

文章编号:1672-058X(2012)02-0079-05

湖库型水源地污染防治工程研究*

——以梁平县沙坝水库为例

刘书军, 林孝松, 蒋天明, 斯 珊

(重庆交通大学 河海学院, 重庆 400074)

摘 要:以重庆市梁平县沙坝水库为例,将水源地污染分为内源、点源及非点源污染 3 种,在此基础上分别提出相应的防治工程建设并进行了经费预算;研究表明:按此分类进行的有针对性的防护措施可操作性强;沙坝水库防护工程预算为 4 818.84 万元,其中,内源污染防治工程为 191.39 万元,点源污染防治工程为 4 440.30 万元,非点源污染防治工程为 187.15 万元。

关键词:湖库型水源地;污染类型;防治工程;沙坝水库

中图分类号:X524

文献标志码:A

饮用水水源地作为水源的载体,其安全与否对保障饮用水安全至关重要,尤其是自净能力差、污染容易形成痼疾的湖库型水源地安全保障工作的重要性更为突出。在我国,湖库型水源地主要应用于城市供水和农业两个方面。因此,农业面源污染、农村技术水平与居民认识水平的局限性成了湖库型水源地安全保障的关键^[1-5]。以重庆市梁平县沙坝水库为例,着重从内源污染、点源污染和非点源污染 3 个方面探讨湖库型水源地安全保障防护的措施。

1 研究区域概况

梁平县沙坝水库位于东经 107°24'-108°05',北纬 30°25'-30°53',行政范围涉及板桥村、九道村和三洞村等,境内有上海至成都高速公路、重庆境内梁平至万州区高速公路线。沙坝水库坝高 27 m,水深 23.9 m,最大水库容量 502 万 m³,现在蓄水 354 万 m³。水库占地面积为 0.49 km²,流域面积为 9.5 km²。流域内主要土地利用类型为旱地、水田、成林、竹林以及草地。居民主要集中在水库北部及入库径流沿岸。沙坝水库主要用于农业灌溉,并与梁平县大河坝水库共同作为城市饮用水主要水源地之一。

基于 GIS 技术,结合 DEM 和 ArcGIS 水文分析得到子流域划分,经人工校核后将沙坝水库合并为 12 个子流域,并对子流域保护区域的级别进行划分,其中,沙坝水库水体为一级保护区;2 号、3 号和 6 号流域为二级保护区;1 号、5 号、7 号、8 号和 10 号流域为三级保护区;4 号、9 号、11 号和 12 号流域为四级保护区。具体划分如图 1 所示。

收稿日期:2011-05-23;修回日期:2011-06-05.

* 基金项目:国家自然科学基金(10871217);重庆交通大学创新基金项目 2010(上)15 号.

作者简介:刘书军(1984-),男,黑龙江牡丹江市人,硕士研究生,从事资源环境与地理信息系统研究.

