

环境管理

温岭市湖漫水库水质状况与污染防治
对策分析郑珍芝¹,王文初²,吴星星¹

(1.台州市污染防治工程技术中心,浙江台州318000;

2.台州市自然资源与规划局,浙江台州318000)

摘要:基于温岭市湖漫水库2011年~2017年水质监测数据,分析了库区水质变化情况,污染源和环境容量。结果表明:该水库水质在2011年~2016年达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类水质标准限值要求,2017年水质劣于II类水标准限值,主要超标因子为高锰酸盐指数、总氮、总磷;入库污染源贡献情况为农业种植面源>地表径流污染源>居民生活源,入库污染源COD、总氮、总磷总量分别为161.55 t/a、82.3 t/a、5.56 t/a,而库区总氮和总磷环境容量估算值分别为74.41 t/a和5.25 t/a。为持续削减入库污染负荷并保障饮用水安全,从产业结构调整、污染防治、生态修复、环境监管能力建设等四个方面提出了防治对策。

关键词:湖漫水库;水质现状;污染防治方案

中图分类号:X701

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2019)03-0060-05

Water quality status and pollution prevention measures of Human Reservoir in Wenling

ZHENG Zhen-zhi¹, WANG Wen-chu², WU Xing-xing¹

(1. Taizhou Pollution Prevention Engineering Technology Center, Taizhou 318000, China;

2. Taizhou Bureau of Natural Resources and Planning, Taizhou 318000, China)

Abstract: Based on monitored water quality data of Human Reservoir in Wenling City between 2011 and 2017, change of water quality, pollution source and water environmental capacity were analyzed. The results showed that water in this reservoir satisfied the requirements of Class II water quality standard in environmental quality standard for surface water (GB3838-2002) from 2011 to 2016. In 2017, water in this reservoir was worse than the standard due to high COD_{Mn}, total nitrogen and total phosphorus. Pollution source order from high to low was agriculture, surface runoff and residents. The amounts of COD, total nitrogen and total phosphorus into the reservoir were 161.55 t/a, 82.3 t/a and 5.56 t/a. The environmental capacities of total nitrogen and total phosphorus were estimated to be 74.41 t/a and 5.25 t/a. In order to reduce the pollution load into the reservoir and ensure drinking water safety, measures were put forward from the aspects of industrial structure adjustment, pollution prevention and control, ecological restoration and environmental supervision.

Key words: Human Reservoir; Water quality status; Pollution prevention and control measures

0 引言

湖漫水库位于温岭市城南镇和石桥头镇之

间,大坝坝址在城东街道肖溪村,是一座以供水、防洪、灌溉为主的中型水利枢纽,水库规模为中

收稿日期:2019-03-20

第一作者简介:郑珍芝(1985-),女,浙江台州人,工程师,硕士。Email:763540132@qq.com

引用格式:郑珍芝,王文初,吴星星.温岭市湖漫水库水质状况与污染防治对策分析[J].能源环境保护,2019,33(3):60-64.

型,水库集雨面积 32.48 km²,总库容 3 503 万 m³^[4],承担着温岭市区太平街道以及城东街道、城西街道、石桥头镇、城南镇、箬横镇、松门镇部分区域供水,在保障饮用水安全、支撑区域经济社会发展及生态平衡方面具有重要意义。

1 库区水质状况及污染来源分析

1.1 库区水质状况

通过分析湖漫水库 2011–2017 年的监测数

表 1 2011–2017 年湖漫水库水质情况

年份	水质类型	pH 值	溶解氧	COD _{mn}	BOD ₅	氨氮	总氮	总磷	石油类	叶绿素 a	透明度,cm
2011 年	II	7.8	7.96	3.55	1.99	0.262	0.400	0.0185	0.0373	0.0187	0.94
2012 年	II	7.4	8.69	2.57	1.61	0.117	0.412	0.0195	0.0365	0.0099	1.32
2013 年	II	7.65	10.26	2.48	1.50	0.085	0.449	0.0208	0.0265	0.0134	1.55
2014 年	II	7.68	8.30	2.82	1.61	0.085	0.429	0.0245	0.0440	0.0145	1.37
2015 年	II	7.92	9.58	2.76	2.02	0.098	0.418	0.0239	0.0250	0.0202	1.49
2016 年	II	8.12	9.78	2.96	2.27	0.120	0.446	0.0236	0.0433	0.0197	1.39
2017 年	III	8.07	7.84	3.56	2.72	0.139	0.553	0.0265	0.0200	0.0339	1.33

