

# Research Progress on Coastal Geomorphology and Sedimentary Environment of Sanya Bay in Hainan

Li Li<sup>1,2</sup>, Zhanzhao Li<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Guangzhou Marine Geological Survey, China Geological Survey, Guangzhou Guangdong

<sup>2</sup>Key Laboratory of Marine Mineral Resources, Ministry of Land and Resources, Guangzhou Guangdong

<sup>3</sup>China University of Petroleum (Beijing), Beijing

Email: 1415904422@qq.com

Received: Oct. 21<sup>st</sup>, 2016; accepted: Nov. 8<sup>th</sup>, 2016; published: Nov. 11<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

The modern Sanya Bay coast is most located in the wide Dashaba coast, and is Sandy accumulation coast by Active wave: both ends of the bay are the bedrock coastal because marine-abrasion. And the coral reefs are distributed in different degrees. As a whole, as the wave action, Sanya Bay is a large open embayed coast. But the tidal current and biological activities are also active in some coastal areas. Therefore, Sanya Bay coastal landform types are abundant. This paper intends to make a simple analysis of the coastal Sanya Bay, and preliminary discussion on the formation of sedimentary dynamics and coastal geomorphology.

## Keywords

Sanya Bay, Coastal Landform, Coastal Deposit

---

# 海南三亚湾海岸地貌与沉积环境研究进展

李力<sup>1,2</sup>, 李占钊<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>中国地质调查局广州海洋地质调查局, 广东 广州

<sup>2</sup>国土资源部海底矿产资源重点实验室, 广东 广州

<sup>3</sup>中国石油大学(北京), 北京

Email: 1415904422@qq.com

收稿日期: 2016年10月21日; 录用日期: 2016年11月8日; 发布日期: 2016年11月11日

## 摘要

三亚湾现代海岸绝大部份位于宽平的海岸大沙坝上, 是激浪活跃的砂质堆积海岸: 湾的两端是海蚀的基岩岸, 且不同程度地分布着珊瑚礁。在整体上, 三亚湾为一大型的较开阔的港湾海岸, 波浪作用为主, 但在某些岸段潮流作用与生物活动亦为活跃的因素。所以, 三亚湾海岸地貌类型丰富。本文拟对三亚湾海岸作简单剖析, 对沉积动力与海岸地貌的形成进行初步讨论。

## 关键词

三亚湾, 海岸地貌, 海岸沉积

## 1. 引言

根据海岸动力地貌学原理, 一定的海岸轮廓与物质供给状态下, 不同的动力条件导致泥沙运动形式的不同, 从而形成不同类型的海岸与相应的地貌组合。潮汐、波浪、河流等因素共同作用影响沉积过程, 形成不同的海岸地貌, 海岸地貌在演化过程中经受各种外力以及人类活动影响, 反作用于沉积过程, 在曲折中追求平衡过程。影响本文综合描述三亚湾海岸地貌和沉积状况, 从海岸动力地貌学角度探讨海岸地貌以及沉积对动力因素的响应, 揭示人类活动对海岸地貌的影响以及目前三亚湾海岸所存在的环境压力与环境问题。

## 2. 地质地理概况

三亚湾位于海南岛南端, 在大地构造上处于华南褶皱系南缘, 岩浆活动和构造活动频繁。海南岛的区域地质构造主要受EW向断裂控制, 三亚湾位于琼南拱形断块隆起的九所—陵水断裂南侧[1]。地质构造以华夏纬向构造为格架, 并与华夏、新华夏系等构造系复合形成了本区的特征[2]。在新构造运动分区上, 研究区属于琼中南强烈隆起区的琼南中度隆起亚区。新构造运动在海岸带以不对称穹状隆起为特点, 以间歇性上升为主, 局部产生断陷, 形成各级夷平面台阶地。

三亚地区出露的最古老地层为寒武系大矛群浅海碎屑岩类, 夹含磷、锰、硅质碳酸盐岩类, 地层总厚度超过2150 m; 其次为奥陶系浅海碎屑岩类, 夹有碳酸盐岩类, 含笔石、腕足类、双壳类及三叶虫化石, 厚度大于300 m; 以及志留系浅海碎屑岩类, 含三叶虫和腕足类化石, 厚度大于60 m。沿海第四纪地层发育, 除全新世有海相沉积外, 更新世极少有海相地层, 主要发育沙堤与泻湖沉积, 全新世生物堆积发育。区内广泛出露花岗岩侵人体, 如崖城南山的中生代—古生代花岗岩高丘和台地, 鹿回头岭、马鞍岭燕山期花岗岩, 亚龙湾部分受到轻微变质的燕山花岗岩等。

