

地铁隧道通风空调系统安装要点和质量控制方法

李俊

宁波市轨道交通集团有限公司智慧运营分公司 浙江宁波 315000

DOI : 10.12238/jpm.v6i3.7769

[摘要] 地铁通风空调系统是实现地铁隧道内温度调控、换气通风、排烟防火、空气过滤等功效的应用系统，是实现地铁安全稳定运行的重要组成部分。地铁通风空调系统安装施工是地铁整体机电施工的关键，由于受到安装技术、施工工艺、安装材料等因素的影响，可能出现制冷通风效果难以达到预期标准的情况，进而影响地铁的正常服务品质和运营安全。因此在地铁通风空调系统安装施工过程中，应结合地铁防灾救灾能力，掌握安装施工技术要点，采取必要质量控制措施，避免发生质量问题，提高整体安装质量。

[关键词] 地铁隧道；通风空调系统；安装要点；质量控制

Key points and quality control methods for the installation of ventilation and air conditioning systems in subway tunnels

Li Jun

Ningbo Rail Transit Group Co., Ltd.Smart Operation Branch, Ningbo, Zhejiang 315000

[Abstract] The subway ventilation and air conditioning system is an application system that achieves temperature control, ventilation, smoke exhaust and fire prevention, air filtration and other functions inside the subway tunnel. It is an important component of achieving safe and stable operation of the subway. The installation and construction of the subway ventilation and air conditioning system is crucial for the overall mechanical and electrical construction of the subway. Due to factors such as installation technology, construction techniques, and installation materials, the cooling and ventilation effects may not meet the expected standards, which in turn affects the normal service quality and operational safety of the subway. Therefore, in the installation and construction process of subway ventilation and air conditioning systems, it is necessary to combine the subway's disaster prevention and relief capabilities, master the key points of installation and construction technology, take necessary quality control measures, avoid quality problems, and improve the overall installation quality.

[Key words] subway tunnel; Ventilation and air conditioning system; Installation points; Quality Control

引言

地铁通风空调系统的安装施工质量，对保证地铁空间的空气质量和紧急情况下的安全处置具有十分重要的作用。本文结合地铁通风系统安装施工实际，对其安装过程中的实施要点和质量控制方法进行了探讨，旨在促进地铁通风空调系统安装施工质量，为城市居民乘坐地铁出行创造良好的空间环境，提升城市居民坐地铁出行的舒适性和安全感，并为地铁通风空调系统的安装施工提供参考。

1. 地铁隧道通风空调系统安装要点

1.1. 设备选型与采购

在地铁隧道通风空调系统的建设中，设备选型与采购是至

关重要的第一步。设备选型不仅要考虑设备的性能、效率，还要结合地铁环境的特殊性，如隧道长度、客流量、环境温度等因素。例如，空调机组应选择能有效抵抗隧道内尘埃和有害气体的型号，同时要具备高效能、低能耗的特性。此外，设备的耐用性和维护便利性也是评估的重要标准，以确保长期稳定运行和较低的维护成本。

在采购过程中，需进行严格的供应商评估，包括其技术实力、产品质量、售后服务等多方面。可以参考国内外成功案例，如某城市的地铁项目中，通过公开招标，最终选择了具有丰富地铁项目经验的知名供应商，其设备在实际运行中表现出色，故障率远低于行业平均水平。同时，采用量价分析模型，平衡

采购成本与性能，以实现最优采购策略。此外，采购过程中还应注重合同的严谨性，明确设备的技术参数、交货时间、质保期限等关键条款，以防止因设备问题导致的工程延误或额外成本。

1.2. 空调机组的安装工艺

空调机组的安装工艺是地铁隧道通风空调系统中的核心环节，直接影响到系统的运行效率和稳定性。首先，空调机组的选型需根据隧道的长度、宽度、客流量以及预期的通风需求进行精确计算，确保设备的制冷或制热能力与实际需求相匹配。例如，对于客流量大的主要线路，可能需要选择更大功率、更高能效的设备。此外，设备的尺寸需与隧道内的安装空间相适应，避免影响其他设施的布置。

在安装过程中，空调机组的水平度和固定稳定性至关重要。安装时应使用专业工具进行校准，确保机组在运行中的振动控制在允许范围内，以减少噪声和机械磨损。电气连接部分，需严格按照电气图纸进行，确保电源、控制线和接地线的正确连接，防止因电气问题引发的设备故障。同时，应安装过载保护和故障报警装置，提高系统的安全性。在安装完成后，需进行试运行和性能测试，包括空调机组的制冷/制热效果、风量、噪声等参数的检测，确保其性能满足设计要求。例如，通过模拟隧道内的实际工况，对比测试数据与设计参数，若有偏差需及时调整和优化，以确保空调机组在实际运行中的高效和可靠。

