

伊吾河流域重点水域水生态监测与评价分析

热汗古丽·依米提

哈密水文勘测中心

DOI:10.32629/hwr.v9i11.6656

[摘要] 本文以伊吾河流域为研究对象,基于2024年对重点水域的系统性水生态监测数据,综合分析了该流域的水生态与水环境状况。监测结果表明:伊吾站断面水质综合评价为Ⅱ类,营养状态属于中营养水平,水体整体清洁。水生态监测共鉴定出浮游植物4门29种,以清洁水体指示类群硅藻门为主(占比58.6%),群落结构稳定;未检出浮游动物;底栖动物检出2种,包括清洁指示物种襁翅目幼虫。

[关键词] 伊吾河流域;水生态监测;浮游植物;底栖动物;生态水文;水资源调控

中图分类号:TV213 文献标识码:A

Monitoring and Assessment of Aquatic Ecology in Key Water Bodies of the Yiwu River Basin

Rehanguli·Yimiti

Hami Hydrological Survey Center

[Abstract] This study focuses on the Yiwu River Basin. Based on systematic aquatic ecological monitoring data from key water bodies in 2024, a comprehensive analysis of the aquatic ecological and water environmental conditions of the basin was conducted. The monitoring results indicate that the comprehensive water quality assessment at the Yiwu Station section is Class II, its trophic state is mesotrophic, and the overall water body is clean. Aquatic ecological monitoring identified a total of 29 phytoplankton species belonging to 4 phyla, predominantly Bacillariophyta (diatoms), which are indicative of clean water bodies (comprising 58.6% of the total), suggesting a stable community structure. No zooplankton were detected. Two species of benthic macroinvertebrates were identified, including Plecoptera larvae, which are indicative of clean water conditions.

[Key words] Yiwu River Basin; aquatic ecological monitoring; phytoplankton; benthic macroinvertebrates; eco-hydrology; water resource regulation

引言

伊吾河发源于天山山脉东段的喀尔里克山,是新疆哈密市伊吾县境内的主要河流,属于典型的内陆干旱区水系。流域全长约150公里,总面积约4500平方公里。流域气候为典型的温带大陆性干旱气候,年均降水量稀少,而蒸发量极为强烈,水资源时空分布极不均匀,径流主要依赖高山冰川融水和山区降水补给。流域内关键的水利调控工程是峡沟水库。该水库位于伊吾水文站下游约2公里处,设计取水规模为3621万立方米,其主要功能是为下游农业灌溉(2032万立方米,含苇子峡灌区)和煤化工、风电场等工业项目(1589万立方米)提供水源。河流经峡沟水库调节后,其天然水文过程被人为改变。在苇子峡出山口以上,河道保持连续水流;但在出山口以下,通过防渗渠将水引至淖毛湖灌区,导致下游广袤的冲积扇天然洪沟仅在汛期有少量径流,且迅速渗漏补给地下水,地表径流基本消失。综合计算,流域工农业总取用地表水量达5110万立方米,占伊吾水文站近十年平均年径流量(8000万立方米)的63.75%,水资源开发利用强度极高。本

研究以峡沟水库上游的伊吾水文站断面作为重点监测水域,于2024年开展了水生态监测工作,旨在评估在高强度水资源开发背景下的流域水生态健康状况。

1 重点水域水生态环境状况分析

1.1 水生态系统结构与水资源开发利用概况

伊吾河流域的水生态系统结构与水资源开发利用方式密切相关,其核心水利工程为峡沟水库。该水库位于伊吾水文站观测断面下游约2公里处,是一座具有调蓄、灌溉和工业供水功能的中型水库。根据设计,峡沟水库取水规模为3621万立方米,其中为下游农业灌溉提供2032万立方米(包括苇子峡灌区用水96.2万立方米),为煤化工、风电场等工业项目提供1589万立方米。河流经峡沟水库蓄水调节后,其下游水文情势发生显著改变。水库至苇子峡出山口段的天然河道,其主要功能已从自然输水转变为将地表径流输送至苇子峡出山口。在出山口处,修建有防渗渠,将河水引至淖毛湖灌区,该灌区已基本实现高效节水灌溉。

