

城市噪声污染时空分布特征及其健康影响分析

高瑞平

新疆国泰盛洋环保科技有限公司 新疆 昌吉 831100

摘要:城市噪声污染作为现代都市环境中的主要环境问题之一,已对居民的生活质量与身体健康产生显著影响。本文基于交通、建筑施工及生活源噪声的成因分析,系统梳理了城市噪声的时空分布特征,利用GIS与传感监测技术提取不同区域、时段和季节的声环境变化规律,进一步探讨其对听力损伤、心理障碍和慢性疾病等方面的潜在健康风险。在此基础上,提出从城市功能规划、建筑隔声设计、绿色屏障构建及公共健康管理等方面入手,构建噪声治理与健康防护的协同路径。研究成果可为城市环境管理提供理论支持与实践参考。

关键词:城市噪声污染;时空分布;健康影响;环境监测;风险防控

引言

随着城市化进程的加快,交通密度持续上升、建筑活动频繁以及人口集中度提升,城市噪声污染问题日益突出。大量研究表明,噪声不仅影响居民的听觉系统功能,还可能通过心理刺激和生理干扰,引发睡眠障碍、心血管疾病等慢性健康问题。与此同时,噪声污染具有明显的时空异质性,不同区域、不同时间段的噪声水平存在显著差异,给城市环境管理和健康风险评估带来了挑战。因此,深入剖析城市噪声的时空分布特征,探索其与居民健康之间的关系,已成为城市可持续发展战略中的重要研究课题。本文以多源数据监测和空间分析为基础,综合探讨噪声成因、分布特点及健康影响路径,旨在为城市噪声治理提供科学依据。

1 城市噪声污染的成因与分类

1.1 交通运输系统噪声的主要来源与特性

城市交通运输系统中的机动车辆、高架桥梁、轨道交通及航空飞行是噪声的核心来源,发动机轰鸣、轮胎与地面摩擦、制动系统震动及鸣笛声形成持续性与脉冲性噪声混合态。城市主干道与高速公路的交通噪声强度常在70至85分贝之间,夜间降至60分贝上下,但频率范围广、持续时间长,且峰值不稳定。轨道交通在加速与制动过程中会产生80至90分贝瞬时高值,特别是在地铁换乘站与高架段交汇区域形成叠加噪声带。航空活动对临近航线区域影响尤为明显,起降阶段平均噪声水平超过90分贝,严重扰乱地面区域声环境。交通噪声呈带状分布,易沿道路两侧、轨道走廊及空港周边扩散,具备明显方向性与时间规律,成为城市背景噪声的主导因素。

作者简介:高瑞平(1993年11月-),女,汉族,甘肃省平凉市人,本科,中级职称,主要工作方向为环境检测。

1.2 建筑施工及工业活动噪声的产生机制

建筑施工噪声主要源于机械设备作业过程中的结构震动与空气传播声波,常见设备如打桩机、混凝土搅拌车、吊装机等切割设备产生的瞬时高强度声级常超过95分贝。施工阶段因作业周期长、昼夜不定,使噪声呈阶段性强干扰特征。工业噪声则来自厂房内部设备运行、原料搬运及排风系统等,其频率较单一但强度持续性高。工业厂区噪声值普遍保持在70至85分贝之间,对周边生活区形成长期扰动。施工区域在城市扩张区、基础设施带及更新改造点密集分布,工业区域集中于郊区与老旧产业区,二者噪声源空间分布呈现显著聚集性和方向性特征,构成城市噪声污染的中强干扰因子。

2 城市噪声污染的时空分布特征

2.1 典型城市区域内噪声昼夜变化规律

城市噪声在不同时段呈现显著变化规律。早高峰时段(7:00至9:00)因通勤流量激增,主干道噪声水平普遍升至75分贝以上,商业街区与交通枢纽同步出现人流密集,声级迅速上升。中午时段交通降温,但商业、餐饮区活动频繁,维持中等强度噪声水平。下午17:00至19:00晚高峰再次形成交通与人群双重叠加效应,城市核心区噪声强度普遍高于80分贝。夜间22:00以后,大部分区域噪声值下降至50分贝以下,但临近酒吧、夜市等活动频繁区仍可保持65分贝以上,对居民安静环境形成扰动。城市夜间噪声的变化呈现周期性波动,且在高密度住宅与娱乐混合区表现出突变性。

2.2 不同功能区噪声强度的空间分异特征

不同城市功能区在声环境特征上存在显著分异。商业繁华区日均噪声水平通常处于70至85分贝区间,全天高负荷状态不明显下降,居民感知度高。交通枢纽区如火车站、公交总站、机场周边区域,噪声值常年维持

