

城市水生态系统的修复与重建*

——海绵城市规划建设理念与关键技术的哲学思考

Rehabilitation and Reconstruction of Urban Aquatic Ecosystem: Discuss on the Concept, Value and Key Technology of the Construction of the Sponge City

李景奇 LI Jingqi

摘 要 海绵城市建设是重要的城市双修工程,也是区域水生态系统要素、成分、秩序、生态位与水系统的修复,其最终目的是水生态系统服务功能修复和建立生态型排水体系。从城市生态安全格局与城市土地利用、城市市政基础设施等层面,增加或者修复城市海绵体的规划建设,包括以下4大方面:(1) 湖泊、湿地、河流、堰塘及沟渠,(2) 各类绿地(森林、山林、公园绿地、草地、农田等),(3) 建筑屋顶、废弃地、荒地及裸露土壤,(4) 排污、排水明渠、管道、箱涵、暗河以及地下水库等。通过土地利用与绿色基础设施的规划建设,实现海绵城市建设与雨水资源综合利用的目标。海绵城市建设的核心技术是雨洪管理与水生态系统重建,然而其不仅仅是个技术问题,还属于顶层设计的战略行动,包括立法、体制、机制、系统、流域、区域协调的理念、理论、规划方法与工程技术社会变革等。海绵城市建设要深刻认识和掌握大自然水的循环规律,其核心是气象、水文、城市规划、水利学、景观学、排水、生态工程等专业联合协作,实现利益共享、责任共担。

Abstract Sponge city construction is an important urban double-repair project. It is also a healthy restoration of regional aquatic ecosystem elements, components, order, niche and water system. Cavernous body of city must be increased or repaired from the urban ecological security pattern and urban land use, urban municipal infrastructure level, including the following four aspects: (1) lakes, wetlands, rivers, ponds, ditches; (2) all kinds of green (green quantity), forest, grassland, farmland; (3) the roof of a building, abandoned land, wasteland and bare soil; (4) sewage, drainage channel, pipe, culvert, underground river and underground reservoir, etc. Sponge city construction belongs to the top-level design of strategic action, including legislation, social system, mechanism and system, watershed, regional coordination concepts, theories, methods, planning engineering technology and social change. Its core is meteorology, hydrology, urban planning, water conservancy, landscape, drainage, ecological engineering specialty and the cooperation of different department to achieve shared interests and responsibilities.

关键词 海绵城市 | 理念与价值观 | 水生态系统 | 生态服务功能 | 关键技术

Keywords Sponge city | Idea and value | Water ecosystem | Eco-service function | Key technology

文章编号 1673-8985 (2019) 01-0012-07 中图分类号 TU981 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20190103

作者简介

李景奇
华中科技大学建筑与城市规划学院
副教授

0 引言

党的十八大报告中将中国特色社会主义事业总体布局由经济建设、政治建设、文化建设、社会建设“四位一体”拓展为生态文明建设的“五位一体”。“建设生态文明”的脉络以增强生态系统稳定性、明显改善人居环境为核心目标,以构建国土生态安全格局为主要途径,具体包括保护生物多样性、增强城乡防洪排

涝抗旱能力、加强防灾避险体系建设等,特别强调生态保护应该“给自然留下更多修复空间”“顺应自然”。

党的十九大报告中明确指出要加快生态文明体制改革,建设美丽中国。习近平总书记指出,人与自然是生命共同体,人类必须尊重自然、顺应自然、保护自然。我们要建设的现代化是人与自然和谐共生的现代化,既要创造更多

*基金项目:国家自然科学基金项目“基于景观基因图谱的乡村景观演变机制与多维重构研究”(编号51878307)资助。

物质财富和精神财富以满足人民日益增长的美好生活需要,也要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。必须坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式,还自然以宁静、和谐和美丽。

地球上的森林生态系统与水生态系统是人类生存、发展的两大重要生态系统,人类农业发展、乡村建设、城市建设及重大基础设施建设的過程就是人类改变地球表面土地利用、地表覆盖物、水的自然循环及创造水的社会循环的过程,也是人类与自然相互适应的过程。农业大发展、农业耕作和村庄建设是地球表面面积最大的半人工半自然生态系统;工业大发展和城镇建设是地球表面人类高科技的展示,是人口、人才、经济、资金、技术、交通、居住、休闲游憩、网络信息等物流、能流、信息流的聚集地,城镇也是高度反自然的人工生态系统;大规模基础设施的建设,包括飞机场、公路网络、铁路网络、高速公路网络、高速铁路网络、大小河流建设水库、水电站、人工运河等,让地球表面的森林覆盖率及水的自然循环产生了巨大变化。城乡建设需要利用土地,砍伐森林,利用自然资源,水的社会循环随着生产方式、生活方式、生存方式与娱乐方式也不断被改变。

因此,节水优先、空间均衡、系统治理成为海绵城市建设的重点,打造自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市成为城乡与区域水生态系统修复与生态服务功能重建的重要战略举措。

