·教学改革·

教育元宇宙赋能的军队院校智慧教学空间应用探究

余泰　邬鹏飞　曹洪欣
海军军医大学教研保障中心，上海 200433
通信作者：曹洪欣，Email：chx_chx@smmu.edu.com

【摘要】 本研究聚焦军队院校在新技术浪潮下面临的教育困境与现实挑战，对教育元宇宙的概念及特征进行概括和总结，探索其在军队院校教育中的应用潜力。在结合军队院校教学特点、学习环境、师生需求等关键要素的基础上，试图从教育元宇宙视角出发构建军队院校智慧教学新生态，通过设计智慧教学空间框架模型，为教育元宇宙背景下的智慧学习空间创新提供理论支持与实践指导。同时，通过典型教学训练场景的应用探索，强化作战指挥教学的技术支撑，推动军队院校教学效能的全面提升，为军队院校教育的数字化转型提供新路径。

【关键词】 教育元宇宙；　军队院校；　智慧教学空间
【中图分类号】 R33
基金项目：上海市高等教育学会规划研究课题（2QYB24160）；校级教学成果立项培育项目（JPY2025A13）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250630-02260

Research on the application of smart teaching space empowered by Edu-Metaverse in military universities

Yu Tai, Wu Pengfei, Cao Hongxin
Teaching and Research Support Center, Naval Medical University, Shanghai 200433, China
Corresponding author: Cao Hongxin, Email: chx_chx@smmu.edu.com

【Abstract】 This study addresses the educational dilemmas and practical challenges faced by military universities in the context of emerging new technologies, summarizes and concludes the concept and characteristics of Edu-Metaverse, and explores its application potential in education within military universities. By integrating key elements such as teaching characteristics, learning environment, and the needs of teachers and students in military universities, this study attempts to construct a new ecosystem of smart teaching in military universities from the perspective of Edu-Metaverse. Through designing a framework model of smart teaching space, it aims to provide theoretical reference and practical guidance for the innovative development of smart learning spaces from the perspective of Edu-Metaverse. Furthermore, through the exploration of applications in typical teaching and training scenarios, this study seeks to strengthen the technological support for combat command teaching, promote the comprehensive improvement of teaching effectiveness in military universities, and offer new pathways for the digital transformation of education in military universities.

【Key words】 Edu-Metaverse;　Military university;　Smart teaching space
Fund program: Shanghai Higher Education Association Planning and Research Project (2QYB24160); School-Level Teaching Achievement Cultivation Project (JPY2025A13)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250630-02260

军队院校数字化校园建设始于2005年，经过多年发展，已初步构建了以统一数据库、统一身份认证、统一信息门户、统一数据交换共享平台及多系统应用为核心的基础架构，建成了以数据资源共享化、信息服务多样化、业务管理数据化为特点的数字校园[1]。2020年，军队院校结合训练需求、职责使

命、教学对象及目标的差异性，发布了军队院校智慧校园总体框架，并在全军范围内启动了智慧校园试点建设，试点工作围绕网络基础设施、数据管理中心、智慧教室、智慧实验室、智慧训练场等典型应用场景展开，积极探索新一代信息技术在军队院校教育领域的创新应用。

1　技术驱动下军队院校智慧教学现状

随着大数据算力、物联网、显示技术等领域的革命性突破，数字孪生、5G、XR 等新兴技术的引入，进一步推动了军队院校向智慧教学空间阶段的转型升级。在具体实践中，仍暴露出若干亟待解决的关键问题与挑战。

1.1　智慧教学缺少顶层规划

目前虽然有部分军队院校逐步开展探究智慧教学空间应用案例，但其建设重心仍局限于信息化教学基础设施或硬件平台的搭建，缺乏全局性、前瞻性的战略规划。现有的系统开发仅满足于局部应用需求，未能充分考虑未来智慧教育的发展需求，智慧教学空间的支撑体系短板明显，其在应用、管理、通用性等方面的信息孤岛现象严重制约着军队院校教育发展。如何基于智慧教学空间实现教学、训练、治理、评价的智慧化流程再造，而非简单的系统叠加，进而提升教学效果？如何利用智慧化设备实现军队院校的体系化与智能化管理？如何构建多维度空间以支撑智慧教学的深度融合与应用？这些都是军队院校智慧教学转型亟待解决的问题[2]。

