

不同类型建筑火灾事故调查要点及关键证据收集方法

彭小为

江苏省丹阳市消防救援大队, 江苏省丹阳市, 212300;

摘要: 建筑火灾事故调查是查明原因、明确责任、预防再发的关键环节。不同建筑类型因其功能、结构、材料、人员活动及管理方式的显著差异, 导致火灾风险特征与调查重点迥异。本研究系统梳理了居住类、公共建筑、工业仓储及特殊复杂结构等主要建筑类型的火灾特性, 深入分析了各类建筑在起火原因、火势蔓延规律及现场痕迹表现上的独特性。在此基础上, 聚焦调查实践, 提炼了针对不同建筑类型的现场勘查核心要点, 并重点探讨了关键物证、痕迹、书证及电子数据的识别、提取与分析方法。本研究旨在为火灾调查人员提供系统化、实用性的技术指导, 助力提升我国火灾事故调查的整体水平。

关键词: 建筑火灾; 火灾调查; 调查要点; 证据收集; 建筑类型

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 09. 047

引言

火灾是威胁建筑安全与公共安全的重大灾害, 其事故调查对于查明原因、厘清责任、汲取教训、防范风险至关重要。随着我国城镇化进程加速, 建筑类型日益多样化, 从普通住宅到超高层综合体、从传统厂房到现代化交通枢纽, 其功能复杂、结构新颖、材料多元, 导致火灾风险特征与演化规律差异显著。然而, 传统的火灾调查方法往往缺乏对建筑类型差异性的系统考量, 易导致调查重点偏移、关键证据遗漏, 影响结论的科学性与准确性。因此, 迫切需要建立一套基于建筑分类的火灾调查体系。

1 建筑火灾调查基础理论与通用方法

1.1 火灾科学基础

火灾的发生与蔓延遵循基本的物理化学规律, 其核心是燃烧三要素——可燃物、助燃物（通常为氧气）和引火源的相互作用。当三者同时存在并达到一定条件时, 燃烧反应启动。火灾发展通常经历初起、成长、猛烈燃烧和衰减四个阶段, 各阶段的热释放速率、烟气生成量及温度变化呈现不同特征。理解火灾动力学, 包括热量传递方式（传导、对流、辐射）和烟气流动规律, 是分析火势蔓延路径和判断起火点的基础。烟气作为火灾的重要产物, 其成分、温度、流动方向和沉积痕迹, 为还原火灾过程提供了关键信息。建筑内部的空间布局、通风条件以及可燃物的种类、数量和分布, 共同决定了火灾的发展速度和破坏模式。

1.2 火灾调查科学原理

现代火灾调查建立在科学方法论之上, 强调以客观证据为基础, 通过系统观察、提出假设、收集证据、检验假设的循环过程来还原事实。火灾现场遗留的痕迹是

推断火灾过程的核心依据, 主要包括热效应痕迹（如炭化、熔融、变色）、燃烧图痕（如 V 型、U 型、扇形）和结构倒塌模式。这些痕迹的形态、方向、程度和分布规律, 能够指示火源位置、火势蔓延方向和燃烧强度。起火点的判定是调查的核心任务, 通常结合最低燃烧点、最重破坏区域、特定痕迹组合（如 V 型痕迹的底部）以及引火物残留物的发现来综合确定。科学原理要求调查人员保持客观中立, 避免先入为主, 所有结论都必须有充分的物理证据支持, 并能经受逻辑推理的检验。

1.3 火灾调查通用程序与规范

规范的调查程序是确保调查工作有序、全面、合法的基础。调查开始前, 首要任务是确保现场安全, 评估结构稳定性、有毒有害物质和电气风险, 并实施有效保护, 防止证据被破坏或污染。现场勘查遵循由外到内、由上到下、先整体后局部的原则, 全面记录现场状况, 包括拍照、录像、绘制现场图和详细文字记录。勘查内容涵盖建筑外部受损情况、内部燃烧破坏程度、重点区域痕迹分布以及可能的起火部位。同时, 开展调查询问, 获取目击者、当事人和相关人员的陈述。在勘查过程中, 对发现的物证, 如电气残骸、引火物残留、可疑物品等, 需严格按照规定进行提取、封装、标识和保存, 确保其完整性和可追溯性。

2 居住类建筑火灾调查要点与证据收集

2.1 居住类建筑火灾特点与风险分析

居住类建筑是火灾发生频率较高的场所, 其火灾风险主要源于日常生活行为与室内环境的相互作用。建筑内部大量存在的家具、衣物、窗帘、装饰材料等构成了主要的可燃物, 形成了特定的火灾荷载。居民的日常活动, 如烹饪、取暖、吸烟、使用电器等, 既是必要的生

活需求,也潜藏着用火用电不慎的隐患。空间布局上,房间分隔较多,通道相对狭窄,可能影响初期火势蔓延速度和人员疏散效率。电气线路贯穿各个角落,部分老旧住宅线路老化问题突出,增加了电气故障引发火灾的可能性。常见的起火原因集中于厨房用火失控、电气线路或设备过载短路、遗留火种(如烟头)引燃可燃物以及取暖设备使用不当等。