1 海绵城市建设的目的、途径和工程措施

1.1 水资源的重要性与水系的重要功能

水(资源)是生命之源、生态之本、农业命脉和工业血液;水资源更是战略资源,是区域社会发展的重要支持要素。水资源是城乡区域发展的战略资源;水资源的用途有农业用水、工业用水、生活用水、生态用水和战略用水。

城市水系是城市重要的生态基础设施,是

城市重要的实用资源和战略资源;是城市历史文化的载体、城市风韵所在,也是城市的灵魂,有水则活、灵、秀、美;是构成城市空间多样性与景观多样性的重要要素;是城市重要的自然生态系统与风景界面;是城市水气通道、重要的风道和生态廊道;是生物多样性的重要地域;是城市饮用水源;同时维系着城市防洪、排涝、蓄水,具有城市消防和灌溉功能。

1.2 城市特大洪涝灾害的主要原因分析

城市特大洪涝灾害有以下6大原因:(1)降雨量超出城乡区域承载力(洪涝是自然现象,自古以来就有);(2)人类农业和林业生产改变了地球表面地被时空分布与面积(种类、结构、数量);(3)人类城镇与乡村建设改变了地球表面地被时空分布及土地利用方式(种类、结构、数量);(4)人类巨大基础设施建设改变了区域竖向以及水资源的天然分配(飞机场、高速公路、高速铁路、大型水坝、水电站);(5)人类的农业生产与工业生产对区域生态系统、区域环境质量产生了严重干扰与胁迫;(6)人类巨大的城镇建设影响、改变和阻断了区域竖向、区域地上地下、区域土壤、区域河流水系及地表径流(从“三通一平”到“七通一平”)。

1.3 海绵城市建设的目的与重要作用

海绵城市建设有以下6大目的:(1)雨水资源综合利用;(2)源头分散控制、减缓或者减少地表径流;(3)延缓峰值(洪峰);(4)通过绿色基础设施,减轻灰色基础设施的压力;(4)减少城市面源污染;(5)减缓或者减少城市内涝;(6)修复与重建城市水生态系统。

海绵城市建设是为了修复与重建水生态系统的结构与功能,主要应对中小降雨,能部分缓解城市内涝,但不能彻底解决。有人想用海绵城市技术代替灰色基础设施,代替城市排水基础设施,这是不科学的幻想。海绵城市建设应该因地制宜、因时制宜,不同地域、不同季节、不同场地、不同水文条件的城市在降雨量、地下水位、地形地貌、竖向及防洪级别等方面,在海绵城市建设过程中应该有不同措施与途径。

1.4 当前中国海绵城市建设的主要途径与工程措施

增加城市海绵体建设,并与法定规划相结合与技术贯彻是我国海绵城市建设的核心途径与措施。主要包括6个方面:(1)湖泊、湿地、河流、堰塘、沟渠、水坑;(2)城乡各类绿地、山林、草地、农田;(3)增加绿地的绿量,适度增加乔木种植;(4)城市建筑屋顶、外墙、城市废弃地、城市土壤、城市排污、排水明渠管道;(5)地下箱涵、地下暗河、地下水库;(6)城市滞纳洪用地,在建设用地上单独设立。总而言之,要增加能够吸收、吸纳、渗透、吞纳水的土壤、水体、林地、绿地、树木花草植被等海绵体。

主要工程措施包括城市新区的海绵体建设以及排水系统建设;老旧城区的排水基础设施综合改造以及黑臭水系水质处理;城市地下排水管网的清淤与排灌站的设施更新、增大抽排能力;城市、社区的雨水收集、处理与雨水花园建设;通过建设城乡海绵体,按照国家、地区海绵城市建设技术导则建设示范区,一边学习摸索,一边推进工程,探索经验。

2 海绵城市建设需要宏观战略思维与宏观生态价值观

2.1 地球水的自然循环规律

地球水的自然循环规律包括物质不灭(时空分布会有变化)固态—液态—气态(时空分布);冰川—海洋—河流—湖泊—地下水—气态水—动植物水;降雨量—地表(下)径流—蒸发量—土壤渗透蓄水±土壤植物持水=0。保持一定的地表径流是大自然地表与河流水生态需要。

2.2 地球雨水资源时空分布

水资源第一次分配——降水、自然操纵(大气环流—热—亚—温—寒—极);水资源第二次分配——自然河流;水资源第三次分配——人工运河、建水坝(人工参与水循环)。水的自然循环规律和水的社会循环规律是人类对水的处理与利用的方式。每一年的全球降雨量、中国降雨量基本上是个定数。

