

芝罘湾海水交换特性的研究

苗 绿 田

(青 岛 港 务 局)

提要 本文以实测资料研究了烟台芝罘湾的海水交换特性,认为湾内流速较低,水动力较差;为研究芝罘湾水体中各种污染物质的环境容量提供了基础性资料。

一、前 言

在海洋环境中水质点的运动状态是随潮汐周期变化的。象芝罘湾这种U型内海浅水海湾是在海洋动力因子的作用下,通过物理混合,使湾内水体中的污染物质得到稀释和扩散。因此,研究海水的交换特性是讨论潮汐物理净化能力的基础。

目前国内外研究海水交换的方法很多,但是一般归纳为水量平衡与质量守恒原理两种基本方法。前者限于海湾结构的不规则性而难于给出准确的水量;后者需要有实测指标物质含量的统计资料。无论采用哪种方法均可得到海水交换的能力,象 Parker, D. S., 柏井诚、中村武弘等许多学者提出以海水交换率来表示海水的交换能力。交换率愈大说明污染物质扩散愈快,表明湾内水体纳污能力愈强。

本研究认为海水交换既然是海水混合作用的结果,而湾内水的混合程度又必然受到地形、海流、湍流、地面径流等物理因素的影响,其混合作用不可能完全。尤其在研究污染物质随海水交换过程中的稀释扩散能力时,不能仅从过水断面的水量变化来反映污染物质实际交换的情况。因此,作者采用保守性物质含量变化来反映引起这种变化的实际交换水量,由此可以得到符合芝罘湾特定条件的海水交换率,进而讨论芝罘湾海水半更新期,以提供预测芝罘湾水体对污染物质的环境容量。

二、数学模式的建立

(一) 海水交换率

海水交换基本遵守 Kundsem 法则,以海水的保守指标盐度为研究因子。

在1个潮周内,单位时间内湾内潮差移动水量 Q_0 可由下式计算:

$$Q_0 = \frac{\Sigma \cdot H}{T} \quad (1)$$

式中 Q_0 为潮差移动水量 (m^3/sec), H 为潮差值 (m), T 为半个潮周时间 (h)。

根据盐度因子遵守质量守恒原理,可得如下理论方程式:

$$O_0 S = (Q_0 - R) S_0 \quad (2)$$

整理得:

$$Q_0 = \frac{S_0}{S_0 - S} R \quad (3)$$

式中, Q_0 为潮差移动水量 (m^3/sec), R 为流入湾内的径流量 (m^3/sec), S_0 为从湾外流入湾内的清洁海水盐度值 (‰), S 为湾内经海水交换后盐度值 (‰)。

由于海水在交换过程中,其混合作用并非完全均匀,实际上仅有部分水量 q 得到交换而引起湾内水体中的盐度因子发生了变化为 S , 这样可以把理论方程式 (3) 改为实际交换的形式:

$$q = \frac{S_0}{S_0 - S} R \quad (4)$$

综合以上推导,依海水交换的物理意义,这里可以定义海水交换率 $r(\%)$ 为实际交换水量 q 与潮差移动水量 Q_0 的比值,即:

$$r = \frac{q}{Q_0} \quad (5)$$

将(1)与(4)式代入(5)式得:

$$r = \frac{S_0}{S_0 - S} \frac{R}{\Sigma \cdot H} \quad (6)$$

(二) 海水半更新期

以上得出的海水交换率公式中,显然 r 是时间 t 的函数,那么任意 Δt 对应的交换水量 Δq 则可由下式求得:

$$\Delta q = -r \cdot q \cdot \Delta t \quad (7)$$

(7)式可写成:

$$\frac{\Delta q}{\Delta t} = -r \cdot q \quad (8)$$

式中“ $-$ ”号表示随时间 t 的增大而 q 值减少。

当 Δt 趋近非常小时,(8)式变为:

$$\frac{dq}{dt} = -r \cdot q \quad (9)$$

将(9)式积分后得

$$q = q_0 \exp(-r \cdot t) \quad (10)$$

如果当 $q = \frac{1}{2} q_0$ 时,也就是湾内水体交换一半水量时所需的时间叫做湾内水体的半更新期,通常以 $t_{1/2}$ 来表示,此时(10)式变为

$$\frac{1}{2} q_0 = q_0 \exp(-r \cdot t_{1/2}) \quad (11)$$

对(11)式取对数得:

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{r} \quad (12)$$

三、现场资料的处理

1. 芝罘湾属正规半日潮型,其潮流场数值计算与现场观测结果得出,以芝罘湾北湾口中心至东炮台连线为一明显分流带,将湾内水分成东西两部分,详见图 1,2 的潮流场矢量图。涨潮时分流带东部海水从北湾口进入芝罘湾,很快转向东而从东湾口流出;分流带西部海水

