

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.12.009

## 天津生态城水治理模式的探索与研究

刘旭<sup>1</sup>, 王金丽<sup>2</sup>, 黄鹏<sup>2</sup>, 赵益华<sup>3</sup>, 刘海滨<sup>3</sup>, 宋文超<sup>1</sup>

(1. 中新天津生态城生态环境局, 天津 300000; 2. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300074; 3. 生态城水务投资建设有限公司, 天津 300467)

**摘要:** 天津生态城在10年建设和发展过程中,通过借鉴新加坡经验并因地制宜,在水治理标准化体系构建、水安全保障、水环境改善和水资源优化等方面进行了有益探索。制定了《安全供水与应急导则》《节水导则》和《非传统水资源管理利用导则》,在全国率先建立了《中新天津生态城指标体系》,形成《中新天津生态城水务管理导则》体系;治理2.56 km<sup>2</sup>的污水库存量污染,实施汇水分区并保证透水性地面不少于45%等低影响开发策略,建立供水监测机制,以保障水安全;提升污水排放标准以满足生态补水水质水量需求,强化入河径流生态净化,进行水体连通循环,改善水体环境;开展水量平衡匹配、科学用水决策,优化配置水资源,非传统水源利用率已超过60%;实施集水质监测、处置预警、应急调度于一体的闭环式智能化水务管理。目前天津生态城已形成了日臻完善的科学水治理模式,可为其他城市水治理提供参考和借鉴。

**关键词:** 天津生态城; 水治理模式; 水安全保障; 水环境改善; 水资源优化

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)12-0051-05

## Exploration and Research on Water Management Model in Tianjin Eco-city

LIU Xu<sup>1</sup>, WANG Jin-li<sup>2</sup>, HUANG Peng<sup>2</sup>, ZHAO Yi-hua<sup>3</sup>, LIU Hai-bin<sup>3</sup>,  
SONG Wen-chao<sup>1</sup>

(1. Urban Management Bureau of Sino-Singapore Tianjin Eco-city, Tianjin 300000, China; 2. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300074, China; 3. Tianjin Eco-city Water Investment and Construction Co. Ltd., Tianjin 300467, China)

**Abstract:** During 10 years construction and development of Tianjin Eco-city, through drawing lessons from Singapore's experience and adapting measures to local condition, beneficial explorations on the construction of standardization system of water treatment, water security guarantee, improvement of water environment, optimization of water resources and other aspects have been made in Tianjin Eco-city: the *Guidelines for Safe Water Supply and Emergency Response Water Saving and Non-traditional Water Resources Management and Utilization* were formulated, and *The Index System of Sino-Singapore Tianjin Eco-city* was first established in China, thus forming the system of *Sino-Singapore Tianjin Eco-city Water Management Guidelines*. The stock pollution of 2.56 km<sup>2</sup> wastewater reservoir was controlled, the catchment area was implemented. Then, the permeable surface was ensured not less than 45% and other relevant low-impact development strategy, and the water supply monitoring mechanism was built to ensure

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2017ZX07106002); 中新天津生态城水资源平衡利用分析项目  
通信作者: 王金丽 E-mail: wangjinli99@163.com

water security. Through upgrading wastewater discharge standards to meet the water quality and quantity of ecological recharge water, strengthening ecological purification of runoff into rivers, connecting water system and promoting water circulation to improve water environment, carrying out water balance matching to increase the science of water application decisions and optimize allocation of water resources, now the utilization rate of non-traditional water resources of Tianjin Eco-city has exceeded 60%. Meanwhile, Tianjin Eco-city implemented a closed-loop intelligent water management system that integrated water quality monitoring, early warning and emergency response. At present, an improving scientific water management model has been formed in Tianjin Eco-city, which can provide reference for other urban water management.

