

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.04.018

崇明岛河网引清调水试验研究

唐迎洲¹,徐贵泉¹,徐 华²,应荣第²

(1.上海市水务规划设计研究院,上海 200232;2.崇明县水文站,上海 202150)

摘要 利用崇明岛河网两次调水试验的水文水质同步监测资料,分析崇明岛调水试验水量水质的变化。结果表明:长江口南支水质基本稳定达到Ⅱ类水质标准,可作为崇明岛调水的优质引水水源,调水后内河河网水质均得到不同程度的改善,其中主要河道水质一般可改善一个类别,从空间分布看,南横引河和竖向骨干河道水质改善较好,北横引河水质改善较差。

关键词 水文;水质;同步监测;引清调水试验;崇明岛;长江口

中图分类号 TV213.4 **文献标识码** B **文章编号** 1004-6933(2011)04-0070-04

Study on clean water diversion tests of river network in Chongming Island

TANG Ying-zhou¹, XU Gui-quan¹, XU hua², YING Rong-di²

(1. Shanghai Water Planning and Design Research Institute, Shanghai 200232, China; 2. Chongming Country Hydrological Station, Shanghai 202150, China)

Abstract: The changes of water quantity and quality in the water transfer tests were analyzed using the synchronous monitoring data of hydrology and water quality of the two water transfer tests of the river network in Chongming Island. The results show that the water quality of the south branch of the Yangtze River estuary reaches category Ⅱ, which can be used as the high-quality water sources for the water transfer project of Chongming island. After the water diversion, the water quality of the inland rivers network is improved. The water quality of main rivers is improved to a higher category. In the spatial distribution, the water quality of the Nanheng diversion channel and vertical main rivers has a great improvement, while the effect of water quality improvements in the Beiheng diversion channel is not ideal.

Key words: hydrology; water quality; synchronous monitoring; clean water diversion tests; Chongming island; Yangtze River estuary

1 概 述

崇明岛地处长江口,由长江泥沙历年淤积围垦而成,该岛三面环江,东临东海,是全世界最大的河口冲积岛,全岛面积约 1 267 km²。整个岛屿形似卧蚕,东西距离长约 80 km,南北距离宽约 13 ~ 18 km。

崇明岛是上海市开展水资源调度条件最好的地区之一。目前,崇明岛水务管理部门已将水资源调度工作常态化,为改善河网水质发挥了积极作用。但岛内仍有部分水域水质为Ⅴ类甚至劣Ⅴ类,主要污染物指标是 COD、NH₃-N 等。同时,随着崇明生态

岛的建设以及长江口地区工情、水情的变化,崇明岛水资源调度急需一套符合新情况的水资源调度方案。为寻求科学、合理、经济的河网调水优化方案,开展调水试验,以获得第一手数据,为下阶段进一步开展研究工作积累基础资料。

1.1 现状水利概况

岛内河网水系基本形成“一环 28 竖”主要河道布局,环岛河(由南横引河、北横引河以及团旺河构成)是最大的河道,它将岛内主要竖向河道贯通,并分布有大量的横河、灌溉机口引水河与泔沟。岛内主要河道与长江口相交处建有水闸,共计 24 座,其

中沿长江口南支 15 座,沿长江口北支 9 座。

1.2 长江口水资源条件

长江口水源量足质优,根据大通站多年统计资料(1950—2006 年),长江多年平均径流量为 28 500 m³/s,年际间无明显的趋势性变化,但年内具有明显的季节性变化特征,6—9 月的径流量占年径流总量的 60%^[1]。

长江口为中等强度的潮汐河口,中浚站多年平均潮差为 2.66 m,最大潮差为 4.62 m^[2-3]。长江口外潮汐为正规半日潮,口内潮汐为非正规半日潮。

长江口南支水质较优,除 TP、粪大肠菌群数等个别水质因子为Ⅲ类外,其余绝大部分水质因子为Ⅰ~Ⅱ类。长江口北支水质相对较差,基本为Ⅳ类水,主要污染物是 NH₃-N、COD 等^[4-5]。

