

# 浅谈古建筑消防安全特性及防火对策

张玉功

(郑州市商城遗址保护管理处 郑州 450002)

[关键词] 古建筑；消防安全特性；防火对策

[摘要] 本文针对古建筑特有的历史、文化、科学价值和消防安全特性，立足古建筑整体人文价值和科学管理理念，从诸多视角加以分析和探索，结合现代消防安全的科技手段，探讨新形势下古建筑防火的措施和对策。

古建筑是重要的历史文化遗产，是国家文明的重要标志，是全人类共同的宝贵财富。它不仅遗留下了人类文明进步的历史痕迹，也同时预示着人类未来发展进步的方向。它是属于全人类的宝贵财富，对古建筑消防安全特性及防火对策进行科学的研究与探讨意义重大。

## 一 古建筑安全现状分析

我国历史上众多的古建筑之所以毁于火灾，今天幸存下来的绝大多数古建筑也历经火劫，究其原因，在于这些古建筑本身就具有很大的火灾危险性。

### (一) 火灾荷载大，耐火等级低

我国古建筑绝大多数以木材为主要材料，以木构架为主要结构形式，火灾荷载远远高于现行的国家标准所规定的火灾负荷量，火灾危险性极大，耐火等级低。古建筑中的木材，经过多年的干燥，成了“全干材”，含水量很低，因此极易燃烧。特别是一些枯朽的木材，由于质地疏松，在干燥的季节，即使遇到火星也会起火。

古建筑中的各种木材构件，具有良好的燃烧和传播火焰的条件。古建筑起火后，犹如架满了干柴的炉膛，而屋顶覆盖严实紧密。因此，发生火灾时，屋顶内部的烟与热不易散发，温度快速积聚，迅速达到“轰燃”。古建筑的梁、柱、椽等构件，表面积大，木材的裂缝和拼接的缝隙多，大多数通风条件比较好。有的古建筑更是建在高山之巅，发生火灾后火势蔓延快，燃烧猛烈，极易形成立体燃烧。

### (二) 无防火间距，容易出现“火烧连营”

我国的古建筑多数是以各式各样的单体建筑为基础，组成各种庭院。在庭院布局中，基本采用“四合院”和“廊院”的形式，像少林寺和中岳庙等古建筑。这两种布局形式都缺少防火分隔和安全空间，如果其中一处起火，一时得不到有效控制，就会“城门失火，殃及池鱼”，毗连的木结构建筑很快就会出现大面积燃烧，形成“火烧连营”的局面。

### (三) 消防设施匮乏，火灾扑救难度大

我国的古建筑分布在全国各地，且大多数远离城镇，建于环境幽静的高山深谷之中，像嵩山古建筑群就是这样。这些古建筑普遍缺乏自防自救能力，既没有足够的训练有素的专职消防

队员，消防设施有的也不完备，一旦发生火灾，位于城镇的消防队很难第一时间到达。大多数古建筑都缺乏消防水源，而对于一些高大的古建筑更是有水难攻，再加上古建筑周围的道路大多狭窄，有的还设有门槛、台阶，消防车根本无法通行，这些都给火灾扑救工作带来很大的困难。

#### （四）古建筑的管理和使用体制不顺，问题复杂

古建筑的管理部门与所辖地政府管理与使用体制不顺，历史文化名城和历史文化街区规划落实缓慢，文物古建筑的使用部门往往为了追逐经济利益而忽视古建筑消防安全管理。在古建筑的使用中，一些地方利用古建筑开设旅馆、饭店、招待所、工厂、仓库等，火源管理不严，电线乱拉乱接，线路开关随意乱设。有的古建筑周围大量开店，火灾危险因素大量增多。这些管理和使用方面存在的消防安全问题，也给古建筑的消防安全带来了严重威胁。因此，应在当地政府中成立由文物、规划、消防、宗教等部门组成的古建筑保护管理委员会。

## 二 古建筑消防安全的主要特性

在古建筑的各项保护工作中，防火保护毋庸置疑是其中至关重要的一环。由于古建筑物所具有的特殊意义及价值特性，与现代建筑物相比，在防火安全保护工作上具有截然不同的重要特性。例如，古建筑是罕见的无法替代的文化遗产，发生火灾后，具有不可再生性。这就决定了我们必须提高对古建筑消防设计、规划、保护工作的重视。

