

益阳市海绵城市建设

相关专题研究

上海市政工程设计研究总院集团有限公司

二零一七年九月

前 言

为进一步贯彻落实国务院办公厅《关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）、湖南省人民政府办公厅《关于推进海绵城市建设的实施意见》（湘政办发〔2016〕20号），加强对我市海绵城市规划与设计的指导工作，益阳市规划局组织编制了《益阳市中心城区海绵城市专项规划》和《益阳市海绵城市建设技术导则（纲要）》，并针对益阳市的海绵建设中关键节点进行相关专题分析研究。

本专题内容为研究性质的技术文件，内容包括两个专题研究部分。专题一：海绵城市发展理念在益阳的规划应用研究；专题二 益阳市中心城区海绵城市建设适宜性评价分析研究。

编制单位： 上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

主要起草人： 金彪 项菲菲 华鸿乾 王国卿 杨天翔 雷洪霖 陈国生

规划编制资质证书 [建]城规编（141091）

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

二〇一七年九月

目 录

专题一：海绵城市发展理念在益阳的规划应用研究

1. 海绵城市理念.....	2
1.1. 海绵城市的概念与内涵.....	2
1.2. 海绵城市的建设途径.....	2
1.3. 海绵城市建设的政策要求.....	3
1.3.1. 国家政策背景.....	3
1.3.2. 湖南省政策背景.....	4
1.3.3. 益阳市城市发展背景.....	4
2. 海绵城市建设实践的国内外案例.....	5
2.1. 国外雨水管理体系.....	5
2.1.1. 美国低影响开发（LID）技术与绿色基础设施（GI）理念.....	5
2.1.2. 德国分散式雨水管理系统.....	6
2.1.3. 澳大利亚水敏型城市设计.....	6
2.2. 国内海绵城市案例.....	6
2.2.1. 嘉兴市海绵城市建设.....	6
2.2.2. 昆山市海绵城市建设.....	8
2.2.3. 镇江市海绵城市建设.....	12
3. 益阳市海绵城市建设条件分析.....	17
3.1. 城市概况.....	17
3.1.1. 地理与水文特征.....	17
3.1.2. 气象特征.....	17
3.2. 海绵城市建设需求评价.....	17
3.3. 益阳市海绵城市建设问题识别与优势分析.....	18
3.3.1. 重点解决问题.....	18
3.3.2. 优势分析.....	19

4.	益阳市海绵城市建设总体思路.....	22
4.1.	建设目标与重点分析.....	22
4.1.1.	建设目标.....	22
4.1.2.	海绵城市建设重点.....	22
4.2.	海绵城市建设总体思路.....	24
5.	海绵城市在益阳的实施路径.....	25
5.1.	不同层级的城市海绵体系构建.....	25
5.2.	不同特征的海绵建设分区策略.....	25
5.2.1.	海绵缓冲区.....	26
5.2.2.	城市建成区.....	29
5.2.3.	城市新建区.....	31
5.2.4.	工业集中区.....	32
5.3.	海绵城市规划管理体系构建.....	33
5.3.1.	海绵城市规划编制管理.....	33
5.3.2.	地块开发的规划建设管控.....	34
5.3.3.	海绵技术标准体系建立.....	35
5.3.4.	海绵城市建设项目设计引导.....	36

专题二 益阳市中心城区海绵城市建设适宜性评价的分析研究

1.	规划区概况.....	44
2.	海绵城市建设适宜性评价技术路线.....	44
3.	评价方法研究.....	45
3.1	单因子评价.....	45
3.2	多因子叠加.....	48
4.	综合评价结果.....	48
5.	结语.....	50

专题一

“海绵城市”发展理念在益阳的规划应用研究

专题一

“海绵城市”发展理念在益阳的规划应用研究

1. 海绵城市理念

1.1. 海绵城市的概念与内涵

“海绵城市”的定义是：城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。海绵城市建设应遵循生态优先等原则，将自然途径与人工措施相结合，在确保城市排水防涝安全的前提下，最大限度地实现雨水在城市区域的积存、渗透和净化，促进雨水资源的利用和生态环境保护。在海绵城市建设过程中，应统筹自然降水、地表水和地下水的系统性，协调给水、排水等水循环利用各环节，并考虑其复杂性和长期性。

“海绵城市”的内涵有两方面：一是改变城市排水系统设计思路，遵循“渗、滞、蓄、净、用、排”的六字方针，统筹考虑内涝防治、径流污染控制和雨水资源化利用等多个目标；二是保护或修复城市水生态系统，最大限度地保护城市未受到破坏的河流、湖泊、湿地等水生态体系，并综合运用不同的技术手段，修复已经受到破坏的城市水生态系统。

1.2. 海绵城市的建设途径

(1) 对城市原有生态系统的保护

最大限度地保护原有的河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区，留有足够涵养水源、应对较大强度降雨的林地、草地、湖泊、湿地，维持城市开发前的自然水文特征，这是海绵城市建设的基本要求。

(2) 生态恢复和修复

对传统粗放式城市建设模式下，已经受到破坏的水体和其他自然环境，运用生态的

手段进行恢复和修复，并维持一定比例的生态空间。

(3) 低影响开发

按照对城市生态环境影响最低的开发建设理念，合理控制开发强度，在城市中保留足够的生态用地，控制城市不透水面积比例，最大限度的减少对城市原有水生态环境的破坏，同时，根据需求适当开挖河湖沟渠、增加水域面积，促进雨水的积存、渗透和净化。

海绵城市建设应统筹低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统。低影响开发雨水系统可以通过对雨水的渗透、储存、调节、转输与截污净化等功能，有效控制径流总量、径流峰值和径流污染；城市雨水管渠系统即传统排水系统，应与低影响开发雨水系统共同组织径流雨水的收集、转输与排放。超标雨水径流排放系统，用来应对超过雨水管渠系统设计标准的雨水径流，一般通过综合选择自然水体、多功能调蓄水体、行泄通道、调蓄池、深层隧道等自然途径或人工设施构建。以上三个系统并不是孤立的，也没有严格的界限，三者相互补充、相互依存，是海绵城市建设的重要基础元素。

1.3. 海绵城市建设的政策要求

1.3.1. 国家政策背景

为节约水资源，保护和改善城市生态环境，促进生态文明建设，习近平总书记在 2013 年 12 月的中央城镇化工作会议上，明确提出了建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市的要求。之后，国家各部委相继配套出台了《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》、《关于推进水污染防治领域政府和社会资本合作的实施意见》、《关于印发海绵城市建设绩效评价与考核办法》、《关于推进海绵城市建设的指导意见》、《关于定期上报中央财政支持海绵城市建设试点工作进展情况的通知》、《关于推进开发性金融支持海绵城市建设的通知》等一系列文件，以促进和规范我国海绵城市的建设。

时隔两年，习近平总书记在 2015 年 12 月的中央城市工作会议上，再度强调要提升建设水平，加强城市地下和地上基础设施建设，建设海绵城市；中共中央、国务院在 2016

年2月发布的《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》中也强调推进海绵城市建设。

至此，我国已形成了海绵城市建设的顶层设计、技术指南、绩效评价与考核办法、资本合作建议、金融支持方案等内容。2016年2月25日，国家财政部、住房城乡建设部和水利部印发《关于开展2016年中央财政支持海绵城市建设试点工作的通知》，在非第一批试点城市所在的省份内开展海绵城市建设第二批试点工作。

1.3.2. 湖南省政策背景

2016年3月28日：《湖南省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》湘政办发[2016]20号；2016年3月，省住建厅、省财政厅发布关于组织申报2016年湖南省海绵城市建设试点城市及示范项目的通知，第一批共有岳阳市、津市市、望城区、凤凰县列为省海绵城市试点城市。

1.3.3. 益阳市城市发展背景

益阳有着悠久的历史，是一座因水而兴的历史文化名城，益阳市作为洞庭湖生态经济区的重要组成，位于长江黄金水道与京广交通动脉交汇处，地处长株潭城市群、武汉城市圈腹地，是长江经济带开发开放的重点区域，具有承东启西、连南接北的独特区位优势。益阳市拥有国家森林城市、国家卫生城市、中国优秀旅游城市等城市名片。独特的区位、生态和政策优势，加上益阳市“生态美市”战略和“建设区域性生态中心城市，打造丽都益阳”总体发展思路的持续推进，以及在规划、建设、管理等方面的诸多优势，完全满足承担海绵城市建设先行先试、探索经验所需要的各种条件。益阳市作为华中地区典型的山水城市，将成为丘陵与平湖相连的过渡地带及环洞庭湖城市海绵城市建设的典范。

海绵城市的建设，是益阳市落实我国新型城镇化战略、实现益阳市国际宜居城市建设目标的重要组成部分。通过建设海绵城市，大力推行低影响的开发建设模式，将进一步提升益阳市生态文明建设水平，提高益阳市的可持续发展能力和城市安全水平。

2. 海绵城市建设实践的国内外案例

2.1. 国外雨水管理体系

2.1.1. 美国低影响开发（LID）技术与绿色基础设施（GI）理念

（1）低影响开发（LID）

同传统的雨水管理系统设计方法不同，LID 理念重视雨水排放的源头控制，强调人工排水系统应最大限度模拟自然界的水文环境，尽可能降低雨水系统对自然界的影响。

低影响开发主要提倡采用基于微观尺度景观控制的分散式小规模雨水处理设施，使区域开发后的水文特性与开发前基本一致，最大限度地降低区域开发对周围生态环境的冲击，建造出一个具有良好水文功能的场地。

低影响开发的核心是构建城市的自然排水系统，通过雨水花园、透水路面、屋顶绿化、植草沟、雨水回用等分散、小规模源头控制措施来控制降雨径流和污染，维持开发前原有水文条件，减少污染排放，实现开发区域可持续水循环。

（2）绿色基础设施（GI）

“绿色基础设施”是国家自然生命保障系统，是一个由下述各部分组成的相互联系的网络：水系、湿地、林地、野生生物的栖息地及其他自然区；绿色通道、公园以及其他自然环境保护区；农场、牧场和森林；荒野和其他支持本土物种生存的空间。绿色基础设施发生在所有尺度，通常涉及雨水管理系统。

费城绿色城市计划基于现实，用创新的方法将费城的公园、休闲空间和开放空间统一地进行构想。务实地集成了环境、经济和社会等因素，为城市带来了最大化效益，并使费城成为利用绿色基础设施最成功、最环保的城市。



图 2.1 费城绿色城市改造对比图

2.1.2. 德国分散式雨水管理系统

分散式雨水管理系统是德国推广的一种新型排水理念，其设计理念和具体技术工艺与低影响开发（LID）等其它可持续性的雨水管理系统基本相同，绿色屋顶、生物滞留设施、透水路面和雨水回用等代表性技术在德国均有广泛应用，分散式雨水管理的理念已经成为德国当代城市规划和管理不可分割的一部分，其目标是“使城市范围内的水量平衡更加接近其在这片地区发展起来之前的状况”。此外，雨水的下渗不仅大大减少了暴雨径流，同时及时补充地下水，得以防止地面沉降，从而使城市水文生态系统形成良性循环。

