

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.24.025

# 中新天津生态城甘露溪公园海绵建设与运行总结

周国华<sup>1,2</sup>, 葛铜岗<sup>3</sup>, 尚巍<sup>3</sup>, 王金丽<sup>3</sup>, 郑华清<sup>3</sup>, 陈亮<sup>1</sup>, 李思雨<sup>3</sup>,  
孙鹏<sup>4</sup>, 李金蔚<sup>4</sup>

(1. 天津大学 建筑工程学院, 天津 300072; 2. 天津生态城市政景观有限公司, 天津 300486;  
3. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300074; 4. 深圳奥雅设计股份有限公司,  
北京 100024)

**摘要:** 甘露溪公园是中新生态城海绵城市建设试点区内的公园绿地类标志性项目之一。原方案目标聚焦景观功能,与滨海盐碱区海绵城市建设要求相比,技术针对性不强。鉴于公园周边市政道路围绕的环境条件,明确其道路雨水污染控制与利用的海绵建设目标;据此,将原方案分别设置在公园两侧两个独立的景观水塘,通过生态沟渠连通,增设水循环及沿程分散式小型雨水净化池,形成多类型断面的景观水系;根据地形地貌,将东侧的水塘设置成台地式雨水湿塘等。工程建成后,区域人居环境得到根本改善,经2019年4月—8月多场降雨过程实测,公园海绵设施系统可消纳最大日55.6 mm的降雨,对周边道路雨水径流SS、COD的平均去除率分别达到81.6%、77.7%,基本实现了项目海绵城市建设要求。

**关键词:** 海绵城市; 中新天津生态城; 甘露溪公园

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)24-0134-06

## Construction and Operation of Ganluxi Sponge Park in Sino-Singapore Tianjin Eco-city

ZHOU Guo-hua<sup>1,2</sup>, GE Tong-gang<sup>3</sup>, SHANG Wei<sup>3</sup>, WANG Jin-li<sup>3</sup>, ZHENG Hua-qing<sup>3</sup>,  
CHEN Liang<sup>1</sup>, LI Si-yu<sup>3</sup>, SUN Peng<sup>4</sup>, LI Jin-wei<sup>4</sup>

(1. School of Civil Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 2. Tianjin Eco-city Municipal Landscape Co. Ltd., Tianjin 300486, China; 3. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300074, China; 4. Shenzhen Aoya Design Co. Ltd., Beijing 100024, China)

**Abstract:** Ganluxi Park is one of the landmark green space projects in the sponge city construction pilot area of Sino-Singapore Tianjin Eco-city. The objective of the original plan focused on the landscape function, and its technical pertinence was not sufficient compared with the construction requirements of sponge city in coastal saline alkali areas. Given that Ganluxi Park was surrounded by roads, the sponge construction objectives of pollution control and road runoff utilization was defined. Accordingly, the original scheme is respectively set up in two independent landscape ponds on both sides of the park and

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2017ZX07106-002); 中新生态城中新科技合作计划项目; 天津市“131”创新型人才培养工程(第二层次)项目  
通信作者: 尚巍 E-mail: shangwei73@sina.com

connected by ecological ditches. The water circulation and dispersed-type small stormwater purification ponds are added along the way, thus the landscape water system with multiple sections was formed. The pond on the east side is set up as a platform-type wet pond according to the topography. After the completion of the project, the regional human settlements have been fundamentally improved. According to the rainfall measurements from April to August 2019, the maximum daily rainfall of 55.6 mm can be absorbed by the sponge facility system in the park, and on average 81.6% of SS and 77.7% of COD were removed from runoff of the surrounding roads, which basically realizes the requirements of the sponge city construction project.

