

种衍飞,郝 义.日照海岸带沙滩侵蚀现状及沉积物粒度特征分析[J].海洋地质前沿,2020,36(1):19-29.

日照海岸带沙滩侵蚀现状及沉积物粒度特征分析

种衍飞,郝 义*

(山东省煤田地质局第一勘探队,山东滕州 277500)

摘要:通过对日照市海岸带 2 个重点沙滩的现场调查和沉积物粒度计算,综合分析了沙滩的侵蚀现状和粒度参数特征。海滨国家森林公园沙滩北部和南部处于侵蚀状态,中部为缓慢淤积状态;万平口海水浴场沙滩北部、中部总体呈侵蚀趋势,南部为淤积状态。海滨国家森林公园沙滩的平均粒径总体要小于万平口海水浴场沙滩,这与两沙滩的坡度不同有关,平均粒径从滩肩到低潮线逐渐变小。海滨国家森林公园沙滩的分选性要好于万平口海水浴场沙滩,分选系数具有由陆向海、由北向南逐渐变小的趋势。沙滩的滩肩和滩面处频率曲线主要为双峰,峰态平坦,物质来源复杂,低潮线处频率曲线主要为单峰,峰态尖锐,物质来源单一。

关键词:侵蚀现状;粒度分析;沙滩;日照海岸带

中图分类号: P736.4

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2019.061

0 引言

日照市海岸带地区有山、海、沙滩、海岛等自然景观,以“蓝天、碧海、金沙滩”闻名于世,近年来,越来越成为全国旅游、居住的热点城市。对日照砂质海岸,以往学者开展过相关的研究。王琦等^[1]研究了该地区的物源问题,崔承琦^[2]分析概括了部分岸段的地貌特征,宋红瑛等^[3]计算分析了日照近海表层沉积物粒度特征与沉积环境。近年来,随着日照市沙滩资源受到不同程度的侵蚀,部分学者开展了有关沙滩侵蚀现状及原因的调查。庄振业等^[4]通过海滩定位剖面观测资料,结合海岸泥沙运动计算了岸线蚀退的速率和侵蚀量,并解释了受侵蚀的原因及影响程度。李广雪等^[5]对日照市砂质海岸的侵蚀现状进行了分析,

发现日照 7 个海滩中,2 个为微弱侵蚀,3 个为侵蚀状态,2 个为严重侵蚀状态。宫立新等^[6]认为日照市南部沙滩侵蚀严重,北部沙滩侵蚀程度相对较轻。王永红等^[7]通过借鉴国内外海滩评价研究实例,结合研究区海滩沉积地貌和开发利用的具体情况,对日照海岸带沙滩的质量进行了评价。日照海岸带沙滩除个别岸段略有淤积外,整体遭受侵蚀,部分岸段侵蚀较为严重,侵蚀岸段还出现不同程度的沉积物粗化和泥化现象,急需保护与管理^[8]。

与国内外沙滩开发利用程度较高的热点地区相比,目前有关日照市沙滩侵蚀现状及粒度参数特征的研究相对较少,且这些研究大多数以定性分析沙滩侵蚀原因为主,缺少定量化研究和沙滩粒度参数特征的分析,不利于日照海岸的进一步开发和保护。本文在日照市海岸带沙滩调查及侵蚀现状研究项目的基础上,结合前人的研究资料,对日照沙滩的侵蚀现状、沉积物粒度参数特征进行论述,为沙滩养护和海岸修复提供参考依据。

1 研究区概况

日照海岸带大地构造位置为苏鲁造山带胶南-威海隆起区中的岚山凸起区,地理位置位于黄

收稿日期:2019-03-26

资助项目:山东省煤田地质局 2017 年度科研专项奖励基金(鲁煤地科字(2017)8 号)

作者简介:种衍飞(1968—),男,高级工程师,主要从事工程地质与海洋地质方面的研究及管理工作.E-mail:cyf-169@163.com

* 通讯作者:郝 义(1982—),男,硕士,高级工程师,主要从事矿产地质与海洋地质方面的研究工作.E-mail:chhy0533@163.com

海中中部,北起白马河口,南到绣针河口,岬湾相连,发育平直的基岩砂砾质海岸。日照海域潮汐特征为正规半日潮,潮流按顺时针方向旋转,涨潮流主方向为SW向,落潮流主方向为NE向,以SW向涨潮流占优势,涨落潮流均与海岸方向平行^[9]。研究区常浪向为SSE,十分之一大波波高($H_{1/10}$)为3.00 m,潮差(R)为0.60 m,波周期的年平均

值(T)为3.80 s^[10](图1)。大潮期间的表层最大涨潮流速为81 cm/s,最小流速为7 cm/s,落潮最大流速为70 cm/s,最小流速为6 cm/s,涨落潮最大流速一般发生在高潮前2~3 h和高潮后4~5 h^[11]。日照近海海域主要受黄海沿岸流影响,海底近岸泥沙由北向南运移^[1],泥沙主要来源为沿岸河流入海物质和沿岸冲刷物。

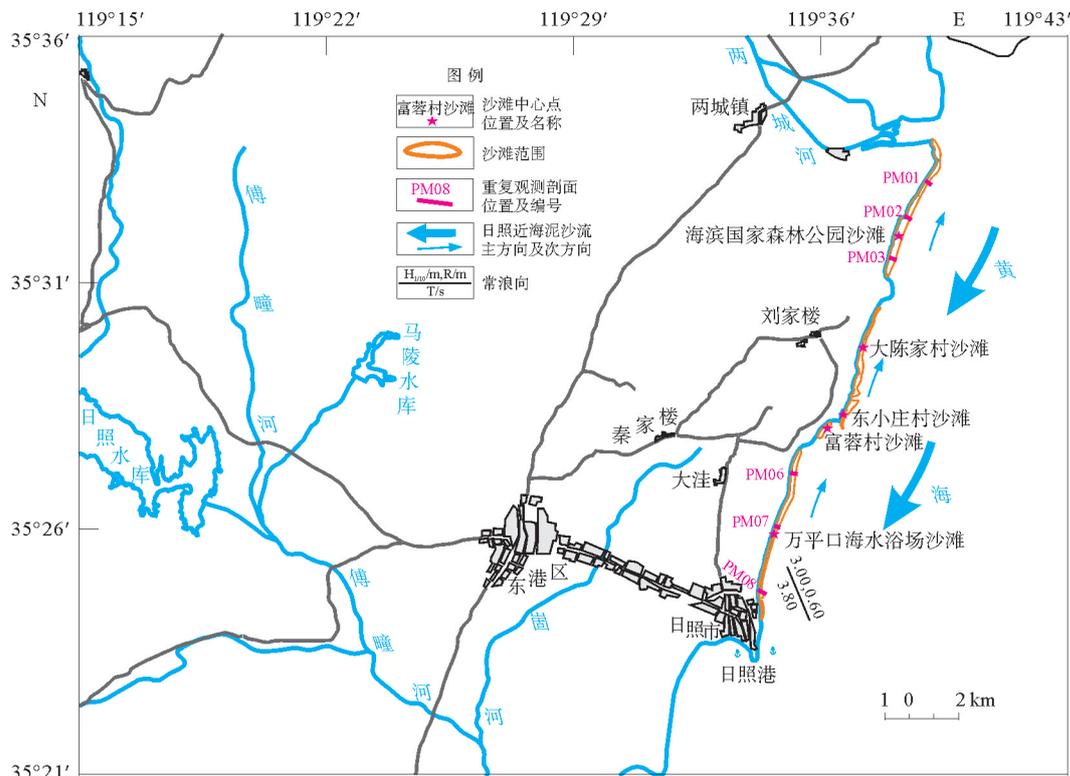


图1 研究区主要沙滩位置分布(据文献[1]、[12]修改)

