

混合排区雨水防涝及海绵体系规划方法与实践

刘 兵, 杜建康, 吴 璜, 谌小璇

(合肥市规划设计研究院, 安徽 合肥 230000)

摘 要: 以新河湖片区为例, 贯彻落实习近平生态文明思想, 针对混合排区雨水防涝及海绵系统提出规划设计新思路。通过串联“山水林田湖草”多个要素, 预降雨水系统水位, 新建海绵设施等措施, 构建区域海绵水生态系统。模型模拟及计算表明, 项目通过激活海绵设施调蓄能力、提高初雨截流效率, 对提高区域排水防涝标准、削减初雨径流污染具有重大意义。

关键词: 海绵城市; 混合排区; 规划设计; 调蓄能力; 径流污染

中图分类号: TU998.4

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)05-0255-05

Planning Methods and Practices of Rainwater Waterlogging Prevention and Sponge System in Mixed Discharge Areas

LIU Bing, DU Jiankang, WU Huang, CHEN Xiaoxuan

(Hefei Urban Planning and Design Institute, Hefei 230000, China)

Abstract: Taking the Xinhehu District as an example, implementing the thought of ecological civilization and aiming at the rainwater waterlogging prevention and sponge system in the mixed discharge areas, the new concepts of planning design are proposed. By integrating multiple elements such as mountains, rivers, forests, fields, lakes and grasslands, and implementing measures like pre-lowering water levels of rainwater system and constructing the new sponge facilities, a regional sponge water ecosystem is constructed. The model simulations and calculations demonstrate that this project has an important significance to enhance the regional drainage and waterlogging prevention standards and reduce the initial rainwater runoff pollution by activating the storage capacity of sponge facilities and improving the efficiency of initial rainwater interception.

Keywords: sponge city; mixed discharge area; planning and design; storage capacity; runoff pollution

0 引言

党的十八大以来, 习近平生态文明思想的确立, 为人类文明兴衰和中华民族永续发展提供了强大的思想指引和理论支撑。新时代生态文明思想坚持“绿水青山就是金山银山”, 坚持生态环境治理的系统观念, 取得了举世瞩目的建设成就。海绵城市建设是落实生态文明建设的重要举措, 自2015年以来, 相继发布了《关于推进海绵城市建设指导意见》、《关于开展“十四五”第二批系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》等重要指导文件, 明确了海绵城市在生态文明建设中的重要作用。

为响应党中央号召, 贯彻落实习近平生态文明思想, 坚持系统观念, 本次串联“山水林田湖草”中多

个要素, 采用“蓄排结合”、“生态融入”两大措施, 构建区域海绵水生态系统。对片区进行统筹规划、系统研究、分步实施, 将小海绵(分散海绵设施)、中海绵(海绵调蓄水体)、大海绵(河道、湖泊)串联起来, 结合区域特点及排水防涝设施, 形成生态、韧性、系统的海绵体系^[1]。项目激活海绵设施调蓄能力、提高初雨截流效率, 对提高区域排水防涝标准、削减初雨径流污染具有重大意义。

1 区域概况

研究范围位于合肥市包河区, 地势较平坦, 西北高、东南低。汇水区地形高差大, 高程为12.00~27.00 m, 上游高程高于外河水位, 但下游高程低, 易发生内涝。汇水区整体为低排区, 雨水自西北向东南自排入新河湖、圩西河(内河), 后通过下游泵站排入十五里河、南淝河(外河)。

项目区主要为河流、湖泊、林地、村庄、圩田等,

收稿日期: 2025-12-12

作者简介: 刘兵(1989—), 男, 学士, 高级工程师, 从事排水防涝、海绵城市、水环境治理等规划设计工作。

生态本底好,景色宜人,新河湖水水质常年稳定在Ⅲ类水。片区位于滨湖卓越城范围,圩美·磨滩生态公园内部,属4A级景区,是颇具乡村旅游、生态休闲、文化体验特色的旅游打卡圣地,生态环境品质要求极高。

