

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.02.019

# 太仓市应急水源地水质影响分析

邱训平

(长江流域水资源保护局上海局,上海 200120)

**摘要** 根据现状水质资料和未来规划资料,采用模型预测与机理分析相结合的方法,系统分析了未来太仓市应急水源地——长江边滩水库水质状况。结果表明:由于拟建取水口远离岸边,沿岸固定源和浏河污水排放对应急水源地水质影响较小;库内可能发生的富营养化可通过生物措施得以解决;水库本身具有蓄淡避咸、蓄清避污功能,因此具备较高的抗环境风险能力。

**关键词** 水质;应急水源地;取水口;环境风险;太仓市

中图分类号:X824 文献标识码:B 文章编号:1004-6933(2011)02-0087-04

## Impact analysis of water quality of emergency water source at Taicang City

QIU Xun-ping

(Shanghai Branch of Water Resources Protection Bureau of Yangtze River Basin, Shanghai 200120, China)

**Abstract:** According to the present and planned water quality data series, a model prediction combined with a mechanism analysis was selected and the water quality status of the emergency water source—the Biantan reservoir of the Changjiang River, in the future, at Taicang City—was studied systematically. The results revealed that the sewage discharge of the point source along the river bank and the Liuhe River had a slight effect on the drinking water, because the planned water intake was far away from the river bank; the possible eutrophication of the reservoir could be prevented by biological measures; and the reservoir had high environmental anti-risk ability due to its capacity to store freshwater and avoid saltwater intake, and to store clear water and avoid pollution.

**Key words:** water quality; emergency water source; water-intake; environmental risk; Taicang City

随着城市化进程的加快和人民生活水平的提高,人们对供水的要求将越来越高,保障饮水安全是促进经济社会发展、提高人口素质、构建和谐社会的基础<sup>[1]</sup>。

近年来,我国接连发生多起突发性水污染事件,给居民的饮水安全带来了隐患<sup>[2]</sup>。2007年4月中下旬,太湖北部湖湾爆发大规模藻类水华,2007年5月28日,无锡贡湖水源地出现异常黑水,约200万人口的生活饮用水受到影响,无锡出现供水危机<sup>[3]</sup>。

为了满足太仓市中长期供水安全需求,太仓市拟在长江河口南支浏河口上游兴建长江边滩水库。设计该水库可以达到蓄淡避咸、蓄清避污、防范上下

游发生的突发性水污染事件的目标,同时与其他供水水源联合调度,确保太仓市供水安全。图1为太仓市应急水源地工程平面布置示意图。为了解未来太仓市应急水源地水质状况,笔者根据现状水质资料和未来规划资料,采用模型预测与机理分析相结合的方法进行水质影响分析。

### 1 拟建取水口水质现状及趋势分析

2008年7月16—18日大潮期和2008年7月28—29日小潮期对拟建取水口水域水质进行监测,结果见表1。由表1可见,监测期内拟建取水口水域水质整体较好,均能达到相应水功能区的要求。