2.3 大气环流、循环与降雨量形成了地球表面不同的气候带、耕作区及文化地理

自然的生态平衡经过亿万年的演化,形成了地球表面——高山峻岭、沙漠戈壁、河流冰川、森林草原、冻土荒漠、大海与大陆架。演化并形成了干旱、半干旱、高寒、湿润地区的气候特征。人类的出现干扰与影响了自然生态系统,创造了地球表面最大的人工景观——农田,以及最繁荣的硬质景观——城市。降水量(雨雪冰雹水汽)也是长期形成的自然规律,是生命的诞生、成长与演化进化的重要条件,形成地理气候带、区域动植物生态系统,以及不同的生活方式与文化地理。

2.4 海绵城市建设是价值观、专业理论、技术与利益的博弈

中国区域、流域及城乡的水资源综合利用涉及人权、水权与发展权,海绵城市建设不仅仅是技术问题,也是人与自然权利的博弈,涉及人们对自然的态度,“天人合一”是处理人与自然的最高法则。

海绵城市建设是不同价值观、专业理论与技术的博弈,包括城市水文、景观水文、雨洪管理、雨污分流、污水处理、中水利用、雨水收集与雨水处理等;传统防洪排涝与当代雨洪生态管理博弈、部门单独管理与多行业协同作战博弈、水资源占有与利用的博弈,也是地区之间、城市之间、部门之间的利益博弈,更重要的是水的自然循环与社会循环的博弈(人类利益与自然的生态利益的博弈)。

3 海绵城市建设指标与海绵城市建设验收标准

3.1 海绵城市建设指标^[1]

海绵城市建设需要全国各地根据自己的降雨量及其分布、地下水文与水系水量水质,制定合理的指标与切合实际的技术途径。2014年11月2日,住建部发布《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,以下简称“《指南》”)。2014年12月,住建部、财政部和水利部联合启动全国

首批海绵城市建设试点城市的申报工作。

2015年9月29日,国务院常务会议部署推进海绵城市建设,提出总体要求。通过海绵城市建设,将70%的降雨就地消纳和利用,到2020年,城市建成区20%以上的面积要达到海绵城市目标要求;到2030年,城市建成区80%以上的面积要达到目标要求。

径流总量控制目标应与开发建设前后的径流排放量基本一致。开发前自然绿地的年径流总量外排率为15%—20%(相对于年雨量径流系数0.15—0.20)。借鉴国外经验,年径流总量控制率最佳为80%—85%。这个目标主要通过控制频率较高的中小降雨事件来实现。以北京为例,当年径流控制率为80%和85%时,对应的设计降雨量为27.3 mm和33.6 mm,分别对应半年一遇和一年一遇的1 h降雨量。城市径流污染物中,悬浮物(SS)往往与其他污染指标有相关性,因此一般可以采用SS作为径流污染物的指标。

低影响开发(LID)的年SS总量去除率一般可达40%—60%,因为污染物会随径流量的下降而下降。换言之,控制了径流量多少,就相当于污染物下降多少。年SS总量去除率可以用年径流总量控制率乘以LID对SS的平均去除率得出。

3.2 海绵城市建设评价标准^[2]

为解决城市居民感受最直观、最关心的城市内涝、水体黑臭等问题,住建部组织制定《海绵城市建设评价标准》(试行稿),拟于2019年上半年正式发布。海绵城市是将绿色发展要求和生态文明理念落实到城市开发建设过程中的方式,《海绵城市建设评价标准》将指导海绵城市建设整体成效的评价工作,推动“灰绿结合”“蓝绿融合”等绿色发展和生态文明理念的落地实施。

该评价标准从雨水年径流总量控制率及其径流体积(海绵体)控制、路面积水控制与内涝防治、城市水体环境质量、项目实施有效性、自然生态格局管控与城市水体生态岸线保护、地下水埋深变化趋势,以及城市热岛效应缓解7

大方面构建了评价指标体系(表1)。

4 海绵城市建设核心价值观与理论及技术

4.1 核心价值观

海绵城市建设是从城市角度关注雨水资源综合利用,是修复、重建人类破坏与胁迫的水生态系统,建立新型生态排水体系,属于顶层行动,包括立法、体制、机制、总体、系统、流域、区域协调的理念、理论、规划方法与工程技术社会变革,需要部门协作,利益共享,责任共担。

海绵城市建设需要建立正确的生态环境观与伦理观。地球的降雨—蒸发—渗透—土壤持水—地表径流是一个动态平衡。要保证水生态系统循环(自然循环—社会循环)的正常运行,海绵城市建设不能一刀切,需要考虑东西南北中、不同季节,以及不同的产业与人群,不但要从人与城市的角度考虑,更要考虑区域生态平衡与发展。

4.2 海绵城市建设的核心理论

4.2.1 核心理论一:一片天对一片地

城市发展改变了地表格局和气象规律,造成水循环过程畸变。传统城市建设在内涝防治上片面强调“外排”,导致内涝和缺水问题交替。建设海绵城市,关键是要落实“一片天对一片地”的思想,充分利用城市立体空间,将内涝水“化整为零、变害为利”,实现自然积存、自然渗透、自然净化,综合利用雨水资源。

