



桂林市海绵城市建设系列培训

——建筑与社区典型案例分享

桂林市海绵城市建设工作领导小组办公室

中国城市规划设计研究院

2023年7月14日



目录

- 一、建设需求与问题分析
- 二、规划设计方法与图示
- 三、海绵型公共建筑案例
- 四、海绵型居住社区案例
- 五、设计可参考的标准规范



PART 01

建设需求与 问题分析

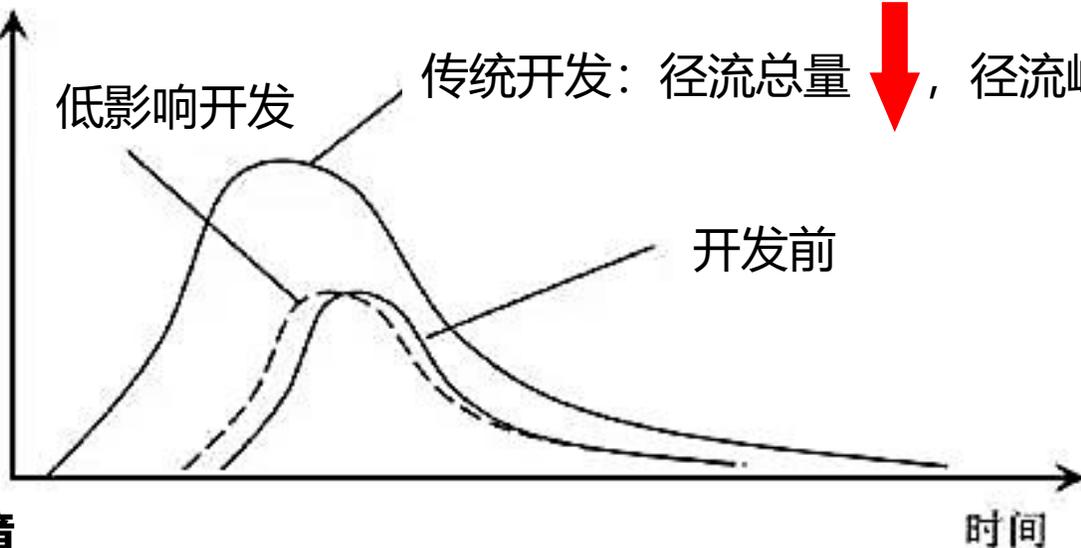
- 1.1 海绵城市理念内涵
- 1.2 海绵城市建设需求
- 1.3 常见设计施工运管问题

1.1 海绵城市理念内涵

■ 城市化对水的影响

➤ 水量

流量



低影响开发

传统开发：径流总量 ↓，径流峰值 ↑，峰现时间 ←

开发前

时间



造成道路内涝积水、河道行泄受阻等

➤ 水环境

不透水地面和雨水管道加速了污染物的转移和扩散，部分污染物在下游沉积，部分污染物在水中溶解，形成水质污染。

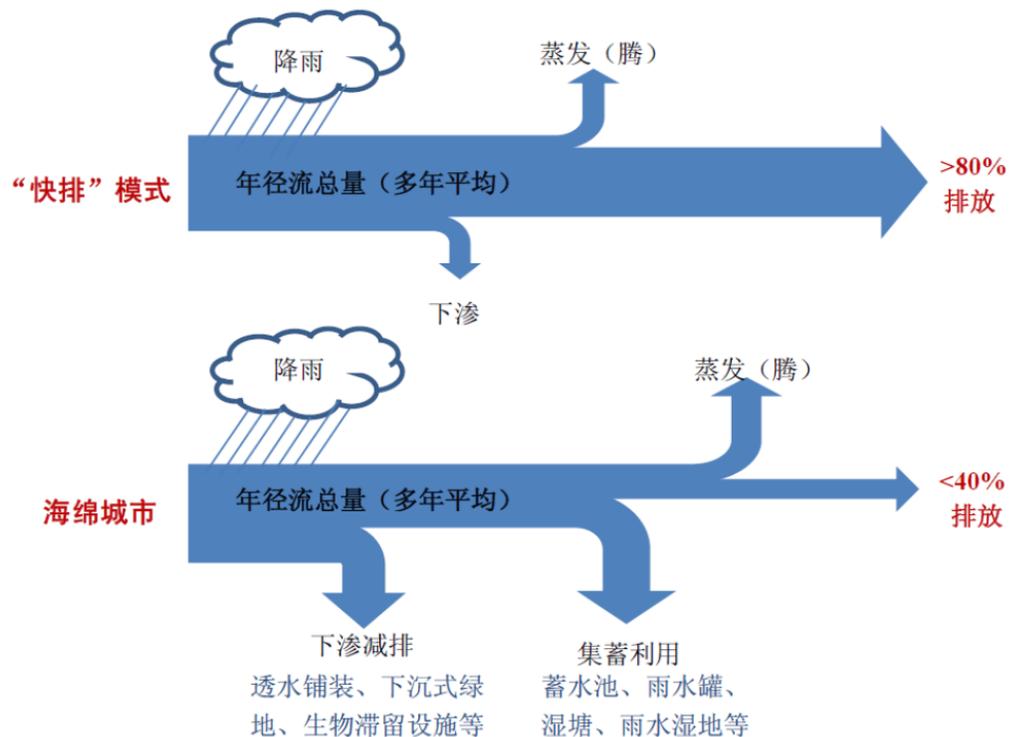
➤ 水生态

部分城市建设破坏滨水植被带，影响水生生态系统；部分河道被渠化，改变了河流本来的生态特性。

1.1 海绵城市理念内涵

■ 海绵城市理念

- 海绵城市是指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。



——《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》

传统开发	改造自然
	利用土地为主
	改变原有生态
	粗放式建设
	地表径流量大增

海绵城市	顺应自然
	人与自然和谐
	保护原有生态
	低影响开发
	地表径流量不变

1.2 海绵城市建设需求

新建项目

- 落实**国家政策要求**与海绵理念，实现**高品质开发建设**
- 将**海绵设施**与**建设项目主体工程****同时设计、同时施工、同时验收、同时投入使用**

中华人民共和国中央人民政府
www.gov.cn

索引号: 000014349/2015-00168
发文机关: 国务院办公厅
标 题: 国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见
发文字号: 国办发〔2015〕75号

主 题 分 类: 城乡建设、环境保护|城市规划
成文日期: 2015年10月11日
发 布 日 期: 2015年10月16日

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

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

海绵城市是指通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路和绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，有效控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式。《国务院关于海绵城市建设的指导意见》（国发〔2013〕36号）和《国务院办公厅关于海绵城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23号）印发以来，各方面积极贯彻新型城镇化和水安全保障有关要求，有序推进海绵城市建设试点，在有效防治城市内涝、保障城市生态安全等方面取得了积极成效。为加快推进海绵城市建设，修复城市水生态、涵养水资源，增强城市防涝能力，扩大公共产品有效投资，提高新型城镇化质量，促进人与自然和谐发展，经国务院同意，现提出以下意见：

一、总体要求

（一）工作目标。通过海绵城市建设，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将70%的降雨就地消纳和利用。到2020年，城市建成区20%以上的面积达到目标要求；到2030年，城市建成区80%以上的面积达到目标要求。

（二）基本原则。

坚持生态为本、自然循环。充分发挥山水林田湖草原地形地貌对降雨的积存作用，充分发挥植被、土壤等自然下垫面对雨水的渗透作用，充分发挥草地、水体等对水质的自然净化作用，努力实现城市水体的自然循环。

坚持规划引领、统筹推进。因地制宜确定海绵城市建设目标和具体指标，科学编制和严格实施相关规划，完善技术标准规范。统筹发挥自然生态功能和人工干预功能，实现源头减排、过程控制、系统治理，切实提高城市排水、防涝、防洪和防灾减灾能力。

坚持政府引导、社会参与。发挥市场配置资源的决定性作用和政府的调控引导作用，加大政策支持力度，营造良好发展环境。积极推广政府和社会资本合作（PPP）、特许经营等模式，吸引社会资本广泛参与海绵城市建设。

二、加强规划引领

（三）科学编制规划。编制城市总体规划、控制性详细规划以及道路、绿地、水等相关专项规划时，要将雨水径流总量控制率作为强制性控制指标。划定城市蓝线时，要充分考虑自然生态空间格局。建立区域雨水排放管理制度，明确区域排放总量，不得违规超标排放。

（四）严格实施规划。将建筑与小区雨水收集利用、可渗透面积、蓝线划定与保护等海绵城市建设要求作为城市规划许可和项目建设

中华人民共和国住房和城乡建设部
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China

住房和城乡建设部办公厅关于进一步明确海绵城市建设工作有关要求的通知

建标〔2022〕1号

各省、自治区住房和城乡建设厅，直辖市住房和城乡建设（管）委，水务局，新疆生产建设兵团住房和城乡建设局：

近年来，各地认真贯彻落实习近平总书记关于海绵城市建设的重要指示批示精神，采取多种措施推进海绵城市建设，对破解城市内涝发挥重要作用。但一些城市存在对海绵城市建设认识不到位、理解有偏差、实施不系统等问题，影响海绵城市建设成效。为贯彻落实“十四五”规划《纲要》有关要求，扎实推进海绵城市建设，增强城市防洪排涝能力，现就有关要求通知如下：

一、深刻领悟海绵城市建设理念

（一）准确把握海绵城市建设内涵。海绵城市建设是通过综合措施，保护和利用城市自然山水、河湖湿地、耕地、林地、草地等生态系统，发挥建筑、道路、绿地、水系等对雨水的吸纳和缓释作用，提升城市蓄水、渗水和涵养水的能力，实现雨水的自然积存、自然渗透、自然净化，促进形成生态、安全、可持续的城市水循环系统。

（二）明确海绵城市建设主要目标。海绵城市建设是破解城市内涝的重要手段之一，能够有效应对内涝防治设计重现期以内的强降雨，使城市在适应气候变化、抵御极端灾害等方面具有良好“弹性”和“韧性”。

二、严格实施标准

（三）突出全域规划。海绵城市建设要在全面掌握城市水系现状基础上，着眼流域区域、全域分析城市生态本底，立足构建良好的山水城关系，为水留空间、留出路，实现城市水系的自然循环、完整连通城市竖向关系。不得擅自改变自然水系脉络，避免开山造地、填塞河汉、占用河湖水系空间等行为。

（四）坚持系统治理。海绵城市建设应从“末端”治理向“源头减排、过程控制、系统治理”转变，从以工程措施为主向生态措施与工程措施相结合转变，避免将海绵城市建设简单作为工程措施推进。就要扭转过度依赖工程措施治理方式，也要避免只强调生态措施和源头治理的弊端，避免从一个极端走向另一个极端。

中华人民共和国中央人民政府
www.gov.cn

关于开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知

财办建〔2021〕35号

各省（自治区）财政厅、住房城乡建设厅、水利（水务）厅，新疆生产建设兵团财政局、住房城乡建设局、水利局：

为贯彻落实习近平总书记关于海绵城市建设的重要指示批示精神，落实《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》关于建设海绵城市的要求，“十四五”期间，财政部、住房城乡建设部、水利部决定开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作，现将有关事项通知如下：

一、工作思路及目标

“十四五”期间，财政部、住房城乡建设部、水利部通过竞争性选拔，确定部分基础条件好、积极性高、特色突出的城市开展典型示范，系统化全域推进海绵城市建设，中央财政对示范城市给予定额补助。示范城市应充分运用国家海绵城市试点工作经验和成果，制定全域开展海绵城市建设工作方案，建立与系统化全域推进海绵城市建设相适应的长效机制，统筹使用中央和地方资金，完善法规制度、规划标准、投融资机制及相关配套政策，结合开展城市防洪排涝设施建设、地下空间建设、老旧小区改造等，全域系统化建设海绵城市。力争通过3年集中建设，示范城市防洪排涝能力及地下空间建设水平明显提升，河湖空间严格管控，生态环境显著改善，海绵城市理念得到全面、有效落实，为建设宜居、绿色、韧性、智慧、人文城市创造条件，推动全国海绵城市建设迈上新台阶。

二、支持范围

2021—2023年，财政部、住房城乡建设部、水利部通过竞争性选拔确定部分示范城市。其中，第一批确定20个示范城市。符合条件的城市均可按程序申报。已获得中央财政海绵城市建设试点资金支持的城市原则上不再再次申报。每省（自治区）根据省级评审结果分档，每档最多可推荐2个城市参评，“十四五”期间累计获得支持的示范城市数量不超过4个。

三、选拔程序及支持标准

（一）城市选拔方式。

示范城市选拔采取“省级评审+城市评审”的方式选拔确定，重点向基础工作扎实、条件具备的省份和城市倾斜。

1. 省级评审：采取书面评审方式，财政部、住房城乡建设部、水利部共同制定评审细则，每年组织评审，重点审查省级层面在统筹推进海绵城市、地下空间开发建设、城镇老旧小区改造等方面的具体举措，包括：制定法规制度及规划标准、统筹政策资金、建立

1.2 海绵城市建设需求

■ 改造项目

➤ 1、消除地块内涝积水



外部河水倒灌



山体雨水汇入



竖向管控欠佳



管网外排受阻



排水能力不足



下垫面渗透条件欠佳

1.2 海绵城市建设需求

■ 改造项目

➤ 2、雨污混错接改造



地块内部雨污混错接



阳台立管雨污合流



雨落管断接不规范

➤ 3、改善生态环境质量



池塘水质不良



泳池废弃



土壤裸露

1.2 海绵城市建设需求

■ 改造项目

➤ 4、实现人居环境提升



道路脏乱破损



停车位不足



边沟、盖板渠异味



私搭菜园



杂物堆放



一层空间占用

1.3 常见设计施工运管问题

■ 1 雨水径流组织不合理

错误示例:



收水坡度逆向



边沟接入绿地处未设消能设施



缺少路缘石开口或没设开口

■ 2 关键设计参数不合理

错误示例:



溢流口设置位置不合适



溢流口高度过高或过低



下沉式绿地高于道路或下凹深度不足

1.3 常见设计施工运管问题

■ 3 未充分考虑海绵设施对周边的影响

错误示例：



生态湿塘离建筑基层过近



植草沟离建筑基层过近



药厂种植不合适花卉

■ 4 未按图纸施工或施工质量不佳

错误示例：



植草沟沟型不明显



边沟接入绿地处未设消能设施



透水铺装开裂、翘动

1.3 常见设计施工运管问题

■ 5 工程后期运管不力

错误示例：



透水砖滋生苔藓，影响通行安全



雨水收集池泥沙沉积、散发异味



雨水回用设施缺少标识或标识不规范

■ 6 统筹协调与长期维护问题难以解决

- 1、**居民群众改造意愿不足**。如部分居民对改造工作较抵触，导致管网改造不彻底、违章建筑未拆除。
- 2、建设改造后**较难进行长期维护**。如部分老旧小区无物业、以开放式自主管理为主，存在缺少运管维护人员、资金等问题。



PART 02

规划设计方法与 图示

2.1 项目设计流程

2.2 海绵设施选择

2.3 典型场景设施系统图示

■ 以海绵城市设计专篇模板为指导，理清思路、开展项目设计

➤ 海绵城市设计专篇目录

一、地块规划条件

- 1、地块规划条件及用地范围
- 2、地块规划条件表
- 3、地块规划设计要求

二、项目基本情况

- 1、项目概况与定位
- 2、项目区位分析
- 3、项目现场状况
- 4、项目周边分析

三、海绵城市设计方案

- 1、海绵城市设计指标
- 2、汇水分区与下垫面分析
- 3、海绵城市设计措施

4、雨水径流组织分析

5、雨水管网布置

6、海绵城市设计指标完成情况

7、项目示范意义

四、计算表

五、图集

1、场地总平面图

2、下垫面分析图

3、汇水分区图

4、竖向及径流路径组织图

5、海绵设施分布图

6、雨水设施平面布置图

7、海绵设施大样图

8、海绵设施植物种植设计图

➤ 工作要点

一、建设条件分析

周边地块与项目场地的关系，是否有周边客水；周边排水系统现状，项目场地排水系统与其的关系；项目场地的水文地质条件情况

二、确定设计目标

年径流总量控制率、年SS削减率、下沉绿地率、绿色屋顶率、透水铺装率

三、海绵方案设计

确定海绵设施的类型、规模、空间布局，雨水径流组织

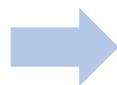
四、建设效果评估

开展核算分析与模型模拟

2.1 项目设计流程

■ 分级设计策略

根据基础条件评估海绵化改造潜力



实现分级设计改造“+海绵”

分级判断因素

分级改造策略

- 1、现状问题数量
- 2、项目改造空间
- 3、地块排水系统情况
- 4、地块绿化条件
- 5、整体环境卫生情况
- 6、居民群众改造意愿

公建与社区分级	改造措施	推荐的海绵设施
海绵化I类 (基本型)	精准识别并解决现有突出问题，组织雨水顺利排出，降低内涝风险，适当设置雨水滞蓄和面源污染削减设施	透水砖、透水混凝土、下沉式绿地、植草沟、生物滞留设施、雨水罐
海绵化II类 (提升型)	在针对性解决现有问题的前提下，尽可能结合绿地等设施进行雨水管控和调蓄，达到源头减排目标	渗管/渠、渗井、透水模块、蓄水池（+海绵化I类适用的海绵设施）
海绵化III类 (全面型)	充分采用竖向分析和微地形改造结合的方式优化雨水组织径流，提升人居环境质量和雨水综合管控利用水平	绿色屋顶、生态湿塘、初期雨水弃流设施、雨水回用系统（+海绵化I类、II类适用的海绵设施）

海绵设施比选一览表

单项设施	功能					控制目标			处置方式		经济性		污染物去除率 (以SS计, %)	景观效果
	集蓄利用雨水	补充地下水	削减峰值流量	净化雨水	转输	径流总量	径流峰值	径流污染	分散	相对集中	建造费用	维护费用		
透水砖铺装	○	●	○	○	○	●	○	○	√	—	低	低	80-90	—
透水水泥混凝土	○	○	○	○	○	○	○	○	√	—	高	中	80-90	—
透水沥青混凝土	○	○	○	○	○	○	○	○	√	—	高	中	80-90	—
绿色屋顶	○	○	○	○	○	●	○	○	√	—	高	中	70-80	好
下沉式绿地	○	●	○	○	○	●	○	○	√	—	低	低	—	一般
简易型生物滞留设施	○	●	○	○	○	●	○	○	√	—	低	低	—	好
复杂型生物滞留设施	○	●	○	●	○	●	○	●	√	—	中	低	70-95	好
渗透塘	○	●	○	○	○	●	○	○	—	√	中	中	70-80	一般
渗井	○	●	○	○	○	●	○	○	√	√	低	低	—	—
湿塘	●	○	●	○	○	●	●	○	—	√	高	中	50-80	好
雨水湿地	●	○	●	●	○	●	●	●	√	√	高	中	50-80	好
蓄水池	●	○	○	○	○	●	○	○	—	√	高	中	80-90	—
雨水罐	●	○	○	○	○	●	○	○	√	—	低	低	80-90	—
调节塘	○	○	●	○	○	○	●	○	—	√	高	中	—	一般
调节池	○	○	●	○	○	○	●	○	—	√	高	中	—	—
转输型植草沟	○	○	○	○	●	○	○	○	√	—	低	低	35-90	一般
干式植草沟	○	●	○	○	●	●	○	○	√	—	低	低	35-90	好
湿式植草沟	○	○	○	●	●	○	○	●	√	—	中	低	—	好
渗管/渠	○	○	○	○	●	○	○	○	√	—	中	中	35-70	—
植被缓冲带	○	○	○	●	—	○	○	●	√	—	低	低	50-75	一般
初期雨水弃流设施	○	○	○	●	—	○	○	●	√	—	低	中	40-60	—
人工土壤渗透	●	○	○	●	—	○	○	○	—	√	高	中	75-95	好

注：1 ●—强 ○—较弱 ○—弱或很小；

海绵设施的雨水控制利用阶段

阶段名称	阶段描述	海绵设施
源头控制	在雨水进入市政沟渠、管道等排水系统之前的措施，用以减少进入排水系统的雨水径流量和污染物	绿色屋顶、透水砖、透水沥青、下沉式绿地等
汇流控制	雨水径流量超过源头控制措施的处理能力之后，溢流雨水在排入市政管网前，采取截留、调蓄、入渗等手段，将雨水处理、利用后再排放的过程	雨水截污挂篮、渗管/渠、截污雨水井等
终端控制	雨水在排水系统末端收集后，利用物理过程过滤雨水中的悬浮物，利用化学、生物过程降解有机物和重金属离子的过程	雨水湿地、雨水湿塘等