2.1.3. 澳大利亚水敏型城市设计

水敏型城市设计理念为城市设计与城市水循环的管理、保护和保存的结合，包括雨水、地下水、废水管理和供水，为城市设计减少环境退化和提高审美和娱乐的吸引力，从而确保城市水循环管理能够尊重自然水循环和生态过程，类似于 LID。水敏感城市设计视城市水循环为一个整体，将雨洪管理、供水和污水管理一体化。通过在城市到场地的不同空间尺度上将城市规划和设计与供水、污水、雨水等设施结合起来，使城市规划和城市水循环管理有机结合并达到最优化。

2.2. 国内海绵城市案例

2.2.1. 嘉兴市海绵城市建设

(1) 嘉兴建设海绵城市思路

嘉兴市于 2015 年列为第一批国家海绵城市试点城市之一。嘉兴海绵城市建设试点示范区，选取中心城区内部分代表性区域为海绵城市重点建设区域，具体范围为北至环城河，南至携李路，西至长水塘、西板桥港，东至菜花泾、纺工路、富润路，总用地面积 18.44km²。“示范区”按照建设情况主要分为四类，即旧城改造示范区域、南湖重点保护示范区域、已建新城改造示范区域、未建新城建设示范区。

从具体项目情况来看，共分为住宅小区、公共建筑、市政道路等十大类，总共 488 个项目，其中最多的是公共建筑类，共改造公共建筑项目 238 个，其次是住宅小区类项目，共改造住宅小区 114 个。政府作为投资主体推动小区改造。

嘉兴是全国新型城镇化建设试点，而海绵城市建设是新型城镇化建设的重要内容，通过海绵城市建设工作的带动，能全面促进嘉兴“五水共治”的工作开展。

海绵城市试点建设结合排水防涝规划建设要求，通过源头总量控制、常规排水系统（雨水管网系统）提标改造与蓄排结合、超常规雨水蓄排系统（漫流通道、末端集中绿地多功能调蓄与城市河道防洪体系衔接）建设，实现综合控制目标。

嘉兴市海绵城市建设试点时间为 3 年，前两年主要为建设期，最后一年为评估验收期。

（2）嘉兴建设海绵城市的举措

2011 年，嘉兴被国家水专项办公室列为示范城市，在利用低影响开发技术服务海绵城市建设方面进行了有益的尝试，并取得了宝贵的经验。

相关规划及技术性指导文件：主要编制《嘉兴市海绵城市总体规划》、《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》、《嘉兴市城市低影响开发规划设计导则》等技术导则并发文实施。

海绵城市示范项目：主要建成了晴湾佳苑、蒋水港绿道、湘家荡东外环河绿道、嘉兴植物园和勺园生态停车场等低影响开发示范工程。

保障体系：形成规划—设计—施工和养护管理一整套体系来保障低影响开发技术在城市建设过程中的落实。

嘉兴市在规划、设计、施工各个层面均对海绵城市建设提出相关要求。

在规划层面：把低影响开发要求纳入到《嘉兴市城市规划管理技术规定》中。

在设计层面：发文实施了《嘉兴市城市低影响开发规划设计导则》，并即将发文实施《嘉兴市分散式雨水控制利用系统技术导则》和《嘉兴城市绿道低影响开发雨水系统技术导则》，正在编制《嘉兴市低影响开发雨水设施标准图》。

在施工和养护管理层面：正在编制《嘉兴市低影响开发雨水设施施工、验收、管理养护规程》。

相关海绵城市建设项目案例：

旧城改造案例——蒋水港绿道



图 2.2 蒋水港绿道

生态停车场改造案例——勺园停车场

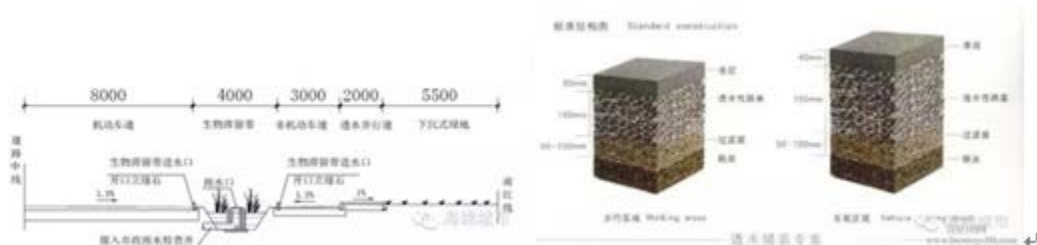


图 2.3 勺园停车场

2.2.2. 昆山市海绵城市建设

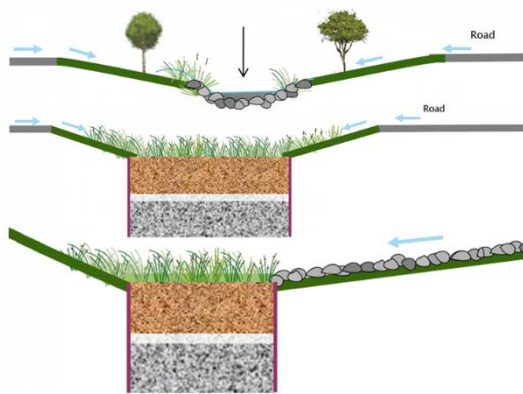
昆山致力于打造水敏型城市，水敏型城市是城市设计与城市水循环的管理、保护和保存的结合，从而确保了城市水循环管理能够尊重自然水循环和生态过程。

(1) 市政道路建设——昆山文博园湖滨路

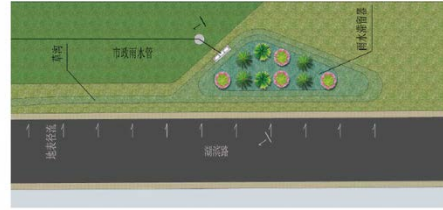


二代雨水滞留反应器

利用不同土壤介质的搭配来过滤雨水，去除固体悬浮物，总氮和总磷等污染物，通过植被根系的不断运动和生长来维持渗透率



二代雨水滞留反应器平面图



二代雨水滞留反应器剖面图

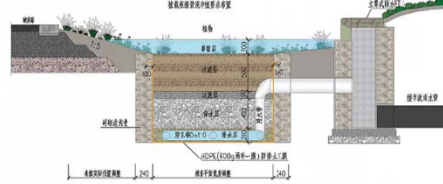


图 2.4 昆山文博园湖滨路

(2) 高架桥建设——昆山中环绿化景观生态修复工程

改造排水，控制径流和污染：通过在景观带中植入生态滞留系统，将高架桥面与绿地中的雨水收集后，通过植物、砂石等对雨水进行净化，全面提高雨水排放水质的同时，减缓流速，可减少并推迟暴雨时期洪峰流量，减轻市政管网的排水压力，提高城市防洪排涝能力。

沿高架桥下每隔一定距离建设雨水滞留池及雨水花园。



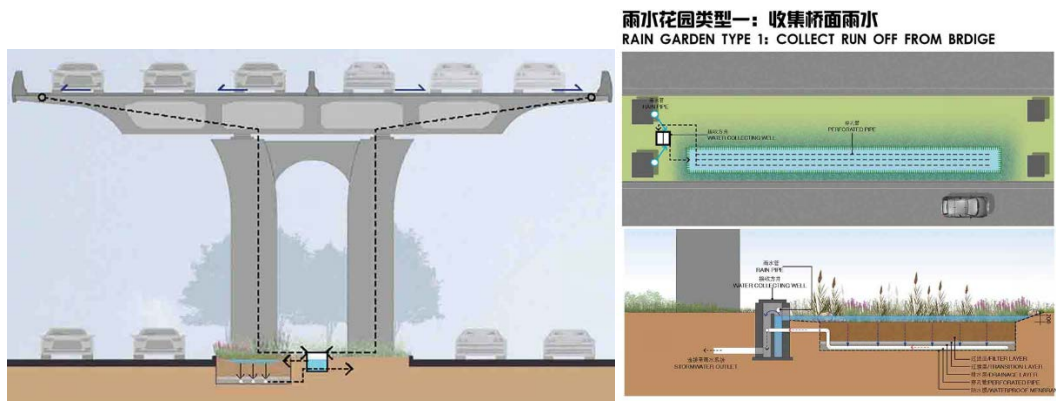


图 2.5 昆山中环路

(3) 公园广场建设——昆山文化艺术中心

构造湿地，提升水体质量：为景观湿地注入生态功能，通过下垫面设计和植栽搭配，使其具有滞留净化作用。连通水体，补给景观用水，以自然水体作为景观用水补给水源。



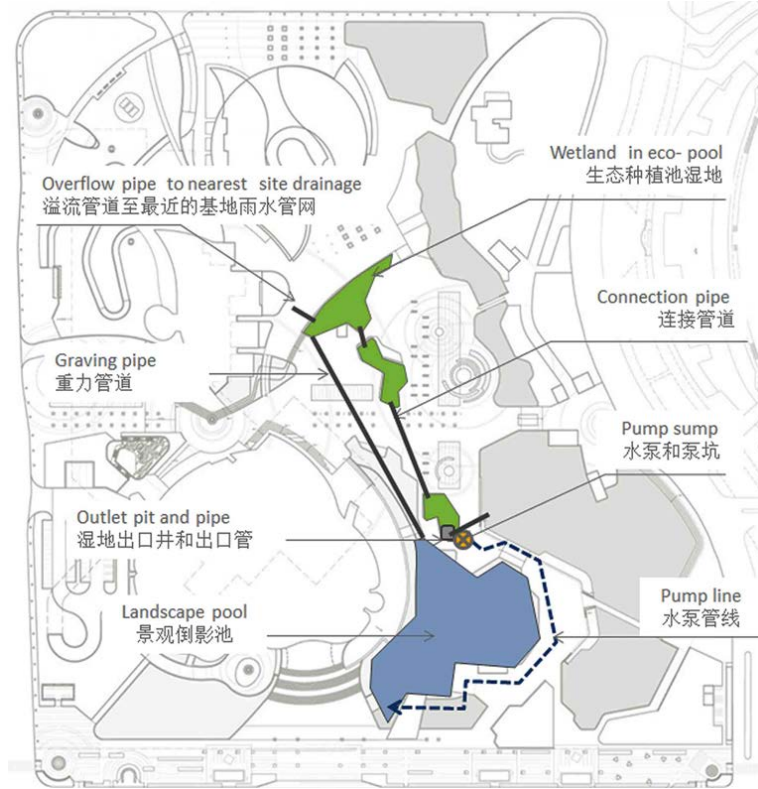


图 2.6 昆山艺术中心

(4) 小区建设——昆山康居公园小区

构造湿地，提升水体质量：为景观湿地注入生态功能，通过下垫面设计和植栽搭配，使其具有滞留净化作用。连通水体，补给景观用水，以自然水体作为景观用水补给水源。





图 2.6 昆山康居公园小区

2.2.3. 镇江市海绵城市建设

(1) 城市基本情况

镇江市属江苏省省辖市，地处江苏省西南部，位于长江下游南岸、长江三角洲顶端，全市总面积 3847km²。2013 年底，镇江中心城区常住人口为 122.37 万人，中心城区建设用地面积为 128km²。

(2) 试点区概况

镇江市海绵城市建设试点区域位于城市主城区，面积 22km²，人口 27.6 万，均为老城区。常年平均降雨量 1063.1mm，是具有历史文化和现代文明交相辉映的城市主中心，包括“三山”5A 级国家风景名胜区和历史街区——西津渡（联合国教科文组织亚太地区历史文化遗产优秀保护奖）等。试点区用地类型主要以居住、公共及商业用地为主，划分成运粮河片区、历史街区、太古山片区、金山湖南岸、虹桥港片区、焦东片区及江苏大学七个部分。

