

2016—2023 年古马干河水质变化特征分析

曹齐齐,倪静静,陈小丽

(江苏省水文水资源勘测局泰州分局,江苏 泰州 225300)

【摘要】基于 2016—2023 年古马干河水质监测数据,采用趋势分析法和季节性 Kendall 检验法分析了古马干河水质年内和年际变化特征。结果表明:古马干河水质总体良好,且有变好趋势,年内水质汛期优于非汛期,夏秋季节水质优于春冬季节。

【关键词】古马干河;水质;季节性 Kendall 检验法;水资源

【中图分类号】X824

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-05-0061-05

Analysis on Water Quality Variation Characteristics of Gumagan Canal from 2016 to 2023

CAO Qiqi, NI Jingjing, CHEN Xiaoli

(Taizhou Branch, Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Taizhou, Jiangsu 225300, China)

Abstract: Based on the water quality monitoring data of Gumagan Canal from 2016 to 2023, the intra-annual and inter-annual variation characteristics of its water quality were analyzed by trend analysis and seasonal Kendall test. The results show that the overall water quality of Gumagan Canal is sound and presents an improving trend. Within a year, the water quality in flood season is better than that in non-flood season, and the water quality in summer and autumn is superior to that in spring and winter.

Key words: Gumagan Canal; Water quality; Seasonal Kendall test; Water resources

长时间序列的水质数据分析,可以有效反映河流污染物的来源、分布及变化规律,可为地方河流保护与管理提供相应的理论参考^[1]。文章对 2016—2023 年古马干河水质数据采用趋势分析法和季节性 Kendall 检验法进行分析,探讨古马干河水质年内和年际随时间变化规律,以期为古马干河水资源保护和管理提供理论参考。

1 断面布设及评价方法

1.1 断面布设

古马干河西起泰州市医药高新区(高港区)永安洲镇长江口,东至泰兴市古溪镇私盐港,长 42.5 km。在古马干河上由西向东共布设 3 个水质监测断面,分别为永安洲大桥断面、马甸港闸断面和南新断面,其中永安洲大桥断面位于医药高新区(高港区),马甸港闸和南新断面位于泰兴市。评价指标为溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、

五日生化需氧量(BOD₅)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP)。水质评价以《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中的Ⅲ类水质为依据,采用江苏省水环境监测中心泰州分中心 2016—2023 年逐月监测数据。

1.2 评价方法

采用趋势分析法和季节性 Kendall 检验法对古马干河年内和年际水质变化趋势进行分析。趋势分析法是通过比较相同指标在不同时期的变化情况以判断整体趋势的一种方法^[2]。通过趋势分析法可以了解古马干河各断面不同月份、季节以及年度的水质变化趋势。季节性 Kendall 检验法通过将历年相同月或季的水质资料进行比较,计算其检验统计量和方差,然后计算各月或季的总统计量,通过总统计量与标准正态表的比较进

收稿日期:2025-10-23

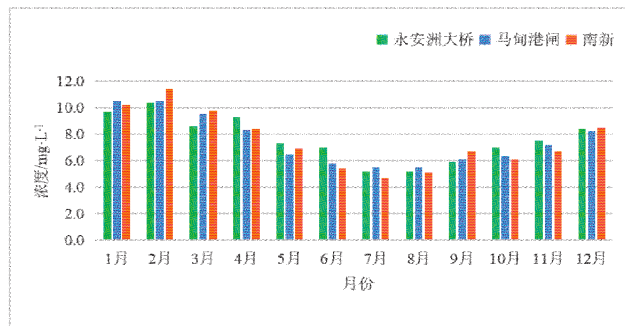
作者简介:曹齐齐(1992—),女,助理工程师

行显著性趋势检验^[3]。该检验法只考虑数据间的相对排列且不必考虑数据大小,可以很好地避免水质监测数据资料中常出现的季节异变、漏测、未检出等因素对结果的影响^[4]。

