

三沙湾纳潮量及湾内外的水交换

叶海桃¹, 王义刚^{1,2}, 曹 兵²

(1. 河海大学海岸灾害及防护教育部重点实验室, 江苏 南京 210098 ; 2. 河海大学海洋学院, 江苏 南京 210098)

摘要 根据三沙湾多年实测潮位资料和 2 个临时潮位站的实测资料, 分析了三沙湾潮汐特征, 计算了纳潮量、海水的平均交换率和海水半更换期. 结果表明: 三沙湾潮差较大, 有较强的纳潮能力. 但由于其水域面积较大, 地形也比较复杂, 其整个区域海水的平均“更新能力”一般. 当潮差累积率为 20%(大潮) 时, 三沙湾的海水半更换期约为 36 个潮周期; 当潮差累积率为 50%(中潮) 时, 海水半更换期约为 75 个潮周期; 当潮差累积率为 80%(小潮) 时, 海水半更换期达到 114 个潮周期.

关键词 三沙湾; 纳潮量; 平均交换率; 海水半更换期

中图分类号 P731.2 **文献标识码** A **文章编号** :1000-198X(2007)01-0096-03

三沙湾(又名三都澳) 位于福建省宁德市境内. 三沙湾为半封闭港湾(图 1), 四周陆域均为海拔 300 m 左右的山脉所环抱, 仅在东南方向有一个狭口——东冲口与东海相通, 加之湾口狭长, 口门内一座鸡公岛似一个天然屏障, 将主航道分成了左右 2 条支航道, 左边宽约 1.5 km, 右边宽约 1.5 km, 外海波浪难以直接传入湾内, 故该港为天然的避风良港^[1]. 因此, 三沙湾纳潮量及湾内外水交换的研究对三沙湾港口资源的开发利用具有实际意义^[2-3].

本文根据下白石(119°41′00″E, 26°49′05″N)、东冲口(119°49′58″E, 26°32′25″N) 2 个临时潮位站 2003 年 8 月 2 日 6 00 ~ 9 月 2 日 8 00 实测潮位、三都海洋站(119°39′58″E, 26°38′14″N) 与临时潮位站同步的实测潮位以及三都海洋站 1960 ~ 1979 年的实测潮位分析了三沙湾的潮汐特征和纳潮量, 利用东冲口附近 1 年的潮位数据进行了频率分析, 并采用典型潮的方法计算了三沙湾的纳潮量, 求出了相应的三沙湾海水平均交换率和海水半更换期.

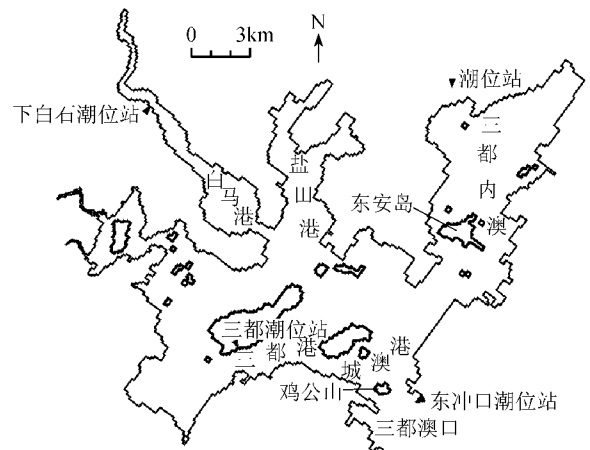


图 1 三沙湾平面图

Fig.1 Plan layout of Sansha Bay

1 三沙湾潮汐特征值和纳潮量的计算

1.1 潮汐特征值计算

三沙湾潮汐形态数为 0.21, 海域潮汐属非正规半日浅海潮, 多年平均海平面在理论深度基准面以上 3.915 m. 三沙湾属强潮海区, 潮差大, 潮流强劲^[4-5]. 其最大落潮流速为 1.90 m/s, 最大涨潮流速为 1.40 m/s. 根据下白石、三都海洋站及东冲口 2003 年 8 月 2 日 6 00 ~ 9 月 2 日 8 00 的实测潮位资料统计出的平均高潮位、平均低潮位、平均涨(落) 潮潮差、平均涨潮历时和平均落潮历时如表 1 所示. 由三都海洋站 2003 年 1 个月的潮位与多年实测潮位^[4](表 2) 可知, 1 个月与多年的潮汐特征值平均潮差基本接近, 平均高潮位和平均低潮位分别相差 0.10 m 和 0.05 m, 平均涨潮历时和平均落潮历时均相同. 从表 1 可知, 海湾西北顶部的下白石的平均潮差比海湾东南部的东冲的平均潮差大 0.71 m. 这与半封闭港湾驻立潮波潮差的空间分布规律相符.