### （一）古建筑的地理及环境安全特性

古建筑及古建筑群所处的地理位置及周边环境、气候等因素，如地形、地貌、洪水、雷击、水源、采矿等，对古建筑的消防安全有重要的影响。

大多数的古建筑远离城镇，地理位置偏僻，道路崎岖坎坷，消防水源缺乏，消防车辆难以通行。即使座落在城区的古建筑，由于历史原因，也大都地处成片民居包围之中，如郑州城隍庙、郑州文庙只有一墙之隔，防火间距不足，无消防通道，对古建筑构成严重威胁，一旦发生火灾事故，后果不堪设想。

从防火安全的先天及后天条件上看，古建筑的整体消防安全可靠度均已大幅降低。又因其“客观的存在”，使得改变、改造其结构、增设消防安全设施相对困难。如何既不破坏古建筑原貌，又能真正达到其防火安全的指标；如何在有限的资源、有限的条件下加强对古建筑物的防火保护，应是深入研讨、亟待解决的问题。

### （二）古建筑结构、材料安全特性

文物古建筑大多为木结构或砖木结构的三、四级耐火等级的建筑，耐火性能极差。以嵩山古建筑群为例，14处文物建筑中砖木结构就有5处，其中国家重点文物保护单位有12处，木结构或砖木结构的建筑面积达70%以上。

无论是归属于何种形式的古建筑物，其结构及使用材料均已年久老化，斑驳陈旧。因此，发生火灾后在确保人员疏散、结构完整等安全目标外，还要尽量维护其特有的价值，其难度是相当大的。虽然，古建筑物在火灾发生几率上小于现代建筑物，但其火灾破坏性

不论从时间、速度、程度上均大于现代建筑物。2003年1月19日，“世界文化遗产”武当山古建筑群重要组成部分之一遇真宫发生大火，最有价值的主殿三间共236平方米建筑全部化为灰烬，周边文物也不同程度地受到了影响。2003年3月大同市广灵县文庙发生火灾，由于该县没有消防队，再加上水源缺乏，导致文庙大殿付之一炬。因此对古建筑物老化、陈旧的因素，在设计、规划、保护中要予以充分考虑。

### （三）建筑物在社会历史发展中的时空背景特性

由于社会变迁及经济发展等因素，使得古建筑物丧失其原有的时代定位，从人、事、地、物的角由现代人来规划设计其防火措施，在达到的目的与目标上均已不同。特别是在整体效益上，要对有关经济效益性、社会安全性以及文明价值性予以有机统一。如何从传承过去、保障现代、发展未来中找到平衡，真正做到全面性防火安全保护必须要具有现实和前瞻性的思维和意识。

### （四）古建筑与现代文明结合的特性

人类文明的发展是连续的、不间断的，现代文明与科学技术如何应用和体现在古代建筑的防火安全保障上，却又不破坏其原貌，笔者认为必须从古建筑物的深度内涵上寻求突破，找出症结，解决问题。

## 三 古建筑火灾动力学演化过程

火灾是一种具有复杂性本质的过程，其孕育、发生和发展包含着湍流流动、相变、传热传质和复杂化学反应等物理化学作用，是一种涉及物质、动量、能量和化学组分在复杂多变的环境条件下相互作用的三维、多相、多尺度、非定常、非线性、非平衡的动力学过程；该动力学过程还与外部因素的人、材料、环境及其它干预因素等发生相互作用。因此分析火灾动力学演化过程，不仅有助于加深我们对文物古建筑火灾的认识，也为进一步有针对性地制定准确、合理的消防安全对策提供科学指导。

