

三门湾潮波运动特征 及其与地貌发育的关系*

胡方西 曹沛奎

(华东师范大学河口海岸研究所)

三门湾位于浙江象山县南田岛和三门县牛头山之间,是一个西北-东南方向的半封闭式海湾,从湾口到湾顶长约40多公里,湾内多数地区宽10多公里,全湾低潮时水域面积约390平方公里。这里除东南方向及通过石浦水道与外海沟通外,其余则为陆地及海岛所包围(图1)。周围都属凝灰岩组成的山体,海湾廓线受到NNE及NNW二组断裂的明显控制,随着时间的推移,泥沙日积月累,湾内目前发育着多条淤泥质舌状滩地,其间又存在着具有良好水深的港汊,这种滩、汊相间的形态构成了浙闽海岸特有的一种港湾淤泥质海岸地貌。本文试图从潮波运动特征出发对由此产生的地貌形态特征及其相互关系作一探讨。

一、三门湾潮波运动的基本模式

港湾或河口地区的潮波,通常以协振动即以外海传入的潮波所引起的协迫振动为主。对于一端封闭,另一端连通外海的狭长小尺度海湾的潮汐现象,斯费德鲁普^[1], Proudman^[4]等均以其与湖泊中的假潮相比拟,并加以阐述。因此,我们可采用同样方法进行讨论。然而,这两种情况又有很大差别:在半封闭海湾中,其潮汐周期受外海支配,是一种协迫振动的潮波运动形式。当潮波进入海湾后,必然受到封闭一端的反射,从而产生驻振动(这与自由振动形式假潮有着根本的不同)。

略去摩擦及地转效应按一维计算,各协振分潮波长 λ 取决于分潮周期 T 及平均水深 h ,即

$$\lambda_i = T_i(g\bar{h})^{\frac{1}{2}} \quad (i = M_2, S_2, K_1, O_1 \dots) \quad (1)$$

以 $\frac{1}{4}\lambda$ 作为区分节线位置的判据,设 l 为海湾长度,则

$l < \frac{1}{4}\lambda$, 节线在湾内,整个海湾内分潮波位相是相同的;

$l > \frac{1}{4}\lambda$, 则节线将海湾潮位位相分为两部;