1.2　技术应用受制于保密限制

军队院校作为培养指挥军官和各类军事人才的高校，其教学活动具有鲜明的专业性、保密性和目标导向性，师生在教学实施过程中还需遵守相关保密规定。在实际应用中，存在技术融合和应用生搬硬套，技术融合与教学需求之间存在较大鸿沟，无法适应军队院校教学的专业需求。当前，军队院校普遍采用多网独立运行的架构，既有院区内独立运行的内网，也有基于独立光缆运行的专用网，还有运行公共数据的互联网，这种多网并行的模式虽在一定程度上满足了保密要求，但也导致信息化系统的建设与应用呈现碎片化状态，技术与实践严重脱节。此外，信息化建设与安全保密管理之间的矛盾未能有效调和，加之专业人才的匮乏，进一步制约了军队院校教学智慧化的深入发展[3]。

1.3　教学呈现方式过于单一和封闭

在智能化战争形态快速演进的背景下，军队院校亟需创新教学模式以适应战争形态演变。当前在军队院校教育中，实战化、虚拟化教学应用较少，课堂教学仍停留在教师讲、学生听的传统教学模式，脱离真实的教学情境，学生难以深度参与并产生认同感。部分不涉密的通识课程尝试使用如“雨课堂”、成套购买的视频教学工具，在少数课堂上实现了提高教学效果，增强了师生互动的积极作用。由于军队院校的保密要求及课程的特殊性，目前成熟的智慧化工具主要依赖互联网实际应用，智慧化工具无法在所有实际课程中全面推广[4]。

2　教育元宇宙的定义及特征分析

从技术演进视角来看，教育元宇宙并非突发性创新，而是技术成熟度达到临界点后的必然趋势。伴随着数字孪生、机器学习、区块链、人工智能等前沿技术的发展与应用，元宇宙在教育领域的应用逐步由概念走向现实，同时也面临新的机遇和挑战。教育元宇宙，即是元宇宙在教育领域的具体应用，利用元宇宙的关键技术，对教育活动的开展进行支撑[5]。探讨教育元宇宙的特征，有助于厘清元宇宙时代教育发生的新变化，进而帮助教育工作者更好地调整自身以应对未来复杂多变的教育环境，最终实现以学习者为中心的个性化、智能化教育愿景。

2.1　虚实身份互相映射辅助

教育元宇宙通过多维度调动用户的多个器官，不仅从视觉，还从听觉、触觉、重力感知等多层次实现用户的深度体验和反馈。在虚拟学习空间中，学生以数字化身份探索高度仿真的虚拟世界，虚拟世界中的场景与规则严格遵守现实世界的物理规律和逻辑规则；同时，在现实学习空间中，学生可将虚拟世界的学习认知成果在现实中进行实践验证和知识强化，虚实身份互相辅助、互为映射，用户通过问题提出、知识获取、资源整合、社交互动、假设验证、知识巩固等动态操作，实现知识的深度构建与应用能力提升，最终形成教育元宇宙赋能的创新性知识体系[6]。

2.2　沉浸体验促进学生理解

在教育元宇宙中，课程内容不再局限于传统的教师口头讲授、电子资料展示，而是整合虚拟现实、全息影像、增强现实及智能眼镜、脑机接口、手势感应装置等，让课程内容在多维空间、多层领域展开，

给学习者带来沉浸式体验感[7]。学生从知识获得的旁观者变成参与者甚至主导者，环境的沉浸体验也给予学生更多的试错机会。在教育元宇宙中，通过虚拟呈现过去、现在的学习场景，为学生提供“穿越”到知识产生情境中的桥梁，在架构的情境中，学生直接体验知识的产生、发展与习得，让学生获得更多的主观体验与实践价值[8]。

