

宿迁市海绵城市建设项目设计导则

(试行)

宿迁市住房和城乡建设局
江苏省城镇供水安全保障中心
2024年2月

前 言

为深入贯彻习近平生态文明思想，落实国家、省、市关于系统化全域推进海绵城市建设的要求，进一步提升宿迁市海绵城市建设水平，规范海绵城市建设项目设计，编制单位参考相关标准规范，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要内容包括：1 总则；2 术语；3 一般规定；4 设计指标；5 计算方法；6 设计指引；7 附录。

本标准由宿迁市住房和城乡建设局负责管理，由江苏省城镇供水安全保障中心负责具体技术内容的编写和解释，各地在执行过程中如有意见或建议，请寄送至宿迁市住房和城乡建设局（地址：宿迁市宿城区洪泽湖路 793 号，邮编：223899，联系电话：84387292，电子邮箱：sqshmb2021@126.com）。

主编单位：江苏省城镇供水安全保障中心

编制人员：陈天放 李舜尧 陈燕秋 贺广奇 孙彦军 许可 吴爽 徐瑾娅 沈子谦 赵亚君 熊子卿

审核人员：丁利 程小文

审定人员：王以超

目 次

1 总则	1
1.1 编制目的	1
1.2 适用范围	1
1.3 指导思想	1
1.4 基本原则	1
2 术语	3
2.1 一般术语与定义	3
2.2 海绵设施术语与定义	4
3 一般规定	7
4 设计目标与指标	8
4.1 设计目标	8
4.2 设计指标	8
5 计算方法	16
5.1 一般规定	16
5.2 设计参数	16
5.3 计算方法及指标评估	18
6 设计指引	23
6.1 设计程序	23
6.2 海绵城市设施选择	26
6.3 典型设施设计指引	27
6.4 不同类型项目设计指引	54
7 附录	61
7.1 相关规范及参考指南	61
7.2 负面清单	63
7.3 正面典型案例	71

1 总则

1.1 编制目的

为全面贯彻落实海绵城市理念，规范和指导宿迁市海绵城市建设项目设计工作，加强城市雨水径流源头控制和城市降雨面源污染控制，合理确定海绵城市建设的目标和指标，指导项目设计，特制定本导则。

1.2 适用范围

本导则适用于宿迁市市域建设用地范围内新建、改（扩）建项目海绵城市设计工作。

1.3 指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引，遵循“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的总体思路，把海绵城市建设理念贯穿于城市规划建设管理的全过程，构建城市良性水循环系统，保障经济、社会、环境平衡可持续发展。

1.4 基本原则

1.4.1 生态为本，自然循环

尊重生态本底、维护生态安全、优化生态格局。城市开发建设应保护河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区，并通过海绵城市建设恢复地表海绵体，降低城市开发建设对生态环境的影响，实现雨水的自然积存、自然渗透、自然净化和可持续水循环，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。

1.4.2 绿灰结合，系统优化

从源头、过程和末端三个阶段，融入海绵城市理念，绿色（低影响开发绿色设施）和灰色（管网、泵站基础设施）基础设施相结合，保障水安全，改善水生态环境，实现城市宜居品质提升。

1.4.3 分类推进，有序实施

坚持集约节约、经济适用、新老结合、统筹推进。新区建设和新建项目要按照海绵城市建设要求系统实施，既有建成区要结合旧城改造项目有序推进，做到功能性、经济性、实用性有机统一，防止盲目推进、避免形象工程。

1.4.4 科学规划，统筹协调

发挥城市规划的约束引领作用，将海绵城市建设要求纳入城市规划体系，设定规划管

控指标，并通过城市规划管理手段有效落实。统筹各部门、各专业，将海绵城市建设要求纳入规划、设计、建设和运营维护管理全过程，有效推进海绵城市建设。

1.4.5 其他需要说明的内容

(1) 海绵城市的各类设施应采取保障公众安全的防护措施。不得对建筑、绿地、道路的安全造成不利影响，并应根据需要设置警示标志。

(2) 宿迁市中心城区海绵城市设计，除满足本导则要求外，还应符合国家和江苏省的现行相关标准、规范的规定。当本导则要求与国家现行标准、规范矛盾时，以国家现行标准、规范为准。

(3) 随着宿迁市海绵城市建设的推进，应及时进行总结并对本导则内容逐步完善和优化。

2 术语

2.1 一般术语与定义

2.1.1 海绵城市

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。

2.1.2 低影响开发（LID）

在城市开发建设过程中，通过建设分散的雨水源头控制设施，尽可能维持城市开发前后水文特征不变，有效缓解城市开发建设引起的径流总量、径流峰值增加与径流污染加剧等不利影响。

2.1.3 海绵设施

指在城市开发建设过程中，采用源头控制、中途转输、末端调蓄等多种技术手段对雨水进行全程控制，具有雨水滞蓄、净化、渗透、缓释、转输等功能，以绿色为主、灰色为辅和灰绿结合的技术措施统称。

2.1.4 年径流总量控制率

根据多年日降雨量统计数据计算，雨水通过自然和人工强化的入渗、滞蓄、调蓄和收集回用，场地内累计一年得到控制的雨水量占全年总降雨量的比例。得到控制的雨水量包括不外排和处理后外排的雨水量。

2.1.5 年 SS 总量去除率

雨水经过预处理措施和低影响开发设施物理沉淀、生物净化等作用，场地内累计多年平均得到控制的雨水径流 SS 占多年平均雨水径流 SS 总量的比例。

2.1.6 设计降雨量

为实现一定的年径流总量控制目标（年径流总量控制率），用于确定海绵城市建设设施设计规模的降雨量控制值，一般通过当地多年日降雨资料统计数据获取，通常用日降雨量（mm）表示。

2.1.7 雨量径流系数

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

2.1.8 流量径流系数

形成高峰流量的历时内产生的径流量与降雨量之比。

2.1.9 面源污染

指污染物以广域的、分散的形式进入地表及地下水体的污染，其中城市面源污染主要来源于降水、大气沉降（降尘）、地表径流冲刷、渗流等，其主体是指通过降雨和地表径流冲刷，将大气、地表和管道沉积物中的污染物带入受纳水体，使受纳水体遭受污染。

2.1.10 初期雨水径流

一场降雨初期产生一定体量的降雨径流。

2.1.11 内涝防治系统

用于应对城镇积水灾害采取的雨水径流控制、排涝工程设施等工程措施和防涝管理等非工程措施组合形成的系统。

2.1.12 内涝防治设计重现期

用于进行城镇内涝防治系统设计的暴雨重现期，使对应重现期内地面的积水深度、积水时间及积水范围不超过设定的控制要求。

2.1.13 雨水渗透

利用人工或自然设施，使雨水下渗到土壤地表层以下，以补充地下水。

2.1.14 雨水调蓄

雨水存储和调节的统称。

2.1.15 雨水调节

也称调控排放，在降雨期间暂时储存（调节）一定量的雨水，削减向下游排放的雨水峰值径流量、延长排放时间，但不减少排放的总量。

2.1.16 下垫面

降雨受水面的总称，包括屋面、地面、水面、植被等。

2.1.17 硬化地面

通过人工行为使自然地面硬化形成的不透水或弱透水地面，硬化地面不包括绿地、水面、屋顶等下垫面。

2.2 海绵设施术语与定义

2.2.1 下沉式绿地

低于周边铺砌地面或道路在 250 毫米以内，可积蓄、下渗自身和周边雨水径流的绿地。

2.2.2.绿色屋顶

在高出地面以上，与自然土层不连接的各种建筑物、构筑物的顶部以及天台、露台上由表层植物、覆土层和疏水设施构建的具有一定景观效应的绿化屋面。

2.2.3 透水铺装

可渗透、滞留和渗排雨水并满足一定要求的地面铺装结构。根据铺装结构下层是否设置排水盲管，分为半透水铺装和全透水铺装。

2.2.4 人工湿地

通过模拟天然湿地的结构，以雨水沉淀、过滤、净化和调蓄以及生态景观功能为主，人为建造的由饱和基质、挺水和沉水植被、动物和水体组成的复合体。

2.2.5 植草沟

可以转输雨水，在地表浅沟中种植植被，利用沟内的植物和土壤截留、净化雨水径流的设施。

2.2.6 生物滞留设施

通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、净化雨水径流的设施，由植物层、蓄水层、土壤层、过滤层构成。包括：雨水花园、雨水湿地、生态树池等。

2.2.7 生态树池

在有铺装的地面上栽种树木时，在树木的周围保留的一块没有铺装且土壤标高低于周边铺装的土地，可吸纳来自步行道、停车场和街道的雨水径流，是下沉式绿地的一种。

2.2.8 植被缓冲带

指坡度较缓的植被区，经植被拦截和土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的污染物。

2.2.9 生态驳岸

包括生态挡墙和生态护坡，指采用生态材料修建的、能为河湖生境的连续性提供基础条件的河湖岸坡，以及边坡稳定且能防止水流侵袭、淘刷的自然堤岸的统称。

2.2.10 土壤渗透系数

单位水力坡度下水的稳定渗透速度。

2.2.11 初期径流

单场降雨初期产生的 10~15mm 厚形成地表径流的降水。

2.2.12 弃流设施

利用降雨量、雨水径流厚度控制初期径流排放量的设施。有自控弃流装置、渗透弃流装置、弃流池等。

2.2.13 渗透设施

储存雨水径流量并进行渗透的设施，包括渗透沟渠、入渗池、入渗井、透水铺装等。

2.2.14 表层排空时间

生物滞留设施蓄水层蓄满的雨水全部入渗所需时间。

2.2.15 完全排空时间

生物滞留蓄水层和结构层内部雨水经重力全部入渗至底部原有土层或全部由底部排水管收集排出所需时间。

3 一般规定

3.1 海绵城市设计应贯彻自然积存、自然渗透、自然净化的理念，注重对河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等城市原有生态系统的保护和修复，强调采用低影响的开发模式。

3.2 海绵城市建设包括“渗、滞、蓄、净、用、排”等多种技术措施，涵盖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。

3.3 海绵城市设计应综合考虑地区排水防涝、水污染防治和雨水利用的需求，并以内涝防治与面源污染削减为主、雨水资源化利用为辅。

3.4 所有新建、改建、扩建建设项目的设计应因地制宜融入海绵城市低影响开发建设的内容。海绵城市低影响开发设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时使用。

3.5 低影响开发的各类工程措施之间应有效协同，尽可能多预留城市绿地空间，增加可渗透地面，蓄积雨水宜就地回用。

3.6 低影响开发的各类工程设施应与雨水外排设施及市政排水系统合理衔接，不应降低市政雨水排放系统的设计标准。

3.7 低影响开发的各类工程设施应与周边环境相协调，注重其景观效果。

3.8 低影响开发设施的规划设计应与项目总平面、竖向、园林、建筑、给排水、结构、道路、经济等相关专业相互配合、相互协调，实现综合效益最大化。

3.9 海绵城市建设过程中应注意对化工产品生产、储存和销售等面源污染特殊地块的专门控制，避免特殊污染源对地下水、周边水体造成污染。

3.10 宿迁市年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系应按宿迁市径流总量控制率曲线执行。

4 设计目标与指标

4.1 设计目标

4.1.1 新建项目

新建项目在设计时，应加强场地内的竖向规划，充分利用自然地形排水，因地制宜、因地就势进行海绵设施布局，减少项目开发对原有水文特征的干扰。

4.1.2 改建项目

改建项目设计应以问题为导向，以提升居民群众幸福感、获得感为目标，统筹污水提质增效、易淹易涝点整治、老旧小区改造、完整型社区建设等工作，落实“+海绵”理念，建设简约适用、易于维护的海绵体。

4.2 设计指标

根据《宿迁市中心城区海绵城市专项规划（2021-2035）（修编）》，宿迁市海绵城市规划管控分区范围如下，在范围之内的项目，可参照项目所在的海绵控制单元和用地性质确定海绵城市设计指标，其余范围按照各区、县海绵城市专项规划确定。

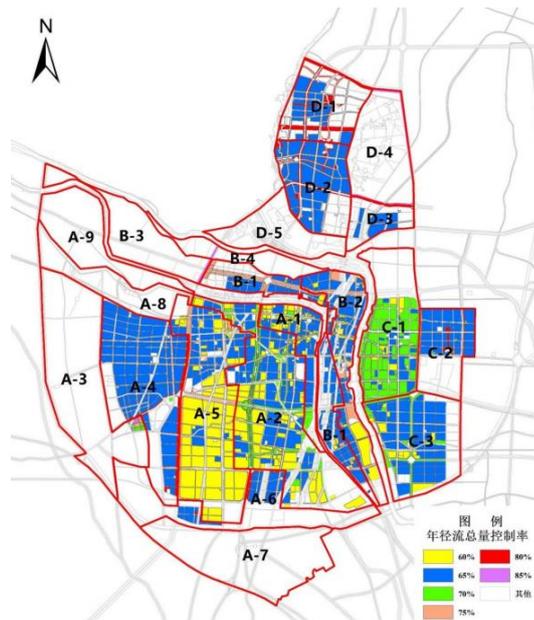


图 4.2-1 宿迁市海绵城市管控分区图

表 4.2-1 海绵城市设计指标

海绵控制单元	用地性质	新建项目		改建项目	
		年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标	年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标
A1	道路用地	55%	40%	45%	30%
	公共管理与公共服务用地	60%	45%	50%	35%
	商业服务业设施用地	55%	40%	45%	30%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	65%	50%	55%	40%
	绿地与广场用地	70%	55%	60%	45%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	80%	65%	70%	55%
	工业用地	60%	45%	50%	35%
	居住用地	65%	50%	55%	40%
	道路与交通设施用地	60%	45%	50%	35%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
	物流仓储用地	55%	40%	45%	30%
A2	道路用地	55%	40%	45%	30%
	公共管理与公共服务用地	65%	50%	55%	40%
	商业服务业设施用地	60%	45%	50%	35%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	70%	55%	60%	45%
	绿地与广场用地	70%	55%	60%	45%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	80%	65%	70%	55%
	工业用地	60%	45%	50%	35%
	居住用地	65%	50%	55%	40%
	道路与交通设施用地	60%	45%	50%	35%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
	物流仓储用地	60%	45%	50%	35%
A3	道路用地	65%	50%	55%	40%
	公共管理与公共服务用地	75%	60%	65%	50%
	商业服务业设施用地	70%	55%	60%	45%

海绵控制单元	用地性质	新建项目		改建项目	
		年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标	年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	80%	65%	70%	55%
	绿地与广场用地	85%	70%	75%	60%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	70%	55%	60%	45%
	居住用地	70%	55%	60%	45%
	道路与交通设施用地	75%	60%	65%	50%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
	物流仓储用地	70%	55%	60%	45%
A4	道路用地	55%	40%	45%	30%
	公共管理与公共服务用地	70%	55%	60%	45%
	商业服务业设施用地	65%	50%	55%	40%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	75%	60%	65%	50%
	绿地与广场用地	80%	65%	70%	55%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	65%	50%	55%	40%
	居住用地	65%	50%	55%	40%
	道路与交通设施用地	70%	55%	60%	45%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
物流仓储用地	65%	50%	55%	40%	
A5	道路用地	55%	40%	45%	30%
	公共管理与公共服务用地	65%	50%	55%	40%
	商业服务业设施用地	60%	45%	50%	35%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	65%	50%	55%	40%
	绿地与广场用地	70%	55%	60%	45%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%

海绵控制单元	用地性质	新建项目		改建项目	
		年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标	年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标
	工业用地	60%	45%	50%	35%
	居住用地	65%	50%	55%	40%
	道路与交通设施用地	60%	45%	50%	35%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
	物流仓储用地	60%	45%	50%	35%
A6	道路用地	60%	45%	50%	35%
	公共管理与公共服务用地	70%	55%	60%	45%
	商业服务业设施用地	65%	50%	55%	40%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	75%	60%	65%	50%
	绿地与广场用地	80%	65%	70%	55%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	65%	50%	55%	40%
	居住用地	75%	60%	65%	50%
	道路与交通设施用地	70%	55%	60%	45%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
物流仓储用地	65%	50%	55%	40%	
A7	道路用地	65%	50%	55%	40%
	公共管理与公共服务用地	75%	60%	65%	50%
	商业服务业设施用地	70%	55%	60%	45%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	85%	70%	75%	60%
	绿地与广场用地	85%	70%	75%	60%
	建设用地	60%	45%	50%	35%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	70%	55%	60%	45%
	居住用地	70%	55%	60%	45%
	道路与交通设施用地	75%	60%	65%	50%

海绵控制单元	用地性质	新建项目		改建项目	
		年径流总量控制率目标	年SS总量去除率目标	年径流总量控制率目标	年SS总量去除率目标
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
	物流仓储用地	70%	55%	60%	45%
A8	道路用地	65%	50%	55%	40%
	公共管理与公共服务用地	75%	60%	65%	50%
	商业服务业设施用地	70%	55%	60%	45%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	80%	65%	70%	55%
	绿地与广场用地	85%	70%	75%	60%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	70%	55%	60%	45%
	居住用地	70%	55%	60%	45%
	道路与交通设施用地	75%	60%	65%	50%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
物流仓储用地	70%	55%	60%	45%	
A9	道路用地	55%	40%	45%	30%
	公共管理与公共服务用地	75%	60%	65%	50%
	商业服务业设施用地	70%	55%	60%	45%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	80%	65%	70%	55%
	绿地与广场用地	80%	65%	70%	55%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	70%	55%	60%	45%
	居住用地	70%	55%	60%	45%
	道路与交通设施用地	65%	50%	55%	40%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
物流仓储用地	65%	50%	55%	40%	
B1	道路用地	60%	45%	50%	35%

海绵控制单元	用地性质	新建项目		改建项目	
		年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标	年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标
	公共管理与公共服务用地	70%	55%	60%	45%
	商业服务业设施用地	75%	60%	65%	50%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	75%	60%	65%	50%
	绿地与广场用地	80%	65%	70%	55%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	60%	45%	50%	35%
	居住用地	70%	55%	60%	45%
	道路与交通设施用地	60%	45%	50%	35%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
	物流仓储用地	60%	45%	50%	35%
B2	道路用地	60%	45%	50%	35%
	公共管理与公共服务用地	65%	50%	55%	40%
	商业服务业设施用地	60%	45%	50%	35%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	70%	55%	60%	45%
	绿地与广场用地	80%	65%	70%	55%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	60%	45%	50%	35%
	居住用地	65%	50%	55%	40%
	道路与交通设施用地	60%	45%	50%	35%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
物流仓储用地	60%	45%	50%	35%	
B3	道路用地	65%	50%	55%	40%
	公共管理与公共服务用地	75%	60%	65%	50%
	商业服务业设施用地	70%	55%	60%	45%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	80%	65%	70%	55%

海绵控制单元	用地性质	新建项目		改建项目	
		年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标	年径流总量控制率目标	年 SS 总量去除率目标
	绿地与广场用地	85%	70%	75%	60%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	70%	55%	60%	45%
	居住用地	70%	55%	60%	45%
	道路与交通设施用地	75%	60%	65%	50%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
	物流仓储用地	70%	55%	60%	45%
B4	道路用地	65%	50%	55%	40%
	公共管理与公共服务用地	75%	60%	65%	50%
	商业服务业设施用地	70%	55%	60%	45%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	80%	65%	70%	55%
	绿地与广场用地	85%	70%	75%	60%
	建设用地	80%	65%	70%	55%
	风景名胜用地	80%	65%	70%	55%
	工业用地	70%	55%	60%	45%
	居住用地	70%	55%	60%	45%
	道路与交通设施用地	75%	60%	65%	50%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
物流仓储用地	70%	55%	60%	45%	
C1	道路用地	55%	40%	45%	30%
	公共管理与公共服务用地	65%	50%	55%	40%
	商业服务业设施用地	60%	45%	50%	35%
	水域	100%	100%	100%	100%
	农林用地（包括其他非建设用地）	70%	55%	60%	45%
	绿地与广场用地	70%	55%	60%	45%
	建设用地	55%	40%	45%	30%
	风景名胜用地	70%	55%	60%	45%
	工业用地	60%	45%	50%	35%
	居住用地	65%	50%	55%	40%

海绵控制单元	用地性质	新建项目		改建项目	
		年径流总量控制率目标	年SS总量去除率目标	年径流总量控制率目标	年SS总量去除率目标
	道路与交通设施用地	60%	45%	50%	35%
	公共设施用地	55%	40%	45%	30%
	物流仓储用地	60%	45%	50%	35%