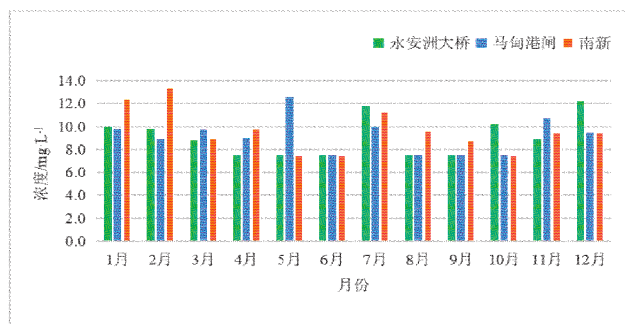
2 结果及分析

2.1 水质年内变化特征

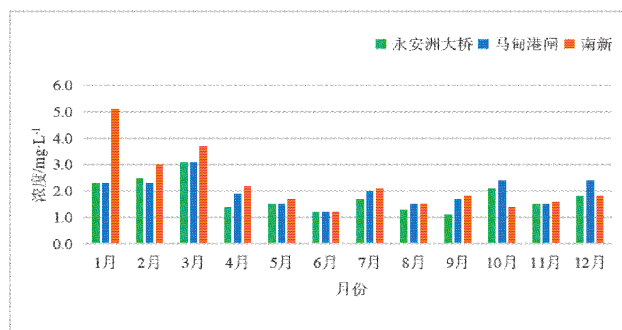
图 1 为各断面水质指标多年月均值变化情况,图 2 为各断面水质指标多年季节均值变化情况,季节按照春季 3—5 月、夏季 6—8 月、秋季 9—11 月、冬季 12 月至次年 2 月划分。分析图 1 和图 2 可知,各断面溶解氧月均值差异较小且变化趋势一致,1—7 月波动下降,8—12 月波动上升,季节均值结果显示,各断面溶解氧浓度均值从高到低排序依次为冬季、春季、秋季、夏季。各断面化学需氧量月均值均符合Ⅲ类水质标准,按季节从高到低的排序,各断面均不相同。五日生化需氧量方面,马甸港闸与永安洲大桥断面变化趋势基本一致,月均值 1—3 月逐渐升高,4 月开始下降并保持平稳,9 月之后有波动上升趋势,南新断面随月份增加呈现波动下降的趋势,5 月之后保持平稳,7 月均值相对 6 月和 8 月偏高;永安洲大桥和马甸港闸断面峰值均出现在 3 月,南新断面峰值出现在 1 月。季节均值结果显示,各断面五日生化需氧量春冬季节高于夏秋季节。各断面