表 1 据三沙湾 2003 年实测资料统计出的潮汐特征值(按理论深度基准面计算 ,下同)

Table 1 Statistical result of tidal characteristics of Sansha Bay based on field data of 2003(according to theoretical depth datum level , the same below)									
站 名	最高潮位/ m	最低潮位/ m	平均高潮位/ m	平均低潮位/ m	最大潮差/ m	最小潮差/ m	平均潮差/ m	平均涨潮 历时/h	平均落潮 历时/h
下白石	7.21	0.46	6.91	1.28	6.75	2.26	5.63	6.55	5.87
三都海洋站	7.54	0.19	6.69	1.29	7.35	2.53	5.40	6.65	5.77
东冲口	7.70	0.26	6.41	1.53	7.44	2.85	4.92	6.42	6.05

表 2 据三沙湾多年实测资料统计出的潮汐特征值

Table 2 Statistical result of tidal characteristics of Sansha Bay based on field data of many years									
站 名	最高潮位/ m	最低潮位/ m	平均高潮位/ m	平均低潮位/ m	最大潮差/ m	最小潮差/ m	平均潮差/ m	平均涨潮 历时/h	平均落潮 历时/h
三都海洋站	8.76	-0.61	6.59	1.24	8.38	1.94	5.40	6.65	5.78

1.2 三沙湾纳潮量计算

港湾的纳潮量不仅是衡量港湾开发价值的一个水文指标 ,也是反映港湾湾内海水与外海水交换的一个重要参数 .纳潮量的大小对海洋环境、海湾水体的交换以及港区航道水深的维持等都具有十分重要的意义 .

为了分区域进行纳潮面积和纳潮量的计算 ,将三沙湾海区分分为水域(指海图中 0 m 等深线以下的区域)和滩涂(指海图中 0 m 等深线到岸界间的区域) 2 个部分 .

对三沙湾 2002 年水下地形图进行网格(250 m×250 m)剖分并从网格结点上读取地形数据 ,编程进行线性插值处理 ,将 250 m×250 m 的网格细分为 50 m×50 m 的网格 .计算结果表明 ,整个湾内面积为 675.5 km² ,其中水域面积为 385.0 km² ,滩涂面积为 290.5 km² .

根据东冲口附近 1 年的潮位数据进行潮差累积频率分析 ,并通过式(1)计算大、中、小潮的纳潮量 ,结果见表 3 .

$$P = \Delta H A_0 + \sum_{i=1}^n \Delta H'_i A_i \tag{1}$$

式中 :P——纳潮量 ;ΔH——水域上计算的潮差 ;ΔH'_i——滩涂上第 i 个网格高潮位时的水深 ;A₀——水域面积 ;A_i——第 i 个网格内的滩涂面积 .

2 三沙湾海水半更换期计算

三沙湾口门处平均水深为 58.9 m ,最窄处宽度为 3.0 km ,截面面积为 17.7 万 m² .三沙湾水域面积为 385.0 km² ,平均底高程为 -13.619 m ,滩涂面积为 290.5 km² ,平均底高程为 2.060 m .三沙湾内平均海平面时的海水总体积 V_a 为 73.65 亿 m³ .当潮差累积率为 20% 时 ,涨潮期间流进湾内的平均水量 Q_f 为 27.58 亿 m³ ,落潮期间流出湾内的平均水量 Q_p 为 31.35 亿 m³ ,一个潮周期内通过该截面的净流出水量 Q_j 为 3.77 亿 m³ .

由海水平均交换率计算公式^[6]

$$\gamma = Q_j / V_a \tag{2}$$

算得的潮差累积率 20%(大潮)时的三沙湾海水的平均交换率为 0.051 .

将三沙湾作为一个单箱模型 ,假设三沙湾内海水与外海海水进行直接交换 ,湾内海水均匀混合 ,则根据式^[7]

$$T_{1/2} = 0.693 V_a / Q_f \gamma \tag{3}$$

计算得到的潮差累积率 20%(大潮)的三沙湾海水的平均半更换期约为 36 个潮周期 .

同样 ,可求得潮差累积率为 50%(中潮)和 80%(小潮)的海水平均交换率和半更换期(表 4) .

