

文章编号: 1000-5013(2010)02-0215-03

山美水库综合水质标识指数评价

周真明, 沈春花, 涂帆, 赵志领

(华侨大学 土木工程学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 根据 2004—2006 年监测数据, 运用综合水质标识指数对山美水库水质进行评价. 结果表明, 山美水库主要污染因子的污染程度大小排列次序: 总氮(TN)> 总磷(TP)> 粪大肠菌群> 高锰酸盐指数(COD_{Mn})> 溶解氧(DO)> NH₄⁺-N> 5 日生物耗氧量(BOD₅); 山美水库水质总体达 II 类水标准, 满足水体功能区 II 类水目标, 但主要污染因子中有 TN, TP, 粪大肠菌群等 3 项水质指标超标, 尤其是 TN 严重超标, 达到地表水标准劣 V 类; 而 TP 和粪大肠菌群达到地表水标准 III 类; 总的来说, TN 的严重超标, TP 含量的逐年上升, 表明水库富营养化趋势明显.

关键词: 水质评价; 山美水库; 综合水质标识指数; 单因子水质标识指数

中图分类号: X 524; X 824

文献标识码: A

目前, 水库水质评价方法一般有: 根据国家标准选择最差的指标并按照分类进行评价^[1]、污染指数法^[1]、模糊数学法^[2-3]、综合指数法^[4-5]、灰色聚类法^[5]及神经网络法^[6-7]等. 这些方法对我国水库水质评价起到了积极作用, 但也存在着一些不足. 即不能对主要污染因子的污染程度定量描述, 以及不能说明水库水质是否达到功能区标准. 综合水质标识指数法^[8-9]是一种全新的综合水质评价方法, 可以较完整表达水体综合水质信息. 山美水库位于泉州市西北部, 是一座集供水、灌溉、防洪和发电等功能为一体的综合性大型水利枢纽工程. 本文以综合水质标识指数法对山美水库的水质进行评价.

1 综合水质标识指数法

综合水质标识指数法是, 以国家标准 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》为评价标准, 分别求出单因子水质标识指数(P)和综合水质标识指数(I).

1.1 单因子水质标识指数

单因子水质标识指数(P)由 1 位整数和小数点后 2 位或 3 位有效数字组成, 表示为 $P_i = X_1.X_2X_3$ ^[8]. 其中: X_1 代表第 i 项水质指标的水质类别; X_2 代表监测数据在 X_1 类水质变化区间所处的位置; X_3 代表水质类别与功能区划设定类别的比较结果. X_1, X_2, X_3 的确定参见文[8].

1.2 综合水质标识指数

综合水质标识指数(I)由整数位和 3 位或 4 位小数组成, 表示为 $I = X_1.X_2X_3X_4$. 其中: X_1 为水库总体的综合水质类别; X_2 为综合水质在 X_1 类水质变化区间所处位置; X_3 为参与综合水质评价的水质指标中, 劣于水环境功能区目标的单项指标个数; X_4 为综合水质类别与水体功能区的比较结果. X_1, X_2, X_3, X_4 的确定参见文[9].

2 水质指标的选择

(1) 数据来源. 根据福建省泉州市环境监测站收集的, 2004 年 3 月至 2006 年 6 月的山美水库的水

收稿日期: 2008-10-18

通信作者: 周真明(1981-), 男, 讲师, 主要从事微污染水源水质控制技术及富氧化水体控制技术的研究. E-mail: zhenming@hqu.edu.cn.

基金项目: 福建省青年人才科研基金资助项目(2007F301040091); 华侨大学科研基金资助项目(07HZR05); 泉州市山美水库水源地保护及水污染防治规划项目(430651).

质例行监测数据, 结果如表 1 所示. 表 1 中: ρ 为质量浓度, m 为每升试样的粪大肠菌群数(下同); 数据是年总平均数, 监测频率是每季度一次, 分别是 3 月、6 月、9 月、12 月. 同时, 在 2006 年 12 月对山美水库流域水环境现状进行了对比监测.

