

市政道路工程建设期间扬尘与噪声环评预测

李鹏涛

天津环科源环保科技有限公司 天津 300457

摘要: 城区市政道路工程多为带状开放式施工,多工序交叉作业模式容易催生扬尘与噪声污染,复杂城市空间格局会进一步加剧污染扩散的不确定性。本文结合市政道路施工的作业特点与污染生成机理,系统梳理自然气象、施工工况、场地空间等各类条件对污染传播的影响规律,搭建适配城区复杂环境的扬尘与噪声环评预测体系。通过拆解不同施工阶段的污染演化特征,建立多工况动态预判机制,依托预测逻辑梳理分级、分时段的精细化管控路径,能够有效适配城区敏感环境的施工防控需求,提升城市道路工程环境治理的精细化水平。

关键词: 市政道路;施工扬尘;施工噪声;环境预测;污染管控

引言: 城市更新进程持续推进,市政道路基建改造工程数量稳步提升。城区道路施工场地开放度高、作业线路狭长,周边密布居民区与公共建筑,施工产生的扬尘与噪声污染容易对人居环境造成持续扰动。城市密集建筑与复杂街巷格局,大幅改变污染扩散与声波传播状态,让常规环境预判方式难以适配现场工况。结合城区施工特殊条件,探究扬尘与噪声的生成规律、传播机理及影响因素,搭建适配多施工场景的环评预测体系,能够为城区道路工程绿色施工、环境扰动治理提供科学的理论支撑。

1 市政道路施工扬尘与噪声污染基础特性

1.1 市政道路工程施工作业特征

市政道路工程属于城市核心带状线性基建业态,施工走线跨度长、作业点位离散分布,施工界面紧邻城市居民区、商业街区及交通干道,周边人居环境与城市配套结构极为复杂。工程施工全过程涵盖土方开挖换填、路基分层填筑、旧路面破除、土石方转运、结构性机械施工等多专业交叉工序,各工序穿插搭接紧密,现场作业连续性与动态性极强。城区施工场地呈现完全开放或半开放形态,封闭隔离条件受限严重,施工扰动区域与城市公共活动空间高度交融,污染传播具备全天候持续释放、全域弥散扩散的典型特征^[1]。相较于城郊空旷区域基建项目,城区市政道路施工受建筑间距、通行荷载、地下管线及地上构筑物多重约束,污染扩散的气流条件、空间界面、传播机理更为复杂,环境扰动的不确定性显著提升。

1.2 施工扬尘污染基本特征

市政道路施工扬尘属于典型开放式无组织面源污染,污染本源集中于土方扰动翻动、裸土长期裸露堆放、施工机械往复碾压、旧结构破除切割及物料装卸转

运等关键作业环节。现场扬尘颗粒物粒径组成跨度较大,粗细颗粒共存,具备低空悬浮滞留时间长、扩散无固定导向、全域弥散渗透能力强的核心特点,现场起尘强度与扩散范围直接受近地风场、空气湍流、场地裸土覆盖率及现场扰动强度约束。扬尘污染演化具备明显的阶段性差异,土方大面积扰动阶段颗粒物释放强度最高,路基整形及路面铺装阶段以细碎悬浮尘为主,污染释放相对平缓。在城区开放施工界面条件下,扬尘颗粒物依托近地大气湍流完成横向远距离迁移与纵向分层悬浮沉降,对道路沿线带状区域形成持续性、叠加式的环境扰动。

1.3 施工噪声污染基本特征

市政道路施工噪声以移动式、离散式动态声源为主体,主要源自挖掘机械、破碎设备、压实机械、运输车辆往复行驶及现场切割敲击作业,声源释放模式呈现间歇性波动、阵发性起伏的显著特征。各类发声设备沿线性施工轴线分散排布,无固定集中声源点位,噪声辐射范围完全覆盖整条作业施工带。城区密集建筑群落、街巷狭窄空间、地表硬化及植被遮挡结构,会持续改变声波的传播路径、折射角度与自然衰减速率,造成局部声场叠加、共振、反射等复杂声学现象,让噪声空间传播规律具备极强的动态不确定性。噪声释放特征与施工工序深度绑定,不同施工阶段的设备配置、作业方式、施工负荷存在明显差异,使得施工现场声环境始终处于动态更迭、持续波动的状态。

2 市政道路施工扬尘与噪声污染影响因素分析

2.1 自然环境影响因素

区域气象要素是主导扬尘扩散态势与噪声传播效率的核心自然诱因。近地风速、风向及气流湍流强度直接管控扬尘颗粒的起尘动力、悬浮时长与横向扩散半径,

空气相对湿度能够抑制土体颗粒剥离与扬尘悬浮运动,稳定的温层结构可弱化大气对流扰动带来的污染扩散加剧问题。气压波动与气流紊动会持续改变扬尘的空中迁移轨迹与沉降分布形态。与此同时,气象条件深刻干预城市声场传播特性,温湿度梯度差异、高空气流扰动会改变声波介质衰减系数,雨雪、强风等特殊天气会彻底打乱稳态声场分布^[2]。场地地形起伏高差、地表硬化覆盖率、植被覆盖格局,能够对扬尘扩散形成导流、阻挡、滞留等差异化作用,同时对噪声声波实现物理削弱、反射与阻隔,重塑局部区域污染分布形态。

