

高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术运用研究

李志强, 李庆峰

(北京建工集团(厦门)建设有限公司, 北京 101300)

摘要 高层建筑消防安全日益受到人们的关注, 防排烟系统在确保人员安全疏散和控制火灾蔓延中发挥着关键作用。本文从高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术入手, 分析了防排烟系统在高层建筑消防安全中的重要性, 详细探讨了施工前准备、管道设计与布局、风机选择与安装、排烟口与防火阀设置以及自然排烟与机械排烟技术的运用等关键环节, 并提出了科学制定施工方案、严格控制材料质量、提高施工人员专业技能与安全意识等优化策略, 以期提升高层建筑消防安全水平提供有益参考。

关键词 高层建筑; 防排烟系统; 消防安全

中图分类号: TU976

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.011.040

0 引言

随着城市化进程的加快, 高层建筑日益增多, 其消防安全问题备受关注。防排烟系统作为高层建筑消防工程的重要组成部分, 对于控制火灾蔓延、降低人员伤亡风险具有至关重要的作用。科学合理的防排烟施工技术不仅能够提高系统运行效率, 更是保障高层建筑消防安全的关键。因此, 深入研究高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术具有重要的现实意义。

1 防排烟系统在高层建筑消防安全中的重要性

纵观近年来国内外高层建筑火灾事故, 烟气扩散导致的伤亡往往远超火灾直接造成的损失。深入分析这一现象不难发现, 高层建筑因其垂直发展的特点, 形成了典型的“烟囱效应”, 一旦发生火灾, 热烟气会迅速上升并在建筑内部扩散, 不仅阻碍人员疏散, 还会加速火势蔓延。在这种情况下, 高效的防排烟系统便成为抵御灾害的重要屏障。一方面, 完善的防排烟系统能够有效控制烟气流动方向, 通过创建正压区域防止烟气侵入安全通道, 确保疏散路径的畅通; 另一方面, 科学设计的排烟设施可迅速排除火灾产生的有毒气体, 降低空气中的有害物质浓度, 为被困人员争取宝贵的逃生时间。此外, 防排烟系统在降低建筑内部温度、减缓火势蔓延速度方面也发挥着不可替代的作用。值得注意的是, 现代防排烟技术已经从单一的机械排烟发展为机械排烟与自然排烟相结合的综合系统, 这不仅提高了系统的可靠性, 还在一定程度上降低了能源消耗。因此, 无论从保障人员安全还是保

护建筑财产的角度考量, 防排烟系统都在高层建筑消防安全体系中占据着核心地位, 其施工质量直接关系到整个建筑的火灾防控能力。

2 高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术分析

2.1 施工前的准备工作

高层建筑防排烟系统施工前的充分准备是确保工程质量的基础环节。深入剖析工程特点, 首先应当着眼于施工方案的制定与优化, 需结合建筑功能定位、平面布局特征以及消防规范要求, 进行多方案比选与技术经济分析, 确保方案既满足法规标准, 又具备实施可行性。具体而言, 方案制定过程中应当明确施工流程、技术参数、质量控制点以及关键节点的施工措施, 并针对不同楼层高度、不同功能区域制定差异化的实施策略。其次, 施工材料与设备的选择与检验同样至关重要, 应当建立严格的采购验收制度, 对进场的风管材料、防火阀、排烟风机等关键设备进行性能测试与质量检验。不仅要核对产品合格证书、检测报告等技术资料, 还需进行实物抽检, 确保设备性能参数符合设计要求, 材料防火等级满足规范标准。尤其是排烟风机、防火阀等关键设备, 应进行功能测试, 验证其在高温环境下的可靠性, 从源头上保障防排烟系统的安全稳定运行。

2.2 管道设计与布局

探究高层建筑防排烟管道设计的核心要点, 首先应着眼于管道走向与分布的合理规划, 这需以火灾荷载分布和烟气流动规律为依据, 综合考虑建筑结构、

装修风格与设备管线等多种因素。在具体实施过程中,管道布置应遵循“最短路径原则”,减少弯头和三通等阻力部件的使用,同时确保排烟干管坡度符合规范要求,通常以不小于 0.5% 的坡度向排烟风机方向倾斜,避免冷凝水积聚影响系统性能。立管与水平管连接处则需设置检修口,便于后期维护。与此同时,管道系统的密封与保温处理同样不容忽视,高温烟气输送过程中的严密性关系到系统的有效性^[1]。施工中应对法兰连接、角钢连接等薄弱环节采用耐高温密封材料进行处理,并对穿越防火分区的管道段设置防火封堵,确保管道系统在火灾情况下保持完整性。在保温方面,应根据管道所处环境和输送介质特性,选择合适的保温材料和厚度,既保证隔热效果,又防止冷凝水产生,延长系统使用寿命。

