

三门峡市地表水环境质量评价及变化趋势分析

高 玮¹, 尹敏敏^{2*}, 侯东瑞³, 陈 涛³

¹河南省三门峡生态环境监测中心, 河南 三门峡

²河南省地质局地质灾害防治中心, 河南 郑州

³郑州大学环境技术咨询工程有限公司, 河南 郑州

收稿日期: 2026年5月6日; 录用日期: 2026年6月16日; 发布日期: 2026年6月30日

摘 要

根据2016~2024年三门峡市地表水环境质量监测网及国家采测分离数据, 采用水质评价和相关性分析方法, 对三门峡市地表水环境质量变化趋势及当前存在的问题进行分析与评价, 并提出相关建议。分析结果表明, 2016~2024年三门峡市地表水环境质量逐步改善, 2024年I~II类水质断面占比达到81.2%, 长江流域监测断面水质始终为I类, 自2022年所有监测断面水质均满足III类要求。13个参评断面中11个水质污染程度减轻, 石佛断面污染程度无明显变化, 北梁桥断面污染程度加重。建议持续深入开展碧水保卫战, 继续深化城市面源污染防治, 农业面源科学施用农药化肥, 延续“三水”统筹系统治理, 全面改善全市水生态环境质量。

关键词

地表水环境质量, 现状评价, 综合污染指数评价, 趋势分析

Assessment and Trend Analysis of Surface Water Environmental Quality in Sanmenxia City

Wei Gao¹, Minmin Yin^{2*}, Dongrui Hou³, Tao Chen³

¹Henan Province Sanmenxia Ecological Environment Monitoring Center, Sanmenxia Henan

²The Prevent and Control Center for the Geological Disaster of Henan Geological Bureau, Zhengzhou Henan

³Zhengzhou University Environmental Technology Consulting Engineering Co. Ltd., Zhengzhou Henan

Received: May 6, 2026; accepted: June 16, 2026; published: June 30, 2026

*通讯作者。

文章引用: 高玮, 尹敏敏, 侯东瑞, 陈涛. 三门峡市地表水环境质量评价及变化趋势分析[J]. 环境保护前沿, 2026, 16(6): 1089-1095. DOI: 10.12677/aep.2026.166110

Abstract

Based on the surface water environmental quality monitoring network and the national sampling & testing separation data of Sanmenxia City from 2016 to 2024, The water quality evaluation and correlation analysis methods were adopted to analyze and evaluate the changing trend and current problems of the surface water environmental quality in Sanmenxia City, and put forward relevant suggestions. The analysis results showed that the surface water environmental quality in Sanmenxia City had gradually improved from 2016 to 2024. In 2024, the proportion of water quality sections of Class I to II reached 81.2%. The water quality of the monitoring sections in the Yangtze River Basin had always been of Class I. Since 2022, the water quality of all monitoring sections had met the requirements of Class III. Among the 13 evaluated sections, the pollution degree of 11 sections had been reduced, the pollution degree of Shifo section had no obvious change, and the pollution degree of Beiliangqiao section had increased. It is recommended to continue wage a deeper “Battle for Clear Water”, further deepen the prevention and control of urban non-point source pollution, scientifically apply pesticides and fertilizers in agricultural, continue the systematic governance of “Three Waters” in a coordinated manner, and comprehensively improve the water ecological environment quality of the whole city.

Keywords

Surface Water Environmental Quality, Status Assessment, The Evaluation of the Integrated Pollution Index, Trend Analysis

Copyright © 2026 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

由于水污染加剧，水的问题已成为 21 世纪危及全球的重大国际问题，水质评价已成为我国环保领域的重要课题[1]。地表水环境质量优劣直接影响着人类生存和发展，“十三五”以来，国家积极开展水污染防治，坚持污染减排与生态扩容并重，实施《水污染防治行动计划》¹、碧水保卫战等重要水污染防治行动，持续推进我国水环境质量大幅度改善[2] [3]。

