

文章编号: 1000-0550(2004)02-0325-07

# 西北地区干枯湖床沉积粒度组成与东亚沙尘天气

岳乐平<sup>1,2</sup> 杨利荣<sup>1</sup> 李智佩<sup>3</sup> 王 珉<sup>3</sup> 张维吉<sup>3</sup> 聂浩刚<sup>3</sup>

1(西北大学地质系 西北大学大陆动力学教育部重点实验室 西安 710069)

2(中国科学院地球环境研究所 中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室 西安 710075)

3(西安地质矿产研究所 西安 710054)

**摘要** 调查了准噶尔盆地玛纳斯湖、阿拉善高原居延泽及民勤盆地猪野泽等北方众多的现代干枯湖泊,重点分析了干枯湖床沉积物粒度组成。干枯的玛纳斯湖、古居延泽以及民勤盆地古猪野泽沉积物粒度分析结果表明,干枯湖床的地表湖相沉积物粒径小于 10 $\mu\text{m}$  的颗粒占 60% 以上,干涸湖床上沙质草原地表也含有大量小于 10 $\mu\text{m}$  的粘土颗粒,含量接近 50%;而弃荒土地地表细颗粒物散失迅速,民勤盆地弃荒土地地表粘土含量仅存不到 13.9%。中国西北地区活动沙丘粒度组成小于 63 $\mu\text{m}$  粒径的颗粒很少,小于 10 $\mu\text{m}$  的颗粒微乎其微。因此西北沙漠地区活动沙丘对华北或华东地区影响相对较小。认为沙尘暴、扬沙或浮尘天气虽然多发生于中国西部沙漠、阿拉善高原沙区、河西走廊北部沙区以及蒙古东部、中部地区,但由于粗颗粒沙扬起高度与搬运距离有限,真正影响整个华北、华东地区的沙尘物质是小于 63 $\mu\text{m}$  的粉砂级别的颗粒,特别是小于 10 $\mu\text{m}$  的粉尘。认为影响东亚地区的粉尘天气物源不仅是中国西部的内陆沙漠、沙地,更重要的是干枯的湖泊、弃耕的荒地与裸露的沙砾草场。

**关键词** 干枯湖泊沉积 粒度分析 东亚沙尘天气 中国西北地区

**第一作者简介** 岳乐平 男 1949 年出生 教授 博士生导师 第四纪环境研究

**中图分类号** P534.63 **文献标识码** A

近年来中国内蒙古、华北地区屡遭沙尘天气影响,中国西北、华北地区多次大范围出现沙尘暴天气,浮尘到达山东青岛、朝鲜半岛甚至日本京都与大阪地区。中国西北地区沙漠化及沙尘暴问题引起社会广泛关注<sup>[1~5]</sup>。

人们一谈论沙尘暴立即会联想到中国西北地区沙漠、戈壁与干旱、飓风,毫无疑问这种联想是正确的。飓风扬起的沙粒袭击周缘地区,甚至使沙漠扩张,但大颗粒的沙粒扬起高度、搬运距离与沙暴袭击的范围毕竟有限。沙漠与戈壁的粉尘在地质历史岁月里早已被吹扬到遥远的地方,发生在沙漠戈壁的沙尘暴中粉尘数量很少。那么粉尘从何而来。科学家从各个角度进行了研究<sup>[6~11]</sup>,但从地面物质颗粒粒度组成对沙尘天气影响,特别是对于干枯湖床对沙尘天气影响认识不足。作者在中国地质调查局《北方荒漠化环境地质调查》项目的资助下,对中国北方地区约 400  $\times 10^4$  km<sup>2</sup> 土地进行了为期三年的荒漠化环境地质调查,调查了塔里木盆地塔克拉玛干沙漠,准噶尔盆地,巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、毛乌素沙漠、浑善达克沙漠、科尔沁沙漠,并且对新疆玛纳斯湖、阿拉善高原居延泽、民勤盆地猪野泽等北方众多的现代干枯湖泊进行了调查。研

究它们对沙尘暴及扬尘天气的影响。特别对现代干枯湖床沉积物对东亚地区沙尘天气的影响进行了研究。

西北地区现代干枯湖床地表沉积物复杂,有泥质或粉尘沉积,也有沙地或沙丘。同时在干枯湖区还分布有沙质草原与弃荒土地。作者采集了玛纳斯湖、居延泽、古猪野泽(见图 1)干枯湖床沉积的样品、湖床周缘沙丘样品、沙质草原地表土壤以及弃荒农田地表样品,进行了粒度分析,研究了干枯湖区地表沉积的粒度组成特征及其对沙尘暴、扬沙及浮尘天气影响。