1.3. 通风管道的设计与施工

通风管道的设计与施工是地铁隧道通风空调系统中的关键环节。设计阶段需要充分考虑地铁隧道的长度、断面形状以及预期的客流量，以确保空气流通的有效性。例如，在设计时，可能会采用 CFD (Computational Fluid Dynamics) 计算流体动力学模型，模拟空气在管道内的流动情况，以优化管道布局和尺寸。

施工过程中，管道的制作与安装精度直接影响到通风效果。管道材料通常选用耐腐蚀、防火性能良好的金属或非金属材料，并确保接缝密封性，防止漏风。例如，在某地铁建设项目中，由于严格控制了管道制作的公差，将接缝处的漏风率控制在了 1% 以下，大大提高了整个通风系统的效率。

在施工完成后，对通风管道进行压力试验和气密性检测，确认其在实际运行中的性能，确保在紧急情况下，如火灾时能快速排出烟雾，保障乘客安全。这一步骤的严谨性直接关系到整个通风空调系统能否达到预期的消防和舒适性标准。

1.4. 电气与控制系统布设

在地铁隧道通风空调系统中，电气与控制系统布设是至关重要的环节。这部分工作涉及空调设备的电力供应、信号传输、自动化控制以及安全保护等多个层面。例如，空调机组的电控柜需要配置合理的电气布局，确保设备在启动、运行和停止过

程中的稳定性和效率。同时，控制系统的设计必须考虑到地铁环境的特殊性，如频繁的启停操作、复杂的环境变化以及对能效的高要求。

在布设过程中，应采用先进的自动化技术，如 PLC (可编程逻辑控制器) 或 SCADA (监督控制和数据采集系统)，实现对通风空调设备的远程监控和智能调节。例如，通过设置温度、湿度和 CO₂ 浓度的传感器，系统能自动调整运行参数，确保隧道内环境的舒适性和安全性。此外，考虑到电力安全，必须设置可靠的接地和防雷设施，以及过载、短路等保护装置，以防止电气事故的发生。

2. 安装过程中的质量控制

2.1. 设计图纸的审查与校核

在地铁隧道通风空调系统的质量控制中，设计图纸的审查与校核是至关重要的一步。设计图纸是施工的蓝图，它详细规定了设备的布局、管道的走向、电气控制的配置等关键信息。在审查过程中，需确保图纸的完整性和准确性，包括设备规格、型号与实际需求的一致性，以及管道尺寸、弯头设置是否符合流体动力学原理，以保证通风效率。

在实际操作中，可以采用 BIM (建筑信息模型) 技术进行三维模拟审查，通过模拟施工过程，提前发现并解决潜在的冲突和问题，如管道与其他设施的空间冲突等。同时，设计变更的管理也十分关键，任何修改都应有详细的记录，并通知所有相关方，以防止因沟通不畅导致的施工错误。

2.2. 施工过程的质量监控

施工过程中的质量监控是地铁隧道通风空调系统安装的关键环节，确保每一部分的安装都符合设计标准和安全要求。首先，需对设计图纸进行细致审查，检查设备布局、管道走向等是否合理，避免因设计疏漏导致的返工或安全隐患。在施工过程中，应定期进行质量检查，如空调机组的安装是否牢固，接线是否正确，防止因施工疏忽影响设备的正常运行。此外，通风管道的密封性、平直度等都是质量监控的重点，任何微小的泄漏或弯曲都可能降低通风效率，影响乘客的舒适度。

在关键环节的质量检验中，例如，应使用专业设备对风管的风阻进行测量，确保风量的准确输送。同时，电气与控制系统的布设需遵循相关安全规范，进行绝缘测试和接地检查，防止电气火灾等风险。设备安装完成后，需进行带载试运行，通过数据分析来验证系统的运行性能，确保其在实际运营中能有效排除隧道内的热湿和有害气体。

2.3. 关键环节的质量检验

在地铁隧道通风空调系统的建设中，关键环节的质量检验是确保系统安全、高效运行的重要保障。这包括对设备的性能验证、安装工艺的合规性检查以及系统整体性能的测试。例如，在设备选型与采购阶段，需严格依据设计参数和行业标准，对设备的能效比、噪声水平等关键指标进行检测，确保设备质量

达标。在空调机组安装后,需进行试运行,检查其制冷(热)效果、振动和噪声是否符合标准。此外,通风管道的密封性、电气与控制系统的稳定性和稳定性也是检验的重点,任何微小的疏漏都可能影响到系统的正常运行。

在通风管道设计与施工的质量检验中,应使用计算机模拟分析工具,如CFD(计算流体动力学)软件,预测气流分布,确保通风效果。施工过程中,需定期进行管道的清洁度和气密性检查,防止灰尘积聚或漏风现象。同时,电气与控制系统的布设需符合相关电气安全规范,通过绝缘测试、接地电阻测试等手段,确保系统在复杂电力环境下的稳定运行。

