

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.20.014

# 基于“厂—网—河—城”全要素的深圳河流域治理思路

张亮, 俞露, 汤钟

(深圳市城市规划设计研究院有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要:** 水环境治理是生态文明建设的重要内容,国内经过多年的探索、实践和总结,流域污染治理的思路也不断进行调整、修正和优化。针对水环境污染这个最大的环境问题,深圳市积极推进“厂—网—河—城”全要素治理模式,通过厂网联动、河网联动、上下游联动、市政水务设施联动等实现全流域、全要素治理,取得了良好效果。以深圳河流域为例,介绍了“厂—网—河—城”全要素治理理念,通过全要素现状评估和污染负荷评估,针对各要素提出对策措施,为国内其他城市流域污染治理提供参考和借鉴。

**关键词:** 厂—网—河—城; 流域治理; 提质增效; 黑臭水体

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)20-0081-05

## Thought of Pollution Control in Shenzhen River Basin Based on the Whole Factor of “Plant, Network, River and City”

ZHANG Liang, YU Lu, TANG Zhong

(Urban Planning & Design Institute of Shenzhen, Shenzhen 518000, China)

**Abstract:** Water environment control is an important part of the construction of ecological civilization. After years of exploration, practice and summary, the ideas of river basin pollution control have been constantly adjusted, revised and optimized. In view of the biggest environmental problem of water environmental pollution, Shenzhen has actively promoted the whole factor control model of “plant, network, river and city”, and achieved good results through plant-network linkage, river-network linkage, upstream and downstream linkage, municipal water facilities linkage and so on. Taking the Shenzhen River basin as an example, the concept of “plant, network, river and city” whole factor management was introduced. Through the assessment of the factor status and the pollution load, countermeasures were proposed for each factor, so as to provide reference for pollution control in other cities in China.

**Key words:** plant, network, river and city; basin management; improvement of quality and effectiveness; black and odorous river

随着国内治水工作的纵深推进,政府管理者和专业人员越来越充分意识到,水污染治理是一个长期、复杂、系统的工程,流域污染治理的技术思路也不断在进行调整、修正和优化。水污染问题是深圳城市化进程中的遗留问题,也是深圳最大的环境问题,更是深圳高质量全面建成小康社会的最大短板。深圳市积极探索“厂—网—河—城”一体化、流域全

要素治理与管理的治水模式,按照自然水体循环,打破现有分块、分级的传统水务治理方式,以流域为单元实现治污源头管控、过程同步、结果可控,取得了良好的效果。

### 1 “厂—网—河—城”全要素治理理念

2019年5月,住房和城乡建设部等三部委联合印发《城镇污水处理提质增效三年行动方案

(2019—2021年)》,提出“积极推行污水处理厂、管网与河湖水体联动‘厂-网-河(湖)’一体化、专业化运行维护,保障污水收集处理设施的系统性和完整性”。“厂-网-河-城”各要素是流域污染治理中的关键节点和重要组成,其中“河”是目标,同时也是流域污染的受纳体,通过实施截污、清淤、补水、生态修复,加强日常管养,实现水清岸绿、鱼翔浅底是流域污染治理的最终目的<sup>[1]</sup>。“厂-网-河-城”全要素关系见图1。

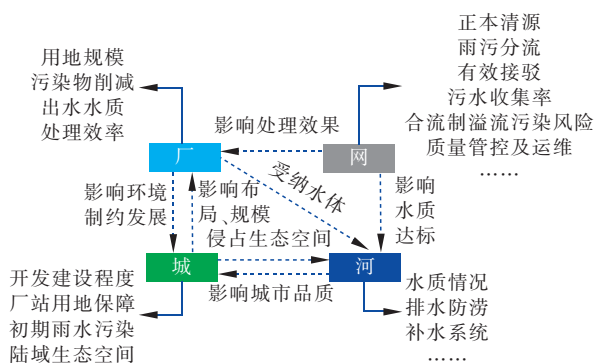


图1 “厂-网-河-城”全要素关系示意

Fig.1 Schematic diagram of the relationship between the whole factor of “plant, network, river and city”

“厂”是核心,流域中产生的绝大部分污染物需要通过污水处理厂进行削减,通过实施污水处理厂新扩建及提标拓能,实现达标达产运行,同时加强分散式污水处理设施建设管理,保证在系统治理过程中对污水处理厂的充分提升和预留。

