

新工科背景下农林院校智慧教学的研究与实践

任院红*, 董连杰, 王丽娟, 杨雨时

河北农业大学理学院, 河北 保定

收稿日期: 2026年4月17日; 录用日期: 2026年6月9日; 发布日期: 2026年6月18日

摘要

面对“新工科”建设对传统农林类高校提出的学科交叉融合、人才培养模式改革等一系列挑战, 本文提出“数据驱动、AI赋能、虚实结合”农林类高校智慧教学新生态, 并以此为指导思想, 设计出其具体实现方式: 首先利用知识图谱(Knowledge Graph)技术挖掘及建立农业科学领域知识图谱中与计算机领域异构知识点之间的联系, 重塑多维交叉融合课程内在逻辑关系; 其二, 依托计算机视觉(Computer Vision)和VR技术搭建高仿真虚拟仿真实训室, 在农闲时间开展作物表型性状观测、病虫害自动诊断等全时段虚实结合实训; 其三, 运用深度学习(Deep Learning)算法(如LSTM模型), 创建学情发展规律时空序列预测模型, 面向学习过程开展多模态数据挖掘分析, 完成教学资源的智能推荐以及学业预警的精准干预。

关键词

新工科, 农林院校, 智慧教学, 工程教育, 教学模式改革

Research and Practice of Smart Teaching in Agricultural and Forestry Universities under the Background of Emerging Engineering Education

Yuanhong Ren*, Lianjie Dong, Lijuan Wang, Yushi Yang

College of Science, Hebei Agricultural University, Baoding Hebei

Received: April 17, 2026; accepted: June 9, 2026; published: June 18, 2026

Abstract

Against a series of challenges posed by the construction of Emerging Engineering Education to

*通讯作者。

文章引用: 任院红, 董连杰, 王丽娟, 杨雨时. 新工科背景下农林院校智慧教学的研究与实践[J]. 社会科学前沿, 2026, 15(6): 170-180. DOI: 10.12677/ass.2026.156463

traditional agriculture and forestry universities, including interdisciplinary integration and the reform of talent cultivation models, this paper proposes a smart teaching new ecosystem for agriculture and forestry universities featuring data-driven operation, AI empowerment, and virtual-real integration. Guided by this ideology, its specific implementation approaches are designed as follows. First, Knowledge Graph technology is adopted to mine correlations between heterogeneous knowledge points in agricultural science and computer disciplines and construct relevant links, thereby reshaping the internal logical relationships of multi-dimensional interdisciplinary integrated courses. Second, highly simulated virtual training laboratories are built based on Computer Vision and VR technologies to carry out full-time virtual-real integrated training activities such as crop phenotypic trait observation and automatic diagnosis of diseases, pests and weeds during agricultural off-seasons. Third, Deep Learning algorithms (e.g., the LSTM model) are employed to establish a spatio-temporal sequence prediction model for the development rules of students' learning conditions. Multi-modal data mining and analysis are conducted throughout the whole learning process to realize intelligent recommendation of teaching resources and precise intervention via academic early warning.

Keywords

Emerging Engineering Education, Agricultural and Forestry Universities, Smart Teaching, Engineering Education, Teaching Model Reform

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 绪论

1.1. 研究背景

由于新工科建设全面推进, 高等农业工程教育必然要经历从原单一专业学科体系向多相关专业融合式学科体系转变的重大调整, 而智慧农业[1] 3.0 时代的到来又促使农业生产加速数字化、智能化, 因此对人才的需求发生了深刻变化, 但毋庸讳言, 目前农林高校所采用的课程体系、实验实训条件装备及信息化资源都相对陈旧, 尚不能很好地满足新形势下复合型人才培养的需要[2]。具体而言, 农业生产本身有周期长、不可逆、成本高诸种特性, 故实践教学受真实场景的严格限制, 难以开展高频、可重复的训练。更根本的问题是现有教学资源以静态展示为主, 缺少支持交互学习的计算机视觉训练环境及数字孪生虚拟农场系统, 故理论教学与工程实践长期脱节[3]。二者叠加, 自然就制约了学生工程思维及系统能力的形成, 也直接阻碍了新工科理念在农林领域的切实落地。因此本文拟系统、有层次地挖掘 AI+ 大数据在农林教学场景中的应用, 对现有教学方式方法进行创新变革: 首先, 借助农林行业知识库中所构建的知识图谱, 将不同知识点彼此关联、互为补充, 由此自然、合理地帮助学习者建构完整、扎实的知识框架。

从理论上很自然、很清楚地看到, 对学生个性化学习情况加以挖掘有利于找准学生知识漏洞, 因此也更有利于生成个性化的学习方案, 切实提高教与学的实效性。而云端部署的智慧教学平台又天然适合于虚拟实验、智能诊断诸种优质资源的共享, 故对弥补区域教育差异、支撑乡村人才培养都有直接而重大的社会价值。更难得的是, 智慧教育有明确、成熟的逻辑框架: 以数据驱动教学决策, 以智能技术支撑个性化学习, 以虚实融合拓展实践场景, 其根本目标是以精准感知、智能分析、动态反馈各环节的有机结合, 促成教学模式从经验主导转向智能优化。在新工科建设蓬勃发展的今天, 农林院校肩负着培养

