

杨林,董玉祥,黄德全,等.海岸沙席形态及近表层沉积物粒度对台风的响应[J].地理科学,2017,37(8):1243-1250.[Yang Lin, Dong Yuxiang, Huang Dequan et al. Morphology and Grain Size of the Near Surface Sediment over Coastal Sand Sheet Response to Typhoon. Scientia Geographica Sinica,2017,37(8):1243-1250.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2017.08.015

海岸沙席形态及近表层沉积物粒度对台风的响应

杨林¹,董玉祥^{1,2},黄德全¹,张雪琴¹,杜建会¹

(1.中山大学地理科学与规划学院/广东省城市化与地理环境空间模拟重点实验室,广东 广州 510275;

2.中山大学新华学院,广东 广州 510520)

摘要:依据2014年第10号强台风“麦德姆”登陆前后福建平潭岛典型海岸沙席的形态观测与近表层沉积物粒度数据,综合分析了海岸沙席对台风的响应特征。结果表明:①海岸沙席形态对“麦德姆”的响应明显,主要表现为沙席前缘高程降低(最大侵蚀深度为0.40 m),中部变化较小(-0.06~0.09 m),后缘明显升高(最大堆积厚度为1.62 m),沙席体积增大2.02%。②海岸沙席近表层沉积物粒度受“麦德姆”影响较小,其粒度参数在台风前后并无质的等级性变化。③海岸沙席的台风响应特征主要因台风过程中大风的非选择性侵蚀和搬运及海岸沙席与海滩沙粒度的相近性所造成的,同时也受到周边地势及植被等的影响。

关键词:海岸沙席;台风“麦德姆”;形态变化;粒度;平潭岛

中图分类号:P931.3

文献标识码:A

文章编号:1000-0690(2017)08-1243-08

台风(国外称飓风或风暴)是海岸风沙地貌形成及演变的一个高能影响因子,也是研究波浪、海滩与沙丘交互作用的重要内容之一^[1],尤其是随着观测新技术的运用其对海岸沙丘影响的重要性备受关注^[1,2]。目前,国外学者已在欧洲、北美等不同区域开展了大量有关海岸沙丘对风暴(飓风)响应的研究^[3-14],其研究主要集中于海岸沙丘形态与沉积物对风暴(飓风)响应及其机理研究。如1999~2002年墨西哥下加利福尼亚半岛Cabo Falso海岸沙丘最大形态变化是由2001年飓风Juliette造成的^[9];Wang等^[12,13]就2004年飓风Ivan和2005年飓风Dennis对美国佛罗里达海岸沙丘沉积结构变化进行了研究,发现大范围的水平侵蚀面会切断原沙丘低角度的向陆层理,飓风容易改变沙丘层理结构发育模式;Claudino-Sales等^[14]研究认为飓风对海岸沙丘的形态改变,不仅取决于飓风强度和持续时间,还受飓风前沙丘形态特点制约,并认为海岸沙丘对飓风响应的差异是飓风强度、持续性、频率和沙丘形态及植被等综合作用的结果。相比而言,国内有关台风对海岸沙丘影响的研究甚为薄

弱,仅在研究台风对砂质海滩影响中稍有涉及^[15-18],尚未见海岸沙丘对台风响应的研究。

台风(飓风或风暴)对海岸沙丘的影响虽然取得了一定进展,但是国外针对具体不同类型沙丘对飓风(风暴)响应的研究较少,也缺乏对海岸沙丘形态与表层粒度对飓风(风暴)响应的同步综合性研究,国内相关研究亦近属空白。为此,本文在中国海岸沙丘分布典型且深受台风影响的福建省平潭岛,选择国内外研究较少但华南沿海分布较广泛的海岸沙席,基于台风登陆前后的海岸沙席形态观测和近表层沉积物粒度分析数据,综合分析海岸沙席的形态和近表层沉积物粒度对台风的响应特征,以期明晰海岸沙席的台风响应模式,丰富中国海岸沙丘研究内容,并为海岸带保护及管理决策等提供科学依据。

1 研究区域和台风“麦德姆”概况

平潭岛又称海坛岛(25°15'N~25°45'N,119°32'E~120°10'E),地处闽中沿海,东濒台湾海峡,为中国第五大岛(图1)。岛上风沙地面积达86.85

收稿日期:2016-09-08;**修订日期:**2016-11-30

基金项目:国家自然科学基金项目(41371030,41101011)资助。[Foundation: National Natural Sciences Foundation of China(41371030, 41101011).]