从北湾口进入芝罘湾后转向西进到湾底;落潮流况与涨潮基本相反。

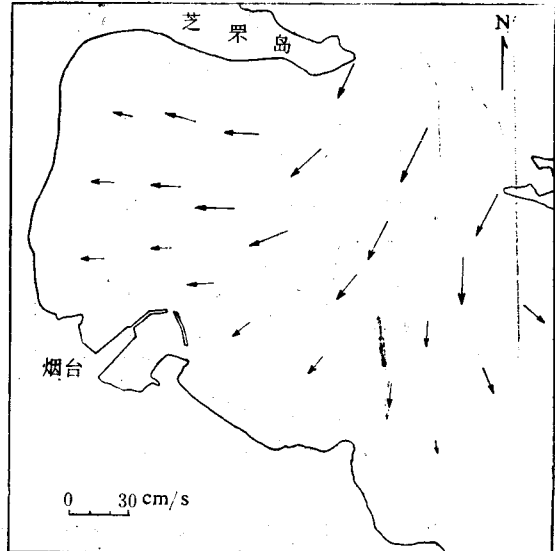


图 1 潮流矢量场 (涨潮后 1.5 时)

Fig. 1 The field of Current vector (The tide is Coming in after 1.5h)

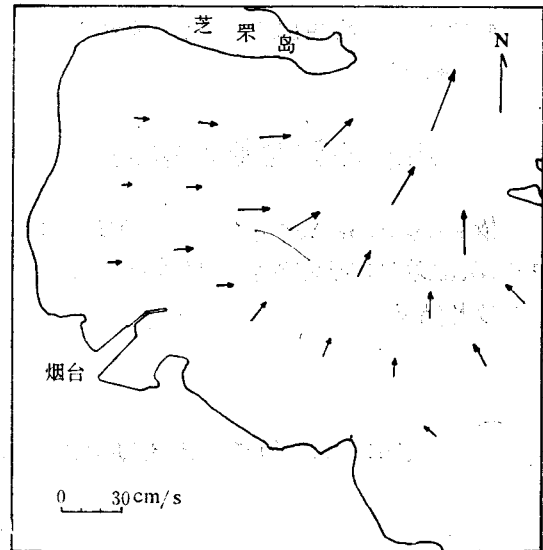


图 2 潮流矢量场 (落潮后 1.5 时)

Fig. 2 The field of Current Vector (The tide is going out after 1.5h)

2. 为讨论排污量集中的芝罘湾西部水域情况,本次以分流带西部水域进行研究,即芝罘东角至东炮台断面以西水域区间进行计算。

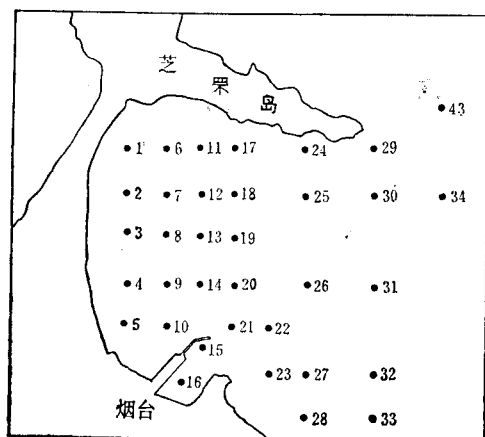


图3 站位图

Fig. 3 The map of stations

3. 1985年5—7月盐度背景实测结果,以5月的平水期调查参加计算,对研究环境保护具有代表性和保守性。以芝罘湾北口以外的43号测站的结果为 S_0 ,以湾内计算区域内各测站结果的平均值为 S ,详见图3。

4. 流入芝罘湾西部的径流量 R 按年通量3700万吨计算。

四、计算参数及结果

依(6)式计算海水交换率,(12)式计算半更新期,潮差 H 取值平均潮差代表平均状况。详见参数及结果表。

计算参数及结果表

Tab. Computed parameter and the results

Σ (m^2)	\bar{H} (m)	S (‰)	S_0 (‰)	R (m^3/sec)	r (%)	$t_{1/2}$ (个潮周)
33×10^6	1.64	30.684	30.846	1.2	9.5	7.3

五、讨论

1. 海水交换率。通过海水交换特性的研究,不难发现计算区间的水体交换能力属于一般保守型,符合芝罘湾这种半封闭型的海湾特点;交换率为9.5%,这与我们现场示踪试验模拟扩散的观测与流场数值计算的结果相吻合。表明湾内流速较低,水动力条件较差。

2. 海水半更新期。经计算半更新期为7.3个潮周,即3.7天接近4天。这对研究芝罘湾水体中各种污染物资的环境容量提供基础资料,关于环境容量问题待以后专文讨论。

以上对海水的交换率、半更新期的研究方法,作者认为更适用于研究环境污染问题,进而讨论海湾潮汐物理净化能力,达到利用自然环境固有的自净能力,为海湾资源的开发提供环境保护依据。

参考文献

- [1] 苗绿田等,1984。新建石臼港海区物理净化能力的初步研究。海洋科学 2:17—18。
[2] 监修、佐佐木忠義,1970。海洋開發。日本海洋學會4:118—121。

THE STUDY OF SEA-WATER EXCHANGE IN ZHIFU BAY

Miao Lütian

(Harbour Administration Bureau, Qingdao)

Abstract

In this paper, the author puts forward the method of applying Conservative concentration to the study of the sea-water exchange characteristic in Zhifu Bay. This method has the advantage of easy observation and conforming to theory.