2 调水试验

采用“南引北排”的调水方式,开展 2 次调水试验,试验时间分别为 2008 年 5 月 18—21 日、2008 年 10 月 12—15 日。

2.1 调水试验方案

第 1 次调水试验的调度方式为“排三引二(即先排三潮后引两潮)”5 月 18 日 14 00 左右至 5 月 19 日 19 00 左右排水 3 个潮次,将内河面平均水位降至 1.50 m 左右,5 月 19 日 22 00 左右开始乘涨潮引水,至 5 月 20 日内河面平均水位恢复至 2.70 m。期间外围 24 座水闸全部参与了调度。

第 2 次调水试验的调度方式为“排一引三(先排

一潮后引三潮)”10 月 12 日 14 00 左右排水,将内河面平均水位降至 2.00 m 左右;10 月 12 日 21 00 左右至 10 月 14 日 10 00 左右引水 3 个潮次,至内河水位恢复至 2.70 m。期间共有 23 座水闸参与了调水试验(新建水闸维修,未参与调度)。

2.2 水文水质同步监测方案

为了提高资料的连续性、节省试验监测经费,监测站点布置尽可能选取常规监测站点。研究选定水位监测点 16 个,流量监测断面 4 个,水质监测点 17 个,监测位置分布为南横引河、北横引河各设立 3 个水位水质测点,6 条竖向河道各设立 1 个水位水质测点,南部 3 座、北部 1 座水闸闸内设立流量、水位、水质测点,南部 2 座水闸闸内设立水质测点,监测点布置详见图 1。水质监测因子包括 COD、BOD₅、NH₃-N、DO、Cl⁻ 和温度。水位、流量监测频次为每半小时 1 次,水质采样频次为每 6 小时 1 次。

2.3 调水试验成果分析

根据调水方式及崇明岛内河网分布特征,为便于成果分析比较,将岛内河道分为南横引河、北横引河、竖向河道和引水口门河道 4 种类型进行水文水质监测成果的统计分析。

2.3.1 第 1 次调水试验成果分析

2.3.1.1 潮位分析

第 1 次调水期间,长江口南支的平均高潮位为 3.43 m,平均低潮位为 1.03 m,平均潮差为 2.40 m。长江口北支的平均高潮位为 3.80 m,平均低潮位为 0.42 m,平均潮差为 3.55 m。

