

张家港市东横河水系河流水质调控中潮汐资源的利用

卫 臻^{1,2}, 崔广柏¹

(1. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098; 2. 张家港市水资源管理处, 江苏 张家港 215560)

摘要 对张家港市感潮入河口及出河口水系水流和水质进行了模拟, 并根据模拟结果提出了一套参数稳定的感潮河道工程调度模型, 同时对合理利用潮汐资源, 将相对封闭静止的内河河网变为开放型河网, 并充分利用和扩大河流的自净和稀释能力的工程调度实施方案进行了研究. 结果表明, 通过城市水系循环可以有效地改善河道水质, 维持良好的河系水生态环境.

关键词 张家港市; 东横河水系; 环境容量; 河流水质; 引江调水

中图分类号 X522 **文献标识码** A **文章编号** 1000-198X(2008)01-0027-03

潮汐河口河网区河道纵向坡降小, 水面比降平缓, 流速极小. 例如, 张家港市东横河水系, 水体基本静止不动, 自净能力很小, 水环境日趋恶化^[1-3]. 2001 年和 2002 年地表水水质监测资料表明, 该河段水质长期为Ⅲ~Ⅴ类, 主要超标项目为氨氮、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、5 日生化需氧量和溶解氧等. 出现这种情况的原因很多, 但其主要原因之一是河道径流较小, 水体不流动. 如何提高潮汐河口河网区河道的自净能力, 是一个值得研究的问题. 为此, 本文以张家港市东横河水系水质调控为例, 对合理利用潮汐资源, 将相对封闭静止的内河河网变为开放型河网, 并充分利用和扩大河流的自净和稀释能力的工程调度实施方案进行了研究.

1 张家港市水域基本情况

张家港市水域地处长江下游南岸, 南面临近太湖, 属长江流域太湖水系. 水域面积 211.47 km², 境内河、港、套、塘、浦纵横交错, 南北贯通. 河流水位和水量主要受长江水系和太湖水系双重影响, 境内整个地势为南高北低、西高东低.

东横河是连接江阴市和张家港市的一条主要通航河道, 也是张家港、黄田港等河流的排灌调节河道, 并且横穿张家港市, 需满足城市景观要求. 该河道平时水流由西向东, 流速极小. 由于工业及城市污水的排放对该河道水质的影响极为不利, 有机耗氧类污染较为严重, 主要污染因子为工业废水和生活污水中的高锰酸盐指数、5 日生化需氧量、氨氮及溶解氧等. 从 2001 年和 2002 年地表水水质监测评价结果来看, 东横河水质基本上为Ⅲ~Ⅴ类, 有些断面的个别指标甚至为劣Ⅴ类.

2 引江调水方案设计和评价

为了便于分析, 对张家港市东横河进行了概化, 概化结果如图 1 所示.

2.1 联合调度方案模拟分析

首先建立区域河道水量水质耦合模型^[4-7], 然后利用该模型对张家港市东横河环境进行预测分析, 对引水调度方案进行水量水质调控演算, 最后对方案的实施效果进行预测评估^[8-10].

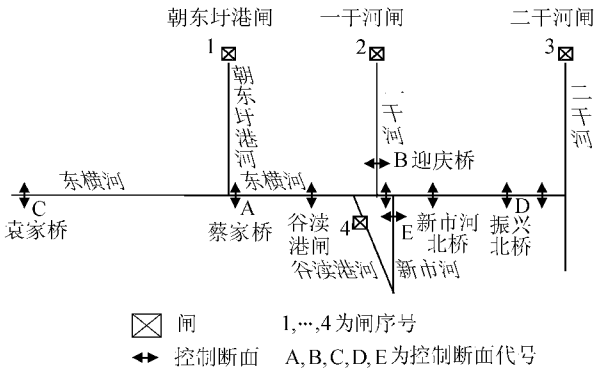


图 1 东横河引水概化图

Fig.1 Generalized chart for water diversion to Donghenghe River

调水方案:一干河和朝东圩港中孔闸门开启,调引长江水入东横河,引水6h,引水期间二干河闸关闭.在引水过程中,控制断面上蔡家桥断面过水量为82.4万m³,迎庆桥断面过水量为1847万m³.

根据东横河上校核断面的监测水位流量及水质过程,计算得到一干河和朝东圩港河同时引水时,东横河上自蔡家桥断面向东至振兴北桥断面处河道在引水期间及引水结束后的水质变化过程,如表1所示.

