

天湖水库水环境评价及保护对策

郑泳, 刘画眉

(广东省水利水电科学研究院, 广东省水动力学应用研究重点实验室, 广东 广州 510635)

摘要:通过对天湖水库库区水环境进行调查分析,摸清库区周边点源、面源污染源以及入库水源污染情况,评价库区水质安全现状,在此基础上,提出科学合理的水环境保护对策。

关键词:天湖水库;水质安全;水环境保护对策

中图分类号:X32 **文献标识码:**B **文章编号:**1008-0112(2012)04-0041-04

1 背景

水库水环境保护是水资源保护的核心任务之一,做好水库水环境保护工作,对水环境、水生态尤其是饮用水安全保障具有重要的现实意义,也是贯彻“中央一号文”和“中央水利工作会议”精神、适应经济社会发展对水库水资源保护新要求的需要。天湖水库是流溪河流域内的一座中型水库,集水面积为10.2km²,总库容为1 034万m³。根据《广东省水功能区划》,天湖水库水功能二级区划功能为饮用、农业用水区,水质保护目标为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类标准值。开展天湖水库流域水环境保护对策研究,对水库水环境污染防治、保障居民生活饮用水、农业生产用水安全,均具有十分重要的意义。

2 水库水质评价

2.1 水质现状评价

2.1.1 评价指标

包括水温、pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、化学需氧量、总氮共24项。

2.1.2 数据来源

采用2009年7月~2010年6月监测值(坝前水质,24个监测指标)。

2.1.3 评价方法

本次评价以《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅱ类标准值作为水质目标,采用单因子指数法^[1](即污染最重的项目所达到的水质类别即为该水体的水质类别),对水库全年水质进行评价分析。

2.1.4 评价结果

单因子指数法评价结果表明:①2009年7月~2010年6月平均水质为Ⅳ类。定类项目为总氮。②后汛期平均水质为Ⅳ类,定类项目为石油类;非汛期平均水质为Ⅳ类,定类项目为总氮、总磷。

2.2 年际变化

受实测资料情况限制,收集到的历史监测数据仅有2002年8月和11月个别评价项目监测结果^[2],与2009年相应时段的评价项目监测结果对比,如表2。2009年较2002年监测结果个别评价因子含量增多,如总磷;部分评价因子含量降低,如溶解氧、氨氮。

3 入库污染源调查分析

根据水质分析结果,水库部分月份的水质不达标,需要对入库污染源进行调查分析,查清流域污染源状况。

3.1 点污染源调查与分析

经调查,天湖水库库区内无大型工矿企业、规模化和集约化养殖场或养殖区等^[3]。因此,库区没有明显的点污染源。

3.2 分散式农村生活污染调查与分析

(1)农村生活污水污染物排放量

根据农村人口数、人均用水量及人均排污系数,测算农村生活污水及污染物的排放量^[4]。计算结果见表3。

(2)农村生活垃圾排放量

利用农村人口数和人均0.6~1.0kg/(人·d)的垃圾产量,估算农村生活垃圾排放量^[4]。库区农村生活垃圾和固体废弃物产生量按0.9kg/(人·d)估算,则库区内产生垃圾总量为32.85t/a。生活垃圾集中收运到垃圾压缩中转站处

收稿日期:2012-02-15; 修回日期:2012-03-04

作者简介:郑泳(1985-),女,硕士,从事水资源评价等工作。

表1 单因子评价结果

时间	2009年 7月	2009年 8月	2009年 9月	2009年 10月	2009年 11月	2009年 12月	2010年 1月	2010年 2月	2010年 3月	2010年 4月	2010年 5月	2010年 6月	平均值
水质类别	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类	Ⅴ类	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅴ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅳ类	Ⅳ类
定类项目	总氮	石油类	五日生化需氧量	五日生化需氧量	汞	总氮	总氮	总氮 总磷	石油类	总氮	总氮	总氮汞	总氮

表2 监测数据对比

编号	2002年8月	2009年8月	2002年11月	2009年11月
溶解氧	7.75	6.90	8.16	6.00
氨氮	0.16	0.08	0.10	0.04
总磷	0.00	0.030	<0.0015	0.02
化学需氧量	5.5	<10	4.0	<10
高锰酸盐指数	2.2	1.9	1.6	2.81

