

2008~2018年澳门自来水水质状况评价

湛社霞, 周柏坚, 马 薇, 张长立, 赵倩宁
(澳门自来水股份有限公司, 澳门 999078)

摘要: 采用修正的CCME-WQI模型, 利用澳门4间水厂出厂水的监测结果, 计算了2008~2018年澳门自来水的水质指数, 评价了10年澳门自来水的水质状况。结果表明, 澳门4间水厂的各年平均水质指数均在92分以上, 其中青洲水厂水质最好, 年平均水质指数达到97分以上; 影响水质指数的主要指标是嗅味和细菌总数。研究表明, 10年间, 澳门自来水的年均水质指数高于98分, 达到“优秀”的级别。

关键词: 自来水水质评价; CCME-WQI; 澳门

中图分类号: X8

文献标志码: A

DOI: 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2020.05.021

Evaluation of Drinking Water Quality in Macao from 2008 to 2018

ZHAN Shexia, ZHOU Baijian, MA Wei, ZHANG Changli, ZHAO Qianning
(Macao Water Supply Company Limited, Macao 999078 China)

Abstract: Based on the monitoring results of four drinking water plants in Macao from 2008 to 2018, the Water Quality Index (WQI) of the drinking water was calculated by the modified CCME-WQI model, and the water quality was evaluated for the past decade. Results showed that the average annual WQI of the four plants was above 92. The water quality of ILHA VERDE Treatment Plant was the best and the average annual WQI was higher than 97. The main parameters affecting WQI were the odor and the total bacteria count. During the ten-year period, the average annual WQI of the drinking water in Macao was above 98 with an excellent performance.

Keywords: Drinking Water Quality Evaluation; CCME-WQI; Macao

CLC number: X8

水质评价是利用和保护水资源的基础工作, 为水资源管理和相关政策的制定提供依据和参考。水质监测是供水工作的重要组成部分, 利用水质监测数据对水质进行评价, 有利于对水体环境、水质状况的了解, 可进一步改善和优化水处理工艺, 以提供更为优质和安全的饮用水。水质评价的方法有神经网络法^[1]、灰色关联分析法^[2]、主成分分析法^[3]、水质指数法^[4-7]、熵值法^[8]和水质指数法^[6, 9] (Water Quality Index, WQI) 等。

研究较为广泛的水质指数法有美国国家卫生基金会水质指数 (NSFWQI)^[10]、加拿大环境部长理事会水质指数 (CCME-WQI)^[11-12] 和俄勒冈州水质指数 (OWQI)^[13] 等。WQI法将多个水质监测参数进行无量纲化、统计和计算, 根据计算结果, 将水质划分为不同级别, 能较为全面、直观

反应水质的污染程度。其中, CCME-WQI法被广泛的研究和应用, 联合国环境署 (UNEP) 应用此模型评价世界不同国家的饮用水水质^[14-15]。在我国进行水质评价时, 该方法也是值得推荐和使用的^[9]。

本文利用2008~2018年澳门4间水厂出厂水的水质监测数据, 采用CCME-WQI法进行计算, 评价了10年间澳门自来水的水质状况, 为了解澳门自来水水质状况提供参考资料。

1 研究方法 & 数据

1.1 数据来源

2008~2018年澳门自来水公司4间水厂: 青洲 (IT)、路环 (CT)、大水塘一期 (MST) 和大水塘二期 (MSTII) 的理化和微生物检测数据。

收稿日期: 2020-03-06

作者简介: 湛社霞 (1975-), 女, 博士、主任技师。研究方向: 理化检测、环境检测及研究。E-mail: shirley.zhan@suez.com

引用格式: 湛社霞, 周柏坚, 马 薇, 等. 2008~2018年澳门自来水水质状况评价[J]. 环境保护科学, 2020, 46(5): 120-123.

1.2 CCME-WQI 评价模型

模型的计算见式(1)。

$$WQI = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \quad (1)$$

$$F_1 = \frac{P}{N} \times 100 \quad (2)$$

$$F_2 = \frac{q}{M} \times 100 \quad (3)$$

$$F_3 = \frac{nse}{0.01nse + 0.01} \times 100 \quad (4)$$

$$nse = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n e_x \quad (5)$$

$$e_x = \frac{D}{T} \quad (6)$$

式(1)~(6)中: F_1 为超过标准限值的水质参数的个数占总监测参数数量的百分比(代表范围); F_2 为超过标准限值的监测数据个数占所有监测数据的百分比(代表频率); F_3 为振幅; P 为超标的水质参数的个数; N 为水质监测参数总数; q 为所有水质监测数据中超标数据的个数; M 为水质监测数据总数; D 为不达标项目的测定值; T 为不达标项目的标准限值; nse 为偏差因子总和; e_x 为不达标水质指标偏差值。