**Key words:** Tianjin Eco-city; water management model; water security; improvement of water environment; optimization of water resources

天津生态城选址于资源型和水质型缺水地区,淡水资源贫乏、地表水污染严重,借鉴新加坡成功的水治理经验,破解城市发展难题,为其他城市的可持续发展提供样板,是中新两国政府赋予生态城的使命和目标,也是生态城市建设探索的意义所在。经过10年的努力,天津生态城在水资源保障、水环境改善、水资源优化等方面取得了一定进展,生态城水治理体系已初步形成<sup>[1]</sup>。通过对生态城发展过程中的水治理体系进行总结研究,同时对水资源利用结构和水环境特征进行分析,进一步探索完善生态城水治理体系与模式,为其他缺水城市的水治理提供参考和借鉴。

## 1 天津生态城水治理思路与标准体系

### 1.1 生态城水治理思路

生态城治水的总体思路:针对开发建设面临的水资源短缺、水污染严重等问题,学习借鉴新加坡治水先进经验,按照中新两国政府确定的人与人、人与环境、人与经济活动和谐的总体要求,生态城以地表水环境质量、非传统水资源利用、人均生活用水量和水喉水达标率等量化目标为导向,以各级规划作为主要控制手段,实施低影响开发策略,开展污水治理和污水处理中心等重点项目建设,系统推进水安全保障、水环境改善、水资源优化、水文化建设工程,构建完善的城市水治理体系。

### 1.2 生态城水治理标准体系的建立

为推进水务管理的标准化和规范化,生态城先后制定了《安全供水与应急导则》《节水导则》和《非传统水资源管理利用导则》等系列化导则,形成《中新天津生态城水务管理导则》体系,从供水安全、节水和水资源循环利用等多个层面强化管理标准。

同时,在学习借鉴世界先进国家和地区成功经验的基础上,结合天津生态城实际情况,按照科学性、可操作性、前瞻性、可达性、定性与定量相结合等基本原则,在全国率先建立了《中新天津生态城指标体系》。该指标体系从提高水资源承载能力、保障城市用水安全、提升水环境质量角度出发,通过控制用水总量、提高用水效率、采用多源供水模式、建设海绵城市、落实生态补水水源等措施实现。强调了水资源循环利用和水生态环境的保护,在国内率先量化了非传统水源利用率,形成了水资源综合管控的制度性保障。为适应绿色发展需求,生态城于2017年进行了指标体系升级,升级过程中将增加生态岸线保有率、生活污水回用率、年径流总量控制率等涉水指标,对非传统水源利用率等指标进行提升,并进一步降低日人均生活用水量指标。升级后的指标体系更加严格,对于现阶段实现绿色低碳循环发展,在京津冀一体化格局中,提升生态城在区域中的示范引领作用具有重要意义。

## 2 生态城水治理案例分析

### 2.1 保障水安全

#### ① 治理存量污染

生态城选址区内地表水体均为劣V类水质,其中始建于20世纪70年代的营城污水库,面积约2.56 km<sup>2</sup>,一直接纳周边区域排放的工业废水和生活污水,水质恶化严重,生态功能完全丧失,已经对区域的环境安全和开发建设构成严重威胁。为彻底治理污水库,“十一五”期间生态城地方政府组织专业机构开展污染本底调查,通过网格化调查取样和化验分析,摸清污染情况,在对污染底泥进行风险评估、环境评价的基础上,按照不同深度底泥重金属污

染程度的差异,制定了相应的治理技术路线。经现场工程试验成功后,确定实施方案。最终,经过近3年的时间,完成了全部  $385 \times 10^4 \text{ m}^3$  污泥的无害化处理、资源化利用; $215 \times 10^4 \text{ m}^3$  的污染废水经预处理后纳入污水处理系统,处理达标后排放,昔日的污水库已变成了美丽的静湖<sup>[2]</sup>。

