

社会经济发展对丹江口水源区水质变化的影响

李娜^{1 2} 毕永红² 胡征宇² 高大文¹

(1. 哈尔滨工业大学环境工程学院 黑龙江 哈尔滨 150090 ; 2. 中国科学院水生生物研究所 湖北 武汉 430072)

摘要 : 为了探讨丹江口社会经济发展对水质变化的作用 , 搜集整理了 2000 ~ 2007 年湖北库区的人口、城镇化率、国民经济产值等数据 , 分析了这些数据与水库水质指标 COD、NH₃-N 间的相互关系。结果表明 湖北库区的人口增长和经济发展对丹江口水库水质变化具有直接的影响 , 在人口增长和经济发展的双重压力下 , 水源区植被受到破坏、水土流失严重、污染负荷增加 , 这些使得库区的水体富营养化进程加快。鉴于丹江口水源区的战略地位 , 建议统筹协调社会经济发展与生态环境保护的关系 , 发展绿色生态经济 , 加大生态环境保护力度 , 实现发展与保护的和谐。

关键词 : 丹江口 ; 水源区 ; 生态环境 ; 经济发展

中图分类号 : X22 文献标识码 : A 文章编号 : 1006-764X(2010)S1-0152-03

丹江口水库位于长江中游支流汉江上游 , 秦岭余脉伏牛山南麓 , 豫、鄂、陕三省交界处。水库横跨鄂、豫两省 , 由丹库和汉库两部分组成 , 汉库接纳汉江及其支流的上游来水 , 丹库接纳丹江及老灌河的水^[1] , 水库位于东经 109°25' ~ 111°52' , 北纬 32°14' ~ 33°48'27" , 流域内包括河南省南阳市淅川县(16 个乡镇) 和西峡县(17 个乡镇) , 湖北省十堰市区(14 个乡镇) , 丹江口市(17 个乡镇) , 郧县(18 个乡镇) 和郧西县(16 个乡镇)。自丹江口水库被确定为南水北调中线水源地后 , 国务院办公厅要求“在丹江口工程区域内 , 任何单位或个人均不得擅自新建、扩建和改建项目” , 丹江口库区发展受到了水源地保护的制约 ; 尽管如此 , 近年来库区社会经济仍然取得了一定进步 , 诸多方面保持着一定程度的增长。笔者在汇总各类数据的情况下 , 分析了社会经济增长与水源区生态环境现状间的关系 , 确认目前的发展状况对水源区具有显著的负面影响 , 并就水源区的保护和建设提出了具体建议 , 供决策参考。

1 社会状况

据统计(表 1) , 目前丹江口湖北库区总人口约 220 万人 , 其中农业人口约 140 万人 , 非农业人口约 80 万人 , 农业人口占总人口的比重达到 60% 以上 , 城镇化率达到 37% 以上。与全国其他地区相比 , 丹

江口库区是典型的农业生产区 , 农村人口比例大 , 城镇化率低。以丹江口库区 2000 年的数据为基准 , 不难发现近年来丹江口库区的人口有一定的增长 , 城镇化率逐年提高 , 由 2000 ~ 2007 年湖北库区的人口增长和城镇化率的变化情况(表 1) , 从中可以发现库区人口逐年增多 , 城镇化速度加快。

表 1 丹江口湖北库区的社会状况

年份	总人口/ 万人	农业人口/ 万人	非农业 人口/万人	城镇化 率/%
2000	205.79	134.69	71.10	34.55
2001	205.73	131.23	74.50	36.21
2002	207.34	129.30	78.05	37.64
2003	209.64	133.28	76.37	36.43
2004	211.53	133.74	77.79	36.77
2005	213.81	131.88	81.92	38.32
2006	214.75	131.33	83.42	38.85
2007	215.36	135.80	19.56	36.94

2 经济发展

自 2000 年以来 , 库区经济逐步增长 , 国民生产总值逐年递增 , 2007 年湖北库区生产总值 295.7 亿元 , 第一产业总值 24.5 亿元 , 占总产值的 8.3% , 第二产业总产值 138.4 亿元 , 占总产值的 46.8% , 第三产业总产值 132.8 亿元 , 占总产值的 44.9%。河南库区生产总值 206.3 亿元 , 其中第一产业总产值 135.9 亿元 , 占总产值的 65.9% , 第二产业总产值

