

文章编号: 1000-0550(2002)04-0656-07

海岸现代风成砂粒度参数特征的研究^①

——以中国温带海岸为例

董玉祥

(中山大学地理学系 广州 510275)

摘要 现代海岸风成砂的粒度特征是海岸风沙研究的重要问题, 本文以我国温带海岸为研究区域, 利用136个现代海岸风成砂样数据, 通过粒度组成、平均粒径、标准偏差和偏差、峰态等粒度参数分析了其粒度特征。结果表明, 我国温带海岸的现代风成砂并非过去认为的几乎全由分选很好的细砂组成, 是以正偏为主, 粒度参数的地域差异明显, 并随沙丘类型、规模及距海岸线的远近不同等而变化。与海滩砂比较, 风成砂具有普遍含有粉沙、略细、多正偏、峰态偏窄等特点, 但利用粒度参数散点图和因子分析法二者均无法区分。我国温带海岸现代海岸风成砂粒度参数的上述特征与其特有的发育条件和演化过程密切相关, 其中主要与季风气候特征显著、形成时间短、风力作用时间有限以及风沙活动空间狭小并受到水力与重力作用的干扰等有关。

关键词 海岸 现代风成砂 粒度 中国温带

作者简介 董玉祥 男 1964年出生 博士 教授 风沙地貌与沙漠化

中图分类号 P931.3 **文献标识码** A

1 引言

海岸风成砂的粒度特征是鉴别古风沙沉积(岩)的重要指标, 对揭示海岸地貌的形成与演化、恢复古海岸线、分析古风况有重要意义。国外对海岸风成砂粒度及其与海滩砂的对比进行了较为深入的研究^[1~20], 探讨了海岸风成砂粒度的基本特征, 分析了利用粒度参数区分海岸风成砂与海滩砂的可能性, 但仍有一些问题没有解决, 研究结论也不尽一致, 如 Mason 和 Folk 认为利用粒度参数完全可以将海岸风成砂和海滩砂区分开, 而且证明偏度(SK_1)对峰态(KG)的散点图对区分二者有效^[1]; Friedman 虽然认为也是可以区分的, 不过以平均粒径(ME)对偏度(SK_1)图和标准偏差(σ)对偏度(SK_1)图最为有效^[2]; M oiola 和 Weiser 则认为根据粒度参数根本无法区分海岸风成砂和海滩砂^[5]; 另外, Bigarella 等提出只有沙源为中砂至粗砂时, 才能分辨出海岸风成砂和海滩砂^[6]。国内的海岸风沙研究近期发展较快, 海岸风成砂粒度特征的研究已受到关注^[21~33], 但已有研究分析样品数量较少, 一般仅数个或十几个, 多者不足30个, 而且研究区域有限, 研究结论也不尽相同, 如傅启龙等对河北昌黎海岸的研究认为沙丘砂与海滩砂只在标准偏差(σ)对偏度(SK_1)图上有较为明显的分界线^[31], 而吴正等对华南

海岸的研究表明在平均粒径(ME)对偏度(SK_1)、标准偏差(σ)对偏度(SK_1)和偏度(SK_1)对峰态(KG)的图上都能较好地把二者区分开^[32]。为了进一步探讨这些问题, 本文拟以我国温带海岸为研究区域, 以136个现代海岸风成砂的粒度数据为基础, 探讨海岸现代风成砂的粒度参数特征, 并分析海岸风成砂与海滩砂粒度参数的差异。

2 研究区域与方法

我国风沙海岸约有300 km, 现代海岸风成砂在我国分布比较普遍, 其中位于温带海岸的辽东半岛西北岸、辽东湾西岸和山东半岛沿岸的海岸沙丘分布较广、规模较大、类型典型, 是我国现代海岸风成砂发育较好的主要地区^[34, 35], 故选择我国温带海岸为现代海岸风成砂粒度参数特征的研究区域。分别在辽东半岛西北岸、辽东湾西岸和山东半岛沿岸的现代风沙海岸广泛采集表层(0~15 cm)风成砂与海滩砂样, 采样地点包括登沙河口、大潮口、夏家河子、交流岛、熊岳、昌黎黄金海岸、土石、青鳞铺、三山岛、黄山、烟台开发区、双岛、成山卫、寻山、石岛、小观、白沙滩、十里沙、潮里、鳌山卫、灵山卫和日照市两城等, 共采集现代海岸风成砂样136个和海滩砂样11个。利用筛析法和吸管法进行粒度测试, 按照 Wentworth 粒级分级, 依照 Folk 和 Ward 的图解量度计算各个粒度参数^[20]。