## ② 实施低影响开发

湿地生态系统是城市生态系统的重要组成部分,是人与环境和谐共存的直接体现。天津生态城周边有蓟运河、永定新河以及规划区域内的蓟运河故道和静湖等,水域面积约为  $4.73 \text{ km}^2$ ,蓄水量近  $1300 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。通过规划完整保留地表河流,在河道两岸划定红线,保护生态绿地,构建以地表水体和生态绿地为核心、占总规划面积近1/4的完整区域湿地生态系统,使其成为保护鸟类生存、调节区域小气候、改善热岛效应和温室效应、蓄积自然降水的“城市之肾”。远期生态城致力于将湿地打造成重要的应急水源集水区,为区域供水安全提供支撑。

同时,生态城建设标准高,绿化率要求高,需保证透水性地面不少于45%,增加雨水直接利用和下渗。并且生态城实施汇水分区控制措施(见图1),充分利用湿地实现暴雨级别降水的调蓄能力,可基本消除城市内涝隐患。

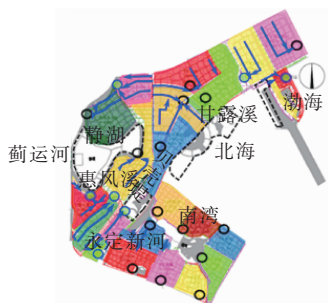


图1 天津生态城汇水分区及厂站分布

Fig. 1 Catchment area and wastewater treatment plant – station distribution of Tianjin Eco-city

2016年4月,生态城获批国家海绵城市试点,以此为契机,生态城在建设项目中进一步强化了海绵设施的布局规划和建设,打造了29#学校、第一社区公园和甘露溪等多个样板项目,实现了雨水的渗、滞、蓄、净、用、排,特别是雨水经过海绵设施净化后可回用于景观水系和绿化浇洒,将有效提升非传统水利用率。

## ③ 保障供水水质安全

为保障生态城自来水供水安全,落实生态城指标体系“水喉水达标率100%”的要求,指导生态城自来水供水设施建设、运行、维护,确保自来水的安全、稳定供应,生态城出台了《安全供水与应急导则》,对供水系统的设计与施工、水质监测、管网及泵站的运行维护、系统安全分析与应急管理等方面做出了相应的要求和规定。通过建立供水监测机制,安装供水在线监测系统,对水源、泵站、管网、二次供水、水喉水进行实时监测,在发现或接报生态城范围内水质异常时,供水运营单位可快速切断异常区域的所有水源,确保群众用水安全。

## 2.2 改善水环境

### ① 保障景观水体补给水源的水量和水质

生态城加强污水管网和污水处理厂的建设,完成处理规模为  $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的营城污水处理厂的提标改造,确保对区内产业及生活污水实现全部收集处理回用的同时,加大对周边汉沽地区生活、工业废水的收集处理。通过采取有效的监管、监测措施,严控进入污水厂的工业废水水质,使废水在工业厂区处理达到市政管网排放标准后方可进入污水厂,杜绝上游污染。通过不断提升污水处理厂的排放标准,使达标排放的尾水成为地表水体的主要补充水源。基于水体水质维持考虑,在满足2~3次换水的生态补水能力下,剩余尾水用于再生水扩产,实现污水资源的100%回收利用。

### ② 强化入河径流水质净化

为解决初期雨水集中处理的问题,避免径流雨水直接排入水体影响水体水质,生态城在每个雨水泵站出口都规划建设人工湿地,对雨水收集、净化后,就近排入地表水体,成为地表水体的有益补充。例如,在起步区合建泵站建设了由垂直潜流湿地—水平潜流湿地—表面流湿地组成的复合式人工湿地,通过对不同形式湿地单元串联/并联运行方式的合理调控,设计考虑在降雨情况下处理初期雨水,在不降雨时可抽取故道河水进行旁路处理净化,同时解决了人工湿地植物需水维护的问题<sup>[3]</sup>。

### ③ 实现水体连通与循环

生态城对全长为10.7 km、平均宽度为200 m的蓟运河故道自南向北分段实施改造,通过河道清淤、湿地保护、水体治理、堤岸整治和植物净化,在形成城市景观的同时,消除了水体富营养化,逐步改善水质,恢复水体功能。在此基础上,与治理好的静湖