2.2 调查要点

针对居住建筑火灾,调查工作需聚焦于日常生活空间与潜在火源的关联性。起居空间,特别是沙发、床铺附近,是遗留火种引发火灾的高发区域,勘查时需仔细辨别低处燃烧痕迹和局部炭化特征。厨房作为明火和高温设备集中区,是调查的重中之重,需检查燃气灶具、排油烟机集油垢、连接软管以及周边可燃物的存放情况。卫生间内电热水器、暖风机等电器的安装位置、线路状况及防水措施也是风险排查点。对全屋电气系统进行系统性排查不可或缺,重点关注起火房间及相邻区域的插座、开关、灯具接线盒是否存在过热、电弧痕迹,留意是否存在私拉乱接或使用劣质插线板的现象。

2.3 关键证据收集方法

证据收集需围绕生活场景中的具体物件与痕迹展开。对起火点附近的家用电器残骸,特别是电热毯、电暖器、充电设备等,应完整提取,重点检查其内部元件、电源线及插头是否存在故障痕迹。发现疑似引火物残留,如烧焦的烟头、打火机碎片、蚊香架等,需小心提取并妥善封装。厨房区域应采集排油烟机集油垢样本、燃气管道接口密封材料以及灶具部件,用于检测泄漏或过热迹象。墙面、家具表面形成的烟熏、炭化图痕是判断火势方向的重要依据,需通过拍照、录像和绘图精确记录其形态与分布。

3 公共建筑火灾调查要点与证据收集

3.1 公共建筑火灾特点与风险分析

公共建筑因其人员高度密集、功能多样、空间结构复杂且日常运营活动频繁,呈现出独特的火灾风险格局。大量人员在短时间内聚集,一旦发生火灾,疏散压力巨大,易造成群死群伤。建筑内部装修往往追求美观,大量使用可燃或难燃的装饰材料,如吊顶、墙面软包、地毯等,这些材料在燃烧时释放大量有毒烟气,加剧了灾害后果。各类用火用电设备繁多,包括餐饮厨房的明火灶具、娱乐场所的舞台灯光音响、商场的广告照明以及医院的医疗仪器,这些设备长期运行或操作不当均可能成为引火源。建筑通常配备自动报警、自动喷淋、防排烟和应急照明等消防设施,其设计合理性、日常维护状

况及火灾时的实际联动效果,直接关系到火灾的初期控制与人员安全。

3.2 调查要点

调查需根据具体场所的功能特性锁定关键区域。商场与市场需重点勘查中庭、仓库、餐饮后厨及电气线路密集的吊顶内空间,关注商品堆垛是否阻碍消防通道或影响喷淋效果。酒店宾馆的调查核心在于客房内用电安全、厨房操作规范以及布草间等杂物堆放区。医院火灾需特别关注病房内医疗设备用电、制氧站及药房的特殊危险品管理、手术室的严格防火措施以及配电室的运行状态。学校实验室的危化品储存使用、宿舍内违规电器、食堂厨房是调查重点。娱乐场所则需细致检查包间内电热设备、舞台幕布及音响灯光线路的防火保护。

3.3 关键证据收集方法

证据收集强调系统性与多源信息的整合。消防控制室的主机记录是核心证据,必须完整调取,分析火灾报警时间、具体报警点位、消防泵等联动设备的启动信号序列,以判断系统响应是否正常。监控录像覆盖范围广,是还原人员活动、火势蔓延过程和初期应急处置的关键影像证据。对起火区域的装修材料残留物进行取样,送专业机构检测其燃烧性能等级,判断是否符合规范要求。重点设备残骸,如厨房灶具、医疗仪器、实验装置等,需提取并进行技术鉴定,排查设备自身故障或操作失误。

4 工业与仓储建筑火灾调查要点与证据收集

4.1 工业与仓储建筑火灾特点与风险分析

工业与仓储建筑火灾通常具有燃烧猛烈、蔓延迅速、扑救困难和潜在次生灾害风险高的特点。这类场所的火灾荷载普遍巨大,生产原料、中间产品、成品及包装材料大量堆积,为火灾提供了充足的燃料。生产工艺过程本身常涉及高温、高压、易燃易爆物质或产生可燃粉尘,工艺参数失控、设备故障或操作失误极易直接引发火灾或爆炸。建筑结构多为大跨度、高空间,形成类似“烟囱”的效应,加速热烟气和火焰的垂直与水平蔓延,同时给内部勘查带来结构安全风险。火灾现场常存在复杂的管道、设备和线路网络,增加了勘查的难度。

4.2 调查要点

调查工作必须紧密结合具体生产或仓储类型。生产车间需深入分析工艺流程,重点检查反应釜、加热炉、干燥设备等高温热源周边的可燃物清理情况、设备运行参数记录及安全联锁装置的有效性。电气系统,特别是大功率设备供电线路和控制柜,是排查电气火灾的重点。仓库调查需明确储存物品的性质,特别是危险化学品、