这种开发模式导致流域水资源分配呈现“上游蓄水、中游引水、下游缺水”的格局。在苇子峡出山口以上,由于有水库下泄流量及沿途补给,河道无断流现象。然而,在苇子峡出山口以下,情况急剧变化。广袤的冲积扇天然洪沟仅在汛期能获得部分沿古河床下泄的径流,但这些水流在流淌数公里后便渗入地下,难以抵达下游生态保护区。尽管在河道中下段建有的下沟水库对径流进行再调节,但其出库水流仍需天然河道中流淌约30公里才能到达苇子峡出山口,并在此被渠首和管道全部引走。综合计算,工农业总取用地表水量达到5110万立方米。相较于伊吾水文站近十年平均年径流量8000万立方米,水资源开发利用率高达64%。剩余的30%以上的地表径流,大部分在出山口后渗入地下,以潜流形式补给下游生态保护区。从水量平衡角度看,这部分潜流基本能够维持生态保护区的最低生态需水量,但自然地表水文过程已被人为完全改变,河流的纵向连通性遭到严重破坏。

1.2 水质及富营养化状况

根据2024年对伊吾河开展的水生态监测成果,通过对透明度、水深、水温、电导率、溶解氧、pH、总氮、氨氮、总磷、高锰酸盐指数等关键水体理化指标的监测与分析,伊吾河(伊吾站断面)水质综合评价结果为Ⅱ类。这表明从常规理化指标看,该河段水质良好,适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区等。同样基于2024年的监测数据,对伊吾站断面的营养状态进行评价,结果为中营养。这表明当前水体中氮、磷等营养盐含量处于中等水平,尚未达到富营养化状态,藻类大量繁殖的风险相对较低。

1.3 主要水生态水环境问题

尽管当前水质状况良好,但伊吾河流域仍面临一系列严峻且深层次的水生态与水环境问题:

(1) 水资源开发利用强度极高,生态水文情势发生根本性改变。64%的高开发利用率意味着自然径流过程被高度人工调控。水库的“蓄丰补枯”和渠道的全程引水,使得河流失去了自然的脉冲流量(如春汛、夏洪),而这些水文事件对于鱼类产卵、种子传播、河道形态塑造及营养物质输移至关重要。生态基流虽以潜流形式存在,但地表水流的消失导致水生与湿生物栖息地严重碎片化和丧失。

(2) 水资源短缺的长期压力与补给源减少的威胁。流域地处极端干旱区,水资源本底值匮乏。所有外来水源、地表水和地下水均依赖于有限的大气降水和上游冰川融水补给。然而,上游新建的水利设施、农业的持续开发以及全球气候变化的影响,正导致上游水源补给量呈现逐年减少的趋势。水生态系统的稳定性和健康度,从根本上受到水资源总量这一刚性约束的严重制约。

(3) 水生态系统结构与功能面临潜在退化风险。虽然目前水质为Ⅱ类且处于中营养状态,但高度调控的水文regime和单一的河道形态,使得水生态系统的恢复力和稳定性下降。一旦外界胁迫(如污染负荷轻微增加、极端干旱事件)加强,生态系统可能迅速退化。下游区域依赖潜流生存,其生态系统极为脆弱,任何

对地下水补给的削减都可能引发不可逆的生态灾难,如湿地萎缩和特有物种灭绝。

2 重点水域生态水环境监测技术方案

2024年,哈密水环境监测分中心分别在6月、7月对伊吾站开展了两次水生态采样及分析工作。本次监测范围为伊吾站(监测断面上游),设置一个监测样点,完成水生态监测项目共计三项(浮游植物、浮游动物、叶绿素a);水体理化指标监测项目共计十项(透明度、水深、水温、电导率、溶解氧、pH、总氮、氨氮、总磷、高锰酸盐指数)。