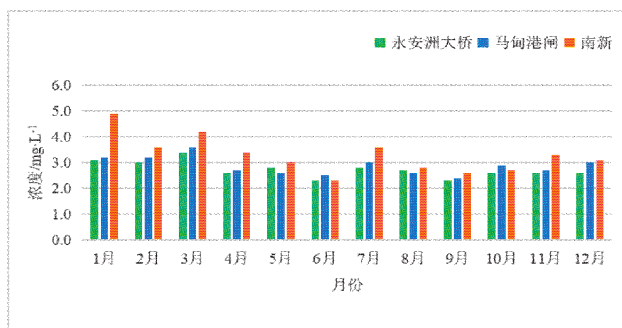
(a) 溶解氧



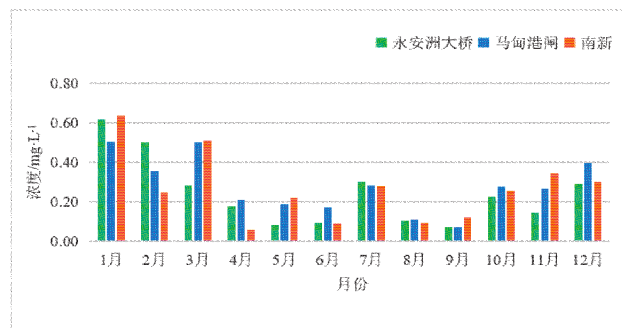
(b) 化学需氧量



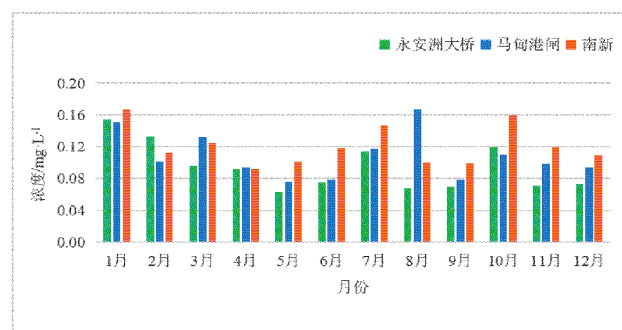
(c) 五日生化需氧量



(d) 高锰酸盐指数



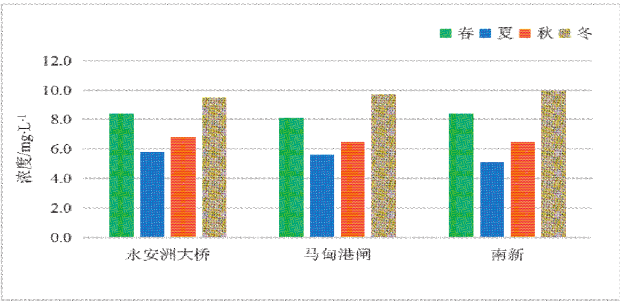
(e) 氨氮



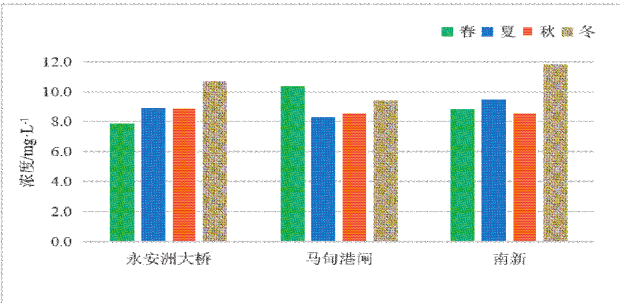
(f) 总磷

图 1 古马干河各断面水质指标月均值变化示意图

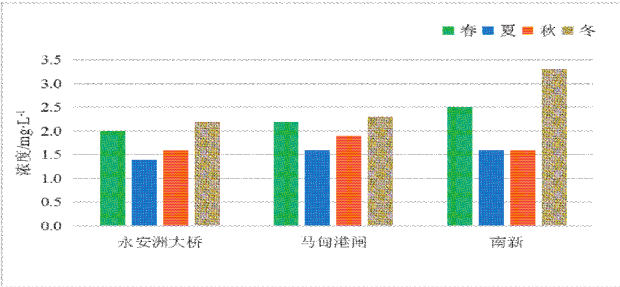
面高锰酸盐指数月均值范围为 2.3~4.9 mg/L,均符合Ⅲ类水质标准,峰值出现在 1 月南新断面。永安洲大桥和马甸港闸断面高锰酸盐指数随月份增加变化较平稳,从季节上看,春冬季节高于夏秋季节。南新断面高锰酸盐指数在 1—6 月波



