

排烟风机与火灾报警系统联动逻辑验证方法

朱 伟

杭州越秀房地产开发有限公司 浙江 杭州 311199

【摘要】：排烟风机与火灾报警系统的联动逻辑是否准确，将直接影响建筑火灾时的排烟效率与人员疏散安全。本文围绕联动逻辑验证这一核心问题，从系统触发条件、信号传输链路及执行机构响应等方面进行分析，构建可操作的验证流程。通过对报警信号与风机动作之间的对应关系进行核验，识别可能出现的逻辑断点、延时及误动作风险，并提出基于功能测试、模拟场景验证及数据记录分析的综合验证方法，以提升联动系统的可靠性与火灾应急处置能力。

【关键词】：排烟风机；火灾报警系统；联动逻辑；功能验证；应急响应

DOI:10.12417/2811-0528.26.05.014

在建筑火灾应急系统中，排烟风机与火灾报警系统的联动是保障人员生命安全的关键环节，同时也关乎建筑财产的保护。随着建筑智能化水平的提升，联动逻辑设置愈发复杂，若验证不充分，将可能导致火灾时排烟延迟、排烟方向错误或系统无法启动等严重后果。为了确保联动逻辑的科学性与可靠性，有必要对其触发路径、控制信号、执行单元的响应一致性进行系统化验证。本文从联动逻辑的关键问题入手，为建立高效、可重复、可追溯的验证方法提供理论依据与技术参考。

1 排烟风机与火灾报警系统联动逻辑存在的关键问题

排烟风机与火灾报警系统在建筑防排烟体系中承担着直接影响人员疏散效率与火情控制效果的核心功能，但在实际工程运行中，联动逻辑往往存在复杂性高、触发路径多源化、设备参数差异大等问题。其中最突出的一点体现在报警信号的识别与传递链路上，部分工程中烟感、温感、手动报警按钮、消防控制室等多点触发同时存在，而逻辑编程未充分考虑信号优先级与组合关系，导致系统在火警初期无法及时触发正确的联动动作。在系统触发链路较长的建筑中，从报警点触发到排烟风机启动的总响应时间可出现超过15秒的情况，已接近控制规范对应急动作的要求边缘，这表明联动逻辑设计中仍存在冗余指令或传输延滞。

一些建筑在施工阶段采用不同厂家设备，控制协议、反馈信号格式及启停方式的差异，使得风机实际动作与控制系统逻辑判断出现偏差。有工程测试中发现，风机启动指令发出后，反馈信号并未及时返回消防控制室，造成系统误以为风机未动作，进而触发重复指令或报警。此类情况不仅干扰控制系统的判断，还会在火灾条件下造成排烟路径未形成、排烟量不足等安全隐患。部分建筑对排烟阀、送风阀的开闭状态验证不充分，在阀门未完全开启的情况下即触发风机启动逻辑，导致风机在高阻力工况下运行，影响排烟效率并加速设备损耗。

在联动控制的整体协同方面，排烟风机与其他消防子系统之间的逻辑边界也常常产生冲突，尤其是与正压送风系统、消防电源监测系统以及楼宇自动化系统的交叉控制。部分系统在调试中出现排烟风机未正常切换至消防电源、正压送风系统出现与排烟系统同时启动等现象，使得建筑内部风压场分布异常，影响人员逃生路线安全^[1]。在未充分验证联动逻辑的机电系统中，排烟系统整体运行效率会降低约10%~18%，这意味着烟气控制区域可能在短时间内失去稳定性。排烟风机与火灾报警系统的联动逻辑仍存在触发机制不清晰、反馈信号未形成有效闭环、子系统运行冲突等关键问题，必须通过系统化的验证方法加以识别和修正，以确保火灾应急响应的可靠性与安全性。

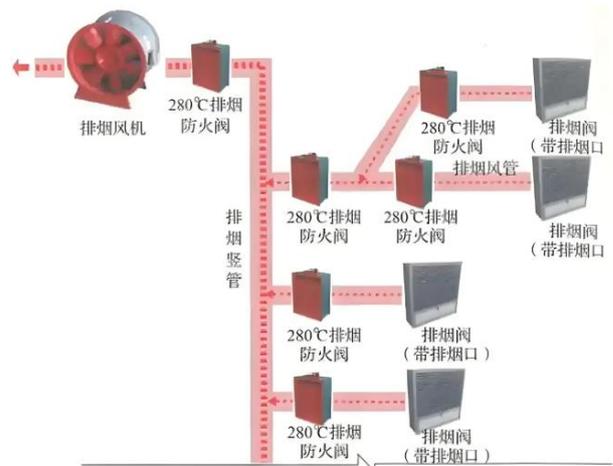


图1 排烟系统组成及气流路径示意图

2 基于系统链路的联动逻辑验证技术路径设计

验证流程的起点在于明确报警触发源与执行机构之间的逻辑与时序对应关系，并通过链路划分方法将系统拆解为报警采集层、控制逻辑层与执行输出层三个关键环节。通过对每一环节的信号传输路径进行点对点核查，可有效识别逻辑设置偏

