

南水北调中线工程对汉江中下游生态环境的影响与对策^{*}

杜 耘 王学雷 蔡述明

(测量与地球物理研究所 武汉 430077)
湖北省环境与灾害监测评估重点实验室

摘要 汉江中下游地区是汉江流域经济发展的中心。长期以来,由于自然和人类活动的影响,洪涝旱灾、水土流失、环境质量退化以及湿地萎缩等一系列问题,成为流域可持续发展的制约因素;而南水北调中线工程的兴建,一方面给工程沿线地区带来了前所未有的发展机遇,另一方面,由于调水的影响,汉江丹江口以下的流量及季节性分配将发生变化,防洪、水质、工农业生产以及城市发展等将受到不同程度的影响。因此,应以南水北调中线工程和汉江中下游四项治理工程的建设为契机,系统全面地评估工程对生态环境和社会经济的影响,积极推动汉江中下游现代水利示范工程建设,促进该地区社会经济的持续发展。

关键词 南水北调,汉江中下游,影响,对策

南水北调
中线工程是满
足我国北方需
水要求的战略
性工程,是调
整水资源空间
布局,解决我
国北方缺水问
题的紧迫任
务,工程的兴

杜耘博士

建必将对我国

社会、经济的可持续发展产生深远的影响。但是,跨流域大规模调水工程是一项复杂的系统

工程,对水源地的影响也是一个极为复杂的问题,没有长期的系统的科学监测和研究,调水工程对生态环境和社会经济的影响是很难得出科学的结论的。汉江中下游地区是湖北省的粮仓和重要的产业基地,是汉江流域经济发展的中心。由于调水的影响,汉江丹江口以下的流量及季节性分配将发生变化,航运、水质、农业灌溉、工业生产以及城市发展等将受到不同程度的影响,直接关系到汉江中下游地区在 21 世纪的持续发展^[1,2]。因此,南水北调中线工程对汉江中下游地区既是机遇,也是挑战,需要慎重地研究分析。

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。全长 1 557km,流域面积 $15.9 \times 10^4 \text{km}^2$,丹江口以上为上游,丹江口至碾盘山之间为中游,

^{*} 本研究得到 973 项目 2003CB415201,中国科学院
知识创新工程方向性项目 (KSCX2-SW-110,
KZCX3-SW-331) 资助
收稿日期:2005 年 10 月 25 日

图 汉江中下游地区在湖北省的区位

碾盘山以下为下游。汉江位于我国南北过渡地带,具有承南启北的区位功能,是连贯我国中西部的发 展轴,也是大西北通江达海的通道,特别是北煤南运、西油东送、南水北调的传输带,起着中国中部全方位开发的枢纽作用^[3,4]。

1.1 自然环境概况

丹江口以下的汉江中下游地区大部分位于湖北的腹地,干流总长 652km,自西北向东南纵贯湖北省 28 个县市区,流域总面积 $6.4\times 10^4\text{km}^2$,在湖北境内面积 $4.6\times 10^4\text{km}^2$ ^[5] (图)。

汉江中下游地区属亚热带季风气候,平均降水量 800mm—1 100mm,降雨集中在 5—9 月,年内时空分布不均,易发生洪涝和干旱灾害。汉江中下游地表水资源量为 $137.1\times 10^8\text{m}^3$,地下水资源量为 $55.8\times 10^8\text{m}^3$,扣除重复计算后,自产水资源总量 $148.1\times 10^8\text{m}^3$,入境客水量多年平均为 $404.4\times 10^8\text{m}^3$,人均和亩均水资源量偏低^[5,6]。

1.2 社会经济概况

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 $815\times 10^4\text{t}$,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%。