4.2.2 核心理论二(低影响开发LID技术):城市或区域在开发前后雨水基本平衡

保持城市或区域在开发前后雨水基本平衡。地表径流不能增加,到达峰值的时间不能缩小,所有开发项目都必须做到前后雨水平衡,不能增加径流,不能缩短峰值,这是海绵城市建设的核心理论。低影响开发与传统防洪工程的区别在于:第一,低冲击开发着重分散的、小规模源头控制,而非末端治理;第二,利用设计手法以较低成本和较少扰动优化现有项目,而非依靠大规模的人工工程改变城市水文条件;第三,低冲击发展将居民、开发商作为行动的主

表1 海绵城市建设评价内容与要求

评价内容	评价要求	评价方法
1.雨水年径流总量控制率及其径流体积(海绵体)控制	(1) 新建区: 不得低于“我国雨水年径流总量控制率分区图”所在区域规定下限值, 及其所对应计算的径流体积。 (2) 建成区: 经技术经济比较, 不宜低于“我国雨水年径流总量控制率分区图”所在区域规定下限值, 及其所对应计算的径流体积	本标准5.1
2.路面积水控制与内涝防治	按照《室外排水设计规范》(GB 50014)与《城镇内涝防治技术规范》(GB 51222)要求, (1) 雨水排水设计重现期对应的降雨情况下, 不应有积水现象。 (2) 内涝防治设计重现期对应的暴雨情况下, 不得出现内涝	本标准5.2
3.城市水体环境质量	(1) 旱天无污水、废水直排。 (2) 控制合流制溢流污染不得使所对应的受纳水体出现黑臭, 或年均溢流污染物SS总量削减率不宜低于50%, 月均溢流污染物SS浓度不宜超过50 mg/L, 或溢流污染经控制后年均溢流频次不宜超过10次。 (3) 水体不黑臭: 透明度 > 25 cm (水深小于25 cm时, 该指标按水深的40%取值), 溶解氧 > 2.0 mg/L, 氧化还原电位 > 50 mV, 氨氮 < 8.0 mg/L。 (4) 不劣于海绵城市建设前的水质; 河流水系存在上游来水时, 旱天下游断面水质不劣于上游来水水质	本标准5.3
建筑小区	(1) 雨水年径流总量控制率及其径流体积(海绵体)控制: 新建项目不应低于“我国雨水年径流总量控制率分区图”所在区域规定下限值, 及其所对应计算的径流体积; 改扩建项目经技术经济比较, 不宜低于“我国雨水年径流总量控制率分区图”所在区域规定下限值, 及其所对应计算的径流体积。 (2) 径流污染控制: 新建项目雨水年径流污染物总量(以SS计)削减率不低于70%, 改扩建项目雨水年径流污染物总量(以SS计)削减率不低于40%。 (3) 径流峰值控制: 排水及内涝防治设计重现期下, 外排径流峰值流量不得超过开发建设前或更新改造前原有径流峰值流量。 (4) 可渗透地面率不得低于70%	
4.项目实施有效性	(1) 道路: 对径流污染进行控制并达到规划设计要求; 对具有防涝行泄通道功能的道路, 应保障其排水行泄功能。 (2) 停车场与广场: ①雨水年径流总量控制率及径流体积(海绵体)控制: 新建项目不应低于“我国雨水年径流总量控制率分区图”所在区域规定下限值, 及其所对应计算的径流体积; 改扩建项目经技术经济比较, 不宜低于“我国雨水年径流总量控制率分区图”所在区域规定下限值, 及其所对应计算的径流体积。 ②径流污染控制: 新建项目雨水年径流污染物总量(以SS计)削减率不低于70%, 改扩建项目雨水年径流污染物总量(以SS计)削减率不低于40%。 ③径流峰值控制: 排水及内涝防治设计重现期下, 外排径流峰值流量不得超过开发建设前或更新改造前原有径流峰值流量	本标准5.4
道路、停车场及广场		
公园与防护绿地	(1) 控制的径流体积不得低于雨水年径流总量控制率90%对应计算的径流体积。 (2) 接纳周边区域雨水径流并达到规划设计要求	
5.自然生态格局管控与城市水体生态岸线保护	(1) 城市开发建设前后天然水域面积不宜改变, 保护并最大程度恢复自然地形地貌和山水格局, 不侵占天然行洪通道、洪泛区和湿地、林地、草地等生态敏感区; 或达到相关规划的蓝绿线、生态红线等管控要求。 (2) 城市规划区内除码头等生产岸线及必要的防洪岸线外, 新建、改建、扩建城市水体的生态岸线率不宜低于70%	本标准5.5
6.地下水埋深变化趋势	年均地下水潜水位下降趋势得到明显遏制	本标准5.6
7.城市热岛效应缓解	夏季(按6—9月)城郊日平均温差与历史同期(扣除自然气温变化影响)相比呈现下降趋势	本标准5.7

