

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2009.04.019

围垦工程对温州近海及河口水动力的影响

陈道信¹ 陈木永² 张 弛³

(1. 温州市海涂围垦处 浙江 温州 325000 ; 2. 温州市水文站 浙江 温州 325000 ;
3. 河海大学交通学院、海洋学院 江苏 南京 210098)

摘要 : 基于温州近海及河口二维水流数值计算模式 , 以 2002 年为基准水平年(现状) , 针对温州市近期、中期和远期围垦工程 , 从水(潮) 位、流速和潮量 3 个方面探讨了围垦工程对近海及河口水动力的影响 . 计算结果表明 , 近、中期围垦工程实施后 , 洪季和枯季时瓯江口内最高潮位均略有减小 , 北口的涨、落潮量均增大 3% ~ 4% 左右 , 而落潮总量和平均流速基本没有变化 . 远期工程尤其是瓯江南口围垦工程实施后 , 瓯江口内最高潮位洪季时增大而枯季时减小 , 涨、落潮最大流速均有所增大 , 北口潮量变化较为明显 , 枯季时潮量减少 10% 左右 , 鳌江口、飞云江口附近的落潮流速略有增大 , 而涨潮流速略有减小 . 南口围垦工程对瓯江口内潮位和涨落潮流速变化的影响最为明显 , 对维护北口的深水航道有一定的益处 , 但也要进一步加强对瓯江北口两岸岸滩稳定性的监测 .

关键词 : 围垦 近海 河口 水动力 温州

中图分类号 : TV131.4 文献标识码 : A 文章编号 : 1000-1980(2009)04-0457-06

围垦工程已成为沿海地区开发利用土地资源和促进经济发展的重要手段 , 如何科学合理地进行围垦开发是一个值得研究的问题^[1-4] . 其中 , 围垦工程对周边海域的水动力环境及泥沙回淤的影响分析^[5-8] 显得尤为重要 , 这关系到海岸带资源和国民经济的可持续发展 . 本文基于已建立的温州近海及河口二维水流数值计算模式^[9] , 依据温州市滩涂围垦总体规划^[10] , 以 2002 年为基准水平年(现状) , 结合河流洪水与枯水流量条件(表 1) , 通过持续 10 d 的预测计算 , 从水(潮) 位、流速和河口潮量 3 个方面探讨了近期(含在建) 、中期和远期(含南口) 各阶段围垦工程(图 1) 对近海及河口水动力的影响 .

1 水(潮) 位影响

为了研究不同阶段围垦工程对河口水位的影响 , 在围垦工程附近及口门内外布设了 27 个潮位分析点 , 如图 2 所示 .

1.1 洪季

在上游洪峰流量情况下 , 口门内径流动力增强 , 沿河道越向上游 , 径流效应越明显 ; 而向口门外 , 受潮汐顶托作用的影响 , 径流动力减弱 , 主要以潮汐作用为主 . 潮径共同作用导致口门附近水动力较口内相对复杂 .

二维水流数值计算结果表明 : 远期(含南口) 围垦工程实施后 , 口门外特别是瓯江入海口门外的部分滩涂被围垦 , 使得通过口门沿河道上溯的纳潮量相对减少 , 同

表 1 入海河流实测最大、最小径流量

Table 1 Measured maximum and minimum

河 流	runoff to sea m ³ /s	
	最大径流量	最小径流量
瓯 江	22 800	10.60
飞云江	8 710	2.00
鳌 江	3 140	0.57