Fig.1 Distribution of major beaches in the study area (modified from references [1], [12])

日照海岸线全长(含岛岸线)99.6 km,岸线上有23 km的优质沙滩,从北向南主要有海滨国家森林公园沙滩、大陈家村沙滩、东小庄村沙滩、富蓉村沙滩、万平口海水浴场沙滩、金沙岛海水浴场沙滩、岚山第一海水浴场沙滩等7个沙滩。海滨国家森林公园沙滩和万平口海水浴场沙滩已经开发成为滨海旅游景区,其余5个为普通乡村沙滩。本次研究工作重点为海滨国家森林公园沙滩和万平口海水浴场沙滩(图1)。

2 数据获取与处理方法

2017年11月—2018年9月,在研究区重点

沙滩开展了重复剖面观测和样品采集工作。在2个重点沙滩的北部、中部和南部分别布设了3条重复观测剖面(图1)。重复观测剖面使用SD-CORS系统的RTK测量模式,采用三鼎GPS-RTK双频接收机对剖面进行监测,仪器平面精度:±10 mm+1 ppm;高程精度:±20 mm+1 ppm。平面坐标采用2000坐标系,高程采用1985国家高程基准。在数据采集过程中,严格控制数据质量,只采集接收机稳定后的固定解,浮动解和单点定位误差较大,不得采用。同一点进行2次观测,平面坐标差值不超过10 mm,高程不超过20 mm,高程取2次测量的平均值。重复观测剖面从潮上带的沙堤、滩肩或人工建筑物开始,以垂直岸线方

向海延伸,每次观测以陆上水泥埋设固定监测桩控制方向和引出高程,剖面向海端通常测至低潮线处,半年监测一次,在出现特殊事件(如极端天气、台风、风暴潮)之后也进行观测。

观测过程中,分别从剖面的滩肩、滩面、低潮线 3 个位置进行了海滩表层物质取样,6 条剖面共采集 18 件样品,对样品进行了粒度分析。取原始样品 10~20 g,经双氧水和稀盐酸浸泡处理,除掉有机质和碳酸盐,然后洗盐,用六偏磷酸钠溶液分散后,根据规范要求分别选用不同的方法进行测试。粒度分析细颗粒样品使用激光粒度仪法测定,所用仪器为英国 Malvern 公司生产的 Mastersizer 2000 激光粒度分析仪。该仪器粒径测量范围 0.02~2 000 μm ,分辨率为 0.01 Φ ,重复测量的相对误差 $<3\%$ 。粒度分析粗颗粒样品使用筛析法测定。将 4~0.063 mm 之间的粒度按 1/2 Φ 间隔,分离成 14 个粒级分别称重,求得以质量分数表示的粒度分布。平均粒径、分选系数、偏态和峰态等粒度参数的计算和等级划分,采用 Folk 等^[13]提出的方法。

3 调查结果与分析

3.1 沙滩剖面变化特征

沙滩剖面调查是研究滨海沙滩冲淤演化机制的重要手段,通过沙滩剖面上坡度、物质组成及地貌形态结构的时空变化特征,能够从一定程度上反映沙滩对各种复杂影响因素的响应机制^[5]。海岸与海滩处于侵蚀状态、淤积状态还是稳定状态,主要受接纳泥沙的数量、沿岸动力因素的强度以及它们之间的均衡情况影响^[14]。海岸侵蚀是在自然力(包括风、浪、流、潮)的作用下,沉积物净损失的过程,主要表现为受海水动力的冲击造成海岸线的后退和海滩的下蚀^[15]。

3.1.1 海滨国家森林公园沙滩剖面变化

在海滨国家森林公园沙滩布置了 3 条重复观测剖面(图 1),进行了 4 次观测。PM01 沙滩剖面总体处于侵蚀状态,局部小范围区域为淤积状态,从靠岸端到向海端总体为强—弱—强的趋势(图 2a)。该剖面起点处已修建了防波堤,在靠近防波堤处沙滩受侵蚀作用明显,受剥蚀

长度约 40 m,剥蚀最大深度约 0.45 m(图 2a),原因可能与该处水动力条件较强,受正、反射波浪共同作用影响对沙滩不断冲刷搬运有关,长此以往对工程的稳定性也有较大影响。2018 年 8 月 19—20 日,台风“温比亚”过境期间,对沙滩造成的影响较大,侵蚀及淤积最大值均发生在此期间(图 2a),说明台风是引起沙滩侵蚀破坏的一个重要因素。台风带来的增水和大浪会在短期内增强海洋动力,波浪影响范围较广,更多的泥沙颗粒被带走,岸线发生后退并发育侵蚀陡坎,滩面发生侵蚀下切。

PM02 沙滩剖面总体较为稳定,滩肩处变化不大,滩面处存在侵蚀与淤积交替出现的情况,低潮线处相对稳定,从靠岸端到向海端整体为弱—强—弱的趋势(图 2b)。台风“温比亚”过境期间,对滩面局部地段造成的影响较大,侵蚀长度约为 30 m,下切最大深度约 30 cm(图 2b)。

PM03 沙滩剖面总体处于侵蚀状态,滩肩处变化不大,滩面处主要为侵蚀状态,低潮线处相对稳定,从靠岸端到向海端整体为弱—强—弱的趋势(图 2c),该段可能受森林公园南界防护网及任家台基岩区南向浪波影区的影响,使该段处于缓慢侵蚀的状态。台风“温比亚”过境期间,对滩面局部地段造成的影响较大,主要侵蚀区域分两段。西段滩肩下缘侵蚀长度为 40 m,下切最大深度约 30 cm;滩面中间处所受影响最大,侵蚀长度约 60 m,下切最大深度约 40 cm(图 2c)。

海滨国家森林公园沙滩受 SSE 向潮流影响,2005—2010 年间北部侵蚀速度相对较慢,2010 年开始北部岸线侵蚀速度明显加快(图 3a),2010—2016 年间平均蚀退 36~45 m,平均侵蚀速度约 6.5 m/a,最严重的地段蚀退约 60 m,侵蚀速率接近 10 m/a。海滨国家森林公园沙滩中部略有淤积,平均淤积速率约为 0.6~0.7 m/a。南部岸线从 2010 年至 2016 年间一直处于侵蚀状态(图 3b),蚀退较重,平均蚀退 8~10 m,平均侵蚀速度约 1.4 m/a^[8]。

