

# 哈尔滨市地表土的物质组成与沙尘天气

谢远云<sup>1</sup> 张丽娟<sup>1</sup> 何 葵<sup>1</sup> 康春国<sup>2</sup> 臧淑英<sup>1</sup>

(1. 哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨 150080; 2. 哈尔滨学院地理系, 黑龙江 哈尔滨 150080)

**摘要:** 沙尘对环境的污染被人们越来越重视, 是生态环境研究的重要组成部分, 本文对哈尔滨市不同类型松散地表土进行了采样和物质组成特征进行了较全面的研究。结果表明: 河床冲积物和哈尔滨市土壤对哈尔滨沙尘天气的贡献较小; 而地表裸土的粒度和化学组成特征指示了道路裸土和建筑土是哈尔滨沙尘天气主要的物质源地, 可以为沙尘天气提供大量的粉尘物质。这不仅对哈尔滨沙尘研究提供了基础资料, 也对确定哈尔滨沙尘来源区并科学控制沙尘暴提供了一定的理论依据。

**关键词:** 物质组成; 沙尘天气; 地表土; 哈尔滨

**中图分类号:** P594<sup>+.2</sup>      **文献标志码:** A      **文章标号:** 1000-3657(2009)02-0474-08

沙尘暴是特定气候条件和特殊的地质地理条件下的产物, 是多发在干旱、半干旱地区、荒漠化地区和农牧交错带的一种具有强大破坏力的灾害性天气现象<sup>[1]</sup>。由于沙尘暴的发生、发展和传输与不同尺度天气、气候背景的动力结构有关, 所以许多学者<sup>[2]</sup>侧重于沙尘暴天气发生的气象和气候诱因的研究。对于地表特征, 尤其对松散地表土的物质组成特征的研究少有报道。研究表明<sup>[3]</sup>, 沙尘源地及沿途地表土是沙尘的主体, 城市扩展区域的疏松地表土与建筑土能提供就地扬尘的沙尘物来源, 成为沙尘天气的加强源地。不同的下垫面对沙尘天气的物质贡献也不尽相同, 下垫面地表土颗粒的组成特征直接影响着沙尘暴的形成、类型和输送距离<sup>[4]</sup>。较粗颗粒主要形成近地表或低空的近源沙尘暴, 影响范围有限仅对局地产生影响<sup>[5]</sup>; 而细颗粒的粉粘物质则形成高空远程输送的浮尘, 对全球气候环境产生影响<sup>[6]</sup>。因此, 包括城市地表土在内的沙尘源区松散地表裸土的物质成分的背景资料研究不仅是沙尘研究的基础资料, 而且还是沙尘源区追踪的重要手段。

近年来哈尔滨的沙尘天气呈上升趋势, 西南、西北、东北三大块沙化带已对哈尔滨起包围态势。但由

于大多数研究者<sup>[3,6]</sup>都把注意力集中到华北和西北地区, 故黑龙江地区的沙尘天气并未引起研究者的足够重视。笔者已经对哈尔滨沙尘天气沉降物的物质组成特征进行了初步的研究<sup>[7-9]</sup>, 本文作为哈尔滨沙尘天气研究的一部分, 对哈尔滨市不同类型松散地表土进行了采样和物质组成特征分析, 从沉积学和地球化学的角度研究了城市不同类型松散地表裸土对沙尘天气的影响。这不仅为哈尔滨沙尘研究提供基础的地质资料, 也对确定哈尔滨沙尘源区并科学地控制沙尘暴提供了一定的理论依据。

## 1 研究方法

为了解哈尔滨市松散地表裸土的物质组成, 分析其对沙尘天气的贡献, 笔者于 2006 年 4—7 月先后对哈尔滨各城区主干道路面的地表裸土、松花江哈尔滨段河流冲积物、土壤及城市建筑土等不同类型的地表沉积物进行了采样, 对其粒度和地球化学特征进行分析研究, 为进一步查明影响沙尘暴发生的地表条件提供参考。相比颗粒粘结力强的沉积物而言, 松散裸露的地表沉积物在大风作用下更容易被气流吹动扬起形成沙尘暴天气, 因此这次所采

收稿日期: 2008-08-13; 改回日期: 2008-10-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(40771195)、黑龙江省自然科学基金项目(G200803)和哈尔滨师范大学青年学术骨干资助计划项目(08KXQ-02)共同资助。

作者简介: 谢远云, 男, 1971 年生, 副教授, 主要从事第四纪地质研究; E-mail: xyy0451@sina.com。

样品全部为裸露的松散样品。共获取 27 个地表沉积物样品,其中道路地表裸土样 16 个,河流冲积物样 6 个,土壤样 1 个,建筑土 4 个。样品的粒度测试在中国科学院地质与地球物理研究所完成,使用仪器为英国 Malvern 公司的 Mastersizer 2000 激光粒度仪,粒度测量范围为 0.02~2000  $\mu\text{m}$ ,重复测量误差小于 2%。化学组成分析,在国土资源部黑龙江省中心实验室用 X 射线荧光光谱仪完成。

## 2 分析结果

### 2.1 河床冲积物的粒度组成

测试结果显示(图 1-a),哈尔滨河床冲积物的粒径主要分布在大于 63  $\mu\text{m}$  的砂级别范围内,大于 63  $\mu\text{m}$  的砂级颗粒占 84%以上,小于 63  $\mu\text{m}$  颗粒极少,仅占 9%~15.1%,其中小于 10  $\mu\text{m}$  以下的粘土占 4.4%~7.3%,63~10  $\mu\text{m}$  的粉砂颗粒占 3.7%~9.1%。可

