

## 崖门至漠阳江间港湾式海岸地貌\*

赵焕庭

(中国科学院南海海洋研究所)

中国大陆东南沿海自杭州湾以南,大体上属于港湾式基岩海岸,濒临热带亚热带海洋,众多的河流于此入海,沿海的港湾式海岸为海岸地貌学研究的重要课题之一。吴尚时<sup>[10-11]</sup>、罗开宣<sup>[19]</sup>以及曾昭璇<sup>[26-28]</sup>等先后对粤中海岸进行过地貌研究。笔者等也曾对粤中海岸作过动力地貌调查<sup>1)</sup>。本文以崖门至漠阳江间海岸为例,探讨港湾式海岸地貌发育问题。

### 一、海岸轮廓

从崖门口到漠阳江口长约120公里的海岸,除东西两端是河口三角洲型海岸外,其间是港湾式海岸。大约在 $21^{\circ}40' N$ 以北是海岸山地,以南是浅海和岛群(图1),岛群以内水深多在5米以浅,岛群以外深度才超过20米,故有人认为这段海岸属于“浅水山地型海岸”<sup>[26]</sup>。海岸深受X型断裂所控制,有规律地曲折,多岬角、海湾和岛屿,海岸线和岛群大体呈北东-南西走向,但溺谷却沿北北西方向深入陆地,又被称为兼具里阿斯和达尔马提式的“华南型山地海岸”<sup>[27]</sup>。

海岸毗邻的南海北部大陆架,是被冰后期海面上涨所淹没了的滨海平原<sup>[18]</sup>。内陆架沿岸分布着主要是冰后期河流搬运入海所加积的细颗粒沉积物<sup>[21]</sup>。外陆架的细砂沉积是在更新世冰期低海面时于滨海地带形成而残留在海底的<sup>[37]</sup>。岛群以内浅海是一个向陆架和缓倾斜的水下岸裾,宽约10公里,由大陆海岸山地和港湾水边线向岛群倾斜,接近岛群北缘存在一条东西向深槽,深近10米。其中崖门和那扶溺谷口外海滨具有拦门浅滩的形态(图2、表1)。

溺谷、港湾、岬角和近岸岛群的组合,通常是沉降性海岸的特征。事实上,粤中沿海海积平原、三角洲平原和浅海淤泥之下,埋藏有更新世时期所形成的花岗岩红色风化壳<sup>[27]</sup>;香港地区存在一12米左右的海蚀阶地<sup>[34]</sup>,约相当于早、中全新世之间的低海面;崖门口和

表1 水下岸坡斜率

剖面位置	斜率	
黄茅海	内坡逆坡 0.0008	外坡顺坡 0.00075
广海湾	单向顺坡 0.0005	
镇海湾	内坡逆坡 0.0008	外坡顺坡 0.0004

\* 本文初稿写于1963年,现又作些删改。林鸿雄同志清绘图件,特此致谢。

本刊编辑部收到稿件日期:1978年11月9日。

1) 赵焕庭、许宗藩,1962。镇海湾动力地貌调查。



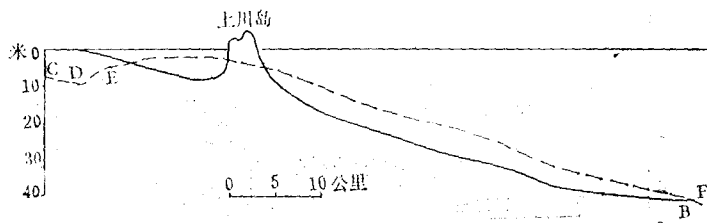


图2 海滨剖面图

实线：广海湾海滨剖面，从斗山河口A点(112°50'E, 21°57'15"N)经上川岛车旗顶(海面以上高度为示意的)至B点(112°50'E, 20°19'36"N)  
 虚线：那扶湖谷口镇海湾剖面，从C点(112°24'36"E, 20°52'N)经D点(112°24'52"E, 21°50'N)、E点(112°25'30"E, 21°48'15"N)至F点(112°35'24"E, 20°15'N)

镇海湾的水下钻孔资料表明，厚 10 米左右的沉积物显示出海面上升而产生的沉积韵律(图 3)。海晏、汶村海积平原下 -5 米左右埋藏有一个广阔的花岗岩红色风化壳(图 4)。由此图可以看出水下岸裾向滨海平原演变的进程，留下了沉积物相变的踪迹。

现代海岸的轮廓，大体上相当是冰后期六千年前的大西洋期海浸后开始定形的<sup>[31,32]</sup>。由于靠近珠江口，深受珠江固体径流的影响，这是该段海岸现代地形建造的最显要的因素。接受珠江口排出的大量固体、胶体物质沉积的结果，逐渐改变着原来山地港湾海岸地貌的性质，向港湾淤泥质海岸转化。

## 二、海岸地质构造与海岸形态

### (一) 构造与海岸形态

区域地貌和海岸线移动的规律还应当考虑到各个大地构造单元的运动，这种大地构造单元就是“活化地台”的各个大小断块<sup>[6]</sup>。本段海岸在大地构造上属于华南古陆(华南