2011–2017 年湖漫水库主要指标监测值具体情况见图 1~3,由图可得:不同月份之间湖漫水库水质存在波动,一般在每年的 5 月、7–9 月水质相对较差,尤其是 2017 年 9–11 月份部分指标甚至超过了 II 类标准限值。

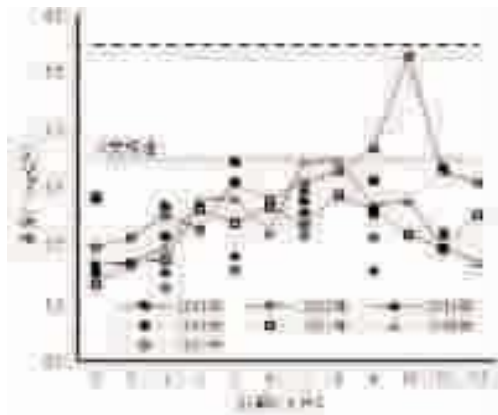


图 1 2011–2017 年湖漫水库 COD_{mn} 逐月变化情况

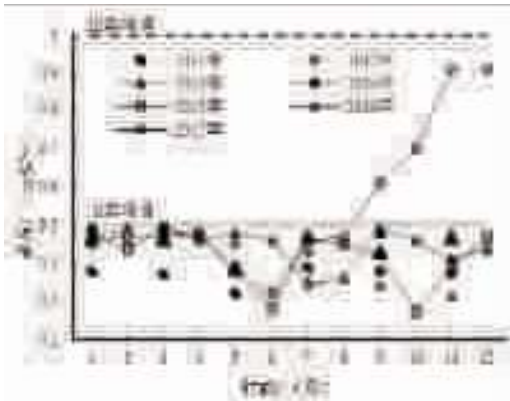


图 2 2011–2017 年湖漫水库总氮逐月变化情况

据,湖漫水库水质总体较好,2011–2016 年水质一直保持为 II 类水,能够达到功能区水质要求,但是湖漫水库水质存在波动,在枯水期等水文条件不利的月份水质甚至会超过 III 类标准。特别是 2017 年,受降雨量减少,水质有所恶化,截止 2017 年 11 月为 III 类水,主要超标因子为高锰酸盐指数、总氮、总磷。2011–2017 年湖漫水库水质具体情况见表 1。

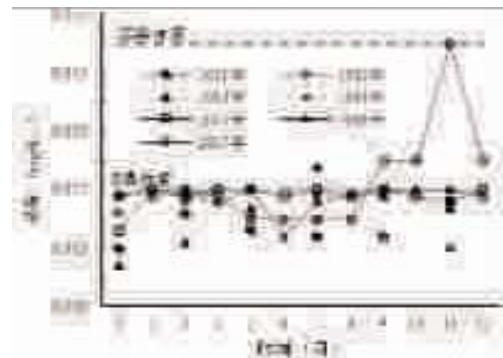


图 3 2011–2017 年湖漫水库总磷逐月变化情况

根据营养化状态评价结果,对照综合营养状态指数法评价标准,湖漫水库现状为中营养状态,2011–2017 年湖漫水库逐月营养化情况见图 4。2017 年 9–11 月湖漫水库出现营养化恶化趋势,10 月份甚至达到了富营养化状态。通过分析 2011–2017 年湖漫水库综合营养状态指数逐月数据,可以看到湖漫水库综合营养状态指数月份之间变化呈现较为一致的规律,一般在一年中的 7–11 月份会出现较高值。

