

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2016.06.003

海绵城市建设内涵与多视角解析

张 伟^{1,2}, 车 伍^{1,2}

(1. 北京建筑大学北京市可持续城市排水系统构建与风险控制工程技术研究中心, 北京 100044;
2. 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)

摘要:针对学术界和工程界对海绵城市建设内涵的不同认识和解读,以及海绵城市建设热潮中产生的一些质疑和争论,基于海绵城市建设领域长期的研究和实践,追溯海绵城市概念的起源和近年来海绵城市建设的发展历程,从不同角度审视和解析海绵城市的内涵和意义,并展望海绵城市建设未来的发展前景,旨在为更好地理解和掌握海绵城市理论和方法,有序推进我国海绵城市建设提供参考。
关键词:海绵城市;城市建设;发展历程;内涵;雨洪管理;多视角解析
中图分类号:TU984 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2016)06-0019-08

Connotation and multi-angle analysis of sponge city construction

ZHANG Wei^{1,2}, CHE Wu^{1,2}

(1. Beijing Engineering Research Center of Sustainable Urban Sewage System Construction and Risk Control, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China;
2. Key Laboratory of Urban Stormwater System and Water Environment, Ministry of Education, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China)

Abstract: Different understandings and interpretations of the connotation of the sponge city in the academic and engineering fields have brought about obstacles and arguments to the sponge city construction. Based on long-term research and practice in the field of the sponge city construction, the origin of the concept and recent development history of the sponge city are described. The connotation and significance of the sponge city are analyzed from different perspectives. Furthermore, the possible directions of future development of the sponge city are discussed. This study would be conducive to the understanding of the sponge city theories and construction methods, and the promotion of the development of sponge cities in China.
Key words: sponge city; urban construction; development history; connotation; storm water management; multi-angle analysis

1 海绵城市建设背景

过去二三十年间,我国经历了高速城镇化发展过程^[1],城镇化规模和速度在世界范围都极为罕见。在取得巨大成就的同时,也带来资源、环境和生态等诸多方面的问题,尤其是在城市发展模式和基础设施建设等方面,产生所谓“(大)城市病”,因此,探索一条新型、可持续的城镇化发展道路成为必然。

许多国家城市发展的经验都证明,快速城镇化会导致不透水面积率大幅增加,严重影响城市原有生态条件和水文本底特征,带来雨水系统的诸多问题。国际经验也早已表明,城市雨水问题是一个综合性、复杂的系统问题,涉及水生态、水安全、水环境、水资源等诸多方面,严重影响人民生产、生活和城市有序运行。发达国家在城镇化过程中也曾出现过类似情况,这些国家及时调整城市规划和基础设

作者简介:张伟(1984—),男,讲师,博士,主要从事城市雨水管理、径流污染控制与模拟等方面研究。E-mail:zhangwei@bucea.edu.cn
通信作者:车伍,教授。E-mail:chewu812@vip.163.com

施建设理念和方法,通过现代雨洪管理体系^[2-3],合理控制并管理雨水径流,有效缓解了上述城市雨水问题。

国内很多城市近年来频繁遭遇洪涝灾害,给城市居民生命财产和经济带来巨大的损失。在此大背景下,2013年以来,国务院先后印发了《关于加强城市基础设施建设的意见》(国发[2013]36号)和《关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》(国办发[2013]23号),对有效防治城市内涝、保障城市安全具有重大意义。同年,国务院颁布《城镇排水与污水处理条例》(国务院令第641号),明确了城市开发建设对雨水径流控制要求,为城市雨洪管理及海绵城市建设提供了重要的法律层面依据。结合国务院文件要求,住房城乡建设部印发《关于印发城市排水(雨水)防涝综合规划编制大纲的通知》,要求各地完成城市排水(雨水)防涝综合规划编制工作,明确辖区内各城市规划的近远期建设任务。值得注意的是,2014年发布的《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2014)中,通过引入城市雨洪管理和低影响开发的理念,对雨水控制与利用提出了总体的规划要求,并对雨水控制和相关评价指标予以进一步明确和量化^[4-6],在雨水控制利用和生态保护方面进一步完善了绿色建筑评价标准。

除了城市排水防涝等水安全问题,城市黑臭水体、径流污染等问题也日益受到国家层面的重视。2015年4月,国务院发布《水污染防治行动计划》,提出“到2020年,全国水环境质量得到阶段性改善,污染严重水体较大幅度减少,饮用水安全保障水平持续提升,地下水超采得到严格控制,地下水污染加剧趋势得到初步遏制”;同年,住房城乡建设部和环境保护部印发了《城市黑臭水体整治工作指南》,对我国城市日趋严峻的黑臭水体问题提出了明确治理要求。在我国许多城市点源污染得到一定程度有效控制的情况下,城市径流污染成为许多城市水体黑臭的重要诱因之一,对城市水环境和城市水生态安全影响和威胁更为突出。事实上,城市雨水问题和相关工程实践历来伴随着人类的城市发展,从古代罗马城、北京紫禁城和江西赣州福寿沟等为代表的古代城市排水系统,到近现代城市大规模建设城市排水管渠系统,都是人类应对城市雨水问题的探索和实践^[7]。