5 计算方法

5.1 一般规定

(1) 计算方法主要涉及到参数的确定和指标的计算。

(2) 海绵设施评估可采用模型评估和简易评估两种方法，有条件的宜采用模型评估，模型评估的相关模型选取和参数取值应符合不同规划和设计项目的特点。

5.2 设计参数

5.2.1 年径流总量控制率

根据《宿迁市海绵城市专项规划（2021-2035）》，宿迁市年径流总量控制率与日设计降雨量对应关系如下：

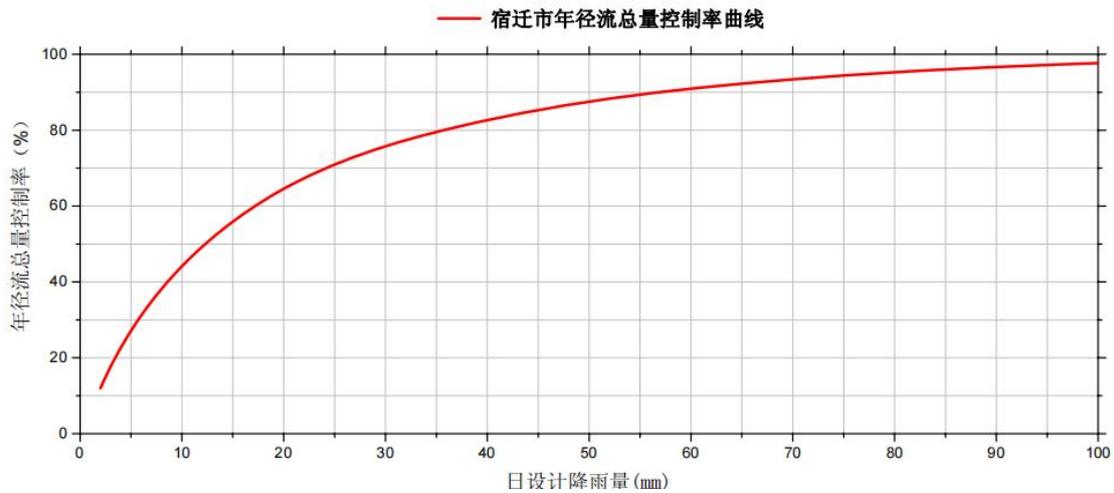


图 5.2-1 宿迁市径流总量控制率曲线

表 5.2-1 宿迁市年径流总量控制率与日设计降雨量一览表

年径流总量控制率	60%	65%	70%	75%	80%	85%
设计降雨量 (mm)	17.3	20.4	24.2	29.2	35.8	44.5

5.2.2 暴雨强度公式

根据《宿迁市中心城市排水防涝规划（2020-2030）》，雨量计算采用宿迁市暴雨强度公式，即：

$$i = \frac{61.2(1+1.05LgT)}{(t+39.4)^{0.996}} \quad (5.2.2-1)$$

式中：i——设计暴雨强度（mm/min）；

t——设计降雨历时（min）；

T——设计重现期（年）。

在规划或方案设计时，建筑小区设计降雨历时可按 10~15 分钟计算。

5.2.3 设计暴雨雨型

采用 K.C 法计算设计暴雨雨型：

$$i_{\text{峰前}} = \frac{A (1 + c \lg T_M) \left[\frac{(1-n)}{r} t_1 + b \right]}{\left(\frac{t_1}{r} + b \right)^{n+1}} \quad (5.2.3-1)$$

$$i_{\text{峰后}} = \frac{A (1 + c \lg T_M) \left[\frac{(1-n)}{1-r} t_2 + b \right]}{\left(\frac{t_2}{1-r} + b \right)^{n+1}} \quad (5.2.3-2)$$

式中：i——瞬时雨强（mm/min）；

t₁——峰前时间（min）；

t₂——峰后时间（min）；

B、n、A、c——暴雨强度公式的参数；

r——雨峰位置系数。

表 5.2-2 雨型参数取值一览表

	降雨历时 (min)	A	c	b	n	r
短历时雨型	180	61.2	1.05	39.4	0.996	0.404
长历时雨型	1440	32.55	1.165	31.985	0.885	0.75

5.2.4 径流系数

项目现状综合径流系数应按下垫面种类加权平均计算：

$$\Psi_z = \frac{\sum F_i \Psi_i}{F} \quad (5.2.4-1)$$

式中： Ψ_z ：综合径流系数；

F：汇水面积（ hm^2 ）；

F_i ：汇水面上第 i 类下垫面的面积（ hm^2 ）；

Ψ_i ：第 i 类下垫面的雨量径流系数，宜按表 5.2.3 选用。

表 5.2-3 不同下垫面径流系数取值参考

下垫面种类	雨量径流系数 ϕ	流量径流系数 ψ
绿化屋面（基质层厚度 $\geq 300\text{mm}$ ）	0.30-0.40	0.40
汇水面种类	0.80-0.90	0.85-0.9
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.60-0.70	0.80
混凝土或沥青路面及广场	0.80-0.90	0.85-0.95
大块石等铺砌路面及广场	0.50-0.60	0.55-0.65
沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45-0.55	0.55-0.65
级配碎石路面及广场	0.40	0.40-0.50
干砌砖石或碎石路面及广场	0.40	0.35-0.40
非铺砌的土路面	0.30	0.25-0.35
绿地	0.15	0.10-0.20
水面	1.00	1.00
地下建筑覆土绿地（覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$ ）	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地（覆土厚度 $< 500\text{mm}$ ）	0.30-0.40	0.40
透水铺装地面	0.29-0.36	0.29-0.36
下沉广场（50年及以上一遇）	-	0.85-1.00

5.3 计算方法及指标评估

5.3.1 年径流总量控制率的评估

1.年径流总量控制率的分解与校核

(1) 核算每个地块的综合雨量径流系数。计算该地块不同下垫面的面积，按表 5.2.3 确定各下垫面的雨量径流系数，经加权平均得到该地块的综合雨量径流系数。若综合雨量径流系数对应的年径流总量控制率满足要求，则该地块年径流总量控制率达标。若年均综合雨量径流系数对应的年径流总量控制率不满足要求，则按 (2) ~ (5) 的流程进行核算。综合雨量径流系数与年径流总量控制率之和为 1。

(2) 计算每个地块不同年径流总量控制率对应的调蓄容积。设计调蓄容积一般采用容积法进行计算，如下式所示。

$$V = 10H\phi F \quad (5.3.1-1)$$

式中：

V—设计调蓄容积或需蓄水容积（立方米）；

H—设计降雨量（毫米），按图 5.2-1 选取；

ϕ —年均或场均综合雨量径流系数；

F—汇水面积（公顷）。

当所采用设施以渗透功能为主时，设施规模的计算按照渗透设施有效调蓄容积计算，如下式所示。

$$V_s = V - W_p \quad (5.3.1-2)$$

式中：

V_s —渗透设施的有效调蓄容积，包括设施顶部和结构内部蓄水空间容积（立方米）；

V—渗透设施进水量（立方米），参照容积法计算；

W_p —渗透量（立方米）。

渗透设施渗透量按下式进行计算。

$$W_p = KJ A_s t_s \quad (5.3.1-3)$$

式中：

W_p —渗透量（立方米）；

K —土壤（原土）渗透系数（米/秒）；

A_s —有效渗透面积（平方米）；

t_s —渗透时间（秒），指降雨过程中渗透的渗透历时，一般可取 2 小时。

渗透设施的有效渗透面积 A_s 应按下列要求确定：

- ①水平渗透面按投影面积计算；
- ②竖直渗透面按有效水位高度的 1/2 计算；
- ③斜渗透面按有效水位高度的 1/2 所对应的斜面实际面积计算；
- ④地下渗透设施的顶面积不计。

(3) 核算每个地块的可蓄水容积

(4) 确定该地块的实际年径流总量控制率。将该地块不同年径流总量控制率所需蓄水容积与实际可蓄水容积比较，得到该地块的实际年径流总量控制率。

(5) 区域年径流总量控制率核算。为该区域内每个地块年径流总量控制率经面积加权后的平均值。

2. 注意事项

(1) 以下设施的蓄水容积不应计入总蓄水容积

- ①对径流总量削减没有贡献的设施：如用于削峰的调节塘/池等；
- ②对径流总量削减贡献很小的设施：如转输型植草沟、渗管/渠、初期雨水弃流、植被缓冲带、人工土壤渗滤设施等；

③在径流系数内已综合考虑其空隙的设施：如透水铺装、绿色屋顶结构内的空隙；

④受地形条件、汇水面大小等因素影响，无法有效收集径流雨水的设施。

(2) 蓄水设施的蓄水容积计算应满足以下要求

- ①具有渗透功能的综合设施，蓄水最大深度应根据该处设施上沿高程最低处确定；
- ②用于接纳初始阶段降雨的雨水罐、雨水池等，可蓄水容积应结合所蓄雨水的利用安排确定，雨前不能及时排空的容积不应计入核算年径流总量控制率的蓄水容积；
- ③每处设施计入总调蓄容积不应大于设计降雨量下其汇水面内的实际降雨径流量；
- ④每处设施计入总调蓄容积应不大于一个周期内排放量、水体渗透量、水面蒸发量和回用量之和，其中排放量根据可排空的体积确定，回用量根据实际回用水量确定，水体渗透量和水面蒸发量计算确定。一般取一个周期 24 小时。

5.3.2 流量计算

植草沟等转输设施，其设计目标通常为排除一定设计重现期下的雨水流量，可通过推理公式来计算一定重现期下的雨水流量，如下式所示。

$$Q = \psi q F \quad (5.3.2-1)$$

式中：

- Q—雨水设计流量（升/秒）；
- ψ —流量径流系数，可参见表 5.2-3；
- q—设计暴雨强度，（升/（秒·公顷））；
- F—汇水面积，公顷。

5.3.3 水面蒸发量计算

1、水面蒸发量应根据实测数据确定；当实测数据缺乏时，可按照下式计算：

$$Q_{zh} = 52S (p_m - p_a) (1 + 0.135V_{m-d}) \quad (5.3.3-1)$$

式中：

- Q_{zh} —水池的水面蒸发量（升/日）；
- S—水池的表面积（平方米）；
- P_m —水面温度下的饱和蒸气压（帕）；

P_a —空气的蒸汽分压（帕）；

V_{m-d} —日平均风速（米/秒）

5.3.4 面源污染削减量计算

1.城市径流污染物中，SS 与其他污染物指标具有相关性，因此，宿迁市面源污染削减量采用 SS 控制指标，SS 削减指标应满足 4.1 节面源污染控制指标的要求。

2.年 SS 总量去除率可采用《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》的计算方法：

$$a_{ss} = S \cdot a_{ss} \quad (5.3.4-1)$$

式中：

a_{ss} —年 SS 总量去除率；

S —年径流总量控制率；

a_{ss} —低影响开发设施对 SS 的平均去除率。

城市或开发区域的面源污染削减率（以 SS 计，%），可通过不同区域、地块的年 SS 总量去除率经年径流总量（年均降雨量×综合雨量径流系数×汇水面积）加权平均计算得出。

5.3.5 内涝防治标准的评估

1.内涝防治水平的评估应包括管网排水能力评估和内涝风险评估。推荐采用数学模型进行评估。

2.应按照现有规范和标准的核算方法进行管网和内涝风险评估。

6 设计指引

6.1 设计程序

6.1.1 海绵城市方案、设计审批管理

宿迁在城市建筑与小区、道路、绿地与广场、水系等所采用的海绵技术建设项目宜遵循下述流程。

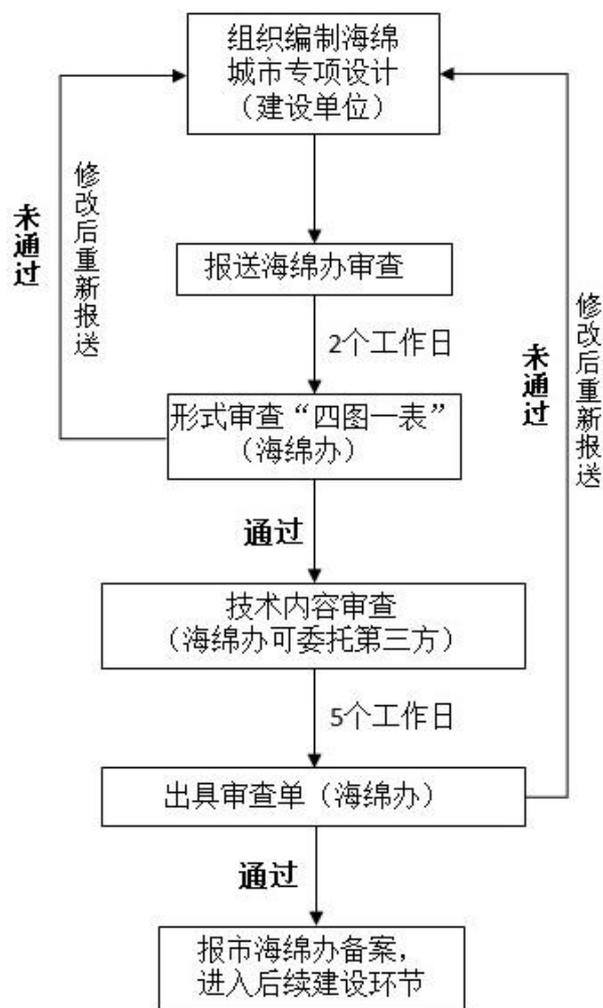


图 6.1-1 海绵城市方案、设计审批管理流程

6.1.2 海绵城市项目专项方案设计流程

宿迁市海绵城市项目专项方案设计应按下图流程进行。

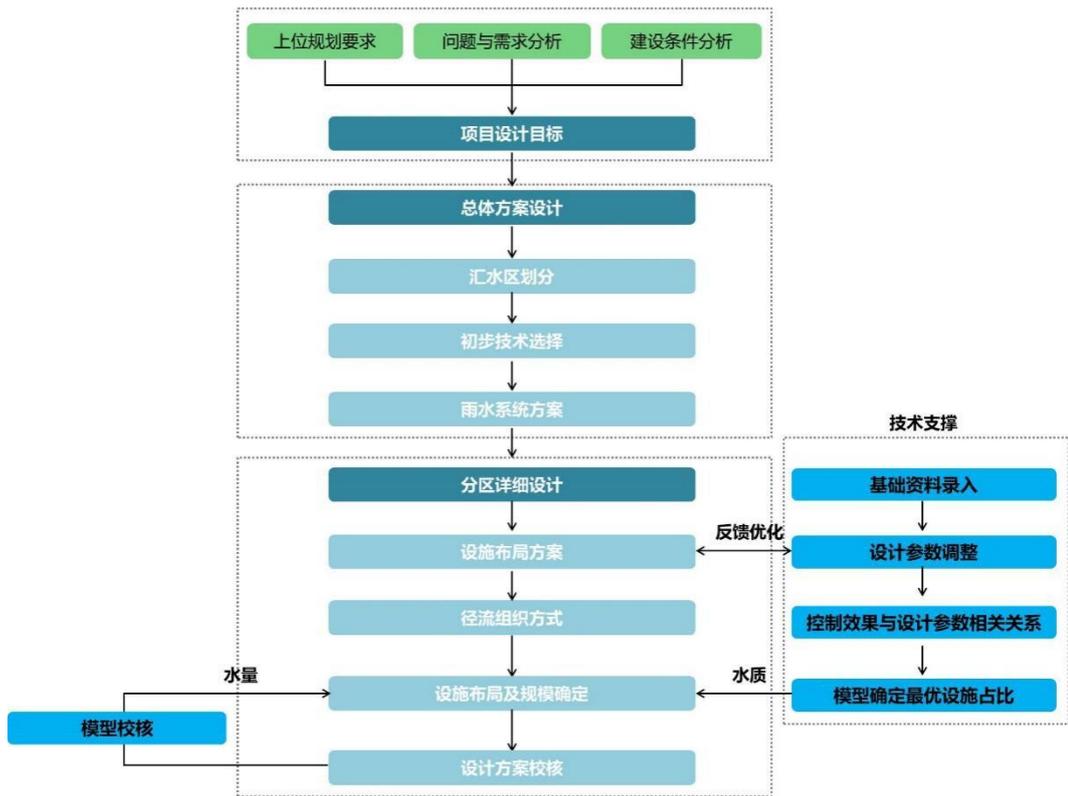


图 6.1-2 海绵城市项目专项方案设计流程

1.宿迁市海绵方案的设计目标应根据本导则确定，同时应满足国土空间规划、详细规划和相关专项规划所提出的海绵城市建设目标与指标要求。因建设条件限制实现目标指标确有困难的，需进行目标可达性分析，经专家评审、相关部门认可后可适当调整相关指标要求。

2.海绵城市总体方案设计应包括海绵城市分区、设计调蓄容积计算、海绵设施选择、设施布局与规模计算、场地竖向及径流组织设计、植物配置、海绵城市建设目标校核和海绵城市建设对项目的反馈等内容。

(1) 海绵城市分区：分区设计应逐一分析建筑场地竖向标高设计、道路分割、屋脊线（雨落管位置）、雨水管网布置、绿化景观布局、海绵城市初步布置意向等场地汇水条件，叠加并综合上述要素对项目场地进行详细地海绵城市分区。

(2) 设计调蓄容积计算：应根据《海绵城市建设技术指南（试行）》计算方法，结合项目海绵城市分区以及海绵城市建设目标，列表（含分区编号、汇水面积、绿化率、综合

径流系数、设计调蓄容积等要素)计算各海绵城市分区的所需的调蓄容积,并列出详细的计算公式及计算过程。

(3) 海绵设施选择: 以实现项目海绵城市设计目标为出发点, 综合考虑各海绵设施的适用性、功能性、经济性及景观效果, 以先绿色后灰色、先地上后地下的原则, 结合项目各海绵城市分区的实际需求, 对项目各分区适用的技术进行筛选。宿迁市目前常用的海绵设施包括: 生物滞留池、雨水花园、下沉式绿地、人工湿地、植草沟、高位花坛、蓄水池、透水铺装等。对项目采用的海绵城市技术应以流程图、断面示意图、大样图等方式详细表达项目所用技术参数。

(4) 设施布局与规模计算: 应根据海绵城市分区及各分区调蓄容积, 结合分区场地条件以及管线综合等情况合理布置海绵设施; 按照《海绵城市建设指南》(试行)的计算方法, 详细说明各海绵设施计算方式、步骤、参数选择, 并至少以一个分区(含项目所有运用的海绵城市技术)为例计算该分区的年径流总量控制率及年 SS 总量去除率;

(5) 场地竖向及径流组织设计: 应综合考虑场地建筑、景观、道路等竖向设计、室外排水管道等因素, 保证在重力流顺坡排水的情况下合理设计海绵设施竖向, 根据场地竖向设计控制雨水径流方向; 应综合考虑竖向高程、建筑雨落管、雨水管线等信息, 重点关注海绵设施与灰色设施的衔接问题。

(6) 植物配置: 应依据《宿迁市海绵城市设施植物配置指南(试行)》, 结合宿迁本地情况与场地现状条件, 在植物品种选择及植物配置中充分发挥植物调蓄径流、净化水质、美化景观的作用; 针对各海绵设施推荐适用的植物品种, 通过比选明确项目采用的植物种类, 并对栽植方式加以说明。

(7) 海绵城市建设目标校核: 应根据实际的海绵设施布置规模, 按照分区附表核算海绵设施面积、实际调蓄容积、年径流总量控制率、年 SS 总量去除率等要素, 推荐采用模型对建设目标进行校核。

(8) 海绵城市建设对项目的反馈: 应说明在融入海绵城市技术的过程中对项目建筑、

绿化、铺装等场地布局的影响，说明海绵城市对场地竖向设计、景观方案、排水组织方面的优化等内容。

3.海绵专项方案设计应进行投资估算和效益分析。

其中投资估算应按照项目的实际采用的具体做法核算设施单价，列出计算详细的投资估算表，合计项目海绵城市建设总投资，主要包括透水铺装、生物滞留设施、植草沟等海绵设施以及集水排水盲管、溢流井及相关的土方开挖与回填等建设内容的费用；同时，应核算海绵城市建设投资其占绿化及项目总投资的比例以及海绵城市单位面积平均造价。效益分析应从环境、社会和经济等三个方面分析、说明项目建设海绵城市带来的效益。

4.海绵城市专项方案设计应对后续施工技术交底和管理进行反馈。

其中，施工技术交底应说明各海绵设施的注意事项，包括雨落管断接方式，侧石开口形式，各设施主要技术参数、填料层介质级配或渗透速率以及海绵设施与排水管网衔接要求，并通过计算确定盲管开孔率及管径；维护管理应提出各海绵设施维护管理机制、维护管理流程，并根据项目主体特征，按照渗透、存储、调节、转输、净化等不同设施类型提出维护管理要点。