2.3 风机的选择与安装

排烟风机其选型与安装质量直接决定了排烟效率。深入探讨这一环节,首先需明确风机的性能参数与选型依据,排烟风机的选择应当基于建筑高度、防烟分区面积以及相关规范要求进行科学计算。一般而言,高层建筑排烟风机应满足 280℃ 环境下持续运行 30 分钟以上的性能要求,风量选取应确保防烟分区内烟气排放速率不低于 60 立方米/小时·平方米,同时风压选择需克服系统阻力并预留 20% 的裕量。具体型号确定还应综合考虑风机噪声控制和能耗指标,优先选择高效节能的双速风机,以适应不同工况需求。在风机安装位置与固定方式方面,高层建筑的排烟风机通常设置在专用机房或屋顶,安装时应确保基础牢固、减振措施到位。具体而言,风机基础应采用不低于 C20 的混凝土浇筑,底座与基础之间设置减振垫,进出风口处采用柔性连接,有效降低振动传递。对于屋顶安装的风机,还需增设防雨罩和防鸟网,并确保检修空间充足。此外,风机控制系统的安装也需特别关注,确保其与消防联动系统的有效对接,实现火灾情况下的自动启动功能。

2.4 排烟口与防火阀的设置与安装

排烟口与防火阀作为防排烟系统的关键节点,其设置与安装直接影响烟气控制效果。深入分析排烟口位置与数量确定的技术要点,应综合考虑建筑空间特性与火灾烟气流动规律。根据现行规范,排烟口一般设置在顶棚或靠近顶棚的墙面上,距离墙角不应小于 0.5 米,排烟口之间的水平距离不应大于 30 米,且每个防烟分区的排烟口不应少于 2 个,以确保任一排烟口失效时系统仍能正常工作。在面积较大的开敞空间,应采用均匀分布原则布置排烟口,避免出现排烟死角。

防火阀的安装位置与功能要求同样需要精心设计,防火阀应设置在防火分区的管道穿越处,且距离墙面或楼板不大于 200 毫米,确保火灾时能有效阻断火势蔓延。在功能方面,防火阀应满足耐火等级要求,并配备可靠的温感、烟感或电动启动装置。排烟口与防火阀的联动控制是实现智能化防排烟的核心,系统应通过消防控制中心集中管理,确保火灾发生时,相关区域的排烟口自动开启,防火阀根据火灾位置做出相应动作,形成科学的排烟路径,同时防排烟系统还应与消防水系统、喷淋系统等形成协同联动,构建立体化的消防防护体系。

2.5 自然排烟与机械排烟技术的运用

在高层建筑暖通消防工程中,自然排烟与机械排烟技术的合理运用是提升系统整体性能的关键所在。深入探讨自然排烟窗的设计与运用,应立足于充分利用建筑自身条件和自然气流特性。自然排烟窗通常设置在建筑外墙或屋顶,其有效面积应根据防烟分区面积确定,一般不小于该区域面积的 2%,且应具备火灾时自动或远程开启功能。在设计方面,排烟窗应充分考虑建筑所处地区的主导风向和季节变化特点,窗体结构需满足防雨、防尘要求,同时确保启闭灵活可靠。对于大型商场、展览厅等空间高大的场所,可采用自动感温排烟天窗,结合建筑热压效应,实现快速排烟。而机械排烟系统的构成与工作原理则更为复杂,典型的机械排烟系统由排烟风机、排烟管道、排烟口、防火阀以及控制设备等组成,通过创建负压区域,引导烟气按预定路径流动并排出建筑。在系统设计中,应特别注意风机的变频控制和多级启动策略,以适应不同火灾情景的需求^[2]。在实际工程中,往往将自然排烟与机械排烟结合使用,如低层区域采用自然排烟,高层区域采用机械排烟,或者同一空间内主排烟采用机械方式,补风通道则利用自然开口,这种复合策略既能提高排烟效率,又能降低系统能耗,还代表了现代防排烟技术的发展方向。

3 高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术的优化策略

3.1 科学合理制定施工方案

高层建筑防排烟系统的施工方案制定是整个工程的总纲,其科学性与合理性直接影响施工质量与效率。深入探究施工方案优化的具体路径,首先应重视结合建筑条件与功能要求制定施工方案,这需要工程技术人员深入现场,全面掌握建筑结构特点、功能分区布局以及使用需求等基础信息。在方案编制过程中,应

