

# 与黑臭水体治理协同的海绵城市建设案例实践

黄俊杰

(深圳市城市规划设计研究院有限公司, 广东 深圳 518031)

**摘要:** 在城市黑臭水体治理的同时,合理落实海绵城市建设理念是最新政策要求。以深圳市光明区鹅颈水为例,介绍了黑臭水体治理与海绵城市建设协同建设实践。在鹅颈水水体治理中,雨水径流源头污染控制与“控源截污、内源治理、生态修复、活水提质、长制久清”等黑臭水体治理工作协同,在河道整治、绿化景观、雨污水分流改造、正本清源等工程中落实海绵城市技术措施,充分发挥海绵城市技术措施对雨水径流的源头削减、过程控制、末端处理作用,实现了“绿色”基础设施与“灰色”基础设施的协同。鹅颈水河道治理实施效果表明,流域内的光明水质净化厂进水水量及进水污染物浓度实现双提升,河道已经稳定消除黑臭现象,水环境和水景观均明显好转。

**关键词:** 海绵城市; 黑臭水体; 河道整治

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)04-0013-05

## Case Practice of Sponge City Construction in Conjunction with Black and Odorous Water Treatment

HUANG Jun-jie

(Urban Planning & Design Institute of Shenzhen, Shenzhen 518031, China)

**Abstract:** During the process of black and odorous water treatment in cities, rational implementing the concept of sponge city is the latest policy requirements of governance. Taking the Ejingshui River in Guangming District of Shenzhen as an example, the practice of cooperative construction of black and odorous water body and sponge city construction was introduced. In the treatment of Ejingshui River, the source control of rainwater runoff pollution was connected with the treatment of black and odorous water bodies such as “control source interception, endogenous treatment, ecological restoration, flowing water upgrading, long-term clearing”. In the river water quality improvement, green landscape, rainwater and wastewater diversion, and the project of making order out of confusion, the technical measures of the sponge city were implemented fully to reduce the source, process control and end treatment of the stormwater runoff. The collaboration between “green” infrastructure and “grey” infrastructure was realized. The results showed that the influent flow and pollutant concentration of Guangming wastewater treatment plant were increased, the water environment and landscape of Ejingshui River were improved, the black and odorous phenomenon disappeared.

**Key words:** sponge city; black and odorous water; river regulation

城市黑臭水体是指城市建成区内呈现令人不悦的颜色和(或)散发令人不适气味的水体。城市黑臭水体是群众反映强烈的水环境问题,不仅损害了城市人居环境,也严重影响城市形象。2018年

9月,财政部发布《关于组织申报2018年城市黑臭水体治理示范城市的通知》,申报条件中明确提出“入围城市在开展黑臭水体治理时,做好与其政策的统筹衔接,推广海绵城市建设理念,因地制宜推进

城市海绵化改造,通过优化建设格局,恢复城市水系统的完整性连通性”。深圳市光明区作为第二批国家海绵城市建设试点区域所在地,从试点之初就特别重视在城市黑臭水体治理过程中因地制宜地落实海绵城市理念。笔者以光明区内典型河道为例,从河道整治、绿化景观、雨污水分流改造、正本清源等方面,介绍海绵城市技术措施的落实情况,以期为其他城市黑臭水体治理提供参考和借鉴。

## 1 工程概况

### 1.1 研究区域

以鹅颈水为例进行研究。鹅颈水属茅洲河一级支流,位于深圳市光明区国家海绵城市建设试点区域内。鹅颈水由东向西北穿过试点区域,水库溢洪道以下河道总长为 5.66 km,流域面积为 16.04 km<sup>2</sup> (其中建设用地面积为 9.35 km<sup>2</sup>)。鹅颈水河道干流中光侨路至汇入茅洲河口段被列入国家黑臭水体考核河段,长度为 4.14 km,见图 1。

