

# 虚拟融合，智能赋能： 农业机械专业本科教学改革探索

张莉 刘昕 于路路 于春生 张强

吉林大学，生物与农业工程学院，中国·吉林 长春 130022

**【摘要】**随着人工智能技术的迅猛发展，其在教育领域的深度融合正引领着新一轮的教学改革浪潮。本文聚焦于人工智能技术中的虚拟场景搭建，探讨农业机械化专业本科教学中的应用模式与实施路径。文章首先分析了传统农业机械化专业教学面临的困境，如高成本、高风险、时空限制及抽象概念理解困难等。随后，系统阐述了以虚拟现实、增强现实、数字孪生为核心的人工智能虚拟场景技术如何构建高度沉浸、交互智能、数据驱动的“元宇宙”课堂。论文核心部分构建了一套完整的教学改革框架，详细设计了其在“农业机械学”、“农机液压与传动”、“智能农业装备”等核心课程，以及课程设计、实习实训、创新竞赛等关键教学环节中的具体应用场景与案例。最后，本文客观分析了当前推行该模式所面临的技术、成本、师资及评价体系等方面的挑战，并提出了相应的对策与未来展望，以期为新工科背景下机械类专业，特别是涉农工科复合型人才的培养提供有价值的理论参考与实践范式。

**【关键词】**人工智能；虚拟场景；教学改革；机械工程；农业机械；数字孪生；虚拟现实

**【基金项目】**吉林大学2025年本科教育教学改革研究项目（教学成果专项）（25CG127）；2025年度吉林大学教师教育发展研究项目（JFZX2025036）。

## 1 引言

新一轮科技革命与产业变革方兴未艾，人工智能作为引领性的战略性技术，正深刻改变着社会生产方式和人类生活方式。高等教育作为人才培养的主阵地，必须主动适应这一变革，将人工智能技术深度融入教学全过程，以培养能够胜任未来产业需求的创新型、复合型人才<sup>[1-3]</sup>。2020年，教育部、国家发展改革委、财政部联合印发《关于“双一流”建设高校促进学科融合 加快人工智能领域研究生培养的若干意见》<sup>[4]</sup>，明确提出要深化人工智能与相关学科的交叉融合，构建新一代人工智能领域人才培养体系<sup>[5]</sup>。在此背景下，探索人工智能如何赋能传统工科专业教学改革，具有极其重要的现实意义和战略价值。

机械工程作为传统的工科支柱，其人才培养质量直接关系到国家制造业的竞争力。而农业机械作为机械工程的一个重要分支，是保障国家粮食安全、实现农业现代化的关键支撑。然而，传统农业机械化本科教学，正面临着一系列严峻挑战。

第一，高成本与高损耗困境：农业机械类专业教学离不开实验和实践。大型农业机械设备（如联合收割机、智能拖拉机、精密播种机等）价格昂贵，购置和维护成本极高。学生实操训练极易导致设备磨损、损坏，甚至引发安

全事故，使得“真枪实弹”的训练机会十分有限<sup>[6]</sup>。

第二，高风险与安全性问题：农业机械作业环境复杂，涉及高速旋转部件、液压系统高压、野外恶劣工况等，学生在初次操作时存在显著的安全风险。这使得许多教学环节停留在“纸上谈兵”或“远观而不可亵玩”的状态。

第三，时空限制与季节性约束：农业生产具有强烈的季节性和地域性。学生对特定农机（如水稻插秧机、玉米收获机）的学习和实践，必须与农时、农地相匹配，教学安排灵活性差<sup>[7]</sup>，难以在常规学期内提供完整的、全周期的学习体验。

第四，内部机理与抽象概念理解困难：机械结构内部的运动关系、液压/气动传动原理、控制系统的工作流程等，均为抽象的内部过程。传统的图纸认知、静态模型或幻灯片讲解，难以让学生形成直观、深刻的空间运动和动力学认知。

第五，设计与实践脱节：传统的课程设计多为“理论计算+二维绘图”，学生设计的方案无法快速、低成本地验证其合理性、可靠性与田间适用性，导致设计思维与工程实践能力培养之间存在断层。

人工智能技术，特别是以其为核心的虚拟场景搭建技术，为破解上述困境提供了全新的解决方案。通过构建高

度逼真、可交互、智能反馈的虚拟教学环境，能够将昂贵的设备、危险的场景、抽象的原理、季节性的农事活动“搬入”课堂，实现“虚实结合、以虚补实、以虚强实”的教学效果升华。本研究旨在系统探讨人工智能虚拟场景搭建技术如何系统性地助力农业机械化本科教学改革，构建新的教学模式，并为其实施提供可操作的路径。