2.2 施工工况影响因素

现场施工工况是决定扬尘与噪声污染生成量级的核心人为控制变量。土方深度开挖、硬质路面破碎、大批量渣土转运等强扰动工序,会剧烈打破场地土体稳态结构,大幅提升颗粒物起尘通量与机械噪声辐射强度。施工现场机械设备的投入台套数量、连续运行时长、集中同步作业强度,直接决定单位空间内的污染集聚密度。施工场地裸土裸露留存、砂石物料露天堆放、常态化车辆碾压通行,会持续构筑稳定持续性尘源,保障扬尘长期生成条件。施工工序穿插排布方式、日间夜间作业分配、多工种交叉施工强度的差异化配置,会持续改变扬尘与噪声的生成时段、空间分布格局及动态波动幅度,形成不同强度等级的现场污染工况。

2.3 场地与空间环境影响因素

城区高密度、紧凑型空间布局会彻底重塑施工污染的扩散传播机理。施工区域周边高层建筑密集、街巷纵深狭窄、空间通透度不足,局部微气流环境极易造成扬尘颗粒物堆积滞留,难以向外扩散消散,同时狭小空间会引发噪声多次反射、叠加共振,显著提升局部区域声环境扰动强度。施工现场围挡的搭设高度、封闭密实度、连续完整性,直接决定扬尘外溢阻隔能力与噪声外传削弱效果。施工界面与居民区、文教区域、市政公共区域等敏感点位的空间直线距离,形成梯度化的污染影响圈层,城市紧凑的建筑布局会大幅提升扬尘堆积、噪声叠加的累积污染概率,放大施工环境扰动影响。

3 施工扬尘与噪声环评预测核心思路与体系构建

3.1 环评预测的总体思路

依托市政道路工程线性带状、开放作业、分阶段迭代施工的固有属性,以扬尘与噪声的污染生成机理、空间扩散传播规律为核心支撑,构建适配城区复杂微环境的专项环评预测逻辑。精准区分土方、路基、路面、配套施工各阶段的尘源与声源差异化特征,逐层拆解污染产生源头、空间迁移过程、自然衰减机制的内在关联,

厘清不同施工行为与污染扩散的对应耦合关系。结合城区局地气象波动规律、建筑空间遮挡格局、街巷微气流特征,精准研判扬尘弥散扩散趋势与噪声空间传播分布态势,充分适配城区狭窄施工场地、复杂气流声场、多遮挡空间的特殊环境条件,建立贴合现场工况、适配城市环境、覆盖全施工周期的精细化分级预测逻辑体系^[3]。

3.2 施工扬尘环评预测体系搭建

结合施工扬尘无组织、面源式、开放式的污染本质属性,搭建源头污染源识别、污染机理深度剖析、空间扩散趋势预判三位一体的扬尘环评预测体系。精准甄别各道施工工序对应的主导尘源类型,区分土体扰动尘、物料扬尘、车辆碾压尘等不同尘源的生成差异,梳理土体剥离、颗粒扬起、空中悬浮、水平迁移、重力沉降的完整动态机理。综合耦合现场气象湍流条件、场地裸土裸露范围、机械扰动作业强度、施工空间通透度等多重变量,系统研判扬尘在核心作业区、近邻影响缓冲区、外围扩散辐射区的空间分布特征、浓度梯度变化及动态演化规律,精准适配城区狭窄场地、气流紊乱、建筑围合等复杂工况下的开放式扬尘预测场景。

3.3 施工噪声环评预测体系搭建

立足施工噪声声源分散、动态波动、移动式释放的污染特征,构建声源特性解析、声波传播推演、空间声场预判的系统化噪声预测体系。细致区分挖掘、破碎、碾压、运输等不同作业设备的发声频段、声级强度与持续发声特征,辨析瞬时脉冲噪声、连续稳态噪声、移动间歇性噪声的传播差异,梳理声波在城市建筑群落、狭窄街巷、高低错落构筑物之间的直线传播、界面反射、路径折射及自然衰减规律。结合现场围挡遮挡条件、场地空间布局、施工时序更迭特点,充分考虑城区微空间声场叠加、共振、衰减的特殊效应,精准推演不同施工阶段、不同空间敏感点位的声环境动态分布特征,形成适配城区高密度建筑区域的精准噪声预测逻辑。

