

绿色施工技术在建筑施工扬尘污染控制中的应用研究

肖强¹, 李广宾², 吕志金¹

(1. 山东正顺建设集团有限公司, 山东 济南 250000;

2. 山东敬业建设项目管理有限公司菏泽分公司, 山东 菏泽 274000)

摘要 本文分析了建筑施工过程中扬尘污染的主要来源及其传播特征, 探讨了扬尘对环境 and 人类健康的多重影响。针对传统扬尘控制方法的局限性, 提出了绿色施工技术作为一种有效的应对手段, 重点研究了新型环保材料、智能化施工机械、湿式作业等绿色技术在扬尘控制中的应用; 通过对土方作业、建筑物拆除、运输环节等不同施工阶段的扬尘治理措施进行分析可知, 绿色施工技术不仅能有效降低扬尘排放, 还能提高施工效率和环境可持续性, 以期为促进建筑施工行业的发展提供理论支持和实践指导, 从而推动扬尘污染的有效控制和绿色施工技术的普及应用。

关键词 建筑施工; 扬尘污染控制; 绿色施工技术

中图分类号: TU74; X799.1

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.08.039

0 引言

扬尘污染的产生主要源于施工过程中涉及的土方作业、建筑拆除、混凝土浇筑、道路运输等环节。扬尘的传播不仅依赖于施工活动本身, 还受到风力、气候变化以及周围环境条件的影响。扬尘不仅对空气质量造成破坏, 进一步恶化了大气污染, 也直接威胁到施工现场工作人员的健康, 增加了呼吸道疾病的发生率。此外, 扬尘的扩散还会对周边居民产生影响, 影响他们的日常生活和心理健康。因此, 扬尘污染的控制已经成为建筑施工领域亟待解决的重要问题。

1 建筑施工中的扬尘污染现状与问题分析

1.1 扬尘污染的来源与传播

扬尘污染在建筑施工过程中的产生, 主要与多个施工环节的操作密切相关。土方开挖和填埋是建筑施工中产生扬尘的主要来源之一。在干燥或高温天气下, 施工现场的大面积土方作业往往会导致大量尘土被风吹起, 造成扬尘污染^[1]。尤其在未采取防尘措施的情况下, 扬尘不仅会污染空气, 还会覆盖周围的道路、植被和建筑物外立面。建筑拆除过程中, 旧建筑材料的打碎、粉化及机械操作会释放大量的细小颗粒物, 形成扬尘。这些尘土不但对施工现场及周围环境造成污染, 还会通过空气传播扩散至更广的区域。建筑材料运输过程中, 由于材料的松散性和道路的不平整, 运输车辆会激起大量尘土。特别是露天运输和不规范

的运输操作容易造成扬尘扩散, 对工地周边环境产生较大影响。此外, 施工过程中的其他作业, 如混凝土搅拌、砖砌、切割等, 都会在局部区域产生扬尘。

风力和气候因素对扬尘的传播具有显著影响。大风天气会加剧扬尘的扩散, 尤其在沙尘暴等极端气候下, 施工现场的扬尘污染问题更加严重。在无风或轻风的环境中, 扬尘沉降速度较快, 但风速一旦加大, 扬尘颗粒会随风飘散, 扩大污染范围, 增加治理难度。

1.2 扬尘污染的影响

建筑施工过程中产生的扬尘主要包括悬浮颗粒物和其他有害气体。这些颗粒物进入大气后, 不仅降低了空气透明度, 导致视距下降, 还会引起空气污染指数的升高, 进一步加剧雾霾天气。扬尘不仅对空气造成污染, 还会在周围环境中留下尘土沉积物, 影响植物的生长, 污染水源并降低土壤质量。尘土沉积会破坏周围的生态平衡, 降低景观质量, 给周边社区带来不良的视觉感受。