真正意义上的城市现代雨洪管理相关研究和实践在我国也已有近20年的经验积累^[8]。国家“十一五”科技支撑项目及水专项中开始设立针对不同流域的城市径流污染控制相关课题;“十二五”水专项中,专门设立了“低影响开发城市雨水系统研究

与示范”项目,开展适用于不同地区的低影响开发系统研究和工程示范等。这些长期的研究和投入为后续海绵城市理论体系、技术体系的构建和工程建设进行了重要的前期研究探索、技术储备和工程实践积累,其中许多重要成果对2014年10月住房城乡建设部组织编制印发的《海绵城市建设技术指南》(以下简称“《指南》”)起到非常关键的支撑作用,也有许多成果纳入到《室外排水设计规范》《室外排水规划规范》《城镇内涝防治技术规范》《城市雨水调蓄工程技术规范》《雨水控制与利用工程设计规范》(北京市)等国家或地方的相关规范标准中。

2015年10月,国务院办公厅印发了《关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发[2015]75号),进一步明确了推进海绵城市建设的工作目标和基本原则,从加强规划引领、统筹有序建设、完善支持政策、抓好组织落实4个方面提出具体措施。在同年印发的《关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》和《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》中,海绵城市建设也被列为未来城市建设的重要内容。

目前,海绵城市试点建设工作正在持续推进,对海绵城市的理解和海绵城市建设的认识也在不断普及和深入,但在学术界和工程界,对海绵城市的内涵、目标和系统组成等,也出现了不同的理解、解读,甚至观点冲突,在理论上和实践中都造成了一定的困惑,对海绵城市建设产生不利的影响或干扰。在海绵城市建设工作的关键时期,有必要针对存在的一些问题,追溯海绵城市建设的起源与发展,明确海绵城市的内涵、范畴和系统关系,展望海绵城市建设的未来发展方向,明确思路、把握重点,为我国海绵城市建设工作提供参考。

2 海绵城市溯源与发展

开展海绵城市建设,消除关于海绵城市建设过程中一些不必要的障碍和困惑,首先要明确海绵城市的内涵,而回答这一问题就必须“正本清源”,明晰海绵城市概念的来源及背景,究竟为什么要进行海绵城市建设,如何有效建设海绵城市。

2.1 海绵城市概念溯源

海绵城市(sponge city)一词并非中国创造和独有,十余年前甚至更早的时间,国际上已经有“海绵城市”的相关提法。Van Rooijen等^[9]2005年从印度水和污水利用以及水的平衡角度,较早采用海绵城市的提法;澳大利亚的Alexander等^[10]于2007年也曾采用了海绵城市的提法,但讨论的对象针对城

市人口变化、迁移规律等,并非针对城市水系统;Pickett 等^[11]于 2013 年编著的《城市设计和生态的弹性:可持续未来城市的理论与实践(Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities, Future City)》一书中用一个章节论述海绵城市(sponge city)(美国 I. F. Bunster-Ossa 为本章执笔人)。文中虽未明确给出海绵城市的定义,但论述了美国 BMP 和 LID 等城市雨洪管理方面的工作,从维护城市弹性的角度,提出了城市海绵的构想。值得注意的是,这里已经涉及一个与海绵城市相关的“弹性城市(resilient city)”概念^[12]。“弹性城市”在国际上受到关注已有多多年,笔者也参加过多次相关会议,但其涉及范畴较广,包括城市能源节约、公众安全、洪涝控制、社会经济可持续发展等许多领域的宏观概念和体系^[12]。

国内也有不多的直接关于“海绵城市”或“海绵功能”的论述,如董淑秋等^[13]结合雨水利用规划阐述了“生态海绵城市”的概念;莫琳等^[14]在“构建城市绿色海绵——生态雨洪调蓄系统规划研究”一文中明确提出“以绿地和水系为主体,构建城市绿色海绵”。我国台湾地区 Chung-Ming Liu 等学者、大陆地区刘波等也在不同场合以不同形式提及“绿色海绵”、“海绵体”等海绵城市的相关理念。

然而,无论国外还是国内,关于“海绵”的论述主要还局限在简单概念,有的过于宽泛,总体来看缺乏非常清晰的定位,并没有形成一个包括系统组成、理论和技术架构、规划设计和规范标准在内的完整、明确的体系,自然也就没有受到业内普遍关注和广泛的接纳。这也从另一个方面说明,“海绵城市”如果只停留在简单理念层面,缺乏清晰的问题针对性和明确的系统构成,缺乏切实的可操作性,就难以获得广泛的认同和较好的发展。