三亚湾海岸走向略呈弧形, 其范围西起马岭, 东至三亚, 再向南至鹿回头。岸外有东瑁洲、西瑁洲两岛及近岸的鹿回头岭为屏障, 是一半开阔的海湾。海岸面向开阔海域, 岬湾相间, 以风浪作用为主, 有一定的涌浪作用, 砂质海滩发育。三亚湾处于典型的热带季风气候作用区, 受东北季风和西南季风的交替影响, 气候湿热, 干湿季明显, 年均降水量1279.3 mm, 年最大、最小降雨量分别为1870.5 mm和746.5 mm, 年均气温为25.4℃, 年极端最高、最低气温分别为36℃和2℃。台风影响突出, 受到南海台风和西北太平洋台风的共同影响。统计表明, 影响海南南部的台风以强台风为主, 西北太平洋强台风年均均为2.4个, 南海强台风年均均为0.8个。影响三亚湾沿岸的风浪以西向与西南向为主, 其次为偏南向的风

浪与涌浪。东南向波浪因由鹿回头半岛之屏障, 故而对本湾影响较小。本区的潮汐是以日潮为主的混合潮, 潮差 2.13 米。半日潮天数平均为 11 天。日潮时一天中涨潮为 16~17 小时, 落潮时极短, 仅 7~8 小时[3]。大潮汛对应着日潮, 小潮汛对应着半日潮。沿岸带潮流系往复流, 涨潮流为东南向, 落潮流向西北, 自表层至底层均为落潮流流速大于涨潮流流速。三亚湾两侧岬角沿岸及湾内岩礁附近海底表层沉积物较粗, 为粗砂和砾石, 珊瑚贝壳碎屑含量高; 海湾沿岸水下沉积物为细砂, 烧旗河口附近为中砂。向湾内随水深增大, 表层沉积物粒度变细, 逐步过渡为粉砂质砂, 乃至粘土质粉砂[4] (见图 1)。

### 3. 三亚湾海岸地貌特征

#### 3.1. 陆连岛

鹿回头半岛位于三亚湾的东南部, 呈东北 - 西南向伸入海中约 4 公里, 构成了三亚湾的东南“岬角”。在地貌上, 它是一个中型的陆连岛。

鹿回头岭高 270 多米, 是由花岗岩与花岗闪长岩组成的陡峻山地, 它突立于外海, 水深浪大, 沿岸海崖陡立。向陆侧山坡(东北坡)保留着明显的断层三角面。此情况适与对面的南边岭山坡相对应, 南边岭西南坡亦存有显著的断层崖壁, 表明两山间为一 NW 向的断裂地堑带, 断裂使得鹿回头岭曾与陆地分离, 突立海中为岛。小洲、白排为此断裂陷落部分在海中的残留岩体。后由于偏南向的波浪作用, 而且主要

