

古建筑修缮工程的防火设计探析

梁 辰

国家图书馆 北京 100081

摘要：古建筑在火灾面前极为脆弱，有着建筑材料易燃、内部空间布局紧凑、装饰材料易燃、地理位置偏远、消防通道狭窄、电气线路老化、游客行为难管控等风险特征。鉴于其严峻的火灾风险，防火设计十分必要，它是文化遗产保护的核心环节，能提升安全等级，兼顾原真性保护与现代消防技术融合，延长使用寿命、降低维护成本。本文将从防火设计技术体系构建、实施保障机制两方面，对古建筑修缮工程防火设计进行探析。

关键词：古建筑；修缮工程；防火设计探析

引言

古建筑作为历史的见证者，承载着丰富的文化内涵与民族记忆，具有不可估量的价值。然而，由于建造年代久远、建筑材料特性以及空间布局等因素，古建筑在火灾面前十分脆弱。一旦发生火灾，不仅会造成建筑本身的损毁，还会使大量珍贵的历史文化信息消失殆尽。近年来，古建筑火灾事故时有发生，给文化遗产保护带来了巨大挑战。因此，加强古建筑修缮工程中的防火设计，成为当前亟待解决的重要问题。

1 古建筑修缮工程火灾风险特征与防火设计必要性

1.1 古建筑修缮工程火灾风险特征

古建筑在火灾面前极为脆弱，有着诸多显著的风险特征。从建筑材料来看，古建筑多以木质结构为主，木材历经长期自然干燥，含水率极低，这使得其具备极强的易燃性，犹如干柴一般，遇火即燃。建筑内部空间布局紧凑，梁、柱、檩等构件相互紧密连接，形成了连续的燃烧通道^[1]。一旦局部起火，火势便会顺着这些构件迅速蔓延，难以控制。古建筑的装饰也暗藏危机，大量采用油饰彩绘、纸张、织物等易燃材料，这些材料不仅增加了火灾发生的可能性，还进一步提升了火灾荷载，让火势更加凶猛。地理位置方面，部分古建筑位于山区或远离城市区域，消防水源获取极为困难。而且消防通道狭窄，消防车辆难以靠近，这给火灾扑救带来了极大的阻碍。电气安全同样不容忽视，古建筑内部电气线路老化严重，私拉乱接现象普遍存在，用电设备功率超载风险高，极易因电气故障引发火灾。此外，游客参观过程中的不安全行为也是重要的火源隐患。游客遗留火种、焚香祭祀等行为难以完全管控，这些动态火源随时可能引发火灾，给古建筑带来灭顶之灾。

1.2 防火设计必要性

鉴于古建筑如此严峻的火灾风险，防火设计显得尤

为必要。古建筑承载着珍贵的历史文化价值，是人类文明的瑰宝，一旦损毁，几乎无法复原，所以防火设计是文化遗产保护的核心环节。由于古建筑火灾蔓延速度快、扑救难度大，传统消防手段往往难以满足需求，必须通过系统化的防火设计来提升其安全等级。同时，防火设计要兼顾建筑原真性保护与现代消防技术的融合，在确保古建筑历史信息不被破坏的前提下，运用现代科技手段增强其防火能力。科学的防火设计还能延长古建筑的使用寿命，降低后期维护成本，实现可持续保护的目标。

2 古建筑修缮工程防火设计技术体系构建

2.1 结构防火优化

古建筑的结构防火优化是保障其消防安全的基础环节，需从构件、分隔和通道等多方面综合施策。对于木质构件，采用浸渍法、涂刷法或包覆法进行阻燃处理是提升其耐火极限的关键。浸渍法能让阻燃剂充分渗透到木材内部，改变木材的燃烧性能；涂刷法操作简便，可在木材表面形成阻燃层；包覆法则是用不燃材料将木材包裹起来，隔绝氧气和热量^[2]。在阻燃剂的选择上，无机阻燃剂或纳米复合阻燃材料是理想之选。它们不仅能有效阻止木材燃烧，还能在保持木材物理性能的前提下增强阻燃效果。对于关键承重构件，实施防火保护层包裹尤为重要。采用石膏板、硅酸钙板等不燃材料形成防火屏障，能在火灾发生时为构件争取更多的耐火时间，防止建筑因承重构件损坏而坍塌。防火分隔设计能有效控制火灾的蔓延范围。在建筑内部设置防火隔墙，利用轻质防火板材或砖砌结构划分防火分区，可将火灾限制在局部区域，避免火势大面积扩散。防火隔墙需延伸至屋面基层，阻断火灾垂直蔓延路径，防止火灾通过屋顶迅速蔓延至其他楼层。在连廊、回廊等开放空间，设置防火卷帘或水幕系统能形成动态防火分隔。防火卷帘可在火灾发生时迅速降下，隔离火源；水幕系统则能通过喷

