

· 解析评价 ·

doi: 10.3969/j.issn.1674-6732.2013.02.013

# 海门市长江水厂饮用水源地富营养化调查及污染防治对策研究

徐晓丹, 袁 飞

(海门市环境监测站, 江苏 南通 226100)

**摘 要:** 采用综合营养状态指数法对2008年至2011年海门市长江水厂饮用水源地水质状况进行评价, 结果表明, 该水源地已呈现出富营养化的发展趋势。结合饮用水源地现状, 必须采取控制外源和内源的排放、恢复生态系统等措施, 遏止水体富营养化, 确保人民群众的饮用水源安全。

**关键词:** 饮用水源地; 富营养化; 海门

中图分类号: X522

文献标识码: B

文章编号: 1674-6732(2013)-02-0050-04

## The Investigation and Pollution Prevention Countermeasures of Eutrophication in Source of Drinking Water of Yangtze River Water Plant in Haimen

XU Xiao-dan, YUAN Fei

(Haimen Environmental Monitoring Stations, Nantong, Jiangsu 226100, China)

**ABSTRACT:** By using comprehensive nutrition state index for 2008 to 2011 to evaluate the water quality condition in Yangtze River water plant in Haimen, the results show that, the water has presented the eutrophication trend. Combined with the drinking water current situation, we must take measures such as controlling the exogenous and endogenous emissions and restoring ecosystem to prevent water eutrophication and ensure the public safety of drinking water sources.

**KEY WORDS:** drinking water sources; eutrophication; Haimen

海门市濒江临海, 自然水、过境水量多, 属于水质性缺水地区, 海门市沿江几十万人口直接将长江作为饮用水源。近几年来, 监测站部门也不断加大对海门市长江水厂饮用水源地的监测, 通过定期监测结果显示, 该水源地水体富营养化正日趋严重。现对该水源地水体富营养化的现状、成因进行分析和评价, 并结合实际情况提出污染防治措施。

### 1 海门市长江饮用水源地概况

海门市长江饮用水源地的取水口位于长江北支海门段<sup>[1]</sup>。长江北支是长江出海的一级叉道, 西起崇明岛头、东至连兴港, 流经上海市崇明县、江苏省海门市、启东市, 全长约83 km, 河道平面形态弯曲。2006年海门市长江水厂进行扩建, 新增一座容量为100万m<sup>3</sup>的蓄水库, 使蓄水能力由原来的100万m<sup>3</sup>升至200万m<sup>3</sup>, 长江水通过长江水厂

引闸引入蓄水匡河。

### 2 水质状况及评价

#### 2.1 长江海门段水质状况

选取2008—2011年长江海门段江淤河断面进行监测, 监测数据见表1。

由表1数据可知, 长江江淤河断面各个测点近4年枯、平、丰水期的DO值均达到《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中Ⅱ类标准, 但未超出该温度下的DO的饱和值, 说明长江海门段水质较好。

#### 2.2 长江水厂蓄水匡河水水质状况

对2008—2011年海门市长江水厂蓄水匡河水水质进行监测, 监测数据见表2。

收稿日期: 2012-09-24; 修订日期: 2012-10-26

作者简介: 徐晓丹(1980—), 女, 工程师, 本科, 从事环境监测工作。

表1 2008—2011年长江江淤河断面水温与DO浓度

时间	断面名称	月份					
		3月		7月		11月	
		温度/°C	DO/(mg·L <sup>-1</sup> )	温度/°C	DO/(mg·L <sup>-1</sup> )	温度/°C	DO/(mg·L <sup>-1</sup> )
2008年	长江江淤河 交口处离岸500m	10.4	9.0	27.7	8.1	18.1	7.1
	长江江淤河 交口处离岸1000m	10.3	8.9	27.7	8.2	18.2	7.1
2009年	长江江淤河交口 处离岸500m	8.9	8.6	25.5	7.4	17.1	8.5
	长江江淤河交口 处离岸1000m	8.9	8.6	25.5	7.4	17.0	8.5
2010年	长江江淤河交口 处离岸500m	8.2	9.9	27.9	6.8	14.8	6.8
	长江江淤河交口 处离岸1000m	8.2	9.9	27.4	6.9	14.8	6.7
2011年	长江江淤河交口 处离岸500m	7.9	7.9	26.4	7.2	16.9	7.7
	长江江淤河交口 处离岸1000m	8.1	8.0	26.3	6.9	17.1	7.5
	平均值	8.9	8.8	26.9	7.4	16.8	7.4
	DO饱和值	—	11.6	—	8.0	—	9.7