既懂农业科学，又掌握工程技术、数字技术的复合型创新人才的重要使命。但毋庸讳言，与工科、医学、制造领域相比，农林类专业实践教学仍存在实验成本高、场景复杂、重复训练难度大、极端农业环境难复现、跨学科知识体系分散诸种现实难题。传统教学模式在实践环节主要依靠实体实验田、固定设备及教师经验指导，显然不能很好地契合智慧农业、精准农业及农业数字化转型对高层次工程实践能力培养的新需求。

1.2. 国内外研究现状

智慧教育系统近年来在在线学习、学习分析、教学决策支持诸领域都已有十分成熟、扎实的应用，国外平台 Carnegie Learning、Knewton 和 Coursera 都很好地利用学习行为数据挖掘、认知诊断、自适应推荐诸种技术提供了较高水平的个性化教学服务。更难得的是，国外智慧教育已经从早期的学习管理系统自然、流畅地演进为数据分析驱动的学习体验系统[4]，有学校将农业物联网中采集的实时数据直接引入课堂教学过程，“让数据成为教科书”，由此让学生在解决实际问题的过程中学习工程项目知识[5]。自适应学习研究也已发展到基于项目反应理论及贝叶斯模型的应用阶段，在通用领域的学习分析上取得重大进展。但毋庸讳言，将教学算法切实、妥帖地应用于农业工程学科多模态复杂任务的研究尚属薄弱环节。与此形成良好补充的是，国内智慧树、超星学习通等平台在教学资源整合及过程性数据管理上已有突出成果，不过也应客观看待：目前二者更多服务于通识课程或标准化在线学习环境，对实践性极强、跨学科特征明显的农林新工科教学支持仍有明显提升空间。

国内各农林院校近年来对在线课程建设及虚拟仿真都做了十分扎实、有条理的工作，取得了很多可喜成果，但是毋庸讳言，目前各高校大多只是把教学资源做了数字化处理，在线互动、智能化分析的程度都还不够高，且现有研究成果多从一般教育数据出发，没有充分考虑农林类专业应用性强、时空特性突出等特点，因此 AI 技术在测评、推理、预测诸方面仍处在初级阶段[6]。故而建设基于集成的知识图谱[7][8]、认知建模及虚拟仿真训练的农林智慧教学平台，对培养高素质人才有直接而重大的现实意义。更难得的是，虚拟现实(VR)、增强现实(AR)以及数字孪生等技术已经在医学教育、工业制造、航空航天训练等领域得到极其充分、成熟的应用。Labster 用沉浸式虚拟实验环境很好地提升了科学教育中实验教学的效果，VirBELA 以多用户交互式虚拟空间的形式自然、妥帖地扩展了在线教学场景，国内已有若干高校建设的国家级虚拟仿真实验平台也正在切实推进实验教学的数字化升级。

然而，现有关于农业教育的研究大多基于相对固定的实验流程及单一任务场景，故其目前在农业领域的应用尚十分有限，尤其是对于复杂生态环境因素、多阶段作物生长规律、自然灾害等动态农业情境，尚未有能充分处理多变量耦合、持续演化、真实环境映射的成熟而系统的解决方案。与此形成极好补充的是，知识图谱技术在教育领域的应用已经日趋丰富，已在课程知识组织、学习路径规划、个性化资源推荐诸方面取得实质性进展。Squirrel AI、Knewton 等智能教育平台将知识点之间的关系明确建模，同时结合学习行为分析，因而能自然、有力地支持个性化教学。更重要的是，近年图神经网络(GNN)及深度知识追踪(DKT)方法的引入，极大提高了学习状态建模及推荐的准确性。但毋庸讳言，目前教育知识图谱相关研究多集中于数学、语言学习、计算机课程等相对标准化学科，对农学、农业工程、人工智能等多学科深度交叉背景下的知识结构组织尚没有专门、合理的设计，因此现有系统在支撑农林新工科课程中复杂知识关联、跨领域能力培养、综合学习路径规划诸种需求时必然存在明显不足。

