

水利工程调水对江阴市水环境改善研究

赵小兰¹,薛 峰²

(1.河海大学水文水资源学院,江苏 南京 210098;2.江阴市白屈港水利枢纽工程管理处,江苏 江阴 214434)

摘要 :为配合江阴市水资源综合规划,研究白屈港引水对江阴市东部水体环境改善效果,2005 年 9 月 23 日,在江阴市进行原型模型实验。利用调水工程实测数据,分析计算了沿途布设的监测断面的过水量、分流率,并对调水前后的水质指标进行对比分析。结果表明:白屈港调水对江阴市东部河道有一定的改善效果,但是由于受多种因素影响,某些区域效果甚微。在此基础上提出了一些水系改造方案和水利工程建设措施,以期达到最佳的引水效果。最后指出截污治污工程与水利工程相结合是下一步研究的方向。

关键词 :水量;水质;原型实验;江阴市

中图分类号 :X522 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-693X(2008)05-0020-04

Improvement of water environment in Jiangyin City with water diversion

ZHAO Xiao-lan¹,XUE Feng²

(1. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China;2. Administration of Key Water Control Projects at Baiqugang of Jiangyin, Jiangyin 214434, China)

Abstract :For better implementation of water resources planning, a prototype test was performed in Jiangyin City to investigate the effects of water diversion at Baiqugang on the water environment. The discharge and diversion ratio at the monitoring cross sections along the water diversion route were calculated and water quality before and after the operation of the diversion was compared using monitoring data. The results indicate that water diversion at Baiqugang improved to a certain extent the water quality of rivers in the eastern part of Jiangyin City, but did very little to improve water quality in some other regions because of multiple factors. River network training and hydraulic projects are used to optimize the diversion function. The combination of pollution control and hydraulic projects will be further researched.

Key words :water quantity; water quality; prototype test; Jiangyin City

随着社会经济的发展,水资源短缺、水污染问题已经日益成为制约经济发展、影响未来生活质量的重要因素。水利工程调水不仅在解决受水区资源型缺水问题中,而且在解决受水区水质型缺水问题中发挥着越来越重要的作用。例如,美国加利福尼亚州的北水南调工程,是最具代表性的调水工程,德国的鲁尔河、俄国的莫斯科河等均试验过引水修复水环境,效果良好^[1-2]。我国的“引江济太”调水试验工程于 2002 年 1 月 30 日开始实施至今,近 6 年的调水为改善流域及区域的水环境发挥了积极作用。其中 2002 年 1 月 30 日到 2003 年底,通过望虞河共调引

长江水 42.2 亿 m³,其中入太湖 20.0 亿 m³,占常熟枢纽引水量的 47%,通过太浦闸向下游供水 32.2 亿 m³。我国苏州河的治理中,通过调水试验将苏州河由双向流动变为单向流动,提高了河水复氧、自净能力,加快了污染物降解速度,使其中下游水体中污染物浓度下降 15%~30%^[4]。

调水工程为经济、社会发展,生态环境改善提供了充足的水源。但作为一种改善水环境的工程措施,相关研究还不够深入。以往各研究不约而同地指出对于引水工程的调度方式、引水分配等问题需深入研究^[5-6]。本文就江阴市调水工程的实测数据,对水利工

程调水在改善水体环境方面发挥的作用进行了量化分析研究,以便今后更合理地调度水利工程,合理配置水量,以最少的工程投入达到最佳的引水效果。

1 改善江阴水环境试验研究

1.1 研究区域现状

江阴市位于江苏省南部,全市面积 987.5 km²,人口约 117.7 万,是著名的全国经济百强县,经济发展迅速,但该地区的水环境质量却日益下降。经对 2004 年江阴市的污染源及水质现状调查后发现,存在的主要问题是:地表水受污染程度非常严重,随着城镇人口的不断增加,城市生活污水对环境产生的压力越来越大,污染负荷量远远超出水体纳污能力,导致水体功能区达标率低,大部分水体丧失了原有的供水和自净功能。目前江阴市已成为典型的水质型缺水城市,水环境问题已成为制约其经济社会发展的瓶颈。

