

数字化技术在文物建筑保护工程中的应用与实践研究

旺 久

西藏自治区文物局项目办, 西藏 850000

[摘要] 数字化技术在文物建筑保护中的应用为传统文化遗产的传承与保护提供了创新路径。通过激光扫描、三维建模、虚拟现实等手段, 能够精准记录文物建筑的现状信息, 为后期的修复和保护工作提供科学依据。同时, 数字化技术的应用还能够实现文物建筑的虚拟展示与互动体验, 增强公众对文化遗产的认知与保护意识。这些技术的实践应用不仅提升了保护效率, 也拓展了文化遗产保护的技术手段与方法。

[关键词] 数字化技术; 文物建筑; 保护; 传承; 三维建模

DOI: 10.33142/aem.v6i12.14867

中图分类号: TU198.2

文献标识码: A

Research on the Application and Practice of Digital Technology in the Protection of Cultural Heritage and Buildings

WANG Jiu

Xizang Autonomous Region Cultural Relics Bureau Project Office, Tibet, 850000, China

Abstract: The application of digital technology in the protection of cultural relics and buildings provides an innovative path for the inheritance and protection of traditional cultural heritage. Through laser scanning, 3D modeling, virtual reality and other means, the current status information of cultural relics and buildings can be accurately recorded, providing scientific basis for later restoration and protection work. At the same time, the application of digital technology can also achieve virtual display and interactive experience of cultural relics and buildings, enhancing public awareness and protection of cultural heritage. The practical application of these technologies not only improves the efficiency of protection, but also expands the technical means and methods of cultural heritage protection.

Keywords: digital technology; cultural heritage buildings; protection; inheritance; 3D modeling

引言

近年来, 随着文物保护意识的提升, 政府对文物建筑的保护力度不断加强。各国纷纷出台相关政策, 倡导利用现代科技手段进行文物保护。中国《文物保护法》以及《中国文物数字化保护与利用工作规划(2015—2020)》等政策文件, 明确提出要利用数字化技术进行文物建筑的数字化存档、修复和展示, 确保文物的真实性和历史价值得到有效传承与保护。这为数字化技术的应用提供了强有力的政策保障。

1 数字化技术在文物建筑保护中的理论基础

1.1 数字化技术概述

数字化技术是指利用数字工具和手段, 将现实世界中的物体、环境或过程转化为数字格式的技术。在文物建筑保护领域, 数字化技术主要包括激光扫描、三维建模、无人机摄影、虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等技术。这些技术通过精准采集文物建筑的形态、结构以及环境信息, 生成数字化数据, 并通过计算机进行存储、分析和处理。

激光扫描技术通过激光束的反射来获取建筑物表面的三维坐标点, 生成高精度的点云数据。这些数据为建筑的详细建模和修复提供了坚实的基础。三维建模则是利用计算机图形学技术, 将扫描得到的点云数据转化为可视化

的数字模型, 可以展示建筑的立体结构、细节和损毁情况, 便于进一步地分析和修复设计。无人机摄影结合图像识别技术, 能够快速获取建筑外部的高清图像, 为文物建筑的全景视图和细节提供重要数据。此外, 虚拟现实和增强现实技术能够通过虚拟环境的创建, 使得人们能够在不接触实物的情况下体验文物建筑的原貌, 并且能够模拟不同的修复方案, 提供决策支持^[1]。

1.2 文物建筑保护的需求与挑战

文物建筑作为历史和文化的见证, 承载着丰富的文化价值和历史信息, 保护文物建筑不仅仅是维护其物质形态, 更是传承和弘扬文化遗产的责任。然而, 文物建筑的保护面临着许多挑战。

文物建筑的老化和损毁是长期存在的问题。由于自然灾害、气候变化、人为破坏等因素, 许多历史建筑逐渐遭受严重的损伤。文物建筑的保护需要考虑复杂的技术问题, 包括如何科学评估其结构稳定性、如何确定最佳的修复方案以及如何保持其原有风貌等。此外, 文物建筑的修复往往需要结合历史背景和文化意义, 因此单纯的工程修复方法难以满足文化保护的需求。