水形成水帘，阻挡热量和烟雾的传播。疏散通道规划关乎人员的生命安全。主疏散通道宽度不小于1.5米，次疏散通道宽度不小于1.2米，这样的宽度设计能确保人员在紧急情况下快速、有序地疏散。疏散路径标识采用荧光材料或蓄光型指示标志，即使在断电情况下，人们也能清晰辨识疏散方向，避免因迷路而延误逃生时机。在建筑外围设置环形消防车道，车道宽度不小于4米，转弯半径满足消防车辆回转需求，能为消防车辆提供便捷的通行条件，确保消防救援工作能够及时、有效地开展。

2.2 消防设施配置

科学合理的消防设施配置是古建筑火灾防控的重要保障。火灾自动报警系统是火灾早期发现的关键。采用空气采样极早期烟雾探测器，在建筑顶棚、梁枋等高处布置探测点，能提前感知火灾产生的烟雾颗粒，实现火灾的早期预警。对重点保护区域设置红外对射或图像型火灾探测器，可提升复杂环境下的探测精度。红外对射探测器通过发射和接收红外线来检测火灾，图像型火灾探测器则能对监控区域进行实时图像分析，准确判断是否有火灾发生。报警系统与建筑管理平台联动，不仅能实现火情定位，还能能为人员疏散引导提供准确信息，提高应急响应效率。消防供水系统是灭火的重要支撑。在建筑周边设置地下消防水池，有效容积满足2小时灭火用水需求，能为火灾扑救提供充足的水源。采用变频恒压供水设备，可确保消防用水压力稳定，保证灭火时水流的充足和有力^[3]。在屋面设置高位消防水箱，储存初期灭火用水量，能在火灾初期迅速提供灭火用水，争取宝贵的灭火时间。对于无市政供水管网区域，配置移动式消防水泵接合器，可解决消防用水供应问题，确保灭火工作的顺利进行。灭火系统的选择需根据不同区域的特点进行针对性配置。大空间区域采用自动跟踪定位射流灭火装置，其射程能覆盖建筑最高点，可自动跟踪火源并进行射流灭火，有效扑灭大面积火灾。珍贵文物展陈区设置高压细水雾灭火系统，能在灭火的同时避免水渍损失，保护珍贵文物的安全。电气线路密集区域配置超细干粉灭火装置，超细干粉具有快速灭火且不导电的特点，能有效扑灭电气火灾，防止火灾蔓延。

2.3 电气防火管控

电气防火管控是预防古建筑火灾的重要环节。线路改造升级是基础工作。拆除原有老化线路，采用矿物绝缘电缆或低烟无卤阻燃电缆重新敷设，能提高线路的耐火性能和安全性。矿物绝缘电缆具有不燃、耐高温等特点，低烟无卤阻燃电缆在燃烧时产生的烟雾和有害气体较少。电气线路穿金属管保护，管口做防火密封处理，能

防止火灾通过线路蔓延。线路敷设尽量避开木质构件，无法避开时采用防火隔板隔离，减少火灾对木质构件的影响。用电设备管理需严格规范。对大功率用电设备实施独立回路供电，安装过载保护装置，可防止因用电设备功率过大导致线路过载而引发火灾。在配电箱内设置电弧故障保护器，能及时检测并切断电弧故障，预防电气火灾发生。采用智能用电管理系统，实时监测线路温度、电流等参数，一旦发现异常，系统能自动切断电源，避免火灾事故的发生。防雷接地系统也不容忽视。对建筑屋脊、宝顶等突出部位设置避雷带，采用不锈钢材质确保耐久性，能有效引导雷电电流入地，避免雷电对建筑造成破坏。引下线间距不大于18米，接地装置冲击接地电阻值不大于 10Ω ，能保证防雷系统的性能。定期检测防雷系统性能，确保防雷功能有效，为古建筑提供可靠的防雷保护。

3 古建筑修缮工程防火设计实施保障机制

3.1 多学科协同设计

古建筑防火设计是一项综合性工程，涉及文物保护、消防工程、建筑结构等多个专业领域。为确保设计方案的科学性与合理性，需组建包含多专业人员的团队，建立联合设计机制。各专业人员应打破学科壁垒，加强沟通与协作，共同参与防火设计的全过程。在方案设计阶段，利用BIM技术进行三维建模，能够直观呈现古建筑的建筑结构、空间布局等信息。通过模拟火灾蔓延路径，分析不同设计参数对火灾发展的影响，从而优化防火设计方案。例如，根据模拟结果调整防火分隔的位置和形式，确保其能够有效阻止火势蔓延。开展消防性能化评估也是多学科协同设计的重要环节。通过建立数学模型，结合古建筑的实际情况，对防火设计参数进行量化分析和验证。评估结果应满足预定的安全目标要求，如人员疏散时间、火灾蔓延范围等。若评估结果不达标，需及时调整设计方案，确保古建筑的防火安全。