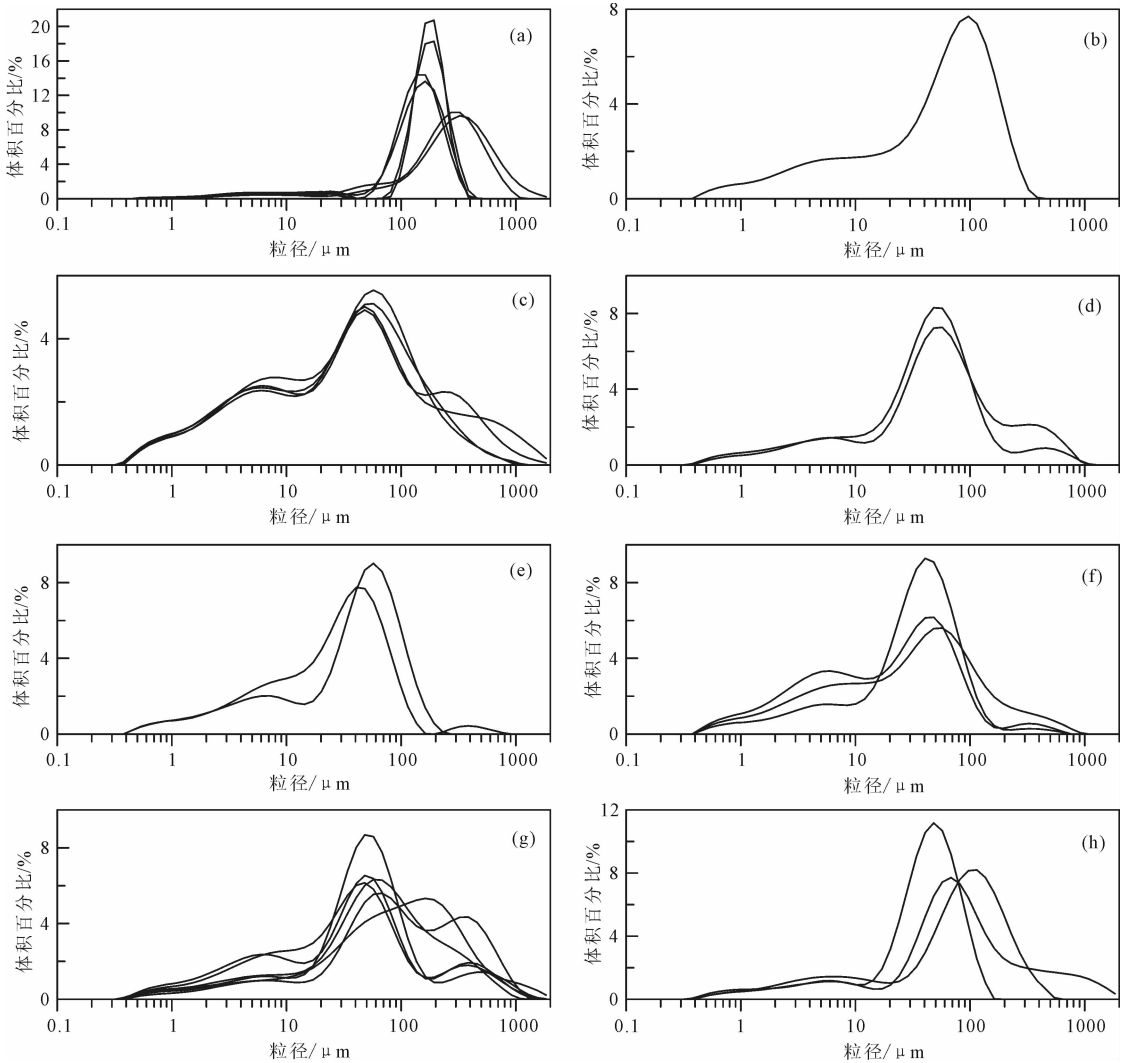


图 1 哈尔滨市地表松散裸土的粒度分析曲线图

a—河床冲积物;b—土壤;c—建筑土;d—南岗区道路裸土;e—道里区道路裸土;f—动力区道路裸土;  
g—香坊区道路裸土;h—松北区道路裸土

Fig.1 Grain size distribution of loose bare soil at the surface of Harbin  
a—river-bed alluvial deposit; b—soil; c—building soil; d—road bare soil in Nangan District;  
e— road bare soil in Daoli District; f—road bare soil in Dongli District;  
g—road bare soil in Xiangfang District; h—road bare soil in Songbei District

见河床冲积物含有大量的粗颗粒( $>63\mu\text{m}$ )物质,而细颗粒的粉砂和粉尘物质的含量较少。

## 2.2 土壤的粒度组成

在江北废弃耕地上采集地表土壤样品 1 块。采集的土壤样品粒度测试结果表明(图 1-b),粒度组成以小于  $63\mu\text{m}$  的粉粘颗粒为主,占 51.24%,其中  $63\sim 20\mu\text{m}$  的颗粒占 24.52%, $20\sim 10\mu\text{m}$  的颗粒占 7.35%,小于  $10\mu\text{m}$  的粘土级别的颗粒占 19.35%;大于  $63\mu\text{m}$  的砂的含量占 48.76%,其中  $63\sim 250\mu\text{m}$  的细砂占绝对优势,占 47.1%, $250\sim 500\mu\text{m}$  的中砂含量较少,仅占 1.67%,不含大于  $500\mu\text{m}$  级别的粗砂。