表 3 三沙湾纳潮量

Table 3 Tidal prism of Sansha Bay 亿 m ³					
潮差累积率 20% (大潮)		潮差累积率 50% (中潮)		潮差累积率 80% (小潮)	
水域 纳潮量	滩涂 纳潮量	水域 纳潮量	滩涂 纳潮量	水域 纳潮量	滩涂 纳潮量
19.52	7.36	18.17	6.86	9.93	3.75

表 4 三沙湾海水平均交换率和半更换期

Table 4 Average exchange rate and half-exchange period of sea water of Sansha Bay					
潮差累积率 20% (大潮)		潮差累积率 50% (中潮)		潮差累积率 80% (小潮)	
γ	T _{1/2} / 潮周期	γ	T _{1/2} / 潮周期	γ	T _{1/2} / 潮周期
0.051	36	0.039	75	0.028	114

3 结 语

- a. 从三沙湾实测潮流流速可以看出,次表层流速最大,表层流速次之,底层流速最小.三沙湾内滩地最大余流流速为 0.13 m/s .表层余流方向,夏季为正北,冬季为东南^[4,8].
- b. 由于三沙湾的潮流流速较大、余流流速较小,该湾内的水体交换、外海营养盐的摄入等都与潮流有很大关系.三沙湾具有较大的潮差及纳潮量,属于强潮作用的港湾,但由于其水域面积较大,地形也比较复杂,整个区域海水的平均“更新能力”一般.
- c. 本文得到的海水平均交换率和半更换期是对整个三沙湾而言的,因为单箱模型假设湾外海水一旦流入湾内即与湾内海水充分混合.如果考虑到不同区域离湾口的距离、流况、水深及形态的差异,则各个区域海水的半更换周期会有所不同.一般来说,靠近口门的海水易被更换,离口门较远(如湾顶)的海水则不易被更换.另外,边界地形比较简单、区域之间连通性比较好的海区,其海水也易于更换.像三沙湾这样大、小潮潮差和纳潮量相差很大的港湾,湾内海水与湾外海水的交换量各个潮周期都会不同,可以通过数值模拟计算来分析大、中、小潮连续的湾内各区域海水半更换期状况.

参考文献:

[1] 宁德地区地方志编纂委员会. 宁德地区志:上册[M]. 北京: 方志出版社, 1999: 160-174.

[2] 雷贵卿. 浅析三都澳港口开发的有利条件、问题及对策[J]. 福建金融管理干部学院学报, 1999(3): 75-79.

[3] 黄土梁. 三都澳港口资源与发展优势[J]. 港口经济, 2004(4): 31-32.

[4] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志:第7分册[M]. 北京: 海洋出版社, 1994: 54-55.

[5] 孔俊, 宋志尧, 张红贵. 非结构型浅水方程数值模式的建立及应用[J]. 河海大学学报:自然科学版, 2006, 34(4): 456-459.

[6] 曾刚. 厦门港海水交换的初步计算[J]. 海洋通报, 1984, 3(5): 7-11.

[7] 潘伟然. 湄洲湾海水交换率和半更换期的计算[J]. 厦门大学学报:自然科学版, 1992, 31(1): 65-68.

[8] 王义刚, 王超, 宋志尧. 福建铁基湾围垦对三沙湾内深水航道的影响研究[J]. 河海大学学报:自然科学版, 2002, 30(6): 99-101.

Tidal prism of Sansha Bay and its water exchange with the open sea

YE Hai-tao¹, WANG Yi-gang^{1, 2}, CAO Bing²

- (1. Key Laboratory of Coastal Disaster and Defence, Ministry of Education, Hohai University, Nanjing 210098, China;
2. College of Ocean, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract Based on the measured data of two temporary tide stations and tidal data of many years of the Sansha Bay, the tidal characteristics of the Sansha Bay were analyzed, and the tidal prism, the average exchange rate and the half-exchange period of sea water were calculated. The result shows that the Sansha Bay is of high capacity in receiving tidal water, and that it has wide tidal ranges but low capacity of sea water exchange due to wide water areas and the complex landform, the half-exchange period of sea water of the Sansha Bay being about 36 tidal periods, 75 tidal periods, and 114 tidal periods as the accumulation rate of tidal ranges reaches 20%(spring tide), 50%(moderate tide), and 80%(neap tide), respectively.

Key words Sansha Bay; tidal prism; average exchange rate; half-exchange period of sea water