

建筑工地扬尘防治措施调查及效果研究

高晓

深圳市建筑科学研究院股份有限公司

摘要:为减少深圳的扬尘污染,2018年深圳市住房和城乡建设局发布了《深圳市建设工程扬尘污染防治专项方案》,要求全市各建设工程工地做到“7个100%”。本研究对深圳市8个不同施工阶段的建筑工地进行了实地调查,对比了“7个100%”的扬尘防治措施,发现了建筑工地扬尘防治措施存在的问题,分析并给出扬尘防治措施的优化建议。

关键词:建筑工地;扬尘防治;颗粒物污染

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.18.023

引言

随着我国现代工业化和城市化的发展,大气颗粒物(PM_{2.5}, PM₁₀)已经成为我国环境空气质量最突出的问题之一。大气颗粒污染物对居民人体健康造成严重不良影响,也成为民众最关注的热点事件之一。全国“12369环保举报联网管理平台”公布,2018年大气污染举报最多,占54.1%^[1]。通过近几年,国家在环保事业上的投入,大气颗粒物污染得到了很大的改善。生态环境部首次发布的《中国空气质量改善报告(2013—2018年)》^[2]显示,2013年以来,中国环境空气质量总体改善,多项大气污染物浓度实现了大幅下降。2018年,全国可吸入颗粒物(PM₁₀)平均浓度比2013年下降27%;74个重点城市细颗粒物(PM_{2.5})平均浓度比2013年下降42%。对于集中排放源如工厂烟囱等的环保治理取得了显著效果,工业源在很多城市的大气颗粒物污染贡献中占比下降,而扬尘源占比上升^[3]。扬尘指地表松散颗粒物在自然力或人力作用下进入到环境空气中形成的一定粒径范围的空气颗粒物^[4]。

施工扬尘是在建设工程的旧建筑拆除、地基开挖、主体建设、装饰装修等施工过程中由机械或人工作业扰动以及裸露土地、易产尘材料堆放的自然扰动等原因产生的在建筑工地现场扬起的灰尘。施工扬尘对于大气颗粒物污染PM₁₀的贡献,在北方城市中约占3—13%,而在南方城市中最高达22%^[5]。为了降低建筑尘对环境空气质量的影响,降低大气颗粒物污染,国家颁布的《中华人民共和国大气污染防治法》中,针对建设工程的施工扬尘,明确提出建设单位应当将防治扬尘污染的费用列入成本决算中,并在施工承包合同中规定并指出施工单位扬尘治理责任。施工单位应当按照规定出具详细的施工扬尘防治细则。2018年,为落实标准要求,落地建设

工程的扬尘污染防治措施,深圳市住房和城乡建设局发布了《深圳市建设工程扬尘污染防治专项方案》,要求全市各建设工程工地做到“7个100%”,即全市所有建设工程工地100%落实:施工围挡及外架100%全封闭,出入口及车行道100%硬底化,出入口100%安装冲洗设施,易起尘作业面100%湿法施工,裸露土及易起尘物料100%覆盖,出入口100%安装总悬浮颗粒物(TSP)在线监测设备。

本文通过对深圳市建筑工地进行实地调查的方式,研究建筑工地扬尘防治措施落实情况,分析存在的问题,并给出扬尘防治措施的优化建议。

一、研究方法

本研究选取了深圳市8个不同施工阶段的建筑工地(表1)进行现场调查,主要调研建筑工地包含现场扬尘、施工围挡、道路硬化、冲洗设施、湿法施工、裸露土及易扬尘物料、总悬浮颗粒物(TSP)在线监测设备、公示制度、扬尘防治方案编制等扬尘污染防治技术措施的执行情况,同时调研措施不到位的原因,发现并分析建筑工地扬尘防治的问题,对比各项技术措施和管理办法,提出建筑工地扬尘污染防治的优化建议。

表1 建筑工地基本信息

工地代号	占地面积(万m ²)	施工阶段
建筑工地1	4.0	拆除阶段
建筑工地2	3.5	基础阶段
建筑工地3	1.4	基础阶段
建筑工地4	1.4	基础阶段
建筑工地5	2.1	主体阶段
建筑工地6	1.1	主体阶段
建筑工地7	5	装修阶段
建筑工地8	2	装修阶段