事实上,我国推行的海绵城市的概念并非直接引用上述某一种,也非凭空产生,海绵城市建设热潮背后其实有着坚实的专业领域基础及长期合理的发展逻辑(参见本文第 1 部分和 2.2 节内容)。海绵城市建设能成为国家战略,除了上述重要背景,还可追溯到 2013 年 12 月中央城镇化工作会议上,习近平总书记提出的“建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”;其实,在此之前,包括国家水专项“低影响开发城市雨水系统研究与示范”等项目已经开展了多年的研究和工程应用。国家水专项的重要成果之一就是在住房城乡建设部的直接指导下,当时正在编写的《低影响开发技术指南》。再往前追溯,基于长期研究,笔者在更早的时候将城市现代雨洪管理的内涵概括为“渗、蓄、净、用、排”,在后来

正式发布的文件中,又增加了一个“滞”,便有了今天所谓的“六字箴言”。事实上,“渗”和“蓄”里面已经包含了“滞”的功能,但把“滞”显化表达,可突出现代雨洪管理中的一大功能——调节(削峰或延时排放)。

显然,“低影响开发”、“六字箴言”与“三个自然”是高度一致或互为补充的,也正是在这样的背景和基础上,住房城乡建设部提出该指南应结合习总书记的关于海绵城市建设要求,因此,对正在编写中的《低影响开发技术指南》进一步加以凝练和提升,就有了后来发布的《指南》。接着,在中央财政的大力支持下,三部委联合开始推进海绵城市建设的试点工作,在中央到地方各级政府的支持下,掀起了海绵城市建设热潮。

经过广泛深入的讨论,除了在《指南》中明确给出的海绵城市概念及其基本内涵,为了明确认识、加强理解,消除业内的一些困惑,后来又陆续推出多篇解读文章,对海绵城市建设的基本概念和综合目标、系统构成、总量控制目标等进行了进一步深入解读^[15-18]。同期,国内也有多篇(部)关于海绵城市的相关文献问世。

由于海绵城市建设热潮及其涉及多专业和多部门的特征,自然也就有了来自不同专业领域里的认知和解读。但无论如何解读,海绵城市的真正内涵究竟是什么,应该涵盖那些范畴和系统,如何从不同的视角来理解,却是必须明确的首要问题。

2.2 城市雨洪管理——海绵城市发展的国内外重要基础

我国海绵城市提出和实施的背景及初衷,重点是开展城市现代雨洪管理,解决城市雨水问题及由此带来的城市生态、安全等综合性问题。尽管目前国际上并没有普遍采用海绵城市这一提法,但一直就有一个重大的领域,即“城市现代雨洪管理(urban stormwater management)”^[2-3]。城市现代雨洪管理起源是在 20 世纪七八十年代,发达国家从自身城市的各种雨水问题出发,认识到仅建设城市管渠系统的不足,经过数十年潜心的研究、探索和实践,逐步形成了诸如 BMP、LID、WSUD、SUDS、GSI 等相对完善的城市雨洪管理体系^[2],并随着研究和实践的推进,不断继续深化和发展。我国城市现代雨洪管理的相关研究和工程也经历了 20 余年的发展历程。从 20 世纪 90 年代的城市雨水资源直接利用开始,逐步发展到后来的全面城市现代雨洪管理体系,无论理论研究还是工程应用都经历了相当长的探索、研究、综合提升过程。国内很多科研工作者和工程技术人员在该领域做了大量的工作,为今天海绵城

市建设提供了重要的科技储备和工程经验。

对过去 20 年来我国城市现代雨洪管理领域大量重要研究和工程实践进行全面的总结绝非易事,也非本文主要目的。图 1 仅以笔者所在团队研究和实践为例,概括我国雨洪管理研究和实践发展大致历程和一些重要内容。

自 20 世纪 90 年代开始,以我国北方城市水资源缺乏问题为导向,北京建筑大学雨水团队开始了对城市雨水资源利用、城市径流污染、各种技术设施等方面研究^[19-21],并与北京节水办公室密切合作,重点开展了雨水资源化利用为主的工程项目应用,代表性项目如北京城 8 区雨水利用项目等。随着研究的深入开展,研究方向在城市雨水相关领域全面开展:城市径流污染输送规律及控制技术和策略、城市雨洪管理政策机制、雨水设施水量和水质控制机理、绿色建筑雨水系统等^[22-26]。2008 年,潘国庆等^[27-28]在国内首次提出了设计降雨量和年径流总量控制率的概念及其统计分析方法,并给出全国 32 个城市的具体数值,这也是今天海绵城市建设体系中的核心指标之一。同时,在系统总结前期研究基础上,出版了国内首部城市雨水领域专著《城市雨水利用技术与管理》^[29],其中提出的很多雨洪管理理论和技术为今天海绵城市建设提供了重要支撑。

城市雨水系统研究愈深入,其多专业、多部门合

作的特性愈发凸显。在前期理论研究和工程实践基础上,笔者所在团队重点开展了顶层设计和跨专业方法体系研究,着重雨水系统与城市规划、生态城市、绿色建筑、景观园林、道路、绿地等系统衔接的方法体系研究^[30-32]。针对城市雨水管理的复杂性和系统性特征,车伍等^[33-34]提出“城市雨洪控制利用模式”与“雨水控制利用专项规划”,并在一些城市具体应用,这可视为今天城市排水防涝规划和海绵城市建设专项规划的前期探索。

