

咸阳市区街道灰尘粒度特征分析

史兴民, 刘卫强

(1. 咸阳师范学院 资源环境与城市科学系, 陕西 咸阳 712000; 2. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 对 2008 年 4 月咸阳市区采集的街道灰尘样品进行了粒度分析。结果表明, 咸阳市街道灰尘粒度呈双峰分布特征, 第一众数为 35~75 μm , 第二众数为 280~500 μm , 平均粒径为 80 μm ; 峰态较宽而且比较对称, 分选性较好, 与黄土和现代尘暴降尘的粒度分布模式相似。街道灰尘样品粒度由北西至南东无明显规律变化。街道灰尘沉积是由于大气环流对远、近不同距离粗细颗粒物的混合搬运的结果, 应是风积作用的继续。在适当的大气动力条件下, 咸阳市街道灰尘颗粒大约有 56.7% 可以进入大气悬浮搬运。

关键词: 咸阳市; 街道灰尘; 粒度

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)05-0076-04

中图分类号: X502

Analysis on Particle Size of Street Dusts in Xianyang City

SHI Xing-min, LIU Wei-qiang

(1. Department of Resource Environment and Urban Science, Xianyang Normal College, Xianyang, Shaanxi 712000, China; 2. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: The analysis of particle size of street dusts in Xianyang City collected in April, 2008 indicates a bimodal distribution spectrum with the first mode being 35~75 μm and the second, 280~500 μm . The averaged particle size is found to be 80 μm . The distribution is characterized by wide kurtosis, better symmetry, and better sorting, which is similar to the particle size distribution of loess and modern dust storms. This indicates that street dusts are a mixture of coarse particles derived from local area and fine particles transported over a long distance by aeolian agent. Under the proper aerodynamic conditions, 56.7% of street dust particles can be picked up and transported by suspension.

Keywords: Xianyang City; street dust; particle size

城市灰尘是指分散于城市不同区域的表面固体颗粒物^[1], 城市灰尘按照来源和颗粒物的性质可进一步分为街道灰尘、区域灰尘、大气灰尘^[2]。其中城市街道灰尘粒度指数是最能反映城市污染情况的指标之一^[3]。在国内对城市街道灰尘的研究还未引起学术界的足够重视^[4-5], 但城市街道灰尘对人体和环境的危害程度与灰尘颗粒物的粒径有直接的关系, 因为颗粒物的粒径与其物理性质、化学性质、环境学性质关系密切^[6]。Fergusson 和 Ryan^[7-8]发现, 街道灰尘中大多数有害元素的含量随着灰尘粒径的减小而增大。所以, 对街道灰尘进行粒度分析进而分析颗粒物粒径并判断其污染源是非常有意义的^[9-14]。咸阳位于亚欧大陆桥中部及关中高新技术产业开发带中部, 是我国西部重要的区域中心城市之一, 具有承东启西的区位优势。近年来, 咸阳市在经济快速发展的同时也出现了一些环境问题。本文对咸阳市街道灰尘粒度特征进行了分析, 以期对环境监测与治理提供依据。

1 实验部分

1.1 街道灰尘样品的采集

本次样品主要从西北至东南方向的街道交叉路口采集, 采样时间为 2008 年 4 月 27—28 日, 采样期间咸阳市天气晴朗, 风力不大, 此次采样是在雨后 5 d 采得。样品大多是在咸阳市街道交叉路口采集, 为了保证所采集样品的代表性, 一般在交叉路口的 4 个方位采用多点采样再进行混合作为一个采样点的样品, 样品用干净的扫帚和簸箕进行采集, 各采样点采得样品质量约为 500 g, 将其存放在干净的塑料袋中备用。将采集的样品在实验室中自然风干, 尽量清除样品中的杂草及树叶。所采集的样品详细情况见表 1。