**Key words:** sponge city; Sino-Singapore Tianjin Eco-city; Ganluxi Park

## 1 建设背景

中新天津生态城是中国、新加坡两国政府战略性合作项目,旨在为资源节约型、环境友好型社会建设提供积极探讨和典型示范<sup>[1]</sup>。经过十多年来的建设发展,中新天津生态城充分借鉴新加坡有关低影响开发、雨洪管理和水资源综合利用方面的先进经验,在市政基础设施建设、水环境综合治理、绿色产业引进及生态住宅开发方面取得了积极成效<sup>[2]</sup>。

2016年,中新天津生态城与天津市中心城区解放南路片区一起,成功入选第二批国家海绵城市建设试点。然而,该区域长期以来始终存在以下问题:淡水资源天然不足,生态用水匮乏,周边水体质量相对较差,内部水系缺乏沟通循环<sup>[3]</sup>;降雨地表径流在对排水设施构成较大压力的同时,对景观水体也造成严重污染,制约区域雨水蓄滞能力及雨水资源有效利用;土壤贫瘠且盐渍化严重<sup>[4]</sup>,土壤有机质和水解氮含量均分别低于 10 g/kg、40 mg/kg,含盐量平均在 2% 以上,不利于绿化植物生长,绿化种植及养护难度较大;较高的地下水位在一定程度上限制生物滞留系统等绿地类典型海绵设施的下挖深度;明显偏低的土壤渗透性能影响雨水径流的及时下渗<sup>[5]</sup>。可见,海绵城市建设条件不容乐观。

甘露溪公园项目作为中新天津生态城中部片区重要生态廊道,也是海绵城市试点区建设最重要的公园绿地类示范项目之一。原方案的建设目标主要侧重景观功能,对雨水径流处理处置的考虑相对不足。为进一步明确该项目的海绵城市建设理念,通过对低影响开发、水环境治理、盐碱区域绿地建设与水生态改善相关适用技术的分析鉴别与综合集成,从景观水系构建与水质保障、雨水径流污染控制与景观环境利用、缓冲绿地做法等方面着手,优化了原景观工程方案,提出了运行养护建议,为公园绿地类

海绵城市建设项目提供实践经验。

## 2 工程建设基本情况

### 2.1 海绵试点区与甘露溪公园区位

海绵城市建设试点区位于中新天津生态城南,东临中央大道,西至蓟运河、永定新河,南接永定新河入海口,北至故道河,总面积约 22.8 km<sup>2</sup>。规划建设之初,试点区就最大程度地保留了原有的河流、湖泊、湿地等本底水生态系统,将汉沽污水库改造成区域最大的“海绵体”——静湖水系公园,生态环境条件得到明显改善<sup>[6]</sup>。

甘露溪公园临近静湖水系东岸,位于中新大道以东,中央大道以西,华五路以北,信息产业园信息一街以南,项目周边被市政道路围绕,且区域内又被信息产业园二号路分为东西两个地块(见图1)。



图1 海绵试点区内甘露溪公园位置及效果图

Fig. 1 Location and renderings of Ganluxi Park in the sponge pilot area

公园东西长 750 m,南北宽 120 m,总占地面积约 9.89 hm<sup>2</sup>。公园周边市政道路总长 1 860 m,路面面积约 6.32 hm<sup>2</sup>。此外,作为海绵试点区内连接静湖水系公园的主要生态廊道,甘露溪公园除了发挥城市公园绿地传统功能之外,通过适宜的海绵系统设计及相应的低影响开发设施设置布局,能够对其





后,经排水管进入生态沟渠及雨水湿塘,形成的地表径流由卵石边沟收集进入周边缓冲绿地;③通过在缓冲绿地区域适当位置建设植草沟、生物滞留设施,将降落在绿化区域的雨水及硬质地面径流,进行入渗、滞蓄、净化,多余的雨水径流经排水管进入生态沟渠和雨水湿塘;进入生态沟渠和雨水湿塘的雨水径流用作景观补水。

另外,甘露溪公园所在地块原状为典型的盐碱荒滩,水资源匮乏,几乎所有供水均需外部调水,因此发展多种非常规水资源综合利用具有现实意义<sup>[7]</sup>。为确保旱季甘露溪的景观休闲与生态系统服务功能持续发挥作用,充分结合非常规水源开发利用需要,采用高品质再生水与区外海水淡化水相结合的模式,补给水体并养护海绵设施,实现高标准海绵城市具有代表意义的景观生态项目建设目标。