“网”是关键,推进正本清源雨污分流,对存量管网开展提质增效,整改错接混接,加强日常清疏维护,同时加快泵站新扩建,强化泵站运营维护,实现提升污水收集率、控制合流制溢流的目标。

“城”是保障,流域的污染来自于城市,流域污染治理的最终受益对象同样也是城市。在水环境污染治理过程中,需要城市给予用地、管理、空间等全方面的支撑。通过城市精细化管理、合理控制城市开发建设程度、给予厂站用地保障、削减城市初期雨水污染等方式,实现流域污染治理的目标,使城市环境不断改善<sup>[2]</sup>。

通过全面梳理“厂-网-河-城”全要素运行工况,列出水质达标与各要素(污水厂、管网、泵站、闸坝、河道)的拓扑关系,实施厂网联动、河网联动、上下游联动、市政水务设施联动等功能,实现全流域治污源头管控、过程同步、结果可控的全要素治理。

## 2 深圳河流域概况

深圳河流域位于珠江口东侧,东起梧桐山,西至深圳河口,由东北向西南流入深圳湾,流域面积为312.5 km<sup>2</sup>,其中深圳市一侧(右岸)为187.5 km<sup>2</sup>。流域面积约71%属于原特区内,建成区面积占比为54%,生态控制线内面积占比为46%,城市建成度较高。经下垫面解析,流域内30%以上为屋面、路面和铺装三类下垫面,径流系数大,形成的径流对水体污染程度较高。

深圳河流域内为雨污分流制,但是存在大量截流管和混流管。原特区内(罗湖、福田)雨污分流比例相对较高,仅局部旧村为截流式合流制;原特区外(龙岗)雨污分流比例较低,雨污合流、混流现象较严重,目前正开展沿河截污、正本清源、污水干支管完善等工作。原特区外管网建设滞后于原特区内,历史欠账多,系统性差;建设年代较早,老旧程度较严重,管龄在15年及以上的管道比例高达53.3%,管道主要存在淤积、变形、破裂和错口等问题。

经过多年治理,深圳河水环境质量显著改善,深圳河旱季水质稳步提高。从2018年12月开始,深圳河河口国考断面水质指标连续5个月稳定达到地表水Ⅴ类标准。正常情况下,深圳河口国考断面旱季氨氮维持在1.0~1.5 mg/L,总磷维持在0.2~0.3 mg/L,基本达到地表水Ⅴ类标准的考核要求。但流域内应对雨季污染能力不足,降雨期间河道水质波动较大,实现国考断面稳定达标仍有一定的压力。

## 3 “厂-网-河-城”全要素评估

从全系统、全流域的角度,对厂、网、河、城各要素进行逐项分析,明确当前水污染治理体系中的关键技术节点与薄弱环节,为下一步采取对应的工程措施、构建稳定达标的系统工程体系打下基础<sup>[3]</sup>。

厂:污水厂布局不均衡,存在污水重复处理的现象;大范围截流系统与污水厂处理能力不匹配,导致雨季处理能力不足,发生厂前溢流,污染河道;污水厂间调配能力不足,缺少横向与纵向的调配管网通道。雨季(4月1日—10月31日)污水厂日均处理量为 $90.46 \times 10^4$  m<sup>3</sup>,平均负荷率为95.22%;旱季(11月1日—次年3月31日)污水厂日均处理量为 $82.42 \times 10^4$  m<sup>3</sup>,平均负荷率为86.76%,雨季负荷率明显高于旱季。

网:原特区外正本清源未全覆盖,改造率不足30%,原特区内正本清源基本全覆盖,但存在一定的

返潮现象,返潮率约20%;城中村雨污混流严重,雨污分流基本未实施;沿河截流不彻底,仍有部分污水直排;海、河、山、地、雨“五水”混入,污水管(箱)涵高水位运行,部分区域高峰期处理能力不足,缺少截污箱涵排空设施。