2.1 浮游植物和小型浮游动物监测技术方案

2.1.1 样品采集

浮游植物与小型浮游动物样品采集于表层水体(水面下0.5m处),使用1L有机玻璃采水器进行定量取样。采样时采用涉水采样法,采集表层与底层混合水样1L,装入广口瓶中,并立即加入鲁哥氏液(Lugol's solution)进行固定,加入量为水样体积的1%-1.5%,以固定并杀死浮游植物及其他浮游生物。若样品需长期保存,则在鲁哥氏液固定基础上补加5%-10%的甲醛溶液。

2.1.2 实验室处理和标本鉴定

样品应尽快带回实验室进行浓缩处理。水样带回实验室后,放在稳定的实验台上,静置48h。用细小虹吸管小心吸取上层清液,并根据样品沉淀和瓶体扰动情况,继续沉淀时间24h~36h,逐步移去上清液,将沉淀后的样品置入50mL标本瓶中,再用少许纯水冲洗容器2-3次,最后定容到50mL。最后加入10%福尔马林溶液便于长期保存。为防止甲醛挥发,可采用石蜡、凡士林封口长期保存。

浮游植物的计数方法采用目镜视野法进行,采用0.1mL浮游生物计数框,均匀抽取0.1mL水样进行鉴定及计数。鉴定结果按照《中国淡水藻类志一系统、分类及生态》中分类规则鉴定到种。

小型浮游动物主要指原生动物和轮虫计数方法:将浓缩样品充分摇匀,用移液器准确吸取1mL样品,置于1mL浮游生物计数框内,在显微镜10×或20×下全片计数。每一样品需平行计数2次,取平均值,每次计数结果与其平均值之差应不大于15%,否则应增加计数1次,直至有两次计数结果符合要求为止。轮虫鉴定结果按照《中国淡水轮虫志》分类鉴定到种。

2.1.3 监测指标

采用浮游植物密度评价水华程度,采用浮游植物及小型浮游生物Shannon-Wiener多样性指数或Margalef丰富度指数评估水生态状况。

2.2 浮游动物(枝角类和桡足类)监测技术方案

2.2.1 样品采集

采样方式为涉水采集,用采水器采30-50L水,用25#浮游生物网过滤,将收集到的有机体装入60mL塑料瓶中。将网放在水中(网口露出水面),抖动网衣使黏附在网上的浮游动物聚集到网底,打开阀门将收集到的样本移入同一瓶中,重复3~5次。按5%体积比例加入甲醛固定。

2.2.2 实验室处理和标本鉴定

枝角类、桡足类的样品带回实验室后,可直接鉴定。枝角类和桡足类:利用浮游动物的水样,摇匀样品,立即吸取5mL,用5mL计数框全片计数。若浮游动物较少则需进行整瓶计数。枝角类鉴定按照《中国动物志·节肢动物门甲壳纲淡水枝角类》分类鉴定到种。

2.2.3 监测指标

采用浮游动物(枝角类和桡足类)Shannon-Wiener多样性指数或Margalef丰富度指数评估水生态状况。

2.3 水体理化指标及叶绿素a监测方法

水环境及叶绿素a监测方法根据《水环境监测规范》(L219-2013)、《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)和《地表水水质评价技术规程》(SL 395-2007)等执行。采样、保存剂添加、样品运输、储存及实验室内水样分析、质量控制等过程均按照《水环境监测规范》(SL 219-2013)相关要求执行。监测项目及方法见表1。

