

岬间海滩碎波带三维地形快速变化的地形动力过程分析*

陈子葵 施伟勇 戴志军

(中山大学河口海岸研究所 广州 510275)

提要 根据粤东一岬间海滩碎波带短期实测的地形和波浪等资料,分析了此海滩碎波带的地形动力学特征与三维地形组合。结果表明,在正常波况下,此海滩碎波带显示了以砂坝-裂流槽谷为主的多种地形组合的变化过程。

关键词 海滩-碎波带,三维地形,地形动力过程

海滩(沙滩)地形的时空演变是泥沙在波流驱动下沉积形态变化所造成的,其本质是三维地形的动态过程。Sonu 1973年首先提出了与碎波带砂坝运移有关的海滩状态(Beach states)模式,Wright和Short 1984年对澳大利亚众多海滩的个例研究中进一步划分了6种主要海滩状态:高度反射性、高度耗散性和介于两种极端类型之间的4种海滩类型,并从统计学上描述了不同波况下海滩状态间的转换。研究表明,构成海滩过程或循环研究的重点是水下砂坝的动态。然而,至今国内对涉及海滩地形演变的连续过程现场研究甚为缺乏,部分原因在于碎波带地形与波浪等观测上的困难。为此,本文利用对海滩-碎波带的短期逐日测量的地形和波浪等资料,对三维地形演变的地形动力学特征加以初步分析。

1 研究区环境背景

研究地点位于粤东碣石湾西部一岬间小湾,海岸地形为连岛砂坝(图1)。海滩长约5 km,海底坡陡,波浪传播至距离岸线很短距离才破碎。常浪下,沿岸碎波带宽约30~40 m,据当地遮浪海洋站长年波浪资料统计,深水波候主要特征表现为季节性风浪选加在较稳定的ESE向涌浪上。年均波高1.2 m,平均波周期4.2 s。海区潮汐作用弱,平均潮差约0.8 m,近岸海流垂线平均流速小于 0.1 m/s ^[1]。1993年以来多次非连续现场观测,均发现存在着从碎波带水下砂坝至并岸的歪斜砂坝、裂流沟槽、巨型滩尖嘴等与水上滩肩地形、滩角等的三维地形组合。

2 资料收集与处

现场地形测量工作始于1998年4月8日~17日,日潮差从0.96 m还逐步增加至1.19 m。此期正值春夏

之交,深水波以ESE向为主,大致与岸线呈近垂直入射。于海滩中部岸段高潮线附近设立7条地形剖面测



图1 海岸形态与海滩位置

5,10,15为等深线

Fig.1 Coastal configuration and beach location of study area

量基线,剖面间距7.5 m,于低潮阶段向海测至涉水所及之处,期间8,9日由于连日大雨地形测量数据不全而未加使用。同期于碎波带内垂直岸线方向,投放了两个压力式测波仪,同步测量碎波波面变化,测量期间,内测波站水深介于0.4~1.1 m,外测波站水深介于1.2~1.6 m。波采样频率为4 Hz,每组数据4 096个,历时17 min多。此外,采集了碎波带与海滩泥沙样品做粒度参数分析。

* 国家自然科学基金资助项目49676297号与广东省自然科学基金资助项目950074号。

收稿日期:1998-10-26;修回日期:1999-04-02

对逐日测量的剖面地形在计算机上绘制了三维地形图,同时以辛普生积分法计算了 0 m 和 -0.5 m 以上三维地形体积,各组的测波数据作了零点订正和消除潮位变化引起的趋势项,计算了波功率谱,并由谱矩法计算波高、波周期和谱宽度参量等。

采用 Bowen 和 Guza 1978 年提出的碎波标度参量 (Surf-scaling parameter) ϵ 来表征海滩反射性

$$\epsilon = a_b \omega^2 / g \tan^2 \beta \quad (1)$$

式中, a_b ——破波振幅; ω ——波圆频率; β ——海滩-碎波带坡度; g ——重力加速度。当 $\epsilon < 2 \sim 2.5$ 时,属反射性海滩,出现激散破波与亚谐波振荡运动; $\epsilon > 20$ 时,以耗散性为主,破波类型以卷破波向溢破波为主过渡,并形成重力碎波拍。(1)式的另一等价表达式为 Battjes 1975 年提出的破波类型参数 ζ :

