

遥感监测技术在潍坊市黑臭水体监管中的应用

孙康元¹, 张琦², 夏尚铭¹

(1.潍坊市污染物排放总量控制中心, 山东 潍坊 261061; 2.潍坊市生态环境局滨海分局, 山东 潍坊 261108)

【摘要】近年来,潍坊市结合水环境管理实际需求,探索采取“遥感监测+模型解译”的方式,实现了城市黑臭水体的精准识别和动态监管,有效减少了人工成本,提高了监管效率。文章介绍了潍坊市城市黑臭水体管理现状,阐述了“遥感监测+模型解译”的总体思路、原理分析、实践应用,为城市黑臭水体整治工作提供了新的思路和解决方案。

【关键词】潍坊市;黑臭水体;智慧化监管;遥感监测

【中图分类号】X52

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-08-0052-03

Application of Remote Sensing Monitoring Technology in the Supervision of Black and Odorous Water Bodies in Weifang

SUN Kangyuan¹, ZHANG Qi², XIA Shangming¹

(1. Total Pollutant Emission Control Center of Weifang Municipality, Weifang, Shandong 261061, China;

2. Binhai Branch, Ecological Environment Bureau of Weifang Municipality, Weifang, Shandong 261108, China)

Abstract: In recent years, in combination with the actual needs of water environment management, it has explored the application of the "remote sensing monitoring + model interpretation" method in Weifang Municipality, which has realized the accurate identification and dynamic supervision of urban black and odorous water bodies, effectively reducing labor costs and improving supervision efficiency. This paper introduces the current situation of urban black and odorous water body management in Weifang, expounds the overall idea, principle analysis and practical application of "remote sensing monitoring + model interpretation", and provides new concept and solutions for the improvement of urban black and odorous water bodies.

Key words: Weifang Municipality; Black and odorous water bodies; Intelligent supervision; Remote sensing monitoring

近年来,潍坊市认真落实城市黑臭水体整治工作要求,探索实施“遥感监测+模型解译”方式,为城市黑臭水体整治工作提供了新的思路和解决方案。城市黑臭水体分布广、易反复,治理、监管难度大,采取传统的人力地面调查方法费时费力。而遥感技术具有监测范围广、成本低、速度快等优势^[1],利用高分卫星等遥感数据监测城市黑臭水体,可以快速掌握其分布区域和基本情况,为城市黑臭水体治理提供技术支撑。

1 基本情况

1.1 特点

“遥感监测+模型解译”方式与传统方式方法

相比,主要有以下特点:

1)时效性强。传统水环境监测方法从人工采样到实验室分析需要较长时间,获取结果往往需要数小时甚至更长时间,导致监测结果难以及时反映水质的动态变化,尤其是在突发污染事件中无法提供及时的预警和响应,而遥感技术能够实时监测水体中的污染物分布和浓度变化,提供及时的数据支持。

2)范围广。传统方法受限于人力物力,覆盖范围有限,而遥感技术能够大范围、快速监测水域,不受地面条件限制。

收稿日期:2025-02-19

作者简介:孙康元(1984—),男,工程师

3)干扰少。运用传统方法在现场监测时,容易受到各种因素的干扰,如温度、电导率等,影响测量的精度和稳定性,而遥感技术通过卫星或航空器搭载的传感器进行监测,能够减少各方干扰,提供更稳定、更准确的数据。

4)场景多。遥感技术在水质异常溯源分析、跨界水质污染分析等方面具有独特优势,可以完成对异常区域的反演,分析污染物浓度的空间分布特征,迅速定位问题区域。

1.2 技术要点

1)使用国产高分辨率卫星影像作为原始数据。对原始数据进行辐射定标、大气校正、正射校正等预处理。将预处理后的图像进行裁剪、转化并进行样本标注,对水体部分进行单独赋值,生成分类样本标签。

