

# 哈尔滨 2002 年 3 月 20 日沙尘暴 沉降物的粒度特征及其意义

何 葵<sup>1</sup>, 谢远云<sup>1</sup>, 张丽娟<sup>1</sup>, 周 嘉<sup>1</sup>, 康春国<sup>2,3</sup>

(1. 哈尔滨师范大学地理系, 黑龙江 哈尔滨 150080; 2. 中国地质大学地球科学学院,  
湖北 武汉 430074; 3. 哈尔滨学院地理系, 黑龙江 哈尔滨 150080)

**摘要:** 哈尔滨 2002 年 3 月 20 日的沙尘沉降物以粉砂 ( $4 \sim 63 \mu\text{m}$ ) 为主, 占 71.18%, 砂粒组分 ( $> 63 \mu\text{m}$ ) 占 21.7%, 粘土 ( $< 4 \mu\text{m}$ ) 组分含量最少, 仅占 7.13%。哈尔滨 2002 年 3 月 20 日沙尘沉降物的粒度是迄今为止有见报道中最粗的。沉降物粒度为多峰态分布,  $29.16 \sim 34.67 \mu\text{m}$  粒级的粗粉砂组成第一主峰, 含量约占 7.4%,  $420.45 \sim 500 \mu\text{m}$  粒级的中砂组分组成第二主峰, 含量约占 1.29%, 而  $0.69 \sim 0.82 \mu\text{m}$  粒级的细粘土组分形成第三主峰, 含量约占 0.52%。沉降物的平均粒径  $M_d$  为  $28.4 \mu\text{m}$ , 分选系数为 1.81, 偏态为 0.044, 峰态为 1.494, 粉粘比为 7.3。粒度特征显示, 哈尔滨沙尘沉降物是不同来源沙尘远距离和近距离搬运的混合体, 粗颗粒为低空气流搬运的近源物质。哈尔滨沙尘源区的生物状况和生态环境较为恶劣, 该地区沙尘暴工作的重点应放在哈尔滨周边沙尘源区的治理上。

**关键词:** 哈尔滨; 沙尘沉降物; 粒度特征

**中图分类号:** X144    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-0690(2005)05-0597-04

沙尘天气是指强风从地面卷起大量沙尘, 使空气混浊、大气能见度降低的一种天气现象。近年来, 人们逐渐认识到沙尘天气不仅仅是一种自然现象, 它的严重程度和频繁出现还会带来严重的生态和环境问题<sup>[1-5]</sup>。当前大多数研究者都把注意力集中到中国华北的京津地区和中国的西北地区, 但是对于中国东北地区特别是黑龙江地区的关注明显不够。本文从沉积学角度研究了哈尔滨 2002 年 3 月 20 日沙尘暴沉降物的粒度组成特征, 相信这不仅对确定粉尘沉降物性质的研究工作, 也对寻找和治理哈尔滨周边地区的沙尘暴物源区工作至关重要, 它还涉及到治理沙尘暴源的重点和方向, 对于能否治理好沙尘暴将起到决定性作用。

## 1 样品采集和实验方法

2002 年 3 月 20 日, 哈尔滨遭遇了沙尘天气。到傍晚时分, 哈尔滨上空已弥漫着一片灰黄色粉尘物质, 能见度降到 100 m 以下, 风力虽不大, 但可呼吸到明显的尘土味。沙尘过后, 所有建筑物上甚至树叶上都布满了厚厚的沙尘沉降物。据气象部门

资料, 当天哈尔滨处于蒙古气旋前部, 刮西南风, 风速 13.35 m/s。作者于次日上午在哈尔滨师范大学行政楼楼顶处用样品刷收集到这些沙尘样品。沉降物为干燥、松散而又十分新鲜的浅黄褐色粉末体。沙尘暴的前一天(19 日), 哈尔滨普遍降雨, 雨水将建筑物顶部表面冲刷的较干净, 因此, 沙尘过后在这些建筑物顶部平面所采集的样品纯净度较高, 基本能代表当时的降尘情况。

