

# Analysis on Change Characteristic of Water Quality with Tidal Cycle in Shuangtaizi Estuary

Mingzhu Shi<sup>1</sup>, Xueqing Zhang<sup>2</sup>, Xianxiang Luo<sup>3</sup>

Ocean University of China College of Environmental Science and Engineering, Shandong Qingdao 266100

Email: shimingzhu060501@163.com

**Abstract:** Water quality change process of the estuary is effected not only by river runoff and emission flux, and is closely related to tidal cycles change. In order to find out the change process of water quality in estuary, based on a-day field investigation in May and August of 2009 in Shuangtaizi estuary, results show that the content of inorganic nitrogen is up to 2.75mg/L, and phosphate is 0.06 mg/L in May, while inorganic nitrogen is 1.28 mg/L, and phosphate is 0.05 mg/L in August. By analyzing the change process of water quality, the paper emphasize that the relation between the river runoff, tidal fluctuations change trend and change rule of water quality, thus provides some references for utilization and comprehensive management of the estuary water resource.

**Keywords:** Shuangtaizi estuary; tide change; change rule of water quality

## 双台子河口水质潮周期变化特征分析

石明珠<sup>1</sup>, 张学庆<sup>2</sup>, 罗先香<sup>3</sup>

中国海洋大学环境科学与工程学院, 山东青岛, 266100

Email: shimingzhu060501@163.com

**摘要:** 河口的水质变化过程不仅受河口径流量和排污通量的影响, 而且和潮周期变化密切相关, 为详细了解双台子河口水质变化过程, 于 2009 年 5 月和 8 月份在双台子河口进行定点周日观测, 结果表明主要污染因子无机氮 5 月份含量高达 2.75mg/L, 磷酸盐也高达 0.06 mg/L, 氨盐与 pH 值相关系数为 0.84; 8 月份无机氮含量 1.28 mg/L, 磷酸盐为 0.05 mg/L。通过水质变化过程分析, 阐述了辽河口水质变化规律与河流的径流量、涨落潮变化的关系, 研究结果可为辽河河口区水资源利用与综合治理提供参考依据。

**关键词:** 双台子河口; 潮流变化; 水质变化规律

### 1 概述

双台子河为进入辽宁省盘锦市的辽河下游河段, 年平均径流量(1987 年~1992 年)  $36.52 \times 10^8 \text{m}^3$ <sup>[1]</sup>, 注入辽东湾北部, 其河口区水环境质量状况既受上游河段下泄径流的流量和所承载的污染负荷影响, 又受河口潮汐周期性变化的作用, 以致河口段的水体流态呈现多变性, 从而造成水质问题的复杂性。目前, 国内对于辽河各典型河段开展的水质评价与研究工作较多<sup>[2-5]</sup>, 对于辽河口尤其是双台子河口的水环境质量随潮变化过程缺乏深入的研究。本文在双台子河口处潮汐和径流相互作用的区域进行定点连续观测, 根据丰、

平水期水质观测资料, 在径流量、潮流变化的基础上分析各水质污染因子的变化特征, 重点关注径流和潮流相互下双台子河口水质变化规律, 研究结果对辽河口的水资源利用和河口区生态修复具有参考价值。

### 2 观测资料与方法

调查站位见图 1, 地理坐标为东经 121°48'29.19", 北纬 40°56'39.65", 该处为潮流和径流相互作用较强的区域。2009 年 5、8 月份, 在河流丰水期和平水期进行采样, 采样周期为 25 小时, 潮流观测采用亚力克海流计, 水质监测为每 2 小时(油类采样为每 3 小时)取一次水样, 监测项目为 pH、盐度、化学需氧量(COD)、无机氮(氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐)、活性磷酸盐、油

\*基金项目: 国家“水专项”《辽河河口区大型湿地生态修复关键技术示范研究》(2008ZX07208-009)