1.2 实验方法

此次实验采用英国 Mastersizer2000E 激光粒度分析仪分析, 粒度测量范围: 0.1~1 000 μm , 重复测量误差小于 2%。

表 1 咸阳市北西—南东街道各采样点详细信息

编号	采样点	位置	样品颜色	周围环境
1	北上召	34 22.533 N;108 39.904 E	灰色	修路
2	华星机械厂	31 21.981 N;108 40.411 E	灰黑色	煤厂附近
3	市汽车北站	34 21.343 N;108 41.304 E	灰色	氮肥厂、财院
4	文汇西路	34 20.586 N;108 41.899 E	深灰色	修铁路
5	人民广场	34 20.325 N;108 42.676 E	灰黑色	商业区
6	咸阳楼	34 20.071 N;108 43.674 E	灰色	旁有咸阳湖
7	肿瘤医院	34 19.295 N;108 44.904 E	灰色	蓝马啤酒厂
8	七里铺	34 18.875 N;108 46.384 E	灰色	拆迁
9	朝阳四路	34 21.842 N;108 47.051 E	黑灰色	长庆石油、加油城
10	古渡公园	34 20.438 N;108 44.084 E	深灰色	渭河
11	雨茂医院	34 19.292 N;108 39.789 E	灰色	彩虹厂
12	体育场什子	34 19.816 N;108 41.985 E	灰色	商业区
13	中午台	34 20.438 N;108 44.084 E	灰色	房地产开发
14	秦皇南路北转盘	34 18.942 N;108 42.107 E	灰色	绿化路边

2 结果

实验结果表明,在所有的样品中细黏土和粗黏土的含量最少,均在 5.1% 以下。细粉砂、中粉砂和粗粉砂三者的含量大部分在 10% 以上,而且三者变化趋势相同(图 1)。细砂和极细砂含量在 7.3% ~ 19.8% 之间。中砂含量在 10.9% ~ 24.7% 之间,粗砂含量在 2.5% ~ 16.5% 之间。整个街道灰尘样品中以中砂和中粉砂含量占优势。

粒径 $< 100 \mu\text{m}$ 的大气总悬浮颗粒物(TSP)在各街道尘中含量在 38% ~ 68% 之间(表 2),占绝对优势。而影响人们健康的可吸入颗粒物 PM_{10} 和严重损害人们身心健康的细颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$ 则差异不是很明显。 $\text{PM}_{2.5}$ 的含量在 1.664% ~ 4.505% 之间; PM_{10} 的含量在 5.718% ~ 14.394% 之间。

3 讨论

3.1 频率曲线及概率值累积曲线

从街道灰尘样品的频率曲线(图 2)可以看出,街道灰尘粒度主要呈头长尾短不对称的双峰型,即样品一般具有双众数。本次所采集的街道灰尘样品的第一众数都在 $35 \sim 75 \mu\text{m}$,第二众数 $280 \sim 500 \mu\text{m}$ 。根据三因分类法三角图解,街道灰尘属于粉砂质砂到砂质粉砂^[15]。而孙东怀等在 2003 年得出的结论是中国北方的风尘沉积普遍由粗粒组成(低空环流产生的粉尘沉积)和细粒组分(大气的背景粉尘,主要由西风环流控制)组成。街道灰尘的双峰态粒度分布特征说明其是由远近距离对粗细颗粒物的混合搬运结果,与

现代尘暴降尘的粒度分布模式相似,说明街道灰尘沉积是风积作用的继续^[16],而样品概率值累积曲线 15 ~ 30 μm 有明显的拐点所反映出来的特征也与风尘沉积特征一致^[17]。

与风力作用下地表颗粒运动状态(表面滚动:粒径为 $500 \sim 1000 \mu\text{m}$;跳跃移动:粒径为 $100 \sim 500 \mu\text{m}$;悬浮搬运:粒径小于 $100 \mu\text{m}$)进行比较,街道灰尘样品的第一众数属于跳跃移动,第二众数属于悬浮搬运,即在适当的大气动力条件下大约 56.7% 的街道灰尘可以进入大气,如此大量的灰尘颗粒在大气中对人体呼吸系统产生极大的危害,应该引起有关部门的高度重视。

