全流域全要素治理模式下南宁市心圩江水环境综合治理案例分析

文__吴　智（南宁市住房和城乡建设局，副局长；南宁市地下管网和水务中心，主任）
卢　挺（南宁市地下管网和水务中心，工程师）
梁银春（广西南宁北投心圩江环境治理有限公司，运营管理部副部长，工程师，硕士）
韦　辉（广西南宁北投心圩江环境治理有限公司，总工程师、办公室副主任，工程师）

一、南宁市基本情况

南宁市，背靠大西南，面向北部湾，是多民族聚居的广西壮族自治区首府兼政治经济、文化教育、科技金融中心，也是中国与东盟开放合作的前沿和窗口。南宁市总面积 2.21 万平方千米，辖兴宁区、江南区、青秀区、西乡塘区、邕宁区、良庆区、武鸣区 7 个城区和横州市、宾阳县、上林县、马山县、隆安县 5 个（市）县，建有南宁高新技术产业开发区、南宁经济技术开发区、广西—东盟经济技术开发区 3 个国家级开发区。

南宁市地处北回归线南侧，广西中部偏南，平均海拔 76.50 米，年均气温 21.8℃、年均降雨量 1286 毫米，属于典型的亚热带季风气候，降水充沛。南宁市内分布着 18 条内河，分别为朝阳溪、二坑溪、竹排江、那平江、四塘江、心圩江、可利江、西明江、石埠河、石灵河、大岸冲、马巢河、凤凰江、亭子冲、水塘江、良庆河、楞塘冲、八尺江。

二、心圩江流域基本概况

心圩江是南宁市 18 条汇入邕江内河中的第二大内河，主河道起点为老虎岭水库溢洪道，终点为江北大道邕江出水口，主河道长约 17.93 千米，流域汇水面积达到 132 平方千米，汇入支流多达 12 条，流经兴宁区、西乡塘区、高新区。根据心圩江沿线两岸土地开发的程度将心圩江河段形成的城市剖面依次分为郊野乡村、城乡混合区、快速城市化区、基本建成区。老虎岭水库和峙村水库及其各自上游为饮用水源地和水源涵养区，属于生态保护区。老虎岭水库坝首至安吉大道河段，两侧为农田、养殖水塘和村庄，以自然河道为主，开发程度较低。安吉大道至心圩江公园河段流经人口密集的城区，两侧以城中村居民住宅区和小企业厂房为主，岸线两侧或者周边区域大部分为建设用地，开发利用程度高。干流下游为心圩江公园（现明月湖公园），该河段的水域和两岸陆域综合整治已完成，现为城市景观休闲绿地。

随着城市建设的发展，心圩江流域开发强度不断加大，城市排水基础设施建设相对滞后，大量污水直排河道，河道水体环境质量日益恶化，心圩江也成了名副其实的“纳污沟”（见图 1）。截至 2015 年，心圩江水质为劣五类，属重度污染，影响水质的主要污染指标为氨氮、总磷、化学需氧量、五日生化需氧量和阴离子表面活性剂。

图 1 整治前的心圩江明月湖段

三、存在问题

（一）水安全——行洪排涝的问题

2017 年 9 月心圩江水环境综合治理项目实施前，部分河道狭窄，河道宽度最窄处仅为 6 米，过水能力达不到 10 年一遇的防洪要求，容易发生洪涝灾害。

（二）水环境——水体黑臭的问题

河道途经乡野郊区、城乡混合区及大唐村、屯里村、屯渌村、里坡村等城中村；流域内污水管网系统不完善，大部分污水未经处理就近排入河道；且区域内无污水处理厂，污水处理能力不足，雨季污水容易溢流入河，污染水体。

心圩江穿过的城中村周边环境较差，原有的桥梁已无法满足周边居民的出行需求。如心圩江沿岸的安圩路上有一座旧桥，桥梁跨径为装配式 T 梁，桥宽 5.70 米。旧桥建设年代久远，设计荷载低，桥梁宽度小，2 辆车无法同时通行，繁忙时成为交通拥堵路段，给附近城中村居民日常出行带来不便。