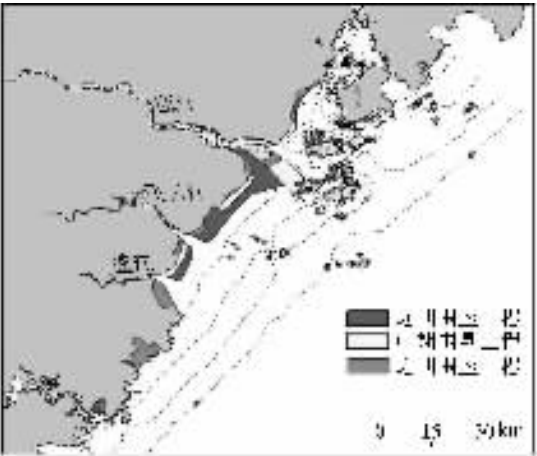


图 1 围垦工程规划示意图

Fig. 1 Layout of reclamation projects

时洪季较强的径流作用也进一步减小了潮流的影响范围,径潮比有所提高,但与此同时,口门附近的滩涂围垦也在一定程度上使得口门内的径流下泄受阻。不同围垦工程阶段,口门内外的水动力特性变化趋势并不完全一致。近、中期围垦工程主要集中布置在口门两翼,其特征潮位的变化规律也具有一致性,即随着围垦工程的逐渐实施和围垦面积的不断增大,对应于各分析点的最高潮位逐渐减小。远期围垦工程尤其是南口围垦工程实施后,瓯江南入海通道被封堵,整个瓯江口门的水动力环境将发生明显变化,特征高潮位并非一味减小,个别点处的特征潮位甚至高于围垦工程前。

图 3 给出了洪季瓯江口门内外洪季最高和最低潮位沿程分布。从图 3 可以看出:口门内最高潮位在近、中期围垦工程实施后略有减小,而远期围垦工程实施后,从北口至口内(1~8 号潮位分析点)最高潮位却有所增大并出现一定程度的壅水,特别是七都岛附近的最高潮位增大近 30 cm,同时口门处沿程最低潮位也有所抬升。这与远期工程中瓯江南口受封堵而导致的口内径流下泄受阻有关。而在口门及口门外(自灵昆岛东岸向外海一带)沿岸最高潮位均较规划工程实施前有所减小,而最低潮位则有所增大,潮差减小。这是由于南口围垦工程引起的上游径流下泄受阻以及口门附近潮汐动力减弱共同作用的结果。