汉江中下游地区农业自然资源丰富,类型

多样,是我国发展综合生态农业和农业多种经营的基地和全国重要的粮、棉、油基地。全国 100 个产粮大县中,汉江流域有 9 个,全国 100 个产棉大县中,汉江流域有 15 个,其中 12 个在江汉平原^[7];渔业可养殖面积大,是我国淡水养殖重点生产基地之一;城镇化、农业产业化走在湖北省前列,是湖北经济发展的核心地区之一。武汉—十堰汽车工业走廊沿江分布,汽车工业带不断壮大。

经过 50 年的努力,初步形成了抵御较大洪涝灾害的工程体系,以汉江堤防为基础,丹江口水库为骨干,包括杜家台分洪区和 14 个蓄洪民垸在内的工程体系,整体防洪能力达到可抵御 20 年一遇的洪水;建立了有一定调配能力的水资源配置体系,有大型、中型、小型水库 1 471 座,总库容 $63.7\times 10^8\text{m}^3$,沿江引水涵闸多年平均供水量 $128.0\times 10^8\text{m}^3$,正常年份可满足区内工农业用水的需求;干流开始形成以发电、航运、供水等综合开发利用的梯级枢纽工程体系,为汉江中下游水利现代化建设奠定了基础^[5]。

2 汉江中下游地区生态环境的主要问题

水资源的可持续利用是区域可持续发展的基础,随着汉江中下游地区经济的快速发展,资源环境的承载力加大,洪涝旱灾频繁、水

土流失加剧、水环境质量退化、湿地萎缩、管理体制不顺等已成为流域经济发展的制约因素。

2.1 降水年内、年际分配不均,洪涝和干旱较为频繁

由于降水时空分布不均,洪涝和干旱时常发生。20世纪50年代以来,先后发生了7次大的洪涝灾害,由于防洪标准不高,洪涝灾害威胁大,汉江中下游尚有581km干堤没有达到设计要求,民垸分洪难以适时适量,分洪后损失大。江汉中游的岗地和低丘区,由于受到大的气候环境以及较特殊的地形结构影响,缺乏良好的蓄水条件,雨后水分很快沿坡地流失或下渗,地下水位低且量少,利用难度较大,土壤植被保水能力差,加上降水少,蒸发强,经常出现较严重的旱情,近50年来已发生7次大的旱灾,尤其是2000年,汉江中下游发生了百年罕见的旱灾,沿汉江多处打井取水,东荆河断流,损失巨大。

2.2 水土流失没有得到有效控制,环境污染严重

汉江中下游地区水土流失面积已达 $1.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,土壤侵蚀总量为 $2\,500\text{—}4\,900 \text{ t/a}$,中低山和丘陵地区是水土流失的主要分布区,氮、磷等营养物质通过面源污染形式直接进入汉江。城市工业、生活污水大部分未经处理排入下游河道或汉江,造成水体严重污染,威胁着人民群众的身体健康。2001年,该区污水排放总量为 $71\,962 \times 10^4 \text{ t}$,COD排放总量达 $22 \times 10^4 \text{ t}$,约占湖北全省污水排放总量的30%以上。汉江中下游8大支流的19个控制断面中,有17个不能满足相应水功能区标准。襄樊、武汉等城区江段主要水质指标已接近水环境质量临界值。汉江于1992年、1998年、2000年、2003年4次发生“水华”,水体中藻类大量繁殖,水体呈褐色,发生频率增加,范围逐渐扩大,污染日趋严重^[3,8]。

2.3 湖泊湿地减少迅速,湿地生态破坏严重

汉江中下游地区河流、湖泊、水稻田及养

殖水面等构成湿地景观,由于地处农业高强度开发区,历来受到围垦的影响,尤其是20世纪50—70年代,大部分湖泊湿地被围垦成农田,湿地生物的种群结构、群落和优势种群发生变化,洄游、半洄游型鱼类大量减少或丧失,湿地生态恢复困难。而区域水生态及环境的恶化,水源区的水土流失,旱灾的频繁发生等等,影响湿地系统的结构及功能,同时也带来生物多样性的下降。