采用BIM技术进行管线综合排布模拟,识别排烟管道与其他设备管线的碰撞点,提前解决空间矛盾,优化施工路径。同时,针对不同功能区域的防火要求差异,制定相应的分区施工策略,如对于人员密集的商业区域,可优先安排防排烟设施施工,确保关键区域的消防安全^[3]。其次,加强技术交流与学习,提高施工方案的科学性也尤为重要,这要求建立定期的技术研讨机制,组织设计单位、施工单位和监理单位共同参与方案评审,集思广益优化技术细节。具体而言,可通过召开专题技术交底会,邀请行业专家进行专业指导,或组织施工人员赴优秀工程项目参观学习,掌握先进施工经验与工艺。此外,定期跟踪国内外防排烟技术的最新发展趋势,及时将新技术、新材料、新工艺融入施工方案,不断提升方案的前瞻性与创新性,为高层建筑防排烟系统的高质量施工奠定坚实基础。

3.2 严格控制施工材料的质量

施工材料质量是高层建筑防排烟系统安全可靠运行的物质保障。深入分析质量控制的关键环节,首先应着力确保进场材料符合标准要求,这需建立完善的材料采购与验收制度。具体实施中,应要求供应商提供详细的产品技术参数和质量证明文件,包括但不限于产品合格证、检验报告、防火性能测试结果等,并与设计文件和相关标准进行逐一核对。对于重要材料如防火阀、排烟风机等,应坚持“同类产品三家比选”原则,通过综合评估确定最优供应商。材料进场后,应按照相关规范要求抽样检验,尤其是风管材料的厚度、法兰连接件的强度以及密封材料的耐温性能等关键指标,必须达到设计要求。其次,对关键部位进行检查与测试,防止材料变形或开裂同样不容忽视。在施工过程中,应对风管制作质量进行全程监控,确保其平整度、刚度和密封性满足要求。对于大截面风管,应增加加强筋,防止运行时产生变形;对防火封堵材料的施工,应严格控制材料配比和施工环境温度,避免因温度变化导致材料开裂;对排烟口和防火阀等功能部件,应进行模拟运行测试,验证其在不同温度条件下的工作可靠性^[4]。此外,还应建立材料跟踪档案,记录各类材料的使用位置和性能参数,为后期维护和可能的问题排查提供依据,从而全方位保障高层建筑防排烟系统的施工质量。

3.3 提高施工人员的专业技能与安全意识

高层建筑防排烟系统施工的复杂性和专业性,决定了施工人员素质对工程质量的关键影响。深入探讨施工队伍建设的途径,首先应着力加强施工人员的技术培训与安全教育,这需要构建系统化的培训体

系。具体而言,技术培训应包括理论学习与实操训练相结合,重点讲解防排烟系统的工作原理、施工工艺要点和质量控制标准,同时组织施工人员进行管道连接、设备安装等关键工序的实操演练,确保掌握标准施工方法。安全教育则应突出高空作业、电气安全、动火作业等高风险作业的防护措施,培养施工人员的风险识别能力和应急处置能力。培训形式可采用“师带徒”结对传授、定期技术讲座以及现场观摩等多种方式,强化培训效果。其次,建立健全质量管理体系,确保施工过程的规范化也至关重要,这需要制定详细的质量控制流程和检查标准,明确各岗位责任人和质量控制点。在实际操作中,应实行“三检制”(自检、互检、专检)和样板引路策略,对关键工序如风管连接、防火封堵、设备安装等设置质量验收节点,实行过程控制与结果控制相结合^[5]。同时建立奖惩机制,对质量优秀的施工班组给予物质和精神奖励,对质量问题实行严格责任追究,形成重视质量的良好氛围。此外,还应定期组织施工质量评比和技能竞赛,提升施工人员的荣誉感和责任意识,从而全面提高高层建筑防排烟系统的施工质量和安全水平。

4 结束语

高层建筑暖通消防工程防排烟施工是一项系统性、专业性很强的工作,其施工质量直接关系到建筑消防安全和人员生命财产安全。本文通过分析防排烟系统在高层建筑消防安全中的重要作用,系统探讨了防排烟施工各环节的技术要点,并提出了优化防排烟施工的针对性策略。在实际工程中,还需要根据建筑实际情况,不断总结完善施工技术,持续提升防排烟系统的可靠性和有效性。只有施工单位、监理单位、设计单位等各方密切配合,形成全过程、全要素的质量管理,才能切实保障高层建筑的消防安全,为人民群众生命财产安全提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 石嘉祺. 刍议高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术[J]. 四川建材, 2024, 50(10): 233-235.
- [2] 郭金旺. 高层建筑消防工程防排烟施工技术分析[J]. 绿色建造与智能建筑, 2024(10): 116-119.
- [3] 陈延香. 探析高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术的应用[J]. 产品可靠性报告, 2023(10): 71-73.
- [4] 陈曦. 高层建筑暖通消防工程防排烟施工质量保障措施探讨[J]. 工程技术研究, 2023, 08(09): 117-119.
- [5] 卞云庆. 高层建筑暖通消防工程中的防排烟施工技术分析[J]. 住宅与房地产, 2020(26): 103-104.