

基于现场检测的优秀历史建筑耐久性损伤评估与对策研究

栾进勋

上海浦东房屋质量检测有限公司, 上海 201206

DOI:10.61369/ERA.2026070020

摘 要： 以上海江南造船厂红楼为研究对象，从现场检测、规范分析入手，对优秀历史建筑耐久性损伤的评价方法及修缮对策进行系统的探究。采用材料性能检测、结构变形观测和损伤识别的方法，找出砖木结构长期使用中出现的劣化规律，主要研究砌体风化、木构件腐朽、钢构件锈蚀等典型损伤的原因。提出以材料相容性为核心的修缮策略，创建起依靠劣化机理的全生命周期技术防控体系，给同类型历史建筑的保护修缮赋予科学根据和技术途径。

关 键 词： 耐久性损伤；现场检测；优秀历史建筑；评估与对策

Research on Durability Damage Assessment and Countermeasures for Excellent Historical Buildings Based on On-Site Inspection

Luan Jinxun

Shanghai Pudong Housing Quality Inspection Co., Ltd., Shanghai 201206

Abstract： Taking the Red Building of Jiangnan Shipyard in Shanghai as the research object, this paper systematically explores the evaluation methods and repair strategies for durability damage in excellent historical buildings, starting from on-site inspections and normative analysis. By employing methods such as material performance testing, structural deformation observation, and damage identification, the paper identifies the degradation patterns that occur during the long-term use of brick-and-wood structures, primarily investigating the causes of typical damages such as masonry weathering, wood member decay, and steel member corrosion. It proposes a repair strategy centered on material compatibility and establishes a full lifecycle technical prevention and control system based on degradation mechanisms, providing scientific evidence and technical approaches for the conservation and repair of similar historical buildings.

Keywords： durability damage; on-site inspection; excellent historical buildings; assessment and countermeasures

优秀的历史建筑是城市文化记忆的承载者，结构安全、风貌保护都存在着严重的困难。由于使用年限的增加，材料老化、环境侵蚀、人为破坏等造成耐久性损伤愈加明显，传统的修缮方式缺少系统的评估支持，不能同时达到安全和保护两个目的。目前对于砖木结构历史建筑的耐久性研究大多只关注单个构件或者局部损伤，缺少从检测到治理的全过程技术整合。因此，以典型建筑为依托开展系统的现场检测和损伤机理分析，探寻科学、可推广的评价及干预途径，有重大的现实意义和工程应用价值。

一、项目概况及现状分析

（一）项目概况

上海江南造船厂红楼（原海底电缆登陆局）为上海市第三批优秀历史建筑，保护编号3K001，保护类别三类，坐落于宝山区逸仙路3901号江南造船厂厂区内。建筑竣工于1873年，为地上3层砖木结构，平面近似矩形，建筑面积约1025.7m²，东西向轴线间距18.525m，南北向轴线间距16.565m，一层至三层层高分别为3.03m、4.59m、4.0m。建筑原属丹麦大北电报公司海底电缆登陆局房，解放后作为东海船厂办公用房，1999年被列入保护名录，重点保护部位包括外立面、门廊、进厅及楼梯。建筑采用仿英国

安妮女王风格，清水红砖墙面，立面为券柱式构图，二层中部壁柱间拱券饰有券心石，两端设城堡式塔楼造型，具有较高历史、艺术及人文价值。房屋西侧有后建3层配电间局部相连，原设计资料缺失，经现场测绘确认，外墙厚度一层主要为480mm，二、三层主要为370mm，楼板以木搁栅为主，端部嵌入砌体墙预留孔内，门窗洞口顶部设砖拱或砖平拱。

（二）现状分析

建筑经152年使用，存在多处耐久性损伤及结构安全隐患。结构层面，西立面外墙因相邻配电间额外荷载及房屋不均匀沉降出现多处开裂，一层1-2/C轴砖拱存在上下贯通斜裂缝；二层板底托墙钢梁锈蚀严重，端部与砌体墙连接不合理；木地板及木搁栅普遍

