

感潮河网水资源调度试验研究

文 佩¹, 刘传杰²

(1. 广州市水利科学研究所, 广东 广州 510220; 2. 长江口水文水资源勘测局, 上海 200136)

摘要 :以广州市海珠区新癸围河网为研究区域,针对其平原感潮河网特点和独特的地理位置,充分利用珠江潮汐动力和较干净水资源,采用水资源调度方法来改善该区域水环境。分析调水期间各水力要素以及水质指标的变化情况,结果表明:充分利用珠江潮汐规律,采用涨潮引水、落潮排水方案,能使河网内主要河道水体定向有序地流动,进而提高水体的流动性,加快水体更新速度,可以在一定程度上改善河涌水质。该研究对珠江三角洲地区城市河道整治具有较为重要的指导意义。

关键词 城市水环境;平原感潮河网;引清调度

中图分类号 :X522 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-693X(2007)S2-0007-03

广州市内河道密布,水量充沛,但在区域经济超常规发展及开发过程中,城市河道水环境恶化逐步加剧:一是许多河涌变成黑涌、臭涌,已无法满足水体功能要求;二是水面率逐步减少,河道淤积、堵塞严重,导致周边环境质量下降,人体舒适度降低。城市水污染问题已对广州市社会经济可持续发展产生一定的负面影响。因此,探寻一条行之有效的途径,改善广州市河道水环境,恢复其水体功能具有重要的现实意义和实践价值。

目前,国内外修复受污水体的方法主要有 3 种:化学方法、物理方法和生物修复方法^[1]。引清调度^[2]是物理方法的一种,指在有利的条件下,充分利用外河潮汐动力和清水资源,通过工程措施的调度,达到改善内河水质的一种水资源调度方式^[3]。该方法目前在国内外已有许多成功的案例。如日本东京于 1964 年从利根川和荒川引入 $16.6\text{ m}^3/\text{s}$ 的清洁水改善隅田川水质,国内的引江济太工程,上海市引清调度,玄武湖引水工程等都取得一定成效^[2]。

本文以广州市海珠区新癸围河网调水试验为基础,分析调水期间各水力要素及水质指标的变化情况,总结成果和经验,为珠江三角洲其他城市河道整治提供参考。

1 研究区概况

广州市海珠区新癸围河网位于珠江后航道以北,赤沙涌以西,地铁 2 号线以南(图 1)。珠江后航道由东南向西北绕城而过,石榴岗河由西向东横穿

试验区域。

海珠区新癸围属于平原感潮河网地区,平原地区实施河网水流调度,应具备 3 个基本条件:①较为完善的水利基础设施;②相对充足的水量;③一定的水位差^[4]。新癸围河网与珠江后航道相连处均建闸控制,水利基础设施较完善,为水资源合理调度、充分实现引清调度效果提供有利条件,珠江后航道水面开阔,水位受非正规半日潮影响较大,有一定的水位差,为引清调度创造了水动力条件,珠江广州河段水质全年除枯水期外,基本达到Ⅳ类水标准,重金属污染远远低于标准限值,水质较好,水量充沛,为引清调度创造了必要条件。

2 调水试验方案

广州市海珠区新癸围河网以石榴岗河—黄冲涌为界分为 2 个功能区,石榴岗河以南、黄冲涌以东是果树保护区,石榴岗河以北、黄冲涌以西为生活、商业区(图 1)。果树保护区内河涌水质明显优于商业、生活区。试验区域内共有 29 条涌、1 条河,河涌总长 51.79 km,有水闸 9 座。根据该试验区域的实际情况,设置 64 个水位监测断面,其中 38 个监测断面同时监测水质、水量变化。

石榴岗河以北均为断头涌,其北端延伸至居民小区。为防止生活区污水流经果树保护区排出,本文确定整体调水路径为由河网东北部闸群进水,南部闸群出水。生活、商业区由石榴岗水闸进水,黄冲涌水闸、北濠水闸出水,果树保护区从北部闸群(土华新水闸、

这表明引清调度能有效地挖掘水域水动力特性潜力,能在一定程度上提高水域纳污和自净能力。

表 2 枯潮、平潮和高潮期内河网引排水量变化 万 m³

潮期	平均 引水量	平均 排水量	最大 引水量	最大 排水量	最小 引水量	最小 排水量
枯潮	149.3	- 148.6	207.0	- 205.2	107.0	- 101.8
平潮	173.6	- 175.7	225.4	- 227.4	100.4	- 97.0
高潮	219.2	- 198.6	238.4	- 260.9	148.2	- 155.1

3.2 海珠区新围河网水质变化

调水一方面可以从水质相对较好的水源引水,另一方面可以较大幅度地增加调水河流的流量^[5],加大水流流速,进而提高水体的自净能力。海珠区新围河网水体污染严重,水体呈黑臭状态。河涌底泥多为黑色、絮状,淤积严重,淤深 1.0 ~ 1.2 m。各项水质指标严重劣于Ⅴ类水标准。经过 5 个月连续调水,河网内水质改善明显,污染物净排放量增加,水体黑臭现象有所减轻,涨潮时河涌水体无异味,BOD₅、COD_{Cr}和 NH₃-N 等水质指标变优。