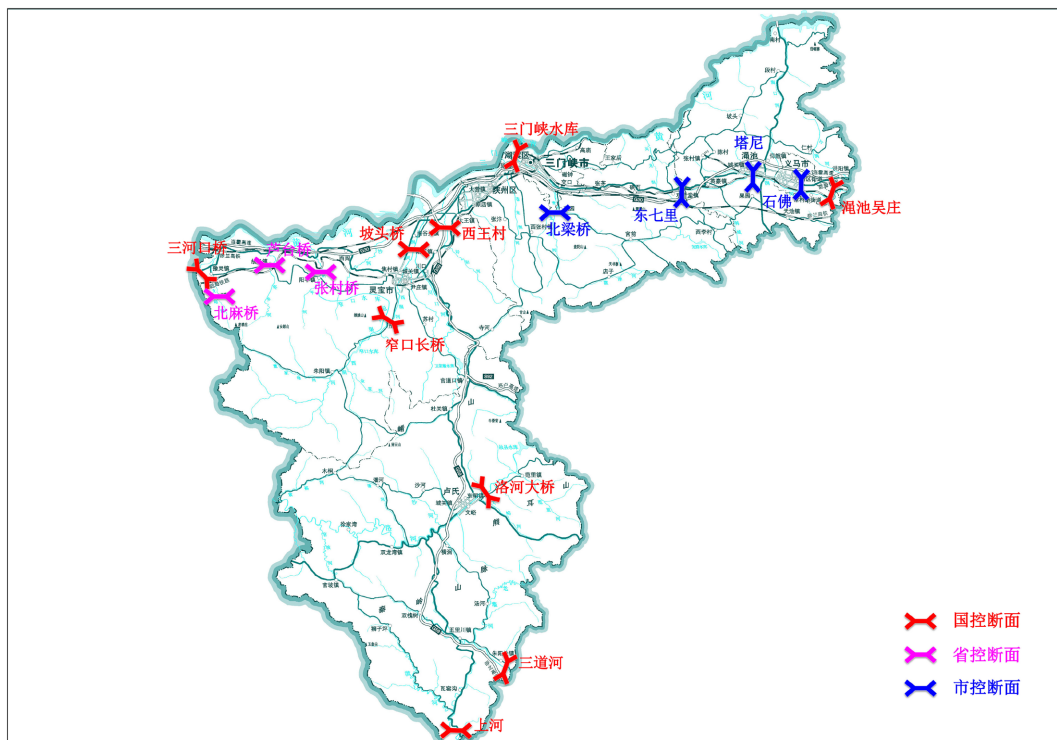
近年来，三门峡市贯彻以黄河流域生态保护和高质量发展战略为统领，以改善水生态环境质量为核心，坚持精准、科学、依法治污，统筹上下游、干支流、左右岸，纵深推进水资源、水生态、水环境“三水统筹”，不断满足人民群众日益增长的优美水生态环境需要。但截止目前，对三门峡市地表水进行全面评价及其变化趋势分析较为缺失，因此本研究对持续改善水生态环境质量和城市可持续发展有一定的理论和现实意义。

2. 研究区概况

三门峡市地处河南省西部，位于黄河以南，豫晋陕三省交界处，大部分属于暖温带大陆性季风型半干旱气候，地貌以山地、丘陵和黄土塬为主，总面积 9936 km²。全市共有大小河流 3107 条，分属黄河、长江两大水系。黄河干流长度 225 km，流域面积占市域的 89.3%，长江水系主要是卢氏县南部和东南部的老灌河和淇河及其支流，流域面积占市域的 10.7%。本次对三门峡市辖区内分属黄河、长江两大水系的 12 条主

¹https://www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2853604.htm

要河流共 16 个监测国、省、县考断面水质进行评价(包括三门峡水库和窄口水库 2 个国省考断面), 见图 1。



该图基于河南省地理信息公共服务平台下载的审图号为豫 S (2019 年) 028 号的标准地图制作, 底图无修改。

Figure 1. Distribution map of water systems and monitoring sections in Sanmenxia City

