

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.08.007

海绵城市建设技术标准现状与发展方向

冯萃敏^{1,2}, 魏 瞳³, 李芬芬⁴, 杨潍琪^{1,2}, 康建伟⁵

(1. 北京建筑大学 城市雨水系统与水环境教育部重点实验室, 北京 100044; 2. 北京建筑大学 水环境国家级实验教学示范中心, 北京 100044; 3. 北京市市政工程设计研究总院有限公司, 北京 100082; 4. 江苏中设集团建筑景观设计有限公司, 江苏 无锡 214000; 5. 中铁建设集团有限公司 建筑设计院, 北京 100040)

摘 要: 海绵城市建设是城市发展的新理念,是生态发展的新模式。面对目前城市内涝多发的严峻形势,科学建设海绵城市显得尤为重要。技术标准化是当前我国海绵城市建设的迫切需求,按照国家标准、行业标准及地方标准等不同层次分析海绵城市建设技术标准现状。基于海绵城市建设领域长期的研究和实践剖析其技术标准化的现存问题,着重阐述海绵城市的基本概念与发展、相关行业标准规范补充修订对海绵城市的影响,以及综合标准的构建与各子标准之间的关系等基础问题,对比国内外发展差异,对海绵城市的研究背景、主要技术、国内发展现状等进行了总结和归纳。并从构建技术标准体系、健全协调联动机制、推动科技协同创新和注重基础数据积累等角度对海绵城市建设技术标准化的发展方向提出建议。

关键词: 海绵城市建设; 技术标准化; 现状及发展

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2023)08-0045-08

Status Analysis and Developing Trends of the Technology Standardization for Sponge City Construction

FENG Cui-min^{1,2}, WEI Tong³, LI Fen-fen⁴, YANG Wei-qi^{1,2}, KANG Jian-wei⁵

(1. Key Laboratory of Urban Stormwater System and Water Environment <Ministry of Education>, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China; 2. National Demonstration Center for Experimental Water Environment Education, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China; 3. Beijing General Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Beijing 100082, China; 4. Jiangsu Zhongshe Group Architectural Landscape Design Co. Ltd., Wuxi 214000, China; 5. Architectural Design Institute, China Railway Construction Group Co. Ltd., Beijing 100040, China)

Abstract: Sponge city construction is a new concept of urban development and a new model of ecological development. The scientific construction of sponge city has become especially important in light of the recent urban flooding. Nowadays, technology standardization is an urgent need for sponge city construction in China. In this work, the status of technology standards for sponge city construction was analyzed at three levels including national, industry and local standard. Based on the long-term research

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51678026); 中铁建设集团有限公司科技项目(LX16-05)

通信作者: 冯萃敏 E-mail: feng-cuimin@sohu.com

and practice in the field of sponge city construction, the existing problems of its technical standardization are analyzed. The basic concepts and development of sponge city, the influence of the supplement and revision of relevant industry standards and norms on sponge city, and the relationship between the construction of comprehensive standards and various sub standards are specially mentioned. By comparing the development differences at home and abroad, the research background, main technologies and domestic development status of sponge city are summarized. Finally, some suggestions on the developing trends of technology standardization for sponge city construction were proposed, including establishing technology standards system, improving the coordination mechanism, promoting technological collaborative innovation and emphasizing basic data accumulation.

Key words: sponge city construction; technology standardization; status and developing

自20世纪80年代以来,我国标准化事业迅猛发展,标准体系逐步得到完善,全社会标准化意识也普遍提高。然而,与发达国家相比,我国标准化工作还存在较大差距,很难满足经济社会发展的客观需求。特别是对于一些涉及多行业、多部门、多学科交叉的新兴领域来说,现有技术标准体系还存在基础性规范和标准不完备、部分标准要求不明确、个别条款相矛盾等问题,因此应尽快推动相关标准的制定和修订工作,进一步健全技术标准体系。

