

浙江椒江山溪性强潮河口的若干特征^{*}

祝永康

(杭州大学)

提 要

本文从椒江河口的径流、潮流变化,泥沙运移和沉积结构以及河床演变和河口的发育过程探讨了山溪性强潮河口若干特征。

椒江位于浙江省东部沿海,长190公里,为浙江第四大河^[1]。如果按流域面积和径流量来分,是浙江第三大水系¹⁾。它流经天台、仙居、临海、黄岩四县和椒江市。流域面积达4290平方公里。

椒江自海门以上的感潮河段长63.5公里。根据河口径流和潮流的相互作用和河口河床形态,以及相应的沉积物特征,河口可分为河流近口段即毛良店-水龙山河段,各约24.8公里,河流河口段即水龙山-海门河段,长约38.7公里,口外海滨段即海门外以下的台州湾,其外缘是头门、一江、大陈诸岛(图1)。

椒江河口属典型的山溪性强潮河口。近年从浙闽诸河口的调查中,还发现它们与椒江河口都具有明显的山溪性和强潮性的特征^[2、3]。为此,设想以椒江为例,试图揭示山溪性、强潮性一类河口的特点,并为今后浙闽河口的开发提供借鉴。

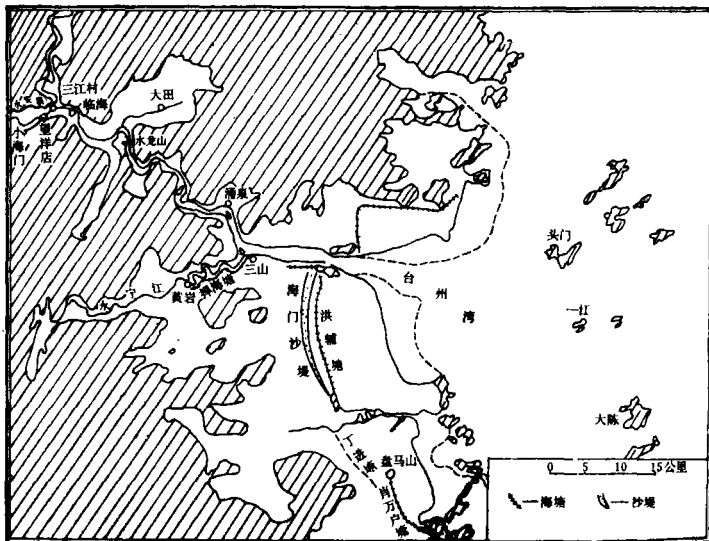


图1 椒江河口形势

Location of the Jiao Jiang River Estuary

本文1984年10月30日收到,1985年3月20日收到修改稿。

^{*} 本文经毕放洪副教授审阅。

1) 林显钰: 椒江流域水文概况, 1982年。

平原，多数当时还是水域和湖沼地。人类活动对河口发育的影响较小，基本上尚处在自然演变的状态。

椒江口的开发主要是在唐宋以后，特别是在南宋年间，兴建水利工程和废湖围田曾达到过高潮。它们对河口的发育均有深刻的影响。围垦和水利设施集中在海门沙堤以西的广大河口平原和湖沼低地。由于河渠疏通和水闸的修建，结果河口支汊、港道纷纷被截，使原来下游的多汊河道逐渐变成单一河道。河口潮量亦相应减小，径流作用相对加强，河口向口外延伸。

明朝初年，人类改造河口的活动，转入河口上游的河谷平原和大田盆地¹⁾，这里由于干流泄洪不畅，易于内涝，故工程以防洪堤和导流堤居多。工程除了达到保护部分农田免受内涝以外，还起到加强河口径流和削弱河口潮流的作用，致使河口河床相对刷深和主流归槽以及河口盐水楔外移。明朝中叶，位于今涌泉附近的新亭盐场亦被废弃改田²⁾。

明朝中叶，人类对椒江口的利用和改造，已能沿海门沙堤外侧进行滩涂围垦和建筑海塘工程。据统计³⁾自明弘治至清末，在椒江口南岸即海门沙堤以东，连续筑有海塘工程8条，围垦面积30万亩左右。海岸线东移11公里。在椒江口北岸，海塘数目虽尚难考查，但围垦面积经计算亦可达15万亩，岸线由西北向东南推进8公里。

