

海绵城市智慧管控平台构建实践与运行成效分析

朱五星^{1,2}

[1.上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092;2.上海城市排水系统工程技术研究中心,上海市 200092]

摘要:以国家海绵城市建设试点芜湖市为例,系统阐述海绵城市智慧管理平台的建设框架与核心功能模块。该平台整合城市生命线、排水管网等多源异构数据,构建“海绵一张图”可视化管理、项目全周期管控、实时监测预警及量化评估一体化体系,重点支撑海绵城市建设设施成效的科学化评价。实践表明,平台通过多维度数据融合分析、动态监测预警及可视化展示,显著提升了雨水收集利用效率、径流总量控制率及内涝防治能力等关键指标的量化评估精度,为海绵设施运行效能优化提供了可靠数据支撑。最后提出优化数据采集体系、强化跨系统协同联动、完善成效评估指标等改进建议,为全域海绵城市智慧化建设与管理提供可复制、可推广的实践范式。

关键词:海绵城市;智慧管理平台;建设实践;成效评估

中图分类号:X703

文献标志码:A

文章编号:1009-7716(2026)06-0013-05

Analysis on Construction Practice and Operation Effect of Sponge City Intelligent Control Platform

ZHU Wuxing^{1,2}

[1.Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China; 2.Shanghai Urban Drainage System Engineering Technology Research Center, Shanghai 200092, China]

Abstract: Taking Wuhu, a national pilot city for sponge city construction, as an example, the construction framework and core functional modules of the sponge city intelligent management platform are systematically expounded. The platform integrates the multi-source heterogeneous data such as urban lifeline and drainage pipe network to build an integrated system of “Sponge Map” for visual management, full-cycle project control, real-time monitoring and early warning, and quantitative evaluation, focusing on supporting the scientific evaluation of the achievements of sponge city construction facilities. Practice shows that through multi-dimensional data fusion analysis, dynamic monitoring and early warning, and visual display of the platform, the quantitative assessment accuracy of key indicators such as the efficiency of rainwater collection and utilization, the total runoff control rate, and the capacity to prevent waterlogging has been significantly enhanced, providing reliable data support for the optimization of sponge facility operation efficiency. Finally, the improvement suggestions such as optimizing the data collection system, strengthening cross-system collaborative linkage, and improving the effectiveness evaluation indicators are put forward, which provide a replicable and promotable practical paradigm for the intelligent construction and management of sponge cities in the whole region.

Keywords: sponge city; intelligent management platform; construction practice; achievement evaluation

0 引言

随着城市化进程的不断推进,城市各类建筑及道路设施的增加正在不断挤占自然下垫面空间,传统的硬化路面会减少雨水自然积存与下渗,长此以往会引发城市水生态相关问题,增强城市热岛效应^[1]。我国很多城市规划建设过程中,没有充分重

视极端天气,尤其是强降雨引起的城市内涝危害,如北京密云区遭遇强降雨,道路被冲毁导致40人被困,河南郑州7·20特大暴雨灾害等都给当地民众的人身财产造成巨大损失^[2]。因此,如何将雨水就地消纳,减少地表径流与城市内涝显得尤为重要。海绵城市遵循的是顺应自然、与自然和谐共处的低影响发展模式,为解决城市水循环和内涝问题提供新思路^[3]。经过多年发展,我国海绵城市的发展从试点建设阶段逐步转向系统化全域示范建设阶段^[4],2022年4月,住房和城乡建设部印发《关于进一步明确

收稿日期:2026-03-09

作者简介:朱五星(1978—),男,硕士,高级工程师,从事给排水工程设计工作。

海绵城市建设工作有关要求的通知》,提出20条具体建设要求,包括加强顶层设计、完善政策体系、强化规划引领等方面^[5]。

芜湖市作为第二批国家级海绵城市建设试点,于2025年上半年基本完成主体工程建设,全面进入运维管理阶段。本文以芜湖市海绵城市智慧管控平台建设实践为研究对象,系统阐述全域化、系统化背景下海绵城市建设管控思路,剖析智慧平台在成效评估、运行管理中的应用价值,为同类城市提供借鉴与参考。

1 海绵城市智慧管理平台概况

(1) 规划区概述

芜湖市地处长江中下游,属亚热带湿润季风气候,四季分明,气候温和,光照充足,无霜期长,严寒期短。全市春、夏季降雨充沛,夏季受副热带高压控制,初夏梅雨明显,盛夏天气炎热,时有暴雨且雨量集中,易发洪涝灾害;芜湖市近40年(1982~2021)平均降雨量为1 234.7 mm,近五年(2017~2021年)平均降雨量为1 269.72 mm。本地区降雨的年际变化和月际变化很大,因此,对城市管网建设与防洪排涝能力而言,是一个重大挑战。

