

# Research on the Ability of Water Exchange after the Implementation of Moon Island Tourist Resort Project in the Gulf of Tangshan International Tourism Island

Runhong Jiao<sup>1</sup>, Xiaodong Li<sup>2</sup>, Xin Li<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Environmental Protection in Water Transport Engineering, Tianjin Research Institute of Water Transport Engineering, Tianjin, China

<sup>2</sup>Tianjin Yongjiu Hospital, Tianjin, China

Email: [vjrh@qq.com](mailto:vjrh@qq.com)

Received: Jan. 16<sup>th</sup>, 2014

---

## Abstract

By nested calculation of tidal flow and pollutant diffusion equation, and under the consideration of whether dredging sand or not of Moon Island Tourist Resort project in the Gulf of Tangshan international tourism island, this paper simulates and analyzes the water exchange capacity of this area. The water exchange ability of the original planning scheme agrees well with the dredging sand scheme, the exchange ability with the Dredging Sand Scheme is a bit better than before. In general, the water exchange ability of the two schemes after the artificial island putting into effect is very good, and about 72 hours later, the water exchange rates of the island's main water area in two schemes are both greater than 60%.

## Keywords

Tourist Island; Pollutant Dispersion; Water Exchange

---

# 唐山湾国际旅游岛月岛度假区项目实施后的水交换能力研究

焦润红<sup>1</sup>, 李晓冬<sup>2</sup>, 李欣<sup>1</sup>

<sup>1</sup>交通运输部天津水运工程科学研究所, 天津, 中国

<sup>2</sup>天津市永久医院, 天津, 中国

Email: [vjrh@qq.com](mailto:vjrh@qq.com)

收稿日期：2014年1月16日

## 摘要

文中通过潮流和污染物扩散方程的嵌套计算，模拟分析了唐山湾国际旅游岛月岛度假区项目考虑取沙与否两种方案下，月岛规划区内的水交换能力。原控规方案水体交换能力和原控规取沙后方案相当，取沙后交换能力稍微优于取沙前。总体来说人工岛实施后两个方案水体交换能力很好，约72小时后，两个方案岛内主要水域的水体交换率均大于60%。

## 关键词

旅游岛；污染物扩散；水交换

## 1. 引言

月岛旅游度假区是唐山湾国际旅游岛开发规划的重要组成部分之一。月岛是在自然岛屿的基础上通过填海工程形成的半自然半人工的岛屿，其规划范围为12平方公里，位于唐山湾的西南部[1](如图1所示)。人工岛规划图平面布置如图2所示，图中蓝色线段为人工岛设计规划区域；本次计算在原有人工岛规划的基础上，增加取沙区和航道(见图2中红色线段)，底高程均为-5.5m。

本文通过潮流和污染物扩散方程的嵌套[2-8]计算，进行原来控规方案和考虑取沙与否两种方案工程实施后的水交换能力进行计算和分析研究。

## 2. 预测模式

### 2.1. 模型的建立

潮流计算采用 Mike 系列软件中的水动力模块(HD 模块)，污染物扩散采用 AD 模块。模型采用以下方程：

连续方程：



Figure 1. Moon island location diagram

图 1. 月岛所在位置示意图

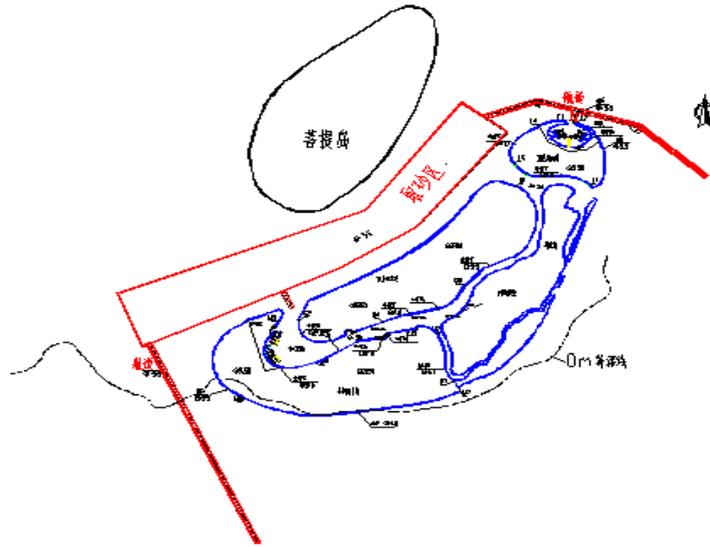


Figure 2. Layout diagram  
图 2. 平面布置示意图

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Hu}{\partial x} + \frac{\partial Hv}{\partial y} = 0$$

