

# 东北地区中小流域污染综合防控策略探析

许翼<sup>1,2</sup>, 曹小磊<sup>1,2</sup>, 袁英兰<sup>1,2</sup>, 张华<sup>1,2</sup>, 张帆<sup>1,2</sup>, 李子音<sup>1,2</sup>, 孙莹<sup>3</sup>

(1. 沈阳环境科学研究院, 辽宁 沈阳 110167; 2. 辽宁省城市生态重点实验室, 辽宁 沈阳 110167; 3. 沈阳环科检测技术有限公司, 辽宁 沈阳 110167)

**摘要:**我国正在经历城镇化发展过程,形成了中小流域不同河段的自然形态和污染特征。文章以白塔堡河为研究对象,通过梳理重点污染源及污染物分布特征,分析诊断农村段、城镇段和城市段河道所存在的问题。结果认为,退耕封育和物理隔离可有效控制农业面源和畜禽养殖污染,是农村河段短期内实现生态保护目标的重要方式。城镇河段的治理重点在于消除住宅小区的生活污水直排现象,严格控制非法排污口可明显河道水质。城市河段必须确保污水厂正常运行并尽量实现雨污分流,同时应强化生态修复以丰富生物多样性并构建优美的水景观。

**关键词:** 中小流域; 污染防治; 东北地区

中图分类号: X522

文献标志码: A

DOI: 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2019.04.011

## Discussion on Comprehensive Prevention and Control Strategy of Small and Medium – sized Basin Pollution in Northeast China

XU Yi, CAO Xiaolei, YUAN Yinglan, ZHANG Hua, ZHANG Fan, LI Ziyin, SUN Ying

(1. Shenyang Academy of Environmental Sciences, Shenyang 110067, China; 2. Key Laboratory for Urban Ecology of Liaoning Province, Shenyang 110067, China; 3. Shenyang HuankeTesting Technology Co., Ltd., Shenyang 110067, China)

**Abstract:** China is experiencing urbanization, resulting in the river morphology and pollution characteristics of different river sections in the current small and medium drainage basins. This paper took the Baitapu River as the research object, and analyzed the problems existing in the river sections of rural and urban sections by investigating the key pollution sources and pollutant distribution. The results show that returning farmland and physical isolation can effectively control the agricultural nonpoint source and the breeding pollutions of livestock and poultry, which is an important way to achieve ecological protection goals in rural rivers in the short term. The governance of urban rivers focused on eliminating the direct discharge of domestic sewage in residential quarters. Strict control of illegal sewage outlets can significantly increase the water quality of rivers. Urban river sections must ensure the smooth operation of the wastewater treatment plants and maximize the distribution of rain and sewage. At the same time, ecological restoration should be strengthened to enrich biodiversity and construct a beautiful water landscape.

**Keywords:** Small and medium – sized basins; Pollution prevention; Northeast China

CLC number: X522

中小流域是指面积小于3 000 km<sup>2</sup>的集水单元<sup>[1]</sup>,它们普遍发源于农村的房前屋后,流经城镇的河塘沟渠,最终以支流河的形式汇入大型河流。它们是脏乱差问题的高发地带,其有效治理是改善河道水质的关键所在。2012年,水利部、财政部曾联合印发《全国重点中小河流治理实施方案

(2013~2015)》,对全国4 006条集水面积在200~3 000 km<sup>2</sup>的中小河流展开治理。但是,因为此次治理主要针对防洪突出问题,旨在保障人民群众的生命财产安全,尚未偏重流域环境综合整治。近年来,随着我国水环境治理力度的加大,城市黑臭水体整治工作快速推进,大部分城市建成区的黑臭水

收稿日期: 2019-04-06

基金项目: 国家重点科技研发计划(2016YFC0401104-03); 国家“十三五”水体污染控制与治理科技重大专项课题(2018ZX0601003)基金资助

作者简介: 许翼(1984-),男,博士。研究方向: 流域水环境治理与生态修复。E-mail: xuyi@syhky.com

引用格式: 许翼,曹小磊,袁英兰,等. 东北地区中小流域污染综合防控策略探析[J]. 环境保护科学,2019,45(4):50-54.