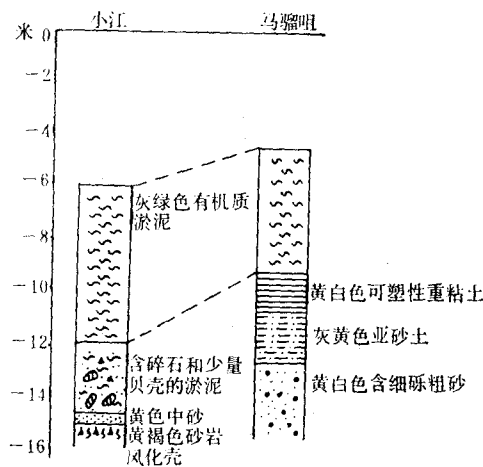


图3 镇海湾岩性柱状图

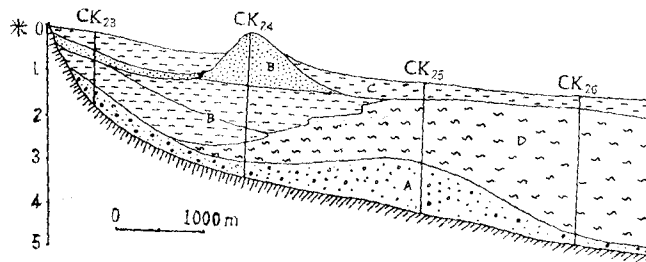


图4 汶村平原剖面图(据广东省地质局)

1. 滨海相底砾层,其上往往有海相砂和粉砂,常含心蛤属 *Cardita* 为代表的瓣鳃类和腹足类;
2. 滨海相砂和粉砂层,分布在近岸部分的底砾层之上或滨海沙堤中,砂和粉砂的分选性及磨圆度较高,常有水平层理或平缓交错层理;
3. 滨海相淤泥层,分布在平原表面,为现代海滩沉积,生存着以潮间带环境的尖塔螺 *Turritella* 为代表的腹足类和瓣鳃类;
4. 浅海相淤泥层,位于剖面中部,常含心蛤属 *Cardita*、帘蛤 *Venus* 等瓣鳃类、腹足类。

台块)<sup>[2]</sup>的一部分,基底由前震旦纪片麻岩组成,但隆起出露不多,盖层不厚,古生界地层零星分布在海岸带内部<sup>[4,20,25]</sup>,因经受加里东运动和印支运动的影响,发生褶皱、断裂和变质,主要构造线为华夏式走向。中生代华南古陆发生强烈的活化,基底断裂,断裂线仍承袭北东-南西走向,并常有北西-南东向断裂交错,呈X型断裂。中生代断裂系明显地制约了海岸的地形轮廓和地貌特征(图5),使后来的新构造运动具有块断性质。X型断裂把海岸分割成若干格块。由于拱裂作用,使地壳产生差异运动。各断块的升降运动方向是不同的,使这段海岸地形总的特点呈现出水平方向的曲折性和垂直切割的阶梯性。北东或北北东向断裂系是最发达的一组。广海-紫金大断裂从粤东越过珠江口,经崖门到广海湾,大致是这段海岸的海陆分界线。上川岛和下川岛可能是深圳-永定大断裂与粤东莲花山大断裂共同组成的深断裂带的延伸部分<sup>3)</sup>。苍城-阳江逆断裂的南段,是本段山地海岸与阳江台地海岸的分界线。北北西向断裂影响沿岸水文网的格局,制约了崖门水道、斗山古河谷、那扶湖谷及漠阳江的方向。有些断裂仍有活动,有不少的地震记录,有时还有喷泉发生<sup>2)</sup>;现在台城附近有温泉,镇海湾神洲附近有水下喷泉,涌出淡水。

伴随着中生代断裂而强烈发生岩浆活动,大范围的花岗岩侵入,奠定现代海岸山地和岛群的基础。“台阳滨海山系”<sup>[20]</sup>是由两条高度相当而岩性截然不同的山脉并连在一起的。内陆的一条是褶皱断裂变质岩低山,由于古生界地层强烈变质为石英岩、板岩、千枚岩、片岩等,同时受到了强烈的挤压,产生了连续紧密倒转褶皱单斜构造、逆掩断层和正断层,使山势相当高峻陡峭。濒海的一条是花岗岩低山,高约500—700米,被几条北西-南东向断裂切成几段。

断块间歇性上升运动产生山块,并造成各级层状地形,有500、200和100米三级剥蚀面和比高分别为60—80、40—50、20和零星的5—10米四级侵蚀-剥蚀台地,其中50米<sup>[7]</sup>和20米<sup>[25]</sup>两级有些是基座阶地,上覆红土砾石层,或比高分别为35—40、20、7—10米<sup>[4]</sup>