- 要明确单个设施和**组合设施所发挥的作用**，明确设施之间的衔接关系

2.3

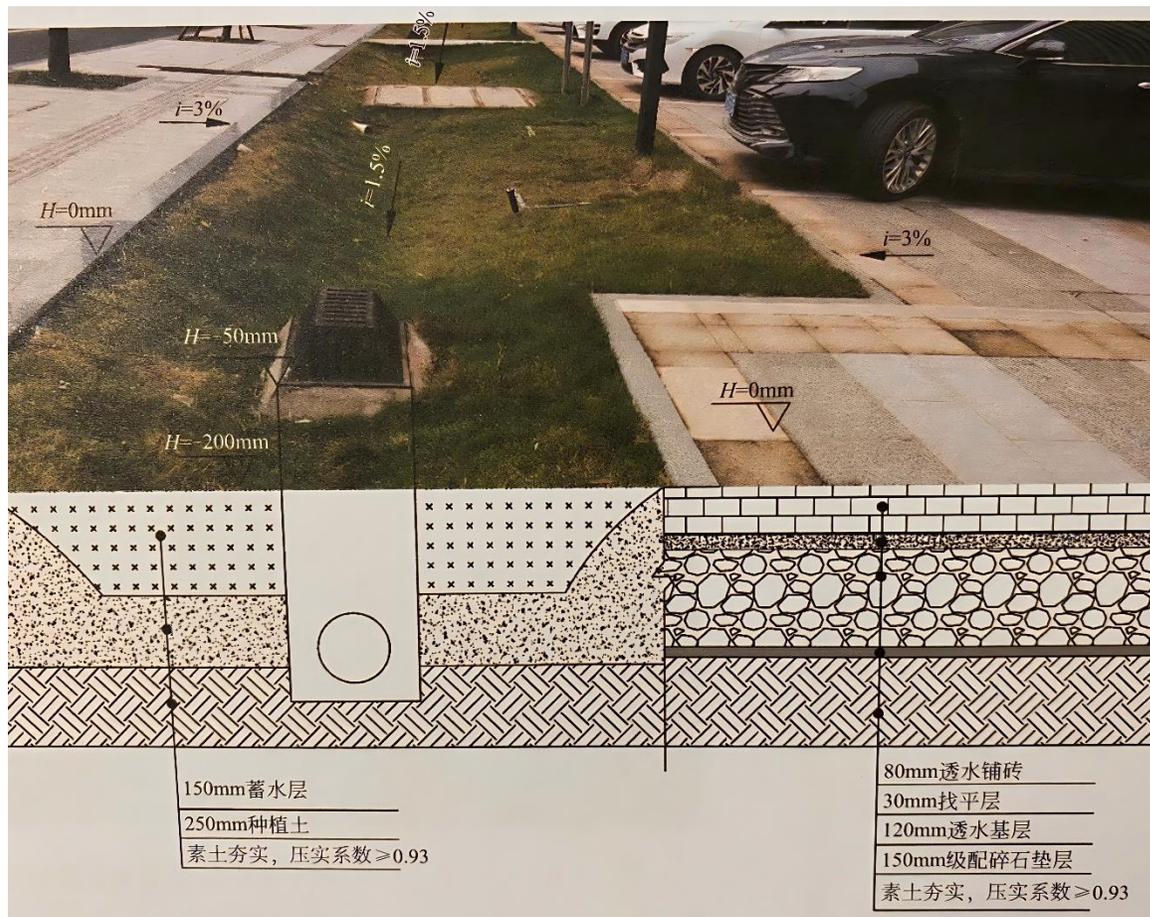
典型场景设施系统图示

■ 道路



透水铺装与植草沟

■ 绿地

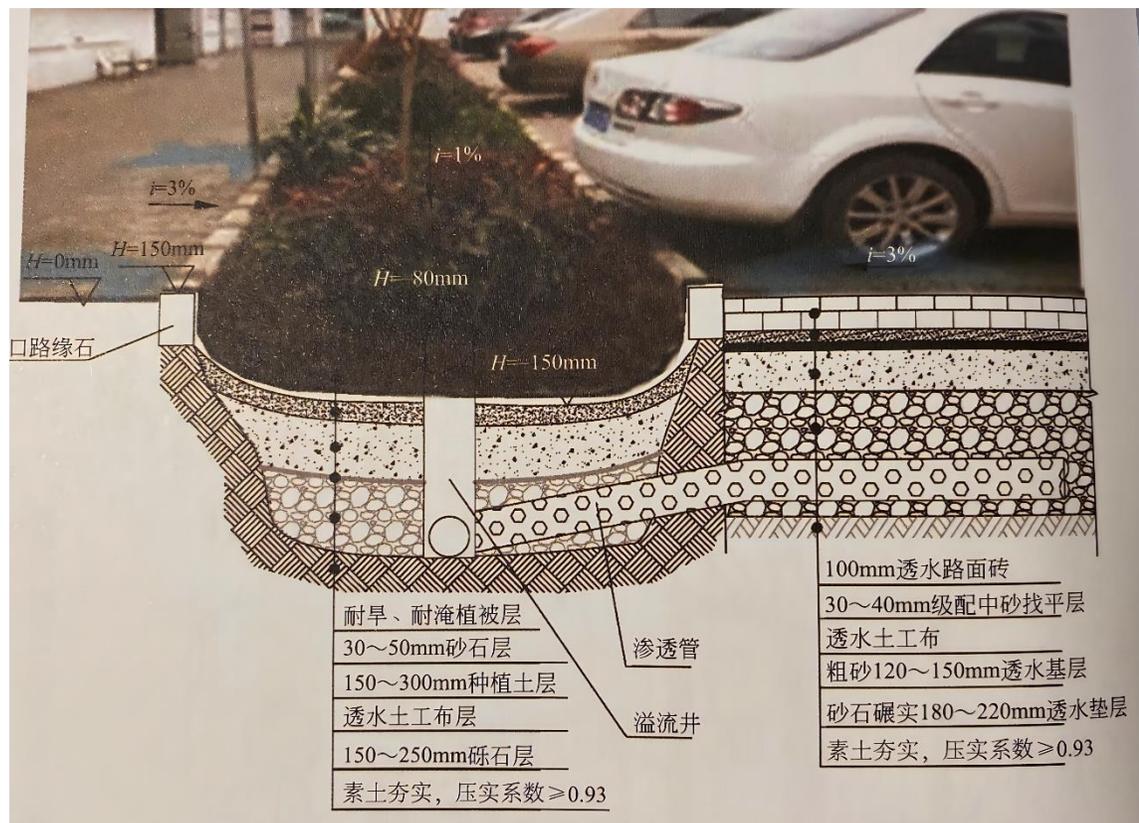


透水铺装与下凹式绿地

2.3

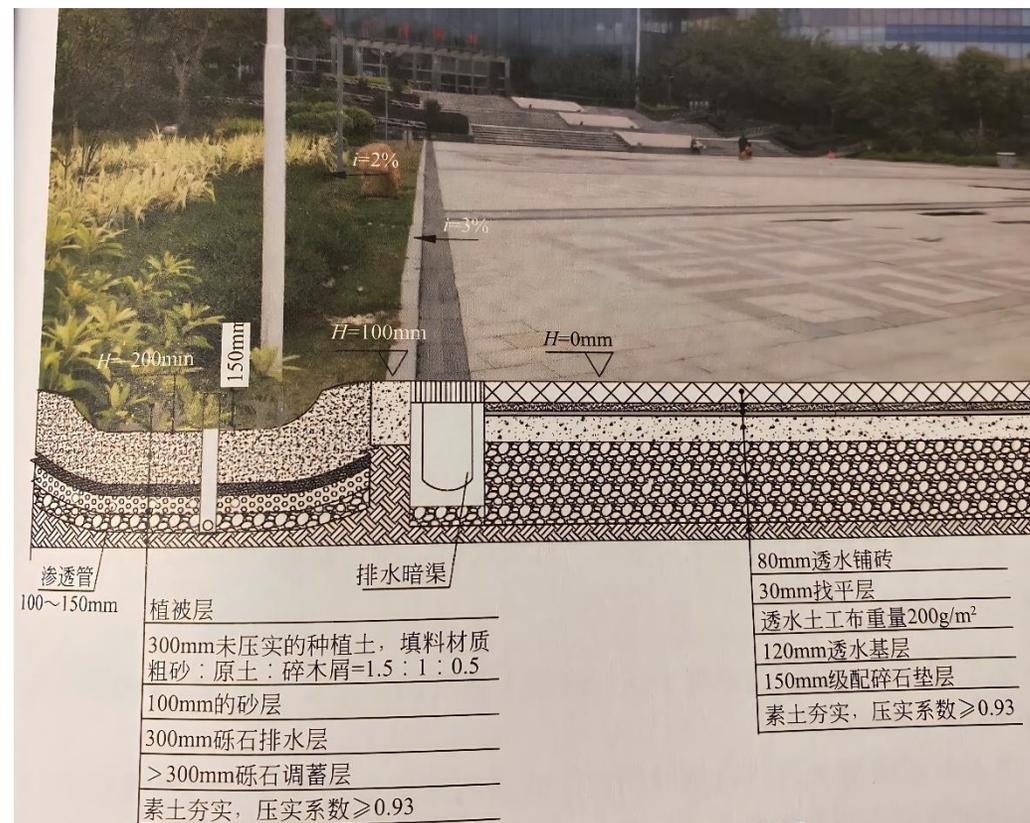
典型场景设施系统图示

■ 停车场



生物滞留设施、排水暗渠和透水铺装

■ 广场



生物滞留设施、排水暗渠和透水铺装



PART 03

海绵型公共 建筑案例

3.1 应急管理局大院海绵化改造

3.2 幼儿园海绵化改造

3.3 昆山杜克大学海绵化建设

3.4 博物馆园区内海绵化改造

3.1 案例1：应急管理局大院海绵化改造

■ 项目概况

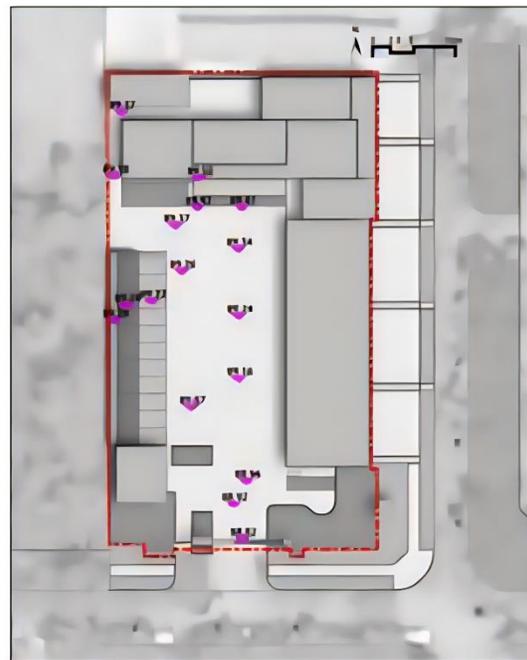
- 项目位于H市护城河北部片区，占地面积2700m²。院内建筑密度约为40%，绿化率约为10%，现状综合雨量径流系数为0.77
- 院内地势总体较平坦。整体上北高南低，坡度约3‰。现状排水体制为雨污合流，雨污水经合流管道（管径为D300）收集后向南排入紫荆巷市政管网



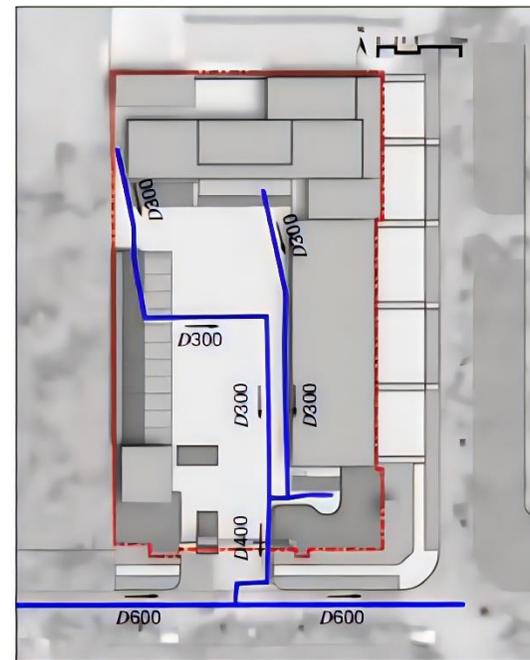
项目区位图



用地现状与下垫面分析图



现状竖向分析图



现状排水管网分布图

■ 现状问题

- (1) 市政道路已完成雨污分流改造，但小区院内路由不足，仍为雨污合流
- (2) 屋顶存在漏水问题，雨季影响正常使用
- (3) 硬质路面破损、开裂，景观绿化长势较差、植被枯死
- (4) 项目所在的护城河北部片区存在较严重的溢流污染问题，面源污染缺少有效的控制措施，导致水体黑臭