类、悬浮物。采样方法及样品测试方法按照《海洋监测规范》(GB17378.3、4、7-1998)规定的方法执行。

### 3 结果与分析

#### 3.1 丰、平水期水质变化分析

根据本次调查的丰水期(5月)和平水期(8月)实测资料,经化学分析,得到各水质因子在潮周期内(25h)的平均含量,对比情况见表1。

丰、平水期,河流的径流量相差甚大,根据拦河闸泄水量统计的结果,5月7日当天的径流量高达 $9.96 \times 10^6 \text{ m}^3$ ,而8月7日当天径流量仅为 $0.10 \times 10^6 \text{ m}^3$ ,5月各水质污染因子含量均高于8月。由于8月河流径流量相比5月少,COD受径流携带的陆源排放影响小,其含量不高,基本符合一类海水水质标准( $< 2 \text{ mg/L}$ );悬浮物在8月的潮周期各采样时刻含量处于 $29.93 \sim 69.50 \text{ mg/L}$ 之间;油类在监测时段内的平均含量5月份为 $0.27 \text{ mg/L}$ ,8月为 $0.13 \text{ mg/L}$ ,符合三类海水水质标准,丰水期是平水期含量的2倍多,可见油类的主要污染源仍为径流携带的陆源排放以及河口周围船舶作业;该连续站无机氮的含量均值5月达 $2.75 \text{ mg/L}$ ,8月达 $1.28 \text{ mg/L}$ ,均低于四类水质标准,磷酸盐8月含量较低时也达到 $0.05 \text{ mg/L}$ ,超过了四类水质标准限值;N/P比值5月为107.96,8月降为44.53,这是由于氮盐在丰水期从河流径流得到大量补充,而磷酸盐从河流径流的补充有限,且浮游植物生长繁殖消耗大量的磷,从而导致N/P比值在两个月都呈现较大值,且5月丰水期N/P比值远高于8月份,而磷酸盐的含量两个月的差别却并不大。以上的数据分析表明河口区的水质污染状况与河流径流量及沿岸污染源分布密切相关。

#### 3.2 潮周期下水质变化特征分析

##### 3.2.1 潮流周期变化

据文献<sup>[6]</sup>资料分析,双台子河口潮流基本运动形式为往复流,最大可能流速在 $73.3 \sim 174.10 \text{ cm/s}$ 之间,河口处大潮潮差可达4m多,平均潮差为2.7m,是强潮河口,潮汐类型属于非正规半日潮,涨潮历时较短,落潮历时较长。

根据连续站实测的表层潮流资料,统计监测时段内潮流每小时的平均流速,做出表层的流速、流向变化曲线,见图2和图3。双台子河口区潮流的基本流向涨潮时为NE方位,落潮时为SW方位,为往复流;25h内经历2次涨潮、2次落潮,涨潮历时8h左

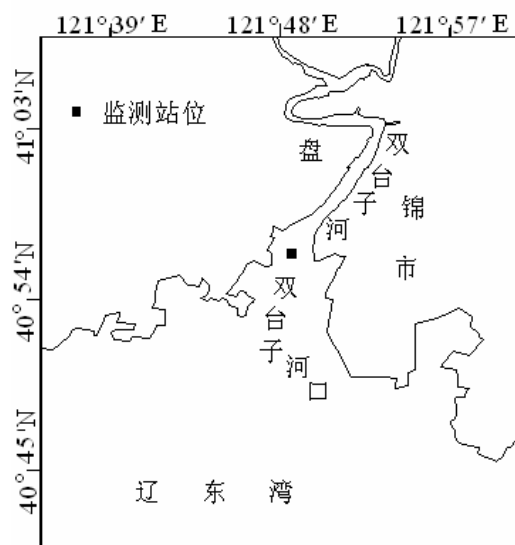


Figure 1. Smapling station

图1. 采样站位

Table 1. Average content of water quality factors

表1 各水质因子平均含量

日期/年-月	COD	悬浮物	油类	氨氮	亚硝酸盐	硝酸盐	无机氮	磷酸盐	N/P比值
09-05	*	*	0.27	0.41	0.87	1.47	2.75	0.06	107.96
09-05	1.04	40.98	0.13	0.04	0.06	1.18	1.28	0.05	44.53

注: \*表示数据缺失

右,落潮4h左右,涨、落潮时流速变化大,一般在涨落潮中间时刻流速达到最大值,由于径流的影响,落潮平均流速大于涨潮流速。

##### 3.2.2 水质因子变化分析

随着潮位的涨落,河口区水体盐度相应地变化。以下的水质因子随潮变化分析均以盐度的变化曲线为参照。

1) 悬浮物、COD、油类随潮变化特征 5月由于COD、悬浮物数据缺失,故只绘制了油类随潮变化曲线,见图4。从观测时刻开始,第一次落潮到涨潮期间,油类的含量先减小后增大,而第二次在落潮时含量较高,涨潮后含量降低,此潮周期内油类在河口区的含量随着水位的升降发生不同的变化。8月随潮变化曲线详见图5-图7。悬浮物的含量随潮涨落变化比较明显,基本在涨潮后悬浮物含量减少,落潮后增大;COD在涨潮期间浓度也明显降低;油类在第一次涨落潮时含量均较高,第二次涨、落潮时其含量由低向高变化。可见,高盐度低营养盐的海水对径流携带的陆

