

系统治理

水生态文明城市建设的创新路径

XITONGZHILI

SHUISHENGTAI WENMING CHENGSHI JIANSHE
DE CHUANGXIN LUJING

刘芳
著



山东人民出版社

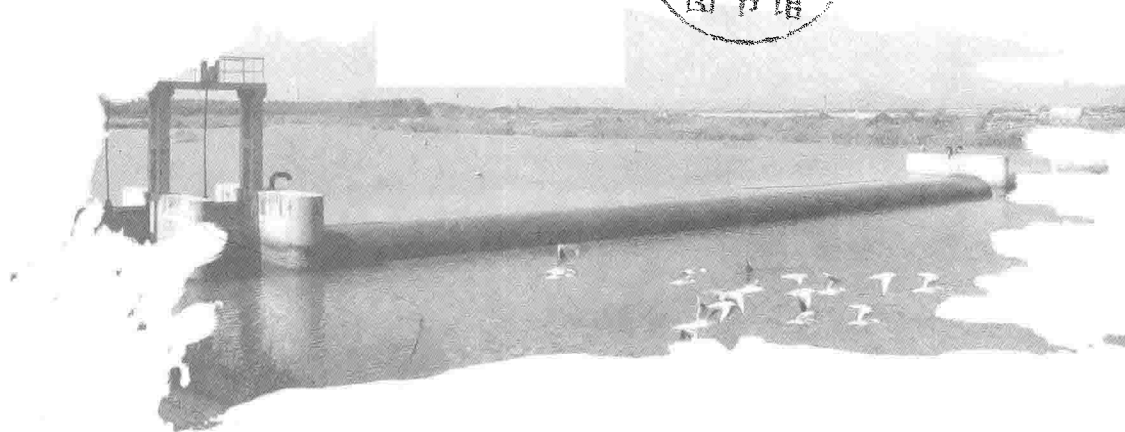
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

系统治理

水生态文明城市建设的创新路径

XITONGZHILI
SHUISHENGTAI WENMING CHENGSHI JIANSHE
DE CHUANGXIN LUJING

刘芳
著



山东人民出版社

国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

系统治理:水生态文明城市建设的创新路径 / 刘芳著. —
济南:山东人民出版社,2017.8

ISBN 978-7-209-11060-0

I. ①系… II. ①刘… III. ①城市环境—水环境—生业态
环境建设—研究—中国 IV. ①X321.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第214057号

系统治理:水生态文明城市建设的创新路径

刘芳 著

主管部门 山东出版传媒股份有限公司

出版发行 山东人民出版社

社 址 济南市胜利大街39号

邮 编 250001

电 话 总编室 (0531) 82098914

市场部 (0531) 82098027

网 址 <http://www.sd-book.com.cn>

印 装 山东华立印务有限公司

经 销 新华书店

规 格 16开 (169mm×239mm)

印 张 10.5

字 数 180千字

版 次 2017年8月第1版

印 次 2017年8月第1次

印 数 1-1000

ISBN 978-7-209-11060-0

定 价 39.00元

如有印装质量问题,请与出版社总编室联系调换。

序 言

伴随城市的快速发展,城市水危机成为普遍难题,山东省同样面临这样的困境,城市水资源问题突出表现在“缺、涝、脏”三个方面:以严重干旱缺水省份山东省为例,山东省人均每年可用水量仅为322立方米,不足全国平均水平的1/6;139个县、县级市和市辖区中,87%曾出现城市内涝;目前超80%的城市地下水存在污染,基本清洁可供饮用的地下水量不足。面对严重的城市缺水、内涝、污染,人们应该清醒地认识到全面性的水资源危机已迫在眉睫,只有不断谋求人与自然水环境和谐相处,规范人类社会的水事活动,遵循自然水文循环的规律,努力实现经济、社会、生态用水的健康循环,社会才可能得以健康持续发展。其中,“生态城市”建设是修复城市水生态的一条有效路径,要修复城市水生态,必须大力开展水生态文明城市建设。

2014年,习近平总书记在中央财经领导小组第5次会议上明确了“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路。为贯彻落实习近平总书记的重要指示精神,本书选择在“系统治理”的视角下,研究山东省水生态文明城市建设。系统治理视角下的水生态文明城市建设将城市看成一个统一的生命有机体,注重自然与社会、经济发展与生态环境等多种系统要素的整合,强调政府与社会等多方共同参与。它的建设能够缓解城市紧迫的水资源问题、保障人民生命财产安全、维护经济社会发展正常秩序、增强水环境的自我修复能力、打造现代国家治理体系。