$l = \frac{1}{4}\lambda$, 海湾内潮位将产生共振现象,湾顶振幅要比湾口大得多。

* 本文经陈吉余教授、方国洪同志审阅。陈宗镛老师、沈焕庭、王宝灿、虞志英、朱慧芳同志提出了宝贵意见,宋德芳同志绘图,笔者特此致以深切的感谢。

本刊编辑部收到稿件日期:1979年8月20日。

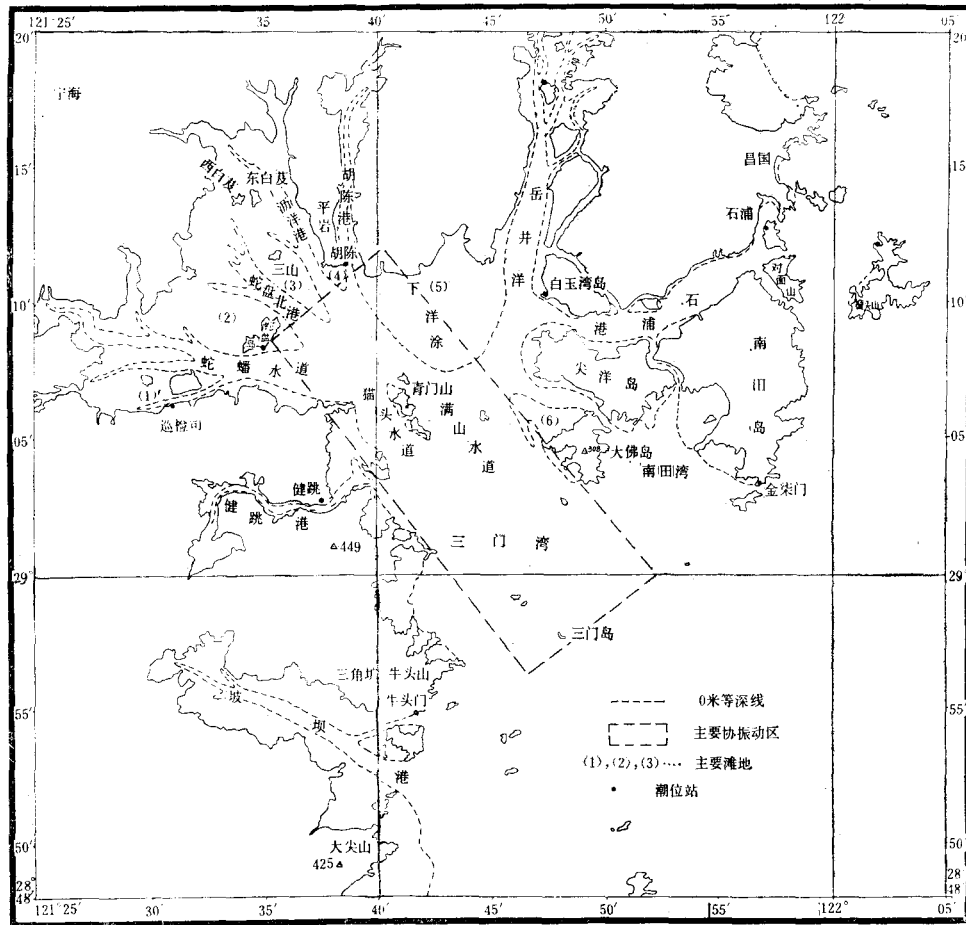


图1 三门湾形势图

上述结论虽是定性的,却很有意义,许多港湾的潮波运动基本模式可以证明这一点。

现在,应用上述理论来分析三门湾的潮波。三门湾是一个港汉式海湾,它不是标准的几何形状,我们取它为长方形作为粗略近似,以胡陈港口门—蛇盘岛连线为湾顶,三门岛附近代表湾口,其间距离 $l = 30$ 公里¹⁾(图1),海湾平均宽度取用 10 公里,计算平均水深为 9 米(中潮位以下),用 M_2 分潮作为代表分潮。下面,我们来分析其港湾驻振动的节线位置(在湾内或湾外)。

由(1)式计算 λ

取 $T_{M_2} = 12.42$ 小时; $h = 9$ 米

则 $\lambda_{M_2} = (gh)^{\frac{1}{2}} \times T_{M_2} = 420$ 公里

半波长 $L = \frac{1}{2} \lambda = 210$ 公里

$\frac{1}{4} \lambda = 105$ 公里

1) 三门湾包括汉道在内长 40 多公里,湾内主要部份长 30 公里。

因三门湾长度 $l = 30$ 公里。因而其长度小于 $\frac{1}{4} \lambda$ ，由 $\frac{\lambda}{4}$ 判据我们可以确定协振动的节线在三门湾之外。据此，可以推论：湾内各处发生潮位位相是相同的；由口门到湾顶潮差应是逐步增大的；口门处的流速要比湾内大，实查结果表明，这些结论基本上是正确的。

首先，就潮位位相关系来说，这里我们用高潮潮峰传播速度来说明。如果以一般长前进波传播速度计算，从三门湾口到湾顶潮峰要传播一个小时，而实际上经调和与分析结果表明 M_2 分潮波从湾口到湾顶其高潮时间差（即传播速度）只需 9 分钟，统计实测同步潮位曲线表明也在 10 分钟左右，反映整体潮波传播的高潮间隙也只差 10 分钟。这表明该地区存在潮汐协振动是确信无疑的。

其次，就潮差变化情况进行分析：

用 η 表示 M_2 分潮的水位变化

用 a_0 表示外海 M_2 分潮的振幅

则整个湾内水位变化为：

$$\eta = a_0 \frac{\cos \pi(x/L)}{\cos \pi(l/L)} \cos \frac{2\pi}{T} t \quad (2)$$

在湾口 (B 处) $x = l$ 故：

$$\eta = a_0 \cos \frac{2\pi}{T} t \quad (3)$$

(3) 式表明湾口的水位变化同外海相同，(2) 式表明同一时间内由湾口到湾顶潮位位相是相同的，同时也表明，在一个潮周期内，其潮差大小视离原点距离的远近而不同，取极值进行比较：

