

市政工程中海绵城市技术运用分析

张敦国

(乐陵市城市管理综合服务中心, 山东 乐陵 253600)

摘要 海绵城市是现代城市水系统治理的先进范式,模拟自然的水文循环机制重新构建城市的雨水管理逻辑,实现内涝防控等各方面的协同。本文以市政工程为依托,阐述海绵城市的内涵及技术体系结构,梳理海绵城市建设在重要市政场景下的集成应用途径,探究智能化融合、雨水花园复合型、模型与实操相结合这三方面的发展趋势。结果表明,海绵城市技术由单一的设施应用转变为系统的工程整合,市政基础设施与之深度融合加强了城市的水安全韧性,促使城市的发展模式转型,为新型城镇化高质量发展提供支持。在“双碳”目标和生态文明建设的推动下,海绵城市技术成为市政工程绿色化转型的核心引擎,其系统价值以及实践途径需要得到更深入的了解和推广。

关键词 海绵城市; 市政工程; 雨水管理; 生态基础设施; 系统韧性

中图分类号: TU99

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.10.028

0 引言

全球气候变暖和快速的城市化进程叠加在一起之后,传统的以“快速排除”为特征的灰色排水体系就暴露出了内涝频发、水体污染、资源浪费以及生态割裂等一系列系统性的不足。海绵城市理念应运而生,其本质在于对城市水循环过程进行生态化改造,依靠自然和人工结合的方式,使城市具有海绵一样的吸水、蓄水、渗水、净水、释水的能力。在生态文明建设以及新型城镇化战略不断推进的过程中,海绵城市已经由理念推广进入大规模工程实践当中,市政工程作为城市运行的骨架载体,是技术落地的主要场所。市政设施规划、建设及运维过程完全融入海绵技术逻辑,不但是单个工程的效果问题,更关系到城市水系统的整体韧性和可持续发展。

1 海绵城市的概念解析

1.1 内涵

海绵城市理念实际上就是新一代城市的雨洪管理概念,是指城市在面对各种恶劣环境以及雨水灾害时,能够像海绵一样,具有吸水、渗水、蓄水以及净水等作用^[1]。海绵城市不是孤立的技术堆砌,而是植根于生态学和系统工程学的城市发展理念,它的本质在于抛弃人水对立的传统工程思想,转而遵循自然水文规律、追求人水和谐的系统治理方式。该理念以“渗、滞、

蓄、净、用、排”六个字为行动纲领,在降雨过程中实现雨水的就地消纳和资源化转化,而不是简单地外排。其深层内涵在于三个方面的内容,在功能上解决内涝防治、径流污染控制、水资源短缺和水生态退化等问题,在空间上打破地块界限,构建起涵盖建筑小区、道路广场、绿地水系的全域协同网络,在时间上兼顾短期降雨应对和长期生态修复,形成动态适应的弹性系统。

1.2 技术体系构成

海绵城市技术体系按照雨水径流产生和迁移的自然顺序,构建起源头减排、过程控制和末端治理三者并列的有机整体,三者互相配合、相互补充,构成闭环式的水文调节链。源头减排作为系统的基石,以绿色屋顶截留屋面雨水、透水铺装促进地表下渗、生物滞留设施实现污染物初步净化等方式,在径流形成源头就削减流量峰值和污染负荷,有效地减轻了后续系统的压力,并提高了土壤入渗能力。过程控制环节在接收到源头处理后的径流后,依靠优化设计的生态沟渠、调蓄池、雨水湿地等设施,在输送过程中实现流量调节、峰值延缓和水质改善,保证径流有序、安全地转移,不给自然水体带来水力、水质的冲击,并为雨水资源化利用创造条件。末端治理是系统的安全阀和生态净化终端,采用人工湿地、生态塘、河岸缓冲带等近自然系统,对经过前序环节处理后的雨水进行

作者简介: 张敦国(1970-),男,专科,助理工程师,研究方向:市政工程。

深度净化和生态涵养,从而提高水质达标率,使雨水回灌地下水或者安全排放,达到水环境质量整体改善以及水生态系统功能恢复的目的^[2]。

2 市政工程中海绵城市技术运用关键场景

2.1 道路与交通设施

市政道路属于城市线性空间的骨架,也是径流的重要产汇区。市政道路海绵化改造是提高城市整体排水韧性、改善城市水环境的关键突破口和形象窗口。技术的应用在于把传统的硬化路面系统转变为具有雨水管理、生态服务和人文关怀功能的复合型生态廊道,透水沥青或者透水混凝土铺装技术根据交通荷载以及使用要求选择合适的型号,在人行道、非机动车道以及低交通量车行道上大面积使用,多孔骨架结构可以大幅度提高雨水下渗速度,有效地减小地表径流峰值并补给浅层地下水,改善城市“热岛效应”;道路两旁布置的生态植草沟、生物滞留带、下凹式绿化带,不仅起着径流汇集、传输、初滤的作用,而且依靠植物根系吸附、填料层过滤、微生物分解等方式共同去除悬浮物、氮磷等污染物,还软化了硬质景观边界,提升了街道微气候的舒适度和生物栖息的价值^[3]。

