

海绵城市建设存在的问题与靶向之策

徐君¹

【摘要】在经济新常态下，随着城镇化进程的加快，区域水资源短缺、水污染加剧、城市内涝频发等问题日趋严峻，推进海绵城市建设已成为改善城市生态环境、解决城市水危机的有效途径。本文通过调查研究和文献研究，以江苏省为例，首先分析海绵城市建设的现实之需，然后找出其建设过程中存在的现实困境：法律法规不健全、管理体系不完善、科技创新能力不突出、理念认知不到位。最后，从非工程层面和工程层面两个角度提出了海绵城市建设的响应策略，以期能够为我国海绵城市建设提供一定的借鉴。

【关键词】 海绵城市 现实困境 响应策略

【中图分类号】 F294 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1006-5024(2021)05-0005-09

一、引言

国家十四五规划和 2035 年远景目标纲要中提出：“增强城市防洪排涝能力，建设海绵城市、韧性城市”。党的十九届五中指出：“推进以人为核心的新型城镇化”。海绵城市建设作为新型城镇化建设的重要组成部分，对改善城市生态环境、解决城市水危机发挥着重要作用^[1]，现如今国内许多城市都掀起了建设海绵城市的浪潮。

2014 年 11 月，我国住房和城乡建设部颁布了《海绵城市建设技术指南》；2015 年 4 月，批准了镇江、重庆、厦门、济南等 16 个国家级海绵城市建设试点。2015 年住房和城乡建设部出台了《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》。2017 年出台《国家海绵城市建设试点绩效考核指标评分细则》，2018 年发布了《海绵城市建设评价标准》，2019 年发布了《建筑给水排水设计标准》，2020 年出台了《排水设施建设中央预算内投资专项管理暂行办法》，党中央、国务院对海绵城市建设一直高度重视。

另外，随着人民生活水平不断提高，城镇化水平也随之增高，一方面导致城市用水压力增大，生活垃圾增多，对城市生态环境造成威胁；另一方面城市基础设施还较为传统，“逢雨必涝”现象频发，雨水问题十分突出。因此，破解海绵城市建设的现实困境，提出响应策略，具有明显的理论和现实意义。

自 2013 年我国提出建设海绵城市以来，针对如何解决海绵城市建设过程中面临的难题，学者们主要从内涵解读、影响因素、

作者简介：徐君，江苏师范大学商学院教授，博士生导师，研究方向为资源经济学、区域经济学和系统工程。（江苏徐州 221116），中国社会科学院博士后，江苏师范大学商学院副院长，兼任国家社会科学基金项目通讯评审专家、教育部学位与研究生教育发展研究中心评审专家、校学术委员会委员、徐州市科技管理项目评审专家、《资源开发与市场》编委。曾荣获霍英东青年教师奖、江苏省社科英才、江苏省青蓝工程中青年学术技术带头人、徐州市五一劳动奖章等。主要从事能源经济与管理、城市发展与转型、管理科学与系统工程、战略管理等方面的研究。已主持国家社会科学基金项目 3 项，“十五”国家科技攻关重点项目子课题 1 项，其他省部级课题 14 项，出版著作 5 本，主编教材 4 本，在中外核心期刊、SCI、SCCI 期刊、三报一刊上发表论文 90 余篇，获得省部级科研奖 12 项、地厅级奖 28 项。主要成果有：《供给侧结构性改革与中国资源型城市转型研究》（专著，人民出版社，2019 年），《中国资源型城市脆弱性时空演化理论与实证研究》（专著，中国经济出版社，2017 年），《煤炭企业的低碳经济研究》（专著，人民出版社，2013 年），《企业战略管理》（教材，清华大学出版社，2008 年、2013 年、2018 年），《生态文明视域下资源型城市低碳转型战略框架及路径设计》（《管理世界》2014 年第 6 期），《区块链技术驱动新零售生态圈的作用机制及提升策略》（《经济体制改革》2021 年第 2 期），《供给侧改革驱动资源型城市转型的机制分析》（《中国人口·资源与环境》2016 年第 10 期），《国内外资源型城市脆弱性研究综述与展望》（《资源科学》2015 年第 6 期）。

基金项目：国家社会科学基金项目“区域中心城市创新生态圈建构、演进及协同效应研究”（项目编号：19BJY066）；江苏省高校哲学社会科学重点项目“江苏省海绵城市建设的动力机制、评价和对策研究”（项目编号：2018SJDZDI090）