资料来源: 笔者自制。

体,政府尽量通过政策给予扶持,从而减少政府主导工程,减轻其负担。

4.3 海绵城市建设的关键技术

4.3.1 建立区域生态排水体系

集成城市面源污染控制与水体修复的生态技术和经验,创造一种生态型的城市排水系统。

用促渗、土壤滞留、干塘、湿地、地表排水植草沟等小区技术系统,和大渠、湖泊、湿地等大

区域调节设置,实现城市排水、控污、生态与景观的统一协调。生态型排水需要达到的效果:城区暴雨径流减少70%—95%;延迟暴雨径流峰值5—20 min;有效去除雨水径流中的污染物;节省雨水回用成本;美化环境,创造舒适的生活空间;减轻城市对区域环境的压力;免除或减少雨水管道,减少市政建设费用。

4.3.2 区域竖向规划与设计

竖向规划设计是为满足区域排水、水资源

收集利用、道路交通、建筑布置和城市景观等方面的综合要求,对自然地形地貌进行利用、改造,确定坡度、控制高程和平衡土方等而进行的规划设计。

规划竖向规划应包括下列主要内容:

① 根据区域功能安排及城市用地布局方案,充分利用并适度改造地形,确定主要控制点标高;

② 研究分析规划用地的分水线、汇水线、

坡度及坡向,确定雨水排放、景观汇水及防洪排涝方式;

③ 根据防洪标准确定防洪堤顶及堤内地面最低的控制标高;

④ 确定城市快速路、主干路与高速公路、铁路主干线交叉点的控制标高;

⑤ 确定城市雨水主管沟排入江、河的可行性及控制标高;

⑥ 确定城市标志性景观及景点的控制标高。

4.3.3 法定规划技术是保障

城市土地利用规划:从海绵城市建设的角度与生态安全的角度,供给滞纳洪用地、生态环境用地等。

城市总体规划:从海绵城市战略理念、实施绿地率、水域面积率与年径流总量控制率的目标与实施战略方面保障海绵城市建设的宏观把控与用地的战略布局。

城市详细规划:确定地块控制目标与指标、布局控制、竖向控制、开发强度控制;划定生态控制线、绿地绿线、河流湖泊水体蓝线等。

专项规划:从海绵城市建设的角度,加强城市水系规划、绿地系统规划、排水防洪规划、道路交通规划等规划。

4.3.4 工程设计技术

加强城市河流、人工水体的规划及海绵体建设,现代城市有路网、绿网、地下管网,缺少河渠沟塘水网(图1)。

加强建设城市高速排水网络系统(高水高排,低水低排),连接城乡区域湖泊、湿地、河流、堰塘、沟渠、水坑,完善城乡区域水系;增加城市滞纳洪用地,在建设用地上单独设立。

加强城市排水规划—泵站规划设计、城市雨水资源综合利用规划、城市水系与湿地规划、城市绿地系统规划、城市防洪规划、城市雨污分流与老旧城区市政排水系统改造等。

4.4 核心学科专业与相关专业

海绵城市建设涉及诸多学科,骨干核心学科包括气象学——预报、预测、预防、预警;水文学——水的自然循环与社会循环;水利学——水资源的综合规划利用、区域河流湖泊;给排水

