

于海云,张正偲,王志军.阿拉善高原东南部干涸湖盆沉积物粒度特征[J].中国沙漠,2021,41(4):177-184.

阿拉善高原东南部干涸湖盆沉积物粒度特征

于海云¹,张正偲²,王志军³

(1.内蒙古机电职业技术学院 水利与土木建筑工程系,内蒙古 呼和浩特 010070; 2.中国科学院西北生态环境资源研究院 沙漠与沙漠化重点实验室,甘肃 兰州 730000; 3.内蒙古自治区水土保持工作站,内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要:干涸湖盆是西北干旱区广泛分布的地貌类型,也被认为是重要的沙尘源区,但目前对该类地表的土壤风蚀过程与特征研究较少。干涸湖盆沉积物和植被盖度的空间差异性导致沙尘释放过程和风蚀过程具有时空差异性。为了探讨干涸湖盆的土壤风蚀特征,选择阿拉善高原东南部的干涸湖盆为研究区域,沿主风向(西北-东南)方向,选择4个区域,野外实地收集湖相沉积物和灌丛沙丘样品,进行粒度特征分析。结果表明:(1)干涸湖盆地表沉积物粒度存在明显的空间差异性,一方面反映了物源的差异性,另一方面反映了风蚀过程的差异性。(2)受植被和风程长度的影响,上风向和下风向风蚀较弱,而中部地区风蚀最大。

关键词:干涸湖盆;沉积物;粒度

文章编号:1000-694X(2021)04-177-08

DOI:10.7522/j.issn.1000-694X.2021.00068

中图分类号:P931.3

文献标志码:A

0 引言

土壤风蚀是西北干旱区广泛存在的环境问题,备受国内外学者的关注^[1-12]。地表属性(植被特征、土壤类型、土壤湿度和黏土含量等)是影响土壤风蚀过程的主要影响因子^[5]。沉积物粒度空间差异是土壤风蚀过程时空差异的综合体现。如戈壁地区的植被能够降低近地层风速,从而减少土壤风蚀量和拦截空气中的沙尘物质,形成灌丛沙丘,产生与戈壁地表沉积物完全不同的沉积特征^[2]。而对于农田,土壤风蚀造成地表粗化,粉沙和黏土含量减少,细沙和中沙含量增加^[5]。

中国西北是全球土壤风蚀最为严重地区之一,其中阿拉善高原是公认的中国乃至中亚的主要沙尘源区^[8-16]。阿拉善高原干涸湖盆、干河床、沙漠、戈壁和绿洲交错分布,从而导致沙尘源区的识别存在很大的困难。风洞试验研究表明,干河床是河西走廊地区的主要沙尘源区,沙尘释放量可达 $177.04 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ^[13]。野外观测也证明富含粉沙和黏土的戈壁地表是沙尘的主要源区^[14]。目前对干涸湖盆沙尘的研究表明,艾比湖是新疆地区的主要沙尘源

区。岳乐平等^[12]对居延海干涸湖盆沉积物粒度的研究也表明,居延海是黑河流域的主要沙尘源区。Wang等^[17]利用沉积物地球化学元素特征,发现黑河流域的冲积物是黄土高原的主要沙尘源区。但目前对干涸湖盆经历不同土壤风蚀过程的地表粒度空间差异研究较少,难以阐明土壤风蚀的空间差异。

总体来讲,目前对沙漠、农田和戈壁的土壤风蚀均进行了大量的研究^[3,6],但对于干涸湖盆土壤风蚀空间差异的研究较弱。而干涸湖盆是广泛分布于中国西北干旱区的地貌类型,如准噶尔盆地的艾比湖、塔里木盆地的罗布泊和黑河流域下游的居延海等,面积约 10 万 km^2 ^[12],被认为是主要的沙尘源区^[8-9,12]。干涸湖盆地表板结,形成一层物理结皮,增加了摩阻起动风速^[15],从而抑制了沙尘释放,但由于干涸湖盆黏土含量大(艾比湖可达80%^[11]),居延海可达50%^[12])、表面皲裂,在强烈的风力作用下,容易发生土壤风蚀,促进沙尘释放过程。在山地夹盆的独特地貌区,干涸湖盆地区受“狭管效应”的影响,近地层风速在一定范围内增加。受区域自然环境的影响,不同干涸湖盆的沉积物特征、动力条件

收稿日期:2021-04-13; 改回日期:2021-05-21

资助项目:国家自然科学基金项目(41930640)

作者简介:于海云(1979—),女,内蒙古通辽人,副教授,从事水利工程、水土保持教学与科研工作。E-mail: yuhaiyun@163.com

通信作者:张正偲(E-mail: zhangzhsi@lzb.ac.cn)