提升路径等方面出谋划策。仇保兴（2015）从海绵城市的本质、目标、思维、实践四个角度完整探讨了海绵城市的四项基本内涵，即：解决城镇化与资源环境的协调和谐、让城市“弹性适应”环境变化与自然灾害、转变排水防涝思路、开发前后的水文特征基本不变^[2]。

张伟等（2016）研究认为海绵城市建设是以“水生态、水安全、水环境、水资源、水文化”五大目标实现新型城镇化建设，说明海绵城市建设需要多专业、跨领域的协调与配合^[3]。张俊等（2017）以厦门市海绵建设试点为例，研究城市水系空间问题及应对策略^[4]。陈前虎等（2018）基于海绵城市建设全生命周期视角，识别海绵城市建设中法规、管理、技术与资金等风险因素，各因素对建设风险的影响程度随生命周期演进会发生变化，因此风险管理重点需与时俱进^[5]。

黄敬军等（2018）分析了影响海绵城市建设的地质因素，阐释了地质条件对降雨产生、入渗、雨水储蓄、雨水净化的影响^[6]。马海良等（2018）研究表明江苏省海绵城市建设存在南北时空差异，由此提出苏北追数量、苏南讲质量以及全省促进区域协同发展建议^[7]。王婷婷等（2019）指出海绵城市分区分管控是有效落实海绵城市专项规划的重要抓手，并提出句容市海绵城市专项规划中的分区分管策略^[8]。

孙秀锋等（2019）认为我国海绵城市建设需要从行政与制度建设、设计科学依据、项目监测与评价、项目示范推广以及处置序列合理组织 5 个方面进行改进与突破^[9]。赵迪先等（2020）通过对镇江市海绵城市建设试点研究表明，在未来海绵城市规划中，应重点考虑在高人口密度、低绿地可达性居民地，布局居住区级以上海绵型公园^[10]。高玉琴等（2021）以南京某住宅小区 4 个 LID 方案为研究对象，研究结果显示海绵城市建设截污减排效益最优，社会效益良好^[11]。

许申来等（2021）等指出海绵城市建设无法可持续达标是由于忽略了工程性措施与非工程性措施之间的协同关系^[12]。胡志平等（2021）研究湿陷性黄土地区海绵城市建设，认为海绵城市建设需求旺盛但科技支撑薄弱，功能需求与差异化地质条件矛盾突出，冒进式开发与总体供给不足，规划水平有待提高^[13]。然而鲜有学者对江苏省海绵城市建设的现状及面临的困境进行系统地梳理分析。本文以此为出发点，以江苏省为例，研究海绵城市建设的必要性及面临的突出问题，并从非工程措施层面和工程措施层面提出合理化的对策，希望能为推进我国海绵城市建设进程提供借鉴与参考。

二、海绵城市建设的现实之需

我国提出“海绵城市”的理念较晚，海绵城市建设始于 2013 年，距今只有短短几年时间，通过文献分析发现，我国学者对海绵城市的研究还较为浅显，海绵城市建设目前仍是一个热点话题。从知网查询结果来看，至 2013 年以来，国内学者对于海绵城市建设的研究文献呈现上升趋势，如图 1 所示。

自 2015 年江苏省镇江市成为第一批国家级海绵城市建设试点以来，江苏省一直在海绵城市建设方面积极探索实践，随后又批准了南京、常州、无锡等 14 个省级海绵城市建设试点。目前，江苏省在建设海绵城市方面还处于起步阶段，建设规模较小且多为小块海绵体建设，如：苏州园博园海绵体建设^[14]、镇江江二社区海绵小区建设、徐州泰山山体公园海绵绿地。由于江苏省地理区域南北跨度较大，南北城市无论是在水文地质还是资源禀赋方面，都存在较大差异，导致各地海绵城市建设面临着不同的境况。

1. 水资源分布不均

近年来，我国年均降雨量整体呈下降趋势，江苏省降水呈现明显的区域差异，具体表现为“南多北少”，导致地表水资源量分布严重不均衡。以 2019 年为例，王家坝至中渡区地表水资源量不到太湖流域地表水资源的十分之一。一般来说，自然条件下，总降雨量的 50% 会下渗到地下，然而随着经济发展带来城镇化持续加速，人口向城镇迁徙，城市人口密度不断增加，导致局部用水量增加，加之城镇地区地表硬化，雨季时地表径流能达到 55%^[15]，雨水无法及时下渗，补充地下水，城市地下水资源量分