作者简介:杨林(1987-),男,江西赣州人,博士研究生,主要从事海岸风沙地貌研究。E-mail:jxy11988521@163.com

通讯作者:董玉祥,教授。E-mail:eesdyx@mail.sysu.edu.cn

km²,发育了形态典型的冢形前丘、横向前丘、海岸沙席、灌丛沙丘和爬坡沙丘等海岸沙丘类型,也是中国海岸沙丘面积较大、类型较多和形态典型的海岸风沙地貌分布区域^[19,20]。其中,海岸沙席在平潭岛南部山岐宫最为典型,海岸沙席即一个较宽广平坦或微波起伏的风沙堆积区域,又称沙坪或平沙地,是一种常见的沙丘形态^[21]。平潭岛南部山岐宫海岸沙席平面形态似半弧形,长约1 000 m、最宽达200 m,海岸沙席按其形态划分为沙席前缘、沙席中部及沙席后缘,海岸沙席后缘为人工种植的木麻黄(*Casuarina equisetifolia*)防护林。平潭岛属亚热带海洋性季风气候,年均气温约19℃,年降水量约1 100 mm,年均风速高达4.8 m/s,每年除3~6月以SSW风向为主外,其余各月的盛行风向均为NNE向,尤其是大风日数多、台风影响大,1981~2010年台风影响平潭岛合计98次,一般每年2~5次,多出现在7~9月,受台风影响最大风速为32.7 m/s,常引发17.2 m/s以上大风,对海岸沙丘形成演化具有重要影响。海岸沙丘类型与形态的典型性和受台风影响的代表性,加之因长期受交通条件等所限人为干扰相对较小,使得平潭岛成为中国海岸风沙地貌对台风响应研究的理想区域之一,故选择其为海岸沙席形态和近表层沉积物粒度台风响应的研究区域。

“麦德姆(Matmo)”为2014年第10号台风,于2014年7月18日02:00在菲律宾以东的西北太平洋面上生成,于23日00:15前后在台湾台东县长滨乡沿海登陆,登陆时为强台风,最大风力达14级(42 m/s),中心最低气压为955 hPa,然后穿过台湾

岛进入台湾海峡。于7月23日15:30前后在福建省福清市高山镇沿海登陆,登陆时减弱为强热带风暴,中心附近最大风力为11级(30 m/s),中心最低气压为980 hPa,其中心登陆地点距平潭岛最近距离不足30 km,对平潭岛海岸风沙地貌应具有显著的影响与作用。“麦德姆”登陆前后沙席形态及其表层沉积物粒度的变化,对研究海岸沙席形态和表层沉积物粒度对台风的响应极具代表性。

2 研究方法

依据海岸沙席的形态特征选择平潭岛山岐宫海岸沙席的典型区段设立了一个约160 m×30 m的观测样区(图1a)。该观测样区的海滩坡度相对较陡,海岸沙席高程向陆逐渐升高,沙席后面是人工种植的木麻黄防护林。样区内设立了3条观测样线(图1b),并基于观测点位的均匀性设立了214个形态变化高精度测点,同时选择其中84个为近表层沉积物粒度样品采集点,以表征海岸沙席及其典型断面的形态和粒度变化。

海岸沙席样区内观测点形态变化测量采用多站差分RTKGPS技术,该测量技术对海岸沙丘形态的测量精度可达到厘米甚至毫米级^[22],已成功应用于海岸沙丘相关研究中^[23]。粒度样品采集面积约5 cm×5 cm,深度为2 cm。利用RTKGPS精确的导航功能,分别在“麦德姆”登陆前(2014年7月14日)和登陆后(2014年9月8日)按所设测点进行重复高程测量及粒度采样,获取台风登陆前后观测样区214个测点的高程数据和84个点粒度样品。其中,“麦德姆”登陆后观测和采样时间稍迟,但因

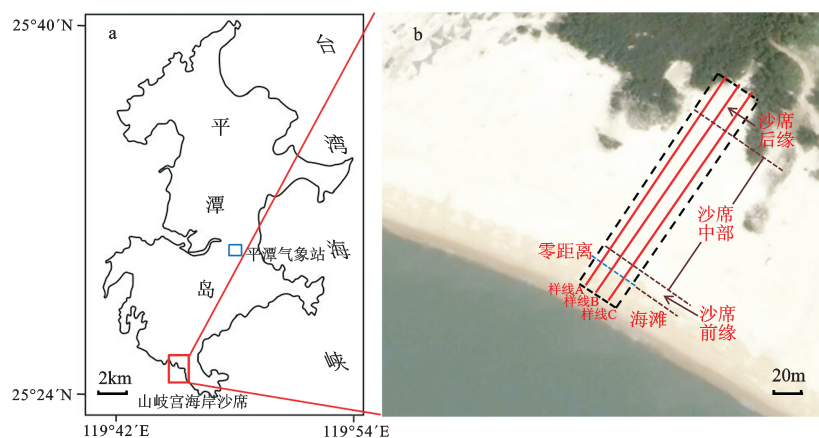


图1 平潭岛海岸沙席观测样区位置

Fig.1 The location of observation area at coastal sand sheet in Pingtan Island

该时段风速小(2014年7月25日至9月8日,平潭气象站日平均风速仅3.0 m/s,平均最大风速5.2 m/s),同时亦未受其它台风影响,海岸沙席受其它因素影响的变化较小,故这两次的形态和粒度数据可以代表“麦德姆”对海岸沙席形态和近表层沉积物粒度的影响与作用。

