

# 市政道路施工扬尘污染控制技术与对策

赵龙超 张晓聪

青岛理工大学建设咨询有限公司 山东 青岛 266000

**摘要:** 随着我国城市化进程的不断加快,市政基础设施建设规模持续扩大,其中市政道路工程作为城市建设的重要组成部分,在施工过程中不可避免地产生大量扬尘污染。扬尘不仅严重恶化城市空气质量,影响居民健康,还对生态环境和城市形象造成负面影响。本文系统分析了市政道路施工扬尘的主要来源、产生机理及其环境危害,深入探讨了当前主流的扬尘控制技术,包括物理覆盖、洒水降尘、围挡封闭、车辆冲洗、绿化隔离等,并结合工程实践评估其适用性与局限性。在此基础上,从政策法规、标准体系、监管机制、智慧化管理及公众参与等维度,提出了系统化的管理对策建议。研究表明,构建“源头控制—过程监管—末端治理—长效管理”四位一体的扬尘污染综合防控体系,是实现市政道路施工绿色化、精细化、智能化发展的关键路径。

**关键词:** 市政道路; 施工扬尘; 污染控制; 抑尘技术; 管理对策; 智慧工地

## 引言

近年来我国城镇化率超65%,城市人口集聚使交通基础设施需求大增,市政道路新建、改扩建及养护维修工程频繁。此类工程作业面广、周期长、工序复杂,土方开挖等环节易产生大量颗粒物,形成施工扬尘污染。据生态环境部公报,建筑施工扬尘是城市PM10重要来源,部分城市占比达20%~30%。市政道路施工因线性分布、穿越居民和商业区,扬尘影响范围广、社会关注度高,干燥多风季节问题更突出,不仅加剧雾霾,还损害公众健康。面对大气污染防治形势,相关法律法规对施工扬尘管控提出要求,但实践中仍存在技术单一、管理粗放等问题,治理效果不佳。因此,系统研究市政道路施工扬尘的成因、控制技术及管理机制,对提升城市环境质量等意义重大。

## 1 市政道路施工扬尘的来源与特性分析

### 1.1 主要扬尘来源

市政道路施工扬尘主要来源于以下几个环节:(1)土方作业阶段:包括路基开挖、沟槽挖掘、场地平整等。裸露的土壤在风力或机械扰动下极易扬起粉尘。(2)物料堆放与装卸:砂石、水泥、灰土等散装建筑材料在堆放、转运、装卸过程中产生扬尘。(3)施工车辆运输:渣土车、混凝土搅拌车等进出工地,轮胎携带泥土,车身未覆盖或覆盖不严,导致沿途撒漏和扬尘。(4)破碎与拆除作业:旧路面铣刨、路缘石拆除、管线破除等产生大量细颗粒物。(5)未硬化路面通行:施工区域内部临时道路未硬化或硬化不足,车辆碾压产生二次扬尘。(6)风蚀作用:长期裸露的施工区域在自然风力作用下持续产生扬尘。

### 1.2 扬尘颗粒物特性

市政道路施工扬尘以PM10为主,部分细颗粒可达PM2.5甚至更小。其成分复杂,主要包括土壤颗粒、水泥粉尘、沥青烟尘、金属氧化物等,部分还可能吸附重金属、多环芳烃等有毒有害物质。这些颗粒物粒径小、比表面积大、悬浮时间长,易被人体吸入并沉积于呼吸系统,具有较高的健康风险。

### 1.3 环境与社会影响

施工扬尘对城市环境与社会生活的影响是多方面的。首先,它直接导致局部区域空气质量急剧恶化,尤其在气象条件不利时,可显著推高PM10浓度,干扰城市空气质量监测数据,阻碍蓝天保卫战目标的实现。其次,长期暴露于高浓度扬尘环境中,居民尤其是儿童、老年人及患有基础疾病的人群,易出现咳嗽、气喘、支气管炎等呼吸道症状,严重时诱发慢性肺病。此外,沉降的粉尘会覆盖周边植被叶片,抑制光合作用,影响植物生长;落入水体则可能改变水质,破坏水生态系统<sup>[1]</sup>。从社会层面看,施工现场尘土飞扬不仅损害城市整洁形象,降低市民对城市建设的满意度,还可能引发邻里纠纷和群体性投诉。更为严重的是,若施工单位未能履行环保责任,还可能面临行政处罚、停工整改甚至法律追责,带来经济损失与声誉风险。

## 2 市政道路施工扬尘控制技术体系

### 2.1 源头抑制技术

源头抑制是扬尘控制最根本的策略,其核心在于减少或消除粉尘的产生条件。湿法作业是目前应用最为广泛的抑尘手段,通过雾炮机、洒水车或固定喷淋系统对作业面、堆料区及运输通道进行定时或感应式喷雾,利