长期暴露在高浓度的扬尘环境中, 施工人员的呼吸系统容易受到影响, 会导致慢性呼吸道疾病、肺尘病、过敏反应等健康问题^[2], 特别是对于长期从事建筑工地工作的人员, 健康风险更为严重。对于建筑施工周围的居民来说, 持续的扬尘污染也会对他们的健康产生威胁。扬尘中的细颗粒物被吸入呼吸道后, 容易引发呼吸道感染、哮喘等疾病, 特别是对儿童、老年人和孕妇等脆弱群体影响更大。

2 传统扬尘污染控制方法的不足

尽管建筑施工过程中已经采用了多种传统的扬尘治理方法,但这些方法在实际应用中存在一定的局限性,效果不尽如人意。喷雾降尘是最常见的扬尘治理手段之一,通过水雾化作用,将空气中的扬尘颗粒物打湿,使其沉降。然而,在干旱季节和高温环境下,水雾的蒸发速度较快,无法有效长时间保持降尘效果。同时,喷雾降尘还会导致水资源浪费和对周围环境的湿度影响,造成其他二次污染。

挡尘网和围挡是常用的物理隔离方法,目的是防止扬尘扩散到周围环境中。这些措施虽然可以在一定程度上限制扬尘的传播,但仍然存在不小的缺陷。挡尘网容易被风吹起,效果受气候条件影响较大,而封闭围挡虽然能隔离部分扬尘,但对施工现场通风和人员出入带来不便,影响施工效率。

定期对施工道路进行清扫并对施工场地进行洒水,可以有效减少扬尘的生成。然而,这种方法只能短期缓解扬尘问题,无法从源头根本解决扬尘污染,特别是对于交通密集的施工现场,频繁洒水和清扫仍然存在较高的工作量和成本。

3 绿色施工技术在扬尘污染控制中的应用分析

3.1 绿色施工的基本概念

绿色施工是指在建筑施工过程中,注重环境保护、节能减排、资源节约和可持续发展的施工理念与技术。其核心目标是通过采用创新的技术手段和管理方法,最大限度地减少施工对环境的负面影响,同时提高施工过程的效率和质量,确保工程的可持续性。绿色施工不仅仅局限于建筑物的设计和建造阶段,还贯穿于建筑全生命周期,包括规划、设计、施工、运营、维护和拆除等各个环节^[3]。绿色施工在保障施工质量和进度的前提下,通过采用先进的技术和管理方法,最大限度地减少能源消耗、降低环境污染、减少对资源的依赖,从而推动建筑行业的绿色发展和可持续发展。

3.2 土方作业中的扬尘控制技术

3.2.1 防尘喷洒系统的优化设计与应用

防尘喷洒系统是控制土方作业中扬尘的常用手段,通过优化喷洒系统设计和使用先进材料,可以显著提高降尘效果。智能喷雾系统利用先进的传感技术和自动控制系统,根据施工现场的实时环境数据调整喷洒方案,确保扬尘控制的精准性和高效性。利用红外传感器、扬尘监测设备和气象站监测风速、湿度、PM_{2.5}/PM₁₀浓度等环境参数,实现智能调节喷雾量和喷洒频率。智能喷雾系统采用高压微雾喷洒技术,可使水雾颗粒直径保持在 50 微米以下,提高降尘效率,同时减少水分蒸发流失。在不同施工区域部署喷雾设

备,并结合施工进度和扬尘扩散趋势,优化喷洒方案,例如在高扬尘区域设置自动喷雾桩,在大面积作业区使用移动式喷雾炮,最大化控制扬尘污染。

普通喷洒水分的降尘效果较为短暂,蒸发后扬尘易再次产生,因此可以使用环保型防尘喷雾剂来增强降尘持久性。使用天然高分子材料如淀粉衍生物、植物胶等配制的防尘喷雾剂,能够在地表形成一层保护膜,使尘土颗粒凝结,减少风力扰动引起的扬尘。采用可降解的生物基喷雾剂,避免传统化学药剂对土壤和水体造成污染,同时具有较强的防尘效果。部分聚合物喷雾剂可以通过化学反应形成固化层,使裸露土壤变得更稳定,尤其适用于长时间的土方作业区域。