在75分贝以上，区域声级波动较小但强度高。工业区则多集中在郊区或功能分区明显的老旧片区，噪声影响半径大但干扰频率低。住宅区依据楼间距、绿化带、交通距离不同，噪声值差异较大，新建小区多能控制在60分贝以下，老旧小区或靠近主干道者噪声可达75分贝。教育、医疗等敏感区通过限噪设计控制在55分贝上下，但外部干扰仍具潜在风险。

2.3 季节与气象因素对噪声扩散的调控作用

城市噪声传播受气温、湿度、风速和大气稳定度影响显著。夏季空调机组运行频繁，噪声源数量增加，夜

间因气温反转效应增强，声波向下反射加剧地面声压值，居民感知更明显。冬季冷空气强度高，大气层稳定性提升，噪声易在低空滞留，导致清晨与夜间的低频噪声增强。春秋季节风力活跃，风速在2至4米/秒条件下能有效驱散噪声，但超过5米/秒则易形成风噪扰动。高湿度条件下，声音衰减速度加快，反而抑制远距离传播；而干燥季节传播半径增大。降雨过程对噪声有短时遮蔽效应，雨滴击打硬质地面也可成为次生噪声源。城市高层建筑密集区易形成声波反射走廊，调节难度加大，图1为城市区域环境噪声质量等级图。

城市区域环境噪声质量等级		
重度污染		>65db
中度污染		60-65db
轻度污染		55-60db
较好		50-55db
好		≤50db

城市5类环境噪声标准值		
类 别	昼 间	夜 间
4类 铁路、主次干道	70db	55db
3类 工业区	65db	55db
2类 商业区、居住区	60db	50db
1类 居住区、文教区	55db	45db
0类 别墅区、疗养区	50db	40db

图1 城市区域环境噪声质量等级图

3 噪声监测与数据建模分析方法

3.1 基于传感网络的实时监测体系构建

城市噪声监测系统以声级计、环境传感器和通信终端为基础，构建空间覆盖密度达每平方公里4至6个点位的实时采集网络。传感设备工作频率覆盖20Hz至20kHz，采样间隔可设定为1秒至1分钟，噪声检测灵敏度控制在±1.5分贝。系统采用LoRa或NB-IoT通信协议将数据上传至城市声环境管理平台，结合时段标签与地理编码，生成连续声级曲线与异常值判定模型。部分平台接入气象数据与视频监控，实现事件联动与源追踪功能。整套系统支持滚动式数据更新与本地缓存机制，支持异常数据报警。通过构建点-面-域三级监测结构，有效提升对城市不同区域噪声源类型与波动态势的掌握能力。

3.2 GIS与空间插值模型在噪声分布分析中的应用

基于GIS平台与空间插值技术可实现对城市噪声数据的可视化与定量分析，常用方法包括IDW（反距离加权）、Kriging与样条函数插值。以北京城区为例，选取

480个监测点，通过Kriging方法生成声级等值线图，精度误差控制在±2分贝范围内。模型通过方差分析确定空间权重函数，提升边界区域拟合效果。数据结果可叠加在土地利用、道路网络及人口密度图层上，进行空间叠合分析，识别出噪声热点区与敏感区重合程度。部分城市构建噪声风险等级分区图，将75分贝以上区域划为红色风险带，实现管理分级与重点整治。GIS支持动态更新，适配交通管控、建设计划调整等实时变量。

3.3 时空数据融合与预测模型的发展现状

当前城市噪声预测模型结合时空数据融合技术已具备较高精度与动态响应能力。基于长短期记忆神经网络（LSTM）与时空卷积网络（ST-GCN）的模型在多个城市部署，预测精度优于传统回归模型15%以上。通过引入交通流量、建筑密度与气象因子等多维数据，模型可对未来1小时至24小时内的噪声变化进行滚动预测，平均误差控制在2.8分贝以内。多源数据融合框架集成视频流识别、车辆轨迹捕捉与人流密度热图，实现对突发噪声事