芜湖海绵城市智慧平台建设范围为海绵11个示范片区约288 km²,重点打造4个特色示范片区,包括老城洪涝共治典范区(保兴埠片区)、新城海绵管控典范区(扁担河以东片区)、智慧海绵建设典范区(政务中心片区)、“城市更新+海绵”典范区——镜湖城市更新片区,具体位置分布见图1。主要建设内容为针对海绵城市排水分区、项目和设施开展流量、水质、径流污染、内涝积水等方面的监测工作,并建立海绵管理和绩效考核平台等。

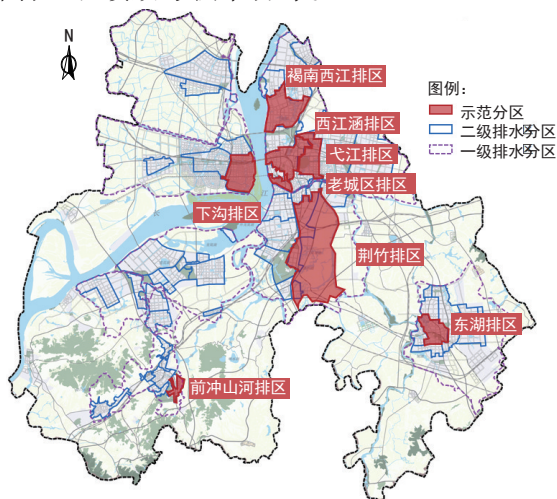


图1 项目建设范围图

(2) 建设目标

a. 业务目标

全面评价芜湖海绵城市建设效果,完成国家示范城市考核任务。通过整合各类监测数据和部门制度建设情况,构建绩效评估计算方法体系,实现海绵城市建设管理智能化,保障考核工作顺利完成。

探索芜湖海绵城市长效建设管控机制,提升常态化运行效能。积累建设过程中的数据、经验和规律,探索适合本土化的海绵城市建设长效机制,打造全域建设示范模式。

因地制宜打造海绵城市监管平台,创新管理模式。按照统筹规划原则,打造芜湖市城市生命线安全工程公共基础设施安全运行综合支撑平台,创新长效化管理模式。

b. 绩效考核目标

明确了包括内涝防治、雨水收集和利用、年径流总量控制率等多个方面的绩效考核指标,并规定了相应的考核计算方法和数据来源。

(3) 功能需求

海绵城市功能需求分析构建海绵城市智慧监测体系,包括雨量、流量、水质等多种监测指标,为海绵城市考核提供数据支持。

(4) 数据需求

整合来自城市生命线安全工程、排水系统智慧运行管理平台、排水安全监测系统等多个系统的数据资源,包括降雨量、河道水位、雨水管网水位、水质监测数据等,为平台功能实现提供数据基础。

2 海绵城市智慧管理平台建设成果

构建海绵城市智慧管理平台,涵盖海绵信息一张图展示、运行状态实时感知与分析预警、项目全生命周期管理、建设与运营效果量化评估与绩效考核、降雨内涝积水模拟分析、排水户分级分类管理、织网联圩洪涝统筹联合调度、移动端应用、长效运维及资产管理等多个功能模块。

2.1 海绵城市智慧管理平台建构

海绵城市智慧管理平台由分层支持体系、标准规范、管理体系及安全保障体系共同构成,其中分层支持体系包括信息物联感知层、网络传输层、基础设施层、数据层、平台层、业务应用层、展示交互层。具体如图2所示。