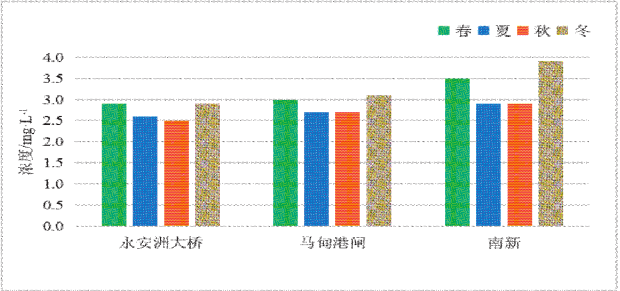
(a) 溶解氧



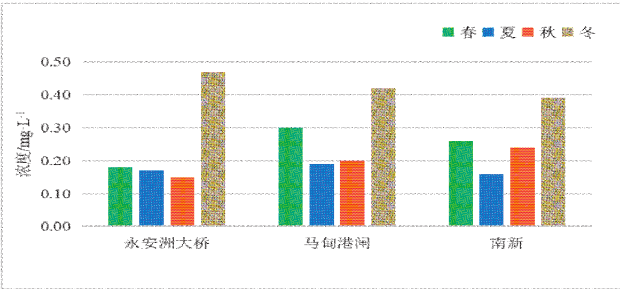
(b) 化学需氧量



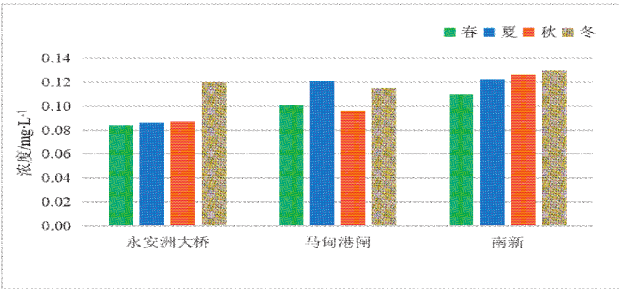
(c) 五日生化需氧量



(d) 高锰酸盐指数



(e) 氨氮



(f) 总磷

图 2 古马干河各断面水质指标季节变化示意图

动下降,之后趋于平稳,7 月均值相对于 6 月和 8 月偏高,从季节上看,冬季高于春、夏、秋三季。各断面氨氮月均值变化趋同,1—9 月波动下降,7 月相对夏季其他月份偏高,10 月开始有上升趋势,永安洲大桥和南新断面峰值均出现在 1 月。氨氮方面,冬季明显高于其他季节,其次是春季,夏秋季节偏低。各断面总磷月均值范围为 0.063~0.167 mg/L,均符合Ⅲ类水质标准,永安洲大桥和南新断面的峰值均出现在 1 月;浓度从高到低按季节排序,永安洲大桥和南新断面依次为冬季、秋季、夏季、春季。

为了更好地了解古马干河年内水质变化,对古马干河各断面水质指标多年数据分汛期(5—9 月)和非汛期(1—4 月、10—12 月)进行均值计算,结果见表 1,各指标均呈现出汛期小于非汛期特征。由此可见,古马干河水质汛期优于非汛期。

表 1 古马干河 2016—2023 年各断面汛期和非汛期水质概况

水质指标	汛期均值/(mg·L ⁻¹)			非汛期均值/(mg·L ⁻¹)		
	永安洲 大桥	马甸港 闸	南新	永安洲 大桥	马甸港 闸	南新
溶解氧	6.1	5.9	5.8	8.7	8.6	8.7
化学 需氧量	8.4	9.0	8.9	9.6	9.3	10.2
五日生化 需氧量	1.4	1.6	1.7	2.1	2.3	2.7
高锰酸 盐指数	2.6	2.6	2.9	2.8	3.0	3.6
氨氮	0.131	0.165	0.162	0.320	0.358	0.336
总磷	0.078	0.104	0.113	0.105	0.111	0.126

2.2 水质年际变化特征

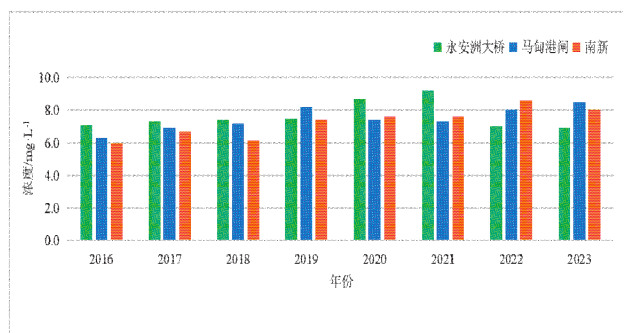
古马干河各断面水质指标年际变化情况如图 3 所示。各断面溶解氧均值范围为 6.0~9.2 mg/L,其中永安洲大桥断面呈现先上升后下降的趋势,马甸港闸和南新断面总体呈现缓慢上升趋势;各

断面化学需氧量均符合Ⅲ类水质标准,呈先上升后下降趋势,永安洲大桥、马甸港闸和南新断面峰值分别出现在2019年、2018年、2020年。各断面五日生化需氧量均值范围为1.0~3.7 mg/L,均符合Ⅲ类水质标准,不同断面年均值均呈现波动下降趋势,永安洲大桥、马甸港闸和南新断面2023年与2016年相比分别下降了53.6%、69.4%、48.6%。各断面高锰酸盐指数2016—2019年呈波动下降趋势,峰值出现在2016年南新断面。各断面氨氮均值均呈波动下降趋势。各断面总磷2016—2019年均值均呈下降趋势,2020—2023年呈波动上升趋势,除2016年马甸港闸和南新断面外,均符合Ⅲ类水质标准。