2.3　泛在共享拓宽资源共用

技术的支持，让优质教学资源在更大范围内共享流转，形成需求驱动的优质教学资源服务空间，特别是知识图谱、机器学习以及区块链等教育元宇宙关键技术赋能，推动了个性化、精准化和智能化的优质教育资源按需服务。在实际教学活动中，教师综合课程学习进展、能力测试成绩等因素，智能评估学生学习状态，定制学习任务单，推送学习资源，智能组建学习团队，组织开展协同探究，提高团队学习能力。同时教育元宇宙以海量数据为底座，响应师生的个性化和差异性需求，推进自适应学习、智能学伴、智能评测、智能教研等教育应用，形成了创新融合和可持续的教育应用生态[9]。

2.4　动态数据完善教学评价

在教育元宇宙中，智慧教学空间内发生的一切行为均被实时记录和跟踪，海量数据的生成，支持分析与评价学习者和教师、教与学的过程，元宇宙将学习场景投射到虚拟世界，同时教与学过程被记录，这些源源不断产生的海量数据，构成了一个庞大的教育数据资源池，为后期的教学评价和质效评估提供数据支持[10]。教育元宇宙引入机器学习技术，实现了自动化的数据标注，系统能够自动捕捉并记录学生在网络平台学习、互动交流、操作训练等详细数据，辅助教师随堂记录课堂表现、作业完成情况并核算平时成绩。教师可借助机器算法对学习行为进行深度分析，智能评测薄弱环节，基于学习行为进行分析，量化评估学习效果，预测学习趋势，不断挖掘教育数据潜在价值，提升教育数据的使用效能。

3　针对新型军队院校智慧教学空间体系采取的措施

教育元宇宙的兴起，让传统的教学打破了时空和技术的壁垒，为现实空间和虚拟空间的互相映射提供了硬件支持，为深层次互动和多场景教学提供了环境保障，为个性化学习和定制化评价提供了重塑可能。在军队院校教学中，普遍存在实战化演练少、理论教学和现实应用存在脱节等现象，如在军事医学院校教育中，教学培养目标更关注于“培养能打仗、打胜仗的战场医疗保障人才”，教育元宇宙的应用更多用来模拟战时复杂环境及特殊场景，训练学生在极端条件下的救治能力；在应用场景上，军事医学教育的元宇宙场景更贴合“战时需求”及“战术后方协同场景”；基于保密规定要求，军事医学教育应用元宇宙技术，保密应覆盖技术架构、算法模型、场景模拟等全环节，保密等级远高于通用医学教育[11]。以海战伤虚拟仿真训练与普通医科院校通用外科模拟为例，军队院校教学中，学员需在虚拟仿真构建的4级海况舰艇舱室内，面对“炸断大腿+动脉出血+溺水”的复合伤伤员实施救治，过程中还需同步规避“敌方炮火”干扰，且设备受电磁干扰后的调整响应时间被纳入考核，这种训练以还原战场实际为导向，环境复杂、伤情棘手且考核注重实战能力；而普通医科院校的通用外科模拟中，学员是在标准手术室环境下处理单纯性阑尾炎，操作步骤按既定流程评分，无额外环境干扰与战术要求，更侧重基础操作规范的培养，2类训练的差异直接凸显了军事医学“实战优先、快准协同”的教学特色。教育元宇宙独特的技术优势与军队教学需求高度契合，通过构建物理空间、数据空间与虚拟空间相互联结的新型学习空间（图1），进而促进军队院校教学结构向学习结构转型升级[12]。

