

因水而变——从城市绿地系统视角谈对海绵城市体系的理性认知

Change with Water—The Rational Cognition of Sponge City System from the Perspective of Urban Green Space System

胡楠 / HU Nan

李雄 / LI Xiong

戈晓宇* / GE Xiao-yu

摘要: 2014年11月,中国提出了构建海绵城市体系——低影响开发雨水系统,这是在结合外国实践经验与本国国情的基础上对城市健康发展模式的积极探讨。低影响开发雨水系统与传统城市雨洪管理模式相比,两者在建设目标、构建载体及技术措施上均有差异性。海绵城市体系以城市绿地系统为重要载体,海绵城市体系的确定以城市绿地系统为主要依据,同时海绵城市体系的规划结果又对城市绿地系统提出更全面的要求,两者虽然在规划过程中可相互指导,但是在结构布局上仍存在差异。城市绿地系统在海绵城市体系中担任辅助角色,不同类型的城市绿地在海绵城市体系中可承担不同的功能,在海绵城市体系指导下的城市绿地系统建设应合理地控制建设方向与建设强度。现阶段,在积极探索海绵城市体系构建的浪潮之中,保持对海绵城市体系的理性认知既是平衡城市建设与自然水文相互适应发展的基本前提,也是避免海绵城市体系盲目地运动式发展的充分条件,同时有利于促进城市人居环境持续健康发展。

关键词: 风景园林;城市绿地系统;海绵城市体系;低影响开发

文章编号: 1000-6664(2015)06-0021-05

中图分类号: TU 986

文献标志码: A

收稿日期: 2015-05-08;

修回日期: 2015-05-21

基金项目: 国家十二·五科技支撑计划“村镇景观建设关键技术研究”(编号2012BAJ24B05)和中央高校基本科研业务费专项资金(编号TD-2011-30)共同资助

Abstract: In November 2014, the Sponge City System (SCS)—Low Impact Development (LID) system was proposed based on foreign practical experience and our national conditions as well to explore healthy development pattern for the city. LID differs from traditional stormwater management system on construction goals, carriers and techniques. Urban Green Space System (UGSS), as an important carrier and main basis of SCS, will get higher requirement from SCS planning results in return. Although they direct mutually in the process of planning, SCS and UGSS still have differences in structure layout. UGSS plays a supporting role in SCS and urban green space of different types functions differently. Under guidance of SCS, UGSS should be controlled reasonably in construction direction and strength. Keeping rational recognition of SCS, as prerequisite of co-adaption between city development and natural hydrology and avoidance of its blind development, promotes sustainable development of human habitats consequently, especially amidst of over-active exploring SCS construction.

Key words: landscape architecture; urban green space system; sponge city system; low impact development

快速城镇化进程可伴随着一系列积极作用的出现,如人口转化、产业调整、科技进步等,然而传统的城市建设模式忽视了人与自然的的关系,打破了城市发展与自然生态进程的均衡态势。恩格斯曾说过:“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利,自然界都对我们进行报复。每一次胜利,起初确实取得了我们预期的结果,但是往后和再往后却发生完全不同的、出乎预料的影响,常常把最初的结果又消除了。”^[1]发达国家的城市化进程先于中国,也早已尝到城市过度建设带来的生态环境每况愈下的苦果。基于此,美国、加拿大、澳大利亚、英国等发达国家在20世纪末纷纷

开始了对于低影响开发雨水系统模式的探索。

改革开放以来,我国城镇化进入高速发展阶段,建筑密度增加、不透水铺装面积扩大以及城市绿地面积紧缩致使自然界水循环过程严重受阻,由此引发了城市雨洪、河流水系污染及水资源短缺等一系列问题。习近平总书记在2013年中央城镇化工作会议上明确指出:解决城市缺水问题,必须顺应自然,要优先考虑把有限的雨水留下来,优先考虑更多利用自然力量排水,建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市^[2]。2014年11月,我国住房和城乡建设部参考美国低影响开发(Low Impact