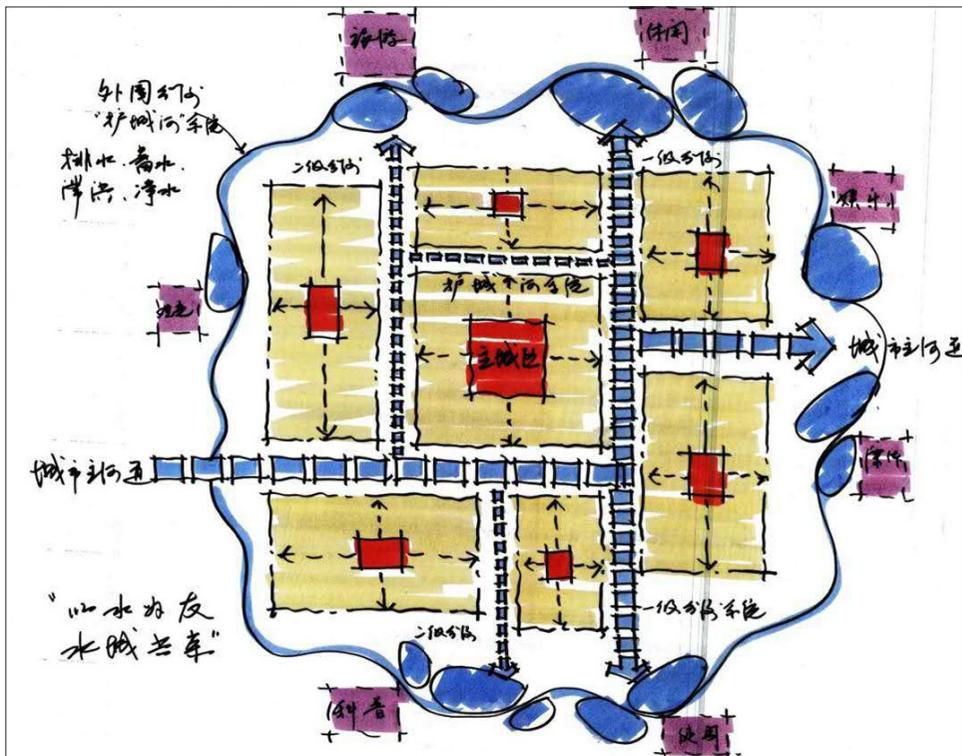


图1 南方大城市水网规划构想——理想模型
资料来源:李建伟,东方园林景观设计集团首席设计师。

学——雨洪管理与雨污分流;城乡规划学——海绵城市的区域着眼点;风景园林学——城市绿地规划、湿地公园、屋顶雨水收集与雨水花园;森林学——绿色大海绵体、水土涵养;生态工程学——系统工程、疏导、生态治水、生态用水;市政工程学——灰色基础设施与绿色基础设施等。

5 “城市四修”技术框架体系

“城市四修”包括城市(乡)修补(基础设施—增补提档升级)、城市(乡)生态修复(结构、功能、秩序)、城市(乡)产业修复(产业结构与产业转型)及城市(乡)精神生态修复(人态修复)。

“城市四修”的概念涵盖了生态修复、产业修复、城市修补与生态、生态系统、生态建设、生态环境、破坏与建设、修复与重生。修复对象与内容包括空气雾霾(产业类型与产业结构选择与调整)、山川河流湖泊水体水域、土地与土壤,以及产业、人文人态。修复参照物与标准为达到

相似生态系统的健康水平(结构完整、功能正常)。修复理论与方法包括修复生态学、反规划、生态安全格局、景观生态学、福利经济学、环境伦理学等。修复的规划途径包括国家功能区划、国家森林城市、国家生态园林城市—生态省、生态市、生态县、生态区,以及生态红线、生态绿线、生态底线、水体蓝线等;工程技术途径包括河湖联通、水体净化、显山露水、海绵城市、地下综合管廊、旧城改造与更新、污水治理。修复的绩效评价应将成本与效益、景观与安全、景观与公平、景观与眺望权、景观与权力审美、景观与大众审美、景观与利益博弈融为一体。

当代社会存在5大危机,即人性危机、资源与能源危机、生态与环境危机、社会高风险危机、城乡危机等。其中,人性危机包括极端功利主义、过度消费主义及人类贪婪欲望的淋漓尽致的发挥、人性信用的过度透支;资源与能源危机由工业化、城镇化、资源的掠夺式开发与过度利用,以及信息革命与全球化带来;生态破坏、环境污染危机表现为西方唯科技论与牛顿笛卡

尔哲学价值观——征服自然、工业化与后工业化；社会的高风险危机由人类的赌博心态与投机心理引发；城市繁荣与农村的凋零衰败危机则表现为中国城市与乡村发展的极度不平衡。所有危机的根源是人类的精神生态危机，因此精神生态修复成为首要修复的任务。

城市修补、生态修复、产业修复需要生态智慧，需要信仰，需要环境哲学、生态伦理，需要存天理、灭掉人类的穷奢极欲。城市（乡）修补、产业修复与生态修复中最重要的是精神生态的修复，也就是“人态”的修复，包括真、善、美和社会道德、伦理、美丑及社会秩序的建立。如果心中的祠堂已经倒塌，外化为物质空间的缝补修复行为，皆成为礼仪的形式主义。当下城市与乡村秩序的建立是急需推进的事情，这秩序就是人文伦理、生活道德伦理、生产生存伦理、景观土地伦理、商业伦理与政治伦理。

6 海绵城市建设的空间正义——海绵城市建设重要问题的哲学思考

6.1 关于城乡洪涝灾害问题的认识

洪涝属于自古就有的自然现象，洪涝灾害则是人类出现以来的社会问题，尤其是人们有了动产与不动产的区分之后表现最为突出。人类对待水的态度从崇拜、利用、征服、反征服到表现为敬畏自然，经过了漫长的斗争过程。洪涝灾害来临，疏导、逃离与搬迁是人类的最高策略；拿起科技的武器战斗抵抗，面对特大洪水时的城乡区域就是战天斗地的科技史与生活史。防洪标准从十年一遇、几十年一遇、百年一遇，甚至到五百年一遇，表现出科技的力量以及人类战胜自然的信心。

发生流域性特大洪涝灾害是自然的力量，也是自然生态系统的自我清洗，洪涝灾害也是GDP，洪涝灾害也是水科学技术发展的动力之一，洪涝灾害与水资源的利用，催生了水利学、城市防灾学和水电科学；洪水泛滥及河流改道产生了辉煌的自然成果与人类治水的文化成果，包括汉江历次改道、黄河历次改道，属于大自然的力量，促进了历史地理的演化，例如尼罗河的泛滥，造就万顷良田，也诞生了