1.3 参数选择及方法评价

CCME-WQI 法是加权几何平均指数方法,该方法从检测范围、频率和振幅 3 个方面进行计算,评估水质监测数据与该地区水质标准限值的符合程度^[14]。采用 CCME-WQI 法对水质进行评价,其结果用具体的分值表示,分值和评级见表 1。

表 1 水质分级及评级说明

分数	水质等级	说明
95~100	优秀	水质没有受到威胁或损害
80~94	好	水质受到轻微程度威胁或损害
65~79	中等	水质偶尔会受到威胁或损害
45~64	及格	水质经常受到威胁或损害
0~44	差	水质总是受到威胁或受损

1.4 参数选择及评价标准

在进行评价、参数选择及计算时,本文以澳门法规《澳门供排水规章》(1996 年颁布)和《生活饮用水卫生标准: GB5749—2006》^[16] 为主要判定标准。共有 50 个化学项目(农药和多环芳烃以 1 个项目计算)及 7 个微生物指标(包含贾第鞭毛虫和隐孢

子虫),共计 57 个项目。《澳门供排水规章》未包含的项目,以 GB5749—2006 为限值指标。

2 结果分析及讨论

2.1 4 个水厂出厂水的水质状况

2008~2018 年,澳门 4 间水厂(青洲 IT、路环 CT、大水塘一期 MST 和二期 MSTII)出厂水的水质指数,见图 1。

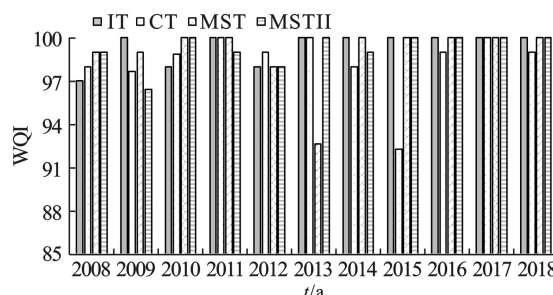


图 1 澳门 4 间水厂各出厂水的年平均水质指数图

图 1 可见,澳门 4 间水厂均在 92 分以上,指数变化较为平稳。其中 2013 年,大水塘一期的 WQI 只有 92.66,其主要超标指标是细菌总数超标 5 次,且监测值超出限值很多。2015 年,路环水厂嗅和细菌总数超过标准限值 21 次,是历年超标次数最多的年份,WQI 的分值为 92.27,为历年最低。2016~2018 年,4 间水厂的水质指数有明显提高,达到 99 分以上。2008~2018 年,影响 WQI 的主要因素是出厂水的嗅和细菌总数 2 个参数,其他指标均符合标准的要求。

2.2 澳门自来水水质状况及影响因素

10 年间,澳门 4 间水厂水质指数的平均值见图 2。

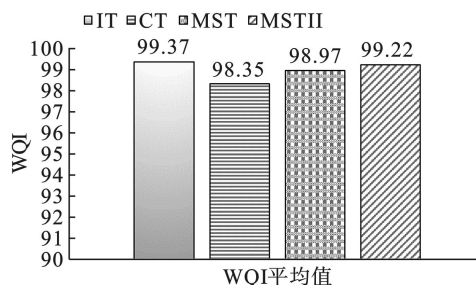


图 2 澳门 4 间水厂水质平均指数

图 2 可见,10 年间,IT 水厂的出厂水水质指数达到了 99.37 分,表明水质质量最好;MSTII 的指数也达到 99.22 分,水质质量优良;MST 的水质指数略低于 IT 和 MSTII;CT 的指数相对其他 3 个水厂低,为 98.35。

影响 4 间水厂水质指数的主要因素是原水和 水厂处理工艺, 澳门 4 间水厂水处理状况见表 2。

表 2 澳门 4 间水厂水处理状况

水厂名称	水处理方式	原水来源
青洲水厂	蜂窝斜管沉淀池+V型滤池	珠海竹仙洞水库
路环水厂	气浮池+V型滤池	澳门大水塘水库、石排湾水库和澳门九澳水库
大水塘一期	双层滤料(无烟煤/石英砂)滤池	珠海竹仙洞水库、珠海南屏水库
大水塘二期	气浮+超滤膜	珠海竹仙洞水库、珠海南屏水库