3.2.2 采用湿式土方作业和软性道路铺设技术

湿式土方作业是指在施工前对土壤进行适度加湿,以提高土壤的粘结性,使其不易产生扬尘,这种方法不仅减少了尘埃悬浮,还可改善施工效率和土壤可操作性。使用洒水车、自动喷淋装置或人工喷洒方式,使土壤保持一定湿度,特别适用于大面积建筑工程中的土方开挖区域^[4]。部分土方工程可采用环保型湿润剂,如有机聚合物湿润剂,延长土壤湿润效果,减少频繁洒水的需求。在炎热天气下,蒸发加快,洒水效果降低,因此,施工单位可合理安排施工时间,避免在高温、强风天气进行大规模土方作业。

施工现场的道路往往是扬尘的主要来源之一,车辆碾压、运输作业都会导致大量尘土被带起,因此在施工道路上铺设软性材料能够有效降低扬尘扩散。在非主要作业区使用可降解防尘膜或临时铺设草皮,可减少地表土壤裸露面积,降低风力对尘土的扰动。在施工道路表面喷洒环保型固化剂,使土壤颗粒黏合形成较为稳定的路面层,减少扬尘。在高频率车辆通行区域,可铺设可拆卸式防尘垫、橡胶板等软质道路材料,减少扬尘,同时提升车辆通行稳定性,降低施工安全隐患。合理控制施工现场车辆的行驶速度,可显著减少因车辆碾压产生的尘土飞扬,并减少路面损坏。

3.3 运输环节的扬尘控制措施

3.3.1 运输车辆的密封设计和覆盖装置

运输车辆的扬尘主要来源于物料的暴露和运输过程中因振动、颠簸导致的扬尘扩散。因此,需加强密封设计,并配备有效的覆盖装置。采用封闭式或半封闭式运输车辆,确保运输过程中物料不外泄,特别是土方、建筑垃圾和散装物料的运输。优化货厢结构设计,增加密封性能,如采用自动密闭装置,防止物料在运输途中因气流扰动或风力作用而产生扬尘。强化车门密封性,避免因车门缝隙导致物料抛洒或泄漏,增加额外的扬尘污染。

在运输过程中,使用防尘布或防尘网覆盖物料,

特别是在运输干燥土壤、砂石、粉状物料等易产生扬尘的材料时,确保覆盖严密,防止扬尘扩散。推广自动卷帘式防尘覆盖装置,减少人工覆盖不严导致的扬尘问题,提高运输效率和扬尘控制效果。加强覆盖材料的质量监管,确保防尘布或防尘网具备较好的耐久性、抗风性能和透气性,以提高扬尘控制效果。

3.3.2 施工现场及运输道路的定期清扫与洒水

施工现场和运输道路上的积尘是扬尘的重要来源,因此需要定期清扫和洒水,以降低空气中的颗粒物浓度。采用机械化清扫方式,在施工现场及主要运输道路配备扫地机、吸尘车等设备,及时清除道路积尘^[5]。施工出入口加强清洁,在工地进出口设置专门的清扫区域,减少运输车辆带出的泥土和尘埃。加大人工巡检和保洁力度,对无法机械化作业的区域,如狭窄道路、转角处,安排人工定期清扫,避免积尘风化造成二次扬尘污染。

合理安排洒水频率,在干燥季节、强风天气及高温时段增加洒水频次,一般建议每日洒水不少于3~5次,高温时段可适当增加至5~8次。采用智能洒水系统,结合气象监测设备、扬尘传感器,根据实际扬尘浓度和天气状况自动调整洒水量,避免洒水过量造成道路泥泞。施工现场重点区域强化洒水,如堆土区、运输主干道、出入口、卸料区等,可配备固定式喷淋系统,实现全天候喷淋降尘。增加洒水方式的多样性,如雾炮机、高压喷雾装置等,提高水雾覆盖范围,使洒水更均匀,增强降尘效果。