表1 水体理化指标监测项目及监测方法

序号	项目名称	监测方法
1	透明度	水质 透明度的测定 (透明度计法、圆盘法) SL 87-1994
2	水温	水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计法 GB 13195-1991
3	电导率	水质 电导率的测定 电导率仪法 SL 78-1994
4	溶解氧	水质 溶解氧的测定 碘量法 GB 7489-1987
5	pH	水质 pH值的测定 电极法 HJ 1147-2020
6	总氮	水质 总氮的测定碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法 HJ 636-2012
7	氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009
8	总磷	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法 GB 11893-1989
9	高锰酸盐指数	水质 高锰酸盐指数的测定 高锰酸钾法 GB 11892-1989
10	叶绿素a	水质 叶绿素a的测定 分光光度法 SL 88-2012

3 水生态监测结果及评价分析

3.1 伊吾站浮游植物调查结果

通过对水生态监测点伊吾站的2次调查,鉴定出浮游植物主要有4门29种,其中硅藻门物种数最多,占调查物种数的58.6%,绿藻门物种数位于第二,占调查物种数的27.6%,蓝藻门物种数位于第三,占调查物种数的10.3%,裸藻门物种数位于第四,占调查物种数的3.5%。

3.2 伊吾河浮游动物调查结果

伊吾河水生态样品分析过程中,未发现任何浮游动物的存在,观察过程中发现的多为底栖动物。

3.3 伊吾河底栖动物调查结果

伊吾河底栖动物监测过程中发现底栖动物1门2种,分别为:节肢动物门—昆虫纲—双翅目—摇蚊科—摇蚊属—摇蚊、节肢动物门—昆虫纲—襀翅目。

4 水体富营养化评价

水体富营养化是指在自然或人为影响下,氮、磷等营养物质过量输入水体,导致其浓度显著升高,从而引发的水质污染与生态失衡现象。该过程的本质是水体营养盐收支平衡被打破,进而造成水生生物群落结构失调,部分藻类或水生植物异常增殖。富营养化会对水体水质及生态系统造成多重危害。藻类大量增殖并覆盖水面,形成“水华”,不仅阻碍光线透入,影响深层水体光合作用,其死亡分解过程还会大量消耗溶解氧,引发水体缺氧,导致鱼类及其他水生生物窒息死亡。同时,底层有机物在厌氧环境下分解,可能释放硫化氢等有毒气体,加之某些藻类产生的生物毒素,进一步危害水生生物,加速水体生态功能的退化。

5 结束语

作为伊吾县绿洲经济和社会发展的生命线,伊吾河流域水生态健康状况直接关系到区域的可持续发展与生态安全屏障的稳固。随着峡沟水库等水利枢纽工程的建成运行,以及工农业用水需求的持续增长,伊吾河流域的水资源开发利用格局发生了根本性变化。本研究于2024年以伊吾站断面为重点,系统开展了伊吾河流域水生态监测工作,综合分析了水体理化指标及浮游植物、浮游动物和底栖动物等水生生物群落结构特征。通过上述研究,旨在明确伊吾河重点水域当前的水环境与水生态现状,识别流域面临的主要水生态问题及其驱动因素,并评估现有水生态监测体系的不足,为进一步优化监测方案、促进流域水生态系统保护和水资源可持续管理提供科学依据。

【参考文献】

- [1]王忠静,郭子寅.干旱区内陆河流域“水-生态-经济”协同发展理论与模式研究[J].水利学报,2023,54(8):899-910.
- [2]张翔,夏军.基于水生生物完整性的河流健康评价:以西北干旱区典型河流为例[J].环境科学,2024,45(1):198-208.
- [3]李九一,杨柳,杨晓静.气候变化与人类活动对西北内陆河径流变化的贡献率分解[J].地理学报,2023,78(7):1725-1739.
- [4]赵勇,何凡,王庆明,等.面向生态流量保障的黄河流域水资源刚性约束研究[J].水资源保护,2023,39(2):1-9.

作者简介:

热汗古丽·依米提(1987--),女,维吾尔族,新疆哈密市人,本科,工程师,研究方向为水质、水生态及水文分析。