用水分增加颗粒物重量,促使其快速沉降。该方法操作简便、成本较低,适用于大多数施工场景,但其效果受气候条件限制,在寒冷地区冬季易结冰,且需消耗大量水资源,仅能对已扬起的粉尘起到抑制作用,无法从根源上阻止扬尘生成。相比之下,化学抑尘剂提供了一种更为持久的解决方案。通过在裸露土面喷洒高分子聚合物或氯化钙类制剂,可在土壤表面形成一层具有一定强度和韧性的固化膜,有效抵抗风蚀和机械扰动。该技术特别适用于长期闲置的土方堆场或边坡防护,但需严格筛选环保型、可生物降解的抑尘剂,避免引入新的环境污染。

## 2.2 物理阻隔技术

物理阻隔旨在通过设置屏障阻止扬尘向外扩散。施工围挡是最基本的阻隔措施,通常采用不低于2.5米的硬质材料(如彩钢板或PVC板)沿工地边界连续设置,不仅能有效阻挡粉尘外溢,还能提升工地整体形象。现代围挡常集成顶部喷雾系统,在风力较大时自动启动,形成水幕屏障,进一步增强抑尘效果。对于无法立即施工的裸露区域或散装物料堆,全覆盖防尘网是经济高效的被动控制手段。要求使用密度不低于2000目/100cm<sup>2</sup>的密目网,并通过重物压实或锚固确保覆盖严密,防止被风吹掀<sup>[2]</sup>。短期堆放可考虑使用可降解防尘布,兼顾环保与实用性。尽管物理阻隔技术实施相对简单,但其效果高度依赖于施工细节,如围挡的密封性、防尘网的完整性等,需加强日常巡检与维护。

## 2.3 车辆管控技术

施工车辆是扬尘外输的关键载体,对其实施严格管控至关重要。在工地出入口设置自动化车辆冲洗设施,如高压洗轮机配合三级沉淀池,可有效清除车辆底盘和轮胎附着的泥土,防止带泥上路。冲洗用水应经沉淀处理后循环利用,既节约资源又避免污水直排。与此同时,运输车辆本身必须满足全密闭要求,确保在行驶过程中无物料撒漏。推广安装GPS定位系统,实现对渣土车运行轨迹、速度、停靠点的实时监控,有助于规范运输行为。此外,优先选用新能源或符合国六排放标准的运输车辆,可在控制扬尘的同时减少尾气排放,实现多重环境效益。

## 2.4 绿色隔离与生态修复

在技术控制之外,生态手段为扬尘治理提供了可持续路径。在施工区域与学校、医院、居民区等环境敏感点之间设置绿化隔离带,利用乔木、灌木与地被植物的复合配置,通过叶片滞留、吸附作用捕获空气中的颗粒物,形成天然的“绿色屏障”。施工结束后,应及时开

展生态复绿工作,恢复地表植被覆盖,从根本上消除裸露土壤这一主要扬尘源。这种“以绿治尘”的理念不仅改善了局部微气候,还提升了城市景观品质,体现了生态文明建设的要求。

## 2.5 智慧化抑尘技术

信息技术的发展为扬尘控制注入了新动能。依托物联网、大数据和人工智能技术构建的智慧工地系统,正在改变传统粗放式管理模式。通过在工地关键位置布设PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、风速等传感器,可实现扬尘浓度的实时在线监测,并将数据同步传输至监管平台。一旦监测值超过预设阈值,系统可自动联动启动雾炮、喷淋等设备,实现“超标即喷”的精准响应。同时,视频监控结合AI图像识别技术,能够自动识别未覆盖物料、未冲洗车辆、围挡破损等违规行为,并生成预警信息推送至管理人员,大幅提升监管效率与响应速度。智慧化技术的应用,使扬尘控制从“人防”迈向“技防”,为精细化管理提供了有力支撑。

## 3 当前扬尘控制实践中存在的问题

尽管扬尘控制技术日益成熟,但在实际工程应用中仍面临诸多现实困境。部分施工单位出于成本考虑或应付检查心态,往往选择洒水、简单覆盖等低成本、低效措施,缺乏对扬尘源的系统识别与针对性技术组合设计,导致治理效果大打折扣。即便配备了雾炮机、洗车台等设备,也常因缺乏专人维护而长期处于故障或闲置状态,沦为“摆设”。在执行层面,防尘网密度不足、围挡高度不达标、覆盖不严密等现象屡见不鲜,反映出标准执行的松弛<sup>[3]</sup>。监管方面,基层环保与住建部门普遍面临人手紧张、专业能力不足的问题,难以对数量庞大的市政工地实施高频次、全覆盖巡查。责任体系亦不健全,建设单位、施工单位与监理单位之间职责边界模糊,出现问题时常相互推诿,难以追责。此外,公众作为直接受影响方,其监督作用尚未有效发挥,投诉渠道不畅、反馈机制缺失,削弱了社会共治的基础。

