

城市地表灰尘的分形特性分析^①

张志明, 方凤满, 杨 丁, 陈文娟

(安徽师范大学国土资源与旅游学院, 安徽芜湖 241003)

摘要: 城市地表灰尘在城市环境中无处不在, 其对人体和环境造成危害的程度与灰尘颗粒物的粒径有着直接关系。本文运用分形和多重分形的方法探讨了采样区地表灰尘粒径分布特征, 发现城市地表灰尘颗粒分布较分散, 但也存在颗粒分布相对集中且较粗的特点; 地表灰尘粒径分布、pH值以及有机质含量受城市功能区划影响; 熵维数 D_1 和熵维数/容量维数 D_1/D_0 与城市地表灰尘的pH值成负相关, 与有机质含量成正相关, 分维数 D 与pH值及有机质含量之间无相关性。多重分形参数比简单的分维数更能表征地表灰尘颗粒的分布特征, 能够提供更多的信息。

关键词: 分形; 多重分形; 城市地表灰尘; 芜湖; 分形特征

中图分类号: X21; K928.5

城市地表灰尘主要是附着、沉积于城市不透水下垫面(包括道路、桥面、街面、广场)及地面附着物、建筑物的裸露面上, 未被固化粘结, 且易于被水力、风力和重力等作用带动、运移和飘浮的粒径 <20 目(<0.920 mm)的固体颗粒物^[1-2]。它是城市大气尘埃及地表尘土长期在人与自然力作用下反复淀积-飘浮-再淀积的结果, 是大气中悬浮颗粒物的主要来源与归宿。粒径分布是表征颗粒物行为最主要的参数, 颗粒物的全部性质都与粒径有关, 而某些性质则非常强烈地依赖于粒径分布^[3]。细颗粒表面积大、吸附力强, 从而导致地表灰尘中重金属等元素含量随粒径的减小而增加^[4], 所以城市地表灰尘对人体和环境造成危害的程度与灰尘颗粒物的粒径有着直接关系。

本研究运用激光粒度仪获得地表灰尘的粒径分布数据, 首先用分形和多重分形的方法探讨了采样区地表灰尘粒径分布特征, 随后探讨了不同城市功能区地表灰尘分维数及多重分形参数的变化规律, 并对分形维数与多重分形参数的指示作用进行对比。地表灰尘分形采用 Tyler 的方法^[5], 多重分形采用 Rényi 信息熵的方法^[6]。

1 研究区概况

为分析地表灰尘的空间分布特征, 本研究由南到北将研究区划分为 3 个小区, 即: 高新技术开发区, 中心城区, 经济技术开发区(图 1)。高新技术开发区

在规划前土地利用类型主要以水稻田为主, 现已转变为科教与建筑用地, 该区南部与繁昌的水泥产业集群(以海螺集团为代表)的距离比较近; 中心城区主要包括城市的建成区, 是人口密集区, 同时也是政治、文化和商业中心; 经济技术开发区是国家级开发区, 主要分布有汽车及汽车零部件、电子电器等支柱产业。

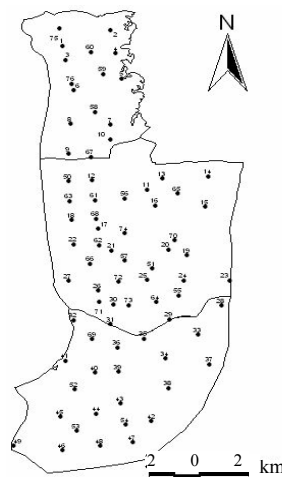


图 1 研究区示意及采样点分布图

Fig. 1 Study area and dust sample sites

2 研究方法

2.1 采样与分析方法

2.1.1 采样点 为使采样点具有更好的代表性, 采用网格布点法(1 km×1 km), 在 2008 年 4 至 5 月间选

①基金项目: 国家自然科学基金项目(40901258)、安徽高校省级自然科学研究重点项目(KJ2009A137)、财政部 2007—2010 中央与地方共建高校特色优势学科——地理学特色优势学科实验室项目和安徽师范大学地表过程与环境响应优秀创新团队建设计划项目资助。