注:3月为枯水期,7月为丰水期,11月为平水期;Cs=14.60307-0.4021469T+0.00768703T<sup>2</sup>-0.0000692575T<sup>3</sup>[2]

表2 2008—2011年海门市蓄水匡河水中DO监测结果

月份	2008年		2009年		2010年		2011年		温度 平均 值/°C	DO 平均值 /(mg·L <sup>-1</sup> )	DO饱和 值Cs/ (mg·L <sup>-1</sup> )
	温度/ °C	DO/ (mg·L <sup>-1</sup> )	温度/ °C	DO/ (mg·L <sup>-1</sup> )	温度/ °C	DO/ (mg·L <sup>-1</sup> )	温度/ °C	DO/ (mg·L <sup>-1</sup> )			
1月	4.1	10.1	5.3	10.4	5.3	10.2	3.0	10.0	4.5	10.2	12.9
2月	6.3	10.9	8.1	12.8	7.5	11.5	8.0	8.5	7.5	10.9	12.0
3月	10.4	9.8	9.5	11.9	9.6	11.7	7.9	11.4	9.4	11.2	11.4
4月	15.1	12.6	12.2	12.0	14.3	12.4	12.9	12.9	13.6	12.5	10.4
5月	19.9	11.2	19.5	12.3	21.7	13.7	19.9	12.2	20.3	12.4	9.0
6月	23.5	10.9	24.9	12.5	23.0	12.6	21.9	10.3	23.3	11.6	8.5
7月	27.9	10.4	29.7	12.2	30.2	11.1	27.5	9.2	28.8	10.7	7.7
8月	29.8	10.6	28.1	10.0	31.4	10.7	29.4	8.6	29.7	10.0	7.6
9月	25.9	9.0	27.2	8.6	30.6	9.8	27.3	10.2	27.8	9.4	7.9
10月	21.8	8.2	23.0	9.5	22.0	8.5	23.0	8.4	22.5	8.7	8.7
11月	18.9	8.4	18.2	9.0	15.0	8.0	17.6	8.5	17.4	8.5	9.6
12月	10.3	7.5	11.4	8.8	13.2	7.6	14.1	8.7	12.3	8.2	10.7

根据表2可知,随着温度的升高,DO的饱和值逐渐降低。但海门市长江水厂蓄水匡河水中DO反而随着温度的升高而升高(图1)。

从图1中可看出:2008—2011年1月至12月

蓄水匡河水温平均值变化趋势呈正态分布,水中DO的饱和值则与温度的变化趋势相反,而蓄水匡河DO的实测值也呈正态分布。同时,每年的3月至10月间,DO的实测值超过了DO的饱和值,长

