

南通狼山水厂扩建工程取水水源地水质分析

杨柳俊

(江苏省水文水资源勘测局南通分局, 江苏 南通 226006)

摘要 采用二维稳态混合岸边排放模型分析,对南通狼山水厂扩建工程的取水水源地水质进行预测。选择 COD_{Cr} 为预测因子,通过水源地现状分析和对区域污染源的预测排放强度分析,得出结论:狼山水厂上、下游主要入江污染源在达到设计排放规模和实现达标排放时,即使在枯水期间,其水源地水质也符合 II 类水质标准。

关键词 水质评价;预测分析;水源地;南通市

中图分类号:X824 文献标识码:A 文章编号:1004-693X(2005)01-0036-03

Analysis on water quality of water source area for the extension project of Langshan waterworks in Nantong City

YANG Liu-jun

(Nantong Branch of Hydrology & Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Nantong 226006, China)

Abstract A two-dimensional mixed steady-state model of side discharge is applied to the prediction of water quality for the water source area of the Langshan waterworks in Nantong City. COD_{Cr} is selected as a predicting parameter. Through the analysis on the present situation of the water source area and the predicted discharge intensity of pollution source, it is concluded that the water quality in the source area can reach the second water quality standard even in dry seasons if the main pollution source into the river sections upstream and downstream of the water plant is controlled as design and meet the effluent standard.

Key words water quality evaluation; prediction and analysis; water source area; Nantong City

南通东临黄海,南依长江,是长江入海口的第一个内河港和新兴的工业、贸易、旅游城市,2002年市区面积 224 km^2 ,人口 74 万人。全市共有 4 座水厂,日总供水能力为 50 万 t,其中狼山水厂设计日供水能力为 30 万 t。根据南通市城市发展总体规划与南通市城市水资源规划,到 2010 年,南通市区人口将达 100 万人,规划辖区面积 466.2 km^2 ,工业、生活等日需水量预计将达 80 万 t。为了满足日益增长的城市用水需求,计划投资 1.54 亿元,扩建狼山水厂,第一期先扩建 10 万 t/d ,2004 年建成供水,第二期再扩建 20 万 t/d ,2008 年建成供水,届时狼山水厂日供水总量达到 60 万 t/d 。狼山水厂以长江水为水源,水量充沛,取水口设置于长江南通段通州沙东水道狼山风

景区黄泥山脚下,距岸约 60 m。该处河段沿岸都是礁石,上游 200 m 处有龙爪岩横卧江心,水流湍急。

1 狼山水厂取水水源地水质现状

根据江苏省水环境监测中心南通分中心和南通市自来水公司狼山水厂 2002 年监测资料统计,狼山水厂取水水源地水质良好,各项指标年均值都达到 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》中的 II 类水质标准,虽然 COD_{Mn} 、DO、Fe 等个别指标部分测次略超 II 类水标准,但超标率(超标测次占全年总测次的百分比)均在 20% 以下(表 1)。现状调查表明,狼山水厂取水水源地水质现状条件能满足水厂取水要求。

表 1 2002 年度狼山水厂取水水源地水质监测结果

检验项目	pH 值	Fe (mg·L ⁻¹)	FN (mg·L ⁻¹)	硫酸盐 (mg·L ⁻¹)	氯化物 (mg·L ⁻¹)	Mn (mg·L ⁻¹)	Cu (mg·L ⁻¹)	Zn (mg·L ⁻¹)	Cd (mg·L ⁻¹)	Pb (mg·L ⁻¹)	Se (mg·L ⁻¹)	COD _{Mn} (mg·L ⁻¹)	COD _{Cr} (mg·L ⁻¹)	氟化物 (mg·L ⁻¹)	氰化物 (mg·L ⁻¹)	As (mg·L ⁻¹)	C ⁶⁺ (mg·L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg·L ⁻¹)	大肠菌群 (个·L ⁻¹)	DO (mg·L ⁻¹)	NH ₃ -N (mg·L ⁻¹)
平均值	8.0	0.24	< 0.002	31	12	0.02	< 0.02	< 0.02	0.0001	< 0.005	< 0.005	2.5	8.0	0.32	< 0.002	< 0.01	< 0.004	1.16	/	7.9	0.06
最高值	8.2	0.37	< 0.002	44	19	0.06	< 0.02	0.02	0.0071	0.005	< 0.005	4.95	10.5	0.50	< 0.002	< 0.01	< 0.004	1.75	240	11.0	0.20
最低值	7.8	0.17	< 0.002	17	8	< 0.01	< 0.02	< 0.02	< 0.0005	< 0.005	< 0.005	1.72	6.5	0.20	< 0.002	< 0.01	< 0.004	0.81	172	5.4	0.02
超标率/%	0	20	0	0	0	0	0	0	8	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Ⅱ类水标准值 (GB3838—2002)	6~9	≤ 0.30	≤ 0.002	≤ 250	≤ 250	≤ 0.1	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 0.005	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 4	≤ 15	≤ 1.0	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 10	≤ 2000	≥ 6	≤ 0.5

