

文章编号: 1000-0550(2008) 05-0813-07

福建长乐海岸横向前丘表面粒度分异研究¹

董玉祥 马 骏 黄德全

(中山大学地理科学与规划学院 广州 510275)

摘 要 在我国横向前丘沙丘分布的典型地区之一——福建长乐海岸,选择典型的横向前丘,按与横向前丘走向相垂直方向,分三个采样断面近等间距地采集了共 81 个沙丘表面沉积物的粒度样品,通过对采集样品平均粒径、分选系数、偏度和峰态等粒度参数的计算与分析,研究横向前丘表面的粒度分异特征。结果表明,福建长乐海岸横向前丘表面粒度的总体特征为细沙、分选较好、近对称和中等峰态,符合海岸沙丘粒度一般规律;长乐海岸横向前丘表面的粒度参数在沙丘表面不同部位基本一致,整个沙丘表面的粒度没有明显差别;粒度无明显差异的分布模式应是该区域风向交替变化的季风、强劲风力的台风、平缓的地势、沙丘高度不够、植被覆盖较好等作用的结果。

关键词 海岸 横向前丘 粒度分异 福建长乐

第一作者简介 董玉祥 男 1964 年出生 博士 教授 海岸风沙地貌和土地资源开发利用与保护研究

E-mail eesdyx@mail.sysu.edu.cn

中图分类号 P512.2 P931.3 文献标识码 A

0 研究背景

沙丘沉积物粒度特征是风沙地貌的重要研究内容,尤其是沙丘表面粒度分异的研究一直受到关注。近期,国内陈渭南等^[1]、李志忠等^[2]、哈斯等^[3]、钱征宇等^[4]对新月形沙丘不同部位的粒度特征分别进行了研究,李志忠等^[5]、李振山等^[6]分析了纵向沙垅表面沙物质粒度特征,哈斯等^[7,8]研究了横向沙丘粒度变化及其与坡面形态的关系,哈斯^[9]分析了格状沙丘的粒度特征,魏怀东等对库姆塔格沙漠沙丘的粒度特征进行了研究^[10]。国内外的研究结果表明^[1-24],在不同区域、环境变化和沙源丰度的差异以及它们之间的组合情况均可能导致沙丘表面具有不同的粒度分布模式,沙丘不同部位的沉积物粒径与分选参数在不同沙丘类型甚至同一类型沙丘在不同地区、不同规模和不同断面形态之间也不相同。沙丘表面不同部位沉积物粒度变化被总结为三种模式,即沙丘顶部沙物质最粗、迎风坡底部最粗、以及整个沙丘表面粒度没有明显的差别。但是,上述研究基本上集中于对内陆沙漠沙丘的研究,对海岸沙丘表面沉积物的粒度分异研究则较少^[16],国内对海岸沙丘沉积物粒度的分析主要限于海岸沙丘沙组构特征、区域差异及其与海滩沙的比较方面^[25-32],尚未见有关海岸沙丘表面粒度分布特征的研究。因此,在我国海岸沙丘的代表区

域——福建长乐海岸^[30,33],选择其形态典型的横向前丘,对其表面的粒度分布模式作一探讨。

1 研究技术与方法

1.1 研究区域

我国海岸沙丘分布广泛,其中福建长乐东部海岸是其中面积较大、类型典型的海岸沙丘分布区之一^[30]。长乐东部沿岸,大致平行于海岸线,在滨海平原上断续分布有长约 50 km、最宽有 6 km、面积约 7 900 km²的海岸沙丘带,有锥形前丘、横向前丘、沙垄、新月形沙丘、抛物线形沙丘、海岸沙席等海岸沙丘类型,其中在文武沙咀的东部沿岸分布着一列平行于海岸的横向前丘(图 1)。该横向前丘近南北走向、长度 2~3 km、高 5~8 m,两坡不对称,近海的东坡长而缓,西坡较短和陡且具滑落面而形成落沙坡,是我国形态典型、规模较大的横向前丘^[30],是进行横向前丘表面粒度分布模式研究的理想地点。

该区域属亚热带海洋性季风气候,气温高,降水丰富,干湿季明显,风力强劲,年平均温度 19.3℃,降水量 1 382.3 mm,平均风速 4.1 m/s。受制于季风和台湾海峡走向,该区的常风向为向岸的 NNE 向,7 月的常风向为 SSW 向,在各风向中频率最高的是 NNE 和 NE 向,其次是 SSW 向(图 2),年内风向变化明显,同时受海陆风的影响日内的风向变化特点显著。多

¹ 国家自然科学基金项目(批准号:40571019)资助。

收稿日期:2007-12-18 收修改稿日期:2008-04-07

年平均各月风速在 3.2 m/s 以上, 其中最多风向的风速平均在 4.3 m/s 以上, 最高有 6.7 m/s。频率最高的 NNE、NE 和 SSW 向风的最大风速分别达到 34 m/s、28 m/s 和 26 m/s (图 2)。同时, 也时常会受到极强风速的台风的影响。

