

绿色施工理念下建筑工地扬尘治理优化策略

朱文志

中咨华科交通建设技术有限公司 北京市 100195

DOI: 10.32629/ems.v8i7.21175

[摘要] 建筑业是国民经济的支柱产业，对城市化、工业化起着不可替代的作用。但是建筑施工中产生的扬尘污染问题越来越严重，已经成为城市主要的污染源之一，给城市环境质量以及公众健康造成了一定的危害。因此本文从绿色施工理念出发，对绿色施工理念下建筑工地扬尘治理的优化策略进行研究，为建筑行业的绿色转型发展提供一定的参考借鉴，对于推进生态文明建设有着非常重要的意义。

[关键词] 绿色施工；建筑工地；扬尘治理

绿色施工理念是以可持续发展为根本，以工程建设过程中最大程度地节约资源、减少对环境的影响为特征的。但是，在实际的工程中大部分施工单位采用的是传统的“被动式”扬尘控制方式，从而造成扬尘污染反复出现，不能达到预期的效果。因此对于建筑行业绿色施工水平、城市环境质量改善有借鉴意义，提出科学、系统扬尘治理优化测录值。

一、传统建筑工地扬尘治理存在的问题

（一）技术层面的局限性

目前大多数施工主体所采取的治理措施具有技术路径单一化的特点，洒水降尘作为主要的治理手段虽然应用广泛，但是存在诸多弊端，它不但会造成水资源的大量浪费，在北方严寒的季节还会引发作业区路面结冰等安全问题，而且在强风等恶劣天气下，它的抑尘效果会明显下降，不能满足复杂的多变环境的要求^[1]。从设备配置上讲，施工现场普遍采用的是低技术含量的抑尘设备，主要有基础型喷淋系统和常规雾炮两类，该类设备存在射程小、空间覆盖率低、智能控制差的技术问题。作业模式大多依靠人工控制，缺少根据实时扬尘浓度数据来自动调节的系统，致使抑尘作业的精确度和及时性不能得到保证。

环境友好型抑尘材料的推广普及程度不高，在材料应用方面，裸露土体的覆盖处理大多使用传统的土工布，这种材料在耐久性和抗老化性能上存在明显的不足。施工企业为了降低成本而使用质量不合格的化学抑尘剂，其中含有重金属等有害物质会缩短抑尘效果的持续时间，并且还会给周边土壤和地下水带来二次污染的风险，这已经成为了一个亟待解决的问题。

（二）管理层面的不足

大部分施工单位还没有建立完善的专项扬尘控制体系，专职管理人员数量少，总包和分包单位之间存在权责不清的情况，造成责任推卸的现象时有发生。现有的管理制度大多具有形式化的特点，在上级督查的时候才会出现临时性的整改措施，而常态化的监管机制却很少存在。在管控体系的建立上，全流程的管理链条存在着明显的断层现象，施工企业大多持有“末端治理比源头防控更为优越”的固有观念，在施工组织设计的时候，并没有把扬尘控制要素当作系统规划的一部分加以考虑。对于土方作业、物料堆放等主要的产生尘环节没有采取前置性的控制措施，造成治理工作陷入先污染后治理的被动状态，治理费用急剧上升，治理成果不能持久保持^[2]。施工从业人员的环保意识普遍较低，施工企业管理人员及一线操作人员缺乏扬尘防治的专业技术培训，培训内容与现场施工操作需求脱节，作业人员对于标准的抑尘工艺不了解、不会操作，存在违规行为的原因难以彻底消除，管理上各个环节的薄弱之处成为了制约建筑工地扬尘治理工作效能发挥的主要障碍。

（三）监管层面的问题

建筑工地扬尘治理在监管上存在着严重的困难，目前的监管方式存在技术落后、机制零散的现象。监管实践仍然依靠人工现场巡查、定点抽样检查等方式来开展工作，这些方法具有监管密度低、空间覆盖范围小、响应速度慢等固有的缺点，不能对夜间作业时段、地理位置偏僻的施工区域、基坑深处等隐蔽产尘点位进行有效的监控。固定式环境监测站点分布密度低、空间分布不均匀，不能很好地掌握施工现场扬尘排放的空间分布特征和动态变化规律。现行的法律法规对于扬尘污染违法行为所设下的处罚标准一般较低，经济惩

罚的强度无法达到足以弥补企业合规治理支出的水平。执法实践中大多采取口头警告、限期改正这些柔性手段,缺少有实质震慑力的强制性手段,违法主体所受到的法律后果同环境损害行为严重程度之间存在明显不匹配的问题,“违法成本低、守法成本高”的结构性矛盾比较明显,屡查屡犯的现象很难彻底根治,监管效能总体上很难得到提升。

