

很难满足不同专业学生不同层次的知识诉求，模块内容更新依赖教师的经验，难以跟踪科学前沿领域的新动向。第二，教法形式虽然丰富，但大多是对内容的呈现、简单的流程管理，不能有效地对学生的学习活动进行动态地观察、及时反馈，因而不能针对学生出现的知识盲区开展准确的教学干预；教学的互动也多为“应答事先预设好的问题”，不是学生真实探究结果的过程性体验。第三，混合式教学模式缺乏“协同性”，“课前一课中—课后”的整个模式流程虽然完整，但各环节相互割裂，学习过程容易被拆解成零碎的任务点，缺少贯穿课程始终能够激发内在动机的、完整的项目化的复杂项目过程；线上、线下资源的整合多为“简单叠加”，未能根据学生的学习数据作出合理调配，教学资源的利用率较低，难以体现混合式教学的“协同性”。第四，实践教学与理论教学的深度融合不够，现有实践多为验证性实验，缺乏真实场景下的综合性、探究性项目设计，学生难以将分散的知识应用于复杂土壤问题的解决，导致理论知识向实践能力转化的效率低下，难以满足行业对土壤学人才“能解决复杂实际问题”的需求。第五，现有评价方式单一，忽视了学生在学习过程中展现的思维演变、探究路径、协作互动及问题解决策略，难以精准、全面地反映学生在实践中形成的综合能力、创新思维与持续发展潜力，更无法为教学改进提供细致、动态的反馈依据。

上述痛点的核心症结在于，现有改革仍未突破“以教师为中心”的传统逻辑，缺乏对学生个性化学习需求的精准感知、学习过程的动态追踪与教学资源的智能调配能力。而人工智能（AI）技术具备的数据挖掘、精准预测、个性化推荐等核心优势，恰好为破解这些痛点提供了全新的技术路径。基于此，本文聚焦“AI 驱动的土壤学项目式教学模式构建与实践研究”，旨在以 AI 技术为核心支撑，以项目式学习为载体，将 AI 的精准化、智能化优势与项目式教学的实践性、探究性特点深度融合，通过构建“需求精准匹配、过程智能调控、成果个性评价”的新型教学模式，破解现有教学中的个性化适配不足、资源整合低效、理论实践脱节等痛点，最终实现土壤学教学质量的迭代升级与“强基础、重实践、善创新”的高阶人才培养目标。

2.改革的思路

本文的改革总体思路为“以范式转变为引领，以精准融合为路径，以高阶能力为目标”。核心思路是跳出对传统教学流程进行“技术修补”的层面，利用 AI 技术彻底重构教学的核心逻辑——从“以教师经验为中心的预设式知识传递”转向“以学生个性化发展为中心的生成性问题解决”。

具体体现为三条改革路径：（1）内核驱动重构：以“复杂的真实性项目”替代“固定的教学章节”，由“知识模块”转换为“复杂项目”，使学生主动发现、筛选、整合和应用原本割裂的知识单元，实现知识学习的意义与内化。（2）技术角色升维：将 AI 从流程管理工具转变为深度认知伙伴，利用其数据洞察、个性推荐、模拟推演与智能评价功能，为项目式学习提供全过程、自适应、生成性的支持，破解传统项目式教学管理中的指导不足、评价困难瓶颈。（3）教学流程再造：从“环节割裂”到“数据贯通”，打破“课前一课中—

课后”机械的时空割裂，通过项目进程与 AI 记录的连续性学习数据流，将线上与线下、理论与实践、自主学习与协作探究无缝衔接，形成线上线下深度融合、理论实践即时转化的“一体化学习闭环”。