表1 一干河和朝东圩港河同时引水时东横河城区段 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 和 $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ 变化过程

Table 1 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ and $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ of urban section of Dongheng River for water diversion from both Yigan River and Chaodongwei Harbor

东横河 城区地点	距离/ km	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$			$\rho(\text{NH}_3\text{-N})(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$		
		起始	引水期间	引水结束	起始	引水期间	引水结束
蔡家桥	0	5.720	5.840	8.410	2.835	3.720	3.140
城西桥	1.75	5.177	5.156	5.146	2.632	2.704	2.708
迎庆桥	3.50	5.121	4.979	4.878	2.611	2.588	2.569
六渡桥	3.55	4.000	2.515	2.314	5.000	0.572	0.550
新市河北桥	3.80	4.858	2.645	2.361	4.132	0.686	0.573
职中桥	4.00	5.479	2.793	2.407	3.503	0.827	0.599
化昌桥	4.20	6.384	3.385	2.595	38.349	1.362	0.690
东耳环路桥	6.25	6.408	5.424	4.595	38.202	25.527	18.441
振兴北桥	7.50	7.220	6.549	5.994	33.090	31.150	28.000

注: $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 和 $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ 分别为 COD_{Mn} 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的质量浓度,距离是指李家桥下游某断面与蔡家桥之间的距离.

从表1可见:在一干河和朝东圩港河开闸引水之前,东横河城区段中东横河与一干河交汇处以东的水质指标高于其以西的水质指标,尤其是 $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ 严重超标,主要原因是附近的化工企业超标排放.在引水过程中,交汇处以西 $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ 和 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 变化不明显,说明引进的优质新水量很少,稀释降解作用不明显,主要原因是朝东圩港河道狭小,引水能力较弱.分析引水过程可以发现:开闸时段由于长江水位明显高于内河水位,大量江水涌入一干河和朝东圩港,闸口流量可达50m³/s.30min后由于一干河河道通畅,大量的江水排入东横河并向东流动,而朝东圩港由于排水不畅,河水位过度壅高而被迫关闸,只有少量的江水流入东横河,并且这部分水量在向东流动的过程中受到一干河来水的顶托,因此,直到引水结束,蔡家桥(与朝东圩港河交汇处东侧)断面至迎庆桥约3.5km的河段,水质没有得到有效改善,甚至出现在引水结束后朝东圩港河的污水慢慢压入东横河,引水结束后一段时间内水质恶化的倾向.因为一干河来水量较大(迎庆桥处过水流量达20m³/s),汇入东横河后向东流动,汇合断面以东各断面水质稀释作用较大,并有充足的时间降解和迁移,水质改善较为明显, COD_{Mn} 评价因子基本上降至Ⅲ类水体标准以下.氨氮指标,由于在化肥厂一带原指标超过Ⅴ类水体标准的10倍以上,污染十分严重,因此引水过程中 $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ 虽明显降低,但通过一次引水很难使水质达到Ⅲ~Ⅳ类标准.

由此可见,利用一干河一潮引水,通过水体的稀释、降解、迁移及转化作用,河道基本上达到市区Ⅲ类水的景观用水需求,但深度污染必须从源头治起.从朝东圩港目前的河道状况来看,其引水对东横河市区河段水环境质量改善作用较小,因此需要通过对朝东圩港河的拓宽和整治来提高输水能力,以进一步改善东横河城区西段的水质状况.

2.2 朝东圩港河道拓宽方案模拟分析

在朝东圩港河拓宽至与一干河具有相同的河道输水能力情况下,朝东圩港河与一干河同时以20m³/s引水入东横河时, $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 的变化模拟结果如表2所示.

从对比结果可以看出,将朝东圩港河拓宽至与一干河标准相同后与一干河联合以20m³/s的流量引水入东横河后,东横河上一干河东西两侧的水质改善效果比较显著,基本达到了Ⅲ类水的标准.

