

城市环境噪声污染与监测技术研究

张卫清 王安银 阿比达·扎克尔

伊犁州生态环境局伊宁市分局伊宁市环境监测站, 新疆 伊宁 835000

[摘要]随着城市化进程的不断加快,城市环境中的噪声污染问题日益严重,已成为影响居民生活质量和健康的重要因素之一。日常生活遭受噪声污染侵扰,此状况不仅危害人们的生理与心理健康,更可能对城市的生态环境造成负面影响。在城市环境保护领域,探究城市环境噪声污染的生成途径、扩散机制、潜在风险及其有效的监测手段,已成为关键议题。城市噪声污染的成因与种类首当其冲被剖析,其对人民健康造成的危害亦被深入研究,此外,文章对现行的噪声监测技术进行了详尽的梳理,特别是聚焦于声学传感器、无线监测系统以及大数据处理技术在噪声监测领域的应用,并对其进行了重点阐述。环境管理领域内,噪声污染监测技术的未来发展走向及其应用前景备受关注。研究表明,监测技术的持续进步与智能化设备的广泛应用,使得城市环境噪声污染的监测更为精准高效,为城市的持续发展贡献了坚实的科技助力。

[关键词]城市环境; 噪声污染; 监测技术; 健康影响; 声学传感器; 大数据

DOI: 10.33142/sca.v7i12.14710

中图分类号: X827

文献标识码: A

Research on Urban Environmental Noise Pollution and Monitoring Technology

ZHANG Weiqing, WANG Anyin, ABIDA Zhakeer

Yining City Environmental Monitoring Station, Yining Branch of Yili Prefecture Ecological Environment Bureau, Yining, Xinjiang, 835000, China

Abstract: With the continuous acceleration of urbanization, noise pollution in urban environments has become increasingly serious and has become one of the important factors affecting residents' quality of life and health. Daily life is affected by noise pollution, which not only endangers people's physical and mental health, but may also have a negative impact on the ecological environment of the city. In the field of urban environmental protection, exploring the generation pathways, diffusion mechanisms, potential risks, and effective monitoring methods of urban environmental noise pollution has become a key issue. The causes and types of urban noise pollution are the first to be analyzed, and the harm it causes to people's health is also deeply studied. In addition, the article provides a detailed review of current noise monitoring technologies, especially focusing on the application of acoustic sensors, wireless monitoring systems, and big data processing technology in the field of noise monitoring, and elaborates on them in detail. In the field of environmental management, the future development and application prospects of noise pollution monitoring technology have attracted much attention. Research has shown that the continuous advancement of monitoring technology and the widespread application of intelligent devices have made the monitoring of urban environmental noise pollution more accurate and efficient, contributing solid technological support to the sustainable development of cities.

Keywords: urban environment; noise pollution; monitoring technology; health impact; acoustic sensors; big data

引言

随着全球城市化进程的加快,城市环境的噪声污染问题日益凸显,成为影响城市居民生活质量的重要因素之一。噪声污染的产生渠道繁多,涵盖交通噪声、建筑施工作业噪声、工业生产噪声以及公共娱乐设施噪声等诸多方面,噪声污染困扰城市,不仅侵扰了民众的睡眠,干扰了工作效率,打乱了日常生活节奏,而且与众多健康隐患紧密相连,特别是长时间处于高噪声环境中,有风险引发听力损害、心血管疾病以及焦虑症等身心疾病^[1]。在当前城市管理层面,如何高效执行噪声污染的监控与治理工作,已成为一项亟待解决的关键议题。环境保护领域因噪声监测技术的进步而拥有了至关重要的工具,往昔,以人工搜集与单一点位监测为主的噪声监测手段,难以对城市噪声污染

的全方位态势作出即时呈现。无线传感网络、大数据处理与智能分析融合的噪声监测技术,因信息技术和传感器技术的迅猛进步,已成为研究领域的焦点。在覆盖城市全域的噪声监测网络框架下,依托高效的数据处理与分析技术,对噪声污染源实施实时监控与精准管理,以此为基础,为构建有效的噪声控制策略提供可靠的数据支撑。