2.4 水资源管理体制不顺,管理粗放

汉江中下游沿岸大部分城市存在着条块分割,“多龙管水”的现象,各部门职责交叉、权属不清,无法实现水务统一管理,也无法实现水资源的优化配置;没有专门的流域性法规,管理手段落后,在汉江水资源合理开发和利用上,体制和政策障碍问题日益突出。企业设备陈旧,工艺落后,运行管理不科学,水的重复利用率很低,万元工业产值耗水量较大,城市供水管网老化,跑、冒、滴、漏严重。与此同时,由于节水意识淡薄,居民生活用水浪费也极为严重。

3 南水北调中线工程对汉江中下游地区的影响

南水北调中线工程总调水规模 $130 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ (其中一期调水 $95 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$),调水量占丹江口断面径流量的 $1/3$,汉江中下游的流量及季节性分配将发生变化,防洪、河道冲淤、水质、航运、农业灌溉、工业生产以及城市发展等将受到不同程度的影响。

3.1 防洪形势发生变化

调水后汉江中下游出现 $800\text{—}1\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 中水流量的天数将减少约20天,出现 $1\,000\text{—}3\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 大水流量的天数将减少100天,河道冲淤情况将发生变化,对防洪会造成不利影响。但是,由于丹江口水库大坝加高,防洪库容扩大,使中下游流域的防洪标准由10—20年一遇提高到100年一遇,沿江14个分蓄洪民垸基本可以不分洪,为区域经济社会发展提供一个长治久安的水利环境。库容增大,可以增

加丹江口水库枯水期的下泄流量,加上引江济汉工程,能够增加汉江中下游在枯水季节的水环境容量^[59]。

3.2 干流区域生态环境将发生重大变化

中线工程实施后,汉江中下游径流量将减少约 16%,水环境的容量将有所降低,水污染防治和生态保护工作的难度将加大。由于襄樊以下江段流量减少,水流变缓,水位稳定,使汉江中下游沿岸城镇与工业排放污染物的稀释自净能力下降,浮游藻类可能发生爆发性生长繁衍形成“水华”,对渔业和水环境带来不利影响,给生产部门造成损失。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—0.51m,加大生产生活用水成本。由于库区水位大幅提高,下泄水的水温将降低,对汉江中下游水生植物和鱼类资源产生不利影响,如果水质得不到有效改善,水生生物种群将会大大减少。汉江中下游是南方沙化较严重的区域,已形成沙化土地 $0.13 \times 10^4 \text{ km}^2$,随着水位下降,将形成新的沙滩、沙洲、沙地 $0.12 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。引江济汉工程实施后,潜江高石碑以下江段,水体中长江水占一半左右,由于长江水质劣于汉江水质,因此,在改善汉江下游江段水文情势的同时,汉江水质也发生了变化^[3,10]。

3.3 农业灌溉受到较大影响,工业生产、城市发展和航运受到制约

汉江中下游地区干旱季节缺水灌溉,成为制约农业发展的重要因素。随着社会的发展,工业用水增加,灌区复灌面积扩大,对用水的需求量将逐步增长;同时,由于水库、湖泊的萎缩,原来灌溉范围灌溉用水不足或根本无水可用,需用汉江水补充,也加重了汉江用水的负担。南水北调中线工程实施后,由于丹江口水库下泄流量大幅度减少,导致汉江中下游干流水位下降,引起沿江引、提水闸站灌溉供水量减少,农业灌溉受到较大影响。汉江中下游沿江城镇密集,城镇人口集中,工业密布,工业用水量大,沿岸货物、客运由汉江进出所占比重较大,汉江缺水无疑将影响工业生产,沿江城市

