

基于海绵城市理念的横琴国际居住区海绵系统提升工程

郭日花

(珠海大横琴科技发展有限公司, 广东 珠海 519000)

摘要: 国家开展海绵城市建设以来,先后完成了两批30座城市的试点工作,并陆续启动了第三批60个系统化全域推进海绵城市建设示范城市,海绵城市已经逐渐融入城市建设中。公园绿地和水系作为城市重要的海绵体,起到了关键作用。横琴作为典型的海岛型地区,结合本地特征,通过居住区内的公园、排洪渠、水闸、湿地的融合设计,充分利用公园绿地、水系、湿地的生态功能,构建横琴国际居住区海绵生态基底,实现雨洪管理、生态修复、水质提升、雨水回用四大功能,加快打造横琴人与自然和谐共生的山脉、田园、水脉都市“示范区”“国际休闲旅游岛”,同时为其他区域海绵城市建设提供示范。

关键词: 海绵城市;公园绿地;水系;雨洪管理;生态修复;水质提升;雨水回用

中图分类号: TU985.13

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)04-0164-06

Sponge System Upgrading Project of Hengqin International Residential Area Based on Concept of Sponge City

GUO Rihua

(Zhuhai Dahengqin Technology Development Co., Ltd., Zhuhai 519000, China)

Abstract: Since the implementation of sponge city construction in China, the pilot projects have been completed in 30 cities in two batches, and three batches of 60 demonstration cities for systematic and comprehensive promotion of sponge city construction have been launched successively. Sponge cities have been gradually integrated into urban construction. Parks, green spaces and water systems play a crucial role as important sponge bodies in cities. Hengqin is a typical island area. Combined with the local features, through the integrated design of parks, flood discharge channels, water gates and wetlands in residential areas, the ecological functions of park green spaces, water systems and wetlands are fully utilized to build a sponge ecological foundation of Hengqin International Residential Area. Four major functions of rainwater and flood management, ecological restoration, water quality improvement and rainwater reuse are realized. The development of Hengqin into a "demonstration area" and "international leisure tourism island" where people and nature coexist in harmony with mountains, fields and water veins is accelerated, which provides a demonstration for the construction of sponge cities in other regions.

Keywords: sponge city; park green space; river system; rainwater and flood management; ecological restoration; improvement of water quality; rainwater reuse

0 引言

自十八大以来,国家大力推进生态文明建设,海绵城市建设得到高度重视,国务院及相关部委发布了《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》(国办发[2013]23号)、《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发[2015]75号),大力推进建设自然积存、自然渗透、自然净化

的“海绵城市”,节约水资源,保护和改善城市生态环境,促进生态文明建设,成为党和国家建设生态文明、美丽中国的大力举措^[1-3]。2021年4月25日,财政部办公厅等三部门联合发布《关于开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》(财办建[2021]35号),明确工作目标:力争通过3a集中建设,示范城市防洪排涝能力及地下空间建设水平明显提升,河湖空间严格管控,生态环境显著改善,海绵城市理念得到全面、有效落实,为建设宜居、绿色、韧性、智慧、人文城市创造条件,推动全国海绵城市建设迈上新台阶^[4-6]。

收稿日期: 2024-12-03

作者简介: 郭日花(1971—),女,硕士,高级工程师,从事建设工程管理工作。

国家开展海绵城市建设以来,先后完成了两批 30 座城市的试点工作,并陆续启动了三批 60 个系统化全域推进海绵城市建设示范城市,共同探索海绵城市的规划建设经验^[7]。2016 年珠海市被评为国家第二批海绵试点城市,并将横琴作为珠海市海绵城市试点区之一^[8-10]。横琴雨量充沛,降雨主要集中在 4~9 月,雨季(4~9 月)平均月降雨量为 294.1 mm,占全年降雨量的 80% 以上。横琴作为典型的海岛型地区,具有特定的地理环境、气候条件和高标准的环境发展目标,具备创建海岛型生态模式的条件^[11]。结合横琴本底条件、城建现状和开发计划,横琴范围内部分区域作为海绵城市建设试点区,规划范围总面积 20.06 km²,如图 1 所示,海绵城市建设相关工程包含 4 大类 103 个子项,项目总投资 50 多亿元。

