

S区中小型河流排污口风险管理研究

陈超, 宋艳

北京源海生态环境咨询有限公司, 北京 102218

DOI:10.61369/UAID.2024090007

摘 要： 本研究针对 S 区中小型河流排污口管理问题，基于污染溯源和层次分析法，构建了包含排放方式、污水性质、污水排放量 3 项准则层及 11 项指标的风险量化评价体系。通过对 53 个排污口的风险评估，提出跨部门协同管理机制，包括成立专项领导小组和开发协同管理平台，实施后显著提升了管理效率，河流水质指标得到改善，污染响应加快为水环境管理提供可推广的解决方案。

关 键 词： 排污口监管；层次分析法；协同管理

Study on Risk Management of Small And Medium-Sized River Outfall in S Area

Chen Chao, Song Yan

Beijing Yuanhai ecological environment Consulting Co., Ltd. Beijing 102218

Abstract： Aiming at the management of small and medium-sized river outfall in S district, based on pollution traceability and analytic hierarchy process (AHP), this study constructed a risk quantitative evaluation system including 3 criteria levels of discharge mode, sewage property and sewage discharge volume and 11 indicators. Based on the risk assessment of 53 sewage outlets, a cross departmental collaborative management mechanism was proposed, including the establishment of a special leading group and the development of a collaborative management platform. After implementation, the management efficiency was significantly improved, the river water quality indicators were improved, and the pollution response was accelerated, providing a scalable solution for water environment management.

Keywords： sewage outlet supervision; analytic hierarchy process; collaborative management

引言

近年来，我国经济高速增长与城市化进程的快速推进，导致水资源需求激增，同时工业废水、生活污水及农业面源污染等问题日益突出。水环境恶化不仅威胁生态安全，还制约了城乡协调发展。以 S 区为例，其境内四条河流承担着供水、防洪、生态调节等多元功能，但由于污染源复杂、管理职能分散，水质波动频繁，亟需构建科学高效的协同管理机制。另外，《入河排污口监督管理办法》自 2025 年 1 月 1 日起将正式施行，对入河排污口设置审批、登记和监督管理进入了全新的历史时期，对排污口风险评价提出了更高的要求，需要根据排污口的风险等级进行梯度管理，以获得有效的风险管控成效。进而加强入河排污口监督管理，控制入河污染物排放，保护和改善水生态环境。

现有研究普遍采用多指标综合评价方法，通常包含污染源特征（排放量、污染物浓度、毒性等）、水文地理条件（排污口位置、汇水区域敏感性等）以及社会影响（人口密度、饮用水源地距离等）三大类指标，部分学者进一步提出细化了工业、农业、生活污染源的差异化评价标准。但当前研究更多是对排污口风险定性分析，更进一步的综合量化评价在具体管理实践中略显不足。

本研究以污染溯源为基础，运用层次分析法构建排污口风险等级量化评价体系，对排污口风险等级从多个指标进行量化分析，并进行风险等级进行排序，对风险等级高的入河排污口加强管控，为相关部门的入河排污口管理工作提供参考。通过优化监测网络与风险分级管理模式，探索水环境长效治理路径，为区域高质量发展提供支撑。

一、S区排污口风险评价指标体系构建

（一）S区排污口现状及监管难点

S 区四条河流污染源呈现显著的空间异质性：

X 河（长度约 6 公里）：以农村生活污水与农业面源污染为主，占总污染负荷的 65%；沿河分布 7 个排放口，其中农田退水口占比 42.9%，雨洪排口占比 28.6%。

