

Report on the Nutritional Status of Drinking Water Sources Based on the Comprehensive Nutritional Status Index—Danzitai Reservoir in Fengdu County

Fei Jian

Fengdu County Ecological Environment Monitoring Station, Chongqing, 408200, China

Abstract

The Danzitai Reservoir in Fengdu County is a direct drinking water source for the county seat. Currently, with the intensification of rural industries, the increase in livestock and poultry breeding, and the continuous strengthening of human activities, the problem of water pollution is becoming increasingly prominent. The paper evaluates the comprehensive nutritional status index of the reservoir and monitors TSI during four water periods: January (dry season K), April (normal season P), July (high season F), and October (normal season P) (Σ) between 35.77 and 45.27, the maximum value of the comprehensive nutritional status index appeared in July (high water period F), and the minimum value appeared in October (low water period P). It was in a medium nutrient state throughout the year but did not reach an eutrophication state, showing a stable trend overall.

Keywords

Danzitai reservoir; reservoir nutrients; comprehensive nutritional status

基于综合营养状态指数的饮用水源地营养状况报告——丰都县弹子台水库

蹇飞

丰都县生态环境监测站, 中国·重庆 408200

摘要

丰都县弹子台水库为丰都县城直接饮用水源地, 当前随着农村产业集约化、畜禽养殖增多, 人类活动不断加强, 水体污染问题也日益突出。论文通过水库综合营养状态指数进行评价, 在1月(枯水期K)、4月(平水期P)、7月(丰水期F)和10月(平水期P)四个监测水期TSI(Σ)为35.77~45.27之间, 综合营养状态指数最大值出现在7月(丰水期F), 最小值出现在10月(平水期P), 全年处于中营养状态未达到富营养化状态, 总体呈稳定趋势。

关键词

弹子台水库; 水库营养盐; 综合营养状态

1 概况

弹子台水库^[1]位于丰都县境内长江二级支流龙河上的支流包鸾河上游, 包鸾镇新花村4组, 地理坐标为E107.6994 N: 29.7208。距包鸾镇约6km, 距丰都县城30km。该水库集雨面积35.8平方公里, 水库总库容1149.82万立方米, 正常库容1014万立方米, 是丰都县城10余万人口的直接饮用水源地, 同时该水库工程兼有农业灌溉、水力发电、防洪等综合效益。

弹子台水库于2005年3月开始向新县城供水, 2020年累计向县城约1200万吨。当前随着农村产业集约化、畜禽

养殖增多, 人类活动不断加强, 水体污染问题也日益突出, 一旦水库生态环境遭到破坏, 将对整个县城饮用水水质造成威胁。因此, 加强弹子台水库环境监测, 科学评价弹子台水库水源地水质状况, 从而提升弹子台水库生态环境保护能力是刻不容缓的。

2 方法

2.1 采样与分析方法

根据GB/T 14581—1993《水质湖泊和水库采样技术指导》和GB 3838—2002《地表水环境质量标准》以及《国家地表水环境质量监测网作业指导书》, 选取坝前取水口监测为采样点, 于2020年1月、4月、7月和10月(枯水期K、平水期P、丰水期F和平水期P)每季度采样监测一次, 指标涵盖营养状态指数^[2]中的各个项目。其中, 图1为弹子

【作者简介】蹇飞(1985—), 男, 中国重庆人, 本科, 工程师, 从事环境监测研究。

台水库采样点位图。

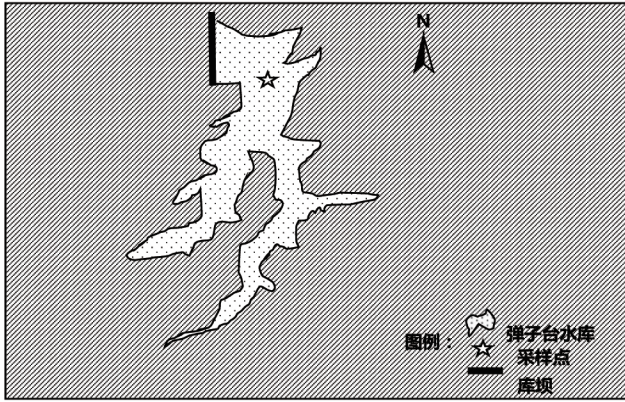


图 1 弹子台水库采样点位图

各项营养状态指数相关监测指标的测定标准分别为：总氮（TN）采用过硫酸钾消解，紫外分光光度法测定；总磷（TP）采用过硫酸钾消解法进行预处理，钼酸铵分光光度法测定；透明度（SD）用塞氏罗盘现场测定；叶绿素 a（chla）采用丙酮浸提法^[3]测定；COD_{Mn}采用容量法测定（酸性法）。