2 问题与挑战

2.1 排水系统尚未完善

项目位于排水系统末端,上游已基本开发建设完毕,但下游排水设施尚未完善。目前南堡门、新河湖帐篷营地、停车场等在建,大连路生态滤池、兴集一站、圩西河河口湿地等尚未建设,如图1至图2所示。



图1 片区水系规划布置图



图2 片区排水设施梳理图

现状巢湖南路排口承担道路以西4.94 km²地块排涝任务,是区域主要排水通道。巢湖南路建设前,该区域雨水通过新河湖西侧撇洪沟排入下游圩西河;巢湖南路建设后,现状撇洪沟废弃,同时由于新河湖高水质要求,现状排口封堵,避免初期雨水进入湖体。由于排口无调控、无出路且未连通新河湖,造成巢湖南路上游排水不畅乃至内涝。

2.2 海绵体系尚未激活

现状巢湖南路排口出口底高程在7.0 m,远低于新河湖常水位10.5 m、圩西河常水位11.0 m。下游雨水管网整体淹没在内河水位以下,末端截流系统及拟建大连路生态滤池、拟建圩西河河口湿地等均难以发挥作用。排水系统及新河湖海绵调蓄系统独立运行,互不连通,海绵调蓄能力尚未激活,径流污染削减能力无法发挥,海绵水生态系统尚未形成。

2.3 生态环境品质要求高

项目区位于圩美·磨滩生态公园内部,属4A级景区,新河湖水质标准为Ⅲ类水。现状生态公园已基本建设完毕,现状绿树掩映、碧水涟漪、生态宜人,是合肥市的天然氧吧,生态品质要求极高。

3 规划设计思路

3.1 设计理念

串联“山水林田湖草”中多个要素,采用“蓄排结合”、“生态融入”两大措施,构建生态、韧性、系统、可持续的海绵水生态系统^[8-10]。将大海绵、中海绵、小海绵相互连通,雨水在海绵设施间相互流动,形成小雨净化、中雨调蓄、大雨溢流、清洁雨水补水的海绵水循环^[3]。

3.2 主要措施

3.2.1 创新的“双层”生态排水通道

由于巢湖南路排口位于流域末端,排口埋深大,且项目用地受限,若采用明渠排水,两岸需建设约6 m高的混凝土挡墙,形成景区内部的“混凝土深沟”,生态景观性差、造价高,存在一定的安全隐患。

本文对方案进行生态性优化,创新地提出“双层”生态排水通道。场地下方新建雨水箱涵约900 m,打通巢湖南路雨水排入圩西河通道,主要收集、排放上游4.94 km²城市建设区雨水,保障区域排水安全。箱涵上部恢复为生态植被、海绵水体,采用自然的生态岸线,融入周边景观环境体系,主要收集、调蓄景区周边停车场、园区道路、景区经营设施雨水;海绵水体内部种植水生植物,两侧设置植草沟、渗管等,

对周边雨水进行调蓄、净化,渗透的清洁雨水还可排入新的河湖,进行补水。

周边雨水、箱涵及上方调蓄水体之间通过植草沟、分流井、溢流井相连,形成完善的小海绵系统,分质排水、净水。

3.2.2 激活海绵调蓄能力

现状集湖南路排口、新河湖、圩西河之间缺乏有效的连通及控制措施,造成现状排口雨水排放难、初雨处置难、涝水调控难。本次打通集湖南路雨水入圩西河通道时,采用堰闸连通新河湖。通过对堰闸的调控,可有效避免初期雨水进入新河湖。当发生内涝时,可激活新河湖调蓄能力 $17.15\text{万}\text{m}^3$,通过该堰闸的控制,合理调配新河湖、圩西河调蓄空间,控制涝水位,保障片区排水防涝安全。

现状区域雨水管网整体淹没在圩西河、新河湖常水位以下,本次创新的利用拟建兴集一站及附属闸门设施,将区域雨水管网体系独立运行。降雨前关闭管网系统末端闸门,利用兴集一站排空雨水管网,可激活箱涵调蓄能力约 $9\text{万}\text{m}^3$ (相当于新河湖调蓄容积的 $1/2$)。