雨污合流排水体制



东办公楼屋顶漏水



硬质路面破损



植被枯死、黄土裸露

3.1 案例1：应急管理局大院海绵化改造

■ 建设目标

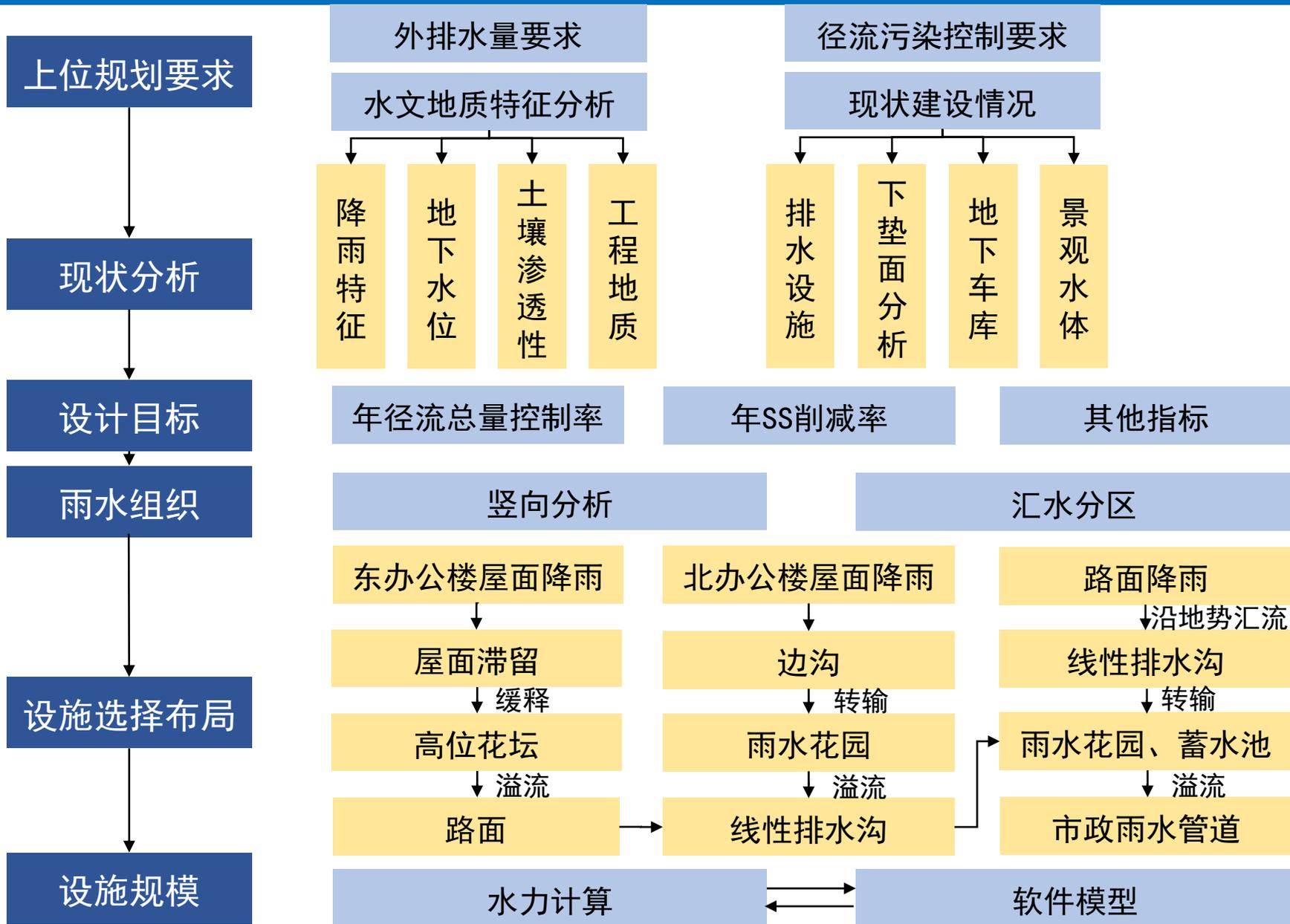
(1) 年径流总量控制率70%，年SS削减率50%

(2) 实现雨污分流，雨水管渠设计重现期不低于2年一遇

■ 整体思路

(1) 采用“**雨水地表、污水地下**”的方式分流

(2) 通过水力计算和软件模拟量化建设效果

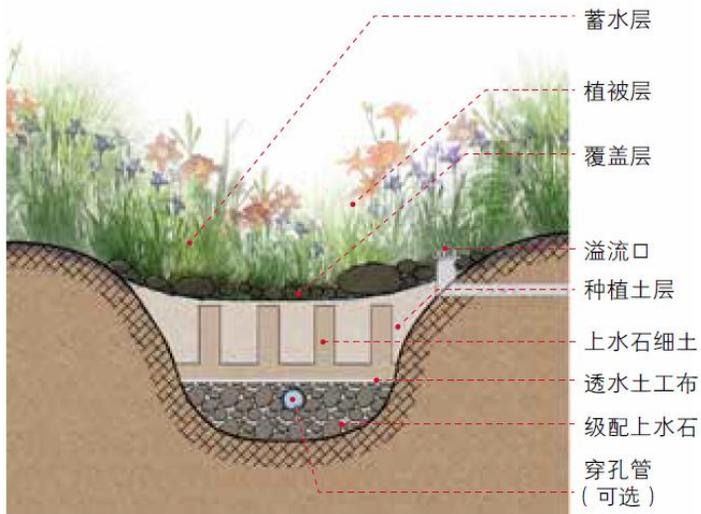


3.1

案例1：应急管理局大院海绵化改造

➤ 关键设施设计

✓ 雨水花园

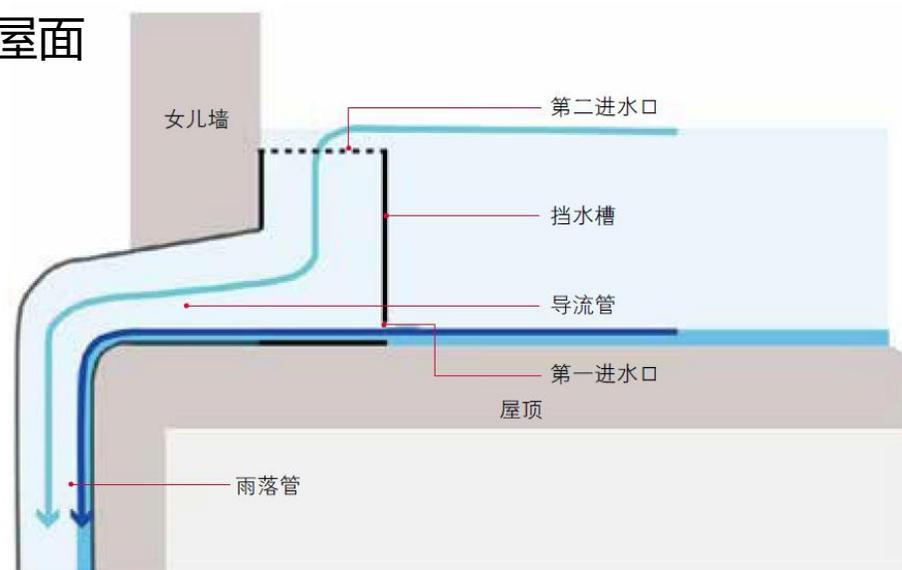


雨水花园做法示意



雨水花园实物照片

✓ 滞水屋面



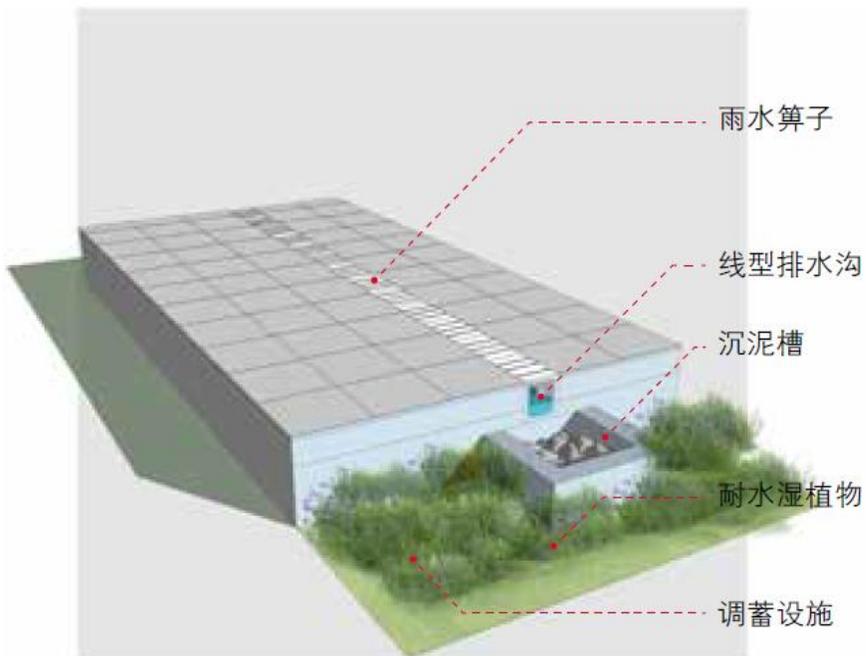
滞水屋面做法示意



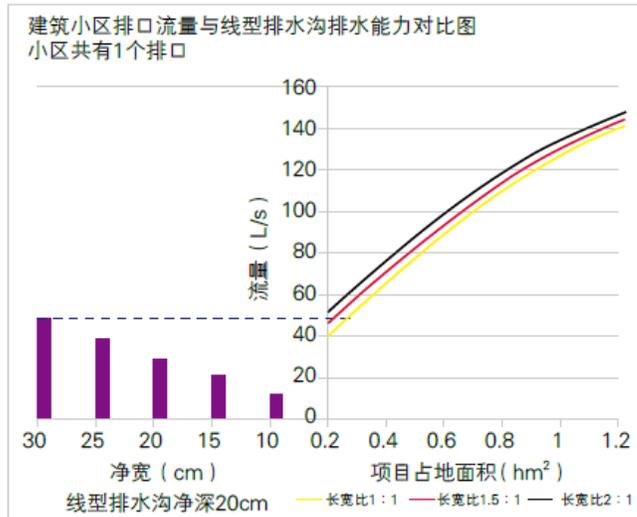
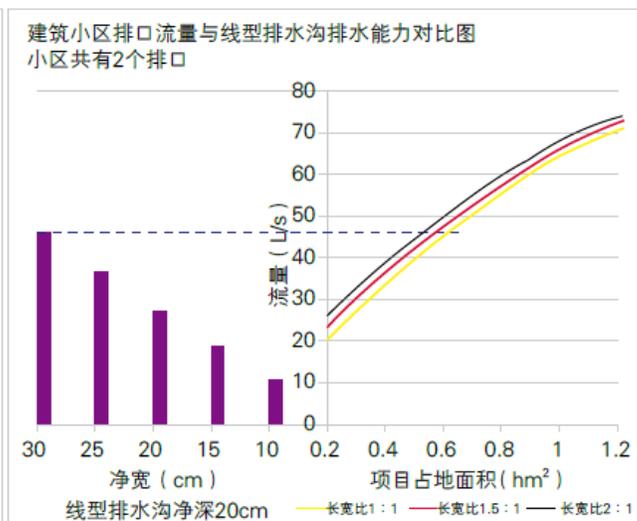
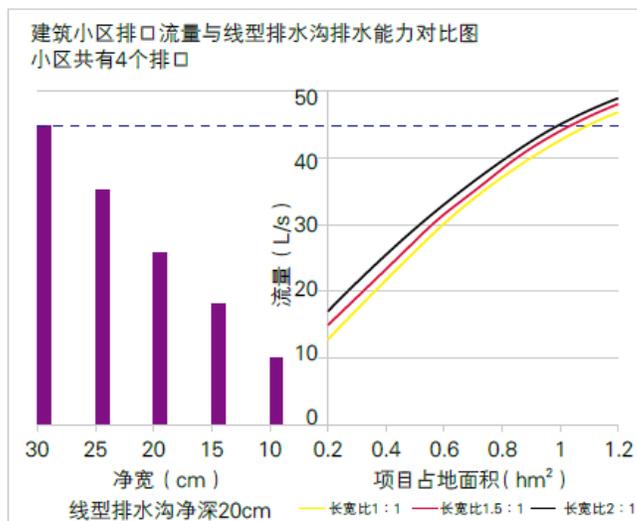
滞水屋面实物照片

➤ 关键设施设计

✓ 线型排水沟



线型排水沟做法示意



小区排口流量与线型排水沟排水能力分析

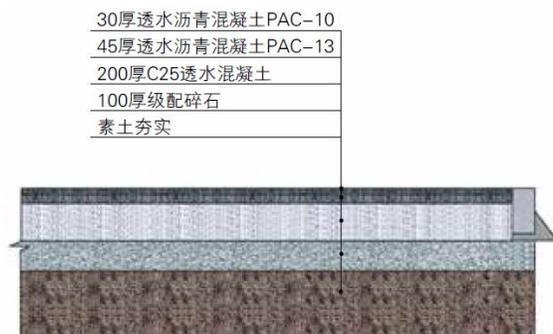
线型排水沟实物照片

3.1

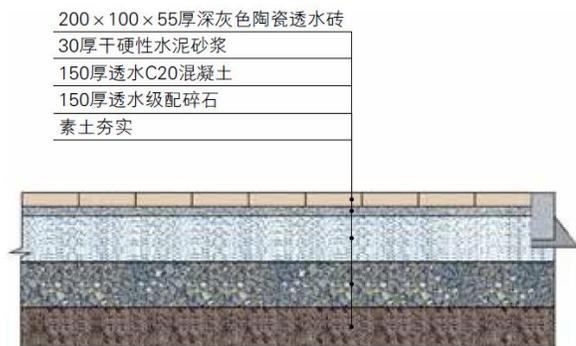
案例1：应急管理局大院海绵化改造

➤ 关键设施设计

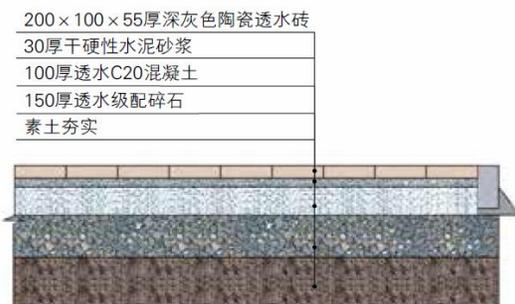
✓ 透水铺装



透水沥青铺装



机动车停车位陶瓷透水砖铺装



自行车停车位陶瓷透水砖铺装

✓ 废弃水池利用



水池结构示意图

3.1 案例1：应急管理局大院海绵化改造

➤ 量化计算

✓ 调蓄容积计算

汇水分区	建筑 (m ²)	绿地 (m ²)	透水路面 (m ²)	不透水路面 (m ²)	面积 (m ²)	综合雨量径流系数	设计径流控制量 (m ³)	实际调蓄容积 (m ³)	控制降雨量 (mm)	年径流总量控制率
1	535.6	40.62	113.32	12.76	702.3	0.71	11.47	5.9	15	57.9%
2	62.05	131.03	551.33	4.36	748.77	0.29	4.99	17.5	39.8	85.7%
3	510.73	118.81	566.27	11.64	1207.45	0.5	13.889	9.7	19.6	65.8%
合计	1108.38	290.46	1230.92	28.76	2658.52	0.5	30.35	33.1	—	70.5%

✓ 排空时间计算

设施	调蓄水深 (m)	综合安全系数	排空时间 (h)	备注
1号雨水花园	0.15	0.7	11.9	< 24h
2号雨水花园	0.20	0.7	15.87	< 24h
3号雨水花园	0.05	0.7	3.97	< 24h
4号雨水花园	0.20	0.7	15.87	< 24h

$$T_s = V_s / 3600 \alpha K J A_s$$

T_s ——渗透时间, h ;

V_{sj} ——设施的设计有效调蓄容积, m^3 ;

α ——综合安全系数;

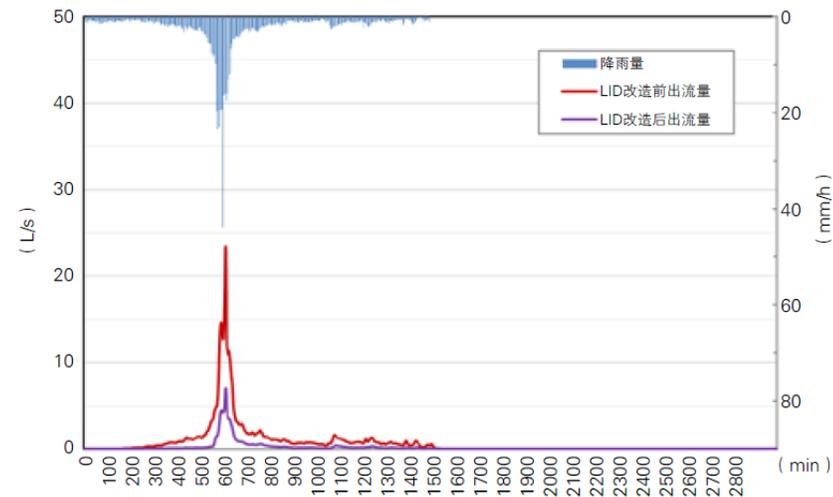
K ——土壤渗透系数, m/s 。

3.1 案例1：应急管理局大院海绵化改造

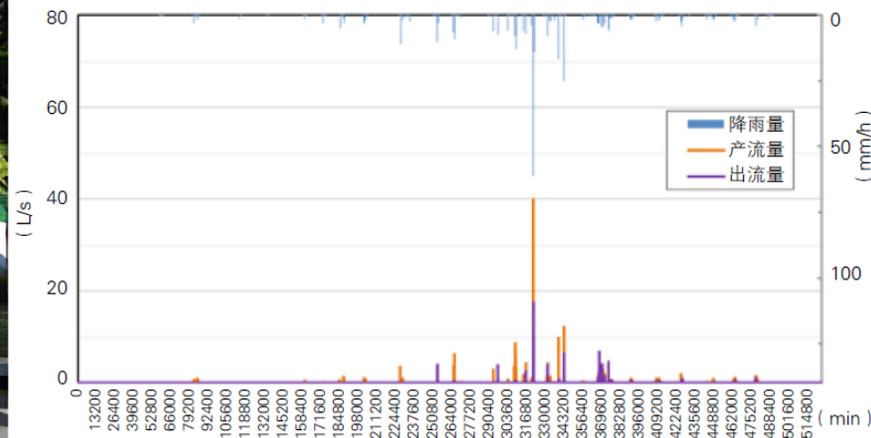
建设成效



模拟验证



设计降雨模拟



典型年降雨模拟

3.2 案例2：幼儿园海绵化改造

■ 项目概况

- 项目位于K市玉山镇后塘村西侧，占地面积1700m²。园内空间较小、绿化率较低、不透水面积占比高，对施工周期要求较短

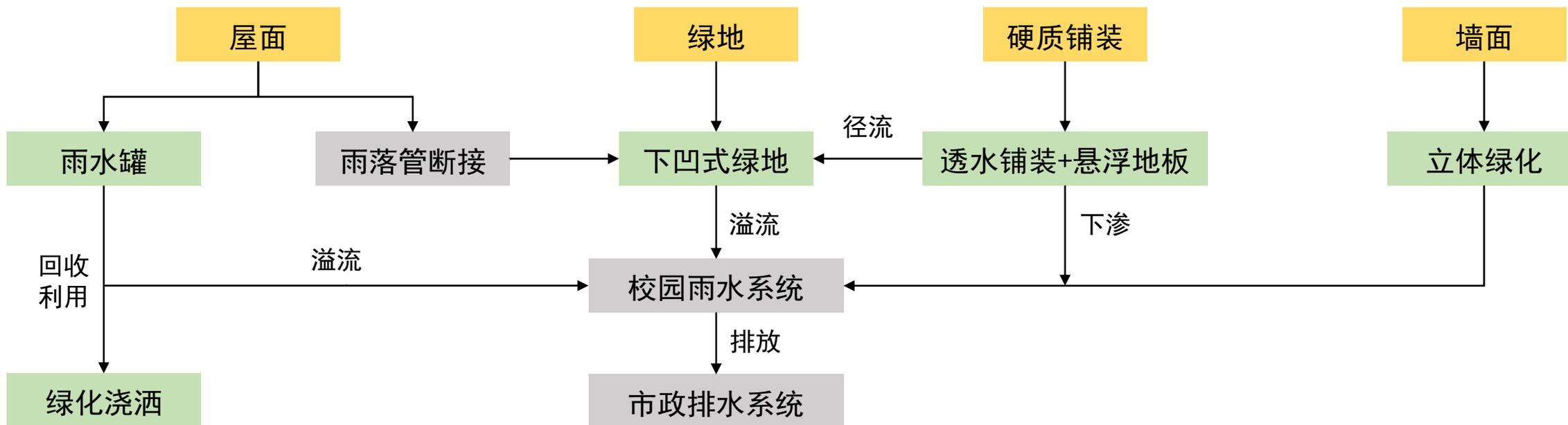
■ 建设目标

- 年径流总量控制率75%，年SS削减率60%

■ 设计策略



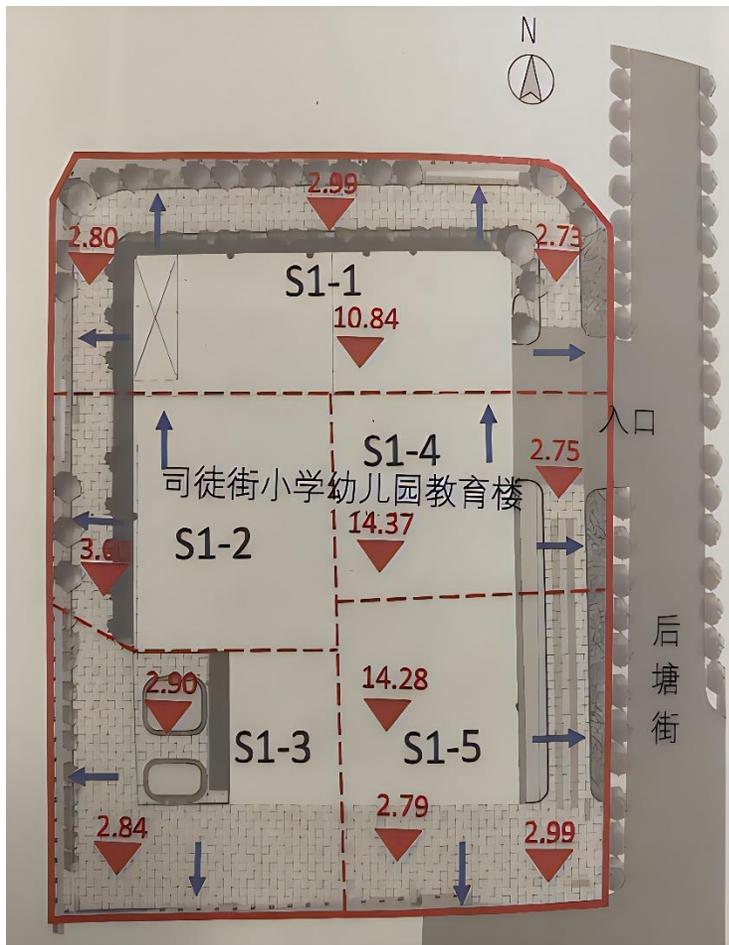
幼儿园实景图



3.2 案例2：幼儿园海绵化改造

建设方案

汇水分区与系统布局



汇水分区及径流组织图

海绵设施规模汇总表

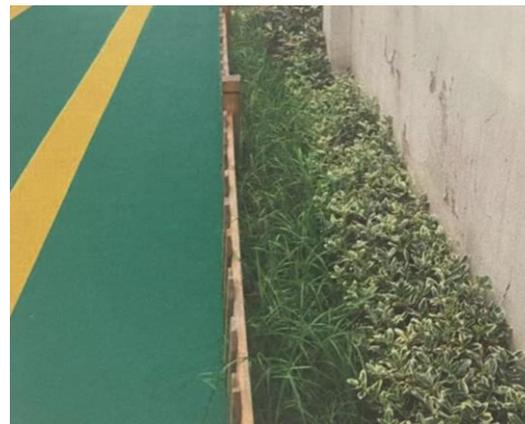
汇水分区	简易式下沉 绿地/m ²	蓄滞式下沉 绿地/m ²	透水铺装 /m ²	立体绿化 /m ²	雨水罐/ 个
S1-1	51.9	45.19	152.59	—	1
S1-2	9.63	14.25	46.12	—	1
S1-3	7.66	—	146.55	—	—
S1-4	—	15.06	141.09	19.6	—
S1-5	—	23.38	46.86	45.9	—
合计	69.19	97.88	533.21	65.50	2

3.2 案例2：幼儿园海绵化改造

■ 建设方案

➤ 关键设施设计

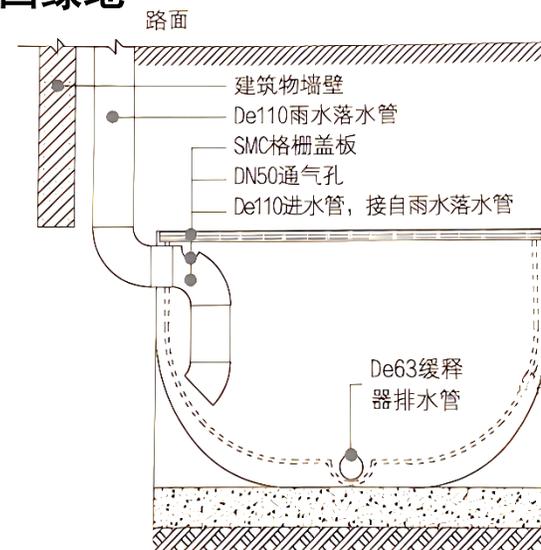
✓ 下凹式绿地



简易式下凹绿地



生态多孔纤维棉
(含预埋生态多孔纤维棉的下凹式绿地)



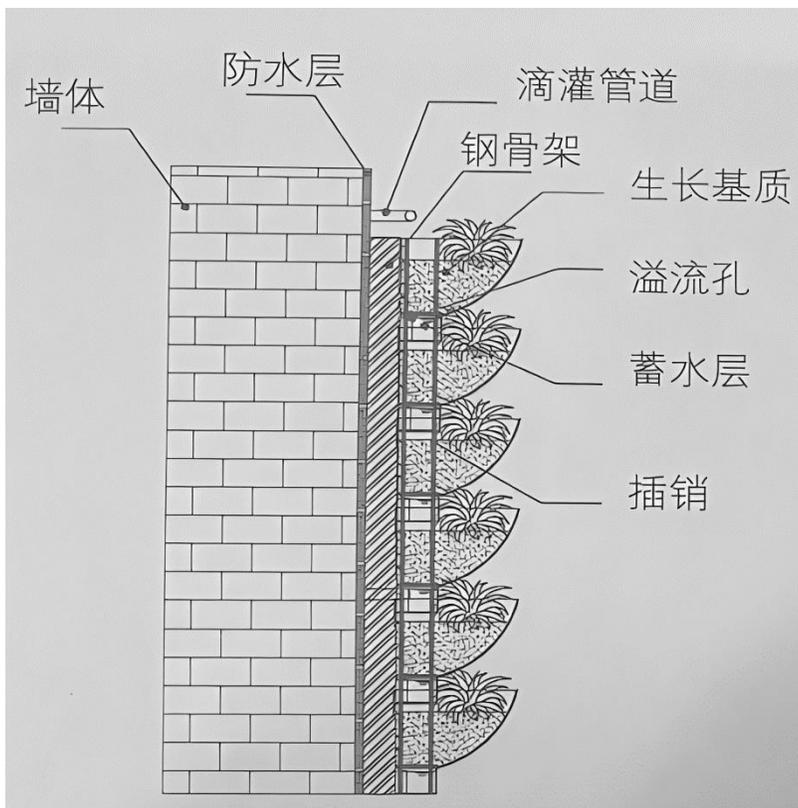
浅层调蓄设施雨落管安装示意
(含浅层调蓄蓄水设施的下凹式绿地)