表 3 为调水期间几个主要水质指标的净排放量值。由表 3 可见,调水初期 BOD₅、COD_{Cr}和 NH₃-N 净排放量较大,随着调水的继续,各项指标的净排放量逐步减少。这说明持续调水使得河网内水体污染物含量逐渐减少。其中 2006 年 5 月 22 ~ 27 日和 6 月 5 ~ 10 日期间河网 BOD₅、COD_{Cr}和 NH₃-N 净排放量为负值,恰好与这期间河网实现单向流的河涌较少的现象吻合,说明水体定向有序的流动不仅能及时排出污染物、防止污水回荡,还能提高污染物的排放量,保证进水口水质不受污染。

表 3 调水期间 BOD₅、COD_{Cr}和 NH₃-N 净排放量 t/d

时段	BOD ₅	COD _{Cr}	NH ₃ -N
2006-03-27 ~ 04-01	24.19	100.56	16.35
2006-04-10 ~ 04-15	10.20	35.78	11.96
2006-04-24 ~ 04-29	6.18	15.72	10.24
2006-05-11 ~ 05-13	14.86	27.06	3.85
2006-05-22 ~ 05-27	- 2.47	- 12.68	- 0.36
2006-06-05 ~ 06-10	- 1.88	- 2.37	- 0.38
2006-07-03 ~ 07-08	8.43	20.52	6.07

注:负号表示污染物进入河网。

表 4 统计了调水实施前和调水期间各河涌 BOD₅、COD_{Cr}和 NH₃-N 质量浓度。根据 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》对Ⅴ类水各水质指标要求:ρ(BOD₅)≤10 mg/L,ρ(COD_{Cr})≤40 mg/L,ρ(NH₃-N)≤2 mg/L,调水前研究区内河涌污染物浓度超标十几倍甚至几十倍。持续调水后,河涌水质指标明显变优。从水质指标看,果树区水质改善明显,各项指标降低 30% ~ 60%;断头涌及商业、生活区内河涌水质改善幅度较大,部分河涌水质综合指标提高一个类别,如土华涌和黄冲涌。河网内污染物浓度降低,水体黑臭现象亦得到缓解。调水期间,河网水

色普遍变淡,果树区内基本没有黑臭,其中细涌、西江涌和东头涌水色向浅绿色转变,商业、生活区内河涌水色由黑色向灰黑、青黄以及浅灰色转变,涨潮时水体无异常气味,落潮时散发轻微臭味。整体而言,BOD₅浓度达到Ⅴ类水要求的河涌占河网总长度的 25.5%,COD_{Cr}浓度达标的河涌长度占总长度的比例增长至 40.0%,NH₃-N 浓度达标的河涌长度占河网总长度的 37.7%。

表 4 调水前和调水期间海珠区新围河网水质指标质量浓度 mg/L

河涌	阶段	ρ(BOD ₅)	ρ(COD _{Cr})	ρ(NH ₃ -N)
断头涌	调水实施前	15 ~ 155	50 ~ 480	7 ~ 65
	调水期间	2 ~ 80	10 ~ 200	3 ~ 45
果树区	调水实施前	5 ~ 28	17 ~ 120	0.3 ~ 25
	调水期间	1 ~ 19	10 ~ 50	0.1 ~ 11
商业、生活区	调水实施前	20 ~ 68	50 ~ 225	8 ~ 38
	调水期间	4 ~ 60	20 ~ 140	2 ~ 31

4 结 论

引清调度是利用水利工程的调度改善河网水质的一种水资源调度方式。该方式不仅能增加内河水量,稀释污水,而且起到激活水流和净化底泥的作用。调引珠江水改善海珠区新围河网水质项目历时 5 个月,收集了大量第一手资料,为海珠区河涌管理和水资源规划提供了宝贵资料。本文统计分析了试验期间河网水动力要素指标和水质指标的变化情况。结果表明,调水期间,水流由潮汐往复流变为单向流,水质指标也明显变优,黑臭现象得到缓解,引清调度对海珠区新围河网水质的改善有立竿见影的效果。调水虽然明显改善河涌水质,但未从根本上治理受污水体,仍存在一些不足。调水不能彻底净化底泥,同时调水水量和水质受到水源地限制,置换区域也受到河网面积局限。建议结合城区截污工程以及生物修复方法彻底改善海珠区新围水质。

参考文献:

[1] DONG Zhe-ren, LIU Qian, ZENG Xiang-hui. Water quality recovery technology with ecological and biological approach[J]. China Water Resource, 2002, 3: 8-10.

[2] 阮仁良.平原河网地区水资源调度改善水质的理论与实践[M].北京:中国水利水电出版社, 2006: 5-78.

[3] 何用, 李义天, 李荣, 等.改善湖泊水环境的调水与生物修复结合途径探索[J].安全与环境学报, 2005, 5(1): 56-59.

[4] 徐祖信.河流污染治理技术理论与实践[M].北京:中国水利水电出版社, 2003: 498-545.

[5] 徐祖信, 卢士强.苏州河综合调水的流量计算分析[J].上海环境科学, 2003(5): 36-38.

(收稿日期: 2007-09-28 编辑: 徐娟)