本次还将箱涵上部恢复为海绵水体,进行调蓄净化停车场雨水,融入周边生态环境体系,调蓄能力约 $2\,000\text{m}^3$ 。

3.2.3 削减初雨径流污染

由于现状雨水管网水位较高,雨前、雨中、雨后均处于高水位满管运行状态,致使区域截流系统运行低效,末端截流管混入大量后期雨水乃至河水。本次降雨前利用兴集一站排空雨水管网,使截流系统可有效的截流初期雨水,为拟建大连路生态滤池、下游圩西河河口湿地高效运行提供建设条件。箱涵连通新河湖堰闸排口设置表流湿地,净化出水水质,同时可遮蔽混凝土排口,将灰色设施融入周边环境。

本项目还通过建设生态植被、生态岸线、植草沟、溢流式雨水口、排口湿地、雨水渗管、停车场海绵水体等一些列生态措施,调蓄、净化初期雨水,削减初雨径流污染^[5]。停车场雨水通过分流井、植草沟等转输进入海绵水体;坡面雨水可通过生态植被、生态岸线汇入。通过海绵水体水生植物对初雨进行净化、渗透,最终清洁雨水通过渗管收集进入新河湖。

3.2.4 削减初雨径流污染

构建区域海绵水生态系统:本文运用排水管网水动力模型,将区域管网、分散海绵设施、新河湖、海绵水体及远期规划生态滤池、兴集一站、圩西河河口

湿地等要素纳入模型计算,充分考虑近远期运行工况。同时采用传统计算方法,对降雨过程箱涵运行工况中水量进行复核。模型模拟及计算为确定近远期规划、设施规模、建设时序等提供了精准的数据支撑,为复杂工况下水在大海绵(新河湖、圩西河等)、中海绵(停车场海绵水体、大连路生态滤池等)、小海绵(停车场植草沟等)的流动、管控提供依据。

通过海绵体系的完善,同时结合区域特点及排水防涝设施,形成生态、韧性、可持续的海绵水生态系统。最终实现水环境、水安全、水资源、水生态、水景观等多重目标^[9]。

3.3 运行工况

3.3.1 区域海绵水生态系统运行工况

考虑到片区汇水面积较小,本文采用合肥市暴雨强度公式5年1遇 180min 的芝加哥降雨过程线(雨峰位置取 0.4)近似计算径流过程,对降雨过程箱涵运行工况中水量进行复核^[2]。根据计算 3h 时段降雨深度为 76.51mm ,径流系数 0.6 ,时段降雨总量为约为 $37.8\text{万}\text{m}^3$,净流总量 $22.68\text{万}\text{m}^3$ 。

根据计算,统筹分析,远期区域海绵水生态系统运行工况如下。

(1)初期雨水时(降雨量小于 10mm):下层箱涵水位低于 9.0m 时(径流总量约 $30\,000\text{m}^3$),兴集一站控制闸关闭,新河湖溢流堰(闸)关闭,城市建成区初雨截流进入大连路初雨生态滤池处理;周边停车场等雨水进入上层海绵水体内部净化。

(2)小雨时($10\text{mm}\leq\text{降雨量}<15\text{mm}$,此时, $9\text{m}\leq\text{箱涵水位}<10\text{m}$,兴集一站控制闸、新河湖溢流堰(闸)仍关闭),城市建成区雨水在下层箱涵内部调蓄,径流总量约 $4.5\text{万}\text{m}^3$;周边停车场等雨水持续进入上层海绵水体内部调蓄。

(3)中雨时($15\text{mm}\leq\text{降雨量}<27\text{mm}$,此时 $10.5\text{m}\geq\text{箱涵水位}\geq10\text{m}$,兴集一站控制闸开启,新河湖溢流堰(闸)关闭),城市建成区雨水通过 $2\times\text{B}4800\text{H}2500$ 箱涵向下游圩西河排水,径流总量约为 $8\text{万}\text{m}^3$;周边停车场等雨水在上层海绵水体内部调蓄后溢流进入下层箱涵。