(2) 水质指标. 根据监测和测试数据的比较, 发现山美水库的水质监测中未检出铜、锌、锡、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、石油类及挥发酚, 山美水库富营养化趋势比较明显. 因此, 选用溶解氧(DO)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、5 日生化需氧量(BOD₅)、氨氮(NH₄⁺-N)、总氮(TN)、总磷(TP) 和粪大肠菌群等 7 项水质指标作为山美水库参与评价因子.

(3) 测点布置. 在水库进口、库中、出口选择 3 个代表的点, 分别对其表层样、中层样、下层样进行测定, 样品数为 3 个, 求其平均数.

(4) 水质指标测定方法. 溶解氧(DO) 采用 HI9141 型溶解氧测定仪; 高锰酸盐指数(COD_{Mn}) 采用酸性法; 5 日生化需氧量(BOD₅) 采用标准稀释法; 氨氮(NH₄⁺-N) 采用纳氏试剂光度法; 总氮(TN) 采用过硫酸钾氧化-紫外分光光度法; 总磷(TP) 采用钼锑抗分光光度法; 粪大肠菌群采用多管发酵法.

表 1 2004—2006 年山美水库水质监测数据

Tab. 1 Monitoring data of water quality of Shanmei Reservoir during 2004—2006

监测时间	监测位置	$\rho(\text{DO}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{BOD}_5) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{NH}_4^+-\text{N}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{TN}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{TP}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$m / \text{个}$
2004 年	进口	7.03	2.73	1.5	0.28	3.13	0.025	160
	库中	7.23	2.67	1.2	0.19	4.21	0.018	60
	出口	7.34	1.97	1.0	0.20	3.47	0.021	50
2005 年	进口	7.18	1.90	1.4	0.17	3.94	0.014	200
	库中	7.30	1.86	1.3	0.14	3.61	0.015	125
	出口	7.30	1.73	1.2	0.10	3.50	0.014	100
2006 年	进口	6.35	2.05	1.5	0.11	2.57	0.032	2 600
	库中	7.10	2.40	1.0	0.06	2.16	0.029	100
	出口	7.40	1.80	1.1	0.05	2.21	0.027	200

3 山美水库水质评价结果

3.1 单因子水质标识指数

单因子水质标识指数评价结果, 如表 2 所示. 由表 2 可得到以下 4 点结论. (1) 山美水库主要污染因子的污染程度大小排列次序是: TN> TP> 粪大肠菌群> COD_{Mn}> DO> NH₄⁺-N> BOD₅. (2) TN 质量浓度逐年有所下降, 但还是严重超标, 属于劣 V 类标准, 是重点控制的污染指标; TP 质量浓度有递增趋势, 2006 年已经达 II 类水标准, 不能满足水体功能区 II 类水目标. 表明, 山美水库富营养化趋势明显. (3) 2006 年水库进口处的粪大肠菌群属于 II 类, 不能满足水库功能区 II 类目标. (4) 其他单项指标均满足水库功能区目标.

表 2 单因子水质标识指数评价结果

Tab. 2 Assessment results by single factor water quality identification index

监测时间	监测位置	$\rho(\text{DO}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{BOD}_5) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{NH}_4^+-\text{N}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{TN}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\rho(\text{TP}) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$m / \text{个}$
2004 年	进口	2.30	2.40	1.10	2.40	6.64	3.01	1.80
	库中	2.20	2.30	1.10	2.10	7.15	2.50	1.30
	出口	2.10	2.00	1.10	2.10	6.74	2.70	1.30
2005 年	进口	2.20	2.00	1.10	2.10	7.04	2.30	2.00
	库中	2.10	1.90	1.10	1.90	6.84	2.30	1.60
	出口	2.10	2.00	1.10	1.70	6.84	2.30	1.50
2006 年	进口	2.80	2.00	1.10	1.70	6.34	3.31	3.11
	库中	2.30	2.20	1.10	1.40	6.14	3.21	2.40
	出口	2.10	1.90	1.10	1.30	6.14	3.01	2.00