2)选用深度学习方法进行水体识别。使用语义分割网络,让机器能够像人一样具有分析和学习的能力,实现水体识别。

3)使用混淆矩阵进行模型精度评价。常使用精准率、准确率、召回率等指标进行计算^[2]。

2 应用流程

2.1 卫片处理

使用高分辨率卫星影像对水体进行精细的分类识别。对数据进行预处理,对全色和多光谱数据进行波段融合。在此基础上,提取水体范围进行黑臭水体识别。

2.2 样本选取

通过野外调查、目视解译等方法,选取部分水体样本。在真彩色影像中黑臭水体区域一般呈现为灰绿色及黑色,正常水体一般为深绿色、绿色,且纹理相对均匀。根据河流水质在线检测数据、野外采样及相关资料,选取靠近垃圾摆放区、狭小河流的弯曲处和密集老旧居民区的河流处作为采样点。这些点位水质与相近在线监测点位水质的数据基本一致,因此水体状态也是一致的。

2.3 模型构建

采用基于输入样本的模型阈值自动选取方法,随机选取训练样本的模型值作为分割阈值,然后迭代循环计算不同阈值下训练样本的识别度,对比模型训练精度选取对应的最佳识别精度的阈值^[3]。

2.4 精度评价

使用随机生成的验证样本进行模型精度验证,见表1。

表1 模型精度评价指标

指标	含义	计算公式
精准率	模型正确预测的样本数与总样本数的比例	$\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$
准确率	模型识别为正类的样本中,真正为正类的样本所占的比例	$\frac{TP}{TP+FP}$
召回率	实际为正样本中被正确识别为正样本的比例	$\frac{TP}{TP+FN}$

备注:TP为将正类预测为正类数;TN为将负类预测为负类数;FP为将负类预测为正类数;FN为将正类预测为负类数。

2.5 实地核查

选取遥感识别黑臭水体分布较多的奎文区、寒亭区、坊子区。实地核查采样包含遥感识别的黑臭水体和遥感识别的一般水体。通过现场观察水体颜色,水体周边环境,检测水体透明度、溶解氧、氧化还原电位等浓度,判断调查点位是否为黑臭水体,判断标准见表2、表3。

表2 城市黑臭水体颜色判别

水体类别	水体颜色
黑臭水体 I	灰黑色水体
黑臭水体 II	灰绿色水体
黑臭水体 III	灰黄色水体
黑臭水体 IV	浅灰色水体
一般水体 I	偏绿色水体
一般水体 II	偏黄色水体

表3 城市黑臭水质判别标准

水体类别	透明度/cm	溶解氧/(mg·L ⁻¹)	氧化还原电位/mV
黑臭水体	≤25	≤2.0	≤50
非黑臭水体	>25	>2.0	>50

依据以上标准,对26处野外调研点位进行判别,共发现17处正常水体和9处黑臭水体,具体情况见表4。对比遥感识别结果和实际水体类别,形成潍坊市城市黑臭水体遥感识别结果混淆矩阵,并根据《城市黑臭水体遥感监管技术规范》(T/CSES 15—2020)进行精度计算,城市黑臭水体的整体正确识别准确率为86.62%。

3 应用实例

城市建成区的提取依据《面向黑臭水体监管

表 4 部分监测点位实地核查情况统计表

编号	所在河流	识别类型	实地类型	备注
1	泥河	一般水体	一般水体	水体清澈,指标正常
2	泥河	一般水体	一般水体	水体清澈,指标正常
3	引潍总干渠	一般水体	一般水体	水体清澈,指标正常
4	引潍总干渠	一般水体	一般水体	水体偏绿色,有水草分布
5	引潍总干渠	黑臭水体	黑臭水体	大量藻类覆盖水体,有臭味,溶解氧浓度异常
6	引潍总干渠	黑臭水体	黑臭水体	有臭味,水体偏黑,溶解氧浓度异常
7	引潍总干渠	黑臭水体	黑臭水体	黑灰色水体,氨氮超标,轻度黑臭
8	虞河	一般水体	一般水体	水体清澈,流动性大
9	虞河	一般水体	一般水体	水体清澈,流动性大
10	虞河	一般水体	一般水体	水体清澈,指标正常
11	虞河	一般水体	一般水体	水体清澈,指标正常
12	白浪河	黑臭水体	一般水体	水体清澈,指标正常
13	白沙河	黑臭水体	黑臭水体	水体颜色偏深,灰黑色
14	白沙河	黑臭水体	黑臭水体	水体颜色偏深,灰黑色
15	白沙河	黑臭水体	黑臭水体	水体颜色偏深,灰黑色
16	白沙河	黑臭水体	黑臭水体	水体颜色偏深,灰黑色
17	虞河	一般水体	一般水体	水体清澈,指标正常
18	虞河	黑臭水体	一般水体	水体颜色偏深,指标正常
19	虞河	一般水体	一般水体	水体清澈,指标正常
20	虞河	一般水体	一般水体	水体清澈,指标正常
21	酱沟河	一般水体	一般水体	水体颜色偏深,指标正常
22	酱沟河	黑臭水体	一般水体	水体颜色偏深,指标正常
23	酱沟河	黑臭水体	黑臭水体	灰黑色水体,有藻类漂浮物,溶解氧浓度异常
24	孝妇河	黑臭水体	一般水体	水体颜色偏深,指标正常
25	孝妇河	黑臭水体	黑臭水体	灰绿色水体,溶解氧浓度异常
26	孝妇河	一般水体	一般水体	水体清澈,指标正常

