

福建铁基湾围垦对三沙湾内深水航道的影响研究

王义刚, 王超, 宋志尧

(河海大学交通与海洋工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 从三沙湾的平面二维潮流数值模型入手, 计算铁基湾泥沙冲淤情况, 比较围垦工程前后流场的变化, 着重比较不同点位的流速, 分析研究了海湾围垦工程改变纳潮量对湾内深水航道以及有关区域的影响. 研究发现, 围垦工程使得湾内纳潮量减少, 从而对湾内的深水航道产生影响, 故不宜进行大规模围垦. 通过对 3 个备选方案的计算、分析和比较, 得到方案一的影响最小, 围垦面积不宜超过 2 800 hm² 的结论.

关键词: 三沙湾, 海湾围垦, 纳潮量, 深水航道

中图分类号: P731.23

文献标识码: A

文章编号: 1000-198X(2002)06-0099-05

三沙湾(亦称三都澳)位于福建省东北部沿海, 地处霞浦、福安、宁德、罗源四县市滨岸交界处, 东北侧近邻福宁湾, 西南侧与罗源湾紧密相连, 是我国的天然良港之一. 三沙湾形状似伸展的右手掌, 海湾被罗源、东冲半岛环抱, 仅在东南方向有个狭口——东冲口与东海相通, 口门宽仅 3 km, 是个半封闭型的海湾.

三沙湾四周为山环绕, 海岸线曲折, 主要有基岩、台地和人工海岸组成, 岸线总长度为 449.98 km. 三沙湾水域开阔, 海湾总面积达 570.04 km², 其中滩涂面积达 308.03 km², 水域面积为 262.01 km². (滩涂面积指从岸至 0 m 等深线的面积). 湾内海底地形崎岖不平, 侵蚀和堆积地形都很发育, 湾中有许多可航水道、暗礁、岛屿和浅滩. 三都、东安、青山等岛屿是湾内主岛, 东冲水道、青山水道和金梭门水道是湾内主要航道, 湾内各小湾顶及浅水航道两侧常有浅滩和干出滩发育. 湾内最大水深达 90 m. 湾的西北侧有赛江、霍童溪等中小河溪注入. 三都澳内有白马河注入^[1].

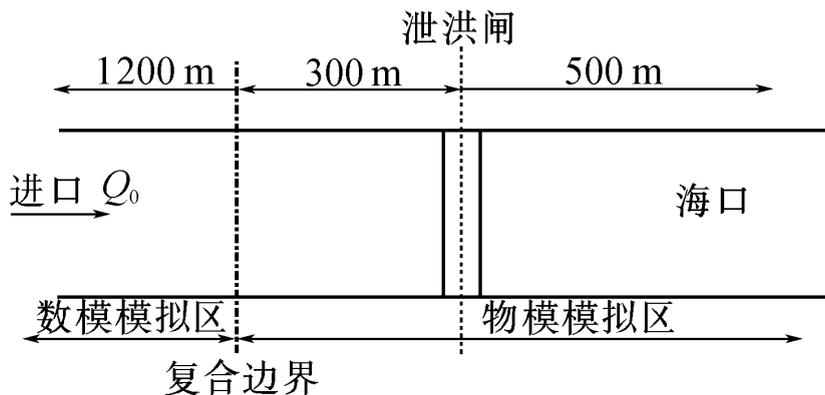


图 1 三沙湾地形、方案、点位布置

Fig.1 Terrain alternatives, and point arrangement at Sansha Bay

铁基湾围垦工程位于三都澳内,距离宁德市城区仅 5 km(图 1).工程的实施至少可使宁德市土地面积增加 2 600 hm² 以上,围垦海堤建成可对罗宁高速公路及附近乡镇起重要屏障保护作用,并可进行农业、水产、林业和工商贸等的综合开发,大大促进地方经济的发展.

对于近岸海域,潮流是泥沙搬运的主要动力.由于铁基湾围垦工程实施后会使得三沙湾水域各水道的纳潮量重新分配,继而影响到附近水域的潮流动力特性,以及邻近的深水航道.故通过三沙湾水域平面二维潮流数值模型,计算工程前后的潮流场,比较流场的变化,特别是不同点位的流速变化,并计算泥沙的冲淤情况,模拟及分析研究了铁基湾围垦工程对三沙湾内深水航道的影响.

