

文章编号:1009-2722(2013)02-0062-08

北戴河中海滩人工养护前后 沉积物粒度变化特征

褚智慧¹,王永红^{1,2*},庄振业¹,杨燕雄³,邱若峰³,姜 山¹

(1 中国海洋大学海洋地球科学学院, 青岛 266100;

2 中国海洋大学海底科学与探测技术教育部重点实验室, 青岛 266100;

3 河北省地勘局秦皇岛矿产水文工程地质大队,河北秦皇岛 066001)

摘 要: 依托秦皇岛北戴河中海滩养护工程,对养滩前后不同时期抛沙区内外表层沉积物样品进行粒度实验,获得沉积物粒度参数,并结合 Gao-Collins 粒径趋势模型,对海滩养护后沉积物粒度变化特征、沉积物输运变化以及抛沙区外未养护海滩沉积物的影响进行研究。结果显示,海滩养护后,抛沙区内沉积物粒度总体细化,在养滩初到养滩之后 6 个月期间,抛沙区内沉积物变细、分选变好,这是由于外来抛沙的混杂和夏季 ES 向波浪的搬运作用,抛沙物质和原始海滩沙混合,抛沙区外变化趋势相反。养滩 9 个月后,由于冬季暴风浪的增多,抛沙区内沉积物遭受侵蚀并在抛沙区外淤积,抛沙区内沉积物变粗、分选变差,抛沙区外沉积物变细、分选变好。15 个月后,抛沙区内外沉积物均变细,冬季侵蚀的海滩得到恢复。沉积物净运移趋势由沿岸输移逐渐变为垂岸输移,这是由于经过 1 年多的时间,海滩与区域动力环境相适应,海滩处于横向输沙动态平衡的状态,即夏季向岸输沙、冬季离岸输沙。

关键词: 北戴河;海滩养护;粒度变化;输移趋势

中图分类号:P737.14

文献标识码:A

自 20 世纪 70 年代末以来,我国砂质海岸普遍遭受侵蚀,且具有加剧发展的趋势^[1]。当海滩由于自然供沙相对不足而遭受侵蚀时,可以通过向受蚀海滩进行人工抛沙,并辅以导堤促淤或外防波堤(或潜堤)掩护的方法进行海滩养护^[2-10]。

秦皇岛市北戴河区地处河北省东北部,濒临渤海,其海滩以滩宽浪缓和沙质松软著称,作为优

质的旅游海滩避暑胜地已有 100 多年的历史。然而近年来由于入海泥沙的减少(河流上游修建大量的水库、拦潮闸导致)、短期的风暴潮灾害及不合理的近岸工程和人类活动^[11-13],北戴河海滩全面侵蚀后退,沙滩普遍变窄,有的岩礁裸露,已无沙存在,失去浴场功能(图 1a),亟需治理。因此,2009 年 3 月秦皇岛市政府决定对侵蚀后退严重的中海滩浴场实施应急治理,加以抛沙养护。

本文通过对北戴河中海滩养护前、养护初、3 个月、6 个月、9 个月和 15 个月后等 6 次采集的表层沉积物样品粒度实验,获得沉积物粒度参数,并结合 Gao-Collins 粒径趋势模型,对海滩养护过程中沉积物粒度变化特征及其对养护海滩的影响进行了研究,为科学分析养滩成效和养滩工程提供参考。

收稿日期:2012-11-03

基金项目:国家海洋局海洋公益项目(200905008-4);国家自然科学基金面上项目(41176039);山东省自然科学基金重点项目(ZR201DZ001)

作者简介:褚智慧(1984—),男,在读硕士,主要从事海洋地质方面的研究工作。E-mail:ifelthee@163.com

*** 通讯作者:**王永红(1969—),女,博士,教授,主要从事海洋沉积环境和动力地貌方面的研究工作。E-mail:yonghongw@ouc.edu.cn

图 1 中海滩养护前(a)、后(b)海滩照片(2009 年摄)

Fig. 1 The middle beach before (a) and after (b) nourishment

1 研究区和工程概况

1.1 区域地质地理背景

北戴河 (39°47′42″—39°49′15″N, 119°26′42″—119°32′6″E) 位于秦皇岛市,海岸线长 18.4 km,主要包括东海滩、中海滩和西海滩 3 个海滩(图 2)。本区海域波浪常年稳定,主要以风浪为主,涌浪次之,具有明显的季节性变化。多年平均波高为 0.5 m,波周期为 2.7 s。其中 S、E 为常浪向,NNE—ENE 为强浪向。另外,S 向波浪在四季中皆为常浪向,E 向波浪在春、夏两季比较明显,而 NE 向波浪则是秋、冬季节常浪向。秦皇岛海域属于正规日潮区,潮差小,平均潮位冬低夏高,升降变化规律明显。1 月最低为 0.6 m,8 月达到最高 1.14 m,年平均潮位 0.87 m。潮流呈