3.教学改革的内容

3.1 AI 驱动的个性化教学内容与项目体系重构

打破原有教材的固定章节，设计源于生产实践、科学前沿、行业实际的综合项目。第一，建立多维度学生需求画像数据库：将 AI 技术融合学生专业（农学、环境科学、园林工程等）、学生水平（基础知识、认知水平、兴趣爱好）、行业就业需求等数据，通过大数据分析算法来构造学生各层次的需求画像，分析出不同群体学生有哪些学习短板、哪些能力欠缺；第二，构建更新动态化模块式内容资源库：模块化内容按照学生需求画像的指引，分模块设基础模块、低阶应用模块、高阶应用模块。基础模块包括：土壤形成、土壤物质组成、土壤肥力等基础知识；低阶应用模块面向外专业（农学、林学、园林、园艺等）学习土壤学，土壤学是这些专业的专业基础课，要求学生了解土壤作为重要环境要素和资源的一般特性，掌握与本专业密切相关的重要土壤学知识，为后续专业课程学习（如作物栽培、林业生态、污染修复等）奠定基础；高阶模块主要针对农业资源与环境专业设置的，是该专业的核心专业课，将与 AI 实时生成跟踪的土壤学学科前沿（如智慧农业土壤调节、碳中和农田土壤固碳等）、行业标准、行业发展（例如特色农业生产土壤改良、矿区土壤修复）等结合，实现课程内容的实时更新、精准推送等。第三，设计分层递进的项目任务：根据学生需求的自画像，把项目任务分为基础验证型、综合应用型、创新探究型。基础验证型项目是检验核心概念的理解与基础知识的巩固（如土壤有机质的调控技术），适合低年级或基础较低的学生；综合应用型项目是围绕“真实问题”展开（如某片田块土壤肥力提升方案设计），适合中等基础学生；创新探究型项目是围绕“前沿问题”而开展（如 AI 时代的土壤肥力的动态监测与预测研究），适合高年级学生或基础水平高的学生，做到项目“千人千面”的任务匹配。不同模块的项目设置如表 1 所示。围绕知识点，每个项目按“知识—技能—创新”关联思路提出驱动性问题，提出核心任务和成果，明确 AI 赋能点，让教学内容从“静态模块”变为“按需建立、动态叠加的活态资源”。

表 1 不同模块的项目设置

模块	知识点	项目名称	驱动问题	核心任务与产出	AI 赋能点
基础模块	土壤养分	土壤“营养快速诊断”	土壤中的养分含量是否满足作物生长需求？	养分测定：测定氮、磷、钾等速效养分； 养分丰缺：判断土壤养分的丰缺状况； 拟定基础施肥建议：为一块小麦农田制定简单的施肥计划。	测定结果录入 AI 模拟仿真系统，生成养分雷达图，衔接肥料数据库进行施肥推荐。

模块	知识点	项目名称	驱动问题	核心任务与产出	AI 赋能点
低阶应用	土壤理化性质（农业生产）	构建高产粮田的“肥沃耕层”	如何为典型高产农田设计一个“肥沃的耕作层”？	障碍因子诊断：分析农田土壤的主要障碍因子； 综合改良方案设计：结合耕作、灌溉、秸秆还田等措施； 效益评估：估算改良措施对产量和土壤肥力的提升。	调用不同障碍因子参数，模拟区域内不同改良措施对土壤肥力和作物产量的影响。
高阶应用	土壤水肥气热调控（智慧农业）	农田土壤健康智能诊断与调控	如何整合遥感数据与监测数据，实现土壤肥力的实时诊断与精准调控？	数据库建立：建立传感器、无人机的数据库。 诊断算法开发：建立土壤障碍问题的识别模型。 生成智能调控措施：输出多变量的决策建议。	利用 AI 进行前沿追踪，持续加入智慧农业领域的新案例库，并与市场行情数据相结合。

3.2 AI 赋能的项目式教学实施流程优化

针对多样教学方法“形式化”、混合式教学“协同性欠缺”的短板，以 AI 技术为依托，优化“课前一课中一课后”3 个环节的项目式教学流程，增强 3 个环节的协同性。教学流程如图 1。第一，课前精准预习与准备：AI 系统依据学生需求、项目任务，自动给出个性化预习材料（微课、文献资料、前置知识点自测题等）；同时，自动进行智能分组，考虑学生的学习能力、性格特点、兴趣等，自动合理地进行项目小组分组，给出每个小组分工建议；学生完成预习，AI 系统自动批改前置知识点自测习题，生成班级共性问题清单、个人存在的问题报告，帮助学生课中学习重点把握。第二，课中智能互动和管理：借助 AI 互动教学平台实时捕捉学生项目的实验操作（如实验结果插入、讨论发言等内容），基于学生的发言内容使用语言处理技术判断学生对知识的掌握情况；针对班级普遍存在的问题，教师进行统一讲解，充分运用虚拟仿真实验平台，强化学生对重要知识的认识；AI 会针对个别薄弱点自动推荐量身定制的学习辅导资源（比如视频、案例等），辅助老师答疑；同时 AI 实时监测项目中存在的风险点（比如实验操作不规范、项目小组分工失衡等），及时提醒，保证学生顺利完成项目。第三，课后个性化巩固与成果深化：AI 根据学生课内完成项目的表现、知识掌握情况，推送个性化的“巩固题目”（针对性练习或阅读拓展材料）；根据完成的项目成果，AI 辅助教师进行初步审查，形成项目成果修改意见（例如方案设计的可行性、数据结果的准确性）；同时搭建“项目成果呈现”平台，推荐优秀的项目案例供学生参考学习，鼓励学生利用“平台”开展小组间的交流，深化项目学习效果。

