

施工工地出口附近道路交通扬尘排放特征研究

田刚, 樊守彬*, 李钢, 秦建平

(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

摘要: 为了量化施工工地附近社会道路因施工运输车辆带泥及遗撒造成的二次交通扬尘, 对 4 个典型工地出口 2 个方向社会道路尘负荷进行了采样分析, 根据 AP-42 交通扬尘排放模型, 计算和分析了工地出口附近道路交通扬尘排放特征. 结果表明, 工地出口附近道路尘负荷高于正常道路, 随着距离工地出口长度的增加, 尘负荷逐渐减小; 工地出口 2 个方向共 400 m 道路上交通扬尘 PM_{10} 排放因子为正常道路的 2~10 倍, 因施工增加的排放量相当于 422~3 800 m 正常道路排放. 根据以上结果, 结合 2002 年北京市施工工地时空分布数据, 经计算得出, 2002 年北京市城八区工地出口形成的二次扬尘相当于增加了道路总长度的 59%.

关键词: 工地; 施工扬尘; 交通扬尘; 排放因子

中图分类号: X513 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2007)11-2626-04

Characteristics of Fugitive Dust Emission from Paved Road near Construction Activities

TIAN Gang, FAN Shou-bin, LI Gang, QIN Jian-ping

(Beijing Municipal Research Academy of Environmental Protection, Beijing 100037, China)

Abstract: Because of the mud/dirt carryout from construction activities, the silt loading of paved road nearby is higher and the fugitive dust emission is stronger. By sampling and laboratory analysis of the road surface dust samples, we obtain the silt loading (mass of material equal to or less than 75 micrometers in physical diameter per unit area of travel surface) of paved roads near construction activities. The result show that silt loading of road near construction activities is higher than “normal road”, and silt loading is negatively correlated with length from construction’s door. According to AP-42 emission factor model of fugitive dust from roads, the emission factor of influenced road is 2~10 times bigger than “normal road”, and the amount of fugitive dust emission influenced by one construction activity is “equivalent” to an additional road length of approximately 422~3 800 m with the baseline silt loading. Based on the spatial and temporal distribution of construction activities, in 2002 the amount of PM_{10} emission influenced by construction activities in Beijing city areas account of for 59% of fugitive dust from roads.

Key words: construction activity; construction fugitive dust; road fugitive dust; emission factor

我国城市正处于大规模的施工建设时期, 施工扬尘成为这些城市大气 PM_{10} 的主要来源. 施工对大气环境造成的危害, 既包括施工工地内部各类施工、运输等环节造成的一次扬尘, 也包括因施工运输车辆的车轮车身带泥以及材料遗撒对社会道路造成污染, 然后由施工车辆特别是社会车辆引起的二次交通扬尘. 由于对二次交通扬尘的危害程度认识不够, 因此运输车辆清洗和文明运输往往成为施工扬尘控制工作的薄弱环节. 国外相关研究机构对工地出口附近道路交通扬尘做了测试研究^[1,2], 但没有给出详细的量化结果. 目前也鲜见针对我国施工工地出口附近道路交通扬尘量化研究的相关报道.

为了量化工地出口附近道路交通扬尘排放, 本研究对施工工地出口附近道路的尘负荷进行了现场采样分析, 根据美国环保局推荐采用的 AP-42 交通扬尘排放因子模型^[3], 计算分析了施工工地出口道路交通扬尘排放特征.

1 AP-42 交通扬尘排放模型介绍

影响交通扬尘排放的主要因素包括路面尘负荷、车辆重量、车流量以及降水频率等^[3]. 目前, 计算交通扬尘应用最为普遍的工具是美国环保局推荐采用的 AP-42 排放因子模型, 模型的表达式见文献[4].

