地铁工程中暖通空调中通风与防排烟施工质量分析

刘传荣

中交机电工程局有限公司 北京 100088

摘要：本文聚焦地铁工程暖通空调通风与防排烟系统施工质量，阐述其系统构成与功能：通风系统以空气处理机组等维持内部空气稳定；防排烟系统则依托防烟分区等保障火灾安全。针对施工常见问题，如设备安装偏差、防火分隔不当等，本文提出质量分析要点，涵盖设计优化、材料设备管理、施工过程及人员组织管理，最终建议强化施工前准备、完善过程控制、严格质量把关，以提升系统施工质量。

关键词：地铁工程；暖通空调；通风系统；防排烟施工质量

1 地铁工程中暖通空调通风与防排烟系统概述

1.1 暖通空调通风系统

暖通空调通风系统（HVAC）是地铁工程中维持内部空气环境稳定的关键设施。它主要由空气处理机组、送排风机、风道及末端设备等组成，负责为地铁车站和隧道提供适宜的温度、湿度和空气流通条件；在地铁车站内，暖通空调通风系统通过空气处理机组对室外新风进行预处理，如加热、冷却、加湿或除湿，以满足室内环境的要求。处理后的空气通过送风道输送至各个区域，为乘客和工作人员提供舒适的环境。同时，系统还具备排风功能，将车站内的污浊空气及时排出，保持空气的新鲜度；在地铁隧道中，通风系统同样发挥着重要作用。由于列车运行产生的热量和废气需要排放，通风系统通过隧道风机将隧道内的空气与车站内的空气进行交换，确保隧道内的空气流通和温度适宜。在紧急情况下，如火灾发生，通风系统还能迅速启动排烟模式，将有害烟雾迅速排出隧道，为人员疏散和救援创造有利条件^[1]。因此，系统在运行过程中需要实时监测和调节，以确保地铁内部环境的稳定与舒适。

1.2 防排烟系统

防排烟系统是地铁工程中保障人员安全的重要设施。在火灾等紧急情况下，防排烟系统能够迅速启动，控制烟气的扩散，为人员疏散和救援争取宝贵时间。防排烟系统主要由防烟分区、排烟风机、风道及排烟阀等组成。在地铁车站内，通过合理划分防烟分区，将车站空间划分为多个相对独立的区域，当某个区域发生火灾时，防排烟系统能够迅速启动该区域的排烟风机，将烟气通过排烟风道排出车站外，避免烟气在车站内蔓延；防排烟系统还具备防烟功能，在火灾初期，系统能够迅速关闭相关区域的防火门和排烟阀，形成相对封闭的防烟区域，阻止烟气向其他区域扩散。另外，防排烟系统

还与地铁工程的火灾报警系统、自动喷水灭火系统等紧密相连，实现联动控制。当火灾报警系统检测到火情时，能够迅速启动防排烟系统，同时触发自动喷水灭火系统，共同应对火灾威胁。

2 通风与防排烟系统施工质量常见问题

2.1 通风系统问题

通风系统在施工过程中的常见问题主要集中在设备安装、风道（风管）制作与安装以及系统调试等环节。在设备安装方面，由于地铁空间狭小，设备布置紧凑，常常出现设备安装位置不准确、固定不牢固等问题，导致设备运行不稳定，噪音过大。风道（风管）制作与安装方面，除了风道接口的密封性不佳、风道内表面不平整等问题时有发生外，风管排布不合理的情况也较为常见。风管排布不合理会导致风管阻力增加，进而使得设备风压不够，无法满足既定的风量及风速要求，这同样会影响风道的送排风效率，降低系统的整体性能。在系统调试阶段，由于调试参数设置不合理或调试不充分，可能导致系统运行时出现风量不足、风速不均等问题，影响地铁内部环境的舒适度。

2.2 防排烟系统问题

防排烟系统在施工过程中的常见问题主要聚焦于防火分隔、排烟风机与风阀的联动控制、系统维护以及排烟系统风口布置等多个核心环节。在防火分隔方面，施工人员对防火分隔的重视程度不够，或者施工过程中的疏忽，常导致防火门、防火墙等关键防火分隔设施的设置不当或损坏，进而使得这些设施在火灾发生时无法有效发挥阻止烟气扩散的作用，增加了火灾的蔓延风险和人员疏散的难度。排烟风机与风阀的联动控制是防排烟系统的核心功能之一，由于控制系统设计的不合理，或者施工过程中的接线错误等问题，排烟风机与风阀可能无法实现正确的联动，从而影响排烟效果，使得烟气