总体来看,海滨国家森林公园沙滩北部和南部处于侵蚀状态,中间地段较为稳定,为缓慢淤积状态,说明同一沙滩的不同部位由于受到地形地貌、水动力条件、人工构筑物等因素的影响不同,所处的侵蚀及淤积状态也不同。

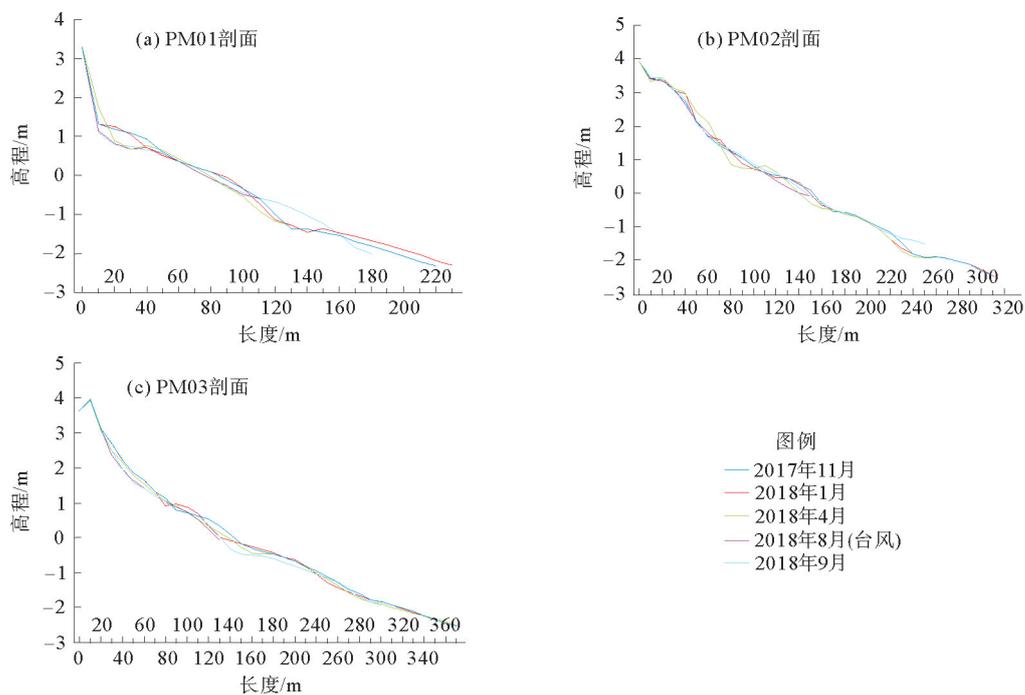


图2 海滨国家森林公园沙滩重复观测剖面形态对比

Fig.2 Morphological changes of some coastal profiles from the National Seaside Forest Park beach

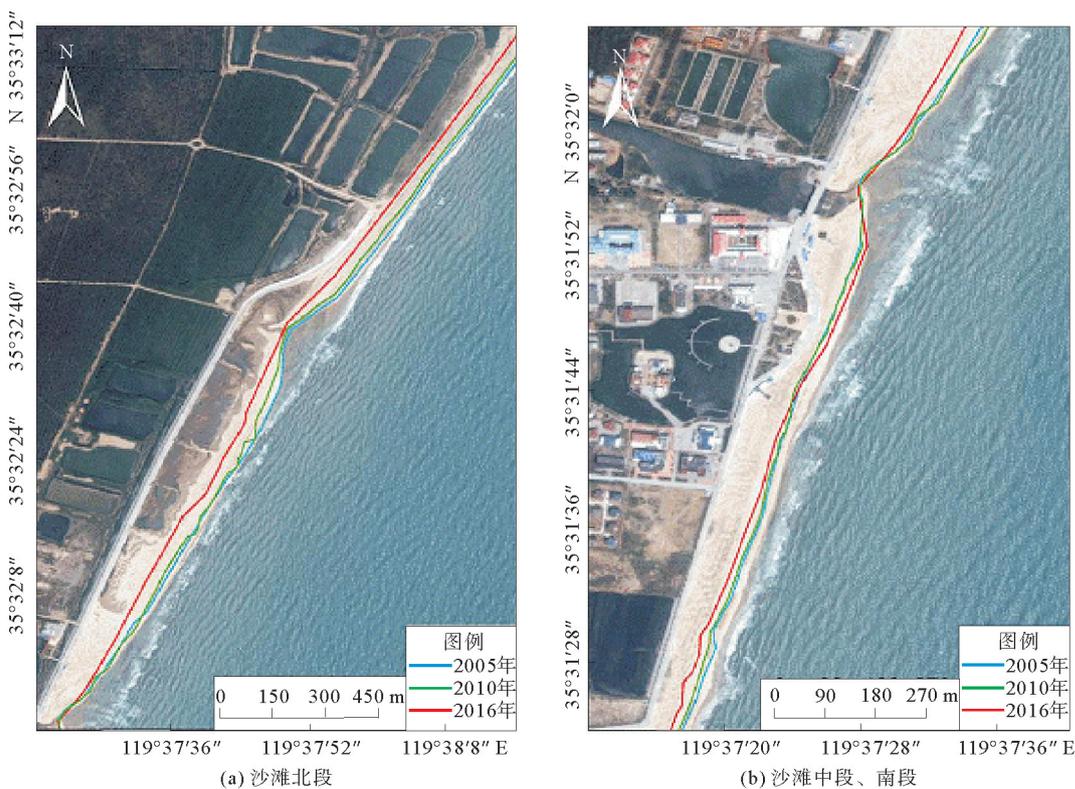


图3 海滨国家森林公园沙滩岸线演化对比(据文献[8]修改)

Fig.3 Changes in coastline of the National Seaside Forest Park beach (modified from reference [8])

3.1.2 万平口海水浴场沙滩剖面变化

PM06 沙滩剖面位于山海天旅游度假区,海

域中有太公岛岛礁。该段总体处于侵蚀状态(图 4a),从滩肩到高潮线西侧较为稳定,高潮线东侧

侵蚀情况最为严重,从高潮线到向海一侧整体处于侵蚀状态,长度约 200 m。台风“温比亚”过境期间,对高潮线附近地段造成的影响最大,下切最大深度约 45 cm,侵蚀长度约 40 m(图 4a)。该段岸滩剖面调整受人工构筑物的阻拦逐渐由向后蚀退调整为缓慢下蚀,滩面补给砂源也在逐渐减少。

PM07 沙滩剖面位于万平口景区 3 号门北侧。该段滩面较窄,西侧为木栈道,滩肩宽度较小,总体处于侵蚀状态(图 4b)。从滩肩到高潮线西侧较为稳定,从高潮线东侧到向海一侧都处于侵蚀状态,有越向海端侵蚀越严重的趋势。台风“温比亚”过境期间,对高潮线东侧地段造成的影响最大,下切最大深度约 1 m,实测侵蚀长度为 10 m。

