

# 山西省黄河流域主要支流水生态研究综述： 以汾河及沁河为例

刘丹婷

华北水利水电大学

**摘要：**水是黄河流域高质量发展的重要因素之一，水生生态系统的健康与稳定是黄河流域生态保护和高质量发展的前提和目标。因此，系统总结了山西省黄河流域两大主要支流汾河及沁河在水生态方面面临的问题及目前水生态研究的现状，以期为以后汾河及沁河的水生态研究提供理论参考。

**关键词：**汾河；沁河；水生态研究；综述

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-627X.2023.12.209

## 引言

习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会强调，黄河流域生态保护和高质量发展是重大国家战略。汾河及沁河作为山西省黄河流域的两大支流，其水生态的研究对整个黄河流域的高质量发展至关重要。因此，在经济社会高水平发展和黄河流域生态治理的双重挑战下，厘清山西省黄河流域汾河及沁河存在的水生态问题及研究现状是黄河流域高质量发展的关键。

## 一、汾河基本概况

### （一）汾河自然概况

汾河是山西省最大的河流，于河津县入黄河，沿途有岚河、潇河、昌源河、文浴河、洪安涧河及浍河等主要支流汇入。汾河流域地处山西省中部和西南部，自北向南，纵贯大半个山西，全长716km，流域面积39471km<sup>2</sup>，约占全省总面积的1/4<sup>[1]</sup>，涵盖山西、内蒙古和陕西三个省份的部分地区。河流中上游为山区，水流湍急，下游则为平原地带，水势较缓。汾河上游多山地、荒野和草原，中游和下游则以农田为主，是中国重要的粮食生产基地之一<sup>[4]</sup>。

### （二）汾河水生态基本概况

由于汾河流域独特的自然地理因素及历史原因，流域内集中了全省近一半人口及工业企业，由此产生的大量工业及生活污水几乎全部通过各种方式排入汾河及其支流，造成了汾河水系的全面污染，引发了严重的水生态问题<sup>[2]</sup>。2000年山西省水环境监测中心对汾河水质进行的评价结果表明，汾河水质受到了严重的污染。根据评价的数据，当时符合II、III类水质标准的河长仅占评价河长的15.4%。而超过III类的污染源河长占84.6%，其中严重污染程度达到超过V类水质标准的河长占71.8%。各类污染源的排放对汾河的水生态造成了严重

的破坏。

### （三）汾河水生态研究概况

“十四五”时期，黄河流域经济发展始终围绕高质量发展这根主线，始终坚持“绿水青山就是金山银山”这一生态发展理念，基于此，各学者对山西省黄河流域汾河水生态进行了大量研究。王建等<sup>[3]</sup>对汾河中下游水体污染、生态系统退化等问题，提出了一系列的对策。梁新阳<sup>[4]</sup>对汾河水质污染物进行了研究分析，提出了防止水污染的措施。马婷<sup>[5]</sup>发现虽然COD<sub>mn</sub>和TOC具有一定的相关关系，但在不同的水体中，它们之间的相关性可能存在差异。比如，对于富营养化的河湖，由于其富含有机物质，TOC指标可能会更为敏感，而COD<sub>mn</sub>指标的变化可能受到其他因素的影响，如氧化还原状态等。对于不同的水体，在不同时期，需要针对具体情况进行COD<sub>Mn</sub>和TOC指标的相关性分析，并结合其他水质指标综合评价水体的污染状况。李京辉等<sup>[6]</sup>选用3种复合生物制剂对山西汾水体进行了治理与修复，治理后水体水质和透明度得到改善，水体生态环境得到修复。李军伟等<sup>[7]</sup>针对汾河流域内水资源数量和生态环境的变化程度等一系列问题，提出关于合理利用水资源及生态保护重要性的建议。杨建慧<sup>[8]</sup>针对汾河流域目前生态现状，说明了修复治理汾河水生态的重要性和紧迫性。范晓等<sup>[9]</sup>通过对汾河流域下游植被功能型的组成和变化进行研究，分析功能型在不同环境梯度下的动态变化，并寻找功能群之间的相似性和差异性。这为研究植被与环境之间的动态关系提供了重要工具，也为汾河流域下游植被的保护、恢复和重建提供了参考。此外，该研究还为预测汾河流域湿地植被退化情况提供了区域尺度上的指标，对阻止外来物种入侵和生物多样性保护起到了重要作用。张婧雯等<sup>[10]</sup>针对汾河水系的COD浓度变化情况，研究结

