

基于VR和AR虚拟现实技术的赣南客家围屋数字化设计研究

吴超超, 王犹建, 刘 灵

江西理工大学建筑与设计学院, 江西 赣州

收稿日期: 2024年11月15日; 录用日期: 2024年12月16日; 发布日期: 2024年12月25日

摘 要

本研究基于三维数字化建模和虚拟现实技术, 构建了一套完整的赣南客家围屋数字化存档与虚拟复原方案, 旨在应对现代化进程中围屋建筑空间环境破坏及其文化遗产逐渐消失的危机。通过高精度三维扫描技术, 精准记录了围屋的建筑细节、结构特征及历史演变, 确保了物理数据的完整性与可追溯性。在此基础上, 本研究搭建了虚拟展示平台, 动态复原了围屋在不同时期的建筑形态及其空间布局, 使得历史建筑得以以数字形式永久保存, 并通过虚拟现实技术呈现给公众。同时, 研究结合了系统化的设计流程, 涵盖了从数据采集、模型构建、虚拟呈现到交互体验的各个环节, 为围屋的科学保护和修缮提供了数据支持和理论依据。此外, 本研究推动了文化遗产的数字化传播, 利用虚拟展示平台增强了公众对围屋文化的认知与参与, 探索了文化遗产保护与现代技术结合的全新路径。该研究为传统建筑文化遗产的保护、修缮与数字化开发提供了重要的实践与理论参考, 也为相关学科的进一步发展奠定了技术基础。

关键词

赣南客家围屋, 三维数字化建模, 文化遗产保护, 虚拟复原

The Digital Design Study of Hakka Culture of Gannan Weiwu on VR and AR Virtual Reality Technologies

Chaochao Wu, Youjian Wang, Ling Liu

School of Architecture and Design, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou Jiangxi

Received: Nov. 15th, 2024; accepted: Dec. 16th, 2024; published: Dec. 25th, 2024

文章引用: 吴超超, 王犹建, 刘灵. 基于VR和AR虚拟现实技术的赣南客家围屋数字化设计研究[J]. 国学, 2024, 12(6): 1207-1214. DOI: 10.12677/cnc.2024.126185

Abstract

Based on three-dimensional digital modelling and virtual reality technology, this study constructs a complete set of digital archiving and virtual restoration solutions for Hakka Culture of Gannan Weiwu, aiming to cope with the crisis of the destruction of the architectural spatial environment of the houses and the gradual disappearance of their cultural heritage in the process of modernisation. Through high-precision 3D scanning technology, the architectural details, structural features and historical evolution of the walled houses are accurately recorded, ensuring the integrity and traceability of the physical data. On the basis of this, this study built a virtual display platform to dynamically restore the architectural form and spatial layout of the walled houses in different periods, so that the historical buildings can be permanently preserved in digital form and presented to the public through virtual reality technology. At the same time, the study incorporates a systematic design process covering all aspects from data collection, model construction, virtual presentation to interactive experience, which provides data support and theoretical basis for the scientific conservation and restoration of the walled houses. In addition, this study promotes the digital dissemination of cultural heritage, enhances the public's knowledge and participation in the culture of the walled houses by using the virtual presentation platform, and explores a brand new path of combining cultural heritage protection with modern technology. This study provides important practical and theoretical references for the protection, repair and digital development of traditional architectural cultural heritage, and also lays a technical foundation for the further development of related disciplines.

Keywords

Hakka Culture of Gannan Weiwu, 3D Digital Modeling, Cultural Heritage Preservation, Virtual Restoration

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

雅溪围屋作为赣南客家文化的重要象征, 承载了客家人在长期迁徙、聚居、繁衍过程中积淀的丰富文化与建筑智慧。然而, 随着现代社会的迅速发展, 这一承载着深厚农耕文明和独特民俗风情的建筑正面临逐渐衰退甚至消失的危机。近年来, 由于土地资源的紧缺, 许多居民在围屋周边进行改建或扩建, 建造了大量与围屋形制、风格极不协调的现代建筑, 严重破坏了其历史空间环境。同时, 为了满足现代生活需求, 污水管道、生活垃圾站点等公共设施的随意设置, 不仅影响了围屋的整体空间美感, 还破坏了其原有的环境和谐。此外, 居民在日常生产活动中进行的拦截湖泊、砍伐林木、开挖山体等行为, 进一步打破了围屋的传统空间格局, 使其整体性和历史价值大幅削弱。