对收集到的沉降物进行了粒度测量。粒度分析采用英国 Malvern 公司的 Mastersize 2000 激光粒度分析仪, 粒度测量范围为  $0.02 \sim 2000 \mu\text{m}$ , 重复测量误差小于 2% (图 1)。频率曲线、累积频率曲线和概率累积曲线的横座标均采用对数坐标形式。

## 2 结果与讨论

### 2.1 沉降物的粒度特征

哈尔滨沙尘沉降物以粉砂 ( $4 \sim 63 \mu\text{m}$ ) 为主, 占 71.18%, 其中粗粉砂 ( $16 \sim 63 \mu\text{m}$ ) 及细粉砂 ( $4 \sim 16 \mu\text{m}$ ) 分别占 52.01% 及 19.17%; 其次为较粗的砂粒组分 ( $> 63 \mu\text{m}$ ), 占 21.7%, 其中细砂

收稿日期: 2004-06-21; 修订日期: 2004-10-11

基金项目: 黑龙江省自然科学基金项目(C0213)、黑龙江省教育厅科学技术研究项目(10531075)共同资助。

作者简介: 何 葵(1962-), 男, 内蒙古包头人, 副教授, 主要从事第四纪地层学研究工作。Email: he\_kui@mail.china.com

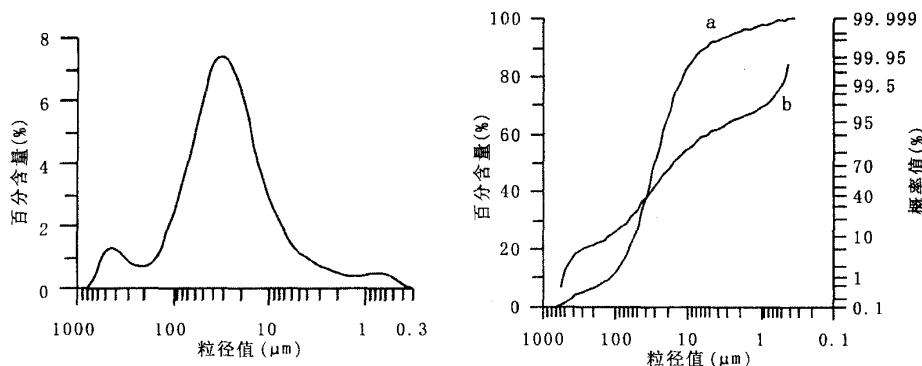


图1 哈尔滨2002年3月20日沙尘沉降物粒度分布的频率曲线(左)和累积频率曲线(右a)及概率累积曲线(右b)

Fig. 1 Frequency curve and cumulative frequency curve and probability cumulative curve for Harbin dust fallout

( $63 \sim 250 \mu\text{m}$ )、中砂( $250 \sim 500 \mu\text{m}$ )和粗砂( $500 \sim 2000 \mu\text{m}$ )分别占15.76%、4.44%和1.49%;粘土( $< 4 \mu\text{m}$ )组分的含量最少,仅占7.13%,其中粗粘土( $0.98 \sim 4 \mu\text{m}$ )及细粘土( $< 0.98 \mu\text{m}$ )分别占4.82%及2.31%。

采取图解法和福克-沃德标准计算了沉降物的粒度参数。结果表明,沉降物的平均粒径  $M_d$  为  $28.4 \mu\text{m}$ , 第一众数为  $29.16 \sim 34.67 \mu\text{m}$ ; 分选系数  $SD$  为 1.81, 介于 1 ~ 2 之间, 说明沉降物分选差; 偏态  $SK$  为 0.044, 介于 -0.1 ~ 0.1 之间, 说明沉降物粒度分布属近对称形态, 峰态  $KG$  为 1.494, 介于 1.11 ~ 1.56 之间, 属尖窄峰态类型, 说明沉降物粒度分布是一个很尖锐的曲线。