$$\zeta = \tan \beta / (H_b / L_o)^{0.5} = (\pi / \epsilon)^{0.5} \quad (2)$$

式中, H_b ——破波高; L_o ——深水波长。当 $\zeta > 2.0$ 时,属于激散破波或崩破波, $\zeta < 0.4$ 时,出现溢

破波, $0.4 < \zeta < 2$ 时,则为卷破波。区分海滩状态的另一地形动力参数为 Wright 和 Short 1984 年提出的无量纲指数 Ω

$$\Omega = H_b / \omega_s T \quad (3)$$

式中, ω_s ——泥沙沉速; T ——波周期,当 Ω 小于 1 和大于 6 时,分别属于反射性和耗散性海滩状态; Ω 介于 1 至 6 之间,则属于地形动力变化更活跃的中间状态类型。

3 海滩-碎波带地形动力特征与三维地形动态

对碎波带两个测波站波功率谱部分测次的计算结果见图 2。频谱结构表明,不存在长重力谱峰。从外测波站至内测波站,波能因破碎与底摩擦耗能而减小,内外测波站碎波平均有效波高分别为 0.31 m 和 0.42 m,平均峰值周期分别为 9.6 s 和 7.4 s,峰值频率间普遍存在着差频或倍频关系,反映存在着波-波非线性相互作用。计算得到的碎波属于宽谱(谱宽度参数等于

0.48 ~ 0.87),内测波站较外测波站谱宽进一步加大,而平均碎波高与水深比值 γ 分别为 0.31 和 0.35,明显小于理论值。对此,有关研究也有相似的结果。

对逐日海滩碎波带碎波标度参量、破波类型和海滩状态参数计算值见表 1。

说明测量期间海滩碎波带兼具反射性与耗散性要素,变化值与水下砂坝动态相关,而碎波类型以卷波为主, Ω 值介于 1 ~ 6 之间,海滩碎波带属于中间状态类型。

现场观测显示,初期碎波带砂坝及其相伴的凹槽向岸运移,并受到向海流动的裂流沟槽切割而成为不连续的小砂坝。砂坝-沟槽进一步向岸推移,老的裂流槽谷消亡,滩面底

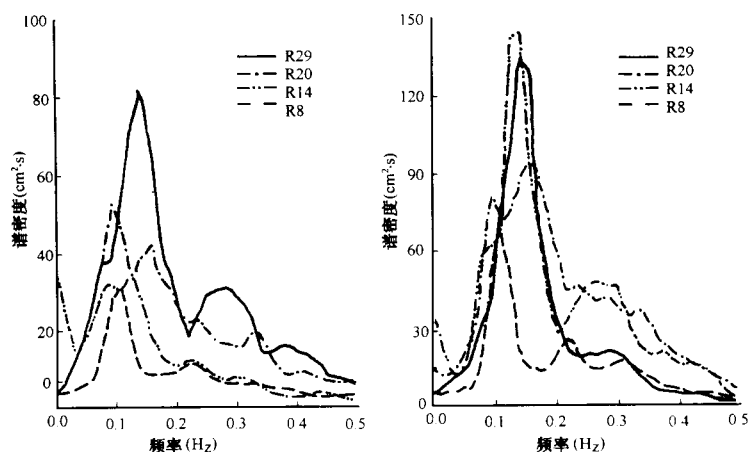


图 2 碎波带内测波站部分测次的波功率

a. 内测波站; b. 外测波站

Fig. 2 Wave power spectra of partial runs in surf-zone

a. Inner station; b. Outer station

部形成波侵蚀滩坎,随着砂坝-凹槽逼近滩面,滩坎进一步加深,在沿滩方向形成新的裂流槽和波状岸线,其向海突出部分为滩尖嘴地形或歪斜砂坝凹槽地形。最终水下砂坝并滩,沿岸裂流也随之填塞,但局部水下不规则地形对波浪的作用使得新的侵蚀沟槽处于孕育发展过程。观测期间,滩面高潮带滩角韵律地形始终

保持,滩角间距约 15 ~ 20 m,此地形存在指示了泥沙向岸运动为主,海滩处于加积过程。图 3 为 11 日、14 日和 18 日实测的三维地形结构。总体上看,研究期间此海滩碎波带显示了与地形动力作用相一致,以砂坝-裂流槽谷为主的多种地形组合的变化过程。