2.2 营养状态指数评价

2.2.1 湖泊（水库）营养状态分级表

采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊（水库）营养状态进行分级。具体见表 1。

表 1 综合营养状态指数分级

分级	数值
贫营养	[0, 30)
中营养	[30, 50]
轻度富营养	(50, 60]
中度富营养	(60, 70]
重度富营养	(70, +∞)

2.2.2 综合营养状态指数计算

综合营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m w_j * TLI(j)$$

式中：TLI(Σ)——综合营养状态指数；

W_j——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

TLI(j)——代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 chla 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2}$$

式中：r_{ij}——第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数；

m——评价参数的个数。

中国湖泊（水库）的 chla 与其他参数之间的相关关系 r_{ij} 及见表 2。

表 2 中国湖泊（水库）部分参数与 chla 的相关关系 r_{ij} 及值

参数	chla	TP	TN	SD	COD _{Mn}
r _{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r _{ij} ²	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

2.2.3 各项目营养状态指数计算

$$TLI(chla) = 10(2.5 + 1.086 \ln chla)$$

$$TLI(TP) = 10(9.436 + 1.624 \ln TP)$$

$$TLI(TN) = 10(5.453 + 1.694 \ln TN)$$

$$TLI(SD) = 10(5.118 - 1.94 \ln SD)$$

$$TLI(COD Mn) = 10(0.109 + 2.661 \ln COD Mn)$$

式中，chla 单位为 mg/m³，SD 单位为 m，其他指标单位均为 mg/L。

3 结果

3.1 水库营养盐指标情况

TN 值在 1 月（枯水期 K）、4 月（平水期 P）、7 月（丰水期 F）和 10 月（平水期 P）的值分别为 1.32mg/L、1.38mg/L、0.98mg/L 和 1.36mg/L，变化范围在 0.98~1.38mg/L 之间，最大值和最小值分别出现在 4 月（平水期 P）和 7 月（丰水期 F），全年均值 1.26mg/L，与上年同期持平。全年 TN 值保持稳定态势，在 7 月（丰水期 F）有所下降，由于丰水期降雨量增加，水库泄流量大，域内水体交换较快，故有所下降。TN 数据详见表 3。

TP 值在 1 月（枯水期 K）、4 月（平水期 P）、7 月（丰水期 F）和 10 月（平水期 P）的值分别为 0.03mg/L、0.04mg/L、0.03mg/L 和 0.03mg/L，变化范围在 0.03~0.04mg/L 之间，全年均值 0.03mg/L，与上年同期持平。全年 TP 值无明显变化，保持稳定，TP 数据详见表 3。

NH₄⁺-N 值在 1 月（枯水期 K）、4 月（平水期 P）、7 月（丰水期 F）和 10 月（平水期 P）的值分别为 0.15mg/L、0.10mg/L、0.12mg/L 和 0.09mg/L，变化范围在 0.09~0.15mg/L 之间，最大值出现在 1 月（枯水期 K），最小值出现在 10 月（平水期 P），同时两个平水期时段 NH₄⁺-N 值基本保持一致，全年均值 0.12mg/L，与上年同期相比略有下降。全年 NH₄⁺-N 值也基本保持稳定，NH₄⁺-N 数据详见表 3。

利用标准偏差值 σ 来描述数据离散程度，全年 TN 值、TP 值、NH₄⁺-N 值的 C_v 值分别为 0.188, 0.016, 0.226。三个营养盐指标 σ(NH₄⁺-N) > σ(TN) > σ(TP)，由此可见，由于 TP 污染物种类特性原因，故 TP 值全年保持相对较稳定，而 NH₄⁺-N 值变化相对较大，具体如图 2 所示。