果显示年内变化和季节之间没有明显的相关性。然而,在6月至8月期间,COD浓度呈现下降趋势。对于汾河水系的氨氮浓度,研究结果显示其年内变化呈现出相似的季节变化特征。在丰水期,氨氮浓度远低于枯水期的浓度。这些初步分析结果表明,在黄河流域中,沁河水系的水质相对较好,其COD和氨氮浓度的变化特征也与汾河水系有所不同。王如<sup>[11]</sup>针对水资源的过度开发和合理利用可能导致水资源短缺、人口增长对水资源和生态环境产生了巨大压力、法律 and 政策的缺失或不完善可能导致对水资源生态环境的破坏和政策支持的不足可能导致水资源生态环境的破坏等问题,提出相应对策,旨在提高水资源生态环境的可持续发展,促进汾河流域的水资源保护和治理工作。高瑞<sup>[12]</sup>结合汾河当地特点及其处理需求,优选出可渗透反应墙技术与潜流湿地耦合的新技术来处理汾河污水。魏晓慧<sup>[13]</sup>通过分析对比6种水生植物处理汾河太原污水效果,研究发现芦苇具有较强的生物吸附和降解能力,能够吸收水中的营养物质和有机物,同时提供生境给有益微生物,促进水中有害物质的分解与去除。具体的植物选择和处理方式还需综合考虑当地环境条件、水质特点和工程可行性等因素。龚玲兰<sup>[14]</sup>对汾河进行了系统的水体多介质(水、悬浮物、底泥)地球化学测量及河漫剖面测量;通过对不同介质中重金属元素的测量,了解其分布特征、迁移转化过程以及对生态系统的潜在影响.可以采取一系列的措施来减少重金属元素的污染和生态风险,例如改善汾河流域的工业废水处理,加强农业面源污染的治理,推动环境保护政策的实施等。

## 二、沁河基本概况

### (一) 沁河自然概况

沁河是中国山西省主要河流之一,发源于吕梁山脉,全长约700公里,流域面积13532km<sup>2</sup>,其中山西境内12304 km<sup>2</sup>,占流域面积的91%,流经山西、河南两省。它是汾河的一条支流,最终汇入黄河<sup>[15]</sup>。流域内年降水量550mm~750mm,上游沁源县、阳城县以西、泽州县以东为降水高值区<sup>[16]</sup>。沁河流域大部分在山西境内,占沁河总河长(485km)的74.8%,丹河是最大的支流<sup>[7]</sup>。山西省内沁河河道平均坡降为3.8%,流域人均占有水资源量为山西省平均值的1.6倍<sup>[18]</sup>。

### (二) 沁河水生态基本概况

随着经济水平的快速发展,沁河流域工农业及城镇

化进程不断加快,水生态系统面临着严峻的挑战<sup>[19]</sup>。沁河污染大致来自源头污染、工业污染和生活污染。沁河上游是山区地区,存在着一些源头性污染问题,如畜禽养殖废水、农业面源污染、煤矿排放等。沁河流域的工业活动比较集中,存在着许多重点污染源,如化工厂、纺织厂、电力厂等。这些企业的工业废水、废气和固体废物的排放都对沁河水质造成了一定程度的污染。随着城市化和人口增长,沁河流域的城镇化进程加快,城市生活污水的排放也逐渐成了一个重要的污染源。此外,垃圾和废弃物的不合理处置也会对沁河水质构成潜在威胁。沁河干流的污染物一般为石油类、氨氮和总磷,沁河支流的污染主要是煤炭、化工、煤焦等。气候变异、环境变化和人为因素(如滥捕乱捞和水利工程设施)对沁河水域造成了一定影响,导致许多水生野生动物的栖息地遭到破坏,水域受到污染,渔业资源急剧减少,甚至有物种濒临灭绝的风险。水污染会破坏水中生物的生存环境,使得水生动物数量和种群健康受到威胁。对于溪蟹来说,它们是沁河生态系统中的重要组成部分,如果环境污染严重,将会对其数量和生态功能产生负面影响。2014年,氨氮总计 $0.11 \times 10^4$ t。占总量的62%。工业源相对很少,仅占4.2%。

### (三) 沁河水生态研究概况

沁河作为山西省的第二大河流,沁河的水生态状况对山西省整体的生态保护和绿色发展至关重要,因此,国内学者对山西省黄河流域沁河的水生态进行了诸多的研究。杜娟娟等<sup>[22]</sup>氨氮和五日生化需氧量是衡量水体中有机物质和氮类污染物的重要指标,高锰酸盐指数则表示水体中的氧化剂含量以及水体受到污染的程度,溶解氧则是衡量水体中生态环境状况的一个重要指标。选取这4个指标作为评价基础,结果表明,大部分断面为轻度污染,部分断面达到重度污染,表明沁河水体受到的污染较为严重,需要采取一系列措施加以治理。针对有机物、氮类物质等污染物,可以通过加强水污染控制和治理,防止污染物直接排放到沁河中;同时,可以通过加强水源保护、改善废水处理设施等手段来控制有机污染物和氮类污染物的输入。对于富营养化问题,也应该采取适当的措施,如加强生态修复、调整农业结构、减少化肥使用等方式来控制营养元素输入。对22个采样点的垂直分布特征进行分析,分析表明:沁河沉积物中Cu、Zn、Cr呈现出中等生态毒性,可能会对该水