件的预警分析。预测结果可用于制定夜间限行、施工时段管理等措施。部分模型支持API嵌入城市管理平台,具

备高集成度与决策辅助功能,图2为时空数据融合的城市噪声污染预测系统与功能解析。

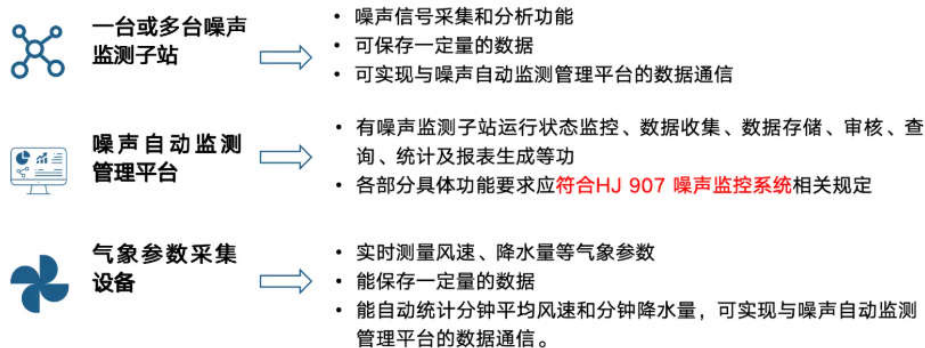


图2 时空数据融合的城市噪声污染预测系统与功能解析

4 城市噪声污染防控策略与健康干预路径

4.1 源头治理与城市功能布局优化的协同机制

城市噪声防控的首要任务是实现源头治理与空间功能分区的协同优化。通过限制高噪声交通工具进入居民密集区,设置隔音绿带与交通缓冲区,有效降低主干道沿线噪声传导。城市规划应强化噪声敏感建筑与高噪声源的物理隔离,如将学校、医院布设于低通行强度区域,设置分区过渡带减少声波直接干扰。在工业用地规划中引入动态声级评估机制,明确工业区与居住区之间最小缓冲距离。调整道路网密度与走向可平衡车流,避免噪声集中分布。推进夜间经济分区与限时限噪政策同步实施,通过合理调配城市功能布局,提升整体声环境承载力。协同机制的核心在于将环境声压标准与城市土地利用导则一体化,实现建设规划与生态约束共融发展。

4.2 建筑声学设计与绿色基础设施的隔音作用

建筑声学设计是提升城市抗噪能力的重要手段,通过材料选择与结构优化可显著改善室内声环境。高密度隔音窗、中空玻璃幕墙、抗振连接装置在城市沿街住宅中推广,可将外界噪声衰减15至30分贝。建筑布局采用封闭式或围合式形体有助于阻断声波直接传播路径,内庭院空间设计减少环境噪声渗透。公共建筑在设计阶段融入声环境模拟,合理设置开口方位与通风口位置,有效避免声波汇聚区形成。绿色基础设施如带状绿地、屋顶花园、生态墙体等具备声波散射与吸收功能,一条10米宽植被带可平均降低噪声4至8分贝。结合建筑物朝向优化与地形顺应性布置,可形成多层次的噪声缓冲系统,在构筑环境美学的同时实现功能性隔音。

4.3 公共健康宣教与个体暴露风险管控措施

针对城市居民噪声暴露的现实情况,应强化公共健康教育体系建设与个体风险干预手段。在社区医疗机构设立

声暴露健康咨询服务,普及听力保护知识与健康影响机制。通过电视、广播、新媒体平台传播科学的防噪理念,提升居民自我防护意识。在重点人群如学生、夜班工人、老年人群中开展专项听力筛查与干预项目,建立噪声暴露健康档案,推动动态监测与跟踪管理。推动耳塞、抗噪耳罩等个人防护用品的日常化使用,并鼓励建筑开发商在楼宇设计中配置声环境评分体系,指导居民购房决策。市政管理机构可设立公众噪声投诉通道与动态响应机制,实现暴露风险事件的快速识别与干预。社区共治机制参与公共环境降噪,提升干预的广度与有效性。

结语

城市噪声污染作为复杂的环境问题,其时空分布具有显著差异性,干扰范围广泛且影响深远。持续的高强度声环境不仅破坏城市生态宜居性,也对居民身心健康构成长期威胁。通过科学分析噪声源成因、分布特征与健康效应,有助于建立更加精准的监测体系与风险评估机制。推动源头治理、优化功能布局、完善建筑声学设计、强化健康干预手段,将成为系统化提升城市声环境质量的重要路径。未来应在多部门协同与公众参与中形成合力,实现城市声环境的科学治理与人居健康的有效保障。

参考文献

- [1]刘彩霞,张海英,杨涛.城市噪声污染监测与控制策略分析[J].清洗世界,2025,41(03): 145-147.
- [2]周慧晶,郭振江.城市环境噪声污染的危害及监测工作常用技术[J].中国轮胎资源综合利用,2025,(02):162-164.
- [3]高彩凤.城市环境噪声污染与监测方法研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(02):100- 102.
- [4]许音,黎泽桑,席秋红,焦红超.城市精细化管理视角下的社会生活噪声污染防治——以沈阳市为例[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2024,26(06):595-601.