5.海绵城市专项方案设计图纸应至少包含项目总平面图、海绵城市分区图、海绵城市设施布局总平面图、竖向控制及汇流分析图、项目排水设计图等。

6.2 海绵城市设施选择

海绵城市设施可实现径流总量、径流峰值、径流污染等多个控制目标，应根据宿迁国土空间总体规划、专项规划、控制性详细规划、修建性详细规划等明确的控制目标，结合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观功能等因素灵活选用海绵城市设施及组合系统。

推荐海绵城市设施选择如下表 6.2-1 所示。

表 6.2-1 海绵城市设施比选设施一览表

设施类型	具体措施	设施综合单价	用地类型						
			道路	居住	商业及行政办公	工业	公园绿地	广场	水系
渗透设施	透水铺装	350-450 元/m ²	☆	△	△	○	☆	△	○
	绿色屋顶	650-800 元/m ²	○	△	☆	△	☆	△	○
生物滞留设施	雨水花园	550-650 元/m ²	☆	☆	☆	☆	☆	☆	○
	生物滞留池	700-800 元/m ²	☆	☆	☆	☆	☆	☆	○
	高位花坛	700-800 元/m ²	☆	☆	☆	☆	☆	☆	○
	生态树池	700-800 元/m ²	☆	☆	☆	☆	☆	☆	○
储存设施	下沉式绿地	250-300 元/m ²	☆	☆	☆	☆	☆	☆	○
	渗透塘/湿塘/雨水湿地	150-200 元/m ²	○	△	△	○	△	△	△
	调蓄池	1200-1500 元/m ³	△	☆	☆	△	△	△	○
	雨水罐	800-1000 元/m ³	○	△	△	△	○	○	○
转输设施	植草沟	120-150 元/m ²	☆	☆	△	☆	☆	△	△
	线性排水沟	300-400 元/m ²	○	△	☆	○	○	☆	○
截污净化设施	植被缓冲带	120-150 元/m ²	○	○	○	○	☆	○	☆
	生态护岸	80-150 元/m ²	○	○	○	○	☆	○	☆
	雨水口截污挂篮	100-150 元/个	☆	△	△	☆	○	△	○

注：☆——推荐 △——可用 ○——不推荐

6.3 典型设施设计指引

6.3.1 渗透设施

渗透设施是可以吸纳雨水径流并进行渗透的一类设施。主要包括透水路面、绿色屋顶等。透水铺装按照面层材料不同又可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装，嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于渗透铺装。

6.3.1.1 透水路面

1. 主要特点

透水路面指利用透水路面材料替代传统的以沥青混凝土、水泥混凝土等材料铺设的广场、停车场及人行道等硬化路面，使其在保持原有功能的前提下提高雨水下渗能力，降低下垫面径流系数的海绵设施。

透水路面按照透水形式分为材料透水型与构造透水型路面。其中，透水砖铺装、透水水泥混凝土、透水沥青混凝土路面为材料透水型路面，通过面层材料透水。缝隙透水型砖铺装路面为构造透水型路面，其面层采用普通混凝土砖，通过砖之间的缝隙进行透水，具

有材料便宜、施工方便、性能恢复简单等优点。



图 6.3-1 透水混凝土路面



图 6.3-2 透水沥青路面



图 6.3-3 透水砖路面



图 6.3-4 縫隙式透水路面

2.适用性

透水铺装/路面主要适用于广场、停车场、人行道以及车流量和荷载较小的道路。

3.设计要点

(1) 透水铺装/路面宜在土基上建造，自上而下设置透水面层、透水找平层、透水基层和透水底基层。

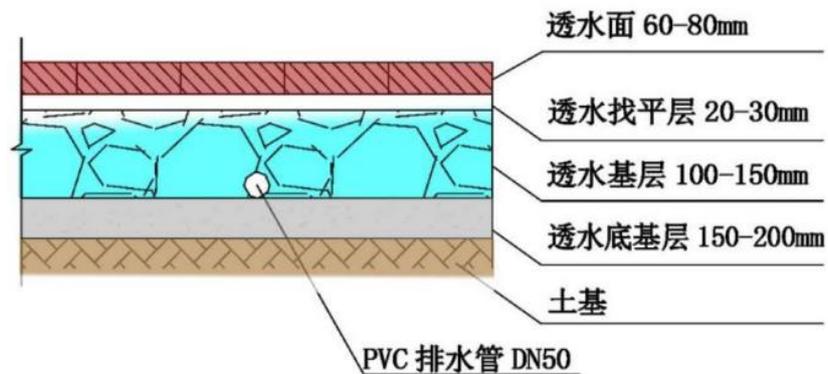


图 6.3-5 透水铺装典型做法示意图

(2) 透水面层应满足下列要求：①在满足路面使用功能的前提下，综合考虑景观效果、透水性能、施工难易程度等因素，选择合适的透水路面形式，如透水砖铺装、透水混凝土、透水沥青、嵌草砖、碎石铺砖、结构型透水铺砖等；②透水面砖的有效孔隙率应不小于 8%，渗透系数应不小于 1×10^{-2} 厘米/秒，透水混凝土的有效孔隙率应不小于 10%；③当面层采用透水面砖时，透水铺装的厚度应进行计算，需满足道路使用功能，一般取 6~10 厘米。

(3) 透水找平层应满足下列要求：①渗透系数、有效孔隙率不小于面层；②厚度宜为 20~50 毫米。

(4) 透水基层应满足下列要求：①渗透系数、有效孔隙率应大于面层；②透水基层厚度应根据蓄存水量要求及蓄存雨水排空时间确定；③底层土透水能力低于 1.27 厘米/小时，应在透水铺装的透水基层内设置盲管，盲管可以采用经过开槽或者穿孔处理的 PVC、PE 管，直径和开孔数量、大小应结合蓄存水量、排空时间、基层渗流速度等因素通过计算进行确定。④透水基层距离建筑物、饮用水源、地下水位应保证一定的安全间距，如受条件限制不满足要求，应采取相应的防渗措施。

(5) 透水底基层应满足下列要求：①渗透系数、有效孔隙率应大于面层；②透水底基层厚度一般不宜小于 150 毫米。

(6) 透水路面坡度不宜大于 2.0%。当透水路面坡度大于 2.0%时，沿长度方向应设置隔断层。

(7) 透水铺装/路面应满足相应承载力要求，对道路路基强度和稳定性的潜在风险应进行评估，并采取相关保护措施。

(8) 透水铺装/路面应用于以下区域时，还应采取必要的措施防止次生灾害或地下水污染的发生：①可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的区域，膨胀土和高含盐土等特殊土壤地质区域；②使用频率较高的商业停车场、汽车回收及维修点、加油站及码头等径流污染严重的区域。

6.3.1.2 绿色屋顶

1. 主要特点

绿色屋顶也称种植屋面、屋顶绿化等，利用种植屋面上覆盖的植物、种植土（基质层）、过滤层、排水层等组合系统，有效滞留、净化屋面雨水。



图 6.3-6 绿色屋顶示意图

2. 适用性

绿色屋顶适用于结构安全、符合防水条件的平屋顶和坡度不大于 15 度的坡屋顶建筑，优先布置在多层建筑及面积较大的建筑裙楼。

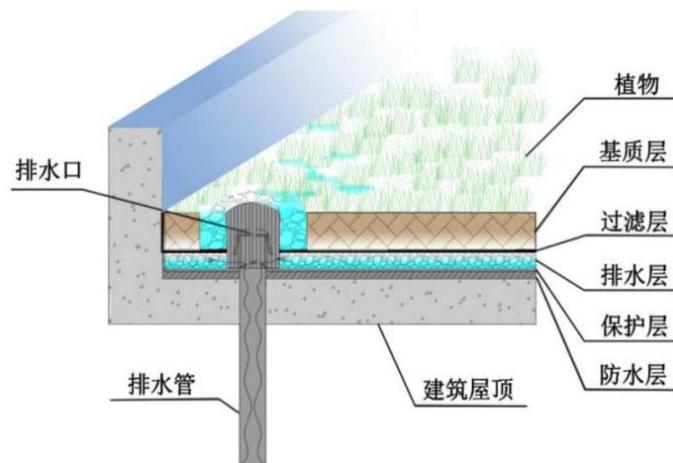


图 6.3-7 绿色屋顶典型做法示意图

3. 设计要点

(1) 对既有建筑屋面改造为绿色种植屋面时，必须经有资质的设计单位和检测部门鉴

定，核算结构承载力，并根据结构承载力确定其构造及种植形式，应选用轻质种植土、地被植物、选择容器种植。

(2) 绿色屋顶的基本构造（自上而下）包括植被层、基质层、过滤层、排水层、保护层、防水层、找平层和结构层。

(3) 绿色屋顶种植土宜选用改良土或无机复合种植土，禁止使用三合土、石渣、膨胀土等土壤作为栽植土。种植土厚度不宜小于 150 毫米。

(4) 绿色屋顶的排水坡度宜为 1%~2%，单向坡长大于 9 米时宜采用结构调坡。

(5) 材料要求：①普通防水材料的选用应符合现行国家标准《屋面工程技术规程》（GB50345-2012）、《种植屋面工程技术规程》（JGJ155-2013）。②耐根穿刺防水材料的选用应符合国家相关标准的规定，并由具有资质的检测机构出具合格检验报告。③排（蓄）水材料不得作为耐根穿刺防水材料使用。

(7) 植物选择：①应尽量减少对屋面排水系统的影响，宜选择落叶较少、易于维护的植物。②以生长特性和观赏价值相对稳定、滞尘控温能力较强的本地常用和引种成功的植物为主，优先选择低矮灌木、草坪、地被植物等。③不宜选用根系穿刺性较强的植物，选择抗污性强，可耐受、吸收、滞留有害气体或污染物质的植物。

6.3.2 生物滞留设施

1. 主要特点

生物滞留设施指在地势较低的区域，通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化径流雨水的设施。常用于收集自身及周边区域的雨水、处理较小汇水范围的雨水径流。生物滞留设施主要有滞留地表径流和净化雨水等功能。通过增加自然蒸发与渗透，能够减少降雨径流量、削减径流峰值流量。同时还可通过植物、填料、微生物对污染物进行截留和降解，从而达到雨水净化的目的，具体包括植被对悬浮颗粒物的过滤作用、植物根系和填料对有机物的吸附和降解作用、微生物对有机物的降解作用等等，按应用位置及结构不同又分为雨水花园、生物滞留池、高位花坛、生态树池等。生物滞留设施的水文过程、水质处理过

程和水流路径如下图所示。

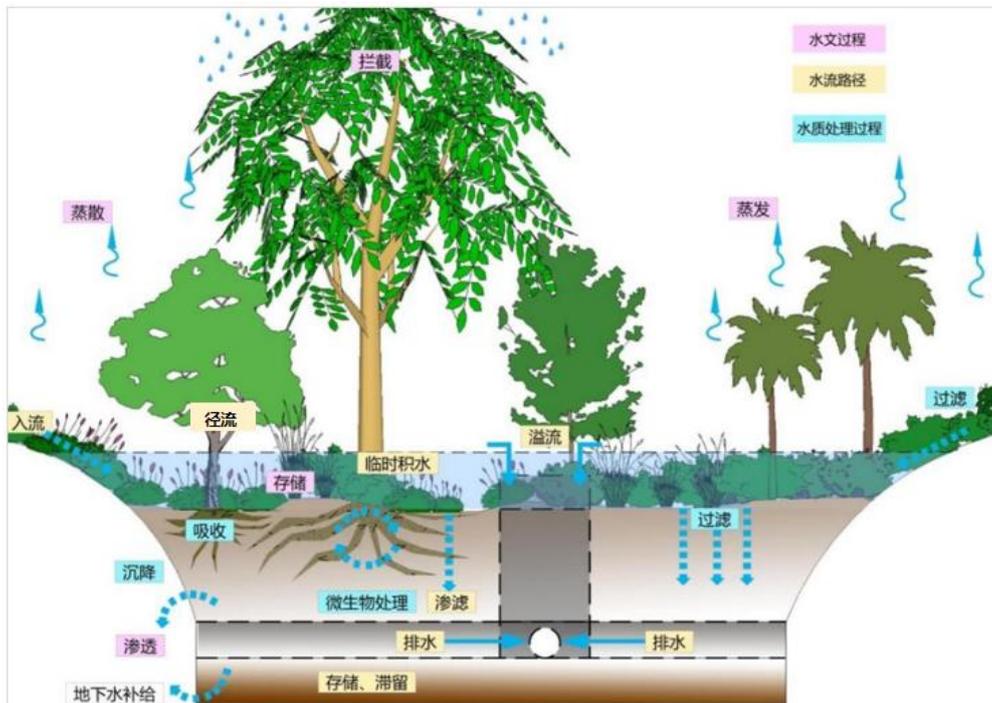


图 6.3-8 生物滞留设施的水文过程、水质处理过程和水流路径示意图

2.适用性

(1) 雨水花园

雨水花园面积较小，适用于多种场地，新开发区域和旧城改造均可使用。可通过更换种植土，并在碎石层中增设盲管提高雨水花园对雨水径流的处理能力。



图 6.3-9 水花园示意图

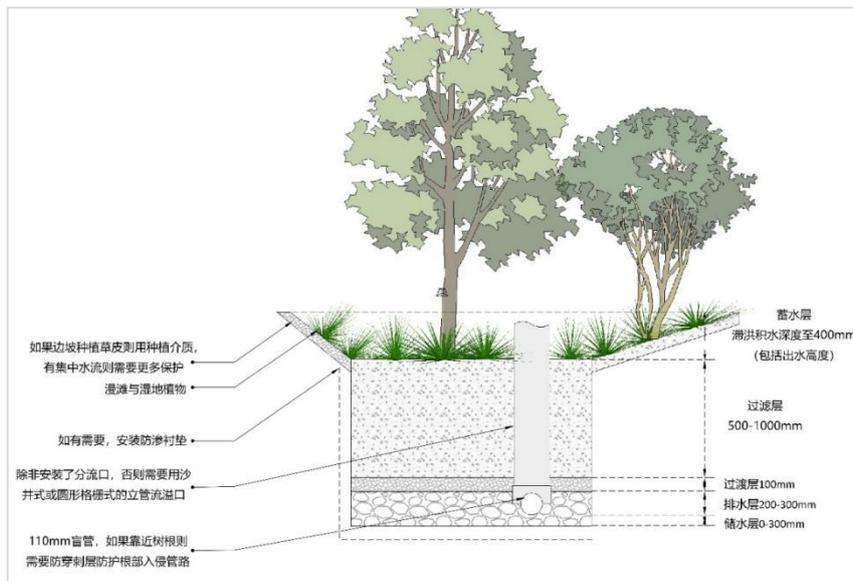


图 6.3-10 雨水花园结构示意图

(2) 生物滞留池

生物滞留池的原理与雨水花园基本相同，区别在于具有围挡结构，并通过对种植土进行换填，具有更高的渗透和净化雨水的能力。可以设置在空间有限、周围土体抗渗要求较高的场所。生物滞留池多设置于人行道旁树池带、侧分带，用于收集车行道及人行道地表径流，其他硬质铺装地面的生物滞留池可参照使用。



图 6.3-11 生物滞留池示意图

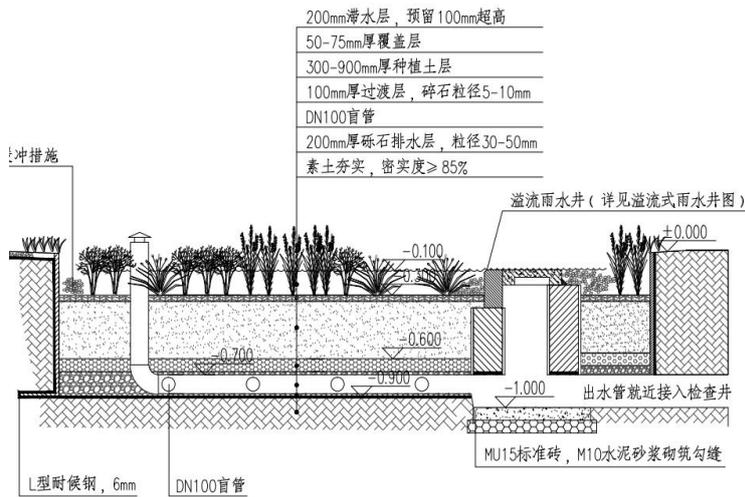


图 6.3-12 生物滞留池典型构造示意图

(3) 高位雨水花坛

高位花坛是一种高出地面且具有围挡结构的集约型设施, 适用于建筑物周边无宽敞绿地的情况, 用来承接和处理建筑雨落水管出水, 对屋面雨水进行蓄积、滞留与净化。



图 6.3-13 高位花坛示意图

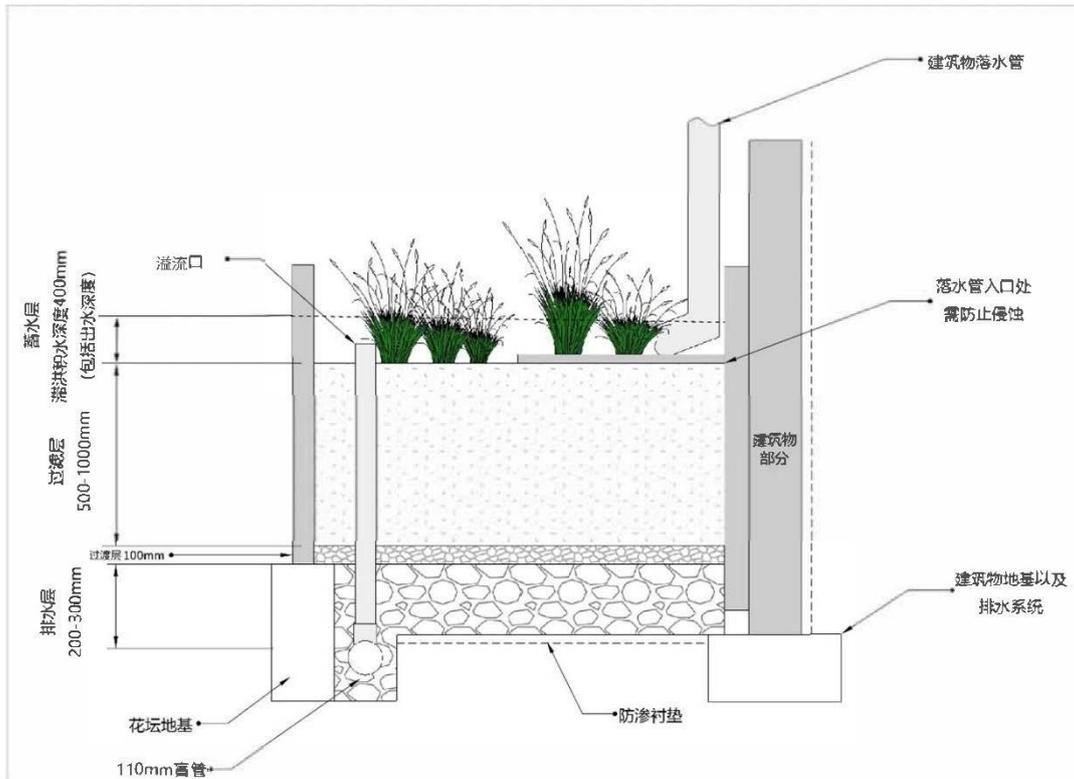


图 6.3-14 高位花坛典型构造示意图

(4) 生态树池

生态树池主要利用透水材料覆盖其表面，并对土壤进行结构改造，维持其略低于铺装地面，能参与地面雨水收集，起到延缓地表径流峰值的作用，多用于人行道中间。



图 6.3-15 生态树池示意图

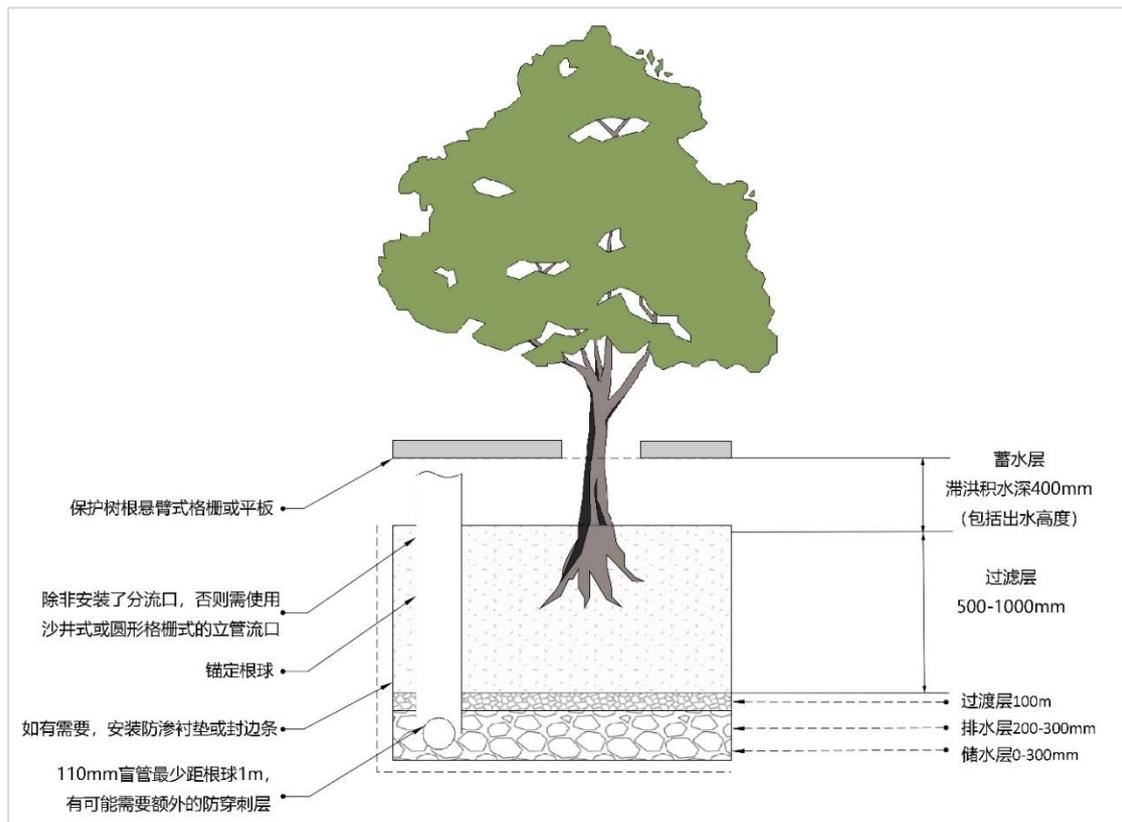


图 6.3-16 生态树池典型构造示意图

3.设计要点

(1) 生物滞留设施的规模应结合设计目标、服务面积等因素进行计算确定；分散设置且规模不宜过大，其中雨水花园面积不宜小于 2 平方米。

(2) 生物滞留设施的深度由蓄水层深度、换土层介质深度、砾石层厚度所决定。

(3) 生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物耐淹性能、土壤渗透性能、雨水停留时间

来确定，一般为 200~300 毫米，并应设 100 毫米的超高。雨水停留时间一般为 24~48 小时。

(4) 生物滞留设施蓄水层顶部一般应设置溢流口，溢流口与蓄水层设计水面之间最大高差不宜超过 100 毫米。溢流设施尺寸应进行计算校核。

(5) 换土层介质类型及深度应满足出水水质要求，还应符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求。