治水文化。

6.2 海绵城市建设是城乡建设的重大举措，属于生态智慧实践

海绵城市建设具有原错性—试错性—容错性—纠错性。通过实践生态学、生态工程学、生态智慧及生态规划学、修复生态学，把人类生态实践及利用自然资源的副作用降到最低，并利用生态工程技术与科学技术，修复人类生产、生活过程对自然生态系统的胁迫效应。

6.3 海绵城市建设是全国性、大范围的城乡水系统生态服务功能的完善与建立工程，是人类调控干涉自然生态系统的重要过程，必须了解雨水的自然规律

人类一定要掌握水的自然循环规律，熟悉水的社会循环规律，合理利用与分配水资源。水资源的利用大致分为农业用水、工业用水、生活用水和生态用水。全球降雨量与中国降雨量，每年基本上是个定数。干—旱—半干旱—洪—涝——这是地球生态平衡；人为大规模、远距离改变地球表面雨水资源分布，是要受到自然规律惩罚的。

6.4 海绵城市建设需要考虑不同地区、不同人群及产业对降水（雨雪）的期盼

需要考虑南北不同季节的城市与农民、农村、农业的雨水期盼、城市园林行业的雨水期盼、干旱地区的期盼、小水电的期盼、航运的期盼、生态需水量的满足以及大自然的动植物生存、繁殖与生长的期盼。久旱逢甘霖是人类与自然界的共同期盼。话语权者下意识会为自己的阶层说话，忽视其他产业与人群的需求。

6.5 关于下沉式绿地—低位绿地建设的问题

有少数专家坚决反对用建设下沉式绿地的措施来截流吸纳雨水。他们质疑的原因是绿地会被淹死、毒死，但事实上这类问题用园林绿地的排水设计与竖向设计就能解决。园林绿地有地形地貌排水、竖向设计坡度排水和鱼骨状盲沟排水，绿地的底部、下沉式绿地的周边，上、

中、下都可以留排水井、溢水孔（阀门闸口）等。耐水、耐湿以及半干半湿植物的选择是重点。关键问题是暴雨初期的有毒雨水的弃流设计。有毒的、污染的雨水需要处理，这才是问题的症结所在。园林绿地与植物生长也需要灌溉，低位绿地与雨水花园的建设必须考虑地域、区位、水文、降雨量、土壤、植物、坡度破向、排水条件等因素，因地制宜、因时制宜、因植物制宜、因管理制宜是问题的症结所在。

6.6 关于雨水（屋顶）收集与雨水花园建设问题^[3]

雨水花园建设是整个雨水收集系统、整个园区竖向设计，其重点是低影响设计与管理，其核心是雨水收集利用与滞纳洪设计。具体措施是植草沟与鹅卵石沟设计、人行道吸水砖铺装设计、雨水花园与湿生植物设计及岸生、湿生与水生植物配置设计等。

6.7 海绵城市建设与透水道路、透水铺装问题

海绵城市建设中透水的海绵道路建设是美丽的神话与陷阱。从园路与人行道铺装施工图来看——断面，路基夯实，素混凝土，面层——有一定的耐压强度与牢度；从北方气候来看——透水，结冰，膨胀，路面破坏；从南方气候来看——路基下陷，路面破损，溅水；从施工与后续管理来看——如果道路透水，会不停地维修。要让雨水更多进入土壤与地下水，最重要的是尽可能减少硬铺装，多留绿地。应该多设计雨水收集坑，通过植草沟或者生态沟、道路边沟进入雨水坑；雨水应该先进湖塘绿地，多余的进入道路排水系统；在雨水的收集与处理上，雨水成分异常复杂，污染物多，大多数地区刚下的雨水（初期雨水）是有毒的，需要特殊处理才能进入园林绿地。

6.8 关于城市洪涝灾害与海绵城市建设响应机制

首先是要建设城市的雨洪灾害预警系统，提早进行准确预报，让人们改变出行行为与出行方式；其次，保卫生命安全，保卫财产安全；第

三,保卫生产、生活、公共社会秩序;第四,启动城市灾害应急预警程序,进行灾后评估与救灾;第五,加快城市排灌站工作;第六,进行整体城市河流与排水系统的竖向规划与设计,分流域、区域进行排水组织设计。

如果是特大暴雨,别说海绵城市,就是海绵大地也无济于事。人类要学会包容,理解雨洪的特性与生态系统清洗法则。人类在特大自然灾害面前其实很渺小,一场地震、一场暴雨就会催垮人类的自尊心与自信心。城市内涝是城市化的结果,我们必须接纳,不能制造心理恐慌。城市土壤、道路、铺装、广场的渗水能力很差,最大持水量也很差,在城市里让水渗透到土壤深层接近天方夜谭。所以最重要的是多留湿地,多留湖塘,多留沟渠,多留绿地,适度规划滞纳洪用地、规划城市河渠水体系统等^[4]。