1 数学模型

1.1 基本方程

采用平面二维潮流运动的基本方程.在矩形单元上,变量采用交错网格技术布置,以提高方程离散的精度.将方程离散为差分方程时对时间的全导数项(即时间偏导数加对流项)采用 E-L 格式,而潮位的梯度变化项采用中心差分格式.离散后的差分方程应用改进型的 ADI 法进行计算.

1.2 模型验证

1.2.1 潮位验证结果

为配合数值计算,除在东冲口东冲半岛一侧设立临时水尺作模型外海边界条件外,还在三沙湾内设有两个(三都和下白石)临时水尺观测水位,作为模型的验证资料.潮位无论量值上还是位相上都吻合较好.以三都站为例,参见图 2.

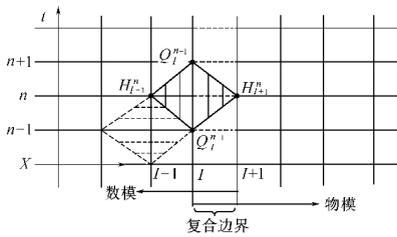


图 2 三都站潮位过程验证

Fig.2 Verification of tidal level for Sandu Station

1.2.2 流速验证结果

用于模型验证的是 3 个测流点,验证包括了大、中、小潮的持续时间段(计 8 d).流速过程验证结果表明两者吻合较好,参见图 3.

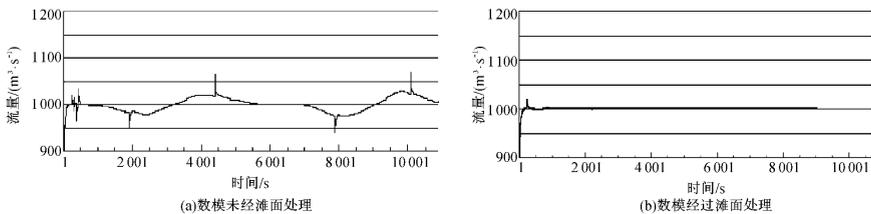


图 3 测流点 1 流速过程验证

Fig.3 Verification of current velocity for point 1

1.2.3 三沙湾的流场特征

由三沙湾海域的大潮涨急流场(图 4)可以看出,自东冲口进入的潮流,至青山岛后,除少部分流入东吾洋外其余分成两股,一股在其西侧进入三沙湾航道;另一股在其东侧主要沿三都岛东侧深槽北上,分别注入三都岛北侧水域、白马港和盐田港,少部分经三都岛和青山岛之间通道,汇入三沙湾航道.进入三沙湾航道的潮流,在橄榄屿一分为二,一支沿宁德水道继续上溯,另一支通过三都岛西侧航道北上,并与三沙湾北侧的来流汇合,最后北上到达云淡山(帮门)水域.从该流场还可以看出,宁德水道是三沙湾航道潮流上溯的必要延伸段,出三沙湾航道的潮流主要是进入宁德水道的.三沙湾海域的落急流场,其趋势基本与涨急流场相反.

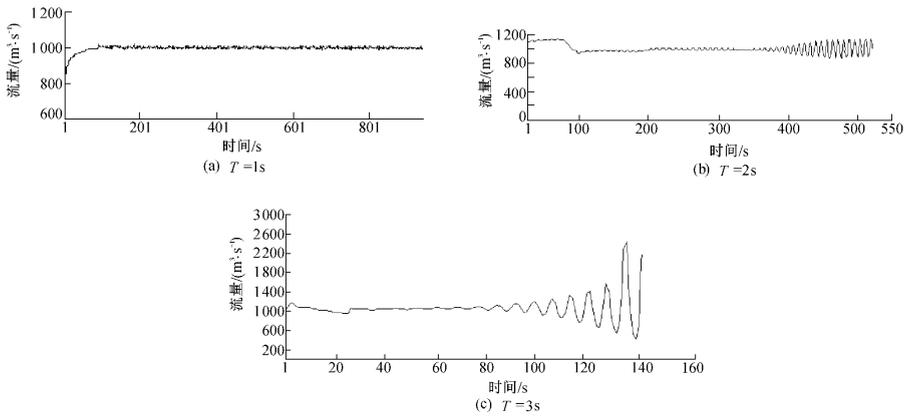


图 4 三沙湾海域涨急潮流(无工程)

Fig.4 Tidal current field for waters at Sansha Bay (without an engineering project)

2 计算方案

2.1 方案布置

方案布置见图 1. 图中(1)为方案一,围垦面积约 2800 hm².(1)+(2)为方案二,围垦面积约 3200 hm².(1)+(2)+(3)为方案三,围垦面积约 5500 hm².