Y 河（长度约 13.1 公里）：上游段农业与水产养殖污染占比

个人简介：陈超（1988.08-），男，汉族，山西太原人，硕士学历，从事研究工程经济相关专业领域。

55%，中游城市生活污水占30%，下游工业废水占15%；排放口总数31个，工业排污口与雨洪混合排口占38.7%。

T河（长度约13公里）：前段生活污染占70%，后段农业面源污染占30%；排放口16个，雨洪排口与农田退水口占比81.3%。

S河（长度约11公里）：前段生活污水占60%，后段工业废水占40%；排放口28个，工业排污口与污水处理设施排口占46.4%。

对以上四条中小型河流的排污口污染类型及空间分布分析，目前排污口监管存在3项难点：

- （1）排放口类型复杂：雨污混流、间歇性排放等问题普遍存在，监测难度大。
- （2）跨部门协调不足：环保、水利、住建等部门职责交叉，信息共享机制缺失
- （3）监管资源有限：传统人工巡查效率低，难以覆盖全域污染风险点。

针对以上监管难点，需建立合适的风险分级管理体系，对各排污口分级监管，合理分配监管资源，使污染监管落到实处，保护水生态环境质量^[1-2]。

（二）排污口风险等级指标体系建设

层次分析法是一种基于权重系数的多目标综合评价方法。该方法将主观判断的定性分析量化，将各评价指标之间的差异进行数值化分析，适用于较复杂的评价系统，是目前一种被广泛用于多目标分析，确定各指标权重的方法^[3-4]。

影响河流排污口风险等级的指标是多方面的，合理分析各指标的权重，对其风险等级的排序有重要影响。

本研究采用文献归纳法以及专家访谈方式确定河流排污口风险等级的影响指标，采用排放方式、污水性质、污水排放量3项准则层指标以及11项影响评价指标，各指标层次结构如图1。

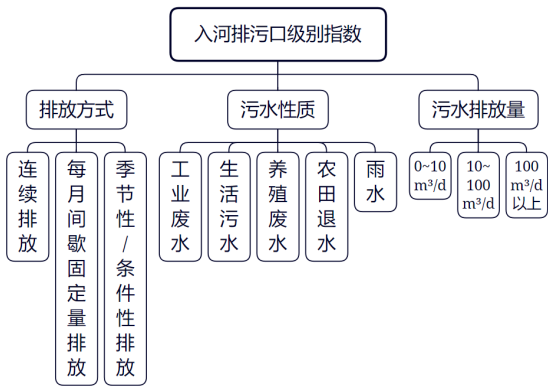


图1 排污口风险影响指标层次分解

（三）影响评价指标权重分析

根据专家访谈结果，建立准则层两两比较矩阵为表1。

表1 准则层两两比较矩阵

	排放方式	污水性质	污水排放量
排放方式	1	1/4	1/3
污水性质	4	1	1
污水排放量	3	1	1

采用和法简化求解权重向量为：

$w=[0.1263, 0.4577, 0.4160]^T$

$$Aw = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 1/3 \\ 4 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1263 \\ 0.4577 \\ 0.4160 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3794 \\ 1.3790 \\ 1.2526 \end{bmatrix}$$

根据 $Aw = \lambda w$ ，计算出最大特征根，

$$\lambda_{max} = \frac{1}{3} \left(\frac{0.3794}{0.1263} + \frac{1.3790}{0.4577} + \frac{1.2526}{0.4160} \right) = 3.0092$$

进一步进行一致性检验，得出，

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3.0092 - 3}{3 - 1} = 0.0046$$

$$CR = \frac{Ci}{Ri} = \frac{0.0046}{0.58} = 0.0079 < 0.1$$

因此可以确定该成对比较矩阵具有满意的一致性。

同理，指标层的两两比较矩阵及验证结果见表2至表4。

表2 排放方式指标比较矩阵

判断矩阵				wi	一致性检验结果
排放方式	连续排放	每月间歇固定量排放	季节性/条件性排放		
连续排放	1	2	7	0.6150	$\lambda_{max}=3.0026$ $Ci=0.0013$ $Ri=0.58$ $CR=0.0023<0.1$
每月间歇固定量排放	1/2	1	3	0.2924	
季节性/条件性排放	1/7	1/3	1	0.0926	