为应对这些问题, 三维数字化建模技术为雅溪围屋的保护和修复提供了新的解决方案。通过高精度三维扫描和建模, 可以全面、准确地记录围屋的建筑细节与历史形态, 保留其原始风貌。

这种技术不仅能够为未来的修缮工作提供科学依据, 还可以模拟围屋的虚拟复原, 展示围屋在不同历史时期的空间布局与生活场景。此外, 三维建模有助于制定更科学合理的围屋保护规划, 避免现代建筑和公共设施对其空间环境的进一步侵蚀。在文化遗产数字化保存的基础上, 还可以通过虚拟展示, 增

强公众对围屋文化的认识与参与，为文化遗产的传承与教育提供强有力的支持。

目前，围屋的保护与开发缺乏科学、完善的规划引导，相关部门之间未能形成有效的协调与分工，导致管理混乱，资源浪费严重。通过引入三维建模等现代数字技术，雅溪围屋的保护工作能够迈入系统化和可持续发展的新阶段，确保这一珍贵的文化遗产在新时代得到妥善传承与永续发展。

2. 雅溪围屋的历史演进研究

雅溪村，这个位于江西省全南县的传统村落，是由江苏南京的陈氏兄弟在明朝洪武年间迁移至此并逐渐发展起来的。全村主要居民都姓陈，形成了一个具有独特文化和历史的聚居地。村落中的两座著名围屋，雅溪土围和雅溪石围，不仅是客家建筑的杰出代表，也承载着丰富的文化和历史价值。雅溪土围，也称为“福星围”，建于清咸丰年间，是一座三层的夯土砖墙结构建筑，每层设有 17 间房间。这座围屋的外墙由黏土夯结而成，整体布局呈长方形“口”字型，具有四个炮角，大门还设有灌水装置以防外敌火攻[1]。

雅溪石围，又称“雅凤围”，建于清光绪年间，是一座正方形的围屋，外墙由三合土与鹅卵石混筑垒砌而成。它具有四层实木搭建的屋廊，顶层为防御层。围屋的大门门框为条石砌造，门有三道，最外为包铁板门。

这两座围屋的设计和建造不仅体现了客家人的建筑智慧，也反映了他们对家族安全和文化遗产的重视。雅溪村的围屋和文化传统，如客家擂茶制作技艺，都是国家级非物质文化遗产，吸引了众多游客前来体验和探索。

雅溪古村的建筑布局精巧，整体坐北朝南，背靠小山丘，一条小溪自东而西流过，与周边山体的良好植被共同营造出一个美丽的聚居环境。雅溪古村不仅是一个具有丰富客家文化的村落，也是一个集自然风光和历史遗迹于一体的旅游胜地。

3. 赣南围屋面临的现存挑战

赣南地区，作为江西省南部的客家文化中心，拥有着独特建筑风格和丰富的文化内涵的客家围屋，这些建筑不仅体现了客家人的文化特色和生活哲学，也是中国南方传统建筑技艺的重要代表。然而，现代化的快速发展给这些历史建筑带来了诸多挑战。自然侵蚀和城市化进程中的拆迁、改建等人为因素，都对客家围屋的保护构成了威胁。同时，传统建筑技艺的传承也面临断层风险。例如建筑维护问题，雅溪围屋经受了多年的自然侵蚀，包括雨水冲刷和木质结构的腐朽，这要求持续的维护和修复工作，以保持其结构的完整性和安全性。建筑的稳固性、安全性、完整性成为围屋保护性开发和利用的一大难题。

数字化存档可以为围屋建立一个详尽的数字档案，记录其建筑特征、装饰艺术、历史变迁等信息，为未来的研究和保护工作提供基础数据。虚拟复原技术则可以在不破坏原有结构的前提下，重现围屋的历史风貌，为人们提供一个直观、互动的体验平台。

