

# 引江济汉工程对汉江中下游生态环境影响\*

王婷婷<sup>1</sup>,张万顺<sup>1</sup>,彭虹<sup>2</sup>,王艳<sup>1</sup>,朱齐艳<sup>1</sup>

(1. 武汉大学 资源与环境科学学院,武汉 430079;2. 武汉大学 水利水电学院,武汉 430079)

**摘要:**引江济汉工程作为南水北调的配套工程,将在改善汉江中下游生态环境方面发挥不可忽视的作用。基于河流水质模型及河流综合水质生态模型,从水文、水质、鱼类、藻类及血吸虫病传播等方面,论述了引江济汉工程的实施对汉江中下游生态环境的影响。研究表明:引江济汉工程在一定程度上提高了汉江中下游的水位和流量,降低了汉江中下游水体的污染物(COD)浓度,能够在一定程度上控制“水华”现象,改善鱼类的生存空间,但同时也存在造成血吸虫病传播的潜在风险。

**关键词:**引江济汉;汉江中下游;生态环境

**中图分类号:**X171.1;P343.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)04-0040-04

## Effect of the Water Transfer Project from Yangtze River to Hanjiang River on the Eco-environment of the Middle and Lower Reaches of Hanjiang River

WANG Ting-ting<sup>1</sup>,ZHANG Wan-shun<sup>1</sup>,PENG Hong<sup>2</sup>,WANG Yan<sup>1</sup>,ZHU Qi-yan<sup>1</sup>

(1. School of Resource and Environmental Science, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. School of Water Resource and Hydropower, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:**The water transfer project from Yangtze River to Hanjiang River which is a tie in project of the South-to-North Water Transfer,will make a great effect on the improvement of the eco-environment of the middle and lower reaches of Hanjiang River. Based on the water quality model and the RQEM,the effect of the water transfer project from Yangtze River to Hanjiang River on ecosystem environment of the middle and lower reaches of Hanjiang River is analyzed from the aspects of water level,flow,growth of fish,algae,etc. The results show that the middle and lower reaches of Hanjiang River's water level and the capacity enhance in a certain degree,the concentration of the water pollutant (COD) reduces,the "water bloom" phenomenon is controlled in a certain degree,fishes' survival space has been improved,however there also exists the spread of schistosomiasis potential risks after the water transfer project from Yangtze River to Hanjiang River.

**Key words:**the water transfer from Yangtze River to Hanjiang River;the Middle and Lower Reaches of Hanjiang River;eco-environment

## 1 前言

南水北调中线工程是我国水资源优化配置,解决华北地区(主要是京、津和湖北和河南部分地区)缺水的一项战略性基础设施工程,它关系到我国华北地区经济社会和生态环境可持续发展的长远利

益。但是,大规模调水之后,使汉江中下游的水文情势、生态环境受到一定影响。为减缓这种不利影响,国家在汉江中下游地区配置了引江济汉工程。引江济汉工程的目的是从长江引水补充汉江兴隆水利枢纽至汉口段和东荆河灌区的流量,以满足该河段灌溉、航运和生态用水要求,并解决东荆河灌区的灌溉

\* 收稿日期:2007-04-16

基金项目:国家环保总局环评函[2004]39号;湖北省南水北调工程建设管理局,鄂调水局[2003]10号(xysh04008)

作者简介:王婷婷(1984-),女,硕士生,主要从事环境管理,环境规划研究。

水源。实施引江济汉工程调水后,由于流域间水资源的分布改变,对水源区生态环境将产生深远的影响。

影响水体生态环境的因素众多,归纳起来可以分为,生物因子和非生物因子两大类。本文从非生物因子水文、水质和生物因子浮游植物和鱼类 2 大方面 4 个影响因素,论述引江济汉对汉江中下游生态环境的影响。

## 2 汉江中下游及引江济汉工程概况

### 2.1 汉江中下游地区概况

汉江发源于秦岭山地,是长江最大的支流。丹江口以上为上游,丹江口至碾盘山之间为中游,碾盘山以下为下游。具体位置见图 1 所示。汉江中下游干流总长度为 619 km,沿程有北河、南河、小清河、唐白河、蛮河、竹皮河、汉北河等 7 条支流汇入。汉江流域,水资源丰富,水资源总量为 616 亿 m<sup>3</sup>,多年平均年径流量为 1 640 m<sup>3</sup>/s,最大径流量出现在 7~8 月间,径流量在 2 300~3 300 m<sup>3</sup>/s。