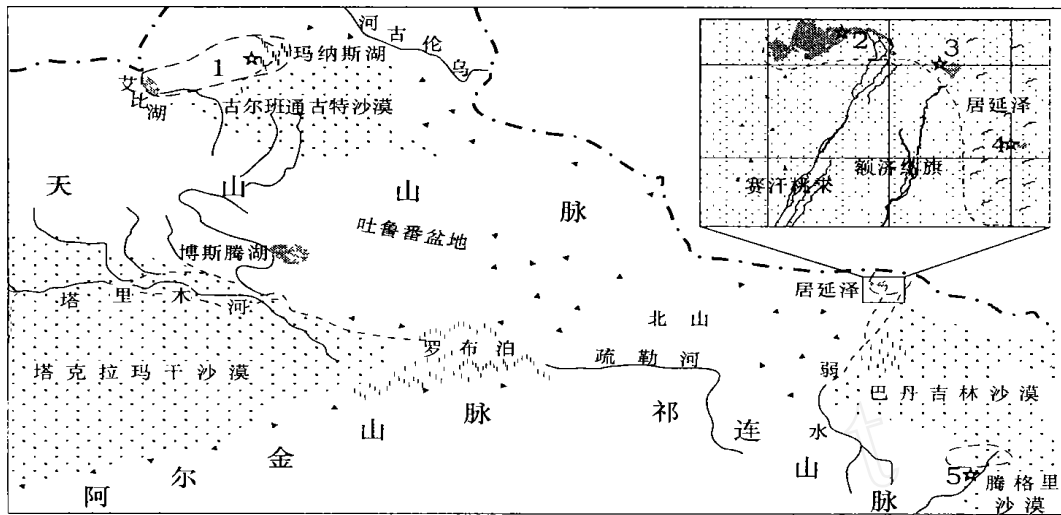
## 1 阿拉善高原古居延泽干枯湖床沉积粒度组成

阿拉善高原是中国西北地区沙尘暴最重要的发源地之一,1990 年 4 月 24 日 - 26 日、1999 年 1 月 24 日 - 27 日等发生的多次沙尘暴均起源或途经此地<sup>[4,5,9,10]</sup>。为了解阿拉善高原现代干枯湖床沉积的粒度组成,分析其对沙尘暴、扬沙及浮尘天气影响,采集并测量了阿拉善高原古居延泽地区现代干枯湖床沉积、活动沙丘沙及沙草原地表样品。

位于额济纳盆地的古居延泽曾是内蒙古西部阿拉善高原上的巨大湖泊,湖面最大时达到 2 600 km<sup>2</sup>。第

中国地质调查局项目《中国三北地区荒漠化区域分类及发展趋势研究》(编号:200112300004)资助;中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金(SKLLQG308)资助。

收稿日期:2003-05-26;收修修改稿日期:2003-09-09



图例 1. 古玛纳斯湖 2. 噶顺淖尔采样点 3. 索果淖尔采样点 4. 天鹅湖采样点 5. 古猪野泽湖

图1 玛纳斯湖、古居延泽及古野猪泽湖分布图

Fig. 1 Location map of Manas Lake, Juyan Paleolake and Yezhu Paleolake

Legend 1. Manas Paleolake 2. sampling site at Gashunnaoer Lake 3. sampling site at Suoguo Lake

Lake 4. sampling site at Tiarre Lake 5. Yezhu Paleolake

四纪以来虽然由于气候日趋干旱,古居延泽湖盆萎缩,但秦汉时期残余的居延泽尚有  $726 \text{ km}^2$ <sup>[12]</sup>,包括噶顺淖尔、索果淖尔及天鹅湖等湖泊构成统一大湖。

额济纳盆地处于黑河流域下游,由于中上游地区人口增加,用水量增加,进入额济纳盆地的水量大减<sup>[13-14]</sup>,致使下游河水断流期从50、60年代的100天左右,延长到90年代的200天左右,90年代末黑河下游基本全年断流。在这一过程中居延泽迅速萎缩,天鹅湖干枯较早,西居延海噶顺淖尔1961年干涸,东居延海索果淖尔于1992年完全干涸<sup>[11]</sup>。

作者在额济纳盆地地表或纵剖面采集了大量粒度分析样品,采样点主要分布于弱水沿岸与古河流三角洲上的沙质草场、黑城古农垦区、古湖床与现代干枯湖床及湖岸沙丘分布区。对盆地内不同沉积类型的粒度空间分布有了宏观上的了解。

西居延海噶顺淖尔于1961年干枯,作者2002年考察时干枯的湖床地表成为茫茫泥漠,松软的地表沉积在强风作用下掀起尘暴。采集的干枯湖床地表样品粒度测试结果表明,粒度主要分布在  $63 \mu\text{m}$  以下,约占90.7%,其中小于  $10 \mu\text{m}$  的颗粒占64.6%。图2是西居延海噶顺淖尔干枯湖床地表沉积粒度分布图。

干枯湖床含有大量粉尘及沙物质。图3为西居延海干枯湖床上部0.7 m厚的地层剖面。最上部0.1 m厚的表层沉积为松散的沙质粘土,小于  $10 \mu\text{m}$  的粘土约占50%以上;深度在0.1~0.5 m的沉积为粘土,含

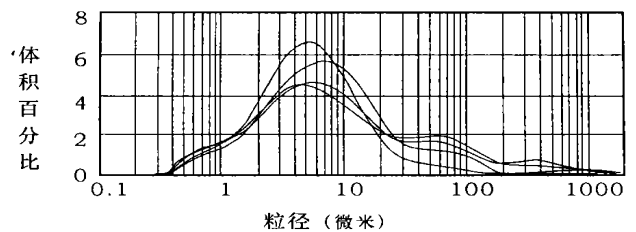


图2 噶顺淖尔干枯湖床粒度分布曲线

Fig. 2 Grain size distribution frequency curves of dry lake-bed of Gashunnaoer Lake