2. 智慧教学体系架构设计

随着新工科与新农科建设协同发展，农林类高校从传统数字化向智能化教学发展阶段跨越[9]，在农

林工程教学中存在“场景开放、数据异构、实时性强”等问题，传统的单点中心化的信息化处理模式已经不能适应复杂多变的教学环境的需求，为此本文提出了面向“端-边-云”协同的智慧教学系统架构设计方法，旨在有效获取教学数据并进行智能化分析以及广泛利用，为农林专业课改工作提供技术支持。整体设计见图1。在虚拟实验场景设计过程中，系统重点关注高逼真度教学情境的构建，通过模拟真实农业生产环境、设置自主实践任务以及支持多轮次实验推演，为学生提供持续探索和反复验证的学习机会，从而促进其在虚实结合的实践过程中主动完成知识建构。与此同时，借助多模态学习分析方法和动态学习者画像技术，系统能够综合识别学生在学习行为、认知水平和知识掌握程度等方面的个体差异，并在此基础上结合知识图谱开展分层次、差异化的教学资源推荐，以更好地适应不同能力水平学生的学习需求。针对农林新工科课程跨学科知识结构复杂、学习负荷较高的问题，系统在推荐机制中进一步融入知识难度调控与前置知识补偿策略，通过控制学习内容复杂度、追溯基础知识薄弱环节，帮助学生循序渐进地掌握农业工程领域中的复杂知识体系。此外，本文采用深度知识追踪(DKT)与知识图谱相结合的方式，对学生的知识掌握状态进行动态监测与持续诊断，并依据诊断结果自动生成个性化补偿学习路径，从而实现更加精准和持续的学习支持。

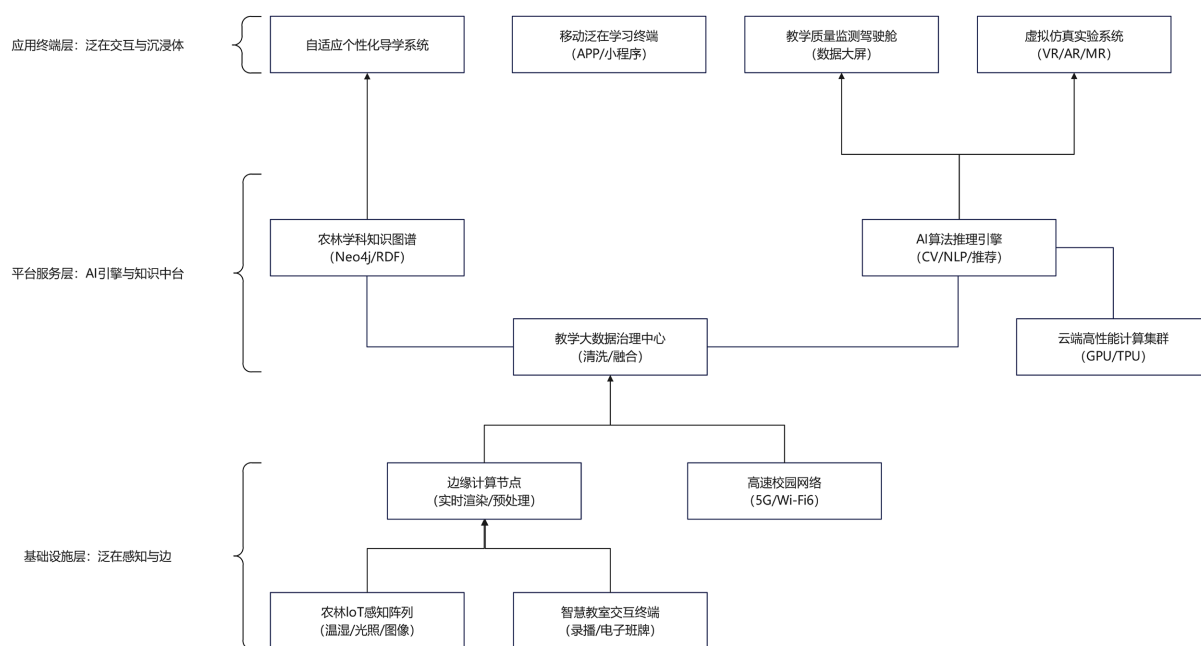


Figure 1. Teaching architecture

图 1. 教学架构

2.1. 架构总体设计与逻辑层次

设计的智慧教学架构包含三层，分别是基础设施层、平台服务层以及应用终端层。端侧感知：安装在实验林场、智能温室、智慧教室中的各类感知设备对环境信息、植物生长情况、学生上课状态进行检测。边侧计算：分布在教学大楼、实验林场等地的数据中心实现低延迟响应，包括视频流转码、传感器数据预处理及本地推理，保证高实时性及数据安全。云侧服务：云端提供高性能计算能力用于知识图谱构建、深度学习模型训练与教学数据的全局分析，实现面向全校的统一智能服务能力。该体系遵循“端侧即时采集、边侧快速处理、云侧深度分析”的协同逻辑，有效解决农林工程教学场景对实时性和异构数据处理的要求。

2.2. 基础设施层：多源感知与环境构建

物联感知层是智慧课堂的基础建设部分，主要包括以下几方面内容：(1) 农林物联网感知网：利用光谱仪、墒情仪及激光雷达(LiDAR)构建大面积实时监测网，获取植物营养状况及森林冠幅信息，并将这些信息以 MQTT 的方式传输到教学云中供学生实训以及开展课题研究。(2) 智慧教室环境系统：包含高清自动录播、空气质量监测、课堂行为采集等，完成教学过程全记录，为教学行为分析及课堂质量监测提供基础数据支撑。(3) 边缘网关设备：在数据源附近布置具有 AI 推理能力的边缘网关，将原始数据经过清洗、去噪以及特征提取后，只上传特征信息，大大减轻了带宽及存储压力。

