

探讨建筑暖通工程中防排烟系统常见质量问题

文 / 杨 雪 湖北省机电院集团股份有限公司

摘要：本研究聚焦建筑暖通工程中防排烟系统质量问题，通过分析风量计算、风口布置、风管安装、设备安装精度及材料选用等方面问题，探讨其对人员疏散、消防救援和建筑结构安全的影响。采用文献综述、案例分析和理论推导等方法，发现设计、施工和材料选用环节存在诸多问题。针对这些问题，提出优化设计流程、加强施工质量管理、严格把控材料质量等解决策略，并建立质量监督管理体系、强化施工培训与教育、推广应用新技术与新材料等预防措施，以提升防排烟系统的可靠性和稳定性，保障人民生命财产安全。

关键词：建筑暖通工程；防排烟系统；质量问题；解决策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.14.024

引言

随着城市化进程的加速和高层建筑的增多，建筑火灾安全成为社会关注的焦点。防排烟系统作为建筑防火的重要组成部分，其性能直接关系到火灾发生时的人员疏散、消防救援和建筑结构安全。然而，在实际工程中，由于设计、施工及材料等多方面因素的影响，防排烟系统存在诸多质量问题，亟待解决。本文将从技术层面出发，深入剖析防排烟系统常见的质量问题及其成因，并提出有效的解决策略和预防措施，以期为提高建筑防火安全水平提供参考。

一、防排烟系统常见质量问题分析

（一）设计方面的问题

在防排烟系统里，各防烟分区间排烟量差距悬殊，已成为一个亟待解决的突出问题。这种过大的差距会使系统运行失衡，部分区域排烟能力捉襟见肘，而另一些区域却排烟能力过度冗余，极大地干扰火灾发生时的排烟成效，对人员疏散安全构成严重威胁。就拿大型商业综合体来说，这里人员高度密集，内部空间错综复杂，中庭、回廊、门店等不同空间对排烟量的需求大相径庭。尽管《建筑防排烟系统技术标准》（简称“烟规”）允许各防烟分区合用同一个排烟系统，然而在实际操作中，风机选型却难以平衡各分区之间的排烟量差距，最终造成部分分区排烟能力不足，而其他分区排烟能力过剩的尴尬局面。鉴于此，对于排烟需求差异显著的分区，采用设计独立排烟系统的方式，能够有效规避不同分区之间的相互干扰，确保排烟效果与人员安全。

风口布置不合理也较为常见。部分设计方案中，风口位置的设置未能结合建筑空间布局和气流组织规律。比如在一些长走廊区域，若风口过于集中，烟雾不能被及时有效地抽吸排出，会导致烟雾在局部区域积聚；而过于分散，则可能影响整个排烟系统的均匀性和效率，进而造成局部烟雾积聚现象，对人员疏散和消防救援产生不利影响^[1]。

（二）施工方面的问题

风管安装不规范问题较多。在施工过程中，风管的安装存在诸多弊端。一是风管的连接处密封处理不当，这是较为普遍的现象，常常出现漏风情况，这无疑会降低排烟系统的风量和风压，使排烟效果大打折扣，无法

有效履行排烟职能。二是风管的支架间距不符合要求，过长的风管跨度在自重作用下容易产生变形，这种变形会进一步影响通风阻力和排烟顺畅性，导致排烟不畅，影响整个防排烟系统的正常运行。

设备安装精度不够对系统运行影响巨大。防排烟系统中的风机、排烟口等设备的安装精度至关重要。然而在实际施工时，却存在诸多问题。例如风机的底座未进行平整找平处理，运行时就会产生振动和噪声，这些不仅会影响风机自身的使用寿命，还可能对与之相连的风管等部件造成破坏。排烟口的开启灵活性不佳也是一大隐患，在紧急情况下不能迅速正常开启，从而延误排烟时机，无法及时排出烟雾，影响救援工作的开展。

