

# 2023年石家庄地表水水质的影响分析

门志高

河北工程大学水利水电学院, 河北 邯郸

收稿日期: 2025年3月28日; 录用日期: 2025年5月9日; 发布日期: 2025年5月22日

## 摘要

水是万物生存的根本, 水体安全严重影响着人们的生态安全。研究以2023年全年石家庄的地表水水质作为研究对象, 结合Pearson相关性分析方法对地表水水质的调查, 探明全年水质变化规律以及影响因素进行研究。研究表明, 地表水水质在7~9月份水体水质营养盐浓度升高, 其原因是径流、太行山岩层侵蚀和人为因素输入的影响。Pearson相关分析表明, 地表水的水温与营养盐浓度和浊度呈现显著的正相关, 营养盐浓度和浊度对溶解氧显著的呈现负向影响。研究成果对于维持石家庄市地表水水质安全提供理论支撑, 对支持生态文明价值提供一定的参考价值。

## 关键词

2023年, 石家庄地区, 地表水水质, Pearson相关性分析

# Impact Analysis of Surface Water Quality in Shijiazhuang City in 2023

Zhigao Men

School of Water Resources and Hydropower, Hebei University of Engineering, Handan Hebei

Received: Mar. 28<sup>th</sup>, 2025; accepted: May 9<sup>th</sup>, 2025; published: May 22<sup>nd</sup>, 2025

## Abstract

Water is the foundation of the survival of all things, and water security seriously affects people's ecological security. In this study, the surface water quality of Shijiazhuang in 2023 was taken as the research object, and the surface water quality was investigated by Pearson correlation analysis method to find out the annual water quality change law and influencing factors. The results showed that the nutrient concentration of surface water quality increased from July to September, which was due to the influence of runoff, erosion of rock formations in Taihang Mountain and the input of human factors. Pearson correlation analysis showed that the water temperature of surface water

was significantly positively correlated with nutrient concentration and turbidity, and nutrient concentration and turbidity had a significant negative effect on dissolved oxygen. The research results provide theoretical support for maintaining the safety of surface water quality in Shijiazhuang City, and provide a certain reference for supporting the value of ecological civilization.

## Keywords

In 2023, Shijiazhuang Area, Surface Water Quality, Pearson Correlation Analysis

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 引言

水是万物之本，在维持生态系统稳定和社会经济发展发挥着不可替代的作用。人们的日常生活更是离不开水资源[1]。地下水和地表水是主要的饮用水源。地下水资源日益枯竭，地表水已成为全世界范围内城市以及农村重要的水源，水库的水质状况直接影响着居民饮用水的安全。因此，保障地表水的水质安全已经成为不可忽视的问题[2]。地表水水温、氨氮、总氮、总磷、pH、高锰酸盐指数、浊度和浓度等基本水质指标严重影响着地表水水质健康[3]。全国范围内，地表水水质的影响分析发展已经对多源数据进行了融合分析。邬梦缘等对浙江钱塘江的近十年水质调查研究表明水体水质基本满足 III 类标准[4]。朱莎等对研究浙江省地表水水质研究表明，部分水体中的 TP 和  $\text{Cr}^{6+}$  的浓度超标[5]。

随着石家庄市的社会经济的发展和土地利用功能改变，城镇化的快速发展、常住人口数量逐年增多，并且全市的工业生产总值也呈现明显的逐年增长的趋势[6][7]。石家庄市的可持续发展离不开地表水资源的支撑，然而对于地处华北平原的石家庄来说，地下水资源枯竭，地表水资源成为重要的水源地。维持地表水体的水质健康对于维持生态环境和经济健康发展发挥着不可替代的作用[8][9]。在快速城市化发展中的华北地区，地表水污染呈现明显的复合型特征。其中，石家庄市作为京津冀重要的节点城市。研究大多数只是关注于滹沱河干流地区。对于石家庄市的地表水水质断面的影响分析尚且存在着不足。本研究以石家庄市 2023 年的地表水水质为研究对象，结合使用 Pearson 相关性分析的方法探明石家庄市地表水质变化规律和影响分析。为加强石家庄水质参数的监测和分析提供理论支撑和掌握水质参数的定量特征，并且为维持石家庄市地表水经济可持续发展和生态健康提供理论保障。

