

# Exploration of innovative paths for optimizing water cycle system in sponge city under the background of digital transformation

Haiqiang Wu

Guangzhou Resources and Environmental Protection Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

## Abstract

With the acceleration of urbanization, urban water challenges have become increasingly prominent, making sponge city construction a crucial solution. In the context of digital transformation, leveraging advanced digital technologies to optimize and innovate sponge city water recycling systems holds significant importance. This paper elaborates on the significance of sponge city water recycling systems, analyzes current challenges, and proposes innovative pathways for digital technology application. The aim is to enhance the efficiency and performance of sponge city water recycling systems, thereby achieving sustainable utilization of urban water resources.

## Keywords

sponge city; water cycle system; digital transformation; optimization and innovation

# 数字化转型背景下海绵城市水循环系统优化创新路径探索

吴海强

广州资源环保科技股份有限公司, 中国·广东广州 510000

## 摘要

随着城市化进程的加快,城市水问题渐趋凸显,海绵城市建设得以成为解决城市水问题的重要途径。在数字化转型的大环境中,凭借先进的数字技术对海绵城市水循环系统进行优化创新具有重要意义。基于此,文章对海绵城市水循环系统的重要性进行阐述,剖析当前面临的挑战,数字化技术的创新路径得以提出,意在提升海绵城市水循环系统的效率和性能,实现城市水资源的可持续利用。

## 关键词

海绵城市;水循环系统;数字化转型;优化创新

## 1 引言

城市化进程的加快催生了诸多城市病,其中城市洪涝、水资源短缺和水环境污染等问题获重点凸显,海绵城市理念由实践催生,意在借助模仿自然系统的水文循环,达成城市水资源的高效利用和水生态环境的保护。伴随信息技术的迅猛发展,数字化转型被各行业视为提升竞争力和实现可持续发展的关键驱动力。在海绵城市建设中,数字化技术的应用为水循环系统的优化供给新的思路和方法,助力系统运行效率的提高、决策科学性的增强及城市韧性的提升,故此,数字化转型背景下海绵城市水循环系统优化创新路径的深入研究,对城市生态环境质量的改善、城市可持续发展的推动具有重要现实价值。

## 2 海绵城市水循环系统概述

### 2.1 海绵城市水循环系统的构成

海绵城市水循环系统主要由自然水循环与社会水循环两部分构成,自然水循环含降雨、蒸发、径流、下渗等环节,雨水的自然调节经城市绿地、水系等自然生态系统得以实现,社会水循环则关联城市供水、用水、排水等环节,城市供水系统、污水处理系统、雨水收集利用系统等人工设施需纳入其中,这两部分相互关联且相互影响,海绵城市复杂的水循环系统由二者共同组成。

### 2.2 海绵城市水循环系统的功能与作用

海绵城市水循环系统具备多重功能与作用,雨水管理方面,雨水径流峰值获有效削减,城市内涝风险得以下降,经下渗和净化作用,地下水获补充,城市水环境质量得到改善,水资源利用方面,雨水的收集与再利用被实现,水资源利用效率获提高,城市水资源短缺问题得以缓解,此外,良好的水循环系统对城市微气候的调节有助力,城市生态环境

【作者简介】吴海强(1990-),男,中国河南驻马店人,本科,助理工程师,从事生态环境工程研究。

质量获提升，城市的生态韧性得到增强。

### 3 海绵城市水循环系统优化的重要性

#### 3.1 提升数据采集与分析能力

数字化技术让大量、多源的数据采集得以实现，借由物联网传感器，降雨量、水位、水质、管网流量等信息可实时获取，这些数据为深入掌握海绵城市水循环系统的运行状态提供了丰富素材，另外，海量数据能被大数据分析技术挖掘分析，数据背后的规律与趋势获揭示，系统的优化决策由此获得科学依据。

#### 3.2 优化模型构建与模拟精度

依托数字化技术，更精确的海绵城市水循环模型得以构建，地理信息系统（GIS）、建筑信息模型（BIM）等技术的应用，城市地形、地貌、水系及各类基础设施的空间分布获直观呈现，模型由此更贴近实际情况，高性能计算技术的发展为模型的模拟运算提供强大支持，模拟结果的准确性与可靠性获得提升，不同情景下水循环系统的运行效果得以预测评估。