上述围垦活动使椒江河口延长，河床不断束窄加深，同时向台州湾伸展。目前围垦仍在继续进行。新中国成立以来，两岸向口外又增加了土地面积23.15万亩⁴⁾，南岸海塘增至10塘³⁾。

二、径流和潮流的相互作用

椒江口的流域产水属雨源型，年平均径流模数26.07升每秒公里。据浙江省水文总站测验资料，河口沿程径流特征列于表1。表2是浙江水文总站30年来3次大洪水的实测资料，它反映了洪水径流对造床有着重要的意义。

表 1 椒江口沿程径流特征
Characteristics of the runoff at various stations of the Jiaojiang River

项 目 地 点	径流总量 (亿立方米)			汛期平均径流量占 全年百分数 (%)		流域集水情况	
	平 均	多水年	少水年	梅雨汛	台风雨汛	面 积 (平方公里)	包含水系
临 海	36.96	59.11	17.01	34	43.6	4245	永安溪
水龙山	41.98	67.11	19.06	—	—	4760	同上加大田溪
三江口上 (石仙妇)	46.767	74.33	21.11	—	—	5263	同上加灵江干流段
三江口下 (三山)	50.59	89.42	22.50	—	—	6003	同上加永宁江
海 门	51.72	91.49	22.89	33.3	44.4	6290	同上加椒江

注 1) 临海站系百步柏枝舌两站之和。2) 资料根据林显钰：椒江流域水文概况变化。

1) 《弘治新赤诚志·水利》。

2) 《读史方輿纪要》卷92。

3) 祝永康：椒江河口整治的历史经验与开发利用问题，1984年。

4) 浙江省农垦局：浙江省（1950—1979）开荒、围垦成果统计资料汇编，1980年。

表 2 椒江口洪水径流特征
Characteristics of flood runoff in the Jiaojiang River estuary

日 期	项 目	河流河口段 (海门站)		
	河流近口段 (干流)	洪水径流量 (亿立方米)	洪水径流占全年径流量 的百分数 (%)	洪峰日平均流量 (立方米每秒)
1959.9.5	6.79	9.79	19	11331
1963.9.12	6.98	10.79	20.1	12488
1962.9.2	9.02	14.09	27.2	16300

椒江口的潮汐, 据海门测站分析, 属非正规半日潮, 其沿程特征列于表 3。

河口沿程径流和潮流的相互作用, 表现为:

1. 多年平均条件下, 上游径流自上而下沿程逐渐增加, 下游潮流自下而上沿程急剧减小。图 3 两曲线的交点, 表明径流和潮流相向平衡并具有多年平均条件下潮流界点的意义, 故水龙山可作为河流近口段和河流河口段的分界点。海门以上的感潮河段, 多年平均的总径流量为总进潮量的 6%, 显然, 就河口水量论, 潮流占控制地位。

表 3 椒江口潮汐特性
Characteristics of the tide in the Jiaojiang River estuary

站 名	高潮位 (米)		低潮位 (米)		潮差 (米)		历时 (时: 分)		河段情况
	平 均	最 高	平 均	最 低	平 均	最 大	涨	落	
海 门	14.23	16.22	10.22	9.10	4.01	6.30	5:06	7:20	椒江
临 海	14.29	20.03(洪水)	11.71	10.78	2.57	4.32	3:37	8:54	灵江 (干流)
马鞍山	14.46	16.38	10.45	9.76	4.01	5.86	4:03	8:18	永宁江 (支流)

注: 潮位高程系假定基面

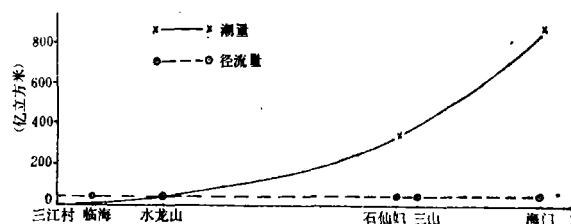


图 3 椒江口多年平均径流总量和潮量沿程变化
Curves of annual mean runoff volumes and tidal volumes at various stations of the Jiaojiang River Estuary

2. 潮流是天文因素引起的周期性运动。统计表明, 大小潮的变幅较小, 其潮流量比值一般不超过 2.0。径流是非天文因素引起的水流运动, 变化幅度比较复杂, 一般有丰枯水之分, 其径流量比值 4.02; 有洪枯水的季节之分, 其径流量比值最大达 1480。因此, 虽然年平均径流量只及进潮量的 6%, 但由于流域径流产流集中, 短期内又可集中下泄, 故在泄洪期间, 径