3 以城市雨洪管理为核心的海绵城市建设

笔者认为,海绵城市建设就是要建设和完善包括源头径流控制系统、城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统以及城市水利防洪系统的城市雨水系统,解决径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制和雨水资源利用等一系列城市雨水问题,进而为城市“水生态、水安全、水环境、水资源”提供必要的保障,这是海绵城市建设的核心和关键,是建立在现代雨洪管理体系基础上的,与国际上雨洪管理领域也是一致的。

海绵城市是在系统总结我国现代雨洪管理领域长期研究和实践经验的基础上,结合我国城市水环境系统的实际问题提出的以城市现代雨洪管理为核心的理念、技术和管理体系。在近几年各级政府的

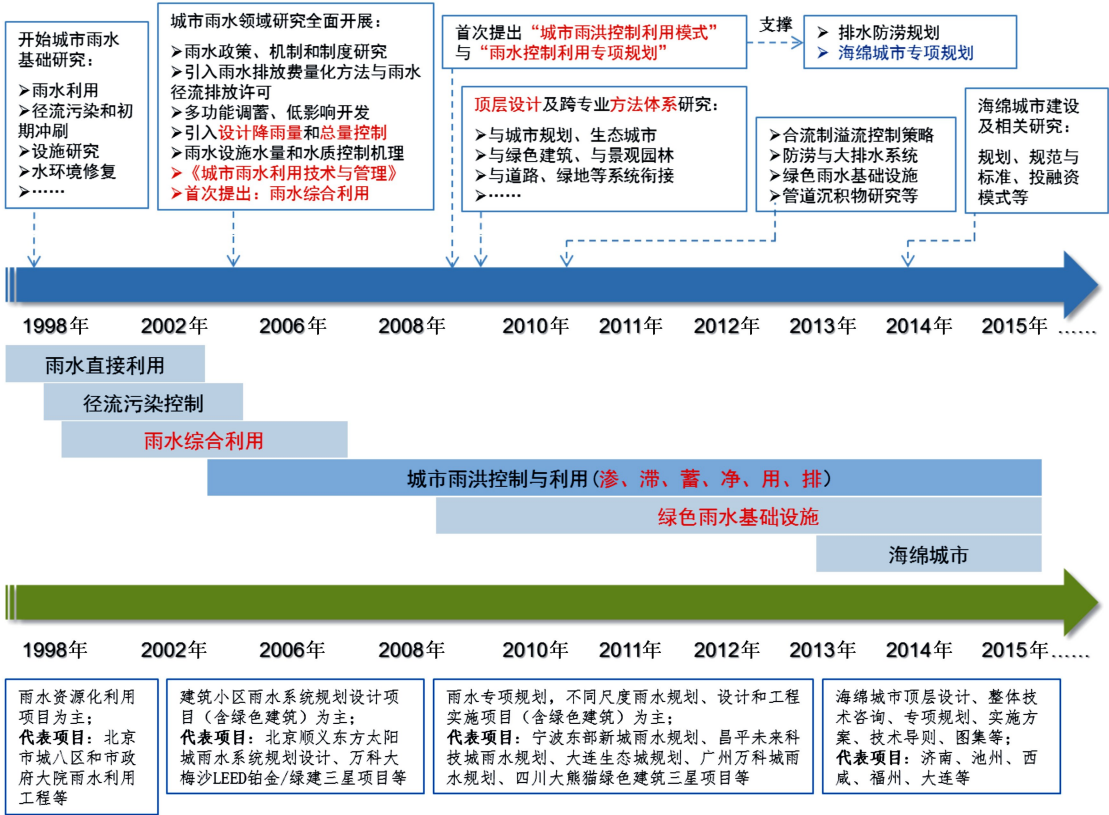


图 1 北京建筑大学雨水团队研究和实践发展历程(部分关键内容和重要节点)

重视和推动的大背景下,海绵城市概念已经初步成型,海绵城市建设不再停留在理念层面,已经形成了较为完善的方法和工程体系,包括明确和全面的目标及指标、清晰的系统组成和边界、较为完善的系统规划和设计方法,以及相应体制机制等制度建设内容。

4 广义视角下的海绵城市建设

针对目前国内学界和工程界对海绵城市的不同认识,在明确海绵城市与现代雨洪管理关系的基础上,还应从多视角、不同层面来解析海绵城市建设的相关领域及其衔接关系,这同样具有重要意义,有助于取得共识,消除目前海绵城市建设中一些困惑和阻力。

4.1 城市涉水领域内的海绵城市建设

在水专业领域,目前有学者提出海绵城市不应局限在雨洪管理,而应该包括更广泛的范畴,如污水系统、给水系统等,要从城市涉水领域更广的角度审视海绵城市建设。笔者试图用图 2 来阐述不同视角下主要水系统与海绵城市建设目标的关系。显然,在不考虑其他专业领域及其系统的前提下,顶层的新型城镇化和发展模式,必须依靠水的各子系统的共同支撑,而目前在海绵城市建设中特别强调的“水生态、水安全、水环境、水资源、水文化”这“五水目标”,显然不是哪一个水领域就能完成的,必须有污水系统、再生水系统、给水系统、雨水系统和水利系统等水领域内的广泛协同和配合。这其实并没有太多的新意,因为涉水专业和水领域在过去几十年一直致力于此,只是水的领域发展不平衡,问题还比较多,任务也很艰巨。全面实现这些目标还有很大差距,在思路和策略正确的前提下,也必须付出长期而艰苦的努力。