布不均且下降问题明显。

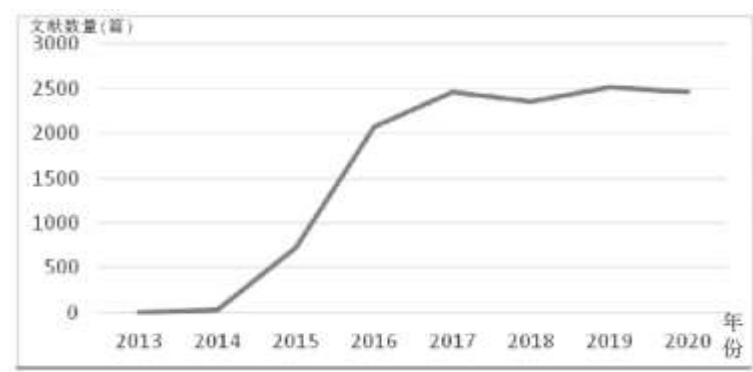


图 1 2013-2020 年海绵城市研究现状

2. 城市水污染加剧

城市是人口相对集中的区域，资源消耗集中且消耗量大，产生污染的概率较高。一方面，大量的人口既增加了城市供水的压力，也导致城市污水排放量持续攀升；另一方面，不断膨胀的城市面积和持续增加的固体垃圾，增高了雨水地表径流阶段被污染风险，部分雨水在未成为地下水补充资源以前就变成了城市污水^[16]。从图 2 可知，江苏省 2014-2019 年城市污水排放量处于攀升状态，2019 年城市污水排放总量为 457800 万吨，比 2018 年排放量增加 17500 万吨。城市水污染加剧，亟待解决。

3. 城市内涝频发

近年来，随着经济的发展，城市规模的不断扩大，地面开发强度不断加大，使得城市不透水面积逐年增加。地下停车场、地下商场、地铁等项目的实施更是给城市地下排水管网的建设带来了一定的难度。现有的城市排水管网的建设质量已无法跟上城市人口规模扩张的步伐^[17]，加之江苏省苏南降水多且集中，夏季暴雨频繁，道路积水严重，加剧了洪涝灾害的发生。据新华网报道：2020 年，江苏全省发生多轮强降雨，平均雨量比常年同期偏多 1 倍，雨涝灾害警情 1669 起，防汛抗洪抢险救灾投入 70 余万元救生设备，220 余万元救灾物资，出动指战员 2 万余人，24 小时全程备战，人力物力财力消耗巨大。

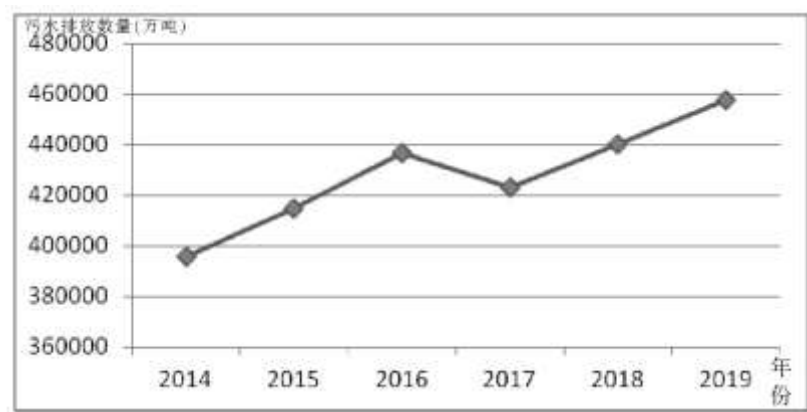


图 2 江苏省 2014-2019 年城市污水排放量

资料来源：江苏省 2020 年统计年鉴。

4. 城市基础设施不完善

江苏省城市扩张步伐较快, 据统计年鉴可知, 2019 年末城镇化率已达到 70.61%。城镇化水平的提高, 会带来城市供水排水系统压力增大, 但是早期的城市建设存在缺乏综合考虑的情况, 在城市建造地铁、房屋拆迁过程中出现损坏排水管网或由于排水系统设施老化造成地下排水堵塞。此外, 江苏省历史遗迹较多, 全省文化名城 13 座, 文化名镇 27 座, 文化名街 7 条, 这些老城老街都属于文化遗址保护区, 存在供水排水系统老化现象, 但出于对文化遗址的保护又不容易进行改造。

三、海绵城市建设的现实困境

1. 法律法规不完善

面对着海绵城市建设这一庞大的系统工程, 没有完善的法律法规作为指导, 就如同行驶的巨轮失去灯塔, 找不到前进的方向。国家的法律法规对海绵城市建设具有重要的指引作用。海绵城市的规划管理、资金保障、建设维护等工作都离不开政府部门的支持和引导。

