

城市轨道交通运营期环境监测的要点及对策研究

辛忠跃

中铁第六勘察设计院集团有限公司 天津 300308

摘要: 随着城市化进程加快,城市轨道交通成为公共交通核心,但运营期产生的噪声、振动、电磁辐射等环境影响日益突出。本文结合轨道交通运营期环境持续性、复杂性特征,系统分析大气、噪声与振动、水与固体废物、电磁环境的监测要点,剖析当前监测技术滞后、点位布设不合理等现存问题及成因,从技术、管理、制度保障层面提出针对性优化对策,为提升运营期环境监测水平、防范环境风险、推动轨道交通绿色可持续发展提供理论与实践支撑。

关键词: 城市轨道交通;运营期环境;监测要点;对策

引言:城市轨道交通的快速发展极大缓解了城市交通压力,但其全天候、高频次运营模式,不可避免地对周边环境和居民生活产生持续影响。当前,环境监测作为管控轨道交通运营环境风险的核心手段,仍存在诸多不足,难以满足精准管控需求。基于此,本文聚焦城市轨道交通运营期环境监测要点,深入分析现存问题及成因,探索科学优化对策,对规范监测工作、保障生态环境质量、促进轨道交通与城市环境协调发展具有重要现实意义。

1 城市轨道交通运营期环境监测相关理论基础

1.1 城市轨道交通运营期环境特征

(1)运营期环境影响的持续性:城市轨道交通运营具有全天候、高频次特点,其产生的噪声、振动、电磁辐射等影响不会随运营间隙消失,而是长期作用于周边环境,需持续监测管控。(2)运营期环境影响的复杂性:影响因素涵盖列车运行、站内设备运转、客流集散等,且噪声与振动、废气与电磁辐射等影响相互叠加,不同时段、不同区段影响程度差异较大,监测难度较高。(3)运营期环境敏感点的特殊性:敏感点主要包括沿线居民区、学校、医院等,此类区域人员密集、对环境质量要求高,且受轨道交通影响的范围和程度具有特殊性,需重点监测。

1.2 环境监测核心理论与标准

(1)环境监测的核心内涵与原则:核心是通过科学手段捕捉环境指标变化,为环境管控提供数据支撑,遵循科学性、系统性、时效性和准确性原则,确保监测数据可靠可用。(2)城市轨道交通环境监测相关标准规范:涵盖国家、行业及地方标准,明确了噪声、振动、电磁辐射等指标的监测方法、评价标准,是监测工作的重要依据。(3)环境监测的质量控制理论:贯穿监测全流程,包括监测点位布设、仪器校准、数据采集与分析等环节,核心是控制误差,保障监测数据的真实性和可比性^[1]。

1.3 城市轨道交通运营期环境监测的核心范围

(1)站内环境监测范围:主要包括站厅、站台、设备房等区域,重点监测空气质量、噪声、温湿度及电磁辐射等指标,保障乘客及工作人员舒适安全。(2)线路沿线环境监测范围:涵盖轨道线路两侧一定区域,重点监测列车运行产生的噪声、振动及电磁辐射,掌握其对周边环境的影响程度。(3)周边敏感区域监测范围:针对沿线居民区、学校等敏感点,扩大监测覆盖范围,重点跟踪敏感时段的环境指标,及时排查环境隐患。

2 城市轨道交通运营期环境监测要点分析

2.1 大气环境监测要点

(1)监测指标筛选:结合轨道交通运营特点,优先筛选影响人体健康和周边环境的核心指标,颗粒物重点监测PM₁₀、PM_{2.5},主要来源于列车制动、轨道摩擦及客流携带扬尘;有害气体重点监测CO、NO₂,主要来自车站通风口排出的车辆尾气及设备运行废气,同时可根据站点周边污染源补充监测VOCs等指标。(2)监测点位布设原则与方法:遵循“全面覆盖、重点突出”原则,站内布设于站厅、站台通风口及人员密集区域,确保监测数据反映站内空气质量;线路沿线布设于车站出入口、风亭周边,避开障碍物遮挡,距离地面1.5-2米,保证监测数据的代表性;敏感区域加密布设点位,提升监测精准度^[2]。(3)监测频率与数据采集要求:常规监测每日1次,每次监测时长不少于1小时,高峰客流时段可适当增加监测频次;数据采集采用连续自动监测与人工采样相结合的方式,自动监测数据每5-10分钟记录1次,人工采样需严格遵循规范,确保样品无污染,采集后及时送检,保障数据时效性和准确性。