3.4 多工况动态预测适配机制

针对市政道路工程多工序交叉叠加、施工工况动态更迭、污染特征持续变化的作业特点,建立适配多场景、多时段、多工况的动态预测适配机制。依据土方扰动、路基填筑、路面施工、配套改造等不同施工阶段的污染本源差异,差异化倾斜预测分析侧重点与研判维度,匹配各阶段尘源、声源的动态更迭规律。充分兼容局地气象动态波动、场地界面持续改造、机械设备动态调度、交叉施工强度变化等各类可变变量,实时贴合施工现场动态工况演变,动态修正污染扩散与传播预判逻辑,保障环评预测逻辑的场景适配性、过程全面性与研

判精准性,规避静态预测模式带来的研判偏差。

4 施工扬尘与噪声环境管控优化预判策略

4.1 基于环评预测的扬尘前置管控预判

依托扬尘空间扩散机理与动态演化预判逻辑,精准锁定高扰动施工工序、高聚集扩散区域、高湍流风险气象时段,明确扬尘前置防控的靶向靶点。结合城区空间封闭度高、气流扩散通道有限、扬尘易堆积滞留的环境特点,针对建筑合围区域、街巷通风弱势段落、居民区邻近施工带等重点区域,精准匹配封闭式围挡密闭管控、裸土全覆盖封闭、场地常态化喷淋降尘、渣土运输全流程密闭管控等防控手段的适配场景^[4]。结合气象时序变化与施工进度排布,提前预判扬尘污染聚集风险,针对性落实前置干预措施,从污染生成与扩散源头管控扬尘扰动,构建靶向精准、提前干预、全程可控的扬尘防控思路。

4.2 基于环评预测的噪声精准管控预判

结合噪声声波传播机理与空间声场分布预判成果,精准界定高噪声强度作业工序、城市人居敏感点位、声叠加高影响区域。依托城区建筑遮挡格局、街巷声场反射特性、空间衰减规律,深度剖析狭窄空间噪声叠加共振、远距离声场衰减、遮挡区域声环境弱化的差异化特征,科学预判物理隔声阻隔、作业错峰时序优化、低噪设备替换、局部封闭降噪等降噪手段的适配场景与应用优势。围绕居民区、校园、公共服务区等核心声环境敏感区域,细化不同距离圈层的噪声管控标准,明确噪声管控的关键作业时段与重点施工内容,构建分级分类、差异化、精准化的噪声防控预判体系。

4.3 分阶段环境管控重点预判

依托道路工程全施工周期的污染动态演化规律,精准划分各施工阶段的环境管控核心重心。土方施工阶段土体扰动剧烈、大型机械集中作业、土石方转运频繁,是扬尘与噪声污染的高发阶段,重点针对高强度扬尘释放与集中机械噪声开展专项防控预判。路基路面成型阶段作业相对平稳,工序重复性强,重点针对持续性细碎悬浮扬尘与稳态设备作业噪声开展精细化管控研判。结合各阶段污染产生强度、扩散模式、影响范围、作用时

长的差异性,联动施工进度与现场环境变化,动态调整环境预判维度与防控侧重点,实现工程全周期、分阶段、差异化的精准环境管控。

4.4 复杂城区环境下协同防控预判

针对城区建筑密集、敏感点位集中、空间微环境复杂的特殊施工场景,深度研判扬尘与噪声同步滋生、相互叠加的复合型污染协同防控路径。综合统筹局地气象条件、空间遮挡格局、现场施工工况、工序交叉特性多重影响要素,精准识别复合污染叠加滋生的核心条件、时空分布规律与常规管控短板^[5]。结合双污染协同演化特征,统筹布局扬尘治理与噪声降噪措施,规避单一管控模式存在的防控盲区,构建多措施联动、多维度统筹、全时段协同的立体化防控预判模式,适配城市核心区市政道路工程高精度、高标准的环境管控需求,全面弱化施工对城市人居环境的叠加扰动。

结束语

扬尘与噪声是市政道路施工阶段最突出的两类环境扰动源,污染演化状态随施工工序与场地环境持续变化。结合城区复杂施工条件搭建的系统化环评预测体系,可以精准适配不同施工阶段的污染特征,厘清各类外在条件对污染扩散的干扰逻辑。依托预判成果搭建的前置防控、分级管控、协同治理模式,能够补齐传统粗放管控的短板,弱化施工活动对周边人居空间的叠加扰动,为城区市政道路工程环境精细化治理提供成熟的管控思路。

参考文献

- [1]夏海龙,丛林,王瑞.建筑工程施工阶段扬尘污染控制技术 with 效果评估[J].安家,2026(1):0172-0174.
- [2]陈涛.建设工程施工噪声污染控制技术及管理研究[J].建材与装饰,2022(21):144-146.
- [3]汤明明.建筑施工扬尘产生原因和治理措施探讨[J].四川建材,2025,51(03):225-228.
- [4]千斌.常州市道路扬尘污染管控现状与路径优化研究[J].绿色科技,2024,26(24):118-123.
- [5]吴明明.公路工程施工扬尘污染控制技术集成与应用[J].运输经理世界,2025,(22):34-36.