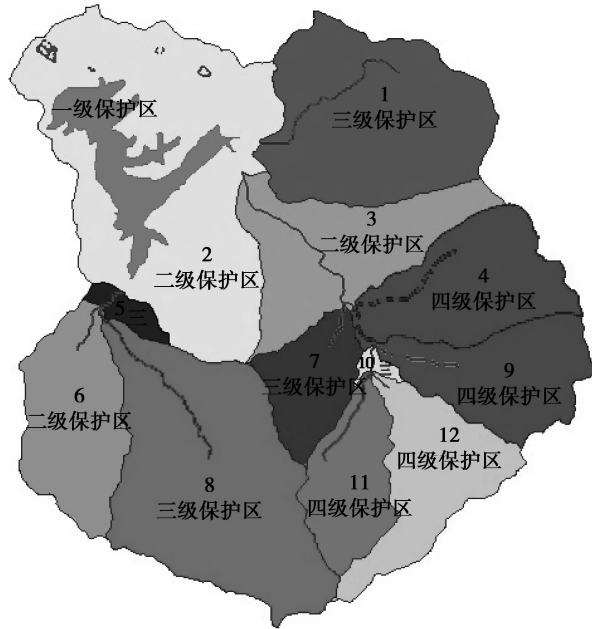


图 1 沙坝水库保护区分布图

2 保护区防护工程建设

基于 2009 年沙坝水库大比例尺地形图、高分辨率遥感影像解译以及实地调研,并结合各土地利用类型所呈现的污染特征,将沙坝水库全流域污染属性分为内源污染、点源污染以及非点源污染 3 类。其中,内源污染为沙坝水库水体自身产生的污染;点源污染为流域内民居建筑、牲畜饲养建筑以及化工业建筑;非点源污染为农耕地、交通道路等。

2.1 内源污染防治工程

内源污染包含结构性污染和管理性污染两个层面,结构性污染是指水体本身由于 N、P 等营养元素的富集、水库底泥的过渡淤积所造成的水体污染^[6-8];管理性污染是指由于水库日常管理不善造成的污染,如管理船只漏油等,或者水库区域娱乐项目造成的污染等。内源污染是最直接体现水库水质受污染变化程度的污染属性。

经实地调查,沙坝水库上无娱乐设施,水库水体污染仅受 N、P 等污染元素的富集超标以及水库底泥的影响;而在管理方面,目前水库管理船只采用的是油船,存在突发性漏油事故引起污染的隐患。因此,针对沙坝水库中一级保护区(即沙坝水库)的污染源,针对结构性内源污染采取生态防护工程措施,即在沙坝水库径流入库处,定期进行底泥清淤工作,如图 2 所示,定期检测库水 N、P 等污染元素浓度,做到及时发现,及时治理。针对管理性内源污染采取将沙坝水库管理工作船改为油船的措施。

2.2 点源污染防治工程

点源污染是指流域内居民集中点所产生的生活污水和生活垃圾造成的污染、牲畜饲养建筑以及化工建筑所产生的工业废水造成的污染。

经实地调查和查阅梁平县规划报告,沙坝水库流域内共有民居建筑 269 栋,其中需要进行移民的为 184 栋,需要进行移民的总面积为 2 095.15 m²;水库周边无化工或农畜养殖场,并且在一定时期内,暂无建设此

类工业的计划,因此,点源污染仅包含沙坝水库全流域内的民居建筑,其污染形式主要为生活污水和生活垃圾的乱排乱放;流域内居民集中在水库的北部、东北、东南以及南部并且东北、东南和南部民居建筑主要沿入库径流成线状分布,不利于集中处理,所以,建议将民居建筑迁移,集中进行防护治理^[9]。

具体措施为:将2号区域南部居民、5号区域居民迁至6号区域西部;将2号区域北偏东经济林带附近居民迁至水库北部下游地区;1号区域居民迁至入库径流中游北部;3号区域居民迁至7号区域入库径流交汇处西部;8号区域居民集中至入库径流西部。迁移或集中后的民居建筑形成5个重点控制点源区,在集中控制点源区设立集中垃圾污水处理站^[10],如图2所示。