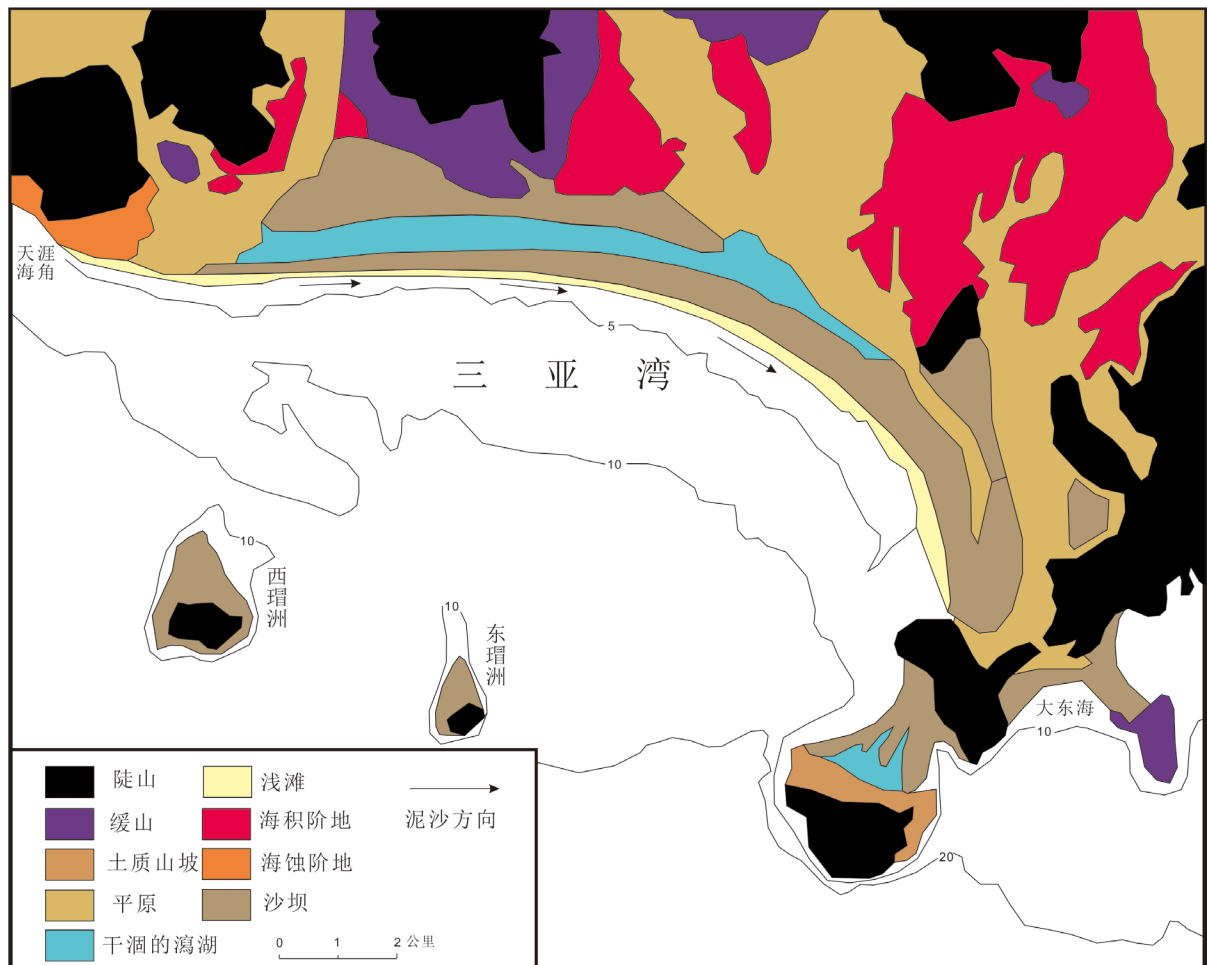


Figure 1. Coastal dynamic geomorphology of Sanya Bay [3]

图 1. 三亚湾海岸动力地貌图[3]

是西南方向的波浪作用, 它不断冲蚀岛屿沿并将泥沙于岛后波影区堆积, 逐渐形成三条小型连岛沙坝, 沙坝发育后不断接受来自两侧海底与陆上的泥沙, 渐次合并成为一条长约 2.2 公里、宽 1.2 公里的沙坝(按其地名而称为“椰庄沙坝”), 并将鹿回头与南边岭陆地相连, 成为今日的陆连岛[5]。连岛沙坝组成物质为浅色的岩屑、石英质砂砾以及珊瑚礁块屑, 其地势平坦, 高程为 2~4 米, 东北部略高, 西南部低矮处为残留的泻湖洼地。看来, 连岛沙坝形成为时不久。

华南港湾海岸虽在成因上与北方港湾岸基本一致, 是在冰后期海面上升的背景上, 受岩性、构造控制, 以波浪作用为主。但是, 华南沿海高温多雨, 化学风化作用强烈, 岩石遭受风化分解的速度快, 故而海岸带泥沙供应较北方海蚀岸段数量大, 海岸堆积作用发展迅速, 堆积地貌发育普遍, 规模亦较大, 其中尤以海岸沙坝与连岛坝最为突出。原因在于华南海岸面临开阔的外海, 浪大水深, 海岸带不仅有较多的泥沙供应, 而且海积作用是在海湾内或在岛礁等障碍物后侧的波影区, 这样才得到了最充分的发展条件[6]。

