

# 新工科背景下 VR 技术赋能高校实验室管理的数字化转型研究

刘俊伯 向春红 樊宇

重庆移通学院 重庆 401420

**摘要:** 新工科建设背景下, 高等院校实验室管理面临着从传统模式向数字化、智能化不断转型的迫切需求。本文通过聚焦虚拟现实 (VR) 技术在实验室管理中的创新应用, 系统分析传统实验室在资源利用、安全管理及实践机制等方面的现实困境, 提出基于 VR 技术的实验室管理优化策略, 包括云机房总体架构的 VR 赋能设计、虚拟现实大数据集群管理系统、实验室安全事故应变模拟系统以及实验室维护策略等。通过研究表明, 虚拟现实技术通过沉浸式交互、资源虚拟化及跨场景模拟等特性, 可有效提升实验室资源利用率、强化安全培训效果并优化实验室管理流程, 为新工科背景下高等院校实验室的数字化转型提供理论与实践参考。

**关键词:** 新工科; 虚拟现实; 实验室管理

自 2017 年新工科建设启动以来, 国家战略对高校实验室的创新能力与管理水平提出了更高要求。传统实验室管理模式在应对大数据、人工智能等新兴工科专业需求时, 暴露出资源配置分散、安全风险高、实践场景受限等问题。虚拟现实技术凭借其沉浸式体验、虚拟仿真及低风险操作等优势, 成为推动实验室管理数字化转型的关键技术。将虚拟现实技术融入实验室管理, 不仅能优化资源调度效率, 还能通过构建虚拟实验环境提升师生实践能力, 为新工科人才培养提供重要支撑。

## 1 传统实验室管理的现实困境

### 1.1 计算机类实验室体系结构

计算机类实验室的建设需系统覆盖软件资源配置、硬件设备部署、管理维护策略及学习支撑体系等需求。通过调研分析, 此类实验室不仅要满足计算机专业师生的实验教学基本要求, 还需通过开放部分实验场地作为公用机房, 提升全校学生的计算机应用能力与实验室资源利用率。计算机类实验室按软硬件性能及实验需求可划分为计算机基础实验室、计算机应用实验室、程序设计基础实验室及大数据专业实训中心等类型。其中前三者因功能定位相近, 在系统性能需求与软件环境配置上具有通用性, 可整合为统一资源集群, 通过动态调度实现硬件资源的高效共享。

### 1.2 传统计算机实验室存在的问题与 VR 技术应用现状

现有的高校建设方案中, 部分高校针对计算机实验室采用了集群架构进行统一管理, 并引入实验教学平台与虚拟

仿真实训系统, 但实验室管理人员对实验室集群服务器的运作情况分析、高校师生在云机房服务器运行原理的教学实践中仍存在显著缺口。当前虚拟仿真工具多聚焦于应用层操作 (如集群管理界面交互、数据处理流程演示), 缺乏对服务器硬件架构 (如 CPU 缓存机制、内存寻址原理)、网络拓扑 (如负载均衡器工作逻辑) 及虚拟化技术底层机制的沉浸式模拟。这些缺失导致相关人员难以通过可视化方式理解云机房“硬件-系统-应用”的三级运行逻辑, 在面对服务器性能瓶颈分析、故障排查等实践场景时, 常因缺乏对底层原理的直观认知而影响问题解决效率。若能引入虚拟现实技术构建一比一云机房数字孪生体, 通过三维交互展示服务器内部组件协同工作流程, 并支持相关管理人员或师生在虚拟环境中进行硬件拆装等实操训练, 将有效弥补现有模拟工具在原理学习及教学实践层面的不足, 提升复杂系统认知与实践创新能力。当前, 部分高校已尝试将虚拟现实技术应用于实验室管理。然而, 现有应用多集中于单一场景, 缺乏对实验室管理全流程 (资源管理、安全防控、教学支持) 的系统性整合, 且在跨学科资源共享、动态运维等方面的研究仍显不足。

## 2 VR 技术在实验室管理中的系统性应用策略

### 2.1 实验室总体架构的 VR 赋能设计

结合新工科时代背景, 实验室总体遵循 SOA 架构, VR 赋能设计以构建一比一拟真虚拟环境为核心, 以此来实现数字化转型。总体架构含有多个模块, 一是对单个云机房实验室本身进行简要的虚拟化, 需要包括终端设备、网络交换