源排放污染物的有一定的稀释作用，但水质因子的含量在涨潮期间不一定会因此而降低。

2)营养盐随潮变化特征 5、8 月份氮盐（以总无机氮为代表）、磷酸盐的含量在监测时段内随盐度的变化情况详见图 8-图 11。

由变化曲线可看出，5 月无机氮、磷酸盐在落潮时含量明显较高，而无机氮在涨潮期间含量并未被海水稀释而降低，磷酸盐含量随着涨潮盐度的增大而有所减少，这可能由于氮盐主要来源于径流的携带，受其影响较大；8 月无机氮随潮涨、落的基本趋势是盐度增大（即涨潮时）含量减少，盐度减小（即落潮时）含量增大，海水对其稀释作用明显，磷酸盐在监测时段第一次涨落潮期间随潮变化趋势同无机氮，但第二次涨落潮时的含量却是涨潮时升高，落潮时降低，这种随潮变化的成因有待于进一步调查研究。

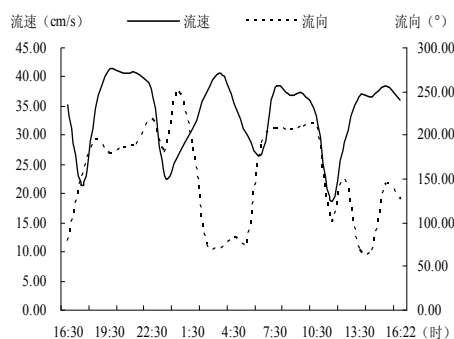


Figure2.Change curves of flow rate and direction in May 7 to 8 of 2009

图 2. 2009 年 5 月 7-8 日流速、流向变化曲线

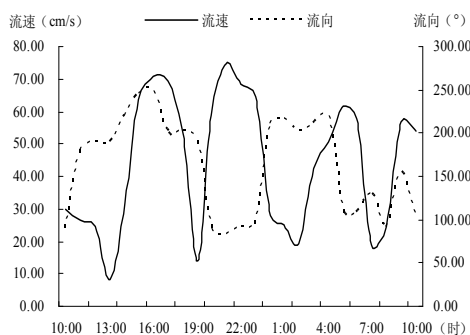


Figure 3. Change curves of flow rate and direction in August 5 to 6 of 2009

图 3 2009 年 8 月 5-6 日流速、流向变化曲线

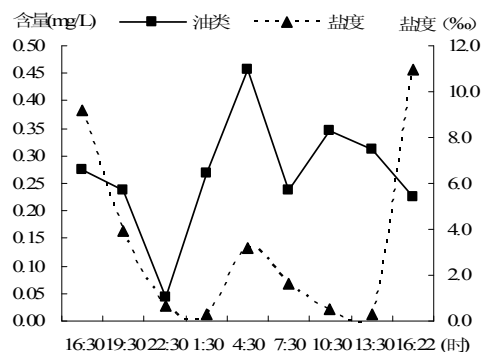


Figure 4. Change curves of oils with tidal cycle in May of 2009

图 4 2009 年 5 月油类随潮变化曲线

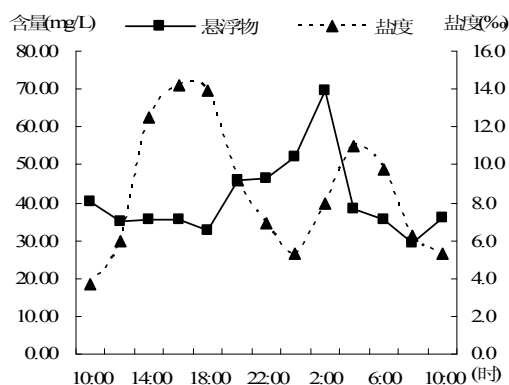


Figure 5. Change curves of suspended matter with tidal cycle in August of 2009

图 5 2009 年 8 月悬浮物随潮变化曲线

