

建筑工地扬尘与噪声污染控制措施实施效果评估

杨军卫 李丽

山东华凯工程咨询有限公司 山东 东营 257091

【摘要】：建筑工地扬尘与噪声污染是城市环境治理的重点难点，直接影响周边居民生活质量与生态环境。本文构建“源头—过程—末端”全流程扬尘控制及“设备—工序—区域”三维噪声控制措施体系，配套责任落实、日常监管、考核奖惩管理机制；设计监测指标、方法、点位与频次全覆盖的监测体系；对比实施前后数据、分析区域差异，量化控污措施效果；识别现有措施短板，提出针对性优化策略。研究为建筑工地扬尘与噪声污染管控、治理效能提升提供理论支撑与实践参考，助力城市生态环境质量改善。

【关键词】：建筑工地；扬尘污染；噪声污染；污染控制；监测体系

DOI:10.12417/2705-0998.26.03.061

引言

城市化进程加快，建筑施工活动日益频繁，扬尘与噪声污染问题愈发突出，破坏城市生态环境，危害人体健康、引发邻里纠纷，制约城市高质量发展。当前建筑工地污染控制措施针对性不足、监测体系不完善、实施效果量化不明确，难以满足精准控污与环保管理需求。本文聚焦建筑工地扬尘与噪声污染，构建科学完善的控制措施体系与监测体系，量化实施效果并优化策略，解决施工污染管控痛点，为建筑行业绿色施工、城市环境治理提供可行路径，推动建筑施工与生态环境协调发展。

1 建筑工地扬尘与噪声污染控制措施体系构建

1.1 扬尘污染核心控制措施分类与制定

扬尘污染核心控制措施按扬尘产生全流程分为源头管控、过程抑制、末端治理三类。源头管控针对水泥、工程土渣、施工废料等扬尘产生源头，制定密闭存储、苫布全覆盖、物料喷淋加湿具体措施，对施工现场进出口车辆执行高压冲洗、轮胎清理标准化操作，从根源减少扬尘释放量。过程抑制聚焦土石方开挖、物料运输、建筑拆除等扬尘高发工序，明确雾炮机定点降尘、施工道路硬化并定时洒水清扫、运输车辆密闭运输作业规范，结合不同施工工序扬尘扩散特点，确定喷淋降尘频次与范围^[1]。末端治理结合施工现场布局，对局部高浓度扬尘区域制定定点净化措施，布设移动式扬尘净化设备，明确施工现场裸土全覆盖要求，采用绿网覆盖或临时绿化方式，降低扬尘无组织扩散可能性。

1.2 噪声污染核心控制措施分类与制定

噪声污染核心控制措施依据施工阶段与噪声管控维度，分

为设备降噪、工序管控、区域隔声三类。设备降噪针对推土机、打桩机、电锯等不同噪声源设备，制定低噪声机型选用标准，为现有高噪声设备加装减振、隔声装置，明确设备日常维护降噪要求，减少设备运行基础噪声。打桩阶段实行夜间禁止施工硬性规定，确需夜间施工的工序需明确审批流程与低噪声施工工艺选用要求，结构、装修阶段高噪声工序制定错峰施工方案，避开周边居民区休息时段。区域隔声针对施工场界及周边敏感点，制定隔声屏障布设标准，确定屏障高度、材质与布设范围，材料加工区、设备作业区等固定噪声源区域，实行封闭作业管控，降低噪声传播范围（见图1）。

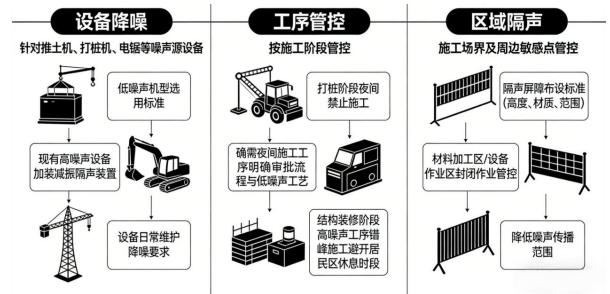


图1 噪声污染核心控制措施分类与制定

1.3 控污措施实施的配套管理体系搭建

控污措施实施的配套管理体系围绕责任落实、日常监管、考核奖惩三个核心搭建，建立建设单位、施工单位、监理单位三方联动责任管理机制，明确各方在扬尘与噪声污染控制中的具体职责，将控污措施落实情况纳入施工承包合同与监理工作细则，制定责任考核标准。