（三）水生态——水体自净能力不足的问题

沿河两岸施工建设不规范导致原生植被被破坏、岸坡黄土裸露、水土流失严重；随着邕江水位的提升，导致心圩江的水位顶托，使水体流动性变差，影响水生态环境。

四、工程治理措施

（一）项目建设模式和内容

心圩江环境综合整治工程采用 PPP（政府和社会资本合作）模式建设，项目总投资 30.71 亿元，建设内容包括河道整治工程、水质净化厂工程、信息化管控工程、黄泥沟综合治理工程、明月湖水质提升工程等项目。于 2017 年 9 月开始建设，2021 年 1 月进入商业运营，运营期 20 年。

（二）项目治理思路和方法

项目按照“控源截污、内源治理、生态修复、活水保质、长制久清”总体“治水”思路，采用全流域、全要素治理方法统筹岸上岸下、上游下游开展流域水环境综合治理，推动黑臭水体治理终端见效。

心圩江流域整治工程措施主要包括：完成地下管网约 59.10 千米，其中心圩江上游截污管约 21 千米、黄泥沟截污管 6.30 千米、西津渠截污管 1.40 千米；市政道路污水管 3.20 千米、补水管道 4.90 千米、明月湖雨水管道 7 千米、污水管道 2.10 千米、尾水管 0.90 千米、给水管 12.30 千米。同时，完成管网错混接改造 186 处、水质净化厂建设 2 座，总规模 9 万吨 / 天，完成两岸河道及公园景观绿化 259.31 万平方米。

1. 控源截污

统筹推进污水处理设施建设，提升污水收集处理效能。一是在心圩江流域内分片区建设心圩江上游污水处理厂（现北投安吉水质净化厂）和下游污水处理厂（现北投中盟水质净化厂），将流域内污水处理设施日均能力提升至 9 万吨，以满足近远期污水处理需求；并在上游污水处理厂规划预留 3 万吨 / 天的拓展空间，为心圩江上游片区未来发展提供弹性保障。二是沿心圩江主河道排水量大、水质较差的支流新建截污管和雨水管，完成沿河截污管建设 28.70 千米，将污水收集至污水处理厂处理，避免了污水和初雨直排河道。三是合理利用市政污水管网、泵站与沿河截污管形成污水输送系统。四是修复现状市政污水管网 10.30 千米，同步完成 186 个错混接点改造。

在建设心圩江污水处理厂过程中，利用 BIM（建筑信息）模型可视化的优势，对各类管线进行碰撞检测，使施工人员直观了解施工对象和施工条件，及早解决原设计管道管线相互碰撞、干涉的问题，有的放矢制订施工组织方案，有效加快建设进度，为设备安装节省工期近 30 天。同时采用“运维 + 监控”双管理模式，实现污水处理流程自动化、设备运行状态数字化、运营管理无人化的状态，为降低污水处理厂运营成本打下坚实基础。

2. 内源治理

一是及时开展内源污染治理及底泥清淤，河底为硬质护底和部分生态护底；二是清淤高度分别控制在硬质护底和原状土高程，并按要求对底泥进行安全处置，消除内源释放带来的水质污染。

3. 生态修复

针对心圩江外源污染负荷重、水深浅不一、两岸居民区较多、水动力不足等特点，心圩江水体生态修复要因地制宜、有机结合生态修复措施，如湿地建设、水生植物生态系统建设等。充分利用水生植物和微生物培育生物多样性，使水质进一步净化，有效去除氨氮等污染物。

为进一步改善心圩江河道水质，结合景观需要，项目联合当地高校，对红树林人工生态湿地修复进行研究，在项目用地范围内开辟约 2000 平方米的淡水红树林种植示范基地。自 2019 年 6 月开始种植，淡水红树林成活率为 95%，试验表明淡水红树林不会对生态环境产生不利影响，且可以吸收水中多余的营养成分，使水质变好，并能促进鱼虾繁殖，吸引更多的鸟类前来栖息，起到改善环境、净化水质、增加植被多样性的作用。淡水红树林人工生态湿地修复进一步开拓了内河流域新思路。

4. 活水保质

心圩江河道上游建有龙门、峙村、老虎岭等小型水库，年均径流量为 5791 万立方米，为 1.84 立方米 / 秒，每年 11 月至 4 月为枯水期，月平均流量为 0.48 立方米 / 秒～ 1.12 立方米 / 秒。峙村河水库和老虎岭水库平均来水量分别为 1024 万立方米和 1035 万立方米。由于封闭了 2 座水库泄水闸，拦水用于城市供水，截流了原平均向心圩江补水 0.65 立方米 / 秒的流量，只有在雨季满库时溢流下泄补给河道。

