

数字化技术在古籍修复实验室设计的应用研究

荣悦悦, 张莉莉

山东建筑大学艺术学院, 山东 济南

收稿日期: 2024年9月5日; 录用日期: 2024年10月22日; 发布日期: 2024年10月29日

摘要

文章旨在探讨数字化技术在古籍修复实验室设计中的应用。首先, 对古籍修复历史发展及数字化技术在文化遗产保护中的应用进行文献梳理, 提出实验室设计原则与趋势; 其次, 深入剖析了古籍修复实验室数字化设计面临的问题, 包括古籍数字化标准不统一、缺乏高效数字化管理平台、空间环境因素的挑战等; 最后, 详细阐述了数字化技术在古籍修复实验室设计中的应用, 包括数字扫描与数据库管理、虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术、国内外成功案例分析。旨在为估计修复实验室设计提供有力支持和有益借鉴, 推动古籍实验室数字化工作发展。

关键词

数字化技术, 修复实验室, 空间设计, 文化遗产

Research on the Application of Digital Technology in the Design of Ancient Book Restoration Laboratory

Yueyue Rong, Lili Zhang

School of Art, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong

Received: Sep. 5th, 2024; accepted: Oct. 22nd, 2024; published: Oct. 29th, 2024

Abstract

This paper aims to discuss the application of digital technology in the design of ancient book restoration laboratory. Firstly, the historical development of ancient books restoration and the application of digital technology in cultural heritage protection were reviewed, and the principles and trends of laboratory design were proposed. Secondly, it deeply analyzes the problems faced by the digital design of the ancient books restoration laboratory, including the inconsistency of the digital

standards of ancient books, the lack of efficient digital management platform, and the challenges of space environment factors. Finally, the application of digital technology in the design of ancient book restoration laboratory is described in detail, including digital scanning and database management, virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technology, and analysis of successful cases at home and abroad. The aim is to provide strong support and useful reference for the design of the estimated restoration laboratory, and promote the development of the digitalization of the laboratory of ancient books.

Keywords

Digital Technology, Restoration Laboratory, Space Design, Cultural Heritage

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

古籍文物是中华民族数千年文明的重要载体, 承载着厚重的历史与文化价值。这些珍贵的文物不仅记录了古代社会的发展和变迁, 也反映了人类智慧的结晶。随着时间的推移, 古籍文物由于自然老化、人为破坏和环境因素等原因, 面临着严重的损毁和灭失风险。因此, 保护和修复古籍文物对于传承中华优秀传统文化具有重要意义。

传统的修复实验室在某些方面已无法满足现代保护的要求, 数字化技术在修复实验室设计中的应用为古籍保护提供了新的视角和方法。运用高精度扫描、数字修复、云存储等技术, 不仅能有效延长古籍的寿命, 还能增强其易访问性和研究价值。本研究旨在探讨如何基于数字化技术构建古籍修复实验室设计方法, 从而为古籍修复实验室的保护工作赋能, 为传统文化的传承与发展开辟新途径。通过深入分析现有的实验室设计、探索创新的数字化应用, 为古籍修复实验室提供全面且实用的解决方案, 推动传统文化保护工作向数字化、智能化转型。

2. 文献综述

(一) 古籍修复的历史回顾

古籍修复在中国已有数千年的历史。早在东汉时期, 已经有关于纸张和丝绸修复的记载。例如《史记》中提到的“糊纸补之”, 便是早期的修复手段之一。在唐代, 书籍的编写和修复技术得到了进一步发展, 形成了较为系统的修复工艺。宋代的《天禄琳琅书目》以及元代的《文献通考》都记录了当时的修复技术和案例。

明清时期是古籍修复技术的重要发展阶段。明代的《天工开物》详细记载了纸张制作和修复的技术。清代的《四库全书》编纂过程中, 也涉及大量古籍的修复工作[1]。此时, 古籍修复已经形成了一套较为成熟的技术体系, 包括纸张修补、书籍装帧和保护等。