形成核心水体,目前合作区的静湖、故道河和惠风溪已实现连通,并按照一期水系循环方案进行循环。同时,规划向西连通蓟运河水体,向东连通旅游区景观水体,并结合水系现状制定分期水循环方案,构建以污水厂出水与自然降雨为水源、连河通海,形成包括淡水循环和海水循环的地表水体循环体系。通过水体流动增加自净能力,并通过自然渗透补充、涵养地下水,从而持续改善区域水环境。

### 2.3 优化水资源

#### ① 水资源供需平衡匹配

结合区域实际情况,开展水资源平衡分析,以非传统水源填补城市用水缺口,降低新鲜水需求量,实现分区供水、分质供水和按需供水。同时,按照生态优先原则,优先考虑生态补水、兼顾再生水等非传统水源的生产供应,构建安全、节约、高效的水资源保障体系<sup>[4]</sup>。

建成的生态城水处理中心通过对区内外污水实施分级处理,除部分污水经处理达标后用于城内河道水系的生态补水外,其余部分经过双膜法深度再生处理达到新加坡新生水标准,在市政绿化、生活杂用、建设施工、产业用水领域逐步推行非传统水源替代,弥补新鲜水源不足,解决区域水资源短缺问题。同时,引入淡化海水战略资源。充分利用滨海新区现有的海水淡化设施,一方面将淡化海水按比例与自来水混合,作为生活用水;另一方面结合产业用水等需求,替代净水水源。通过水平衡研究提出了水资源优化匹配关系,如图2所示。

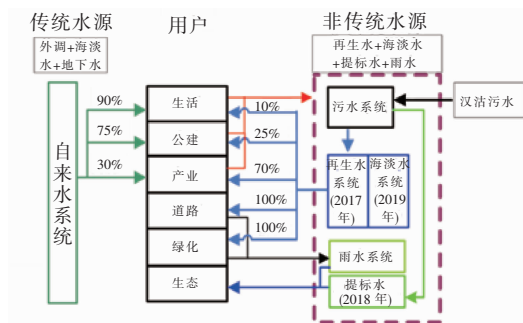


图2 生态城水资源在不同用户间的优化匹配关系

Fig.2 Optimal matching diagram of water resources among different users in Tianjin Eco-city

通过水资源平衡分析核算,目前生态城再生水与淡化海水的可利用能力已超过总用水量的60%,考虑生态补水后的非传统水利用率>70%。

#### ② 科学控制用水总量

天津生态城将节水作为各项建设的基本要求,科学制定用水标准,以实现全面节水的目标。根据对国内外有关城市经济发展水平与用水需求的分析比较,按照节水的原则,科学确定人均用水量为120 L/d的控制标准,比新加坡现状降低20%。发布的《节水导则》明确各类建筑采用节水器具的设计要求,实现生活节水;建立产业准入政策,严格执行产业耗水标准,实现产业节水;通过选择本地适生的耐盐碱、耐旱的植物作为绿化主要品种,同时采用节水灌溉技术,实现绿化节水;通过提高供水管网设计要求,建立智能检测系统,将管网漏损率控制在7%以内;通过改进环卫作业方式等实现市政节水<sup>[5]</sup>。

### 2.4 实施智能化水务管理

发挥科技引领作用,生态城在城市管理方面率先引入智能化监管平台,水务管理作为其中的一个重要板块,通过开发的新型水环境系统智能化管理软件,嵌入供水、排水、污水处理及水环境(水文、水质)等信息,依托生态城公用事业“一个平台、三个中心”体系的网络平台、运维中心和客服中心,构建了涵盖水质监测、水量感知、数据统计分析、预报警、辅助决策、应急调度等功能的天津生态城新型水环境系统智能化管理平台,如图3所示。



图3 天津生态城水环境智能化管理系统综合调度平台

Fig.3 Integrated dispatching platform for water environment intelligent management system in Tianjin Eco-city