作者简介：杨军卫（1978.10.19-），男，汉族，河南省林州市人，职称：工程师，学历：本科，建筑工程专业，研究方向：建设工程系列。

李丽（1982.12.08-），女，汉族，山东省东营市利津县人，职称：工程师，学历：本科，建筑工程专业，研究方向：建设工程系列。

安排专人负责施工现场控污措施落实情况日常巡查，搭建常态化巡查管理体系，制定巡查记录表与问题整改台账，明确巡查频次、检查内容与整改时限，确保问题及时处置^[2]。完善考核奖惩体系，将控污措施实施效果与施工单位工程款支付、评优评先挂钩，对落实到位的班组与个人予以奖励，对违规操作、未按要求落实控污措施的行为，制定分级处罚标准。建立施工人员环保培训体系，定期开展控污措施操作规范与环保法规培训，提升全员控污意识与操作能力。

2 建筑工地扬尘与噪声污染监测体系设计

2.1 扬尘污染监测指标与方法确定

扬尘污染监测指标以核心污染指标为主，以气象辅助指标为辅。核心污染指标聚焦建筑施工扬尘主要成分，确定 PM_{2.5}、PM₁₀ 两项关键指标，监测范围覆盖 0~6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，分辨率设定为 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，全面反映施工现场扬尘污染程度。气象辅助指标纳入温度、湿度、大气压、风速、风向，为扬尘浓度数据分析与解读提供环境背景支撑，排除气象因素对监测结果的干扰。监测方法采用自动在线监测与人工核查结合模式，自动在线监测选用激光颗粒物浓度传感器法，通过传感器实时采集扬尘浓度，利用 Modbus 通信协议实现数据快速解析与传输。人工核查采用定点采样检测法，定期在施工现场布设采样点，采集扬尘样本开展实验室分析，校准与验证自动监测数据，保障监测数据精准可靠。

2.2 噪声污染监测指标与方法确定

噪声污染监测指标依据国家排放标准与施工实际特点确定，核心监测指标为施工场界等效连续 A 声级，按土石方、打桩、结构、装修四个施工阶段分别设定限值。昼间土石方阶段 75 分贝、打桩阶段 85 分贝、结构阶段 70 分贝、装修阶段 65 分贝，夜间除打桩阶段禁止施工外，其余阶段均为 55 分贝，噪声监测分辨率设定为 0.1 分贝，精度控制在 ± 1.5 分贝，反映不同施工阶段噪声污染状况。监测方法采用实时在线监测与现场校准结合模式，自动在线监测选用噪声传感器法，通过 WS800A 等数字输出型噪声传感器实时采集噪声值，利用 RS485 接口完成数据传输。现场校准采用 TES1350R 等高精度手持式噪声计，定期校准在线监测传感器，高噪声工序施工时段同步开展人工补充监测，保障噪声监测数据准确连续。

2.3 监测点位布设与监测频次规划

监测点位布设遵循全面性、代表性、敏感性原则。结合施工现场布局与污染源分布，施工场界东、南、西、北四方各设 1 个基础监测点位，土石方、打桩、材料加工等扬尘噪声高发区域各增 1~2 个重点监测点位；施工现场周边 300 米范围内的居民区、学校、医院等敏感点布设监测点位，掌握污染对周边环境的影响程度。监测频次规划按照自动、人工监测分别制定。自动监测依托传感器与嵌入式工控机，扬尘、噪声数据每

秒采集 3 次，每 10 分钟生成一组统计数据并本地存储，每 3 秒经通信模块上传云服务器；人工监测分高峰期与非高峰期，高峰期每日 1 次定点采样与设备校准，非高峰期每 3 日 1 次，遇恶劣天气、重大工序调整、污染投诉等情况，及时增加监测频次，及时掌握污染变化态势（见图 2）。