腐朽，部分区域木构件彻底腐朽形成洞口，为避免楼面垮塌，二层5-6/E-G轴楼板下增设临时支撑；屋面木屋架普遍下沉变形，支座处木构件腐朽断裂，瓦片破损脱落导致渗漏。重点保护部位中，外立面砖块风化、酥碱明显，局部缺损，南立面、东立面灰缝受植物根部侵入；进厅大门木材腐朽变形，门轴卡死，平顶及石膏线条多处破损脱落；三层楼梯间大门与墙体脱开，一层楼梯起跑处踏板脱落，临时支撑松脱；外墙木窗普遍卡死，部分窗扇缺失。建筑整体向西倾斜平均倾斜率为5.16‰，向南略有倾斜，向南平均倾斜率为3.28‰，存在“西低东高”不均匀沉降；抗震构造措施不满足优秀历史建筑25年鉴定周期的抗震鉴定要求。正常使用条件下木搁栅楼板承载力及变形不达标，屋架结构存在坍塌风险，耐久性损伤已严重影响建筑安全及使用功能。

二、优秀历史建筑耐久性损伤类型与成因

优秀历史建筑耐久性损伤类型围绕结构构件、重点保护部位及围护装饰构件呈现多元分布。结构构件损伤表现为砌体墙开裂、木构件腐朽与钢构件锈蚀，西立面外墙因受力扰动产生贯通裂缝，一层1-2/C轴砖拱出现上下贯通斜裂缝，木搁栅与木地板因多年使用、屋面破损渗漏而出现多处腐朽，部分区域形成洞口，二层后加托墙钢梁锈蚀严重导致承载力下降，屋面木屋架支座处构件腐朽断裂并伴随明显下沉变形。重点保护部位损伤涵盖外立面风化酥碱、装饰线条缺损与功能构件失效，外墙面砖块普遍风化酥碱，局部缺损，南立面、东立面灰缝受植物根部侵入，进厅大门木材腐朽变形，三层楼梯间大门与墙体脱开，木窗普遍浮锈、卡死或缺失窗扇。围护装饰构件损伤包括屋面渗漏、墙面粉刷剥落与石膏线条破损，屋面瓦片破碎脱落，屋架多次反复修补、传力路径混乱、明显下挠变形，屋脊开裂，有坍塌风险，各层墙面粉刷普遍发霉开裂剥落，三层室内墙面及顶棚存在多处水渍，石膏线条多处破损脱开。

优秀历史建筑耐久性损伤成因涉及材料老化、环境侵蚀、结构扰动与使用维护不当等多方面因素。材料因环境影响发生老化是核心内因，烧结砖与砌筑砂浆经152年自然老化，强度衰减明显，一层砖强度仅为MU5，二层砂浆强度低至1.00MPa，木材长期处于潮湿环境导致普遍腐朽。环境侵蚀加速损伤进程，房屋地处黄浦江畔，高湿度环境引发砖块酥碱与木材腐朽，植物根系侵入墙体灰缝破坏砌体完整性，雨水倒灌一层室内加剧构件腐蚀。结构扰动造成直接损伤，西侧后建配电间部分梁板嵌入房屋外墙，导致墙体承受额外集中力，局部砌体因受压而开裂，局部窗洞砖拱被拆改破坏原有结构体系，房屋整体不均匀沉降导致部分砌体出现斜裂缝。

三、现场检测技术与方法

（一）现场检测技术

现场检测技术以建筑结构现状为核心，结合优秀历史建筑保护要求，采用多种精准检测技术实现全方位数据采集。建筑与结

构测绘运用徕卡3D激光扫描仪、激光测距仪及钢卷尺，对房屋轴网间距、层高、构件截面尺寸等关键参数进行测量，全站仪则用于外立面清水墙面的柱脚、装饰线条、窗台、挑檐、砖拱等部位的精细测绘，窗洞角部、砖拱顶部等特征部位定位，为建筑平面图、立面图及结构详图绘制提供基础数据。材料强度检测技术中，烧结砖抗压强度采用HT75-A型测砖回弹法，抽样测试，砌筑砂浆抗压强度通过SJY-800B型贯入式砂浆强度测试仪，精准获取砖与砂浆的力学性能参数。

房屋变形检测技术借助RTS112SR10+型全站仪，开展房屋角点棱线倾斜测量及檐口相对高差测量，量化房屋整体倾斜程度与不均匀沉降状况。损伤状况调查技术结合无人机航拍与高清相机拍摄，直观记录构件裂缝、腐朽、风化等损伤，裂缝卡用于精确测量裂缝宽度，实现损伤部位、范围及程度的全面建档。构件耐久性检测技术通过局部拆除地板、吊顶，结合环境参数监测，重点核查木构件腐朽、砌体风化、钢构件锈蚀等耐久性损伤，为承载力折减计算提供依据。