二、建筑工地扬尘防治措施执行情况及问题

建设工地的扬尘污染防治措施主要分为两类:

(1) 防止措施,包括减小施工面,铺装道路,硬化绿化,室内隔离等;(2) 减缓措施,包括洒水、覆盖、围挡、冲洗等^[4]。从调研结果看,8个建筑工地中有2个场地内有明显扬尘,主要来源是未硬化和硬化地面由机械或泥头车扰动引起的扬尘,总体扬尘防治效果还可以再提高。

除此之外,本研究还发现了与“7个100%”相关的技术及管理细节问题:(1) 施工工地围挡喷雾自动化率不高,而其他类型喷雾设施的设置要求较缺乏,喷雾

吹到道路或居民楼上导致投诉。从调研的8个工地来看,仅3个工地采取自动化措施,其他5个工地则通过人工监管数据与人工开关喷雾设备达到扬尘污染控制目的。自动化设置会避免人工操作的不及时和失误,协助人工达到更好的扬尘污染控制效果。深圳市地方标准规定^[6]拆除工程、基础施工及土方作业工地须每1000平方米配置1台移动雾炮设施,单个雾炮机覆盖半径不小于30米,但未细化雾炮机布置要求。对于高、中污染作业区域需要加密布置雾炮机。另外,在调研中多个工地提及围挡喷雾因风吹等原因飘落到工地周边行人道路上或周边居民楼上,引起行人或居民投诉。(2)道路硬化不全面,场内道路清扫和洒水不到位。在基础阶段,道路硬化后路面的积尘量远远低于未硬化的路面,而道路硬化不全面、不及时的现象较多,在干燥的天气下造成扬尘污染的风险较大。不管路面是否硬化,在其表面都会有大量落尘,所以在不洒水的情况下,路面均会有扬尘发生,这也是在调研工地中通过肉眼发现明显扬尘的主要原因。(3)裸露土及易起尘物料覆盖不及时。裸露土和易起尘物料覆盖不及时成为工地普遍存在的问题。基础阶段,频繁覆盖挖掘作业面的裸土不利于施工的进行,100%覆盖裸土有一定的困难。而易起尘物料的覆盖则主要因为管理不严导致。(4)自动洗车设备冲洗压力不够,效果不佳,泥头车带泥上路,泥沙池清理不够。依据“7个100%”的规定,所有工地均须安装车辆自动冲洗设备,而从调研来看自动洗车设备成本较高,冲洗压力不够,冲洗效果不好,特别对于比较集中、顽固的污渍、泥土冲洗效果较差,泥头车依然存在带泥上路的问题。(5)扬尘污染在线监测设备安装位置不符合要求,监测数据在监管中的应用不够。建设工地的调研结果表明所有工地均安装了扬尘在线监测设备,监测TSP、PM₁₀和PM_{2.5}。但安装位置大多数都不符合“监测点周围空气流通均匀,一定距离内无障碍物”的要求。

三、建筑工地扬尘污染防治措施分析与优化

(一) 工地喷雾降尘系统

建筑工地围挡应采用自动化喷雾设置,在设置自动开启喷雾设置的超标浓度时,应低于标准要求的扬尘污染浓度限值,如设置TSP超标浓度为250 μg/m³、PM₁₀超标浓度为120 μg/m³和PM_{2.5}超标浓度为50 μg/m³。除施工工地围挡喷雾系统外,建筑工地还可建立多层次喷雾系统,包含基坑围挡喷雾系统、塔吊喷雾和安装在主体结构上的楼层喷雾,在施工各阶段实施降尘。建议工地根据施工阶段、施工区域和施工作业情况来布置雾炮机。在基础开挖或回填等高扬尘污染的作业时,在相应区域应尽可能靠近作业位置布置,每隔10m设置1台雾炮机;

在中度污染区域如基坑边缘则可以每隔20m设置1台。为避免围挡喷雾飘落到建筑工地周边行人及居民楼上,建议在毗邻道路或居民楼的围挡上不安装喷雾设备,而把喷雾设备内移,或者将喷雾头朝工地内部喷并加高围挡,尽量减少喷雾外漏。