① 国家自然科学基金(批准号: 49701002)、广东省自然科学基金(编号: 001201)和留学归国人员启动基金资助项目资助
收稿日期: 2001-11-12 收修改稿日期: 2002-06-25

3 结果分析与讨论

3.1 中国温带海岸现代风成砂粒度的基本特征

粒度组成 我国温带海岸现代风成砂主要由中砂和细砂组成(表 1), 二者的平均含量分别为 45.52% 和 41.75%, 有一定比例的粗砂和极细砂, 并有少量的砾石、极粗砂、粉沙和粘土。一般风成砂中不含砾石, 极粗砂含量也很少, 但温带海岸风成砂中有 13% 的样品含有砾石, 且个别地点砾石的含量高达 10.4%, 此主要是该区部分海岸沙丘披覆于基岩丘陵山坡接受了一定的基岩风化物碎屑所致。与海滩砂相比, 风成砂中中砂、细砂与极细砂的含量较高, 但砾石、极粗砂和粗砂的比例较低, 尤其是海滩砂中不含粉沙, 这应是二者组成的主要区别。从不同区域看, 辽东湾西海岸细砂含量高达 61.38%, 极粗砂、粗砂与粉沙含量共计仅 0.22%, 不含砾石和粘土; 辽东半岛海岸中砂与细砂含量合计只有 68.62%, 粉沙与粘土所占比例为 7.55%; 山东半岛海岸中砂含量为 62.88%, 粉沙含量 0.01%, 不含粘土。

平均粒径 温带海岸现代风成砂的平均粒径 (ME) 介于 0.21~4.14 Φ 之间(表 2)。其中 43.38% 的样品的平均粒径属 1~2 Φ 中砂, 49.26% 属 2~3 Φ 的细砂, 平均粒径为 2.01 Φ 的细砂。区内辽东半岛沿岸

现代风成砂的粒径最细, 辽东湾西岸次之, 但山东半岛海岸现代风成砂平均粒径均值为 1.70 Φ , 属中砂。温带海岸海滩砂的平均粒径为 0.43~2.63 Φ , 平均值为 1.65 Φ , 属中砂。与海滩砂相比, 现代海岸风成砂略细。

标准偏差 温带海岸现代风成砂的标准偏差 (σ) 介于 0.26~2.57 Φ (表 3), 平均值 0.60 Φ , 分选较好。其中分选极好、好、较好的分别占 10.29%、43.38% 和 27.94%。平均而言, 辽东湾西岸现代风成砂分选好, 山东半岛沿岸分选较好, 辽东半岛分选中等, 其标准偏差均值分别为 0.41、0.63 和 0.97 Φ 。温带海岸海滩砂的分选性与风成砂相近, 海滩砂的标准偏差介于 0.32~1.80 Φ , 平均值为 0.59 Φ , 属分选较好, 其中分选极好、好和较好的分别为 9.09%、72.73% 和 9.09%。

偏度 温带海岸现代风成砂的偏度 (SK_1) 介于 -0.48~0.65 (表 4), 平均值 0.07。其中 71.32% 样品为正偏, 只有少数负偏甚至极负偏。海滩砂的偏度为 -0.41~0.12, 平均值 -0.08, 以负偏为主, 负偏占 63.63%。因此, 温带海岸现代风成砂多数为正偏, 少数为负偏, 在温带海岸现代风成砂集中分布的三个地区均是如此, 但海滩砂主要为负偏。

峰态 温带海岸现代风成砂的峰态 (KG) 为 0.80~3.09 (表 5), 平均值 1.19, 峰态窄, 但有 61.03% 为宽

表 1 我国温带海岸现代风成砂与海滩砂粒度平均组成(%)

Table 1 Component of grain size of coastal aeolian and beach sands in temperate zone in China