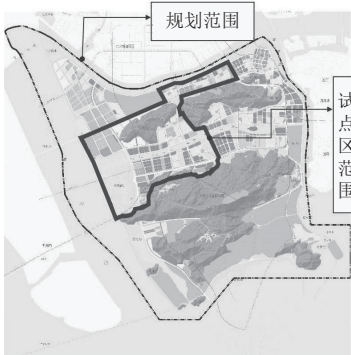


图 1 海绵试点区范围图

2021 年,为了促进澳门经济适度多元发展的新平台、便利澳门居民生活就业的新空间、丰富“一国两制”实践的新示范、推动粤港澳大湾区建设新高地^[12],成立了横琴粤澳深度合作区。以建设国际宜居样板城市、资源节约、环境良好的生态岛为目标。为避免因城市化飞速发展干扰原有自然生态系统、改变城市下垫面特性而导致的内涝频发、水环境质量降低、水资源短缺等一系列城市雨水管理问题的产生,加快打造人与自然和谐共生的山脉田园、水脉都市“示范区”“国际休闲旅游岛”。

1 工程概况

项目位于环岛北路与琴海北路之间,属于试点建设区北部及大横琴山东部区域的居住小区海绵城市建设试点区。项目建设内容包含排洪渠生态改造工程、闸门工程、生态跌水曝气增氧工程、生态湿地工程、海绵型公园绿地工程,建设总面积约 15.29 万 m²,如图 2 所示。

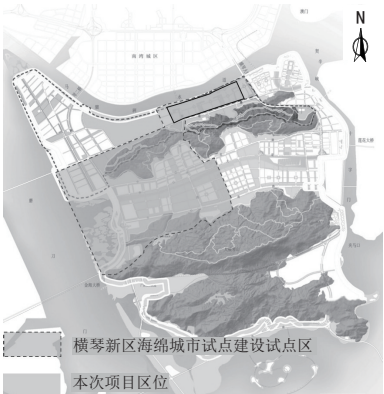


图 2 项目区位及范围图

2 项目问题分析

2.1 水资源分析

水资源未充分利用。场地全年汇水分区收集 269 万 m³ 雨水,现状在排入排洪渠后与外海相通,未能充分利用雨水淡水资源;渠内水质易浑浊,水功能达标率低。

项目内排洪渠主要承接环岛北路南面山体雨水以及公园地块和周边道路、地块经海绵设施处理后溢流进入的雨水(见图 3)。



图 3 雨水径流路线图

2.2 水安全分析

水安全存在隐患。珠海容易出现短历时强降雨,年内分布不均,且夏季多暴雨,地下水位高,土壤黏重,下渗困难,给近海、低海拔的地区带来洪涝灾害。

2.3 水环境分析

水环境退化。区域主要水体,包括排洪渠等水道,与外海连通,易造成水质混浊,水面线随潮水波动;水动力不足,污染物容易积累,自净能力差。

2.4 水生态分析

水生态脆弱。生态水量缺乏,水生动植物生存条件差,水环境容量较小,生态系统比较脆弱,土壤黏重,渗透率低,易盐碱化。

2.5 水文化分析

水文化亟待营造。横琴作为内地开放度最高的

“先行先试”区域和未来的开放岛、活力岛、智能岛、生态岛,水文化历史沉淀不足,更多着眼国际与未来。

3 项目目标

充分利用片区内公园绿地、河湖水系的生态功能,构建国际居住区生态海绵基底^[13],实现雨洪管理、生态修复、水质提升、雨水回用四大功能,营造国际化生态新区的海绵之景,打造海绵城市技术的生态标杆。具体海绵城市设计目标包括:(1)满足横琴市对地块的海绵指标控制要求,帮助减轻相邻区域防洪排涝压力;(2)净化地块源头水质,提升区块水景;(3)全面提升水环境,从而提升区域地块价值;(4)结合景观打造海绵设施,寓教于景。