的城市建成区遥感提取技术指南》(T/CSES 18—2020)进行,使用多谱段遥感数据,首先对影像进行预处理,包括绝对定标、几何校正、大气校正和裁剪及拼接等,利用影像数据计算研究区归一化差值建筑指数(NDBI)、基于指数的建筑用地指数(IBI)、归一化不透水面指数(NDISI)、生物物理指数(BCI)、植被调整归一化城镇指数(VANUI)、温度与植被调整城镇指数(TVANUI),对多光谱指数和夜间灯光指数进行不透水面密度计算,设定最优阈值获取建成区范围,并对孔洞进行后续处理,进而得到建成区空间分布范围。对潍坊市城区建立 3 km 缓冲区,其它 10 个下辖区(县)主城区

建立 2 km 缓冲区,作为城市黑臭水体识别范围。

识别影像来源主要为资源一号和资源三号卫星影像,空间分辨率为 2~2.5 m,影像成像时间多为 2024 年 9 月上旬。

通过决策树分类的方法,对潍坊市城市黑臭水体进行监测识别,识别结果见表 5。2024 年 9 月,潍坊市建成区共发现黑臭水体 22 段,总长 19 101 m,总面积 847 793 m²。全部黑臭水体中,15 段为黑臭水体 I 类,占比 68.18%;7 段为黑臭水体 II 类,占比 31.82%;未发现 III、IV 类黑臭水体。从行政区域看,黑臭水体主要分布在坊子区、寒亭区和安丘市。

表 5 潍坊市各县(市、区)黑臭水体统计表

行政区	黑臭长度/m	黑臭面积/m ²	黑臭数量	排名
坊子区	4 672.30	215 723.99	6	1
安丘市	3 400.30	81 928.20	4	2
寒亭区	3 199.65	44 953.32	4	3
临朐县	2 681.66	396 444.22	1	4
昌乐县	1 801.73	56 592.10	1	5
青州市	1 774.76	32 025.06	2	6
奎文区	1 041.74	15 405.69	2	7
潍城区	529.01	4 720.30	2	8

4 结 语

目前,潍坊市已完成两次全市域 112 条河流的覆盖监管,总计监测到疑似黑臭水体 52 段,总长约 53 886 m,主要表现为水体色度异常、垃圾及漂浮物较多等情况。针对发现的问题,进行现场水质监测及调查核实,确认污染情况,及时督促相关责任单位进行处理。综上,通过运用“遥感监测+模型解译”技术,实现了城市黑臭水体的精准识别和动态监管,有效减少了人工成本,提高了监管效率,为改善城市水环境、提升河流水质提供了新的思路和参考。

参考文献

[1] 赵娜.黑臭水体,遥感卫星看清你[N].中国环境报,2016-9-26(5).

[2] 罗广莉,马钰,高媛,等.基于集成学习的毒品违法异常行为预测模型研究 [J]. 中国人民公安大学学报(自然科学版),2024(2):54-60.

[3] 刘冰,李天宏.基于高分影像的城市黑臭水体遥感识别方法研究[J].应用基础与工程科学学报,2024,32(2):314-330.

(责任编辑 崔亚男)