

# 高层建筑工程消防防排烟系统存在的问题及对策探析构建

刘志才

贵州高安消防检测有限公司 贵州 遵义 563000

**【摘要】**：高层建筑结构复杂、人员密集，消防防排烟系统在火灾安全保障中具有关键地位。然而实际工程中仍存在设计布置不合理、设备选型不当、系统联动失灵及运行维护薄弱等问题，削弱了防烟控烟与疏散组织的整体效能。为此，从系统构成特性与火灾烟气运动规律出发，分析常见缺陷的形成机制，并据此构建针对性优化路径，包括完善功能分区设计、提升系统自动化与可靠性、强化施工阶段质量控制，以及建立精细化管理与维保机制。研究旨在为提升高层建筑工程消防防排烟系统的实用性与安全性提供可行思路。

**【关键词】**：消防防排烟；高层建筑；系统缺陷；优化对策；安全保障

DOI:10.12417/2811-0722.26.02.049

## 引言

高层建筑在城市建设中占据重要地位，内部功能多样、人员密度高，使火灾烟气控制成为保障生命安全的关键环节。消防防排烟系统作为火灾应对中的核心技术手段，其运行可靠性直接影响疏散效率与救援部署。然而在实际工程应用中，受限于设计理念滞后、施工标准不统一及运行管理粗放等因素，系统功能无法充分发挥，甚至在关键时刻出现联动延迟或排烟无效现象。面对高层空间结构的复杂性，如何识别潜在缺陷并提出切实可行的改进路径，已成为提升建筑防灾能力的重要课题，也为后续系统优化提供了必要的研究基础。

## 1 高层建筑消防防排烟系统突出问题呈现

### 1.1 设计配置与功能分区的偏差

高层建筑内部结构复杂，功能空间多样，若在规划阶段对建筑用途、人员密度及烟气流动规律缺乏精准把握，防排烟系统的设计往往难以贴合实际需求。部分工程中常见排烟区划分不清、补风量计算偏差、管道截面及走向不合理等情况，导致火灾发生时，排烟效率难以达到预期。此外，一些建筑对避难层、前室、走道的压力控制设计考虑不足，造成火灾烟气可能逆流或外溢，影响疏散路径的安全性<sup>[1]</sup>。设计阶段若忽视高层建筑垂直空间烟囱效应，将进一步加剧烟气扩散速度，使系统在实际火场中难以发挥控制与隔离作用。由此可见，设计偏差直接削弱了系统的有效性，也为后续运行埋下隐患。

### 1.2 设备性能与系统联动的薄弱环节

防排烟系统能否在火灾中发挥作用，取决于设备性能与联动控制的可靠性。然而在实际工程中，部分风机、风阀及控制模块存在性能衰减、响应滞后或安装不规范等现象，使得系统在紧急情况下无法实现稳定运行。另有部分建筑内部消防系统之间的逻辑关联设置不够完善，火灾探测、报警、排烟、加压送风等功能无法形成有效联动链条，触发条件不清、动作顺序混乱的问题时有发生。控制线路布局混乱、电气保护不足等因素，也会在火灾高温和电气负载上升时导致系统失灵。设备品

质与联动管理薄弱，使得防排烟系统在关键节点缺乏可靠回应，难以满足高层建筑对快速控烟的需求。

### 1.3 维护管理与运行保障的不足

防排烟系统在建成投入使用后，需要依托持续的维护管理才能保持稳定状态，然而许多建筑在这一环节投入不足。部分管理单位对系统运行要求缺乏专业理解，导致例行检测流于形式，风机、电动风阀、控制组件等关键设备处于未知状态，甚至长期未开启运行测试，性能衰减难以及时发现。系统运行记录不完善，故障排查、备件更换及保养计划缺乏制度化安排，使得系统在火灾中可能因局部故障而整体瘫痪。部分场所还存在擅自改动管线、占用风道、堆放杂物阻碍排烟路径等现象，加剧运行风险。维护保障环节的薄弱，使防排烟系统在火灾场景中难以提供预期能力，削弱了建筑整体的安全防护水平。