(二) 裸露土覆盖与洒水

建设工地在基础施工阶段的扬尘排放较大,主要来源于土方挖掘、土方回填、交通运输等施工过程以及裸露土地。而由于基础施工作业与扬尘污染防治措施(特别是裸露土覆盖措施)有一定的矛盾点存在,导致裸露土覆盖不及时等问题频繁发生。目前在建设工地扬尘污染防治检查中要求的100%裸露土覆盖,在实际基础施工作业时很难实现,频繁裸露土覆盖会妨碍施工作业进度;同时某些建设工地被要求持续洒水,而过度洒水则造成场地泥泞妨碍施工机械运作。裸露土覆盖和洒水对于扬尘污染控制来说是关键的措施,但由于对施工作业的影响较大,反而造成基础阶段某些建筑工地扬尘污染防治措施落实困难。防尘网覆盖裸土与保持表层土壤含水率(洒水技术)的扬尘污染控制效率相当。防尘网覆盖裸土的扬尘污染控制效果约50%~70%^[7]。美国AP-42排放系数手册^[8]中明确在土方挖掘时,保持表层土壤含水率12%,扬尘污染控制效果约为69%,且对于需要持续施工的作业面来说更具操作性。对于最佳洒水量的研究,黄志贤^[9]发现控制在0.6mmH₂O/hr的洒水量为最佳,过度洒水没有必要,反而造成场地泥泞妨碍施工。因此,防尘网覆盖的好处在于防尘效率稳定;而洒水的防尘效率则会随时间下降。但洒水的优点则在于与防尘网覆盖相比对施工作业影响较小。对于裸土问题可以分为下列五种情况采取不同的措施:(1)开挖暴露的原状土:深圳大多数地区的原状土含水率较高,在达到12%以后,对扬尘贡献很少,可以不采取防尘网覆盖措施。而可采用土壤湿度计对表层土壤的含水率进行监测,并进行必要的洒水,使表层土壤的含水率保持在12%及以上,但应避免过度洒水造成场地泥泞。(2)正在挖掘的土体:正开挖的土体,结构发生破坏,水分流失较快。在挖掘过程中需持续喷雾湿法作业;而在暂停施工时,可采用土壤湿度计对表层土壤(深度1cm)的含水率进行监测,并可每2小时洒水1次,洒水量按0.6mmH₂O/hr计算,使表层土壤的含水率保持在12%及以上,但应避免过度洒水造成场地泥泞。(3)回填土:回填土作业的施工工艺需要保持回填土含水率在7%~9%之间,不足以达到较好的扬尘控制效果,而回填土作业需要连续施工,又来不及进行防尘网覆盖。所以,首先在回填土作业时,应尽量安排紧凑的施工进度,快速完成作业不停歇;其次在回填土作业时,应开启工地围挡喷雾和雾炮机,在作业区

域外围进行喷雾,降低场地整体的扬尘污染。如果裸土闲置超过48h则需要进行防尘网覆盖。(4)弃土及易起尘物料堆放:挖掘出的弃土水分流失较快,应有统一的堆放地点,并在48h内运走,如不能及时运走的应使用防尘网、土工布或土工编织袋进行100%覆盖。同样,对于易起尘物料由于堆场集中且操作相对简单,也应进行100%覆盖。(5)园林绿化土:园林绿化土尚未完成种植时,应使用防尘网、土工布或土工编织袋进行100%覆盖。

(三) 泥头车冲洗系统

泥头车仅依靠自动洗车设备很难冲洗干净,泥头车的车身、底盘等角落处冲洗不到的顽固污土,在行驶路上慢慢风吹日晒干燥后,从泥头车上脱落下来,又重新成为扬尘源。针对自动冲洗效果不佳的情况,需要人工冲洗配合,对于难冲洗的部位进行二次清洗,同时对于车辆的洁净度进行评判后,再让其上路。同时为保证冲洗压力和冲洗效果,可采用试压泵检查洗车设备的冲洗压力,确保压力 $\geq 5.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 。果。对于顽固的污土,若不经过精细的清洗、擦拭,或使用专用的洗车剂,是很难清洗掉的,应要求泥头车公司每周对车辆进行精细清洗,重点清洗如车身角落、底盘等平时在工地难以洗到的地方,去除顽固的污土。洗车池和泥沙沉淀池应及时清理。发现循环洗车水较为浑浊时应立即清理洗车池和泥沙沉淀池。特别是在拆除阶段和基础阶段,应根据情况安排每天清理。

