

桂林宋静江府城墙修缮与保护措施研究

刘笑

百色学院, 广西 百色 533000

DOI:10.61369/ETQM.2025090029

摘 要 : 桂林宋静江府城墙作为岭南地区最具代表性的宋代城防遗存, 其独特的建筑形制和营造工艺具有突出的历史、艺术与科学价值。本研究针对其在亚热带环境下面临的结构失稳、材料劣化等问题, 采用多学科交叉研究方法, 系统构建了“评估-研究-修复-监测”的全链条保护体系。研究创新性地提出以“最小干预、真实性保护、预防性维护”为核心原则的保护策略, 重点突破传统工艺现代应用、微创加固、生物防治等关键技术难题, 并建立智能化监测预警系统, 最终形成具有示范价值的土石质城墙保护范式, 为同类文化遗产的科学保护提供重要参考。

关 键 词 : 桂林城墙; 文化遗产保护; 修缮技术; 预防性保护

Research on the Restoration and Protection Measures for the City Walls of Songjingjiang Prefecture in Guilin

Liu Xiao

Baise College, Baise, Guangxi 533000

Abstract : the Song Dynasty Jingjiang Prefecture City Wall in Guilin represents one of the most exemplary remnants of ancient military fortifications in the Lingnan region, distinguished by its unique architectural form and construction techniques, which possess significant historical, artistic, and scientific value. This study addresses critical challenges such as structural instability and material degradation in the subtropical environment by employing an interdisciplinary research approach. A comprehensive "assessment-research-restoration-monitoring" conservation framework was systematically developed. Innovatively, the research proposes a conservation strategy centered on the principles of "minimal intervention, authenticity preservation, and preventive maintenance," with breakthroughs in key technical areas including the modern application of traditional craftsmanship, minimally invasive reinforcement, and biological control. Additionally, an intelligent monitoring and early-warning system was established. The study ultimately formulates a paradigmatic conservation model for earthen and stone city walls, offering valuable insights for the scientific preservation of similar cultural heritage sites.

Keywords : guilin city wall; cultural heritage conservation; restoration techniques; preventive conservation

引言

桂林宋静江府城墙是我国南方现存最完整的宋代城垣遗存之一, 具有重要的历史、科学和艺术价值, 是研究宋代军事防御体系和桂林历史文化的重要实物。然而, 长期自然侵蚀和人为因素导致城墙出现开裂、风化和结构失稳等病害, 严重威胁其保存。当前, 文化遗产保护面临传统技术不适应南方湿热环境及城市化加剧保护难度等挑战^[1]。本研究通过实地调查、科学检测和文献研究, 系统分析城墙病害成因, 探讨适用于南方湿热地区的修缮和预防性保护措施, 旨在为同类文化遗产保护提供理论和实践参考, 从而延长其寿命并为桂林历史文化名城的保护与发展提供支撑^[2]。

一、宋静江府城墙的历史价值与现状评估

(一) 历史沿革与核心价值

桂林宋静江府城墙由南宋广南西路经略安抚使胡颖主持修

建, 是南宋政权经营西南、抵御蒙元的重要军事屏障, 具有突出的历史地位。该城墙展现了卓越的营造特征: 因地制宜地利用喀斯特孤峰与江河构建天然防御体系; 采用工艺精湛的特制铭文青砖和大型料石基础, 城垣呈梯形断面并设有女墙、垛口, 现存东

镇门券拱式城门结构坚固；其城墙砖铭文和世界现存最大的古代城市防御石刻地图为研究宋代军事、城防技术及地方治理提供了珍贵史料。从价值维度来看，城墙不仅是南宋西南边疆经略的实物见证、古代军事工程与山地适应性营建技术的典范、宋代建筑与石刻艺术的代表，更是桂林城市历史记忆的核心标识与市民情感纽带。

（二）保存现状与主要病害诊断

通过对桂林宋静江府城墙现存重点区段（东镇门、宝积山、鸚鵡山、铁封山等）的系统勘察，发现其病害主要表现为三大类：自然侵蚀方面，包括结构失稳、材料劣化以及水害；生物病害方面，突出表现为植物侵害和微生物侵蚀；人为破坏则涉及历史性损毁、不当维修以及发展压力^[3]。此外，环境恶化因素如酸雨和空气污染进一步加剧了材料的化学风化进程。这些病害严重威胁着城墙的结构安全与历史信息的完整性^[4]。

二、保护原则与技术路线

（一）核心保护原则

- （1）原真性优先：保留历史修补痕迹^[5]。
- （2）最小干预：控制加固范围。
- （3）可逆操作：采用可拆卸锚杆。
- （4）预防为主：建立微环境监测网络。

（二）技术路线框架



三、关键保护技术措施

（一）结构性加固技术

- 1.基础稳固
微型钢管桩注浆（桩径80mm，深度8m）；石灰-火山灰三合土回填（配比Ca(OH)₂：火山灰：砂=1：2：4）
- 2.砌体归安
采用分步减压复位法：临时支撑（碳纤维网格+液压千斤顶），逐层取出变形砌体（编号记录），夯土芯修补（竹筋增强土坯，抗压强度≥3MPa），条石原位归位（误差<2mm）。

