

入河排污口设置论证在丘陵河网地区的实例应用

覃家飞¹ 王彤² 魏炜¹ 汪钥龙¹ 李程程¹

1.广西交通职业技术学院 广西南宁 530023; 2.北京市北运河管理处 北京 101100

摘要: 加强入河排污口的设置与监督管理是推进生态环境治理能力和治理体系现代化的重要举措。本项目以横州市平朗镇污水处理厂排污口设置为例,从论证范围、区域纳污能力分析、水功能区限制排放总量计算、水质和水生态影响分析等方面讨论,确定设置排污口在正常排污下,在排污口下游杏花江、郁江段尾水均能达到Ⅲ类水质标准,符合水功能区管理目标Ⅲ类水质要求。

关键词: 入河排污口设置;水质和水生态影响分析

入河排污口“上连污染源、下通水生态环境”,是区域生态环境保护的重要节点,加强入河排污口的设置与监督管理是打通“岸上”和“水里”的重要环节,是推进生态环境治理能力和治理体系现代化的重要举措,也是“十四五”期间水生态环境保护的重要任务之一^{[1][2]}。随着经济的快速发展,农村城镇化进程加快,污水处理厂的建设已驶入了快车道,入河排污口设置的论证工作也显得愈加重要^{[3][4]}。本文搭建平朗镇污水处理厂局部河网水动力水质模型,模拟平朗镇污水处理厂入河排污口建设对周边河网水环境功能区水质的影响,为排污口设置论证提供评价依据。

1 项目概况

1.1 污水处理厂基本情况

横州市平朗镇污水处理厂设置入河排污口位于南宁市横州市平朗镇,项目处理水主要来自平朗镇镇区污水,收集的污水主要为生活污水,包括商业设施排水以及公共设施排水,无工业污水。污水处理工程在建设规模为500m³/d,年处理废污水总量18.25万吨。污水处理厂处理后的达标水计划排入污水处理厂的西侧的郁江支流杏花江左岸,1000m后汇入郁江。

1.2 出水标准

根据《给排水设计规范》《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002),同时参考周边地区同类型污水处理厂设计进水水质和实际进水水质,综合考虑地域气候及生活习惯特点,平朗镇污水处理厂出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准

1.3 入河排污口概况

工程入河排污口位于平朗镇西侧空地,排污口位于厂区西侧,排污口地理位置为东经:108° 54'10.15",北纬:22° 40'52.51"。现状水质为Ⅲ类,水质管理目标为Ⅲ类。

2.入河排污口设置论证

2.1 论证范围

排污口下游流经1km杏花江河段后进入郁江,根据《全国重要江河湖泊水功能区划(2011~2030年)》,汇入郁江断面所在的一级水功能区划为“邕江、郁江-南宁、贵港开发利用区”,二级水功能区划为“郁江横县峦城-飞龙过渡区”,水质目标为Ⅲ类,为保护下游水功能区水质,与水功能区划相协调,本次论证水质目标按Ⅲ类控制。该功能区的起始断面为横县峦城镇高沙村,终止断面为横县飞龙乡郁江铁路大桥,水功能区长度为20.5km。根据水功能区划及水质模型预测,确定本次论证范围为“排污口断面~汇入郁江断面”的1km杏花江河段,以及郁江河段“郁江横县峦城-飞龙过渡区”。

2.2 区域纳污能力分析

区域纳污能力计算选取指标COD、NH₃-N。郁江支流杏花江是污水处理工程的纳污水体,杏花江没有划定水功能区,流经1km后汇入郁江。因此,本报告根据功能区纳污能力计算公式进行排污口断面~杏花江汇入郁江断面河段纳污能力的计算,并取限制排污总量值与纳污能力一致。具体公式和参数取值如下:

$$W = Q(C_s - C_0) + KVC_s$$

式中: Q 为河流流量, m³/s, 本项目取 0.017; C_s 为水质目标浓度值, mg/L; C_0 为污染物本底浓度, mg/L; V 为水体体积, 本项目取 54000m³; K 为污染物综合衰减系数, 1/s, 本项目取 0.05。

根据计算, 排污口断面~杏花江汇入郁江断面河段 COD_{cr} 纳污能力为 12.32t/a, 氨氮纳污能力 1.52t/a。水功能区郁江横县峦城-飞龙过渡区河段纳污能力按照《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030年)》《南宁市水功能区纳污能力和污染物入河控制方案》《广西壮族自治区水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案》, 按照 2020 年和 2030 年纳污能力情况并采用内插法计算, 2025 年 COD_{cr} 规划纳污能力为 5726.05/a、氨氮为 163.04t/a。

2.3 水功能区限制排放总量计算

平朗镇污水处理厂的处理水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准后排至杏花江最终汇入郁江。根据南宁市水功能区纳污能力和污染物入河控制方案的 2020 年、2030 年限排总量情况见表 2.3-1。