2 材料与方法

2.1 实验材料

路面尘土负荷监测设备为: 真空吸尘器、配套纸袋、配套电源、电子天平、标准筛一套、电动振筛机. 根据 AP-42 的具体要求, 采用真空吸尘机吸取并收

收稿日期: 2006-11-01; 修订日期: 2006-12-31

基金项目: 北京市科技计划项目(H030630540430)

作者简介: 田刚(1954~), 男, 博士, 研究员, 主要研究方向为无组织扬尘控制技术及工业废水控制技术, E-mail: tg-iep@vip.163.com

* 通讯联系人, E-mail: fanshoubin@163.com

集路面上的尘土,采集的样品在实验室用标准筛进行干筛分,单位面积路面上 200 目以下(筛分粒径小于 $75\text{ }\mu\text{m}$)颗粒物的质量定义为尘负荷,单位为 g/m^2 .

2.2 实验方法

对北京市处于不同施工阶段的 4 个工地出口道路路面尘土负荷进行采样分析,采样分布点为施工工地出口 2 个方向共 400 m 道路,采样点分别为距离工地出口 0 m(出口)、出口 2 侧距离出口 50 m、100 m 和 200 m 共 7 个点,每个点单独采集 1 个样品,采样位置为机动车道中央车辆通行的位置.图 1 为采样点位置示意,其中暗色部分为采样区域, L 为采样部分的宽度,根据道路宽度和采样宽度计算采样区

域的面积,为了满足样品实验室分析对样品质量的要求,路面尘负荷越低的道路需要采集的面积越大,本研究中 L 在 0.3 ~ 1 m 之间, d 表示采样点间隔的距离,本研究为 50 m.

3 结果与讨论

3.1 实验结果

对北京 4 个处于不同施工阶段的工地出口路面尘负荷的采样分析结果见图 2.从图 2 可以看出,工地出口处路面尘负荷最高,随着距出口距离的延长,尘负荷逐渐减小.路面尘负荷与距离的关系可以表示为式(1):

$$sL = f(s) \tag{1}$$

式中, sL 为路面尘负荷, g/m^2 ; s 为距离工地出口的长度, m.

3.2 单个施工工地对交通扬尘排放的影响

根据 AP-42 排放模型和公式(1),工地出口附近道路交通扬尘排放模型可以表示为:

$$E = k \left[\frac{f(s)}{2} \right]^{0.65} \times \left(\frac{W}{3} \right)^{1.5} - c \tag{2}$$