2.2 计算结果

为分析工程前后的流速变化,布置了流速取样点,点位布置参见图 1.从计算结果得到 3 个方案,大、中、小潮的特征流速(涨、落平均和最大流速)较之天然状况变化趋势是:1~14 点减小;15~18 点增加;19~22 点减小.3 个方案大、中、小潮,涨、落潮特征流速的变化趋势是:减小点涨潮减幅要大于落潮;同样增加点涨潮的增幅也大于落潮.涨(落)潮最大流速与平均流速的增减幅度基本一致;同一方案,从大、中、小潮各特征流速的变化趋势看,增减绝对值大潮最大,中潮次之,小潮最小,但相对变化百分比则相差不大;同一潮型、不同方案,从各特征流速的变化趋势看,方案一增减幅度最小,方案二次之,方案三最大.

3 围垦工程后深水航道回淤计算和分析

3.1 深水航道回淤计算

由于三沙湾海域在天然情况下属于冲淤平衡的,为了定量地了解围垦工程对深水航道的影响,在计算淤积强度围垦工程实施前后的潮流数值后,采用刘家驹公式进行回淤估量^[2]

$$p = \frac{\omega st}{\gamma_d} \left\{ k_1 \left[1 - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^3 \right] \sin\theta + k_2 \left[1 - \frac{v_2}{2v_1} \left(1 + \frac{v_2}{v_1} \right) \right] \cos\theta \right\}$$

式中: ω ——絮凝泥沙沉降速度, m/s; s ——含沙量, kg/m³; t ——时间, s; γ_d ——淤积干容重, kg/m³; v_1 , v_2 ——工程前后半潮平均流速, m/s; θ ——水流与航道轴线的夹角; $k_1 = 0.35$, $k_2 = 0.13$ 分别为横流和纵流淤积常数.

根据本次水文测验资料,有关参数的确定如下:平均含沙量:大潮取 0.080 kg/m³,中潮取 0.032 kg/m³,小潮取 0.023 kg/m³;泥沙絮凝沉速为 0.0004 m/s;淤积干容重 $\gamma_d = 1750d_{50}^{0.183}$ kg/m³.

根据潮流数值计算结果,并将有关参数代入上式,计算得到深水航道上围垦后的年平均回淤强度.取大潮和小潮各占 25%,中潮取 50% 来计算一年的平均回淤强度.

从表1可以看出,各主要水道的年平均回淤强度为:三沙湾航道(点1~14)方案一在1.9~11.1 cm/a之间,方案二在2.2~12.7 cm/a之间,方案三在3.7~19.9 cm/a之间;宁德水道(点19~22)比三沙湾航道淤积严重.橄榄屿与三都岛间水道(点15~18)工程后由于流速增大可能会产生一定的冲刷(即表中回淤量为0的点).

表1 各方案计算点年淤积强度

Table 1 Annual silt-up intensity at calculating points of each scheme

cm/a

点号	方案一	方案二	方案三	点号	方案一	方案二	方案三
1	1.9	2.2	3.7	12	10.5	12.0	19.0
2	3.2	3.8	6.2	13	11.1	12.7	19.9
3	4.0	4.6	7.6	14	10.7	12.2	19.4
4	4.2	4.8	7.9	15	0.0	0.0	0.0
5	7.4	8.4	13.6	16	0.0	0.0	0.0
6	9.3	10.7	17.3	17	0.0	0.0	0.0
7	9.9	11.4	18.1	18	0.0	0.0	0.0
8	9.9	11.3	18.1	19	27.2	28.5	-
9	9.1	10.4	16.6	20	20.9	23.9	-
10	10.2	11.7	18.7	21	19.5	24.6	-
11	9.7	11.0	17.6	22	12.5	23.7	-

3.2 计算结果的合理性分析

三沙湾海域沿岸的海岸稳定,且四周为低山丘陵环绕,山上植被茂密,水土保持较好,故湾内的陆域来沙很少,仅有东冲口与外海贯通,海域来沙甚少,其沙源主要来自赛歧上游的河流来沙.据海岸带调查,三沙湾海域滩地自然淤积速率在1975~1985年间滩面淤高年平均为0.5~2.0 cm/a;并根据多年平均含沙量资料,本次水文测验具有一定的代表性,因而此次泥沙回淤分析也具一般意义.