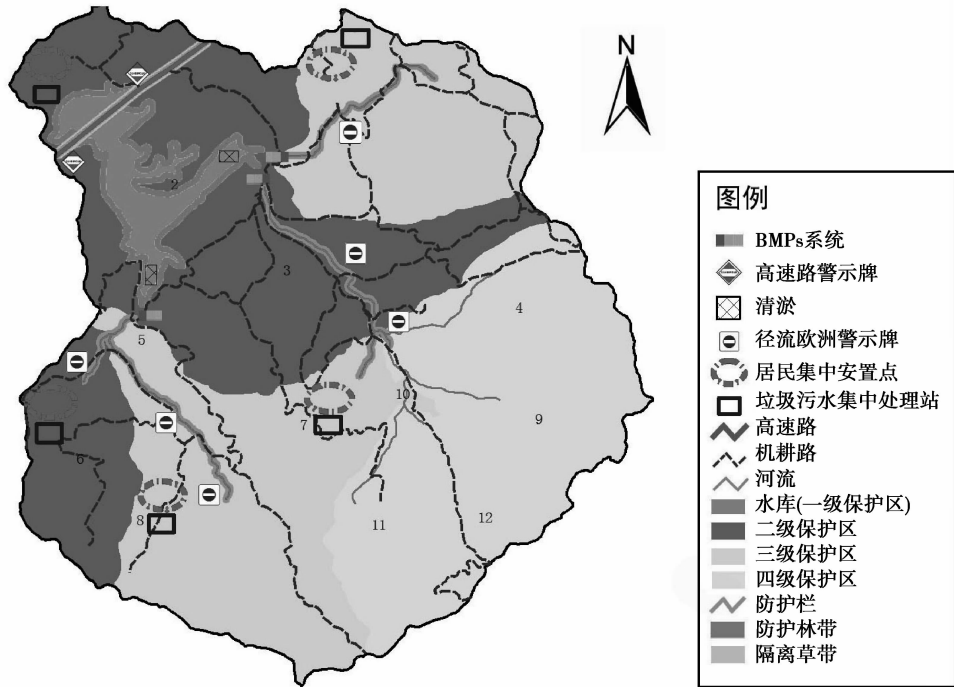


图2 沙坝水库防治工程示意图

2.3 非点源污染防治工程

非点源污染具有分散且难以集中、地理边界和位置难以识别和确认、影响范围广泛、污染形成的滞后性和潜伏性以及影响因子复杂、多样等特点,所以在防治方法方面一直是世界难题。沙坝水库全流域内,也存在众多非点源污染,经实地调研,研究区域内非点源污染主要包括流域内以面源污染形式出现的农田(总面积为309.45 ha)、经济林(总面积为29.27 ha)及水库上方的高速公路(总面积为2.86 ha)和以线源污染形式出现的机耕路(总长度为43 229.88 m),污染源分布较广,遍及二级保护区和三级保护区。

西欧和北美等国家在非点源防治方面起步较早,有很多成熟的理论可借鉴,其中被广泛认可的理论是BMPs理论(Best Management Practices),即最佳管理措施。其主要应用于农业非点源污染的防治领域,是美国农业非点源污染控制中最常用的方法^[11]。BMPs防治措施主要包括人工湿地、植被缓冲区和水陆交错带,但仅是以生态方式来进行防护,结合研究区域农村农耕技术以及农民认识相对落后的实际情况,对BMPs理论进行扩充,加入物理防护隔离的方法。常采取生态隔离;高速路隔离与警示提醒;串联式BMPs系统;径流沿线物理隔离与施肥新技术推广的措施。针对沙坝水库流域中二级保护区(即2号、3号和6号流域)内的

污染源,具体工程措施如下:

(1) 2 号流域位于水库周边,水库周围以旱地为主,兼有少数经济林带,在此处设置防护林带。防护林带的宽度一般在 20 m 以上,根据实际情况,确立防护林带宽度为 30 m,在 30 m 范围内的经济林种类替换成防护林种类,经实际考察核实,需要进行林种替换的面积为 3.83 ha。防护林种类选择耐旱乔木,紧密排列,树间种植防护草皮。

(2) 2 号流域内水库上方有沪蓉高速重庆段穿过,即存在交通事故或运输泄露事故等突发性污染隐患,所以,在高速路两侧外沿设置 2 m 宽低矮植物隔离带;高速公路两侧内沿设置防护栅栏;在高速公路入口处两端设置双面警示牌(4 m×3 m×5 m);完善高速路排水功能,避免公路排水流入水库,如图 2 所示。