### 3.2. 海岸沙坝

在上述东西呷角之间的三亚湾内, 沿着海岸是一条长达 19 公里的海岸大沙坝。这条海岸沙坝形成于现代海岸发育的初期, 由原来的古海岸带受冲蚀破坏而形成, 大量堆积于近岸带海底的泥沙, 受波浪长期作用, 重新向岸推移, 逐渐堆积成一条与海岸平行的大型砂质堆积体—海岸沙坝。据其地理位置, 称之为三亚沙坝。三亚沙坝的高度与宽度, 从西向东由窄变宽, 由高到低[7]。

沙坝的高、宽形态标志与海滩的形态标志一样, 既反映着当地供沙量多少与泥沙粒度, 同时, 亦反映着因海岸朝向不同所经受的波浪力的差异。三亚沙坝西段, 面临开敞大海, 风浪大, 激浪作用活跃, 并且靠近花岗岩山地, 泥沙来源丰富, 因此沙坝的高度大, 坡度陡, 泥沙颗粒粗(粗砂), 而东部的三亚, 有东瑁洲、西瑁洲与鹿回头半岛为屏障, 外海传来的波浪经过岛屿折射后, 至岸边动力减弱, 故东段沙坝宽缓, 泥沙颗粒小, 主要为细砂。

在三亚沙坝西段的顶部, 叠加着四条与岸线平行的沿岸沙堤, 其高度自海向陆略有增高。这种现象反映着西段海岸接近供沙源地, 泥沙供应充分, 岸线淤进较快。波浪横向堆沙作用强盛, 且稳定持久, 它不断地将泥沙推向海滩顶部, 因而堆积成沿岸沙堤。至三亚大沙坝中段, 沿岸沙坝数目减少, 高度降低, 沙堤带宽度亦变窄。而沙坝东段沿岸沙堤则不发育, 这是由于距沙源地的距离加大, 泥沙供应逐渐减少的缘故[8]。

### 3.3. 三亚潮汐汉道

三亚湾潮汐汉道位于三亚大沙坝南端, 是一个以沙坝为外掩体的泻湖型潮汐汉道。汉道口门在三亚港与南边岭之间, 为一 80 米宽的狭窄通道, 通道内侧为一宽度超过 1 公里的泻湖洼地, 泻湖内侧分汉并与大陂水与月川水(东支)相接。但是, 上游河流除 7~9 月由于热雷雨及台风引起洪水下泄外, 其它季节流量极小。河流流量在三亚镇一带约 5~6 立方米/秒, 洪峰流量为 2375 立方米/秒(50 年一遇)。洪水一般在暴雨后 2~3 小时到来, 但数日即落。而枯水位流量仅 0.3 立方米/秒。大陂水上游花岗岩山地, 林木繁茂, 水土流失少。上游山区河谷宽 40~50 米, 河岸高 3 米。河床沉积是长径为 10~20 厘米的砾石与粗砂, 砂砾沉积厚 1~1.5 米。月川水下游主要受潮流冲刷加宽了河道, 涨潮流沿月川水上溯, 可达水口坡一带, 沿月川水两岸开辟了大片盐田[9]。

在大陂水与月川水汇合以下的“三亚河口地区”, 实为一潮汐汉道, 潮汐成起主要作用。本区涨潮时间长(平均 16~17 小时), 进潮量大, 潮水沿河上溯可达 7 公里。而落潮时间短(7~8 小时), 流速急, 大于涨潮流速约 1~2 倍。尤其在口门段落, 由于有三亚大沙坝外掩阻拦, 口门狭窄, 东水流急, 致使该处

落潮流最大表层流速为 0.9 米/秒, 最大底流速为 0.5 米/秒, 加之, 水位近口门下降, 因此在口门狭窄段造成底部冲刷, 形成东西向长达 400 米、南北宽约 50 米的潮流冲刷槽, 槽底水深皆大于 3 米, 最深处于一 9.4 米(据当地零点计)。汉道口门段的潮流冲刷槽在地形与沉积上与两侧海底有明显差异, 三亚港老码头即利用此天然深槽的有利条件, 保证了使用水深。

