

广州市海绵城市绿地建设指引

GUANGZHOU SPONGE CITY GREEN SPACE CONSTRUCTION GUIDELINE

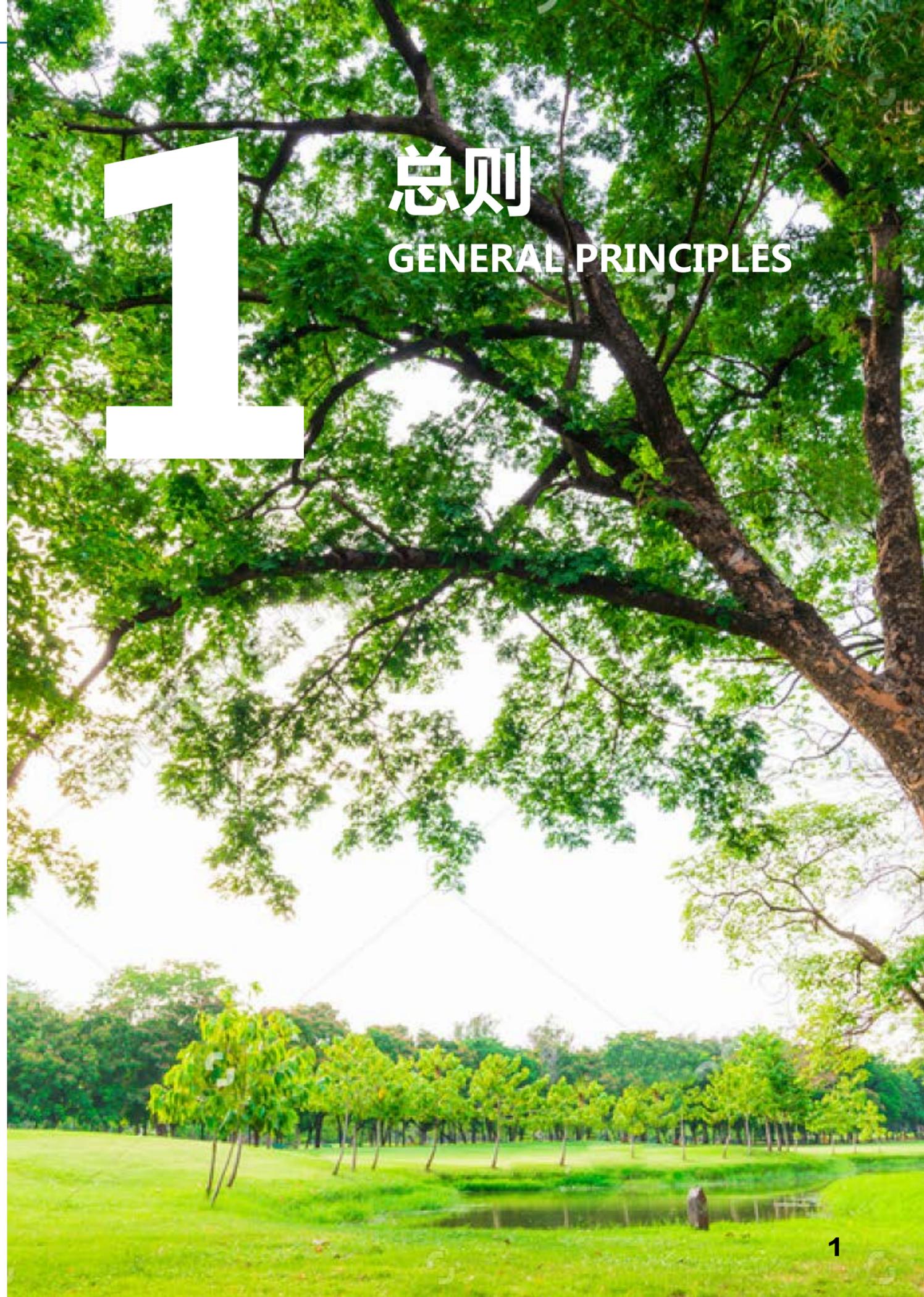
一、总则	001
1 编制目的	
2 指导思想	
3 适用范围	
4 编制依据	
二、术语与定义	006
三、总体指引	011
1 流程指引	
2 各阶段工作内容	
3 要点指引	
四、建设策略	021
1 流程指引	
2 各阶段工作内容	
五、分类建设指引	025
1 生态绿地	
2 公园绿地	
3 道路绿地	
4 社区绿地	
六、设施技术指引	081
1 海绵城市设施介绍	
2 渗透设施	
3 储存设施	
4 调节设施	
5 转输设施	
6 净化设施	
七、施工技术指引	123
1 一般要求	
2 分类设施施工指引	
八、植物指引	129
1 植物选用原则	
2 设施植物配置要点	
3 植物推荐名录(见附表)	
九、管理与维护	145
附表	

目录

1

总则

GENERAL PRINCIPLES



1 编制目的 MAIN PURPOSE

2 指导思想 GUIDING IDEA

3 适用范围 APPLICABLE SCOPE

4 编制依据 COMPILE BASIS

1 编制目的

为贯彻落实国家、省、市关于海绵城市建设的要求，提高广州市海绵城市绿地建设的科学性，为相关单位在城市绿化建设过程中提供海绵城市建设指导。

充分发挥城市绿地对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，优先利用自然排水系统，建设生态排水设施，改善城市环境，加强和保护广州“花城”特色，为建设具有自然积存、自然渗透和自然净化功能的海绵城市提供保障。

2 指导思想

城市绿地的低影响开发系统建设首先应满足绿地生态、景观、休憩等基本功能，在不影响基本功能的前提下可以合理的预留或创造空间，以场地主要问题为出发点，使用具有“渗、滞、蓄、净、用、排”多种功能类型的技术，达到低影响开发控制的目标。

3 适用范围

本指引针对广州市绿地特点，对广州市全市域城市绿地（包括生态绿地、公园绿地、道路绿地、社区绿地）新建、改建和扩建的绿地建设项目，进行海绵城市建设内容的指导和控制。

本指引适用于广州市海绵城市建设中以绿地为实施主体的相关项目的建设，其他与绿地相关项目可参照执行。

4 编制依据

编制依据共 23 项，包括了从国家到地方的各级文件、标准，可以分为政策依据、规划依据和规范依据三种类型。其中政策依据 10 项，规划依据 8 项，规范依据 5 项。

政策依据

《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》

《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》

《国务院关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》

《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》

《城市绿化条例》（中华人民共和国国务院令 100 号）

《水利部关于印发推进海绵城市建设水利工作的指导意见的通知》

《住房城乡建设部关于加强生态修复城市修补工作的指导意见》

《广东省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》

《广州市建设项目雨水径流控制办法》

《广州市海绵城市规划建设管理暂行办法的通知》

规划依据

《广东省城市基础设施“十三五”规划——海绵城市专题》

《广东省城市基础设施“十三五”规划——生态绿地专题》

《广东省海绵城市建设“十三五”规划（2016-2020 年）》

《广州市海绵城市专项规划（2016-2030）》

《广州市城市绿地系统海绵城市专项规划（2016-2030）》

《广州市城市绿地系统规划（2010-2020）修编》

《广州市林业和园林“十三五”发展规划》

《广州国家森林城市品质提升建设规划（2016-2020 年）》

规范依据

《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行）

《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》

《广州市海绵城市建设技术指引及标准图集》

《广州市海绵城市建设工程施工与质量验收标准》

《低影响开发雨水综合利用技术规范》

2

术语与定义

GENERAL PRINCIPLES

**海绵城市**

通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路和绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，有效控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式。海绵城市需要依靠低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统以及超标雨水径流排放系统共同构建。

低影响开发

在城市开发建设过程中，通过生态化措施，尽可能维持城市开发建设前后水文特征不变，有效缓解不透水面积增加造成的径流总量、径流峰值与径流污染的增加等对环境造成的不利影响。

雨水控制与利用

削减径流总量、峰值及降低径流污染和收集回用雨水的总称。包括雨水滞蓄、收集回用和调节等。

年径流总量控制率

根据多年日降雨量统计分析计算，通过自然和人工强化的入渗、滞留、调蓄和收集回用，场地内累计全年得到控制（不直接外排）的雨水量占全年总降雨量的比例。

年径流污染控制率

等同于年径流污染削减率，以年 SS（悬浮物）总量去除率计算，年 SS 总量去除率 = 年径流总量控制率 × 海绵设施对 SS 的平均去除率。

单位面积控制容积

以径流总量控制为目标时，单位汇水面积上所需低影响开发设施的有效调蓄容积（不包括雨水调节容积）。

设计降雨量

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

超标雨水径流

超出排水管渠设施承载能力的雨水径流。

雨水渗透

在降雨期间使雨水分散并被渗透到人工介质内、土壤中或地下，以增加雨水回补地下水、净化径流和削减径流峰值的措施。

雨水滞留

在降雨期间储存部分雨水，以增加雨水渗透、蒸发并收集回用、雨水不再外排的措施。

雨水调蓄

在降雨期间调节和储存部分雨水，以增加雨水收集回用或削减径流污染、径流峰值的措施。采取此措施后，雨水需外排。

透水铺装

可渗透、滞留和排放雨水并满足荷载要求和结构强度的铺装结构。根据铺装结构下层是否设置排水盲管，分为半透水铺装和全透水铺装。

生物滞留设施

通过植物、土壤和微生物系统滞留、渗滤、净化径流雨水的设施。

雨水花园

自然形成或人工挖掘的下沉式绿地，种植灌木、花草，形成小型雨水滞留入渗设施，用于收集来自屋顶或地面的雨水，利用土壤和植物的过滤作用净化雨水，暂时滞留雨水并使之逐渐渗入土壤。在地下水位高、土壤渗透性差的区域，雨水花园底部应加穿孔渗透管、改良土壤。

生态树池

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

湿塘

用来调蓄雨水并具有生态净化功能的天然或人工水塘，雨水是主要补给水源。

雨水湿地

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

绿色屋顶

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

渗透塘

渗透塘是一种用于雨水下渗补充地下水的洼地，具有一定的净化雨水和削减峰值流量的作用。

渗渠

渗渠指具有渗透功能的雨水渠，可采用穿孔塑料管、无砂混凝土渠和砾石等材料组合而成。

植被缓冲带

坡度较缓的植被区，经植被拦截及土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的部分污染物。

植草沟

用来收集、输送和净化雨水的表面覆盖植被的明渠，可用于衔接其他海绵城市单项设施、城市雨水管渠和超标雨水径流排放系统。主要型式有转输型植草沟、渗透型的干式植草沟和经常有水的湿式植草沟。

生态驳岸

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



1 流程指引

PROCESS GUIDELINE

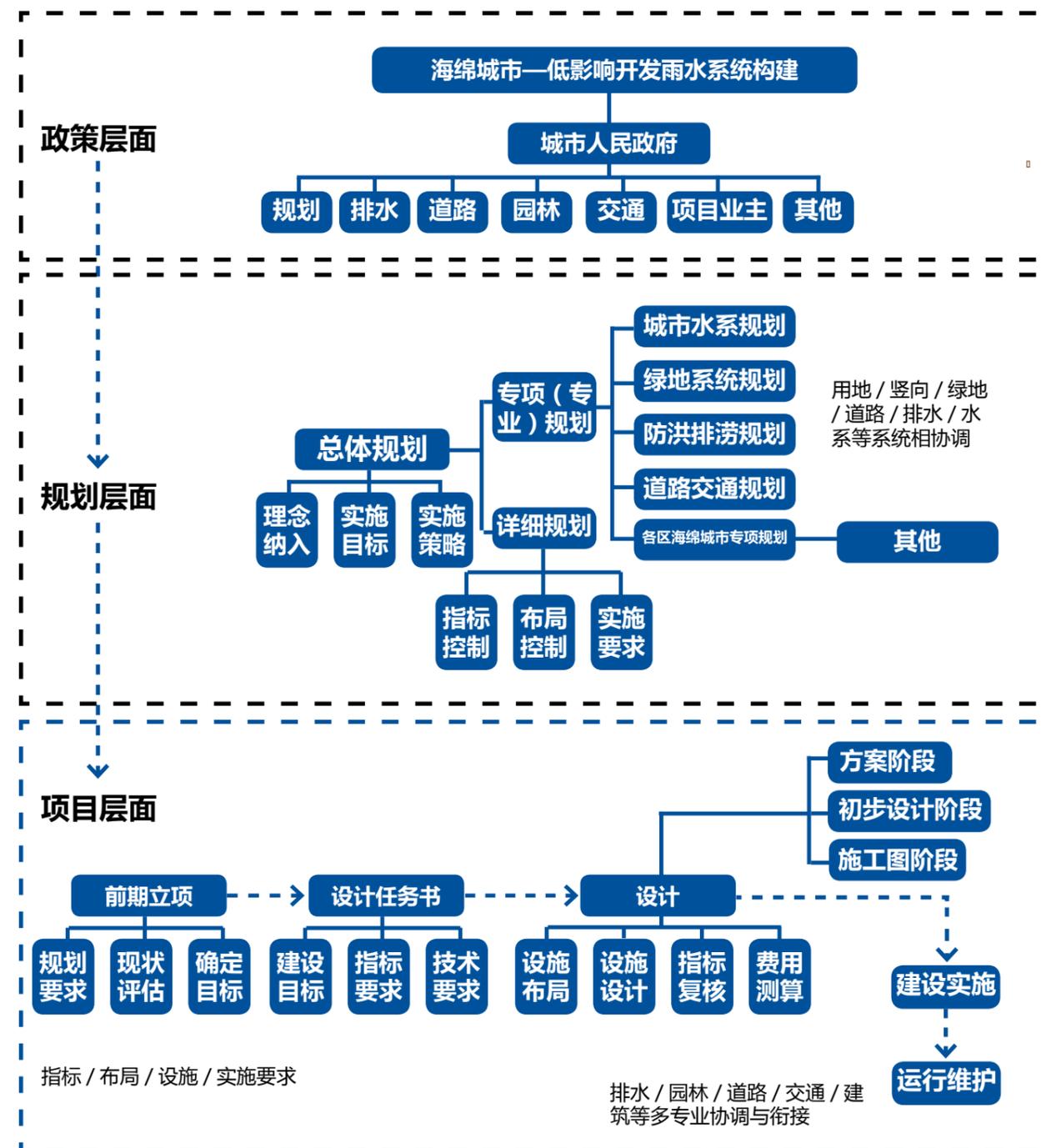
2 各阶段工作内容

JOB CONTENT

3 要点指引

KEY POINT GUIDELINE

1 流程指引



2 各阶段工作内容

海绵城市绿地建设是一个自上而下的过程，贯穿从规划编制到项目具体实施的过程，包括总体规划层面、区域总体规划层面、控制性详细规划层面、项目实施方案层面。

本流程指引的范围主要包括项目实施方案层面，针对有海绵城市建设特定需求的地块，开展海绵城市技术应用、设施选型、布局规划和设计方案的编制。落实上位规划对雨水调蓄的控制指标、设计目标为基本要求，对绿地进行海绵城市建设或改造。

项目流程

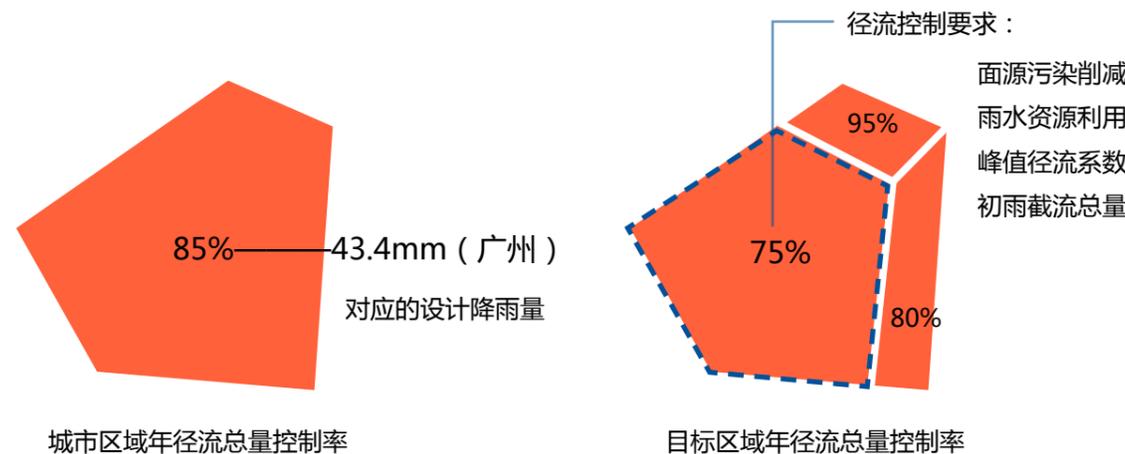
立项阶段

在项目建议书与可行性研究中补充海绵城市绿地建设专题板块。其内容应包括如下部分：

建设项目是否位于地质灾害易发区；建设项目是否产生特殊污染源；建设项目开展海绵设施建设的限制性因素与有利条件；明确建设项目是否建设海绵设施和标准；项目可行性研究报告中应明确海绵城市建设的措施，对技术和经济进行全面分析，明确建设规模、内容及投资估算。

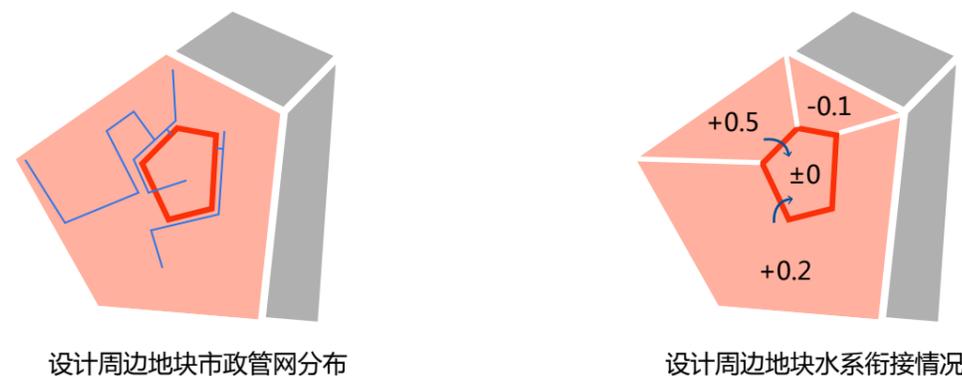
相关工作包括：

(1) 上位规划研究中应补充查询海绵城市总体规划、各相关专项规划，各区海绵城市专项规划以及地块控制性详细规划，明确绿地建设的低影响开发雨水系统的设计目标与指标要求，包括区域年径流总量控制率，地块的汇水分区、径流控制要求等；

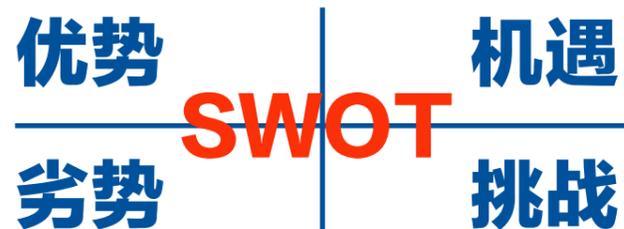


(2) 前期资料收集中应补充场地的自然环境条件，包括降雨资料、雨水径流资料、土壤层分布及渗透率资料、地下水水位及不透水层分布、现状植物的耐淹、耐旱性；

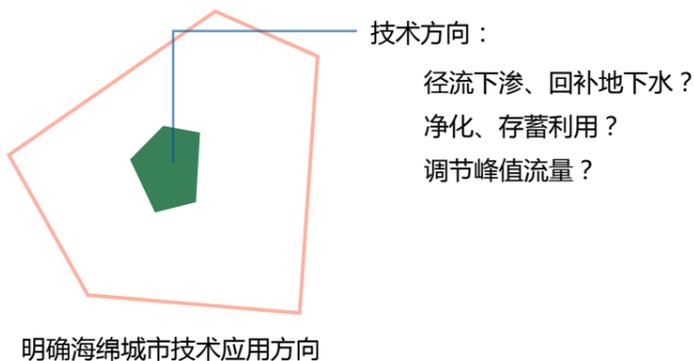
(3) 需补充城市环境条件研究，包括场地与周边区域的竖向汇水关系、与周边市政排水管网的衔接；



(4) 实地调研项目位置，明确图纸资料是否与地块实际情况一致，并展开研究地块的海绵设施建设优势与不利因素。



(5) 根据上位规划与地块具体条件，明确绿地的海绵城市技术应用方向，与雨水控制利用的模式。



项目设计阶段

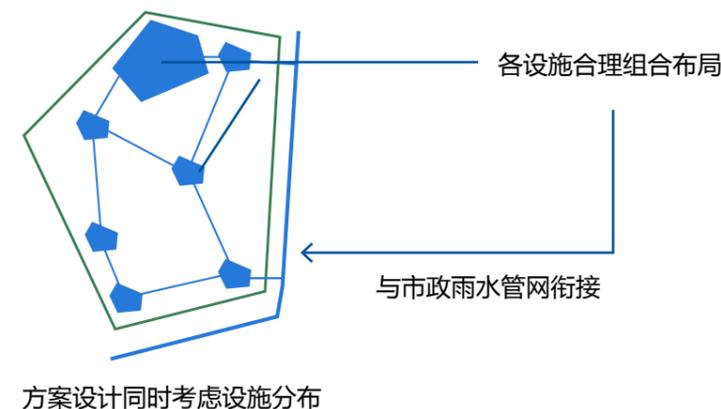
方案设计阶段内容应包括以下部分：区域排水系统图、项目汇水分区及设施布局图、项目目标及指标。

相关工作包括：

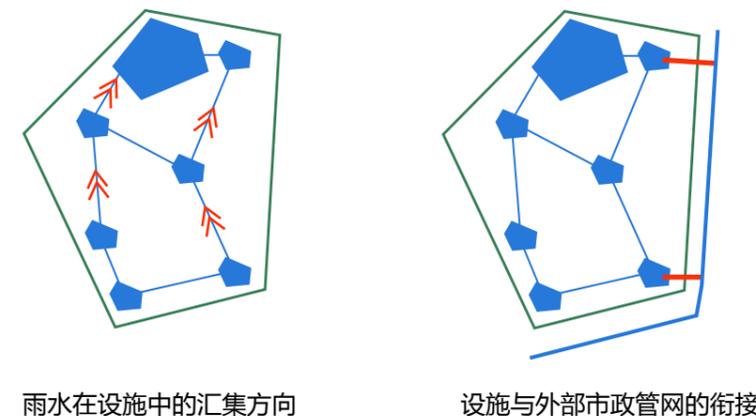
(1) 将上位规划的指标如径流总量控制率、绿地率、透水铺装率等结合地块具体计算，确定海绵城市相关的各项指标数值，包括总调蓄容积、绿地面积、渗透铺装面积等；

(2) 对项目场地及周边相关区域进行汇水区划分，明确每个部分处理的径流特点与规模；

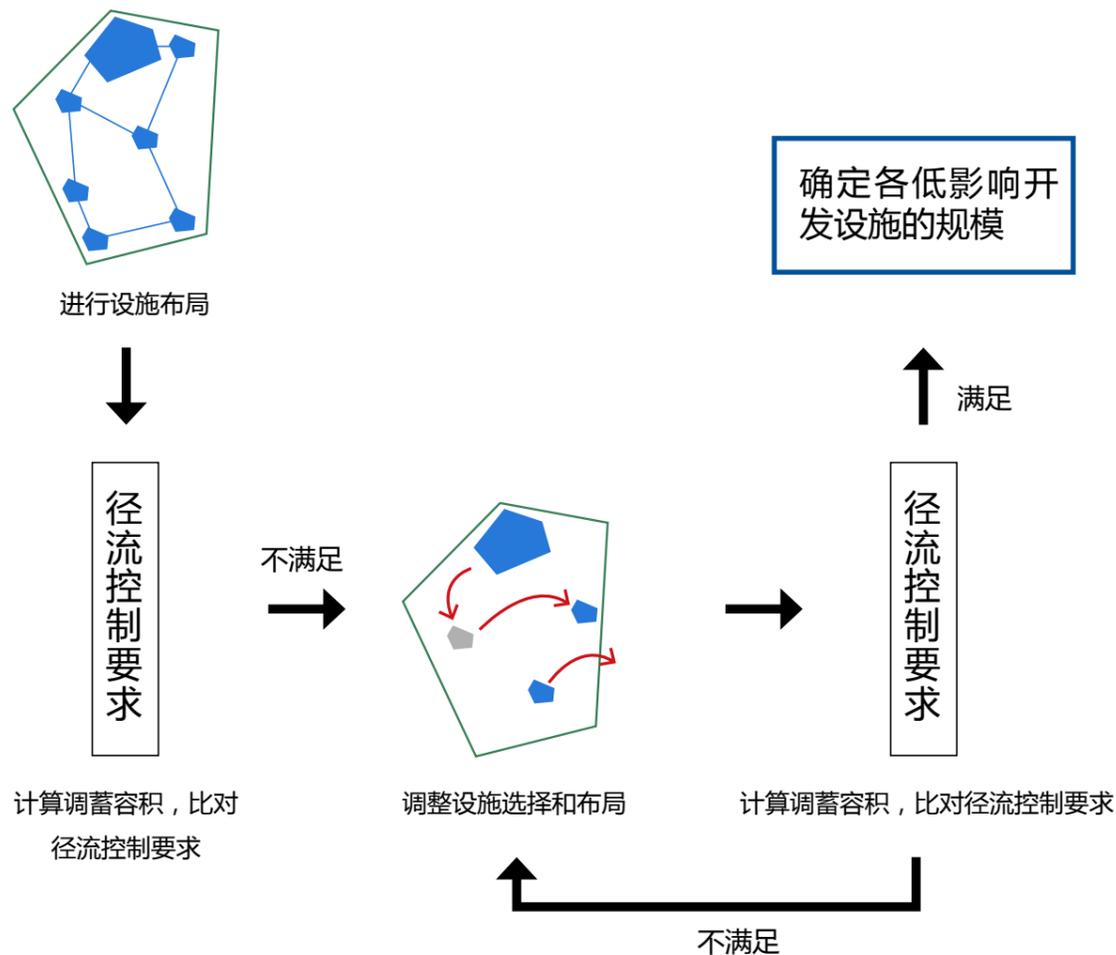
(3) 根据每个分区的特点，选择适合场地的低影响开发设施，并将其组合衔接；



(4) 确定设施与周边场地、道路的竖向关系，以及雨水汇集方向、调蓄设施与市政雨水系统、水系的衔接；



(5) 通过预设设施规模计算调蓄容积，反复调整设施选择和规模直到满足规划要求，从而确定低影响开发设施的种类与规模。



初步设计阶段

- (1) 对方案阶段的内容进行深化，雨水控制流程设计根据具体情况优化调整；
- (2) 低影响开发设施确定设施材料、形式，以及具体参数，包括设施标高、设施尺寸、断面形态等，并补充计算书，复验核算雨水调蓄量。