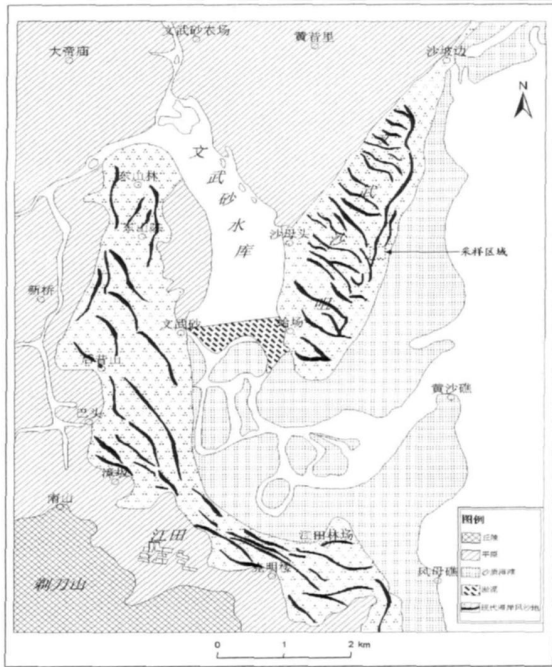


图 1 研究区域及采样位置图 [30]

Fig. 1 Map of the study area and sampling location

1.2 样品采集与分析方法

沙丘表面沉积物粒度样品采自横向前丘表面与其走向相垂直的断面, 采样时间为 2006 年 10 月 29 日。为保证统计精度, 分别按三个剖面线采样, 三个剖面线之间的间隔为南北相距 16 m 和 61 m, 采样点间隔一般为 2~3 m, 采样深度 2 cm, 面积 5 cm × 5 cm, 共采样 81 个, 其中采样剖面 1 为横穿植被覆盖较好的横向前丘的剖面线, 丘高 7.6 m、宽 53.3 m, 采样

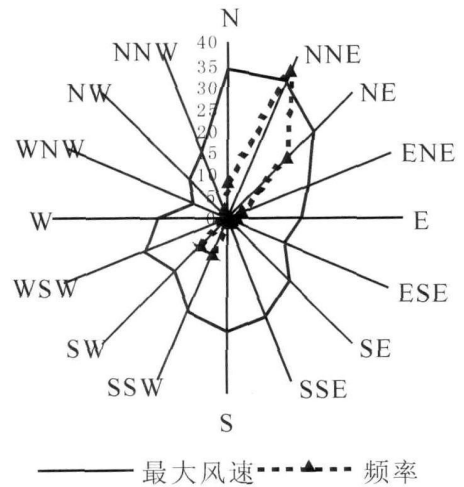


图 2 风向及其风速玫瑰图 (平潭站)

Fig. 2 Rose of wind directions and its maximum wind velocity

26 个; 采样剖面 2 和 3 则是横穿流动横向前丘的剖面线, 分别是丘高 7.0 m、宽 76.7 m 和丘高 5.6 m、宽 68.1 m, 分别采样 28 个和 27 个。同时, 采样中还利用实时动态载波相位差分 GPS (RTK GPS) 技术测量了三个采样断面形态 (图 3)。

野外采集样品后, 室内利用 Malvern MS2000 激光粒度仪进行粒度分析, 粒级划分采用 Krumbien 制定的 $\phi = -\lg d$ (d 为直径, 单位为 mm), 粒度参数采用 Folk 和 Ward 的公式进行计算。在计算出各个样品的粒度参数后, 按其在沙丘表面的分布部位分别进行迎风坡脚、迎风坡、沙丘顶部、背风坡、背风坡脚等横向前丘不同部位粒度参数的统计计算, 以便分析沙丘表面的粒度分异。