4 总体思路

本项目以问题和目标为导向,通过提升水安全、水生态、水环境、水景观等措施,以水为主线,系统解决横琴水质差、水资源短缺的问题,即设计范围内排洪渠属雨源型河道、区内产水量高但留不住、难被河道充分利用,且受外潮潮水影响,易出现水浑浊的现象。因此,本项目通过源头控制、过程滞蓄、末端处理等策略,强化横琴防洪安全,全面提升横琴城市生态质量。

5 系统方案设计

作为横琴国际居住区绿地系统和水脉系统中最为基本的生态构架,通过公园绿地、水渠(排洪沟)的交互融合,充分利用绿地与水系的生态属性,搭建横琴国际居住区生态海绵基底。

本次设计区域共分为2块绿地,4块水体(湿地),5条排洪渠,2座水闸;相互作用,通过源头控制、过程滞蓄、末端调蓄等措施共同形成国际居住区的生态海绵基底,如图4所示。



图4 海绵设施系统布置图

(1)在与海水直接沟通的4#和6#排洪渠上,设置2座水闸,立闸蓄水,使3#、4#、5#、5-2#、6#排洪渠成为总容积达6.45万m³的天然蓄水池,平日可供给自身地块4.46万m³用水,洪涝时则开闸泄洪,保证水安全(见图5)。

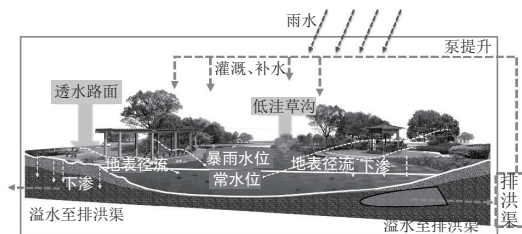


图5 雨水利用路线

(2)5条排洪渠作为系统的水动脉,起到收集和调蓄周边径流雨水、排除超标雨水的多重作用,使其发挥海绵设计过程中“滞、蓄、用、排”的功能;同时对5-2#排洪渠、3#排洪渠,在不影响防洪的基础上,进行渠底及岸线生态化改造。

(3)4块水体地块,设计为2套生态湿地和2个跌水湿地曝气增氧系统,主要发挥“净”的功能,作为系统水循环构建的海绵末端净化设施。

(4)2块绿地为居住区公园绿地,作为地块的源头海绵设施,除了解决自身的径流外,通过人工湖和洼地的设计,还预留了一定雨水的调蓄量,可以处理部分相邻道路地块径流并发挥暴雨时的滞蓄功能,发挥“渗、滞、蓄、净、用”的作用。

(5)水循环构建

通过排洪渠生态改造工程、闸门工程、生态跌水曝气增氧工程、生态湿地工程、海绵型公园绿地工程共同联动,形成水循环系统,改善水环境,确保水质要求(见图6)。

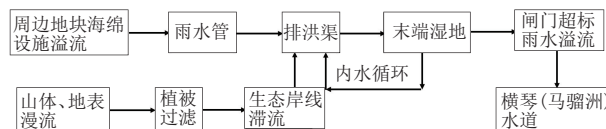


图6 雨水径流组织路线图

5.1 源头控制

源头新建两座公园及绿地海绵工程,含1#、2#居住区公园,总面积为96 945 m²,如图7所示,海绵设计指标为:年径流总量控制率85%,对应设计降雨量44.8 mm。

居住区公园主要采用的海绵设施包括雨水花园、雨水花坛、植草沟、生态树池、透水铺装等。结合竖向设计,将海绵控制目标内的雨水滞蓄在海绵设施内,超标雨水外排。

公园整体地形周边高,中间低,中间结合景观水体形成下凹洼地。洼地以卵石、草滩作为景观元素,补水后,形成浅摊溪流,暴雨时,径流雨水,经过海绵设施渗透,过滤,减轻下游市政管网的负荷,并能净化雨水。景观水体暴雨水位设为 3.60 m。

以两个社区公园为主角,把水循环和河道生态改造融为一体,构建一个水文化载体,同时打造一套绿地海绵体系。



图7 公园与周边水系衔接图

5.2 过程滞蓄

5.2.1 立闸蓄水

在 4# 及 6# 排洪渠出海口设置水闸,使 3#、4#、5#、5-2#、6# 排洪渠成为总容积达 6.45 万 m³ 的天然蓄水池,平日可供周边使用;洪涝时则开闸泄洪,保证水安全。