### 2.3.2 水体净化策略

尽管甘露溪景观水系采用相对洁净的水(经净化后的雨水径流、高品质再生水或海水淡化水),但有研究表明<sup>[8]</sup>,大气沉降物对水环境造成的污染仍不能忽视。为此,一方面采用生态驳岸技术构建了1 620 m的水系岸边带,通过植被及基质的拦截、吸附作用,削减水系周边散排地表径流的污染负荷;另一方面采用水循环与分散式生态净化槽相结合的工程措施,在水系一端设置4台提升泵,根据不同循环强度要求,将相应水量的景观水经由敷设的管道泵送至另一端,形成内循环水流,改善水体流态;同时在水系沿程分散设置由水生植物(香蒲、菖蒲等)、净水基质(沸石、钢渣、陶粒等)构成的生态净化槽5处,面积为3~12 m<sup>2</sup>不等,借助循环水流的作用,使水体依次得到生态净化(见图6)。

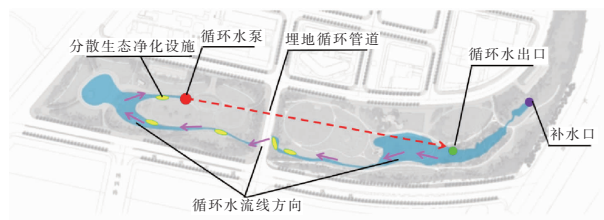


图6 甘露溪公园景观水系循环净化系统示意

Fig. 6 Circulation purification system of landscape water body of Ganluxi Park

### 2.4 台地式雨水湿塘建设

雨水湿塘是常年保持一定水面积且具有拦截、净化、调蓄雨水径流的常规海绵设施。甘露溪公园

充分结合景观水体结构设计特征及原状地形起伏明显的实际场地条件,采取景观休闲娱乐与雨水调蓄相结合的多功能集成模式,将原方案东侧的小型景观水塘,优化设计成台地式结构,日常承担景观水面的亲水性休闲娱乐功能,降雨时发挥对雨水径流量梯级调控及污染削减生态利用功能。工程做法上,将景观水系东部(图2右侧)主湖东侧建成依次串联的不同雨水湿塘单体的台地式布置结构,实现单体雨水湿塘对雨水径流调蓄与相邻单体间跌水景观的有机结合。共设置雨水湿塘单体5处,面积为8~20 m<sup>2</sup>不等,相邻雨水湿塘高差控制在150~300 mm。

### 2.5 甘露溪缓冲绿地建设

甘露溪公园项目范围内,缓冲绿地共6.2 hm<sup>2</sup>,占项目总面积的62.7%,是公园内面积最大的设施,也是支撑公园海绵功能的最主要媒介。在绿地结构方面,针对土壤盐渍化严重的环境本底条件,采用盐碱地绿地“暗管排盐”技术模式,在绿地建设初期土地平整基础上,先敷设排盐管网及石屑淋层<sup>[5]</sup>,再铺填种植土栽种植物。一方面,排盐淋层将高水位时期的地下咸水导排进入水体,防止种植土次生盐渍化;另一方面,雨季由种植土下渗的雨水,在经排盐管进入水体过程中,土壤盐分也随之相伴迁移,起到淡水(雨水)压盐作用。在绿地种植土改良方面,基于强化绿化种植土透水性兼顾保水保墒能力相平衡、土壤肥力维持与透水出流水质控制相协调的基本思路,采用细砂、草炭土、牛粪与绿化种植土按1.5:1:1:6.5的体积比混掺,实现种植土透水速率满足《绿化种植土壤》(CJ 340—2016)的要求。在植物群落景观构建方面,基于整体种植、适地适树、降低维护的配置原则,选取适合盐碱环境的湿生植物、改善土壤肥力的草本植物,构成具有景观效应的耐盐碱植物群落;采用季节性植物景观演替动态效果设计手法,实现植物群落景观随季节演变变化,形成常年有绿、四季有景的动态自然演替的景观效果。

为实现硬质地面径流应收尽收及海绵城市理念现场展示双重目的,在人行步道及小型广场与缓冲绿地交叉的适当区域,分散式开挖建成了雨水花园、植草沟等具有海绵功能生态设施,用于收集处理硬质铺装的雨水径流,与缓冲绿地一起发挥景观展示及海绵城市理念教育功能。