地区	类型	砾	极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粉沙	粘土	合计
辽东半岛	风成砂	0.14	2.97	8.01	31.36	37.26	12.71	5.75	1.80	100.00
海岸	海滩砂	0.00	0.00	0.00	20.87	68.36	10.77	0.00	0.00	100.00
辽东湾西	风成砂	0.00	0.01	0.15	36.46	61.38	1.94	0.06	0.00	100.00
海岸	海滩砂	0.00	0.00	0.03	23.68	73.91	2.38	0.00	0.00	100.00
山东半岛	风成砂	0.46	1.37	6.56	62.88	26.02	2.7	0.0	0.00	100.00
海岸	海滩砂	5.67	10.89	25.69	50.94	6.09	0.71	0.00	0.00	100.00
温带海岸	风成砂	0.21	1.26	4.55	45.52	41.75	4.85	1.42	0.44	100.00
均值	海滩砂	2.58	4.95	11.69	35.56	42.07	3.15	0.00	0.00	100.00

表 2 我国温带海岸现代风成砂的平均粒径

Table 2 Mean grain size of coastal aeolian sands in temperate zone in China

地区	平均粒径 均值	不同平均粒径样品数占总样品数的百分比			
		0~1 Φ	1~2 Φ	2~3 Φ	>3 Φ
辽东半岛海岸	2.32	9.09	30.30	45.45	15.15
辽东湾西海岸	2.17	0.00	14.00	86.00	0.00
山东半岛海岸	1.70	3.77	79.25	16.98	0.00
风成沙均值	2.01	3.68	43.38	49.26	3.68
海滩沙均值	1.65	27.27	27.27	45.46	0.00

表3 我国温带海岸现代风成砂的标准偏差

Table 3 Standard deviation of coastal aeolian sands in temperate zone in China

地区	标准偏差 均值(Φ)	不同分选程度样品数占总样品数的百分比					
		极好	好	较好	中等	较差	差
辽东半岛海岸	0.97	12.12	15.15	21.21	12.12	36.36	3.03
辽东湾西海岸	0.41	18.00	76.00	8.00	0.00	0.00	0.00
山东半岛海岸	0.63	1.89	32.09	50.94	9.44	5.67	0.00
风成沙均值	0.60	10.29	43.38	27.94	6.62	11.03	0.74
海滩沙均值	0.59	9.09	72.73	9.09	0.00	0.00	0.00

表4 我国温带海岸现代风成砂的偏度

Table 4 Skewness of coastal aeolian sands in temperate zone in China

地区	偏度 均值	不同偏度样品数占总样品数的百分比				
		极负偏	负偏	近对称	正偏	极正偏
辽东半岛海岸	0.16	6.06	18.18	24.24	21.21	30.30
辽东湾西海岸	0.08	0.00	0.00	66.00	34.00	0.00
山东半岛海岸	0.02	7.55	13.21	47.17	30.19	1.89
风成沙均值	0.07	4.41	9.56	48.53	29.41	8.09
海滩沙均值	-0.08	18.18	18.18	54.55	9.09	0.00

表5 我国温带海岸现代风成砂的峰态

Table 5 Kurtosis of coastal aeolian sands in temperate zone in China

地区	峰态 均值	不同峰态样品数占总样品数的百分比				
		宽	中等	窄	很窄	非常窄
辽东半岛海岸	1.57	15.15	15.15	24.24	39.39	6.06
辽东湾西海岸	1.00	28.00	58.00	12.00	2.00	0.00
山东半岛海岸	1.13	3.77	52.83	35.85	7.55	0.00
风成沙均值	1.19	15.44	45.59	24.26	13.24	1.47
海滩沙均值	0.96	45.45	27.27	27.27	0.00	0.00

峰态和中等峰态。其中,辽东湾西岸现代风成砂的峰态为中等,山东半岛海岸与辽东半岛海岸的峰态分别为窄和很窄。温带海岸海滩砂的峰态为0.71~1.48,平均值为0.96,属中等峰态,其中宽峰态、中等峰态和窄峰态分别占45.45%、27.27%和27.27%。

另外,温带海岸风成砂的粒度,会随海岸沙丘的类型、规模及距海岸线的远近等有所变化。据旅顺北海大潮口现代海岸风成砂的分析结果,同一地点的近海低矮的雏形前丘的粒度与近陆高大的横向沙丘脊的粒度比较,其平均粒径(ME)、标准偏差(σ)、偏度(SK_1)和峰态(KG)分别由 2.44Φ 、 0.59Φ 、 -0.22 和 0.88 变为 2.90Φ 、 0.31Φ 、 0.11 和 1.33 ,平均粒径变细,分选性由较好变为极好,偏度由负偏变为正偏,峰态由宽变窄。但是,同一沙丘不同部位风成砂的粒度组成、分选性等差异甚微。

