测绘、智能设计、智能装备与施工、智能监测与运维等创新课程体系。专业分为4个课程群模块,包含14门课程和10个实训项目,在课程和实训项目中,均包含乡村民居特色模块。通过对组成智能建造专业主课程群教学模式、教学内容和教学方法等阐述,从组建教学团队、丰富理论教学和拓宽实践教学三个方面探讨了如何构建农林院校智能建造专业培养体系。依据院校培养定位,提出基于农林院校的智能建造专业培养体系模式,突出农林特色,开展理论与实践创新设计。教学实践结果表明,智能建造专业达到了较好培养效果,可为农林院校相关专业人才培养提供参考和启示。

关键词:新工科;智能建造;农林特色;培养体系

中图分类号:G642.0;TU-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2023)03-0032-07

近年来,在新技术驱动下,为实现建筑业高质量发展,培养满足产业转型升级的创新型智能建造人才,成为高校响应科教兴国和人才强国战略的新需求^[1]。现阶段,智能建造的培养定位、课程体系、教学组织等并未形成统一范式,很多高校仍处于摸索阶段。本文针对农林院校特点,以福建农林大学为例,提出围绕乡村民居,通过打造4个课程群模块,包括14门课程和10个创新实训项目,建立具有农林特色的智能建造培养体系,以服务乡村振兴。学院间通力合作,将土木工程、交通工程、风景园林、城乡规划、计算机科学与技术等学科交叉融合,开展了乡村民居测绘技术、绿色建

修回日期:2022-12-14

基金项目:福建省教育科学规划课题“面向乡村振兴的土木工程专业工农融合建设实践”(FBJG20200253)

作者简介:廖飞宇(1978—),男,福建农林大学交通与土木工程学院教授,博士,主要从事组合结构及教学研究,(E-mail)qzrse@163.com;

(通信作者)盛叶(1978—),女,福建农林大学交通与土木工程学院副教授,博士,主要从事组合结构及教学研究,(E-mail)39562206@qq.com。

造技术、传统古村落民居改造技术、乡村古建筑修缮技术等方面教学研究,以强化民居智能建造技术运用,促进乡村人居环境升级,助力乡村振兴战略。

一、农林院校智能建造人才培养体系现状

智能建造专业是符合建筑业转型升级需求而设置的。目前设立智能建造专业大部分为工科院校,农林院校较少。农林院校相较于工科院校,工科专业建设经费投入相对不足,发展时间相对较短,属于非优势专业,使建立智能建造专业的道路会更加困难。智能建造专业从2018年教育部审批增设以来,尚未有成熟且可以参考和模仿的专业建设体系。因此,农林院校在该专业建设完善过程中,亟需对原有教学团队、课程体系、实践平台进行改革和创新,创建符合自身特征和人才发展特色需求的培养体系。

(一) 缺乏与涉农专业交叉融合的教学团队

智能建造专业作为一种新兴跨学科专业,与传统土木工程专业不同,目前存在学科交叉不够、专业教学团队组成单一的问题,亟须调整和改变传统单一的土木工程教学团队,进行跨学科交叉和专业融合。作为农林类院校,应在交叉学科中强化与涉农专业契合度,避免与工科院校同类专业同质化问题。例如,“民居智能建造”与“美丽乡村”建设相结合,涉及包括土木工程和风景园林、城乡规划、计算机科学与技术等跨学科方面的专业师资,院校需要采取工工交叉、工艺联合等方式,组织教师进行多学科、多领域交流^[2],协调各学院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。

(二) 缺乏具有农林特色的模块化课程体系

目前,智能建造课程教材还十分欠缺,部分开设智能建造专业院校,主要采取在传统土木工程专业课程基础上,融合自动化、计算机等专业方式,通过简单堆砌自动化信息技术课程,导致理论课程多杂、内容陈旧、与工程应用脱节等问题。同时,一些高校教师参与工程应用的时间和机会相对有限,部分教师所讲授的课程内容与现今工程实际应用智能化技术存在脱节,缺乏与时俱进的信息更新,使得学生知识学习与工程实际需求无法相匹配。因此,农林院校应通过构建模块化课程体系,提炼交叉课程与原有基础课程的共性知识,协调学时数与教学内容间的矛盾,以确保课程质量和学生学习效果。另外,存在特色类教学课程缺乏问题。如同济大学、华中科技大学、东南大学、哈尔滨工业大学等国内强工科高校的智能建造专业,其培养方案在其学科优势下各具特色,以独立专业进行建设,以保障人才培育的系统性^[3]。农林院校智能建造专业课程还未有可借鉴的方案,需要建立起具备各自院校特色且区别工科类院校的建设方案。工科类院校智能建造课程更多关注一般城市建筑和基础设施的智能化设计及施工,而适用于农林院校特色民居的智能化建造课程,目前几乎空白。随着产业变革与乡村振兴战略贯彻落实,迫切需要在新工科背景下设置具有农林特色且符合乡村发展的新课程。其中,民居智能建造课程开设则是为建设环境友好型乡镇做准备。