### 3 甘露溪公园运行养护

项目区域土壤环境具有高盐碱性、高地下水水位的特点,为提高中新生态城公园绿地类海绵城市项目服务供给质量,提升海绵设施运行管理水平,需要针对滨海盐碱区域的环境条件,在对小型景观水体、典型海绵设施等采取常规维护养管措施的基础上,着重加强对绿地排盐设施及耐盐植物群落的养护。

在绿地排盐设施运维养护方面,主要是定期查看排盐管和排盐井运行情况,排查排盐管有无弯折或堵塞现象,排盐水能否及时排出;如排盐管发生堵塞,需及时疏通;尤其夏季地下水位较高时,加大排查频率,确保排盐管不被地下水淹没。

在耐盐植物群落养护方面,主要采取的措施:及时对深度为5~10 cm的表层土壤翻耕除草,防止表层土壤板结、积盐及杂草对阳光和养分的竞争;适生耐淹植物的筛选必须通过现场试验确定,且须密切观测耐盐植物生长状况,及时补种缺失苗木;根据栽植植物的生物学特性、土壤墒情尤其是水盐运移规律,灵活调整不同季节的浇灌模式,春季尤其春夏之交,适当增加灌溉频率和水量,促使土壤表层累积盐分下移,通过排盐系统排出土体,防止因该期间蒸发量较大,导致植物遭受盐渍危害。

### 4 运行效果

2018年6月甘露溪公园景观主体工程基本完工,2018年底海绵城市设施基本建成。一方面,公园区域景观环境得到根本改善,由原来的盐碱荒滩,蜕变为现在设施较为完善、植物花色四季有序更替的景观系统,人居环境质量得到明显提升;另一方面,通过公园内典型海绵设施单体及其组成的海绵系统运行,周边市政道路的路面(6.32 hm<sup>2</sup>)雨水被引入公园,亦即连同公园自身面积(9.89 hm<sup>2</sup>),共有16.21 hm<sup>2</sup>区域的雨水得到净化及景观环境利用。经2019年4月—8月的8场实际降雨过程的现场观测、取样分析及初步测算,该期间日降雨量范围为3.2~55.6 mm,最大日降雨量发生在7月29日,共有约1.14×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>的道路雨水进入公园,公园内的海绵设施及景观水体均无溢流现象;该区域典型市政道路雨水SS、COD分别为47~288、46~176 mg/L,平均值分别为112、74 mg/L,公园海绵设施系统出流SS、COD分别为9~54、11~40 mg/L,平均值分别为21、17 mg/L,公园海绵设施系统对道路雨水SS、COD的平均去除率分别为81.6%、

77.7%,表明公园海绵设施系统的建设运行,在一定程度上承担了周边道路附属绿地的海绵功能。

### 5 结语

甘露溪公园项目作为海绵试点区内最重要的公园绿地类典型示范项目,严格贴合区域发展规划功能定位,已形成区域绿化景观与居民休闲活动中心,成为了生态城新名片,但其海绵功能的长效保持及建设效应的客观评估,后期仍需开展长期连续的数据监测与测算分析工作,必要时仍需不断推动设施运行及系统设计的优化升级,才能真正推动海绵城市建设理念深入人心。

### 参考文献:

- [1] 刘振江,赵益华,陶珏,等. 中新生态城污水库环境治理与生态重建[J]. 中国给水排水,2016,32(1):78-82.  
Liu Zhenjiang, Zhao Yihua, Tao Jun, et al. Environmental management and ecological reconstruction of wastewater reservoir in Sino-Singapore Tianjin Eco-city[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(1): 78-82 (in Chinese).
- [2] 李忠锋,张勇,周国华,等. 中新天津生态城市政基础设施设计新理念[M]. 北京:人民交通出版社,2018.  
Li Zhongfeng, Zhang Yong, Zhou Guohua, et al. New Concept of Municipal Infrastructure Design in Sino-Singapore Tianjin Eco-city [M]. Beijing: China Communications Press, 2018 (in Chinese).
- [3] 王武,马作国,华玉鑫,等. 中新天津生态城盐渍土特征与绿化技术研究[J]. 天津农业科学,2012,18(1):143-145.  
Wang Wu, Ma Zuoguo, Hua Yuxin, et al. Characteristics and afforesting techniques of saline soil in China-Singapore Tianjin Eco-city [J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2012, 18(1): 143-145 (in Chinese).
- [4] 刘振江,季民,赵益华. 天津生态城多水源补水深度处理集成技术与工程示范[J]. 给水排水,2018,44(4):47-51.  
Liu Zhenjiang, Ji Min, Zhao Yihua. Research on integrated technology and demonstration project of water deep treatment of water resources in ecological city of Tianjin[J]. Water & Wastewater Engineering, 2018, 44(4): 47-51 (in Chinese).
- [5] 吕乐福,池风龙,卢立波,等. 天津生态城滨海盐碱区海绵城市建设模式分析[J]. 给水排水,2019,45(增刊):92-99.  
Lü Lefu, Chi Fenglong, Lu Libo, et al. Study on sponge