作者简介: 张志明(1983—), 男, 安徽蚌埠人, 硕士研究生, 主要从事区域环境综合评价与环境规划方向的研究。E-mail: zzm0312@163.com

择合适的天气，用塑料簸箕和刷子在每个网格内的中心街道上采集多个灰尘样品，然后将多个样品采用四分法混合成一个混合样品，共采集 76 个地表灰尘样品（图 1），其中高新技术开发区 22 个，中心城区 38 个，经济技术开发区 16 个。

2.1.2 粒径分析 称取过 20 目的样品 0.5 g，加 30%（质量分数） H_2O_2 10 ml，静置 12 h 去除有机质，然后加 10%（质量分数）盐酸 10 ml，静置 12 h 去除碳酸盐，然后加入 0.05 mol/L 的六偏磷酸钠 ($NaPO_3$)₆ 10 ml，超声 10 min 后使用 Beckman Coulter LS13320 激光衍射粒度仪测量地表灰尘粒径的体积百分比，并用仪器自带软件对所得数据进行处理。

2.1.3 粒度分级 研究区内灰尘粒径分布范围为 0.04 ~ 1 504 μm ，激光粒度仪提供的是连续的粒径体积百分比，为更细致地反映地表灰尘粒径并方便与以往的研究进行比较，地表灰尘粒径分形分析中，灰尘粒径在 0 ~ 2000 μm 范围内被划分为 7 级（<2、2 ~ 50、50 ~ 100、100 ~ 250、250 ~ 500、500 ~ 1 000、1 000 ~ 2 000 μm ）；而在地表灰尘多重分形分析中，0.04 ~ 1 504 μm 范围内的土壤粒径按对数间隔被划分为 64 级。

2.1.4 pH 和有机质测定 pH 值测定采用水灰比为 2.5:1 的比例向 8.00 g 样品中加入 20 ml 去除 CO_2 的水，充分搅拌 1 min 后静置 30 min，使用 PHS-3C 酸度计测量，并记录数值。有机质测定采用重铬酸钾氧化-外加加热法。

2.2 相关理论

2.2.1 分形原理 城市地表灰尘的理化性质与土壤的理化性质有着十分密切的联系。城市地表灰尘中各种固体组分的大小、数量、形状及其组合方式决定着城市地表灰尘的结构，是一种由不同大小和形状的固体颗粒孔隙构成的连续分布松散多孔介质，因而具有自相似特征或是分形特征^[7-8]。某一粒径 R_i 的颗粒构成的体积分布的分维数 D 可以由以下公式表示^[5,9-10]：

$$\frac{V(r < R_i)}{V_T} = \left(\frac{R_i}{R_{\max}}\right)^{3-D} \quad (1)$$

式中， $V(r < R_i)$ 表示粒径小于 R_i 的体积累积， V_T 表示总体积， R_{\max} 为最大粒径。地表灰尘粒径体积分布的分维数 D 可将（1）式两边同时取对数，根据（3-D）是对数线性回归拟合方程的斜率而求得 D 。

2.2.2 多重分形原理 多重分形是定义在分形结构上的有无穷多个标度指数所组成的一个集合，是通过一个谱函数来描述分形结构上不同的局域条件、或分形结构在演化过程中不同层次所导致的特殊的结构