从反映沉降物粒度分布特征的频率曲线中可以看到(图1),这是一条头短而尾细长的三峰型近对称的尖锐曲线,细尾延伸的频率曲线与细粒尾较长的“S”型累积频率曲线(图1)所反映的特征是一致的,即:粒度分布曲线由众数值向粗粒径一侧变化时较迅速,向细粒径一侧变化时有一明显缓和段。说明沙尘天气不仅带来大量粗颗粒物质,还有相当量的细颗粒物质。此外沉降物粒度曲线(图1)呈明显的三峰态分布特征, $29.16 \sim 34.67 \mu\text{m}$  粒级的粗粉砂组成第一主峰,其含量约占了7.4%; $420.45 \sim 500 \mu\text{m}$  粒级的中砂组分组成第二主峰,含量约占1.29%;而 $0.69 \sim 0.82 \mu\text{m}$  粒级的细粘土组分组成第三主峰,含量约占0.52%。现代降尘物粒度的多峰态分布特征在沙尘暴多发区有过报道<sup>[6,7]</sup>,其形成原因可能是远距离搬运细颗粒和近距离搬运粗颗粒的混合。

对比1993年兰州<sup>[8]</sup>、1996年敦煌<sup>[9]</sup>、1995年武威<sup>[9]</sup>、2000年北京<sup>[10]</sup>、2002年北京<sup>[7]</sup>等沙尘沉降物的粒度组成,发现,哈尔滨2002年3月20日的沙尘沉降物的粒度是迄今为止有见报道中最粗的。例如,对于粉砂含量,1993年兰州沙尘沉降物为79.15%<sup>[8]</sup>,2002年北京沙尘沉降物为84%<sup>[7]</sup>;砂含量,兰州为0.08%,北京为1%;而粘土含量,兰州为20.77%,北京为15%。

粉砂粘粒比  $Kd$ ,最早用于黄土地层研究中,用来指示粉尘源区干湿状况或生物气候条件<sup>[11]</sup>。而对于现代沙尘沉降物而言, $Kd$  值的大小直接与沙尘物源区粗粉砂和粘粒的产出率及生物气候条件有关, $Kd$  值大,反映气候干冷、地表植被差或生态环境退化,有利于干燥的粗沙尘颗粒的扬起和搬运,而减少了粘土物质的产率和被撞击扬起的机率; $Kd$  值小,则相反。哈尔滨沙尘沉降物  $Kd$  值为 7.30,这一数值远高于兰州沙尘沉降物的 2.85 ~ 3.96<sup>[8]</sup>,也远高于洛川黄土的 0.91 ~ 2.26<sup>[11]</sup> 和兰州黄土的 0.8 ~ 4.2<sup>[12]</sup>。表明哈尔滨沙尘源区的生物状况和生态环境较为恶劣。

## 2.2 哈尔滨沙尘源区的确定及意义

风沙动力学表明<sup>[13]</sup>, $< 63 \mu\text{m}$  的粉砂-粘土颗粒在空气中的自由沉速很小,一旦被风扬起进入悬浮状态后,能够悬浮很长距离。粒径大于  $500 \mu\text{m}$  的粗沙在起动风力的作用下,呈沿地表滚动或蠕动式向前移动。 $100 \sim 250 \mu\text{m}$  的细沙多为沿地表跳跃或近地短距离的悬浮漂移。Moldvyl 的试验结果也表明: $16 \sim 63 \mu\text{m}$  粒级的粗粉砂在空气中极易浮动, $> 63 \mu\text{m}$  的颗粒,随粒径的变粗,在空气中