（三）材料选用方面的问题

风管材料耐火性能不足埋下安全隐患。一些工程为了降低成本，选用了耐火性能不达标的风管材料。在火灾高温环境下，这类风管极易迅速变形、破损，进而失去排烟功能，不仅无法有效排烟，甚至可能成为火势蔓延的通道，加剧火灾危害程度，对整个建筑的消防安全构成严重威胁。防火阀等配件质量低劣影响系统防护功能。市场上防火阀产品质量参差不齐，部分工程采购了质量不合格的防火阀。这些防火阀在火灾时往往不能正常关闭或关闭不严密，无法有效阻断烟气流通，致使防排烟系统的分区防护功能失效，不能阻止火灾通过风管蔓延至其他区域，削弱了防排烟系统的整体效能。

二、防排烟系统质量问题的影响

（一）对人员疏散的影响

当防排烟系统因质量问题无法有效工作时，建筑内烟雾弥漫速度会显著加快且浓度急剧升高。在这种情况下，人员疏散时视野将严重受阻，难以清晰看到疏散指示标志和安全出口的准确方向。这极易引发恐慌情绪的蔓延，进而导致疏散秩序陷入混乱。疏散时间的延长，无疑增加了人员被困的可能性，使得伤亡风险大幅上升，严重威胁到人员的生命安全。

（二）对消防救援的影响

对于投身消防救援的人员而言，浓烟会极大程度地降低他们的能见度。这将使他们难以精准判断火势的大小、燃烧范围以及被困人员所处位置等关键信息，从而

对灭火和救援行动的开展效率产生严重的负面影响。同时,消防人员在充满烟雾的环境中长时间进行救援作业,其自身健康也会受到极大的威胁。这种情况不利于整个救援工作的顺利推进,可能导致救援难度大幅增加^[2]。

(三) 对建筑结构安全的影响

大量烟雾中蕴含着多种有害物质,其中酸性气体等会对建筑结构中的金属材料产生强烈的腐蚀作用。这种腐蚀会逐渐降低结构的强度和耐久性,削弱建筑结构的稳定性。在长期作用下,建筑结构的承载能力将会下降。特别是在高温火灾环境中,建筑结构受损的速度会进一步加速。这种情况下,甚至可能引发建筑局部或整体坍塌事故,一旦发生,将会进一步扩大火灾损失,造成更为严重的后果。

三、解决防排烟系统质量问题的策略

(一) 优化设计流程与方法

精准计算风量是保障防排烟系统效能的基石。设计单位应构建全面且细致的建筑信息数据库,涵盖建筑类型、使用功能、人员流动特点等多维度数据,为风量计算提供坚实基础。在计算过程中,严格遵循权威规范标准,采用科学合理的计算模型,如依据不同场所火灾热释放速率确定排烟量计算公式,并结合实际情况进行适度修正,确保计算结果既准确又可靠,从源头上杜绝因风量不足导致的质量问题,为后续施工和运行奠定良好基础。

合理规划风口布局是提升排烟效果的关键。设计人员要深入研究建筑空间气流场分布规律,借助先进的计算机模拟技术等手段,根据建筑不同区域的功能特性和形状特点,全面考量空气流动路径、烟雾扩散趋势等因素,合理确定风口的位置、数量和尺寸,使排烟更加高效均匀,有效避免烟雾死角的出现,确保在火灾发生时,烟气能够迅速排出。对烟羽流进行分析并合理布置排烟口是确保火灾时烟气能够高效排出的关键步骤,利用计算流体力学(CFD)软件对烟羽流进行数值模拟,预测烟气的运动路径和聚集区域,可以确定烟气的运动路径和聚集区域,从而优化排烟口的布置,为人员疏散和消防救援争取宝贵时间。

(二) 加强施工质量管理

规范风管安装工艺是保证防排烟系统气密性和稳定性的重要环节。施工单位应制定严格且详细的风管安装施工操作规程,涵盖从材料搬运、储存到安装过程的每一个细节,加强对施工人员的专业技能培训,提高其质量意识和操作水平。在风管连接处,严格按照密封要求选用合适的密封材料,如耐高温、耐腐蚀的密封胶垫或密封胶条,并采用正确的连接方式和紧固工艺,确保连接处的气密性达到设计标准。同时,严格控制风管支架的安装间距和位置,根据风管的材质、壁厚及规格等因素确定合理的支架参数,保证风管安装牢固且不会因自重或其他外力作用而变形,从而确保整个系统的可靠性和耐久性^[3]。