## 2. 研究区域概况与方法

### 2.1. 地理位置

石家庄地处与河北省的中南部，地理坐标为东经  $114^{\circ}18' \sim 115^{\circ}30'$ ，北纬  $37^{\circ}30' \sim 38^{\circ}40'$ ，总面积  $6976.4 \text{ km}^2$ 。石家庄东临衡水地区，南与邢台地区接壤，北与保定地区相连，西临太行山。地形总体西高东低，西部为中低山丘陵区，东部为辽阔、平坦的华北平原[10]。石家庄市域内属半干旱、半湿润大陆性季风气候。其特点温差大，四季分明，春季干旱多风，夏季干热多雨，秋季凉爽宜人，冬季寒冷干燥。一月份气温最低，月平均温度  $0.6^{\circ}\text{C}$  左右，山区较低，月平均在零下  $2^{\circ}\text{C}$ ；七月份气温最高，月平均气温在  $26^{\circ}\text{C}$ ，近年来七、八月份温度有所提高，七月平均气温达到  $28.5^{\circ}\text{C}$ 。全年无霜期在  $180 \sim 210$  天。最深冻土一般在  $0.5 \text{ m}$  左右，历史上多年平均降水量  $481.9 \text{ mm}$ 。石家庄属海河流域、子牙河水系。石家庄的河流由北向南主要有：沙河、磁河、滹沱河、洨河、槐河等。河流自西向东、东南流经本区[10]。其中，滹沱河最

大, 该河发源于山西省繁峙县, 源远流长, 长达 540 km, 流域面积 30,891 km<sup>2</sup>。历史上平均年径流量 230,000 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>, 最大年径流量 665,000 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。

## 2.2. 研究方法

选取石家庄地区的地都、兆通、平山桥和大石桥四个地表水断面。本研究结合使用 Pearson 相关性分析方法, 对 2023 年地表水体水质之间进行相关性分析, 并且进一步探明水体水质影响因素。数据来源: <https://waterpub.cnemc.cn:10001/>。

## 3. 结果与讨论

### 3.1. 2023 全年水质基本状况

如表 1 所示, 地表水温度从 1 月到 8 月水体的温度一直呈现上升的态势(7.90°C ± 4.80°C~25.51°C ± 4.60°C), 8 月地表水体温度最高, 8 月地表水体温度最高, 水体的温差变化幅度也是最大的。因为水体受到的光照强度最大, 并且日温度变化幅度大。9 月到 12 月温度呈现明显的下降趋势。5 月和 7 月地表水体中氨氮的浓度最高(0.81 ± 0.79), 总氮的浓度最大和变化幅度最大的在 9 月份(7.72 ± 6.81)。8 月份总磷的浓度在地表水体中最大, 并且变化幅度最大。水体中的 pH 值全年呈现弱碱性, pH 值的变化幅度小。12 月水体中高锰酸盐指数的浓度(4.20 ± 3.60)最大。水体的浊度最大和变化幅度最大在 8 月份(78.01 ± 70.69 NTU)。12 月份的 DO 浓度在全年中最高(10.11 ± 1.48)。在地表水体中, 氨氮、总氮、总磷以及浊度的浓度在全年集中在 7 月份~9 月份偏高, 此时水体处于汛期。主要原因包括: 首先, 降雨输送的影响, 在雨季地表径流水体中国的携带着面源污染物进入到水体中。面源污染物主要包括农田中的氮、磷等营养盐的输入以及城市中的垃圾输送到水体。其次由于受到地质因素的影响, 太行山岩层地溶解输送到水体以及土壤侵蚀的影响导致水体中的氮、磷等营养盐的浓度和浊度明显升高。其次, 地表水体中的 DO 在 7 月~9 月水体中的 DO 的浓度偏低, 地表水体底泥污染物导致氮、磷等营养盐浓度释放到水体。最后, 受到工业废水、生活污水等点源输入和农业活动、城市径流等面源的污染。其它因素还包括水资源的过度开发和航运、旅游等人为因素的影响。