无法被及时、有效地排出火灾现场。缺乏有效的维护机制,或者维护人员的专业技能不足,都可能导致系统设备出现损坏或性能下降的情况,使得系统在火灾等紧急情况下无法及时响应,发挥应有的排烟作用。另外,排烟系统风口布置的不合理也是施工过程中常见的问题。例如,风口布置不当可能导致气流组织不畅,影响排烟效果;排烟风口与送风口设置得过近,可能会干扰气流的正常流动,导致排烟效果不佳;排烟口位置设置过低,甚至低于触发报警的烟感,当烟气上升至风口上方时,可能会因烟感已经触发报警而导致排烟系统延迟启动,使得烟气在风口上方集中,难以有效排除。

2.3 系统综合问题

除了通风系统和防排烟系统各自存在的问题外,系统在综合运行过程中还可能遇到一些跨系统的问题。例如,通风系统与防排烟系统之间的联动控制可能存在问题,导致在火灾等紧急情况下,两个系统无法协同工作,影响排烟效果和人员疏散。由于地铁工程通常涉及多个专业领域的交叉施工,如土建、电气、给排水等,不同专业之间的沟通协调不畅也可能导致系统施工出现偏差或遗漏,影响系统的整体性能和安全性^[2]。

3 地铁工程中暖通空调通风与防排烟施工质量分析

3.1 设计阶段优化

在设计阶段,需从多维度进行优化,以确保系统兼具合理性与可行性。首要考虑地铁工程的特有属性,如地下空间的封闭性、列车运行引发的活塞通风效应等。据此特性,合理布局送排风与防排烟系统,保障空气流通高效且烟雾能迅速排出。例如,隧道通风系统可细分为车站隧道与区间隧道通风系统,利用轨顶与轨底排风有效排除列车进站所带入热量,减轻车站空调冷负荷。设计阶段应着重于系统的智能化与自动化水平提升,采用先进控制系统,如群控系统,实现送风、排风、防排烟等设备的远程监控与高效管理,增强系统运行效率。通过精确计算与模拟,选定适宜的设备规格与布局,防止因设备选型不当造成的能源损耗或系统波动。同时,需兼顾施工可行性与成本效益,在满足功能需求的基础上,尽量精简系统设计,降低施工难度与成本。并注重系统的可扩展性与灵活性,为后续的升级与维护预留空间。本项目特别增设全线站台辅助排烟模式,通过站台公共区新增排烟风管接入轨排风室,使轨排风机参与火灾模式下的排烟,显著提升站台公共区的排烟效能。

3.2 材料与设备管理

在采购环节,严格对供应商进行资质审核和产品检验,确保所采购的材料和设备不仅质量可靠、性能稳

定,还注重其环保性和耐用性,旨在减少对环境的污染与资源的浪费。建立完善的仓储管理制度,实现材料和设备的分类存放、标识清晰,有效避免了混淆和损坏,并定期对库存进行盘点与检查,确保问题能够及时发现并得到妥善处理。在施工过程中,加强对材料和设备的使用管理,严格按照施工图纸和规范要求进行选材与设备配置,以防止因不当使用而引发的质量问题。特别针对排烟系统,强调了对耐火风管的极限要求理解,确保风管设置完全符合设计规范,避免因理解偏差导致的返工。此外,还增加了对耐火风管制作工艺的严格验收,确保风管制作精良,避免因制作工艺粗糙而导致风管阻力不必要的增加,从而影响系统的整体性能。

3.3 施工过程控制

在施工前,对施工图纸和规范要求进行仔细研究和分析,制定详细的施工方案和计划。对施工人员进行技术交底和安全培训,确保施工人员熟悉施工图纸和规范要求,掌握正确的施工方法和操作技能;严格按照施工图纸和规范要求进行施工,对关键工序和隐蔽工程进行旁站监督和验收。在施工过程中,加强对材料和设备的质量检验和检测,确保符合设计要求和质量标准^[3]。建立健全的安全管理制度和环境保护措施,对施工人员进行安全教育和培训,确保施工过程中的安全。采取有效的措施减少对环境的污染和破坏,实现绿色施工;与相关部门和单位保持良好的沟通和协调,及时解决施工过程中出现的问题和困难。同时,注重施工进度控制和管理,确保施工按照计划顺利进行。

3.4 人员与组织管理

3.4.1 专业团队的组建与协作

地铁工程的暖通空调通风与防排烟系统施工涉及多个专业领域,包括暖通、电气、机械、消防等。组建一支跨学科、高素质的专业团队至关重要。团队成员应具备丰富的专业知识和实践经验,能够迅速理解设计意图,准确执行施工计划。同时,团队内部应建立良好的协作机制,确保各专业之间的无缝衔接,避免因沟通不畅导致的施工延误或质量问题。

3.4.2 明确责任与分工

在项目启动之初,应明确各团队成员的职责和分工。通过制定详细的岗位职责说明书,确保每个人清楚自己的工作任务、时间节点和质量要求;建立责任追究机制,对施工中出现的问题进行及时追责和处理,避免责任推诿和逃避。