35.3 亿元, 占总产值的 17.1%, 第三产业总产值 35.1 亿元, 占总产值的 17.0%。就湖北和河南来看, 湖北库区第二产业和第三产业占主要地位, 河南库区则第一产业占绝对比重。图 1 显示 2000~2007 年湖北库区的产业发展情况。从图 1 可见, 湖北库区近年来第一产业产值保持稳定、第二产业和第三产业均有一定幅度的增长。

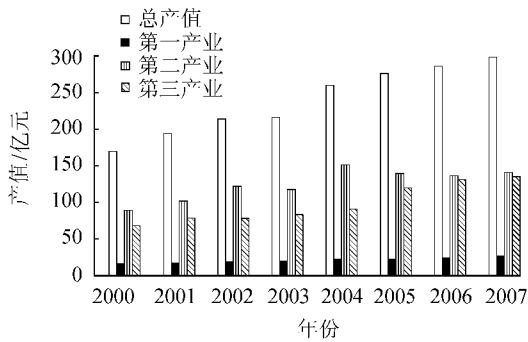


图 1 湖北库区的经济发展状况

3 生态环境变化及其原因分析

3.1 水土流失

卫星遥感调查显示: 丹江口库区水土流失面积为 4.74 万 km^2 (不计大坝加高被淹没的面积), 占土地总面积的 53.82%。其中轻度流失面积 1.58 万 km^2 , 占流失面积的 33.33%; 中度流失面积 1.68 万 km^2 , 占 35.45%; 强度流失面积 0.94 万 km^2 , 占 19.83%; 极强度流失面积 0.42 万 km^2 , 占 8.86%; 剧烈流失面积 0.12 万 km^2 , 占 2.53%^[2]。平均年土壤侵蚀量为 1.69 亿 t, 平均侵蚀模数为 3572 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。水土流失分布与人口的分布规律基本一致, 主要分布在丹江口库周、丹江上中游、旬河和金钱河流域、汉江干流沿岸区、汉中盆地周边地区和汉江源头区, 其中汉江干流沿岸区、丹江上中游和汉江源头区最为严重。水土流失特点主要有: ①量大面广; ②面蚀为主, 部分地区存在沟蚀; ③突发性强, 强暴雨易造成突发性山洪和泥石流; ④入库泥沙量少, 掩盖了水土流失的严重性。

库区从 1983 年开始小流域治理工作, 1994 年开始水土流失重点区防治工作, 1998 年开始加大水土保持工作力度。但据统计, 截止 2000 年底, 库区累计初步治理水土流失面积仅 1.07 万 km^2 , 不到全部水土流失面积的 1/4。严重的水土流失, 除了山高坡陡、地表岩层松散、土壤抗蚀力低、降雨集中等自然因素外, 人为破坏是一个不容忽视的因素。人为破坏主要表现为: ①无节制的采矿, 丹江口库区周围矿产资源较多, 但品质差, 分布零散, 开发利用程度低, 近年来的非法掠夺式开采对生态环境产生毁灭

性破坏。②坡耕地改果园, 近年来郧县、丹江口、郧西、淅川等 4 县市大于 25° 以上坡耕地改果园的面积比例, 分别是 68.7%、91%、55% 和 20%, 其森林覆盖率分别是 38.1%、22.9%、29.5% 和 17.4%; 尚有 53.8%、32.3%、77.5% 和 65% 的水土流失面积未得到控制, 年土壤流失量约 1096 万 t ^[3]。③森林面积急剧减少, 库区因为经济建设的需要, 对森林进行大规模开发, 由于对木材的采伐缺乏计划性以及再生林的培养缺乏更新性, 使得森林资源面积越来越少。仅在西峡县, 国家就设置了三个国有林场, 先后采伐了 2 万多公顷原始森林。④农业用地对森林植被的掠夺。库区人均耕地不足 0.43 hm^2 , 为了获得更多耕地, 不断地伐木毁草, 开辟土地, 使得森林面积急剧减少。此外在生产建设过程中, 开山炸石与弃渣置物都会造成水土流失。