## 2 常见问题的形成逻辑与内在机理

### 2.1 烟气流动特性导致的控制难点

高层建筑空间结构呈立体化特征，竖向贯通区域较多，烟气在火灾中的运动行为极为复杂。受温度梯度、压差变化、通风条件及建筑几何形态影响，烟气往往呈高速上升态势，并可能在不同楼层形成回流、滞留或倒灌，使防排烟系统难以根据固定参数实现有效控制。烟囱效应在高层建筑中尤为突出，当火源温度迅速升高并形成强对流时，烟气沿竖井、封闭楼梯间或配管井迅速上升，排烟量与补风量若未能及时匹配，系统压力将出现不稳定状态，引发排烟不畅或压力失衡的问题<sup>[2]</sup>。部分空间因开口位置、风道布置及人员动作造成空气扰动，进一步增加烟气走向的不确定性，使排烟系统无法完全依赖预设工况运行。烟气运动机理的复杂性，使防排烟系统在设计与应用中面临较大挑战，为后续问题形成提供了物理基础。

### 2.2 工程建设过程中的质量失衡因素

防排烟系统从设计图纸到实际建成需要经历材料采购、设备安装、风道敷设、系统调试等多道工序，任何环节的质量波动都可能引发稳定性隐患。部分工程在施工阶段存在管道密封

不严、风阀安装偏位、支架设置不规范等情况,使系统气密性、风量分配及压力控制难以达到预期。设备选型过程中若过度受成本限制影响,可能导致风机性能富余量不足、控制模块兼容性差,系统联动逻辑也难以按设计实现。调试阶段若缺乏系统化的检测标准,往往只关注局部功能运行,而未对整体联动状态进行验证,使潜在问题被带入试用期。再加之施工单位与监理单位之间沟通不充分,审查流程松散,导致质量控制链条出现断层,使工程完成后系统存在固有缺陷。这些因素共同导致防排烟系统性能未能稳定呈现,形成质量失衡的内在机制。

### 2.3 运行管理体系缺乏标准化约束

高层建筑投入使用后,防排烟系统需要依托制度化管理才能维持良好运行状态,但实际管理体系普遍存在结构松散、责任模糊与执行力度不足的问题。部分单位缺乏完善的运行档案,风机启停记录、联动测试数据、设备保养情况等未能形成连续的技术链条,造成系统状态不可追溯。工作人员专业能力不均,部分管理者对防排烟系统结构与控制逻辑了解有限,导致故障判断不准、检修计划随意、巡检内容缺乏深度,使系统运行偏离技术要求。部分场所为了日常使用便利,甚至出现自行断电、拆改风道、封堵排烟口等行为,使系统完整性受到破坏。管理制度缺乏统一性和强制性,导致维护行为高度依赖个别人员的意识与经验。缺乏标准化约束,使运行管理呈现碎片化状态,成为系统性能衰减的重要内在机制。

## 3 防排烟系统优化路径的构建方式

### 3.1 完善系统布局与关键参数配置

防排烟系统的有效运行依赖科学的布局方式与精准的参数设定。在整体空间规划中,需要结合建筑内部功能分区、竖向交通组织以及烟气流动趋势,对排烟口、补风口、风道走向和设备位置进行合理布置,使系统在火灾初期即可迅速建立有效的控烟路径。关键参数如排烟量、补风量、压力控制值、风机运行模式等,应根据建筑高度、楼层面积及封闭程度进行精确计算,以避免因设计偏差造成压力失衡或排烟效率不足<sup>[3]</sup>。部分特殊空间如避难层、设备层、地下区域,还需根据实际环境设定差异化参数,使系统具备更强的适应性。通过优化布局和参数匹配,防排烟系统能够在火灾环境中形成稳定、可控的空气流动,提升整体运行能力。

