

岬间海滩剖面短期变化的动力作用分析 *

戴志军 陈子葵 李春初

(中山大学河口海岸研究所 广州 510275)

提要 根据粤东寮嘴口岬间海滩重复测量的剖面数据及实测波、风资料,运用交叉谱等方法分析了寮河口海滩剖面短期变化过程的主要动力作用,结果表明海滩短期的变化过程主要是响应风应力、波浪及台风大浪等动力的作用。

关键词 岬间海滩,剖面变化,动力作用分析

华南海岸地处热带亚热带区域,除河口区及其邻近海岸外,主要由基岩控制,形成了众多大小不一的岬间海湾。在全球气候变化的背景下,台风大浪对海岸作用频度加大,利用重复实测海滩剖面资料,对于进一步了解各种海岸动力作用与海滩的空间变化,对海岸环境资源开发及海岸防护工程建设有一定的实际价值。

1 研究区域环境背景

研究地点位于粤东碣石湾西南的寮嘴口岬间袋状海滩,湾口宽约 1.2 km,最大凹入长度约 0.8 km,近岸海底坡陡,波浪传至距岸线较短距离时才破碎。常浪下,沿岸碎波带狭窄(图 1),研究剖面位于海滩中部,海滩后滨与低矮生长部分植物的沙丘相连,滩肩宽由海滩中段向左右减少,海滩有一列间距约 20 m 宽的滩角地形,据目测,碎波带存在水下砂坝或脊-沟体系。高中潮位附近表层由中砂、中粗砂组成,分选系数为 0.51 与 0.50,平均粒径分别为 1.78 ϕ 与 1.38 ϕ ,低潮位附近由粗砂组成,平均粒径为 0.12 ϕ ,分选系数为 0.83。

2 基本资料与研究方法

2.1 基本资料与数据处理

自 1999 年 7 月 17 日至 1999 年 8 月 24 日在研究地点寮嘴口海滩设置与绝对高程(珠江基面)连测的固定剖面(图 1 剖面 A),采用快速剖面测量仪逐日对剖面进行重复测量,空间距离步长为 3 m,每天测至低潮时涉水最深处。测量期间,因台风作用,采样不足的剖面以多项式曲线拟合及线性插值外推的方法,获取每条剖面在大潮低潮位以上的剖面高程点数据(图 2),同时记录同步波、流变化数据,对实测的海滩剖面,分别计算了各剖面平均大潮低潮线以上、平均海面以上和平均高潮线以上海滩单宽体积(以宽 1 m 计)。

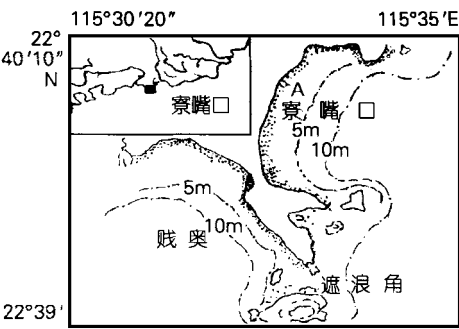


图 1 寮嘴口海滩和剖面位置

Fig.1 Liaozuikou beach and location of the profile

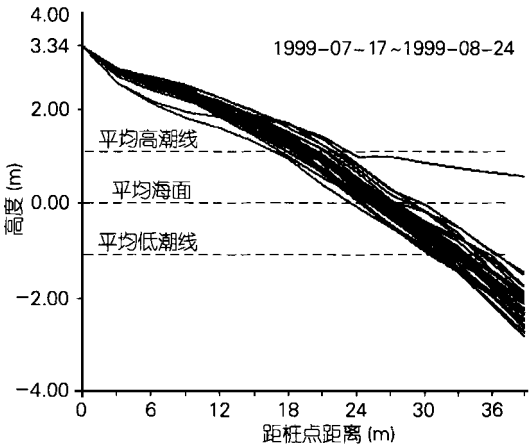


图 2 实测海滩剖面变化过程

Fig.2 The changed process of the measured beach profile

* 国家自然科学基金资助项目 49676297 号;
收稿日期:2000-09-25;修回日期:2000-10-10

对逐日波高序列及逐日风速序列分别计算了波能时序和风应力序列。同时计算各个测量点在测量期间的单宽冲淤体积量(图3)。此外,沿该海滩高潮线与平均低潮线附近采集表层沉积物样品共30个,在实验室对泥沙样品作了粒度分析,粒度参数(MD, QD, SK)以矩法计算而得。