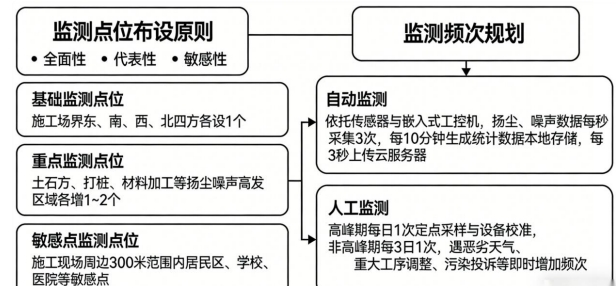


图 2 监测点位布设与监测频次规划

3 建筑工地扬尘与噪声污染控制措施实施效果量化分析

3.1 扬尘污染控制措施实施前后数据对比分析

扬尘污染控制措施实施效果量化分析以 PM_{2.5}、PM₁₀ 的小时平均浓度、日平均浓度、施工场界达标率为核心指标，开展实施前后对比分析。剔除风速、降水、温度等气象因素对扬尘浓度的自然影响，采用数据归一化处理方法，计算控污措施实施后 PM_{2.5}、PM₁₀ 浓度实际下降幅度，对比实施前后扬尘浓度超标时段的数量与时长变化。统计施工场界及周边敏感点扬尘浓度达标率，量化控污措施对达标率的提升作用，结合施工现场扬尘污染投诉数据，对比实施前后投诉数量与频次差异。从客观监测数据与主观环境感受两个维度，全面量化扬尘污染控制措施实施效果，对雾炮降尘、物料覆盖、车辆冲洗等单项措施实施效果进行细分对比，明确各单项措施对扬尘污染的消减贡献度^[3]。

3.2 噪声污染控制措施实施前后数据对比分析

噪声污染控制措施实施效果量化分析以各施工阶段等效连续 A 声级、夜间噪声超标时长、施工场界噪声达标率为核心指标，开展分阶段、分区域实施前后对比分析。按土石方、结构、装修三个主要施工阶段，分别计算控污措施实施后噪声值平均下降幅度，对比实施前后各阶段噪声超标时段的分布特征与时长差异。统计施工场界噪声达标时长占总施工时长的比例，量化措施实施后达标率的提升幅度，对比施工现场周边敏感点噪声监测数据，分析措施实施后敏感点区域噪声浓度变化。结合噪声污染投诉数据，对比实施前后投诉数量与内容差异，对低噪声设备选用、隔声屏障布设、错峰施工等单项措施降噪效果进行量化，计算各单项措施噪声消减值，明确不同措施降噪贡献度，全面量化噪声污染控制措施实施效果。

3.3 控污措施实施效果的区域差异分析

控污措施实施效果的区域差异分析从施工现场内部不同

功能区、施工现场与周边敏感点、不同地理环境区域三个维度开展。施工现场内部土石方作业区、材料加工区、办公区等不同功能区,对比控污措施实施后各区域扬尘、噪声浓度下降幅度与达标率差异,探究功能区类型、污染源强度、控污措施落实力度对实施效果的影响。对比施工现场场界与周边敏感点的污染控制效果,分析扬尘、噪声传播过程中的消减规律,以及控污措施对周边敏感点的保护作用。结合施工现场所处城市核心区、城乡结合部、郊区等不同地理环境,对比控污措施实施效果差异,探究区域人口密度、周边环境敏感度、施工管控要求等因素的影响,结合区域差异特征,总结不同地理环境下控污措施的实施重点与效果规律。