量约占60%,其间夹有薄层细砂,下部20 cm厚的地层为细砂层。遭受风化的粘土成为粉尘可以被风力携带到远方,而沙物质堆积在附近成为活动沙丘。在古居延泽地区大量的活动沙丘物质来源于干枯湖床的沙层。

东居延海索果淖尔于1992年干枯,干枯的湖床布满水生生物遗骸、壳体,景象凄惨。作者采集了干涸湖床地表沉积物粒度分析样品。图4是索果淖尔干枯湖床沙质粘土层粒度分布图,粒度分布曲线显示:粒度组成以  $63 \sim 1000 \mu\text{m}$  粒径的砂与小于  $10 \mu\text{m}$  的粘土为主,粒度在  $10 \mu\text{m}$  以下的粘土占43%,大于  $63 \mu\text{m}$  的砂粒级颗粒占38%。这部分沉积物最终大约一半被搬运到远方,一半留在本地区成为沙化土地的沙源。

天鹅湖在历史时期就已干枯,部分古湖床已被侵

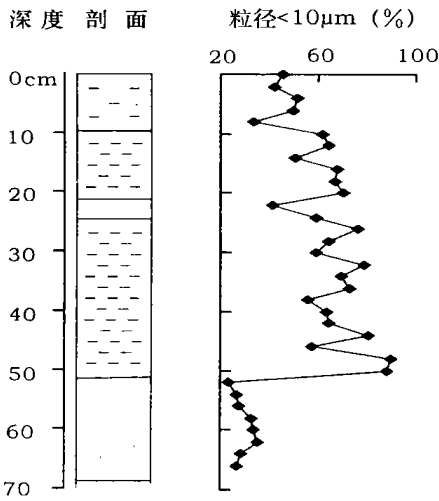


图 3 噶顺淖尔干湖床沉积剖面

Fig. 3 Sedimentary section of dry

Legend: 1. clay 2. sand layer 3. sandy clay layer

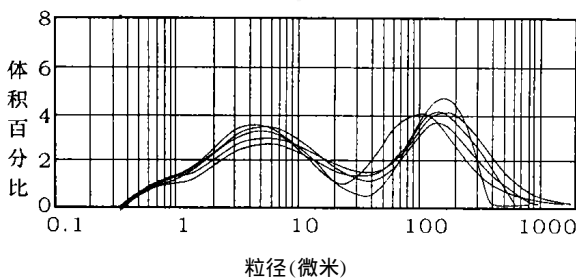


图 4 索果淖尔干湖床沙质粘土层粒度分布曲线

Fig. 4 Grain size distribution frequency curves of

sandy clay of dry lake-bed of Suogunaoer Lake

lake - bed of Gashunnaoer Lake

蚀成高度约 3 m 的残丘,低处湖床被风沙掩埋。残丘表面沉积物以泥质为主,粒径在 10μm 以下的粘土占 59%,粒径小于 63μm 的颗粒占 87.5%(图 5)。

古居延泽干枯后,古湖沉积在风力作用下遭受风蚀,粉尘物质被风携带到远方,而粗颗粒物质在附近堆积成活动沙丘。额济纳旗古居延泽区域有大量的活动沙丘。作者在活动沙丘采集样品进行了粒度测试分析。图 6 为活动沙丘沙样品粒度分布曲线,样品粒度组成以粒径为 63~1000μm 的砂级别颗粒为主,约占 92.3%。粒级在 63~10μm 之间的粉砂颗粒极少,仅占 3.1%,小于 10μm 的粘土也很少。沙丘沙是从干枯湖床搬运来的,沉积在古湖附近,并向东南方向扩张,粉砂粒级颗粒被风携带到较远的地方。沙丘沙粒度分布曲线表明,活动沙丘中可作为远程搬运的细颗粒物质非常少,对沙尘暴中的粉尘组成贡献微乎其微。在

