

普洱大河宁洱县城区段入河排污口排污量优化管理探究

卢海¹ 范文学²

1 云南省水文水资源局 西双版纳分局, 云南景洪, 666100;

2 勐海德瑞水土保持工程咨询有限公司, 云南景洪, 666100;

摘要: 普洱大河由于上游水库拦蓄引水灌溉, 造成河道水量减少和稀释自净能力退减, 再加上城市综合排污口直接排放污废水及面源污染等多重因素叠加, 导致水污染呈加重趋势。宁洱县城区作为典型沿河城市, 其入河排污口设置具有其特殊性和代表性, 开展宁洱县普洱大河城区段入河排污口排污量优化研究, 以水功能区总体水质达标为目标, 提出排污量的削减方案并进行可行性分析研究, 对普洱大河水功能区达标、排污口科学管理具有重要的理论意义和实践意义。

关键词: 入河排污口; 水功能区; 优化研究; 普洱大河; 二维水动力水质模型

DOI: 10.64216/3080-1508.26.03.088

1 自然地理

宁洱哈尼族彝族自治县位于云南省南部, 是普洱市下属的一个县, 原名普洱哈尼族彝族自治县, 2007年4月8日, 更名为宁洱哈尼族彝族自治县, 县政府驻宁洱镇, 辖区总面积3670km², 这里拥有深厚的普洱茶文化底蕴, 是世界茶源、普洱茶都、茶马古道的源头。

2 水资源状况及其开发利用分析

宁洱县以中山河谷地貌为主, 南北纵横着把边江、小黑江和普洱大河三大江河。普洱大河属澜沧江二级支流, 发源于宁洱县宁洱镇芹菜塘, 集水面积1894km²。流域内支流主要有株栗河、思茅河、南帮河、骂木河等。源头上游段称东洱河, 向西南流经宁洱县城, 与由南向北的思茅河汇合后称为普洱大河, 在思茅区云仙乡南宋村汇入小黑江。普洱大河流经普洱市的宁洱县、思茅区。干流在宁洱县境内河长44.0km, 思茅区境内的河长47.8km。源头段有荆竹林和东洱河水库水质监测站, 县城段有太达水质监测站, 保留区河段有曼海县(区)界水质监测站。

普洱大河范围内水资源总量为17250万m³, 人均占有量为0.5万m³。虽然水资源丰富, 但年内分配不均, 枯季农业灌溉用水量约占用水量的40%以上, 但此期间河川径流量小, 特别是5月份, 灌溉用水量约占年用水量15%以上, 而此间年径流量为0.5—3%, 天然来水与农作物的需水过程不相适应, 来、需水矛盾极为突出, 形成需要时无来水, 不需要时水成灾的局面, 属工程性水资源短缺类型。

普洱大河流域内建有中型水库东洱河水库1座, 小(一)型水库2座分别为西洱河、西洱河水库, 小(二)型水库7座, 塘坝29座, 总库容2292万m³, 宁洱镇

农田灌溉、旱作物用水主要由水库供给, 其灌区主要涉及宁洱镇的13个村。

3 入河排污口规划管理存在的主要问题

一是入河排污口没有得到科学有效管理, 水生态环境恶化趋势没有得到有效控制。由于宁洱县城区段西洱河片区的生活污水未得到截留处理而直接排入普洱大河, 加上上游东洱河、西洱河水库引水灌溉, 导致普洱大河下泄的水量明显减少, 致使河流稀释自净能力减弱, 在这双重因素叠加影响下, 导致水体自净能力降低, 水污染日益加剧。

二是宁洱县农村经济正处于快速发展时期, 农业面源污染问题相对突出。随着农业投入品(农药、化肥)的增加和不合理施用, 和农村生活污水与固体废弃物未得到全面、有效的收集、处理、以及对畜禽养殖粪便无害化处理能力较弱等多重因素叠加, 农业面源污染影响持续扩大。

三是对农村水利缺少资金投入, 节水灌溉工程控制面积小, 农田灌溉面积不断扩大导致农业尾水持续增加。由于农业尾水排放口分散且量大, 加上不易收集处理的实际, 直接排入河道后进一步加大了受纳水体的污染程度。

4 普洱大河水功能区划及水域纳污能力核定

4.1 普洱大河水功能区划

根据《云南省水功能区划》, 普洱大河涉及水功能一级区划有普洱大河宁洱源头水保护区, 普洱大河宁洱开发利用区和普洱大河宁洱-思茅保留区。其中普洱大河宁洱源头水保护区起点为大河源头, 终点为东洱河水库库区起始, 现状水质为II类, 水质管理目标为II类;