存在明显的差异,从而导致土壤风蚀过程、沙尘暴强度不同。为此,选择内蒙古阿拉善高原东南部的干涸湖盆为研究区,对于干涸湖盆的土壤风蚀进行探索性研究。野外调查发现,该地区由上风向(阿拉善右旗)至下风向(金昌市),地表沉积物由于干涸湖盆演变为含有灌丛沙丘的地表景观。为此,我们推断该地区的土壤风蚀和沙尘暴发生过程可能存在区域的差异。为了证明这种假设,我们沿主风向,选择不同的断面进行地表样品采集,探讨干涸湖盆沉积物粒度特征的空间差异,为研究干涸湖盆的土壤风蚀过程和沙尘释放机理提供理论依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于阿拉善盟右旗南部的干涸湖盆(图1)。南、西南部有龙首山、合黎山,形成长度超过200 km的冲积扇走廊,是中国沙尘的主要源区^[16-17],也是阿拉善高原风沙运动的主要通道。北

部为北大山和巴丹吉林沙漠。戈壁、丘陵和滩地纵横交错。整体呈西北高东南低的地势,海拔1 000—1 100 m。该地区经历了湖泊缩小和干涸的过程,如苏泊淖尔阶地沉积剖面记录了早全新世时期存在2期古风成砂丘—河湖相沉积层—古土壤层的旋回,古风成砂研究表明晚更新世末—全新世早、中期气候恶化^[18]。地处内陆高原,属暖温带荒漠干旱区,为典型的干燥大陆性气候特征。年平均气温8.4℃,1月平均气温-7.8℃,7月平均气温25.4℃。无霜期150 d。多年平均降水量89 mm,多年平均蒸发量3 100 mm。多年平均大风日数78 d。根据阿拉善右旗和红沙岗2009年气象站的风况资料,研究区上风向和下风向的输沙势分别为286VU和405VU,输沙方向为东南方向(106°和137°)。

1.2 研究方法

2019年5月在研究区收集干涸湖盆和灌丛沙丘地表样品。由于研究区的灌丛沙丘高度小于0.2 m,所以只收集灌丛沙丘的表层样品(表1)。

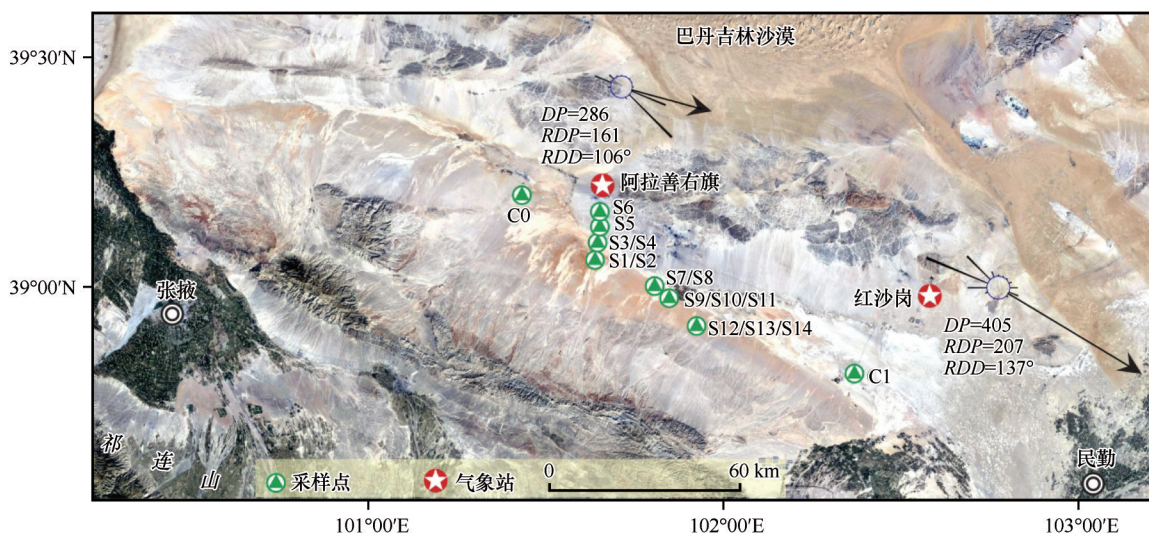


图1 研究区地理位置、采样点和输沙势

Fig.1 Location of the study region, sampling points and sand drift potential

粒度分析是土壤风蚀研究中最常用的分析方法。采用中国科学院西北生态环境资源研究院分析中心的马尔文3000对所收集的样品进行粒度分析。粒度参数包括平均粒径(M_z)、分选系数(σ)、偏度(SK)、峰度(K_g)。这些参数从不同方面说明了粒度分布的总体特征和形式。平均粒径是沉积物搬运介质平均动能的体现。分选系数反映了沙粒粒径的分散程度,分选系数越小,粒径分布越集中,反之就越分散。偏度可判别分布的对称性,负偏时