行为与特征，是从系统的局部出发来研究其整体的特征，并借助统计物理学的方法来讨论特征参量的概率测度的分布规律^[11]。

对土壤粒径分布进行多重分形分析，就是用尺度为 ε 的相等的“盒子”对整个土壤粒径分布跨度进行划分，所得盒子总数为 N ，由每个盒子的概率测度（即体积百分比） $\mu_i(\varepsilon)$ 、尺度 ε 和给定的参数 q ，可以计算出 Rényi 维谱 $D(q)$ 。Rényi 维谱被定义为^[6,11-13]：

$$D(q) \approx \frac{1}{q-1} \times \frac{\log[\sum_{i=1}^{N(\varepsilon)} \mu_i(\varepsilon)^q]}{\log \varepsilon} \quad (q \neq 1) \quad (2)$$

$$D_1 \approx \frac{\sum_{i=1}^{N(\varepsilon)} \mu_i(\varepsilon) \log \mu_i(\varepsilon)}{\log \varepsilon} \quad (q = 1) \quad (3)$$

Rényi 维谱 $D(q)$ 当参数 q 在区间 $[-\infty, +\infty]$ 内是一个单调递减的谱型。 q 是从不同层次上提取系统信息的参量。用于多重分形分析的数据一般是归一化的概率分布数据或浓度数据， q 从不同层次上扫描不同浓度的区域^[6]。当 $q \gg 1$ 时，大浓度或高聚集度的信息被放大，当 $q \ll -1$ 时，小浓度或低聚集度的信息被放大。最常用的 Rényi 维谱参数是 D_0 和 D_1 ， D_0 是容量维数，也叫计盒维数，它提供了所划分区间的尺度特征的最基本信息，其表征所分区间内非零区间的数量； D_1 是熵维数，它提供分布的不规律程度（均匀度或异质性）的信息。一般来说， $D_1 \leq D_0 \in [0, 1]$ ，且 Rényi 维谱呈典型的“S”型非增函数^[12]。

在多重分形分析中，本研究城市地表灰尘粒径分布范围为 $(\mu m) I = [0.04, 1504]$ ，将其划分为 64 个小区间 $v_1, v_2, v_3, \dots, v_{64}$ ，且有 $\sum_{i=1}^{64} v_i = 100$ ，与 v_i 相对应的子区间 I_i 代表了总体积的百分含量。子区间的长度通过激光衍射技术以对数比例表现出来。例如： $I = [0.04, 1504]$ ，将其划分为 64 个子区间， $I_i = [\Phi_i, \Phi_{i+1}]$ ， $i = 1, 2, \dots, 64$ ，划分时取样间隔为对数等差递增，即 $\log(\Phi_{i+1}/\Phi_i)$ 是一个常数，也就是说，第一个子区间的粒径分布范围 $I_1 = [0.04, 0.047]$ ，第 64 个子区间的粒径分布范围 $I_{64} = [1272, 1504]$ ，这种划分方法既充分利用了激光粒度仪提供粒度连续数据的优势，也遵循了土壤粒径分布规律，比算术等差递增划分的方法更客观。划分完 64 个子区间粒径范围之后，需要做一个转换， $\varphi_j = \log(\Phi_j/\Phi_1)$ ， $j = 1, 2, \dots, 65$ ，这样粒径分布范围被重新转换成算术递增的分布^[6,12]。经过转换之后的无量纲分布范围 $J = [0, 4.575]$ ， J 被 2, 4, 8, 16, 32, 64 等分后，格子大小 ε

$= 4.575 \times 2^{-k} (k = 1, 2, 3, \dots, 6)$, 即 $\varepsilon = 2.288, 1.144, 0.572, 0.286, 0.143, 0.071$ 。相对体积数据 v_i 需要标准化,

即 $V_i = (v_i / \sum_{i=1}^{64} v_i)$, $i = 1, 2, \dots, 64$, 并且 $\sum_{i=1}^{64} v_i = 1$,

其中 $\mu_i(\varepsilon)$ 是根据小格子 ε , 各等分后的粒径分布范围第 i 个分段的粒径体积含量统计^[12]。

本研究所计算的 Rényi 维谱 $D(q)$ 中, $q \in [-10, 10]$, 间隔 0.5 个单位取值, 根据公式 (2) 和 (3) 可计算出来。