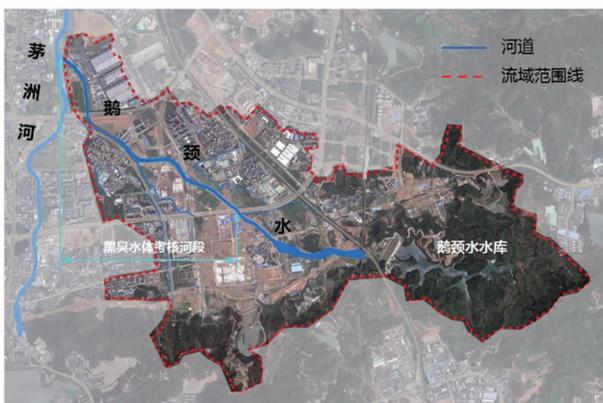


图 1 鹅颈水流域示意

Fig. 1 Schematic diagram of Ejingshui watershed

鹅颈水流域属于海洋性热带季风气候,盛行季风,年均气温为 22 ℃,多年平均降雨量为 1 600.0 mm。鹅颈水属典型南方雨源型河流,枯水季节径流小,年径流分配基本与降雨量分配一致,多年平均径流深度为 866.3 mm。

鹅颈水流域内存在众多旧村、旧工业区,如塘家村、甲子塘村、凤凰村、塘家工业园、长圳工业园、金环宇工业园等,由于建设时间较早,建设理念落后,以致这些旧村、旧工业区域排水管网建设不系统、不完善,普遍存在雨污合流或混流污水直接排入附近河道,成为鹅颈水河道水体黑臭的主要原因。同时,鹅颈水干支流均为天然河道,未经整治,因管理薄弱、雨源型河流特征等因素,导致河岸侵占、淤积严

重、生态基流短缺,内源污染问题突出,生态修复能力薄弱。

### 1.2 治理方案

为系统治理鹅颈水流域水环境问题,按照“流域统筹、系统治理”的原则,光明区从“控源截污、内源治理、生态修复、活水提质、长制久清”等环节入手,综合采取工程、技术、行政、法律等措施,全面削减入河污染负荷,控制内源污染释放,提升河道生态自净能力,具体治理方案见图 2。

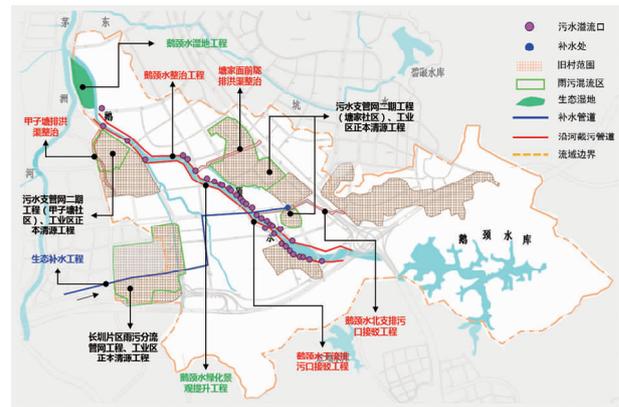


图 2 鹅颈水治理方案示意

Fig. 2 Schematic diagram of governance schemes of Ejingshui River

在控源截污方面,实施雨污分流全覆盖、正本清源全覆盖,涵盖流域内大部分的旧村、旧工业区,剩余区域通过城市更新方式进行解决。在内源治理方面,实施暗涵河汉整治全覆盖,开展河道、支流及暗涵底泥清除和疏浚工作,消除内源污染物释放。在生态修复方面,实施水生态环境修复全覆盖,实施河口生态湿地工程以净化茅洲河干流入流水质,实施河道景观提升工程,构建水清岸绿、河畅景美的河道生态景观。在活水提质方面,实施污水处理提标拓能全覆盖,提高流域内污水处理厂水质至地表准Ⅳ类水,尾水补充河道,提升河流水体自净能力。在长制久清方面,实施“散、乱、污”监管全覆盖,并依托“区-街道-社区”三级河长制,保障河道水环境长制久清。

## 2 实施方案

在光明区开展的各类型海绵城市项目建设效果的研究表明,海绵设施对雨水径流具有明显的源头削减、过程控制、末端处理作用<sup>[1-3]</sup>。依托国家海绵城市试点建设契机,光明区以试点建设要求为出发点,结合上述黑臭水体治理措施及工程项目,充分发

挥海绵城市技术措施的多样性、灵活性、综合性等特点,在合适项目中编制海绵城市建设方案,同步开展海绵城市建设,实现与黑臭水体治理的协同,谋求海绵城市建设和黑臭水体治理成效的双提升。