（二）现场检测方法

现场检测方法遵循“资料考证—现场实测—数据验证”的逻辑流程，确保检测结果科学可靠。前期资料收集方法通过查阅历史档案、地方史志及保护技术规定，考证房屋建造年代、历史沿革、保护类别及重点保护部位，明确检测范围与技术要求。抽样检测方法针对不同构件类型制定差异化方案，砌体墙选取不同楼层、不同轴线代表性构件，砖与砂浆强度检测各抽检9个构件，构件截面尺寸测量覆盖墙、梁、板、屋架等关键部位，抽样数量与分布满足检测规范要求。实测实量方法采用激光测距仪、游标卡尺等仪器，对构件尺寸、层高、轴网间距等进行实地测量，数据记录包含施工误差与测量误差，确保测绘结果精准反映建筑实际状况。

损伤识别方法采用普查与重点核查相结合的方式，先对整幢房屋进行全面排查，再针对外立面、门廊、进厅、楼梯等重点保护部位及承重构件开展详细检测，通过文字、照片、绘图等形式记录损伤信息。

数据验证方法将现场实测数据与现行规范、历史资料对比，结合结构承载力验算、抗震性能分析，验证检测数据的合理性，针对原设计资料缺失的情况，通过反向推导与现场复核完善检测结论，确保检测结果为耐久性损伤评估与修缮对策制定提供可靠技术支撑。

四、现场检测结果分析

材料性能上，烧结砖与砌筑砂浆强度分层差异显著，一层烧结砖抗压强度最小值5.2MPa（MU5），二层、三层达7.5MPa、8.4MPa（MU7.5）；砌筑砂浆强度一层1.10MPa、二层1.00MPa、三层1.90MPa，底层因雨水倒灌、潮湿环境侵蚀，强度衰减更为突出。结构构件损伤集中，木构件普遍腐朽，木地板与木搁栅端部连接部位损伤严重，需考虑10%截面损失；外墙砌体风化、酥碱明显，局部砖块缺失，承载力需折减5%；二层后加托墙钢梁锈蚀严重，加固构造不合理，存在安全隐患。

房屋变形呈现“西低东高”不均匀沉降，测点1、2、4平均

向西倾斜率5.16‰，向南平均倾斜率3.28‰，与倾斜测量结果相互印证。重点保护部位损伤直接影响历史风貌，外立面砖块风化、装饰线条缺损，南立面、东立面受植物根系侵入，进厅大门腐朽、楼梯踏步板脱落；非重点部位中，一层1-2/C轴砖拱存在贯通斜裂缝，屋面木屋架下沉变形、支座腐朽，瓦片破损导致渗漏。结构承载力验算显示，砌体墙满足正常使用受压要求，但木搁栅楼板强度、稳定及变形均不达标；抗震性能未满足《优秀历史建筑抗震鉴定与加固标准》（DG/TJ08-2403-2022）要求，罕遇地震下底层承重墙体抗倾覆能力不足，存在抗倒塌风险。

五、耐久性损伤修缮与保护对策研究

（一）材料相容性导向下重点保护部位修复

重点保护部位修缮以材料相容性为核心，严格遵循“修旧如旧”原则，不改动房屋原有承重体系，规避现代材料与传统构件的相容性冲突。外立面修复优先选用与原砖材材质、规格匹配的清水红砖，对风化、酥碱砖块采用局部剔补方式保留历史痕迹，砖缝按传统砂浆配比勾缝，恢复券柱式构图与券心石装饰原貌。门廊与进厅修复保留原有石材线条与石膏装饰，破损部位采用同材质修补，进厅腐朽大门按原样式选用相近纹理木材替换，修复门轴与五金件保障开启功能。楼梯修缮保留木楼梯扶手栏杆原始造型，更换腐朽踏步板与望柱，加固底部支撑结构并补充松动连接节点，避免加固破坏原有装饰线条。修复过程中同步清除墙体灰缝植物根系，采用物理与化学防护结合方式防止二次侵入，实现重点保护部位历史风貌延续与结构稳定性提升的双重目标。

（二）结构性损伤针对性加固技术应用

结构性损伤加固结合构件类型与损伤程度，采用差异化技术方案，平衡安全需求与保护要求。砌体墙开裂部位按裂缝宽度与深度处理，西立面受配电间扰动产生的裂缝，先拆除侵入构件消除额外荷载，再通过压力灌浆填充裂缝并外部增设碳纤维布加固，加固层与墙面装饰层保持兼容。木构件腐朽处理剔除腐朽部分，采用环氧树脂砂浆修补，木搁栅端部与墙体连接部位增设防腐垫木，承载力不足的木搁栅采用同材质木材并联加固，保留原木楼盖结构形式。屋面木屋架更换腐朽支座构件，增设钢拉杆提升整体稳定性，按原规格替换破损瓦片，修复屋脊与排水系统解决渗漏问题，避免雨水持续侵蚀木构件。二层托墙钢梁全数更换，优化端部连接构造并增设混凝土梁垫分散集中荷载，确保加固措施与砌体墙协同工作，最大程度保留原始结构体系。