明显往复流运动形式,大体与海岸线平行^[11]。20 世纪 60 年代中海滩平均宽度 75 m,80 年代海滩变窄,浴场平均宽度为 51 m,现今原海滩平均宽度只有 17 m,浴场海滩正面临消失的危险^[11-14]。

1.2 中海滩养护工程概况

2009 年 3 月,秦皇岛市政府对中海滩实施应急治理工程。工程基于平衡岬湾理论和数学模型设计养滩区域(图 3),补沙岸段海岸线长 450 m,养滩区域总面积约 $3.5 \times 10^4 \text{ m}^2$,滩肩向陆一侧抛至护岸或建筑物边缘。本次工程主要以滩肩补沙为主,人工沙滩的滩肩高程为 1.9 m (85 国家高程基准,下同),滩肩由陆向海为 1:100 的缓坡形式。设计滩肩宽度约 30 m。抛沙方量为 $6.36 \times 10^4 \text{ m}^3$,抛沙平均粒径介于 0.134~0.52 mm。

图 2 北戴河海岸地理位置

Fig. 2 Location map of Beidaihe coast

图 3 北戴河中海滩养滩工程及表层样品位置示意图

Fig. 3 Schematic diagram of the beach nourishment project and sample locations in the middle Beidaihe Beach

2 材料和方法

2.1 粒度分析

本次工程分别沿北戴河中海滩的 4 条监测剖面(G1、G3、G5、G7)的滩肩、滩面及水下岸坡位置依次取样,其中 G1、G3、G5 剖面位于抛沙区内,G7 剖面位于抛沙区外,取样点和剖面位置见图 2,共获得样品 130 个,其中海滩养护前(2009 年 3 月)样品 14 个,养护初(2009 年 6 月刚施工完)样品 25 个,3 个月(2009 年 9 月)样品 24 个,6 个月(2009 年 12 月)样品 25 个,9 个月(2010 年 3 月)样品 22 个,15 个月(2010 年 9 月)样品 20 个(图 3)。参照《海洋底质调查技术规程》要求,利用 1/4Φ 间隔套筛进行粒度筛分实验;采用福克-沃德公式(Fork&Ward,1957),得到沉积物粒度参数^[10](平均粒径 Mz 、分选系数 σ_i 、偏态系数 Sk 、峰态系数 Kg)。

2.2 沉积物运输趋势判别

根据 Gao-Collins 沉积物粒径趋势分析模型获得粒径趋势的矢量数据,绘制沉积物净输运图。根据 Gao 等提出的二维粒径趋势分析方法,基于沉积物的 3 种粒度参数:平均粒径、分选系数和偏

态,用相邻采样点进行比较可定义 8 种粒径趋势;其中,2 种类型的粒径趋势在沉积物的净搬运方向上有较高的出现概率,即①沉积物在运移方向上分选变好、粒径变细且更加负偏;②沉积物在运移方向上分选变好、粒径变粗且更加正偏。如果两个相邻的采样点 a 和 b 满足上述 2 种条件之一,就定义从 a 到 b 的运移单位矢量,找出所有采样点的粒径趋势矢量合成之后,即得到研究区的沉积物输移二维矢量趋势图。模型使用合适的采样间距作为特征距离 Dcr 来衡量判断两个采样点是否满足相邻。如两采样点距离小于特征距离 Dcr ,则认为相邻,反之,则不相邻。为了消除噪声,对每个采样点与周围直接相邻的各点进行矢量平均,该方法已被用于北戴河西海滩表层沉积物输运的研究^[15-20]。

3 结果和讨论

3.1 养滩前与养滩初(填沙物质)海滩沙对比

表 1 列出养滩前后不同时期海滩沙的粒度参数平均值。由表 1 得知,原始海滩表层沉积物(2009 年 3 月工程前取得样品分析)较细,为中细沙,平均粒径的平均值为 0.23 mm(2.09Φ),变化范围为 0.105~0.52 mm(0.88~3.06Φ);分选