易燃液体或可燃粉尘的分类存放、堆垛间距、防火分区是否符合规定。化工企业需细致勘查储罐区、管道阀门、泄压装置、防爆电器以及自动控制系统（DCS/PLC）的运行日志。

4.3 关键证据收集方法

证据收集需具备高度的专业性和针对性。必须调取完整的工艺流程图、设备布置图、安全操作规程和工艺控制参数历史记录，这些是理解火灾背景的基础。对事故现场残留的原材料、产品、中间体进行取样，进行危险特性鉴定，确认其在火灾条件下的行为。生产设备残骸，尤其是发生故障或过热的部件，应提取进行失效分析，判断是设计缺陷、材料疲劳还是操作不当所致。管道、阀门的泄漏痕迹、安全阀动作痕迹是重要的物证。安全仪表系统（SIS）、DCS/PLC 等控制系统的操作日志、报警记录和事件顺序记录（SOE）是还原事故时序的关键电子证据。

5 特殊功能与复杂结构建筑火灾调查要点与证据收集

5.1 特殊功能建筑火灾特点与风险分析

特殊功能与复杂结构建筑因其独特的设计、使用性质和运营模式，面临着更为严峻的火灾挑战。地下空间如地铁站、地下商业街，受限于自然通风排烟条件差、疏散通道单一且距离长，火灾产生的高温烟气极易积聚，能见度迅速降低，严重威胁人员安全，救援难度极大。高层及超高层建筑则因“烟囱效应”显著，火灾可通过竖井、幕墙缝隙等途径快速垂直蔓延，高度增加了外部救援的难度，对建筑自身的消防系统依赖性极高。大型城市综合体集购物、餐饮、娱乐、办公、酒店等多种功能于一体，内部结构错综复杂，不同业态的管理主体可能分离，消防设施维护责任不清，火灾风险叠加且蔓延路径难以预测。

5.2 调查要点

调查需针对各类建筑的固有弱点展开。地下建筑火灾需重点评估机械防排烟系统的设计合理性、风机启动状态、排烟口开启情况以及应急照明和疏散指示系统的有效性，核查是否存在通风管道成为烟气传播通道。高层建筑调查应关注电缆井、管道井的防火封堵是否完好，幕墙与楼板间的空腔是否形成“烟囱”，避难层是否被占用或设施失效，消防电梯运行状态。大型综合体需厘清各功能区的分隔措施（防火墙、防火卷帘）是否有效，

共享中庭的排烟设计与实际效果，物业管理方对公共区域消防设施的维护责任落实情况。古建筑火灾需检查电气线路敷设是否规范，是否存在违规用火（如宗教活动、取暖），木材的腐朽程度是否影响结构耐火性，以及防雷设施的状况。

5.3 关键证据收集方法

证据收集依赖于对复杂系统的深入解析。建筑的建筑信息模型（BIM）或完整的竣工图纸是理解空间关系和设施布局的基础性文件，必须调取。整合楼宇自控系统（BAS）、安防监控系统（CCTV）和消防报警系统（FAS）的运行日志与事件记录，进行时间轴对齐分析，是还原火灾发展全貌和系统联动逻辑的关键。对于幕墙、钢结构等特殊构件，提取其受热变形、涂层剥落、连接件失效等痕迹样本，进行技术分析。地下空间火灾可借助 CFD（计算流体力学）烟气扩散模拟结果，与现场实际烟熏痕迹进行比对验证。

6 结论

本研究系统探讨了不同类型建筑火灾事故的调查要点与关键证据收集方法。研究表明，建筑的功能属性、空间结构、使用材料及管理方式深刻影响着火灾的发生、发展与痕迹特征。居住建筑需聚焦生活用火用电细节，公共建筑应关注人员密集与消防设施联动，工业仓储场所必须紧扣生产工艺与危险源管控，而特殊复杂建筑则要求综合运用多系统数据与专业分析技术。准确识别各类建筑的独特风险，是确定调查方向、锁定勘查重点的前提。关键证据的收集必须具有高度的针对性，涵盖物理痕迹、物证残骸、电子数据与管理书证等多个维度。建立基于建筑分类的精细化调查框架，是提升火灾原因认定科学性、准确性与效率的核心路径，对完善我国火灾调查技术体系具有重要实践价值。

参考文献

- [1] 袁波. 火灾事故调查中的火灾痕迹应用分析及保障策略研究[J]. 今日消防, 2023, 8(09): 108-110.
- [2] 杨晓勇. 火灾痕迹在火灾事故调查中的运用[J]. 今日消防, 2023, 8(02): 103-105.
- [3] 胡凯扬. 典型住宅建筑火灾荷载与开口分布规律及其立体火蔓延特性研究[D]. 中国矿业大学, 2022.
- [4] 袁沙沙, 韩腾奔, 晏风, 等. 西南民族村寨火灾荷载调查研究[J]. 工程质量, 2021, 39(07): 23-27+36.
- [5] 王雅琪. 社区建筑群火灾风险单体-网络综合评价方法研究[D]. 武汉理工大学, 2021.