3.2 施工过程管控

施工过程是防火设计得以实现的关键环节，直接影响到防火系统的质量和可靠性。因此，需制定专项施工方案，明确防火材料的施工工艺和质量标准。施工方案应详细规定阻燃处理、防火分隔等关键工序的操作方法和质量要求，为施工人员提供明确的指导^[4]。对关键工序实施全程旁站监督是确保施工质量的重要手段。监理人员应具备丰富的防火工程知识和经验，在施工过程中实时监督施工人员的操作是否符合规范要求。对于发现的问题，及时要求施工人员整改，确保每一道工序都达到质量标准。建立材料进场检验制度是保证防火材料质量

的关键。在材料进场时,应核查阻燃剂燃烧性能检测报告等质量证明文件,确保材料符合设计要求。对不符合要求的材料,坚决禁止使用,从源头上保证防火系统的质量。施工完成后,进行防火功能专项验收是检验防火系统是否可靠的重要环节。验收应按照相关标准和规范进行,对报警系统、灭火装置等防火设施进行全面测试,确保其功能正常、性能稳定。只有通过专项验收的古建筑,才能投入使用。

3.3 运维管理体系

建立完善的运维管理体系是确保古建筑防火系统长期有效运行的重要保障。首先,建立古建筑消防档案,记录防火设计参数、设备维护周期等信息。消防档案是古建筑防火管理的重要依据,能够为设备的维护、检修和更新提供详细的信息支持。制定年度消防检测计划,定期对报警系统、灭火装置等进行功能测试。通过检测,及时发现设备存在的问题和隐患,并进行维修和更换,确保设备始终处于良好的运行状态。例如,定期对火灾自动报警系统进行灵敏度测试,保证其能够在火灾初期及时发出警报。培训专职消防管理人员是提高古建筑防火管理水平的关键。专职消防管理人员应掌握防火设备的操作和应急处置技能,能够在火灾发生时迅速采取有效的措施进行扑救和疏散。通过定期培训和考核,不断提高管理人员的业务水平和应急能力。每季度开展消防演练是检验疏散预案可行性的重要方式。通过演练,让古建筑内的工作人员和游客熟悉疏散路线和逃生方法,提高应对火灾的能力。根据演练结果对疏散预案进行修订和完善,确保其科学合理、切实可行。

3.4 技术迭代机制

随着消防技术的不断发展,古建筑防火系统也需要不断更新和升级。因此,需跟踪消防技术发展趋势,定期评估现有防火系统效能。通过评估,了解现有系统的

优势和不足,为技术迭代提供依据。对运行5年以上的设备实施更新改造是保证防火系统性能的重要措施。随着时间的推移,设备的性能会逐渐下降,存在安全隐患。采用新型探测器、灭火介质等先进技术和设备,能够提升防护水平,更好地保障古建筑的防火安全^[5]。建立产学研合作平台是推动古建筑防火技术创新的重要途径。通过与高校、科研机构合作,整合各方资源,开展适用于古建筑的专用防火材料和装置的研发工作。

结语:

古建筑修缮工程防火设计是一项系统而复杂的工程,涉及技术体系构建与实施保障机制等多个方面。通过结构防火优化、消防设施配置、电气防火管控等技术手段,能够有效提升古建筑的防火能力;而多学科协同设计、施工过程管控、运维管理体系建立以及技术迭代机制完善等实施保障措施,则为防火设计的有效落实和长期发挥作用提供了坚实支撑。只有将技术与管理有机结合,才能切实保护好这些珍贵的文化遗产,使其在历史长河中延续传承。

参考文献:

- [1]杨凯佳.关于古建筑修缮工程施工管理的探析[J].四川水泥,2020(6):207-207.
- [2]陈曦,洪佳.古建筑木质梁架电气线路防火包裹材料性能研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(10):040-043.
- [3]韦友贝.浅析张世聪故居的保护与修缮[J].文物天地,2025(2):102-105.
- [4]崔康.文物古建筑防火安全问题及对策建议[J].工程建设与设计,2025(2):52-54.
- [5]宋雨薇.古建筑防火材料应用与性能评估探讨[J].消防界(电子版),2025,11(7):85-87.