(6) 砾石层厚度一般为 250~300 毫米。对于底层土渗透能力不满足设计的渗透要求或底部进行了防渗处理的生物滞留设施，底部应设置盲管。盲管可以采用经过开槽或者穿孔处理的 PVC、HDPE 管，直径和开孔数量、大小应结合蓄水层深度、土壤介质的渗流速度等因素通过计算进行确定。

(7) 生物滞留设施边坡设计应有结构校核，不宜采用垂直边坡。

(8) 生物滞留设施溢流井口最下缘应高于设施完成面 100~150mm，井口最下缘应低于周边地面 100~150mm。

6.3.3 滞蓄/存储设施

滞蓄/存储设施是具有一定的存储空间，能使雨水临时滞蓄、延缓排放，同时还有削减峰值流量作用的一类设施。主要包括下沉式绿地、湿塘/调节塘/雨水湿地、调蓄池、成品雨水桶（罐）等。

6.3.3.1 下沉式绿地

1. 主要特点

下沉式绿地指低于周边铺砌地面或道路，下沉深度在 200mm 以内的绿地。绿地内应设置溢流口，保证暴雨时径流的溢流排放。



图 6.3-17 下沉式绿地示意图

2.适用性

下沉式绿地实际调蓄容积较小，但适用区域广，其建设费用和维护费用较低。可设置在居住区绿地、道路绿化带以及商业、工业用地、广场、停车场等场地周边的绿地，用于收集小面积汇水区域的雨水径流；也可在公共设施用地、集中绿地、市郊等空旷区域大规模应用，从而提高整个区域的雨洪滞蓄能力。



图 6.3-18 盆地式下沉式绿地（左）与草坡式下沉式绿地（右）示意图

3.设计要点

（1）下沉式绿地规模应根据该区域径流总量控制目标、所服务汇水面积、综合雨量径流系数等计算后确定。

（2）下沉式绿地的下沉深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，一般为 100～200 毫米，保证所积蓄的雨水在 24～48 小时内完全渗透。

（3）下沉式绿地是否换填土壤需结合原状土的渗透性能考虑，换填土壤需保证积蓄的雨水在 24～48 小时内完全渗透。

(4) 下沉式绿地内一般应设置溢流口，保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部标高一般应高于绿地 50~100 毫米。

(5) 对于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1 米，距离建筑物基础小于 3 米（水平距离）的区域，应采取必要的措施防止次生灾害的发生。

6.3.3.2 渗透塘/湿塘/雨水湿地

1. 主要特点

渗透塘也称干塘，具有“渗”和“滞”的功能，兼有净化雨水和补充地下水的作用。湿塘通过模拟天然湿地的结构，以雨水沉淀、过滤、净化和调蓄以及生态景观功能为主，人为建造的由饱和基质、挺水和沉水植物、动物和水体组成的复合体。进水区域通过沉淀去除一些大颗粒悬浮物；处理区域相对较浅，上部有植物覆盖，作用是去除较小的颗粒物并吸收一些可溶性的污染物；大流量分流槽用来保护处理区域，使其免受冲刷破坏。湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。

雨水湿地利用物理、水生植物及微生物等作用净化雨水，是一种高效的径流污染控制设施，并具有一定的径流总量和峰值流量控制效果。

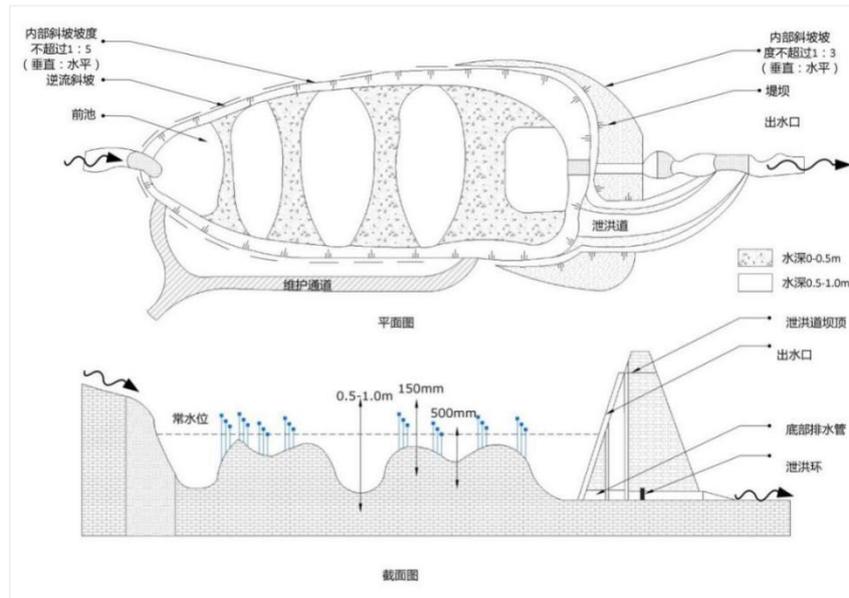


图 6.3-19 渗透塘/湿塘/雨水湿地做法示意图

2. 适用性

湿塘对污染物有较好的去除效果和良好的生态景观效果。一般可应用于公园绿地、居住区绿地、滨河绿道、立交桥及道路周边等区域。雨水湿地适用于具有一定空间条件的建筑与小区、城市道路、城市绿地、滨水带等区域。

3.设计要点

(1) 湿塘/雨水塘规模应根据该区域径流总量控制目标，所服务汇水面积，综合雨量径流系数等计算后确定。其最小汇水面积应不小于 10 公顷。最小长宽比应为 1.5: 1（长: 宽），表面积不小于汇水面积的 1/100。

(2) 湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。主塘一般包括常水位以下的永久容积和储存容积，永久容积水深一般为 0.8~2.5 米；储存容积一般根据所在区域“单位面积控制容积”确定；具有峰值流量削减功能的湿塘还包括调节容积，调节容积应在 24~48 小时内排空；主塘与前置塘间宜设置水生植物种植区（雨水湿地），主塘驳岸宜为生态软驳岸，边坡坡度（垂直: 水平）不宜大于 1:6。

(4) 湿塘应设置溢流出水口，溢流出水口包括溢流竖管和溢洪道，排水能力应根据下游雨水管渠或超标雨水径流排水系统的排水能力确定。

(5) 雨水塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示措施。

(6) 雨水湿地对于不同污染物的处理需要不同的水力停留时间，因此有必要在设计之初先确定所要处理的雨水污染物种类。

表 6.3-1 雨水湿地主要设计参数

人工湿地类型	BOD5 负荷 (kg/hm ² ·d)	水力负荷 (m ³ /m ² ·d)	水力停留时间 (d)
表面流人工湿地	15-50	<0.1	4-8
水平潜流人工湿地	80-120	<0.5	1-3
垂直潜流人工湿地	80-120	<0.5	1-3

6.3.3.3 雨水桶（罐）

1.主要内容

雨水桶（罐）是地上或地下式封闭的简易雨水收集回用设施，多为成型产品，根据雨水箱的布置位置可以分为地上雨水箱和埋地式雨水箱。



图 6.3-20 雨水桶（罐）示意图

2.适用性

雨水罐主要应用于小型建筑、别墅及多层建筑。雨水罐多为成型产品，其储存容积较小，雨水净化能力有限，常设置在雨落水管附近，收集屋面雨水，将其过滤后储存使用。

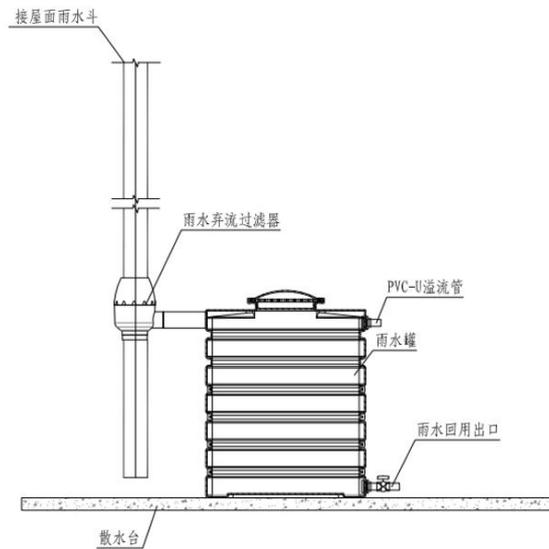


图 6.3-21 雨水桶（罐）做法示意图

3.设计要点

- (1) 根据储水量，规格有 0.75m^3 、 1.255m^3 、 3.55m^3 等多种类型，可根据设计选用单

个或多个组合。多个雨水罐组合使用时，可通过在底部设置软管及 PVC 管用不锈钢喉箍固定连接。

(2) 雨水可以从底部放水直接使用。进水管、溢流管外露管段长约 60mm。

(3) 根据现场实际情况，雨水罐可采取不同形式固定措施，并保证储罐底部平整且不下陷。

(4) 洁净汇水面宜在雨水罐进水口设置雨水过滤器，用于高架桥下等污染较重的汇水面雨水收集处理时，宜设置雨水立管弃流过滤器。

6.3.3.4 调蓄池

1.主要内容

利用人工建成的地下蓄水池储存雨水加以利用，或待峰值过后排空雨水。可有效调蓄暴雨峰流量，减少水涝灾害风险，相较于其它调蓄措施能有效提高土地利用效率，但建设费用高，后期维护管理要求较高。



图 6.3-22 调蓄池示意图

2.适用性

调蓄池适用于有雨水回用需求的建筑与小区、城市绿地等，根据雨水回用用途（绿化、道路喷洒及冲厕等）配建相应的雨水净化设施；不适用于无雨水回用需求和径流污染严重的地区。

3.设计要点

(1) 调蓄池容积应首先按照“容积法”进行计算，同时为保证设施正常运行（如保持设计常水位），再通过水量平衡法计算设施每月雨水补水水量、外排水量、水量差、水位变化等相关参数，最后通过经济分析确定设施设计容积的合理性并进行调整。

(2) 调蓄池一般宜结合自然水景、人工湖、景观水池等设置，如因场地等因素限制，需使用塑料蓄水模块拼装式或钢筋混凝土调蓄池时，结构强度应由结构专业进行计算并校核。

(3) 人工调蓄池应与周围地形、地貌和景观相协调，且应有安全措施。

(4) 调蓄池需设置进水管、排空设施、溢流设施、水位监控装置等。有条件区域应在调蓄设施上游建设雨水处理设施。

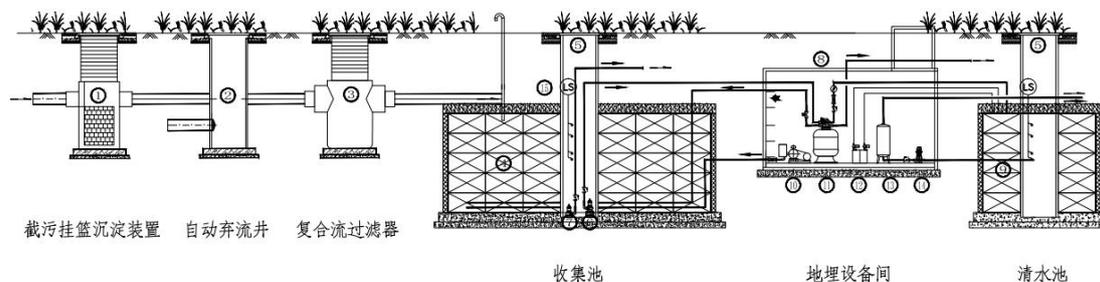


图 6.3-23 调蓄池典型工艺流程示意图

(5) 雨水调蓄池应同步配套建设计量装置。

6.3.4 截污净化设施

截污净化设施是一类可去除径流中部分污染物，以截污净化为主要功能的设施。主要包括雨水口截污挂篮、植被缓冲带、生态护岸等。

6.3.4.1 雨水口截污挂篮

1. 主要特点

雨水口截污挂篮指设置在传统雨水口中，拦截雨水径流中垃圾与颗粒物的装置。适用于绿化较少或无绿化的场所。



图 6.3-24 截污挂篮示意图

2.适用性

雨水口截污挂篮适用于人群密集、面源污染负荷较高的区域。

3.设计要点

(1) 小雨时，垃圾及沉积物在底部截留沉淀。底部凹槽内开微孔并建议铺无纺土工织物，雨水可缓慢下渗排入雨水管道，避免长期积水。大雨时，凹槽内的雨水通过上部开口溢流至雨水管道内。

(2) 截污挂篮过流能力应与上部雨水算计算一致。

(3) 篮子可直接悬挂在雨水算上，方便操作人员取出挂篮进行清理管养。

6.3.4.2 植被缓冲带

1.主要特点

植被缓冲带为坡度较缓的植被区，利用植被拦截及土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流雨水中的部分污染物。适用于道路、广场等不透水面周边，可作为生物滞留类设施的预处理设施，也可作为城市水系的滨水绿化带，但坡度大于 6%时雨水净化效果较差。



图 6.3-25 植被缓冲带示意图

2.适用性

植被缓冲带适用于具有一定规模的河湖水体、公园景观水体的岸坡带，与水体结合，具有良好的景观效果。

3.设计要点

- (1) 植被缓冲带坡度宜为 2%~6%，宽度不宜小于 2m。
- (2) 汇水面坡度大于 6%时，应采取措施防止植被被冲刷，汇水面坡度小于 6%时，可直接采用碎石消能渠整流消能，碎石消能渠做法详见 2-2 剖面图，断面尺寸不宜小于 300m×300mm，碎石粒径为 30mm~50m，压实度不应小于 85%，且应靠近道路一侧设置防渗措施。
- (3) 消能区与净化区间距超过 3m 时，可配置渗透排水管渠。渗透排水管渠分为集水区（下沉深度不大于 100mm，种植土厚度不小于 300mm）及排水区。
- (4) 净化区可根据地形条件选择性设置。
- (5) 植被缓冲带应包含岸坡带、防护林带、河岸带及湿地。岸坡带以中生落叶乔木及常绿乔木为主，郁闭度 50%~70%，中生灌木 70%~80%，耐阴草本 100%；防护林带等比例混植水杉、池杉、落羽杉等，耐阴草本 100%；河岸带以耐水湿落叶乔木及常绿乔木为主，郁闭度 50%~70%，中生灌木 70%~80%，耐阴草本 100%；湿地以湿生、水生植物为主。植被缓冲带根据项目情况配置乔木和草本植物，乔木可稳固河岸，防止冲刷和侵蚀；

草本可增加地表径流的渗透能力，提高对沉淀物的沉积能力。

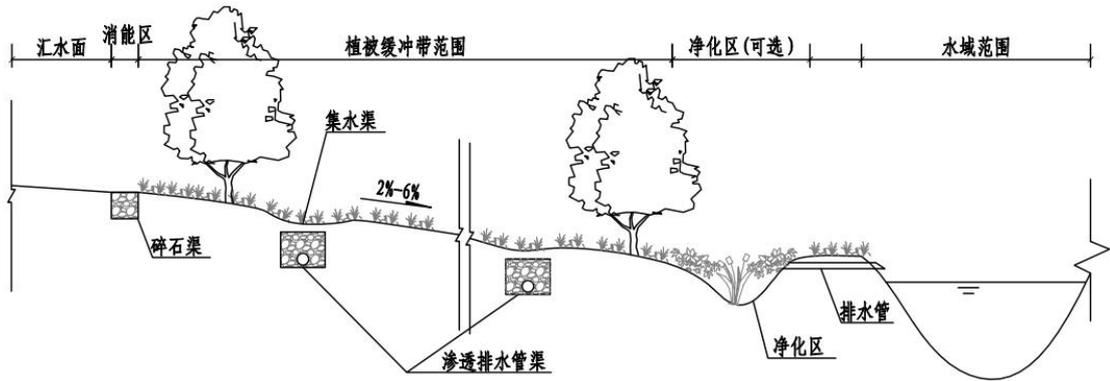


图 6.3-26 植被缓冲带典型构造示意图

6.3.5 转输设施

转输设施指引导、转输雨水径流有组织地进入源头海绵设施、雨水管道系统及内涝防治系统的一类设施。主要包括转输型草沟、线性排水沟、人行道（过水暗涵）等。

6.3.5.1 转输型植草沟

1. 主要特点

植草沟指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的雨水净化作用，可用于衔接其他各单项设施、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。除转输型植草沟外，还包括渗透型的干式植草沟及常有水的湿式植草沟，可分别提高径流总量和径流污染控制效果。



图 6.3-27 植草沟示意图

2.适用性

植草沟适用于道路，广场、停车场等不透水面的周边，可作为生物滞留设施、湿塘等海绵设施的预处理设施。植草沟可与雨水管渠联合应用，场地竖向允许且不影响安全的情况下可代替雨水管渠。

3.设计要点

(1) 植草沟的断面应通过计算确定，需满足设计功能及目标要求。计算时植草沟的最大流速应小于 0.8 米/秒，曼宁系数宜为 0.2~0.3；植草沟的边坡坡度应综合考虑地质情况、周边现状设施等因素确定，一般不宜大于 1: 3。