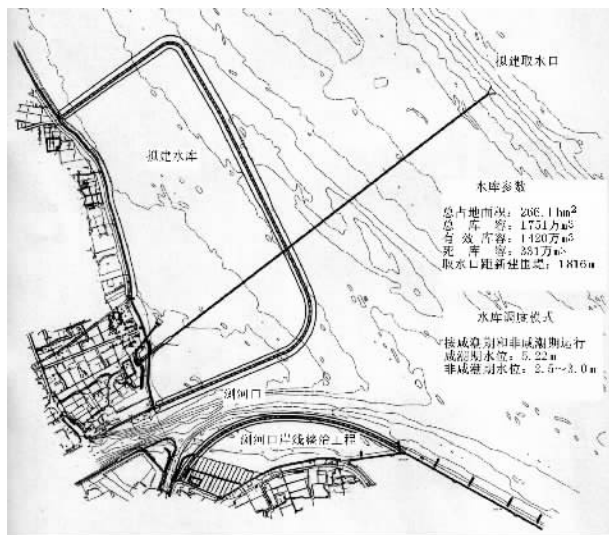


图1 太仓市应急水源地工程平面布置示意图

表1 拟建取水口水质监测及评价结果

水质因子	质量浓度 (mg·L <sup>-1</sup> )		标准指数*	
	大潮	小潮	大潮	小潮
DO	6.10	6.00	0.58	0.60
COD	13.50	14.50	0.68	0.73
NH <sub>3</sub> -N	0.63	0.56	0.63	0.56
BOD <sub>5</sub>	1.80	1.70	0.44	0.41
TP	0.169	0.166	0.850	0.830
COD <sub>Mn</sub>	2.00	2.00	0.34	0.34
挥发酚	0.002	0.002	0.360	0.360
石油类	0.02	0.01	0.30	0.25
硫化物	0.024	0.022	0.120	0.110
Fe	0.015	0.015	0.05	0.05
Mn	0.003	0.003	0.03	0.03
Cl <sup>-</sup>	8.10	7.50	0.03	0.03
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	1.00	0.94	0.10	0.09
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	22.57	21.41	0.09	0.09

\* 标准指数计算方法参见 HJ/T2.3-93《环境影响评价技术导则 地面水环境》。

浏河口下游有苏沪省界水质监测断面,开展有逐月水质监测。其距浏河口仅 3 km,其水质变化趋势基本可以代表拟建取水口水域的水质变化趋势。

苏沪省界水质监测断面 2004 年 1 月至 2008 年 6 月 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 和粪大肠菌群等水质因子的历年变化趋势分析表明 4 个水质因子近年基本上没有出现明显的上升或下降趋势。

## 2 拟建取水口水质影响分析

### 2.1 浏河开闸排水影响分析

a. 预测模型及预测内容。选用二维浅水控制方程模拟评价河段设计条件下的水流流场,利用 2006 年 9 月长江口南支河段在大中小潮实测水文资料率定参数,不考虑污染物 COD 降解及生化作用,预测水库建成后,在浏河闸汛期开闸排放污水而壅沟水闸关闭工况之下,浏河污水排放对拟建取水

口 COD 的影响程度。

b. 设计水文条件。以长江河口上游大通水文站 90% 保证率 6 月份平均流量作为设计水文条件,相应潮汐类型选择小潮。计算结果选择 2004 年 6 月份月均流量 35 500 m<sup>3</sup>/s 作为典型设计水文年。浏河闸开闸时段为落潮时段,模型预测计算时段为开闸后 24 h,包括落潮和涨潮。

c. 预测工况。根据调查,浏河污水排放对长江近岸水域影响主要为每年的黄梅季节(汛期)。根据 2006 年 5—7 月浏河闸排水资料和水质监测成果,浏河闸开闸排水流量取其设计流量 3840 m<sup>3</sup>/s; 单次排放总水量确定为 1 000 万 m<sup>3</sup>; 依据浏河闸水功能区划水质目标, COD 质量浓度取 20 mg/L。浏河闸排污设计方案分别为水库建库前(方案一)、水库建库后(方案二)及建库并七期岸线调整(该工程位于浏河口口门上游约 2 km 和美孚码头下游约 250 m 之间,长约 3.2 km)(方案三)。

d. 预测结果。水质模型预测结果表明,在方案二计算条件之下,污水排放导致拟建取水口水域(Δ COD)增加 0.03 mg/L; 在方案三计算条件之下,拟建取水口水域(Δ COD)增加 0.006 mg/L。由此说明,工程建成之后,由于拟建取水口远离岸边,浏河闸落潮时开闸排污对拟建取水口水质的影响非常小。

## 2.2 其他污水排污口影响分析

### 2.2.1 现状排污状况下水质状况

文献 3 根据大量水质资料,全面详细地分析了拟建取水口及其上下游水域目前的水质状况。评价结果表明,虽项目上下游有市政排污口和玖龙企业排污口以及沿岸众多码头,但排污口尾水影响范围较小,拟建取水口水质总体较好,基本可以满足集中饮用水水源地的水质要求。