粒度样品测试采用标准的处理方法:称适量(3~5 g)沙样放入烧杯中;先加入10 mL10%的H₂O₂,煮沸使其充分反应以去除样品中有机质;再加入10 mL10%的HCl,继续加热使其充分反应以去除样品中的碳酸盐类物质;冷却后给烧杯注满蒸馏水静置24 h,再抽取上部清液,重复操作3次;测试前30 min加入10 mL5%的六偏磷酸钠[(NaPO₃)₆]溶液使样品充分分散;最后采用Mastersizer2000激光粒度分析仪进行测试,其测试范围0.02~2 000 μm,重复测量误差小于2%。粒级划分按乌登-温特沃斯粒级标准(Udden-Wentworth scale),粒度参数的计算采用Folk-Ward图解法的公式^[24-27]。

3 观测结果

3.1 形态变化

3.1.1 测点高程平均变化

对比“麦德姆”登陆前后观察样区内214个测点的高程数据(表1),全部测点高程变化的平均值为0.14 m,高程最大变化值为1.62 m;除2个测点高程不变外,有117个测点的高程降低,平均降低0.13 m,最大降低值为1.49 m;95个测点的高程升高,平均升高0.16 m,最大升高值为1.62 m。海岸沙席观测样区内的体积由“麦德姆”登陆前的80 663.2 m³变为登陆后的822 291.0 m³,增加了1 627.8 m³,体积增大了2.02%。

3.1.2 样线上的高程变化

“麦德姆”登陆后3条观测样线高程变化趋势较为一致(图2),样线A、B和C上的测点的高程变化的平均值分别为0.17 m、0.09 m、0.07 m。3条样线上测点高程升高与降低值较为相近,各样线上

不同部位的高程变化趋势也基本一致,基本表现为海滩及海岸沙席前缘高程降低(最大侵蚀深度0.40 m),沙席中部(长度98 m)高程变化较小(-0.06~0.09 m),而在沙席后缘特别是接近木麻黄防护林地带高程明显升高(最大堆积厚度1.62 m)(图3)。

3.2 粒度变化

3.2.1 粒度整体变化

对比“麦德姆”登陆前后观测样区内近表层沉积物的粒度数据,总体而言,海岸沙席近表层的粒度组成均以中沙为主,平均含量在50 %以上,其次细沙含量也较高(约29 %),再次为粗沙、极粗沙、极细沙、粉沙,粘土含量极少,但“麦德姆”登陆后海岸沙席近表层的中沙、粉沙和粘土比例下降,细沙、极细沙和粗沙比例上升,但其构成比例最大变化值仅2.69 %(图4)。同时,平均而言海岸沙席观测样区近表层沉积物粒度参数在“麦德姆”登陆前后并无等级性的变化(表2),均为中沙、分选较好、近对称和中等峰态,台风登陆前后其近表层粒度样品平均粒径、分选系数、偏态和峰态等粒度参数均值的变化分别仅为0.03 Φ、0.01、0.01、0.01。

3.2.2 不同部位粒度变化

对比“麦德姆”登陆前后3条观测样线上不同部位近表层沉积物的粒度组成,台风后海滩及沙席前缘近表层沉积物的粒度均为细沙比例大幅度上升,中沙比例下降,粒度组成由以中沙为主变成以细沙为主(图5),平均粒径由中沙变为细沙,分选性由好变为较好,均为近对称和中等峰态(图6),但沙席中部和后缘并无质的等级性变化,粒度组成均以中沙为主(图5),粒度参数也均为中沙、分选较好、近对称和中等峰态(图6)。同时,各样线上不同部位粒度组成的变化程度存在一定的差异,如样线A沙席中部的细沙和粗沙比例下降而中沙比例升高,后缘细沙比例下降而中沙和粗沙比例升高;样线B中部的中沙和粗沙比例下降而细沙比例升高,后缘细沙比例下降而中沙和粗沙比例升高;样线C中部的变化不明显,海岸沙席后缘部的细沙和中

表1 海岸沙席观测样区测点高程的平均变化

Table 1 Height average change of observation sample area over coastal sand sheet

高程变化 范围(m)	测点高程变化的 平均值(m)	高程降低测点		高程升高测点	
		测点数	平均值(m)	测点数	平均值(m)
-1.49~1.62	0.14	117	-0.13	95	0.16