2.3. 平台服务层：知识图谱与智能服务引擎

基础设施层是提供教学支撑的各种资源和服务；应用支撑层是为智慧教学系统各功能模块提供基础支持的服务集合；业务应用层是基于平台提供的各类服务来实现的具体教学功能模块及对应的交互界面。(1) 农业信息服务平台。主要包括农林类相关知识库、数据库以及大数据分析挖掘工具等。其中，农林类相关知识库主要包含农林类专业知识图谱、农林类相关行业标准库等。如建立农林学科知识图谱，运用自然语言处理方法从课本、论文、项目案例中获取实体、关系和属性，形成“作物-病虫害-装备-防治策略”多层次多维度的知识网络，以知识图谱的形式对不同学科间的教学资源进行有机整合，并开展关联计算推导。(2) AI 算法引擎中台：集成了 Tensorflow 和 PyTorch 等算法引擎，实现图像识别、学情分析以及智能推送等功能。图像识别功能是利用 Yolov8 等模型实现农作物病虫害和农机设备零部件无人值守识别的功能；学情分析功能是基于 LSTM 或者 Transformer 的学习情况识别并对学习成绩进行预测；DNN 推荐模型进行个性化资源推荐。

2.4. 应用终端层：沉浸式与泛在化教学模式

应用终端层面向教师及学生，主要包括：(1) 虚拟仿真教学系统：采用 Unity3D 或 Unreal Engine 开发大型农机装备、森林火灾扑救等虚拟仿真系统，对复杂的工程进行可视化的模拟练习。(2) 移动泛在学习平台：满足不同终端的学习需求以及情景化学习的要求。当学生到达实验林场后，基于 LBS 的位置信息自动推送相关的植物信息及工程养护知识进行现场学习。(3) 智慧教学驾驶舱：可视化展现教学运行状况、学情分析以及教学质量情况，辅助教学治理工作开展。

2.5. 国内外典型系统对比分析

Table 1. Comparison between this system and typical smart education platforms

表 1. 本系统与典型智慧教育平台对比

比较维度	Labster (丹麦)	Squirrel AI (中国)	国家虚拟仿真平台(中国)	本研究系统
虚拟实验功能	√	×	√	√
数字孪生能力	×	×	部分支持	√
个性化推荐	部分支持	√	×	√
知识图谱支持	×	√	×	√
多模态学习分析	×	√	×	√
农林交叉学科适配	×	×	×	√
极端农业情景模拟	×	×	×	√
教学闭环反馈	部分支持	√	部分支持	√

与目前典型的智慧教育平台相比,不同系统在功能定位、应用场景上各有特色,也各有明确而客观的局限(见表1):Labster在虚拟实验教学方面十分成熟,能给学生极强的沉浸感,但是毋庸置疑,其主要面向标准化科学实验,故缺少针对学习者差异的个性化推荐机制,且在农林类专业场景中的适配性尚有待提高。Squirrel AI在个性化学习分析、精准导学两方面都做得极好,能用智能算法有力支持差异化教学,但亦不难发现其核心优势集中于认知诊断及资源推荐,尚缺乏实践教学、虚拟实验、复杂工程训练环境的直接支撑。国家级虚拟仿真实验教学平台在实验课程数字化方面有十分扎实、成熟的积累,但是目前多数平台仍以单门课程或单一实验模块为基本单元,因此整体上尚未形成覆盖学习分析、资源推荐、实践训练、教学反馈诸种要素的真正系统化的数据驱动闭环。与此形成极为自然、妥帖对比的是,本文所设计的智慧教学系统将数字孪生技术、知识图谱、多模态学习分析及农林交叉学科教学需求四者有机、流畅地融合在一起,在系统架构上实现了更高层次的综合集成。因此该系统既有利于支持复杂农业场景下的虚实融合实践训练,又能实时、准确地捕捉学生认知状态,据此自动规划个性化学习路径,由此在教学精准性、跨学科知识组织能力、实践创新能力培养诸方面都给出完整、切实可行的智慧教育解决方案,也因而更契合新工科背景下农林院校复合型人才培养的实际需要。

3. AI 赋能的教学模式创新

由于新工科背景下农林高校工程类人才培养所遇到的学科交叉融合、技术迭代升级诸种问题日趋突出,故以固定知识点为基础进行单一维度教学已经不能很好地满足面向“智能农机装备”的宽口径人才培养的需要[10]。因此,本节从AI技术赋能的角度出发,系统、有层次地介绍数据支持下的精准化个性化导学路径,再以《智慧农业导论》为具体案例,自然、妥帖地说明基于知识图谱智能推荐技术实现精准化教学的方法策略。