的浮动性能越来越差<sup>[14,15]</sup>。这与哈尔滨沙尘样品中的 16~63 μm 粒级的粗粉砂含量相对较高相吻合。来源于中国内陆戈壁沙漠的黄土高原黄土的粒度具有自西(西北)而东(东南)趋于变细的空间分布规律<sup>[11]</sup>,如果西北的沙漠沙地和黄土高原的粉尘是哈尔滨沙尘源区,根据风尘堆积粒度与其搬运距离的相关关系,哈尔滨远离西北沙漠和黄土高原,沙尘沉降物粗颗粒含量应低于敦煌、武威、兰州、西安和北京等地,而粘粒含量应高于上述地区。但现在的情况正相反,哈尔滨沙尘沉降物含有大量粗颗粒物质,>63 μm 砂粒组分含量达 21.7%,远高于上述地区,而粘粒含量则大大低于上述地区。这似乎在暗示:哈尔滨的沙尘沉降物不太可能是高空气流携带而来的内陆远源物质(例如,西北沙漠沙地和黄土高原粉尘)堆积,而是低空气流搬运的近源物质堆积。再说,沙尘沉降物中大量的砂粒组分也不可能作长距离的搬运。

哈尔滨周边的裸露耕地、荒地及草原,河床及漫滩细粒冲积物,裸露的干涸湖泊,市内地表及建筑工地的粉尘等都可以是哈尔滨沙尘沉降物的可靠物源。但是,已有研究表明西北沙漠地区的粉尘物质完全可以通过高空气流携至中国东部乃至太平洋海域<sup>[16]</sup>。所以不能排除哈尔滨沙尘沉降物中含有西风环流带来的西北沙漠粉尘物质。

确定了哈尔滨沙尘沉降物的物源区,下一步治沙防沙工作的研究区域应重点放在哈尔滨周边沙尘源区上。如果放弃或忽视对哈尔滨周边地区的裸露耕地、荒地及草原,河床及漫滩细粒冲积物,裸露干涸湖泊的治理,哈尔滨地区沙尘暴的治理工作将一事无成。

### 3 结 论

哈尔滨 2002 年 3 月 20 日沙尘暴沉降物的粒度组成以粉砂(4~63 μm)为主,占 71.18%;其次为砂粒组分(>63 μm),占 21.7%;粘土(<4 μm)组分含量最少,仅占 7.13%。粒度分布为三峰态,29.16~34.67 μm 粒级的粗粉砂组成第一主峰,其含量约占 7.4%,420.45~500 μm 粒级的中砂组分组成第二主峰,含量约占 1.29%,0.69~0.82 μm 粒级的细粘土组分形成第三主峰,其含量约占 0.52%。平均粒径 Mz 为 28.4 μm, 分选系数为 1.81, 偏态为 0.044, 峰态为 1.494, 粉粘比为 7.3。该沉降物的粒度是迄今为止有见报道中最粗的。

哈尔滨沙尘暴沉降物的粒度组成显示,哈尔滨沙尘沉降物是不同来源沙尘远距离和近距离搬运的混合体,粗颗粒为低空气流搬运的近源物质,多为就地起沙。强风作用下较粗颗粒的沙尘就地扬起,与长距离搬运的粉尘相互混合,形成了哈尔滨 2002 年 3 月 20 日的沙尘暴沉积物。哈尔滨城市扩展区域的疏松地表裸土、河床及河漫滩细粒冲积物以及市内地表建筑沙土等都可以是哈尔滨沙尘沉降物的主要物质源。

致 谢:沙尘样品的粒度分析由南京师范大学地理系的陈晔老师完成,在此表示感谢!