3.2 中国温带海岸现代风成砂与海滩砂的对比与判别

海岸风成砂与海滩砂的区分是海岸风成砂粒度特征分析的重要方面,目前普遍采用粒度参数散点图来区分风成砂与海滩砂。为研究方便,仅选择与海滩砂样同一地点、同等数量的现代海岸风成砂样(11个)进行二者的对比与区分。分析结果(图1),在我国温带海岸,利用粒度参数散点图均无法区分现代海岸风成砂与海滩砂,或区分程度很低。

进一步利用四个粒度参数,采用因子分析方法进行温带海岸现代风成砂与海滩砂的判别分析^[9,12],结果表明也无法将二者严格地区分开。

3.3 分析结果讨论

上述结果与已有研究比较^[1~3,6,9,12,13,21,31,33],我国温带海岸现代风成砂并非一般认为的几乎全由分选

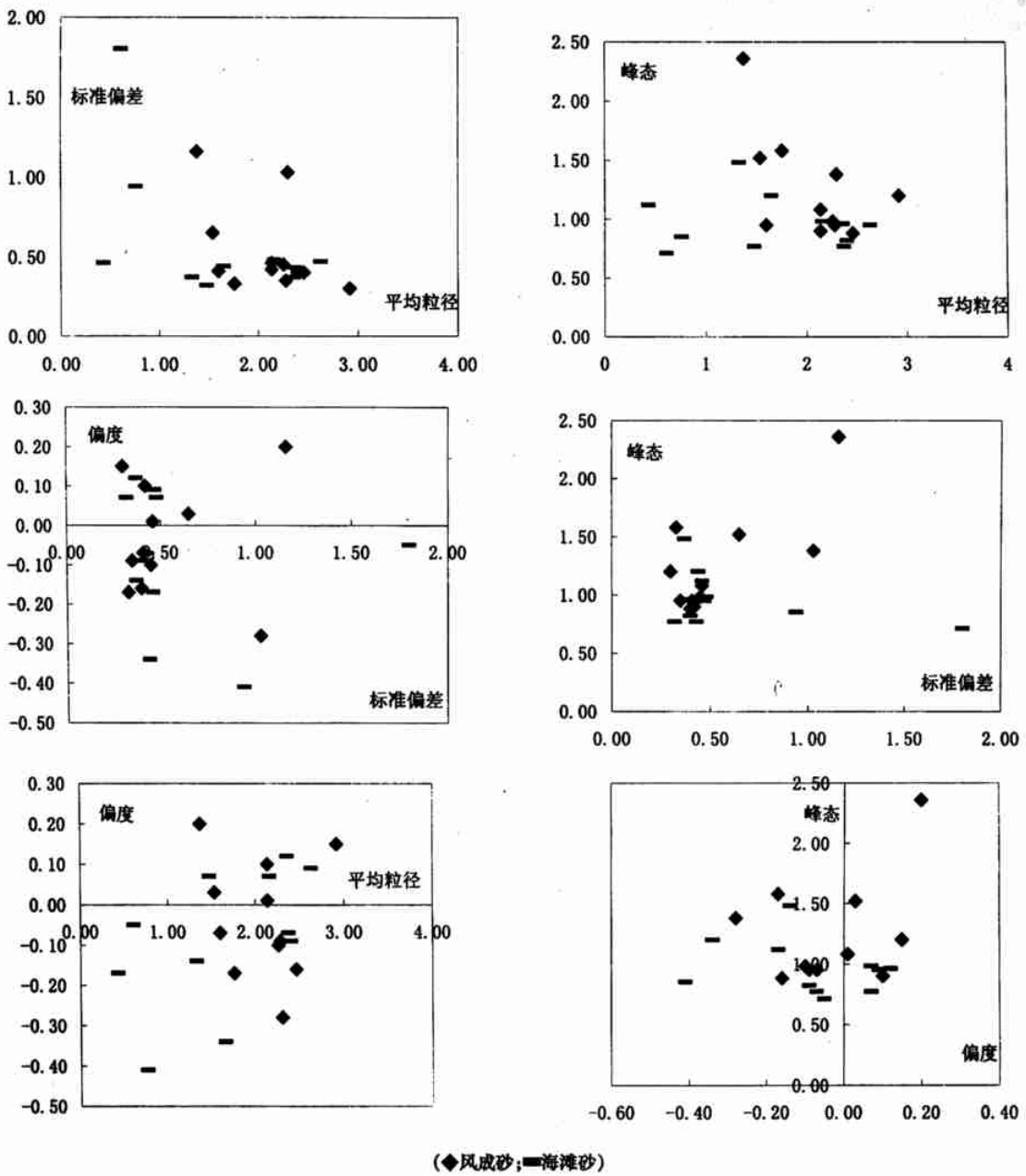


图 1 我国温带海岸现代风成砂与海滩砂区分的粒度参数散点图

Fig. 1 The grain size parameter plot distinguishing between beach and dune sands in temperate coastal region in China