智慧课堂教学场景中人工智能支持下的个性化导学机制与知识图谱驱动的资源推荐体系彼此衔接、互为补充,是实现精准教学十分明确、有层次的技术基础:首先系统从学习管理平台(LMS)、任务完成时间、学习资源访问情况、论坛交互行为、视频行为监测诸种数据源中对学生学习过程的行为表现及结果信息做系统、规范的数据采集,由此自然地建立起较为完备的学习数据基础。继而利用长短期记忆网络(LSTM)、深度知识追踪(DKT)等机器学习方法对学生的学习行为序列做动态分析,客观、可靠地识别学生的学习进度、认知状态、知识掌握水平及薄弱环节,因而能自然地构建起细粒度的学习者画像模型。更重要的是,系统将面向农林交叉学科特点所设计的知识图谱加以充分利用,对农业科学、计算机技术、工程实践各领域的知识实体及其先修关系、逻辑关系、教学资源予以结构化组织,再用图神经网络等方法做知识关联推理及学习路径分析。因此,系统能根据学生当前的认知状态自动、及时地发现知识掌握的不足之处,回溯相关前置知识节点,据此给不同学生提供真正差异化的教学支持:对基础薄弱的学生推送分层次补偿资源及结构化指导,对能力突出的学生推送拓展性学习任务及研究型资源,由此自动生成个性化的学习路径。更深刻地说,该机制让教学模式从传统依靠教师经验的统一式教学平稳、有序地转向基于数据分析的精准干预,也使教学决策从“面向整体班级”自然、妥帖地转向“面向个体差异”,故而教学资源配置效率提高,教学适应性增强。最难得的是,此种设计为农林新工科背景下跨学科知识整合、复杂工程能力培养及复合型创新人才发展都提供了切实可行、有的放矢的技术支撑。

总之,由于AI在农林院校新工科教学中的应用有利于提高教学模式的弹性及准确性,又有利于为不同学科课程体系的建设提供新的技术支持,而学习者数据化模型、基于图的数据知识推荐算法都可自然、妥帖地服务于因材施教和跨界融合,因此很有利于培养解决复杂农业工程问题的复合型创新人才。

4. 虚实融合的实践教学体系:从实体田间到数字孪生

由于新工科建设对复合型人才培养提出了新的、更高的要求,而农林类实践教学又受自然周期长、

实验限制多、设备风险高诸种客观因素的严重影响，故现行模式不能很好地满足需求。因此，基于数字孪生技术的虚拟实验场建设绝不止是对农业场景做表层的三维可视化重构，而是要从深度实践教学需求出发，系统、有层次地构建融合机理建模、数据分析、交互推演于一体的虚实协同实验体系，赋予其动态模拟、状态预测、实时反馈诸种能力。具体而言，在系统架构上首先利用物联网传感设备对真实农田环境进行精细化、连续化的数据采集，采集土壤水分、养分含量、温湿度、光照、风速及作物各生长阶段的关键指标，再将多源异构数据实时、可靠地映射到虚拟环境，与作物生长机理模型自然无缝衔接，由此自然地建立现实农田与虚拟试验场之间的动态同步机制。更重要的是，虚拟实验场能据此自动更新，作物在虚拟空间中的结构、生理状态、生长过程都与现实环境同步演化，真正形成现实系统与数字模型双向交互、彼此迭代的完整数字孪生闭环。

由于要提高复杂农业系统建模的精度，因此本文自然、妥帖地引入了数据驱动模型与生长机理模型结合的混合建模框架：用长短期记忆网络(LSTM)处理温度、湿度、灌溉周期、施肥频率诸种时序环境变量，直接、可靠地提取作物生长动态规律，同时用卷积神经网络(CNN)处理作物叶片图像、病虫害症状及表型变化等空间数据，准确提取农业对象的空间特征。更难得的是，把机器学习模型所得的预测结果与传统作物生理生态模型合理融合，由此得到既有数据预测能力又受生物机理严格约束的耦合模型，故而虚拟作物的生长过程既符合环境变化趋势，又严格遵循农业生产中的客观生物学规律。

平台在教学应用上很好地支持“提出假设 - 模拟推演 - 结果验证”的循环式实验学习模式：学生先在虚拟环境中进行灌溉调控、施肥管理、病虫害防治诸种操作，再由平台根据实时环境参数及历史数据对不同管理措施下作物长势、产量变化、病害扩散趋势做多情景模拟，所有结果均以可视化形式及时、清楚地呈现，因此学生可以反复推演、主动比较，自然、扎实地掌握农业生产决策的原理，也由此切实提高数据分析、科学判断的能力。更难得的是，平台能模拟干旱、洪涝、冻害、病虫害暴发等现实中极难再现的极端农业情境，将气象模型、群体扩散模型有机结合，对灾害发展过程做动态、合理的演化模拟，同时对各种干预措施的效果予以明确量化评价，故而能给学生提供真正贴近真实生产场景的优质教学体验。

由于数字孪生虚拟实验场大大有利于提高农林实践教学中的实验的可重复性、安全性及对复杂场景的适应能力，故而能借助虚实联动、多模型融合、多情境实验诸种手段，在相对低成本、高频率的教学环境中让学生进行系统、扎实的训练，由此切实提升其农业数据处理、系统建模、复杂工程问题解决诸种能力，也自然地为农林院校培养新工科发展需要的复合型创新人才打下良好基础。