3.2 案例2：幼儿园海绵化改造

建设方案

关键设施设计

✓ 立体绿化



立体绿化设计图



立体绿化实景



佛甲草



花叶蔓长春



常春藤



合果芋



波斯顿蕨



碧玉花

立体绿化植物选配

3.2 案例2：幼儿园海绵化改造

■ 建设方案

➤ 关键设施设计

✓ 雨水罐



雨水罐实景

✓ 透水铺装



透水铺装实景
(面层增设高强度聚丙烯悬浮地板)

3.2 案例2：幼儿园海绵化改造

■ 建设成效

- (1) 年径流总量控制率达到93%，年SS削减率达到79%；
- (2) 项目以较低的净增成本，减轻城市排水压力，减少水环境污染，节约灌溉用水量，缓解城市面源污染；
- (3) 结合海绵理念打造幼儿教育科普原地，将青菜、小麦等蔬菜和农作物作为海绵城市的种植植物，提升市民惜水、节水意识。



幼儿教育科普



3.3 案例3：昆山杜克大学海绵化校园建设

■ 项目概况

- 项目位于K市庙泾圩片区，该片区通过闸站将圩内河道与圩外河道分开，**汛期雨水通过泵站抽排**
- 项目周边地势平坦，项目占地面积14.7hm²。现状总水面62.6hm²，水面率6.70%。海绵投资577万元

■ 现状问题

- 庙泾圩东部水体受到**点源污染**，且圈圩设闸造成圩区内水循环速度慢，**水动力不足**；同时，**临近饮用水水源地**，水质问题较敏感，因此对本项目水环境保护提出更高要求

■ 建设目标

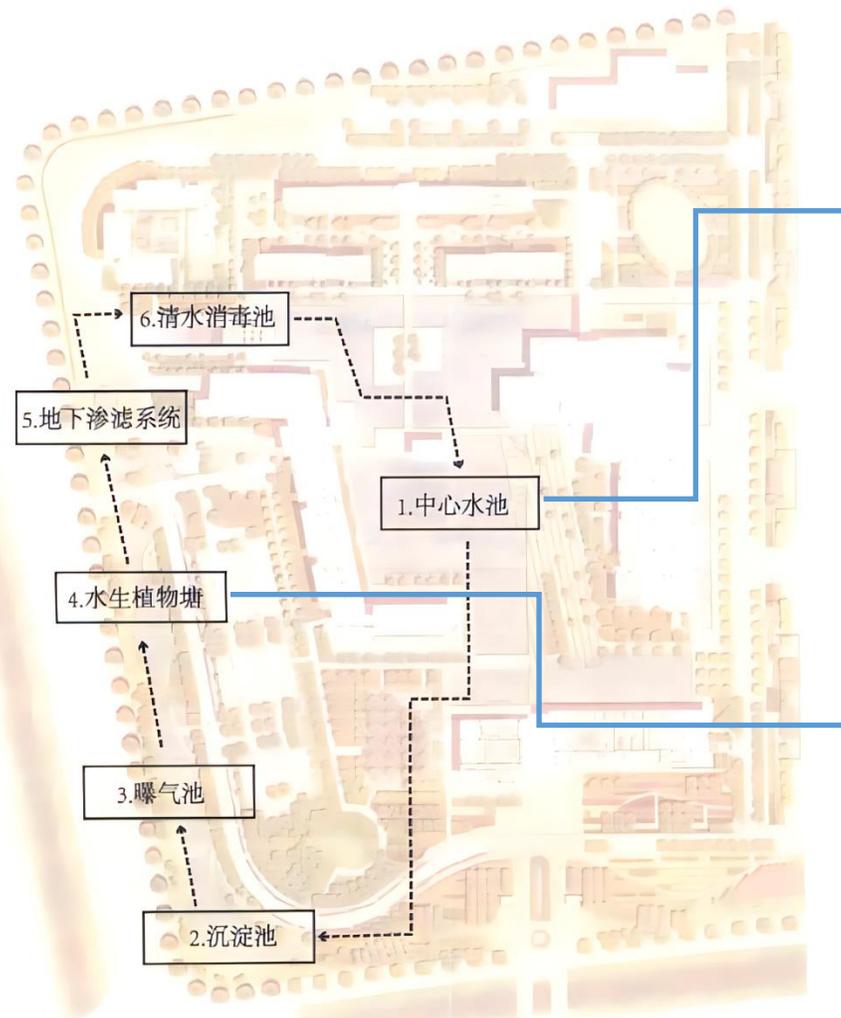
- 水量：应对一年一遇和两年一遇24h降雨时，确保开发后排放的雨水峰值流量和径流总量不超过开发前
- 水质：年径流总量控制率90%，年SS削减率72%



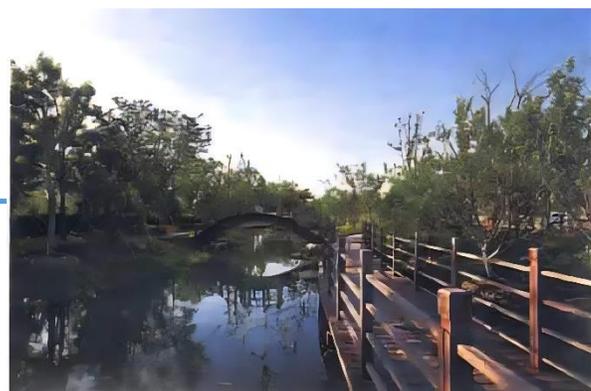
3.3 案例3：昆山杜克大学海绵化校园建设

■ 整体思路

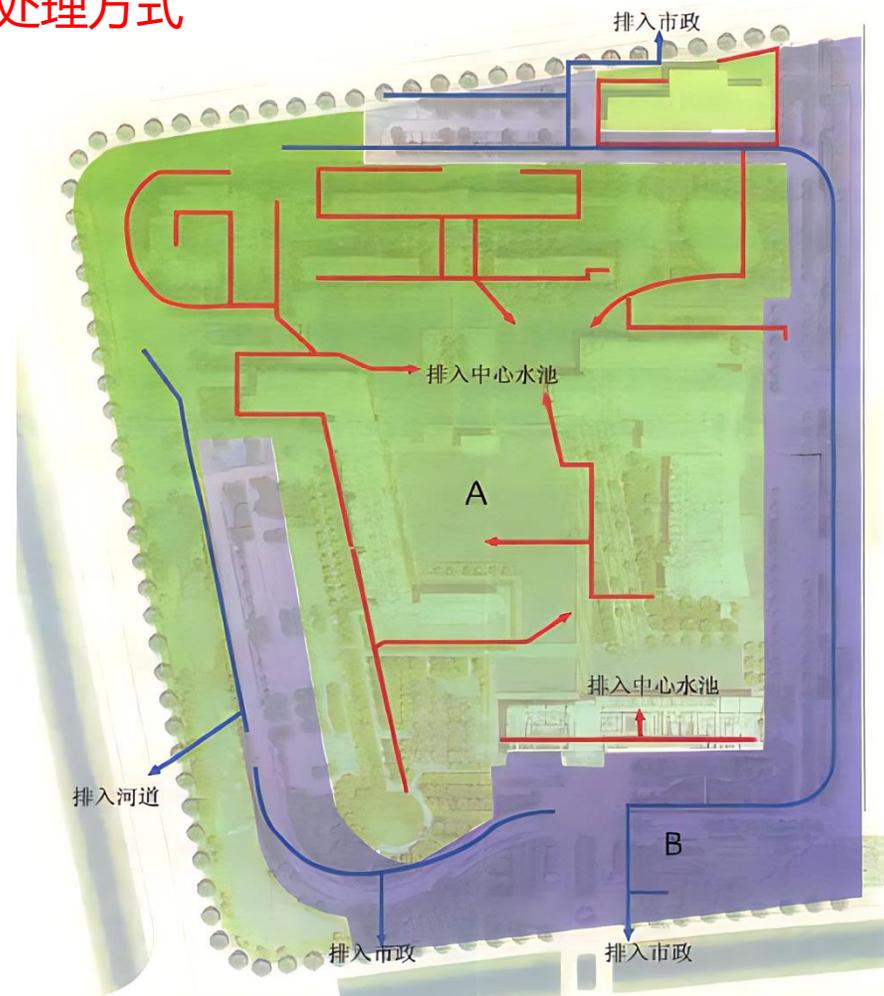
- 将校园分为两大排水分区，因地制宜分别采用**集中型和分散型**处理方式



中心水池

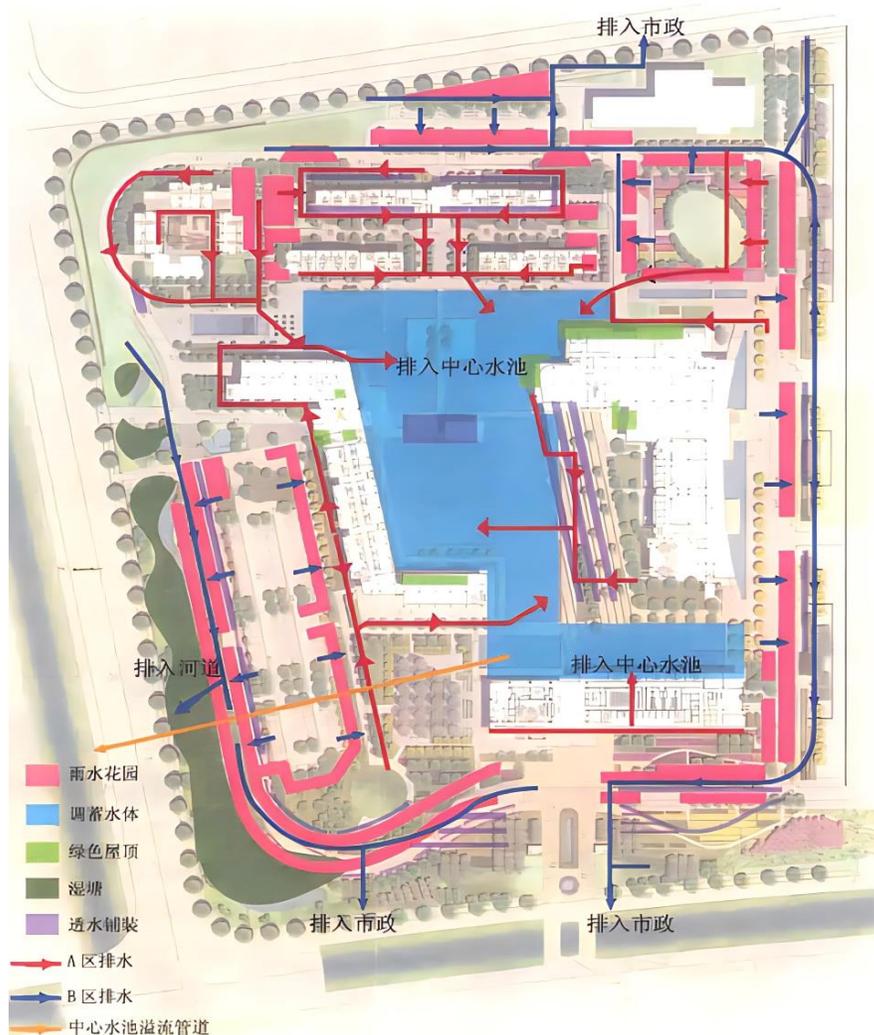


水生植物塘

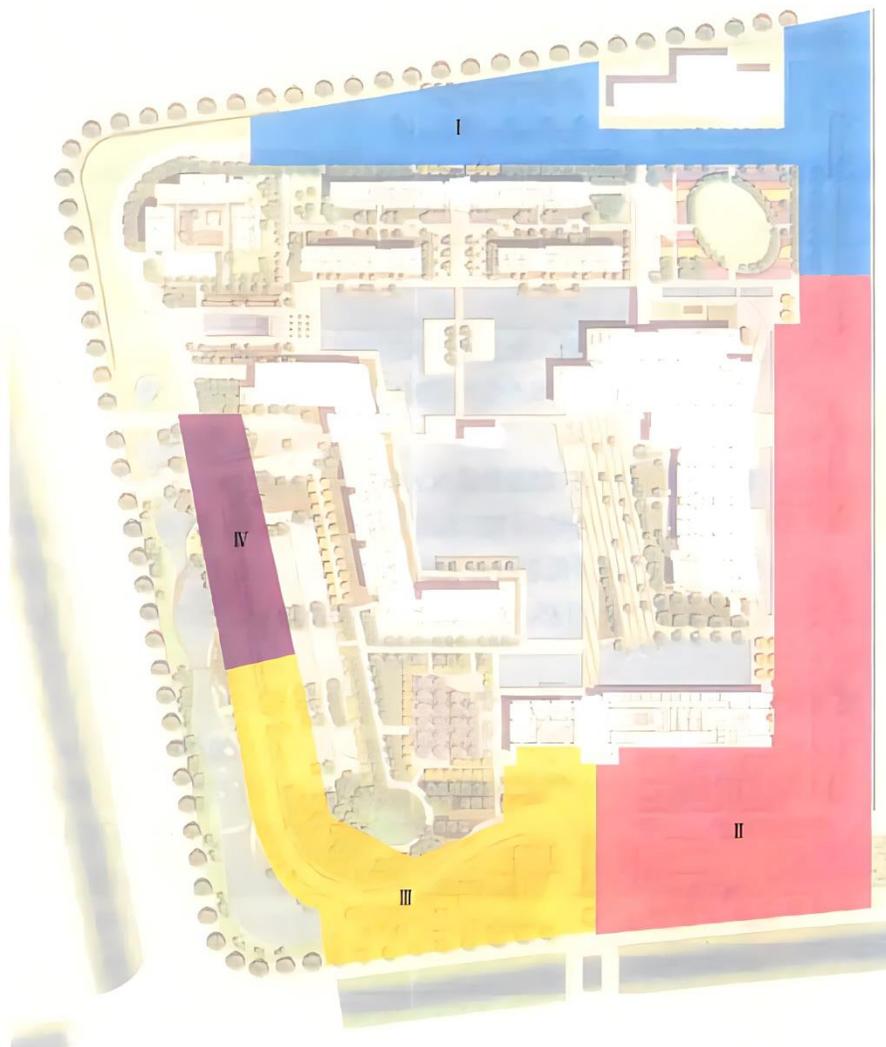


排水分区图

■ 整体思路



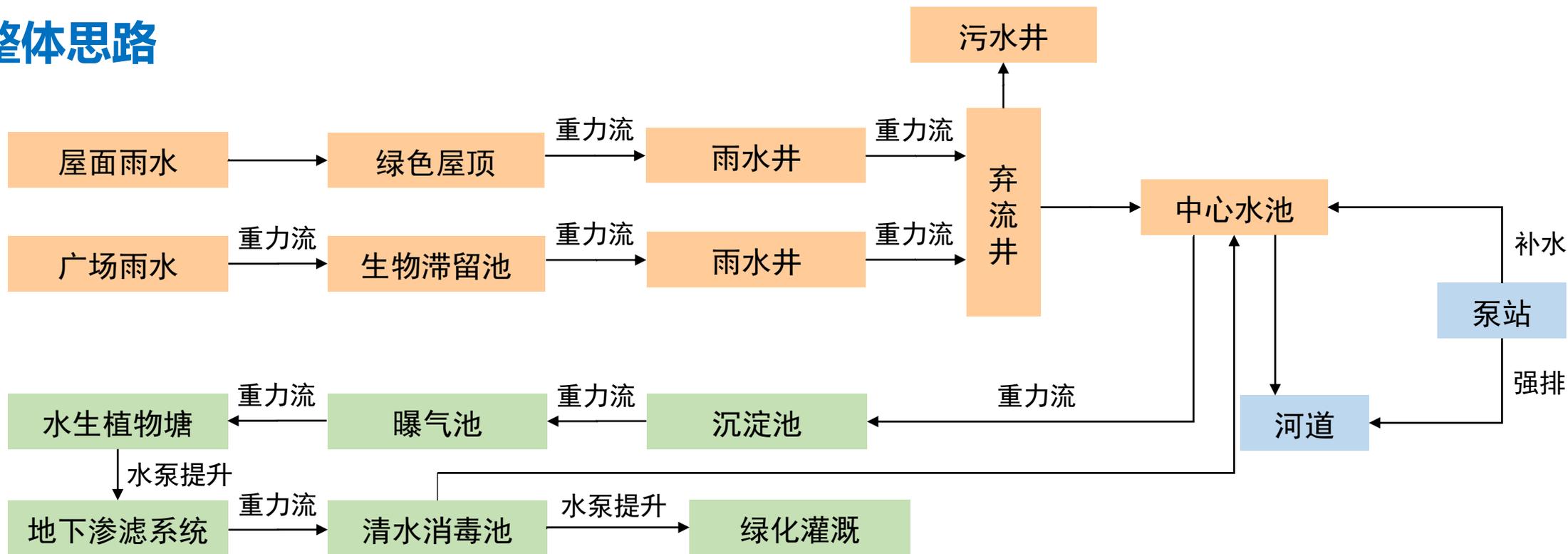
海绵设施布置图



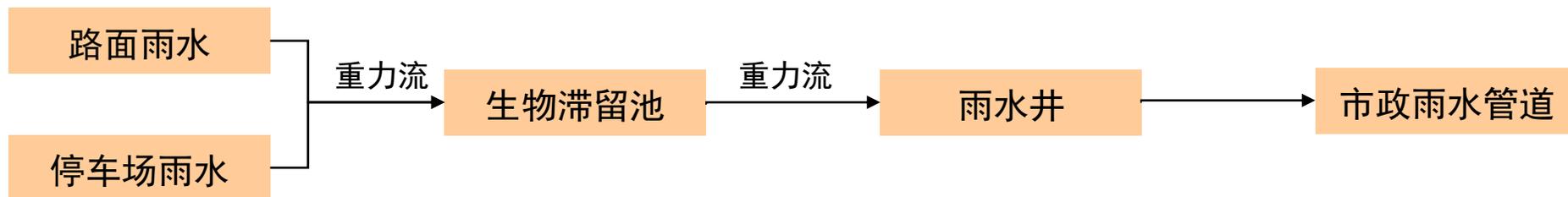
B区汇水分区图

3.3 案例3：昆山杜克大学海绵化校园建设

■ 整体思路



A区雨水径流组织图



B区雨水径流组织图

3.3 案例3：昆山杜克大学海绵化校园建设

■ 关键设施设计

- **中心水池**：收集储存雨水并进行水体净化，能去除所收集的大部分污染物
- **沉淀池**：HRT=1.8h，将**水中大颗粒污染物**沉降，减轻后续设施处理压力
- **曝气池**：HRT= 12h，设置各类喷泉充氧，使**水体含氧量增加**
- **水生植物塘**：HRT=2h，种植沉水植物和挺水植物，通过**植物吸收、微生物分解作用**去除一部分污染物
- **地下渗滤系统**：底部铺设防水土工布，中间铺设填料，上铺覆土层种植草坪，通过**物理化学作用**去除绝大部分污染物

- **清水消毒池**：HRT=12min，内设**浸入式紫外线消毒器** 2套，**提升泵站**3台，一台供灌溉系统，两台供水循环，起**杀菌和雨水回用作用**