普洱大河宁洱开发利用区起点为东洱河水库库区起始，终点为箐门口电站；普洱大河宁洱-思茅保留区起点为箐门口电站，终点为入威远江口，现状水质为Ⅲ类，水质管理目标为Ⅲ类。

二级水功能区的普洱大河宁洱农业、工业用水区，范围为东洱河水库库区起始至箐门口电站，长度 19.5km，现状水质为Ⅳ类，水质管理目标为Ⅲ类。普洱大河二级水功能区划见表 1。

表 1 普洱大河水功能区划（二级）

一级功能区名称	二级功能区名称	水系	河流	河段	范围			现状水质	水质管理目标	区划依据
					起始断面	终止断面	长度(km)			
普洱大河宁洱开发利用区	普洱大河宁洱农业、工业用水区	澜沧江	普洱大河	宁洱县城区	东洱河水库库区起始	箐门口电站	19.5	Ⅳ	Ⅲ	农业、工业集中取水地

4.2 水域纳污能力核定

根据《云南省水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案》（云南省水利厅 2015 年），查阅得知普洱大河宁洱开发利用区即普洱大河宁洱农业、工业用水区纳污能力 COD 294.5t/a，NH₃-N24.6/a。

5 排污口现状调查与评价

5.1 排污口信息统计

随着经济发展和人口增长，普洱大河宁洱县城河段农灌、居民和市政综合等多类型交错的排污口沿河分布，包括很多农业灌溉尾水通过支流口直排普洱大河。近年来，通过新建城市污水处理厂，部分生活污水通过管道截留得到有效处理，县城零散的排污口数量虽呈减少趋势，但县城西洱河片区的生活污水仍未得到截留处理，许多零散排污口污水直接排入西洱河而后进入普洱大

河。普洱大河宁洱县城河段的排污口主要集中于普洱大河宁洱农业、工业用水区，共存在 5 个排污口，其基本信息见表 2。

温泉河、金鸡河、无名河支流口均是农业灌溉尾水排放口，排放的主要是氮、磷等污染物。

西洱河排污口：西洱河水库位于宁洱县县城西 3km 处的西洱河上，控制径流面积 11.75km²，总库容 228 万 m³，设计灌溉面积 4120 亩，实际灌溉面积 2500 亩。西洱河与东洱河环绕宁洱县城，汇合后称普洱大河。宁洱县城西片区的生活污水分散直接排入西洱河，该排污口是一个生活污水和农业灌溉尾水混合性质的排污口。

宁洱县污水处理厂排污口由宁洱县住房和城乡建设局设置，该厂已于 2015 年 1 月投入运行，年废水排放量 165 万 m³，该排污口下游约 200m 就是太达水质监测断面。

表 2 普洱大河宁洱农业、工业用水区排污口信息统计

编号	排污口名称	污水排放量 (万 t/a)	COD 浓度 mg/L	COD 排放量 (t/a)	氨氮浓度 mg/L	氨氮排放量 t/a	性质
1	温泉河支流口	2022	6.8	137.5	0.445	8.998	农业灌溉尾水
2	金鸡河支流口	1042	12.1	126.1	0.831	8.659	农业灌溉尾水
3	西洱河排污口	700	16.2	113.4	3.54	24.78	市政、农业尾水
4	宁洱县污水处理厂	164.2	34.9	57.31	5.52	9.064	市政污水
5	无名河支流口	314	2.4	7.536	0.073	0.2292	农业灌溉尾水
	合计	4242.2		441.82		51.73	

5.2 污染负荷情况分析

5.2.1 污染负荷总体情况

由上述排污口资料统计，可以得出 5 个排污口年污水入河量为 4242.2 万 t，COD 入河量为 441.82t/a，NH₃-N 入河量为 51.73t/a，COD、NH₃-N 负荷量较大的有金鸡河、温泉河、西洱河支流口和污水处理厂 4 个。

5.2.2 污染负荷现状评价

污染负荷现状评价是通过定量计算，确定普洱大河宁洱农业、工业用水区的主要排污口。本设计采用“等

标污染负荷法”，用污染物的绝对排放量与排放标准进行比较，评价参数为 COD 和 NH₃-N 两项指标，5 个排污口等标污染负荷计算结果见表 3。

表 3 等标污染负荷较大排污口负荷情况

编号	排污口名称	等标污染负荷比 (%)
1	温泉河入口	31.12
2	金鸡河入口	28.54
3	西洱河入口	25.67
4	宁洱县污水处理厂	12.97
5	无名河入口	1.71
	合计	100

