

DOI: 10.3880/j.issn.1004-6933.2016.02.001

海绵城市建设研究进展与若干问题探讨

崔广柏 张其成 湛忠宇 陈玥

(河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 针对当前海绵城市建设实践大多局限于城市或研究区内部, 缺乏内部与外部流域的统筹协调, 突出强调低影响开发建设, 忽视了老城区硬质化严重、改造难度大等问题, 重点探讨海绵城市与流域控制的相互关系以及流域控制的基本措施, 简要阐述海绵城市实施方案编制的主要步骤, 认为海绵城市建设是多部门、多学科交叉的系统工程, 应加强相关基础理论与工程建设。

关键词: 海绵城市; 流域控制; 水系规划

中图分类号: TV213.4 文献标志码: A 文章编号: 1004-6933(2016)02-0001-04

Research progress and discussion of sponge city construction

CUI Guangbo, ZHANG Qicheng, ZHAN Zhongyu, CHEN Yue

(College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: According to some problems of sponge city construction such as the practice of the construction of the sponge city is mostly confined to the city or the research area, lacking of co-ordination between internal and external drainage basins, overemphasizing low impact development, ignoring the fact of hardened city which is difficult to reform, this article focuses on the relationship between the sponge city and the watershed control as well as the basic measures of river basin control, and briefly expounds the main steps in the preparation of the implementation plan of the sponge city. It is considered that the construction of sponge city is a systematic project of multi branch and multi discipline and related basic theory research and engineering construction should be strengthened.

Key words: sponge city; watershed control; water system planning

伴随着国民经济社会的快速发展, 受气候变化和人类活动双重影响, 我国出现了水资源短缺、水环境污染、水生态退化 3 个主要水问题。城市地区是生活生产集聚地区, 水问题尤其突出, 面临严峻治水形势。2014 年 4 月, 习近平总书记在关于保障水安全的重要讲话中指出, 要根据资源环境承载能力, 构建科学合理的城镇化布局; 尽可能减少对自然的干扰和损害, 节约利用土地、水、能源资源; 解决城市缺水问题, 必须顺应自然, 建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”。

海绵城市建设是在吸取国外先进雨水管理理念的基础上, 结合我国实际提出的城市治水新构想。国内专家学者对海绵城市建设进行了积极探索。仇保兴^[1]系统阐述了海绵城市内涵、发展途径、前景

展望等; 王文亮等^[2-3]分别从概念、雨水综合调蓄等方面对《海绵城市建设指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》^[4](以下简称《指南》)进行解读。但当前对海绵城市建设的认识停留在城市尤其是试点区区域尺度, 缺乏流域治水理念。流域与城市是总体和个体的关系, 它们之间有着密切的联系, 流域控制是实现城市在雨水面前缩放自如的关键。笔者简要介绍海绵城市建设国内外研究进展, 重点探讨流域控制在海绵城市建设中的应用, 并结合实践提出几点建议。

1 海绵城市建设研究进展

1.1 海绵城市概念

海绵城市是指城市能够像海绵一样, 在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”,

作者简介: 崔广柏(1938—), 男, 教授, 主要从事生态水文与水环境保护研究。E-mail: gbcui@hhu.edu.cn

遇到降雨能就地或者就近吸收、存蓄、渗透、净化、调节水循环,需要时将蓄存的水“释放”并加以利用,让城市变为能够吸纳雨水、过滤空气、过滤污染物质的超级大海绵,具有降温、防洪、抗旱、捕碳等效益,从根本上解决城市阻绝水与生态的问题,迈向真正的生态与低碳城市。

在海绵城市概念问题上,存在对海绵城市与低影响开发之间的认识误区,简单地认为海绵城市就是低影响开发,混淆了广义低影响开发与狭义低影响开发。一方面,《指南》指出海绵城市统筹低影响开发雨水系统、雨水管渠系统和超标雨水系统,因此低影响开发是海绵城市重要组成部分;另一方面,海绵城市注重保护与源头控制,与低影响开发理念有着高度的契合,低影响开发是海绵城市的基本理念。