体比例已大幅降低<sup>[2]</sup>。然而,对于河流的考核断面而言,要实现断面水质达标还存在很大差距。

我国北方地区,降雨量少且集中、冬季气温低,中小型河流普遍存在丰水期洪涝、枯水期断流、冬季河面结冰等特点。东北地区土壤肥沃、开垦强度大,面源污染严重;高比重的重工业发展耗水量大且污染严重,更加大了环境整治难度。随着城市化进程向农村地区推进,中小河流的自然形态和污染状况也呈现出分段特征。为了摸清东北地区中小流域污染特征,文章以沈阳市白塔堡河流域为研究对象,通过系统分析各河段的资源禀赋和水体功能,分段查找致污原因,从而探寻行之有效的污染治理方法。

## 1 东北地区中小流域特征

按照城市化发展水平,中小流域各河段大致可以分为三类,即农村段、城镇段和城市段。以白塔堡河为例<sup>[3]</sup>,高八寨及其上游河道为农村段;中部营城子和桑林子地区为城镇段;下游河道为城市段,见图1。在规模较大的流域,可能存在不同河段的交替出现。



图1 白塔堡河水系分布图

### 1.1 河道特征

东北地区的农村河道多为自然冲刷形成的U型或V型狭窄河沟,河道两侧的用地类型以耕地和林地为主,自然村屯散落河边。污水来源以农业面源和畜禽养殖废水为主,大部分村屯生活污水直排;生活垃圾和农业废弃物沿河岸堆放是影响水质的重要原因。城镇河段多为梯形土槽,河堤植物以杂草和人工林为主;部分河段有混凝土护坡。两侧分布着新建的住宅小区和老旧的棚户

区,穿插有酿酒、豆腐加工等小型作坊,间隔有耕地和林地。未纳管的生活污水和散堆的垃圾是该河段的主要污染源,生产废水和畜禽养殖粪污的非正规处置也加重了河道污染,沿河搭建的旱厕更让河岸脏乱不堪。城市河段多为矩形或梯形河槽,两侧为直立式护岸或自然护岸,住宅和办公建筑密集,散落着公园等绿地。城市段的主要污水源有污水处理厂以及各雨水泵站混接形成的间歇性溢流,河段污径比较高且局部淤积严重。

监测结果表明,整治前白塔堡河黑臭水体的产生与有机污染物的分布有着密切联系。干流营富桥以上的农村河道为合格水体,营富桥至沈抚灌渠之间为黑臭水体,沈抚灌渠至金水湾小区之间为合格水体,三环以内的城市河道为轻度黑臭水体,下游在支流河汇入后污染有所加重,但仍属于轻度黑臭范围。支流河的水质较差,祥瑞工业园上游的污染程度为轻度黑臭水体;营城子大街至全运路之间污染程度为重度黑臭水体;全运路下游为轻度黑臭水体。

### 1.2 污染物空间分布

经污染物特征分析,白塔堡河农村河段的有机污染物以芳香类蛋白质和溶解性微生物代谢产物为主,较多含有苯环结构,腐殖酸类物质含量较低。城市段的溶解性有机物芳香性较弱,多为简单腐殖质类物质。城镇段兼顾有农村段和城市段的有机污染物组分。整个河道的有机污染主要由微生物厌氧分解造成,说明是水体富营养化和生活污水、含蛋白质的工业废水及养殖废水排放共同作用的结果<sup>[4]</sup>。在致嗅类挥发性有机硫化物中,农村和城镇段的硫醚类物质主要为甲硫醚和乙硫醚,而城市段的乙硫醚所占比例下降。乙硫醇在农村和城市段硫醇类物质中的比例较大,而城镇段较小<sup>[5]</sup>。

从氮、磷的空间分布来看,农村河段、城镇河段和城市河段的污染物浓度依次呈增长趋势,富营养化程度越来越重<sup>[6]</sup>。2017年的监测数据表明,农村河段上覆水中的总磷浓度在0.2~0.4 mg/L之间;而城镇段和城市段的总磷浓度均超过0.4 mg/L。氨氮和总氮浓度的变化趋势基本

一致,农村段的氨氮浓度均小于 1.0 mg/L,总氮浓度小于 3.0 mg/L;城镇段的氨氮浓度为 3.5 ~ 21.5 mg/L,总氮浓度为 4.0 ~ 26.4 mg/L。三环以内的城市河段氨氮和总氮浓度基本与城镇段浓度持平,但经过白塔公园的干、支流交汇点后,污染物浓度迅速上升,见表 1。