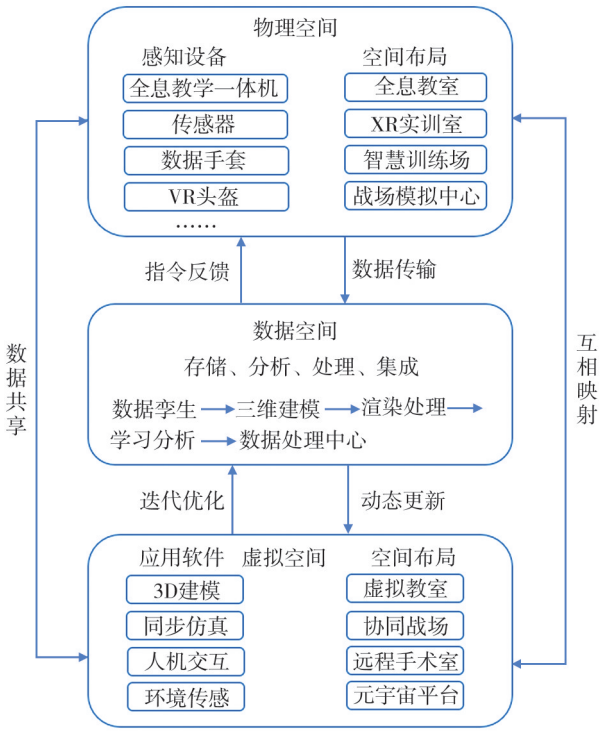


图1　军队院校智慧教学空间框架

3.1　现实空间

在教育元宇宙的架构体系中，现实空间作为智慧学习空间的重要承载，是整个框架体系的根基。师生在该空间内完成线下协作、训练实操等教与学行为的开展，相应的教学、训练场所布局除传统必要的教学设备外，还应增设高清行为获取摄像头、无线网络设备、智能传感设备、智能交互终端等设备，通过“边缘计算+5G 切片网络”实现不同空间内的数据实时共享。现实空间中，既能开展线下学习，也能同步记录师生行为，为教师教学决策、学习者自主学习提供现实空间支撑。基于教育元宇宙，军事理论学习和作战技能训练，都不再局限于传统教室和单一现实空间范畴，物理空间、虚拟时空与数据空间构建起全域感知、逻辑推断以及实时交互的互通体系。在该体系中，现实空间的数据收集与反馈，依托智能芯片支持轻量化 AI 采集，实时采集关键训练数据及重要教学行为，将核心数据压缩传递到数据空间进行整理与分析，再实时投射到虚拟空间，同步更新后的数据对学习行为进行实时分析与优化，在现实空间感知设备与数据空间的通信协议适配方面，针对高清摄像头采集的手术操作影像、传感器捕捉的机械臂运动参数等数据，优先采用时间敏感网络协议，将数据传输时延控制在 10 ms 以内，满足实时手术模拟中影像与动作参数的同步需求。对于多节点战术急救传感器分布式部署的感知设备，叠加 MQTT-SN 协议实现轻量化数据传输，较传统 TCP/IP 协议减少 60% 带宽占用，适配战场复杂通信环境。

3.2　数据空间

数据空间是智慧学习空间的智能大脑，是对数据进行智能化处理，结合师生前期的行为记录，智能化配置、推送相关学习资源的核心领域，是推动技术融合，提升智慧化效能的关键空间。数据空间通过“分布式计算架构+数字孪生映射引擎”实现物理空间和虚拟空间的学习身份互相映射，在数据空间的通讯传输和数据分析的支撑下，不同的知识脉络和交互形式互相融合，让知识习得和技能演练贯穿了学习者的全生命周期。数据空间可基于 Spark Streaming 实时计算框架与流处理引擎生成如训练动作修正指标、场景适配策略等结构化分析结果，并依托数字孪生映射引擎建立现实空间与虚拟空间的对应关系，实现现实空间数据分析结果在虚拟空间中的毫秒级呈现，例如将现实训练中的动作误差数据，精准转化为虚拟角色的姿态调整参数，确保虚拟场景与现实分析结果高度同步。在教学过程中，数据空间将跨校区数据联通，将基层数据与院校数据联通，将虚拟战场与实操演练联通，构建了完整的数据处理闭环。数据空间辅助教育管理者随时查看学生的行为状态和情感波动，并及时调整教学决策方案；教育管理者也可发布特定指令，促使数据达成交互共享协议，进而为智能化的远程决策提供支持。