自20世纪90年代起,我国经历了高速城镇化发展过程,城镇化规模的迅速扩张,带来了资源、环境和生态等诸多方面的问题,特别是在城市发展格局和基础设施建设等方面。许多国家城市发展的经验都表明,不透水面积率大幅增加,原有的城市结构、生态条件和水文特征平衡被打破是快速城镇化给城市雨水系统带来的诸多严重问题之首。国际经验也早已表明,城市雨水问题涉及水生态、水安全、水环境、水资源等诸多方面,是一个复杂的综合性系统问题,处理不当会严重影响人民生产、生活有序运行^[1-2]。发达国家在城市化进程推进过程中,为应对这种“逢雨必涝,雨后即旱”的情况,及时对城市规划方向和基础设施建设理念做出调整,通过落实现代雨洪管理体系,合理控制并管理雨水径流的方法来有效缓解上述城市雨水问题。例如,美国、日本、澳大利亚以及欧洲等城市雨水资源利用管理实践起步较早的国家,在城市规划设计中率先以“最佳管理措施”“水敏感性城市设计”“水资源综合管理”等理念为依据,通过科学途径调节雨水径流平衡,可以为我国提供很好的借鉴,实现城市水资源的良性循环^[3]。

2012年以来,超过200个地市级以上城市响应中央政府号召,为落实生态文明建设的国家战略,提出了将“海绵城市建设”作为建设生态城市和低碳城市的发展目标。国务院办公厅印发的《关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发〔2015〕75号)对我国海绵城市建设的近、远期工作目标提出了明确要求,并强调应“抓紧修订完善与海绵城市建设相关的标准规范,突出海绵城市建设的关键性内容和技术性要求”。在国家政策引领和资金支持下,海绵城市建设已取得一些成效,但同时也暴露出一些问题和矛盾,如对海绵城市的内涵与体系之间的复杂关系认识不清,对海绵城市建设的艰巨性和长期性估计不足等,这是由于专业领域整体上研究和科技储备的不足以及不同专业之间的碰撞或其他一些因素造成的。因此,在海绵城市建设热潮下,亟需理性的思考。为此,有必要对我国海绵城市建设技术标准化的发展现状进行系统梳理,深入剖析现存问题,就海绵城市建设技术标准化的发展方向提出符合我国当前实际的合理化建议,以期为推动我国海绵城市建设技术标准化奠定理论基础,为我国海绵城市建设的规范实施提供技术支撑。

1 我国海绵城市建设技术标准化需求

海绵城市建设并非一般意义上的新技术或新工艺,而是一种先进的城市开发-暴雨管理理念^[4-5]。从国际环境来看,美国环保局于20世纪90年代末提出的低影响开发(LID)理念逐渐被绿色基础设施(GI)或绿色雨水基础设施(GSI)所取代。澳大利亚从城市规划和城市设计角度进行水敏感性城市设计(WSUD),并施行指导城市发展和协调土地利用、水文循环和雨水系统的顶层策略,以提高城市可持

续发展的能力,从而提供和创造更有吸引力的宜居的城市环境,这些举措通过对雨水径流的“渗、滞、蓄、净、用、排”,使城市雨水基础设施更具有弹性,为海绵城市建设提供了科学依据,奠定了良好的基础。

然而着眼于目前国内环境,我国原有的城市排水系统技术标准的制定均是围绕灰色排水系统,对于海绵城市建设的指导意义针对性较弱,有些标准条文还与海绵城市建设的具体要求不协调甚至相矛盾^[6];此外,我国海绵城市建设的专业科研院所、规划设计单位、工程施工企业及设备生产厂家数量较少,广大从事相关专业的工程师及科技工作者也大多缺乏相关教育培训背景及工程实践经验。因此,应结合我国各地发展现状,借鉴国外雨洪管理的先进经验,引进国外先进的理念、技术和相应的设计导则和建设标准,并从实际出发,因地制宜,尽快推进海绵城市建设的技术标准化,推动规划、设计、建设、运营等全方面的规范化方案出台,以促进海绵城市健康发展^[3]。

2 我国海绵城市建设技术标准化现状

目前,我国已有30个城市分两批被遴选出来开展中央财政支持海绵城市建设试点工作,陕西、河南、四川、吉林、江苏、安徽、湖南、山东、浙江等省份也开始组织实施省级海绵城市建设试点。根据相关统计数据,到“十三五”末,我国海绵城市建设总投资超万亿元。面对如此巨大的市场需求,为保障我国海绵城市建设的科学、规范实施,海绵城市建设技术标准化显得尤为重要。