拟建取水口下游苏沪省界水质监测断面近 5 年水质变化规律分析表明,项目区域水质近年来没有呈现明显的上升或下降趋势。

### 2.2.2 2020 年规划排污状况下水质影响预测

排入到拟建项目南支地表水评价范围内的市政排污口包括项目上游的太仓港开发区内江城排污口和港区排污口、下游的上海市石洞口排污口,企业排污口为玖龙纸业排污口。

规划排污状况下水质影响预测所使用的水力学模型、水质模型、模型验证及计算范围同浏河闸排污影响预测。

设计水文条件 2004 年 1 月大通站月均流量为 10 200 m<sup>3</sup>/s,接近 1991—2005 年最枯月保证率为 90% 的设计水文条件。选择其作为枯水期的典型代表年月。

污水排放工况:按正常工况和非正常工况进行分析。正常工况即市政排污口和企业排污口均达标排放,非正常工况考虑玖龙造纸基地中3座配套废水处理站同时发生故障的概率较小,考虑最不利状况,即基地三期和四期废水处理设施生化处理系统同时失效,废水未经生化处理直接排放到长江水域,事故持续4h,同时浏河开闸排放污水,而其他市政排污口污水都为正常排放。计算水域为建库及七期岸线调整后,各排污口基本情况见表2。

表2 2020年各排污口基本情况汇总

类型	名称	距取水口距离/km	2020年排放量/(万t·d <sup>-1</sup> )	$\rho_{排}(\text{COD})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	工况
市政排污口	江城排污口	12.0	20.0	50	正常
	港区排污口	8.7	2.0	50	正常
	石洞口排污口	-11.0	40.0	60	正常
企业排污口	玖龙纸业排污口	10.0	14.5	80	正常
	玖龙纸业部分正常排放	10.0	6.5	80	发生事故(持续4h)
	玖龙纸业部分事故排放	10.0	8.0	1637	
支流	浏河开闸	-1.2	1236.0	12	

### 2.2.3 预测结果

模型预测结果表明,最大污染带分别位于各排放口局部范围内,污染带呈沿江带状。上下游各排污口在正常排放情况之下,污水中 $\rho(\text{COD})$ 对拟建取水口的贡献值为0.05 mg/L,而在事故排放情况之下, $\rho(\text{COD})$ 贡献值为0.09 mg/L。由此说明2020年规划排污量对拟建取水口水质影响较小。拟建取水口断面各观察点的污染程度统计结果见表3。

表3 2020年规划年COD影响预测结果

计算方案	$\rho(\text{COD})(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$		
	距新围堤500m	距新围堤1000m	拟建取水口
正常排放	0.25	0.38	0.05
事故排放	0.26	0.40	0.09

## 2.3 船舶污染物影响分析

### 2.3.1 锚地、港区、码头及航道现状

根据文献[4],在太仓港水域共规划有4个锚地,其中距应急水源地取水口比较近的有浏河锚地和长江驳锚地。浏河锚地功能为待泊、联监、候潮锚地,长江驳锚地功能为危险品船待泊锚地。

太仓港从上游往下游依次划分为中远国际城港区、荡茜港区和茜泾港区,其中茜泾港区距取水口最近。茜泾港区内的埃克森-美孚(太仓)石油有限公司、江苏长江石油化工有限公司和太仓阳鸿石化有限公司,在沿江水域各自建有原辅材料或成品码头。最近的美孚码头距取水口约4.3 km。