1) 据广东省地质局地质矿产研究所,1959。广东省1:1,000,000大地构造图说明书。

2) 据林国康(1893)纂《新宁县志》和赖际熙(1920)纂《赤溪县志》。

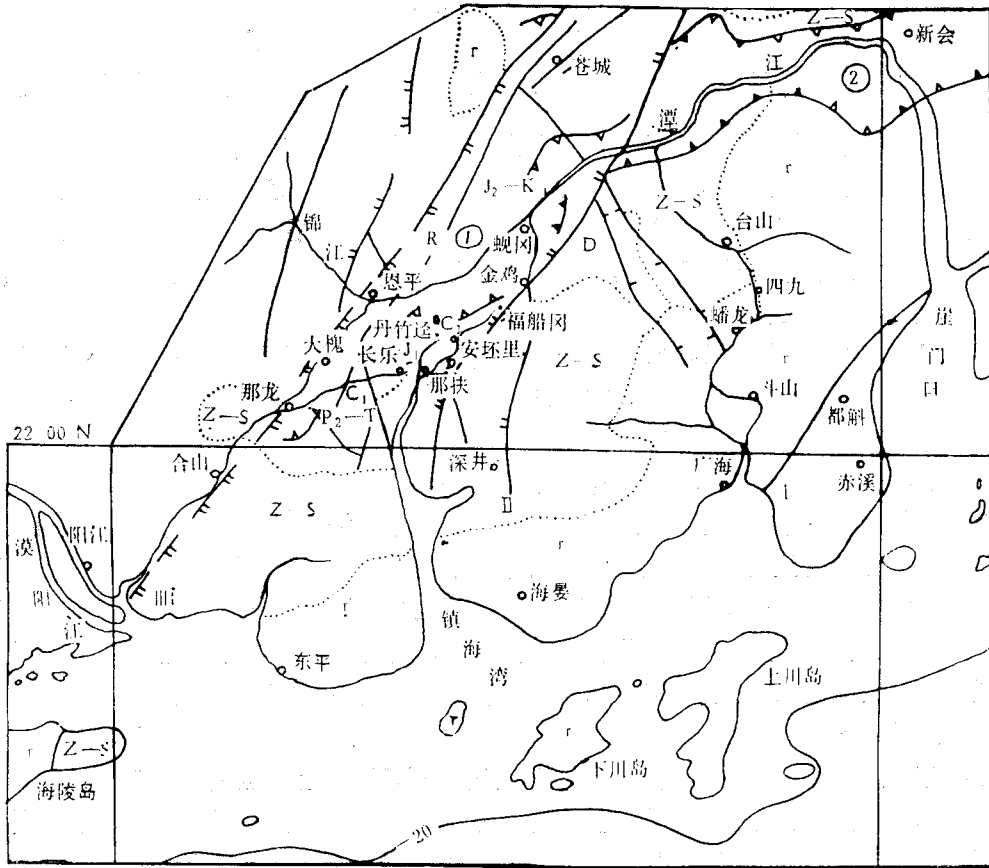


图 5 沿海地质构造图 比例尺 1:1,000,000

(据地质部地质科学研究所和广东省地质局地质矿产研究所编《广东省大地构造图》，1960)

正断裂 逆断裂 —— 性质不明的断裂 中生代陆相拗陷轮廓  
 ① 恩平断凹 ② 潭江断凹 I 广海紫金大断裂 II 深井鹤城大断裂 III 阳江苍城大断裂 r 中生代花岗岩 Z-S 寒武志留系 D 泥盆系 C<sub>1</sub> 下石炭系 P<sub>2</sub>-T 上二叠、三叠统 J<sub>1</sub> 下侏罗统 J<sub>2</sub>-K<sub>1</sub> 上侏罗、白垩统 R 第三系

三级河流阶地以及 10—12 米海蚀阶地，呈现出阶梯状向海递降的特色。块断下沉和冰后期海浸造就了沿岸小海湾，它们面向东南或西南，有不同的动力地貌效果。广海、镇海和漠阳江口等几块平原，是块断下沉和发生堆积的结果，堆积了比较厚的海相淤泥<sup>1)</sup>。

粤中一带高 10 米海岸阶地的形成时代，有人根据广西东兴高 10—12 米海蚀阶地上发现新石器早期石器，来对比确定在晚更新世初期以后，新石器早期以前<sup>[8]</sup>。笔者认为，斗山古河谷 10 米堆积阶地可与粤北同级河流阶地及同级溶洞洞穴堆积时代<sup>[13]</sup>对比为晚更新世时，则高 10 米古海岸线当在晚更新世时上升的。在基岩海岸带看来，高 10 米古海岸线同现代岸线在水平方向上是相当接近的。

### (二) 近期海岸上升问题

10 米古海岸线上升以来，本段海岸有无上升的问题，颇引人注意。广海湾烽火角一

1) 广海烽火角斗山河口挡潮闸址钻探 27 米，全是海相黑色淤泥，未到基岩。

级海蚀阶地的前缘陡崖下,有一海蚀穴和与之相连的海蚀平台,离开高潮面 3 米,有人认为是不能作为海岸上升的证据<sup>[26,28]</sup>。也有人认为中国海岸高出平均海面以上 2—5 米的海蚀平台,是现代特大风浪作用成功的,不是构造上升的迹象<sup>[16]</sup>。广海湾西端亦有一隆起的高度相同的浪蚀平台。关于高 2 米海蚀平台的问题,早在三十年代已引起学者们的争论。约翰逊曾认为太平洋各洲海岸常见之 2 米平台,可由现在海平面的情况下产生,否认从前学者假定平台为海面下降的证据,而吴尚时不同意这种看法<sup>[22]</sup>。虽然有些研究者认为它是海岸上升的证据<sup>[24,31]</sup>,但这个问题还不能认为已经解决。高潮面以上 3 米的海蚀平台是否增水巨浪所能造成,仍有待深入探讨<sup>[9]</sup>。

本地登陆的台风平均每年 2.5 次<sup>1)</sup>,从东南方向进入本海区时,风力一般为八级,最大可达十二级。九级风时的波高为 3.27 米<sup>2)</sup>,若在高潮时发生,则估计其波峰超过高潮面 1.6 米,如再加上台风增水约 0.6 米<sup>3)</sup>,也就超过高潮面 2.2 米。可以想象,波峰达到高潮面以上 3 米的机会很少。当然,岬角拍岸浪可以拍打到高潮面以上 3 米的地方,但主要是起打击作用,而磨蚀作用已不明显了。且每次台风的强风持续时间一般为一天,又每天此间都有两次低潮削弱了它的强度。通常认为,潮间带基岩在长期的经常性的波浪作用下磨成海蚀平台。珠江三角洲广州附近七星岗等地的古海蚀平台,台面同高潮面相当,不能作为珠江三角洲上升的证据。而这里海岸线上离开高潮面 3 米以上的浪蚀穴和浪蚀平台,似是海岸块断继承性上升的迹象,但不是有人所主张存在中全新世全球性高出现代海面 3 米的高海面<sup>[35]</sup>。

既有上升海蚀阶地,也应有隆起海滩印证<sup>[1]</sup>。一般理论认为,当海岸上升时,形成一系列向海降低的沙坝和泻湖;当海面上升时,一连串的水下沙坝一个比另一个高,最外面的一条最高,近岸处形成泻湖<sup>[29,39]</sup>。甫草湾、双门湾、沙栏湾等地的沙堤-泻湖群,其高度向海逐渐降低,沙堤间的泻湖已经干涸和垦成稻田(图 6),这是海岸上升的迹象。甫草湾山足扇形地被小河所深切,露出早期冲积砾石层,似是地壳抬升河流侵蚀回春的表现。