1.2 原型调水试验

为掌握江阴市区河道的输水能力、沿途分流情况以及引水量对市区河道的水质改善效果等实测资料,从 2005 年 9 月 19~23 日,在江阴市进行了 3 次原型调水试验。本文主要分析 2005 年 9 月 23 日的原型调水实验。重点分析白屈港引水对江阴东部片

区的水量、水质改善状况。东部张家港水系中有多个重要市级河道,而张家港河的水质差历来是困扰张家港、江阴等市的焦点问题,也对太湖地区水质变化有着很大的影响。本次原型实验在张家港河的至公桥、电厂大桥、陆桥、新北大桥等处布设了监测断面,以掌握张家港河的污水来源与走向,判断现有工程对东部地区水环境的改善能力,尤其是为东部地区华士、周庄、新桥、长泾等镇目前的水环境改善提供依据。

1.2.1 实验方案

2005 年 9 月 23 日,从 5:30 到 23:30,历时 18 h,其中 5:30~8:30 为自引。白屈港闸门开启从长江引水直到长江潮位低于内河潮位时开始泵引,进行野外同步引水监测试验。其中 1-20 号断面监测流速流量,1-21 号断面监测水位,水质采样点为 1-20 号断面。具体水文水质监测断面布设见图 1。

1.2.2 各节制(套)闸调度方案

①9 月 23 日 5:30 白屈港闸门开启直到长江潮位低于内河潮位时开始泵引;白屈港泵站(100 m³/s)开启引水,直到第 2 次涨潮时关泵自引;自引到长江潮位低于内河水位时关闭闸门。②白屈港西岸闸门(东横河、应天河、斜泾河、冯泾河、青祝河)全部关闭。③白屈港东岸东横河闸门关闭。④白屈港调水

