无锡市海绵城市建设项目设计指引(试行)

无锡市住房和城乡建设局

2024年1月

无锡市住房和城乡建设局
无锡市市政和园林局文件
无锡市水利局

锡建城〔2024〕1号

关于印发《无锡市海绵城市建设项目设计指引（试行）》《无锡市海绵城市建设项目施工与运行维护导则（试行）》《无锡市海绵城市建设项目评价标准（试行）》的通知

各区住房城乡建设局、城市管理局、水利局，经开区建设局、执法局，各有关单位:

《无锡市海绵城市建设项目设计指引（试行）》、《无锡市海绵城市建设项目施工与运行维护导则（试行）》、《无锡市海绵城市建设项目评价标准（试行）》经评审通过，现印发给你们，请认真贯彻执行。

江阴市、宜兴市可参照执行。

附件：1.无锡市海绵城市建设项目设计指引（试行）

2.无锡市海绵城市建设项目施工与运行维护导则（试行）

3.无锡市海绵城市建设项目评价标准（试行）

无锡市住房和城乡建设局　　无锡市市政和园林局

无锡市水利局

2024 年 1 月 19 日

抄送：江阴市住房和城乡建设局、江阴市市政和园林局、宜兴市住房和城乡建设局、宜兴市公用事业管理局

无锡市住房和城乡建设局办公室　　2024 年 1 月 22 日印发

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，进一步提升无锡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，制定本指引。

本指引的主要内容包括：1 总则；2 术语；3 设计参数及相关计算；4 建设目标；5 海绵城市设施；6 海绵城市建设项目；7 设计文件要求及审查要点；8 附录。

本指引由无锡市住房和城乡建设局负责管理，由无锡市建筑设计研究院有限责任公司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，请寄送至无锡市住房和城乡建设局（地址：无锡市新金匮路 1 号市民中心，邮编：214131，联系电话：81822736，电子邮箱：wxzjjcxc@163.com）。

主编单位：无锡市建筑设计研究院有限责任公司

参编单位：华昕设计集团有限公司

无锡文旅建设发展有限公司

无锡市水利设计研究院有限公司

编制人员：许　刚　徐耀杰　陆一鸣　岳　辉　张力骋　赵叶飞　戴　银

张　阳　张露景　李震宇　江　沆　徐　宁　隋志昂　李欢欢

代婧文　沈　烽

审核人员：周锡良　钱保国　陆　佳　周飞祥　陈高艺　蒋方明　张　明

陈　晗　杨映雪　汤真飞

审定人员：陈雪峰

目 次

1 总则

1.1 编制目的

为贯彻落实城市习近平生态文明思想，促进城市可持续发展、高质量发展，规范和系统化推进无锡海绵城市建设，指导海绵城市建设中设计、审查工作，制定本指引。

1.2 适用范围

本指引适用于指导无锡海绵城市建设新建、改建、扩建的建筑小区、道路广场、公园绿地、水系治理项目的设计。

无锡市海绵城市建设项目设计除应符合本指引外，还应符合国家、省、市现行有关标准的规定。

1.3 基本原则

海绵城市建设应充分发挥“山、水、林、田、湖、草”等自然地形地貌对雨水径流的积存、渗透和净化作用，因地制宜设置绿色设施或灰色设施，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等方式，达到海绵城市建设目标。

海绵城市项目建设需满足无锡市海绵城市建设管理条例，遵循“源头减排、过程控制、系统治理”相结合的原则，各系统之间应相互衔接，项目设计需建筑、给排水、道路、勘察设计、园林景观、结构、电气、水利水电、生态设计等专业相互配合、相互协调。

海绵城市设施设计应结合无锡自然环境特点进行针对性改善优化，积极采用经过本地实践的、行之有效的新技术、新工艺、新材料及新设备，不断总结科研和生产实践经验，推动雨水资源化利用技术和相关产业的发展。

海绵城市建设项目设计文件需结合无锡海绵建设项目“嵌入式”管理要求编制，形成统一的图件、图面表达。

1.4 编制依据

1.4.1 相关政策文件

《海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建（试行）》

《江苏省海绵城市建设导则》

《江苏省公园绿地海绵技术应用导则》

《江苏省海绵城市建设适生植物应用指南》

《江苏省海绵型道路建设与运行维护指南》

《江苏省雨水花园建设与运行维护指南》

《无锡市老旧建筑小区海绵化改造技术指南》

《无锡市海绵城市建设管理条例》

《无锡市海绵城市专项规划（2022-2035）》

《无锡市系统化全域推进海绵城市建设示范城市实施方案》

1.4.2 指引引用文件

除上述文件之外，本指引引用了下列文件中的部分条款。凡是未注日期的引用文件，其有效版本适用于本指引。

《低影响开发雨水控制利用 基础术语》GB/T 39599

《低影响开发雨水控制利用 设施分类》GB/T 38906

《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400

《建筑给排水与节水通用规范》GB 55020

《室外排水设计标准》GB 50014

《建筑给排水设计标准》GB 50015

《城市排水工程规划规范》GB 50318

《城镇内涝防治技术规范》GB 51222

《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345

《城乡建设用地竖向规划规范》CJJ 83

《城镇道路路面设计规范》CJJ 169

《城市道路工程设计规范》CJJ 37

《城乡排水工程项目规范》GB 55027

《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174

《雨水集蓄利用工程技术规范》GB/T 50596

《雨水利用工程技术标准》DB32/T 3813

《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993

《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188

《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135

《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190

《雨水生物滞留设施技术规程》T/CUWA 40052

《种植屋面工程技术规程》JGJ 155

《海绵城市种植屋面技术规程》T/CCIAT 0029

《绿化种植土壤》CJ/T 340

《园林绿化工程施工验收规范》CJJ/T 82

《砌体结构设计规范》GB 50003

《土工合成材料非织造布复合土工膜》GB/T 17642

《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643

《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639

《雨水渗透、调蓄、储存用塑料模块》GB/T 40224

2 术语

2.0.1 绿色设施

采用自然或人工模拟自然生态系统控制城市降雨径流的设施。

2.0.2 灰色设施

传统的较高能耗的工程化排水设施。

2.0.3 在线式生物滞留设施

设置在径流路径上，汇水面径流全部流入，超量径流溢流排放的生物滞留设施。

2.0.4 离线式生物滞留设施

设置在径流路径的旁路，仅截留或分流一定量的汇水面径流，超量径流沿原路径超越排放的生物滞留设施。

2.0.5 渗滞类设施

储存雨水径流量并进行渗透的设施。

2.0.6 集蓄利用类设施

对降水进行收集、存储和调节利用的设施。

2.0.7 调蓄类设施

储存一定时间的雨水，削减向下游排放的雨水洪峰径流量、延长排放时间的设施。

2.0.8 截污净化类设施

对雨水进行净化处理，减少汇流雨水中污染物的设施。

2.0.9 转输类设施

转移和输送雨水的设施。

2.0.10 设计降雨量

为实现年径流总量控制率，用于确定海绵城市设施设计规模的降雨量控制值。

2.0.11　雨水资源化利用率

雨水收集净化并用于道路浇洒、园林绿地灌溉、市政杂用、工农业生产、冷却、景观、河道补水等的雨水总量(按年计算)，与当年降雨量(折算成立方米数)的比值。

2.0.12　年径流总量控制率

通过自然与人工强化的渗透、滞蓄、净化等方式控制城市建设下垫面的降雨径流，得到控制的年均降雨量与年均降雨总量的比值。

2.0.13　单位面积控制容积

以降雨径流总量控制为目标时，单位汇水面积上所需调蓄设施的有效调蓄容积(不包括雨水调节容积)。

2.0.14　年污染物负荷削减率

一年中，地块低影响开发雨水控制利用区域内降雨径流中污染物总量与雨水流经该区域前相比减少的比例。

2.0.15　雨水立管断接率

建筑雨落水管断接引入周边绿地内的海绵城市设施的数量与建筑雨落水管的总量的比值。

2.0.16　稳定入渗率

土壤水饱和或近饱和条件下单位时间内通过单位面积表层土壤截面向下渗漏的水量。

2.0.17　排空时间

生物滞留设施中蓄水层蓄满的径流雨水通过表层土壤全部入渗所需时间。

3 设计参数及相关计算

3.0.1 年径流总量控制率与设计降雨量的关系

无锡市暴雨公式按下列公式计算，并作为研制无锡市设计暴雨雨型的基础：

$$\mathrm{i} = \frac{28.551(1 + 0.6493\log T)}{(t + 18.469)^{0.845}} \qquad (3.0.1\text{-}1)$$

式中：i——暴雨强度（mm/min）；

t——降雨历时（min）；

T——为重现期（年）。

根据无锡市暴雨强度公式，结合多年降雨数据，利用“控制时长的年多个样法”，推求无锡市历时 60min、120min、180min 及 1440min 历时的设计雨型（间隔 1min）。

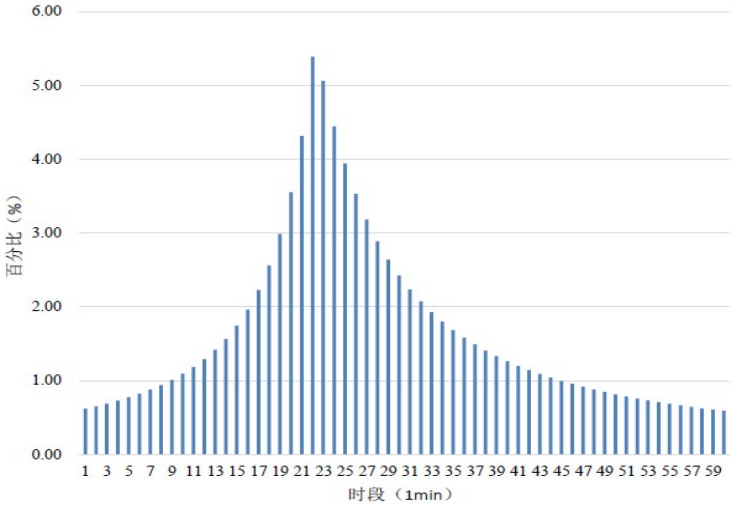


图 3.0-1 无锡市区 60min 设计雨型

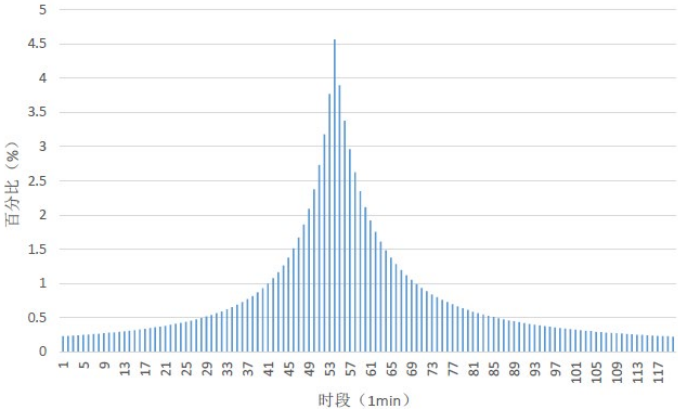


图 3.0-2 无锡市区 120min 设计雨型

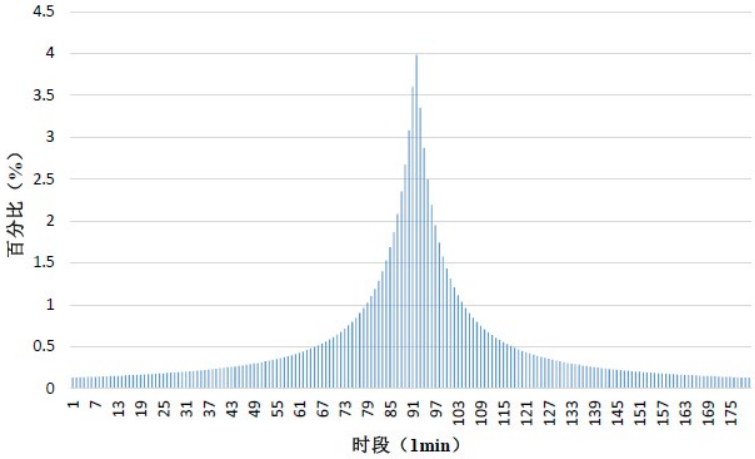


图 3.0-3 无锡市区 180min 设计雨型

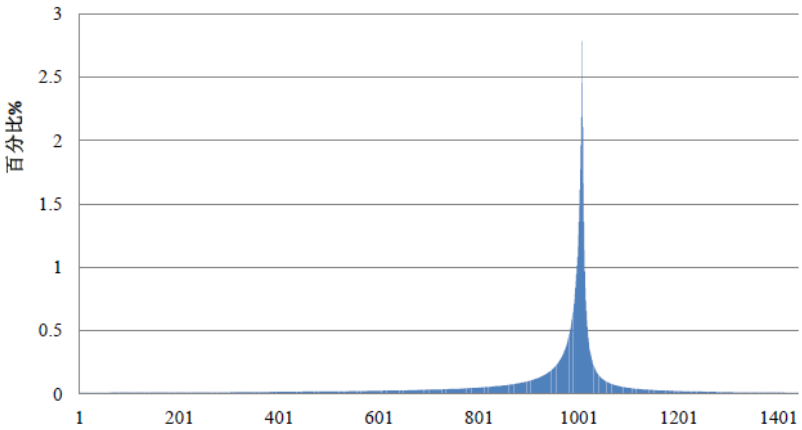


图 3.0-4 无锡市区 1440min 设计雨型

根据《江苏省海绵城市建设导则》，通过分析国家基准气候站近 30 年（1986-2015 年）逐日降雨（不包括降雪）资料，扣除小于等于 2mm 的降雨事件的降雨量，统计小于某一降雨量的降雨总量，计算在总降雨量中比率（即年径流总量控制率）对应的降雨量（日值），绘制出无锡市径流总量控

制率曲线。

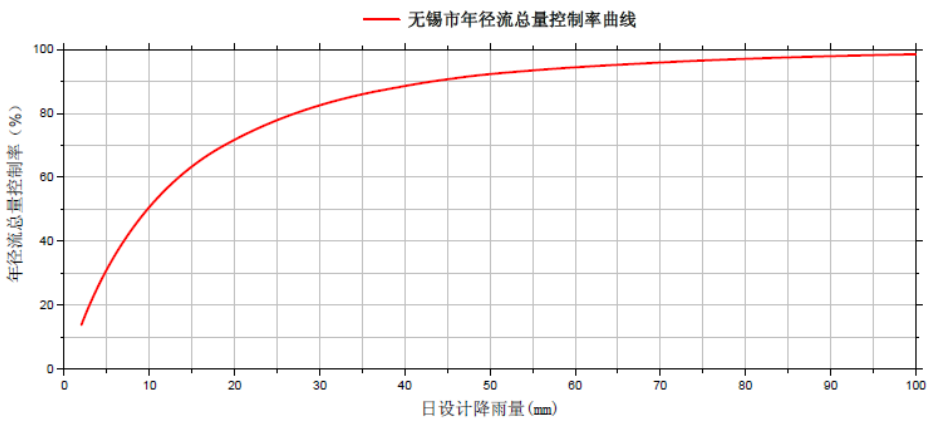


图 3.0-5 无锡市年径流总量控制率曲线

表 3.0-1 无锡市年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系

年径流总量控制率（%）	设计降雨量（mm）	年径流总量控制率（%）	设计降雨量（mm）	年径流总量控制率（%）	设计降雨量（mm）	年径流总量控制率（%）	设计降雨量（mm）
20	3.0	39	6.8	58	12.7	77	24.3
21	3.2	40	7	59	13.1	78	25.2
22	3.3	41	7.3	60	13.5	79	26.1
23	3.5	42	7.5	61	13.9	80	27.2
24	3.7	43	7.8	62	14.4	81	28.2
25	3.9	44	8	63	14.9	82	29.4
26	4.1	45	8.3	64	15.4	83	30.6
27	4.2	46	8.6	65	15.9	84	32
28	4.4	47	8.9	66	16.4	85	33.5
29	4.6	48	9.2	67	17	86	35.1
30	4.8	49	9.5	68	17.6	87	36.9
31	5	50	9.8	69	18.2	88	38.9
32	5.2	51	10.1	70	18.8	89	41
33	5.4	52	10.5	71	19.5	90	43.3
34	5.6	53	10.8	72	20.2	91	45.9
35	5.9	54	11.2	73	21	92	49
36	6.1	55	11.5	74	21.7	93	53
37	6.3	56	11.9	75	22.5	94	57.7
38	6.5	57	12.3	76	23.4	95	63.7

3.0.2 一般计算

海绵城市设施规模的计算方法主要包括数学模型、容积法、流量法和水量平衡法等，有条件的优先推荐采用数学模型模拟的方法确定设施规模。数学模型法能有效评估海绵城市设施的径流总量

控制、峰值流量控制和径流污染控制效应，优化设施规模及构造设计。

1. 设计调蓄容积 V 计算

海绵城市设施以径流总量和径流污染为控制目标进行设计时，设施具有的调蓄容积一般应满足“单位面积控制容积”的指标要求。设计调蓄容积一般采用容积法按下列公式计算：

$$V = 10H\varphi F \tag{3.0.2-1}$$

式中：V——设计调蓄容积（m^3）；

H——设计降雨量（mm）；

φ——综合径流系数；

F——汇水面积（hm^2）。

2. 综合径流系数φ计算

汇水面积的现状综合径流系数应按下垫面种类加权平均按下列公式计算：

$$\varphi = \frac{\sum F_i \Psi_i}{F} \tag{3.0.2-2}$$

式中：φ——综合径流系数；

F——汇水面积（hm^2）；

Fi——汇水面上第 i 类下垫面的面积（hm^2）；

Ψi——第 i 类下垫面的雨量径流系数，可参照表 3.0-2 选用。

表 3.0-2 径流系数

汇水面种类	雨量径流系数	流量径流系数 ψ
绿化屋面（基质层厚度≥300mm）	0.30~0.40	0.40
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.80~0.90	0.85~0.95
铺石子的平屋面	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

续表 3.0-2

水面	1.00	1.00
地下建筑覆土绿地（覆土厚度≥500mm）	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地（覆土厚度＜500mm）	0.30~0.40	0.40
透水铺装地面	0.08~0.45	0.08~0.45
下沉广场（50 年及以上一遇）	-	0.85~1.00

3. 雨水流量计算

可通过推理公式来计算一定重现期下的雨水流量，按下列公式计算：

$$Q = \psi qF \tag{3.0.2-3}$$

式中：Q——雨水设计流量（L/s）；

ψ——流量径流系数，可参见表 3.0-2；

q——设计暴雨强度，[L/（s·hm^2）]；

F——汇水面积（hm^2）。

城市雨水管渠系统设计重现期的取值及雨水设计流量的计算等还应符合《室外排水设计标准》GB 50014 的有关规定。

4. 雨水管渠的降雨历时计算

降雨历时计算按下列公式计算：

$$t = t_1 + t_2 \tag{3.0.2-4}$$

式中：t——降雨历时（min）；

t_1——地面集水时间（min），应根据汇水距离、地形坡度和地面种类计算确定，一般采用 5min~15min；

t_2——管渠内雨水流行时间（min）。

4 建设目标

4.0.1 无锡市各区海绵城市控制指标详见以下规划：

《新吴区海绵城市建设专项规划（2021-2035）》

《梁溪区海绵城市建设专项规划（2021-2035）》

《无锡市滨湖区海绵城市建设专项规划（2021-2035）》

《锡山区海绵城市建设专项规划（2021-2035）》

《惠山区海绵城市建设专项规划（2021-2035）》

《无锡经济开发区海绵城市建设专项规划（2022-2035）》

结合目标要求、场地条件、限制因素等进行海绵城市适建性分析。如无法满足各区专项规划确定的海绵城市控制指标时，需反馈给区海绵办，经批准后可调整指标，但不得低于《无锡市海绵城市专项规划（2022-2035）》的相关要求。

4.0.2 按照系统化全域推进海绵城市示范城市的要求，结合《无锡市系统化全域推进海绵城市建设示范城市实施方案》等上位规划明确的标准，基于城市现状基础和问题，以及指标的可量化性和可落实性，综合分析城市水安全、水环境、水资源、水生态、水文化等多重需求和可达性。

4.0.3 应从水安全韧性保障、水环境治理改善、水生态品质提升、水资源利用等方面，对城市水系统进行全面梳理，按照系统治理原则，提出规划策略和方案，完善城市水系统建设。

4.0.4 根据城市内涝防治体系各系统对应的降雨频次和强度不同，源头减排系统对应高频次小强度降雨，管渠系统对应中等强度降雨，行泄通道及河湖蓄洪对应小频次暴雨，各系统应相互衔接，合理布局。

4.0.5 历史文化街区应以保护文物和历史风貌为前提，重点解决局部积水与径流污染问题。

5 海绵城市设施

海绵城市建设可以通过渗、滞、蓄、净、用、排等多种技术实现城市良性水文循环，通过各类技术的组合应用，可实现径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等目标。实践中，应结合不同区域水文地质、水资源等特点及技术经济分析，按照因地制宜和经济高效的原则选择海绵城市设施及其组合系统，提高对径流雨水的渗透、调蓄、净化、利用和排放能力，维持或恢复城市的“海绵”功能。

渗、滞、蓄、净、用、排等技术包含若干不同形式的技术措施。无锡市常用的海绵城市设施包括以下几类：

（1）渗滞类设施：透水铺装、生物滞留设施、下沉式绿地、绿色屋顶、渗透塘、渗井等；

（2）集蓄利用类设施：蓄水池、雨水罐等；

（3）调蓄类设施：湿塘、地下装配式延时调节设施、调蓄明沟等；

（4）截污净化类设施：植被缓冲带、生态驳岸、雨水湿地、环保雨水口等；

（5）转输类设施：植草沟、渗管/渠、线性排水沟等。

海绵城市设施比选如表 5.0-1 所示。

表 5.0-1 海绵城市设施比选一览表

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，%）
	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
透水水泥混凝土铺装	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80-90
透水沥青混凝土铺装	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80-90
生物滞留设施	○	●	◎	●	○	●	◎	●	√	—	中	低	70-95
下沉式绿地	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	70-75
绿色屋顶	○	○	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	高	中	70-80
渗透塘	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	—	√	中	中	70-80

续表 5.0-1

渗井	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	√	低	低	—
蓄水池	●	○	◎	◎	○	●	◎	◎	—	√	高	中	80-90
雨水罐	●	○	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	80-90
湿塘	●	○	●	◎	○	●	●	◎	—	√	高	中	50-80
地下装配式延时调节设施	○	○	●	●	○	●	●	◎	√	—	高	中	80-90
调蓄明沟	○	○	●	●	◎	●	◎	◎	√	—	高	低	80-90
植被缓冲带	○	○	○	●	—	○	○	●	√	—	低	低	50-75
雨水湿地	●	○	●	●	○	●	●	●	√	√	高	中	50-80
环保雨水口	○	○	●	◎	○	○	●	◎	√	—	高	中	—
植草沟	◎	○	○	◎	●	◎	○	◎	√	—	低	低	35-90
干式植草沟	○	●	○	◎	●	●	○	◎	√	—	低	低	35-90
湿式植草沟	○	○	○	●	●	○	○	●	√	—	中	低	—
渗管/渠	○	◎	○	○	●	◎	○	◎	√	—	中	中	35-70

注：●——强　◎——较强　○——弱或很小。

5.1 一般规定

5.1.1　海绵城市建设应优先采用生物滞留设施等绿色生态设施，与灰色设施结合，削减高频次中小降雨带来的径流污染，维系城市生态本底的水文特征。

5.1.2　海绵城市设施的建设与运行不得对地质安全、地下水水质、建(构)筑物安全、公众健康和环境卫生等造成危害。

5.1.3　海绵城市设施建设前应调查分析相关规划要求、下垫面布局与可用空间、地下设施位置与埋深、土壤质地、地下水位、地面高程和排水现状等技术条件。

5.1.4　项目场地平面和竖向设计应充分考虑雨水径流的控制要求，确保海绵城市设施服务范围内的雨水径流能进入设施。

5.1.5　源头减排设施、排水管渠设施、排涝除险设施应在竖向、平面和蓄排能力上相互衔接，保证各类设施充分发挥作用。

5.1.6　应定期对海绵城市设施进行检查和运行情况评估，并应根据评估结果进行维护、改造或更新。

5.2 渗滞类设施

———生物滞留设施规模计算

生物滞留设施的表面应为蓄水层除边坡外的蓄水空间底面，宜为水平面，表面积应为水平投影面积，并应按下式计算：

$$A_f = \frac{1000V}{f_m t + d_p} \quad (5.2\text{-}1)$$

式中：A_f——渗透、渗滤及滞蓄设施的表面积（m^2）；

V——设计调蓄容积（m^3），应参照 3.0.2 节中式 3.0.2-1 计算；

f_m——设计稳定入渗率（mm/h）；

t——无锡平均场次降雨历时（h），无统计数据时可取 12h；

d_p——蓄水层平均蓄水深度（mm）。

设计稳定入渗率f_m应按下式计算：

$$f_m = \frac{d_p}{T_d} \quad (5.2\text{-}2)$$

式中：f_m——设计稳定入渗率（mm/h）；

d_p——蓄水层平均蓄水深度（mm）；

T_d——设计排空时间（h），居住社区等人员活动密集场地建设的生物滞留设施设计排空时间应为 12h~24h，其他场地建设的生物滞留设施设计排空时间可为 24h~36h。

———生物滞留设施参与指标校核计算

对透水铺装等仅以原位下渗为主、顶部无蓄水空间的渗透设施，其基层及垫层空隙虽有一定的蓄水空间，但其蓄水能力受面层或基层渗透性能的影响很大，因此透水铺装可通过参与综合雨量径流系数计算的方式确定其规模。对于生物滞留设施等顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施，设施径流体积控制规模按下列公式计算：

$$V_{in} = V_S + W_{in} \quad (5.2\text{-}3)$$

$$W_{in} = KJAt_s \quad (5.2\text{-}4)$$

式中：V_{in}——渗透、渗滤及滞蓄设施的径流体积控制规模（m^3）；

V_S——设施有效滞蓄容积，指设施顶部蓄水空间的容积（m^3）；

W_{in}——渗透与渗滤设施降雨过程中的入渗量（m^3）；

K——土壤或人工介质的饱和渗透系数（m/h）；根据设施滞蓄空间的有效蓄水深度和设计排空时间计算确定，由土壤类型或人工介质构成决定，不同类型土壤的渗透系数可按现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400 的规定取值；

J——水力坡度，一般取 1；

A ——有效渗透面积（m^2）；

t_s——降雨过程中的入渗历时（h），为无锡市多年平均场降雨历时，资料缺乏时，可根据平均场降雨历时特点取 2h~12h。

5.2.1 透水铺装

1. 主要内容

透水铺装是采用透水材料或透水结构铺设的具有一定下渗能力的地面，利用透水铺装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。

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，按照缝隙透水形式不同分为构造透水铺装和嵌草透水铺装。

透水砖铺装是具有一定厚度、空隙率及分层结构的以透水砖为面层的路面；透水水泥混凝土铺装是由具有较大空隙的水泥混凝土作为路面结构层铺装而成、容许路表水进入路面(或路基)的一类混凝土路面；透水沥青混凝土铺装是由较大空隙率的沥青混合料作为路面结构层铺装而成、容许路表水进入路面(或路基)的一类混凝土路面；构造透水铺装是铺装砖体或构件本身不具有透水功能，利用铺装砖体或构件缝隙或自身结构实现透水功能的铺装路面；嵌草透水铺装是由能够绿化路面及地面工程的砖和空心砌块等铺设的路面或在块料与块料之间留有种草空隙的路面。


透水砖


透水水泥混凝土


透水沥青混凝土

图 5.2-1 透水铺装实景图

2. 适用性

透水铺装适用区域广、施工方便，可补充地下水并具有一定的峰值流量削减和雨水净化作用。

透水砖铺装适用于广场、停车场、人行道以及非机动车道路；透水水泥混凝土铺装及透水沥青混凝土铺装适用于广场、停车场、人行道以及非机动车道路，也可用于轻型荷载机动车道；构造透水铺装适用于广场、停车场、人行道以及非机动车道路，建筑小区内道路和公园绿地；嵌草透水铺装适用于广场、停车场、建筑小区内道路和公园绿地。

3. 技术设计要点

1）透水铺装宜分为半透水铺装和全透水铺装。半透水铺装结构自上而下依次应为透水面层、不透水基层、地基，不透水基层和透水面层之间应设导水设施。全透水铺装结构自上而下应为透水面层、透水找平层、透水基层、透水底基层、垫层、地基。

表 5.2-1 透水铺装结构层及附属设施一览表

名称	组成和要求	备注
透水找平层	中粗砂或 1：5~1：7 干硬性水泥砂浆	找平层可不设
透水基层	排水式沥青稳定碎石、级配碎石、大粒径透水性沥青混合料、多孔隙水泥稳定碎石基层和透水混凝土	半透水铺装结构和承载较小的轻型透水铺装不设透水基层
透水底基层	级配碎石，级配砾石，天然级配砂砾，部分砾石经轧制掺配而成的级配碎、砾石，填隙碎石	地下水位较高地区其内部应设渗排水管
地基	路基顶面设计回弹模量值，对快速路和主干路不应小于 30MPa；对次干路和支路不应小于 20MPa	现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169
垫层	粗砂、沙砾、碎石等透水性好的粒料类材、工业废渣	地下水位高、排水不良、路基经常处于潮湿或过湿状态的路段、土基为黏性土的地段
透水土工布	宜采用长丝纺粘针刺非织造土工布，单位面积质量不应小于 300g/m^2	现行国家标准《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639

续表 5.2-1

土工膜和复合土工膜	土工膜采用高密度聚乙烯膜，厚度不应小于 0.75mm，纵横向拉伸断裂强度不应小于 10N/mm，抗刺穿强度不应小于 120N；复合土工膜采用两布一膜，厚度不应小于 0.75mm。	现行国家标准《土工合成材料非织造布复合土工膜》GB/T 17642 和《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643
渗排水管	聚乙烯 PE 管、硬聚氯乙烯 PVC-U 管；开孔率不应超过 3%，孔径宜为 8mm~12mm；渗排水管环刚度不应小于 4.8kN/m^2	渗排水管宜采用市场成品穿孔 PE 实壁管，环刚度 8kN/m^2 热熔连接，不推荐现场开孔方式制作渗排水管

注：1 透水基层和透水底基层设计应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的有关规定；
2 表中所列标准应参照现行标准的有关规定。

2）渗排水管安装时要使开孔的管道部分朝向侧面，但孔门不能靠近起拱线。渗排水管安装好之后，不应在渗排水管位置上面直接停放机械设备，渗排水管穿越机动车道的管段禁止开槽。

3）透水铺装坡度不宜大于 2.0%。当透水铺装坡度大于 2.0%时，沿长度方向应设置隔断层。

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）透水铺装应用于以下区域时，还应采取必要的措施防止次生灾害或径流污染的发生：可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的区域；使用频率较高的商业停车场、汽车回收及维修点、加油站以及建筑小区垃圾集中收转、堆放区等径流污染严重的区域。

6）全透式路面结构层的厚度应进行透水、储水能力验算，按下列公式计算：

$$H_a = (\mathrm{i} - 36 \times 10^4)\mathrm{t}/\mathrm{v} \qquad (5.2.1\text{-}1)$$

式中：H_a——透水铺装结构厚度（不含垫层的厚度）(mm)；

i——地区设计降雨强度(mm/h)；

t——降雨持续时间(s)；

v——透水铺装结构层的平均有效孔隙率(%)。

———透水砖铺装

1）结构设计

- 透水砖的力学性能、透水性能、物理性能等技术要求应符合现行国家标准《透水路面

砖和透水路面板》GB/T 25993 以及现行行业标准《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188 的相关规定。

- 透水砖的强度等级应通过设计确定，可根据不同的道路类型按表 5.2-2 选用。

表 5.2-2 透水砖强度等级

道路类型	抗压强度(MPa)		抗折强度(MPa)	
	平均值	单块最小值	平均值	单块最小值
小区道路(支路)广场、停车场	≥50.0	≥42.0	≥6.0	≥5.0
人行道、步行街	≥40.0	≥35.0	≥5.0	≥4.2

- 透水砖物理性能应符合表 5.2-3 的规定。

表 5.2-3 透水砖物理性能要求

项目	参数
透水系数	A 级≥$2.0x10^{-2}$
	B 级≥$1.0x10^{-2}$
防滑性	BPN≥60
耐磨性	磨坑长度不大于 35mm

- 透水砖抗冻性能应符合表 5.2-4 的规定。

表 5.2-4 透水砖抗冻性能要求

项目	抗冻指标	单块质量损失率	强度损失率/%
夏热冬暖地区	D15	≤5% 冻后顶面缺损深度≤5mm	≤20
夏热冬冷地区	D25		

- 透水砖的接缝宽度不宜大于 3mm。接缝用砂含泥量应小于 1.0%，含水率小于 2%，用砂级配应符合表 5.2-5 的规定。

表 5.2-5 透水砖接缝用砂级配

筛孔尺寸(mm)	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16
通过质量百分率(%)	0	0	0~5	0~20	15~75	60~90	90~100

- 透水砖面层与基层之间应设置找平层，其透水性能不宜低于面层所采用的透水砖。

- 找平层可采用中砂、粗砂或干硬性水泥砂浆，厚度宜为 20mm~30mm。

- 基层类型可包括刚性基层、半刚性基层和柔性基层，可选择透水粒料基层、透水水泥混凝土基层、水泥稳定碎石基层等类型，并应具有足够的强度、透水性和水稳定性。连续孔隙率不应小于 10%。

- 当透水砖铺装土基为黏性士时，宜设置垫层。当土基为砂性土或底基层为级配碎、砾

石时，可不设置垫层。

2）排水设计

- 透水砖铺装的排水可分为表面排水和内部排水。应结合市政管网、绿化景观、生态建设及雨水综合利用系统进行综合设计，并应符合《城市道路工程设计规范》CJJ 37 的规定。

- 透水砖路面内部应采用渗排水管及排水盲沟等形式排除雨水。广场路面应根据规模设置纵横雨水收集系统。管径应根据汇水区域雨水量进行水力计算。

———透水水泥混凝土铺装

1）结构设计

- 透水水泥混凝土的材料、配合比、厚度要求、透水性能、力学性能等技术要求应符合现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 的相关规定，且宜采用混凝土搅拌站预拌。

- 透水水泥混凝土的性能应符合表 5.2-6 的规定。再生骨料透水水泥混凝土性能指标应符合《再生骨料透水混凝土应用技术规程》CJJ/T 253 的规定。

表 5.2-6 透水水泥混凝土的性能指标

<table>
<tr><td colspan="2">项目</td><td>单位</td><td colspan="3">性能要求</td></tr>
<tr><td colspan="2">耐磨性(磨坑长度)</td><td>mm</td><td colspan="3">≤30</td></tr>
<tr><td colspan="2">透水系数（15℃）</td><td>mm/s</td><td colspan="3">≥0.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">抗冻性</td><td>25 次冻融循环后抗压强度损失率</td><td>%</td><td colspan="3">≤20</td></tr>
<tr><td>25 次冻循环后质量损失率</td><td>%</td><td colspan="3">≤5</td></tr>
<tr><td colspan="2">连续孔隙率</td><td>%</td><td colspan="3">≥10</td></tr>
<tr><td colspan="2">强度等级</td><td>-</td><td>C20</td><td>C25</td><td>C30</td></tr>
<tr><td colspan="2">抗压强度(28d)</td><td>MPa</td><td>≥20.0</td><td>≥25.0</td><td>≥30.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">弯拉强度(28d)</td><td>MPa</td><td>≥2.5</td><td>≥3.0</td><td>≥3.5</td></tr>
</table>

- 透水水泥混凝土路面的结构类型应按表 5.2-7 选用。

表 5.2-7 透水水泥混凝土路面结构

类别	适用范围	基层结构
全透水结构	人行道、非机动车道景观硬地、停车场、广场	多孔隙水泥稳定碎石、级配砂砾、级配碎石及级配砾石、再生骨料透水混凝土、透水水泥混凝土基层
半透水结构	非机动车道、停车场、轻型荷载道路	水泥混凝土基层、稳定土基层或石灰、粉煤灰稳定砂砾基层

● 全透水结构的人行道基层可采用级配砂砾、级配碎石及级配砾石基层，基层厚度不应小于 150mm。

● 其他全透水结构中的级配砂砾、级配碎石及级配砾石基层上应增设透水基层，基层应符合下列规定：多孔隙水泥稳定碎石基层厚度不应小于 200mm；再生骨料透水混凝土、透水水泥混凝土基层的抗压强度等级不应小于 C20，厚度不应小于 100mm。

● 半透水结构应符合下列要求：水泥混凝土基层的抗压强度等级不应低于 C20，厚度不应小于 150mm；稳定土基层或石灰、粉煤灰稳定砂砾基层厚度不应小于 150mm。

● 透水水泥混凝土面层应设计纵向和横向接缝，接缝间距要求应符合现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 的相关规定。

2）排水设计

● 透水水泥混凝土路面的排水设计应符合现行国家标准《城市排水工程规划规范》GB 50318、《室外排水设计标准》GB 50014 和《城市道路工程设计规范》CJJ 37 的有关规定，排水系统设计应结合无锡降水量和周边排水系统确定。

● 全透水结构设计时应考虑路面下排水，应在路面下级配碎石边侧最低处设置渗排水管、排水明沟、渗透沟等设施，使雨水进入雨水收集利用系统或市政排水管网。

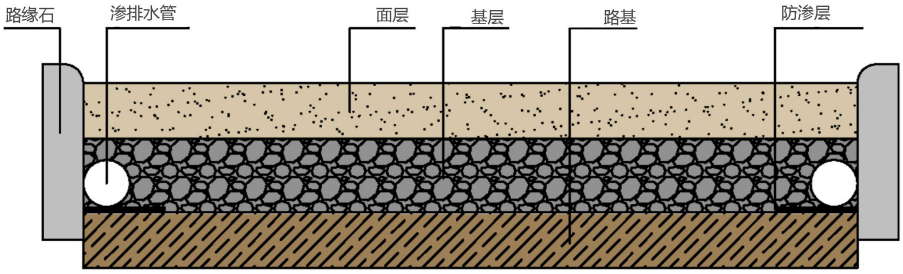


图 5.2-2 全透水结构排水断面

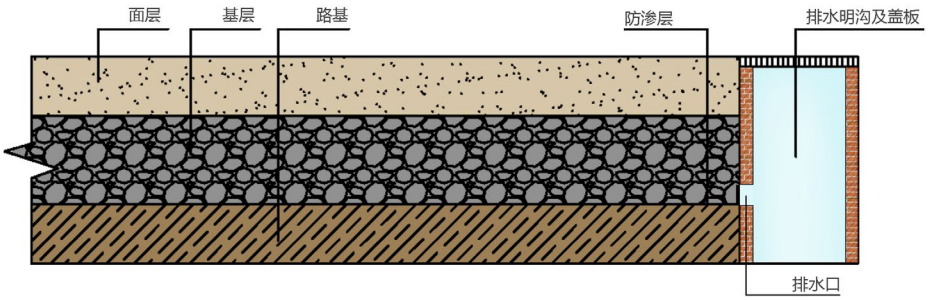


图 5.2-3 全透水结构单（双）侧明沟排水断面

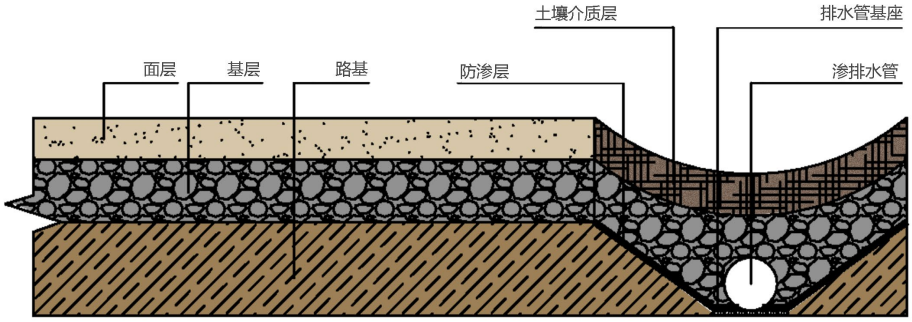


图 5.2-4 全透水结构单（双）侧渗透沟排水断面

- 半透水结构排水系统，可设置单(双)侧排水明沟、暗沟或渗透沟等设施，使雨水进入雨水收集利用系统或市政排水管网。

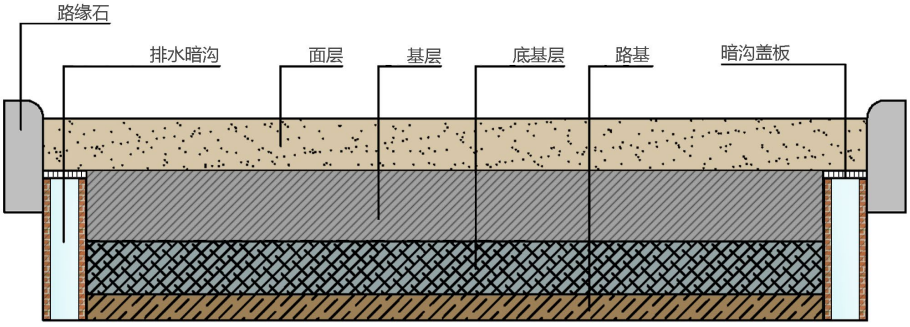


图 5.2-5 半透水结构双（单）侧明沟排水断面

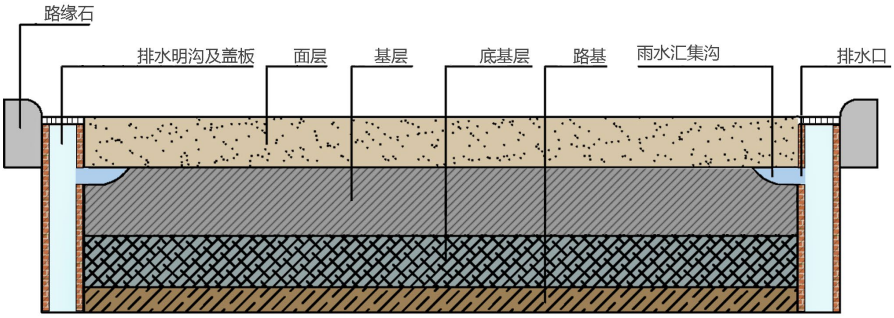


图 5.2-6 半透水结构双（单）侧暗沟排水断面

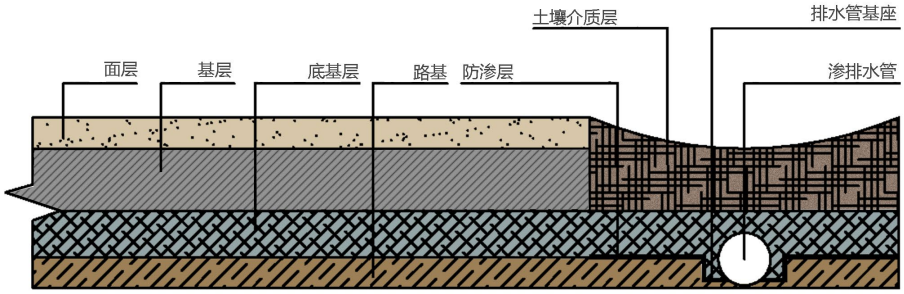


图 5.2-7 半透水结构单（双）侧渗透沟排水断面

- 停车场、广场排水系统应设置多条排水主、支暗管或暗沟，并与雨水收集系统或市政排水系统相连。主、支暗管宜采用成品材料，外包透水土工布并用砾石或大粒径透水水泥混凝土包裹固定，暗沟宜采用现浇、预制沟槽等。

- 排水口侧面应透水，排水口周围路基表面应设置宽度不小于 1m 的防渗层。

———透水沥青混凝土铺装

1）结构设计

- 高黏度改性沥青技术要求、透水沥青混合料中粗集料技术要求、透水沥青路面透水面层的细集料技术要求、透水沥青混合料配合比、透水基层混合料配合比应符合现行行业标准《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190 的有关规定。

- 透水沥青路面结构设计要求、封层技术要求、垫层技术要求、路基技术要求应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的有关规定。

- 透水沥青混合料应满足道路路面使用功能，并应满足透水、抗滑、降噪要求。

- 透水基层可选用排水式沥青稳定碎石、级配碎石、大粒径透水性沥青混合料、骨架空隙型水泥稳定碎石和透水水泥混凝土。

- 透水基层的空隙率应满足透水功能的要求。

- 全透式透水沥青混凝土路面的路基顶面应根据实际情况设置反滤隔离层，可选用粒料类材料或土工织物。如果路基顶面是粒料类基层或垫层，则不需要设置反滤隔离层。

2）排水设计

- 透水沥青路面分为I型（表层排水式）、II 型（半透式）与 III 型（全透式）。I 型是路面表面沥青层作为透水功能层，沥青表面层下设封层，雨水通过沥青表面层内部水平横向排出，具有提高路面抗滑能力、减少降雨时的路表径流和降低道路两侧噪声功能，适用于新建、改建城市高架快速路及其他等级道路；II 型是沥青面层与基层均具有透水能力，雨水降落到路面后，渗入面层、基层，在基层底部横向排水，具有储水、减少地面径流量、减轻暴雨时城市排水系统的负担等功能，适用于轻型荷载递路；III 型是整个路面结构即面层、基层和垫层都具有良好的透水性能，雨水在降雨结束后的一定时间内，通过路面结构渗入土基，具有补充城市地下水资源，改善道路周边的水平衡和生态条件的功能，适用于非机动车道、停车场、广场。

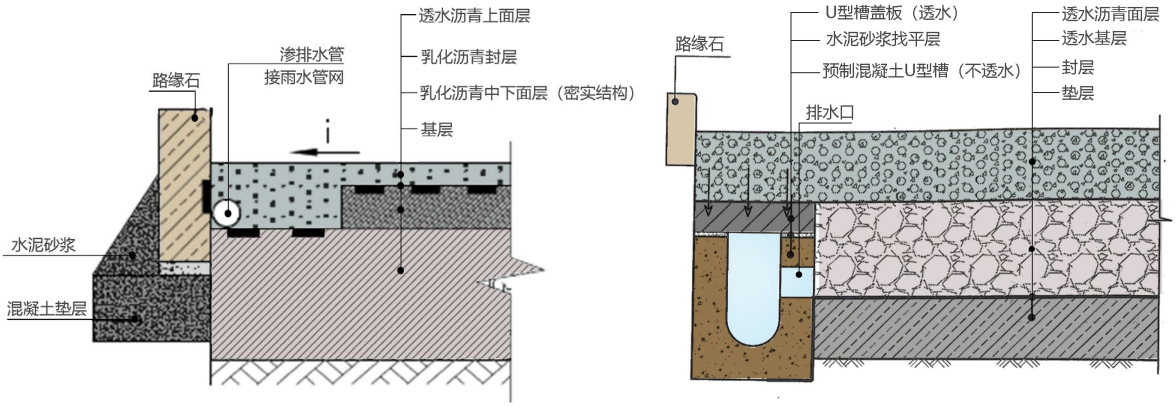


图 5.2-8 透水沥青边缘排水示意图

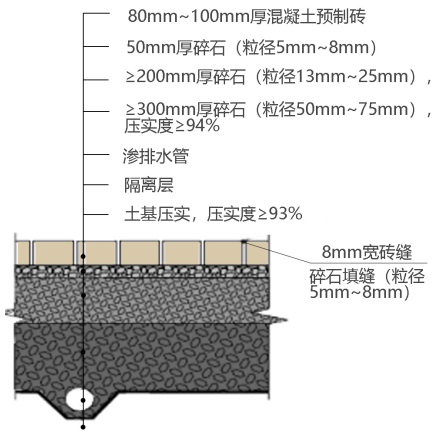
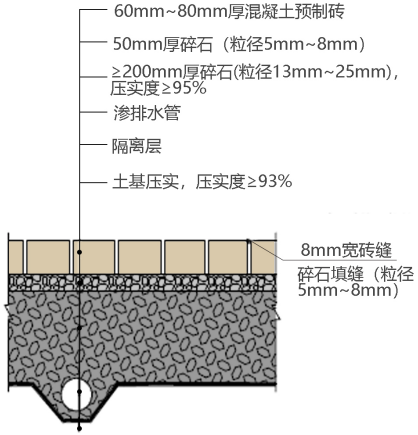
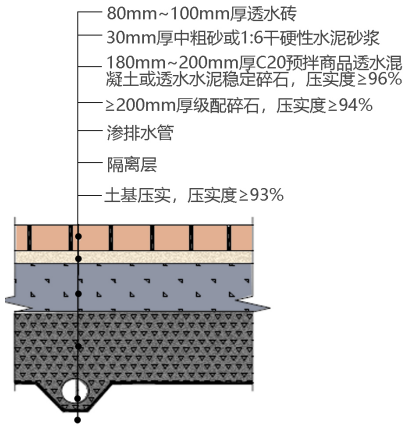
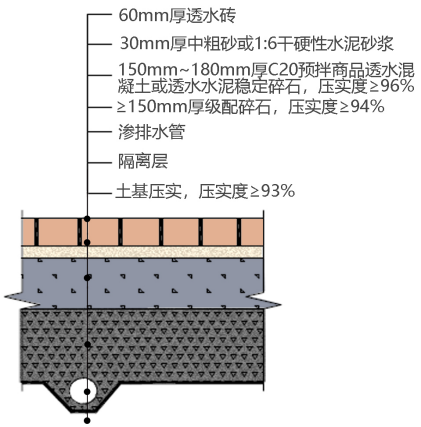
4. 景观设计要点

构造透水铺装和嵌草透水铺装耐压耐磨，抗冲击，抗老化，耐腐蚀，可与绿化功能合二为一，减少硬质铺装的生硬感；透水砖透水性好、防滑功能强、色泽自然、线条整齐，但无法承受高强度碾压，易破裂；透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装能有效保障行车安全、维护成本低、颜色多样，与四周环境相映衬，自然美观。

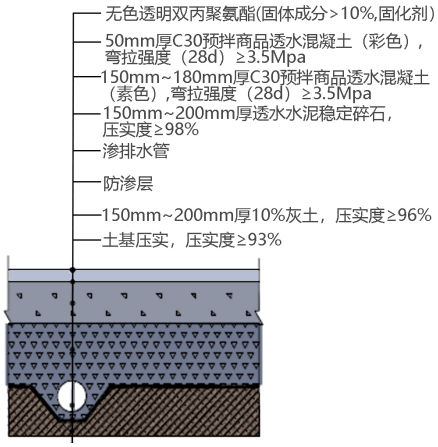
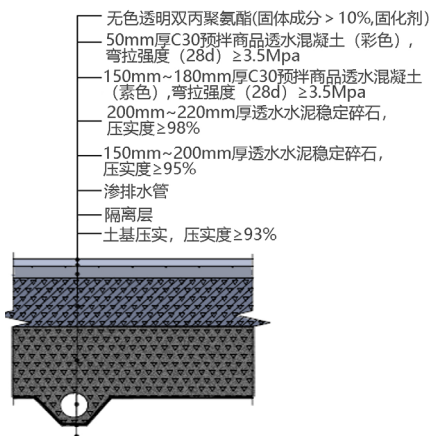
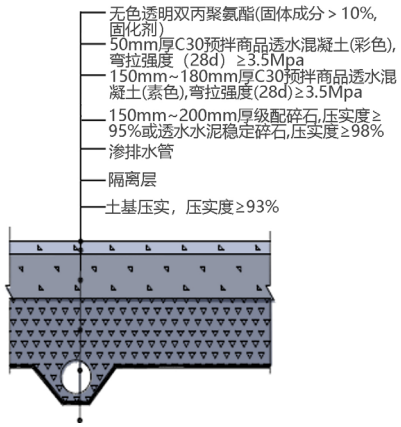
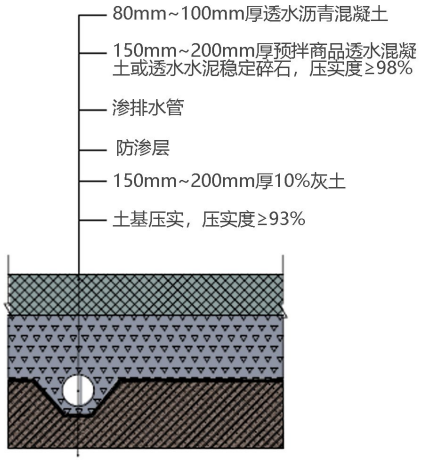
图 5.2-9 透水铺装与绿地界面的衔接

5. 构造详图

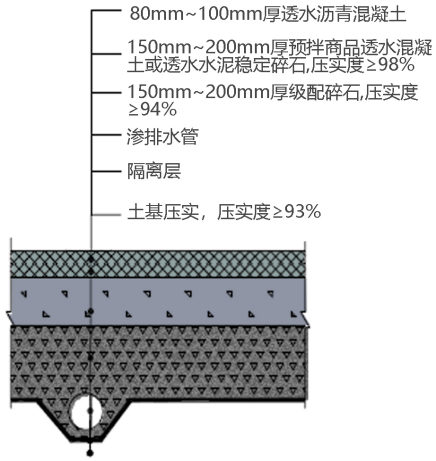
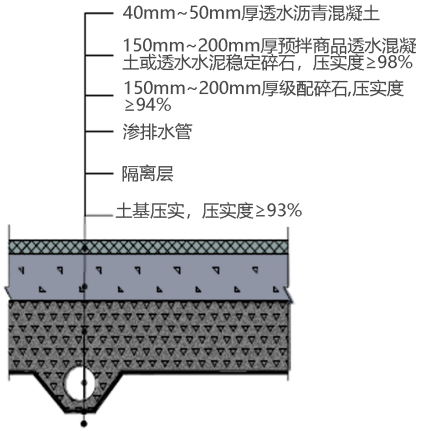
表 5.2-8 透水砖铺装、透水混凝土、透水沥青等铺装典型构造做法

示意图	 缝隙透水型砖铺装路面结构图（全透式）	 缝隙透水型砖铺装路面结构图（全透式）	 透水砖铺装路面结构图（全透式）	 透水砖铺装路面结构图（全透式）
备注	适用于标准轴载为 40kN 的轻型车辆荷载道路，如非机动车道、停车场以及有行车和停车需求的广场等	适用于人群荷载为 5kPa 的道路，如人行道以及无行车和停车需求的广场等	适用于标准轴载为 40kN 的轻型车辆荷载道路，如非机动车道、停车场以及有行车和停车需求的广场等	适用于人群荷载为 5kPa 的道路，如人行道以及无行车和停车需求的广场等

续表 5.2-8

示意图	 透水水泥混凝土路面结构图一（半透式）	 透水水泥混凝土路面结构图二（全透式）	 透水水泥混凝土路面结构图三（全透式）	 透水沥青混凝土路面结构图一（半透式）
备注	适用于标准轴载为 40kN 的轻型车辆荷载道路，如非机动车道、停车场以及有行车和停车需求的广场等		适用于人群荷载为 5kPa 的道路，如人行道、无行车和无停车需求的广场等	适用于标准轴载为 40kN 的轻型车辆荷载道路，如非机动车道、停车场以及有行车和停车需求的广场等

续表 5.2-8

示意图	 透水沥青混凝土路面结构图（全透式）	 透水沥青混凝土路面结构图（全透式）		
备注	适用于标准轴载为 40kN 的轻型车辆荷载道路，如非机动车道、停车场以及有行车和停车需求的广场等	适用于人群荷载为 5kPa 的道路，如人行道以及无行车和停车需求的广场等		