数字化技术的出现为这些挑战提供了有效的解决方案。通过精确的数字化记录和虚拟展示, 文物建筑的保护

不再局限于传统的修复方法,可以实现更加科学、精确和高效的保护工作。同时,数字化技术还可以促进文物保护工作的协同与共享,使不同领域的专家能够共同参与保护过程,提高决策的准确性和效率^[2]。

2 三维建模与激光扫描技术的应用

2.1 激光扫描技术在文物建筑中的应用优势

激光扫描技术是一种高精度的三维测量技术,广泛应用于文物建筑的记录与保护工作中。它通过发射激光束并测量反射回来的时间,获取物体表面的三维坐标点,从而构建出建筑物的精确数字化模型。与传统的手工测量或摄影测量方法相比,激光扫描技术具有许多明显的优势。

激光扫描技术能够在短时间内获取大量的高精度数据,生成高密度的点云。这种高分辨率的数据不仅能够精确反映文物建筑的外部结构,还能记录细节,甚至包括建筑物表面的裂缝、风化痕迹等微小变化。因此,激光扫描技术能提供比传统方法更为全面、详细的建筑现状信息,为后续的保护和修复工作提供可靠的依据。

激光扫描技术具有非接触性,能够在不对建筑物造成任何物理干扰的情况下进行数据采集,这对于文物建筑来说尤为重要。传统的测量方法可能会对建筑表面产生损伤,尤其是对于易受损的文物建筑,激光扫描提供了一种安全、高效的替代方案。此外,激光扫描可以在不同的环境条件下进行操作,不受光线、天气等因素的影响,适用于各种复杂的测量场景^[3]。

2.2 三维建模技术在文物建筑记录中的实践

三维建模技术通过计算机图形学和数字化技术,将实际物体或场景转化为三维数字模型,在文物建筑的记录与保护中起着至关重要的作用。三维建模不仅能准确还原建筑的外形,还能够通过细致的建模过程,体现建筑的内部结构和历史风貌。

在文物建筑的记录过程中,三维建模技术通常与激光扫描技术相结合,后者提供精确的点云数据,前者则通过对点云数据的处理与分析,构建出完整的三维建筑模型。通过这一过程,能够清晰地展示建筑的每个细节,包括门窗、墙面、屋顶等各个部分的尺寸和形态,这为文物建筑的修复提供了详尽的技术支持。

三维建模技术的实践应用还包括对建筑状态的动态监测和分析。通过定期对文物建筑进行扫描,并将扫描数据与之前的模型进行对比,可以发现建筑结构的变化,如裂缝扩展、沉降等问题。这种监测手段不仅能够及时识别潜在的风险,还能为修复决策提供数据依据。

3 虚拟现实与增强现实技术在文物展示中的作用

3.1 虚拟现实技术的应用现状

虚拟现实(VR)技术通过计算机生成的三维环境,让用户可以身临其境地体验虚拟世界。在文物建筑展示领域,虚拟现实技术提供了全新的互动体验,使得公众无需亲自

到现场就能感受和探索文物建筑的原貌和历史文化。

当前,虚拟现实技术在文物建筑展示中的应用已经取得了显著进展。许多文物保护项目通过VR技术建立了文物建筑的虚拟模型,观众可以通过佩戴VR头盔或通过计算机屏幕,进入数字化重建的建筑环境中,探索建筑的每个细节。对于一些无法访问或存在安全隐患的历史建筑,虚拟现实技术提供了一个有效的替代方案。通过虚拟现实,历史建筑可以以其原始风貌呈现,甚至可以再现已被破坏或消失的部分,为观众提供身临其境的沉浸式体验。

