

海坛岛海岸风沙特征及其发育*

陈 方

(南京大学海岸与海岛开发国家试点实验室 210093)

摘要 论述了海坛岛海岸风沙堆积物的沉积特征,对风沙地貌的基本类型进行了划分,分析其发育的基本条件和触发因素,研究其发育历史。

关键词 海岸风沙,沉积特征,风沙地貌,发育条件,海坛岛

海坛岛位于闽中沿岸,东濒台湾海峡,西隔海坛海峡与大陆相望,面积 278.61km²,系福建省第一大岛(图 1)。岛上海岸风沙堆积约占全岛总面积的一半以上。风沙活动不仅是塑造地貌的主要因素之一,而且成为海坛岛生态环境中突出的不利因素,严重地制约了当地经济的发展。直到 60 年代大规模营造防护林后,风沙入侵才逐渐被遏止。本文就以下问题进行探讨。

1 海岸风沙堆积物的沉积特征

1.1 颜色与颗粒形态

风成沙颜色为浅黄色或白色,松散状,颗粒均匀,颗粒形态为次棱角状-次圆状。其颜色和颗粒形态与下伏海成沙极为一致。

1.2 化学成分

风成沙的化学成分以 SiO₂ 为主,含量在 95% 以上,其次为 Al₂O₃, K₂O 和 Fe₂O₃ 等(表 1)。其化学成分与沙粒粒径关系密切,其中 SiO₂ 含量与粒径成正比,而 Fe₂O₃ 和 Al₂O₃ 的含量与粒径成反比^①。

海滩沙与风成沙的化学成分基本相似,区别在于化学成分的组合关系上(表 1),表现为 SiO₂, TiO₂ 的含量增加,而 Al₂O₃, K₂O, Fe₂O₃, CaO 等的含量减少。

1.3 矿物成分

风成沙与海成沙的矿物成分均以石英为主,占 80~97%,长石占 1~8%,并含少量的重矿物和岩屑。主要区别在于是否含海生贝壳碎

屑和海绿石。在重矿物和粘土矿物组合上既大致相似,又有差异(表 2、表 3)。风成沙的重矿物以磁铁矿、绿帘石、赤铁矿、锆石为主(占 77%),片状矿物含量少。重矿物的磨圆度均较好。粘土矿物均以反映海域效应的伊利石为主,反映陆源效应的高岭石(含少量绿泥石)次之。从海滩沙到风成沙,伊利石和蒙脱石的含量略有减小,而高岭石的含量略有增加(表 3)。

1.4 粒度分布特征

风成沙的平均粒径介于 0.78~2.35φ 之间,平均值为 1.73φ,主要粒级为中沙。标准差介于 0.38~1.31 之间,平均值为 0.68,说明分选良好。偏态介于 -0.41~0.32 之间,平均值为 -0.02,多近于对称。峰态值介于 0.63~1.56 之间,平均值为 1.21,说明峰态窄。风成沙的搬运方式单一,以跃移为主。跳跃总体的平均含量为 85.58%,而推移和悬移组分的含量较低。应用粒度散点图难以将海滩沙和风成沙明显分开,以及风成沙和海滩沙在粒度特征上的相似性,说明风成沙来源于由其下伏海成沙为主组成的海滩沙。并由于沙源以岛上海岸带物质为主,风力强劲,使得风成沙在粒度特征上均表现出近源强动力搬运的特点。因为岸线方向、