由于三亚河上游下沙不多, 三亚大沙坝沿岸也无大量来沙, 大沙坝末端淤进变动微小, 故该潮汐汉道是稳定的, 水流通畅, 在冲刷槽的末端海底也未形成砂质的潮流三角洲堆积。根据潮汐汉道这些特性, 顺落潮流方向在口门外海底开挖航道, 将能保持着足够的使用水深[10]。

## 4. 三亚海岸沉积过程

### 4.1. 三亚湾沉积物分布

海湾海底沉积物总体上表现为由东往西变细, 由海向岸变粗。由东往西的变粗主要是由于三亚湾内受到西南风向的影响, 存在由西往东的沿岸流。从“花石礁”向东南的展布方向也可以证明沿岸流的存在。由海向岸变粗, 表明波浪对海底的影响显著增强。

从海底沉积物的物质成分来看, 海底存在丰富的砂源, 能够为海滩砂提供砂源。而三亚河所携带的物质主要以细颗粒物为主, 并且仅仅堆积在三亚港区和水深 10~20 m 的水域, 对海滩的影响不大。因而, 末次冰期沉降于陆架上的大量砂是海滩砂的主要来源[11](见表 1)。

### 4.2. 三亚湾海岸海滩形态及发育过程

大东海两侧为基岩岬角海岸, 岬角内侧发育了珊瑚礁平台。受波浪冲击侵蚀, 形成较多砂砾质泥沙向海湾内供应, 并渐在海湾顶部堆积, 发育成沙坝海岸。沙坝向海侧受一般强度激浪作用, 形成砂质海滩。海滩剖面相对高度 4 m 左右, 宽度 40~50 m, 坡度约 6°~10°, 上部坡度大 9°~10°, 下部变缓 6°~7° [12]。

鹿回头湾沿岸南北两端为基质岩海岸, 中间部分为发育于珊瑚礁平台上的连岛沙坝海岸, 沙坝的向海侧受激浪作用, 在礁平台上发育了呈连续分布的弧形条带状砂砾质海滩。海滩纵向长 1920 m, 横向宽 20~23 m, 相对高度 214 m, 坡度基本稳定在 6°~7°。平均高潮位以下的滩面上, 有 4~5 列相互平行、延岸线呈连续分布的沙波发育[13]。海滩剖面总体呈近直线形。鹿回头湾大洲对侧波影区珊瑚礁平台上, 发育舌状的锥形连岛沙坝。

小东海沿岸南北两端为基岩海岸, 中间部分为礁平台上发育的连岛沙坝海岸, 沙坝的向海侧发育条带状砂砾质海滩。海滩长 1340 m, 宽 21~27 m, 相对高度约 314 m, 坡度 7°~10° [14]。海滩上部上凸, 下部略下凹。

白排人工岛西南端海滩发育于白排礁头波影区礁平台上形成的萌芽阶段的连岛沙坝向海侧, 其宽度 14 m 左右, 相对高度为 118 m, 坡度为 6°~10°。系人工填砂刚刚开始受激浪作用, 而正在形成的锥形海滩, 还远未达到相对平衡的状态。此处海滩形态和物质组成, 并不能反映与动力和泥沙相适应的稳定状况。但是, 其发育于尚处在萌芽阶段的连岛坝上, 对连岛坝演变序列的认识具有重要的意义[15]。

三亚湾中部湾顶段的沙坝海岸海滩上部微凸下部略凹, 呈和缓的蛇形, 低潮水边线下波痕发育, 起伏小, 系典型的动态均衡型海滩剖面。因湾内的岛礁掩蔽, 加之波能在湾内的存在辐散, 动力作用适中。而且, 湾内砂源丰富, 进流消能空间充足, 发育了完整的滩脊式细砂质海滩[16]。西侧近岬角处, 波能辐聚, 侵蚀作用加强, 高潮大浪时, 在海滩剖面上部形成陡坎, 同时, 将剖面拉成近直线形(见表 2)。

**Table 1.** Grain size characteristics of beach area in Sanya Bay and its surrounding beaches [5]**表 1.** 三亚湾及其周边海滩滩面物质粒度特征[5]