**Table 1.** Monthly water quality of surface water in Shijiazhuang City in 2023

**表 1.** 2023 年石家庄市全年地表水逐月水质情况

日期	水温 °C	氨氮 mg/L	总氮 mg/L	总磷 mg/L	pH	高锰酸盐指数 mg/L	浊度 NTU	溶解氧 mg/L
1 月	7.90 ± 4.80	0.48 ± 0.45	7.01 ± 4.38	0.09 ± 0.07	8.25 ± 0.40	3.76 ± 2.95	9.08 ± 6.37	10.73 ± 1.41
2 月	9.16 ± 4.76	0.73 ± 0.69	7.10 ± 4.16	0.09 ± 0.07	8.23 ± 0.44	3.54 ± 2.89	19.82 ± 17.53	10.68 ± 1.33
3 月	12.95 ± 3.23	0.38 ± 0.35	6.32 ± 2.90	0.08 ± 0.06	8.25 ± 0.45	3.55 ± 2.90	19.10 ± 13.08	9.49 ± 1.90
4 月	15.96 ± 0.84	0.62 ± 0.59	6.36 ± 3.83	0.10 ± 0.09	8.25 ± 0.51	3.66 ± 2.77	17.07 ± 12.24	7.79 ± 2.52
5 月	19.97 ± 0.64	0.81 ± 0.79	6.03 ± 4.00	0.12 ± 0.11	8.17 ± 0.57	3.65 ± 2.30	30.50 ± 25.68	6.13 ± 3.10
6 月	23.17 ± 2.11	0.54 ± 0.52	4.95 ± 3.48	0.13 ± 0.12	8.10 ± 0.44	3.35 ± 2.37	27.16 ± 20.48	6.19 ± 3.07
7 月	25.35 ± 3.71	0.81 ± 0.79	5.15 ± 4.15	0.16 ± 0.15	8.25 ± 0.52	4.02 ± 2.40	72.54 ± 68.47	5.53 ± 2.90
8 月	25.51 ± 4.60	0.69 ± 0.67	5.75 ± 4.74	0.19 ± 0.18	8.36 ± 0.54	3.87 ± 2.02	78.01 ± 70.69	6.19 ± 2.62
9 月	23.41 ± 3.27	0.70 ± 0.67	7.72 ± 6.81	0.10 ± 0.09	8.22 ± 0.35	2.97 ± 1.98	34.64 ± 29.96	6.32 ± 2.89
10 月	18.78 ± 2.29	0.33 ± 0.30	7.06 ± 6.22	0.10 ± 0.10	8.26 ± 0.33	3.70 ± 3.06	13.81 ± 9.72	7.28 ± 2.46
11 月	13.24 ± 2.24	0.47 ± 0.45	7.16 ± 6.21	0.08 ± 0.07	8.13 ± 0.48	4.03 ± 3.52	10.27 ± 7.89	8.87 ± 1.61
12 月	9.94 ± 3.33	0.38 ± 0.35	6.56 ± 5.14	0.07 ± 0.07	8.16 ± 0.25	4.20 ± 3.60	9.76 ± 6.62	10.11 ± 1.48

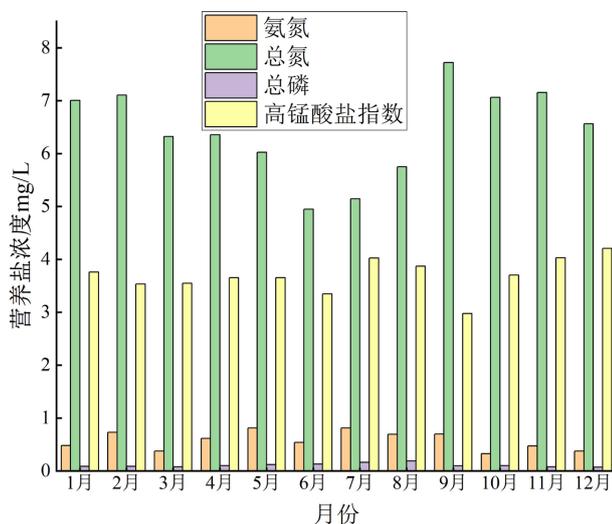


Figure 1. Monthly changes in nutrient salt concentration  
图 1. 各月的营养盐浓度变化

### 3.2. 基于 Pearson 相关性分析 2023 年地表水水质

如图 1 所示，水温与总氮、总磷、总氮、浊度以及高锰酸盐指数均呈现出显著的正向相关，表明地表水体温度严重影响着水体中的营养盐浓度。水温升高，水汽循环加快，受到径流和周围环境输入的影响，导致地表水体中的营养盐浓度升高。水体中的 pH 与氨氮、总氮、总磷、高锰酸盐指数以及浊度呈现显著的负相关，表明地表水体营养盐浓度升高导致水体的 pH 下降。水体中的溶解氧的浓度与水体中的水温、氨氮、总氮、总磷和高锰酸盐指数呈现显著的负相关，例如：7 月~9 月水体中的 DO 浓度偏低，而地表水水体中浊度与营养盐的浓度偏大，说明地表水体中水体营养盐浓度和浊度对 DO 的浓度呈现负向影响(图 2)。