黄花鸢尾+再力花



荷花+睡莲

中心水池



再力花+水葱+旱伞草



芦苇

水生植物塘

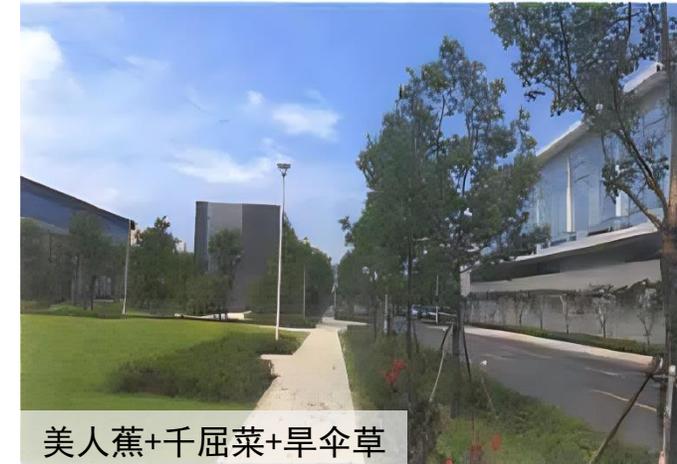
3.3 案例3：昆山杜克大学海绵化校园建设

■ 关键设施设计

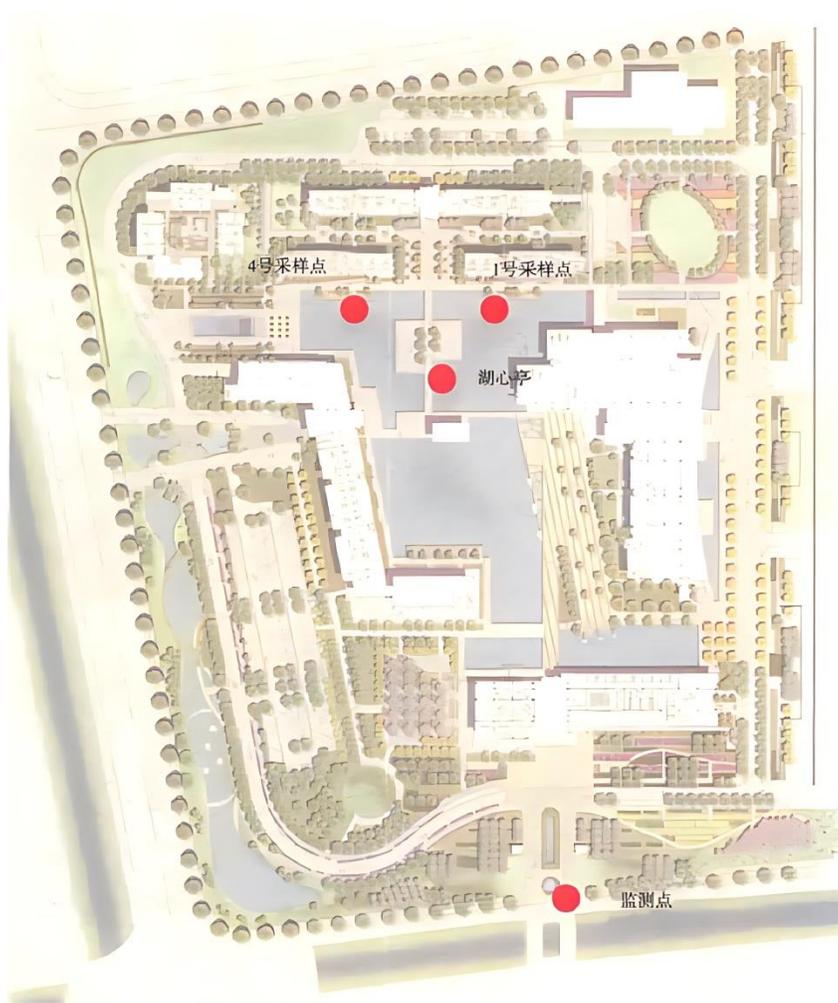
➤ 绿色屋顶



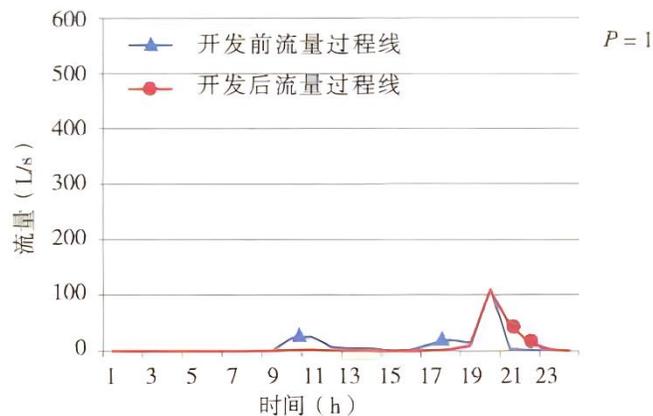
➤ 生物滞留池



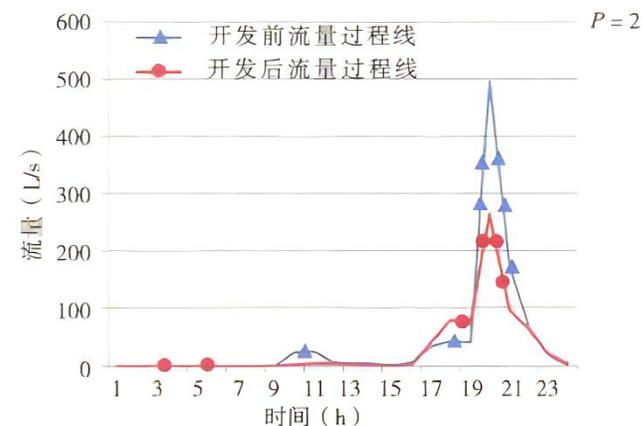
建设成效



监测点分布图



开发前后一年一遇降雨流量对比



开发前后两年一遇降雨流量对比

监测结果部分数据一览表 mg/L

位置	NH ₃ -N	TN	TP	COD _{Mn}
湖心亭	0.128	0.312	0.03	3.0
4号采样点	0.069	0.332	0.01	2.5
1号采样点	0.105	0.252	0.01	2.6

- A区可实现**两年一遇降雨径流不外排**，B区径流控制量1169m³
- 年节约灌溉用水3.5万吨，折合自来水费12.25万元

3.4 案例4：博物馆园区内海绵化改造

■ 项目概况

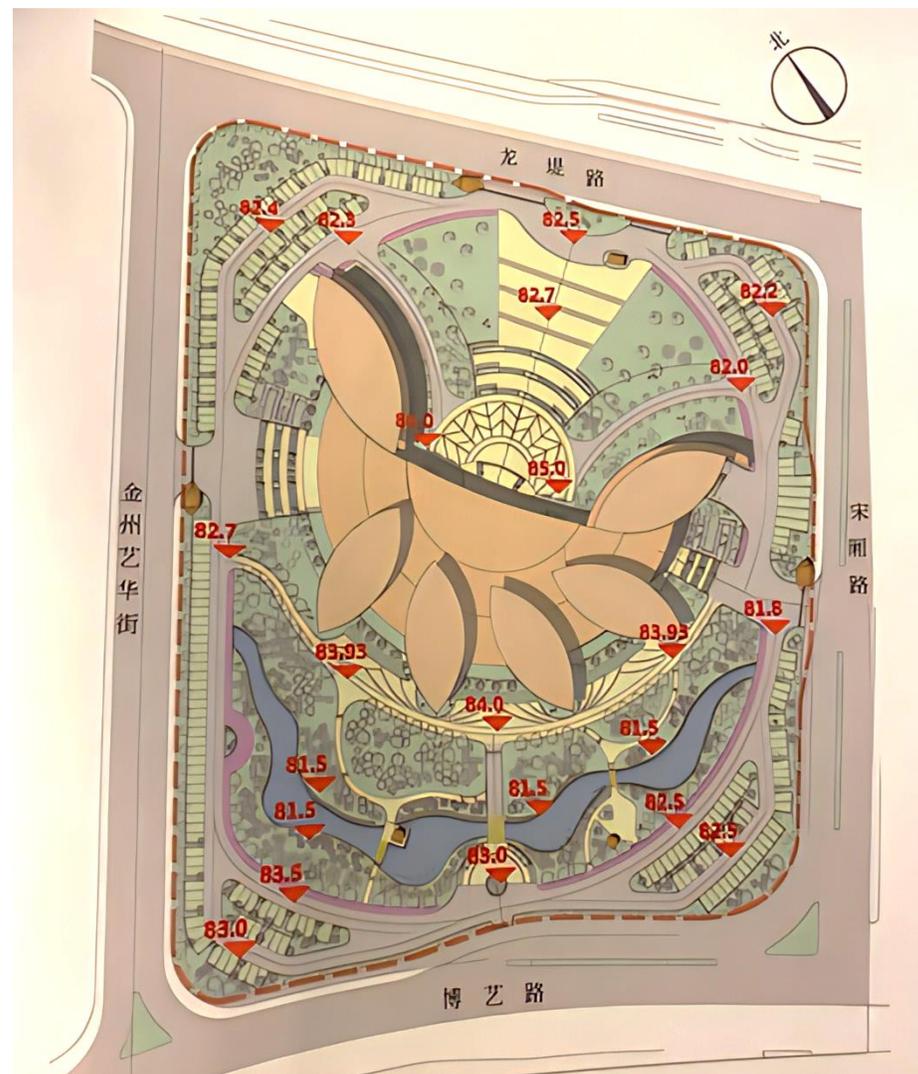
- 项目位于城市新区，园内建有一座办公展览综合楼，**场地开阔、绿地植被丰富**，总用地面积60943m³
- 改造前园内雨水排水分6个排口，雨水经收集后排至四周市政管网

■ 现状问题

- 园内大多绿地单块面积小，**数量多、分散布置**，高出道路广场约0.1m，雨水难以收入绿地
- 场地土壤为红黏土，**透水性差**，不利于雨水渗滞
- 园内人工湖水系面积大、水深浅、采用防渗做法，且园内雨水管网标高较低，**雨水无法重力自流**至其中

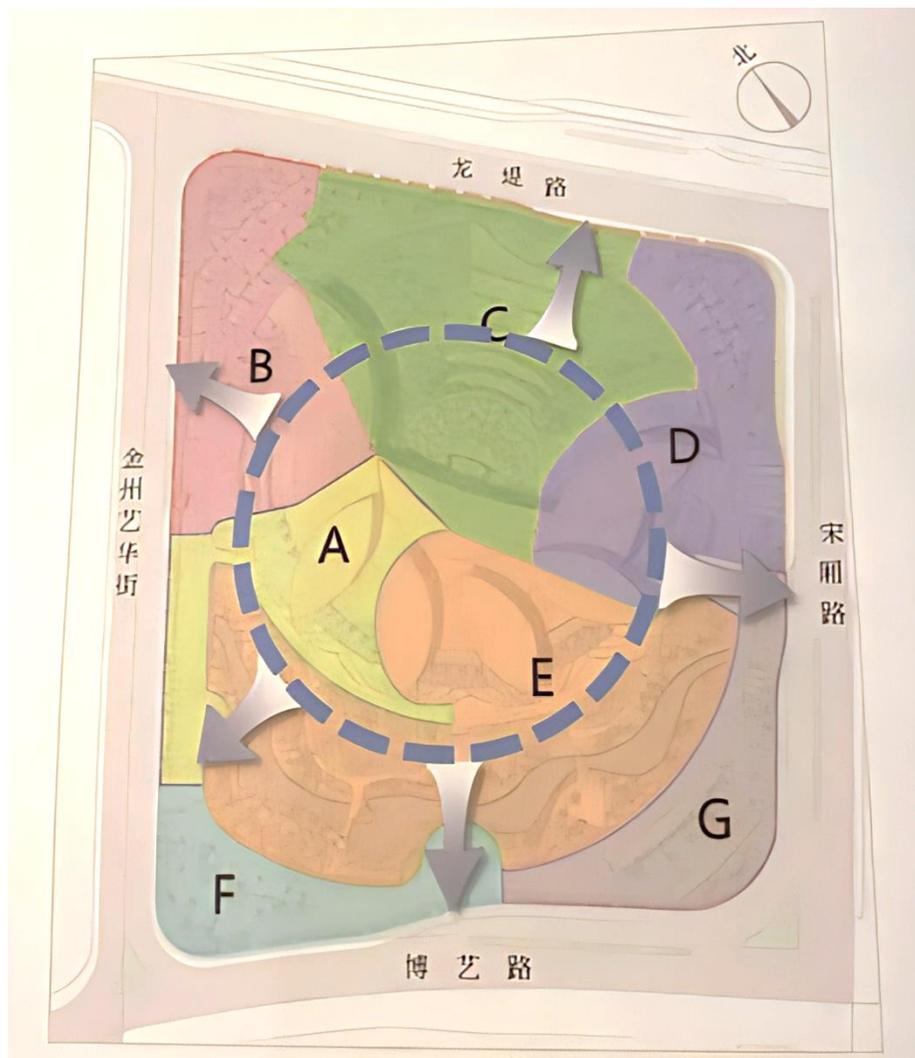
■ 建设目标

- 年径流总量控制率不低于70%；年径流污染削减率不低于50%

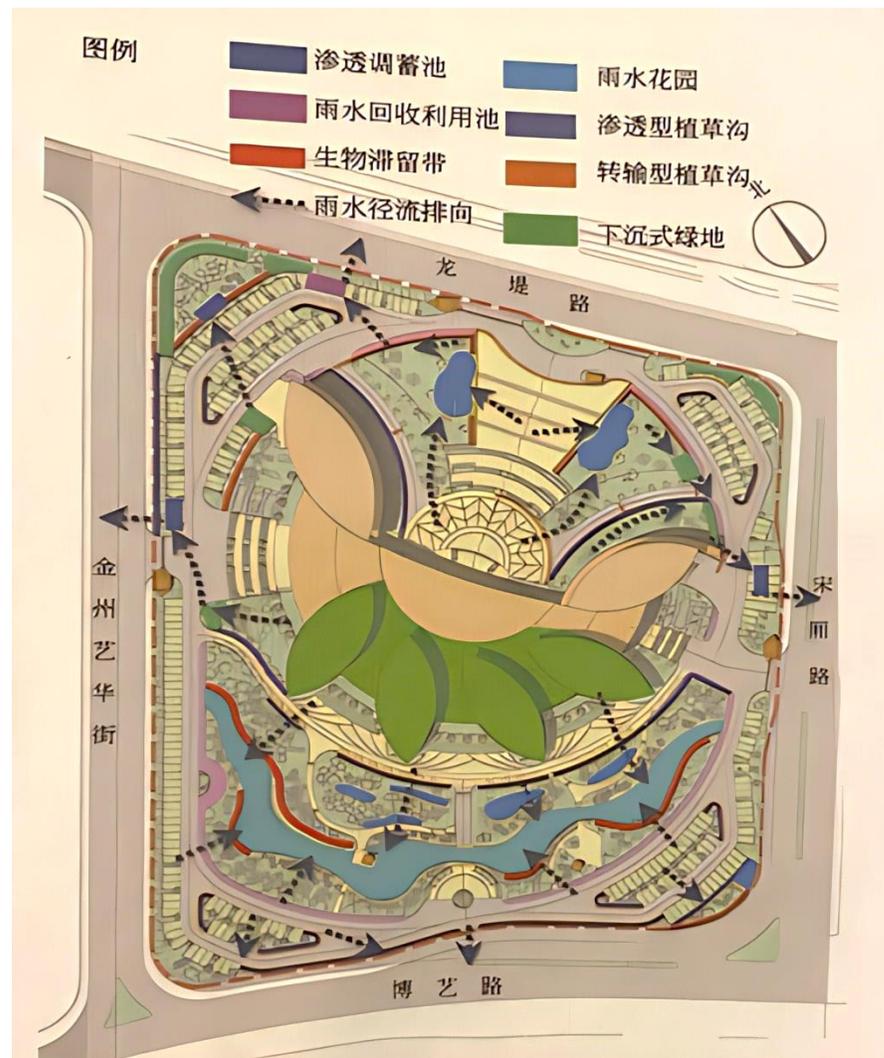


地块情况及高程分析

■ 整体方案



汇水分区图

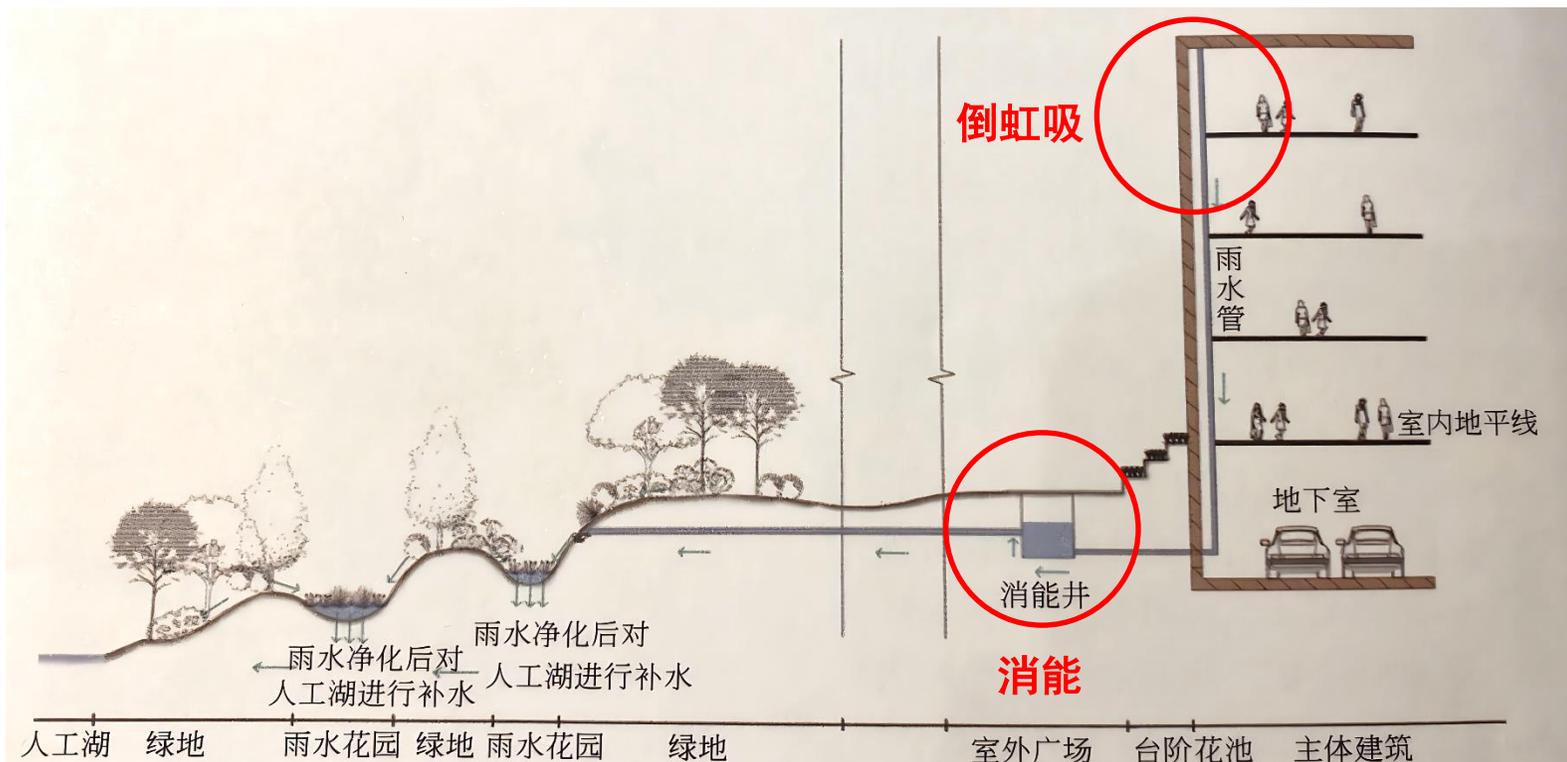


海绵设施布置与径流组织图

3.4 案例4：博物馆园区内海绵化改造

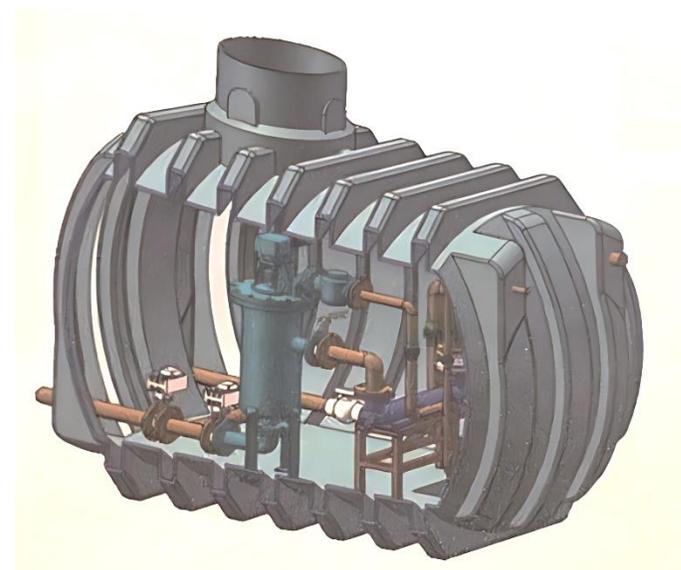
■ 关键设施设计

➤ 屋面雨水断接至雨水花园



屋面倒虹吸雨水断接至雨水花园

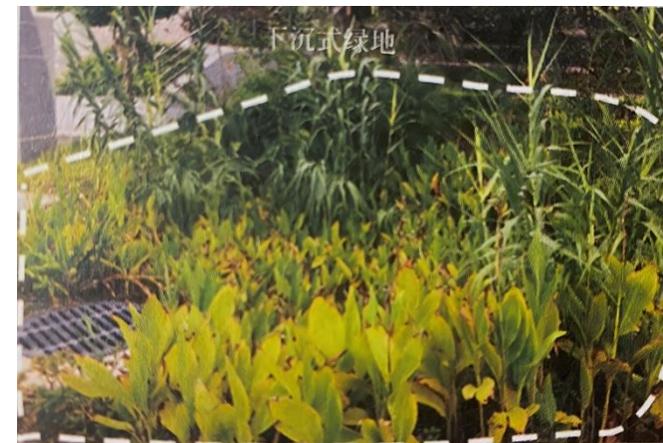
➤ 雨水一体化处理设备



雨水一体化处理设备
(经弃流—沉淀—过滤—消毒后
将雨水用于绿化浇洒和道路冲洗)

