

# 以深圳坪山河为例探讨我国城市河流综合治理的发展方向

黄祥荣

(中国市政工程西北设计研究院有限公司 深圳分院, 广东 深圳 518027)

**摘要:** 我国城市河流污染重,治理起步晚。以深圳坪山河为例,按照“水资源、水安全、水环境、水生态、水文化”五位一体的治水理念,对水质达标、防洪排涝、生态修复、景观文化、智慧管理等多重目标进行统筹,并从价值取向、思维方式、治水路线、目标制定四方面寻求治水策略的转变,探讨城市河流综合治理的发展方向。

**关键词:** 坪山河; 城市河流; 河流综合治理; 防洪排涝

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2018)18-0022-04

## Taking Shenzhen Pingshan River as an Example to Discuss the Development Direction of Comprehensive Control of Urban River in China

HUANG Xiang-rong

(Shenzhen Branch, CSCEC AECOM Consultants Co. Ltd., Shenzhen 518027, China)

**Abstract:** The pollution of urban river in China is serious, and the treatment starts late. Based on Pingshan River as an example, according to the water-control concept including “water resources, water safety, water environment, water ecology and water culture”, the standards of water quality, flood control and drainage, ecological restoration, landscape culture, intelligent management, etc., are coordinated, and the transformation of water control strategy is sought from four aspects including the value orientation, mode of thinking, route of water conservancy, goals. This paper discussed the development direction of urban river comprehensive management.

**Key words:** Pingshan River; urban river; river comprehensive management; flood control and drainage

### 1 我国城市河流污染及治理现状

城市河流是相对自然河流而言,主要指发源于城区或流经城区的河流或河流段。2016年的统计公报显示,2016年我国城镇化率已达57.35%,城市化水平是自然河流向城市河流转化的动因,也是加剧河流污染的主因。相关研究数据表明<sup>[1]</sup>,流经城市的河段中78%不再适合作为饮用水源。而覆盖全国主要干支流的1940个监测断面中,劣V类水体占比8.6%,基本都是城市河流段。

国内对城市河流的治理起步较晚,总体还处于探索阶段,十多年来走过了很多弯路,比如重工程轻理论、重防洪轻治污、重景观轻生态、重局部轻系统

等。在严峻的污染形势面前,2015年4月国务院印发《水污染防治行动计划》(简称“水十条”),以此为指导,全国范围的城市河流全面整治由此开始。两年多来,有成效但更多存在的还是问题。以广东省为例,与2014年相比,中重度污染水体比例下降1.6%,但达到水环境功能区目标要求的断面比例却下降2.4%,部分投入重金治理的河流水质仍未见改善,治河理念得到广泛质疑。

为此,以深圳坪山河为例,根据“水资源、水安全、水环境、水生态、水文化”五位一体的治水理念,借鉴总结成功的治水经验,寻求治水策略,探讨我国城市河流综合治理的发展方向。

## 2 深圳坪山河综合治理方案

### 2.1 坪山河概况

坪山河发源于深圳市坪山区,境内干流全长为13.5 km,有支流14条,流域面积为129.4 km<sup>2</sup>,下游流入惠州市,是珠江水系东江的三级支流。坪山河属于山区性河流,多年平均径流深为1 050 mm,雨季洪水暴涨暴落,旱季径流量小甚至干涸。河流水文特征决定了其环境容量小,自净能力差。在区域经济快速发展带来污水量急剧增加的背景下,建设滞后的截污系统、不彻底的雨污分流以及初期雨水径流污染,直接导致入河污染物激增。据监测,与惠州市交接的上洋断面2016年水质为劣V类,较2015年总磷和氨氮指标持续恶化。东江水质事关广东省和香港特别行政区4 000多万人的饮水安全,基于此坪山河被广东省省环保厅列入十大重点区域环境问题之一挂牌督办,要求交接断面水质2020年重金属指标达到Ⅲ类,其他指标优于Ⅳ类。