基于此背景,作者以2015年为基准年,在2016年全面展开调研

工作，已完成为期8个月的调查研究。深入山东省泰安、临沂、济南等7市进行实地调研，收取有效问卷共计3034份，搜集各地典型经验做法10余例，通过数据分析提取出城市水系统五大关键要素，并运用系统动力学原理进行五大要素之间的作用机制模拟。在此基础上建立了系统治理视角下的一整套水生态文明城市建设的对策措施，即“近海—河湖—陆域”多板块一体，“水量—水质—生境”多过程联调，“制度—工程—文化”多手段治理，“生态—安全—产业”多目标协调，以及“政府—社会组织—居民”多主体参与。

本书的研究兼具科学性和创新性，力求具有较高的理论价值和实践意义。贯彻落实习近平总书记的治水思路，坚持“系统治理”的治水思想，从“水生态文明城市建设”的角度探索缓解山东省城市水危机的措施，使研究视角和研究对象具有创新性。在研究方法上，综合运用问卷调查、实地走访、文献分析等研究方法，使研究成果具有扎实的技术和理论支撑。城市水系统的5大关键要素和要素的系统动力学作用机制模拟展现了理论创新，多维对策措施的建立体现了研究的实践价值。面对水生态文明城市建设的紧迫性、艰巨性和复杂性，人们应不断努力，向“城市，让生活更美好”的最终目标迈进。

该书是国家自然科学基金项目（71704097）、全国统计科学研究项目（2017LY21）、山东省省级水利科研与技术推广项目（SDSLKY201604）、教育部人文社会科学项目（17YJC790079）以及山东省高等学校人文社科研究计划项目（J16YF13）的研究成果。衷心感谢所有参与本书撰写指导的教授、专家和领导们，感谢参与调研的团队成员王京浩、宋万雄、孙悦、鲁振、徐鹏凡、范崇琳、韩帅章、刘畅，大家辛勤无私的工作、精辟的建议和热情的激励给本书的完成提供了真正的帮助和促进，让我深深牢记和感激。

目 录

序 言	001
第一章 系统治理视角下水生态文明城市建设问题的提出	001
第一节 研究背景及意义	001
第二节 目前国内外研究的现状和趋势	005
第三节 研究目标与研究路径	011
第四节 研究创新点	014
第二章 水生态文明城市水系统现状评估与问题分析	016
第一节 山东省水系统现状综述	016
第二节 水资源总量偏少	017
第三节 蓄水总量偏少	019
第四节 耗水量偏多	023
第五节 水质状况不容乐观	024
第六节 城市水系统问题总结	026
第三章 系统治理视角下城市水系统关键要素分析	031
第一节 数据收集与分析	031
第二节 结果与讨论	033
第四章 系统治理视角下水生态文明城市建设路径分析	036
第一节 数据收集与基本信息	036
第二节 信度效度分析	038
第三节 描述性统计	039
第四节 相关性分析	042

第五章 系统治理视角下水生态文明城市建设的实践与数据

第一节 水利用	045
第二节 水生态环境	049
第三节 水管理	051
第四节 水安全	053
第五节 水文化	056

第六章 系统治理视角下水生态文明城市建设体系模型

第一节 水生态文明城市建设体系模型建构	058
第二节 系统要素动力学作用机制模型分析	065

第七章 系统治理视角下水生态文明城市建设的途径

第一节 “近海—河湖—陆域”多板块一体	079
第二节 “水量—水质—生境”多过程联调	082
第三节 “制度—工程—文化”多手段治理	087
第四节 “生态—安全—产业”多目标协调	091
第五节 “政府—社会组织—居民”多主体参与	097

第八章 系统治理视角下水生态文明城市建设的展望

第一节 系统治理视角下水生态文明城市建设的保障措施	099
第二节 系统治理视角下水生态文明城市示范区建设	103
第三节 对几个重要关系的思考	109

参考文献

附录

附录1 调查问卷	119
附录2 调研数据分析报告	131
附录3 系统治理视角下山东省水生态文明建设典型案例	149

第一章 系统治理视角下水生态文明城市建设问题的提出

第一节 研究背景及意义

一、研究背景

城市是我们生活工作的家园。改革开放以来,我国经历了历史上规模最大、速度最快的城镇化进程,常住人口城镇化率从1978年的18%上升到2016年的57%,^①城市发展成就举世瞩目,但在高速发展带来经济社会群聚红利的同时,也造成城市水循环过程的畸变和区域性气候演变,给生态环境带来巨大压力,各类水问题日益凸显。现代城市规划的缘起与公共健康关系密切,面对城市化特别是城市水问题带来的挑战,建设水生态文明城市已成为新时期势在必行的一项全球性行动战略,这将是中国生态文明建设的最为重要的载体和有机组成部分,也是一项科学的、可行的和可为的事业。^{②③}

① 中华人民共和国国家统计局.中华人民共和国2016年国民经济和社会发展统计公报[N].人民日报,2017-03-01(010).

