Distribution law and control measures of environmental noise pollution around industrial zone

Yanyan Zhao

Zhuanglang Branch, Pingliang Municipal Bureau of Ecology and Environment, Pingliang, Gansu, 744699, China

Abstract

While driving economic growth, industrial zones are increasingly plagued by environmental noise pollution in their surrounding areas, which has become a critical factor affecting both residents' quality of life and regional ecological systems. This study examines the types and causes of noise pollution around industrial zones, analyzes its distribution patterns across different time periods and spatial dimensions, and reveals the dynamic patterns of noise diffusion influenced by multiple factors. Building on this foundation, the paper explores the actual impacts of noise pollution on ecosystems and living environments, identifies shortcomings in current prevention systems regarding technical measures, institutional frameworks, and collaborative governance approaches, and proposes an integrated noise control mechanism combining source reduction, process monitoring, and institutional safeguards. These recommendations aim to provide a reference framework for promoting green and low-noise development in industrial zones.

Keywords

industrial zone; environmental noise; spatial distribution; pollution prevention and control; ecological impact

工业区周边环境噪声污染分布规律及防控对策

赵燕燕

平凉市生态环境局庄浪分局, 中国·甘肃 平凉 744699

摘要

工业区在推动经济发展的同时,其周边环境噪声污染问题日益突出,成为影响居民生活质量和区域生态环境的重要因素。本文聚焦工业区周边噪声污染的类型与成因,分析其在不同时间段与空间范围内的分布特征,揭示噪声在扩散过程中受多种因素综合作用的动态变化规律。在此基础上,深入探讨噪声污染对生态系统与人居环境的实际影响,指出当前防控体系在技术手段、制度建设及协同治理方面存在的不足,提出构建以源头减量、过程监测与制度保障为一体的噪声防控机制,为推动工业区绿色低碳发展提供参考路径。

关键词

工业区; 环境噪声; 空间分布; 污染防控; 生态影响

1 引言

随着工业化进程的不断加快,大量工业区在城市边缘快速扩展,区域内高强度生产、密集交通与频繁建设活动导致环境噪声问题日益严重。噪声作为一种隐性污染形式,不仅直接干扰周边居民的生活和工作秩序,也对区域生态系统造成潜在破坏。在当前工业区功能复合化与人口集聚趋势下,噪声污染的防控任务愈加复杂,亟需在科学认知其分布规律的基础上制定精准治理策略。本文试图从噪声来源、时空特征、影响机制与治理路径等多角度展开分析,以期构建系统化、高效化的防控体系,推动工业区与人居环境之间的协调发展。

【作者简介】赵燕燕(1987-),女,中国甘肃平凉人,本科,助理工程师,从事环境监测研究。

2 工业区噪声污染的来源类型与成因特征

2.1 工业生产设备运行噪声的产生机制

工业设备在运行过程中由于机械零部件之间的相互撞击、摩擦和震动,会产生大量机械性噪声。高功率电机、压缩机、风机、泵体等设备在高速运转状态下伴随强烈震动,会向外界释放连续或间歇性的高强度声波,成为厂区内主要的噪声源。金属结构传导性强,使得设备振动易在空间中扩散,形成复杂叠加的噪声波场。生产工艺的自动化水平和设备维护状态对噪声强度具有直接影响。老旧设备因磨损严重常产生异常声响,而润滑不良或负荷异常也会提升噪声水平。设备布置方式若未考虑吸音与隔音处理,噪声能量在厂区建筑之间形成回响效应,进一步加剧对外部环境的噪声影响^[1]。

2.2 运输物流活动带来的交通噪声负荷

工业区内物流运输频繁,大量货运车辆在厂区及周边

道路运行,车辆行驶过程中的发动机运转、轮胎摩擦、刹车动作与装卸撞击均会产生强烈噪声。重型车辆在加速、减速及转弯过程中释放的低频噪声具有较强穿透性,能够穿越围墙、植被等物理屏障传至较远区域。夜间货运需求增加使得交通噪声呈现全天候覆盖特征,加重周边居民的感知强度。道路铺装状况与车辆车况对噪声大小具有明显影响,破损路面引发车辆震动,老旧车辆排气系统异常均会导致噪声水平升高。物流作业集中区域如装卸平台和集散区,因频繁起停和高负载操作形成局部噪声高发点,对近距离居民区的扰动较为显著。