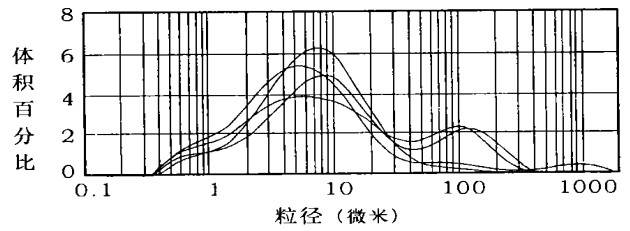


图 5 天鹅湖干枯湖床地表沉积粒度分布图

Fig. 5 Grain size distribution frequency curves

of surface sediments of dry lake-bed of

Tiarre Lake

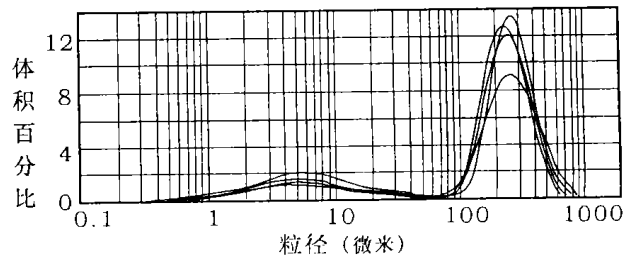


图 6 古居延泽地区活动沙丘沙粒度分布图

Fig. 6 Grain size distribution frequency curves

of active sand-dune of Juyan Paleolake

强风暴过程中沙丘沙可加入沙尘暴,但作用范围有限。

## 2 准噶尔盆地玛纳斯湖干枯湖床沉积物粒度组成

玛纳斯湖位于准噶尔盆地西部,在第四纪初是非常大的湖泊,玛纳斯湖群与艾比湖在第四纪前是一个统一的大湖<sup>[15]</sup>,面积大约在 5 000 km<sup>2</sup> 以上,在准噶尔盆地西部占据相当大范围,当时的湖面曾达到海拔 300 m 高度。后湖泊萎缩并分裂为若干湖泊,原玛纳斯湖面积约 2 000 km<sup>2</sup>,新玛纳斯湖面积约 550 km<sup>2</sup>,分裂出的艾比湖面积约 1 070 km<sup>2</sup>,其他区域湖泊消失遭受风蚀,小拐一带堆积了流动沙丘。据玛纳斯河小拐站记录,1957 年径流量为 3.12 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,由于流域内建立了红山嘴引水枢纽和西岸大渠、东岸大渠,并修建了平原水库 26 座,总库容量为 3.12 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,占年径流量的 24%,由于大量河水被引入灌区,造成流入玛纳斯湖的水量减少。1972 年玛纳斯湖尚有湖水,1974 年遥感图相显示玛纳斯湖已经干枯。2002 年项目组考察玛纳斯湖区时,除零星的沼泽区尚存芦苇荡,玛纳斯湖已成为盐场,地表成为含盐分极高的沙化土地,在风力作用下风沙开始活动。

干枯的玛纳斯湖区分布有盐场、沼泽、沙质草场、

农田、沙地戈壁。作者主要在沙质草场、农田、沙地布置了采样点。图7为玛纳斯湖区地表样品的粒度分析曲线:颗粒主要为粒径小于 $63\mu\text{m}$ 的粉沙颗粒和粘土颗粒,其中粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的粘土颗粒占59.82%。

玛纳斯湖干枯湖床由粘土层与沙层组成,粘土颗粒( $10\mu\text{m}$ 或 $10\sim 20\mu\text{m}$ )被风携带到盆地边缘甚至盆地外更远的地方;而粗颗粒物在古湖泊附近形成沙丘,在西风作用下向西扩展与古尔班通古特沙漠相连。古尔班通古特沙漠沙丘粒度组成主要为中砂(粒径 $500\sim 250\mu\text{m}$ )与细砂(粒径为 $250\sim 125\mu\text{m}$ ),小于粉砂( $63\mu\text{m}$ )粒级的颗粒很少,在沙丘顶部占0.28%、沙垄间占7.64<sup>[16]</sup>。准噶尔盆地西部干枯古湖区的地表细颗粒物可能为沙尘暴提供了更多的粉尘物质,对数千千米以外的东部地区都可能产生影响。而古尔班通古特沙漠沙则可能更多的为沙尘暴提供粗颗粒物,对附近区域产生影响更大。

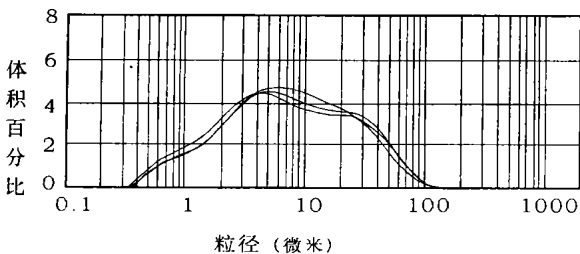


图7 玛纳斯古湖区地表沉积物粒度分布曲线

Fig.7 Grain size distribution frequency curves of surface sediments of Manas Paleolake

### 3 民勤盆地古猪野泽湖床沉积物粒度组成

位于甘肃省民勤盆地的古猪野泽是石羊河下游尾间湖,汉代时期面积曾达 $2000\text{ km}^2$ ,汉代后湖泊萎缩逐渐分为西海、东海两个湖泊<sup>[17]</sup>,于近代演变为青土湖与白碱湖。

石羊河是民勤盆地主要水源,由于位于石羊河上游的武威市人口增加、上游水量减少及灌溉量增加,石羊河进入民勤盆地的径流量从50年代的 $54.2\times 10^8\text{ m}^3$ 递减到60年代的 $45.5\times 10^8\text{ m}^3$ ,70年代 $32.0\times 10^8\text{ m}^3$ ,80年代的 $22.3\times 10^8\text{ m}^3$ ,再下降到90年代 $13.1\times 10^8\text{ m}^3$ 。目前已无河水进入尾间湖。现古湖已完全干枯,地表裸露干燥的含盐份湖泥与粉沙。民勤古湖区目前主要是农田、沙质草场、沙地,作者在各种类型的的地表或剖面采集了粒度分析样品。石羊河尾间古湖区(西碱池区域)干枯湖泊地表样品的测量结果表明(图8),地表沉积物含有大量的细颗粒物,小于 $10\mu\text{m}$