* 福建省自然科学基金资助项目。参加的还有李祖光、汪榕光、张文开、姚景辉同志,谨此致谢。

收稿日期 1994 年 2 月

① 闽东南地质大队,1986。福建省平潭县芦洋标准砂矿区竹屿矿段勘探地质报告,21~37。

发育阶段、原始地形、植被条件的差异以及人类活动程度和改造利用方式的不同,风成沙的粒度特征在不同岸段及不同相带内均有一定差异(表4)^[2]。

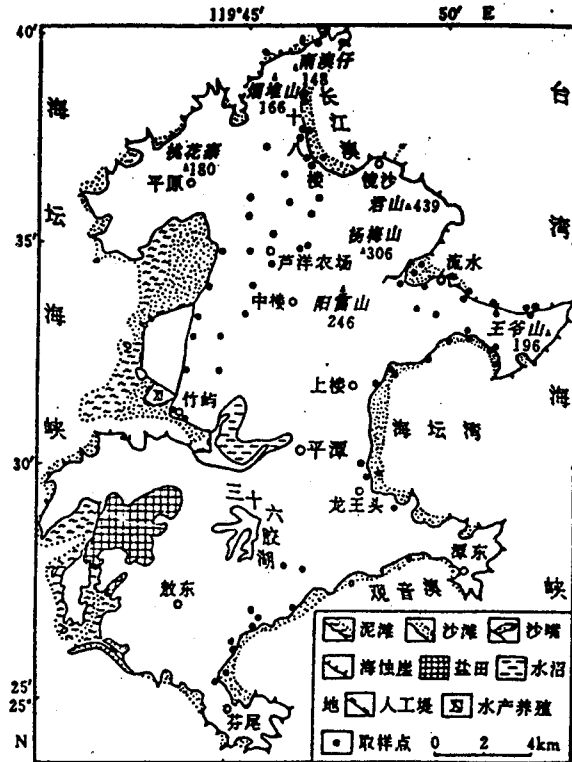


图1 研究区地理位置及取样点分布

Fig. 1 Geographic location of study area and distribution of sampling position

表1 风成沙及海成沙化学成分

Tab. 1 Chemical composition of eolian sand and marine sand

沉积物 类型	化学成分(%)											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	Cl ⁻	MnO	灼减	钻孔数
风成沙	95.17	2.15	1.32	0.21	0.15	0.14	0.03	0.03	0.009	0.005	0.45	5
海成沙	94.22	2.24	1.36	0.29	0.12	0.15	0.38	0.05	0.008	0.004	0.58	5

注:根据文献[1]修改。

表2 风成沙及海滩沙重矿物组分与含量

Tab. 2 Heavy minerals composition and percentage contents of eolian sand and beach sand

沉积物 类型	角闪石	透闪石	绿帘石	黝帘石	磁铁矿	钛铁矿	赤铁矿	黑云母	白云母	绿泥石	辉石	锆石	榍石	电气石	石榴石	黑色金属
风成沙	7.72	0.76	23.26	1.30	25.78	1.84	16.58	0.74	0.16	0.38	0.10	11.32	—	1.56	0.36	5.84
海滩沙	7.74	0.58	26.26	1.72	24.04	2.30	19.70	0.34	—	0.10	0.04	6.30	0.22	1.14	0.34	7.28

表 3 风成沙及海滩沙粘土矿物组分与含量

Tab. 3 Clay minerals composition and percentage contents of eolian sand and beach sand

沉积物 类型	粘土矿物种类及含量(%)		
	伊利石	蒙脱石	高岭石+绿泥石
风成沙	57.3	微量	42.7
海滩沙	58.1	0.9	41.0

1.5 沉积构造

在风成沙的表面广泛分布有小沙纹,波高一般在 1cm 左右,具有长而平行的直脊,也见发育良好的分叉脊,其排列方向多与风向垂直。风

成沙层理发育良好,以大型低角度交错层理,水平层理和楔形层理为常见。植被和人类活动对层理的扰动破坏明显,常见再作用面。

综上所述,说明风成沙主要来源于海成沙。在向岸风力的作用下,海成沙的再搬运和再分选,使得风成沙的 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , CaO 及岩屑、泥质含量均低于海成沙,而 SiO_2 的含量略高;反映海域效应的伊利石含量稍低,而反映陆源效应的高岭石含量稍高;分选性和磨圆度也均高于海成沙。特别是以不含海生贝壳碎屑和海绿石而区别于海成沙。