鉴于赣南客家围屋的历史文化价值以及当前面临的保护挑战，开展客家围屋建筑技艺的数字化存档与虚拟复原技术研究具有重要的现实意义和深远的历史价值。本研究旨在为赣南客家围屋乃至更广泛的文化遗产保护领域提供新的解决方案，同时为相关学科的发展做出贡献，并促进社会对传统文化的重视和保护。

3.1. 围屋整体空间结构的变迁

近年来，随着城市化进程的加快和土地资源的日益紧张，不少居民为了满足居住需求和改善生活质量，开始在他们现有的住宅周边进行改建或扩建工程，以此来增加居住空间或提升住宅的功能性。这些建筑在设计和风格上与历史悠久的围屋形成了鲜明对比，不仅在视觉上造成了不协调，更在一定程度上

破坏了围屋原有的和谐空间环境。此外，为了适应现代生活的需求，一些公共设施如污水管道和生活垃圾处理站点也被随意设置在围屋附近。这些设施的存在，不仅影响了围屋区域的整体美观，还可能对居民的日常生活带来不便，进一步削弱了围屋区域的历史文化氛围。当前，我们还没有形成一个完善的规划框架来指导围屋的保护和再利用工作。同时，各个相关部门的职责不清晰，缺少一个高效的协调机制，这种情况不仅阻碍了文化资源的最大化利用，也导致了资源的浪费。

3.2. 围屋建筑主体的损毁与非物质文化的流失

在经济尚不发达的乡村，围屋的保护意识尚未深入人心，导致这些历史建筑在维护和保养方面常常被忽略。在人们的日常生活中，由于缺乏必要的保护措施，这些珍贵的建筑遗产也容易遭受无意的破坏；因此，缺乏有效的日常保养和管理体系，是这些建筑逐渐失去其原始风貌的关键因素。此外，在围屋的保护和修复过程中，由于建筑从业者的专业水平不一，他们可能会使用不当的修复技术或引入与原有建筑风格不协调的新材料和新元素，导致围屋的建筑结构遭受严重损害。由此可见，不恰当的修复技术以及不适宜的修复材料，无疑也是围屋遭受破坏的重要原因之一。此外，在围屋的保护和维护过程中，我们同样缺乏对其内在精神文化价值的深刻理解和重视。围屋是客家文化传承的实体，它的核心价值不仅展现在其物理结构上，也蕴含在它独有的建筑表达、建造技术和修缮方法之中。我们应当避免仅对其外在形态的维护，以免造成其文化精神的丧失。必须深入探索和保护其深层的文化意义，以确保围屋不只是一个表面的文化符号，而是一个真正富有内涵和生命力的文化标志。

3.3. 围屋内功能的衰退与保护资金的不足

由于赣南围屋多分布在偏远地区，交通的不便利性使得政府在管理和利用这些文化遗产方面面临挑战，缺乏有效的措施和长远的规划。这导致了围屋在改造、使用和管理上的问题日益凸显，许多围屋因此而荒废失修。随着时代的演进，赣南围屋原有的防御功能已经逐渐淡出现代生活的需求，它们的居住功能也因不符合现代居住习惯而被淘汰。许多围屋因不能适应现代居住需求而被废弃，导致它们的建筑结构逐渐衰败。围屋的建设资金过去通常来自于同族人的共同出资或个人的商业成功之后的捐赠。但是，随着近现代以来的种种原因，赣南地区的经济发展并不理想，导致许多当地客家人的经济条件恶化，因此，他们已经无力承担起维护和保护这些围屋的重任。目前，赣南围屋的保护工作主要依赖政府的财政支持和社会的捐助，但这些资金来源相对有限，难以满足围屋保护的迫切需求。由于资金不足，围屋的修复和保养工作可能无法实现预期的目标。

3.4. 保护主体缺失与法律法规的不完善

围屋是客家人在适应当地环境的基础上建造的，但由于它们通常位于偏远地区，加之交通不便和基础设施缺乏，导致围屋居民的生活质量受限。这种状况使得许多居民将围屋视为陈旧的文化遗产，缺乏维护和保养的动力。为了提升居住条件和生活水准，他们倾向于拆除传统围屋以建造新房，这种做法无意中加剧了围屋文化资源的流失。围屋的保护工作目前还处于初级阶段，缺少专业的管理人员和机构来进行有效的保护和管理。由于我国在文物保护方面的法律法规还不够完善，对文物保护的具体规定较为笼统，导致缺乏足够的规范和引导，使得保护工作难以达到预期效果。不同地区之间的文物保护立法也不统一，这就需要在不同部门和地区之间建立有效的协调和合作机制来共同推进文物保护工作。