台风过后,沙滩存在一定自我修复功能。

PM08 沙滩剖面位于万平口景区 1 号门南侧,靠近潟湖堤坝处。西侧起点处为水泥路面,滩肩处有沙滩排球场地,总体处于缓慢淤积状态(图 4c)。高潮线西侧相对稳定,从高潮线到向海一侧主要为淤积状态。该处沙滩整体变化趋势为淤积状态,其淤积与沙滩南端修建堤坝拦截了向南的泥沙运输,在此处沉积有关。台风“温比亚”过境期间,对低潮线东侧地段造成的影响较大,下切最大深度约 1 m,实测侵蚀长度为 10 m。该处局部出现急剧下切的原因可能是受堤坝正、反射波浪及该处游艇经常航行的影响,水动力条件较强,对海底造成的掏蚀扰动情况较为显著。

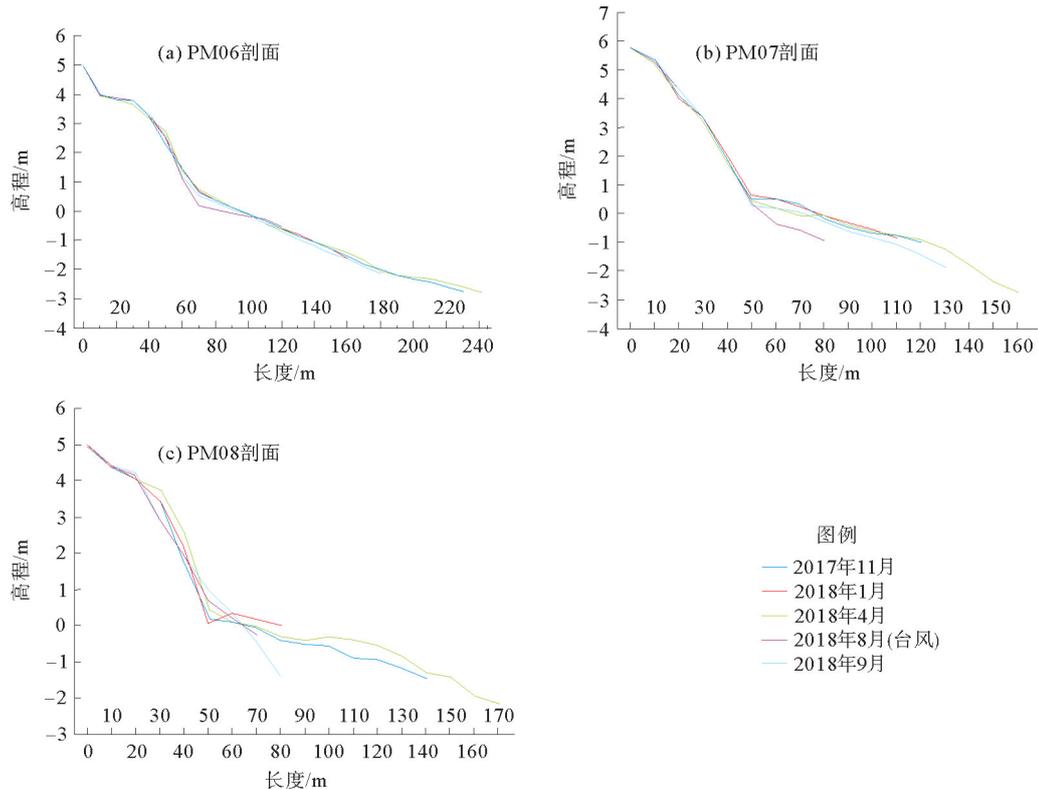


图 4 万平口海水浴场沙滩重复观测剖面形态对比图

Fig.4 Morphological changes of some coastal profiles from the Wanpingkou beach

对提取的万平口海水浴场沙滩岸线进行计算,结果显示万平口海水浴场北部沙滩岸线逐年蚀退,侵蚀相对严重(图 5),2005—2016 年岸线平均后退 20~30 m,且从 2010 年开始侵蚀速度加快,平均侵蚀速度约 2~3 m/a。万平口海水浴场沙滩中部以缓慢侵蚀为主,2005—2016 年岸线平均蚀退 4~5 m,平均侵蚀速度约 0.4~0.5 m/a。

受沙滩南端修建堤坝的影响,万平口海水浴场沙滩南部 2005—2010 年之间岸线变化较小,以淤积为主,2016 年沙滩南部岸线明显淤积,南部整体淤积速率在约为 2.5 m/a。

总体来看,万平口海水浴场沙滩北部和中部处于侵蚀状态,南部地段受修建堤坝的影响较为稳定,为缓慢淤积状态。

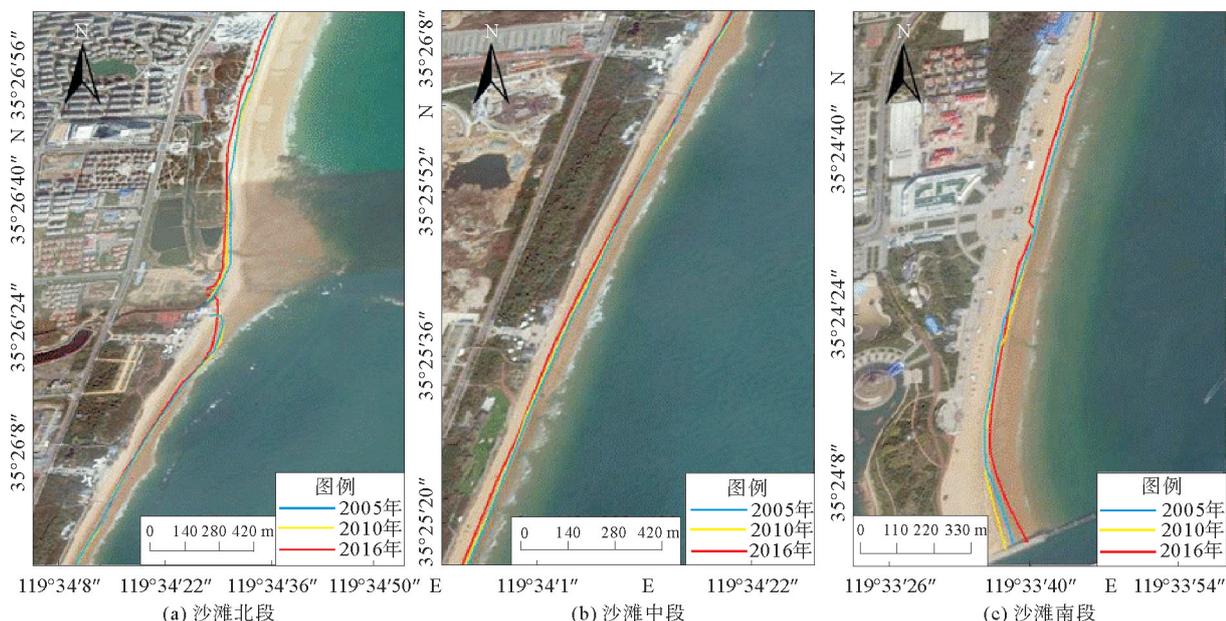


图5 万平口海水浴场沙滩岸线演化对比(据文献[8]修改)