(2) 生态滞留草沟为确保雨水有足够的时间渗入生态滞留土层，纵坡不应大于 4%，纵坡较大时宜设置阶梯型草沟或在中途设置消能台坎或挡水堰。

(3) 植草沟总长度结合流量和最小水力停留时间进行确定，为减少水流短路的可能，长度应超过 30 米。

(4) 传输型植草沟宜种植密集的草皮，不宜种植乔木及灌木植物，植被高度宜控制在 0.1~0.2 米。

(5) 结合排涝设计的植草沟应设置有分流或内部溢流措施用于排除超过设计标准的雨水。

(6) 如进入植草沟的雨水可能含有垃圾，应设置拦污口。

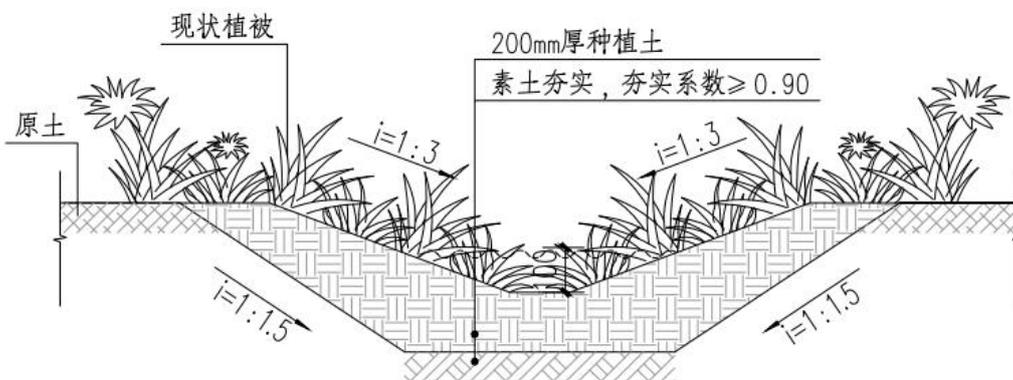


图 6.3-28 梯形草沟示意图

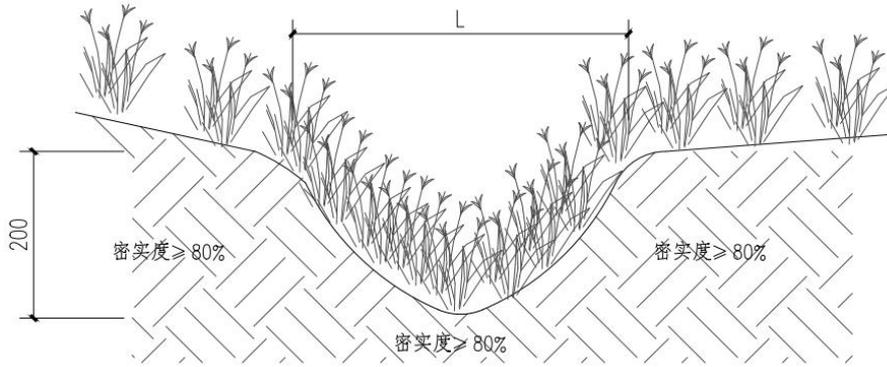


图 6.3-29 倒抛物线型草沟示意图

6.3.5.2 线性排水沟

1. 主要特点

线性排水沟是传统排水沟的改良升级，主要用于收集地表径流，并将其转输排放，具有外表美观、连续排水、施工方便、使用寿命长等特点。广泛应用于城市街道、小区广场、商业、公园等区域。



图 6.3-30 排水沟示意图

2. 适用性

线性排水沟适用于对景观要求较高的广场区域，将硬质地表雨水收集转输到绿地内，亦可用于道路开口处被道路隔断的转输型草沟的衔接

3. 设计要点

- (1) V形线性排水沟的内高不高于 300mm，其排水能力不应小于上游草沟过流能力。
- (2) 若下游滞留、存储设施的深度足够 (>300mm)，可采用规格适宜的缝隙式线性

排水沟。

6.3.6 附属设施

6.3.6.1 溢流井

1. 主要特点

溢流井设置在海绵设施中，将超过海绵设施设计标准的雨水径流收集进入雨水管道系统或超标雨水溢流排放系统。主要应用于雨水花园、下沉式绿地等海绵设施中。

2. 设计要点

(1) 溢流井盖应该满足汇水范围内设计暴雨排放，并具有防堵塞的能力。可采用棱台形、穹型等立面式或平篦式防堵塞溢流井盖，以保证在异物堵塞时仍具备雨水排放能力。

(2) 溢流雨水口应按汇水面积所产生的流量、雨水口的泄水能力确定；溢流雨水口和连接管流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的 1.5 倍~3.0 倍。

(3) 溢流井盖应简洁、美观、尺寸适合，尺寸应与海绵设施的汇流流量协调，井座外井圈裸露部分尺寸不宜过大，可采用微型溢流口，有效避免破坏原有景观风貌。

(4) 采用景观小品等艺术化设计手段，可在棱台形、穹型等立面防堵塞形式的基础上进行改造，呈现丰富多样的观赏效果。

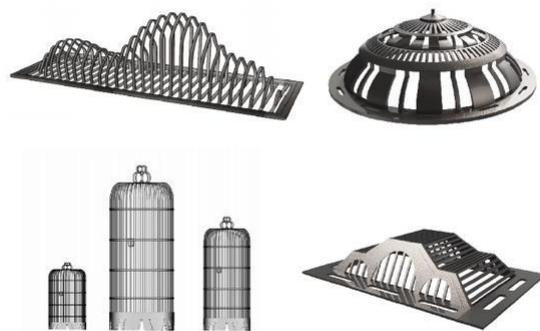


图 6.3-31 溢流井示意图

(5) 在溢流井位置突兀，破坏原有景观效果的情况下，可通过种植植物、铺设石材、营造地形等方式有效改善观赏风貌。植物种植：如选用芒草、灌木等具有一定高度的植物种植于溢流井口周边，对其进行遮挡；铺设石材：溢流井基座铺设碎石、卵石等硬质材料，

协调景观效果，实现美观和谐。



图 6.3-32 溢流井周边处理示意图

6.3.6.2 开口路缘石

1.主要内容

开口路缘石主要用于路面与绿化的分隔处，让路面径流可以无阻碍地、分散地、有组织地进入绿地内。

2.设计要点

(1) 排水路缘石开孔尺寸、开孔形式和开孔间断设置的距离，应根据道路断面形式、降雨强度等因素综合计算确定，满足路面排水要求并保障道路行车安全。人行道侧石也可做开口，使非机动车道雨水径流有效排入绿地，进行有效的净化与滞蓄。

(2) 开孔的类型可结合路缘石类型采用门洞型、敞口型。

(3) 开孔的构造设计应满足路缘石功能一定强度要求。

(4) 开孔的过流能力应不小于雨水口的排水量。

(5) 路缘石开口进水口处路面标高应比周围路面标高低 3cm~5cm，便于径流雨水汇入生物滞留。



图 6.3-33 开口路缘石做法示意图（地块类项目）



图 6.3-34 开口路缘石做法示意图（市政类项目）

6.3.6.3 雨水口截流改造

1.主要内容

在市政道路改造项目中，可对道路原有雨水口进行截流改造，即在雨水口四周增加截流沟槽，并将截留沟槽通过管道与道路绿地内海绵设施相连接，保证雨水优先进入海绵设

施进行调蓄净化，雨量过大时仍从原有市政排水系统排走，即保障海绵设施功能的有效发挥，又保障了道路排水安全。

2.设计要点

(1) 截流槽尺寸应根据汇水范围进行计算确定，一般应能满足 10-15mm 的初期雨水消纳。

(2) 截流槽应采用铸铁或不锈钢等结构强度较高的材质。

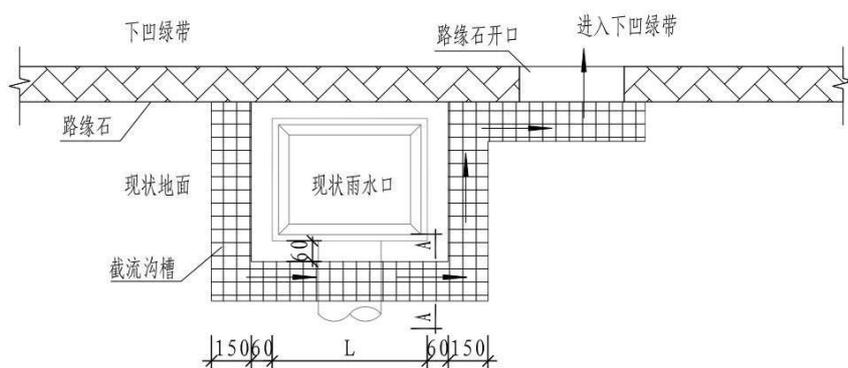


图 6.3-35 雨水口截流改造做法示意图



图 6.3-36 雨水口截流改造做法照片

6.4 不同类型项目设计指引

6.4.1 建筑与小区

1.宿迁市建筑与小区低影响开发设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行，海绵城市设计应符合以下规定：

(1) 小区场地海绵性设计应结合现状地形，因地制宜地进行，在合理建筑分布设计的同时，要保护并合理利用场地内原有的湿地、坑塘和沟渠等。

(2) 应优化建筑小区内不透水硬化地面与绿地空间布局，建筑、广场、道路周边宜布置可消纳径流雨水的绿地，建筑、道路、绿地等竖向设计应有利于径流汇入海绵开发设施。

(3) 小区内非机动车道路、人行道、游步道、广场、露天停车场、庭院必须宜透水铺装地面，超渗雨水应集中引入周边下沉式绿地、湿塘、生物滞留设施和雨水湿地中；雨水口宜设于绿化带内，高程高于绿地而低于周围硬化地面，超渗雨水排入市政管网中。

(4) 建筑海绵性设计应充分考虑雨水的控制与利用，屋顶坡度较小的建筑宜采用绿色屋顶，无条件设置绿色屋顶的建筑应采取措施将屋面雨水进行收集消纳。

(5) 小区道路排水宜采用生态排水的方式，海绵性设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿地的竖向关系，便于径流雨水汇入绿地内海绵设施。

(6) 小区绿地在满足改善小区生态环境、美化公共空间和提供游憩场地等功能的同时，应结合规模与竖向设计，在绿地内设计可消纳屋面、路面、广场及停车场径流雨水的海绵设施，并通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

2.建筑与小区海绵性设计应遵循以下设计流程：

(1) 根据建筑与小区用地性质、建筑密度、绿地率等指标，对区域下垫面进行解析；

(2) 依据相关规划或规定，明确本地块低影响开发控制指标；

(3) 结合下垫面解析和控制指标，因地制宜，可选用下沉式绿地、透水铺装、生态滞留设施等单项或组合控制指标，并确定其建设规模和布局，并计算各地块低影响开发设施的总调蓄体积；

(4) 复核海绵性指标是否满足上位规划所提出的年径流总量控制率，并根据复核结果优化调整海绵性工程内容。

3.建筑与小区低影响开发措施选择及设计应符合以下要求：

(1) 建筑与小区内海绵性工程措施应因地制宜，综合考虑功能性、景观性、安全性，应采取保障公共安全的保护措施。

(2) 新建建筑与小区中高度在 30 米以下、坡度小于 10°的屋顶宜采用屋顶绿化（建议优先用于学校、医院等公共建筑屋顶），宜建设种植屋面，根据气候特点、屋面形式选择适合种植的植物种类，不宜选择根系穿刺性强的植物种类，种植屋面宜设置雨水收集系统，水管、电缆线等设施应铺设于防水层上，屋面周边应有安全防护设施，灌溉宜采用滴灌、喷灌和渗灌设施。

(3) 屋面雨水宜采取雨落管断接或设置集水井等方式将屋面雨水断接并引入周边绿地内小型、分散的低影响开发设施，或通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施。

(4) 屋面及硬化地面雨水回用系统均应设置弃流设施。初期径流弃流量应按照下垫面实测收集雨水的综合 SS 总量污染物浓度确定。

(5) 建筑与小区内无大容量汽车通过的路面、步行道、停车场及自行车道、休闲广场、室外庭院应采用渗透铺装，新建区透水铺装率和改建区透水铺装率不宜小于 40%。

(6) 建筑与小区内绿地宜采用可用于滞留雨水的下沉式绿地、生态滞留池、雨水罐、蓄水池、雨水花园、雨水湿地：

——下沉式绿地应低于周边铺砌地面或道路，下沉深度宜为 250 毫米；周边雨水宜分散进入下沉式绿地，当集中进入时应在入口处设置缓冲，下沉式绿地内一般应设置溢流口（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放。

——在小区内建筑、道路及停车场的周边绿地宜设置生态滞留池，生物滞留池的蓄水层深度应根据植物的耐淹性能和土壤渗透性能确定，一般约为 200 毫米，并设 100 毫米的

超高，局部区域超高可进行适当调整，但需满足相关设计规范要求。

——建筑与小区应根据条件设置雨水调蓄设施，雨水调蓄设施可选择雨水罐、蓄水池（单个容积不超过 300 立方米）、雨水花园、雨水湿地，拟定雨水花园、雨水湿地和湿塘的调蓄深度分别为 250 毫米、300 毫米和 600 毫米。

——有景观水体的小区，景观水体宜具备雨水调蓄功能，水体应低于周边道路及广场，同时配备将汇水区内雨水引入水体的设施，景观水体的规模应根据降水规律、水面蒸发量、径流控制率、雨水回用量等，通过全年水量平衡分析确定。

(7) 对产生污染物及有毒害物的工业建筑绿地中宜采取防渗透措施并设置雨水截流设施，不宜设置雨水入渗系统，以防止污染水体对土壤和地下水造成污染。

6.4.2 城市道路

1.城市道路海绵性设计内容包括道路竖向设计、人行道设计、车道隔离带设计、两侧绿化带设计、道路横断面设计，海绵设施应与常规排水系统衔接设计。

2.城市新建道路及改造道路设计应优化道路路面、横坡坡向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。

3.城市道路径流雨水应设置有组织的汇流与转输，经截污管等处理排入道路红线内外绿地内之前应利用沉淀池、前置塘等进行预处理，并通过设置在绿地内的低影响开发设施进行处理。在低影响开发设施前端，应设置初期雨水弃流设施，对进入绿地内的初期雨水进行预处理或弃流，以减缓初期雨水对绿地环境及低影响开发设施的影响。

4.城市道路海绵技术措施的选择应以因地制宜、经济有效、方便易行为原则，结合道路绿化带、隔离带、道路红线外绿地优先选择设计生态滞留池、生态树池、植草沟、植被缓冲带、透水铺装等，在满足城市道路基本功能的前提下，达到相关规划低影响开发控制目标与指标要求。

5.新建或改造道路两侧人行道宜采用透水铺装，机动车道和非机动车道宜选择透水沥青路面或透水水泥混凝土路面，透水铺装及透水路面的设计应满足国家有关规划标准要求。

6.在设计城市道路绿化带内低影响开发设施应同时采取必要的防渗措施，以防止径流雨水下渗对道路路面和路基的强度和稳定性造成破坏。

7.城市道路两侧近邻河流、湖泊的地块宜将两侧绿地改造成具有截污净化能力的植被缓冲带，以防止初期雨水未经截留直排入水体造成污染影响。

8.城市道路低影响开发设施的选用，应根据宿迁当地气候、水文地质及项目总体布置等特点进行。

9.在低影响开发设施的建设区域，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数应按《室外排水设计规范》（GB50014）中的相关标准执行。规划作为超标雨水径流行泄通道的城市道路，其断面及竖向设计应满足相应的设计要求，并与区域排水防涝系统相衔接。

10.城市道路经过或穿越水源保护区时，应在道路两侧或雨水管渠下游设计雨水应急处理及储存设施。雨水应急处理及储存设施的设置，应具有截污与防止事故情况下泄漏的有毒有害化学物质进入水源保护地的功能，可采用地上式或地下式。

11.低影响开发设施内植物宜根据绿地竖向布置、水文地质条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的当地品种。

6.4.3 城市绿地与广场

1.城市绿地与广场的海绵性设计内容包括公园绿地设计、广场设计、绿地内部道路广场设计和景观水体设计，海绵设施应与常规排水系统衔接设计。

2.城市绿地与广场的海绵性设计应优化广场路面、横坡坡向与广场绿化带及景观水体的竖向关系等，经过有组织的汇流与转输，经截污等预处理排入低影响开发设施处理。

3.城市绿地内应选择雨水花园、雨水湿地、生态滞留池、湿塘或下沉式绿地低影响开发设施，通过海绵技术的雨水渗透、储存、调节等功能消纳广场内及周边区域的径流雨水。

4.在低影响开发设施的建设区域，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数应按《室外排水设计规范》（GB50014）中的相关标准执行。规划作为超标雨水径

流行泄通道的城市广场，其断面及竖向设计应满足相应的设计要求，并与区域排水防涝系统相衔接。

5.城市绿地与广场中的雨水径流应衔接该区域内的雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统，提高地区内涝防治能力。

6.城市绿地与广场应在满足自身功能条件，达到相关规划提出的低影响开发控制目标和指标要求，选择海绵措施及设施时应根据宿迁当地气候、水文地质及项目总体布置等特点进行。

7.休闲广场应采用渗透铺装地面，承重要求较高的广场可采用透水铺装与硬质铺装相间布置的形式，透水铺装率不宜小于40%。

8.城市广场及绿地可采用湿塘、雨水湿地、蓄水池或雨水罐等雨水调蓄技术，对雨水进行收集回用于道路、广场浇洒和绿地浇灌。

9.城市绿地与广场内湿塘、雨水湿地、蓄水池或雨水罐等雨水调蓄措施应采用水质控制措施，利用雨水湿地、生态堤岸等设施提高水体的自净能力，有条件的可设计人工土壤渗滤等辅助设施对水体进行循环净化。

10.在低影响开发设施前端，应设置初期雨水弃流设施，对进入绿地内的初期雨水进行预处理或弃流，以减缓初期雨水对绿地环境及低影响开发设施的影响。

11.低影响开发设施内植物宜根据绿地竖向布置、水文地质条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的当地品种。

6.4.4 城市水系

1.宿迁市境内河网密布，水系在城市防洪、排涝、排水以及改善生态环境占有举足轻重的作用，是水循环的重要环节；对城市水系的低影响开发应根据其功能定位、水体水质情况、岸线利用现状和滨水区现状，进行合理保护、利用和改造。

2.城市水系的海绵性设计应在满足城市雨洪行泄、生态改善等功能条件下，实现上位相关规划提出低影响开发控制指标和要求，并与区域排水防涝系统和超标雨水径流排放系

统相衔接。

3.城市水系的低影响开发设计应注重河湖调蓄控制、生态岸线、水域保护、排口设置与上游雨水管网系统和下游水系的衔接关系。

4.城市水系应在现状条件充分调研和问题分析基础上，根据水系水文条件、流域洪水风险、水体水质等级、水系利用现状及存在问题等因素，合理进行城市水系的保护和开发方案；可通过水文水质模型模拟对设计方案进行综合评估，并结合技术经济分析确定最优方案，使其满足上位相关规划所定的低影响开发控制目标和指标要求。

5.对开发设计对象范围内的水系进行水面率等指标的计算，对于非达标区域提出补偿措施，如增加调蓄水位控制、增加超标暴雨可调蓄空间控制措施等，对规划新建的水体应与低影响开发控制目标相协调。

6.充分利用城市水系滨水带绿色空间，在绿地内设计湿塘、雨水湿地等设施调蓄，并组合使用植被缓冲带等措施进行径流流速和污染负荷的削减。

7.城市河道宜选用兼具安全性、稳定性和景观性的护岸形式，如植生型砌石护岸、植生型混凝土砌块护岸等，岸线断面宜设计为生态驳岸断面，并根据调蓄水分条件、水位变化和水质选择适宜的本土水生及湿生植物。

8.在低影响开发设施前端，应注意设置沉淀池、前置塘等调节措施，对进入绿地内的径流雨水进行预处理或弃流，以减缓初期雨水对绿地环境及低影响开发设施的影响；应采取弃流措施对降雪时含融雪剂的融雪水进行弃流，并在经沉淀处理后接入市政污水管网。