海绵城市规划区范围图



图 2.7 镇江市海绵城市建设试点区示意图

(3) 主要工程

镇江市海绵城市安排项目 396 个，总投资 80 亿元。渗蓄滞 297 个，净 45 个，用 21 个，排 33 个。试点区项目 302 个，试点区约 22km²。投资额 30.6 亿元。

(4) 镇江市为推进海绵城市建设所做的相关工作

- 1) 成立了海绵城市建设工作领导小组
- 2) 已经编制总体规划及相关专项规划并颁布实施
- 3) 开展一系列与海绵城市相关研究
 - ①较早开展 LID 技术，并将成果用于实践
 - ②率先完成暴雨强度公式和设计雨型成果
 - ③完成全国第一个以城市整体为对象的面源污染规划
 - ④开展国家水专项研究并形成成果
- 4) 积累关于 LID 相关技术的工程实例
 - ①应用 LID 理念进行规划设计

自 2010 年起，在规划设计中应用 LID 理念，至今完成官塘新城（14km²）、镇江新区生态示范区（25km²）、高校园区（9km²）规划，总计 48km²。



图 2.8 镇江新区生态示范区

②海绵城市（LID）工程实践丰富

应用 LID 技术已建成：生态草沟 15.72km，雨水花园和透水铺装约 3.5 万 m²，绿色屋顶 3.5 万 m²，雨水调蓄池 5 万 m³。自 2010 年开展了一系列的 LID 工程探索实践，先后建设了具备城市区域防涝的观塘路下凹式水景公园以及康湾小区等城建项目。



图 2.9 康湾小区示范点

镇江市在老城区最早建成基于 LID 理念的城市道路金山湖路，沿道路方向不设雨水管道，人行道铺装采用透水混凝土。降雨径流通过 LID 设施处理后就近排入水系，达到

水质和水量控制目标。结合金山湖路的建设经验，镇江市在官塘新城、高校园区、汽车城、镇江新区建设了多条生态化道路，合计总长约 40km。



图 2.10 金山湖路示范点

③全面贯彻海绵城市（LID）理念，对老小区进行改造探索针对以城市北部 8.8km²金山湖为受纳水体的老城区，全面贯彻海绵城市（LID）理念，以有效应对 30 年一遇降雨和削减城市面源污染 70%为目标，进行全面建设改造。正在进行 LID 改造试点的区域位于主城沿江片区，分布于金山湖南岸，区域面积总计 8.2km²，其中工程示范区为 3.8km²，含绿竹巷、解放路和江滨三个片区，虹桥港整治范围（汇水区）为 4.4km²。

④应用海绵城市（LID）实现水体净化

虹桥港水处理工程通过在虹桥港中、上游采用河水循环流动工程、生态聚生毯边坡工程、生态浮岛工程、混凝沉淀工程、砾间工程等生态修复工程，减少虹桥港水体的污染物总量，提高虹桥港的环境容量，使其生态需水量得以维持，河流水质得到改善，河流的生态结构得以优化和稳定。



图 2.11 虹桥港整治前后对比效果图

5) 技术标准优势

形成了适合于镇江海绵城市建设规划管控的一套标准体系。

镇江市低影响开发地方技术规范

编号	地方技术标准
1	《镇江市海绵城市建设技术指南（试行）》
2	《镇江市海绵城市规划设计导则（试行）》
3	《镇江市透水铺装技术规程》（在编）
4	《镇江市雨水利用工程技术规程》（在编）
5	《镇江市再生水、雨水利用水质规范》（在编）
6	《镇江市海绵城市设计维护技术指南》
7	《镇江市海绵城市规划设计导则实施办法》

6) 政策机制

镇江市陆续出台了海绵城市相关政策规定，初步形成了海绵城市建设管理的制度体系，并形成了有效的项目规划建设管控机制。

3. 益阳市海绵城市建设条件分析

3.1. 城市概况

3.1.1. 地理与水文特征

规划区具有江南水乡的特色，其内水网发达、湖泊众多，主要有资江、志溪河、兰溪河、清溪河、泉交河、新河、侍郎河等，主要河流连成水脉，贯穿于规划区全域，而梓山湖、秀峰湖、黄家湖、南门湖、鱼形山水库、迎风桥水库等大大小小的湖波水库及水塘如同星罗密布般分布在规划区的各个区域。益阳市规划区内现水体面积约 93.58 平方公里，占益阳市规划区总用地面积的 8.84%，现状主要水体约有 274 处。

3.1.2. 气象特征

益阳市属亚热带大陆季风湿润气候，具有气温总体偏高、冬暖夏凉明显、降水年年偏丰、7月多雨成灾、日照普遍偏少，春寒阴雨突出等特征。年平均气温 16.1℃—16.9℃，日照 1348 小时—1772 小时，无霜期 263 天—276 天，降雨量 1230 毫米—1700 毫米。

3.2. 海绵城市建设需求评价

(1) 生态系统建设需求

现状存在问题：由于城市开发建设导致湖泊、沟渠等水体空间减少，水面率低；建设绿地比例低，人均绿地不达标；生态要素分布零散，组团间缺乏联系；山城和水岸缺乏绿化通道；城市建设对水生态敏感区影响大。

建设需求：构建大-中-小海绵生态格局，强调组团要素联系。

(2) 水资源建设需求

现状存在问题：水源单一，供水保障安全性差；管网供水漏损率高；水厂布局不够合理；非传统水资源未开发利用。

建设需求：开展第二水源的相关规划研究，根据需求新建水厂及再生水厂，对现有供水管网进行改造，合理利用雨水再生水等非常规水资源。

（3）水环境建设需求

现状存在问题：现状部分湖泊及水体有黑臭现象；工业区及农村面源污染严重；点源污染加剧；雨污合流污染严重；管网系统建设滞后；饮用水源地保护不强。

建设需求：采取源头削减和末端湿地消减污染，提升管网达标率、改造雨污合流制。

（4）水生态建设需求

现状存在问题：水生态环境有恶化危险；水体岸线生态欠佳；部分河流动水条件受影响。

建设需求：维持自然水文特征，恢复河道生态岸线，修建城市绿道体系。

（5）水安全建设需求

现状存在问题：容易形成短时低点内涝；城市河道行洪能力减弱；已建堤防严重不足；防护缺口大、防洪标准低；城市管网排水能力不足。

建设需求：提升防洪标准，畅通泄洪渠道，增加调蓄水体，提高雨水管网设计标准。

3.3. 益阳市海绵城市建设问题识别与优势分析

3.3.1. 重点解决问题

（1）解决益阳市防涝安全的问题。通过低影响开发雨水系统构建，建设可持续排水系统，科学有效调控降雨地表径流，削减降雨径流总量和降雨峰值流量，减轻城市排水压力，缓解和治理城市内涝问题，确保益阳市实现城市水安全。

（2）解决益阳市内河内湖水环境污染的问题。通过海绵城市的建设，合理安排布局低影响开发设施，通过“源头减排、过程控制、末端治理”，系统化改善城市水体环境。

（3）解决益阳市河湖水系保护的问题。立足于保护优良的自然山水生态格局，科学划定城市蓝线，并通过合理的城市蓝线管理，实现城市蓝线在空间上的强制管制和保护，最终实现城市现有河湖水系得到全面保护的目标。

(4) 解决益阳市排水理念落后的问题。通过海绵城市示范项目的建设，改变过去城市排水的“速排干”、“及时就近排出”等传统理念，推广“渗、滞、蓄、净、用、排”六位一体的综合化、生态化的排水理念。

(5) 解决目前益阳市排水管理工作滞后，无法有效管理的问题。目前径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等相关指标都没有纳入城市总体规划和控制性规划的指标中，没有纳入用地出让条件中。本次海绵城市建设试点中将尝试从规划管控入手，通过关口前移，解决城市排水管理后置从而导致无法有效管理的问题。

通过海绵城市建设试点，统筹协调规划、水利、环保、建设、市政、道路、园林等多个建设主体，建立完善的海绵城市管理制度。

(6) 解决益阳市不透水面积比例过高的问题。城市不透水面积比例过高导致地表径流产流系数加大，径流总量增加，加剧了排水压力，峰现时间提前，增加了内涝风险，合理控制城市不透水面积，推进城市生态化开发建设，减少径流总量、峰值流量。

(7) 解决益阳市合流制溢流污染问题。合流制溢流污染是英美等国家近 20 年来高度关注的问题，也是益阳市目前面临的迫切需要解决的问题。本次试点城市建设中拟通过海绵城市建设，减少进入合流制管网中的雨水量从而减少溢流频率。

(8) 解决益阳市初期雨水面源污染问题。通过海绵城市的建设，一方面通过绿色屋顶、植草沟、下沉式绿地、生物滞留设施等对进入管网前的初期雨水进行截留、过滤、净化，同时通过雨水湿地、滨河植物缓冲带对进入水体前的雨水进行进一步的净化。最后，通过设置初期雨水弃流设施，收集初期雨水，并进行处理。

(9) 解决城市益阳相关领域的投融资机制创新问题。推动城市排水等基础设施市场化改革，改变政府过去传统的审批建设模式，建立科学的 PPP 模式、清晰的政府监管标准和规则，引入多元化投资，提高建设、运营和管理效率，从根本上解决当前城市排水相关领域发展遇到的资金瓶颈和体制机制问题。。

3.3.2. 优势分析

(1) 海绵城市建设是对益阳市城市发展战略的传承和细化

海绵城市是在遵循生态优先等原则下，将自然途径与人工措施相结合，在确保城市

排水防涝安全的前提下，最大限度地实现雨水在城市区域的积存、渗透和净化，促进雨水资源的利用和生态环境保护。从本质上来说，海绵城市的建设是城市雨水管理的生态化、可持续化的道路，与益阳市委、市政府提出的“生态美市”战略和“建设区域性生态中心城市，打造丽都益阳”总体发展思路一脉相承。通过海绵城市建设解决城市水问题的方案，是生态文明在城市建设中的具体体现。

（2）海绵城市建设将为益阳市提供绿色基础设施的解决方案

海绵城市的建设是要通过生态的、绿色的手段，使用包括绿色屋顶、下沉式绿地、透水铺装等有别于传统的雨水管渠、污水处理厂等灰色基础设施，解决城市雨水问题，使得城市开发后的水文条件尽可能接近于开发前，并使得这些设施能够形成一个相互联系的绿色空间网络。这种基于绿色基础设施理念的海绵城市建设将为城市建设提供新的、绿色的、可持续的解决方案。

（3）海绵城市的建设能够统筹解决益阳市的水安全、水环境、水资源、水生态的问题。

益阳市目前的城市建设中，存在着排水不畅、城市内涝、水体污染、水资源不足等诸多问题。传统的灰色基础设施一般只能单一性的解决水资源的问题、水环境的问题或者水安全的问题。而海绵城市的建设中，可以统筹自然降水、地表水和地下水的系统性，协调给水、排水、水循环利用各环节，并考虑其复杂性、长期性，统筹解决城建设途径不可替代和比拟的。