## 2.3 建筑土的粒度组成

这里所说的建筑土是指覆盖在基建工地上的裸露地表土。结果表明(图 1-c),小于  $63\mu\text{m}$  颗粒占 64%以上(最小 64.65%,最大 68.81%,平均 66.8%),其中  $63\sim 20\mu\text{m}$  的颗粒占 27%以上(最小 27.29%,最大 29.4%,平均 28.34%), $20\sim 10\mu\text{m}$  的颗粒占 9.23%~10.96%(平均值 9.81%),小于  $10\mu\text{m}$  的粘土颗粒占 27.26%~29.35%(平均 28.65%); $63\sim 1000\mu\text{m}$  的砂级颗粒占 30%以上(最小 31.19%,最大 35.35%,平均 33.2%)。可见建筑土含有大量的细颗粒物质。

## 2.4 道路裸土的粒度组成

这里所指的道路裸土是指覆盖在道路面的松散裸露土。对南岗区、道里区、动力区、香坊区和松北区等主干街道布置了采样点。共采集道路裸土样 16 个,其中南岗区 2 个、道里区 2 个、动力区 3 个、香坊区 6 个、松北区 3 个。

### 2.4.1 南岗区道路裸土的粒度组成

南岗区是哈尔滨最大的一个区,位于哈尔滨市的中部和南部。笔者取样的地点位于南岗区的中南部,第一个采样点位于南岗区苗圃街与和兴路交口路面,第二个采样点位于南岗区和兴路动物园门前路面。图 1-d 是南岗区道路裸土的粒度分布曲线,样品粒度以  $63\sim 10\mu\text{m}$  粉砂级别颗粒为主,约占 46%;小于  $10\mu\text{m}$  的细颗粒占 16.54%;含有较多的粒径为  $63\sim 1000\mu\text{m}$  砂级别颗粒,约占 37.42%(最大 42.51%,最小 32.32%)。可见南岗区道路裸土含有大量的小于  $63\mu\text{m}$  的细颗粒物质。

### 2.4.2 道里区道路裸土的粒度组成

道里区位于哈尔滨市西北部的松花江畔。取样的地点位于道里区的北部和中部。第一个采样点

于道里区哈药路公路大桥桥下路面,第二个采样点位于道里区尚志大街与西二道街交口路面。粒度分析结果显示(图 1-e),道路裸土中小于  $63\mu\text{m}$  以下的粉砂颗粒和粘土颗粒约占 76.53%(最小 69.69%,最大 83.37%),其中小于  $10\mu\text{m}$  以下的粘土占 21.93%~25.31%, $63\sim 1000\mu\text{m}$  的砂级颗粒占 23.47%(最小 16.63%,最大 30.31%)。可见道里区道路裸土也含有大量的细颗粒物质。

### 2.4.3 动力区道路裸土的粒度组成

动力区位于哈尔滨的东南部。采样点分别位于动力区和平路路面、农林街与和平路交口路面、动力路与和平路交口路面。动力区道路裸土样品的粒度测量结果表明(图 1-f),道路裸土含有大量的细颗粒物质,小于  $63\mu\text{m}$  颗粒约占 78.05%(最小 69.93%,最大 83.9%),其中  $63\sim 10\mu\text{m}$  级别的粉砂颗粒约占 50.53%(最小 41.82%,最大 62.34%),粒径小于  $10\mu\text{m}$  以下的粘土颗粒占 27.52%(最小 18%,最大 36.46%), $63\sim 1000\mu\text{m}$  的砂颗粒占 21.95%(最小 16.1%,最大 30.07%)。动力区道路裸土也可以为沙尘天气提供大量的粉尘物质。

### 2.4.4 香坊区道路裸土的粒度组成

香坊区位于哈尔滨的东部。采样点分别位于香坊区公滨路农行香木分理处路面、木材街城东新居售楼处前路面、公滨路与木材厂交口路面、香坊区火车站站前路面、香坊区通站街 112 号住宅大院内和香坊区香站街路面。这些样品的粒度测量结果显示(图 1-g),尽管粒度组成变化幅度大,但仍可看出这些道路裸土含有大量的细颗粒物质,粒径小于  $63\mu\text{m}$  的粉砂颗粒占 38.79%~69.48%,其中小于  $10\mu\text{m}$  以下的粘土占 10.78%~25.84%, $63\sim 1000\mu\text{m}$  的砂级别的粗颗粒物质含量也较多,占 30.52%~61.21%。当沙尘天气来临时,香坊道路裸土中的大量细颗粒物质可以加入到沙尘天气中并随风力系统向下风向运移。

### 2.4.5 松北区道路裸土的粒度组成

松北区位于哈尔滨西北的松花江北岸,处于整个哈尔滨城区的上方向。松北区是 2004 年新设立的一个区,正处于开发阶段。笔者主要选择了松北区主干道及车流量和人口较为密集地段布置了采集点,分别位于松北区太阳岛公园门前路面、松北区科技馆门前路面、松北区松花江大桥桥面。图 1-h 是松北区道路裸土的粒度分布曲线,这些样品的粒度测