整个古建筑火灾过程大体可以分为起火、初期增长、充分燃烧和减弱四个阶段。

### （一）起火

建国前，我国古建筑起火多数是雷击和战争引起的。建国后，由于一些古建筑被随意改变其使用性质，火灾发生原因也大不相同，归纳起来主要有以下几种情况：

（1）生活用火不慎。主要是炊煮、取暖和照明用火，不慎引发火灾。如1990年1月25日，青海海南州石藏寺特大火灾就是哈达落到酥油灯上引发的。

（2）电线电器设备起火。主要是由于电线陈旧老化、绝缘损坏、发生短路引发火灾；有的是大功率灯泡紧靠可燃物，长时间烘烤而起火。

（3）乱扔烟头起火。1992年9月19日，扬州市旌忠寺藏经楼就因遗留烟头引发火灾。

（4）小孩玩火。1982年2月，北京市万寿寺西路行宫被烧毁，就是小孩玩火造成的。

（5）宗教活动。1984年4月，云南筇竹寺华严阁发生火灾，直接原因是两位信女进阁烧“头柱香”不慎引起的。

(6) 雷击起火。1969年9月，河北省避暑山庄的普佑寺，因未安装避雷设备，遭雷击起火。

(7) 生产用火。1981年9月20日，扬州市“卢宅”火灾，就是由于古建筑中生产工人违章作业所酿成的。

除此以外，因外部的火灾蔓延引发古建筑起火也应当引起足够的重视。我国古建筑讲究“曲径通幽”，往往位于深山茂林之中，因此一旦古建筑周围的森林发生火灾，必将严重威胁到古建筑本身的安全。

## (二) 火灾初期增长

古建筑火灾初期一般增长迅速、燃烧猛烈。古建筑物的构建一般采用木质材料，多次涂刷油漆，年代久远，极为干燥。一旦发生火灾，燃烧迅猛，且释放出大量可燃气体，快速形成状态燃烧，火场中心温度可达1200℃以上。此外室内悬挂的字画、垂帷、幔帐、柱锦、飘带、天帐以及常用的香火蜡烛、油灯、酥油等极易燃烧，进一步加剧了火灾增长速度。再加上古建筑空间大、门窗多，火灾时，室内空气受热膨胀向外扩散，室外冷空气通过空气对流，大量向室内补充，使火势燃烧更加猛烈，起火室内温度随之迅速上升。

## (三) 充分发展阶段

古建筑火灾发生后，烟热向上升腾，火势沿着悬挂的物品迅速向上蔓延，然后向水平方向发展。由于古建筑上部建有大量的木质梁、柱，因此犹如架满了干柴的炉膛，而屋顶严实紧密，烟热不易散发，温度快速积聚，迅速达到“轰燃”。轰然的出现，标志着火灾充分发展阶段的开始。此时室内温度可高到1000℃，火焰和高温烟气从门、窗窜出，致使火灾蔓延到古建筑的其它区域或者毗邻的其它建筑。由于古建筑的火灾载荷远远高于一般建筑，因此火灾的充分发展阶段可以持续很长一段时间。

在火灾的充分发展阶段，室内高温可使古建筑的木质构件承载能力急剧下降，造成建筑物坍塌。由于一般古建筑的木质构件截面积较粗，安全系数较大，距离倒塌的时间也将较长。因此，古建筑火灾的倒塌规律一般是屋盖先塌，墙柱后倒。

## (四) 火灾减弱阶段

随着可燃物的消耗，火灾的燃烧强度逐渐减弱，明火逐渐熄灭。不过剩下的焦炭通常还将持续燃烧一段时间。同时由于燃烧释放的热量不会很快散失，着火区内温度仍然较高。

以上描述的是古建筑火灾的自然发展过程。实际上人们是不会听任火灾自由发展的，总会采取各种可行的措施来控制或扑灭火灾。就古建筑火灾而言，将火灾扑灭在初期增长阶段是减少火灾损失最有效的途径。

# 四 古建筑防火工作的新理念

由于古建筑在防火保护上有上述特点，而对其实施保护又具有极其重要的意义。因此，要达成整体防火安全的效益，必须在理念上有新的认识，才能有新的作为，提升整体安全性。借

鉴国际上古建筑保护的方法以及多年努力从事古建筑保护的经验和经验,顺应未来的防火保护发展潮流和趋势,笔者归纳提出以下理念,以供参考:

#### (一) 主观与现实的矛盾性及历史必然性

古建筑在客观存在的特性及意义上,有理想的一面,也有现实的一面。在主观愿望上我们期望“万无一失”,而在现实生活中由于客观原因使得技术、材料等仍达不到实际需求。但在人类永无止境的文明及科技发展上,应该肯定理想和现实终将达到必然的统一。