很好的细砂组成, 也不同于海岸沙丘砂呈负偏或多数为负偏的结论, 粒度参数的区域差异大, 尤其是利用粒度参数散点图和因子分析法均无法区分我国温带海岸的现代风成砂与海滩砂, 我国温带海岸风成砂的粒度参数特征呈现出一定的特殊性。究其原因, 首先, 我国温带海岸季风气候特征显著, 沿岸虽然以向岸风为主, 但离岸风的频率和风速也较大(表 6), 甚至一些地区在频率上以离岸风占优势(如河北昌黎)^[36], 向岸风与离岸风交替出现, 会长时间内重复砂粒从海滩搬运到

沙丘又搬回海滩的过程, 使得海岸风成砂对海滩砂粒度特征的继承性较强; 其次, 晚更新世以来我国温带海岸发生了多次海侵与海退事件^[37-44], 甚至在 2 000 aBP 还发生了一次小海进, 此次小海进之后现代风成砂才逐渐发育起来^[41, 45], 频繁的海进与海退导致了风成砂与海滩砂混杂, 而短暂的形成历史也使风力分选作用的时间有限, 风成砂的分选程度受到影响; 再次, 我国温带海岸以丘陵海岸为主, 海岸风沙活动的空间有限, 风沙搬运距离近, 同时还会受到水力与重力作用

表6 温带海岸沿岸地区各风向风速及频率统计

Table 6 The velocity and frequency of different wind direction in temperate coastal region in China

风向	熊岳		昌黎		荣成成山头		日照	
	最大风速 /(m/s)	频率 /%	最大风速 /(m/s)	频率 /%	最大风速 /(m/s)	频率 /%	最大风速 /(m/s)	频率 /%
N	24	12	14	4	40	14	20	11
NNE	24	13	14	7	28	6	18	8
NE	14	4	14	12	28	3	16	4
ENE	7	1	18	6	18	2	16	2
E	7	1	18	4	14	1	16	3
ESE	10	1	10	2	18	2	13	4
SE	21	5	8	3	20	3	12	8
SSE	22	13	8	2	24	6	12	8
S	16	20	10	3	24	13	10	11
SSW	17	7	8	3	20	13	9	8
SW	15	3	14	9	18	6	14	5
WSW	14	2	14	13	13	2	10	2
W	12	2	16	10	17	2	12	2
WNW	11	1	20	3	20	4	12	1
NW	15	3	18	3	34	9	14	3
NNW	17	4	16	2	34	12	18	4

的干扰。

4 研究结论

(1) 我国温带海岸现代风成砂的主体是中砂和细砂,但含有几乎从砾至粘土的各种组分;平均粒径属细砂,但其中43.38%的样品属中砂;分选较好;多数为正偏;峰态窄,但其中61.03%为宽峰态和中等峰态。说明海岸风成砂并非一般认为的几乎全由分选很好的细砂组成^[12],也不同于海岸沙丘砂呈负偏或多数为负偏的结论^[2,3,13,31]。

(2) 我国温带海岸现代风成砂粒度的区域差异较大,辽东半岛沿岸为细砂、分选中等、偏度正偏、峰态很窄,辽东湾西岸为细砂、分选好、偏度近对称、峰态中等,山东半岛海岸属中砂、分选较好、偏度近对称、峰态窄,同时也随沙丘类型、规模及距海岸线远近等而变化,故难以像已有的一些研究那样可以得出统一的表征海岸风成砂粒度特征的参数值^[1,21]。

(3) 与海滩砂比较,我国温带海岸现代风成砂具有普遍含有粉沙、略细、多正偏、峰态偏窄等特点。与有关研究结论不同^[1,2,6,12,21,31,32],利用粒度参数散点图和因子分析法两者均无法区分,因此仅利用粒度参数鉴别海岸风成砂(岩)的可靠性令人置疑,还必须与风成沙的层理构造和微形态特征等结合加以综合判定。