位置	样号	各粒级百分含量/%			粒度特征值			定名
		砾	砂	粉砂	中值粒径/ $\Phi$	分选系数	偏态	
三亚湾	SY13-1	0.174	99.82	0	1.929	0.757	-0.115	中砂
	SY13-2	0	100	0	2.083	0.526	-0.006	细砂
	SY13-3	0	100	0	2.413	0.469	-0.002	细砂
	SY13-4	0	100	0	2.455	0.518	-0.018	细砂
大东海	DDH1-1	0.12	67.46	32.42	2.041	2.373	0.473	细砂
	DDH1-2	0	74.01	25.99	2.061	1.914	0.536	细砂
	DDH1-3	0	72.23	27.77	2.015	2.117	0.619	细砂
	DDH1-4	0	17.99	82.01	5.151	1.523	-0.023	粗粉
	DDH1-5	0	72.32	27.68	1.864	2.261	0.590	细砂
鹿回头湾	LHT01	81.0	19.0	0	/	/	/	砂质
	LHT02	19.6	78.4	2.0	1.00	1.3	0	砾石质
	LHT03	6.0	93.8	0.2	0.35	0.60	0	砂
	LHT04	8.0	92.0	0	0.62	0.60	0	砂
鹿回头湾大洲后侧	LHT-DZ1	6.2	93.8	0	0.564	1.447	0.244	粗砂
小东海	XDH1-1	0	51.9	48.1	3.896	2.108	0.084	细砂
	XDH1-2	12.5	87.5	0	-1.406	0.837	0.042	粗砂
	XDH1-3	61.5	38.5	0	-1.049	1.026	-0.067	细砾
白排礁人工岛	RGD1	0	100	0	2.207	0.526	-0.002	细砂
	RGD2	0	100	0	2.094	0.610	0.002	细砂
	RGD3	0	97.979	2.02	1.844	0.887	0.058	中砂
	RGD4	珊瑚块	84.01	15.7	2.98	1.18	1.598	细砂

## 5. 讨论

### 5.1. 海岸地貌以及沉积对动力因素的响应

海南岛潮汐为日潮型, 东部与南部为不规则日潮混合潮, 波浪为季风性, 冬季以东北向风浪为主, 台风季节亦盛行东北或偏北向风浪, 风力强, 对北部、东部海岸作用尤其强烈[17]。海浪在塑造海岸中是最积极、最活跃的动力因素。它具有巨大能量, 对海岸或海岸建筑物产生巨大冲击力; 在近岸物质搬运和堆积方面也起重要作用。在波浪作用下, 通常粗颗粒物质向岸搬运, 细颗粒物质向海搬运; 自岸向海, 海岸带泥沙由粗变细, 较陡的海岸剖面在波浪侵蚀堆积作用下逐渐变缓。潮汐引起的海水周期性升降运动以及随之产生的海水水平方向运动, 对塑造海岸有重要影响。不同岸段潮差有较大差别, 潮差大小直接影响海水动力所能作用到的范围。相应的潮流水平流动, 在有的水域, 流速不足一节; 而在中国杭州湾, 涌潮通过最大潮流流速可达 12 节以上。尤其对细颗粒物质组成的海岸, 潮流是泥沙运移的主要营力。

海南岛海岸类型按其成因与形态可分为两大类: 基岩港湾海岸与沙砾质平原海岸。海南岛原始海岸大多为山地丘陵组成的基岸港湾岸, 而后随着海岸的侵蚀堆积过程, 有些地区发育了众多的沙坝堆积岸

**Table 2.** Beach morphology parameters of Sanya Bay and its surrounding beaches [6]  
**表 2.** 三亚湾及周边海滩形态参数[6]

位置	断面名称	海滩宽度/m	相对高度/m	海滩坡度	坡度范围
三亚湾	SY4	45	2.6	4°~6°	
	SY13	60	2.4	5°	4°~7°
	SY20	35	2.7	6°~7°	
大东海湾	DDH1	40~50	4.0	6°~10°	6°~10°
	LHT1	20	2.3	7°	
鹿回头湾	LHT2	23	2.4	6°	
	LHT3	22	2.4	6°	6°~7°
	LHT4	22	2.4	6°	
	LHT-DZ1	40	2.0	7°~9°	7°~9°
小东海湾	XDH1	27	3.4	7°	
	XDH2	23	3.4	9°	7°~10°
	XDH3	23	3.4	9°	
白排人工岛	RGD1	14	1.8	6°~10°	6°~10°