设湾顶 $A (x = 0)$ 处振幅(半潮差)为 a 则

$$a = a_0 / \cos(\pi l/L)$$

$$a/a_0 = 1 / \cos(\pi l/L) \quad (4)$$

式(4)表明湾顶处同湾口潮振幅之比。

$$\because l = 30 \text{ 公里}; \quad L = 210 \text{ 公里}$$

$$\therefore \cos \pi l/L = \cos 26^\circ = 0.90$$

故 $a = a_0 \times 1.11 = 1.11 a_0$ ，即湾顶处振幅应为湾口处 1.10 倍。调和与分析表明湾口处 $H_{M_2} = 175$ 厘米；湾顶处 $H_{M_2} = 204$ 厘米；其比值为 1.19，基本上接近理论推算。此外，从统计平均潮差来看湾口处为 3.75 米，湾顶处为 4.40 米，比值为 1.17 也反映出理论计算数字的客观意义。

进而，我们考虑从湾口到湾顶水深是逐渐变浅的，简单地可认为是线性递减的，即

$$h = h_0 x/l$$

h_0 为湾口水深，取为 18 米，平均水深仍以 9 米计算，海湾宽度则认为保持不变。其潮高公式为

$$\eta = a_0 \frac{J_0(2\sqrt{Kx})}{J_0(2\sqrt{Kl})} \cos \frac{2\pi}{T} t \quad (5)$$

其中

$$K = \sigma^2 l / gh_0$$

湾顶处振幅为

$$a|_{x=0} = a_0 \frac{J_0(0)}{J_0(2\sqrt{Kl})} = a_0 \frac{1}{J_0(2\sqrt{Kl})}$$

填入具体数据则:

$$K = (1.405 \times 10^{-4})^2 \times 3 \times 10^6 / 981 \times 1800 \approx 3.35 \times 10^{-8}$$

$$J_0(2\sqrt{Kl}) = J_0(2\sqrt{3.35 \times 10^{-8} \times 3 \times 10^6}) = J_0(0.634) = 0.901$$