量结果显示,尽管粒度组成变化幅度大,但仍可看出这些道路裸土含有大量的细颗粒物,粒径小于  $63\mu\text{m}$  的粉砂颗粒占 38.97%~75.92%,其中小于  $10\mu\text{m}$  以下的粘土占 13.21%~16.37%, $63\sim 1000\mu\text{m}$  的砂级别的粗颗粒物含量也较多,占 24.09%~61.03%。松北区道路裸土中可作为远程搬运的细颗粒物含量较多,可为沙尘天气提供更多的粉尘物质,对沙尘天气的物质组成贡献较大。

### 2.5 地表土的化学组成

哈尔滨地表裸土化学组成的分析结果列于表 1 和表 2。不同区域不同类型的地表裸土的化学组成差别较大。松北区和香坊区的地表土以及河流冲积物的  $\text{SiO}_2$  含量都在 60% 以上, $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  三者之和也都在 80% 以上,而其他地区的地表土的  $\text{SiO}_2$  含量在 58% 左右, $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  三者之和在 74% 左右。

## 3 城市地表土对哈尔滨沙尘天气的影响

粉尘动力学研究表明,大于  $63\mu\text{m}$  的粗颗粒组分,一般不能在空气中悬浮搬运,即使在强风暴条件下也很难在空气中作长距离悬浮搬运,多为沿地表作短距离的蠕动、跳跃或近地短距离悬浮搬运<sup>[9]</sup>; $10\mu\text{m}$  以下的颗粒在一般风暴条件下,可以在大气中搬运几千千米<sup>[9]</sup>。当风吹拂过地面时,粗颗粒沙( $>63\mu\text{m}$ )在风力作用下以滚动或跳跃的形式进入沙尘天气,其跃起的高度和搬运的距离都很小,只能以“接力”的方式近低空短距离搬运,对其下风向的邻近区域影响不会太大。而细颗粒的粉砂和粘土物质在风力作用下可以大量加入到沙尘天气中,其中小于  $10\mu\text{m}$  的粉尘可以进入高空被携带到很远的地方,而粉砂颗粒( $63\sim 10\mu\text{m}$ )被携带的距离较近,可以影响到整个哈尔滨

表 1 哈尔滨市地表土的主要化学成分(%)

Table 1 Major element contents (%) of surface soils in Harbin City

	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{TiO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$	MnO
松北建筑土 2	65.18	13.3	3.49	3.21	1.27	2.81	2.12	0.64	0.12	0.07
松北建筑土 15	64.21	14.16	3.88	2.75	1.32	2.62	1.79	0.71	0.15	0.07
松北道路土	67.75	12.31	2.55	3.31	0.93	2.8	2.63	0.55	0.12	0.05
冲积物	68.11	14.09	3.02	1.72	0.87	3.43	3.37	0.65	0.13	0.05
道里道路土	57.35	12.24	3.55	8.04	1.27	2.53	2.43	0.63	0.18	0.08
南岗道路土	58.47	11.46	3.07	6.43	1.33	2.58	1.9	0.56	0.32	0.07
南岗建筑土	58.23	13.41	3.98	5.78	1.77	2.53	1.55	0.7	0.13	0.07
动力道路土	58.22	12.01	4.27	6.53	1.43	2.79	2.55	0.58	0.35	0.08
香坊道路土	67.17	12.81	3.14	2.63	1.09	2.78	2.16	0.66	0.12	0.07

表 2 哈尔滨市地表土的微量元素分布( $\mu\text{g g}^{-1}$ )

Table 2 Trace element contents ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) of surface soils in Harbin City

	V	Cr	Ni	Cu	Pb	Zn	Co	Rb	As	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
松北建筑土 2	59.9	53	19.4	20	27.5	79.5	8.6	103	7.4	240	23.6	312	15.1	614
松北建筑土 15	64.9	58.5	20.8	18.9	24.6	71.9	9.5	110	7.4	245	27.6	365	19.6	617
松北道路土	41.4	40	13.3	14.4	28.8	71.2	7.1	101	4.3	261	18.9	268	13.9	609
冲积物	50.5	38.3	13.4	6.7	17.8	68.6	7.5	107	3.3	305	24.3	608	22.4	661
道里道路土	56.7	47.1	17.7	38.4	55.3	180.9	9.3	96	20.5	252	25.6	377	18	646
南岗道路土	51.3	57.9	16.9	41.2	66.5	260.8	9.1	88	7.8	243	20.2	232	13.6	758
南岗建筑土	73.4	59.9	24.9	26.2	31.7	88.3	10.2	106	7.8	224	26.1	299	17.3	583
动力道路土	58.1	74	18.9	42.6	55.6	212.2	10.6	94	12.8	281	20.8	243	13.2	693
香坊道路土	57.4	49.5	17.2	17.3	24.6	57.1	9.2	102	7.1	221	22.4	351	14	610

地区及下风向几百千米外的地区。

哈尔滨河流冲积物、道路裸土、土壤和建筑土等不同类型的地表沉积物的粒度特征显示,河流冲积物的粒径主要分布在 63~1000  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$  以下极少,当强风途径裸露河床并遇上升气流时,河床冲积物中的部分沙尘被席卷进气流。由于砂级别的粗颗粒物在风力作用下只能作近地面的跃移运动,因此冲积物中的大部分沙粒就地运移形成活动沙丘或形成近地面的局部沙尘暴,对其下风向的邻近区域影响不会太大,对远程沙尘天气的物质组成贡献较小;土壤中含有一定量的细颗粒物,但由于有植被的覆盖,土壤颗粒之间的粘结力较强,在风力作用下不易进入沙尘系统中,只有当土壤植被遭到破坏,土壤裸露,土壤颗粒粘结力大大降低时,这些土壤颗粒才有可能发生风蚀而进入沙尘天气;建筑土和道路裸土含有大量的可作为远程搬运的细颗粒物,这些细粉尘物质在强风作用下将随风力系统发生迁移,可以为沙尘天气提供大量的粉尘物质,在沙尘天气发生时可以横扫整个哈尔滨