$\mu\text{m}$ 以下的粘土颗粒占55.45%, $63\sim 10\mu\text{m}$ 的粉沙也较多,约占37.32%。

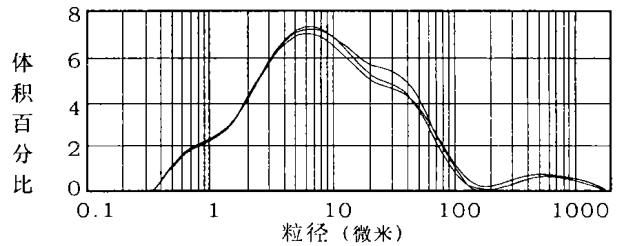


图8 民勤盆地古猪野泽沉积物粒度分布曲线

Fig.8 Grain size distribution frequency curves of zhuye Paleolake in Minqin Basin

位于河西走廊西北端的民勤盆地位于温带大陆性干旱气候区,年降雨量约115mm,蒸发量约为2644mm,常年干燥多风,是沙尘暴多发生区域,又是沙尘暴途经之地。干枯湖床中的大量细颗粒物可以加入到沙尘暴中,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,而粉沙颗粒被携带距离较近,其中一部分可以影响到百千米外的兰州地区。古湖沉积中的砂级颗粒在风力作用下,以地面跃移的方式运移集聚在附近形成沙丘。

### 4 古湖周缘地区沙质草原及弃耕土地地表粒度组成

古居延泽西南缘的三角洲地带的东河、西河两岸由于地下水位尚能满足植被生长需要,地表生长沙生植被,为目前额济纳旗主要牧区草原。在古居延泽周缘沙质草原地表采集了土壤样品。粒度分析结果表明(图9):地表土壤中小于 $63\mu\text{m}$ 颗粒占66.6%,其中小于 $10\mu\text{m}$ 以下的粘土占47.2%, $63\sim 10\mu\text{m}$ 的粉沙占19.4%, $63\sim 1000\mu\text{m}$ 的砂级颗粒占33.4%。可见古湖地区的草原土壤含有大量细粉尘物质,如果地下

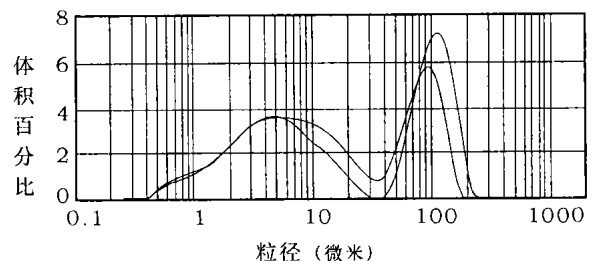


图9 额济纳旗沙质草原地表沉积粒度分布曲线

Fig.9 Grain size distribution frequency curves of surface sediments of sandy grassland in Ejina County

水位继续下降,地表植被丧失,大量细粉尘物质在强风作用下将散失,部分砂级别颗粒活动运移堆积成为活动沙丘。

民勤地区由于湖泊干枯,湖区周缘绿洲农田需要靠抽取地下水灌溉维持,造成地下水水位的急剧下降,每年降幅为0.5~1.0 m。许多地区的地下水水位已下降到30~60 m深之下,已无可灌溉的地下水;另一方面,由于地下水的灌溉循环和蒸发,水中的矿物质含量增加,地下水水质不断恶化,进而造成土地荒漠化,大面积农田弃荒,裸露的土地成为风沙源地。弃荒土地土壤粒度以63~10 μm粉砂级别颗粒为主,约占46.95%;粘土颗粒较少仅占13.9%;含有较多的粒径为63~1000 μm砂级别颗粒,约占39.16%。(图10)。民勤地区年大风日数28天,沙尘暴日数37天,粗颗粒沙在风力作用下向西运移与腾格里沙漠连接,地表细土在风力作用下被携带至远方。民勤地区弃荒地土地沙化严重。

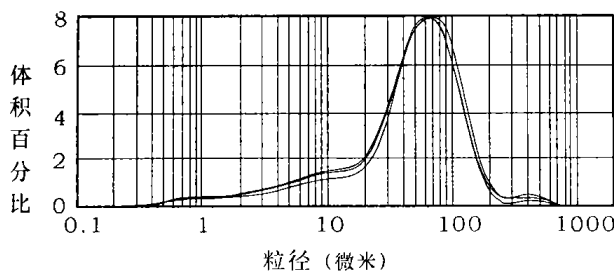


图10 民勤盆地弃荒地土地粒度分布曲线

Fig. 10 Grain size distribution frequency curves of abandoned land in Minqin Basin

表1 沙丘沙、干枯湖床、沙质草原及废弃耕地地表沉积物粒度组成(%)

Table 1 Grain size distribution of dune, dry lake bed, sandy grassland and abandoned land

| 地 点          | 63~1000 | >63   | 63~10 | <10   |
|--------------|---------|-------|-------|-------|
|              | μm      | μm    | μm    | μm    |
| 玛纳斯湖干枯湖床地表沉积 | 2.51    | 2.51  | 37.67 | 59.85 |
| 嘎顺淖尔干枯湖床地表沉积 | 8.9     | 9.3   | 26.1  | 64.6  |
| 古野猪泽干枯湖床地表沉积 | 6.74    | 7.32  | 37.23 | 55.45 |
| 额济纳旗沙质草原地表土  | 33.4    | 33.4  | 19.4  | 47.2  |
| 民勤盆地弃荒地土地地表土 | 39.16   | 39.16 | 46.95 | 13.9  |
| 古居延泽地区活动沙丘   | 92.3    | 92.4  | 3.1   | 4.6   |