5.2.2　　生物滞留设施

1.　主要内容

生物滞留设施指在地势较低的区域，通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、渗滤、净化径流雨水的设施。生物滞留设施按应用位置及结构做法又分为生物滞留带、雨水花园、生态树池、高位花坛等；根据入渗形式可分为防渗型、部分入渗型、全入渗型。

2.　适用性

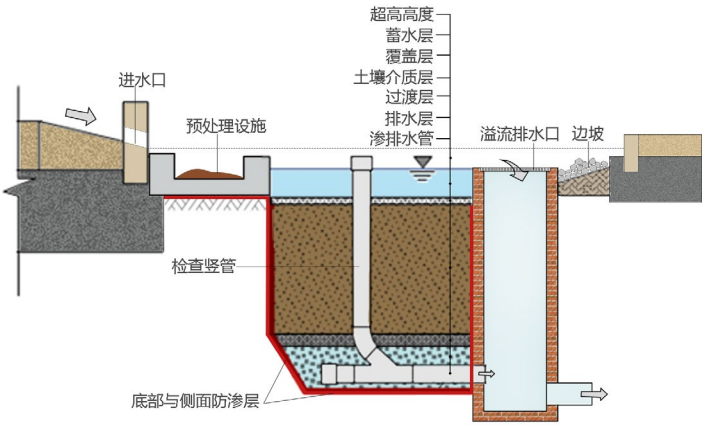
生物滞留设施常用于收集自身及周边区域的雨水、处理较小汇水范围的雨水径流，适用于建筑小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，公园绿地以及城镇道路绿化带等城镇绿地内。

3.　布置与选型

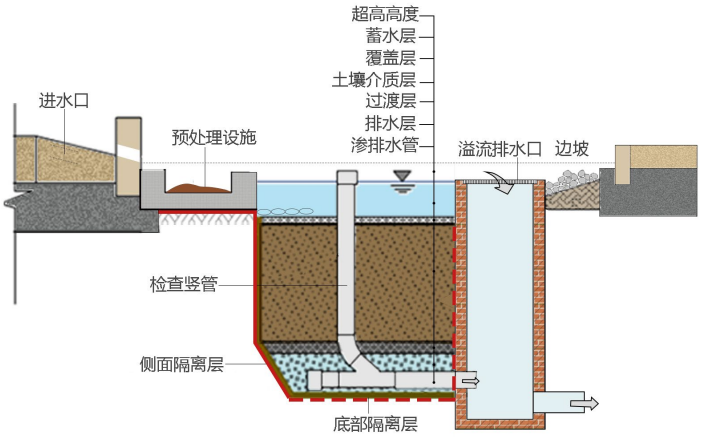
———根据入渗形式选型

1）防渗型生物滞留设施应设置底部与侧面防渗层及排水层，部分入渗型生物滞留设施不应设置底部防渗层但应设置排水层，全入渗型生物滞留设施不应设置底部防渗层和排水层。

防渗型



部分入渗型



全入渗型

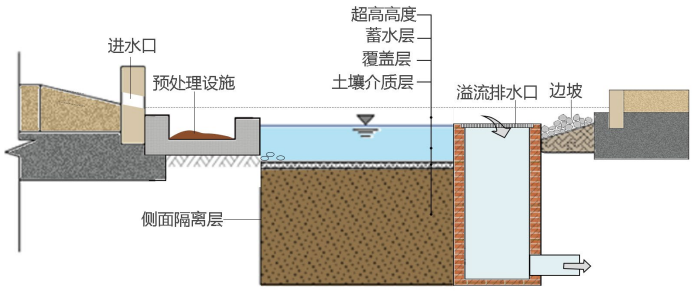


图 5.2-10 生物滞留设施分类示意图

2）生物滞留设施可布置为在线式或离线式，并应符合下列规定：

- 生物滞留设施接纳场地中建筑雨落水管渠等主要排水通道中的径流，易对生物滞留设施结构造成冲蚀破坏时，应选用离线式生物滞留设施。
- 多个生物滞留设施或生物滞留设施与其他源头减排设施共同承担汇水面径流控制要求时，上下游径流组织路径、设施规模应衔接和匹配。

3）下列场地应选用防渗型生物滞留设施：

- 生物滞留设施结构底部距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1.0m。
- 径流雨水入渗污染地下水或造成已受污染土壤中污染物淋洗迁移。
- 生物滞留设施边缘与建筑物基础边缘之间的水平距离小于 3.0m。
- 生物滞留设施设置于地下建筑顶面覆土层。

- 径流雨水入渗将损害建(构)筑物、道路、地下管线与综合管廊的基础。

4）部分入渗型与全入渗型生物滞留设施选用应符合下列规定：

- 生物滞留设施结构底部距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于 1.0m。

- 生物滞留设施结构底部以下原有土层的稳定入渗率小于 12.5mm/h，或小于设计排空时间对应的设计稳定入渗率时，应选用部分入渗型生物滞留设施。

- 选用全入渗型生物滞留设施时，生物滞留设施结构底部以下原有土层的稳定入渗率不应小于 12.5mm/h，且不应小于设计稳定入渗率。

- 生物滞留设施结构底部以下原有土层的稳定入渗率应在设施建设前通过试坑渗透试验进行实地勘测。每个生物滞留设施建设范围内宜至少布设 1 个勘测点，试坑应开挖至生物滞留设施结构底部，试验方法应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的有关规定，并应取各勘测点实测值中的最小值作为设计依据。不具备实地勘测条件时，宜选用部分入渗型生物滞留设施。

5）选用防渗型与部分入渗型生物滞留设施及溢流排水口为盖篦雨水口的生物滞留设施时，渗排水管、溢流排水口连接管出水应排入邻近雨水口、雨水检查井、受纳水体或蓄水设施。

———根据应用位置及结构做法选型

1）生物滞留带

- 生物滞留带是具有滞留和净化径流雨水功能，外表类似一般的绿化隔离带，主要用于处置路面径流的生物滞留设施。可替代停车场、道路及高速公路中间的绿化隔离带，达到净化、输送道路径流和营造景观的多重目的。根据设置位置不同，又分为生物滞留带(I 型)和生物滞留带(II型)。

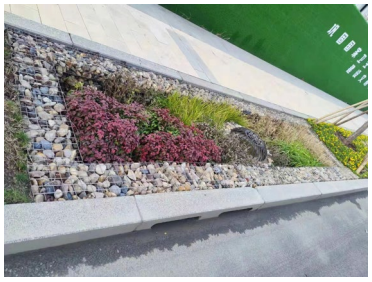




图 5.2-11 生物滞留带实景图

- 适用性：生物滞留带(I 型)也常称为雨水花坛，多设置于人行道，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带可参照使用；生物滞留带(II型)适用于无车辆荷载影响的绿化内，并杜绝施工期间有作业车辆影响。

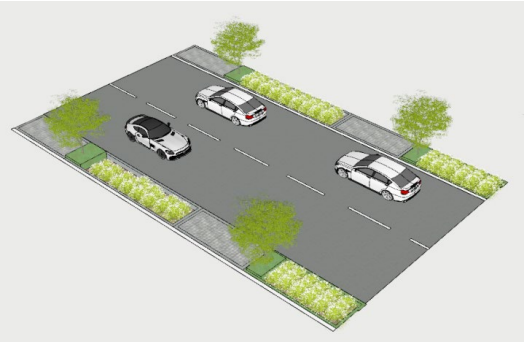



图 5.2-12 生物滞留带适用场景图

2）雨水花园

- 雨水花园是自然形成的或人工挖掘的浅凹绿地，被用于汇聚并吸收来自屋顶或地面的雨水，是一种生态可持续的雨洪控制与雨水利用设施。

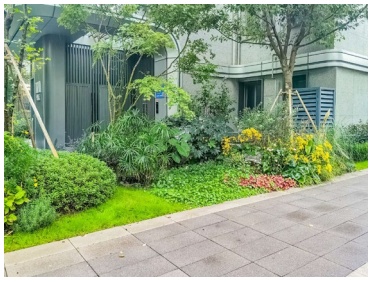




图 5.2-13 雨水花园实景图

- 适用性：雨水花园适用于建筑小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，公园绿地以及城镇道路绿化带等城镇绿地内，绿地宽度不宜小于 3.0m。


图 5.2-14 雨水花园适用场景图

3）生态树池

- 生态树池是在树池设置范围内采取一定的特殊滤料、结构等生态化的措施对降雨径流和污染物进行控制的设施。生态树池内部含多层过滤介质、地下排水系统和乔木根系。

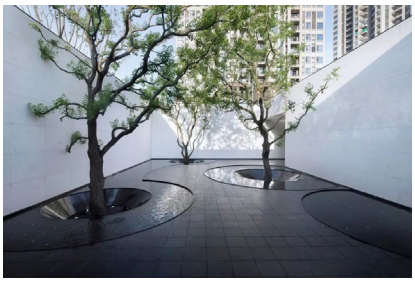


图 5.2-15 生态树池实景图

- 适用性：生态树池适用于行道树之间的带状空间，收集车行道及人行道径流雨水，也可用于建筑小区、公园绿地和广场内树池。

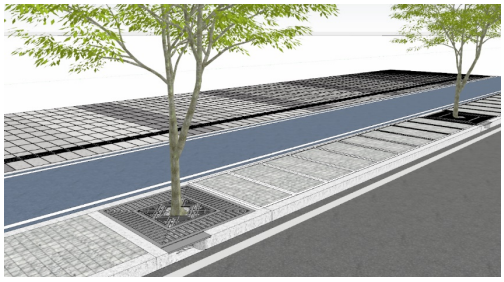


图 5.2-16 生态树池适用场景图

4）高位花坛

- 高位花坛是基于土壤渗滤系统改进，由人工建成的，出水口相对于集水面有一定垂直距离，雨水从高位进水口进入，在势能差的作用下向下经过填充基质，通过基质的吸附截留和微生物作用实现水质净化，最终从低位出水口流出，能净化和收集降雨径流并兼具美化环境功能的花坛。


图 5.2-17 高位花坛实景图

- 适用性：高位花坛主要适用于建筑周边花坛，并与建筑雨落水管联合使用。

图 5.2-18 高位花坛适用场景图

4. 一般技术设计要点

1）进水口

- 进水口可选择集中进水和漫流进水两种方式，集中进水可采用路缘石开口、建筑雨落水管、植草沟或硬质集水沟等形式。

- 进水口与汇水面径流组织路径应在平面和竖向上有效衔接。

- 离线式生物滞留设施进水口的设计应确保径流首先通过进水口进入设施，超过进水口截流能力或超过设施径流体积控制量时应超越排放。

- 进水口设计流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的 1.5 倍~3.0 倍。

- 设置多个路缘石开口进水口时，进水口数量应根据路缘石开口总宽度和单个路缘石开口宽度确定，进水口的位置和间距应确保汇水面径流进入。

- 路缘石开口集中进水口设计应符合下列规定：

路缘石开口处路面标高应比周围路面标高低 30mm~50mm。

单个路缘石开口宽度不宜小于 400mm，路缘石开口总宽度应按下式计算：

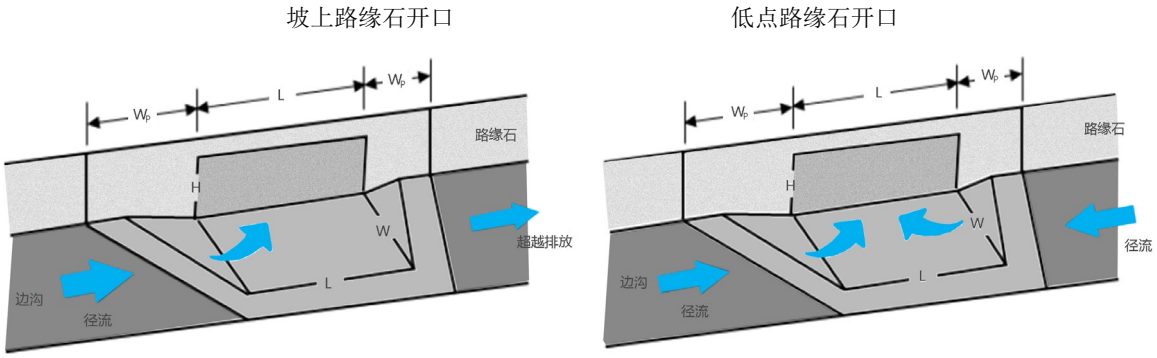


图5.2-19路缘石开口示意图

位于道路纵向坡上的路缘石开口宽度可按下式计算：

$$L = 0.82Q^{0.42}{S_L}^{0.3}(\frac{1}{nS_e})^{0.6} \tag{5.2.2-1}$$

$$S_e = S_X + S_W\frac{Q_W}{Q} \tag{5.2.2-2}$$

式中：L——路缘石开口宽度（m）；

Q——设计流量（m^3/s）；

SL——道路边沟纵向坡度（m^3）；

n——粗糙率，可取 0.016；

Se——等效横向坡度；

Sx——道路横向坡度；

Sw——边沟横向坡度；

Qw——边沟宽度范围内纵向流量（m^3/s），按《城镇内涝防治技术规范》GB 51222 计算。

位于道路纵向低点处的路缘石开口长度可按下式计算：

$$Q_e = \frac{2}{3}m\sqrt{2g}W_e{H_e}^{1.5} \tag{5.2.2-3}$$

$$H_e = \left(1 - C\right)(L + kW_p) + 2W \tag{5.2.2-4}$$

$$Q_O = mA_e\sqrt{2g(H_O - 0.5H)} \tag{5.2.2-5}$$

$$A_e = (1 - L)HL \tag{5.2.2-6}$$

$$\min\{Q_e，Q_O\} \geq Q \tag{5.2.2-7}$$

式中：Qe——堰流流量（m^3/s）；

m——流量系数，可取 0.6；

g——重力加速度（m/s^2），可取 9.81；

We——有效堰宽（m）；

He——堰上水头（m）；

C——堵塞系数，可取 0.1；

L——路缘石开口宽度（m）；

k——进水口处局部变坡宽度系数，可取 1.8~2.0；

W_p——进水口处局部变坡宽度，可取 0.15m~0.3m；

W——边沟宽度（m），可取 0.5m~0.6m；

Q_O——孔口流量（m^3/s）；

Ae——过流面积（m^2）；

Ho——孔流水位高度（m）；

H——路缘石开口高度（m）；

Q——设计流量（m^3/s）。

开孔的类型可结合路缘石类型采用门洞型、敞口型。

对于需要跨越步行通道的路缘石开口，应采取加盖等防护措施。

对于纵坡坡度大于 4%的道路，应适当增加开口数量。

当路面垃圾较多、路缘石开口较大时，宜安装低碳钢丝网拦截路面垃圾。

2）预处理

- 建筑雨落水管、植草沟进水口应设置消能池等消能设施，常见的消能方式包括散水石板消能、卵石消能、明沟消能、雨水簸箕消能等；其他集中进水口处应设置沉泥池或沉泥槽等沉淀设施，沉泥池或沉泥槽的消能效果不足时，应在沉泥池或沉泥槽的外围铺设防冲蚀碎石或卵石。

- 漫流进水口应根据汇水面径流污染情况和进水冲刷情况设置植被缓冲带、碎石槽、沉泥池或沉泥槽等预处理设施。

- 沉泥池或沉泥槽的深度不宜小于 100mm，底部应为便于清淤的硬质结构，侧壁应间隔设置孔或缝，也可采用散置碎石结构。

图 5.2-20 预处理设施做法示意

3）蓄水层

- 蓄水层的深度应为溢流面与生物滞留设施表面之间的高度，宜为 200mm~300mm；蓄水层应设置 50mm~100mm 的超高（高位花坛可无超高）。蓄水层雨水全部入渗时间宜为 2h~4h。

- 生物滞留设施的边坡、边墙应稳固、耐冲蚀，并应符合下列规定：边坡坡度宜为 1：3~1：5，坡面应采用植草或铺设耐冲蚀骨料等方式护坡；边坡坡度较陡或无放坡条件时，可采用挡土板、边石、石笼、砌砖、砌石或混凝土挡土墙等挡土或收边。

4）覆盖层与土壤介质层

- 覆盖层的厚度宜为 50mm~100mm，应优先在表层易冲刷范围内铺设，不宜满铺。应优先选用再生骨料等有机材料，不应选择易漂浮、易冲刷材料，并应避免材料暴晒升温导致的土壤介质水分蒸发流失。

- 土壤介质层的厚度应根据植物种植和雨水净化要求确定，宜为 350mm~1500mm。

- 土壤介质可选用天然土壤介质或人工土壤介质，并应符合下列规定：土壤介质压实度不小于 80%时的稳定入渗率测试值宜为设计稳定入渗率f_m的 3 倍~6 倍，介质稳定入渗率测试应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的有关规定；土壤介质控制指标与技术要求宜符合表 5.2-9 的规定，土壤介质障碍因子技术要求、环境质量要求、取样送样及检测方法应符合现行行业标准《绿化种植土壤》CJ/T 340 的有关规定；人工土壤介质可由骨料、天然土、有机基质构成。骨料可采用机制砂，有机基质可采用绿化植物废弃物堆肥产品，植物废弃物堆肥后的技术指标应符合现行国家标准《绿化植物废弃物处置和应用技术规程》GB/T 31755 的有关规定。

表 5.2-9 生物滞留设施土壤介质控制指标与技术要求

<table>
<tr><td colspan="3">控制指标</td><td>技术要求</td></tr>
<tr><td colspan="3">质地</td><td>壤土或砂质壤土</td></tr>
<tr><td colspan="3">有机质</td><td>30g/kg~50g/kg</td></tr>
<tr><td colspan="3">pH 值</td><td>5.5~8.3</td></tr>
<tr><td colspan="3">阳离子交换量(CEC)</td><td>≥10cmol(+)/kg</td></tr>
<tr><td colspan="3">有效磷(P)</td><td>≤15mg/kg</td></tr>
<tr><td rowspan="4">含盐量</td><td rowspan="2">EC 值(适用于一般绿化)</td><td>5：1 水土比</td><td>0.15mS/cm~0.90mS/cm</td></tr>
<tr><td>水饱和浸提</td><td>0.30mS/cm~3.00mS/cm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">质量法(适用于盐碱土)</td><td>基本种植</td><td>≤3.0g/kg</td></tr>
<tr><td>栽植耐盐植物</td><td>≤4.0g/kg</td></tr>
</table>

- 用于海绵城市设施中的土壤改良：无锡市土壤多为粉质黏土，渗透性能差。无锡浅部黏土的最佳掺砂率是 25%，掺砂率达到 25%时就可大幅度提高水分的入渗能力，可以显著的加快湿润锋进程和累积入渗量。掺砂率 25%也是抗侵蚀的下限指标。通过黏土掺砂可显著抑制黏土的日蒸发量和累积蒸发量。黏土掺砂可显著提高掺砂层以下土壤的含水率，提高土壤的保水性，大幅减弱土壤的蒸发能力、提高土壤的含水率，对植物生长具有积极作用。

- 园林绿化中的土壤改造可利用基于掺砂的浅部黏土“海绵化”改良技术，无锡浅部黏土的最佳掺砂率是 25%。掺砂改良要求把 2m 厚的表土挖出后进行摊铺、晾晒、干燥、粉碎，然后与 0.5m 厚的干砂混合均匀，从而形成改良的海绵土，再将海绵土回填进那些表土挖除后的坑位即可。

- 海绵土(介质土)比例推荐，一类种植土：中粗砂：椰糠（可换成相同效益的其他填料）=2：2：1；一类种植土：J1/J2 型玻璃轻石=4：1。

5）过渡层与排水层

- 过渡层不宜采用透水土工布，宜选用平均粒径大于 0.5mm 的粗砂，厚度宜为 100mm。当排水层材料颗粒级配能阻止上层土壤介质渗漏流失时，可取消过渡层。

- 排水层厚度不宜小于 250mm，材料可选用粗砂、砾石或碎石，含泥量按质量计不应大于 1%。

- 宜优先选用建筑垃圾再生骨料作为粗砂、砾石与碎石的替代材料，再生骨料坚固性、压碎指标应符合《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的规定。

- 可采用经无锡本地实践检验且行之有效的生态多孔纤维棉及玻璃轻石材料。生态多孔纤维棉及玻璃轻石是集渗透、缓冲、保水、排放和支持植物生长功能于一体的新材料，保水性良好。

生态多孔纤维棉基本参数如下：

生态多孔纤维棉性能要求应符合《生态多孔纤维棉》T/CBMCA 006 的规定，具有《CQEF 生态多孔纤维棉标准符合性认定》证书；优先考虑选用入编住建部《住建部海绵城市建设先进适用技术与产品应用指南》及水利部《国家成熟适用节水技术推广目录》产品。

玻璃轻石基本参数如下：

玻璃轻石单体密度最小 0.2g/cm^3，最大 1.2g/cm^3，孔隙率 50%~90%，比表面积大于 2m^2/g，抗压强度 0.9 MPa~13 MPa，筒压强度 0.1 MPa~1.1 MPa，重量吸水率 25%~119%，体积储水量 0.3t~0.85t 水/m^3，耐腐蚀、抗风化、产品使用寿命长，不含重金属、放射性元素，应根据设计要求合理选择玻璃轻石规格。

表 5.2-10 玻璃轻石主要性能参数

品种		体积密度(g/cm)	重量吸水率(%)	单体抗压强度(MPa)	筒压强度(MPa)	体积储水率(%)
I 类	J1	0.2~0.3	119	0.9~1.5	≥0.1	65~85
	J2	0.3~0.4	94	2.5~3.0	≥0.3	68~81
I 类	J3	0.4-0.5	73	5.0-5.5	≥0.4	67-80
	J4	0.5-0.6	58	45211	≥0.6	66-79
II 类	J5	0.6-0.8	34	45243	≥1.1	60-75
	16(沉水)	0.8~1.2	25	12~18	≥1.3	55~70


J-1


J-2


J-3


J-4


J-5


J-6（沉水）

图5.2-21玻璃轻石分类示意图

- 排水层应埋置管径为 100mm~150mm 的渗排水管，材质可选择聚乙烯 PE 管、硬聚氯

乙烯 PVC-U 管等，并应符合下列规定：

开缝（孔）面积率宜为 1%~2%，环刚度不应小于 4KN/m^2。

排水层材料不得由缝（孔）进入渗排水管内，渗排水管开孔时，可采用耐水解的纱网进行包裹，纱网可选 80 目、100 目、200 目三种规格。a.采用圆形开孔时，开孔孔径应介于 4mm~6mm 之间；b.采用长条形开槽时，开槽宽度不宜大于 2mm，纵向长度宜为 20mm~30mm。

当渗排水管的开缝尺寸能阻止排水层材料进入渗排水管时，可取消透水土工布包裹。

渗排水管应在生物滞留设施的长度方向上通长铺设；生物滞留设施的宽度大于 12m 时应增设渗排水管，相邻渗排水管管中心之间的水平距离、单根渗排水管管中心与生物滞留设施表面边缘之间的水平距离不应大于 6m。

渗排水管铺设坡度宜为 0.3%~1.0%，且底部材料垫层的最小厚度不应小于 50mm。

渗排水管出水应排入溢流排水口或邻近雨水口、雨水检查井、受纳水体或蓄水设施。

渗排水管伸出排水层的管段不得开缝或开孔。

每根渗排水管起始端应安装设置可摘卸防护罩，防护罩既要保证通气效果，也要防止杂物进入管道内部。防护罩应便于打开，对管道内部进行观察。

- 检查竖管设计应符合下列规定：

检查竖管应按 Y 形或 T 形安装在渗排水管的起始端。

检查竖管的管径宜与渗排水管管径相同。

检查竖管不应开缝或开孔。

检查口管道由于长期裸露于地表，应采用防止光降解和热氧化的管材，如 PVC-U 管。检查口周边可采用植株较高的草本、灌木或块石遮挡。

检查竖管管顶标高不应低于溢流面标高且管口应安装可摘卸管帽。

单根渗排水管长度超过 12m 时，应增设检查竖管且间距不宜大于 6m。

6）隔离层与防渗层

- 隔离层设计应符合下列规定：

部分入渗型生物滞留设施应在底部和侧面铺设不小于 200g/m^2 的透水土工布作为隔离层。

全入渗型生物滞留设施采用人工土壤介质时可设置侧面隔离层。

底部隔离层应采用透水土工布，侧面隔离层可采用透水土工布、挡土墙、土工膜等。

- 防渗层可采用结构防渗、土工膜防渗或结构防渗与土工膜防渗结合，并应符合下列规定：

结构防渗可利用砌砖、砌石或混凝土等结构的边墙或基础进行防渗。

土工膜防渗可采用两布一膜复合土工膜或采用土工膜并在膜上、下分别铺设土工布进行防渗。

- 土工材料连接应符合下列规定：

土工布、土工膜可与边坡挡土结构、边墙或相邻道路结构连接，也可在边坡上设置锚固槽连接，并应符合现行国家标准《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术标准》GB/T 51403 的有关规定。

土工膜与相邻结构连接应保证密闭性。

渗排水管穿过土工膜时应局部采取密闭措施。

- 土工材料规格应符合下列规定：

土工膜可选用 PE 膜、高密度聚乙烯（HDPE）膜或 PVC 膜，膜厚度不应小于 0.5mm。

土工布横、纵向断裂强度不应小于 3kN/m。

7）溢流排水口

- 溢流排水口可采用盖篦雨水口、堰或路缘石开口，并应符合下列规定：

在线式生物滞留设施的溢流排放能力应与下游雨水管网、排涝除险设施衔接，并应满足场地排水防涝要求。

离线式生物滞留设施渗排水管可接出、蓄水层深度可控时，可取消溢流排水口。

溢流排水口采用盖篦雨水口时，连接管出水应排入邻近雨水口、雨水检查井、受纳水体或蓄水设施。

- 溢流排水口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。溢流排水口有平流式、堰流式和立式等形式，宜采用可调节立式溢流口。

- 溢流设施附近应设置堆石保护，粒径宜为 30mm~100mm。

- 溢流排水口尺寸应与海绵城市设施的汇流流量协调，井座外井圈裸露部分尺寸不宜过

大。

- 溢流口可根据实际情况采用隔离网等污染物拦截措施，截污挂篮可采用 PP 塑料或不锈钢，孔径小于 20mm，开孔率≥30%，截污挂篮过流能力应与上部雨水篦一致。

图5.2-22溢流口截污设施实景图

- 溢流排水口尺寸设计应符合下列规定：

溢流排水口的设计流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的 1.5 倍~3.0 倍。

溢流排水口为盖篦雨水口时尺寸可按下列公式计算：

$$Q_W = \frac{2}{3} m\sqrt{2g} w_e {H_W}^{1.5} \quad (5.2.2\text{-}8)$$

$$Q_0 = meA_0\sqrt{2gH_0} \quad (5.2.2\text{-}9)$$

$$\min(Q_W，Q_0) \geq Q \quad (5.2.2\text{-}10)$$

式中：Q_W——堰流流量（m^3/s）；

m——流量系数，可取 0.6；

g——重力加速度（m/s^2），可取 9.81；

w_e——有效堰宽（m），即溢流排水口过水周长；

H_W——堰上水头（m），可取蓄水层超高高度；

Q_0——孔流流量（m^3/s）；

e——考虑篦子占用过流面积后的净过流面积率，可取 0.6；

A_0——孔流过流面积(m^2)；

H_0——孔流水位高度（m），可取蓄水层超高高度；

Q——设计流量（m^3/s）。

溢流排水口为矩形堰或路缘石开口时，尺寸可按式 5.2.2-1~7 计算。

8）一般情况下地下管线不宜穿越生物滞留设施，必须穿越时，应做好保护措施，并不得影响生物滞留设施的正常功能。严禁燃气管、电力管穿越生物滞留设施，必须在生物滞留设施下方通过时应采取保护措施。

5. 各分项设施典型技术设计要点

1）生物滞留带

- 生物滞留带(I 型)池壁需采用钢筋混凝土，支挡深度需根据深度进行结构核算。
- 多个生物滞留带(I 型)渗排水管串联时，需采取措施防止泥土进入管道。
- 生物滞留带(II型)池壁采用砖砌体结构，砌体砖应符合《砌体结构设计规范》GB 50003 的强度要求。
- 生物滞留带(II型)周边绿化回填需在生物滞留带砌体结构形成强度(28d)后方可进行，且采用人工静压压实。

2）雨水花园

- 雨水花园宜分散布置且规模不宜过大，单个面积不小于 $2m^2$，最大服务面积不大于 $2hm^2$。
- 雨水花园不得设置在城市供水处理构筑物、蓄水池或水井周边。
- 设计不宜采用垂直边坡，需经结构设计校核。

3）生态树池

- 多个生态树池可采用渗排水管串联，渗排水管外需采取措施防止泥土进入管道。
- 外壁、基础及支撑结构须满足应用环境的荷载需求，应经结构设计计算后确定材质及强度等级，并应满足防渗要求。
- 盖板应为透水材料，其顶面标高不应高于人行道铺装面层标高。盖板需满足通行荷载要求，盖板强度需校核，设施盖板可采用格栅盖板、石材穿孔盖板等。树池保护栅格厚度应大于 4cm，承重应大于 2.5KN，落水面积应大于 80%。
- 生态树池大小和深度应根据项目的蓄渗容积计算后由设计人员确定，根据收集周边雨水径流量来确定每层填料配比以及材料规格。

- 当生态树池位于地下建筑之上、黏土地区或其底部出水进行集蓄回用时，可在底部及周边设置防渗层和渗排水管。

- 砾石排水层孔隙率宜为 35%~40%，有效孔径宜大于 80%。砾石排水层中应设置管径为 100mm~150mm 的渗排水管，开孔率应控制在 1%~3%之间。

- 宜以木本植物为主，树穴的种植土厚度应符合《园林绿化工程施工验收规范》CJJ/T 82 的有关规定。

4）高位花坛

- 高位花坛外墙及基础需经结构计算后确定尺寸及材质，并应满足防渗要求。

- 建筑雨落水管接入高位花坛处需设置防冲刷及缓排设施。

6. 景观设计要点

- 生物滞留设施可结合多种石材营造丰富的空间景观，厚度一般为 50mm~80mm，可采用多种材质点缀搭配的形式，丰富表层的景观效果，若无冲刷风险处需保证植物种植密度，保证无原土裸露，植物覆盖需与石材覆盖区域比例得当。

图 5.2-23 覆盖层做法示意

- 设置海绵标识、互动设施。利用互动设施将雨水净化过程可视化，互动设施需具有科普性与参与性，注意细节把控。

图 5.2-24 互动设施做法示意

图 5.2-25 标识展示图

- 应顺应地形布设生物滞留设施，不宜将生物滞留设施设于全阴处。

表 5.2-11 汇水区场地地形调整策略

现状场地坡度	场地地形调整策略
0~1%	对场地进行填挖处理，适当调大排水坡度，或设置植草沟等转输设施
1%~5%	对雨水径流路线和流量进行组织，避免雨水径流过于集中
5%~12%	分流雨水径流，并通过种植草皮、放置石笼等措施对排水区域表层土壤进行改造，避免因径流冲刷造成水土流失
12%-15%	通过设置阶梯等方式，对排水区域结构进行加固，避免次生灾害和影响居民安全
＞15%	对场地进行填挖处理，并设置截洪沟进行引流

- 生物滞留设施蓄水层积水应在 4h 内下渗完毕，应选择既有一定的耐旱性，又有短暂耐水湿能力的抗逆性良好的植物。

- 溢流口篦子设计可采用景观小品等表现手法，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 5.2-26 溢流口篦子做法示意

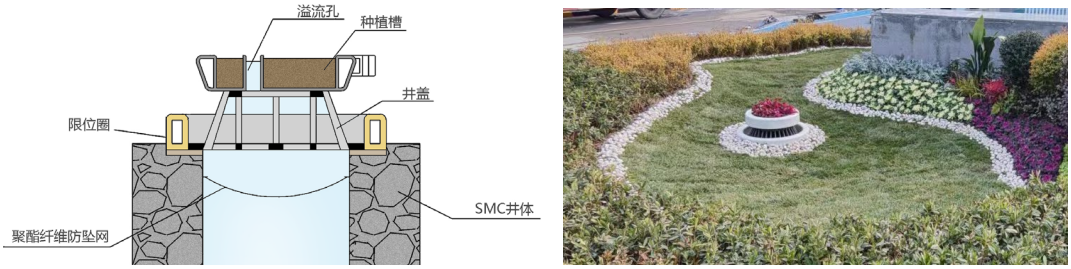


图 5.2-27 溢流口井盖改造实景图

● 溢流井井体材质可以采用砖砌型、钢筋混凝土砌筑型、混凝土模块拼装式或塑料成品。采用塑料成品模块材料性能应符合《雨水渗透、调蓄、储存用塑料模块》GB/T 40224 的要求，环刚度≥8KN/m^2，防止暴露日晒引发塑料老化，保证溢流井在设施内部的结构稳定性。

● 可通过种植植物、营造地形等方式有效改善观赏风貌。植物种植：可选用芒草、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。

图 5.2-28 溢流井周边处理示意图

● 雨水花园的外形以曲线为宜，切忌用直线破坏雨水花园自然的景观特性，其造型以新月形、肾形、马蹄形、椭圆形或其他不规则的形状为佳。为了能够收集足够多的水，雨水花园长边应该垂直于坡度和排水的方向；为了提供足够的空间以栽植植物和让雨水均匀通过整个底部。

● 卵碎石式雨水花园表层以碎石及景观石为主，结合场地周边及乡土树种的植物群落形式，提高生物多样性；石笼式雨水花园可使用再生混凝土或废弃的岩体来填充，内部辅以半水生植物，注意色彩搭配和形式多样性；台地式需注意生态边沟与场地、道路及地形平顺衔接，面层一般可覆盖草坪或低矮草本植物，土壤下层填充碎石，以保证在雨水较少时就地下渗。

图 5.2-29 雨水花园边界处理示意图

● 生态树池盖板形状可选择圆形、方形、多边形或多个组合形状来呼应景观元素。

- 生态树池可与座椅、乔灌木结合进行一体化设计。



图 5.2-30 生态树池与座椅结合示意图

7. 构造详图

1）生物滞留带

- 生物滞留带典型构造

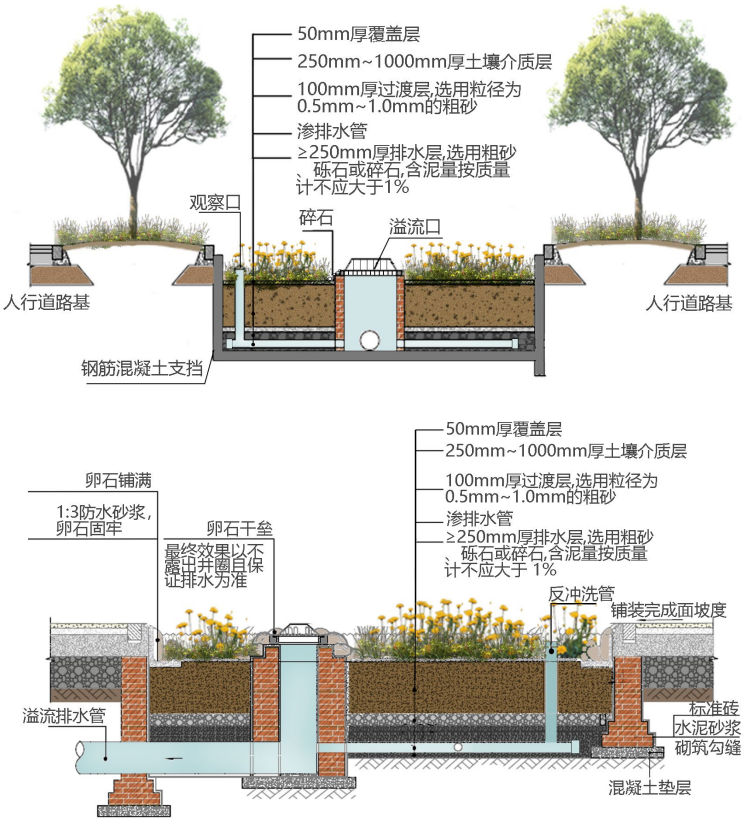


图 5.2-31 生物滞留带(I 型) (II型)典型构造示意图

生物滞留带用于道路绿化分隔带时，需对初期径流雨水进行处理，可采用在临道路侧设置截污框或预埋渗排水管的形式对初期径流雨水截流。

- 生物滞留带增加盖板做法

生物滞留带顶部可增设盖板，盖板强度要求同生态树池，道路雨水通过立篦排水口进入或排水沟导流进入。

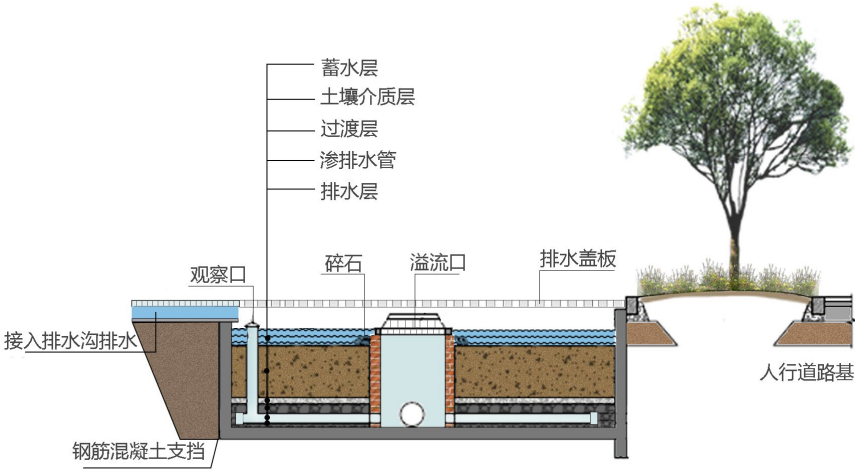


图 5.2-32 生物滞留带增加盖板做法示意图

2）雨水花园

- 雨水花园典型构造

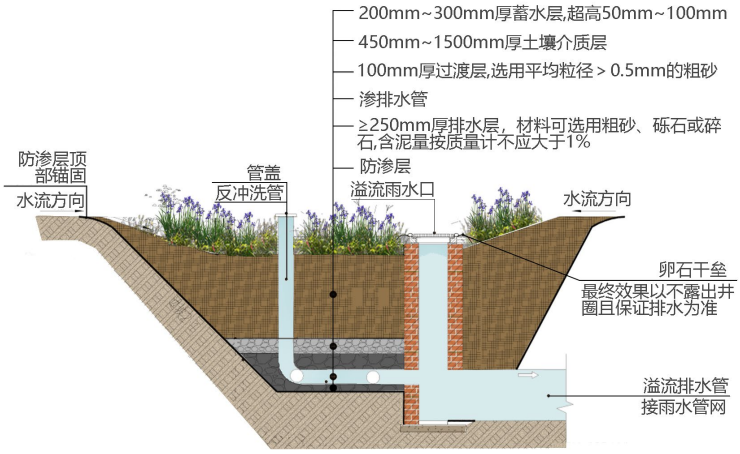


图 5.2-33 雨水花园典型构造示意图

- 装配式雨水花园做法

装配式雨水花园是将生物滞留设施的功能构件进行标准化、模块化和集约化设计，实现批量化生产和标准化安装的新型海绵城市设施。

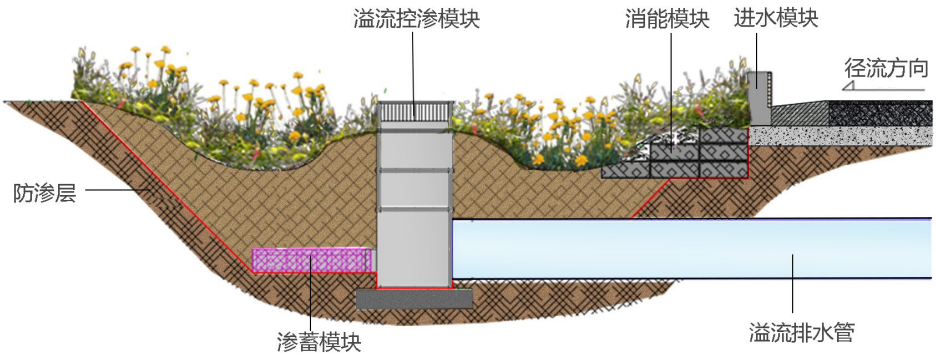


图 5.2-34 装配式雨水花园典型构造

装配式雨水花园的各个功能模块主体材质为 ABS、PP、PE、PVC、不锈钢 304 等防腐、防老化、抗冲击材料。

进水模块拦截径流雨水中的大颗粒垃圾、污染物，进水模块最大过流孔径为 1cm，设计参数同本指引路缘石开口相关规定。进水模块须具有水平和竖向标定组件，为安装和施工提供基点控制辅助。

消能模块消减径流冲击能量，避免径流产生冲击破坏和污染，对冲击能量消减率不低于 85%。

渗蓄模块收集和调蓄过滤层渗滤雨水，并将雨水均匀布散至整个渗透面层，当不具备渗透条件时可将雨水传输至溢流控渗模块，渗蓄模块储水容积比不低于 80%，透水量不低于 350L/h•m^2，竖向荷载不低于 10kN/m^2。

溢流控渗蓄模块控制和稳定生物滞留设施的渗透速率，保证径流污染去除效果，同时为超量径流提供溢流通道。溢流控渗模块的渗滤速率可调，调节范围为 30mm/h~200mm/h。溢流控渗模块溢流通量不低于 45L/s，缓释排水流量调节范围为 1.5m^3/h~3m^3/h。

适用常规雨水花园的应用场景，更适合具有短工期、高质量施工要求，准确和可变排空时间要求，径流污染情况复杂的环境。

3）生态树池

- 生态树池典型构造

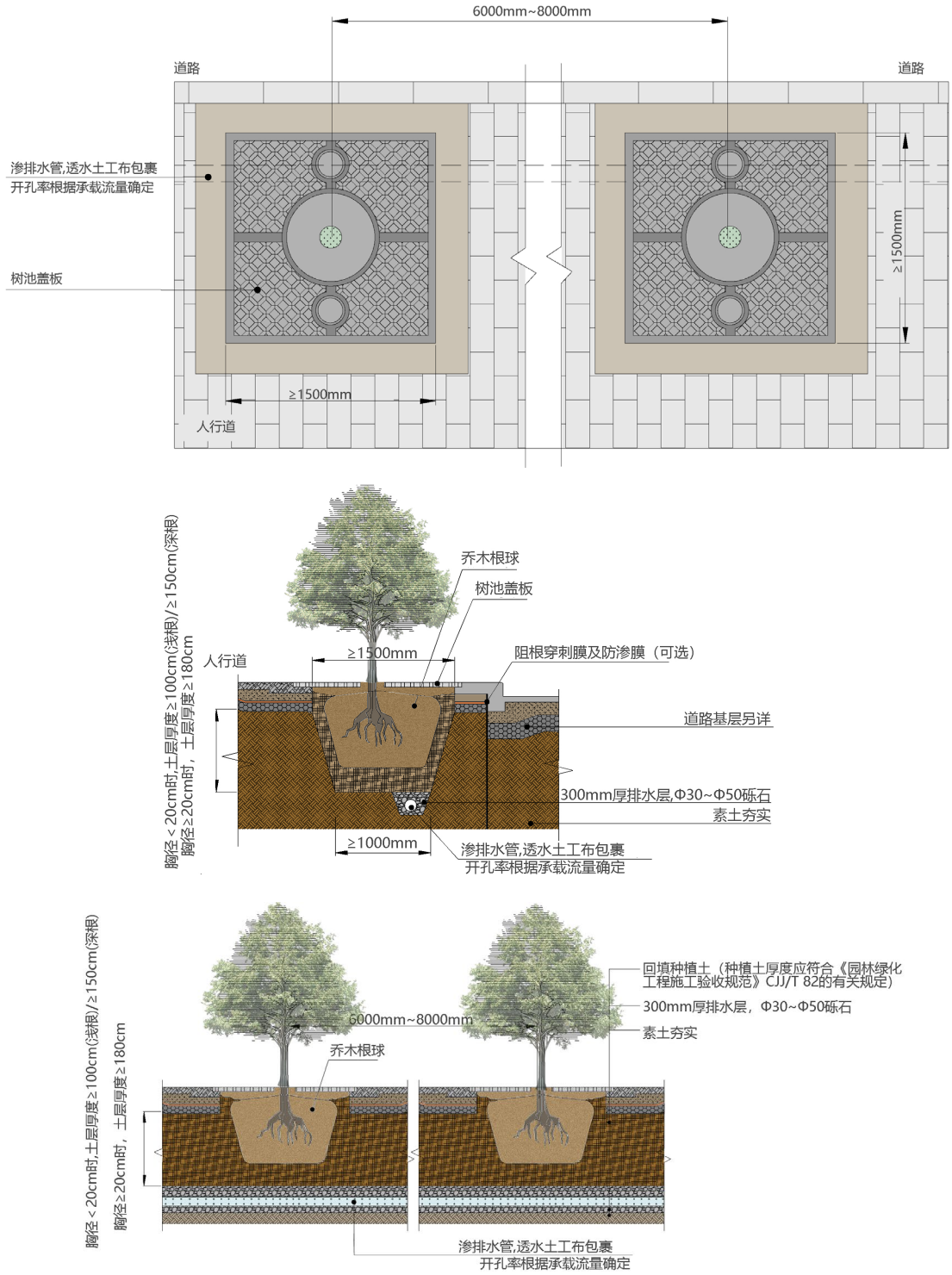


图 5.2-35 生态树池典型构造

- 装配式纤维模块组装型生态树池

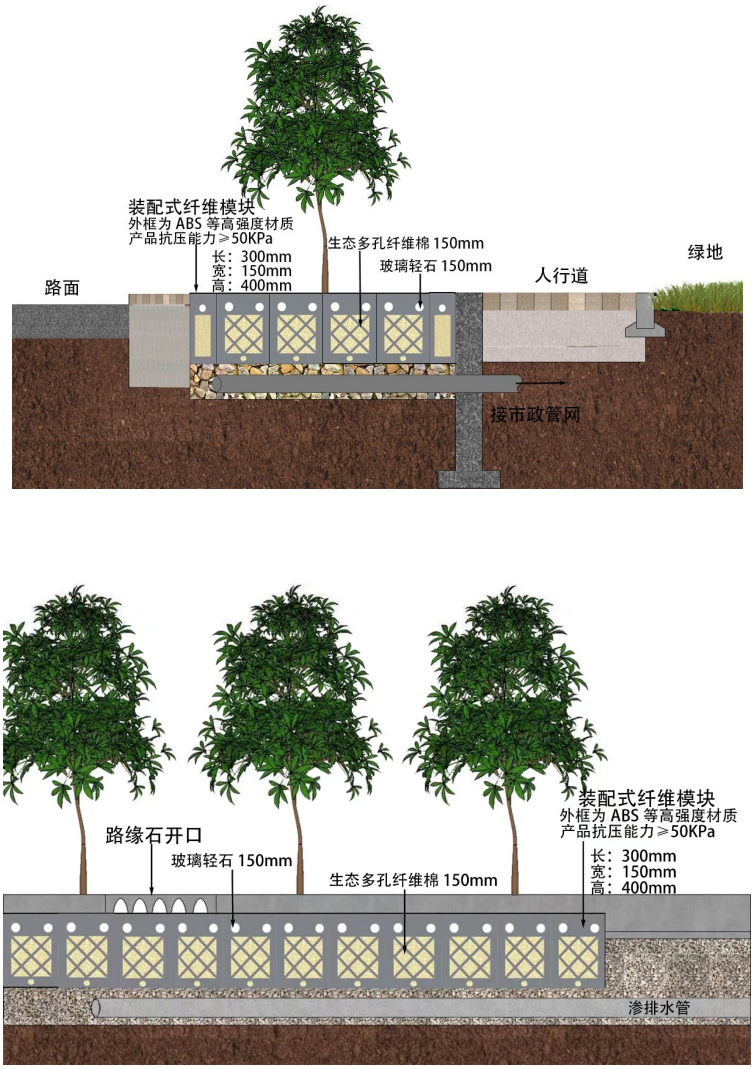


图5.2-36装配式纤维模块拼装示意图

装配式纤维模块应贴近铺装线性布置，不宜多排并列。

装配式纤维模块应由过滤组件、净蓄组件、智能组件（可选）构成，其中过滤组件由玻璃轻石或海绵介质土组成。净蓄组件由生态多孔纤维棉（孔隙率≥93%）组成。

产品外框为 ABS 等高强度材质一体化构成，应具有第三方的抗压、成分无毒检测报告。

4）高位花坛

- 高位花坛典型构造

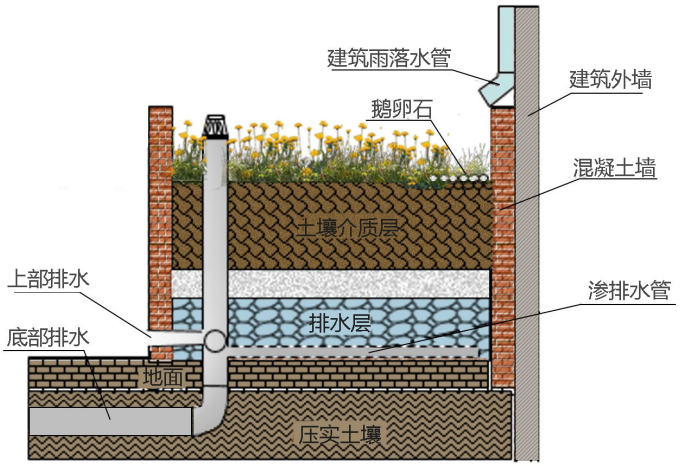


图 5.2-37 高位花坛典型构造示意图

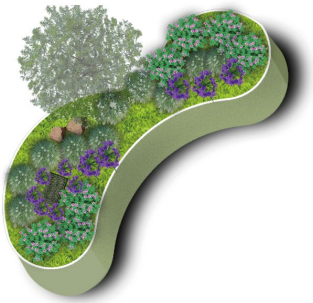
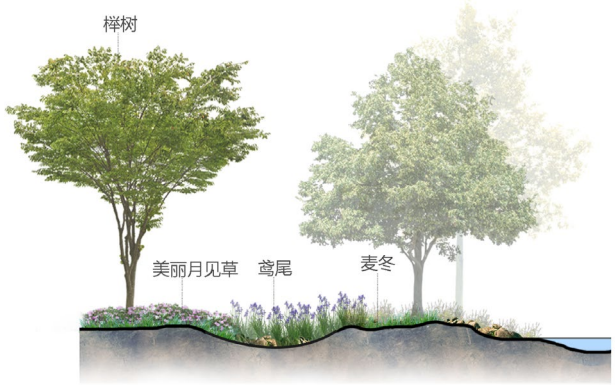
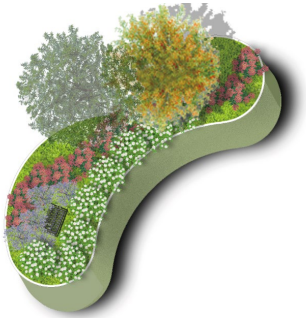
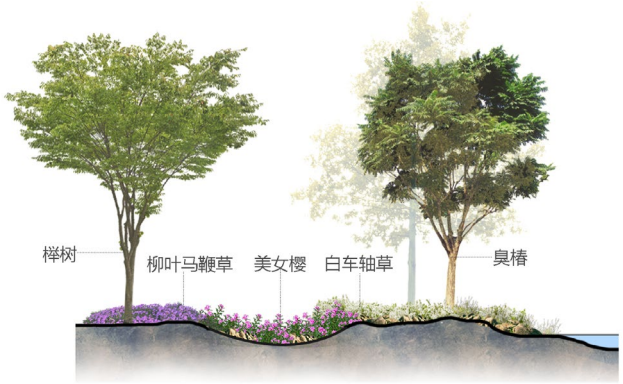
- 高位花坛结合新材料做法

由生态多孔纤维棉、海绵介质土和玻璃轻石等新型海绵材料组装成装配式雨水花箱，屋面径流雨水经过建筑雨落水管过滤器对屋面雨水进行初步过滤后接入装配式雨水花箱；由玻璃轻石、生态多孔纤维棉作为核心部件，对雨水进行入渗吸收、缓慢排放。装配式雨水花箱宜分散布置且规模不宜过大，布置时应避开底层窗户。

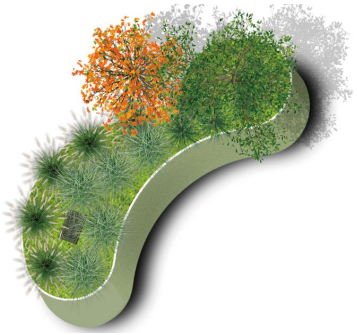
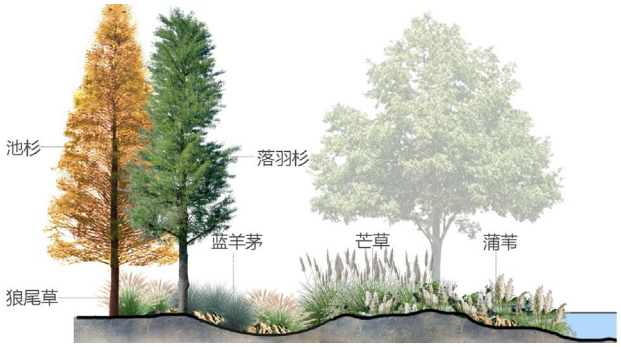
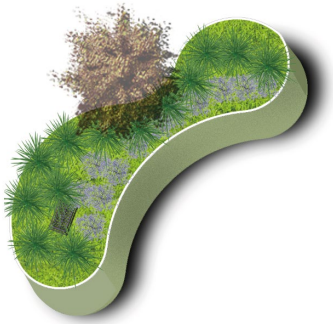
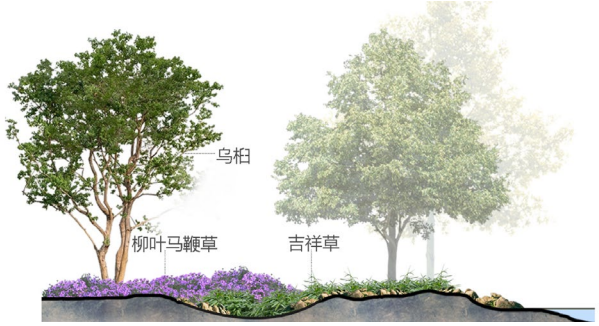
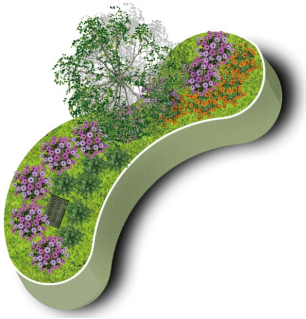
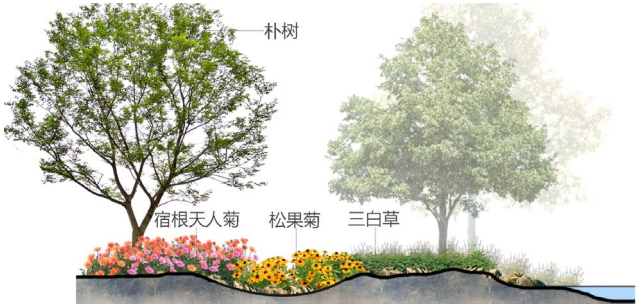
图 5.2-38 装配式雨水花箱构造及应用场景图