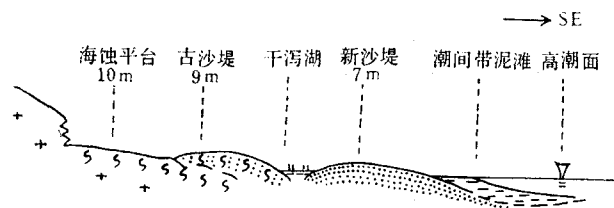


图 6 甫草湾海岸地貌示意图

看来广海一带的海岸近期有些小上升。吴尚时<sup>[11]</sup>认为从阳江以东到香港各岛屿的下沉海岸,近来又有些微上升。陈国达<sup>[15]</sup>认为中国海岸的特点是“大下沉”、“小回升”。笔者

- 1) 据台山县气象科(1960)编《台山气候志》和阳江气象台(1960)编《两阳气候》。若据黄润本(1955)的统计,珠江口以西至雷州半岛五十年间,来袭台风平均每年两次。
- 2) 据广东省水产厅筑港工程队于 1957 年 7 月至 1959 年 6 月在东平港观测记录。东平港面向西南,瞬时最大波高为九级西南风时的波高 3.27 米。
- 3) 崖门口老农叙述,台风来时,尤其转吹东风时,海潮汹涌而来,水位很快上升,一般比通常高潮位还要高两三尺,即 0.66 米。

认为这种观点虽不尽符合各地的实际情况(如珠江三角洲),但可反映广海一带岸线新构造运动的性质。已有人指出,如果华南陆块最近上升的速度,在海面上升速度之下,则海岸线还是不断上升的<sup>[6]</sup>。华南地动型海岸上升的速度大过水动型世界海面上升速度,所以海岸是上升的。只不过因为海岸上升的相对幅度很小,地形变化细微,不易观察,而冰后期海浸的水动型沉降海岸地貌的特征,却仍清晰地保留在整个海岸线上,显得比较醒目罢了。

### 三、海岸动态与港湾发育

#### (一) 外动力作用

**1. 径流作用** 由于山地逼近海岸,河流都很短小。但雨量丰富,大陆年雨量为 2000 毫米,岛屿也有 1500 毫米以上。雨量大部分集中在 4—9 月这半年内,常下暴雨,一日暴雨量在 100—300 毫米之间,那扶、深井山地的日雨量最大达 700 毫米(1959 年)!暴雨时,山洪爆发,侵蚀活动很强,有些花岗岩山头的水土流失比较严重,冲沟发育,而那扶水流域变质岩地区的山崩、地滑等块体运动也较突出,就有大量的淡水和泥沙送到海湾里去,部分泥沙沉积下来,其中粗粒砂砾被波浪堆积成沙堤。从区外发源的珠江和漠阳江,分别从这段海岸的两端入海,它们除了建造自己的河口三角洲外,还向本段海岸堆积地形提供泥沙物质来源,尤以珠江为最。

**2. 沿岸流作用** 实测资料表明,有一恒流每季都从东向西沿岸流过,这是南海沿岸流。它从珠江口起,沿岸流到湛江附近广州湾。它深受珠江径流的影响,是一条低盐度的沿岸流,含盐度一般  $> 15\text{‰}$ ,夏季有时尚不足  $10\text{‰}$ ,比远海的南海暖流低一半。本段沿岸流有两种属性,它受盛行偏东风的影响<sup>1)</sup>而具有漂流性质。漂流深度一般为 1—2 米左右,三级风时可达 10 米,四、五级风时达 20—30 米。冬季东北风情下,漂流最明显,流幅 30 海里。夏季则主要受珠江洪水的影响,并在科氏力的作用下,沿岸向西流,乃属梯度流,但兼有东南风情下的漂流属性。珠江汛期间,能直观沿岸流向西运行。1961 年 6 月 21 日,风平浪静,黄浊的海水连续 25 个小时径向西流,没有随潮信而发生转流,海水氯度低,崖门口外的表层水可饮用,“淡水皮”直达上川岛北边,镇海湾海水氯度最低也只有  $6\text{‰}$ 。或者五级以上的偏东风,岛群以内的海水也一直向西去。南海沿岸流终年控制着本海区。珠江口每年冲出大约九千万吨的悬移质粉砂淤泥和三千万吨的胶体微粒与离子<sup>2)</sup>等陆源物质,随沿岸流运动,形成一条悬移质泥沙流,现称为南海沿岸悬移质泥沙流(图 7)。这条泥沙流的强度随季节而变化,河流汛期时最大。夏季从珠江口经上川岛南边到南鹏岛一带水深 20—30 米以浅的近岸浅海,呈一片黄白色,同大洋的天蓝色截然分开。这条泥沙流为本段海岸和浅海的沉积建造最重要的因素。必须指出,夏季南海海洋西南风

1) 据 Royal Observatory, Hong Kong. Hong Kong Meteorological Records and Climatological notes 60 years 1884—1939, 1947—1950. Printed and Published by the Government Printer, Hong Kong, 1952. 香港多年风向记录(1911—1929, 1947. 4—1950),每月和全年的盛行风向均为东风。另据国家海洋局第一海洋研究所, 1977。珠江口西岸珠海站全年盛行风向为东南风(未发表资料)。

2) 把西江流域淋溶率  $67.4$  吨/平方公里/年(据刘培桐等,化学径流与化学剥蚀,地理,1962 年第 4 期)当作珠江流域的淋溶率,查珠江流域面积为  $437,400$  平方公里,则化学径流为  $2,948$  万吨。