表3 污水性质指标比较矩阵

判断矩阵						wi	一致性检验结果
污水性质	工业废水	养殖废水	生活污水	农田退水	雨水		
工业废水	1	3	5	8	9	0.5132	$\lambda_{max}=5.1786$ $Ci=0.0446$ $Ri=1.12$ $CR=0.0399<0.1$
养殖废水	1/3	1	2	6	7	0.2465	
生活污水	1/5	1/2	1	4	5	0.1498	
农田退水	1/8	1/6	1/4	1	2	0.0539	
雨水	1/9	1/7	1/5	1/2	1	0.0367	

表4 污水排放量指标比较矩阵

判断矩阵				wi	一致性检验结果
污水排放量	> 0- < 10m³/d	≥ 10- < 100m³/d	≥ 100m³/d		
> 0- < 10m³/d	1	1/3	1/6	0.1000	$\lambda_{max}=3.00$ $Ci=0$ $Ri=0.58$ $CR=0<0.1$
≥ 10- < 100m³/d	3	1	1/2	0.3000	
≥ 100m³/d	6	2	1	0.6000	

综合以上计算结果，各指标综合权重如表5。

表5 排污口风险影响指标综合权重					
A层	B层	A-B层权重	C层	B-C层权重	A-C层权重
入河排污口级别指数	排放方式	0.1263	连续排放	0.6150	0.0777
			每月间歇固定量排放	0.2924	0.0369
			季节性/条件性排放	0.0926	0.0117
	污水性质	0.4577	工业废水	0.5132	0.2349
			养殖废水	0.2465	0.1128
			生活污水	0.1498	0.0686
			农田退水	0.0539	0.0247
			雨水	0.0367	0.0168
	污水排放量	0.4160	> 0m³/d; < 10m³/d	0.1000	0.0416
			≥10m³/d; < 100m³/d	0.3000	0.1248
			≥100m³/d	0.6000	0.2496

二、S区河流排污口风险分级管理方案

经调查，S区4条河流具备巡查及监测采样条件的排污口共53个，根据第二节分析结论对S区排污口风险等级赋值，部分混合污水排口污水水质按风险权重较高的类型进行风险分值赋值，各排污口风险值及排序见表6：

表6 S区排污口风险值及排序					
序号	排污口编号	排放方式	污水性质	污水排放量（m³/d）	风险值
1	Y06	连续排放	工业污水	>100	0.5622
2	Y05、T07	季节性/条件性排放	工业污水	>100	0.4962
3	S01、S02、S14	连续排放	工业污水	10–100	0.4374
4	X04、Y24	每月间歇固定量排放	工业污水	10–100	0.3966
5	X03	连续排放	生活污水	>100	0.3959
6	T04	季节性/条件性排放	工业污水	10–100	0.3714
7	S28	连续排放	工业污水	<10	0.3542
8	X07、T01	季节性/条件性排放	生活污水	>100	0.3299
9	S18、S19、S24	每月间歇固定量排放	工业污水	<10	0.3134
10	T02、T03、T09	季节性/条件性排放	工业污水	<10	0.2882
11	Y09、S03、S06、S08	连续排放	生活污水	10–100	0.2711
12	S07	季节性/条件性排放	生活污水	10–100	0.2051
13	Y10、Y21、T16、S05、Y22、Y23	连续排放	生活污水	<10	0.1879

14	Y27、Y28、Y29、Y30、Y31、S25	季节性/条件性排放	农田退水、养殖废水	<10	0.1661
15	S16、S12	每月间歇固定量排放	生活污水	<10	0.1471
16	T05	季节性/条件性排放	生活污水	<10	0.1219
17	S22	每月间歇固定量排放	农田退水	<10	0.1032
18	Y26、T06、T08、S17、S21、S26、S27	季节性/条件性排放	农田退水	<10	0.078
19	X02、Y20、T10、T11、T14、S20	季节性/条件性排放	雨水	<10	0.0701

根据上述风险值分析，风险较大的排污口集中在工业污水、生活污水排口以及排量较大的排口，但生活污水排污口管理单位为住建部门，河流水环境监管为生态环境部门。因此，对于跨部门管理的排污口需要多部门协同管理，保护当地河流水环境质量^[5-6]。

