

古建筑的数字化保护与传播研究

王冠南

兰州交通大学 建筑与城市规划学院

DOI:10.32629/bd.v9i5.4445

[摘要] 古建筑是社会进步、经济繁荣、文化昌盛的标志,它以独特的形式承载了大量的历史信息,具有特殊的历史价值、文化价值、艺术价值和科学价值,它是各地区独特文化的集中体现。但是,由于自然和人为因素,一些古建筑正在或已经消失,因此必须采取一些手段对其进行复原和保护。本文主要探讨了古建筑数字化保护的一些方法和传播途径,并介绍了古建筑数字化数据的获取办法,主要有:传统的测绘方法、地面三维激光扫描技术、无人机倾斜摄影技术、三维激光扫描+BIM技术等,并对各项技术适用领域进行了介绍,传播方式主要有使用数字技术拉近人和古建筑的距离、通过数字媒介构建多方合作平台等。通过文献的阅读与分析,以期对古建筑的数字化保护与传播这一课题有更深刻的理解。

[关键词] 古建筑; 数字化保护; 数字化传播

中图分类号: P231.5 **文献标识码:** A

Research on Digital Conservation and Dissemination of Ancient Architecture

Guan'nan Wang

School of Architecture and Urban Planning, Lanzhou Jiaotong University

[Abstract] Ancient architecture is a symbol of social progress, economic prosperity and cultural flourishing; it carries a great deal of historical information in a unique form, with special historical, cultural, artistic and scientific values, and it is a concentrated manifestation of the unique culture of each region. However, due to natural and man-made factors, some ancient buildings are disappearing or have already disappeared, so it is necessary to take some means to restore and protect them. This paper mainly discusses some methods and dissemination ways of digital protection of ancient buildings, and introduces the methods of obtaining digital data of ancient buildings, mainly: traditional mapping methods, ground 3D laser scanning technology, drone tilt camera technology, 3D laser scanning + BIM technology, etc., and introduces the applicable fields of each technology, and the dissemination methods mainly include using digital technology to bring people and ancient buildings closer together, building a multi-party cooperation platform through digital media, etc. Through reading and analysing the literature, we hope to have a deeper understanding of the topic of digital conservation and dissemination of ancient architecture.

[Key words] ancient architecture; digital preservation; digital dissemination

引言

古建筑作为历史见证与文化遗产核心组成,承载着地域发展历程、人们的生活方式与价值观,兼具历史、文化、艺术与科学价值。天津、上海等地租界建筑的风格变迁,见证了中国近现代史的变革;福建土楼的“圆”形设计,彰显了客家文化的团圆理念与家族伦理;苏州园林的造园技艺与颐和园的建造技术,分别体现了特定时代的艺术追求与科技水平。随着数字化技术发展,古建筑的保护与传播迎来新机遇,但相关应用研究仍较为有限,如何借助数字化技术实现古建筑文化的有效展示与传播,成为当前重要课题。本文以“古建筑”“数字化保护”“数字传播”为关键词,在知网检索并筛选近年相关文献110篇,通过梳理

文献的研究过程、视角与技术,总结核心研究内容,以期深化对该课题的认识与理解。

1 研究现状

1.1 国内研究现状

数字技术已逐步应用于古建筑保护领域,相关学者围绕核心技术与实用方法展开系列研究:

2003年,科研工作者首次将三维激光扫描技术应用于故宫古建筑群的数字化保护。

2006年,藏春雨在山西陵川西溪二仙庙项目中,通过三维扫描数据的采集、处理与分析,证实该技术在古建筑变形评估和残损量化分析中的实用价值。

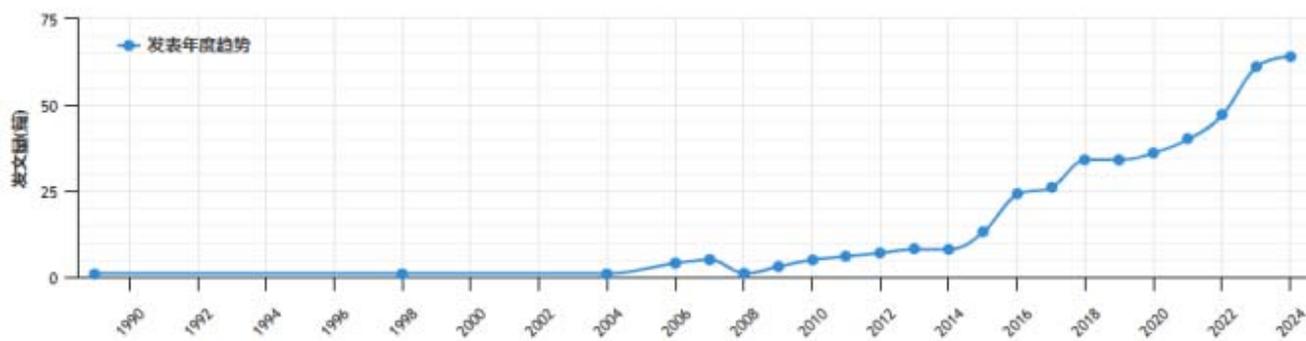


图1 1989-2024年国内“古建筑的数字化保护与传播研究”文献发表总体趋势分析(来源：中国知网)

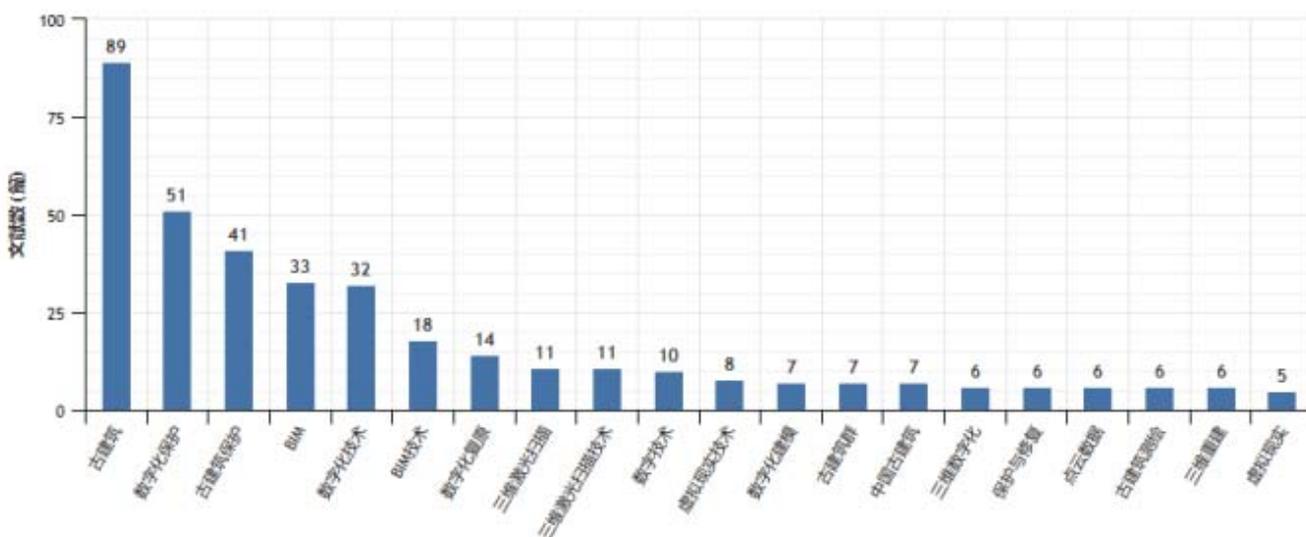


图2 主要主题分布频次分析(来源：中国知网)