Fig.5 Changes of coastline at the Wanpingkou beach (modified from reference [8])

3.2 粒度参数特征

沉积物粒度参数是描述沉积环境的一个重要指标,特定的沉积环境通常与特定的沉积物粒度参数特征相对应。沉积物的粒度参数特征主要与沉积环境和物源2种因素关系密切,利用沉积物粒度参数特征可以有助于识别沉积环境或判定物质的运动方式^[16]。

3.2.1 平均粒径

由海滨国家森林公园沙滩和万平口海水浴场沙滩样品的平均粒径散点图和箱式图可知(图

6),在平行海岸方向,海滨国家森林公园沙滩中部的平均粒径大于北部和南部,万平口海水浴场沙滩南部的平均粒径大于北部和中部,具有由北向南逐渐增大的趋势,海滨国家森林公园沙滩的平均粒径总体要小于万平口海水浴场沙滩。在垂直海岸方向,从滩肩到滩面再到低潮线处,平均粒径有逐渐减小的趋势,与海滩剖面沉积物从冲洗带到激浪带粒径逐渐减小相一致^[17]。其原因与波浪作用下粗颗粒物质向岸运动、细颗粒物质向海运动、由岸到海沉积物粒度由粗变细有关,反映了波浪的横向分选作用。

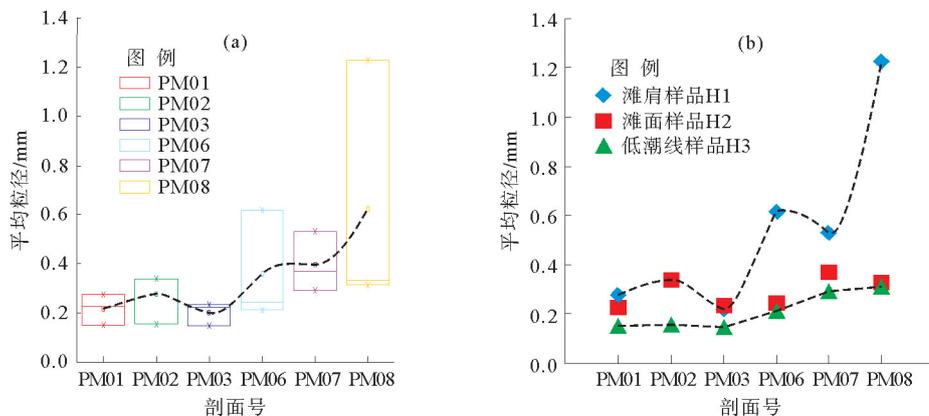


图6 沙滩剖面平均粒径直方图(a)和平均粒径散点图(b)

Fig.6 Histogram (a) and scatter diagram (b) of mean grain size

根据沙滩重复观测剖面数据,对海滨国家森林公园和万平口海水浴场沙滩的坡度进行了计算。海滨国家森林公园沙滩北部、中部、南部的坡度分别为 1.52%、1.85%、1.76%,万平口海水浴场沙滩北部、中部、南部的坡度分别为 2.83%、6.02%、3.84%,万平口海水浴场沙滩的坡度明显大于海滨国家森林公园沙滩。由于海滩坡度越大,波浪能从滩面移走的沉积物颗粒越粗,滩面残留物质的平均粒径越粗^[17],所以海滨国家森林公园沙滩的平均粒径总体要小于万平口海水浴场沙

滩。另外,海滨国家森林公园沙滩北部发育白马河、两城河 2 条规模较大的河流,沙滩物质来源较为丰富,而万平口海水浴场沙滩附近没有大的河流输砂,多为小规模短源河流,这也是造成 2 个沙滩平均粒径差异较大的原因之一。

3.2.2 分选系数

海滨国家森林公园沙滩的分选系数主要介于 0.35~0.71,南部略低于北部和中部,总体分选性好(图 7a)。低潮线处分选系数小于滩肩和滩面处(图 7b),说明低潮线处的分选性相对较好。

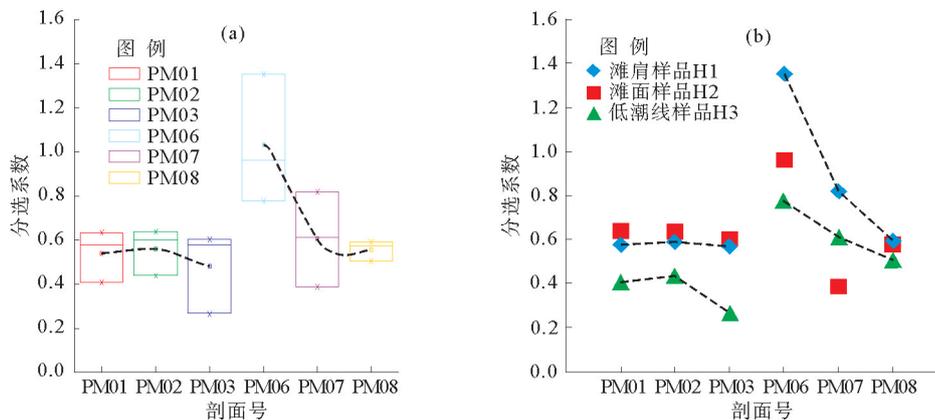


图 7 沙滩剖面分选系数直方图(a)和分选系数散点图(b)

Fig.7 Histogram (a) and scatter diagram (b) of sorting coefficient

万平口海水浴场沙滩北部的分选系数介于 0.78~1.35,平均值为 1.03,分选性较差(图 7),中部和南部沙滩分选系数平均值分别为 0.61 和 0.56,分选性好,具有由北向南逐渐变好的趋势。低潮线处的分选性也好于滩肩和滩面处。

总体来看,在垂直海岸方向,由陆向海分选性逐渐变好,主粒径百分含量变高,原因与低潮线附近,潮流作用的时间较长,波浪能量较高,水动力环境更稳定,对物质的分选较为充分有关^[17];在平行海岸方向,由北向南分选性逐渐变好,海滨国家森林公园沙滩的分选性要好于万平口海水浴场沙滩。

3.2.3 偏态

海滨国家森林公园沙滩峰态值主要介于 -0.50~0.50(图 8)。滩肩和滩面处主要为双峰曲线(图 9),粒径较为分散,分选系数较大,分选性相对较差。由北向南,由正偏逐渐过渡为负偏(图 9)。滩肩附近受风、海流和波浪等共同作用,