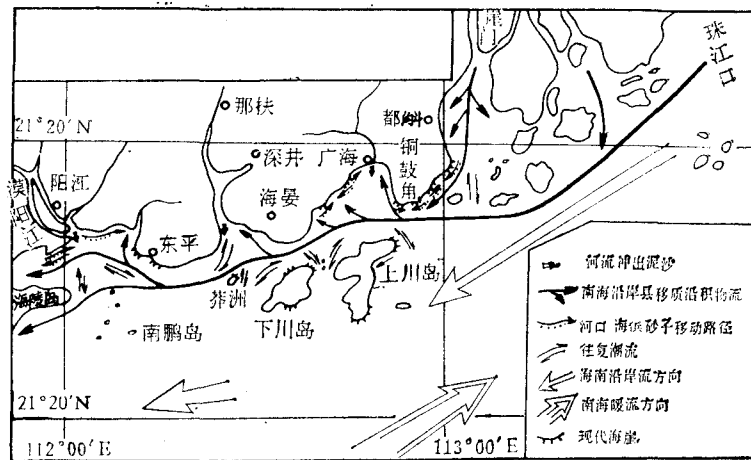


图 7

占优势,使南海暖流流幅扩大,并把沿岸流挤压在近岸带流动。

浅海沉积物从珠江口起,向广州湾呈舌状分布,其中粘土质有机软泥,由珠江口分布到南鹏岛附近;有机质含量最高( $>2.0\%$ )的界线则远远伸到广州湾<sup>[21]</sup>。水下岸裾的沉积物,除了底层有时含有珊瑚碎屑、波影区沉积物中的粗粉砂和贝壳砂、溺谷口的砂粒及岩岸下的砂砾等原地性或来源于附近海岸陆上的物质以外,一般其上最新沉积层为厚约半米的流动性淤泥,呈黄褐色,逐渐过渡为灰色有机软泥,有机质含量大部分超过 $2\%$ ,几乎全是粉砂,淤泥和粘土(表2),含海相软体动物贝壳。表2反映出该段海岸水下岸裾物质的粒度组成沿东西方向多么相似。各海湾湾头都有淤泥质平原或浅滩,其物质的粒度成分相似,都是以粉砂和粘土为主(表3),而同浅海沉积物也一致,也与珠江三角洲海滩沉积物相似<sup>[22]1)</sup>。又对比珠江口和本段海岸两地沉积物的光谱定性分析资料<sup>2)</sup>,它们的化学

表 2 浅海表层沉积物粒度成分 (%)

采样点	细砂 0.25—0.10	极细砂 0.10—0.05	泥 沙 0.05—0.005	粘 土 <0.005mm
黄茅海(113°00'34"E 21°53'34"N)	1	9	54	36
广海湾(112°49'00"E 21°52'58"N)	1	9	49	41
甫草湾外(112°45'24"E 21°50'24"N)	1	9	49	41
沙栏湾外(112°41'18"E 21°47'21"N)	0	2	44	54
镇海湾北(112°31'24"E 21°42'58"N)	1	17	49	33
镇海湾南(112°25'39"E 21°43'30"E)	1	12	42	39

笔者和王久敬等采样,样品取自海底下1米。陈卓徽和廖汉腾分析。

1) 赵焕庭, 1979。珠江河口湾伶仃洋的地形。

2) 沉积物的光谱定性分析经请中山大学谢永泉作的。



表 3 湾头海积平原的粒度成分

采样地点	粒度成分 (%)			有机质含量 (%)
	极细砂 0.10—0.05	泥 沙 0.05—0.005	粘 土 <0.005mm	
都斛平原 都斛东 都斛西	22	40	38	3.67
	10	58	32	1.80
广海平原 斗山南 端芬东 广海北	10	45	45	1.13
	20	44	36	2.76
	5	58	37	2.03
广海西大湾沙堤间干泻湖	5	54	41	0.47
海晏平原 海晏南 1 海晏南 2 海晏南 3 海晏南 4	2	44	54	0.93
	0	44	56	1.19
	6	40	54	1.19
	14	31	55	1.55
漠阳江三角洲 阳江附近 三角洲南部	10	58	32	2.01
	40	34	26	3.71

笔者和许宗藩采样,样品取自地表下 1 米。陈卓徽和廖汉腾分析。

元素是近似的,共有下列主要元素:硅、铝、铁、钙、镁、硼、锰、钛、钒等等。这些都说明物质沿岸纵向分布的连续性和稳定性很好。由此可见,沿岸悬移质泥沙流对粤中海岸的塑造是很重要的。

**3. 潮流作用** 潮汐属不规则半日潮,潮时不等,退潮历时比涨潮流略长,潮差一般为 1—2 米。潮波方向自东南来,受岸线和岛屿地形的影响,表现为往复流,流向除转流前后外,其他时间都是稳定集中的。涨潮流方向来自东南,退潮流一般也回去东南。岛群以内浅海的流向一般决定于潮流的方向,岛群以外的流向往往决定于风向。表层和底层的流向基本一致,只有在转潮时例外,往往表层流仍在退潮,而底层流已涨了 1—2 小时。流速表层比底层大,大潮时比小潮时大。在洪水、风与地形的制约下,流向流速随时随地变化。流速一般可达 0.5 米/秒左右,能够侵蚀和搬运浅海松软的沉积物。潮流在湾头淤泥平原形成中的作用<sup>[27]</sup>和潮流在近岸沉积过程中使细粒物质逐步堆集在海岸形成淤泥质海岸的理论<sup>[30]</sup>可以适用。海湾的水下浅滩区域,一般涨潮流速大于退潮流速。例如,镇海湾东部海晏平原以南水下浅滩某测点,实测最大垂线流速,涨潮时为 0.53 米/秒,退潮时则为 0.47 米/秒,实测涨潮流的含沙量往往比退潮流大。这说明了在涨潮流的作用下,来自沿岸流悬移质泥沙及浅海海底粉砂淤泥物质,被带到潮间带堆积,退潮流只能带回一部分到海里去。这样长期作用的结果,逐渐形成湾头淤泥质平原。