2 上、下游入江污染源对取水水源地水质影响分析

2.1 水厂上、下游主要入江污染源情况分析

狼山水厂取水口上游入江污染源有姚港河排污口、任港河排污口以及南通大伦化工公司排污口等。其中姚港河排污口离狼山水厂取水水源地最近,距离约为 4000m 左右,目前年废水排放量为 2760 万 t,占上游主要排污口废水排放总量的 99%,其废水量主要有南通市第一污水处理厂退水(1095 万 t/a)和姚港河周边未经处理的部分工业、生活污水(1665 万 t/a)。随着南通主城区市政污水管网的不断建设完善,到 2010 年,姚港河周边等地方的工业、生活污水将全部纳入南通市第一污水处理厂处理后排放,预计姚港河排污口年废水排放量将达到 4563 万 t(以南通市第一污水处理厂设计日处理能力 12.5 万 t 计)。

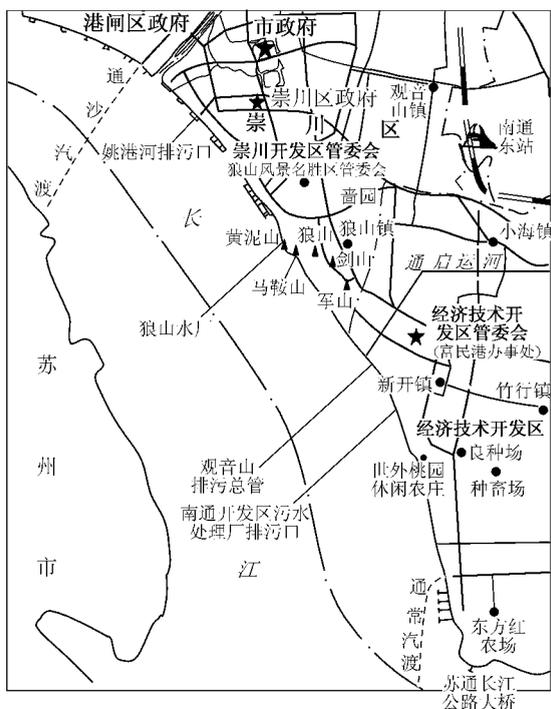


图 1 狼山水厂上、下游排污口示意

狼山水厂取水口下游主要有观音山排污总管和南通开发区污水处理厂排污口 2 个污染源。观音山排污总管年排废水 900 万 t 左右,距狼山水厂取水水源地 4800m 左右。由于观音山镇尚未建污水处理厂,导致部分废水未经治理或未达标直接纳入排污总管排放长江。根据南通市环境保护规划,观音山镇计划三年内建成日规模 2.5 万 t 的污水处理厂 1 座。待观音山镇污水处理厂建成后,观音山排污总管的排污总量会逐步削减。南通开发区污水处理厂排污口距狼山水厂取水水源地 6000m 左右,目前该污水处理厂设计日处理能力为 2.5 万 t,年处理废水约 910t 左右,2003 年完成扩容工程的建设。预计到 2010 年,南通开发区污水处理厂日污水处理量将达到设计规模即 5.5 万 t,年废水排放量达 2000 万 t。

2.2 上、下游污染源排江对取水水源地水质的影响预测分析

2.2.1 预测内容

按下游南通开发区污水处理厂排污口日排污量 5.5 万 t,观音山排污总管日排污量 2.5 万 t 以及上游姚港河排污口(南通市第一污水处理厂)日排污量 12.5 万 t,分达标排放、超标排放两种情况,预测分析对狼山水厂取水水源地水质的影响。

2.2.2 预测因子

衡量受有机污染的评价因子主要为 COD_{Cr}、NH₃-N 等。狼山水厂上、下游入江污染源主要排污指标是 COD_{Cr},故本文选择 COD_{Cr}作为预测因子。

2.2.3 预测方法

根据近年来水质影响评价实践,长江评价段水深流急,中泓偏北岸,选用二维稳态混合岸边排放模型来进行预测计算,可以满足预测精度。

二维模型稳态解析解方程为

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u_x \frac{\partial c}{\partial x} + u_y \frac{\partial c}{\partial y} = M_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + M_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - Kc$$

如果浓度已达稳态平衡,不再随时间变化,即

$$\frac{dc}{dt} = 0, \text{ 可得稳态解析解:}$$

$$c(x, y) = \frac{W}{4\pi h(x/u_x)^2 \sqrt{M_x M_y}} \exp\left[-\frac{(y - u_y x/u_x)^2}{4M_y x/u_x}\right] \exp\left[-\frac{Kx}{u_x}\right]$$

以上算式中,并未考虑河流本底浓度的叠加。若要叠加本底浓度,则按不扩散、只降解的原则,在以上计算结果的基础上,再叠加上 $c_h \exp\left(-\frac{Kx}{u_x}\right)$ 即可。

