

Water Resources Assessment of Drinking Water Sources in Reservoirs

Xianhua Zhou, Yanyan Wang, Shiyao Cai

Bureau of Shiyan Hydrology and Water Resources Exploration, Shiyan Hubei
Email: 274504378@qq.com

Received: Apr. 24th, 2018; accepted: May 8th, 2018; published: May 16th, 2018

Abstract

The Water Environment Monitoring Center of Shiyan City is responsible for monitoring the water quality within the area month by month. The Nemerow Pollution Index (IP) is chosen to analyze the water quality status from 2015 to 2017 by selecting important reservoir-type water sources. The evaluation of reservoir eutrophication is based on the Technical Regulation of Surface Water Quality Evaluation (SL395-2007). Results show that the water quality of the water source is relatively good, but the occasional problem of large total nitrogen in the total phosphorus cannot be ignored.

Keywords

Water Quality, Evaluation, Eutrophication, Drinking Water Sources, Reservoir

十堰市水库型饮用水水源地水资源评价

周先华, 汪炎炎, 蔡世耀

十堰市水文水资源勘测局, 湖北 十堰
Email: 274504378@qq.com

收稿日期: 2018年4月24日; 录用日期: 2018年5月8日; 发布日期: 2018年5月16日

摘要

十堰市水环境监测中心每年逐月负责对辖区内水源地作水质监测, 我们采用内梅罗污染指数(IP), 分析2015至2017年重要水库型水源地的水质状况。用《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)对水库营养化进行了评价。结果表明, 水源地水质是好的和比较好的, 但总磷、总氮偏大问题不容忽视。

作者简介: 周先华, 高级工程师, 从事水文水资源管理工作。

关键词

水质评价, 富营养化, 饮用水, 水源地, 水库

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水源地水质关系到国民的身体健康, 倍受人民的关注。2016年中国水资源公报报告出: 2016年全国集中式饮用水水源地水质, 31个省(直辖市、自治区)共监测评价867个集中式饮用水水源地, 全年水质合格率在80%及以上的水源地有693个, 占评价总数的80.6%。水库营养状况评价结果显示, 中营养水库占71.2%, 富营养水库占28.8%。在富营养水库中, 轻度富营养水库占86.3%, 中度富营养水库占12.9%, 重度富营养水库占0.8%。污染项目是: 总氮、总磷、高锰酸盐指数、氨氮、生化需氧量、粪大肠菌群。充分说明饮用水水源地有水质不合格或水体呈轻度富营养化状态的情况, 所以作水库型饮用水水源地水资源评价很有必要。

水质评价的标准很多: 地表水环境质量标准 GB3838—2002 [1]; 地表水资源质量评价技术规程 SL395—2007 [2]; 地下水质量标准 GB/T14848—1993 [3]。用内梅罗水污染指数评价地表水的文章也很多: 内梅罗水污染指数法在太湖水质评价中的适用性分析[4]; 湖库型铁山水库饮用水水源地水资源评价[5]。我们采用内梅罗污染指数(IP), 分析2015至2017年重要水库型水源地水质状况。用《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)对水库营养化进行了评价。

十堰市位于鄂西北部, 汉江中上游, 地处我国中西结合部, 北枕秦岭, 南接巴山, 东临荆襄, 中贯汉水, 是鄂、豫、陕、渝四省市毗邻地区的中心城市, 是南水北调中线工程核心水源区, 是中国第二汽车工业基地, 是著名的旅游胜地和国家级生态示范区。地理位置介于东径109°25'~111°34', 北纬31°30'~33°16', 辖4县一市5区, 全市自然面积为23,639 km², 其中20,491 km²面积位于丹江口水库的上游, 占总面积的86.7%, 占丹江口水库承雨面积的21.5%。十堰市重要饮用水水源地以水库型为主, 基本情况见表1。

2. 水源地水质分析

2.1. 内梅罗水污染指数法简介

内梅罗指数是一种兼顾极值或称突出最大值的计权型多因子环境质量指数。是GB/T14848-1993《地下水质量标准》中的推荐方法, 其计算公式为:

$$I_p = \sqrt{\frac{(I_{max}^i)^2 + (\bar{I})^2}{2}}$$

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i, \quad I_i = \frac{C_i}{C_{oi}}$$

式中: I_p 代表内梅罗污染指数; C_i 是指第 i 项评价因子的实测值; C_{oi} 是指第 i 项评价因子的水质标准值; I_{max}^i 是指污染指数最大值; \bar{I} 指污染指数平均值; I_i 是指第 i 项评价因子的污染指数。