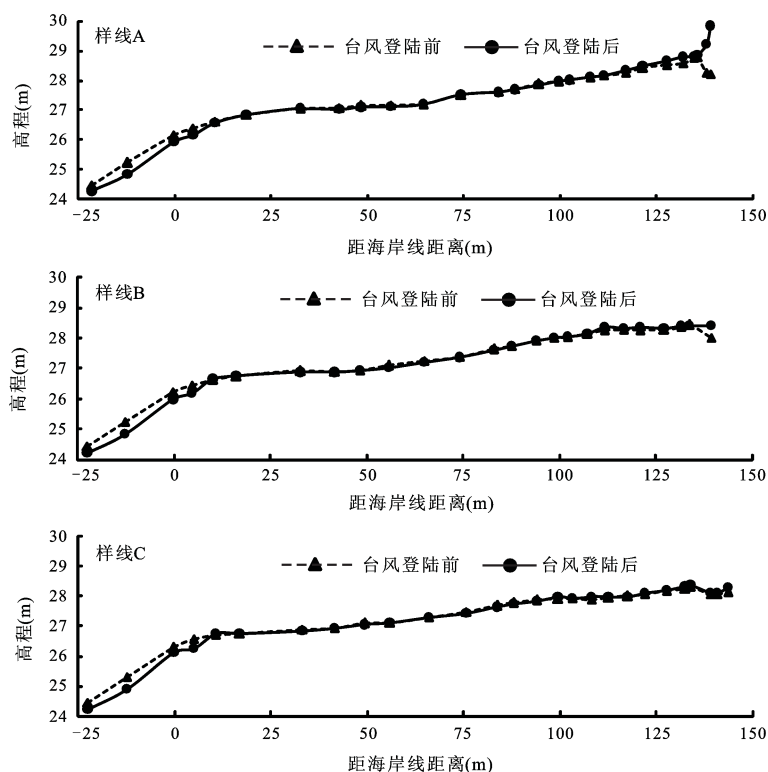


图2 海岸沙席观测样线高程变化

Fig. 2 The height changes of surveying lines over coastal sand sheet

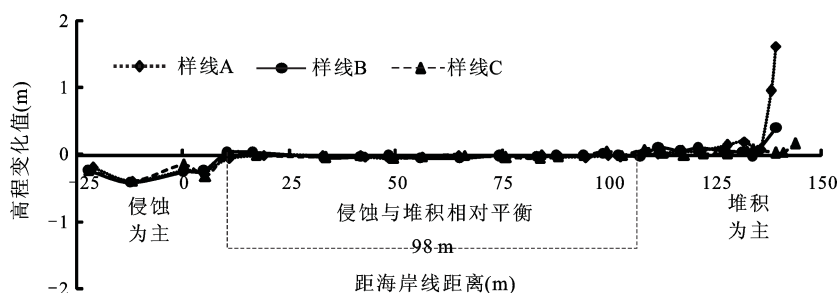


图3 海岸沙席观测样线不同部位的高程变化值

Fig. 3 Height changes value of different sites at the surveying lines over coastal sand sheet

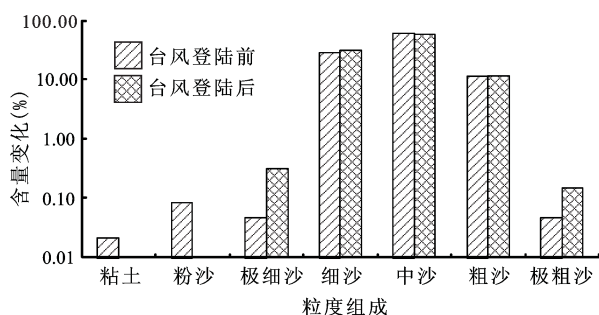


图4 海岸沙席近表层沉积物粒度组成变化

Fig. 4 Grain size composition change of the near surface sediment over coastal sand sheet

沙比例下降而粗沙比例升高(图5)。

4 讨论

4.1 形态响应特征

海岸沙席形态对台风“麦德姆”响应明显,总体积略有增大(2.02%),海滩及沙席前缘高程降低(最大侵蚀深度为0.40 m),沙席中部(长度98 m)高程变化较小(-0.06~0.09 m),但在沙席后缘特别是接近木麻黄防护林地带高程明显升高(最大堆积厚度为1.62 m)。表明海滩及沙席前缘以侵蚀为主,沙席中部侵蚀与堆积保持相对平衡,沙席后缘以堆积为主。受台风“麦德姆”的影响,平潭岛上的风力侵蚀力及其携沙能力极强(台风期间平潭

表2 海岸沙席近表层沉积物粒度参数变化
Table 2 Grain size parameters change of the near surface sediment over coastal sand sheet

采样时间	平均粒径(Φ)		分选系数		偏度		峰度	
	数值范围	平均值	数值范围	平均值	数值范围	平均值	数值范围	平均值
台风登陆前	1.24~2.29	1.68	0.40~0.86	0.53	-0.10~0.24	0.00	0.93~1.81	0.96
台风登陆后	1.21~2.52	1.71	0.40~0.87	0.54	-0.14~0.01	-0.01	0.93~1.00	0.95