流仍然可控制河口的大部分河段。图 4 是河流近口段内大田盆地洪水位与盆地平原淹没关系曲线; 图 5 是河流河口内海门潮差与低潮位在不同径流条件下的关系曲线。它们均说明洪水径流期间, 在海门以上的感潮河段, 径流造床的因素是深刻的。此外, 根据实测资料, 当上游洪峰流量超过 8000—10000 立方米每秒时, 口门海门测站可不出现涨潮流。属口外海滨段的台州湾, 因洪水径流的稀释作用, 湾内盐度亦有明显的降低。

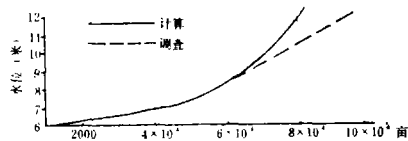


图 4 洪水位与大田盆地淹没关系曲线
Relations between flood level and area of the submergence in the Daotiu Bastin

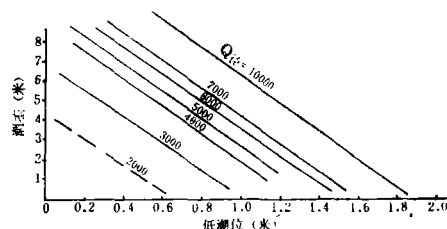


图 5 不同径流条件下海门潮差与低潮关系曲线
Relations between tidal range and low tidal level in Haiman under various runoff condition

最后, 占全年时间最长的枯水期间, 由于径流明显减少, 强劲的潮流控制了河口极大部分河段。在河流近口段亦由于受到山地河流坡降陡峻和涨潮流顶托的影响, 上游径流量回溯有限, 河口潮区界与潮流界之间的距离很短, 据调查, 在枯水径流和大潮的条件下, 两者间的距离仅 3 公里。

三、泥沙运移和沉积特性

(一) 流域和海域来沙的基本特点

河口区的泥沙运移与沉积, 取决于河流流域和海域来沙条件以及河口水流特性。

椒江口的流域来沙, 主要集中在汛期, 其中推移质输移可根据河床底质图间接判断; 悬移质输移可根据干流柏枝岙和百步站的实测资料确定 (两站已控制河口流域面积 67%)。

根据悬移质统计, 年平均含沙量 0.32 公斤每立方米。流域平均侵蚀模数 260 吨每平方公里年, 属少沙河流 [6]。

从悬移质粒径统计 (1964—1967) 可知, 流域悬移质的粗粒物质 (中细砂) 占 27.6%, 细粒物质即粉砂占 46.1%, 淤泥粘土占 26.3%。通过粒度参数的统计 (采用福克计算公式) 列成表 4, 明显的有别于海域来沙 (表 5)。

海域来沙其含沙量甚高, 根据海门实测资料, 平均含沙量为 5—6 公斤每立方米。临底有浮泥发育。从悬移质粒径流统计资料可知, 它全属细粒物质。表 5 是海门站的潮流输移特征统计, 资料表明, 细粉砂占 30% 左右, 淤泥和粘土占 70%。

以上流域和海域的泥沙来量, 均随着径流和潮流的相互作用而作不同形式的迁移和沉积。一般说, 流域的粗粒物质是随洪水径流下泄而沿程逐步分异和沉积; 流域的细粒物质除了随洪水径流下泄和直接参与台州湾的塑造外, 还随潮流上溯并和口外海域来沙的细粒物

表 4 椒江流域来沙特征 (悬移质)
Characteristics of the sediment production (suspended
load) of the drainage basin in the Jiaojiang River

项目 站名	粒 级 百 分 含 量 %								Md (d_{50}) (毫米)	准差 δ	偏度 SK	峰态 KG	峰态 描述
	1~0.5 (毫米)	0.5~ 0.25 (毫米)	0.25~ 0.1 (毫米)	0.1~ 0.05 (毫米)	0.05~ 0.01 (毫米)	0.01~ 0.005 (毫米)	0.005 ~ 0.001 (毫米)	<0.001 (毫米)					
柏枝岙	1.34	13.54	20.18	20.69	22.0	5.83	15.77	0.08	0.065	2.53	0.34	0.93	双峰
百步	0.88	4.0	15.26	22.32	27.81	7.24	21.77	0.04	0.038	2.41	0.32	1.0	双峰
合 计	1.11	8.77	17.72	21.51	24.91	6.54	18.77	0.06	0.047	2.47	0.33	0.97	双峰