式中: x 为预测点离排放点的距离, m ; y 为预测点离排放口的横向距离, m ; c 为预测点 (x, y) 处污染物的质量浓度, mg/L ; W 为为单位时间内污染物排放量, g/s ; H 为河流平均水深, m ; M_x 为河流纵向混合(弥散)系数, m^2/s ; M_y 为河流横向混合(弥散)系数, m^2/s ; u_x 为河流纵向平均流速, m/s ; u_y 为河流横向推流平均流速, m/s ; K 为河流中污染物降解速率, $1/d$; c_h 为河流中污染物的本底质量浓度, mg/L 。

2.2.4 预测源强

由于长江南通段受潮汐影响,水流呈不规则半日周期往复运动,涨潮历时约 4 h,落潮历时约 8 h。姚港河污水根据潮汐变化规律,在落潮期间排入长江,排放历时约 12 h,正常排放时 COD_{Cr} 质量浓度以 $100 mg/L$ 计,超标排放时 COD_{Cr} 质量浓度以 $500 mg/L$ 计(以污水处理厂设计进水浓度计)。下游观音山排污总管、南通开发区污水处理厂排污口排放的污水则只在涨水时才会对狼山水厂取水水源地构成影响,正常排放质量浓度 COD_{Cr} 以 $100 mg/L$ 计,超标排放时,南通开发区污水处理厂废水排放质量浓度 COD_{Cr} 以 $500 mg/L$ 计,观音山排污总管废水排放浓度 COD_{Cr} 以 $1000 mg/L$ 计(现状实测最大数据)。预测源强见表 2。

表 2 上、下游主要入江污染源 COD_{Cr} 预测排放源强 g/s

排放源	现状排放量	扩容后		达标排放较现状 COD_{Cr} 增加值	事故超标排放较现状 COD_{Cr} 增加值
		扩容后(规划设计)达标排放源强	扩容后(规划设计)较现状排放较超标排放源强		
姚港河排污口	315	290	1446	-25	1131
观音山排污总管	228	28.9	289	-199	61
南通开发区污水处理厂排污口	28.9	63.7	318	34.8	289

2.2.5 预测分析计算结果

按照以上预测模型和预测源强,采用江苏省水文水资源勘测局南通分局在评价江段历年水文测验统计资料成果中枯水期涨落潮平均流速和流量资料作为预测水文参数进行分析计算,预测计算结果见表 3。

从预测计算结果看,在枯水期间,若上、下游主要入江污染源都能实现达标排放,那么对狼山水厂水源地落潮较现状 COD_{Cr} 影响贡献值削减 $0.00 \sim$

表 3 上、下游主要入江污染源对狼山水厂取水源地 COD_{Cr} 浓度贡献预测结果 mg/L

潮期	排放状况	距岸边距离/ m						
		0	20	60	80	100	200	300
落潮	达标排放	-0.07	-0.07	-0.05	-0.04	-0.03	0.00	0.00
	超标排放	3.27	3.16	2.37	1.84	1.33	0.04	0.00
涨潮	达标排放	-0.53	-0.52	-0.44	-0.38	-0.32	-0.06	0.00
	超标排放	1.00	0.99	0.86	0.77	0.66	0.19	0.02

$0.07 mg/L$,涨潮 COD_{Cr} 影响贡献值可削减 $0.00 \sim 0.53 mg/L$,现状本底 COD_{Cr} 质量浓度为 $6.5 \sim 10.5 mg/L$,即取水水域水质符合 II 类水标准。而超标排放将对狼山水厂水源地构成明显影响,落潮期 COD_{Cr} 贡献值增幅为 $0.00 \sim 3.2 mg/L$,涨潮期 COD_{Cr} 浓度贡献值增幅为 $0.02 \sim 1.00 mg/L$ 。由于长江评价段本底 COD_{Cr} 浓度较低,叠加本底值后,狼山水厂水源地水质仍然符合 II 类水标准,即 COD_{Cr} 小于 $15 mg/L$ 。

以上预测计算是选用长江枯水期水文参数进行计算的,平水期、丰水期对污染物稀释扩散能力将强于枯水期,预测计算结果也将明显优于枯水期。

3 建议

为了确保狼山水厂水源地水环境质量,各级水行政主管部门、环境保护部门以及其他相关部门应加强对水源地的保护,建议采取以下主要措施:

- 划定水源地保护区范围:以取水头部为中心, $100 m$ 半径范围内为水源地一级保护区,取水头部上下游 $1000 m$ 水域范围内为二级保护区, $1000 \sim 3000 m$ 内作为准保护区。
- 在二级保护区内不准新建、扩建污染水体的项目,不得设置企业和生活污水排放口。
- 在准保护区内实施区域污染物排放总量控制,确保保护区内水质达标。
- 实施水源地水质定期监测制度,安装水质自动监测系统对水源地进行实时监控。
- 水厂建立突发事件应急预案,一旦发生突发性污染事故,能够及时发现并启用应急程序,避免遭受重大损失。

参考文献:

[1] 国家环境保护局. 环境影响评价技术导则(HJ/T2.1~2.3-93) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993.
 [2] 方子云. 水资源保护工作手册 [M]. 南京: 河海大学出版社, 1998.
 [3] GB3838—2002 地表水环境质量标准 [S].

(收稿日期 2003-08-25 编辑 傅伟群)