面对围屋保护的迫切挑战，传统的保护措施耗时且见效缓慢，同时需要大量人力物力的投入。因此，探寻更高效、迅速的围屋保护方法变得尤为关键。这不仅涉及到围屋建筑本身的维护，也包括了提升公众的保护意识和参与度，以及加强法律法规的建设，以确保围屋的文化价值得到有效传承和利用。

4. 数字化技术的实践与应用

虚拟现实技术通过计算机系统模拟出一个真实或虚构的世界，这个世界由三维建模构建，可以基于现实世界的的数据，也可以是完全想象的构造。用户能够通过如头盔显示器、数据手套等智能设备，在视觉、听觉和触觉等多个感官层面与这个虚拟环境进行互动。这种技术通过模拟一个动态的三维空间，让用户能够实时感受和操作虚拟对象，并观察它们在虚拟环境中的行为和变化，从而带来沉浸式的体验。

虚拟现实技术是一种综合应用计算机图形学、人机交互、传感技术、人工智能等多种技术手段，以创建和体验虚拟世界的技术。它通过模拟真实世界或构建虚构环境，使用户能够通过视觉、听觉、触觉等多种感官与虚拟环境进行交互，从而获得沉浸式的体验[2]。随着技术的发展，虚拟现实已经在游戏、教育、医疗、旅游等多个领域得到应用，并且正在逐步渗透到文化遗产保护和传承中。

在文化遗产保护方面，虚拟现实技术可以用于数字化复原、虚拟展示、科普教育等多个方面。例如，通过高精度的三维扫描技术，可以将文化遗产的实体信息转换为数字信息，实现数字化存档和虚拟修复。此外，虚拟现实技术还可以构建虚拟的文化遗产展示平台，让用户在虚拟环境中体验文化遗产的历史背景和文化内涵，增强公众的参与感和保护意识。随着技术的不断进步，虚拟现实技术在文化遗产保护和传承方面的应用将更加广泛和深入。通过虚拟现实技术，不仅可以有效地保护和传承文化遗产，还可以让更多人了解和接触到这些宝贵的文化资源，实现文化遗产的可持续发展。

近年来，国内虚拟现实领域的创作呈现出蓬勃的发展态势，涌现出众多引人注目的作品。然而，由于虚拟现实设备的便携性和普及性尚未达到预期水平，加之艺术创作在表达方式上存在局限，我国基于虚拟现实的文化遗产设计仍然处于起步阶段。在理论研究方面，通过知网、万方、维普等论文数据网站检索发现，有关客家围屋文化遗产虚拟现实的研究内容相对匮乏，仅有少数研究在探讨文化遗产数字化展示时提及了围屋虚拟漫游的相关内容。

4.1. 构建数字化展览空间

在互联网技术的浪潮中，围屋建筑的数据信息被赋予了新的生命力。现代信息技术的加持，如三维扫描和激光测量，使得赣南围屋的每一寸细节都能以数字的形式被捕捉和保存，形成一个庞大的网络数据库。这些静止的、沉默的物质实体，通过电脑的魔力，转变成了生动的三维影像，为人们呈现了一个触手可及的虚拟世界。在数字展览馆中，全息投影和人机交互技术的应用，让赣南客家围屋文化的深厚底蕴得以鲜活展现，提升了文化传播的效率与品质。

早在 20 世纪末，卢浮宫博物馆和大英博物馆等文化殿堂就开始了他们的数字化之旅。在中国，山西博物院率先踏上了智慧博物馆的建设之路，在文物数字化、数字资源平台的构建、数字技术在文物保护与展示中的应用、数据产权与安全等方面取得了令人瞩目的成就。2015 年，端门数字馆作为中国首家全数字化展厅，利用人工智能、虚拟现实和图像识别等前沿技术，为观众揭开了故宫博物院的历史面纱，让人们能够全方位地感受故宫的深厚文化。而“数字圆明园”线上展览则如同一部时间机器，带领观众穿越百年，见证了圆明园从战争的废墟中重生为国家考古遗址公园的辉煌历程[3]。展望未来，数字化技术必将成为建筑文化遗产展示和保护的得力助手。