2.2 海绵一张图

海绵一张图页面,根据实际需求调整布局,整合

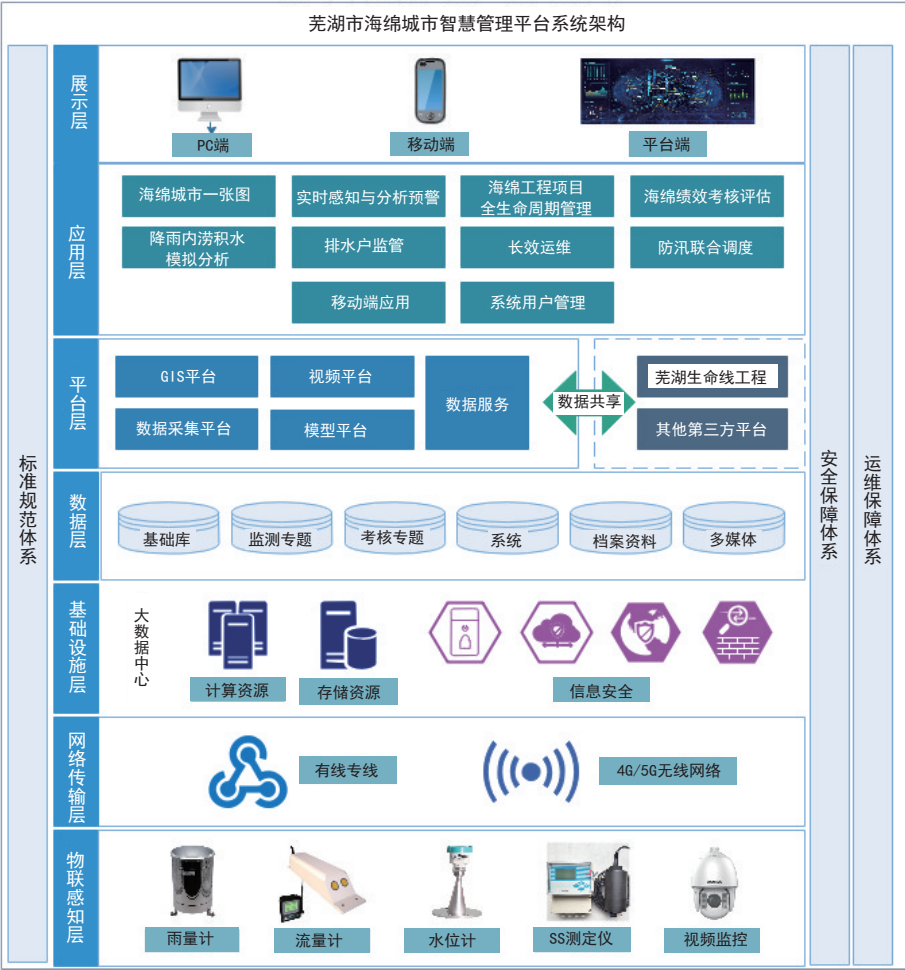


图2 芜湖市海绵城市智慧管理平台框架结构图

雨水设施、排水户、物联感知、污水设施一张图页面，优化建设成效、项目评估、片区评估、内涝防治功能展示，分年份展示二级排水分区达标情况，页面布局如图3所示。



图3 海绵一张图展示

2.3 排水与海绵方案指导

方案指导，融合排水与海绵方案指导；建设单位申请方案指导类型分为海绵豁免+排水、海绵+排水、豁免三种类型，根据申请类型不一样，建设单位上传不同的附件；如类型为海绵豁免+排水，需上传豁免申请函与排水设计方案文件，指导结束后生成指导意见单，包含豁免批复和排水审查意见；如类型为海

绵+排水，指导结束后生成海绵方案指导意见与排水方案指导意见；如类型为豁免（仅针对湾沚繁昌），审批通过后出具豁免复函。

2.4 项目巡查管理

项目巡查管理包括巡查人员管理、巡查计划管理、巡查意见单、巡查日志；巡查计划管理制定巡查计划，包括巡查项目、巡查时间、巡查人员等；巡查意见单可通过移动端和PC端下发；增加巡查日志上传，根据现场情况，实时上传

2.5 项目评估

搭建项目层级海绵模型，基于雨量站实测降雨数据、蓝天小区排口监测数据，根据获取到的监测设备的流量值对建模范围内项目排出口位置进行率定，评估项目的建设成效。

2.6 多维底座数据资源库整合与开发

接入芜湖城市生命线一期工程项目液位计、雨量计等数据；接入芜湖排水系统智慧运行管理平台一期工程液位计、雨量计、水质监测站等数据；对接芜湖市工程建设项目审批综合管理平台项目（工改

系统)建设阶段数据。

2.7 海绵城市智慧检测体系构建

智慧监测体系分为本底监测及海绵城市建设成效监测两个部分,其中本底监测包括降雨量监测、城市对比区监测、天然降雨水质检测、下垫面径流污染水质检测、土壤渗透性测试等;海绵城市建设成效监测分为“典型排水分区—重点项目—海绵设施”三个层级。典型排水分区侧重于海绵集中建设区域运行效果及模型率定验证需求,与其他项目已投入运行的监测点位相互结合补位,对雨水系统中重点关注的管网节点排口进行监测;重点项目层面选取典型项目及地块进行监测,其中典型项目类型覆盖海绵型建筑与社区、海绵型道路广场、海绵型公园绿地、海绵型水系等多个类别,在排口布设流量计与SS计进行全过程监测;在海绵设施层面选取典型海绵设施进行监测,评估设施有效性,为后续海绵建设过程中设施的选择提供依据。