表3 天湖水库库区农村生活污水污染物排放量

人口 /人	排污系数				
	生活污水 /(L·人 ⁻¹ ·d ⁻¹)	CODcr /(g·人 ⁻¹ ·d ⁻¹)	总氮 /(g·人 ⁻¹ ·d ⁻¹)	总磷 /(g·人 ⁻¹ ·d ⁻¹)	氨氮 /(g·人 ⁻¹ ·d ⁻¹)
100	80	50	6.4	1.3	3.2
人口 /人	排污量/(t·a ⁻¹)				
	生活污水	CODcr	总氮	总磷	氨氮
100	2920.00	1.83	0.23	0.05	0.12

理,有效解决农村地区垃圾处理问题,减少污染。

(3)禽畜养殖污染物排放量

经调查,库区2个自然村内农村养殖鸡存栏数约为100只/a,畜禽粪便没有通过处理,污染物容易随降雨径流进入水库。农村禽畜养殖污染物排放量(t/a)^①=个体日产粪尿量(kg/d·只)×饲养期(d)×养殖数(只)×畜禽粪便中污染物平均含量(kg/t)×10⁻⁶,污染物排放系数见表4,计算结果见表5。

表4 禽畜污染物排放系数

畜禽	项目	排泄系数	粪污染源含量/(kg·t ⁻¹)			
		/(kg·d ⁻¹ ·只 ⁻¹)	CODcr	总氮	总磷	NH3-N
鸡	粪	0.1	45	9.8	5.4	4.8

表5 禽畜污染物排放量

畜禽	数量	饲养期	年产粪量	污染物排放量/(t·a ⁻¹)			
		/d	/(t·a ⁻¹)	CODcr	总氮	总磷	NH3-N
鸡	100	60	0.6000	0.0270	0.0059	0.0033	0.0029

3.3 农业面源污染调查与分析

利用天湖水库的dem(数字高程模型)数据提取水库集雨区作为库区分析范围。库区分析范围面积为10.2km²。基于Landsat TM(2009年)影像,计算归一化植被指数(NDVI,NDVI=(TM4-TM3)/(TM4+TM3))。其中,TM3、TM4为Landsat TM影像的第3、4波段。NDVI取值范围为[-1,1],负值表示地面覆盖为云、水、雪等;正值表示有植被覆盖,且数值随植被覆盖度增大而增大。库区范围内农业用地(包括农田、林地等)可以通过设定NDVI阈值来提取。经过反复试验调整阈值,得出库区农业用地面积为8.6km²,合855.67hm²,见图1。

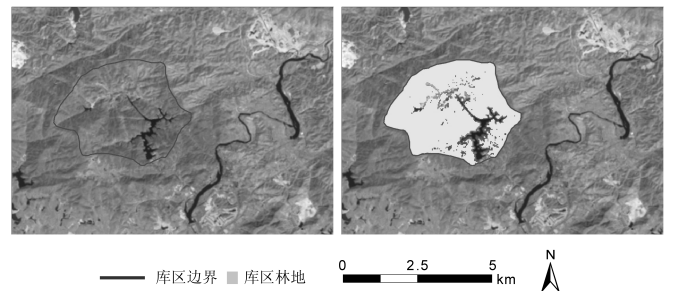


图1 库区范围与林地分布示意

经调查,在库区855.67hm²农业用地中,果园约为66.667hm²,耕地约为13.33hm²,分布在水库沿岸河滩;其余为生态公益林,公益林基本没有施肥。利用作物种植面积和经修正的源强系数,结合库区实际对果园、耕地的面源污染进行计算^②。其中,本库区耕地坡度修正系数取1.1,果园取1.4;对于农作物类型,耕地修正系数取1.5,果园地取0.7;土壤类型修正系数取1.0;化肥施用量修正系数取1.3;降雨量流失系数取1.2。计算农业面源污染物排放量见表6。

表6 天湖水库库区农业面源污染负荷

农用地	面积/hm ²	污染物排放量/(t·a ⁻¹)			
		CODcr	氨氮	总氮	总磷
果园	66.667	15.29	3.06	30.58	2.29
耕地	13.33	5.15	1.03	10.30	0.77
合计	79.997	20.44	4.09	40.88	3.06

3.4 水源地内源污染调查与分析

库区所在地出台了禁止在库区网箱养鱼的规定,库区基本没有养鱼投料对水体的污染。另外,库区内有防汛快艇3只。石油类高值出现在8~9月,主要与汛期防汛船使用频繁、入库车辆增多有关。