## 2 人工智能虚拟场景搭建的技术内核

人工智能虚拟场景搭建是一个多技术融合的体系，其核心主要包括以下三类：

第一，虚拟现实与增强现实技术：AR/VR利用计算机生成完全虚拟的三维环境<sup>[8,9]</sup>，通过头戴式显示器等设备为学生提供完全的沉浸感<sup>[10]</sup>。学生可以“进入”一台拖拉机的内部，拆卸其发动机，或“站立”在广阔的虚拟农田中，操作联合收割机进行作业。

第二，数字孪生技术：这是虚拟场景搭建的高级形态和灵魂。它通过物理实体（如一台真实的播种机）的数据采集、建模与仿真，在虚拟空间中创建一个与之完全对应的、全生命周期的数字镜像。这个“数字双胞胎”不仅可以实时映射物理实体的状态，还能基于模型和数据进行预测、分析与优化。在教学上，意味着学生可以在孪生体上进行各种“破坏性”试验（如超载、极限工况模拟），而完全不影响物理实体，并能立即看到仿真结果，理解其背后的物理规律。

第三，人工智能算法：AI是让虚拟场景“智能”起来的关键。首先，可以利用智能交互将自然语言进行技术处理，学生可以用语音与虚拟场景中的“智能助教”或设备进行交互，提问并获得解答。其次，采用行为模拟与决策，利用强化学习等算法，可以模拟复杂的田间环境（如不规则地形、随机出现的障碍物）和农机群的协同作业行为，为学生提供更高级别的决策训练。最后，通过个性化学习路径对学生在虚拟实验中操作数据进行分析，可以评估其知识掌握程度和技能短板，并动态推荐个性化的学习内容和练习项目。

## 3 面向农业机械专业的虚拟场景教学体系构建与实践路径

通过对人工智能虚拟场景搭建技术的充分研究，本文构

建了一个贯穿农业机械化专业本科教学全过程的虚拟场景教学体系。

### 3.1 核心课程教学中的应用

《农业机械学》——结构原理与工作过程可视化。首先，运用虚拟化技术构建涵盖耕整地、施肥播种、田间管理和收获等典型农业机械的虚拟拆装模块，学生可在VR环境中像操作“高级乐高”一样自由拆装，系统会智能提示装配错误并高亮显示干涉部件；其次，通过商业仿真软件搭建虚拟农田场景，模拟农机在不同工况下的作业过程，例如模拟排种器在不同速度下的排种质量以理解其设计合理性与工况匹配度，以及模拟喷雾机在不同风速下的雾滴飘移与沉积现象，从而直观揭示“前进速度与播量”“风与喷药覆盖面积”等关键技术参数之间的关系；这种虚实结合的教学方式使学生能深入掌握农业机械核心装置的关键部件工作原理与工况搭配，从而更有效地实现学习理解<sup>[11]</sup>。

《农机液压与传动》——内部流场与系统调试虚拟化。这门课程是传统教学中最抽象、最难理解的课程之一。可通过数字孪生技术，搭建一套真实的液压系统的数字模型。学生可以在AR/VR中“透视”液压管路，看到液压油的流动方向、压力大小的颜色梯度变化（如高压红色，低压蓝色）。当调节一个虚拟的溢流阀时，可以实时观察到系统压力的变化和油液流动的动态响应。同时，教师可以在数字孪生体中预设故障，如“液压泵内泄漏”、“换向阀卡滞”。学生需要像“医生”一样，使用虚拟的检测工具（压力表、流量计）进行诊断，分析故障现象（如执行机构动作缓慢、无力），并找出病因。这极大地锻炼了学生的系统思维和故障排查能力。

《智能农业装备》——算法验证与系统集成沙盘。面向未来智慧农业，农业机器人是重要方向，可以通过构建虚拟大棚等场景，利用算法搭建农业机器人模型。学生可通过编写路径规划、目标识别（识别成熟果实）、运动控制等程序，自主指导虚拟机器人中运行。学生更好的掌握变成的同时能够立即观察到自己编写的程序的作业效果。这种即时的反馈能不仅提高学生的学习兴趣，同时能够快速迭代和优化学生编程能力。