#### 3.3 实现智能管控与精准决策

数字化转型推动海绵城市水循环系统的智能化发展，凭借实时数据与模型模拟结果，城市排水管网、雨水泵站、雨水收集利用设施等由智能控制系统进行远程监控和自动调控，精准的水资源调配及设施运行管理得以实现，另外，数字化平台为城市管理者供给直观的决策支持界面，应对城市水问题的科学策略得以及时制定，城市水管理的效率与水平获提升。

表 1 技术优势对比表

技术应用	优化方向	关键支撑技术
数据采集与分析	实时监测、趋势预测	IoT 传感器、云计算
模型构建与模拟	精度提升、情景预测	GIS/BIM、高性能计算
智能管控	自动调控、精准决策	AI 算法、数字孪生平台

### 4 海绵城市水循环系统面临的挑战

#### 4.1 数据质量与安全问题

数据采集环节中，数据不准确、缺失、不一致等质量问题可能被发现，数据分析与模型模拟的结果受其影响。此外，伴随数据量的持续增长和数据应用的渐趋广泛，数据安全面临的严峻挑战遭凸显，诸如数据泄露、篡改等风险，数据质量与数据安全的保障途径在数字化转型过程中需被重点解决。

#### 4.2 技术集成与协同难度大

海绵城市水循环系统关联多个部门与领域，数字化转型需对不同类型的技术和系统加以整合，如物联网技术、大数据技术、地理信息系统、城市排水系统等。但当前不同技术的标准未获统一，系统间的兼容性与协同性欠佳，技术集成难度因此被加大，数据的高效共享和业务的协同运作难以

达成。

#### 4.3 专业人才短缺

数字化转型对专业人才立下更高要求，既掌握海绵城市建设与管理知识，又熟悉数字化技术的复合型人才受需求。但当前这类专业人才相对稀缺，海绵城市水循环系统数字化转型的进程在一定程度上被阻碍。

### 5 数字化转型背景下海绵城市水循环系统优化创新路径

#### 5.1 构建全面的数据采集与整合体系

(1) 完善传感器网络布局。强化城市不同区域的传感器部署力度，雨量计、水位计、水质传感器、流量传感器等设备在道路、绿地、水系、排水管网、污水处理厂等关键位置被安装，海绵城市水循环系统全要素、全过程的实时监测得以达成。传感器网络的布局得到优化，监测数据准确反映不同区域实际情况的要求获满足，数据采集的全面性与代表性获得提升。

(2) 建立数据标准与规范。拟定统一的数据采集、存储、传输和处理标准，不同来源数据的格式与内容获规范，数据的一致性和兼容性得到保障。数据质量控制体系被建立，采集到的数据遭实时校验和清洗，数据错误与异常值获得及时发现和纠正，数据质量得以提升。另外，数据的所有权、使用权和共享机制被明确，数据在不同部门和系统间的流通与共享获推动。

(3) 实现多源数据整合与共享。借由数据集成平台的搭建，气象部门、水利部门、环保部门、城市管理部门等多源数据获整合，数据孤岛遭打破，数据的互联互通被实现。多源数据经大数据技术开展融合分析，数据间的内在联系被挖掘，海绵城市水循环系统的优化获更全面、更深入的信息支持。

#### 5.2 加强模型构建与模拟优化

(1) 融合多技术构建精准模型。联合运用 GIS、BIM、水文模型、水质模型等技术，可真实反映海绵城市水循环系统复杂特性的综合模型被构建。城市地理空间信息经 GIS 技术实施管理和分析，模型获准确的地形、地貌、水系等基础数据支持；城市基础设施借 BIM 技术开展三维建模，设施结构和运行状态的精细化模拟得以达成；水文模型与水质模型相融合，不同降雨条件下的雨水径流过程、水质变化情况与水循环系统各环节间的相互作用得以模拟。

(2) 模型参数校准与验证。实际监测数据被用于对所建模型开展参数校准与验证，以此保障模型的精准度和可信性。模型参数经持续调整后，模拟结果与实际观测数据的吻合度得以提升，海绵城市水循环系统运行状态的模拟精度由此增强。模型需定期实施更新与优化，城市发展变化及新监测数据会作为依据，模型结构和参数被及时调整，从而使模型能够长久准确地体现系统实际状况。