运动方程:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial x} - fv + g \frac{u\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 H} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial y} + fu + g \frac{v\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 H} = 0$$

污染物扩散方程:

$$\frac{\partial HP}{\partial t} + \frac{\partial HuP}{\partial x} + \frac{\partial HvP}{\partial y} = K_x \frac{\partial^2 (HP)}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 (HP)}{\partial y^2}$$

式中:  $\eta$ : 水位;  $t$ : 时间;  $H$ : 水深,  $H = h + \eta$ ,  $h$  为海底到静止海面的距离;  $u$ 、 $v$ : 分别为沿  $x$ 、 $y$  方向的垂线平均流速分量;  $f$ : 柯氏力系数,  $f = 2\omega \sin \phi$ , 其中  $\omega$  是地转角速度,  $\phi$  是地理纬度;  $C$ : 谢才系数, 它与曼宁数  $M$  的关系为  $C = M \times h^{1/6}$ ;  $g$ : 重力加速度;  $P$ : 为污染物浓度;  $K_x$ 、 $K_y$ : 分别是  $x$ 、 $y$  方向的扩散系数;  $K_x = 5.93 \sqrt{g} |u| H / C$ ;  $K_y = 5.93 \sqrt{g} |v| H / C$ 。

本数值模拟矩形网格对计算区域直接进行离散剖分及计算。为了保证局部流场计算符合潮流场的整体物理特性, 采用三层嵌套方式进行计算, 三个模型分别为渤海、唐山湾海域和规划方案附近区域。计算网格尺度采用渤海  $135 \text{ m} \times 135 \text{ m}$  的固定网格。唐山湾海域采用  $90 \text{ m} \times 90 \text{ m}$  的固定网格, 规划方案附近区域计算网格尺度采用  $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$  的固定网格。

## 2.2. 模型初边值条件

初始浓度假设在整个月岛内水质劣于外部海域, 港区内部无外源载荷, 采用外部浓度为 0.5 单位, 内部浓度为 1 单位的分布, 如图 3 所示。岸界和垂直边界采用无通量条件, 开边界选为: 出流, 辐射条件; 入流, 无梯度条件。污染物扩散方程与水动力模型网格尺度相同。

### 3. 预测结果与分析

图4~图6和表1分别给出了扩散36小时、48小时和72小时后的岛内外最大水体交换能力分布情况和各特征点水体交换率。可见，整体情况原来控规方案水体交换能力和原来控规取沙后方案相当，取沙后交换能力稍微优于取沙前；在以10~14为代表的主河流通道的中心位置和以9号为代表点位的岛底部的局部地区水体交换相对较差，其中取沙前13号点位72小时后水体交换约为14%，21~24为代表的主河流通道的中心位置的交换能力相对较弱，其中取沙前23号点位72小时后水体交换约为40%。总体来说两个方案水体交换能力很好，约72小时后，两个方案岛内主要水域的水体交换率均大于60%。

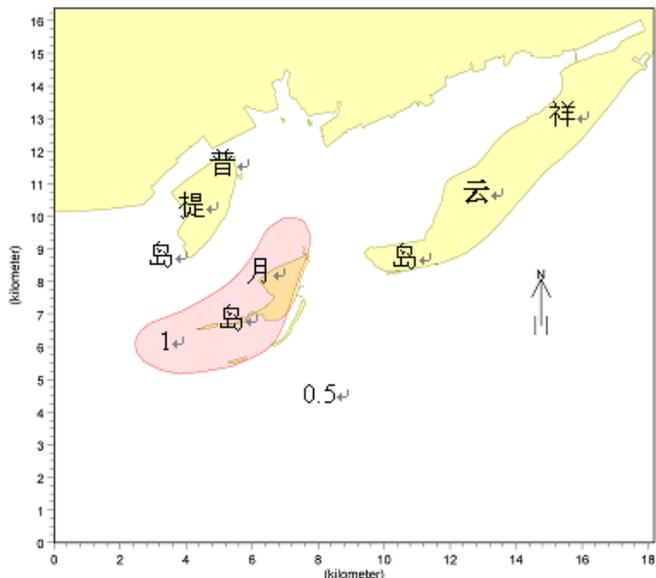


Figure 3. The initial concentration distribution of water exchange  
图3. 水体交换初始浓度平面分布

