

The Application of Different Water Quality Evaluation Methods in Water Quality Assessment of Lancang River Source Region

Wei Wang

College of Ecological Environment Engineering, Qinghai University, Xining Qinghai
Email: qingdawangwei@126.com

Received: Apr. 25th, 2015; accepted: May 8th, 2015; published: May 15th, 2015

Copyright © 2015 by author 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

Abstract

According to 2012 Lancang River source region water quality monitoring results, the water quality in the Lancang River source region is evaluated by using exponent evaluation, water quality identification index method, gray correlation analysis method. Combining with the evaluation results, these methods of water quality evaluation are analyzed and compared. The results showed that the comprehensive pollution index method and water quality identification index method can balance the contribution of pollution factor to the water environment quality, the overall situation is more real reaction to the water bodies; gray correlation analysis method can be used as an important adjunct water environment quality assessment analysis.

Keywords

Lancang River Source Region, Water Quality Assessment, Exponent Evaluation, Water Quality Identification Index Method, Gray Correlation Analysis Method

不同的水质评价方法在澜沧江源区水环境质量评价中的应用

王 维

青海大学生态环境工程学院, 青海 西宁

Email: qingdawangwei@126.com

收稿日期：2015年4月25日；录用日期：2015年5月8日；发布日期：2015年5月15日

摘要

根据2012年澜沧江源区水质监测结果，利用指数评价法、水质标识指数法、灰色关联分析法对澜沧江源区水质进行评价，并结合评价结果对这三种水质评价方法进行分析比较。结果表明：综合污染指数评价法、综合水质标识指数法能一定程度上平衡污染因子对水环境质量的贡献度，较为真实的反应水体的整体状况；灰色关联分析法可作为重要的水环境质量评价分析的辅助方法。

关键词

澜沧江源区，水质评价，指数评价法，水质标识指数法，灰色关联分析法

1. 引言

三江源地区是我国涵养水源的重点区域，独特的自然条件，成为我国重要的生态屏障，三江源地区生态环境的变化将会直接导致源头地区水源、水质与水量发生变化，不仅影响到青海省社会经济的发展，而且直接影响到青海省的水环境及全国范围内的社会经济发展[1] [2]。近几十年来，由于受全球气候变暖及日趋频繁的人类经济活动的共同影响，三江源地区生态环境逐渐退化[3] [4]。澜沧江源区是三个源区中重要的组成部分，流域面积近 1.05 万平方公里。因此，深度的评价澜沧江源区的水质状况，对整个流域自然生态系统的良性循环和社会经济的可持续发展具有重要意义。

国内较为典型的水质评价方法有单因子评价法、污染指数法、模糊数学评价法、灰色关联分析法、层次分析法、人工神经网络评价法、水质标识指数法[5]-[12]。单因子评价法简单明了，能直观反映水体超标最为严重的指标，但其评价结果往往表现为过保护；综合指数评价法能较直观的判断水质质量是否达到功能区目标，但综合水质评价法不能明确判断综合水质类别，综合水质标识指数法在计算单因子标识指数时，由于计算结果有效位数的限制，精确度不高；灰色关联分析法能明确判定水质的等级，但对于污染严重的水环境，其评价结果不准确。基于此，本研究选用具有代表性的指数评价法、综合水质标识指数法、灰色关联分析法对澜沧江源区的水质进行评价，并进行评价方法的比较分析。

2. 选用的水环境质量评价方法简介

2.1. 指数评价法

2.1.1. 单因子指数法

单因子评价指数[5] [13]是最简单的环境评价质量指数，是将每个污染因子单独进行评价，以最差的水质类别作为水质综合评价结果。水质参数的标准指数大于 1，即表明该水质参数超过了规定的水质标准，已不能满足水体功能要求。

2.1.2. 综合污染指数评价法

所有参与综合水质评价的单项水质指标，将各指标的单项污染指数通过算术平均、加权平均、连乘及指数等各种数学方法得到一个综合指数，来评价综合水质[14]，本研究选用较为常用的算术平均法对水环境质量进行评价分析，表达式为：

$$P = \frac{1}{n} \sum I_i = \frac{1}{n} \sum (c_i / c_{oi})$$

式中, P 为综合污染指数; n 为参与的单项水质指标数; I_i 为第 i 项指标的单个污染指数; c_i 为单项水质指标的实测浓度; c_{oi} 为与水域功能类别对应的单项水质标准。在综合污染指数判断综合水质相对于水环境功能区的达标程度; 若 $P \leq 1$, 表明综合水质达标, 否则综合水质超标。

2.2. 综合水质标识指数法

2.2.1. 单因子水质标识指数

单因子水质指数[15] P_i 由一位整数、小数点后二位或三位有效数字组成, 表示为

$$P_i = X_1 \cdot X_2 X_3$$

式中: X_1 为第 i 项水质指标的水质类别; X_2 为监测数据在 X_1 类水质标准下限值与 X_1 类水质标准上限值变化区间中所处的位置, 按四舍五入的原则计算确定; X_3 为水质类别与功能区划设定类别的比较结果, 视评价指标的污染程度, 为一位或两位有效数字。笔者以单因子水质标识指数评价中最差的水质类别作为水质综合评价结果。