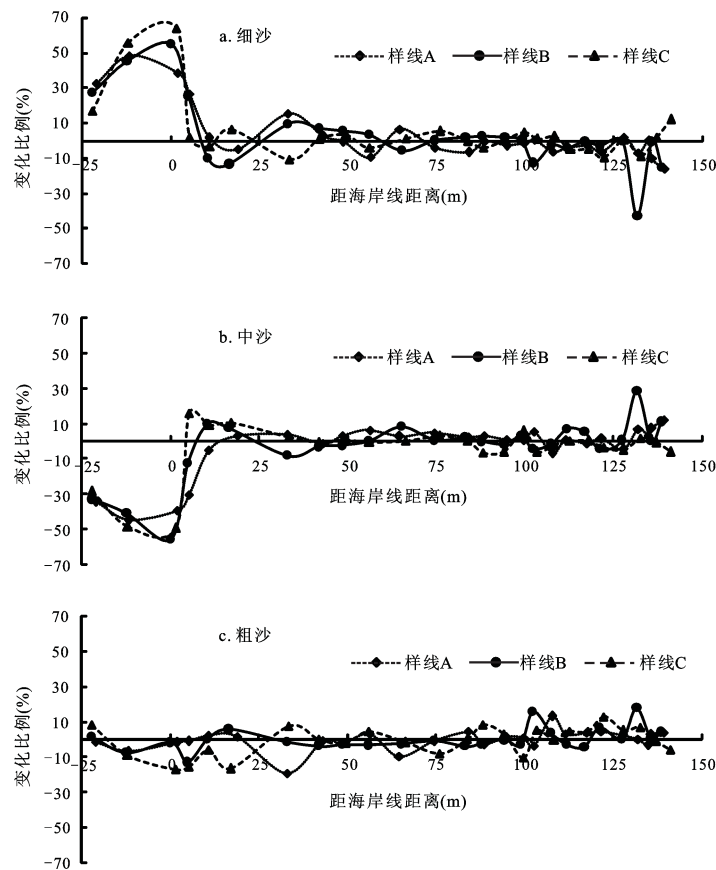


图5 海岸沙席近表层沉积物不同粒径在观测样线不同部位的变化
Fig.5 Change of different the near surface sediment grain sizes at the different sites of sample lines over coastal sand sheet

岛最大风力达11级)。山岐宫的海滩及海岸沙席前缘在向岸风和波浪共同侵蚀作用下高程降低,该结果与国内外有关海滩及沙丘前缘对台风(风暴或飓风)响应特征基本一致^[3-18];台风登陆后向岸风在向陆推进过程中受逐步升高地势影响风速逐渐降低,尤其是受沙席后缘木麻黄防护林地的阻挡风速急剧下降,随之风力作用从海滩开始以侵蚀为主逐渐转变为侵蚀和堆积相对平衡以致到最后变为以堆积为主,导致海岸沙席形态在台风后表现为海岸沙席前缘高程降低、沙席中部高程变化相对较小、沙席后缘高程升高,海岸沙席总体积也因接受来自岸线附近海滩的沙物质略有所增

大。充分说明,海岸沙席形态对台风的响应,是台风、地势和植被等因子综合作用的结果^[14],其中台风强劲的风力侵蚀和搬运作用是起主导作用的决定性因子。

4.2 粒度响应特征

比较而言海岸沙席近表层沉积物粒度对台风“麦德姆”的响应并不明显,其粒度参数基本无质的等级性变化,如整体而言海岸沙席粒度组成在“麦德姆”登陆前后均以中沙为主,粒度参数均为中沙、分选较好、近对称和中等峰态,只有沙席前缘近表层沉积物粒度组成受“麦德姆”影响由中沙变成以细沙为主,平均粒径由中沙变为细沙,分选