表2 朝东圩港河单独引水(20m³/s)朝东圩港河(20m³/s)与一干河联合引水时的东横河水质对比

Table 2 Comparison of water quality of Dongheng River for water diversion from Chaodongwei Harbor(20m³/s) alone and water diversion from both Chaodongwei Harbor(20m³/s) and Yiganhe River

东横河 城区地点	距离/ km	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$		
		起始	同时 引水	朝东圩港河 单独引水
蔡家桥	0	5.040	3.00	3.95
城西桥	1.75	5.088	3.46	4.50
迎庆桥	3.50	5.109	3.90	4.76
六渡桥	3.55	5.000	3.03	5.02
新市河北桥	3.80	5.017	3.00	5.02
职中桥	4.00	5.033	3.14	5.02
化昌桥	4.20	5.000	3.61	5.07
东耳环路桥	6.25	8.820	6.31	6.66
振兴北桥	7.50	10.440	8.22	8.43

3 结论与建议

3.1 结论

沿江河网地区利用潮汐资源 ,引入优质水源 ,加快内河水体的流动速度 ,提高内河水的稀释、自净和循环能力 ,是改善内河水质的的重要途径之一 .

3.2 建议

a. 科学调水 ,改善径流 .沿江各闸的调度 ,在满足防洪、航运、灌溉等要求的同时 ,应统筹兼顾 ,充分挖掘水环境的功能 ,维持河流生命的合理流速和流量 ,以及水体的自净能力 .因此 ,应将改善河道水质目标纳入闸坝调度规划 ,尽早规划开发“张家港市防洪与水质改善联合优化调度系统” .应利用感潮河段潮差 ,实时启闭感潮河网区防洪闸闸门 ,搞活水流 ,以达到改善水质的目的 .也就是说 ,在保证张家港市防洪要求的前提下 ,以满足张家港市水质标准要求为目的 ,通过闸门控制使干河进水或排水实现自动化 .开发水质改善闸坝调度系统的中心任务是建立潮汐河网区水情水质自动监测(遥测) 、数据反馈、潮位和水质预报数据模拟、闸坝开启时间和开启度控制以及水环境评价系统 ,核心是建立河网潮位、水质预报模拟模型和河道水环境承载能力的分析计算方法 .

b. 实施工程治理措施 ,提高输水能力 .疏浚、拓宽朝东圩港河道 ,保证入东横河过水流量不低于 $30\text{ m}^3/\text{s}$,以满足东横河的水质要求 .

参考文献 :

[1] 郑孝宇 ,褚君达 .河网非稳态水环境容量研究[J].水科学进展 ,1997(1) :21-26 .
[2] HIRSCH H T . Numerical computation of internal and external flows[M]. New York :John Wiley & Sons . ,1990 :50-70 .
[3] JOE F ,THOMPSON Z ,WARSI C ,et al . Numerical grid generation foundation and application[J]. Applied Mathematical Modeling ,1986 ,10(6) :462 .
[4] FAMIGLIETTI J S . Multi-scale modeling of spatially variable water and energy balance proces[J]. Water Resources Research ,1994 ,30(11) :3061-3078 .
[5] HOLLY F M ,Jr . ,PREISMANN A . Accurate calculation of transport in two dimensions[J]. Journal of Hydro Engineering ,1997(10) :1259-1277 .
[6] LERMAN A . Migrational processes and chemical reactions in interstitial waters[M]. New York :Wiley-Interscience ,1997 :700-715 .
[7] 韩龙喜 ,姚琪 .南通水系片水环境容量及污染综合治理研究[J]. 河海大学学报 ,1998 ,26(1) :30-33 .
[8] 刘水芹 ,阮仁良 .州河七条支流建闸控制工程水环境影响分析[J]. 长江流域资源与环境 ,2001(6) :12-15 .
[9] 傅国伟 .河流水质数学模型及其模拟计算[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1987 :35-56 .
[10] 阮仁良 ,屠鹤鸣 .河开通对上海市水环境的影响[J]. 环境科学研究 ,1999(5) :49-52 .

Tide resource utilization in water quality control
of Dongheng River in Zhangjiagang City

WEI Zhen^{1, 2} , CUI Guang-bai¹

(1. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydropower Engineering ,
Hohai University , Nanjing 210098 , China ;

2. Water Resources Management Office of Zhangjiagang City , Zhangjiagang 215560 , China)

Abstract :The water flow and water quality for river system at tidal estuaries of Zhangjiagang City were simulated , and a series of models with steady parameters for regulation of tidal river channel projects were developed . A study was performed on the engineering scheduling scheme by rational utilization of tide resources , change of relatively closed river-net to open one , and making full use of and improving the self-purification and dilution capacities of rivers . The result shows that urban river system circulation can effectively improve the water quality of rivers and keep the benign aquatic environment of river system .

Key words Zhangjiagang City ; Dongheng River system ; environment capacity ; river water quality ; river water diversion