4.2. 提升数字化传播途径

中国古迹遗址保护协会的燕海鸣主任曾深刻指出，数字技术与文化遗产的结合主要体现在两个方面：首先是保护，其次是在保护的基础上实现有效的传播。中宣部部长李书磊也强调，要利用数字化技术为宣传思想工作注入新动力，这为新时代的文化推广指明了方向。对于赣南围屋这类文化遗产而言，传统的传播方式往往覆盖面有限，影响力平平，导致赣南围屋难以获得足够的关注。然而，随着数字化技术

的进步，文化传播的途径变得更加多样化。虚拟现实、移动通信、新媒体平台和云计算等技术的兴起，为文化遗产的传播带来了革命性的变化。例如，中国文物保护基金会与腾讯合作推出的“数字长城”项目，显著提升了长城在全球的知名度。各种“云游”系列小程序，如云游长城、云游敦煌、云游博物馆等，也在不断拓宽公众对文化体验的想象。这种多元化的数字传播策略为赣南围屋的建筑文化注入了新的活力。它不仅突破了传统传播方式的局限，提高了传播效率，还有效提升了赣南围屋在国内外的知名度，为充分展示其独特的文化魅力提供了新的机遇。

4.3. 推动数字经济发展

在党的二十大报告中，习近平总书记明确提出了加快数字经济发展，实现数字经济与实体经济深度融合的战略目标。为响应这一号召，赣州市民间非物质文化遗产研究院率先探索了一种融合赣南文化遗产保护的新路径，即通过整合“非物质文化遗产资源、数字经济、技术创新和运营创新”的多元模式。这种方法不仅为赣南围屋等文化遗产的保护提供了新的动力，也为它们的传承与推广开辟了更为广阔的空间。

具体而言，文化旅游是传承赣南客家围屋文化和推动其保护工作的重要手段。首先，我们应以文化产业发展和乡村振兴为依托，不断扩大围屋的数字化应用，丰富游客的数字化体验，以实现数字经济与文化旅游的有机结合。其次，加大赣南客家围屋的数字化推广力度，构建优质的游客服务平台，利用数字经济模式促进当地旅游消费，并借助智慧旅游不断提升游客的旅行体验。

4.4. 三维激光测绘技术

为了全面维护客家围屋的文化遗产，我们采取了一系列数字化记录措施。利用计算机编辑系统，我们详细记录了每尊造像的名称、艺术特色、建造年代、文物编号和来源等关键信息，为未来的研究和保护工作提供了便利。记录之后，我们对每尊造像进行了细致的摄影存档，确保图像资料的完整性和精确性，以便于存档、教育和展览等不同场合。在归档工作中，我们遵循真实性、完整性、科学性和主动性的原则，确保每项记录都符合高标准。此外，为了规范数字化存档流程，我们建立了一套明确的标准和规范，涵盖了围屋的三维数字化采集、加工、作业安全、工作流程、数据采集和处理等各个环节，为文化遗产的保护和传承打下了坚实的基础[4]。通过这些努力，我们不仅保护了这些珍贵的文化遗产，还通过数字化手段让更多人能够了解和体验围屋的独特魅力。

4.5. 构建“雅溪围屋”数字化数据库

为了传承和保护“雅溪围屋”的文化遗产，我们开展了数字化复原工作，涵盖了其建筑外观、结构布局和室内装饰等各个方面，并据此建立了详尽的数字档案。通过计算机大数据技术，我们整合了这些数据，并针对“雅溪围屋”的特色进行了创新性展示，丰富了视觉图像和图形信息的呈现。我们还建立了一个专门的数据库，并在数字化博物馆的网络平台上提供了查询服务，使得公众能够轻松访问有关“雅溪围屋”的详细信息，包括其造型、结构、装饰以及历史背景的音频解说。该数据库不仅方便了游客和用户的查询与浏览，也为学术研究、教育推广和文化活动提供了宝贵的资源，提供了直观且详尽的石窟艺术资料。在构建数据库的过程中，我们兼顾了数据的真实性和图像的生动性，确保了历史文物的有效展示，同时提升了用户的在线体验。