水库下游码头都在上海市境内,从浏河口至黄

浦江依次为罗泾码头、燃料公司油码头、石洞口电厂码头、石洞口车客渡码头、宝山钢铁总厂专用码头、宝山港区码头、宝杨路码头。

下游距应急水源地取水口最近的港区为罗泾港区,罗泾港区上边界距应急水源地取水口约6 km,该港区主要经营煤炭、矿石和钢材。

应急水源地取水口外是长江口过往船舶的主要航道。应急水源地取水口距该主航道约200 m。

### 2.3.2 船舶污染物影响分析

以上的到港船舶、锚地停泊船舶及过往船舶产生的污染物,主要有生活污水、生活垃圾、机舱油污水及含油废物。

《江苏省长江水污染防治条例》第36条明确,港口、码头、船舶的所有者或者经营者应当遵守水污染防治和船舶污染防治法律、法规的规定,防止污染沿江地区水体。《江苏省内河水域船舶污染防治条例》第7~22条规定了船舶污染防治的具体要求。其中要求船舶配置防污染设备并正常使用,禁止船舶向饮用水水源保护区、取水口水域等区域排放污水,船舶污染物应当集中送交有关单位接收或处置。

到港、锚地待泊或途经的船舶若严格执行以上船舶污染防治条例,加强污染物管理,尤其是禁止向饮用水水源保护区排放含油污水、压载水、洗舱水、生活污水等,则不会对拟建取水口水域水质造成不利影响。

## 2.4 咸潮入侵影响分析

### 2.4.1 影响因素

盐水入侵是长江口的一个自然污染现象。影响长江口盐水入侵的因素十分复杂,上游径流量和东海的涨潮量是直接导致盐水入侵的两个主要因素,其次是风力、河势等各种因素的影响。盐水入侵主要发生在每年的枯季。如遭遇枯水年份甚至是特枯年份,盐水入侵将严重影响上海市和江苏省沿江地区的工农业用水和生活用水。如1978—1979年特枯水文年及1999年枯水年。

历史实测资料分析结果表明,长江口南支吴淞口以上水域氯度分布,主要受北支盐水倒灌量的控制,北支盐水倒灌是长江口南支水源地盐水入侵的关键来源<sup>[5]</sup>。

### 2.4.2 上游引蓄水工程的影响

三峡工程建成后,年入海总水量没有变化。由于水库调蓄作用,10月份水库蓄水最多,下泄流量减少,枯水期下泄水量增多,其中2月份的过境水量增加最多。南水北调东线工程从长江下游扬州附近抽取长江水,分三期实施,一期、二期和三期工程多年平均调水量分别为89亿m<sup>3</sup>、106亿m<sup>3</sup>和148亿m<sup>3</sup>,长

江入海年水量将减少。近年来,随着工农业生产的发展,长江大通以下的安徽、江苏两省沿江兴建了一系列抽引水工程,目前沿江引水工程的引水能力已大大超过了南水北调东线工程的调水量。

上游引蓄水工程导致长江河口入海水量发生变化,水量的变化将直接影响河口的咸潮入侵频次和强度。三峡工程增加长江口枯水期来水量,可改善枯水期的咸潮入侵状况;而南水北调工程和沿江取水工程将减少长江口的枯季入海流量,从而加剧太仓市应急水源地区域的咸潮入侵。

#### 2.4.3 对太仓市应急水源地的影响

根据实测盐度资料分析,由于北支咸潮倒灌和东海咸潮入侵,南支纵向水域盐度呈马鞍形分布规律,浏河水域盐度处于“马鞍”中部,盐度最大值出现在中潮期,其峰值大于陈行水域盐度、小于太仓石化水域盐度。

据上海陈行水库取水口历年积累的氯度资料分析,太仓市应急水源地所在水域咸潮入侵主要发生在每年的12月至次年4月,最长连续不可取水时间为25d。而拟建项目在每年的12月至次年4月,水库按咸潮期调度运行,库内水位高位运行,水库可满足25d供水。水库具有较强的供水安全性,咸潮入侵对太仓市应急水源地影响较小。

#### 2.5 突发性水污染事件影响分析

太仓市应急水源地工程上下游突发性水污染事件<sup>[2]</sup>是太仓市应急水源地的主要环境风险,而水污染事件包括船舶泄漏燃油、化学品事故、工厂事故性泄漏、码头装卸事故性泄漏等。以上污染类型又可分为固定源和移动源。