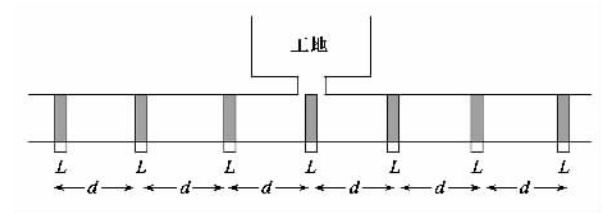


图 1 采样点位置示意

Fig.1 Geometric schematic diagram of sample sites

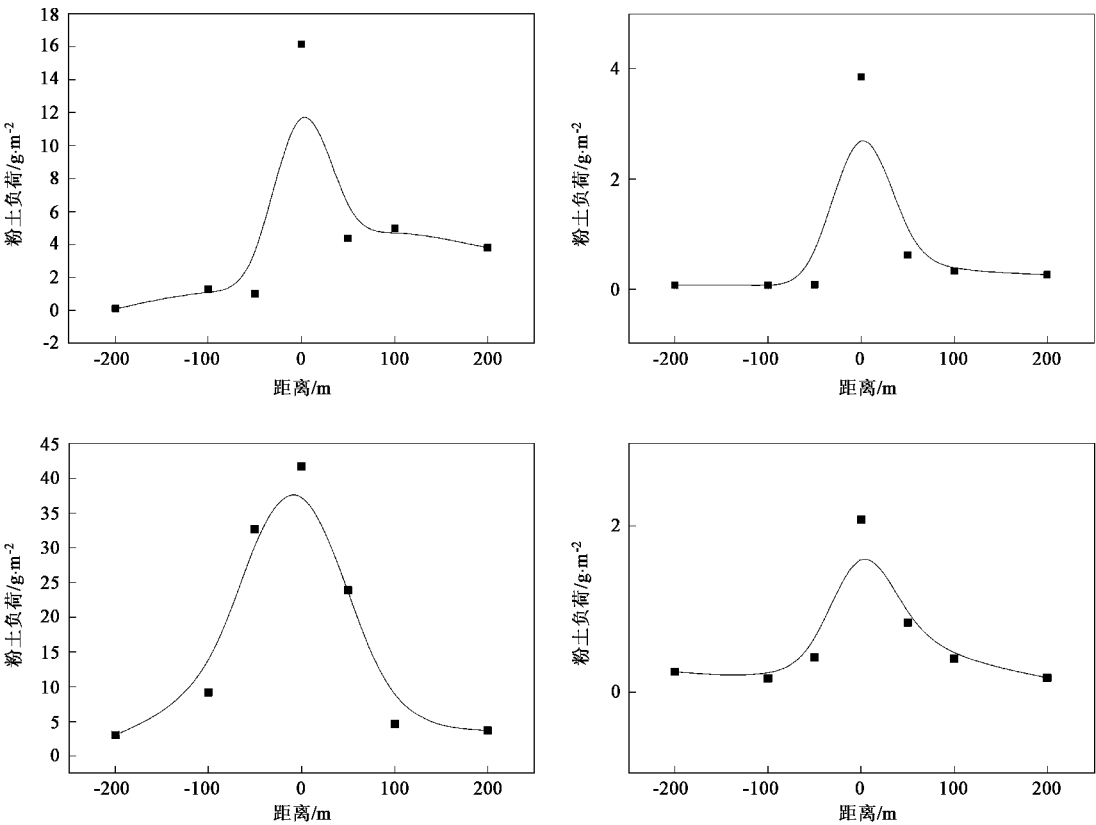


图 2 4 个工地出口不同距离尘负荷

Fig.2 Silt loading values of roads different distance from construction activities

公式两边取导数得:

$$dE = 0.65 \times k \times \left(\frac{W}{3}\right)^{1.5} \times \left(\frac{f(s)}{2}\right)^{-0.35} \times df(s)$$

(3)

根据路面尘负荷的变化趋势,在工地出口 2 个方向共 400 m 道路上对公式(3)积分:

$$E_a = \frac{1}{2a} \times 0.65 \times k \times \left(\frac{W}{3}\right)^{1.5} \times \int_{-a}^a \left(\frac{f(s)}{2}\right)^{-0.35} df(s) - c$$

(4)

式中, E_a 为工地出口 2 个方向共 400 m 道路交通扬尘平均排放因子,单位为 $g/(km \cdot 辆)$, $2a$ 为受工地影响的道路长度,本研究取 400 m.

根据工地出口道路尘负荷的变化,采用 AP-42 交通扬尘排放因子模型计算工地出口以及背景点的排放因子.由于工地的影响使交通扬尘排放量增加,可以相当于增加的正常道路长度.计算公式为:

$$l = 2a \frac{E_a - E_b}{E_b}$$

(5)

式中, l 为 1 个施工工地相当于增加的一般道路长度, m ; E_a 为受工地影响后的排放因子, $g/(km \cdot 辆)$; E_b 为背景点排放因子, $g/(km \cdot 辆)$.

选取 2 个方向中距离工地出口 200 m 尘负荷中较低的 1 个作为背景值,采用 AP-42 排放模型计算 PM_{10} 排放因子,根据 4 个工地尘负荷变化曲线,采用公式(4)计算受影响后的 PM_{10} 排放因子,采用公式(5)计算工地出口 400 m 道路交通扬尘 PM_{10} 排放增量相当于增加的道路长度,计算结果见表 1.

表 1 受工地影响的路段 PM_{10} 排放因子与背景点的比较

Table 1 PM_{10} emission factors of roads influenced by construction activities and roads with baseline silt loading

地点	背景排放因子 $/g \cdot (km \cdot 辆)^{-1}$	受影响后排放因子 $/g \cdot (km \cdot 辆)^{-1}$	排放增量相当于增加的道路长度/ m
工地 1	0.32	3.36	3 800
工地 2	0.14	1.32	3 371
工地 3	3.39	9.18	683
工地 4	0.37	0.76	422

从表 1 中可以看出,受工地影响后交通扬尘 PM_{10} 排放因子明显升高,是工地出口 400 m 以外的 2 ~ 10 倍,工地出口附近 400 m 道路交通扬尘 PM_{10} 排放增量相当于正常道路 422 ~ 3 800 m 的排放,平均值为相当于约 2 069 m 正常道路的排放.

