

数字孪生背景下智慧园艺示范课程改革与实践

卢威, 孔乃民, 蒋程瑶, 郑阳霞, 李梦瑶, 龚荣高*

四川农业大学, 四川 成都 611130

DOI: 10.61369/RTED.2026050011

摘 要 : 随着大数据、人工智能等信息技术的发展, 在农业领域数字孪生技术表现出巨大潜力。其中智慧园艺是现代农业的重要组成部分之一, 由传统经验型转型为数据驱动型。本文分析了数字孪生和智慧园艺的内涵与发展趋势, 并分析智慧园艺示范课程改革意义, 结合多层面, 提出了课程的改革路径, 旨在为农业院校相关专业建设和人才培养提供借鉴。

关 键 词 : 数字孪生; 智慧园艺; 课程改革; 示范课程

Reform and Practice of the Smart Horticulture Demonstration Course Under the Background of Digital Twin

Lu Wei, Kong Naimin, Jiang Chengyao, Zheng Yangxia, Li Mengyao, Gong Ronggao*

Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130

Abstract : With the development of big data, artificial intelligence and other information technologies, digital twin technology has shown great potential in agriculture. As an important part of modern agriculture, smart horticulture is transforming from traditional experience-oriented mode to data-driven mode. This paper analyzes the connotation and development trend of digital twin and smart horticulture, discusses the significance of the reform of the smart horticulture demonstration course, and puts forward multi-level reform paths, aiming to provide reference for the construction of relevant majors and talent training in agricultural universities.

Keywords : digital twin; smart horticulture; curriculum reform; demonstration course

引言

近年来, 农业发展面临资源、劳动力以及气候等挑战, 农业生产精准化、智能化发展成为主流方向。国家明确指出, 加快大数据、人工智能等技术在农业生产的应用, 提高农业生产效率。其中园艺产业是高附加值农业板块, 具有集约化、设施化程度高的特征。而数字孪生技术在农业领域的应用, 为作物生长检测、生产流程优化提供新的范式。基于此, 高校的智慧园艺示范课程改革, 不仅能够满足产业变革需求, 还有助于农业教育改革, 提高人才培养效果。

一、智慧园艺示范课程改革的意义

(一) 顺应农业数字化转型趋势, 服务国家战略需求

我国推进数字乡村建设与智慧农业发展, 可以借助数字技术赋能农业转型升级。其中园艺产业具有技术密集度高、产业链长的特征, 成为了农业数字化转型重点领域^[1]。高校可以对智慧园艺示范课程进行革新, 积极融入数字孪生等先进理念, 帮助学生掌握现代园艺生产核心技术和管理方式, 为农业企业培养具有数字化素养的人才, 促进科技兴农战略的落实。

(二) 解决传统园艺课程痛点, 促进教学内容与时俱进

传统园艺课程普遍存在重理论轻实践、教学内容更新缓慢、

与现代生产技术脱节等问题。学生在校期间主要学习土壤肥料学、果树栽培学、蔬菜栽培学等传统知识, 对传感器应用、数据分析、智能装备操作等新技术掌握不足^[2]。数字孪生技术的融入, 能够将抽象的植物生理过程、复杂的环境调控逻辑可视化、可交互化, 帮助学生理解智慧园艺系统的运行机理, 弥补传统教学在直观性和实时性方面的短板。

(三) 培养学生综合能力, 契合岗位能力新要求

在当前时代背景下, 农业企业的人才需求由注重生产技能, 逐渐转变成追求具有技术、管理以及经营的复合型技能^[3]。该类型变化意味着, 现代农业人才不仅需掌握农业生产技术, 还需认识现代企业运营管理知识, 掌握一定的市场洞察和经营头脑。同

项目信息:

教育部产学合作协同育人项目,《基于数字孪生技术的智慧园艺示范课程改革与实践》230804899231652;

四川省 2024-2026 年高等教育人才培养质量和教学改革项目,《双一流背景下设施园艺实践教学与创新创业教育融合的探索与实践》JG2024-0466。

第一作者: 卢威, (1989—), 男, 博士, 副教授, 博士生导师, 主要研究方向为智慧设施农业工程。

通讯作者: 龚荣高 (1975—), 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为果树优质高效栽培理论与技术。