#### (二) 科学的发展思路及世代传承的客观性

古人留下的建筑代代相传,在我们这一代也应传下去,同时应给子孙后代留出更加安全的空间,但不一定是“一劳永逸”的。我们应为后人运用更好的技术和管理手段打好基础,同时我们必须提高对古建筑消防安全规划重要性和必要性的认识,从三度时空包括过去、现在、未来的整体思维去研究、分析和实施古建筑的整体保护。

#### (三) 根据古建筑的特性考虑延长其寿命

古建筑也是有生命力和寿命特性的,在整体价值体现上应该是以“古”、“老”来定义。由此,在具体防火安全上应先做好“延年益寿”,再争取做到“返老还童”,最后在实现“长生不老”上下工夫。

#### (四) 同步保护与积极开展不同专业资源整合的重要性

对古建筑防火保护应该以“能做的先做,能行的先行”予以积极推动,同时必须实行全方位、全方面的合作。特别是不同专业领域的结合,才能有效的发挥出整体安全的效益。例如在消防规划的编制上,应组织城建、消防、文物等有关方面的专家,在充分调研的基础上,紧密结合古建筑的特殊性和历史性,进行反复的论证,确定科学、合理的规划方案。

## 六 古建筑消防安全对策分析

由以上可以看出,古建筑火灾具有其自身特点。古建筑火灾安全不是以扑灭火灾为唯一目标,而是以最大限度保护古建筑、减少文物损失为首要目的。因此,必须从火灾防治的各个关键环节入手,有针对性地制定消防安全对策,从技术上找到根本的解决方法,切实消除文物古建筑存在的不安全因素。

#### (一) 古建筑火灾风险评估

古建筑火灾安全的第一个步骤是调查,以评估建筑或综合建筑群的火灾危险性。这包括识别火灾隐患,火灾发生危害以及疏散出路被堵塞所造成的有害后果等因素。火灾风险评估是系统对古建筑消防安全的现状进行客观评价,这方面的研究将用于发展古建筑消防总体规划。

通过现场调查古建筑的建筑结构、可燃物的分布、人员结构与数目、文物的价值与分布,起火可能性、消防设施的类型与分布、消防管理水平等方面的情况,采用危险等级分析方法,分析古建筑内不同区域的危险度等级并给予标识,对危险较大区域进行重点防护。

在调查分析的基础上,设计可能出现的火灾场景,利用计算机模拟分析火灾发生后的蔓延情况,古建筑发生轰然的时间,人员安全疏散的时间,研究需要的报警探测时间和合理的灭火方案。

## (二) 阻燃技术

由于古建筑的特殊性,因此要变更古建筑的防火分区(分隔)、疏散手段和建筑结构是非常困难的。因此,我们认为古建筑防火技术的重点是发展清洁、高效阻燃技术,从源头上遏制火灾的发生。这主要包括对可燃木质建筑物构件的阻燃处理和内部可燃物的阻燃处理。

(1) 可燃建筑构件的阻燃。古建筑中的可燃建筑构件是指柱、梁、枋、檩和楼板等木质构件,在木材的表面涂刷或喷涂防火涂料(材料的使用应符合文物保护材料要求并通过报批),形成一层保护性的防火膜,降低木材表面的燃烧性能,阻滞火灾的迅速蔓延。有些木柱、楼板、楼梯等构件在尊重民族风俗、不损害建筑整体风格的基础上,可置相应的防火保护层,以提高耐火等级。

(2) 内部可燃物的阻燃。古建筑物的内部可燃物主要是指帏、帘、帐等织物、纤维。因此,阻燃的重点是对这一类的聚合物材料进行阻燃设计。

然而,不管采取何种阻燃技术,对于文物古建筑而言,重要的是“绿色”阻燃,即阻燃物质燃烧释放的物质不会损害文物和古建筑物本身,因此无卤纳米阻燃技术将在古建筑中有所用武之地。