严重的水土流失, 造成雨季泥沙俱下, 大量泥沙在库底淤积, 使得水库库容减少, 工程效益降低。据有关资料统计: 1968~1988 年的 20 a 间, 丹江库区淤积泥沙达 12.1 亿 t, 已占水库库容的 8%。即使按照这样的淤积速度, 水库的使用期也将受到极大的影响。同时, 由于流失土壤泥沙携带了大量的养分、重金属等有害物质, 直接进入河流和水库, 对水环境造成一定污染, 使水质富营养化。

3.2 污染源和污染负荷

水库 COD 纳污能力为 3.72 万 t/a, 现排入量为 3.49 万 t/a, 已接近纳污能力上限, 部分功能区污染物的入河量已超过水体纳污能力。2006 年污染普查发现周边县、市排污口共有 124 个^[4], 分布在汉库、丹库、山河、浪河、堵河、泗河、老鹳河等 9 条入库支流上。除点源排污口外, 非点源污染数量也与日俱增, 具体而言, 丹江口水库污染源主要有^[5]:

a. 工业废水。汉库沿岸的水泥厂、化肥厂、化工厂、电冶厂、铁合金厂等的生产废水未经处理直排库区的大小支流中, 这些污水的等标污染负荷大。

b. 生活污水。人口增长和城镇化, 使得生活用水量逐步增加, 库区严重不足的污水处理能力导致生活污水未经处理直接排入了与各支流相通的河沟中并进入水库, 造成严重污染。

c. 农业非点源污染。①库区化肥农药使用量逐年增加, 过量的化肥农药成为水库污染的重要来源。②网箱养殖的残留饵料及鱼类粪便, 畜禽养殖业的废水和粪便等都是重要的污染源。

d. 流动污染。①垃圾漂浮物, 主要是上游和库区陆地冲入水库的垃圾、苞谷杆、树枝、碎草等。②船舶污染, 随着船舶数量的增加, 船舶排放的生活污水、油污等也在增加。这些含油废水、生活污水、

垃圾等都直排入库。

社会经济的发展导致越来越多的废水由于处理设施和技术的不足,大量直排入库,造成水库污染负荷越来越高。图 2 显示 2000~2007 年间库区城镇污水与农村生活污水的 COD 产生量;尽管未包括农业生产废水所产生的污染负荷,但从图 2 中不难发现,入库污染负荷逐年递增。

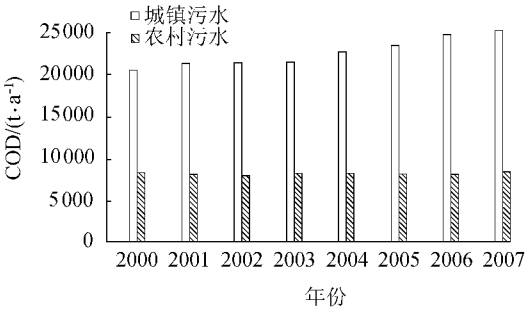


图 2 湖北库区的城镇和农村污水排放情况

3.3 水质状况和富营养化趋势

对水库监测资料进行的评价表明,各监测断面水质良好,且有硬度低、DO 充足等优点。水库总体水质良好,保持在Ⅱ类,各单项指标水质多为Ⅰ-Ⅱ类,氟化物和部分重金属指标检出率较低,NO₃⁻-N、NO₂⁻-N、TN 等浓度多年无明显变化^[6]。但库周部分支流污染较重,水质较差,老灌河、湘河、西峡断面达到或超出Ⅴ类水标准,主要超标指标为:高锰酸盐指数、BOD₅、NH₃-N、石油类、粪大肠菌群等。

图 3 为丹江口水库坝前 TN 和 COD 的年平均值情况,从图 3 可见,近年来水库 TN 和 COD 含量存在逐年增加的趋势,这些指标含量的增加与日益增长的人口和经济发展尤其是农业的发展具有密切关系,以国民生产总值为社会经济发展主要指标,分析 COD 指标和国民生产总值之间的相互关系,发现两者具有极显著的正相关关系($p < 0.01$),直接证实了社会经济发展对水质具有显著的影响,日渐增多的农村废水、大量施用的有机无机肥料、大量施用的农药除草剂以及养殖业的残饵粪便废水等均直接排入水库,成为恶化水质的重要原因。表 2 为 2000 年以来丹江口市畜禽养殖业状况,从中不难发现养殖业