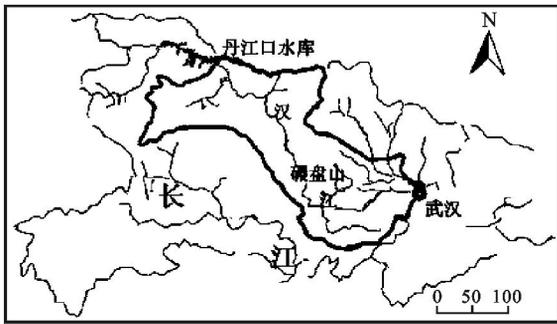


图 1 汉江中下游在湖北省的区位

汉江中下游地域辽阔,人口众多,经济发达,自然资源丰富。2000 年汉江中下游地区粮食总产量 815 × 10<sup>4</sup> t,工业总产值 1 403 亿元,占湖北省的 45.8%,国内生产总值 1 557 亿元,占湖北省的 36.4%,使汉江流域乃至湖北省经济发展的中心。随着社会人口、经济的发展,汉江中下游地区工农业、生活以及生态环境用水急剧增大,而汇入汉江的污染物却在增多,生态环境问题面临巨大挑战<sup>[1]</sup>。近年来,尤其是襄樊段、荆门段和武汉段经常出现 3 类水和 4 类水的现象,自 1992 年以来观察到的“水华”事件有 5 起之多,而且有范围增大、历时增长现象。所以,汉江中下游生态环境的研究对该区经济的发展是至关重要的。

### 2.2 引江济汉工程

引江济汉工程是南水北调中线工程的补偿工

程,由枝江市七星台镇的大布街挖渠引出长江水,渠首引水流量为 500 m<sup>3</sup>/s,经沙阳县境内的长湖上游,最后在潜江市高石碑镇入汉江。工程地跨宜昌、荆州、荆门 3 地级市所辖的枝江市、荆州区、沙市区和沙阳县,以及省直管市潜江市,涉及江汉平原沮漳河下游的七星台下百里洲和 4 湖地区的上区 2 个治涝区。具体位置见图 2。

## 3 引江济汉对汉江中下游水环境影响

采用汉江中下游河流水质模型<sup>[2]</sup>,分析实施工程措施对汉江中下游水环境的影响。主要从水文条件、水质条件(污染负荷的变化)2 方面进行研究。

### 3.1 引江济汉对汉江中下游水文条件的影响

根据长江水利委员会水文局的《汉江丹江口水库可调水量研究》成果,由于南水北调工程实施,丹江口水库(以黄家港断面为控制)在多年平均下泄流量 1 114 m<sup>3</sup>/s 的基础上,减少 26.6%;多年平均年月过程,除 6 月份略有增大外,其余月份均为减少,减幅为 14.2%~53.3%。调水使汉江中下游径流量减少,水流变缓,水位稳定,汉江中下游水体对沿岸城镇与工业排放污染物的稀释自净能力下降。与调水前相比,调水使汉江中下游河道多年平均水位下降 0.29~0.51 m。

引江济汉对汉江中下游的水温、水体透明度没有大的影响。引江对汉江中下游的根本作用是提高了汉江枯水期的水位和流量。一定程度上又改变了干流河道水位流量关系,水流条件较调水前有较为明显地改善。作为 95 亿 m<sup>3</sup> 调水方案的配套工程,引江济汉工程设计引水规模 350 m<sup>3</sup>/s,最大引水规模为 500 m<sup>3</sup>/s<sup>[3]</sup>,对兴隆以下河段水文条件有一定改善。

### 3.2 引江济汉对汉江中下游水质的影响

由于长江荆江段水质良好,该段江水引入汉江能改善汉江枯水期的水质。本文水质影响评价指标采用高锰酸盐指数。在调水过程中,调水总量和水质污染物含量对汉江水质有着比较大的影响。通过数学模型模拟和预测调水前后水质指标的变化说明工程对汉江水质的影响。由于在丰水期东荆河灌区大量用水,使得 6~8 月仙桃站流量低于沙样站流量,因区间用水变化的干扰,难以确定分析丰水期引江济汉工程对汉江中下游水质的影响。因此对实施引江济汉工程和不实施引江济汉工程,2010 年平水期条件下汉江中下游水质状况进行预测分析,具体计算结果见图 3。