（4）海绵城市的建设在减缓益阳市初期雨水面源污染、改善城市水体环境污染方面具有不可替代的优势。

城市初期雨水的源污染是城市水体污染的一个重要原因。初期雨水的污染物含量很高，直接入河排放造成了水体的严重污染。海绵城市依靠源头的、分散的、小型的生态设施，在有效降低城市雨水径流，减少城市雨水外排的同时，通过拦截、过滤、渗透、净化等过程，有效降低悬浮物（SS）、化学需氧量（COD）、总氮（TN）、总磷（TP）等污染物入河的排放量。

初期雨水由于雨水径流存在的上下游关系等因素，需要在源头收集和原位处置，在雨水干管上经过雨水混合之后，浓度降低，水量变大，收集处理难度增加。而海绵城市

建设中的低影响开发设施的源头、分散的特征，正好适合处理高浓度的初期雨水径流，治理初期雨水径流污染，在这方面具有不可替代的优势。

(5) 海绵城市的建设是治理益阳市合流制溢流污染最为经济、高效、生态的实践经验。

益阳市目前存在较高比例的合流制排水管网，目前合流制截留倍数一般都在1左右，截流倍数低，加之益阳市降雨频繁，合流制截留管道频繁溢流，严重污染了城市水体。治理合流制溢流污染的技术，包括雨污分流改造，建设调蓄隧道和城市低影响开发技术等。其中，雨污分流改造实施难度很大，而且容易分流不彻底。

建设调蓄隧道是伦敦、芝加哥等地应对合流制溢流污染的做法，投资大，见效慢，工程实施难度大。而基于城市低影响开发的合流制溢流污染控制，是美国费城、华盛顿、纽约、洛杉矶等地的成熟经验。经过美国诸多城市的实践证明，海绵城市建设中的低影响开发技术，是应对合流制溢流污染最为经济、高效和生态的最佳实践经验。

(6) 海绵城市的建设能够有效提高益阳市排水防涝能力通过海绵城市的建设，将能有效降低城市降雨的雨水径流总量和雨水径流的峰值流量。通过渗、滞、蓄、净、用、排等综合手段，益阳市将能大幅度降低城市雨水径流的径流总量，延缓汇流时间，使得城市开发后的水文条件尽可能的接近城市开发前，从而有效提高益阳市的排水防涝能力。

(7) 海绵城市的建设将节省益阳市基础设施的建设投资

海绵城市建设具有最明显的两个效果，一是有效降低城市地表径流综合和径流峰值流量，二是有效削减初期雨水径流中的污染物浓度。前者可以在一定程度上节省城市雨水管网的投资，后者可以减少城市在初期雨水污染防治方面的传统管网和污水处理厂的投入。

(8) 海绵城市的建设在调节气候，美化环境方面意义重大益阳市海绵城市的建设，首先是原生态的保护，其次是生态型修复，最后是生态型开发建设。益阳市本来就拥有良好的自然山水生态格局，通过生态保护工作，严格保护原有的山、水、林、田、湖等自然生态要素。其次，城市开发建设过程中的绿色屋顶，下沉式绿地、雨水湿地的建设，和自然的山水林田湖一样，不仅可以调节气候，尤其是在夏天降低城市的热岛效应，对于城市环境美化和景观建设还具有重要意义。

(9) 海绵城市建设的绿色基础设施运行维护简单，成本低，更符合绿色低碳和节能减排的要求。

益阳市海绵城市建设中的绿色基础设施，尤其是绿色屋顶、植被缓冲带、雨水湿地等类型的设施，由于益阳市雨水充足，基本不需要太多维护工作，而且完全无动力运行，成本低廉，符合益阳市目前绿色低碳的发展战略，也很好的契合了益阳市目前正在大力推进的节能减排工作。

(10) 海绵城市建设中的雨水收集利用可以缓解水资源压力，产生明显的经济效益。

雨水收集利用也是益阳市海绵城市建设中重要的技术选择方向之一。尤其是对于新建公共建筑和居民小区，通过初期雨水弃流后的雨水收集利用，可以用作洗车、绿地浇灌等用途，从而可以缓解城市的水资源压力，产生明显的经济效益。

4. 益阳市海绵城市建设总体思路

4.1. 建设目标与重点分析

4.1.1. 建设目标

在发展目标“生态文明——构建城市人居环境与特色”的基础上，在凸显水绿交融的宜居城市、国家生态园林城市的同时，融入和突出“海绵城市”理念，建设具有环洞庭湖丘陵平原河网地区特色的自然渗透、自然积存、自然净化的生态宜居海绵示范城市。

在综合评价的基础上，结合益阳城市发展需求，从水安全、水环境、水资源、水生态等功能需求出发，兼顾水景观、水文化等方面的需求，从而实现“涵养城市水资源、修复城市水生态、改善城市水环境、提高城市水安全”的多重目标。

4.1.2. 海绵城市建设重点

(1) 重点解决城区积水内涝问题，加强城市水安全保障

近年来，益阳城区频发积水内涝的现象，导致内涝的主要原因与城市建设中排泄通

道的不畅、水系淤积或堵塞导致河涌水流缓慢、排水设施能力不足等有关。加之老城区部分雨水管渠达不到规范要求，在益阳市大力开发建设的前提下，迫切需要采取综合措施提升整个城市的水安全能力。通过海绵城市建设，构建低影响开发（建设）雨水系统，可以提高雨水径流总量控制率，缓解城市防洪排涝压力。

（2）控制城市初期雨水污染，解决城市水体环境问题

当前，益阳正处于大力发展阶段，资源持续利用和生态环境保护的压力逐渐凸显，生态环境保护 and 经济发展之间的矛盾日益加重，随着基础设施完善，城市初期雨水面源污染将成为重要污染源。通过海绵城市建设，结合相关河道的地形条件、水文和水动力条件，采用“渗、蓄、滞、净、用、排”的综合措施，可以大幅度削减面源径流污染，净化城市水环境，从而形成以保护、修复和预防为主的城市水体污染控制体系。

（3）完善城市生态景观系统，恢复水生态

益阳市水系发达，河网密布，水生态基础优越。在城市建设发展过程中，一些城区建设的河道被裁弯取直、硬质化，呈现千篇一律的人工景观，城市排涝的天然属性基本丧失，排涝水体及沿岸生态系统遭到破坏。随着城市的不断发展和人们生活水平提高，市民对城市水系的建设和改造提出了更高的要求，在注重行洪、排涝、引水、灌溉、航运等基本功能同时，力求以人为本、回归自然，重视水质和水环境的改善，突出亲水休闲和生态景观功能。这就迫切需要通过海绵城市的建设，完善城市生态景观系统，恢复原有的自然水生态格局。

（4）保护与调控优质水源，实现水资源的供需平衡

尽管益阳市水资源总量较大，但优质水还是相对匮乏。通过建设海绵城市，进一步推动全市水资源综合利用和保护工作。建设水质、水量安全度更高的备用水源地，通过采用水资源调配、水质改善和防洪排涝三位一体的优化布局与总体技术方案，结合区域水体调控工程的实施，研究提出水系统总体构建方案以及分布实施目标，构建健康水环境系统，完成城市水系整体布局优化和水量水质的综合调控，最终实现优质水资源的供需均衡。

（5）解决新老城区海绵城市标准化建设问题，提升城市人居环境

益阳市新老城区基础设施与发展处于相对不平衡的状态，老城区基础设施建设落后、

人居环境质量有待提高，亟需通过新老城区海绵城市标准化建设措施，协调新老城区发展融合，提升城市人居环境。老城区按照改造更新与保护修复并重的要求，加快推进棚户区改造，有序推进旧住宅小区综合整治，加强市政公用设施建设，完善城市排水系统建设，提高污水收集率和处理达标率，加强初期雨水处理，全面改善人居环境，完善城市公共服务。同时，新城区严格按海绵城市建设标准，“严标准”、“高要求”开发建设，实现新老城区均衡发展

4.2. 海绵城市建设总体思路

(1) 规划引领——先规划后建设，发挥规划的总体控制和引领作用

规划从生态空间格局、系统、片区分层次构建海绵建设内容，先规划后建设，发挥规划的控制和引领作用。

(2) 生态为先——保护自然生态本底，划定管控界限

依据益阳市总体规划、绿线规划，城市开发建设应保护外江、河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等水敏感区，优先利用自然排水系统与低影响开发设施，实现雨水的自然积存、自然渗透、自然净化和可持续水环境，提高水生态系统的自然修复能力，维护城市良好的生态功能。

(3) 安全统筹——统筹低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统

益阳市位于资江两岸，夏季的暴雨强度大，防洪内涝问题十分重要。海绵城市规划是对城市生态防洪的纲领途径，是以保护人民生命财产安全和社会经济安全为出发点，综合采用工程和非工程措施提高海绵城市建设的质量和管理水平，消除安全隐患，增强防灾减灾能力，保障益阳市的水安全。

(4) 因地制宜——全面分析、系统评估，合理制定发展目标与控制指标，符合经济规律

根据益阳市的自然地理条件、水文地质特点、水资源禀赋状况、降雨规律、水环境保护与内涝防治的要求。采取问题导向的思路，因地制宜地确定海绵城市建设的实施途

径。老城区重点解决内涝、黑臭水体治理等问题，新城区优先保护自然生态本底，合理控制开发强度。依据总体规划，各个区域需要合理确定分块的低影响开发控制目标与指标，科学规划布局和选用下沉式绿地、植草沟、雨水湿地、透水铺装、多功能调蓄等低影响开发设施及其组合系统。

(5) 分级落实——分级落实开发控制目标、指标和技术要求，配合城市近期建设

益阳市地方政府结合城市总体规划和建设，在各类建设项目中严格落实各层级相关规划中确定的海绵城市开发控制目标、指标和技术要求，统筹建设。

5. 海绵城市在益阳的实施路径

5.1. 不同层级的城市海绵体系构建

在规划区层面，注重区域大海绵的构建，研究区域海绵与生态系统的融合。区域尺度的海绵体是由大型生态斑块和群种联合形成的区块，其生态元素由大型山体、大型水体、林地、农田组成，具有很强的保水、蓄水、净水能力。规划区范围内要保护生态大海绵基质，守住生态底线，对大型森林斑块、水源地进行保育和修复措施，对河流小流域进行面源污染治理

在中心城区层面，注重建设范围的大型公共海绵体系构建，通过公园绿地、道路广场、河湖水系、市政设施四大系统布局城市公共海绵设施，从源头到末端全过程实现雨洪控制。

在建筑小区层面，重点做好雨水的综合利用，通过绿化屋顶、下沉式绿地、铺装透水层、雨水调蓄设施等措施，对公共建筑、住宅小区、工业地块等实现“小海绵”项目改造和建设。

5.2. 不同特征的海绵建设分区策略

根据城市组团结构、生态格局、用地性质、建设需求与特征，对城市建设区划分海绵建设分区。海绵建设分区分为海绵缓冲区、城市建成区、城市新建区以及工业集中区

5.2.1. 海绵缓冲区

(1) 山体缓冲区

山体缓冲区指城市分散的片区和城中山体的过渡协调地带，主要范围包括益阳市总体规划中规划区西北部的仪征丘陵山体保护区。

分区建设指引：

1) 建设水源涵养林

重点对仪征西部丘岗水源涵养区开展涵养林建设，该区东至十月公路，西北至县界，南至一级公路，加强区域内水土流失治理工作，进行清洁村庄建设，封山育林、护林，促进植被恢复和水土流失治理。