闸门顶高程 2.2 m,设计景观水位 1.5 m,最低景观水位 1.0 m。国际居住区汇水区域 269 万 m³/a,5 条排洪渠容量 6.45 万 m³,水渠 12 月达到最低,最低为 1.22 m,能满足最低景观水位 1 m 的需求。

1#(4#渠)、2#(6#渠)水闸的主要任务:在晴天或降雨初期时,通过水闸拦蓄排洪渠内的淡水,作为国际居住区内部的淡水资源和景观水体,排洪渠的景观水体水位设置为 1.5 m;同时阻挡外侧潮水的侵入,挡潮标准设置为多年平均年最高潮 2.20 m(黄基,下同)。

根据 1#、2#水闸的任务,水闸的调度运行原则如下。

(1)当预报无暴雨时,1#、2#水闸以维持国际居住区内排洪渠景观水位为主,调度运行原则如下:一是当渠内水位低于 1.8 m 且外海潮位低于 1.5 m 时,闸门开度为 1.50 m,维持闸内排洪渠的正常景观水位;日常径流通过闸顶溢流排出外海;二是当渠内水位低于 1.50 m 且外海潮位处于 1.50~2.20 m 时,闸门开度以外海潮位作为开度控制标准;三是当渠内水位处于 1.50~1.80 m 时且外海潮位处于 1.50~2.20 m 时,闸门全关,以挡潮为主;四是当外海潮位高于

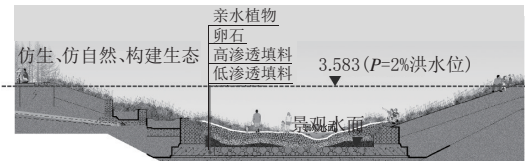
2.20 m 时,闸门全部开启纳潮。

(2)当预报将发生暴雨时,1#、2#水闸以泄洪为主,调度运行原则:一是当渠内水位高于 1.80 m 且外海潮位低于闸内水位时,通过调整闸门开度,开闸泄水降低排洪渠水位,当排洪渠水位降至 1.5 m 时,闸门关闭,保持一定开度(闸顶控制在 1.5 m);二是排洪渠内水位超过 1.8 m 且外海潮位高于 1.50 m 时,闸门全部开启泄洪。

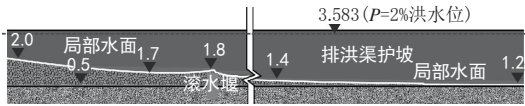
5.2.2 过程滞蓄——排洪渠生态改造方案

对 5-2# 排洪渠、3# 排洪渠,在不影响防洪的基础上,进行渠底及岸线自然化改造。

渠道改造策略:(1)河床抬高,打造自然岸线与自然底部,提高空间亲水性,仿生、仿自然、构建生态(见图 8(a));(2)渠底设堰形成洼蓄,水流缓慢时保持局部景观水面(见图 8(b))。



(a)渠道改造策略1



(b)渠道改造策略2

图8 渠道改造策略

5.3 末端处理

末端设施包括:1#曝气增氧系统+湿地、2#曝气增氧系统+湿地、1#生态湿地、2#生态湿地,主要对水体进行增氧、净化。

5.3.1 生态跌水曝气增氧工程

生态跌水曝气增氧工程涉及 1#曝气增氧工程和 2#曝气增氧工程,分别位于 3#排洪渠和 5-2#两条排洪渠北端,如图 9 所示。通过合理设计跌水高度,按三级跌水曝气增氧进行设置,达到自然跌水复氧的目的,弥补传统人工湿地内部溶解氧低的缺陷,并与表流湿地结合,提高水生植物及微生物通过好氧活动降解水中有机物 BOD 等污染物质,提高水质的目的。

