

基于数字孪生的红色档案文化建设研究

李彤¹ 陈琳琳¹ 张逸超²

1. 沈阳建筑大学 机械工程学院, 中国·辽宁 沈阳 110168

2. 沈阳建筑大学 土木工程学院, 中国·辽宁 沈阳 110168

摘要: 红色档案是中国共产党在新民主主义革命时期形成具有保存价值的文字、图表、音像等载体的历史记录, 蕴含着丰富的历史文化、教育价值和经济价值。随着现代信息技术的发展, 特别是数字孪生技术兴起, 为红色档案文化保护与建设提供了新思路、新方法。论文旨在探讨基于数字孪生的红色档案文化建设路径, 通过构建红色档案数字孪生系统, 实现红色档案资源的深度挖掘、广泛传播和高效利用, 推动红色文化传承与发展。

关键词: 红色档案; 数字孪生技术; 虚拟现实

Research on the Construction of Red Archive Culture Based on Digital Twins

Tong Li¹ Linlin Chen¹ Yichao Zhang²

1. School of Mechanical Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, Liaoning, 110168, China

2. School of Civil Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, Liaoning, 110168, China

Abstract: Red archives are the historical records of the CPC in the period of the new democratic revolution, which formed the carrier of words, charts, audio and video with preservation value, and contain rich historical and cultural, educational and economic values. With the development of modern information technology, especially the rise of digital twin technology, new ideas and methods have been provided for the protection and construction of red archives culture. The paper aims to explore the path of building a red archive culture based on digital twins. By constructing a red archive digital twin system, the deep mining, widespread dissemination, and efficient utilization of red archive resources can be achieved, promoting the inheritance and development of red culture.

Keywords: red archive; digital twin technology; virtual reality

1 引言

数字孪生技术可以将红色档案资源转化为高精度的数字模型, 不仅保留了原始档案的细节特征, 还能通过虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等技术手段, 让参观者能够身临其境地感受历史事件的发生场景, 从而加深对红色文化内涵的理解, 沉浸式的体验方式极大地提高了红色档案传播效果和教育意义。

数字孪生技术通过互联网平台, 人们可以不受地域限制地接触到珍贵的红色资源, 能够实现远程访问和互动学习, 对于扩大红色文化的影响力、促进跨区域的文化交流有着重要的作用。数字孪生技术通过大数据分析, 挖掘红色档案背后的历史脉络与社会变迁, 为学术研究和文化遗产提供丰富的素材。同时, 通过数字孪生技术建立的电子档案, 能够有效避免传统纸质档案易受自然环境因素影响而损坏的问题, 有助于红色档案的长期保护和可持续利用。数字孪生技术还支持动态更新和维护, 确保红色档案内容的准确性和时效性。

2 红色档案数字孪生系统构建

2.1 数字孪生技术概述

数字孪生是指一种集成多物理量、多尺度、多概率的

仿真过程, 在虚拟空间中完成映射, 从而反映相对应实体装备的全生命周期过程。通过收集和分析来自实体对象的数据, 实现对实体对象实时监测、预测和优化, 能够精确地表示实体对象的状态和行为, 通过实时数据流保持实体对象和数字孪生体之间的同步, 利用数据分析和机器学习技术预测实体对象未来状态或性能, 基于预测结果和模拟情景来优化实体对象的设计、操作和维护。

数字孪生技术的应用正在不断扩大, 能够应用于制造业、智慧城市、医疗健康、环境保护及文化遗产保护等领域, 不仅能够帮助企业提高效率、降低成本, 还能为科学研究、教育等领域带来新的可能性。在红色档案文化保护与传播方面, 数字孪生技术同样具有巨大潜力, 可以通过构建虚拟博物馆、实现沉浸式体验等方式, 让更多人了解和感受到红色文化的魅力。

2.2 红色档案的特点与价值

红色档案主要记录了中国共产党领导下的革命斗争、社会主义建设和改革开放等各个历史时期的事件、人物和思想。见证了中国从成立初期到发展壮大, 再到领导全国各族人民取得新民主主义革命胜利和社会主义建设成就的全过程。自 1921 年中国共产党成立以来, 历经土地革命