## 5 干枯湖床沉积物、沙质草场及弃荒地土地对东亚粉尘天气的影响

根据野外调查与遥感图象分析,第四纪初期的古居延泽分布区大部分已不再是湖相沉积,早已成为戈壁、沙丘、沙地,甚至是裸露的基岩。近代居延泽干枯

的地表大部分仍然为湖相沉积,地表为含蚌壳的沉积或松软的尘土,被风力吹扬堆积的沙丘(下伏地层仍为河湖相沉积),面积大约700 km<sup>2</sup>,其中粘土、沙质粘土或含盐泥土的面积大约占30%,达到200 km<sup>2</sup>左右。钻探与槽探揭露显示,剖面有粘土与砂砾石层互层构成,嘎顺淖尔湖床沉积表层0.5 m厚的沉积中,粒径<10 μm的颗粒达到60%。天鹅湖干枯湖床沉积上部0.5 m厚的沉积中,粒径<10 μm的颗粒达到40%。粗略估算古居延泽干枯湖床地表0.5 m厚的沉积的潜在的粉尘供应量达到50 000 m<sup>3</sup>。第四纪初的古玛纳斯湖群虽然面积广阔,但大部分早已干枯成为沙丘、农田或草场。新玛纳斯湖面积550 km<sup>2</sup>,于70年代干枯,除盐场外大部分为沙质草场与农田。根据面积、沉积厚度与细颗粒含量计算,干枯的玛纳斯湖床地表可提供的粉尘量大约为160 000 m<sup>3</sup>。民勤盆地历史时期湖盆仍然广阔,达到2 000 km<sup>2</sup>,干枯的湖床至今仍保存大量的粉尘物质。按1 000 km<sup>2</sup>土地的地表物质粒度小于10 μm的含量达到50%,地层厚度为0.5 m计算,古猪野泽地区地表0.5 m厚的沉积的粉尘的潜在供应量可达到250 000 m<sup>3</sup>。由于湖泊沉积的非均质性,上述估算是非常粗略的。但仍反映了干枯湖泊沉积可以为沙尘天气提供大量粉尘物质。此外,古居延泽周缘沙质草原地表沉积小于10 μm的粘土占47.2%,民勤地区弃荒地土地地表沉积小于10 μm的粘土占13.9%。古湖地区的沙质草场、农田面积更为广阔,细颗粒物含量丰富,亦能为沙尘天气提供大量粉尘。

古居延海活动沙丘或干枯古湖中的沙层中的粒级主要分布于100~1 000 μm之间,63 μm以下极少;准噶尔盆地古尔班通古特沙漠沙丘粒度组成主要为中砂(粒径500~250 μm)与细砂(粒径为250~125 μm),小于63 μm的粉砂级以下的颗粒很少,不超过10%,因此活动沙丘中的沙粒对远程沙尘暴的物质组成贡献较小。

根据粉尘动力学研究<sup>[18]</sup>,不同粒径的粉尘颗粒需要不同动力条件才能作较长距离的搬运。在一般风暴条件下,10 μm以下的颗粒在大气中可搬运几千千米。在气旋性风暴(平均风速15 m s<sup>-1</sup>)条件下,10~20 μm以下的颗粒在空气中的搬运距离可达500 km到几千千米。30 μm以上的颗粒很难搬运到100 km以外的地点。理论上,在极其猛烈的风暴条件下,30 μm颗粒只能搬运几百千米。黄土粒度研究结果表明砂级粒径(>63 μm)的颗粒在黄土沉积中含量很少,沙漠边缘地区的黄土沉积可以发现砂级粒径的颗粒,而在远离沙漠数百千米的黄土区则以粒径5~50 μm的颗粒为主<sup>[19,20]</sup>。说明粒径大于63 μm的颗粒很难远距离搬

运。熊尚发等对红土、黄土、沙漠作了粒度对比研究,也认为粒径大于  $62.5 \mu\text{m}$  的颗粒组分即使在强风暴条件下也很难在空气中作长距离搬运<sup>[21]</sup>。中国黄土粒度组成具有双峰特征,其中粘土成分被视为西风环流携带者,这些粉尘可以被西风环流携带数千公里<sup>[6]</sup>。

准噶尔盆地、阿拉善高原及河西走廊是我国沙尘暴最主要的发源地及运移路径<sup>[4,5,9]</sup>。中国西北地区冬、春季节多西北风,当强风途经该地区并遇上气流时,西部沙漠、沙地、干枯湖床、沙质草场或弃耕农田中的沙尘被席卷进气流。由于砂级别的粗颗粒物只作近地面跃移运动,因此大多数砂在本地区运移形成活动沙丘或侵入临近地区。粉砂级别颗粒会进入沙尘暴,但不会携带的太远,当风力减弱时颗粒沉降,对周缘地区造成危害。袭击北方城市的沙尘暴中的沙物质主要来自近源地区。粘土级别的粉尘物质上升气流可将其带入高空,甚至进入西风高空环流<sup>[6]</sup>,这些粉尘将被带到数千公里外的地区。刘东生等研究了北京沙尘暴的粒度组成<sup>[22]</sup>,大气粉尘样品中小于  $16 \mu\text{m}$  的细颗粒占 75%。表明东亚地区沙尘天气中的粉尘物质主要来自远方的细颗粒富集地区,如干枯湖泊或裸露的土壤。