甚至下风向更远的地区。

松北区位于哈尔滨城区的上方向,在风力作用下,建筑土和道路裸土中的细颗粒物可以以“接力”的方式不断加入沙尘天气,这意味着该区域的粉尘在沙尘天气发生时可以横扫整个哈尔滨城区,甚至更远的地区。香坊区位于哈尔滨的东部,其建筑土和道路裸土中小于 10  $\mu\text{m}$  的粘土粉尘可以进入高空被带到很远的地方,对远程沙尘天气的物质组成贡献较大,其影响可以覆盖整个哈尔滨东部及其下风向更远的地区。而粉砂颗粒(63~10  $\mu\text{m}$ )被携带距离较近,其中一部分可以影响到数百千米到上千千米以外的哈尔滨下风向地区(例如阿城、五常、尚志等地)。沉积物中的砂级颗粒因其搬运距离和扬起高度有限,在风力作用下,只能以近地面跃移或滚动的方式进行近低空短距离的运移,对局部或附近小范围区域产生影响。

沙尘物质随风力系统从源区到沉降区搬运和堆积过程中,其本身成分变化不大,仍以其源区的组成

表 3 哈尔滨市地表土与风尘堆积物的化学风化程度对比  
Table 3 Comparison of the chemical weathering degree of surface soils  
in Harbin City with that of aeolian deposits in other areas

样品	Na/K	Fe/Ca	Ca/Al	活性/惰性	IOG 值	Fe/Mg	风化淋溶指数	残积系数	成分变异指数
松北建筑土 2	0.67	1.06	0.33	1.42	10.31	3.19	0.71	1.78	1.02
松北建筑土 15	0.61	1.38	0.26	1.71	8.25	3.41	0.60	2.13	0.93
松北道路土	0.84	0.75	0.36	1.20	12.49	3.18	0.79	1.54	1.04
冲积物	0.88	1.72	0.16	1.41	9.17	4.03	0.67	1.82	0.93
道里道路土	0.86	0.43	0.89	0.90	18.63	3.24	1.17	1.11	1.51
南岗道路土	0.66	0.47	0.76	0.96	17.25	2.68	1.07	1.19	1.39
南岗建筑土	0.55	0.67	0.58	1.23	13.00	2.61	0.87	1.50	1.22
动力道路土	0.82	0.64	0.73	1.00	18.12	3.46	1.11	1.22	1.52
香坊道路土	0.69	1.17	0.28	1.46	8.91	3.34	0.68	1.84	0.98
哈 2002 沙尘	0.55	2.57	0.20	1.88	7.12	3.01	0.63	2.20	1.08
哈 2006 沙尘	0.60	1.46	0.38	1.49	10.59	2.54	0.81	1.76	1.30
中国黄土	0.71	0.51	0.89	0.94	19.87	1.99	1.19	1.12	1.59
兰州沙尘	0.21	0.55	1.02	0.92	19.44	1.51	1.33	1.07	1.83
兰州黄土	0.78	0.50	1.05	0.85	21.21	2.19	1.38	1.01	1.84
西峰红粘土	0.34	5.71	0.08	2.12	6.55	2.12	0.53	2.55	0.93
镇江下蜀土	0.35	5.19	0.10	2.62	4.36	3.82	0.44	3.17	0.91
宣城风成红土	0.09	57.74	0.01	7.62	0.73	13.94	0.16	9.40	0.71

注:活性/惰性=(Al+Fe+Ti+Mn)/(Ca+Na+Mg+K); IOG 值=(CaO+MgO+Na<sub>2</sub>O)/TiO<sub>2</sub>; 风化淋溶指数=(CaO+MgO+K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 残积系数=(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/(CaO+MgO+K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O); 成分变异指数=(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiO<sub>2</sub>+MnO+K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+CaO+MgO)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。哈尔滨 2002 年沙尘沉降物数据来源于文献[7,8]; 哈尔滨 2006 年沙尘沉降物数据另文发表; 中国黄土数据来自文献[19]; 兰州沙尘沉降物数据来自文献[20]; 兰州黄土数据来自文献[21]; 西峰红粘土数据来自文献[22]; 镇江下蜀土数据来自[16]; 宣城风成红土数据来自文献[23]。