域的生物产生一定的影响。以沁河晋城段4个断面水质为目标,对水质进行综合分析,研究发现,氨氮和总氮含量较高,是沁河水质差的主要影响因子。根据沁河流域的环境现状,进行水质监测,研究分析水质情况,据此提出了关于如何更好保护沁河流域的几条建议。监测沁河山西段,发现鱼类22种,通过具体分析发现沁河鱼类总体呈现小型化趋势。通过对稀有经济鱼类乌苏里拟鲮、唇鲮在沁河栖息流域水域生境现状进行调查,结果表明,pH值在8.12~8.74之间,离子总量在390~430mg/L,总碱度在3.04~3.35mEq/L,总硬度在4.56~5.24 mEq/L;调查区域浮游植物调查共检出7门46属,其中硅藻门最多,有18属,绿藻门次之,有13属;底栖动物共检出3门5纲12种,大型水生植物共采集到17种。倪晶晶<sup>[28]</sup>通过对沁河源头区域生态系统健康的研究分析,得到沁河源头区域河流生态健康综合指数为0.61,健康状态总体处于亚健康等级。

### 结语

水生态系统通过物质循环、能量流动、维持系统稳定和参与生物圈的物质循环等功能,对于维护生态平衡和促进生物多样性具有重要作用。保护和恢复水生态系统的健康状态,对于人类社会和自然环境都具有重要的意义。因此,汾河及沁河作为山西省的两大河流对山西省黄河流域水生态的保护与高质量发展及其重要。我们应该建立汾河及沁河的水生态保护及反馈机制,深入研究水生态修复方法,政府制定相关法律法规,大家齐心协力共同支持汾河及沁河水生态的可持续发展。

### 参考文献

[1]路瑞,韦大明,马乐宽等.黄河流域水生态环境保护促进高质量发展的战略研究[J].环境保护科学,2023,49(01):1-7.

[2]梁新阳.汾河水污染分析与防治措施[J].科技情报开发与经济,2002,(06):134-136.

[3]王健,陈晓东.山西汾河流域生态修复技术与对策探讨[J].环境保护与循环经济,2012,32(03):47-50.

[4]梁新阳.汾河10年水质污染分析与治理保护建议[J].山西水利科技,2009,(01):76-78.

[5]马婷.汾河水体COD<sub>Mn</sub>与TOC指标的相关关系分析[J].山西能源与节能,2010,(05):20-21+42.

[6]李京辉,周彤,梁文艳等.复合生物修复技术治理山西汾河水华污染水体的研究[J].中国水利,2014,(17):31-33.

[7]李军伟,李恩慧,穆阳阳等.山西汾河流域水资源现状及生态修复研究[J].资源节约与环保,2020,(11):23-25.

[8]杨建慧.山西汾河流域太原段修复治理的思考[J].经济问题,2013,(12):121-124.

[9]范晓,张峰,庞春花等.山西汾河流域下游草本植物功能群[J].生态学杂志,2013,32(10):2716-2720.

[10]张婧雯,王婷.山西境内黄河流域2016~2019年间COD及氨氮变化特征[J].四川环境,2020,39(03):19-24.

[11]王如.汾河流域水资源生态环境的可持续发展研究[D].太原科技大学,2013.

[12]高瑞.混合“PRB-潜流湿地”介质处理被污染汾河水研究[D].山西大学,2012.

[13]魏晓慧.六种水生植物对汾河水体中氨氮、COD、总氮和总磷的净化作用研究[D].山西大学,2012.

[14]龚玲兰.山西汾河河流生态地球化学特征与重金属污染机制[D].中南大学,2011.

[15]刘义,史佩东,刘淼等.基于生态需水的黄河中游水平衡分析——以沁河流域为例[J].水文地质工程地质,2024,51(01):30-40.

[16]崔振海,暴丽鹏.阳城润城镇:借力沁河生态经济带先行区建设推动乡村振兴[N].山西经济日报,2023-09-28(006).

[17]王翠榆,杨永辉,周丰等.沁河流域水体污染物时空分异特征及潜在污染源识别[J].环境科学学报,2012,32(09):2267-2278.

[18]田益瑾,郭东昱.山西沁河上游植物种间关系及功能群划分[J].山西农业科学,2018,46(06):986-991.

[19]王劲修,齐实,张耀启等.山西沁河上游河岸植被缓冲带综合评价[J].南京林业大学学报(自然科学版),2012,36(01):152-155.

作者简介:刘丹婷(1998.02-),女,汉,籍贯:甘肃天水,硕士研究生。