2010年,张荣运用三维激光扫描技术完成山西佛光寺东大殿木构件精密测量,并借助AutoCAD绘制梁架平、剖面图。

2011年,王莫系统整理故宫古建筑三维激光扫描点云数据,探索其在木结构安全性分析、变形监测等场景的应用方法与流程。

2016年,杨蒙以多种古建筑常用树种及旧木材为研究对象,通过应力波无损检测等实验,突破木构件内部残损检测的技术难点。

2017年,戴俭团队提出应力波与阻抗抗耦合的无损检测方法,有效解决古建筑木构件残损检测缺乏有效手段、误差较大的问题。

2019年,许睿利用三维激光扫描技术建立木构件数字信息模型,明确不同状态下木构件测绘的重点与需求。

1.2 国外研究现状

国外建筑数字化技术研究起步较早,以欧美国家为代表形成系列成果:

2009年,GabrieleGuidi、FabioRemondino等人采用多分辨率、多传感器扫描技术,获取庞贝古城壁画、建筑结构等的无缝纹理三维模型。

2011年,MariaGiuseppaAngelini以意大利德蒙特城堡为对象,结合全站仪与三维激光扫描仪减小数据拼接误差,梳理出三维点云生成二维建筑制图的流程;

2011年,AriannaPesci团队通过三维激光扫描与有限元模型分析,精准评估意大利两座斜塔的变形倾斜状况,提出健康检测与荷载控制建议。

2016年,Enrico Quagliarini等人利用三维激光扫描技术的低成本、快速安全优势,通过点云切片分析,完成意大利Santa Maria教堂的位移、残损及劣化趋势评估。

2021年,Kesik Jacek等人借助地面三维激光扫描仪扫描清真寺穹顶,建立数字模型并分析沉降情况,为重建工作提供参考且用于文物传播展示。

2 文献研究情况

2.1 年度研究数量分布情况

通过对检索的文献按年度分布进行统计分析(图1)可知,国内“古建筑的数字化保护与传播研究”的文献数量呈逐年递增的情况,最早的一篇文献出现在1989年并且直到2004年每年发表一篇分布,直到2008年以后,有关“古建筑的数字化保护与传播研究”的文献数量开始大量增加,说明此时数字化技术开始逐渐应用到古建筑保护中,并且大量学者开始重视此方面的研究。

2.2 主要主题分布情况

通过对检索得到的文献主题进行分析(图2)可知,以古建筑为主题的文献是最多的,有89篇,其次是以数字化为主题的文献,有51篇,再次是以古建筑保护、BIM、数字化技术为主题的文献,分别有41、33、32篇。

2.3 相关关键词分布情况

通过Cite Space软件对检索到的文献进行分析可知,相关文献大多围绕着古建筑、三维重建、点云数据、三维建模、数字化等关键词展开,其中古建筑,数字化和三维建模的三个关键词节点规模比较大,国内学者主要围绕着这几个方面进行相关研究。此外,其他关键词还有交互艺术、信息采集、构件库、数据库等。

通过Cite Space软件对下载的文献进行关键词聚类可视化分析,发现古建筑、数字化和三维建模三个关键词和其他关键词之间的联系最为密切。

3 数字技术在古建筑保护中的实际应用

3.1 获取古建筑数据,形成数据库

在对古建筑应用数字技术进行保护或相关分析之前,必须做好全方位的古建筑相关基础数据的收集,主要包括建筑的历史背景、尺度数据、人文环境信息、周边建筑环境等,为了保证数据的真实性和准确性,必须综合多种方式建立数据库^[1]。

3.1.1 传统测绘方式

传统古建筑测绘以手工操作为核心,借助皮尺、铅坠、激光测距仪等工具直接量取建筑及构件尺寸,现场绘制草图后,结合拍摄照片完成内业CAD绘制;建筑壁画、雕塑可通过拓印转印后扫描存档^[2]。该方式无需复杂设备,但对测绘人员的专业素养要求较高,需熟悉测绘对象的结构与构造特征,整体存在耗时耗工、效率偏低的问题。操作过程中,激光测距仪未水平对准等失误易引发测量误差,且测绘者攀爬高处测量屋顶梁架时,既可能损伤古建筑,也存在安全风险。作为古建筑测绘保护行业的起源,传统测绘方式在长期实践中为大量历史建筑的记录与保护奠定了基础,至今仍广泛应用于教学实践、文化遗产保护、历史建筑研究等领域。教学中,它能帮助学生深入理解古建筑类型、结构体系及构件尺度,提升研究与理解能力;在遗产保护与建筑研究中,其测绘结果是建立建筑遗产档案的核心,为保护规划、工程实施提供基础数据,且符合我国《文物保护法》及配套法规的法定要求。