表 1 原始海滩与新海滩表层沉积物粒度特征
Table 1 Grain size parameters of original and new-ly nourished beach sands

养滩时间		平均粒径(Mz)/Φ	分选系数(σ)	偏态(Sk)	峰态(Kg)
养滩前(2009 年 3 月)	范围	0.88~3.06	0.34~1.07	-0.56~0.35	0.65~3.44
	平均	2.09	0.75	-0.09	1.40
养滩初/填沙物质(2009 年 6 月)	范围	0.90~2.83	0.34~1.06	-0.51~2.17	0.60~1.80
	平均	1.54	0.78	0.02	1.01
3 个月(2009 年 9 月)	范围	0.95~3.29	0.54~1.25	-0.57~0.30	0.80~1.89
	平均	1.72	0.98	-0.01	1.01
6 个月(2009 年 12 月)	范围	1.28~3.29	0.36~1.11	-1.00~0.32	0.79~3.0
	平均	2.39	0.80	-0.22	1.46
9 个月(2010 年 3 月)	范围	-0.03~3.28	0.32~1.50	-0.46~0.44	0.34~1.77
	平均	1.69	0.88	-0.01	1.08
15 个月(2010 年 9 月)	范围	0.54~3.26	0.59~1.27	-0.58~0.46	0.70~2.42
	平均	2.16	0.88	-0.09	1.24

好、负偏、窄尖单峰分布。抛沙物质(2009 年 6 月样品工程开始时取得样品分析)主要堆积在滩肩和滩面,以中沙为主,抛沙物质平均粒径的平均值为 0.345 mm(1.54Φ),范围 0.134~0.52 mm ($0.90\sim 2.83\Phi$),海滩抛沙物质整体上粗于原始

海滩,分选性差、呈正偏态,说明抛沙物质以较粗颗粒组分为主,峰态较宽且呈双峰或多峰分布。养滩前后海滩沙对比说明,抛沙物质未经波浪的强烈作用,就进入了一个新的环境,则其分选性不好、偏态杂乱。

图 4 养护后海滩表层沉积物样品粒度参数

Fig. 4 Grain size parameters of the nourishing beach

3.2 养滩后表层沉积物特征变化

养滩 3 个月后(2009 年 9 月样品分析)和养滩初相比,抛沙区内 3 条剖面沉积物粒径整体变细、分选性变差、偏态减小、负偏增强、峰态较窄。抛沙区外 G7 剖面处滩面物质变粗,分选略微变差,水下岸坡分选变好、偏态减小、负偏增强、峰态变窄(图 4、5,表 1)。这说明经过了 3 个月的波浪作用,抛沙区内新抛沙(粗)开始与原海滩沙(细)相互混合,而抛沙区外则因为夏季 S 向浪的作用,滩肩受到侵蚀,滩面和水下岸坡淤积。

养滩 6 个月后(2009 年 12 月样品分析)与养滩 3 个月相比,抛沙区内沉积物明显变细、分选性变好、偏态减小、负偏增强、峰态值增大、峰态变窄。抛沙区外沉积物均变粗、分选略微变差、偏态变化不大、表现为负偏、峰态减小。这表明抛沙区内淤积而抛沙区外受到侵蚀,这可能由于海滩经过冬夏季波浪的转换,在 SE 向的夏季波浪和 EN 向的冬季波浪作用下,总体来说沉积物变细,水下沉积物在滩面发生淤积。

养滩 9 个月后(2010 年 3 月样品分析)与养滩 6 个月相比,抛沙区内沉积物变粗、分选变差、偏态变大,但仍表现为负偏、峰态减小。抛沙区外滩面变粗,水下岸坡沉积物明显变细,滩面分选变差,水下岸坡分选变好,滩面偏态系数变大,水下岸坡偏态减小,滩面峰态略微减小,水下岸坡增大。由于冬季风暴浪较多且波浪作用强于夏季,抛沙区内外都受到侵蚀,滩肩及滩面泥沙被侵蚀并离岸搬运并在水下岸坡堆积。

养滩 15 个月后(2010 年 9 月样品分析),与养滩 9 个月相比,抛沙区内沉积物变细,滩肩和滩面分选变好,水下岸坡分选变差,滩肩偏态变大,滩面偏态减小,滩肩和滩面峰态值增大、峰态变窄,水下岸坡减小、峰态变宽。抛沙区外滩面沉积物变细,水下岸坡变粗、分选整体变好,滩肩偏态变大,滩面和水下岸坡偏态值变小,水下岸坡表现为极负偏变,滩肩和水下岸坡峰态均减小,滩面峰态值增大。抛沙区内外均沉积物均变细,说明经过 1 个夏季,冬季侵蚀的海滩得到恢复,养滩起到了一定效果。