为了解决国内洪涝灾害, 改善城市生态环境, 自 2013 年国家提出“海绵城市”建设理念以来, 2014 年到 2015 年间, 我国住房和城乡建设部相继颁布了《海绵城市建设技术指南》《海绵城市建设绩效评价与考核办法(试行)》, 2015 年 10 月国务院办公厅颁布了《关于推进海绵城市建设的指导意见》。而自 2015 年镇江市成为首批试点城市以来, 直到 2017 年 8 月, 江苏省第一部关于海绵城市建设和管理的创新性政府规章——《镇江市海绵城市管理办法》才正式施行。

2020 年, 江苏省南京市出台《南京市透水铺装建设与运行维护指南》文件。总体来说, 江苏省海绵城市建设相关法律法规的制定和出台相对滞后, 将会影响海绵城市建设进程和建设质量。此外, 从微观层面来说, 江苏省海绵城市建设的各个板块和各个项目也缺乏控制性的详细规划, 包括建设时间、路径、实施验收和后期维护等, 而且由于地域差异, 不同的试点城市不同的建设项目都应该有一个严格的技术标准, 但技术标准未能明确, 对于基层管理人员的实地操作也是一个很大的挑战, 如此很难保证海绵城市建设的质量。

2. 管理体系不健全

目前, 江苏省对于海绵城市的建设管理还处于起步阶段。在传统的雨洪管理方面, 防洪和排涝分别是水利和市政两个部门负责, 分工明确, 而海绵城市的建设过程中还需要涉及园林、环保和水务等多个部门的参与, 所涉及的部门越多, 管理的难度就越大。因此, 管理水平的高低直接决定着海绵城市建设的进程和速度, 而江苏省自建设海绵城市以来, 距今仅有短短的 5 年时间, 刚刚处于起步阶段, 在建设方面存在部门间责任分工不明、缺乏有效沟通、对管理体系的建设重视不足等问题。

江苏省海绵城市的建设是一项巨大的工程, 项目建设周期相对较长, 在建设过程中管控不到位则会直接影响海绵城市建设的质量, 甚至会增加时间和资金成本。在建设的过程中还需要多个部门多个机构沟通协作, 各个部门机构可能存在自己需要解决的优先事项, 从而不能兼顾其他事项的情况。因此, 海绵城市的建设需要有一个专门的机构对各部门进行沟通协调。此外海绵城市建设对民众的宣传和教育力度不够, 民众对海绵城市的认知不足, 参与海绵城市建设的热度低也是与管理体系不健全密不可分的, 管理水平的提高可以有效加快海绵城市建设的进程, 提升海绵城市建设的科学性。

3. 科技创新能力不突出

科学创新能力直接决定着海绵城市建设的质量和效益。科技创新能力的高低对海绵城市建设的影响主要体现在三个方面: 一是技术支持, 技术水平的高低直接决定着海绵城市建设的质量, 能够解决海绵城市建设中出现的的技术性难题, 如绿色屋顶、

透水路面、雨水花园的建设技术，从而加快海绵城市建设进程，节约人工成本，提高海绵城市建设的综合效益。二是资金支持，科学技术是第一生产力，我国三大产业都离不开技术的支撑，技术水平越高，对 GDP 的贡献值越大，政府就越多有资金投入到海绵城市建设中。三是创新能力，海绵城市建设是现代城市建设的新理念，能够激发科研人员的创新意识，培养创新观念，建设创新团队^[18]。

据 2020 年江苏省国民经济与社会发展统计公报可知，江苏省研究与试验发展（R&D）人员数为 89.0 万人，仅占江苏省总人口的 1%，说明江苏省自主创新能力还有待提升。并且海绵城市的建设要突破传统的规划手法，需要针对场地的水文特性因地制宜，不断创新。江苏省南北跨度较大，自然条件存在巨大的差异，每一座城市的海绵体建设都要结合自身的条件和当地的地质状况等，此外，试点城市建设需要专业性人才，江苏省在海绵城市建设团队方面尚存在一定的缺失，这将阻碍海绵城市建设进程。

4. 海绵城市建设理念认知不到位

海绵城市与“低影响开发”“水敏型城市设计”等概念类似^[19]，虽然这些雨洪管理概念在国外发展已较为成熟，但是国内引入“海绵城市”的概念仅有短短几年时间。公众了解海绵城市的途径更是屈指可数。公众对于海绵城市建设理念的认可度直接影响海绵城市在建设过程中公众主动配合的程度，对于海绵城市建设理念认知和认可度越高，越会配合海绵城市试点的建设。