3 城市地表灰尘粒径体积分布的分形与多重分形特征

3.1 分形特征

芜湖市 76 个城市地表灰尘样品分维数在 2.5388 (点 46) 到 2.7408 (点 29) 之间。拟合决定系数 R^2 介

于 0.8944 和 0.9926 之间, 数值分布相对集中, 区分性较小。城市地表灰尘呈对数正态分布或多峰态粒径分布特征, 与同类型研究有相似分布特征^[12]。随着分维数的增加, 地表灰尘的颗粒越细。高新技术开发区分维数的最大值是 2.7327, 最小值是 2.5388, 平均值 2.6634; 中心城区分维数的最大值是 2.7408, 最小值 2.5630, 平均值 2.6577; 经济技术开发区分维数的最大值是 2.7184, 最小值 2.5459, 平均值 2.6425, 地表灰尘颗粒总体上呈现出由南向北逐渐变粗的特点 (表 1)。可能原因是研究区南部与繁昌的水泥产业集群的距离比较近, 水泥生产过程中产生的粉尘沉降到地表造成的^[13], 而北部则是经济技术开发区, 工厂较多, 其所排放的颗粒物沉降到地表所致。

表 1 分维数、多重分形参数、pH 值以及有机质统计表

Table 1 Fractal dimensions, multifractal parameters, pH and organic matter

统计值	高新技术开发区			中心城区			经济技术开发区		
	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
分维数	2.7327	2.5388	2.6634	2.7408	2.563	2.6577	2.7184	2.5459	2.6425
D_0	1	0.9613	0.9855	1	0.956	0.9921	1	0.9726	0.9940
D_1	0.9502	0.7684	0.9126	0.9931	0.8656	0.9254	0.9615	0.8936	0.9298
D_1/D_0	0.9574	0.7792	0.9262	0.9963	0.8799	0.9327	0.9657	0.8936	0.9355
pH	12.36	7.97	10.29	10.88	7.65	9.25	12.23	8.69	10.18
有机质 (g/kg)	78.53	12.49	41.69	99.0	18.9	48.05	168.41	16.33	59.46

3.2 多重分形特征

在研究 Rényi 维谱 $D(q)$ 时, 当 $-10 \leq q \leq 10$ 时, $D_{-10} = 2.6352$ (点 18) 最小; $D_{-10} = 5.559$ (点 53) 最大; $D_{10} = 0.55$ (点 46) 最小; $D_{10} = 0.9219$ (点 34) 最大, 故选择这 4 个典型样品进行详细分析, 它们的相对体积-粒径分布如图 2 所示。分别计算出计盒维数 D_0 和熵维数 D_1 : D_0 的范围从 0.956 到 1, 各点曲线拟合相关性 $R^2 \in [0.999, 1]$ 。 D_1 的范围从 0.7684 到 0.9615, 其对数拟合曲线的相关性 R^2 的最差相关性为 0.9876, 最佳相关性为 0.9998 (图 3)。此外, 一种对颗粒物离散度的定量化研究的方法可以通过参数 D_1 与 D_0 的比值来很好地确定, 即: D_1/D_0 。这两个参数的比值被 Caniego 等人^[14]用来研究多孔介质颗粒物的离散度。当 D_0 取不同的值时, D_1/D_0 的商也会与 D_1 有区别。 D_1/D_0 的值接近 1 意味着具有相同的维数, 表明各段粒径分布越均匀越接近一条平行于横轴的直

线; D_1/D_0 的值接近 0 时, 就意味着大部分颗粒物都集中在一个小区域内, 形成一个绝对高的峰值。 D_0 、 D_1 和 D_1/D_0 的可能取值范围都在区间 $[0, 1]$ 内, 并且 D_0 、 D_1 和 D_1/D_0 在研究区内呈现出南北逐渐增加的特点 (表 1)。图 4 所示的是 D_0 、 D_1 和 D_1/D_0 的值随着 D_1 值增加的变化情况。