自海绵城市建设于2012年正式提出以来,相关技术标准的制定修订工作已在政府主管部门和有关技术单位积极推进下有序开展。《中华人民共和国标准化法》将标准分为国家标准、行业标准、地方标准以及市场自主制定的团体标准和企业标准四类。但因海绵城市企业建设需有实力的科研设计单位、施工企业、制造企业与金融资本相结合,组建具备综合业务能力的企业集团或联合体,统筹组织实施相关项目发挥整体效益,建设难度高,资金投入量大,且对各单位配合要求高,故与海绵城市建设相关的企业标准鲜见报道。团体标准也仅有一部——《海绵城市基础设施施工与质量验收标准》(T/CCIAT 0014—2019),为加强海绵城市建设工程

技术管理、规范施工技术、统一施工质量验收标准、确保工程质量,该标准已于2020年2月1日起实施。因此,笔者重点阐述其他三类海绵城市建设技术标准的发展现状。

2.1 国家标准

我国在2012年4月举办的“2012低碳城市与区域发展科技论坛”中正式提出“海绵城市”这一概念,并于2018年出台针对海绵城市建设的国家标准——《海绵城市建设评价标准》(GB/T 51345—2018)。在此之前,我国已于2010年出台了《雨水集蓄利用工程技术规范》(GB/T 50596—2010),并在2012年6月出台《城市防洪工程设计规范》(GB/T 50805—2012)。这些与海绵城市领域相关的国家标准都是涉及海绵城市建设的条例规范,且其主旨内容与海绵城市理念基本一致,对我国当前海绵城市建设具有一定的指导意义。

随着海绵城市建设推进力度的不断加大,我国陆续完成了10余部海绵城市建设相关技术标准的编写修订工作,修订条文共计372条。相关主要规范名称及修订要点总结见表1。

国家相关部门还以公文形式印发了一批关于海绵城市建设的政策和实施建议,如国务院办公厅印发的《关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发[2015]75号)、住房和城乡建设部印发的《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》(建城函[2014]275号)和《海绵城市建设国家建筑标准设计体系》(建质函[2016]18号)以及水利部印发的《推进海绵城市建设水利工作的指导意见》(水规计[2015]321号)等。

上述国家标准和指导意见为因地制宜地确定年径流总量控制率和相应的设计降雨量目标,实施年径流总量控制,缓解新型城镇化建设中遇到的内涝问题,削减城市径流污染负荷、节约水资源、保护和改善城市生态环境,促进生态文明建设,提供了坚实的技术指导。同时还为加快推进海绵城市建设,修复城市水生态、涵养水资源,增强城市防涝能力,提高新型城镇化质量,促进人与自然和谐发展,提供了有力的政策保障,构成了现阶段我国国家层面的海绵城市建设技术标准体系,为明确我国海绵城市建设的发展方向,规范海绵城市建设的工作目标、技术指标和考核办法提供了切实有效的政策支撑。

表 1 相关标准规范修订要点说明

Tab.1 Key points for revision of relevant standards and specifications

| 名称 | 海绵城市相关的主要修订要点 |
|--|---|
| 《室外排水设计规范》 (GB 50014—2006, 2016 年版) | ①在宗旨目的中补充规定推进海绵城市建设;②补充超大城市雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期标准 |
| 《城市水系规划规范》 (GB 50513—2009, 2016 年版) | ①贯彻落实绿色发展理念和海绵城市建设要求,促进雨水的自然积存、自然渗透、自然净化;②满足内涝灾害防治、面源污染控制及雨水资源化利用的要求;③将“水系改造”修改为“水系修复与治理”并强化相关内容;④强化水质保护和水生态保护的内容 |
| 《城市居住区规划设计标准》 (GB 50180—2018) | ①整合细化符合低影响开发的建设要求;②对地下空间使用、绿地与绿化设计、道路设计、竖向设计内容进行调整和补充;③优化配套设施和公共绿地的控制指标和设置规定 |
| 《城市排水工程规划规范》 (GB 50318—2017) | ①增加相关术语、基本规定和监控与预警三部分内容;②适用范围调整为城市总体规划、控制性详细规划和排水工程专项规划;③在总则、基本规定、雨水系统及合流制系统中增加节能减排、源头径流减排、雨水综合利用、城市防涝空间控制等内容 |
| 《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》 (GB 50400—2016) | ①补充与海绵城市建设相关的术语、技术要求及控制目标;②补充生物滞留设施的技术要求与参数,补充透水铺装设施蓄水性能的规定;③增加入渗、收集回用、调蓄排放三系统组合计算公式 |
| 《城市绿地设计规范》(GB 50420—2007, 2016 年版)、《公园设计规范》(GB 51192—2016) | ①贯彻海绵城市建设理念,增加相关设施要求;②强化源头控制和超标雨水径流排放具有重要作用;③增加雨水控制与利用量化指标要求 |