虚拟现实技术还可以通过模拟文物建筑的历史背景,创造出逼真的历史场景,帮助人们更好地理解建筑背后的文化和历史。例如,用户可以在虚拟世界中看到一座古老宫殿的建造过程,或体验古代建筑中人们的日常生活,这种沉浸式的展示方式能够有效增强文物建筑的教育功能和文化遗产。

3.2 增强现实技术在文化遗产教育中的创新

增强现实(AR)技术通过将虚拟元素与现实世界相结合,为用户提供实时的、互动性的体验。在文化遗产教育领域,增强现实技术的应用不仅增强了公众对文物建筑的兴趣,还为文化遗产的保护与教育提供了全新的途径。

增强现实技术的最大优势在于它能够将虚拟内容叠加到现实环境中,让观众在真实场景中看到额外的虚拟信息。例如,在参观文物建筑时,观众通过AR设备或手机应用,可以看到建筑的历史背景、修复过程、重要细节等信息。这种互动方式使得观众不仅能看到建筑本身,还能获取关于建筑的更多深度信息,极大提升了学习和体验的效果。

在文化遗产教育中,增强现实技术的创新性应用主要体现在通过数字化展示文化遗产的历史场景和人物,提供沉浸式的学习体验。例如,观众可以通过AR眼镜看到历史事件的重现,或是与历史人物进行虚拟互动,帮助他们更好地理解历史背景和文化价值。此外,增强现实技术还可以用来模拟建筑修复过程,使观众了解文物保护的步骤和难点,激发他们对文化遗产保护的关注和兴趣。

4 数字化技术对文物建筑修复工作的影响

4.1 数字化修复方法的创新

随着数字化技术的不断发展,文物建筑修复的方法也得到了极大的创新和优化。传统的文物修复通常依赖手工操作和经验判断,修复过程复杂且容易受到人为因素的影响。数字化修复方法通过引入先进的技术手段,使得修复工作更加精准、高效和可控。

数字化修复的一个重要创新是三维建模技术的应用。通过对文物建筑进行激光扫描或摄影测量,获取精确的点云数据,进而构建出详细的三维数字模型。这些数字模型不仅可以清晰展示建筑的当前状态,还能够展示修复前后的变化。修复设计师可以在虚拟环境中模拟不同的修复方案,评估其效果,甚至在实施之前就预测修复的可行性和效果。

另一个创新是虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术

的应用。在修复过程中，修复人员可以借助 VR 技术进行模拟实验，提前了解修复后的效果，并进行微调；同时，AR 技术则可在修复现场通过实时叠加虚拟修复方案，帮助修复人员实时调整和优化修复策略。这种技术的应用不仅提升了修复效率，也提高了修复的精度和质量。

4.2 基于数字化技术的修复效果评估

数字化技术为文物建筑修复效果的评估提供了全新的视角和方法。传统的修复效果评估主要依赖于修复人员的经验与视觉判断，而数字化技术则通过量化的方式，使修复效果的评估更加客观和精确。

三维建模技术可以用于修复效果的对比评估。通过将修复前后的三维模型进行对比，能够清晰地呈现修复工作的成效。例如，建筑表面裂缝的修复效果、墙体结构的恢复情况等，可以通过模型的细节展示出来。这种可视化的对比，使得修复效果一目了然，有助于更准确地评估修复工作的质量。

数字化技术可以对修复后的建筑进行动态监测。通过安装传感器和使用激光扫描等技术，可以实时收集建筑的温湿度、振动、位移等数据。这些数据与修复前的原始数据进行对比，能够评估修复是否有效地恢复了建筑的稳定性和结构完整性。此外，通过这些实时数据，还可以预防可能的损伤或变形，及时调整修复方案，确保文物建筑在长期保护过程中保持良好的状态。

5 数字化技术的未来发展与文物保护前景

5.1 技术创新对文物建筑保护的推动作用

随着科技的不断进步，数字化技术的创新对文物建筑保护产生了深远的影响。新兴技术的引入不仅提升了文物建筑保护的效率和质量，也为文物保护提供了更多创新的解决方案，推动了整个行业的现代化发展。