② 王兰,赵晓菁,蒋希冀,唐健.颗粒物分布视角下的健康城市规划研究——理论框架与实证方法[J].城市规划,2016,40(09):39-48.

③ 詹卫华,李柏文,钟林生.创建水生态文明城市的框架性构想[J].中国水利,2013(23):24-26.

近年来,我国水生态文明城市建设面临着两个极端。一方面是城市内涝严重,雨洪管理成为影响城市发展的安全隐患。长期以来,我国在城市建设中,因不注重城市雨洪管理及城市蓄水、排水功能,每年雨季因内涝受灾的城镇人口都在1亿人以上。^①2016年入汛以来,我国百余座城市遭遇“内涝成海”的尴尬。另一方面则是城市水资源紧缺,水资源供给严重不足。2014年,中华人民共和国住房和城乡建设部公布了657个城市中有300多个属于联合国人居环境署评价标准的“严重缺水”和“缺水”城市。2016年1月,全国主要平原区地下水储量比去年同期减少82.4亿立方米。^②城市水资源短缺不仅体现在水资源数量少,更体现在水资源的质量越来越差。中华人民共和国环境保护部2016年统计数据显示,全国90%的城市水域污染严重,50%的城镇水源不符合饮用水标准,40%的水源已不能饮用,南方城市总缺水量的60%~70%是由于水源污染造成的。与已经得到相当重视的空气污染问题相比,城市水系统问题更为复杂,带来的环境影响和生态破坏力更大,甚至会导致物种灭绝。水生态文明建设是我国水资源管理史上一次深刻的制度变革,受到政府的高度重视。^③为应对城市水系统问题带来的挑战,国务院相继颁布了“水十条”、《城市黑臭水体整治工作指南》《关于推进海绵城市建设的指导意见》等文件,习总书记明确指出要按照“系统治理”的方针治水,统筹做好水灾害防治、水资源节约、水生态保护修复、水环境治理,为解决城市水系统难题指明了方向。

在系统治理视角下研究水生态文明城市建设问题,就成为解决上述难题的一条新途径。系统治理视角下开展水生态文明城市建设

① 胡灿伟.“海绵城市”重构城市水生态[J].生态经济,2015,31(07):10-13.

② 中华人民共和国水利部.地下水动态月报[Z].2016.04.12.

③ 宋梦林.城市水生态系统健康评价及水生态文明建设应用研究[D].郑州大学,2016.

的内涵,是将城市看成一个统一的生命有机体,注重经济发展与生态环境等多种系统要素的整合与均衡,通过水利生态化和城镇建设生态化等途径和措施保护、合理利用水资源,构建有利于提升水生态文明建设水平的城市水系统治理体系,进而提高城市水生态系统的自我调节、修复和承载能力(表1-1)。

表1-1 系统治理视角下水生态文明城市建设与传统治理视角下对比情况

	系统治理视角	传统治理视角
基本思想	整体性、综合性思维,山田林湖城生命共同体	水治理仅侧重于治水单方面
基本原则	统筹规划,空间均衡	分而治之,空间不均
治理手段	多学科交叉,多手段治理,从源头入手,两手发力	手段单一,治理手段协同不足,只解决表象问题
参与主体	“政府—社会组织—居民”多元主体参与	政府主导一肩挑

二、研究的理论意义

一是将系统治理思维引入水生态文明城市建设中,赋予水生态文明城市建设新的理论研究特征。(1)系统性。将城市看成是统一的生命有机体,把水文化、水利用、水生态、水管理等有机结合,注重多种系统要素的整合。(2)均衡性。注重经济发展与生态环境的均衡,调节与控制城市自然—社会二元水循环要素的均衡发展,强化水资源环境刚性约束。(3)多元性。系统治理需要多元发力,整合政府、社会等多方力量共同参与。二是融合管理学、统计学、系统科学三位一体的理论基础,构建有利于提升水生态文明建设水平的城市水系统治理体系模型。水生态文明城市建设具有多级要素、动态耦合与多重反馈的特征,需要系统分析自然—社会系统多类要素的作用关系及其治理机制。三是可对已有的水生态文明城市