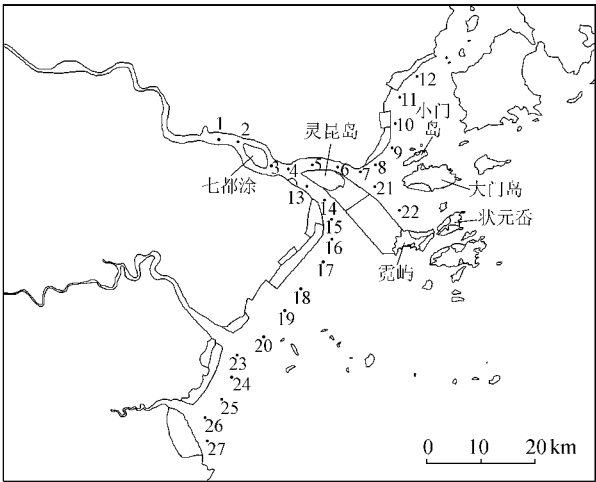


图 2 潮位分析点布置

Fig. 2 Locations of tidal level measuring points

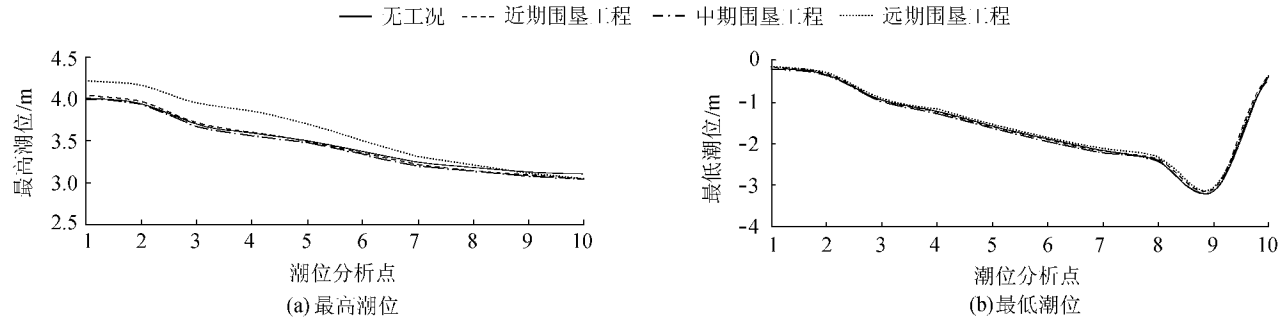


图 3 洪季最高、最低潮位沿程分布

Fig. 3 Distribution of maximum and minimum tidal levels during flood season

就河道内不同地段的潮位变化趋势而言,近、中期围垦工程实施后(即南口未被封堵前),口内的最高潮位变化较小,围垦工程对特征潮位的影响不大。远期围垦工程(含南口围垦工程)实施后,从瓯江北口上溯最高潮位沿程呈明显增大趋势。因为潮汐型河口(瓯江)在洪季潮区界内径流作用强于潮汐作用,口门附近局部被围后,径流下泄受阻效应要强于潮汐强度减弱的效应,所以自灵昆岛以西河道内水位出现壅高现象。而口外(灵昆岛以东)水域较宽,潮汐作用强于径流作用,加上围垦工程在一定程度上减弱了周边海域的潮汐动力,使得最高潮位略微降低,也相当于向外延伸了河口的长度,在坡降比一定的情况下势必会增加水头差。

1.2 枯季

枯季上游来水量较小,整个河口段(潮区界)以潮汐作用为主,水位波动主要受潮汐影响。图 4 给出了枯季最高和最低潮位的沿程分布。从图 4 可以看出:各分析点的最高潮位均较围垦工程实施前有所减小,其中远期围垦工程尤其是南口围垦工程的影响最为明显,工程实施后最高潮位的最大减幅为 10 cm 左右;各围垦工程实施后最低潮位均略有上升,潮差减小,这与围垦工程实施后口门的总纳潮量减少进而导致潮汐动能减弱有关。

1.3 对比分析

对比洪、枯季的潮位沿程分布可以发现,各分析点最低潮位总体上受工程影响较小,而远期工程对口内最高潮位的影响较为明显,洪季时口内最高潮位增大而枯季时减小。南口围垦工程实施后,瓯江口径流下泄受到的影响较大。飞云江和鳌江口(23 号和 26 号潮位分析点)潮位变化受瓯江口围垦工程影响较小,其口门

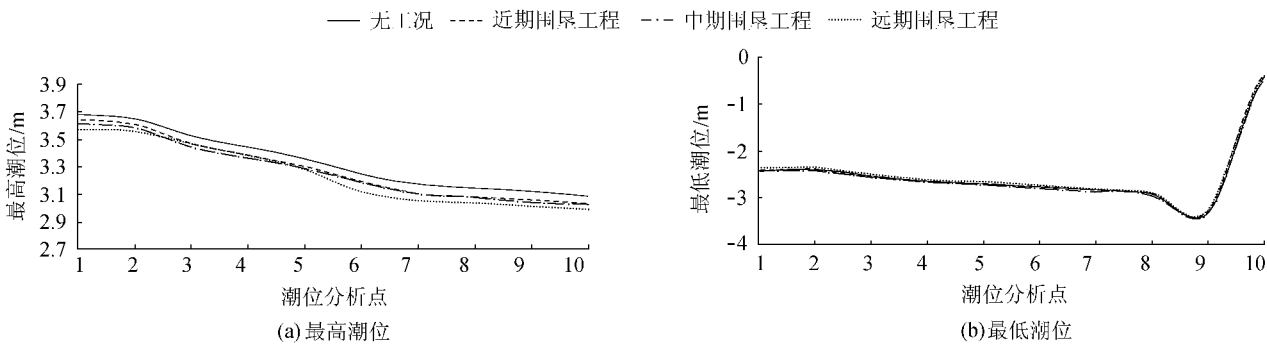


图 4 枯季最高、最低潮位沿程分布

Fig. 4 Distribution of maximum and minimum tidal levels during dry season

位置相对外移,各潮位分析点的最高潮位和最低潮位略有减小.在同期围垦工程实施的情况下,洪季口门及口外的最高潮位和最低潮位均高于枯季,而各潮位分析点最大潮差要小于枯季.从各潮位分析点的潮差空间分布来看,潮差从口内向口门两侧逐渐减小.在瓯江口门最北端玉环岛以西(11 号和 12 号潮位分析点)以及瓯江口南端(17 号和 18 号潮位分析点),洪、枯季特征潮位基本一致,说明口门外径流影响明显减弱,主要以潮汐作用为主.