2.2.2. 综合水质标识指数 Iwq

综合水质标识指数[15]-[17]由单因子水质标识指数总和的平均值、代表水质类别与功能区划设定类别比较结果、参加整体水质评价的指标中劣于功能区标准的水质指标个数组成, 表示为:

$$Iwq = X_1 \cdot X_2 X_3 X_4$$

式中, $X_1 X_2$ 为单因子水质标识指数总和的平均值; $X_1 \cdot X_2 = \left(\frac{1}{m} \sum P'_1 + P'_2 + \dots + P'_m \right)$, m 为参加水质评价因子个数。 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 意义为判别综合水质类别是否劣于水环境功能区类别。

2.3. 灰色关联分析法

灰色关联分析[18]主要体现的是待评价样本与环境质量分级标准在整体上的关联程度, 或者说是将关联程度量化的方法。评价步骤可分为 3 步:

1) 确定待评价样本和评价标准。 $X_j(k)$ ($k=1, 2, \dots, m$) 表示样品的实测值, $X_i(0)(k)$ ($k=1, 2, \dots, m$) 表示水环境质量分级标准中各评价因子的标准值; 其中待评价样本用下标 j 表示, 评价因子用 k 表示, 水质级别用下标 i 表示。

2) 对数据进行无量纲化处理。为了使归一化后的待评价样本更具代表性, 使评价的分析更合理、评价结果的误差更小, 本文初始化方法是将三江源相关监测点的数据归一化到 [0, 1] 区间上。

3) 计算关联离散函数。用 $A_{ij}(k) = \frac{1 - \Delta_{ij}(k)}{1 + \Delta_{ij}(k)}$ 计算关联离散度, 其中, $\Delta_{ij}(k) = |X_i(k) - X_j(k)|$; 用

公式 $r_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n A_{ij}$ 计算关联度, 根据关联度计算结果排出关联序, 从而进行评价。

3. 应用实例

对澜沧江源区 2012 年的水质监测结果, 运用以上几种评价方法对澜沧江源区水质进行评价。研究区共设置三个监测断面, 区域 PH 平均值为 8.43; 总 N 含量较高, 均值为 0.827 mg/L; 重金属污染较轻, 铜、锌和镉等金属含量均满足地表水一级水质标准。本研究水质数据来源于 2012 年青海省渔业环境监测站,

Table 1. The evaluation results of representative water quality assessment methods

表 1. 代表性水质评价方法的评价结果

河流名称	评价方法				
	单因子评价法	综合污染指数	单因子标识指数	综合水质标识指数法	灰色关联分析法
扎曲大桥	IV	II	IV	II (2.731)	III (0.793)
澜沧江源区 扎曲大坝	III	II	III	II (2.421)	II (0.577)
香曲河	III	II	III	II (2.431)	II (0.830)

数据真实可靠。水质评价标准参照 GB 3838-2002 [19]。水环境质量评价的因子较多，其中常用的有[20]：1) 耗氧有机物及氧平衡指标类(DO、COD、NH₃-N 等)；2) 有毒及易积累物质类(挥发酚、氰化物、六价铬等)；3) 天然水体化学综合指标类(pH 等)以及根据本地区水环境使用功能及污染特点选定的附加项。基于此，本文主要选取具有代表性的环境因子总 N、高锰酸钾指数、氨氮、六价铬这 4 项指标。运用单因子指数法、综合污染指数评价法、单因子水质标识指数、综合水质标识指数法以及灰色关联分析法分别对澜沧江源区 2012 年的水质监测数据进行评价比较。

4. 评价结果与分析

上述 5 种方法的评价结果见表 1。

基于表 1 的评价结果，得出：

1) 单因子评价结果显示，单因子指数法和单因子水质标识指数评价结果完全一致。3 个监测点的水质评价级别较其它水质评价方法偏低，主要原因是这两种方法以所有评价因子类别中的最差的评价级别作为水体水质状况类别，将其余的水质指标弱化；次要原因是河流水质影响因子中有部分超标[21]。该方法在确保水体安全的评价中具有非常重要的作用，但只能体现单个因子的污染状况，不能综合反映水体质量状况，其评价结论表现为过保护。

2) 综合水质平均污染指数法和综合水质标识指数法评价结果显示，两种方法的评价结果在 3 个监测点具有一致性。3 个采样点的水质情况均达到 II 类水质要求。其中，扎曲大桥的综合水质标识指数为 2.731，扎曲大坝的标识指数为 2.421，香曲河的标识指数为 2.431。表明扎曲大桥水质较另 2 个监测点略差。与单因子评价结果相对乐观，水质综合污染指数评价法和综合水质标识指数法考虑了多项因子对河流的水质污染的综合影响程度，将污染分指数相加并求均值，反映水质的平均污染程度，但单个污染物的污染水平不能被该指数有效识别[21] [22]。