表 2 $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} 和 TSP 体积分数

编号	$\text{PM}_{2.5}$	PM_{10}	TSP
2—1	3.430	11.424	60.242
2—2	3.735	11.794	49.395
2—3	3.426	11.310	50.297
2—4	3.941	13.341	64.261
2—5	3.622	11.556	52.914
2—6	2.126	6.314	68.712
2—7	3.729	12.468	57.197
2—8	1.664	5.718	41.240
2—9	4.105	13.535	65.844
2—10	3.491	12.370	59.513
2—11	4.097	14.394	68.312
2—12	4.505	14.500	57.621
2—13	3.044	10.505	60.132
2—14	2.120	7.127	38.971

城市街道灰尘粒度参数是最能综合反映城市街道沉积物粒度特征及沉积物环境的量化指标。常用的粒度参数有粒度平均值、分选系数、偏度、峰态和粉砂黏粒比等。粒度参数(表 3)的计算均采用富克—沃德标准^[18]。

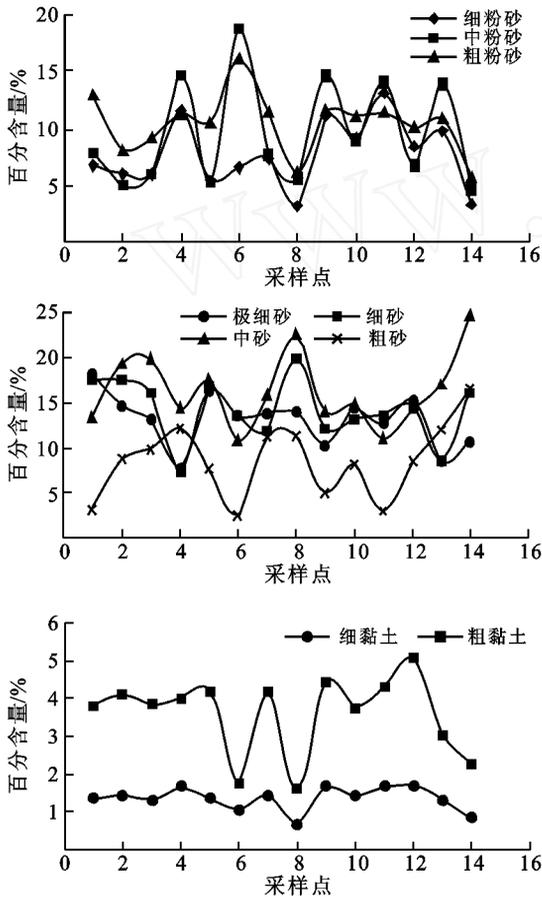


图 1 街道灰尘粒度组成

街道灰尘的平均粒径体现街道灰尘粒度分布的集中趋势,还在一定程度上取决于源区物质粒度的分布。2008 年 4 月采得所有样品的平均粒径 80 μm ,与兰州市的街道灰尘平均粒径(118.73 μm)相比^[19],咸阳市的街道灰尘平均粒径较小。而北西至南东方各采样点样品的平均粒度变化无明显规律,样品平均粒径最小的地点出现在市中心偏西的地方(图 3)。这可能是因为风力、降雨或车辆通行对沉积物颗粒的磨损而造成道路中央比两侧的沉积物粒径细。在适当的大气动力条件下,粒径小于 100 μm 街道灰尘会进入大气。通过本次研究得知咸阳市街道灰尘中 38%~68%(图 4)的颗粒可以进入大气悬浮搬运,如此大量的灰尘颗粒在大气中将对人体呼吸系统产生极大的危害。分选系数也常被用作环境指标。本次所采集的样品的分选系数 σ_1 为 -2.45~-1.26(表 3),说明街道灰尘分选差。