6.4.4 水土保持与海绵城市融合设计

建设项目应同步开展水土保持和海绵城市设计，统筹空间布局，避免重复建设，如水土保持建设中的沉砂池、临时排水沟可作为海绵设施进行利用。



图 6.4-1 沉砂池（左）与雨水收集池（右）



图 6.4-2 临时排水沟（左）与植草沟（右）

7 附录

7.1 相关规范及参考指南

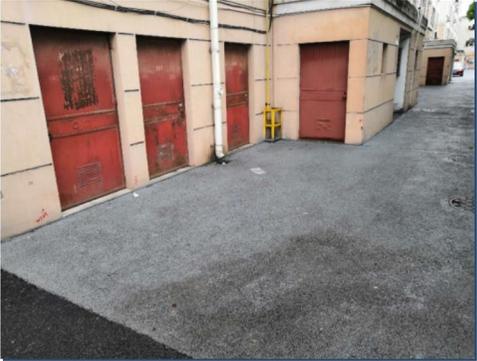
7.1.1 相关规范

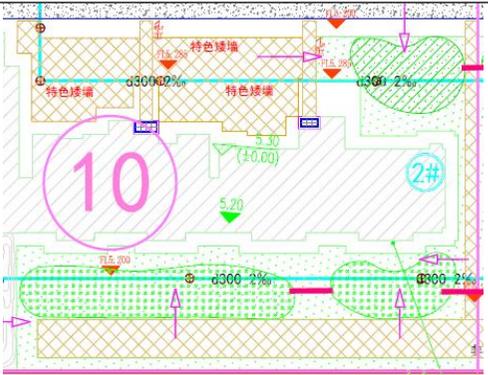
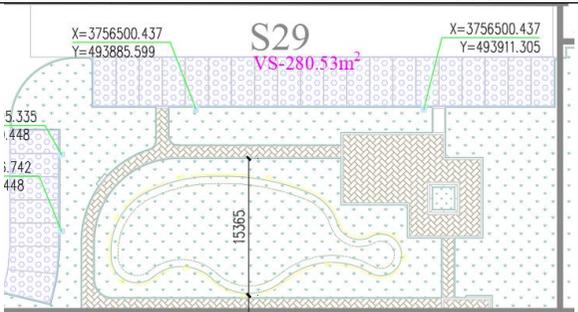
- 1.《室外排水设计规范》（GB50014-2021）
- 2.《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400-2016）
- 3.《城市绿地设计规范》（GB50420-2007）（2016版）
- 4.《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012）（2016版）
- 5.《城市居住区规划设计规范》（GB50180-93）（2016版）
- 6.《雨水集蓄利用工程技术规范》（GB/T50596）
- 7.《绿色建筑评价标准》（GB/T50378）
- 8.《江苏省绿色建筑设计标准》（DGJ32/J173-2014）
- 9.《屋面工程技术规范》（GB50345）
- 10.《城市园林绿化评价标准》（GB/T50563）
- 11.《蓄滞洪区设计规范》（GB50773）
- 12.《透水水泥混凝土路面技术规程》（CJJ/T135）
- 13.《透水沥青路面技术规程》（CJJ/T190）
- 14.《透水砖路面技术规程》（CJJ/T188）
- 15.《种植屋面工程技术规程》（JGJ155）
- 16.《雨水控制与利用工程设计规范》（DB11/685）
- 17.《城市道路路基设计规范》（CJJ194）
- 18.《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ1）
- 19.《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ82）

7.1.2 相关文件、指南

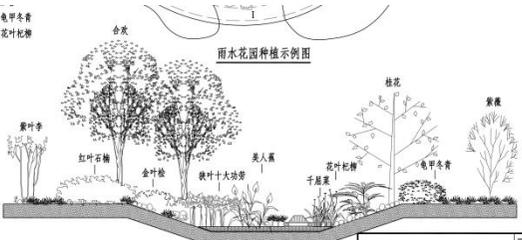
- 1.《江苏省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（苏政办发〔2013〕139号）
- 2.《住房城乡建设部关于印发城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲的通知》（建城〔2013〕98号）
- 3.《海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建（试行）》
- 4.《江苏省海绵城市建设导则（试行）》（2017）
- 5.《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》
- 6.《住房城乡建设部关于进一步明确海绵城市建设有关要求的通知》（建办城〔2022〕17号）
- 7.《省住房和城乡建设厅关于进一步加强海绵城市建设工作的通知》（苏建城函〔2022〕375号）
- 8.《宿迁市海绵城市条例》
- 9.《宿迁市海绵城市专项设计方案编制大纲及施工图编制要点（试行）》（宿海绵办发〔2018〕6号）
- 10.《关于进一步加强中心城市建设项目海绵城市设计审查工作的通知》（宿海绵办发〔2021〕1号）
- 11.《关于进一步明确建设项目设计方案海绵城市专项审查工作的通知》（宿海绵办发〔2022〕10号）
- 12.《宿迁市海绵城市建设导则（试行）》
- 13.《宿迁市海绵城市规划设计要点（试行）》
- 14.《宿迁市海绵城市设施植物配置指南（试行）》
- 15.《宿迁市海绵城市设施维护管理指南（试行）》

7.2 负面清单

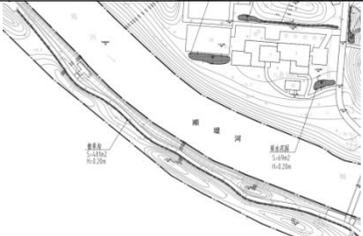
序号	设施名称	错误做法	照片	正确做法要求
1	透水铺装	屋顶雨落管直排透水地面，存在积水风险		透水铺装不具备公共调蓄功能，只能消纳自身雨水
2	透水铺装	过度设计，透水园路一侧为河道，另一侧为植草沟，造成了投资浪费		城市道路中人行道宜采用透水形式，公园园路透水需求较小，可采用常规做法

序号	设施名称	错误做法	照片	正确做法要求
3	雨水花园	平面布局问题 1: 设施形状呆板、生硬, 影响景观效果		<p>海绵设施形状、边界轮廓应由景观专业复核确定, 宜采用大弧度自然曲线形状</p> 
4	雨水花园	平面布局问题 2: 设施规模与服务范围不匹配, 设施功能得不到有效发挥		雨水花园面积与汇水面积比例宜控制在 1: 15 左右
5	雨水花园	竖向控制问题 1: 雨水花园完成面高于周边地面或下沉深度不足		雨水花园完成面应比周边地面低 20-30cm

序号	设施名称	错误做法	照片	正确做法要求
6	雨水花园	竖向控制问题 2: 溢流口最下缘未进行抬高处理, 设施调蓄功能丧失		溢流井口最下缘比设施完成面高 10-15cm
7	雨水花园	竖向控制问题 3: 溢流口最下缘高于周边地面, 增加积水风险		溢流井口最下缘比周边地面低 10-15cm

序号	设施名称	错误做法	照片	正确做法要求
8	雨水花园	植物配置问题 1: 常绿植物比例过低, 冬季景观效果差		<p>正确做法要求</p> <p>考虑宿迁本地气候特征, 海绵设施内常绿植物比例不应低于 50%, 设施底部经常积水的区域宜栽植耐水湿植物, 如美人蕉、再力花、旱伞草等; 设施边坡宜栽植石楠、黄杨、海桐等常绿植物</p> 
9	雨水花园	植物配置问题 2: 卵石覆盖比例过高, 影响整体景观效果		<p>雨水花园等生物滞留设施主要靠植物根系净化雨水, 卵石可以适当进行点缀, 不应满铺, 卵石覆盖比例不应高于 20%</p> 

序号	设施名称	错误做法	照片	正确做法要求
10	雨水花园	海绵设施与市政道路专业冲突：设施位置所处方向与道路坡向相反，雨水无法汇入		海绵城市设计应与市政道路专业充分衔接，设施布局应以道路坡向、控制高程为基本依据
11	雨水花园	海绵设施与排水专业冲突：设施进水口上游存在传统雨水口，致使设施无法收水		加强雨水径流组织，确保海绵设施 and 传统排水设施分工有序、有效衔接
12	雨水花园	海绵设施与景观专业冲突：设施位置与景观堆坡线冲突，设施无法收水		海绵城市设计应与景观设计充分衔接，避开景观堆坡区域

序号	设施名称	错误做法	照片	正确做法要求
13	雨水花园	海绵设施与建筑专业冲突：设施附近雨落管未考虑断接做法，雨落管置于墙体内侧或室内，致使屋面雨水无法有效收集处理	 <p data-bbox="786 635 1305 659">雨落管位于空调机位百叶窗内（左）及室内（右）</p>	<p data-bbox="1630 245 1778 269">正确做法要求</p> <p data-bbox="1368 277 2045 333">建筑排水设计时应考虑海绵城市建设需求，多层建筑、小高层建筑雨落管宜置于建筑外墙外侧</p> 
14	植草沟	植草沟宽度较窄，影响整体景观效果		<p data-bbox="1375 775 2040 863">在部分建筑与小区项目中，由于场地限制，植草沟宽度多介于0.3-0.5m，致使景观效果较差。植草沟建议宽度（面宽）不小于0.6m，若无空间进行充分放坡，不推荐设置植草沟。</p>
15	植草沟	植草沟长度过长，以右图为例：此处植草沟长度已经超过300m，坡度仅0.1%，施工时找坡难度较大，易积涝		<p data-bbox="1435 1031 1977 1054">单条植草沟长度不宜超过 50m，坡度不宜小于 0.5%</p>

序号	设施名称	错误做法	照片	正确做法要求
16	雨水收集池/ 调蓄池	雨水收集池采用塑料材质，且未进行支护加固处理，安全隐患较大		雨水收集池宜采用钢筋混凝土材质，并合理进行结构设计
17	雨水收集池/ 调蓄池	项目区内绿化浇灌系统、景观补水系统与雨水收集池连接，收集的雨水未进行回用处理		绿化灌溉、景观水体补水和道路冲洗用应优先采用净化后的雨水
18	开口路缘石	开口路缘石尺寸设置不合理，影响排水安全		<p>开口路缘石尺寸设计应充分考虑排水安全，应采用倒梯形敞口式或矩形长条式</p> 

序号	设施名称	错误做法	照片	正确做法要求
19	溢流井	溢流井尺寸与设施规模不匹配, 影响景观效果, 以右图为例, 设施总面积约为 10 平方米, 溢流井占地面积超过 1 平方米		溢流井盖应该满足汇水范围内设计暴雨排放, 同时应简洁、美观、尺寸适合
20	盲管	盲管开孔孔径过大, 致使碎石灌入, 影响使用功能		开孔孔径应小于排水层砾石最小粒径, 防止排水层砾石漏采用圆形开孔时, 孔径应介于 4mm-6mm 之间
21	盲管	盲管开孔率过大, 雨水下渗过快, 影响植物生长		<p>盲管开孔率应在 0.5%-1 之间, 可采用长条型开槽, 开槽宽度不宜大于 2mm</p> 

7.3 正面典型案例

7.3.1 建筑与小区

1. 阅湖花园（改造）

（1）摘要

阅湖花园小区海绵城市建设项目坚持以问题为导向，将污水提质增效与海绵城市建设相结合。按照先绿色后灰色、先地上后地下的原则，开展雨污水管网混错接改造，并同步实施水循环系统构建与积水点整治工程。一是通过绿色设施建设，构建径流控制与健康水循环系统，解决景观水系退化问题。同时，通过沿路建设雨水花园、下沉式绿地，设开口路缘石等措施，将地面雨水径流引导至生物滞留设施内，有效治理路面积水。二是修复灰色设施系统。通过阳台立管改造，全面解决源头混错接问题，实现清污分流。项目实施后，使阅湖花园小区建设成为一个水环境有改善、水安全有保障、景观效果有提升、生活品质有提高的海绵型生态小区。

（2）项目概况

阅湖花园小区位于宿迁市老城区，于 2012 年竣工，总面积 23.6 公顷。小区绿地率 40.5%，整体环境较好，内部建有景观水系。阅湖花园北邻南水北调东线通道中运河，雨水径流通过管网排入中运河。阅湖花园所在区域地势较为平坦，土壤类型以杂填土层和粘土层为主，土壤渗透系数 5.7×10^{-8} - 1.16×10^{-6} cm/s，土壤渗透性极低。地下水埋深平均为 1.6-1.8m。小区周边排水管网较为完善，排水系统为雨污分流制。

（3）问题与需求分析

问题一：源头排水管网混错接严重。

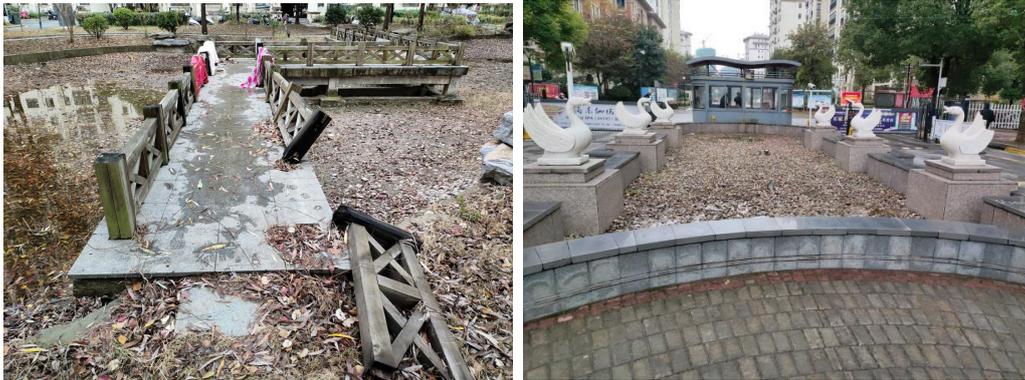
原设置的阳台雨水立管，因阳台封闭已转变为污水立管，并接入雨水检查井（经排查共有 644 处）。此外，还存在私接污水管入雨水立管（经排查共有 204 处）。混错接导致大量污水通过雨水管网排入中运河。



改造前雨污混接示意图

问题二：水景退化严重，且景观效果不佳。

小区内部有 3 处喷泉水景，4 处水面，但互不连通。由于夏季缺乏径流污染控制措施，冬季缺乏补水和置换，出现了夏季水质较差，冬季水池干涸、植物凋零的问题。



改造前水景照片

问题三：小区内存在路面积水。

由于小区内局部竖向设计不合理、道路局部沉降等问题，导致多处路面或广场存在积水。



改造前路面积水照片

(4) 设计目标与策略

针对阅湖花园小区存在的排水管网混错接、水景观退化、路面积水等问题，一是以建筑阳台排水为重点，开展雨污混接改造，实现源头清污分流，助力污水提质增效；二是依托现有绿地及新建调蓄设施，优化雨水系统整体设计，削减面源污染，控制径流外排量，实现雨水资源化利用，改善水环境。三是将积水点整治与海绵化改造相结合，保证小区内地势低洼点雨水的正常排放。



阅湖花园海绵城市设计思路

(5) 具体举措

➤ 源头雨污分流与混错接改造

对小区阳台排水管道及部分私拉乱接污水管道进行改造。原阳台排水立管作为污水管，

末端接入地下污水管；新建雨水立管，并进行断接，实现雨污分流。

➤ 开展绿地海绵化改造与积水点整治

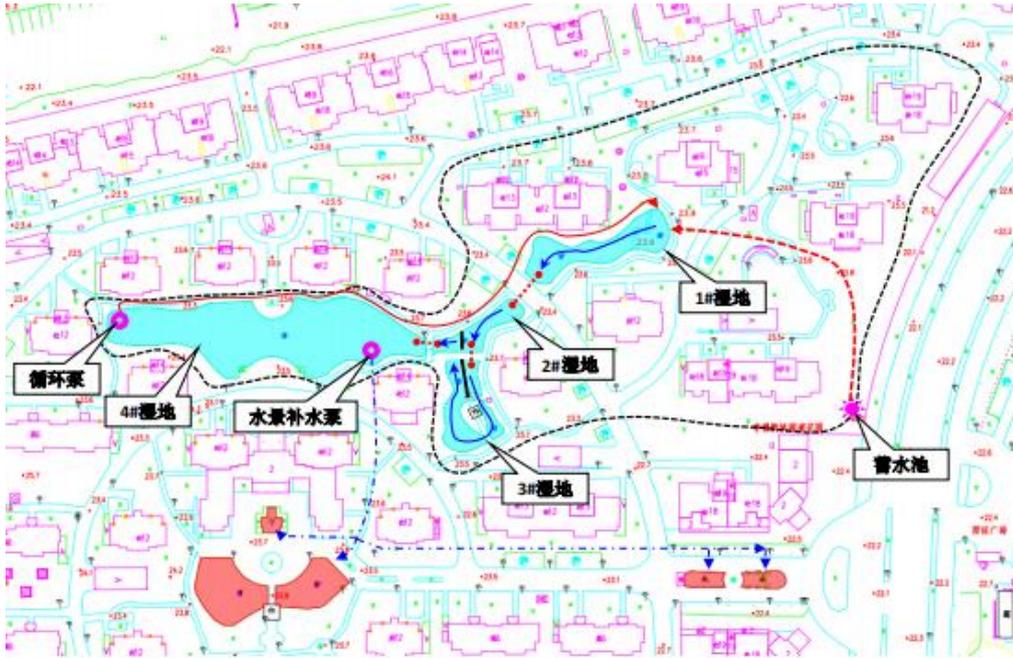
结合停车位透水铺装及路边绿化生物滞留带设计，新增大量开口路缘石，提升绿地对道路雨水的收集净化能力，有效解决小区路面积水问题，降低雨水径流污染。

➤ 构建雨水收集与景观回用体系

构建蓄水池（调蓄）+湿地（净化）+水景（回用）多种功能相结合的海绵体系，削减面源污染，实现雨水资源化利用。同时，将喷泉水景与水面打通，建立活水、补水通道，晴天将湿地下游水体提升至湿地上游，循环净化水体。



阅湖花园水系改造示意图



阅湖花园水景湿地分布图

(6) 建设效果

项目总投资 537 万元，其中海绵投资 184.5 万元。通过改造工程的实施，一是解决了源头雨污混流的问题，减少了向中运河的污染物排放量；二是解决了小区内的局部积水；三是提升了景观品质，提高了景观用水的水量 and 水质保障能力。监测数据显示，2023 年 7 月 23 日，降雨量 19.4mm 条件下，小区雨水管网排口基本不出流。2023 年 7 月 21 日降雨量 35.6mm 条件下，小区内海绵设施径流体积控制总规模对应 34mm 降雨量，达到了设计要求。





冬季海绵设施景观效果



阅湖花园生物滞留池





阅湖花园水景湿地

(7) 经验模式

阅湖花园海绵建设项目将污水提质增效与源头海绵设施建设相结合，有效解决了普遍存在的雨污水混流问题，成为中运河清水通道入河污染控制的典型案例之一；该项目充分运用海绵城市“渗、滞、蓄、净、用、排”的建设理念，通过在道路绿化带中建设生物滞留设施，有效解决了小区路面积水问题；通过蓄水池和湿地的储存—净化—再利用，有效地提升小区景观水质，极大地提升了小区品质。

2. 蜀星苑

(1) 摘要

蜀星苑小区为宿迁经开区新建住宅小区，建设初期就确定了打造好看实用的海绵型小区目标。一是尽量减少雨水外排，广泛采用生态停车场和透水铺装；二是就近消纳径流，沿路靠墙设置雨水花园等海绵设施接纳硬质铺装雨水；三是收集利用雨水，建设雨水收集利用系统，用于绿化浇灌道路冲洗。将海绵理念与建筑、景观、给排水等相关专业有机融合，科学合理、因地制宜地选用海绵设施，构建起自然积存、自然渗透的海绵雨水系统。

(2) 项目概况

蜀星苑为新建住宅小区，项目位于宿迁市经济开发区，人民大道以东，金鸡湖路以南，洋大河路以北，用地面积约 3.6 公顷。

项目区下垫面主要由屋面、绿地、道路组成，其中路面面积 14613.1 平方米，绿地面

积 10579.6 平方米，屋面面积 8811.0 平方米，透水混凝土面积 2425.6 平方米。场地土壤以粘土和粉质黏土为主，表层土壤渗透系数在 $4\times 10^{-5}\sim 5\times 10^{-5}$ 厘米/秒，土壤下渗性能较差。



项目区景观平面图

(3) 建设目标

对项目区进行本底调研和场地分析，根据调研和分析结果，科学合理、因地制宜地选用海绵设施，构建自然积存、自然渗透的海绵雨水系统，并实现以下目标：

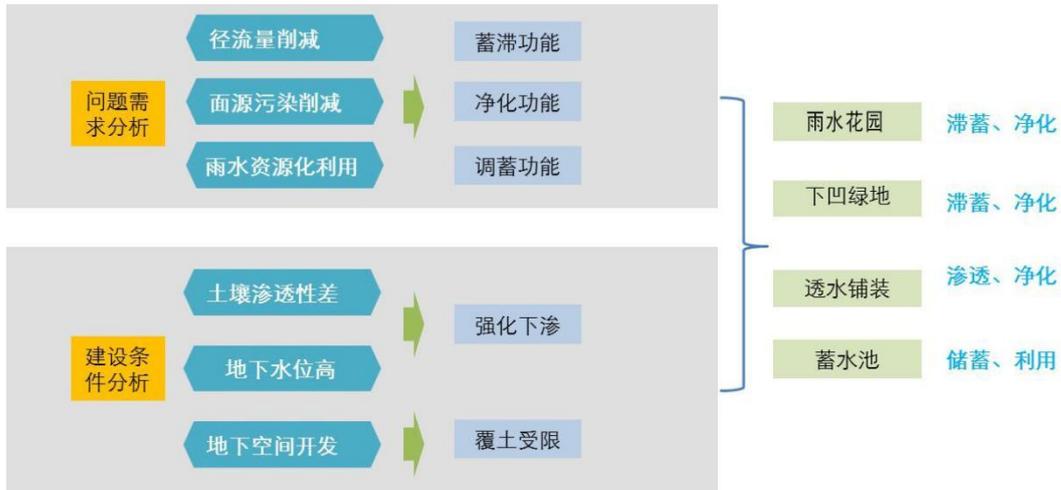
- ①降低地表径流系数，减少地表径流量，实现 75%年径流总量控制率；
- ②削减雨水径流污染，提升外排雨水水质，实现 60%年 SS 总量去除率；
- ③合理有效利用雨水资源，配建雨水收集利用设施。