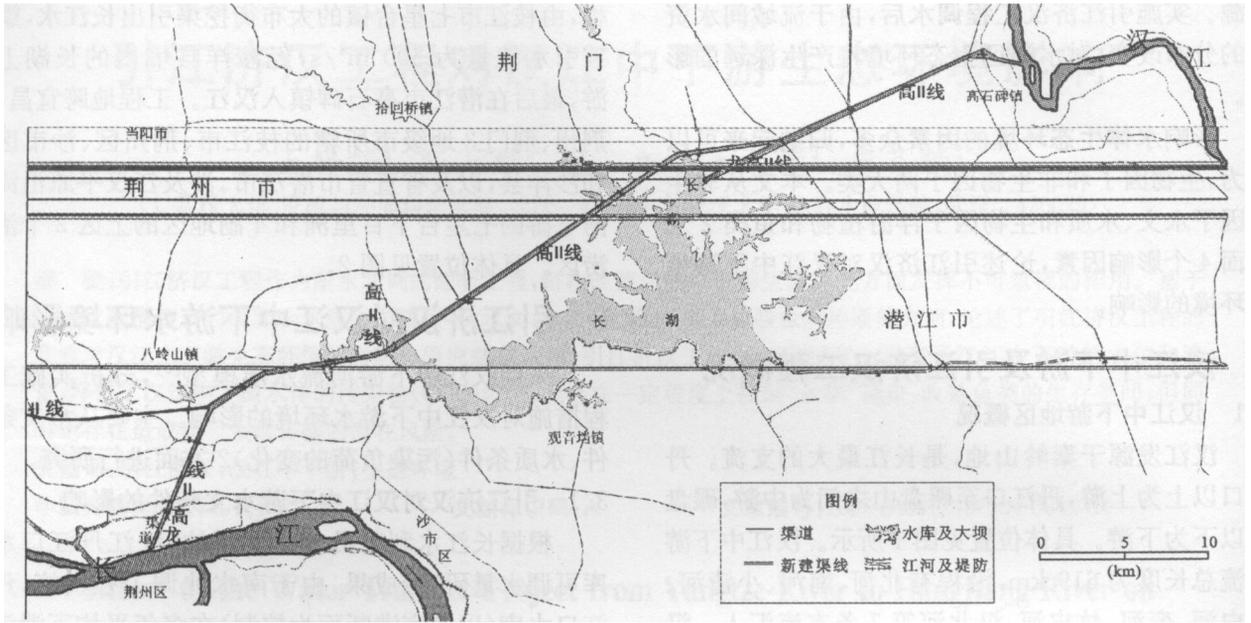


图 2 引江济汉工程示意图

图 3 是 2010 年平水期工业废水达标排放,而生活污水未达标排放,调水济汉与调水不济汉 COD 浓度对比图。由图可见,平水期:2 010 工业废水达标排放后,有引江济汉工程均可有效改善水环境状况,COD 浓度降低 4.1%~9.7%。

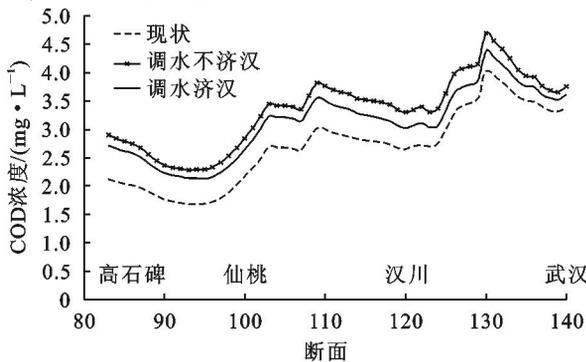


图 3 2010 年平水期工业废水达标 COD 浓度对比

#### 4 引江济汉对汉江中下游水生态影响

通过以上分析得出,引江济汉对汉江中下游水环境状况有一定的改变,这种变化又直接影响了汉江中下游水环境的变化。以下具体分析引江济汉对汉江中下游鱼类、藻类的影响,同时对引江济汉工程对汉江中下游血吸虫的影响做了分析。