3.4.3 加强质量监督与验收管理

质量监督与验收是确保施工质量的重要环节,在施

工过程中,应建立严格的质量监督体系,对施工过程进行全面、细致的检查和监控。通过定期的质量检查、隐蔽工程验收和分项工程验收等手段,及时发现和纠正施工中的问题;注重施工质量的记录和文件管理,为后续的质量评估和整改提供依据。在验收阶段,应严格按照相关标准和规范进行验收,确保施工质量符合设计要求和质量标准。

4 提高地铁工程中暖通空调通风与防排烟施工质量的建议与对策

4.1 加强施工前准备工作

施工前的周密准备是确保地铁暖通空调通风与防排烟系统施工质量的基石。首要任务是深化设计图纸的审查与优化,利用BIM技术进行三维建模与管线综合,针对地铁工程地下空间紧凑、管线错综复杂的特点,预先发现并解决设计冲突,有效避免因设计瑕疵引起的施工返工。其次,严格审查进场材料与设备的质量,依据设计规范及国家标准,对风管、防火阀、风机等核心组件实施全面检验,核查合格证明、检测报告及性能参数,确保所有材料与设备均达到设计要求。此外,精心制定施工方案与技术交底计划,清晰界定各施工环节的技术标准与操作流程,特别是对于复杂节点(如风管穿越防火分区、设备与风管连接等),需编制专项施工方案,并通过现场模拟、动画展示等手段,向施工人员详细传达工艺要点,确保他们深刻理解并准确执行,从而减少因操作失误导致的质量问题^[4]。同时,针对特殊区域风管顶部空间受限的情况,如部分主风管安装位置顶部与楼板间距过小,无法采用传统螺栓连接,提出优化措施,如采用内法兰连接等创新方法,以适应狭小空间的需求。

4.2 完善施工过程控制

在风管制作与安装阶段,需严格执行标准化工艺,采用工厂化预制加工减少现场拼接误差,并对风管进行漏光检测,确保漏风率符合规范要求(如低压风管每10m漏光点 ≤ 2 处)。安装时,风管连接处需密封严密,角钢法兰垫片厚度 ≥ 3 mm,共板法兰需采用专用密封胶,避免因密封不严导致的漏风问题。在防火阀与排烟口安装过程中,需按设计位置精确安装,确保其动作灵活、标识清晰,并通过模拟火灾工况测试其联动功能,确保与消防报警系统可靠联动。系统调试阶段需制定专项调

试方案,对风量平衡、漏风率测试、联动测试等关键参数进行逐一验证,调试数据需形成记录并经监理单位确认,确保系统性能达到设计要求。

4.3 强化施工质量控制

施工质量控制需贯穿于地铁工程暖通空调通风与防排烟系统的全生命周期,首先,需建立完善的质量管理体系,明确项目部、施工班组、质检员三级管理职责,推行“三检制”(自检、互检、专检),对关键工序实施旁站监督,确保质量问题早发现、早整改;其次,引入第三方检测机构对系统性能进行独立评估,重点检测漏风率、风速、噪音等参数,第三方检测报告作为验收依据,提升质量公信力。需加强施工人员技能培训,定期组织规范标准、工艺要点、安全操作等方面的培训,推行持证上岗制度,确保关键岗位人员具备相应资质;同时,建立质量追溯系统,通过信息化手段记录材料进场、施工过程、调试检测等全流程数据,实现质量问题的快速定位与整改,为地铁工程通风与防排烟系统的长期稳定运行提供保障。

结束语

地铁工程中暖通空调通风与防排烟系统施工质量的提升,对于保障地铁运营安全与乘客舒适度至关重要。随着技术的不断进步和管理的日益完善,地铁工程暖通空调通风与防排烟系统的施工质量将得到进一步提升。各相关单位应持续加强合作与交流,共同推动地铁工程建设的规范化、标准化和智能化发展,为城市轨道交通的安全高效运行贡献力量。

参考文献

- [1]陈春霞.地铁工程中暖通空调中通风与防排烟施工质量分析[J].建筑工程技术与设计,2021(3):1021.DOI:10.12159/j.issn.2095-6630.2021.03.0985.
- [2]汤湘宇.地铁工程中暖通空调中通风与防排烟施工质量分析[J].建筑工程技术与设计,2020(28):2517. DOI:10.12159/j.issn.2095-6630.2020.28.2434.
- [3]徐彤.地铁暖通空调系统设计中关键问题[J].中学生物学,2021(12):56-57.
- [4]郝英勇.浅谈地铁暖通系统设计的关键问题[J].新课程研究(下旬刊),2020(7):37-38.