2 样品分析结果

2.1 横向前丘表面粒度参数均值

粒度分析结果 (表 1), 横向前丘沙的平均粒径 (M_z) 介于 $2.13\phi \sim 2.49\phi$ 之间, 平均值为 2.31ϕ , 粒径

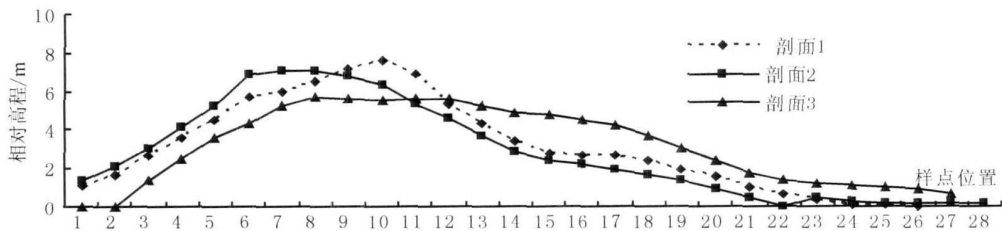


图 3 横向前丘剖面形态及采样位置图

Fig. 3 Sketch map of transverse foredune profiles and sampling positions

级配以细沙为主, 其次为中沙和极细沙, 含量分别占 77.58%、18.04% 和 4.37%, 粗沙含量仅有 0.01%。标准偏差 (δ) 最小值为 0.46 最大值为 0.59, 平均值为 0.51, 分选性为好和较好, 分别占 22.5% 和 77.5%, 以分选较好的为主。沙丘表面沙的偏度 (Sk) 介于 -0.02~0.07, 平均值为 0.00 为近对称, 但负偏值机率 (52.5%) 稍多于正偏值 (47.5%)。沙丘颗粒峰态 (Kg) 介于 0.89~1.00 之间, 平均值为 0.93 总体表现为中等, 峰态范围较为集中。

2.2 横向前丘表面不同部位的粒度参数

横向前丘表面不同部位的粒度组成较为一致, 三个剖面的迎风坡脚、背风坡脚和丘顶的累计概率曲线十分相近 (图 4)。不同部位粒度参数的统计与计算结果 (表 2), 迎风坡脚的平均粒径为 2.30~2.38 ϕ , 标准偏差为 0.50~0.51, 偏度介于 -0.01~0.02 峰态为 0.91~0.93 各断面之间略显差异。迎风坡的平均粒径为 2.29~2.32 ϕ , 标准偏差为 0.48~0.49, 偏度介于 0.00~0.01, 峰态为 0.92~0.93 各断面之间差异不大。沙丘顶部的平均粒径为 2.25~2.30 ϕ , 标准偏差为 0.49~0.52, 偏度为 0.00 峰态为 0.93~

表 1 长乐横向前丘表面粒度参数统计 (ϕ)

Table 1 Statistics of grain size parameters on transverse foredune at Changle coast zone

| 剖面 | 剖面 1 | | 剖面 2 | | 剖面 3 | | 平均 | |
|----------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|
| | 均值 | 范围 | 均值 | 范围 | 均值 | 范围 | 均值 | 范围 |
| Mz | 2.33 | 2.13~2.49 | 2.32 | 2.24~2.47 | 2.27 | 2.13~2.41 | 2.31 | 2.13~2.49 |
| δ | 0.51 | 0.46~0.56 | 0.49 | 0.46~0.53 | 0.52 | 0.46~0.59 | 0.51 | 0.46~0.59 |
| Sk | 0.00 | -0.02~0.07 | 0.01 | -0.02~0.06 | 0.00 | -0.01~0.03 | 0.00 | -0.02~0.07 |
| Kg | 0.93 | 0.89~1.00 | 0.92 | 0.90~0.97 | 0.94 | 0.90~1.00 | 0.93 | 0.89~1.00 |

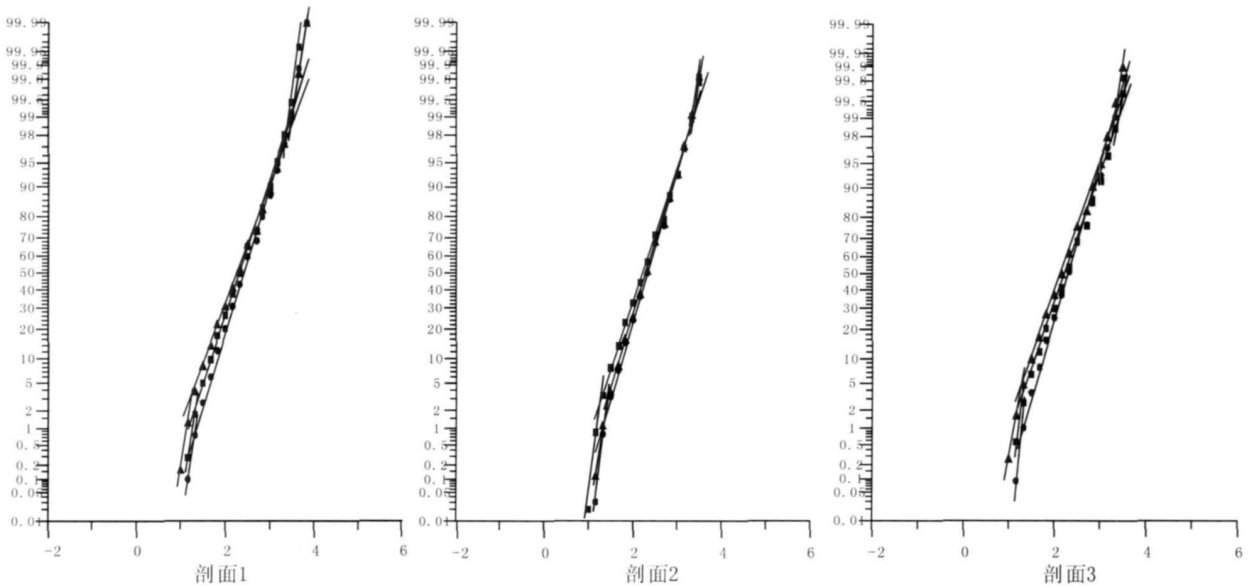


图 4 横向前丘表面不同部位的累积频率曲线 ($\phi, \%$)
(●, 迎风坡脚样点; ▲, 背风坡脚样点; ■, 丘顶样点)