表 2.3-1 “郁江横县峦城-飞龙过渡区”纳污限制总量情况表

限排总量 (t/a)	2020 年	2030 年
COD	145.77	134.91
氨氮	12.55	11.60

根据南宁市水功能区纳污能力和污染物入河控制方案中 2020 年、2030 年限排总量情况, 采取内插值法计算得 2025 年 COD_{cr} 限排总量为 140.3t/a; 2025 年氨氮限排总量为 12.07t/a。

2.4 水功能区水质和水生态影响分析

2.4.1 预测因子的选择

按以下公式来筛选主要预测因子:

$$ISE = \frac{C_{pi} Q_{pi}}{(C_{si} - C_{hi}) Q_{hi}}$$

式中: ISE 为水质参数; C_{pi} 为水污染物 C_0 的排放浓度, mg/L; Q_{pi} 为含水污染物 i 的废水排放量, m³/s; C_{si} 为水质参数 i 的地表水水质标准, mg/L; C_{hi} 为河流上游水质参数 i 的浓度, mg/L; Q_{hi} 为河流上游来流的流量, m³/s。

根据对郁江支流与郁江交汇口上游 500m、下游 500m 处进行监测的水质分析结果, 结合工程的排污特征相关经验, 以 COD_{cr} 和氨氮作为环境总量控制指标, 因此选择 NH₃-N 和 COD_{cr} 为主要预测因子。

2.4.2 预测影响程度的方法

污水排入河流后的混合过程, 自排污口向下分为三个阶段: ①垂向混合阶段: 自污水出口到污染物的浓度分布在整个水深大体上均匀为止; ②横向混合阶段: 从污染物垂向稀释混合到其浓度在全断面基本均匀; ③纵向混合阶段: 横向混合后, 各断面的平均浓度不一致, 在分散作用下, 将使其沿程逐渐降低, 最后延伸到不可检测到的地方。根据《水域纳污能力计算规程》(GB/T25173-2010),

杏花江 1000m 河段采用一维稳态水质模型方程如下:

$$C_x = C_0 \exp\left(-k \frac{x}{u}\right)$$

式中: C_x 为流经距离 x 后的污染物浓度, mg/L; C_0 为初始断面污染物浓度, mg/L; x 为沿河段的纵向距离, m; u 为设计流量下河道断面的平均流速, m/s; K 为污染物综合衰减系数, 1/s。

对于大型河流, 根据《环境影响评价技术导则 地面水环境》(HJ/T2.3-93) 的技术要求, COD、氨氮预测模型选用二维稳态混合衰减累积流量模式, 因此杏花江汇入郁江后, 郁江段采用二维混合衰减累积流量模型, 方程如下:

$$c(x, y) = \exp\left(-K_1 \frac{x}{86400u}\right) \left\{ c_b + \frac{c_p Q_p}{H \sqrt{\pi M_y x u}} \left[\exp\left(-\frac{uy^2}{4M_y x}\right) + \exp\left(-\frac{u(2B-y)^2}{4M_y x}\right) \right] \right\}$$

式中: x 为预测点离排放点的距离, m; y 为预测点离排放口的横向距离 (不是离岸距离), m; K_1 为河流中污染物降解系数, 1/d;

表 2.4-1 COD_{Cr}对杏花江及郁江水质影响范围汇总表

污水厂排放	与排污口的距离 (m)	COD _{Cr} 浓度 (mg/L)	水质类型	备注
正常排污	0	16.09	III	满足目标水质
	90	16.00	III	回到支流本底浓度
事故排污	0	16.59	III	满足目标水质
	600	16.00	III	回到支流本底浓度

排污口设置后, 污水处理厂在正常排污时, 在设置入河排污口处 COD_{Cr} 的浓度为 16.09mg/L, 为 III 类水, 达到目标水质。在设置排污口下游 90m 附近, COD_{Cr} 浓度为 16.00mg/L, 已回到本底浓度。由此表明在排污口下游 90m 内的杏花江论证范围内该指标满足 III 类水质标准要求, 且在 90m 回到本底浓度, 不会对郁江产生影响。

污水处理厂在事故排放时, 在设置入河排污口处 COD_{Cr} 的浓度为 16.59mg/L, 为 III 类水, 超出目标水质要求。在设置排污口下游

C 为预测点 (x, y) 处污染物的浓度, mg/L; C_p 为污水中污染物的浓度, mg/L; Q_p 为污水流量, m³/s; C_b 为河流上游污染物的浓度 (本底浓度), mg/L, H 为河流平均水深, m; M_y 为河流横向混合 (弥散) 系数, m²/s; u 为河流流速, m/s; B 为河流平均宽度, m;