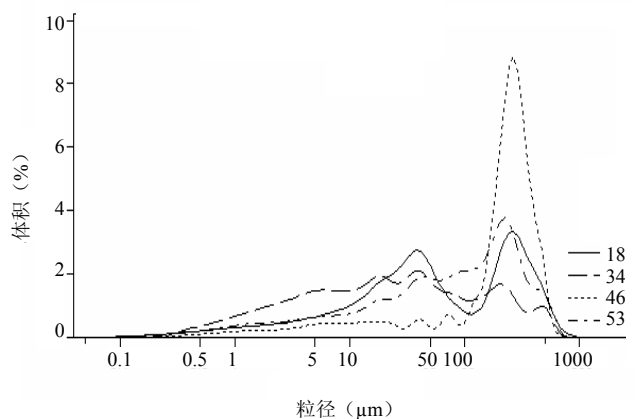


图 2 所选灰尘样品的相对体积-粒径分布图

Fig. 2 Volume-size distributions for dust samples selected

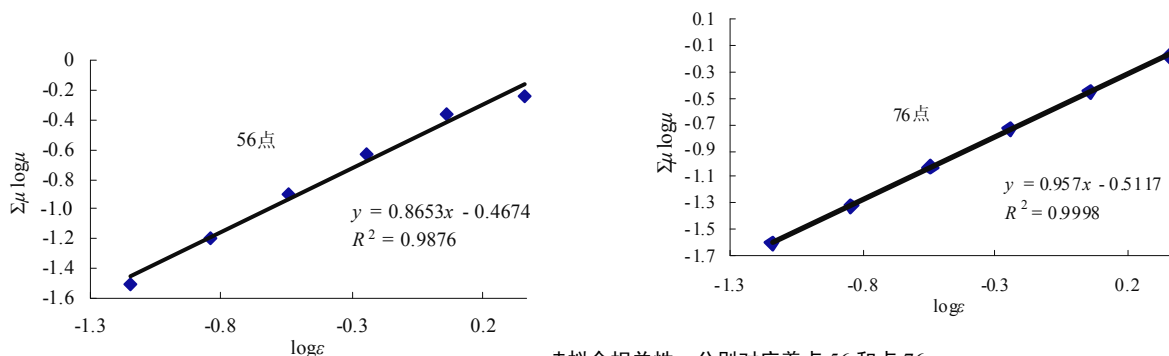


图 3 Worst and best fits for D_1 values, corresponding to samples 56 and 76, respectively

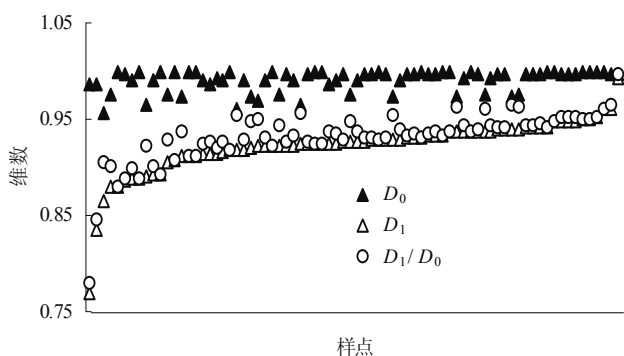


图 4 随着 D_1 值增加 D_0 、 D_1 和 D_1/D_0 分布趋势
Fig.4 Values of D_0 、 D_1 and D_1/D_0 drawn for increasing values of D_1

虽然熵维数 D_1 经常被用来作为表现尺度及异质性的特征指数，由 D_1 所对应的子区间的粒径分布值及其计算所得的波谱并不能作为一个单独的参数来辨别测度的结果。相反，激光衍射分析法与多重分形技术的相互结合，通过一种多重分形参数谱，即 Rényi 维谱，