Fig 4 The cumulative probability curve of grain size parameters at different sites on coastal transverse foredune

表 2 长乐横向前丘表面不同部位的粒度参数

Table 2 Grain size parameters at different sites on transverse foredune at Changle coast zone

| 沙丘部位 | 剖面 1 | | | | 剖面 2 | | | | 剖面 3 | | | |
|------|------|----------|------|------|------|----------|------|------|------|----------|-------|------|
| | Mz | δ | Sk | Kg | Mz | δ | Sk | Kg | Mz | δ | Sk | Kg |
| 迎风坡脚 | 2.30 | 0.50 | 0.02 | 0.91 | 2.38 | 0.51 | 0.02 | 0.91 | 2.32 | 0.50 | -0.01 | 0.93 |
| 迎风坡 | 2.32 | 0.48 | 0.00 | 0.93 | 2.29 | 0.48 | 0.01 | 0.92 | 2.32 | 0.49 | 0.00 | 0.93 |
| 沙丘顶部 | 2.30 | 0.49 | 0.00 | 0.93 | 2.25 | 0.52 | 0.00 | 0.94 | 2.26 | 0.51 | 0.00 | 0.94 |
| 背风坡 | 2.35 | 0.52 | 0.01 | 0.93 | 2.33 | 0.47 | 0.00 | 0.92 | 2.21 | 0.52 | 0.01 | 0.97 |
| 背风坡脚 | 2.28 | 0.56 | 0.00 | 0.89 | 2.30 | 0.48 | 0.00 | 0.94 | 2.18 | 0.52 | 0.02 | 1.00 |

0.94 各断面之间近乎相同。背风坡的平均粒径为 $2.21 \sim 2.35\phi$, 标准偏差 $0.47 \sim 0.52\phi$, 偏度介于 $0.00 \sim 0.01$, 峰态为 $0.92 \sim 0.97$, 各断面之间几无差异。背风坡脚的平均粒径为 $2.18 \sim 2.30\phi$, 标准偏差为 $0.48 \sim 0.56\phi$, 偏度介于 $0.00 \sim 0.02$, 峰态为 $0.89 \sim 1.00$ 各断面之间略有差异。

3 分析与讨论

3.1 横向前丘表面不同部位的粒度变化

对比分析上述样品分析结果, 横向前丘表面各个样点的粒度参数之间并无明显差异 (图 5)。统计显示 (表 3), 各个样点的粒度参数值基本均在正负 1 个标准差范围内, 各剖面粒度参数的差异极小, 说明总体上横向前丘表面的粒度参数具有较高的一致性。

为进一步分析沙丘表面的粒度分布特征, 利用沙丘不同部位粒度参数的统计结果, 分不同剖面对比分析横向前丘不同部位的粒度变化 (图 6):

剖面 1 的平均粒径介于 $2.13 \sim 2.49\phi$, 迎风坡脚稍细于背风坡脚, 自沙丘两侧底部向上存在坡脚至坡中沙粒相对变细、由坡中至丘顶相对变粗特点, 沙丘表面分选程度的变化呈现出与平均粒径类似的变化; 自两侧坡底至丘顶的偏度变化幅度比较大, 尤以迎风坡变化幅度最大, 而且偏度值也最大; 峰态在该断面上存在自坡脚到丘顶变窄的特点, 而且峰态值迎风坡脚稍高于背风坡脚。

剖面 2 的平均粒径介于 $2.24 \sim 2.47\phi$ 之间, 从迎风坡脚到迎风坡及丘顶表面粒径逐步变粗, 丘顶颗粒

最粗, 由丘顶到背风坡沙粒变细, 到背风坡脚又相对变粗; 迎风坡的分选性差于背风坡, 自沙丘两侧底部向上坡脚至坡中分选相对变好, 由坡中至丘顶分选相对变差; 自迎风坡脚到迎风坡中部几乎全为正偏值, 但偏度逐渐变小, 而背风坡的偏度呈对称; 峰态在该断面上存在自迎风坡脚至丘顶变窄的特点, 丘顶至背风坡峰态值稍为变小, 但峰态值迎风坡脚稍低于背风坡脚。