（三）基于耐久性劣化机理的技术防控体系

优秀历史建筑耐久性保护应立足材料与结构劣化机理，从损伤成因层面实现长效管控。采用多手段无损检测技术，对砌体风化、木材腐朽、砂浆粉化等典型耐久性损伤进行定量判别，实现损伤演化规律精准预判。依托结构健康监测技术，对墙体裂缝、木构件变形、屋面沉降等关键指标进行长期在线追踪，结合建筑服役状态实时更新耐久性数据库。针对百年砖木结构特性，建立分级技术防控阈值，当材料强度、构件变形、损伤扩展达到预警值时，自动触发预防性修复干预，避免损伤由表及里、由局部向

整体发展。围绕耐久性核心诱因开展源头技术治理，优化防水防潮构造体系，阻断雨水渗透与湿气积聚路径；采用透气型保护性材料延缓砌体酥碱风化，通过防腐防虫改性技术提升木构件使用寿命。将耐久性防控技术贯穿修缮、使用与运维全过程，以劣化机理为导向、以监测数据为依据、以预防性技术为手段，实现优秀历史建筑耐久性损伤的全周期、系统性技术防控。

六、实施效果及经验总结

基于现场检测的优秀历史建筑耐久性损伤治理，实现结构安全与历史风貌双重保障。结构性损伤治理后，砌体墙裂缝经压力灌浆与碳纤维布加固闭合率达100%，西立面额外荷载消除后无新裂；木构件防腐修补与并联加固后，木搁栅承载力提升30%以上，挠度符合规范；屋面瓦片更换与排水系统修复彻底解决渗漏，屋架下沉变形得到遏制，安全隐患全面消除。重点保护部位修复后，外立面清水红砖剔补与传统砂浆勾缝还原券柱式原貌，门廊、进厅装饰线条修补与楼梯构件更换保留安妮女王风格核心特征，植物根系清除与墙面风化处理使重点保护部位完好率超90%。

优秀历史建筑耐久性治理要遵循“检测先行、保护优先”的原则，现场检测准确应用给损伤诊断和方案制订赋予关键支撑，材料相容性成为修复效果同历史风貌统一的重要环节。结构性加固不能过度干预，首选传统工艺和微创技术，尽量减少对原结构的扰动；环境控制属于长效保护的重点，从排水改善、湿度调控入手，从源头上阻止损伤。治理要严格按照保护技术规定进行，重点部位修缮以原材质、原工艺为基础，建立“检测-修复-监测”闭环机制，定期开展无损检测和动态评价，保证耐久性损伤的持续控制，给同类建筑保护提供可复制的技术路径和管理经验。

七、结束语

文章根据现场检测和结构分析来建立适合优秀历史建筑的耐久性损伤评价和修缮技术体系。采用材料性能分层测试、变形监测和损伤识别的方法，确定砖木结构劣化特点及原因，检验材料相容性修缮和微创加固技术在保护实践中是否可行。为历史建筑保护提供从检测诊断到干预治理的闭环技术路径，以劣化机理为导向、以监测数据为基础的全周期管理思想，可以给类似建筑的耐久性提升和风貌延续提供借鉴。

参考文献

- [1] 董鹏飞. 建筑施工现场工程质量检测问题与应对策略探讨[J]. 建材发展导向, 2026, 24(02): 4-6.
- [2] 朱红武. 优秀历史建筑修缮前质量综合检测与测绘[J]. 施工技术(中英文), 2024, 53(10): 152-155.
- [3] 吴敬仪, 王俞雅. 基于绿色改造视角下历史建筑保护更新策略——以拱北宾馆为例[J]. 科学技术与工程, 2022, 22(08): 3236-3240.
- [4] 张逢伯. 上海地区历史建筑常见耐久性问题与现场检测方法[J]. 绿色建筑, 2020, 12(03): 14-15+23.
- [5] 周广强, 张芳, 陈国斌, 等. 某近现代历史建筑的鉴定与加固[J]. 建筑结构, 2020, 50(06): 25-28.