采用内梅罗污染指数对水质进行评价, 按照水质, 通常分为以下3类。

1) 当 I_p 小于等于 1.5 的时候, 表示水体是清洁的。

- 2) 当 I_p 值大于 1.5 小于 3.0 的时候, 表示水体是轻度污染。
- 3) 当水体 I_p 值大于 3.0 的时候, 表示水质受到污染的。

根据其计算公式的理解, 内梅罗指数能够更加简明直观地反映综合水质状况, 内梅罗指数特别突出了污染最严重的评价因子, 同时也一定程度的兼顾了其他水质较好的参评因子对总体结果的贡献, 尤其避免了在计算过程中各因子权重人为赋值的主观影响。

2.2. 评价因子与水质标准的选择

根据 2015 年至 2017 年每月十堰市水环境监测中心对辖区内重要水源地水质监测成果, 按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002), 将其中的 II 类水标准作为水质标准。我们用(GB3838-2002)表 1 中的 24 个参数(除化学耗氧量外)作为监测参数和评价参数(总氮不参评)。

2.3. 水质评价结果

根据历年水质监测成果, 十堰市重要饮用水水源地 2015 年、2016 年、2017 年, 内梅罗污染指数 IP 值见图 1 至图 3。

由图 1 可以看出: 2015 年丹江口水库, 黄龙滩水库, 白岩河水库 IP 值较小, 水质常年清洁; 丹江口水库(郧县) IP 值出现 2 次轻度污染, 竹溪河水库出现 1 次轻度污染。丹江口水库(郧县)水质参数年均值污染分担率依次是: 总磷 38.3%、高锰酸盐指数 17.8%、生化需氧量 17.3%、氨氮 11.4%、粪大肠菌群 15.2%, 以总磷参数污染

Table 1. Basic information of Reservoir drinking water sources in Shiyan
表 1. 十堰市水库型饮用水水源地基本情况

水库名称	坝址位置	库容(亿 m ³)
丹江口水库	丹江口市	290.5
丹江口水库(郧县)	十堰市郧阳区	290.5
黄龙滩水库	十堰市城区	11.64
竹溪河水库	竹溪县红庙镇	0.2350
白岩河水库	郧西县香口乡	0.1039

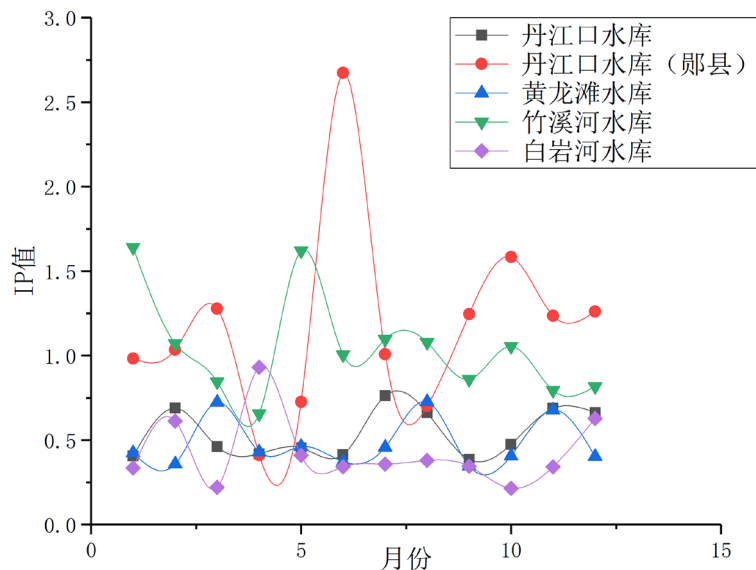


Figure 1. IP Value of 2015
图 1. 2015 年 IP 值

最为严重。根据水功能区达标评价办法，达标率大于 80%的功能区为达标功能区，因此 2015 年十堰市重要水库型饮用水水源地都达标。

由图 2 可以看出：2016 年丹江口水库，黄龙滩水库，白岩河水库 IP 值较小，水质常年清洁；丹江口水库(郧县) IP 值出现 1 次轻度污染，竹溪河水库出现 1 次轻度污染。丹江口水库(郧县)水质参数年均值污染分担率依次是：总磷 36.8%、高锰酸盐指数 21.1%、生化需氧量 20.1%、氨氮 10.2%、粪大肠菌群 11.7%，以总磷参数污染最为严重。根据水功能区达标评价办法，达标率大于 80%的功能区为达标功能区，因此 2016 年十堰市重要水库型饮用水水源地都达标。