剖面 3 的平均粒径介于 $2.13 \sim 2.41\phi$ 之间, 迎风坡脚附近的沙粒最细, 向上变粗, 丘顶到背风坡脚粒度也是逐渐变粗; 分选性迎风坡好于背风坡, 自迎风坡至丘顶、背风坡和背风坡脚分选性逐步变差; 偏度从背风坡脚到丘顶呈现正偏至对称的趋势, 迎风坡从坡脚到丘顶整体上为近对称; 峰态值变化较大, 总体上呈现出自迎风坡到背风坡脚峰态逐渐变窄的特点, 但峰态值背风坡脚高于迎风坡脚。

3.2 横向前丘表面粒度变化特征原因分析

上述说明, 福建长乐海岸横向前丘的总体粒度特征基本符合海岸沙丘沉积物粒度的一般规律^[30, 32, 33], 即细沙、分选较好, 但偏度近对称、峰态中等。同时, 该区域横向前丘表面沙质沉积物的粒度参数在不同部位基本一致, 没有出现能够代表沙丘丘顶、坡部及坡脚的明显粒度差异, 各个采样剖面线上沙丘不同部位的粒度参数虽然存在微小差别但并不具有共性, 亦即横向前丘表面的粒度没有明显的差别。究其原因, 与该区域的风况、地形特点及自身形态特征等因素密切相关。

表 3 横向前丘粒度参数的统计分析

Table 3 Statistical analysis of grain size parameters on transverse foredune

| 沙丘部位 | 剖面 1 | | | | 剖面 2 | | | | 剖面 3 | | | |
|------|-------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | Mz | δ | Sk | Kg | Mz | δ | Sk | Kg | Mz | δ | Sk | Kg |
| 平均值 | 2.331 | 0.514 | 0.005 | 0.926 | 2.322 | 0.492 | 0.006 | 0.923 | 2.265 | 0.515 | 0.002 | 0.940 |
| 标准差 | 0.072 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.061 | 0.026 | 0.020 | 0.017 | 0.063 | 0.021 | 0.012 | 0.032 |

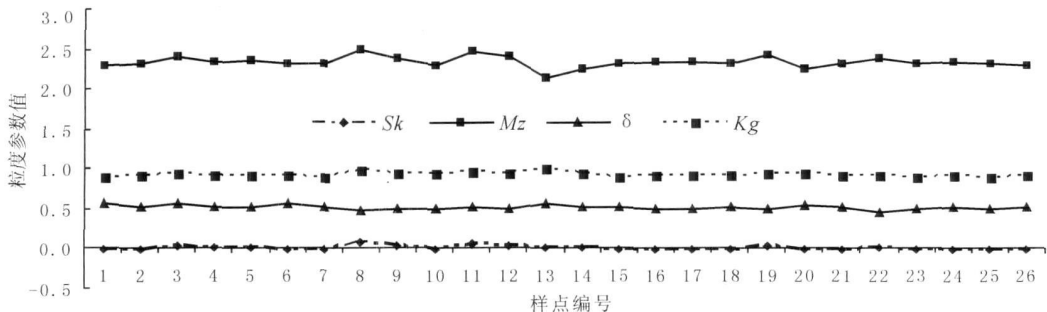


图 5 剖面 1 上各个样点粒度参数的变化

Fig. 5 Change curve of grain size parameters over profile 1 on transverse foredune