8. 植物模块设计

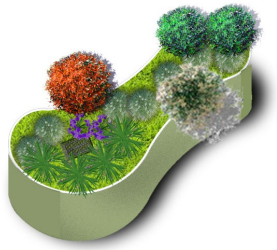
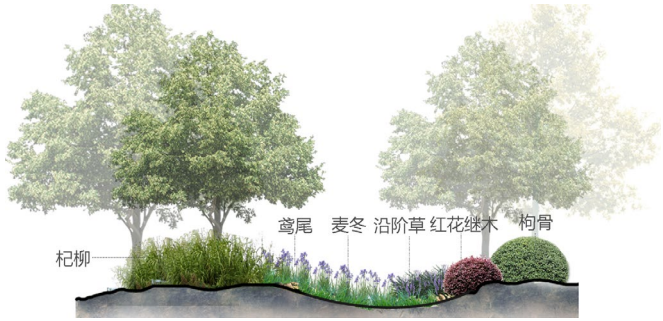
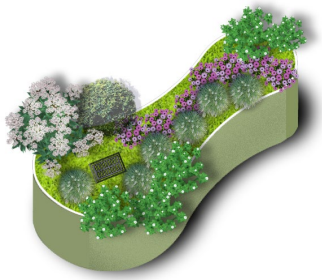
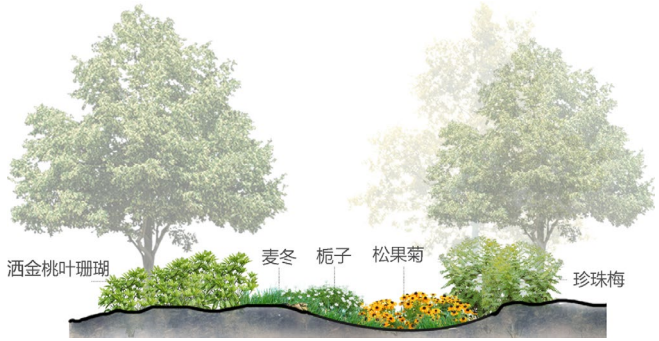
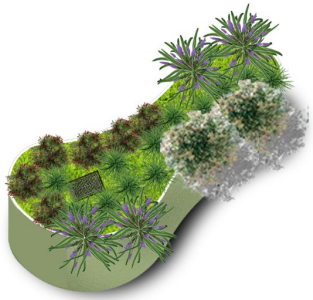
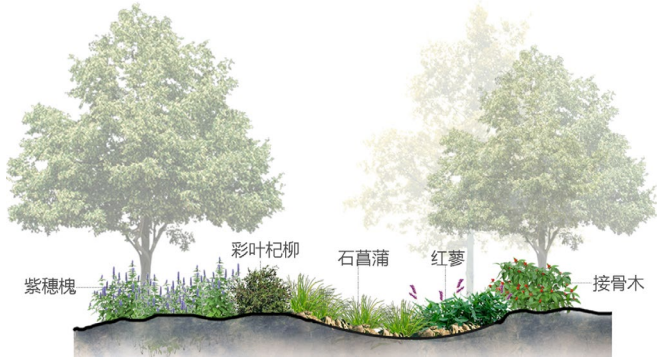
表 5.2-12 生物滞留设施植物组团

	乔木	灌木	地被	湿生植物	植物模块	
生物滞留设施	榉树	/	美丽月见草、鸢尾、麦冬	/		
	臭椿、榉树	/	美女樱、柳叶马鞭草、白车轴草	/		

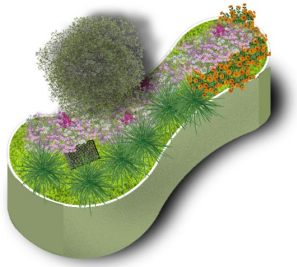
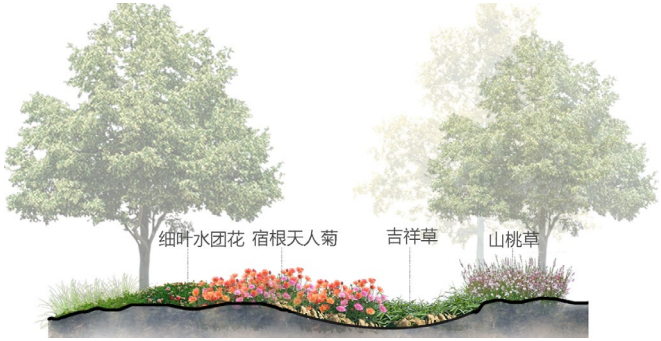
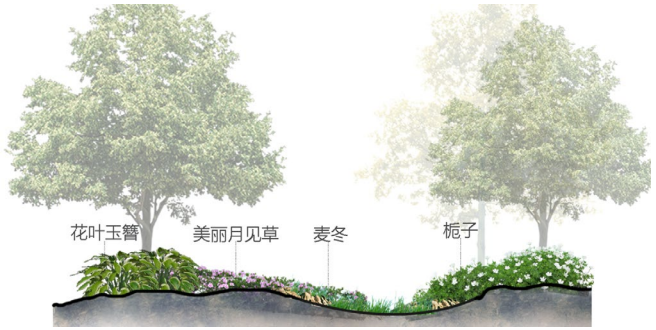
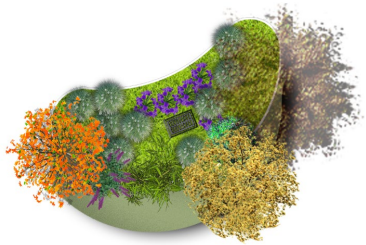
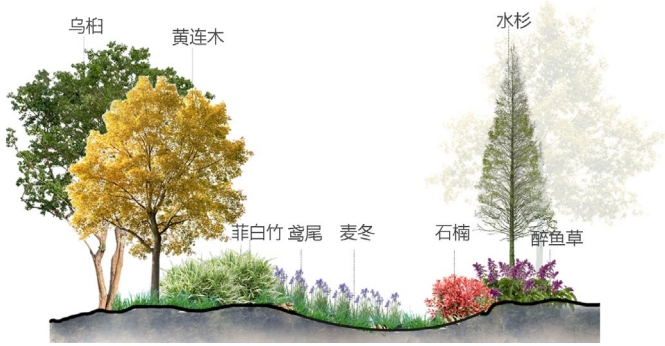
续表 5.2-12

	池杉、落羽杉	/	蓝羊茅、狼尾草、蒲苇、芒	/		
	乌桕	/	柳叶马鞭草、吉祥草	/		
	朴树	/	宿根天人菊、松果菊、三白草	/		

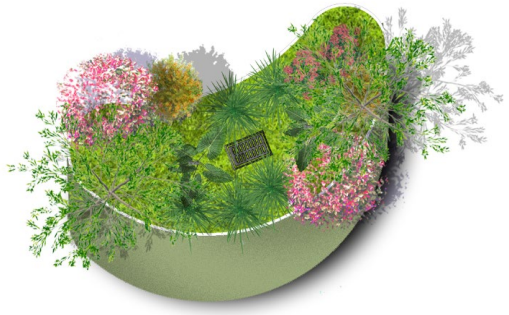
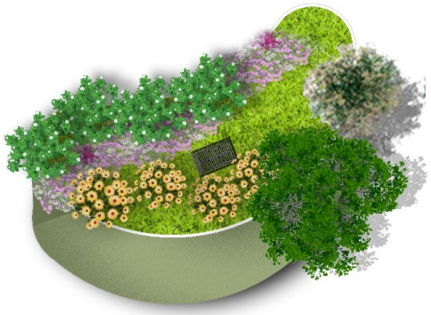
续表 5.2-12

	/	杞柳、红花继木、枸骨	鸢尾、麦冬、沿阶草	/		
	/	洒金桃叶珊瑚、珍珠梅、栀子	松果菊、麦冬	/		
	/	彩叶杞柳、紫穗槐、接骨木	红蓼、石菖蒲	/		

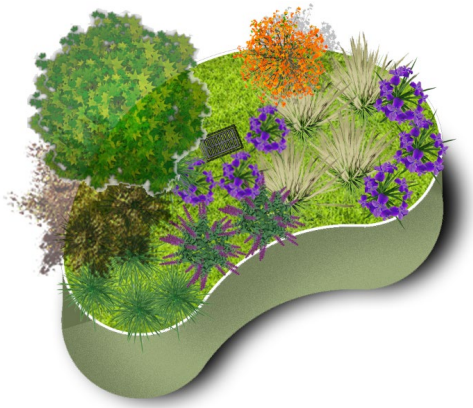
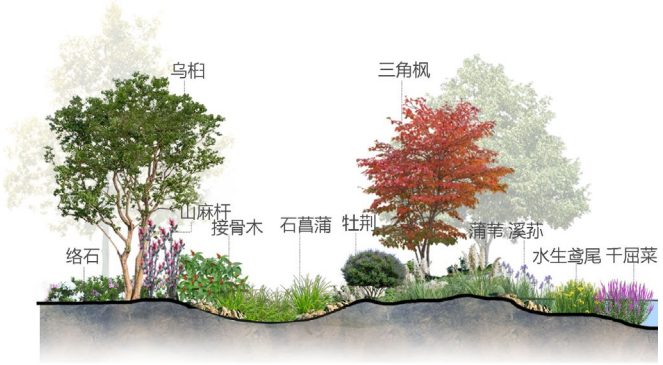
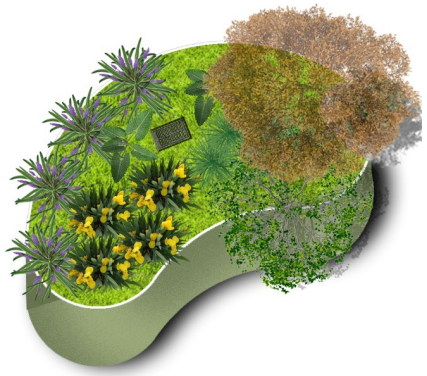
续表 5.2-12

	/	细叶水团花	山桃草、宿根天人菊、吉祥草	/		
	/	栀子	花叶玉簪、美丽月见草、麦冬	/		
	水杉、黄连木、乌桕	石楠、醉鱼草	菲白竹、鸢尾、麦冬	/		

续表 5.2-12

	垂柳	紫荆、迎春花	萱草、美人蕉、美女樱、吉祥草	/		
	香樟、海滨木槿	栀子、藤本蔷薇	紫娇花、黄金菊、吉祥草	/		

续表 5.2-12

	乌桕、三角枫	山麻杆、接骨木、牡荆	石菖蒲、络石、蒲苇	溪荪、水生鸢尾、千屈菜		
	悬铃木、朴树	彩叶杞柳、醉鱼草、紫穗槐	红蓼、菲白竹、金线蒲	花叶芦竹、黄菖蒲、水生美人蕉		

5.2.3 下沉式绿地

1. 主要内容

下沉式绿地指低于周边汇水地面或道路，且可用于渗透、滞蓄和净化雨水径流的绿地。绿地内应设置溢流口，保证暴雨时径流的溢流排放。

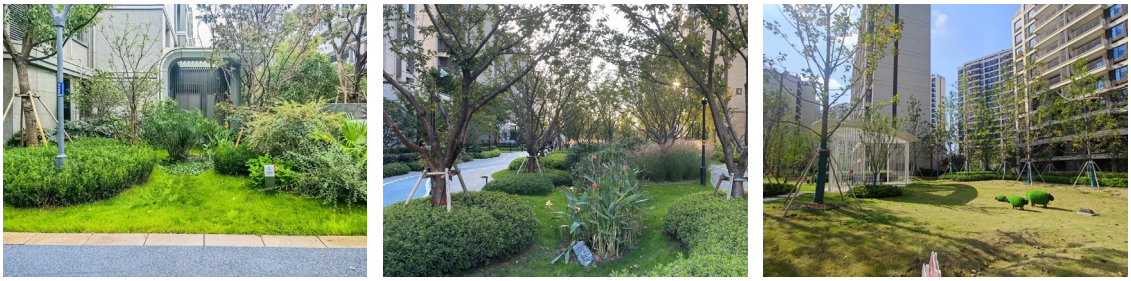


图 5.2-39 下沉式绿地实景图

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。可设置在建筑小区绿地、道路绿化带，用于收集小面积汇水区域的雨水径流，也可在公园绿地大规模应用，从而提高整个区域的雨洪滞蓄能力。

图 5.2-40 下沉式绿地适用场景图

3. 技术设计要点

1）土壤介质层下渗速率不宜低于 5mm/h，需满足《绿化种植土壤》CJ/T 340 的要求。土壤介质层下部的原土下渗速率若低于 5mm/h，应在土壤介质层底部局部增设渗排水管。

2）下沉深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，宜为 100mm~200mm，最大不宜超过 250mm。

周边雨水应分散进入下沉式绿地，当集中进入时应在入口处设置缓冲及拦污设施。

3）溢流标高应高于绿地 50mm~100mm，但不得高于周边路面。

4）当采用下沉式绿地入渗不能满足控制雨水量要求时可设置渗井、渗管等入渗设施增加入渗能

力。

5）一般情况下地下管线不宜穿越下沉式绿地，必须穿越时，应做好保护措施，并不得影响下沉式绿地设施的正常功能。严禁燃气管、电力管穿越下沉式绿地，必须在下沉式绿地下方通过时应采取保护措施。

4. 景观设计要点

- 阶梯台地型可利用木栈道、廊桥连接路网，消纳高差，下沉绿地内宜搭配多年生的低维护草花植被，营造自然野趣的景观氛围。

- 自然起伏型利用工程技术做好边坡的稳定措施，绿地四周应做防护栏杆，以确保行人的安全。

- 缓坡型需注意微地形的设计，下沉坡度宜为 1：5~1：10，与道路衔接的界面注意细节的处理，可采用局部卵石换填等形式。

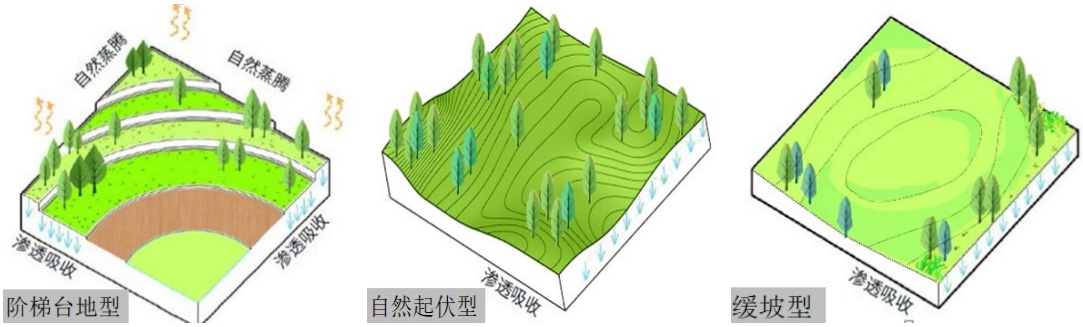


图 5.2-41 下沉式绿地地形处理示意图

5. 构造详图

无锡市土壤以粉质粘土为主，土壤下渗速率较差，下沉式绿地面积大于 20m^2 时，渗排效果较差，可在局部区域换填土壤介质，增加渗排水管。

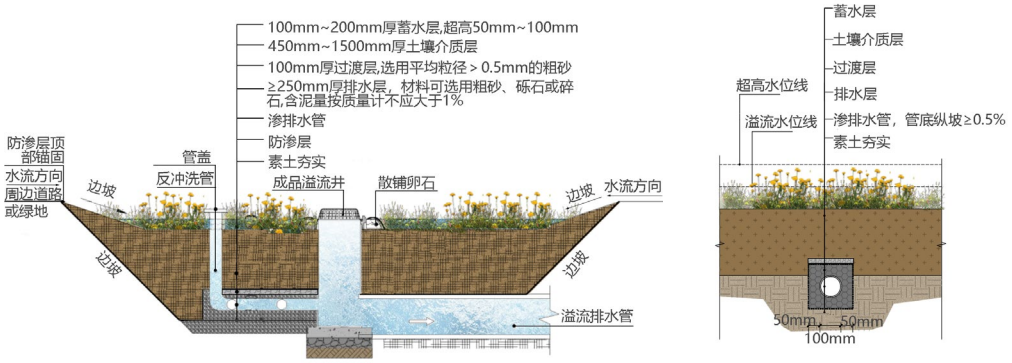
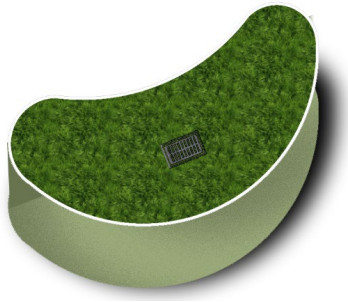
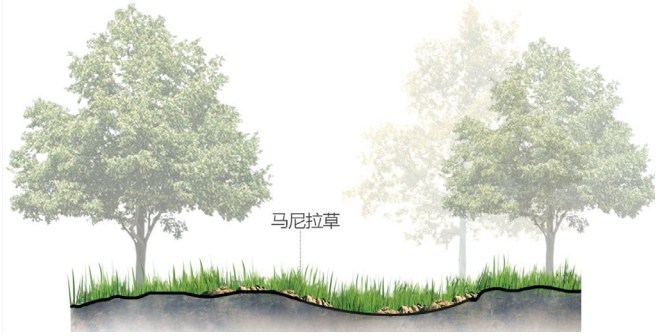
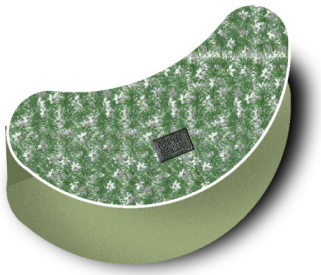
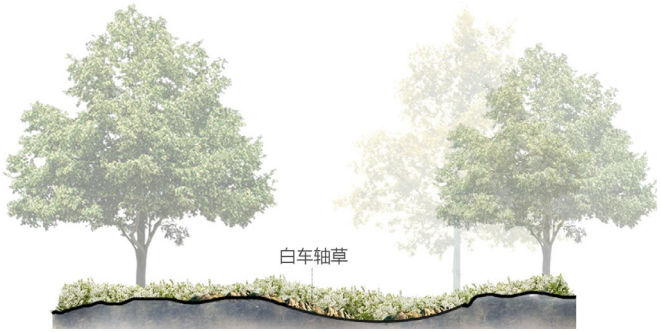
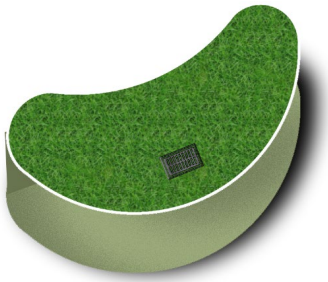
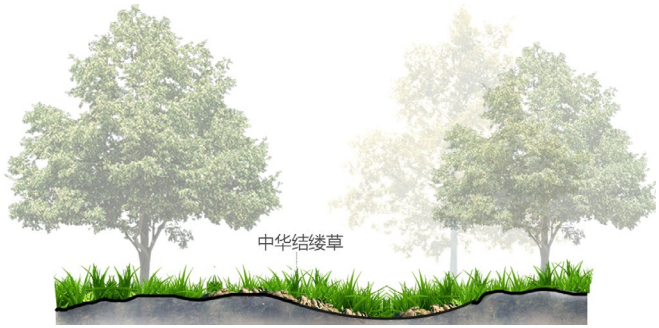


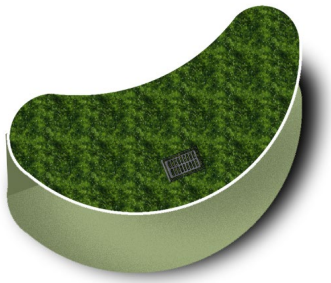
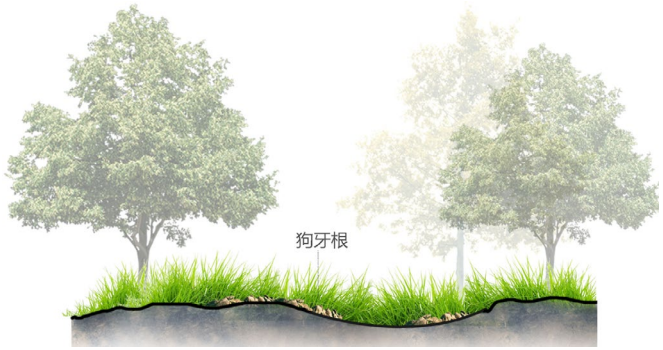
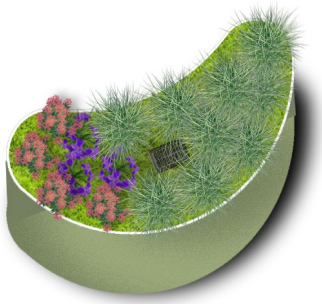
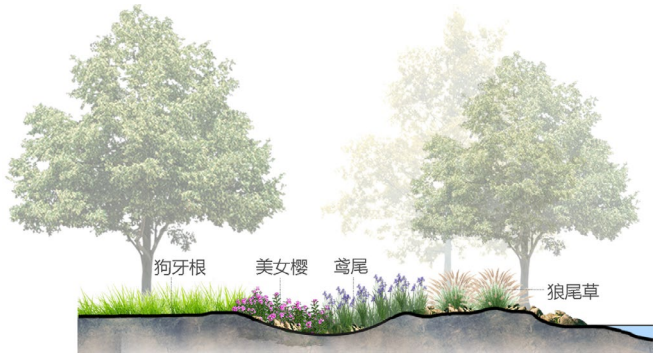
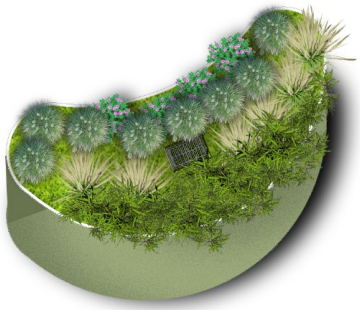
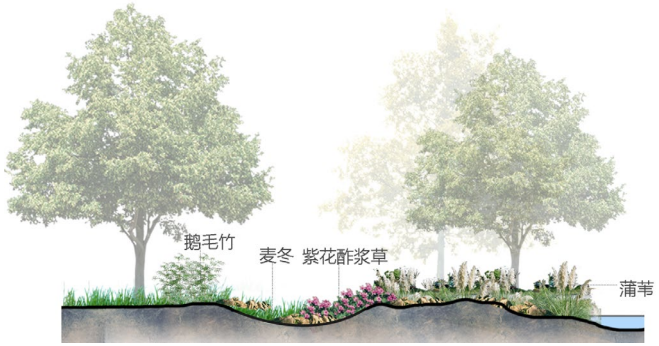
图 5.2-42 下沉式绿地典型做法示意图

6. 植物模块

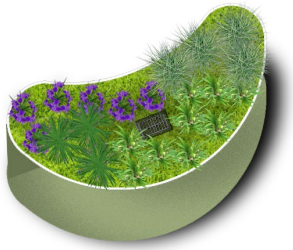
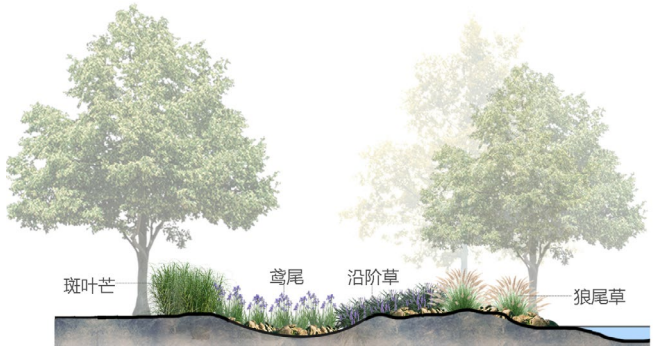
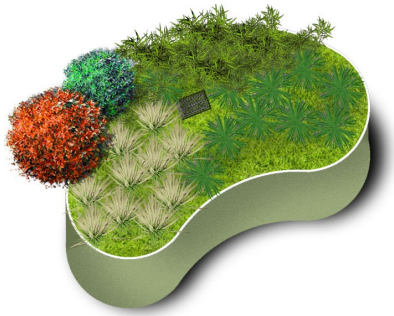
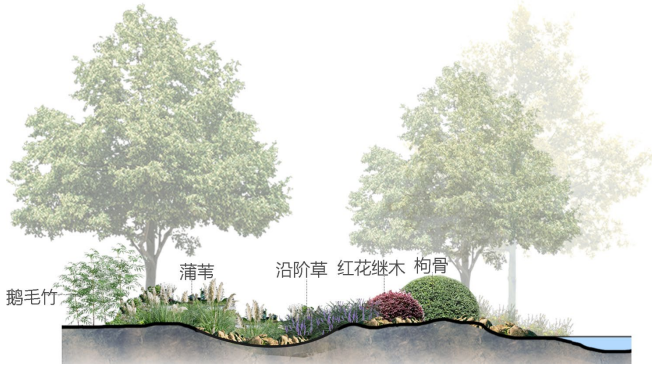
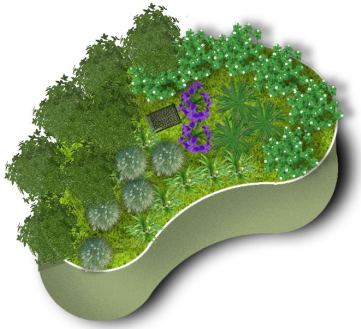
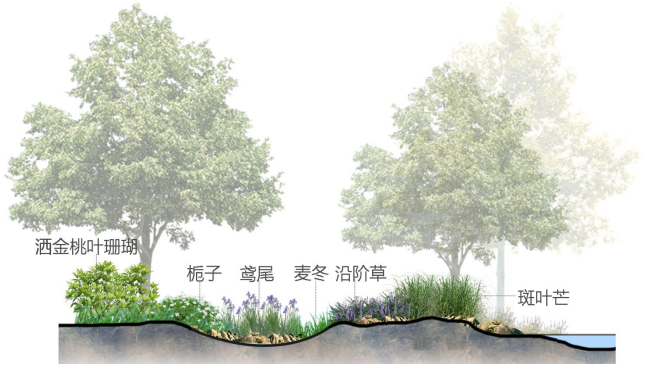
表 5.2-13 下沉式绿地植物组团

	草本	灌木	地被	植物模块	
下沉式绿地	马尼拉草	/	/		
	白车轴草	/	/		
	中华结缕草	/	/		

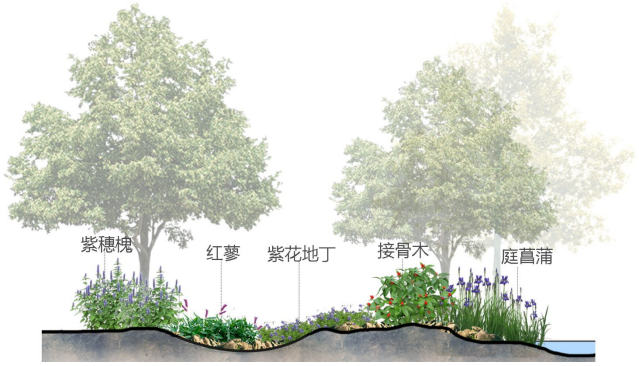
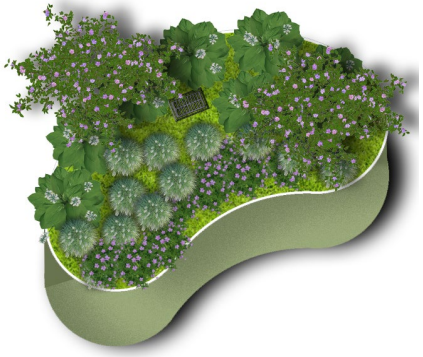
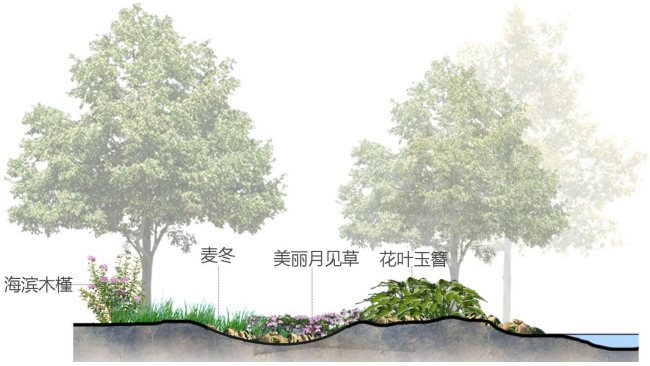
续表 5.2-13

	狗牙根	/	/		
	狗牙根、美女樱、狼尾草、鸢尾	/	/		
	麦冬、鹅毛竹、蒲苇、紫花酢浆草	/	/		

续表 5.2-13

	鸢尾、沿阶草、斑叶芒、狼尾草	/	/		
	/	红花继木、枸骨	鹅毛竹、蒲苇、沿阶草		
	/	洒金桃叶珊瑚、栀子	鸢尾、沿阶草、斑叶芒、麦冬		

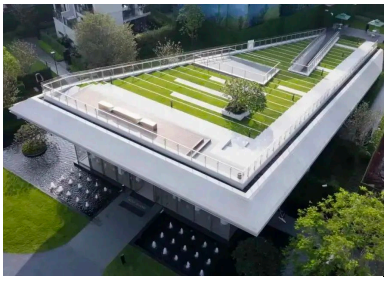
续表 5.2-13

	/	紫穗槐、接骨木	红蓼、紫花地丁、庭菖蒲		
	/	海滨木槿	花叶玉簪、美丽月见草、麦冬		

5.2.4 绿色屋顶

1. 主要内容

绿色屋顶也称种植屋面，在建筑物屋顶铺设种植土层并栽种植物，收集利用雨水、减少雨水径流的源头减排设施。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绿色屋顶和花园式绿色屋顶，基质深度根据植物需求及屋顶荷载确定。



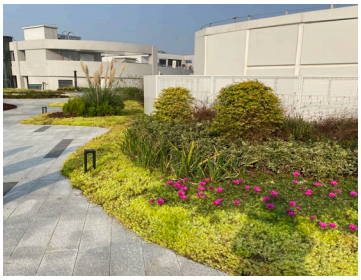


图 5.2-43 绿色屋顶实景图

2. 适用性

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小于等于 15°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。

简单式绿色屋顶适用于屋顶结构荷载低且不上人的建筑屋顶。

花园式绿色屋顶适用于屋顶结构荷载高且作为休憩场所的建筑屋顶。

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，宜选用轻质种植土、地被植物、容器种植等。

3. 技术设计要点

1）种植系统设计

- 绿色屋顶的材料应符合《海绵城市种植屋面技术规程》T/CCIAT 0029 的相关规定。

- 绿色屋顶结构设计荷载取值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的相关规定，种植荷载设计值不应小于 1.5kN/m^2，覆土厚度不宜小于 150mm。

- 绿色屋顶防水层应满足一级防水等级设防要求，且必须至少设置一道具有耐根穿刺性能的防水材料。绿色屋顶防水设计宜将普通防水层与耐根穿刺防水层相邻铺设，且防水材料应具有相容性。

- 花园式绿色屋顶的基本构造层次宜包括结构顶板、保温层、找坡（平）层、普通防水层、耐根穿刺防水层、保护层、蓄排水层、过滤层、种植基质层和植被层。

- 绿色屋顶种植基质应具有良好的透水、透气性能，不板结，作为蓄排水海绵体宜选用多孔无机基质材料。

- 当建筑有泛水坡度时，排水系统可满铺排（蓄）水板或 20mm 厚排水板。屋面防水层泛水应高出种植土面层 250mm。

- 防水涂料和防水卷材及其胶粘剂应选择具有耐水、耐腐蚀、耐霉菌及耐老化的材料。

- 蓄排水层应结合排水沟分区设置；蓄排水设计选材应明确抗压强度和蓄排水量，蓄排水技术选用材料的品种、规格、基本性能等应符合现行国家有关标准和设计要求，并应提供产品合格证书和检验报告。

- 过滤层材料自重不应小于 200g/m^2，搭接宽度不应小于 150mm；过滤层应沿种植土周边向上铺设并应与种植土高度一致。

- 有保温层屋面宜增设排汽系统。

- 简单式种植屋面宜选用土工布或聚酯无纺布作为屋面防水层的保护层，单位面积质量不应小于 400g/m^2；花园式种植屋面宜选用不小于 40mm 厚细石混凝土刚性保护层，且防水层与刚性保护层之间应增设一道隔离层。

- 采用容器种植时，容器应放在屋面防水层刚性保护层上。

- 当基质层厚度大于等于 300mm 时径流系数宜为 0.3~0.4；当基质层厚度小于 300mm 时径流系数宜为 0.5，应核减绿色屋顶中的非绿化部位。

2）排水系统设计

- 绿色屋顶的雨水排水系统设计应满足《建筑屋面雨水排水系统设计规程》CJJ 142 及《海绵城市种植屋面技术规程》T/CCIAT 0029 的相关规定。

- 雨水口宜设置在铺装部位，铺装底部应铺设蓄排水板，并与种植区域蓄排水系统相连接，铺装应向雨水口方向做散水。

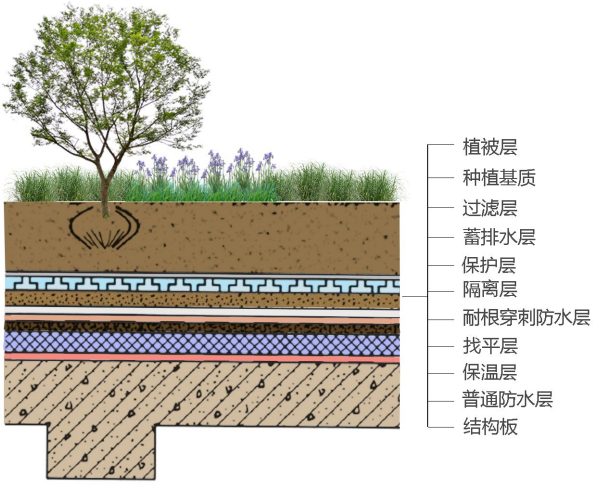
- 雨水口应与蓄排水板或排水管组成排水系统。种植区域雨水口应设置雨水观察井，并宜高出种植基质 50mm。

- 排水层可以使用粒径为 20mm～40mm 的卵石，优先采用塑料排水板、橡胶排水板、泡沫块、塑料粒等轻质材料。在排水层施工时要注意不能损坏保护层。

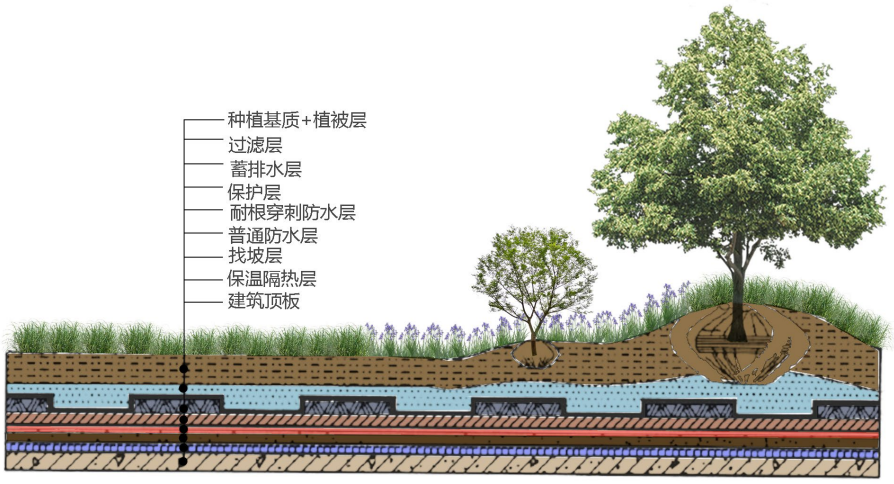
表 5.2-14 排（蓄）水层做法选用表

编号	材料做法	技术要求
1	凹凸型排（蓄）水层	压缩率为 20%时最大强度不应小于≥150kPa
		纵向通水量（侧压力 150kPa）不应小于 $10cm^3/s$
2	网状交织型排水板	抗压强度不应小于 $50kN/m^2$
		表面开孔率不应小于 95%
		通水量不应小于 $380cm^3/s$
3	级配碎石	粒径宜为 10mm~25mm，铺设厚度不应小于 100mm
4	卵石	粒径宜为 25mm~40mm，铺设厚度不应小于 100mm
5	陶粒	粒径宜为 10mm~25mm，铺设厚度不应小于 100mm

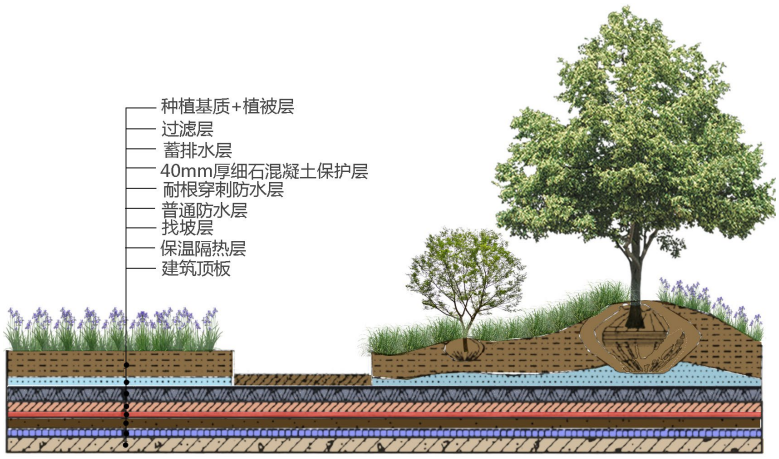
4. 构造详图



种植屋面、地下室顶板基本构造



50%铺设排水板+50%铺设蓄排水基质种植



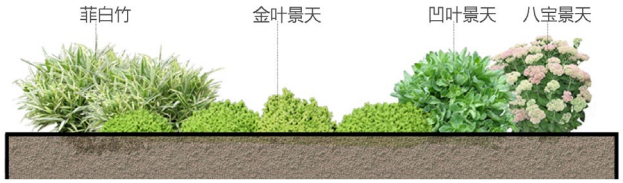
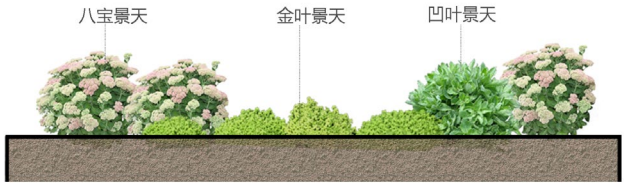
100%铺设蓄排水板种植

图 5.2-44 绿色屋顶示意图

5. 植物模块

针对绿色屋顶光照强、时间长、温差大、风大、土层薄、湿度小、易干旱、易受冻害和日灼等特点，必须选择具有喜光、耐干燥气候和耐旱、耐贫瘠、根系浅且水平根发达、生长缓慢、能抗风、耐寒等特性的植物品种。因此，绿色屋顶一般应选用比较低矮、根系较浅的植物，在植物类型上应以草坪、花卉为主，适当穿插点缀一些花灌木、小乔木。各类草坪、花卉、树木所占比例应在 70%以上。种植大型乔木或堆坡时，应放置在建筑结构的承重梁上。植物类型使用的数量变化顺序是：草坪、花卉、地被植物、灌木、藤本、乔木。

表 5.2-15 绿色屋顶植物组团

	灌木	地被	植物模块	
绿色屋顶	迎春花、火棘、小叶女贞	蓝羊茅、金叶景天		
	菲白竹	金叶景天、凹叶景天、八宝景天		
	/	金叶景天、凹叶景天、八宝景天		

5.2.5　　渗透塘

1.　主要内容

渗透塘也称干塘，雨水通过侧壁或池底进行入渗的滞蓄水池（塘），具有“渗”和“滞”的功能，兼有净化雨水和补充地下水的作用。

图 5.2-45 渗透塘实景图

2.　适用性

渗透塘适用于汇水面积较大且具有一定空间及下渗条件较好的区域。

3.　技术设计要点

1）渗透塘汇水面积宜大于 1hm^2。

2）应对场地建设条件及汇水区内地表径流水质进行必要的调查，充分论证设置的可行性，确保不对周边建筑物和构筑物产生不良影响，不得使地下水受到污染。

3）渗透塘的边坡坡度(垂直：水平)不宜大于 1：3，表面宽度和深度的比例应大于 6：1，塘底至溢流水位不宜小于 600mm。底部构造宜为 200mm~300mm 厚的土壤介质层、100mm 厚过渡层和 300mm~500mm 厚的过滤介质。

4）渗透塘前应设置沉砂池或前置塘等预处理设施，以去除大颗粒的污染物并减缓流速。预处理设施容积应大于总调蓄容积的 10%。前置塘与主塘之间的溢流处宜铺设置碎石、卵石等保护层，碎石、卵石的粒径宜为 4.75mm~9.50mm，含泥量不宜大于 1.5%，泥块含量不宜大于 0.5%。

5）渗透塘应设溢流设施，并与城市雨水管渠系统或超标雨水径流排放系统衔接，排空时间不应大于 24h。

6）放空管、排空管等管材在不承压条件下应符合现行国家标准《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T 20221 的规定，在承压条件下应符合现行国家标准《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T 10002.1 的规定。

7）当渗透塘用于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物水平距离基础小于 3m 的区域时，应设置防渗层以防止发生次生灾害。

8）植物应在接纳径流之前成型，植物应既能抗涝又能抗旱，适应洼地内水位变化。

4. 构造详图

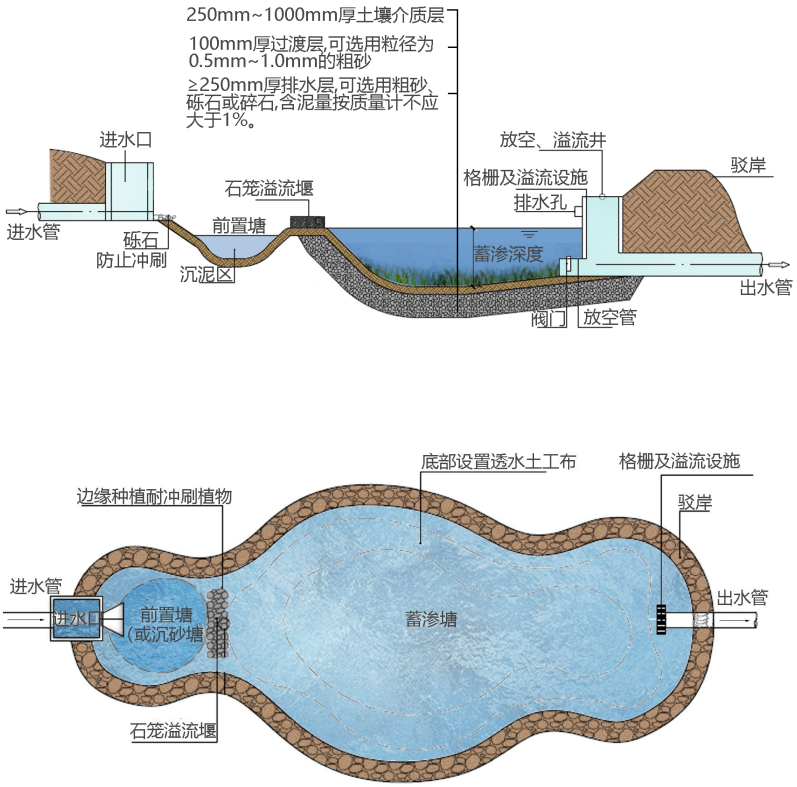
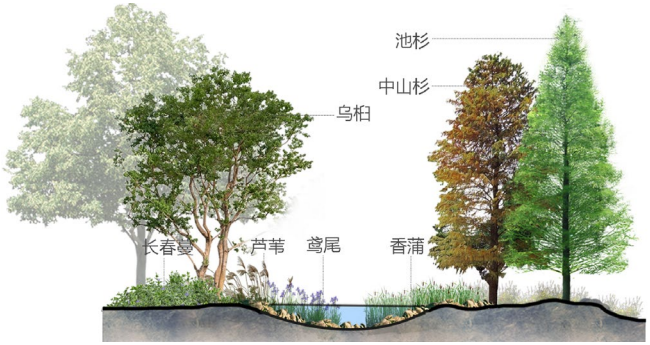
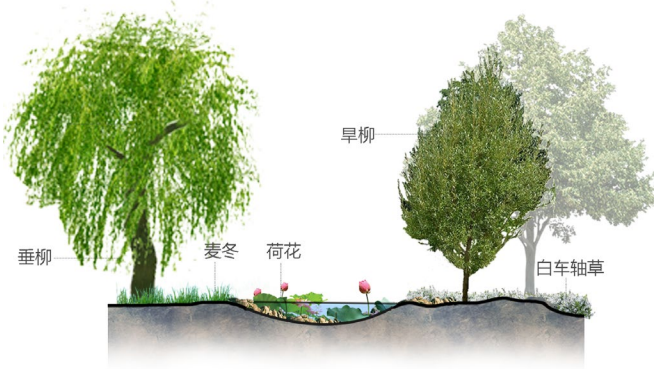


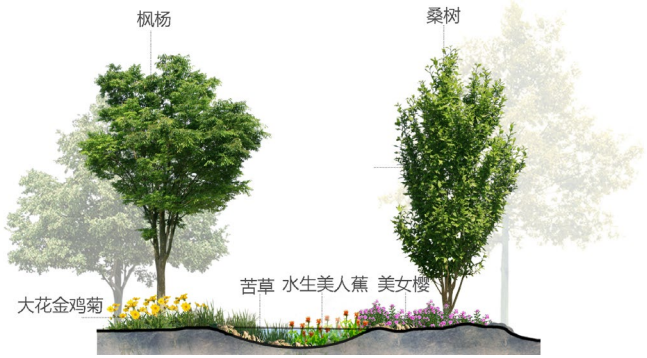
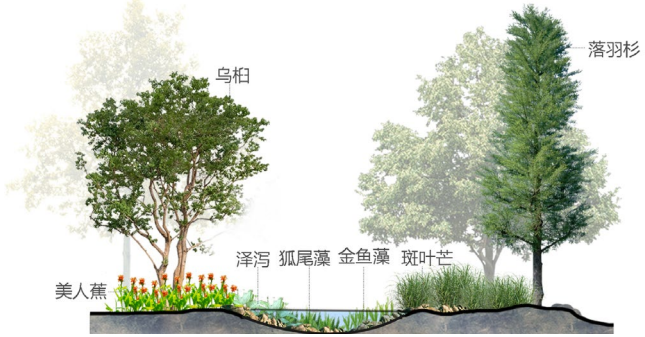
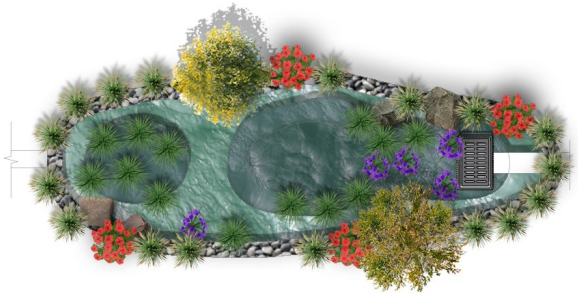
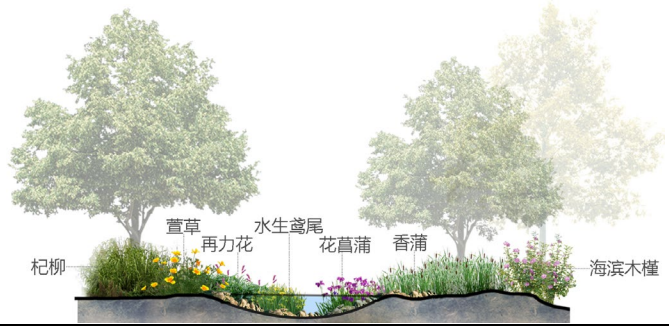
图 5.2-46 渗透塘典型构造示意图

5. 植物模块

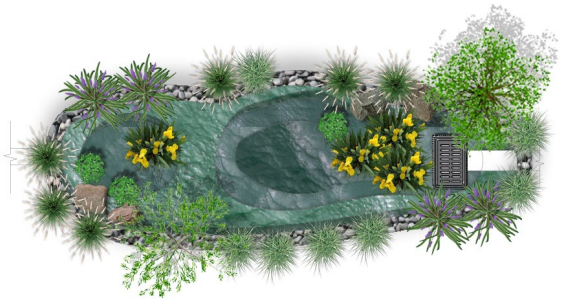
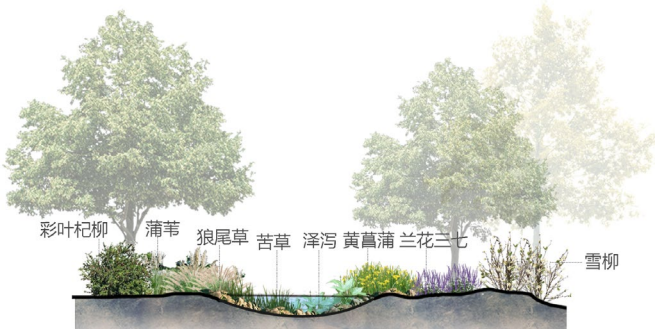
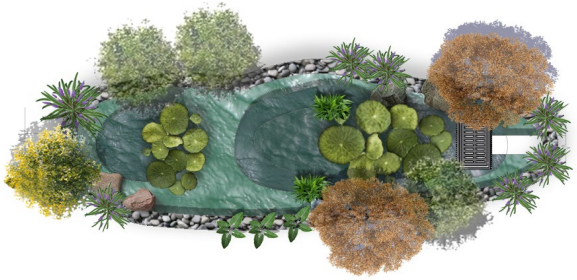
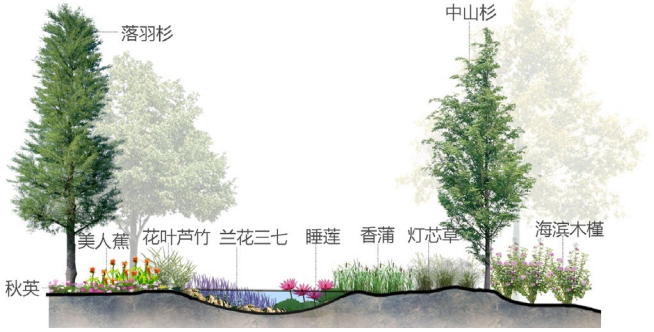
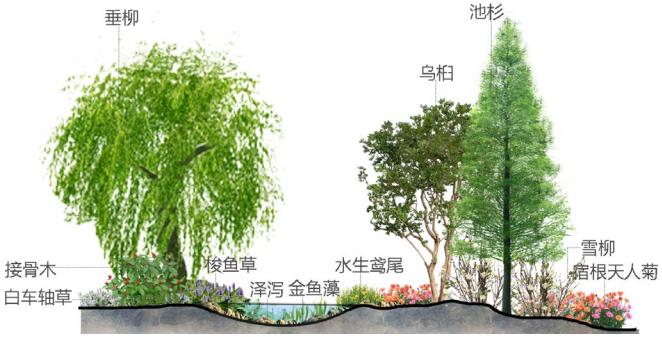
表 5.2-16 渗透塘植物组团

	乔木	灌木	地被	水生植物	植物模块	
渗透塘	池杉、中山杉、乌桕	/	鸢尾、长春蔓	香蒲、芦苇		
	垂柳、旱柳	/	麦冬、白车轴草	荷花		

续表 5.2-16

	枫杨、桑树	/	大花金鸡菊、美女樱	水生美人蕉、苦草		
	乌桕、落羽杉	/	美人蕉、斑叶芒	泽泻、狐尾藻、金鱼藻		
	/	杞柳、海滨木槿	萱草、香蒲	水生鸢尾、花菖蒲、再力花		

续表 5.2-16

	/	雪柳、彩叶杞柳	蒲苇、狼尾草、兰花三七	黄菖蒲、泽泻、苦草		
	中山杉、落羽杉	海滨木槿	兰花三七、美人蕉、秋英	花叶芦竹、香蒲、灯芯草、睡莲		
	垂柳、乌桕、池杉	雪柳、接骨木	白车轴草、宿根天人菊	水生鸢尾、泽泻、梭鱼草、金鱼藻		

5.2.6　　渗井

1.　主要内容

渗井指通过侧壁和井底进行雨水入渗的设施。为增强渗透效果，可在渗井周围设置水平渗排水管，并在井身和渗排水管周围铺设砾(碎)石。

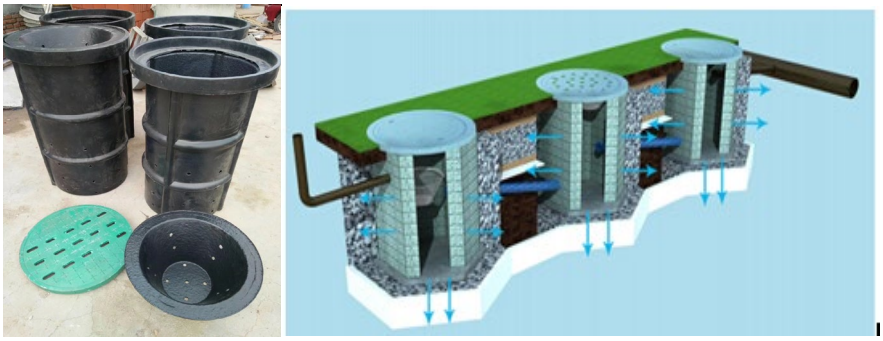


图 5.2-47 渗井示意图

2.　适用性

砖砌渗井适用于小区、公园等径流水质良好地区，不适用于地下水位较高、径流污染严重、易出现结构塌陷及距离建筑物基础小于 3m(水平距离)的区域；成品渗井占地面积小，适用于建筑小区内建筑、道路及停车场周边绿地内。

3.　技术设计要点

1）渗井处理雨水规模较小，汇水面积不宜大于 0.4hm^2。

2）渗井内储存的雨水停留时间不应大于 2d。

3）应保证渗井的底部与地下季节性高水位的距离大于 1.0m，以防污染地下水。

4）渗井粗砂层与砾石层应由土工布分隔，土工布规格 200g/m^2~300g/m^2。

5）渗井出水管的管内底高程应高于进水管管项，但不应高于上游相邻井的出水管管底。

6）底部及周边渗透面的土壤渗透系数应大于 5×10^{-6}m/s。

7）井壁外应配置砾石层，井底渗透面距地下水位的距离不应小于 1.5m；硅砂砌块井壁外可不敷设砾石。

8）雨水进入渗井之前应经过预处理，以去除大颗粒污染物并减缓流速。渗井底部应设置沉沙室，沉沙室深度宜大于 0.2m；集水渗透井宜设置截污挂篮；沉沙室上部应设置渗水区，渗水区外宜采用砾石，砾石外层宜采用透水土工布包裹。

9）集水渗井宜采用聚乙烯 PE 材质成品集水渗透检查井，井壁及井底均开孔，具有渗透功能，开孔率宜大于 15%，井口直径宜为 600mm~800mm，井深宜为小于等于 1m~1.4m。渗井宜与渗管配套使用，渗透管宜采用穿孔 PVC-U 或 HDPE 管、无砂混凝土管或排疏管等透水材料。渗透管直径不应小于 150mm，渗透管铺设坡度宜 0.5%~2%。

10）集水渗井的井坑和辐射渗井的井底应用粗砂填充，渗井的井体周边应用砾石填充，砾石的含泥量宜小于 1%，粒径范围宜为 16mm~64mm。渗井的砾石层应外包透水土工布，透水土工布性能指标应符合规范规定。