(4) 我国温带海岸风成砂的上述特征与其特殊的形成条件和演化过程密切相关,其中由季风气候决定的独特的动力条件、海岸线变迁导致的有限的发育时

间以及狭窄的风沙活动空间等是主要原因,说明风成砂的粒度参数特征主要取决于其发育条件和演化过程,由此各地风成砂的粒度参数特征必然存在一定的差异性。这是用粒度特征判别风成沙时需要注意的。

参考文献(References)

- Mason C C, Folk R L. Differentiation of beach, dune and Aeolian flat environment by size analysis, Mustang Island, Texas[J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1958, 28(2): 211~226
- Friedman M F. Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics[J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1961, 31(4): 514~529
- Shepard F P, Young R. Distinguishing between beach and dune sands [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1961, 31(2): 196~214
- Martins L R. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation[J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1965, 35: 768~770
- Moiola R J, Weiser D. Texture parameter: an evolution[J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1968, 38(1): 45~53
- Bigarella J J, Becker R D, Duarte G M. Coastal dune structures from Parana Brazil[J]. Marine Geology, 1969, 7(1): 5~55
- Bigarella J J. Eolian environments; their characteristics, recognitions and importance[A]. In: Rigby J K, Hamblin W K, eds. Recognition of ancient sedimentary environment[C]. Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Pub., 1972, 16: 12~62
- Friedman G M. Textural parameters of sands-useful or useless? [J] Geol. Soc. America Abs. With Programs, 1973, 5(7): 626~627
- Moiola R J, Spencer A B, McKee E D. Linear discriminant analysis—a technique for analyzing sand bodies[J]. Geol. Soc. America Abs. With Programs, 1973, 5(7): 741~742
- Moiola R J, Spencer A B, Weiser D. Differentiation of modern sand