目前,11条一级支流已基本整治完成或正处于施工中,交接断面水质达标主要围绕干流综合治理开展。治理方案若继续采用现状“沿河截污(不含初雨水)+末端上洋污水厂集中处理(一级A标准)”的“兜底式”模式,需要新建沿河截污大箱涵、末端大型调蓄池和长距离大管径补水管等,并对现状污水厂进行大规模扩建和提标改造。但这一传统模式面临的是土地限制难以实施调蓄池等大型设施,因径流时差导致大箱涵收集的很大一部分是中后期微污染雨水,大箱涵匹配点式污水厂在截流处理初雨水时往往“兜”不住底等问题,这些都对坪山河的治水模式提出了更高要求和挑战。

除了水质问题以外,防洪不达标(70%),旱季生态流量无法保证,滨水空间不足,沿河景观欠缺等一系列问题都需要一并进行治理。

### 2.2 综合治理目标、策略及技术路线

针对坪山河面临的突出问题,提出“水资源、水安全、水环境、水生态、水文化”五位一体的治水理念,以治水提质为核心,统筹水质达标、生态修复、防洪排涝、景观文化、智慧管理等多重目标,从根本上构建健康的“自然—社会”水循环系统。

策略方面,主要实现四个转变:一是转变河道功能定位,打破长期以来河道以防洪为单一目的被裁弯取直和断面硬化,采用海绵和湿地等绿色生态设施,恢复其生态断面;二是转变立竿见影的愿景思维

方式,以承载能力进行底线控制,避免“头痛医头、脚痛医脚”的短视效应;三是转变治水路线,从单一目标、分区治理转变为流域系统治理;四是转变目标制定,从既定排放标准控制转变为水体纳污能力倒逼提标目标,以此确定截流规模和处理程度。

技术路线包括问题诊断、定量模拟、流域规划、实施方案四个内容,具体如图1所示。

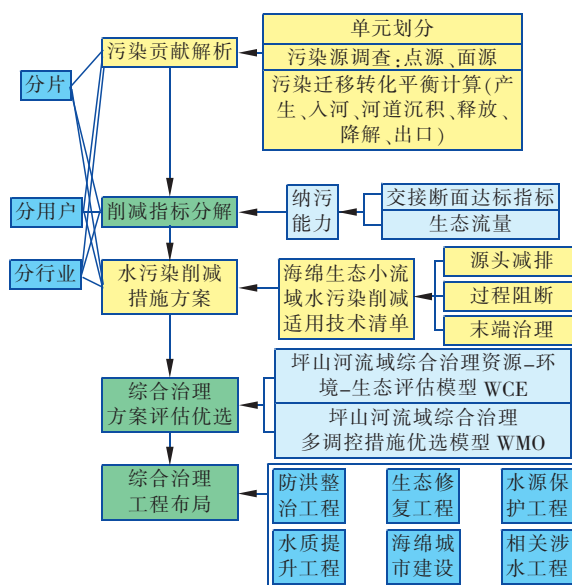


图1 坪山河综合治理技术路线

Fig. 1 Technical route of comprehensive management of Pingshan River

### 2.3 综合治理方案

#### 2.3.1 水质提升方案

① 最大污染负荷承载量倒逼工程规模 and 标准以详尽的点源和面源污染调查与污染负荷计算、分析为基础,以预测的未来污染负荷为依据,根据交接断面达标水质要求,通过构建 WEP 城市水文模型和面源污染模型进行模拟,得出流域入河污染物削减量:COD 为 3 592.3 t/a, NH<sub>3</sub>-N 为 331.6 t/a, TP 为 84.5 t/a。据此确定截污、调蓄、处理工程规模和污水处理设施处理出水水质标准:除 SS 和 TN 采用一级 A 标准外,其他主要指标采用地表水Ⅳ类标准。

② 源头减排,正本清源(雨污分流,清浊分流)

通过优化产业结构、垃圾分类、海绵设施建设等一系列措施强化工业废水、生活污水和径流雨水的源头减排,推进正本清源工作,包括深化雨污分流改造(见图2)和实施雨洪清浊分流。