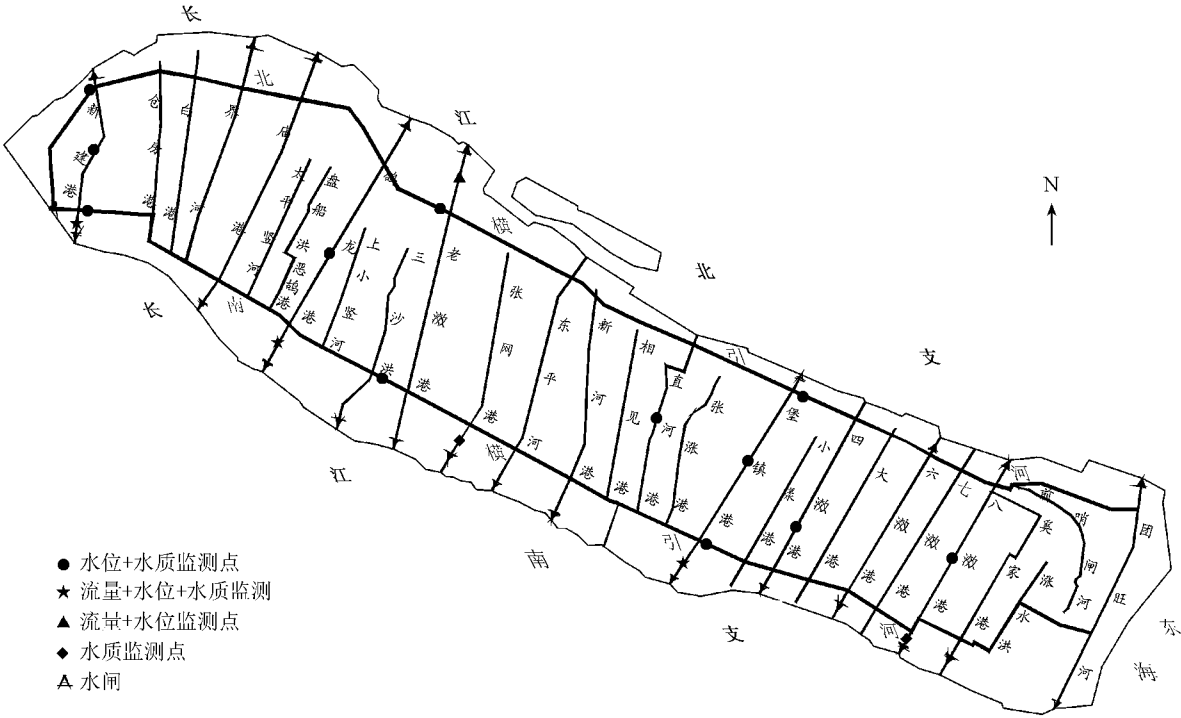


图 1 崇明岛调水试验水文水质监测位置示意图

2.3.1.2 内河水位

排水期间南横引河、北横引河、竖向河道和引水口门河道的平均水位分别下降了 1.77、1.47、1.49 和 1.57 m,总体平均下降了 1.58 m。引水期间南横引河、北横引河、竖向河道和引水口门河道的水位分别上升了 1.71、1.26、1.19 和 1.50 m,总体平均上升了 1.42 m。可见,南横引河和引水口门河道的水位变化幅度大于北横引河和竖向河道。

2.3.1.3 长江口南支水质

引水期间长江口南支水质较好,COD、BOD₅、NH₃-N 等污染物指标基本达到 II 类水质标准。

2.3.1.4 内河水质

在调水前,内河河道水质综合评价为 III ~ IV 类,经过调水试验,内河水质得到了明显的改善,COD、BOD₅ 和 NH₃-N 的平均浓度明显下降,各监测河道水质综合评价为 II 类。

DO 排水过程中 4 种类型河道的 DO 质量浓度平均为 6.3 ~ 7.3 mg/L,引水过程中平均为 5.6 ~ 7.3 mg/L,变化不大,属 II 类水。

COD 排水过程中 4 种类型河道的 COD 质量浓度平均为 13.3 ~ 16.7 mg/L,引水过程平均为 6.9 ~ 13.4 mg/L,引水后较引水前下降了 8.9% ~ 58.9%,南横引河、北横引河、竖向河道和引水口门河道的 COD 浓度依次下降了 48.8%、8.9%、58.9% 和 28.9%,表明竖河和南横引河水质改善最为明显,引水口门次之,北横引河改善不明显。

BOD₅ 排水过程中 4 种类型河道的 BOD₅ 质量浓度平均为 3.2 ~ 4.0 mg/L,引水过程中平均为 1.2 ~ 2.8 mg/L,引水后较引水前下降了 29.6% ~ 67.8%,南横引河、北横引河、竖向河道和引水口门河道的 BOD₅ 浓度依次下降了 45.2%、29.6%、67.8% 和 36.5%,表明竖向河道和南横引河水质改善最为明显。

NH₃-N 排水过程中 4 种类型河道的 NH₃-N 质量浓度平均为 0.27 ~ 0.39 mg/L,引水过程中平均为 0.17 ~ 0.26 mg/L,引水后较引水前下降了 8.7% ~ 57.2%,南横引河、北横引河、竖向河道和引水口门河道的 NH₃-N 质量浓度依次下降了 28.0%、8.7%、57.2% 和 29.1%,表明竖向河道水质改善最为明显,引水口门和南横引河次之。

2.3.2 第 2 次调水试验成果分析

2.3.2.1 潮位

第 2 次调水期间,长江口南支的平均高潮位为 3.62 m,平均低潮位为 0.95 m,平均潮差为 2.67 m。长江口北支的平均高潮位为 4.04 m,平均低潮位为 0.02 m,平均潮差为 4.02 m。本次调水期间的潮差大