提供了一种十分具有潜力的表征粒径分布特征的手段 [6]。

通过公式 (2) 和 (3)，计算得出当 $-10 \leq q \leq 10$ 时的 Rényi 维谱 $D(q)$ ，如图 5 所示。由图 5 可以得出，研究区 Rényi 维谱 $D(q)$ 分布范围比土壤的大，其在负半区 ($-10 \leq q \leq 0$) 的变化大于正半区 ($0 \leq q \leq 10$)，且在负半区 Rényi 维谱 $D(q)$ 主要分布在两个区域内，说明其分布是不连续的；Rényi 维谱 $D(q)$ 分布曲线呈典型的“S”型非增形状，符合多重分形理论标准。随着测量尺度的变化，各点的 $D(q)$ 值变化较大，这与相关研究结果相似 [6,11]。本研究中，当 $-10 \leq q \leq 0$ 时，除 4、43 和 47 (3 点的 $R^2 > 0.92$) 3 点外其余各点拟合决定系数 $R^2 > 0.95$ 。当 $q = 0$ ， R^2 有最大值 1，随着 q 值向两侧的增大， R^2 总体上呈减小趋势。 D_0 的范围介于 $0.956 \sim 1$ ($R^2 \geq 0.999$)； D_1 的范围介于 $0.7684 \sim 0.9615$ ($R^2 \geq 0.9881$)。由此可以看出，所有的多重分形参数在计算上是可信的。

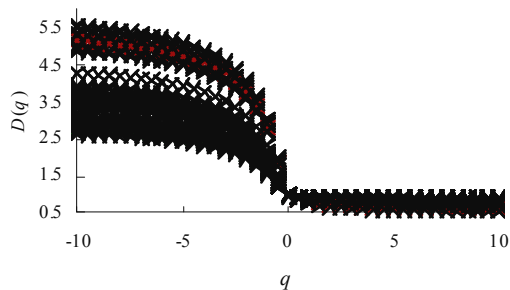


图 5 76 个样点 Rényi 维谱曲线图
Fig.5 Rényi dimension spectra curves for 76 samples

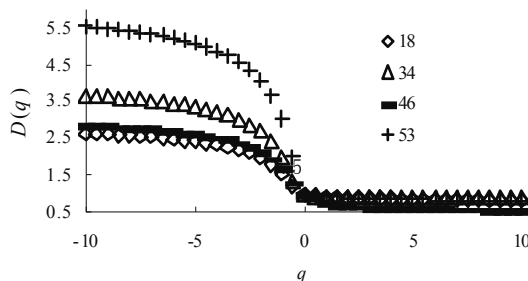


图 6 选择样点的 Rényi 维谱曲线图
Fig.6 Rényi dimension spectra curves for samples selected

图 6 显示的是所选的 4 个点 (点 18、34、46 和 53) 的 Rényi 维谱分布曲线，点 53 的分布曲线在负半

区各点值最大；点 18 的分布曲线在负半区各点值最小；点 34 的分布曲线在正半区各点值最大；点 46 的

分布曲线在正半区各点值最小。再结合图 2 可得: 点 53 的第一波峰出现在 200~300 μm 之间, 在 15~50 μm 之间出现了两个次波峰, 但不十分明显, 约有 34% 的粒径出现在 120~370 μm 之间, 颗粒较粗; 点 18 在 40 μm 和 250 μm 出现明显的两个波峰, 相对于其他点, 在较细的 40 μm 左右颗粒物含量较高, 约有 25% 的粒径出现在 20~55 μm 之间, 颗粒较细; 点 34 粒径分布曲线相对较均匀, 波形平坦, 约有 77% 的颗粒出现在 5~600 μm 之间, 且连续出现 5 个波峰/波谷, 第一波峰出现在 40 μm 左右, 颗粒较细; 点 46 第一波峰位于 270 μm 左右, 且占绝对优势, 约 67% 的颗粒分布在 160~450 μm 之间, 其余各段分布相对较少, 颗粒分布相对集中且较粗。由此可以得出, Rényi 维谱分布曲线正半区分布曲线在上的颗粒物较细, 而分布曲线在下的颗粒分布相对集中且较粗。因此, 多重分形参数比简单的分维数 D 更能表征