表 4 海坛岛风成沙及海滩沙粒度特征

Tab. 4 Grain size characteristics of eolian sand and beach sand in Haitan Island

沉积相带	样品数	组分含量(%) / 线段斜率平均值					截点 平均值 粗/细	粒度参数平均值			
		推移 组分	一跳 组分	二跳 组分	跳跃 总体	悬移 组分		M_2	δ_1	SK_1	KG
海滩	16	11.61/51°	53.05/63°	35.03/71°	88.10	0.29/49°	1.19/4.00	1.78	0.72	-0.16	1.42
岸前沙丘	7	14.56/62°	68.56/67°	16.00/69°	84.65	0.79/49°	1.43	3.86	1.89	0.65	-0.02
平沙地	30	13.89/58°	47.15/62°	39.94/66°	85.12	1.35/59°	1.43	4.20	1.77	0.73	-0.11
覆盖沙丘	7	9.96/69°	71.24/67°	17.19/55°	88.43	1.61/54°	1.29	4.14	1.62	0.67	0.08

2 海岸风沙地貌类型

2.1 岸前沙丘

发育于特大高潮线以上,以沿岸堤为雏形发育的沙丘,相对高度小于 5m。外形浑圆,呈连续或断续的垄岗状平行于岸线,主要分布于长江澳及海坛湾沿岸,常处于频繁的堆积和侵蚀交替循环^[3]。Pye 认为,岸前沙丘的高度主要决定于有效风能和海滩推进的速度。高大的岸前沙丘多见于稳定或缓慢推进的海岸^[9]。

2.2 平沙地

位于岸前沙丘带之后的较广阔平坦的风沙堆积平原。这与海岸特殊的动力环境和物源供应有关:(1) 向岸风由于沿程搬运沙子和沿程摩擦阻力的增加,越向陆方向风力越小;(2) 向岸风所携带的沙由于沿程堆积也越来越少。当沙丘带后存在海岸平原时,风沙便在其上加积一层水平沙层^[2]。据钻探资料,风成沙的厚度为

0.3~7.5m。在平沙地,地下水位较高,目前大多已建立沿岸防护林带和田间防护林网,成为海坛岛最主要的耕地类型之一。

2.3 覆盖沙丘

风沙流在运动过程中,由于受到地形的阻滞,在山丘的迎风坡上可以形成海岸风沙的特殊类型——覆盖沙丘。其堆积形态和分布高度受原始地形、高度、排列方向、风力强弱、沙源和植被条件等因素影响,常因地而异^[2]。其最大分布高度可达百米以上。在粒度概率曲线上,一跳组分的平均含量是各相带风成沙中最大的,且分选良好;而推移组分和二跳组分却是各相带风成沙中最小或较小的^[1]。

3 海岸风沙的发育

3.1 基本条件

3.1.1 强劲的向岸盛行风 海坛岛属南亚热带海洋性季风气候,大风日数多、台风影响大。每年除 6~8 月以 SSW 向风为主外,其余各

月的常风向均为 NNE 向(表 5)。年平均风速较大,各月的平均风速均明显大于干沙的临界速度 4.47m/s^[3],特别全年≥8 级风日数达 107d。

表 5 历史各月最多风向及频率和平均风速

Tab. 5 Prevailing wind direction, frequency and mean velocity of every month over years

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
风向	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	SSW	SSW	SSW	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
频率(%)	53	49	40	28	28	26	34	20	31	56	63	55	37
风速(m/s)	8.8	9.0	8.4	7.5	6.9	6.7	6.5	5.7	8.8	9.5	9.5	8.6	8.6

注:表中资料来源于福建省气象局平潭 1961~1980 年气候资料。

NNE 向向岸盛行风明显地占绝对优势,成为海岸风沙堆积及风沙地貌发育的主要动力因素^[3]。尤其是 NNE 向风最强盛的秋冬季,适逢旱季,成为风沙运移的主要时期。