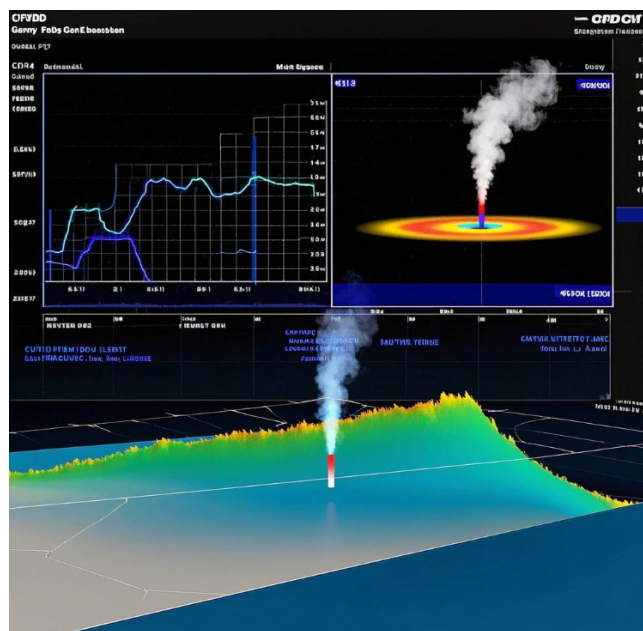


图 1: 计算机模拟防排烟系统

提高设备安装精度是确保设备正常运行的核心。在设备安装前,施工人员要对设备基础进行细致入微的平整度检查和精确调整,确保风机等设备的底座平稳可靠,为设备的稳定运行提供良好条件。对于排烟口等设备的安装,要严格按照产品说明书的要求进行规范操作,保证其开启灵活、关闭严密。在安装完成后,进行全面且深入的设备调试和检测工作,及时发现并解决安装过程中出现的问题,如设备的同心度偏差、启闭力异常等,确保设备在关键时刻能够正常发挥作用,保障防排烟系统的高效运行。

(三) 严格把控材料质量

选用合格风管材料是建设高质量防排烟系统的前提。建设单位和施工单位应牢固树立质量第一的观念,在材料采购环节严格把关。优先选择具有良好耐火性能、符合国家标准的风管材料,如镀锌钢板风管防火包裹、成品排烟风管等。在材料进场时,必须进行严格、细致的质量检验,核查材料的材质证明、检验报告等文件,对风管材料的厚度、强度、耐火极限等关键指标进行抽检,确保用于工程的材料质量可靠,杜绝因材料质量问题引发的安全隐患。只有从源头上保证材料质量,才能为防排烟系统的建设和运行提供坚实的物质保障。确保配件质量优良是保障系统正常运行的重要一环。对于防火阀、排烟阀等关键配件,要选择正规生产厂家生产的产品,查看产品的认证标识和质量检测报告。在安装前,对配件的外观、动作灵活性、密封性能等进行严格检查测试,严禁使用质量不合格的配件。在使用过程中,定期对配件进行维护保养和功能检测,确保其在关键时刻能够正常发挥作用。配件虽小,但却关乎整个系统的运行效果和安全性,只有保证每个配件的质量,才能确保防排烟系统的可靠性和稳定性^[4]。



图 2：成品排烟风管

四、防排烟系统质量问题的预防措施

(一) 建立质量管理体系

为有效预防防排烟系统质量问题，建设单位应充分发挥主导作用，积极牵头组织设计单位、施工单位、监理单位等各方主体，共同建立一套完善且高效的建筑暖通工程质量监督管理体系。在这个体系中，要明确各参与方在防排烟系统施工过程中的具体质量责任和义务，确保每个环节都有专人负责，不留责任空白。同时，制定详细且具有可操作性的质量管理制度和考核办法，为质量管理提供坚实的制度保障。监理单位作为质量监督的重要力量，要加强对施工全过程的质量监督。严格按照监理规范和设计文件要求，对防排烟系统的关键环节和隐蔽工程进行旁站监理和平行检验。在旁站监理过程中，监理人员要密切关注施工操作是否符合规范要求，及时发现并纠正施工中的不规范行为。平行检验则要求监理人员对已完成的工序进行抽样检查，确保施工质量符合设计和标准要求。通过这种全方位、多层次的质量监督，及时发现并纠正施工中的质量问题，为防排烟系统的施工质量提供有力保障^[5]。