成分为主<sup>[12]</sup>,因此沙尘沉降物的物质成分携带有沙尘源区信息,其化学组成及化学风化特征主要反映的是粉尘源区的地球化学特征<sup>[13-16]</sup>,可用来追踪沙尘的物质源区<sup>[17,18]</sup>。地表裸土作为沙尘沉降物的源区初始物质,沙尘沉降物在化学组成上肯定留有地表裸土的信号。表 3 给出了哈尔滨地表土及其他风尘堆积的反映化学风化程度的地球化学参数。可以看出,哈尔滨地表土的化学风化程度与哈尔滨 2006 年和 2002 年沙尘沉降物的化学风化程度相近,且均大于兰州风尘堆积物,但小于西峰红粘土、镇江下蜀土和宣城风成红土。这说明哈尔滨沙尘源区的化学风化程度要明显高于兰州地区,哈尔滨沙尘具有与兰州风尘堆积物不同的物源区。为了进一步说明哈尔滨地表土与哈尔滨沙尘沉降物及其他风尘堆积的化学风化特征的关系,将这些数据点投影到  $(Al+Fe+Ti+Mn)/(Mg+Ca+K+Na)$  与  $(CaO+MgO+Na_2O)/TiO_2$  的关系散点图上(图 2),可以看出,绝大部分地表裸土与哈尔滨沙尘沉降物的数据点集中分布在一个独立区域,而远离兰州风尘堆积物及中国黄土等其他风尘堆积的数据点。这些特征说明,哈尔滨地表裸土和哈尔滨沙尘沉降物具有相近的化学风化特征,其物质组成具有高度的一致性,即两地质体之间存在显著的相关性,沙尘沉降物与地表裸土的化学组成具有密切的继承关系,这些地表裸土对沙尘天气有一定的贡献,甚至是沙尘沉降物的主要物质来源。

城市地表土的粒度及化学组成一致显示,真正

影响哈尔滨地区沙尘天气的是含有大量细颗粒的城市建筑土和道路裸土,在风力作用下,这些地表土中的细颗粒物质可以以“接力”的方式不断加入沙尘天气,并随风力系统向下风向运移而横扫整个哈尔滨城区,甚至更远的地区。城市建筑土和松散的道路裸土等地表土都可以是哈尔滨沙尘天气的重要物源,松散地表裸土的治理是哈尔滨地区防治沙尘天气的工作重点。

### 4 结 论

河床冲积物含有大量的粗颗粒( $>63 \mu m$ )物质,而细颗粒的粉砂和粉尘物质的含量较少,其对哈尔滨沙尘天气的贡献较小;土壤虽然含有一定量的细颗粒物质,但如果有植被的覆盖,土壤颗粒之间的粘结力较强,在风力作用下不易进入沙尘系统中,只有当土壤植被遭到破坏,土壤裸露,土壤颗粒粘结力大大降低时,这些土壤颗粒才有可能发生风蚀而进入沙尘天气;道路裸土和建筑土含有大量的可作为远程搬运的细颗粒物质,并且与哈尔滨沙尘沉降物具有相近的化学组成和化学风化特征,一致指示了这些地表裸土是哈尔滨沙尘天气重要的物质源地,可以为沙尘天气提供大量的粉尘物质,这些沉积物中的细颗粒物质在沙尘天气发生时可以横扫整个哈尔滨甚至下风向更远的地区。松散地表裸土的治理是哈尔滨地区防治沙尘天气的工作重点。

致谢:粒度分析由中国科学院地质与地球物理

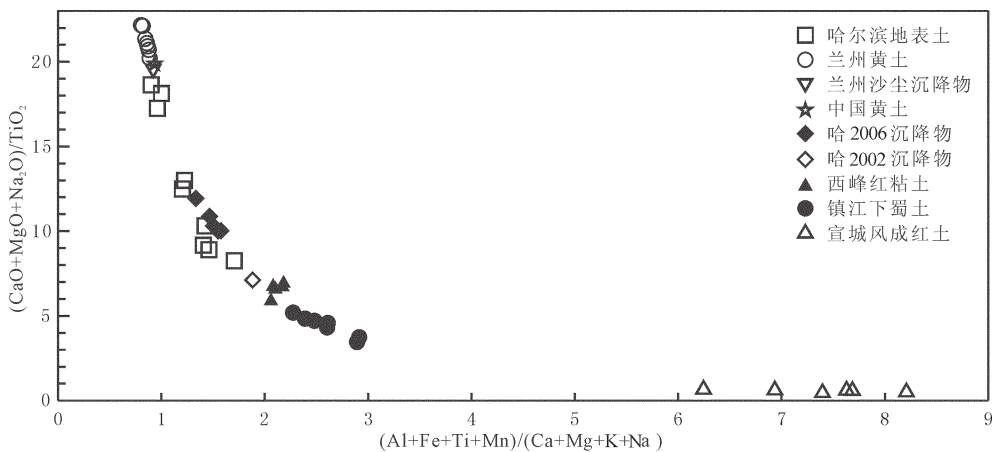


图 2 哈尔滨市地表土化学风化参数的关系散点图  
Fig.2 Scatter diagram of chemical weathering parameters of surface soils in Harbin City