2) 构建坡地梯级立体化绿地

增加山体植被数量，针对山体陡崖，构建坡地梯级立体化绿地，减少坍塌、滑坡等地质灾害。

3) 增加山洪滞蓄设施

利用山体缓冲滞蓄部分山洪水体，沿缓坡登山道建设布置植草沟，在山间凹地修复坑塘引导泄洪，在山脚缓坡地建设雨水花园、下沉式绿地等设施。

4) 设置山体截洪沟与沉砂池

沿山脚修建截洪沟，将山洪引至就近行洪水体，截洪沟与山坡坡脚保持 3-5m 距离。沿截洪沟每隔 50 米左右，设置一处沉沙池。

5) 山体与主要道路旁设置缓冲区

在沿山体布置的城市主要干道旁设置植被缓冲区与排洪沟。排洪沟宜做成明渠，结合防护带形成生态排洪景观带。

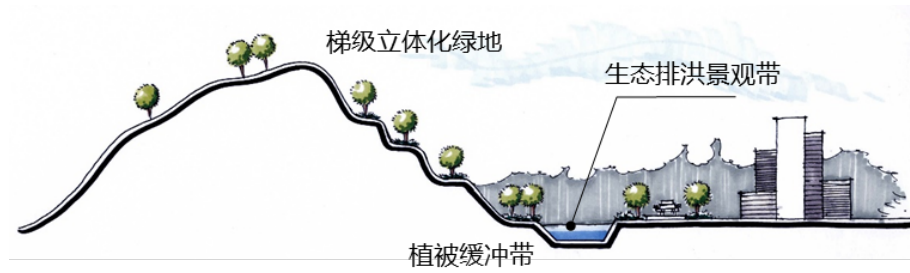


图 5.1 山体缓冲区海绵措施示意

(2) 江河缓冲区

江河缓冲区主要范围包括资江、清溪河、兰溪河等水道以及城市骨干排洪河道沿岸生态条件优秀的滨江生态公园绿地，以及沿水系分布的防护绿地共同形成的城市生态廊道，同时包含部分水源生态涵养区、组团间生态隔离绿地及部分湿地生态涵养区。

分区建设指引：

1) 增加滨水植被缓冲带

增加滨水植被缓冲带，排洪渠带状公园和滨海带状公园增加雨水末端截污、调蓄过滤、生态缓冲设施。

2) 对岸线进行生态化改造

生态手段对水系清淤疏浚、断面改造，对主要河道进行生态岸线改造，保障水系过流能力，提升河道的滞洪功能。

3) 利用沼泽湿地调蓄错峰

保留内河自然的河漫滩和积水沼泽来调蓄水体，利用旧河道或低洼地带修建人工湖或湿地，实现雨水径流错峰，通过截留和下渗实现河流调蓄功能。

4) 水源涵养与湿地净蓄

建设水源涵养林和湿地净蓄区，保护水源地水质与生物多样性。

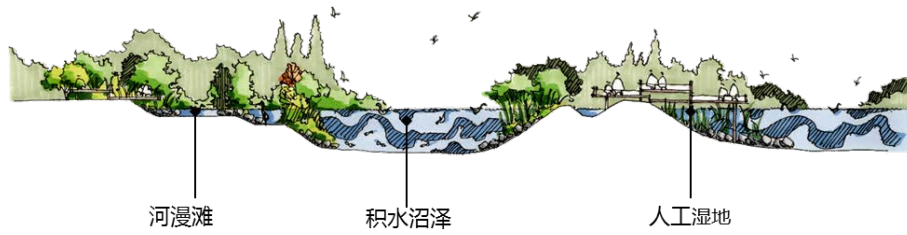


图 5.2 河缓冲区海绵措施示意

(3) 防护缓冲区

防护缓冲区是由沿江与滨河绿带、沿高速公路和主要道路两侧的防护林带等组成的带状绿地，防护缓冲区主要范围包括沿主要道路，高速公路两侧 50 米-100 米防护林带及中心城边缘的生态隔离带等。

分区建设指引：

1) 干路、铁路渗滞防护带

防护林带具有隔离防护功能，包括河流两侧、铁路、高速公路、一级公路两侧的防护廊道，增强城市生态自净能力。防护绿地连线成片，呈阶梯式布置，增加雨水分隔滞留、缓冲设施。

2) 山体易滑坡处生态工程加固

对城市周围的山体易滑坡处采取一定的工程加固和植树造林，预防山体滑坡。

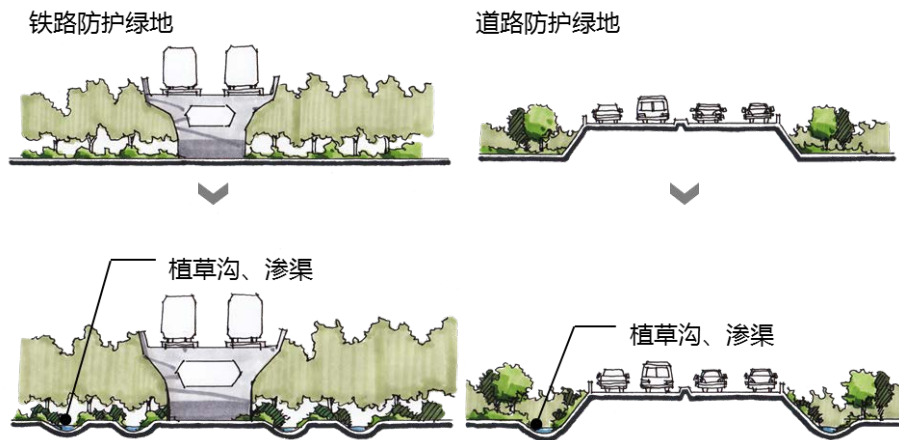


图 5.3 防护缓冲区海绵措施示意

5.2.2. 城市建成区

城市建成区是指现状以城市生活、公共、交通功能为主的建成区域，以整治改造为主，包括主城组团老城区、江都组团旧城区。

(1) 低影响开发改造

全面更新项目按新建项目控制指标全面落实低影响开发理念；综合整治项目结合公共空间的改造注重透水铺装地面、生态绿地建设等；城镇旧城改造地区应结合实际情况，雨水的局部滞留、调蓄设施。

(2) 对城市内涝区改造

优先对城市易涝片区、保障住房以及棚户区进行改造。针对现状的积水点，应当根据积水主要原因有计划有针对性的进行积水点改造。完善建成区排水管网，改造老旧管网，低洼地区增加雨水调蓄池，和雨水泵站合并建设，实施浅层调蓄、错峰排放。

(3) 建筑小区

通过“三旧”改造，优化社区空间结构和布局，植入街区海绵绿地，完善雨污管网等市政设施，加快海绵城市建设。

对建成区现状建筑小区和新建小区进行低影响开发及改造，需结合建筑小区的巷子、小地窖、边沟、花坛、花园、水罐开展雨水的蓄渗、截留、收集和利用。

①小区结合扩建、改建、其绿地面积不少于总用地面积的 25%。对建筑密度大、宜绿地少的单位，要尽可能采用高层绿化、屋顶绿化、墙面垂直绿化、廊架攀援植物绿化、盆栽等形式，以提高小区的绿化覆盖率。

②对小区建筑进行节能改造的同时布设绿色屋顶及生态墙，美化小区环境并起到截流、削峰、保温等生态作用；

③小区内的步行道路进行透水铺装改造，减少雨水径流；

④修建雨水花园及下凹式绿地进行面源污染控制及蓄集部份雨水降低内涝风险。

(4) 道路

城市道路径流雨水应通过有组织的汇流与运输，经截污等预处理后引入道路红线内、外绿地内，并通过设置在绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施进行处理。低影响开发设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行，如结合道路绿化带和道路红线外绿地优先设计下沉式绿地、生物滞留带、雨水湿地等。利用道路养护、翻修以及改扩建，考虑增加城市绿化面积，对建成区现状道路、广场、停车场、进行低影响改造。

①增加道路绿化面积，尽量采用下凹式绿地，绿地标高要低于人行道 50mm~250mm，改建道路广场下凹式绿地率不得低于 20%，改造道路的同时可适当提高道路标高；

②对硬化地面进行改造，对广场和人行道的铺装采用透水性地砖，改造后透水性地面的比例不应小于 30%；

③路幅超过 70 米的道路，两侧须新增雨水蓄水设施，冲洗道路及景观水体补水全部采用道路集蓄的雨水资源；

④涉及主要排水通道和末端雨水排放系统的道路走廊，可对其雨水管道进行改造，设置初期雨水弃流设施，在雨水排入地表水前进行净化处理。

(5) 公园绿地

绿地、公园是 LID 措施的载体，天然的地下水涵养和回灌场所。增加建成区的街头绿地数量，对部分绿地及公园进行低影响改造。对现状人民公园等建成区公园进行岸线、调蓄改造，降低绿地标高、增设周边地块到湖泊的绿地径流通道。

①适当建设下沉式绿地，并建设引水设施以便于周围汇水面雨水能够自流入其中，入渗面积不足时，可广泛采用其他渗透设施，如浅沟-渗渠组合系统、雨水花园等；

②对公园及绿地的排水沟进行改造，均采用植草沟，利用植草沟转输汇流雨水，

③现状公园需进行调蓄改造，在绿地适当位置增设雨水调蓄设施，将雨水集蓄利用与公园、绿地等结合，可用于公园内水体的补水换水，还可就近利用用于绿化、道路洒水等；

④大型综合公园下降部分竖向，增加水面率和植被缓冲区，对周边区域的汇流雨水进行有效调蓄，减低内涝风险。

(6) 黑臭水体治理

现状建成区的存在黑臭水体，中心城区黑臭水体应按照“控源截污、内源治理；活水循环、清水补给；水质净化、生态修复”的基本技术路线进行防治。

5.2.3. 城市新建区

该功能区包括在建和规划建设的大型居住片区、公共中心片区及交通功能的综合片区。如清溪片区等。

分区建设指引：

(1) 生态系统保护

在城市新区建设的规划阶段，需探索通过原生态的保护建设海绵城市的路径。识别新建区的生态系统，严格实施蓝线和绿线控制。通过城市蓝线、绿线的科学划定与严格管理，城市开发过程中最大限度的保护原有的河流、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区，留有足够涵养水源，维持开发前的自然水文特征。同时，在城乡规划建设过程中，实现宽广的农村原野和紧凑的城市和谐并存，人与自然和谐共处，这是实现可持续发展重要的手段。

(2) 新建建筑小区

在居住区、商业区建设中，改变传统的集中绿地建设模式，将小规模的下凹式绿地渗透到每个街区中，在不减少建筑面积的前提下增加绿地比例。绿地内雨水可采用起伏型绿地就地入渗，回补地下水。小区通道的雨水可采用透水型路面渗入地下，既缓解市政雨水管系统的压力，又增加可用水资源，实现区域内雨水生态循环和再利用及水资源在本区域内的动态平衡。

新建居住区和大型事业单位，可以通过开挖人工湖泊，建设人工水面，形成水景住宅，水边住宅及大型水景绿地，形成“亲水”景观。屋面雨水可经过屋顶绿化后除去初期径流后收集入集蓄池再进行综合利用。