施工图阶段

- (1) 对初步设计阶段内容深化，落实各项低影响开发设施的标高控制、位置布局，确定雨水流程与市政管网系统的衔接；
- (2) 附低影响开发设施的具体构造做法详图，标出进出水标高；
- (3) 种植设计需根据绿地环境特征进行，根据不同绿地区域的水淹条件合理种植。

3 要点指引

本要点指引主要包括在绿地中建设低影响开发系统时应遵守的原则，以及需注意的一般性问题。

建设要点

(1) 低影响开发雨水系统的设计目标应满足城市总体规划、专项规划、控制性详细规划等相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求，并结合气候、土壤及土地利用等条件，合理选择单项或组合的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的技术及设施。

(2) 低影响开发设施的规模应根据设计目标，经水文、水力计算得出，有条件的应通过模型模拟对设计方案进行综合评估，并结合技术经济分析确定最优方案。

(3) 低影响开发雨水系统设计的各阶段均应体现低影响开发设施的平面布局、竖向、构造，及其与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统的衔接关系等内容。

(4) 低影响开发雨水系统的设计与审查应与城市绿化、道路交通、排水、建筑等专业相协调。

(5) 城市绿地对自身及周边区域雨水具有较强的渗、滞、蓄、净能力，是海绵城市建设中重要的载体，应在保障其城市绿地公共功能的基础上，统筹考虑绿地系统自身及周边雨水径流的整体控制，因地制宜的规划雨水径流路径，合理选择低影响开发设施，实现复合型的绿地生态功能。

(6) 海绵城市绿地的控制指标应纳入控制性详细规划，以绿地率为约束性指标，以下沉式绿地率、透水铺装率为引导性指标对绿地建设提出指标要求。

(7) 新建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。

(8) 改建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。

(9) 明确各类设施的适用范围和服务范围，确保各种海绵设施的有效性和可持续使用功能。

(10) 确定绿地内的地下水位和流向，以及土壤的渗透性，保证相关设施性能和地下水质的安全。

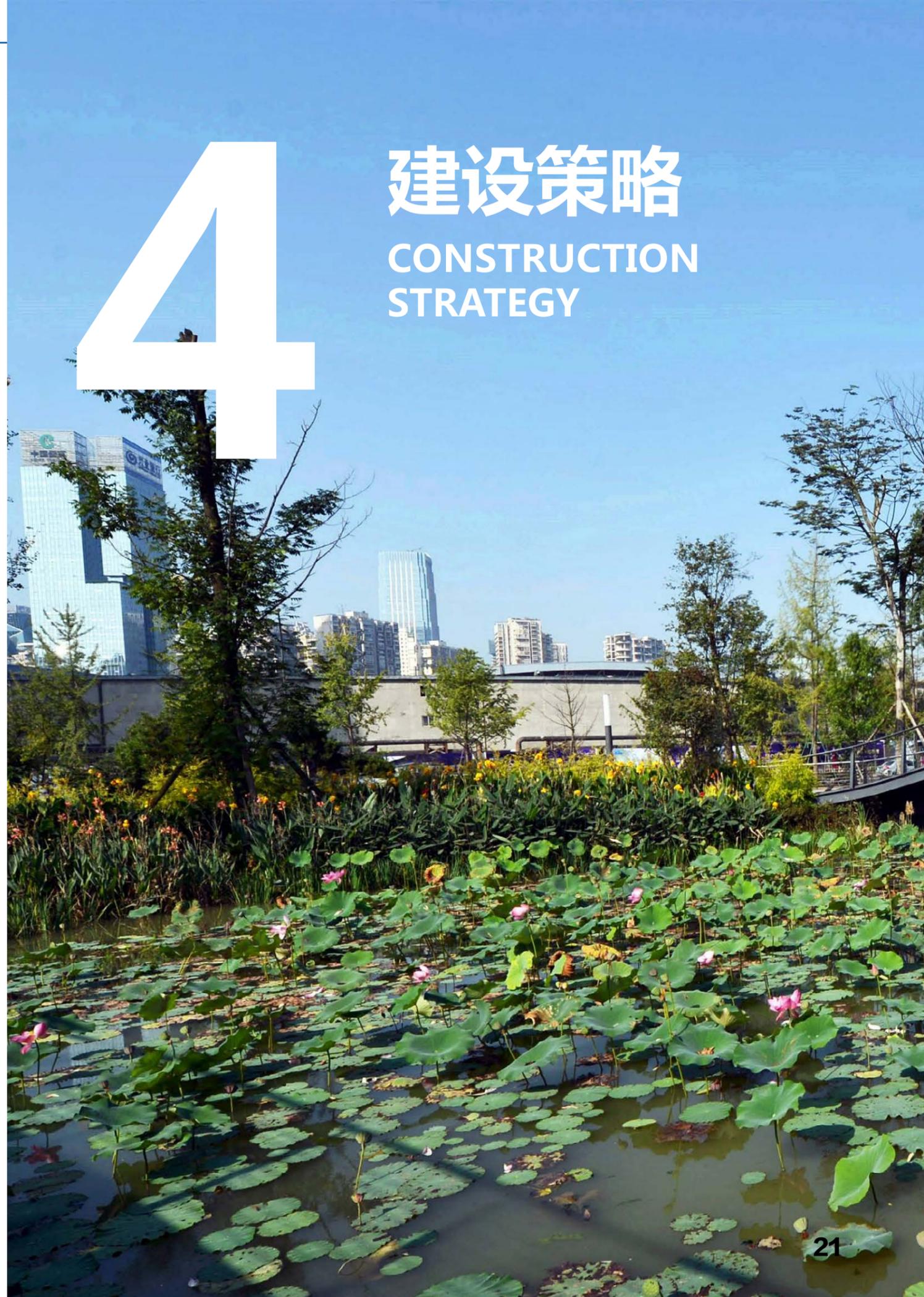
(11) 以分散式雨水处理作为主要的雨水管理办法，尽量在源头削减径流产生，减小低影响开发设施的绿地占地面积，高效利用各类雨水收集设施。



4

建设策略

CONSTRUCTION STRATEGY



1 建设影响因素 INFLUENCING FACTOR

2 总体策略 STRATEGY

1 建设影响因素

海绵城市的建设必须因地制宜，而广州自然环境和城市环境独特，决定了海绵城市应用本地化必然会遭遇许多问题，包括在低影响开发设施选用上的差异性和侧重点。

自然环境

广州雨量充沛，降雨总量大，且局部短历时暴雨较多，易造成城市内涝，对城市排水系统是一个严峻挑战；水面蒸发能力总体较强，但建成区水面蒸发能力弱，不利于滞留雨水的及时排空；平原区与北部山区过渡带易产生“雨岛效应”，集中在汛期和暴雨时容易造成大面积积水；地下水平均埋深小，土质粘重透气透水性差，雨水径流难以下渗；水系众多，分布较广，污染物易进入水体而造成面源污染；气候温暖湿润，积水环境下易发蚊虫滋生，爆发登革热。

城市建设环境

广州城市建设密度高，功能复合性强，人口密度大，城市环境造成的污染导致径流雨水中的污染物含量高，直接排入土壤、绿地或造成严重伤害；城市不透水面积大，易产生地表径流，同时可渗透地面不足，无法及时消纳径流雨水。

审美习惯

广州绿地建设以岭南园林艺术风格为基础，布局上考虑空间对比、设计呼应等方面，种植上体现以乔灌草多层次搭配的南国风光。而海绵城市要求大面积建设的下沉式绿地、植草沟等设施，一般以种植具备耐水湿的地被及草本为主，是一种相对较“野”的景色。

2 总体策略

立足现状，明确绿地在广州城市排水防涝系统中所处位置

包括市政管网体系在内的城市灰色基础设施，是广州城市排水防涝系统的主体，承担着主要的排水防涝任务，绿地在其中为辅助地位。

绿地在雨水渗透、滞蓄、截污净化方面有其优势，通过植物截留，可以降低雨水径流的速度和去除部分污染物；植被层、种植土层等可以满足雨水的渗透；而雨水花园、雨水湿地、下沉式绿地等可以实现雨水的蓄留。但由于绿地规模的限制，自然净化、自然渗透的低效率，无法及时解决城市规模的排水、污染问题，具有很大的局限性。

因地制宜，以净化和存蓄利用作为广州海绵城市系统应用的主要方向

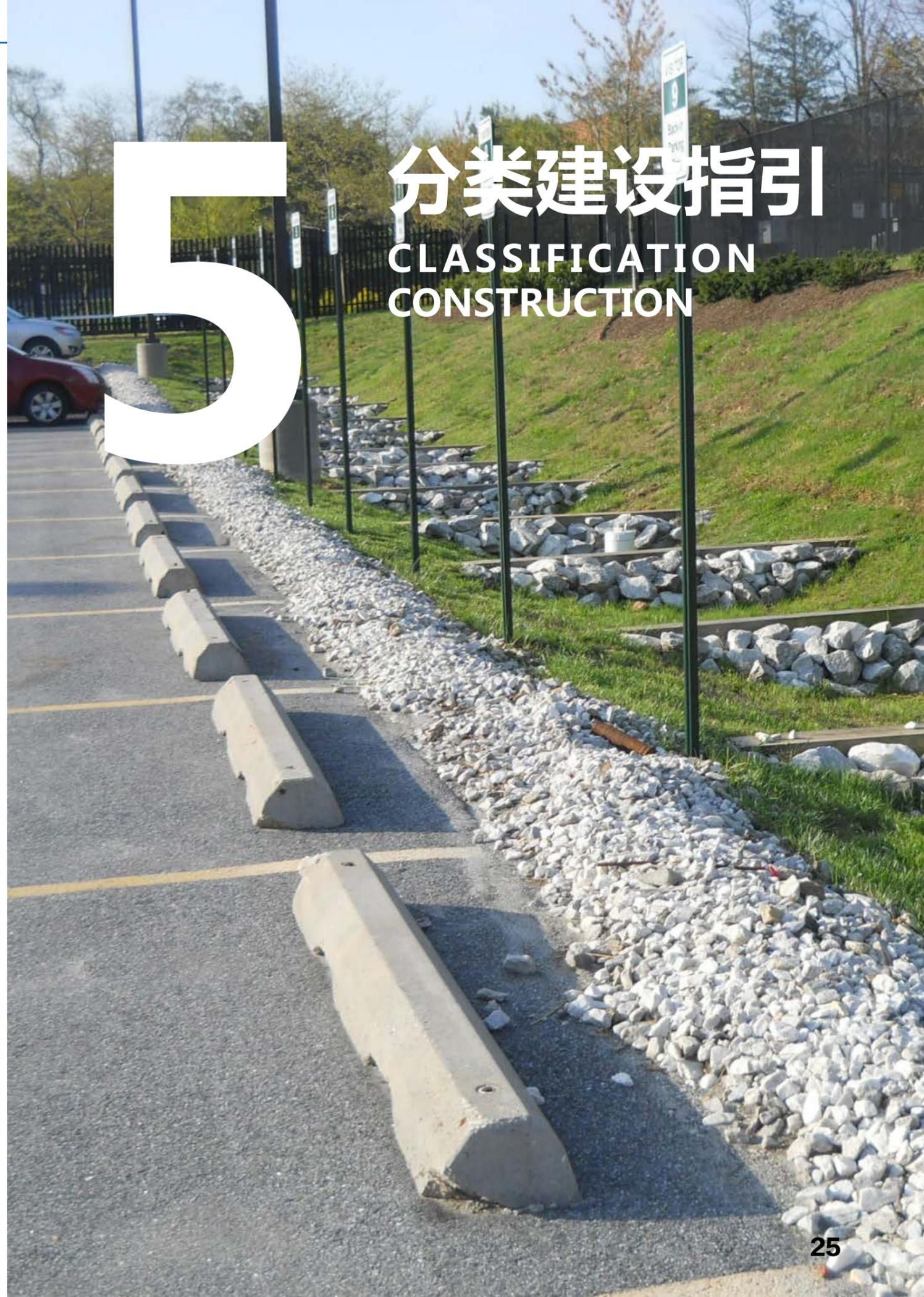
海绵城市设施涵盖了渗、滞、蓄、净、用、排等功能，不能全盘照搬，应该根据广州的本土条件选择合适的应用方向。

本土雨量充沛、地下水位高，城市内水污染问题频发，决定了在广州应以雨水净化、存蓄再利用为海绵城市的主要方向。在项目建设中，优先以净化和存蓄作为功能要求，因地制宜选择设施类型，解决实际问题。如提高城市屋顶绿化比例，在有条件的公园建立标准化中水系统。

适地适景，以本土景观审美角度打造适合广州的海绵城市系统

一般的海绵城市系统建设要求大面积建设的下沉式绿地、植草沟等设施，以种植具备耐水湿的地被及草本为主，是一种相对较“野”的景色。

而广州绿地建设以岭南园林艺术风格为基础，布局上考虑空间对比、设计呼应等方面，种植上体现以乔灌木多层次搭配的南国风光。在海绵城市应用方面不能照搬书本经验，应基于功能需求，选择适合华南地区审美的景观配置方式。



5 分类建设指引

CLASSIFICATION CONSTRUCTION

1 生态绿地

ECOLOGICAL GREENLAND

2 公园绿地

PARK GREENLAND

3 道路绿地

ROAD GREENLAND

4 社区绿地

COMMUNITY GREENLAND

1 生态绿地

生态绿地作为城市中的非建设用地，通常生态环境较好，植被覆盖程度高，有较高的可渗透性和雨水滞蓄性，具备消纳周边区域雨水径流的能力。生态绿地的海绵城市建设应最大限度保护和恢复自然生态环境，根据区域发展需求，综合统筹生态系统保护、生态恢复与修复，以及雨水综合管理低影响开发的目标，以生态手段保护、修复绿地的渗、滞、蓄、净等功能为主，并依据所在区域的海绵城市规划和生态规划要求，合理确定雨水径流管理的目标和指标。

广州市生态绿地主要包括森林公园、湿地公园、风景名胜区及自然保护区四类，根据海绵城市建设条件，分为两种类型：山地型生态绿地和湿地型生态绿地。

1.1 山地型生态绿地

雨水径流特征 污染小，基本内部蓄渗不外排

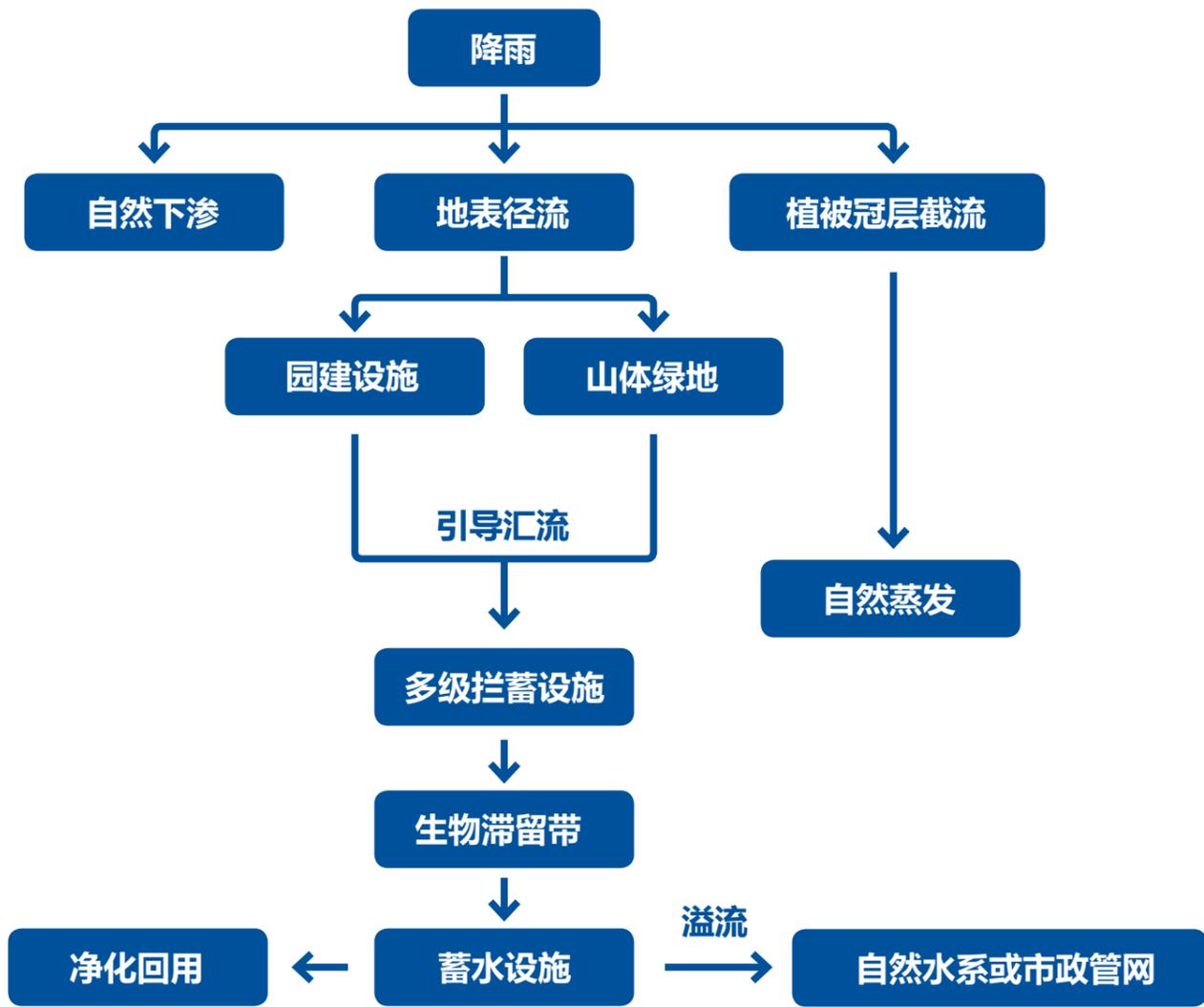
绿地特点 山地地形为主，用地规模较大且完整，植被覆盖程度高，雨水滞蓄能力强

指标要求

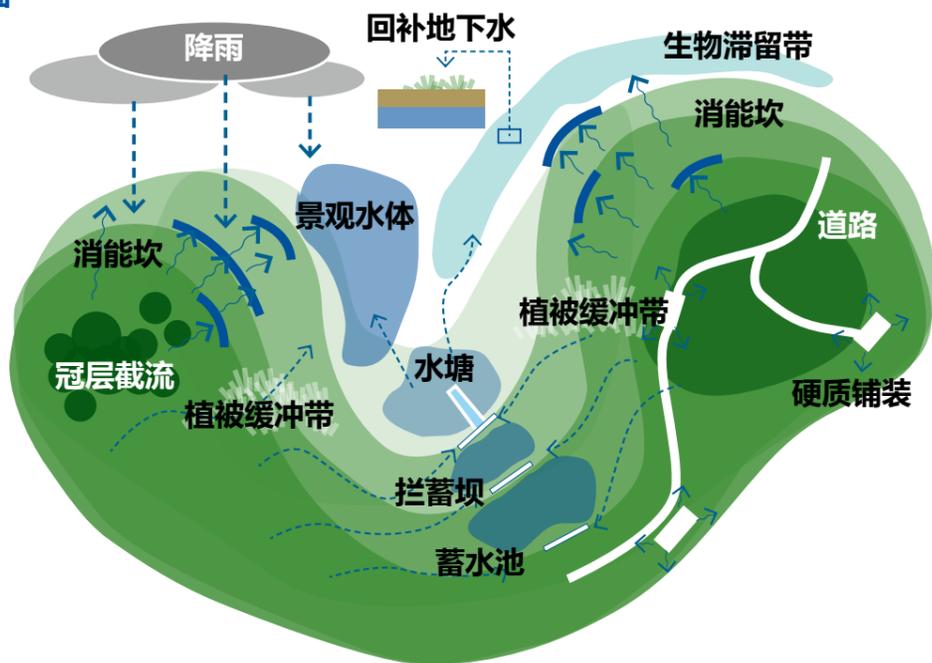
约束性指标：年径流总量控制率不低于 70%。

构建思路

广州地区的山地型生态绿地多依托自然山体形成，总体思路按照加大绿化、分散调蓄、层层消能、合理蓄存、综合利用来建设海绵城市绿地。根据地形特点，计算雨水汇流路径，通过拦蓄坝、消能坎减少山洪冲击带来的水土流失，在山脚适当位置布置雨水调蓄、净化、储存技术设施，对雨水净化收集，在非雨季时可利用于绿化浇灌。



雨水流程示意图



建设要点

- (1) 修复现状植被，丰富种植层次，增强雨水渗透
保留山林地原有地形，对裸露山体加强植被覆盖，丰富种植的竖向层次，通过植物阻滞雨水，涵养水源，增强渗透。
- (2) 合理汇流，多级拦蓄，消纳势能
在满足植物生长条件和景观塑造的基础上，结合山体地形、植被特点及景观需求，考虑暴雨工况，合理组织山体的汇水、排水、蓄水路径，并自上而下设置多级拦蓄坝，层层阻水，使纵向径流流速降低，提高雨水渗透。
- (3) 合理存蓄雨水，净化回用
根据地形特点，在山脚位置设置雨水净化、储存技术设施，并注重对储存雨水水质的管理与保护，蓄存雨水再利用。
- (4) 优化场地游览路径，削减雨水径流
游览路应合理确定道路的纵、横坡，组织径流汇入绿地或各收集设施，坡度较大、坡长较长的游览路需设置截水沟。
- (5) 采用渗透铺装，增强雨水渗透
除消防车道、车行主环路等承载力要求较高的道路外，其余游览路应该在确保安全、易维护的基础上，尽量采用透水铺装。
- (6) 安全优先
山体雨水汇流应注意规模，避免形成山洪对游览安全和生态安全造成影响。



1.2 湿地型生态绿地

雨水径流特征 污染小，基本内部蓄渗不外排

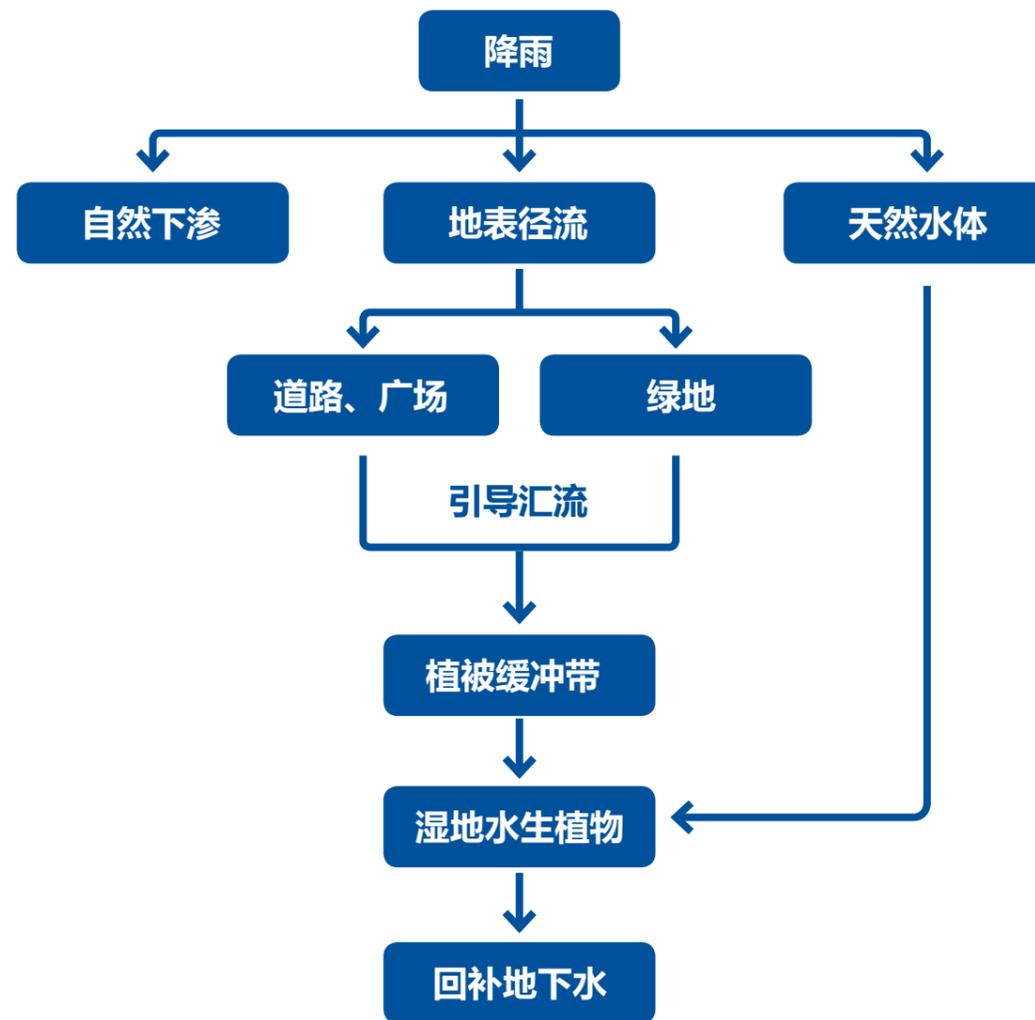
绿地特点 水体面积大，植被覆盖程度高，雨水蓄渗能力强

指标要求

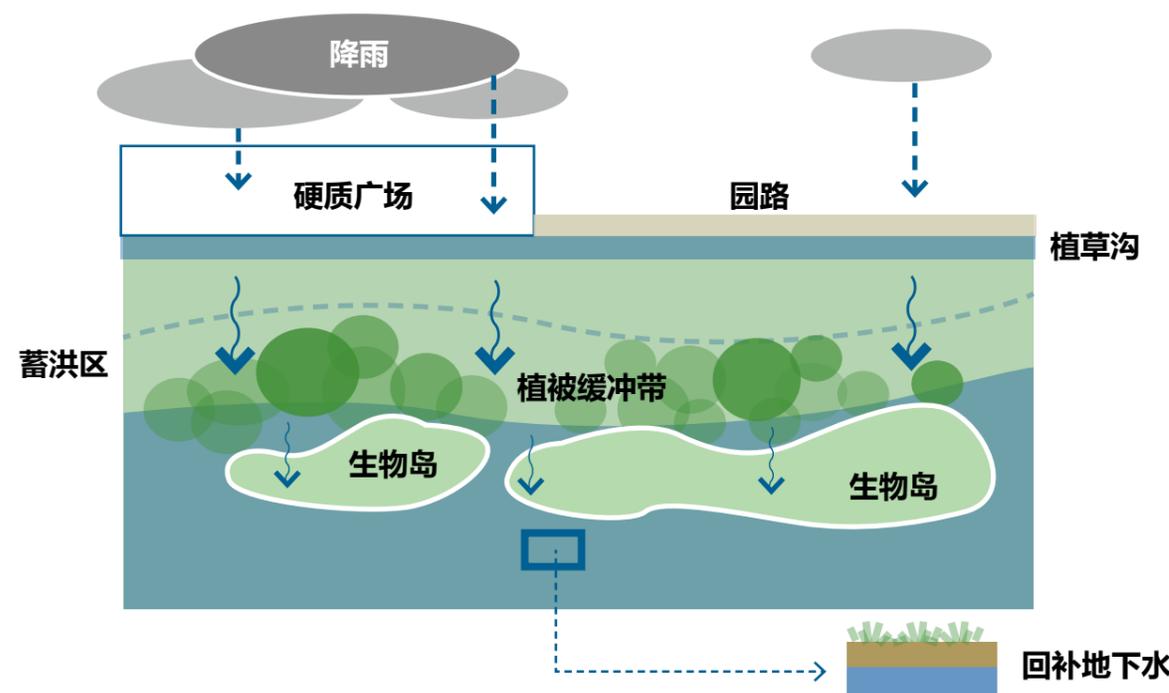
约束性指标：年径流总量控制率不低于 85%。

构建思路

湿地型生态绿地主要依托河流、湖泊等天然海绵体形成，自身具备较强的雨水调蓄能力。总体思路以雨水管理为主，严格控制湿地及外围区域开发建设，减少对湿地的破坏；建立连续的雨洪滞蓄、净化流线，丰富现有湿地植物群落配置，利用植物保护和净化水体。



