

数字孪生技术赋能产教融合的沉浸式实训教学模式研究

王 可

大连理工大学城市学院 辽宁大连 116600

摘 要：数字孪生技术为破解产教融合中实践教学资源受限、校企时空错位、课程内容滞后等困境提供了新的技术路径。本文以大连理工大学城市学院数智时空产业学院为研究对象，系统阐述了数字孪生技术赋能产教融合的沉浸式实训教学模式。该模式通过智测元穹元宇宙数字测图系统实现测绘核心仪器的虚拟实训，依托数字孪生校园真实项目构建完整教学案例，形成了虚仿渗透、实境强化的能力培养闭环，实现了教学空间的无界延伸、教学内容的实时同步、教学过程的深度交互。实践表明，该模式有效提升了学生的仪器操作能力、工程实践能力和创新思维，为应用型本科院校深化产教融合提供了可复制的技术赋能范式。

关键词：数字孪生；产教融合；沉浸式教学；虚拟仿真

引言

当前，我国高等教育正处于数字化转型的关键阶段，数字技术的深度应用为教学改革提供了前所未有的机遇。教育部高等教育司相关负责人表示，智慧高教平台已汇集三百多个优质虚拟仿真实验教学资源，打造在线云端实验室，学生可自主选择实验、安排进度并获取详尽实验报告，从而激发学习兴趣、提高学习效率。在这一背景下，数字孪生技术以其虚实映射、实时交互、全生命周期管理等特性，逐渐成为推动产教融合向纵深发展的重要技术支撑^[1]。

数字孪生技术是指通过数字化手段在虚拟空间中构建物理实体的精准映射，实现物理世界与虚拟世界的实时同步与双向交互^[2]。相较于传统的虚拟仿真技术，数字孪生不仅能够呈现静态的三维模型，更能通过物联网传感器实时采集数据，结合物理引擎构建动态虚拟场景，使虚拟对象的行为与物理实体保持高度一致。这一技术特性使其在教育领域展现出独特优势，特别是在解决实践教学资源受限、高风险实验难以开展、校企时空错位等长期困扰应用型本科教育的难题方面，提供了创新性的解决方案。

基金项目：辽宁省测绘学科教育教学产教融合改革研究项目“新质生产力视域下产教融合、协同育人模式研究与实践——以测绘类专业为例”。

作者简介：王可（1996-）女，蒙古族，辽宁人，硕士，讲师，研究方向：遥感数据分析及现代产业学院建设。

大连理工大学城市学院数智时空产业学院紧跟技术前沿，联合广州南方测绘科技股份有限公司等行业领军企业，将数字孪生技术深度融入人才培养全过程。学院引入智测元穹元宇宙数字测图系统，实现了全站仪、RTK、激光扫描仪等测绘核心仪器的虚拟仿真操作训练；同时自主开发了数字孪生校园系统，将真实项目建设过程转化为完整的教学案例，使学生全程参与数据采集、三维建模和系统开发。本文旨在系统总结这一实践探索，提炼数字孪生技术赋能产教融合的内在机理与实施路径，为同类院校提供参考借鉴。

一、国内外研究现状

数字孪生技术的概念最早起源于航空航天领域，近年来逐渐向制造业、城市管理、教育培训等领域拓展。从教育技术学的视角来看，数字孪生技术属于沉浸式学习技术的范畴。沉浸式学习是指采用沉浸式技术开发极具吸引力和互动性的教育体验，通常运用虚拟现实、增强现实或混合现实等技术手段，使学生获得真实世界的情境化学习体验^[3]。数字孪生技术通过创建物理实体的高保真虚拟副本，使学生能够在无风险环境中进行反复操作和试错，从而深化对复杂系统的理解。这种技术特性与建构主义学习理论高度契合，强调学习者在真实或仿真情境中通过主动探索构建知识体系。

在测绘教育领域，虚拟仿真技术的应用已有较长历史。国内学者对虚拟仿真实验教学的研究已取得丰富成果。吕伟才等提出通过建立虚拟实验室平台、开发虚拟

仿真实验软件进行教学改革,探讨了虚拟仿真在测绘教学中的应用方式,强调虚拟仿真与传统实验应相互补充^[4]。陈杰等构建了“线上+线下+虚拟仿真”多维度混合实践教学模式和“基础-进阶-创新”三位一体的虚拟仿真实实践教学平台,实践表明该模式有效提升了学生的工程实践能力和创新创业能力^[5]。这些研究为数字孪生技术在实验教学中的应用奠定了理论基础,但针对数字孪生技术系统性赋能产教融合全过程的研究仍显不足。南方测绘集团开发的智测元穹系统集成了虚拟仿真、虚实结合、激光雷达等高新技术,为测绘类专业教学改革提供了技术平台。然而,现有研究多聚焦于技术展示和平台介绍,对数字孪生技术如何系统性重塑教学过程、如何与真实项目深度融合形成教学案例的探讨较为薄弱。