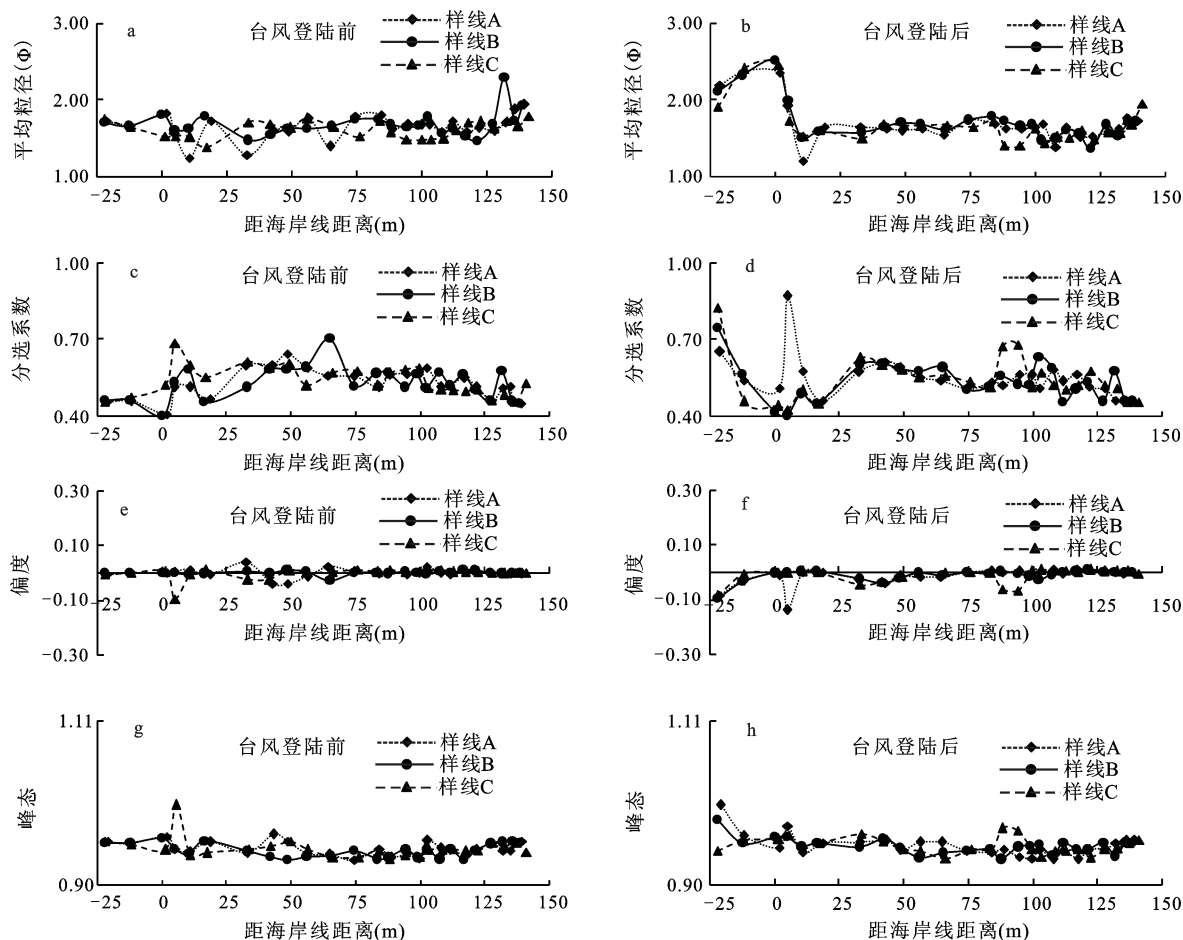


图6 海岸沙席近表层沉积物粒度参数在观测样线不同部位的变化

Fig.6 Change of the near surface sediment grain size parameters at the different sites of sample lines over coastal sand sheet

性由好变成较好,但均为近对称和中等峰态。究其原因,风沙沉积物粒度特征主要受控于源区物质粒度组成和风况,其沉积物粒度特征存在空间上表现为沿主导风向由物源区向沉积区沙粒变细、分选性变好的规律^[28]。但平潭岛海岸风沙沉积物属于形成时代较晚的近源沉积,在季风气候的风向交替、台风频发和风沙活动空间有限等因素共同作用下致使其风沙沉积物对其物源海滩沙的继承性较强,致使二者粒度特征相近且难以有效区分^[29,30]。“麦德姆”虽对海岸沙席近表层沉积物产生了一定分异作用,如因风力侵蚀和搬运作用出现一定程度的粒度组成变化,但因粒度特征相近且在台风强风作用下主要是对海岸沙席近表层大小颗粒不加选择的侵蚀和搬运,风成沙混杂堆积,导致台风对海岸沙席近表层粒度的影响难以有效体现,因而造成其粒度在台风“麦德姆”登陆前后整体而言并无质的等级性差别。表现出的主要粒

度变化差异是受“麦德姆”影响沙席前缘近表层沉积物粒度变细沙、分选性变差,与童宵岭等^[18]对浙江皇城正切段海滩沉积物粒度对台风“海葵”响应研究结果较为一致,其主要可能是台风过境后离岸风(盛行风向)从沙席后缘和中部搬运的细沙沉积于此,或与台风后后期向岸风的作用等有关,其原因亟待进一步观测研究。

5 结论

1) 海岸沙席形态对台风的响应明显,总体表现为受“麦德姆”影响海岸沙席体积略有所增大(2.02%),沙席前缘高程降低(最大侵蚀深度为0.40 m),沙席中部高程变化较小(-0.06~0.09 m),但沙席后缘特别是接近木麻黄防护林地带高程明显升高(最大堆积厚度为1.62 m),表明海岸沙席对台风的形态响应是台风、地势和植被等因子综合作用的结果,其中台风的强劲风力侵蚀和搬运作

用是主导性因子。

2) 海岸沙席近表层沉积物粒度受“麦德姆”影响较小,总体而言台风前后其粒度参数无质的等级性变化,其中研究区内海岸沙席风成沙与海滩沙粒度的相近性及台风过程中大风的非选择性侵蚀和搬运是造成海岸沙席近表层沉积物粒度对台风响应程度不够明显的根本原因。

参考文献(References):