$$\frac{a|_{x=0}}{a_0} = \frac{1}{0.901} = 1.11 \quad (6)$$

其结果与(4)式是相同的。

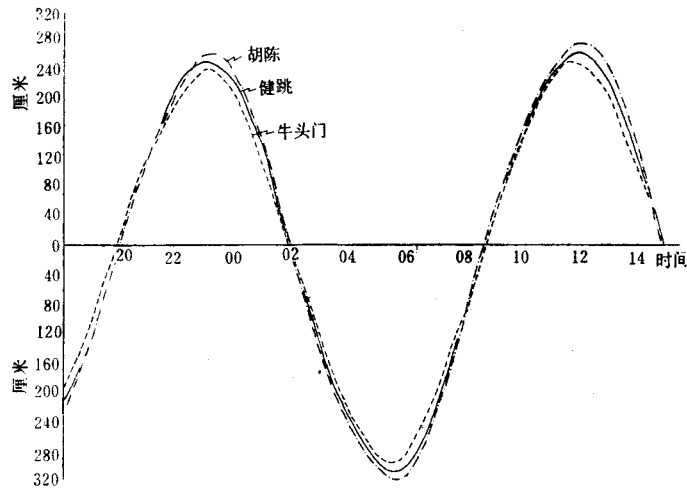


图2 三门湾健跳、牛头门、胡陈港潮位过程比较图

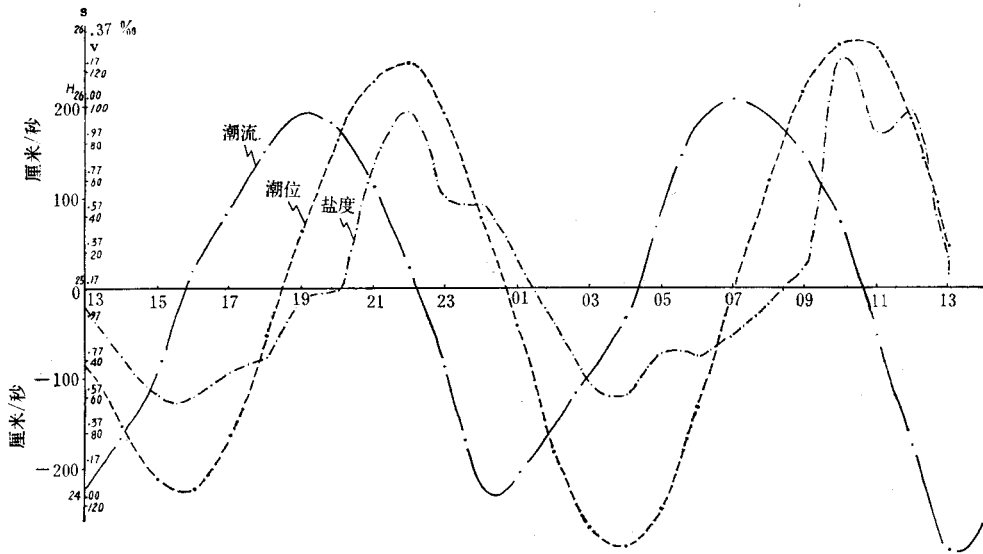


图3 三门湾潮位、潮流、盐度关系曲线图

图 2 是牛头门、健跳港,胡陈港三个站的同步潮位过程曲线。它大致近似地可分别代表湾口、湾中及湾顶潮位情况。从中一方面看出三个站的高低潮位出现的时刻基本上是接近的;另外也可以看出潮差的总趋势明显是湾顶大于湾中部,而湾中部又大于海湾口门,具体来说是胡陈港大于健跳,而健跳又大于牛头门。

图 3 是湾内某站的同步潮位、潮流及盐度关系曲线,它表明盐度的位相落后于潮流 $\pi/2$,而同潮位相却是相符的。这是港湾地区潮汐驻振动的又一佐证。

二、三门湾潮汐、潮流的基本特征

三门湾地区的潮波运动基本模式确定后即可勾画出潮波运动的基本轮廓,但三门湾毕竟不是一个典型的几何形状,它有许多港汊岛屿,各处水深又不相同,外形上又是外狭内宽。因此,模式只能是一个概括性的论证,而要确切地了解该地区的潮汐潮流特征,就必需对其潮差、潮时、涨落潮流等基本要素作进一步的分析。

(一) 典型的正规半日潮

作为确定潮汐性质的标准,目前一般采用 $\frac{H_{O_1} + H_{K_1}}{H_{M_2}}$ 比值大小来划分。统计了三门湾及其附近水域的潮港比,其数值如下:

石浦	檀头	白玉龙岛	蛇盘	岳井洋	青门山
0.33	0.34	0.30	0.28	0.29	0.29
金漆门	健跳	坡坝			
0.32	0.28	0.29			

上述资料表明 $\frac{H_{O_1} + H_{K_1}}{H_{M_2}}$ 比值均小于 0.50,一般在 0.30 左右。因此,属于正规半日潮的范围。此外,从健跳站大潮过程线及一个月高低潮位包络线中也显示出潮位的周期变化接近于正弦曲线,半月及月变化规律性也十分明显。正是由于这一特点,我们经常分析潮汐特征时可用 M_2 分潮代表整个潮汐轮廓。

(二) 潮差大且向湾内逐步增大

三门湾潮差大,且由湾口到湾顶逐步增大,湾内平均潮差多处超过 4 米,它同杭州湾、乐清湾、沙埕港、三都澳等地一样构成我国东南沿海主要强潮地区,表 1 是由调和常数计算及实测观测记录的特征值。

从表 1 中可以看出,位于湾顶附近的蛇盘、胡陈及巡检司站的平均潮差要比湾口附近的金漆门及湾中部健跳站都要大一些,即潮差由湾口到湾顶逐步增大。湾顶胡陈站最大潮差达 7.68 米,巡检司则达 7.75 米。另一方面还可看到地处海湾外部的檀头站潮差仅湾顶地区的三分之二左右。这进一步说明由于湾内存在着协振动的关系,所以潮差自成一体,同附近海域存在着明显的差异。类似的情况在乐清湾等地亦能发现。

表 1 三门湾及其附近站潮差特征值 (单位: 厘米)

特征值 \ 站名	檀头	蛇盘	林门港	坡坝	金漆门	健跳	胡陈	巡检司
平均潮差	321	436	405	409	351	407	423	450
平均大潮差	429	580	541	544	461	543		
平均小潮差	187	248	237	243	206	239		
最大潮差						703	768	775

(三) 落潮流速的明显优势

三门湾地区潮流的最大特点是涨落潮流速的不对称现象,湾内普遍地是落潮流速大于涨潮流速。例如,蛇盘水道其涨潮流速为 2.3 节。落潮为 3.3 节,猫头水道相应的值为 1.5 节及 2.3 节,汉道内的岳井洋涨潮流速值为 1.5 节,落潮流速值为 2.5 节。在表层,这种现象更为显著,一潮周期内其最大差值可达 70 厘米/秒。就一般情况而言,涨落潮流速在一天之内是应基本相等的,但是有几种情况会使其发生变化;一是地形的改变;二是余流特别强烈;三是流路发生偏差。三门湾到底是何种原因促使其形成这种现象呢?