表 5 椒江口潮流输沙特征 (悬移质)
Characteristics of the silt per tied (suspended load)
n the Jiaojiang River estuary

项目 站名		粒级百分含量 %				Md (d_{50}) (毫米)	标准差 δ	偏 度 SK	峰 态 KG	峰 态 描 述
		0.1~ 0.05 (毫米)	0.05~ 0.01 (毫米)	0.01~ 0.005 (毫米)	0.005~ 0.001 (毫米)					
海门	涨潮	1.14	34.7	37.7	26.04	0.0074	1.15	-0.14	0.12	单峰
	落潮	1.39	29.2	34.65	33.67	0.0066	1.22	-0.13	0.11	单峰

质一起参与口内河段的塑造过程。潮流作用还能将河底的中细砂以推移质形式来回搬运,起到了修饰口内河段河床形态的作用。

(二) 粗粉砂以上的物质迁移

由河口沿程底质分布图(图6)分析可知,水龙山以上河段,主要为砾、卵石层($M_d = 31.7$ 毫米),其间夹有 $M_d = 0.38—0.52$ 毫米的粗砂,它与悬移质粒径比较,应属推移质输移。由于悬移质中属粗粒物质的中细砂,因洪水径流的影响,在河漫滩和泛滥平原的近

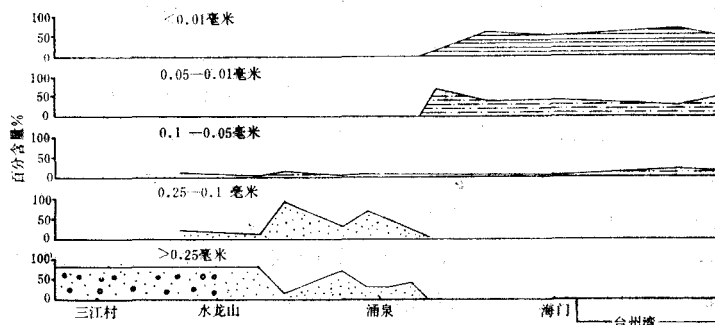


图 6 椒江口沿程底质各粒级百分含量及分布图
Map of the distribution and the contents of different grain-sizes of the
bed material load in the Jiaojiang River estuary

河岸部分, 由于流速减缓而落淤, 并构成典型的鬃岗地形。据统计, 在临海以上的主河槽两岸, 共淤积近1.4亿吨左右。

水龙山至海门河段, 在洪水径流期间, 由于水龙山峡谷挡水和洪水波沿程自上而下展平, 流速明显降低, 属粗颗粒的砾石卵石等泥沙一般不出水龙山峡谷。至于悬移质中的中细砂物质, 也因挟运流速小于它们的沉降速度, 沿程逐渐由悬移质输送转变为推移质输移或停积于床底, 据统计, 本段沉积了近3亿吨左右。

输移质中的粗粉砂物质, 除了局部岸滩和台州湾的潮坪上有斑点状分布外, 其余河段基本缺失。更细的物质则随流下泄, 并在台州湾参加湾内的塑造过程, 同时也和涨潮挟运的口外细粒物质一起, 通过悬移方式参加了口内河床的塑造过程。

(三) 粉砂以下细粒物质的迁移

河口细粒物质的输移, 除了少部分来自流域汛期下泄以外, 多数属潮流输移, 而且以海域来沙为主。为了对潮流挟运有一个定量了解, 杭州大学曾在1980年7月17—18日进行了同步纵向水文泥沙测量, 测验范围自口门以上至涌泉17.1公里, 口门以外至拦门沙区12公里, 测验成果专门有文论述[7]。与本文有关的列于表6。资料表明河口纵向含沙浓度, 沿程存在上下两头较清、中间较浑的特点, 它们的峰值随涨落潮的强弱而上下迁移。含沙浓度的沿垂线分布, 除了下大上小的特点以外, 临底还有浮泥层发育。

表 6 椒江口纵向同步悬移质特征

Charactetistics of the suspended load of the longitudinal synchronism in the Jiaojiang River estuary