* 通信作者(Author for correspondence) E-mail: datou86604@163.com

Development)雨水系统的理论研究与实践经验,并结合我国国情组织编制了《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》,这是对党中央生态文明建设、节约资源和保护环境的积极响应,也为我国海绵城市体系的建设提供了较为系统的理论指导。2015年4月,国家财政部全国首批海绵城市建设试点城市名单公示,有16个城市将获得中央财政补贴用于海绵城市建设。现阶段我国城市整体经济形势进入新常态,财政补给会积极地促进海绵城市建设,但若建设者对海绵城市体系认知不足、盲目建设,那将会对城市秩序与自然系统产生负面影响,由此对海绵城市体系的理性认知便显得极为重要。

1 低影响开发雨水系统与传统城市雨洪管理模式的区别

低影响开发雨水系统与传统城市雨洪管理模式相比,两者在建设目标、构建载体及技术措施上均具有差异性。

1.1 低影响开发雨水系统与传统城市雨洪管理模式的建设目标不同

传统城市雨洪管理模式的建设目标是实现城市雨水径流的快速排放,避免城市雨洪问题干扰正常的城市秩序、影响人居生活。它强调雨水径流快速汇入城市雨水管渠系统、转运至输出终端、排出城市之外。低影响开发雨水系统注重维持开发前后雨水径流总量和峰值流量基本不变,强调雨水的自然循环过程,旨在保护和修复水生态系统的基础上有效缓解城市水安全、水资源、水环境问题。低影响开发雨水系统不仅与传统的雨洪安全管理目标一致,还要实现雨水自然下渗、再利用与雨水净化的多元化目标。

1.2 低影响开发雨水系统与传统城市雨洪管理模式的构建载体不同

传统城市雨洪管理模式的载体主要为城市雨水管渠系统。雨水径流汇入后,其转运及排放过程均在封闭式雨水排放系统内实现。目前,我国多数城市雨水管渠系统的设计重现期多为一年一遇,其对雨水径流量与峰值流量的控制能力有限,无法完全满足城市雨水排放的需求。低影响开发雨水系统是在利用城市雨水管渠系统的基础上将城市绿色屋顶、透水铺装与城市绿地共同作为构建载体,雨水径流汇入后,其转运及排放过程均在开放式雨水排放系统内实现。与传统雨洪管理模式相比,低影响开发雨水系统的构建载体对雨水径流的处理过程更为开放、综合、生态,在控制雨水径流量与峰值流量方面所发挥的作用也更为多元、有效、稳定。

1.3 低影响开发雨水系统与传统城市雨洪管理模式的技术设施不同

传统城市雨洪管理模式先根据雨水径流量的计算结果

确定雨水口的数量,再确定检查井的位置、雨水管径与水力坡降,最终形成城市雨水管渠系统控制雨水径流的收集和排放。城市雨水管渠系统虽然可以解决部分城市雨洪问题,但是对雨水自然下渗、再利用与雨水污染控制关注较少,在很大程度上干扰了自然水循环过程。低影响开发雨水系统利用下沉式绿地、透水铺装、渗透塘、渗井保证雨水渗入地下,利用下沉式绿地、绿色屋顶、蓄水池、雨水罐存蓄雨水并实现雨水的回收再利用、发挥滞洪作用,利用生物滞留设施、湿塘、雨水湿地削减雨水径流污染,最终形成低影响开发雨水基础处理措施。超出低影响开发雨水基础处理措施能力的雨水径流将被排入城市雨水管渠系统,实现雨水的错峰排放,减轻了城市雨水管渠系统的压力。由此可见,低影响开发雨水系统通过“渗、滞、蓄、净、用、排”^[3]等多种技术手段不仅可以实现对雨水径流从源头、中途至末端的全面控制,也在很大程度上恢复了自然的水循环过程。

2 城市绿地系统与海绵城市体系的耦合关系

海绵城市体系通过结合城市总体规划中的城市用地规划、道路交通规划、雨水工程规划、绿地系统规划等,逐步构建并完善低影响开发雨水系统。其中以城市绿地系统为主要载体构建海绵城市体系不仅便于应用低影响开发雨水系统的技术措施,也有助于实现低影响开发雨水系统的建设目标。在规划阶段城市绿地系统与海绵城市体系可相互指导,但两者的结构布局存在差异。