(4) 总体思路

根据项目所要达到的年径流总量控制率的目标，结合本项目的定位、性质和初步方案进行海绵技术优选，确定项目所采用的海绵技术。本项目具有径流控制、面源污染控制和雨水利用的目标需求，建设条件中存在渗透能力差、地下水位高等制约因素，综合考虑目标需求和建设条件的影响。

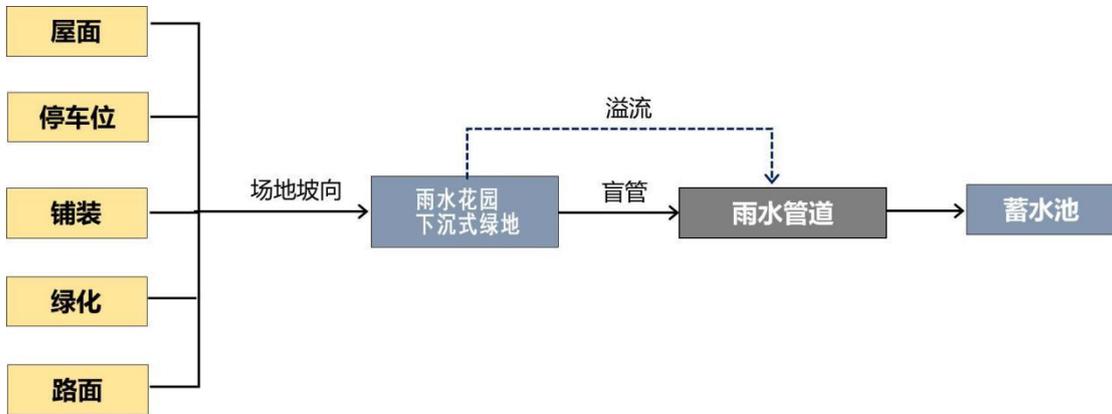
结合本项目性质、空间布置条件，并分析比较各海绵设施功能和布置条件，最终选择

下沉绿地、透水铺装、蓄水池和雨水花园为本项目的主要海绵设施。



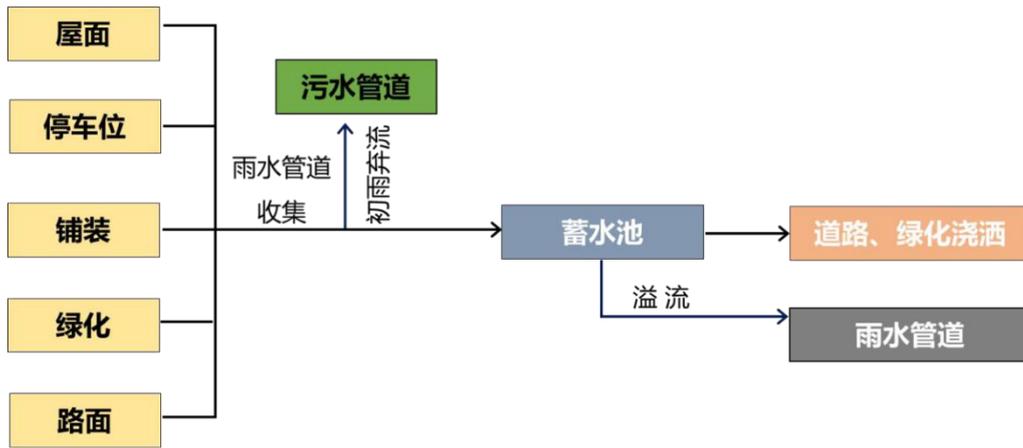
海绵设施选择策略图

对于分散式源头处理区，配电房屋面、路面、停车位、铺装、绿化、运动场雨水经散排、植草沟收集转输后，进入雨水花园或下沉绿地（过量雨水溢流进入市政管道）等分散式处理设施，经过净化处理后的雨水进入雨水管道。

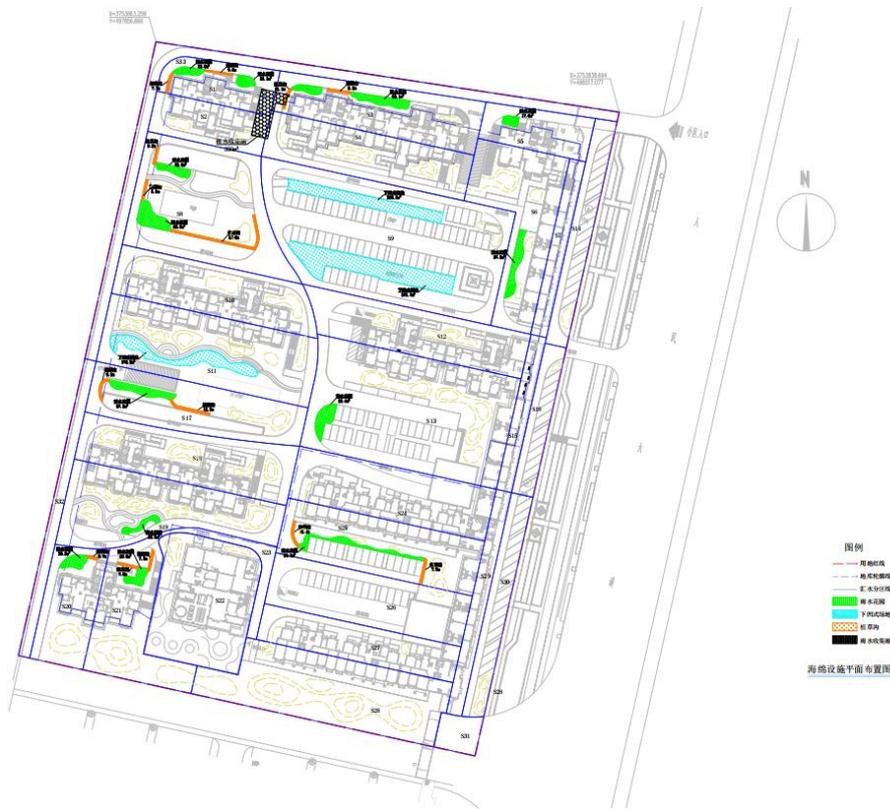


雨水径流路径组织图

部分屋面雨水经过初期雨水弃流后收集进入雨水蓄水池，经过净化处理后进行储存，以供场地内道路、绿化浇洒用水。



雨水径流路径组织图



海绵设施平面布置图

(5) 建设成效

项目建设时严格落实海绵理念，结合现场地形、园内排水因地制宜设置下沉式绿地、雨水花园等海绵设施约 1200 平方米，建有雨水调蓄池 650 立方米，形成了雨水资源化利用系统。项目年径流总量控制 79%，年 SS（悬浮物浓度）总量削减率 72%。同时，海绵城市建设带来了以下几点收益：

► 改善人居环境

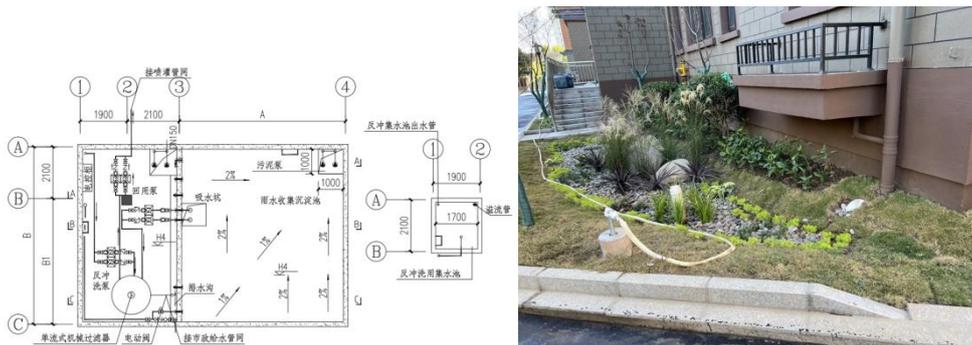
在海绵城市建设过程中，将低影响开发设施与本地植物的应用紧密且有效地结合，并恰当融入一定的景观设计理念，能够营造适宜宿迁市周边环境的景观效果。在小区内建设雨水花园等海绵设施，能够使居民更好的理解海绵城市建设的内涵和意义，起到良好的宣传教育作用，对推进海绵城市建设有重要意义。



建成后雨水花园照片

► 降低城市用水费用

海绵城市建设过程中，使用收集回用的雨水替代城市日常中使用的自来水，用于小区内部道路喷洒、绿地灌溉等，直接减少了自来水的费用，从而节省了远距离引水和制水的成本，降低城市管理过程中的用水费用。



雨水收集池系统工艺图（左）及雨水利用取水管（右）

► 降低市排水设施的运行费用

海绵城市建设过程中，雨水的收集利用能够有效减少向市政排水管网中排放的雨水量，

减少排水管网的建设工程量，减轻市政排水管网的排水压力，同时减少了市政排水管网的建设与运行维护费用。

➤ 降低城市污染治理成本

海绵城市建设将有效削减城市水体污染，削减水体 COD、氨、SS 等污染物，改善水质，减少市政污水厂的处理成本。同时，海绵城市建设的相关设施，将主要雨水尤其是初期雨水基本控制在源头，减少污水处理量，节约污水处理费用。

(6) 经验模式

海绵城市的建设改变了传统的城市开发中小区的排涝模式，从水系统保护的角度出发，充分考虑水生态、水安全、水环境、水资源方面的发展需求，整个小区在设计过程中取消了道路上的雨水口，雨水从直接进入灰色设施转变为先进入绿色设施，使城市的发展与生态环境的保护紧密有机结合。

7.3.2 城市道路

1. 迎宾大道

(1) 摘要

迎宾大道快速化改造项目，统筹考虑红线内外雨水消纳需求，通过场地竖向梳理及合理布局，通盘利用红线内外绿地空间，重点关注高架桥雨水径流控制，充分利用道路中分带和侧分带，因地制宜地建设生物滞留池、雨水花园、生态旱溪等海绵设施，实现了快速路雨水径流的合理消纳和径流污染的有效削减。

(2) 项目概况

迎宾大道快速化改造项目，道路总长约 11.7 公里，绿化总面积约 80 万平方米，通过合理组织场地内雨水径流路径，协同道路、景观各专业设计，共实施雨水花园 4920 m²、下沉式绿地 1700 m²、干式植草沟 5700 m²、雨水湿地 4600 m²、旱溪 1100 m²，完成海绵城市总投资约 1940 万元。



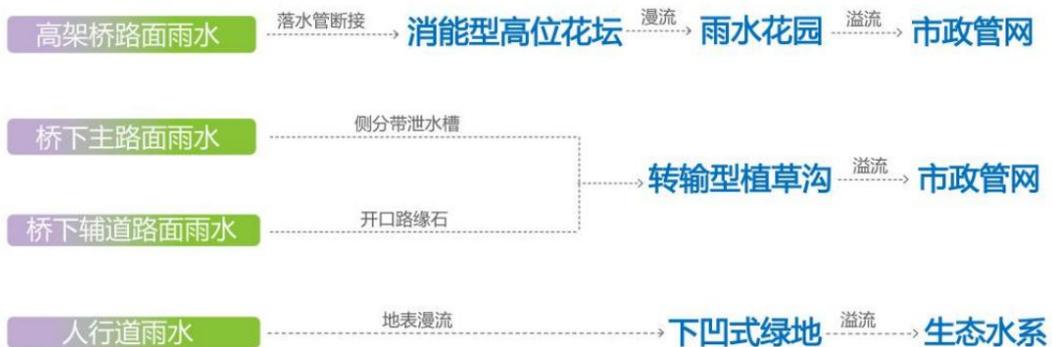
项目区位图

(3) 建设目标

▶ 通过雨水系统改造，削减面源污染，降低项目开发对水文和水环境的影响，年径流总量控制率达 65.0% (20.4mm)。

▶ 赋予场地内绿地景观以生态系统服务功能，有效降低雨水径流污染，面源污染削减率达 55.0%。

▶ 雨水管渠设计重现期按 3 年一遇标准，内涝防治标准达到 30 年一遇重现期。



径流路径规划图

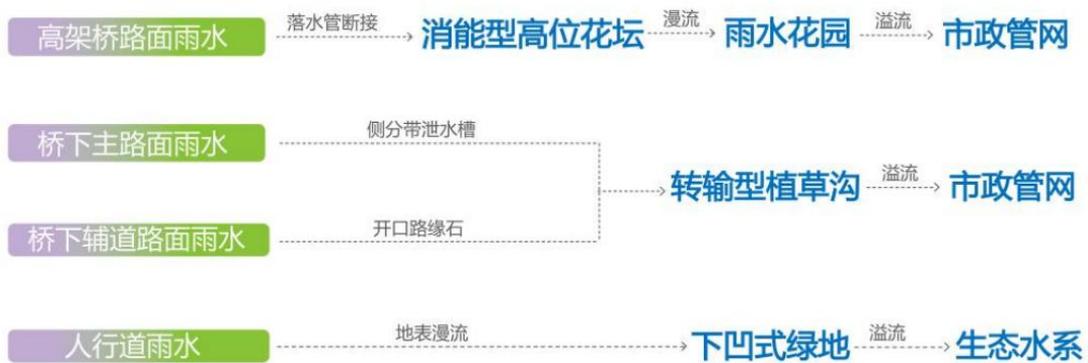
(4) 建设策略

▶ 高架下侧设置低影响开发雨水系统收集桥面雨水，包括生物滞留带、植草沟、延时调节等海绵设施；

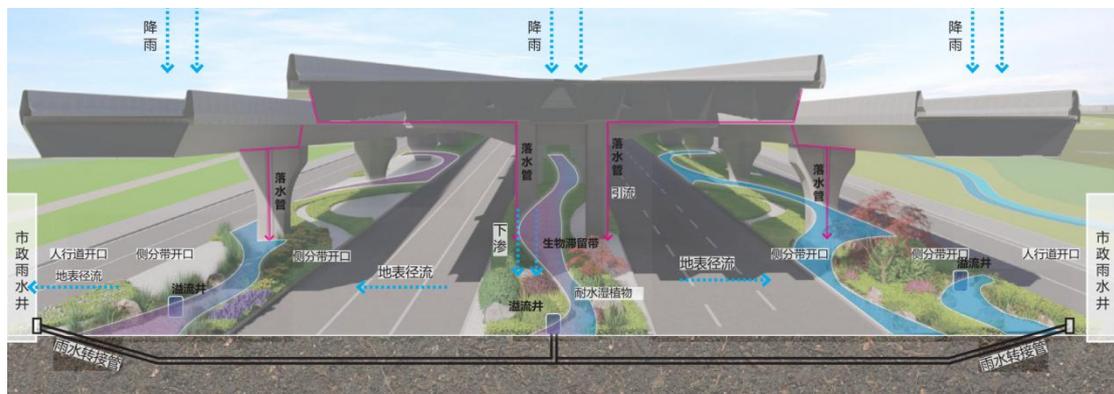
▶ 侧分带侧石开口，局部下沉设置雨水花园，保证景观绿化效果的同时汇集路面雨水；

▶ 人行道侧石开口，设置过路雨水沟，传输非机动车、人行道径流雨水至两侧绿地；

▶ 路两侧绿化带内设置雨水花园、下沉式绿地、植草沟、湿塘等多重海绵设施，丰富雨水径流路径，对路面雨水径流实现滞蓄、缓排、净化。



径流路径规划图



高架桥雨水径流组织剖面图

(5) 具体举措

① 统筹考虑海绵布局

考虑到高架桥路面雨水径流量大、消纳难度大的特点，建议道路专业增加中分带、侧分带的绿化宽度；深度对接景观专业，积极落实雨水径流消纳需求，根据各区域地形条件及绿化空间分布，因地制宜布局海绵设施布局，选用生态旱溪、雨水花园、植草沟等海绵

设施，融合景观设计细化海绵设施设计，尽量采用自然力量排水。



海绵功能布局图

②优化雨水径流路径组织

➤ 高架桥雨落管断接处理

摒弃传统雨水直排快排地下管网的做法，将高架桥雨落管在绿化上方进行断接处理，使得桥面雨水能顺利流入绿化带内海绵设施，实现了高架桥路面雨水的有效收集。



高架桥雨落管断接照片

➤ 人行道导流槽建设

为解决辅道路面雨水径流消纳问题，对人行道进行开槽处理，将雨水径流导入两侧绿化带内海绵设施。为充分保障道路排水安全，提升导流槽过流能力，导流槽断面采用了长条形式，过流能力可达 20L/s。



人行道导流槽照片

③营造多重海绵景观

在海绵景观设计中，考虑海绵设施是否位于桥下、海绵设施结构等因素，有针对性选择具有干湿交替的耐受性，满足长期耐旱短期耐涝的植物品种；避免了以往片面使用耐淹植物、致使植物类型单一化的不足。在景观营造上，采用片植、群植、丛植、孤植相结合的布局形式，避免散种造成海绵设施内植物散乱，并充分考虑与海绵设施周边景观相衔接，确保海绵景观与周边景观相协调，将海绵藏入景观中。





实景照片

(6) 建设效果

➤ 节约了工程投资

利用开挖雨水花园、植草沟、下沉式绿地等海绵设施的土方量，用于园林绿地堆坡造景。经计算，与传统方式比，减少 10%外购土方量，节约工程投资约 200 万元。

➤ 利用了雨水资源

道路及绿地的雨水径流，最终汇入雨水花园、湿地等海绵设施，蓄存的雨水可用于绿化浇灌养护，每年利用雨水资源量达 1.12 万立方米。与传统方式比，节省了约 10%的绿化用水量。

➤ 丰富了景观效果与生态多样性

与传统绿化造景比，海绵设施采用黄菖蒲、灯芯草、细叶芒、鸢尾、美人蕉、旱伞草等湿生或水生植物，不仅丰富了绿化景观类型，而且增加了旱溪、湿地等生态类型，丰富了生物多样性。

(7) 经验模式

➤ 加强多专业协同

项目方案设计过程中，排水、园林绿化、道路等多专业深度协作，排水专业提出了雨水径流的消纳需求，道路专业加大了中分带、侧分带的绿化宽度，园林专业考虑了海绵设施的景观效果，做到了多专业全过程高水平协同，优先考虑利用自然力量排水，实现了海绵需求和道路建设、景观效果的融合设计。

➤ 统筹考虑道路红线内外海绵设计

考虑到道路雨水径流量大消纳空间少、绿地雨水径流量小消纳空间多的特点，统筹道路红线内外绿地空间，优化道路横纵坡和断面设计，整体进行海绵设计、平衡红线内外水量，有效解决了市政道路雨水径流消纳难的问题。

➤ 探索形成高架桥雨水消纳模式

针对到高架桥路面雨水径流量大、消纳难度大的问题，经多专业间反复沟通，初步明确了适宜的桥下绿化与桥上路面的面积比例关系，筛选出适合黄淮平原的桥下海绵设施植物类型，实现了高架桥雨水径流控制和景观效果的高度融合。

2.通湖大道

(1) 摘要

通湖大道依托景观提升改造，坚持多目标融合，统筹考虑排水安全、径流污染削减和公共空间需求，在打造带状公园营造优质人居环境的同时，因地制宜布置雨水花园、下沉绿地、雨水湿地、植草沟等海绵设施，吸纳道路雨水径流减轻城市排水压力，发挥海绵净化功能改善河道水环境，丰富公共活动空间提升民生福祉。

(2) 项目概况

通湖大道位于宿迁市主城区西侧，与宿迁迎宾大道、发展大道并行，是组成宿迁主城区重要交通干线之一，通往骆马湖的门户大道。通湖大道长约 7 公里，主要对道路两侧总面积约 53.69 万平方米绿地进行提升改造。