3.5 临库公路调查

通往水库的防汛公路大部分在库区下游,库区里所占比例较少,主要是水库工作人员使用,外来车辆较少,所引起的污染较小。

3.6 旅游区情况调查

库区平时仅有少数闲散游客自驾游,产生的旅游污染较小。

3.7 库区城市化进程情况调查

通过库区1988年和2009年的影像对比,如图2,可见库区21年来土地利用状况相对稳定,植被覆盖没有明显变化,总体上受城市化进程影响不明显。

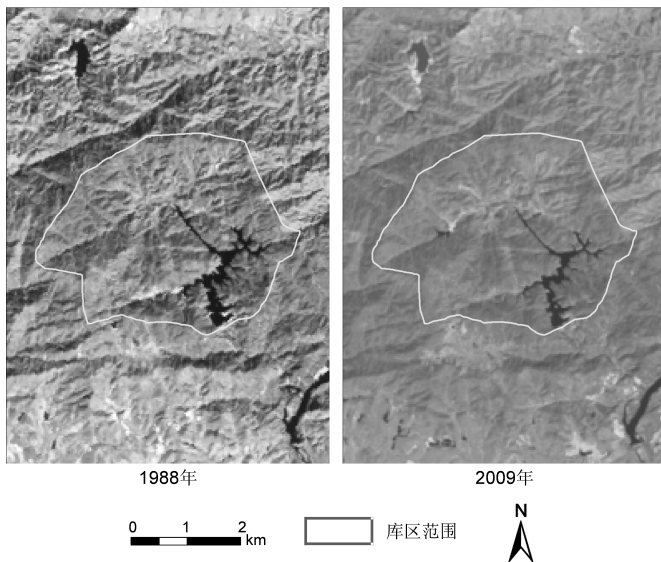


图2 天湖水水库库区影像示意

3.8 库区污染负荷汇总分析

结合本地区附近相关污染入库系数,综合确定天湖水水库的库区污染入库系数^[6],即:农村生活污水污染入库系数取0.6;分散禽畜养殖污染入库系数取0.1;农业面源COD_{Cr}、总氮、氨氮入库系数取0.25,总磷入库系数取0.035。污染负荷排放量和入库量估算结果列于表7,在入库污染负荷中,库区的面源污染占污染负荷总量的比重最大,其次为农村生活污水污染。

4 水环境保护对策

根据天湖水水质安全评价结论,库区平均水质为IV类,总氮超标明显,主要来源于农业面源污染,其次为生活污水等;总磷浓度相比2002年水质监测结果,含量增多,

表7 天湖水水库库区污染物负荷统计

项目	排放量			合计	入库量 合计
	农村生活		农业面源		
	生活污水	禽畜养殖			
COD _{Cr} /(t·a ⁻¹)	1.83	0.027 0	20.44	22.30	6.21
氨氮/(t·a ⁻¹)	0.12	0.002 9	4.09	4.21	1.09
总氮/(t·a ⁻¹)	0.23	0.005 9	40.88	41.12	10.36
总磷/(t·a ⁻¹)	0.05	0.003 3	3.06	3.11	0.12

可能威胁水库营养状态。因此,结合水库情况提出相应的保护措施,确保水库水质安全。

4.1 入库污染源控制

污染源主要为分散式农村生活污水和农业面源污染。

库区常驻人口约100人,目前仍采用户用型化粪池,建议参照国内农村污水治理设施建设经验,以自然村为单元,修建生活污水暗排沟收集农村生活污水,采用厌氧池+人工湿地处理系统,处理后的生活污水可达农田灌溉水质标准^[7]。

对于农业污染防治,在近期,以污染物输移路径控制和末端控制为主,主要工程为污染缓冲带建设、泥沙滞留前置库工程:①在水库主要入流处建立沉沙池、拦沙坝,防止污染物流入库中;②在农田与水体之间建立缓冲过滤带,即植被带,减少农田坡面汇流对水体的污染。在中、远期,遵循生态经济理念,深入推广使用生物农药和农家肥,充分考虑农田特征根据农作物对养分的需求以及季节不同来制定科学的施肥方式与时间,平衡氮、磷、钾比例,提高肥料利用效率,控制污染。

4.2 库区生态系统建设

天湖水的水质氮、磷含量超标,且有恶化趋势,需采取相应整治措施,防治水体污染或富营养化。近几十年来,世界各国研究和实践了包括各种物理、化学和生物的水体富营养化治理措施,其中利用生物调控方法能充分发挥各种动、植物之间的食物链关系,消耗或降低水体中的营养物质,达到净化水质的目的,是投资少、见效快、行之有效的方法^[8-9]。生物调控技术修复水生生态系统是利用营养级链状效应,在水库中投入选择鱼类,吞食另一类小型鱼类,借以保护某些浮游动物不被小型鱼类吞食,而这些浮游动物的食物正是藻类。结合水库实际特点,可有规划地放养合适的水生动物(如以浮游植物和浮游动物为食的鲢鱼、鳙鱼等滤食性鱼类),形成完整的食物链,改善水库内生态系统结构。从生态学角度看,鲢鱼、鳙鱼等鱼类能够充分消耗水中的营养物质,通过按比例增殖这些鱼类,可以