当拟建取水口上下游发生固定源突发性污染事件时,事故责任单位和环保监测单位会在第一时间得到污染信息,并通知太仓市应急水源地管理部门。在拟建取水口水质即将受到污染之时,立即关闭从长江取水的泵站,水厂转向库内取水。通过合理的水库调度运行方式,可避免上下游来水恶化对城市供水造成的影响。

污染移动源主要指航运船舶。长江承担着繁忙的航运职能,当船舶在水源保护区附近水域发生燃油、化学品泄漏,从而引发水源污染突发事件时,污染物质在较短的时间内会对取水口构成严重威胁。其对供水安全的影响程度取决于事故发生的位置、污染物泄漏量、水库管理部门获知污染事故发生的第一时间节点。

### 3 拟建水库富营养化分析

国际上一般认为湖泊水体 TP 质量浓度为

0.02 mg/L, TN 质量浓度 0.2 mg/L 是湖泊富营养化的发生浓度。加之结合一定的水动力条件及适宜的光照和水温,湖泊、水库以及河流就有可能发生富营养化。拟建水库内水体营养盐全部来自外江所取水体,外江水体氮磷浓度远远大于以上限值,因此水库内水体具备了富营养化发生的营养盐条件。

应急水源地位于亚热带,气温具有明显的季节变化规律。每年的12月至次年4月份,是河口咸潮入侵的高峰时间,也是自来水厂未来从水库内取水较频的时段,此段时间水库最高水位控制在5.22m,但此阶段气温和水温比较低,不利于库内藻类等浮游植物快速生长繁殖,因此此时间段内发生藻类暴发的风险很低。7—9月份,气温较高,不利于库内藻类等浮游植物快速生长繁殖,因此此时间段内发生藻类暴发的风险很低。而每年的5—6月份和10—11月份,为一年中的春季和秋季,在氮磷营养元素充足之下,有利于库内藻类等浮游植物快速生长繁殖,水库易发生富营养化。

水动力条件是影响水体富营养化进程的重要因素。拟建应急水源地是由大堤围起的一个封闭水域,水体流动的动力条件仅有输水泵站的抽水和取水泵站取水后进水引起,另外一个动力条件是风力。但以上的动力条件非常弱,故有利于水库富营养化的发生。

上述因素分析结果表明,每年中5—6月份和10—11月份水库有可能发生富营养化。

该拟建项目上游已建太仓二水厂水库,其调度方式与拟建项目相同,其水库内采取了水生态保护措施,运行至今5年来未曾出现富营养化。借鉴其经验,拟建项目建成后在库内建立生态保护措施,则可有效预防库内富营养化的发生。

## 4 结论及建议

### 4.1 结论

a. 拟建项目取水口远离岸边,水质模型预测结果表明,浏河闸开闸排污及上下游污水处理厂尾水排放,污水中主要污染物在拟建取水口处的浓度贡献值很小,不会对拟建取水口未来的供水安全造成明显不利影响。

b. 拟建取水口上下游的到港、锚地待泊或途经的船舶若严格执行国家和地方有关环境保护的法律和法规要求,加强污染物管理,尤其是禁止向饮用水水源保护区排放含油污水、压载水、洗舱水、生活污水等,则不会对本项目取水口水域水质造成不利影响。

(下转第94页)

度<sup>[9]</sup>。以建设节水型社会、促进流域水资源可持续利用、提高水资源利用效率和效益为目标,依据现行的国家水资源管理体制和运行机制,结合流域各省(市)取水许可现状及未来取水状况,研究提出流域取水许可总量控制指标体系,包括约束性指标和预期性指标,并提出各项指标的具体内容,按照相应的核算方法对2010年流域取水许可总量控制指标进行确定,为流域取水许可管理提供技术依据。流域机构应根据水利部颁发的流域与省(市)的取水管理权限,对总量控制对象分级管理、分级负责<sup>[10]</sup>,实现总量控制的目标。

