

# 典型木质古建筑消防安全关键技术及对策探究

陶若祎<sup>1</sup> 黄湛博<sup>1</sup> 王雍炆<sup>2</sup>

1.中国矿业大学(北京)应急管理与安全工程学院 北京 100000;  
2.中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院 北京 100000

**摘要:** 古建筑大多由木质材料构成,然而木材耐火性能差,极易发生火灾。本文从典型木质古建筑的特点入手,分析木质古建筑发生火灾原因、探究分析古建筑消防安全关键技术,并提出相应的措施。从技术和管理两方面入手研究,可为典型木质古建筑消防安全技术的深入提供参考。

**关键词:** 木质古建筑;消防安全;技术分析;对策探究

**中图分类号:** X915.2 **文献标识码:** A

**Abstract:** Most ancient buildings are made of wood, but wood has poor fire resistance and is prone to fire. Starting from the characteristics of typical wooden ancient buildings, this paper analyzes the fire causes of ancient buildings, explores and analyzes the key technologies of fire safety of ancient buildings, and puts forward the measures that should be taken at present. Starting from two aspects of technology and management, it can provide reference for the in-depth fire safety technology of typical wooden ancient buildings.

## 引言

古建筑承载着中国千年来丰厚的文化底蕴,体现民族文化精神,大多数古建筑时由传统木质材料构建,其耐火性能差、易变形、因内部水分蒸发极易发生燃烧。由于目前的技术在建筑建造时还不具备,几乎所有的古建筑都有防火问题<sup>[1]</sup>。据不完全统计,近十年来,国内共接报文物古建筑火灾 392 起,而古建筑所导致的,不仅仅是文物瑰宝的消失,更是对历史证据消散的慨叹,是全世界人民的往往都是严重的损失。部分国内外古建筑受灾情况如表 1 所示。为此,关于典型木质古建筑的消防安全关键技术引起学者广泛关

注。周彪<sup>[2]</sup>等采用洁净化学气体灭火剂进行抑制火灾时,发现一溴三氟丙烯对木质古建筑具有优异的灭火效率。余平伟<sup>[3]</sup>等通过建立高压细水雾灭火技术下木质材料含水率变化的实验,表明高压细水雾灭火系统在古建筑消防安全挂件技术中的作用优势,为典型木质古建筑的防火提供技术参考。

为进一步保护典型木质古建筑,本文从古建筑火灾原因入手,分析目前典型木质古建筑消防安全关键技术,从而提出古建筑消防安全对策措施,以求古建筑长久保存的良策。

表 1 近些年古建筑火灾情况

时间	地区	建筑	受灾情况
2015 年 1 月	云南	巍山古城拱辰楼	拥有 600 多年历史的明代古建筑,在一场大火中为废墟。
2017 年 10 月	内蒙古	法轮寺东配殿	致使 50 平方米的东配殿基本焚毁。
2017 年 12 月	四川	九龙镇灵关楼	崇祯年间四川绵竹九龙镇的灵关楼最终遭遇焚烧毁灭,变为灰烬。
2018 年 9 月	巴西	国家博物馆	损失 2000 余万件文化瑰宝,博物馆内仅剩下 10% 的藏品。
2022 年 8 月	福建	万安桥	超过 900 年历史、中国现存最长木拱廊桥——万安桥突发大火,桥身全部焚塌

## 1. 木质古建筑火灾原因

### 1.1 木质材料对古建筑影响大

含水率的变化对木质材料的性质影响非常大。当内部含水率减少时,木材的物性参数:热导率降低、热容和密度将会增加,强度、耐久性等也会变化。在高温的情况下,木材内部由与水蒸气蒸发,遇热热解为可燃性气体、与氧气混合产生明火而导致木材表面燃烧;同时,由于热传导作用,热解产物将通过木材缝隙扩散至表面燃烧<sup>[4]</sup>。而多为砖木结构的中国古建筑,经过长年的风吹日晒,木质疏松,其含水率随着年限的增加也降低,即使遇到小火星,也有很大可能引起火灾,使古建筑毁于一旦<sup>[5]</sup>。