6.9 城乡建设规划、生态修复规划与生态系统、生态服务功能重建需要完善调整知识结构、价值观、理论与技术体系

当下人类城乡建设动机与历史责任的载体与任务包括以下3个方面。

(1) 规划设计建设——人工设施与人工景观——依据人类发展目标,适度利用科学与工程,对自然资源与生态环境景观进行利用与改造——适度规模的城乡建设工程——发挥人类的能动性,建设乐居人类环境。

(2) 修复修理——破坏、干扰的自然环境与自然资源结构功能——区域性与流域性破坏——流域性调水工程;重大基础设施建设破坏(交通、水库、高铁、高压输电、高速公路);城乡居民点建设、矿产矿山生产;大规模农业生产(除草剂、农药、化肥以及战争核试验等)——城乡生态环境四修(城乡修补、生态修复、产业修复、人态修复)。

(3) 围护保护——作为物质空间与生命载体的健康自然环境——地形、地貌、气候、土地、阳光、空气、水——人与环境相互依存、相生相克、相互影响——生存本底健康生存与发展。

要修复修理破坏的自然环境与自然资源、要规划建设人工设施与人工景观、要维护保护

健康的自然环境,就需要建立满足当下中国生态安全规划与生态健康规划的知识结构与价值观体系,即人与天调——以天为本——以人为本——天人本一的哲学思想。

完善知识、理论与技术体系包括以下6大方面:(1) 了解生物科学基础、生命科学基础、生态学科学基础;了解环境伦理学、环境行为学;了解人类世、生态哲学与生态美学;(2) 熟悉城市社会学、城市经济学、土地经济学、福利经济学、宏观与微观经济学;熟悉政策、法律、法规、财政与税法(SWOT、PEST分析);(3) 掌握环境与发展经济学;掌握人与自然的伦理及哲学关系,既天、地、人、生共生,包括中国易经、风水学的复兴,敬畏自然、尊重生命、利用自然、改造自然、适度消费、适度发展、适度建设;(4) 掌握规划人类学、景观人类学、规划生态学、设计生态学、生态文明、生态文化;(5) 掌握空间规划理论与方法、大数据、虚拟技术、跨界、无界、混沌;(6) 掌握模糊数学与灰色系统、卫星遥感与3S技术、软件包应用、老三论、新三论及数学建模技术等。

改造大自然的大型集成技术是牛顿与笛卡尔哲学指导的必然结果,主张通过对自然的改造来确立人对自然的统治地位,是一种以人类中心主义为主要原则的哲学。在这种哲学的指导下,科学技术专家发展了控制自然的技术和“反自然”的人类巨大型实践,包括近年来的人类基因编辑与重组技术、基因武器、核武器、生化武器、烟草制造、毒品制造、巨型集成技术大杀器制造及改造大自然的大型集成技术等,科学家若不尊重自然、道德、伦理与艺术,那就会步入误区。

人类的工业文明带来的种种危机的思想文化根源就是机械世界观。要改变现代社会的危机局面,就必须超越这种旧的世界观,而转向一体化宇宙的、生态学的世界观,即生态世界观,并在新的生态哲学与生态世界观的指导下,进行一场真正世界意义的生态革命。从工业文明向生态文明转变是人类的必然选择,生态文明是人类社会文明的一次质的飞跃,它意味着又一场社会革命,继农业革命、工业革命之后的生

态革命(Ecological revolution),这场革命是全方位的、全球性的,包括文化、思想、信仰、科学、技术、产业、行为、教育、伦理、财富观及人生观等内容,这将深刻改变人类社会的政治、文化和经济格局。

海绵城市建设属于城乡水生态系统的修复与重建,也是城乡水生态系统服务功能的恢复与重建,其最终目的是修复地表复杂的生态系统功能。

自然生态之学习:顺应自然—敬畏自然—师法自然;人工生态之抚育:利用自然—改造自然—创建自然;失衡生态之修复:城乡修补—生态修复—修复自然;人文生态之修缮:敬天畏地—天人合一—尊重自然。自然之秩序—社会之秩序—自然与社会伦理之重新建立是现代人所急需要做的事情。

参考文献 References

- [1] 中国住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建[R]. 2014. Ministry of Housing and Urban Rural Development of P R China. Technical guide for construction of sponge city: construction of low impact development rainwater system[R]. 2014.
- [2] 中国住房和城乡建设部. 海绵城市建设评价标准(试行) [A]. 2018. Ministry of Housing and Urban Rural Development of P R China. Assessment standard for sponge city (trial) [A]. 2018.
- [3] DUNNETT N, CLAYDEN A. Rain gardens managing water sustainably in the garden and designed landscape[M]. New York: Timber Press, 2006.
- [4] 李景奇. 从环境保护到生态运动——生态学的颠覆性与建设性[J]. 园林, 2014 (3): 12-17. LI Jingqi. From environmental protection to ecological movement: the subversion and construction of ecology[J]. Garden, 2014 (3): 12-17.