■ 关键设施设计

➤ 下沉式绿地



➤ 花境式雨水花园

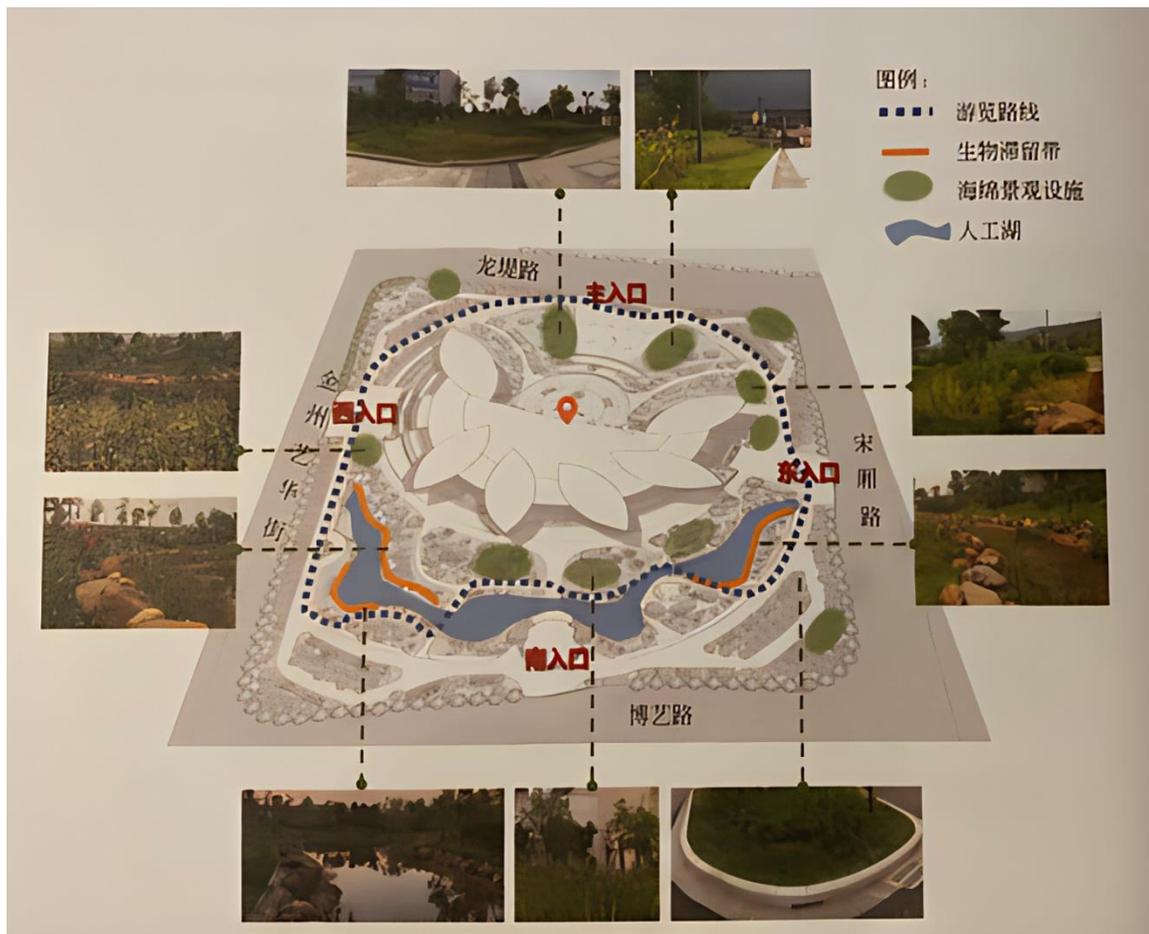


➤ 生态驳岸



3.4 案例4：博物馆园区内海绵化改造

■ 建设成效



海绵景观游览路线

- 分散式地在绿地区域布置海绵设施，充分利用南部水系进行调蓄，避免了大范围开挖与竖向改造
- 将游览路线与海绵设施结合，环博物馆一周，海绵景观以起景—过渡—高潮—结束作为**游览序列**的顺序感

海绵化改造前后对比

阶段	年径流总量控制率 %	年径流污染削减率 %	雨水资源化利用率 %	峰值径流系数
改造前	45	30	0	0.53
改造后	77.4	63.3	14	0.52



PART 04

海绵型居住 社区案例

4.1 江南理想小区和康居公园区
域海绵化建设

4.2 建行北院海绵化改造

4.3 共青小区C区海绵化改造

4.1 案例1：江南理想小区和康居公园区域海绵化建设

■ 项目概况

- 项目位于中心城区西部地区镇东圩片区，该片区通过闸站将圩内河道与圩外河道分开，汛期雨水通过泵站抽排
- 项目为高品质住宅和公园，周边地势平坦，项目占地面积10.4hm²。海绵投资460万元

■ 现状问题

- 由于圈圩设闸，圩区内水动力不足，水流速缓慢，水质情况不佳；同时，临近饮用水水源地，水质问题较敏感
- 项目位于新开发建设区，生态本底较好，但项目场地内水景和绿地设置较多，对雨水资源化利用有较高需求



项目场地平面图

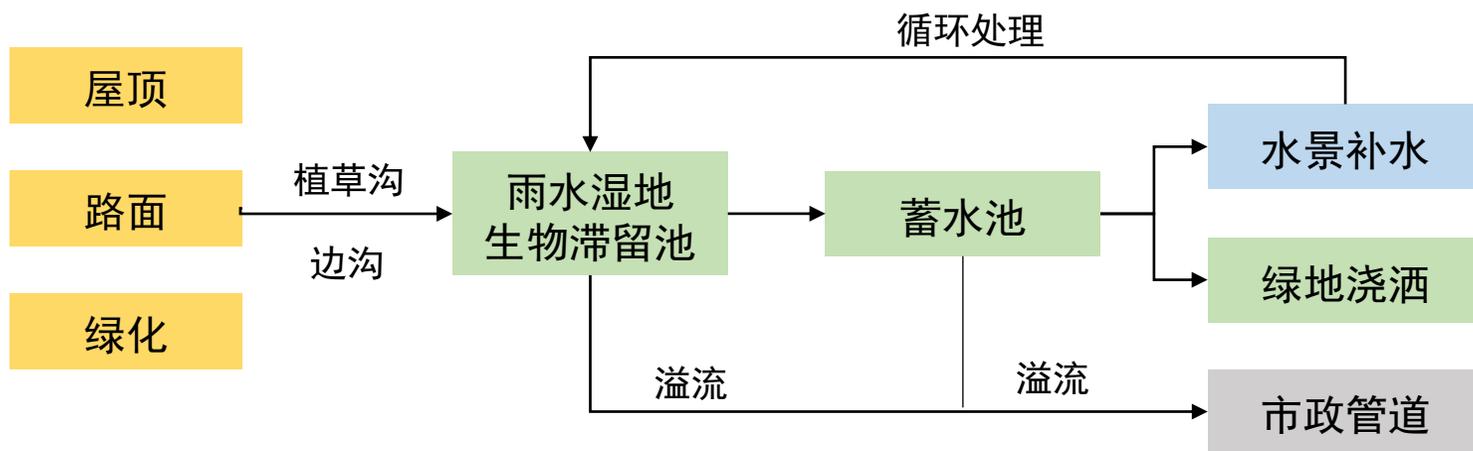
4.1 案例1：江南理想小区和康居公园区域海绵化建设

■ 建设目标

- 年径流总量控制率75%，年SS削减率65%

■ 设计策略

- 项目竖向东北高、西南低，康居公园位于低洼处，故将江南理想的部分雨水导入康居公园北侧湿地集中净化处理



雨水径流控制流程图



项目场地平面图

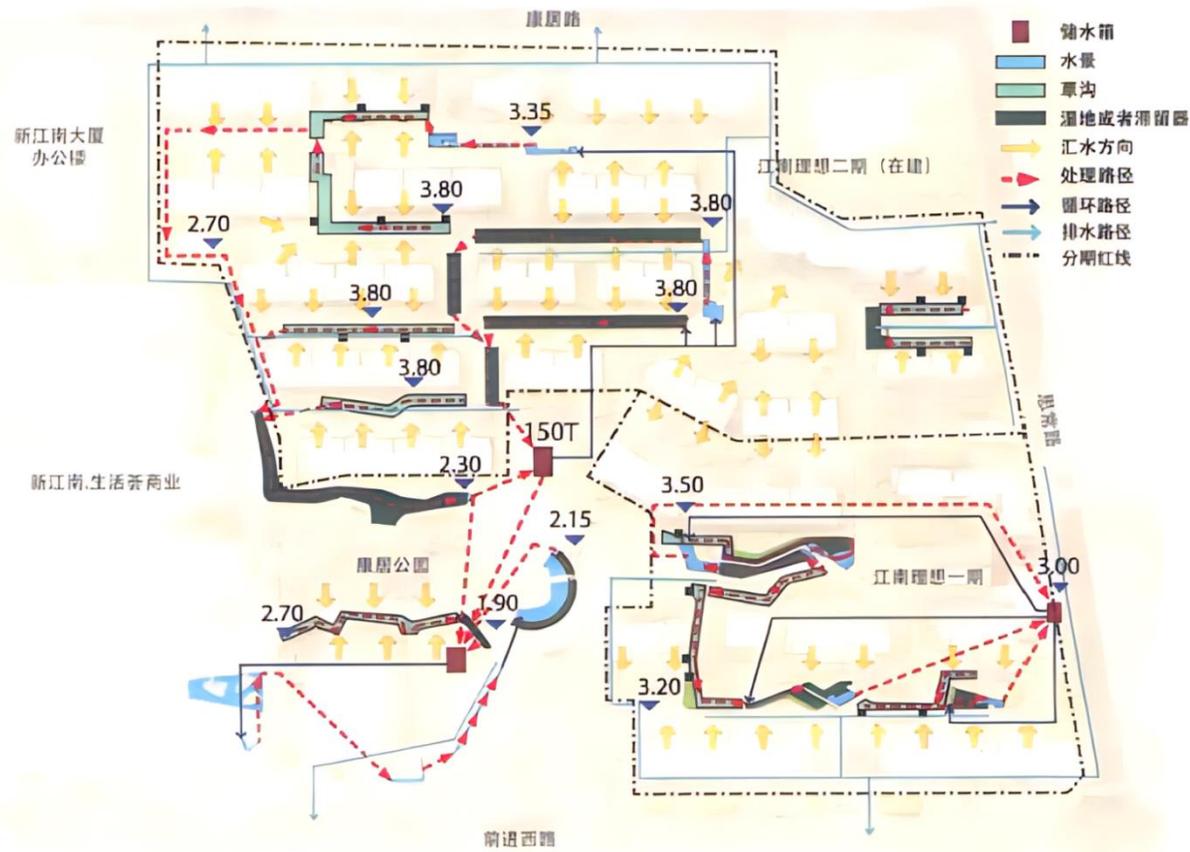
4.1

案例1：江南理想小区和康居公园区域海绵化建设

建设方案



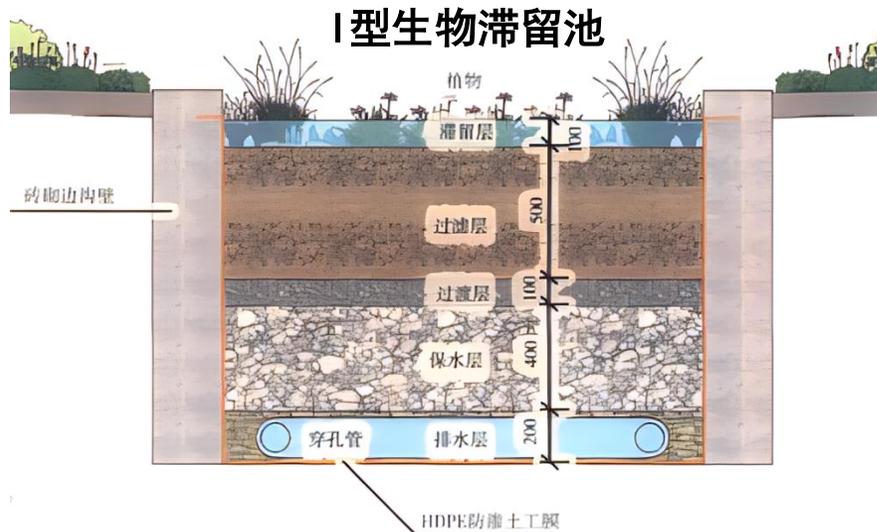
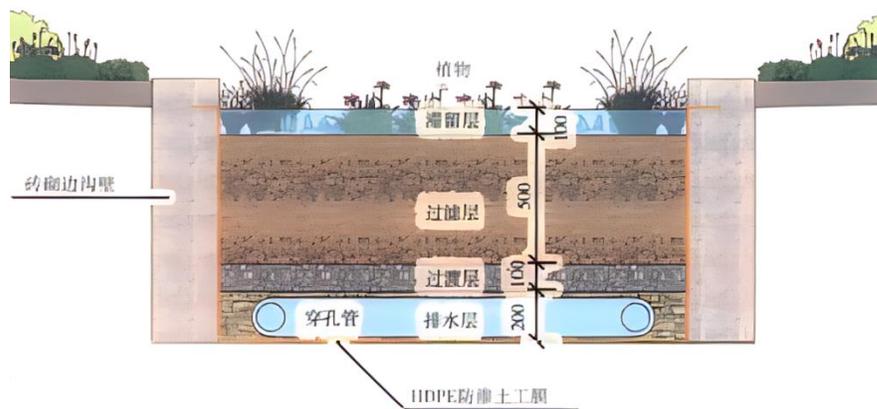
汇水分区图



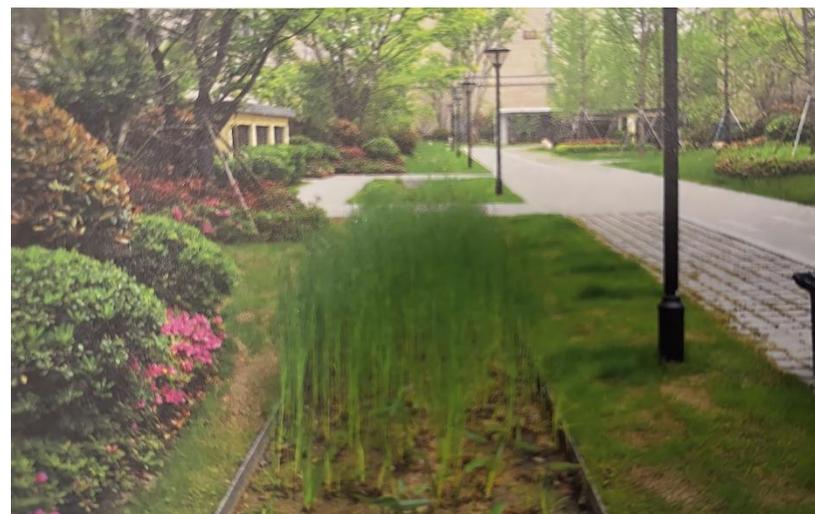
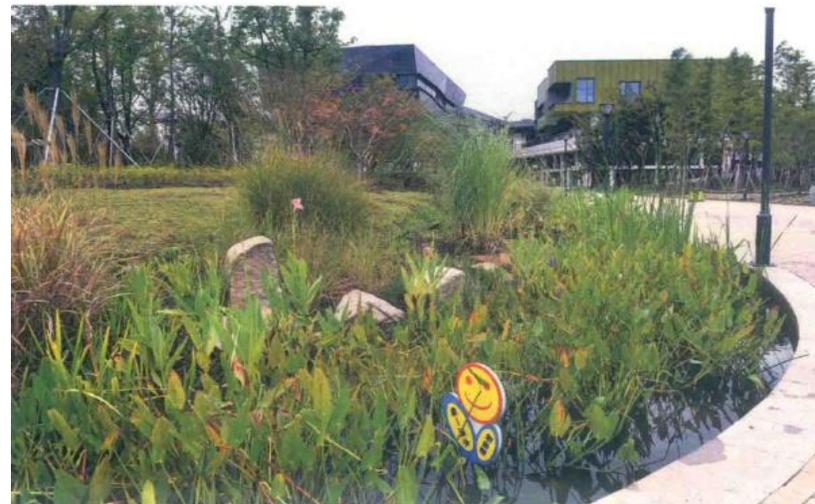
设施布局及径流组织示意图

■ 关键设施设计

➤ 生物滞留池



II型生物滞留池
(与I型相比, 可提高氮的去除率)

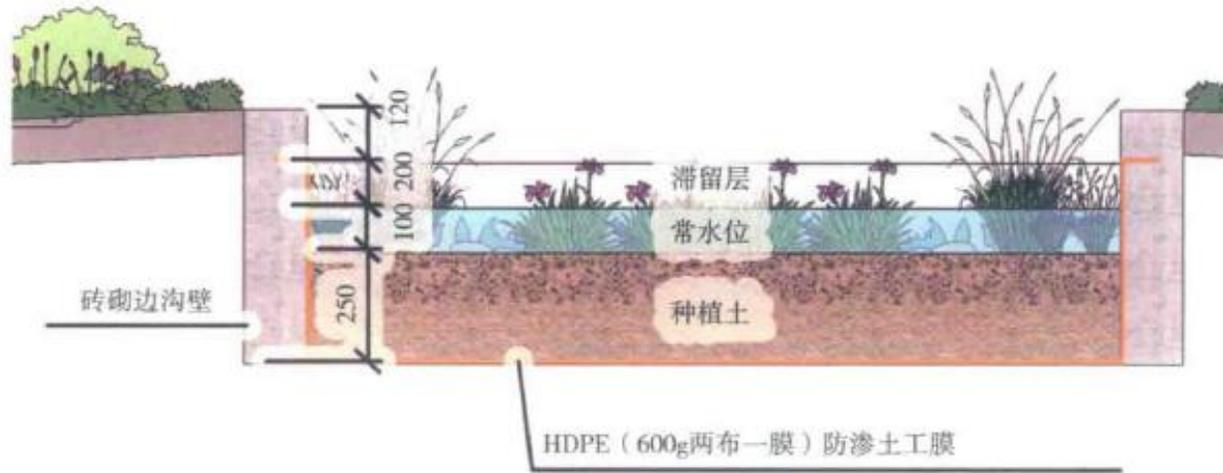


生物滞留池实景

4.1 案例1：江南理想小区和康居公园区域海绵化建设

■ 关键设施设计

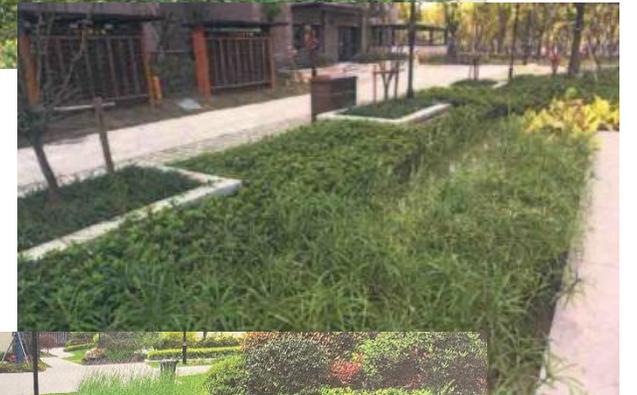
➤ 雨水湿地



雨水湿地断面图

雨水湿地植物选择一览

条件	植物选配
阳光区 (水深0-20cm)	荸荠、菖蒲、大慈姑、芦苇、菰
阴影区 (水深0-20cm)	泽泻、菹草、穗状狐尾草、花叶水葱、荸荠



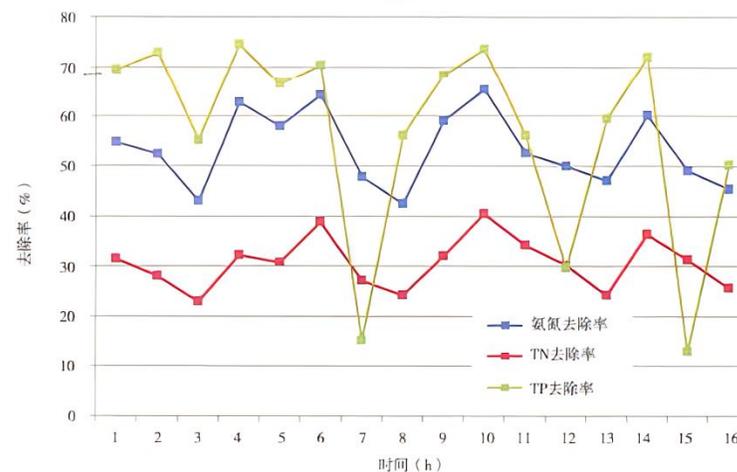
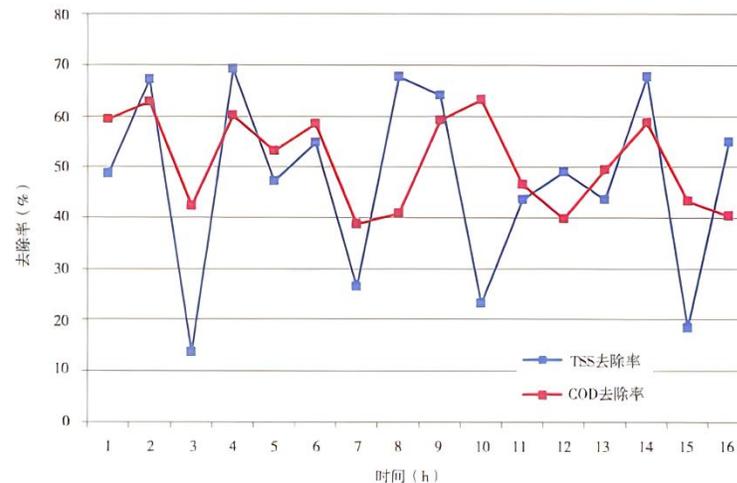
雨水湿地实景