数字化技术的创新使得文物建筑的保护从传统的人工修复转向更加精准、系统化的科学修复。通过激光扫描、三维建模等技术，可以在无损建筑结构的情况下获取建筑的详细数据，精确记录文物的现状，为后续的修复和保护工作提供了可靠的数据支持。技术的进步使得文物建筑的修复不再依赖于经验和人工判断，而是依靠数字化手段进行量化评估和优化，从而确保修复工作的高效与精确^[4]。

虚拟现实（VR）和增强现实（AR）等技术的应用，为文物建筑的保护工作带来了全新的互动体验。这些技术不仅可以用于建筑的虚拟展示，帮助公众了解和体验文化遗产，还能在修复过程中提供实时反馈和模拟，使修复工作更加灵活和高效。此外，数字化技术还使得文物保护的跨领域合作成为可能，专家们可以通过共享数字模型和数据进行研究，形成更加系统的保护方案。

5.2 数字化技术在文物保护中的长远展望

数字化技术在文物建筑保护中的长远展望充满了广

阔的前景，尤其是在具有特殊地域性需求的地区如西藏。随着人工智能、大数据、云计算等技术的不断发展，文物保护的手段和方法将进一步升级，推动文物保护进入更加智能化和高效化的时代。西藏地区的文物建筑，往往具有独特的地理、文化和气候特征，这些因素使得文物保护面临独特的挑战。在这样的背景下，数字化技术的应用尤为重要，它不仅能够精确记录和分析文物建筑的现状，还能应对西藏特有的高海拔、低温、湿度变化等环境因素带来的保护难题。

未来，人工智能将在文物建筑的保护中发挥更大作用。通过机器学习算法，AI 可以对大量的历史数据进行分析，为修复方案的设计提供精准的建议。AI 还可以结合西藏的特定环境条件，推测修复过程中可能出现的问题，从而提前规避风险。结合大数据技术，AI 可以通过对全球文物保护项目的数据分析，提供更加科学的修复方案和保护措施，尤其是在类似西藏这类特殊地域的文物保护中，能够量身定制适应性更强的保护方案。

云计算和大数据技术的发展，将使得文物建筑保护的数据管理更加高效和全面。通过云平台，全球范围内的文物保护数据可以实现共享与协作，使得各地的专家能够共同参与文物建筑的保护和修复工作中。对于西藏等高原地区，数据共享不仅促进了文物保护工作的协同发展，也可以为当地的文物保护提供更加个性化和针对性的技术支持。

6 结语

数字化技术为文物建筑的保护与修复开辟了新的路径，通过精准的数据采集、虚拟展示和实时监测，大大提高了文物保护的效率和精度。随着人工智能、大数据和云计算等技术的不断发展，未来文物保护将更加智能化、科学化。数字化技术不仅为文物建筑的修复提供了创新方法，也推动了文化遗产的传承与教育，展现出巨大的发展潜力和应用前景，对全球文物保护事业具有深远的影响。

[参考文献]

- [1]薄美琦馨. 文物建筑保护利用中多元主体协同问题研究[D]. 西北: 西北师范大学, 2024.
 - [2]杨伟, 张羽, 吴晓静, 等. 数字化技术在文物建筑预防性保护中的应用与工程实践——以全国重点文物保护单位马尾轮机厂为例[J]. 福建建设科技, 2024(5): 131-135.
 - [3]李文强. 文物建筑数字信息管理系统应用研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2023.
 - [4]刘临安, 刘庆宇, 王泽雨. 中国文物建筑 BIM 应用价值初探[J]. 华中建筑, 2024, 42(2): 38-41.
- 作者简介: 旺久(1983.5—), 单位名称: 西藏自治区文物局项目办, 毕业学校: 西藏大学工学院建筑学。现专业: 古建筑。