二、绿色施工理念下建筑工地扬尘治理优化策略

(一) 源头控制技术优化

(1) 绿色材料与工艺替代

扬尘源头控制的主要途径就是推进绿色建材和先进施工工艺的融合使用,严禁施工现场进行混凝土、砂浆的现场搅拌作业,全面推广预拌混凝土、预拌砂浆的规模化使用,可以有效地消除水泥、砂石等散装物料在装卸、搅拌过程中产生的大量粉尘污染,也能明显减少建筑废弃物的排放量。积极推广使用模块化建造技术体系,把主要建筑构件转移到工厂化环境里实行标准化预制,现场只做装配工作,大幅度缩减现场切割、打磨、焊接这些高粉尘产生的工序,达到施工周期的改善缩短目的。从材料选择上优先选用低粉尘排放的建材,使用机制砂代替天然河砂、使用水性涂料代替溶剂型涂料、推广装配式墙体板材等新型建筑材料,从材料源头上减少粉尘的产生。

(2) 场地生态化处理

场地生态化处理时,要对传统的裸土覆盖技术进行系统的更新,抛弃易碎、老化快的普通土工布,转向使用高密度聚乙烯防尘网、可生物降解覆盖膜等性能优异的覆盖材料,使裸露的土体得到百分之百的覆盖^[3]。按照场地实际情况,利用临时绿化和土壤固化技术结合的方式,在闲置时间超过三个月的裸露地区种植速生草皮或者灌木,在短时间内裸露的土壤上喷洒环境友好的土壤固化剂,形成致密稳定防护表层。推进生态围挡系统建设应用,用生态围挡取代传统的铁皮围挡结构,围挡顶部装设自动喷淋装置,外侧设攀援植物种植系统,既起到扬尘隔离的作用,又达到了施工环境美化的效果。

(3) 运输环节扬尘控制

物料运输是建筑工地扬尘向外扩散的主要途径,要从全链条出发进行细致的控制。进出施工现场的渣土、砂石、建筑垃圾运输车辆必须配备全封闭顶盖,车厢应密闭,不得超载,不得造成路面扬尘污染。配置智能车辆清洗系统,使用

自动感应式的高压冲洗设备对车辆的轮胎、底盘、车身等进行全面的清洗,同时配套建设沉淀池和水资源循环利用系统,使冲洗用水得到有效的循环利用,大大降低了水资源的消耗。科学规划运输路线,尽量避开居民区、学校、医院、机关单位、交通高峰期,控制好运输频次和时间,尽量减小车辆行驶过程中扬尘扩散给周围环境造成的污染。

(二) 过程控制技术创新

(1) 湿法作业精细化

湿法抑尘作业的改善升级要冲破传统粗放型洒水方式的限制,创建起精确化的、智能化的控制体系^[4]。应在围挡结构、塔式起重机、脚手架体系等重要部位安装喷淋装置,使它和扬尘在线监测系统一起工作。当环境空气中PM10浓度超过设定的阈值时,系统就会自动开启喷淋模式,并且根据目前监测到的数据来调整喷淋强度及喷淋的顺序,从而减少无效的洒水造成水资源的浪费。对于土方开挖、爆破作业等高强度粉尘产生的工序,应该配备雾炮设备进行精确抑尘,根据作业区域的大小以及主导风向的参数来确定雾炮喷射的角度和有效射程,达到定点定向控制粉尘的目的。对于楼层内部的装饰、表面打磨等密闭作业空间,应大力推广高压喷雾技术的应用,利用微小水雾颗粒有效地吸附悬浮的粉尘物质,大幅度降低室内环境中的粉尘浓度,改善作业人员的工作环境。

(2) 封闭式施工技术

封闭式施工技术是阻止施工粉尘向外界扩散的方法,在工程建设的整个生命周期内都应该进行管理。对深基坑工程来说,可以使用气膜全封闭施工工艺,用高强度气膜结构材料对基坑区域进行完全覆盖,内部保持微负压状态,防止粉尘物质外溢扩散,保证施工机械设备正常工作,特别适合于城市中心区和环境敏感地带的施工项目。应将钢筋加工、模板制作、砂石物料储存等粉尘产生环节全部转移到封闭式加工房内,厂房内安装通风除尘设备,把粉尘物质集中收集起来并加以处理。建立楼层建筑垃圾密闭运输体系,设置专用垂直垃圾输送管道,各楼层设投料接口,建筑垃圾装入密闭容器后通过管道系统集中清运,严禁高空抛洒建筑废弃物的行为。