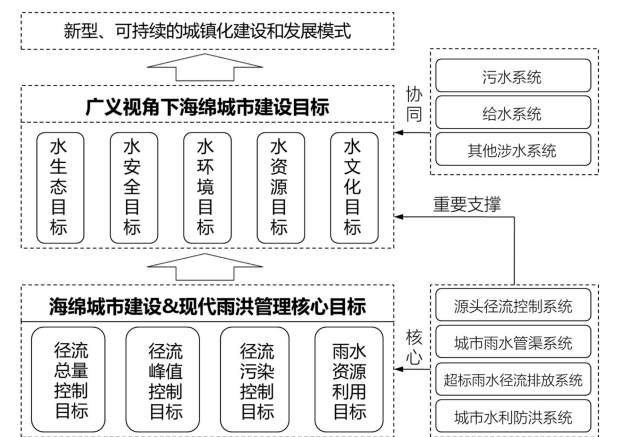


图 2 多视角下水系统及海绵城市建设目标

多年来,一些学者从整体上研究城市水的良性循环、水系统(或水资源)的整合和系统规划。从城市水管理的战略和顶层设计看,这些研究都具有重

要意义,但在工程实践中,这些研究成果却没有得到广泛的应用。分析其原因,各子系统已经足够庞大和复杂,实践中也必然要遵循水的各子系统的特征和规律;依据专业领域内的分工来分别实施,从水的相关标准的分工和多种专项规划的区别来看也很清楚,水的子系统之间既有一定的联系,更有明显的“边界”,还有其特定规律,从实施角度,违背规律的简单整合,在许多情况下既无必要也无效。有研究者曾经提到,把污水、给水、雨水的各种技术和工艺整合到一个决策系统里,会有 10 的几十次方的方案选择,这显然是把“简单的问题复杂化”或“复杂问题空泛化”,不是徒劳,就是无解。

事实上,正是由于长期以来雨水领域发展薄弱,积累的问题突出,以及相当多的投入和研究,才有了上述背景和我国现代雨洪管理的发展,进而海绵城市建设的兴起,因此,为了实现海绵城市雨洪管理的几大核心目标和广义视角下的“五水目标”,除了延续传统的工作,继续深化、完善各子系统外,关键是要有重点地“补缺”和合理衔接,而不是简单化地“眉毛胡子一把抓”。

在海绵城市建设热潮的今天,一定要明确海绵城市建设的核心,掌握雨水、污水、给水、水利等分支领域的客观规律、相互关系和它们在海绵城市建设中的位置和作用,针对不同流域、城市,甚至项目的具体问题和条件,根据系统关系和轻重缓急,实现各种复杂情况下的有效衔接。在水环境综合整治、黑臭水体治理和海绵城市试点推进中,有大量的案例表明,确实是这样做,也必须这样做,而不能借着海绵城市建设热潮随意创造“新概念”、模糊系统关系、忽视重点和难点,造成不必要的混乱,影响海绵城市的可实施性、可操作性和目标的可达性。

4.2 多专业、跨领域的海绵城市建设

海绵城市建设一定需要多专业、跨领域的协调配合,才能有效推进,因此,还需要从多专业跨领域角度全面审视,这也是国内外城市雨洪管理领域的重要经验。除上述给水排水工程、环境工程、水利工程等城市涉水专业外,海绵城市还涉及城市规划、土地利用、园林绿地、道路、生态等许多相关专业和领域。如涉水领域,在如今新型城镇化发展模式转型的大局和潮流下,海绵城市相关专业都需要有创新和变革的思维,克服存在的问题,弥补不足,拓展各自专业的功能,同时加强专业间的沟通和协作,共同应对城市化产生的雨水问题及其水生态环境问题。长期的研究和实践充分表明,这一系列问题不是某一个专业的事情,也并非一个专业可以解决。还必须认识到,各专业间并不完全是“各自为政”和“冲

突”的关系。就像在海绵城市推进中,有园林景观界专家针对利用绿地发挥海绵功能提出“绿地保卫战”的口号,显然是误解了海绵城市和绿色基础设施的要义,固化了本专业的功能和边界。其实,从城市环境和生态等更高的角度和终极目标看,各专业应该是一致的,需要的是理解、合作和融合的关系,真正遇到矛盾时需要协商,而不是画地为牢、以邻为壑。