(四) 扬尘污染在线监测设备

针对多数建筑工地扬尘污染在线监测设备安装位置不符合要求的问题,严格按照对于扬尘污染在线监测设备的要求进行执行和监督。扬尘在线监测设备的正确安装方式^[9]:采样口离地面的高度应在 $3.5\pm 0.5\text{m}$ 范围内,距离任何反射面应大于 3.5m ;在建筑物上安装监测仪器时,监测仪器的采样口离建筑物墙壁、屋顶等支撑物表面的距离应大于 1m ;当某监测点需设置多个采样口时,为防止其他采样口干扰颗粒物样品的采集,颗粒物采样口与其他采样口之间的直线距离应大于 1m 。监测点位应优先设置于车辆进出口处,监测点位数量多于车辆进出口数量时,其他监测点位应结合常年主导风向,设置在工地所在区域主导风向向下风向的施工场地边界,兼顾扬尘最大落地浓度。当与其他建筑工地相邻或施工场地外侧是交通道路且受道路扬尘影响较大时,应避开在相邻边界处设置监测点。鼓励建设工地的视频监控系统覆盖90%以上区域,在扬尘数据超标的情况下则能通过视频观察取证,找寻施工现场的扬尘防治问题,并尽快监督解决。为保证扬尘监测设备数据稳定性和准确性,还应

对设备进行定期检修和校准。

四、结论

为减少深圳的扬尘污染,2018年深圳市住房和建设局发布了《深圳市建设工程扬尘污染防治专项方案》,要求全市各建设工程工地做到“7个100%”。本研究通过对典型深圳市建筑工地扬尘污染防治措施的调研,发现了扬尘防治措施的主要问题,包括裸露土覆盖不及时、道路硬化不全面、场内洒水不到位、自动洗车设备效果不佳、泥沙池清理不及时、施工工地围挡喷雾自动化率不高、雾炮机设置要求未细化、扬尘污染在线监测设备安装位置不符合要求,监测数据在监管中的应用不够等。针对这些问题,分析给出了相应建议,包括建设多层次自动喷雾系统、修改“裸土100%防尘网覆盖”为“裸土覆盖与洒水相结合的措施”、修改“出入口100%安装自动冲洗设施”为“由建筑工地自动冲洗设施加人工冲洗与泥头车定期精细相结合的措施”、严格执行扬尘污染在线监测设备的安装条件和定期校准等。

参考文献

- [1] 中华人民共和国生态环境部. 生态环境部通报2018年度全国“12369”环保举报情况 [EB/OL], http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk15/201904/t20190424_700844.html.
 - [2] 中华人民共和国生态环境部. 中国空气质量改善报告(2013—2018年) [M], 北京, 2018.
 - [3] 搜狐网. 找出大气污染的“祸首”——大气重污染成因攻关源解析取得阶段性成果 [EB/OL], https://www.sohu.com/a/309104349_100149447.
 - [4] 田刚, 黄玉虎, 樊守彬. 扬尘污染控制 [M]. 北京, 中国环境出版社, 2013.
 - [5] 胡敏, 唐倩, 彭剑飞. 我国大气颗粒物来源及特征分析 [J]. 环境与可持续发展, 2011, 36(5): 15-19.
 - [6] 深圳市市场监督管理局, SZDB/Z247-2017深圳市建设工程扬尘污染防治技术规范 [S], 2017.
 - [7] 宋博, 黄玉虎, 秦建平, 李贝贝, 张春来, 石爱军. 国内外建筑施工扬尘排放因子测试方法概述 [J]. 环境工程, 2019, 37(4): 126-130.
 - [8] USEPA, AP-42: Compilation of Air Emissions Factors [M]. 2009.
 - [9] 黄志贤. 逸散性粒状物控制效率及其应用于管制策略的研究 [D]. 台北科技大学, 2000.
- 作者简介: 高峣, 男, 1984.11, 山西左权, 汉族, 博士, 高级工程师, 副总监, 研究方向: 绿色建筑。