图 1. 三门峡市水系与监测断面分布图

本文依据三门峡市地表水环境质量监测网及国家采测分离数据, 首先对 16 个监测断面 2024 年水质数据进行现状评价, 然后对“十三五”以来的三门峡市地表水环境质量变化情况进行分析, 分析探讨区域内重点河流、水库的水质状况、主要污染指标等变化趋势以及存在的问题, 并提出相关建议, 为进一步采取水环境保护措施提供决策依据。

3. 评价方法

3.1. 水质评价方法

水质评价采用单因子评价法, 按照《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)²中相关标准将地表水环境质量分为 I 类~劣 V 类共 6 个类别^[4]。河流水质定性评价采用《地表水环境质量评价方法(试行)》³, 当河流、流域(水系)的断面总数少于 5 个时, 计算河流、流域(水系)所有断面各评价指标浓度算术平均值, 将水质状况分为优、良好、轻度污染、中度污染、重度污染 5 个水平^[5]。

$$P_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{ij}$$

$$S_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{sj}}$$

²https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bzwb/shjhb/shjzlbz/200206/t20020601_66497.shtml

³https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201104/t20110401_208364.htm

式中： P_j ——最终的平均综合污染指数； n ——参与评价的污染物总数量； S_{ij} ——第 i 种污染物的单因子污染指数； C_{ij} ——第 i 种污染物的实测浓度； C_{sj} ——第 i 种污染物对应的评价标准浓度。

用湖泊(水库)综合营养状态指数法[6]进行富营养化状况评价，评价因子为总磷、总氮、叶绿素 a 、透明度和高锰酸盐指数，将湖泊(水库)营养状态分为贫、中、富、轻度富、中度富和重度富营养 6 个级别，同一营养状态下，指数值越高，其营养程度越重。

3.2. 相关性分析方法

本文选择 Spearman 秩相关系数法[7] [8]对 2016~2024 年地表水平均综合污染指数水质进行趋势变化分析，选择显著性水平 0.05 秩相关系数临界值(W_p)来检验，经查秩相关系数检验的临界值表，样本数量 $n = 9$ 时， W_p 为 0.6000。

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$d_i = X_i - Y_i$$

式中： d_i ——变量 X_i 与 Y_i 的差值； X_i ——周期 I 到周期 N 按浓度值从小到大排列的序号； Y_i ——按时间排列的序号； n ——代表样本个数。

将秩相关系数 r_s 的绝对值同 Spearman 秩相关系数统计表中的临界值 W_p 进行比较。如果 $r_s \geq W_p$ ，则表明变化趋势有显著意义；如果 $r_s < W_p$ ，则表明变化趋势没有显著意义。如果 r_s 为正值，则表明有上升趋势；如果 r_s 为负值，则说明有下降趋势。

4. 评价结果与趋势分析

4.1. 断面水质评价

2024 年三门峡市地表水监测断面 16 个，16 个断面 pH 值范围均在 7~8 之间，溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、石油类、挥发酚、汞、铅、铜、锌、氟化物、硒、砷、镉、铬(六价)、氰化物、阴离子表面活性剂、硫化物、化学需氧量共 18 项评价因子，水质类别符合 I~II 类的断面占比均为 100%。评价因子氨氮，水质类别符合 I~II 类的断面占比为 93.8%、符合 III 类的断面占比为 6.2%；评价因子总磷，水质类别符合 I~II 类的断面占比为 81.2%、符合 III 类的断面占比为 18.8%。

4.2. 河流水质评价

2024 年三门峡市地表水监测断面 16 个，共涉及 12 条河流，黄河流域 10 条，长江流域 2 条(淇河和老灌河)。见表 1 所示，12 条河流中，涧河水质类别符合 III 类(占比 8.3%)，其余 11 条河流均符合 I~II 类(占比 91.7%)，2024 年三门峡市地表水水质状况整体为“优”。

Table 1. The water quality status of the monitored rivers in Sanmenxia City

表 1. 三门峡市地表水监测河流水质状况

河流名称	河流水质类别	河流水质状况	河流名称	河流水质类别	河流水质状况
黄河	II	优	好阳河	II	优
双桥河	II	优	青龙涧河	II	优
文峪河	II	优	涧河	III	良好
枣香河	II	优	洛河	II	优
阳平河	II	优	淇河	I	优
宏农涧河	II	优	老灌河	I	优