3 海绵城市智慧管理平台在设施建设成效评估中的作用

3.1 数据整合与分析优势

(1)平台能够整合多源异构数据,将不同部门、不同系统的数据进行集中管理和分析。例如,将气象部门的降雨数据、水务部门的河道水位和雨水管网数据、生态环境部门的水质数据等进行融合,从多个维度对海绵城市设施建设成效进行评估。

(2)通过大数据分析技术,对海量的监测数据进行挖掘和分析。可以分析不同区域、不同类型海绵设施在不同降雨条件下的运行效果,如雨水收集量、径流控制率、内涝防治效果等,为设施的优化和改进提供数据支持。

3.2 实时监测与预警功能

(1)平台的实时监测功能可以及时获取海绵城市设施的运行状态数据。例如,通过液位计、流量计、水质监测仪等设备,实时监测雨水管道的水位、流量和水质变化情况,及时发现设施运行过程中的异常情况,如管道堵塞、溢流等。

(2)基于实时监测数据,平台能够实现预警功能。当监测数据达到设定的阈值时,及时发出预警信息,提醒相关部门采取措施,避免设施损坏或内涝等问题的发生。同时,预警信息也可以为设施建设成效评估提供参考,分析预警发生的原因是否与设施建设不合理有关。

3.3 可视化展示功能

(1)平台采用可视化技术,将海绵城市设施建设成效以直观的图表、地图等形式展示出来。例如,通过海绵城市一张图展示系统,可以清晰地看到各个海绵设施的位置、运行状态和建设成效指标,如年径流总量控制率、雨水资源化利用率等。

(2)可视化展示功能有助于相关部门和公众更好地理解 and 评估海绵城市设施建设成效。管理人员可以通过可视化界面快速了解整体建设情况,发现问题并及时调整建设方案;公众也可以通过可视化展示了解海绵城市的建设成果,提高公众参与度。

3.4 为海绵城市建设发展提供智慧支撑

根据智慧监测体系支撑数据,项目层级方面,对建筑小区、公园绿地、河道水系及道路广场等类型典型项目进行了全面分析评估,大多数项目在设计雨量下径流基本可完全控制,径流控制率及污染削减率均达到设计标准;甚至部分项目在高于设计降雨量条件下,径流控制率及污染削减率仍然达标。

图4展示了该项目建成后,在不同降雨工况下的项目径流控制率达标情况。基于实际降雨与径流监测数据的评估结果表明,项目在小雨工况下能够完全控制径流,即使在降雨量达到50 mm、超出设计降雨量24 mm的情况下,项目仍可达标。图5展示了整个监测周期内径流总量控制率的变化情况,监测数据显示该7个项目的实际控制率高于目标控制率,表明项目整体运行效果均达到了设计要求。

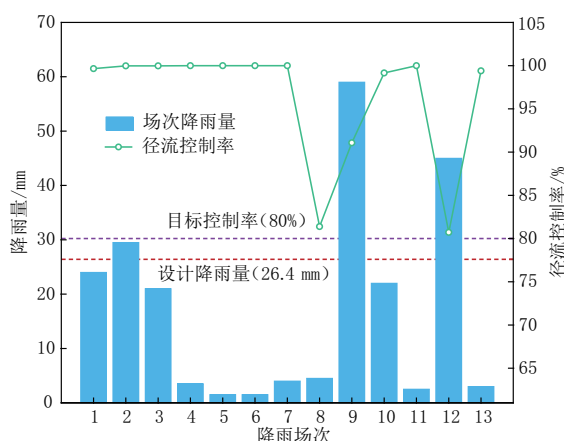


图4 不同场次降雨某项目达标的情况

4 海绵城市智慧管理平台功能提升建议

4.1 优化数据采集和处理

(1)进一步提高数据采集的准确性和完整性。对监测设备进行定期校准和维护,确保采集到的数据真实可靠。同时,增加数据采集的频率和密度,

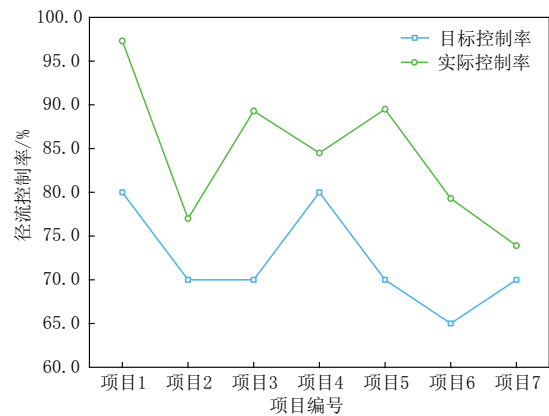


图5 不同项目的径流总量控制率达标情况

特别是在降雨等关键时期,可获取更多详细的数据。

(2)优化数据处理算法,提高数据处理的速度和精度。采用先进的数据挖掘和分析算法,对海量的监测数据进行深度分析,挖掘更多有价值的信息,为设施建设成效评估提供更准确的依据。