2 流 速

为了分析围垦工程对 3 个河口通航的影响,在主航道附近,即瓯江内七都溪至灵昆岛两侧、口外中水道至青山岛一带、沙头水道至乐清湾一带以及飞云江及鳌江口附近布置了 30 个流速分析点,如图 5 所示.对比二维水流数值计算得到的围垦工程实施前后的流场可以看出,围垦工程实施后航道流向主轴并未发生较大变化,而南口围垦工程实施后,灵昆岛两侧的分流比以及航道附近的流速大小发生了一定的变化,灵昆岛至霓屿一线以北的航道内流速明显增大.

2.1 洪季

数值计算结果表明,围垦工程实施后,洪季(特大洪水)时河道上游段基本无涨潮流量,而河口区涨潮流速要明显小于落潮流速,在口门附近涨潮流历时较短.以瓯江口北岸为例,上游特大洪峰流量情况下,涨潮流历时为 2 h 左右.

图 6 给出了洪季最大涨、落潮流速的沿程分布.由图 6 可知:近期围垦工程对瓯江口附近最大涨潮流速的影响最小,流速变化幅值为 5 cm/s 左右;中期围垦工程实施后最大涨潮流速总体上有所减小,中水道附近的流速减幅为 10 cm/s 左右;远期围垦工程实施后,灵昆岛北岸最大涨潮流速有所增大,最大增幅为 20 cm/s 左右.