雨水流程示意图



建设要点

(1) 严格控制建设

严格控制在湿地型生态绿地及周边区域的开发建设活动，维护其自然积存、自然渗透、自然净化的状态。

(2) 生态修复

对于湿地型生态绿地，宜采用恢复河流、湖泊自然生态的方式，结合湿地、雨水净化设施提高水体对洪峰和污染物的控制能力；水质要求较高的区域，可利用合适的生物净化措施对水体进行净化、修复。

(3) 水域保护

对现状环境条件好的湿地，外部雨水进入湿地前必须经过净化设施处理，保护其自然水体形态和安全。可适当通过调整地形的方式保证内水不外排，并提高消纳周边区域雨水的功能。

(4) 多功能化

公园宜建设为多功能化湿地，具备较强去除污染物、滞留雨洪的功能，充分考虑周边区域水质净化需求。河道类湿地应注重河道的行洪功能，尽量利用河道蓝线以内用地。

(5) 合理维护

尽量采用维护、管理方便的形式建设调蓄设施，设施的布置尽量与水利、景观相协调。

技术选择

湿地型生态绿地的海绵化建设应以保护性措施为主，海绵城市技术设施的布置为辅。对于城市建设过程中被破坏的区域运用生态措施修复，减少外围区域对湿地的破坏和污染，通过丰富植被群落、水生植物净化、保护水体等措施提高湿地的雨洪调蓄、净化能力。

案例借鉴

哈尔滨文化中心湿地公园

项目概况：哈尔滨文化中心湿地公园位于哈尔滨江北新区，公园总面积 118 公顷，2013 年 7 月完成建设。

建设目标：减少河道水污染，满足市民游憩活动需求。

项目特点：项目构建水弹性湿地公园，使之成为生态基础设施的有机组成部分，并用于净化雨洪和自来水厂排放的废弃尾水。在这一过程中，湿地重现生机。用有限的设计干预措施恢复自然和发挥其雨洪管理即生态水净化的同时，实现一个低维护的城市绿地。

功能结构图：



总平面图



雨水湿地

案例借鉴

西安沣河（文教园段）湿地生态公园

项目概况：西安沣河作为主水脉贯穿西咸新区南部，公园位于沣河西岸西宝高速至科技六路之间的滨河生态景观带，全长4公里，河岸平均宽度100米，占地面积约88万平方米，是进入西咸国际文化教育园的东部门户。

建设目标：解决了城市双修问题，又解决了旅游产品的构建问题，同时还以“小生活，新模式”理念赋予了区域市民以新生活方式

项目特点：西咸新区沣西新城为全国首批海绵城市建设试点区，项目担当起文教园景观绿地系统实践海绵城市的试验点。运用填挖方技术，营造微地形形成天然海绵体，通过雨水花园、人工湿地、生态草沟、渗透池、蓄水模块等设计收集酸性雨水，地面选用会呼吸的环保材料，符合年径流总量控制率超过85%，雨水径流面源污染消减量大于60%，用水回用30%以上的技术要求，真正具有“弹性”和“可持续性”。

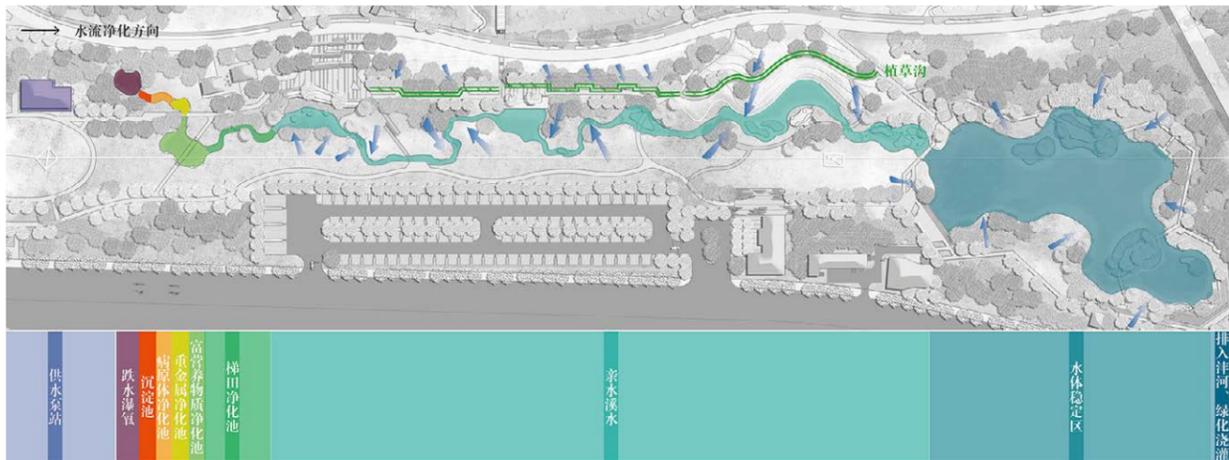
湿地净化：利用现状供水泵站每日排出的反清洗用水，设计梯级净化湿地、雨水花园，构建线性人工生态湿地，在超量雨水时由末端原规划的排涝泵站排出，达到水源的动态平衡，形成集科普性、参与性、观赏性为一体的湿地体验。



效果图



海绵城市概念图



湿地净化体系概念图

2 公园绿地

公园绿地作为绿化用地比例较高的用地类型，具有构建低影响开发雨水系统的优势条件，首先应消纳自身降水，保证雨水不外排，并尽可能收集利用；在满足植物生长条件与景观塑造的前提下，如上位规划对绿地有雨水调蓄的功能需求，可协助消纳周边区域雨水径流，提高区域雨洪利用效率及防洪排涝能力。技术选择上需要根据绿地规模和用地条件，合理应用。

2.1 综合公园

雨水径流特征 污染小，基本内部蓄渗不外排

绿地特点 绿化面积大，植被覆盖程度高，景观塑造要求高

指标要求

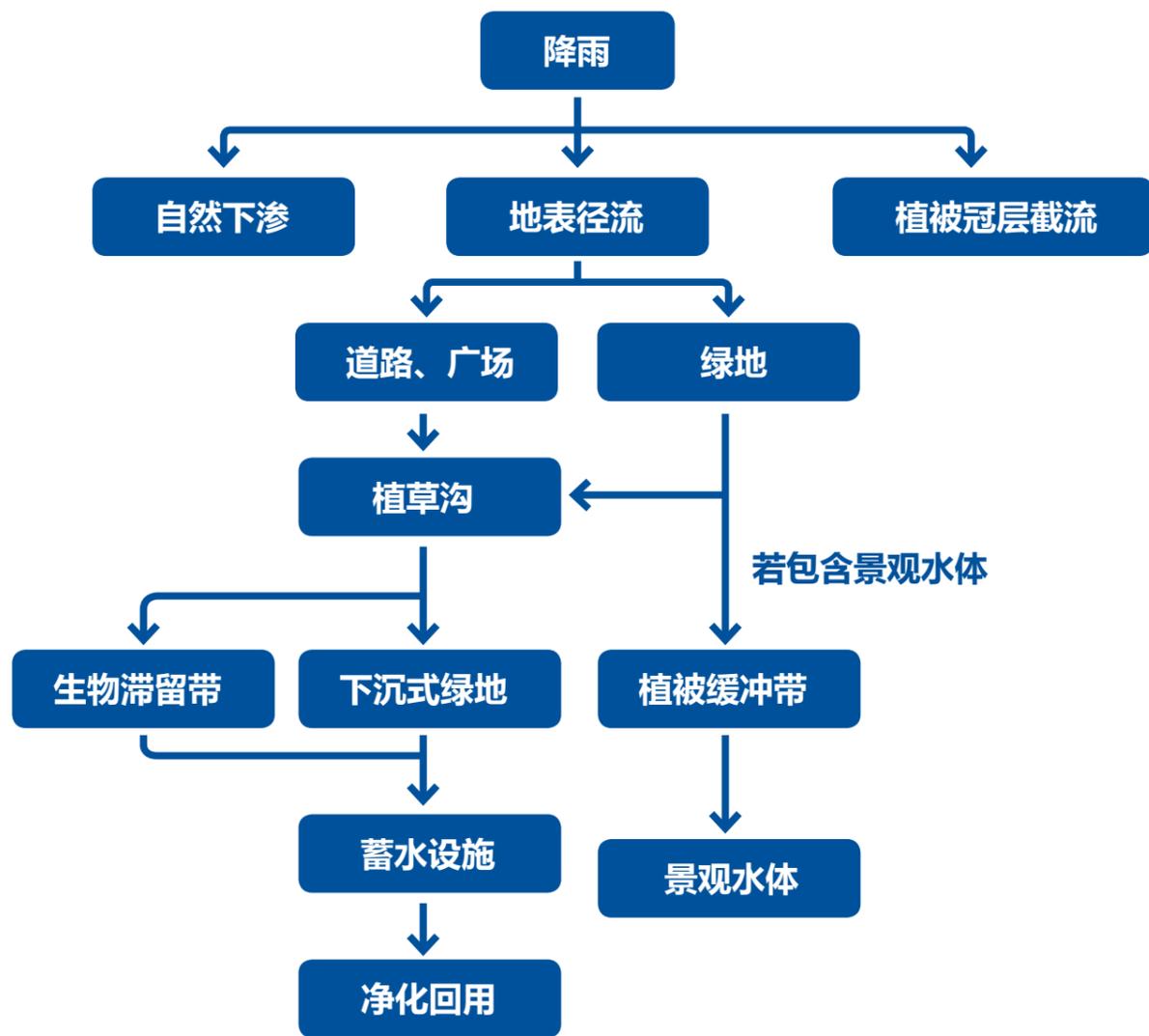
约束性指标：年径流总量控制率不低于85%，绿地率不低于75%。

引导性指标：透水铺装率不低于70%；下沉式绿地新建项目不低于12%，改造项目不低于10%；雨水资源利用率新建项目不低于10%，改造项目不低于5%。

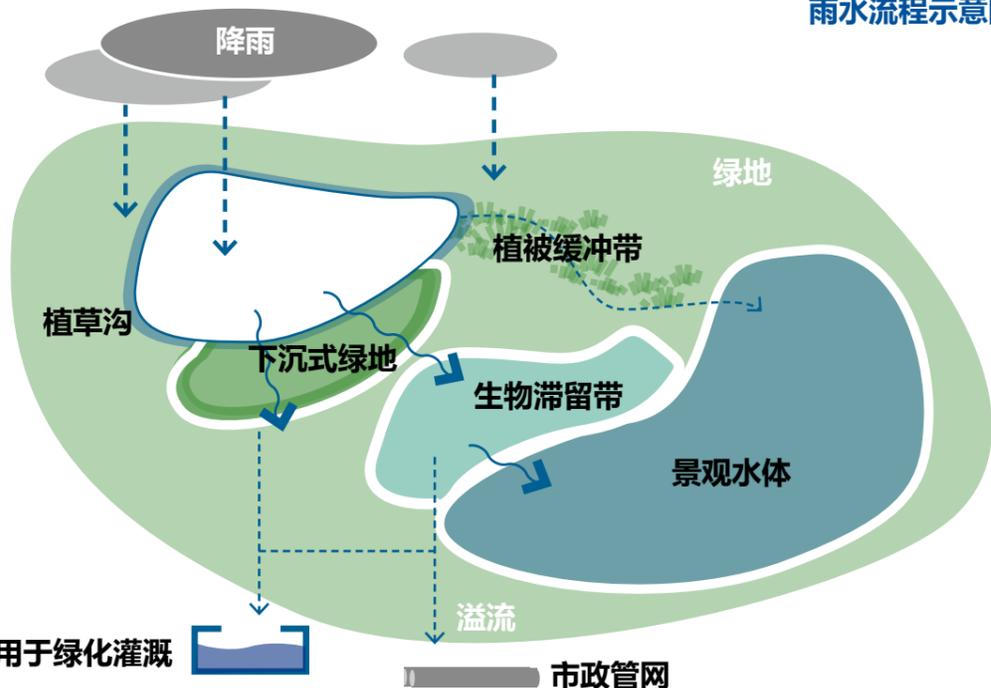
构建思路

综合公园应根据绿地的特点，科学布局和选用低影响开发技术，分区域控制雨水，分散削减径流，净化径流污染，合理存蓄雨水并加以回用。尽量保证雨水不外排，根据实际需要净化回用于设施补水、绿化浇灌等，最大限度实现雨水在公园内的积存和渗透。

有条件的公园可通过新建或扩建景观水体，提高公园的雨洪调蓄能力。



雨水流程示意图



储存回用于绿化灌溉

市政管网

建设要点

(1) 保证基本功能，灵活布局提升

综合公园的海绵化建设需要尊重已建成公园内的历史文化与既有园林风貌，在保护原有公园风貌和谐统一的基础上应用海绵城市技术，灵活布局各设施，与公园现有景观和设施协调。

(2) 构建复合植物群落，提升雨水滞蓄、净化功能

在公园现状绿地植物配置基础上，丰富乔灌草各层次植物种类，增强阔叶树种、灌木及地被的栽植，通过植被冠层滞留雨水，降低雨水径流产生，增加雨水渗透时间。

(3) 合理化竖向设计

结合公园现有竖向规划，合理调整地形，在具备一定规模的绿地中布置雨水花园、下沉式绿地、植被缓冲带等，形成可分散、疏导雨水的绿地空间。

(4) 优化调整道路径流组织

合理调整道路、场地的排水坡度，使用平沿石或穿孔路沿石使雨水可以进入绿地，路侧可布置植草沟，分散疏导雨水，进入雨水滞蓄、净化、收集设施。

(5) 充分利用水体建设

公园内若存在湖泊、河道等景观水体，可在不影响景观和安全功能的前提下合理设置景观水位、调蓄水位和溢水口，较大程度提升公园对雨洪的调蓄能力；较大规模的公园，建议开展景观水体的建设。

(6) 合理存蓄，对雨水净化收集利用

结合公园的地形汇水特点，在汇水低点设置雨水花园、渗透塘、雨水湿地等，渗透铺装尽量选择结构性透水材质，并在末端布置雨水储存设施，雨水流经滞留、净化设施后，合理收集再利用，减少雨水资源浪费。

(7) 安全优先

公园中雨水的疏导、分散和汇集应避免形成较大的水流，设施的选用和布局应考虑游览安全；超标雨水排放系统需与市政管网相接。

(8) 合理设计不适宜开发场地

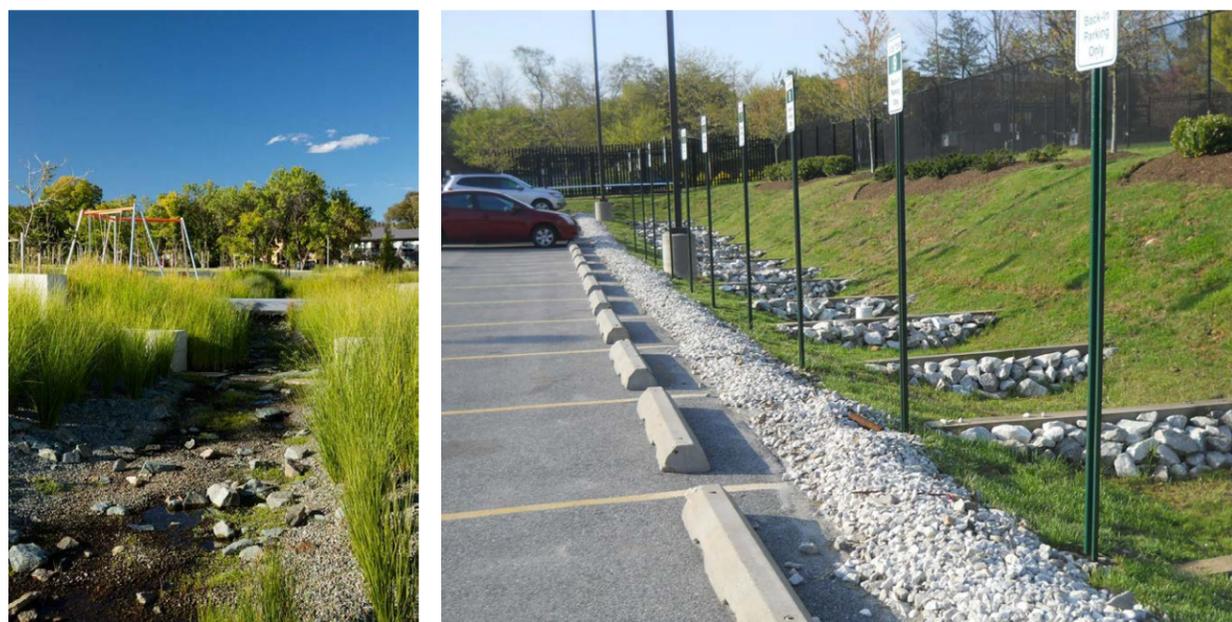
对于沙坑、垃圾填埋场等不适宜进行开发的场地，宜设计为具有雨水调蓄与净化等功能的城市公园，作为周边地块超标径流雨水的调蓄场所，及城市景观格局的重要元素。

(9) 城市水系岸线注重生态驳岸设计

城市水系岸线应设计为生态驳岸，并根据其水位变化选择适宜的水生与湿生植物，生态驳岸设计应根据水系流量、流速满足耐冲蚀要求。

技术选择

渗透技术	下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、透水铺装、渗井
储存技术	雨水湿地、蓄水池、蓄水模块
转输技术	植草沟、渗管、渗渠
净化技术	植被缓冲带、初雨弃流装置



2.2 专类公园

专类公园包含儿童公园、动物园、植物园、历史名园、风景名胜园、游乐园、体育公园、纪念性公园等。按照低影响开发雨水系统的构建思路可以分为三种类型。

其中植物园、风景名胜园、纪念性公园的低影响开发雨水系统构建基本与综合公园一致；儿童公园、游乐园的低年龄层次游客居多，需作相应考虑；动物园、体育公园、历史名园的主题性强，并且存在较大面积的专用场地。

植物园、风景名胜园、纪念性公园

构建思路与综合公园相似，灵活布局技术设施，综合应用“渗、滞、蓄、净、用”多类型技术和设施。

儿童公园、游乐园

公园活动设施用水量大，可充分利用收集雨水，主要应用“滞、蓄、净、用”等类型技术和设施。

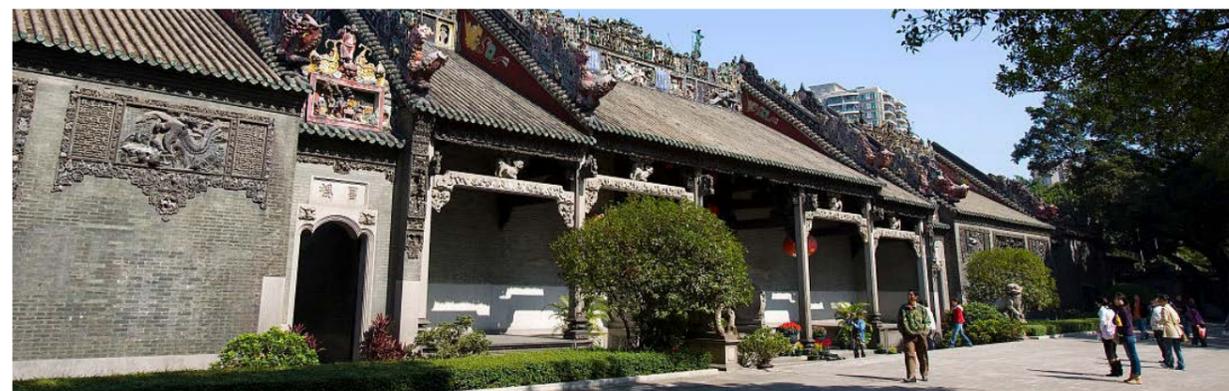
动物园、体育公园、历史名园

公园的主题性强，专用场地占地面积大，应减少绿地承担雨洪的量，主要应用“渗、滞、净”等类型技术和设施。

指标要求

约束性指标：年径流总量控制率不低于 70%，绿地率不低于 60%。

引导性指标：透水铺装率不低于 70%；下沉式绿地新建项目不低于 7%，改造项目不低于 5%；雨水资源利用率新建项目不低于 10%，改造项目不低于 5%。



2.2.1 植物园、风景名胜园、纪念性公园

构建思路

构建思路与综合公园相似，应根据绿地的特点，科学布局和选用低影响开发技术，分区域控制雨水，分散削减径流，净化径流污染，合理存蓄雨水并加以回用。尽量保证雨水不外排，根据实际需要净化回用于设施补水、绿化浇灌等，最大限度实现雨水在公园内的积存和渗透。

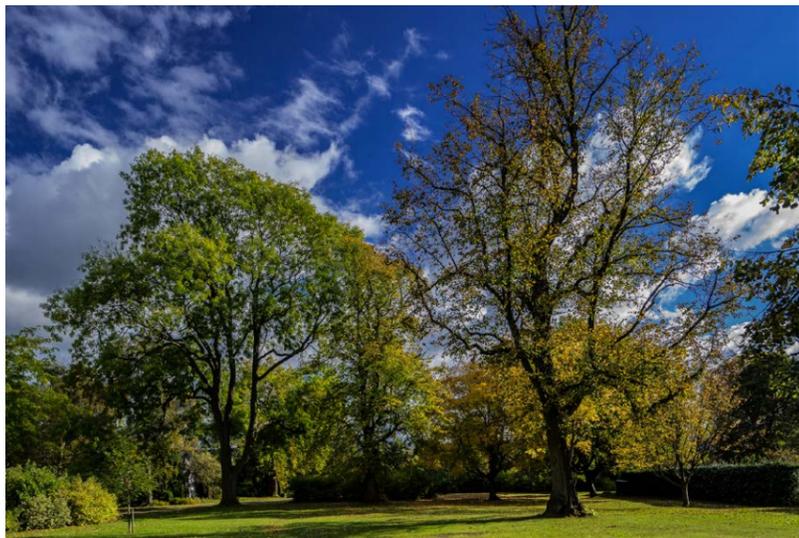
有条件的公园可通过新建或扩建景观水体，提高公园的雨洪调蓄能力。

建设要点

与综合公园相似，可作统一考虑。

技术选择

渗透技术	下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、透水铺装、渗井
储存技术	雨水湿地、湿塘、蓄水池、蓄水模块
转输技术	植草沟、渗管、渗渠
净化技术	植被缓冲带、初雨弃流装置



2.2.2 儿童公园、游乐园

构建思路

构建思路与综合公园相似，但应重点考虑儿童游乐设施与低影响开发设施的布局协调，以及低年龄层次游客的安全问题。技术选择以“滞、蓄、净、用”为主，“渗、排”为辅。

建设要点

(1) 滞留和存蓄雨水的设施布局应相对远离人群集中区域，避免暴雨带来的积水对儿童造成危险；

(2) 植物种植应选择无刺、无毒对人体无害的树种，避免对儿童造成伤害；

(3) 净化、存蓄的雨水再利用应注意应用场合，可考虑绿化浇灌、场地清洗、景观补水等，不可使用于直接与皮肤接触用水；

(4) 滞留的雨水在设施中的停留时间不应超过 24h，减小蚊虫滋生的影响。

技术选择

渗透技术	下沉式绿地、生物滞留设施、透水铺装
储存技术	湿塘、蓄水池、蓄水模块
转输技术	渗管、渗渠
净化技术	植被缓冲带、初雨弃流装置



2.2.3 动物园、体育公园、历史名园

案例借鉴

构建思路

公园的主题性强，专用场地占地面积大，绿化景观与场地风貌统一性强，可应用海绵城市技术的绿地空间较为有限。因而此类专类公园应以市政基础设施排水防涝为主，绿地辅助承担部分雨水的渗透、滞蓄和净化。

建设要点

- (1) 公园具备特定主题景观，与低影响开发设施的景观不协调，低影响开发设施应布局于公园相对隐蔽处，减少对公园原有风貌的影响；
- (2) 低影响开发设施的布局应考虑公园已有设施，尽量于集中绿地布置，减少对如动物笼舍、体育设施、历史文化建筑的影响。

技术选择

渗透技术	下沉式绿地、生物滞留设施、透水铺装
转输技术	渗管、渗渠
净化技术	植被缓冲带、初雨弃流装置



巨人花园

项目概况：巨人花园位于欧洲里尔新区“里尔城市共同体”行政楼脚下，原址为一个停车场，总面积 3 公顷，2009 年 5 月完成花园建设。

建设目标：增加雨水资源利用，满足市民游憩活动需求。

项目特点：花园中大量运用了水的元素，以水为线索，构成一个封闭的环流，流淌活动于多种方式的水容器中，水在水渠、池塘、雨水花园中循环。水流动的过程中，水体自然滋润流经的特定区域，当洪水泛滥时，闸门打开允许洪水滋润植被；旱季的时候形成旱溪景观，适合周边居民散步和观赏。