- [1] 董玉祥, 杜建会. 海岸风沙地貌台风响应研究的现状与趋势[J]. 中国沙漠, 2014, 34(3): 634-638. [Dong Yuxiang, Du Jianhui. Review on the typhoon effect on coastal aeolian landforms. Journal of Desert Research, 2014, 34(3): 634-638.]
- [2] Labuz T A. A review of field methods to survey coastal dunes—experience based on research from South Baltic coast[J]. Journal of Coastal Conservation, 2016, 20(2): 175-190.
- [3] Priestas A M, Fagherazzi S. Morphological barrier island changes and recovery of dunes after Hurricane Dennis, St. George Island, Florida[J]. Geomorphology, 2010, 114(4): 614-626.
- [4] Houser C, Wernette P, Rentschlar E et al. Post-storm beach and dune recovery: Implications for barrier island resilience[J]. Geomorphology, 2015, 234: 54-63.
- [5] Castelle B, Marieu V, Bujan S et al. Impact of the winter 2013-2014 series of severe Western Europe storms on a double-barred sandy coast: Beach and dune erosion and megacusp embayments[J]. Geomorphology, 2015, 238: 135-148.
- [6] Dissanayake P, Brown J, Wisse P A. Comparison of storm cluster vs isolated event impacts on beach/dune morphodynamics[J]. Estuarine Coastal and Shelf Science, 2015, 164: 301-312.
- [7] Pye K, Blott S J. Assessment of beach and dune erosion and accretion using LiDAR: Impact of the stormy 2013-14 winter and longer term trends on the Sefton Coast, U K[J]. Geomorphology, 2016, 266: 146-167.
- [8] Smallegan S M, Irish J L, Van Dongeren A R et al. Morphological response of a sandy barrier island with a buried seawall during Hurricane Sandy[J]. Coastal Engineering, 2016, 110: 102-110.
- [9] Camacho-Valdez V, Murillo-Jimenez J M, Nava-Sanchez E H et al. Dune and beach morphodynamics at Cabo Falso, Baja California Sur, Mexico: Response to natural, Hurricane Juliette (2001) and anthropogenic influence[J]. Journal of Coastal Research, 2008, 24(3): 553-560.
- [10] Castelle B, Marieu V, Bujan S et al. Impact of the winter 2013 – 2014 series of severe Western Europe storms on a double-barred sandy coast: Beach and dune erosion and megacusp embayments[J]. Geomorphology, 2015, 238: 135-148.
- [11] Suanez S, Cariolet J M, Cancouet R et al. Dune recovery after storm erosion on a high-energy beach: Vougot Beach, Brittany (France)[J]. Geomorphology, 2012, 139: 16-33.
- [12] Wang Ping, Kirby J H, Haber J D et al. Morphological and sedimentological impacts of Hurricane Ivan and immediate post-storm beach recovery along the northwestern Florida barrier-island coasts[J]. Journal of Coastal Research, 2006, 22(6): 1382-1402.
- [13] Wang Ping, Horwitz M H. Erosional and depositional characteristics of regional overwash deposits caused by multiple hurricanes[J]. Sedimentology, 2007, 54(3): 545-564.
- [14] Claudino-Sales V, Wang P, Horwitz M H. Effect of Hurricane Ivan on coastal dunes of Santa Rosa Barrier Island, Florida: characterized on the basis of pre-and poststorm LIDAR surveys[J]. Journal of Coastal Research, 2010, 26(3): 470-484.
- [15] 蔡锋, 雷刚, 苏贤泽, 等. 台风“艾利”对福建沙质海滩影响过程研究[J]. 海洋工程, 2006, 24(1): 98-109. [Cai Feng, Lei Gang, Su Xianze et al. Study on process response of Fujian beach geomorphology to typhoon Aere. The Ocean Engineering, 2006, 24(1): 98-109.]
- [16] 彭俊, 蔡锋, 雷刚. 0418 号台风过境后近岸沉积物粒度特征参数的变化分析[J]. 海洋湖沼通报, 2008, 02: 37-45. [Peng Jun, Cai Feng, Lei Gang. Analysis on the varying parameters of in-shore sediment granularity characteristic after the attacking of 0418 typhoon. Transaction of Oceanology and Limnology, 2008, 02: 37-45.]
- [17] Qi Hongshuai, Cai Feng, Lei Gang et al. The response of three main beach types to tropical storms in South China[J]. Marine Geology, 2010, 275(1/4): 244-254.
- [18] 童宵岭, 时连强, 夏小明, 等. 1211 号台风对浙江象山皇城海滩剖面的影响分析[J]. 海洋工程, 2014, 32(1): 84-90. [Tong Xiaoling, Shi Lianqiang, Xia Xiaoming et al. Response of sedimentary and geomorphic characteristics to 1211 typhoon on Zhejiang Huangcheng beach. The Ocean Engineering, 2014, 32(1): 84-90.]
- [19] 张文开. 海坛岛风成沙基本特征及其开发利用意义[J]. 中国沙漠, 1997, 17(2): 138-143. [Zhang Wenkai. The main characteristics and the significance of the exploitation, utilization of aeolian sands in Haitan island, Fujian province. Journal of Desert Research, 1997, 17(2): 138-143.]
- [20] 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. Marine Geology & Quaternary Geology, 2006, 26(4): 99-104.]
- [21] 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: 50-52. [Wu Zheng, Huang Shan, Hu Shou-zhen et al. Research on the landforms of the wind drift sand in South China coast. Beijing: Science Press, 1995: 50-52.]
- [22] 黄德全, 董玉祥, 哈斯, 等. 多站差分 RTKGPS 技术在海岸风沙观测中的应用[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2007, 46(4): 121-124. [Huang Dequan, Dong Yuxiang, Ha Si et al. The application of multi-station RTKGPS in the measurement of coastal dune. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2007, 46(4): 121-124.]