(3) 全流域径流入库口有 3 处,分别位于水库的南部与水库的东部及东偏南部,针对这 3 处入库口采取串联式 BMPs 系统^[12]:滞留池/人工湿地/缓冲草带,三级梯次系统。滞留池的作用为放缓径流速度,沉降污染物和沉淀物;人工湿地与缓冲草带作用则是净化入库径流水质,进一步沉降污染物和沉淀物。BMPs 系统各单元具体设计参数如表 1 所示。

表 1 沙坝水库串联式 BMPs 系统各单元具体设计参数

滞留池		人工湿地			缓冲草带				
面积/m ²	形状	深度/m	长度/m	宽度/m	最大深度/m	糙度	长度/m	坡度	糙度
100	矩形	3	50	2	α15	α15	40	0.03	α1

(4) 3 号与 6 号流域入库径流沿岸的主要土地利用类型为水田和经济林,污染因子主要是农药以及化肥,建议对当地农民进行教育带动,鼓励农户增施有机肥料,促使化肥与有机肥结合使用,推广平衡施肥技术^[13]或利用污泥堆肥^[14],促进农村生态循环弃物使用等。在径流沿岸建立隔离带,采取物理隔离的方式,沿岸设置护栏或护网,且沿线每隔一定距离设置 3 面警示牌(4 m×3 m×5 m)。

按照内源污染、点源污染及非点源污染进行的针对性防护措施将分布零散、不易于管理的各污染源进行了集中化处理,形成了易于进行有效管理的控制区域,使得沙坝水库的防护措施形成了“一区五点三线”的格局,即 1 个水库水体保护区,5 个民居集中控制区,3 条入库径流保护区,污染源的集中,为高效防护提供了保障。

3 防治工程经费预算

梁平县沙坝水库的防治工程包括内源污染防治工程,点源污染防治工程和非点源污染防治工程。内源污染防治措施包括底泥清淤、定期水检以及工作船更换,其中,底泥清淤量为 $0.37 \times 10^4 \text{ m}^3$;水检周期定为每月一次,年水检次数为 12 次;需更换现有工作船两艘。点源污染防治措施包括移民安置,移民安置的民居总面积为 $2\,095.15 \text{ m}^2$;建设集中垃圾污水处理站 5 座。非点源污染防治措施包括建设环水库防护林带,共 21.00 ha ;建设 3 套 BMPs 系统;设立高速路及径流防护栏,其中,高速路防护栏 $2\,310.19 \text{ m}$,径流防护栏 $9\,186.00 \text{ m}$,共计 $11\,496.19 \text{ m}$;设置高速路警示牌 2 个及径流警示牌 6 个;设置高速路隔离草带,隔离草带总面积为 $4\,620.00 \text{ m}^2$ 。

经当前市场价格调查,初步预估沙坝水库全流域防治工程总造价为 4 818.84 万元,其中,内源污染防治

工程为191.39万元,点源污染防治工程为4440.30万元,非点源污染防治工程为187.15万元。各项防护工程措施具体预算如表2所示。

表2 沙坝水库防治工程预算表

污染类型	防治工程或措施	单价	数量	合计/万元
内源污染	底泥清淤/(万元/m ³)	5.00×10^{-2}	0.37×10^4	185.00
	定期水检/(万元/次)	3.25×10^{-2}	12.00	0.39
	工作船更换/(万元/艘)	3.00	2.00	6.00
点源污染	移民安置/(万元/m ²)	0.20	2095.15	4190.30
	垃圾污水处理站/(万元/个)	50.00	5.00	250.00
非点源污染	水库防护林带/(万元/ha)	1.00	21.00	21.00
	林种置换补偿/(万元/ha)	1.20	3.83	4.60
	BPMs系统/(万元/套)	5.00	3.00	15.00
	高速路防护栏/(万元/m)	1.08×10^{-2}	2310.19	24.95
	高速路隔离草带/(万元/m ²)	1.60×10^{-3}	4620.00	7.39
	高速路警示牌/(万元/个)	1.50	2.00	3.00
	径流警示牌/(万元/个)	2.00	6.00	12.00
	径流防护栏/(万元/m)	1.08×10^{-2}	9186.00	99.21