4. 构造详图

渗井典型构造

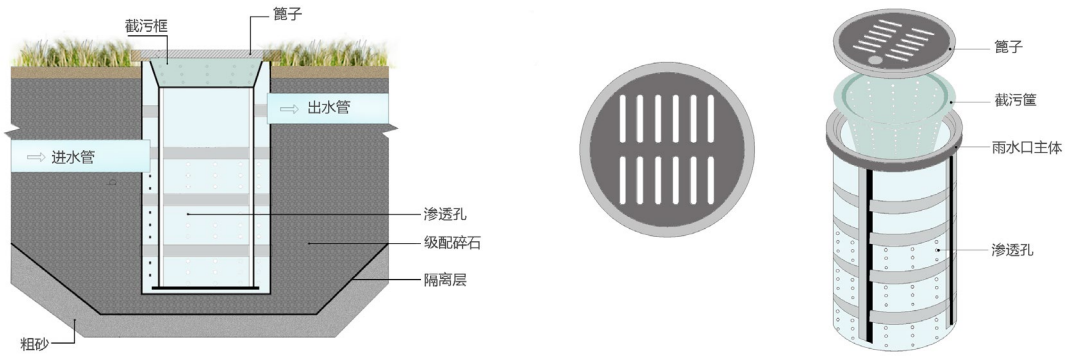


图 5.2-48 渗井做法示意图

- 渗井提升做法

“海绵”浅渗井补给的入渗构筑物可采用两种形式，一是地表入渗型，二是地下灌注型。地下灌注型的优点是可以补给埋藏较深的含水层；地表有较厚的不透水岩层也无妨碍；单位面积补给效果好，强度大；地面蒸发损失小，入渗建筑物不占用地表较大面积。故海绵城市建设宜采用地下灌注型“海绵”渗井，应用前应对场地建设条件及汇水区内地表径流水质进行必要的调查，充分论证设置的可行性，确保不对周边建筑物和构筑物产生不良影响，不得使地下水受到污染。

高效“海绵”渗井井径宜为 1000mm 左右，中心距 20m 左右，呈方格型布置，地面应修整使渗井位于地形最洼处，井深 5m 左右。高效“海绵”渗井以 400 m^2 为一个工作单元，工作单元呈锅状地貌、外缘高、坡度 1%、中心最低，“海绵”渗井位于工作单元中心，“海绵”渗井井径 d=1m 左右、井深 h=5m，相邻渗井中心距 18m~20m，渗井最深处可抵近最上层承压水顶板但不能切穿顶板。

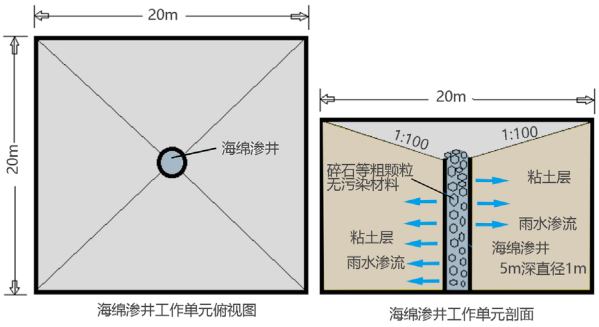


图 5.2-49 高效"海绵"渗井布局示意图

普通"海绵"渗井以 625m^2 为一个工作单元，工作单元呈锅状地貌、外缘高、中心最低，"海绵"渗井位于工作单元中心，"海绵"渗井井径 2m 左右、井深 2m，相邻渗井中心距 25m~30m，渗井最深处可抵近最上层承压水顶板但不能切穿顶板。狭小区域或复杂地形条件的普通"海绵"渗井可以变通设置以应对常规降雨，井径宜为 1.2m~2.0m、井深宜为 1.0m~2.0m，相邻渗井中心距宜为 8m~20m。普通"海绵"渗井可采用人工挖孔，操作简单，适应性强。

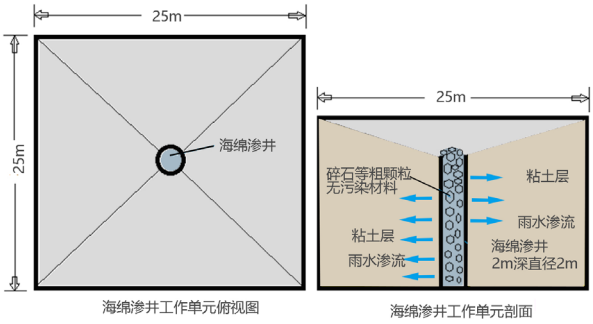


图 5.2-50 普通"海绵"渗井布局示意图

"海绵"渗井可变成同规格矩形断面，若干个同规格矩形断面海绵渗井无缝衔接即形成海绵渗沟。海绵渗沟可灵活布置，即可横向、亦可纵向、还可斜向。海绵渗沟两侧地面凸起，形成波浪状地貌。

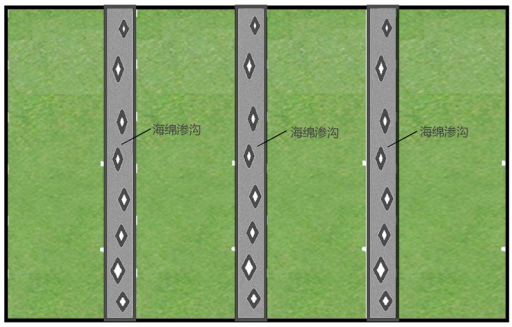


图 5.2-51 海绵渗沟示意图

"海绵"渗井级配碎石混合料宜由 3 种不同粒径的碎石（37.5mm~19mm，19mm~9.5mm，

9.5mm~4.75mm）和 4.75mm 以下石屑组配而成，最大粒径不应超过 37.5mm（方孔筛），碎石中针片状颗粒含量不超过 20%，压碎值不大于 30%，碎石中不应含有粘土块、植物等有害颗粒。级配无害化建筑垃圾混合料的要求同级配碎石。

“海绵”渗井在硬化区域（道路、广场等）可与集雨水井、雨水窨井结合，将全部的集雨水井和雨水窨井通过螺旋钻机改造成“海绵”渗井，即集雨水井和雨水窨井的下端接“海绵”渗井，这样集雨水井和雨水窨井就变成了“海绵”集雨水井和“海绵”雨水窨井。“海绵”渗井的深度及填充材料同前。

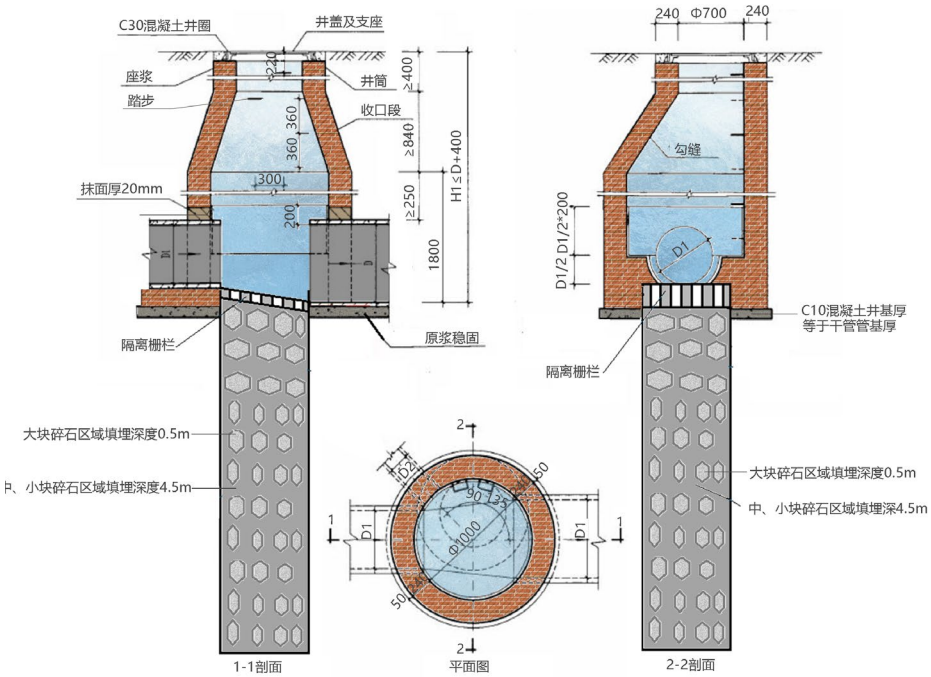


图 5.2-52 改造后的下接海绵渗井的圆形砖砌雨水检查井（收口式）

5.3 集蓄利用类设施

5.3.1 蓄水池

1. 主要内容

蓄水池是具有雨水储存功能和削减峰值流量功能的集蓄利用设施。利用人工建成的地下钢筋混凝土蓄水池、砖石砌筑蓄水池、塑料模块拼装式蓄水池等储存雨水加以利用，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，后期维护管理不便。

2. 适用性

适用于有雨水回用需求的建筑小区、公园绿地、道路广场等。根据回用目标（绿化、道路喷洒及冲厕）不同需配建相应的水质净化设施。

根据土壤渗透率和下垫面比例合理选用蓄水池形式。塑料蓄水模块蓄水池适用于土壤渗透率较高的区域。封闭式蓄水池适用于土壤渗透率较低或硬化地面区域，但应设有净化设施，用地紧张的城市大多采用地下封闭式蓄水池。

3. 技术设计要点

1）雨水蓄水池、蓄水罐、弃流池应在室外设置。埋地拼装蓄水池外壁与建筑物外墙的净距不应小于 3m。

2）蓄水池应设检查口或人孔，附近宜设给水栓和排水泵电源。室外地下蓄水池(罐)的人孔、检查口应设置防止人员落跌落的双层井盖。

3）蓄水池设于机动车行道下方时，宜采用钢筋混凝土池。蓄水池为模块蓄水池时，不得布置在车行道、货物堆场、消防通道等荷载较重的场地下面；模块蓄水池池体高度不宜大于 2.0m；上部覆土深度不宜大于 2m 和小于 0.6m，并宜采取绿化围挡等有效措施避免汽车通行。

4）雨水调蓄设施必须有溢流排放系统，宜采用重力溢流。室内设置的调蓄水池，其重力溢流排放管排水能力应按大于 50 年雨水设计重现期设计，调蓄水池的溢流口应高出地面。

5）调蓄水池宜兼具沉淀功能。调蓄水池应采取措施使进水端均匀布水，防止产生进、出水短流。调蓄水池应配置排除池底沉淀物的条件或设施。

6）雨水处理回用系统的储水池与调蓄-排放系统的调蓄水池宜合建，但应采取措施确保有足够的回用系统储存容积以及调蓄-排放系统调蓄容积，调蓄容积应在雨停后 12h 自动排空。

7）钢筋混凝土蓄水池应符合下列规定：

- 池底应设集泥坑和吸水坑；当蓄水池分格时，每格应设检查口和集泥坑。
- 池底应设不小于 5%的坡度坡向集泥坑。
- 池底应设排泥设施；当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，应设置冲洗设施，冲洗水源宜采用池水，并应与自动控制系统联动。

8）塑料模块和硅砂砌块组合蓄水池应符合下列规定：

- 池体强度应满足地面及土壤承载力的要求；塑料模块组合水池作为雨水储存设施时，应考虑周边荷载的影响，其竖向承载能力及侧向承载能力应大于上层铺装和道路荷载及施工要求，考虑模块使用期限的安全系数应大于 2.0。

- 塑料模块水池内应具有良好的水流流动性，水池内的流通直径应不小于 50mm，塑料模块外围应包土工布，土工布可根据需要采用防渗性或透水性。
- 池内构造应便于清除沉积泥沙；兼具过滤功能时应能进行过滤沉积物的清除。
- 塑料模块材料需满足《雨水渗透、调蓄、储存用塑料模块》GB/T 40224 的相关要求。
- 水池应设混凝土底板；当底板低于地下水位时，水池应满足抗浮要求。

9）调蓄水池应设检查口、通气管和防虫网，池底最低处宜设集水坑和潜污泵，集水坑平面位置宜靠近检查口。当调蓄水池分格时，每格都应设检查口和集水坑，池底坡向集水坑。检查口附近宜设给水栓。

10）从生活饮用水管网向雨水回用等其他非生活饮用水贮水池(箱)充水或补水时，补水管应从水池(箱)上部或顶部接入，其出水口最低点高出溢流边缘的空气间隙不应小于 150mm，雨水回用水池且不得小于进水管管径的 2.5 倍，补水管严禁采用淹没式浮球阀补水。

11）非亲水性的室外景观水体用水水源不得采用市政自来水和地下井水。

12）回用雨水的供水管道必须与生活饮用水管道分开设置。

13）当采用生活饮用水向室外雨水蓄水池补水时，补水管口在室外地面暴雨积水条件下不得被淹没。

14）管网中所有组件和附属设施的显著位置应设置非传统水源的耐久标识，埋地、暗敷管道应设置连续耐久标识。管道取水接口处设“禁止饮用”的耐久标识。公共场所及绿化用水的取水口应设置采用专用工具才能打开的装置。

15）雨水回用系统的设计应设置备用水源，并能自动切换；应设水表计量各水源的供水量。

16）蓄水池规模计算

- 雨水收集回用系统设计应在水量平衡计算基础上进行，雨水收集系统调蓄设施的有效容积宜按 3d~7d 的回用雨水用量计算。雨水清水池的有效容积宜按照回用系统供水泵流量 5min~10min 的容积确定。当雨水回用于室内冲厕等需采用氯消毒工艺时，其容积应同时满足 30min 停留时间的要求。
- 设施储存容积宜首先按照“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，水量平衡计算过程可参照表 5.2-17。

表 5.2-17 水量平衡计算表

项目	汇流雨水量	补水量	蒸发量	用水量	渗漏量	水量差	水体水深	剩余调蓄高度	外排水量	额外补水量
单位	(m^3/月)	(m^3/月)	(m^3/月)	(m^3/月)	(m^3/月)	(m^3/月)	(m^3/月)	(m^3/月)	(m^3/月)	(m^3/月)
编号	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1 月										
2 月										
……										
11 月										
12 月										
合计										

- 蓄水池初期雨水弃流量应按照建设用地实测雨水的污染物浓度变化曲线合理确定。当无资料时，屋面初期雨水弃流厚度可采用 2mm~3mm，地面初期雨水弃流厚度可采用 3mm~5mm，初期弃流量可按下式进行计算：

$$W_i = \delta F \tag{5.3.1-1}$$

式中：W_i——初期径流弃流量（m^3）；

δ——初期径流厚度（m）；

F——汇水面积（m^2）。

- 雨水年可回用水量宜按下式计算：

$$W_r = W_P \alpha \beta \tag{5.3.1-2}$$

$$W_P = 10\psi_c h_p F \tag{5.3.1-3}$$

式中：W_r——雨水年可回用水量(m^3/y)；

W_P——雨水年径流总量(m^3/y)；

h_p——年平均降雨量；

α——季节折减系数，取 0.85；

β——初期雨水弃流系数，取 0.87。

- 景观水体补水量应根据无锡市水面蒸发量和水体渗透损失水量并考虑雨水处理设施自用水量后综合确定，宜按三者之和计算。

水面日蒸发量应按无锡市实测资料确定，也可按下式计算：

$$Q_e = E_m S \qquad (5.3.1\text{-}4)$$

式中：Q_e——水面日蒸发量（m^3/d）；

E_m——根据无锡市多年水面蒸发量资料计算的单位面积日平均水面蒸发量（m）；

S——水体常水位水面面积（m^2）。

水体日渗透漏失量可按下式计算：

$$Q_s = S_m A_s \qquad (5.3.1\text{-}5)$$

式中：Q_s——水体日渗透漏失量，(m^3/d)；

S_m——单位面积日渗透漏失量[m^3/（m^2.d）]；S_m应通过渗透系数测定计算获取；

A_s——有效渗透面积，指水体常水位水面面积及常水位以下侧面渗水面积之和（m^2）。

混凝土浇筑池底或经防渗处理的池底，池体日渗透漏失量可按有效水容积的 1%~3%估算。

雨水处理设施自用水量宜按照日设计处理水量的 5%~10%确定。

道路浇洒用水量、绿化用水量、冲厕用水量、洗车用水量等参照《雨水利用工程技术标准》DB32/T 3813 的规定计算。

4. 构造详图

蓄水池典型构造可参照国家建筑标准设计图集《雨水综合利用》10SS705。

5.3.2 雨水罐

1. 主要内容

雨水罐是地上或地下封闭的简易雨水集蓄利用设施，材质主要为玻璃钢、聚乙烯(PE)或金属等，多为成型产品，施工安装方便，便于维护。

图 5.3-1 雨水罐实景图

2. 适用性

雨水罐适用于单体建筑屋面雨水的收集利用，也可用于城市高架道路雨水径流收集回用。

图 5.3-2 雨水罐应用场景图

3. 技术设计要点

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。

2）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。

3）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。

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

5）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，宜设置建筑雨落水管弃流过滤器。

4. 构造详图

1） 雨水罐典型构造

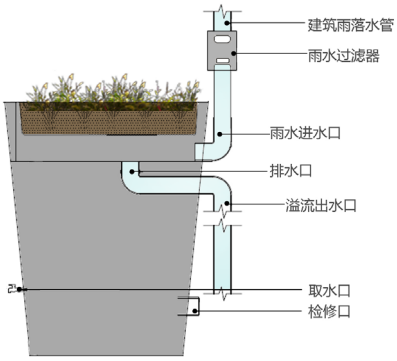


图 5.3-3 雨水罐典型构造示意图

2） 雨水罐用于单体建筑提升做法

地上装配式延时调节设施是一种设置在地面上，利用延时调节工艺原理，通过内部空间储存雨水，降雨结束后延时匀流缓释雨水，延长雨水在花箱内的停留时间，沉淀净化雨水，并自动排除底部沉污，从而实现雨水的调蓄、净化以及利用的装置。

地上装配式延时调节设施适用于地上空间调蓄和净化雨水，也可作为高位下垫面雨水径流进入生物滞留设施前的消能和预处理设施，可解决建筑小区等环境内绿地不足、地下空间不足导致的海绵城市设施难以落地的问题。

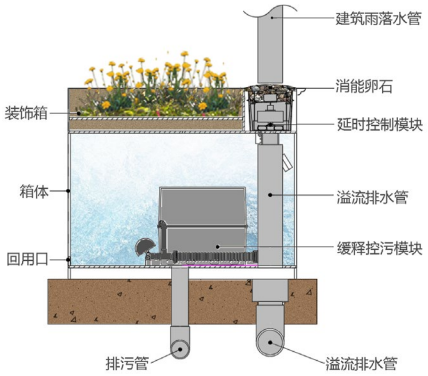


图 5.3-4 地上装配式延时调节设施构造原理图

地上装配式延时调节设施由箱体、种植槽、缓冲槽、毛细灌溉系统、无动力缓释控污装置及管路系统组成。

地上装配式延时调节设施的各个功能模块主体材质为铝合金、ABS、PP、PE、PVC、不锈钢 304 等防腐、防老化、抗冲击材料。

设施应具备进水消能缓冲槽模块，对高位下垫面排水进行势能消减处理，防止雨水迸溅，同时拦截雨水中的树叶、垃圾等大颗粒杂物。

设施应具备雨水调蓄和溢流模块，储存净化雨水，并将超设计量雨水排入雨水管网。

设施应具备无动力缓释控污装置，在降雨停止后将存储雨水以恒定流量缓慢排出，恢复调蓄空间的同时保证最大雨水停留时间，达到最佳净化效果。

装置运转过程应自动、连续运行、无须外部动力驱动、无须人员操作。

缓释装置应保证在降雨结束前不排水，在降雨结束后进行匀流缓释排水。

排水过程连续、流量恒定，设计满水排空时间为 12h~24h，不同储水液位条件下排水流量误差小于 5%。

无动力缓释控污装置的流量性能需通过国家环保产品质量监督检验中心检测认证定，并具有相应的检验检测报告。

设施应设有毛细灌溉模块，汲取设备内储水用于自身灌溉。

设施的调蓄量应根据设计需求调蓄量确定。

3） 雨水罐用于城市高架提升做法

装配式生态蓄水罐是半封闭雨水集蓄利用设施，由耐腐抗压材料及不锈钢材料等制成，是对道路/屋面雨水净化、滞留、回用的海绵城市设施。

装配式生态蓄水罐适用于净流量大、污染程度高的屋面、高架桥的雨落水管处，用于净化存储桥面/屋面雨水。

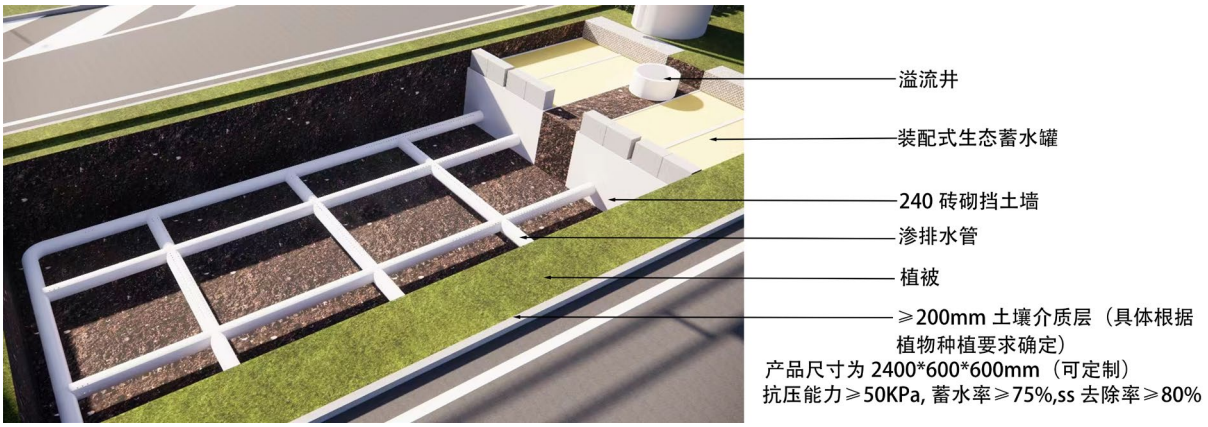


图 5.3-5 装配式生态蓄水罐构造示意图

装配式生态蓄水罐宜分散布置且规模不宜过大，单个体积不小于 0.5m^3，蓄水率：≥90%；装配式生态蓄水罐应具有过滤(缓冲)组件、净蓄组件、调蓄组件基础组件，实现对雨水的过滤、调蓄效果；降雨时，雨水经由雨落水管进入装配式生态蓄水罐，需经过过滤(缓冲)组件，对雨水进行消能、初步

过滤；净蓄组件对初步过滤的雨水进行净化、调蓄。

罐体周边需设置挡土墙，靠近道路或建筑物基础一侧应设置防渗措施。底部防渗应根据实际情况确定。碎石层底宽大于等于 1m 时，底部防渗层可不完全封闭，但两侧需各搭接 500mm。

5.4 调蓄类设施

5.4.1 湿塘

1. 主要内容

湿塘是具有雨水调蓄、雨水净化和景观功能的水体，有稳定水源保障，维持一定运行水位，且以雨水作为主要补水水源。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；大流量分水槽用来保护处理区域，使其免受冲刷破坏。



图 5.4-1 湿塘实景图

2. 适用性

湿塘适用于建筑小区、城市绿地等具有一定空间条件，且非雨季有水面要求的区域，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。


图 5.4-2 湿塘应用场景图

3. 技术设计要点

1）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。

2）进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

3）前置塘为湿塘的预处理设施，起到沉淀径流中大颗粒污染物的作用，池底一般为混凝土或块石结构，便于清淤；前置塘应设置清淤通道及防护设施，驳岸形式宜为生态软驳岸，边坡坡比（垂直：水平）一般为 1：2~1：8；前置塘沉泥区容积应根据清淤周期和所汇入径流雨水的 SS 污染物负荷确定。

4）主塘一般包括常水位以下的永久容积和储存容积（可选），永久容积水深一般为 0.8m~2.5m，储存容积应根据其受纳的汇水面所需控制的径流总量确定；具有峰值流量削减功能的调节容积应根据所需调节的水量和相应排空时间确定，调节容积的排空时间应为 24h~48h；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，边坡坡比（垂直：水平）不宜大于 1：6。当开挖深度超过地下水位时，底部需铺设防渗层。

5）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放系统的排水能力确定。溢流出水口的外侧应设置于雨水收水口处，雨水收水口处必须设置沉泥坑。

6）湿塘的选址应因地制宜、经济有效、方便易行，充分结合现状地形地貌进行标高设计，保护并合理利用场地内原有的湿地、坑塘、沟渠等。

7）湿塘可设置在要控制雨水径流量的常年易积水区域，并与周边汇水及雨水系统做好衔接。

8）应参考设计规范确定对红线、结构和建筑的最小退线。通常湿塘应距离建筑基础设施 8m，距化粪池、田地等 15m。

9）建议湿塘的排水面积在 4 hm^2~10hm^2 或更多来保持一个健康的主塘水体，避免因季节性水位出现极大的波动，影响整体景观感受和植物生态净化功能。

10）湿塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示设施。

11）湿塘调蓄量可采用脱过系数法按下式计算：

$$V = \left[-\left(\frac{0.65}{n^{1.2}} + \frac{b}{t}\frac{0.5}{n+0.2} + 1.10\right)\cdot\log(\alpha + 0.3) + \frac{0.215}{n^{0.15}}\right]\cdot Q_i t \qquad (5.4.1\text{-}1)$$

式中： V——调蓄量或调蓄设施有效容积（m^3）；

t——降雨历时（min）；

b——暴雨强度公式参数；

n——暴雨强度公式参数；

α——脱过系数，取值为调蓄设施下游和上游设计流量之比。

设计降雨历时，应符合下列规定：

宜采用 3h~24h 较长降雨历时进行试算复核，并应采用适合无锡市的设计雨型。

当缺乏无锡市雨型数据时，可采用附近地区的资料，也可采用无锡市具有代表性的一场暴雨的降雨历程。

12）调节设施排空时间计算

- 采用水泵排空时其有效调节容积的排空时间应按下式计算：

$$t_0 = \frac{V}{3600Q'\eta} \tag{5.4.1-2}$$

式中：t_0——排空时间（h）；

V——调节设施的有效容积（m^3）；

Q'——下游排水管道或设施的受纳能力（m^3/s）；

η——排放效率，一般取 0.3~0.9。

- 采用管道就近重力出流时其有效调节容积的排空时间应按下式计算：

$$t_0 = \frac{1}{3600}\int_{h_1}^{h_2} \frac{A_t}{C_d A\sqrt{2gh}}dh \tag{5.4.1-3}$$

式中：t_0——放空时间（h）；

h_1——放空前调节设施水深（m）；

h_2——放空后调节设施水深（m）；

At——时刻调节设施表面积（m）；

h——调节设施水深（m）。

4. 景观设计要点

1）进水设施：可考虑设计成水帘或跌水的形式，注意裸露的硬质贴面与环境元素的统一；可在湿塘内设计低堰，低堰可与汀步或维修通道相结合；可根据水位的高度设计不同宽度的溢流通道。

2）硬质驳岸：应与道路、广场等开敞式的空间结合，为使用者提供进入的空间；考虑沿驳岸四周种植茂密的水生植物，在中心区种植沉水植物和浮叶植物；柔化水陆交接的边界感，利用植物

丰富空间的观赏性。

3）生态软驳岸：适合场地原始坡度缓或腹地大的河段，不需要过多人工干预的驳岸；设计形式为生态草坡、沙滩或卵石滩；注意地形的起伏、景观小品设计、置石的摆放、背景植被的疏密等细节。

4）互动景观节点：考虑设计眺望台或可攀登的构筑物；注意丰富竖向景观空间；提供更多与生态环境接触的机会。

5）植被缓冲带：可与人工湿地或生态浮床结合，考虑合理的异形折线设计，增加景观界面的观赏性；可以利用石笼、挡水坎、截水沟等多种方式缓解高差形成台地景观；坡度一般为 2%-6%，宽度不宜小于 2m。

6）艺术装置：考虑将滨水人行道延伸至湿塘中央，为散步、晨跑的人们提供休憩的亲水平台；临近滨水的区域可合理摆放艺术装置，与使用者形成互动关系；注意增加场地的趣味性。

5. 构造详图

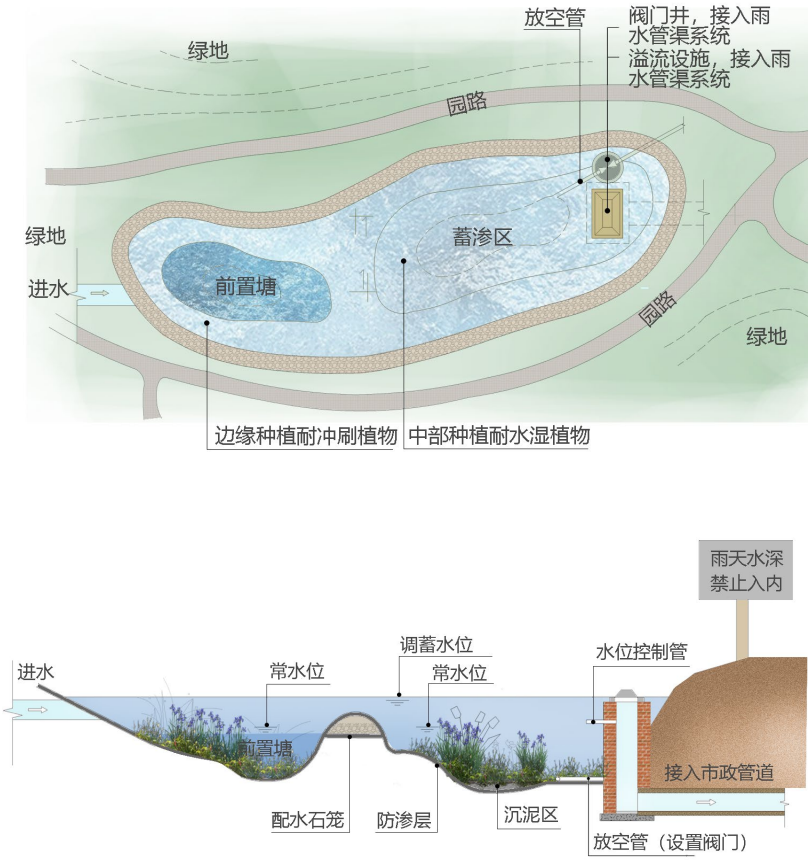


图 5.4-3 湿塘典型构造示意图

5.4.2　　地下装配式延时调节设施

1.　主要内容

地下装配式延时调节设施是将延时调节设施的功能构件进行标准化、模块化和集约化设计，集约利用装配式功能化模块空间，通过延时沉淀净化，有效控制径流污染，实现污染物自动排除的设施。

2.　适用性

适用于建筑小区和城市道路内汇水下垫面周边地下或绿地空间不足时的径流雨水控制，以及径流污染较高下垫面的径流污染控制。

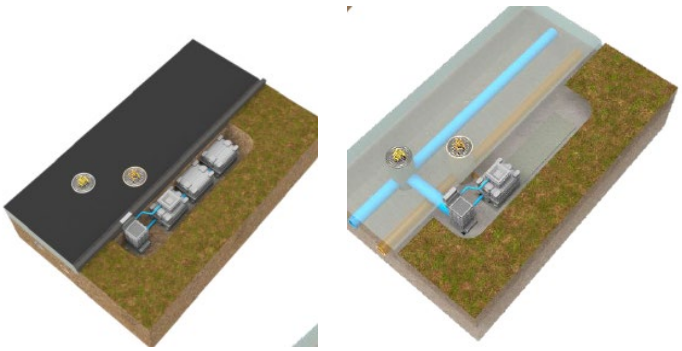


图5.4-4应用场景图

3.　技术设计要点

1）装配式延时调节设施设的各个功能模主体材质为 ABS、PP、PE、PVC、不锈钢 304 等防腐、防老化、抗冲击材料。

2）延时调节设施宜作为源头海绵城市设施分散设置。根据场地原始情况，表层设置为绿地或非行车铺装，不改变建设场地的功能和形式。

3）延时调节设施排空时间应根据径流污染特性确定，当资料不明确时，排空时间取值范围为 12h~24h。

4）进水模块最大拦截孔径为 1cm，并须具有水平和竖向标定组件，为安装和施工提供基点控制辅助。

5）分流模块的分流管通径不小于 75mm。

6）溢流模块的满溢流量(篦前积水 10cm)不低于 65L/s。

7）缓释排污模块的缓释排水应连续、均匀、可控，沉积污染物排除判断和执行过程应主动运行，装置的整个运行过程全自动无动力，无需供电，施工、维护便捷，无用电安全风险。

8）匀流缓释排水装置的性能需通过国家环保产品质量监督检验中心检测认证定，并具有相应的检验检测报告。

9）排污口应设有水封层，防止污水管网内的有害气体溢出。

10）延时调节设施主体结构须满足应用环境的荷载需求，应经结构设计计算后确定材质及强度等级，并应满足防渗要求。

11）延时调节为主要功能的设施的规模计算

$$V_{ed} = V_S + W_{ed} \quad (5.4.2\text{-}1)$$

$$W_{ed} = (V_S/T_d)t_p \quad (5.4.2\text{-}2)$$

式中：V_{ed}——延时调节设施的径流体积控制规模（m^3）；

W_{ed}——延时调节设施降雨过程中的排放量（m^3）；

T_d——设计排空时间(h)，根据设计悬浮物（SS）去除能力所需停留时间确定；

t_p——降雨过程中的排放历时（h），为无锡市多年平均场降雨历时，资料缺乏时，可根据平均场降雨历时特点取 2h~l2h。

4. 构造详图

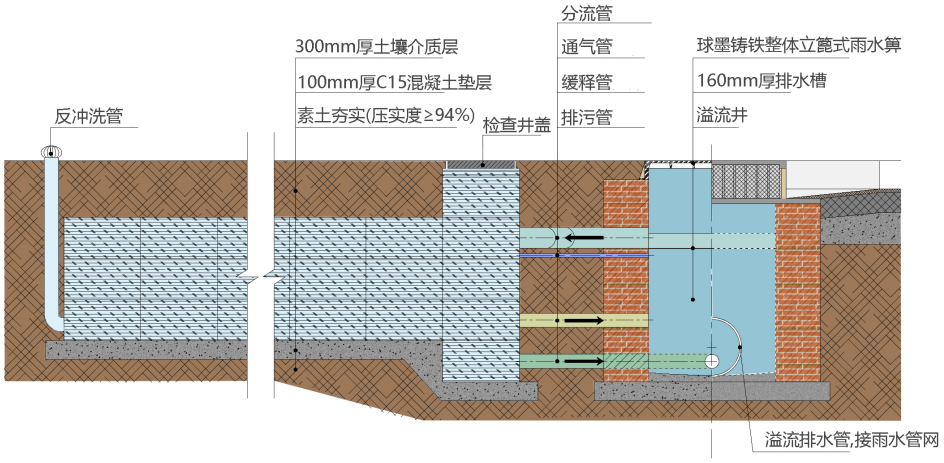


图5.4-5地下装配式延时调节设施典型构造图

5.4.3 调蓄明沟

1. 主要内容

调蓄明沟是内部填充玻璃轻石的排水沟，能够有效消减雨水径流污染并通过水沟短暂调蓄作用

实现管网峰值消减，同时不改变建设场地的功能形式。

2. 适用性

调蓄明沟适用于因综合管线复杂或绿地较少，无法设置绿色生物滞留设施的铺装处，也适用于老旧小区改造铺装处。

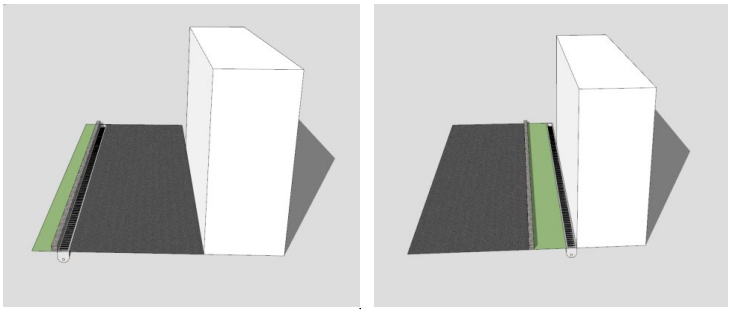


图5.4-6调蓄明沟应用场景图

3. 技术设计要点：

1）调蓄明沟盖板可采用常规格栅盖板，也可与景观统一采用石材盖板穿孔等形式。

2）为防止沟内滤材在雨量集中时发生随水流溢出，堵塞溢流排水管，溢流堰处可设置钢丝网，或玻璃轻石上方加盖钢丝网，或采用成品塑料框固定。

3）调蓄明沟主体为土建结构或成品装配结构，其外壁、基础及支撑结构须满足应用环境的荷载需求，应经结构设计计算后确定材质及强度等级，并应满足防渗要求。

4）调蓄明沟深度及滤材填料深度可根据需要设置。

5）调蓄明沟需满足检修要求，若布置在有通行需求处，还需满足荷载要求。

4. 构造详图

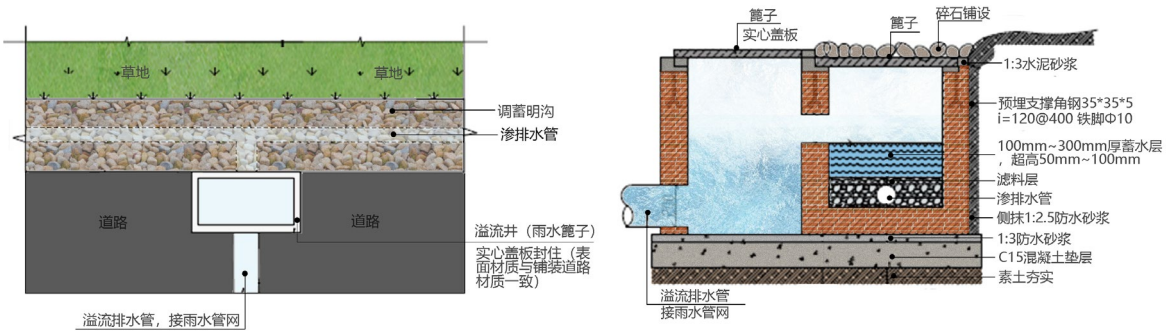


图5.4-7调蓄明沟典型构造示意图

5.5 截污净化类设施

5.5.1 植被缓冲带

1. 主要内容

植被缓冲带是坡度较缓的植被区，能利用植被拦截及土壤下渗等作用促进雨水下渗，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、广场等不透水路面周边，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。

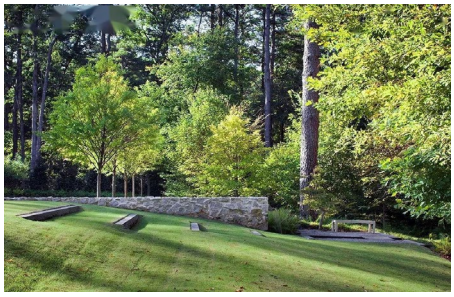



图5.5-1植被缓冲带实景图

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. 技术设计要点

1）植被缓冲带可采用道路林带与湿地沟渠相结合的形式，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，碎石消能渠断面尺寸不宜小于 300m×300mm，碎石粒径为 30mm~50mm，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，可配置渗排水管/渠。渗排水管/渠分为集水区(下凹深度不大于 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。

6）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。

4. 构造详图

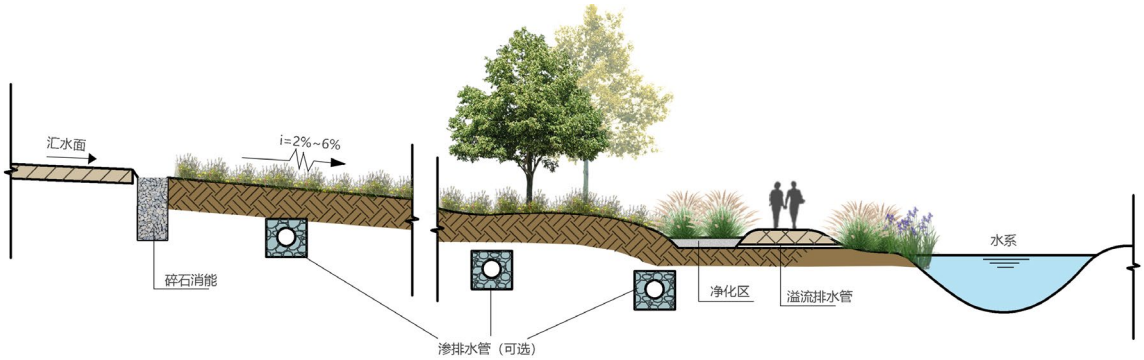


图5.5-2植被缓冲带典型构造示意图

5.5.2 生态驳岸

1. 主要内容

生态驳岸是通过多种措施，重建或恢复水陆生态结构，使其恢复成自然河岸或有自然河岸“可渗透性”、具备截污净化功能的人工驳岸。

开挖边坡形成以后，通过种植植物，利用植物与岩、土体的相互作用(根系锚固作用)对边坡表层进行防护、加固，使之既能满足对边坡表层稳定的要求，又能恢复被破坏的自然生态环境的护坡方式，是一种有效的护坡、固坡手段。

生态驳岸按结构形式可分为自然土坡驳岸、木桩驳岸、石笼驳岸、连锁植草砖驳岸、块石驳岸、生态砌块驳岸。自然土坡驳岸是采用原生态方式的驳岸处理手段构建的处于水域和陆地之间、界限不明显、适合水生生物生长的生态驳岸；木桩驳岸是取伐倒木的树干或适用的粗枝，横向截断成规定长度的木桩打成的生态驳岸；石笼驳岸是用石笼网箱对河岸进行堆防护而建成的生态驳岸；连锁植草砖驳岸是使用连锁型块体设计的植草砖作为河岸护坡材料而建成的生态驳岸；块石驳岸是以形状各异的太湖石、青石、黄石等石材进行堆叠，营造出高低错落、棱角分明的硬质驳岸或利用水泥、玻璃钢、有机树脂等材料，采用现代施工技术，在河岸边坡塑造出造型多变、形态丰富的山石景观；生态砌块驳岸是采用以隧道弃渣、尾矿石、石屑等固体为原料加工而成的生态砌块而建成的生态驳岸。



图5.5-3生态驳岸实景图

2. 适用性

自然土坡驳岸适用于流速较低、边坡较小，且无较高防洪要求的河道或湖滨驳岸；木桩驳岸、连锁植草砖驳岸适用于流速较低、无较高防洪要求，且有景观设计需求的驳岸；石笼驳岸适用于无较高防洪要求且有景观设计需求的驳岸；块石驳岸适用于流速较高的驳岸；生态砌块驳岸；适用于流速较高且有景观设计需求的驳岸。

3. 技术设计要点

1）生态驳岸的材料应符合下列规定：

- 应坚固耐久，抗冲刷、抗磨损性能强。
- 多孔隙、透水、透气，适于生物繁衍生息。
- 适应岸坡变形能力强，有利于生物栖息、自然做功等。
- 就地取材，安全、经济合理，便于施工、修复、加固。
- 宜采用天然材料，避免使用对水环境、生态环境等造成不利影响的材料。

2）断面设计原则：

- 岸坡断面形式应根据地理位置、场地条件、功能、岸（堤）高度、水位变化、流量及流速等因素，满足行洪排涝过流能力、岸坡稳定安全、生境多样性、滨水景观、亲水性及工程管理等要求，经技术、经济比选后确定。
- 岸坡断面形式应因地制宜设计，不同岸别、不同岸段的断面形式宜差异化，同时应做好不同断面形式之间的平顺衔接处理。
- 岸坡断面形式应增强护岸的水-陆生态连通性。
- 岸坡断面形式应根据河湖底部、岸滩的天然形态，营造坡、岸、滩、槽、洲、潭等多样化的自 然或仿自然生境，避免将河道底部、岸滩等平整化。

- 岸坡断面宜采用坡式、混合式等自然形式的生态岸坡；条件允许时，可采取地形重塑等方式建设浅丘岸坡，形成自然界面。

- 除与其它建筑物衔接或开展论证分析外，不应将河道天然坡式岸坡改造成墙式护岸。

5.5.3 雨水湿地

1. 主要内容

雨水湿地是将雨水进行沉淀、过滤、净化、调蓄的湿地系统，同时兼具生态景观功能，通过物理、植物及微生物共同作用达到净化雨水的目标。

图5.5-4雨水湿地实景图

2. 适用性

雨水湿地适用于具有一定空间条件的建筑小区、城市道路、城市绿地、滨水带等区域。

3. 技术设计要点

1）雨水湿地外围空间应根据项目条件建设植缓冲带，以降低地表雨水径流流速和削减污染负荷。

2）在满足设计要求的条件下，雨水湿地可选择表流、水平潜流及垂直流中的一种或几种组合形式。

3）雨水湿地与湿塘的构造类似，一般由进水口、前置塘、沼泽区、出水池、溢流出水口构成，必要时可设置护坡、驳岸、维护通道等。

4）进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

5）应设置前置塘对径流雨水进行预处理。

6）沼泽区包括浅沼泽区和深沼泽区，是雨水湿地主要的净化区，其中浅沼泽区水深范围一般为0~0.3m，深沼泽区水深范围为一般为 0.3m~0.5m，根据水深不同种植不同类型的水生植物。

7）雨水湿地应满足防洪要求，调节容积应在 24h 内排空。

8）出水池主要起防止沉淀物的再悬浮和降低温度的作用，水深一般 0.8m~1.2m，出水池容积约

为总容积（不含调节容积）的 10%。

4. 构造详图

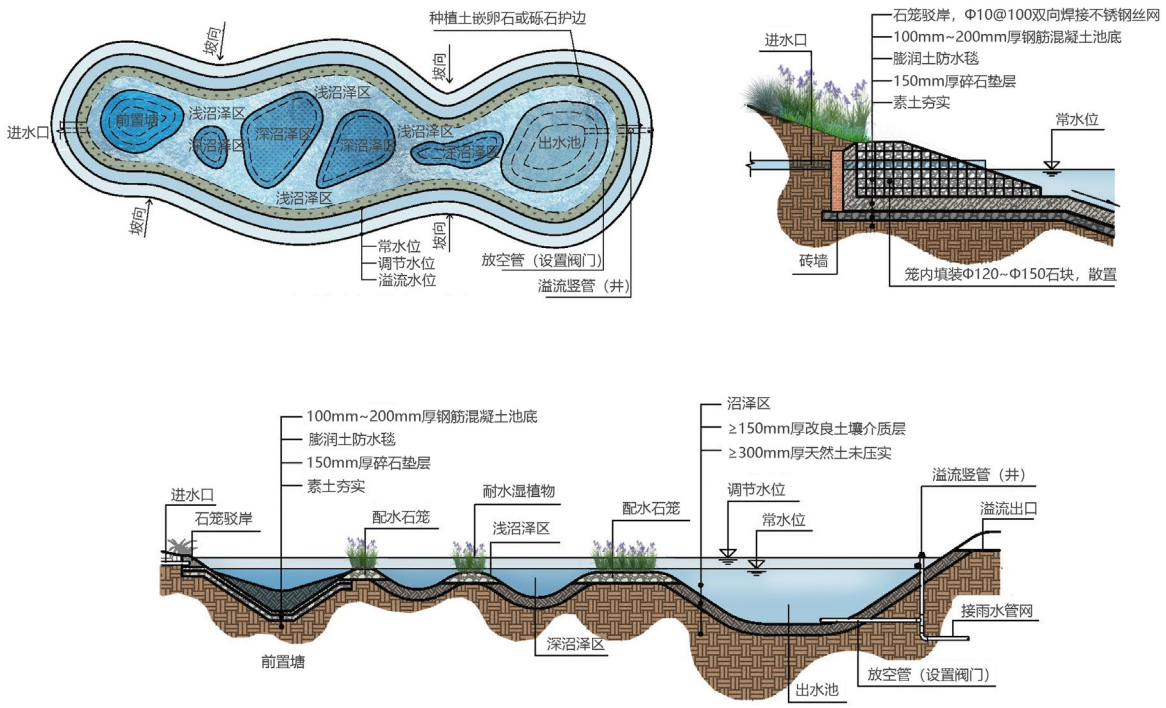


图5.5-5雨水湿地典型构造示意图

5.5.4 WTS 湿地

1. 主要内容

WTS 湿地是高效水质处理设施，该设施为结合植物的生物滤池系统，利用布水管均匀布水，通过植物根系吸收、微生物降解等方式去除水中污染物。可与面源污染处理装置、CF 滤清器等系统组合，用作后端水质处理设施，进一步削减水中总磷、氨氮等污染物。

WTS 湿地具有高效的水体污染去除能力，并能够提升水动力。其设计具有较高的弹性，可根据入流水量、水质，调整污染负荷削减能力。水力负荷为 2 m^3/（m^2.d）~3m^3/（m^2.d）。悬浮颗粒削减率高达 95%，出水水流清澈。


图5.5-6WTS湿地实景图

2. 适用性

WTS 湿地可根据周边景观的风格特征，灵活化处理，与周边绿地融为一体。可以作为绿地的一部分，亦可与自然湿地无缝衔接，是绿色的水处理工艺。

3. 构造详图

WTS 湿地结构由植物覆盖层、生物介质土滤料层及碎石层构成，结构层总厚度 0.8m~1.2m。

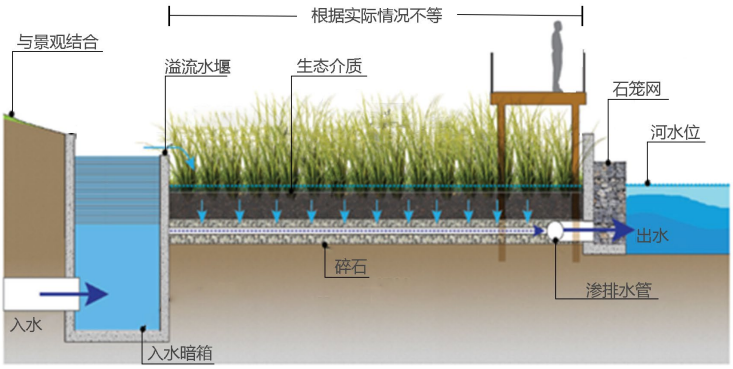


图5.5-7WTS湿地典型构造图

5.5.5 环保雨水口

1. 主要内容

环保雨水口是一种用于处理面源污染的海绵城市设施。

2. 技术设计要点

1）环保雨水口主要利用透水土工布、粗砂、活性炭、沸石、玻璃轻石等过滤材料对径流的过滤能力，截留雨水径流中的磷、重金属和 SS 及其附着的其他污染物，主要包括框架和过滤材料两个部分，构成过滤区和溢流区。

2）雨水口的承重应满足设计要求。

3）雨水口应设置截污挂篮。

4）环保雨水口应具有防止垃圾直接扫入雨水管道的功能。

5）雨水口的过流能力应满足设计要求。

6）井体采用树脂混凝土，抗弯强度 25N/mm^2，抗压强度 94N/mm^2，表面粗糙度 25um，壁厚大于 10mm。

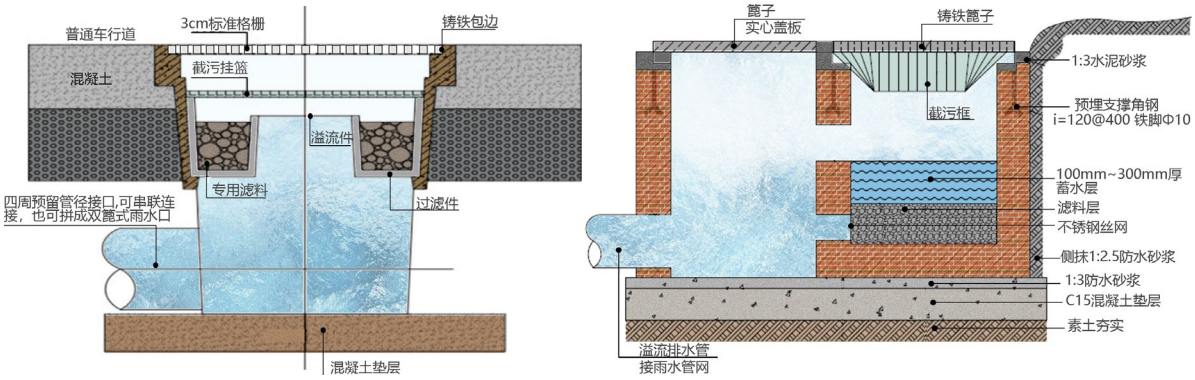


图5.5-8环保雨水口不同形式应用示意图

5.6 转输类设施

5.6.1 植草沟

1. 主要内容

植草沟是用来收集、输送、削减和净化雨水径流的表面覆盖植被的明渠。植草沟可分为转输型植草沟、渗透型干式植草沟和湿式植草沟。

转输型干式植草沟是开阔的浅植物型沟渠，主要起到收集、转输雨水径流的作用；渗透型干式植草沟是开阔的、覆盖着植被的水流输送渠道，它在设计中包括了由人工改造土壤所组成的过滤层，以及过滤层底部铺设的地下排水系统，设计强化了雨水的传输、过滤、渗透和滞留能力，从而保证雨水在水停留时间内从沟渠排干；湿式植草沟是长期保持潮湿状态的沟渠型植草沟。

图5.6-1植草沟实景图

2. 适用性

植草沟适用于建筑小区内道路，广场、停车场等不透水面的周边，城市道路及城市绿地等区域，可以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也可代替雨水管渠；转输型干式植草沟适用于径流输送为主要需求的区域；渗透型干式植草沟适用于土壤渗透性较好，具有径流输送和径流总量控制双重需求的区域；湿式植草沟适用于具有径流输送和径流污染控制双重需求的区域。

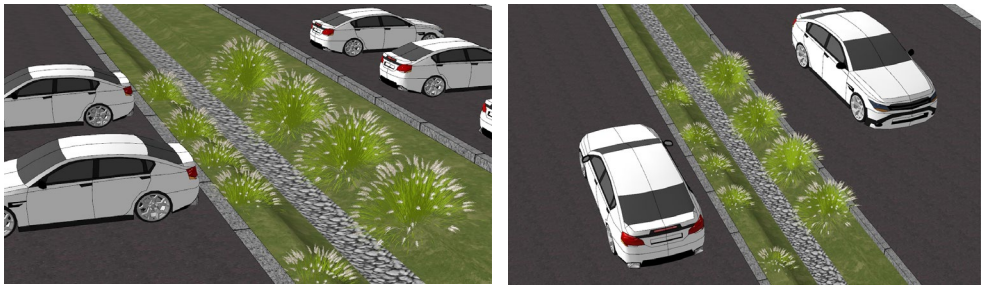


图5.6-2植草沟应用场景图

3. 技术设计要点

1）转输型干式植草沟

- 浅沟断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。
- 草沟纵坡不宜小于 0.3%，且不宜大于 4%。纵坡较大时宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎。消能台坎的设置宜满足下列规定：采用 150mm~200mm 块石，块石级配良好，干净；台坎顶面高度低于植被草沟顶部 10cm；台坎设置宽度满足其不会被雨水冲开。
- 植草沟覆盖层入流速度不宜大于 0.3m/s，植被层的入流速度不宜大于 0.9m/s。植草沟最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2~0.3。
- 植草沟宜种植密集的草皮草，不宜种植乔木及灌木植物。植被高度宜为 50mm~200mm，植草沟内最大有效水深宜为植被高度的 1/2。
- 梯形草沟底宽不宜大于 2.0m，不宜小于 0.6m，边坡不宜大于 1：3，深度根据汇水面积及现场条件综合确定。
- 草沟内设置溢流设施时，溢流水位 50mm≤h≤100mm。
- 植草沟可设置渗排水管排水。