## 4 市政道路施工扬尘污染综合管理对策

### 4.1 完善法规标准体系

健全的法规标准是扬尘治理的制度基石。应加快修订现行《建筑施工扬尘控制标准》,针对市政道路工程的线性、露天、穿越敏感区等特点,细化围挡高度、喷淋频率、防尘网密度、车辆冲洗要求等关键技术参数,增强标准的可操作性。同时,制定专门的《市政道路绿色施工导则》,将扬尘控制方案作为施工组织设计的强制性内容,明确各阶段控制措施。更重要的是,通过立法或规范性文件厘清各方责任,确立建设单位的首要责

任、施工单位的主体责任以及监理单位的监督责任，并建立清晰的责任清单，为追责问责提供依据。

#### 4.2 强化全过程监管机制

扬尘治理必须贯穿工程全生命周期。在项目开工前，应将经审查合格的扬尘控制专项方案作为核发施工许可证的前置条件，未达标者一律不得开工。施工过程中，推行“双随机、一公开”检查制度，即随机抽取检查对象、随机选派执法检查人员、抽查情况及查处结果及时向社会公开，提升监管公信力。同时，积极引入无人机航拍、卫星遥感等非现场监管手段，扩大监管覆盖面，弥补人力不足。工程竣工验收阶段，应将扬尘控制的实际成效纳入评价体系，对存在严重违规行为或造成重大污染事件的项目实行“一票否决”，不予通过验收。

#### 4.3 推进智慧化监管平台建设

打破部门信息孤岛，整合住建、生态环境、城市管理等部门的数据资源，构建统一的市级“智慧工地”监管平台。该平台应具备扬尘监测数据实时汇聚、超标自动预警、违规行为智能识别、企业信用动态评分、公众投诉受理与反馈等核心功能<sup>[4]</sup>。通过数据共享与业务协同，实现从“单点监控”到“全域感知”、从“事后处置”到“事前预防”的转变，显著提升城市扬尘治理的现代化水平。

#### 4.4 健全经济激励与约束机制

有效的经济杠杆能引导企业主动履责。对积极采用先进抑尘技术、管理规范、成效显著的项目，可在评优评先、税收减免、招投标加分等方面给予政策倾斜。反之，对屡查屡犯、整改不力的企业，应纳入环保“黑名单”，限制其参与政府投资项目建设资格。长远来看，可探索建立施工扬尘排污收费制度，将环境外部成本内部化，倒逼企业加大环保投入。

#### 4.5 加强能力建设与公众参与

提升从业人员环保素养是治本之策。应定期组织施工单位负责人、项目经理、现场管理员等开展扬尘控制专项培训，强化其法律意识与技术能力。同时，畅通公众参与渠道，设立便捷的扬尘污染举报热线或开发微信小程序，鼓励市民“随手拍”上传违规线索，并建立核实奖励机制。通过定期发布典型案例、治理成效及空气

质量改善数据，增强社会认同感，营造共建共治共享的良好氛围。

#### 4.6 推动技术创新与标准化应用

政府应加大对高效低耗抑尘新材料（如纳米级环保抑尘剂）、智能装备（如自动驾驶洒水车、智能雾炮机器人）的研发支持力度。同时，组织编制《市政道路施工扬尘控制技术指南》，系统总结成熟适用的技术路径与最佳实践，推动先进技术从“试点示范”走向“规模化应用”。在工程总承包（EPC）、政府和社会资本合作（PPP）等新型建设模式中，应将扬尘控制纳入全生命周期管理合同，确保环保要求贯穿始终。

### 5 结语

市政道路施工扬尘污染治理是复杂系统工程，涵盖多层面。研究表明，有效扬尘控制要源头、过程、末端结合，因地制宜用好覆盖等技术手段，避免形式主义。管理上，需打破部门壁垒，构建权责明晰的监管机制，强化建设单位首要责任，推动治理模式主动预防转型。数字化与智能化是未来方向，智慧工地平台实现闭环管理可提升治理精准性与效率。公众参与和社会监督不可或缺，多元共治才能实现市政建设与环保协调统一。展望未来，“双碳”战略推进下，施工将更注重绿色低碳转型，扬尘控制成为衡量城市治理现代化水平的重要标尺。建议强化顶层设计，完善政策法规，加大创新推广，健全激励约束机制，推动市政工程迈向“零扬尘”时代。

#### 参考文献

- [1]李志强,黄其勇.市政道路施工扬尘污染控制措施优化研究[C]//江西省工程师联合会.工程技术与新能源经济学术研讨会论文集.陕西星熠工程项目管理有限公司;安徽宏日建设工程有限公司,;2025:321-324.
- [2]唐隆兴.公路施工场地扬尘污染扩散机理及抑尘措施研究[J].环境科学与管理,2025,50(06):77-81.
- [3]张政.建筑工程施工现场扬尘污染治理措施与效果评估[J].陶瓷,2025,(06):176-178.
- [4]马新意.建筑工地扬尘污染问题及处理措施探讨[J].清洗世界,2025,41(03):175-177.