4.2 加强平台与其他系统的融合

(1)加强与城市规划、建设、管理等其他系统的融合,实现数据共享和业务协同。例如,与城市排水规划系统相结合,根据规划要求对海绵城市设施建设成效进行评估;与城市建设项目管理系统相结合,实时跟踪海绵城市建设项目进展情况,评估项目对整体建设成效的影响。

(2)与公众参与平台进行对接,收集公众对海绵城市设施的意见和建议。公众作为海绵城市的使用者,他们的反馈可以为设施建设成效评估提供重要的参考依据,同时也有助于提高公众对海绵城市的认知度和满意度。

4.3 完善评估指标体系

(1)根据海绵城市建设的实际情况和发展需求,

不断完善评估指标体系。除了现有的内涝防治、雨水收集和利用等指标外,可以增加对海绵城市生态效益、社会效益等方面的评估指标,如生物多样性、居民生活质量提升等。

(2)对评估指标进行权重调整,根据不同指标的重要性和影响力,合理确定其权重。通过科学的权重设置,提高评估结果的准确性和可靠性。

5 结 论

芜湖海绵城市智慧管理平台在海绵城市设施建设成效评估中具有重要作用。通过数据整合与分析、实时监测与预警、可视化展示等功能,为评估工作提供了有力的支持。然而,为了进一步提高评估的准确性和有效性,还需要不断优化平台功能,包括数据采集和处理、与其他系统的融合以及评估指标体系的完善等。相信随着海绵城市智慧管理平台的不断发展和完善,将为海绵城市设施建设成效评估提供更加科学、准确的方法和手段,推动海绵城市建设健康发展。

参考文献:

[1] 邹喆,陈凌轩.中国海绵城市研究综述[J]. 黑河学院学报, 2025, 16(7): 73-78.

[2] 王博.海绵城市理念下市政排水设计技术分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025(20): 164-166.

[3] 仇保兴. 海绵城市(LID)的内涵、途径与展望[J]. 中国勘察设计, 2015(7): 30-41.

[4] 韩松磊,胡启玲,张楠,等. 绿色海绵设施和灰色调蓄设施对排水系统提标的作用[J]. 中国给水排水, 2024, 40(1): 126-130.

[5] 汤钟,李亚,刘枫,等. 系统化全域示范阶段海绵城市建设的编制[J]. 水利规划与设计, 2025(8): 11-18.

(上接第6页)

展规划[Z]. 北京:国家发展改革委,住房和城乡建设部,生态环境部, 2021.

[3] 发改环资〔2022〕1453号. 污泥无害化处理和资源化利用实施方案[Z]. 北京:国家发展改革委,住房和城乡建设部,生态环境部, 2022.

[4] 40 CFR Part 503 Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge[S].

[5] EPA-625/R-92/013. Environmental Regulations and Technology: Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge[R]. USEPA, 1992.

[6] EPA-625/R-95/001, Process Design Manual- Land Application of Sewage Sludge and Domestic Septage[R]. USEPA. 1995.

[7] EPA-813/B-93/002a, Preparing Sewage Sludge for Land Application or Surface Disposal: A guide for Preparers of Sewage Sludge on the

Monitoring, Record keeping and Reporting Requirements of the Federal Standards for Use or Disposal of Sewage Sludge, 40 CFR Part 503[R]. USEPA. 1993.

[8] EPA-813/B-93/002b, Land Application of Sewage Sludge: A guide for land applicers on the Record keeping and Reporting Requirements of the Federal Standards for Use or Disposal of Sewage Sludge, 40 CFR Part 503[R]. USEPA. 1993.

[9] CJ/T 510—2017 城镇污水处理厂污泥处理 稳定标准 [S].

[10] CJ/T 362—2011 城镇污水处理厂污泥处置 林地用泥质 [S].

[11] GB/T 24600—2009 城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质 [S].

[12] GB/T 23486—2009 城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质 [S].

[13] GB 4284—2018 农用污泥污染物控制标准 [S].