(4)大雨时(降雨量 $>27\text{mm}$,箱涵水位 $\geq10.5\text{m}$,新河湖溢流堰(闸)开启),城市建成区雨水通过箱涵排入圩西河,同时联通新河湖水库,新河湖调蓄水体得到激活。此时新河湖、圩西河、箱涵视为一个整体调蓄,整体通过下游兴集一站排水;上层海绵水体雨水持续通过溢流口溢流进入下层箱涵排出。

(5)降雨结束后,箱涵内部水位下降至10.0 m时,兴集一站控制闸及新河湖溢流堰(闸)关闭,城市建成区雨水蓄留在箱涵内部约为4.5万 m^3 (由于箱涵标高较低,无法自排),雨后缓慢通过箱涵末端排空泵排入圩西河,同时大连路生态滤池运行;上层海绵水体雨水通过内部水生植被净化、渗管收集后排入新河湖补水。

通过上述精准的计算与调控,可将大连路生态滤池、圩西河排口湿地的初雨净化功能,箱涵、新河湖调蓄功能,箱涵、兴集一站的排水功能整合为完整的系统,最大效率发挥其削减径流污染、排放雨水、调蓄涝水的能力。净化后的清洁雨水还可向新河湖等补水,维护区域水资源平衡。系统运行工况示意如图3至图8所示。