功能结构图：



总平面图



旱溪



鸟瞰实景图



透水铺装

2.3 带状公园

带状公园根据所处的区域位置，低影响开发雨水系统构建的侧重有所不同，主要可以分为以下三种类型：道路型带状公园、滨水型带状公园以及独立型带状公园。

道路型带状公园

主要沿城市道路分布，可协助调蓄道路产生的雨水径流，主要应用“渗、滞、净”等类型技术设施。

滨水型带状公园

主要沿河道、水系分布，可协助净化、滞蓄周边区域雨水径流，并最终排往河道，主要应用“滞、净、排”等类型技术设施。

独立型带状公园

独立存在的狭长型公园，低影响开发雨水系统定位与综合公园相似，但受限于形状无法布置大型技术设施。

指标要求

约束性指标：年径流总量控制率不低于 75%，绿地率不低于 60%。

引导性指标：透水铺装率不低于 70%；下沉式绿地率不低于 5%；雨水资源利用率新建项目不低于 10%，改造项目不低于 5%。

2.3.1 道路型带状公园

构建思路

道路型带状公园沿道路整体呈狭长带状，以滞蓄、净化自身径流雨水不外排为原则，应用“渗、滞、蓄、净、用”为主的技术设施，对雨水调蓄、净化和收集回用。如规划对绿地有承接周边道路雨水排放需求，则需强调雨水净化设施的作用。

建设要点

与道路绿地相似，具体参见“道路绿地”章节。

技术选择

与道路绿地相似，具体参见“道路绿地”章节。

2.3.2 滨水型带状公园

构建思路

滨水型带状公园沿河道、水系分布，整体呈狭长带状形态，由于临近天然水体，绿地选用以“滞、净、排”为主的技术设施，对内部或周边区域产生的径流雨水汇集、净化并最终排入水系，减少对河道、水系水质的污染。

建设要点

(1) 统筹考虑内部及周边汇水，协调周边硬质区域、市政排水系统的关系，应用技术设施不破坏原有河道绿化的滞尘、遮阴、景观功能；

(2) 控制进入绿地的雨水水质、水量，对外部区域进入绿地的雨水进行检测，污染过高的区域雨水弃流处理；

(3) 优化竖向设计，利用绿地与水体的竖向高差，布置多级雨水净化设施，提高单位面积对雨水径流的净化作用；

(4) 公园形态为带状，因而转输设施的布局路径相对较长，可以将净化设施与转输设施结合，提高雨水净化效率。

技术选择

调节技术

下沉式绿地、生物滞留设施

转输技术

植草沟、渗管、渗渠

净化技术

植被缓冲带、初雨弃流装置

2.3.3 独立型带状公园

案例借鉴

构建思路

独立型带状公园低影响开发雨水系统的构建思路与综合公园相似，但形状通常呈狭长带状，以滞蓄、净化自身径流雨水不外排为原则，应用“渗、滞、蓄、净、用”为主的技术设施，对雨水调蓄、净化和收集回用。如规划对绿地有承接区域雨水调蓄需求，则可协助消纳区域径流雨水。

建设要点

- (1) 独立型带状公园通常为城市轴线、片区中心公园，活动设施较多，人流密集，其低影响开发技术的应用需与原场地布局协调，减少对现状风貌的影响；
- (2) 具备多种技术设施类型，但受限于狭长的土地形态，应以小型化、分散化的调蓄设施为主，并用转输设施连接。

技术选择

渗透技术	下沉式绿地、生物滞留设施、透水铺装
储存技术	湿塘、蓄水池、蓄水模块
转输技术	植草沟、渗管、渗渠
净化技术	植被缓冲带、初雨弃流装置

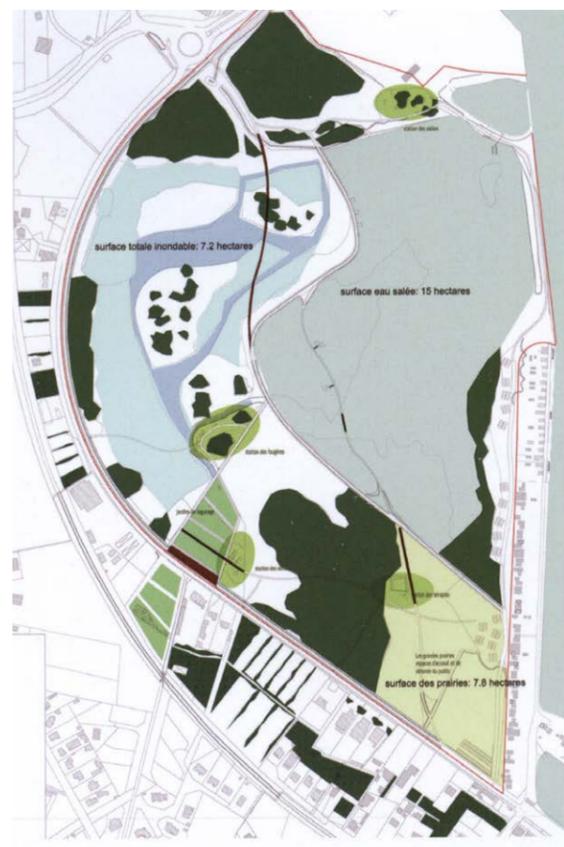
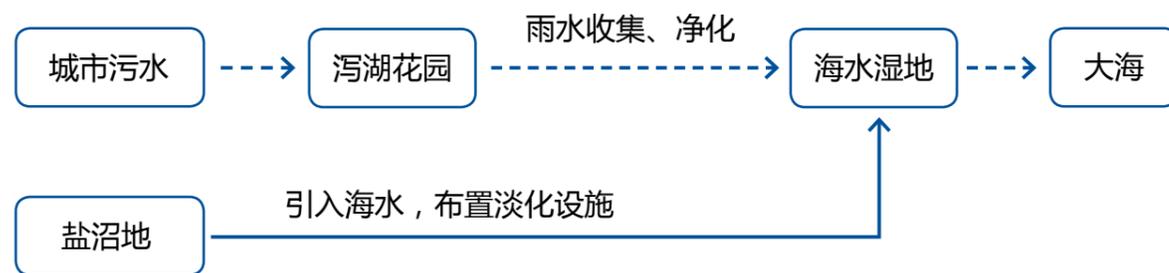


西部盐沼公园

项目概况：项目位于大西洋海岸阿卡雄海湾对面区域，总面积44公顷，2009年建设完成。
建设目标：净化卡斯特溪的污水，恢复盐沼地的生态环境，提升区域的土地价值。

项目特点：设计致力于存在问题的解决和建构适宜的滨海风光。首先引入海水与海水淡化设施，降低土壤的盐碱程度；将人工化的水渠打破，进行自然化处理；利用泻湖花园净化城市污水，结合雨水收集、净化设施，通过海水湿地将净化后的污水排入大海。如今场地已成为周边居民休息、散步的场所，深受市民所喜爱。

功能结构图：



schematic plan of the water cycle in the different environments



泻湖花园

架空栈道



海水湿地

案例借鉴

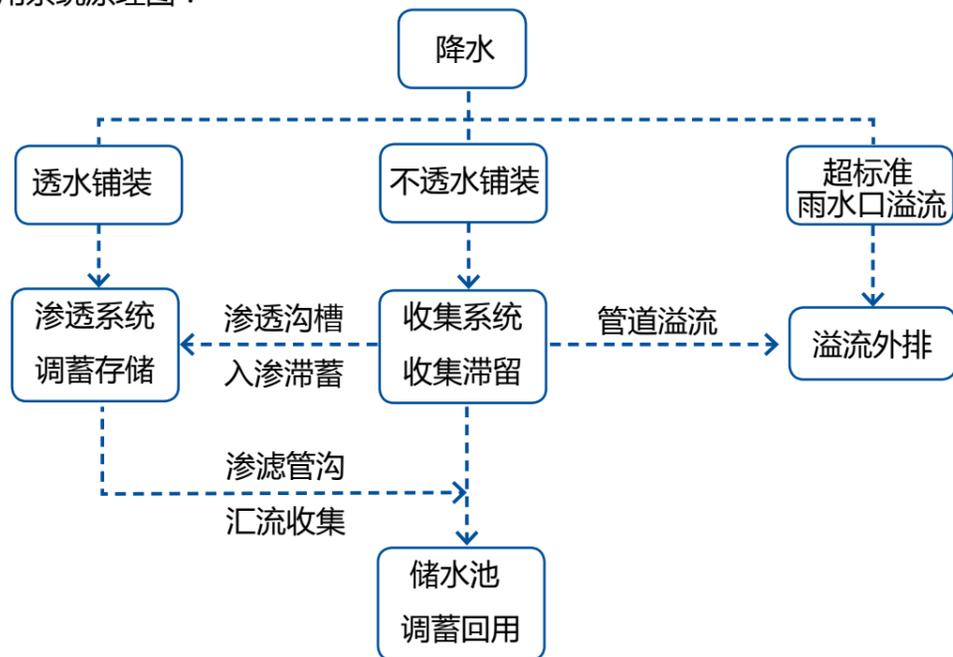
浙江宁波市滨江公园（一期）

项目概况：项目位于浙江省宁波市国家高新技术产业开发区内。设计地块位于甬江南岸，西起世纪大道东至老杨木槭河，景观工程总面积 17800 平方米，基地设计作为公共开发空间与连接城市 3 条主要河流网络的一部分，将成为重要的滨江公园，是宁波城市滨水开放空间战略重要的组成部分。

建设目标：考虑和实施洪水来袭时的应对策略，并且能够利用雨水系统，实现雨水资源化利用。

项目特点：一期工程的集水区，雨水流入草沟的入口处设置卵石或种植根系较为发达的植物，以去除较大颗粒污染物，雨水溢流管设置在草沟下方，当发生频率较大的暴雨时，雨水可溢流入管，及时排水。生态草沟与道路交叉时，主要采用下穿的形式，涵洞口应该设置格栅以防止堵塞，留住雨水径流中的垃圾、树叶和沉积物，同时土壤和植物根部系统结合帮助过滤和分解微观污染物，例如营养物、重金属和碳氢化合物。生物滞留设施主要用于停车场的周边绿地以及绿化带内。中心区雨水利用系统包括两大部分：雨水渗滤系统和雨水收集回用系统。

雨水利用系统原理图：



效果图



2.4 街旁绿地

雨水径流特征 污染小，基本内部蓄渗不外排

绿地特点 规模小，硬质区域占比较高，人行活动范围大

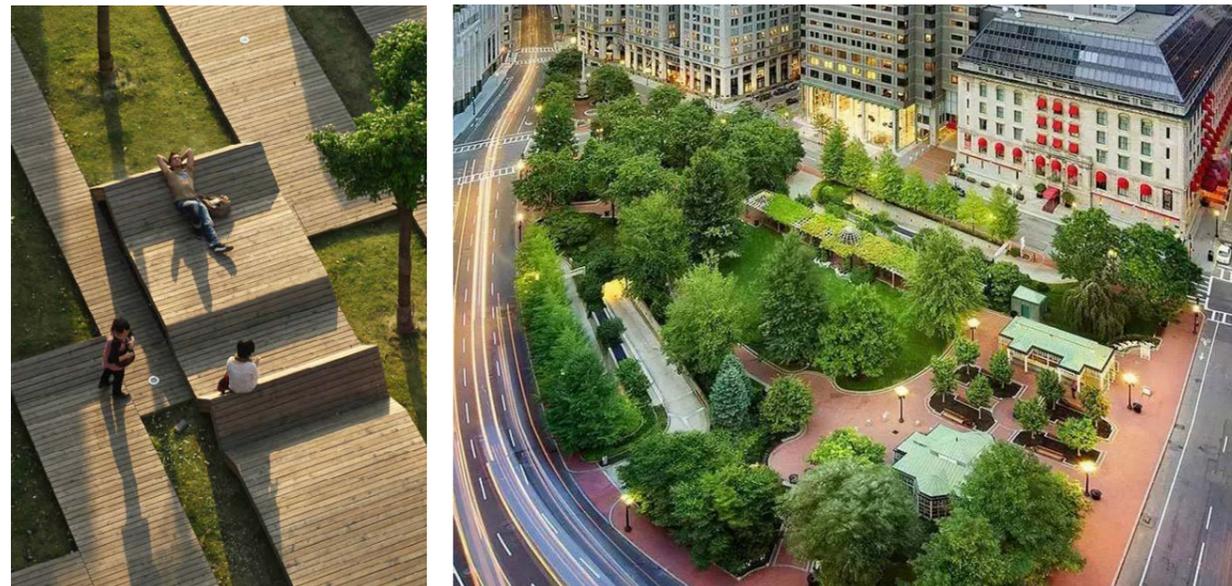
指标要求

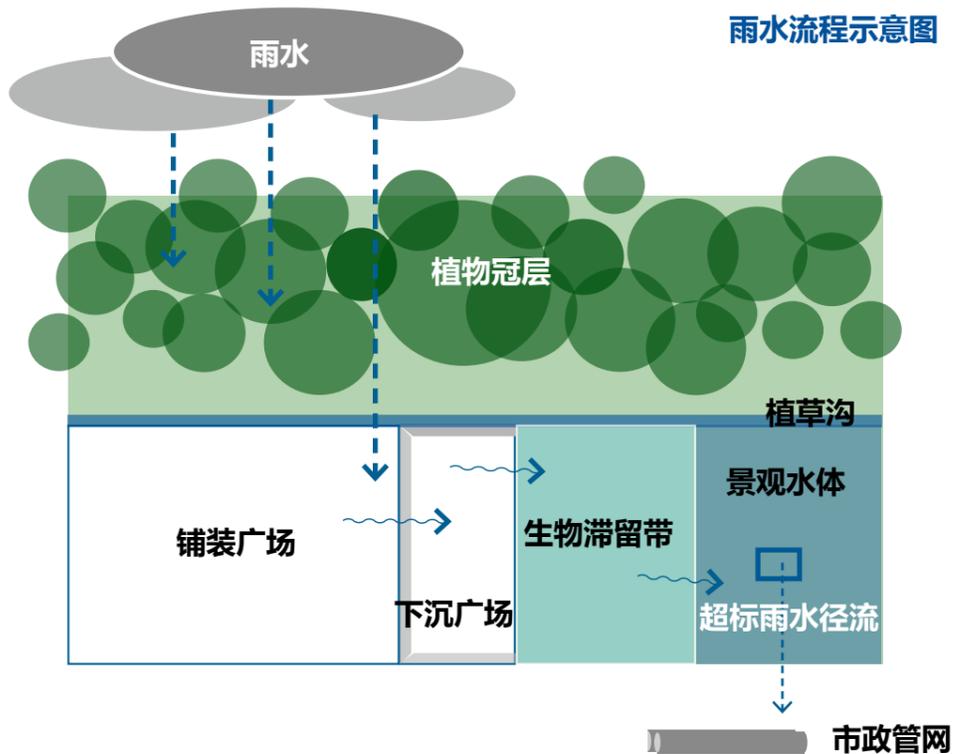
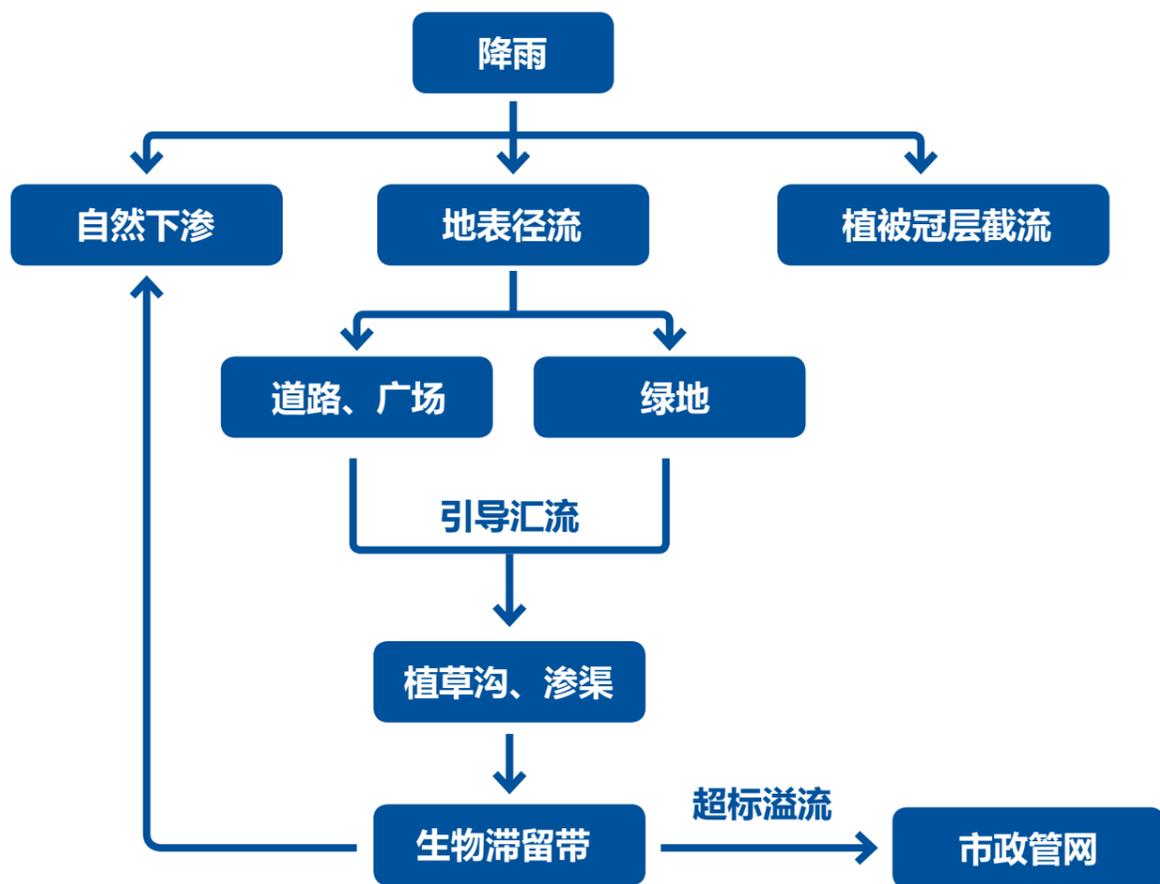
约束性指标：年径流总量控制率不低于 70%，绿地率不低于 70%。

引导性指标：透水铺装率不低于 70%；下沉式绿地新建项目不低于 7%，改造项目不低于 5%；雨水资源利用率新建项目不低于 10%，改造项目不低于 5%。

构建思路

街旁绿地应用以“渗、滞、净”为主的技术。由于规模较小，低影响开发设施布局易干扰居民对公园的正常使用，海绵化建设应以保护现状植被，丰富植物群落结构，通过植物冠层滞留雨水为主；局部结合小型设施如雨水花园、渗透铺装、渗井、渗渠等对雨水净化、滞留和下渗。原则保持内部雨水径流不外排，若规划对绿地有承接区域雨水调蓄需求，可根据绿地条件适当消纳外部径流。





建设要点

(1) 可设置下沉式广场或多梯级广场，也可增设地下蓄水池，通过溢流口连接到超标雨水径流排放系统，无降雨时发挥广场的基本功能，弱降雨时发挥雨水滞蓄功能，强降雨时发挥洪峰调蓄功能。考虑人员安全撤离需要，并设置警示标志；

(2) 街旁绿地规模小，低影响开发设施的占地面积相对较大，应注意与绿地原有景观塑造相协调。

技术选择

渗透技术	生物滞留设施、透水铺装
运输技术	植草沟、渗渠
净化技术	初雨弃流装置



(1) 生物滞留设施

根据街旁绿地的条件，可在绿地或广场的低洼处设置生物滞留设施如雨水花园、旱溪等；生物滞留设施应与绿地的景观性、功能性相结合，确保不破坏景观，发挥技术作用。

(2) 透水铺装

道路、广场多为人行活动，尽量采用透水铺装，可采用透水砖、碎石、嵌草铺装等材料。

(3) 植草沟

用植草沟汇流绿地、道路、广场径流，运输雨水往生物滞留设施。

(4) 渗渠

在运输流量较小的区域，可设置渗渠，运输雨水的同时增加雨水渗透。

(5) 初雨弃流装置

在承接外部区域雨水的入口处设置初雨弃流装置，减少污染物对绿地造成的影响。

案例借鉴

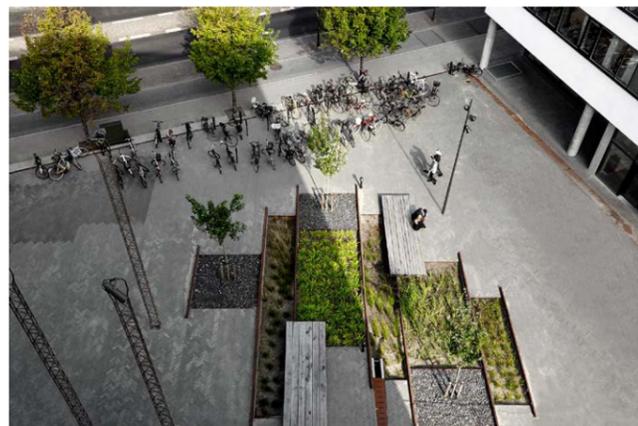
案例借鉴

Godsbanearalet 绿地

项目概况：Godsbanearalet，位于丹麦奥尔堡的一个新的可持续城市区域，约 30 英亩。

建设目标：设计师 POLYFORM 将原有的铁路结构改造成建筑平面的绿色骨架，将旧铁路改造成城市景观，同时增强了场地的历史。

项目特点：该项目的这一开创性部分是在 2011 年，丹麦因气候变化遭受暴雨袭击后不久启动的。它造成了巨大的破坏。如今，Godsbanearalet 是一个碳中和的城市区域，在这里，暴雨被收集在盆地和运河中，并被推迟进入公共雨水系统，以避免城市被淹没。雨水管理被纳入总体规划的各个方面。该地区的建筑物有绿色屋顶，有助于延缓供水，体育设施和草坪被放置在特定的水平，形成盆地储存水。



效果图



休梅克绿地

项目概况：项目位于美国宾夕法尼亚大学田径运动区，总面积 1.1 公顷，2014 年建设完成。

建设目标：提高区域活力，满足市民活动需求，增加雨水资源化利用。

项目特点：设计是将自然系统与人造系统二者有机结合起来，打造具有全面功能的休梅克绿地。项目场地原先是一处较深的城市土堆，设计在最底层布置富有层次感的地下储水系统；在其上低洼处布置一座大型双层式雨水花园，收集场地的暴雨径流，雨水花园中的乡土植被增加雨水径流的蒸发，营造了具有可持续功能的绿地空间。

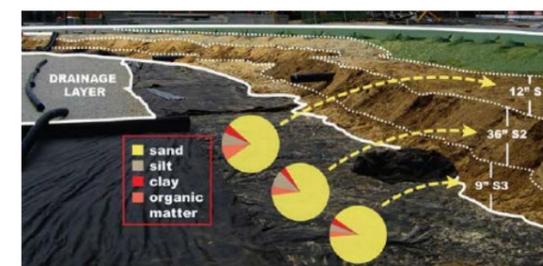
功能结构图：



总平面图



旱溪



分层储水系统



施工现场



施工现场

3 道路绿地

道路绿地主要包括道路附属绿地和沿道路带状绿地。其雨水径流通常污染程度较高，收集利用的效率低，应优先通过市政管网排放；在雨量较大，需要绿地辅助消纳雨水时，应重视对进入绿地雨水污染物的预净化。