物质来源较为复杂,是沉积动力与粒度之间尚未达到平衡的表现^[18]。

低潮线处主要为单峰曲线(图 9),粒径较为集中,分选系数较小,分选性相对较好,主峰尖锐,偏向细粒一侧。低潮线处样品相对均匀,物质来源单一,水动力条件比较一致,样品的粒度代表了海滩总体的一般特征,反映环境能量对沉积物分选改造处于一种相对平衡的状态^[18]。

万平口海水浴场沙滩 PM06 剖面的偏度系数为 -0.91~-1.27(图 8),均为负偏态,滩肩处为多峰曲线(图 10a),滩面和低潮线处为双峰不对称曲线,主峰偏向细粒一侧,低潮线处主峰较为尖锐。PM07 剖面的偏度系数为 -0.71~0.54(图 8),滩肩处为负偏态,频率曲线为双峰不对称曲线(图 10b),主峰偏向细粒一侧。滩面和低潮线处为正偏态,频率曲线为单峰不对称曲线,主峰尖锐,偏向粗粒一侧。PM08 剖面的偏度系数为 0.21~0.47(图 8),该剖面处均为正偏态,频率曲

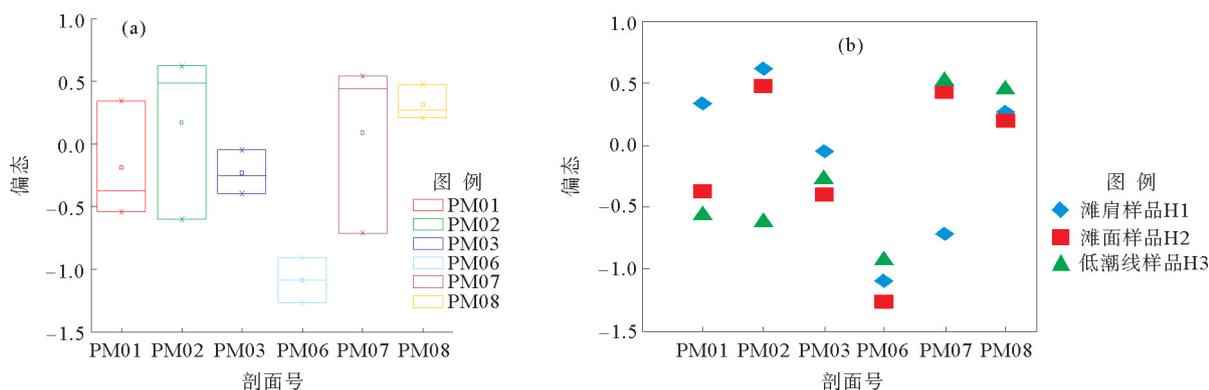


图8 沙滩剖面偏态直方图(a)和偏态离散点图(b)

Fig.8 Histogram (a) and scatter diagram (b) of skewness coefficient

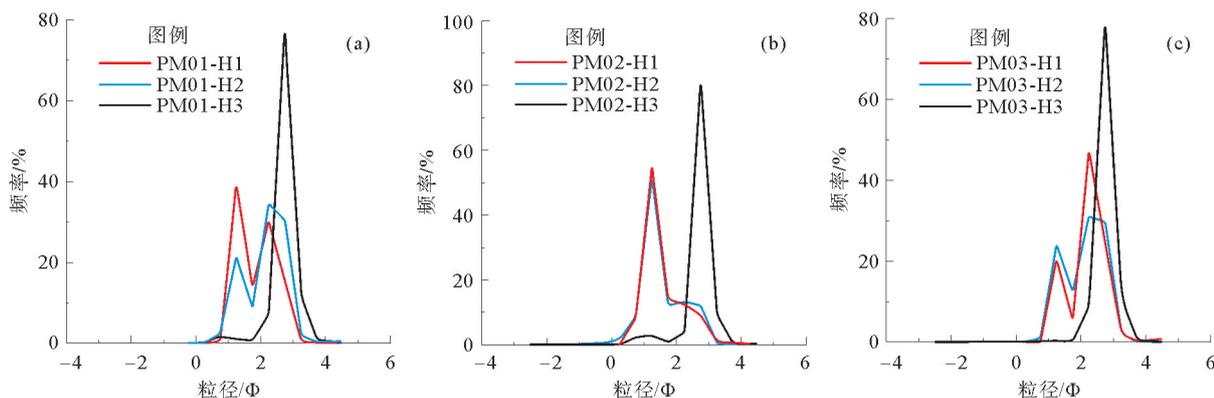


图9 海滨国家森林公园沙滩剖面频率曲线图

Fig.9 Frequency curves of the National Seaside Forest Park beach

线为单峰不对称曲线,主峰偏向粗粒一侧,滩肩处主峰较为尖锐,滩面及低潮线处频率曲线形态基本一致(图 10c)。

单峰曲线对应的粒级较为集中,分选性相对较好,双峰曲线对应的粒级较为分散,分选性相对

较差。万平口海水浴场沙滩由北向南由负偏逐渐变为正偏(图 8),由双峰曲线变为单峰(图 10),分选性由差变好。与北部为侵蚀区域,分选程度较差,南部为淤积区域,分选程度较好的情况相一致。

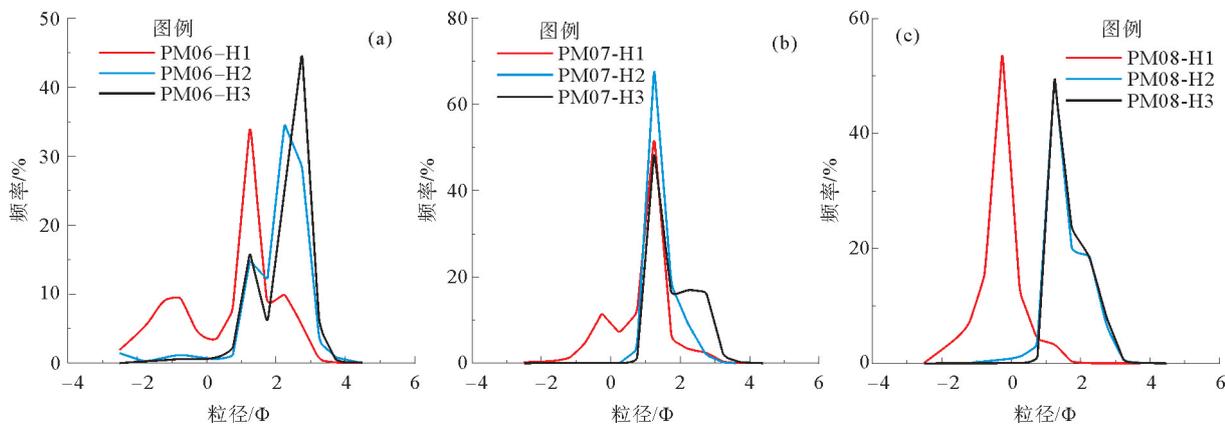


图10 万平口海水浴场沙滩剖面频率曲线图

Fig.10 Frequency curves of the Wanpingkou beach

3.2.4 峰态

峰态反映粒度频率曲线的尖锐程度,是计算频率曲线两极端的分选与中央部分分选的比率。峰态值很低时,说明沉积物未经改造就进入了新的沉积环境,而新环境对它的改造也不明显,几种物质直接混合。物源总体大致相等时频率曲线可能为鞍状宽峰或多峰,如果某一物源总体占绝对