(三) 缺乏以民居为主体的虚实一体化实践平台

农林院校在智能建造专业项目投入相对工科类院校明显不足,加上实验条件限制,存在侧重理论教学、实践教学相对薄弱等问题。农林院校需要突破传统课堂束缚,运用智慧课堂增强师生间互动。农林院校缺乏复合型技术人才实践基地,需要农林院校了解乡村振兴实际需求,与企业建立多途径合作关系,建立实践基地,发挥企业联通市场优势,以为实践教学时刻把握市场需求动态提供

条件。同时,农林院校应强化产教融合深度、育训结合,以乡村为驻点,搭建校企合作实体平台,提高专业教师实践能力,形成互赢的实践育人模式^[4,5]。另外,引导教师参与乡村民居智能建造工程等实际项目,通过虚拟仿真教学,建设以民居为主体的虚实一体化实践平台。

二、农林院校智能建造专业培养体系构建

(一) 培养目标

福建农林大学交通与土木工程学院在制定智能建造人才培养目标时,主要考虑了国家及地区经济发展需求、行业与企业普适性等要求,并经学院领导和教师代表、行业专家和用人单位代表、部分学生代表等多次论证和修订,最终确定了智能建造专业培养目标,即旨在培养德智体美劳全面发展,具备扎实的理论基础、系统的专业知识、突出的实践能力;具有良好的人文素养、工程职业道德和团队合作精神;具备终身学习能力与创新性思维;掌握土木工程、软件工程、机械设计制造及其自动化等学科基本原理和方法,具有跨界发展能力和适应建筑业新业态、新技术发展需求的高层次应用型创新人才。经工程师基本训练后,毕业生能适应国家绿色低碳新基建发展战略需要,参与乡村振兴建设,在智能测绘与设计、智能装备与施工、智能监测与运维等相关领域,成长为解决实际工程问题的技术或管理骨干。

(二) 课程体系构建

智能建造课程体系分为4个课程群模块,包含14门课程和10个实训项目,在课程和实训环节中,均插入特色智能民居元素,将智能建造领域的最新学术研究与国内外实用科技技术引进课堂,强化农林特色,以形成具有农林特色的智能建造课程体系(图1)。