5. 智慧评价与管理系统：基于多模态数据融合的教育质量闭环

在新工科 + 新农科建设中[11]，单一的结果性评价难以满足复合型农林工程人才培养的需求。为此，本节提出了面向智慧评价管理的教学大数据挖掘方法，借助人工智能、物联网及信息抽取等技术手段进行数据采集，并对采集到的大数据进行分析，从而达到对学生能力及及时评价的目的，形成 PDCA 质量持续改进模式。构建多维智慧评价指标体系。

5.1. 多维度学生能力评价模型

针对上述评价存在的只关注最终结果而忽视过程跟踪、仅能提供单一维度的能力评价而不具备能力画像的问题，本文提出基于学生行为日志、实验记录及课程讨论区文本信息的多源异构数据融合的学生认知能力智能评价方法。在认知能力评估环节，采用深度知识追踪(DKT)方法对学生的资源访问序列、作业提交以及学习轨迹进行深度学习建模分析。此外，基于知识图谱可以实现对学生重要知识点掌握程度进行动态预测，挖掘学生的遗忘曲线及迁移性，从而得到更加精准的学生认知情况分析结果以辅助教师

授课。第二，针对技能层面的测评，将仿真教学软件中的虚拟仿真平台与实际试验平台连接起来，在虚拟仿真平台中通过对实验步骤、错误行为以及资源使用情况进行监测，借助序列模式挖掘分析学生解决工程技术问题的能力；在实物操作过程中，采用传感器记录农机作业过程、试验设计条件及作物表型测量准确程度，结合机器视觉对比农机作业成果，将无法量化的问题解决能力转换为可量化的评价维度。

5.2. 非标准化考试改革与 AI 自动评测机制

考虑到开放性和综合性的任务越来越多地进入课堂，本平台开发了面向开放性答案自动评价的方法，在文本型任务评价方面利用基于 BERT 的预训练模型作为语义分析模块，将学生提交的解决方案与教师提供的标准答案生成语义表示并进行相似度匹配；同时借助于因果关系提取算法判断论点之间的因果逻辑是否严密。比如在农业工程方案设计题中，在判断内容是否涵盖关键要素的同时，也能检查逻辑推理是否形成闭环，避免单纯依靠关键词对比造成的片面性。在图纸、代码测评方面，搭建多模态分析模型。针对工程图纸，借助 CNN 和 OCR 对构图规则、连线方式以及标记标准进行自动化审核；针对控制类代码，采用静态检查 + 沙箱执行的方式，从算法设计、容错性以及特殊工况等方面考察其合理性，为过程性技能考核提供依据。根据以上测评情况，形成可视化学情分析，如能力雷达图、班级分布图以及知识点掌握热力图，并对教学效果进行可视化呈现。一方面帮助老师发现薄弱环节，从而有针对性地调整教学设计及实施过程；另一方面帮助学生及时获取个人能力成长报告，从而明确自己的优势和劣势，有针对性地获取学习资源。同时设置预警功能。对某一能力维度持续降低或学习行为存在异常的情况进行预警提示，并提出相应干预措施，促使教学由被动的终结性评价转为过程化监控，“评价 - 反馈 - 改进”。

6. 应用效果与数据分析

为进一步验证新工科背景下智慧教学模式在农林高校中的有效性，在一所省属农业类强校中选取了信息与电气工程学院的学生作为实验对象进行了为期一年的教学实践。2022 级学生采取传统教学方式进行治疗，2023 级学生采取基于知识图谱的学习指导系统、基于深度学习的课堂观察系统及基于虚拟仿真平台的辅助教学方法进行教学实践。对两个班级学生的入学成绩以及所学过相关前导课的成绩进行独立样本 T 检验，结果表明两者之间没有显著差异($p > 0.05$)，具有可比性。

6.1. 学业成绩与知识掌握度

实验组学生期末成绩平均提高 12.4%，不及格率由 8.5% 降至 1.2%，显示知识图谱驱动的自适应推荐机制有效弥补了学困生的知识盲区。高阶思维能力在涉及复杂工程问题的主观题上提升 18%，得益于嵌入计算机视觉案例库和实际 AI 项目训练，实现理论与实践的深度融合。实验班学生参加创新创业及智能农业装备比赛的比例达到 85%，获奖比例达 35%，远超过对比班(45%, 12%)。获奖作品多采用 CNN 分析作物表型或者物联网边缘计算实现温室环境控制，说明将人工智能实训环节融入到智慧课堂中能大幅降低使用难度，加速知识获取到原型开发。调研发现，实验班学生线上学习时间达到 8.4 小时/周，约为对照班的 2.6 倍；知识图谱浏览深度变深，提问趋向于算法改进、模型应用等较深层次的问题；基于 RL 的智能问答功能可为学生提供及时的学习反馈，帮助其获得更好的沉浸式学习体验。