### 3.2 提升联动智能化水平与设备可靠性

防排烟系统在火灾中的响应速度与协调程度取决于联动控制的精准性与设备自身的可靠性。通过引入智能化控制平台,可实现对探测、报警、排烟、加压送风等多个系统的动态整合,使数据实时共享,并根据火势位置与烟气浓度自动调整设备动作顺序与运行模式。风机、风阀等关键设备可采用高耐温、长寿命与低故障率产品,并结合在线监测技术实现运行状态的实时诊断,提高系统在极端条件下的稳定性。联动逻辑的

优化还可减少人工干预带来的误差,使系统在火灾发生时能够迅速形成协同反应,以更高的精准度执行排烟、控压与隔离任务。智能化水平的提升,有助于构建反应快速、运行可靠的防排烟体系。

### 3.3 强化施工质量控制与维保流程

防排烟系统的工程品质是系统可靠运行的重要基础,加强施工阶段的质量控制能够有效减少后期隐患。在施工过程中,应确保风道连接严密、阀门安装位置准确、支架设置符合强度要求,并严格按照设计要求进行材料核验与工序验收,使系统在物理结构上达到预期标准。调试阶段需对整体联动功能进行全流程验证,确保各设备在不同火灾场景中的动作逻辑清晰且响应及时。投入使用后,通过建立规范化维保制度,将定期检测、性能评估、故障诊断与设备更新纳入长期管理体系,使系统在运行过程中保持良好状态。维修记录与测试数据的积累还能为后续优化提供依据,使防排烟系统始终处于可控、可维护的状态,提升其安全保障能力。

## 4 高层建筑防排烟保障体系的协同提升

### 4.1 构建多维度技术协同机制

高层建筑的防排烟体系不仅依赖单一设备的性能,更依赖多项技术之间的协同作用。为了提升整体效能,需要在火灾探测、报警联动、通风控制、疏散照明以及消防通讯等环节之间建立数据互通与逻辑匹配,使系统能够基于同一事件源进行统一响应。通过集成化平台实现火情信息、烟气扩散趋势与设备运行状态的实时汇聚,可减少延迟判断,增强控制精度<sup>[4]</sup>。不同类型的风机、阀门、传感器以及压力控制模块之间通过标准化协议实现协同运行,能够根据建筑内局部环境变化进行动态调节,避免单点设备失效对整体系统造成影响。多维度技术的深度整合,为防排烟体系提供更强的灵活性与应变能力,使其在复杂火灾场景中保持连续性与可靠性。

### 4.2 形成工程实施与管理闭环模式

要使防排烟系统在长期运行中保持稳定状态,需要构建覆盖设计、施工、验收、使用和维护全周期的闭环管理模式。在工程实施阶段,通过明确责任链条、强化图纸审查及施工工序监督,可以减少系统结构性缺陷的产生。完成建设后,通过严格的功能检测与联动试验,为系统投入使用奠定稳定基础。在运行管理阶段,利用信息化手段对设备运转状况、检修记录、报警数据进行持续跟踪,使所有环节的执行情况可追溯、可审查。闭环体系的建立,有助于及时发现系统薄弱点,并将问题在源头得到修正,使防排烟系统始终处于理想运行状态,形成建设与管理相互促进的良性循环。

### 4.3 推动防排烟管理的精细化实践

防排烟系统的管理效果在很大程度上取决于精细化执行能力,通过提升管理精度能够显著增强系统的可靠性。精细化

实践需要从设备管理、巡检制度、数据监测和人员培训等方面入手,使运行行为更加规范。设备状态的动态监测可帮助提前识别风机性能下降、风阀卡滞、电气控制异常等潜在隐患,为及时处理提供依据。巡检制度的细化可确保每项检查内容被准确落实,避免形式化操作造成系统状态失察。管理人员通过专业技能培训,可以提升对复杂联动逻辑的理解能力,使系统在紧急情况下获得更准确的操作指引。此外,通过运用数字化工具对维保流程进行量化与分析,可持续优化管理策略,使防排烟体系在长期运行中保持安全、稳定和高效的状态。