**4. 风和波浪作用** 全年各种风向频率,根据台山、阳江的气象资料,东北风占 35%,东南风占 28%,西南风占 10%,西北风占 11%,静止风占 16%;平均风速东北风为 3.6 米/秒,东南风 3 米/秒,西南风 2.4 米/秒;最大风速为东北风 10 米/秒,东南风 8.5 米/秒,西南风 5.5 米/秒。可见,全年中偏东风(占 63%)比偏西风(占 21%)多,偏东风的风力一般又比偏西风大,东风浪相应地比西风浪多和大。向岸风的波高较大,可达 2.5—3 米,背岸风的波高都在 2 米以下。波浪冲蚀岬角,形成很陡的海崖;崖下水边线处有海蚀穴,但不

多见;岬角前端往往有蚀余的礁石和狭窄的砾石滩。风浪在海湾里堆积成沙堤,在岸外岛屿间发育有连岛沙堤。

过去有人认为,粉砂质和泥质质点的分布和移动仅仅决定于流的作用<sup>[30]</sup>,通常认为淤泥质岸滩的发育只同潮流有关的观点,都是不完全正确的。已有证明,风和波浪在淤泥质海岸近岸沉积过程中也起重要作用<sup>[38]</sup>。我国在北方淤泥质海岸研究中,亦总结出风浪掀沙、潮流挟沙在淤泥质岸滩的演变中所起的作用<sup>[4,5]</sup>。这里三级风浪就能把海水搅浑,五、六级风使整个内海都被搅浑。夏秋刮台风<sup>[23]</sup>时,强东风使浅海海底部分淤泥呈悬浮状态,此时铜鼓角的渔民感觉到海底有一层厚约半米的浮泥,流向广海湾西去,增加了泥沙流的强度,也增加了岸滩的沉积。有些海湾的东半边面向西南,这明显地接受了由西南风浪驱逐来的浅海物质,特别有利于淤泥平原和浅滩的发育。据海晏公角渔场渔民说,当吹大西南风后,潮间浅滩淤高了约 10 厘米。镇海湾口附近的茭勒围堤外的潮间浅滩上的牡蛎场(蚝田),当台风暴浪过后,每每淤高达 30 厘米以上。

## (二) 港湾发育

**1. 海湾的演变** 过去,在沙粒来源比较多和最新构造运动上升所影响的海湾里,堆积成 2—4 条沙堤。现在,许多山塘水库把山丘冲刷物大部分截留库内,各入海小河河口挡潮闸也把粗粒物质堵在河内。最主要是从历史上某个时代开始,沿岸泥沙流强度大增,给港湾输送来大量细颗粒物;水下岸裾的堆积又使水深变浅,波浪减弱,岬角侵蚀产生的粗粒物质也减少。由于物质粒度成分改变,实际上已没有粗粒物质去供给,所以某些仍然具有“湾”的形态的地方,而没有新沙堤形成,沙堤外仅是一片光滑的海积淤泥平原或淤泥浅滩。

这些湾头淤泥平原和浅滩非常和缓平坦,坡度一般都小于 1%,在前后缘六、七公里长的距离内,高差只有 2 米左右。在淤泥质岸滩堆积过程中,除机械沉积方式外,化学沉积和生物沉积也是重要的方式。陆源的钾、钠、钙、镁、铁等阳离子与海水中的氯、碳酸根和硫酸根等阴离子作用,在 pH 值各季均为 8 左右的条件下,有利于胶体和拟胶体的沉聚作用发生,这是浅滩和水下岸裾大量的 < 0.005 毫米粒级的质点沉积的原因。粘粒对于冲刷的水流临界速度很大,既已沉淀,就不易被再搬运了。可能这正是海滩地形、甚至包括深槽的边坡相对稳定的原因。崖门口都斛平原海滩上生长有茂盛的咸水草-红树林群丛,铜鼓角以西各海湾的潮间带也有大片红树林群丛,它们促进了淤泥沉积。潮间带浅滩和浅海底栖软体动物群各种螺、蚶、蛤、贝大量繁殖,它们大量吸收海水中的钙离子并使之固定下来,其遗骸是平原、浅滩物质的重要成分。

据王存于 1078—1085 年间著的《元丰九域志》所描述的情况分析,这些湾头淤泥平原都是宋朝以后堆积成的,镬盖顶(铜鼓)在宋朝以前曾是海中孤岛。15 世纪末年,海晏仍是盐场<sup>1)</sup>。据说,四百年前海晏平原的吉浦还是汪洋一片,今吉浦已距海 6 公里。19 世纪上半叶,海晏附近有盐田 761 顷<sup>2)</sup>,相当于 50 平方公里的面积,意味着当时海晏沿海有宽

1) 据林国麇纂《新宁县志》载,明弘治 11 年(1498)设有盐官“海晏场大使”后改为“盐巡检”。

2) 同上注。清顺治 12 年(1655),当时汶村“四邻大洋”。道光 9 年(1829),海晏有盐田 761 顷,那马、夏春场、沙浦、汶村、大担等地都设有盐漏,生产海盐。

2 公里多的滨海盐渍化平原。今海晏平原自镇海至夏春场以南, 断续分布着三条与海岸线平行的西北-东南向的盐塌沙土墩遗址, 似表示盐田随平原的发展曾几经徙置。据海晏南五丰围老农说, 该围堤在清乾隆年间 (1736—1769) 修筑于海边, 而远距该堤 2000—2700 米的地方, 1954 年又在高海滩上修筑了一条同它平行的新围堤。由此推算, 二百年间, 平原向西南方向向海推进每年达 10 米。可以推想, 淤泥平原大约在五百年前已开始成长的。平原外潮间淤泥滩及和缓的水下岸裾, 显示了淤泥平原向海扩张的远景。