2.2 行业标准

海绵城市建设内容广泛,涉及城建、水利、环保等多个行业。在国家政策引领下,相关行业结合自身特点及技术需求也发布了一批海绵城市建设的技术标准、规程。

例如,城建行业的《城乡建设用地竖向规划规范》(CJJ 83—2016)在规定城市用地竖向规划的内容和基本要求,综合确定城市用地控制高程与城市用地布局和景观对用地竖向的基本要求的同时,也补充了与排水防涝工程规划相关的条文,确定了道路规划纵坡和用地地面排水的规定,并提及加强海绵城市特别是生态保护、自然积存、超标径流通道衔接等工作;《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012, 2016 年版)也结合海绵城市建设对道路提出的要求,明确了路缘石形式、公共停车场及城市广场绿化和景观、与地面的相对高度以及引流排水措施等相关条款。还有针对海绵城市透水铺装的《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T 135—2009)、《透水砖路面技术规程》(CJJ/T 188—2012)、《透水沥青路面技术规程》(CJJ/T 190—2012)等行业标准,也结合海绵城市建设要求对路面工程质量、构造形式、设计施工、验收维护等方面做出了相应修改和补充。

同时,水利行业相关部门和单位也出台了一些

行业标准,如《防洪规划编制规程》(SL 669—2014)和《治涝标准》(SL 723—2016)等,这些行业标准分别对透水铺装、下沉式绿地、生物滞留设施等与海绵城市建设密切相关的要素制定了量化标准,具有较强的专业属性,是我国海绵城市建设技术标准体系的有力补充。

2.3 地方标准

由于起步较早或已列入全国试点的城市实施海绵城市建设时面临规划设计技术标准匮乏、施工单位施工经验不足等现实问题,因此亟需有针对性的专业技术指导。

部分省市边摸索边实践,在工程实践的基础上,编制并发布了海绵城市建设的地方标准或以政府公文形式发布了技术文件,以促进各地海绵城市建设工作的规范开展。部分省市现行海绵城市建设技术标准及文件具体如表 2 所示。

此外,为贯彻落实 2015 年国办发〔2015〕75 号文件的指导精神,截至目前,已有 26 个省、自治区、直辖市和 44 个地级市颁布了《关于推进海绵城市建设的指导意见》的地方文件,部分省市文件中对海绵城市建设工作目标的要求还略高于国务院办公厅 75 号文件。

部分省市及住建部海绵城市建设工作目标要求具体汇总如表 3 所示。

表2 部分省市现行海绵城市建设技术标准及技术文件

Tab.2 Current sponge city construction technical standards and documents in some provinces and cities

| 省市名称 | 现行技术标准及技术文件 |
|------|--|
| 北京 | 《雨水控制与利用工程设计规范》(DB 11/685—2013) |
| | 《城市雨水系统规划设计暴雨径流计算标准》(DB 11/T 969—2013) |
| | 《下凹桥区雨水调蓄排放设计规范》(DB 11/T 1068—2014) |
| | 《屋顶绿化规范》(DB 11/T 281—2015) |
| | 《北京市人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》(京政办发〔2017〕49号) |
| 广西南宁 | 《南宁市海绵城市规划设计导则》 |
| | 《南宁市低影响开发设施运行维护技术指南》 |
| | 《南宁市海绵城市建设技术——低影响开发雨水控制与利用工程设计标准图集》(试行) |
| 福建厦门 | 《厦门市海绵城市建设技术规范(征求意见稿)》 |
| | 《海绵城市建设工程材料技术标准(试行)》(DB 3502/Z 5011—2016) |
| | 《海绵城市建设技术标准图集》(DB 3502/Z 5009—2018) |
| | 《海绵城市建设工程施工与质量验收标准》(DB 3502/Z 5010—2018) |
| 湖南 | 《海绵城市建设技术 渗透技术设施》(湘 2015 SZ 103—1) |
| | 《海绵城市建设技术 储存与调节技术设施》(湘 2015 SZ 103—2) |
| | 《海绵城市建设技术 传输与截污净化技术设施》(湘 2015 SZ 103—3) |
| | 《长沙市海绵城市建设规划与设计导则(试行)》(DB CJ 004—2017) |
| 陕西 | 《西咸新区海绵城市建设规划设计导则》 |
| | 《沣西新城海绵城市建设技术指南》 |
| | 《沣西新城低影响开发雨水工程设计标准图集》 |
| | 《陕西省西咸新区沣西新城生态滤沟系统设计指南》 |
| | 《陕西省西咸新区沣西新城雨水花园系统设计指南》 |
| | 《陕西省西咸新区开发建设管理委员会办公室关于进一步加快推进海绵城市建设的实施意见》(陕西咸办发〔2017〕114号) |
| 河北 | 《河北省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》(冀政办发〔2015〕48号) |
| | 《海绵城市建设设施构造》(DBJT 02—111—2016) |
| | 《海绵城市建设工程技术规程》[DB 13(J)/T 210—2016] |
| | 《河北省海绵城市设施施工及工程质量验收规范》[DB13(J)/T 211—2016] |