4.3. 湖库(水库)水质评价

2024年三门峡市监测湖库为三门峡水库和窄口水库，水质综合营养状态评价结果见图2。窄口水库水质类别符合I类，综合营养状态指数为43.0，营养状态定性评价为“中营养”；三门峡水库水质类别符合II类，综合营养状态指数为52.0，营养状态定性评价为“轻度富营养”。

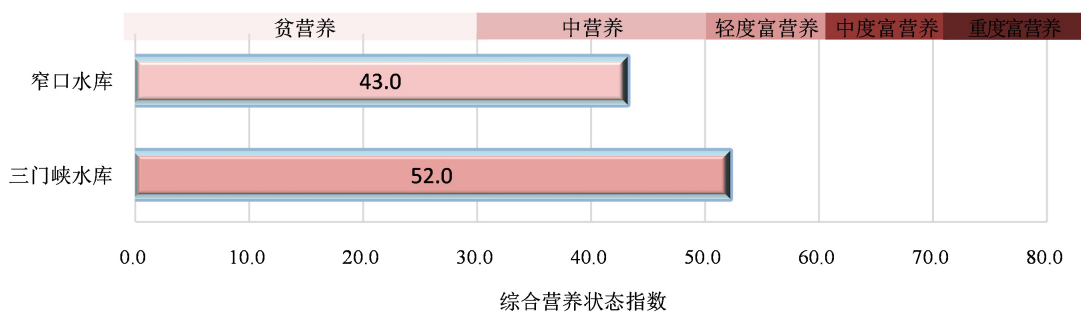


Figure 2. Nutrient status evaluation of two reservoirs in Sanmenxia city
图2. 三门峡市两个水库营养状态评价

4.4. 水质变化趋势分析

4.4.1. 流域水质变化趋势

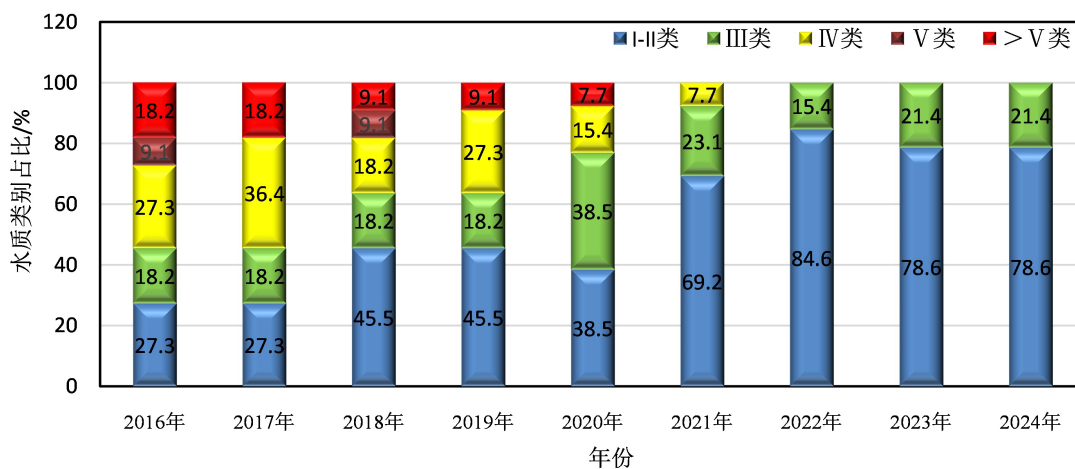


Figure 3. Proportion of water quality categories in the Yellow River Basin of Sanmenxia City from 2016 to 2024
图3. 2016~2024年三门峡市黄河流域水质类别比例