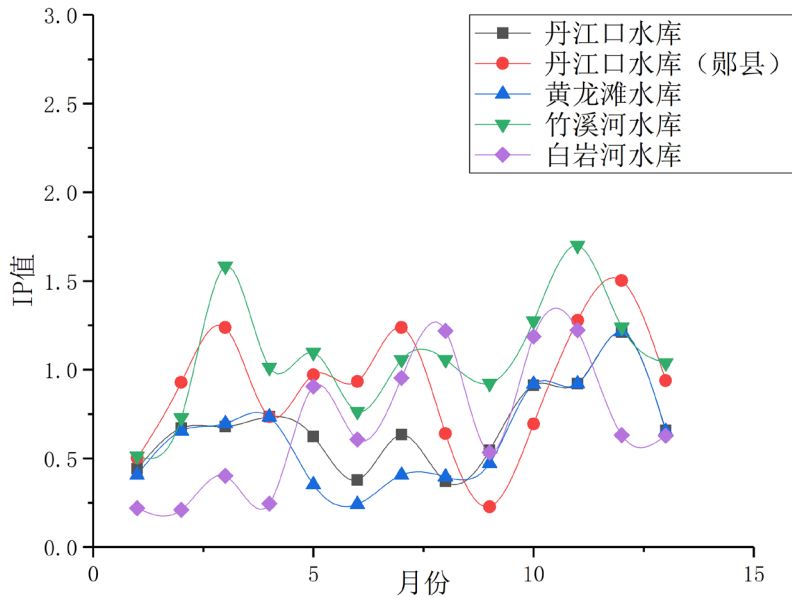


Figure 2. IP Value of 2016
图 2. 2016 年 IP 值

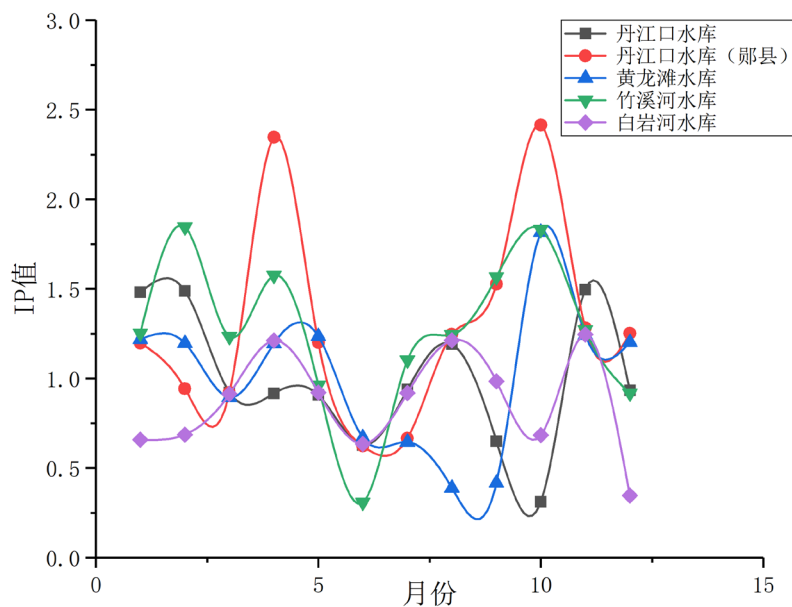


Figure 3. IP Value of 2017
图 3. 2017 年 IP 值

根据图 3 可以看出：2017 年丹江口水库、白岩河水库水质 IP 都较小，全年水质都是清洁的；丹江口水库(郧县)、竹溪河水库分别出现 2 次轻度污染、黄龙滩水库出现 1 次轻度污染。黄龙滩水库水质参数年均值污染分担率依次是：总磷 45.9%、高锰酸盐指数 23.0%、生化需氧量 20.0%、氨氮 6.1%、粪大肠菌群 5.0%，以总磷参数污染最为严重。根据水功能区达标评价办法，达标率大于 80%的功能区为达标功能区，因此 2017 年十堰市重要水库型饮用水水源地都达标。

3. 水源地富营养化评价

我国在《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)中，依据总磷、总氮、叶绿素 α 、高锰酸盐指数和透明度 5 个参数评价湖库的富营养化状态。