在雨污水分流、正本清源、河道整治及绿化景观工程中,针对性开展海绵化改造工程,利用社区公园、休憩广场、慢行系统、停车场等区域,建设陶瓷透水砖、透水沥青、生态停车场等透水铺装,利用绿色开敞空间建设雨落管断接、高位花池、植草沟、下凹绿地、雨水花园等组合设施,发挥海绵城市技术措施的源头削减和过程控制功能。在雨污分流、正本清源工程中面源污染严重的区域建设环保雨水口、初期雨水弃流、排放口旋流沉砂等设施,发挥海绵城市技术措施的源头削减、过程控制和末端处理功能。在河道整治工程中,利用河道天然洼地建设具备调蓄、净化功能的河口人工湿地,发挥海绵城市技术措施的过程控制和末端处理功能。

### 2.1 与城市滨水蓝绿空间建设的协同

在鹅颈水干、支流黑臭水体整治及景观提升工程中,利用河道滨水绿地、沿线节点公园重点建设具备雨水径流削减、净化功能的海绵设施,削减入河污染负荷。一是在具备条件的河段采用植被河岸护坡、石笼网箱挡墙的形式,恢复河道生态岸线,总长约15 km,具体见图3。二是采用透水砖、透水沥青、植草沟的形式建设巡河路、人行步道,在节点公园及园路中采用透水砖、透水沥青等材料,总面积约3.7 hm<sup>2</sup>。三是在节点公园建设植草沟、雨水花园、下凹绿地,面积约0.88 hm<sup>2</sup>。经计算,通过上述技术措施,河道两岸及节点公园的年径流总量控制率可达到75%。

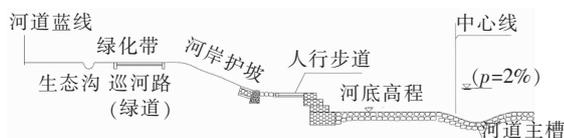


图3 鹅颈水干流复合生态断面

Fig. 3 Channel cross-section of the mainstream of Ejingshui River

同时,在鹅颈水干流汇入口处建设具备生态修复、水质净化功能的河口生态湿地,占地面积为7.05 hm<sup>2</sup>。以鹅颈水干流河水为进水,采用“初沉池+氧化塘+生态塘+潜流湿地+表流湿地”工艺,设计处理规模为 $1.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,出水达到Ⅳ类水标准。

### 2.2 与雨污水分流改造工程的协同

针对旧村错接、混流问题,开展旧村区域雨污分流及污水管网完善工程,利用社区公园、休憩广场、慢行系统、停车场等空间,建设陶瓷透水砖、透水沥青、生态停车场、植草沟、雨水花园等海绵设施。以区内某旧村为例,该旧村总面积约12.1 hm<sup>2</sup>,居民住宅共279栋,建筑密度大、街道狭窄、绿化空间不足,设计利用旧村内分散空地建设透水铺装,面积约0.26 hm<sup>2</sup>;利用外围有限绿地建设生态停车场、雨水花园,面积分别约0.21、0.31 hm<sup>2</sup>。经海绵改造后,该旧村区域年径流总量控制率约44.9%,基本达到《深圳市海绵城市规划要点和审查细则》中综合整治类项目的目标要求。

针对旧工业区错接、混流问题,开展污水处理厂服务范围内工业区正本清源项目,共计54个旧工业区,面积约176.0 hm<sup>2</sup>。在现场勘查中,重点检查内部建筑排水、场地排水、绿地分布等情况,分析各类海绵设施的适用性,采用差异化海绵化改造策略。对不具备绿色海绵设施建设条件的旧工业区,重点进行管网接驳完善,并将内部雨水口替换为具有雨水径流污染削减功能的环保雨水口;对具备绿色海绵设施建设条件的旧工业区,根据现场情况综合采用建筑雨落管断接、生态停车场、环保型雨水口、植草沟、雨水花园等措施,具体改造技术路线见图4。