从地貌角度分析 我们认为这一现象的产生是同三门湾的特殊地形及水动力条件直接相关,三门湾口窄内宽,湾内滩涂宽广,港汊密布,潮差又大。因此,有大量的纳潮场所,涨潮时水流漫滩呈扩散状态,故流速缓慢。反之,落潮时水下地形为顺比降,滩水归槽竞争外泻,加之注入湾内的河流流量甚微,没有多大的辅助力量。据一潮周期内流量基本相等的原则,湾内落潮时间的缩短是以落潮流速的增大来补偿的。湾中部测站资料表明其涨潮流历时为 6 小时 30 分,落潮流历时却只有 5 时 54 分,平均涨潮流速为 50 厘米/秒,而平均落潮流速则达 70 厘米/秒。

从潮波作用角度分析 这是潮波相互干涉浅海变形的结果。三门湾内浅海分潮的振幅是由口门往里逐渐增加的, $\frac{H_{M_1}}{H_{M_2}}$ 值由湾口处的 0.02 左右增至湾顶的 0.05 以上, $2K_{M_1} - K_{M_2}$ 的值普遍都超过 180 度,湾口为 340 度,蛇盘附近 283 度。因而均出现涨潮历时大于落潮历时的现象,湾口处差约 10 分钟左右,而蛇盘岛附近则达 45 分钟。我们知道:通过海湾某一断面的潮流量主要取决于流速,潮时及断面面积,一般可认为涨落潮过程中潮量及断面面积是相近的,因此,涨落潮平均流速比主要依赖于涨落潮时比,反之亦然。基于三门湾涨潮时一般都大于落潮时,故落潮流速必然大于涨潮流速。这种现象对三门湾泥沙运移及地貌形态塑造具有决定性的意义。应当提出,类似情况在福建的三都澳,沙埕港及浙江的象山港均普遍存在。特别是浙江乐清湾其各种潮汐水流现象同三门湾更是惊人的相似。因而,我们可以断言:正是潮时的不对称造成了涨落潮流速的差异,而后者又是维持深水区的有利条件,这就是构成上述几个港湾水深一直良好的极其重要的原因。

三、潮流与三门湾地貌形态的相互关系

从地形图及卫星照片中可看到三门湾最主要的地貌特征: 其一是港汊密布,岳井洋、

胡陈港、沥洋港、蛇盘北港、海游港等犹如一手伸长的五指。此外，还有延伸内陆的健跳港，这些港汉都是潮汐的主要通道，大都保持良好的水深。其二是舌状沙咀并列而生，下洋涂、三山沙咀、蛇盘沙咀等呈扇状散开。这些沙咀又都是同上面的港汉相隔而存，即两港汉间必有一沙咀，而这些沙咀的舌尖又大都是面对涨潮流方向（即顺着落潮流方向）（见图1）。为什么会形成这种地貌形态特征，它们同水动力条件之间的关系如何？

（一）蓄潮区的存在是港汉维持良好水深的关键

一条港汉能否迅速淤积，主要取决于泥沙的丰富与否及水动力因子的强弱程度。三门湾周围没有强大的径流注入，因此陆域来沙影响范围只是在局部滩涂边缘地区。从泥沙样品分析来看，三门湾内泥沙来源主要来自陆架物质或者说是海域来沙（从卫星照片上分析判别长江泥沙有影响三门湾的迹象，这过程要经过长期搬运，故我们这里仍作海域来沙处理了。泥沙主要以悬移质为主，悬沙含量在一般天气情况下，大潮时在 0.40—0.60 公斤/立方米左右，小潮时清澈少泥，而在港汉中，例如健跳港大潮时只有 0.1—0.2 公斤/立方米。因此，泥沙来源不充沛，这是保持港汉良好水深的物质基础。