2.2 计算波能与海滩体积、风能与海滩体积的交叉谱

以富里叶分析为基础的谱分析属于正交分解方法的一种,它不仅可以将在时域中表现复杂的时间序列通过富氏变换,从而在频率域上用不同频率的波动来估计时间序列周期性变化特征,而且可以通过倍度检验来判别哪些波动存在的可能性较大,能较好地反映时间序列的周期性。计算一个时间序列的谱分析方法可以推广应用到两个不同时间序列的联合谱分析上,这时的波谱称为交叉谱。黄嘉佑等认为交叉谱能较好地反映两个相同时段的不同时间序列在频域变化上的相互关系^[1],其分析结果可得到以下的谱估计:协谱、正交谱、位相谱和凝聚谱等。协谱反映两个序列的同位相变化关系;正交谱是两序列在某些频率上位相差 90° 时的交叉相关关系。位相谱反映两序列中各种频率波动结构中的位相差关系,其值变化在 $-\pi/2$ 到 $\pi/2$ 之间;凝聚谱反映了两序列谱分量之间在某一周期上振动的相关程度,取值在 $0\sim 1$ 之间。此外,根据位相谱可导出落后时间长度谱,它反映了两序列在某一周期上振动的先后时间长度关系。由于在研究两个不同时间序列之间的关系时,重点并不是了

解它们在某一周期振动上同位相之间关系如何,位相差 90° 时的关系又如何,而是综合地了解对应这一周期上两个振动的总关系,这更能反映两序列的相关程度。同时,在分析中研究某一振动上一序列超前另一序列具体的时间长度比研究该频率上两个时间序列的位相差更能反映两序列的相互滞后关系。因此,分别只计算平均大潮低潮线以上、平均海面以上和平均高潮线以上海滩体积时序与波能、风能的凝聚谱及落后时间长度谱。

2.3 计算风与浪的相关性

据1970~1976年遮浪海洋观测站风及波浪统计表,风向频率和浪向频率多年平均值所反映的一元线性回归方程为:

$$F_2 = 0.94 F_1 - 0.23, R_1 = 0.99$$

(F_2 、 F_1 分别为风向和浪向频率, R_1 为相关系数)

测量期间平均波高和平均风速所反映的一元线性回归方程为:

$$H = 0.15 V - 0.15, R_2 = 0.83$$

(H 、 V 分别为平均波高和平均风速, R_2 为相关系数)

测量期间最大风速和最大波高所反映的一元线性回归方程为:

$$H_{\max} = 0.17 V_{\max} + 0.31, R_3 = 0.84$$

($H_{\max}$ 、 $V_{\max}$ 及 R_3 分别为最大波高、最大风速和相关系数)

3 动力作用分析

根据当地遮浪海洋观测站1974~1992年资料,统计分析结果表明,海区风速较大,年平均风速是 6.5 m/s ,各月平均风速在10月至翌年3月较大,均在 6.8 m/s 以上。就四季而言,秋季平均风速较大,冬季次之,其次是春季,夏季较小。年最大风速多出现在5~11月受台风影响期间,测量期间以WS和ES风为主。波候主要特征为:常浪向为ENE~ESE,平均波高 $1.8\sim 1.1\text{ m}$,平均周期 $4.5\sim 4.3\text{ s}$,强浪向冬半年为ENE和E向,夏半年为ESE和SE,海区潮汐为不正规日潮混合潮,平均潮差仅 0.84 m ,海区属于波控弱潮海岸。从而,影响海滩剖面变化的主要动力是风与波浪,以及过境的台风。

3.1 风况对海滩剖面变化起主导性作用

由多年风向频率和浪向频率平均值相关系数及测量时段平均波高和平均风速、最大波高和最大风速相关系数都大于80%,说明岬间海岸波浪对于风的正相关依赖性。作风应力与平均大潮低潮线以上、平均海面以上和平均高潮线以上海滩体积时序的凝聚谱及落后时间长度谱(仅列出经检验凝聚度超过

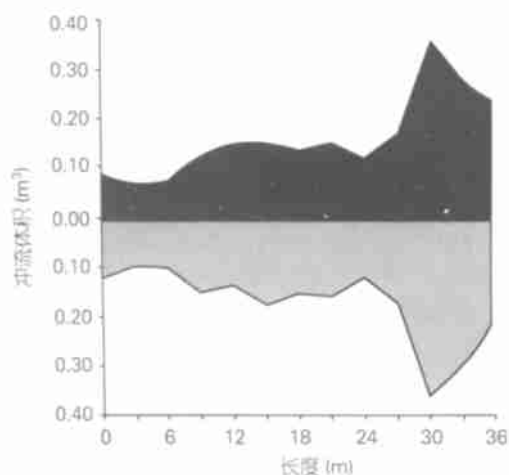


图3 海滩剖面冲淤体积过程

Fig.3 The cut and fill volume processes of the beach

95%的凝聚谱及相应的长度谱,以下相同)。图4(R_1)说明平均高潮线以上的海滩体积与风应力在9,10,11,12,13波段具有高出信度0.05水平的显著峰值,由相应频域长度计算的落后时间 $0.92 \sim 1.2 d(L_1)$,说明海滩平均高潮线以上部分对风应力变化有快速的响应,图3的中间相对凹陷部分显示平均海面以上海滩