4 结 论

(1) 以重庆市梁平县沙坝水库为例,基于高分辨率遥感影像解译和大比例尺地形图分析与实地调研,结合各土地利用类型所呈现的污染特征,将沙坝水库污染源分为内源、点源与非点源污染3类。针对内源污染采取生态防护与生物隔离相结合的防护工程;针对点源污染采取居民集中安置化处理的防护工程;针对非点源污染采取BPMs与物理隔离相结合的防护工程;

(2) 沙坝水库防护工程总造价为4818.84万元,内源污染防治工程为191.39万元,点源污染防治工程为4440.30万元,非点源污染防治工程为187.15万元。

(3) 湖库型水源地具有独特的水力性质,其安全保障问题对民生具有重要意义。针对沙坝水库的研究结果,为湖库型水源地相关防护工程建设提供了科学依据。

参考文献:

- [1] 史莉,尹璐,李越越.贵阳市阿哈水库饮用水源地现状及保护对策[J].贵州水力发电,2008,22(3):20-22
- [2] 顾恩华,石文甲,董树海.浅谈湖泊水库富营养化问题成因及防治措施[J].黑龙江水利科技,2003(1):28-32
- [3] 翟平阳.重视哈尔滨市磨盘山水源地水质的保护[J].政策咨询通讯,2007(5):53-55
- [4] 杨大杰,徐磊.官厅水库水质现状分析与趋势预测[J].北京水务,2009(2):30-32
- [5] 庄一廷.湖库型饮用水源地富营养化污染控制研究[J].海峡科学,2007(6):77-79
- [6] 张美花.楚雄市饮用水源地水质分析与保护措施[J].云南环境科学,2005,24:16-107

- [7] 刘景红,张晟,陈玉成,等. 重庆市水库富营养化现状及防治对策[J]. 西南农业大学学报,2005,27(4):464-469
- [8] 杜桂森,王建厅,张为华,等. 官厅水库水体营养状况分析[J]. 湖泊科学,2004,16(3):277-281
- [9] 胡和兵,朱同林. 池州市重点应用水源地生态安全问题及对策[J]. 池州学院学报,2008,22(3):87-90
- [10] 杨勇,宋兵魁,王文美,等. 天津市农村非点源污染控制对策[J]. 中国环保产业,2009(1):56-60
- [11] 梁菁,彭晓春,贺涛. 湖库型饮用水水源地污染防治对策研究[J]. 广东农业科学,2009(7):181-185
- [12] 王嵘,李剑,万金保. BMPs 在面源污染控制中的应用[J]. 江西能源,2008(3):44-48
- [13] 杨芳,熊欣,王群,等. 清江流域水环境面污染源强核算及主要环境问题分析[J]. 环境污染与防治,2010,32(1):95-98
- [14] 卢鹏,傅敏. 污泥堆肥的农用资源化研究进展[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版,2009,26(2):123-126

Research on Prevention Engineering for the Pollution in Lake-type Water Sources ——Taking Shaba Reservoir of Liangping County as an Example

LIU Shu-jun, LIN Xiao-song, JIANG Tian-ming, SI Shan

(School of River and Sea Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: Taking Shaba Reservoir of Liangping County as an example, this paper classifies the water source pollution into such three pollution types as endogenous pollution, point pollution and non-point pollution, based on this, proposes the corresponding prevention engineering construction respectively and makes related budget. Research results show that the pertinent protection measures according to this classification have strong operability and that the budget for Shaba Reservoir is 48,188,400 yuan, among which the budget for prevention engineering of endogenous pollution is 1,913,900 yuan, for point pollution is 44,403,000 yuan and for non-point pollution is 1,871,500 yuan.

Key words: lake-type water source; pollution type; prevention engineering; Shaba Reservoir

责任编辑:田 静