**2. 潮汐通道问题** 那扶溺谷内, 通常退潮流速大于涨潮流速, 保持 10 米深槽。但是溺谷口外莽洲岛的存在, 使谷口潮流就流向、水温、氯度等表现为东西两个系统。莽洲岛的波影区是这两个系统间的会潮点, 也是分流点, 泥沙大量沉积, 形成一个由海晏神洲潮间浅滩到莽洲头的水下浅滩, 水深 3 米左右, 由粉砂淤泥、粗粉砂和贝壳砂组成, 群众叫沙脊。它构成了溺谷口巨大的栏门浅滩。岛群以内的浅海是波影区, 沿岸泥沙流在此沉积了大量的粉砂淤泥, 岛群对这些沉积物起堰止作用, 造成了岛群内水下隆起的正地形, 比溺谷槽和岛外海底均高 5—7 米。这里所谓潮汐通道, 指越过栏门浅滩将溺谷槽和海洋沟通起来的水道, 这条水道被莽洲头水下浅滩分成东西两条水下汉道。开拓潮汐通道时要考虑通道断面的稳定性, 它决定于潮稜柱体与年平均泥沙流量的比值。根据对许多实例的分析, 比值  $> 200$  则是稳定的,  $< 100$  是很不稳定的<sup>[33]</sup>。在没有长期系统的观测而缺乏可靠的数据时, 可根据实际动力条件及地貌发展趋势, 仍能对稳定性作出判断。

西汉是潮流的主泓线所在, 同步测验资料表明, 该汉道沿程各测站的退潮流速均大于涨潮流速; 同时, 除汛期外, 退潮流的含沙量比涨潮流大。故沿泓道具有下切的可能性。事实上, 以 1958 年 8 月和 1960 年 5 月两次测绘的海图比较, 发现浅滩有些淤积, 而泓道相当普遍地被刷深 20 厘米左右, 刷深处表层沉积物出现粗化现象; 其中邻近溺谷槽端的冲刷程度尤为显著, 深槽下挫, 即具有向前推进的趋势。当地群众还预测莽洲岛势必同海晏平原联成一片, 随着神洲浅滩和莽洲头浅滩的加积和相向发展, 将使沿岸泥沙流绕向莽洲岛东, 还使西汉水流集中, 这更有利于泓道下切。据此, 可辟西汉为通海航道。

## 四、结 束 语

对于港湾式海岸的发展, Fr. Richthofen 和 D. W. Johnson 早已制定了这种海岸线发育图式, 即认为其最终阶段将由于岬角冲蚀后退和海湾充填, 使海岸线具有了差不多直线式的结构, 呈冲积海岸区和高耸的冲蚀区间隔着出现的削平海岸。罗开富指出, 本段海岸崖岸与滩岸相间排列, 诸岬角间的海湾已渐为堆积物所填充, 海岸线大致已趋平直<sup>[19]</sup>。笔者认为, 削平海岸不是任何港湾式海岸发展的最终的必然阶段。

综观这段海岸, 自大西洋期海浸至大约五百年前的数千年间, 具有港湾式海岸动力地貌特点, 在波浪作用下岬角海蚀地形和湾内沙堤发育。又从海湾钻孔揭示沉积物中含有珊瑚碎屑, 推想当时浅海水温、氯度和透明度均较现在高, 相当于现在海南岛周围的近岸环境, 进而推测珠江流域及本段大陆的水土流失不严重, 沿岸泥沙流的强度较小。大约近五百年来, 由于珠江三角洲已迅速增长, 沿岸泥沙流已向本段海岸提供了大量细颗粒物, 被波浪掀扬和涨潮流送到各海湾内沉积。海湾的岬角冲蚀和湾内沙堤堆积已成历史陈迹, 或将成过去, 已由现代山地港湾式海岸向港湾淤泥质海岸转化, 并将进一步向比较

单调的淤泥质海岸演变。推想,当海岸从而具备了淤泥质海岸地貌的一切特点时,即由山地港湾岸变成淤泥质平原岸,成为“填平海岸”,而不是削平海岸了。

掌握港湾的发育规律,因势利导,对开发港湾,发展海运和国防建设事业,扩大耕地面积和发展海产养殖业等,都有很大的实践意义。港湾里的古沙堤和平原下的底砾层都已发现和开采锡砂,滨海砂矿问题值得进一步注意。