表3 营养盐指标数据表

监测水期	$\text{NH}_4^+-\text{N}/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\text{TP}/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\text{TN}/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$
1月(枯水期K)	0.15	0.03	1.32
4月(平水期P)	0.10	0.04	1.38
7月(丰水期F)	0.12	0.03	0.98
10月(平水期P)	0.09	0.03	1.36

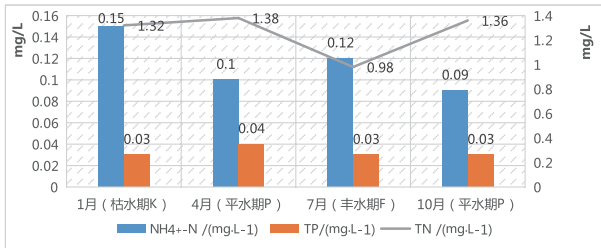


图2 2020年营养盐指标变化趋势图

3.2 综合营养指数情况

在1月(枯水期K)、4月(平水期P)、7月(丰水期F)和10月(平水期P)四个监测水期 $\text{TSI}(\Sigma)$ 为 35.77~45.27 之间, 7月(丰水期F) $\text{TSI}(\Sigma) > 4$ 月(平水期P) $\text{TSI}(\Sigma) > 1$ 月(枯水期K) $\text{TSI}(\Sigma) > 10$ 月(平水期P) $\text{TSI}(\Sigma)$, 营养状态指数最大值出现在7月(丰水期F), 最小值出现在10月(平水期P), 全年处于中营养状态未达到富营养化状态, 总体呈稳定趋势。由于7月(丰水期F)由于 COD_{mn} 浓度明显升高, 氮磷营养盐^[4]浓度稳定, 叶绿素a浓度上升, 水温升高, 导致7月(丰水期F) $\text{TSI}(\Sigma)$ 值处于最高值。1月(枯水期K)各项营养盐浓度趋于稳定, 但水温明显降低, 整个湖库水体内部活动减弱, 故1月(枯水期K) $\text{TSI}(\Sigma)$ 值处于最低。

4 建议

丰都县城市饮用水源地弹子台水库现目前总体来讲水质保持稳定, 各营养盐因子都能达到相应功能区标准类别, 综合营养状态指数 $\text{TSI}(\Sigma)$ 处于中营养状态, 从历年环境质量报告结果可知, 该水源地均处于中营养状态, 在贫营养

状态和轻度富营养^[5]状态的过渡阶段, 因此当地行政部门应重视对饮用水源地的生态环境保护, 加强对周边生态排查整治, 环境防止水体富营养化。

一是加强对丰都县弹子台水库集中式饮用水水源地保护区内唯一点源新台场污水处理站的运行维护, 确保生活污水常年达标排放, 切实做到削减氮磷营养盐含量。二是水源地保护区内存在大量农田旱地, 存在农业面源污染, 应加强农业面源污染控制, 大力推进保护区内农业面源污染防治。三是强化保护区内分散式畜禽养殖、农村生活垃圾, 分散式畜禽养殖废物的资源化利用, 加强农村生活垃圾收运体系建设, 在人群较集中的地方适当多布置垃圾池和垃圾桶, 垃圾池和垃圾桶内的垃圾定期运出保护区外进行统一无害化处理。四是加强广告宣传, 提高人们保护水源地意识, 真正做到“保护水源, 人人有责”。

参考文献

- [1] 邓荣贵,付小敏.重庆丰都弹子台水库工程地质问题研究[J].四川水力发电,2000,31(18):20-22.
- [2] 林海成,司旭,徐佳强.基于层次分析法改进的综合营养状态指数评价闽海湖富营养化[J].中南农业科技,2022,43(2):93-97.
- [3] 黄昌妙,叶树,才玉潮.浮游植物叶绿素a测定方法的比较分析[J].福建分析测试,2013,22(4):23-27.
- [4] 刘小真,杨子依,曹炳伟,等.赣江主要河流丰水期-枯水期氮磷营养盐分布特征[J].中国环境监测,2023,39(2):21-32.
- [5] 蓝于倩,朱文君,麦颖仪,等.轻度富营养水体水深对四种沉水植物的生长影响[J].环境工程,2018,36(11):29-34.