从水质类别上看，2016~2024年，三门峡市长江流域上河和三道河两个监测断面水质均符合I~II类，水质保持稳定；黄河流域11个监测断面水质类别占比变化见图3（塔尼、西王村、三河口三个断面监测数据不全，故不参与趋势分析），黄河流域地表水环境状况呈现逐步改善的趋势。2016~2021年，三门峡市辖黄河流域监测断面I~III类水质占比持续上升，自2022年起监测断面I~III类水质占比均达到100%。说明“十三五”以来，三门峡市黄河流域生态保护和高质量发展战略贯彻落实到位，水环境质量改善趋势明显，2022年之后趋于稳定。

4.4.2. 断面水质变化趋势

采用秩相关系数检验法对2016~2024年13个地表水监测断面水质平均综合污染指数进行趋势分析，

秩相关系数及变化趋势见表 2。2016~2024 年, 13 个断面中有 11 个水质综合污染指数均呈显著下降趋势, 水质污染程度均明显减轻; 涧河石佛断面水质平均综合污染指数呈不显著下降趋势, 污染程度无明显变化; 青龙涧河北梁桥断面水质平均综合污染指数呈显著上升趋势, 污染程度加重, 亟需开展污染防治。

Table 2. Average comprehensive pollution index of water quality at each section and rank correlation coefficient from 2016 to 2024

表 2. 2016~2024 年各断面水质平均综合污染指数及秩相关系数

断面名称	平均综合污染指数									秩相关系数	变化趋势	显著性
	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年			
三门峡水库	0.303	0.252	0.235	0.217	0.178	0.199	0.170	0.163	0.163	-0.967	下降	显著
北麻桥	0.372	0.232	0.168	0.170	0.157	0.161	0.160	0.128	0.130	-0.917	下降	显著
芦台桥	0.383	0.321	0.209	0.175	0.163	0.187	0.143	0.140	0.154	-0.900	下降	显著
张村桥	0.914	0.529	0.434	0.376	0.249	0.198	0.133	0.146	0.224	-0.883	下降	显著
窄口水库	0.187	0.169	0.165	0.143	0.118	0.130	0.119	0.120	0.118	-0.817	下降	显著
宏农涧河坡头	0.471	0.353	0.257	0.210	0.239	0.214	0.230	0.188	0.180	-0.883	下降	显著
北梁桥	0.253	0.189	0.202	0.241	0.214	0.228	0.350	0.430	0.341	0.650	上升	显著
东七里	1.539	0.899	1.079	0.890	0.475	0.282	0.530	0.667	0.665	-0.683	下降	显著
石佛	0.477	0.404	0.366	0.293	0.249	0.232	0.402	0.428	0.386	-0.183	下降	不显著
澠池吴庄	0.286	0.303	0.271	0.239	0.219	0.228	0.214	0.243	0.217	-0.767	下降	显著
洛河大桥	0.183	0.221	0.173	0.153	0.140	0.163	0.138	0.141	0.124	-0.867	下降	显著
上河	0.177	0.135	0.135	0.152	0.109	0.127	0.123	0.101	0.116	-0.800	下降	显著
三道河	0.177	0.154	0.140	0.146	0.131	0.144	0.078	0.074	0.108	-0.867	下降	显著

青龙涧河属黄河一级支流, 发源于三门峡市陕州区店子乡杨家河村, 流经三门峡市陕州区、湖滨区等 2 县区, 一级支流有东涧河、漫涧河、九峪河、芬沟河, 北梁桥断面位于九峪河和芬沟河汇入青龙涧河下游约 3.0 km 处, 水质主要受九峪河和芬沟河支流影响, 支流穿越西章村镇、张湾乡等乡镇以及湖滨区街道, 乡镇污水收集率低, 存在污水直排问题, 再加上沿线 34 家畜禽养殖场隐形污染源始终威胁, 即使流域持续开展碧水污染防治攻坚战, 北梁桥断面水质甚至呈现下降趋势, 但仍能满足地表 III 类考核要求。涧河属黄河二级支流, 流经三门峡市陕州区、澠池县、义马市 3 个县市区, 涉及 6 个乡镇、2 个街道, 在义马市出境前设置了石佛断面。涧河流域沿线建设了 7 座污水处理厂, 共计日处理能力 14.8 万 m³, 排水水质优于一级 A 标准(GB18918-2002), COD、氨氮和 TP 等主控指标趋近于地表 III 类标准, 由于沿线城市面源、农田面源、畜禽散排等污染物汇入, 限制了涧河石佛断面水质改善效果。