此外,古建筑周围的门窗、墙壁等维护材料形成了炉膛<sup>[6]</sup>。在古建筑这样密闭的空间内,由于烟气的积聚,易发生室内火灾轰燃

现象,造成更大的损失。

### 1.2 消防安全灭火技术的匮乏

保护文物和古建筑是火灾发生时要考虑的主要因素,因此木质古建筑消防安全灭火技术至关重要。<sup>[6]</sup>水喷淋灭火技术被公认的最为有效的木质古建筑灭火技术,其成本低廉、应用广、用量大。但水喷淋灭火系统并不适用寒冷地区,其水源需求大,需要防冻等处理技术的支持,且受到古建筑高度和占地面积的限制,水喷淋灭火系统的灭火能力有限,水的压力可能对木质古建筑造成破坏,难以推广木质古建筑灭火领域。然而,对于新型古建筑消防安全灭火技术的研究目前还处于发展阶段。

### 1.3 古建筑内部消防安全管理不到位

据分析,近十年来的古建筑火灾原因分析中,归根究底是消防

安全管理的不足。在火灾发生后。<sup>[4]</sup>消防安全部门与古建筑相关单位沟通不够及时,难以形成有利的协调工作;对于破损的古建筑,责任划分往往模糊,造成归属无法确定的现象较多;在古建筑消防安全管理相关的人才极少,管理人员的专业性知识淡薄,管理效果差,更多的古建筑被过度开发,造成人员使用不当而产生隐患。综上,我国针对木质古建筑整体的抵御火灾能力较弱。

## 2. 典型木质古建筑消防安全关键技术分析

### 2.1 便携式水雾灭火器<sup>[8]</sup>

便携式水雾灭火器因其轻便、清晰<sup>[9]</sup>,被认为是适合木质古建筑的有效消防安全技术手段。其优点在于在不破坏历史原貌的基础上,减少文物的服饰、破坏和不利的不良影响。此研究以中国矿业大学(北京)周彪老师为核心,以木床为研究对象进行细水雾灭火实验,在保证水源充足的情况下,通过在水雾中添加MC添加剂,使其喷出后形成薄膜和乳化剂,对火灾进行覆盖;同时水雾可以从火焰中吸收能量,在热解的过程中分解大量的惰性气体、产生活性自由基抑制链式燃烧;以此提高灭火效率。

### 2.2 新型木质古建筑灭火技术

可以了解到,注氮灭火技术、一溴三氟丙烯灭火剂和PyroGen灭火系统等是近年来出现的新型木质古建筑灭火技术。注氮灭火系统是近年来研制开发的防火系统,根据理化参数耦合关系及运移变化规律,建立隐蔽火源特征模型,设计连续拖管注惰防火装置及工艺,安全可靠。一溴三氟丙烯灭火剂<sup>[2]</sup>作为可降解卤烃的一种,在典型木质古建筑的灭火中性能高、无毒、对臭氧层影响为零,是洁净高效的灭火剂。PyroGen灭火系统是使用气态灭火剂对古建筑进行灭火,其拥有成本较低、对古建筑的伤害小、无污染且安装方便的优点<sup>[7]</sup>。

### 2.3 古建筑智能消防安全技术

古建筑发生火灾时,远程监测技术在社会消防安全管理中发挥着重要作用。随着国家消防法规的日益健全、技术的快速发展和智能物联网的出现,当前典型木质古建筑消防远程监控建设更倾向于“物联网智能消防”,为火灾风险研判、消防救援指挥等提供信息支持。这种新形势下的监测技术体系,实现了功能的多样化、成本维护低、精准度较高。