### 3.2 实践教学环节中的深化

课程设计与毕业设计——“概念设计”到“虚拟样机”。通过改变过去以二维图纸和计算说明书为主的设计模式，要求学生掌握设计图纸绘制的同时也能够设计创建三维模型。

虚拟仿真与优化——促进工程完整化设计。利用商品化仿真软件，让学生对虚拟样机进行运动学仿真（检查有无干涉）、动力学分析（计算受力）、甚至田间作业模拟（验证功能是否实现）。设计的不合理性会立即展现出来，促使学生反复修改优化，真正实现一个完整的工程设计流程。这不仅提升了设计质量，更培养了现代工程师必备的数字化设计能力。

实习与实训——打破时空的“沉浸式”实习。构建“虚拟农场”综合实训平台<sup>[12]</sup>。该平台可包含从耕整地、播种、田间管理到收获的全流程农业作业场景及作业机械。使学生在进入真实农场前，能够在虚拟环境中通过标准操作程序，学习如何安全启动拖拉机、如何正确连接农机具、如何进行日常保养等；同时，也可通过高危工况的演练，让学生在绝对安全的环境中熟悉应急操作，形成肌肉记忆，极大降低后续真实实习中的事故风险。

学科竞赛与创新创业——低成本试错的创新平台。在“挑战杯”、“互联网+”、全国大学生机械创新设计大赛等赛事中，虚拟场景技术可以为团队提供了强大的支持。团队可以先将创意在虚拟世界中实现、测试和完善，制作出精美的演示动画和仿真数据，极大地提升了作品的说服力和竞争力。同时，它也降低了创新的门槛，使得一些具有突破性的想法有了验证的可能。

#### 4 实施挑战与应对策略

尽管前景广阔，但大规模推广人工智能虚拟场景教学仍面临诸多挑战。本文通过综合分析，结合技术、成本、师资力量以及教学评价等方面分析了在教学中搭建虚拟场景需要面临的挑战，同时给出了切实可行的应对策略。

第一，技术挑战：高精度建模、仿真、逼真的渲染效果对计算资源要求高。开发高质量的虚拟教学资源需要专业的设计团队，设计周期长、成本高。应对策略：将计算任务放在服务器端，降低学生终端设备要求。鼓励高校与领先的科技企业、农业装备制造企业（如中国一拖、雷沃重

工等）共建联合实验室<sup>[13]</sup>，共享模型与技术，缩短开发周期<sup>[14]</sup>。同时，建立校际虚拟仿真资源联盟，促进优质资源的共建共享。

第二，成本挑战：硬件（VR/AR设备、高性能工作站）、软件（建模、仿真、引擎授权）和内容开发均需要持续的高投入。应对策略：可采取分阶段建设的方法，优先建设受益面广、教学痛点突出的核心课程进行虚拟实验。积极探索“校企合作，协同育人”模式<sup>[15]</sup>，引入企业资金和设备支持<sup>[16]</sup>。

第三，师资挑战：现有教师多数缺乏虚拟现实开发和人机交互设计的知识与技能，从“讲授者”转变为“虚拟学习情境的设计者与引导者”面临困难。应对策略：开展系统的教师培训，组织工作坊，提升教师的信息化教学素养。在院系内部组建跨学科的课程<sup>[17]</sup>，吸纳计算机背景的教师或研究生加入。推动教师评价机制改革<sup>[18]</sup>，将虚拟教学资源开发与应用成果纳入教学绩效考核，激励教师主动求变。

第四，教学评价挑战：对学生在虚拟环境中的学习效果如何进行评价面临挑战，传统的笔试难以衡量其解决复杂工程问题的能力。应对策略：可利用AI和大数据技术，建立过程性评价体系。系统自动记录学生在虚拟实验中的操作轨迹、决策逻辑、完成时间、错误次数等数据，通过多维度分析，生成个性化的学习评估报告。结合项目报告、口头答辩等多种形式，全面评估学生的知识运用能力、实践创新能力和团队协作能力。

#### 5 结论与展望

人工智能虚拟场景搭建技术，为农业机械化专业的本科教学改革开启了一扇通往未来教育的大门。它通过构建安全、经济、开放、智能的虚拟实践环境，有效破解了传统教学中的高成本、高风险、时空限制与抽象理解等核心难题，为实现“学生中心、产出导向、持续改进”的工程教育认证理念提供了扎实的技术支撑。