- [23] 董玉祥, 黄德全. 海岸新月形沙丘移动与形态变化的典型研究[J]. 地理科学, 2014, 34(7): 863-869. [Dong Yuxiang, Huang Dequan. Typical research on the movement and topographic change of coastal crescent dune. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(7): 863-869.]
- [24] Folk R L, Ward W C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters[J]. *Journal of Sedimentary Research*, 1957, 27(1): 3-26.
- [25] Zhang Z, Dong Z. Grain size characteristics in the Hexi Corridor Desert[J]. *Aeolian Research*, 2015, 18: 55-67.
- [26] 舒培仙, 李保生, 牛东风, 等. 毛乌素沙漠东南缘滴哨沟湾剖面DGS1层段粒度特征及其指示的全新世气候变化[J]. 地理科学, 2016, 36(3): 448-457. [Shu Peixian, Li Baosheng, Niu Dongfeng et al. Climate variations recorded by the grain-size from the DGS1 segment in the southeast of China's Mu us desert during the holocene. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(3): 448-457.]
- [27] 李小妹, 严平, 吴伟, 等. 克里雅河中下游流域地表沉积物的粒度与化学元素空间分布[J]. 地理科学, 2016, 36(8): 1269-1276. [Li Xiaomei, Yan Ping, Wu Wei et al. Spatial distribution characteristics of the grain size and geochemical elements of surface sediments in the keriya river. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(8): 1269-1276.]
- [28] 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): 1357-1364. [Qian Guangqiang, Dong Zhibao, Luo Wanyin et al. Grain size characteristics and spatial variation of surface sediments in the Badain Jaran desert. *Journal of Desert Research*, 2011, 31(6): 1357-1364.]
- [29] 唐丽, 董玉祥. 华南海岸现代风成沙与海滩沙的粒度特征差异[J]. 中国沙漠, 2015, 35(1): 14-23. [Tang Li, Dong Yuxiang. Characteristics of grain size of modern aeolian sand and beach sand in coast of South China. *Journal of Desert Research*, 2015, 35(1): 14-23.]
- [30] 唐丽, 董玉祥, 汪旭东. 华南海岸现代沙丘沙与海滩沙粒度的定量识别[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2015, 54(6): 130-136. [Tang Li, Dong Yuxiang, Wang Xudong. Quantitative discrimination of grain size of modern coastal aeolian sands and beach sands of South China. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 2015, 54(6): 130-136.]

Morphology and Grain Size of the Near Surface Sediment over Coastal Sand Sheet Response to Typhoon

Yang Lin¹, Dong Yuxiang^{1,2}, Huang Dequan¹, Zhang Xueqin¹, Du Jianhui¹

(1. *Guangdong Provincial Key Laboratory of Urbanization and Geo-simulation, School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, Guangdong, China*; 2. *Xinhua College of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510520, Guangdong, China*)

Abstract: Field investigations, including morphology and grain size of the near surface sediment over coastal sand sheet, was conducted at Pingtan Island of Fujian Province before and after the tenth Typhoon “Matmo” landed in 2014. In this article, we analyzed the characteristics of the morphology and grain size of coastal sand sheet responses to typhoon. The results indicated that: 1) The sediment volumes of coastal sand sheet increased 2.02% than before the typhoon “Matmo” landed. Spatially, the main variation of response to typhoon was discovered in the coastal sand sheet. The elevation of beach and frontal coastal sand sheet decreased with the maximum of erosion depth of 0.40 m, few variations of elevation at the middle sites of coastal sand sheet (−0.06 - 0.09 m), and the increase of elevation was found with the maximum accretion of 1.62 m at trailing edge of coastal sand sheet. 2) The grain size parameters have no magnitude variations and the grain size has no significant features of response to Typhoon “Matmo” in the nearsurface sediment of the study area. 3) In the process of the typhoon, the principal factors which influence coastal sand sheet responses to typhoon “Matmo” are the erosion nonselective of strong wind and similarity of grain size of coastal, and the terrain and vegetation around coastal sand sheet also play a role.

Key words: coastal sand sheet; typhoon Matmo; morphologic change; grain size; Pingtan Island