### 参 考 文 献:

- [1] 施 楸,陈发虎.早全新世石羊河流域沙尘暴活动记录[J].地理科学,2001,21(3):257~261.
- [2] 张玉兰,杨永兴.中全新世以来黑龙江同江地区的孢粉组合与植被、气候演化[J].地理科学,2002,22(4):426~429.
- [3] 刘志丽,马建文,李启青,等.沙尘暴过程地面测量与卫星同步观测实验及数据分析——以 2002 年沙尘暴事件为例[J].地理科学,2003,23(5):571~578.
- [4] 朱晓华,蔡运龙.中国自然灾害灾情统计与自组织临界性特征[J].地理科学,2004,24(3):264~269.
- [5] 王淑兰,柴发合,张远航,等.成都市大气颗粒物污染特征及其来源分析[J].地理科学,2004,24(4):488~492.
- [6] McTainsh G H, McKling W G, Lynch A W. Dust deposition and particle size in Mali, West Africa[J]. Catena,1997, 29:307~322.
- [7] 王赞红,夏正楷.北京 2002 年 3 月 20~21 日尘暴过程的降尘量与降尘粒度特征[J].第四纪研究,2004,24(1):95~99.
- [8] 戴雪荣,师育新,薛 滨.兰州现代特大尘暴沉积物粒度特征及其意义[J].兰州大学学报(自然科学版),1995,31(4):168~174.
- [9] 张 宁,陆 蕊.沙尘暴降尘的化学组份和粒径分布特征[J].甘肃环境与监测,1998,11(1):3~7.
- [10] 庄国顺,郭敬华,袁 慧,等.2000 年我国沙尘暴的组成、来源、粒径分布及其对全球环境的影响[J].科学通报,2001,46(3):191~197.
- [11] 刘东生.黄土与环境[M].北京:科学出版社,1985.
- [12] 陈发虎,张维信.甘青地区的黄土地层学与第四纪冰川问题[M].北京:科学出版社,1990.107~121.
- [13] 任明达,王乃梁.现代沉积环境概论[M].北京:科学出版社,1981.1~116.
- [14] 胡 刚,王乃昂,罗建育,等.花海湖泊古风成砂的粒度特征及其环境意义[J].沉积学报,2001,19(4):642~647.
- [15] 胡 刚,王乃昂,高顺尉,等.花海湖泊全新世古风成砂的发现及其古环境解释[J].中国沙漠,2002,22(2):159~165.
- [16] 张小曳,张光宇,朱光华,等.中国源区粉尘的元素示踪[J].中国科学(D辑),1996,26(5):423~430.

## Grain Size Characteristic of Sand-dust Sedimentary in Harbin City and Its Implication

HE Kui<sup>1</sup>, XIE Yuan-Yun<sup>1</sup>, ZHANG Li-Juan<sup>1</sup>, ZHOU Jia<sup>1</sup>, KANG Chun-Guo<sup>2,3</sup>

(1. Geography Department, Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang 150080; 2. Earth Science  
College, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074; 3. Geography  
Department, Harbin Institute, Harbin, Heilongjiang 150080)

**Abstract:** The collection and grain size analysis were carried out for sand dust sedimentation in Harbin, 20th March 2002. The result indicated that sand dust sedimentation gave priority to silt ( $4 \sim 8\Phi$ ), occupying 71.18%, sand composition ( $>4\Phi$ ) is 21.7% and clay composition ( $<8\Phi$ ) only 7.13% at Harbin. The granularity of sand dust sedimentation was the coarsest in the reports so far. The sedimentation granularity distribution was characterized by multi-peak states, coars sand silt of  $4.85\sim5.10\Phi$  grain grade composed first main peak, occupying about 7.4%, medium sand of  $1\sim1.25\Phi$  grain grade composed second main peak, occupying about 1, 29%, and clay composition of  $10.25\sim10.5\Phi$  grain grade composed third main peak, occupying about 0.52%. The average grain diameters of sedimentation ( $M_z$ ) was  $5.14\Phi$ , sorting coefficient, 1.81, Skewness, 0.044, and Kurtosis, 1.494, silt and clay ratios, 7.3. The granularity features shown that sand-dust sedimentation was admixture, derived from different sources both far distance and short distance, and coarse particle was near-sources material that was transmitted by low altitude airflow. The biology status and zoology environment of sand-dust sedimentation source area are relatively inclement. Nudity infield, wasteland and plain, river bed and floodplain fine alluvium, barenness lakes and dust of city earths surface and construction sites, and so on, may be material fountainhead. The keystone of weather projects for preventing sand-dust in Harbin should put to controlling sand-dust fountainhead around Harbin.

**Key words:** Harbin; sand-dust sedimentation; granularity