研究所的刘强博士完成,在此表示感谢。

### 参考文献 (References):

- [1] 高庆先,任阵海.沙尘暴——自然对人类的报复 [M].北京:化学工业出版社,2002:1-154.  
Gao Qinxian, Ren Zhenhai. Sandstorm——A Revenge of Nature to Mankind [M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2002:1-154(in Chinese).
- [2] 张仁健,韩志伟,王明星,等.中国沙尘暴天气的新特征及成因分析[J].第四纪研究,2002;22(4):374-380.  
Zhang Renjian, Han Zhiwei, Wang Mingxing, et al. Dust storm weather in China:new characteristics and origins [J]. Quaternary Sciences, 2002, 22(4):374-380 (in Chinese with English abstract).
- [3] 叶笃正,丑纪范,刘纪远,等.关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策[J].地理学报,2000,55(5):513-521.  
Ye Duzheng, Chou Jifan, Liu Jiyuan, et al. Causes of sand-stormy weather in northern China and control measures [J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(5):513-521(in Chinese with English abstract).
- [4] 钱亦兵,吴兆宁,陈冬梅,等.准噶尔中南部沙尘暴源区地表沉积物粒度特征[J].中国沙漠,2005,25(6):831-837.  
Qian Yibing, Wu Zhaoning, Chen Dongmei, et al. Characteristics of grain sizes for surface sediments on source regions of sand-dust storms in mid-south Junggar basin [J]. Journal of Desert Research, 2005, 25(6):831-837 (in Chinese with English abstract).
- [5] 何葵,康春国,张丽娟.松花江哈尔滨段河床冲积物与沙尘天气关系的讨论[J].中国地质,2008,35(1):150-156.  
He Kui, Kang Chunguo, Zhang Lijuan. Relation between riverbed alluvial deposits in the Harbin reach of the Songhuajiang River and sand-dust weather[J]. Geology in China, 2008, 35(1):150-156 (in Chinese with English abstract).
- [6] 岳乐平,杨利荣,李智佩,等.西北地区干枯湖床沉积物粒度组成与东亚沙尘天气[J].沉积学报,2004,22(2):325-331.  
Yue Leping, Yang Lirong, Li Zhipei, et al. Grain-size distribution of the sediments of dry lake-bed in the Northwest of China and sand dust weather in East Asia [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2004, 22(2):325-331 (in Chinese with English abstract).
- [7] 谢远云,何葵,周嘉,等.哈尔滨沙尘暴沉降物特征研究[J].地理与地理信息科学,2007,23(1):87-91.  
Xie Yuanyun, He Kui, Zhou Jia, et al. Feature of sand-dust sediments from a sandstorm in Harbin City[J]. Geography and Geo-Information Science, 2007, 23(1):87-91 (in Chinese with English abstract).
- [8] 谢远云,何葵,周嘉,等.哈尔滨沙尘暴的化学特征及其物质源探讨[J].地理研究,2006,25(2):255-261.  
Xie Yuanyun, He Kui, Zhou Jia, et al. Chemical characteristic of duststorm deposi in Harbin and its matter origin [J]. Geographical Research, 2006, 25(2):255-261 (in Chinese with English abstract).
- [9] 谢远云,何葵,康春国.哈尔滨特大沙尘暴沉积物的粒度分布及意义[J].中国地质,2005,32(3):502-506.  
Xie Yuanyun, He Kui, Kang Chunguo. Grain size characteristic of sand-dust deposit from Harbin city and its implication [J]. Geology in China,2005, 32(3):502-506 (in Chinese with English abstract).
- [10] 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.  
Ren Mingda, Wang Nailiang. Outline about Modern Sedimentary Environment[M]. Beijing: Science Press, 1981:1-116 (in Chinese).
- [11] Tsoar H, Pyr K. Dust transport and the question of desert loess formation[J]. Sedimentology, 1987, 34:139-154.
- [12] 张代洲,赵春生,秦瑜.沙尘粒子的成分和形态分析 [J].环境科学学报,1998,18(5):449-456.  
Zhang Daizhou, Zhao Chunsheng, Qin Yu. Composition and morphology analyses of dust particles [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 1998, 18 (5):449-456 (in Chinese with English abstract).
- [13] 陈骏,安芷生,刘连文,等.最近 2.5 Ma 以来黄土高原风尘化学组成的变化与亚洲内陆的化学风化 [J].中国科学(D辑),2001,31(2):136-145.  
Chen Jun, An Zhisheng, Liu Lianwen, et al. Variations in chemical compositions of the eolian dust in Chinese Loess Plateau over the past 2.5 Ma and chemical weathering in the Asian inland [J]. Science in China(series D), 2001, 31(2):136-145 (in Chinese).
- [14] 杨守业,李从先,李徐生,等.长江下游下蜀黄土化学风化的地球化学研究[J].地球化学,2001,30(4):402-406.  
Yang Shouye, Li Congxian, Li Xusheng, et al. Geochemical records of chemical weathering of the Xiashu Loess in the lower reaches of the Changjiang River[J]. Geochimica, 2001, 30(4):402-406 (in Chinese with English abstract).
- [15] 张西营,马海州,谭红兵.青藏高原东北部黄土沉积化学风化程度及古环境[J].海洋地质与第四纪地质,2004,24(2):43-47.  
Zhang Xiying, Ma Haizhou, Tan Hongbing. Chemical weathering degree and paleoenvironment of loess deposition in the northeast of Qinghai-Tibet plateau, china [J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 2004, 24(2):43-47 (in Chinese with English abstract).
- [16] Chen Y Y, Li X S, Han Z Y, et al. Chemical weathering intensity and element migration features of the Xiashu loess profile in Zhenjiang, Jiangsu Province[J]. J.Geogr.Sci, 2008, 18:341-352.
- [17] 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.  
Zhang Xiaoye, Zhang Guangyu, Zhu Guanghua, et al. Elemental tracers for Chinese source dust [J]. Science in China (Series D), 1996, 26(5):423-430 (in Chinese).
- [18] 韩力慧,庄国顺,孙业乐,等.北京大气颗粒物污染本地源与外来源的区分[J].中国科学(B辑),2005,35(3):237-246.  
Han Lihui, Zhuang Guoshun, Sun Yele, et al. Local and non-local sources of airborne particulate pollution at Beijing [J]. Science in China(Series B), 2005, 35(3):237-246 (in Chinese).
- [19] 文启忠,刁桂仪,潘景瑜,等.黄土高原黄土的平均化学成分与地壳克拉克值的类比[J].土壤学报,1996,33(3):225-231.  
Wen Qizhong, Diao Guiyi, Pan Jingyu, et al. Comparison of