3 工业区周边噪声污染的时空分布特征

3.1 昼夜时间段内噪声强度的变化趋势

工业区噪声强度在不同时间段呈现明显波动,昼间生产高峰期噪声负荷最重,夜间虽然部分设备降功率运行,但交通运输和部分连续生产活动仍会持续,导致噪声水平仍维持在高位。清晨通勤高峰期车辆集中进出厂区,交通噪声叠加设备启动噪声形成局部强声带。午间因作业节奏略有缓冲,噪声出现短时下降趋势。夜间若工业区存在夜班机制或运输不间断,噪声峰值虽低于白天但分布更广,特别是在深夜,低背景噪声环境中任何噪声源感知度大幅上升,放大了对居民的扰动效应。噪声变化的周期性特征决定了防控策略必须兼顾全天时段的规律性和特殊时段的重点防控。

3.2 距离工业区不同位置的噪声衰减情况

噪声从工业区传播至周边区域过程中,受距离增加产生的声能衰减影响,噪声强度呈明显递减趋势。近距离区域由于未经过足够空间扩散,噪声传播以直接声为主,声压级较高。中远距离区域则受空气吸收、地形反射及植被吸收等影响,声能逐渐降低。建筑物、高架结构及绿化带等人为屏障在传播路径上形成声波阻挡和散射,使不同方向上的衰减

速率存在差异^[2]。在开阔地带,噪声衰减过程缓慢,传播距离可达数百米;在密集建筑或丘陵地形中,传播范围明显受限。各类声源的频率特性对衰减程度也具有决定性影响,低频噪声衰减慢、影响远,高频噪声则更易在距离上消散。

4 噪声污染对周边区域环境与居民的影响

4.1 噪声污染对生态系统稳定性的扰动作用

工业噪声污染会干扰周边生态系统的自然平衡,野生动植物的行为、繁殖与栖息活动易受强噪声干扰。鸟类受声波刺激改变迁徙路径,哺乳动物出现应激反应,水生动物因振动传导产生逃逸行为。持续的背景噪声干扰使物种间的声波通信系统受阻,捕食、求偶与警戒信号失真,进而影响种群结构。植物生长也受到间接影响,高噪声引发的动物活动变化打乱生态链平衡,对授粉、种子传播等过程形成抑制。噪声扰动还会改变土壤微生物多样性及其活性,从而影响生态系统的物质循环效率。生态系统的整体稳定性在长期噪声压迫下呈下降趋势,区域生物多样性水平面临持续威胁。

4.2 环境噪声引发的社会矛盾与管理困境

工业区周边居民常因长期受噪声干扰产生不满,频繁投诉引发居民与企业之间的对立关系。管理部门在噪声监测数据收集、源头溯源与责任划分过程中面临取证难、技术手段有限等现实困境,致使矛盾难以及时有效化解。不同利益主体在噪声防控措施落实过程中意见不一,居民诉求与企业经营发展之间缺乏协调机制,治理过程中常陷入反复博弈^[3]。部分区域因缺乏规范性噪声防控规划,造成政策落地空转,治理措施碎片化、短期化,难以形成持续效应。舆情传播亦加剧社会对立,引发集体抗议甚至法律诉讼,影响社会稳定与政府公信力。噪声污染已从环境问题演变为复杂的社会治理难题,表1为工业企业厂界环境噪声标准。

表1 工业企业厂界环境噪声排放限值

厂界外声环境功能区类别	时段	
	昼间dB(A)	夜间dB(A)
0		
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4	70	55

5 现有噪声污染防控体系存在的问题

5.1 监测网络布局不完善与数据滞后性问题

当前工业区周边噪声监测网络在空间覆盖与功能设置方面存在较大局限,监测点数量不足、布设位置偏离噪声高发区,难以准确反映真实噪声水平变化。部分区域长期未进行动态更新,导致噪声分布数据无法反映工业区扩张后的实际情况。噪声监测设备多为固定式,缺乏对临时性施工、

突发性运输扰动等短周期噪声的捕捉能力。数据采集周期间隔大、更新不及时,致使污染信息反馈滞后,不利于监管响应的及时性和针对性。部分区域的监测结果存在时段覆盖缺失、数据上传延迟、自动分析功能薄弱等技术短板,影响污染源精准识别与趋势判断,制约噪声防控体系的有效运作和动态干预能力的建立。

5.2 噪声防控标准执行力不足与监管盲区

虽然现行噪声排放标准已在法规层面有所明确,但实

际应用过程中存在监管执行不力、责任主体模糊等问题。部分工业企业对相关标准理解不到位,或因成本控制等原因未采取有效降噪措施,导致噪声持续外溢。基层环保执法力量薄弱,监管资源集中于重点区域,日常巡查频率有限,形成部分时间段与空间范围内的监管空白。标准适用范围过于宽泛,难以适应工业区结构复杂、噪声源多样的实际情况,致使部分噪声源逃避监管。不同生产模式下噪声强度的差异未在标准中作出细化分类,缺乏弹性调整机制。标准执行中存在“报告合格、实际扰民”的现象,削弱公众信任感和防控体系的公信力。