图 5.3 新建海绵型居住小区及新建海绵型公建区

(3) 新建道路

城市新建道路都应采用 LID 设计，提高道路的绿化面积，新建道路绿化率不得低于 20%，通过中央隔离带、机非隔离带以及人行道绿化带等来实现，道路附属绿地宜建设为下凹式绿地，有利于减少道路径流雨水；路幅超过 50 米的新建道路两侧必须配套建设雨水蓄水设施；新建道路雨水口可设置截污挂篮，干路及末端雨水管道需设置初期雨水径流设施，对雨水进行净化截污。路面采用透水铺装、半透水沥青（水泥）等材料，排水宜采用生态排水的方式，利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，汇入道路绿化带及周边绿地内的低影响开发设施。

新建广场和停车场、交通场站的规划建设可将人工水景与天然水体贯通，增加水景设计，有效蓄滞雨水，减少径流；广场人行道、停车场和等宜采用渗透性铺面绿化，新建项目的透水性地面的比例不得小于 40%。

(4) 公园广场

新建社区公园需建设雨水滞留、调蓄设施，增加透水铺装比例，大型综合公园下降部分竖向，增加水面率和植被缓冲区，对周边区域汇流雨水进行有效调蓄，减低内涝风险。

5.2.4. 工业集中区

该分区主要包括已建和规划建设的大型工业园。工业区整体绿化率较低，面源污染

严重，有其特殊的海绵城市建设需求。

分区建设指引：

(1) 雨污分流

对其雨水管道进行截污、雨污分流改造改造，完善污水处理设施。

(2) 初雨弃流再生回用

采用初期雨水弃流、沉淀、截污等预处理措施，在径流雨水进入绿地前将部分污染物进行截流净化，作为工业再生水回用。

(3) 雨水截污净化

增加雨水末端截污、调蓄过滤、生态缓冲设施，利用下沉绿地和人工湿地对初期雨水污染进行处理，提升对雨水的吸纳能力。

工业区绿地

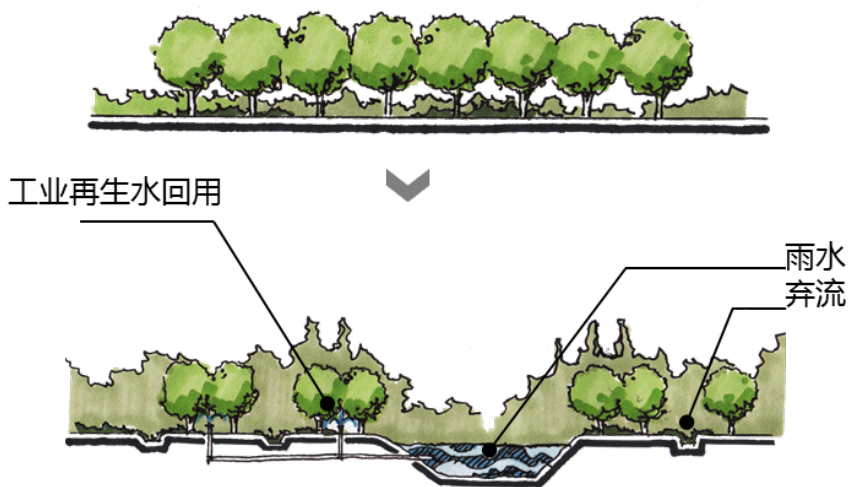


图 5.4 工业集中区海绵措施示意

5.3. 海绵城市规划管理体系构建

5.3.1. 海绵城市规划编制管理

结合益阳市城市规划编制现行机制，在城市规划编制领域积极转型，通过编制《益阳市海绵城市建设管理办法》，在编制城市总体规划、详细规划、相关专项规划，落实

海绵城市建设相关要求，使海绵城市建设内容成为城市规划编制的法定组成部分。通过修编《益阳市城市规划技术标准与准则》，制定海绵城市规划编制技术要点，并将海绵城市规划编制的要点纳入到城市规划编制技术规定中。

5.3.2. 地块开发的规划建设管控

(1) 地块开发出让条件中落实海绵城市的建设控制要求

已经出让土地尚未建设的地块，积极约谈业主、设计单位和施工企业，宣传海绵城市建设的理念，力争说服业主配合海绵城市的建设工作，通过设计变更等方式，在这些地块的规划、设计和建设中落实海绵城市的理念和相关建设要求。

未出让的土地，除传统的绿地率、容积率等硬性指标外，加入海绵城市建设管理和引导指标。例如单位面积雨水控制容积（超过一定建筑面积的建设项目必须配建对应体积的调蓄空间）、透水铺装比例、下沉式绿地比例、新建项目开发后流量径流系数应不大于限制值等。确保开发商、建设单位等建筑主体使用多种低影响开发措施提高源头雨水控制率。

(2) 规划审批文件中审查落实海绵城市的建设要求

在未来海绵城市建设中，应将低影响开发措施的落实情况纳入规划审批审查内容中。纳入海绵城市建设试点的建设项目和区域今后新建、改建项目的总平面报建中，规划主管部门重点审查雨水调蓄利用设施、绿色屋顶、下沉式绿地、透水铺装、初期雨水弃流设施等是否满足控规或者海绵城市建设的相关规划、规定中的相关指标，相关低影响开发设施的布局是否合理，场地竖向是否满足能够将雨水径流有效引导至规划设计的具有蓄滞和促渗作用的低影响开发设施中。并核算各类低影响开发设施的组合是否能够满足年径流总量的控制要求。对于不满足这些规划审查条件的，提出修改要求。

(3) 低影响开发设施的施工图审查纳入施工许可发放条件中

建设主管部门在施工图审查时，重点审查各类低影响开发设施的施工图是否满足相关的标准、规范和地方管理规定，对于不符合要求的，不发放施工许可证，并根据海绵城市的建设要求，提出修改的方向和指导性意见。

(4) 低影响开发设施纳入竣工验收内容

对于纳入海绵城市试点区域内的建设项目，建立施工阶段巡查监管与不定期巡查监管相结合的方式，加强项目的施工监管，将海绵城市相关建设要求纳入施工监理的监理范围，重点建立下沉式绿地、透水铺装和雨水滞留设施的透水性和透水深度是否满足要求。还要重点检查验收场地的竖向关系是否能够将雨水径流引入到规划设计的低影响开发的设施中，不满足上述要求的，暂不发放竣工证，并提出整改意见。

5.3.3. 海绵技术标准体系建立

针对益阳市的气候特点、城市建设特点，有针对性地提出有益阳特色的海绵城市建设方法及标准。

(1) 《益阳市海绵城市建设技术导则》

近年来，益阳已经进行了一系列海绵城市建设实践，为更大范围内推广海绵城市建设经验，有效指导并规范海绵城市规划设计工作，建议出台《益阳市海绵城市建设技术导则》。通过编制技术导则，制定海绵城市规划设计的基本要求、控制目标、技术路线、各类设施（建筑与小区、城市道路、绿地与广场、水系等）技术指标及标准、维护及管理要求。

(2) 《益阳市海绵城市 LID（低影响开发）设计标准图集》

建议出台低影响开发雨水系统设施的设计标准图集，科学指导益阳海绵城市的具体项目建设。标准图集应结合益阳市的特点和建设需求，重点在“渗、滞、蓄、净”4个方面进行精细化设计，便于指导设计施工。

标准图集应综合考虑益阳降雨量大、降雨天数多、土壤常年保持湿润、地下水位较高的特点，在生物滞留设施的植物选型上应充分考虑益阳气候特点，考虑其耐水及耐旱性，工程措施还要便于施工和运行维护管理。

(3) 单项低影响开发工程设计指南

各地区结合海绵城市项目，适时出台单项设施的设计指南，包括《生态滤沟系统设计指南》、《雨水花园系统设计指南》、《调蓄池系统设计指南》、《植生滞留槽地面系统设计指南》、《雨水收集回用系统设计指南》、《生态修复与恢复设计指南》、《海绵城市技术集成应用设计指南》等。这些技术指南对海绵城市技术设施的设计、施工、管理维护将

起到很好的指导。

5.3.4. 海绵城市建设项目设计引导

按照《海绵城市建设指南》的要求，对海绵城市建设在建筑与小区、绿地与广场、城市道路、水系等各类建设中如何运用进行引导。

(1) 建筑与小区

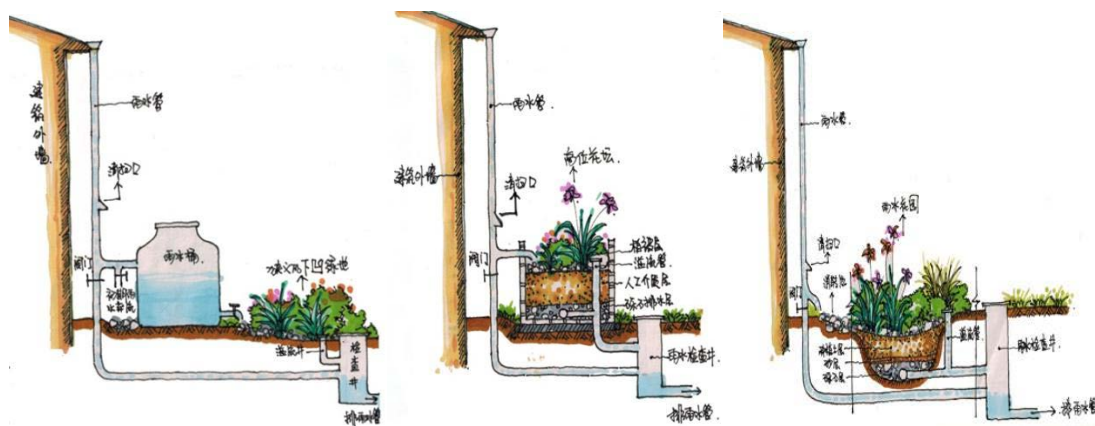
1) 老旧建筑与小区

优先考虑雨落管断接方式，将建筑屋面、硬化地面雨水引入周边绿地中，通过分散式海绵城市设施（如雨水花园、植草沟、雨水桶等）进行下渗、净化、收集回用。

坡度较缓（小于 15° ）的屋顶或平屋顶、绿化率较低、与雨水收集利用设施相连的老旧居住区，可考虑采用绿色屋顶。

对于建筑周围没有绿化空间的普通屋面，可以选择雨水桶收集或者通过雨水口排入市政管道等方式，雨水口宜采用截污挂篮式。

住区无大容量汽车通过的路面、住区停车场、步行及自行车道，可改造为渗透性铺装。



5.5 雨水罐、高位花坛雨水花园等渗滤设施改造示意图



图 5.6 老旧建筑与小区雨水系统改造示意图（推荐）

2) 新建建筑与小区

应结合小区建筑布局、市政设施、步道广场、景观设计、及雨水景观水体、雨水湿地（雨水塘）、等布置调蓄设施。

优先采用雨落管断接的方式，利用建筑周围绿地设置下沉式绿地、雨水花园等承消纳屋顶雨水。

裙楼及低层建筑的屋顶应考虑设计为绿色屋顶，一方面减少雨水径流量，净化雨水水质；另一方面可以提高城市景观效果，改善人居环境。

小区内绿地应设计成下沉式绿地、植被渗透沟（槽）、雨水花园等滞留设施，并设置溢流口；可结合景观设计采用微地形、下沉式绿地等措施，建议优先采用植草沟、渗透沟槽等地表排水形式输送、消纳、滞留雨水径流，减少小区内雨水管道的使用；若必须设置雨水管道，宜采用雨水口截污挂篮、环保雨水口等措施。