2.1 城市绿地系统与海绵城市体系在规划阶段相互指导

城市绿地系统与海绵城市体系,两者在规划阶段相互指导。城市绿地系统规划是对各种城市绿地进行定性、定位、定量的统筹安排,形成具有合理结构的绿地空间系统^[4]。海绵城市体系的规划强调城市绿地系统对雨水径流量、峰值流量与径流污染的控制能力,进而对城市绿地的建设提出了更高的要求。城市绿地布局、规模与建设情况也会反过来影响海绵城市体系的规划,两者在规划阶段相互指导。

2.2 城市绿地系统与海绵城市体系的结构布局存在差异

城市绿地系统体现城市绿地分布的整体性与均匀性。城市绿地系统统筹城市中各种类型和规模的绿化用地,通过将均匀分布的点状绿地、纵横交错的带状绿地以及具有重要生态价值的面状绿地有机地联系在一起,使其形成具有稳定结构的绿色空间。《城市园林绿化评价标准》(GB/T 50563-2010)在城市园林绿化Ⅱ级评价中要求公园绿地服务半径覆盖率大于等于70%,在城市园林绿化Ⅰ级评价中要求公园绿地服务半径覆盖率大于等于80%。城市绿

地的均匀分布不仅可为城市居民创造平等利用自然资源的机会，也有助于保持城市自然系统的稳定。

海绵城市体系是站在城市整体发展的高度处理城市雨洪问题，因此海绵城市体系在布局上不限于城市建设用地范围。海绵城市体系的结构均衡城市中不均匀分布的、存在雨水径流与雨水污染问题的区域，针对局部地段的少量雨水径流，海绵城市体系可通过建设“雨水花园”控制雨水径流，针对大面积的城市易涝区，海绵城市体系可通过建设“暴雨花园”实现控制雨水峰值流量、削弱污染的双重目标。针对城市建成区，海绵城市体系的布局以点状、线状为主，结合城市改造、利用较少的用地集中解决问题，针对城市规划区，海绵城市体系的布局可更加全面化、多元化。

3 城市绿地系统对海绵城市体系的多元化作用

城市绿地作为生态系统的一部分、作为城市用地的一种类型，自身承担着改善生态环境、美化城市风貌的职能。城市绿地广泛、均匀地分布于城市之中，由城市绿地形成的绿地系统在海绵城市体系中可承担一定的角色，不同类型的城市绿地在海绵城市体系中可发挥不同的功能。城市绿地系统作为低影响开发雨水系统的主要载体，应根据具体情况明确建设方向并合理地控制建设强度。

3.1 城市绿地系统在海绵城市体系中承担的角色

城市绿地系统可有效地控制雨水径流量、实现对雨水的回收再利用，但是在控制雨水径流方面，由于海绵城市体系对城市雨水管渠系统仍具有较强的依赖性，因此城市绿地系统在海绵城市体系中承担辅助角色。以迁安市为例，根据《迁安市城乡总体规划(2013—2030)》《迁安市城市绿地系统规划(2013—2030)》，迁安市中心城区到2030年规划建设用地面积为8 809hm²，建设用地内绿地总面积为3 632.7hm²，其中公园绿地面积为1 442.64hm²，防护绿地面积为259.19hm²，附属绿地面积为1 930.87hm²，其他绿地面积为3 794.64hm²(图1)。笔者对迁安市中心城区城市绿地系统进行分析，结果显示当设计降雨量为33.6mm时，在借助屋顶绿化与透水铺装控制1/3雨水径流的基础上，控制下沉式绿地深度为200mm、下沉式绿地面积小于等于建设用地范围内公园绿地、防护绿地、附属绿地面积总和的25%，则中心城区绿地系统对于雨水径流的控制率约为40%；当设计降雨量为81.0mm时，在上述低影响开发强度的基础上针对城市易涝区继续增加下沉式绿地，若下沉式绿地深度为200mm、下沉式绿地面积小于等于继续开发为下沉式绿地的公园绿地面积的25%，则中心城区绿地系统对于雨水