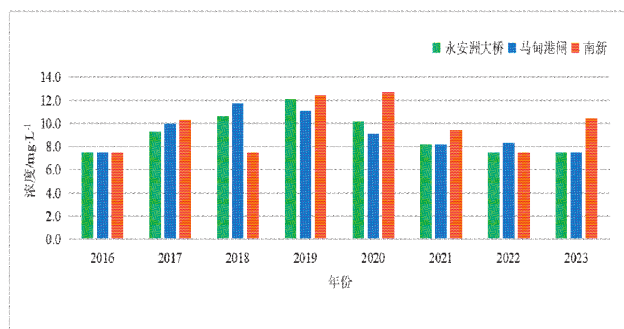
为了进一步了解古马干河水质变化趋势,运用PWQTrend2010软件,对2016—2023年各监测断面溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、高锰酸盐指数、氨氮、总磷的数据资料使用季节性Kendall检验法进行分析。水质变化趋势由显著性水平 α 确定, $\alpha \leq 0.01$ 时,变化趋势为高度显著; $0.01 < \alpha \leq 0.10$ 时,变化趋势为显著; $\alpha > 0.10$ 时,变化为无趋势,水质变化趋势结果见表2。

3 讨论

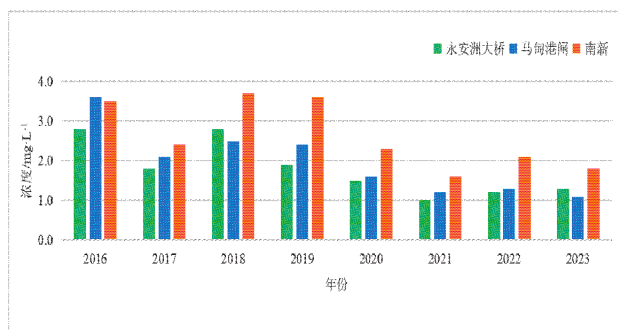
古马干河水质年内变化特征明显。首先,汛期



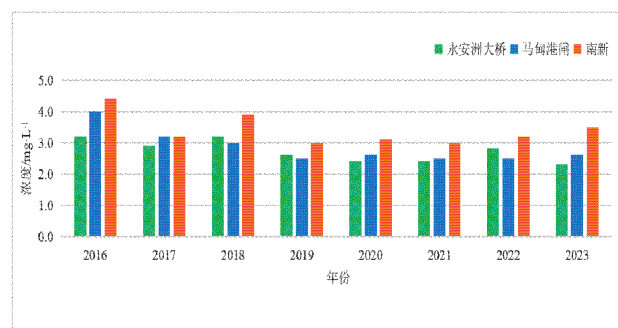
(a) 溶解氧



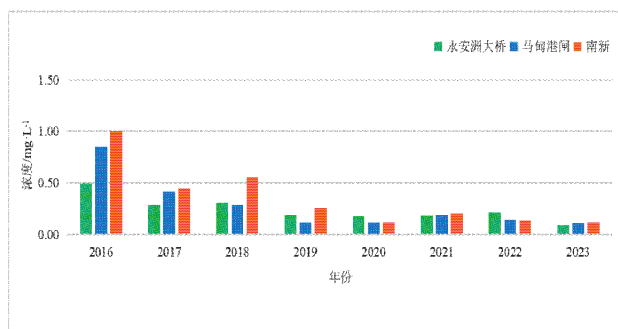
(b) 化学需氧量



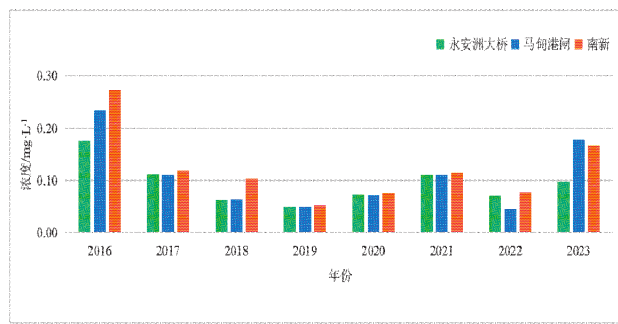
(c) 五日生化需氧量



(d) 高锰酸盐指数



(e) 氨氮



(f) 总磷

图3 古马干河各断面水质指标年际变化示意图
 优于非汛期。月均值结果显示,五日生化需氧量与高锰酸盐指数峰值出现时间一致,永安洲大桥和马甸港闸断面峰值均出现在3月,南新断面峰值出现在1月,氨氮各断面峰值均出现在1月,总磷永安洲大桥和南新断面峰值均出现在1月,均处在枯水期。其次,夏秋季节水质优于春冬季节,不

表 2 2016—2023 年古马干河水质变化趋势分析结果

监测断面	水质变化趋势					
	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	总磷
永安洲大桥	→	→	↓↓	↓	↓	→
马甸港闸	↑↑	→	↓↓	↓↓	↓↓	→
南新	↑	→	→	→	↓↓	→