在对镇江市试点调查过程中发现，居民对于海绵城市建设并没有给予一定的关注，大多数居民只是听说“海绵城市”这一概念，而有关海绵城市的设计理念，居民并不知晓。而且有居民提出反对意见：由于在建设的过程中，有大量的泥土被挖出，挤占小区道路，尤其是在下雨天，造成道路泥泞，给小区的通行带来不便。

居民认为海绵城市建设并没有给他们带来益处反而影响了他们的生活^[20]。这种情况又降低了公众对海绵城市建设的认可度。海绵城市建设是一项艰巨的系统工程，仅靠政府单方面的努力，很难取得良好的效益，需要企业和公众积极配合，主动参与到海绵城市的建设中来。因此对于海绵城市建设理念认知不足，会严重影响海绵城市建设的效果。

四、海绵城市建设的响应策略

（一）非工程层面的响应策略

1. 加强顶层设计，建立完善的管理体系

海绵城市建设中，政府是主导者，应该统筹海绵城市建设的各项工作，协调多个机构和部门，建立完善的系统管理体系，加强顶层设计。

（1）规划管理政策。海绵城市建设是一项庞大的系统工程，其建设过程中涉及水利、交通、环保等多个部门，建设过程中涉及的管理部门越多，需要协调的资源数量就越大，管理起来就愈加困难，因此制定合理的规划管理政策对于海绵城市建设具有重大的指导意义。首先，各海绵城市建设试点应当协调相关机构和部门依据本城市的自然环境状况、经济发展水平和城市人口等特点编制海绵城市建设总体规划，绘制建设蓝图。

通过绘制发展蓝图可以在宏观层面整体规划建设海绵城市，协调和理顺城市各区域之间的作用关系，形成相互配合，协同发挥防洪、净水、渗水的预期作用，为海绵城市建设指引方向，明确建设目标。可借鉴美国的最佳管理措施（BMPs），这一管理措施在降低流域污染，改善水质方面发挥着至关重要的作用，恰好符合海绵城市建设的核心要求。此外，海绵城市建设还应当确保后期运营良好，在后期设施维护管理阶段，必须制定一套完整的管理模式，明确责任主体，对管理人员进行统一培训，合

格上岗，以便对设施进行科学维护管理，保障设施的正常运行，延长设施的使用期限，从而达到综合效益最大化目标。

(2) 资金保障政策。我国海绵城市建设目前还处于起步阶段，投资营运需要一定的资金保障，资金是海绵城市建设的动力源泉，海绵城市建设是一项高投入成本高收益回报的工程，一般而言，平均建设成本约每平方公里 1 亿元~1.5 亿元^[21]，对于老城区的建设，投入成本会更高，因此需要一定的资金保障。

建设资金仅来源于政府是远远不够的，应当借助政府的主导地位，制定“政企合作”的投资模式，广泛吸收社会资本参与到海绵城市建设中来。然而海绵城市建设的效益不易直接体现，而是转换为环境效益和社会效益，面对投资回报不确定的情况下，如何制定资金保障政策，才能吸引社会资金的参与是一项重点工作。

政府与企业可以共同商榷，利用企业的人才优势共同商讨制定海绵城市的建设方案，如此，既减轻了政府负担，缓解了消费费用超支带来的财政压力，又促进了投资主体的多元化。建立顺畅的资金筹措及流通机制，能够保证技术研发单位快速、高效获得研发资金，突破技术瓶颈，从而加快海绵城市建设进程^[22]。

2. 提高技术水平，保障建设专业化

海绵城市建设除了配套的政策作为保障外，更需要科技创新水平的提高和突破，海绵城市建设项目中的透水路面、下沉式绿地、绿色屋顶等都对技术水平有较高的要求。国外对于雨洪管理的理念研究较早，技术已较为成熟，可借鉴参考国外先进技术，如：美国的低影响开发技术（LID），澳大利亚的水敏性城市设计（WSUD），英国的可持续城市排水系统（SUDS），在实施的过程中^[23]，参考国外的先进技术来提升自我。具体可以从以下方面展开：

(1) 促进产学研相结合。海绵城市建设具有较强的地域性，各省各城市都会面临不同的境况，要强化研发中心建设，加强人才队伍的建设，人才队伍建设是实现海绵城市有效建设及管理的重要依托。一方面，可以成立专门的海绵城市建设研发中心，吸引具有学科优势的高等院校人才或大企业的优秀技术人才前来深入研究，提高技术创新水平，紧紧依托研发中心实现对关键技术难题的突破。