1.2 国外研究进展

海绵城市的本质是对雨水的管理,国外类似概念^[5]有美国的低影响开发(LID)、澳大利亚的水敏感城市设计(WSUD)、英国的可持续排水(SUDS)等。低影响开发^[6]主要提倡采用基于微观尺度景观控制的分散式小规模雨水处理设施,使区域开发后的水文特性与开发前基本一致,最大限度地降低区域开发对周围生态环境的冲击,建造出一个具有良好水文功能的场地。水敏感城市设计综合考虑城市防洪、基础设施设计、城市景观、道路及排水系统和河道生态环境等,通过引入模拟自然水循环过程的城市防洪排水体系,实现城市发展和自然水环境的和谐共赢。英国采用可持续排水措施对地表水和地下水进行可持续式管理:排水渠道多样化,避免传统下水管道是唯一排水出口;排水设施兼顾过滤,减少排入河道的污染物;尽可能重复利用降雨等地表水。可见,各国雨水管理侧重点虽然不同,但基本内涵和发展趋势相近。水敏感城市设计视城市水循环为一个整体,将雨洪管理、供水和污水管理一体化,可持续排水则侧重雨水径流的源头产生阶段和收集阶段。现代雨水管理是一个复杂的系统工程,涉及多学科交叉领域,需要多专业、跨部门的配合,需要从水质、水量、良性水循环系统和城市景观、生态等进行整体考虑。

1.3 国内研究进展

国内对海绵城市的研究主要分为理论研究和应用研究两部分。理论研究方面,国内学者集中研究低影响开发,为我国海绵城市应用推广奠定了基础。李卓熹等^[7-9]应用SWMM模型对单项或组合低影响开发措施在不同降雨条件下削减雨洪与面源污染的效果进行研究,结果表明,低影响开发措施在小强度短历时降雨条件下效果较好,不同措施效果不一。

但我国对低影响开发设施布局方案优化研究较少。王虹等^[10]提出海绵城市建设必需的水文控制指标体系概念,任心欣等^[11]采用SWMM模型分析达到年径流总量控制率的建筑与小区类低影响开发示范项目在各种降雨条件下的雨量径流系数,探讨雨量径流系数与年径流总量控制率之间的内在联系。

应用研究方面,北京建筑工程学院城市雨水与水环境研究团队与国内景观设计师、政府部门及开发商协作,把北京东方太阳城雨洪控制利用与水环境工程作为典型工程,把雨洪控制新理念和技术应用到项目的规划设计中;嘉兴市、深圳市光明新区则较早开展了低影响开发雨水综合利用示范区的工作;南宁、武汉、池州等试点城市相继发布《海绵城市规划与设计导则》,对本地海绵城市规划与设计提供技术指导;济南试点方案从水系统、道路系统、绿地系统、建筑系统4大系统建设海绵城市;镇江试点方案则突出河湖水体,提出构建大中小海绵体,弹性应对自然灾害。

可见,我国在低影响开发研究与应用方面的工作开展得较早,取得了一定成绩,但我国海绵城市建设理论与应用还在不断摸索中,缺少完善的建设思路与技术体系来指导实践。

2 海绵城市建设要点

2.1 建设思路

《指南》^[4]指出海绵城市的建设途径主要有以下几方面:①对城市原有生态系统的保护;②生态恢复和修复;③低影响开发。笔者结合多年治水实践,认为海绵城市建设应立足流域控制,分析城市在流域中位置,结合城市主要水问题,构建外围水安全保障体系,在此基础上,在城市内部编制实施海绵城市建设方案。海绵城市建设方案应突出水系规划,因地制宜设置不同的低影响开发措施,对排水管网提标改造,灰色与绿色基础设施相结合,以弹性应对不同强度暴雨。

2.2 流域控制

流域是一个完整的天然集水单元,城市与流域有着不可分割的联系。流域控制是指以构建海绵城市外围保障为目标,统筹考虑解决城市外围流域内防洪安全、水资源、水环境、水生态等问题,摆脱传统“就水论水”、“就城市论城市”的单一模式。流域控制是海绵城市建设的基础与支撑条件,是评价海绵城市试点工作的重要前提。海绵城市的源头控制理念、系统论则为流域控制提供了新思路。

流域控制措施应以目标与现状问题为导向,以低影响开发为基本理念,包括但不局限于传统的水

利工程。受山洪威胁的上游地区集雨面积大,洪峰瘦高,传统治理多以截洪沟、截洪隧洞快排模式为主。有条件的地区可重点结合小流域综合治理,开展上游滞蓄工程建设,如新建水库山塘,实现雨水自然积存;中游则利用湖泊湿地等调蓄来水,实现雨洪资源的利用。平原河网地区,水体流动性差,在管控水质交接断面的基础上,科学应用水利工程调度,实施城市活水工程等修复城市海绵体的重要手段。

2.3 城市内部建设

城市内部海绵城市建设主要指海绵体的保护、修复与新建。海绵体既包括河湖水系,也包括分布于绿地、道路、小区的低影响开发设施。

河湖水系是城市海绵体的骨架和重要组成部分,是城市资源、环境、生态、景观的载体。城市发展过程中,对水系填埋、侵占,将严重影响其正常功能的发挥。内部实施方案应把水系规划摆在突出位置,加强河湖水系连通,因地制宜,综合采用清淤、拓宽、连通等工程措施,形成蓄泄得当、丰枯互济的水系格局;根据城市总体规划的水面率要求对水体进行保护,根据河流水体功能重要性位置等因素,划定蓝线、绿线,并提出控制要求。