中国西部地区的干枯湖泊的沉积物中含大量粉尘物质(粒径小于  $10 \mu\text{m}$ ),可以在一般风暴条件下在大气中搬运几千千米,这意味着该区域的粉尘在尘暴发生时可以横扫整个东亚地区。而活动沙丘中的沙粒粒径绝大部分在  $63 \mu\text{m}$  以上,在沙尘暴发生时袭击临近区域,它们不会被携带到几千千米之外影响整个东亚地区。因此,对东亚沙尘天气特别是浮尘天气产生重要影响的是西部地区干枯湖床(包括沙漠中的干枯湖沼)、沙质草原及弃耕土地。这些地区是防止沙尘天气的重点治理区域。

#### 参考文献(References)

- 王涛,朱震达. 中国北方沙漠化的若干问题. 第四纪研究, 2001, 21(1): 56 ~ 64 [Wang Tao, Zhu Zhenda. Some problem of desertification in North China. *Quaternary Sciences*, 2001, 21(1): 56 ~ 64]
- 哈斯,王贵勇,董光荣. 沙丘背风侧气流及其沉积类型与意义. 沉积学报, 2001, 19(1): 96 ~ 100 [Ha si, Wang Guiyong, Dong Guangrong. Lee-face airflow, depositional types and its significance. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2001, 19(1): 96 ~ 100]
- 李保生,靳鹤龄,吕海燕,等. 150ka 以来毛乌素沙漠的堆积与变迁过程. 中国科学, D 辑, 1998, 2(1): 85 ~ 90 [Li Baisheng, Jin Heling, Lu Haiyan, et al. Processes of the deposition and vicisitude of Mu Us Desert, China since 150kaBP. *Science in China (Seris D)*, 1998, 28(1): 85 ~ 90]
- 张德二,陆风. 我国北方的冬季沙尘暴. 第四纪研究, 1999, (5): 441 ~ 447 [Zhang De'er Lu Feng. Winter sandstorm events in extensive Northern China. *Quaternary Sciences*, 1999, (5): 441 ~ 447]
- 周自江. 近 45 年中国沙尘暴和扬沙天气. 第四纪研究, 2001, 21(1): 9 ~ 17 [Zhou Zijiang. Blowing sand and sandstorm in China in recent 45years. *Quaternary Sciences*, 2001, 21(1): 9 ~ 17]
- 孙东怀,鹿化煜, David Red, 等. 中国黄土粒度双峰分布及古气候意义. 沉积学报, 2000, 18(3): 327 ~ 335 [Sun Donghui, Lu Huayu, David Rea, et al. Bimode grain-size distribution of Loess and its paleoclimate implication. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2000, 18(3): 327 ~ 335]
- 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. 沉积学报, 2001, 19(4): 642 ~ 647 [Hu Gang, Wang Naiang, et al. Luo Jianyu. The grain size characteristics of aeolian sand and its environmental significance. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2001, 19(4): 642 ~ 647]
- 戴雪荣,李吉均,俞立中,等. 兰州风尘沉积的粒度分布模式及古气候意义. 沉积学报, 2000, 18(1): 36 ~ 42 [Dai Xuerong, Li Jijun, Yu Lizhong, et al. Model of grain-size distribution of the eolian deposits in Lanzhou Area and its paleoclimatic significanes. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2000, 1(1): 36 - 42]
- 王式功,王金艳. 中国沙尘天气的区域特征. 地理学报, 2003, 58(2): 193 ~ 200 [Wang Shigong, Wang Jinyan, et al. Regional characteristics of dust events in China. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(2): 193 ~ 200]
- 邱新法,曾燕,繆启龙. 我国沙尘暴的时空分布规律及其源地和移动路径. 地理学报, 2001, 56(3): 316 ~ 322 [Qiu Xinfu, Zeng Yan, Miao Qilong. Temporal-spatial distribution as well as tracks and sources areas of sand - dust storms in China. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(3): 316 ~ 322]
- 张小曳. 亚洲粉尘的源区分布、释放、输送、沉降与黄土堆积. 第四纪研究, 2001, 21(1): 29 ~ 40 [Zhang Xiaoye. Source distributions, emission, transport, deposition of Asian dust and loess accumulation. *Quaternary Sciences*, 2001, 21(1): 29 ~ 40]
- 王苏民主编. 中国湖泊志. 北京: 科学出版社, 1998 [Wang Su Min et al. Chinese Lake. Beijing: Science Press, 1998]
- 孙文新,曾群柱. 黑河下游干旱地区环境变化研究. 中国沙漠, 1997, 17(2): 151 ~ 153 [Sun Wenxin, Zen Qunzhu. A study of environment change in area of Heihe River. 1997, 17(2): 151 ~ 153]
- 龚家栋,董光荣,李森,等. 黑河下游额济纳绿洲环境退化及综合治理. 中国沙漠, 1998, 18(1): 44 ~ 50 [Gong Jiadong, Dong Guangrong, Li Sen, et al. Degradation of physical environment and its control in Eijana Oasis at the lower reaches of Heihe River. *Journal of Desert Research*, 1998, 18(1): 44 ~ 50]
- 程维明,陈云浩,张云霞,等. 新疆玛纳斯湖景观演化及生态环境效应. 第四纪研究, 2001, 21(6): 560 ~ 565 [Cheng Weiming, Zhou Chenghu, Li Jianxin, et al. Evolution of manas lake landscape in Xijiang and its ECO-environmental effect. *Quaternary Sciences*, 2001, 21(6): 560 ~ 565]
- 王雪芹,李丙文,张元明. 古尔班通古特沙漠沙垄表面的稳定性与顶部流动带的形成. 中国沙漠, 2003, 23(2): 126 ~ 131 [Wang Xueqin, Li Bingwen, Zhang Yuanming. Stabilization of dune surface and formation mobile belt at the top of longitudinal dunes in Gurbantonggut Deser, Xinjiang, China. *Journal of Desert Research*, 2003, 23(2): 126 ~ 131]
- 王乃昂,赵强,胡刚,等. 近 2ka 河西走廊及毗邻地区沙漠化过程的气候与人文背景. 中国沙漠, 2003, 23(1): 95 ~ 100 [Wang Naiwen, Zhao Qiang, HunGang, et al. Climatic and humanistic background of desertification process in the Recent 2000 years in Hexi Corridor, China. *Journal of*