表 1 治理前的白塔堡河水水质情况  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

序号	采样点位置	COD	$\text{NH}_3 - \text{N}$	TN	TP
1	王起寨村	9	0.5	3.0	0.21
2	后林新村	13	3.5	4.0	2.50
3	融城七英里	43	6.8	8.3	0.73
4	博荣水立方	95	21.5	26.4	1.71
5	东三环桥	44	7.6	9.4	0.75
6	富民南街	35	6.3	8.8	0.70
7	白塔公园	72	14.5	18.1	1.17
8	胜利南街	45	16.1	19.3	1.01

## 2 问题诊断

长期以来,我国的环境管理职能由城市向农村辐射,环境基础设施的建设也主要围绕城市建成区展开,所以形成了农村、城镇和城市不同河段的自然形态和管理模式,也留存了各自不同的问题。

### 2.1 农村河道水土流失严重,生态水补给困难,基础设施薄弱

东北地区农村河道的水源补给主要依靠地表径流汇集,丰水期源短流急、水土流失严重;枯水期生态用水不足。以白塔堡河为例,李相镇以上河道经常干涸,旱生杂草丛生;河岸及滩地种植有玉米等农作物,边坡稳定性较差,两岸水力侵蚀非常严重。河道与耕地之间缺少隔离带,面源污染直接入河,成为该河段主要的污染源。此外,畜禽养殖比较密集且缺少小规模养殖的粪污处置设施,部分河段粪污直接入河。加之农村的垃圾转运体系尚未建立,垃圾沿河堆积现象普遍。

### 2.2 城镇河道管网覆盖不到位、配套设施运行不力,生活污水直排

城镇经济的迅速发展促使河道周边建筑林

立,然而大多数城镇都存在管网覆盖不到位,配套设施运行不力等问题,大量生活污水直排。近年来,白塔堡河城镇段集中兴建了工业园、大学城以及住宅小区等。由于市政管网配套不及时,一些小型企业和加工作坊等偷排现象严重;工业集聚区没有配套市政管网,又缺少独立的污水处理系统,造成大量污染物直排。原来的老旧住宅产生的污水则以明沟和旱厕形式直接入河;新建的住宅小区(如绿色家园)虽建有小型污水处理设施,但管网配套建设滞后,处理能力普遍不足。此外,因为缺乏资金与技术人员的支持,部分污水设施长期停运。

### 2.3 城市河道硬直化,溢流口雨污混排,污径比高,河道淤积严重

当前城市河段的蜿蜒形态和深浅差异已大大弱化,原生生态系统基本丧失。部分河道淤积非常严重,存在二次污染释放。由于管理相对严格,两岸排污口和雨水口的设置比较规范,仅存在少数非法排污口。生产生活废水通过污水厂收集处理后,基本能够实现达标排放。由于排放标准与地表水功能之间存在差距,而河道自净能力差。加之,一些雨水管道和泵站中经常因为管网混接积存污水,在下雨时被集中释放至河道中。出于安全考虑,城市河道水深一般低于 1.5 m,在夏季高温时节,极易诱发沉水植物疯长,影响河道景观。冬季气温低,地表基本没有径流汇集,河道内绝大部分都是污水,加之冰盖以下河水的流动性差、富养能力弱、微生物活性低,导致大部分污染物都沉积于河底。

## 3 治理对策

在生态修复理念的指导下,人们在河道治理过程中常以水质改善、生态修复和景观营建等为目标,而恢复河流健康的最大障碍为水质问题。但是,受当前经济发展模式的限制,东北地区的水质问题不会在短期内彻底解决,生态、景观和文化建设将经历一个缓慢过程。要缓解当下的水质问题,最重要的措施是控源截污。控源截污的途径可分为两条:一条是“抑制污染的发生”;而另一条

是“污染源的净化去除”<sup>[7]</sup>。在此之后,通过构建生态修复措施提升环境水体的自净能力,落实责任主体并严格日常监管是长效维持的重要保障。

### 3.1 农村河道的治理措施

针对农村河段的污染源控制,短期内可重点采取封育隔离等措施,沿河划定封育区,严格禁止农业种植、畜禽养殖、垃圾排放等活动;规范畜禽养殖管理,控制限养区养殖规模并促使粪污堆肥还田。如白塔堡河流域,可在李相镇等附近耕地分布多、冲刷严重的地区可发展免耕农业、精准施肥。沿河逐级修建植物隔离带,充分发挥农村沟渠和泡塘的拦蓄作用,修建生态沟渠和山塘系统等逐级削减面源污染,防止污染直接入河。对于居民集中区如李相新村等,应集中修建小型污水站。在日常管理方面,通过统一招标污水设施运维单位和环卫公司,强化污水设施绩效考核。同时,加强环保宣传和村容村貌建设,培养村民良好的生活习惯,可开展村容村貌评选活动;规范垃圾堆放点,建立垃圾收集与转运机制并纳入环卫系统。