##### 4.1 引江济汉对汉江中下游鱼类的影响

据 2003 年 8 月现场调查和收集有关历史资料,汉江中下游现有鱼类 75 种,分别隶属 14 科 56 属,其中鲤科 48 种。在 75 种鱼类中,绝大多数是广布性种类,如鲤、鲫、三角鲂、长春鳊、蒙青鱼、草鱼、鲢、鳙等,主要的经济鱼类有:草鱼、鳊、鲃、鮰类等 30 余种<sup>[4]</sup>。根据中科院水生生物研究所的研究成果:引江济汉使得长江水的引入,不会改变兴隆枢纽下游

江段的河床结构和底质,对大型水生植物和底栖动物的分布和生物量不会产生明显的影响。由于枯水季节水位的提高,改善了鱼类的栖息环境,在某种意义上说,改善了鱼类的生存空间,加上长江或长湖渔业资源的补充,兴隆坝下渔业生产潜力会提高,鱼的种类会增加。一些洄游性鱼类可能重新游回汉江。

经过生物调查和研究,长江水的引入在改善鱼类生存环境的同时也会对汉江中下游鱼类造成一定不利的影响。引水使得汉江中下游水体的富营养化情况得到改善,但水生生态系统食物链中以藻类为食的鱼类数量会相应减少。同时,引江济汉将和三峡工程产生叠加影响,逐渐改变荆江江段水域生态系统的结构功能,特别是引江入汉的入口枝江市大埠街江段,由于该江段处于江口产卵场的中部,在此开闸大流量引水,会改变江口江段产卵场的水文条件,从而对 4 大家鱼产卵场产生重大影响,产卵规模会缩小或改变;另外该江段上游有荆江江段最大 2 个产卵场:宜昌产卵场下部(十里红至烟收坝江段)和虎牙滩产卵场(仙人桥至虎牙滩江段),由于上述产卵场繁殖的鱼卵或刚孵化的鱼苗,在静水区内是很难成活的,必须随着长江水较长距离漂流进入洞庭湖等中下游通江湖泊才能成活,而在此引水将对上述产卵场的部分鱼卵或刚孵化的鱼苗存活率产生影响,进一步破坏荆江江段的“四大家鱼”资源量。

##### 4.2 引江济汉对汉江中下游“水华”的影响

引起汉江的“水华”现象主要有三个条件:(1)水文条件:流速变缓。(2)营养负荷条件:氮、磷含量高。(3)气象条件:连日晴空,气温较高。使藻类迅速繁殖,水体固有生态平衡破坏,导致水体质量恶化。引江济汉工程实施可保证汉江中下游河道 1~

3 月枯水期流量在 500 m<sup>3</sup>/s(预防汉江出现“水华”的最小流量<sup>[6]</sup>,保证率可提高到 95%)以上,流速的增大,有可能降低汉江下游江段“水华”发生的机率。

采用河流综合水质生态(RQEM)<sup>[5]</sup>模型对汉江中下游“水华”现象进行研究。河流综合水质生态模型是描述河道水体中污染物物理迁移和生态转化规律的数学方程,是进行河流水质模拟、水污染控制与管理的有力工具。该模型具有较好的理论基础,它由 3 个模块组成:水动力学模块、污染物的对流迁移模块和富营养化动力学模块。兴隆坝建成后汉江中下游各江段水质均有一定程度的变化。采用如下公式计算水质浓度相对影响率:

$$P_e = \frac{C_s - C_0}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: C<sub>s</sub> ——调水 95 亿 m<sup>3</sup>、修建兴隆坝工程藻类的计算浓度(mg/L); C<sub>0</sub> ——现状 2001 年藻类的计算浓度; P<sub>e</sub> ——不同时期藻类计算浓度差值与现状藻类计算浓度的比,它可以明显反映出不同条件下藻类的变化情况。具体情况见图 4。