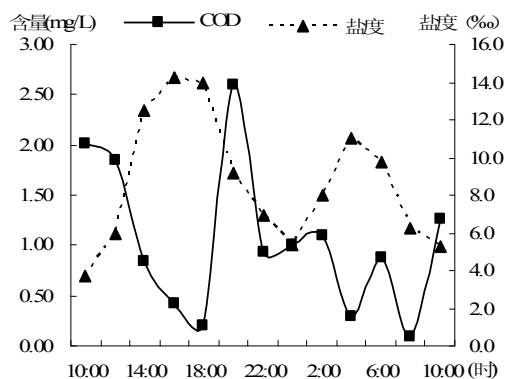


Figure 6. Change curves of COD with tidal cycle in August of 2009

图 6 2009 年 8 月 COD 随潮变化曲线

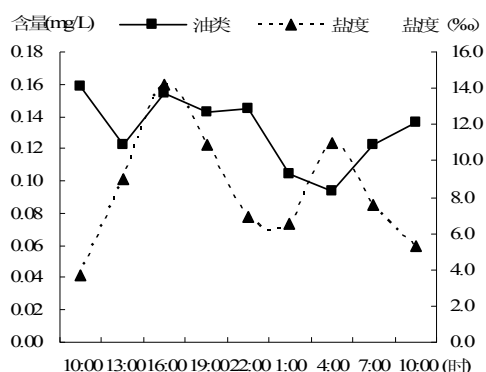


Figure 7. Change curves of oils with tidal cycle in August of 2009

图 7 2009 年 8 月油类随潮变化曲线

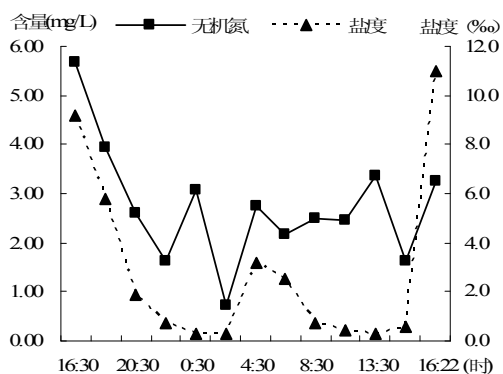


Figure 8. Change curves of inorganic nitrogen with tidal cycle in May of 2009

图 8 2009 年 5 月无机氮随潮变化曲线

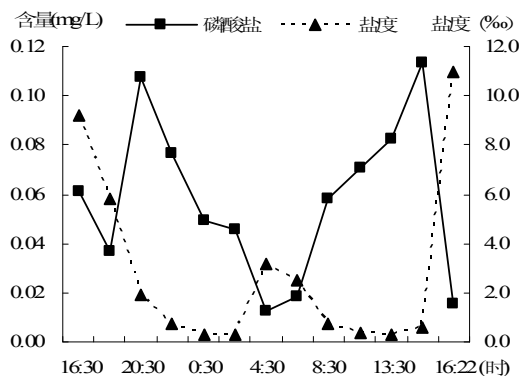


Figure 9. Change curves of phosphate with tidal cycle in May of 2009

图 9 2009 年 5 月磷酸盐随潮变化曲线

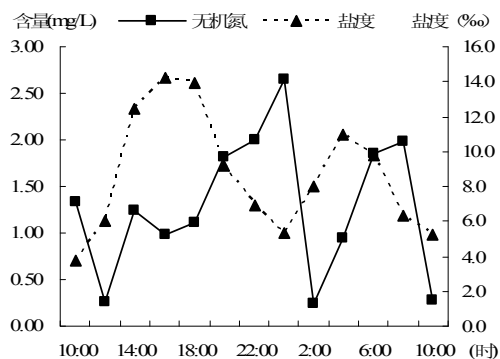


Figure 10. Change curves of inorganic nitrogen with tidal cycle in August of 2009

图 10 2009 年 8 月无机氮随潮变化曲线

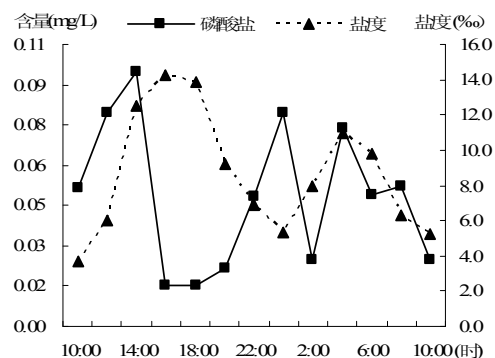


Figure 11. Change curves of phosphate with tidal cycle in August of 2009

图 11 2009 年 8 月磷酸盐随潮变化曲线

河口区水体各营养盐含量随潮汐潮落的变化特征具体可通过营养盐与 pH、盐度的相关性来进行分析,由于 8 月 pH 值未测定,故不做分析。相关系数的分析结果见表 2。