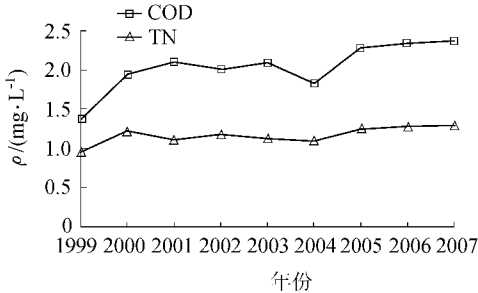


图 3 1999~2007 年坝前 TN 和 COD 质量浓度平均值情况

对水库水质恶化的作用。丹江口市作为丹江口水库水质的主要影响区,其近年来的养殖业稳步发展,各类养殖品种的数量逐年增加,牛、猪和鸡的养殖规模日益扩大,库区的畜禽养殖所产生的废水基本没有任何处理,直接排入水库,这部分污水对水库水质的贡献值较大;从畜禽养殖废水排放量和水质指标(COD、NH₃-N)可见,逐年增加的养殖废水中污染物的含量也在逐步增长。

表 2 丹江口市近年来畜禽养殖业状况

年份	畜禽存栏数量			废排 放量/ (万 t·a ⁻¹)	COD 排放量/ (t·a ⁻¹)	氮氮 排放量/ (t·a ⁻¹)
	肉牛/头	猪/头	肉鸡/只			
2000	106 572	259 028	2 819 105	933.88	1 530.94	306.19
2001	105 190	261 273	2 833 821	928.96	1 522.88	304.58
2002	102 174	264 127	2 977 993	925.59	1 514.08	302.82
2003	110 828	267 149	3 311 293	975.74	1 599.57	319.91
2004	114 173	269 727	3 675 131	1 003.98	1 645.87	329.17
2005	119 627	273 215	4 385 234	1 051.39	1 723.60	344.72
2006	121 783	279 477	5 233 167	1 086.10	1 780.49	356.10
2007	125 437	286 412	10 562 325	1 213.04	1 988.59	397.72

对库区总人口和 COD 负荷间的相互关系进行检验,发现二者间也有显著的相关关系,人口的增加以及人们生活水平的提高,使得生活废水的入库量逐步增加,生活废水在一定程度上也成为丹江口水库水质恶化的重要原因,值得引起关注和重视。

按照综合营养状态指数法评价,丹江口水库目前为中营养状态,但 N、P 浓度已达中营养化标准的上限,尤其是局部库湾与支流,加高大坝后,水流变缓,水体交换和横向扩散变差,加上被淹没土地中营养物质的溶出渗出,可能增加水体中 N、P 的含量,促进 N、P 等营养元素的富集,进而造成局部库湾水体的富营养化。2008~2009 年的调查显示,神定河河口在夏季水体流动缓慢,藻类细胞密度最高可达 10⁷ 数量级,叶绿素 a 质量浓度达到 62.28 μg/L,水色呈深绿色,水体中硅藻和绿藻大量增殖,有富营养化的趋势,值得引起关注和警惕。

4 对策与建议

丹江口库区社会经济发展在提升人们生活质量的同时,对库区生态环境构成显著负面影响,紧张的人地关系导致土地利用方式的不合理以及土地利用强度的加剧,乱砍滥伐以及开矿作业等加剧了植被破坏和水土流失,同时生产生活废水的排放量与日俱增,在库区基础设施薄弱、生态环境脆弱的背景下,这样的发展使得植被破坏日益严重,水体污染负荷逐步增加,水源地的保护和水质的保持岌岌可危。经济发展与水资源保护之间出现了尖锐的矛盾,如何协调经济发展和水源地保护间的关系,是摆在库

区人民面前的头等大事。针对库区存在的问题,特提出以下建议。

a. 发展绿色生态产业。目前库区产业结构不合理,需要进行调整。对生态环境具有负面影响的产业,如采矿业、水泥厂、化肥厂、化工厂、电冶厂等需要升级改造或关停并转。要从战略高度保护好水源地,必须以水质保护为核心,以生态和环境安全为出发点,大力发展绿色生态产业,构建与生态环境和谐、与水和谐的发展模式。建议立足库区实际,专注发展农业和服务业;发展生态农业、休闲农业和旅游服务业等,如蔬菜花卉水培、生态渔业、游钓渔业等。此外对某些企业加快技术设备改造,提升“三废”处理能力,提高企业核心竞争力。