为了让更多观众欣赏到“雅溪围屋”的数字化成果，我们采用动态视频和高清图像，全面而真实地展示了其深厚的文化精髓。我们根据人的认知习惯，设计了一个用户友好的互动网络平台，通过互联网展示和传播我们的数字化成果。这个交互式网络平台由三个子系统组成：网络多媒体点播系统、观众体验展示系统和信息交互系统，共同构成了一个全面、动态的在线展示和交流空间。

4.6. 数字化模型创建

SketchUp 在初步设计和草图建模方面表现出色，BIM 在项目管理和团队协作方面具有优势，而 3ds Max 则在模型的精细化处理和后期制作上发挥着关键作用。这些软件工具可以实现模型的无缝导入和导出，使得在不同阶段的工作可以流畅衔接。

对于赣南围屋的单体模型制作，我们按照以下步骤进行：首先，根据屋顶的形状和样式创建基础模型；其次，构建架构，包括柱子、梁和砖墙的承重结构，并处理它们之间的连接；然后，细化墙体和木构件，如门窗洞口的设置，以及雀替、墩和门窗雕饰等细节；最终，将所有部分整合，形成一个完整的三维模型，并与周围环境相融合，实现围屋及其环境的三维虚拟重建[5]。

在进行三维虚拟重建时，我们特别关注赣南地区不同县市围屋的独特建筑特点，并严格依据实地测绘的精确数据来构建模型，确保屋顶的翘曲、坡度、门窗雕饰的形态和柱础的工艺等细节都能够准确地反映在模型中。通过这种方法，我们能够创建出既精确又细致的赣南围屋三维模型。

4.7. 数字化模型创建

为了获取雅溪围屋的详细资料，首先需要用数码相机在实地进行拍摄。拍摄完成后，将这些数字图像资料导入计算机中，然后使用专业的软件工具，如 Agisoft PhotoScan、Adobe Photoshop 和 AutoCAD，对这些资料进行数字化的编辑和处理。这个过程包括对图像的整理、分析和修复，以确保围屋的每个细节都能被准确记录和呈现。通过这些软件，可以对围屋的结构、外观和纹理进行精确的数字化重建，为后续的研究和保护工作提供坚实的基础。

首先，将通过现场拍摄获得的雅溪围屋图像数据导入计算机，创建一个数字化的档案。接着，针对围屋中受损的部分，使用计算机辅助设计技术进行三维重建，这包括对围屋的结构、外观和装饰进行复原。

在重建过程中，Agisoft PhotoScan 软件被用来精确调整围屋的比例，确保三维模型的准确性。Adobe Photoshop 软件则用于微调围屋的细节，特别是对围屋的外观结构进行必要的校正和调整。由于雅溪围屋历史悠久，长期暴露在户外，受到风化和雨水侵蚀，导致表面颜色变化和部分结构模糊不清，因此需要对这些纹理进行三维重建。

在处理纹理的过程中，Adobe Photoshop 软件配合手绘板使用，可以提供更高的灵活性和创造性，允许对色彩的饱和度、明度和对比度进行细致的调整。对于那些严重损坏的纹理部分，可以利用 3Dmax 软件的 UV 贴图功能进行修复，以恢复其原有的细节和质感。通过这些步骤，可以有效地恢复雅溪围屋的历史风貌，为保护和研究这一文化遗产提供支持。

在进行雅溪围屋的数字化修复过程中，我们首先需要对原始模型的图像进行细致的划分。这一步骤是基础，它涉及到对围屋的各个部分进行识别和分离，以便为后续的贴图制作和纹理重建打下坚实的基础。贴图是三维模型表面的视觉表现，它能够赋予模型丰富的色彩和纹理细节。通过精心设计的贴图，我们可以重现雅溪围屋独特的艺术风格，如其行云流水般的线条和飘逸洒脱的造型。最后，我们将制作好的贴图应用到模型上。这一步骤涉及到使用贴图坐标技术，将贴图精确地映射到模型的表面，特别是那些破损或缺失的部分。通过这种方式，我们可以有效地实现纹理重建，让雅溪围屋的数字化模型恢复其原有的风采。