频率曲线将出现粗尾,正偏时频率曲线将出现细尾。峰度度量的是粒度分布的中部和尾部展形之比。峰度为正值时,是窄峰态;峰度为负值时,是宽峰态。

2 结果与分析

2.1 沉积物粒度特征

不同位置沉积物的粒级含量不同(表2), ANOVA单尾检验表明不同粒度粒级含量存在明

表 1 干涸湖盆和灌丛沙丘地表特征和地理位置
Table 1 The landscapes of the dry lacustrine and nebkhas

样号	地表特征	地理位置
C0	有结皮,植被盖度<20%,砾石盖度约为 40%	39°13′27″,101°25′48″
S1,S2	结皮,含有 5 mm 裂缝,结皮大小 10 cm 左右,植被盖度<10%,灌丛高度 20 cm,植被以白刺为主,蒿类占 50%;S1 湖相表层,S2 白刺灌丛表层,可能为水蚀形成的沙丘,沙堆高 10 cm 左右,没有明显的灌丛沙丘形态	39°04′51″,101°38′33″
S3,S4	S3 表层,S4 白刺灌丛表层	39°06′06″,101°38′52″
S5	表层,>2 cm 砾石增多,灌丛大多覆盖在河道旁,地势变高,出现冲沟下切,砾石盖度 80% 以上	39°08′41″,101°39′34″
S6	表层,砾石盖度 20% 左右,植被盖度<5%,地势变平	39°10′17″,101°39′55″
S7,S8	S7 灌丛旁表层,物理结皮,土质较硬,S8 灌丛顶	39°00′45″,101°49′10″
S9—S11	S9 灌丛,S10 灌丛旁表层,S11 灌丛内部	38°59′19″,101°50′11″
S12—S14	S12 灌丛旁表层,S13 灌丛表层内部,S14 灌丛	38°54′25″,101°56′27″
C1	植被盖度<5%,有结皮,砾石盖度<10%	38°50′49″,102°23′16″

显差异($P<0.05$)。整个干涸湖盆沉积物以粉沙为主(30.14%±22.20%),其次为极细沙和细沙(24.52%±7.35%和 23.80%±12.92%)。自西北向东南,粉沙和黏土含量逐渐减少,S1 的含量可达 61%,而 S12 仅为 6%。干涸湖盆的粉沙和黏土含量明显高于沙漠和戈壁表层^[12]。黏土含量平均值为 2.28%±1.96%,最大可达 5.60%(S7)。粉沙含量平均值为 36.30%±23.20%,最大可达 60.00%(S7)。灌丛沙丘的粉沙和黏土含量亦小于干涸湖盆表层(分别为 1.38%±1.54%和 22.23%±19.60%)。干涸湖盆和灌丛沙丘极细沙和粗沙的含量几乎相同,但灌丛沙丘的细沙含量明显多于干涸湖盆(表 2)。

利用相同位置湖相表层与灌丛沙丘的沙粒含量差值 $E(\%)$ 说明风蚀效果($E>0$ 为沙粒风蚀, $E<0$ 为沙粒堆积)。粉沙和黏土在所有点均表现为风蚀($E>0$);极细沙在上风向(S1,S3)和下风向(S10,S12)为风蚀($E>0$),但在中部(S7)为堆积($E<0$);细沙在下风向(S10)为风蚀($E>0$),其余各点均为堆积($E<0$);其余各粒径的沙粒在所有位置均为堆积。由此可见,干涸湖盆土壤风蚀主要体现为粉沙、黏土和极细沙的亏损和细沙、中沙和粗沙的富集过程,体现了土壤风蚀导致的地表粗化特征^[5]。

不同粒径沉积物的含量受物源和沉积盆地范围的影响。粉沙和黏土含量也受冲积扇范围的影响较大,冲积扇范围越大,流水侵蚀、搬运的粉沙和黏土越多,其能够提供的粉沙和黏土量亦越多。S1 和 C1 周围的冲积扇宽度可达 32 和 55 km,而 S7—