- bodies by linear discriminant analysis [J]. Gulf Coast Assoc. Geol. Socs. Trans., 1974, 24: 321~326
- 11 Davis Jr R A. Coastal sedimentary environments [M]. New York: Springer-Verlag, 1978. 304~378
- 12 McKee E D. A study of the global sand seas. U.S. [M]. Washington: Government Printing Office, 1979
- 13 Pye K. Negatively shewed aeolian sands from a human tropical coastal dunefield, Northern Australia [J]. Sedimentary Geology, 1982, 31: 249~266
- 14 Pye K. Coastal dune. Progress in Physical Geography [C]. 1983, 7 (4): 531~557
- 15 Lancaster N. The Namib sand sea: dunes forms, processes and sediment [C]. Balkema A. ed. 1989, 46~80
- 16 Pye K, Tosar H. Aeolian sand and sand dunes [M]. Unwin Hyman, 1990
- 17 Nordstrom K, Psuty N, Caeter B. Coastal dune: form and process [M]. John Wiley & Sons, 1990
- 18 Pye K, Lancaster N. Aeolian sediments: ancient and modern [M]. Blackwell, 1993
- 19 Livingstone I, Warren A. Aeolian geomorphology: an introduction [M]. Longman, 1996
- 20 Folk R L, Ward W C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1957, 27 (1): 3~26
- 21 周莉. 山东半岛浅滩沙、河流沙和沙丘沙粒度频率分布和统计参数的环境意义 [J]. 山东海洋学院学报, 1979, (2): 39~49 [Zhou Li. Environmental significance of frequency distribution and parameters of grain size of beach sand, river sand and dune sand in Shandong Peninsula [J]. Journal of Shandong Ocean College, 1979, (2): 39~49]
- 22 高善明, 李元芳, 安凤桐等. 滦河三角洲滨岸沙体的形成和海岸线变迁 [J]. 海洋学报, 1980, 2(4): 102~114 [Gao Shanming, Li Yuanfang, An Fengtong. The formation of sand bars on the Luanhe river delta and the change of the coast line [J]. Acta Oceanologica Sinica, 1980, 2(4): 102~114]
- 23 蔡爱智, 蔡月娥. 中国海岸风沙沉积的成因与特征 [J]. 中国沙漠, 1983, 3(3): 1~10 [Cai Aizhi, Cai Yue. A study of depositional causation and characteristics of coast aeolian sand in coast areas in China [J]. Journal of Desert Research, 1983, 3(3): 1~10]
- 24 李善为, 刘敏厚, 王永吉等. 山东半岛海岸的风成沙丘 [J]. 黄渤海海洋, 1985, 3(3): 47~56 [Li Shanwei, Liu Minhou, Wang Yongji, et al. Wind-induced dunes along the coast of Shandong Peninsula [J]. Journal of Oceanography of Huanghai Bohai Seas, 1985, 3(3): 47~56]
- 25 吕浩雪. 冀东海岸沉积物粒度分析及其沉积环境解释 [J]. 南京大学学报(地理学), 1986, 55~63 [Lu Haoxue. An analysis for the grain size of sediments and the explanation of depositional environment in Jidong shore of Hebei plain [J]. Journal of Nanjing University (Geography edition), 1986, 55~63]
- 26 李从先, 陈刚, 王秀强. 滦河以北海岸风成砂沉积的初步研究 [J]. 中国沙漠, 1987, 7(2): 12~21 [Li Congxian, Chen Gang, Wang Xiuliang. Study on coastal sand sedimentation at the north bank of Luanhe river [J]. Journal of Desert Research, 1987, 7(2): 12~21]
- 27 王颖, 朱大奎. 海岸沙丘成因的讨论 [J]. 中国沙漠, 1987, 7(3): 29~40 [Wang Ying, Zhu Dakui. An approach on the formation causes of coastal sand dunes [J]. Journal of Desert Research, 1987, 7(3): 29~40]
- 28 赵希涛, 沙庆安, Goldsmith V 等. 福建莆田海岸沙丘岩——I. 沉积构造与古风 [J]. 中国科学(B辑), 1988, (11): 196~205 [Zhao Xitao, Sha Qingan, Goldsmith V, et al. Coastal dune rocks in Putian of Fujian Province [J]. Science in China (Series B), 1988, (11): 196~205]
- 29 李从先, 陈刚, 杨红君. 福建海岸的风成沉积 [J]. 中国沙漠, 1989, 9 (4): 8~18 [Li Congxian, Chen Gang, Yang Hongjun. Eolian deposits in coastal zones of Fujian Province [J]. Journal of Desert Research, 1989, 9(4): 8~18]
- 30 陈方. 长乐东部沿岸风沙沉积物的粒度分布特征 [J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 1991, 7(2): 84~91 [Chen Fang. The distribution characteristics of grain size of coastal aeolian sediments in eastern beach of Changle [J]. Journal of Fujian Normal University, 1991, 7(2): 84~91]
- 31 傅启龙, 沙庆安, 昌黎海岸风成沙丘组构特征及其与海滩砂的比较 [J]. 地质科学, 1993, 28(1): 52~59 [Fu Qilong, Sha Qingan. A comparative study on textural characteristic of dune and beach sands on the coast of Changli Hebei [J]. Scientia Geologica Sinica, 1993, 28 (1): 52~59]
- 32 吴正, 黄山, 胡守真等. 华南海岸风沙地貌研究 [J]. 北京: 科学出版社, 1995. 59~63 [Wu Zheng, Huang Shan, Hu Shouzhen, et al. Research on the landforms of the wind-drift sand in south Chian coast [J]. Beijing, Science Press, 1995. 59~63]
- 33 王月霄. 昌黎黄金海岸沙丘沉积特征及形成演变 [J]. 地理学与国土研究, 1996, 12(3): 60~64 [Wang Yuexiao. The characteristics of Changli golden coastal dune deposit and its formation and change [J]. Geography and Territorial Research, 1999, 12(3): 60~64]
- 34 董玉祥. 中国温带海岸沙丘分类系统初步探讨 [J]. 中国沙漠, 2000, 20(2): 159~165 [Dong Yuxiang. Classification of coastal dunes in temperate zone in China [J]. Journal of Desert Research, 2000, 20(2): 159~165]
- 35 傅命佐, 徐孝诗, 徐小微, 黄. 渤海海岸风沙地貌类型及其分布规律和发育模式 [J]. 海洋与湖沼, 1997, 28(1): 56~65 [Fu Mingzuo, Xu Xiaoshi, Xu Xiaowei. The aeolian geomorphical types in the coastal areas of the Yellow Sea and Bohai Sea and their distribution patterns and development models [J]. Oceanologica et Limnologica Sinica, 1997, 28(1): 56~65]
- 36 胡镜荣. 旅游沙丘因子和临界容量 [J]. 地理学与国土研究, 1999, 15(1): 61~64 [Hu Jingrong. Tourism sand dune factor and critical capacity [J]. Geography and Territorial Research, 1999, 15(1): 61~64]
- 37 赵松龄, 于红军. 晚更新世末期黄、渤海陆架沙漠化环境的形成 [J]. 第四纪研究, 1996, (1): 42~47 [Zhao Songliang, Yu Hongjun. Shelf desertization environment in the Baohai and Yellow seas during the last glacial maximum [J]. Quaternary Sciences, 1996, (1): 42~47]
- 38 赵希涛. 中国贝壳堤发育及其对海岸线变迁的反映 [J]. 地理科学, 1986, 6(4): 294~304 [Zhao Xitao. Development of Cheniers in China and their reflection on the coastline shift [J]. Scientia Geographica, 1986, 6(4): 294~304]
- 39 许清海, 吴忱, 王子惠, 等. 25000年以来渤海湾西岸古环境探讨