图 5 养护后海滩表层沉积物样品粒度参数平均值变化

Fig. 5 The mean value of grain size parameters of the nourishing beach

3.3 沉积物搬运方式及其输运趋势

3.3.1 沉积物搬运方式

本文以 G1(抛沙区内)、G7(抛沙区下游)2 条剖面(图 2)沉积物样品的概率累积曲线图(图 6)为例,分析养护海滩的沉积物输移方式:海滩沉积物主要以跃移质(0.1~1 mm)为主(约 88%),较粗的推移质(>1 mm)和细颗粒的悬移质(<0.1 mm),含量很少(约 12%),概率累积曲线主要为三段式或四段式,反映了冲回流的作用,体现了典型的海滩和浅海的沉积环境,研究区受不同来源沉积物混合影响的可能性更大,也体现了其分选性较差,未经作用即进入了新环境,与工程实际情

况相符。

养滩初抛沙物质较粗,滩肩主要为推移质(约 10%)和跃移质(约 89%),三段或四段式,跃移线段斜率较小,主要是受不同沉积物源混合的影响。滩面和水下岸坡物质较细。养滩 3 个月后,抛沙区内跃移质增多(约 98%),三段或四段式分布,线段较抛沙之初要陡,分选程度变好,滩肩物质逐渐变细,说明抛沙物质与原海滩物质开始混合,滩面物质粗颗粒物质增多(推移质约 5%),说明滩面受到侵蚀,水下岸坡物质变化不大。抛沙区外滩肩物质变化不大,推移质减少(约 0.5%)滩面和水下岸坡细颗粒比例增多,说明这里发生淤积,可能是抛沙区中的细颗粒物质被搬运到抛沙区下

游堆积的原因。6 个月后,抛沙区内推移质减少,滩面物质变细,滩肩与水下岸坡物质变化不大,而区外滩肩与水下岸坡物质同样变化不大,在受到波浪作用的滩面粗颗粒物质增多,说明受到侵蚀。9 个月后,抛沙区内外变化相似,滩肩物质变细推移质减少,分选变好,波浪作用较强的滩面推移质最

多(约 30%),物质变粗,分选性变差,水下岸坡物质无太大变化,可能由于冬季暴风浪增多增强的原因。15 个月后,抛沙区内外的物质都得到恢复,颗粒变细。可见在海洋动力作用下,中海滩表层沉积物主要是以跃移的方式发生搬运和再分布,分选程度逐渐增强,并与区域动力条件相适应。

图 6 海滩养护前后海滩表层沉积物概率累积曲线变化

Fig.6 Probability cumulative curves of surface sediments before and after beach nourishment

3.3.2 沉积物输移趋势

沉积物的粒径输移趋势是指沉积物粒度参数平面分布的变化趋势。现在多数研究者都认为,粒径趋势分析的目的是确定沉积物净输运方向。常采用的分析模型是 Gao-Collins 粒径输移趋势分析模型。方法是通过网络调用 Gao-Collins 粒

径输移趋势分析模型,获得沉积物粒径趋势的矢量数据,从而绘制出沉积物净输运图^[21-25](图 7)。

对北戴河中海滩表层沉积物净输运趋势图分析可得:在养滩 3 个月后,沉积物向 WS 沿岸运移趋势为主,秦皇岛夏季以 ES 向浪为主,而且养滩区抛沙物质比较松散,在波浪作用下极易运移,其

中细颗粒物在风浪沿岸流的作用下向下游区搬运并沉积(图 7a),这与抛沙区沉积物变粗而下游沉积物变细的结果相一致。6 个月后,由向 WS 方向输运逐渐变为 EN 向沿岸输移(图 7b),这是由于夏季波浪向冬季波浪转变,冬夏季浪向的差异造成,秦皇岛冬季以 EN 向浪为主,兼有 WS 向浪,由于海滩东端岬头的作用,EN 向浪到岬头屏蔽,凸显出 WS 向浪的作用,并且 EN 向浪绕过岬头会形成 WS 向的涌浪,将泥沙向抛沙区搬运,则海滩沙变细。9 个月后,与养滩 6 个月情况相似,