发展也将面临水资源短缺的矛盾。航道水深减小,航道宽度和弯曲半径发生变化,河漫滩增大,对沿江港口和航运设施有不利影响,航道维护的困难加大^[1,2]。

4 对策与建议

对于汉江中下游地区来说,南水北调中线工程的实施,既是机遇,也是挑战。为配合调水工程,国家在汉江中下游地区布置了四项治理工程,即引江济汉、兴隆枢纽、局部航道整治、部分闸站改造工程,以减少调水造成的不利影响;湖北省委、省政府也适时提出了在汉江中下游进行水利现代化示范工程试点建设的建议,并进行了前期的规划工作,这些都为区域和谐社会的建设提供了难得的机遇,随着中央中部崛起战略的部署和实施,汉江中下游将面临一个新的发展阶段。

4.1 做好宏观研究和区域规划工作

中线调水水源地工程和四项治理工程建设,在区域经济社会发展中的地位和作用远远超出了水利工程的范畴,通过国家和地方共同组织力量进行经济社会宏观发展问题研究,可加快汉江中下游地区以水资源为纽带向以水经济为支撑的经济协作区发展的进程,实现水患意识向水利意识的跨越,建立起牢固的经济、社会与人口、资源、环境协调发展的产业结构和经济秩序,使汉江中下游地区成为湖北乃至全国可持续发展的典范。

4.2 建立流域管理机构,加强统一管理

针对目前多头管水,政出多门的问题,建议从组织保障、建设管理、政策法规等方面制定和完善汉江中下游可持续发展的保障机制。成立与南水北调工程建设领导小组相配套的汉江中下游地区可持续发展工作领导小组,赋予流域管理机构协调区域可持续发展工作的职能。制定相关的条例和法规,为汉江水资源可持续利用提供法律保障。

4.3 加快进行汉江中下游水利现代化示范工程试点建设

应将水利部协同湖北省提出的汉江中下

游水利现代化示范工程建设纳入国家计划并尽快组织实施,引入现代治水理念,走人与自然和谐相处的新思路。坚持水资源合理开发、优化配置、有效保护三位一体的原则,把水利与经济、文化、生态、旅游等有机地结合,通过防洪保安工程、资源配置工程、生态环境工程、综合开发工程、汉江数字工程、现代管理工程,解决多年遗留下来的防洪除涝标准不高、水资源开发利用水平低、配置不合理、生态保护力度不够、环境日趋恶化、水务管理手段落后、公众水法律法规意识淡薄等等问题,使汉江中下游地区走上人水协调,配置合理,供水安全,生态良好,环境优化,体制健全,管理高效,社会进步的文明发展道路。

4.4 加大环境治理和污染控制力度

实施南水北调工程要坚持“先节水后调水,先治污后通水,先环保后用水”的原则,要保证调水区的环境不受损害,因此,应加大环境保护执法的力度,确保在汉江中下游地区污染防治方面的投入,并制定相应的政策,将生态保护和污染防治当作生态产业加以规划和发展,流域内各级政府要进一步强化环保和治污工作责任制,把可持续发展目标具体化,列入干部政绩考核的内容。

4.5 加强对汉江流域生态环境的动态监测和科学研究

对于南水北调中线工程及其配套工程对流域生态环境影响,要在现有观测点的基础上,主要控制水库、湖泊、河流断面、地下水供水井建立水质在线自动监测、半自动监测和人工监测三级网点,对水环境质量进行实时、动态和全面的监测,为水环境的管理、预报预警提供必须的数据;对山区、湿地和自然保护区的水土流失、自然生态、自然资源物种、文物进行监测管理,形成生态环境监测网络。同时,利用“3S”技术对规划区内的生态环境,如大型水域环境质量的变化、植被覆盖及类型的变化、水土流失的变化、污染源进行动态监测,为生态环境信息系统的建设提供基础数据。引江