- [J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(1): 19~32] Xu Jinghai, Wu Cheng, Wang Zihui, *et al.* Approach to palaeo-environment in the west coast of Bohai bay since 25000a. B. P. [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1993, 17(1): 19~32]
- 40 高善明, 李元芳. 渤海湾北岸距今 2000 年的海面波动[J]. 海洋学报, 1984, 6(1): 43~51 [Gao Shanming, Li Yuanfang. Fluctuation of sea level in northern beach of Bohai bay in 2000a. B. P. [J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 1984, 6(1): 43~51]
- 41 赵济等. 胶东半岛沿海全新世环境演变[M]. 北京: 海洋出版社, 1992. 1~134 [Zhao Ji, *et al.* Holocene environmental change of beach in Jiaodong Peninsula [M]. Beijing: Ocean Press, 1992. 1~134]
- 42 庄振业, 许卫东, 李学伦. 渤海南岸 6000 年来的岸线变化[J]. 青岛海洋大学学报, 1991, 21(2): 99~109 [Zhang Zhenye, Xu Weidong, Li Xuelun. The coastline evolution on the south coast of the Bohai sea since 6kaa. B. P. [J]. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 1991, 21(2): 99~109]
- 43 高善明, 李元芳, 刘国海. 辽宁海岸沙砾堤—泻湖体系沉积特征与全新世海面变化[J]. 地理学报, 1992, 47(2): 129~138 [Gao Shanming, Li Yuanfang, Liu Guohai. Depositional characteristics of the system of sand-gravel outer bar and lagoon and Eustasy in Holocene in Liaoning coastal zone [J]. *Acta Geographica Sinica*, 1992, 47(2): 129~138]
- 44 肖嗣荣, 李庆辰, 张稳等. 河北沿海全新世海侵与岸线变迁探讨[J]. 地理学与国土研究, 1997, 13(2): 47~56 [Xiao Sirong, Li Qingchen, Zhang Wen, *et al.* Approach on the Holocene transgression and coast change in the coast of Hebei [J]. *Geography and Territorial Research*, 1997, 13(2): 47~56]
- 45 高善明. 滦河口北岸海岸沙丘的形成时代[J]. 海洋湖沼通讯, 1983, (3): 29~32 [Gao Shanming. The age of the northern coastal dunes at the Luan river mouth [J]. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 1983, (3): 29~32]

Characteristics of Grain Size Parameters of Modern Coastal Aeolian Sands in Temperate Coastal Region in China

DONG Yu-xiang

(Department of Geography, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract The characteristics of grain size parameters of modern coastal aeolian sands are the basic problems of coastal aeolian sand research. This paper, taking the temperate coastal zone in China as an example, makes use of the grain size parameter such as component of grain size, mean size, standard deviation, skewness and kurtosis to study the characteristics of grain size parameters of modern coastal aeolian sands on the basis of data of 136 grain size samples. The research results can be concluded that the modern coastal aeolian sands in the temperate coastal zone in China are not all composed of fine sands with high sorting degree which were thought as before. Most are positively skewed. The parameters of grain size clearly change in different coastal zones and change with different sand dune type and dune size as well as distance from coastal line. Compared with beach sands, dune sands have the characteristics of containing silt, thinner, more positive skewness and sharper kurtosis, but the beach sands and the dune sands in the temperate coastal zone in China can not be distinguished by use of the parameter plot of grain size and component analysis method. These characteristics of modern dune sands in the temperate coastal zone in China are connected with the special physical conditions and evolution process of the temperate coastal zone in China, in which the clear monsoon climate and short formation time as well as narrow space for aeolian activities play leading role in the formation of characteristics above.

Key words coastal zone, modern aeolian sands, grain size, temperate zone in China