站:污水泵站转输、调峰能力不足,污水厂处理能力未得到充分利用;截污泵站能力不足,导致河道截污管道溢流。

池:初雨、溢流污染调蓄能力严重不足,点源污染面源化,雨季合流制溢流污染、面源污染等直接进

入河道。

河:暗涵比例较高,暗涵长度约36.28 km,占河道总长的比例达到52%。污染贡献度大,制约水体整治工程的推进。

城:面源污染影响大,菜市场、路边摊和路边汽修等“三产”涉水污染源监管难度大;大量化粪池、隔油池、垃圾池“三池”未进行清理和运维;工业及“散、乱、污”企业(场所)存在偷排漏排超排等违法行为。

“厂-网-河-城”全要素评估见图2。

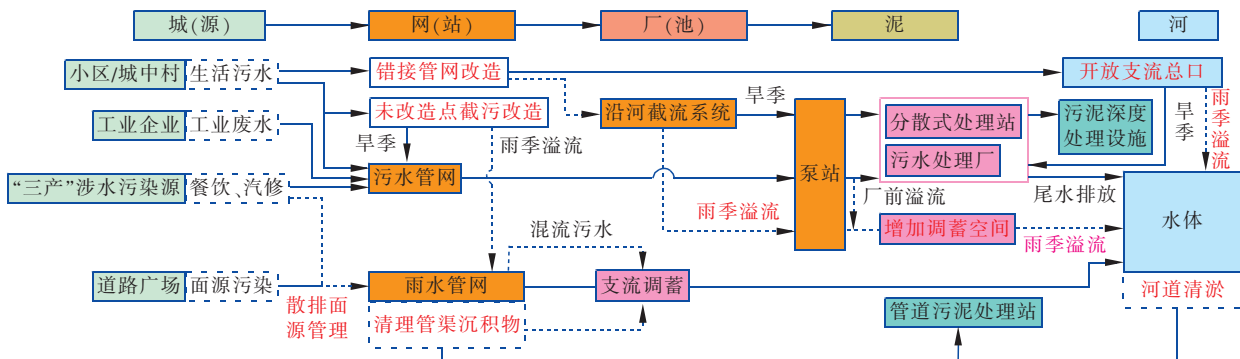


图2 “厂-网-河-城”全要素评估

Fig.2 Evaluation map of the whole factor of “plant, network, river and city”

#### 4 污染负荷评估

为量化评估各子汇水分区对深圳河干流的污染贡献度,将深圳河流域划分为27个子片区。通过综合考虑各子片区管网完善度、溢流风险、面源污染量、截流系统收运能力、支流调蓄等要素,结合已收集的溢流水质监测数据,估算各子片区入河污染量,直观、量化地展示影响深圳河水质达标的子汇水分区和污染量。

各片区污染负荷只计本片区进入下游的污染量,即雨季溢流污染量(旱季不发生溢流),片区内部截流处理量不考虑。溢流水质浓度按照以下两种方式取值:一是采用总口截污的支流取断面水质平均浓度,二是未采用总口截污的取沿河溢流点溢流水质平均浓度。

溢流污染负荷为溢流量和溢流浓度乘积。溢流量根据截污方式分为以下3种情况进行计算:①直排,溢流量=漏排污水量+径流量;②总口截污,溢流量=漏排污水量+径流量-总口河道调蓄量;③沿河截污,溢流量=漏排污水量+径流量-截污管渠调蓄量。其中漏排污水量根据雨污分流系数计

算,雨污分流系数根据片区城中村面积占比、单位建成区面积混流点个数和点截污个数等情况确定;径流量根据降雨量及下垫面综合径流系数计算;总口河道调蓄量按河道尺寸断面计算,年均排空次数取6,截污管渠调蓄量按设计截流倍数计算,沿河截污不完善的进行折算,降低截流倍数取值。

根据27个片区氨氮的估算结果,雨季年污染负荷最高的3个片区依次为布吉河分区的笔架山河片区、罗雨干渠片区和水径水片区。其原因在于沿河排污口较多,采用总口截污虽然在旱季可保障下游水质,但雨季溢流污染非常严重;布吉河上游及沙湾河上游片区城中村面积占比大、混流严重,福田河及深圳河下游沿河排污口较多,对深圳河河口水质也有较大污染;布吉河中游区域污染贡献相对较少,其中莲花水虽溢流浓度较高,但片区面积较小导致整体影响较低;深圳水库、梧桐山河、莲塘河、正坑水片区整体生态区域占比较大,污染最低。