济汉工程横穿江汉平原的北部,跨越长湖等重要生态区,对江汉平原及四湖地区的生态环境和农业生产带来的利弊要全面研究;汉江中下游的江汉平原是我国的重要湿地,要加强对调水后湿地变化的研究,恢复汉江中下游湿地的生态功能,保护生物多样性;南水北调中线工程和四项治理工程实施后,汉江中下游的水位将出现不同程度的抬升和下降,由此引起地下水位的变化,导致农田受到不同程度的影响,需要在长期观测资料分析的基础上,研究地下水位变化对农田的影响范围和强度,以采取必要的措施,把损失减少到最低程度。

主要参考文献

- 1 杜耘,赵艳,蔡述明等.南水北调中线工程对汉江中下游工业发展的影响.长江流域资源与环境.1999,8(2):135-139.
- 2 杜耘,赵艳,黄进良等.南水北调中线工程与汉江中下游地区农业的持续发展.长江流域资源与环境.1998,7(2):102-108.
- 3 蔡述明,殷鸿福,杜耘等.南水北调中线工程与汉江中下游地区可持续发展.长江流域资源与环境.2005,14(4):408-412.
- 4 蔡述明,陈国阶,杜耘等.汉江流域可持续发展的思考.长江流域资源与环境.2000,9(4):411-418.
- 5 湖北省水利厅,湖北省南水北调工程领导小组办公室.湖北湖北省汉江中下游水利现代化建设试点规划纲要.2005.
- 6 蔡述明,陈国阶,杨定国等.汉江流域资源合理开发利用与经济发展综合研究.武汉:湖北科技出版社,1997,256-287.
- 7 李涛,蔡述明,吴胜军等.汉江中下游粮食安全问题与对策.华中师范大学学报(自然科学版).2005,139(1):136-140.
- 8 张家玉,罗莉,李春生等.南水北调中线工程对汉江中下游生态环境影响研究.环境科学与技术.2000,(增刊):1-32.
- 9 华中科技大学.南水北调中线工程对汉江中游襄樊市生态环境影响及对策研究.2002.

10 方芳,陈国潮.调水对汉江中下游水质和水环境容量影响研究.环境科学与技术.2003,26(1):

10-11.

Effect and Countermeasure of the Middle Route Project of South to North Water Transfer on Ecology and Environment in the Middle and Lower Reaches of Hanjiang River

Du Yun, Wang Xuelei, Cai Shuming

Institute of Geodesy and Geophysics, CAS
(Key Lab. for Environment and Disaster Monitoring and Evaluation, Hubei Wuhan 430077)

The middle and lower reaches of Hanjiang River are the heartland of the Hangjiang Basin, and also take the important position in Hubei Province. Affected by natural evolution and humem activity, the basin was faced with some problems such as flooding and drought disasters, soil erosion, environmental degradation and wetland shrinking, and these become restraining factors for regional sustainable development. The constructing of the Middle Route Project of South to North Water Transfer gives the development opportunity for local economy, on the other hand, as the Hanjiang River's discharge and it distribution will be changed, also take some influences on the flood control, agriculture and industry, city development, water environment, et al to the Hubei Province. It is urgency to using the opportunity of water transfer project and four complete projects (Partial Channels Renovating, Partial Sluice Stations Renovating, Diverting Water Fom Yangtze to Hanjiang, XingLong Pivot Project), evaluate eco-environment and social economy, impel the modern water conservancy construction, promoting the sustainable development of the middle and lower reaches of Hanjiang River.

Keywords Middle Route Project of South to North Water Transfer, Middle and Lower Reaches of Hanjiang River, effect, countermeasure

杜 耘 测量与地球物理研究所环境灾害研究室主任, 湖北省环境与灾害监测评估重点实验室主任。1967 年出生。1989 年毕业于南京大学, 1992 年获中国科学院硕士学位, 1999 年获武汉大学博士学位, 2002 年中国地质大学博士后流动站出站。主要从事湖泊演变、环境灾害等方面的研究工作, 目前负责的课题有国家自然科学基金、中日国际合作、“973”计划专题、中科院知识创新工程重大项目专题等 6 项, 发表学术论文和专著 40 余篇(部)。