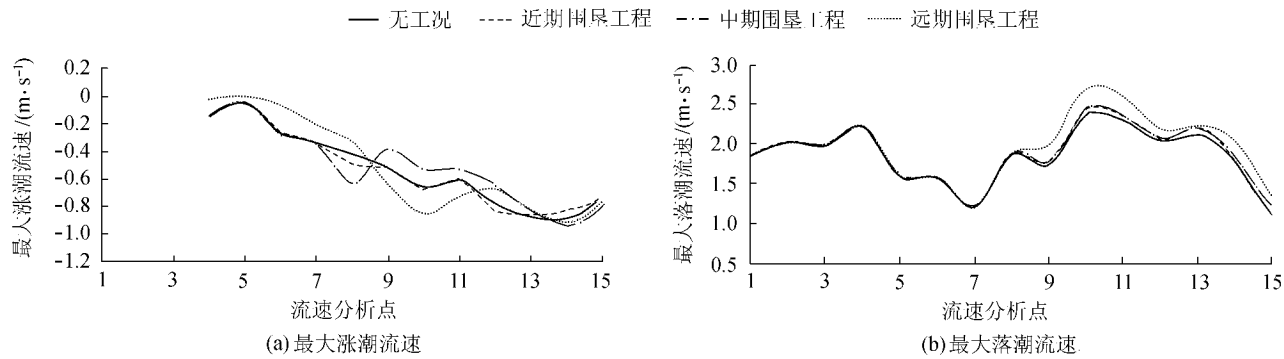


图 6 洪季最大涨、落潮流速沿程分布

Fig. 6 Distribution of maximum flood and ebb velocities during flood season

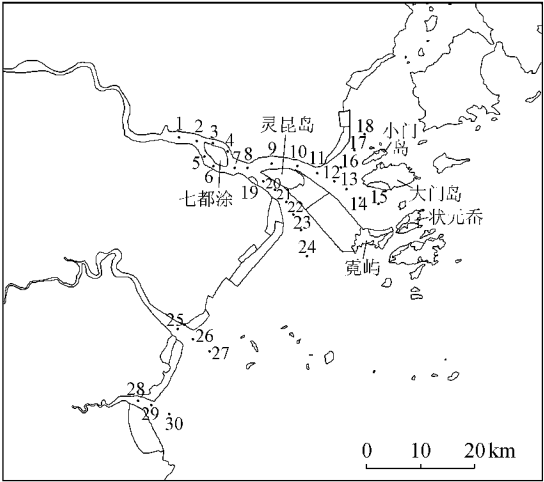


图 5 流速分析点布置

Fig. 5 Locations of velocity measuring points

从洪季最大落潮流速来看,围垦工程实施后,瓯江河道内灵昆岛以西最大落潮流速变化较小,变幅在 3 cm/s 以内,七里以下最大落潮流速有所增大,尤其在远期围垦工程实施后,黄华至七里一线的最大落潮流速增量达 30 cm/s.

平均流速的变化与最大涨、落潮流速的变化趋势一致.近期围垦工程对平均流速的影响较小,流速变幅为 3 cm/s 左右,而中、远期围垦工程实施后,因受到壅水的影响,河口上段 1~8 号流速分析点)平均落潮流速略有增大,特别是瓯江南口封堵后,北口成为径流出海的唯一通道,平均落潮流速增大最为明显(增幅为 30 cm/s 左右).

对比七都涂—瓯江北岸—大门岛一线洪季最大涨、落潮流速分布可以看出,对流速产生较大影响的主要是瓯江南口围垦工程,瓯江北口最大涨、落潮流速均有所增大.在鳌江口、飞云江口附近,围垦工程实施后潮汐动力相对减弱,河口两侧受围垦工程影响范围有所缩小,过水面积也有所减小,落潮流速略有增大,涨潮流速略有减小.

2.2 枯季

图 7 给出了枯季最大涨、落潮流速的沿程分布.从图 7 可以看出:围垦工程实施后最大落潮流速有所增大,在河道上段流速增幅为 4 cm/s 左右.瓯江北口的流速增幅最为明显,特别是瓯江南口封堵后,流速最大增幅达 10 cm/s.最大涨潮流速在近、中期围垦工程实施后略有减小,变幅在 5 cm/s 以内,远期围垦工程实施后,河道上段流速具有较大程度的减小,局部河段流速减小达 35 cm/s,这与总纳潮量减小而导致的潮汐动力减弱有关.但瓯江北口的涨潮流速有所增大,流速最大增幅达 25 cm/s,这与南口被堵,北口的进潮量增大有关.平均流速的变化与涨、落潮最大流速变化趋势基本一致.

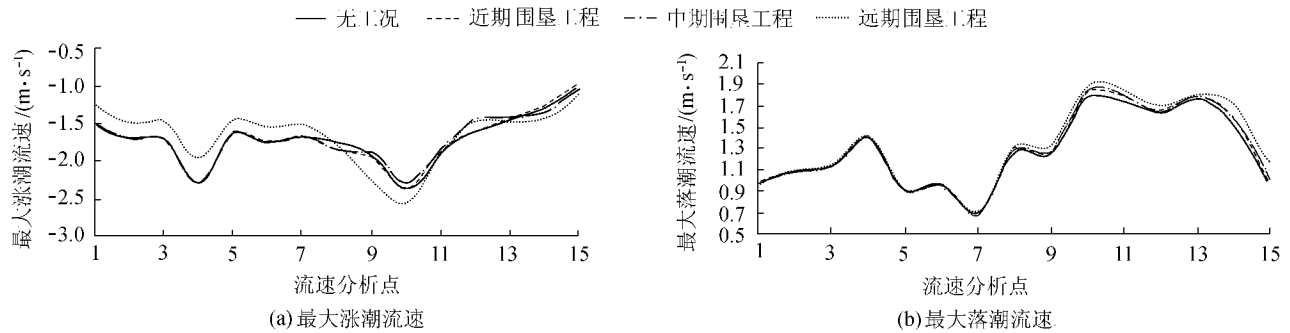


图 7 枯季最大涨、落潮流速沿程分布

Fig. 7 Distribution of maximum flood and ebb velocities during dry season

3 潮 量

为了分析不同规划期围垦工程实施后瓯江北口的潮量变化,在灵昆岛北侧七都涂附近布设了潮量分析断面.计算结果显示,围垦工程实施后,瓯江北口的涨、落潮量均有所增大,特别是瓯江南口围垦工程实施后,外海上溯的潮波主要经过瓯江北口进入瓯江口,对瓯江北口的航道维护具有一定的益处.但从瓯江南、北口涨潮总量来看,进入瓯江口的总潮量有所减少.近、中期围垦工程实施后,进潮量减幅为 2% 左右,而远期工程实施后,总进潮量减少为 10% 左右.