其次，三门湾潮差大（平均潮差 4 米以上），潮流速度较强（一般潮期内最大潮流超过 1 米/秒），故水流的挟沙能力大于海水中的含沙浓度，更重要的是无论胡陈港、岳井洋、健跳港或沥洋港、港汉顶端都有一个宽广的蓄潮区，它的宽度都比主槽大。从表 2 看出由于这些港汉地区潮差大，顶端又有大的岸滩蓄潮区，因此在低潮位以上的潮容量是相当大的，这就促使这些港汉及整个三门湾都有落潮最大流速大于涨潮最大流速的趋势，涨潮能在整个海湾汉道扩散分布，而落潮能却相对集中于主槽，这也就造成了除港道边滩处有部分泥沙沉积外，而在港汉主槽地区以至三门湾深槽区都不容易使泥沙堆积，因而一直能维持良好的水深。

表 2 岳井洋、健跳港蓄潮量统计¹⁾

地区	特征值	潮 差 (米)			水域面积(平方公里)			潮容量 (10 ⁶ 立方米)		
		大潮	小潮	平均	高潮	低潮	平均	大潮	小潮	平均
岳井洋		5.82	2.81	4.25	43.0	13.0	28.0	170	81	126
健跳港		5.43	2.39	4.07	14.5	8.2	11.4	67	33	51

1) 钱塘江河口研究站，浙江省沿海潮汐水力资源踏勘报告 1958。

图 4a 是健跳港实测表层潮流过程曲线，我们看到在其顶端最大落潮流速为 60 厘米/秒，而涨潮流速只有 43 厘米/秒，口门地区相应流速为 74 厘米/秒及 45 厘米/秒。正是这个重要的水动力条件使健跳港这条长达 13 公里（从健跳镇算起）、平均宽度不到 500 米的细长水道水深一直良好，口门处水深在 20 米以上，港内断面最狭处黄门峡水深达 40 米以上，即使在接近顶部地区，低潮时水深也有 5 米。调查及海图对比都说明这里长期以来水深几乎没有变化。

我们以邻近三门湾湾口附近的坡坝港进行分析，坡坝港长约 16 公里，包括边滩在内，

原宽度为 5 公里，1964 年测量 0 米线以下为 1 公里多宽。形状接近长方形，故没有足够大的蓄潮区。原来坡坝港口门地区落潮流速 2.5 节，涨潮流速 1.8 节，港内涨潮落潮的最大流速基本是相等的。由于近年来又在港顶部进行围垦造田，更进一步削减了潮容量，港内出现了涨潮流速大于落潮流速的现象（图 4b）涨潮带进来的泥沙不能被落潮流全部带出，从而加速了淤积趋势。目前，港内 0 米线以下水深区宽度一般都不超过 1 公里，最大水深仅 7 米左右，这同健跳港形成了极为鲜明的对比，有力地证明潮流同水下地形的密切关系。因此，对于这种以潮流作用为主的淤泥质海湾要保持航道水深良好，就必须保持足够的汉道蓄潮区，“去枝剩干”的盲目围垦必然会加速淤积，典型的例子在东南沿海都已出现过。反之，某些不适合港口建设的汉道，只要“截指去枝”减少纳潮量便能达到事半功倍的围垦效益。因此，对港湾自然资源的利用要尽可能做到综合规划，合理开发。