机、网络布线等核心单元；二是对云机房实验室的整体运作架构进行场景虚拟化，形成虚拟现实大数据集群管理系统，通过对为各终端所在实验室分配资源的总的中心服务器机房进行三维复刻，形成可交互的虚拟空间；三是实验室安全事故应变模拟系统，系统基于高校实验室使用准则开发，可以协助实验室管理人员或实验室使用人员于虚拟环境中进行实验室安全管理、危机应变与操作训练，可以突破传统实验室的物理限制，使学员能在虚拟空间中完成高风险场景的安全训练。整体系统架构采用沉浸式交互逻辑，相关人员通过佩戴 VR 眼镜与控制器，在虚拟环境中实现设备操作、安全演练等行为模拟，操作反馈通过视觉提示与系统逻辑校验实现。总体架构聚焦于虚拟场景的真实性与交互的安全性，能够为相关人员在安全培训与实验设备操作模拟上提供基础支撑，提升实验室的集中性、可重用性和可扩展性。在技术选型方面，系统采用先进的 Unity 3D 游戏开发引擎作为虚拟现实内容的开发平台。Unity 3D 具有强大的 3D 建模、渲染和交互功能，能够快速创建高质量的虚拟场景，并且支持多种虚拟现实设备的接入，如 HTC Vive、Oculus Rift 等，为用户提供沉浸式的虚拟现实体验。同时，结合 C# 编程语言，实现了虚拟环境中各种交互逻辑的开发，确保用户能够与虚拟环境进行自然、流畅的交互。

## 2.2 虚拟现实大数据集群管理系统

新工科背景下，部分实验教学需求通过传统计算机方式难以满足，对于实验室管理人员，因为服务器所在的服务器中心机房为高校数据存储的核心，往往进出手续困难，通过虚拟现实大数据集群管理系统能够解决此类问题，提供场景模拟演练功能。虚拟现实大数据集群管理系统通过 Unity 3D 构建一比一虚拟数据中心。通过系统，可以直观模拟机房内部情况，对数据在服务器中的流动和变化过程进行展现。平台支持在虚拟空间内浏览机房设施、浏览机房内服务器等硬件设备信息，使相关人员不受场地限制实现虚拟现实创新实践。利用虚拟现实技术的可视化和交互特性，可以对机房资源进行更加直观和高效的辅助管理。通过构建虚拟机房管理平台，管理人员可以模拟监控机房设备的运行状态、资源使用情况等信息，并通过虚拟现实界面进行资源的调配和管理的模拟。当发现某台服务器的负载过高时，管理人员可以在虚拟环境中直接对服务器的资源进行模拟调整，实现资源的动态优化配置，亦可实现模拟网络拓扑调整等系列操作。

虚拟现实技术还可以对机房的能耗进行模拟监测和分析，通过虚拟模型展示不同设备的能耗情况，帮助管理人员制定节能策略，降低机房的能耗成本。虚拟系统内置物理模拟引擎，当虚拟设备出现过热等异常时，会通过视觉警示与触觉反馈（如手柄震动）提醒管理人员，模拟此类情况处理过程。对于新入职的实验室管理人员，通过虚拟现实系统模拟交换机配置、服务器重启等操作，避免真实环境中的误操作风险；学生也可在虚拟空间中拆解云终端主机，学习内部硬件连接（如主板与电源的排线走向），而无需接触真实设备。

## 2.3 实验室安全事故应变模拟系统

实验室安全事故应变模拟系统在于提升实验室管理人员与实验室使用人员的安全意识及紧急场景应变能力，系统围绕实验室安全相关政策法规与常见安全议题采用虚拟现实问答互动的方式进行设计开发，包含对实验室内设备的认识与正确操作方式的学习、特殊设备及危险化学品的认识、消防演练与危险化学品接触后的紧急处理等，可分为三个阶段。第一阶段着重于实验准入人员准入前的基础规范养成，依据不同实验场景完成实验室准入着装训练。参训者需通过智能菜单，选择适配的个人防护装备，经校验穿戴无误后，即可解锁后续训练模块，从源头保障实验安全；第二阶段以特殊设备及危险化学品的认识为核心，重点强化实验人员对实验室特殊设备的操作及化学品的风险认知。对于特殊设备，系统以 3D 交互形式进行拆解学习。同时，通过化学符号匹配，帮助学员快速建立化学物质风险识别体系。高校可根据自身教学需求，在系统中定制专属实验设备的详细说明，帮助实验室管理者与使用者全面掌握设备特性与操作要点；第三阶段设计了消防演练与危险化学品接触皮肤后的紧急处理训练等模块，其中消防演练通过高度还原的互动场景，引导学员完成火情判断、紧急通报、灭火器取用及灭火全流程操作，提升应急决策与处置能力。危险化学品接触皮肤后的紧急处理训练模块模拟了化学品倾洒到人体的画面，指导其迅速脱除污染衣物、启用洗眼器与安全淋浴装置等急救措施，确保在突发状况下能够规范、高效地开展自我保护与应急处理。通过以上模拟训练，相关人员才能进入实验室从事工作与学习。