在交叉口、立交桥区、下穿通道等历史易涝节点处,嵌入式调蓄模块或者地下蓄渗设施可以暂时存储过多的雨水,经过智能控制缓慢地放到市政管网里去,或者净化之后再用来冲洗道路、浇灌绿化,达到削峰错峰和资源循环利用的目的。该类技术集成大大加强了道路系统对短时强降雨的抗灾能力,还由于减少了路面径流污染物排放量、降低了行车噪声、提高了行人的体验感和街道的美学价值等诸多方面的成效,促使交通基础设施由原来的单一功能转变为安全、生态、低碳、宜居的复合型空间,体现的是市政工程同自然环境相和谐、功能与美学并重的现代治理理念。

2.2 城市绿地与公园

城市绿地和公园由于具有广阔的面积、良好的渗透性和生态本底,天然成为海绵城市建设的中心载体和效能放大器,也是实现蓝绿空间融合的重要节点。技术使用重视对原有的地形、水文脉络和植被格局的尊重、优化和激活,把绿地系统整体设计成多功能的雨水滞蓄、净化和资源化单元,用科学布置雨水花园、渗透塘、湿塘、生态洼地等设施群的方式,主动接纳周边硬质区域流入的雨水径流,依靠土壤渗透、植物蒸腾吸收、微生物降解等自然过程来达到水量调蓄和水质净化的目的;蓄存雨水在非降雨期经过简单的处

理再用来浇灌绿地,形成内部循环,明显降低市政用水量和维护费用。

尤为关键的是,这些设施与景观设计、游憩功能深度耦合,将调蓄池打成一个亲水景观湖来增大空间的吸引力,植草沟融入休闲步道系统以提高可达性和体验度,在保证核心生态功能高效运行的同时,还能提升公众游憩体验、环境教育价值和社区归属感,同时实现乡土植物应用、昆虫鸟类栖息地营造等生物多样性保护目标。市政工程在该场景中的实践,体现的是海绵技术由工程设施向生态空间、社会空间、文化空间三者融合的深刻转变,使得绿地公园不再只是单纯的绿化和休闲场所,而是集雨水管理、生态修复、气候调节、科普教育、社区凝聚为一体的复合型城市绿色基础设施网络,对国土空间规划中蓝绿空间协同治理以及城市人居环境品质系统的改善起到重要的作用。

2.3 排水系统优化

海绵理念下市政排水系统的优化,关键在于打破灰色设施和绿色设施的二元割裂,构建以灰绿融合、智慧协同、弹性适应为特点的现代化排水新体系。在科学评价的基础上,保留并优化必需的管渠系统以保证基本排水能力,同时战略性增加分布式调蓄池、地下储水模块、生态滤池等绿色节点,对系统进行功能扩容、韧性加固和生态赋能;智能截流装置根据实时水质传感器的数据以及预设的阈值,准确地将高污染浓度的初期雨水送往污水处理厂进行深度处理,而中后期较清洁的雨水则被送到调蓄设施错峰排放或者资源化利用,大大降低合流制溢流对受纳水体造成的冲击^[4]。

此外,依靠高精度水力模型、物联网感知网络和云计算平台,构建排水系统的数字孪生体,可实现管网运行状况实时可视化、分钟级降雨预测和设施群动态联调联控,比如提前预降水位以腾出调蓄库容,在暴雨来临之前对泵站启停进行智能控制,在降雨过程中根据实际情况合理调节闸门开度等。这样一种优化既提高了排水系统的蓄排结合、绿灰协同的综合抗灾能力,又通过雨水资源化利用来降低城市供水压力和碳排放,促使排水功能由单一防涝安全转向水安全、水环境、水资源、水生态“四水共治”和低碳运维的系统性提升,为城市水系统智慧化、精细化、可持续化管理打下坚实的技术基础。