6.2. 学生满意度

在期末调查中，有 84% 的学生表示喜欢这种基于智慧教育的教学方式，“非常喜欢”的人数也达到接近一半的比例；大多数同学都表示使用该方法后可以形成系统的知识体系框架，在一定程度上解决了之前课程资源“一刀切”的现象。也有少部分同学反映高峰时段打开网络课程会出现卡顿的情况，并且有些项目确实比较难，这说明后期还需要进一步提高服务器计算能力并设置不同层次的引导任务以满足

不同程度的同学需求(见图 2)。

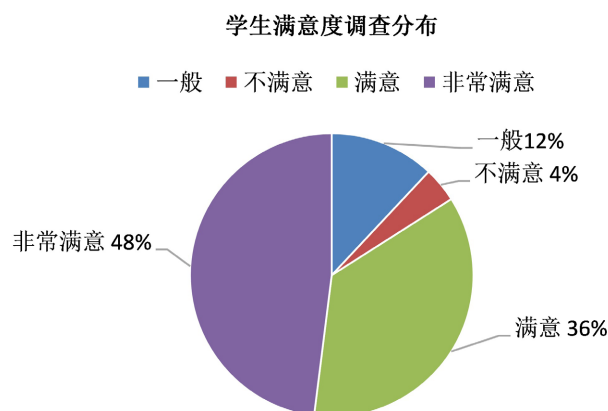


Figure 2. Distribution of student satisfaction
图 2. 学生满意度调查分布

从学业成绩、实践能力、学习行为及满意度诸种数据出发,本章十分自然、妥帖地论证了智慧教学模式对农林院校的明显优越性:即其有利于提高知识掌握水平及高阶思维能力,又能借助 AI、知识图谱、虚拟仿真诸种手段切实激发学生内驱力及创新潜能,故而将该模式在更广泛专业中推广的理由阐述得十分清楚。但毋庸讳言,受实际教学管理安排及课程组织条件的限制,本研究没有在同一年级内开展完全随机分组实验,而是采用自然班级作为实验组和对照组的准实验研究设计。此种设计更贴近真实教学情境,却也带来一个不可避免的问题:不同组别在知识基础、学习习惯、背景特征诸方面可能存在初始差异。因此,本文采取了严谨、成熟的统计方法:先用协方差分析(ANCOVA)对学生前测成绩等关键混杂变量予以统计控制,继而结合若干统计检验方法对结果做了系统、稳健的可靠性检验。尽管如此,也必须坦陈,无论怎样设计,教学环境、个体差异及其它外部因素都可能对结果产生影响。因此,本文研究结论更宜被合理地解读为:该智慧教学模式在真实教育实践中的应用价值及推广潜力,而非严格意义上的因果推断。由此自然、妥帖地引出未来研究方向:在条件允许时采用更为严谨的随机对照实验设计(RCT),扩大样本量,开展跨院校多中心实验,并做长期纵向跟踪分析,方能真正提高研究结果的内部效度、外部普适性及科学解释力。

6.3. 实验设计的局限性分析

首先,由于受到实际教学组织方式和课程安排条件的限制,本研究未能在同一年级学生中实施严格的随机分组,而是采用自然班级或不同年级学生作为实验组与对照组开展比较研究,因此整体上属于准实验研究范式。虽然研究过程中通过前测成绩控制、协方差分析(ANCOVA)以及多元统计分析等方法尽可能削弱学生原始能力差异对结果的干扰,但仍难以完全排除若干潜在混杂因素的影响,例如不同年级学生在知识基础、学习习惯、课程经历、教师授课方式、外部学习资源获取条件以及教学环境变化等方面可能存在的差异。

基于此,本文研究结果更适合用于评估智慧教学模式在真实教育场景中的实践应用价值,而在严格意义上的因果关系推断方面仍存在一定局限。未来若具备更充分的实验条件,可优先考虑采用同年级随机对照实验设计、跨院校多中心研究模式或长期纵向跟踪研究,以进一步增强研究结论的内部效度、外部推广性与科学严谨性。

此外，智慧教学模式更大范围推广应用的过程中必然要面对若干有层次、有逻辑的现实问题，可十分自然、妥帖地归纳为三个方面：第一，目前不少教师在人工智能工具应用、教育数据分析、虚拟教学场景设计诸方面的数字素养尚不充分，故而系统实施的效果会受到影响。因此要建立系统化的教师培训机制、智慧教学能力认证体系，以及跨学科协同教学团队，切实提高教师适应新型教学模式的能力。第二，不同院校的课程结构、教学目标、资源配置都各不相同，课程标准化程度不高就会成为统一推广的明显障碍。故宜开发模块化、可配置的课程模板，并据此构建符合区域特点的差异化知识图谱版本，让系统更灵活、更适配。第三，现有研究对智慧教学模式的教学效果多从单学期角度予以考察，而其对智慧教学模式在长期人才培养、工程实践能力提升、农业数字化适应能力形成诸方面的实际影响还没有充分论证。因此，今后宜开展长期纵向研究，对学生综合能力发展做持续、严谨的跟踪分析，方能真正充分验证智慧教学模式的长期教育价值。