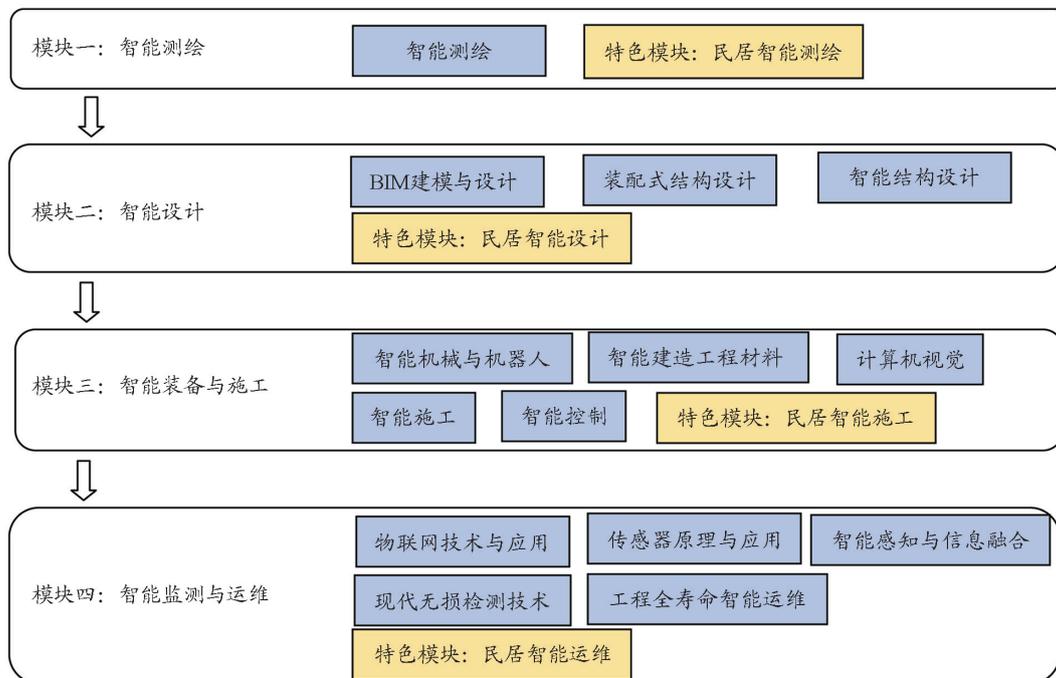


图1 智能建造课程模块内容

1. 智能建造课程群模块构建

专业课程体系划分为4个课程群模块:智能测绘;智能设计;智能装备与施工;智能监测与运

维。其中,智能测绘着重培养以无人机、三维扫描为核心的智能测绘技术,模块包含1门课程,即智能测绘;智能设计着重培养以机器学习为核心的智能设计技术,模块包括3门课程,即BIM建模与设计、装配式结构设计、智能结构设计;智能装备与施工着重培养物联网、机器人、计算机视觉为核心的智能施工技术,模块包括5门课程,即智能机械与机器人、智能建造工程材料、计算机视觉、智能控制、智能施工;智能监测与运维着重培养物联网、大数据、AI为核心的智能监测与运维技术,模块包括5门课程,即物联网技术与应用、传感器原理与应用、智能感知与信息融合、现代无损检测技术及工程全寿命智能运维。

2. 农林特色课程建设

专业课程建设应凸显乡村元素,积极优化4个课程群模块,突出农林特色。课程群模块课程讲授及实践相应环节增加了民居智能测绘、民居智能设计、民居智能施工和民居智能运维等相关内容,并在课程设计及毕业设计中开设民居智能建造选题。将民居智能建造元素与理念融入课程环节中,使学生在课程引导下,逐步形成智能化工程思维,并具有服务乡村的情怀和意识。

(1)民居智能测绘。民居智能测绘课程内容主要包括对乡村规划模式的理解和测绘实际的运用。该课程作为四大课程的基础课,主要借助各学科专业教师汇编的教材进行授课。科学合理的乡村规划模式应涵盖乡村历史价值、传统建筑存留价值、社会礼制等内容,主要培养学生的乡村空间布局规划思维和古村落保护与开发意识。测绘实际运用课程,通过教授学生测量方式,使学生能够采取三维激光扫描获取历史建筑整体三维点云信息,结合无人机倾斜摄影与传统手工测量补充相关数据,实现精确地完成特色民居建筑全面测绘工作。教师可通过云平台展示区域传统民居特征集或修复和活化传统民居模式库,使学生对古民居“修旧如旧”的概念有准确理解。在步入社会后,聚焦传统村落遗产保护、旅游开发等对传统民居的再利用,利于碳中和愿景下乡村绿色低碳环境的构建。

(2)民居智能设计。民居智能设计的前置课程为智能测绘、BIM建模与设计课程,相关课程为装配式结构设计、智能结构设计。传统土木工程结构设计大多依赖于设计者的经验,无法实现材料、结构复杂多样的全局最优解^[6,7]。民居智能设计课程的重点在于有一套智能设计系统,在课程教学中,教师通过引导学生模仿已有不同材料、不同结构体系的乡村民居案例进行软件实操,启发并指导学生在原有建筑结构自动布设的基础上进行结构设计和优化,最终绘制出符合建筑设计要求的结构设计图,从而让学生正确理解和使用由案例库和优化设计相结合形成的智能设计系统。民居智能设计课程,不仅教授了学生民居智能设计原理知识与系统具体操作方法,还逐步实行了建筑艺术智能设计课程与建筑结构智能优化设计课程的融合,形成了建筑美学与力学相融合的建筑智能设计新范式^[7]。