项 目	地点	泥沙粒度参数					沙量特性		水流特性	
		Md(d_{50})	标准差	偏度	峰态	峰态	含 沙 量 (公斤每立方米)		平均流速 (米每秒)	
		(毫米)	δ	SK	KG	描述	涨	落	涨	落
台州湾 (拦门沙区)	1	0.006	1.12	-0.08	1.2	单峰	1.71	1.08	0.48	0.33
	4	0.0066	1.13	-0.03	1.12	单峰	3.46	4.26	0.57	0.75
	5	—	—	—	—	—	5.60	5.77	0.90	0.87
口内河段	海门	0.007	1.18	-0.14	1.12	单峰	—	—	0.86	0.72
	石仙妇	0.007	1.25	-0.32	0.97	单峰	3.79	13.02	0.59	0.58

比较悬移质的流域输移(表4)和潮流输移(表6), 发现由口外通过潮流输送的细粒物质, 其粒径比流域输沙细, 且粒度参数是分选性和对称性好, 峰态结构呈单峰型。反之, 流域输沙的粒度参数是分选性和对称性较差, 峰态结构呈双峰型结构。明显地反映了沉积环境条件的动力分异和泥沙来源的差异性。

潮流挟运的细粒物质, 由于潮流具有周期性变化的特点, 沉积过程亦反映为呈周期性变化的潮层理结构, 并有别于河流沉积。因此, 在河流进口段, 可以发现具有潮层理结构的淤泥粉砂层覆盖在河流沉积的砂砾石之上, 也由于洪枯季节的差别, 潮流输沙和沉积过程亦有差异, 结果在本段形成了砾石和淤泥粉砂互层结构的特殊类型; 在河流河口段, 因河流沉积

是属于中细砂,故形成沙和淤泥粉砂或淤泥粘土的互层结构。

四、河床演变的基本特点

河床演变取决于流域和河床的水流条件、泥沙条件以及边界条件。前者已如上所述,后者有如下特点:

椒江河床基本上沿北西向和北东向的地质构造线发育,河流沿程均具有高角度的转折,它除了穿越大田盆地西侧和流入温黄平原以外,基本上呈峡谷河床。河床在盆地和平原区,两岸亦受山体和孤丘的影响,河床横向迁移受到强制性的限制,所以河口具有山地河流的特点。

椒江河床还受到全新世中期海侵时期的影响,当时海水曾伸入现河口范围以上,目前的河口口中上段包括大田盆地,曾属河口湾的一部分,具有峡湾型的性质。后期河口外延,是在此基础上形成的。

河床平面变形由于受到两岸基岩矶头的控制,变化幅度很小,在峡谷河段,一直处在稳定状态;在盆地和平原地区,亦只有洲滩的变迁导致主流线的徙迁,主槽宽度仅因人工筑堤而有所束窄。但河床的纵向变化因径流和潮流的相互作用和互为消长却有较大的变化。枯水潮流为主期间,口外浓度较高的细粒物质被带至口内河段并随潮来回搬运和淤积。洪水径流为主期间,除了径流输送流域来沙以外,还能观测到主槽刷深和扩大;自海门以上的感潮河段,在石仙妇以上的灵江河段和永宁江口以上的永宁江中下游,河床具有洪冲枯淤的特点;永宁江口至海门河段,一般是洪淤枯冲,只有在特大的洪水下,河段才产生较大的刷深。整个河口纵剖面表现为卧“S”形结构。大约在河流近口段的临海以上河段,由于有大量的河流砾石覆盖,河底坡降较陡。自此而下,河段因径流和潮流相互作用,底坡平缓。海门以下河段,由于入台州湾使径流和落潮流迅速扩散,极有利于泥沙淤积,故底坡有倒坡形成,属拦门沙的形态结构(图7)。

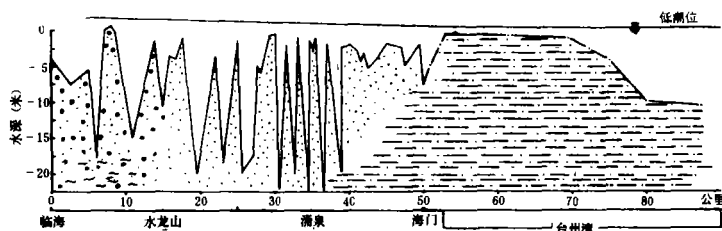


图7 椒江口纵剖面示意图

A longitudinal section of the Jiaojiang River Estuary

河口河床的演变,在河口分段上亦有如下特征:

水龙山以上属河流近口段,河床的造床动力以径流为主。这里除了漫滩和溢出河槽泛滥于河谷平原以外,尚有大量的洪水倒灌于大田盆地,使盆地内的河槽和平原成了椒江干流泄洪期的调节水库。

洪水径流的造床能力,除了能推移较粗大的砾石、卵石和挟运大量的中细砂以外,还能

对床底有较大的冲刷作用,在目前潮流界附近的较长河段内,还发现径流切入基岩和古河口相的砾石粘土层之中,使河漫滩和高河漫滩具有基座河漫滩的性质(图8)。

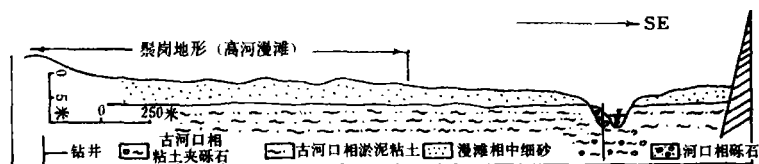


图8 椒江口三江村石鼓渡河床河漫滩结构图

Structure of the river channel and flood plain in the Dangu of the Sanjiangcun of Jiaojiang River estuary

强潮输沙和淤积,在本段亦有明显的反映。在枯水大潮期间,潮流输沙可以将口外高浓度的细粒物质带至本段,故在临海城关镇附近,还发现主河槽的砾石心滩一侧,覆盖了具有潮层理结构的淤泥粉砂层。

水龙山至海门为河流河口段,是径流和潮流相互消长的过渡型河段。自水龙山至支流永宁江的入口处,河段属峡谷河段,其下游流入温黄平原,为非峡谷段。

整个河段沿程受山体矶头控制,河床平面位置相对稳定,但河床主流线的迁移,沙洲、深槽和边滩的变化幅度,在峡谷河段较非峡谷段稳定。洲滩高程与潮波属驻波的特性有关,当涨潮挟沙水流的优势流在河段有大量的物质落淤时,它们的淤积高度,一般位于中潮位至高潮位附近,洲滩高程较高;反之,当落潮挟沙水流的优势流在河段落淤时,都发生在低潮位附近,这些落淤物质又可为中潮位附近的高流速所挟运,故洲滩高程较低,并保留了径流形成的洲滩高程和沉积结构。以上的动力过程,使本段发育为两种类型的岸滩和沙洲即低滩低洲和高滩高洲,前者是由流域来沙的中细砂组成,活动性较强,变化幅度较快,后者是中潮位以下为河流相的中细砂,中潮位以上为潮流相的淤泥粉砂层,一般活动性小,变化幅度慢,往往已被垦殖和开发。

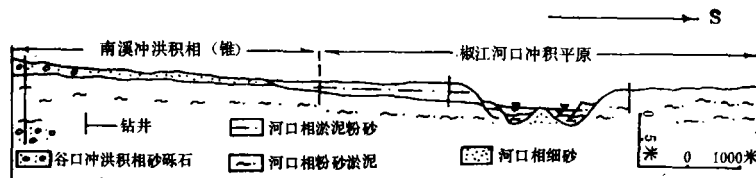


图9 椒江口章安—霞趾河床结构图

River channel structure in the Zhangan-Xiazhi of the Jiao Jiang River estuary

流经温黄平原的河段,河床演变除上述特点外,还受浮泥沉积的影响,因此,河床深槽区的沉积物,反而较滩地和沙洲细(图9)。

海门以下河段为口外海滨段即台州湾,它的演化主要以潮流等海洋动力因素为主。

台州湾现有面积1273平方公里,其中理论深度基准面以上的潮坪面积约213.3平方公里,水域面积约1060平方公里。整个湾底水深在10米以内,其中5米以内占多数,属浅水河口。

湾。发育在台州湾南北潮坪之间的河段,属河口拦门沙,按钱宁分类^[8],为过渡类型。

拦门沙的流场结构,在枯水潮流为主期间,按表6的实测资料,涨潮流速是由口外向口内逐渐递增,含沙量亦因流速的增加而成倍递增,显然它有利于拦门沙区刷深;反之,落潮流出海门以后,流速具有射流性质外泄,故流速场保持相当长的流程距离且沿程降低,极有利于泥沙落淤和拦门沙的形成。