道路附属绿地

道路附属绿地宽度有限，不足以净化道路路面的高污染径流，应以协助市政管网，提供渗透和滞留雨水功能。

沿道路带状绿地

沿道路带状绿地可选择适当的调蓄、净化技术应用，协助削减地表径流及其径流污染，从源头削减径流量以及污染，减轻暴雨时市政雨污管网的压力。



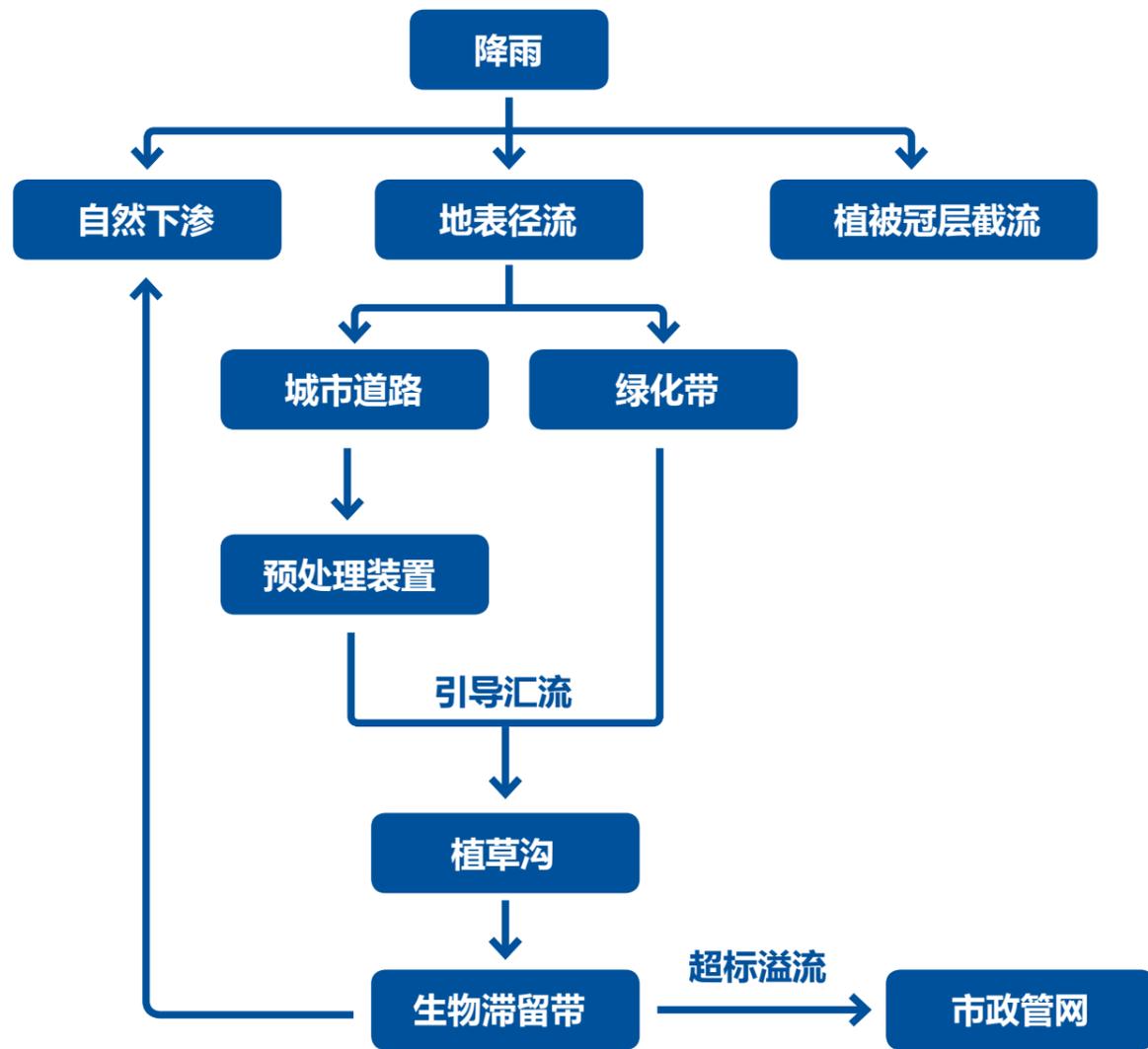
3.1 道路附属绿地

指标要求

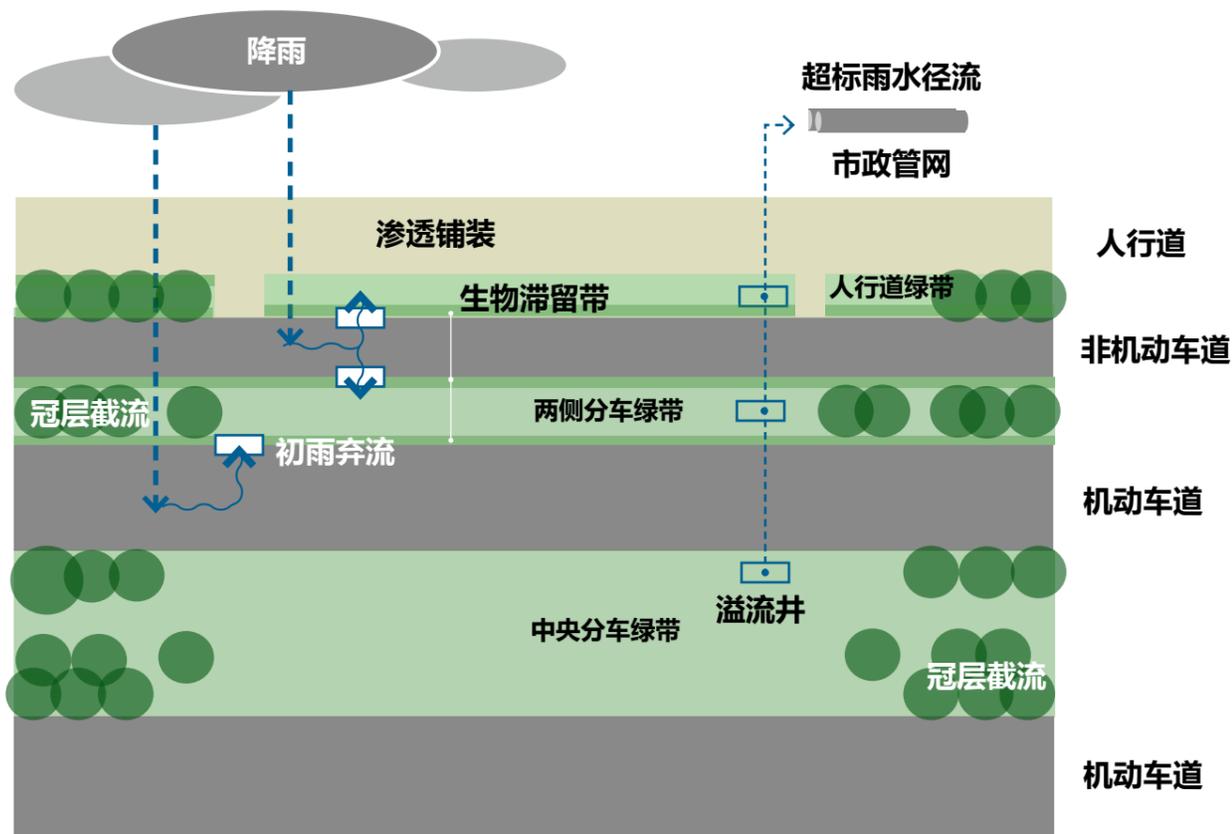
引导性指标：年径流总量控制率不低于 75%，绿地率不低于 15%，下沉式绿地率不低于 50%。

构建思路

道路附属绿地指道路红线范围内的绿化用地，应用以“渗、滞、净”为主的技术。由于道路附属绿地通常以绿化带的形式存在，宽度规模较过小时，难以保证绿地滞尘、消音、景观等功能的不受影响的基础上，消纳路面径流雨水，不建议应用低影响开发技术；宽度大于 2 米的绿化带，在满足乔木生长环境的情况下，可酌情考虑协助消纳路面径流雨水，利用初雨弃流装置、植草沟、生物滞留带等设施滞蓄、净化路面径流。



雨水流程示意图



建设要点

- (1) 应用低影响开发技术的道路绿化应低于硬质路面，通过开孔道牙或留道牙沟，使道路雨水自然汇入绿地；
- (2) 道路径流雨水进入道路红线内外绿地内的低影响开发设施前，应利用初雨弃流装置、沉淀池等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止雨水对绿地环境造成破坏；
- (3) 道路绿化带内低影响开发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；
- (4) 低影响开发设施内植物宜根据水分条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐湿、耐污、耐盐等能力较强的乡土植物。

——中央分车绿带

中央分车绿带考虑车辆防眩光、安全隔离等功能，应采用高花坛、相对茂密的做法，不宜考虑车行道雨水的收集与利用。宽度3米以上的中央分车绿带，若规划对绿带有雨水调蓄要求，可设置植草沟和生物滞留设施。



——两侧分车绿带

两侧分车绿带应根据具体情况考虑雨水调蓄功能。宽度小于2米的分车绿带不宜考虑雨水滞蓄；宽度在2-4米的绿带在保证乔木种植环境的情况下，可结合汇水区域，间隔式设置生物滞留带；宽度大于4米的绿地可采用连续式生物滞留带，宽度应满足径流控制的相关要求。



——人行道绿带

人行道绿带可通过下沉式绿地、雨水花园等形式收纳人行道雨水。人行道绿带为点状树池时，宜将行道树间的硬化地面改为条状绿带，行道树树池应低于绿带缘石，绿带通过汀步形式满足人行需求。



技术选择

渗透技术	生物滞留设施、透水铺装
转输技术	植草沟
净化技术	初雨弃流装置

(1) 植草沟

在不影响绿化带滞尘、消音、景观功能的前提下，在有条件的区域布置连续的植草沟，汇流路面净化后的雨水，进一步去除污染物和增加下渗。

(2) 生物滞留设施

有足够宽度的区域可考虑布置生物滞留设施，具备一定的雨水净化能力和调蓄容积，承接由植草沟或道路直接汇流的雨水径流，减轻市政雨水管网的压力。

(3) 透水铺装

道路附属绿地中存在的硬质活动空间，建议铺设透水铺装，增加雨水下渗。

(4) 初雨弃流装置

在雨水汇流进入绿地区域前设置初雨弃流装置，减少初雨的高污染对绿地造成影响。



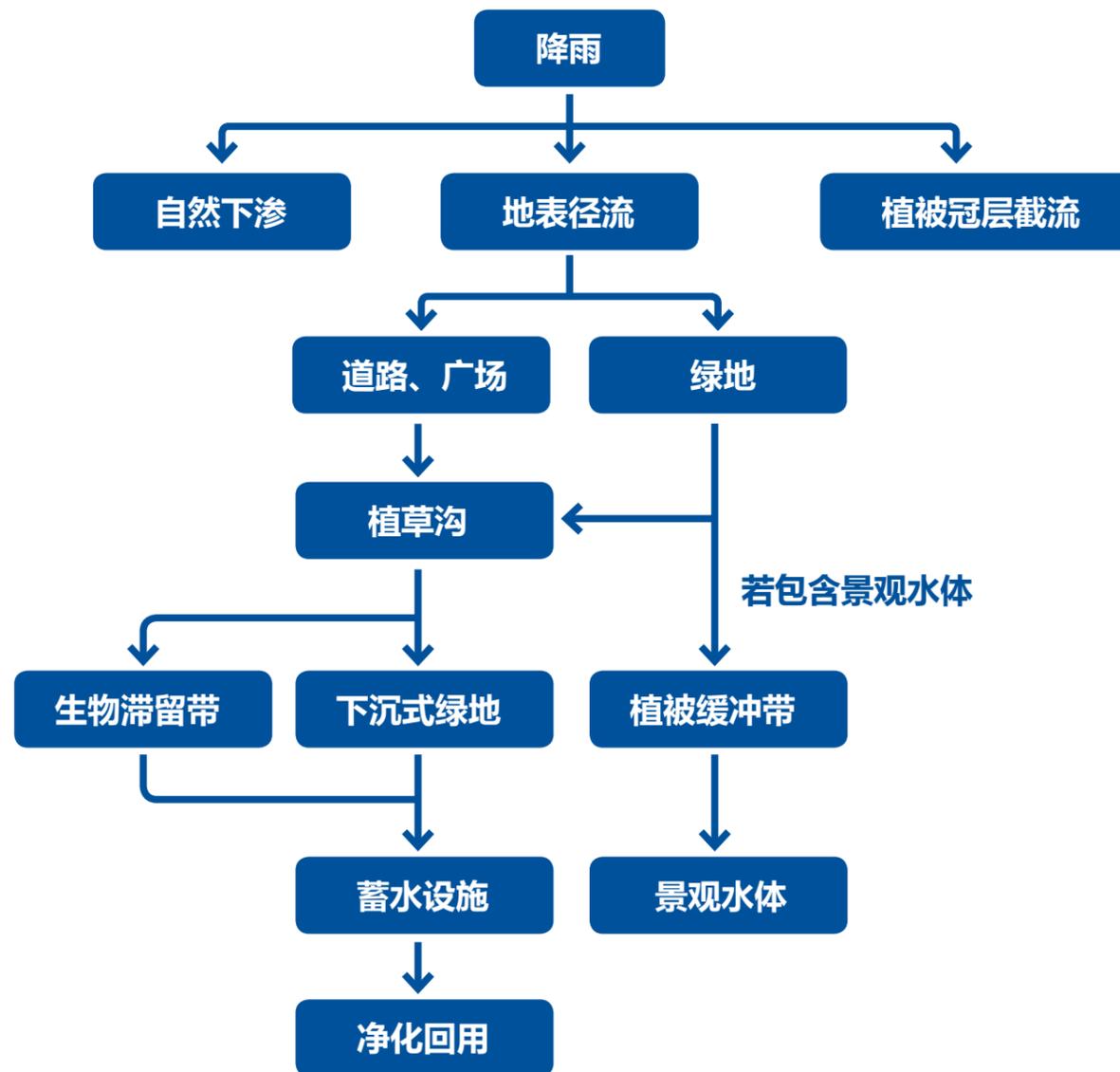
3.2 沿道路带状绿地

指标要求

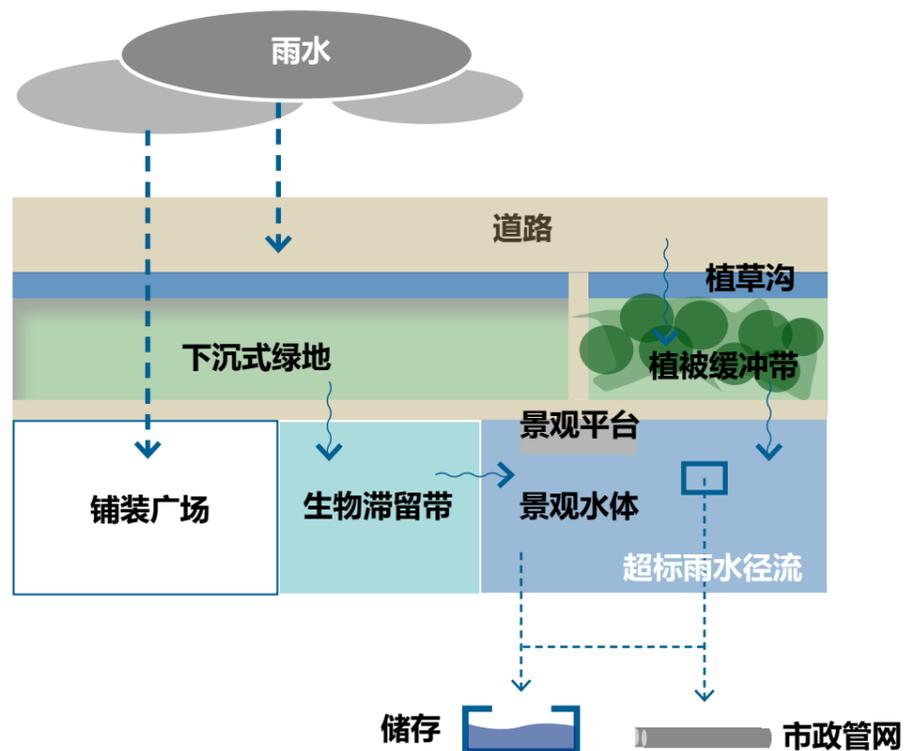
约束性指标：年径流总量控制率不低于 75%，绿地率不低于 60%，透水铺装率不低于 70%；下沉式绿地率不低于 5%；雨水资源利用率新建项目不低于 10%，改造项目不低于 5%。

构建思路

沿道路带状绿地是道路红线外的绿地，整体为狭长带状，构建思路与综合公园相似，只是设施布局受限于地块形状，适用于海绵城市建设的绿地宽度不小于 2 米。以滞蓄、净化自身径流雨水不外排为原则，应用“渗、滞、蓄、净、用”为主的技术设施，对雨水调蓄、净化和收集回用。如规划对绿地有承接道路雨水排放需求，则需强调雨水净化设施的作用。



雨水流程示意图



建设要点

- (1) 结合道路绿地延续性强的特点，可在路侧布置连续的植草沟、生物滞留带，并在中间设置消能坎，削减径流流速与固体污染物；
- (2) 雨水调蓄、渗透设施的布置受地块形状影响，应分散化布局。分析所需的设施规模，在道路沿线分段布置，从源头削减产生的径流总量和污染；
- (3) 根据周边景观建设要求，可选择适当区域布置景观水体，合理设置景观水位、调蓄水位和溢水口，较大程度提升绿地对雨洪的调蓄能力；
- (4) 根据道路级别和流量，测算路面雨水受污染的程度，选择市政雨水管网或初雨弃流装置除去污水，达标的雨水才能进入绿地，避免水质污染影响植物生长。

技术选择

渗透技术	生物滞留设施、透水铺装、下沉式绿地
转输技术	植草沟、渗渠
净化技术	初雨弃流装置、植被缓冲带
储存技术	湿塘、蓄水模块

- (1) 植草沟、生物滞留设施
可沿道路侧连续的植草沟或生物滞留带，汇流路面净化后的雨水，进一步去除污染物和增加下渗。
- (2) 透水铺装
绿地中的硬质活动空间建议铺设透水铺装，增加雨水下渗。
- (3) 渗渠
若绿地内硬质区域面积较大，产生较多的径流，则硬质区域周边可以布置渗渠，增加雨水下渗。
- (4) 下沉式绿地
绿地中大草坪的区域在满足景观、活动功能的前提下可设置地形起伏变化，形成一定范围的下沉式绿地，提高雨水的调蓄能力。
- (5) 湿塘、植被缓冲带
地块规模大、地势较低的区域可设置湿塘，通过控制调蓄水位、景观水位提高雨水的调蓄能力，在湿塘周边区域的草坪布置植被缓冲带。
- (6) 初雨弃流装置
在雨水汇流进入绿地区域前设置初雨弃流装置，减少初雨的高污染对绿地造成影响。
- (7) 蓄水模块
在渗透设施下层可布置蓄水模块，增加雨水集蓄利用功能。

案例借鉴

格林斯堡大街

项目概况：项目位于美国格林斯堡市，地势平坦，年降雨量只有 22 英寸，地块横跨四个街区，于 2009 年建设完成。

建设目标：改善生态环境，宣传可持续性思想。

项目特点：项目设计中，雨水管理其中的重点环节，利用透水铺装、水渠充分收集道路、屋顶的雨水，经过滞留池净化过滤后通过地下水道进入储水箱，到了干旱时候将储水箱的水抽出用于植物灌溉，植物采用滴灌技术。

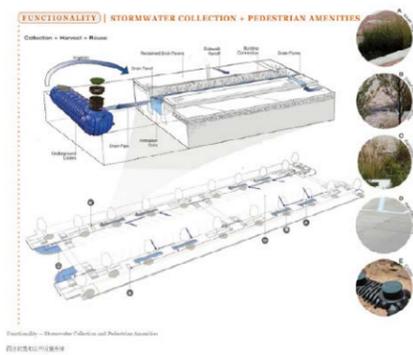
功能结构图：



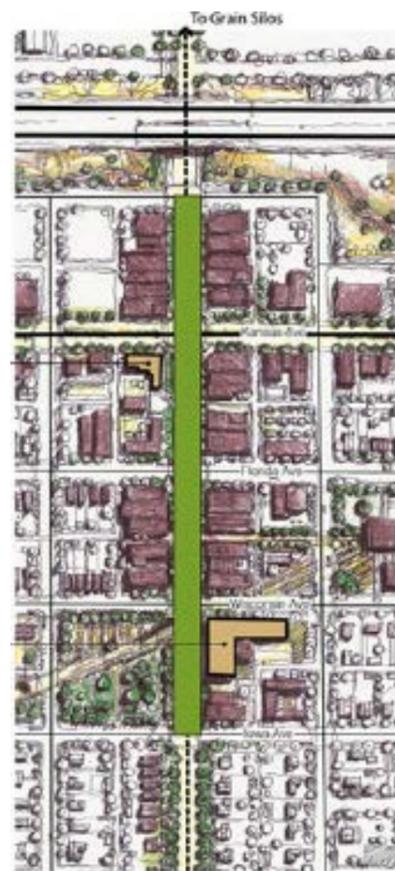
效果图



生物滞留池



原理图



总平面图

案例借鉴

厦门岛外海绵生态景观大道

项目概况：作为厦门马銮湾新城重要的交通动脉和景观大道，新阳大道将建成全长 5100 余米的岛外首条海绵生态景观大道及 40 万平方米的岸线景观带。工程于 2014 年 7 月开工，2016 年 12 月完工。

建设目标：能够通过渗、滞、蓄、净、用、排等一系列“以柔克刚”的手段，层层削弱强降雨的破坏力，转而对雨水进行利用。

项目特点：新阳大道双向六车道的中央分带以碎石盲沟排入雨水，侧分绿化带则采用溢流井净化设施和植草沟的“雨水花园”，人行道铺设透水砖。届时，雨水通过预留井或透水砖下渗排入，并最终汇入雨水连管。



鸟瞰图



效果图

4 社区绿地

社区绿地主要包括社区公园、建筑与小区绿地，径流特点在于有大量的屋顶径流产生，通常屋顶径流的污染相对较小，易于滞蓄、收集和利用。社区绿地参与社区范围的雨水管理过程，尽可能控制内部雨水就地消纳不外排。

社区公园

社区公园通常具备较大规模的绿化用地，可选择调蓄、渗透、净化技术应用，削减场地外排的雨水量和污染。

建筑与小区绿地

建筑与小区绿地应注重雨水的净化收集，可回用于绿化浇灌、市政杂用或景观补水等。



4.1 社区公园

雨水径流特征 径流来源范围大，转输距离长

绿地特点 绿地集中，人行活动密集

指标要求

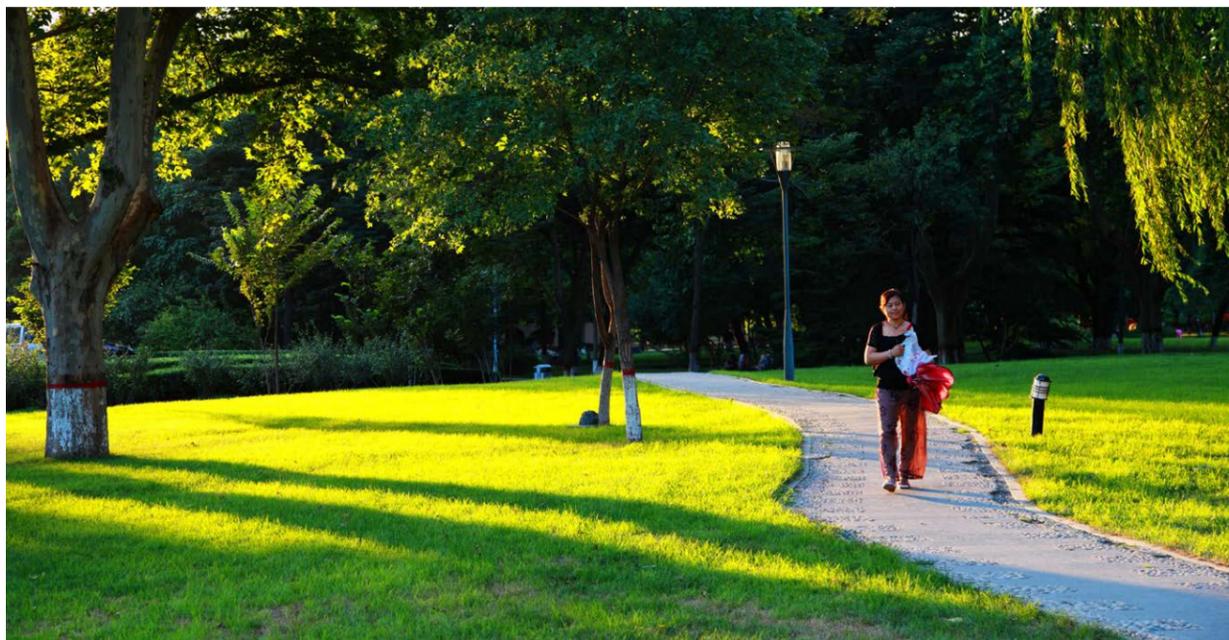
约束性指标：年径流总量控制率不低于 80%，绿地率不低于 75%。

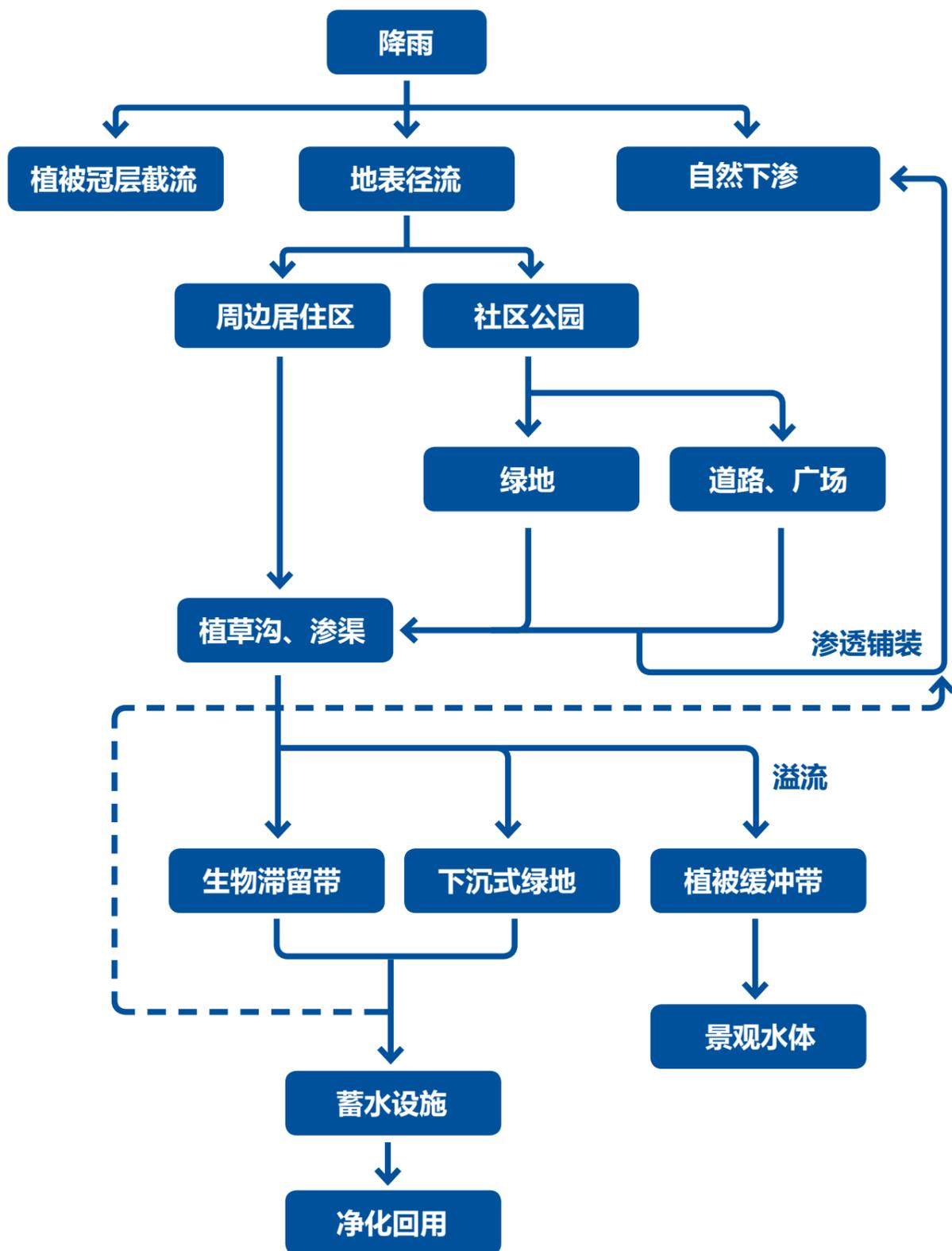
引导性指标：下沉式绿地率新建项目不低于 7%，改造项目不低于 5%；透水铺装率不低于 70%；雨水资源利用率新建项目不低于 10%，改造项目不低于 5%。