进入近现代, 古籍修复逐渐受到科学方法的影响。20世纪初, 随着西方保护技术的传入, 中国开始结合传统技艺和现代科学, 对古籍进行修复。例如, 使用化学药剂对纸张进行脱酸处理, 利用显微镜等工具进行细致的修复操作。这些方法通常依赖于修复专家的经验和技术, 通过纸张补强、脱酸处理、和湿度控制等手段来延长古籍的寿命。

(二) 数字化技术在文化遗产保护中的应用

如今数字化技术在文化遗产保护中发挥着越来越重要的作用。其发展历程可以追溯到 20 世纪末, 当时基础的数字图像采集和数据库存储开始用于文化遗产记录。近年来, 随着技术的进步, 数字化保护技术迅速发展, 包括高精度 3D 扫描、虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、和人工智能(AI)修复等。这些技术不仅提高了古籍保护的精度和效率, 还提供了新的研究和展示方式。

在国内外, 许多研究和项目已成功应用数字化技术进行古籍保护。例如, 欧洲的一些博物馆和图书馆已经开发了全面的数字化平台, 实现古籍的在线访问和研究[2]。国内的许多文化机构也在探索数字化保护的创新应用, 为公众提供了多元化的文化体验。这些研究表明, 数字化技术在提高古籍保护质量、提升公众参与度方面具有巨大潜力。

(三) 实验室设计原则与趋势

实验室设计在古籍保护和修复中扮演着关键角色。当前的设计趋势强调空间的功能性和灵活性, 以适应不同修复任务的需求。模块化设计、智能化管理系统、以及环保材料的使用是现代实验室设计的主流趋势。在数字化技术日益渗透各行各业背景下, 文物保护与修复实验室的设计也随之发生了显著变革。现代实验室设计原则不仅仅强调传统的功能性和安全性, 更将数字化技术的整合作为核心要素。这些设计不仅优化了工作流程, 还提高了实验室的安全性和可持续性。

此外, 跨学科技术在实验室设计中的应用也日益普遍。结合工程学、信息技术、材料科学等多领域的知识, 设计师能够为古籍修复实验室提供更加全面和先进的解决方案。这种跨学科的协作推动了实验室设计的创新, 使其更好地支持数字化技术在古籍保护中的应用。

3. 理论框架

(一) 数字化保护技术

在文物保护领域, 数字化保护技术已成为古籍修复的重要工具, 其核心包括图像扫描与存储技术以及数据库构建与管理。

图像扫描与存储技术是数字化保护的基础。高精度扫描仪能够捕捉古籍的微小细节, 确保图像的清晰度和完整性[3]。这些数字图像不仅用于修复和复制, 还能创建高分辨率的数字存档, 便于远程访问和研究。先进的存储技术则确保了数据的安全性和持久性, 采用云存储方案实现海量数据的高效管理和灵活调用。

数据库的构建与管理是数字化保护技术的核心环节。通过构建结构化的数据库, 研究者可以高效组织和检索古籍信息。数据库管理系统(DBMS)提供了一套完善的数据操作功能, 如存储、检索、更新和删除。结合现代的数据库技术, 实验室能够实现对文物的实时监控和精确管理, 提高修复工作的效率和质量。

(二) 实验室空间设计理论

实验室空间设计是古籍修复实验室运作的核心, 其核心关注点包括人性化设计以及环境安全性。

空间功能的合理规划和人性化设计是实验室设计的核心原则。实验室需要为不同的修复工作设立专门的功能区域, 如扫描区、修复区和存储区, 以提高工作流程的效率。人性化设计则关注操作人员的工作体验, 确保在设备布局、照明设计和工作台高度等方面满足人体工学要求, 提高工作人员的舒适度和工作效率。

环境的舒适性和安全性对实验室的有效运行至关重要。良好的空气质量、适宜的温度和湿度控制有助于保护文物和保障工作人员的健康。现代实验室设计中, 安全性同样被高度重视, 通过安装智能监控系统和紧急响应设备, 实验室能够及时应对突发情况, 确保文物和人员的安全。