3.3　虚拟空间

将教育虚拟空间作为教育元宇宙的核心载体，通过技术赋能实现了教育资源的多维共享与学习评价的智能决策，从而提升智慧学习空间效能。虚拟空间通过与数据空间及物理空间的深度融合，构建了虚实同步的交互机制，其中虚拟形象与物理实体的实时通信与数据更新为学习者提供了无缝衔接的学习体验。这种技术架构使得学习者能够突破传统时空限制，在虚拟环境中进行经验共享、远程协作及实战模拟，同时将虚拟空间中获得的知识迁移至物理空间，促进认知结构的优化与思维能力的提升。当前军队院校正在致力于虚拟教官系统、模拟战场环境及军事元宇宙的研发，在虚拟空间中，结合数字孪生、区块链、全息投影等新兴技术，将学生的实操训练操作通过物联网通信协议传输至数据空间，再将虚拟操作指令转化成现实空间可执行的控制信号，如控制机械臂或 AR 手术台等操作，在军事战术训练中，虚拟训练中的战术参数调整可同步指导现实模拟训练的战略方案优化[13]。值得注意的是，虚拟空间内涉密内容的隔离存储需求，可采用“物理隔离+逻辑分区”的双重防护方案。在硬件层面，构建独立于通用元宇宙服务器的涉密训练专用存储集群，通过物理断网阻断非授权访问通道，存储介质采用国产自主可控的固态硬盘，支持硬件级加密与数据自毁功能。在逻辑层面，基于区块链技术对虚拟场景数据、战术参数模型等涉密内容进行分区存储，每个保密等级对应独立的区块链分区，涉密数据的创建、修改、访问等操作均生成不可篡改的交易记录，实现全生命周期追溯。同时，虚拟空间通过创建数字画像，促进数据多维流通，对分步教学、协作学习、知识迁移以及学习外延等方面都有显著的提升效果，为实战化训练、对抗

式演练等教学场景的创新提供了技术支撑[14]。

4　军队院校智慧教学典型场景应用效果

教育元宇宙与军队院校智慧教学的深度融合，为军事教育模式的创新转型提供了新的技术路径。教育主体从“师—生”结构演变为“师—机—生”协同模式，元宇宙技术赋能让机器不仅能扮演教师、伴学等角色，更能深度参与课堂互动、数据分析、教学决策等核心环节。在具体的教学实践中，结合军队院校智慧教学空间框架体系，探究以下 4 个典型应用场景，通过系统分析各场景的教学目标、技术支撑及实施策略，为军队院校教育数字化转型提供借鉴与思考。

4.1　虚实交互式案例研究

案例研究通常包括案例介绍、案例剖析、演练作业，是理论学习的深化延展，是作战指挥教学的重要环节。虚实交互式案例研究是一种基于教育元宇宙理念的创新型教学方法，旨在通过虚实联动的技术赋能，实现理论学习与案例应用的深度融合，课前推送虚拟案例素材，引导学生通过预习提前进入角色；课中学生依托虚实协同平台沉浸体验，理解并剖析典型案例，平台支持师生在线协同参与案例推演及验证，实现教学资源的优化配置和协同过程的实时互动；课后学生基于虚拟复盘系统优化方案，生成最终案例诊断报告。学生通过深度浸入案例场景，巩固现实运用，促进学生对所学理论的深化理解和内化掌握，同时为作战指挥教学提供了可量化、可复制的创新范式。

4.2　对抗全景式综合演练

该演练模式通过训练大数据的深度挖掘与智能分析，利用虚拟空间与数据空间感知训练信息，实时呈现训练态势，全景复盘演练过程，智能评估分析演练效果，结合物理空间塑造逼真对抗环境。具体而言，可将月设为训练时长单位，对抗式综合演练按每月 3 次、每次 2~4 h 的频次，每 30 人一组共百人规模对抗赛的形式开展，同时建立“技能—决策—协同”的三维量化评估体系，核心指标参照军事卫勤实战化标准设计，如设置技能应急处置时效指标：战术急救场景中，学生从发现“伤员”到完成止血、通气、包扎的平均耗时需≤4 min，海战伤手术模拟中，动脉破裂修补术操作完成时间≤15 min；设置决策转化效能指标：依托战创伤模拟人开展的批量救治演练中，学员组平均救治成功率需提升至 85%，重伤员死亡率模拟值应≤12% 等。该模式在现实空间维度部署智慧训练场基础设施，集成多维度感知设备与训练系统，实现训练数据的自动化采集与分析，推进院校演练教学与基层训练精准接轨、与未来战场无缝连接[15]。在虚拟空间维度利用高仿真训练环境模拟复杂态势，支持装备操作、算法运用及体系协同等多样化训练场景，进行常态化演练，实现演练效果的实时跟踪与动态评测。