建设成效

- 选取人工湿地进出口、跌水景观池出口等三个监测点位，在2015年9月至2016年8月16场降雨事件下进行水质监测，评估建设成效

康居公园16次降雨监测污染物去除效率一览

分类	TSS去除率 (%)	COD去除率 (%)	氨氮去除率 (%)	TN去除率 (%)	TP去除率 (%)
1	48.7	59.3	54.9	31.6	69.3
2	67.3	62.8	52.4	28.1	72.8
3	13.6	42.4	43.1	22.9	55.3
4	69.3	60.1	62.7	32.2	74.5
5	47.3	53.2	57.9	30.8	66.4
6	54.8	58.5	64.2	38.9	70.2
7	26.4	38.7	47.8	27.1	15.2
8	67.8	40.8	42.5	24.2	56.2
9	64.1	59.1	59.1	32.1	68.3
10	23.1	63.2	65.3	40.6	73.6
11	43.6	46.6	52.6	34.2	56.1
12	49.2	39.8	50.1	30.3	29.7
13	43.6	49.4	47.2	24.1	59.4
14	67.8	58.7	60.1	36.5	71.9
15	18.3	43.2	49.2	31.4	12.9
16	54.9	40.4	45.5	25.7	50.2



污染物去除效果

4.2 案例2：建行北院海绵化改造

■ 现状问题

- (1) 市政道路已完成雨污分流改造，但小区院内地下管位空间不足，雨污合流改造难以落地
- (2) 路面破损、植被枯死、路缘石损毁严重，另存在私搭乱建、车辆乱停乱放等问题，人居环境亟待改善
- (3) 硬质路面破损、开裂，景观绿化长势较差、植被枯死
- (4) 项目所在片区存在合流制溢流污染问题，导致棉丰渠水质较差，并引起干流护城河水质问题



排水管网堵塞



小区硬化地面破损



中央绿地景观效果不佳



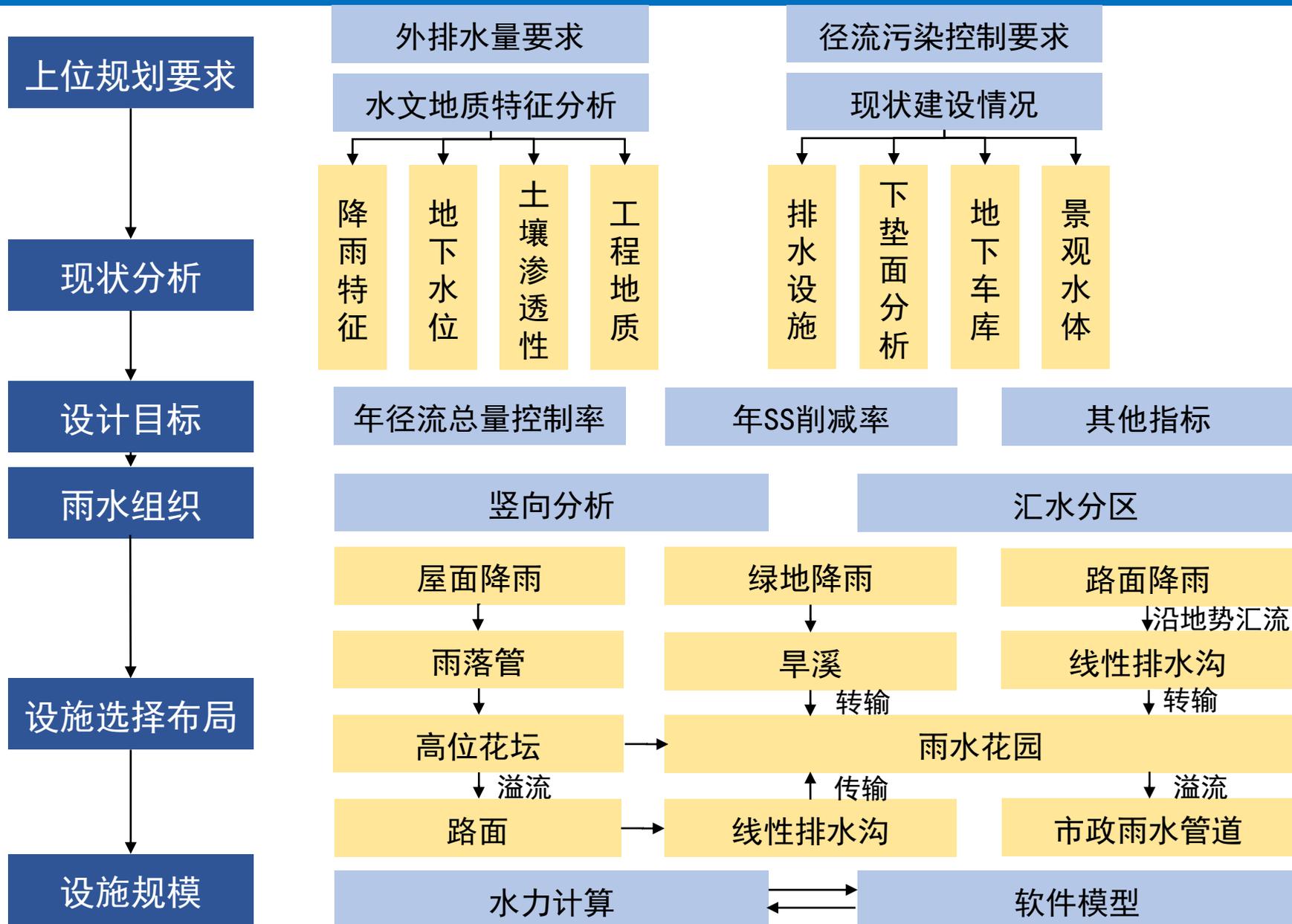
4.2 案例2：建行北院海绵化改造

■ 建设目标

- (1) 年径流总量控制率不低于72%，年SS削减率不低于52%
- (2) 实现雨污分流，雨水管渠设计重现期不低于2年一遇

■ 整体思路

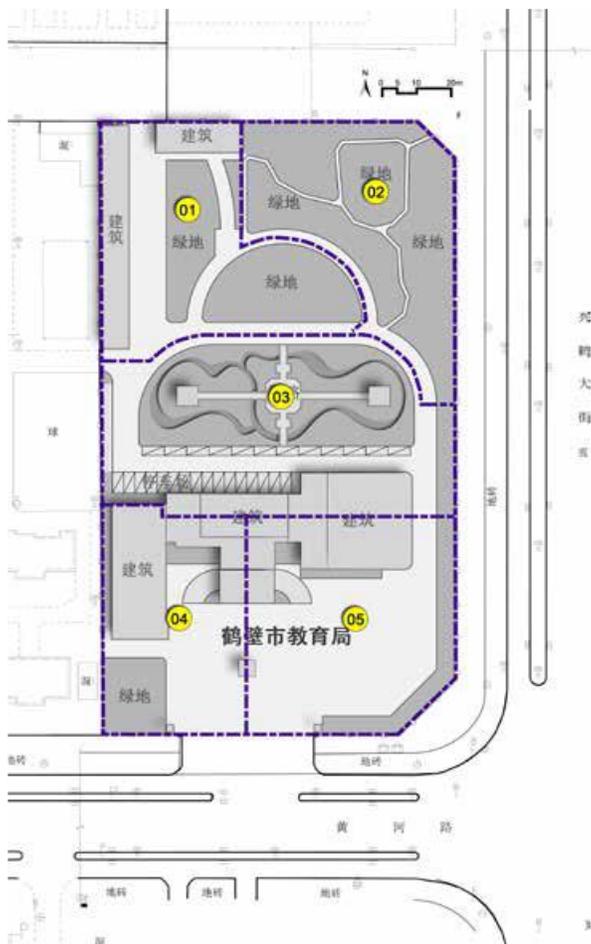
- (1) 采用“**雨水地表**、**污水地下**”的方式分流
- (2) 通过水力计算和海绵监测量化建设效果



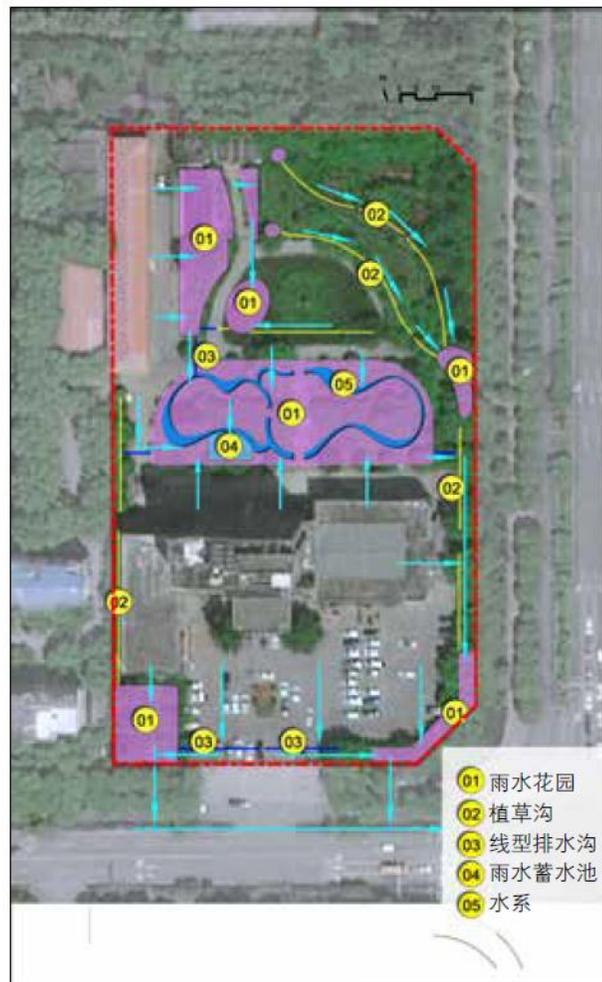
4.2 案例2：建行北院海绵化改造

■ 建设方案

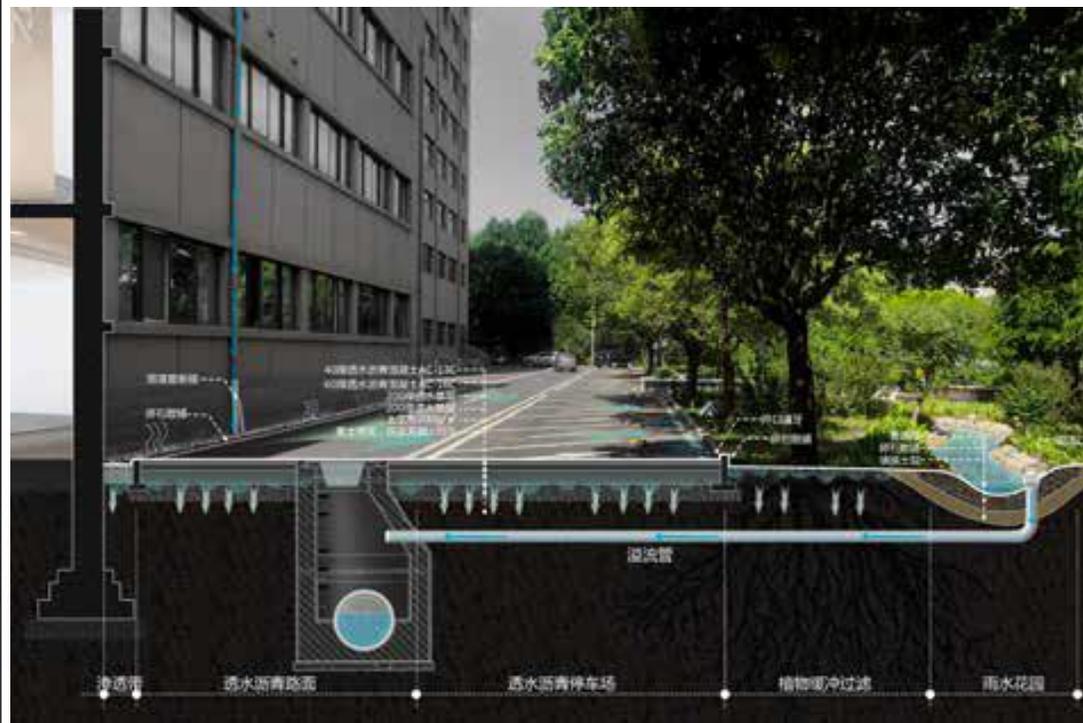
➤ 汇水分区与系统布局



汇水分区图



海绵设施与排水管网衔接关系图



海绵设施布局及结构示意图

4.2 案例2：建行北院海绵化改造

建设方案

调蓄容积计算

汇水分区	建筑 (m ²)	绿地 (m ²)	透水路面 (m ²)	不透水路面 (m ²)	水面 (m ²)	面积 (m ²)	综合雨量径流系数	设计降雨量 (mm)	设计径流控制量(m ³)	实际调蓄容积 (m ³)	控制降雨量 (mm)	年径流总量控制率
1	682.92	1264.6	0	1189.3	0	3136.82	0.57	24	42.75	55.20	30.99	79.1%
2	0	2367.1	191.99	168.63	0	2727.72	0.20	24	13.11	14.00	25.62	74.2%
3	628.93	1589.8	528.00	1239.05	299.82	4285.60	0.53	24	54.19	52.00	23.03	70.0%
4	839.22	435.91	837.06	267.72	0	2379.91	0.51	24	29.17	33.00	27.15	75.9%
5	686.28	549.68	1852.89	157.54	0	3246.39	0.39	24	30.31	30.00	23.75	70.5%
合计	2837.35	6207.09	3409.94	3022.24	0	15476.62	0.44	24	162.34	184.20	27.23	75.0%

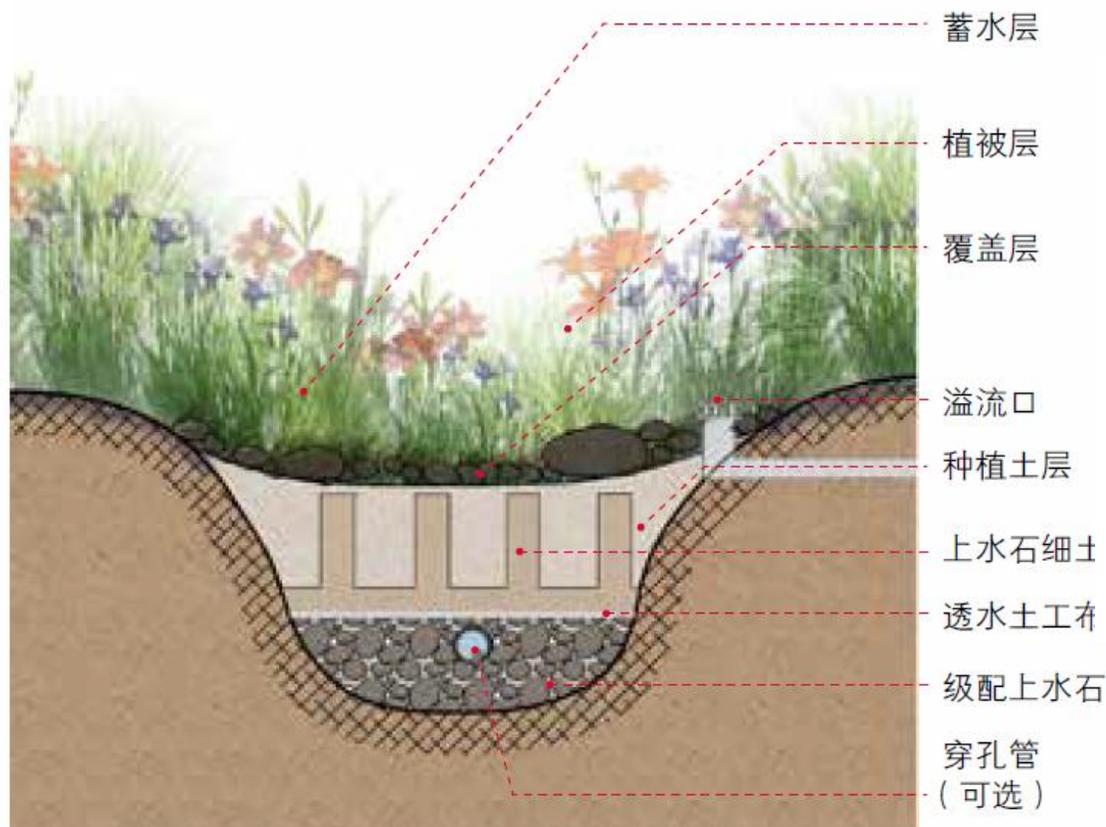
排空时间计算

序号	设施	调蓄水深 (m)	综合安全系数	排空时间 (h)	备注
1	1号生物滞留设施	0.2	0.7	21.45	<24h
2	2号生物滞留设施	0.2	0.7	21.45	<24h
3	3号生物滞留设施	0.2	0.7	21.45	<24h
4	4号生物滞留设施	0.2	0.7	21.45	<24h
5	5号生物滞留设施	0.2	0.7	21.45	<24h
6	6号生物滞留设施	0.2	0.7	21.45	<24h