青洲水厂(IT)是澳门半岛的最主要供水厂, 原水来源于珠海竹仙洞水库, 水源稳定, 水处理工艺采用蜂窝斜管沉淀池和 V 型滤池, 从而保证了良好的水质供给。

大水塘水厂(MST)的原水主要来源于珠海竹仙洞水库和南屏水库, 在春季时(3~4月), 南屏水库原水的致嗅物质含量较高, 从而影响大水塘水厂的水质; 二期水厂(MSTII)采用先进的气浮和超滤膜工艺, 保证出厂水的良好品质。

路环水厂的原水主要来源于澳门本地的大水塘水库, 亦会掺有石排湾水库和九澳水库的原水, 大水塘水库的水质流动性差, 受环境影响较大, 水质不稳定, 使得路环水厂的超标项次较多, 影响路环水厂的水质。

图 3 可见, 2008~2018 年澳门地区自来水水质年平均指数在 98 分以上, 除 2015 年略有降低外, 水质质量持续稳定。10 年的水质指数表明澳门自来水的出厂水水质达到“优秀”的等级。

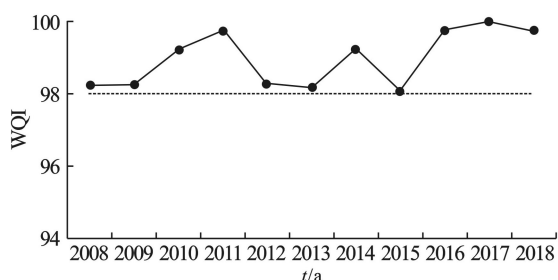


图 3 澳门自来水水质年平均指数

2.3 影响水质指数的因素及模型的优缺点

本研究中, 选取的水质参数项数及数据量得多少, 对计算会产生比较大的影响。如果数据量太少, 不能如实反映水质的真实状况; 如果参数太多, 也会导致水质指数数据偏高或偏低。因应检测技术和新项目的开展, 2008~2018 年澳门自来水检测参数项数的变化在 5% 左右, 对模型的计算不会产生显著影响。

采用 CCME-WQI 水质指数模型时, 优点是能

综合考虑检测参数的数量、检测频率、不符合标准限值参数的影响; 可直观的反映自来水水质的质量; 数据的缺失不会影响计算结果; 不同区域的水质具有可比性。缺点是没有体现水质重要污染物的影响, 各参数对结果的影响因子是一样, 参数的选择对指数有较大的影响。

3 结论

基于 CCME-WQI 模型, 本文计算了 2008~2018 年澳门自来水 4 间出厂水的水质指数, 其分值在 92.27~100 分之间; 10 年间, 澳门自来水的水质平均指数在 98 分以上, 且指数稳定, 表明澳门自来水的水质达到“优秀”的等级。

参考文献

- [1] SALARI M, SHAHID E S, AFZALI S H, et al. Quality assessment and artificial neural networks modeling for characterization of chemical and physical parameters of potable water[J]. Food and Chemical Toxicology, 2018, 118: 212–219.
- [2] 赵龙明, 卢琪, 王娜, 等. 改进的灰色关联分析法在渔业水质评价中的应用[J]. 华北理工大学学报(自然科学版), 2017, 39(2): 110–114.
- [3] 郭晶, 王丑明, 黄代中, 等. 洞庭湖水污染特征及水质评价[J]. 环境化学, 2019, 38(1): 152–160.
- [4] MUKATE S, WAGH V, PANASKAR D, et al. Development of new integrated water quality index (IWQI) model to evaluate the drinking suitability of water[J]. Ecological Indicators, 2019, 101: 348–354.
- [5] SANY S B T, MONAZAMI G, REZAYI M, et al. Application of water quality indices for evaluating water quality and anthropogenic impact assessment[J]. International Journal of Environmental Science and Technology, 2019, 16(7): 3001–3012.
- [6] TYAGI S, SHARMA B, SIMGH P, et al. Water quality assessment in terms of Water Quality Index[J]. American Journal of Water Resources, 2013, 1(3): 34–38.
- [7] KUKRER S, MUTLU E. Assessment of surface water quality using water quality index and multivariate statistical analyses in