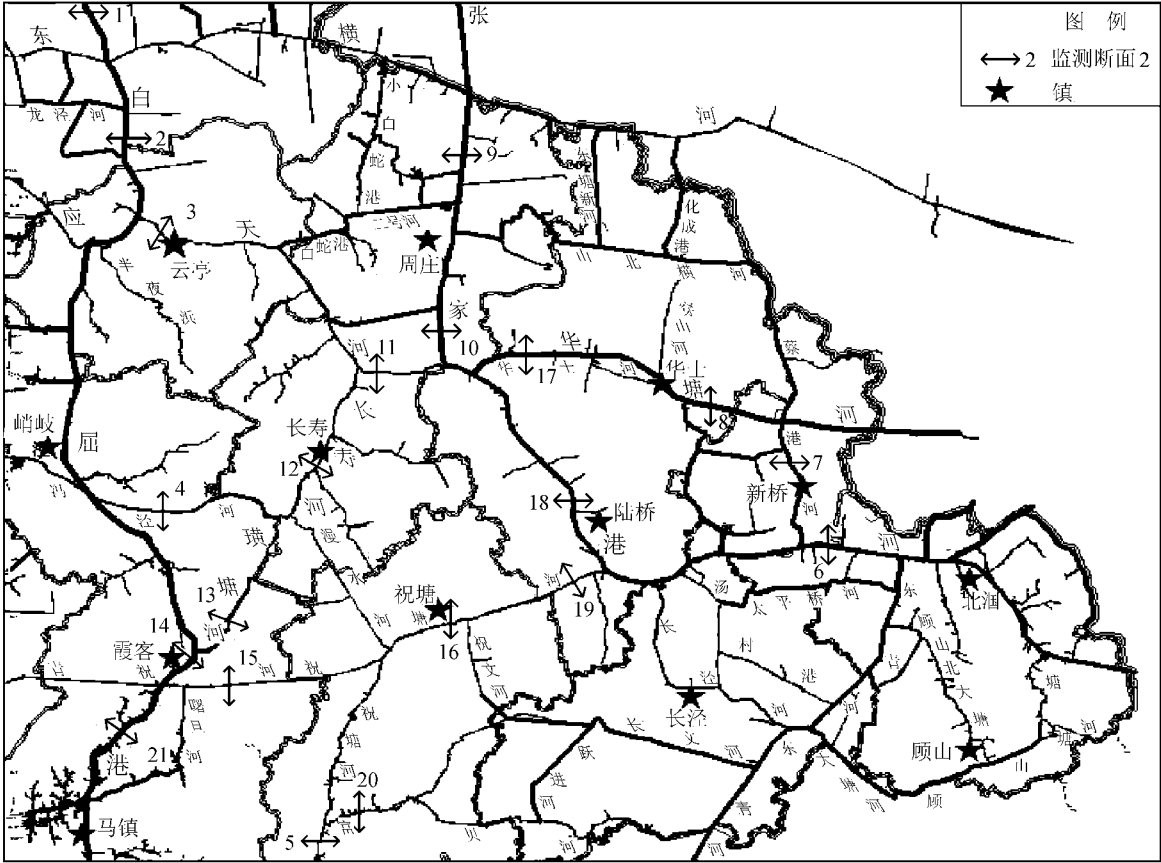


图 1 水文水质监测断面布设图(2005 年 9 月 23 日)

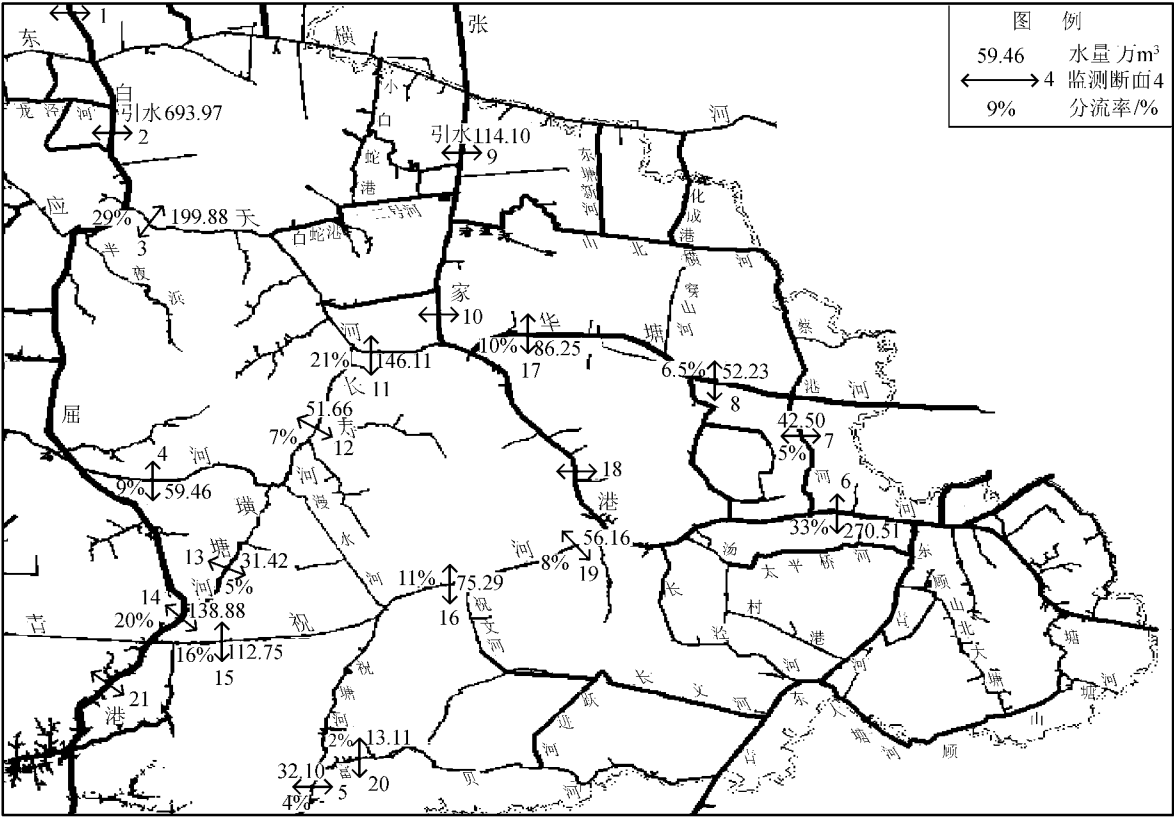


图 2 调水试验期断面过水量、流向、分流率示意图

主控制闸(璜塘)关闭。⑤白屈港东岸卢墩浜节制闸、应天河套闸等其余闸门全部开启。

1.2.3 断面水量及分流率计算分析

本文计算 15 个流量监测断面所测流量资料,根据流量过程线来计算断面过水量。

$$W = Qt$$

式中:W 为 t 段时间内的断面过水量,万 m³;Q 为断面流量,万 m³/s;t 为时段长度 s。

分流率计算:

$$R = \frac{Q_i}{Q_{总}} \times 100\%$$

式中:R 为时段内分流率;Q_i 为时段内支叉河道的流量,万 m³/s;Q_总 为到达此处的总流量,万 m³/s。

根据以上计算公式,分析得到 2005 年 9 月 23 日调水试验各断面过流量、流向、分流率(图 2)。

1.2.4 各断面水质变化分析

20 个水质监测断面调水前后水质(COD、NH₃-N)变化见图 3。

2 实验及结果分析

2.1 主要监测断面的水量、水质分析评价

2.1.1 白屈港引水

白屈港的大部分引水流入应天河和青祝河,分别占总引水量的 29% 和 16%。白屈港沿线各断面

COD 和 NH₃-N 质量浓度都有明显下降,通过图 3 可见,白屈港引水对沿线附近的应天河、青祝河、冯泾

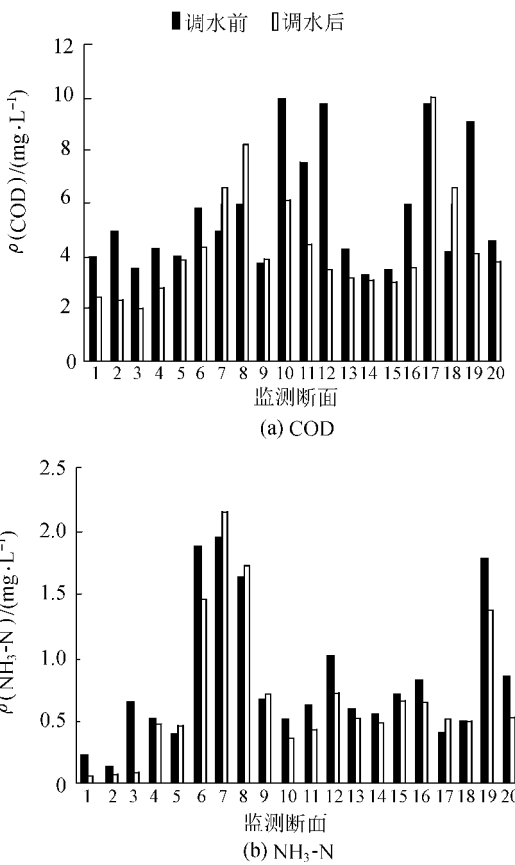


图 3 调水前后各断面 COD、NH₃-N 质量浓度对比

河、璜塘河、长寿河的水质改善效果比较明显。

2.1.2 张家港引水

由图 2 可见,白屈港引水进入张家港河的,在 11 号断面处为 146.11 万 m^3 ,在 19 号断面处为 56.16 万 m^3 ,共占白屈港总引水量的 29%,可见,白屈港引水对张家港河的水量影响比较明显。但对张家港河及附近断面水质影响不明显,甚至某些断面水质情况比调水前还要差。由图 3 可见,调水后 7、8、9、17、18 号断面(分别位于蔡港河、华塘河、张家港河、华士河和张江河)的 COD 值上升,7、8、9、17 号断面的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 值上升。水质改善不明显,分析可能的原因如下:①9、18 号断面就在张家港河上,张家港河水质较差,且水量大,想要通过调水改善其水质困难较大;②7、8 和 17 号断面都位于张家港河东部,这些断面周围工业企业排污非常严重,而且长江水通过白屈港流到这些断面需要较长时间,此次调水时间不够充裕以致水质改善效果不理想;③由张家港河引入的水经过周庄镇后水质变得更差,芦墩浜附近污染也比较严重,由芦墩浜汇入的水体水质也较差,所以流入华塘河和蔡港河的水质较差,导致 7、17 号断面水质恶化;④由于蔡港河枢纽将闸门关闭,监测时 7、8 号断面的流量逐渐减小至零,导致引水量不够,使得原本就不理想的水质进一步恶化,因此 7、8 号断面的水质改善并不明显。综合这些因素上述断面水质未得到改善。张家港河 6 号断面实测流速较小,流量也不大,经调查,是因为下游断面望虞河调水,导致望虞河水位抬高,张家港河的水流减缓,过水能力自然减弱。