city construction mode of coastal saline alkali area in Tianjin Eco-city[J]. Water & Wastewater Engineering, 2019,45(S):92-99(in Chinese).

- [6] 赵洪刚,王萌,郭峰,等. 中新天津生态城海绵城市建设实践与探索[J]. 建设科技,2019(12):48-54.

Zhao Honggang, Wang Meng, Guo Feng, *et al.* Practice and exploration of sponge city construction in Sino-Singapore Tianjin Eco-city[J]. Construction Science and Technology, 2019(12):48-54(in Chinese).

- [7] 刘瑜,杨慧,李银,等. 天津市用于滨海河口生态补水的非常规水资源估算[J]. 南水北调与水利科技, 2016,14(3):62-66.

Liu Yu, Yang Hui, Li Yin, *et al.* Estimation of Tianjin unconventional water for supplying ecological water to coastal estuaries[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2016, 14(3):62-66(in Chinese).

- [8] 王金丽,尚巍,郑兴灿,等. 中新天津生态城区域沉降物特征及对水环境的影响[J]. 中国给水排水,2017, 33(21):109-113.

Wang Jinli, Shang Wei, Zheng Xingcan, *et al.* Characteristics of regional deposition in Sino-Singapore

Tianjin Eco-city and its influence on water environment [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(21):109-113(in Chinese).



作者简介:周国华(1984-),男,山西翼城人,工程博士研究生,高级工程师,主要从事海绵城市、雨洪管理、水资源利用、盐渍土改良等研究工作。

E-mail:13821927908@163.com

收稿日期:2020-02-18

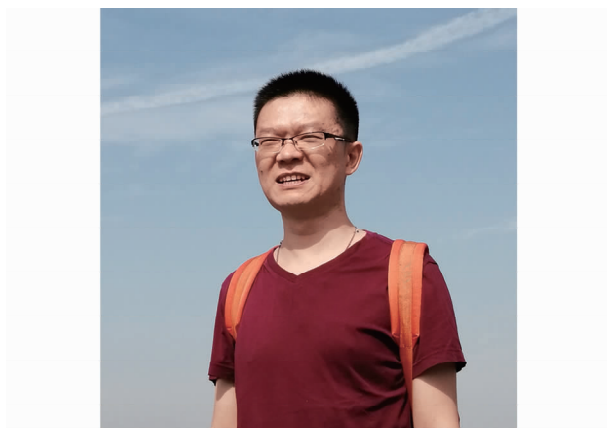
(上接第133页)

osmosis seawater desalination status and design points of small island[J]. Technology of Water Treatment, 2015, 41(10):134-136(in Chinese).

- [9] Qiu G H, Wang S H, Song D W, *et al.* Review of performance improvement of energy recovery turbines in the reverse osmosis desalination [J]. Desalin Water Treat, 2018, 119:70-73.

- [10] 康权,吴水波,苏慧超,等. 高国产化率反渗透海水淡化装置的调试运行[J]. 中国给水排水, 2014, 30(6):97-100.

Kang Quan, Wu Shuibao, Su Huichao, *et al.* Commissioning and operation of RO seawater desalination project using domestic equipment [J]. China Water & Wastewater, 2014, 30(6):97-100(in Chinese).



作者简介:李东洋(1984-),男,天津人,硕士,工程师,主要从事海水淡化研究工作。

E-mail:crichard@163.com

收稿日期:2019-07-12