表3 各省市及住建部海绵城市建设工作目标要求

Tab.3 Objectives and requirements of sponge city construction in some provinces and cities and MOHURD %

| 省市或部委 | 建设目标 ^① | 工作目标 ^② | |
|---|-------------------|---|---------------------------|
| | | 2020年 | 2030年 |
| 山东省 | 75 ^③ | 25 ^③ | 80 |
| 浙江省 | 70 | 市区 25 ^③ , 县级 20 ^③ | 市区 80, 县级 50 ^③ |
| 吉林省 | 80 ^③ | 20 | 80 |
| 甘肃定西 | 75 ^③ | 25 ^③ | 80 |
| 甘肃天水 | 75 ^③ | 25 ^③ | 80 |
| 四川成都 | 70 | 25 ^③ | 80 |
| 辽宁沈阳 | 80 ^③ | 20 | 80 |
| 浙江杭州 | 75 ^③ | 25 ^③ | 80 |
| 河南郑州 | 70 | 25 ^③ | 80 |
| 住建部 | 70 | 20 | 80 |
| 注: ①实施海绵城市建设后降雨就地消纳和利用占总降雨的比例; ②规定年限内, 达到建设目标的城市建成区面积占总面积的比例; ③各地高于国务院办公厅75号文件的建设目标及工作目标。 | | | |

3 我国海绵城市建设技术标准体系问题分析

近年来,国家相关部门制定修订完成多部海绵城市建设技术标准,为促进我国海绵城市建设规范的有序开展奠定了基础。然而,海绵城市建设需要整体化、系统化、体系化思维,需要多专业协同配合,相较发达国家而言我国仍有不足之处^[7],根据前述分析,对我国海绵城市技术标准体系现存问题进行归纳整理。

3.1 海绵城市建设技术标准体系尚待完善

由于我国海绵城市建设起步较晚、实施时间尚短,相关技术标准相对缺失的问题较为明显,具体体现在:①已上升为国家战略并重点推行的与海绵城市建设相关的国家标准发布并不全面,这给海绵城市建设在全国范围的规范和实施带来了诸多不便;②很多城市由于排水防涝标准的提高、总量控制率的分解等因素,均面临工程建设实施难度大、

成本高等多重制约^[8];③海绵理念下城市雨水系统构建涉及多种单项技术措施,现行标准中只有可渗透路面、滞留雨水湿地、雨水再生系统等雨洪调节设施标准以及屋顶绿化、生态滤沟和雨水花园等技术措施的地方标准,大部分技术措施的标准尚未制定;④雨水年径流总量控制率作为刚性控制指标,在现行国家标准[如《公园设计规范》(GB51192—2016)]中却无具体说明,且超标雨水径流调蓄容量、雨水资源化利用率等指标也无具体要求;⑤现行技术标准大多集中于海绵城市建设规划设计,而在整装设备、工程施工、质量验收及运行维护等方面则涉及较少,这将直接影响海绵城市建设成效的充分发挥^[9]。