- Desert Research, 2003, 23(1) :95 - 100]
- 18 Tsoar H, pyr K, Dust. Transpor tand question of desert loess formation. Sedimentology, 1987, 34 :139 - 154
- 19 Lu Huayu, Jef Vandenberche, An Zhisheng. Aeolian origin and palaeoclimatic implications of the 'Red Clay '(north China) as evidenced by grain-size distribution. Journal of Quaternary Science, 2001, 16(1) : 89 ~ 9
- 20 鹿化煜, 安芷生. 黄土高原红粘土与黄土古土壤粒度特征对比. 沉积学报, 1999, 17(2) :226 ~ 232 [Lu Huay, An Zhisheng. Comparison of Grain size distuibtion of red clay and loess-paleosol deposits in Chinese Loess Plateau. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17(2) :226 ~ 232]
- 21 熊尚发, 丁仲礼, 刘东生. 赣北红土与北京临区黄土及沙漠砂的粒度特征对比. 科学通报, 1999, 44(11) : 1216 ~ 1219 [ Xiong Shangfa, Ding Zhongli, Liu Tungsheng. Comparisons of grain size characteristics of red earth from southern China with that of loess and dune sand from Beijing region. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(18) ,1690 ~ 1693. ]
- 22 Liu Tongsheng, Gu Xiongfei, An Zhisheng, *et al.* The dustfall in Beijing, China, on April 18, 1980. Geol. Soc. Am. Spec. Pap, 1981, 186:149 ~ 158

## Grain-size Distribution of the Sediments of Dry Lake-bed in the Northwest of China and Sand-dust Weather in East Asia

YUE Le-ping<sup>1,2</sup> YANG Li-rong<sup>1</sup> LI Zhi-pei<sup>3</sup> WANG Min<sup>3</sup> ZHANG Wei-ji<sup>3</sup> NIE Hao-gang<sup>3</sup>

1 ( Key Laboratory for Continental Dynamics of the Ministry of Education, Geology Department, Northwest University, Xi'an 710069)

2 ( State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710075)

3 ( Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054)

**Abstract** Some dry lakes widely distributed in the north of China has been investigated in this paper based on analysis of grain-size distribution of the sediments of these dry lakes, including Manas Lake in Junggar Basin, Juyan Lake in the Alxa Plateau, Yezhu Lake in Minqin Basin and so on. The analyzed results are as followed: the total volume-percentage of the particles ( $< 10 \mu\text{m}$ ) of dry lake-bed surface sediments is above 60%. There are plenty of clay particles ( $< 10 \mu\text{m}$ ) on the surface of sandy grassland developed from dry lake-bed and the content amount to about 50%. The tiny particles on the surface of abandoned land can be blown away easily and rapidly, so the content of clay particles in Minqin Basin is less than 13.9%. The grain-size distribution of active dune in northwest of China is the fewness of particles ( $< 63 \mu\text{m}$ ) and very little of the particles ( $< 10 \mu\text{m}$ ). Frequently, sands of active dune in northwest desert areas have weak influence on North China and East China. It is considered that although the weather of sand-dust storm, blowing-sand and suspending-dust occur originally in the western desert, sandy areas of the Alxa Plateau, the north of Hexi Corridor and the east, center of Mongolia, it is the sand-dust materials ( $< 63 \mu\text{m}$ ), especially those dust ( $< 10 \mu\text{m}$ ) really influence North China and East China for limitation of transportation distance and height of coarse particles. It is concluded that material sources that influence the sand-dust weather of East Asia are not only inland deserts, more importantly, but also the dry lake, abandoned land and bare sand-gravel grassland.

**Key words** dry-lake sediments, grain-size analysis, sand-dust weather in East Asia, Northwest of China