平台调度大厅的水环境系统调度人员通过平台对现场水质监测设备采集传输上来的水质实时数据进行分析并自动预警,及时发现水质突变异常报警或水质污染预警。调度人员获取信息后,根据《天津生态城水环境系统应急预案》即时启动处置预案,对污水、排水、雨水、景观水体等相关部门和单位进行调度指挥,执行应急预案,对水质污染事故进行集中处理,形成了集水质监测、处置预警、应急调度

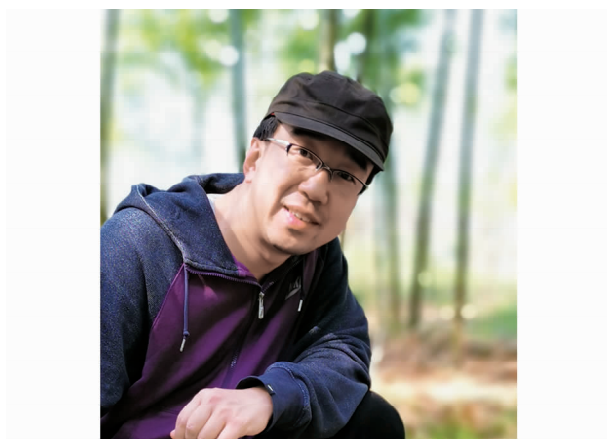
于一体的闭环式管理,为生态城涉水业务运营管理提供了保障。

### 3 结论

通过学习新加坡的治水经验,天津生态城在10年的建设过程中已逐渐形成了自身的水务管理标准化体系,并且在推进供水和用水安全保障的同时,契合海绵城市建设进一步强化低影响开发,既保障城市行洪安全,又可有效利用雨水资源。同时天津生态城注重规划管理与科学研究的有效衔接,根据水平衡项目和相关国家科研项目成果,制定相应的水环境和水生态改善、水资源优化配置、水务智能化管理方案,形成了综合统筹“水安全、水资源、水环境、水生态”的生态城治水格局,并在实施过程中不断完善。生态城科学水治理模式探索将为我国城市水治理提供更加广阔的思路,推动城市水治理朝着更科学、更智能、更生态的方向发展。

### 参考文献:

- [1] 靳美珠,刘振江,刘轶. 中新天津生态城水务管理导则体系[J]. 建设科技,2011(11):62-63.  
Jin Meizhu, Liu Zhenjiang, Liu Yi. Water management guideline system of Sino-Singapore Tianjin Eco-city[J]. Construction Science and Technology, 2011(11):62-63 (in Chinese).
- [2] 刘振江,赵益华,陶君,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).
- [3] 葛铜岗,段梦,张维,等. 中新生态城多功能人工湿地建设及持续性效果[J]. 中国给水排水,2018,34(13):80-85.  
Ge Tonggang, Duan Meng, Zhang Wei, et al. Construction and continuous performance of multifunctional constructed wetlands in Sino-Singapore Tianjin Eco-city[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(13):80-85 (in Chinese).
- [4] 彭澄瑶,张杰,李冬,等. 城市水资源可持续利用新模式研究——以中新天津生态城为例[J]. 北京工业大学学报,2011,37(5):753-759.  
Peng Chengyao, Zhang Jie, Li Dong, et al. Study on the new model of sustainable urban water resource planning—A case study of Sino-Singapore Tianjin Eco-city[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2011, 37(5):753-759 (in Chinese).
- [5] 吴婷,胡雨村. 中新天津生态城水资源节约利用研究[J]. 环境科学与技术,2012,35(增刊):112-115.  
Wu Ting, Hu Yucun. Study on economical use of water resources of Sino-Singapore Tianjin Eco-city[J]. Environmental Science & Technology, 2012, 35(S1):112-115 (in Chinese).



作者简介:刘旭(1982-),男,天津人,硕士,工程师,主要从事水务、公用事业等城市管理工作。

E-mail:liux@eco-city.gov.cn

收稿日期:2019-08-23