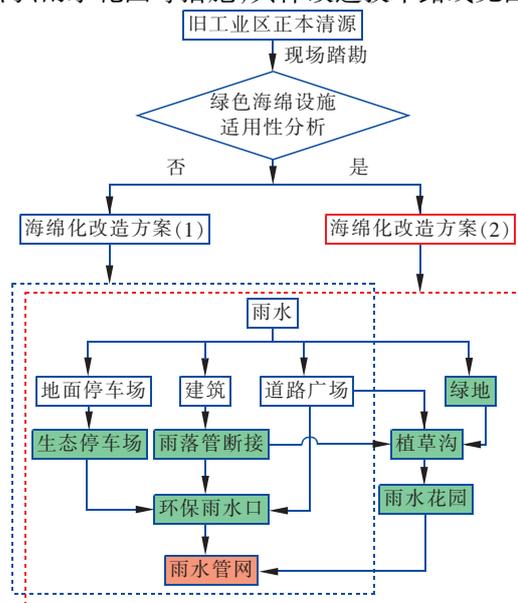


图4 旧工业区正本清源海绵化改造技术路线

Fig. 4 Technology roadmap of sponge city construction in old industrial areas

以某旧工业区为例。该旧工业区总面积约 2.3 hm<sup>2</sup>,建有 1 栋住宅楼、2 座厂房,主要道路及广场采用水泥硬化,住宅及路旁建有花园,具备绿色海绵设施建设条件。设计采用住宅及厂房屋面雨落管断接,散排入周边绿地;将厂房周边雨水口改造为环保雨水口,并利用路旁花园建设 0.11 hm<sup>2</sup> 的雨水花园,以滞蓄周边道路及硬化场地雨水。经计算,该工业区海绵化改造后可实现约 61.4% 的年径流总量控制率。

### 2.3 与海绵城市建设管控制度的协同

城市黑臭水体治理是一项系统工程,为推动更多与黑臭水体治理相关的项目落实海绵城市技术措施,需要有效的机制保障。自 2016 年 4 月成功申报成为深圳市国家海绵城市建设试点区域后,光明区构建了一套完善的海绵城市建设管控机制,将海绵城市内容纳入建设项目“两证一书”进行管控,使区内新建、改建、扩建的建设项目在规划设计之初就严格落实海绵理念<sup>[4]</sup>。2018 年,结合深圳“90”建设项目审批制度改革契机,深圳市规划建设管理部门建立了全流程的建设项目海绵城市建设审批机制,重点在建设项目的立项用地许可、工程建设许可、施工竣工验收等阶段,将海绵城市管控要求细化纳入建设项目报审批流程予以落实。同时,针对未纳入上

述管控机制的小、零、散项目,通过编制技术指引、纳入技术审查、参与设计评审、现场协调指导等方式,督促落实海绵城市技术措施。

目前,鹅颈水流域内按上述要求实施的项目包括华星光电、布龙路等市级重点项目,也包括交通大会战、惠民强基等社区民生项目,总面积约 467 hm<sup>2</sup>。全域性建设项目海绵城市管控机制的建立,使得各类型黑臭水体治理相关项目均积极探索、落实海绵城市技术措施,既提升了区域内海绵城市建设水平,又提高了海绵城市建设和黑臭水体治理的协同程度,从源头上保障了黑臭水体治理成效。

## 3 实施效果与讨论

### 3.1 实施效果

#### ① 污水处理厂进水污染物浓度的显著提升

截至 2018 年 10 月底,流域内河道截污工程、雨污分流及污水管网完善工程已完工,旧工业区正本清源全面铺开,污水收集系统日渐完善。监测结果表明,主要以鹅颈水流域为服务范围的光明水质净化厂的进水水量和进水污染物浓度显著提升。2018 年 1 月—6 月,该厂进水水量提升至  $14.99 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d,同比增加 50%;进水 COD 提升至 281.48 mg/L,同比增加 65.5%;进水氨氮提升至 14.09 mg/L,同比增加 42.8%。具体数据见表 1。

表 1 污水处理厂进水水量、水质情况

Tab. 1 Influent quantity and quality of sewage treatment plant

项 目	上半年平均值		上半年中值		上半年范围	
	2018 年	2017 年	2018 年	2017 年	2018 年	2017 年
进水量/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> · d <sup>-1</sup> )	14.99	9.99	15.47	9.91	7.19 ~ 22.91	1.32 ~ 19.86
COD/(mg · L <sup>-1</sup> )	281.48	170.11	247.00	150.00	57.9 ~ 812.0	63.6 ~ 801.0
NH <sub>3</sub> - N/(mg · L <sup>-1</sup> )	14.09	9.87	13.75	9.68	5.45 ~ 32.08	1.72 ~ 18.14