3.3 北京工地出口交通扬尘增量计算

设每个建筑工地只有 1 个出口,取各区域建筑工地分布和开竣工时间数据,利用公式(6)可以计算

出不同区域因施工工地增加的交通扬尘的等效道路长度增加率,即道路扬尘增加率:

$$\eta = \left[\left(\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{12} \times l \right) / L \right]$$

(6)

式中, η 为二次扬尘等效道路长度增加率; m_i 为工地 i 的施工周期,月; n 为区域内工地个数; l 为 1 个工地导致交通扬尘排放增量相当于增加的道路长度,本研究取 2 069 m; L 为区域内道路长度, m .

2002 年北京市城八区工地出口二次扬尘等效道路长度增加率 η 见图 3. η 与区域内工地密度、施工周期和区域内道路车流量有关.区域内工地密度大,车流量大,交通扬尘排放增加率也大;工地密度小,车流量小,增加率也小.从图 3 中可以看出,4 个城区的增加率大于近郊区.

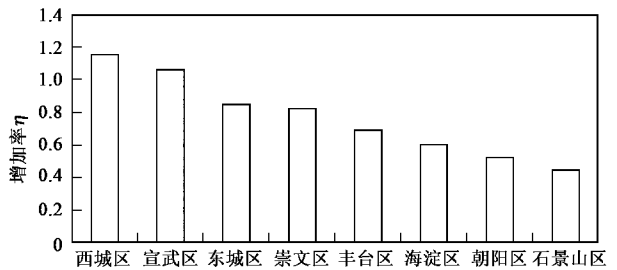


图 3 2002 年北京市城八区工地出口交通扬尘 PM_{10} 排放增加率

Fig.3 Ratio of added emission of fugitive dust from road influenced by construction sites

统计计算结果表明,2002 年北京市城八区由于建筑工地施工影响导致交通扬尘排放的增量,相当于增加了道路总长度的 59%,如果加上市政工程,增加率还会显著提高.

由于实验方法的限制,本研究只对施工工地影响的 400 m 社会道路交通扬尘排放增量进行了分析,选用工地出口 2 个方向距离出口 200 m 的 2 个点中尘负荷较低的 1 个作为背景点,事实上,工地影响的道路长度远大于 400 m,真实背景值也小于本研究中选取得背景值,建筑工地对道路扬尘的影响也应大于本研究中的计算结果.

为了减少施工工地对交通扬尘的影响,建议加强施工工地的管理,在工地内部采取道路硬化、清扫、喷洒抑尘剂和运料货车密闭等措施,减少车辆的车轮车身带泥及物料遗撒,在车辆进入社会道路之前进行彻底清洗,减少带入社会道路的尘土量.

4 结论

施工工地由于车辆车身带泥以及车辆的遗撒,

使得附近道路路面尘负荷升高,受影响路段的交通扬尘排放因子和排放强度也都升高.受施工影响的 400 m 道路交通扬尘 PM_{10} 排放因子为背景点的 2 ~ 10 倍,排放增量相当于正常道路 422 ~ 3 800 m 的排放.结合北京施工工地的时空分布数据,经计算得出,2002 年北京市城八区施工工地形成的交通扬尘增加量相当于增加了道路总长度的 59% .

参考文献:

[1] Muleski G, Page A. Characterization of PM_{10} Emissions from

Controlled Construction Activities: Mud/Dirt Carryout[R]. Kansas City, Missouri: Midwest Research Institute,2001.

[2] Kinsey J, Linna K, Squier W, *et al.* Characterization of the Fugitive Particulate Emissions from Construction Mud/Dirt Carryout [J]. Journal of the Air & Waste Management Association, 2004, **54** (11): 1394 ~ 1404.

[3] USEPA. Emission factor documentation for AP-42 [R]. Kansas City, MO: Midwest Research Institute, 1993.

[4] 樊守彬,田刚,李钢. 北京铺装道路交通扬尘排放规律研究 [J]. 环境科学, 2007, **28**(10):2396 ~ 2399.