注:“↑”表示显著上升,“↑↑”表示高度显著上升,“→”表示无明显升降,“↓”表示显著下降,“↓↓”表示高度显著下降。

同水质指标随季节变化规律虽略有差异,但大致为冬春高于夏秋。春冬季节水体温度偏低,水体中微生物和水生植物的生长受到限制,对水体中的氮和一些有机物的利用能力降低,再加上春冬季节处于枯水期,沿岸用水量,点、面源污染持续汇入,加之降水少,河流流量小,自净能力变弱。冬末春初,农业活动增多,肥料使用增加,也会使污染加重。另外,7 月不同断面化学需氧量、五日生化需氧量、高锰酸盐指数、氨氮月均值均相对 6 月和 8 月偏高,总磷除马甸港闸断面外也呈现相似现象,原因是夏季降水多发生在 7 月,强降水会造成部分水质指标短期内升高,但随着河流自净化能力提高,水质逐渐恢复。

古马干河水质年际变化总体呈现向好趋势,2016—2023 年不同断面五日生化需氧量、氨氮均呈现波动下降趋势,溶解氧、化学需氧量、高锰酸盐指数均符合Ⅲ类水质标准。季节性 Kendall 检验法结果显示,不同断面溶解氧呈高度显著上升、显著上升或无明显升降趋势变化,五日生化需氧量呈高度显著下降或无明显升降趋势变化,高锰酸盐指数呈高度显著下降、显著下降或无明显升降趋势变化,氨氮呈高度显著下降或显著下降趋势变化,不同断面化学需氧量、总磷均呈无明显升降趋势变化。因此,从总体来看,在监测期间古马干河水质良好,且有变好趋势。

参考文献

[1] 曲晓辉.古马干河港口工业区码头水工结构设计方案比选[J].吉林水利,2020(11):11-14.

[2] 王惟一,盛亮,朱宏飞.基于趋势分析和 Kendall 算法的辽河水质分析[J].山东水利,2024(6):67-70.

[3] 王胜艳,陈小丽,刘国钧.新通扬运河(泰州段)水质变化趋势分析[J].水资源开发与管理,2020(7):12-15.

[4] 武瑾,金龙,陈亢利.基于季节性 Kendall 检验和重标极差分析法的阳澄湖水质变化趋势分析[J].环境污染与防治,2020,42(7):894-900.

(责任编辑 崔亚男)

(上接第 60 页)实现对沉沙地水体水质参数的动态监测,为实现区域水质精细监管提供关键基础数据支撑和业务保障。

具体技术路线为:一是根据研究区选择合适的遥感数据源,编写数据自动爬取算法以及遥感影像几何校正、辐射定标、研究区裁剪等预处理算法;二是基于卫星遥感影像,计算水体指数和冰雪指数,同时开展研究区遥感影像人工目视解译,利用感兴趣区手段建立地物分类样本集,并建立深度学习图像分割网络,实现研究区地物的精细分类,动态提取水域面积和冰覆盖区域;三是结合水质采样数据,提取采样区域遥感影像反射率和气象数据,建立适用于该区域水质参数反演的模型,开展模型训练和精度验证,同时对模型结构进行优化,筛选出适合研究区的最优水质参数反演模型;四是在 PyQT5 GUI 开发环境下,整合前期构建的沉沙池水体提取算法、各水质参数深度网络回归反演模型,开发一套面向沉沙池

水质参数的时空遥感监测与反演系统软件。

6 研究成果

基于卫星遥感技术进行胶东调水渠首沉沙池水质安全监测系统研究,构建基于卫星遥感数据的水质参数反演模型,这一模型能够极大节省人力和经费投入,有效提取沉沙池中的关键水质参数,如悬浮物浓度、水体透明度、叶绿素浓度等,为水质监测提供重要的数据支持。这种监测方式能提高水质管理效率,还能及时发现潜在的水质安全问题。

参考文献

[1] 张泽玉,王金山,李念平.调水系统突发断电情况下应急处置方案研究[J].人民长江,2022,53(7):213-220.

[2] 张泽玉,张伟,邵英超,等.胶东调水沉沙池围堤安全评价及加固方案研究[J].水利水电技术(中英文),2023,54(S2):200-206.

(责任编辑 崔亚男)