1 城市环境噪声污染的来源与影响

城市环境噪声污染的来源与影响是一个多维度的课题,涵盖了多个方面的因素与复杂的影响机制。在解析城市噪声污染这一现象时,我们注意到其关键来源涵盖交通、建筑、工业及娱乐场所所产生的噪声。高峰时段,汽车、公交、地铁及航空等交通工具所发出的噪声,成为城市中最常见且危害极大的污染源,其强度随交通流量提升而愈

发显著。在城市噪声污染中，建筑施工噪声占据一席之地。尤其在城市建设与基础设施改造环节，混凝土搅拌机、起重机械及电钻等大型机械设备产生的强烈噪声，给周边居民的日常生活带来了严重干扰。生产设施，诸如工厂、加工厂、发电厂等，其工业噪声常在生产环节中产生持续声波，尤其在一些制造业集聚的城市地带，噪声污染现象愈发显著。

噪声污染的影响是广泛而深刻的，既涉及人类健康，又影响社会环境的和谐。长期置身于高噪声环境中，易诱发诸如听力损伤、高血压、心血管疾病等多种生理性问题，生理应激反应因噪声污染持续加剧而提升，长期暴露于此，人体免疫力、神经系统及内分泌系统遭受不良影响的风险显著上升，疾病发生率亦随之增加。噪声污染对心理健康的影响不容忽视，过度噪声可加剧焦虑与压力，并可能触发睡眠障碍与注意力问题，夜间高噪声环境对睡眠质量与身心健康造成的危害尤为显著，城市生态环境遭受噪声污染之害，导致动物栖息地被破坏，生物生活节奏紊乱，进而降低生物多样性^[2]。

2 城市环境噪声监测技术现状

城市环境噪声监测技术现状经历了从传统人工监测到现代智能化监测技术的快速发展，逐步形成了较为完整的技术体系。依赖人工采样的传统噪声监测方法，其执行过程以单点监测为主，此手段不仅作业繁重，且难以全面、实时地展现城市噪声污染的全面态势。受限于人力与时间，人工监测需定期派遣人员至各检测点，以对噪声进行测量。然而，这种做法使得城市各区域的噪声状况难以实现实时与动态的监控。在噪声污染监测方面，单点监测技术仅能揭示某一特定区域的噪声水平，却无法全面描绘城市整体的噪声污染分布，亦难以精准锁定噪声源的具体位置和强度，同时，它也难以实现对噪声污染的长期追踪与分析，因而其局限性显而易见^[3]。

随着技术的进步，现代噪声监测技术逐渐以智能化、实时化、多点化为特点发展。城市噪声监测领域，声学传感器技术扮演着举足轻重的角色，它借助高精度传感器对噪声信号进行捕捉，有效呈现出噪声污染的实时状况。城市噪声监测因传感器的运用，得以从原先单一地点的监控范围，扩展至全城的多点监测体系，从而实现对噪声数据的更广泛收集。物联网技术及无线传感器网络的进步，促使城市噪声监测系统朝着联网化和智能化方向不断演进。在城市不同区域广泛布设传感器节点，使得噪声数据能够即时传输至数据中心，由相关部门进行集中处理与分析。

大数据和云计算技术的应用为噪声监测数据的处理和分析提供了强大的支持。运用大数据分析技术，对浩如烟海的噪声监测数据进行深度挖掘，提炼出富含价值的资讯，进而精准地判别噪声污染的起始点、力度、分布形态及其演变轨迹，为环境管理决策部门提供实时支持。噪声污染的直观呈现，得益于数据可视化技术的发展，为决策

者和公众提供了强有力的控制与管理的科学依据。在城市噪声监测技术的领域，尽管已取得显著成果，然而挑战依旧存在。在复杂城市环境中，噪声监测传感器的适应能力有待加强，其精度与稳定性亟须提升；在构建与维护噪声监测体系的过程中，其高昂的成本需求，亟须政策扶持与资金投入。