### 3.2 城镇河道的治理措施

城镇河道应确保污水处理设施正常运行;注重截污纳管,清理整顿沿河排污口;清理沿河垃圾。对于城镇河段的生活污染源控制,建议采取集中和分散相结合的方式。对于未纳入管网或超负荷运行的住宅小区,需尽早完善管网配套,就近纳入市政管网;对于距管网较远的小区,要求新建或扩建独立的污水处理设施。重新维护和启动已修建的污水处理站,并确保其承受负荷适当;拆除沿河旱厕并重新选址修建卫生厕所。严格排查排污口,限期规定企业修建和运行污水处理设施,并要求其达标排放;对于不能满足环保要求的企业,要求其搬迁或关闭。

### 3.3 城市河道的治理措施

城市河道应强化海绵体和生态河道建设,逐步改造混接点,逐步建立“厂、网、河”一体化管理体系。对于城市河段的雨污混流问题,应尽可能摘除雨污混接点。采用管线分段排空、封堵方式,彻底查清污水源。在雨、污混接彻底改造之前,采用截流式的排水方式,尽量利用现有管线将末端

雨水泵站的问题排水进行截留,敷设截留干管将排水转输至污水处理厂。对管网敷设不完善的区域,重新敷设排水管线或进行城市海绵体建设,从而实现雨、污分流排水体制。同时,针对污水处理能力不足等问题,首先协调各污水厂负荷进行调流,其次考虑新建或扩建污水厂。针对非法排污口,通过封堵查找污染源之后,责令整改。统筹考虑管网收集、污水处理和河道水质达标问题,逐步建立“污水处理厂-收集管网-河道水体”为一体的智能管理体系。

### 3.4 流域综合治理措施

应坚持“灰绿结合”的治理方式,尽可能全面实现绿色治理。绿色系统建设不仅是灰色系统的重要补充,也是生态系统恢复的重要途径。只有通过逐步完善生态系统,才能提升河道的自净能力。目前,针对环境水体的自净能力提升,主要通过原位提升和旁路提升两种方式来实现。原位提升首先清除内源污染,在对底泥进行检测分析的基础上,将有毒污染物含量较低的淤泥清出干化后用于两岸河堤加固或植物种植。另外,针对有机型污染河道应在局部河段增设强化处理措施,以改善水体氧环境、增加微生物附着面积,如曝气、放置人工浮岛、生物飘带等。

此外,针对东北地区枯水期河道水量小、河水置换周期长等问题,可通过灌渠引水或引入污水厂尾水以确保河道具备一定的水深和流速,促使水生植物正常生长。利用相对宽阔的河道节点,结合河道清淤工作,局部挖深形成“滩-塘”结构,丰富河道水生植物和微生物生长条件。依据水深及水质条件,种植水生植物群落,丰富生物多样性。旁路提升可结合景观规划修建旁路湿地公园,在净化河水的同时为周边居民提供休闲娱乐场所,将治理成果分享于民。

需严格环境执法监管,强化科技支撑;明确落实各方责任,强化公众参与和社会监督,切实加强水环境管理。应坚持“三分治、七分管”原则,加强水功能区和入河排污口监管,必须严惩各类环境违法行为,健全水环境监测网络,严格控制入河排污总量。政府可建立或委托专业化的第三方专业

机构,负责开展现场巡查、技术研讨、日常养护等相关工作,强化科技支撑。全面落实“河长制”,分流域、分区域地开展监督,明确绩效评估机制、养护经费来源、各相关部门职责分工,做到守土有责。依法公开水污染防治相关信息,主动接受公众和社会监督,将公众参与和监督作为长效监管机制的重要组成部分,形成全民行动格局。