另一方面，通过组织不同类型、不同层次的培训机构分类扶持教育，完成对建设海绵城市工程人员的全面培训，同时引进不同类型人才，满足人才多元化需求。各高等院校要加强与大企业的合作，让学生深入企业交流学习，提高学生的实践能力。企业要充分利用高等院校的人才优势，与高等院校内部的技术研究所紧密合作，实现对关键技术难题的突破，将企业内部技术人员派往高校加强学习，开阔研究视野，获得新的研究思维，以提高技术人员的专业素养和创新能力。

(2) 深度推进技术创新。国家对于海绵城市的建设技术高度重视，技术是实现海绵城市建设的关键。首先要从“滞、渗、蓄、净、用、排”等方面加强技术创新和研发。从“排”水技术来看，传统的排水技术都是集中在管网和泵站，而海绵城市建设要求中的“排”水强调的是低影响开发技术，除了要考虑传统的小排水系统，还要关注超标雨水径流的排泄通道、雨水的净化等大排水系统。

其次需要注意，在“滞、渗、蓄、净、用、排”的海绵城市建设六字方针中，苏南和苏北城市应各有自己的侧重点。苏南地区降雨量相对较多，容易发生洪涝灾害，需要注重雨水的“蓄”和“排”，来减少径流外排量，苏北水资源相对短缺，应更加注重“滞”和“蓄”，主要用于缺水时缓解用水紧张的局面。

由于苏南苏北气候的差异，在选择屋顶绿化植物时也应区别对待，但共同的特性是要耐水耐旱，防风防沙。最后，要将海绵城市建设与景观建设相结合，使建设的“海绵体”不仅具备六字方针，还能与美观性、经济性、可持续发展性融为一体。

3. 普及建设理念，提高建设认同感

为了有效地推进江苏省海绵城市建设，不能仅靠政府单方面的认可，同时还需要取得企业和民众的接受与支持。可以借助政府的宣传工作来树立正确的海绵城市建设理念。

(1) 取得企业的认同和支持。海绵城市的建设离不开资金的支持，政府需要广泛地吸收社会资本。面对海绵城市投资与回报不确定的情况下，企业可能会认为投资风险和投资成本太高而不愿意参与，如房地产开发商，如果想要参与到海绵城市的建设中，就要花费更多的成本在地下管网、地下停车场、广场、小区绿化和绿色屋顶的建设上，即使有政府的补贴，这也将是一笔可观的成本投入。因此，政府应当向企业普及海绵建设能够带来的长远利益，顺利建成海绵城市，可以大大提升城市的整体形象和影响力。研究分析表明：海绵城市建设的区域房地产的价值可以增加 25%~40%，由此不仅提升了城市的品质和土地价值，还为企业带来了巨大的收益，一举两得，从而实现双方共赢。

(2) 取得民众的接受和参与。海绵城市建设是以“以人民为中心”，应当让民众认识到海绵城市建设的理念就是专门用来解决城市水危机、改善城市生态环境，形成对水资源的良性循环利用，避免雨水灾害对民众的财产和人身健康带来损失。此外，海绵城市建设也会带动财税、就业和相关产业的发展，从而带来大量的就业机会。

让民众充分了解到海绵城市建设将会给自身给社会带来的巨大效益，具体的做法可以借助社区委员会的帮助，以社区为单位积极开展海绵城市建设的相关活动，比如：知识讲座、张贴宣传标语，让民众认识到海绵城市建设的重要性，积极参与到海绵城市的建设中来，还可以设置一些奖励措施，鼓励民众为海绵城市谏言，并让民众参与到海绵城市建设的绩效评估中来，广泛收集民众建议，提升居民在海绵城市建设过程中的主人翁意识。政府还可以借助官方微博和公众号及时推送海绵城市的建设实况，如此以来，民众使用一部手机就能及时了解到海绵城市建设成效，并欢迎鼓励民众在下方评论留言。

(二) 工程层面的响应策略

1. 完善城市基础设施，增加城市透水面积

海绵城市建设的实质即是灰色与绿色设施的结合建设、海绵体的新建与保护，海绵体既包括道路、绿地、河流湖泊，也包括城市小区建筑等。如今的城市交通四通八达，公路、铁路、水泥路贯穿南北，住房、商业、写字楼不断崛起，大大减少了城市的透水面积，导致雨水资源得不到充分的利用。此外，传统的城市建设，为了美观将城市河道硬化，严重降低了河道对雨水的消减能力。因此，要完善城市基础设施，增加城市的透水面积。这可以从以下方面展开：