- 雨水花园及下凹式绿地

雨水花园主要布置在绿地面积较大，且综合管线较少的区域，作用为净化、滞蓄雨水。雨水花园分为蓄水层、换填层和碎石层三部分。雨水花园中设置盲管和溢流雨水口，且靠近建筑物或道路一侧应设置防水土工膜。

下凹式绿地主要布置在建筑物周边，或地下管线较多、不适宜换填的区域。下凹式绿地不设置换填层，仅表层下凹 150mm。溢流雨水通过溢流雨水口就近接入雨水管道。



图 5.7 小区内雨水花园及下凹式绿地

- 传输型草沟

传输型植草沟主要用于传输雨水径流，底部不换填，草沟底坡度 1%-2%。



图 5.8 传输型草沟

- 绿色屋顶（立面）

绿色屋顶也称种植屋面、屋顶绿化等，根据种植基质深度和景观复杂程度，绿色屋顶又分为简单式和花园式。基质深度根据植物需求及屋顶荷载确定。

绿色屋顶适用于符合屋顶荷载、防水等条件的平屋顶建筑和坡度 $\leq 15^\circ$ 的坡屋顶建筑。绿色屋顶可有效减少屋面径流总量和径流污染负荷，具有一定的节能减排作用，但对屋顶荷载、防水、坡度、空间条件有着严格要求

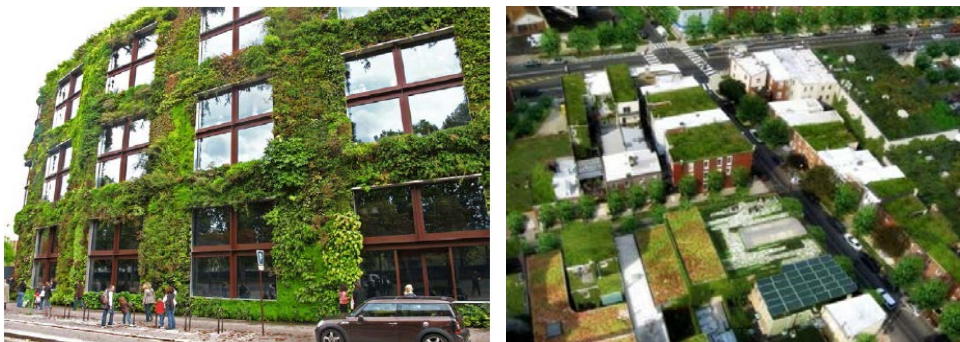


图 5.9 绿色屋顶（立面）建设意向

- 雨水回用设施

小区绿化、道路浇洒宜采用非传统水源。日杂用水量为绿化和道路浇洒的日用水量之和，并考虑 10% 的未预见水量。



图 5.10 雨水回用设施

(2) 绿地广场

城市绿地与广场可利用空间大，具有一定的海绵建设优势；由于调蓄潜力较大，可承担一定面积的周边汇水范围。

公园、广场海绵城市建设：将现有公园内部分绿地和绿化带改造成下沉式绿地和雨水花园，提升公园景观效果；还可改造为渗透沟渠和植草沟，代替雨水管道，输送其它地块汇流的降雨径流至景观水体和市政雨水管；将现有公园水体改造成景观水体，并栽种生物浮岛、景观植物，提升公园景观效果，为市民创造良好的休闲娱乐环境。对于广场可将现有硬化铺装改造成汀步和透水铺装，增加雨水下渗量；健身广场和停车场采用透水砖、嵌草砖、面包砖等透水材料，滞留更多的雨水。

停车场海绵城市建设：根据停车场的不同形式，在停车场周围或内部设置雨水花园、下沉绿地、植草沟等低影响开发设施，增加城市绿色空间，改善生态环境；将停车场雨水口移至下沉绿地或植草沟中，设置溢流式的雨水口，滞留更多的雨水。为了避免绿地中的杂草、枝叶堵塞雨水管道，溢流式雨水应口宜设置成截污雨水口；对于污染物较重的停车场，宜安装初期雨水弃流装置，弃流初期雨水，保护下游水体。对于绿化率较低的停车场，可通过可透水结构进行渗蓄收集雨水至中央调蓄池或渗蓄模块，从而提高地块内雨水渗蓄利用能力；对于绿化率较高的停车场，可通过带状生物滞留设施进行渗蓄

净化雨水，调整场地内竖向高程与雨水口位置，增加底部出水管，提高地块内防涝控制能力。



图 5.11 生态停车场示意

(3) 城市道路

城市道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入道路红线内、外绿地内，并通过设置在绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施进行处理。低影响开发设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行，如结合道路绿化带和道路红线外绿地优先设计下沉式绿地、生物滞留带、雨水湿地等。典型的传统道路设计与海绵城市型道路设计的对比如下图所示。

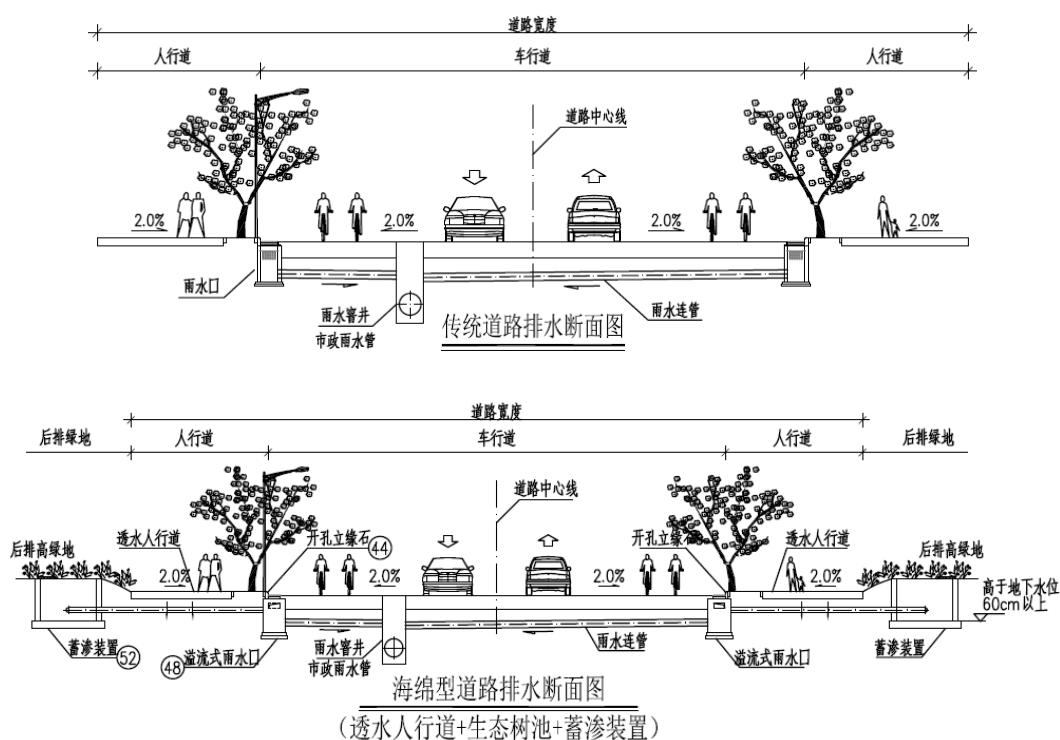


图 5.12 传统道路与海绵道路排水断面对比图

新建道路应落实海绵城市低影响开发（LID）建设要求。道路设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等，便于路面径流雨水汇入低影响开发设施。不同路面结构交接带和道路外侧宜设置绿化带，便于海绵设施布置和路面雨水收集排放。）新建城市高架道路、人行道、步行道、专用非机动车道和停车场建设应优先采用透水铺装，改建高架道路、人行道、步行道、专用非机动车道和停车场建设宜采用透水铺装。例如：清溪片区、鱼形山片区等新建道路。



图 5.13 海绵道路实景图

改、扩建城市道路绿化隔离带可结合用地条件和绿化方案设置下凹式绿地、雨水花园或植草沟等设施，设施的设计应与道路景观设计紧密结合，道路绿化带高程宜低于路面；老城区地势低洼处、积水点等现状道路改造项目。改造重点是结合积水点和绿化补植因地制宜进行道路海绵体建设。

（4）城市水系

城市河流水系一般具有以下特点：是雨与污排放的终端；较大调蓄容积，且部分河道周边一般具有宽阔的缓冲带。

城市水系在城市排水、防涝、防洪及改善城市生态环境中发挥着重要作用，是城市

水循环过程中的重要环节，湿塘、雨水湿地等低影响开发末端调蓄设施也是城市水系的重要组成部分，同时城市水系也是超标雨水径流排放系统的重要组成部分。城市水体的典型低影响开发设施包括渗透塘、生态驳岸等。

加强对城市坑塘、河湖、湿地等水体自然形态的保护和恢复，禁止填湖造地、截弯取直、河道硬化等破坏水生态环境的建设行为。生态驳岸代替混凝土驳岸。滨水绿化控制线范围内的绿化带，建设为植被缓冲带，以削减径流流速和污染负荷。



图 5.14 代表性沿河湿地布置示意图

专题二 益阳市中心城区海绵城市建设
适宜性评价分析研究

专题二

益阳市中心城区海绵城市建设适宜性评价分析研究

前言：建设具有自然积存、自然渗透、自然净化功能的海绵城市是生态文明建设的重要内容，是实现城镇化和环境资源协调发展的重要体现，也是今后我国城市建设的重大任务。益阳市积极推进海绵城市建设，在海绵城市规划、建设、管理等方面开展了相关探索与实践。本专题以湖南省益阳市中心城区为例，选取高程、坡度、水域缓冲区、生态敏感性等 9 个评价因子对规划区进行海绵城市建设适宜性评价分析，应用 GIS 模型分析，并根据分析结果——综合建设适宜指数（CSI）对益阳市中心城区进行海绵城市建设分区，对不同分区提出不同建设指引以指导海绵城市建设。

1. 规划区概况

规划范围为益阳市中心城区。规划到 2030 年建设用地约 109 平方公里。中心城区生态本底本底优良、资源丰富。

益阳市作为洞庭湖生态经济区的重要组成城市，位于长江黄金水道与京广交通动脉交汇处，地处长株潭城市群、武汉城市圈腹地，是长江经济带开发开放的重点区域，具有承东启西、连南接北的独特区位优势。益阳市拥有国家森林城市、国家卫生城市、中国优秀旅游城市等城市名片。独特的区位、生态和政策优势，加上益阳市“生态美市”战略和“建设区域性生态中心城市，打造丽都益阳”总体发展思路的持续推进，以及在规划、建设、管理等方面的诸多优势，完全满足承担海绵城市建设先行先试、探索经验所需要的各种条件。

2. 海绵城市建设适宜性评价技术路线

评价方法中的关键点在于指标的选取和标准化、权重的确定等。首先选取影响海绵城市建设适宜性的单个因子，对不同因子进行赋值，确定权重，评定该因子对海绵城市建设开发建设的影响力，然后通过刚性因子及弹性因子复合评价分析出综合建设适宜指数即 CSI，CSI 越高越适宜进行海绵城市建设，最后根据结果对规划区进行适宜性分区。

益阳市海绵城市建设适宜性评价主要以 GIS 为操作平台,选取高程、坡度、汇流量、低洼地、水域缓冲区、建设缓冲区、山体生态敏感性、水体生态敏感性、生态适宜性等 9 个因子进行单因子评价, 然后进行多因子综合评价。