Table2.Relevance resulting data of Salinity, pH and Nutrition factors

表 2 营养盐因子和盐度、pH 的相关分析结果

日期/年-月	因子	氨氮	亚硝酸盐	硝酸盐	无机氮	磷酸盐	N/P 比值
09-05	盐度	<b>0.84</b>	0.38	0.40	<b>0.82</b>	-0.46	<b>0.66</b>
	pH	<b>-0.53</b>	0.47	-0.13	-0.24	0.37	<b>-0.57</b>
09-08	盐度	0.16	<b>-0.68</b>	-0.09	-0.12	-0.22	0.44

表中为黑体的相关系数经 F 检验都显著,置信度为 95%。由表 2 可以看出 5 月氨盐和 pH 值呈弱负相

关,和盐度值呈明显的正相关,说明氨盐含量随 pH 增加而减少,随盐度增加而增加。这因为浮游植物进行光合作用,对各种形态无机氮的吸收以氨氮为优先,同时消耗水中的  $\text{CO}_2$ ,导致 pH 值升高<sup>[7]</sup>;总氮与盐度表现出较明显的正相关,氮盐并未被高盐度低营养盐的海水稀释; N/P 比值与盐度正相关,与 pH 值弱负相关;8 月只有亚硝酸盐与盐度呈负相关,说明河流淡水与海水混合过程中,亚硝酸盐的浓度随着海水盐度的增加而被稀释降低,其他因子和盐度之间没有明显的相关关系。

#### 4 小结

(1)通过对双台子河口连续站水质实测资料的分析可知:双台子河口水环境受河流径流下泄的陆源污染影响,各水质污染因子含量较高,无机氮的含量均值在 5、8 月分别高达 2.75mg/L、1.28 mg/L,磷酸盐分别为 0.06 mg/L、0.05 mg/L,河口区的水质状况较差;各水质因子随潮流涨落而变化,尤其是营养盐随潮变化明显,含量与盐度和 pH 值呈现出一定的相关性,氨盐与 pH 值相关系数高达 0.84,是浮游植物进行光合作用的主要氮源。

(2)本文的研究工作对于双台河口水资源利用和河口区生态修复具有参考意义,由于河口区水污染影响因素复杂,深入研究该河口区复杂的水环境质量状况,需要更多时空连续观测资料作为依据来揭示双台

子河口区的水质变化特征与规律。

#### References (参考文献)

- [1] Zhu Longhai, Research on Tidal Deposition System in ShuangTaizi River Mouth. Ocean University of China, 2007, P9-10(Ch).  
朱龙海, 双台子河口潮流沉积体系研究[D]. 中国海洋大学, 2004, P9-10.
- [2] Li Junwen, Monitoring and Analysis on Water Quality in Liaohe Area [J], *Ground Water*, 2008, 30(1), P61-64(Ch).  
李俊文. 辽河水质监测与分析[J]. 地下水, 2008, 30(1), P61-64.
- [3] Tian Lirong, Analysis on Present Water Quality of Tieling Section in the Liao River Basin, *Ground Water*, 2005, 27(6), P425-426(Ch).  
田丽荣. 辽河流域铁岭段水质现状分析[J]. 地下水, 2005, 27(6), P425-426.
- [4] Jia Yuxia, Ju Fuhua, Water Environment Quality and Pollution Characteristics in Liaohe Waters, *Environment Monition in China*, 1999, 15(2), P51-53(Ch).  
贾玉霞, 鞠复华. 辽河水系水质污染特征分析[J]. 中国环境监测, 1999, 15(2), P51-53.
- [5] Yang Fengjiang, Xu Wenfeng, Investigation and Analysis of Polluted Water Condition of Xinmin Stage of Liao he River, *Environment Protection Science*, 2000, 26(6), P30-32(Ch).  
杨凤江, 徐文丰. 辽河新民段水质污染状况调查与分析[J]. 环境保护科学, 2000, 26(6), P30-32.
- [6] Pan Gui-e, Preliminary study on evolution and management of the Liaohe estuary, *Journal of Sediment Research*, 2000, (1), P57-62(Ch).  
潘桂娥. 辽河口演变分析[J]. 泥沙研究, 2005, (1), P57-62.
- [7] Wang Xiaoping, Jia Xiaoping, Lin Qin, etc, The Distribution of Feature and Relationship between the Dissolved Oxygen, Salinity, pH and Nutrition State in the Waters of Hong Hai Bay, *Marine Science Bulletin*, 1999, 18(5), P35-40(Ch).  
王小平, 贾晓平, 林钦, 等. 红海湾水域溶解氧、pH 值、盐度和营养盐分布特征及相互关系研究[J]. 海洋通报, 1999, 18(5), P35-40.