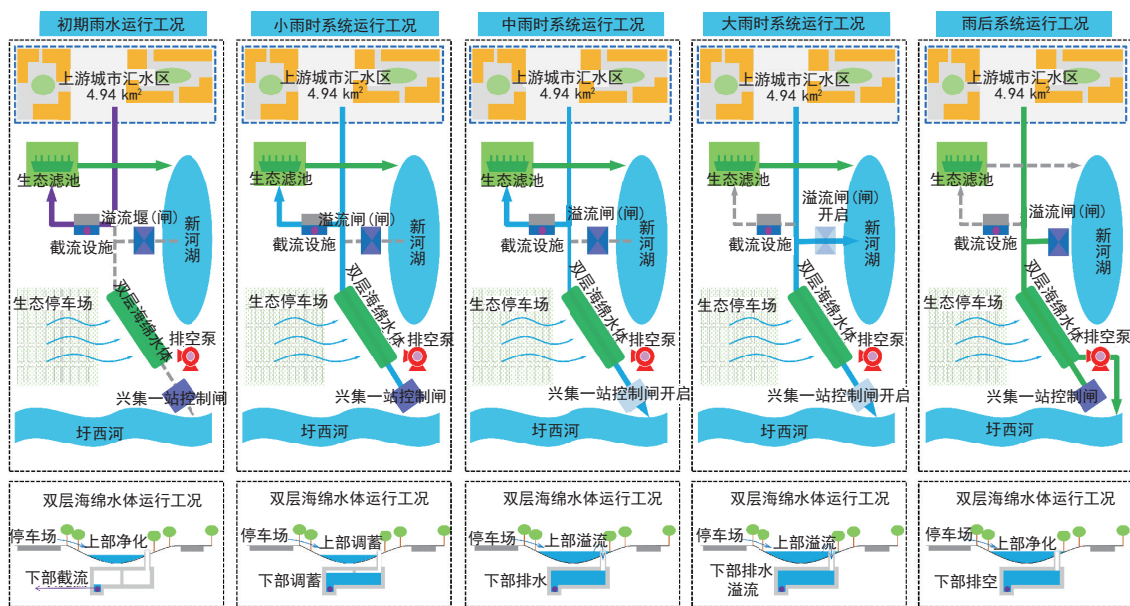


图3 不同工况下系统运行平面示意图

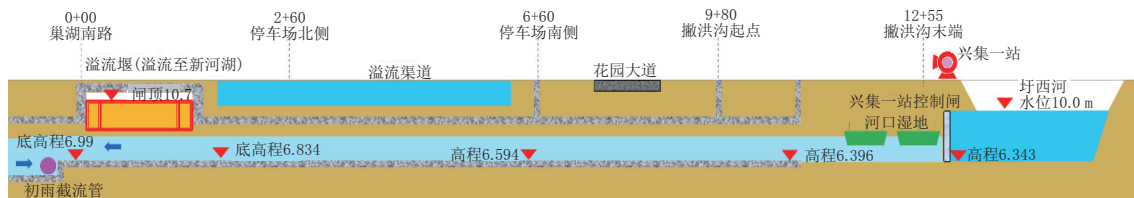


图4 初期雨水时系统断面运行工况示意图

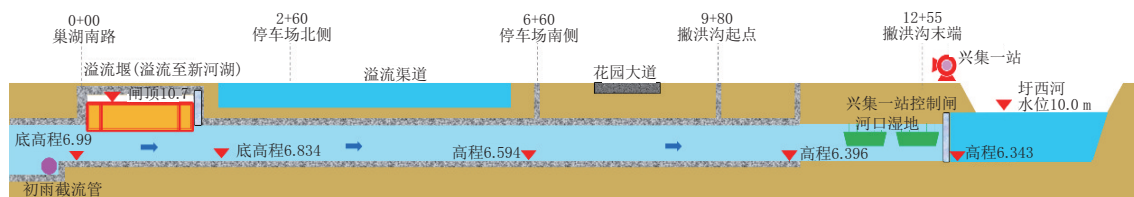


图5 小雨时系统断面运行工况示意图

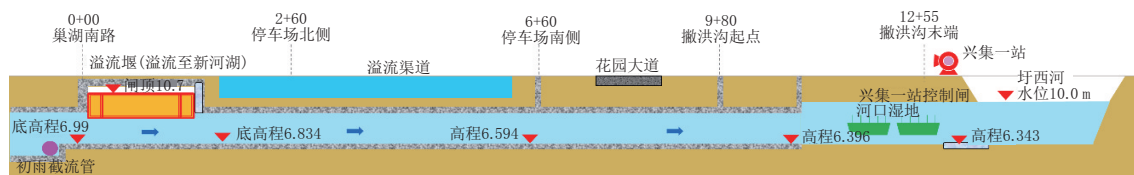


图6 中雨时系统断面运行工况示意图

通过上述精准的计算与调控,可将大连路生态滤池、圩西河排口湿地的初雨净化功能,箱涵、新河湖调蓄功能,箱涵、兴集一站的排水功能整合为完整的系统,最大效率发挥其削减径流污染、排放雨水、