在产教融合领域,数字孪生技术的应用价值主要体现在三个维度。首先,在技术赋能层面,数字孪生能够突破传统实践教学的时空限制,使学生随时接入虚拟实验室,重复进行高风险或昂贵设备的训练。其次,在资源共享层面,基于云平台的数字孪生系统可以实现校企之间的实时数据互通,企业可将真实生产场景以数字化形式同步至教学平台,有效解决课程内容滞后于产业技术更新的问题。再次,在能力培养层面,数字孪生技术支持下的沉浸式实训能够培养学生的系统思维、故障诊断能力和创新解决问题的能力,这些正是新质生产力背景下产业界对高素质应用型人才的核心诉求。

许多学者针对产业学院建设方面也做了大量研究,李名梁等通过系统的文献回顾,揭示现代产业学院如何在政策驱动下汇聚教育资源、融合企业化管理精髓,构建现代化治理架构,实现教育资源的深度融合与共享^[6]。姜文龙等以长春电子科技学院智慧交通产业学院为案例,提出共建共管共享的产教融合运行框架,强调校企联合制定培养方案、课程标准和实训基地^[7]。张春晓等以山东石油化工学院碳中和现代产业学院为例,系统阐述应用型本科高校面向区域产业绿色低碳转型的多元主体共建模式^[8]。这些研究为产业学院建设提供了理论指导,但针对数字孪生技术在产业学院中具体应用的实践探索仍需深入。本文正是基于这一研究空白,以大连理工大学城市学院实践为例,构建数字孪生技术赋能产教融合的理论框架与实践路径。

二、智测元穹系统实训功能

智测元穹元宇宙数字测图系统是学院与南方测绘集团共建的核心教学平台,集成了虚拟仿真、虚实结合、

激光雷达等高新技术。与传统虚拟仿真软件相比,该系统实现了测绘核心仪器的全要素数字化建模和交互式操作训练。

在全站仪虚拟实训方面,系统构建了南方测绘系列全站仪的高精度三维模型,学生可完成仪器架设、对中整平、参数设置、角度测量、距离测量、坐标测量、放样等全流程操作。系统内置智能纠错机制,当学生操作不规范时会提示误差超限并显示对测量结果的影响。同时支持任意角度的虚拟观测,学生可从不同视角观察仪器结构和操作细节。

在RTK虚拟实训方面,系统模拟了卫星信号接收、基站设置、移动站配置、数据采集等完整流程。学生可体验不同地形条件下的RTK作业,系统实时显示卫星数量、PDOP值、解算状态等关键参数。特别是在信号遮挡、多路径效应等复杂环境下的虚拟训练,使学生能够在无风险条件下积累异常处理能力。

智测元穹系统的价值在于实现了虚实融合的教学创新,支持虚拟操作与实体仪器的联动,学生在虚拟环境中完成的操作数据可同步到实体仪器,反之亦然,形成了高效的能力培养闭环。

三、数字孪生校园项目的教学案例转化

数字孪生校园系统是学院自主开发的综合性教学科研平台,被系统性地转化为完整教学案例,贯穿人才培养全过程。其中巴巴GO摆渡车实时定位平台能够实时定位校内观光车,并依据校园交通流量动态规划最优行驶路线。

在教学案例设计上,学院将项目解构为数据采集、三维建模、系统开发三个递进模块。在数据采集模块,学生以真实校园为测区,使用无人机航测完成地形图测绘、影像获取等外业工作,对应数字测图、GNSS原理与应用、摄影测量学等课程的实践教学。

在三维建模模块,学生将采集的多源数据导入处理软件,完成空三加密、模型构建、纹理映射等内业处理,生成校园实景三维模型,对应摄影测量与遥感、三维GIS、BIM技术等课程教学内容,培养了工程实践能力和创新思维。