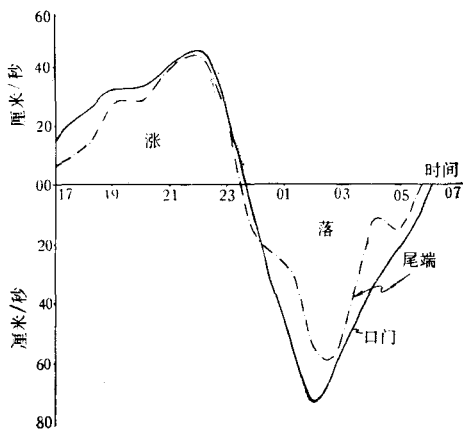


图 4a 健跳表层流速过程曲线图

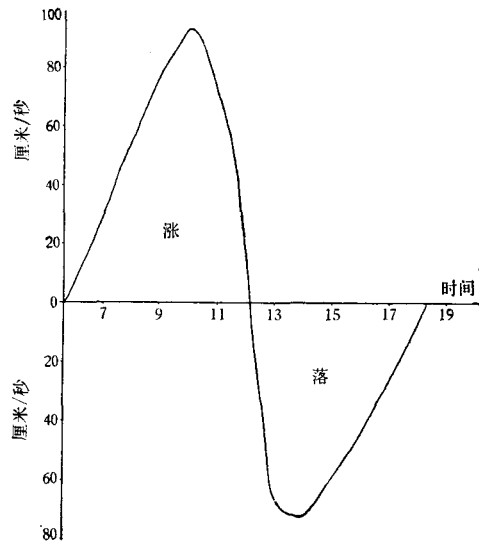


图 4b 坡坝港 IV 站表层流速曲线图

(二) 潮流是控制舌状沙咀发育的主导因素

展示三门湾海图，呈现出五、六条指状排列的舌状沙咀，它们舌尖都基本顺着涨潮流方向而伸入深水区。这是怎么形成的呢？众所周知，沙滩（咀）的出现必然是局部地区水流缓慢或波浪微弱情况下泥沙沉淀下来的结果。据石浦站气象统计资料表明：影响三门湾地区的主要风是北风，年频率为 20% 左右，其次为北东、西南、东南方向的风，它们只是 7、8 月份占主导地位。但从地形来看，凡是偏北方向的风，由于高山阻挡，风区短，终难掀起大浪；而东南风引起的大浪只能对湾口地区有较大的影响，在湾内却由于岛屿阻拦及水深变浅，波浪高度显著降低。余流在三门湾地区不超过 10—15 厘米/秒，因此，潮流是塑造三门湾滩涂地貌的主要动力因素。此外，从三门湾滩地组成物质来看，大都属于粒径很细的灰黄色淤泥， $Md\phi$ 为 8—9 ($d_{50} = 0.004—0.002$ 毫米)，因此只有缓流区才能沉积下来。这些舌状沙咀的发育过程大致如下：自从冰后期海浸现代三门湾形成后，泥沙随着强大的潮流进入三门湾，细小的泥沙逐渐依附于湾底及陆地边缘，在一些峡道中由于强

大潮流的涡动混合作用难以使泥沙停顿，使它只能在其中的岛屿附近的流影区“落脚”。这就是舌状沙咀发育的第一阶段。

岛屿附近初期形成的沙咀实际是二个相反舌尖的纺锤状沙咀，它的出现促使航道分汉益见显著，妨碍了水流横向流动，加速了泥沙在低压区淤积速度，沙咀就进一步在纵向上延伸，到一定时候同一流线附近的二个纺锤沙咀连接起来形成一个新的沙咀。它的形成又进一步减弱了横向漫滩水流，从而加大了主槽内水流动量，造成了低潮位附近滩地横向上一个陡坡，仅 20—30 米水平距离内高差可达 2 米左右。此后纵向上泥沙除部分在二个沙咀连接处继续淤积外，更多的只能顺着落潮流方向（即对涨潮流方向）加速淤积，舌尖直指深水区，构成舌状沙咀发育的第二阶段。上述这种现象在三山—西白茆沙咀发育过程中得到很好说明（图 5）。从海图对比中我们可以看到 1929—1930 年期间，三山，西白茆还各自是一个纺锤形沙咀及小舌状沙咀，其间还存在着一个 1000 米宽的水流通道。到 1971 年时发现已完全连成一片。目前已可以进行围垦种植，而横向上滩地宽度始终没有多大扩展。显然，三山沙咀下一步的发展目标是同青门山沙咀相连，其间目前 0 米线距离为 6 公里，-2 米等深线已把两沙咀相连，预计将进一步发展成长达 20 公里的三山—西白茆—青门山舌状沙咀。

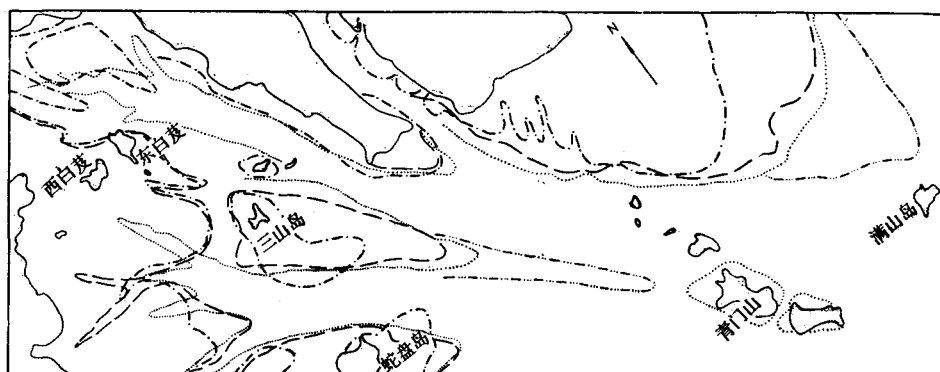


图 5 三山滩地发育图

----- 1914 年滩地 0 米线 - - - - 1927—1930 年滩地 0 米线
 1964 年滩地 0 米线 ———— 1964 年水下 -2 米线