于 5 月调水期间的潮差。

2.3.2.2 内河水位

排水后南横引河、北横引河、竖向河道和引水口门河道的平均水位分别下降了 1.05、0.79、0.78 和 1.12 m,总体平均下降了 0.94 m。引水后水位分别上升了 1.21、0.89、0.93 和 1.23 m,总体平均上升了 1.07 m。分析结果表明,南横引河和引水口门河道的水位变化幅度仍大于北横引河和竖向河道,这与第 1 次调水试验的结果基本一致。

2.3.2.3 长江口南支水质

引水期间长江口南支水质较好,COD、BOD₅、NH₃-N 等污染物指标基本达到 II 类水质标准。

2.3.2.4 内河水质

在调水前,内河河道水质综合评价为 III 类,经过调水试验,部分内河水质指标得到了一定程度改善,BOD₅ 平均浓度明显下降,各监测河道水质综合评价均保持在 II 类水质标准。

DO 排水过程中 4 种类型河道 DO 质量浓度平均为 6.5 ~ 7.0 mg/L,引水过程中平均为 6.6 ~ 6.9 mg/L,引排水过程浓度变化不大,属 II 类。

COD 排水过程中 4 种类型河道的 COD 质量浓度平均为 7.8 ~ 14.7 mg/L,引水过程中平均为 7.4 ~ 14.5 mg/L,南横引河、竖向河道和引水口门河道的 COD 平均浓度依次下降了 4.7%、21.9% 和 4.6%,北横引河则上升了 5.8%,表明竖向河道水质改善较明显,南横引河和引水口门河道略有改善,北横引河没有改善。

BOD₅ 排水过程中 4 种类型河道的 BOD₅ 质量浓度平均为 1.6 ~ 2.8 mg/L,引水过程中平均为 1.2 ~ 1.9 mg/L,引水后较引水前下降了 24.2% ~ 33.5%,南横引河、北横引河、竖向河道和引水口门河道依次下降了 24.2%、26.4%、33.5% 和 32.9%,表明竖向河道水质改善较明显。

NH₃-N 排水过程中 4 种类型河道 NH₃-N 平均质量浓度为 0.24 ~ 0.39 mg/L,引水过程中平均为 0.23 ~ 0.32 mg/L,南横引河、北横引河和竖向河道的 NH₃-N 平均浓度依次下降了 23.3%、16.6% 和 27.5%,引水口门河道则上升了 14.2%、表明南横引河、北横引河和竖向河道的 NH₃-N 得到改善,而引水口门河道的 NH₃-N 在调水前已经达到 II 类水质标准。

2.4 两次调水试验结果比较

第 1 次调水试验通过排 3 个潮次的水,累计排水 71 闸次,排水时间 384.35 h,排水量 3474.4 万 m³;累计引水 40 闸次,引水时间 196.45 h,引水量 3314.6 万 m³。第 2 次调水试验通过排 1 潮次的水,累计排水 23 闸次,排水时间 150 h,排水量 2247.0 万

m³;累计引水 14 闸次,引水时间 79.45 h,引水量 2 147.2 万 m³。

两次调水期间,长江口南支水质基本达到Ⅱ类水质标准,为调水改善崇明岛内河水质提供了优质的引水水源,17 个水质监测断面的水质指标基本达到Ⅱ类水质标准。但不同区域河道水质改善效果不尽相同:引水口门河道和南横引河较接近长江口南支,水动力条件改善效果最为明显,而水质改善最为明显的为竖向河道,这主要是由于引水口门河道、南横引河已经在常态化的调水中获得较稳定的水质;北横引河位于排水末端,水质改善效果相对差一点。