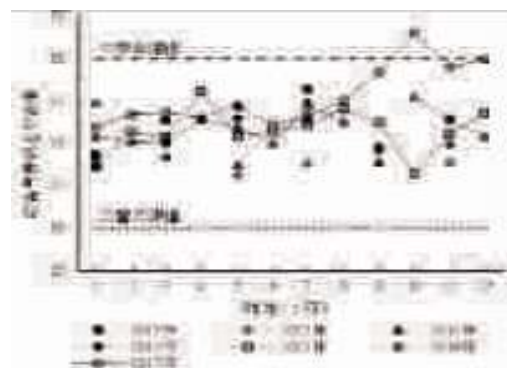


图 4 2011–2017 年湖漫水库营养化逐月变化情况

1.2 库区污染来源分析

1.2.1 点源污染来源及分布特征

湖漫水库二级保护区范围内还有 37 家工业企业, 废水经污水管网收集后输送至温岭市城市污水处理厂处理。范围内有 21 家各类小餐饮店, 餐饮店废水经污水管网收集后输送至污水处理厂, 故无工业污染物及餐饮废水排放。库区 13 个行政村中有 10 个村庄实现了集中纳管治理, 3 个村尚未建立生活污水收集治理设施, 尚未实现污水治理直接排放的为 197 人。农村生活污水直排部分 COD 排放量为 1.18 t/a, 氨氮排放量为 0.29

t/a, TN 排放量为 0.36 t/a, TP 排放量为 0.03 t/a。

1.2.2 面源污染及分布特征

面源污染主要为农业源、畜禽养殖源及地表径流源, 目前库区无畜禽养殖。

湖漫库区内耕地面积 9 883.80 亩, 园地 4 016.44 亩。水稻田一般在每年的 5~7 月使用化肥, 氮肥的使用量为 9~12 kg/亩, 磷肥的使用量为 3~4 kg/亩, 钾肥的使用量为 3~5 kg/亩; 其中蔬菜和果用瓜亩均化肥用量最高, 其他作物亩均化肥用量差别不大, 不同农作物施肥强度和时间详见表 2。

表 2 农作物施肥时间

主要作物	N(kg/亩)	P ₂ O ₅ (kg/亩)	K ₂ O(kg/亩)	主要施肥时间
水稻	9~12	3~4	3~5	5~7 月
小麦	9~11	3	3~5	11~2 月
蔬菜	20~27	18~22	23~27	全年(大棚红茄 10~3 月)
果用瓜	21.25	18~22	25.6	露地 5~7 月、大棚 12~3 月
番薯	10~15	3~5	4~6	5~7 月
马铃薯	10~15	3~5	3~5	2~3 月

农药化肥污染物排放采用系数法测算, 标准农田产污系数采用《浙江省“十三五”饮用水水源保护规划技术大纲》提出的参考数据, 即 COD 10 kg/亩·年, 氨氮 2 kg/亩·年, 总氮 7 kg/亩·年, 总磷 0.5 kg/亩·年。

结合湖漫库区具体情况, 考虑到湖漫库区内多年平均降雨量为 1 605.8 mm, 平均化肥亩施用量在 25 kg 以下, 流失系数采用 1.1 进行修正, 修正后 COD 11 kg/亩·年, 氨氮 2.2 kg/亩·年, 总氮 7.7 kg/亩·年, 总磷 0.55 kg/亩·年, 入库系数取 0.65。经测算, COD 流失量 99.38 t/a, 氨氮流失量 19.88 t/a, TN 流失量 69.57 t/a, TP 流失量 4.97 t/a。

湖漫库区所在区域内多年平均降雨量 1 605.8 mm, 月降水量范围在 20.5~298.5 mm 之间, 月降水量分布不均, 4~6 月的梅雨季和 8~10 月的台风雨季占全年降水量的 70%。

湖漫库区城镇地表径流污水主要来自降雨径流对范围内镇(街道)建设区域地表的冲刷。库区内建设用地面积为 1.7887 km² (不包括水库水面面积), 其中道路面积 0.2075 km², 居住区面积 1.5020 km², 其他区域面积 0.0793 km²。根据相关乡镇提供的资料及监测数据, 确定了不同区域的降雨污染物平均浓度和径流系数, 如表 3 所示。

表 3 湖漫库区不同区域降雨污染物平均浓度及径流系数

序号	名称	占地面积(km ²)	径流系数	COD (mg/L)	TN(mg/L)	TP(mg/L)
1	道路	0.2075	0.7	100	15	0.8
2	居民区	1.5020	0.3	50	12	0.5
3	其他区	0.0793	0.4	60	10	0.5

采用简易模型计算城镇地表径流负荷: $L=R \times C \times A \times 10^{-3}$, 式中: L 年负荷量 (t), R 为年径流量 (mm), 为降雨量和径流系数的乘积; C 为径流污染物平均浓度; A 为集水区面积。