2）渗透型干式植草沟、湿式植草沟

- 对于汇水面积较大或边沟顶有冲沟的路堑边沟，不宜直接采用生态草沟，若必须采用，应在草沟底部增加盖板暗沟等排水设施，以增强草沟的泄水能力。

- 植草沟考虑雨水下渗时应取消防渗层，不考虑雨水下渗时应设置防渗层；植草沟考虑雨水下渗，其渗透系数应大于 5×10^{-6}m/s；不考虑雨水下渗时，其渗透系数应小于 1×10^{-8}m/s。

- 遇到乔木时可取消生物滞留介质，但底部渗排水管应保持贯通，沟槽表面也要保证径流通道顺畅。

- 生物滞留草沟溢流雨水口(井)后宜设置挡流堰，挡流堰顶标高宜高于溢流水位 50mm。

3）植草沟规模计算

根据总平面图布置植草沟并划分各段的汇水面积；根据《室外排水设计标准》GB 50014 确定排水设计重现期，参考雨水流量计算设计流量 Q；根据工程实际情况和植草沟设计参数取值，植草沟等转输设施的过水断面面积按下式计算：

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{Qn}{R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}} \tag{5.6.1-1}$$

$$R = \frac{A}{x} \tag{5.6.1-2}$$

式中：A——植草沟过水断面面积（m^2）；

Q——雨水设计流量（m^3/s）；

v——雨水在植草沟内的平均流速（m/s），一般小于 0.8m/s；

R——横断面的水力半径（m）；

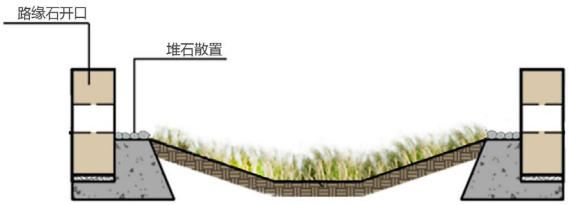
i——植草沟的纵向坡度；

n——糙率，宜为 0.2～0.3；

x——湿周（m）。

4. 构造详图

梯形草沟



倒抛物线型草沟

渗透型干式植草沟

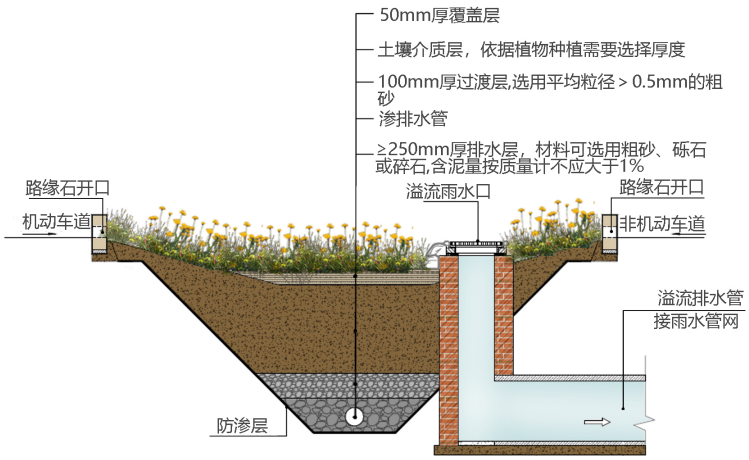


图5.6-3植草沟典型构造示意图

5.6.2 渗管/渗渠

1. 主要内容

渗管是具有渗透功能的雨水管，将雨水有组织地渗入地下；渗渠是用可渗透介质填充并兼具渗透和排放功能的雨水渠。

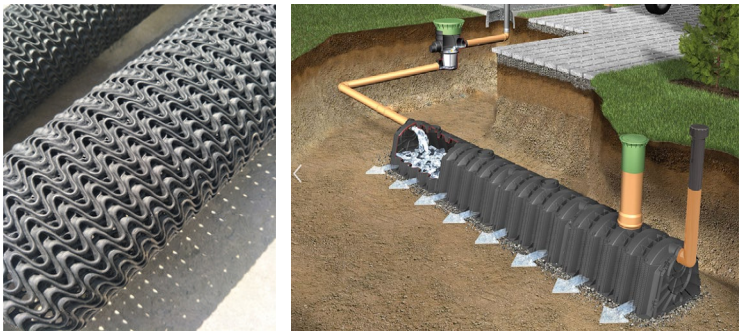


图5.6-4渗管/渗渠示意图

2. 适用性

渗管主要应用于渗透排放一体化系统，也可用于植被缓冲带。适用于土壤渗透性较好(渗透系数大于 5×10^{-6}m/s)、地下水位较低(渗排水管底与地下水位的水头高差不小于 600mm)场所的径流总量和径流污染控制，不适用于地下水位较高、径流污染严重等不宜进行雨水渗透的区域。

渗渠适用于土壤渗透性较好(渗透系数大于 5×10^{-6}m/s)且地下水位较低场所的径流总量和径流污染控制。

3. 技术设计要点

1）渗管/渠可采用穿孔塑料管、聚乙烯丝绕管、无砂混凝土管等材料制成，塑料管的开孔率不宜小于 15%，无砂混凝土管的孔隙率不应小于 20%。管材在不承压条件下应符合现行国家标准《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T 20221 的规定，在承压条件下应符合现行国家

标准《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T 10002.1 的规定。

2）渗管/渠的敷设坡度应满足排水要求，管道敷设坡度宜采用 1%~2%。

3）检查井之间的渗渠宜采用成品 PE 渗透式排水沟，开孔率不宜低于 15%，深度和宽度宜为 300mm~500mm。渗管或渗渠周边宜填充空隙率为 35%~45%的砾石或其他多孔材料，并采用厚度不小于 1.2mm、单位面积质量不小于 200g/m^2 的透水土工布与压实度 92%左右的回填土隔离。土工布搭接宽度不应少于 200mm，透水土工布性能指标应符合标准规范规定。

4）应设检查井或渗井，井间距不应大于渗透管管径的 150 倍。井的出水管口标高应高于入水管口标高，但不应高于上游相邻井的出水管口标高，渗透检查井应设 0.3m 沉砂室。

5）渗管/渠设在行车路面下时覆土深度不应小于 700mm。

6）地面雨水进入渗管/渠前宜设泥沙分离井渗透检查井或集水渗透检查井。

7）地面雨水集水宜采用渗透雨水口。

8）在适当的位置设置测试段，长度宜为 2m~3m，两端设置止水壁，测试段应设注水孔和水位观察孔。

9）管径和布置间距应计算确定，渗排水管的排水能力不应小于地表入渗量和地下水入渗量。

10）储水空间应按积水深度内土工布包覆的容积计，有效储水容积应为储水空间容积与孔隙率的乘积。

11）渗透管、沟有效蓄积水量按下式计算：

$$W_P = V_s = [S + (B \times H_c - S) \times n_k] \times L \tag{5.6.2-1}$$

式中：W_P——有效蓄积水量（m^3）；

V_s——储水容积（m^3）；

S——渗透管、沟横截面积（m^2）；

B——填料层宽度（m）；

L——管（沟）长度（m）；

H_c——渗透管顶至外包渗透层底的高度（m）；

n_k——结构层孔隙率（%），此处为填料层孔隙率。

12）渗透渠有效蓄积水量按下式计算：

$$W_P = V_s = A_S \times \sum H_i\, n_{ki} \tag{5.6.2-2}$$

式中：W_P——有效蓄积水量（m^3）；

V_s——储水容积(m^3)；

A_S——有效渗透面积（m^2）；

H_i——砂垫层、砾石层等各渗透层厚度（m）；

n_{ki}——砂垫层、砾石层等各渗透层孔隙率（%）。

4. 构造详图

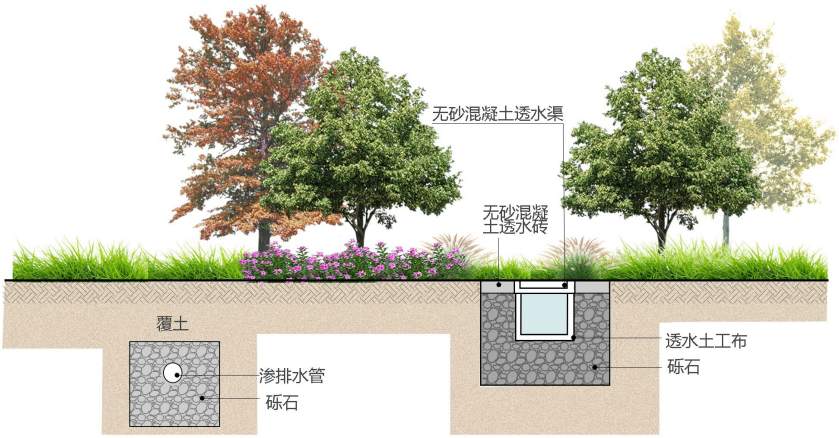


图5.6-5渗管/渗渠做法示意图

5.6.3 V 形线性排水沟

1. 主要内容

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5.6-6排水沟示意及实景图

2. 技术设计要点

1）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。

2）V 形线性排水沟的净深不高于 300mm，其排水能力不应小于上游草沟过流能力。

3）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。

3. 构造详图

线性排水沟为成品，具体选型详见《海绵型建筑与小区雨水控制及利用》17S705。

5.6.4 （人行道）过水暗涵/泄流通道

1. 主要内容

过水暗涵位于人行道下，用来将车行道径流引导至道路外绿化，以利用绿化内的海绵城市设施对雨水径流进行控制和净化。

泄流通道通常布置在道路低点的人行道处，其作用是将超标暴雨产生的路面径流引导到道路外的涝水蓄积场所，以确保道路运行通畅。

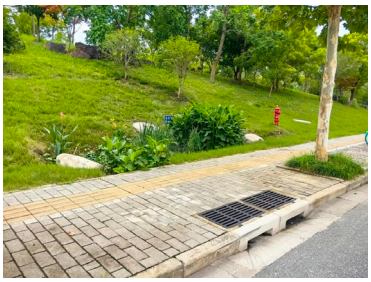
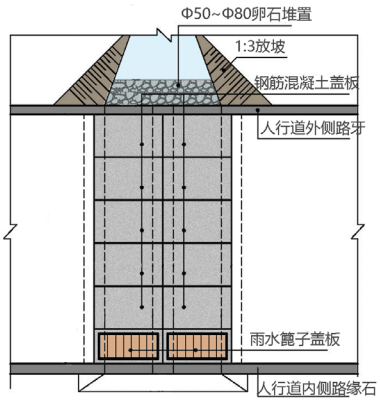




图5.6-7过水暗涵示意图

2. 构造详图



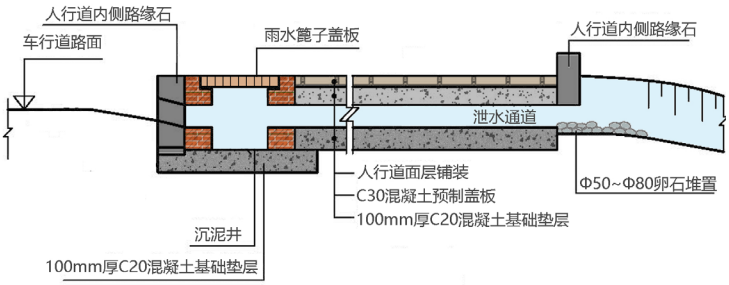


图5.6-8过水暗涵构造图

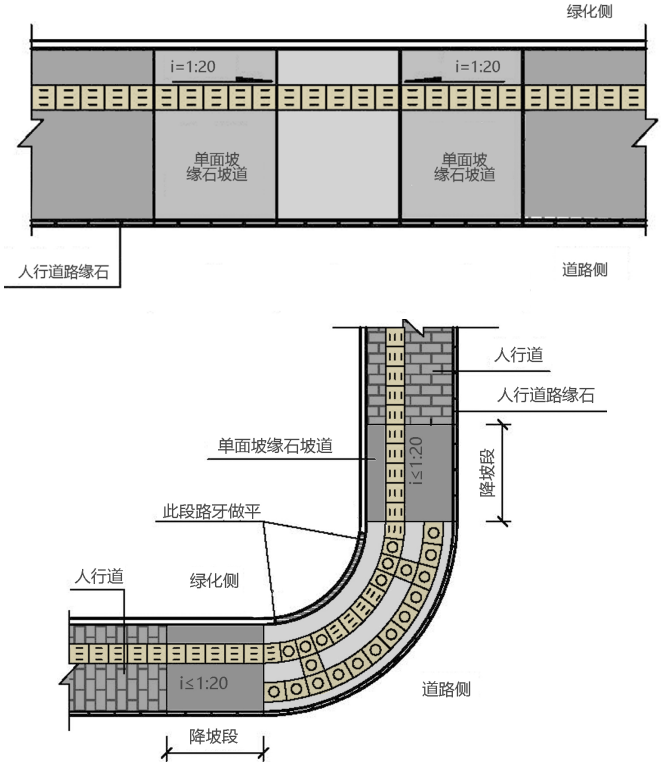


图5.6-9泄流通道构造图

6 海绵城市建设项目

6.1 一般规定

6.1.1 结合无锡市各区规划控制目标、水文地质、水资源等特点，并结合气候、土壤及土地利用等条件及技术经济分析，采用本地化的参数(降雨资料、设计雨型、土壤渗透系数等)进行设计，按照因地制宜和经济高效的原则选择海绵城市设施。

6.1.2 海绵城市建设的目标是尽量降低对自然生态的影响，开发强度越高、不透水下垫面比例越高的建设项目，其生态影响越负面，海绵城市建设需求越迫切，应加大投入开展生态环境保护补偿，尽量恢复开发建设前的自然水文循环状态。

6.1.3 海绵城市设计内容涵盖水污染防治系统、污水再生利用系统、雨水资源化利用系统、雨水管渠及内涝防治系统、防洪排涝系统的设计，本章节针对不同类别的建设项目，提出针对性的技术规定，引导各类建设项目开展海绵城市设计。

6.1.4 海绵城市设计中，相应的总平面设计、竖向设计、园林设计、建筑设计、给排水设计、结构设计、道路设计等专业相互配合，采取有利于促进场地建筑与环境可持续发展的设计方案。

6.1.5 应结合竖向设计合理划分汇水分区，合理布置源头海绵城市设施，遵循分散为主，集中为辅，集中与分散相结合的原则。

6.1.6 竖向设计应符合下列规定：

1.场地竖向应有利于雨水径流汇入海绵城市设施。

2.道路断面设计应优化道路坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系，便于雨水径流汇入绿地。

3.满足防涝系统的需求，并与城市排水防涝系统衔接。

6.1.7 雨水径流组织设计应符合下列规定 ：

1.当汇流距离较远或仅凭竖向无法保证有效汇流时，宜优先选择植草沟、线性排水沟等设施将地表径流导流至海绵城市设施。

2.海绵城市设施应采取溢流排放，并应与雨水管网和排洪设施有效衔接。

6.1.8 海绵城市设计应确保人员安全，采取保障公众安全的防护措施，设置必要的警示标识。

6.2 专业协同

海绵城市建设项目设计是一个系统工程，设计内容涉及多个专业，专业间的设计协同非常重要，涉及的专业主要有：建筑、给排水、道路、勘察设计、园林景观、结构、电气、水利水电、生态设计等。

海绵城市设计：（1）统筹建设项目海绵城市方案设计，根据项目所在区域海绵城市专项规划，确定海绵城市建设相关指标，细化分解海绵城市相关指标后，提资给相关专业；（2）在场地总平面设计中，完成建设工程项目海绵城市下垫面分析图、海绵城市设施平面布置图、竖向设计和径流组织平面图，并满足建设项目各阶段设计深度要求。核算各海绵城市设施调蓄容积；（3）根据海绵城市方案设计制定的相关指标要求，对需要设置调蓄、回用及处理设施的建设项目，应设计调蓄、回用的容积及有效水位等，进行水处理设施设备用房定位，并提资给建筑、给排水、结构、电气等专业设计；（4）统筹编写建设项目海绵城市方案设计专篇和计算书。在建设项目海绵城市方案设计阶段，填写《海绵城市专项设计方案自评表》，绘制相关图纸，并形成合格报审文件，包括图件及表格。

建筑设计：（1）建筑专业与给排水专业设计相互协同，根据海绵城市设计制定的相关指标，共同完成建筑雨水径流设计，落实软化屋面（绿色屋顶）海绵城市设施所需要的空间；（2）根据海绵城市设计制定的相关指标要求，需要设置调蓄、回用及处理设施的建设工程项目，应与给排水专业设计相互协同，配合设计调蓄、回用及处理设施设备用房等，并提资给结构等专业。

给排水设计：（1）在场地雨水排水总平面设计中，复核场地雨水排水系统规模，合理确定雨水收集回用范围，避免盲目扩大建设雨水收集利用工程设施；（2）根据海绵城市设计制定的相关指标要求，对需要设置调蓄、回用及处理设施的建设工程项目，应进行工艺设计设计，确定调蓄、回用容积、有效水位及水处理设施设备用房土建条件要求，并提资给建筑、结构、电气等专业设计；（3）根据海绵设计提出的断接雨落管，在本专业图纸中标明断接进海绵城市设施，保持图纸统一性；（4）明确雨水井、雨水口及雨水管线的位置，避免与海绵冲突；（5）复核海绵设计关于海绵城市设施排水设计提资，核算海绵城市设施的溢流口过流能力，确保海绵城市设施均匀分布。

道路设计：（1）明确竖向设计，确保道路纵坡及横坡便于路面雨水排入海绵城市设施；（2）明确透水铺装结构层等设计，并对路缘石及开口等做适当的调整设计，与海绵设计图纸一致；（3）明确人行道是否种植行道树，从而影响海绵城市设施的选择；（4）明确人行道外绿地的范围。

勘察设计：勘察专业设计应对水文地质、水质等级、水系连通情况资料进行详细勘察，应提供地下水位、土壤渗透系数等工程地质勘察资料以确保海绵城市设计的合理性。根据项目实际需求，提供场地内综合管线普查资料，为海绵城市竖向设计提供技术支撑。

园林景观设计：（1）园林景观专业应根据建设工程项目景观定位需求，将海绵城市设施合理地配置于环境景观设计中，为园林植物的生长创造有利的条件；（2）应根据水系治理项目景观定位需求，将海绵城市设施合理地配置于滨水带景观设计中，使之与河道及周边环境有机协调，为河道两岸植物的生长创造有利的条件，提高项目的整体生态环境服务功能；（3）构造海绵景观，展示海绵景观特色，合理布置绿地竖向满足雨水径流组织需求。

结构设计：（1）确定海绵城市设施增加的结构荷载与其设置范围，并根据海绵城市设施建设需要的土建预留条件要求，做好预留协调工作；（2）协同海绵城市设施结构设计。

电气设计：协同海绵城市设施、设备配电及自动控制、仪表等设计。

水利水电设计：（1）水利水电设计据海绵城市设计策划制定的目标及相关指标，共同完成河道雨水径流设计，落实河道两侧海绵城市设施所需要的空间；（2）根据海绵城市设计策划制定的目标及相关指标要求，对需要设置调蓄、净化设施的水系治理项目，设计生态驳岸、生态排口等。

生态设计：通过对生态环境进行综合分析规划空间结合，明确海绵布置格局。确定海绵建设与生态修复治理的工作范围，并根据海绵建设需要，做好协调工作。

6.3 建筑小区

6.3.1 一般规定

1.建筑小区项目海绵城市建设目标以年径流总量控制、面源污染削减为主，满足雨水管网排水能力的同时兼顾雨水收集利用。

2.应加强地块平面、竖向、景观、地下空间利用、排水系统设计与海绵系统设计的衔接，并按现行规范标准设计地块内雨水排水管网，避免建筑内部进水。

3.海绵城市设施的选择及规模的设置均应符合场地土壤渗透性、地下水位、地形等场地特征和要求。海绵城市设施在布局和外观设计上应充分考虑安全、环保、景观设计的结合，并考虑满足人的活动需求。

4.老旧小区及城市更新改造项目应消除内涝、积水等问题。

6.3.2 技术路线

建筑屋面和小区路面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绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的海绵城市设施。因空间限制等原因不能满足控制目标的建筑小区，径流雨水还可通过城市雨水管渠系统引入城市公园绿地内的海绵城市设施。海绵城市设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行，如结合小区绿地和景观水体优先设计生物滞留设施、湿塘和雨水湿地等。

建筑小区项目海绵城市建设技术路线如图 6.3-1 所示。

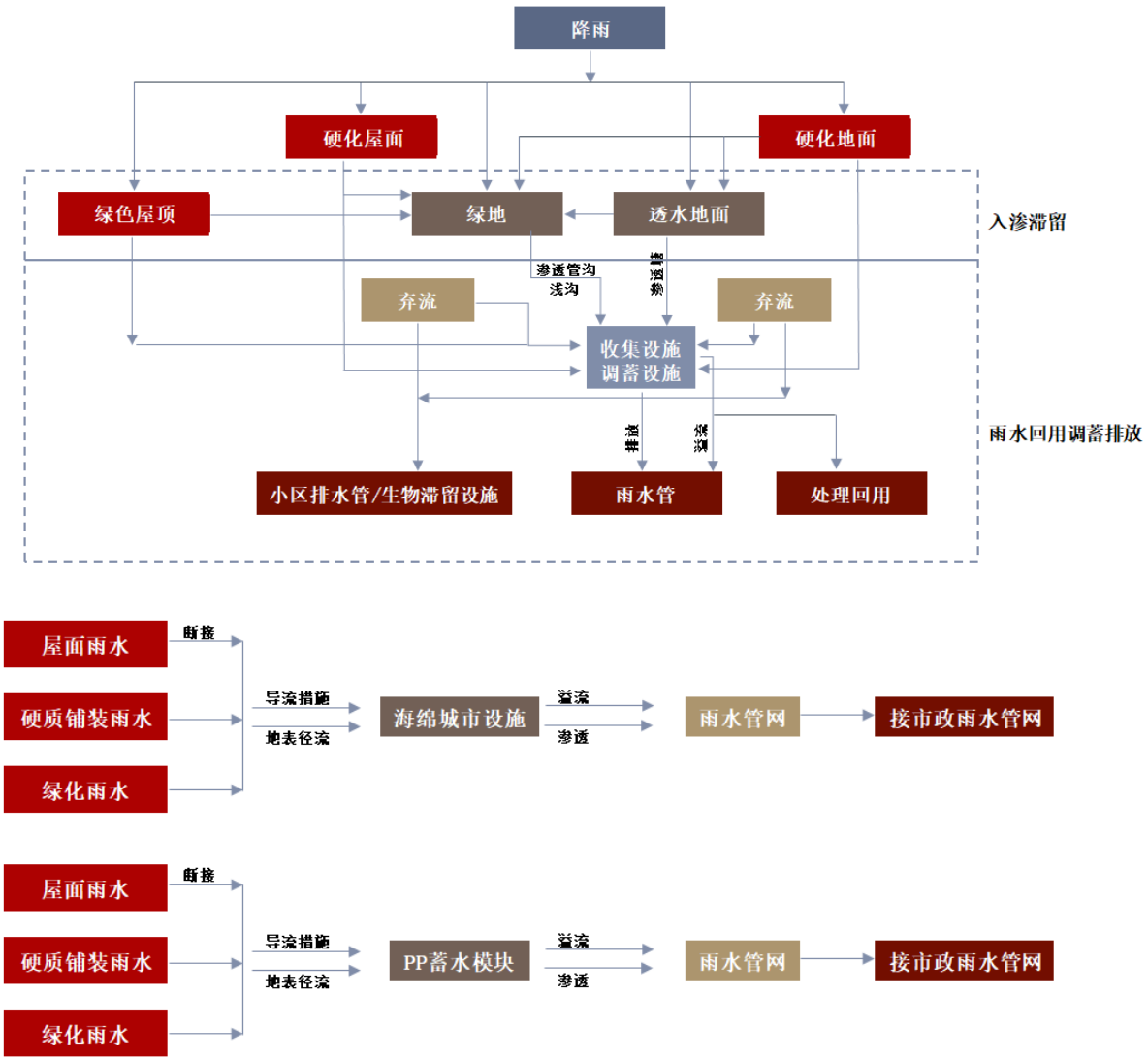


图6.3-1建筑小区项目海绵城市建设技术路线

6.3.3 总平面与竖向

1.总平面图应标明场地内道路、停车场、广场、绿地及建筑物的位置，并表示出地上及地下建

筑物、构筑物的定位、总尺寸、绝对高程及其与各类控制线、相邻建筑物之间的距离。道路、停车场广场、绿地等所有室外场地，均应标明高程、地形参数、构造做法覆土厚度及与周边道路、河道等的关系。

图6.3-2建筑小区项目总平面示意图

2．技术经济指标应包括海绵城市建设相关指标，并应明确蓝绿控制线等规划条件的要求。

3．按照功能及空间、地势等统筹布置海绵城市设施，并明确其定位并注明规模，用于滞蓄雨水的水体、低洼地绿地、水池等设施应表示标高及做法。

4.应优化不透水硬化面与绿地空间布局，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城市设施。

6.3.4　　雨水径流控制

1.应根据项目特点、空间布局需求因地制宜选择海绵城市设施。

2.应根据规划指标及规范要求计算项目海绵城市设施的规模并进行校核。

3.雨水系统应满足海绵城市建设要求，雨水应经过海绵城市设施后再排至雨水管渠系统。

4．建筑屋面应采用对雨水无污染或污染较小的材料，不宜采用沥青或沥青油毡。有条件时宜结合无锡市气候条件采用绿色屋顶。

5．建筑雨落水管宜断接引入周边绿地内小型、分散的雨水利用设施，或通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄、入渗设施。具有大型屋面的建筑在不具备再生水回用系统时，宜设收集回用系统，收集屋面雨水，回用于绿地浇灌、场地清洗等，回用雨水的水质应符合相应用途的

水质标准。

6.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 SS、COD 等污染物浓度确定，当无资料时，屋面弃流可采用 2mm~3mm 径流厚度，地面弃流可采用 3mm~5mm 径流厚度。

7.雨水口的设置应符合下列规定：高程应保证雨水顺利排出和蓄水空间容积，生物滞留设施及下沉式绿地内的雨水口应设在高处或采取在其周边垫土等方式满足蓄水高度要求；数量及间距应满足场地排水要求；硬化路面雨水口宜设置在路边下沉式绿地内或采取净化、截污措施。

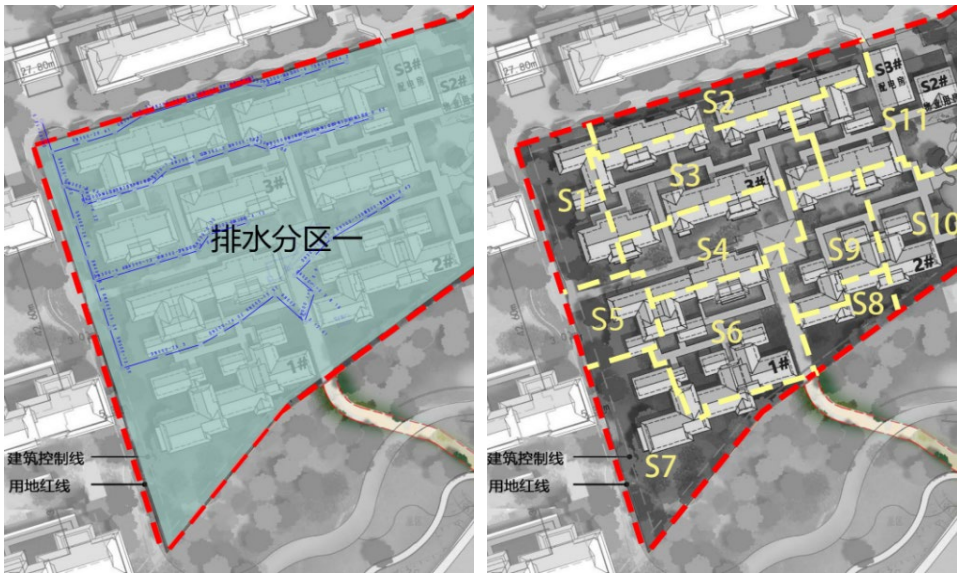


图6.3-3建筑小区项目排水分区示意图

图6.3-4建筑小区项目竖向示意图

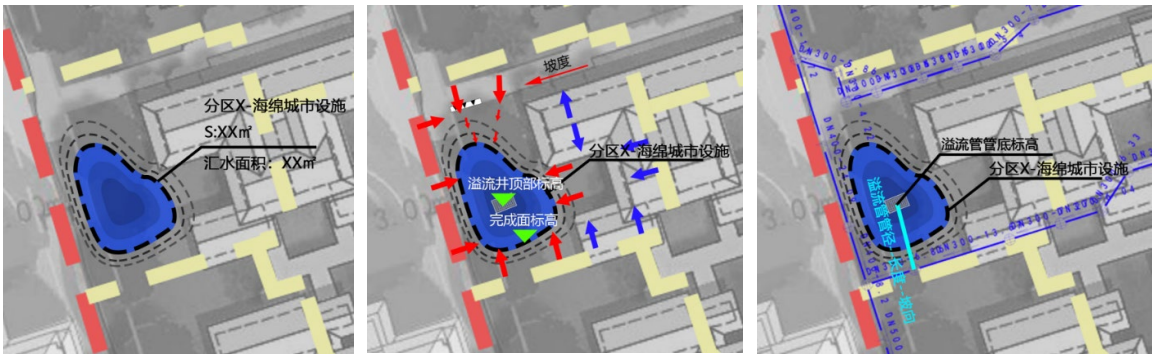


图6.3-5海绵城市设施平面及排水示意图

8.合理选择海绵城市设施应符合下列规定：

1）绿地率较高的项目，应优先利用绿地的入渗和滞蓄作用实现海绵城市建设目标。

2）绿地率低、建筑密度高的项目，应优先采用屋面雨水间接排放、地面透水、绿地下凹、分散调蓄等措施。如需引入客地雨水则需设置相应措施，不透水硬化地面雨水径流引入下沉式绿地时，可利用植草沟、沉淀池等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成影响。当下沉式绿地面积不能满足控制雨水量的要求时，宜设置渗井、渗管等设施增加雨水入渗。

3）地面停车位、人行道、步行道、步行街、自行车道和休闲广场、室外庭院等无重荷载的区域宜采用透水铺装地面；工业和物流仓储用地中无污染区域的人行道宜采用透水铺装。

3）当采用源头分散设施无法满足控制要求时，可在排水下游较开阔的区域设置雨水调蓄设施，当有雨水回用需求时，回用容积应单独计算。

4）有景观水体的小区，景观水体宜具备雨水调蓄功能，景观水体的规模应根据降雨规律、水面蒸发量、雨水回用量等，通过全年水量平衡分析确定。雨水进入景观水体前宜设置植物浅沟、前置塘、植被缓冲带等预处理设施，降低径流污染。景观水体宜采用非硬质池底及生态护岸，为水生植物提供栖息或生长条件，并通过水生动植物提高水体的自净能力，必要时可采取人工土壤渗滤等辅助手段对水体进行循环净化。

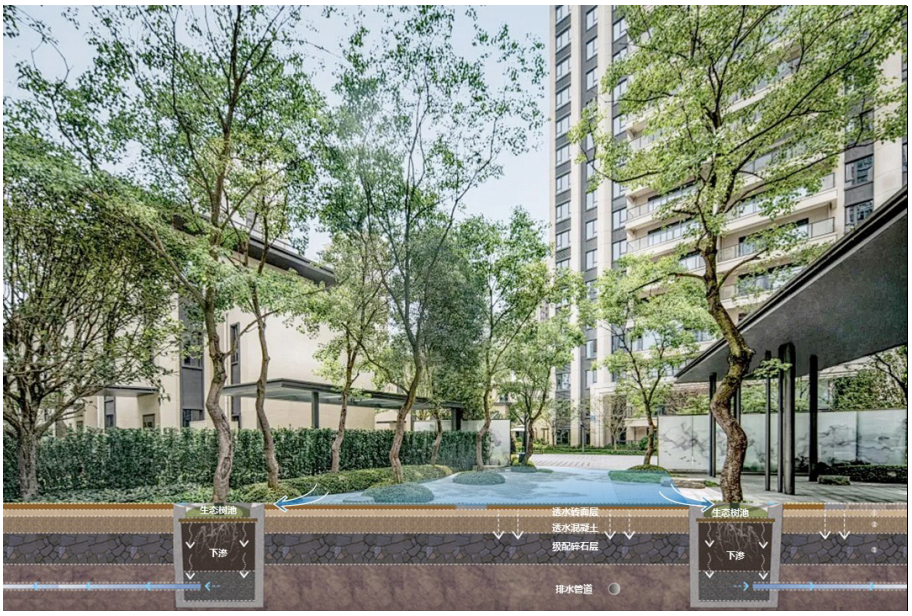
9.地势低洼区域应采取防洪排涝设施，同时应防止周边客水汇入，防洪排涝措施应符合现行国家标准《城镇内涝防治技术规范》GB 51222 的规定。

10.与建筑相连的下沉庭院的雨水调蓄设施的容积应满足 50 年一遇降雨时其外排雨水量不大于市政管网接纳能力的要求；当与地下交通直接相连时，其雨水调蓄容积宜按 100 年一遇 24h 降雨量校核。

11.地下空间覆土厚度应满足海绵城市建设设施布置要求，地下室顶板设置透水铺装时覆土厚度不宜小于 1.0m，设置雨水花园等滞留设施时覆土厚度不宜小于 1.5m。

12.建筑室内地坪标高及地下建筑的出入口及通风井等处地面构筑物的敞口部位宜高于小区道路 300mm 以上，地下建筑出入口及通风井还应采取防止雨水倒灌的措施。地下建筑曾被淹或不满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关要求时，应按要求建设防淹设施。

13.当室外地面有高差时（包括溢流设施等），应采用缓坡过渡或设置堰挡，地面坡度应小于 8%。



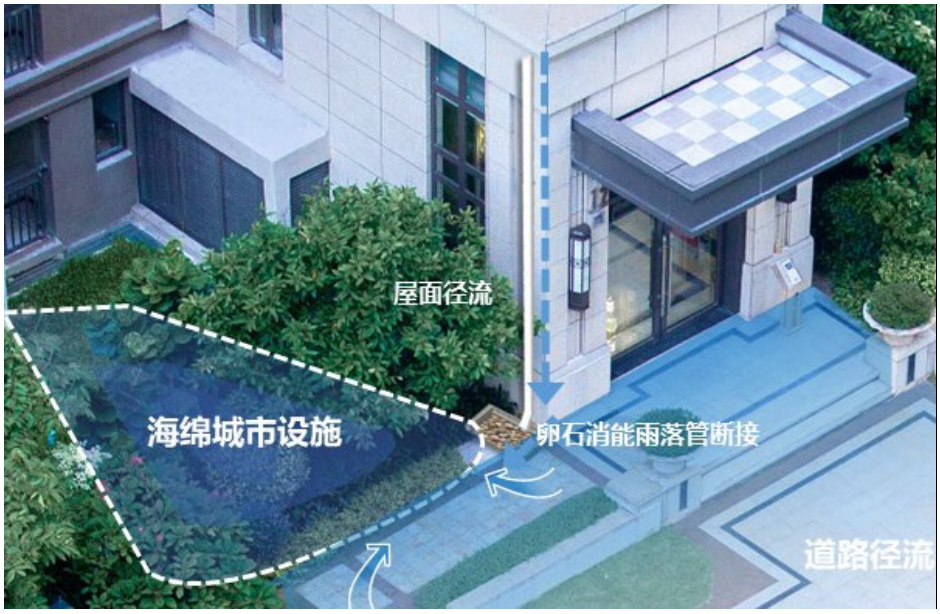


图6.3-6屋面排水与海绵城市设施衔接示意图

图6.3-6道路排水与雨水回用示意图

6.3.5 既有项目改造

改扩建项目除满足以上规定外，还需满足：

1.应对改扩建项目市政基础设施进行现场勘查，并调研道路下的管线种类、地上管线种类及设施情况、现状排水方式、地下管线敷设情况等。

2.应充分结合现状地形地貌进行场地设计与建筑布局，保护并合理利用场地内原有的湿地、坑塘、沟渠等。应优先利用低洼地形，对现有绿地进行下沉式改造、现有铺装进行透水铺装改造，以便雨水就地入渗。

3.既有建筑海绵城市建设宜结合街区有机更新、危房改造房屋修缮、市政配套完善、环境整治等同步实施。

4.既有建筑屋面可利用空间宜改造为绿色屋顶。绿色屋顶宜采用容器种植，选用轻质种植土，选用地被植物。改造前必须检测鉴定屋面的安全性。

5.老旧小区改造应重点解决积水、排水功能缺失、雨污水混接源头污染等问题；因地制宜采取海绵城市设施达到海绵城市建设指标要求。

6.3.6　　典型项目设计

———新建类项目示例

1）项目简介

裕蓉名邸新建商品住宅小区位于无锡市锡山区东北塘街道，项目充分考虑高层建筑之间的阳光草坪、庭院空间、宅前绿地的不同景观功能分区合理布设海绵城市设施，最大限度将海绵城市设施、竖向标高控制、排水系统与景观方案融合，打造出一套“自然、有趣、有人情味”的社区海绵理念，联动社区、业主发起“萤火虫计、自然课堂”的活动宣传讲解海绵城市建设。通过设置海绵城市设施，项目达到了年径流总量控制率 79.3%，面源污染削减率 66.4%的目标，最大限度减少了对场地原始水文条件的干扰。

2）项目概况

项目位于江苏省无锡市锡山区东北塘街道蓉裕路以西、芙蓉三路以北、锡沙路以南。总用地面积 101665.00m^2，总建筑面积 240015.92m^2，建筑密度 17.16% ，容积率 1.80，绿化率 35.01%，现状综合雨量径流系数为 0.52。

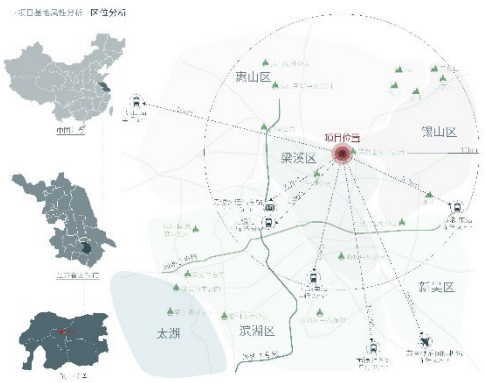


图6.3-7项目区位及项目平面图

3）项目措施

- 项目设计目标

本案主要解决小区内部排水系统。根据现状地形控制点标高，竖向设计尽量处理好道路的横向坡向、路面与道路绿地的竖向关系，便于径流雨水汇入绿地，宜采用生态排水的方式。

解决目标：海绵城市规划设计通过采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等多种技术措施，综合考虑径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用、水文化保护与传承等需求，近期重点将径流控制、径流污染控制作为主要控制目标。

依据《地块建设条件意见书》中规划目标：年径流总量控制率≥75%，根据无锡市径流总量控制率与日设计降雨量关系图，对应日设计降雨量22.5mm，年SS(悬浮物)削减率≥50%；透水铺装率≥40%。

图6.3-8项目排(雨)水管网设计分布图

- 设计思路

项目各出入口内部标高均高于外部道路，故小区内无客水进入。所以设计要点就是处理场地内的竖向设计，道路的横向坡向、路面与道路绿地的竖向关系，便于径流雨水汇入绿地，宜采用生态排水的方式。

根据该项目场地竖向设计、道路坡向、屋脊线及室外设计中起阻水作用的围墙、路缘石等设施的位置，划分为58个汇水分区。

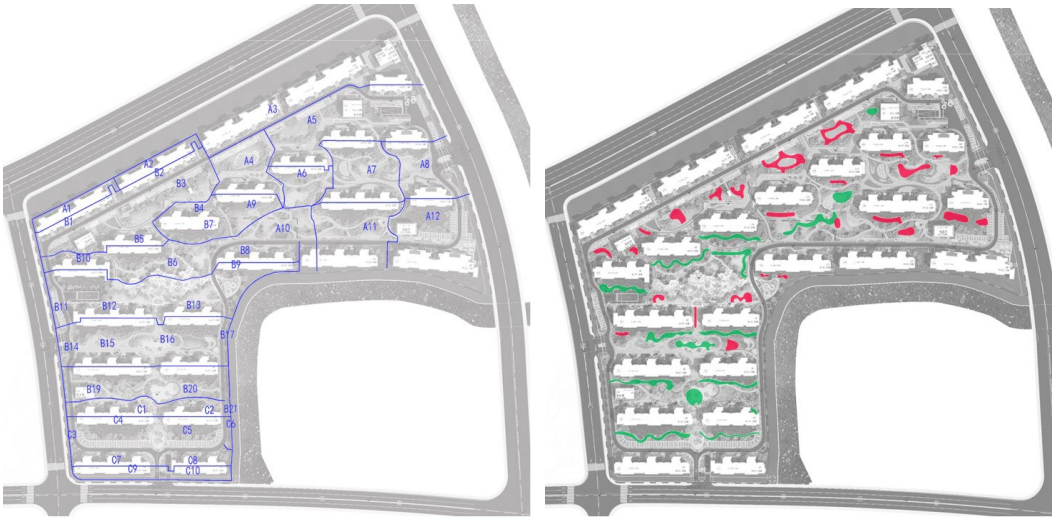


图6.3-9汇水分区及海绵城市设施和景观平面图的叠图

海绵城市设施主要包括透水铺装、雨水花园、下沉式绿地及雨水收集池，将海绵的位置、整体标高体系及排水系统与景观方案融合。

图6.3-10海绵功能系统—六大设施

根据区域和项目的问题及需求分析，以削减径流污染和雨水资源利用为主要目标，通过将软景与硬景的比例控制在 4：6 来保证成本的实现。为了营造更具有氛围感和品质感的植物景观，在自然有趣有人情味的愿景下将植物空间结构分为三个层级的雨水花园，将植物以更巧妙、更生态的方式融入社区景观之中，充分利用居住区内各宅间绿地形成生态空间。为了降低大面积的纯草坪的养护成本，采用常规的草坪与下沉式绿地的有机结合方式，既满足了海绵系统的指标要求，又丰富了草坪上植物组团的景观效果。在全区有条件的楼栋南侧均设置了雨水花园，在道路两侧的大片绿地空间，设置了多处低于道路的斑块状雨水花园。

图6.3-11一级雨水花园—阳光草坪

图6.3-12下沉绿地、透水铺装的选择

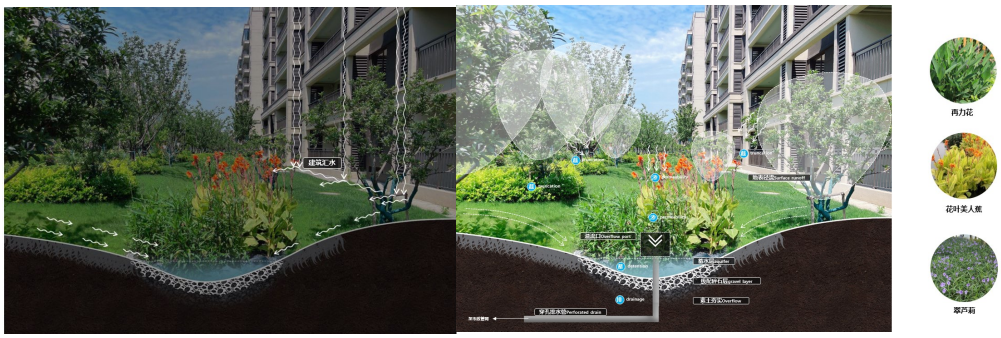


图6.3-13二级雨水花园—宅间绿地

图6.3-14旱溪空间结合雨水花园打造的自然科普天地

4）实施效果

该项目严格落实规划建设指标的要求，施工完成后年径流总量控制率 79%，面源污染削减率

66.43%，均高于规划要求的年径流总量控制率 75%和面源污染削减率 50%。

项目通过海绵城市建设，取得良好的生态、景观效果，实现环境、社会、经济效益最大化。

- 环境效益：通过海绵城市技术措施的组合运用，形成了高低错落的景观效果，美化了小区环境；通过土壤渗透有效控制雨水径流污染，实现了降雨的净化，为小区内生活的人群提供了安全舒适的环境，获得了业主居民极大的肯定。

- 社会效益：项目落实海绵城市建设，让业主更加生动直观的了解、认知并认同海绵城市的效果。获得了住建部巡检组领导的高度认可，并接待其他兄弟城市领导专家的参观来访。

———改扩建类项目示例

1）项目简介

庄前新村东地块 1-48 号位于无锡市梁溪区广石路北侧，锡龙路南侧，北洋槐河及东汀河在其南侧及西侧，属于《梁溪区海绵城市建设专项规划（2021-2035 年）》中 LX-06 片区，旧住宅区改造从居民最迫切解决的问题入手，以问题为导向，因地制宜，融合海绵城市的元素，合理选择了以玻璃轻石型雨水花园、装配式雨水花园、延时调节雨水花箱等海绵城市设施，雨水经地表、植草沟或线性排水沟转输汇入生物滞留设施，增强雨水就地消纳和滞蓄能力。项目将海绵城市设施、绿化景观、便民基础设施等有机融合，有效地丰富了传统景观系统的层次感，对社区进行海绵化改造，提升人居环境质量。

2）项目概况

梁溪区现状用地大部分为建成区，建成区内大部分为老旧小区，城市的更新与生态化建设，必然需对老旧小区改造升级，让老底子焕发新活力、让老城厢展现新魅力。该项目总规划用地面积约 3.7 万 m^2，为老旧小区改造类项目。

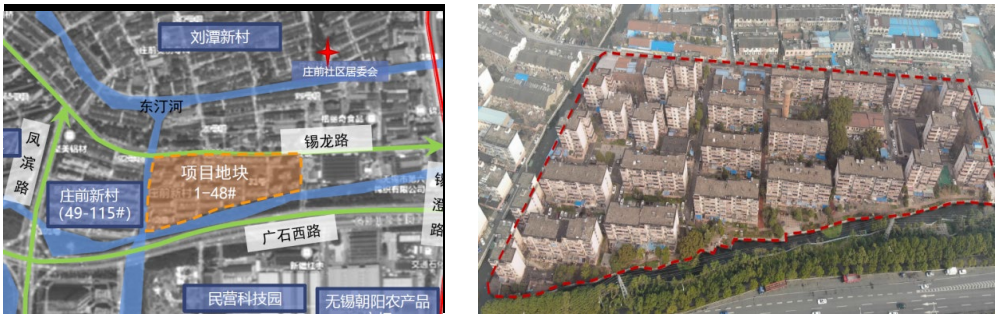


图6.3-15项目区位及项目平面图

庄前新村小区建于20世纪80年代，共计30栋住宅，涉及居民约1500余人。由于年久失修，这个老旧小区“伤痕累累”，公共配套空间缺失，室外空间功能混乱，为解决居民对人居环境改善的需求，海绵城市化改造需结合居民的要求，结合社区实际情况制定改造方案。

3）问题需求

项目内排水已按照雨污分流进行改造，海绵设计中不需另行改造，但现状雨水立管直接接入雨水井，没有进行源头处理，对受纳水体影响较大，海绵改造设计中需考虑将雨水立管断接，经过海绵城市设施净化、滞蓄后排至雨水井。

现状景观效果较差，小区绿化布置没有系统。主路乔木长势良莠不齐，中央景亭颜色突兀，广场铺装破碎，宅前宅后原有景观基本遭到破坏变成“私家菜园”，停车位占用景观空间，毁坏原有景观布局，海绵改造设计中需考虑新增生态停车位，结合景观调整植物搭配。

现状小区内路面破损，滨河带园路年久失修，两侧绿化带内植物枯死，均为原土裸出，面源污染严重，由于小区内地势整体呈中心坡向向沿河两侧，海绵改造设计中需考虑沿河设置雨水花园对面层雨水进行截流，沿河管线较少，植物设计上可以选择雨水花园花镜景观。

项目范围内原土整体渗透性较弱，多为粉质黏土和黏土级别，雨水难以自然下渗，海绵改造设计中可考虑对设施内的回填土换填介质土，并辅以玻璃轻石等孔隙率较高的滤材，提高渗透性。

4）项目措施

- 项目设计目标

根据“省级宜居示范居住区”及无锡市老旧建筑小区海绵化改造技术指南相关要求，本次海绵城市设施主要满足规划年径流总量控制率及面源污染削减率两个指标要求，海绵城市设计目标具体如下表所示。

表 6.3-1 海绵城市建设项目指标参数

指标类别	具体指标	数据
强制性指标	年径流总量控制率/%	50
	面源污染（TSS）削减率/%	40

道路翻新，路面平整；结合小区海绵改造，增加植物种类，提升小区整体景观效果；增设小区停车位，部分宅前路铺设透水铺装，提高宅前路面的渗水能力；打造环境友好、交通有序、环境整洁、景观优美、资源高效利用宜居小区；小区内涝点摸排，竖向校核，确保小区内无内涝点存在。

- 设计思路

项目从提升老旧社区品质，有效削减面源污染、节约水资源，保护和改善城市生态环境出发，在充分调研场地竖向设计、明确功能分区及道路平整改造后坡向等情况后，将小区总体分为 44 个汇水分区。通过设置成品化装配式延时调节雨水花箱，将屋面雨水的调蓄净化后，水质达到绿地灌溉水质相关要求，通过匀流缓渗（释）的方式错峰排放，减轻管网压力，同时能够无动力润灌低位绿地，减少绿地维护成本；玻璃轻石型雨水花园将调蓄容量设计在地下，减少下凹量，滤料层采用专用的玻璃轻石改良基质填料，可增加渗透速率。其与景观的融合性好，利用其吸水、贮水的特点，玻璃轻石吸收的水分能缓慢释放并涵养地表植物，使植物在夏季及干旱季节也能正常生长，这也解决了老小区后期植物维养难的问题。通过海绵城市建设改造，保护和改善城市生态环境，建设具有自然积存、自然渗透和自然净化功能的海绵社区。

图6.3-16海绵城市设施布置效果图

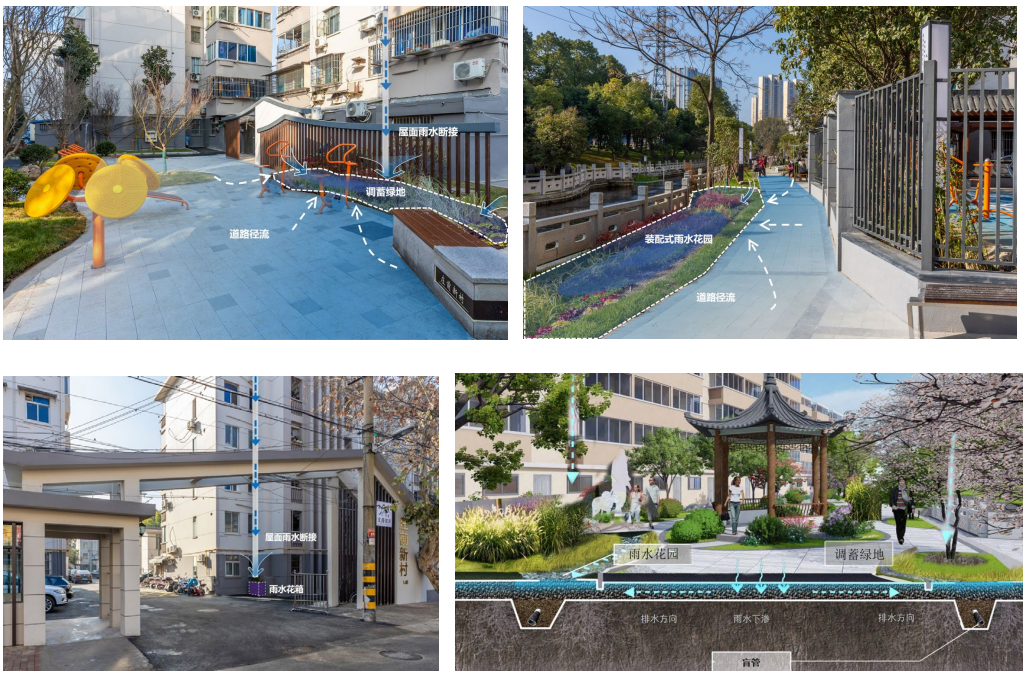


图6.3-17典型海绵城市设施径流组织示意图

5）实施效果

该项目的海绵城市改造以问题为导向，通过合理的雨水组织和技术创新，实现了雨水控制、涵养地下水等多重效益。改善基础设施、完善配套设施、优化空间布局，给老新村披上新衣以崭新面貌呈现，以此更好地满足群众安居、宜居的需求，大大提升居民的获得感、满足感、幸福感！

未改造前，下雨天小区道路经常出现积水情况，给居民出行带来不便，同时因为管道堵塞、污水溢流，导致大量污水直接排入周边河道，对周边环境也大为不利。在老新村改造中加入海绵化改造，可以有效解决以上难题。

将原来的停车位进行生态化改造、梳理地下管网等设施，有效解决排水不畅、面源污染重的问题，提升百姓生活质量。

优化小区绿植，结合海绵植物设计，丰富小区内植物种类，提升改造现有的小区游园，设置儿童乐园、青年乐园和康乐园，充分满足不同人群的休闲需求，将海绵建设理念融入到游园建设中，起到一定的科普宣传作用。

利用庄前一村临水景观带的先天优势，设置谐趣园、芳华园、清香园、留香园，增设休闲步道、亲水步道、亭台、座椅和花树，将整个沿河景观带打造为串联的景观游园，真正体现“汀河苑流处，积善有人家”，人与自然和谐共生的美丽画卷。

（a）改造前　　（b）改造后

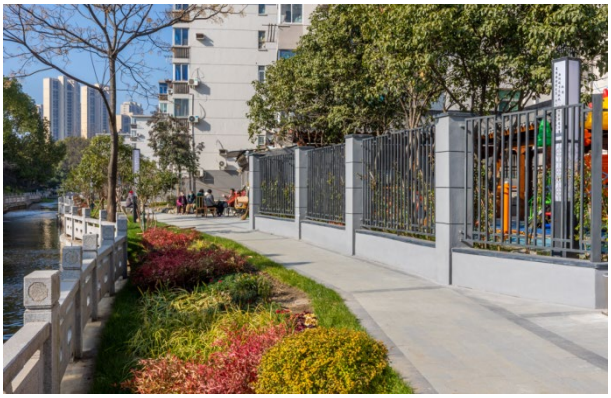


图6.3-18改造前后对比图

6.4 道路广场

6.4.1 技术路线

整体分析。勘察项目区域现场，分析道路的交通流量、红线宽度、红线外用地条件、周边水体等相关因素。确定道路的径流流向、集水点、汇水区面积等。对接上位规划，确定该区域海绵城市控制目标。

指标测算。根据道路通行能力需求，计算车行道宽度、非机动车道宽度和人行道宽度，确定绿化带宽度。根据现有建设区域的汇水面积、传统设计方案的不透水铺装比例等情况，计算传统设计情况下建设区域的年径流总量控制率和年径流污染控制率控制指标情况，分析与海绵城市控制目标的差距。

技术选择和规模确定。根据传统设计方案与海绵城市建设控制目标的差距，计算单位面积控制容积。根据道路红线内外地形情况、绿地面积，有针对性地选择海绵城市建设技术措施，确定技术措施可实施的数量和规模。

方案设计。根据选择的海绵城市建设技术措施，进行平面与竖向布置，提出总体设计方案。

复核优化。对照指标，分别测算验算不同设计方案的径流总量控制率和年径流污染控制率是否满足要求，判断测算和设施量是否存在偏差，如有偏差，找出原因，合理调整。

设计实施。按照完善后的海绵城市建设设施内容和规模，进行技术设计和实施，提出控制要求和措施保证实施。

城市道路海绵型设计内容包括道路高程设计、绿化带设计、道路横断面设计、海绵城市设施与常规排水系统衔接设计。海绵型道路系统应采用如图 6.4-1 所示形式，初期雨水径流应采用环保雨水口、生态树池、雨水花园等雨水净化设施处理后入渗、滞留或排放。