#### 5 “厂-网-河-城”全要素对策措施

在全要素现状分析与污染评估的基础上,针对各要素提出对策措施,实现设施统一调度、充分发挥



设施功能、全流域全要素高效联动运行,形成“厂-网-河-城”全要素治理体系。

### 5.1 厂要素

坚持推进污水处理厂扩建拓能和提标增效,预留初雨处理能力的原则,从拓能、提标、增效、调度等方面,提高流域污水处理能力、降低雨季溢流污染。

① 拓能:新建和扩建污水处理设施,扩大污水处理规模,预留初雨处理能力;深入研究服务范围内峰值系数,合理确定污水处理规模。

② 提标:提高污水处理厂出水标准至准Ⅳ类,提高分散式处理站出水标准至准Ⅴ类。

③ 增效:完善垃圾填埋场污染治理,加快推进垃圾填埋场生产废水净化站及受污染地表水净化站的建设;加快污泥深度脱水工程建设和污泥处理能力,降低污水厂污泥浓度。

④ 调度:利用“厂-站-网-河”一体化管理体系和综合调度系统,对流域全要素进行统筹管理。通过监管流域内全要素运行工况,加强各污水处理厂间的精准调度,优化运行,利用厂间调配通道,协同发挥污水厂站设施最大能力削减入河污染。

### 5.2 网要素

对于深圳河流域,应坚持雨污分流,保障全覆盖、全分流、全收集的总体原则,从补短板、改错接、控返潮、腾空间等方面,完善排水管网建设、提高雨污分流比例。

① 补短板:加快推进流域内的市政管网改造升级工程建设,保障污水管网全覆盖,消除盲区和短板。

② 改错接:制定阶段性提升实际分流率的工作方案,加快改造已排查的混接错接点;加强管网网格化管理,通过在线监测进行全面普查、系统诊断和问题溯源。彻底解决管网断头、大管接小管、管道倒坡等问题;对存在的点截污进行改造,采用精准截污的方式减少合流制管渠对分流制管渠的影响。

③ 控返潮:加强正本清源质量管控,落实绩效评价和监管,确保工程效果实现;针对已建正本清源工程尽快开展质量评估检查工作,抓住六大核心节点进行针对性检查与记录;针对还未竣工验收的正本清源项目,抓住竣工环节,进一步明确工作要求,并与工程竣工验收、付费挂钩,倒逼工程质量提升;明确正本清源工程移交和运维工作安排,明确移交主体及其责任和 workflows,明确维护主体、维护要

点、费用来源和标准、经费定额等。

④ 腾空间:开展外水减量工作,查清流域内河水、海水、雨水、山水、地下水来源,采取相应措施进行修复,确保“清污分流”;开展全面箱涵、暗渠、管网疏浚工作,市政排水管渠、沿河截污箱涵全面清源,还原管渠输送能力,减少内源污染释放;开展雨洪分离工作,加强笔架山、莲花山截洪沟建设,保障山区洪水和雨水在源头的分离;增设降水泵站,降低旱季污水管网和箱涵的水位,腾空容量,提高雨季污水输送能力。

### 5.3 池要素

调蓄池建设将坚持综合调蓄,涵盖合流制溢流污染(CSOs)调蓄和初雨调蓄,并将离线调蓄和在线处理相结合,通过挖潜力、定标准、控用地、重配套等措施进行优化调整。

① 挖潜力:通过清淤、降水位等措施,充分发挥现有大型管涵调蓄能力,减少雨季溢流污染;近期考虑利用支流河道空间进行调蓄,实现国控断面水质的达标。

② 定标准:对降雨初期产生的溢流污染所需要的调蓄池设计标准进行细化研究,明确调蓄池设计的功能、标准和配套管网;针对因高峰期污水处理能力不足而增设的厂前污水调蓄池,应深入研究峰值系数,合理确定污水调蓄池的设计标准和规模。