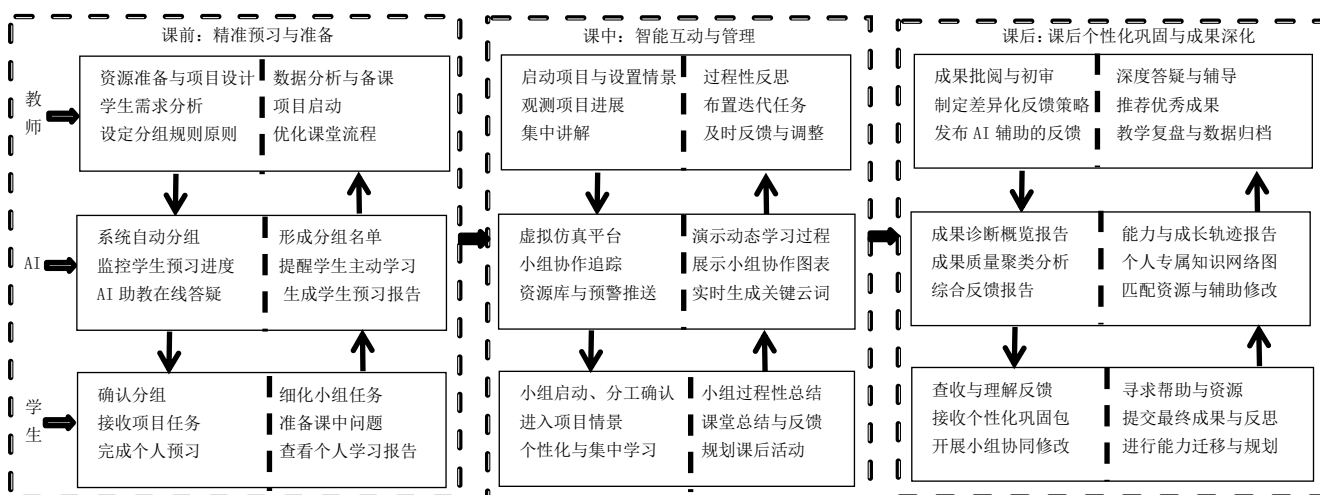


图 1 师生与 AI 交互的项目式教学实施流程

3.3 AI 支撑的项目式实践教学平台搭建

针对理论教学与实践教学“深度融合不足”的痛点，构建集“虚拟仿真—真实监测—数据管理”于一体的 AI 实践教学平台，强化项目式实践的真实性与探究性。第一，搭建 AI 虚拟仿真实验模块，基于真实土壤场景，构建虚拟仿真实验场景，学生可通过 AI 交互技术模拟不同条件下的土壤实验，突破真实实验中“周期长、成本高、风险大”的限制；同时，AI 系统可根据学生的操作过程生成实验报告，分析操作中的问题并给出改进建议。第二，构建真实场景数据分析模块，教师把科研重点数据，如土壤容重、养分、污染物含量等真实数据放到模块中，学生可利用 AI 数据分析工具（如机器学习算法）对数据进行处理与分析，挖掘数据背后的规律，为项目方案设计提供真实数据支撑。第三，建立项目实践数据管理模块，AI 系统自动记录学生的实践过程数据（如实验操作步骤、数据采集记录、方案修改痕迹），形成完整的实践过程档案，为教学评价和后续教学优化提供数据支撑。目前，《土壤学》课程已在智慧树平台构建了实践教学模块，包括虚拟仿真教学模块、数据分析模块和数据管理模块，已完成 10 个虚拟仿真实验项目（5 个土壤成土过程、5 个常规土壤学实验）。