## (三) 早期探测技术

火灾探测报警系统本身并不影响火灾的自然发展过程,其主要作用是及时将火灾迹象通知有关人员,以便准备疏散与组织灭火,并通过联动系统启动其它消防设施以灭火或控制烟气。由于古建筑结构和建筑材料的特殊性,保护文物不受灭火药剂或过多的水渍影响,及早地发现火情甚或火灾隐患显得尤为重要。一般而言,单一的火灾探测方法对于古建筑而言难以做到有效的早期报警。如正常情况下,寺庙大殿因香火存在大量烟雾,不宜采用感烟方法进行火灾探测,而较多明火存在(蜡烛、酥油灯)会对一般的感火焰火灾探测技术造成影响。虽然图像型火灾探测技术可以很好地解决这个问题,但是古建筑结构特殊,遮挡物较多,同时无明火条件下,此种方法作为早期火灾探测也是不适合的。因此需要寻求复合火灾探测方法。

最为直接的方法是采用图像探测技术辅以空气采样火灾探测系统。一般古建筑均设有监控系统,采用与监控系统关联的空气采样系统,工程量较少,避免了对文物的破坏,同时不会引入用电设备等其它危险因素,还可以对监控系统的摄像机和线路进行火灾隐患探测,有针对性地进行早期火灾预警。

当然为了使空气采样系统能在古建筑环境中得到应用,还必须进行一些相关研究,其中主要的两点:一是对古建筑内空气进行成分分析,了解固体颗粒的分布情况;二是对古建筑中的可燃物进行分析,掌握可燃物的大致分类以及燃烧气体的特征。

## (四) 火灾安全管理

古建筑由于火灾危险性大，人员众多且类型复杂，因此火灾安全管理显得尤为重要，需要从下面三个方面入手：

(1) 加强消防组织建设，建立健全的规章制度。古建筑管理单位对内逐级建立火灾安全领导小组或委员会，对外可建立防火联防组织。确定防火负责人与专职防火人员，组织临近单位、企业和各基层组织层层落实防火岗位责任制，实行联防协作，群防群治。按照有关规定，尽可能地建立专职消防队，开展业务培训，不断提高灭火能力。同时，根据《古建筑消防管理规则》还应建立一些行之有效的规章制度，使消防安全管理有章可循，有令可遵。

(2) 加大宣传教育，落实管理措施。要充分利用广播、录音、标语、专栏等宣传工具，采取各种形式向单位工作人员、游客等进行消防法规、知识的宣传教育，开展岗位培训，不断增强工作人员的消防意识。要严格管理制度，除参观旅游外，一般不得另作他用。古建筑范围内禁止堆放柴草、木材等可燃物，严禁存储易燃易爆物品，切实加强火源、电源管理。

(3) 经常进行防火检查，积极整改火灾隐患。有关单位每年要有目的、有步骤地组织大检查，单位内部要不定期地开展检查，防火人员要经常性地防火检查。对查出的火灾隐患要及时整改，力争把隐患消灭在萌芽状态。

#### (五) 应急预案管理

(1) 建立与空间分布关联的古建筑基础信息数据库，建立基于危险源辨识的火灾数据库，包括可燃物种类、数量、特性及分布，应急力量和装备的数量、分布等。

(2) 针对古建筑火灾特点，建立不同事故等级相应的应急预案。

(3) 在火灾形成、发展以及烟气输运的研究基础上，发展可快速预测火灾发展趋势的工程方法。针对古建筑人员疏散的特点，建立人员疏散特性的量化数据库，发展工程应用模型。在此基础上，建立应急决策支持系统。

## 七 结语

综上所述，古建筑是全人类的财富，对其进行科学的防火保护是全民的责任。以新的认识、新的理念和先进的现代科学防火对策来积极面对当前古建筑物防火安全问题，并采取有效措施，落实政府领导、齐抓共管、专群结合、群防群治的基本要求，确保古建筑物的消防安全。我们有责任、有义务保护好这些人类文化的遗产和瑰宝，使之代代相传，永续利用，使文物保护事业走上可持续发展的道路。

### **On the ancient architecture fire safety features and fire response**

Zhang Yugong

(Zhengzhou Commercial Ruins Preservation Administrative Office Zhengzhou 450002)

**Key words:** ancient architecture; fire safety features; fire response

**Abstract:** This article performs from many angles of view to analyze and the exploration in the view of the ancient architecture unique history,culture, the scientific value and the fire safety features, also basing the ancient architecture overall humanities value and the scientific management idea. The article discusses measure and response of the ancient architecture fire protection under the new situation with the union modern fire safety technical method.