[18]。沙砾质平原海岸或为三角洲平原海岸其表现形式多为沙坝与泻湖海岸，沙坝上可叠置发育海滩、沙堤及沙丘，随着海岸加积展宽或地壳上升，老的沙坝可太高成为海积阶地。

应该说，风浪与潮流皆为作用于海岸的重要动力。海南岛虽处于开阔海域，但由于海岸多港湾，故水流的作用强，其中又以潮流作用为主。海岸带泥沙供给既有河流泥沙，亦有海蚀岸段供沙，但量皆不大，因为海蚀岸段多为堆积岸段所代替，而海滩沙部分来自海底泥沙的“补偿性”供应，其特点是多细沙。可以认为海南岛海岸属于海蚀—海积型，而且处于动态平衡的发展阶段。

## 5.2. 人类活动对海岸地貌的影响

首先是原生态植被遭破坏严重，海岸基本丧失防风功能。为了更好吸引投资，长期以来，地方政府对生态海岸进行大规模的公共设施建设，特别是公路建设对海岸原生态植被破坏最为严重。海口市的滨海大道是该市主要交通干线，从海口市区穿过海口湾直接横贯于海口黄金西海岸的沿线，长达 38 公里。作为主干道，滨海大道宽度超过 50 米，且道路多处离西海岸最高潮位线近达 50 米，有的仅 10 米。按道路面积测算，海口滨海大道至少破坏了 190 万平方米的海岸原生态植被。实际上，海南省已有多处海岸的原生态植被遭受破坏后，基本丧失了防风功能。

滨海房地产开发建设的另一后果是海岸侵蚀加重，海岸线后退明显。2002 年，三亚市为把三亚湾建成度假型房地产基地，对原有的基岩、沙岸、珊瑚礁、红树林、野菠萝、海草等海岸生态进行大规模清除。这些行为导致了三亚湾海岸侵蚀加剧，海岸线后退明显。自 2002 年以来，三亚湾海岸线以平均 1~2 米/年的速度向近岸推移。三亚湾海坡段海岸上世纪 50 年代修筑的碉堡到了几年前距离最高潮位线约有 4~5 米，有些如今已轰然倒塌掉进水里。如不采取有效措施遏制三亚湾海岸侵蚀的速度，不出几年，花巨资修建的三亚湾滨海大道将难以保住，附近酒店宾馆的安全也会受到严重威胁。

滨海房地产的生活污水也对海南省海岸生态环境造成较大污染。由于海南省城市生活污水处理能力差，滨海房地产普遍存在生活污水直排、间排大海现象，严重污染滨海近海海域。据《海南省海洋环境

公报》报道, 经过近几年滨海城市生活污水的直排, 近水海域水质有不同程度的变化, 重点排污口临近海域水质量在逐年恶化。

在海南省房地产建设较热的海滩, 都有不同程度的污水直排海滩, 加剧沙滩泥化的现象。“沙滩泥化现象加快, 沙滩存在不同程度的变黑”, 是滨海房地产开发建设的又一恶果。

人类的建设活动严重破坏了海滩的整体形态。沙坝海岸为一个变动的地貌单元, 从三亚城市过程的城市建设来看, 三亚的建筑物建设在动态变化的沙坝上。这些违规建筑严重地破坏了海滩的整体形态, 改变了海滩的动力条件。在野外考察时就发现, 三亚湾东侧海滩后滨带的沙坝上进行建设活动, 束狭了激浪带的自由作用宽度, 破坏了海滩的整体结构, 减小了波浪消能范围, 同时也阻断了沙坝向海滩的供沙, 使海滩略呈侵蚀状态, 并且发现局部小路出现崩塌现象。目前, 许多的人为建筑物或娱乐设施直接紧逼海滩高潮线或特大高潮线, 使人为建筑或岸路成为堤坝, 阻挡进流翻越, 而形成的强劲退流冲刷滩面; 另一方面, 人工建筑或岸路阻挡了沙坝给海滩供沙, 使完全剖面式海滩转变为背叠式, 从而影响海岸海滩的发育。