5.3 水质现状评价

普洱大河宁洱农业、工业用水区内设有两个常规水质监测断面，分别为起始断面荆竹林站和终止断面太达站。本次研究收集到云南省水文水资源局普洱分局水环境监测分中心对上述两断面的 2015~2021 年水质监测数据，荆竹林断面、太达断面年度总体水质类别均分别为II-III类和IV-劣V类。

6 排污口排污量优化研究

6.1 排污口布设分区

通过对已建排污口的位置选择及排污情况进行分析论证，有助于从根本上控制入河污染源。根据入河排污口分区布设原则，分为禁设排污区、限制排污区（一般限制排污区和严格限制排污区）和允许排污区 3 类 4

种分区：

6.2 排污口排污量优化研究

6.2.1 排污口排污量优化方法

(1) 优化指标选取

在现状调查中可知造成普洱大河宁洱农业、工业用水区不达标的主要污染源是县城生活污水和农业面源污染，主要污染物是 COD 和氨氮。在排污口对水质影响的模拟研究中，由计算结果显示，特别是西洱河县城排污口氨氮对河段水质影响较大，而 COD 产生的污染带范围均很小，高锰酸盐指数年平均值是达标的，从 2015-2021 年太达水质断面监测结果也得到验证，因而本优化模拟研究中仅对排放量氨氮指标进行模拟优化，结果见表 4。

表 4 普洱大河宁洱农业、工业用水区纳污能力计算表(氨氮)

排污口名称	$C_{上}$	$C_{下}$	k	l	u	Q	$C_{下}-C_{上} \exp(-kl/u)$	纳污能力	纳污能力	实际排放量	削减量	消减比例	
	mg/l	mg/l	1/d	km	m/s	m ³ /s	mg/l	kg/d	t/a	t/a	t/a	(%)	
西洱河人口	0.201	0.440	0.2	14.8	0.10	0.46	0.297304596	14.02	5.119	24.78	19.66	79.3	
金鸡河人口	0.440	0.741	0.2	1.5	0.10	0.96	0.316015582	26.67	9.735	8.659	-1.07	/	
温泉河人口	0.741	0.975	0.2	2	0.10	1.9	0.26752356	44.94	16.40	8.998	-7.41	/	
污水处理厂										9.064	/	/	
太达	0.975	1.000	0.2	1.2	0.10	1.95	0.051710635	8.84	3.228	1.489	-1.74	/	
合计										34.49	43.92	19.66	79.3

(2) 排污口排污量优化方案

由于普洱大河宁洱农业、工业用水区的西洱河县城排污口、金鸡河、温泉河等支流口，以及县城污水处理厂 5 个排污口的位置是相对固定，不可能改变其位置。排污口排污量的规划就是以实际现状情况排污口位置为基础，以水功能区现有排污量总量和纳污能力为限制条件，以水功能区太达控制断面水质管理目标III类为优化目标，确定排污口排污量的最佳组合方案。

7 入河排污口设置优化研究结论

(1) 根据水功能区划，将入河排污口布设划分为禁止排污区、限制排污区、允许排污区，普洱大河宁洱源头水保护区为禁设排污区；由于普洱大河宁洱农业、工业用水区内 COD、氨氮污染负荷现状量大于水功能区纳污能力，根据《水功能区管理办法》，从最严格的水资源管理制度出发，将该功能区划为严格限制排污区；可以将普洱大河宁洱-思茅保留区设为允许排污区，建议今后宁洱县新建的污水处理厂排污口设置在该区更

为合适。

(2) 针对现状存在的 5 个排污口（包括支流口），采用二维水动力学及水质模型数值解方法进行污染带影响范围预测计算，以水功能区现有排污量总量和纳污能力为限制条件，以水功能区太达控制断面水质管理目标III类为优化目标，通过纳污能力模拟计算，西洱河排污口氨氮需削减 19.66t/a。通过采取人工湿地公园建设和西洱河片区污水截留、处理等工程措施，达到削减的目标是可行的，水功能区总体水质达标。

参考文献

[1]王孟,叶闽,杨芳.对长江流域入河排污口设置论证的思考[J].人民长江.2011(02).
 [2]万珊珊,郝莹.PBIL 进化算法求解排污口布局优化问题的研究[J].计算机工程与应用.2009(15).
 [3]沈万斌,董德明,宿华等.嫩江齐齐哈尔市江段水环境优化管理方案[J].吉林大学学报(地球科学版).2003(04).