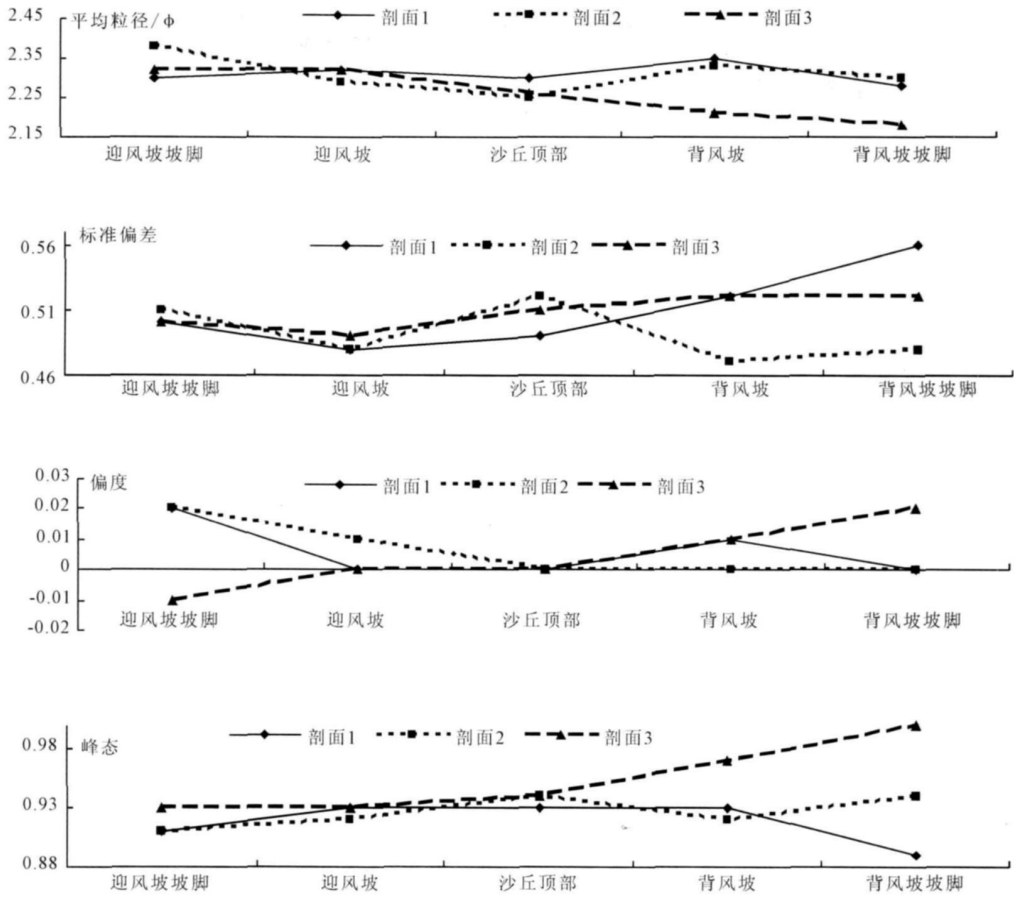


图 6 横向前丘表面不同部位粒度参数的变化

Fig 6 Change curve of grain size parameters at different sites on transverse foredune

首先, 福建长乐海岸沙丘是在近 3 000 a 的晚全新世接近现海平面、现代风况背景下形成的^[30], 其风成沙是强劲风力对海滩沙源改造的结果。福建长乐海岸深受东亚季风、海陆风及台风的影响与作用, 在该风况下, 虽然存在优势的向岸风, 但区内 NNE 向向岸风和 SSW 向离岸风在冬季和夏季交替出现 (图 2), 海陆风则使得向岸风与离岸风在日内交替作用, 而且彼此风力相近, 尤其是对风沙活动有重要作用的强风力的风速较为相当, 所以存在沙粒从海滩搬运到沙丘又搬回到海滩的多次轮回, 致使其横向前丘一般意义上的迎风坡与背风坡一直处于不断的变换中, 造成两个近乎相反方向风力作用下沙丘表面沙质沉积物的混杂堆积, 特别是每年风力强劲的台风更加剧了沙丘表面沙物质混杂的程度, 就极大地削弱和减少了沙丘不同部位的粒度分异。

其次, 该横向前丘发育于长乐滨海平原, 海岸宽阔, 地势平缓, 沙丘自身相对高度只有 5~8 m, 但沙丘宽 50~80 m, 向海迎风坡长而缓, 故其所能通过形

态——气流相互作用引起沙丘表面气流运动变化的幅度较为有限, 就难以形成明显的沙丘表面粒度分异。同时, 该区域自然条件优越, 有利于植物的生长, 地表覆被较好, 也不利于沙丘表面的粒度分异。

因此, 在上述因素作用与控制下, 整个长乐海岸横向前丘表面的粒度分异并不明显。沙丘表面微形态、局域气流的差异, 推测可能是造成横向前丘各个采样剖面线上粒度细微变化的主要原因, 但对此还需要进一步研究。

4 初步结论

根据以上的分析和讨论, 可将福建长乐东部海岸横向前丘表面粒度分布特征总结如下:

(1) 福建长乐海岸横向前丘表面粒度的总体特征为细沙、分选较好、近对称和中等峰态, 基本符合海岸沙丘表面沉积物粒度的一般规律。

(2) 福建长乐海岸横向前丘表面不同部位的粒度变化可以归结为整个沙丘表面粒度没有明显差别

的变化模式,其粒度参数在沙丘表面基本一致。

(3) 福建长乐海岸横向前丘表面粒度无明显差异的分布模式是该区域风向交替变化的季风与海陆风、强劲风力的台风、平缓的地势、沙丘高度不大、植被覆盖较好等作用的结果。

(4) 横向前丘各采样剖面上粒度细微变化的原因,推测应是沙丘表面微形态、局域气流作用的结果,但还需进一步研究证实。

致谢 样品室内分析得到华南师范大学地理科学学院实验室和李保生教授、温小浩博士的大力支持与帮助,特致谢忱。

参考文献 (References)