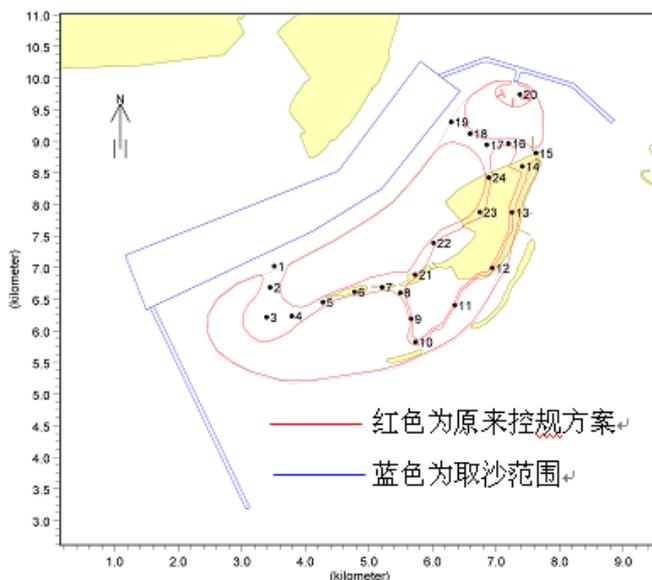


Figure 4. The representative point layout of water exchange rate  
图4. 水体交换率代表点位布置图

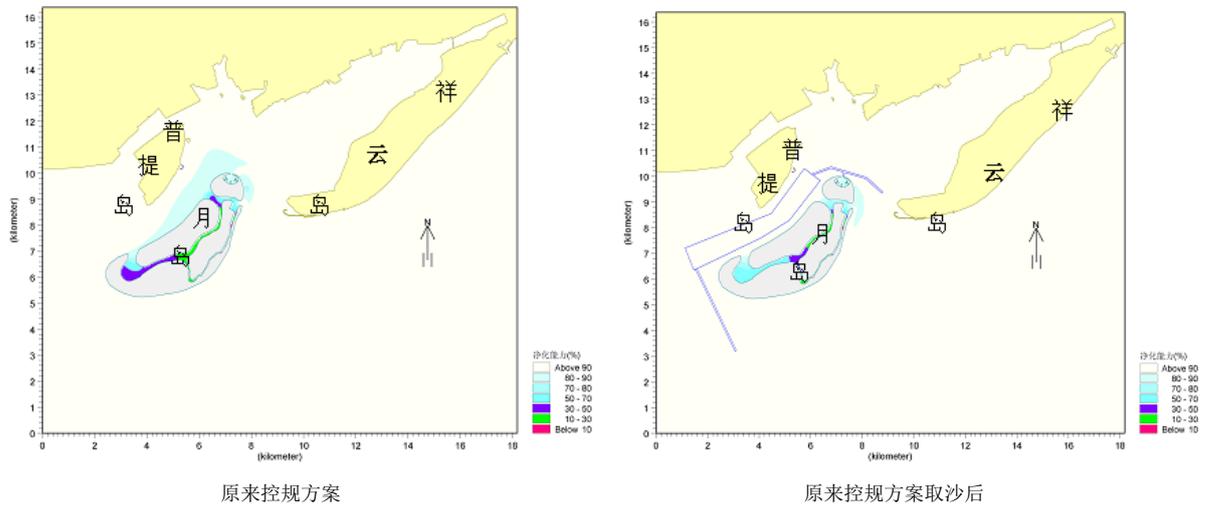


Figure 5. The plane distribution of water exchange rate (36 hours)  
图 5. 水体交换率平面分布(36 小时)