在极端洪水情况下,瓯江口内主要以落潮流为主,1 个潮周期内平均涨潮时间为 2 h 左右,因此可以参考落潮量的变化来分析工程的影响.随着规划围垦工程的不断实施,围垦面积逐渐扩大,瓯江北口的落潮量有所增大,近、中期围垦工程实施后落潮量的增幅在 4% 以内,而远期围垦工程实施后,瓯江北口的落潮量增幅达 26.7%,这与南口被堵,径流从北口入海有直接关系.落潮时,进入口门的潮流随径流流出口门外.从瓯江南、北口落潮流的总量可以看出,近、中期围垦工程实施后,落潮量基本没有变化,而远期围垦工程尤其是南口围垦工程实施后,总落潮量将减少 4.3% 左右.总而言之,在极端洪水情况下,河道内以径流为主,涨潮总量相比径流量要小得多,围垦工程造成的影响主要反映在径流流线发生改变上,近、中期围垦工程影响基本不大,远期工程的影响则较为明显.

4 结 论

a. 二维水动力数值模式计算结果表明,近、中期围垦工程实施后,洪季口内最高潮位总体略有减小,枯季由于上游来水量较小,口门内最高潮位也较围垦工程实施前有所减小.远期围垦工程尤其是瓯江南口围垦工程实施后,南口被封堵,径流下泄受到较大影响,口内最高潮位洪季时增大而枯季时减小,南口围垦工程对口内潮位的影响较为明显.围垦工程的实施对鳌江、飞云江口内最高潮位影响不大.

b. 由潮量计算结果可知,近、中期围垦工程实施后,瓯江北口的涨、落潮量均有所增大,但枯季时进入南、北口的总涨潮量有所减少,减幅为 2% 左右.洪季时,瓯江口内主要以落潮流为主,北口的落潮量有所增大,增幅在 4% 以内,但南、北口落潮总量基本没有变化.在平均流量条件下,北口的涨潮量增幅为 3% 左右,落潮量变化为 1% 左右.远期围垦工程实施后,瓯江南口封堵,枯季时进入北口的涨潮流速增大,但进入瓯江口的总潮量减少 10% 左右.洪季时北口落潮量和涨潮量变化较为明显,整个口门的水动力环境发生了明显改变,个别点的特征高潮位甚至高于围垦工程前.

c. 由流速计算结果可知,对流速产生较大影响的是瓯江南口围垦工程.该工程实施后,瓯江北口涨、落潮最大流速均有所增大,洪季落潮最大流速增量达 30 cm/s,在鳌江口、飞云江口附近,潮汐动力相对减弱,河口向外延伸,河口断面有所束窄,过水面积也有所减小,导致落潮流速略有增大而涨潮流速略有减小.平均流速的变化与最大涨、落潮流速的变化趋势一致.近期围垦工程对平均流速的影响较小,流速变幅为 3% 左右,而中、远期围垦工程实施后,受壅水影响,河口上段落潮平均流速有所降低.远期围垦工程尤其是南口围垦工程实施后,瓯江南口被围,北口为径流和潮流唯一进出通道,涨、落潮平均流速增大最为明显,增幅超过 30%.这种现象对维护瓯江北口深水航道有一定的益处,但同时也要进一步加强对瓯江北口两岸岸滩稳定性的监测.