3 噪声污染监测技术的应用

3.1 噪声监测网络的构建

随着城市噪声污染问题的日益严重，建设高效、全面的噪声监测网络成为解决城市噪声管理问题的关键。在噪声监测网络的构建过程中，现代传感器技术不可或缺，而无线传感网络（WSN）与物联网（IoT）技术的融合亦至关重要，这一构建方案，旨在城市各区域广泛部署分布式传感器节点，进而塑造一个多点覆盖、实时反馈、精确度高的噪声监测系统。在构建噪声监测网络的过程中，首要任务是甄选适宜的噪声传感设备，环境噪声数据的稳定采集，要求传感器必须实现高精度、高灵敏度、低功耗以及长寿命的四大特性^[4]。

传感器节点的布局要考虑到城市的噪声分布情况，重点区域如交通繁忙的道路、工业区、建筑工地以及商业中心等应当设置多个监测点，以保证数据的全面性和代表性。此外，在构建噪声监测网络过程中，必须依赖前沿的通信手段，包括4G/5G无线通信网络以及LoRa等长距离低功耗技术，确保数据的远距离传输得以实现。运用这些技术手段，实时将数据传递至数据中心，实施集中性的处理与剖析。在噪声监测网络的管控层面，其平台须具备高效的数据存储、处理及可视化能力，以确保能迅速向决策层反馈关键报告与警报，为噪声污染的治理与控制奠定坚实的数据支撑。

3.2 实时噪声数据采集与处理

实时噪声数据的采集与处理是现代城市噪声监测系统的核心环节。为了实现实时的噪声监控，噪声传感器必须具备高精度的信号采集功能，同时能够在不同环境条件下稳定工作。传感器采集到的噪声数据需要通过无线网络传输至中央服务器或云平台。数据的传输过程需要保证低延迟、稳定性和高可靠性，以便实时反映城市各区域的噪声污染水平^[5]。

进行数据采集活动时，必须对所涉及的噪声信号实施一系列的预处理措施，包括去噪、滤波以及幅度校正等，以此保障所获数据的精确性与实效性。在噪声数据解析过程中，广泛运用了诸如快速傅里叶变换（FFT）、小波变换等高阶信号处理技术及算法，它们擅长从繁杂的噪声信号中挖掘出核心要素，诸如噪声频谱分布、噪声源强度及噪声演变动向。依托大数据分析与机器学习技术，对处理过的数据实施深入剖析，以识别噪声源的空间分布及监测噪声污染随时间和空间的演变规律。实施对实时噪声数据的

处理, 不仅为环境管理直观呈现噪声污染状况, 更为制定噪声治理措施提供了科学支撑。

3.3 智能噪声监测与预警系统

随着信息技术和智能化设备的迅速发展, 智能噪声监测与预警系统已经成为城市环境噪声管理的重要组成部分, 标志着传统的噪声管理模式向更加精准、高效、智能化的方向转型。实时噪声数据的智能分析与处理是智能噪声监测与预警系统的核心任务, 旨在预测并预警噪声污染事件, 及时为环境管理者提供决策支持, 以防止噪声污染状况的进一步恶化。监测噪声污染的该系统, 不仅拥有预警功能, 还能有效识别潜在风险, 为防治噪声污染提供有力支持^[6]。

先进噪声传感器、无线通信技术以及大数据分析平台协同, 构建起智能噪声监测系统, 确保对城市各区域噪声污染的实时监控与数据搜集。监测系统的精度与可靠性, 系由作为核心部件的噪声传感器的性能所直接决定, 技术的进步使得噪声传感器不再仅限于单一频率的噪声监测, 它们已能够广泛覆盖低、中、高频噪声, 监测精度亦大幅提升。在监测系统的性能上, 传感器在精度、灵敏度、稳定性以及抗干扰性等方面实现了显著增强, 这一进步确保了该系统能够在城市环境的复杂性中持续稳定运行。引入无线通信技术, 显著提升了数据传输的效率与便捷性, 同时大幅削减了系统构建与维护的成本。依托无线网络, 噪声数据得以实时传输至数据中心, 保障了数据的时效性与处理效率, 进而实现了对城市各区域噪声污染情况的全面监测与管理。在智能噪声监测系统中, 自动化技术显著提升了数据采集、处理与分析、显示的效率。系统预设时间间隔, 自主执行数据采集任务, 所获噪声数据即时上传至云端, 随即进行实时分析处理。利用先进智能算法, 系统对庞杂的噪声数据进行了精准解析, 迅速揭示了噪声源的分布状况、强度等级、频谱特性和演变走向等核心信息, 并采用可视化手段实时展现了这些关键细节。此检测方法显著降低了对人工的依赖, 提升了监测的效能, 并极大地减免了人为操作所引入的错误。系统具备迅速识别并发出警示的能力, 对异常噪声源的出现, 若监测到特定区域的噪声值超过预定标准, 系统便会自动触发警报, 提醒管理人员实施必要的应对策略。城市噪声管理的职能得以从传统意义上的被动应对转变为积极主动的监测与警报机制, 此举显著提升了噪声污染处理工作的效能^[7]。