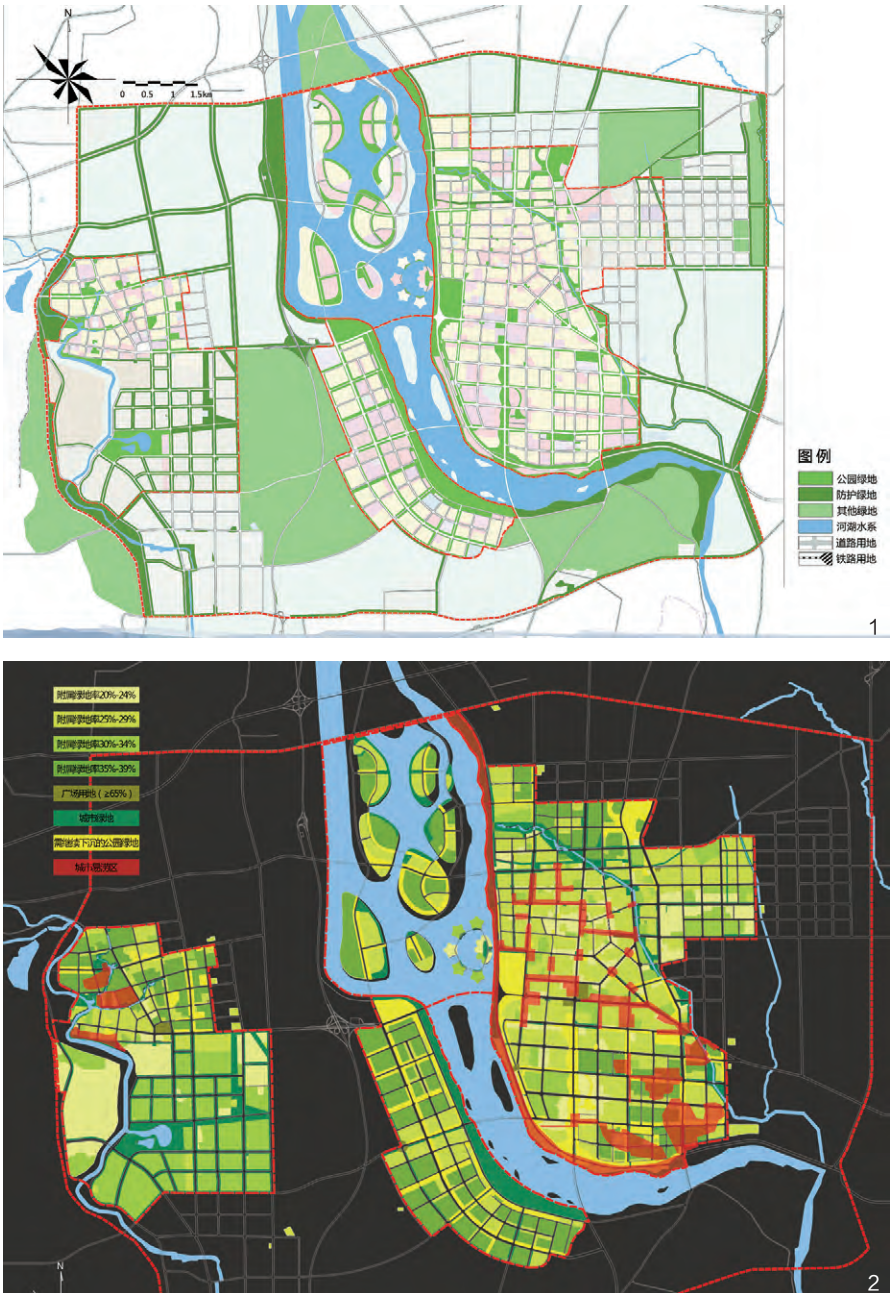
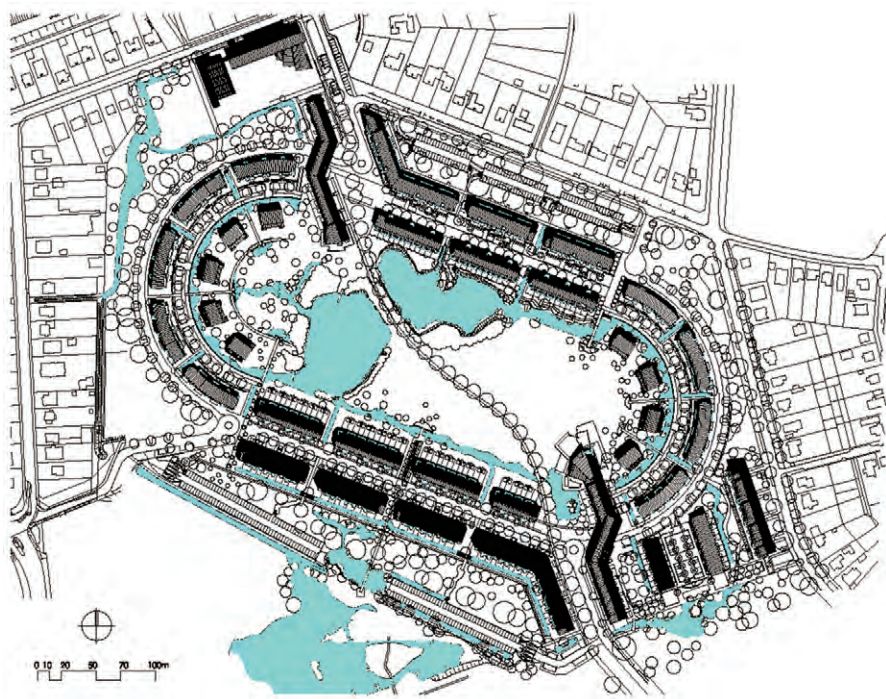