5. 讨论

(1) 《地表水环境质量评价办法(试行)》(环办〔2011〕22 号)⁴虽保障了全国可比性, 但在复杂污染场景、多胁迫交互及长期生态响应评估中, 存在信息简化过度、响应滞后与机制缺失三重局限, 亟需向“指标分类 - 组合表达 + 新污染物监控 + 水文 - 生态耦合趋势模型”演进。

(2) 方法评价依赖于年度均值, 忽略日内/季节性波动(如雨季冲刷致氨氮骤升), 而“不按水期评价”规则可能模糊污染峰值特征, 给问题成因分析增添了困难。

⁴https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201104/t20110401_208364.htm

(3) 考核断面空间代表性有限, 点位布设未必覆盖污染热点或生态敏感区; 多年比较需“同断面、同指标”, 但实际中监测网络调整、断面迁移或指标缺失(如冰封期)常破坏时间序列可比性, 水质数据的缺失限制了分析结果科学性。

6. 结论及建议

6.1. 结论

(1) 2024年三门峡市16个地表水监测断面水质均符合III类的要求, 达到I~II类的断面占比为81.2%。长江流域两条河流水质状况为优, 黄河流域仅涧河水质状况为良, 其他九条河流水质状况均为优, 三门峡市地表水水质状况整体为优。

(2) 2016~2024年, 三门峡市长江流域监测断面水质始终稳定在I~II类, 黄河流域地表水环境状况呈现逐步改善的趋势, 自2022年监测断面I~III类水质占比均达到100%。通过断面水质趋势分析, 13个参评断面中11个水质污染程度减轻, 石佛断面污染程度无明显变化, 北梁桥断面污染程度加重, 需持续深入污染防治工作。

6.2. 建议

持续深入开展碧水保卫战, 巩固提升治理成效, 以青龙涧河、涧河为重点, 开展污染源治理(煤炭开采和洗选业、化工、有色金属冶炼等行业综合治理和绿色化改造)、河道整治、水生态修复等一系列措施, 保护河流水质, 改善河道环境, 恢复河道生态功能; 探索涉水企业差异化排污管控, 引导企业绿色发展; 加快发展种养有机结合的循环农业, 以畜牧大县和规模养殖场为重点, 以废弃物资源化利用为导向, 开展规模化畜禽养殖业污染防治; 推进农药化肥减量增效, 推广有机肥; 推进农业绿色发展, 控制化肥农药使用量, 提高利用效率。延续“三水”统筹理念实施系统治理, 全面改善全市水生态环境质量。

参考文献

- [1] 耿松. 阜新市地表水环境质量评价分析[J]. 水土保持应用技术, 2025(4): 53-54.
- [2] 解鑫, 尤佳艺, 李文攀, 等. 2011-2021年全国地表水环境质量评价与变化分析[J]. 中国环境监测, 2023, 39(4): 23-32.
- [3] 陈梦捷, 徐国津, 高占国, 等. “十三五”期间宁波市生态环境质量状况及变化趋势[J]. 中国环境监测, 2023, 39(1): 38-44.
- [4] 国家环境保护总局. GB 3838-2002, 地表水环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [5] 生态环境部办公厅. 关于印发《地表水环境质量评价办法(试行)》的通知: 环办〔2011〕22号[EB/OL]. 2011-03-09. https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201104/t20110401_208364.htm, 2024-06-15.
- [6] 中国环境监测总站. 湖泊(水库)富营养化评价方法及分级技巧规定[Z]. <https://www.doc88.com/p-984346763044.html>, 2012-12-17.
- [7] 魏志强, 曲伟, 曹正梅. 青岛市 2016-2022 年地表水环境质量评价与变化趋势分析[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(12): 55-58.
- [8] 孔桂芬, 张俊. 螳螂川水质现状评价及污染防治对策研究[J]. 环境科学导刊, 2010, 29(6): 57-61.