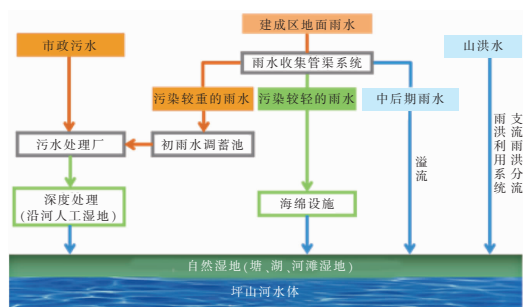


图2 雨污分流排水体制

Fig. 2 Rainwater and sewage separation drainage system

坪山河流域约60%属生态控制区,雨季有丰富且清洁的山洪资源。实施雨洪分流既避免了清洁山洪水漫流至建成区而掺混污染,也削减了洪峰流量,同时把分流清水用于水库和河流生态补水。雨洪分离利用方案主要包括沿山体建设截洪沟,在南侧山体各支流上游间设置雨洪综合利用调配隧洞,将截洪沟收集的洁净山水汇流至隧洞,再根据隧洞蓄滞总水量进行补水水库和补水河道的水量分配,补水水库的山水通过流域内现状16座水库群互联互通系统进行统一调配,提高水资源利用率和供水安全。截洪沟总长为8.4 km,隧洞全长为17.1 km,采用城门洞型,规格为4 m×4.5 m,共设置汇入口11处,交水点4处。

③ 构建“截污-调蓄-处理-回用”一体化水质达标系统

过程阻断打破国内“大截排+末端集中处理集中排放”的惯常做法,采用“分散收集+分散调蓄+分散处理+分散回用”的模式,其优点是:无需建设大箱涵,对现状管网系统改造最小;分散调蓄处理设施因水量分散而规模小,可建于河道蓝线范围内,易选址落地;就近分散补水克服了长距离调水的缺点。

干流截污在保留现有沿河截污干管的基础上,新建一套沿河截流干管系统,对全部截污干管漏截的市政污水排放口和所有入河雨水排放口(292个)通过设置截流井进行100%截流:污水为全截流,雨水为设置截流管和下开式闸门截流初期雨水,同时分区域配置水质在线监测仪,辅助通过水质自动控制闸门启闭,实现精准截污。需说明的是,对初期雨水的定义及截流规模国内尚存在分歧,坪山河治理方案以区域实测降雨时长内径流污染指标为基础,综合国内外相关经验并通过水质模型模拟,拟定径流形成前30 min径流量的降雨量为初期雨水。

经计算,新建干流截污系统截流水量为 $17.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,综合排放口和截流水量分布以及场地条件,在干流沿线共设置7座分散式初期雨水调蓄池,适当考虑安全容量,单座容积为 $(1.5 \sim 8.0) \times 10^4 \text{ m}^3$ ,总容积为 $22.0 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。污水处理设施根据规划2020年旱季污水量为 $26.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 设计,在现状上洋污水厂( $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,  $K_z$ 从1.3改造至1.5)和墩子河净化站( $0.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,  $K_z=1.5$ )基础上,新建碧岭和南布水质净化站(规模均为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,分别与调蓄池合建),以及沙湖再生水厂( $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ),总变化系数均为1.5。污水处理设施总规模为 $28.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,最大处理能力为 $42.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,基本可满足旱季污水和雨季截流初期雨水在一天内全部处理完。新建3座净化站,采用MBR工艺,将雨污水直接处理到准Ⅳ类地表水水质。对上洋污水厂和墩子河净化站的一级A出水,配套建设 $49.6 \times 10^4 \text{ m}^2$ 的人工湿地[以垂直流为主,水力负荷为 $0.44 \sim 0.63 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ],加之现状处理规模为 $7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的聚龙山人工湿地,从而保证该部分尾水深度处理到准Ⅳ类地表水水质。以上所有灰色和绿色设施均建于河道蓝线范围内,调蓄池和净化站采用全地下式结构,不影响滨水景观。处理出水部分回用于绿地浇洒和水景补水,大部分则就近补水河道。