- average chemical composition of loess in loess plateau with Clark values of crust[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 1996, 33(3):225-231(in Chinese with English abstract).
- [20] 师育新, 戴雪荣, 李节通, 等. 兰州“930505”特大沙尘暴沉积物特征研究[J]. *沉积学报*, 1995, 13(3):76-82.
- Shi Yuxin, Dai Xuerong, Li Jietong, et al. On the wind-blown deposits from a heavy dustfall numbered “930505” in Lanzhou, north-central China [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1995, 13(3): 76-82 (in Chinese with English abstract).
- [21] 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.
- Chen Fahu, Zhang Weixin. *Quaternary Glacier and Loess Stratigraphy in Gansu-Qinghai Area* [M]. Beijing:Science Press, 1990:107-121 (in Chinese).
- [22] 陈旸, 陈骏, 刘连文. 甘肃西峰晚第三纪红粘土的化学组成及化学风化特征[J]. *地质力学学报*, 2001, 7(2):167-175.
- Chen Yang, Chen Jun, Liu Lianwen. Chemical composition and characterization of chemical weathering of late tertiary red clay in Xifeng, Gansu province [J]. *Journal of Geomechanics*, 2001, 7(2): 167-175 (in Chinese with English abstract).
- [23] 李徐生, 杨达源, 鹿化煜. 皖南风尘堆积序列氧化物地球化学特征与古气候记录[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1999, 19(4):75-82.
- Li Xusheng, Yang Dayuan, Lu Huayu. Oxide-geochemistry features and paleoclimatic record of the aeolian-dust depositional sequence in southern Anhui [J]. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 1999, 19(4):75-82 (in Chinese with English abstract).

## Material composition of city surface soil in Harbin in relation to sand-dust weather

XIE Yuan-yun<sup>1</sup>, ZHANG Li-juan<sup>1</sup>, HE Kui<sup>1</sup>, KANG Chun-guo<sup>2</sup>, ZANG Shu-ying<sup>1</sup>

(1. *College of Geographic Science, Harbin Normal University, Harbin 150080, Heilongjiang, China;*

2. *Department of Geography, Harbin Institute, Harbin 150080, Heilongjiang, China)*

**Abstract:** Different kinds of surface sediments are distributed in main roads of each urban area of Harbin, which include road bare soils, river alluvial deposits, soils, building soils and so on. These surface sediments were sampled on the basis of an analysis of their grain sizes and chemical composition. The results show that there exist plenty of coarse-grained components ( $>63 \mu\text{m}$ ) in riverbed alluvial deposits but less fine-grained components of silt and clay, and hence the latter have exerted relatively insignificant influence on the sand-dust weather of Harbin. Although there exist certain amounts of fine-grained materials in soils, they fail to participate in the sand-dust weather under the action of wind power because of the vegetation cover and the cohesion between soil particles. The road bare soils and building soils with large amounts of fine-grained materials that are liable to be transported for a long distance have similar chemical composition and chemical weathering features to sand-dust deposits in Harbin. Characteristics of grain sizes and chemical composition indicate that road naked soil and building soil constitute important material sources for sand-dust weather in Harbin in that they can supply sand-dust weather with a large amount of silt-dust materials. It is considered that it is the city building soil and road naked soil with large amounts of fine particles that exert a remarkable influence on the dust-sand weather in Harbin, and that the control of the loose earth surface naked soil is the key to the prevention of the dust-sand weather in Harbin.

**Key words:** material composition; sand-dust weather; surface soil; Harbin

**About the first author:** XIE Yuan-yun, male, born in 1971, associate professor, mainly engages in teaching and study of Quaternary geology; E-mail: xyy0451@sina.com.



## 2007 年度地质、地球科学类期刊前 40 名影响因子排序表

序次	期刊名称	影响因子	序次	期刊名称	影响因子
1	地质科学	4.395	21	矿物岩石地球化学通报	1.123
2	岩石学报	3.524	22	工程地质学报	1.075
3	地球物理学报	2.823	23	现代地质	1.103
4	大地构造与成矿学	2.323	24	地球科学进展	1.103
5	地学前缘	2.306	25	沉积学报	1.053
6	矿床地质	2.145	26	地层学杂志	1.037
7	地质学报	2.090	27	矿物岩石	0.801
8	<b>中国地质</b>	<b>2.082</b>	28	地震地质	0.763
9	中国科学(D辑)	1.839	29	地质与勘探	0.751
10	石油实验地质	1.828	30	地质科技情报	0.737
11	古地理学报	1.794	31	吉林大学学报地球科学版	0.701
12	第四纪研究	1.780	32	地震学报	0.673
13	地质评论	1.773	33	地震	0.667
14	地球化学	1.662	34	中国岩溶	0.642
15	地球科学	1.657	35	海洋地质与第四纪地质	0.616
16	高校地质学报	1.621	36	地球科学与环境学报	0.576
17	岩石矿物学杂志	1.548	37	铀矿地质	0.574
18	地质通报	1.367	38	地球与环境	0.543
19	地球学报	1.278	39	沉积与特提斯地质	0.513
20	西北地质	1.175	40	新疆地质	0.503

注:表中数据引自中国科学技术信息研究所编《2008年版中国科技期刊引证报告(核心版)》,北京:科学技术文献出版社。