拦门沙的流场结构,在洪水径流下泄期间,根据拦门沙区的钻井资料,发现内坡垂直沉积层有厚达10—20厘米(最厚在30厘米以上)的细砂和粗粉砂层,证明在口内河段,洪水期间有可能将沙洲上的粗粒物质带至口外落淤。

发育在拦门沙两侧的广大潮坪,属缓堆积类型的淤泥质海岸。目前淤涨速度,因南岸人工围垦的影响和淤泥质海岸剖面的自动调节作用,一般南岸大于北岸,而且物质也比较细小。

五、结 论

1. 椒江河口发育经历了全新世海侵、海侵以后相对稳定和历史时期变迁等三个阶段。相应的演变过程是河口湾扩大、充填缩小以及向海缓慢伸展。

2. 河口动力由潮流占控制作用。海门以上河段,径流虽只占潮流总量的6%,由于流域径流集中,洪水径流造床深刻,潮流只起到对河床的修饰和改造作用。

3. 河口泥沙运移特征:来自流域的粗粒物质,基本上堆积在海门以上的口内河段;来自流域的细粒物质,它们随潮来回搬运,并和口外补给的细粒物质一起参与台州湾的塑造过程,也参与口内河段部分岸滩的塑造过程。

4. 河口河床水龙山以上河段,河床形态与沉积物都具有山地河流性质。但是在枯水大潮期间,又有潮层理发育的细粒物质叠置在河流相的砂砾石之上。水龙山至海门河段,属过渡类型,河床形态和沉积物具有径流和潮流相互作用的双重特点。海门以下的台州湾,有不典型的拦门沙发育。

参 考 文 献

- (1) 杭州大学地理系浙江自然地理编写小组:浙江自然地理,浙江人民出版社,1959年。
- (2) 毕敦洪等:瓯江河口区海岸和河谷地貌——山区性潮汐河口地貌研究之一例,海洋文集第二期,海洋出版社,1964年。
- (3) 祝永康:闽江口福州段河床演变与航道整治,杭州大学学报(自然科学版),3(4),1981年。
- (4) Pauld, Komar, Beach Processes and Sedimentation 1977. E. C. N. J. Prentice-Hall, Inc. p. 154-157.
- (5) 王宗涛:浙江海岸全新世海面变迁,海洋地质研究,2(2),1982年。
- (6) 武汉水电学院河流泥沙工程学教研室编著:河流泥沙工程学,水利出版社,1980年。
- (7) 毕敦洪等:椒江口泥沙运动特性及河床演变规律,泥沙研究,(2),1984年。
- (8) 钱宁等:钱塘江河口沙坝的近代过程,地理学报,30(2),1964年。

SOME CHARACTERISTICS OF THE JIAO JIANG MOUNTAIN RIVER ESTUARY UNDER STRONG TIDES IN ZHEJIANG PROVINCE

Zhu Yongkang

(Hangzhou University)

Abstract

This paper discusses estuarine changes from the runoff with tide and the sediment transportation with sediment deposition and fluvial process with estuarine growth. Thus the contents of this paper may be summarized as follows:

1. The growth of the Jiaojiang Estuary consists of
 - 1) The sea-water transgression in the Holocene Epoch and enlargement of the river bay.
 - 2) The sea-water regression in the Holocene Epoch and relative stability of the river bay.
 - 3) Silting of the bay and the human interferences.
2. The characteristics of the hydrodynamic action indicate that
 - 1) The flow is usually dictated by the tides in the lower reach of the river.
 - 2) The flow of the flood period is dictated by runoff concentration in the reaches above Haimen.
3. The sediment transportation with sediment deposition indicates that
 - 1) Above Haimen of the estuary the deposition along the river bed is of gravels and medium-sized sands with fine sands from the upstream watershed.
 - 2) The deposition of the Taizhuwan Bay is of very fine sands that transported down stream mixed with fine materials outside the river mouth and moving with the tides.
4. The basic characteristics of the fluvial processes in the estuary may be described as follows:
 - 1) The morphology and deposition of the river bed above Shuilongshan have the characteristics of mountain river, but have tidal stratification in the dry season tide current.
 - 2) From Shuilongshan to Haimen the characteristics show the mutual influence of the mountain river and the tides, the deposition has sand, silt and clay.
 - 3) The Taizhuwan Bay below Haimen is developed with non-model river mouth bar.