b. 加强水土保持工作。按照水土流失的具体情况,划分不同区域开展有针对性的工作,改变落后的资源利用方式,禁止在水土流失区域开展采矿作业等,切实开展好植树造林、植被恢复重建、水土保持和水源涵养等工作,减少人类活动对水土流失区域的人工干扰,有计划、有步骤地完成不同流失区域的水土保持工作。

c. 加大污染防治力度。增加污水处理基本设施建设和技术升级改造,有效消减城市生活污水和生产废水对水库的污染负荷增加量;研发适合库区农村面源污染控制的高效技术和措施,加快农村污染的治理;调整 and 改变农业生产方式,改变作物品种,科学配方施肥,合理用药,减少农业面源污染的入库量;增加水体污染负荷消减设施和投入,有效控

制和减少水体污染。综合利用各种措施,加大污染防治力度。

d. 加快生态治理步伐。针对库区目前生态环境负面存在的主要问题,加大生态治理的投入和工作强度,综合利用各种物理、化学、生物、生态的措施,从植被恢复、污染拦截与净化、水土保持等方面开展流域治理工作,并以科学的机制开展长效生态管理,使得水源地的水质在库区经济发展的同时能尽可能地不受影响和破坏,保障南水北调中线工程战略的实现。

参考文献:

[1] 波鲁茨基 E B, 伍献文, 白国栋, 等. 丹江口水库库区水生生物调查和渔业利用的意见[J]. 水生生物学集刊, 1959 (1): 33-56.

[2] 丹江口库区及上游水污染防治和水土保持规划编制组. 丹江口库区及上游水污染防治和水土保持规划[M]. [2010-03-01]. <http://www.sdpc.gov.cn/fzgh/ghwb/115zxgh/P020070924518046386196.pdf>.

[3] 黎祖交, 张国栋. 丹江口水库水质面临安全挑战[J]. 绿色中国, 2006(8): 13-23.

[4] 辛国奇. 124 个排污口合围丹江口[J]. 中国质量万里行, 2006(11): 16-27.

[5] 赵文耀, 胡家庆. 丹江口水库流域面源污染现状分析[J]. 南水北调与水利科技, 2007(2): 50-53.

[6] 刘秀花, 胡安焱. 汉江丹江口水库水质变化趋势研究[J]. 人民长江, 2008, 39(15): 36-39.

(收稿日期: 2010-03-24 编辑: 徐娟)

· 简讯 ·

“激光雷达与合成孔径雷达测图技术与应用国际研讨会”将在南京举行

激光雷达与合成孔径雷达测图技术与应用国际研讨会(LIDAR & RADAR 2011)将于 2011 年 5 月 26—29 日在南京举行。本次会议由河海大学与香港理工大学联合主办, 国际制图协会(ICA)、国际摄影测量与遥感学会(ISPRS)、国际测量师联合会(FIG)参与协办。会议旨在促进 LiDAR 与 RADAR 测图技术在亚洲的研究与应用, 探讨测绘行业的产学研结合与发展问题, 同时为新兴测量技术在地球科学、林业、再生能源、环境、交通和灾害管理等领域的创新应用创造一次跨行业的面对面交流机会。会议的主要议题是: ①传感器及搭载平台: Lidar&Radar 新进展, 辐射校正与几何校正, 传感器建模、分析与定标, 机载、星载的 SAR 与 InSAR 系统, 无人机搭载的 lidar 制图系统, 移动 lidar 制图系统, 海洋 lidar 系统。②数据处理: 多传感器与多尺度数据融合; 点云快速配准; 点云分割; 摄影测量与 Lidar 的集成; 利用 Lidar 数据的对象提取与模式识别; 基于 Lidar 数据的三维建筑重构; 三维 SAR 的建模、算法与实验; 多角度、多极化、多频率的 SAR 与 InSAR 逆向工程与信息提取技术; SAR 图像降斑、超分辨率重建和图像分割。③创新应用: 海岸带管理; 森林调查与植被分析; 文化遗产存档; 景观与建筑建模; 可再生资源蕴藏量制图(太阳能、风能等); 灾害制图(洪水、滑坡、地震、地面沉降等); 交通设施管理; 环境监测与影响评估; 风险防范与灾害评估; lidar、Radar 数据的最新应用。

(本刊编辑部供稿)