优势时则呈尖峰分布^[19]。

海滨国家森林公园沙滩的峰态值主要介于 0.67~0.84(图 11),总体较低,峰态平坦。滩肩、滩面处频率曲线主要为双峰,为 2 个物源总体混合而成,来源可能既有河流输沙,也有沿岸泥沙。低潮线处主要为单峰,有一个物源总体占绝对优势,可能主要为沿岸泥沙。

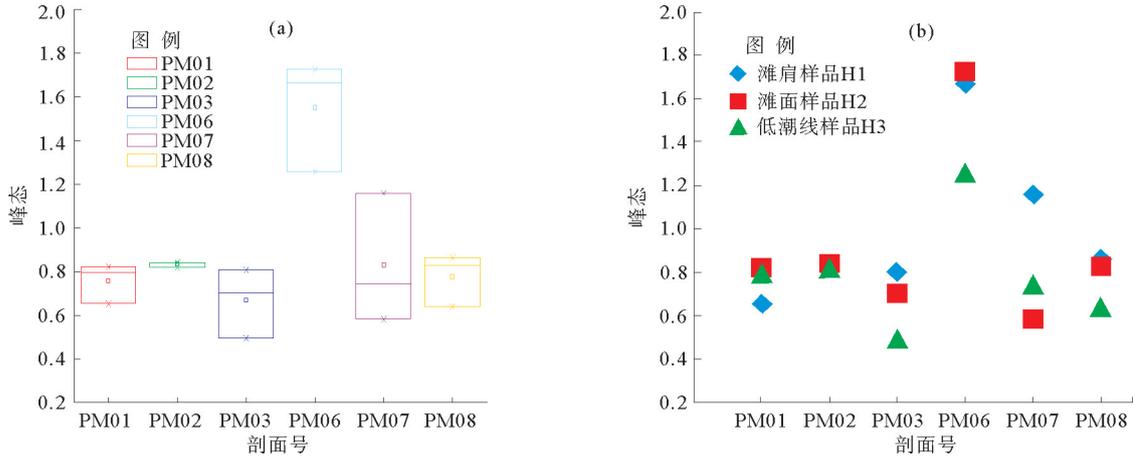


图 11 沙滩剖面样品峰态直方图(a)和峰态离散点图(b)

Fig.11 Histogram (a) and scatter diagram (b) of kurtosis coefficient

万平口海水浴场沙滩北部的峰态值介于 1.2~1.8(图 11),峰态尖锐、很尖锐,分布曲线为多峰、双峰,为多个或 2 个物源总体混合而成,可能有河流输沙,沿岸泥沙以及人工抛沙物质。沙滩中部、南部的峰度系数平均值分别为 0.83、0.78,峰态平坦,以单峰为主,表现为一个物源总体占绝对优势,可能主要为沿岸泥沙。

线图(图 12)可以看出,沉积物主要由跳跃组分构成,约占 90%,粒径>1Φ 的滚动组分<10%,粒径<3Φ 的悬浮组分<5%。滩肩和滩面处跳跃组分由 2 个直线段组成,可能与样品的来源不同有关。低潮线处跳跃组分由一个直线段组成,物质来源单一。低潮线处跳跃组分的斜率介于 60°~70°之间,较滩面和滩肩处大,说明低潮线处分选性相对较好,是沉积物在潮流作用下多次往返搬运颠簸的结果^[20]。低潮线处滚动组分的含量较

3.2.5 概率累积曲线

由海滨国家森林公园沙滩剖面的概率累积曲

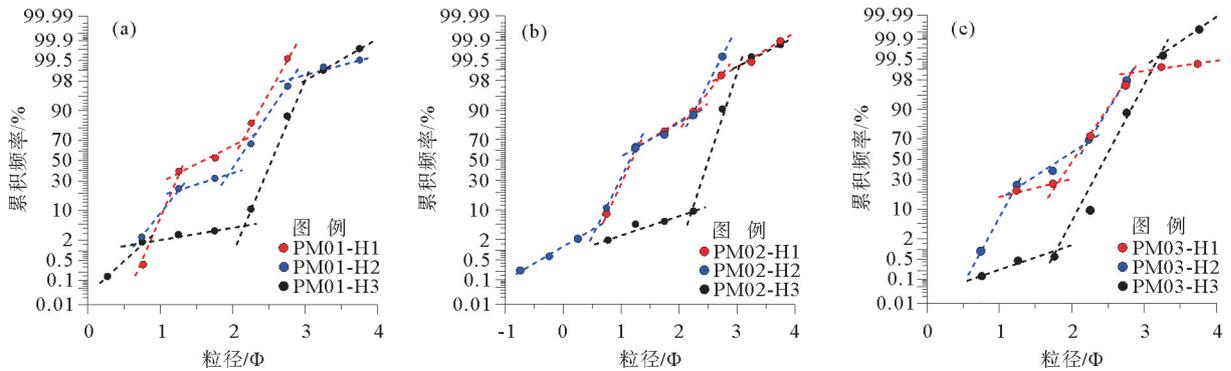


图 12 海滨国家森林公园沙滩剖面概率累积曲线图

Fig.12 Probability cumulative curves of National Seaside Forest Park beach

其他部位多,说明其水动力条件要比其他部位强。

由万平口海水浴场沙滩剖面的概率累积曲线图(图13)可以看出,该处概率累积曲线主要由滚动、跳跃组分构成,悬浮组分少见。跳跃部分有截断,可能与样品的来源不同有关。由北向南滩肩处概率累积曲线斜率增大,分选性变好,粒径 $>1\Phi$ 的滚动组分逐渐增多, $<1\Phi$ 的跳跃组分逐渐减少。滩面处北部和南部剖面概率累积曲线由滚动、跳跃2个组分构成,中部剖面主要由跳跃组分构成,由北向南斜率也逐渐增大。靠近低潮线处北部剖面概率累积曲线主要由滚动、跳跃组分构

成,中部、南部剖面概率累积曲线主要由跳跃组分构成。低潮线处斜率比滩肩和滩面处斜率大,说明低潮线处分选性相对较好。

总体来看,万平口海水浴场沙滩滚动组分的粒径比海滨国家森林公园沙滩的粗,悬浮组分的含量比海滨国家森林公园沙滩要少,说明万平口海水浴场沙滩的水动力要强于海滨国家森林公园沙滩。2个沙滩均表现出在垂直海岸方向,低潮线处概率累积曲线斜率比滩肩、滩面处大,分选性相对较好;在平行海岸方向,由北向南斜率逐渐增大,分选性逐渐变好。