3.1.2 地面三维激光扫描技术

地面三维激光扫描技术依托专用系统,基于激光测距原理采集建筑表面三维坐标、反射率等信息,经电脑软件处理构建点、线、面、体模型,最终形成精细化实体扫描模型,核心数据处理流程包括去噪、配准、建模、贴图四步。

(1)去噪:采集的点云数据含系统噪声(设备自身性能引发)、目标噪声(表面反射差异及多路径效应导致)、环境噪声(杂散光、运动目标等干扰产生)三类,需针对性剔除。

(2)配准:通过人工布设标志、控制点、标靶等同名特征,将不同坐标系下的同一目标点云,拼接转换至同一基准坐标系,形成完整空间对象。

(3)建模:采用基本体素的集合运算或变形操作生成复杂形体,可得到不规则三角网、结构实体几何、深度图像三类结果。

(4)贴图:为弥补几何模型的纹理缺失,通过影像定向、纹理映射、接边、镶嵌、重建等步骤,使古建筑细节信息完整呈现于模型中。

该技术在古建筑保护领域应用广泛,可实现多场景赋能:保护层面,通过定期监测及时发现结构变形、裂缝,为灾害评估与预警提供依据;修缮层面,精准测量损坏部位及程度,保障修复工作的精确性与可靠性;数字化管理层面,建立古建筑数字化档案与数据库,实现信息长期保存、高效管理及系统化查询分析。

3.1.3 无人机倾斜摄影测绘技术

无人机倾斜摄影测绘技术通过搭载激光扫描或相机平台,对古建筑进行高精度自动化数据采集,经计算机软件建模、贴图后生成精细模型^[3-6]。操作中先规划航线,无人机以环绕方式获取初始粗数据,内业将照片导入Realworks、Mudbox等专业软件并设置坐标系,即可自动建模;大疆专属扫描技术还可通过规划水平或垂直航线,对建筑构件、雕塑壁画等进行贴近摄影,导入其APP后生成精细化模型。该技术在古建筑保护领域的核心应用集中于两方面:一是三维建模管理,能获取厘米至毫米级的高精度几何与纹理信息,为建模提供可靠基础数据;二是保护修复支持,可通过定期及自动巡检监测结构变形、裂缝等问题,覆盖肉眼盲区并节省人力物力,同时三维模型能为修复工作提供精准指导,保障修复的精确性与可靠性。

3.2 运用数字技术,实现动态演示

国内学者指出,在对古建筑进行保护与传播的同时,也要注意古建筑的精神空间,传承古建筑中的精神空间,就要把握好保护与传播的尺度,要做到取其精华去其糟粕,宣扬和传播能够适应当下文化环境的内容。

在对古建筑营造技艺的空间构筑研究中,可通过拍照、录像等手法,建立有关的非物质文化遗产信息图谱,形成数据集。可以通过邀请营建工人亲自示范的方式进行宣讲,并邀请专家对营造技法进行讲解,通过影像的方式记录下匠人在制作过程中的制作方式、制作材料、制作环境等,形成一部完整的纪录影像,在起到保护记录的作用同时也更利于传播。同时,还可以利用GIS空间技术,有学者在研究时指出,将古建筑所处地域的地形

地貌、气候水文、建筑朝向等对应的风水学理论用现代技术的语言解释出来,并采用可视化的方法表现给大众。

4 运用数字化技术,助力古建筑文化传播

在利用数字化技术采集古建筑数据并构建模型与数据库后,需长期监控和更新数据,以支持古建筑保护与传播工作。通过建立官网、数字博物馆及文化遗产查询网站,将实体古建筑转化为数字化信息,突破时空限制,促进其保护与传播。