根据各个参数值查表(湖泊、水库营养状态评价标准与分级方法)，采用线性插值法得到各参数的营养状态指数 I_E^i ；按式计算综合营养状态指数 I_E ；按 I_E 值再查表，即可确定水体的营养状态。 I_E 的计算公式为

$$I_E = \frac{\sum_{i=1}^N I_E^i}{N}$$

式中： I_E^i 为某参数的营养状态指数； N 为评价参数和个数。

根据历年水质监测成果，十堰市重要饮用水水源地 2015 年、2016 年、2017 年 I_E 值见图 4 至图 6。

根据图 4 可以看出：丹江口水库、丹江口水库(郧县)、黄龙滩水库、白岩河水库都为中营养；竹溪河水库出现 6 次轻度富营养，年均值也为轻度富营养，因此 2015 年竹溪河水库为轻度富营养水库。竹溪河水库水质参数的年均值营养状态指数占比分别是：总氮 24.6%，叶绿素 22.5%，高锰酸盐指数 20.2%，透明度 16.9%，总磷 15.8%，因此总氮占比最高。

根据图 5 可以看出：2016 年丹江口水库、丹江口水库(郧县)、黄龙滩水库、白岩河水库都为中营养；竹溪河水库出现 2 次轻度富营养，年均值也为中营养。竹溪河水库水质参数的年均值营养状态指数占比分别是：总氮 25.2%，叶绿素 21.9%，总磷 18.1%，透明度 18.1%，高锰酸盐 16.7%，因此总氮占比最高。