(1) 旧城区地下管网改造。旧城区改造比新城区建设难度更大，建设成本更高。旧城区地下管网老旧，需要改造传统排水渠道。可以建设地下雨水调蓄隧道，将新建的雨水调蓄隧道与传统排水系统合理衔接。如法国马赛市中心的地下雨洪调蓄池实现了与地下主排水管道的精妙衔接，不仅起到了雨洪调控的功能，还达到了净化水质的效果。

(2) 铺装透水路面。城市中的地面硬化、不透水铺装会加速产生热岛效应，带来洪涝灾害等一系列问题，铺装透水路面能够较理想的达到雨水下渗的目的，不仅可以及时补充土壤水和地下水，还能够降低汽车轮胎与地面摩擦产生的污染物，达到净化雨水的作用。如：常州正龙汇路、德润路等道路低影响开发示范工程建设采用透水性人行道砖、LID 树池等综合措施，效果明显。透水铺装对选址有一定要求，首先要进行评估，主要从气候条件、地质条件、人文条件和工程条件四大方面进行考察评估。此外，透水铺装的后期维护非常重要，透水地面容易吸附杂质、产生沉淀物，造成透水空隙被堵塞，因此，需要定期对其进行高压冲水清洗。

(3) 扩大绿化覆盖率，即通过绿地来增加对雨水的吸收。首先，可以对住宅区、商业区的楼顶进行绿化，建设绿色屋顶，

并辅以耐涝耐旱、景观性较强、后期维护成本低的植物。其次，可以通过道路两旁设置下沉式绿地，降雨量较小时可以有效收集雨水，降雨量较大时还能够有效拦截和缓存冲刷下来的泥土与石子，起到道路排水的作用。最后，通过建设海绵公园、雨水花园，扩大城市的绿化空间，有助于收集并净化雨水。

2. 重视城市流域保护，消减城市水域污染

近年来，城市污染物排放量增加，在一定程度上造成水环境恶化，河流湖泊调蓄能力降低，加剧了城市水资源短缺，城市洪涝灾害频发的状况。因此，要重视城市流域保护，消减城市水域污染。

（1）保护流域。流域与海绵体系建设有着密切的关系，城市的河流湖泊是城市生态景观的载体，是天然的海绵体，对城市的内涝能够起到有效的缓解作用。

整体来说，江苏省地表水资源丰富，河流湖泊分布广泛，然而苏南城市在夏季连续发生洪涝灾害，看上去是由于城市基础设施建设不完善，防洪功能不健全，但从根本上讲，是因为河流湖泊的蓄水、净化、调节功能被破坏，在雨洪来临时无法发挥调蓄洪水的作用，因此必须加强对城市河道水系的治理力度，增强城市抵御洪水压力的能力。

（2）治理污染。随着城市人口的不断增加，随之产生的生活垃圾也越来越多，小区周围的河道经常有生活垃圾的流入，加之工业废水的非严格治理直接流入河道，造成水体富营养化，阻碍了河道的排水功能，这种情况在苏南工业发达，河流分布多的城市尤为常见。

因此，为了建成海绵城市，一方面要从源头消减污染，对河道周围的居民实行惩戒措施，对工厂进行技术改造，如南京市江北新区滁河治理，运用海绵城市的建设理念，达到了良好的治理效果；另一方面要对生活污水的排放进行统一整治，可以根据不同开发建设强度的地区，分别建立集中式污水处理厂和分散式污水处理厂，以避免城市生活污水乱排乱放。

3. 恢复城市湿地系统，提高雨洪调控能力

湿地系统是重要的人类生存环境和动植物生存基地，有着“自然之肾”之美称，具备调节局部气候、净化环境、缓解洪涝灾害等强大的功能。然而，随着城市化进程的加快，建筑面积不断扩大，许多湿地系统被牺牲，加之城市人口激增带来的生活垃圾对环境的污染，更是降低了湿地系统的生态功能。因此，应当积极采取措施恢复城市湿地系统，提高雨洪调控能力。

（1）加强现有湿地保护。城市湿地在城市排水、防涝、防洪及改善城市生态环境中发挥着重要作用，是城市天然的雨水滞纳净化场地，是自然条件下形成的蓄洪纳洪最佳场所。尤其是要加强离中心城区较远的新开发区的湿地保护，严禁出现填埋坑塘、河沟等湿地的现象。以牺牲湿地为代价的城市建设必将增加城市内涝风险。