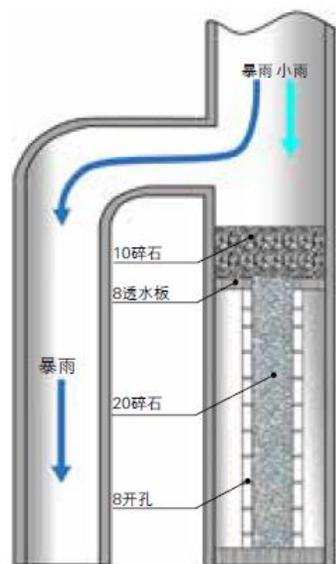
4.2 案例2：建行北院海绵化改造

■ 关键设施设计

➤ 雨水花园自循环渗蓄结构



➤ 雨落管初期雨水净化装置



雨落管初期雨水净化装置示意图

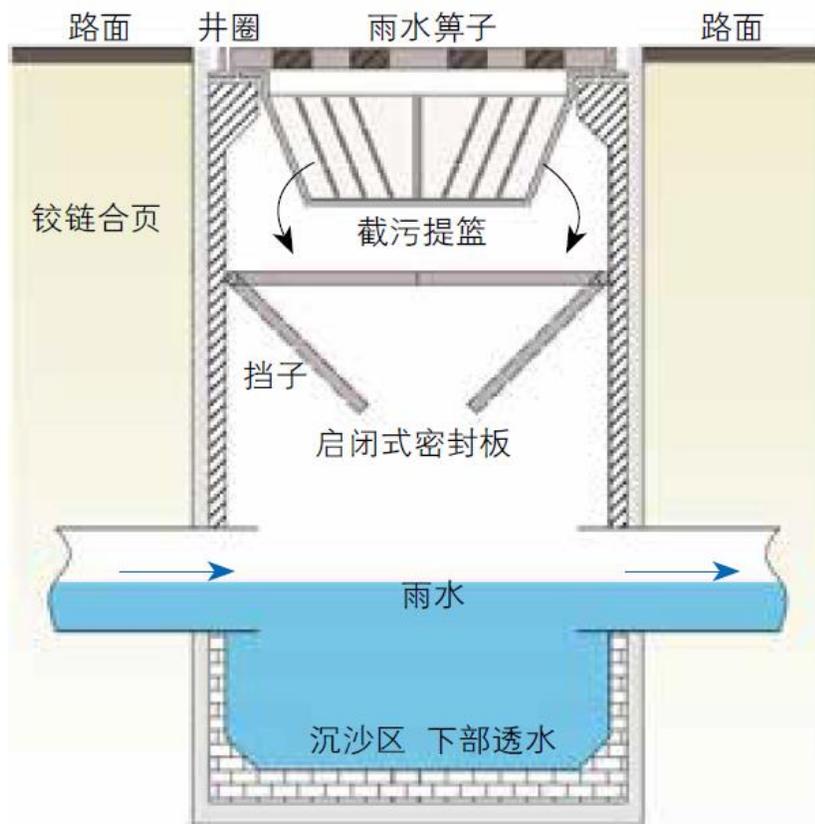


雨落管初期雨水净化装置实景

4.2 案例2：建行北院海绵化改造

■ 关键设施设计

➤ 防臭防倒流雨水口装置



防臭防倒流雨水口装置示意图

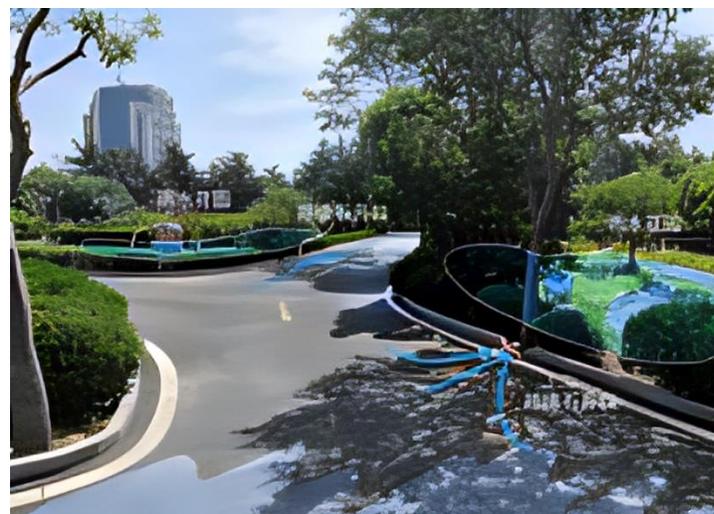


防臭防倒流雨水口实景

4.2 案例2：建行北院海绵化改造

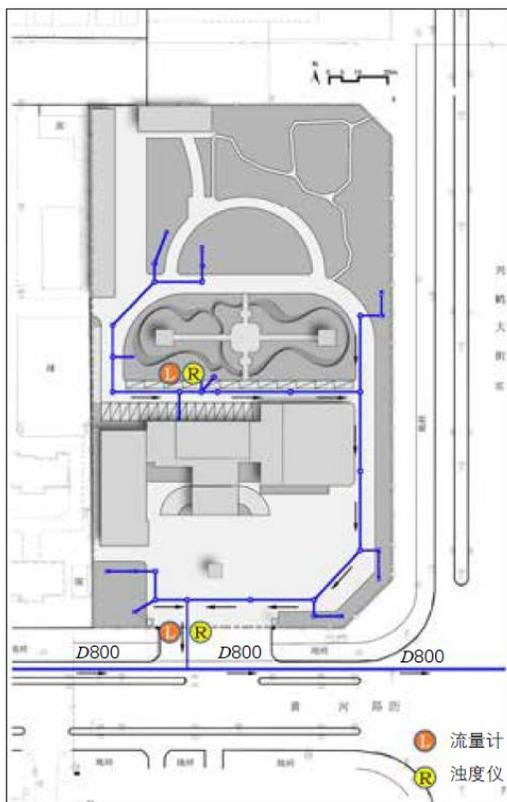
■ 建设成效

➤ 实景照片



4.2 案例2：建行北院海绵化改造

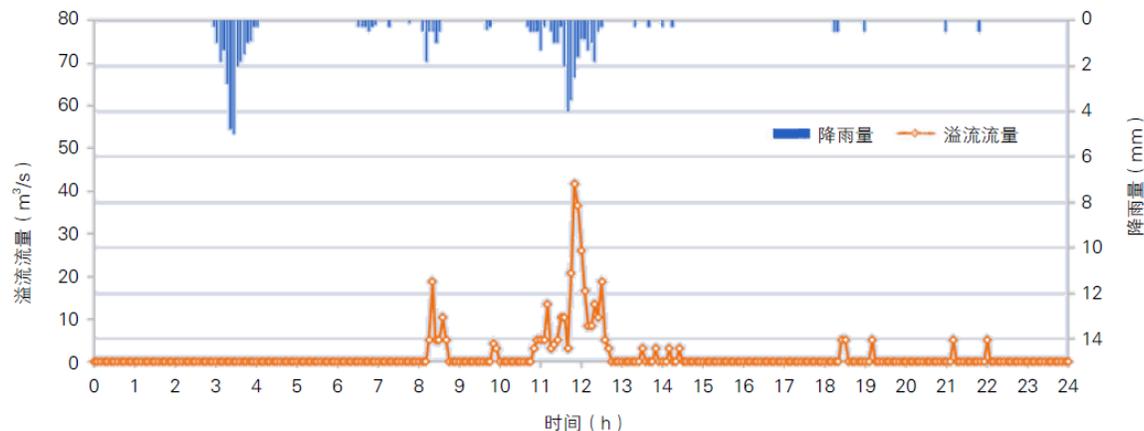
- **建设成效** 在雨水管网出口处布设2台流量计、2台浊度仪，以2018年7月13-14日降雨事件为例进行效果评估，得知当累积降雨量达到28.1mm时发生了溢流，年径流总量控制率77%；SS削减率61%
- **海绵监测**



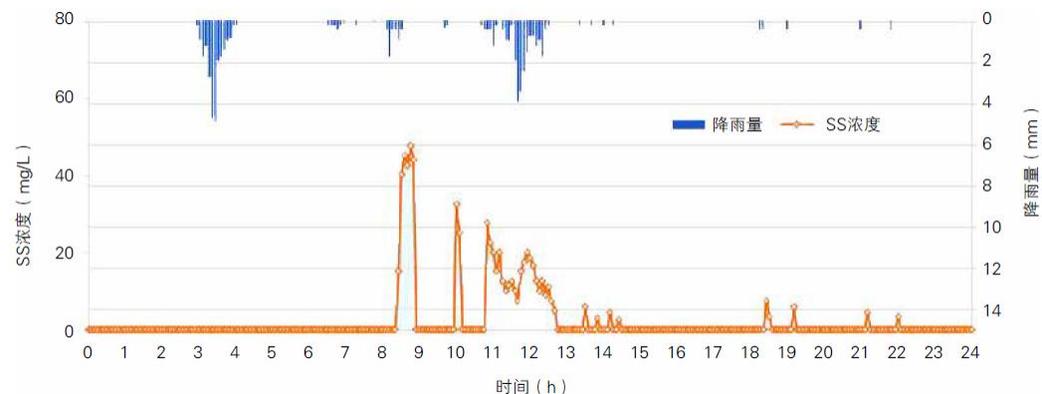
在线监测设施分布图



在线监测设施实景



7月13-14日降雨时外排流量变化图



7月13-14日降雨时外排雨水浊度变化图

4.3 案例3： 共青小区C区海绵化改造

■ 项目概况

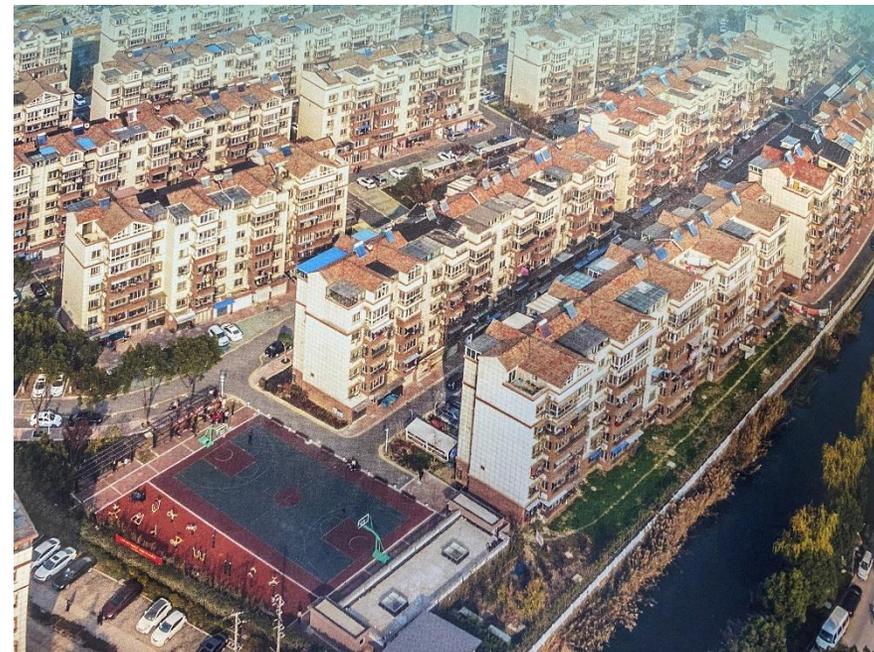
- 项目位于高新区，场地较为平整，占地面积5.07hm²。项目结合积水点整治和雨污分流工作因地制宜融入海绵理念，对分区J和分区K进行改造，海绵投资210万元

■ 建设目标

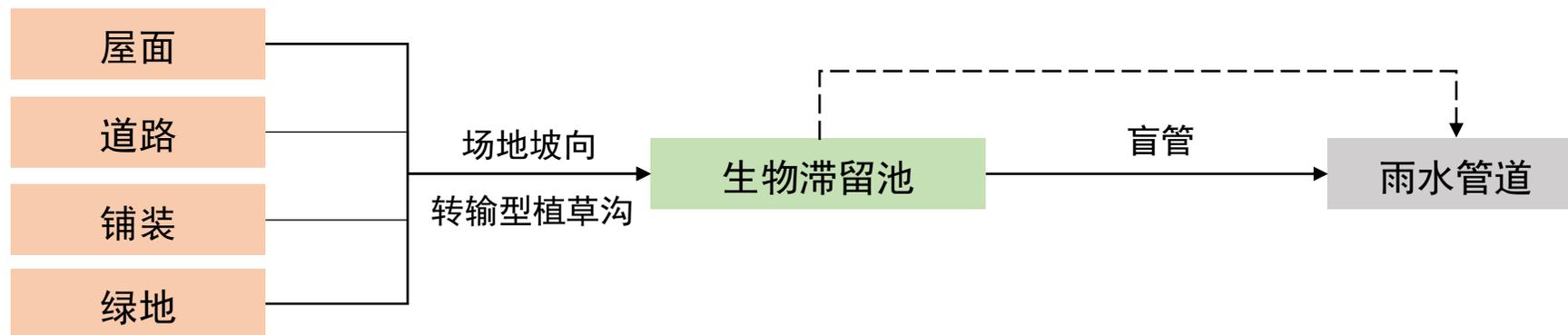
- 年径流总量控制率55%，年SS削减率45%

■ 设计策略

- 项目以径流总量控制和面源污染削减为主要目标，考虑多采用以调蓄功能和净化功能为主的海绵设施



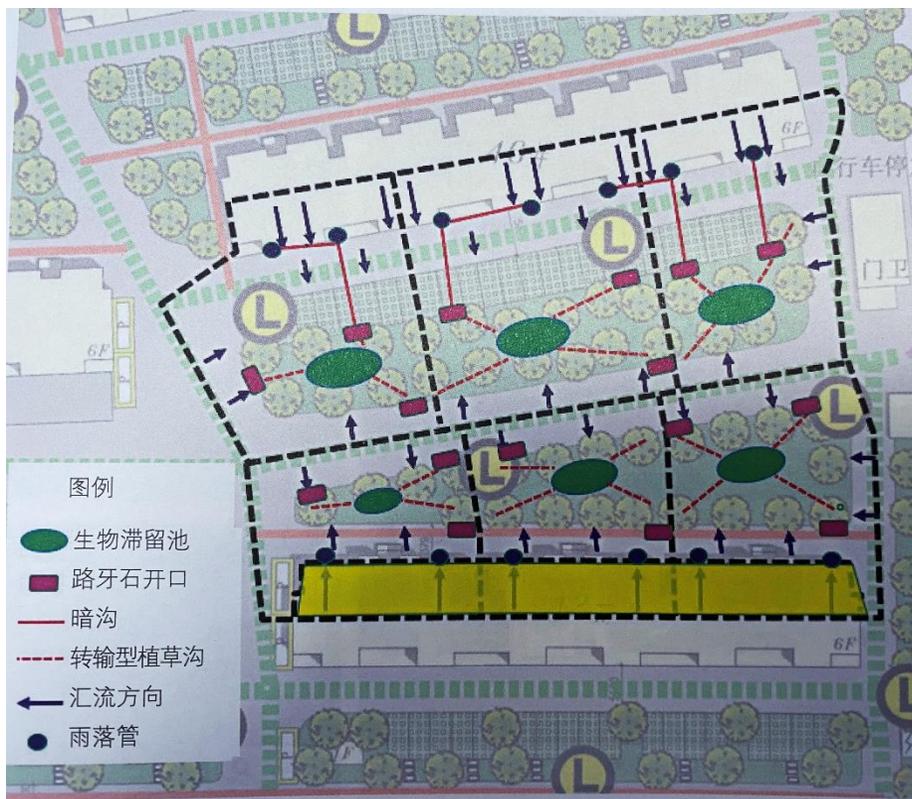
共青小区实景图



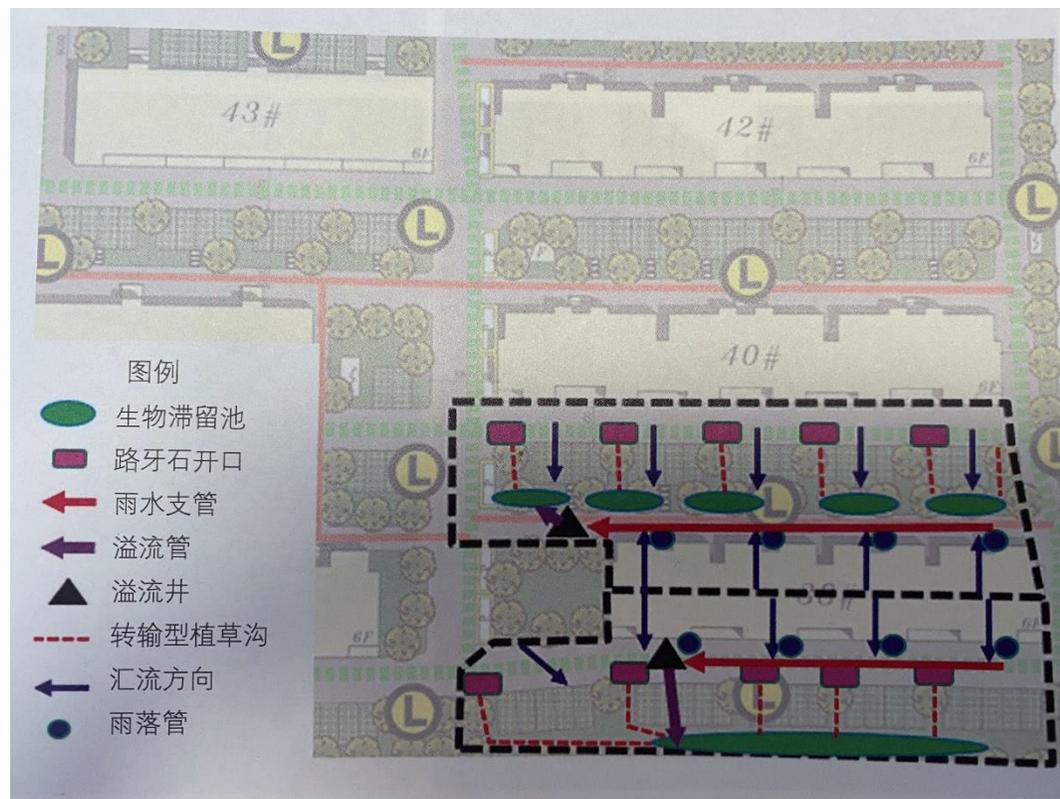
4.3 案例3： 共青小区C区海绵化改造

■ 建设方案

- 依据地形标高、管网走向、下垫面情况等因素，划分排水分区，共划分43个排水分区，其中包含当前改造的J和K两分区



分区J雨水径流组织图



分区K雨水径流组织图

4.3 案例3： 共青小区C区海绵化改造

■ 建设成效



各类海绵设施实景图



生态停车位——植草类透水铺装



生物滞留池

4.3 案例3： 共青小区C区海绵化改造

建设成效



生物滞留池植物配置前后对比



生物滞留池植物浇洒养护

- 采用富有层次的植物搭配，配合鹅卵石、泰山石等景观小品，**弱化生物滞留池与周边的视觉高差**，达到海绵设施与周边景观植物融合的目的



PART 05

设计可参考的标准、规范、书籍

■ 国家标准规范

- 1 住建部《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》
- 2 《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB 50400-2016）
- 3 《海绵城市建设评价标准》（GB/T51345-2018）
- 4 《海绵城市建设监测标准》（征求意见稿）
- 5 《海绵城市建设工程竣工验收与运行维护标准》（征求意见稿）
- 6 《室外排水设计规范》（GB50014-2021）
- 7 《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019）
- 8 《城市排水工程规划规范》（GB50318-2017）
- 9 《城镇内涝防治技术规范》（GB51222-2017）
- 10 《城镇给水排水技术规范》（GB50788-2012）
- 11 《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2019）
- 12 《屋面工程技术规范》（GB50345-2012）
- 13 《屋面工程质量验收规范》（GB 50207-2012）
- 14 《雨水集蓄利用工程技术规范（局部修订条文征求意见稿）》
- 15 《城市绿地设计规范》（GB 50420-2027 2016年版）
- 16 《城市防洪规划规范》（GB51079-2016）
- 17 《城镇雨水调蓄工程技术规范》（GB51174-2017）
- 18 《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011）
- 19 《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）
- 20 《城市居住区规划设计标准》（GB50180-2018）
- 21 《城市居住区规划设计规范》（GB50180 2016年版）
- 22 《城市内涝风险普查技术规范》（GB/T 39195-2020）



■ 行业标准规范

- 1 《透水水泥混凝土路面技术规程》（CJJ/T 135-2009）
- 2 《城市道路工程设计规范》（CJJ 37-2012）2016年版
- 3 《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ 82-2012）
- 4 《透水砖路面技术规程》（CJJ/T 188-2012）
- 5 《透水沥青路面技术规程》（CJJ/T 190-2012）
- 6 《种植屋面工程技术规程》（JGJ155-2013）
- 7 《建筑屋面雨水排水系统技术规程》（CJJ 142-2014）
- 7 《绿化种植土壤》（CJ/T 340-2016）
- 8 《城市绿地分类标准》（CJJ/T85-2017）
- 9 《模块化雨水储水设施技术标准》（CJJ/T 311-2020）
- 10 《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2016）
- 11 《城市道路绿化设计标准》（征求意见稿）
- 12 《城乡建设用地竖向规划规范》（CJJ83-2016）

■ 协会导则规程

- 1 《海绵城市低影响开发设施比选方法技术导则》（T/CECS 866-2021）
- 2 《建筑与小区低影响开发技术规程》（T/CECS 469-2017）

■ 书籍

《海绵城市建设典型案例》，ISBN：9787112201990





谢谢大家!