## 6. 结论

1) 三亚湾在地质构造上处于华南褶皱系南缘的琼中南强烈隆起区, 岩浆活动和构造活动频繁。新构造运动在海岸带以不对称穹状隆起为特点, 以间歇性上升为主, 局部产生断陷, 形成各级夷平面台阶地。三亚湾现代海岸走向略呈弧形, 地貌类型丰富, 包括陆连岛、海岸沙坝和潮汐汉道等。三亚湾绝大部分位于宽平的海岸大沙坝上, 湾的两端是海蚀的基岩岸, 且不同程度地分布着珊瑚礁, 为一大型的较开阔的港湾海岸。

2) 三亚湾的海岸沉积对动力因素有积极的响应。海浪与潮流和生物活动是塑造海岸形态的主要动力, 其中海浪在塑造海岸中是最积极、最活跃的动力因素。伴随着海岸的侵蚀和堆积过程, 三亚湾海岸在早期的基岩海岸地貌基础上, 形成了海蚀—海积动态平衡动力环境下的基岩—沙坝堆积岸。

3) 然而, 人类活动及城市建设正在破坏三亚湾海滩的生态环境、海滩结构和动力条件, 影响了海滩的自然发育, 造成了海岸侵蚀和沙滩泥化等恶果, 并最终会制约和危及城市未来的发展, 值得高度警惕。

## 致 谢

感谢北京大学于璇博士在论文成文中的有益讨论。

## 参考文献 (References)

- [1] 万天丰. 中国大地构造学纲要[M]. 北京: 地质出版社, 2004.
- [2] 晁会霞, 韩孝辉, 杨志华, 等. 对海南岛大地构造特征的新探索[J]. 地学前缘, 2016, 23(4): 200-211.
- [3] 王颖, 陈万里. 三亚湾海岸地貌的几个问题[J]. 海洋通报, 1982: 37-45.
- [4] 王颖. 海南潮汐汉道港湾海岸[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996: 30-142.
- [5] 毛龙江, 张永战, 魏灵, 等. 海南岛三亚湾现代沉积环境[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2007, 26(4): 17-22.
- [6] 毛龙江, 张永战, 魏灵, 等. 海南岛三亚湾海滩研究[J]. 第四纪研究, 2006, 26(3): 477-484.
- [7] 王颖, 朱大奎. 海岸地貌学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1994: 1-126.
- [8] 彼得·马蒂尼, 朱大奎, 等. 海南岛海岸景观与土地利用[M]. 南京: 南京大学出版社, 2004: 195-220.
- [9] 何雪琴, 温伟英, 何清溪. 海南三亚湾海域水质状况评价[J]. 台湾海峡, 2001, 20(2): 165-170.
- [10] 王颖, 吴小根. 海平面上升与海滩侵蚀[J]. 地理学报, 1995, 50(2): 118-127.
- [11] 任美镔. 海平面研究的最近进展[J]. 南京大学学报自然科学版, 2000, 36(3): 269-279.
- [12] 薛春汀. 21世纪海面上升对珊瑚礁岛屿的影响和对策[J]. 海洋科学, 2003, 27(10): 32234.



- [13] 王宝灿, 黄仰松. 海岸动力地貌[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1989: 108-145.
- [14] 袁家义, 赵焕庭, 陆铁松, 等. 华南海岸动力地貌体系[J]. 海洋学报, 1992, 14(1): 72-81.
- [15] 蔡锋, 苏贤泽, 曹惠美, 等. 华南砂质海滩的动力地貌分析[J]. 海洋学报, 2005, 27(2): 106-114.
- [16] Nolan, T.J., Kirk, R.M. and Shulmeister, J. (1999) Beach Cusp Morphology on Sand and Mixed Sand and Gravel Beaches, South Island, New Zealand. *Marine Geology*, **157**, 185-198.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0025-3227\(98\)00150-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0025-3227(98)00150-9)
- [17] Otvos, E.G. (2000) Beach Ridges—Definitions and Significance. *Geomorphology*, **32**, 83-108.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0169-555X\(99\)00075-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-555X(99)00075-6)
- [18] Wright, L.D. and Short, A.D. (1984) Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: A Synthesis. *Marine Geology*, **56**, 93-118. [http://dx.doi.org/10.1016/0025-3227\(84\)90008-2](http://dx.doi.org/10.1016/0025-3227(84)90008-2)

**期刊投稿者将享受如下服务:**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ojs@hanspub.org](mailto:ojs@hanspub.org)