综合评价采用适宜性指数法。鉴于有些单因子区域对评价结论有特殊的决定作用, 将这类因素作为“刚性因子”, 其他因子作为“弹性因子”并设计了综合适宜指数 CSI 算法:

$$CSI = \max \left(\sum_{m=1}^M [i(0,10)_m \cdot w_m], I\{10\}_{j_1}, I\{10\}_{j_2}, \dots, I\{10\}_{j_n} \right)$$

式中, i 和 I 分别表示具有特定取值集合的弹性因子和刚性因子值, w 为弹性因子相加权重 (由层次分析法结合专家咨询确定且 $\sum_{m=1}^M w_m = 1$)。最终得到的 CSI 越高, 海绵城市建设适宜性越高。

参考规划区现状特色、关键要素, 本规划拟选取的单因子及评价路线如图 1:

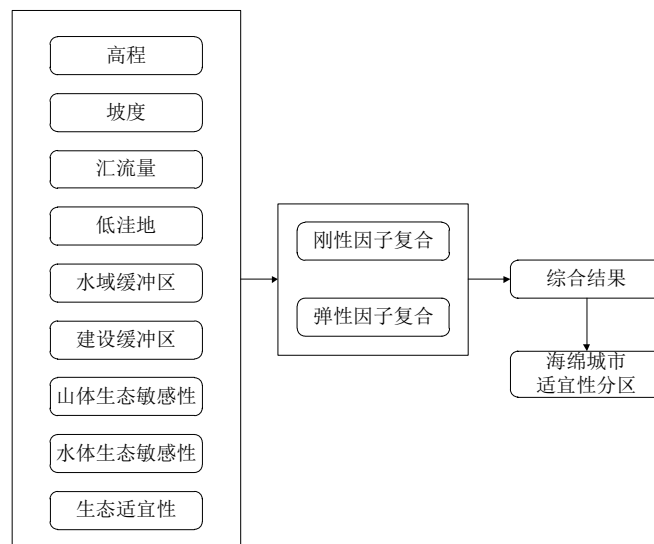


图 1 适宜性评价技术路线图

3. 评价方法研究

3.1 单因子评价

(1) 高程因子

由数字地形模型得到。高程直接影响生态廊道和自然骨架的完整程度。绝对高程越小, 人居环境的气候适应性越低, 城市建筑、构筑物等非海绵要素布局的不利度越高,

海绵城市建设适宜性越高，绝对高程越高，生态敏感性越高，进行海绵城市建设难度越大，则该区域进行海绵城市建设适应性得分越低。

(2) 坡度因子

坡度是影响植被生长、水土保持的重要因子，坡度越陡，植物生长越受影响，水土流失、地质灾害越容易发生，生态敏感性越高。坡度越大，人工构筑物建设难度和可行性越低，城市建筑、构筑物等开发要素构建的风险越高，海绵城市建设适宜性越高；坡度大于规定值处无条件适宜。

(3) 汇流量因子

通过地形、径流系数等推算出地表汇流量，在汇流线处可能是自然排水或行泄走廊，应避免开发的集聚，并强化渗、净等雨水管控措施。汇流量越大，海绵城市建设适宜性越高。汇流量较大的地区进行海绵城市建设，布局海绵化设施可以达到削减径流污染物、延缓径流峰值等作用，因此汇流量越大地区，海绵城市建设适宜性得分越高。

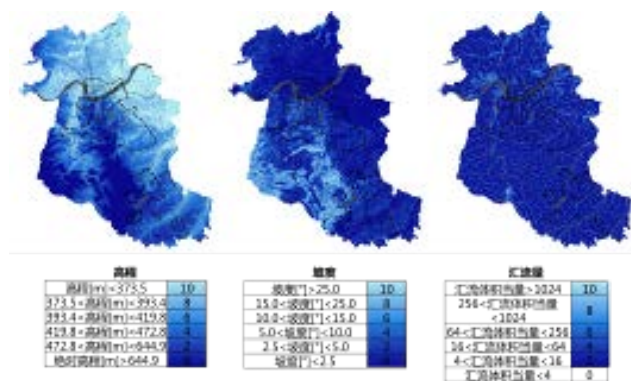


图 2 规划区高程、坡度、汇流量因子分析图

(4) 低洼地因子

低洼地一般是积水高发地区，设置调蓄设施、湿地等海绵化设施可以有效的进行雨水的滞蓄功能。距离低洼地越近，建设适宜性越高越高，反之，建设适宜性越低。

(5) 水域缓冲区

识别和水源敏感地有关的中间过程，强化流域系统的污染防控。水源保护地向外的缓冲距离越小，水源保护等级越高，海绵城市建设适宜性越高。

(6) 建设缓冲区

建设难度按照实际建设的难易程度以及经济性来进行相应评价。越是城市开发较早的建成区（老城区）建设开发强度越大，越难进行海绵城市建设，相对而言，城市新区

则有较大的海绵城市建设空间，建设适宜性越高。

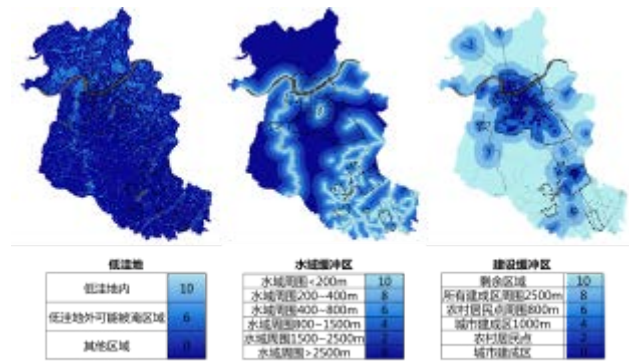


图 3 规划区低洼地、水域缓冲区、建设缓冲区因子分析图

(7) 山体生态敏感性因子

参考益阳市城市规划区山体水体保护规划中对山体生态敏感性的评价内容；考虑生态本底的分布，山体生态的“低敏感度”、“中敏感度”和“高敏感度”地区，保护措施越重要，海绵城市建设适宜性越高。

(8) 水体生态敏感性因子

参考益阳市城市规划区山体水体保护规划中对水体生态敏感性的评价内容；考虑各级生态敏感性的分区及缓冲距离，敏感度等级越高、缓冲距离越小，保护措施越重要，海绵城市建设适宜性越高。

(9) 生态适宜性因子

以经验研究中的生态阻力值打分为依据；生态阻力值越小，土地与各物种适宜度生境的差异性越小，生境的自然度越高，海绵城市建设适宜性越高。

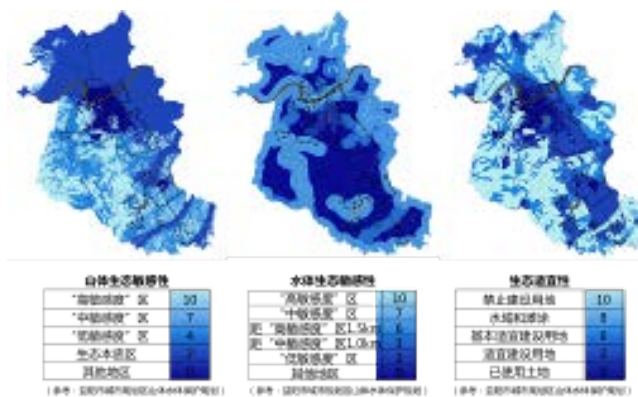


图 4 规划区山体敏感性、水体敏感性、生态适宜性因子分析图

3.2 多因子叠加

将上述益阳市生态敏感性以及建设适宜性的各类因子相互叠加，将低洼地、水域缓冲区、水体生态敏感性作为综合评价的刚性因子，其余因子得分拟作为弹性因子，根据相加权重确定规划范围的 CSI 格局。可以用来控制区域未来城市形态结构与指导建设时序，构建主要的海绵设施重点区，构建基地的生态图底，指导建设用地选择。

类别	因子	相加权重
刚性因子	低洼地	-
	水域缓冲区	-
	水体生态敏感性	-
弹性因子	高程	0.04
	坡度	0.05
	汇流量	0.15
	低洼地	0.13
	水域缓冲区	0.15
	建设缓冲区	0.08
	山体生态敏感性	0.11
	水体生态敏感性	0.16
	生态适宜性	0.13

表 1 CSI 因子分析表

4. 综合评价结果

海绵城市建设适宜性评价有利于绘制建设范围内的生态图底、构建重要的海绵设施重点建设区、指导分期建设时序。

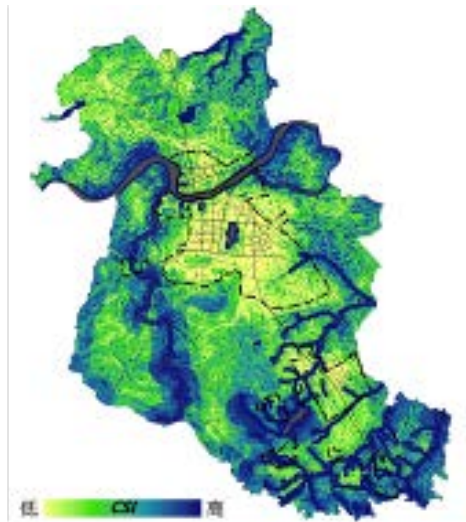


图 5 益阳规划区建设适宜性评价分析图

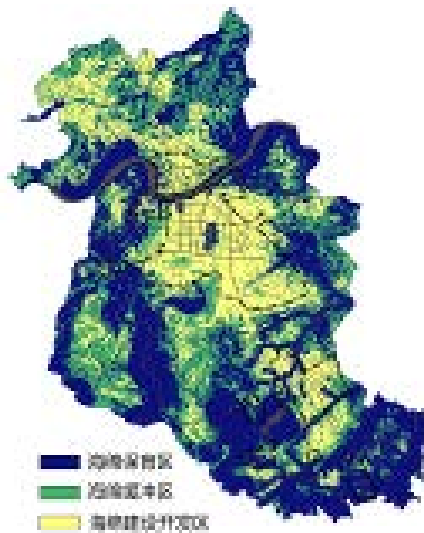


图 6 益阳规划区海绵建设管控分区图

参考对相似地貌场地的适建性划分标准，将海绵城市分为适宜建设区、较适宜建设区、较不宜建设区。面积分别占总面积的 50%、25%、25%：

建设保育区：建设保育区以水域、行洪通道、蓝线周边、绿线周边、低洼地、水源涵养地、水土保持区为主。未来加大海绵城市建设力度，保护城区最基本的“大海绵”设施，实现规模化。

建设缓冲区：以陡坡、汇水区、生态敏感区和灾害风险区为主，多为适宜建设区的外围地带。在建设区周边强化海绵城市建设，在非建设区适当增加海绵城市设施的密度和功能。

建设开发区：以已建区周边限制因素少、生态要素缺乏的缓冲区为主，海绵城市开发价值较小。控制开发强度和建设密度，优化内部系统格局，在部分地点增设海绵城市

设施。

5. 结语

通过单因子评价,多因子叠加分析,根据相加权重等确定城市规划范围的 CSI 格局。可以清楚直观的评价出城市的海绵城市建设适宜性。根据海绵保育区,海绵建设缓冲区,海绵建设开发区这样不同的分区指导海绵城市的开发建设。