(3) 新型抑尘技术应用

应当积极发展环境友好型高效抑尘技术,并逐步取代传统的治理方式。优先选用生物基抑尘剂,主要采用植物秸秆、淀粉类天然物质等作为原料,在喷洒后会在地表形成具有一

定粘结性、保湿性的保护膜,使表层粉尘颗粒被粘附固定,保持一段时间,一般为1到3个月,且具备自然降解的特点,不会对土壤环境以及水体系统造成污染^[5]。临时施工道路、物料堆放场地等处可以喷洒高分子固化剂材料,形成坚硬耐磨的固化表层,从根本上防止车辆碾压和风力作用引起的粉尘产生。切割作业、钻孔施工、表面打磨等局部粉尘产生点位处应当配备负压吸尘装置,直接从粉尘产生源头收集处理,收集效率达到百分之九十五以上,明显减少无组织排放。

(三) 智慧化管控体系构建

(1) 扬尘在线监测系统

扬尘智慧化管控体系的建立依靠精确的感知,必须建立一个系统化的在线监测网络。监测点位的布设要充分考虑施工现场扬尘的特点和空间分布的规律,在土方作业区、物料堆放场所、车辆通行出入口、工地周围等重点区域都要设置监测点,同时在附近居民聚集区、学校等环境敏感区也要增设一些辅助监测点。监测系统应该具有多参数同步采集的功能,可以实时地获取环境空气中PM_{2.5}、PM₁₀、总悬浮颗粒物等污染物浓度的指标,并且可以记录下温度、湿度、风速、风向等气象要素的参数,数据采集的时间间隔不能大于六十秒。依靠第五代移动通信技术来完成对监测数据的实时传输,把信息推送到智慧工地管理平台和政府监管终端,利用大数据分析技术做时序趋势研判、异常模式识别,自动产生扬尘排放监测日报、周报等统计报表,给扬尘精细化管控决策给予客观、量化的数据支撑。

(2) 智能联动控制系统

智能联动控制系统属于扬尘精准化控制的重要技术手段,可以较好地解决传统人工操作方式滞后、盲目的问题。该系统创建起监测数据和抑尘设施之间的自动联动系统,当某个区域的颗粒物浓度指标超过事先设定好的控制界限的时候,系统就会使对应区域内所有的围挡喷淋装置、塔吊喷淋系统或者雾炮设备开始运行,并一直持续到污染物的浓度降到合格范围之内为止^[6]。系统集成气象条件自适应调节模块,根据实时的风速、风向参数来调整喷淋强度和空间覆盖范围,遇到降水天气就关闭喷淋功能来防止水资源的浪费。管理人员可以通过移动终端应用程序或者计算机客户端来实现对扬尘超标的设备、运行异常的设备等进行远程实时监测,当出现扬尘超标、设备运行异常时,系统会对这些情况进行自动预警,并把预警信息推送给相关人员。

(3) 无人机巡检技术

无人机巡检技术应用到实际工作中后,在空间覆盖率、作业效率、视觉盲区等各方面都比传统的手工巡查有所改善,扬尘的监管工作也更加全面及时。采用带有高分辨率光学摄像机和多光谱传感设备的无人机进行周期性的航拍,利用人工智能图像识别算法自动识别没有被覆盖的裸露土地区域,准确计算裸土覆盖面积,绘制出裸土覆盖比例的空间分布热力图,识别结果的准确率达到95%以上。此技术能够迅速找到施工现场所有的扬尘污染隐患,即物料露天堆放、车辆带泥行驶、建筑废弃物堆存不及时等现象,并可对这些问题进行影像取证,进而准确地定位到问题所在。无人机平台可以对施工全过程进行动态监管,把违规作业行为的照片、视频保存下来,形成问题清单,跟踪整改落实情况,从而建立扬尘治理工作闭环管理系统。

结语

在以绿色施工理念为引领之下,对于建筑工地扬尘治理进行改进的时候,创建起“源头减量、过程控制、智慧监督”这些思维融合在一起的综合扬尘治理体系,可以有效地应对传统扬尘治理所存在的效率不高、成本过高的状况。同时对各个施工阶段的扬尘排放特点做详细的分析,有利于使扬尘治理技术、管理方式不断创新,为建设美丽中国做出贡献。

[参考文献]

- [1] 邓莉琳. 绿色施工技术在建筑工程施工中的运用路径——以某房屋建筑工地为例[J]. 城市建筑, 2024, 21 (14): 209-211.
 - [2] 陈源. 巴彦淖尔市建筑施工绿色节能扬尘综合治理研究[J]. 产业与科技论坛, 2022, 21 (09): 250-251.
 - [3] 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.
 - [4] 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.
 - [5] 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.
 - [6] 黄冠聪, 黄晓波, 颜敏. 深圳市典型建筑工地PM₁₀和PM_{2.5}排放因子研究[J]. 广东化工, 2023, 50 (24): 121-123.
- 作者简介: 朱文志 (1993.08-), 男, 云南红河, 汉族, 中级工程师, 大学本科, 研究方向: 建筑工程。