构建思路

社区公园是以居住片区为单位管理雨水径流的调蓄与排放，当建筑与小区无法消纳自身产生的雨水径流时，多余的部分可转输至社区公园，社区公园作为片区雨水调蓄的核心统一管理。

社区公园的海绵城市建设以“渗、滞、蓄、净、用”等功能为主，对雨水径流完成全过程的处理，保证居住片区的雨水就地消纳不外排。





建设要点

(1) 社区公园应优先保证休闲活动、景观、遮阴等基本功能不受影响，保护原有公园风貌和谐统一的基础上应用海绵城市技术；

(2) 社区公园统一管理周边居住片区超标雨水径流，导致有较长的径流转输距离，需保证转输过程中雨水的水质，避免二次污染；

(3) 应构建复合植物群落，提升雨水滞蓄、净化功能。丰富乔灌木各层次植物种类，增强阔叶树种、灌木及地被的栽植，通过植被冠层滞留雨水，降低雨水径流产生，增加雨水渗透时间；

(4) 社区公园内若存在湖泊、河道等景观水体，可在不影响景观和安全功能的前提下合理设置景观水位、调蓄水位和溢水口，较大程度提升公园对雨洪的调蓄能力；较大规模的公园，建议开展景观水体的建设；

(6) 合理存蓄，尽量实现对雨水净化收集利用。结合公园的地形汇水特点，在汇水低点设置雨水花园、渗透塘、雨水湿地等，并在末端布置雨水储存设施，雨水流经滞留、净化设施后，合理收集再利用，减少雨水资源浪费；

(7) 应注重安全因素，公园中雨水的疏导、分散和汇集应避免形成较大的水流，设施的选用和布局应考虑游览安全；超标雨水排放系统需与市政管网相接。

技术选择

渗透技术	生物滞留设施、透水铺装、下沉式绿地
转输技术	植草沟、渗渠
净化技术	初雨弃流装置、植被缓冲带
储存技术	湿塘、蓄水模块

(1) 植草沟、渗渠

通过植草沟、渗渠将周边片区的超标雨水转输到社区公园统一管理，植草沟可选择湿式植草沟，提升转输过程的净化能力；渗渠应设置沟盖板，避免转输途中的二次污染。

(2) 透水铺装

绿地中的硬质活动空间建议铺设透水铺装，增加雨水下渗。

(3) 生物滞留带

在绿地地势相对低洼处设置生物滞留带，位于植草沟、渗渠等设施的末端，对雨水进行净化和下渗。

(4) 下沉式绿地

绿地中大草坪的区域在满足景观、活动功能的前提下可设置地形起伏变化，形成一定范围的下沉式绿地，提高雨水的调蓄能力。

(5) 湿塘、植被缓冲带

地块规模大、地势较低的区域可设置湿塘，通过控制调蓄水位、景观水位提高雨水的调蓄能力，在湿塘周边区域的草坪布置植被缓冲带。

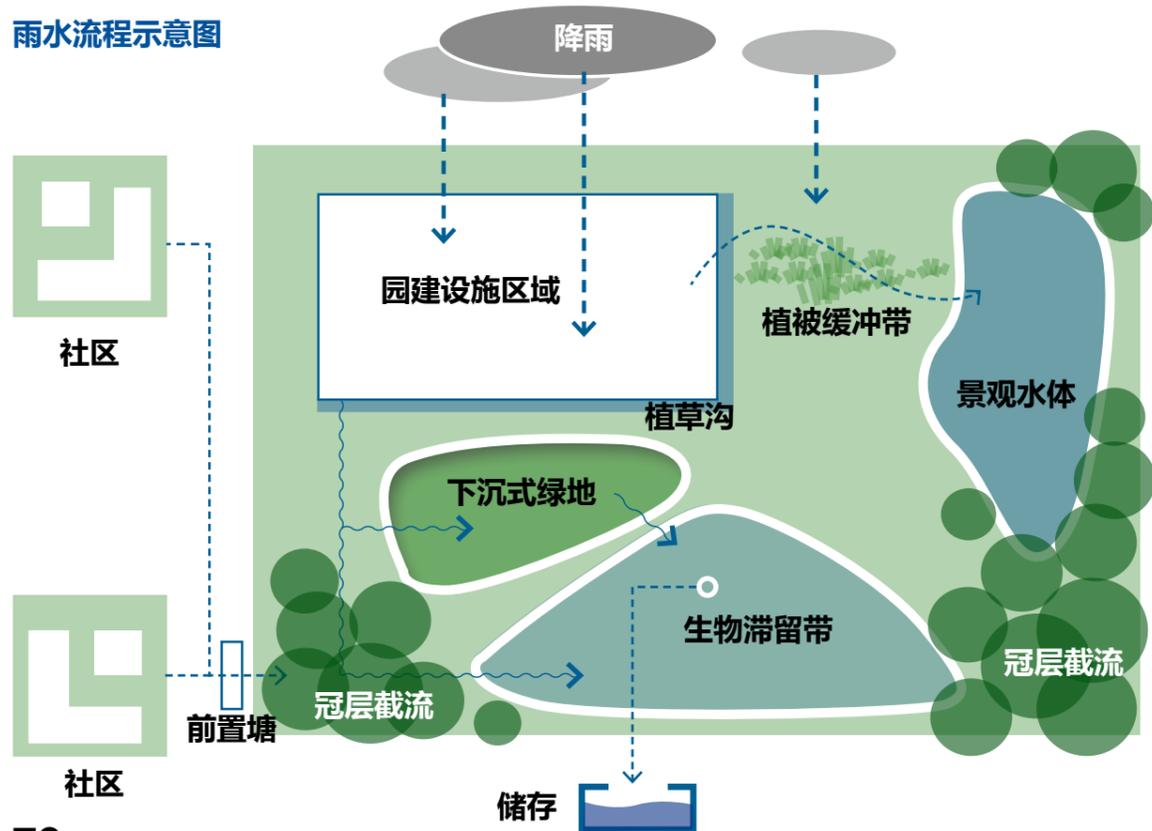
(6) 初雨弃流装置

在雨水汇流进入绿地区域前设置初雨弃流装置，减少初雨的高污染对绿地造成影响。

(7) 蓄水模块

在渗透设施下层可布置蓄水模块，增加雨水集蓄利用功能。

雨水流程示意图



北京长辛店老镇回迁社区生态景观营造

项目概况：项目地处北京西南五环外的长辛店老镇，丰台河西区北宫山脚下，属于浅山区地貌的“河西生态发展区”。

建设目标：该项目以关注低成本社区景观的可持续发展为出发点，同时，重构早已破裂的人地关系，唤醒人们对自然、对生活的美好回忆与向往，以环境景观为媒体拉近人与人的距离。

项目特点：基于北京地区夏季暴雨且常年地下水补给不足的情况，设计师利用低影响开发理念，将海绵城市的理念融入社区景观中，打造了北京最大的社区雨水花园。设计师利用雨水花园、下凹式绿地、生物滞留带、植被浅沟等方式减缓地表雨水下渗速度、控制径流污染、降低雨洪发生概率，实现可持续水循环，并利用雨水营造湿地花园、溪流叠水等景观。



雨水花园设计示意

案例借鉴

梧桐生态街区公园

项目概况：项目位于法国 Bussy-Saint-Georges，面积 118 公顷，于 2014 年建设完成。

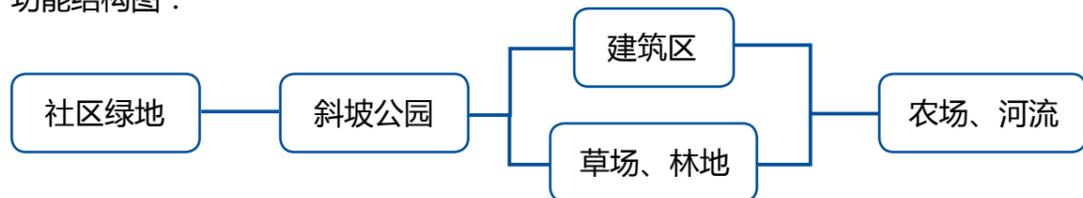
建设目标：减少雨洪泛滥，提供居民休憩活动空间，将城市空间与农业风光相协调。

项目特点：设计在公园中布置有大片的下沉绿地、景观水池，可以临时储存较大量的暴雨径流，可将周边住区雨水导入其中，并在绿地下布置有大型地下管道，可以在要求的时间范围内排空雨水，也可以利用雨水补充景观用水以及绿化灌溉。

雨水流程图：



功能结构图：



总平面图



休闲步道



下沉式绿地



生物滞留带

4.2 建筑和小区绿地

雨水径流特征 屋顶径流比例大，雨水污染小

绿地特点 绿地相对分散，布局零碎

指标要求

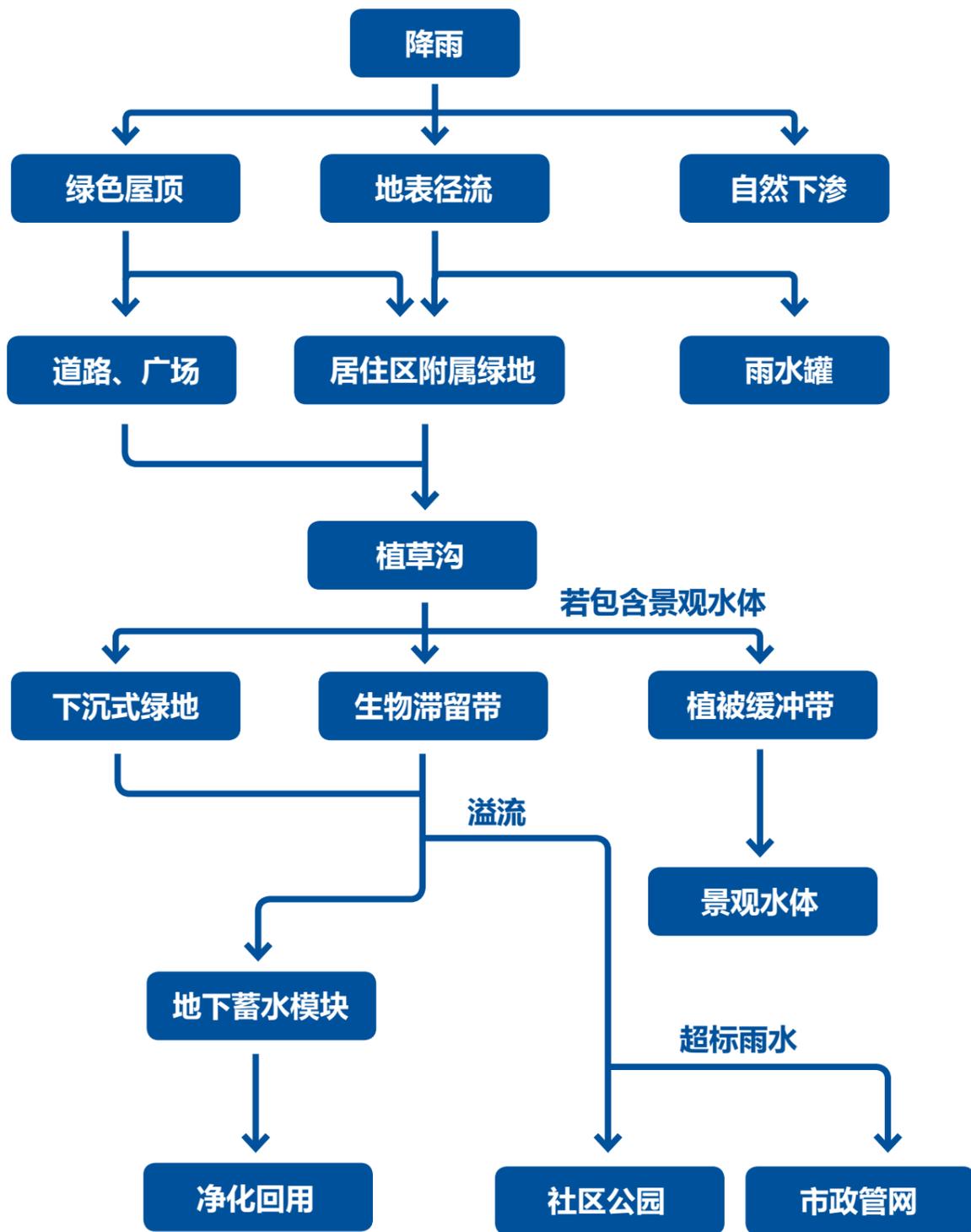
建筑和小区绿地的控制指标根据不同的用地类型而不尽相同，包括住宅、工业和商业三种类型，具体指标可参照附录 4 中《广州市城市绿地系统海绵城市专项规划（2016-2030）》规定的指标数值。

构建思路

建筑和小区绿地中屋顶径流的比例相对较大，雨水径流相对分散，污染程度小。低影响开发雨水系统建设应以源头削减、综合利用为原则，应用以“滞、蓄、净、用”为主的技术设施。

建筑屋面通过设置屋顶绿化滞蓄雨水，并通过雨水管、储水设施转输储存，可用于绿化浇灌、路面清洗；小区硬质区域设置渗透铺装，增加下渗，产生的径流汇入绿地同绿地径流一同通过转输、净化、下渗、储存和再利用。



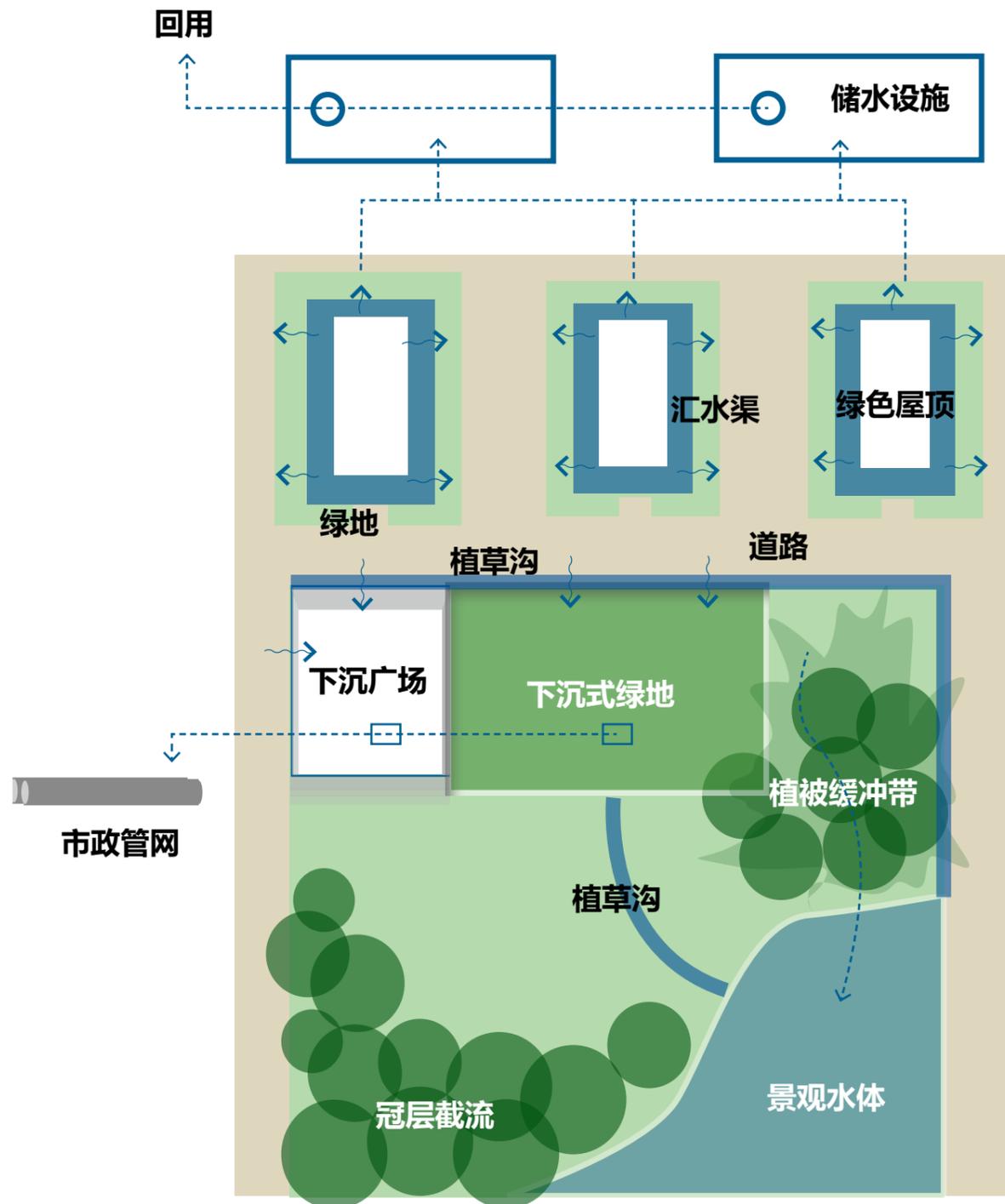


建设要点

- (1) 统筹考虑绿地、建筑、市政雨水系统的衔接,将屋顶绿化、中水回用系统、市政道路、雨水管网、居住绿地密切协调,同步规划;
- (2) 建筑和小区绿地尽量集中布局,形成规模化效应,提高单位面积绿地的雨水调蓄效率;
- (3) 结合建筑和小区绿地景观特点,丰富乔、灌、草各层次种植,通过植被滞留雨水,减少雨水径流产生,增加植物对雨水的自然净化作用;
- (4) 设施周边的植物应具备耐污、耐淹性,同时满足建筑小区景观的功能需求;
- (5) 建筑和小区绿地若包含景观水体,可结合水体设置景观水位、调蓄水位和溢水口,提升区域雨洪调蓄能力;
- (6) 合理存蓄,尽量实现对雨水净化收集利用。结合屋顶绿化收集径流,在汇水低点设置雨水花园、湿塘等,并在末端布置雨水储存设施,雨水流经滞留、净化设施后,合理收集再利用,减少雨水资源浪费;
- (7) 雨水储存设施收集的雨水径流储存时间应不超过 24 小时,回用途径可为绿化浇灌、道路清洗、景观补水等,不可用于人体接触的景观用水;
- (8) 应注重安全因素,雨水的疏导、分散和汇集应避免形成较大的水流,设施的选用和布局应注重人的使用安全;超标雨水排放系统需与市政管网相接。
- (9) 小区停车场应设计为生态停车场,通过设置下沉式的停车位分隔绿带等形式调蓄、净化停车场径流雨水,停车场铺装宜具备透水功能。
- (10) 地下车库的居住绿地设计,要以径流总量削减、下渗减排为主要目标,应根据控制目标要求,限制城市绿地地下空间的开发。地下空间被开发的绿地,其覆土厚度应结合雨水控制利用目标、种植需求等综合考虑,在覆土层底部应设置导水、排水设施,并宜利用地下开发空间进行雨水收集利用。



雨水流程示意图



技术选择

渗透技术	生物滞留设施、透水铺装、下沉式绿地
转输技术	植草沟、渗渠
净化技术	初雨弃流装置、植被缓冲带、屋顶绿化
储存技术	湿塘、蓄水模块、雨水罐

(1) 屋顶绿化

在满足结构要求的建筑屋面可以进行屋顶绿化，利用较大规模的屋顶空间滞蓄、净化雨水，并通过雨水管转输干净的径流至雨水罐储存、再利用。

(2) 植草沟、渗渠

将建筑与小区的产生的地表径流汇流进入植草沟、渗渠，经过转输流向下沉式绿地、生物滞留带、景观水体等设施。

(3) 透水铺装

建筑与小区绿地中的硬质活动空间与人行道路建议铺设透水铺装，增加雨水下渗。

(4) 生物滞留带、下沉式绿地

在绿地地势相对低洼处设置生物滞留带、下沉式绿地，位于植草沟、渗渠等设施的末端，对雨水进行净化和下渗。

(5) 湿塘、植被缓冲带

建筑和小区范围足够大的条件下，可设置湿塘，通过控制调蓄水位、景观水位提高雨水的调蓄能力，在湿塘周边区域的草坪布置植被缓冲带。

(6) 初雨弃流装置

在道路、广场雨水汇流进入绿地区域前设置初雨弃流装置，减少初雨的高污染对绿地造成影响。

(7) 蓄水模块、雨水罐

在雨水转输、净化终端可布置雨水罐、蓄水模块等储存设施，增加雨水集蓄利用功能。

案例借鉴

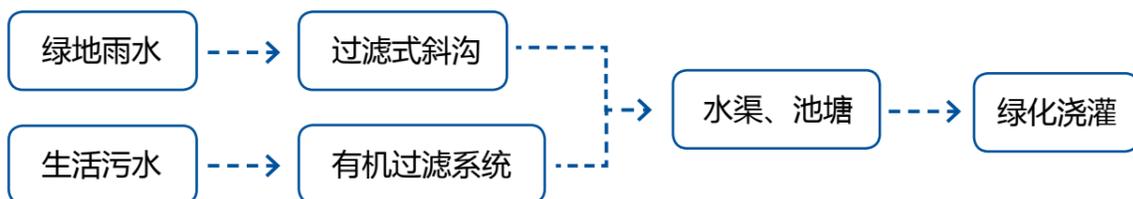
卡米耶·克洛岱尔生态街区

项目概况：项目位于法国萨克雷平原的卡米耶·克洛岱尔新区，面积 12 公顷，于 2014 年建设完成。

建设目标：减少暴雨洪涝灾害，增加雨水资源利用。

项目特点：设计对人居环境与自然统筹规划，小区在进行景观规划的同时，对水资源进行管理：布置水净化设备在汇入沟渠前净化地表径流；将水渠、池塘融入景观规划，设置调蓄水位增加调蓄量，可控 50 年一遇的暴雨量；部分生活污水通过有机过滤净化后，用于绿化浇灌。

雨水流程图：



总平面图

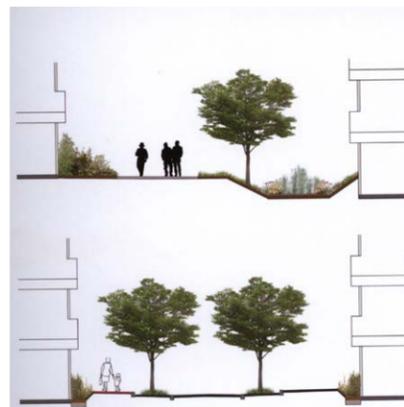


建筑附属绿地



植被缓冲带

植草沟



设施断面图

4.3 屋顶绿化

屋顶绿化指在屋面荷载、防水、排水等条件满足要求下，对建筑屋顶空间进行绿化种植，植物上选择具有雨水调蓄、净化作用的类型，从源头削减雨水径流的产生，也可就地收集、净化作为再利用水源。

一般按照屋顶绿化植物种植的结构，把屋顶绿化分为两种类型：简单型和花园型。

简单型	种植单一，净化效率高，景观效果弱
花园型	种植结构复杂，净化效率一般，景观效果好

构建思路

- (1) 对建筑屋面的排水、防水以及可承受的荷载进行计算，明确屋顶绿化可选择的绿化类型；
- (2) 根据场地及业主实际需求确定屋顶绿化的具体建设类型；
- (3) 对屋顶的空间进行合理绿化布局和种植设计，完成屋顶绿化的平面结构；
- (4) 因地制宜的设计屋面构造系统，包括植被层、基质层、排水蓄水层等；
- (5) 将屋面雨水收集、净化系统与雨水再利用、市政雨水系统相衔接。

建设要点

(1) 屋面雨水收集系统的布置应符合国家现行标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 和《建筑屋面雨水排水系统技术规程》CJ 142 的规定，绿色屋顶的设计应符合《屋面工程技术规范》(GB50345) 的规定；

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

(3) 收集雨水及回用水管道严禁与生活饮用水管道连接；

(4) 屋顶绿化应在满足改善生态环境、美化公共空间、为居民提供游憩场地等基本功能的前提下，结合屋面规模与竖向设计，充分考虑尽最大限度和最短时间消纳屋面径流雨水，并通过溢流排放系统与建筑雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

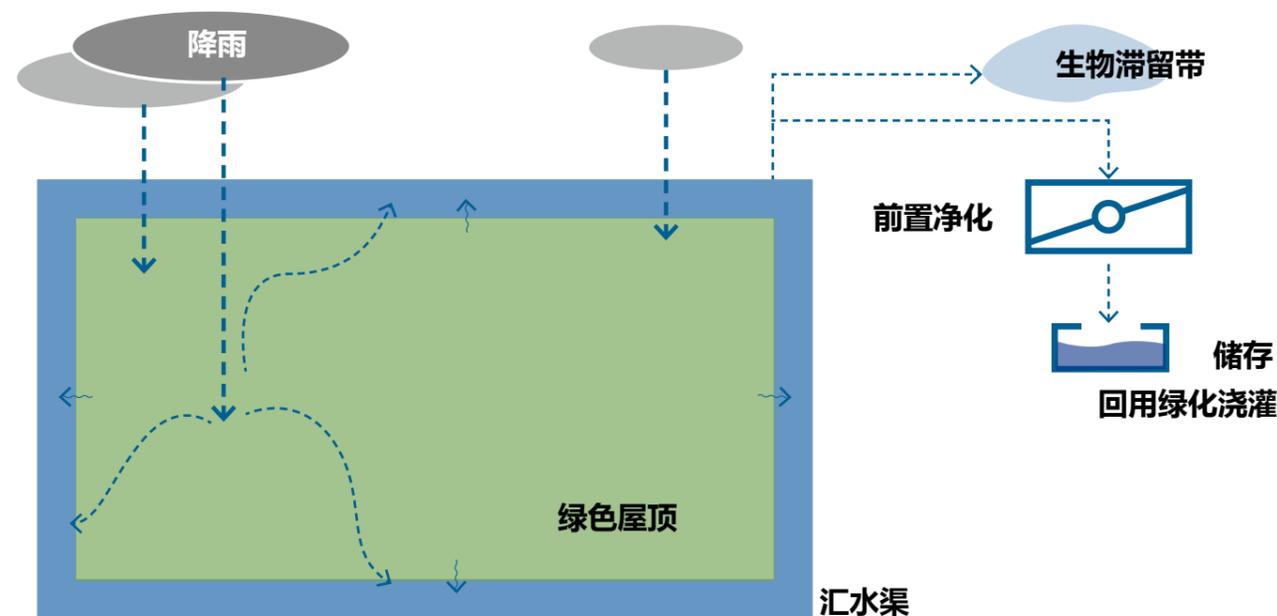
4.3.1 简单型屋顶绿化

适用范围	受屋面本身荷载或其他因素的限制，不能进行花园式屋顶绿化的建筑，且屋顶坡度不大于 15% 的坡屋顶建筑
建筑要求	<ol style="list-style-type: none"> 1.新建建筑和已建建筑屋面的绿化设计荷载应满足建筑屋顶承重安全要求，荷载必须在屋面结构承载力允许范围内。 2.建筑应具备三级以上防水标准。抗渗性≥ P6。 3.建筑恒荷载应大于等于 1KN/m²，建议性指标参见表 2-3。 4.屋顶绿化设计时应由有资质的屋面荷载验算相关单位进行复验，并出具证明。 5.建筑屋顶必须达到《屋面工程技术规范》GB50345-2004 建筑二级防水标准、重要建筑须达到一级防水标准。 6.屋顶应设计合理的排水系统，保证暴雨后一小时内排水，在排水口应有过滤结构。