首先，将数码相机拍摄的原始数据输入到计算机里，利用 Adobe Photoshop 软件对破损区域进行划分标注，并使用手绘板绘制复原初步图，然后对造型进行三维重建，并使用 3Dmax 软件按照初步图范样进行建模渲染，最后输出三维模型，在二维平面软件中进行编辑调整。“雅溪围屋”数字图像处理过程分为图像标注、破损整理、三维重建等步骤，呈线性先后有序分布。输出的“雅溪围屋”数字图像结果必须符合造像实体复原的原则。

4.8. 数字化模型创建

“雅溪围屋”造型数字化网络多媒体点播系统的主界面，主要包括数字化技术规范、数字化技术、数字化资源和动画展示等。数字化技术规范版块详细介绍了雅溪围屋造型的数字化采集规范和元数据的记录标准。数字化技术版块对雅溪围屋残损造型数字化复原技术方法进行管理。数字化资源库对雅溪围屋残损造型数字化复原成果进行归类和展示。

网络多媒体点播系统注重界面的美观性和方便性，利用电子屏触摸技术，让用户随心所欲快捷进入所需版块。数字化资源库是点播系统的主要组成部分：通过大量的围屋造型图像进行生动形象的展示，同时配有文字和语音解说。

4.9. 数字化模型创建

观众体验系统通过三维建模构建虚拟雅溪围屋展厅，利用漫游平台为用户提供高度灵活的观看控制。用户通过点击鼠标即可调节观看速度、切换场景内的三维角度，自由在虚拟展厅中行走、停留与观赏。该漫游平台包括自由漫游、自动漫游、自然环境控制、时段控制、音乐控制和帮助模块等多个功能模块，为用户提供全方位的互动体验。同时，系统还设计了丰富的动画视频，让用户能够沉浸式体验“雅溪围屋”网络平台，全面了解赣南围屋文化。

信息交互系统通过计算机统计用户的浏览行为，分析访客关注的主题、感兴趣的内容以及低浏览率的版块，以此为平台的优化和完善提供数据依据。该系统基于用户的人际关系及行为特征，利用大数据技术进行分析，重视用户心理规律的总结与归纳，不断改进“雅溪围屋”数字化平台。通过将文化遗产的数字图像转化为易于传播和永久保存的数字化文化空间，该系统实现了物质文化遗产的最佳保护与传播目标。

5. 结论

虚拟复原技术的应用已经成为建筑遗产保护与利用的重要趋势。数字化技术弥补了传统方法在保存时间短、数据公开度不足、公众对围屋了解有限等方面的缺陷。通过使用 CityEngine 和 3ds Max 等工具，归纳了客家古村落与传统建筑的数字化建模技术，为传统建筑的精准数字建模奠定了技术基础。这种方法不仅有效结合了围屋的空间布局与场景体验，还确保了围屋复原过程的真实性、数据准确性和交互性。依托 BIM、SketchUp 和 3ds Max 等技术手段，对赣南围屋的功能、形态、材料及构造等进行了高度复原，并建立了系统的数字模型数据库，为赣南围屋的保护和利用提供了宝贵的支持。

基金项目

江西理工大学校级研究生创新专项资金项目(编号: XY2024-S154); 江西省研究生创新专项资金项目(编号: YC2022-S649)。

参考文献

- [1] 张文锋. 走进雅溪围屋[J]. 乡镇论坛, 2016(30): 42-43.
- [2] 赵月苑, 郭璇, 何媛. 结合数字重构技术的文化遗产保护策略——以重庆大学城虎溪炮校旧址为例[J]. 科教导刊, 2019(23): 149-150+163.
- [3] 王利青, 李国华, 陈甜甜, 潘旭阳. 数字技术在赣南客家围屋保护中的应用[J]. 建筑与文化, 2024(3): 211-213.
- [4] 欧波. 三维激光扫描技术在广西客家围屋保护工作中的应用探讨[J]. 科学技术创新, 2021(36): 46-48.
- [5] 朱庆, 张利国, 丁雨淋, 胡翰, 葛旭明, 刘铭崑, 王玮. 从实景三维建模到数字孪生建模[J]. 测绘学报, 2022, 51(6): 1040-1049.