调蓄涝水的能力^[6-7]。净化后的清洁雨水还可向新河湖等补水,维护区域水资源平衡。

3.3.2 停车场海绵水生态系统运行工况

本次箱涵上部设置海绵水体约2 000 m^3 ,海绵城

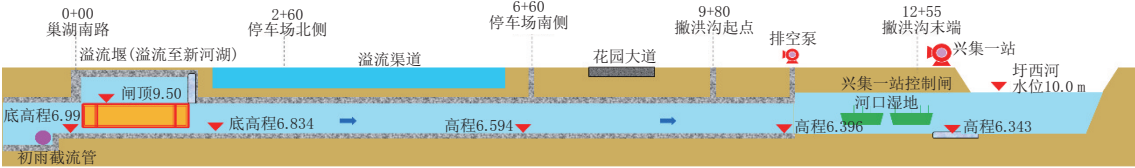


图7 大雨时系统断面运行工况示意图

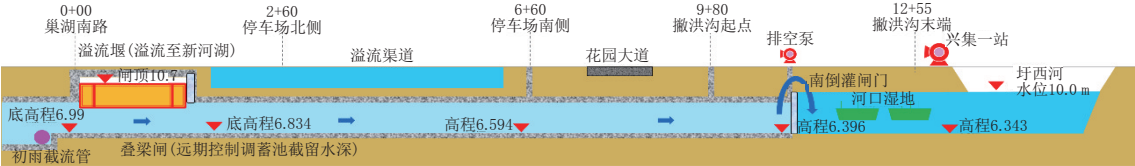


图8 雨后系统运行工况示意图

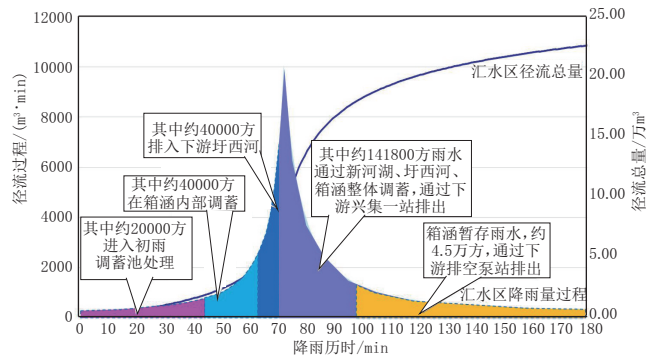


图9 5年1遇180 min降雨径流过程线

市径流控制率88%,对应设计降雨量36.15 mm。海绵水体设计底高程为10.50 m,常水位为11.30 m,最高水位为11.70 m。

(1)降雨量 ≤ 5 mm时,停车场排水沟收集停车场初期雨水,经分流井下部D50初雨限流孔,进入雨水箱涵,最终流入圩西河河口湿地净化。

(2)重现期 $P\leq 3$ 年,分流井内雨水逐渐壅高至D300中雨调蓄管管底高程,经中雨调蓄管进入海绵调蓄水体调蓄、净化。

(3)重现期 $P>3$ 年,分流井内雨水逐渐壅高至堰顶高程,经溢流堰溢流,最终进入箱涵。

(4)降雨后,调蓄水体内部雨水通过水生植物净化、渗管收集后排入新河湖补水。

停车场海绵水生态系统以调蓄水体的建设为中心,通过建设分流井、植草沟、溢流式雨水口、生态植被、生态岸线、水生植物、雨水渗管等设施,沟通周边停车场、人行步道、草坪、南堡门等雨水,确保海绵水在系统间循环、净化、调蓄^[4]。

4 实施效果

通过统筹规划和系统研究,可激活新河湖调蓄能力17.15万 m^3 、箱涵调蓄能力约9万 m^3 ,保障区域排水防涝及水环境安全。可将区域排水标准提高到5年1遇,停车场海绵城市径流控制率提升至88%;

同时为片区内涝防治标准提升至50年1遇,上游大连路生态滤池初期雨水截流标准提升至5 mm提供建设条件。通过一系列的生态海绵措施,可将灰色基础设施融入圩美·磨滩绿色生态体系,打造生态、韧性、可持续的海绵水生态系统。

5 结论与建议

本次创新性的提出“双层”生态排水通道、预降雨水系统水位等措施,将雨水防涝及海绵体系相融合。通过统筹规划、模型计算,将大、中、小海绵设施相互连通,形成完善的海绵水生态系统,最终实现水环境、水安全、水资源、水生态、水景观等多重目标。

雨水防涝与海绵体系是紧密关联的城市水系统,需要多专业、多学科联动,同时各项目间要统筹规划、系统研究、分步实施,避免孤立的雨水或海绵系统难以发挥作用的情况,最终实现建设美丽中国,建设生态文明的宏伟目标。

参考文献:

- [1] 住房和城乡建设部.海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建[S].北京:住房和城乡建设部,2014.
- [2] GB 50014—2021 室外排水设计标准[S].
- [3] 刘兵,崔吉平.合肥市空港国际小镇海绵体系规划方法与实践[J].未来城市设计与运营,2022(7):34-36.
- [4] 刘兵.圩区城市雨水规划设计经验浅论——以合庐产业新城为例[J].城镇建设,2022(8):1-3.
- [5] 郑作军.淄博东部城区排涝工程设计[J].城市道桥与防洪,2024(7):165-169.
- [6] 吴文达.闽北山水城市水系连通规划研究[J].城市道桥与防洪,2023(12):91-94.
- [7] 杨大奉.珠海高栏港片区河网水系连通和调度研究[J].城市道桥与防洪,2023(12):95-98.
- [8] 陈东华.城镇雨水系统构建浅谈[J].城市道桥与防洪,2023(1):118-121.
- [9] 吴亚男等.海绵城市排水分区绩效达标规划实施路径探索——以深圳市国家试点区域某排水分区为例[J].深圳大学学报(理工版),2021(1):10-19.
- [10] 严飞.海绵城市建设与流域综合规划衔接研究[J].环境工程,2020(4):21-25.