

典型雨源型城市河流生态治理探索与实践

黄蔚^{1*}, 吴属连^{2#}, 侯萌萌¹, 黄静², 刘张凯², 刘博文²

¹深圳市源清环境技术服务有限公司, 广东 深圳

²绿鹏环境科技(深圳)有限公司, 广东 深圳

收稿日期: 2023年12月6日; 录用日期: 2023年12月18日; 发布日期: 2024年2月2日

摘要

深圳市坪山河是典型的雨源型城市河流。由于污染排放长期“量增质劣”，加上雨源型河流水文特征，坪山河长期黑臭缺水、鱼虾绝迹。近年来，深圳市坪山区采用创新型治污新思路，开展坪山河生态治理，实现从劣V类到地表水III类的跨越、河流常年碧波荡漾、水生生物种类大幅提高，为高度集约开发区域雨源型河流治理提供参考案例。

关键词

坪山河, 雨源型河流, 河流生态治理, 生态补水

Exploration and Practice of Typical Rain-Source Urban River Ecological Management

Wei Huang^{1*}, Shulian Wu^{2#}, Mengmeng Hou¹, Jin Huang², Zhangkai Liu², Bowen Liu²

¹Shenzhen Yuanqing Environmental Technical Service Co., LTD., Shenzhen Guangdong

²Lvpeng Environmental Technology (Shenzhen) Co., LTD., Shenzhen Guangdong

Received: Dec. 6th, 2023; accepted: Dec. 18th, 2023; published: Feb. 2nd, 2024

Abstract

Pingshan River in Shenzhen is a typical rain-source urban river. Due to the long-term “quantity increase quality” of pollution discharge, coupled with the hydrological characteristics of rain-source

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 黄蔚, 吴属连, 侯萌萌, 黄静, 刘张凯, 刘博文. 典型雨源型城市河流生态治理探索与实践[J]. 环境保护前沿, 2024, 14(1): 12-16. DOI: 10.12677/aep.2024.141003

rivers, the Pingshan River has long been black, smelly, short of water, and fish and shrimp have disappeared. In recent years, Pingshan District of Shenzhen has adopted innovative new ideas for pollution control to carry out ecological management of Pingshan River, realizing the crossing from inferior Class V to surface water class III, the perennial blue water of the river, and the species of aquatic organisms have been greatly increased, providing a reference case for the rain-source river management in highly intensive development areas.

Keywords

Pingshan River, Rain-Source River, River Ecological Management, Ecological Water Replenishment

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

雨源型城市河流具有水量随季节变化大、生态基流难以保障、局部断流、水体环境容量有限和生态脆弱的特点，易受人类活动影响，致使河流水质下降，生态环境急剧恶化，且治理难度复杂和困难[1]。目前，欧美等国家在治理雨源型河流时，注重河流生态环境需水量，在保障河流水量稳定后，再进行水生生物环境营造，使河流达到稳定、健康状态。而国内雨源型河流治理的研究与应用起步晚，初期采用传统的沿河截污纳管方式，提高了污水收集率，减少了入河污染物，改善了水环境质量。但也产生了许多负面影响，出现枯水期生态基流缺失，破坏河流生态系统稳定性，对流域水生态环境埋下潜在风险[2] [3] [4]。本文以国内一线城市雨源型河流——深圳市坪山河为例，立足于坪山河流域特点和突出问题，凝练水环境、水生态、水资源、水管理、水经济等方面的治理措施，总结治理成效，为高度集约开发区域雨源型河流治理提供参考案例。

2. 坪山河基本情况

坪山河，深圳市五大河之一，为深圳、惠州跨界河流，属东江水系淡水河的一级支流，发源于梅沙尖，干流从西南至东北纵贯坪山区，经淡水河、西枝江汇入东江，河长 14.06 公里，流域面积 129.5 平方公里，多年平均径流深 1100 mm。坪山河水系干流及一级、二级支流共 15 条，河道总长达 103.9 公里，形成了典型的梳状水系。坪山河属雨源型河流，水量随季节变化大，生态基流难以保障，水体环境容量有限[5]。保持坪山河优良水质、维护丰富水生态，对保障东江水源地优质供水资源和粤港澳大湾区水安全有至关重要的意义。

3. 突出问题

改革开放后，作为率先发展地区，特别是随着深圳大工业区的兴建，坪山河流域工业企业遍地开花，产业和人口翻倍增长，污水排放“量增质劣”，河流水质长期劣 V 类甚至黑臭，河流生态功能受到严重破坏。