有效减少水体氮磷的含量,达到净化水质的作用。

4.3 推进水库水体监测、水质预警建设

天湖水库从2009年7月开始每月定期进行坝前水质进行常规监测,对于河道及库区其他区域未有长效监测。针对水库的实际情况,从保障水源水质并采取积极防范措施角度分析,应开展长期和动态的监测工作。

1) 增加入库支流采样断面和富营养化断面的水质监测

天湖水库目前的水质监测点位于坝前,处于水库水流程末端。增加入库河流的定期和动态的水质检测,有利于全面掌握水库水质状况,及时发现水质污染,尤其是局部性、短期性的水质污染,有利于及时采取防治措施和迅速应对突发性水污染事件。另外,水库水质在平面上具有相对分区差异,长期动态的监测有利于及时发现水质变化,开展污染源调查和分析变化趋势,并将此作为是否采取措施的决策依据和技术支持。

2) 建立水库水质预警系统

通过自动监测系统的建设,建立库区水质的实时监测(监控)网络和地表水水质动态数据库,全面、有效地了解和掌握库区水质的污染水平和变化趋势,适应水环境管理需要,提高水环境监测技术和管理水平,为环境管理决策提供详实可靠的数据保障。

4.4 加强库区水源地保护的制度建设

完善天湖水库水质监测和发布制度。包括连续监测和应急监测制度,按国家有关标准和操作规程设定监测位置、监测指标、监测频次,以及取样、检测程序等,建立应对突发水污染事故的水质应急监测制度和处置方案、措施。

完善天湖水库水源地保护制度。包括工程管理制度、水资源调配制度、日常巡查及库面保洁制度、库区水陆危险化学品及有毒有害物质运输管理制度、库区农村环境卫生管理制度、水污染事件报告制度,以保障水源地保护工作有章可循、规范管理。

4.5 加强库区水环境保护宣传

利用广播、电视、报纸等新闻媒体和各类宣传手册广

泛开展多层次、多形式的水库水源地保护舆论宣传和科普宣传,使全社会意识到水库饮用水源地保护的紧迫感和责任感,使水库饮用水源地安全保障得到社会各界的广泛认同和支持。

5 结语

通过库区现状水质进行评价,对天湖水库区点源污染、分散式农村生活污染、农业面源污染、水源地内源污染、临库公路、旅游区等情况进行调查、分析和统计,得出水库水体主要污染物为总氮、总磷和石油类等。一方面,由于化肥、农药等含有大量的氮、农业生产中残留的化肥、农药随灌溉和降雨流入农田附近的水体并最终流入水库,产生农业面源污染;另一方面,由于人民生活水平的逐步提高,日常生活中含磷洗衣粉、去污粉及洗涤剂的使用,使生活污水中的氮、磷含量及有机复合物含量越来越高,生活污水无组织排放是影响水库水质的一个重要原因;另外,汛期水库防汛快艇的使用频率增大,引发石油类污染。为贯彻“中央一号文”和“中央水利工作会议”精神、适应经济社会发展对水库水资源保护的新要求,更好地保护好现有的水源地,建议尽快实施水库水环境保护和治理工程。

参考文献:

- [1] 水环境评价与规划[M].广州:中山大学出版社.
- [2] 广东省水资源综合规划[R].2009.
- [3] 天湖水库大坝安全管理应急预案[R].从化:从化市水务局,2010.
- [4] 广东省水资源综合规划技术细则[R].广州:中山大学,2002.
- [5] 全国饮用水水源地环境保护规划编制技术大纲[R].北京:国家环境保护总局,2006.
- [6] 全国水环境容量核定技术指南[Z].北京:中国环境规划院,2003.
- [7] 杨俊,龚琴红.人工湿地在我国农村生活污水治理中的应用[J].农业环境与发展,2007,(2):70-74.
- [8] 陆开宏,晏维金,苏尚安.富营养化水体治理与修复的环境生态工程[J].环境科学学报,2002,22(6):733-737.
- [9] 郝保山,邹曦,李明,等.生物操纵技术在西北地区水库水体富营养化防治应用前景[J].水生态学杂志,2010,3(3):113-117.

(本文责任编辑 王瑞兰)