- Saraydüzü Dam Lake, Turkey[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2019, 191(2): 71.
- [8] 张千. 熵权模糊评价法在饮用水水质评价中的应用[J]. 广西民族师范学院学报, 2018, 35(3): 47-50.
- [9] 刘玲花, 吴雷祥, 吴佳鹏, 等. 国外地表水水质指数评价法综述[J]. 水资源保护, 2016, 32(1): 86-90.
- [10] MIRZAEIA M, SOLGI E, SALMANMAHINY A, et al. Evaluation of surface water quality using NSFQI index and pollution risk assessment using WRATIC index in 2015[J]. Archives of Hygiene Sciences, 2016, 5(4): 264-277.
- [11] MAHAGAMAGE Y, MANAGE P. Water Quality Index (CCME-WQI) based assessment study of water quality in Kelani River Basin, Sri Lanka[C]//The 1st Environment and Natural Resources International Conference, November, Bangkok, Thailand, 2014.
- [12] HURLEY T, SADIQ R, MAZUMDER A. Adaptation and evaluation of the Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME-WQI) for use as an effective tool to characterize drinking source water quality[J]. Water Research, 2012, 46(11): 3544-3552.
- [13] DARVISHI G, KOOTENAEI F G, RAMEZANI M, et al. Comparative investigation of river water quality by OWQI, NSFQI and Wilcox Indexes (Case study: the Talar River - IRAN)[J]. Archives of Environmental Protection, 2016, 42(1): 41-48.
- [14] Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: CCME water quality index user's manual, 2017 update[EB/OL]. (2017-00-00)[2020-]. https://www.ccme.ca/files/Resources/water/water_quality/WQI%20Manual%20EN.pdf.
- [15] LUMB A, SHARMA T C, BIBEAULT J F, et al. A comparative study of USA and Canadian Water Quality Index models[J]. Water Quality, Exposure and Health, 2011, 3(3): 203.
- [16] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. 生活饮用水卫生标准: GB 5749—2006[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.

(上接第 111 页)

5 结论

本文分析了“十一五”和“十二五”期间的大连市陆源入海排污状况及变化趋势,并结合近岸海域水质状况,对大连市近岸海域赤潮频发、水质富营养化等生态环境问题发生的原因进行了分析。

“十一五”和“十二五”期间,大连市入海排污口普遍存在污染物超标排放的情况,悬浮物、BOD、总磷、总氮、COD 和氨氮是主要的超标污染物, P17、P19、P21、P22、P23 超标较为严重。“十二五”期间氨氮和 COD 年均达标排放次数比例较“十一五”期间均略有降低,分别降低了 6.2% 和 1.7%;氨氮和 COD 年均排海量较“十一五”期间均有大幅减少,分别减少了约 24% 和 78%。

“十一五”和“十二五”期间,复州河和碧流河的 COD 和石油类超标严重,氨氮、总磷和部分重金属(汞、铅等)也在个别年份存在超标情况。2 条入海河流在“十二五”期间年均污染物入海量较“十一五”期间减少了约 74%。

“十一五”和“十二五”期间,大连市陆源入海排污较大范围超标和排海通量较多导致部分近岸海

域环境质量较差,引发部分近岸海域富营养化问题频发,甚至爆发赤潮、绿潮灾害。

参考文献

- [1] 王辉, 栾维新, 康敏捷. 辽河流域社会经济活动的 COD 污染负荷[J]. 地理研究, 2013, 32(10): 1802-1813.
- [2] 杨文新, 樊景凤, 周君, 等. 大连沿海排污口及邻近水域细菌动态分析[J]. 海洋与湖沼, 2013, 44(5): 1249-1256.
- [3] 姜恒志, 崔雷, 于大涛, 等. 大连长兴岛马家咀排污口海域环境容量研究[J]. 应用海洋学报, 2017, 36(2): 202-209.
- [4] 孙鹏. 浅谈大连市中心城区入海排污口现状及治理措施[J]. 环境与可持续发展, 2015, 40(3): 172-174.
- [5] 庞艳华, 隋凯, 王秋艳, 等. 大连近岸海域双壳类重金属污染调查与评价[J]. 海洋环境科学, 2012, 31(3): 410-413.
- [6] 兰冬东, 许妍, 鲍晨光, 等. 大连市近岸海域环境状况与陆源污染控制建议[J]. 海洋开发与管理, 2016, 33(7): 41-43.
- [7] 马新东, 林忠胜, 王立军, 等. 大连湾海域水质主要污染因子及污染源贡献分析[J]. 海洋环境科学, 2016, 35(3): 417-421.
- [8] 许岩, 宋钦浩, 陈文博, 等. 大连湾海域水质状况及污染趋势分析[J]. 河北渔业, 2014(6): 21-24.
- [9] 国家海洋局. 陆源入海排污口及邻近海域生态环境评价指南: HY/T086-2005[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [10] 辽宁省质量技术监督局, 辽宁省环境保护局. 辽宁省污水综合排放标准: DB 21/1627-2008[S/OL]. (2019-04-30) [2020-01-10]. <http://sthj.ln.gov.cn/xxgk/bzygf/hjbzgl/zcfg/dfbzwb/201905/P020190505359220865137.pdf>.