b. 为了有效实行流域取水许可总量控制,实现取水许可管理工作的信息化。在新安江流域取水许可水量管理工作方面,认真落实水资源论证和水平衡测试等基础工作的开展和推广,为用水定额管理、节约用水管理、年度用水计划、取水许可审批以及流域水量分配等水资源管理工作服务,通过取水许可监督管理为日常的水资源管理工作提供帮助,最终建立流域的取水许可管理信息系统。

c. 对流域内主要控制断面水量进行控制,有利于对流域全局总量控制进行掌握。为了实现主要控制断面水量的在线监测,保证流域取水许可总量控制工作的顺利开展,建议在省际边界断面以及流域内重要河流水量控制断面建立在线水量、水质同步

监测站,为今后流域取水许可总量控制工作提供依据和基础资料。

### 参考文献:

- [1] 朱永昌,陈芸,章仪晋.水资源管理工作手册[M].南京:江苏科学技术出版社,1992.
- [2] 太湖流域管理局水文水资源监测局.太湖流域用水总量控制与定额管理研究报告[R].无锡:太湖流域管理局水文水资源监测局,2007.
- [3] 柳长顺,陈献,乔建华.流域水资源管理研究进展[J].研究与探讨,2004(10):20-22.
- [4] 刘丹,黄薇,刘振胜,等.长江流域取水许可总量控制指标制定方法研究[J].中国水利,2007,13:8-10.
- [5] 粟运华.新安江流域水污染状况和水质保护的建议[J].水资源保护,1990(4):62-66.
- [6] 水利部珠江水利委员会.珠江流域取水总量控制指标编制方案[R].广州:水利部珠江水利委员会,2007.
- [7] 任伟.成都市实施用水总量控制与定额管理制度可行性研究[J].成都水利,2005(5):31-32.
- [8] 林关征.水资源的管制放松与水权制度[M].北京:中国经济出版社,2007.
- [9] 林洪孝,王国新,谭海鸥,等.用水管理理论与实践[M].北京:中国水利水电出版社,2003.
- [10] 陈西庆,陈进.长江流域的水资源配置与水资源管理[J].长江流域资源与环境,2005(3):163-167.

(收稿日期 2010-03-11 编辑 徐娟)

(上接第90页)

c. 太仓市应急水源地实行咸潮期从水库内取水,非咸潮期由长江取水。外江水域咸潮入侵不会对拟建取水口供水安全造成影响。

d. 根据水库富营养化的成因机理和影响因素分析,认为每年中5—6月份和10—11月份水库有可能发生富营养化。但可通过采取水库富营养化防治措施,避免或减轻水库发生富营养化的不利影响。

## 4.2 建议

a. 依法划分太仓市应急水源地水源保护区范围,建设水源地隔离防护设施,保障水质安全<sup>[6]</sup>。

b. 及时制定太仓市应急水源地保护条例,对各级水源保护区明确具体管理要求。

c. 建立健全从水源地到供水末端全过程的饮用水安全监测体系,制定和完善太仓市应急供水

预案。

### 参考文献:

- [1] 王研,唐克旺,徐志侠,等.全国城镇地表水饮用水源地水质评价[J].水资源保护,2009,25(2):1-5.
- [2] 韩晓刚,黄廷林.我国突发性水污染事件统计分析[J].水资源保护,2010,26(1):84-86.
- [3] 长江水资源保护科学研究所.太仓市应急水源地工程环境影响报告[R].武汉:长江水资源保护科学研究所,2008.
- [4] 太仓港港口开发区管委会.太仓港总体布局规划[R].太仓:太仓港港口开发区管委会,2000.
- [5] 顾玉亮,吴守培,乐勤.北支盐入侵对长江口水源地影响研究[J].人民长江,2003,33(4):1-3.
- [6] 杨铭威,石亚东,孙志,等.太湖蓝藻暴发引发无锡供水危机的思考[J].水利经济,2009,27(3):36-38.

(收稿日期 2010-04-15 编辑 徐娟)