1#、2#曝气增氧工程跌水池面积为 11 700 m²,平均水深 0.5 m,循环流量 1 800 m³/h,生态跌水曝气时间 16 h,跌水水量 2.88 万 m³/d,溶氧增加值 41.47 t/a,表流湿地面积 7 200 m²,水深 0.4 m,停留时间 0.1 h。经计算得进入跌水景观区域的水体需氧量约 2.8 mg/L。

不考虑枯期中小雨产流、地表水径流的情况下,排洪渠最大水位降低值为0.50 m,渠内最低水位为1.00 m,满足排洪渠生态景观水位需求。

因此,4#、6#排洪渠出海口处设闸后,其汇水范围的天然降水补给可维持其水量平衡,本阶段的外来水源主要是降雨、地表水、中水,因排洪渠设置的闸门在1.5 m以上时,降雨时排洪渠内的水通过流闸门,维持在1.5 m的高度,所以本阶段不考虑外来水源的补给。

5.4.4 水循环泵站工况分析

(1)运行天数

汛期降水情况下,排洪渠形成自然循环水,泵站运行天数按枯期降水天数的20%(即汛期降水日下泵站的运行天数约为19 d,不运行天数75 d);枯期降水情况下,排洪渠形成自然循环水,但通常情况下降雨量较汛期偏小,泵站运行天数按枯期降水天数的60%(即枯期降水日下泵站的运行天数约为28 d,不运行天数18 d)。据此分析,本项目循环水泵站运行多年平均运行天数按100 d设计。

(2)日循环水时间

国际居住区日循环水时间为16 h,国际居住区的运行时间,考虑到运行时形成景观效应,结合居住区内人群的活动时间,即6:00—22:00为国际居住区的主要运行时段。

6 结 语

本工程结合海绵城市建设试点区项目特点,通过1#、2#居住区公园绿地海绵设计,3#、5-2#排洪渠横断面自然岸线改造和纵断面洼蓄改造,4#、6#排洪渠闸门设计,1#、2#曝气增氧系统+湿地以及1#、2#

生态湿地等源头、过程、末端措施,并辅以水循环系统构建,充分利用公园绿地、水系、湿地的生态功能,构建横琴国际居住区海绵生态基底,实现雨洪管理、生态修复、水质提升、雨水回用四大功能,营造国际化生态新区的海绵之景,打造海绵城市技术的生态标杆。

参考文献:

- [1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知[Z]. 北京: 国务院办公厅, 2013.
- [2] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见[Z]. 北京: 国务院办公厅, 2015.
- [3] 财政部办公厅, 住房城乡建设部办公厅, 水利部办公厅. 关于开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知[Z]. 北京: 财政部办公厅, 住房城乡建设部办公厅, 水利部办公厅, 2021.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部组织编制. 海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [5] 章林伟. 海绵城市建设是中国城镇化转型发展的助推器[J]. 水雾世界, 2016(1): 57-60.
- [6] GB/T 51345—2018, 海绵城市建设评价标准[S].
- [7] 谢映霞. 基于海绵城市理念的雨水综合管理[J]. 建设科技, 2017(1): 17-19.
- [8] 陈洪洪. 海绵城市专项规划编制的探索与实践——以珠海市斗门区为例[J]. 城市道桥与防洪, 2021(5): 142-145; 158.
- [9] 李新建, 杨丽丽, 聂俊英. 基于海绵城市理念的白藤山生态修复湿地公园海绵化改造[J]. 城市道桥与防洪, 2022(6): 115-118; 178.
- [10] 李明将, 冀鹏飞, 吕永鹏. 海绵城市源头减排设施运行维护收费标准的研究与建立——以雨水花园为例[J]. 给水排水, 2024, 60(9): 57-62.
- [11] 郭艳, 于德森, 白静, 等. 我国不同降水特征区域海绵城市建设与应用现状——以萍乡、珠海、济南为例[J]. 净水技术, 2022, 41(增刊1): 211-219.
- [12] 中共中央, 国务院办公厅. 《横琴粤澳深度合作区建设总体方案》[Z]. 北京: 中共中央, 国务院办公厅, 2021.
- [13] 马霞. 基于海绵城市理念的城市滨水公园景观设计[D]. 武汉: 武汉大学, 2020.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: roadfloodbridge@163.com