### 参 考 文 献

- [1] 大森昌卫、茂木昭夫、星野通平, 1971. 浅海地质学. 东海大学出版会, 118—164 页。
- [2] 中国科学院地质研究所, 1959. 中国大地构造纲要. 科学出版社, 56—59 页。
- [3] 中国科学院南海海洋研究所海洋地质研究室, 1978. 华南沿海第四纪地质. 科学出版社, 13—15 页。
- [4] 中国水利学会, 1960. 淤泥质海岸港口及河口淤积问题. 水利学报 1: 42—45 页。
- [5] 王颖, 1962. 中国粉砂淤泥质平原海岸的发育因素及贝壳堤形成条件. 中国地理学会 1961 年地貌学术讨论会论文. 科学出版社, 112—114 页。
- [6] 尼古拉也夫, H. И., 1957. 关于研究中国新构造的若干理论和方法问题. 科学出版社, 40—47 页。
- [7] 叶汇, 1962. 华南与华中的新构造运动. 1960 年全国地理学术会议论文选集(地貌). 科学出版社, 96—106 页。
- [8] 叶汇, 1963. 华南海岸升降问题一些新认识. 中山大学学报(自然科学) 3: 31—35。
- [9] 任美镔, 1965. 第四纪海面变化及其在海岸地貌上的反映. 海洋与湖沼 7(3): 295—304。
- [10] 吴尚时, 1940. 抢水地形二实例. 中山大学地理系地理集刊(2)。
- [11] 吴尚时, 1941. 广东地形. 广东年鉴. 27—41 页。
- [12] 吴尚时, 1937. 与哥伦比亚大学约翰逊教授论“二公尺平台”书. 地理学报 4(1): 889—896。
- [13] 吴汝康、彭如策, 1959. 广东韶关马坝发现的早期古人类. 古脊椎动物与古人类. 1(4): 159—163。
- [14] 李学清, 1929. 广东三水、高要、高明、鹤山、新会、台山、赤溪七县地质矿产. 两广地质调查所年报 2(上): 11—20。
- [15] 陈国达, 1951. 中国岸线问题. 中国科学 1(2—4): 2—28。
- [16] 陈吉余, 1962. 论部门地貌学的发展途径——以河口、海岸地貌学为例. 中国地理学会 1961 年地貌学术讨论会论文. 科学出版社, 22—25 页。
- [17] 克莲诺娃, M. B., 1948. 海洋地质学. 地质出版社(1959), 578—582 页。
- [18] 纳里乌金, Д. Б., 1961. 亚洲地质史的光辉一页. 科学通报 4: 44—49。
- [19] 罗开富, 1936. 四邑、阳江实习记. 中山大学日报, 4 月 24 日至 5 月 14 日。
- [20] 徐瑞麟, 1934. 广东新兴、恩平、台山、阳江、鹤山、阳春、开平七县地质矿产. 两广地质调查所年报 5(上): 121—144。
- [21] 秦蕴珊, 1963. 中国陆棚海的地形及沉积类型的初步研究. 海洋与湖沼 5(1): 71—85。
- [22] 唐永奎、谢永泉, 1961. 西江三角洲滨海荒滩形成和演化中地球化学过程的初步分析. 中山大学学报(自然科学) 4: 101—110。
- [23] 黄润本, 1955. 侵袭广东的台风. 中山大学学报(自然科学) 3: 89—119。
- [24] 黄玉崑, 1974. 华南沿海第四纪以来的升降问题. 中山大学学报(自然科学版) 2: 44—58。
- [25] 蒋溶, 1934. 广东罗定、云浮、郁南、阳春、阳江五县地质矿产. 两广地质调查所年报 5(上): 1—44。
- [26] 曾昭璇, 1959. 华南山地海岸现代地形建造. 华南自然地理论文集. 商务印书馆, 106—115 页。
- [27] 曾昭璇, 1959. 珠江三角洲地貌类型. 华南自然地理论文集. 商务印书馆, 88—105 页。
- [28] 曾昭璇, 1959. 华南沿岸大陆最近升降问题(提要). 华南自然地理论文集. 商务印书馆, 116—122 页。
- [29] 曾科维奇, B. И., 1959. 海岸地貌. 商务印书馆, 40—45 页。
- [30] 曾科维奇, B. И., 1958. 近岸带泥沙的移动及其研究. 海洋与湖沼 1(2): 185—208。
- [31] 韩慕康, 1962. 中国海岸的特点. 地理 6: 201—206。
- [32] —, 1962. 碳<sup>14</sup>精确地揭示了近期古地理事件的时代. 地理 4: 121—125。
- [33] Bruun, P., 1973. Port Engineering. Gulf Publishing Company. Houston. pp. 319—347.
- [34] Berry, L., 1961. Erosion surface and emerged beaches in Hongkong. Bull. Geol. Soc. Am. 72(9): 1383—1394.
- [35] Fairbridge, R. W., 1961. Eustatic changes in sea-level. Physics and chemistry of Earth. Pergamon, N. Y. 4: 99—185.
- [36] King, C. A. M., Beaches and Coasts. Edward Arnold (publishers). London. pp. 403—415.
- [37] Niino, H. and K. O. Emery, 1961. Sediments of shallow portions of East China Sea and

- South China Sea. *Bull. Geol. Soc. Am.* 72: 731—762.
- [38] Van Straaten, L. M. J. U. and Kuenen, Ph. H., 1958. Tidal action as a cause of clay accumulation. *Jour. Sedimentary Petrology.* 28: 406—413.
- [39] Леонтьев, О. К., 1961. Основы Геоморфологии Морских Берегов. Изда МГУ. стр. 348.

## GEOMORPHIC FEATURES OF EMBAYED COAST FROM YAMEN TO MOYANG RIVER

Zhao Huanting

(The South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica)

### Abstract

In the investigated area, the general coastal features have been controlled by the Mesozoic fracture systems. The X-type systems have divided the terrain into several blocks, and the vertical movements of the latter have resulted in positive landforms as well as negative ones. Along the NE-trending fractures, which are best developed here, extend first a series of granitic low mountains and then, landward of and parallel to the latter, another series of metamorphic ones with folds and faults, both forming the coastal range. The successive upheavals of the mountains have produced 3 levels of erosional surfaces at 500 m, 200 m, and 120 m respectively plus 4 steps of terraces at 80—60 m, 40 m, 20 m, and 10—5 m respectively.

The general features of the coast were shaped in the period of Atlantic transgression. The emergence of the sea resulted in the ria-type of shore, with promontories alternating the bays. Erosion formed a promontory and sand bars surrounded the bay. It was the neotectonic upliftings that during an early stage elevated the abrasional platforms to 10—12 and 3 m respectively and two or three rows of ancient sand bars between dried lagoons, the bars inclining toward the sea.

The sedimentary flow of suspended materials, originating from the mouth of Zhujiang River, travels westwards along the coast all year round and represents the most important force shaping the coast of this section. For the last thousand years, a higher percentage of silt and mud supply has been accumulated and, finally by flood tidal currents, transported to the bays, Mangroves and molluscs have actively participated in the process of deposition. Muddy plains and mud flats have grown on the bay heads, especially since the fifteen century, when the plains might have extended seawards as much as 10 m a year. The bays will be finally filled up and the coast be straightened, not by erosion, but by deposition.