图1 迁安市中心城区绿地系统总体规划图(引自《迁安市城市绿地系统规划(2013—2030)》)

图2 迁安市中心城区以城市绿地系统为载体的海绵城市体系分析图(引自：作者参与的北京林业大学2013级风景园林硕士风景园林设计课程——迁安市低影响开发雨水系统规划研究小组，同组成员有张诗阳、叶可陌、刘玮、苏畅)

图3 Trabrennbahn Farmsen建设平面图^[8]

径流的控制率约为30%(图2)。

由此可见,城市绿地系统在海绵城市体系中对雨水径流量的控制率约为30%~40%,城市绿地系统在海绵城市体系中仍发挥一定的辅助作用,其对雨水径流量与峰值流量的处理能力低于海绵城市体系对城市绿地系统的预期。为提高城市绿地系统在海绵城市体系中所发挥的作用,还应继续拓展城市绿地空间。新增的城市绿地应主要位于城市易涝区及城市雨水管渠系统的排放终端,新增的城市绿地应具有一定的绿地规模,如雨水湿地,以便有效地控制雨水径流量与峰值流量并削弱雨水径流污染。

控制雨水径流污染方面,在合理地控制雨水初期弃流的基础上,城市绿地系统可有效地控制雨水径流污染。天然降水经过绿地汇流后,有机质很快得到分解,无机物如硫酸盐和硝酸盐也被滞留而降低,充分反映了城市绿地净化水质的作用^[5]。以浦东世博园区表层褐黄色粉状黏土为基础配置的4种改良土壤作为绿地渗滤层的地面径流渗滤处理试验结果表明,下凹式绿地对径流水质净化的效果非常显著,TSS^①的去除率均大于95%,远远超过LEED^②雨水径流水质控制指标中TSS去除80%的要求^[6]。