三、风险管控措施与建议

根据上述排污口风险等级排序，结合排污口所在地环境监督管理部门监管资源，如人力资源、监测设备资源等对排污口进行分级管理，不同级别设定对应的监测频率和污染物检测指标。对高风险排污口设置24小时连续监控装置等方式加强监督监管力度，使污染源得到有效控制，令水生态环境得到有效保护和改善^[7-8]。

另外，建议由地方政府分管领导牵头成立“水环境管理领导小组”，整合环保、水利、住建、工业园区等多部门资源对排污口协同管理，各部门职责如下：

环保部门：主导水质监测、排放口分级评估，协调第三方技术团队提供数据支持。

水利部门：负责河道巡查、排涝设施维护，联动河长落实“每周一巡”制度。

住建部门：监管市政管网雨污分流，规范泵站运行，防止污水溢流。

工业园区：监督企业安装在线监测设备，确保工业污水达标排放。

同时，开发“水环境协同管理平台”，集成监测数据、巡查记录与整改反馈，实现实时预警、水污染溯源任务自动派发、监测数据实施分析等。

四、结论与展望

自上述管理机制实施以来，S区水环境治理效率显著提升。四条河流出境断面 COD、氨氮、总磷平均浓度较实施前分别下降28.6%、34.2%、19.8%，达标率稳定在95%以上；通过分级管理，重点监测目标减少35%，人力成本降低20%；环保与水利部门联合处置污染事件响应时间缩短50%，问题整改率提高至92%。

本研究建立的管理方案仅就当前存在的问题提出了解决方

案，未来随着污水量及污水种类的增加，需及时调整污染影响风险指标的类别及权重。而且随着技术的不断发展和进步，可进行监测技术升级，如引入无人机巡查与物联网传感器，实现全域实时监控；引导公众参与，建立污染举报奖励机制，鼓励社区、企业参与共治；推进区域联动机制，推动跨行政区水质补偿协议，强化流域协同治理^[9-10]。

通过持续优化管理策略与技术手段，可为我国河流水环境治理提供可推广的范式，助力生态文明建设与可持续发展目标实现。

参考文献

[1] 朱雪君. 跨界流域协同治理的地区探索——基于嘉兴市秀洲区水域联防联控的案例[J]. 江南论坛, 2023, (11): 54-58.

[2] HJ91.2-2022.地表水环境质量监测技术规范[S].北京: 生态环境部, 2022.

[3] 刘军政, 犹伟, 祁芸泉, 等. 基于 AHP 的省界缓冲区监管考核指标体系研究[J]. 水力发电, 2019, 45(03): 1-4+32.

[4] 郎励贤, 李禾澍. 流域统筹区域协同河湖管理机制构建——以长三角和川渝地区跨界河流联防联控为例[J]. 中国水利, 2022(20): 55-57.

[5] 郭金玉, 张忠彬, 孙庆云. 层次分析法的研究与应用[J]. 中国安全科学学报, 2008(5): 148-153.

[6] 罗英智. 宜宾三江新区城市污水协同治理问题及对策研究[D]. 四川大学, 2023.DOI:10.27342/d.cnki.gsdu.2023.000751.

[7] 刘宋瑄, 毛春梅. 农村水污染治理相关政策工具优化策略——以河北省为例[J]. 四川环境, 2023, 42(06): 180-186.DOI: 10.14034/j.cnki.schj.2023.06.027.

[8] 刘延美, 余强. 试论协同理念下水环境治理机制的创新策略[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(24): 168-169+172.DOI: 10.20025/j.cnki.CN10-1679.2023-24-57.

[9] 丁瑞, 孙芳城. 水环境治理对长江经济带经济绿色转型的影响——基于河长制实施的准自然实验[J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(12): 2598-2612.

[10] 雷新财, 柏沁含, 罗业宽. 城市污水处理厂联合调度系统规划研究——以惠州仲恺高新区为例[J]. 中国资源综合利用, 2023, 41(04): 189-191.