海绵城市建设中遇到的不少跨专业的问题和矛盾,不是由于缺乏理解、交流和跨越,就是因为丧失了必要的专业边界,过度跨越,忘记了俗话所说“隔行如隔山”,对不懂行的外专业的事情缺乏必要的谦虚和敬畏精神,制造出一些不必要的误解和障碍。事实上,在海绵城市建设过程中,不存在“谁主导谁”的问题,为了共同的目标,各专业应该做好各专业的事,同时在明确各专业边界的基础上相互学习,密切合作,在目前海绵城市如火如荼建设时期,学术上的探讨、专业间的互助互学都是必要和可贵的,但要减少制造一些“伪问题”,产生无谓的争论和扯皮,要实实在在为海绵城市建设贡献力量。

值得注意,即使在图2中海绵城市雨洪管理系统中,也涉及市政给水排水、环境工程和水利工程的跨专业关系。一方面,一个城市或流域尺度的雨洪自然属性及其特征,包括城市的洪涝灾害,必然涉及市政排水防涝工程和防洪工程,很多情况下,洪与涝甚至是不分或难分的;另一方面,由于专业分工、政府部门的分工,以及不同专业的专项规划及其标准体系等,水利工程和市政/环境工程的任务又是很清楚地“分家”。所以,理论上,笔者在不同情况下分别提出过雨洪管理的“3套系统”(即源头径流控制系统、城市雨水管渠系统以及超标雨水径流排放系统)加“四套系统”(前面3套系统和城市水利防洪系统)的不同架构,就是考虑了上述因素和现实。实践中,在有条件的情况下,如对新建区或较大的流域,从科学性和效率而言,雨洪管理专项规划应该统筹考虑雨洪系统的所有方面。问题是,这必然要面对突破现行的规划、标准、专业分工和管理体制等难以简单“整合”的现实,这更是要面对的挑战,也将考验大家的智慧。国家在推行海绵城市建设中特别强调“机制创新”,是否也应该包括这方面的内容呢?可喜的是,目前已经看到专业间、部门间的广泛合作,住房城乡建设部领导下跨专业、跨学科的海绵城市系列标准的修编就是很好的例证。

5 海绵城市建设展望

海绵城市未来将如何发展,值得深入思考。往高处说,海绵城市是否也如“弹性城市”、“园林城

市”、“绿色城市”、“智慧城市”、“生态城市”、“低碳城市”等一样,成为一定时期特定的城市名片和发展愿景?笔者认为海绵城市未来发展主要是两种可能。

一种可能是继续在清晰的雨洪管理领域内深入推进和发展。过去没有“海绵城市”一说,有的是排水防涝、城市现代雨洪管理系统及其他涉水系统。以城市现代雨洪管理为核心的海绵城市,已经具有十分明确和清晰的概念、目标、系统组成、专项规划等,未来将在已有基础上继续保持并完善我国城市雨洪管理体系,协同污水处理、工农业污染防治及水利工程等,共同担负起解决水体黑臭、洪涝灾害以及水生态修复等综合性任务。同时,相关专业也应打破壁垒,在自己的专业领域内开展相关研究和探索,在海绵城市建设中发挥各个专业应有的作用和必需的职责。如,北京大学俞孔坚教授领导的景观设计团队等开展了卓有成效的工作。

另一种可能是,海绵城市将真正在广义范畴上延伸,如与国际接轨,上升为类似于“弹性城市”的体系,具有更广泛的内涵,但城市现代雨洪管理不会消失只会加强。同理,污水系统、给水系统等,也不会因为海绵城市概念的扩展而弱化或模糊了边界。结合当下展望未来,无论如何,海绵城市都不应该成为一个什么都装、没有明确边界和系统组成、难以规划实施的大而空的概念,或成为任人“随意描绘”的空洞理念。

从国际视角来看,中国的海绵城市概念及其建设的独到之处,可能恰恰体现在既要建立明确的现代城市雨洪管理体系与国际接轨,又要脚踏实地结合中国管理体制、专业设置、工程规划和标准体系,针对发展中国家城市面临的突出问题和矛盾,综合性地衔接好其他相关专业和非专业的系统和多部门,不仅解决好城市面临的突出问题,也为国际贡献“后发国家”城市建设和管理方面的宝贵经验和智慧。事实上,近几年中国的海绵城市建设的理念、方法、工程实施及其管理,都引起了国际上的高度关注,中国学者被邀请在多个国际会议上介绍中国的海绵城市建设情况。

6 结 语

在国家和地方的大力推动和支持下,近年来全国范围内掀起了海绵城市研究和建设的热潮。热潮下更需要冷静和科学的思考。笔者简要梳理了海绵城市的历史溯源、理念和内涵、范畴、系统组成及其关系、发展方向等重要问题,由于篇幅限制,未能对海绵城市建设中更多问题展开讨论,一些问题也只