一是小散乱污企业多监管难度大。城镇化进程中，流域内五金材料、塑胶材料、制造料等高污染行业产业无序发展，规模偏小，工艺落后，且基本无配套处理设施，排放监管难度大。

二是沿河截污治污系统不完善。污水管网、水质净化设施建设滞后，污水收集率不足 70%，处理率

不足。坪山河流域存在 290 多个入河排口，两岸污水管道截流污水、雨污未分流管道的溢流污水以及支流污水均直接进入河道。

三是雨源型河道环境容量小。坪山河是南方典型雨源型河流，汇水面积较小，超 40% 为建成区，致使坪山河雨季汛期水势骤涨，旱季水资源不足、局部断流、环境容量小。

四是河道生态功能退化。坪山河沿线建成区逐渐蔓延成典型产业型城镇，中游约 5 公里河道两岸被过度开发，建筑物挤占河道，挤压必要的滨水生态绿化空间。2015 年干流自然岸线率仅为 33.83%。

五是河道与管网密集交错管理难度大。管网投资建设主体多，管理责任主体之间缺乏衔接，管网未能发挥效益。同时，河道管理方式粗放，信息化、科技化管理欠缺。

4. 实施对策

4.1. 坚持流域统筹、治理创新，实现水质最优

坪山河深入贯彻深圳市“全流域治理、大兵团作战”治水模式，强力推进各项整治工作。一是率先源头入手解决河流污染痛点。从 2008 年起坚持“限 - 引 - 扶”政策不放松，率先启动流域环保限批政策，空前力度实施区域限批、行业禁批、行业限批和企业限批，累计淘汰“三高一低”企业 3000 余家，推进流域内排污企业转型升级。二是高标准补齐治污设施短板。建设水质净化厂及分散设施规模 36 万吨/天，排水管网 3878 余公里，实现流域污水收集率超 85%，污水零直排小区覆盖超 63%。三是突破传统治水理念技术瓶颈。基于院士团队“自然 - 社会”二元水健康循环理论，创新构建“精准截污、分散调蓄、分布处理、就近回用”技术体系，雨时实现全过程“截浓去淡”“高峰蓄水、低谷排水”，确保雨季河流水质达标[6]。

4.2. 坚持生态优先、自然博物，实现生机焕发

践行河道“近自然”治理理念，统筹考虑流域生态资源价值，全面修复生态系统。一是打造河湖生态缓冲带。修复 23.4 公里生态自然岸线，建设 16 公里坪山河碧道，沿河布局 58.2 万平方米湿地群，河道自然岸线率从 2015 年 33.83% 提升至现今的 86.99%。二是打造生物多样性保护示范。构建乡土植物群落，营造深槽、浅滩，设置汀步等措施，河道水流形态由简单实现多样化转变，提供动植物繁衍生息提供庇护场所，保护生物多样性[7]。三是实现生态资源保值增值。将 60.28% 流域面积纳入基本生态控制线范围内并严格坚守，保障生态系统完整性。建设 38 公里坪山河自然博物长廊，串联山水河湖，实现流域内生态资源保值增值。

4.3. 坚持资源循环、多水共济，实现治用循环

统筹流域多渠道水资源，打造多水共济低动力消耗生态补水模式。一是实现多水共济，充分保障全年河道补水需求。创新构建水资源调控网络，开拓再生水、基流清水、非供水水库等多渠道水资源，确保维持河道旱季水量[8] [9]。二是全域统筹，创新生态补水资源精细调配。针对降雨丰沛雨源型河流的补水特点，分适宜、低限两级计算各个断面汛期、非汛期的生态需水量，在就近回补、低动力消耗的条件下实施生态补水精细化调配，全年生态补水总量达 15,473 万吨(其中污水再生、初雨处理再利用水量 7650 万吨，精准剥离清水入河水量 7673 万吨、非常规供水水库补水量 150 万吨)，全年生态流量达标率 100%，污水再生水回用率超 94%。

4.4. 坚持智能高效、精细管控，实现长效治理

从治理转向“智”理，实行流域治管的现代化智慧化监控与管理。一是创新构建流域管控智慧化平

台。创新建立智慧管理与服务平台，构建截流 - 调蓄 - 处理 - 回用的一体化调控体系，助力水质稳定。二是创新应用智慧化监测监管手段。采用“互联网+”河道水质监测手段，创新打造“水中哨兵”——无人自动水质监测站，实现 24 小时实时水质监测，报警提示，通知追踪反馈。成立无人机“空军”小分队，全方位开展“空中”监管巡查。三是创新打造河道管理长效模式。率先推行“8+36+22”三级河长制，构建“1+6+20”护河义工体系，全国首创“物业管理进河道”模式，打造河道管理长效模式。

4.5. 坚持产城融合、水城共荣，实现亲水乐水

以山水融城为设计理念，推行“水、产、城”共治，推动“一河两岸”水美城兴。一是河产融合，实现产业结构转型升级。出台“限 - 引 - 扶”“全链条”产业结构调整政策机制，构建“区域大循环 + 产业小循环”绿色循环模式。大力发展以绿色低碳、生物医药、新一代信息技术等三大产业为核心的低碳绿色产业，持续提高产业“含绿量”和“含金量”。二是河城融合，实现以水兴城因水悦城。布局深圳燕子湖国际会展中心、深圳自然博物馆、深圳技术大学等优质惠民利民设施，高标准建设坪山河干流碧道 16 公里，促使更多公共开放空间向水岸集聚，实现了产业兴城、碧水绕城、生态宜城，让人们尽享山水相融的城市生活^[10]。