## 3. 古建筑消防安全对策措施

### 3.1 发展新型古建筑灭火技术

现代消防灭火技术的飞速发展,为典型木质结构的古建筑防火技术提供了支持,但技术在持续的发展中也在改进,很多技术并不成熟。因此,要不断推进新型古建筑灭火技术的发展,在发展中保护古建筑。优先考虑物理和机械的方法,不但要保证灭火性能,同时衡量灭火后对木质古建筑造成的影响。

### 3.2 打造智能化火灾预警系统

古建筑中的智能化火灾监测预警系统对当今大数据时代有着重要的意义。其发展更有利于收集火灾发生地信息,对建筑进行快速核实、数据分析和应急处置,包括人员培训系统、机械设备管理系统、环境检测系统、应急处理系统,实现精细化,最大限度做到“早预判、早发现、早除患、早扑救”。

### 3.3 深化古建筑消防安全管理制度

#### 3.3.1 建立健全古建筑消防安全法律法规

目前我国的古建筑消防安全法律法规针对性和普遍性都不够强,更多的是针对文物保护单位 and 国家级文化遗产等。因此,在某些古建筑防火领域始终缺乏有力的政策支撑,没有形成一套完成的消防安全应急体系。根据2-4Model分析可知,社会没有形成对古建筑的消防安全文化体系,防火意识也不高,就有可能导致事故的发生,文物保护也受到一定的限制。所以,从政府方面着眼,需要完善古建筑消防安全法律法规体系。

#### 3.3.2 完善管理制度

在对文物建筑的消防安全管理中,目前尚未形成系统性的安全监督管理制度体系,很大限度影响力公权力。因此,从各单位或个人出发,完善宣传制度、防火实时巡查等管理制度,形成专业性体系显得尤为重要。

## 4. 结语

典型木质文物建筑群作为世界非物质文化遗产的重要组成部分,承载了一个地区对于传统文化的认知和习俗的传承。目前,典型木质古建筑消防安全关键技术正在持续发展,越来越多的学者也投入古建筑灭火技术的研究中。人们也应该注意到古建筑群体的保护,更好地将中华瑰宝传承下去。

## 参考文献:

- [1]T. Log, O. Cannon-Brookes, Water mist for fire protection of historic buildings and museums, Museum Manage Curatorship 14 (3) (1995) 283-298.
- [2]周彪,周晓猛,金祥,陈涛.一溴三氟丙烯灭火过程中HF的产生机理及生成量研究[J].化学学报,2010,68(18):1829-1836.
- [3]余平伟,王奕鑫,郭青波,杨婉清,乔艺强,石晓龙.高压细水雾灭火对古建筑木构件的水渍损失研究[J].消防科学与技术,2021,40(05):668-671+691.
- [4]金倩.古建筑消防安全设计难点及对策[J].中国人民警察大学学报,2022,38(12):48-51.
- [5]郑高凯.砖木结构古建筑火灾特性分析及结构耐火性能研究[D].长安大学,2020.DOI:10.26976/d.cnki.gchau.2020.001833.
- [6]郎雨佳.砖木结构古建筑木构件燃烧性能试验分析及模型模拟[D].长安大学,2021.DOI:10.26976/d.cnki.gchau.2021.000280.
- [7]丁艳艳.论木构古建筑防火保护技术[J].科教导刊(中旬刊),2014(10):185-186.DOI:10.16400/j.cnki.kjdz.2014.05.014.
- [8]孙佳荣.我国文物建筑消防安全管理问题研究[D].吉林财经大学,2021.DOI:10.26979/d.cnki.gccsc.2021.000088.
- [9]X. Huang, X. Wang, Fire protection of heritage structures: use of a portable water mist system under high-altitude conditions, J Fire Sci 25 (3) (2007) 217-239.
- [10]Study of fire-extinguishing performance of portable water-mist fire extinguisher in historical buildings Zhou Xiaomeng, \*, Zhou Biaoa, Jin Xiangb