智能预警系统依赖于大数据技术和人工智能算法, 基于历史数据和实时数据的对比分析, 能够识别噪声污染的潜在风险, 并提前发出预警。具体来说, 对历史噪声数据进行深度学习, 机器学习算法得以揭示特定噪声事件频发的内在机理, 并能够对特定时区、区域的噪声级别进行预测。此外, 算法还整合交通流量、气象信息等多重因素, 对噪声传播模型进行细致的优化与调整。在噪声传播模型

构建过程中, 气象数据扮演着核心角色。在温度、湿度、风速等气象因素对噪声传播路径与强度产生显著效应, 将此类数据与实时噪声监测信息相融合, 智能系统得以对噪声污染的变化态势作出更为精确的预测, 进而能够预先发出警报, 并向决策者提供相应的应对措施。噪声污染级别与类型各异, 智能噪声监测与预警系统据此设定, 并设定不同预警阈值。设定阈值以监测噪声污染, 一旦超标, 系统将自动发出警报, 并通知相关部门或实施控制行动。在监测区域内, 一旦噪声值连续超出标准, 系统便会迅速向环保机构传递警示信息, 并责令其指派专员赴现场执行查验任务。这种主动的预警机制, 可以有效防止噪声污染事件的蔓延与加剧, 并通过及时响应减少对居民健康和城市环境的负面影响。

4 结语

城市噪声污染问题的解决依赖于先进的噪声监测技术和有效的治理策略。随着技术的不断进步, 城市噪声监测系统正朝着更高效、更精确、更智能的方向发展, 未来将为建设更加宜居的城市环境提供强有力的技术支持。然而, 噪声污染的治理仍然面临技术、资金和政策等多方面的挑战, 需要政府、企业和社会各界的共同努力, 以实现更为持久和有效的环境保护目标。

[参考文献]

- [1] 巴淑萍. 城市环境噪声污染与监测技术探讨[J]. 清洗世界, 2023, 39(10): 166-168.
 - [2] 朱瑾陶. 城市环境噪声污染与监测技术探讨[J]. 资源节约与环保, 2022, 5(4): 130-133.
 - [3] 殷丽萍, 王开德, 王剑敏. 基于生态环境治理预警系统的城市环境噪声污染监测技术的探讨[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(4): 74-76.
 - [4] 田野. 农村初中学生如何提升语文自主学习能力[J]. 课外语文, 2021, 8(12): 31-32.
 - [5] 黎金, 张晗. 城市环境噪声污染与监测技术探析[J]. 低碳世界, 2021, 11(2): 56-57.
 - [6] 高远. 城市环境噪声污染与监测技术[J]. 环境与发展, 2020, 12(5): 154-156.
 - [7] 贾永芹, 卢俊平, 王丽萍, 等. 城市环境噪声污染与监测技术分析[J]. 资源节约与环保, 2020, 7(1): 64.
- 作者简介: 张卫清 (1971.5—), 毕业院校: 新疆大学, 所学专业: 生化专业, 当前就职单位: 伊犁州生态环境局伊宁市分局伊宁市环境监测站, 职务: 站长, 职称级别: 副高五级; 王安银 (1986.8—), 毕业院校: 塔里木大学, 所学专业: 生物化学与分子生物学, 当前就职单位: 伊宁市环境监测站, 职务: 监测站副站长, 职称级别: 副高级工程师; 阿比达·扎克尔 (1978.2—), 毕业院校: 新疆大学, 所学专业: 生物技术, 当前就职单位: 伊宁市环境监测站, 职务: 监测员, 职称级别: 中级工程师九级。