5. 治理成效

5.1. 水环境实现历史性好转

坪山河省考上垌断面水质在 2016~2018 年实现从劣 V 类到地表水 III 类的跨越，当前较水污染防治攻坚战前(2015 年)氨氮下降率达 91%，总磷 65%，化学需氧量(Chemical Oxygen Demand, COD) 39%，生化需氧量(Biochemical Oxygen Demand, BOD) 66%，透明度提升至年均 51 厘米，从感官黑臭到清澈见底，实现 2019~2022 年连续 4 年地表 III 类水体，水功能区达标率 100%的目标。如今，坪山河汛期、非汛期水质稳定 III 类已是常态。坪山河治水项目荣获“2020~2021 年度国家优质工程奖”、第五届 ELA 国际景观大奖。

5.2. 水生态实现根本性改善

2015 年，坪山河干流自然岸线比例仅为 33.83%，经过多年河道生态修复，2019 年起，自然岸线率已提升 86.99%。鱼类从 2019 年的 18 种提升至 2022 年的 20 种(2019 年开始连续监测)，消失多年的唐鱼、虎纹蛙重回坪山河，蛇雕、豹猫等 10 余种保护动物在流域中安养生息。根据生物完整性指数(IBM)结果，坪山河水生植物健康状态整体处于中等水平，水生植物覆盖度为 43.75%~90%。实现从治理前的鱼虾绝迹、杂草丛生到现在的鱼翔浅底、水草丰美、白鹭翔集。

5.3. 水资源保障稳定可持续

坪山河年生态补水量总计达 15,473 万吨，河道生态流量保障率达 100%，干流主要断面近 3 年实现流速实现 0.1~1 米/秒稳定流速，上垌省考断面年均流速达 0.3 米/秒，坪山河从治理前的旱季黑臭缺水季节性断流实现了全年的碧波荡漾。

5.4. 高水平保护推动高质量发展

产业形态实现从大工业区的“三来一补”到“智能车、创新药、中国芯”千亿级新兴产业集群，2022 年坪山河沿线三大主导产业产值破千亿，人均 GDP 达 19 万元，较 2015 年增长 72.7%，万元 GDP 水耗由 2015 年的 14.2 立方米下降至 8.1 立方米。在疫情防控形势下，坪山 GDP 连续多年保持“双位数”增长，产业与水污染实现“双升双降”，实现了治水与经济协同发展。

6. 结语

坪山河治理围绕三水统筹理念,探索了精准截污、多水共济、近自然生态修复、产城融合等先进治河经验,开创出一个科学智慧精细的治水管水新模式,实践出一条雨源型河流低动力生态补水新路子,解决了国内雨源型河流枯水期生态基流缺失、生态系统不稳定等问题,可为其它同类型河流治理提供借鉴。下一步将在动态生态监测方面进行探索和研究,通过对河流全周期动态监测,分析数据变化趋势,进一步评价雨源型河流生态治理效果。

参考文献

- [1] 毕业亮,王华彩,夏兵.雨源型城市河流水污染特征及水质联合评价:以深圳龙岗河为例[J].环境科学,2022,43(2):782-794.
- [2] 陈誉,阳秀春,王聪.高度集约开发区域污水截排后雨源型河流的生态重建——以深圳市龙岗河为例[J].人民珠江,2022,43(9):23-31+45.
- [3] 王谦,王秋茹,王秀衡,等.城市雨源型河流生态补水治理案例研究[J].给水排水,2017,53(10):47-53.
- [4] 雷国龙,季建国,邸琰茗.城市河流生态修复技术研究[J].水资源开发与管理,2022,8(1):27-33+39.
- [5] 褚俊英,王浩,蒋云钟.治水提质“坪山模式”分析[J].中国水利,2022(22):19-20+27.
- [6] 成洁,张晓菊.城市雨源型河道生态修复浅谈[J].人民珠江,2015,36(2):84-87.
- [7] 王玲,刘建林,雒望余.城市河流生态治理模式研究[J].河北工程大学学报(自然科学版),2014,31(1):54-57.
- [8] 徐柏刚,杨仲韬,吴宝利.厦门市埭头流域水环境综合治理方案研究[J].中国给水排水,2022,38(24):125-132.
- [9] 杨业鹏,赖家业.城市建成区雨源型河流生态修复研究——以深圳市宝安区南昌涌为例[J].科学技术创新,2021(8):131-133.
- [10] 李松.基于城市公共空间规划的河流生态治理思考[J].净水技术,2020,39(s1):276-282.