### 2.3.2 防洪整治方案

坪山河干流设计防洪标准为100年一遇。通过雨洪模型模拟,中心城区的东纵路桥至赤坳河口段共计2.4 km无法达到设计防洪标准。

防洪整治方案践行海绵城市和生态治河理念,遵循“上蓄、中疏、下排,两岸分治”的治水思路,上游充分利用水库群调蓄削峰,干流疏导首先对瓶颈河段进行拓宽,其次对河道断面进行优化:断面受限的局部仍采用直立挡墙或梯形复式断面,其余则采用生态断面——坡脚采用钢筋石笼和干砌块石护脚;护脚以上至2年一遇洪水位依次采用中空六棱防浪块(2块,1.2 m×1.2 m,厚为0.8 m)和WE渗滤砌块护坡,下部再铺设编制竹篾至护坡设计洪水位高程,固土防护。防浪块和渗滤砌块内填充种植土并栽种花草绿化,防冲刷的同时也对水体起到一定净化作用,砌块间空隙在有无水浸时又可分别为水生和陆生生物提供栖息场所,修复生态系统。此外,沿河两侧根据场地条件设置7处海绵设施,实现



雨水蓄滞并从源头削减面源污染。

### 2.3.3 水生态修复方案

#### ① 底泥清淤,原位修复

清淤疏浚是水质提升的前提,也是防洪整治的要求。河道底泥包括有机质(淤泥)和无机质(砂土)两部分,通过对样品浸出液进行检测,重金属指标均在国标范围内,故按普通污泥进行处理。清淤方案采用封闭式、无干扰的精准疏浚及分离技术,仅对底泥表层污染物含量大的微粒薄层实施回收,对水底污染度低的粗粒砂石,在经过超声波和空压喷射清洗后重新回归原位。回收污泥经机械脱水后用于护岸砌块制作和微地形塑造,资源循环利用。

#### ② 多水源补水

生态流量指能够在特定水平下满足河流系统诸项功能所需水量。坪山河现状特枯年份(95%)最小生态流量满足程度可达99%,偏枯年份(75%)适宜生态流量满足程度干流为69%~85%,支流为51%~89%。补水方案设置生态补水断面干流3个,11条一级支流各1个。补水水源包括分散式净化站处理再生水和水库水(以非供水功能水库为主)。此外再考虑经济社会用水和2个境外供水水源,在此基础上采用中国水利水电科学研究院的分布式水资源优化调配系统平台进行水量配置计算。补水系统综合优化后,除2条支流偏枯年份适宜生态流量保证率为97%外,其余均达到100%。

#### ③ 水文化与水景观

水景观是城市河流的窗口,重要性不次于水质达标。本次方案结合城市和流域特点,着力打造“一河、四区、六景”的全流域水文化与水景观体系,将坪山河打造成一座流动的城市公园。

### 2.3.4 智慧水务

利用云计算、大数据、地理信息系统等技术,建设多元立体监测体系、多维信息服务平台、智慧预报调度平台,涵盖信息采集、传输、处理、存储、管理、服务、应用等环节,并在统一的空间基础上,对流域相关历史、实时数据进行多源、多尺度的无缝融合,使空间信息与业务信息一体化应用,真正实现智能感知、智能融合、智慧应用;建设信息化服务体系,为管理部门、涉水企业、公众等提供各类信息服务。全方

面实现“监测立体化、决策科学化、管理协同化、服务主动化、控制自动化”的流域智慧管理与服务。

### 3 建议及展望

城市河流作为水环境的主要组成部分,深刻影响着城市的可持续发展,其污染治理在现阶段已具备了政策、经济、技术、民意等各方面条件支持,但在治理过程中,如何借鉴总结成功的治水经验,避免少走弯路却是值得关注和思考。一是要从根源治理,避免急功近利;二是严控河道蓝线,杜绝长期以来野蛮式的乱侵占与乱开发;三是河流纳污能力倒逼处理设施排放标准,打破规范存在的受纳水体水质差却对应排放标准低的问题;四是城市河流环境承载力脆弱,仅完善雨污分流是不够的,应根据经济承受能力逐步开展对初期雨水径流的截流与处理;五是建立跨学科思维,河流治理涉及水利、土木、市政、生物、景观工程等专业,是一个系统生态工程,不能轻重偏颇。

#### 参考文献:

[1] 徐祖信. 河流污染治理技术与实践[M]. 北京:中国水利水电出版社,2013.

Xu Zuxin. Technology and Practice of River Pollution Control[M]. Beijing: China Water & Power Press, 2013 (in Chinese).



作者简介:黄祥荣(1983- ),男,江西上犹人,硕士,工程师,从事市政给排水及固废工程研究与设计工作。

E-mail:9559720@qq.com

收稿日期:2018-03-07