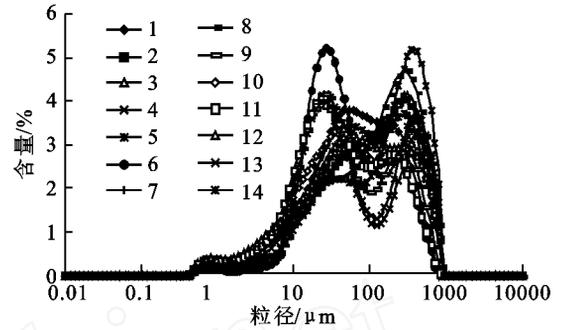


图 2 咸阳市街道灰尘粒度频率曲线

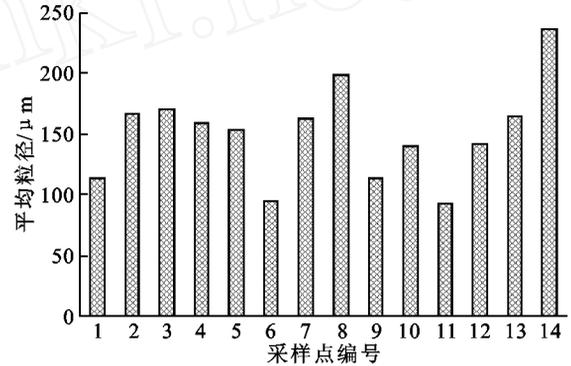


图 3 各采样点的平均粒径

街道灰尘的偏度可以判别其分布的对称性,并表明平均值与中位数的相对位置。本次样品的偏度 SK_i 为 -0.368 3~0.189 9。由表 3 得知,有 7 个样品位于 -0.3~-0.1 范围内属于负偏,有 3 个样品 SK_i 位于 0.1~0.3 范围内属于正偏,还有 4 个样品 SK_i 位于 -0.1~0.1 范围内属于近于对称。

表 3 样品粒度参数

编号	平均粒径/ μm	偏度 (SK_i)	峰态 (KG)	分选系数 (σ_1)	粉砂黏粒 比(K_d)
1	112.98	-0.141 4	0.999 7	-2.06	5.812 7
2	166.24	-0.250 6	0.933 7	-2.29	4.108 5
3	170.27	-0.205 6	0.895 3	-2.28	4.839 7
4	159.46	0.166 5	0.797 1	-2.45	7.112 5
5	152.37	-0.183 5	0.983 1	-2.22	4.396 0
6	93.90	0.189 9	0.864 9	-1.77	8.368 5
7	163.91	-0.057 4	0.887 0	-2.37	5.166 6
8	198.43	-0.277 3	0.846 2	-1.99	9.609 8
9	113.72	0.081 8	0.891 9	-1.26	6.567 9
10	140.80	-0.046 9	0.883 1	-2.29	6.091 4
11	92.85	0.039 0	0.926 9	-2.16	6.703 4
12	142.74	-0.137 8	0.943 3	-2.41	4.001 3
13	165.20	0.136 9	0.749 9	-2.32	8.901 9
14	237.06	-0.368 3	0.839 3	-2.14	6.706 0

峰态是度量粒度分布的中部和尾部展形之比,即衡量分布曲线的峰凸程度。本次样品的峰态为0.749 9~0.999 7(表3),即街道灰尘峰态属于中等到宽。说明街道灰尘中有很一部分颗粒物是经过环境改造而后进入环境。

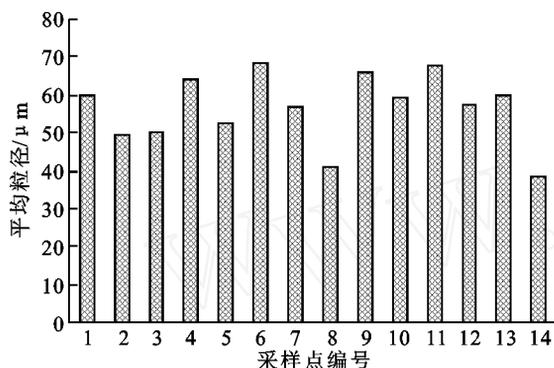


图4 各采样点样品粒径 < 100 μm 组分

粉沙黏粒比 K_d 反映了风尘堆积物中“基本粒组(10~50 μm)”与“挟持粒组(<4 μm)”的比例关系,这种关系主要取决于风尘来源区粉尘和黏粒的产率以及来源区的干湿状态或生物气候条件^[18]。对于大气风尘堆积物, K_d 值越大(表3),表明采样区域气候干冷、地表植被差或生态环境退化,有利于干燥沙粒粗砂粒颗粒的扬起和搬运,减少了黏粒的产率和撞击扬起的几率。咸阳市街道灰尘的 K_d 值比较大,说明其粗颗粒组分比较多。