7. 结论与展望

7.1. 研究总结：新工科范式下的农林智慧教学重构

本文从国家新工科建设出发，在农林高校信息化建设背景下，解决农林高校信息化建设中存在的诸多问题，并以数据为载体，以算法为核心，打造智慧教育模式。旨在打通农业科学类专业的理论知识与人工智能交叉融合，探索一条“农林 + 人工智能”的融合之路。其中，第一个切入点是基于多源异构信息融合下的深度学习应用于实验课程方面。利用 CV 的作物病虫害识别技术及对林木长势监测分析，将田间经验可视化为知识，解决以往授课中“只可意会不可言传”的经验主义难题。其次，以知识图谱为基础构建的学科知识点网状关系，实现跨学科知识点之间的动态关联以及智能推荐，重构学生认知逻辑，增强解决复杂农业工程问题的能力。第三，全周期的教学数据采集与分析形成一个闭环，使得实现个性化精准育人成为可能，评价也由单向度的结果评价转变为过程评价与结果评价相结合的多元评价。总之，在新工科学背景下开展农林智慧教学绝非将新技术进行简单的堆砌，而是对整个教学方式的一次变革。其本质是基于智能化手段优化教育教学过程，培育具有计算机素养和农情农意的创新型拔尖人才。

7.2. 未来展望：从数字孪生到认知智能

沉浸式是未来农林教育发展的必然趋势之一，包括以下两个方面：一是基于元宇宙的虚拟农林生态环境。在虚拟空间中呈现一个高度逼真的雨林生态系统或者智慧农业温室大棚，在其中可以开展森林灭火演练、濒危植物种植保护以及气候变化模拟试验等活动，而且不会产生任何危险和费用，完全模拟真实情境下的农林实践活动全过程，打破时间与空间限制，直接观察宏观环境变化及微生物体的生命活动规律；二是基于垂直农林业的大规模教育预训练语言模型(Ag-Edu-LLM)，将数以十亿计的论文、书籍以及实验报告作为训练集，在任何时间、地点回答学生的问题，为他们编写实验步骤和程序设计并帮助老师随时更新教学资料，进入“教-学-智”的三维常态化状态。总之，本研究验证了智慧课堂在农林工科类课程教学中的有效性，可为进一步开展面向数字孪生技术的认知科学研究提供支撑条件。

基金项目

教育部产学研合作协同育人项目“青年数学教师教学能力提升工作坊”(220505061302209)。

参考文献

- [1] 梁志勇, 杨明, 江荣旺. Web3.0 背景下可信区块链技术赋能智慧农业的研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2023, 35(8): 41-43.

-
- [2] Liu, Z., Zhang, Z., Liu, Q., et al. (2023) Cultivation of Innovative and Compound Talents for Agricultural Engineering Graduate Students. *Agricultural Engineering*, **13**, 127-130.
- [3] Spyrou, O., Ariza-Sentís, M. and Vélez, S. (2025) Enhancing Education in Agriculture via Xr-Based Digital Twins: A Novel Approach for the Next Generation. *Applied System Innovation*, **8**, Article 38. <https://doi.org/10.3390/asi8020038>
- [4] Shamsuddinova, S., Heryani, P. and Naval, M.A. (2024) Evolution to Revolution: Critical Exploration of Educators' Perceptions of the Impact of Artificial Intelligence (AI) on the Teaching and Learning Process in the GCC Region. *International Journal of Educational Research*, **125**, Article ID: 102326. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102326>
- [5] Inthasuth, T., Rawangwong, S., Kiattrakoon, R., Suksong, S., Sureeya, K. and Ibrahim, S.Z. (2025) IoT Communication Learning Kit for STEM Education for Smart Agriculture Application. 2025 *International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications (ITC-CSCC)*, Seoul, 7-10 July 2025, 1-4. <https://doi.org/10.1109/itc-cscc66376.2025.1113> Revolution7643
- [6] 王耀君, 徐国威, 朱建军, 等. 农业领域大语言模型研究进展[J]. 农业机械学报, 2025, 56(9): 240-256.
- [7] 王叙. 基于农业知识图谱决策系统的数字足迹评估与研究[D]: [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 2025.
- [8] 廖钰婷. 面向农业信息应用的农产品知识图谱构建[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州财经大学, 2025.
- [9] Zheng, X.T. and Ma, L.W. (2025) Research on Curriculum and Instruction in Digital Intelligence Empowered Engineering Education Based on First Principles. *Frontiers in Education*, **10**, Article 1659412. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1659412>
- [10] 董映堂, 董礼铭. 农机装备智能化改造的技术路径与实施方案研究[J]. 中国农机装备, 2025(12): 25-27.
- [11] 施印炎, 汪小岳, 郑恩来, 等. 新工科与新农科融合背景下农机专业虚拟教研室建设探究[J]. 农业工程, 2025, 15(7): 133-136.