是点到为止,更多问题需要业内广泛讨论加以澄清并取得共识。

海绵城市的真正意义并不是由谁创造了一个新概念,也不是谁又开辟了一个新的专业领域,更不是一场简单热闹的“建设运动”和“投资盛宴”,而是以空前的高度和广度来面对城市开发建设以及气候变化等多种社会和自然因素产生的严重雨洪问题,及其对城市安全、水环境、人类和城市生态环境的深远影响,从国家层面和角度空前重视一个长期存在而又重视不够的重大领域,第一次大范围、大规模调动国家资源和社会资源,调动多专业领域资源,第一次全面地从城市规划、市政与环境工程、水利工程、建筑工程、园林景观工程、道路交通工程等多专业和多部门协调开展城市现代雨洪管理及相关工作,同时兼顾同期正在积极开展的黑臭水体治理等,这是海绵城市建设之要意和关键。

参考文献:

[1] 王洋,王少剑,秦静. 中国城市土地城市化水平与进程的空间评价[J]. 地理研究,2014(12):2228-2238. (WANG Yang, WANG Shaojian, QIN Jing. Spatial evaluation of land urbanization level and process in Chinese cities [J]. Geographical Research, 2014(12): 2228-2238. (in Chinese))

[2] 车伍,闫攀,赵杨,等. 国际现代雨洪管理体系的发展及剖析[J]. 中国给水排水,2014(18):45-51. (CHE Wu, YAN Pan, ZHAO Yang, et al. Development and analysis of international updated stormwater management systems [J]. China Water & Wastewater, 2014(18):45-51. (in Chinese))

[3] 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.

[4] 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. (LIAW Chaohsien, 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. (in Chinese))

[5] 杜晓亮,曾捷,李建琳,等. 2014 版《绿色建筑评价标准》雨水控制利用评价指标介绍[J]. 给水排水,2014(12):63-67. (DU Xiaoliang, ZENG Jie, LI Jianlin, et al. Introduction to the evaluation index of rainwater control utilization in the 2014 evaluation standard for green building [J]. Water & Wastewater Engineering, 2014(12):63-67. (in Chinese))

[6] 车伍,闫攀,曾捷,等. 绿色建筑雨水管理及其评价标准的修编[J]. 建筑科学,2012,28(12):25-30. (CHE Wu, YAN Pan, ZENG Jie, et al. Stormwater management

in green building and revision of evaluation standard [J]. Building Science,2012,28(12):25-30. (in Chinese))

[7] WU C, QIAO M, WANG S. Enlighenment from ancient Chinese urban and rural storm water mangament practices [J]. Water Science and Technology,2013,67(7):1478-1480.

[8] CHE W, ZHANG W, LI J Q, et al. Outline of some stormwater management and LID projects in Chinese urban area [C]//Water Infrastructure for Sustainable Communities: China and the World. London: IWA publishing, 2010: 161-174.

[9] 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(Sup1):81-91.

[10] ALEXANDER S, MERCER D. Internal migration in Victoria, Australia; testing the “sponge city” model [J]. Urban Policy and Research, 2007, 25(2): 229-255.

[11] PICKETT, S T A, CADENASSO M L, MCGRATH B. Resilience in ecology and urban design: linking theory and practice for sustainable cities [M]. Netherlands: Springer,2013.

[12] PICKETT S T A, CADENASSO M L, GROVE J M. Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms [J]. Landscape and Urban Planning,2004,69(4): 369-384.

[13] 董淑秋,韩志刚. 基于“生态海绵城市”构建的雨水利用规划研究[J]. 城市发展研究,2011,18(12):37-41. (DONG Shuqiu, HAN Zhigang. Study on planning an “eco-sponge city” for rainwater utilization [J]. Urban Studies, 2011,18(12):37-41. (in Chinese))

[14] 莫琳,俞孔坚. 构建城市绿色海绵:生态雨洪调蓄系统规划研究[J]. 城市发展研究,2012,19(5):130-134. (MO Lin, YU Kongjian. Structure the urban green sponge: study on planning an ecological stormwater regulation system [J]. Urban Studies, 2012,19(5):130-134. (in Chinese))

[15] 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))

[16] 李俊奇,王文亮,车伍,等. 海绵城市建设指南解读之降雨径流总量控制目标区域划分[J]. 中国给水排水,2015,31(8):6-12. (LI Junqi, WANG Wenliang, CHE Wu, et al. Explanation of sponge city development technical guide: regional division for total rainfall runoff volume capture target [J]. China Water & Wastewater, 2015,31(8):6-12. (in Chinese))