综上所述, 数字化保护技术和实验室空间设计理论构成了古籍修复实验室的理论框架。通过二者的

结合, 实验室可以实现更高效、更安全的古籍保护和修复工作。

4. 古籍修复实验室设计现存问题

(一) 古籍数字化标准不统一

在古籍修复过程中, 数字化技术的广泛应用虽然带来了诸多便利, 但也暴露出数字化标准和设备兼容性方面的诸多问题。首先, 不同实验室使用的数字化设备在数据格式、传输协议以及操作界面上存在显著差异。由于缺乏统一的标准, 各品牌和型号的设备在这些方面互不兼容, 导致设备之间的数据交换和整合复杂化。这不仅增加了数据处理的难度, 也限制了设备的通用性和协作性。此外, 古籍数字化过程中的格式多样化进一步加剧了兼容性问题。不同机构采用各自的数字化格式和标准, 导致数据无法在不同设备和平台间无缝流动[4]。这种不一致性使得实验室在进行数据合并和共享时面临额外的格式转换需求, 影响了工作效率和数据的有效利用。

为了充分发挥数字化设备的潜力, 行业内迫切需要统一的数字化标准和兼容性解决方案。这将有助于减少设备间的操作难度, 提高数据处理和传输的效率, 推动古籍保护和修复工作的数字化进程。

(二) 缺乏高效数字化管理平台

在古籍修复实验室设计中, 高效的数字化管理平台对于提升工作效率和保证数据安全至关重要。然而, 当前许多实验室在这方面存在明显的不足, 影响了数字化技术的应用效果。

由于缺乏高效的数字化管理平台, 实验室在数据安全和访问控制方面面临挑战。没有完善的权限管理和安全机制, 敏感数据可能被未经授权的人员访问或修改[5]。此外, 缺乏备份和恢复机制, 增加了数据丢失的风险, 影响文物保护的长期可靠性。现有的数字化管理平台通常缺乏灵活的共享和协作功能, 使得不同实验室和团队之间的数据交流受限。由于缺乏标准化的接口和协作工具, 数据共享需要额外的人工干预和格式转换, 增加了协作的复杂性和时间成本。

为了解决这些问题, 实验室需要建设统一、开放和高效的数字化管理平台。这样的平台将提高数据处理的效率和安全性, 促进跨团队的协作和数据共享, 增强数据分析能力, 并支持实验室的持续创新和发展。

(三) 空间环境因素的挑战

在古籍修复实验室设计过程中, 空间环境因素的控制至关重要[6]。然而, 许多实验室在设计和管理中未能有效应对这些因素的挑战, 影响了修复工作的质量和文物的长期保存。

1) 温湿度控制不稳定: 古籍对温湿度极为敏感, 不适宜的条件会加速其老化和损坏。许多实验室缺乏精准的温湿度控制系统, 导致实验室内的环境条件波动频繁。这种不稳定性可能导致纸张发霉、变形或褪色, 严重影响古籍的保存质量。数字化设备在这些条件下也可能无法正常运作, 进一步加剧问题。

2) 空气质量管理不足: 古籍修复过程中, 空气中的灰尘、污染物和有害化学物质会对文物和工作人员造成影响。然而, 很多实验室没有配备足够的空气过滤和净化系统。这不仅影响修复工作的安全性, 还可能导致文物的进一步损坏。此外, 缺乏实时监测设备, 使得实验室难以及时应对空气质量的变化。

3) 光照条件不理想: 光照对古籍的影响不可忽视。长期暴露在过强或不适宜的光线下, 古籍会出现褪色、脆化等问题。许多实验室在光照管理上存在不足, 未能合理配置自然光和人工光源。缺乏对光强和光谱的控制, 使得古籍在修复和展示过程中面临风险。

4) 噪音和震动的影响: 在精细修复工作中, 噪音和震动会干扰工作人员的注意力, 影响操作的精确性。部分实验室没有做好隔音和防震处理, 使得外部环境的干扰难以避免。这不仅降低了修复效率, 还可能影响实验室设备的稳定性和寿命。