以土壤学综合实习为例，综合实习包括三部分内容：土壤类型鉴别、土壤肥力评价、土壤资源调查。以“某区域土壤资源调查与评价”为项目，将三部分实习内容有机串联，利用 AI 平台与实际场景，实现“虚实结合感知—数据测定分析—项目实践评价”的闭环。详细的设计见表 2。

表 2 项目式教学模式的虚实结合实例列表

实践内容	AI 平台	实际场景	虚实结合
土壤类型鉴别	学生可调整虚拟环境参数（如母质类型、降水量、植被类型、成土时间），观察 AI 动态推演生成的“土壤剖面”，生成《虚拟土	学生把实际场地，进行剖面挖掘，记录剖面的成土环境，观察典型的成土过程，划分相应的发生层，确定土壤类型；同时，采集土壤	把实际确定的土壤类型与虚拟生成的类型进行比对分析，按照实际情况修改参数进行模拟迭代，掌握土壤成土因素与过

壤剖面鉴别报告》。	样品，用于室内指标测定。	程对土壤类型的影响。
学生模拟土壤理化性质的测定方法；使用平台提供的机器学习工具（如聚类分析、决策树、回归分析），模拟土壤肥力状况。	实验室实际操作，测定土壤的理化指标（容重、机械组成、pH、有机质、速效养分等）	学生将测定的数据导入 AI 平台，利用 AI 插值工具（如克里金法），由离散点数据生成土壤属性图，并进行肥力的评价。
通过平台资源库，模拟土壤类型图、土地利用类型图、成土环境图、行政区划图等叠加，得到某区域某个土壤类型的面积。	根据野外调查和数据，进行室内成果的汇总，绘制土壤类型图，并与相关图件进行叠加，得到某区域土壤资源状况。	把实际项目所需图件进行 AI 平台的导入，采用平台预设的模拟流程，进行平台推测制图，并与实际制图进行对比。

3.4 AI 驱动的多元教学评价体系革新

针对现有评价方式“重结果、轻过程”“难以精准反映学生能力”的痛点，构建 AI 驱动的多元、过程性教学评价体系，见图 3。第一，明确多元评价维度。从知识掌握、能力提升、协作表现、创新思维四个维度设定评价指标，知识掌握维度聚焦土壤学核心概念、原理的理解；能力提升维度关注问题解决、实验操作、数据处理能力；协作表现维度评价小组分工、沟通协作效果；创新维度考量项目方案的创新性、可行性。第二，实现过程性与精准化评价，依托 AI 系统自动采集学生在“课前一课中一课中”的全流程数据（如预习测试成绩、课堂互动频率、实验操作规范性、项目成果质量、小组讨论贡献度），利用数据挖掘算法对学生的学习和能力提升进行动态评价，替代传统“一考定终身”的评价方式；同时，AI 根据评价数据生成个性化评价报告，明确学生的优势与不足，并推送针对性的能力提升建议。第三，引入多元评价主体，除教师评价外，AI 系统支持学生自评、小组互评，通过自然语言处理技术分析自评与互评内容的合理性，结合教师评价形成综合评价结果，确保评价的全面性与客观性。