海绵型道路系统设计技术路线如下图所示：

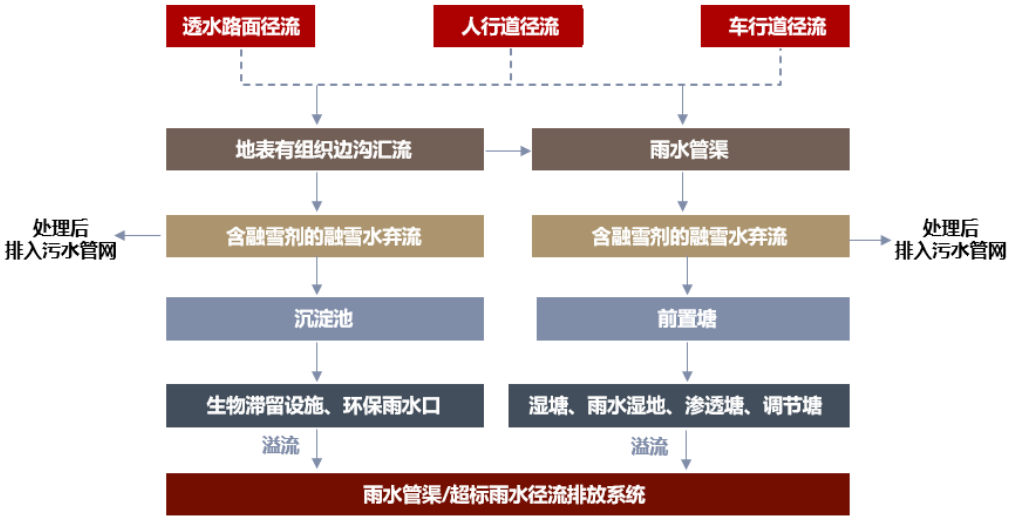


图6.4-1道路海绵系统流程

6.4.2　　一般规定

1.城市道路低影响开发设计内容包括道路高程设计、绿化带设计、道路横断面设计、海绵城市设施与常规排水系统衔接设计，并应符合以下规定：

1）城市道路绿化带内海绵城市设施应采取必要的防渗措施，防止径流雨水下渗对道路路面及路基的强度和稳定性造成破坏。

2）道路横断面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，便于径流雨水汇入海绵城市设施。

3）城市道路低影响开发工程的建设，不应降低市政工程范围内的雨水排放系统设计降雨重现期标准。

2.道路绿化隔离带的设计，应符合下列规定：

1）绿化带宽度大于等于 3m 时，方可考虑设置海绵城市设施。道路雨水径流可通过降低绿化带标高、增加路缘石开口等方式引入绿化带，绿化带内应设置消能设施、植草沟、雨水花园、下沉式绿地等海绵城市设施净化、消纳雨水径流，并应与道路景观相结合。

2）绿化带植物宜根据绿地竖向布置、水分条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的本土植物。

3.高架道路雨水宜通过落水管汇入中央绿化带，管口应铺设消能、散水设施，可在中央绿化带内设置下沉式绿地、雨水调蓄或渗蓄设施。在周边空间较大的情况下，应结合周边绿地、水体、公园、广场等空间建设雨水调蓄、渗蓄设施。

4.针对城区内已建下穿式立交桥、低洼地等严重积水点进行改造时，应充分利用周边现有绿化空间，建设分散式调蓄设施，防止汇入低洼区域的客水。

5.人行道、专用非机动车道和轻型荷载道路，宜采用透水铺装；高架道路、景观车行道路宜采用透水沥青铺装，并设置边缘排水系统，接入雨水管渠系统。

6.道路海绵城市设施应采取相应的防渗措施，防止径流雨水下渗对道路路面及路基造成损坏，并满足《城市道路路基设计规范》CJJ 194 相关要求。

7.行道树种植可选择穴状或带状种植，应采用透水基质材料。有条件的地区，行道树种植可与植草沟相结合，提升人行道对雨水的渗蓄和消纳能力。

8.城市道路经过或穿越水源保护区时，应符合水源地保护的相关要求。

9.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。

城市道路海绵型断面包括机动车道、机非混行道、慢行道（人行道、非机动车道）、中央分隔带、侧分带、绿化带、路外侧绿化带等，典型断面如图 6.4-2。

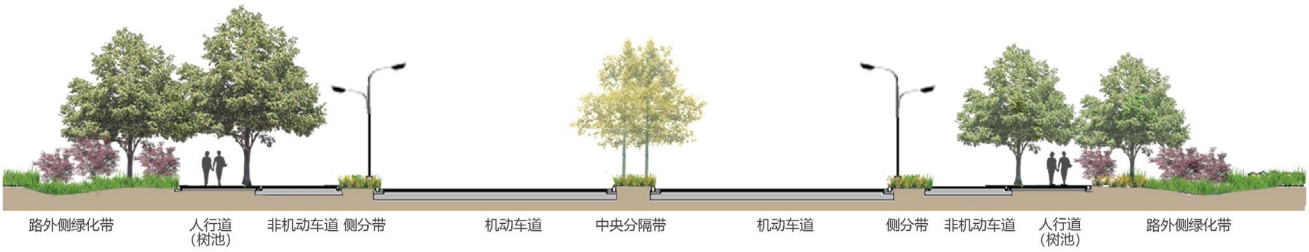


图6.4-2道路标准断面图

表 6.4-1 无锡市市政道路海绵城市建设设计要点

设计要点指引						
机动车道	**非机动车道**	**人行道**	**道路附属绿地**	**路缘石**	**排水系统**	**改造要点**
1、城市快速路面层宜采用透水表面层路面材料。 2、交通量较大且两侧住宅紧邻道路的机动车道宜采用透水表面层路面材料。	1、非机动车专用道宜采用全透或半透水型结构。 2、非机动车流量较大且坡度较大的路段，应采用全透或半透水型结构。	1、人行道宜采用透水砖或透水混凝土。	1、宽度≥3m 的道路绿化带宜设置下沉式绿地；为增大雨水入渗量，绿化带内可采用其他渗透设施，如浅沟——渗渠组合系统、入渗井等。 2、在有坡度的路段，绿化带应采用多级式。 3、道路雨水径流宜引出至两边绿地入渗。	1、宜采用路缘石开口、格栅路侧石或其他形式，确保道路雨水能够顺利流入海绵城市设施或绿地。	1、雨水口宜设于绿地内，雨水口高程高于绿地而低于路面； 2、雨水口内宜设截污挂蓝； 3、道路排水管系可采用渗透管或排放一体设施。 4、市政道路沿线可因地制宜建设雨水调蓄设施。天然河道、湖泊等自然水体应成为雨水调蓄设施的首选。 5、土地条件许可时，道路沿线可建设湿塘或雨水湿地，道路雨水可引入其中处理、储存。湿塘和雨水湿地应兼有雨水处理、调蓄、储存的功能。 6、经湿塘和雨水湿地处理后的雨水在非雨季时可用于灌溉和浇洒道路。 7、为增大路缘石开口的收水能力，可在开口处设置簸箕形收水口。 8、在纵坡较大等路段可考虑设置复合横坡。	道路的海绵化改造主要可针对附属绿地、树池、路缘石、非机动车道、人行道铺装等进行。

6.4.3 总平面及竖向

1.查看土地利用规划，明确周边用地类型。查看相交道路和河道的情况。

2.根据道路纵断面划分汇水分区，在低点处一定要设置海绵城市设施。明确道路横断面，确定是否坡向中分带。

6.4.4 选择合适的海绵城市设施

1.明确人行道外是否有绿化空间，以及人行道是否有行道树。

2.绿化隔离带可结合用地条件和绿化方案设置下沉式绿地。道路范围内绿地的高程一般应低于路面，通过在绿化带内设置植草沟、雨水花园、下沉式绿地等设施滞留、消纳雨水径流，减少雨水排放，设施的设计应与道路景观设计紧密结合；道路红线外绿地在空间规模较大时，可设计雨水湿地、湿塘等雨水调蓄设施，集中消纳道路及周边地块雨水径流，控制径流污染。道路海绵城市设施应通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统相衔接，保证上下游排水系统的顺畅。

3.新建道路两侧均需规划预留沿街绿地，其中主干路及以上等级的路侧绿地宽度应不小于 10m（单侧），次干路的路侧绿地宽度应不小于 3m（单侧），支路在用地条件允许的情况下，宜布置路侧绿地。绿化带植物宜根据绿地竖向布置、水分条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的本土植物。

4.透水混凝土路面、透水沥青路面适用于新建轻荷载道路；透水砖路面适用于人行步道、停车场、步行街等。人行道、自行车道、步行街等轻型荷载路面的透水铺装结构应满足 2 年一遇小时降雨量在其表面不产生径流的标准。

5.人行道的海绵设计，应符合下列规定：

- 人行道设置的树池，宜采用生态树池，人行道可采用透水铺装，应将独立的树池连接形成一个连续的海绵体。

- 人行道与非机动车道间可设置下凹式绿化带，通过路缘石开孔，使两侧雨水汇集到绿化带中；人行道宜采用透水铺装，实现对径流总量的控制要求。雨水井可移至绿化分隔带内兼作溢流井，超量径流通过溢流井流入市政雨水管网系统。

- 若人行道宽度小于 3m，没有行道树，可设置生物滞留带。通过路缘石开孔收集路面雨水，过量雨水可通过溢流井排出，表面可设置隐形盖板，同人行道铺装。生态多孔纤维绵模块埋在人行道基层下方，接收雨水口的雨水，经吸收过滤后再排入雨水管网。

- 如果人行道外侧有雨水花园，下沉式绿地等海绵城市设施，可设置人行道暗涵，使路面雨水通过暗涵流入海绵城市设施。如果海绵城市设施离人行道有些距离，可设置传输型植草沟连接。

6.机非隔离带，宜采用下沉式绿地或生物滞留池，通过路缘石开口，使路面雨水汇集到绿化带中。

7.如果道路横断面坡向中分带，那么可在中分带中设置雨水花园等设施，通过路缘石开口收集路面雨水。

8.城市道路濒临河道时，路面径流宜通过地表漫流或暗渠等形式排入河道。为防止水体污染和河道冲蚀，宜在道路与河道之间设置植被缓冲带、湿塘等措施，控制径流总量和峰值流量。

9.海绵型道路施工前应对施工区域内的表层土壤特性进行评估，以确定土壤特性与设计使用的地质勘探资料一致。

10.泄洪通道、易发生内涝的道路、下沉式立交桥区等区域的海绵型道路的雨水调蓄设施，应配建警示标志及必要的预警系统，避免对公共安全造成危害。

6.4.5 内涝防治

1.通常以 30 年暴雨重现期计算路缘石开口及溢流井流量是否满足。

2.计算雨水管是否满足流量要求。

3.核查周边是否有客水汇入。

6.4.6 改造道路

1.城市道路海绵改造设施的选择应遵循因地制宜、经济有效、方便易行的原则，在满足城市道路基本功能的前提下，达到相关海绵专项规划提出的控制目标与指标要求。

2.应以问题为导向，优先治理道路易涝点。道路地面积水必须采取可靠的措施，迅速排除。

3.要满足区域防洪排涝规划要求。结合城市道路市政改造、管线更新等优先进行雨污管线分流改造。

4.当利用城市道路分隔带布置海绵城市设施时，立缘石的设置形式应满足排水的需求。立缘石开孔尺寸及布置间距等应根据设计汇水量计算确定。应采用路面初期雨水弃流或过滤设施，防止初期雨水径流污染对植被造成的污染冲击影响。

5.海绵城市设施内的植物宜根据水分条件、径流雨水水质等要求，选择耐淹、耐污、抗旱等能力较强的品种。

6.下凹式立体交叉道路极易形成城市积滞水点，排水形式应采用强排与调蓄相结合的方式；下凹式路段应设置醒目的水位警示与导行标识。

7.在海绵城市设施的建设区域，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《室外排水设计标准》GB 50014 中的相关标准执行。

8.海绵型城市道路的设计应同时满足《城市道路工程技术规范》GB 51286、《城市道路工程设计规范》CJJ 37 等规范中的相关要求。

9.在不影响道路使用功能条件下，人行道及非机动车道应优先考虑进行透水铺装改造，利于雨水下渗回补地下水。

10.宽度大于等于 3m 的城市道路绿化带可改造为下沉式绿地、生物滞留设施、植草沟等设施。面积、宽度较大的绿化带、交通岛、渠化岛等区域可依据实际情况改造为雨水湿地、雨水花园、湿塘、调节塘、调节池等设施。

11.城市高架路下应根据建设条件和水质监测情况设置雨水弃流、调蓄、利用设施，如雨水罐、蓄水池等。

12.大型立交绿地内宜改造为下沉式绿地、雨水湿地、雨水花园、湿塘、调节塘、植草沟等设施，立交路段内的雨水应优先引导排到绿地内。

13.针对道路周边条件的不同，道路雨水溢流方式也不同。若沿道路外侧有植草沟等雨水调蓄设施，人行道雨水应优先排入道路外侧植草沟，同时结合道路内部绿化带设计，采用路缘石开口＋生物滞留带＋溢流式雨水口等海绵城市设施收集机动车道雨水，促进雨水就地积蓄、净化，超量雨水溢流到道路外部植草沟进行传输；若道路外侧无相应雨水调蓄设施，道路内部绿化带收集的超量雨水则溢流入市政管网。

6.4.7 典型项目设计

———新建类项目示例

1）项目简介

飞凤南路快捷化工程新建海绵工程位于无锡市新吴区的 XW-012、017 排水分区，西起长江东路华友中路交叉口，东至 G312 飞凤路交叉口，南连 312 国道，北接金城快速路，为硕放、鸿山地区重要的外围交通通道，是跨沪宁通道之一。设计总用地面积约 206934.28m^2。道路全长约 5.5km、红线宽为 29m~136m。设计年径流总量控制率达到 72%以上，年 SS 总量削减率不低于 56%。建成后年径流总量控制率为 78%，TSS 总量去除率为 57%。

图6.4-3项目区位及景观结构图

2）项目概况

道路周边现状情况复杂（沪宁铁路、大量工厂、村庄、河道、农田），依据周围特色，探索高架、高填和厂区段海绵建设经验；同时分整合现状环境资源，打造出一条将道路景观与周边优势景观资源相融合，景观和海绵功能相互融合，生态性与可持充续性相融合的一条多彩画卷与生态融合之路，为区域同类项目建设体提供可复制、可借鉴的经验。

3）项目措施

根据项目用地条件、竖向条件和管网情况，以道路中心线及道路纵坡排水作为汇水分区分水线依据，将地块分为 11 个排水分区，28 个汇水分区，采用分段技术处理。

高架段：高架雨落水管断接，在下方设置消能过滤石笼进行水量存储调蓄，溢流水量通过卵石沟引入至外围的海绵城市设施。全程建设有下沉式绿地、雨水花园、植草沟。

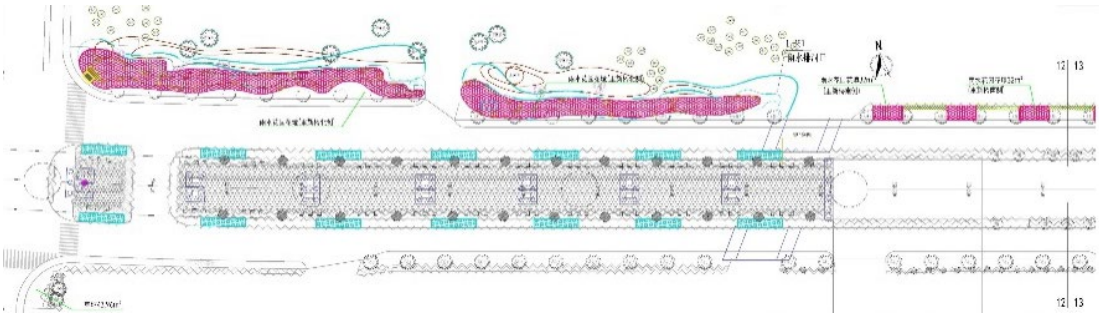


图 6.4-4 薛典路海绵城市设施布置图（高架段）

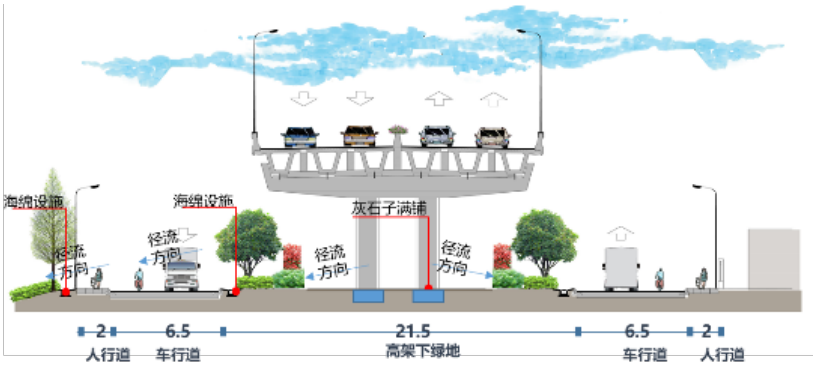


图 6.4-5 高架段技术措施图

高填段：高填段全程无市政雨水管网，依靠道路竖向设计及雨水花园、植草沟、透水铺装实现道路径流调蓄与排放。

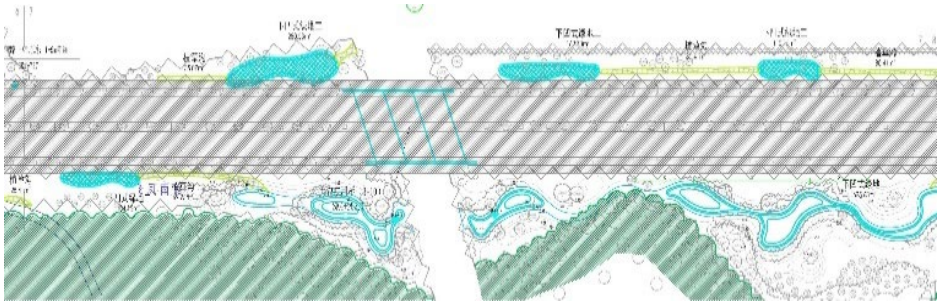


图 6.4-6 大包庄河段海绵城市设施布置图（高填段）

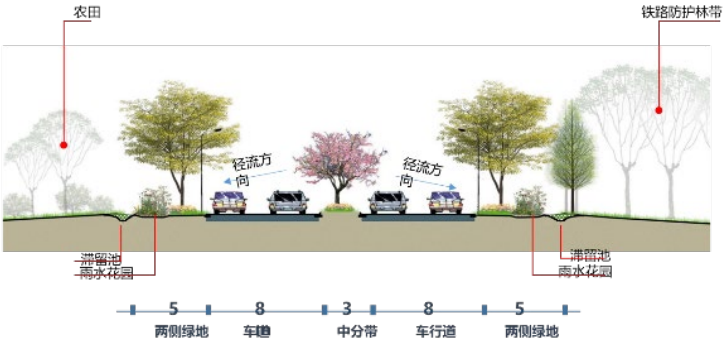


图 6.4-7 高填段技术措施图

厂区段：机动车道径流由路缘石开口汇入侧分带雨水花园，由溢流式雨水口排入市政雨水管。

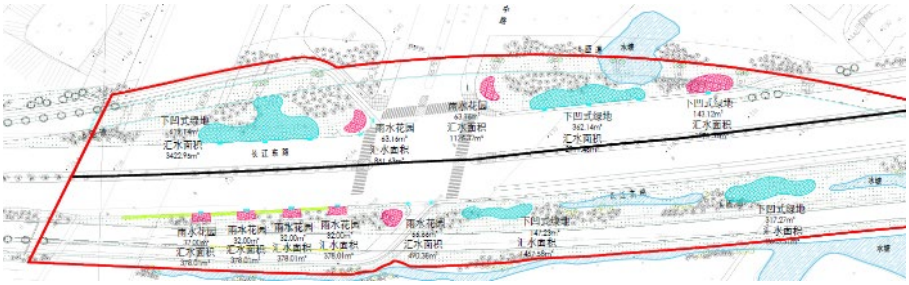


图 6.4-8 华友中路海绵城市设施布置图（部分厂区段+高架段）

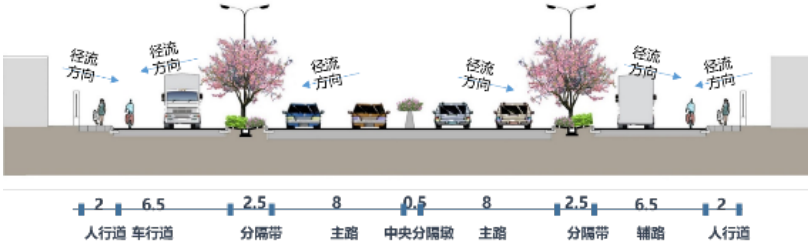


图 6.4-9 厂区段技术措施图

同时由于飞凤路部分路段位于生态红线内，河道排出口采用水质监测设备及阀门井，实时监测入河道水质，如遇突发污染情况可封闭阀门井，阻止污水入河。由此对道路及铺装雨水进行滞蓄、净化和缓排（薛典路示范段即为其中）。

图 6.4-10 典型海绵城市设施径流组织示意图

4）实施效果

飞凤南路景观工程与海绵工程紧密结合，一体化设计。以景观效果为前提，以生态效益为宗旨，打造一条城市生态新融合之路。突出飞凤路沿线 5.08km 区域内的特色海绵节点廊道塑造，从生态角度结合海绵体系打造一条滞排有序的生态绿廊，变消极空间为积极空间，成为可持续性民生工程，也是长三角一体化的助力，更是构建区域经济多元业态的“创富布局、生态通廊”的重要通道。

———改扩建类项目示例

1）项目简介

项目位于无锡市滨湖区，老路建成于 2006 年，一块板断面，老路宽 8m～13m，老管道容量不足，存在严重积淹水情况；道路为商业街，开发度高，无绿带，管线密集，建设条件差；周边人流密集，改造周期短。针对内涝问题，结合老路改造契机，对雨水管网进行扩容，同步设置生态树池、透水铺装进行调蓄；针对用地受限情况，生态树池顶部设置钢格栅盖板，保证设施不侵占有效通行空间；针对改造周期短的情况，生态树池采用预制与现浇相结合，节约施工周期。通过以上措施，从根本上解决内涝问题，在用地、工期受限情况下既实施了海绵设置，又保证了道路功能，还缩短了工期。为老城区改扩建项目通过海绵城市解决内涝问题积累了宝贵的经验。

2）项目概况

蠡太路位于无锡市滨湖区蠡湖街道，北起太湖大道，南至隐秀路，道路全长约 1489m，为区域内一条繁华的商业街，路宽 8m～13m 不等，一块板断面形式，无中分带、侧分带及路外绿化。现状综合径流系数为 0.90。

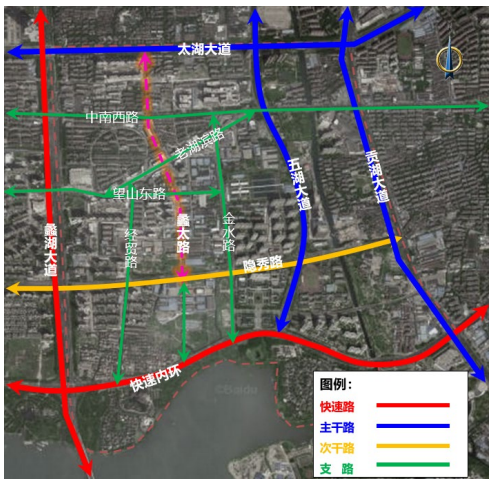


图 6.4-11 项目区域位置图

3）问题与需求

蠡太路沿线整体地势平坦，竖向高程介于 4.30m～4.55m 之间。经过对现状老路的实地踏勘，结合区位、测量及物探资料，分析其需要解决的问题包括：

- 道路内涝严重

老蠡太路于 2006 年建成，现状雨水管道 DN200～DN300，下游雨水主管 DN400～DN500，管

径小，断面过流能力不足，内涝严重。

- 道路建设条件差

现状道路宽 8m～13m 不等，改造后宽 21m～24m，一块板断面，无中分带、侧分带及路外绿化。

地下管网密集，现状电力、信息、给水、燃气、污水等管网需保护利用，设置海绵设置空间有限。

- 地处商业街区，改造影响大，施工周期短

项目地处湖滨商业街，人流密集，施工改造影响大，为降低施工带来的负面影响，在保证工程量质量的前提下，尽量缩短工期。

4）项目措施

- 建设目标

根据《无锡市海绵城市专项规划（2016-2030）》，蠡太路海绵城市的设计目标指标如下：年径流总量控制率为 60%，所对应的设计降雨量 13.5mm；面源污染削减率 48%。

- 设计思路

根据上位规划的要求，分析现状水文地质特征和建设情况，确定项目的设计目标与指标。根据雨水流量计算及下游接口情况，新建雨水管道，优化雨水排向。强化雨水组织和源头控制，以汇水分区为单位，分别确定各个汇水区的海绵城市设施。人行道雨水下渗通过渗排水管汇入生物滞留带，车行道雨水通过横坡汇流至生物滞留带，生物滞留带对雨水进行净化排放，暴雨期间多余雨水溢流排放。生物滞留带隐形设计，兼顾功能性、美观性。采用预算与现浇相结合工艺，因地制宜，有效缩短工期，降低对周边居民商户的影响。

雨水管网改造，提高排水能力：对雨水管网进行改造，双侧布置雨水管，以路中为分流点，向两侧就近排入相交道路雨水主管，从而达到分流的目的。考虑到下游管径不足，存在“大管接小管”现象，为避免溢流现象，同时充分利用临近道路雨水主管富余量，在新建雨水管在分流点设置连通管，双侧雨水管间增设横向连通管，确保下游堵塞或泄流不足时雨水可以实现反排，将下游管网泄洪能力用足，且为排水管网增加了一道保险，从而提高道路自身排水能力，缓解内涝问题。

汇水分区：为保障设计的各类雨水设施高效发挥控制作用，结合道路竖向设计、管线设计、树池设计，将全线分为 12 个汇水分区。

图 6.4-12 雨水汇水分区图

- 设施选择

在提高道路自身排水能力的基础上，进行海绵城市设计，设置生物滞留带、透水铺装，进行雨水调蓄，缓解洪峰效应，双管齐下，从根本上解决内涝问题。人行道采用透水混凝土铺装，并结合行道树设置生物滞留带。

人行道采用透水混凝土，下设封层及渗排水管，人行道雨水下渗通过渗排水管收集后流入生物滞留带；车行道雨水通过路缘石开口流入生物滞留带，通过渗排水管流入雨水管网，暴雨期间通过溢流口溢流至雨水管网。

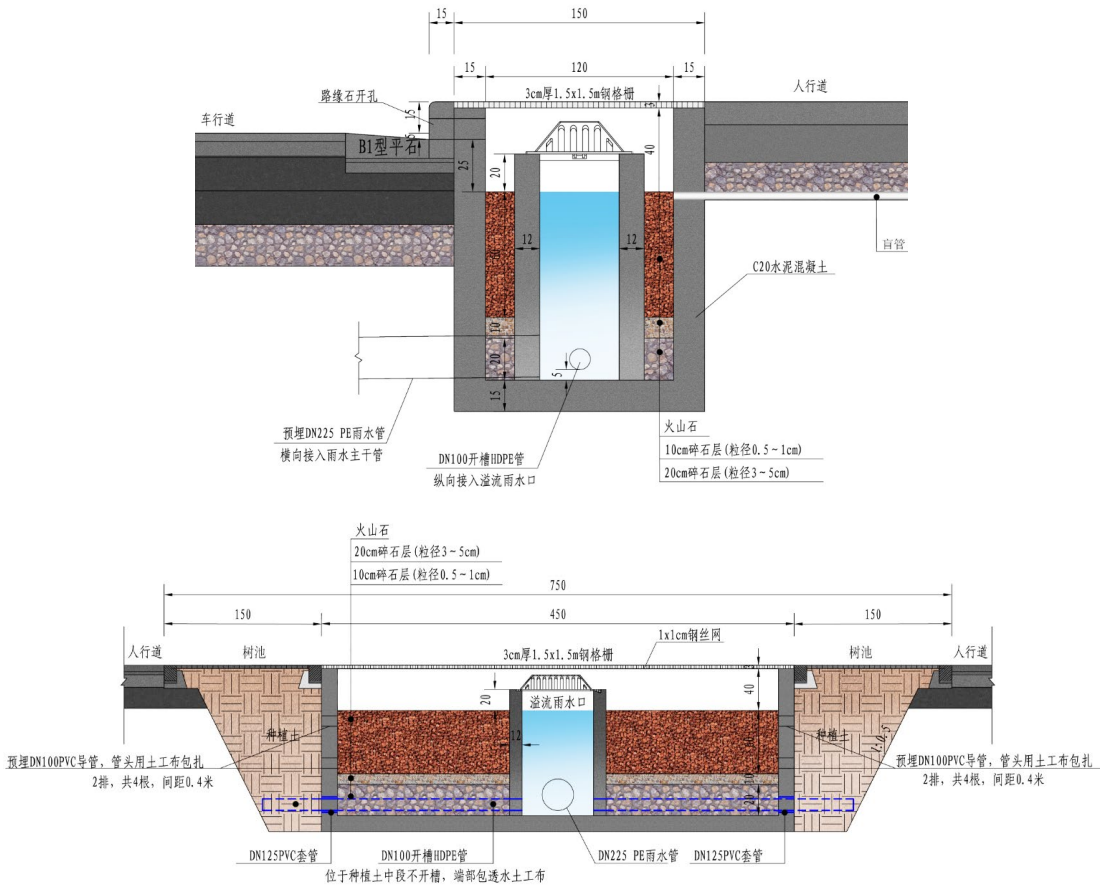


图 6.4-13 生物滞留带剖面图

结合建设条件，因地制宜。由于为老路改扩建项目，受红线宽度、道路断面形式及现状管线等条件制约，海绵城市设施需结合现场建设条件，因地制宜，着眼于细部，针对性处理。主要体现在以下几个方面：针对一块板断面商业街，利用人行道设置海绵城市设施，采用钢格栅盖板（或浮雕盖板）与生物滞留带盖板整体铺装，保证人行道有效通行空间的同时兼顾景观性；受现状管线制约，生物滞留带采用现浇工艺增加适应性；设施应具备防盗功能且易于管养。

钢格栅盖板单侧设置螺栓固定，既便于沿道路方向开启管养，减少对车行道交通干扰，又具备防盗性能；为避免细小垃圾进入设施内，钢格栅底设置细孔镀锌钢丝网，雨水口设置可拆卸细孔拦污板用于拦截细小垃圾，便于管养；为保证排水能力，雨水口进行了做低处理，加快雨水汇流能力，同时，拦污板为可拆卸配件，极端暴雨可以拆除。

图 6.4-14 生物滞留带细部处理

采用预制装配工艺，缩短工期。项目地处湖滨商业街，人流密集，施工改造影响大，为降低施工带来的负面影响，有条件路段采用预制装配式工艺，大大缩短了施工周期，降低了对周边环境的影响。

5）实施效果

蠡太路结合扩宽及周边提升改造契机，融入海绵城市建设理念，通过新建雨水管网，划定汇水分区，优化雨水排向，采用透水铺装和生物滞留带调蓄，彻底解决了内涝问题；通过道路扩宽和配套提升改造，道路整体环境大幅度提高；通过以人为本的海绵城市设施细节设计，实现了海绵设置的隐形设置，有效地保证了慢行通道，提高了商业街沿线的商业氛围。

（a）改造前　　（b）改造后

图 6.4-15 蠡太路改造前后效果对比图

6.5 公园绿地

6.5.1 技术路线

公园绿地及周边区域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公园绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的海绵城市设施，消纳自身及周边区域径流雨水，并衔接区域内的雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统，提高区域内涝防治能力。海绵城市设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行，如湿地公园和有景观水体的公园宜设计雨水湿地、湿塘等。

公园绿地项目海绵城市技术路线如图所示。

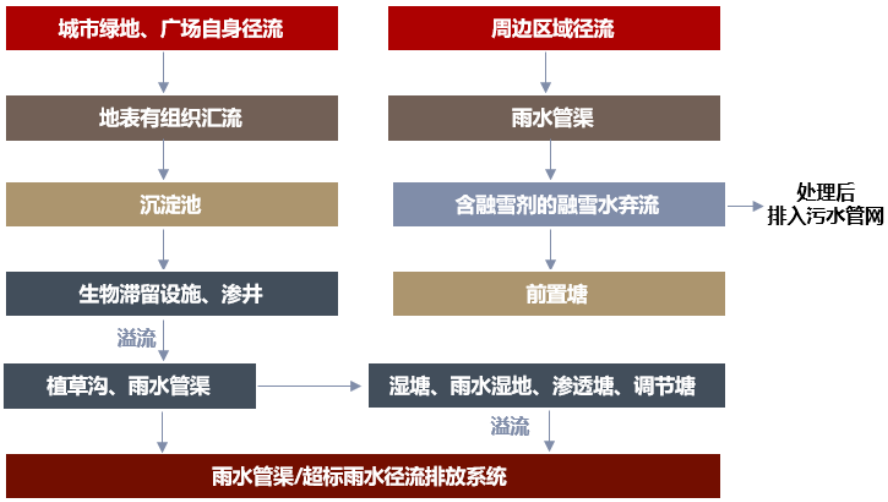


图 6.5-1 公园绿地项目海绵城市建设技术路线

6.5.2　　一般规定

1.公园绿地应是海绵城市设施内容丰富，依托城市绿地系统之中公园绿地建设的海绵绿地。这其中包括综合公园、社区公园、专类公园、带状公园、街旁绿地等五类绿地。公园绿地的海绵城市建设以现有公园绿地为基础，结合自然地貌、名胜古迹，按照合理的服务半径，加强综合公园、社区公园的海绵绿地建设，强化带状公园的在海绵网络之中的作用、积极开辟街旁绿地的海绵型绿地，建成科学合理、各具特色的海绵公园绿地体系。

2.公园绿地项目海绵城市建设目标以年径流总量控制、面源污染削减为主，同时兼顾雨水收集利用，城市公园与绿地应作为区域雨水调蓄空间，设计为集雨水调蓄、净化和生态景观为一体的多功能生态设施。

3.结合目标要求、场地条件、限制因素等进行目标可达性分析。如不能满足专项规划确定的海绵城市控制指标时，需反馈给相关管理部门，经进一步论证批准后可调整指标。

4.规划承担城市排水防涝功能的公园与绿地，其总体布局、规模、竖向设计应与城市内涝防治系统相衔接。地块内海绵城市设施应加强地块平面、竖向、景观、地下空间利用、排水系统设计的衔接，并按现行规范标准设计地块内雨水排水管网，排水应合理设计超标雨水排放系统。

5.新建公共绿地项目应对水文现状进行详细的勘察调研，遵循低影响开发的原则，优化场地布局，对原有水体的形态特征和流向最小化干预，保护和优化场地中原有的水文功能，充分提高场地滞留、渗透功能，使绿地在建设后的水文特征接近或优于建设前。改建公共绿地项目应完善现有的雨水系统，提高场地的排水防涝能力，调整场地内绿地与不透水铺装比例，优化场地布局，增大或

保持植被覆盖程度，最大程度保护现有植被和历史文化景观，最小化不渗透铺装面积，增强雨水的滞留、渗透和排涝功能。

6.周边区域径流、雨水进入公园与绿地内的海绵城市设施前，应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。本区域内受降雪影响还应考虑采取对于含有融雪剂的融雪水进行弃流，弃流的融雪水应径流处理（沉淀等）后排入市政污水管网系统。

7.海绵城市设施的选择及规模的设置均应符合场地土壤渗透性、地下水位、地形等场地特征和要求。露天布置的海绵城市设施在布局和外观设计上应充分考虑安全、环保、景观设计的结合，并考虑满足人的活动需求。

8.材质性渗透铺装中透水砖，在一些景观品质要求较高的场所使用仿石材混凝上透水砖增加质感和色彩。常规的透水混凝土可选择的颜色相对较少纹理也相对比较单一。彩色透水混凝土通过添加色粉，而具有各种颜色，可以形成丰富的图案，多应用于人行道、跑道和小型车行道等。

9.在大面积铺装场地，可用多种铺装形式结合搭配，结构性渗透铺装可采用常规铺装材料，在实施工艺过程中采取留缝搭配垫层透水的方式进行透水铺装设计。

表 6.5-1 景观步道适用铺装

铺装形式	主要园路	次级步道	广场	小型 活动场地	停车场
透水混凝土	√		√		√
透水沥青混凝土	√				√
透水砖		√	√	√	
孔型砖＋碎石					√
嵌草铺装		√		√	
加固砾石	√	√	√	√	

10．景观水体宜设计为具有调蓄功能的海绵城市设施，并与景观设计相结合。通过雨水湿地、湿塘等集中调蓄设施，消纳自身及周边区域的径流雨水，构建多功能调蓄水体/湿地公园，并通过调蓄设施的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相衔接，具备调蓄功能的景观水体应能顺利收集周边雨水，并根据汇水面积确定其调蓄容积，对于其调蓄功能所对应的调蓄容量，应按相关技术规范要求的时间内有效释放。

11.应根据水体的景观需求，设置水质保障措施，并完善水处理设施的设计，且优先采用生态水

质维护措施维持景观水体水质。

12.公园与绿地内的湿塘、雨水湿地等雨水调蓄设施应采取水质控制措施，利用雨水湿地、生态驳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。有利用空间的情况下应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。

13.植物配置应遵循采用不同颜色、不同高度的植物进行多品种混植搭配，并结合植物花期打造不同季节的景观、效果，增添观赏价值的原则。优先选用本土植物，适当搭配外来物种。本土植物对无锡市的气条件、土壤条件和周边环境有很好的适应能力，能发挥很好的去污能力，并呈现具有地方特色的生态旱溪景观，提高花园中物种的多样性，又避免物种入侵。

14.渗蓄设施中（包括超高部分和处理区）按照标准进行植被覆盖，植被应适合土壤条件。植草条件在洼地内从潮湿到相对干燥不等，平底经常被淹没，应种植灯芯草、莎草等耐水湿的多年生植物和蕨类植物，以及非常适合潮湿土壤条件的灌木。湿度梯度将根据设计水深、植草沟深度和边坡陡度而变化。设计高水位线以上和紧邻植草洼地的区域不会定期被淹没，应种植适合无锡市气候和场地的低维护成本植物。

6.5.3 选择合适的海绵城市设施

海绵型公园绿地的海绵城市设施类型几乎涵盖了渗透、储存、调节、转输、截污净化等几类，针对绿地公园，满足自身功能条件下（如吸热、尘降噪等生态，为居民提供游憩场地和美化城市等功能），应达到低影响开发控制目标与要求。在低影响开发技术选型时，应考虑产汇流减缓控制、外排水量调蓄和峰值流量控制，并考虑分担周边区域的径流要求。

结合无锡水系发达、面源污染较重的特点，以净为主，渗、滞、蓄、用、排兼顾，新建的海绵型公园绿地宜大量选用雨水花园、植草沟、湿塘、调节塘、渗管、下沉式绿地、透水铺装等低影响开发技术；改建的海绵型公园绿地需结合场地的资源条件，水文地质、水资源等特点，与已建成的场地协调竖向等关系，尽量选取生态经济的低影响开发技术设施，诸如雨水花园、植草沟、湿塘，并结合新增的海绵型乡土植物与现状植被，形成兼具海绵特性与观赏价值的海绵绿地。

由于地下水位较高，诸如生物滞留设施将会增加建设成本，需比较后使用，同时像雨水罐这种成型产品，则不建议在公园绿地的建设之中选用。雨水的渗、滞、蓄、排方面，由于公园建设中绿地比例高，以及大量采用透水铺装，生态驳岸，又利用池塘水系进行调节，这几个方面在绿地建设中效果良好。

6.5.4 典型项目设计

———新建类项目示例

1）项目简介

八士市民公园位于无锡市锡北镇内，利用闲置地块着重打造的集运动健康、休闲娱乐、生态绿色的综合性公园。通过海绵城市的科学规划建设，改善公园内现状河道水质，兼具净化周边公路地表径流污染。公园的建设丰富了周围居民的运动休闲生活，公园建成后成为 2023 无锡斗山太湖翠竹茶文化节等活动举办地，被评为无锡市“十佳金角银边活力空间”。也是真正做到了城市是人民的——“海绵城市”让群众乐享“海绵生活”。

2）项目概况

八士市民公园海绵工程位于无锡市锡北镇内，东临锡沙路，北靠中惠大道，南至长八公路，本工程为新建公园。地块用地面积为 13832.57m^2，其中建筑占地面积约为 352.43m^2，透水铺装面积 5091.24m^2，硬质铺装面积 2803.45 m^2，透水铺装率为 64.49%，绿化面积 5585.45 m^2，绿地率为 40.38%。

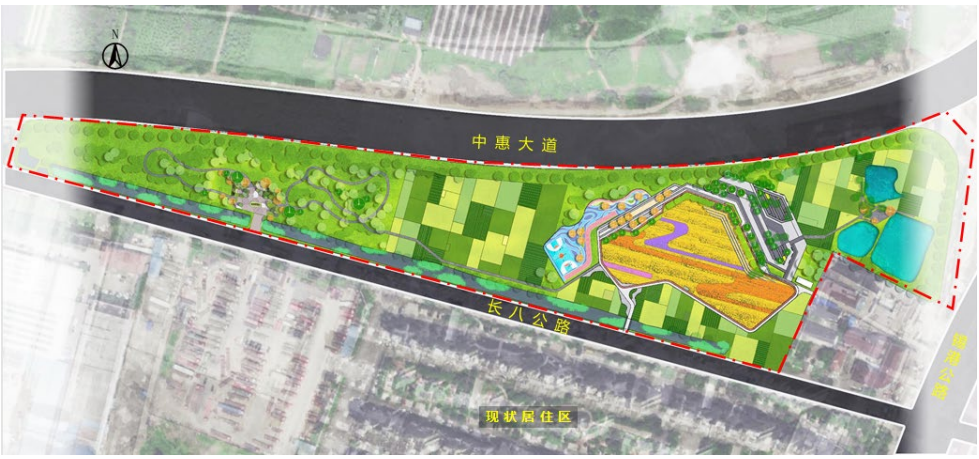


图 6.5-2 项目平面图

现状场地为闲置空地，杂草丛生，污水横流，生态环境差。现状场地周边围绕有大型居住区，周边居民缺少休闲娱乐运动健身的场地。该项目在现场多次踏勘，走访周边居民，制定科学规划海绵城市建设方案。利用现状河塘、采用雨水花园、植草沟及透水铺装等海绵城市设施，改善公园内现状河道水质，兼具净化周边公路地表径流污染。实现了最大的生态效益，缓解区域内涝、净化区域地表径流。

3）项目措施

- 建设目标

年径流总量控制率达 78%，对应设计降雨量 25.2mm，面源污染削减率达 65%以上。

新建广场、园路，平整路面，竖向导流，实现生态排水。

- 设计思路

结合海绵建设，丰富植物种类，为生物迁徙、提高生物多样性提供生态廊道。景观节点设计嵌入式融入海绵城市建设理念，打造海绵特色节点，提升道路整体景观效果。打造海绵型公园——结合雨水管网、铺装建设，竖向优化和 LID 雨水系统，降低内涝风险。打造生态型公园——建设公园内绿色生态多样性，强景观与人居交互，保证四季有花。打造健康型公园——优化公共空间，美化休闲广场，方便居民休憩娱乐。

公园建设一心——休闲广场核心区、一环——环园漫步园路、多节点——运动健康、生态体验、林田漫步等多重景观节点。

公园内海绵城市设施在解决自身排水及处理径流污染的同时，转输周边道路及区域的超量雨水，处理周边中惠大道、锡港公路等道路地表径流污染。

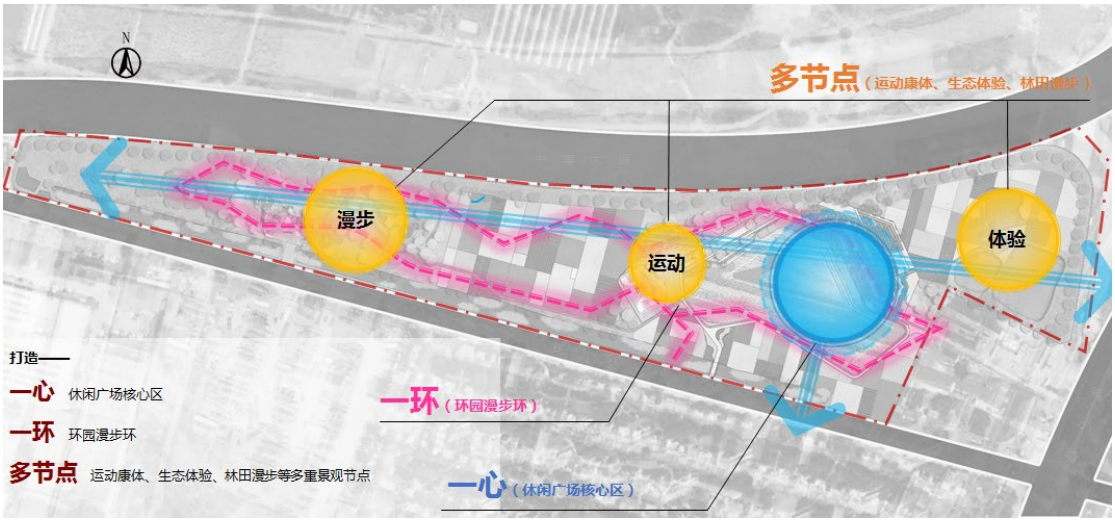


图 6.5-3 公园功能分区图

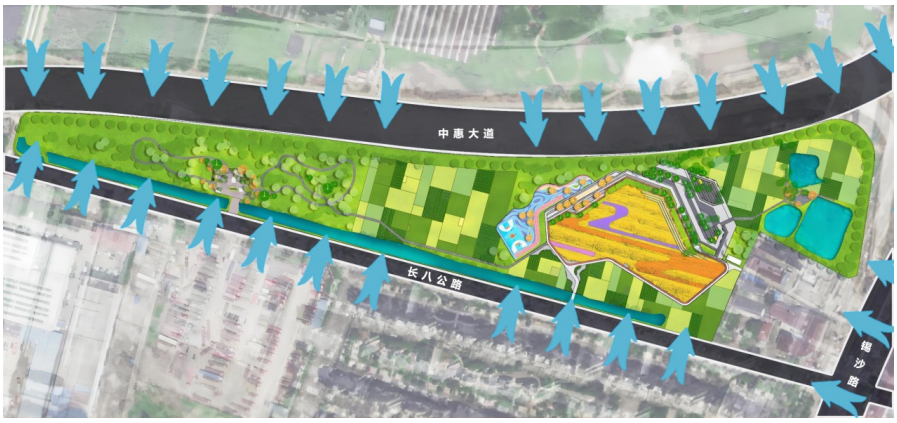


图 6.5-4 区域内雨水径流组织图

4）实施效果

通过海绵城市建设实现排水体系生态化，显著降低了道路雨水径流对公园内河道的冲击，缓解区域内涝效果显著。消纳公园北侧中惠大道及锡港公路等地表径流污染。改造区域生态环境。将海绵城市建设融入到周围居民实际需求中，也是真正做到了城市是人民的——“海绵城市”让群众乐享“海绵生活”。

———改扩建类项目示例

1）项目简介

无锡市太湖广场位于江苏省无锡市梁溪区，始建于 2002 年，周边环布无锡市人民大会堂、无锡市博物院等地标建筑，是无锡城区中真正意义上的市民广场。改造从百姓的切实需求出发，以微更新的手法提升城市空间品质和生态环境质量，海绵设计时采用化整为零、点线结合的海绵城市设施布置策略，通过灰绿结合两边绿地内；利用原有天然跌层式的水体改造成雨水湿塘，建设雨水收集利用示范区；以城市更新的手法把现代化美学设计注入场地，设置了雨水花园剖面断层净水工艺科普展示装置，实现了生态优先、全龄友好以及海绵功能与景观的融合。项目获评 2023 年度江苏省海绵城市优秀工程案例一等奖、无锡市第二届“民心工程奖”金奖、2023 年“江苏省公众喜爱的高品质绿色空间实践项目”。

2）项目概况

太湖广场北起永和路，南至钟书路，西起青年路，东至清扬路。项目地理位置位于老城区地段，四面被林业高楼拥抱，建筑密度较高，场地内地势较低，中央绿地如明珠般镶嵌其中，宛如主城区“聚宝盆”般的存在。该项目不仅具有京杭大运河、南长街等人文底蕴加持，更兼周边交通通达、市政配

套齐全、多个商圈交汇。历史上看，太湖广场广场紧邻千年历史的黄金水道——京杭大运河、江南古运河，泰伯渎，也是无锡解放后第一个真正意义上的城市广场。

图 6.5-5 项目位置及项目总平图

3）问题需求

- 太湖广场建成时间较早，后经过地块整合后，现状地势高点在太湖下穿隧道上盖处，向南北逐渐降低，雨水径流不均衡。

- 隧道上盖区域绿地覆土厚度不深，现状场地地势高点位于中间草坪处，向南北两侧逐渐降低，雨水形成地表径流后多数直接排入市政雨水管网，周边绿地和水体在场地内的雨水径流排放路径中参与性少，无法发挥雨水的消纳缓冲功能。

- 场地内由于考虑历史文化性铺装的保留，硬质铺装的不透水材质比例多，且项目场地外的南侧紧邻大面积的硬质铺装广场，在降雨量较大的情况下，片区范围的雨水难以吸收消纳，容易积聚较多的地表径流。

4）项目措施

- 建设目标

该项目根据《无锡市海绵城市专项规划（2016-2030 年）》设计要求，该项目海绵城市设计控制指标为 LX-24 二级分区。年径流总量控制率达到 73%以上，对应降雨量为 20.6mm，面源污染去除率达到 60%。由于本次太湖广场项目建设是以城市客厅示范区的公园绿地为标准打造，结合场地较高绿地率以及其功能品质要求，本次方案的年径流总量控制率提高至 75%进行设计。

- 总体思路

项目的改造从百姓的切实需求出发，以微更新的手法提升城市空间品质和生态环境质量，致力于在中心城区为广大市民游客提供一个环境优美的休闲游憩场地。根据不同的片区特点，因地制宜

进行海绵城市设计，将绿色设施和灰色设施互相结合搭配。同时注重与片区海绵建设统筹协调，不做“独善其身”即仅着眼于自身地块指标的海绵设计，充分发挥了公园绿地在片区尺度下作为城市雨水调蓄工具的作用，接入客水进行一定程度地消纳有效的为周边的雨水管网分担了雨水排放压力。

图 6.5-6 消纳周边场地地块雨水径流

- 海绵城市设施布局

按照汇水分区规划设计要求，以太湖大道下穿隧道和广场中轴为分割线，将广场分为四个主要排水分区。依据道路坡向以及场地竖向标高，并结合绿地分布和道路走向，将项目划分为 28 个汇水分区，各个汇水分区中海绵城市设施收集后进行回收利用雨水资源。通过景观化海绵城市设施改造、游憩功能设施提升、生态净化水系的建立、海绵城市科普宣传有机融合，多元化多层次的改造让太湖广场蜕变为融合自然、城市、文化及共享生活的活力城市客厅与公园式广场。

该项目中，中轴广场需要保留的硬质铺装面积较大，且材质为石材，其径流系数大，铺装内空间不足以布置下沉式绿地雨水花园等生物滞留设施。因此海绵城市设施布置遵循化整为零的策略，多采用点线结合的方式布置海绵城市设施，通过雨水管沟将雨水接入周边绿地海绵城市设施内，延长整体雨水径流在场地内的滞留时间；在绿地比例较多区域，将有调蓄功能的生态绿色设施放置于绿地较为集中和地势低洼区域，尽可能将地表径流下渗和滞蓄；在覆土的地库范围上方区域以及靠

近建筑基础周边的区域主要考虑植草沟、下沉式绿地、渗排水管等海绵城市设施，减少海绵城市设施对建筑的影响；西北角的活动场地区域，主要进行帕米孔透水铺装改造，就地消纳雨水，适当增加雨水花园与下沉绿地，丰富海绵城市设施类型；在老清扬公园地块内利用现有水塘改造为雨水湿塘，与博物馆前现有水池形成梯级联动。同时广场的雨水管线可以接入植物缓冲绿地中的海绵城市设施处理后再进水池中进行二次处理回用，这样可有效解决南侧场地外博物院广场前大面积的硬质铺装带来的瞬时大量地表径流问题，可谓一举多得，事半功倍。

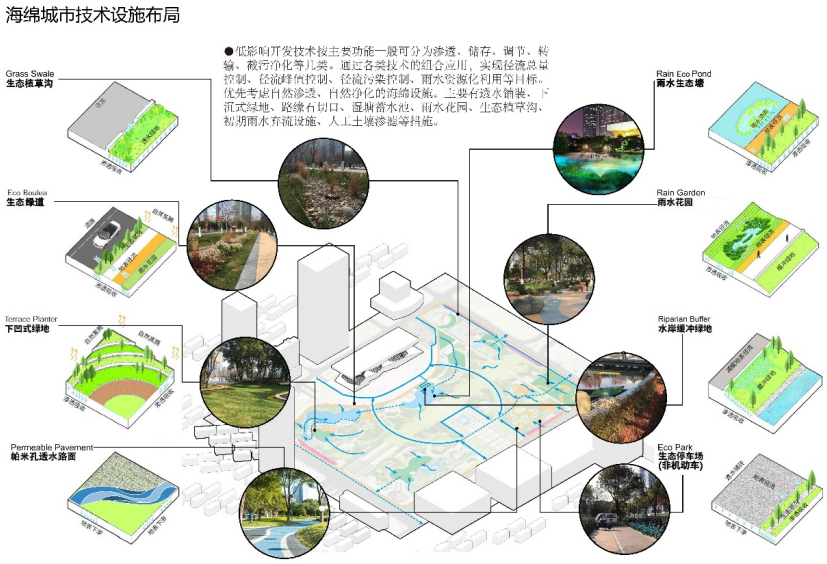


图 6.5-7 海绵城市技术设施布局图

该项目重点海绵示范区位于太湖广场东南角的清扬公园是一处老公园，地块内草坪地形有自然高低起伏，且具备天然跌层式的水体区域，海绵改造的基础条件好，因此本次改造计划将此处区域作为海绵城市设施及雨水收集示范的集中展示区域。

首先将原有水体改造成为一处天然雨水湿塘，在蓄积雨水时利用水体底部的高差形成梯级水体跌落，利用高差分隔设置前置塘和主塘，结合抽水泵站形成水体内的自循环，在水体周边布置生物海绵滞留设施净化雨水，并与博物院前的广场水池联通，结合生态浮床等水体净化设施，形成天然的雨水回收利用系统。