经过整个冬季波浪的作用,海滩物质从抛沙区下游向抛沙区输移(图 7c),抛沙区比抛沙区下游细。15 个月后,在夏季浪的作用下沉积物向岸运移趋势明显增强,这与抛沙区内、外沉积物粒径变细相吻合(图 7d),这是由于夏季 ES 向浪几乎不受海滩岬头的屏蔽,泥沙变成了垂岸的横向输移。经过 1 年多的时间,海滩已基本与区域的动力环境相适应,横向输沙基本处于动态平衡的状态,即夏季向岸输沙、冬季离岸输沙。

图 7 养护前后海滩表层沉积物输移趋势

Fig. 7 Net sediment transport patterns before and after the beach nourishment

4 结论

(1)在波浪等动力持续作用下,中海滩养护后沉积物粒度总体细化,平均粒径由养滩初的 $0.345\text{ mm}(1.54\Phi)$ 减小到养滩 15 个月后的 $0.21\text{ mm}(2.13\Phi)$ 。从养滩开始的 6 个月期间,抛沙区内沉积物总体变细、分选变好;养滩 9 个月后,由于冬季暴风浪的增多,抛沙区内沉积物遭受侵蚀,

并在抛沙区外淤积,抛沙区内沉积物变粗、分选变差,抛沙区外沉积物变细、分选变好;15 个月后,抛沙区内外沉积物均变细,冬季侵蚀的海滩得到恢复,海滩经过 1 年多的演变进入平衡状态,这是外来沉积物的混杂和波浪的季节性变化影响综合作用的结果。

(2)养滩前海滩沉积物主要以跃移质($0.1\sim1\text{ mm}$)为主(约 88%),推移质($>1\text{ mm}$)和悬移质($<0.1\text{ mm}$)含量很少(约 12%),概率累积曲线

主要为三段式或四段式,养滩 15 个月后跃移质组分约占 90%~95%,推移质含量减少,粗颗粒减少甚至消失,跃移组分线段较养滩初变陡,与海滩沉积物逐渐分选变好一致。

(3)沉积物净输运趋势随时间发生改变,初期以沿岸搬运为主,泥沙向 WS 向岸搬运,垂岸搬运趋势明显增强,基本上是夏季向岸输沙、冬季离岸输沙,海滩物质发生明显的横纵向输移。

(4)通过抛沙进行海滩养护,改变海滩的原始地貌和沉积物来源,使原来的侵蚀状态逐渐减弱,海滩逐渐稳定。养护后,海滩保存较宽、滩肩明显、沙粒变细,抛沙物质的选取与海滩环境相适应,又满足了其旅游功能。沉积物由养护前的沿岸搬运转变为养护后的垂岸搬运,海滩处于基本稳定和平衡的状态,说明抛沙后海滩基本与区域动力环境基本适应,抛沙选取合理,海滩养护较成功。

致谢:包敏等在野外调查和室内粒度分析中做了大量工作,在此致以诚挚谢意!

参考文献:

- [1] 季子修. 中国海岸侵蚀特点及侵蚀加剧原因分析[J]. 自然灾害学报, 1996, 5 (2): 65-75.
- [2] Valverde H R, Trembanis A C, Pilkey O H. Summary of beach nourishment episodes on the U. S. East Coast Barrier Islands[J]. Journal of Coastal Research, 1999, 15(4): 1 100-1 118.
- [3] NOAA. Beach Nourishment: A Guide for Local Government Officials; Geologic Regimes of the Atlantic and Gulf Coasts[R]. NOAA Coastal Services Center, 2006.
- [4] Hanson H, Brampton A, Capobianco M, et al. Beach nourishment projects, practices, and objectives—a European overview[J]. Coast Engineering, 2002, 47: 81-111.
- [5] Dean R G. Beach Nourishment: Theory and Practice[M]. New Jersey: World Scientific, 2003.
- [6] 季小梅, 张永战, 朱大奎. 人工海滩研究进展[J]. 海洋地质动态, 2006, 22 (7): 21-25.
- [7] 庄振业, 王永红, 包敏, 等. 海滩养护过程和工程技术[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2009, 39(5): 1 019-1 024.
- [8] 胡广元, 庄振业, 高伟. 欧洲各国海滩养护概观和启示[J]. 海洋地质动态, 2008, 24(12): 29-33.
- [9] 包敏, 王永红, 杨燕雄, 等. 北戴河西海岸人工养护前后沉积物粒度变化特征[J]. 海洋地质动态, 2010, 26(9): 25-33.
- [10] 王广禄, 蔡锋, 曹惠美, 等. 厦门香山至长尾礁沙滩修复实践及理论探讨[J]. 海洋工程, 2009, 27(3): 66-75.
- [11] 河北省国土资源厅. 河北省海洋资源调查与评价综合报告[M]. 北京: 海洋出版社, 2007.
- [12] 张彦龙. 秦皇岛港附近海域潮汐、波浪和海流特征[J]. 海洋通报, 1997, 16(3): 21-27.
- [13] 张立海, 刘凤民, 刘海青, 等. 秦皇岛地区海岸侵蚀及主要原因[J]. 地质力学学报, 2006, 12(2): 261-273.
- [14] 卢玉东, 孙建中. 秦皇岛地区海岸侵蚀与淤积因素分析[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1997, 17(4): 101-107.
- [15] 成都地质学院陕北队. 沉积岩(物)粒度分析及其应用[M]. 北京: 地质出版社, 1976.
- [16] 肖晨曦. 粒度分析及其在沉积学中应用研究[J]. 新疆师范大学学报(自然科学版), 2006, 25(3): 118-123.
- [17] 陈沈良, 杨世伦, 吴瑞明. 杭州湾北岸潮滩沉积物粒度的时间变化及其沉积动力学意义[J]. 海洋科学进展, 2004, 22(3): 299-305.
- [18] 雷坤, 孟伟, 郑丙辉, 等. 渤海湾西岸(天津岸段)潮间带现代沉积物粒度特征[J]. 海洋通报, 2006, 25(1): 54-61.
- [19] 丁元陶. 长江三角洲东部沉积物粒度特征及其环境意义[J]. 资源调查与环境, 2006, 27(4): 261-267.
- [20] 王伟. 北黄海表层沉积物粒度分布特征及其对沉积环境的指示[D]. 青岛: 中国科学院海洋研究所, 2008.
- [21] Gao S, Collins M, Lanckneus J, et al. Grain size trends associated with net sediment transport patterns, an example from the Belgian continental shelf[J]. Marine Geology, 1994, 133: 178-185.
- [22] Gao S. A FORTRAN program for grain-size trend analysis to define net sediment transport pathways [J]. Computers and Geosciences, 1996, 22: 449-552.
- [23] 高抒, Collins M. 沉积物粒径趋势与海洋沉积动力学[J]. 中国科学基金, 1998, (4): 241-246.
- [24] 程鹏, 高抒. 北黄海西部海底沉积物的粒度特征和净输运趋势[J]. 海洋与湖沼, 2000, 31(6): 604-615.
- [25] 程珺, 高抒, 汪亚平, 等. 苏北近岸海域表层沉积物粒度及其对环境动力的响应[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2009, 29(1): 7-12.

CHANGES IN SEDIMENT GRAIN SIZE BEFORE AND AFTER BEACH NOURISHMENT IN MIDDLE BEIDAIHE BEACH

CHU Zhihui¹, WANG Yonghong^{1, 2*}, ZHUANG Zhenye¹,

YANG Yanxiong³, QIU Ruofeng³, JIANG Shan¹

(1 College of Marine Geosciences, Ocean University of China, Qingdao 266100, China;

2 Key Lab of Submarine Geosciences and Prospecting Techniques, Ministry of Education, Ocean University of China,

Qingdao 266100, China; 3. Qinhuangdao Mineral Resource and Hydrogeological Brigade,

Hebei Geological Prospecting Bureau, Qinhuangdao 266001, Hebei, China;)

Abstract: The data of this article are from the beach nourishment project in Beidaihe of Qinhuangdao. Surface samples were collected in different periods for dry sieving analysis. Changes in sediment grain size distribution pattern and their influence on a nourished beach were studied with grain size parameters as a main tool combining with Gao-Collins grain size trend analysis. Results showed that after sixth months of beach nourishment, the new beach sediments became finer and better sorted, due to the influence of nourishment and the southeast summer wave as well as the mixing of nourishing materials with the original beach sediments. In contrast, the trend of grain size variation was opposite beyond the nourished zone. As a result of the increase in winter storm wave, the nourished zone was eroded and beach sediments became coarser and worse sorted after ninth months of nourishment. After fifteen months of nourishment, however, beach sediments became finer again and the eroded beach was recovered to some extent. The net sediment transportation was then perpendicular to the coast instead of the alongshore transport. The beach reached a balanced status after one year of nourishment.

Key words: Beidaihe; beach nourishment; grain size change; sediment transport tendency