S11 的冲积扇宽度仅为 17 km。因此该地区的冲积扇富含粉沙和黏土(S5 和 S6,分别为 60% 和 61%)。研究表明,西居延海地区的干涸河床<63 μm 的含量>62%,最高可达 99%^[12],而对于东部沙区(浑善达克沙地)的干涸湖盆,<63 μm 粉沙和黏土的含量也较高,36%—73%^[10],说明干涸湖盆具有土壤风蚀发生的物质条件,能够为沙尘暴发生提供充足的物源。研究区冲积扇粉沙和黏土含量远远高于其他地区。黏土含量高达 4.95%,而粉沙含量高达 56.69%。由此可见,在相同的风动力条件下,该地区的冲积扇亦具有发生土壤风蚀的物质条件,但由于冲积扇地表覆盖一定的砾石(图 2),所以风蚀量要比干涸湖盆小的多。

2.2 沉积物粒度参数变化

研究区的上风向和下风向平均粒径较粗(<3Φ)。而阶地上受水流作用的侵蚀,平均粒径(<4Φ)比湖底粗(>4Φ)。干涸湖盆的沉积物未经历分选和搬运过程,所以分选相对较差,分选性总体为较差和很差,湖相表层以很差为主,沙丘以较差为主,说明沙粒未经历长期风化搬运过程。偏度以负偏和近对称为主(93%),湖相表层趋于正偏,沙丘趋于负偏。峰度以窄和中等为主(86%)。山前地带主要为冲洪积砂砾石,在细粒物质被大风吹扬走以后,地表逐渐戈壁化。

干涸湖盆和冲积扇沉积物的平均粒径明显不同(表 3)。这一方面反映了土壤风蚀的空间差异

表 2 不同粒径沙粒含量(%)
Table 2 Sand grain contents for all 14 samples (%)

区域	样品 编号	粒级范围/ μm						
		<2	2—63	63—125	125—250	250—500	500—1000	>1000
湖相表层	C0	0.41	9.03	38.34	35.44	10.21	5.73	0.85
	S1	2.32	58.28	22.86	10.46	5.44	0.63	0.00
	S3	1.66	30.17	33.68	21.28	8.44	4.78	0.00
	S5	2.80	56.69	21.11	8.66	5.13	5.36	0.24
	S6	4.95	55.69	16.51	10.47	7.73	4.57	0.07
	S7	5.60	60.00	12.15	6.37	7.61	7.67	0.59
	S10	0.49	9.36	29.57	32.61	13.83	10.77	3.36
	S12	0.00	5.72	28.58	37.37	21.56	6.55	0.21
	C1	2.31	41.74	19.45	21.04	11.83	3.64	0.00
平均值		2.28 \pm 1.96	36.30 \pm 23.20	24.69 \pm 8.47	20.41 \pm 12.23	10.20 \pm 5.11	5.52 \pm 2.79	0.59 \pm 1.08
沙丘表层	S2	2.24	45.39	22.71	17.33	9.51	2.82	0.00
	S4	0.93	25.36	32.74	24.91	11.64	4.36	0.07
	S8	4.35	49.88	19.69	10.59	8.14	6.65	0.70
	S9	0.00	2.21	16.90	28.49	32.44	19.44	0.53
	S11	1.57	21.02	25.58	27.66	16.58	7.39	0.20
	S13	0.60	11.21	32.42	36.05	15.29	4.31	0.13
	S14	0.00	0.54	19.99	52.08	26.33	1.06	0.00
平均值		1.38 \pm 1.54	22.23 \pm 19.60	24.29 \pm 6.27	28.16 \pm 13.36	17.13 \pm 9.05	6.68 \pm 6.06	0.23 \pm 0.27