[17] 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): 13-17. (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): 13-17. (in Chinese))
- [18] 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))
- [19] 车伍. 我国缺水城市雨水利用技术的探讨[J]. 中国给水排水, 1999, 15(3): 22-23. (CHE Wu. Discussion on rainwater utilization technology of water-shortage cities in China [J]. China Water & Wastewater, 1999, 15(3): 22-23. (in Chinese))
- [20] 车伍, 欧岚, 汪慧贞, 等. 北京城区雨水径流水质及其主要影响因素[J]. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3(1): 33-37. (CHE Wu, OU Lan, WANG Huizhen, et al. The quality and major influential factors of runoff in Beijing urban area [J]. Techniques and Equipment for Environmental Pollution Control, 2002, 3(1): 33-37. (in Chinese))
- [11] 车伍, 欧岚, 刘红, 等. 屋面雨水土壤层渗透净化研究[J]. 给水排水, 2001, 27(9): 38-41. (CHE Wu, OU Lan, LIU Hong, et al. Study on infiltration purification of soil layer for roof runoff [J]. Water & Wastewater Engineering, 2001, 27(9): 38-41. (in Chinese))
- [22] 李俊奇, 车伍, 刘燕, 等. 城市雨水沉淀特性及其颗粒分布研究[J]. 中国给水排水, 2004, 20(3): 43-46. (LI Junqi, CHE Wu, LIU Yan, et al. Precipitation characteristics of urban rainwater and its particle distribution [J]. China Water & Wastewater, 2004, 20(7): 56-58. (in Chinese))
- [23] 车伍, 刘燕, 欧岚, 等. 城市雨水径流面污染负荷的计算模型[J]. 中国给水排水, 2004, 20(7): 56-58. (CHE Wu, LIU Yan, OU Lan, et al. Calculation model for area source pollution load of urban rain water runoff [J]. China Water & Wastewater, 2004, 20(7): 56-58. (in Chinese))
- [24] 李俊奇, 余苹, 车伍, 等. 小区雨水利用工程费用模型与优化设计[J]. 给水排水, 2005, 31(10): 14-18. (LI Junqi, YU Ping, CHE Wu, et al. Engineering cost model and optimal design of rainwater utilization in residential quarter [J]. Water & Wastewater Engineering, 2005, 31(10): 14-18. (in Chinese))
- [25] 李俊奇, 余苹, 车伍, 等. 城市雨水利用工程的评价与科学决策[J]. 给水排水, 2007, 33(增刊1): 18-22. (LI Junqi, YU Ping, CHE Wu, et al. Evaluation and scientific decision for urban rainwater utilization project [J]. Water & Wastewater Engineering, 2007, 33(supl): 18-22. (in Chinese))
- [26] 周晓兵, 车伍. 我国《绿色建筑评价标准》与美国 LEED 标准关于雨洪控制利用的比较[J]. 给水排水, 2009, 35(3): 120-124. (ZHOU Xiaobing, CHE Wu. Comparison of stormwater management between green building rating system of China and U. S. LEED green building rating system [J]. Water & Wastewater Engineering, 2009, 35(3): 120-124. (in Chinese))
- [27] 潘国庆, 车伍, 李俊奇, 等. 中国城市径流污染控制量及其设计降雨量[J]. 中国给水排水, 2008, 24(22): 25-29. (PAN Guoqing, CHE Wu, LI Junqi, et al. Urban runoff pollution control quantity and its design rainfall in China [J]. China Water & Wastewater, 2008, 24(22): 25-29. (in Chinese))
- [28] 潘国庆, 车伍, 李俊奇, 等. 城镇雨水收集利用储存池优化规模的探讨[J]. 给水排水, 2008, 34(12): 42-47. (PAN Guoqing, CHE Wu, LI Junqi, et al. Study on the volume optimization for rainwater collection by storage tank [J]. Water & Wastewater Engineering, 2008, 34(12): 42-47. (in Chinese))
- [29] 车伍, 李俊奇. 城市雨水利用技术与管理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [30] 申丽勤, 车伍, 李海燕, 等. 我国城市道路雨水径流污染状况及控制措施[J]. 中国给水排水, 2009, 25(4): 23-28. (SHEN Liqin, CHE Wu, LI Haiyan, et al. Urban road rainwater runoff pollution and its control measures in China [J]. China Water & Wastewater, 2009, 25(4): 23-28. (in Chinese))
- [31] 车伍, 闫攀, 杨正, 等. 既有建筑雨水控制利用系统改造策略[J]. 住宅产业, 2012(9): 24-27. (CHE Wu, YAN Pan, YANG Zheng, et al. Reconstruction Strategy of rainwater control system for existing building [J]. Housing Industry, 2012(9): 24-27. (in Chinese))
- [32] 车伍, 杨正, 赵杨, 等. 城市排水(雨水)防涝综合规划编制若干问题探讨[J]. 中国给水排水, 2014(16): 6-11. (CHE Wu, YANG Zheng, ZHAO Yang, et al. Discussion on several problems in compilation of integrated plan for urban drainage and flood control [J]. China Water & Wastewater, 2014(16): 6-11. (in Chinese))
- [33] 车伍, 张伟, 李俊奇, 等. 中国城市雨洪控制利用模式研究[J]. 中国给水排水, 2010, 26(16): 51-57. (CHE Wu, ZHANG Wei, LI Junqi, et al. Study on patterns of urban stormwater management in China [J]. China Water & Wastewater, 2010, 26(16): 51-57. (in Chinese))
- [34] 车伍, 马震, 王思思, 等. 中国城市规划体系中的雨洪控制利用专项规划[J]. 中国给水排水, 2013, 29(2): 8-12. (CHE Wu, MA Zhen, WANG Sisi, et al. Specific planning for stormwater management and utilization in Chinese urban planning system [J]. China Water & Wastewater, 2013, 29(2): 8-12. (in Chinese))

(收稿日期: 2016-10-01 编辑: 彭桃英)