建设路径研究形成有益的补充和拓展。研究推进水生态文明城市建设的对策措施及政策建议，为构建可持续发展的人水和谐城市提供理论支持，同时可望根据理论分析结论提出新的实证研究命题。

三、研究的实践意义

一是解决城市现实问题，保障人民生命财产安全。与已经得到相当重视的空气污染问题相比，城市水问题更为复杂，带来的环境影响和生态破坏更大。系统开展水生态文明城市建设能够充分发挥水资源在促进经济发展、提高生活质量、保护用水环境等方面的功能，维护人类社会秩序的正常运行。

二是缓解水资源危机，增强水环境自我修复能力。如果把城市比作一个生命体，那么城市水系统无疑就是这个生命体的血脉。随着城市化进程的不断加速，城镇人口急剧扩张，这一生命血脉面临着生态系统破坏、水体自净能力丧失等水资源危机。城市水系统要素总量大，相互关系复杂并动态变化，具有复杂大系统的特性，而系统治理是综合分析并解决复杂大系统问题的有效途径。

三是提升现代城市发展水平，助力打造现代治理体系。系统治理视角下的水生态文明城市建设，进一步贯彻落实了党的十八大和十八届三中全会关于生态文明建设精神及习近平总书记提出的“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”十六字治水思路。有利于面向需求，立足实际，改善城市水生态环境，强化水安全保障，促进水产业、水管理与水文化的系统升级，提升城市品位，为城市破解资源环境瓶颈制约提供助力。

第二节 目前国内外研究的现状和趋势

国内外专门探讨系统治理视角下水生态文明城市建设的文献较少,大部分是在系统治理和水生态文明城市建设的研究中有相关论述。

一、系统治理相关研究

近年来,系统治理受到实践与理论研究的高度重视。

“十三五”规划建议提出了“大水务”(即水资源、水环境、水生态)的理念和系统治理的治水思路。党的十八届五中全会强调要实行系统全面的最严格水资源管理制度,深入实施水污染防治行动计划,加强水生态保护。在中央财经领导小组第5次会议上,习近平总书记明确了“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路。其中,系统治理是立足于山水林田湖生命共同体,统筹自然生态各要素,解决复杂水问题的根本出路。

相关研究指出要牢固树立大水务理念和系统治理思维,为经济的高速增长提供新动能,努力实现水资源和水生态环境的创新发展。^①水资源管理、水环境治理、水生态保护三者构成了大水务工作的对象,三位一体,既有区别,又有联系,需要运用系统思维综合整治城市水资源环境。创造生态城市、生态建筑,提高城乡建筑与各种设施、场所空间的环境质量和生态平衡水平。如城市水环境综合整治必须更加注重树立以人为本的理念,营造生态宜居环境,走节约型、集约型城市发展道路,注重区域文化资源的挖掘与

^① 季晓南. 牢固树立大水务的理念和系统治理思路 [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/energy/2016-05/26/c_129018010.htm, 2016-5-26.

整合，注重城市品质的提升。^{①②}相关学者提出促进城市可持续发展，构建系统治理范式是必然选择。如何从传统政府的一元主体主导的行政化风险管控体系发展为多元化、系统化的风险治理体系，成为各级政府面临的重要问题。中国现代城市治理系统是由多个既相对独立又交互作用的复杂层次子系统组成的，其典型特征在于政府引导、市场决定、企业经营与民众自主。^{③④}治理城市水问题，既要依靠产业结构、能源结构的优化和升级，也要构建系统治理的有效机制，两者相辅相成。实现产业结构、能源结构优化升级需要一个较长过程，必须伴随新产业的崛起、新能源的替代。系统治理范式是在对政府主导型治理范式反思的基础上提出的新的治理范式，主张城镇化各系统良性发展与互动，释放社会活力。^⑤从发达国家成熟经验和我国城市治理实践来看，在产业和能源结构优化之前，推进系统治理体系建设是当务之急。如欧洲水框架指令体系（WFD）建立了保护和改进水域的治理框架，要求成员国评估水体生态状况，通过监测网络比较数据，然后得出生态质量比（EQR），以评估水质量状况。^⑥

① 顾孟潮. 山水城市与生态文明[J]. 中国软科学, 1996, (05): 109-110.