时,智慧园艺属于新兴领域,融合农学、工程学等知识,其发展对人才提出新的要求。具体来讲,其要求学生掌握农学知识,熟练应用现代信息技术,积极构建数据驱动决策的分析思维。为了更好的培养复合型人才,需要对教育模式进行创新。如通过渗透数字孪生技术驱动项目式学习,可以使学生在虚拟环境内,经历生产规划、过程监控等全周期过程^[4]。高校还可以使用虚实结合实训,促进线上线下操作的融合,为学生营造真实的生产场景,系统性的锻炼与提升学生发现问题、应对等综合能力。通过综合性培训的开展,可以帮助学生将理论与实践相结合,提升其未来的职业适应性和竞争力。

二、数字孪生背景下智慧园艺示范课程改革实践策略

(一) 重构课程目标

高校可以根据 OBE 理念,促进课程目标调整,由掌握园艺生产知识和技能升级为具备智慧园艺系统设计、运行以及优化的综合性技能,其具体可以划分以下三个维度。第一,知识目标。需要学生全方位的把握和认识数字孪生技术,了解其基本定义、内涵以及复杂体系的架构,通过清晰界定并了解其在现代园艺产业的应用场景、路径以及发展前景^[5]。同时,学生需要系统性的掌握温室环节智能检测和精准调控相关的技术体系、作物生产过程以及预测模型的构建原理,为后续从事相关的工作打下坚实基础。

第二,能力目标。学生需要掌握数字孪生软件平台的应用技巧,可以完成园艺生产场景的各过程仿真,如三维建模、参数化配置以及动态仿真^[6]。同时,需要需具备对各环境传感器采集数据开展有效的分析、可视化解读等能力,并结合相关内容,制定科学、精准的温室环境调控对策。该目标要求学生初步形成系统集成和联动能力,可以整合多模块内容,如硬件感知、数据传输等,并可以对常见运行故障进行诊断、排查。

第三,素质目标。要求学生养成绿色、可持续发展的农业理念,并在日常学习、实践过程中贯彻环保意识。学生还需要重视数据的安全和隐私保护,在技术的应用过程中,不断强化自身的信息安全防护意识。通过开展项目式学习、实践,可以培养学生的团队合作、跨学科思维以及综合性创新能力。

(二) 重组教学内容

打破原有按作物种类划分的章节结构,构建“基础—核心—拓展”三级模块化课程体系:第一,基础模块。全面涵盖数字孪生技术导论、农业物联网系统基础知识、Python 数据处理与分析入门、以及植物生理生态学核心原理等内容,旨在为学生构建坚实的农业技术与现代信息科技相融合的双重知识基础,确保其具备后续深入学习的必要理论素养与实践起点^[7]。

第二,核心模块。精心设置了“温室环境数字孪生系统构建与应用”“果蔬作物生长全周期动态仿真模拟”“智能水肥一体化精准调控策略”以及“农作物病虫害智能预测与综合决策支持”四个紧密联系生产实际的专题。每个专题均设计为“基础理论讲授+虚拟仿真平台深度演练+实体设备实操验证”三位一体的渐进式教学链条,确保学生能够从认知理解、模拟训练到真实操作

实现能力的全面贯通与提升。

第三,拓展模块。在该模块可以灵活引进前沿课题,如农业机器人协同作业、农业全流程碳足迹的检测等。该模块的设置,有助于拓展学生视野,激发其创新思维能力,鼓励其构建跨学科团队,根据相关议题,积极开展综合性创新研究与实践活动,从而培养其复杂的农业系统问题技能^[8]。以“温室环境数字孪生系统”这一典型专题为例,教学实施路径具体而深入:学生首先系统学习各类环境传感器(如温湿度、光照强度、CO₂浓度传感器)的工作原理、选型依据与安装部署规范;随后,利用 Unity 或 Unreal Engine 等主流三维引擎,从零开始构建高保真度的温室三维虚拟模型;进而,将实体传感器采集的实时数据流接入该虚拟模型,实现环境状态的动态可视化渲染与同步映射;在此基础上,学生可在安全的虚拟环境中反复测试与比较不同智能控制算法对温室环境稳定性的调控效果;最终,将经过虚拟验证的优化算法与控制策略迁移部署至实体温室实验平台进行实际效果验证,完成从数字虚体到物理实体的完整闭环实践。