4 建筑工地扬尘与噪声污染控制措施优化策略

4.1 现有控污措施的问题与短板识别

对控污措施实施效果进行量化分析,结合施工现场实际巡查情况,从措施本身、实施落实、技术保障、管理机制四个维度识别现有控污措施的问题与短板。措施本身层面,重点识别扬尘源头管控中部分物料覆盖不规范、雾炮降尘范围与施工工序不匹配,噪声管控中低噪声设备选用覆盖率低、隔声屏障布设针对性不足等问题^[4]。实施落实层面,部分施工班组控污意识薄弱,措施落实流于形式,高污染工序施工时控污措施执行不到位。技术保障层面,监测设备分布密度不足,部分区域监测数据缺失,设备维护不及时导致监测精度下降,智能化管控平台数据处理与分析能力不足。管理机制层面,日常巡查频次不足,问题整改闭环管理不到位,考核奖惩机制执行不严格,各责任方联动配合不紧密。结合区域差异与阶段变化分析结果,识别不同区域、不同施工阶段控污措施的个性化问题,形成全面的问题与短板清单。

4.2 扬尘污染控制措施的针对性优化方案

扬尘污染控制措施针对现存短板完善全流程优化方案。源头管控层面,规范物料存储与运输标准,对易起尘物料落实“仓贮+苫布+喷淋”三重防护,制定运输车辆密闭化改造与冲洗操作流程,增设车辆冲洗效果检查环节,实现源头管控全覆盖;

过程抑制层面,结合各施工工序扬尘扩散特征,优化雾炮机、喷淋系统布设位置与降尘频次,土石方开挖等高扬尘工序采用雾炮机与移动式降尘设备协同作业,依据天气、车流量动态调整施工道路洒水频次,强化过程降尘效能;末端治理层面,扬尘高发区域增配固定式扬尘净化设备,优化裸土覆盖材质与标准,对长期闲置裸土地块采用临时绿化方式,结合监测区域差异为重度污染区域制定专项控污方案,提升末端治理精准度,同时整合单项控污措施组合形式,推动各措施协同发力。

4.3 噪声污染控制措施的针对性优化方案

噪声污染控制措施针对现存问题与短板,结合不同施工阶段、不同区域噪声污染特点,制定设备、工序、区域三维度针对性优化方案。设备降噪层面,提高低噪声施工机械选用覆盖率,明确老旧高噪声设备限期淘汰计划,优化现有设备减振、隔声装置加装标准,提升设备自身降噪能力。工序管控层面,完善错峰施工方案,结合周边敏感点休息时段与施工工序噪声特征,制定精细化施工时间安排,确需夜间施工的工序,明确低噪声施工工艺选用要求,加强施工人员操作培训,减少设备不当操作引发的额外噪声^[5]。区域隔声层面,根据施工现场噪声源分布与周边敏感点位置,完善隔声屏障布设方案,高噪声源区域采用全封闭隔声措施,优化施工场界隔声屏障高度与材质,强化隔声效果。结合区域差异分析结果,城市核心区、敏感点周边等区域执行更严格噪声管控措施,实现噪声污染精准管控。

5 结语

本文围绕建筑工地扬尘与噪声污染控制开展系统研究,构建全流程、多维度的控污措施体系与监测体系,明确各项措施实施要点与监测标准,量化分析控污效果及区域差异,识别现存短板并提出对应优化方案,解决施工污染管控中措施不精准、效果难量化、管理不到位等问题。研究结果显示,科学的控污措施与完善的监测、管理体系相结合,可明显降低扬尘与噪声污染浓度,提高污染达标率。后续可结合智能化技术,优化监测与管控模式,推动建筑施工污染治理向精准化、智能化方向升级,为建筑行业绿色可持续发展提供支撑。

参考文献:

- [1] 李伟平.建筑施工扬尘污染智能监测与喷雾降尘系统协同设计[J].城市建设,2025,(25):89-91.
- [2] 王滢,蒲海洋,李洋,等.城市建筑工地扬尘污染扩散特征分析及污染治理措施研究[J].环境科学与管理,2025,50(02):37-40.
- [3] 刘远柱,周艳秋,王睿.区域性工地扬尘在线监测系统建设探讨[J].仪器仪表与分析监测,2024,(03):55-58.
- [4] 赵璠娟.城市扬尘污染的主要来源及治理思路探析[J].皮革制作与环保科技,2024,5(15):99-100+103.
- [5] 蒋炎翔.建筑施工扬尘协同治理影响因素及提升策略研究[D].东南大学,2024.