(二) 强化施工人员培训与教育

施工单位应高度重视施工人员的素质提升，定期组织施工人员参加专业技术培训和质量意识教育活动。在专业技术培训方面，内容涵盖防排烟系统的设计原理、施工工艺标准、质量验收规范以及相关安全知识等。通过邀请行业专家进行授课、现场演示等方式，让施工人员深入了解防排烟系统的内在原理和施工要求，熟练掌握施工过程中的关键要点和质量控制方法。例如，在培训中详细讲解风管安装的密封要求、风口布局的合理性等内容，使施工人员明白每个细节对于整个系统性能的影响^[6]。同时，加强质量意识教育活动，通过案例分析、质量事故警示等方式，让施工人员深刻认识到质量问题的严重性，从而增强其质量责任意识。通过这些培训和教育活动，提高施工人员的专业技能水平和质量责任意识

识，使其在实际施工中能够严格按照规范要求操作，减少因人为因素导致的质量问题，为防排烟系统的施工质量奠定坚实的人员基础。

(三) 推广应用新技术与新材料

在建筑行业不断发展的今天，鼓励加大对防排烟系统新技术、新材料的研发和应用力度具有重要意义。例如，推广应用具有高效排烟性能的新型风机设备，这些风机设备在排烟量、风压等方面具有更出色的表现，能够在火灾发生时迅速排出大量烟气，有效改善疏散通道内的空气质量，为人员疏散争取更多时间。智能火灾探测与联动控制系统也是一项值得关注的新技术，它能够实时监测火灾情况，并及时触发防排烟系统的相关设备进行联动反应，实现快速、精准的排烟控制。此外，高性能的防火隔热材料的应用也能有效提升防排烟系统的性能和可靠性。这些新技术和新材料的应用，可以从技术上预防质量问题的产生，推动建筑暖通工程防排烟系统质量水平的不断提高，为建筑消防安全提供更有力的保障^[7]。

结语

综上所述，防排烟系统在建筑防火中的重要作用不言而喻，但其质量问题也不容忽视。通过深入分析风量计算、风口布置、风管安装、设备安装精度及材料选用等方面的常见质量问题，我们明确了这些问题对人员疏散、消防救援和建筑结构安全构成的潜在威胁。为解决这些问题，必须从优化设计流程、加强施工质量管理、严格把控材料质量等多方面入手，同时建立完善的质量监督管理体系，强化施工人员培训与教育，积极推广应用新技术与新材料。只有这样，才能有效提升防排烟系统的可靠性和稳定性，确保建筑在火灾等紧急情况下能够发挥应有的防护作用，最大限度地保障人民生命财产安全。未来，随着科技的不断进步和建筑行业的持续发展，我们有理由相信，通过不断的技术创新和管理创新，防排烟系统的质量将得到进一步提升，为构建更加安全、和谐的建筑环境贡献力量。

参考文献

[1] 王凯，白庚宇．住宅建筑暖通工程中防排烟系统常见质量问题分析[J]．居舍，2025，(05):160-163.
 [2] 赵阳．建筑暖通工程中防排烟系统常见质量问题分析[J]．工程建设与设计，2022，(15):68-70.
 [3] 叶佳．高层建筑暖通消防工程防排烟系统施工分析[J]．消防界(电子版)，2022，8(12):59-61.
 [4] 曹岩．建筑暖通工程中防排烟系统常见质量问题分析[J]．电脑校园，2023:9412-9413.
 [5] 欧阳俊．高层建筑暖通空调工程中的防排烟施工技术探讨[J]．2023(10):115-117.
 [6] 邢爽．高层建筑暖通空调工程中的防排烟施工技术思考分析[J]．互动软件，2023(7):2300-2301.
 [7] 刘奇齐．建筑暖通的消防安全设计与防排烟设计关键点研究[J]．中国住宅设施，2023(4):82-84.