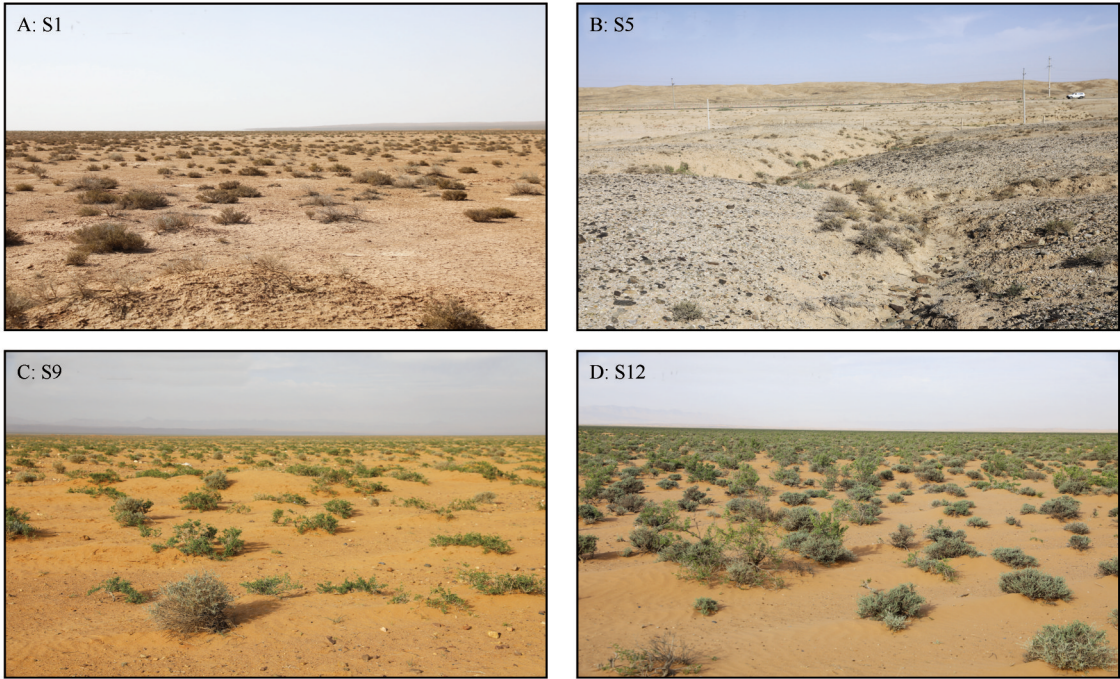


图 2 不同地理位置地表特征
Fig.2 Landscapes for the four sites in the study region

性,另一方面反映了流水将冲积扇中的粉沙和黏土带至湖盆^[17]。在风水复合作用下,冲积扇的平均粒径明显小于干涸湖盆。沿主风向,沉积物平均粒径也明显不同。野外调查表明,研究区的上风向灌丛沙丘较小,中部较大,下风向又变小。上风向平均粒径较小(S2, 61.35 μm),中部较大(S9, 255.03 μm),下风向较小(S14, 186.14 μm)。结合粒度分布的变化过程(表 3)可知,土壤风蚀主要发生在中部

地区。而造成这种土壤风蚀空间格局变化的主要原因在于近地层气流的变化(地形的“狭管”效应造成风速逐渐增大),上风向地表植被盖度较小,高度不高(图 2B),对风速减小效果较弱,且地表覆盖物理结皮,造成起沙风速较大,难以风蚀。而在下风向地区,气流加速且物理结皮较少,导致地表风蚀,同时植被盖度大且植物较高,形成大片灌丛沙丘(图 2D)。

表 3 不同沉积物粒度参数对比
Table 3 Sand grain parameters for 16 field samples

区域	样品编号	M_z/Φ	σ	SK	K_g	$M_z/\mu\text{m}$
湖相表层	C0	2.88	1.21	0.18	1.27	135.93
	S1	4.43	2.22	-0.12	1.28	46.27
	S3	3.56	1.96	-0.18	1.60	85.02
	S5	4.47	2.25	-0.06	1.29	45.19
	S6	4.76	2.71	-0.08	1.01	37.00
	S7	4.82	2.84	0.05	1.02	35.47
	S10	2.52	1.42	0.15	1.29	173.83
	S12	2.55	1.24	0.10	0.96	170.48
	C1	3.86	2.33	-0.22	0.99	69.05
	平均值	3.76±0.93	2.02±0.61	-0.02±0.16	1.19±0.21	88.69±56.75
沙丘表层	S2	4.03	2.30	-0.16	1.11	61.35
	S4	3.25	1.77	-0.09	1.40	104.93
	S8	4.41	2.67	-0.14	1.08	46.91
	S9	1.97	1.19	-0.07	0.83	255.03
	S11	3.02	1.93	-0.19	1.41	123.03
	S13	2.83	1.40	-0.01	1.23	140.47
	S14	2.43	1.08	-0.01	0.94	186.12
	平均值	3.13±0.86	1.76±0.59	-0.10±0.07	1.14±0.22	131.2±72.08

受分选过程的影响,各参数之间的关系比较复杂^[19-21],反映了沉积物搬运的空间差异性。沉积物在搬运过程中,平均粒径发生变化,所以分选性亦发生变化。平均粒径与分选系数之间的关系进一步说明了研究区沉积物未经历长期搬运和风化(图 3A)。偏度和峰度随粒度变化比较复杂(图 3B、C),平均粒径大于 3.5Φ 时,偏度随粒径变大而趋于正偏;在小于 3.5Φ 时,峰度随粒径变大而趋于变窄。分选性影响峰度和偏度,且存在临界分选值(2.0),小于 2.0 时,偏度随分选增加而趋于负偏,大于 2.0 时,无明显变化规律(图 3D)。分选值小于 2.0 时,峰度随分选值增加而趋于变窄,但大于 2.0 时,峰度又