② 苏晨明, 苏华清. 综合整治城市水环境建设现代生态文明城市——以广西南宁建设“中国水城”实践为例[J]. 学术论坛, 2013, 36(04): 191-196.

③ 李友梅. 城市发展周期与特大型城市风险的系统治理[J]. 探索与争鸣, 2015, (03): 19-20.

④ 王周伟. 现代城市治理系统视角下中国大城市全球化发展策略研究[J]. 经济体制改革, 2015, (03): 15-21.

⑤ 闰彩霞, 鲍宗豪. 构建可持续城镇化系统治理范式[J]. 探索与争鸣, 2016, (06): 66-69.

⑥ Borja A, Josefson A B, Miles A, et al. An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive[J]. Marine Pollution Bulletin, 2007, 55(1): 42-52.

二、水生态文明城市建设相关研究

水生态文明城市已成为公共管理特别是可持续发展研究领域的热点问题之一,相关研究侧重于:一是水生态文明城市建设的内涵及其必要性。近年来人们越来越重视水生态文明城市建设中水资源的可持续开发,提倡建立综合的水生态文明建设体系,以保证城市社会—经济—环境的协调发展。任何一个生态系统都是复杂的生物群落与所处环境相互依存、相互制约、相对独立,又有自我组织功能的系统。水生态文明建设研究人类活动与水生态系统之间的相互作用机理。如多国河流系统中的水资源分配必然涉及目标的冲突。^{①②③}水生态文明是指人类遵循人水和谐理念,以实现水资源可持续利用,支撑经济社会和谐发展,保障生态系统良性循环为主体的人水和谐文化伦理形态,是生态文明建设的重要部分和基础内容。而水生态文明城市建设是指在城市通过采取工程性和非工程性手段措施,对水生态系统进行建设,使其在满足社会发展、人类发展需求的同时,形成一种完善的、可自我更替的、良性演化的水生态系统过程。这是水生态修复与保护、水土保持建设、水利风景区建设与管理等工作的延伸和深化。^{④⑤}水生态文明城市的建设对于统筹解决水资源的短缺、水灾害的威胁、水生态的退化三大水问题具有重要作用,对促进水生态文明城市

① 马建华. 推进水生态文明建设的对策与思考[J]. 中国水利, 2013, (10): 1-4.

② 左其亭, 罗增良, 马军霞. 水生态文明建设理论体系研究[J]. 人民长江, 2015, 46(08): 1-6.

③ Kucukmehmetoglu M, Guldman J M. Multiobjective allocation of transboundary water resources: case of the Euphrates and Tigris[J]. Water Resources Planning And Management, 2010, 136(1): 95-105.

④ 胡香芹. 浅析生态文明视野中的水生态文明建设[J]. 低碳世界, 2017, 1: 102-103.

⑤ 詹卫华, 李柏文, 钟林生. 创建水生态文明城市的框架性构想[J]. 中国水利, 2013, 23: 24-26.

和现代水利示范省的建设具有长远的意义。帮助决策者重点关注效率和公平性，对受影响群体进行补偿。^①

二是水生态文明城市的建设原则与管理方法。有学者探讨了水生态文明城市建设的原则，提出将“水生态文明”理论和方法应用到多项城市规划管理实践中，其中鼓励中国地方政府积极参与生态城市实施的有效办法是改变其制度性激励机制，如将雨水资源化思想融入城市规划、水系统规划、环境规划及综合防灾等规划中。着重挖掘水资源开发潜力、提高水资源利用效率、降低市场主体间水资源效率差异。^{②③④}并提出了水生态文明城市建设的关键环节，对水生态文明城市建设发展进行了初步设计，从多种视角构建了水生态文明城市建设的评价指标体系。只有用符合国情的评价指标与分析方法及模式，才能评判中国的生态文明建设成就，如从综合技术效率、纯技术效率、规模效率以及投入产出变量松弛率等角度分析。^{⑤⑥}在水生态文明城市系统要素及体系模型构建中，指标的构建主要遵循系统性原则、客观性原则、综合性原则、动态性原则、区域性原则。水管理体系、水生态体系、供用水体系、水文化体

① Daigneault A, Greenhalgh S, Samarasinghe O. Equitably slicing the pie: water policy and allocation [J]. Ecological Economics, 2017, 131: 449-459.

② Jong M D, Yu C, Joss S, et al. Eco-city development in China: addressing the policy implementation challenge [J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 134: 31-41.