(三) 创新教学方法

第一,数字孪生技术支持的沉浸式教学模式。高校可以加强与企业的合作,共同建设虚拟仿真平台,为学生营造真实、细节丰富的虚拟温室环境,方便学生进行自主操作和练习。该教学方式的应用,可以打破传统农业实训所受的时间、空间限制,为学生随时参与实训创造前提条件^[9]。例如,面对番茄作物的数字化生长模型,学生可以对虚拟环境进行调整,如改变昼夜温差的参数,实时、直观的了解其变量对植株开花结果情况造成的动态影响,并在互动体验过程中,加深对作物生理生态规律和生产管理要点的认识。

第二,基于真实项目的驱动式学习(PBL)。高校的教学活动需要围绕农业生产的真实问题开展,积极设计项目教学主题,保障其具有明确目标与意义,如“某示范园区日光温室冬季生产能耗的综合优化策略”或“提升草莓立体栽培系统中光照分布均匀度的技术改造方案”等。在具体的项目实践环节,学生可以借助小组合作方式,积极完成全流程的训练,如现场数据采集和分析、多方案仿真模拟等^[10]。教师角色可以转变为学习的引导者、资源支持者等,更好的培养学生自主探究和团队合作技能。

第三,线上线下融合的现场教学与远程运维实践。智慧园艺示范课程的教学体系需要依托校内的园艺示范基地以及校企合作构建的现代化农业园区,开展分阶段、有重点的学生现场实训活动,切实提升育人有效性。面对大型农业设备运行维护、生产过程突发情况的应急处理等场景,可以借助数字孪生平台,更好的衔接真实生产系统的数据和操作界面,帮助学生可以更好的参与虚拟空间,进行安全的诊断演练。通过现场实操和远程仿真的有机融合,不仅可以保障整体的教学成效,还有助于降低实操的风险与资源消耗。

三、结束语

综上所述,数字孪生技术为智慧园艺发展注入动力,也为农

业教育改革提供契机。通过课程目标重构、教学内容重组等方式,可以促进智慧园艺示范课程改革,有效提高学生数字化素养与综合性能力,缩短育人和产业需求差距。同样,高校需重视改革的进一步深化,一方面,数字孪生模型精度、实时性需要进一步提升,并加强和科研机构的交流。另一方面,课程资源开放共

享机制尚未健全,需要积极探索区域联盟式的虚拟仿真基地,积极拓展教学资源覆盖范围。随着数字化等技术的发展,智慧园艺形态的演进,课程内容需要进行动态更新,促进相关产业的健康发展。

参考文献

[1] 冉龙彪,陈仰勇.基于园艺疗法的数字课程体系构建研究[J].科教导刊,2025,(32):74-76.DOI:10.16400/j.cnki.kjdk.2025.32.025.

[2] 陈苏丹,李秀珍,李学强,等.新农科背景下“智慧园艺”课程教学改革探索与研究[J].科技风,2025,(26):83-86.DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202526028.

[3] 朱继荣,陈楚,熊明华,等.“新农科”背景下地方师范高校园艺专业“植物生理学实验”课程教学改革探索[J].商丘师范学院学报,2025,41(03):85-89.

[4] 吴龙国,曹云娥,张瑶.基于虚拟仿真技术的设施园艺学课程教改探讨——以温室高品质番茄智慧种植虚拟仿真实验为例[J].现代园艺,2025,48(09):179-182.DOI:10.14051/j.cnki.xddy.2025.09.058.

[5] 王艳花,刘海利.“草莓的无土栽培”实验教学改革模式的探索——智慧园艺融入实验教学的新模式[J].教育教学论坛,2024,(49):70-73.

[6] 李兴涛,卢占军,佟晓楠.新农科背景下地方高校园艺专业卓越人才培养体系探索与实践[J].智慧农业导刊,2024,4(16):126-129.DOI:10.20028/j.zhnydk.2024.16.030.

[7] 黄芸.虚拟仿真技术在高等教育课程中的应用实践与思考[J].高教学刊,2024,10(23):114-117.DOI:10.19980/j.CN23-1593/G4.2024.23.027.

[8] 陈郑镔,蔡文燕,林莹.以新农科建设理念为导向的花卉学课程改革与实践[J].中国教育技术装备,2023,(15):101-103.

[9] 刘桂芹.虚拟仿真实践课程在园艺教学实践中的应用[J].中国果树,2022,(06):127.

[10] 宋思梦.甘孜藏区民族高校《果树栽培学》教学现状及建议[J].产业与科技论坛,2021,20(08):167-168.