从三门湾最大的舌状沙咀下洋涂（图 1）来分析，我们还可以初步估计它的淤积速度。从地貌形态上来看，下洋涂是间于胡陈港及岳井洋之间的一片开阔滩涂。涨潮时，由于岳井洋、胡陈港水道吸引潮流，形成了下洋涂的缓流区，有利于泥沙堆积，落潮时，胡陈港主要水流从满山水道退出，岳井洋水流则主要从石浦水道流走，其间又形成低压区，迫使泥沙在此堆积，加之，从泥沙流资料分析表明三门湾内泥沙运移有一个从南向北呈半封闭顺时针向环流的趋势，也有利于此处滩地的延伸，1914 年以来这里的沙咀以 20 米/年的平均速度延伸。

总之，由于水道水流流速大而且落潮流大于涨潮流，因此妨碍了滩地的横向发展，迫使沙咀呈细长舌状发展，构成了三门湾多条面对涨潮流方向的颇为壮观的舌状滩涂地貌。只有面对下洋涂的大佛岛西北方向一条沙咀是顺落潮流方向的。这是因为大佛山东南方

向风浪较大,不适于泥沙沉积下来,只有在其岛后部两条水道之间的流影区及波影区构成沙咀,目前下洋涂沙咀同大佛岛沙咀 0 米线相距仅 4 公里,其间水深在 -1 米左右,如果不改变现有的水动力结构,这两个沙咀终会连接起来。

四、结 语

1. 造成三门湾潮差大而且由湾口到湾顶逐渐增大的主要动力机理是由于存在着海湾协振动,浙闽沿岸的乐清湾、沙埕港、象山港、三都澳均有这种潮汐现象。

2. 三门湾的地形造成三门湾潮流的特殊性,而潮流又是塑造三门湾地貌的主要控制力量。三门湾内汉道多,顶部滩涂广,具有很大的潮容量,产生了普遍的落潮流速优势,促使泥沙不容易沉积,港汉能保持良好的水深。

3. 淤泥质海湾的汉道是保持纳潮量的主要场所,因而过多地围垦必然会导致海湾的迅速淤死。反之,某些适合围垦的港湾或汉枝只要有适当的人工措施就可以促进淤积,达到事半功倍的效果。因此,对于港湾资源应视具体情况做到充分利用,合理开发。

参 考 文 献

- [1] 斯费德鲁普, H. U., 1958. 海洋. 科学出版社, 第 471—475 页。
- [2] Charles, B. O., 1976. *Physical Oceanography of Estuaries*. pp. 80—84.
- [3] Lamb, H., 1932. *Hydrodynamics* (6thed.) Cambridge, p. 276.
- [4] Proudman, J., 1952. *Dynamical Oceanography*. London, p. 230—233.

CHARACTERISTICS OF THE TIDAL WAVE MOVEMENT IN THE SANMEN BAY AND ITS RELATIONSHIP WITH THE TOPOGRAPHIC DEVELOPMENT

Hu Fangxi and Cao Peikui
(*East China Normal University*)

ABSTRACT

Sanmen Bay is a deep water bay in the middle of Zhejiang Province, where the tidal deviation is relatively big and increases gradually from the mouth to the head of the bay. Its main dynamic mechanism is the tidal co-oscillation which exists in the bay.

Tide is the main influence force by which topography is created. In the area of the bay there are many branches and wide bay-head beaches. Because of these, the bay has a very great tidal prism. So the fall tide becomes the predominant factor. In this case, sediments are not easy to settle and the bay keeps a constant depth quite well.

The branches of silt flat form the main reservoir that holds the great tidal prism. This fact causes the contradiction in harbors construction or reclamation of new land. Therefore we must reasonably exploit the resources of the bay in accordance with the existing condition.