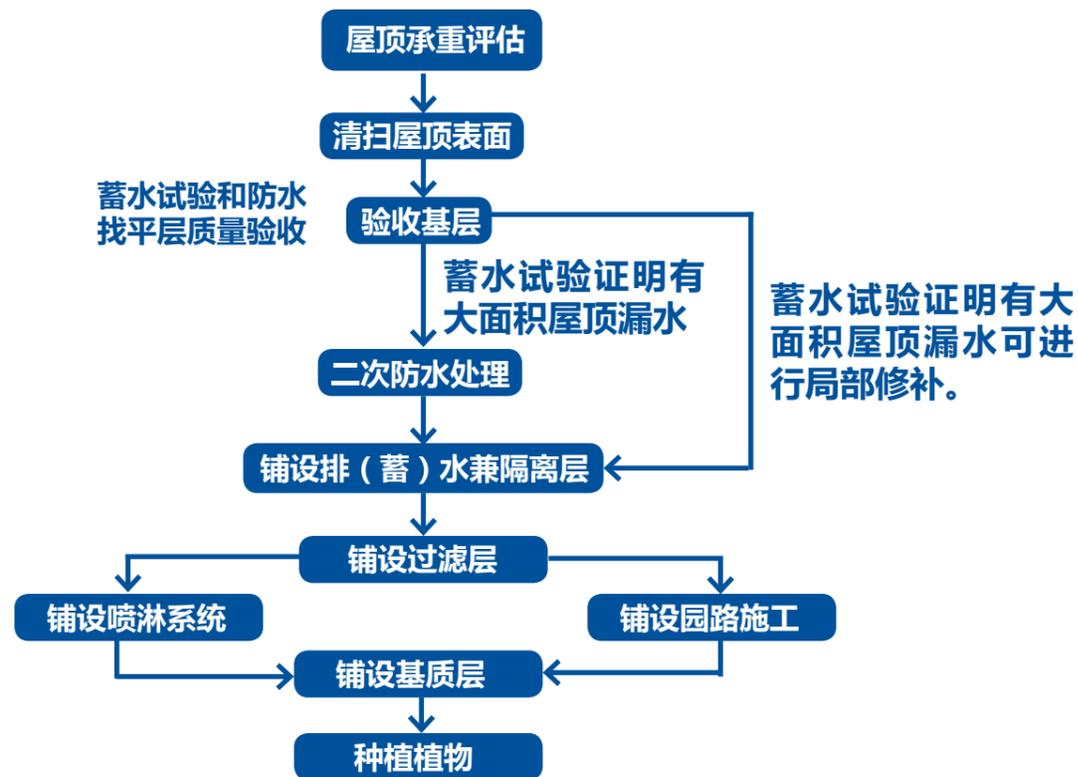
安全要求	<ol style="list-style-type: none"> 1.屋顶四周应设置防护围栏，高度应为 130 cm 以上，防止高空坠物。 2.设计时必须进行植物荷重设计，荷重设计应按植物在屋面环境下生长 3 年后荷重估算。初栽植物的荷重应符合《种植屋面工程技术规程》JGJ 155-2007 的有关要求。
技术要点	<ol style="list-style-type: none"> 1.计算建筑屋面结构荷载。 2.因地制宜设计屋面构造系统：植被层、基质层、隔离过滤层、排(蓄)水层、隔根层、分离滑动层、屋面防水层。 3.设计排水系统。 4.选择低成本、低养护为原则，选用耐旱、耐湿、耐高温的地被植物或藤本。设计并绘制细部构造图。 5.如可选用佛甲草、绿景天等适宜作为屋顶绿化的植物材料及技术。



雨水流程示意图



施工流程图

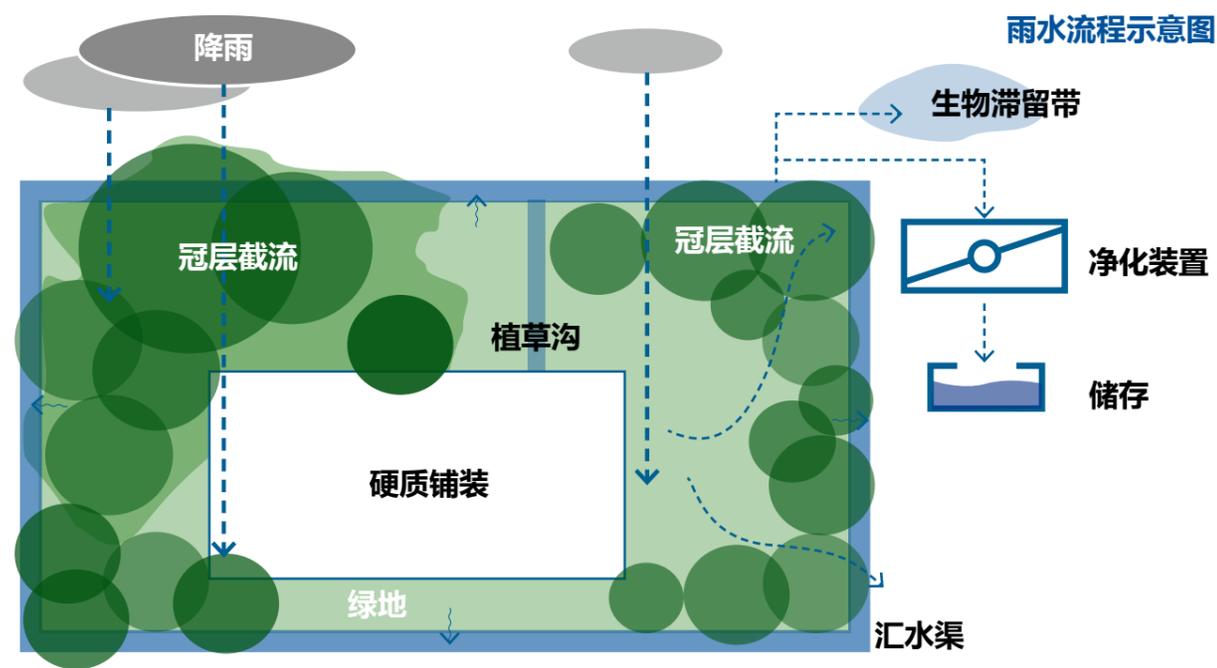


4.3.2 花园型屋顶绿化

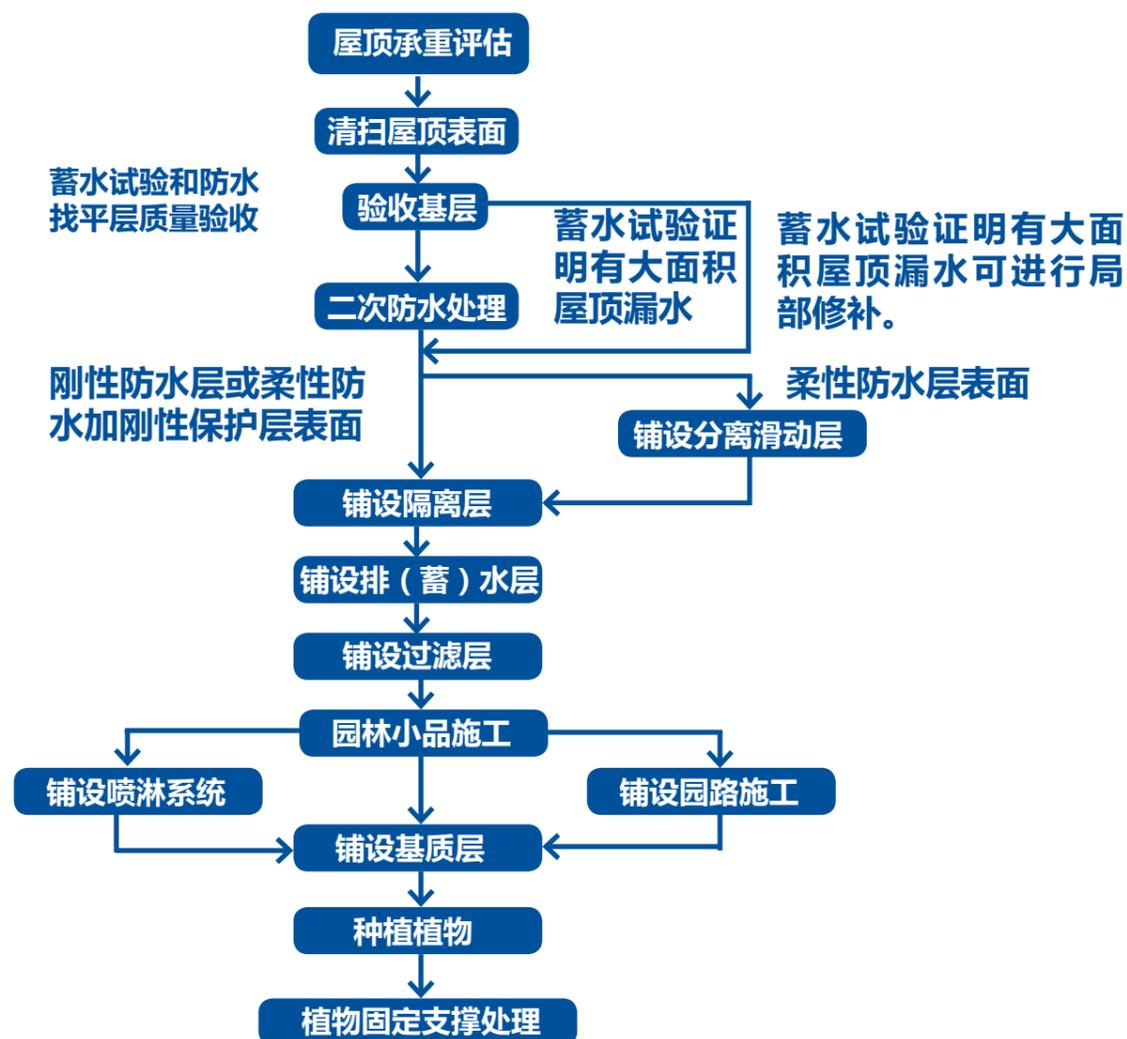
适用范围 新建平顶建筑，以及屋面荷载、排水、防水等各项条件满足绿化要求的现有平顶建筑。



建筑要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新建建筑和已建建筑屋面的绿化设计荷载应满足建筑屋顶承重安全要求，荷载必须在屋面结构承载力允许范围内。 2. 屋顶应具备三级以上防水标准。抗渗性$\geq P6$。 3. 屋顶须符合《屋面工程技术规范》GB50345-2004 建筑二级防水标准，重要建筑须达到一级防水标准。 4. 应设计合理的排水系统，保证暴雨后一小时内排泄完成，在排水口应有过滤结构。 5. 屋面荷载应$\geq 4.50\text{KN/m}^2$(营业性屋顶花园$\geq 6.0\text{KN/m}^2$)。 6. 建筑恒荷载应大于等于 2.5KN/m^2。 7. 屋顶绿化设计时应由有资质的屋面荷载验算相关单位进行复验，并出具证明。
安全要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建筑周边环境常年风力应在六级以下。 2. 设计时须进行植物荷重计算，应按植物在屋面环境下生长 10 年后荷重估算。初栽植物的荷重应符合《种植屋面工程技术规程》JGJ 155-2007 的有关要求。 3. 植物高度应符合《屋面工程技术规范》GB50345-2012 的有关要求，台风多发地区应禁用高大乔木。 4. 屋顶四周应设置防护围栏，高度应为 130 cm 以上，从而防止高空坠物。
技术要点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空间布局：依据屋顶空间特性灵活布置，选择自然式或规则式的绿化方式。 2. 计算建筑屋面结构荷载。 3. 因地制宜设计屋面构造系统：植被层、基质层、隔离过滤层、排(蓄)水层、隔根层、分离滑动层、屋面防水层。 4. 设计排水系统。 5. 选择种植土类型。 6. 选择具有浅根性，且抗病、抗寒、抗旱、抗风、耐高温等特性的矮灌木、草本植物和攀援性植物为主，适量选择小乔木，严格控制大乔木。植物应易栽植、耐修剪、耐粗放管养，生长缓慢的乡土植物为主。不宜选用根系穿刺性强、速生的植物品种。 7. 合理制定植物配置方案，设计并绘制细部构造图。



施工流程图

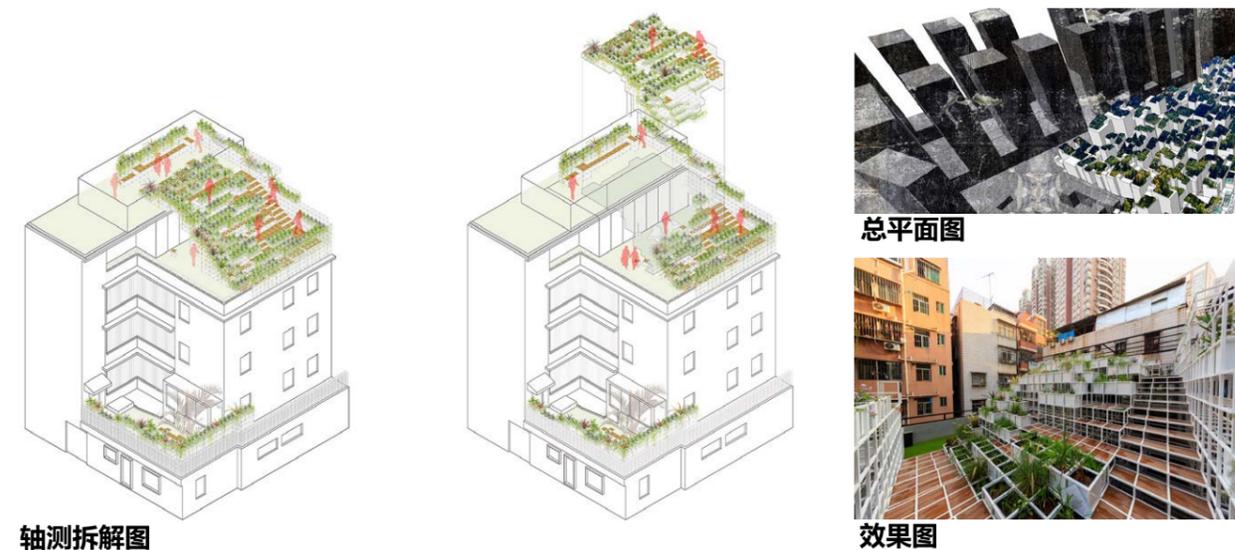


深圳岗厦城中村屋顶绿化

项目概况：本项目位于岗厦城中村，建筑面积：90 m²，自2017年11月27日开工，至2017年12月20日完工，历时两个月。

建设目标：采用一种容易复制的低技术建造手段，一方面改善城中村雨水管理能力，一方面为城中村的居民增添绿色与友善的共享活动场所，改变城中村局促的生存状态。

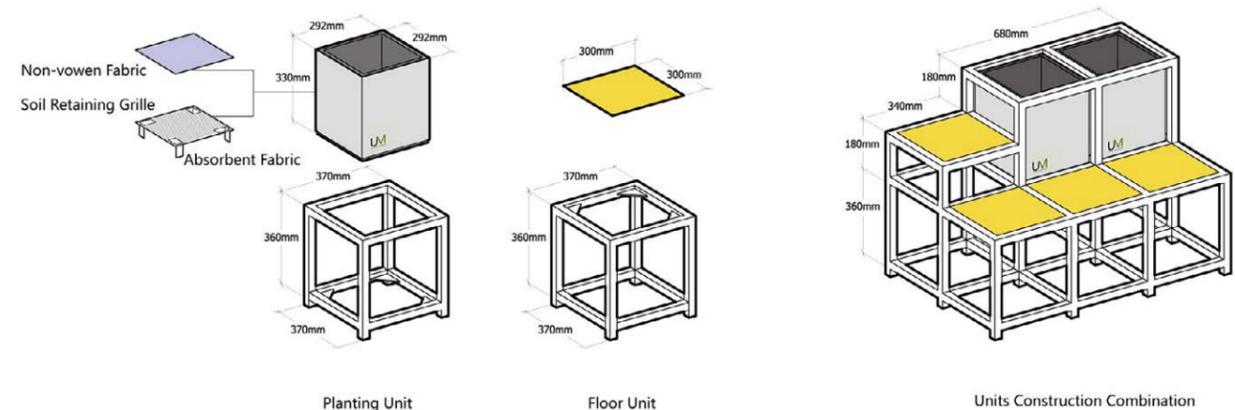
项目特点：主要手段为将场地内尚未有效利用的屋面增厚，置入第二地表。第二地表用于涵养雨水，增添绿化（可作为蔬菜或景观植物种植）。二维的地表依据各场地空间的特性在Z轴产生变化，其下产生了可促进邻里社交的亭、台、楼、阁。其上则是可坐可行的“绿山”。



轴测拆解图

总平面图

效果图



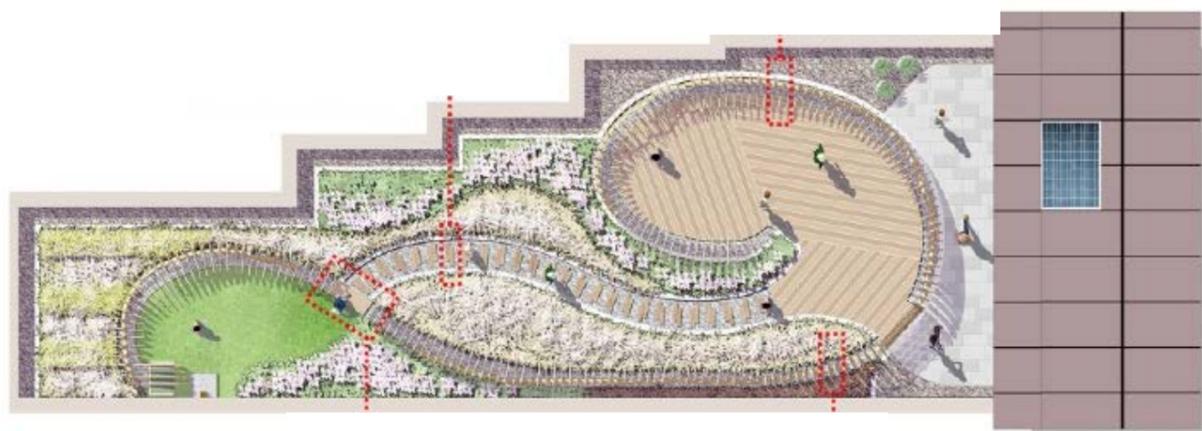
案例借鉴

同济 JOY GARDEN

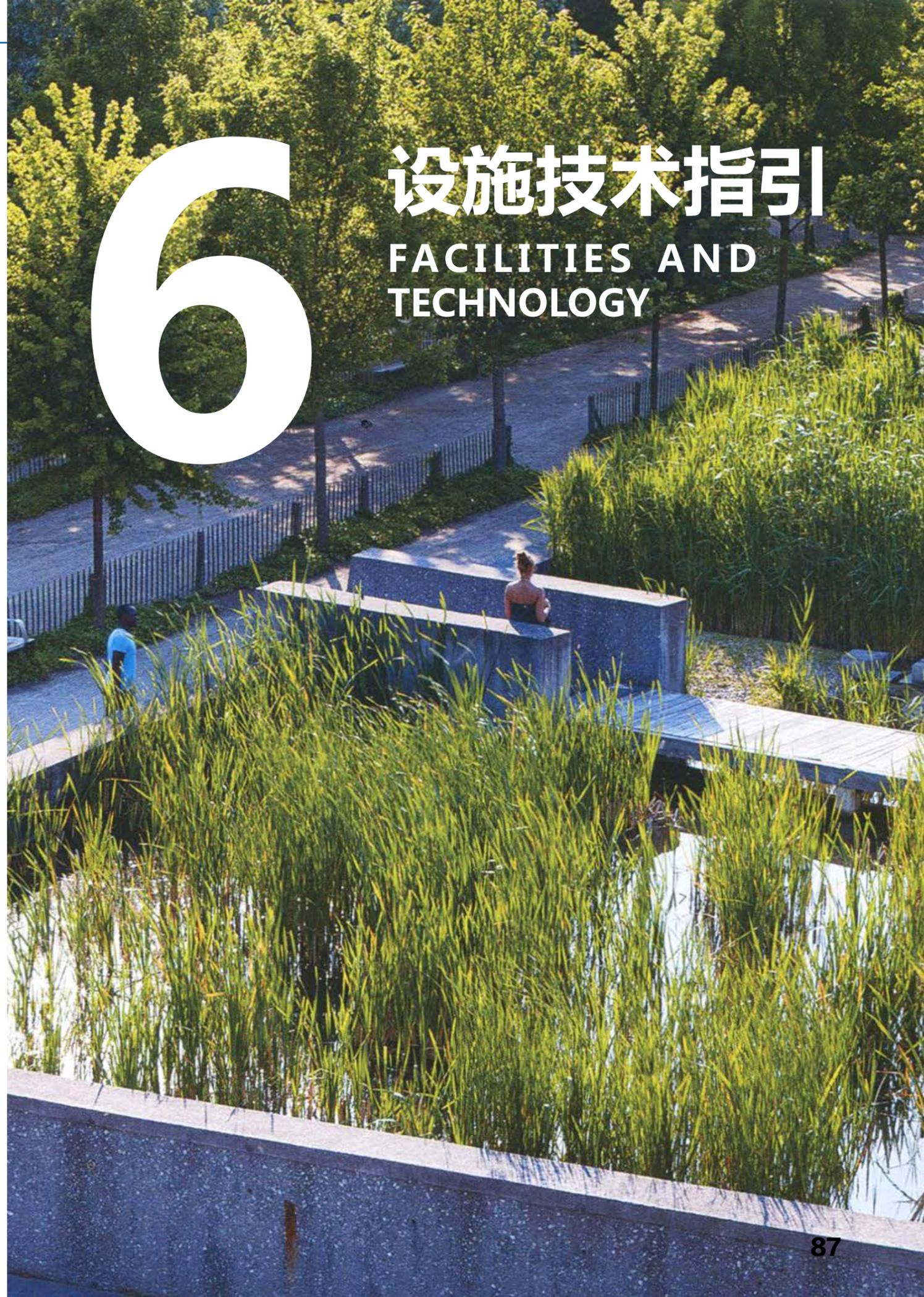
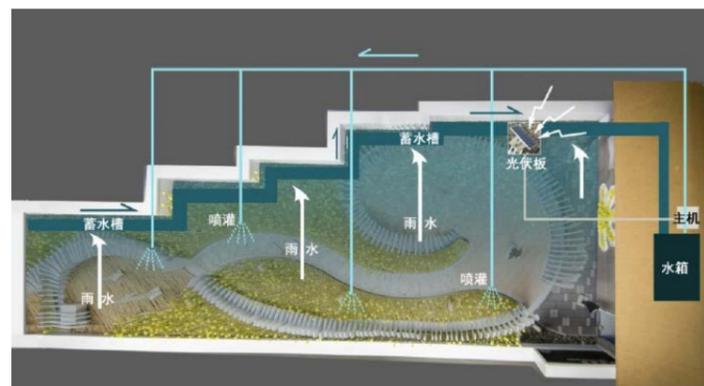
项目概况：项目位于上海同济大学的一座建筑屋顶，面积 150 平方米，于 2016 年 9 月建设完成。

建设目标：实验屋顶绿化创新的可能性。

项目特点：设计展现了绿色校园的理念，将植物自动化灌溉所需的水源、电源均取于自然。在室外设施了储水箱和控制箱，集成了雨水收集、净化、灌溉系统，将雨水汇流至边沟蓄水槽，经过设施净化后储存，为绿化提供浇灌水源，设备通过太阳能光伏发电提供电能，实现低消耗、低维护绿色屋顶。



总平面图



6

设施技术指引

FACILITIES AND TECHNOLOGY

1 海绵城市设施介绍

SPONGE CITY FACILITIES INTRODUCE

2 渗透设施

INFILTRATION FACILITIES

3 储存设施

STORAGE FACILITIES

4 调节设施

ADJUST FACILITIES

5 转输设施

TRANSPORT FACILITIES

6 净化设施

PURIFY FACILITIES

低影响开发技术按主要功能一般可分为渗透、储存、调节、转输、截污净化等几类。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低影响开发技术及其组合系统。

各类低影响开发技术又包含若干不同形式的低影响开发设施，主要有透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井、湿塘、雨水湿地、蓄水池、雨水罐、调节塘、调节池、植草沟、渗管/渠、植被缓冲带、初期雨水弃流设施、人工土壤渗滤等。低影响开发单项设施往往具有多个功能，如生物滞留设施的功能除渗透补充地下水外，还可削减峰值流量、净化雨水，实现径流总量、径流峰值和径流污染控制等多重目标。因此应根据设计目标灵活选用低影响开发设施及其组合系统，根据主要功能按相应的方法进行设施规模计算，并对单项设施及其组合系统的设施选型和规模进行优化。

渗透设施 以渗透补充地下水为主，兼有水质净化作用

储存设施 以雨水集蓄利用为主，兼有峰值流量削减和补充地下水等作用

调节设施 指具有雨水调节和滞蓄功能的技术设施

转输设施 指用于衔接以上各类技术及市政雨水系统的中间设施

净化设施 用于水质预处理或基于不同回用目标的深度处理设施

1 海绵城市设施介绍

2 渗透设施

渗透设施

- 渗透铺装
- 下沉式绿地
- 生物滞留设施
- 渗透塘
- 渗井
- 绿色屋顶

2.1 渗透铺装

概念

泛指采用可透水的铺装材料或者是传统材料保持孔隙铺装的地面形式，地表径流可通过其渗入底层土壤。

功能

- 补充地下水 ★★
- 消减峰值流量 ★★★
- 减弱噪声 ★
- 雨水净化 ★
- 提升路面抗滑性 ★

主要类型

按照渗透方式可以分为两种类型，结构性渗透铺装和材质性渗透铺装。

结构性渗透铺装

指铺装材料本身不具备透水性，但组合结构中产生了水分可以通过的大孔隙，从而获得透水能力。常见的结构性渗透铺装有嵌草砖、卵石、碎石、砂土、塑料网格等。

材质性渗透铺装

指铺装材料本身具备透水性，水分可以通过材质入渗到下层区域。常见的材质性渗透铺装有透水砖、透水沥青混凝土、透水水泥混凝土等。

适用范围

透水水泥混凝土路面、透水沥青路面适用于绿地中的轻型荷载道路、广场和停车场等；透水砖路面适用于人行步道、广场、停车场等；道路公交站台、路口等易积水点宜采用透水铺装。