(3) 情景模拟与方案评估。依托已建模型，不同情景下的模拟分析得以开展，诸如不同降雨强度、不同城市发展模式、不同海绵设施布局等情景。不同方案对海绵城市水循环系统性能的影响经模拟结果评估，涵盖雨水径流控制效果、水资源利用效率、水环境质量改善程度等指标，海绵城市规划设计、建设管理及决策制定由此获得科学依据，最优实施方案被选定。

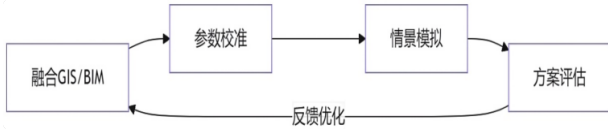


图1 模型优化流程图

### 5.3 推进智能管控与决策支持系统建设

(1) 建设智能管控平台。借助物联网、大数据、云计算等技术，海绵城市水循环系统智能管控平台得以搭建。实时监测数据、模型模拟结果及各类业务管理信息均由该平台整合，城市水循环系统的全面感知、实时监控与智能调控由此实现。通过平台，系统各部分的运行状态可被管理者直观掌握，问题能及时察觉并采取对应措施处置，海绵城市水循环系统的精细化管理得以达成。

(2) 开发智能决策支持系统。凭借人工智能、机器学习等技术，基于数据驱动的智能决策支持系统得以研发。实时监测数据和模型模拟结果会为该系统所用，城市水问题由此得到快速诊断与预测分析，相应的决策建议及应对方案一并给出。譬如，城市内涝出现时，积水区域、积水深度及发展趋势由系统自动分析，抢险救灾的科学调度方案借此提供；水资源调配环节，不同区域的用水需求和水资源状况作为依据，最优的供水及雨水利用方案得以制定。

(3) 加强人机协同决策。智能决策环节中，人的主观能动性与专业知识充分发挥，人机协同决策得以达成。智能决策支持系统给出的决策建议仅作参考，实际情况与自身经验需由管理者结合，展开综合判断并作出决策。另外，决策效果的反馈和评估作为依据，智能决策支持系统的算法及模型不断优化，决策的科学性与准确性借此提升。

### 5.4 培养专业人才与促进技术创新

(1) 加强专业人才培养。高校与科研机构需强化相关专业的学科建设，海绵城市及数字化技术相关的课程体系加

以设置，既通晓城市水系统工程又具备数字化技术应用能力的复合型人才得到培养。另外，在职人员的继续教育和培训同步开展，专业技术培训与学术交流活动定期组织，从业人员的专业素质及技术水平借此提升。

表2 智能决策系统

系统模块	功能	技术支撑
智能管控平台	实时监控、自动调控设施	IoT+ 云计算
决策支持系统	内涝预测、水资源调度方案生成	AI 机器学习
人机协同机制	管理者经验 + 算法建议	交互式决策界面

(2) 促进技术创新与应用。增加对海绵城市水循环系统数字化技术研发的投入力度，企业、高校及科研机构开展产学研合作获鼓励，技术难题由各方共同攻克。国内外先进的数字化技术和设备积极引进并推广，结合我国海绵城市建设的实际需求展开本地化应用与创新。技术创新成果的转化及应用推广得到加强，新技术在海绵城市建设和管理中的广泛应用获推动，海绵城市水循环系统的数字化水平借此提高。

## 6 结语

数字化转型浪潮中，海绵城市水循环系统的优化创新具备重要现实价值。全面的数据采集与整合体系经构建、模型构建与模拟优化获加强、智能管控与决策支持系统建设得以推进，加之专业人才培养与技术创新促进等路径推行，海绵城市水循环系统的效率和性能可有效提升，城市水问题的解决由此获得有力支撑。

### 参考文献

- [1] 杨默远,刘昌明,潘兴瑶,等.基于水循环视角的海绵城市系统及研究要点解析[J].地理学报,2020,75(9):1831-1844.
- [2] 杨彦宏.海绵城市与城市水循环系统综合治理探讨[J].现代园艺,2020(4):144-145.
- [3] 邢立文,董娟.城市雨水管理与海绵城市综述[J].山西科技,2018,33(6):23-24+29.
- [4] 孙浩,王升.海绵城市与城市水循环系统综合治理探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2017(36):177.
- [5] 蔡新立,程俊,汪萍.海绵城市背景下的城市水系生态修复治理研究[J].江淮论坛,2019(6):75-80.