（二）材料修复技术

1.红砂岩修复

表1 红砂岩修复技术参数表		
技术措施	材料配方	适用范围
表面脱盐	纤维素敷贴法（去离子水+2%EDTA）	盐结晶区
渗透加固	纳米SiO ₂ /硅酸乙酯复合体系（浓度8%–12%）	粉化层深度<3cm
修补砂浆	红砂岩粉（80目）+水硬石灰+稻壳灰（配比6:3:1）	缺损修补

2.夯土芯强化

- （1）裂缝注浆：改性糯米浆（黏度350cP，收缩率<0.5%）^[6-7]；

- （2）掏蚀修补：层压式夯筑（每层≤10cm，含水率18%）。

（三）生物病害综合治理

- 1.物理清除
 - （1）激光清洗去除地衣^[8]；
 - （2）蒸汽热处理杀灭根系。
- 2.生态调控
 - （1）墙体周边种植驱虫植物；
 - （2）安装铜基防攀爬带（宽度>15cm）。

（四）微环境调控系统

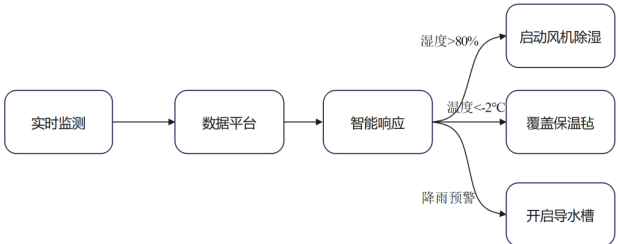


图2 微环境调控系统

四、预防性保护体系构建

（一）多参数监测网络

桂林宋静江府城墙多参数监测网络技术指标见表2。

表2 参数监测网络技术指标表

监测参数	监测设备	布点方案	预警阈值	技术依据
裂缝位移	光纤传感器	每2m设置1组	>0.5mm/季度	《古建筑结构健康监测技术规范》GB/T 50344-2019
含水率	TDR时域反射仪	垂直3层/水平2m	>22%持续48h	《砌体结构现场检测技术标准》GB/T 50315-2011
盐分浓度	离子选择电极	关键高度0.5m/1.5m	Cl ⁻ >1.2%	《石质文物病害分类与图示》WW/T 0002-2007
振动加速度	压电传感器	基础/墙顶各1组	>0.15g	《建筑工程容许振动标准》GB 50868-2013

（二）风险预警模型

风险指数 $R = 0.3 \times S$ （结构）+ $0.25 \times M$ （材料）+ $0.2 \times E$ （环境）+ $0.25 \times H$ （人为），分级响应：
 $R < 30$ ：常规监测；
 $30 \leq R < 60$ ：加强巡查；
 $R \geq 60$ ：紧急干预^[9]。

（三）保护性展示设计

在保护性展示设计方面，创新采用“虚实结合”的展示策略，构建了多维度、立体化的展示体系^[10-11]。具体实施内容包括：首先，精选40米城墙核心区段进行原状保护展示，完整保留其历史风貌；其次，运用增强现实（AR）技术，通过扫码互动方式数字化复原已损毁的防御设施；最后，设置专门的剖面解剖展示区，采用树脂封装技术展示城墙内部的夯土结构层次，揭示其

独特的建造工艺。

五、结论与展望

桂林宋静江府城墙的保护需立足其“红砂岩-夯土复合结构”与“湿热岩溶环境”双重特殊性：

（1）结构性修复需平衡刚性石材与塑性夯土的变形协调，分步减压复位法可有效控制二次损伤；

（2）材料兼容性是修复关键，纳米 SiO₂增强红砂岩（渗透深

度>15mm）与竹筋夯土（抗剪强度提升40%）证明传统材料创新应用的可行性；

（3）预防性保护应建立“四维监测网络”（空间+时间），通过盐分-湿度-振动多参数耦合预警降低突发风险概率。

未来研究方向：

（1）深化生物矿化加固技术；

（2）开发城墙材料老化数据库；

（3）探索社区参与式保护机制。

参考文献

- [1] 张松.《文化遗产保护理论与方法》[M].北京：文物出版社，2018.
- [2] 王其亨，吴葱.《古建筑修缮技术》[M].北京：中国建筑工业出版社，2015.
- [3] ICOMOS. The Nara Document on Authenticity [R]. Paris: ICOMOS, 1994.
- [4] 李宏松.《石质文物劣化机理与保护技术研究》[M].北京：科学出版社，2016.
- [5] 刘托，陈同滨.《中国古城墙保护研究》[M].南京：东南大学出版社，2019.
- [6] 黄克忠.潮湿环境下土遗址保护技术[J].文物保护与考古科学，2017，29(3): 1-10.
- [7] 周双林.传统材料在古建筑修复中的应用研究[J].建筑学报，2020，(1): 45-50.
- [8] Feilden, B. M. Conservation of Historic Buildings [M]. Oxford: Architectural Press, 2003.
- [9] 张秉坚，周双林.不可移动文物保护风险评估方法研究[J].文物保护与考古科学，2015，27(3): 102-110.
- [10] 李宏松.文物建筑保护性展示设计导则[M].北京：文物出版社，2018: 56-78.
- [11] 吴永琪，等.增强现实技术在遗址展示中的应用研究[J].中国文化遗产，2020(4): 45-51.