2.2 噪声与振动环境监测要点

(1)监测指标:噪声监测核心指标为等效连续A声级,重点反映列车运行、设备运转及客流产生的综合噪声水

平；振动监测指标包括振动加速度、振动级，主要监测列车通过时轨道传导的振动，以及设备运行产生的振动，评估其对周边建筑和人体的影响。(2) 敏感点监测重点：针对居民区、学校、医院等敏感点，监测点位布设于敏感点边界处，距离建筑物外墙1米以上，避开反射面；重点监测夜间(22:00-次日6:00)噪声与振动，因为该时段敏感人群对环境干扰更为敏感，需严格控制监测数据不超过相关标准。(3) 监测时段与数据有效性判定：监测时段涵盖列车高峰期运行时段、平峰时段及夜间时段，每个时段监测时长不少于20分钟；数据有效性判定需满足监测时段内列车通过次数不低于3次，无突发噪声干扰，有效数据占比不低于80%，否则需重新监测，确保数据具有代表性。

2.3 水与固体废物环境监测要点

(1) 废水监测指标与监测方法：废水主要包括车站生活污水、设备冷却水及冲洗废水，监测指标重点为COD、BOD₅、氨氮、悬浮物及石油类；采用人工采样方法，在废水排放口定期采样，采样频率每月1次，检测方法遵循国家相关标准，确保监测数据准确反映废水污染程度。(2) 固体废物分类监测与处置跟踪：固体废物分为生活垃圾、危险废物(如废机油、废电池)，监测重点为各类废物的产生量、分类收集情况；跟踪处置流程，确保生活垃圾合规清运至垃圾处理场，危险废物单独存放、专人管理，按规范委托有资质单位处置，做好处置记录^[3]。(3) 地下水环境监测要点：监测点位布设于车站及线路沿线地下水敏感区域，重点监测地下水位、pH值、溶解性总固体、重金属等指标；监测频率每季度1次，分析地下水水质变化趋势，排查车站防渗设施破损等隐患，防止地下水污染。

2.4 电磁环境监测要点

(1) 监测指标：核心监测指标为电场强度(单位：V/m)和磁场强度(单位：μT)，主要来源于列车牵引系统、通信系统及供电设备，重点监测其电磁辐射强度，评估对人体健康和周边电子设备的影响。(2) 监测点位与监测高度要求：监测点位布设于车站设备房周边、线路两侧及敏感点附近，避开高压线路等其他电磁污染源；监测高度为地面1.5米(人体站立高度)，设备房监测需在设备运行状态下进行，确保监测数据贴合实际环境。(3) 监测数据的合规性判断：对照国家电磁环境控制标准，结合轨道交通电磁辐射特点，判断监测数据是否达标；若数据超标，需排查设备运行异常、监测点位不合理等问题，及时采取整改措施，确保电磁环境符合规范要求^[4]。

3 城市轨道交通运营期环境监测现存问题及成因分析

3.1 运营期环境监测现存主要问题

(1) 监测技术与设备滞后：部分站点仍采用传统监测技术，对电磁辐射、细微颗粒物等指标的监测精度不足，部分监测设备老化，无法满足全天候连续监测需求，难以精准捕捉环境指标动态变化。(2) 监测点位布设不合理：点位布设存在“重站内、轻沿线”倾向，敏感区域点位密度不足，部分点位受建筑物、植被遮挡，监测数据无法真实反映实际环境影响，缺乏科学性和代表性。(3) 监测数据质量管控不足：数据采集、传输、分析全流程管控存在漏洞，部分人工采样不规范，仪器未及时校准，存在数据失真、缺失等问题，数据的真实性和可比性难以保障。(4) 监测与管理协同不足：监测数据未有效对接环境管理部门，数据共享不及时，监测结果无法快速转化为管控措施，出现问题后各部门衔接不畅，难以形成监管合力。

3.2 问题产生的技术层面成因

(1) 监测技术适配性不足：现有监测技术与轨道交通运营环境适配度不够，针对列车运行动态干扰下的监测技术研发滞后，无法精准应对复杂环境下的多指标同步监测需求。(2) 设备维护与更新不及时：缺乏完善的设备维护机制，部分老化、故障设备未及时维修更换，仪器校准频次不足，导致设备监测精度下降，无法正常发挥监测作用。(3) 智能化监测水平较低：未广泛应用智能化监测系统，数据采集、分析多依赖人工，自动化程度低，难以实现监测数据的实时传输、精准分析和异常预警。

3.3 问题产生的管理与制度层面成因

(1) 监测管理制度不完善：缺乏针对性的轨道交通环境监测管理制度，对监测流程、数据管控、设备管理等环节规范不明确，监测工作缺乏系统性指导。(2) 责任分工不明确：监测工作涉及多个部门，未明确各部门职责边界，出现问题后相互推诿，导致监测工作推进缓慢，管控措施落实不到位。(3) 标准执行不到位：对城市轨道交通环境监测相关标准规范执行不严格，部分站点未按要求开展监测，对超标数据未及时整改，标准的约束作用未充分发挥。