3.2 不同类型的城市绿地在海绵城市体系中承担的功能

我国现行的城市绿地分类标准,将城市绿地分为五大类,分别是公园绿地、生产绿地、防护绿地、附属绿地及

其他绿地,不同类型的城市绿地在海绵城市体系中可承担不同的功能。

附属绿地在城市绿地建设中所占比重较大、建设空间较为灵活。相关研究显示,多数城市附属绿地总面积占到城市绿地总面积30%~60%,大大超过公园绿地;相对于其他类型绿地,多数城市附属绿地在绿地斑块数量上占有绝对优势;附属绿地养护水平较高,对城市生态效益贡献也非常重要^[7]。基于上述特点,附属绿地可作为海绵城市体系中的面状元素成为处理城市中分散的、小范围的雨水径流的重要措施,这不仅可以实现对雨水的源头控制、有利于雨水的再利用,也可以节省资金、节约资源。位于德国汉堡东北部的Trabrennbahn Farmsen(图3)历史上曾是一处砖厂,1911—1976年被建设为赛马场,后被荒废。20世纪90年代,汉堡市政当局决定将这片区域开发为居住区,经过1993—2000年的规划与建设后,这片区域成了一个集历史、生态、居住、游憩为一体的居住区。由于场地限制,雨水无法实现自然下渗,因此设计师更加强调居住区对雨水的集蓄功能。Trabrennbahn Farmsen的雨水排放系统是沿原有赛马道开放式布置的,由赛道最外围的植草沟、建筑间道路两侧的雨水渠、赛道中央砖厂遗留的水塘逐层控制雨水径流,多余的雨水径流继续流入城市西南部的雨水收集中心,最终排放到城市水系内。Trabrennbahn Farmsen的雨水排放系统与居住区绿地联系十分紧密,不仅有效地控制了居住区内的雨水径流,也为居民创造了一个更为生动的生活环境^[8]。

公园绿地具有较为稳定的生态系统与丰富的游憩功能;公园绿地的斑块数量虽少于附属绿地,但是在绿地规模上却占有绝对优势,对于周边区域的辐射作用也较为明显;公园绿地可分为综合公园、社区公园、专类公园、带状公园与街旁绿地,绿地形态十分丰富,包含点状、线状及面状。因此,公园绿地可同附属绿地相结合、共同控制雨水径流量,同时也可以作为“暴雨花园”控制雨水峰值流量。

生产绿地与防护绿地总面积占城市绿地总面积较少,且这2类绿地常处于工厂、垃圾处理站等用地与居住用地之间或存在于城市建设区域边缘地带,在满足其自身功能需求的基础上可辅助公园绿地与附属绿地进行低影响开发。

其他绿地可以结合风景名胜、水源保护区、郊野公园、森林公园、自然保护区、风景林地、城市绿化隔离带等布局,也可以是野生动植物园、湿地、垃圾填埋场恢复绿地等对城市生态环境质量、居民休闲生活、城市景观和生物多样性保护有直接影响的绿地^[4]。在城市规划建设用

① TSS(Total Suspended Solid)总悬浮颗粒物。

② LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)是一个评价绿色建筑的工具。宗旨是:在设计中有效地减少环境和住户的负面影响。目的是:规范一个完整、准确的绿色建筑概念,防止建筑的滥绿色化。LEED由美国绿色建筑协会建立并于2003年开始推行,在美国部分州和一些国家已被列为法定强制标准。

地之外、城市规划区之内分布有大面积的其他绿地，此类绿地可合理地调控城区内绿地与城市大环境之间的关系，可尝试对其进行低影响开发。通过对迁安市中心城区绿地系统规划进行分析，结果显示当设计降雨量为81.0mm时，对城市建设用地范围外、城市规划区范围内15%的其他绿地进行下沉式处理、下沉深度为200mm，则下沉式绿地对于雨水径流的控制率约为30%。可见，其他绿地可在海绵城市体系中承担一定的功能。