（2）开展生态恢复工作。围湖造田会使地表径流调蓄出现困难，导致洪涝灾害频发，因此，各城市应当针对城市内涝较为严重的区域，重点开展生态恢复工作，充分利用城市现有的水利设施、公共绿地等将紧邻不透水路面的绿化带改造为植物缓冲带，削减径流流速和污染负荷，改善区域水环境。

如徐州的贾汪区，原本是采煤塌陷区，如今转型再现绿水青山，并因势利导，建立了潘安湖湿地公园 4A 级景区，打造成为国家水利风景区、国家湿地旅游示范基地、生态旅游示范区。还可借鉴英国伦敦 Sutcliffe 公园的建设，实现水域、湿地、绿地、周边住宅与地下停车场的有机结合。

参考文献：

-
- [1]徐君,任腾飞.我国海绵城市建设面对供给侧改革的冷思考及新路径[J].经济问题探索,2018,(4):99-105.
- [2]仇保兴.海绵城市(LID)的内涵、途径与展望[J].给水排水,2015,(3):1-7.
- [3]张伟,车伍.海绵城市建设内涵与多视角解析[J].水资源保护,2016,(6):19-26.
- [4]张俊,周璟.城市建设中水系的空间问题及对策研究——以海绵城市建设试点厦门市为例[J].城市规划,2017,(12):109-113.
- [5]陈前虎,孙攸莉,黄初冬.海绵城市建设风险因素及其影响机制[J].城市发展研究,2018,(10):96-104.
- [6]黄敬军,武鑫,姜素.海绵城市建设的地质影响及适宜性评价——以徐州为例[J].地质论评,2018,(6):1472-1480.
- [7]马海良,姜明栋,胡媛媛,等.海绵城市建设时空差异研究——以江苏省为例[J].生态经济,2018,(4):185-190.
- [8]王婷婷,朱晓娟,任道.句容市海绵城市专项规划中分区分管策略[J].中国给水排水,2019,(20):1-4.
- [9]孙秀锋,秦华,卢雯韬.澳大利亚水敏城市设计(WSUD)演进及对海绵城市建设的启示[J].中国园林,2019,(9):67-71.
- [10]赵迪先,徐建刚,高尚,等.基于改进2SFCA可达性建模的海绵型公园绿地空间社会效益评价——以镇江市海绵城市建设试点区为例[J].生态经济,2020,(11):221-227.
- [11]高玉琴,陈佳慧,王冬冬,等.海绵城市低影响开发措施综合评价体系及应用[J].水资源保护,2021,(3):1-10.
- [12]许申来,周影烈,李王锋,等.海绵城市理念下流域协同治理策略思考与探索[J].中国给水排水,2021,(2):1-6.
- [13]胡志平,温馨,张勋,等.湿陷性黄土地区海绵城市建设研究进展[J].地球科学与环境学报,2021,(3):1-13.
- [14]陈晨.基于海绵城市理念的苏州环古城河绿地景观设计研究[D].苏州:苏州大学,2017.
- [15]Hong W Y, Yang CH Y, Chen LX, et al. Ecological Control Line:a Decade of Exploration and an Innovative Path of Ecological Land Management for Megacities in China[J]. Journal of Environmental Management, 2017, 191(1):116-125.
- [16]许申来,周影烈,韩志刚,等.北方季节性降雨地区海绵城市规划建设经验探索[J].给水排水,2019,(5):81-85.
- [17]Votsis A.. Planning for Green Infrastructure:the Spatial Effects of Parks, Forests, and Fields on Helsinki's Apartment Prices[J].Ecological Economics, 2017, 132(1):279-289.
- [18]徐君,武英凯.共享视角下海绵城市创新浓度的提升路径[J].青海社会科学,2018,(1):65-70+87.
- [19]Coombes PJ, Argue JR, Kuczera G.. Figtree Place:a Case Study in Water Sensitive Urban Development(WSUD)[J]. Urban Water, 2000, 1(4):335-343.

[20]李珊珊,王武港,周泽聿,等.江苏省海绵城市建设的社会支持调研和存在问题探究——以镇江市为例[J].中国商论,2017,(16):114-116.

[21]杨高升,董洪麟.海绵城市战略下城市雨洪管理探析[J].科技管理研究,2019,(7):215-220.

[22]耿潇,赵杨,车伍.对海绵城市建设 PPP 模式的思考[J].城市发展研究,2017,(1):125-129+134.

[23]沈乐,单延功,陈文权,等.国内外海绵城市建设经验及研究成果浅谈[J].人民长江,2017,(15):21-24.