2.4 建筑与小区改造

建筑和小区作为城市最小的治理单元和居民的基本生活空间,其海绵化改造是理念落实的微观基础、公众感知的重要窗口、社区治理的新载体。技术的应

用以建筑本体和周边微环境的精细化协同和功能复合为出发点,绿色屋顶系统通过植被层、蓄排水板、过滤介质、防水层等科学构造来有效地截留屋面雨水30%~50%,大大降低建筑夏季空调负荷和热岛效应,延长屋面使用寿命;小区内庭院、停车场、活动场所普遍使用透水铺装及嵌草砖,重新塑造地表的渗透性,加快雨水下渗到地下水中的速度,减缓局部积水以及热环境的问题;结合建筑雨水立管断接技术,把屋面雨水经过消能处理之后输送到周边的雨水花园、植草沟或者地下蓄水模块里去,经过自然净化之后作为绿化浇灌、道路冲洗、景观补水之用,极大地提高非传统水源利用率和社区水资源自给程度。

在老旧小区综合改造和城市更新行动当中,以低成本、易维护的渗透井、生态树池、下凹绿地等设施进行改造,不仅可以系统地改善排水微循环条件,并且可以优化社区微环境、提高景观品质与居民生活舒适度,从而增进公众的获得感以及参与感。市政工程在该领域深化实践,体现出海绵技术由宏观规划走向社区治理、公众参与、文化培育的过程,强调设施功能同日常生活场景、社区文化认同的有机融合,使海绵理念内化为社区可持续发展的基因和居民的绿色生活方式,给构建安全、绿色、健康、宜居的韧性社区和完整的社区提供可以复制、可以推广的实践范式。

3 市政工程中海绵城市技术运用未来发展趋势

3.1 智能化与数字化深度融合

未来的海绵城市先进技术将被融入智慧城市数字底座,依靠物联网、大数据、人工智能、数字孪生等技术,创建一个智能的水系统管理中心。高密度的雨量计、水位计等设备构成感知网络,实时采集数据。结合水文模型和气象预报,系统可以进行径流预测和设施模拟,给出调度方案,如调节调蓄池水位等。数字孪生平台创建虚拟映射,可以做规划预演、情景推演和决策优化,把原来的被动应对变为现在的主动预测。

3.2 多目标协同与系统集成强化

海绵城市技术的发展会冲破单一的雨水管理目的,深入到城市碳中和、生物多样性保护、人居环境改善等国家战略当中去,走向多目标共同治理的新时代。技术选择和空间布局要综合考虑径流控制、污染削减等各方面的效益,推进设施功能复合化和空间集约化,比如结合雨水湿地和城市公园,在道路绿化带上布置相关的模块。加强海绵设施同市政管网等各方面的联系,创建起全链条闭环和多尺度联动的协同治理体系^[5]。

3.3 韧性提升与气候变化适应

面对气候变化所造成的暴雨强度增大、干旱频率增加等不确定因素,海绵城市技术会强调气候韧性的导向,重视提高系统对极端事件的抵抗能力和恢复能力。技术的发展会使设施设计标准和冗余度提高,研究开发新的材料、模块化的可扩展调蓄结构,形成以风险评价为基础的适应性管理方式,将实际情况作为基础来确定设施运行阈值,并制定相应的应急预案。同时把海绵城市建设同流域综合治理、生态修复工程紧密地结合在一起,在区域尺度上加强水循环的稳定性,比如恢复河漫滩、建设生态廊道来提高流域的蓄滞能力。

4 结束语

海绵城市技术在市政工程中的系统化、规模化应用,改变了城市和水的关系,体现了基础设施建设哲学由征服自然转向顺应、利用、修复自然的发展方向。通过对概念内涵的把握、技术体系的构建、关键场景的嵌入、未来趋势的布局来体现海绵城市的综合价值在于提高城市水安全韧性、改善生态环境、实现水资源循环利用、增进社会福祉、推进绿色低碳发展。未来,市政工程领域要推进跨学科技术创新,健全全生命周期标准规范及跨部门协同治理机制,促使海绵理念由示范项目向全域普及、由工程建设拓展到智慧运维和公众共治。只有把生态智慧、系统思维和人文关怀融入城市规划、建设和治理当中,才能创建起人水和谐、安全韧性现代化的城市空间,给全球城市的可持续发展提供实践范例,助力美丽中国与人类命运共同体的建设。

参考文献:

- [1] 王飞.海绵城市理念在市政给排水设计中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(18):202-204.
- [2] 胡晓惠,刘艳涛,史成波,等.海绵城市理念在市政道路给排水设计中的应用[J].中国住宅设施,2023(05):103-105.
- [3] 林朝华.海绵城市理念下的市政路桥设计研究[J].江西建材,2023(04):126-127,132.
- [4] 黄兴勇.海绵城市理念在市政工程中的应用[J].江西建材,2023(01):351-352.
- [5] 李晓晓.海绵城市理念在市政给排水设计中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(03):125-127.