趋于变宽(图 3E)。偏度和峰度之间无明显变化规律(图 3F)。由粒度参数相关分析发现,平均粒径为 3.5Φ 时,偏度和峰度发生明显变化。而 3.5Φ 是细沙和极细沙的过渡粒径,也反映了土壤风蚀过程的动力差异。尽管细沙和极细沙均通过跃移方式运动,但细沙搬运距离相对较短,而极细沙相对较远。

2.3 沉积物粒度概率曲线

风洞实验表明,湖相沉积物极易发生土壤风蚀^[8]。研究区粒度概率曲线包括单峰和双峰态(图 4)。土壤风蚀过程必然导致粉沙和黏土损失,而沙粒富集。所以干涸湖盆的沉积物粒度曲线呈明

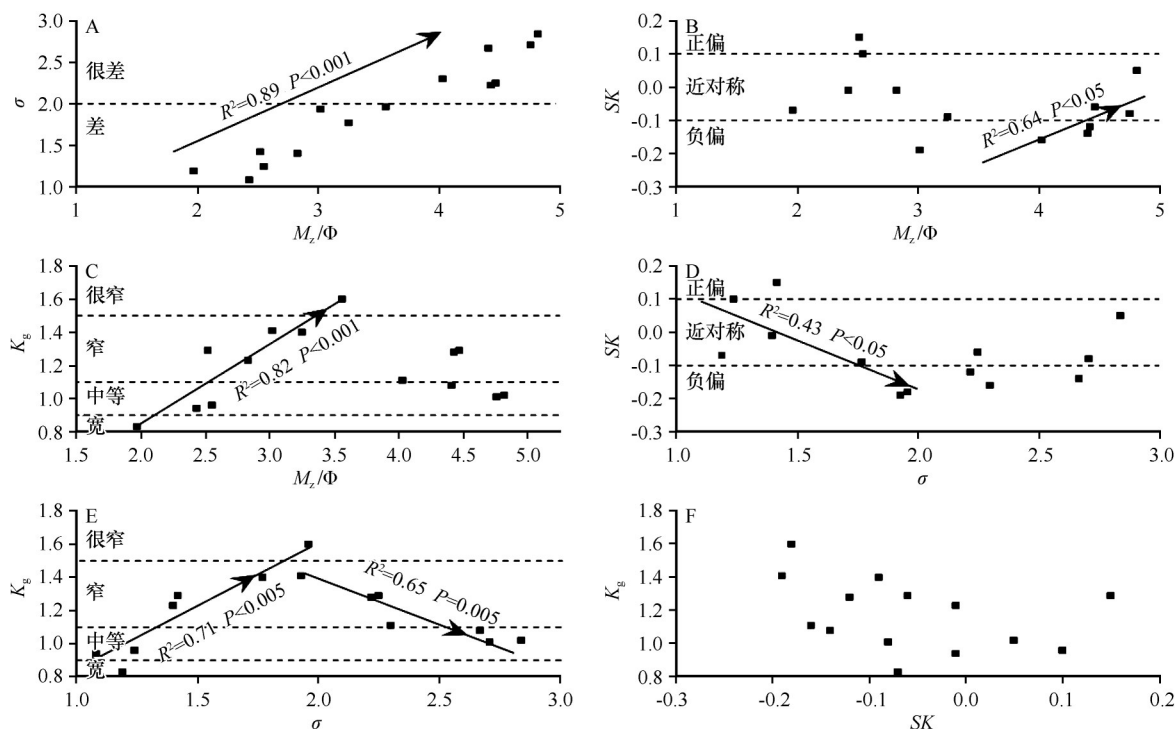


图3 沉积物粒度参数之间的关系

Fig.3 Relationships between sediment grain size parameters

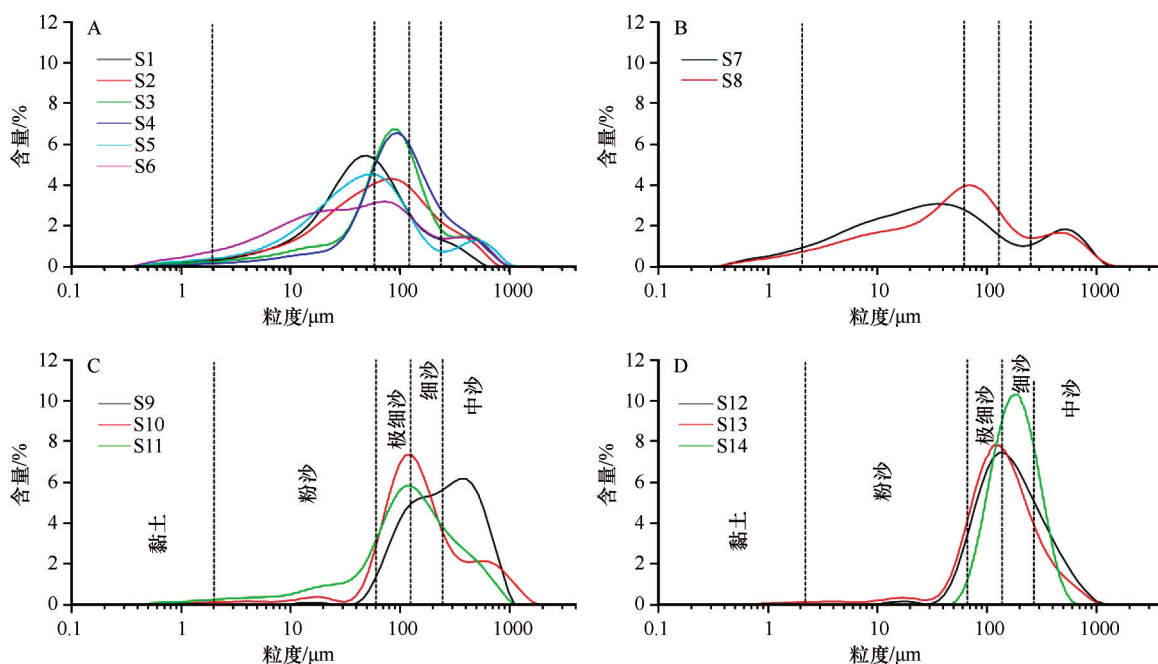


图4 不同区域粒度曲线

Fig.4 Sand grain size in different sites

显的双峰态。湖盆最低处的粒度的峰值比滨湖岸小(<63 μm 和 63—125 μm),同时,湖底表层沉积物的粒度峰值也小于灌丛沙丘表层(<63 μm 和 63—125 μm)。自西北向东南,峰值粒度所占比例逐渐增加,由上风向的<6% 增加到下风向的

10%(图4)。

3 讨论

沉积物粒度的空间差异性反映了区域风况和近地层气流与沉积物之间的能量转化差异。风况