4.3　深度沉浸式远程医疗

支撑教育元宇宙运行的 5G 技术，具备超低时延、超高带宽的特性，基于 5G 技术部署，后方医院与各医疗条件不足的岛礁之间的互动，不再受制于网络延迟和地域限制，院校教学数据库可远程获取前线手术动态及伤员信息，术前学生可基于元宇宙提供的手术模拟场景，通过重复操作、知识强化习得并迁移技能。术中通过观摩远程手术，同步构建线上虚拟手术室，与智能系统同步协同制订手术方案，在虚拟教官指导下，问诊虚拟患者，开展手术操作练习，术后结合学习反馈，团体协作分析医疗保障力量及后送策略，提供全流程医疗保障方案，实现全时全域智能远程医疗[16]。

4.4　跨域融合式技能训练

技能训练基于数字孪生技术开展，通过多智能终端协同与机器学习算法，构设多维度的融合对抗环境，集成案例推演及决策支持等功能模块，能够实现常规技能训练、融合对抗评估与辅助决策分析的有机统一。在感知数据采集环节，针对不同训练场景配置差异化采集频率：战术急救训练中，穿戴式生理传感器（如心率、血压监测设备）以 50 Hz 频率实时捕捉学生生理应激数据，机械臂末端传感器采集频率提升至 100 Hz，确保动脉修补、吻合等精细操作的参数无遗漏，为后续分析提供高密度、高保真的原始数据支撑。在核算成绩与预测学习趋势方面，采用“分类模型+回归模型”的组合机器学习架构：成绩核算阶段，基于随机模型对学员操作步骤合规性和器械使用规范进行判定；学习趋势预测环节，运用长短期记忆网络模型，输入学员近 3 次训练的时效数据、精准度数据，输出未来 2 个训练周期的能力提升曲线，为个性化训练方案制定提供依据。在技术架构上，依托联合训练系统、远程服务系统和协同跨域网络，构建全方位、立体化的综合

性管理和保障平台，推进各类训练资源的共建共享共用，支撑技能训练的精准决策、精细管理，促进知识内化和技能掌握的良性循环[17]。

以上4种典型智慧教学场景目前仍以理论研究及小班次试点验证为主，核心技术应用及效果评估尚未经过大范围实践验证，未来在军队院校推进规模化应用时，需进一步构建动态迭代的效果评估体系，引入第三方具备涉密资质的评估机构结合关键指标开展多维度大范围验证，同时基于“数据采集—指标分析—策略优化—重新验证”的闭环机制，反向优化场景策略及评估指标，定期开展应用复盘，结合师生反馈及技术迭代趋势，确保更多的应用场景适配军队院校教育元宇宙的发展方向，切实提升军队院校教学质量。

5　结语

教育元宇宙融入军队院校智慧学习空间，加速了新兴技术与战斗力培养的融合应用，在拓展军事训练范畴及培养高阶指挥管理能力等方面具有独特优势，同时也为推动军队院校教育智能化、信息化、体系化布局奠定了基础。本文在梳理教育元宇宙特征的基础上，基于4个不同空间构建了军队院校智慧教学空间的框架模型，对教育元宇宙赋能下未来军队院校智慧学习空间典型应用场景进行探索。当前在军队院校中，融入教育元宇宙的智慧学习空间的研究与实践正处于萌芽阶段，应当紧抓时代机遇，探索制定军队元宇宙统一建设标准，明确技术接口、数据规范、安全保密等指标体系，通过细化军种模块规范、完善保密监测应急机制，助力军队院校现代化建设，提升军队院校实战化教学能力和军事化人才培养质量[18]。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　余泰：提出论文构思、撰写论文；邬鹏飞：文献和材料收集；曹洪欣：总体把关

参考文献

[1] 凌冠华，陈自强，左锋，等. 军队院校智慧校园建设初探[J]. 中国现代教育装备，2018(11)：21-23. DOI: 10.13492/j.cnki.cmee.2018.11.008.