项目位置

(3) 需求分析

问题一：周边水系丰富，入河污染削减需求强

通湖大道横穿富民河、清水河、西民便河、古黄河 4 条河道，周边水系发达，雨水径流最终汇入周边水系，雨水径流污染对河道水环境影响大，入河污染削减需求强。



周边水系分布图

需求二：绿化效果较差，景观品质提升需求强

项目建设前绿化效果单薄，北京路-阳澄湖路西侧现状树林景观较差；微山湖路-太湖路西侧现状栎树林景观较差；微山湖路-骆马湖西路腹地内部高压线贯穿；古黄河-骆马湖

二线大堤段场地内有民居及农用地占用等现象。



项目建设前绿化效果差

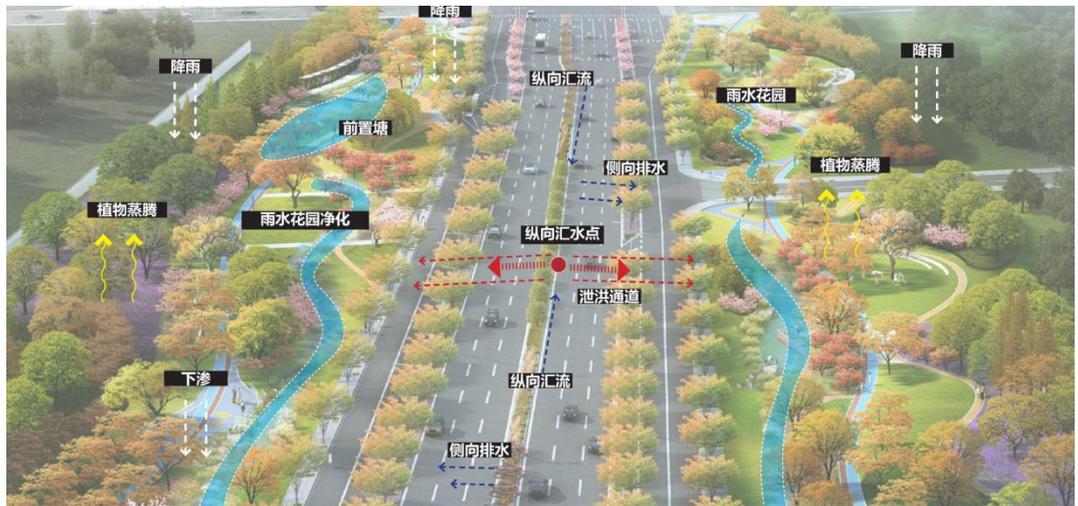
(4) 建设目标

依据《宿迁市海绵城市专项规划（2017-2030）》，通湖大道作为交通设施用地，应实现海绵指标年径流总量控制率 65%，面源污染消减率 50%的建设目标。

(5) 具体举措

①统筹考虑道路雨水消纳与绿道海绵设计

考虑到道路雨水径流大、可消纳空间少的特点，利用绿道消纳道路雨水，因地制宜建设雨水花园、下沉绿地、雨水湿地、植草沟等海绵设施 150 余处，总面积约 4.2 万平方米。通过收集消纳部分路面雨水，提升城市安全韧性；利用植物景观充分吸纳、滞留、净化水源，对污染物进行削减处理，提升排水水质。



雨水径流意向图



雨水径流组织与现场实景照片

②统筹考虑公共空间需求与绿道海绵设计

通湖绿道穿林而过，植物造景优选耐性强、易管养的特色乡土适生品种，形成四季有景、月月有花的景观特色。绿地内按需布设了各类休闲健身场地、儿童游乐场地等便民设施，打造全龄化友好型绿地，宜动宜静，满足居民游憩休闲、运动健身、社会交往等日常生活需要。



项目实景照片

(6) 建设效果与亮点

通湖大道在景观绿化改造中融入海绵理念，对缓解城市雨洪压力、控制雨水径流污染起到积极作用。工程具有以下亮点：

①节省了工程土方。工程利用开挖雨水花园、植草沟、下沉式绿地等海绵设施的土方量用于园林绿地堆坡造景。经计算，与传统方式相比，减少土方量约 10 万立方米。

②削减了入河污染。通湖大道及绿地的雨水径流，经海绵绿色设施净化后排入河道，

减少入河污染。

③丰富了景观风貌。与传统绿化造景比，海绵设施采用黄营蒲、灯芯草、细叶芒、鸢尾美人蕉、旱伞草等湿生或水生植物，不仅增加了景观效果，还丰富了生物多样性。

④宣传了海绵理念。通过设置展示牌，达到了向市民科普宣传海绵相关知识的目的。



海绵城市科普宣传牌

7.3.3 城市绿地

1.洪泽湖东路水泡

(1) 摘要

洪泽湖东路水泡项目源为易涝积水点综合整治工程，坚持生态措施与工程措施并举，将城市内涝治理与人居环境改善相结合。一是提高排水能力，实施排水管网改造，增大雨水管管径；二是增设排涝通道，打通东西向排入牡丹江河的通道，新增2公里排涝通道；三是打造景观水泡，融入海绵理念，因地制宜地设置雨水花园等海绵设施，将排涝通道打造为景观水泡。通过项目实施，整体提升了洪泽湖东路片区的排水防涝能力，也为周边群

众增添了更多滨水活动空间。

(2) 项目概况

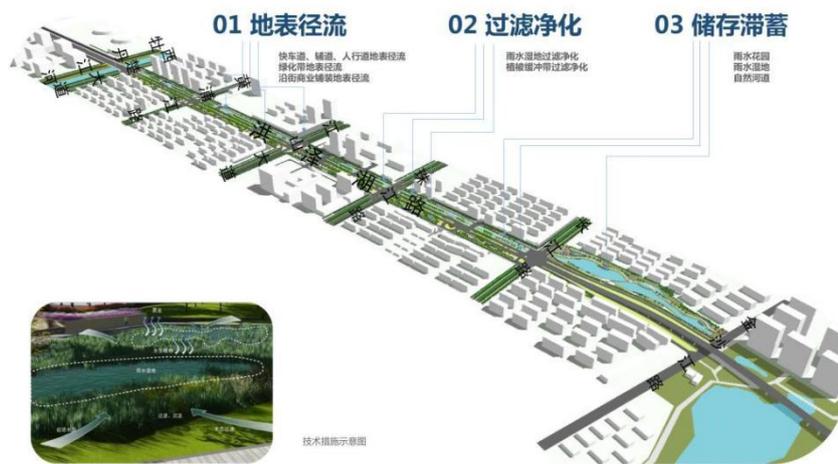
洪泽湖东路是一条东西向主干道，是宿豫区重要的东西轴线及城市风貌的重点展示区。洪泽湖东路雨水管道主要收集北侧地块和少部分南侧地块的地表径流，汇水面积约 66 公顷，道路南侧原为 40 米宽绿地。改造前，由于雨洪调蓄空间不足、防洪排涝能力不足等原因，洪泽湖路沿线存在多个易涝积水点，特别是暴雨期间常常形成大面积积水，严重影响了市民出行和交通安全。



项目区位示意图

(3) 总体思路

按照灰绿结合的治理原则，兼顾生态措施与工程措施，改造现有排水能力不足的雨水管网，建设景观水泡增加片区涝水调蓄空间，结合街头绿地提升改造，合理设置雨水花园、透水铺装等海绵设施。将路面雨水有组织排入景观水泡进行沉淀、过滤、净化、调蓄，超标雨水溢流至市政雨水管网或直接排入牡丹江河，有效缓解道路周边市政排水管网负担，削减雨水面源污染，保护和改善城市生态环境。



治理策略图

(4) 具体举措

以系统提升片区排水防涝能力、改善片区人居环境为目标，洪泽湖东路水泡项目分为排水能力提升工程、排涝通道与景观水泡工程。

➤ 排水能力提升工程

按照3年一遇的设计标准，新建DN1500-2000雨水管道4.5公里。其中金沙江路至长江路段，雨水管道布置在北匝道车行道下，管径为DN1500-1800；长江路至江山大道段，雨水管道布置在道路两侧慢车道下，管径为DN1800-2000，雨水自西向东排入洪泽湖东路（江山大道~西楚大道）北侧DN2000雨水管内；南侧管道管径为DN600-1200，雨水自西向东排入江山大道西侧现状DN1500雨水管内。

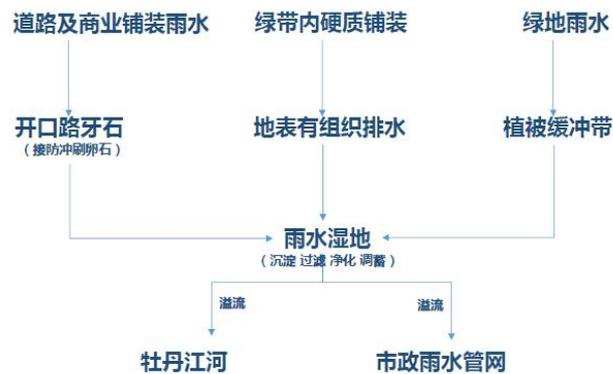


洪泽湖东路排水提升改造工程

➤ 排涝通道及景观水泡工程

结合道路现状绿地条件，沿洪泽湖东路南侧建设 2 公里景观水泡，增加调蓄空间 2600 立方米。通过合理组织地表雨水径流，充分发挥景观水泡对雨水的收集、吸纳、净化和调蓄作用，缓解道路周边市政排水管网负担，保护和改善城市生态环境。

洪泽湖东路辅路雨水，通过开口路缘石导流至沉沙井内沉淀、截污，然后排放至雨水湿地（水泡）内进行调蓄；南侧园路径流优先汇入雨水花园等海绵设施，经沉淀、过滤、净化、调蓄后，超标雨水溢流进行景观水泡。雨季来临前，提前预降水泡水位，增大调节容积，有效缓解城市排水压力。



径流组织图

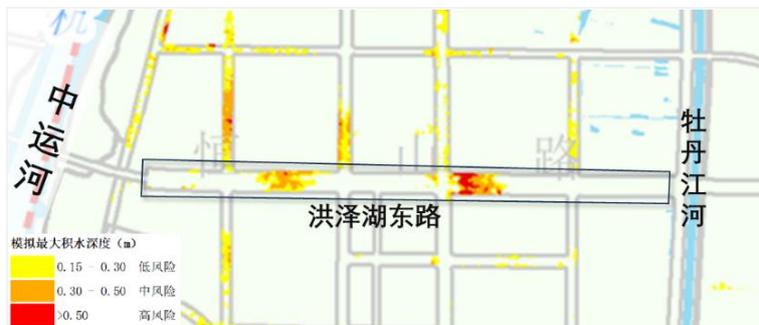
(5) 建设效果

洪泽湖东路水泡项目总投资 17100 万元，其中排水改造 13100 万元、景观水泡 3700 万元。通过项目实施，系统提升了洪泽湖东路片区的排水防涝能力，也为周边群众增加了更多滨水活动空间。



洪泽湖东南侧绿带景观水泡现场实景图

项目建成后，既营造良好的景观氛围，为居民提供生态亲水的活动空间，又能够满足海绵城市建设要求，实现雨水的自然积存、自然渗透、自然净化。依据 30 年一遇内涝风险分析，整治前，片区内存在多处内涝积水高风险点，通过转被动的预防内涝灾害为主动的迎接雨洪、控制并在一定程度上利用雨洪，不仅全面消除内涝积水区段，也有效减少城市内涝造成的经济损失。





内涝治理效果对比图（治理前（上）；治理后（下））

（6）经验模式

➤ 坚持综合治理、系统治理城市内涝问题

本项目将城市积水内涝防治与海绵城市、韧性城市建设相结合，因地制宜，优先利用自然洼地、绿地、滨水绿带等，实现雨水调蓄和径流污染控制，发挥工程建设的综合效益。

➤ 坚持近自然恢复与人工连通相结合

本项目坚持治水营城的理念，通过开拓联通水系，增强区域水生态空间联系，提升滨水岸线的公共性和连续性，改善滨水空间的可达性和舒适性，营造可亲可近的城市水岸空间。

7.3.4 城市水系

1. 马陵河综合治理项目

（1）摘要

马陵河是宿迁市老城区的一条排涝河道，水体长期黑臭、环境卫生恶劣、周边片区积水严重，被戏称为宿迁的“龙须沟”。马陵河综合整治工程，综合运用源头海绵改造、过程截污调蓄处理、末端灰绿蓝净化，实现“源头-过程-末端”系统治理；统筹污水提质增效，推进沿河全线截污、管网系统完善、污水厂扩容改造等工程，实现污水全收集全处理全覆盖；通过内源整治、源头引水、层层控水、全程清水等组合措施，打通河道水体循环，实现马陵河“清流入河城、清流出城”。经过整治，马陵河这条“龙须沟”蜕变成了生态河、景观河、幸福河，显著提升了居民的幸福感和获得感。

(2) 项目概况

马陵河是宿迁市老城区一条重要排涝河道，全长 5.2 公里，汇水面积 11.6 平方公里，居住人口 13.85 万人。由于河道周边建筑密度大，街巷多且窄，雨污水通过合流盖板沟排放到水体，因此河道水质长期处于黑臭状态，严重影响周边居民日常生活，被戏称为宿迁的“龙须沟”。

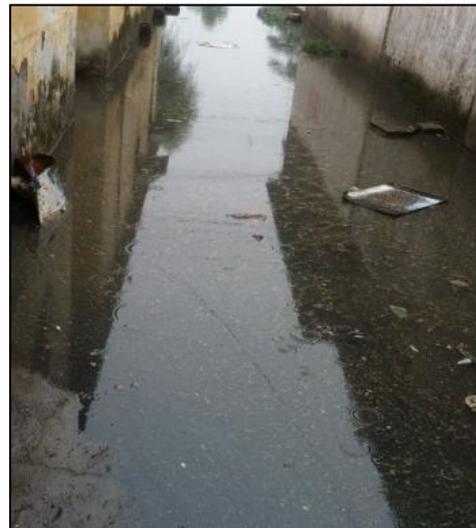
(3) 问题与需求分析

①河道水体长期黑臭

马陵河流域存在大量雨污混流的小区、棚户区和城中村，加之市政管网混错接严重，导致大量污水入河。此外，污水管道破裂较多，且埋设在河道中，长期与河水贯通，严重污染马陵河水质。



马陵河原污水管埋设位置



棚户区小雨混流满溢

②周边片区积水严重

目前马陵河汇水区域内高水低水混排，由于管网、泵站能力不足，马陵河周边内涝风险较高、存在易淹易涝片区，部分河段的过水断面达不到 20 年一遇排涝标准要求。

③河道景观环境恶劣

马陵河是人工开挖的“三面光”排涝河，除河道南段有一定量蓄水及水深，大部分河段

河道内只有少量流水。河道内蓄水量少，水环境容量不足，基本丧失河道滨岸带，缺乏水体自净能力，景观品质较差。



马陵河整理前河道照片

(4) 总体思路

按照“源头减排、过程控制、系统治理”的技术路线对马陵河及沿岸环境进行系统治理。通过源头海绵设施建设，重点解决径流污染、径流总量控制等问题，减少入河污染物；通过排水过程控制，完善雨污水管网系统，重点整治易淹易涝片区；通过河道系统治理，提升河道生态性和景观性，最终实现“水清可观、岸绿可憩、景美可赏”的景象。

(5) 具体举措

①雨水源头控制

通过源头海绵项目建设及改造，重点解决径流污染、径流总量控制等问题及目标，从而削减雨水峰值流量、减少入河污染物。

结合马陵河两侧场地条件，通过透水铺装、植草沟、下沉式绿地等低影响开发海绵设施实现雨水的滞蓄和净化，雨水回用于两侧绿化浇洒、两侧小区内部居民日常使用等多种场景，提升雨水资源化利用效率。

②排水过程控制

针对马陵河两岸老旧小区单元地块内部雨污混流等问题，全面实施管网改造，两岸小

区全面实现雨污分流。近期暂无雨污分流改造实施条件的地区，采取临时截流措施，截流污水。

针对马陵河周边内涝风险较高、存在易淹易涝片区问题，通过管网改造，提升雨水管网、泵站排水能力。结合马陵河西高东低、北高南低的地势特点，采取高水高排策略，在马陵河北段设置高水通道，及时排出涝水。

③河道系统治理

初雨调蓄工程。为有效缓解马陵河初期雨水污染，在马陵河沿线设置 3 座调蓄池共 1.45 万吨，用于收集污染物浓度较高的初期雨水，通过污水泵排入市政污水管道，最终进入污水处理厂处理。

河道清淤工程。通过机械清淤或水力清淤等方式，定期开展马陵河河道清淤工作，削减河道内源污染。

生态修复工程。结合湿塘、景观调蓄水体、渗滞带等海绵设施，以及市民亲水的景观需求，设置浅水区湿地、深水湖塘等不同形式的水面，创造多样化的水生动植物栖息地，有利于河道自净能力恢复。

智慧平台管控。通过在线监测系统对马陵河水质、水位以及调蓄池液位等进行实时监测，动态管控泵站排水，增强马陵河与外界水体交换功能，为河道增添活力。



防汛预报预警与排涝站调度辅助系统

(6) 建设效果

①水环境明显改善

2021年，针对马陵河9个断面进行了水质监测，监测因子为透明度、溶解氧、氧化还原电位、氨氮和总磷，结果显示，其中8个断面分别达到III、IV类水质标准，河道水质大幅度提升。

②内涝积水全部消除

工程实施后，片区排水防涝能力明显提升。通过截流井、调蓄池等截流调蓄设施建设，系统雨水截流能力显著提高，没有发生截流井溢流堰出现雨水倒灌的现象。通过管网改造，系统解决易淹易涝片区，全面消除严重影响生产生活秩序的易涝积水点。



马陵河整治后实景照片



水下森林

③水生态功能逐渐恢复

通过海绵城市建设，河道海绵化改造以及河道景观工程的实施，马陵河逐步恢复了生

态功能。滨岸带植物的恢复，作为预留缓冲区，减小进入水体污染量；与此同时通过自然跌水增氧，提高水体流动性为水生动植物生存提供适宜生境，提升河道生态功能。

2021年，对马陵河底栖动物和鱼类开展调查监测。鱼类调查结果：6个鱼类调查断面共捕捉到鱼类8种，共计84尾，分别为乌鳢（黑鱼）、鲫、鳊（餐条）、鳊鲂鱼（四方皮）、泥鳅、黄颡鱼（戈针鱼）和沙塘鳢（趴地虎），隶属3目5科，优势种群以鲫、鳊、鳊鲂鱼等小型鱼类为最优种，占种类的84.55%。

（5）经验模式

①海绵助力黑臭水体治理

马陵河综合整治工程充分运用海绵城市“源头减排、过程控制、系统治理”的技术路线和建设理念，使河道及周边水环境、水安全和水生态得到显著提升。马陵河的治理成效，得益于多项海绵设施的协同效应：多功能调蓄水体、雨水湿地、初期雨水调蓄等，进行径流雨水渗透、储存、转输与截污净化，实现了从源头上削减污染物入河。

②“源头过程末端”全过程控污

“源头”即源头减排项目，对于流域内的建筑小区、道路广场等项目，要求在建设过程中全面落实海绵城市理念，从源头最大程度削减径流和污染。“过程”即传统排水项目，通过加强管网改造、建设沿河截污管道、收集处理初雨等措施，确保雨水径流污染的最大程度削减。“末端”即河道净化项目，设置生态石笼、人工湿地、水下森林等设施，为河道提供了最后一道防线，进一步提升水质。

③统筹推进污水提质增效

马陵河整治过程中，统筹推进污水提质增效，以污水全收集全处理为目标，采取精细化排水管理体制。推进沿河全线截污、管网系统完善、污水厂扩容改造三类工程。马陵河全线污水收集效果显著，污水处理厂进水COD浓度从70mg/L提升至400mg/L，真正实现了晴天污水不下河，雨天入河污染有控制。

④蓝绿灰融合打造生态河

河道两岸，合理布置下沉式绿地、雨水花园等海绵设施，推广透水铺装、下沉式绿地、石笼挡墙等，打造水系生态缓冲带；河道沿线，实施截污管建设、CSO溢流井改造等工程措施，收纳生活污水和初期雨水；河道内部，布设人工湿地、生态岛、回游通道等，增强了河道生态功能。

⑤研发改进型初雨调蓄处理系统

马陵河沿线设置3座调蓄池，拥有1.45万吨/天的调蓄能力，采取全自动运行模式，实现了70%的初期雨水能够全部收集且不发生溢流，并通过两侧管道输送至污水处理厂，进一步保障了河道水质。为最大限度发挥初雨调蓄处理系统的效率，专门研发了智慧管控平台，全自动调度调蓄池运行。为降低调蓄池的冲洗频率和运维成本，创新地提出采用河道水直接冲洗方式，取消门式设备等的投入，每个调蓄池节约投资约100万元，同时提升了调蓄池的可靠性和经济性。