2.1.3 南部几个实测河道水量分析

由图 2 可见,5 号断面实测的流量占总引水量的 4%,20 号断面占总引水量的 2%。通过图 3 可见,调水后 5、20 号断面的 COD 值都有所减少,但减少的量很小,而 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的实测结果表明:20 号断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 值减少,5 号断面反而上升,白屈港调水对南部水体水质改善效果甚微。原因有:①白屈港调水水量进入富贝河、祝塘河的水所占比重不大,分别只占总引水量的 2%和 4%;②南部水系淤积严重,影响了水流畅通性,导致来水不多的河道水大部分积蓄在河道内,水质状况相应地变化很小;③调水时间不长,对河道的水质改善不明显。由此可见,白屈港引水对南部水系的影响很小。

2.2 结合调水结果分析建议

本次调水实验,河道主要断面 COD 质量浓度平均降低 1.2 mg/L ,较调水前降低了 17.9%。其中 12 号断面 COD 质量浓度降低最明显,降低了 64.3%;河道氨氮质量浓度平均降低 0.12 mg/L ,较调水前降

低了 18.8%,其中 3 号断面降低最明显,降低了 85.9%。总之,白屈港沿线水质改善明显,张家港河以西区域的各断面水质改善也较明显,但张家港河以东及南部区域大部分河道水质改善不明显,有的甚至恶化。结合本次调水试验结果及实际调查,提出以下水系改造方案:东横河水质较好,拓浚东横河,白屈港以东段,用东塘新河和化成港引东横河水,进入华塘河,改善东部华士、新桥水环境(用化成港引东横河水并由穿山河至华塘河这一方案已经初步建成,经试运行产生了不错的效果)。东塘新河断面较大,引水条件好,建议同时从东塘新河引水进入北横河,经穿山河进入华塘河,以加大引水流量。同时从蔡港河由山北横河引水至新桥镇。白屈港引水通过应天河进入张家港的水量占总引水量的 21%,但因为目前采取平交方式,故水量虽大,但水环境改善效果不明显,建议采用立交方式,即在应天河与张家港河相交处建立水立交,然后通过华士河,引白屈港清水进入华塘河,以改善东部周庄、华士、新桥水环境。但是由于张家港河入江口门不受江阴市控制,且其河道宽阔、蓄水量很大而水质又较差,若想依靠白屈港调水解决该区域水环境问题不仅难度较大,而且代价也非常大。从长远考虑,解决该区域水质问题最根本的途径只能是污染源控制。由于南部水系淤积严重,影响了过水能力。据实验监测,调水进入祝塘河的水量占总引水量的 4%,进入富贝河的仅占 2%。故建议拓宽疏浚富贝河、锡华河、祝塘河。考虑到水系连通性,将祝文河和长文河连通。青祝河年久淤积,过水能力和槽蓄能力弱,需要扩大其过水断面,增大过水能力,使白屈港调水能有效进入东部。拓宽疏浚顾山南大塘、北大塘,疏浚东清河、长泾浜。并在东清河、长泾浜建闸,防止张家港河污水南下,改善顾山镇水体环境。张家港河河水部分分流进入二干河,通过其进入长江,使该地区水环境得到改善,并保证河道通航。根据调水实验测得数据,白屈港调水使张家港河水质有所改善,因此不会造成其他地区水体环境的恶化。若要充分改善水环境,除了要配套相应的工程措施外,延长调水时间也是可行的方法。

3 结 论

目前,水利工程调水在改善水体环境的及时性、有效性上也是不可忽视的。本次原型模型实验,通过白屈港 18h 的引长江水,对江阴东部片区——张家港水系的水量、水质改善状况进行了定量分析研究。总之,调水发挥了一定的效果,因改善效果受多种因素影响,明显程度不同, (下转第 82 页)