体积变化幅度不大,而且当WS风作用海滩时,该剖面部分处于遮蔽区,ES风作用海滩时,该部分剖面坡度相对较大,泥沙起动摩阻力大,故受风作用体积变化不大,从而二者交叉谱分析不明显,平均大潮低潮线以上海滩体积由于经常处于海面以下,它与风能的相关性则是通过波浪动力体现。

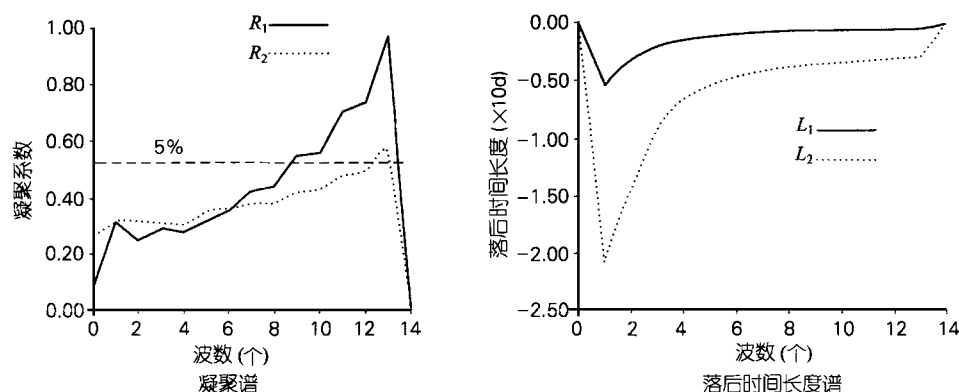


图4 风应力、波能和海滩体积交叉谱

R_1, L_1 为风应力与平均高潮线以上海滩体积的凝聚谱及落后时间长度谱
 R_2, L_2 为波能与平均大潮低潮线以上海滩体积的凝聚谱及落后时间长度谱

Fig. 4 Cross spectrum between the wind dynamic, wave energy and the beach volume

R_1, L_1 Cohesion spectrum and lag time-length spectrum of the wind forcing and beach volume above the mean high tidal level

R_2, L_2 Cohesion spectrum and lag time-length spectrum of the wave energy and beach volume above the mean low tidal level in the spring tide

3.2 波浪动力作用分析

在该海区的波浪主要受制于风应力,交叉谱分析表明平均高潮线以上及平均海面以上的海滩体积与波能凝聚度较弱,这可能是平均高潮线以上海滩部分是波浪很少作用的区域。另一方面平均海面以上部分剖面虽然是波浪经常冲溅作用的地带,但由于波浪破碎后往滩面冲溅时形成进流,会侵蚀滩面并携带其泥沙沿滩面向滩肩搬运,退流时因下渗作用,动力减弱,部分泥沙又会沉降在滩面,故平均海面以上体积变化并不明显。图3对应部分冲淤体积也反映了这一现象,从而凝聚度相对较弱。波能与平均大潮低潮线以上海滩凝聚谱(R_2)的交叉谱说明在12,13波段超过5%的置信度,相应频域的落后时间长度为 $-2.1 \sim -4.2 d(L_2)$,表明海滩对波能变化的响应有较长的时间滞后。陈子燊1990年认为这一滞后可能反映了脊-沟体系或砂坝连接滩面过程中,随波况变化进退流作用消长引起滩面蚀积变化的一种准周期性泥沙向离岸转换过程。