心圩江上游污水处理厂（现北投安吉水质净化厂）、下游污水处理厂（现北投中盟水质净化厂）建成投产后，利用水质净化厂尾水对心圩江河道进行补水，补水量约 9 万立方米 / 天。

利用已建江北引水干渠和在建的补水加压泵站对心圩江进行补水，预计近期向心圩江补水 1.27 立方米 / 秒，远期向心圩江补水 2 立方米 / 秒。

5. 长制久清

（1）在线监测和手工检测掌握水质变化。为实时掌握水质情况，及时采取有效措施保障水质安全。在 7 个监测断面各设置有 1 座水质在线监测站，每日检测河道水质氨氮、总磷、总氮、化学需氧量、溶解氧等多项水质指标，每日对心圩江河道 7 处监控断面进行水质检测。通过检测发现和定位水质问题出现的位置、超标指标，可第一时间采取措施保障水质和开展水质问题溯源工作。

建立化验室检测质量控制体系，保障手工检测所得数据符合《水质　氨氮的测定　纳氏试剂分光光度法》（HJ 535—2009）、《水质　化学需氧量的测定　重铬酸盐法》（HJ 828—2017）等水质指标的国家检测标准要求，真实准确地反映样品水质情况。手工检测数据同时与在线监测站的数据进行比对，反映在线监测站数据的准确性并及时校准。信息化维护队伍按照《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915—2017）要求，定期检查站点运行情况、维护检修站点设施设备，补充试剂耗材，保持管路畅通无污染；定期校准检验设备，保证在线监测站运行正常，数据及时准确地传输至工控中心。

保洁、景观绿化、设施设备和安保四队伍联动，在发现水质出现问题后派遣人员到目标地点开展现场污染情况排查，尽快锁定问题根源所在；向水质保障小组汇报请示后，配合相关单位快速解决水质问题，减少因水质恶化对河床生态环境造成的不良影响。

（2）调控水质净化厂出水水质。目前心圩江两座水质净化厂执行的出水标准为《城镇污水处理厂污染物排

放标准》（GB 18918—2002）中的一级 A 标准，多项水质指标限值高于河道水质限值，水质净化厂出水存在污染河道水质的可能。通过工艺调整措施（如调控乙酸钠、聚合氯化铝等药剂的投放量，精准调控曝气量，合理调控污泥排放量等）降低出水水质数值，减少水质净化厂出水对河道水质的影响。

（3）生态补水。按照《南宁市心圩江环境综合整治工程 PPP（政府和社会资本合作）项目—技术方案文件—运营方案分册》指南，心圩江河道监控断面 1、2、3、5、6 流量低于同点位、同水文期多年平均径流量的 60% 时需进行生态补水保障生态基流量，利用“邕江—心圩江—邕江”形成单向水流通道，引邕江水补心圩江，加强水动力交换，保障心圩江水体水质。

（4）维护河道水生态稳定。一线运维队伍在日常工作中注意观察沿岸设施设备、管网泵站运行情况，以及有无偷排漏排现象，确保心圩江两岸未经处理的污水不进入河道；聘请专业清淤疏浚队伍，清除河道底部受污染的底泥，减少内源污染；控制陆域、水域的动物种类、数量（尤其是鱼）和植物的种类、长势，根据现场情况采取控鱼和换补种措施，防止因为鱼的数量过多搅动底泥导致植物死亡腐败污染水质。

（5）突发环境污染事件应急处理。通过手工检测、在线监测和一线运维队伍的巡查报告，在发现环境污染事件发生后第一时间向水质保障小组汇报现场情况，水质保障小组根据现场情况采取不同的应急处理方法，先防止污染扩散，并向南宁市生态环境局等上级有关管理部门报告，根据指示采取措施处置现场，减少突发污染事件造成的污染。

五、非工程治理措施

（一）专业队伍保障

一是南宁市委、市政府高度重视，成立了市级层面的领导小组和指挥部。二是通过聘请第三方全过程技术咨询机构，提高心圩江水环境综合治理决策管理水平。三是心圩江环境综合整治工程的参建各方，选派精兵强将组成治水“铁军”，通过党建结对共建模式，积极开展“书记领航担使命”“工地党旗红”“党员突击队”等项目攻坚活动，提高心圩江水环境治理能力。