乏相应的法定评价标准,所以无法根据法定评价标准赋予评价指标的分值。本文推荐采用评价指标赋分法对规划方案进行比较。该法原理如下:先把各项指标对相应环境目标的影响分为5级,分值采用10分制,以“ $\pm 2, \pm 4, \pm 6, \pm 8, \pm 10$ ”的等级分值表示影响程度,分别表示影响小、影响较小、影响中等、影响较大、影响大,其中正值表示正面影响,负值表示负面影响。对于定性指标而言,有利于规划方案的为正面影响,反之则为负面影响,其分值要根据实际调查结果和专家评分法进行量化,并以此为依据确定各指标的取值。

4.2 评价结果

各规划方案总得分由各分值乘以相应的权重求和获得,得分最高者为最优方案。根据评价结果提出水资源配置、水利工程的布局调整、建设顺序、运行方式、保护区设置等建议。

5 结 语

水利规划环境影响评价在我国刚刚开始,我国水利规划指标本身的综合性、环境指标数据的难获取性和定量化方面存在的问题,以及在宏观尺度上水利发展与环境之间的关系等问题的研究仍在进行之中,这都给我国水利规划环境影响评价带来了新的挑战。建议在水利规划环境影响评价过程中加强

基础研究,建立水利规划环境影响评价的空间体系,构建评价基础数据库。

参考文献:

[1]郭秀生,史继臻.促进水利经济又好又快发展的探讨[J].山东水利,2007(2):56-58.
[2]鞠美庭,朱坦.国际战略环评实践追踪及中国对规划实施环境影响评价的管理程序和技术路线探讨[J].重庆环境科学,2003,25(11):124-127.
[3]刘海江.新时期水利规划的地位与作用[J].陕西水利水电技术,2006(1):1-4.
[4]陆军,郝大举.规划环境影响评价指标体系及评价方法浅析[J].污染防治技术,2006,19(1):26-27.
[5]陈庆伟,刘昌明,郝芳华.水利规划环境影响评价指标体系研究[J].水利水电技术,2007,38(4):8-11.
[6]蒋固政.水资源开发的项目环评与战略环评[J].中国水利,2005(16):8-10.
[7]沈清基.规划环境影响评价及城市规划的应对[J].城市生态研究,2004,28(2):52-56.
[8]鱼红霞,刘振起.项目环境影响评价与战略环境影响评价比较[J].环境科学与技术,2004,27(4):46-48.
[9]李迎喜,童波.水利水电开发规划中的环评技术[J].中国水利,2007(2):31-34.
[10]许玉,钱翌,王秀珍,等.规划环境影响评价(PEIA)技术框架与指标体系构建初探[J].新疆环境保护,2005,27(3):36-39.

(收稿日期 2007-05-08 编辑 徐 娟)

(上接第 23 页)

所以从本次原型实验的结果来看,白屈港引水对白屈港沿线的水质改善还是有效果的,但是张家港河以东一些地区以及江阴市南部地区的水质改善效果甚微。故根据本次实验结果,对水环境改善不明显的地区,本文提出了水系改造的系列方案,拓宽疏浚河道,连通一些原本相互独立的水系,建设水利工程,以期更好地发挥调水水利工程的作用。但这种大规模的调水成本很高,而且在短期内对整个研究区域所起的效果也不是非常明显,只有截污才能从根本上改善水体环境。因此,如何将截污治污工程与水利工程有效结合,以最小的成本取得最大的效果,是本次研究的一个后续性问题。

参考文献:

[1]庾晋.世界重大调水工程纵览(一)[J].城市与减灾,2004(4):24-26.
[2]庾晋.世界重大调水工程纵览(二)[J].城市与减灾,2004(5):15-18.

[3]河海大学,水利部太湖流域管理局.河海大学太湖流域富营养化控制机理研究[R].南京:河海大学,2006:253-257.
[4]周怀东,彭文启.水污染与水环境修复[M].北京:化学工业出版社,2005:187-191.
[5]黄永福.福州市内河引水规模及冲污效果分析[J].水利科技,1998,4(3):5-7.
[6]张美绚,陈兴伟.福州内河水环境治理及其研究的若干问题[J].福建地理,2003,18(4):35-37.

(收稿日期 2007-09-04 编辑 徐 娟)