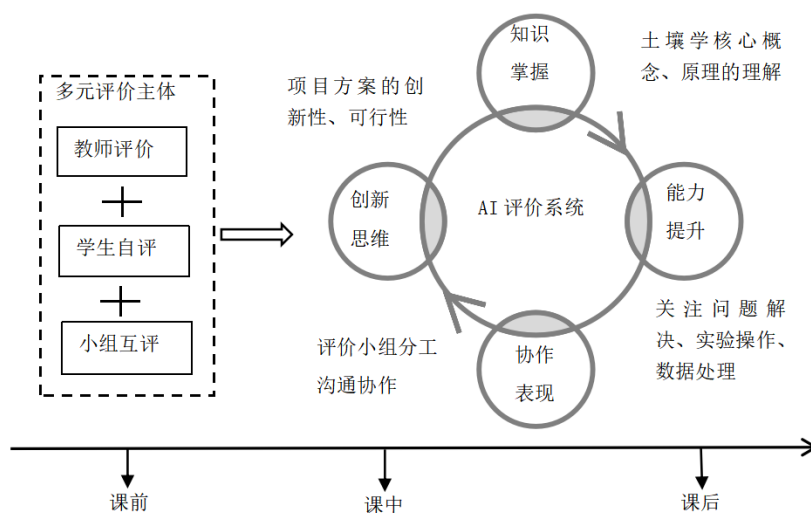


图 2 AI 驱动的多元教学评价体系

4 结论

土壤学教学改革成果显著,随着新技术的发展,存在教学内容独立、教学方法难以动态跟踪、混合式教学模式的“协同性”不足、实践教学与理论教学的深度融合不够、评价体系有待完善等痛点。构建了“AI+土壤学”项目式教学模式,重构了 AI 驱动的个性化教学内容与项目体系,并划分为基础模块、低阶应用模块和高阶应用模块;优化了 AI 赋能的“课前一课中一课后的项目式教学实施流程;利用 AI 平台与实际场景,实现“虚实结合感知-数据测定分析-项目实践评价”的闭环;采用“教师-学生-小组”多元评价主体,从知识掌握、能力提升、协作表现、创新思维四个维度构建了多元教学评价体系,提升了学生解决复杂土壤问题的能力、学科思维与数字素养。

参考文献

- [1]白云星,周运超.碳达峰、碳中和背景下水土保持与荒漠化防治专业土壤学课程教学改革——以贵州大学为例[J].中国水土保持,2024,(09):22-24.;
- [2]郭九信,蒋芳市,张黎明.“万物土中生、人才土中育”的土壤学课程教学改革探索与实践[J].高等农业教育,2025,(03):89-97.
- [3]王敏.园林专业土壤学课程教学改革[J].现代农业科技,2021,(03):264-266.
- [4]付微,梁琛,刘雨博,等.新工科背景下工科专业“土壤学”课程教学改革探索——以土地整治工程专业为例[J].教师,2023,(33):108-110.
- [5]孙燕,曲植,穆卫谊,等.基于 OBE 理论的混合教学模式研究——以“土壤学与农作学”课程为例[J].科技风,2025,(22):118-120.
- [6]王宁,富丰珍,王孟雪,等.土壤学课程思政创新及典型案例教学设计[J].智慧农业导刊,2023,3(10):127-130.
- [7]庞宝华.翻转课堂+小组合作学习视域下案例讨论实验教学的探索与实践[J/OL].延安大学学报(医学科学版),2025,(04):110-112.
- [8]张敏,李会云,孙珊珊.《土壤学》课程教学改革探究,科技视界,2020(6):43-44.
- [9]李文彦,任宗玲,徐会娟.网络环境下的土壤学混合式教学模式研究[J].山西青年,2022,(08):16-18.
- [10]黄飞,王鹏,肖荣波.慕课背景下环境土壤学混合式实践教学改革的[J].现代农业科技,2025,(03):207-209.
- [11]高晓丹,张昀,吴岩,等.新农科背景下智慧课堂建设探索与实践——以土壤学课程教学为例[J].智慧农业导刊,2023,3(09):131-134.
- [12]蒲玉琳,袁大刚,余海英,等.土壤学互融互补混合式智慧教学模式改革成效[J].高教学刊,2024,10(11):116-120.
- [13]高雪峰.土壤学实验教学改革的探索与实践[J].科教文汇,2024,(20):78-81.

Construction and practical research on an AI-driven project-based teaching model in soil science

Ji Yanzhi, Guo Yanjie, Wang Yajing, Wen Hongda

(College of Resources and Environmental Sciences, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, China).

Abstract: Soil Science, as a core professional and foundational course for many majors, is highly interdisciplinary. Current teaching methods face several problems and challenges, including relatively isolated teaching content, difficulty in dynamically tracking methods, insufficient synergy in blended teaching models, inadequate integration of practical and theoretical teaching, and an evaluation system that requires improvement. This study introduces artificial intelligence (AI) and project-based learning (PBL) to address these issues through the following strategies: AI-driven personalised teaching content and project system reconstruction; AI-empowered project-based teaching implementation process optimisation; AI-supported project-based practical teaching platform development; and AI-driven multidimensional teaching evaluation system innovation. The result is an “AI + Soil Science” project-based teaching model that enhances students ability to solve complex soil problems while simultaneously improving their disciplinary thinking and digital literacy.

Keywords: AI; Soil science; Project-based learning; Teaching model; Teaching evaluation

项目: 2025 年度校级智慧课程—土壤学; 2021 年度河北省课程思政示范项目。

作者简介: 吉艳芝 (1975-), 女, 教授, 从事土壤养分循环方面研究。