战争、抗日战争、解放战争等重大历史时期，产生了大量的文献、信件、电报、会议记录、照片、影音资料等，这些资料不仅记载了党的重要决策、战略部署和英雄事迹，还反映了广大人民群众在中国共产党领导下进行斗争的真实面貌。红色档案作为非物质文化遗产的一部分，承载着中华民族的精神标识和文化记忆，对于传承红色基因、弘扬社会主义核心价值观具有重要意义。红色档案为历史学、政治学、社会学等多个学科的研究提供了丰富的素材，促进了相关领域的学术发展。

红色档案包括文献档案、影像档案、实物档案、口述历史档案等。然而，由于年代久远和技术条件限制，许多红色档案面临着不同程度的损坏风险。目前，红色档案类型与保存状态如表 1 所示。许多纸质档案存在老化、褪色等问题，需要采取特殊措施进行保护和修复；早期的照片和胶片会出现褪色、断裂等情况，需要进行数字化保存；部分实物因材质原因容易腐蚀或损坏，需要特定的保存环境。因此，越来越多的红色档案被数字化保存，对其进行有效的保护、管理和利用，更利于红色档案长期保存和广泛传播。

表 1 红色档案类型与保存状态

档案类型	档案形式	存在问题
文献档案	党的决议、指示、报告、宣言、书信	老化、褪色
影像档案	照片、电影胶片、录像带等视觉资料	褪色、断裂
实物档案	旗帜、奖章、武器、生活用品	腐蚀、损坏
口述档案	老党员、革命前辈的访谈录音、录像	格式不兼容

2.3 数字孪生在文化遗产保护中的应用

数字孪生技术在文化遗产保护、管理和展示方面发挥着至关重要的作用，不仅是一种简单的数字化过程，而是通过创建文化遗产高精度三维数字模型，实现对物理遗产精准映射和实时交互，进而促进文化遗产可持续发展。数字孪生技术的应用不仅提升文化遗产保护效果，还增强了公众文化认同感和参与度，为文化遗产可持续发展开辟了新的路径。

在保护方面，利用激光扫描、摄影测量等技术获取文化遗产高精度三维数据，形成数字化点云模型；通过安装传感器网络，实时收集遗产环境数据（如温度、湿度、光照等），并根据预设阈值自动识别并预警异常情况，如环境波动过大、人为破坏等，进行环境监测；借助虚拟仿真技术，可以模拟不同环境条件下遗产变化，辅助制定遗产修复和保护方案。在管理方面，将文化遗产的相关数据（如历史背景、修复记录、游客流量等）整合到数字孪生模型中，实现信息统一管理和分析；通过大数据分析和人工智能技术，为管理者提供智能决策支持，如优化遗产的日常运营和紧急情况应对策略。在展示方面，利用虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，让观众可以沉浸式地体验文化遗产的历史情境，增加互动性和参与感；通过数字孪生模型构建虚拟展览空间，即使是在线访问也能获得接近现场的观展体验；为学生和研究人员提供数字化学习资源，通过模拟真实遗产环境来进行教

育和培训活动。

3 基于数字孪生的红色档案文化建模

3.1 红色档案的数字化处理

搜集红色档案资料，包括纸质文档、照片、音视频资料、实物等；对于重要的历史遗址、纪念馆等地进行实地考察，收集现场资料；通过采访亲历者、老党员等，记录他们的回忆和经历，丰富档案内容。对收集到的资料进行预处理，如清洁、修复破损、去污渍等；按照时间、地点、主题等维度对档案进行分类，并编写详细的目录和索引；对档案资料进行质量评估，以确定资料适合数字化。使用专业扫描设备对纸质文档进行扫描，将图像文件转换为 PDF、TIFF 等格式；使用 OCR 技术提取文本内容；将音频和视频资料转换为数字格式，如 MP3、MP4 等，并进行必要的编辑和清理；为每个数字化文件添加详细的元数据，包括标题、作者、时间、地点、关键字等；将数字化成果存储在安全可靠的服务器上，并定期进行备份，确保数据安全性。红色档案数字化处理流程如图 1 所示。