3.2 相关专业的技术标准需进行配套修订

海绵城市建设是一个跨多行业、多部门、多学科的综合项目,涉及规划、建筑、给排水、水文、结构、园林景观、道路等多个专业,包含了雨水湿地、屋顶绿化、下沉式绿地、植草沟、生物滞留设施、湿塘、渗透塘等多项技术。海绵城市建设与气候条件、地形地貌、土壤下垫面等息息相关。如今,各专业虽然已修订完成了多部较为完善的技术标准体系,但由于涉及领域广泛、开展时间尚短、规划责任不明确等问题,导致不同专业现行国家或行业技术标准中条文仍有与海绵城市建设要求不一致甚至相矛盾之处。许多城市的总体规划或其他相关专项规划,由于编制时间较早、对城市水系统了解不够全面等原因,缺乏对海绵城市及低影响开发内容的涉及,并不能为海绵城市的规划、设计和建设提供有效的指导。因此,海绵城市的其他相关标准中的每个专业标准体系也需要与海绵城市的建设要求相结合,以进行具有针对性的修订和增补^[4]。

3.3 海绵城市建设现行标准尚需验证和修订

现有的海绵城市建设相关技术标准大部分依据国内外先进的城市雨水管理经验以及相关科研成果制定修订,然而,对于我国全国范围地域跨度如此大的海绵城市建设过程,技术标准在各地的适用性和科学性有待进一步验证。例如,对降低综合径流系数具有重要作用的设施——屋顶绿化,由于南方地区民居建筑屋顶都覆盖了太阳能设施,可用面积少,已经无法布置屋顶绿化,只有少量公共建筑屋顶可以利用,极大程度阻碍了海绵城市建设设施的落实。因此,在实践中仍然需要不断探索并完

善符合自然、经济条件的海绵城市建设技术,科学合理地确定发展指标体系,为海绵城市规划设计提供有力支撑。此外,虽然在各级政府《关于推进海绵城市建设的指导意见》中均设定了海绵城市的建设目标,但现行标准中并未体现与建设目标对接的条文内容,且缺乏统筹海绵城市技术性要求的全面量化指标,以及实施过程中如何指导该建设目标切实落地的具体要求。

4 海绵城市建设技术标准发展趋势

早在21世纪初,国际上就已经出现“海绵城市”的相关说法。例如, Van Rooijen等^[10]早在2005年阐述印度工业用水和污水利用以及城市水环境的平衡时率先采用海绵城市这一基本概念;澳大利亚的 Alexander等^[11]于2007年也曾用海绵城市一词来描述和讨论城市的迁移规律、人口变化等,但与现在的海绵城市弹性生态水系统设计无关。2013年, Pickett等^[12]编著的 *Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities* 一书,将“海绵城市”这一概念与城市水生态基础设施对雨水的吸收、储蓄、渗透、净化与释放首次紧密联系起来,虽未明确给出海绵城市的具体定义,但详细论述了美国BMP和LID等先进的海绵城市生态雨洪资源管理技术,从对维护城市生态水循环重要性的角度,提出了城市水环境海绵化构想^[1]。事实上,多年来人类应对气象干旱、洪水雨涝等自然灾害的重要技术探索和相关工程实践,从古代罗马城、北京故宫和以洛阳、长安等古都为代表的古代大型城市排水系统,到近现代城市一体化和大规模建设现代大型城市排水管渠系统,城市雨水问题和其他相关一体化工程的实践历来都伴随着自然与人类共同发展^[13]。我国2012年首次提出“海绵城市”理念,希望未来人类城市能够像海绵一样,在适应环境变化和应对自然灾害等灵活性方面具有良好的“弹性”^[14],做到“大雨不内涝,小雨不积水,热岛有缓解,水体不黑臭”,从而提升城市雨水生态系统功能和减少城市干旱及洪涝灾害的发生。

然而,无论国外还是国内,关于“海绵”的认识和论述主要还局限在简单概念,有的过于宽泛,总体意义上来看缺乏清晰的概念和定位,尚未形成包括雨洪管理系统组成和理论,以及技术架构、规划设计和规范标准在内的完整、明确的体系。从更广

的城市涉水领域角度仔细审视和分析我国海绵城市建设发展情况,可知长期以来雨洪管理相关领域发展不均衡,积累的问题突出。根据我国海绵城市的概念及其建设的独特性,有必要系统地建立清晰的现代城市雨水管理体系,不仅要与国际标准接轨,而且要与我国的管理体制、专业标准体系设置、工程计划和技术标准紧密结合,针对发展中国家海绵城市建设面临的突出问题和矛盾,与其他相关专业以及非专业的系统和多部门进行综合性地全面衔接。故此应参考发达国家(或地区)相关技术标准的发展历程,总结各国家(地区)的经验教训,结合我国自身现存问题,重点开展注重基础数据积累、构建技术标准体系、健全协调联动机制和推动科技协同创新等方面的工作,以有效推动我国海绵城市建设技术标准化体系的科学构建。