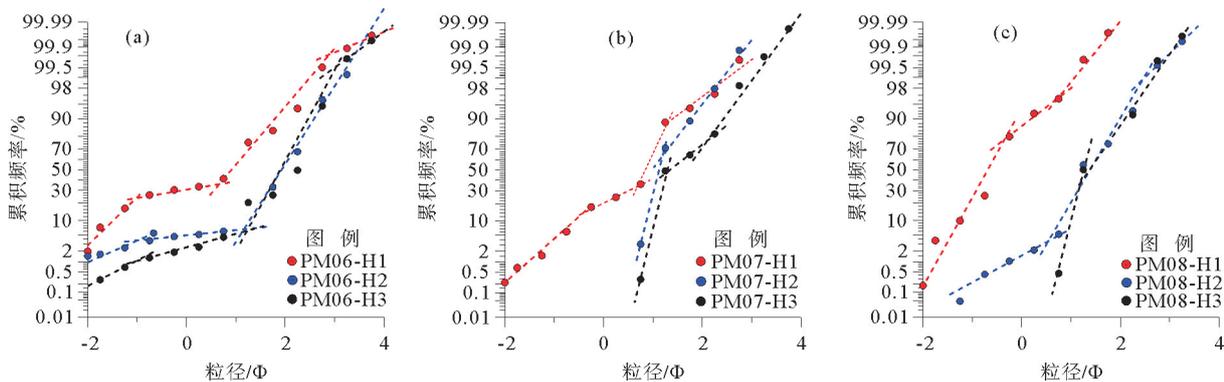


图13 万平口海水浴场沙滩剖面概率累积曲线图

Fig.13 Probability cumulative curves of the Wanpingkou beach

4 结论

(1)海滨国家森林公园沙滩北部和南部处于侵蚀状态,中部为缓慢淤积状态,北部修建了防波堤,出现了堤前向下掏蚀和泥化的现象。万平口海水浴场沙滩北部、中部总体为侵蚀趋势,南部受堤坝影响为淤积状态,北部和中部修建了人工构筑物,由侵蚀后退调整为向下侵蚀,滩面面积较小,滩面海砂处于流失状态。

(2)海滨国家森林公园沙滩中部的平均粒径大于北部和南部,万平口海水浴场沙滩南部的平均粒径大于北部和中部。平均粒径从滩肩到低潮线逐渐变小。海滨国家森林公园沙滩的平均粒径总体要小于万平口海水浴场沙滩,与2个沙滩的坡度不同有关。

(3)海滨国家森林公园沙滩的分选性总体好于万平口海水浴场沙滩。2个沙滩均表现出由陆

向海、由北向南分选性逐渐变好的趋势。与沙滩北部为侵蚀区域,分选程度较差,南部为淤积区域,分选程度较好的情况相对应。沙滩的滩肩和滩面处物质来源复杂,频率曲线主要为双峰,低潮线处物质来源单一,频率曲线主要为单峰。

参考文献:

- [1] 王琦,吕亚男,张建华.山东省日照县近岸沉积物的物质来源及扩散方向[J].山东海洋学院学报,1978,8(2):41-50,104.
- [2] 崔承琦.石臼湾及其附近海岸地貌特征.山东海洋学院学报[J],1983,13(2):67-80.
- [3] 宋红瑛,刘金庆,印萍,等.日照近海表层沉积物粒度特征与沉积环境[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2016,46(3):96-104.
- [4] 庄振业,印萍,吴建政,等.鲁南沙质海岸的侵蚀量及其影响因素[J].海洋地质与第四纪地质,2000,20(3):15-21.
- [5] 李广雪,宫立新,杨继超,等.山东滨海沙滩侵蚀状态与保护对策[J].海洋地质与第四纪地质,2013,33(5):35-46.
- [6] 宫立新.山东半岛东部海滩侵蚀现状与保护研究[D].青岛:

- 中国海洋大学,2014:1-93.
- [7] 王永红,孙静,褚智慧.海滩质量评价体系建立和应用——以山东半岛南部海滩为例[J].海洋通报,2017,36(3):260-267.
- [8] 单锐.日照北部沙滩近期演化过程及未来发展研究[D].青岛:中国海洋大学,2018:1-87.
- [9] 国家海洋局北海分局.日照港海域海洋水文气象资料汇编[R].青岛:国家海洋局北海分局,1997:1-110.
- [10] 中国海湾志编纂委员会.中国海湾志第4分册(山东半岛南部和江苏省海湾)[M].北京:海洋出版社,1993:1-448.
- [11] 王松涛,印萍,吴振.山东日照海岸带地质[M].北京:海洋出版社,2014:1-179.
- [12] 岳保静,廖晶,高茂生,等.山东半岛砂质海滩动力地貌演化特征[J].海洋科学,2017,41(4):118-126.
- [13] Folk R L, Andrews P B, Lewis D W. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand[J].New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 1970,13(4):937-968.
- [14] 蔡锋.中国海滩养护技术手册[M].北京:海洋出版社,2015:1-379.
- [15] 师沙沙,任旭光,李娜.北戴河浅水湾浴场岸滩侵蚀机理研究[J].中国环境管理干部学院学报,2018,28(3):54-57.
- [16] 黄广,陈沈良,胡静.南汇东滩沉积物粒度特征及其与水动力的关系[J].海洋湖沼通报,2008,26(1):32-38.
- [17] 王琦,朱而勤.海洋沉积学[M].北京:科学出版社,1989:1-247.
- [18] 金秉福.粒度分析中偏度系数的影响因素及其意义[J].海洋科学,2012,36(2):129-135.
- [19] 黄银洲.鄂尔多斯高原近2000年沙漠化过程与成因研究[D].兰州:兰州大学,2009:1-110.
- [20] 窦衍光.长江口邻近海域沉积物粒度和元素地球化学特征及其对沉积环境的指示[D].青岛:国家海洋局第一海洋研究所,2007:1-74.

GRAIN SIZE DISTRIBUTION PATTERNS OF THE RIZHAO COAST AND THEIR BEARING ON COASTAL EROSION

CHONG Yanfei, HAO Yi*

(The First Prospecting Team of Shandong Coal Geology Bureau, Tengzhou 277500, Shandong, China)

Abstract: Field survey and grain size analysis have been carried out for two beaches of the Rizhao coast to reveal the current status of beach erosion. It is found that both the northern and southern parts of the National Seaside Forest Park are under erosion, except the middle part which remains under weak siltation. On the Wanpingkou beach, however, the northern and middle parts are under erosion, except the southern part which is slightly under siltation. The mean grain size of the National Seaside Forest Park is smaller than that of the Wanpingkou, owing to the difference in slope angles of the two beaches. The mean grain size decreases gradually from beach berm to low tide level. The sorting of particle in the National Seaside Forest Park beach is better than that of Wanpingkou. The sorting coefficient becomes smaller from land to sea or from north to south. The frequency distribution of the beach berm and shore face are dominated by double peak curves with flaty kurtosis, indicating a rather complicated sediment source. However, the frequency curve in low tide level is mainly dominated by single peak with sharp kurtosis, indicating a simple sediment source.

Key words: current status of coastal erosion; grain size analysis; beach; Rizhao coastal zone