4 优化城市轨道交通运营期环境监测的对策建议

4.1 技术层面优化对策

(1) 推广智能化监测技术与设备：摒弃传统滞后监测手段，引入物联网、大数据等技术，推广高精度、自动化监测设备，实现大气、噪声、电磁等多指标同步连续监测。优先选用适配轨道交通运营环境的抗干扰设备，定期对设备进行校准维护，提升监测精度和稳定性，同

时搭建智能化监测平台,实现数据实时传输、自动分析,减少人工干预,提高监测效率。(2)优化监测点位布设方案:结合运营实际和敏感点分布,摒弃“重站内、轻沿线”的不合理倾向,科学规划点位布局。站内重点在人员密集区、通风口增设点位;线路沿线合理加密点位,避开障碍物遮挡;敏感区域按规范大幅提升点位密度,确保监测点位覆盖全面、分布合理,能够真实反映不同区域的环境状况,增强数据代表性。(3)完善监测数据质量管控体系:建立覆盖数据采集、传输、分析、存储全流程的管控机制,规范人工采样操作流程,严格执行仪器定期校准制度,杜绝数据失真、缺失问题。建立数据审核机制,安排专人对监测数据进行复核,对异常数据及时排查核实,确保数据的真实性、准确性和可比性,为环境管控提供可靠的数据支撑。

4.2 管理层面优化对策

(1)健全环境监测管理制度:结合城市轨道交通运营特点,制定针对性的监测管理制度,明确监测流程、设备管理、数据管控、人员管理等具体要求,细化操作规范,让监测工作有章可循、有据可依,实现监测工作的规范化、系统化开展。(2)明确责任分工与协同机制:明确环保、轨道交通运营、监测机构等相关部门的职责边界,建立协同工作机制,加强各部门间的沟通衔接,杜绝责任推诿。定期召开协同工作会议,共享监测信息,协调解决监测工作中出现的问题,形成“监测-分析-管控-整改”的闭环管理,提升监管合力^[5]。(3)加强监测人员专业培训:定期组织监测人员开展专业培训,内容涵盖监测技术、设备操作、数据审核、标准规范等,提升监测人员的专业素养和实操能力。建立考核机制,对监测人员的工作质量进行定期考核,激励人员提升业务水平,确保监测工作规范高效推进。

4.3 制度与保障层面优化对策

(1)完善相关标准规范:结合轨道交通运营环境的特殊性,修订完善城市轨道交通环境监测相关标准规范,细

化不同监测指标的监测方法、评价标准和整改要求,增强标准的针对性和可操作性,为监测工作和环境管控提供明确的依据。(2)加大监测投入保障:加大资金投入力度,重点用于智能化监测设备的采购、更新和维护,以及监测技术研发、人员培训等工作。建立稳定的投入机制,确保监测设备正常运行、监测工作有序开展,为环境监测工作提供坚实的资金和物资保障。(3)建立监测数据共享与预警机制:搭建跨部门数据共享平台,实现监测数据在各相关部门间的实时共享,打破信息壁垒。建立环境指标异常预警机制,设定合理的预警阈值,当监测数据超标时,及时发出预警信号,相关部门快速响应,采取针对性整改措施,防范环境风险。

结束语

城市轨道交通运营期环境监测是保障生态环境、维护公众权益的重要举措,其监测质量直接关系到环境管控成效与轨道交通绿色发展。本文梳理的监测要点的和优化对策,覆盖技术、管理、制度全维度,可有效解决当前监测工作中的突出问题。未来,需持续完善监测标准、推广智能技术、强化协同管控,不断提升监测精度与效率,助力实现轨道交通运营与生态环境的和谐共生,为城市可持续发展注入动力。

参考文献

- [1]刘欣童,牛学军.我国城市轨道交通网络化建设发展现状及对策[J].交通企业管理,2025,14(3):19-22.
- [2]司玉良.我国城市轨道交通发展现状与策略[J].交通世界,2025,9(21):40-45.
- [3]高雨楠,张庭祯.城市轨道交通运营管理[J].建筑技术科学,2024,23(06):184-187.
- [4]郑玉杰.城市轨道交通运营期环境监测的要点及对策研究[J].建筑理论,2023,15(12):213-215.
- [5]程德超,李文超.城市轨道交通运营期环境监测的要点及对策研究[J].建筑技术科学,2024,10(03):127-130.