5) 环境监测和应对能力不足: 由于缺乏全面的环境监测系统, 实验室无法及时获取和分析环境数据,

难以有效管理和调节环境条件。缺乏自动化的监测和调节机制,使得实验室对突发环境变化的应对能力不足,从而影响文物的保护效果。

为了解决这些环境因素带来的挑战,实验室需要引入先进的环境控制和监测技术,确保文物修复和保存的环境条件稳定、适宜。这将有助于提高古籍保护工作的质量和效率,延长文物的寿命[7]。

(四) 跨学科合作的深度与广度不足

尽管数字化技术要求多学科的协同合作,但实际的合作往往流于形式,缺乏实质性的整合。技术专家、文物保护专业人员、和设计师之间缺乏深入的沟通和合作,导致技术方案难以全面满足实际修复工作的需要。这种合作不足削弱了实验室应对复杂修复任务的能力。

5. 数字化技术在古籍修复实验室设计中的应用

(一) 数字扫描与数据库管理

1) 数字化扫描:数字化扫描是古籍保护中最基础的技术之一。通过高分辨率扫描仪对古籍进行扫描,可以生成高清的数字图像。数字化扫描不仅能保存古籍的内容,还能记录其材质、颜色和损坏情况[8]。高清扫描仪的使用确保了图像的细节和清晰度,为后续的修复和研究提供了可靠的基础数据。

2) 图像处理:数字图像处理技术在古籍修复中发挥着重要作用。通过专业的图像处理软件,可以对扫描得到的图像进行修复和增强。例如,使用图像处理技术可以去除图像中的污渍、斑点,恢复褪色的文字和图案[9]。这种无损修复技术不仅保护了古籍的原件,还能为物理修复提供参考。

3) 三维建模:三维建模技术可以用于古籍的结构修复。通过三维扫描仪,可以获得古籍的三维数据,生成其三维模型。这种技术特别适用于修复古籍的装帧部分,如封面、封底和书脊等。三维建模技术可以精确还原古籍的原始结构,为修复提供精确的参考数据。

4) 数据库管理:数字化技术还包括古籍数字数据库的建设。通过建立数字化数据库,可以对古籍的扫描图像、修复记录、研究资料等进行系统管理。数据库不仅方便了古籍的存储和检索,还可以实现信息的共享和传播。现代数据库技术支持多种检索方式,如关键词检索、全文检索等,极大地提高了古籍信息的利用效率。

(二) 虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术

虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术在古籍修复实验室设计中具有重要的应用价值,为修复过程、公众教育和跨学科合作提供了创新的解决方案[10]。

1) 增强修复过程的效率和精准性:在古籍修复实验室中,VR技术通过模拟真实的修复环境,为修复人员提供了一个安全的虚拟空间来预演复杂的修复任务。修复人员可以通过3D模型深入了解古籍的结构和损坏情况,从而优化修复策略,减少实际操作中的风险。同时,AR技术通过实时叠加数字信息,帮助修复人员获取操作步骤和参考资料,提高工作效率并减少错误发生。这种增强的工作环境使得修复过程更加高效和精准。

2) 拓展展示和教育的可能性:VR和AR技术在古籍修复实验室设计中也为展示和教育提供了新的可能性。通过VR技术,实验室可以创建虚拟展览,让观众在线上以沉浸式方式体验古籍的细节和历史背景,打破了空间和时间的限制。AR技术则通过在实物上叠加数字信息,为观众提供互动的学习体验,展示古籍的隐藏细节和文化内涵。这些技术不仅提高了公众对古籍的认知,也增强了文化遗产传播的效果。