地表灰尘颗粒的分布特征, 能够提供更多的信息。

3.3 城市地表灰尘粒径分形和多重分形参数与 pH 值以及有机质含量关系

地表灰尘 pH 值在 $p < 0.01$ 显著水平下与 D_1 和 D_1/D_0 负相关, 而有机质含量在 $p < 0.05$ 显著水平下与 D_1 和 D_1/D_0 正相关, 同时 pH 与有机质之间显著负相关, 分维数与 pH 以及有机质含量之间相关性达不到显著水平 (表 2)。同类研究中, 有的研究者发现土壤颗粒分形维数增加, 土壤有机质含量减少^[15], 但也有研究者发现随土壤颗粒分形维数增加, 土壤有机质含量增加^[16]; 本研究发现地表灰尘颗粒分形维数与 pH 以及有机质含量之间相关性达不到显著水平, 这与周先荣等^[17]的研究相似, 说明地表灰尘颗粒分形维数对灰尘 pH 和有机质指示作用可能具有很强的空间特异性。多重分形参数 D_1 和 D_1/D_0 与 pH 以及有机质含量相关性显著, 可作为灰尘 pH 和有机质指示参数。

表 2 分形和多重分形参数、pH、有机质含量相关分析

Table 2 Correlation coefficients between fractal and multifractal parameters, pH and organic matter

	D_0	D_1	D_1/D_0	D	pH
D_1	0.276*				
D_1/D_0	-0.089	0.933**			
D	-0.493**	0.292*	0.486**		
pH	-0.208	-0.364**	-0.298**	-0.039	
OM	0.132	0.280*	0.239*	-0.023	-0.340**

注: *表示在 $p < 0.05$ 水平上显著, **表示在 $p < 0.01$ 水平上显著。

4 结论

(1) 芜湖市地表灰尘的分形和多重分形参数 D 、 D_0 、 D_1 和 D_1/D_0 是根据灰尘粒径数据计算出来的, 地表灰尘分形维数介于 2.5388~2.7408, 平均值为 2.6561。Rényi 维谱 $D(q)$ 分布曲线呈典型的“S”型非增形状, D_0 的值介于 0.956~1 之间, D_1 的值介于 0.7684~0.9615, 而反映颗粒物离散度的 D_1/D_0 取值范围是 0.7792~0.9963, 平均值为 0.9314, 说明研究区灰尘颗粒分布较分散, 但也存在颗粒分布相对集中且较粗的特点。

(2) 城市地表灰尘的粒径分布、pH 值以及有机质含量受城市功能区划影响, 城市地表灰尘的粒径在高新技术开发区最细, 中心城区次之, 经济技术开发区最粗; 有机质含量在经济技术开发区最大, 中心城区次之, 高新技术开发区最小; pH 值是高新技术开发区最大, 经济技术开发区次之, 中心城区最小。

(3) 地表灰尘 pH 值在 $p < 0.01$ 显著水平下与 D_1 和 D_1/D_0 负相关, 而有机质含量在 $p < 0.05$ 显著水平下与 D_1 和 D_1/D_0 正相关, 分维数与 pH 以及有机质含量之间无相关性。由此可以看出, 多重分形参数比简单的分维数更能表征地表灰尘颗粒的分布特征, 能够提供更多的信息。

参考文献:

- [1] 杜佩轩, 田晖, 韩永明. 城市灰尘概念、研究内容与方法. 陕西地质, 2004, 22(1): 73-79
- [2] 常静, 刘敏, 侯立军, 许世远, 林啸, Ballo Siaka. 城市地表灰尘的概念、污染特征与环境效应. 应用生态学报, 2007, 18(5): 1153-1158
- [3] 杜佩轩, 田晖, 韩永明, 杜建波, 刘健. 城市灰尘粒径组成及环境效应——以西安市为例. 岩石矿物学杂志, 2002, 21(1): 93-98
- [4] Al-Rajhi MA, Al-Shayeb SM, Seaward MRD, Edwards HGM. Particle size effect for metal pollution analysis of atmospherically

- deposited dust. *Atmospheric Environment*, 1996, 30(1): 145-153
- [5] Tyler SW, Wheatcraft SW. Application of fractal mathematics to soil water retention estimation. *Soil Science Society of America Journal*, 1989, 53: 987-996
- [6] Montero E. Rényi dimensions analysis of soil particle-size distributions. *Ecological Modelling*, 2005, 182: 305-315
- [7] 程先富, 史学正. 分形几何在土壤学中的应用及其展望. *土壤*, 2003, 35(6): 461-464
- [8] 王素娜, 吕军. 分形及其在土壤科学中的应用. *土壤通报*, 2005, 36(2): 249-252
- [9] 杨培岭, 罗远培. 用颗粒的质量分布表征的土壤分布特征. *科学通报*, 1993, 38(20): 1896-1899
- [10] 王国梁, 周生路, 赵其国. 土壤颗粒的体积分形维数及其在土地利用中的应用. *土壤学报*, 2005, 42(4): 545-550
- [11] 王德, 傅伯杰, 陈利顶, 赵文武, 汪亚峰. 不同土地利用类型下土壤粒径分形分析——以黄土丘陵沟壑区为例. *生态学报*, 2007, 27(7): 3081-3089
- [12] Martin MA, Montero E. Laser diffraction and multifractal analysis for the characterization of dry soil volume-size distributions. *Soil and Tillage Research*, 2002, 64: 113-123
- [13] 胡龙驰, 韩冰, 李志强. 水泥粉尘对夹江城区降雨 pH 值的影响. *四川环境*, 2004, 23(3): 58-63
- [14] Caniego FJ, Martín MA, José. FS. Rényi dimensions of soil pore size distribution. *Geoderma*, 2003, 112: 205-216
- [15] 程先富, 史学正, 王洪杰. 红壤丘陵区耕层土壤颗粒的分形特征. *地理科学*, 2003, 12(5): 617-621
- [16] 张世熔, 邓良基, 周倩, 伍国锋. 耕层土壤颗粒表面的分形维数及其与主要土壤特性的关系. *土壤学报*, 2002, 39(2): 221-226
- [17] 周先荣, 陈劲松. 川西亚高山针叶林土壤颗粒的分形特征. *生态学杂志*, 2006, 25(8): 891-894

Fractal Characteristic Analysis on Urban Surface Dust

ZHANG Zhi-ming, FANG Feng-man, YANG Ding, CHEN Wen-juan

(College of Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241003, China)

Abstract: Urban surface dust in urban environment is ubiquitous, whose grain-size directly correlate with the harm degree to human and environment. This paper discussed the characteristic of surface dust grain-size distribution in the sampling area by utilizing fractal and multifractal methods and discovered that the distribution of urban surface dust particles was scattered, but concentrated and coarse; the urban functional zoning had influence on the surface dust grain-size distribution, pH and organic matter; the entropy dimension D_1 and entropy dimension/capacity dimension D_1/D_0 were positively correlated with organic matter content but negatively correlated with pH value, there was no correlation between fractal dimension and pH value or organic matter content. The parameters of multifractal can provide more information about the distributed characteristic of urban surface dust than fractal dimensions.

Key words: Fractal, Multifractal, Urban surface dust, Wuhu, Fractal characteristic