③ 控用地:加快推进流域内调蓄池建设,尽快明确每一座调蓄池的选址、用地规划、权属等信息,保障调蓄池的顺利落地。

④ 重配套:无条件建设调蓄池时,考虑采用临时设施对溢流污水进行在线处理,减少需要转输和集中处理的规模;调蓄池配套的泵站和管网应同步进行完善。

### 5.4 河要素

整合市区两级行政资源,建立跨地区、跨部门、跨领域联防联控共治机制,明确整治的远期目标和近期要求,分清轻重缓急,强化对河道及其设施的管理和维护,建立城市河道数字信息化管控平台,以达到河道水质全年稳定达标的目标。

① 消黑臭:科学制定系统性整治方案,加快推进黑臭水体及小微水体治理工程实施,实现稳定消除水体黑臭。

② 常清淤:加强河道清淤工作,减少内源污染,完成深圳河文锦渡桥-罗湖桥、上步立交-上步

码头河段清淤工程,并妥善处理处置清淤底泥。

③ 分清污:推进暗涵清淤及挂管,实现旱季敞口、小雨截流、大雨排洪的功能;完善建成区范围内山体周边截洪沟系统,如石芽岭、鸡公山、围岭山、布心山等。

④ 勤补水:利用非常规水资源,加大对河道生态补水,改善河道水动力及自净能力,不断提升水环境质量。

### 5.5 城要素

加强污染源排查和建档管理,利用法律等手段,提高监管水平;推进海绵城市建设,加强雨水综合管理。

① 强监管:推行“一厂一管一出口”模式,加强用水量和排放量复核;推进排污许可证管理,对未达到排污许可证规定的企业限产限排;持续开展专项环保执法行动,打击工业废水偷排漏排、超标排放违法行为。

② 清三池:对化粪池、隔油池和垃圾池建立档案,定期巡查,制定专项排查清理方案,限期完成整改;新建一批粪渣处理设施,补齐各区缺口;排查整治垃圾池清洗污水错接乱排问题。

③ 控面源:严控菜市场、路边摊和路边汽修等面源污染源,建立长效监管机制;全面实施排水许可,加大违规排水行为查处力度;落实海绵城市建设理念,新建小区、道路、公园满足海绵城市建设要求。

## 6 结语

“厂-网-河-城”全要素的流域污染治理思路,是在传统治水方式的基础上,通过模型量化评估、信息化管理等手段厘清各要素之间的内在关联,从而在流域层面进行系统性的统筹管理和工程措施布置,能够有效避免污染信息的缺失和工程措施的片面性。通过这些机制和模式的创新探索,能够加快带动水环境治理从“大建设”到“建管并重”的关键转型,进一步保障水环境根本性改善。

“厂-网-河-城”全要素的流域污染治理思路还处于探索阶段,仍有诸多问题和技术要点尚不明确。例如,如何配套成立流域“厂-网-河-城”协调机构,统筹调度流域厂、网、河等水务设施;如何实现“厂-网-河-城”一体化运维,对流域内河道

水质、治污设施状态、排口溢流等情况实时监控、统一调度,提升系统整体效能等,这些问题仍需要在后续研究中进一步明确。

### 参考文献:

- [1] 汤伟真,吴亚男,任心欣. 海绵城市专项审查要点与方法研究[J]. 中国给水排水,2018,34(17):123-127.  
Tang Weizhen, Wu Yanan, Ren Xinxin. Outlines and methods of special review in sponge city construction[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(17):123-127 (in Chinese).
- [2] 王玉明. 粤港澳大湾区环境治理合作的回顾与展望[J]. 哈尔滨工业大学学报:社会科学版,2018,20(1):117-126.  
Wang Yuming. Retrospect and prospect of cooperation on environmental governance for Guangdong-Hong Kong-Macau Greater Bay Area[J]. Journal of Harbin Institute of Technology: Social Sciences Edition, 2018, 20(1):117-126 (in Chinese).
- [3] 李威,邝璐,刘宇航,等. 深圳湾海域水环境治理现状及展望[J]. 中国给水排水,2016,32(18):29-31.  
Li Wei, Kuang Lu, Liu Yuhang, et al. Current status and prospect of water environment management in Shenzhen Bay[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(18):29-31 (in Chinese).



作者简介:张亮(1985-),男,江西景德镇人,硕士,高级工程师,生态环境规划研究中心副主任,长期致力于市政基础设施、海绵城市、水环境治理等领域的规划设计与研究工作。

E-mail:zhangl@upr.cn

收稿日期:2019-06-24