5.3 多部门协调机制缺位导致治理碎片化

噪声污染涉及生态环境、住房建设、交通运输、卫生健康等多个部门,现实中各职能部门之间信息共享不畅、职责边界模糊,协同治理体系尚未形成。在规划审批、项目落地、生产监管等环节,相关部门各自为政,缺乏联合评估与联动监管机制,导致噪声治理流程断裂、效率低下。投诉处理渠道分散、响应机制冗长,使群众反馈难以快速转化为监管行动,严重影响治理响应速度与处置效果。噪声监测数据归口不明,不同部门掌握的信息未能统一汇总,无法实现数据驱动的科学决策。多部门在治理理念与手段上存在差异,部分重视结果考核轻视过程监管,导致噪声防控政策落实受阻,治理实践呈现碎片化和反复调整的被动局面。

6 工业区噪声污染的科学防控对策建议

6.1 优化厂区布局与设备选型降低源头噪声

科学规划工业园区功能分区,根据声源强度对不同生产单元进行合理布局,优先将高噪声设备设置在远离居民区和生态敏感区域的内部区域。在设备选型阶段引入低噪声技术指标,推广使用高效静音型设备,避免传统高功率设备无隔声措施运行。结合厂房结构设置吸音墙体、隔振基座等建筑手段,抑制噪声在结构间传播。对既有厂区实施改造,通过加装隔音罩、减震装置等方式降低运转时的噪声输出。加强设备日常维护管理,防止因部件老化、松动等问题引发异常噪声。在厂区周边设置绿化带、水景区或声屏障,构建多重降噪屏障,实现声波能量的逐级消解,提升区域降噪效果。

6.2 建立动态监测系统强化全过程监督

构建由固定监测站点、移动监测设备与无人值守智能终端组成的动态噪声监测网络,实现对重点声源和敏感区域

的全天候、全过程覆盖。采用自动采集、无线传输、数据可视化等技术手段,实时掌握噪声污染水平变化趋势,增强监管的精准性和响应速度。在工业区主要出入口、装卸平台、施工点等区域布设高灵敏度监测节点,提升对突发噪声事件的捕捉能力。建立噪声大数据平台,对历史数据进行趋势分析和预警建模,支持科学调度和分区管控。推动监测数据与环保执法、群众投诉系统互通融合,提升治理决策的信息支撑能力。定期公布监测结果,增强企业治理压力和公众监督参与度,形成监督闭环。

6.3 完善法治体系提升噪声防控执行刚性

推动现行噪声排放标准分类细化,结合工业类型、作业时段、设备特点制定差异化限值,增强标准适用的精准性。加快噪声污染防治法及相关配套规章的修订进程,强化对工业噪声排放的事前审批、事中监督与事后追责,构建全过程法律框架。明确各级政府及行业主管部门在噪声防控中的职责分工,完善执法协作机制,推动跨部门联合执法与责任追溯制度建设。提升基层环保执法能力,配备专用检测设备与技术人员,提升对违规行为的查处效率与威慑力。探索建立噪声违法行为信用记录系统,将企业噪声污染情况纳入环境信用评估体系,推动行业规范自律,促进噪声防控体系法治化、常态化运行。

7 结语

工业区噪声污染问题已成为制约区域环境质量提升与居民健康保障的重要因素,其产生具有源头复杂、分布广泛、治理难度大等多重特性。系统识别噪声来源、厘清分布规律、评估生态与社会影响,是制定有效防控措施的前提。当前防控体系仍存在监测不全面、执行力不足、协同机制薄弱等问题,亟需通过优化规划布局、强化动态监管、健全法规制度等多维路径协同推进。只有坚持源头治理与系统管控并重,才能构建工业发展与人居环境协调共生的可持续发展格局。

参考文献

- [1] 冯涛,尤炫惠,汪婕,王晶.声学材料研究进展及其在工业噪声污染治理中的应用[J].科技导报,2024,42(20):32-47.
- [2] 刘鹏.浅谈工业企业噪声自动监控系统建设[J].皮革制作与环保科技,2024,5(05):74-76.
- [3] 王毅,蔡锦凯.浅析工业企业噪声污染防控中的常见问题及对策[J].化工安全与环境,2024,37(01):44-47.