4.1 使用数字技术拉近人与古建筑的距离

基于数字模型,开发虚拟交互系统,借助UE引擎和虚拟现实技术,提供在线观赏与细节查看功能,满足用户需求同时辅助修缮保护。扩展现实技术(VR/AR/MR)可创建体验平台^[7-9],让用户沉浸式感受古建筑魅力,了解营造技艺,甚至参与原材料制作过程。此外,结合AI技术的网络平台能解答用户疑问,加强用户与专家、匠人的互动。

4.2 通过数字媒介构建多方合作平台

利用数字媒介模拟古建筑内生活场景,建立政府、企业与公众的协同机制。政企合作推出联名产品或数字藏品,创造经济效益;地方政府引导社区活动,增进居民参与,优化治理策略,提升认同感与参与度,实现自觉保护与传承目标^[10]。网络媒体结合虚拟现实技术和三维建模,展示乡村古建筑全景,保存相关数据,形成丰富数字档案库,便于研究与浏览。

4.3 搭建数字博物馆方便信息获取

数字博物馆集成多种信息技术,线上真实展现乡村古建筑史迹,允许多角度观看与互动,降低成本,打破空间限制,融合多元传播渠道,加速信息流通。作为展示平台与数据库,数字博物馆高效提取保护信息,建立三维模型,采用多样数字化形式,确保历史遗迹与故事永久流传。

5 结语

数字技术在城市古建筑保护和传播中具有广泛的应用方式,在实现数字化保护和传播的过程中,使越来越多的人了解古建筑,加强古建筑保护的现实意义是古建筑传播的重要意义之一。数字技术的应用有助于提高古建筑保护的效率和质量。在城市古建筑修复和保护实践中,应当善于利用新兴技术收集、提取和应用数据信息,结合已有信息明确古建筑维护的重点,制定严谨可行的古建筑维护方案,推动古建筑维护工作高效、有序地展开,

从而让更多古建筑重现昔日风采。

本文以“古建筑”、“数字化保护”和“数字传播”为检索关键词,发现国内学者对于“古建筑的数字化保护与传播研究”的关注度逐年增加,论文和著作的数量也呈现逐年上升的趋势。研究主题主要有古建筑、三维重建、点云数据、三维建模、数字化等,研究领域既包括新技术的发展与应用,也包括古建筑保护和传播的具体措施。

[参考文献]

[1]马心将.基于三维数字雕塑技术在古建筑数字化保护中的研究[C]//2019NationalConferenceonArchitecture'sDigitalTechnologiesinEducationResearch:中国建筑工业出版社,2019:389-391.

[2]李润,兰岚.论数字技术在云南古建筑保护中的作用[J].现代装饰(理论),2012,(11):172.

[3]桂玉环.基于BIM+三维激光扫描技术的云南古桥梁数字档案建设研究[D].云南大学,2022.

[4]赵西安,杨豪中.古建筑保护与数字图像技术[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),1999,(01):1.

[5]邓凯灵,张驰,赖非云,等.古建筑数字模型轻量化技术研究——基于倾斜摄影技术的视觉[J].设计艺术研究,2023,13(2):47-52.

[6]刘芬妍.数字技术在城市古建筑保护中的应用[J].美与时代(城市版),2023,(09):17-19.

[7]高宇,刘梦妍.虚拟现实技术在徽州古建筑数字复原中的运用——以黄山市徽州金紫祠的主祠堂为例[J].工程与建设,2023,37(03):861-863.

[8]郑鹏.虚拟仿真技术在古建筑场景再现中的应用[J].建筑经济,2023,44(12):111.

[9]蒋誉,邹焯培,林桂芸.文化空间视域下潮汕古建筑的数字化保护与传播[J].新楚文化,2024,(08):87-89.

[10]张赛.数字媒体艺术在金华古建筑保护中的运用[J].艺术科技,2016,29(10):137.

作者简介:

王冠南(2000--),男,汉族,河北唐山人,硕士研究生,研究方向:城乡规划方法与理论,传统村落保护。