## 5 消防防排烟系统改进成效的综合凝练

### 5.1 系统功能可靠性的整体提升

防排烟系统在经过布局优化、设备更新与联动逻辑完善后,其运行可靠性呈现显著提升。设备性能的稳定输出,使风机、风阀及控制模块在高温环境下仍能保持预设功能,为系统的持续运转提供坚实支撑。系统间的协同增强,使排烟、补风与压力调节形成更加顺畅的联动链条,减少故障触发时的延迟反应问题。通过标准化维保策略的落实,各类设备的隐患能够在早期被识别,避免系统在火灾时因局部故障导致整体性能下降<sup>[5]</sup>。设计参数的精确化也使系统在实际运行中更加贴近建筑真实需求,有助于持续保持理想的压力差与排烟效率。综合来看,系统可靠性在多维度改进措施推动下得到巩固,为建筑火灾中的稳定控烟奠定坚实基础。

### 5.2 建筑火灾应对能力的增强表现

防排烟体系的优化,使建筑在应对火灾时具备更强的控烟速度与空间调控能力。烟气在火灾早期得到有效引导,使疏散通道、避难区域及救援路径的可见度与可达性得到改善,为人员逃生创造更有利条件。系统智能化程度的提升,使排烟模式能够根据火情位置、烟气密度及压力变化自动调整运行策略,

减少人工判断的不确定性,使火灾处置更加及时与精准。改进后的压力控制策略可有效限制烟气向楼梯间及前室蔓延,增强建筑内部的防护屏障功能。联动提升也使建筑内部各类消防系统之间形成更完整的响应链条,支持消防力量在初期介入时获得更为安全与稳定的作业环境。整体来看,火灾应对能力在控制范围、响应速度与安全保障方面均展现出显著增强。

### 5.3 防排烟体系优化的适用价值归纳

在高层建筑应用背景下,防排烟体系的优化成果展现出较高的通用性与适配价值。系统布局与参数配置的科学化,使其可根据不同建筑结构、功能属性及使用密度进行灵活调整,为多类型建筑提供可复制的技术参考。智能化联动平台所带来的响应优势,使系统在复杂环境中具备更强的普适性,能够适应商业综合体、办公楼、住宅建筑及公共设施等多种场景的运行需求。完善的维保流程与监测方式,也为行业运行管理提供可推广的实践模式,使不同管理单位在执行上更具操作性与规范性。此类优化成果的积累,有助于推动防排烟技术在行业内形成体系化建设理念,实现技术与管理的双重提升,使其在保障生命安全与建筑韧性方面持续发挥价值。

## 6 结语

高层建筑的火灾安全离不开高效、稳定的消防防排烟体系,其建设质量、运行状态与管理水平共同决定系统在关键时刻的表现。围绕系统存在的突出问题展开分析,能够更清晰地识别设计偏差、施工缺陷及管理不足对整体效能的影响。在此基础上构建的优化路径,为系统布局、技术协同与运行维护提供了可操作的改进方向。随着多维度措施的持续落实,防排烟体系的可靠性逐步增强,建筑在火灾情境中的应对能力也随之提升。综合来看,系统优化不仅强化了建筑内部的安全屏障,也为高层建筑的防灾体系建设提供了更具实践意义的参考。

## 参考文献:

- [1] 范立业.高层建筑消防设施布置的关键点研究[J].今日消防,2025,10(11):120-122.
- [2] 周岩.高层建筑框架剪力墙施工质量问题及加固处理研究[J].石河子科技,2025,(06):53-55.
- [3] 吴天翔.建筑消防检测中防排烟检测存在的问题及解决措施[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会.人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集(三).浙江方安工程检测有限公司,2025:969-972.
- [4] 张逸澍.高层建筑消防工程防排烟施工技术分析[J].今日消防,2025,10(03):113-115.
- [5] 邱长明.高层建筑工程消防防排烟系统存在的问题及对策探析构建[J].水上安全,2024,(16):125-127.