[2] 蔡莹桥，高朝邦，王好，等. 生态视域下智慧教育转型及实践路径[J]. 教育与教学研究，2023，37(3)：88-103. DOI: 10.13627/j.cnki.cdjy.2023.03.006.

[3] 陈爽，丁超，李艳华，等. 元宇宙关键技术及其对战争复杂性的影响[J]. 军事文摘，2023(5)：36-41.

[4] 李永科，邢娜，王志平，等. 军队院校实践类课程智慧教学模式研究[J]. 中国冶金教育，2022(4)：68-70. DOI: 10.16312/j.cnki.cn11-3775/g4.2022.04.018.

[5] 顾小清，宛平，王龚. 教育元宇宙：让每一个学习者成为主角[J]. 华东师范大学学报(教育科学版)，2023，41(11)：13-26. DOI: 10.16382/j.cnki.1000-5560.2023.11.002.

[6] 黄英杰，廖彬宇. 元宇宙时代教育的全新形态、基本特征与发展趋势[J]. 成都师范学院学报，2024，40(1)：1-15. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5642.2024.01.001.

[7] 罗江华，王琳. 新基建赋能教育数字化转型的逻辑、挑战与实践路向[J]. 中国电化教育，2023(3)：37-45.

[8] 刘邦奇，聂小林，王士进，等. 生成式人工智能与未来教育形态重塑：技术框架、能力特征及应用趋势[J]. 电化教育研究，2024，45(1)：13-20. DOI: 10.13811/j.cnki.eer.2024.01.002.

[9] 陆宇正，曾天山. 元宇宙赋能职业教育教学场域重构的技术逻辑与新型样态[J]. 现代远程教育研究，2024，36(2)：104-112. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5195.2024.02.012.

[10] 李蓉. 技术与教育融创下高校智慧教学生态构建[J]. 教育信息化论坛，2023(2)：12-14.

[11] 肖军. 智能化条件下军事医学发展与思考[J]. 联勤军事医学，2024，38(2)：176-179. DOI: 10.13730/j. issn. 2097-2148.2024.02.018.

[12] 景玉慧，沈书生. 智慧学习空间的建设路径[J]. 电化教育研究，2018，39(2)：21-25，38. DOI: 10.13811/j.cnki.eer.2018.02.003.

[13] 冯学强，任鸿，李冬. 基于智慧校园建设推进军队院校教育现代化路径探究[J]. 国防科技，2021，42(4)：133-137. DOI: 10.13943/j.issn1671-4547.2021.04.22.

[14] 王书瑶，王娟，郑浩，等. 融入认知数字孪生体的智慧学习空间：框架构建与应用延伸[J]. 成人教育，2022，42(12)：51-59. DOI: 10.3969/j.issn.1001-8794.2022.12.008.

[15] 万力勇. 融入数字孪生的高校创客空间：意蕴、框架与功能：从物理空间、混合空间到映射空间之演进[J]. 远程教育杂志，2020，38(3)：15-24. DOI: 10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2020.03.002.

[16] 陈晨，张文利，王岳，等. 基于云化虚拟现实技术的医学教育元宇宙构建研究[J]. 中国医学装备，2025，22(1)：138-142. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8270.2025.01.025.

[17] 张枝实. 数字孪生技术的教育应用研究[J]. 成人教育，2021，41(5)：27-32. DOI: 10.3969/j.issn.1001-8794.2021.05.005.

[18] 张昭，郭玉杰，赵晓宁，等. 军事元宇宙刍议与展望[J]. 系统仿真学报，2023，35(7)：1421-1437. DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.23-0104.

（收稿日期：2025-06-30）

（本文编辑：唐宗顺）