3.3 海绵城市体系指导下城市绿地系统的建设方向与建设强度

海绵城市体系具有区域适应性，以城市绿地系统为主要载体构建海绵城市体系应根据区域内的水资源分布情况合理地引导城市绿地系统的建设方向，根据城市建设现状与资金保障力度合理地控制城市绿地系统的建设强度。对于严重缺水的城市应考虑其城市绿地系统对雨水的储存与利用，对于水资源十分充足的城市应关注其城市绿地系统对雨水的渗透与调节，对于水资源污染严重的城市应强调其城市绿地系统对雨水的截污与净化。在城市建设用地范围内，城市绿地系统已基本趋于稳定，大规模构建海绵城市体系会严重干扰城市的正常秩序且消耗大量的资金，因此应根据城市绿地系统现状适宜地构建海绵城市体系，使城市雨洪问题逐层消解。在城市规划建设用地范围，城市绿地系统的建设处于未起步或刚刚起步阶段，这有利于海绵城市体系指导城市绿地系统的建设。海绵城市体系应适当提高对城市规划建设用地范围绿地系统的建设要求，从而有效地将城市雨洪问题控制在发生初期。

4 结语

我国提出的海绵城市体系主要参考了美国关于低影响开发雨水系统的理论研究与实践经验，结合我国国情合理地构建海绵城市体系是保证城市建设与自然水文平衡发展的重要问题。

以城市绿地系统为主要载体构建海绵城市体系应关注两者间的耦合关系。在海绵城市体系指导下的城市绿地系统不仅可以满足城市绿地的生态防护、游憩娱乐、文化教育、环境美化等基本功能，同时还可以有效地辅助城市水利设施处理城市雨洪问题，发挥出城市绿地系统更大的潜力。城市绿地系统的构建也会反过来影响海绵城市体系的规划，使海绵城市体系的结构布局更为合理、构建过程更为流畅、作用效果更为明显。

海绵城市体系的构建不要求大规模调整城市绿地系统，而是在现有的城市绿地系统基础上，选择适宜的建设范围、技术措施与建设强度，以最小的资金投入取得最佳

的建设结果。城市绿地系统虽可作为海绵城市体系的重要载体，但是由于海绵城市体系对城市雨水管渠系统具有较强的依赖性，城市绿地系统在海绵城市体系中承担了辅助角色。现有的城市绿地系统结构与城市绿地规模会在海绵城市体系的指导下有所调整，以海绵城市体系的评判标准来审视城市绿地系统的建设会发现其在对城市绿地的统筹安排方面仍有待完善。

在积极探索海绵城市体系构建的浪潮之中，保持对海绵城市体系的理性认知既是平衡城市建设与自然水文相互适应发展的基本前提，也是避免海绵城市体系盲目地运动式发展的充分条件，同时有利于促进城市人居环境持续健康发展。

参考文献：

- [1] (德)恩格斯.自然辩证法[M]//马克思恩格斯选集(第四卷).北京:人民出版社,1995:383.
- [2] 仇保兴.海绵城市(LID)的内涵、途径与展望[J].建设科技,2015(1):12.
- [3] 海绵城市建设技术指南:低影响开发雨水系统构建(试行)[S].住房和城乡建设部,2014.
- [4] 杨赉丽.城市园林绿地规划[M].第3版.北京:中国林业出版社,2012:90;142.
- [5] 王沛永,张媛.城市绿地中雨水资源利用的途径与方法[J].中国园林,2006(2):80.
- [6] 张绿水,张清萍.上海世博园区雨水生态化处理技术分析[J].南京林业大学学报:自然科学版,2011,7(4):134.
- [7] 杨玲,吴岩,周曦.我国部分老城区单位和居住区附属绿地规划管控研究:以新疆昌吉市为例[J].中国园林,2013(3):55.
- [8] Hoyer J, Dickhaut W, Kronawitter L, et al. Water Sensitive Urban Design: Principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in the City of the Future[M]. Berlin: Verlag GmbH, Kurfürstenstraße, 2011:65-70.

(编辑/王媛媛)

作者简介：

胡楠/1990年生/女/辽宁抚顺人/北京林业大学园林学院2013级在读硕士研究生/研究方向为风景园林规划设计理论与实践(北京100083)

李雄/1964年生/男/山西太原人/博士/北京林业大学园林学院院长,教授,博士生导师/研究方向为风景园林规划设计理论与实践/本刊编委(北京100083)

戈晓宇/1986年生/男/内蒙古赤峰人/博士/北京林业大学园林学院园林工程教研室讲师/研究方向为园林生态(北京100083)