任美铎院士曾指出,凡是落潮流速大于涨潮流速的水道,一般都能维持其水深,或甚至被刷深,如美国太平洋沿岸的汉道;反之水道则易淤浅退化,如美国墨西哥湾的汉道^[3].同样,我国的情况亦是如此.在福建的罗源湾,1980年完成大官坂围垦,围区面积达2750 hm²,堤线与航道近似平行.1992年又建成松山围垦,围区面积2300 hm²,围区位置在湾顶,与铁基湾此次围垦相仿.据1954年、1977年和1993年3月所测地形图对比,发现对整个海湾的促淤作用并不明显.除了在海堤外侧稍有淤积外,其它海域则受影响甚微.

从三沙湾海域的情况来看,三沙湾航道基本上是落潮流速大于涨潮流速,有利于泥沙向湾外运移,而且陆域来沙也很少,所以建国以来,尽管湾内也有一定数量的围垦,但并未对湾内主航道产生明显淤积.通过数值模拟计算,围垦后三沙湾航道上涨潮流的减幅要大于落潮流的减幅,这表明三沙湾航道上仍维持落潮流速大于涨潮流速的状况,它对深水航道的维持是有利的.

4 结 论

a. 铁基湾围垦工程使得三沙湾内各主要水道的纳潮量重新分配,其中三沙湾航道纳潮量减少,但各方案对海域的潮流落潮流占优运动特性影响不大.

b. 3种围垦方案中,方案三面积大,并且将宁德水道完全截断,对周边各水道的的影响甚大;方案二面积次之,但将宁德水道尾段截断,对周边各水道产生一定影响;方案一面积最小,未将宁德水道截断,相对而言对周边各水道的的影响较小.

c. 三沙湾海域的陆域来沙很少,海域来沙也少,其沙源主要是河流来沙.根据多年平均含沙量资料,其含沙浓度较小,加之围垦后三沙湾航道仍能维持落潮流速大于涨潮流速的状况,所以采用方案一对三沙湾深水航道产生回淤量相对不大.

d. 就影响最小的方案一而言,三沙湾深水航道年平均回淤强度1.9~11.1 cm/a,而围堤前沿的宁德水道比三沙湾航道淤积严重,年平均回淤量12.5~27.2 cm/a.

e. 海湾围垦减少纳潮量,必然对湾内的深水航道产生影响.为了减少回淤量,避免对天然环境造成大规模的破坏失去原有平衡,因此不宜进行大规模围垦.考虑潮流动力的变化和泥沙回淤,并对3个备选方案进

行计算、分析和比较,可以认为方案一对环境的影响最小.为避免对环境造成大的影响,铁基湾围垦面积不宜超过方案一.

参考文献:

- [1] 中国海湾编撰委员会.中国海湾志,第七册[M].北京:海洋出版社,1994.45~47.
- [2] 刘家驹,喻国华.海岸工程泥沙的研究和应用[J].水利水运科学研究,1995(3):221~233.
- [3] 任美镔.中国的潮汐河道及其在海港建设中的意义[A].全国海岸带和海涂资源综合调查学术会议论文集[C].北京:海洋出版社,1992.331~340.

Impacts of Tieji Bay reclamation project on deep channel at Sansha Bay

WANG Yi-gang, WANG Chao, SONG Zhi-yao

(College of Traffic and Ocean Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: In combination with the 2-D numerical model of tidal current in the waters of the Sansha Bay, sediment scour and silting at the Tieji Bay is calculated, and the flow fields before and after the reclamation at the Tieji Bay are compared, with emphasis placed on the comparison of velocities at different points. Besides, an analysis is made on the impact of reclamation-induced variation of the tidal capacity on the deep channel and related waters. The research shows that the reclamation will reduce the tidal capacity of the Tieji Bay, and bring about negative effects on the deep channel at the Sansha Bay, so large-scale reclamation should be avoided. By analysis and comparison of the three alternatives for the reclamation project, it is concluded that the impact of the alternative 1 is the smallest, and that the reclamation area should be limited within 2 800 hm².

Key words: Sansha Bay; bay reclamation; tidal capacity; deep channel