对沉积物的分选过程体现为平均粒径与分选系数之间的关系。研究区与巴丹吉林沙漠毗邻,具有类似的风况特征,所以粒度与分选的关系与巴丹吉林沙漠相似^[20]。同时,近地层气流也影响沉积物的运动过程。风速大,粉沙和黏土易于风蚀,体现为平均粒径大(表3)、粒度曲线为单峰态(图4)。当然,气流在运动过程中,受到地形和植被的影响,速度降低,风蚀能力亦减小。在相当长的范围内,风蚀-堆积-风蚀处于反复循环的状态。在风蚀能力较弱的地区,地表沉积物为干涸湖盆(图2A),粒度曲线为双峰状态(图4A),而对于风沙较强的地区,地表沉积物表现为流沙(图2C、D),粒度曲线为单峰状态(图4D)。沉积物的粒度特征与物源亦有关,同一位置灌丛沙丘平均粒径随干涸湖盆粒径的增加而增加($R^2=0.97$, $P<0.05$; S1 和 S2 较小, S12 和 S14 最大)。

尽管本文利用沉积物粒度特征对干涸湖盆的土壤风蚀过程进行探讨,但对于研究结果是否适用于干旱区的干涸湖盆土壤风蚀,还需要进一步探讨。

4 结论

阿拉善高原东南部干涸湖盆极易发生土壤风蚀,是该地区沙尘暴发生的主要物源。干涸湖盆地表沉积物经历土壤风蚀后,粗颗粒物堆积在植物周围,形成灌丛沙丘,而细颗粒物则随风运动堆积在下风向。

干涸湖盆的土壤风蚀过程是地表沉积物与风况和近地层气流综合作用的结果。沉积物粒度组成、平均粒径等存在明显的空间差异,从而反映了土壤风蚀的空间差异性:上风向风蚀较小,下风向风蚀较大。

参考文献:

- [1] 王旭洋,郭中领,常春平,等.中国北方农牧交错带土壤风蚀时空分布[J].中国沙漠,2020,40(1):12-22.
- [2] 潘凯佳,张正偲,梁爱民,等.基于倾斜摄影技术的戈壁灌丛沙丘形态反演及其对粉尘释放研究的意义[J].中国沙漠,2020,40(2):24-32.
- [3] 南岭,董治宝,肖锋军.农牧交错带农田土壤风蚀 PM_{10} 释放特征[J].中国沙漠,2017,37(6):1079-1084.
- [4] 管梦鸾,张正偲,董治宝.风沙灾害风险评估研究进展[J].中国沙漠,2018,38(5):978-988.
- [5] 张正偲,董治宝.土壤风蚀对表层土壤粒度特征的影响[J].干旱区资源与环境,2012,26(12):86-89.
- [6] 张正偲,赵爱国,董治宝,等.藻类结皮自然恢复后抗风蚀特性研究[J].中国沙漠,2007,27(4):558-562.
- [7] 王红营,郭中领,王仁德,等.河北坝上植被恢复措施对土壤性质的影响[J].水土保持研究,2016,23(5):74-79.
- [8] 吉力力·阿不都外力.干旱区湖泊与盐尘暴[M].北京:中国环境出版社,2012.
- [9] 韩旭娇,张国明,雷洁,等.干涸湖床不同类型盐土地表净风吹蚀试验研究[J].干旱区研究,2019,36(1):262-268.
- [10] 戴佳栋,张国明,刘连友,等.干涸湖湖滨带不同类型盐土粒度特征分析[J].北京师范大学学报(自然科学版),2018,54(3):420-425.
- [11] 葛拥晓,吉力力·阿不都外力,马龙,等.新疆艾比湖干涸湖底沉积物粒径分布及其对风蚀的响应[J].干旱区研究,2014,31(4):636-642.
- [12] 岳乐平,杨利荣,李智佩,等.西北地区干枯湖床沉积粒度组成与东亚沙尘天气[J].沉积学报,2004,24(3):325-331.
- [13] Zhang C X, Wang X M, Dong Z B, et al. Aeolian process of the dried-up riverbeds of the Hexi Corridor, China: a wind tunnel experiment [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2017, 189:419.
- [14] Zhang Z C, Dong Z B, Qian G Q. An investigation into the processes and volume of dust emissions over gravel and sand deserts in northwestern China [J]. Boundary-Layer Meteorology, 2017, 163:523-535.
- [15] Brungard C W, Boettinger J L, Hipps L E. Wind erosion potential of lacustrine and alluvial soils before and after disturbance in the eastern Great Basin, USA: estimating threshold friction velocity using easier-to-measure soil properties [J]. Aeolian Research, 2015, 18:185-203.
- [16] 韩兰英,张强,郭妮,等.中国西北地区沙尘天气的时空位移特征[J].中国沙漠,2012,32(2):454-457.
- [17] Wang Y J, Jia J, Lu H, et al. Fluvial sediments in the Alagxa Plateau as a dust source: iron mineralogical and geochemical evidence [J]. Journal of Arid Land, 2019, 11(2):217-227.
- [18] 迟振卿,王永,姚培毅,等.内蒙古额济纳旗地貌特征及其构造、气候事件[J].地质论评,2006,2(3):370-378.
- [19] 董治宝,苏志珠,钱广强,等.库姆塔格沙漠风沙地貌[M].北京:科学出版社,2011.
- [20] 钱广强,董治宝,罗万银,等.巴丹吉林沙漠地表沉积物粒度特征及区域差异[J].中国沙漠,2011,31(6):157-164.
- [21] Arens S M, Van Boxel J H, Abuodha J O Z. Changes in grain size of sand in transport over foredune [J]. Earth Surface Process and Landforms, 2002, 27:1163-1175.

Sediment grain size characteristics at extinct lakes in the south Alxa, China

Yu Haiyun¹, Zhang Zhengcai², Wang Zhijun³

(1. *Department of Water Conservancy and Civil Engineering, Inner Mongolia Technical College of Mechanics and Electrics, Hohhot 010070, China*; 2. *Key Laboratory of Desert and Desertification, Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China*; 3. *Inner Mongolia Soil and Water Conservation Workstation, Hohhot 010020, China*)

Abstract: The extinct lakes are widely distributed in the arid region of the north China, which also are the important dust sources. However, there are just few studies on its wind erosion processes and characteristics. Land surface deposits and vegetation coverage caused the spatial and temporal difference of the dust emission processes and wind erosion processes. To explain the wind erosion processes at the extinct lake, four different areas at the extinct lake in the south region of the Alxa Plateau were selected as study regions, and sediment grain-size parameters were analyzed. The results indicate that (1) Sediment grain size parameters have obvious spatial difference, which explain the difference of sediment provenance and wind erosion processes. (2) Basin on the grain size parameters analysis, wind erosion is weaker in the upwind and downwind regions, and strong in middle region.

Key words: extinct lake; deposits; grain size