## 4 结语

随着社会生产生活方式的转变,我国大部分河道都在经历从农村型河流向城镇、城市型河流转变的过程,处于不同阶段的河道治理应该各有偏重。

(1)农村河道的污染源分散、治理范围广,财政扶持力度相对较小,所以治理应以生态保护为主要目标,以引导和改变居民生产生活方式为重点,逐步修复人们对河道的依存关系。恢复植被增强水分涵养能力,增加补水确保生态基流。

(2)城镇河道兼具农村和城市河道的特点,控源截污和河道清理是该类河道治理的重点工作。

(上接第 9 页)

盟、日本在法律法规确立方面的先进性,基于生活垃圾一体化运作管理和资源化利用技术体系,明确“废弃物避免(减少)与废弃物管理”优先架构。

## 3 结语

基于习近平新时代中国特色社会主义思想 and 全国生态环境保护大会精神,“无废城市”概念首先由中国提出,现实意义极大。虽然我国“无废城市”建设目前正处在试点选择阶段,距离成熟与可推广的“无废城市”建设水平尚有差距,但中国已具备了“无废城市”建设的良好工作基础,有“无废城市”建设的必要性与可行性。同时,“无废城市”建设实践在世界范围内已经发展了将近 20 年,国际社会在“无废城市”建设的运作管理过程中已积累并贡献着自己的经验与方案,也可为中国推进“无废城市”发展模式和城市治理理念的升级提供创新视角。但是,“无废城市”建设不能一蹴而就,必须

污染源控制要分散与集中相结合,既要做好分散点源处置,又要构建以净化为重点的长期治理体系,强化水体对有机污染物的净化能力。

(3)城市河道的形态和污染源较为单一,人们对水体景观的需求往往超过资源利用本身,所以丰富城市河道的生物多样性并营造适宜人居的景观生态,是城市河道治理的重点。

## 参考文献

- [1]水利学会泥沙专业委员会. 泥沙手册[M]. 北京:中国环境科学出版社,1989.
- [2]赵展慧. 36 个重点城市建成区已基本消除黑臭水体[N]. 人民日报(海外网),2018-10-17(14).
- [3]于会彬,高红杰,宋永会,等. 城镇化河流 DOM 组成结构及与水质相关性研究[J]. 环境科学学报,2016,36(2):435-441.
- [4]杨楠,于会彬,宋永会,等. 白塔堡河上覆水与沉积物间隙水 N、P 分布特征[J]. 环境科学研究,2013,26(7):728-735.
- [5]任兆勇,颜秉斐,于会彬,等. 白塔堡河不同粒级有机物的三维荧光特征解析[J]. 环境保护科学,2017,43(2):1-6.
- [6]刘洋,韩璐,宋永会,等. 白塔堡河中致嗅类挥发性有机硫化物污染现状及来源研究[J]. 环境科学学报,2013,33(11):3038-3046.
- [7]朱伟,姜谋余,蔡勇,等. 倡导“亲自然河道”治理模式——对我国农村河道治理的思考[J]. 水资源保护,2015,31(1):1-7.

在制度、流程与机制上设计好,避免盲目执行,要因地制宜、循序渐进、分步推进。总之,“无废城市”建设是贯彻城市固体废弃物综合管理变革的有力抓手,更是建设美丽中国的重要举措。

## 参考文献

- [1]杜祥琬,刘晓龙,葛琴,等. 通过“无废城市”试点推动固体废物资源化利用,建设“无废社会”战略初探[J]. 中国工程科学,2017,19(4):119-127.
- [2]胡楠,柳溪,赵娜,等. 日本循环型社会建设对中国废物管理的启示[J]. 世界环境,2018(5):48-50.
- [3]诸大建. 最近 10 年国外循环经济进展及对中国深化发展的启示[J]. 中国人口·资源与环境,2017,27(8):9-16.
- [4]韩蕙,刘艳菊,余蔚青. 新加坡固体废物收运系统[J]. 世界环境,2018(5):51-54.
- [5]蒙天宇. “无废城市”建设的国际经验及启示[N]. 中国环境报,2019-01-31(3).
- [6]国务院办公厅. “无废城市”建设试点工作方案[EB/OL]. [2019-02-10](2019-01-21). [http://www.gov.cn/xinwen/2019-01/21/content\\_5359705.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-01/21/content_5359705.htm).
- [7]周宏春,江晓军. 习近平生态文明思想的主要来源、组成部分与实践指引[J]. 中国人口·资源与环境,2019,29(1):1-10.