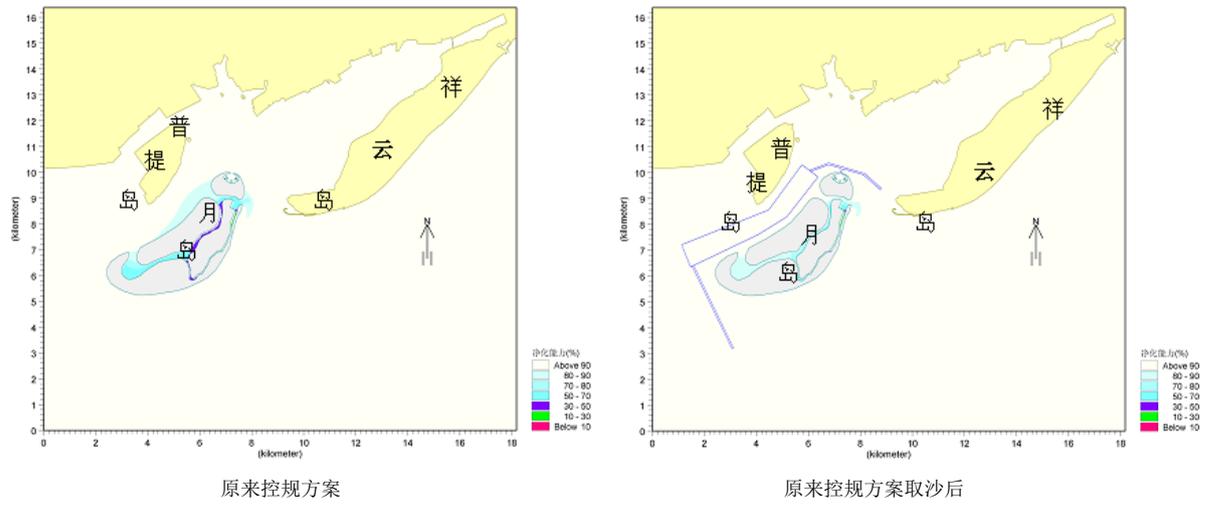


Figure 6. The plane distribution of water exchange rate (72 hours)  
图 6. 水体交换率平面分布(72 小时)

Table 1. The water exchange rate each time of representative point  
表 1. 代表点位各时刻水体净化率(%)

站点	净化能力(%)			
	原来控规方案		原来控规方案取沙后	
	36 h	72 h	36 h	72 h
1	89.7	91.6	92.5	94
2	77.9	85.6	82.6	89.9
3	48.4	68.8	65.1	85.1
4	49.3	69.7	66.5	85.5
5	42.3	66.1	63.5	84.9

6	37.1	63.5	59.1	83.9
7	29.6	59.4	50.6	81.7
8	21.2	52	41.8	78.3
9	14.6	42.5	25.8	72.8
10	18.2	41	16	64.9
11	10.5	37.1	4.1	45.8
12	2.1	25.2	2.6	32.2
13	6	14	6.6	15.3
14	60.3	59.5	65.1	61
15	91.5	67.8	88.3	84.5
16	62.2	63.5	71.7	87.2
17	57.2	71.6	75.4	92.1
18	52.9	89.2	89.3	93.2
19	82.5	89.2	90.8	93.2
20	98.3	98.7	95.9	97
21	17.2	48.9	36.4	76.7
22	12.6	42.9	26.6	72.7
23	15	40	17	67.8
24	20.2	40.5	20.4	65.3

#### 4. 结论

- 1) 介绍人工岛项目规划方案;
- 2) 建立污染物扩散模型, 描述污染物扩散规律;
- 3) 根据污染物扩散模型, 分析岛外水流交换规律, 对比两方案实施后的水交换能力;
- 4) 原控规方案水体交换能力和原控规取沙后方案相当, 取沙后交换能力稍微优于取沙前。总体来说人工岛实施后两个方案水体交换能力很好, 约 72 小时后, 两个方案岛内主要水域的水体交换率均大于 60%。

#### 参考文献 (References)

- [1] 王勇智, 谷东起, 王文海, 等 (2012) 唐山湾潟湖沙坝海域表层沉积物粒级及分布特征. *中国海洋大学学报*, **42**, 131-136.
- [2] 刘新成, 卢永金, 等 (2006) 长江口和杭州湾潮流数值模拟及水体交换的定量研究. *水动力学研究与进展*, **2**, 171-180.
- [3] 王 宏, 陈丕茂, 等 (2008) 海水交换能力的研究进展. *南方水产*, **2**, 75-79.
- [4] 王昆, 郭楠, 等 (2013) 辽东湾水体交换能力模拟及保守水质模型应用. *水产科学*, **8**, 475-481.
- [5] 董礼先, 苏纪兰 (1999) 象山港水交换数值研究 I 对流-扩散型的水交换模式. *海洋与湖沼*, **4**, 410-415.
- [6] 何磊 (2004) 海湾水交换数值模拟方法研究. 天津大学, 机械工程学院, 天津.
- [7] 娄海峰, 黄世昌, 等 (2005) 象山港内水体交换数值研究. *浙江水利科技*, **4**, 8-12.
- [8] 蒋昌波, 李媛, 等 (2013) 铁山湾建港前后水体交换能力的数值模拟. *热带海洋学报*, **1**, 81-86.