3) 灰色关联分析法评价结果显示，除扎曲大桥监测点的水环境质量超过 II 类，扎曲大坝和香曲河监测点水环境质量达到了 II 类标准。该评价方法在扎曲大坝和香曲河监测点的评价效果与指数评价法一致，但 II 类水质与香曲河的关联度为 0.830，较扎曲大坝大，说明香曲河水环境质量更趋于 II 类。灰色关联分析法的评价结果与各级标准之间具有明显的排序，以分析水环境质量的变化趋势；还可根据不同监测点与相同水质标准之间的关联度大小，分析比较监测点之间的水质优劣。此方法具有一定横向和纵向的可比性，是一种重要的评价与分析水环境质量的方法。

5. 结论

分别用单因子指数法、单因子水质标识指数、综合污染指数评价法、综合水质标识指数、灰色关联分析法对澜沧江源区进行水质评价。结果表明：综合污染指数评价法、综合水质标识指数评价结果一致；单因子指数法和单因子水质标识指数评价结果完全一致，但其评价结论较综合水质评价法表现为过保护。

综合污染指数评价法、综合水质标识指数能一定程度上平衡各污染因子对水环境质量的贡献度,较为真实的反应水体的整体状况;考虑到水体的诸多未知或者不确定的信息,对于灰色关联分析法评价水质结果能够体现与各级水环境质量级别的关联性排序,该方法可作为水环境质量分析较好的一种方法。

基金项目

青海大学大学生科技创新基金项目(项目编号:2013-QX-22)资助。

参考文献 (References)

- [1] 李军乔 (2002) 三江源地区焦态环境重建对策研究. 西北农林科技大学, 杨凌.
- [2] 石丽娜, 赵旭东, 倪天茹, 等 (2012) 青海省三江源黄河源区地表水水质状况. *贵州农业科学*, **4**, 220-223.
- [3] 刘纪远, 徐新良, 邵全琴 (2008) 近 30 年来青海三江源地区草地退化的时空特征. *地理学报*, **4**, 364-376.
- [4] 易湘生, 尹衍雨, 李国胜, 等 (2011) 青海三江源地区近 50 年来的气温变化. *地理学报*, **11**, 1451-1465.
- [5] 郭 华, 唐泽军 (2013) 不同水质评价法在清河水质评价中的应用. *水资源研究*, **2**, 11-13.
- [6] 刘 琰, 郑丙辉, 付青, 等 (2013) 水污染指数法在河流水质评价中的应用研究. *中国环境监测*, **3**, 49-55.
- [7] Chang, N.B., Chen, H.W. and Ning, S.K. (2001) Identification of river water quality using the Fuzzy Synthetic Evaluation approach. *Journal of Environmental Management*, **63**, 293-305.
- [8] Yilmaz, I. (2007) Fuzzy evaluation of water quality classification. *Ecological Indicators*, **7**, 710-718.
- [9] 刘万茹, 朱湖根 (1994) 改进的灰关联分析法在水质评价中的应用. *合肥工业大学学报(自然科学版)*, **2**, 87-91.
- [10] 庞振凌, 常红军, 李玉英 (2008) 层次分析法对南水北调中线水源区的水质评价. *生态学报*, **4**, 1810-1819.
- [11] 郭庆春, 何振芳, 李力, 寇立群 (2011) BP 神经网络在渭河水环境质量评价中的应用. *水土保持通报*, **4**, 112-115.
- [12] 徐祖信 (2005) 我国河流综合水质标识指数评价方法研究. *同济大学学报(自然科学版)*, **4**, 482-488.
- [13] 王学忠, 王鹏 (2011) 不同水质评价方法在怀柔水库水质评价中的应用与分析. *北京水务*, **1**, 31-33.
- [14] 尹海龙, 徐祖信 (2008) 河流综合水质评价方法比较研究. *长江流域资源与环境*, **5**, 729-733.
- [15] 胡成, 苏丹 (2011) 综合水质标识指数法在浑河水质评价中的应用. *生态环境学报*, **1**, 186-192.
- [16] 汪红军, 彭建华, 梁开封 (2007) 综合水质标识指数法在水库水质评价中的应用. *人民长江*, **1**, 92-94.
- [17] 严桂英 (2013) 标识指数评价法在河流水质评价中的应用. *污染防治技术*, **5**, 19-23.
- [18] 何艳虎, 林凯荣 (2012) 基于灰色关联分析法的东江河源段水质评价分析. *珠江现代建设*, **2**, 13-15, 35.
- [19] GB 3838-2002 地表水环境质量标准.
- [20] 夏军, 史晓新 (1997) 广义水环境质量评价标准探讨. *环境与开发*, **3**, 32-34.
- [21] 张小君, 徐中民, 宋晓谕, 葛劲松, 聂学敏 (2013) 几种水环境质量评价方法在青海湖入湖河流中的应用. *环境工程*, **1**, 117-121.
- [22] 李名升, 张建辉, 梁念, 林兰钰, 李茜, 温香彩 (2012) 常用水环境质量评价方法分析与比较. *地理科学进展*, **5**, 617-624.