长江水厂蓄水匡河水体中 DO 呈过饱和现象。

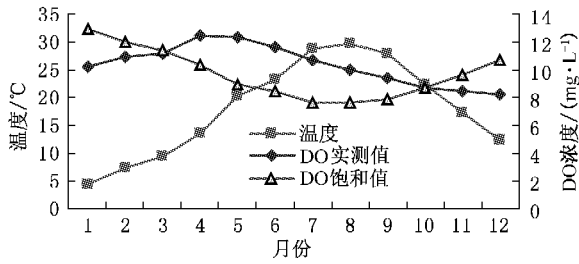


图1 海门市长江水厂蓄水匡河水温、DO 实测值和饱和值的变化趋势

### 2.3 长江水厂蓄水匡河富营养化状况

长江水厂蓄水匡河水体中 DO 呈过饱和状态, 说明了水体中有藻类的存在, 而藻类的存在又说明了水体正在呈现富营养化。

#### 2.3.1 氮磷浓度变化

2008—2011 年长江水厂蓄水匡河水质中的总磷和总氮浓度变化趋势见图 2。

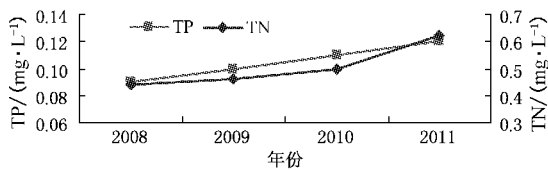


图2 2008—2011 年度总磷、总氮年均值变化趋势

由图 2 可知, 2008—2011 年总磷和总氮年平均浓度值呈上升趋势。

#### 2.3.2 营养状态评价

##### 2.3.2.1 评价方法

根据《地表水环境质量评价办法》对长江水厂吸水口水体富营养化程度进行评价, 采用综合营养状态指数法 (TLI(∑))<sup>[3]</sup>。

采用 0~100 的一系列连续数字对水体营养状态进行分级, 具体水质营养状态分级见表 3。

表3 水体富营养化程度划分

水体富营养程度	TLI(∑) 值
贫营养	TLI(∑) < 30
中营养	30 ≤ TLI(∑) ≤ 50
富营养	TLI(∑) > 50
轻度富营养	50 < TLI(∑) ≤ 60
中度富营养	60 < TLI(∑) ≤ 70
重度富营养	TLI(∑) > 70

综合营养状态指数计算公式如下:

$$TLI(\sum) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j) \quad (1)$$

式中: TLI(∑) ——综合营养状态指数;  
W<sub>j</sub> ——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重;  
TLI(j) ——第 j 种参数的营养状态指数。

以 chla 作为基准参数, 则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为:

$$W_j = r_{ij}^2 / \sum_{j=1}^m r_{ij}^2 \quad (2)$$

式中: r<sub>ij</sub> ——第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数; m ——评价参数的个数。

$$TLI(TP) = 10(9.436 + 1.624 \ln TP) \quad (3)$$

$$TLI(TN) = 10(5.453 + 1.694 \ln TN) \quad (4)$$

##### 2.3.2.2 富营养化评价

由表 4 可知: 2008—2011 年度海门市长江水厂吸水口水体富营养化程度正在不断加剧, 水体总体呈富营养化趋势。

表4 长江水厂吸水口水体富营养化评价

水体富营养化程度	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
TLI(∑)	48	49	51	53
评价	中营养	中营养	轻度富营养	轻度富营养

### 3 水体富营养化成因

#### 3.1 饮用水源保护措施不到位, 影响水质安全

保护区内一些污染工业企业还未完全搬迁到位。在长江取水口上游 2 000 m (二级保护区内) 建有较大规模的沙石堆场; 在蓄水匡河北侧 200 m (一级保护区内) 建有生猪养殖场, 养殖场冲洗水经地表径流, 直接或间接排入蓄水匡河。农业生产面源污染仍然存在, 匡河沿线还存在使用农药、化肥、除草剂的现象, 致使流域农业生产污染现象不能得到有效根治。

#### 3.2 海水倒灌, 导致长江水不足

近年来, 由于三峡水库水坝工程全面竣工投入运行及南水北调工程, 直接导致长江海水倒灌, 海门长江水厂吸水口受咸潮威胁, 在枯水期进水困难, 直接导致蓄水匡河蓄水量下降, 新鲜长江水无法及时补足。

### 3.3 饮用水源流动性差,导致水体自净能力差

蓄水匡河容量较大,长江水通过吸水口进入蓄水匡河后,由于水流缓慢,导致饮用水源流动性差,而水文条件是影响水体自净能力的重要原因之一。如果排入水体的污染物数量超过某一界限,且水体无法通过自净能力得以恢复,这将造成水体的永久性污染。