根据图 6 可以看出：丹江口水库、丹江口水库(郧县)、黄龙滩水库、白岩河水库等都为中营养；竹溪河水库

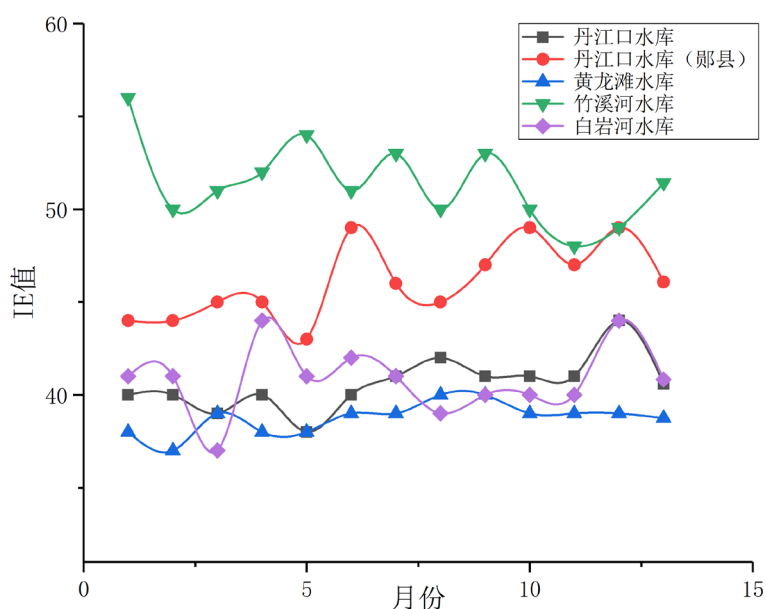


Figure 4. Nutritional status index of 2015
图 4. 2015 年营养状态指数

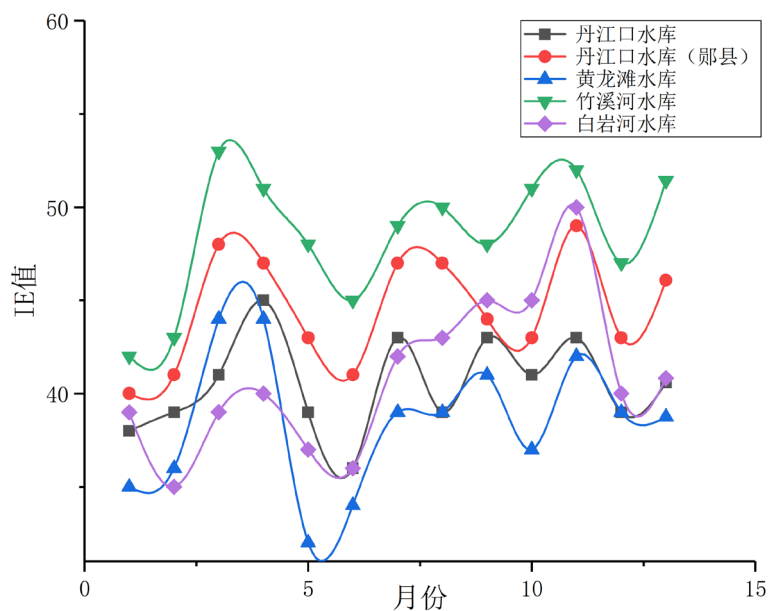


Figure 5. Nutritional status index of 2016
图 5. 2016 年营养状态指数

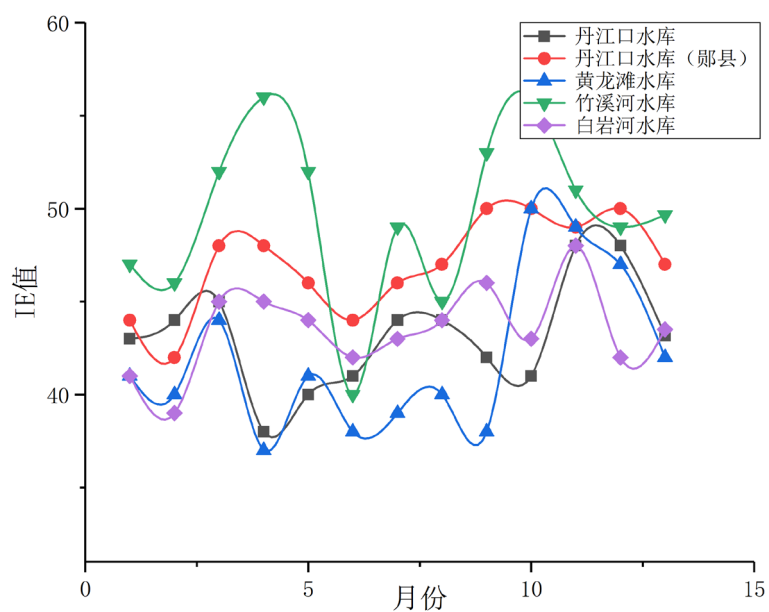


Figure 6. Nutritional status index of 2017
图 6. 2017 年营养状态指数

出现 4 次轻度富营养, 年均值也为中营养。竹溪河水库水质参数的年均值营养状态指数占比分别是: 总氮 24.7%, 高锰酸盐指数 20.9%, 透明度 19.1%, 叶绿素 17.8%, 总磷 17.5%, 因此总氮占比最高。

4. 结论

1) 用 2015 年至 2017 年 3 年逐月翔实的资料, 评价出十堰市水库型饮用水水源地水质是清洁的, 根据水功能区达标评价办法, 达标率大于 80% 的功能区为达标功能区, 水源地水质全部达标, 但也出现轻度污染现象。

2) 丹江口水库、丹江口水库(郟县)、黄龙滩水库、白岩河水库连续三年全部为中营养, 竹溪河水库 2015 出

现 6 次轻度富营养, 年均值为轻度富营养; 2016 年出现 2 次轻度富营养, 年均值为中营养; 2017 年出现 4 次轻度富营养, 年均值为中营养。

3) 十堰市饮用水水源地水质是好的, 但总氮、总磷偏大问题不容忽视。

参考文献 (References)

- [1] 郑丙辉, 刘琰. 地表水环境质量标准修订的必要性及其框架设想[J]. 环境保护, 2014, 42(20): 39-41.
ZHENG Binghui, LIU Yan. Necessity and frame assumption of revision of surface water environmental quality standard. Environmental Protection, 2014, 42(20): 39-41. (in Chinese)
- [2] 李添萍, 任珊. 入河污染物排放对湟水水质的影响分析[J]. 人民黄河, 2013, 35(7): 60-62.
LI Tianping, REN Shan. Influence on the emissions of pollutants into the river water quality analysis. Yellow River, 2013, 35(7): 60-62. (in Chinese)
- [3] 林良俊, 文冬光, 孙继朝. 地下水质量标准存在的问题及修订建议[J]. 水文地质工程地质, 2009, 36(1): 63-64.
LIN Liangjun, WEN Dongguang and SUN Jizhao. Problems and revision suggestions of groundwater quality standard. Hydrogeology and Engineering Geology, 2009, 36(1): 63-64. (in Chinese)
- [4] 徐彬, 林灿尧, 毛新伟. 内梅罗水污染指数法在太湖水质评价中的适用性分析[J]. 水资源保护, 2014, 30(2): 38-40.
XU Bin, LIN Canary and MAO Xinwei. Applicability analysis in water quality assessment for Taihu Nemerow index method. Water Resources Protection, 2014, 30(2): 38-40. (in Chinese)
- [5] 唐哲, 王琪, 等. 湖库型铁山水库饮用水水源地水资源评价[J]. 人民长江, 2017, 12(2): 105-108.
TANG Zhe, WANG Qi, et al. Evaluation of water resources in drinking water source area of lake reservoir Tieshan reservoir. The People of the Yangtze River, 2017, 12(2): 105-108. (in Chinese)