2.4.3 污染物衰减系数

在本次评价计算过程中, 引用《广西壮族自治区环境保护局水环境容量核定技术报告》的研究成果, COD_{Cr} 的污染物综合衰减系数 K 定为 0.2(1/d), 氨氮的污染物综合衰减系数 K 定为 0.15(1/d)。对于初始浓度 C_0 , 其竖向和横向的混合距离忽略不计, 其值由水质完全混合模型确定。

2.4.4 影响预测结果分析

污水处理厂在正常和事故排污时, 污水中的 COD_{Cr} 对杏花江水质的影响范围汇总见表 2.4-1。

600m, COD_{Cr} 浓度为 16.00mg/L, 为 III 类水, 回到本底浓度。由此表明在排污口下游 600m 内的杏花江论证范围内该指标满足 III 类水质标准要求, 且在 600m 回到本底浓度, 不会对郁江郁江产生影响。

2.4.5 氨氮排放对水功能区水质影响分析

污水处理厂在正常和事故排污时, 将污水中的氨氮对水功能区水质的影响范围汇总见表 2.4-2。

表 2.4-2 氨氮对郁江支流及郁江水质影响范围汇总表

污水厂排放	与排污口的距离 (m)	氨氮浓度 (mg/L)	水质类型	备注
正常排污	0	0.088	III	满足目标水质
	1000	0.072	III	回到本底浓度
事故排污	0	0.206	III	满足目标水质
	1000	0.197	III	满足目标水质
	1700	0.081	III	回到本底浓度

排污口设置后, 污水处理厂正常排污时, 在设置入河排污口处 NH₃-N 的浓度为 0.088mg/L, 为 III 类水质, 满足所在水功能区的目标水质; 在设置排污口下游 1000m 处, 即杏花江汇入到郁江的断面, NH₃-N 浓度为 0.072mg/L, 水质为 III 类水质回到杏花江本底浓度 0.072mg/L, 但已比郁江郁江的本底浓度低, 对郁江郁江水质没有影响。由此表明在排污口下游 1000m 内的郁江支流论证范围内该指标满足 III 类水质标准要求, 且对郁江郁江没有影响。

污水处理厂在事故排污时, 在设置入河排污口处 NH₃-N 的浓度为 0.206mg/L, 为 III 类水, 满足所在水功能区的目标水质; 在设置入河排污口下游 1000m 处, 即杏花江汇入到郁江的断面, NH₃-N 的浓度为 0.197mg/L, 为 III 类水, 满足所在水功能区的目标水质; 汇入郁江后, 在设置入河排污口下游 1700m 处, NH₃-N 的浓度为 0.081mg/L, 为 III 类水, 满足所在水功能区的目标水质, 并且回到了郁江的本底浓度; 由此表明在污水处理厂事故排放时, 排污口下游将有 1700m 河段受到影响, 因此, 在污水处理厂运行中应采取预防措施尽量避免事故排放。

3 结论

污水处理厂项目评价区域内主要地表河流为杏花江和郁江, 其中杏花江为郁江支流, 根据《南宁市水功能区划》, 杏花江没有划定水功能区。汇入郁江后为“郁江横县峦城-飞龙过渡区”, 论证河段水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准。由预测结果分析, 正常排放时 COD 对评价河段的预测值最高为 16.09mg/L,

小于《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准值 (20mg/L); NH₃-N 的预测值最高为 0.088mg/L, 小于《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准值 (1.0mg/L)。本项目设置排污口在正常排污下, 在排污口下游郁江支流河段尾水均能达到 III 类水质标准, 符合水功能区管理目标 III 类水质要求。另外, 从河段河势、河床的稳定以及项目尾水排放对河流生态、第三者权益的影响等诸方面因素来看, 影响也较小。可见, 设置入河排污口设置基本合理。

参考文献:

- [1] 韩少强, 马楠, 张昊, 等. 入河排污口管理思考与研究 [C]. 中国环境科学学会 2021 年科学技术年会论文集, 2021: 38-41.
 - [2] 乔飞, 方源, 邓义祥, 等. 加强入河排污口精细化管理的思考和建言 [J]. 环境保护, 2021, 49 (24): 9-11.
 - [3] 李伟, 王成鹏, 徐从海. 建设项目入河排污口设置论证分析 [J]. 环境生态学, 2021, 3 (7): 24-30.
 - [4] 解汉书, 秦丽. 农村地区污水处理厂入河排污口设置论证实例 [J]. 水利发展研究, 2019, 19 (5): 41-47
- 基金资助: 2021 年度广西高校中青年骨干教师科研基础能力提升项目 (2021KY1139); 2022 年度广西高校中青年骨干教师科研基础能力提升项目 (2022KY1132); 2023 年度广西高校中青年骨干教师科研基础能力提升项目 (2023KY 1153)
- 作者简介: 覃家飞 (1988—), 男 (壮族), 广西北海人, 广西交通职业技术学院讲师;