3.3 台风大浪滩剖面变化的影响

笔者在测量海滩剖面变化期间观测到3次台风过境(表1),结合实地考察海滩剖面变化状态表明,台

风过境后的海滩剖面变化显示两种不同的剖面过程:涌浪剖面及风暴剖面(图5),其中9904及9905号台风过境后,海滩剖面并没有出现预期的滩肩蚀低,泥沙离岸搬运。相反,自7月24日9905号台风生成并且向岸移动过程时,风速加大,波高增加,在7月25日风速达 15.3 m/s ,7月26日9905号台风转向,而9904号台风则于当天移动到遮浪海区,风速为 14 m/s ,海滩剖面具有涌浪剖面的特征:具宽宽的滩肩及平滑的近岸剖面;9908号台风自8月19~22日一直向遮浪海区方向移动,该海区的风速及波高持续增大,海滩自8月20~8月21日继续加积(涌浪剖面),随波浪活动能力加强,在8月22日海滩由涌浪剖面向风暴剖面转换,滩肩蚀低致消失,随后的两天水下泥沙继续向海搬运,如图5(8月20~24日的海滩剖面)。因此,寮嘴口岬间海滩经受台风过境后的大浪(台风大浪)作用会造成滩肩加积~后滨堆积或滩肩加积~滩肩切割~后滨侵蚀两种不同的海滩过程,从而台风大浪是此海滩后滨迅速蚀积的直接动力^[2]。

4 结论

本文以海滩剖面测量数据、波及风等基本资料为

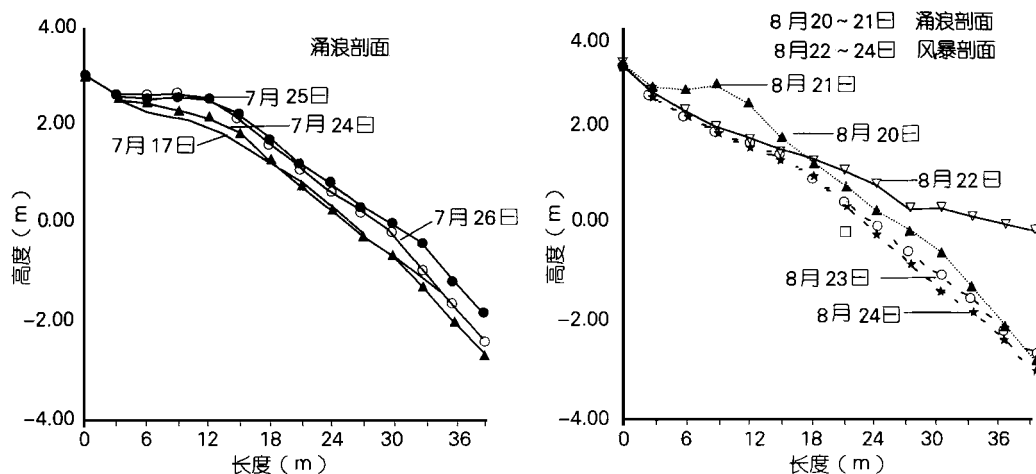


图5 台风作用的海滩剖面变化过程

Fig.5 The effects of typhoons on variable processes of the beach profile

表1 影响海滩过程的台风

Tab.1 The influence of typhoons for acted on the beach processes

台风编号	9904	9905	9908
影响日期	1999-07-26	1999-07-24~07-27	1999-08-19~08-22
最大风速 (m/s)	14	15.3	22.3
最大波高 (m)	2.5	2.5	5.5
主要风向	ENE	ESE, ENE	ENE, SSE
主要浪向	ENE	E, ENE	E, SE

依据分析了寮嘴口海滩剖面短期变化过程的主要动力作用,笔者认为:

(1) 寮嘴口海滩剖面的短期时空变化主要是受波浪、风及过境台风的作用,其中,风应力居主导地位。

(2) 海滩剖面平均高潮线以上体积的变化对风应力作用有快速的响应,平均海面以上部分因波浪进退流作用体积变化幅度较小,但变化最激烈。平均大潮低潮线以下海滩体积受控于波浪作用,由于水上和水下三维地形之间的转化而时间滞后较长。

(3) 台风大浪是造成后滨迅速

蚀积的直接动力。

参考文献

- 黄嘉佑,李 黄. 气象中的谱分析. 北京:气象出版社, 1984. 96~120
- Chen Zishen. *Marine Science Bulletin*, 2000, 2(2): 21~29

ANALYSIS OF DYNAMICAL ACTIONS ON THE PROCESS OF BEACH PROFILE BETWEEN HEADLANDS OVER A SHORT TIME

DAI Zhirun CHEN Zishen LI Chunchu

(Institute of Estuarine and Coastal Research, Zhongshan University, Guangzhou, 510275)

Received: Sep., 25, 2000

Key Words: Beach between headlands, Variation of the profile, Dynamical actions analysis

Abstract

Based on the repeatedly measured profile data on the beach between headlands of the Liaoziukou Bay in east Guangdong, and measured data of wave and wind are analyzed with cross spectrum. The results show that the profile temporal variations are mostly responded by the actions that composed of wind stress, wave power and typhoons.

(本文编辑:李本川)