3 结 语

通过两次崇明岛河网调水试验,获得了原型实况调度的水文、水质同步监测第一手资料,掌握了群闸调度时各监测控制断面流量、水位以及岛内河道水质改善情况。两次调水试验为下一阶段建立崇明岛河网水动力水质模型、优化崇明岛调水方案提供了基础资料,也为开展崇明岛河道环境综合治理提供了参考依据。

a. 调水试验表明,开展水资源调度可以改善内河水质。但由于岛内尚分布有数量众多的横向小河道,两次调水试验均没有明显改善小河道的水动力条件和水质。建议加大对小河道的综合整治力度,以达到全面改善岛内河道水环境的目标。

b. 由于常年失修,部分竖向河道坍塌、淤积严重,建议加大崇明岛骨干河道的整治力度,提升骨干河道的过水能力,进一步改善水动力条件,以保障区域防洪除涝安全和改善河网水质。

c. 长江口水体含沙量较高,引水时泥沙也同步引入内河,加剧内河的淤积,从而影响河道的蓄排能力,建议下一阶段开展泥沙处理方式的专题研究。

d. 崇明岛现状污水处理能力较低,大部分污染源不经处理直排入河,建议根据崇明生态岛建设的要求,加大截污治污力度,加强研究,因地制宜地采取一些生态治理措施,对水体中的污染物进行吸收、降解和转化,增强水体自净能力。

参考文献:

[1] 刘光文. 水文分析与计算[M]. 北京:水利电力出版社, 1989.
[2] 茅志昌. 21 世纪初长江入海流量变化及其对长江口水质、生态环境的影响[J]. 海洋科学, 2001, 25(4): 32-34.
[3] 朱慧峰, 阮仁良. 长江口水源地的开发利用态势及保护对策[J]. 中国给水排水, 2004, 20(4): 91-93.
[4] 李伯昌, 施慧燕. 长江口河段水环境现状分析[J]. 水资源保护, 2005, 21(1): 39-44.
[5] 余国安, 王兆印, 谢小平. 长江口水质空间分布现状评价[J]. 人民长江, 2007, 38(1): 81-83.

(收稿日期 2010-10-30 编辑 徐 娟)

(上接第 4 页)

[13] PICHAYA R, ERIK R C. Determination of PCB sources by a principal component method with nonnegative constraints[J]. Environmental Science and Technology, 1997, 31(9): 2686-2691.
[14] BAKAC M, KUMRU M N. Factor analysis applied to distribution of elements in western Turkey[J]. Applied Radiation and Isotopes, 2001, 55(5): 721-729.
[15] PEKEY H, KARAKAS D, BAKOGLU M. Source apportionment of trace metals in surface waters of a polluted stream using multivariate statistical analyses[J]. Marine Pollution Bulletin, 2004, 48(9/10): 809-818.

(上接第 18 页)

[3] 王景雷, 吴景社, 孙景生, 等. 支持向量机在地下水位预报中的应用研究[J]. 水利学报, 2003(5): 122-127.
[4] 王睿. 关于支持向量机参数选择方法分析[J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2007, 24(2): 36-38.
[5] 陈前平, 徐斌. 基于粒子群算法的支持向量机参数优化方法的研究[J]. 中国水运: 理论版, 2006, 4(1): 97-99.
[6] 雷英杰. MATLAB 遗传算法工具箱及应用[M]. 陕西: 西安电子科技大学出版社, 2005: 78-90.
[7] 周兆永, 汪西莉, 曹艳龙. 基于 GA 优选参数的 SVM 水质

[16] SINGH K P, MALIK A, SINHA S. Water quality assessment and apportionment of pollution source of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques: a case study[J]. Analytica Chimica Acta, 2005, 538(1/2): 355-374.
[17] 郭芬, 张远. 水环境中 PAHs 源解析研究方法比较[J]. 环境监测管理和技术, 2008, 20(5): 11-16.
[18] 夏青, 陈艳卿, 刘宪兵. 水质基准与水质标准[M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
[19] 苏金明. 统计软件 SPSS12.0 for Windows 应用及开发指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.

(收稿日期 2010-06-13 编辑 高渭文)

评价方法研究[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(4): 190-193.
[8] WANG W, XU Z, LU W. Determination of the spread parameter in the Gaussian kernel for classification and regression[J]. Neurocomputing, 2003, 55(6): 643-663.
[9] 于青, 赵辉. 基于 GA 的支持向量机参数优化研究[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(15): 139-131.
[10] 郑书彦, 李占斌, 李喜安. 地下水位动态预测的人工神经网络方法[J]. 西北水资源与水工程, 2002, 13(2): 14-16.

(收稿日期 2011-01-19 编辑 徐 娟)