此外在清扬公园内设置可视化的雨水下渗净化剖面展示，结合互动功能设施，将整个清扬公园打造为集雨水收集、净化、循环利用、科普展示为一体的示范区。

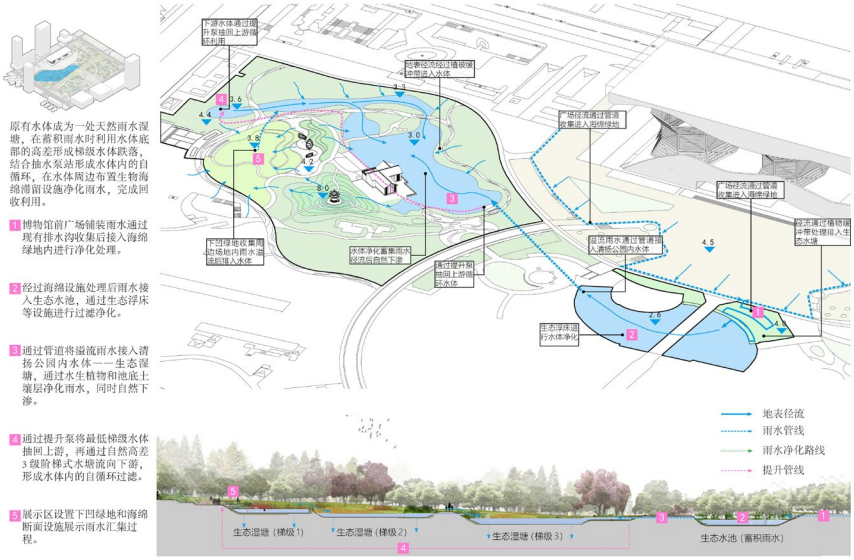


图 6.5-8 雨水收集利用示范路径图

5）实施效果

此次项目建成后在雨水资源化、环境保护、基础设施提升、生态景观改善等方面将取得一定效益。改善原有场地景观品质，原有水体的水质由原先 IV 类水提升至 III 类水，综合实现场地内生态、环境、景观等多重效益，改造满足本身功能条件下如吸热、尘降噪等要素，同时海绵城市设施的设计施工材质结合公园全龄友好的要求，为居民提供游憩场地和美化城市等功能，让海绵城市项目的景观性与功能性有机结合。同时海绵城市科普教育的示范效益海绵技术不仅是工程技术手段，本次改造利用雨水径流展示，雨水收集展示，感应互动装置、游戏互动装置，具备科普展示，以及参与互动功能，将海绵城市理念做了积极推广。

（a）改造前

（b）改造后

图 6.5-9 改造前后对比图

6.6 水系治理

6.6.1 技术路线

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水系的重要组成部分，同时水系也是超标雨水径流排放系统的重要组成部分。

水系治理项目设计应根据其功能定位、水系现状、岸线利用现状及滨水区现状等，进行合理保护、利用和改造，在满足雨洪行泄等功能条件下，实现相关规划提出的低影响开发控制目标及指标要求，并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

水系治理项目海绵城市控制技术路线如图 6.6-1 所示。

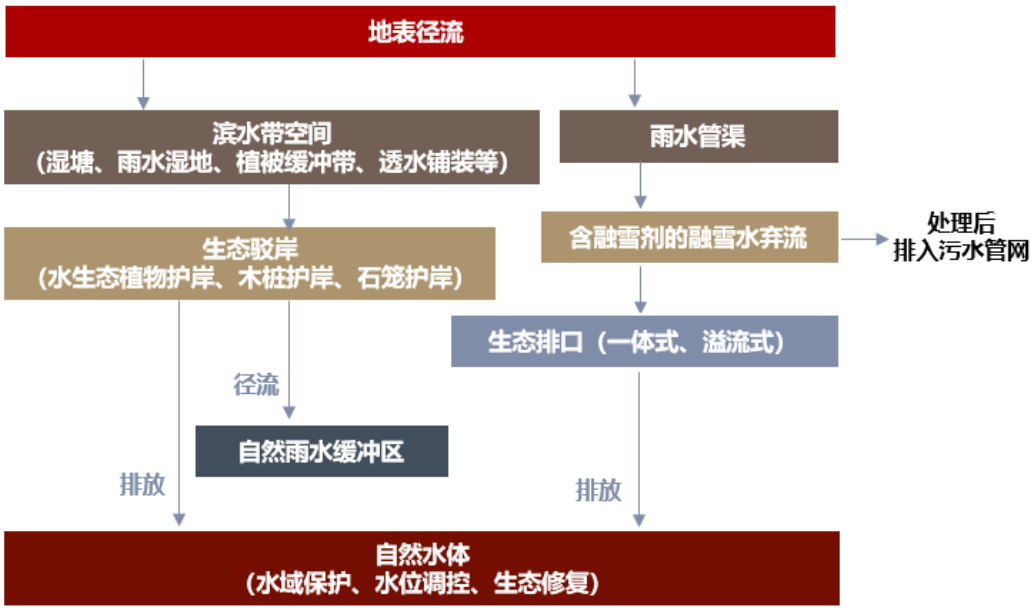


图 6.6-1 水系治理项目海绵城市控制技术路线

6.6.2　　一般规定

1.水系治理项目海绵城市建设的目标以雨水调节、污染治理、防洪治涝为主，并应尽可能收集处理建筑与小区、市政道路、公园与绿地的径流。

2.根据水系的功能定位和保护管理要求，合理确定水系的保护与治理方案，使其满足相关规划提出的海绵城市建设目标与指标要求。

3. 海绵城市设施的布置，需保证河湖行洪排涝、输水、通航等基本功能不受影响。

4.在开发建设中严格保护现有河道、沟渠、湿地、湖泊，结合相关改造，适当恢复和增加河道、湿地，保护和提高水面率。

5.应考虑河道的蜿蜒特性，在满足相关规划情况下，宜依据现有河势走向，保留及恢复河道的自然弯曲形态，控制截弯取直；

6.根据河道蓝线、河道管理线的规定，对违法侵占河道的构筑物进行清除，改造阻水构筑物，保障河道行洪安全。

7.有条件的河道，其岸线应设计为生态驳岸，并根据调蓄水位变化选择适宜的水生及湿生植物。

8.滨水绿化控制线范围内的绿化带接纳相邻城市道路等不透水面的径流雨水时，应设计为植被缓冲带，以削减径流流速和污染负荷。

9.新建排水渠按照生态理念进行建设，现状三面光排水渠应逐步进行生态化改造。

10.雨水管网不得有污水直接排入水系；非降雨时段，雨污混流管渠不得有污水直排水系；雨水直排或雨污混流管渠溢流进入水系的，应采取海绵城市建设设施或者生态治理后排入水系。

11.应充分利用河湖蓝线范围内的绿地，结合雨水管渠排放口建设湿塘、雨水湿地等具有净化功能的海绵城市建设设施，净化雨水径流。

12.在陆域缓冲带布置海绵城市设施时，必须考虑防汛通道、慢行道、游步道、休憩广场、亲水平台等功能设施的布置要求，使水流在场地内流动顺畅。调蓄和净化等海绵城市设施应重点布置在径流污染严重的区域和入河雨污水管网附近。

13.应解析水系建设范围内和周边地块的地形特点，雨水宜自流进出海绵城市设施。调蓄设施中储存的初雨径流或者溢流污水可通过提升，进行净化后排放。

14.水系应在满足规划断面基础上，结合水生动植物生境构建要求，开展竖向断面设计，包括矩

形、梯形和复式断面形式等，可通过设置不同坡比、平台高度和宽度、人工岛、河底深潭浅滩等，形成多样化的断面形式。

15.应积极推行滨湖生态建设，依据植物生长条件，通过植物配置，从水系到陆域形成以沉水、浮叶、挺水和陆生植物为一体的全系列或半系列滨河植物带。

16.应定期对河湖进行清淤，有条件建设区域可采用原位生态修复技术，改善水体水质。

17.河湖生态清淤中，应根据河湖功能需求，结合受污染底泥的分布和厚度，将工程清淤和生态清淤相结合，确定河湖清淤范围、深度和规模。

18.清淤方式宜采用水力冲挖和水下清淤；排水干挖方式对河湖原有生态系统破坏较大，应慎重采用；对水质要求较高河湖，应采用绞吸式环保清淤等水下清淤方式。

19.水系治理项目水域保护设计应符合下列要求：

1）系统评估区域水域保护状况，对湖泊蓝线、绿线控制状况、周边建设状况对水域占用进行评估；对港渠红线控制状况、周边建设对水域占用状况进行评估。

2）对设计对象水系或区域内水面率指标进行计算，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。

20.水系治理项目调蓄调控设计应符合下列要求：

1）设计需利用模型法、经验公式法等对河湖进行水量平衡计算，主要明确不同设计标准下源头海绵城市设施控制后入河入湖调蓄量、外排水量、蒸发水量、河湖补水量、入渗量等。

2）为增强水系作为排涝调蓄空间的功能，河湖整治设计需进行多级水位复核，主要包括：生态控制水位，常水位，最高控制水位等。

3）河道新改建过程中需进行不同降雨条件下的水面线计算，需论证跨河构筑物（桥梁、箱涵等）建设对河道功能的影响，设计中需复核最小生态控制宽度、河道阻水比率、壅水测算等参数。

21.水环境综合改善措施应以“源、线、面”为核心：其中，“源”措施是通过结合水利部门清水河道建设项目，引入清水补给城区河网，通过清水入城，改善河网流动性、增加河网自净能力；“线”措施是基于城区主要河道现状水质和水环境目标差异，从内源整治、外源控污的角度，分类确定内源整治、外源削减的要求；“面”措施是结合太湖三级保护区划，分区制定面源污染削减的策略和措施，并实现城区全覆盖。

22.水生态修复应从提高整体水面率、优化水系连通性和岸线海绵化改造三项措施入手。其中，提高整体水面率是通过加强对水域空间的管控，在保护现有河、湖、湿地水面的基础上，结合人工湖、蓄滞空间的建设，以进行适当提高；优化水系连通性是在基于现有河网格局的基础上，结合用地布局，以最大可能消除断头河，改善水循环；岸线海绵化改造是通过对现有岸线分类，区别化的提出改造措施。

22.水安全保障应从城市防洪和城市排水角度出发，结合水环境提升、水生态修复要求，完善城市防洪系统；并按照老城区问题导向、新建（改建）地区目标导向，提升城市排水系统。

6.6.3 选择合适的海绵城市设施

1.适用海绵城市设施

以实现水系治理项目海绵城市建设目标为出发点，以先绿色后灰色、先地上后地下的原则，综合考虑各海绵城市设施的适用性、功能性、经济性及景观效果，同时结合子汇水分区特点、下垫面条件、竖向条件，对海绵城市建设项目适用的技术设施进行筛选，优先使用专项规划推荐的海绵城市设施，确定海绵城市设施位置，明确海绵城市设施的类型、功能和规模。

河湖水系可分为如下四个组成部分：

1）滨水带

滨水带绿地空间宜选择湿塘、雨水湿地、植被缓冲带等措施进行雨水调蓄、消减径流及控制污染负荷；滨水带步行道与慢行道应满足透水要求；滨水带内的管理建筑物应符合绿色建筑要求。

2）驳岸

江河、湖泊、港渠的岸线平面曲线应具有自然性与生态性，其设计应依照安全性、稳定性、生态性为原则，并根据岸坡特点进行护坡 护岸。如植生型砌石护岸、植生型混凝土砌块护岸等；自然驳岸；三维植被网植草护坡、土工织物草坡护坡、水生态植物护岸等。

3）排口

河道水系禁止新增污水排口，新增雨水排口应建设面源控制措施，并进行水质监测，不超过受纳水体水质管理目标。

河道水系排口应采用生态排口，包括一体式生态排口、漫流生态排口等。

河道水系现有合流、混流排口整治设计中，应结合汇水范围内的源头海绵性改造措施，设置初

期雨水调蓄池、截污管涵等工程措施进行末端污染控制。

4）水体

规划新建的水体或扩大现有水域面积，应核实区域低影响开发的控制目标，并根据目标进行水体形态控制、平面设计、容积设计、水位控制及水质控制。

对于河道水系水质功能要求较高、内涝高风险区，可利用现有水体设计自然水体缓冲区等，缓冲区作为湿塘、前置塘、湿地、缓冲塘、渗透塘等。根据区域排水量、污染控制目标上游排水标高等，确定缓冲区的面积、容积，明确缓冲区水域竖向标高；自然水体缓冲区应设置水质污染风险防范措施，以防止发生上游污染事件后对主水域的水质造成破坏。

2.适用海绵城市治理措施

结合城区 38 条黑臭河道的特征及环境条件，按上下联动、内外兼顾、灰绿结合、一河一策原则，根据《城市黑臭水体整治工作指南》，结合黑臭河道污染源情况、水文及周边环境条件，以“控源截污、内源治理；活水循环、清水补给；生态修复、水质净化”为基本技术路线制订治理方案，具体治理技术包括控源截污、内源治理、活水循环和生态修复。

（1）控源截污技术

1）截污纳管

适用范围：从源头控制污水向水系排放，主要用于水系沿岸污水排放口、分流制雨水管道初期雨水或旱流水排放口、合流制污水系统沿岸排放口等永久性工程治理。

技术要点：截污纳管是黑臭水体整治最直接有效的工程措施，也是采取其他技术措施的前提。通过沿河沿湖铺设污水截流管线，并合理设置提升（输运）泵房，将污水截流并纳入城市污水收集和处理系统。对老旧城区的雨污合流制管网，应沿河岸或湖岸布置溢流控制装置。无法沿河沿湖截流污染源的，可考虑就地处理等工程措施。实际应用中，应考虑溢流装置排出口和接纳水体水位的标高，并设置止回装置，防止暴雨时倒灌。

2）面源污染控制

适用范围：主要用于城市初期雨水、冰雪融水、畜禽养殖污水、地表固体废弃物等污染源的控制与治理。

技术要点：可结合海绵城市的建设，采用各种海绵城市技术、初期雨水控制与净化技术、地表固体废弃物收集技术、土壤与绿化肥分流失控制技术，以及生态护岸与隔离（阻断）技术；畜禽养

殖面源控制主要可采用粪尿分类、雨污分离、固体粪便堆肥处理利用、污水就地处理后农地回用等技术。

3）污水处理厂提标

适用范围：主要使用于尾水对受纳水体造成明显污染的污水处理厂。

技术要点：通过测算对受纳水体污染的贡献度，确定合理的尾水排放标准，选用适当的污水处理设施，根据远期城市承载力为受纳水体留出水质负荷余量。

（2）内源治理

1）河道清淤疏浚

适用范围：一般而言适用于所有黑臭水体，尤其是重度黑臭水体底泥污染物的清理，快速降低黑臭水体的内源污染负荷，避免其他治理措施实施后，底泥污染物向水体释放。

技术要点：包括机械清淤和水力清淤等方式，工程中需考虑城市水体原有黑臭水的存储和净化措施。清淤前，需做好底泥污染调查，明确疏浚范围和疏浚深度；根据当地气候和降雨特征，合理选择底泥清淤季节；清淤工作不得影响水生生物生长；清淤后回水水质应满足“无黑臭”的指标要求。

2）岸带垃圾清理

适用范围：主要用于水系沿岸垃圾临时堆放点清理。

技术要点：水系沿岸垃圾清理是污染控制的重要措施，其中垃圾临时堆放点的清理属于一次性工程措施，应一次清理到位。

3）河道生物残体清理

适用范围：主要用于水体水生植物和岸带植物的季节性收割、季节性落叶及水面漂浮物的清理。

技术要点：水生植物、岸带植物和落叶等属于季节性的水体内源污染物，需在干枯腐烂前清理；水面漂浮物主要包括各种落叶、塑料袋、其他生活垃圾等，需要长期清捞维护。

（3）活水循环

1）新开/拓宽河道

适用范围：适用于缓流河道水体或坑塘区域的污染治理与水质保持，可有效提高水体的流动性。

技术要点：通过设置提升泵站、水系合理连通、利用风力或太阳能等方式，实现水体流动；非

雨季时可利用水系周边的雨水泵站或雨水管道作为回水系统；应关注循环水出水口设置，以降低循环出水对河床或湖底的冲刷。

2）清水补给

适用范围：适用于城市缺水水体的水量补充，或滞流、缓流水体的水动力改善，可有效提高水体的流动性。

技术要点：利用城市再生水、城市雨洪水、清洁地表水等作为水系的补充水源，增加水体流动性和环境容量。充分发挥海绵城市建设的作用，强化城市降雨径流的滞蓄和净化；清洁地表水的开发和利用需关注水量的动态平衡，避免影响或破坏周边水体功能；再生水补水应采取适宜的深度净化措施，以满足补水水质要求。

3）就地处理

适用范围：适用于短期内无法实现截污纳管的污水排放口，以及无替换或补充水源的黑臭水体，通过选用适宜的污废水处理装置，对污废水和黑臭水体进行就地分散处理，高效去除水体中的污染物，也可用于突发性水体黑臭事件的应急处理。

技术要点：采用物理、化学或生化处理方法，选用占地面积小，简便易行，运行成本较低的装置，达到快速去除水中的污染物的目的；临时性治理措施需考虑后期绿化或道路恢复，长期治理措施需考虑与周边景观的有效融合。

4）旁路治理

适用范围：主要适用于无法实现全面截污的重度黑臭水体，或无外源补水的封闭水体的水质净化，也可用于突发性水体黑臭事件的应急处理。

技术要点：在水系周边区域设置适宜的处理设施，从污染最严重的区段抽取河水，经处理设施净化后，排放至另一端，实现水体的净化和循环流动；临时性治理措施需考虑后期绿化或道路恢复，长期治理措施需考虑与周边景观的有效融合。

（4）生态修复

1）岸带生态修复

适用范围：主要用于已有硬化河岸（湖岸）的生态修复，属于水系污染治理的长效措施。

技术要点：采取植草沟、生态护岸、透水砖等形式，对原有硬化河岸（湖岸）进行改造，通过

恢复岸线和水体的自然净化功能，强化水体的污染治理效果；需进行植物收割的，应选定合适的季节。

2）生态净化

适用范围：可广泛应用于水系水质的长效保持，通过生态系统的恢复与系统构建，持续去除水体污染物，改善生态环境和景观。

技术要点：主要采用人工湿地、生态浮岛、水生植物种植等技术方法，利用土壤-微生物-植物生态系统有效去除水体中的有机物、氮、磷等污染物；综合考虑水质净化、景观提升与植物的气候适应性，尽量采用净化效果好的本地物种，并关注其在水体中的空间布局与搭配；需进行植物收割的，应选定合适的季节。

3）人工增氧

适用范围：作为阶段性措施，主要适用于整治后城市水体的水质保持，具有水体复氧功能，可有效提升局部水体的溶解氧水平，并加大区域水体流动性。

技术要点：主要采用跌水、喷泉、射流，以及其他各类曝气形式有效提升水体的溶解氧水平；通过合理设计，实现人工增氧的同时，辅助提升水体流动性能；射流和喷泉的水柱喷射高度不宜超过 1m，否则容易形成气溶胶或水雾，对周边环境造成一定的影响。

6.6.4 典型项目设计

1）项目简介

清水河西起壬子港，东至新开港，总长度 13.3km，是无锡经开区“三横三纵”中最南端的四级防洪河道，具有水环境优化、水景观构建、汛期泄洪等功能。清水河范围内部分区域有河道未沟通、水流淤塞不畅的情况，汛期时常出现内涝；部分区域留有拆迁宅基地，建筑垃圾众多，每遇下雨时，水土流失严重，濒临太湖对入湖河道造成径流污染，沿线水环境质量较差，且生态功能脆弱。故在“美丽河湖行动”中，经开区启动清水河（蠡湖大道-小溪港西侧）综合整治工程项目。项目以平原地区水系综合治理为主，深入融合海绵城市理念与园林景观，因地制宜布置海绵城市设施，全方位展示道路、水系等区域的雨水自然积存、自然渗透、自然净化的过程。通过全面实行海绵元素与河道工程建设，构建绿色、减排的海绵系统，实现防洪排涝、径流污染控制等多目标的耦合。

2）项目概况

清水河（蠡湖大道-小溪港西侧），西起蠡湖大道，东至小溪港西侧，综合治理长度约 6500m，

河道两侧为湿地公园，绿化面积约为 100000m^2。清水河（蠡湖大道-小溪港西侧）综合整治工程项目主要包含海绵城市建设工程、景观绿化提升工程、护岸新建工程、清淤疏浚工程等内容。

图 6.6-2 项目区位图

3）问题与需求

- 防洪排涝功能不达标

作为三横之一的清水河，本段河道具有行洪、排涝、供水等多种功能。由于多年未进行清淤，淤积现象十分严重，河床淤泥深度普遍在 0.8m~1.5m 左右。河道淤积相应抬高了河床，减少了过水行洪断面，使得河道行排调蓄能力受到了削弱。部分区域河道不连通，造成区域水系沟通不畅、水力联系受阻，汛期经常出现内涝现象，未能满足原规划的 200 年一遇防洪标准。部分河道没有自然驳岸，导致河岸侵蚀和土壤流失问题；一些已经存在的挡墙高度不匹配、结构薄弱，无法有效地控制水流和承受外部压力，同时也缺乏定期的维护和修复，导致其功能受损，无法起到应有的效果。

图 6.6-3 改造前河道淤塞

- 水环境恶化、生态功能脆弱

该项目场地外高程基本高于场地内，降雨时起承接周边道路路面雨水径流的作用。路面雨水径

流未经处理直接排入场地内，对清水河造成面源污染。

场地内部分区域为农村拆迁宅基地，建筑垃圾较多，总体环境较差，下雨时水土流失严重，进入河道影响河道水质。渔船和渔业活动也对水环境产生一定程度的外源污染，渔船使用的燃料和润滑油等物质泄漏到水体中，不仅污染水质，还会危及河流生物和沿岸生态系统。渔船在捕捞过程中使用渔网，捕获目标鱼类的同时，也会捕捞到一些非目标鱼类或底栖生物。这些非目标物体与废弃的捕捞设备可能会导致湖泊生物群落的破坏和损失。场地内的生态功能脆弱，对周边水环境健康产生了重大挑战。

图 6.6-4 改造前河道水质较差、建筑垃圾堆积

- 沿线景观空间杂乱

该项目临近风景优美的贡湖湾湿地，但部分区域却黄土裸露、荒草覆盖，缺失湿地内最基本的景观、休闲等绿地功能，无法与贡湖湾湿地的休闲游览系统有机融合。针对以上问题，该项目从水安全提升，水环境改善、水生态修复、滨水空间打造、源头海绵设计及科普宣贯等方面出发，运用低影响开发技术，将清水河（蠡湖大道-小溪港西侧）打造成一条“水优、水活、水清、水美”的河道，在该项目与南侧太湖之间营造一道有效的生态缓冲屏障。

图 6.6-5 改造前土壤裸露严重

- 打造清水河滨水景观海绵示范区

打造清水河两侧多功能的滨水景观空间，包括公园、休闲区、步行道、骑行道等，不仅可以提供休闲娱乐的场所，也能够增加滨水区的可持续性和吸引力。采用生态岸线、湿地植被等方式，增强滨水景观的生态功能，削减面源污染，保护并修复滨水区域的自然生态系统，促进植被的恢复和生物多样性的增加。采用植被护岸、缓冲带等防洪设施来控制洪水，可保护滨水区周边的建筑和居民。退渔还湖，采取控渔、减渔或禁渔等措施，使湖泊中的鱼类资源得以恢复和增殖，恢复湖泊的自然生态稳定和生物多样性，减少捕捞对湖泊生态系统的压力。同时，打造清水河滨水湿地公园，加强湖岸带的保护，减少污染物的排放，增加湖泊周边的植被覆盖，以提高湖泊的自然修复能力。

推动建设清水河滨水景观海绵示范区，开展公众参与和教育活动，可引导市民和企业了解海绵城市的理念和实践，提升社区居民和公众的环保意识和参与度。

4）项目措施

- 建设目标

依据《无锡市海绵城市专项规划（2016-2030）》和“无锡市区低影响开发管控要求”，清水河（蠡湖大道-小溪港西侧）综合整治工程项目段属于规划二级分区，项目年径流总量控制率为 80%，面源污染消减率为 60%。

同时，为了配合区域景观、防洪需要，使其满足太湖新城水系规划及地块建设的需要和经开区畅流活水改善水质的需要，对清水河（蠡湖大道-小溪港西侧）河道疏浚清淤，对两岸岸坡景观进行改造，促使该区段防洪排涝体系的不断完善，以改善水质及周边环境，促进水生态系统良性循环。该项目防洪标准为 200 年一遇，排涝标准为 20 年一遇，水质目标为 IV 类。

- 设计思路

在实现区域水系联通、提升换水效果的基础上，进一步开展水环境治理和生态修复工作，对河岸生态环境进行综合整治。其一，建设生态木桩驳岸，使之兼具观赏性和生态效果，在保护河道的同时发挥生态防护作用，防止水土流失、改善河水生态环境。在部分河道与现状桥衔接处采用生态砌块护岸，构建自然水景观。岸线蜿蜒曲折有助于降低河水流速，设置生态岛有利于能量交换，发育河道生态功能，提升河岸景观效果。其二，在河道内及岸线周边种植水生植物，恢复岸线和水体的自然净化功能。临近水岸采用湿塘、植被缓冲带等技术方法，利用土壤-微生物-植物生态系统有效去除水体中的有机物、氮、磷等污染物；截止目前，河道水质保持在III类标准。

图 6.6-6 下沉绿地、雨水花园径流组织示意图

根据水系规划，开挖、清淤、联通河道，使区域水系沟通顺畅。并结合岸线治理对局部段落进行拓宽，提升防洪排涝能力，实现 50 年一遇排涝标准。

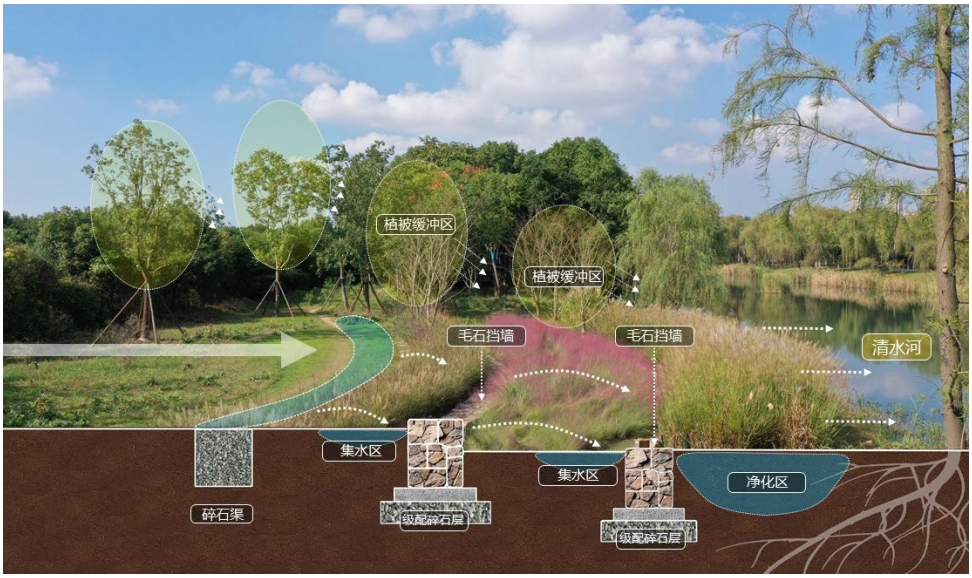


图 6.6-7 植被缓冲带径流组织示意图

营造沿河绿地景观不仅可以满足周边居民观景、休闲等景观功能的需求，也可满足恢复河道-绿地的生态功能的需求。结合周边道路交通，该项目设置完善的一二及园路交通，串联彩虹景观桥，亲水平台、旱溪、樱花林、水杉林等景观点，重点打造“花溪林”特色，满足人们休闲、观景需求。其次，在重点示范区组织了海绵城市设施的科普动线，形成一个中既可休闲行走、又可观赏学习的海绵示范绿地及海绵植物花园，普及先进的生态文化理念，从而实现全社会的可持续发展。

图 6.6-8 海绵城市技术设施布局图

5）实施效果

通过清水河（蠡湖大道-小溪港西侧）综合整治工程项目，清水河河道贯通成为“畅流活水”，河流生态系统得以健全，水质稳定在III类水及以上，河湖水环境显著提升。通过加强预警监测，及时掌握水质变化情况，同时加强调水引流，持续治理改善，多措并举确保小溪港水质稳定达标。2023 年 1~7 月，国考小溪港断面水质达到II类。

同时，该项目通过协调设计总体平面和竖向标高设计，加强了其与周边市政道路的衔接。在降雨量较大情况下，市政道路表面径流可快速排入就近的雨水花园、下沉式绿地等海绵城市设施，以避免道路积水现象。项目内部铺装、道路上的雨水优先进入生物滞留带、雨水花园等设施，超出设计雨水量对应的径流控制的雨水，通过溢流口或植草沟等以溢流形式，有组织地利用管网在场地的外排点排放至河道，减轻了河道雨天负荷，提高了区域内内涝防范能力。沿着滨水公园的蓝色漫步道穿行其中，四周芳草茵茵、树木青翠，河道内碧波荡漾、鱼虾成群，清水河一跃成为无锡市新晋“网红打卡地”。

6.7 监测系统

6.7.1 项目监测

1. 监测目的

项目监测以获取项目海绵城市建设前后外排径流总量、峰值流量等数据为目的，满足项目海绵城市建设本底评价和效果评价的要求。

2. 基本内容

1）对项目外排径流总量、峰值流量进行监测时，应对典型场次降雨条件下项目接户井或排放口的外排流量变化过程进行监测。

2）对项目外排径流污染量进行监测时，应对典型场次降雨条件下项目接户井或排放口的外排径流水质进行监测。

3. 监测点布设

1）项目监测应在项目接入市政管渠的接户井或项目接入受纳水体的排放口布设监测点；接户井或排放口较多时，可根据汇水范围内的下垫面构成和径流污染源类型，选择代表性的监测点进行监测。

2）项目内排水管渠监测点应具备人工、自动监测条件。

3）项目内降雨量监测点的设置应与片区监测点统筹考虑。

6.7.2 设施监测

1. 监测目的

设施监测应以获取设施控制径流或合流制溢流体积、污染量、峰值流量效果与设施技术参数等数据为目的，满足设施运行数据收集与效果评价的要求。

2. 基本要求

应在海绵城市方案编制阶段编制设施监测方案，明确监测目的、范围、对象、内容、点位、方法、频次、数据管理与应用等要求，并在工程设计阶段预留自动监测与人工监测作业条件。

3. 监测点布设

设施监测点布设应符合下列规定：

- 应在设施进水口、出水口或溢流排水口设置水量监测点。
- 渗透塘、湿塘、调节塘、蓄水池、调节池等宜在设施调蓄空间或设施结构内部设置水位监测点，对设施径流体积控制量、排空时间进行监测。
- 雨水湿地等宜在设施进水口、过程处理单元、出水口设置水量、水质监测点，对设施水质处理效果进行监测。

绿色设施监测点布设可按下图执行：

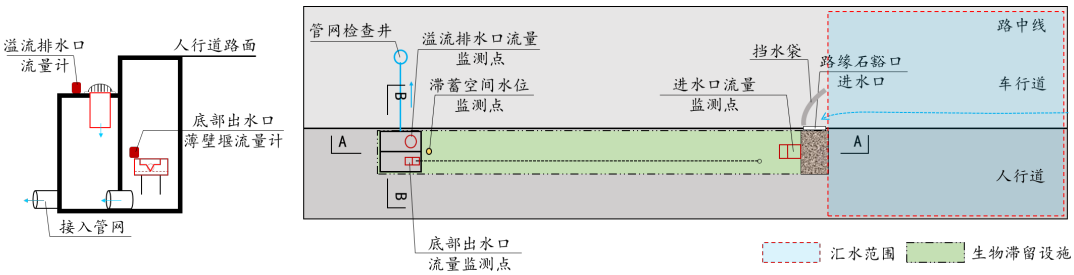


图6.7-1滞留设施监测点布设（左图为B-B断面图，右图为平面图）

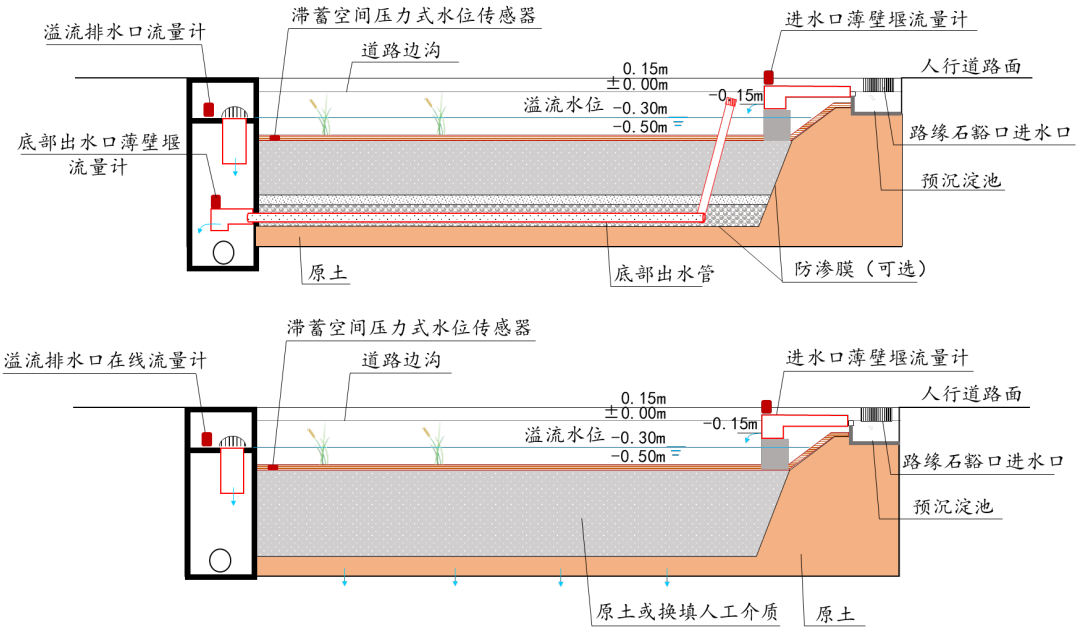


图6.7-2生物滞留设施监测点布设（A-A断面图，上图设置底部出水口，下图无底部出水口）

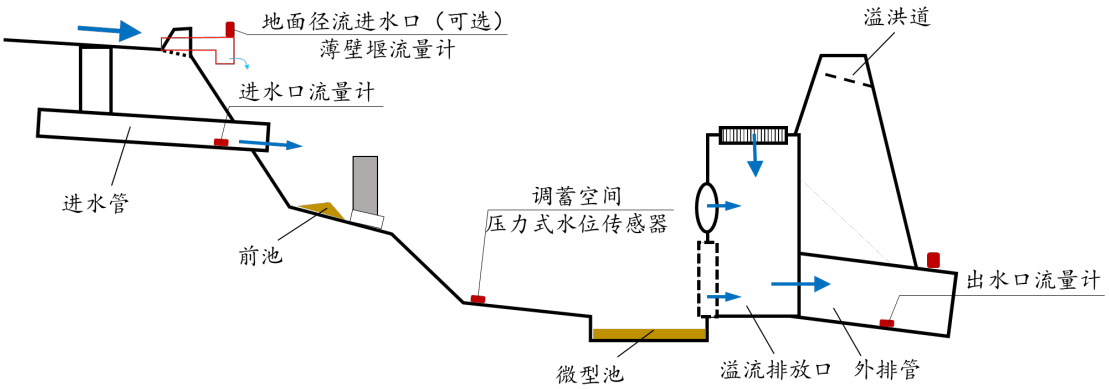


图6.7-3调节塘监测点布设

6.7.3 智慧微海绵

1. 主要内容

“智慧微海绵”是以传感器、大数据、网络、BIM 等信息化技术为基础，构建的一套轻量级信息化系统，以“数据可建模、展示可多元”为手段，实现海绵城市建设项目的“可视化展现、精细化运营、

持续化文宣、科学化评价”。

2. 适用性

适用于老旧小区、学校、厂房及高速服务区等海绵建设应用场景。

图6.7-4监测系统应用实景图

3. 技术设计要点

1）系统采用分布式架构，结合海绵建设的要求，完成系统功能设计。

2）系统采用的硬件设备，包括而不限于：雨量计、蓄水监测模块、积水监测模块、水位监测模块、流量监测模块、水质监测模块等，通过无线或有线传输技术实现数据的传输。

3）系统宜支持手机端、PC 端，以及项目现场大屏幕方式（显示分别率推荐 1080*1920）展示。

4）系统具有海绵导览功能，支持手机扫描二维码，获取项目信息、海绵城市设施信息及传感器信息等。

5）系统实现具体功能，包括而不限于：综合展示（项目静态信息、调蓄动态信息等）、海绵资产管理、综合查询、分区管理、海绵业务评价、海绵文宣、公众服务等。

6）系统设计，应符合国家或行业或团体的相关标准规范要求；系统应用，应采用成熟的系统软件或服务。

7 设计文件要求及审查要点

7.1 一般规定

1.海绵城市设计文件的编制应满足设计可信性，具体要求如下：

1）与项目有关的地形测量、工程地质等勘察资料的内容、深度、规范性、有效性及权威性应满足设计需要。

2）海绵城市建设应采用可靠的工艺、设备和材料。采用的新技术、新设备、新材料应经权威部门鉴定。

2.海绵城市设计文件的编制应满足设计的可实施性，具体要求如下：

1）海绵城市建设应结合景观设计整体考虑，合理统一布置。

2）竖向设计应标明地面排水方向及汇入的海绵城市设施位置。

3）海绵城市建设采用的新技术、设备的特性应在设计中充分说明。

4）施工图的说明、图示、标注等应能满足工程定位、开挖、回填、混凝上浇筑或砌筑，提供的设备选型、管材种类、规格和强度等级明确，能满足采购和工程质量的检验，说明和图示能够满足海绵城市设施的安装、地基处理、支护、加工制造等施工环节的需要。

5）计算书或相关模型中应有合理的汇水分区划分，并以各汇水分区为单位，分别对年径流总量控制率、面源污染削减率等指标进行计算，计算过程应详细、合理，结果应不低于海绵城市目标取值计算表规定的相关规划指标。

6）设计应与实际相符合，海绵城市设施的布置应有充分的施工和操作空间，不存在海绵城市设施、管道、设备（包括其他专业的）等相互碰撞，无法实施的情况。

7）设计表达应正确、清晰，不易引起误解。

8）种植植物及种植土壤除了应满足海绵城市建设的要求外，还应符合园林工程的设计要求。

3.海绵城市设计文件的编制应满足设计目标的可达性，具体要求如下：

1）功能性目标：设计的工程实施后能够满足海绵城市年径流总量控制率、面源污染削减率要求。

2）安全性目标：资料显示的地基条件等在采取技术措施后能够满足海绵城市建设的需要；海绵

城市设施的结构以及选用设备、器材的机械强度、质量等级能够满足工程需要。

7.2 方案报审文件

方案阶段报审文件组成应符合表 7.2-1 的要求。

表 7.2-1 方案阶段报审文件

<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="2">文件名称</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">项目批复文件：包含项目立项、项目选址意见书、地块建设条件意见书（若有）、规划设计要点等</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">规划设计方案审查意见</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">工程规划证（若有）</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">海绵城市方案设计文本</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">海绵城市方案设计指标计算表：包含年径流总量控制率计算、面源污染削减率及规划中要求的其他指标计算</td></tr>
<tr><td>6</td><td>海绵城市方案设计图纸</td><td>1. 图纸目录；
2. 项目规划总平面图；
3. 下垫面分析图；
4. 汇水分区平面图；
5. 海绵城市设施平面布置图；
6. 竖向设计和径流组织平面图；
7. 雨水管线平面图；
8. 海绵景观设计平面图；
9. 海绵城市设施大样图。</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">1. 无锡市建设项目海绵设计方案专项审核申请表；
2. 海绵城市专项设计方案自评表。</td></tr>
</table>

1.所有报审的图件应有相应设计单位签章，报审的海绵城市专项设计方案自评表应有设计单位和建设单位签章。

2.海绵城市目标取值首先以地块建设条件意见书中海绵城市要求为准，若无地块建设条件意见书，根据项目区位，查阅无锡各区海绵城市专项规划及无锡市海绵城市专项规划来确定指标，若难以达到规定设计目标，需与海绵办协商，并由海绵办出具指标确认函。

7.3 施工图报审文件

施工图阶段报审文件组成应符合表 7.3-1 的要求。

表 7.3-1 施工图阶段文件组成及内容

序号	文件名称	
1	工程项目立项相关文件	
2	建设工程规划许可证、规划部门核准的总图及平立剖图纸（盖规划章）	
3	无锡市建设项目海绵设计方案专项审核申请表（盖设计单位、建设单位、市及区海绵办章）	
4	海绵城市项目造价概算书	
5	项目绿色设计审查意见书、绿色建筑设计评价文本及二次设计达标承诺书	
6	设计单位资质证书	
7	海绵城市施工计算书、模型校核电子文件（如有）	
8	海绵城市施工图设计图纸	1. 图纸目录； 2. 施工图设计说明 3. 项目规划总平面图； 4. 下垫面分析图； 5. 汇水分区平面图； 6. 海绵城市设施平面布置图； 7. 海绵城市设施坐标定位图； 8. 海绵城市设施平面放线图； 9. 竖向设计和径流组织平面图； 10. 雨水管线平面图； 11. 海绵景观设计平面图； 12. 海绵城市设施大样图； 13. 雨水回用系统设计图（若设置雨水回用系统）； 14. 监测设施布点及提供监测设施选型（若设置监测系统）。

7.4 方案设计深度要求及审查要点

7.4.1 方案文本编制深度

无锡市建设项目海绵城市方案文本编制深度要求应按表 7.4-1 的规定执行。

表 7.4-1 方案文本内容及深度要求

序号	内容	深度要求
1	设计依据	1. 政府主管部门批准的立项批复； 2. 建设项目规划条件（如地块条件意见书、规划设计要点）、所在区域上位海绵城市建设专项规划等规划文件； 3. 所采用的国家、江苏省、无锡市主要标准、规范、导则、指南和政策文件； 4. 满足海绵城市设计要求的工程地质勘察资料； 5. 其它相关技术资料。

续表 7.4-1

2	项目概况	1. 项目概述：简述项目建设地点、工程范围、及主要工程内容等。 2. 工程基本情况：用文字及图片清晰描述项目区位、介绍地块用地性质、设计范围、项目经济技术指标；改建项目应介绍建设情况。
3	现状介绍	1. 项目周边路网建设现状，区分已按照规划形成路网和未按照规划形成路网。 2. 项目所处点位及周边河湖水系现状，区分已整治河道和未按照规划整治河道，现状河道岸线、水质情况介绍。 3. 项目所处点位及周边雨污水管网现状、排水防涝现状。
4	项目与上位规划及有关海绵城市建设政策要求衔接情况	1. 简述项目所在区域海绵城市专项规划、控制性详细规划等上位规划，明确项目所在地块的规划要求。 2. 改扩建项目应结合存在问题和业主建设需求，结合规划要求确定建设目标。
5	项目海绵城市建设本底分析及评价	1. 项目建设区域径流系数、土壤渗透性、地质情况、排水条件、植被资料、气象条件、河道情况、建筑密度、面源污染等基础资料。 2. 新建项目雨水外排量和现状排水管网接纳能力分析，分析传统开发模式下的弊端；改扩建项目应分析场地径流系数、排水管网（包括竖向问题）、历史积水点、径流污染、周边客水汇入、道路交通、景观现状问题、公共设施完善等问题，以及业主建设需求等。 3. 规划设计条件，项目竖向高程及场地排水系统分析，如场地坡向及坡度、水体的位置、雨水径流汇集路径、排水管网设置等。 4. 通过对建设基础条件论述，做出项目海绵城市建设适建性分析。
6	项目与邻近海绵体的衔接	明确项目海绵建设与周边地块海绵城市设施的衔接情况，充分发挥海绵城市建设条件较好地块的海绵覆盖辐射功能，与适建性较低区域协同开发。
7	海绵城市设施方案设计论述	1. 总体设计：阐述低影响开发雨水系统构建的基本原则、海绵城市设计思路及设计流程。 2. 海绵城市设计方案： 1） 简述项目汇水分区方案，说明项目场地竖向高程、雨水管网设置； 2） 列出设计所需的各项参数，如：多年平均降雨量、不同年径流总量控制率所对应的设计降雨量、综合雨量径流系数，以及管渠设计标准和内涝防治标准对应的设计降雨量等（如需要）； 3） 结合项目特点简述海绵城市设施的选择； 4） 简述基本可行的海绵城市设施组合方案，通过计算确定所选海绵城市设施规模，列出详细计算过程，提出推荐方案； 5） 海绵城市设施详细设计，包括简述所选海绵城市设施基本构造、主要技术参数、平面及竖向设计，如有雨水回用系统，应简要说明雨水利用途径、雨水回用池有效容积及水量平衡计算； 6） 列出目标校核计算成果，包括年径流总量控制率、面源污染削减率等指标复核及规划要求的其他指标复核； 7） 海绵城市设施植物选择与配置； 8） 监测设计：如有监测要求时应说明监测内容和监测站点平面位置； 9） 提出海绵城市设施维护管理要求。

续表 7.4-1

8	海绵专项投资	以表格清单形式列出工程建设需要的设备及主要材料的名称、型号、规格、数量、材质等。
9	与其它相关专业的衔接	明确海绵城市设计和其它相关专业的衔接内容及注意事项。

注：1.水系治理海绵城市方案文本内容还应分析现状水安全、水资源、水环境和水生态问题，具体可包括：防洪排涝标准、水面率问题、雨水利用率、水体流通及水动力问题、上游水体水质问题、入河污染源问题、水功能区达标问题、水生态系统问题、生态驳岸建设问题、水域及岸线景观问题等。此内容如已在其他专业设计部分完成，海绵城市设计中可简要介绍。

海绵城市建设项目方案设计时，应充分结合项目空间、竖向及市政排水设施等条件，在确保场地雨水排放安全的前提下，设置多样化的海绵城市设施，并注重景观效应，打造具有海绵城市特点的高品质环境。

综合评价指标的校核宜按照以下方法进行计算：

1）年径流总量控制率按下列方法计算：先按照容积法反推得到可控制降雨量，再根据无锡市可控制降雨量与年径流总量控制率的对应关系，采用加权平均法计算出年径流总量控制率。有条件的，可采用数学模型进行计算。

2）峰值径流系数按下列方法计算：按照确定的各类下垫面峰值径流系数，采用加权平均法进行计算。

3）面源污染削减率按下列方法计算：以每个海绵城市设施的汇水分区为单元，按照各类海绵城市设施对面源污染的削减比例，采用加权平均法进行计算。

4）可渗透地面占比按下列公式计算：可渗透地面占比=可渗透地面面积/室外地面总面积。

7.4.2 方案图纸编制深度

无锡市建设项目海绵城市方案设计图纸编制深度要求应按表 7.4-2 的规定执行。

表 7.4-2 方案图纸内容及深度要求

序号	内容	设计深度
1	图纸目录	
2	项目规划总平面图	CAD 原坐标下的项目位置图，应包含项目经济指标。

续表 7.4-2

3	下垫面分析图	1. 应包括项目用地红线范围内不同下垫面的位置、面积等：针对建设工程的总平面方案中的屋面、硬化地面、绿化地面、水体，分别选取合适的下垫面类别，选取的各类下垫面面积之和应与项目用地的总面积一致，不留空白区； 2. 应提供下垫面和雨量径流系数汇总表。
4	汇水分区平面图	1. 根据竖向设计划分汇水分区，明确汇水分区编号； 2. 应提供汇水分区面积汇总表。
5	海绵城市设施平面布置图	1. 应反映各汇水分区内海绵城市设施的位置、类型、规模（包括面积、尺寸、服务汇水面积等），主要应包括地上海绵城市设施、地下调蓄设施等； 2. 未布置海绵城市设施的铺装处建议补充雨水口； 3. 若有监测系统，应绘制监测设施布点； 4. 应列出主要海绵城市设施一览表。
6	竖向设计和径流组织平面图	1. 应标注场地设计标高，特别是地下空间出入口、地面坡向分界点、水体常水位的高程； 2. 应明确雨水立管位置（如有）； 3. 应标注地面径流路径方向，特别是硬化下垫面至可蓄水的海绵城市设施之间的径流路径； 4. 应明确海绵城市设施的高低点标高、暴雨行泄通道。
7	雨水管线平面图	1. 应标注海绵城市设施内溢流雨水口位置及控制节点标高； 2. 应标注排水管网的位置、管径、走向、管底标高。
8	海绵景观设计平面图	应标注绿地内主要控制点高程，水体的水位标高，海绵城市设施内植物种植平面。
9	海绵城市设施大样图	1. 应标示出海绵城市设施布置形式、各部分设计尺寸； 2. 应明确透水铺装排水做法； 3. 应绘制海绵城市设施与其他附件的衔接做法； 4. 应标示出主要设备、仪表及工艺管道，补充说明相关参数要求； 5. 若有雨水回收系统，应标示出雨水管网、回用水管径及流向、弃流设施、预处理设施、雨水储蓄池、雨水净化装置及溢流管，列出主要设备材料表，标示出雨水回用系统中各设施及标高关系； 6. 若有监测系统，应提供监测设施选型。

注：1.道路广场海绵城市方案设计图内容及深度要求还应包含以下：

1）下垫面分析中包括机动车道、机非绿化分隔带、非机动车道、人行道、中央绿化分隔带、红线外绿地等的分布。

2）海绵城市设施平面布置中包括透水砖铺装、透水混凝土铺装或透水沥青混凝土铺装等。

3）需包含海绵道路横断面图、标准平面图及海绵道路纵断面图。

2.水系治理海绵城市方案图纸内容及深度要求还应包含以下：

1）海绵城市设施平面布置中应包括雨水排放口受纳水体的位置和标高等。

2）与海绵城市建设相关的滨水空间、生态驳岸工程的平面布置和断面。

3）与海绵城市建设有关水污染控制工程的平面布置。

4）水生态系统构建和水质净化平面布置。

7.4.3 方案审查要点

1.无锡市建设项目海绵城市方案的主要审查内容包括：

1）设计依据是否具有时效性，应执行现行有效的海绵城市建设相关标准与规范。

2）设计是否可行、经济、合理和安全。重点审查海绵城市设施的选用是否与地质情况相匹配，径流组织是否合理，海绵城市设施服务范围是否可达，海绵城市设施调蓄深度是否有效，园林景观效果与海绵功能是否有效衔接等。

3）设计是否符合公众利益和公共安全的要求。

2.无锡市建设项目海绵城市方案的主要审查要点应按表 7.4-3 的规定执行。表中所列主要审查要点是保证海绵城市工程设计质量的基本要求，并不是海绵城市工程设计的全部内容，设计单位和设计人员还应执行工程建设标准和法规的有关规定。

表 7.4-3 方案主要审查要点

序号	审查项目	审查内容
1	总体要求	1. 方案报审文件是否齐全； 2. 设计内容和深度是否达到本指引规定的编制要求。
2	强制性条文	是否满足各类涉及到的规范标准的强制性条文。
3	总体设计	1. 年径流总量控制率、面源污染污染削减率等主要设计指标是否满足相关规划及相关规定要求； 2. 是否有对项目所在雨水汇水和雨水排水区域排水情况的深入分析（项目及周边排水系统、项目布局、场地土壤透水性现状等情况），并结合周边生态环境及水文水系条件提出建设总体思路； 3. 是否提供海绵城市设施专项设计总平面布置图（含雨水排水管网内容），并说明选用设施的种类、规模、平面布置、竖向关系、构造等； 4. 雨落管断接比例，道路雨水排入海绵城市设施比例是否满足要求，道路标高和坡向标注是否满足设计深度； 5. 海绵城市设计设施选型应多样化、分散布置，排水分区划分清晰，海绵措设施结合排水分区发挥作用，是否优先考虑绿色生态型措施及经济实用、易养护的设施，海绵城市设施大样是否满足设计深度、设施衔接大样图是否可实施； 6. 是否有该项目海绵城市设施（设施）与城市雨水排水系统和毗邻绿地、河湖水系的衔接设计； 7. 相关海绵城市管控指标、措施（设施）量的数据是否有详细且正确的计算过程。

7.5 施工图设计深度要求及审查要点

7.5.1 施工计算书编制深度

无锡市建设项目海绵城市施工计算书内容应包含设计依据、设计内容等基本情况说明，内容及

深度要求应按表 7.5-1 的规定执行。

表 7.5-1 施工图计算书内容及深度要求

序号	内容	深度要求
1	设计依据	1. 执行方案批复情况； 2. 采用的主要规范、标准、技术导则、政策文件； 3. 其它相关技术资料。
2	项目概况	简述项目建设地点、工程范围及主要工程内容等。
3	项目与上位规划及有关海绵城市建设政策要求衔接情况	1. 简述所属规划范围及管控分区，用地性质分析，项目所在区域海绵城市专项规划、控制性详细规划等上位规划，说明规划目标和控制指标； 2. 严格按照项目所在地区海绵城市专项规划的控制指标执行。
4	海绵城市设计方案	1. 海绵城市设施详细设计，包括简述所选海绵城市设施基本构造、主要技术参数、平面及竖向设计，如有雨水回用系统，应简要说明雨水利用途径、需水量、回用水量等情况； 2. 应体现海绵城市设计主要计算成果：汇水分区面积、综合雨量径流系数、设计降雨量、设计调蓄容积、实际调蓄容积、年径流总量控制率、面源污染削减率，如有雨水回用系统，应有雨水回用池有效容积及水量平衡计算； 3. 校核各海绵城市设施的溢流排放能力，如环保雨水口吸水能力计算、路缘石开口进水计算、溢流井排水能力计算。 4. 有监测要求的项目应说明项目监测内容、监测方式、监测频次，主要监测设备的选型、数量、安装要求、材质等。 5. 鼓励采用专业软件进行径流模拟。采用模型模拟的应提供模型构建过程和主要参数取值。