（二）河道运维保障

加强设施运维工作，提供优质高效服务。心圩江流域自 2021 年 1 月 1 日进入运营期以来，项目公司按照标准化体系建设，构筑水质净化厂、排口、泵站、管网、景观运营维护防线，建立“厂网河湖岸”一体化运营管理模式；建立一支兼顾水厂、河道、项目公司全线设备设施维修、抢修为一体的专业化机动维修队伍，提高运维效率；推进河道保洁、安保等服务的专业化、标准化建设，维护沿河景观设施，及时清运流域垃圾，消杀河岸红蚁，打捞水面滥生植物，维持沿岸公园舒适面貌。

六、治理成效

（一）河道水质明显提升

项目正式运营至今，心圩江流域治理 PPP（政府和社会资本合作）项目绩效考核全部达标，目前水体指标优于地表四类水标准，部分指标达到二、三类指标。

全流域治理后的河道水体水质不断提升，2021、2022 年心圩江污染物氨氮平均值分别为 0.38 毫克 / 升、0.36 毫克 / 升，污染物 COD（化学需氧量）平均值分别为 16.25 毫克 / 升、12.92 毫克 / 升。

（二）水质净化厂进水BOD（生化需氧量）浓度不断提高

随着心圩江流域综合治理工程的不断推进，流域范围内管网的逐渐完善，错混接点、断头点改造完成，心圩江下游污水处理厂（现北投中盟水质净化厂）的进水 BOD5（5 日生化需氧量）浓度由投产期的 52.08 毫克 / 升提高至 129.00 毫克 / 升（见图 2）。

（三）修复流域水环境，生态逐步恢复

整治后的心圩江流域内中华圆田螺、河蚌、沼虾、中华绒螯蟹、刺鳅、黄鳝、黑斑蛙等 30 余种水生动物明显增加，白鹭、池鹭、夜鹭、黑水鸡、小鸊鹈、红嘴蓝鹊、斑文鸟、麻雀、珠颈斑鸠、红耳鹎、黑领椋鸟、八声杜鹃、鹊鸲、红耳鹎、白鹡鸰、长尾缝叶莺、朱背啄花鸟、暗绿绣眼鸟等 20 种飞禽鸟类明显增加，发现黄喉拟水龟、虎纹蛙等国家二级重点保护野生动物，新增池杉、鱼木、芒果、花旗木、朴树、丛生杨梅、红花玉蕊、木芙蓉、茶梅、花叶良姜、灯芯草、旱伞草、赤苞花、鸳鸯茉莉、紫花马樱丹、蜘蛛兰、翠芦莉、蓝雪花、狼尾草、芦苇、炮仗花、油茶花等 100 余种植物，心圩江流域物种多样性逐步恢复。

（四）保护历史文物，构建和谐社会

心圩江流域上游的铜鼓陂始建于北宋皇祐年间（1049 年—1054 年），是南宁最早的蓄水引水工程，被列为南宁市市级文物保护单位（见图 3）。为了更好地“在保护中开发，在开发中保护”，心圩江项目在铜鼓陂那田文化园设置民俗文化区、农耕体验区、历史文化区三大板块，设有休闲长廊、铜鼓舞台、铜鼓陂遗址、花语菜园、铜鼓谜图、铜鼓长廊、铜鼓陂文化展厅、亲水广场、生态树岛、休憩廊架等设施，让人们感受农耕文明魅力，观赏那田文化，感受别样的乡愁美景。

图 2 心圩江罗赖沟示范段、心圩江下游水质净化厂（半地埋式）

图 3 铜鼓陂

心圩江支流罗赖沟内的敕勒圳桥始建于清朝同治三年（1864 年），被列为南宁市市级文物保护单位。敕勒圳桥为青砖拱桥，长 20 多米，宽 1.50 米，桥基脚为砖石混凝土结构，桥面两边由沙石混凝土搅拌而成。如今仅遗存一个桥拱，桥面也多有损坏。经过清理桥上的杂草杂树，在河道旁种植美人蕉，并设置鱼鳞水池、过河栈道、汀步、红色跑道、文化广场、廊亭等设施，美化提升百年古桥周边的景观，如今的敕勒圳桥成为心圩江环境变迁的见证者。