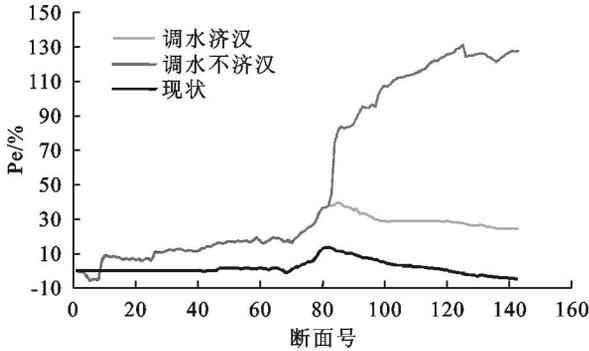


图 4 修建兴隆坝调水后汉江中下游浮游植物沿程变化对比

由图 4 可以得出,调水对汉江中下游各江段生态环境有不同影响,现状情况下调水 95 亿 m<sup>3</sup>,藻类数量仅在坝下局部有影响且影响程度不大,整个河段有一定程度的影响,影响因子最大达 13%,出现在兴隆潜江段。调水不济汉藻类增长率增加很大,最大约 130%,出现在下游汉川段至武汉段,而调水济汉条件下在兴隆潜江段,仙桃、汉川与武汉段影响因子仅在 20%~30%之间,襄樊以上河段影响因子小于 10%。说明引江济汉对控制汉江“水华”发生及减少藻类大量繁殖是十分有效的工程措施之一。

#### 4.3 引江济汉工程对血吸虫病传播的影响

钉螺是血吸虫唯一的中间寄主,为水陆两栖螺类,幼螺喜在水中生活,成螺喜在陆上湿地带生活<sup>[7]</sup>。沟渠、湖江河水位上涨,水体钉螺增多,往往通过水流浪溢造成大量扩散。钉螺扩散将导致血吸虫的蔓延。汉江从潜江到武汉市,其间有些断面的河道及河滩宽窄不一。在天门有的段面河滩上千米

宽,而且还有一些矮堤民垸。从潜江到武汉的河道弯曲蜿蜒,这些环境都是适合钉螺孳生。实施引江济汉工程后,汉江中下游干流流量增大,水位不同程度升高,流速将会增大。有研究表明,水流流速在 1.5 m/s 条件下,钉螺均在水体中转圈,不吸附固壁上<sup>[8]</sup>。特别需引起重视的是引江济汉干渠贯通四湖地区的有螺河渠,极有可能将钉螺扩散到潜江以下的汉江下游地区,使该地区变成新的钉螺孳生地,导致疫情蔓延。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

引江济汉可以使汉江中下游的水文、水质条件得到改善。经分析 2010 年平水期工业废水达标排放,而生活污水未达标排放的条件下,有引江济汉工程可有效改善水环境状况,其中 COD 浓度降低 4.1%~9.7%。同时引江济汉工程可在一定程度上减缓汉江中下游初春藻类的大量繁殖。此外,长江水的引入,改善了鱼类的栖息环境,从某种意义上说,改善了鱼类的生存空间,加上长江渔业资源的补充,兴隆坝下渔业生产潜力会提高,鱼的种类会增加。一些洄游性鱼类可能重新游回汉江。但是,不容忽视的是,引江济汉也有可能将钉螺扩散到潜江以下的汉江下游地区,使该地区变成新的钉螺孳生地。

### 5.2 建议

影响区域生态环境的因素多而复杂,南水北调中线工程建设对汉江中下游生态环境的影响,还需进一步从社会经济、生态环境、水质、水生生物、地下水以及农业灌溉等多方面进行深入研究。此外,引江济汉工程对汉江中下游血吸虫病的传播影响问题,亦应给予高度的重视。

#### 参考文献:

- [1] 杜耘,王学雷,蔡述明.南水北调中线工程对汉江中下游生态环境的影响与对策[J].中国科学院院刊,2005,(6):409-412.
- [2] 彭虹,郭生练.汉江下游河段水质生态模型及数值模拟[J].长江流域资源与环境,2002,(4):366-369.
- [3] 许明祥,刘克传,林德才.中线调水规划与汉江中下游水文情势的变化[J].人民长江,2005,8(36):24-50.
- [4] 李修峰,黄道明,谢文星,等.汉江中游江段四大家鱼产卵场现状的初步研究[J].动物学杂志,2006,41,(2):76-80.
- [5] 彭虹,张万顺,夏军.河流综合水质生态数值模型[J].武汉大学学报(工学版),2002,35(4):56-59.
- [6] 谢平,夏军,等.南水北调中线工程对汉江中下游水华的影响及对策研究[J].自然资源学报,2004,19(4):418-423.
- [7] 刘月英,张文珍,王耀先.医学贝类学[M].北京:海洋出版社,1993.100-108.
- [8] 李大美,王详三,赖永根.钉螺流场实验模拟及其应用[J].水科学进展,2001,12(3):343-349.