3.4 建筑物拆除过程中的扬尘控制

3.4.1 拆除过程中使用的绿色拆除技术

为减少拆除过程中的扬尘污染,需要采用绿色施工技术,优化拆除方式,并结合科学管理和先进的环保措施,以实现扬尘的有效控制。液压拆除设备,如液压剪、液压破碎钳、液压锤等,能够高效、精确地进行拆除作业,同时降低噪声和扬尘污染。与传统的机械撞击拆除相比,液压拆除方式减少了对建筑物的剧烈冲击,不易产生大范围扬尘扩散。液压设备拆除的建筑碎片较为规则,不会产生大量微小粉尘颗粒,从而减少空气中的悬浮颗粒物^[6]。液压拆除适用于城区、人口密集区及环保要求较高的区域,可减少扬尘对居民生活的影响。

传统爆破拆除方式往往会造成瞬间大量扬尘,对周边空气质量影响极大。相比之下,采用无爆破拆除技术,如静力破碎、机械切割、模块化拆解等方式,可以有效减少扬尘。使用膨胀剂、液压破碎剂对建筑物进行静态破裂,无需爆破,避免粉尘冲击。采用金

刚石绳锯、锯片切割等方式对混凝土进行分块切割,再逐步拆解,减少粉尘。按照建筑物的结构进行分步拆除,将建筑物分解成较大块体搬运,降低扬尘污染。

3.4.2 封闭拆除区域和空气净化设备的结合应用

在拆除施工过程中,采用封闭作业可有效控制扬尘外溢。使用高密度围挡或全封闭防尘帷幕将拆除区域围合,以减少扬尘扩散至周边区域,围挡应选用不易受风影响的材料,并确保围挡接缝处的密封性。在高层建筑拆除时,外立面搭设密目网,并覆盖可移动防尘布,阻挡粉尘随风飘散。对于局部拆除区域,可使用临时封闭罩,在罩内进行拆除作业。在封闭区域内,配合喷淋降尘系统,在拆除过程中喷洒细水雾,降低空气中的粉尘浓度。

除了封闭作业,结合使用空气净化设备可进一步控制空气中的扬尘颗粒物。在封闭区域内安装负压通风系统,将扬尘收集并导入过滤系统,减少粉尘的滞留和扩散。在施工现场布置大功率空气净化设备,吸收悬浮颗粒物,优化施工区域空气质量。利用雾炮机、高压喷雾装置,在拆除作业区域形成水雾屏障,将空气中的粉尘颗粒沉降,有效减少扬尘污染。

4 结束语

在建筑工程施工中,扬尘污染不仅严重影响空气质量,还危害施工人员和周边居民的健康,因此其治理刻不容缓。绿色施工技术,特别是防尘喷洒、湿式作业、智能设备应用以及施工废弃物管理等手段,在实际应用中展现出显著的效果,能够有效减少扬尘污染并提高施工效率。通过推动绿色施工技术的普及,建筑行业能够在确保施工质量的同时,实现环保和可持续发展。

参考文献:

- [1] 肖生彩,韩锐,马廷民.试论建筑施工扬尘对环境质量的影响[J].黑龙江环境通报,2024,37(03):86-88.
- [2] 钟晓玲.建筑工程绿色施工扬尘污染监测方法研究[J].环境科学与管理,2023,48(03):93-97.
- [3] 王峦.城市建筑施工扬尘污染的现状与治理对策[J].四川水泥,2022(06):157-158,161.
- [4] 苏悦,王博,曹玉虎.绿色建筑施工场地扬尘污染控制效果建模研究[J].环境科学与管理,2022,47(05):66-70.
- [5] 李静静.浅谈建筑施工扬尘对生态环境的影响[J].清洗世界,2021,37(09):108-109.
- [6] 郭秀秀.建筑施工扬尘对生态环境的污染及整治措施研究[J].环境科学与管理,2021,46(09):123-127.