### 3.4 河底淤泥聚集,河床不断抬高

长江水通过吸水口进入蓄水匡河后,泥沙在水流中慢慢沉积,导致河床日益抬高,河底淤泥聚集。氮、磷能通过颗粒物吸附、沉淀、水生生物死亡沉积等方式蓄积在底泥中。在一定条件下,底泥中的氮和磷能够再释放出来,导致水体营养水平升高,进而引起水体的富营养。在枯水期或高温晴好天气,底泥发生强烈生化反应,营养盐释放速度加快,伴有甲烷、硫化氢等有毒气体逸出,水质急剧下降并产生恶臭,藻类大量繁殖。

### 3.5 水源保护经费不足

长期以来,我们一直注重加强对污染源企业的监督管理,而忽视了对饮用水源地的保护。近年来,生态效益补偿机制不完善,饮用水源保护缺乏经费的投入,生态林保护缺乏资金保证,基础设施建设因资金问题而进展缓慢等等,都严重制约着海门市水源水保护工程的推进。

## 4 水体富营养化防治对策

### 4.1 控制外源,减少水体中的外来营养物质

来自各种污染源的营养负荷的增加会使水中的营养物质浓度急剧增高,导致藻类暴发、溶氧耗尽等富营养化症状。

#### (1) 控制和减少周边废水排放

根据对海门市长江水厂周围环境的调查,该蓄水匡河中氮磷污染物外源主要来自于周边的养殖废水、工业废水、生活废水的排放,因此,切断外源必须从控制这些污染源富营养物质的排放入手,按照饮用水源保护区的要求,在海门市长江水厂饮用水一级保护区内原有的养殖场必须搬离,在二级保护区内的沙石堆场也应尽快迁出。

#### (2) 提高有机肥的使用量

在海门市长江水厂饮用水源保护区内和保护区近边农业面源污染仍然存在,蓄水匡河沿线还存在使用农药、化肥、除草剂的现象。首先从源头上

遏止在保护区内的农业生产;其次是控制蓄水匡河周边农业生产化肥的使用,尽量提高无机肥料的有效使用率。近年来,有机肥料因其不存在氮、磷污染的问题,而且也不会造成土壤质量的退化,因此该种肥料的使用前景重新被看好。

#### (3) 从源头上遏制营养物进入水体

相对于氮来讲,磷对于促进富营养化的发生作用更大,废水中的磷主要来源于含磷洗涤剂,海门市长江水厂蓄水匡河周边存在着一些休闲山庄、学校等,这也就为蓄水匡河输入大量含磷废水埋下了隐患。应对这些休闲山庄等服务性行业进行搬迁或采取控制含磷废水排放的措施。

## 4.2 最大限度减少内源对富营养化的“贡献”

#### (1) 动力引流

可在蓄水匡河内增加几只动力泵,加快匡河内水体流速,加大长江水引入匡河的流量,提高匡河水位,降低水温,可有效减缓水体藻类的生长速度。同时加快流速可提高水体循环和水体交换速度,有效提高匡河内水体的自净能力<sup>[4]</sup>。

#### (2) 实施重点区域清淤

海门市长江水厂蓄水匡河内经过近数十年的沉积,湖底游伴泥聚积。而把富含氮、磷的底泥表层挖掉,是一种最有效、最直接的办法。

#### (3) 采取生物性措施

某些水生生物能吸收利用氮、磷元素进行代谢活动。建议在长江蓄水匡河沿岸开发种植芦苇为主的水生植物湿地带,这项措施可有效降低进入水体的总磷总氮。

### [参考文献]

- [1] 李伯昌,余文畴,陈鹏,等. 长江口北支近期水流泥沙输移及含盐度的变化特性[J]. 水资源保护,2011,27(4):31-34.
- [2] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 4版增补版. 北京:中国环境科学出版社,2006.
- [3] 国家环境保护总局《地表水环境质量评价办法(试行)》编委会. 地表水环境质量评价办法(试行)[S]. 2011.
- [4] 许钦杰,杨邗. 太湖蓝藻治理的实践与思考[J]. 江苏水利,2011,2:38-39.
- [5] 高爱环,李红缨,郭海福. 水体富营养化的成因、危害及防治措施[J]. 肇庆学院学报,2005,26(5):47-50.

(本栏目编辑 陆敏)