① 注重基础数据的积累,支撑技术标准指标参数的合理修正。试验研究及现场运行的基础数据是技术标准中指标参数取值的重要依据,而我国海绵城市建设的数据积累有限。因此,非常有必要尽快创建全国海绵城市建设数据库,规范基础数据的监测项目及方法,形成基础数据的定期上报和日常维护制度,以获取在时空、尺度、气候、目标、投资等多维因素影响下海绵城市建设的特征数据,为今后技术标准指标参数的调整及修正提供详实的数据支撑。

② 构建技术标准体系,引导标准制定修订工作有序开展。标准化是提高我国海绵城市建设技术水平和实施成效的重要手段,而技术标准体系的构建可为海绵城市建设技术标准的体系化、规范化、制度化和科学化发展提供标准化指引。该技术标准体系应遵循立足当前、兼顾发展,面面俱到、层次清晰,开放兼容、动态管理的原则。参照海绵城市建设技术标准体系,管理部门应有序开展技术标准的制定修订工作,以检测、实验为技术手段,将所使用设计材料标准,用客观的数据来量化,建立科学规范的产业标准体系;根据建设需要的标准条例,明确任务,对程序严格要求,征求意见应做到广泛而落地;从规范、设计、施工,到竣工验收、运行维护的每个环节均有相应的标准规范;针对使用过程中制订的一些标准规范,及时收集使用过程中发现的问题并进行分析、研讨,及时进行修订,以保证技术标准的科学性、程序性、实用性和先进性。

③ 健全协调联动机制,促进相关专业技术标准的有机衔接。为顺利实施海绵城市建设,各地已纷纷联合相关职能部门成立海绵城市建设工作领导小组(办公室),负责统筹和协调海绵城市建设工作。对于各个行业的技术标准管理,同样可借鉴此种模式,将各行业技术标准的管理人员纳入到海绵城市建设工作领导小组(办公室),以便统筹协调,从海绵城市建设实际需求的角度对各行业现行技术标准进行相应修订,进而实现各技术标准体系之间的有机衔接。

④ 推动科技协同创新,保障技术标准科技含量稳步提升。我国海绵城市建设科技创新在近年已取得诸多突破,但与社会实际需求仍有较大差距。协同创新是一种新的科技创新方式,通过科技资源共享、产业平台共建、科研成果共享,有效整合创新资源和创新要素,快速提升创新驱动能力和效率。只有走科技协同创新之路,才能实现具有自主知识产权科技成果的不断产出,进而保障我国海绵城市建设技术标准的科技含量稳步提升,促进其对海绵城市建设规范实施的指导作用。

5 结语

技术标准化是海绵城市建设科学、规范实施的重要保障,必须引起足够重视。面对现代我国海绵城市建设技术标准化的形势和现存问题,有关职能部门和企业应尽早构建技术标准体系,健全行业、部门和相关专业间的技术协调工作和联动机制,打破壁垒,充分发挥各专业在现代海绵城市建设中的主体作用和必要职责,夯实科技创新和数据库建设等一系列基础性工作,积极开展本专业领域的相关研究和技术探索,参照国外雨水收集与管理的先进经验、方法与技术,结合既有的雨水收集、输送及储存配套设施等的综合性建设方案,科学规划,积极推进。

在现有经验基础上,继续努力保持并进一步完善我国现代城市雨洪管理体系,扎实推进城市黑臭水体治理工作,加快改善城市水环境质量。同时完善城市雨水管理信息建设,结合相关规划中对极端降雨条件的应急管理措施,提供针对超规划降雨量、突发事件的应对方案,建立健全一套符合我国国情的规范体系、理论及方法,有效推动各地海绵城市建设进程,保证城市可持续发展,为我国海绵