根据控制目标,结合汇水区特征和设施的主要功能,以及经济性、适用性、景观效果等因素,灵活选取低影响开发设施。具体设计可参考《嘉兴市低影响开发规划设计导则》^[12]。

建设海绵城市,弹性应对不同重现期降雨。我国城市开发强度大,单纯依靠低影响开发工程,对低强度短历时暴雨可以起到一定缓解内涝作用,但随着时间变长,对径流总量、峰值的控制效果并不明显,存在一定安全风险。因此,从内涝防治、面源污染控制角度,结合我国国情,采用灰色基础设施与绿色基础设施相结合的模式,因地制宜采用雨污分流或者污染物截留的方式。全球气候变化背景下,城市暴雨频发,可充分利用水体、下凹式广场、道路等,应对更高重现期的暴雨,做好应急调度工作,保障人民生命财产安全。

3 方案编制

3.1 资料收集与分析

海绵城市建设与流域有着密切联系,同时与区域特性关联度极大,因此,要在收集流域地形、水系、水质等资料的基础上,充分收集研究区域的各项相关规划和降雨、土壤、全年蒸发量等基础数据,分析降雨量、降雨场次、降雨总量之间的对应关系,掌握城市多年平均径流总量控制率和降雨量之间的关系。

3.2 确定目标

从经济社会发展、人民需求等角度,分析海绵城市建设的需求,研究海绵城市建设需要解决的重点问题。根据降雨情况和国家相关规定,确定海绵城市建设的近、中、远期目标,尤其是年径流总量控制率和年径流污染削减率。本着示范先行、全面带动的原则,根据建设的难易程度,识别海绵城市建设方向,提出建设要求。

3.3 制定方案

从流域治水出发,通过水系优化调整,小流域综合治理,水利工程调控等措施,实现流域控制。根据城市功能区划和用地的空间分布,结合土壤、植被、河流分布情况和拟解决的重点问题,对海绵城市进行分区建设,并且针对每一个分区提出规划建设指引。根据海绵城市建设的需求,提出用地空间的建议,并对道路交通、绿地系统和河流水系规划提出相关建议,综合应用不同措施应对不同重现期设计降雨。

3.4 方案优化

参考海绵城市评价标准,从科学性、可量化、经济性等原则出发,建立海绵城市评价指标体系,对实施方案进行评价优选;工程实施后,应根据监测数据对方案进行后评价,及时优化调整海绵城市建设方案。低影响开发设施的规模应根据设计目标进行水文、水力计算,有条件的应通过模型模拟对设计方案进行综合评估,并结合技术经济分析确定最优方案。

4 建议

海绵城市建设是多学科交叉、多部门协同治水的重要契机。在实践中,既不能直接搬硬套国外经验,更不能陷入单一部门单一学科治水的怪圈。海绵城市建设应在深刻理解概念的基础上进行,流域是水的整体,是系统的概念,海绵城市建设不能脱离流域来谈,否则失去理论支撑。我国海绵城市建设起步较晚,发展潜力大,应重视以下研究:

a. 海绵城市建设的本质是对雨水的管理,降雨直接影响低影响开发措施的设计,城市地区降雨时空分布具有高度复杂性,应重点加强相关基础理论研究;

b. 我国城市水文站网建设相对滞后,为海绵城市建设带来难度,水利部门应充分发挥在海绵城市建设中的主导作用,加快水文基础站网建立,结合智慧城市建设,构建完善海绵城市建设数据库;

c. 现有水文模型主要以评价小尺度低影响开发措施为主,海绵城市建设要选取径流总量、径流峰值、峰值时间、水质等指标,加强分布式水文模型与城市排水模型的耦合,为方案优化提供模型支撑;

d. 海绵城市建设涉及多部门、多学科,协调各部门专业规划与海绵城市建设规划,使低影响开发雨水设施与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统有效衔接,真正实现“自然积存、自然渗透、自然净化”。

参考文献:

- [1] 仇保兴. 海绵城市(LID)的内涵、途径与展望[J]. 建设科技, 2015(1): 11-18. (QIU Baoxing. The connotation, ways and prospects of sponge city (LID) [J]. Construction Science and Technology 2015(1): 11-18. (in Chinese))
- [2] 王文亮,李俊奇,车伍,等. 海绵城市建设指南解读之城市径流总量控制指标[J]. 中国给水排水, 2015, 31(8): 18-23. (WANG Wenliang, LI Junqi, CHE Wu, et al. Explanation of sponge city development technical guide: planning index for urban total runoff volume capture [J]. China water & Wastewater 2015, 31(8): 18-23. (in Chinese))
- [3] 车伍,武彦杰,杨正,等. 海绵城市建设指南解读之城市雨洪调蓄系统的合理构建[J]. 中国给水排水, 2015, 31(8): 13-18. (CHE Wu, WU Yanjie, YANG Zheng, et al. Explanation of sponge city development technical guide: rational building of urban stormwater detention and retention system [J]. China Water & Wastewater 2015, 31(8): 13-18. (in Chinese))
- [4] 建城函[2014]275号 海绵城市建设技术指南(试行)[S].
- [5] 车伍,吕放放,李俊奇,等. 发达国家典型雨洪管理体系及启示[J]. 中国给水排水, 2009, 25(20): 12-17. (CHE Wu, LYU Fangfang, LI Junqi, et al. Typical stormwater and flood management systems in developed countries and their inspiration [J]. China Water & Wastewater, 2009, 25(20): 12-17. (in Chinese))
- [6] 孙艳伟,魏晓妹, POMEROY C A. 低影响发展的雨洪资源调控措施研究现状与展望[J]. 水科学进展, 2011, 22(2): 287-293. (SUN Yanwei, WEI Xiaomei, POMEROY C A. Review of current research and future directions of low impact development practices for storm water [J]. Advances in Water Science, 2011, 22(2): 287-293 (in Chinese))
- [7] 李卓熹,秦华鹏,谢坤. 不同降雨条件下低冲击开发的水文效应分析[J]. 中国给水排水, 2012, 28(21): 37-41. (LI Zhuoxi, QIN Huapen, XIE Kun. Hydrological effect analysis of low impact development under different rainfall conditions [J]. China Water & Wastewater 2012, 28(21): 37-41(in Chinese))
- [8] 王文亮,李俊奇,宫永伟,等. 基于SWMM模型的低影响开发雨洪控制效果模拟[J]. 中国给水排水, 2012, 28(21): 42-44. (WANG Wenlian, LI Junqi, GONG Yongwei, et al. LID stormwater control effect simulation

based on SWMM [J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(21): 42-44. (in Chinese))

- [9] 孙艳伟,魏晓妹,薛雁. 基于SWMM的滞留池水文效应分析[J]. 中国农村水利水电, 2010, 6(6): 5-8. (SUN Yanwei, WEI Xiaomei, XUE Yan. Hydrological effect of detention ponds based on SWMM [J]. China Rural Water and Hydropower 2010, 6(6): 5-8. (in Chinese))
- [10] 王虹,丁留谦,李娜. 海绵城市建设的径流控制指标探析[J]. 中国防汛抗旱, 2015(3): 10-15. (WANG Hong, DING Liujian, LI Na. Urban runoff control criteria under sponge city concept [J]. China Flood & Drought Management 2015(3): 10-15. (in Chinese))
- [11] 任心欣,汤伟真. 海绵城市年径流总量控制率等指标应用初探[J]. 中国给水排水, 2015, 31(13): 105-109. (REN Xinxin, TANG Weizhen. Application of capture ratio of total annual runoff volume in spongy city [B]. China Water & Wastewater. 2015, 31(13): 105-109. (in Chinese))
- [12] 中国海绵城市联合会. 嘉兴市低影响开发规划设计导则[EB/OL] [2015-10-09]. <http://www.calid.cn/2015/10/1009>

(收稿日期:2015-12-28 编辑:彭桃英)

• 理事会会员单位介绍 •

太湖流域水资源保护局

太湖流域水资源保护局是水利部太湖流域管理局的单列机构、具有行政职能的事业单位,在太湖流域、钱塘江流域和浙江省、福建省范围内(韩江流域除外)行使有关法律法规和水利部授予的水资源保护职责,包括组织编制实施流域水资源保护规划、拟定水功能区划、提出限制排污总量意见、入河排污口设置审查、水环境监测与调查评价、水源地与水生态保护、协调省际水污染纠纷等。

“十二五”期间,太湖流域水资源保护局认真贯彻新时期治水思路,深入落实《太湖流域管理条例》、最严格水资源管理制度和流域水利改革发展要求,坚持依法行政,勇于探索,积极实践,在水功能区限制纳污红线管理、水资源保护规划编制、水源地供水安全保障与水生态文明城市建设试点等方面不断取得突破。经过流域内各方共同努力,近年来,太湖流域河湖水环境呈持续改善态势,太湖富营养化程度有所减轻,流域重点水功能区水质达标率不断提升,水环境综合治理初见成效。太湖流域水资源保护局将继续强化流域水资源保护工作,同时,希望社会各界都能关心太湖、保护太湖,继续支持太湖流域水资源保护局的工作。