（五）完善基础配套设施，提升人居环境

通过系统整治，目前心圩江流域黑臭水体已全面消除，河道水质明显改善。结合海绵城市建设，因地制宜建设占地面积 191.67 公顷的明月湖公园（见图 4），将原有的树林和滩涂基本保留，增加了色彩多样的开花植物，形成“一廊一带一环多园”的园林景观特色，形实现“东有南湖、西有明月湖”的生态景观布局。

为落实全民健身国家战略，项目按照公用设施与湿地景观自然融合理念，建成占地面积 28 公顷的北投体育公园，建有 4 个篮球场、5 个五人制足球场、1 个网球场，10 个球场可进行篮球、足球、网球活动。比邻文化广场、花瓣广场，成为群众舞蹈、羽毛球、轮滑、太极、瑜伽等自由运动聚集地；九曲听荷、汀步、栈道、红色沥青混凝土跑道，形成休闲漫步、跑步健身闭环；童心沙池、极限运动场、街心游园是带孩子玩乐运动的好去处，游乐设施免费对外开放，孩子们可尽情玩沙子、玩滑板、荡秋千。

在秀厢大道至科德桥之间的湖段，项目从生态维度和功能维度出发，以改善明月湖水环境为主要目标，利用明月湖疏浚土方堆积成岛，保留湖中芦苇丛，在两岸规划布局人工湿地，创建人与自然和谐共生的岛屿，并在岛上建成南宁市首座岛上球场（见图 5）。

图 4 明月湖公园

图 5 明月湖湖心岛球场

（六）民心工程全民共治，提高群众获得感和幸福感

心圩江流域治理项目建成开放以来，共收到 300 多位群众提出的意见和建议，心圩江项目公司认真梳理群众的意见和建议，完善了 150 多项群众关心的配套设施，让人民群众参与到水环境治理工作当中，成为水环境治理的参与者、监督者和受益者，不断提高人民群众的获得感和幸福感。

七、经验总结

（一）高位统筹推进，建立高效协调工作机制

成立以南宁市委书记、市长为双组长的市水环境综合治理工作领导小组和市长担任指挥长的市水环境综合治理工作指挥部，推进水环境综合治理工作。建立分级协调会议制度，通过水环境综合治理工作领导小组会议、市水环境指挥部指挥长会议、市水环境指挥部工作例会、市水环境指挥部工作组专题会议，协调解决市水环境治理的问题，确保了“大问题不过周、小问题不过夜”。同时，由南宁市委书记担任市第一总河长，市长担任市总河长，市领导分别担任 18 条城市内河市级河长，每条河流设立市、县、乡、村四级河长共 3047 名、湖长 45 名，高效协同解决涉水问题。摸索河湖长制协作机制，加强与检察机关协同配合，推进行政执法与刑事司法有机衔接，深化“河长＋检察长”协作制。探索建立“河长＋警长”协作机制，联合执法机制加强市、县区互动、市河长会议各成员单位联动，建立齐抓共管的督导机制，对涉河涉水重要事件联合开展综合执法或专项行动，严厉打击涉河涉水违法犯罪行为。

（二）全面理清思路，全流域全系统治水

南宁市对水环境综合治理“问题在水里、根源在岸上”有着深刻理解，近年来，逐步调整工作重心，由水里转向岸上，由临时转向永久。针对以往内河整治中存在的“头痛医头，脚痛医脚”问题，心圩江流域治理通