- 1 陈渭南,雷加强. 塔克拉玛干沙漠新月形沙丘不同部位的粒度特征 [J]. 干旱区资源与环境, 1992, 6(2): 101-109 [Chen Weinan Lei Jiaqiang Grain size features of sands in different locations of barchan dunes Taklamakan Desert [J]. Journal of Arid Resources and Environment, 1992, 6(2): 101-109]
- 2 李志忠,关有志,孙忠,等. 塔里木沙漠石油公路沿线新月形沙丘的地貌特征 [J]. 新疆大学学报(自然科学版), 1998(1): 80-90 [Li Zhizhong Guan Youzhi Sun Zhong et al Geomorphological characteristics of barchan along Tarim Desert Oil Transporting Highway [J]. Journal of Xinjiang University, 1998, (1): 80-90]
- 3 哈斯,王贵勇. 沙坡头地区新月形沙丘粒度特征 [J]. 中国沙漠, 2001, 21(3): 271-275 [Ha Si Wang Guiyong Characteristics of grain size over crescentic dunes in Shapotou, Southeastern Tengger Desert [J]. Journal of Desert Research, 2001, 21(3): 271-275]
- 4 钱征宇,刘守勤. 线形沙丘的风沙沉积特征与内部构造 [J]. 中国沙漠, 1994, 14(3): 25-30 [Qian Zhengyu, Liu Shouqin. Research on aeolian sand characteristics and depositional structure of linear dunes [J]. Journal of Desert Research, 1994, 14(3): 25-30]
- 5 李志忠,关有志,孙忠,等. 塔克拉玛干沙漠腹地纵向沙垄的粒度分布特征 [J]. 干旱区研究, 1996, 13(2): 37-43 [Li Zhizhong Guan Youzhi Sun Zhong et al Grain size characteristics and distribution on longitudinal dunes in the interior of Taklamakan Desert [J]. Arid Zone Research, 1996, 13(2): 37-43]
- 6 李振山,陈广庭,冯起,等. 塔克拉玛干沙漠腹地纵向沙垄表面沙物质粒度特征 [J]. 干旱区资源与环境, 1998, 12(1): 21-28 [Li Zhenshan, Chen Guangting Feng Qi et al Grain size parameters along the transverse of a complex longitudinal dune in the center of Taklamakan Desert [J]. Journal of Arid Resources and Environment, 1998, 12(1): 21-28]
- 7 哈斯,王贵勇. 腾格里沙漠东南缘横向前丘粒度变化及其与坡面形态的关系 [J]. 中国沙漠, 1996, 16(3): 215-220 [Ha Si Wang Guiyong Relation between grain size features and geomorphology of transverse dunes at the southeast fringe of Tengger Desert [J]. Journal of Desert Research, 1996, 16(3): 215-220]
- 8 哈斯,庄燕美,王蕾,等. 毛乌素沙地南缘横向前丘粒度分布及其对风向变化的响应 [J]. 地理科学进展, 2006, 25(6): 42-50 [Ha Si Zhuang Yanmei Wang Lei et al. Grain-size variation on a transverse dune and response to wind direction changes on southern edge of Mu Us Desert [J]. Progress in Geography, 2006, 25(6): 42-50]
- 9 哈斯. 腾格里沙漠东南缘格状沙丘粒度特征与成因探讨 [J]. 地理研究, 1998, 17(2): 178-185 [Ha Si Grain-size characteristics and mechanism of network dune in the southeastern Tengger Desert [J]. Geographical Research, 1998, 17(2): 178-185]
- 10 魏怀东,徐先英,王继和,等. 库姆塔格沙漠沙丘的粒度特征 [J]. 水土保持学报, 2007, 21(3): 6-9 [Wei Huaidong Xu Xianying Wang Jiehe et al. Analysis of grain size of different sand dunes types in Kumtag Desert [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2007, 21(3): 6-9]
- 11 Ahlbrandt T S. Textural parameters of eolian deposits [C] // Mckee E D. ed. A Study of Global Sand Seas. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 1979, 1052: 21-51
- 12 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: 3-26
- 13 Folk R L. Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson Desert, Northern Territory, Australia: I. Geomorphology and grain size relationships [J]. Sedimentology, 1971, 16: 5-54
- 14 Lancaster N. Grain size characteristics of Namib desert linear dunes [J]. Sedimentology, 1981, 28(1): 115-122
- 15 Bamdorf Nielsen O, Dalgaard K, Halgreen C, et al. Variation in particle size over a small dune [J]. Sedimentology, 1982, 29: 53-56
- 16 Pye K. Negatively skewed aeolian sands from a humid tropical coastal dune field, northern Australia [J]. Sedimentary Geology, 1982, 31: 249-266
- 17 Vincent P J. Particle size variation over a transverse dune in the Nafud as Sirr, central Saudi Arabia [J]. Journal of Arid Environments, 1984, 7: 329-336
- 18 Watson A. Grain-size variations on a longitudinal dune and a barchan dune [J]. Sedimentary Geology, 1986, 46: 49-66
- 19 Lancaster N. Grain size characteristics of linear dunes in the Southwestern Kalbarli [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1986, 55: 395-495
- 20 Livingstone I. Grain-size variation on a "complex" linear dune in the Namib Desert [C] // Frostick L, Reid I, eds. Desert Sediments: Ancient and Modern. London: Blackwell Scientific Publication, 1987, 281-291
- 21 Lancaster N. The Namib Sand sea [J]. Netherland Balkema, 1989, 46-74
- 22 Livingstone I. Temporal trends in grain-size measures on a linear sand dune [J]. Sedimentology, 1989, 36: 1017-1022
- 23 Pye K, Tsoar H. Aeolian Sand and Sand Dunes [M]. London: Unwin Hyman, 1990: 152-253
- 24 Wang Xuming, Dong Zhibao, Zhang Jiwei et al. Grain size characteristics of dune sands in the central Taklamakan sand sea [J]. Sedimentary Geology, 2003, 161: 1-14
- 25 蔡爱智,蔡月娥. 福建湄洲岛风沙的搬运与沙滩资源 [J]. 台湾海峡, 1988, 7(4): 389-394 [Cai Aizhi Cai Yue'e. Eolian sand transport on Meizhou Island, Fujian [J]. Taiwan Strait, 1988, 7(4): 389-394]