#### ② 河道水环境和水景观的持续优化

2018 年 4 月 21 日—22 日,住房和城乡建设部城市建设司组织的“第一期海绵城市建设、黑臭水体整治、城市排水防涝培训班”成员现场参观了鹅颈水流域黑臭水体整治项目。截至 2018 年 10 月底,鹅颈水干流、支流整治及景观提升工程已基本完工,河口生态湿地工程已完成 19% 的工程量,流域黑臭水体治理已经初见成效。经具备中国计量认证/认可(CMA)资质的第三方检测机构检测,国家黑臭水体考核河段的河道已经基本消除黑臭现象,河道两岸自然景观也显著提升,呈现出一幅水清岸绿、河畅景美的新景象,如图 5 所示。



图 5 鹅颈水干流河道照片

Fig. 5 Photographs of the mainstream of Ejingshui River

### 3.2 讨论

由于海绵城市、黑臭水体等属新型城市建设理念,且处于边推广、边摸索、边完善的过程,使得鹅颈水流域内海绵城市建设与黑臭水体治理协同程度还不高、项目覆盖度有限,存在部分重点工程未融入海

海绵城市建设理念的情况。为此,经现场踏勘,在光明区内选取重要度高且具有实施条件的项目,单独策划开展专项海绵化改造,但同时增加了项目投资和建设时间。其他城市在黑臭水体治理方案谋划之初,就应统筹考虑与海绵城市建设的协同问题,在各类建设项目前期策划、方案设计、资金审批中将海绵城市建设内容单独列出,预留专项资金,以进一步提高城市“绿色”基础设施与“灰色”基础设施的协同程度。

#### 4 结语

鹅颈水流域黑臭水体治理的经验表明,在开展黑臭水体治理工程中同步落实海绵城市建设理念是可行的,也是十分必要的。相关工作有助于实现“绿色”基础设施与“灰色”基础设施的融合,有利于优化城市建设格局,恢复城市水系统的完整性和连通性,提升流域范围内水环境、水生态、水安全建设成效。应在河道整治、绿化景观提升、雨污水分流改造、正本清源等工程谋划之初,就注重因地制宜地选用海绵设施、编制建设方案,充分发挥海绵城市技术措施对雨水径流的源头削减、过程控制和末端处理作用。

致谢:在本文写作过程中得到深圳市光明区水务局、深圳市深水光明水环境有限公司的大力支持,特此感谢!

#### 参考文献:

- [1] 王晓昌,王永坤,任心欣,等. 深圳市某体育中心低影响开发系统应用与模拟评估[J]. 给水排水,2016,42(5):91-96.  
Wang Xiaochang, Wang Yongkun, Ren Xinxin, *et al.* Application and simulation-based evaluation of a low impact development system in a sports center in Shenzhen [J]. *Water & Wastewater Engineering*, 2016, 42(5): 91-96(in Chinese).
- [2] 胡爱兵,任心欣,裴古中. 采用SWMM模拟LID市政道路的雨洪控制效果[J]. 中国给水排水,2015,31(23):130-133.  
Hu Aibing, Ren Xinxin, Pei Guzhong. Simulation of stormwater control effect of LID municipal road based on SWMM[J]. *China Water & Wastewater*, 2015, 31(23): 130-133(in Chinese).
- [3] 熊赅,李子富,胡爱兵,等. 某低影响开发居住小区水量水质的SWMM模拟[J]. 中国给水排水,2015,31(17):100-103.  
Xiong Yun, Li Zifu, Hu Aibing, *et al.* Simulation of effect of LID facilities on water quantity and quality in residential area based on SWMM [J]. *China Water & Wastewater*, 2015, 31(17):100-103(in Chinese).
- [4] 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).



作者简介:黄俊杰(1994-),男,安徽蚌埠人,硕士,工程师,主要研究方向为城市面源污染控制。

E-mail:346577516@qq.com

收稿日期:2019-05-12

为了幸福家园,请节约身边水资源