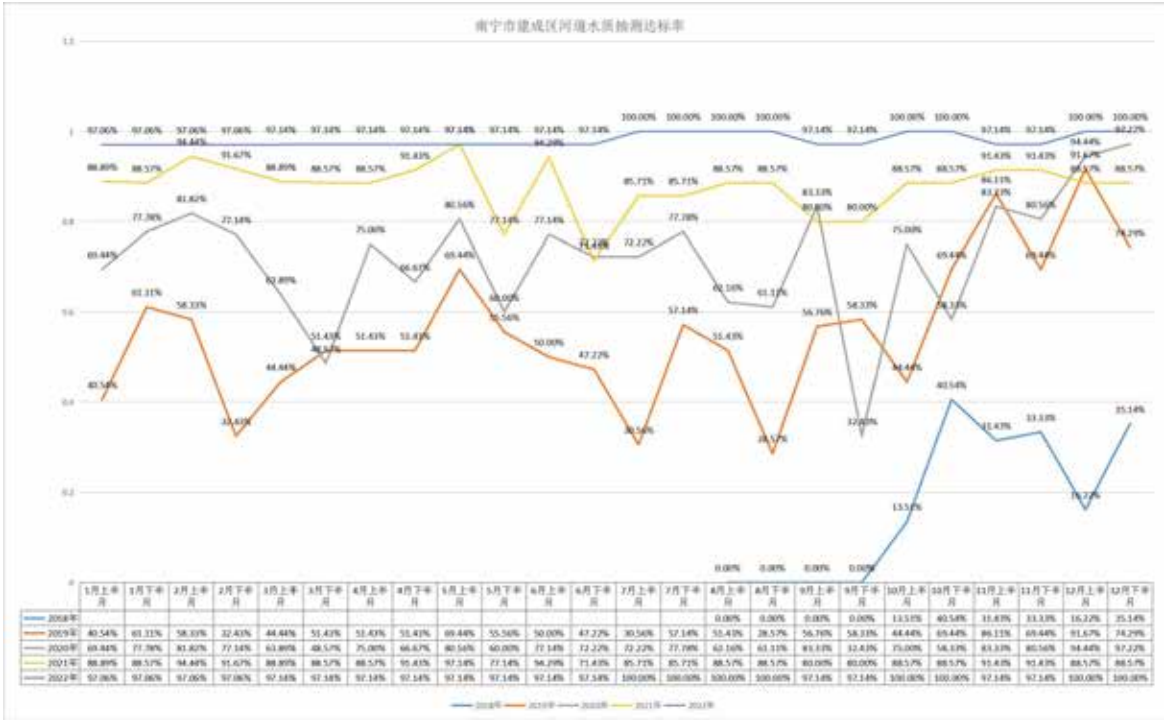

图 6 南宁市建成区河道水质达标率图

过新建截污管 28.70 千米、市政道路污水管 3.20 千米、其他管道 27.10 千米，管网错混接改造 186 处，建立 2 座水质净化厂等措施全流域系统治理“治水”思路进行黑臭水体治理，有效消除了心圩江黑臭问题，河道水质显著改善（见图 6）。

（三）强化长效管理，推进心圩江实现长制久清

一是统一集中管理。将心圩江流域治理工作由原来水利、环保、综合执法、自然资源等多个行业部门的行政管理权限移交至南宁市住房和城乡建设局，新组建市地下管网和水务中心，负责统筹心圩江流域城市内河、内湖水环境建设，以及流域范围内的地下管网管理事务性工作，统筹心圩江流域治理行政管理工作，由“九龙治水”转变为统一集中管理。采用 PPP（政府和社会资本合作）模式，由项目公司负责心圩江流域治理的投融资、建设、运营、维护和管理，实现“多水统管、多污同治、联调联控、统一管理”目标。

二是强化监督管理，实行按效付费机制。将心圩江流域治理工作纳入考评体系，出台考核制度加强对心圩江流域治理成效进行考核，按考核成效付费；实施项目进度“红黑榜”通报制度，通过南宁日报不定期向社会公布，接受人民群众的监督监督，确保实效。

三是建立健全长效机制。通过河湖长制、“12345”市长热线投诉机制、“按效付费”机制、每月两次水环境治理绩效考核制度、每月一次河道水质抽测制度、水质净化厂出水水质环保在线监测制度等多项长效管理机制确保心圩江河道水质稳定达标。

（四）坚持“治水、建城、为民”，践行“绿水青山就是金山银山”理念

坚持“治水、建城、为民”，呈现出一幅幅“水清岸绿 鱼翔浅底”的人与自然和谐共生的画卷，形成“东有南湖，西有明月湖”的生态格局。南宁市像保护自己的眼睛一样保护生态环境，全方位加强水环境治理，持续改善水生态环境，将治水与民生改善、绿色发展、城市安全、民族团结相结合，下好生态文明建设“一盘棋”，让群众共享治水“红利”，践行“绿水青山就是金山银山”理念。