(3)民居智能施工。民居智能施工的前置课程为智能结构设计课程和装配式结构设计课程,涉及智能施工、智能机械与机器人、智能建造工程材料等内容。该环节教学以一竹木结构传统民居的装配式施工过程为案例,使学生清楚了解智能施工全过程。从工程项目整体施工、构件预制和吊装连接施工等目标,到深入理解规划装配式技术下绿色施工管理方案,引导学生从降低建筑运行阶段的能耗入手,运用物联网、BIM、人工智能等技术,逐步理解乡村民居绿色智能超低能耗建筑施工集成方案教程内容,并深入参与到不同智能超低能耗建筑集成方案开发中。

(4)民居智能运维。民居智能运维的前置课程为传感器原理与应用课程和现代无损检测技术

课程,涉及智能感知与信息融合、工程全寿命智能运维等内容,具体包括智能视觉算法的研发与运用、古民居修缮技艺教学、三维视图渲染技术等知识点内容。

课程通过理论讲授和教学实践,指导学生利用监控摄像、无人机和移动端采集传统民居数据,建立空地一体化监控系统,利用传统民居智能视觉算法,从宏观到微观不同方面对传统民居进行识别分析,学习将智能视觉识别结果转换为语义信息,并对传统民居质量安全隐患进行诊断。同时,为使修缮工艺更加直观易懂,学院建立了传统古村落保护和古民居修缮三维可视化系统,以及传统民居质量安全隐患智能识别分析公共服务平台,以为传统民居搭建高效易用的质量安全隐患智能识别服务。学生通过课程实践操作与三维可视化系统预演,逐步掌握了智能识别的工作机理,并培养了科技创新思维和锻炼了工程实践能力。

(三) 教学组织建设

为满足智能建造专业建设要求,借鉴国内外高校相关经验,福建农林大学交通与土木工程学院联合不同学院、科研机构 and 行业企业,构建了多学科交叉和具有农林特色的课程体系与实训平台。

1. 教学团队

新工科背景下,为建设具有农林特色的智能建造专业,学校充分考虑新专业对教师的新要求,引进了计算机、物联网背景的青年教师,以帮扶校内年轻教师向智能化方向转型,加强学院部分教师和企业进行合作,建设“双师型”教师队伍。学院内综合各专业优势,打破专业壁垒,设立沙龙研讨室,强化学科交流互动,通过学科交叉、工艺融合等途径,丰富教学资源,组建了智能建造教学团队。

2. 理论教学

通过新增和整合相关课程^[8],适配具有农林特色的民居智能建造教学,以助力学生提升未来职业必备的学习能力。由不同学院教师进行各部分教学内容资源整合,确定了民居智能建造课程教材。其中,风景园林与艺术学院教师通过总结民居建筑设计特色,提炼传统民居地域风貌与设计特色,将景观设施、植物配置、生活设施等与文化、礼制相结合,形成区域传统民居特征集与传统民居改造模式库;计算机与信息学院教师通过运用传感设备和算法优化技术在传统民居运营维护过程中,实现传统民居的数字化和可视化;交通与土木工程学院教师通过与以上学院合作,将信息技术和传统民居建筑特色融入传统土木工程教学中,研发出轻量化、低碳化的乡村建筑绿色建造技术。不同学院教师科研成果通过汇编成系统化、递进式的理论教学课程,建立网上共享云课堂多案例视频,以及通过学院教师联合教学和采用智慧课堂方式,使学生可以通过课上知识讲解和云课堂多案例教学,系统地理解和掌握传统民居改造的模式库、民居数字化、乡村建筑绿色建造技术等重点专业内容。

3. 实践教学

智能建造专业若只讲理论知识,而忽视技能实训,很难使学生准确理解智能建造的科学内涵。因此,学院积极与企业合作,共同研发了智能建造虚拟仿真实训实习训练基地^[9],包含10个创新实训项目。作为教学内容的重要实践场所,训练基地的作用是通过虚拟仿真教学形式,将专业课核心教学内容与实践教学相结合,以互通、共融、协同合作方式,逐步完善理论和实践教学和加强学生自主学习的能力,使学生能够掌握模拟智能测绘、智能设计、智能装备与施工、智能监测与运维的操作全过程。