在系统调试与性能测试阶段,应模拟实际运营环境,对空调系统的冷热负荷调节能力、通风量、能效等进行全面测试。一旦发现性能指标不达标,应及时调整优化,直至满足设计要求和行业标准。通过这种方式,我们可以确保地铁隧道通风空调系统在投入运营后,能够为乘客提供舒适、安全的乘车环境,同时降低运行能耗,实现可持续发展。

3. 常见问题及解决方案

3.1. 安装常见问题分析

在地铁隧道通风空调系统的安装过程中,常见问题可能包括设备不匹配、施工误差、管道泄漏以及电气控制系统的复杂性等。例如,设备选型不当可能导致设备运行效率低下,增加能耗。此外,空调机组的安装过程中,若定位不准或固定不牢,可能引发运行时的振动和噪声问题。管道设计不合理或施工时的焊接、密封处理不当,可能导致空气泄漏,影响通风效果。

在电气与控制系统布设时,接线错误或控制系统复杂性可能导致系统无法正常启动或运行不稳定。这需要安装人员具备专业的电气知识和严谨的工作态度,严格按照图纸和操作规程进行。

对于这些问题,解决方案涉及重新设计、设备更换、加强质量检查以及对施工人员进行再培训等。例如,可以采用三维建模软件进行预安装模拟,以减少现场施工的错误。同时,实施严格的质量检验制度,对关键环节进行多次检查,确保设备安装的准确无误。对于复杂的电气系统,可以考虑引入专业的电气工程师进行指导,或者采用模块化设计,降低安装和调试的难度。

3.2. 空调系统运行故障处理

空调系统运行故障处理是地铁隧道通风空调系统中不可忽视的一环。由于地铁环境的特殊性,如持续的振动、高温高湿以及尘埃污染,空调系统可能会出现制冷效果下降、设备过热、噪声过大等问题。因此,建立有效的故障诊断和处理机制至关重要。首先,应定期进行设备状态监测,通过数据分析预测可能出现的故障。可以利用物联网技术实时收集设备运行数据,运用故障预测模型进行异常行为分析,提前发现潜在问题。

其次,当故障发生时,应有快速响应的维修策略。例如,当空调系统出现噪声异常增大时,维修团队应立即定位问题源,可能是风机轴承损坏或风道阻塞,及时更换或清理以恢复系统正常运行。最后,故障后的学习和预防措施也是关键。通过建立故障数据库,记录每次故障的类型、原因、处理方法和修复时间,可以为未来的维护工作提供参考。

3.3. 通风效果不佳的优化措施

在地铁隧道通风空调系统中,通风效果不佳可能会导致乘客舒适度下降,甚至影响到空气质量,对人员安全构成潜在威胁。针对这一问题,优化措施主要包括调整风道设计、提高机械通风效率以及实施智能控制策略。

首先,风道设计的优化是提升通风效果的基础。在实际工程中,可能需要通过增加风道的截面积、减少弯头和三通等阻力部件,或者采用流线型、低阻力的风管材料来改善气流的顺畅度。其次,增强机械通风设备的性能也是关键。这可能涉及更换更大功率的风机、采用变频控制技术以适应不同工况下的通风需求,或者对现有设备进行定期维护和性能校核。最后,利用智能控制策略可以实现通风效果的精细化管理。这包括集成传感器监测环境参数,如CO₂浓度、PM2.5浓度等,以及通过AI算法预测和优化通风策略。

4. 结束语

综上所述,本文详细探讨了地铁隧道通风空调系统的安装要点和质量控制方法,强调了设备选型、空调机组安装工艺、通风管道设计与施工、电气与控制系统布设的重要性。提出了在设计图纸审查、施工质量监控、关键环节质量检验等方面的质量控制措施,以确保地铁通风空调系统的高效、安全运行。

[参考文献]

- [1]李倩.地铁隧道通风空调系统安装要点和质量控制方法[J].工程机械与维修,2024,(05):120-122.
- [2]任锐.地铁车站通风空调系统安装关键技术[J].安装,2023,(10):25-27.
- [3]曹虎.地铁通风空调系统设备安装施工常见问题分析及措施[J].科技创新与生产力,2023,44(07):95-97.
- [4]马林飞.地铁通风空调系统设备安装施工问题及改进措施[J].工程机械与维修,2022,(06):281-283.
- [5]唐宝银.地铁通风空调系统安装注意事项及质量提升措施[J].工程技术研究,2022,7(11):110-112.
- [6]邵永明.通风与空调的安装技术及系统调试方法[J].四川水泥,2020,(04):127.
- [7]刘瑞峰.地铁通风空调系统施工中常见问题及质量控制要点的研究[J].建筑技术开发,2019,46(23):70-71.
- [8]陈意知.通风空调系统安装过程中的问题及处理方法[J].门窗,2019,(19):248.