差及延迟产生的原因。例如在高层建筑的电气竖井内, 烟感信号经多个中继模块传输后易出现传输丢失或时间延长, 验证过程中需通过时序记录仪对链路动作延时进行量化记录, 多点链路串联时延可由设计值的3秒增至约8秒, 若未在验证中发现, 将削弱火灾初期的排烟及时性。

技术路径中应包含多条件组合验证, 如烟感与温感同时报警的优先级、排烟阀未到位时风机是否具备启停限制、消防电源切换是否在规定时间内完成等内容。为了确保验证结果的准确性, 可采用现场数据采集设备记录各控制指令与状态反馈的时间戳, 实现对逻辑链路的动态比对。有部分工程在模拟火灾情景测试中发现, 排烟阀开到位信号延时反馈导致风机启动时间被推迟10秒以上, 这类问题只有在链路驱动全过程监测下才能被识别并调整。通过对每个逻辑节点的条件设定、触发关系和反馈回路进行验证, 可确保控制逻辑的严密性与可靠性。

在执行输出层的验证中, 技术路径强调风机、风阀及配套控制柜的实际动作与控制系统逻辑之间的匹配度。为提高验证的覆盖率, 应在正常工况、模拟故障工况及消防电源切换工况下分别开展测试, 以检验设备在不同状态下的响应一致性。风机在满载启动时反馈信号返回时间普遍较长, 若仅依据轻载工况测试, 将难以准确评估其在真实火灾场景中的响应性能^[2]。通过对风机电流、风量与风压数据的监测, 可以判断执行机构是否真正进入有效排烟状态, 从而避免出现“指令已执行但排烟效果不足”的隐性逻辑缺陷。技术路径的构建最终形成一套完整的链路验证体系, 使判定逻辑与物理动作之间的对应关系更加清晰, 为提高联动系统的应急执行效率奠定可靠基础。

3 联动逻辑验证结果的应用与优化策略

通过对逻辑链路中的时序数据、动作一致性及异常触发项进行梳理, 可建立系统运行的基准模型, 为后期维护和应急响应提供可量化依据。当某些节点的实际响应时间或反馈状态与基准模型出现偏差时, 运行人员能够及时识别潜在的逻辑断点或设备劣化趋势。在大型综合体的调试过程中, 通过比对验证数据与运行阶段的记录数据, 发现风机反馈信号延时逐渐增大, 而原因来自控制柜内接触器磨损, 使系统提前进行维护,

参考文献:

- [1] 赵曼. 浅析报警系统对消防排烟风机的控制策略及效能提升[J]. 中国设备工程, 2025, (05): 133-135.
- [2] 左轻高. 防烟、排烟风机控制系统设计与安装[J]. 机电工程技术, 2024, 53(06): 126-128+137.
- [3] 仇国梁, 万奎宝. 火灾自动报警系统设计几个问题的探讨[J]. 建筑电气, 2023, 42(08): 79-83.

避免在火灾条件下出现控制链路断裂的风险。由此可见, 验证结果不仅是调试阶段的技术成果, 更是系统长期运行可靠性的监测参考。

常见的优化方向包括调整控制逻辑顺序、减少信号传输链路不必要的中继节点、提高风阀到位反馈精度以及优化电源切换策略等。在多栋建筑的消防改造项目中, 通过对联动逻辑的优化, 将排烟风机启动的链路减少一个继电模块, 使总体响应时间缩短了约5秒; 又如针对风阀反馈信号不稳定的问题, 引入双簧片反馈结构, 提高到位信号的可靠性, 减少系统进入错误逻辑的可能性^[3]。通过优化后的逻辑设置, 系统在火灾模拟测试中表现出更稳定的排烟效果, 说明验证结果为优化策略提供了关键依据。

通过周期性联动测试、数据采集分析以及系统健康度评估, 可以在运行阶段持续识别并修正逻辑中存在的时序错位或控制失效等问题。可以在运行阶段不断修正逻辑中的细节偏差。在部分公共建筑中, 通过每半年一次的全链路测试, 将排烟系统的动作一致性保持在较高水平, 使排烟效率长期维持稳定状态。针对控制策略更新、系统扩容或设备更换等情况, 需及时依据验证数据对逻辑进行再评估, 以确保修改后的联动关系仍与排烟需求相匹配。通过形成验证结果应用、问题识别、策略优化与再次验证的闭环机制, 可全面提升排烟风机与火灾报警系统在火灾应急中的协同效能, 使系统在复杂建筑环境中保持持续可靠的运行状态。

4 结语

本文围绕排烟风机与火灾报警系统的联动逻辑展开分析与讨论, 从关键问题梳理到验证技术路径设计, 再到结果应用与优化策略, 形成了较为系统的研究框架。通过基于系统链路的验证方法能够有效识别触发延时、信号不一致及设备响应偏差等隐性风险, 为提升系统整体可靠性提供技术支撑。将验证结果用于运行阶段的持续优化, 可进一步增强建筑火灾应急响应能力。随着建筑智能化水平不断提高, 联动逻辑的科学验证与动态优化将成为保障排烟系统稳定性的关键手段。