训练基地模块功能包括4个部分(如图2)。(1)区域模块一:智能测绘演示区。主要包括无人机倾斜摄影测绘、三维激光扫描实现自动化三维建模预测;(2)区域模块二:智能设计实操区。主要包括BIM正向设计、绿色建筑分析平台;(3)区域模块三:智能装备与施工演示区。主要通过智慧工地(人机料法环)、装配式施工实体模型、施工场地计算机视觉识别、施工塔吊物联网安全监测与预警,通过移动终端知识点扫描或VR等设备沉浸式体验,使学生能够体验施工的全过程以及相关信息化知识操作流程;(4)区域模块四:智能监测与运维实操区。主要包括混凝土内部缺陷AI监测与识别、桥梁全寿命健康监测与大数据分析等,通过实际平台互动式操作,使学生能够对整个监测、检测过程进行熟练掌握。以上多个创新实训项目均可满足30~60名学生开展相关课程的教学需求。



图2 实训基地模块实操演示

三、结语

新工科背景下,设有工科专业的各大院校正在积极探索富有学校特色的智能建造专业建设路径,结合行业发展新常态,力求融合优势学科和专业,做到突出特色,跟进社会需求。但不同学科专业都有其各自的特色属性和人才培养定位,不同课程在跨学科形式、广度与深度上也不尽相同,难以找到统一标准。新工科背景下,通过对具有农林特色的智能建造专业建设探索进行阐述与总结,强化跨学科合作,通过民居智能测绘、智能设计、智能装备与施工、智能监测与运维等特色课程和实践环节设计设置,增设民居智能建造等农林特色课程,融入课程群模块,打造融合学科的科研和教学团队,推动校企合作,积极推动跨学科课程改革,培养时代所需人才。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李志义, 朱泓, 刘志军, 等. 用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J]. 高等工程教育研究, 2014(2): 29-34, 70.
- [3] 毛超, 严薇, 刘贵文, 等. 智能建造专业教育创新与实践[J]. 高等建筑教育, 2022, 31(1): 1-7.
- [4] 夏银水, 钱江波. 新工科建设: 创新与实践融合[J]. 宁波大学学报(教育科学版), 2022, 44(1): 6-8, 21.
- [5] 姜景山, 何培玲, 赵延喜, 等. 新工科背景下智能建造专业复合型人才培养的探索[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2022(1): 165-168.
- [6] 章云, 李丽娟, 杨文斌, 等. 新工科多专业融合培养模式的构建与实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(2): 50-56.

- [7] 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.
- [8] 付卓, 李锟, 向阳辉, 等. 新工科背景下地方高校双创型人才培养模式的构建[J]. 长沙大学学报, 2022, 36(2): 107-112.
- [9] 杨剑冰, 赵玲峰, 黄春燕. 基于校企合作的土木工程专业本科人才培养模式的探索与实践[J]. 教育现代化, 2020, 7(28): 30-32, 36.

Construction of cultivating system of intelligent construction specialty in agricultural and forestry universities

LIAO Feiyu, TU Defeng, SHENG Ye

(School of Transportation and Civil Engineering, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, P. R. China)

Abstract: The demand for compound talents in the transformation and upgrading of the construction industry promotes the development of intelligent construction based on the background of Industry 4.0. In response to the national development strategy, this paper describes the problems existing in the talent cultivating system of intelligent construction specialty at present, summarizes the problems and possible solutions in teaching team, curriculum system and practice platform, and discusses how to establish an intelligent construction specialty with agricultural and forestry characteristics through interdisciplinary cooperation. With civil engineering as the main body, combined with urban and rural planning, computer science and technology, etc., a multi-disciplinary organic integration is carried out to form a curriculum system of intelligent surveying and mapping, intelligent design, intelligent equipment and construction, intelligent monitoring and operation and maintenance with rural houses as the main body. It is divided into four course group modules, including 14 courses and 10 training projects. In the courses and training projects, there are characteristic modules of rural dwellings. This paper expounds the teaching mode, teaching content and teaching method of the main course group of intelligent construction specialty. It discusses how to construct the training system of intelligent construction specialty in agricultural and forestry universities from three aspects: forming teaching team, enriching theoretical teaching and broadening practical teaching. Based on the training orientation of the university, this paper highlights the characteristics of agriculture and forestry and proposes the construction of the cultivating system of intelligent construction specialty in agricultural and forestry universities. Through innovative design of theory and teaching practice, a replicable and practicable mode of better training effect could be achieved.

Key words: new engineering; intelligent construction; agricultural and forestry characteristics; cultivating system

(责任编辑 崔守奎)