7.5.2 施工图图纸编制深度

1.无锡市建设项目海绵城市施工图设计图纸内容及编制深度应按表 7.5-2 的规定执行。各类型海绵城市施工图设计图应包含表 7.5-2 中所列第 1~12 项。

2．如有雨水回用设计，海绵城市施工图设计图还应包含表 7.5-2 中所列第 13 项内容。

3．如有工艺设备安装，海绵城市施工图设计图还应包含表 7.5-2 中所列第 14 项内容。

4．如有监测设计，海绵城市施工图设计图还应包含表 7.5-2 中所列第 15 项内容。

表 7.5-2 施工图设计图纸内容及深度要求

序号	内容	设计深度
1	图纸目录	

续表 7.5-2

2	施工图设计说明	1. 执行方案批复情况； 2. 采用的主要规范、标准、技术导则、政策文件； 3. 工程地质勘测资料； 4. 简述项目建设地点、工程范围及主要工程内容等； 5. 设计目标：根据海绵城市专项规划要求，说明该项目设计目标和控制指标。 6. 说明项目场地竖向高程、雨水管网设置和地块汇水分区划分情况； 7. 提出适宜的海绵城市设施组合方案，并介绍各种设施的规模及基本构造； 8. 应体现海绵城市设计主要计算成果：汇水分区面积、综合雨量径流系数、设计降雨量、设计调蓄容积、实际调蓄容积、年径流总量控制率、面源污染削减率等数据； 9. 概述种植设计构思、海绵城市设施设施植物选择； 10. 雨水回用系统简要说明回用雨水的用途、用量、处理工艺、回用设施规模及防误用措施； 11. 有监测要求时应说明监测内容和监测站点平面位置； 12. 采用的新技术、新材料、新工艺的说明； 13. 应说明施工安装注意事项及质量验收要求及运营管理注意事项； 14. 应列出主要工程量表。
3	项目规划总平面图	CAD 原坐标下的项目位置图，应包含项目经济指标。
4	下垫面分析图	1. 应包括项目用地红线范围内不同下垫面的位置、面积等； 2. 应提供下垫面和雨量径流系数汇总表。
5	汇水分区平面图	1. 根据竖向设计划分汇水分区，明确汇水分区编号； 2. 应提供汇水分区面积汇总表。
6	海绵城市设施平面布置图	1. 应反映各汇水分区内海绵城市设施的位置、类型、规模（包括面积、尺寸、服务汇水面积等），主要应包括地上海绵城市设施、地下调蓄设施等； 2. 未布置海绵城市设施的铺装处建议补充雨水口； 3. 应列出主要海绵城市设施一览表。
7	海绵城市设施坐标定位图	应对海绵城市设施进行定位包括溢流口、路缘石开口、反冲洗管位置等。
8	海绵城市设施平面放线图	应对海绵城市设施进行平面放线。
9	竖向设计及径流织织示意图	1. 应落实项目海绵城市技术方案中项目地块与周边地块以及市政道路的竖向高差关系，避免客水对建设场地产生不利影响，防止场地整体竖向设计不当引起内涝等情况发生； 2. 应落实建设项目海绵技术方案对于场地内部的竖向设计要求，在建筑、道路广场、绿地、水系等的场地竖向设计时，明确屋面分水线及屋面坡度，路面横纵坡设计坡度及坡向，确保雨水径流从高至低经海绵城市设施后与市政排水设施顺利衔接； 3. 应明确海绵城市设施总体能收集到道路雨水比例，衔接和引导不少于 80%的道路雨水进入地面生态设施； 4. 应明确雨水立管断接率，衔接和引导不少于 60%的屋面雨水进入地面生态设施； 5. 在竖向规划设计中，综合城市市政排水设施条件，在确保超标雨水安全排放的基础上，充分利用场地现状，在已形成的低凹区域设置多样化海绵城市设施，最大可能发挥海绵城市设施的渗、滞、储、蓄的功能。

续表 7.5-2

10	雨水管线平面图	1. 应落实海绵城市设施溢流口和排出口的标高与其所在汇流区域最低点之间的关系，确保海绵城市设施的雨水能顺利排放； 2. 严格按照雨水设计标准完善排水系统设计，重要地区加大重现期取值，优化竖向和排水路径，增加管网过流能力，减少内涝风险。
11	海绵景观设计平面图	应以海绵城市设施总平面布置图和竖向设计图为依据，绘制种植设计平面图，明确种植点和范围（可由景观专业承担）。
12	海绵城市设施大样图	1. 应包括平面图和剖面图及详图； 2. 图上应示出海绵城市设施工艺布置、细部构造以及设备、管道、阀门、管件等的安装位置和方法； 3. 详细标注海绵城市设施各部尺寸和标高，引用的详图、标准图； 4. 应明确透水铺装排水做法； 5. 应绘制海绵城市设施与其他附件的衔接做法； 6. 列出设备及主要材料表。
13	雨水回用系统设计图	1. 回用系统平面：图上应示出雨污水管网、回用水管径及流向、弃流设施、预处理设施、雨水储蓄池、雨水净化装置及溢流管的平面坐标，列出设备及主要材料表； 2. 回用系统：图上应示出雨水回用系统中各设施及标高关系； 3. 回用管网平面图：图上应示出地形、地物、道路、雨水储蓄池及管网，标注管径标明各类阀门等管道附件及连通管的位置，列出主要材料表。
14	工艺设备	图上应绘出设备运行流程、设备的外形尺寸，列出设备及主要材料表。
15	监测设施	有监测要求的项目应绘制监测设施布点及提供监测设施选型。应在方案设计的基础上优化监测点平面位置、监测项目、监测频次、监测设备选型等。完成取样点的构造大样设计。采用在线监测设备的应完成电气配套设计。

对于已通过海绵城市建设技术方案审查的建设项目，若方案申报的海绵城市建设工程指标超出上位规划相应指标要求，在施工图设计时，可通过优化海绵城市设施布局和参数设置降低海绵城市建设工程目标指标，但不得低于上位规划相应指标要求。

施工图设计时，应对项目详细勘察报告中与海绵城市建设技术相关的影响因素，如地质灾害条件、土壤性质、地下水位等与项目技术方案中相关参数的一致性进行复核，并按详细勘察报告中实际地质条件和参数对海绵城市设施的规模进行核算，修正海绵城市设施平面布局。

7.5.3 施工图审查要点

1.无锡市建设项目海绵城市施工图设计文件的主要审查内容包括：

1）设计依据是否具有时效性，应执行现行有效的海绵城市建设相关标准与规范。

2）设计是否可行、经济、合理和安全。重点审查海绵城市设施的选用是否与地质情况相匹配，径流组织是否合理，海绵城市设施服务范围是否可达，海绵城市设施调蓄深度是否有效，园林景观

效果与海绵功能是否有效衔接等。

3）设计是否符合公众利益和公共安全的要求。

2.无锡市建设项目海绵城市施工图设计的主要审查要点按表 7.5-3 的规定执行。表 7.5-3 所列主要审查要点是保证海绵城市工程设计质量的基本要求，并不是海绵城市工程设计的全部内容，设计单位和设计人员还应执行工程建设标准和法规的有关规定。

表 7.5-3 施工图主要审查要点

序号	审查项目	审查内容
1	总体要求	1. 施工图报审文件是否齐全； 2. 设计指标是否符合方案设计批复要求； 3. 对方案设计批复明确事项有调整的，若改动较大的（如下垫面分析图中可渗透铺装面积比例降低超过 40%，海绵城市设施选型超过 40%绿色生态设施调整为灰色设施，道路雨水排入海绵城市设施比例降低超过 40%，雨落水管断接比例降低超过 40%，径流控制指标降低并不满足规划要求，满足任一条则认定为改动较大），需说明理由并由审查单位决定是否需要重新进行方案报审； 4. 设计深度是否满足施工需要。
2	强制性条文	是否满足各类涉及到的规范标准的强制性条文。
3	总体设计	1. 提供的海绵城市设施设计总平面布置图、汇水分区平面图、竖向设计及径流织织示意图、海绵城市设施设计详图是否满足本指引规定的设计深度，是否明确具体选用海绵城市设施的种类、规模、平面布置、竖向关系、构造和相关材料的规格、性能参数等； 2. 若与方案设计阶段明确选用海绵城市设施的种类、规模、平面布置、竖向关系在允许范围内有调整的，应满足海绵城市建设相关管控指标要求； 3. 选用的海绵城市设施及平面布置和竖向关系是否能与城市雨水排水系统、毗邻绿地、河湖水系形成系统且发挥作用； 4. 相关海绵城市管控指标、设施调蓄量等计算过程、取值以及计算结果是否正确； 5. 是否明确所选用海绵措设施及配套设施的施工安装要求说明； 6. 海绵城市设施中的植物是否根据水分条件、径流雨水水质等进行选择，土壤介质层透水性是否满足《绿化种植土壤》CJ/T 340 的相关要求。

8 附录

附录 A 无锡市海绵城市建设项目管控指标豁免清单（试行）

建设项目海绵城市管控指标豁免清单是指对纳入豁免清单的建设项目，在项目设计、报建、图纸审查、验收等环节对海绵城市建设管控指标不作强制性要求，由建设单位根据项目特点因地制宜落实海绵城市理念。纳入海绵城市管控指标豁免清单的建设项目如下：

（一）工业建设项目

危险化学品生产基地建设项目；生产或使用重金属的建设项目，指生产或使用铅、汞、镉、铬、砷、铊和锑等重点防控的重金属污染物的建设项目；危险废物处理（置）建设项目，指对易燃易爆废物、医疗垃圾、放射性废物等危险废物收集、贮存、利用和处理（置）的项目；生产工艺涉及危险化学品或产生危险废物的建设项目（环境影响评价有地下水污染风险）。

（二）仓储建设项目

危险化学品、放射性物品等危险品仓储建设项目；粮食储备等需要防潮防水的仓储建设项目。

（三）公共服务设施建设项目

传染病医院建设项目；加油、加气站，液化石油气换瓶站建设项目。

（四）市政建设项目

垃圾填埋场、垃圾转运站（场）、垃圾分拣处理中心、毒害垃圾暂存间、公厕等易产生有害下渗物质的环卫设施建设项目；地下综合管廊建设项目；道路红线范围内绿化侧分带宽度不超过 1.5m 且道路红线外无公共绿地的市政建设项目；地下连通通道项目；人行天桥项目；不涉及绿化工程的桥梁项目；隧道工程（不含两端接线）。

（五）水利建设项目

河口闸坝新建或改建项目；河道清淤项目。

（六）其他

位于地质灾害易发区、特殊污染区的建设项目；文物保护项目；保密项目；军事设施项目；临时设施工程；燃气建设工程；应急抢险救灾建设项目；不涉及室外工程的房屋建筑新建、改造、加固、加装电梯等工程；单一照明亮化工程，包括功能照明、景观照明等；单一供热、供水、供气等管网工程及强弱电管线工程；气象设施和气象探测环境保护范围项目；建设环境、内容、功能等因素制约而不能完全遵循海绵城市建设规范标准的项目，需将项目基础条件报市（区）海绵城市建设主管部门批准后，可纳入豁免范围。

附录 B 无锡市海绵城市建设项目方案设计自审表

<table>
<tr><td colspan="6">设计单位：</td></tr>
<tr><td colspan="6">建设单位：</td></tr>
<tr><td>项目名称</td><td></td><td>项目区位</td><td></td><td>项目用地面积（m^2）</td><td></td></tr>
<tr><td>项目类型</td><td colspan="5">□建筑小区　□道路广场　□公园绿地　□水系治理</td></tr>
<tr><td colspan="2">规划年径流总量控制率（%）及对应设计雨量（mm）</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">规划面源污染污染削减率（%）</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">规划规定的其他指标</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="6">下垫面指标汇总</td></tr>
<tr><td>序号</td><td>下垫面类型</td><td colspan="2">面积（m^2）</td><td colspan="2">径流系数</td></tr>
<tr><td>1</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>3</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>……</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">合计</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">项目场地内设计降雨控制量 V1</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">其他措施实现的降雨控制量 V2</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="6">海绵城市设施关键设计指标汇总</td></tr>
<tr><td>序号</td><td>海绵城市设施</td><td colspan="2">面积（m^2）/长度（m）</td><td colspan="2">单位有效调蓄容积（m^3）</td><td>调蓄容积（m^3）</td></tr>
<tr><td>1</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>……</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">合计</td><td></td></tr>
</table>

续表 B-1

相关设计说明
备注：设计涉及以下内容的请勾选。 1、是否能接纳周边地块雨水径流（客水）汇入： □是，□否；接纳客水量_____。 2、客水进入该项目海绵城市设施之前是否有预处理措施： □是，□否；采用何种预处理措施_____。 3、屋面雨水是否采用断接方式分散排至地面海绵城市设施或雨水资源化利用设施： □是，□否；屋面雨水断接比例_____ %。 4、道路雨水是否排至海绵城市设施： □是，□否；道路雨水消纳消纳比例_____%。 5、……

达标情况校核

序号	控制指标	设计标准	核算值	是否达标
1	年径流总量控制率（%）			
2	年径流污染削减率（%）			
3	（其他规定的指标）			
……				

上报审查资料是否齐全

序号	资料类型	是否齐全
1	设计方案文本	
2	设计图纸	
3	自评表	
4		
……		

附录 C 无锡市海绵城市建设制图标准

1.字体

制图中所用的字体样式应统一为“HM-Standard”，大字体文件为“!标准-大字体.SHX”，小字体文件为“!标准-小字体.shx”。

2.图幅和比例

目录、方案设计说明、海绵城市设施大样图图幅建议为 A3。项目总平面和下垫面分析图、汇水分区图、海绵城市设施平面布局图、竖向设计和径流组织平面图、雨水管线平面图、海绵景观设计平面图的图幅可采用项目主专业图纸图幅。

模型空间内比例为 1：1000。布局空间内比例为 1：500。

3.图层分类及内容

海绵城市设计常用制图元素共包含海绵城市设计中常见的 12 大类 31 小项。

表 C-1 海绵城市设计常用制图元素分类

图层类型	图层名称	图层内容
通用	海绵-红线范围	项目实施范围
	海绵-汇水分区	汇水分区
场地下垫面	海绵-下垫面-绿地	绿地
	海绵-下垫面-建筑屋面	建筑屋面
	海绵-下垫面-硬质路面	硬质路面（沥青或水泥路面、木平台）
	海绵-下垫面-砖铺装	砖铺装
	海绵-下垫面-沙坑	沙坑
	海绵-下垫面-水体	水体
渗滞类设施	海绵-设施-渗滞类-透水水泥混凝土	透水水泥混凝土
	海绵-设施-渗滞类-透水沥青混凝土	透水沥青混凝土
	海绵-设施-渗滞类-透水砖	透水砖铺装（或缝隙砖铺装）
	海绵-设施-渗滞类-透水塑胶	透水塑胶
	海绵-设施-渗滞类-雨水花园	雨水花园
	海绵-设施-渗滞类-生态树池	生态树池
	海绵-设施-渗滞类-下沉式绿地	下沉式绿地
	海绵-设施-渗滞类-绿色屋顶	绿色屋顶
集蓄利用类设施	海绵-设施-集蓄利用类	雨水花箱
		蓄水池

续表 C-1

调蓄类设施	海绵-设施-调蓄类-调节塘	调节塘（干塘）
	海绵-设施-调蓄类-湿塘	湿塘
截污净化类设施	海绵-设施-截污净化类	环保雨水口
		渗滤沟
转输类设施	海绵-设施-转输类-植草沟	植草沟
	海绵-设施-转输类-雨水管井	雨水连接管、流向、检查井、溢流井、现状雨水口封闭、配水井
	海绵-设施-转输类-排水沟	卵石排水沟、线性排水沟
其它附属设施	海绵-设施-附属	人行道暗涵、人行道泄流通道
		路牙开口、侧分带开口
		雨落管(保留)
		雨落管断接
监测设施	海绵-标注-监测	海绵监测设施
标注	海绵-标注-汇水分区	汇水分区标注
	海绵-标注-场地竖向	场地径流方向、场地设计坡度、排涝行泄流向
		场地设计标高
	海绵-标注-设施	设施标注
	海绵-标注-雨水管井	排水标注
底图	外部参照或底图处理层	现状建筑轮廓线、铺装边界线、水面线等底图元素
其他	其他	其他标注

4.图层表达内容详表

考虑各图层内容表达的显示度、对比度，图纸模型中绘图主色调为红色（11 号色、211 号色、241 号色）、黄色（51 号色）、蓝色（151 号色、171 号色）、灰色（251 号色）、默认色（7 号色）。主要原则包括：

1）通用底图内容采用默认色（7 号色），项目红线范围采用红色调（11 号色）。

2）下垫面图面内容常作为绘图蒙版，采用灰色调（251 号色）。

3）场地竖向相关标注为了提高醒目度，采用黄色调（51 号色）。

4)海绵城市设施图面内容中，相对分散设置的雨水花园等海绵城市设施采用红色调（241 号色），相对集中设置的蓄水池等海绵城市设施采用蓝色调（171 号色）。雨落管断接等其它附属设施图面占比较小，采用红色调（211 号色）。

5）雨水管道图面内容（雨水管、井、沟等）及相关标注采用蓝色调（151 号色）。

表 C-2 海绵城市设计常用制图元素颜色表

图层名称	图层内容	轮廓（填充）颜色
海绵-红线范围	项目实施范围	11
海绵-汇水分区	汇水分区	51
海绵-下垫面-绿地	绿地	251
海绵-下垫面-建筑屋面	建筑屋面	251
海绵-下垫面-硬质路面	硬质路面（沥青或水泥路面、木平台）	251
海绵-下垫面-砖铺装	砖铺装	251
海绵-下垫面-沙坑	沙坑	251
海绵-下垫面-水体	水体	251
海绵-设施-渗滞类-透水水泥混凝土	透水水泥混凝土	241
海绵-设施-渗滞类-透水沥青混凝土	透水沥青混凝土	241
海绵-设施-渗滞类-透水砖	透水砖铺装（或缝隙砖铺装）	241
海绵-设施-渗滞类-透水塑胶	透水塑胶	241
海绵-设施-渗滞类-雨水花园	雨水花园	241
海绵-设施-渗滞类-生态树池	生态树池	241
海绵-设施-渗滞类-下沉式绿地	下沉式绿地	241
海绵-设施-渗滞类-绿色屋顶	绿色屋顶	241
海绵-设施-集蓄利用类	雨水花箱	241
	蓄水池	171
海绵-设施-调蓄类	调节塘（干塘）	171
	湿塘	171
海绵-设施-截污净化类	环保雨水口	151
	渗滤沟	151
海绵-设施-转输类-植草沟	植草沟	241
海绵-设施-转输类-雨水管井	雨水连接管、流向、检查井、溢流井、现状雨水口封闭、配水井	151
海绵-设施-转输类-排水沟	卵石排水沟、线性排水沟	151
海绵-设施-附属	人行道暗涵、人行道泄流通道	211
	路牙开口、侧分带开口	211
	雨落管(保留)	211
	雨落管断接	211
海绵-标注-监测	海绵监测设施	151
海绵-标注-汇水分区	汇水分区	51
海绵-标注-场地竖向	场地径流方向、场地设计坡度、排涝行泄流向	51
	场地设计标高	51
海绵-标注-设施	设施标注	241

续表 C-2

海绵-标注-雨水管井	排水标注	**151**
底图外部参照或底图处理层	现状建筑轮廓线、铺装边界线、水面线等底图元素	**7**
其他	其他标注	**7**

考虑图层内容的常用表达方式以及在 1:500 布局比例下的可视度，可选用以下填充样式及线型。

表 C-3 通用图层表达内容详表

图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度
海绵-红线范围	项目实施范围	—红线—	2	0.5
海绵-汇水分区	汇水分区	HM-辅助线	1	0.5

表 C-4 场地下垫面图层表达内容详表

图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度	填充样式	填充角度	填充比例
海绵-下垫面-绿地	绿地	continue	1	0	GRASS	0	0.07
海绵-下垫面-建筑屋面	建筑屋面	continue	1	0	AR-RROOF	90	0.07
海绵-下垫面-硬质路面	硬质路面（沥青或水泥路面、木平台）	continue	1	0	NET	45	0.4
海绵-下垫面-砖铺装	砖铺装	continue	1	0	AR-HBONE	0	0.01
海绵-下垫面-沙坑	沙坑	continue	1	0	AR-SAND	0	0.02
海绵-下垫面-水体	水体	continue	1	0	DASH	0	0.2

表 C-5 渗滞类设施图层表达内容详表

图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度	填充样式	填充角度	填充比例
海绵-设施-渗滞类-透水水泥混凝土	透水水泥混凝土	continue	1	0	AR-CONC	0	0.02
海绵-设施-渗滞类-透水沥青混凝土	透水沥青混凝土	continue	1	0	MUDST	0	0.15
海绵-设施-渗滞类-透水砖	透水砖铺装（或缝隙砖铺装）	continue	1	0	HONEY	0	0.15
海绵-设施-渗滞类-透水塑胶	透水塑胶	continue	1	0	SQUARE	0	0.3
海绵-设施-渗滞类-雨水花园	雨水花园	continue	1	0	TRIANG	45	0.3
海绵-设施-渗滞类-生态树池	生态树池	continue	1	0	EARTH	0	0.3
海绵-设施-渗滞类-下沉式绿地	下沉式绿地	continue	1	0	HEX	0	0.3
海绵-设施-渗滞类-绿色屋顶	绿色屋顶	continue	1	0	CROSS	0	0.15

表 C-6 转输类设施图层表达内容详表

图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度	填充样式	填充角度	填充比例
海绵-设施-转输类-植草沟	植草沟	continue	1	0	GRASS	0	0.04
海绵-设施-转输类-排水沟	卵石排水沟、线性排水沟	-排水沟-	1	0.15	-	-	-
海绵-设施-转输类-雨水管井	雨水连接管	—雨水—	1	0.15	-	-	-
	管道方向、检查井、溢流井、现状雨水口封闭、配水井	continue	1	0	-	-	-

表 C-7 集蓄利用类设施图层表达内容详表

图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度	填充样式	填充角度	填充比例
海绵-设施-集蓄利用类	雨水花箱	continue	1	0	-	-	-
	蓄水池	continue	1	0.3	SACNCR	0	0.5

表 C-8 调蓄类设施图层表达内容详表

图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度	填充样式	填充角度	填充比例
海绵-设施-调蓄类-调节塘	调节塘（干塘）	continue	1	0	DOLMIT	0	0.1
海绵-设施-调蓄类-湿塘	湿塘	continue	1	0	STAR	0	0.2

表 C-9 截污净化类设施图层表达内容详表

图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度
海绵-设施-截污净化类	环保雨水口	continue	1	0
	渗滤沟	-渗滤沟-	1	0.15

表 C-10 其他附属类设施图层表达内容详表

图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度
海绵-设施-附属	人行道暗涵、人行道泄流通道	continue	1	0
	路牙开口、侧分带开口	continue	1	0
	雨落管断接	continue	1	0
	雨落管(保留)	continue	1	0

表 C-11 监测类设施图层表达内容详表

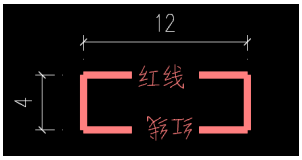
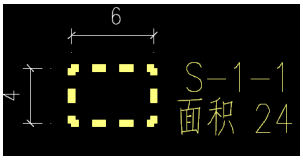
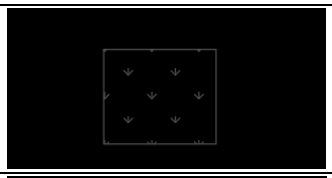
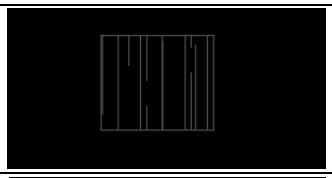
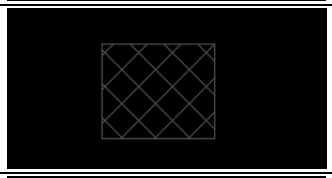
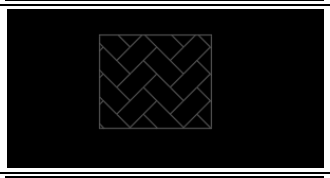
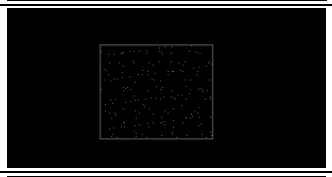
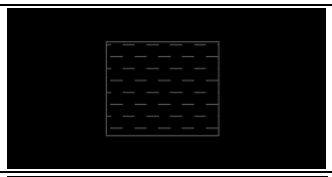
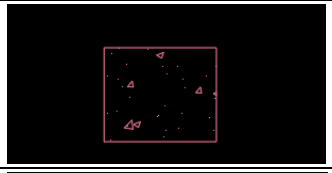
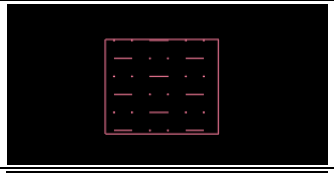
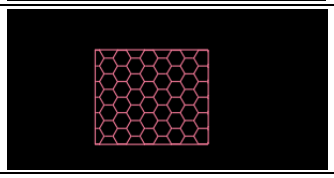
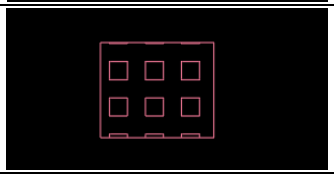
图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度
海绵-标注-监测	海绵监测设施	continue	1	0

表 C-12 标注图层表达内容详表

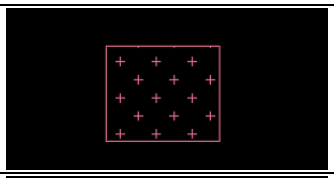
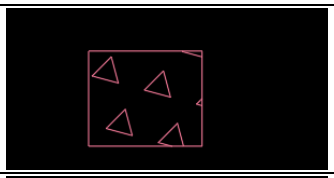
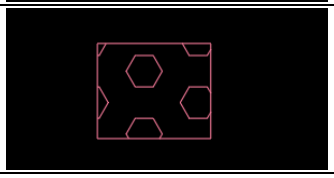
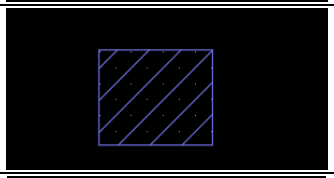
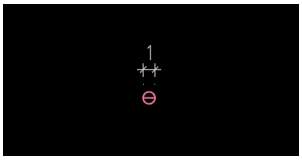
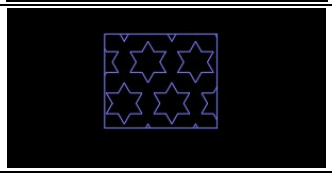
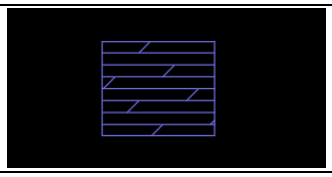
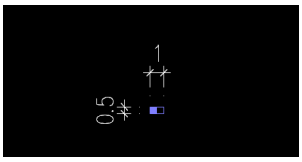
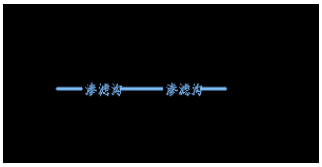
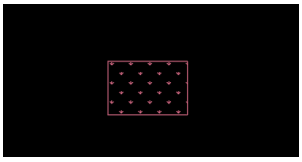
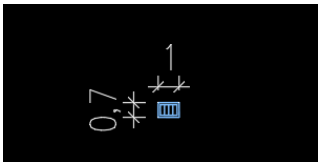
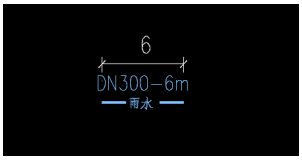
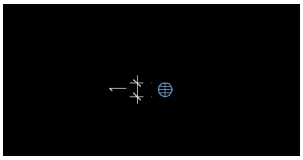
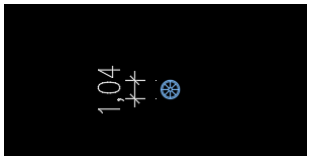
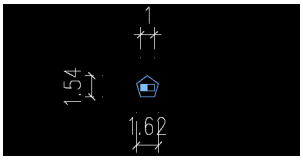
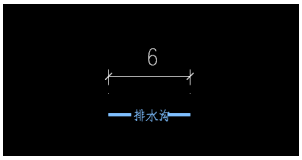
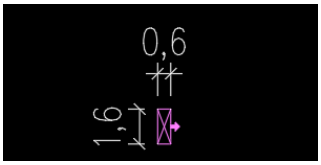
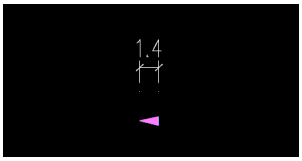
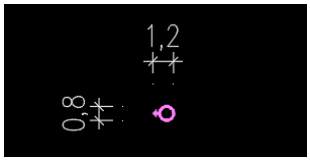
图层名称	图层内容	轮廓线型	线型比例	全局宽度
海绵-标注-汇水分区	汇水分区标注	continue	1	0
海绵-标注-场地竖向	场地设计标高、场地径流方向、场地设计坡度、排涝行泄流向	continue	1	0
海绵-标注-设施	设施标注	continue	1	0
海绵-标注-雨水管井	排水标注	continue	1	0

各图层颜色、内容、表达形式应符合表 C-13 的规定。

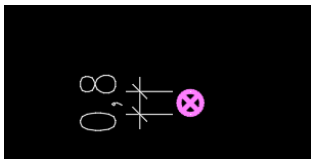
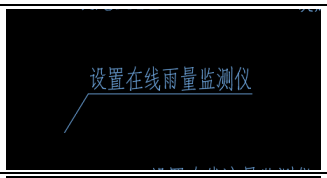
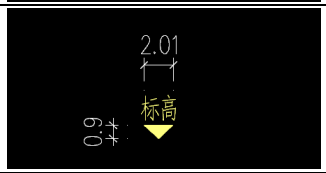
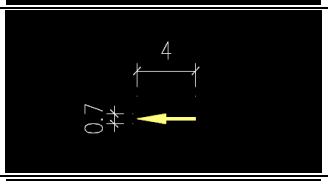
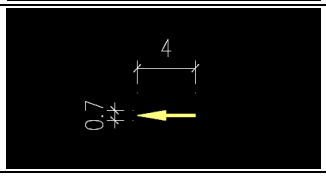
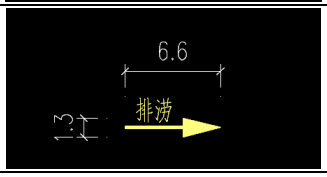
表 C-13 图层内容表达标准范例

图层内容	图层内容	图面表达	标准范例
项目实施范围		汇水分区	
绿地		建筑屋面	
硬质路面		砖铺装	
沙坑		水体	
透水水泥混凝土		透水沥青混凝土	
透水砖铺装（缝隙透水型砖铺装）		透水塑胶	

续表 C-13

绿色屋顶		雨水花园	
生态树池		下沉式绿地	
蓄水池		雨水花箱	
湿塘		调节塘（干塘）	
环保雨水口		渗滤沟	
植草沟		配水井	
雨水连接管		检查井	
溢流井		现状雨水口封闭	
卵石排水沟、线性排水沟		人行道暗涵、人行道泄流通道	
路缘石开口、侧分带开口		雨落管断接	

续表 C-13

雨落管(保留)		海绵监测设施	
设施标注		排水标注	
场地设计标高		场地径流方向	
场地设计坡度		排涝行泄流向	

5.各类图纸信息要素

表 C-14 图纸图层显示表

图纸名称 图层名称	项目总平面及下垫面分析图	汇水分区平面图	竖向设计和径流组织平面图	海绵城市设施平面布置图	雨水管线平面图
海绵-红线范围	●	●	●	●	●
海绵-汇水分区	○	●	●	●	○
海绵-下垫面-绿地	●	○	○	○	○
海绵-下垫面-建筑屋面	●	○	○	○	○
海绵-下垫面-硬质路面	●	○	○	○	○
海绵-下垫面-砖铺装	●	○	○	○	○
海绵-下垫面-沙坑	●	○	○	○	○
海绵-下垫面-水体	●	○	○	○	○
海绵-设施-渗滞类-透水水泥混凝土	●	○	○	●	○
海绵-设施-渗滞类-透水沥青混凝土	●	○	○	●	○
海绵-设施-渗滞类-透水砖	●	○	○	●	○
海绵-设施-渗滞类-透水塑胶	●	○	○	●	○
海绵-设施-渗滞类-绿色屋顶	●	○	●	●	○
海绵-设施-渗滞类-雨水花园	○	○	●	●	●
海绵-设施-渗滞类-生态树池	○	○	●	●	●
海绵-设施-渗滞类-下沉式绿地	○	○	●	●	●
海绵-设施-集蓄利用类	○	○	●	●	●
海绵-设施-调蓄类-渗透塘	○	○	●	●	●
海绵-设施-调蓄类-湿塘	○	○	●	●	●

续表 C-14

海绵-设施-截污净化类	○	○	●	●	●
海绵-设施-转输类-植草沟	○	○	●	●	●
海绵-设施-转输类-排水沟	○	○	●	○	●
海绵-设施-转输类-雨水管井	○	○	○	○	●
海绵-设施-附属	○	○	●	●	●
海绵-标注-监测	○	○	○	○	●
海绵-标注-汇水分区	○	●	○	○	○
海绵-标注-场地竖向	○	○	●	○	○
海绵-标注-设施	○	○	○	●	○
海绵-标注-雨水管井	○	○	○	○	●

附录 D 无锡市海绵城市建设适生植物推荐

表 D-1 无锡地区推荐常用植物一览表——乔木类

序号	中文名	拉丁名	生态习性			应用设施											观赏特性		
			耐水湿	耐干旱	耐盐碱	植草沟	下沉式绿地	雨水花园	生物滞留带	生态树池	高位花坛	绿色屋顶	渗透塘	湿塘	植被缓冲带	雨水湿地	观花	观叶	观果
1	落羽杉	*Taxodium distichum*	▲	▲	▲			▲					▲	▲	▲	▲		▲	
2	中山杉	*Taxodium ascenders"Zhongshansh'*	▲		▲			▲					▲	▲	▲	▲		▲	
3	池杉	*Taxodium ascendens*	▲					▲					▲	▲	▲	▲		▲	
4	水杉	*Metasequoia glyptostroboides*	▲					▲					▲	▲	▲	▲		▲	
5	水松	*Glyptostrobus pensilis*	▲					▲							▲	▲		▲	
6	湿地松	*Pinus elliottii*	▲	▲				▲		▲					▲	▲		▲	
7	乌桕	*Sapium sebiferum*	▲	▲	▲			▲		▲					▲	▲		▲	▲
8	朴树	*Celtis sinensis*	▲	▲	▲			▲		▲					▲	▲		▲	
9	楝树	*Melia azedarach*		▲	▲								▲		▲		▲	▲	▲
10	枫杨	*Pterocarva stenoptera*	▲	▲				▲		▲					▲	▲		▲	
11	重阳木	*Bischofia polycarpa*	▲	▲				▲		▲					▲			▲	▲
12	喜树	*Camptotheca acuminata*	▲					▲		▲					▲				▲
13	黄连木	*Pistacia chinensis*		▲	▲										▲			▲	
14	榉树	*Zelkova serrata*	▲	▲	▲										▲			▲	
15	无患子	*Sapindus mukorossi*		▲	▲										▲			▲	▲
16	三角枫	*Acer buergerianum*	▲	▲	▲					▲					▲			▲	
17	枫香	*Liquidambar formosana Hanc*	▲	▲	▲					▲					▲			▲	

续表 D-1

18	黄山栾树	*Koelreuteria bipinnata*		▲	▲										▲			▲	
19	娜塔栎	*Quercus phellos*		▲	▲										▲			▲	
20	美国红枫	*Acer rubrum*		▲	▲										▲			▲	
21	香樟	*Cinnamomum camphora*		▲	▲										▲			▲	
22	金丝柳	*Salix alba 'Tristis'*	▲	▲	▲								▲	▲	▲	▲		▲	

表 D-2 无锡地区推荐常用植物一览表——灌木类

序号	中文名	拉丁名	生态习性			应用设施											观赏特性		
			耐水湿	耐干旱	耐盐碱	植草沟	下沉式绿地	雨水花园	生物滞留带	生态树池	高位花坛	绿色屋顶	渗透塘	湿塘	植被缓冲带	雨水湿地	观花	观叶	观果
1	彩叶杞柳	*Salix integra'Hakuro Nishiki'*	▲	▲	▲		▲	▲	▲				▲		▲	▲		▲	
2	木槿	*Hibiscus syriacus L.*	▲	▲	▲		▲	▲	▲				▲		▲	▲	▲		
3	穗花牡荆	*Vitex agnus-castus L.*	▲	▲	▲		▲	▲	▲				▲		▲	▲	▲		
4	迎春花	*Jasminum nudiflorum*	▲	▲			▲	▲	▲						▲		▲		
5	云南黄馨	*Jasminum mesnyi Hance*	▲	▲			▲	▲	▲						▲		▲		
6	山麻杆	*Alchornea davidii*	▲	▲			▲	▲	▲						▲			▲	
7	红瑞木	*Cornus alba L.*	▲	▲			▲	▲	▲						▲			▲	
8	醉鱼草	*Buddleja lindleyana*		▲			▲								▲		▲		
9	伞房决明	*Senna corymbosa*		▲			▲								▲			▲	

续表 D-2

10	胡颓子	*Elaeagnus pungens*		▲			▲								▲		▲	▲	
11	金叶大花六道木	*Abelia grandiflora Francis Mason'*		▲			▲								▲		▲		
12	春鹃	*Rhododendronsimsii& R.spp.*		▲			▲				▲				▲		▲		
13	夏鹃	*Rhododendron simsii Planch.*		▲			▲				▲				▲		▲		
14	铺地柏	*Juniperus procumbens Sargent*		▲			▲				▲				▲			▲	
15	洒金桃叶珊瑚	*Aucuba japonica'Variegata'*		▲			▲				▲				▲			▲	
16	木芙蓉	*Hibiscus mutabilis L.*	▲	▲			▲	▲					▲		▲	▲		▲	

表 D-3 无锡地区推荐常用植物一览表——藤本及竹类

序号	中文名	拉丁名	生态习性			应用设施											观赏特性		
			耐水湿	耐干旱	耐盐碱	植草沟	下沉式绿地	雨水花园	生物滞留带	生态树池	高位花坛	绿色屋顶	渗透塘	湿塘	植被缓冲带	雨水湿地	观花	观叶	观果
1	中华常春藤	*Hedera nepalensis*	▲		▲		▲		▲	▲	▲				▲			▲	
2	花叶络石	*Trachelospermum jasminoides 'Flame'*	▲		▲		▲		▲	▲	▲				▲			▲	
3	五叶地锦	*Parthenocissus quinquefolia*	▲		▲		▲		▲	▲	▲				▲			▲	

续表 D-3

4	藤本月季	*Climbing Roses*		▲							▲				▲		▲		
5	木香花	*Rosa banksiae W.T. Aiton*		▲							▲				▲		▲		
6	扶芳藤	*Euonymus fortunei*		▲	▲		▲				▲				▲			▲	
7	菲白竹	*Sasa pygmaea*		▲			▲				▲				▲			▲	
8	阔叶箬竹	*Indocalamus latifolius*		▲			▲				▲				▲			▲	
9	鹅毛竹	*Shibataea chinensis*		▲			▲				▲				▲			▲	
10	慈孝竹	*Bambusa multiplex*		▲											▲			▲	

表 D-4 无锡地区推荐常用植物一览表——宿根地被及观赏草类

序号	中文名	拉丁名	生态习性			应用设施											观赏特性		
			耐水湿	耐干旱	耐盐碱	植草沟	下沉式绿地	雨水花园	生物滞留带	生态树池	高位花坛	绿色屋顶	渗透塘	湿塘	植被缓冲带	雨水湿地	观花	观叶	观果
1	红蓼	*Polygonum orientale*	▲	▲			▲	▲	▲				▲		▲	▲	▲	▲	▲
2	马蔺	*Iris lactea*	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲		
3	德国鸢尾	*Iris germanica L.*	▲	▲			▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲		
4	蝴蝶花	*Iris japonica Thunb.*	▲	▲			▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲		
5	三白草	*Saururus chinensis*	▲				▲	▲	▲				▲	▲	▲	▲		▲	
6	粉花美人蕉	*Canna indica L.*	▲	▲				▲	▲				▲	▲	▲	▲	▲		
7	二月兰	*Orychophragmus violaceus*		▲			▲	▲							▲		▲		

续表 D-4

8	大花金鸡菊	*Coreopsis grandiffora*		▲			▲	▲							▲		▲		

9	松果菊	*Echinacea purpurea*		▲			▲	▲							▲		▲		
10	黄金菊	*Perennial chamomile*		▲			▲	▲							▲		▲		
11	大滨菊	*Leucanthemum maximum*		▲			▲	▲							▲		▲		
12	波斯菊	*Cosmos bipinnatus Cav.*		▲			▲	▲							▲		▲		
13	虞美人	*Papaver thoeas*		▲			▲	▲							▲		▲		
14	柳叶马鞭草	*Verbena bonariensis*	▲	▲			▲	▲							▲		▲		
15	蓝花鼠尾草	*Salvia japonica*		▲			▲	▲							▲		▲		
16	紫叶山桃草	*Gaura lindheimeri 'Crimson Bunny'*		▲			▲	▲							▲		▲		
17	美丽月见草	*Oenothera speciosa*		▲			▲	▲							▲		▲		
18	花叶玉簪	*Hosta plantaginea*		▲			▲	▲							▲		▲		
19	紫萼	*Hosta ventricosa*		▲			▲	▲							▲		▲	▲	
20	佛甲草	*Sedum lineare*	▲	▲								▲			▲		▲	▲	
21	凹叶景天	*Sedum emarginatum*	▲	▲								▲			▲		▲	▲	
22	金叶景天	*Sedum reflexum*	▲	▲								▲			▲			▲	
23	薄雪万年草	*Sedum hispanicum*	▲	▲								▲			▲		▲		
24	红花酢浆草	*Oxalis triangularis*		▲								▲			▲			▲	
25	吉祥草	*Reineckia carnea*	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲				▲			▲	
26	石菖蒲	*Acorus tatarinowii*	▲				▲	▲	▲	▲	▲				▲			▲	
27	细叶芒	*Miscanthus sinensis*	▲	▲	▲			▲	▲			▲	▲		▲	▲		▲	

续表 D-4

28	斑叶芒	*Miscanthus sinensis 'Zebrinus'*	▲	▲	▲			▲	▲			▲	▲		▲	▲		▲	

29	紫叶狼尾草	*Cenchrus setaceus 'Rubrum'*	▲	▲	▲			▲	▲			▲	▲		▲	▲	▲	▲	
30	小兔子狼尾草	*Pennisetum alopecuroides*	▲	▲	▲			▲	▲			▲	▲		▲	▲	▲	▲	
31	坡地毛冠草	*Melinis minutiflora P.Beauv.*	▲	▲	▲			▲	▲			▲	▲		▲	▲	▲	▲	
32	蓝羊茅	*Festuca glauca*	▲	▲	▲			▲	▲			▲	▲		▲	▲		▲	
33	蒲苇	*Cortaderia selloana*	▲	▲	▲			▲	▲			▲	▲		▲	▲	▲	▲	

表 D-5 无锡地区推荐常用植物一览表——水生植物类

序号	中文名	拉丁名	生态习性			应用设施											观赏特性		
			挺水型	浮水型	沉水型	植草沟	下沉式绿地	雨水花园	生物滞留带	生态树池	高位花坛	绿色屋顶	渗透塘	湿塘	植被缓冲带	雨水湿地	观花	观叶	观果
1	菰	*Zizania latifolia*	▲										▲	▲		▲	▲		
2	芦苇	*Phragmites australis*	▲										▲	▲		▲	▲		
3	花叶芦竹	*Arundo donax var.versicolor*	▲					▲	▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲	
4	旱伞草	*Phyllostachys heteroclada*	▲					▲	▲				▲	▲		▲		▲	
5	再力花	*Thalia dealbata*	▲					▲	▲				▲	▲		▲	▲	▲	
6	千屈菜	*Lythrum salicaria*	▲					▲	▲				▲	▲		▲	▲		
7	香蒲	*Typha orientalis*	▲					▲	▲				▲	▲		▲		▲	▲

续表 D-5

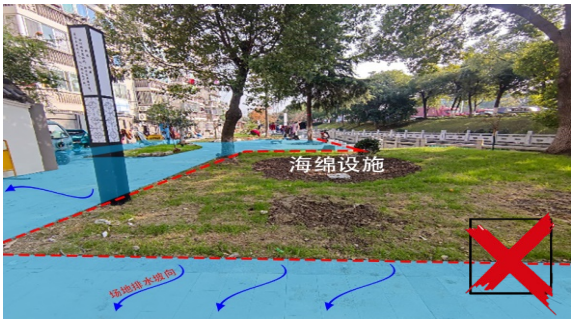
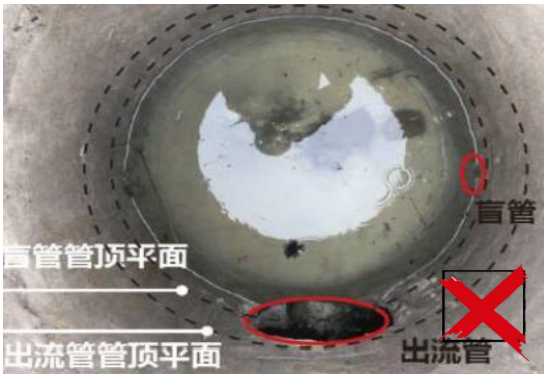
8	慈姑	*Sagittaria sagittifolia*	▲										▲	▲		▲		▲	
9	梭鱼草	*Pontederia cordata*	▲					▲	▲				▲	▲		▲	▲		
10	雨久花	*Monochoria korsakowii*	▲					▲	▲				▲	▲		▲	▲		
11	灯芯草	*Juncus effisus*	▲					▲	▲				▲	▲		▲		▲	

12	水葱	*Scirpus tabernaemontani*	▲										▲	▲		▲		▲	
13	溪荪	*Iris sanguinea*	▲					▲	▲				▲	▲		▲	▲		
14	黄菖蒲	*Iris pseudacorus*	▲					▲	▲				▲	▲		▲	▲		
15	花菖蒲	*Iris ensata*	▲					▲	▲				▲	▲		▲	▲		
16	泽泻	*Alisma plantago-aquatica*	▲										▲	▲		▲	▲		
17	荷花	*Nelumbo nucifera*		▲									▲	▲		▲	▲	▲	▲
18	睡莲	*Nymphaea alba*		▲									▲	▲		▲	▲	▲	
19	萍蓬草	*Nuphar pumilum*		▲										▲		▲		▲	
20	菱角	*Trapa bispinosa*		▲										▲		▲	▲		
21	眼子菜	*Potamogeton distinctus*			▲									▲		▲		▲	
22	苦草	*Vallisneria natans*			▲											▲		▲	
23	黑藻	*Hydrilla verticillata*			▲											▲		▲	
24	狐尾藻	*Alopecurus pratensis*			▲											▲		▲	
25	金鱼藻	*Ceratophyllum demersum*			▲											▲		▲	

附录 E 无锡市海绵城市建设常见问题

在海绵城市建设过程中，由于相关技术单位和施工单位对海绵城市理念认识不到位、理解有偏差，在实践过程中出现了各种问题。常见问题及改进做法参照表 E-1。

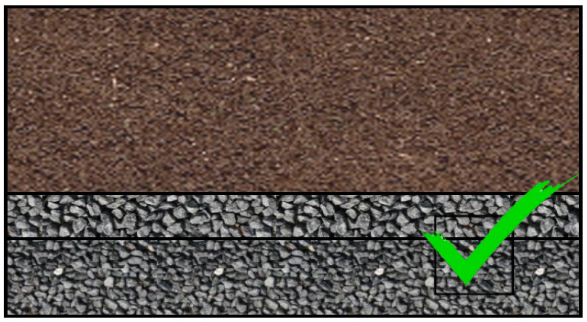
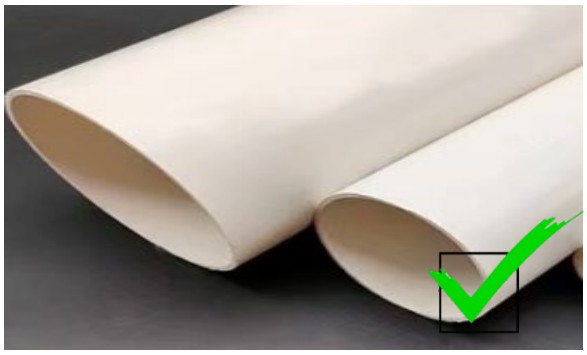
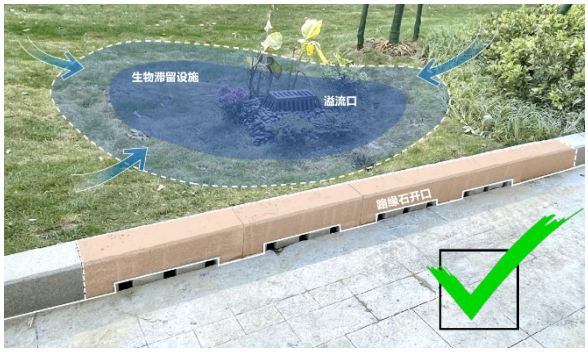
表 E-1 海绵城市设施比选一览表

不足做法	优化建议
 不足：场地竖向标高反向，周边雨水不能汇入生物滞留设施。	 建议：需明确海绵设施周边铺装标高，明确海绵设施与周边铺装竖向关系，完善海绵设施与铺装衔接图。
 不足：海绵设施内植物种植单一且种植密度较低，影响美观。	 建议：设计阶段，海绵设计单位需与景观设计单位对接，提出种植建议，配合景观设计调整海绵设施形状位置。
 不足：渗排水管与出流管管顶未平接，排水不畅。	建议：设计图纸需明确渗排水管与出流管的相对位置，排水渗排水管管顶应不低于溢流井出流管管顶。

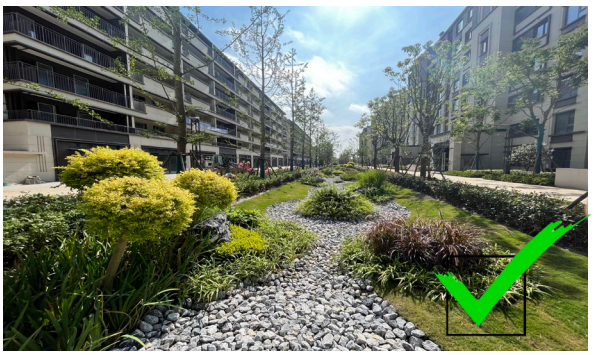
续表 E-1

 不足：海绵设施覆盖层铺设的卵石粒径过大，影响美观且降低了表层蓄水效果。	 建议：设计需明确表面卵石粒径，设计交底时需交代各结构层设置原理，明确设计意图。
 不足：溢流口标高持平或高于场地汇水面标高，不满足海绵设施设置超高要求，溢流口溢流能力难以满足超标雨水排放要求。	建议：设计图纸需标注溢流口标高，施工时严格按照海绵设施标高关系施工，溢流口尺寸需计算校核过水能力，计算书中需附计算结果。
 不足：无锡本地土质以粘性土为主，不满足下渗要求，需按照设计要点要求对原土进行改良或更换，不可原土回填。	 建议：设计图纸中注明下渗率要求及换填土拌合要求，施工回填前需做渗水实验，不满足要求的原土不可回填，需按照设计要求拌合换填土，不宜在施工现场拌合，需留存检测报告。

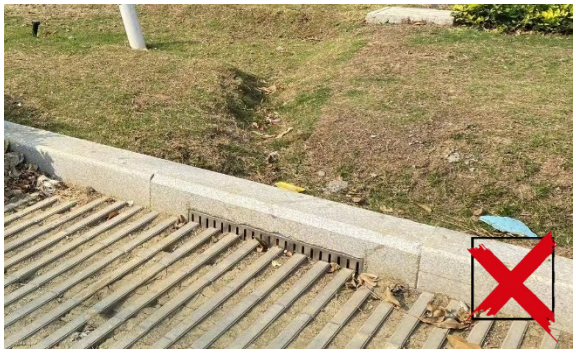
续表 E-1

 不足：海绵设施介质层粒径分级有误，导致回填土逐渐漏失，形成失陷坑；砾石排水层中砾石粒径小于渗排水管开孔孔径，砾石进入渗排水管。	 建议：设计图纸需明确滤料层粒径级配，施工严格按照粒径要求回填滤料，并分层压实。
 不足：反冲洗管开孔，失去反冲洗效果。	 建议：设计图纸需标注不同组件名称，设计单位交底时明确各类组件设置目的，施工单位对图纸有疑问处积极与设计沟通。
 不足：海绵设施周边设施雨水篦子；溢流口距离路缘石开口较近，不利于海绵设施发挥功能。	 建议：设计阶段，海绵设计单位取消雨水口后需返提雨水施工图设计单位，取消海绵设施周边雨水篦子，保证图纸统一性；海绵溢流口放置于远离进水口处。

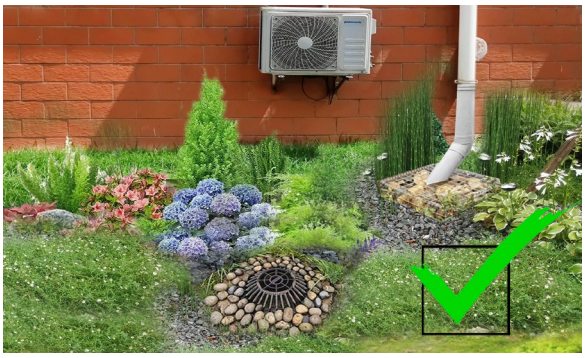
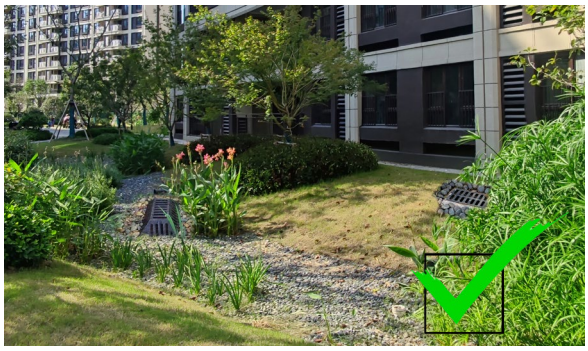
续表 E-1

 不足：海绵设施边缘处理较为生硬。	 建议：海绵设施边缘可采用台阶、石笼或自然地形过度处理，设计需明确以何种形式过渡并提供做法，若采用自然地形过度需绘制等高线并明确标高。
 不足：道路两侧设置台地型人行道时，用道路雨水口连管至海绵设施配水井实现断接时，雨水口与配水井相对标高有误。	 建议：用雨水口连接配水井的形式时，设计阶段需校核两侧水头差，且道路雨水口需设计防堵塞设施以减轻后续运维难度，确保道路雨水可顺利排放，针对该形式的道路排水更建议采用人行道过水暗涵。
 不足：海绵设施覆盖层采用密度较小的树皮，遇水后漂浮堵塞溢流口。	 建议：覆盖层尽量采用本地块石等无机材料。

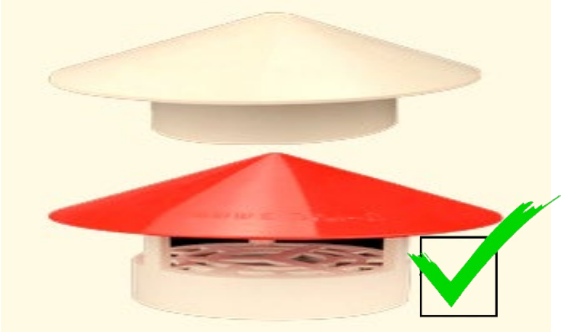
续表 E-1

 不足：路缘石开口尺寸较小，有堵塞风险。	 建议：路缘石开口处绿地内需做好放冲刷措施，开口尺寸需通过排水能力校核。
 不足：设计路缘石开口处非道路地点或无导流措施。	 建议：路缘石开口需设置在道路低点，若路缘石开口设置处离海绵设施较远，需通过地形或植草沟等导流。
 不足：面源污染较重的区域未设置初期雨水预处理设施。	 建议：面源污染较重的区域可设置环保雨水口，雨水进入海绵设施前需由沉砂池、消能前池等预处理。

续表 E-1

 不足：海绵设施溢流井尺寸与海绵设施汇水面积不匹配。	 建议：针对不同尺寸的海绵设施需设置相匹配的溢流井，尤其面积较小的海绵设施内不宜设置大尺寸溢流井。
  不足：雨落管断接井与海绵设施溢流井距离较近。	  建议：断接井与雨落水管就近连接，海绵设施溢流井远离进水端布置。

续表 E-1

 不足：海绵设施溢流井未设置截污挂篮等放堵塞措施。	 建议：溢流井增加截污挂篮。
 不足：反冲洗检查口防护罩孔口大，杂物易进入管道。	 建议：采用封闭式防护罩。
 不足：盖板沟等导流设施深度过大，无法与生物滞留设施顺利衔接。	 建议：根据地形条件合理选择导流设施深度，并于设计图纸中明确尺寸。