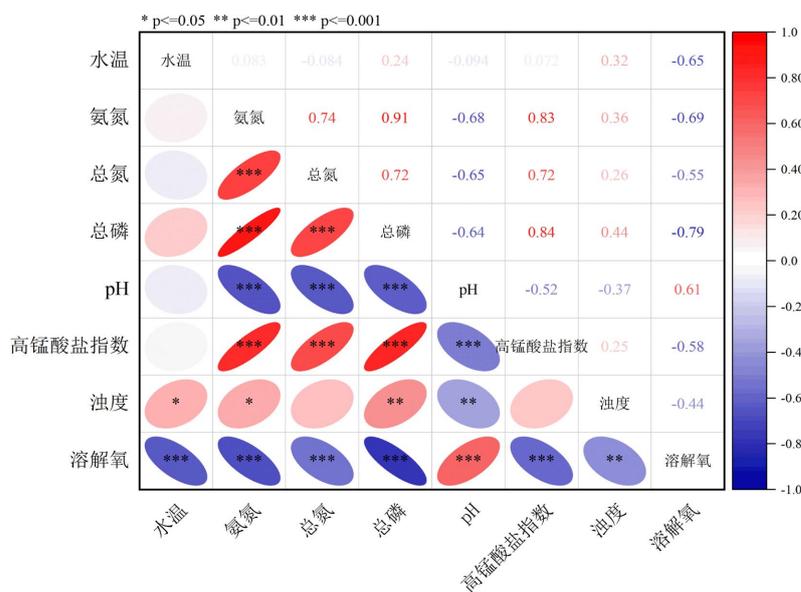


Figure 2. The relationship between water quality in surface water was analyzed based on Pearson correlation  
图 2. 基于 Pearson 相关性分析地表水中水质之间的关系

## 4. 结论

以 2023 年石家庄市的地表水为研究背景, 分析了地表水全年的水质特征。研究表明, 水库水质的营养盐的浓度以及浊度在 7~8 月份水体中最大, 主要由于受到径流输入的影响, 其它的影响还受到太行山的岩层的侵蚀、农业以及人文因素的影响; 进而导致地表水水体营养盐浓度升高。Pearson 相关性表明, 水温与地表水的营养盐浓度以及浊度呈现显著的正相关, 主要是由于温度升高加速水循环, 进而形成径流导致水体营养盐浓度和浊度升高, 对水体的 DO 的浓度呈现负向的影响。本研究弥补了传统对于静态地表水水体的水质影响分析的不总。建议石家庄市针对汛期重点流域内地表水进行治理, 并且对周围环境进行污染加强管控, 并探索石家庄市区域生态补偿机制。

## 参考文献

- [1] 黄杰, 王英才, 邓晓庆, 等. 滇池水质及营养状态时空变化特征[J]. 人民长江, 2022, 53(6): 61-67.
- [2] 王晓东. 分层型水库溶解性有机物特征及其混凝和膜过滤特性研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安建筑科技大学, 2018.
- [3] Wang, G.T., Chen, B.B., Wang, M., *et al.* (2021) Seasonal Variation of Phytoplankton Community Structure in the Tianhe Reservoir of the Daluoshan Mountain in Southern Zhejiang Province, China and Its Indication to Water Quality. *The Journal of Applied Ecology*, **32**, 2227-2240.
- [4] 邬梦缘, 蒋华峰, 周建国, 等. 浅析钱塘江原水近十年水质变化趋势[J]. 城镇供水, 2025(2): 49-54.
- [5] 朱莎, 傅欣婷, 熊思晨, 等. 浙江省地表水水质时空变化特征及归因分析[J/OL]. 环境科学学报, 1-21. <https://doi.org/10.13671/j.hjkxxb.2024.0422>, 2025-04-09.
- [6] 张韩虹, 郭子骅. 太湖治理迈上全年“良好”新台阶[N]. 江苏经济报, 2025-03-03(A01).
- [7] 王萌茜. 基于情景模拟的武汉南湖汇水区绿地削减面源污染效应特征研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2024.
- [8] Jiménez Fernández de Palencia, A. and Pérez-Foguet, A. (2011) Quality and Year-Round Availability of Water Delivered by Improved Water Points in Rural Tanzania: Effects on Coverage. *Water Policy*, **14**, 509-523. <https://doi.org/10.2166/wp.2011.026>
- [9] 张冰焯. 衡水湖典型挺水植物生命周期对水质影响研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北大学, 2024.
- [10] 李政. 石家庄平原区地下水水化学特征研究[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北地质大学, 2022.