## 2.4 实验室维护策略

虚拟现实平台的维护主要在于设备维护、准入人员权限划分以及安全防护。为了应对虚拟现实平台运行时硬件性

能不足的问题,高校应加大对机房硬件设备的升级投入,定期评估机房服务器的性能,根据虚拟现实技术的应用需求,及时更新高性能的服务器和图形处理设备,引入具有强大计算能力和图形处理能力的服务器,以满足虚拟现实系统对图形渲染和数据处理的高要求。在兼容性方面,选择虚拟现实设备时,要充分考虑设备与机房现有设备的兼容性。选择具有广泛兼容性的虚拟现实设备品牌和型号,或者通过使用转接设备、开发适配软件等方式,解决设备接口和通信协议不匹配的问题。积极与设备供应商沟通合作,推动设备兼容性标准的制定和完善,促进不同设备之间的互联互通。

对于机房管理人员和师生在使用虚拟现实技术过程中的职责和权限,需要进行明确的规定和划分,避免导致管理混乱和操作失误。机房管理人员在使用虚拟现实系统进行设备管理时,需要进行相应的权限设置,用以保证及时获取关键信息或进行必要的操作;师生在使用虚拟现实教学资源时,需要明确的使用规范,以避免资源的浪费或损坏。

在虚拟现实技术的应用过程中,还可能存在着安全管理漏洞,如用户身份认证不严格、数据访问权限控制不当等,增加了信息安全的风险。为了保障虚拟现实软件的安全,加强软件的安全防护措施,运维人员要定期进行漏洞扫描和修复,及时更新安全补丁,防止黑客攻击和恶意软件感染。采用先进的数据加密技术,对用户的个人信息和操作数据进行加密存储和传输,确保数据的安全性和隐私性。建立健全的安全管理制度,加强对软件系统的访问控制和权限管理,防止内部人员的违规操作。

### 3 研究的不足与后续研究建议

在技术深度方面,虽然对虚拟现实技术与大数据等技术的融合进行了探讨,但在技术融合的广度和深度上仍有待加强。未来的研究可以进一步探索这些先进技术在虚拟现实系统中的深度融合和创新应用,挖掘更多的应用场景和价值。

从应用层面来看,虚拟现实技术在高校实验室管理的应用中仍处于发展阶段,部分应用模式和系统还不够成熟和完善。在虚拟现实教学资源的开发方面,虽然已经取得了一些进展,但教学资源的丰富度和质量仍有待提高,需要进一步加强与教育领域的深度融合,开发出更多符合教学需求、具有高质量教学内容的虚拟现实教学资源。

基于以上不足,后续研究可以从以下几个方面展开:要进一步学习虚拟现实行业前沿技术,增加研究样本的多样

性和数量,对不同类型高校的虚拟现实技术应用情况进行全面、深入的调研和分析,总结出更加全面、系统的应用模式和经验,加大对虚拟现实技术与其他先进技术融合的研究力度,探索更多的技术创新点和应用场景,推动虚拟现实技术在高校实验室管理方向智能化、高效化发展。在应用实践方面,要持续优化和完善虚拟现实技术的实践落地,结合学校校情,促进虚拟现实技术在高校教学、科研和管理中的多方面应用和深度融合。

### 4 结束语

本研究紧扣新工科建设需求,对虚拟现实技术在高校实验室管理数字化转型中的应用进行深入探索,通过理论与实践验证,成功构建了基于虚拟现实的实验室管理创新模式。研究成果显示,该技术在优化实验资源配置、建立健全安全培训体系、提升虚拟仿真实验教学质量等方面成效显著,有效解决了传统实验室管理中资源利用率低、安全风险高、教学形式单一等问题,为新工科背景下高校实验室的智能化、高效化管理提供了重要实践依据。

面向未来,伴随5G、人工智能等技术的迭代升级,VR与高校实验室管理的融合将迎来新突破。后续研究可聚焦于打造多技术融合的智慧实验室管理生态,推动VR技术在实验室管理中的标准化、规范化应用。同时,建议深化校企合作,加速科研成果转化,以更优质的解决方案赋能新工科人才培养,推动高等教育数字化转型,助力培育更多适应产业变革需求的高素质工程技术人才。

### 参考文献:

- [1] 寇琼洁,刘雪锋.智慧校园背景下实验室数字化管理探索与实践[J].中国现代教育装备,2025,(09):31-33.
- [2] 章诚.虚拟现实技术对实验室空间布局与功能优化的影响研究[J].张江科技评论,2025,(01):73-75.
- [3] 张珂,付裕,刘旭成,等.VR虚拟实验室导航系统的设计与实现[J].南方农机,2024,55(11):148-150.
- [4] 张婷,杨扬,杨启浩,等.利用虚拟现实创新实验室消防安全教育[J].实验室研究与探索,2021,40(07):305-308.

作者简介:刘俊伯(1999—),男,汉族,重庆,重庆移通学院,本科,助教,软件工程;向春红(2000—),女,汉族,重庆,重庆移通学院,本科,助教,大数据技术;樊宇(2000—),女,土家族,重庆,重庆移通学院,本科,助教,主要研究方向:物理学。