- portation and beach resources of the Meizhou Island of Fujian [J]. Journal of Oceanography in Taiwan Strait 1988 7(4): 389-394]
- 26 陈方, 李祖光, 张文开, 等. 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 Li Zuguang Zhang Wenkai *et al* The distribution characteristics of grain size of coastal aeolian sediments in eastern beach of Changluo [J]. Journal of Fujian Normal University, 1991, 7(2): 84-91]
- 27 陈方, 李祖光, 汪榕光, 等. 海坛岛风沙表层沉积物的粒度分布特征 [J]. 台湾海峡, 1993, 12(4): 385-392 [Chen Fang Li Zuguang Wang Rongguang *et al* Grain size distribution characteristics of eolian sediments of Haitan Island [J]. Journal of Oceanography in Taiwan Strait 1993 12(4): 385-392]
- 28 傅启龙, 沙庆安. 昌黎海岸风成沙丘沙组构特征及其与海滩沙的比较 [J]. 地质科学, 1993, 28(1): 52-59 [Fu Qilong Sha Qingan A comparative study on textural characteristics of dune and beach sands on the coast of Changli Hebei [J]. Scientia Geologica Sinica 1993, 28(1): 52-59]
- 29 胡镜荣, 顾建清, 等. 自然保护区可持续发展概论 [M]. 北京: 科学出版社, 1996 59-63 [Hu Jingrong Gu Jianqing *et al* Introduction to Sustainable Development of Natural Protection Area [M]. Beijing Science Press 1996: 55-81]
- 30 吴正, 黄山, 胡守真, 等. 华南海岸风沙地貌研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1995 25-68 [Wu Zheng Huang Shan, Hu Shouzhen *et al* Research on the Landforms of the Wind-drift Sand in South China Coast [M]. Beijing Science Press 1995: 25-68]
- 31 董玉祥. 海岸现代风成沙粒度参数特征的研究 [J]. 沉积学报, 2002, 20(4): 656-662 [Dong Yuxiang Characteristics of grain size parameters of modern coastal aeolian sands in temperate coastal region in China [J]. Acta Sedimentologica Sinica 2002, 20(4): 656-662]
- 32 董玉祥. 国内外海岸风成沙粒度参数特征的比较与分析 [J]. 中山大学学报 (自然科学版), 2003, 42(4): 110-113 [Dong Yuxiang The comparison and analysis of grain size parameters of coastal aeolian sands in China and abroad [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni 2003, 42(4): 110-113]
- 33 董玉祥. 中国海岸风沙地貌的类型及其分布规律 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2006, 26(4): 99-104 [Dong Yuxiang The coastal aeolian geomorphic types and their distribution pattern in China [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2006, 26(4): 9-104]

Distribution Model of Grain Size on Coastal Transverse Fore dune at Changle in Fujian Province

DONG Yuxiang MA Jun HUANG De-quan

(School of Geography and Planning Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract The 81 samples were collected over three profiles on typical coastal transverse fore dune which is directly across the fore dune at Changle coastal region in Fujian Province that is one of the most typical coastal aeolian distribution regions in China. The parameters of grain size of 81 samples were analyzed and calculated by use of the number of mean size, standard deviation, skewness and kurtosis. The results show that the basic characteristics of grain size over coastal transverse fore dune are accordant with the normal rule of coastal aeolian dune grain size, such as fine sands, high sorting degree, symmetrical skewness and middle degree kurtosis. It was also found that the parameters of grain size at different sites over typical coastal transverse fore dune were almost the same, which had no distinct difference. The reasons of this distribution pattern of grain size on coastal transverse fore dune at Changle City in Fujian Province mainly lie on the change of wind directions depending on monsoon, the influence of typhoon, smooth surface and low height of dune as well as good vegetation cover.

Key words coastal zone; transverse fore dune; distribution of grain size; Changle City in Fujian Province