③ 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.

④ 王隆祥. 水资源、水权和生态文明建设理论的力作——《生态文明视角下的水资源配置论》评介[J]. 浙江社会科学, 2012, (04): 152-154.

⑤ 刁尚东, 刘云忠, 成金华. 广州市生态文明建设评价研究[J]. 统计与决策, 2013, (17): 61-63.

⑥ 胡彪, 王锋; 李健毅, 于立云, 张书豪. 基于非期望产出SBM的城市生态文明建设效率评价实证研究——以天津市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(04): 13-18.

系、水安全体系、水景观体系等为水生态文明城市系统中的主要构成要素。城市水循环是由自然水循环、社会水循环及相关影响因素组成的。^①在水管理体系下,水资源管理、水利工程建设、大耗水产业结构布局、用水总量及效率控制等均是重要的结构要素。在水生态体系中,水生态文明城市的水生态可分三个大方面,即区域水环境(内含生态需水维持度、水环境维护度和城市水面率)、河湖动植物(内含水生生物丰富度和植物配置合理性)、水土保持(内含恢复治理率、水土流失治理率和林草覆盖率)。在供用水体系中,城市产业结构布局、科学的水网建设、用水效率、用水限量、节水技术、用水安全、非常规水源的利用等是供用水体系的重要结构要素。在水文化体系中,实施水情教育与水生态文明宣传、人水和谐发展新文化、水利风景区建设、特色水文化传承与发展、水文化国际交流合作等是重点。在以科技为主导的单向治理思路凸显不足的境况下,用水文化引领水环境治理不可或缺。^②在水安全体系中,主要构成要素包括城市防洪排涝、水旱灾害控制、城市水质安全和水安全保障措施、饮用水源地安全等。在水景观体系中,国内外研究主要关注的要素包括自然水景观、人为水景观、水利工程与周边自然环境协调程度、河湖生态、亲水效果等。

三是研究水生态文明城市建设的技术措施。有学者研究了如何加快建设海绵城市、低影响度开发型水生态文明城市等问题,提出海绵城市建设应该基于多部门、跨行业的优势互补、合作交叉,按照整体规划、系统布局的方式协同推进,给出了“消纳、截留

① 张诚,曹加杰,王凌河,等.城市水生态系统服务功能与建设的若干思考[J].水利水电技术,2010,41(7):9-13.

② 郑大俊,张添烨,庄道永.人水和谐:水文化教育的时代价值[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2011,13(01):13-14,19,89.

和利用”三项关键性适应策略。^{①②}相关研究借助水循环理论，管网模拟软件、GIS技术等进行了水生态文明城市建设的对策措施分析。在对各地治理技术措施进行分析的基础上，挖掘出了一些典型的做法：首先是强调对城市水生态文明建设的系统、整体性整治，探索建立水生态文明城市体系模型；其次强调因地制宜，城市水系统是城市复杂大系统的重要组成部分，是水的自然循环和社会循环在城市空间的耦合系统，将水生态文明城市建设和本地自然、历史的实际情况紧密结合起来，有的放矢地进行相关建设；再次注重制度供给和法律保障，城市生态化发展正面临整体性、结构性双重挑战，需要通过完善相关法律法规来推动水生态文明城市的整体进步。^{③④}

三、国内外研究述评及研究问题的提出

通过前文分析，专门针对水生态文明城市建设进行的全面系统研究还较少，该领域还存在以下亟待解决的问题：

第一，为最大程度推进水生态文明城市建设进程，急需解决多种关键系统要素统一分析问题。目前有关研究主要是针对区域水资源的宏观配置、水库防洪发电优化调度和城市供水管网优化调度问题，在水生态文明城市建设中仍未将水利用、水管理、水环境、水生态和水文化等多种系统要素相结合，导致多龙治水、治理脱节的现象时有发生，这已成为目前制约水生态文明城市建

① 张建云，王银堂，胡庆芳，贺瑞敏. 海绵城市建设有关问题讨论[J]. 水科学进展，2016，27（06）：793-799.

② 于洪蕾，曾坚. 适应性视角下的海绵城市建设研究[J]. 干旱区资源与环境，2017，31（03）76-82.

③ 邵益生，张志果. 城市水系统及其综合规划[J]. 城市规划，2014，38（S2）：36-41.

④ 徐志虎，白庆华. 城市生态化水平评价方法及其应用[J]. 生态学杂志，2011，30（03）：621-628.