经核算, 湖漫库区的 COD、TN、TP 径流量分别为 60.99 t/a、12.37 t/a 和 0.56 t/a。

1.2.3 入库污染负荷分析

基于综上污染源分析, 形成湖漫水库污染负荷汇总表如表 4 所示, 估算湖漫水库全年 COD、TN、TP 入库污染负荷分别为 161.55 t/a、82.3 t/a 和 5.56 t/a。COD、TN、TP 入库污染负荷贡献最高的都自来农业种植面源, 其次 COD 和总氮入库污染负荷贡献是地表径流。

表4 湖漫水库污染负荷汇总(单位:t/a)

类型	工业企业	居民生活源	餐饮业	农业种植面积源	畜禽养殖源	地表径流污染源	合计
COD	0	1.18	0	99.38	0	60.99	161.55
总氮	0	0.36	0	69.57	0	12.37	82.3
总磷	0	0.03	0	4.97	0	0.56	5.56

2 库区环境容量分析

水库的水环境容量是根据各水源的水质保护目标来确定的,选取湖漫水库超标潜在风险较大的总氮、总磷进行环境容量测算。

2.1 测算模型

水库中氮和磷等营养盐物质随时间的变化,是输入、输出和在水库内沉积的该种污染物的量的函数,因此库型水源总氮的水环境容量模型可采用吉柯奈尔-迪龙(Kirchner-Dillon)水库营养物质浓度预测模型^[2],其公式如下:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{I(1-R)}{V} - r \cdot C$$

式中:C为总氮总磷的浓度(g/m³);I为总氮总磷的总负荷(g/a);R为总氮总磷在水库中的滞留系数;V为水库的容积(m³);γ为冲刷速度常熟(a-1);γ=Q_{out}/V,式中Q_{out}为水库输出流量。

给定初始条件:当t=0时,C=C₀,可以求得上式的解析解:

$$C = \frac{I(1-R)}{W} - [C_0 - \frac{I(1-R)}{W}] e^{-\gamma t}$$

假设水库的入流、出流与污染物的输入处于稳定状态,当t趋于无穷大,可得上式的平衡浓度C_p:

$$C_p = \frac{I(1-R)}{W}$$

式中C_p-总氮总磷的平衡浓度(mg/L)。用总氮总磷的水环境质量标准来衡量。滞留系数R可以根据流入和流出水库的流量和营养物浓度近似计算:

$$R = 1 - \frac{\sum Q_{out} P_{out}}{\sum Q_i P_i} = 1 - \frac{W_{out}}{W_i}$$

$$N=I \quad A = \frac{C_p r h A}{1 - (1 - \frac{W_{out}}{W_i})} = \frac{C_p r h A W_i}{W_{out}} = \frac{C_p Q_{out} W_i}{W_{out}}$$

$$N=I \cdot A$$

式中Q_i、Q_{out}-水库输入和输出流量(m³/a);P_i、P_{out}-水库输入和输出总氮总磷浓度(g/m);W_i、W_{out}-水库输入和输出总氮总磷量(g/a);h--水库平均水深,m;N--总氮、总磷最大允许负荷量,g/a。

简化公式后,得到公式为:

$$N = \frac{C_p Q_{out} W_i}{W_{out}}$$

2.2 预算结果

计算得到湖漫T-P总容量为5.25t/a、T-N总容量为74.41t/a。从计算结果得到湖漫水库总氮、总磷污染量超过水库目标环境容量。

3 水库生态环境保护措施

3.1 产业结构及布局优化

对水库保护区范围内村庄划分为引导发展村庄、控制发展村庄和迁建村庄三类进行分类整治,村庄建设用地拆迁后调整为林地。加快工业企业迁建,水库保护区范围内工业企业全部搬迁,制定工业企业搬迁计划,统一安置在工业集聚地块。积极调整种植业结构,严格禁止畜禽水产养殖。一级保护区禁止从事种植、畜禽养殖、网箱养殖等污染水体的活动。二级保护区禁止集约化农作物种植。准保护区应建设生态缓冲带,农作物种植面积应严格控制,选用低毒农药和缓释肥,推广测土配方施肥技术。