3.1.2 丰富的沙源 海坛岛东海岸的 4 个海湾段有长而宽的沙质海滩。落潮时风力不断吹拂海沙向岸堆积成沙丘^[4]。为其主要沙源。而沿岸厚而较松散的残积层和老红砂层分布广泛,台风带来的大风、巨浪和暴雨,冲击和侵蚀海岸,松散堆积物大量倾泻入海或直接向内陆吹移,成为另一物源。

3.1.3 适宜的地形空间 海坛岛东部沙质海滩后缘均为低平的风海积平原,多为展布方向与盛行风向一致的山丘所夹峙,这不仅有利于 NNE 向盛行风的长驱直入,并对其起颈束作用,成为风沙运移的主要通道和堆积场所,是海坛岛少见大型加积性风沙堆积体的主要原因。

3.2 触发因素

据研究我国东南地区近两千年湿润状况的变化既表现出长短不同的周期性,又有逐渐变干的趋势^[5]。与此同时,由于历史时期人口的迁移和人类活动增长,极大地破坏了海坛岛的自然环境,加速了风沙活动和海岸风沙的发育进程。海坛岛在 3 000~4 000a 前已有人居住^[6]。据平潭县志记载:“平潭在唐朝时为牧马地,宋初特置牧监,直到清朝荒于风沙。”可见海坛岛在清朝时,开始出现风沙,并孕育着大规模的入侵。县志还记载:“相传清初,浦尾十八村,一夕风起沙拥,田庐尽虚,附近各村患之。乾隆十四年(1749 年),海沙随潮壅上,近海乡村悉遭压

废。宣统二年(1910 年)大风刮倒长江十八楼。”因此,气候逐渐变干的趋势和人类活动加剧是海岸风沙发育的触发因素。

3.3 发育历史

海坛岛下昆湖附近风成沙下伏的黑色含炭淤泥质亚粘土的¹⁴C 年代测定为 2 431±98a。因此断定海坛岛大规模风沙活动和风沙地貌始于 2 500a 以后。这与前人对闽东南沿海风沙发育下限的结论是极为一致的^[7,8]。近 250a 以来,则是风沙发育的鼎盛时期,这一点也为上述史料所证实。

60 年代以来,海坛岛开始大规模造林,初步改善了恶劣的生态环境。人工生态系统的初见成效,改变了原来风沙运动的机制和风沙地貌发育的方向,使得风沙流及其堆积作用目前仅发生在林带边缘的狭窄地域内,绝大部分流动沙丘已被固定,风沙发育已进入沙源枯竭并不断接受后期自然和人为改造的阶段。

参考文献

- [1] 陈方等,1993.台湾海峡 12(4):385~392.
- [2] 吴正等,1987.地理学报 42(2):129~141.
- [3] 陈方等,1992.福建师范大学学报(自然科学版) (4):93~99.
- [4] 王颖等,1987.中国沙漠 7(3):29~40.
- [5] 郑斯中等,1977.气候变迁与超长期预报文集.科学出版社,29~32.
- [6] 赵昭,1987.台湾海峡 6(1):86~91.
- [7] 程乾盛,1989.福建地质 8(2):100~119.
- [8] 蔡爱智等,1990.海洋地质与第四纪地质 10(1):81~91.

[9] Pye, K. , 1983. *Earth Surface Processes and Landform.* 8;

371~381.

COASTAL EOLIAN CHARACTERISTICS AND DEVELOPMENT OF HAITAN ISLAND, FUJIAN

Chen Fang

(*State Pilot Laboratory of Coastal and Island Exploitation, Nanjing University, 210093*)

Received: Feb. 1994

Key Words: Coastal eolian, Sedimentary characteristics, Eolian topography, Haitan Island

Abstract

Coastal eolian sand is widely distributed over Haitan island. This paper presents the sedimentary characteristics of coastal eolian sand, divides the basic types of eolian topography, analyses the contributing factors of eolian sand and discusses its developing history.