城市建设的顺利实施奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 张伟,车伍. 海绵城市建设内涵与多视角解析[J]. 水资源保护, 2016, 32(6): 19-26.
ZHANG Wei, CHE Wu. Connotation and multi-angle analysis of sponge city construction [J]. Water Resource Protection, 2016, 32(6): 19-26(in Chinese).
- [2] FLETCHER T D, SHUSTER W, HUNT W F, *et al.* SUDS, LID, BMPs, WSUD and more: the evolution and application of terminology surrounding urban drainage [J]. Urban Water Journal, 2015, 12 (7) : 525-542.
- [3] 廖朝轩,高爱国,黄恩浩. 国外雨水管理对我国海绵城市建设的启示[J]. 水资源保护, 2016, 32(1): 42-45, 50.
LIAO Chaoxuan, GAO Aiguo, HUANG Enhao. Enlightenment of rainwater management in foreign countries to sponge city construction in China[J]. Water Resources Protection, 2016, 32 (1) : 42-45, 50 (in Chinese).
- [4] 车伍,赵杨,李俊奇,等. 海绵城市建设指南解读之基本概念与综合目标[J]. 中国给水排水, 2015, 31 (8): 1-5.
CHE Wu, ZHAO Yang, LI Junqi, *et al.* Explanation of sponge city development technical guide: basic concepts and comprehensive goals [J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(8): 1-5(in Chinese).
- [5] 章林伟. 海绵城市建设概论[J]. 给水排水, 2015, 41 (6): 1-7.
ZHANG Linwei. Summary of the sponge city construction [J]. Water & Wastewater Engineering, 2015, 41(6): 1-7(in Chinese).
- [6] 王岩松,张弛.《海绵城市建设国家建筑标准设计体系》解读[J]. 建设科技, 2016 (3): 53-54.
WANG Yansong, ZHANG Chi. Interpretation of the *National Building Standard Design System for Sponge City Construction* [J]. Construction Science and Technology, 2016 (3): 53-54(in Chinese).
- [7] 车伍,张鹏,赵杨. 我国排水防涝及海绵城市建设中若干问题分析[J]. 建设科技, 2015, 41(1): 22-25, 28.
CHE Wu, ZHANG Kun, ZHAO Yang. Analysis of some problems in drainage, flood prevention and sponge city construction in China [J]. Building Technology, 2015, 41(1): 22-25, 28(in Chinese).
- [8] 车伍,闫攀,赵杨. 国际现代雨洪管理体系的发展及剖析[J]. 中国给水排水, 2014, 30(18): 45-51.
CHE Wu, YAN Pan, ZHAO Yang. Development and analysis of international updated stormwater management systems [J]. China Water & Wastewater, 2014, 30 (18): 45-51(in Chinese).
- [9] 谢映霞. 加快研究海绵城市建设标准促进海绵城市健康发展[J]. 工程建设标准化, 2016 (5): 21.
XIE Yingxia. Accelerating research on sponge city construction standards to promote healthy development of sponge cities [J]. Standardization of Engineering Construction, 2016 (5): 21(in Chinese).
- [10] VAN ROOIJEN D J, TURRAL H, BIGGS T W, *et al.* Sponge city: water balance of mega-city water use and wastewater use in Hyderabad, India [J]. Irrigation and Drainage, 2005, 54(S1): 81-91.
- [11] ALEXANDER S, MERCER D. Internal migration in Victoria, Australia: testing the “sponge city” model [J]. Urban Policy and Research, 2007, 25(2): 229-255.
- [12] PICKETT S T A, CADENASSOML M L, MCGRATH B, *et al.* Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities [M]. Netherlands:Springer, 2013.
- [13] CHE W, QIAO M X, WANG S S. Enlightenment from ancient Chinese urban and rural storm water mangament practices [J]. Water Science & Technology, 2013, 67 (7): 1478-1480.
- [14] 车生泉,谢长坤,陈丹,等. 海绵城市理论与技术发展沿革及构建途径[J]. 中国园林, 2015, 31(6): 11-15.
CHE Shengquan, XIE Changkun, CHEN Dan, *et al.* Development and constructive approaches for theories and technologies of sponge city system [J]. Chinese Landscape Architecture, 2015, 31 (6) : 11-15 (in Chinese).

作者简介:冯萃敏(1968—),女,河北承德人,硕士,教授,主要研究方向为城市节水理论与饮用水消毒技术。

E-mail:feng-cuimin@sohu.com

收稿日期:2020-08-31

修回日期:2020-09-11

(编辑:丁彩娟)