图 1 红色档案数字化处理流程

红色档案数据处理包括图像处理、音视频处理、数据管理和数据分析等。对于图像，使用扫描仪将纸质文档转换为数字图像，用 OCR 软件在扫描图像中提取文本。对于音视频，使用音频录制与编辑软件，用于录制和编辑音频文件，用视频编辑软件录制和编辑音频文件。对于数据管理与分析，使用数据库管理系统、元数据管理工具、Excel、R 语言等软件及工具，管理、创建、维护、整理及分析档案数据。通过工具和软件的支持，红色档案的采集、整理和数字化过程能够更加高效、准确地进行，进而为红色文化保护和传播奠定坚实基础。数据收集、处理工具与软件如图 2 所示。



图 2 数据收集、处理工具与软件

3.2 数字孪生模型构建

红色档案资料准备与分析，确定适合进行三维建模和

虚拟环境搭建的内容,使用三维建模软件,根据红色档案内容,创建基础的三维模型。例如,如果涉及建筑物,则先创建建筑物主体结构。细化及优化模型,添加细节,如纹理、颜色等,使模型更加逼真;对模型进行优化,减少面数,提高渲染效率。设计虚拟环境整体布局和风格,考虑如何更好地展示红色档案内容,使用虚拟现实(VR)或增强现实(AR)软件(如Unity、Unreal Engine)搭建虚拟环境。设计用户与虚拟环境的交互方式,如通过触摸屏、VR头盔等进行互动,将三维模型、音视频资料等融入虚拟环境中。通过传感器等设备收集环境数据,如温度、湿度等,将收集到的数据与虚拟环境中的模型相融合,实现动态更新,建立数据库系统,存储红色档案数据和相关信息,确保数据完整性和安全性。对虚拟环境功能进行测试,确保所有交互功能可以正常工作,邀请用户进行体验,收集反馈意见,根据测试结果优化虚拟环境性能,提高用户体验。红色档案数字孪生模型构建步骤如图3所示。



图3 红色档案数字孪生模型构建步骤

数字孪生模型能够构建出一个高度逼真的红色档案数字孪生模型,不仅能够保护和展示红色档案,还能提供沉浸式互动体验,为研究人员、教育工作者和公众提供有价值的学习资源,增强教育意义和文化传播效果。

3.3 案例应用

假设要创建一个“红色革命纪念馆”的数字孪生模型,

该模型包括历史场景再现、互动体验、虚拟讲解员及多媒体资料等关键特性。

用户可以参观虚拟会议厅、展览馆等场景再现,这些场景都是红色历史关键地点。在虚拟环境中与历史文件互动,如翻阅电子版的历史文件、观看历史事件动画重演等,进行互动体验。通过3D建模和语音合成技术,创造一个虚拟讲解员来引导用户参观并解释档案的重要意义。整合历史影像、音频文件等多媒体资料,为用户提供更加丰富多样的信息来源。

4 结论与展望

基于数字孪生的红色档案文化建设研究,为红色档案资源保护与利用提供了新思路、新方法。通过构建红色档案数字孪生系统,可以实现对红色档案资源的深度挖掘、广泛传播和高效利用,推动红色文化的传承与发展。未来,随着数字孪生技术不断发展和完善,红色档案数字孪生系统将在更多领域发挥重要作用,在教育领域,可以成为培养学生爱国情怀和历史责任感的重要工具;在文化旅游领域,可以为游客提供更加生动和深刻的体验;而在学术研究领域,能够为学者们提供更加丰富和详实的历史资料。数字孪生技术的应用将为红色档案资源的保护与利用开辟新的篇章,为红色文化繁荣发展贡献更多力量。

参考文献:

- [1] 陈斌.上海静安:数字孪生技术在档案库房管理领域中的应用[J].中国档案,2023(7):30-31.
- [2] 张东华,廖程程.基于沉浸体验的档案馆场景化服务:特征、机理与实现路径[J].档案管理,2023(1):60-63.
- [3] 孙向阳.数字孪生环境下档案馆智慧服务场景应用研究[J].浙江档案,2022(2):33-37.

基金项目:2024年辽宁省档案科技项目:基于数字孪生的红色档案文化建设研究(项目编号:2024-X-37)。