在系统开发模块,学生在三维模型基础上开发各类智慧校园应用功能。巴巴GO摆渡车实时定位平台通过北斗定位终端实时采集车辆位置,结合校园道路网络数据进行路径规划,在三维场景中实时显示车辆运行状态,对应GIS设计与开发、WebGIS、空间数据库等课程教学

目标。

数字孪生校园项目的独特价值在于完整性和真实性,提供了从外业采集到内业处理、从模型构建到系统开发的完整工程链条,项目的持续迭代为教学提供了动态更新的内容。更重要的是建立了校企协同的教学机制,南方测绘集团技术专家深度参与项目指导和课程建设,企业导师与学生组成混编团队共同攻克技术难点。

基于上述教学实践,形成了具有鲜明特色的沉浸式实训教学模式,呈现出教学空间的无界延伸和教学过程的深度交互等关键特征。智测元穹系统通过云端部署支持多用户同时在线,学生可在任何网络可达的场所进行虚拟仪器操作训练,突破了校企之间的地理阻隔。

四、实施成效与问题反思

在实施成效方面,首先是学生仪器操作能力的显著提升。通过智测元穹系统的虚拟训练,学生在进入实体仪器操作前已建立规范的操作习惯,实体仪器训练的损坏率明显降低,训练效率大幅提高。其次是工程实践能力的系统培养,数字孪生校园项目的完整案例使学生经历了真实工程项目的全过程,在毕业设计和求职时展现出明显竞争优势。

在问题反思方面,首先是技术投入与普及性的平衡。高质量数字孪生平台建设需要较大初期投入,学院通过与企业共建共享分担成本,但平台的持续维护和更新仍需稳定资金支持。其次是虚拟与实体的合理配比,过度依赖虚拟环境可能导致学生缺乏真实操作的体感经验,学院通过严格限定虚拟训练的学时比例,确保实体训练的时间投入。再次是师资队伍数字化转型,现有教师队伍的培训和能力提升需要系统规划。

结论

本文以大连理工大学城市学院数智时空产业学院为案例,系统阐述了数字孪生技术赋能产教融合的沉浸式实训教学模式。该模式通过智测元穹系统实现了测绘核心仪器的虚拟仿真训练,依托数字孪生校园真实项目构建了完整的教学案例,形成了虚仿渗透、实境强化的能力培养闭环,有效破解了传统产教融合中的资源受限、

时空错位、内容滞后等难题,为应用型本科院校深化教育教学改革提供了可复制的实践范式。

基于研究发现,提出以下政策建议:教育主管部门应加大对数字孪生教学平台建设的专项支持力度,制定相关技术标准和数据规范,将数字技术应用能力纳入教师培训和考核体系;高校应立足区域产业特色,与头部企业深度合作,注重虚拟与现实的有机结合;技术企业应深度参与教育教学改革,从单纯的技术供应商转变为教育生态的共建者。未来研究可进一步追踪数字孪生技术对学生高阶思维能力的长期影响,开展不同技术路线的对比研究,关注人工智能等新兴技术与数字孪生的融合应用。

参考文献

- [1] 田尊代, 张继峰. 新质生产力的理论缘起、科学内涵和实践路径[J]. 人才资源开发, 2025, (03): 3-7.
- [2] 李振红, 查光成, 王安哲, 等. 新质生产力视域下产教融合课程数字化教学研究与实践[J]. 中国现代教育装备, 2025, (13): 165-168. DOI: 10.13492/j.cnki.cmee.2025.13.049.
- [3] 钟潇. 基于微专业建设的应用型院校新文科人才培养模式研究[J]. 湖北开放职业学院学报, 2021, 34 (23): 61-63.
- [4] 吕伟才, 余学祥, 徐克立. 虚拟实验室与虚拟仿真实验在测绘教学中的应用[J]. 互联网周刊, 2023, (22): 78-80.
- [5] 陈杰, 梁洁, 周志富, 等. “新工科”背景下测绘工程专业虚拟仿真实实践教学探索研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2025, 48 (03): 5-7.
- [6] 李名梁, 史静妍. 我国现代产业学院: 内涵诠释、逻辑进路及研究转向[J]. 教育与职业, 2023, (10): 13-20.
- [7] 姜文龙, 李鹏, 尹晶, 等. 应用型高校现代产业学院建设策略研究[J]. 长春师范大学学报, 2025, 44 (04): 179-183.
- [8] 张春晓, 宗丽娜, 张鹏图, 等. 应用型本科高校现代产业学院人才培养模式的探讨与实践[J]. 教育教学论坛, 2025, (22): 121-124.