3.2 库区污染防治措施

建立完善有效的生活污水收集处理体系。建设截污管网设施,污水接入城镇集中式污水处理厂处理;开展已纳管治理村庄污水管网设施检修,更换或修补破损、堵塞管网。对库区村庄进行“四水纳管”污水管网改造工程。加强农村固体废物污染控制。规范生活垃圾处置;开展库区农村生活垃圾分质分类处理,农户配置分类垃圾桶,建设1~2处可堆肥垃圾资源化处理设施;设置1处农业废弃物回收点。开展初期雨水拦蓄截污工程,对面源污染的削减是有效、经济的^[34]。一、二级保护区内竖

决关闭和取缔工业污染源。提倡发展有机农业^[5],全面实施化肥减量化技术。在库区推广测土配方施肥,推广商品有机肥^[6],推广农作物病虫害统防统治。库区农户分散养殖行为存在反弹风险,加强畜禽养殖监管,库区范围全面禁止畜禽养殖,有效控制畜禽养殖污染^[7]。

3.3 库区生态修复与保护措施

湖滨缓冲区修复与保护:在水库建设水陆交错区。

水源涵养林生态保育:湖漫水库饮用水水源一级保护区及一级保护区外延 50 m 范围内实施退耕还林。在湖漫水库保护区内主要道路和环库路开展边坡植草。

入湖溪流生态保育:在入库溪流和补给溪流两岸 30 m 内的湿地生态进行护岸林改造和湿地修复^[8,9]。对主要入库溪流河口以上 1 500 m 溪段进行护岸绿化和整治。

3.4 库区环境监管

完善隔离防护工程^[10]:加固隔离防护网建设,补齐隔离防护网空白区域;定期巡查实时掌握隔离防护网破损和丢失情况,及时进行修补。

强化预警应急能力建设:在湖漫水库主要入库溪流上设置预警监控断面,实施预警监控。

应急防控能力建设工程:在穿越湖漫水库饮用水水源二级保护区的 S226 和 S324 库区道路段设置导流槽(沟)和事故应急池等设施;建立湖漫水库专用的应急物资库。同时加强应急能力建设,配备移动应急监测设备。

4 结论

(1) 水库水质在 2011 年~2016 年达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类水质标准

限值要求,2017 年水质劣于 II 类水标准限值,主要超标因子为高锰酸盐指数、总氮、总磷。

(2) 根据入库污染源贡献值分析,农业种植面源>地表径流污染源>居民生活源入库污染源 COD、总氮、总磷总量分别为 161.55 t/a、82.3 t/a、5.56 t/a。

(3) 库区总氮和总磷环境容量估算值分别为 74.41 t/a 和 5.25 t/a,库区总氮、总磷指标已超环境容量。

(4) 从库区产业结构及布局优化、库区污染防治、库区生态修复与保护、库区环境监管能力建设四个方面提出防治对策,可持续削减流域入库污染负荷量并保障饮用水安全。

参考文献:

- [1] 李其峰.基于典型入库径流的水库供水预警研究—以温岭市湖漫水库为例[J].浙江水利科技,2017,45(1):64-68,72.
- [2] 崔建国,康勇锋,孙建星.漳泽水库水环境容量及水污染控制方案研究[J].太原理工大学学报,2006(3):366-368.
- [3] 王福祥,黄勇,黄鹤.深圳市福田区小流域初期雨水截流研究[J].给水排水,2009,45(5):150-154.
- [4] 白建国,朱洵.初期径流雨水工程截流措施及效果初探[J].南水北调与水利科技,2013,11(4):215-217.
- [5] 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.
- [6] 王玉楼.论商品有机肥对耕地质量的影响[J].农业与技术,2018,38(18):43.
- [7] 李绍义,袁福忠,梁福超,高长明.毛河流域畜禽污染治理的主要措施[J].中国畜牧兽医文摘,2018,34(5):50.
- [8] 李云哲,孙涛,陈少康.海南省中小型湖泊(水库)湿地保护研究——以大广坝水库为例[J].乡村科技,2018(33):116-118.
- [9] P-J.梅内尔,朱帅,朱晓红.用人工湿地改善库区生态环境[J].水利水电快报,2015,36(8):14-16.
- [10] 杨晓刚.浅谈中小型水库运行管理方法[J].农业科技与信息,2018(23):90-91.