展望未来，随着5G/6G、云计算、脑机接口等技术的持续发展，虚拟场景教学将在本科教学中发挥更大助力，推动教学场景与作业现场、科研前沿之间的边界日益融合，逐步形成“教学—科研—产业”一体化的良性生态。对农

业机械化专业而言,这一变革意义深远:不仅能培养精通机械、熟悉农艺、掌握数字技术的复合型“新农工”,更能以虚拟场景为“创新沙盒”,加速我国智能农业装备的研发与应用,从而为保障国家粮食安全、全面推进乡村振兴提供坚实的人才与科技支撑。

对于农业机械专业而言,这一变革的意义尤为深远。它不仅能培养出精通机械、熟悉农艺、掌握数字技术的复合型“新农工”人才,更能通过虚拟场景这个“创新沙盒”,加速我国智能农业装备的研发与应用,为保障国家粮食安全、全面推进乡村振兴战略提供坚实的人才与科技支撑。路虽远,行则将至。我们必须以开放的心态、创新的勇气,积极拥抱这一变革,共同塑造工程教育更加智能化、人性化和高效化的明天。

#### 参考文献:

[1] 杨天野. 新工科背景下机械工程专业复合型人才培养方法[J]. 科教导刊, 2025, (31): 133-135.

[2] 卢诗洁, 吴佳燕, 尹学锋. 人工智能赋能本科生科研创新能力培养的路径探索——以同济大学为例[J]. 中国高校科技, 2025, (11): 66-71.

[3] 王双喜, 董晨瑶, 叶玮琳, 等. 基于新工科建设要求的复合型人才模式探索与实践[J]. 大学教育, 2025, (20): 116-120.

[4] 教育部国家发展改革委财政部印发《关于“双一流”建设高校促进学科融合加快人工智能领域研究生培养的若干意见》的通知[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2020, (Z1): 59-62.

[5] 王欣, 陈瑞东, 王育欣. 基于虚拟现实技术的仿真平台在本科教学中的应用[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版), 2023, 19(02): 91-96.

[6] 李锋霞, 肖萍, 王梦, 等. 基于新工科建设下机械设计课程设计教学改革探索——以农机专业为例[J]. 智慧农业导刊, 2021, 1(12): 56-58.

[7] 安容宇. 基于人工智能的农机操作培训虚拟仿真教学系统研究[J]. 中国农机装备, 2025, (08): 80-82.

[8] 郑宇豪. VR虚拟仿真技术在本科市场营销教学创新中的应用分析[J]. 大学, 2022, (32): 112-115.

[9] 潘欢, 杨国华, 简金元. 虚拟现实技术在电气工程本科教学中的应用[J]. 实验室科学, 2023, 26(02): 61-64.

[10] 王超杰, 李知菲, 孟冰源, 等. 沉浸式虚拟现实展示系统在本科实践教学中的应用[J]. 中国信息技术教育, 2020, (Z2): 172-175.

[11] 陈明东, 尚书旗, 翟新婷, 等. 《农业机械学》课程教学改革研究[J]. 宁夏农林科技, 2025, 66(05): 74-77.

[12] 许爱军, 吴月琴. 职业教育示范性虚拟仿真实训基地建设的内涵、困境与路径[J]. 南方职业教育学刊, 2025, 15(06): 88-93+109.

[13] 黄晓瑜. 产教融合新业态下应用型本科设计专业实践基地建设研究[J]. Research on Teacher Education and Development, 2025, 1(16): 7-9.

[14] 周令, 文聘, 陈建中, 等. 力学专业汽车构造课程的组织与实施——以武汉理工大学工程力学卓越工程师方向为例[J]. 时代汽车, 2024, (02): 23-25.

[15] 苏思诺, 梁道, 杨卓, 等. 汽车构造课程“虚实融合”教学新模式探索[J]. 汽车知识, 2025, 25(12): 218-220.

[16] 黄晓瑜. 产教融合新业态下应用型本科设计专业实践基地建设研究[J]. Research on Teacher Education and Development, 2025, 1(16): 7-9.

[17] 田颖, 赵秀丽, 金海博, 等. 生成式人工智能在营养学本科教学中的应用现状及展望[J]. 科技视界, 2024, 14(22): 26-30.

[18] 马雄德, 杨红斌, 赵艳. 虚拟仿真技术在本科实验教学中的应用展望[J]. 科教导刊, 2023, (19): 67-69.

#### 作者简介:

张莉(1987-), 女, 黑龙江省哈尔滨人, 博士, 高级工程师, 研究方向: 智能农机装备设计。