表 1 海滩碎波带地形动力参数值

Tab.1 The parameter values of morphodynamics of beach and surf-zone

日期 (月.日)	H_b (m)	T (S)	β	ϵ	ζ	Ω
4.10	0.32	4.7	0.080	4.5	0.83	2.1
4.11	0.34	4.6	0.067	7.0	0.67	2.3
4.12	0.47	4.7	0.065	10.2	0.55	3.1
4.13	0.41	4.3	0.059	12.9	0.49	3.0
4.14	0.44	4.3	0.080	7.4	0.65	3.2
4.15	0.48	4.4	0.064	12.4	0.50	3.5
4.16	0.51	4.7	0.066	10.6	0.54	3.4
4.17	0.36	5.0	0.064	7.1	0.66	2.3

表 2 海滩-碎波带逐日冲淤变化值

Tab.2 The daily scour or silt variation of beach surf-zone

深度 (mm)	逐日冲淤变化值(m ³)							
	10 日	11 日	12 日	13 日	14 日	15 日	16 日	17 日
0	826	828	864	997	1 014	1 098	1 029	1 021
-0.5	1 839	1 840	1 877	2 009	2 021	2 111	2 042	2 033

由计算得到的测量岸段海滩-碎波带体积逐日变化见表 2, 反映出地形冲淤具有如下趋势: 水下砂坝向岸运移阶段, 海滩-碎波带处于加积过程, 后期为海滩碎波带地形对波动力调整适应阶段。

4 结论

此研究岸段海滩-碎波带在正常波况下, 由水下沙坝-裂流沟槽为主的地形兼具反射性与耗散性要素, 显示了由多种地形组合构成的中间状态类型的海滩-碎波带三维地形对波动力的快速响应与调整过程。

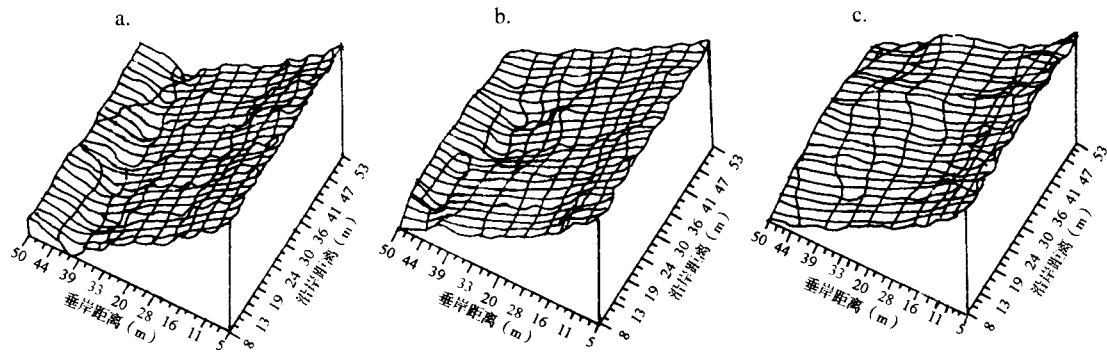


图 3 研究海滩碎波带部分实测三维地形

Fig.3 Partial three-dimensional morphologies of beach surf-zone

参考文献

1 陈子辛 碣石湾西部近岸带地形动力与泥沙输运趋势分

析. 见: 海岸工程学会编, 第八届全国海岸工程学术研讨会论文集. 北京: 海洋出版社, 1997. 418 ~ 424

ANALYSIS ON MORPHODYNAMIC PROCESSES OF FAST CHANGES OF THREE - DIMENSIONAL MORPHOLOGIES OF A BEACH AND SURF-ZONE BETWEEN HEADLANDS

CHEN Zi-shen SHI Wei-yong DAI Zhi-jun

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

Received: Oct. 26, 1998

Key Words: Beach and surf-zone, Three-dimensional morphologies, Morphodynamic processes

Abstract

This paper analyzed the morphodynamic characteristics and the three-dimensional morphology assemblages of a beach and surf-zone between headlands in eastern Guangdong Province, based on the data of measured morphologies and the waves during a short periods. The results showed that the fast change processes of the morphologies which were mainly composed of bar and trough with other various morphology assemblages existed in the beach and surf-zone under normal wave conditions.