3.2 综合水质标识指数评价结果

山美水库的综合水质标识指数评价结果, 如表 3 所示. 由表 3 可得如下 4 点结论. (1) 山美水库水质总体达 II 类水标准, 满足水体功能区 II 类水目标, 但标识指数值位于 II 类水标准范围中离下限 90%, 很接近 II 类水标准. (2) 2004—2006 年期间, 山美水库水质比较稳定. (3) TN、TP 和粪大肠菌群 3 项

指标超标, 其中 TN 严重超标, TP 和粪大肠菌群超标, 达 II 类水标准. (4) 若采用根据国家标准选择最差的指标, 按照分类进行评价的方法评价山美水库水质, 其结果是, 山美水库水质属于劣 V 类水. 这与水质现状明显不符, 可见综合水质标识指数法的合理性.

4 结束语

综合水质标识指数对山美水库水质评价结果与水质现状一致, 具有计算简便、可操作性强、评价科学合理, 适宜在水库水质评价中推广. 特别是对于类似于山美水库中某一项水质指标严重超标的水质评价, 其结果更突出科学性、合理性.

参考文献:

[1] 兰文辉, 安海燕. 环境水质评价方法的分析与探讨[J]. 干旱环境监测, 2002, 17(4) : 62-67.

[2] 徐微, 吕锡武, 余亚琴. 巢湖水体富营养化主要驱动因子的模糊数学评价[J]. 沈阳建筑大学学报: 自然科学版, 2007, 23(4) : 651-654.

[3] 采海亮, 吕锡武, 李先宁. 太湖西段入湖河流水质模糊综合评价[J]. 安全与环境学报, 2006, 6(1) : 87-91.

[4] 许佩瑶, 陈春超. 漕河水质的现状评价[J]. 水资源保护, 2005, 21(6) : 69-78.

[5] 刘硕, 朱建平, 蒋火华. 对几种环境质量综合指数评价方法的探讨[J]. 中国环境监测, 2003, 15(5) : 33-37.

[6] 娄申, 干晓蓉. 基于 BP 神经网络的水质评价[J]. 云南民族大学学报: 自然科学版, 2007, 16(2) : 165-167.

[7] 杨华芬, 魏延. 基于模糊神经网络的水质评价模型研究[J]. 云南民族大学学报: 自然科学版, 2007, 16(3) : 255-258.

[8] 徐祖信. 我国河流单因子水质标识指数评价方法研究[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2005, 33(3) : 321-325.

[9] 徐祖信. 我国河流综合水质标识指数评价方法研究[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2005, 33(4) : 482-488.

Water Quality Assessment of Shanmei Reservoir
by the Comprehensive Water
Quality Identification Index

ZHOU Zhen-ming, SHEN Chun-hua,
TU Fan, ZHAO Zhi-ling

(College of Civil Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: Based on the monitoring data from 2004 to 2006, water quality of Shanmei Reservoir is assessed by comprehensive water quality identification index. The results showed that the order of main pollution factors of Shanmei Reservoir, arranging from highest to lowest pollution degree, is: total nitrogen (TN) > total phosphorus (TP) > fecal coliform group > permanganate index (COD_{Mn}) > dissolved oxygen (DO) > NH_4^+-N > biology oxygen demand (BOD_5). Water quality of Shanmei Reservoir belongs to level II as a whole and meets the water function of level II. Three pollution factors TN, TP and fecal coliform group, exceed the functional standards, TN is worse than V level, TP and fecal coliform group reach level III. In conclusion, the eutrophication tendency is evident in Shanmei Reservoir because of the serious deterioration of TN and the increase of TP.

Keywords: water quality assessment; Shanmei Reservoir; comprehensive water quality identification index; single factor water quality identification index

(责任编辑: 钱筠 英文审校: 方德平)