综合来看,VR和AR技术在古籍修复实验室中的应用,不仅提升了修复工作的质量和效率,也促进了公众教育和跨学科研究,推动了古籍保护与修复的数字化转型。

(三) 成功的古籍数字化项目

1) 大英图书馆(British Library)在古籍保护和修复实验室设计中创建了尖端的数字化技术, 包括高分辨率扫描、3D 建模和在线访问平台。他们在馆内创建了丰富的数字化档案, 供研究人员和公众在线查阅。大英图书馆使用高分辨率扫描仪来捕捉古籍的细节, 确保高质量的数字副本。这不仅有助于保护原件, 还使得详细的研究和分析成为可能。通过 3D 建模技术, 用户可以在线以互动的方式查看古籍, 甚至在虚拟环境中翻阅书页。增强现实技术为古籍的展示和教育提供了新的途径。大英图书馆开发了一个强大的在线平台, 允许全球用户免费访问数字化内容, 极大地扩大了古籍的影响力和可访问性。

该项目的成功在于其对高新技术的充分利用和全球资源的开放共享。通过整合各种数字化技术, 大英图书馆不仅保护了珍贵的文献资源, 还在学术研究和公共教育方面创造了新的价值。

2) 国家图书馆藏有大量敦煌古籍文献, 但由于保存条件恶劣, 受损严重。在修复过程中, 国家图书馆利用三维扫描技术对敦煌遗书进行了详细的数字化建模, 生成了三维数据。修复人员根据三维模型, 精确还原了敦煌遗书的原始结构。修复完成后, 通过数字图像处理技术, 恢复了文献的文字和图案。国家图书馆还建立了敦煌遗书数字化平台, 向公众开放了修复前后的对比图像和修复过程的视频资料。

通过数字化技术与古籍修复的结合, 不仅提高了修复工作的效率和质量, 还实现了古籍保护和传播的现代化。数字化技术为古籍修复提供了新的工具和方法, 使修复工作更加精确和高效。成功的数字化项目案例展示了数字化技术在古籍保护中的巨大潜力和广泛应用。

6. 总结

随着技术的不断进步, 数字化技术的广泛应用为古籍修复实验室设计带来了新的机遇和挑战, 通过构建完善的数字化设计体系, 可以更好地保护和传承珍贵的古籍文化遗产[11]。实验室设计应持续关注新技术的应用和发展, 不断优化和改进修复方法和设备配置。然而, 也必须正视古籍数字化保护过程中存在的一系列问题, 只有通过合作和创新, 才能更好地应对古籍数字化保护的挑战, 推动古籍修复实验室设计取得更大的成就。

展望未来, 数字化技术将继续在古修复实验室设计领域发挥重要作用, 本研究的成果将为古籍文物保护事业的发展提供有力支持, 为中华优秀传统文化的传承做出重要贡献。

参考文献

- [1] 刘兵兵. 清代宫廷木活字印刷则例[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国艺术研究院, 2010.
- [2] 刘群. 图书馆古籍修复与保护研究[J]. 兰台内外, 2024(14): 67-69.
- [3] 杜佩. 基于 AR 技术的三江源区宗教旅游资源的数字化保护研究[D]: [硕士学位论文]. 西宁: 青海大学, 2018.
- [4] 苏伊. 数字化技术在博物馆文物馆藏与展览中的具体应用[J]. 收藏, 2024(5): 135-137.
- [5] 周丽华. 云计算环境下的数据隐私保护与访问控制策略[J]. 网络安全技术与应用, 2024(9): 82-84.
- [6] 李贤慧, 曹明. 天一阁善本古籍《释名》修复实例[J]. 浙江档案, 2013(4): 54-55.
- [7] 杨林玫. 山东地区图书馆古籍分布与利用现状调查研究[J]. 艺术品鉴, 2017(10): 439.
- [8] 李翔. 数字化技术在文物保护与利用中的运用研究[J]. 收藏, 2024(1): 109-111.
- [9] 杜丽华. 电影剧照档案数字化外包服务探讨[J]. 办公室业务, 2022(9): 59-62.
- [10] 马江丽. 破损文物的数字化重建[J]. 文物保护与考古科学, 2023, 35(3): 172.
- [11] 杨林. 数字化战略转型期档案服务业发展取向与演进路径分析[J]. 档案管理, 2023(4): 111-114.