4 结论

(1) 街道灰尘的双峰态粒度分布特征说明其是由大气环流对远、近不同距离粗细颗粒物的混合搬运的结果,与现代尘暴降尘的粒度分布模式相似,说明街道灰尘沉积是风积作用的继续。

(2) 街道灰尘可以描述成平均粒径分别为 80 μm, 第一众数 35~75 μm, 第二众数 280~500 μm, 多峰中等较宽对称且分选性较好的粉砂质砂到砂质粉砂。

(3) 咸阳市街道灰尘样品平均粒度较大,但由西北至南东变化无明显规律。在拆迁和修路附近的灰尘粒度较粗。

(4) 在适当的大气动力条件下,咸阳市街道灰尘中 38%~68% 的颗粒可以进入大气悬浮搬运,如此大量的灰尘颗粒在大气中将对人体呼吸系统产生极大的危害。

[参 考 文 献]

- [1] Du P X, Ma Z M, Han Y M, et al. Urban dust pollution and management [J]. Urban Problems, 2004, 8(2): 46-49.
- [2] 马智民, 韩永明, 柯海玲, 等. 城市灰尘污染及治理[J]. 城市问题, 2004, 118(2): 46-49.
- [3] 师育新, 戴雪荣, 宋之光, 等. 上海春季沙尘与非沙尘天气大气颗粒物粒度组成与矿物成分[J]. 中国沙漠, 2006, 26(5): 780-785.
- [4] 张成君, 胡铁鑫, 铁韵砚. 兰州市冬季大气沉降颗粒物特征及来源解析[J]. 兰州大学学报: 自然科学报, 2006, 42(6): 39-45.
- [5] 常静, 刘敏. 城市地表灰尘的概念, 污染特征与环境效应[J]. 应用生态学报, 2007, 18(5): 1155-1156.
- [6] 朱礼学. 城市尘土地球化学调查的意义及构想[J]. 四川地质学报, 2003, 23(3): 123-124.
- [7] 刘春华, 岑况. 北京市街道灰尘粒度特征及其来源探析[J]. 环境科学学报, 2007, 27(6): 1006-1012.
- [8] Fergusson J E, Ryan D E. the elemental composition of street dust from large and small urban areas related two city type, source and particle size [J]. Sci. Total Envir., 1984, 34: 101-116.
- [9] 田晖, 杜佩轩, 韩永明. 城市灰尘粒径组成及环境效应: 以西安为例[J]. 岩石矿物学杂志, 2002, 21(1): 93-98.
- [10] 杜佩轩, 田晖, 韩永明. 城市灰尘概念、研究内容与方法[J]. 陕西地质, 2004, 22(1): 73-79.
- [11] 张小玲, 李青春. 近年来北京沙尘天气特征及成因分析[J]. 中国沙漠, 2005, 25(3): 417-421.
- [12] Bris F J, Gamaud S, Apperry N, et al. A street deposit sampling metal and hydrocarbon contamination assessment [J]. Science of the Total Environment, 1999, 235: 211-220.
- [13] Deletic A, Orr D W. Pollution buildup on road surfaces [J]. Journal of Environmental Engineering, 2005, 131(1): 49-59.
- [14] De Migue E, Llamas J F, Chacon E, et al. Sources and pathways of trace elements in urban environments a multi-elemental qualitative approach [J]. Science of the Total Environment, 1999, 235: 355-357.
- [15] 徐馨, 曹琼英, 王雪瑜, 等. 第四纪环境研究方法[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1992: 74-75.
- [16] 孙东怀, 安芷生, 苏瑞侠, 等. 最近 2.6Ma 中国北方季风环流与西风环流演变的风尘沉积记录[J]. 中国科学(D 辑), 2003, 33(6): 497-504.
- [17] 刘东生. 黄土与环境[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 191-208.
- [18] 谢远云, 何葵, 康春国. 哈尔滨市特大沙尘暴沉降物的粒度分布及意义[J]. 中国地质, 2005, 32(3): 502-505.
- [19] 王冠, 夏敦胜, 陈发虎, 等. 兰州市街道尘埃粒度空间变化特征[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(3): 67-72.