参考文献:

[1] 胡海清,胡明华.基于 GIS 的滩涂围垦管理信息系统[J].水资源保护,2007,23(4):56-58.
[2] 徐向红.江苏海涂围垦与湿地保护研究[J].河海大学学报:自然科学版,2004,33(增刊1):90-94.
[3] 徐向红,陈刚.江苏沿海滩涂围垦与可持续发展[J].河海大学学报:哲学社会科学版,2002,4(4):26-28.
[4] 陈才俊.沿海滩涂围垦开发的再定位思考[J].河海大学学报:自然科学版,2002,30(增刊2):38-41.
[5] 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):99-103.
[6] 王义刚,冯卫兵,林祥.计算淤泥质海岸围垦多年回淤强度的一种简便方法[J].河海大学学报:自然科学版,2000,28(6):100-102.
[7] 叶泽标.围海堵口截流体的施工要求和防护[J].水利水电科技进展,2002,22(5):58-60.
[8] 吴前金.过桥山围垦筑堤的施工技术问题[J].水利水电科技进展,2000,20(6):54-56.
[9] 陈木永,沈林杰,王义刚,等.温州近海及河口二维水沙数值计算模式[J].浙江水利科技,2008(4):24-26.
[10] 吴文华,仇健,张克昌,等.温州市滩涂围垦总体规划[R].杭州:浙江省水利河口研究院,2003.

Influence of reclamation projects on hydrodynamic force in offshore and estuary of Wenzhou

CHEN Dao-xin¹, CHEN Mu-yong², ZHANG Chi³

(1. Coastal Reclamation Department of Wenzhou, Wenzhou 325000, China ;

2. Hydrological Station of Wenzhou, Wenzhou 325000, China ;

3. College of Traffic, College of Ocean, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on the established 2D flow and sediment mathematical model for the offshore and estuarine area of Wenzhou, the influences of the short-term, medium-term and long-term reclamation projects on the hydrodynamic force in the offshore and estuary of Wenzhou were discussed in terms of the water (or tidal) level, current velocity and tidal

capacity , using the year 2002 as the datum year(initial state). The calculated results show that after the construction of short-term and medium-term reclamation projects , the maximum tidal levels inside the entrance of the Oujiang River during the flood and dry seasons decrease , the flood and ebb tidal volumes at the north entrance increase by 3% ~ 4% , and the total ebb tidal volume and the mean current velocity basically do not change. After construction of long-term reclamation projects , especially the projects south of the entrance of the Oujiang River , the maximum tidal level inside the entrance of the Oujiang River increases during the flood season and decreases during the dry season. Both the maximum flood and ebb velocities increase. The tidal volumes at the north entrance show a remarkable change , approximately 10% during the dry season. The ebb velocities near the Aojiang River and the Feiyun River increase while the flood velocities decrease. The reclamation projects at the south entrance of the Oujiang River have significant influences on the tidal levels and flood and ebb velocities inside the entrance of the Oujiang River and help maintain a deep-water channel at the north entrance. However , further monitoring of the bank stability on both sides of the north entrance of the Oujiang River should be conducted.

Key words : reclamation ; offshore ; estuary ; hydrodynamic force ; Wenzhou

.....

《水利水电科技进展》征订启事

(邮发代号 28-244 , CN32-1439/TV , ISSN1006-7647 , 双月刊 , A4 开本)

《水利水电科技进展》由河海大学主办 ,是全国中文核心期刊 ,中国科技核心期刊 ,全国水利系统优秀期刊 ,华东地区优秀期刊 ,江苏省优秀期刊 .主要刊登水科学、水工程、水资源、水环境、水管理方面的科技论文 ,主要栏目有水问题论坛、研究探讨、工程技术、水管理、专题综述、国外动态等 ,适合与水利、水电、水科学、水工程、水资源、水环境有关的科研、工程、管理人员以及大专院校师生阅读.

《水利水电科技进展》由邮局发行 ,邮发代号 28-244 ,2009 年每期定价 10 元 ,全年 6 期共计 60 元 .可在全国各地邮局订阅 ,也可直接向编辑部订阅.

编辑部地址 :210098 南京市西康路 1 号《水利水电科技进展》编辑部

电话(传真) 025-83786335

E-mail :jz@hhu.edu.cn

网址 :http://kkb.hhu.edu.cn/index_jz.htm