注意要点

- (1) 透水路面的透水基层底部应比当地季节性地下水位高 60cm，避免地下水位过高造成透水路面失效；应与周围建筑的基础保持一定安全距离，避免其积蓄的雨水渗入基础。
- (2) 地下水位或不透水层埋深小于 1 米时，或雨水径流水质较差不宜采用透水铺装。
- (3) 周边的客水不宜引导到透水面层入渗，净化后的雨水可引导到透水垫层储存、入渗。
- (4) 当透水铺装基层土壤不允许土壤入渗，沙虑层与基层土壤间应设置防渗层。



透水沥青混凝土



大孔隙透水砖



塑料网格



卵石铺地



嵌草砖透水铺装



碎石路

工程结构

透水路面应根据土基透水性要求，采用全透水或半透水铺装结构。当土基渗透系数大于 $1 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 时，宜采用全透水铺装结构；当土基渗透系数小于 $1 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 时，宜采用半透水铺装结构，并在土基中设置集水管，排入雨水管渠。

透水路面的设置应符合下列规定

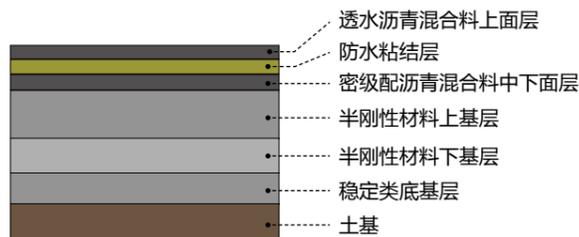
- (1) 透水路面自上而下宜设置透水面层、透水找平层和透水基层。
- (2) 透水路面铺设在地下室顶板上时，顶板覆土厚度应大于 600mm，并应设置排水层。
- (3) 透水面层渗透系数应大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，透水面砖有效孔隙率应大于 8%，透水混凝土有效孔隙率应大于 10%。
- (4) 透水找平层渗透系数应大于面层，采用粗、中砂或干硬性水泥砂浆等铺设，厚度宜为 20mm~30mm，有效孔隙率应不小于面层。
- (5) 透水基层渗透系数应大于面层，采用级配碎石或者透水混凝土铺设，厚度应采用 150mm~300mm，有效孔隙率应大于 15%，透水基层底部不设坡度，蓄水宜在 24h 内排空。
- (6) 透水铺装路面结构应满足《透水路面砖和透水路面板》GB/T25993、《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、《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188、《透水砖铺装施工与验收规程》DB11/T 686 的相关规定。



透水沥青路面实景图



透水砖铺装路面 - 典型结构示意图



透水沥青路面 - 典型结构示意图

2.2 下沉式绿地

概念

下沉式绿地泛指具有一定的调蓄容积，且可用于调蓄和净化径流雨水的绿地。

功能

补充地下水 ★★ 雨水净化 ★★
消减峰值流量 ★★★

主要类型

下沉式绿地按照定义的不同可以分为两种类型，广义的下沉式绿地和狭义的下沉式绿地。

广义下沉式绿地

广义的下沉式绿地泛指具有一定的调蓄容积，且可用于调蓄和净化径流雨水的绿地，包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等。

狭义下沉式绿地

狭义的下沉式绿地指最低点低于周边铺砌地面或道路在 300 mm 左右的绿地。

适用范围

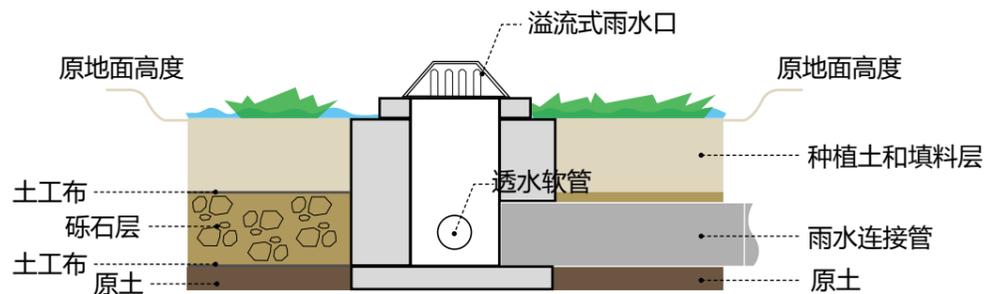
下沉式绿地可广泛使用于街道、住宅、广场中的绿地，标高需比周边道路或铺砌地面低。

注意要点

- (1) 绿地排空时间一般应小于 24h。
- (2) 下沉式绿地结构设计的关键是控制好绿地与周边道路和雨水口的高程关系，雨水口设在绿地中或绿地和道路交界处，雨水口高程高于绿地高程而低于路面高程。
- (3) 有时由于绿地渗透系数很大，或下沉式绿地面积比例较高，会出现绿地的蓄渗能力大于所接纳区域的雨水径流量，此时按照最小构造深度设计。
- (4) 设计下沉式绿地时还应考虑路面污染物的管理和控制问题，可采取截污措施，强化管理，避免对绿地的不利影响。
- (5) 下沉式绿地不宜应用于存在重污染源的厂矿地区。

工程结构

- (1) 对以草皮为主的绿地，下沉绿地最低点应低于周边硬化地面大约 0.3m。
- (2) 根据下沉式绿地的设计和主要目的，绿地内应选用适合绿地运行条件，并满足景观设计要求的植物品种。
- (3) 下沉式绿地内应设置雨水口，并应满足暴雨时径流的溢流排放，雨水口顶部标高应低于周边硬化汇水面不小于 50mm。宜采用立体排水等不易堵塞的雨水口。
- (4) 下沉式绿地内可设渗井，增加绿地的渗透能力。



下沉式绿地典型结构示意图

2.3 生物滞留设施

概念

生物滞留设施指在地势较低的区域，通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化径流雨水的设施。

功能

补充地下水 ★★ 雨水净化 ★★★★★
消减峰值流量 ★★

主要类型

生物滞留设施按照结构组成的不同可以分为两种类型，简易型生物滞留设施和复杂型生物滞留设施；按形态不同又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。

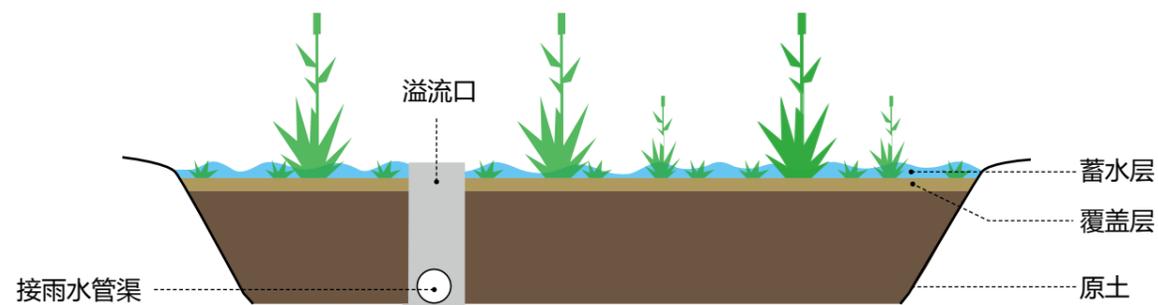
按结构组成的不同划分

简易型生物滞留设施

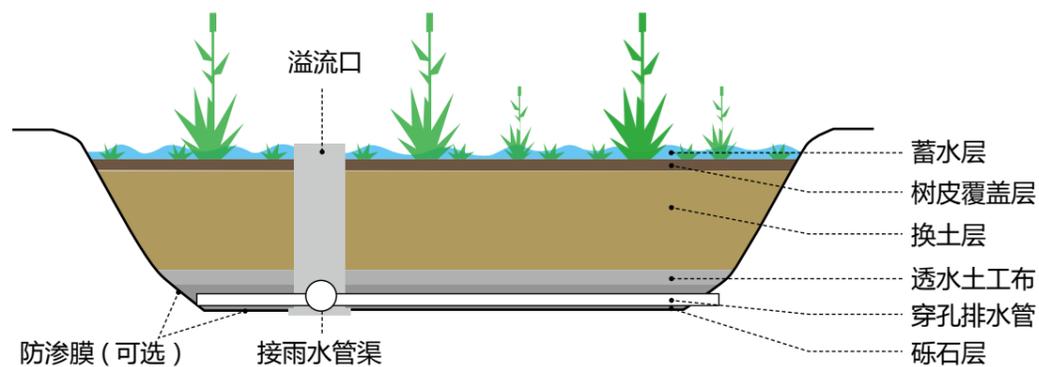
指具有一定的调蓄容积，通过植物、土壤和微生物滞留和净化径流雨水的绿地。

复杂型生物滞留设施

在简易型生物滞留设施的基础上，增加了树皮覆盖层、透水土工布、穿孔排水管、防渗膜等结构，加强了净化、蓄渗径流雨水的功能。



简易型生物滞留设施结构示意图



复杂型生物滞留设施结构示意图



生物滞留带示意图

适用范围

生物滞留设施适用于一般具备汇水面积的绿地，一般设置在停车场、街心花园、道路两侧或小区绿地等位置。

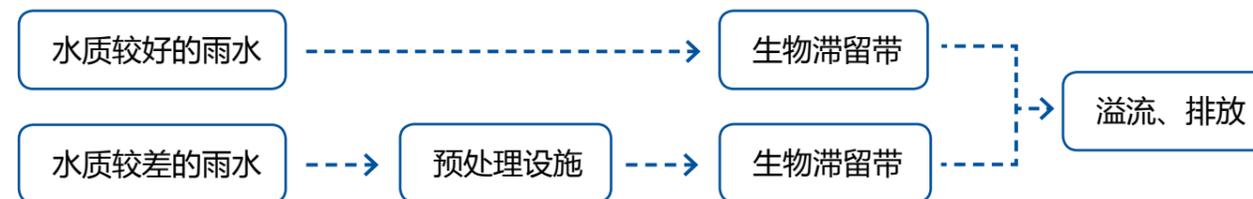
注意要点

- (1) 以滞蓄功能为主的生物滞留设施，排空时间不应超过 24h。
- (2) 生物滞留设施面积与汇水面面积比一般为 5%-10%；根据植物耐淹性能和土壤渗透性能来确定蓄水层深度，一般为 200-300mm。
- (3) 对污染严重的汇水区应选用植草沟、植被缓冲带或沉淀池等对径流雨水进行预处理，去除大颗粒的污染物并减缓流速。



雨水花园示意图

雨水流程图：



工程结构

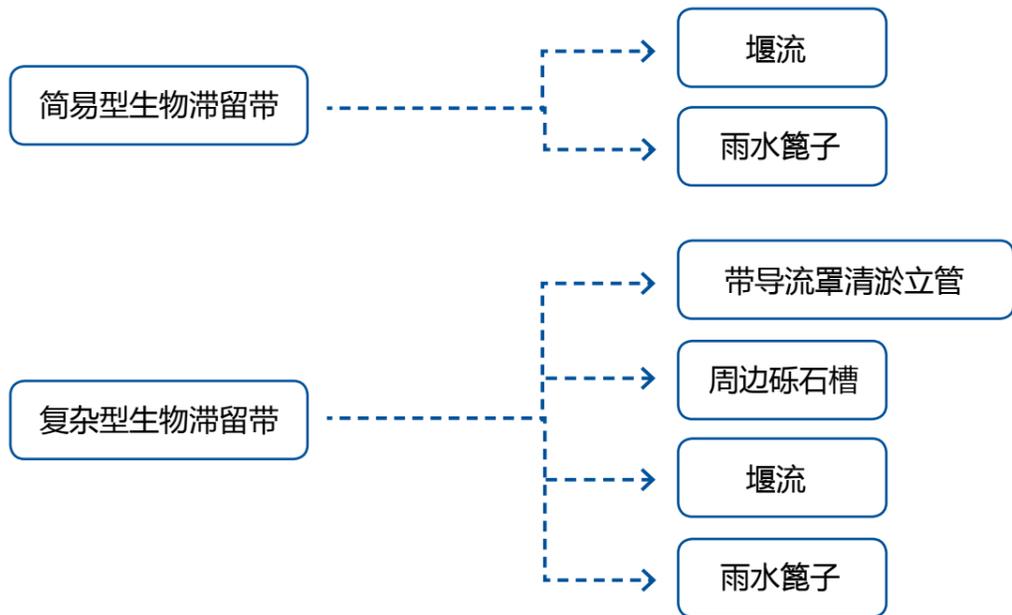
- (1) 生物滞留设施宜在土基上铺设，自上而下宜设置蓄水层、覆盖层、种植层、透水土工布和砾石层。
- (2) 生物滞留设施蓄水层的作用是收集径流雨水，并在当径流量大时暂时储存雨水。
- (3) 覆盖层的作用是防止雨水径流对种植层的直接冲刷，减少水土流失，并可防止结构层过早堵塞。
- (4) 种植层除了为植物生长提供必要的营养物质外，还具有过滤径流雨水的作用。种植土的配比应根据当地的自然和经济条件综合确定。为防止换土层介质流失，换土层底部一般设置透水土工布隔离层，也可采用厚度不小于 100 mm 的砂层代替。
- (5) 砾石层起到排水作用，厚度一般为 250mm-300mm，可在其底部埋置管径为 100mm-150mm 的穿孔排水管，砾石应洗净且粒径不小于穿孔管的开孔孔径；为提高生物滞留设施的调蓄作用，在穿孔管底部可增设一定厚度的砾石调蓄层。

(6) 生物滞留设施前端应设置消能区域，使雨水能顺畅、均匀流入设施，不会对土壤造成冲蚀。

(7) 生物滞留设施中应采用本地植物种植，其耐淹时间应大于 36 小时；植物的布置应遵循景观设计要求，同时避开设施进水口处。

(8) 生物滞留设施的最大蓄水深度应设置为 10-30cm，并在蓄水区周围设置高宽比大于 2:1 的边坡。

(9) 生物滞留设施的溢流形式可选择以下两种：



2.4 渗透塘

概念

渗透塘是一种用于雨水下渗补充地下水的洼地，具有一定的净化雨水和削减峰值流量的作用。

功能

补充地下水 ★★ 雨水净化 ★★
 削减峰值流量 ★★★

适用范围

汇水面积较大且具有一定空间条件的区域，但应用于径流污染严重、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 及距离建筑物基础小于 3m 的区域时，应采取必要的措施防止发生次生灾害。

注意要点

渗透塘排空时间不应大于 24h；渗透塘应设溢流设施，并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统衔接，渗透塘外围应设安全防护措施和警示牌。

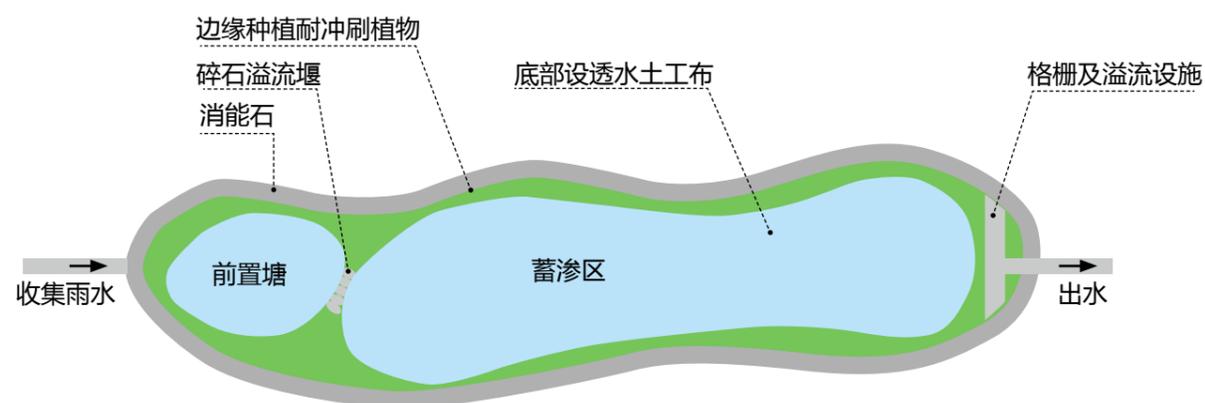


渗透塘示意图

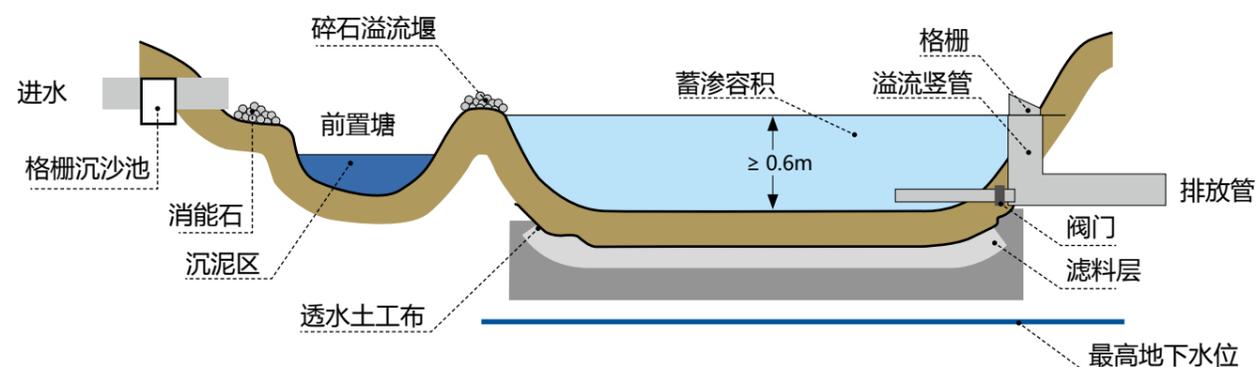
工程结构

(1) 渗透塘前应设置沉砂池、前置塘等预处理设施，去除大颗粒的污染物并减缓流速。

(2) 渗透塘边坡坡度一般不大于 1:3，塘底至溢流水位一般不小于 0.6m；渗透塘底部构造一般为 200-300mm 的种植土、透水土工布及 300-500mm 的过滤介质层。



渗透塘平面结构示意图



渗透塘剖面结构示意图

2.5 渗井

概念

渗井指通过井壁和井底进行雨水下渗的设施。

功能

补充地下水 ★★

雨水净化 ★★

消减峰值流量 ★★★

适用范围

主要适用于道路绿化及绿地停车场的周边绿地内。渗井应用于径流污染严重、设施底部距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1 m 及距离建筑物基础小于 3 m 的区域时，应采取必要的措施防止发生次生灾害。

注意要点

(1) 为保证景观效果与使用安全，可在井盖框架内填种植土或卵石、铺装材料，进行景观化处理。也可通过在井盖周边栽植植物进行遮挡。

(2) 为提高土壤渗透能力，加快渗透速率，可在表层土壤下设置透水片材、透水型材、透水管材、渗蓄筐等增渗设施。

工程结构

(1) 渗透井的设置应符合下列要求：

- a. 渗透井底部应设置沉沙室，沉沙室深度宜大于 0.2m；
- b. 集水渗透井宜设置截污挂篮；
- c. 沉沙室上部应设置渗水区，渗水区外宜采用砾石，砾石外层宜采用土工布包裹；
- d. 渗水区钻孔孔径宜为 15-20mm，间距宜为 10-15cm，渗水区至少应设置 3 层孔。

(2) 渗井底部距地下水位或不透水层应大于 0.6m，入渗设施下层土壤渗透系数宜为 $4 \times 10^{-6} \text{m/s} - 1 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 。

(3) 渗井的出水管的内底高程应高于进水管管内顶高程，但不应高于上游相邻井的出水管管内底高程。

(4) 外层应采用土工布或性能相同的材料包覆，渗透性能应大于所包覆渗透设施的最大渗水要求，应满足保土性、透水性和防堵性的要求。

(5) 渗井调蓄容积不足时，可在渗井周围连接水平渗排管，形成辐射渗井。

(6) 辐射型渗井为渗透井和渗透管组合的方式入渗雨水，渗透管的设置应符合如下要求：

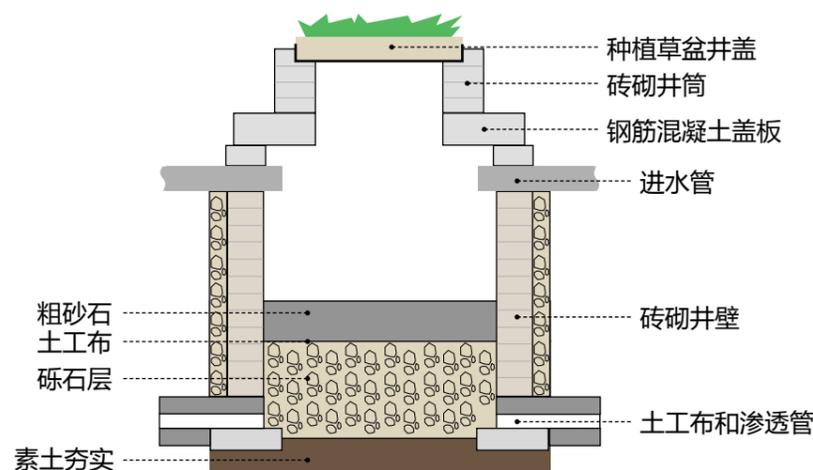
a. 渗透管宜采用穿孔 PVC 或 HDPE 管、无砂混凝土管或排疏管等透水材料。渗透管不应小于 150mm，渗透管铺设坡度宜为 0.5%-2%；

b. 渗透管应采用砾石及土工布包裹，砾石层最小厚度为 300mm；

c. 渗透检查井的间距不宜大于渗透管管径的 150 倍；

d. 渗透检查井出水管标高应高于进水管口标高，但不应高于上游相邻井出水管口标高；

e. 渗透管不宜设置在行车路面下，设在行车路面下时覆土深度不应小于 0.7m。



渗井剖面结构示意图

2.6 绿色屋顶

概念

绿色屋顶又称种植屋面、屋顶绿化等，指利用建筑屋面空间种植花草树木，改善生态环境，营造绿化空间的屋面。

功能

雨水集蓄再利用 ★

雨水净化 ★★

消减峰值流量 ★★

适用范围

绿色屋顶适用于符合屋顶荷载、防水等条件的平屋顶建筑和坡屋顶建筑，在绿地空间紧张的区域有较大应用价值。



绿色屋顶示意图

主要类型

按照种植基质深度和景观复杂程度可以分为两种类型：
屋顶绿化和屋顶花园。

屋顶绿化

一般种植草本植物、小型灌木和攀缘植物等，其土壤层和总体厚度较小，对屋顶结构强度要求较低，主要功能为削减径流雨水量。

屋顶花园

一般栽种根系较深的木本植物，其土壤层和总体厚度较大，对屋顶结构强度要求高，主要用于景观，设计较为复杂。

注意要点

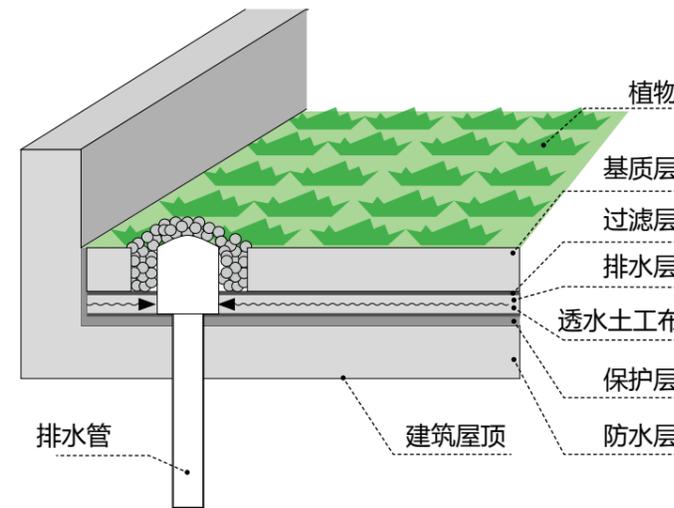
- (1) 设置绿色屋顶屋面，其坡度应不大于 15°。
- (2) 应校核屋顶的荷载和防水性能，还应满足建筑、结构等相关专业规范的要求。
- (3) 绿色屋顶的类型应根据建筑物的结构强度、景观和内涝防治需求等因素，综合考虑后合理确定。
- (4) 绿色屋顶宜选择耐旱又耐淹的草皮、地被植物，并采用滴灌或喷灌设施，溢流设施可采用导流罩或鹅卵石槽。
- (5) 屋面雨水优先引入储水设施，宜优先收集绿化屋面和采用环保型材料屋面的雨水。进入储水设施前应采用弃流井或地面生态系统等初期雨水控制措施优化雨水水质，并确保经过处理后的雨水水质符合《建筑与小区雨水利用技术规范》GB50400 的要求，并满足不同用途的水质要求。

雨水径流水质参考指标参考值 (mg/l)

水质指标雨水径流类型		CODcr	SS	NH3-N	TP
屋面雨水	混凝土	17~90	38~211	0.9~27.5	0.10~0.34
	沥青	22~113	23~225	1.0~4.8	0.07~0.24
	瓦	7~49	28~178	0.2~3.0	0.02~0.44

工程结构

- (1) 绿色屋顶自上而下由土壤层、过滤层、排水层、透水土工布、保护层、防水层和找平层组成。
- (2) 土壤层宜选择轻质、适宜植物生长的材料，其铺设厚度应根据种植植物的类型确定。当种植乔木时，其厚度可超过 600mm；当种植其它植物时，其厚度不宜超过 150mm。
- (3) 过滤层应采用透水且能防止泥土流失的材料。
- (4) 排水层宜采用卵石、碎石或具有储水能力的合成材料，孔隙率宜大于 25%，厚度宜为 100mm-150mm。
- (5) 透水土工布应采用非编制土工布，刺穿强度大于 10kg，渗透系数大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，种植土壤通过土工布比例不超过 7%。
- (6) 保护层厚度应能防止被植物根系穿透，可采用玻热塑塑料或者其他满足要求的保护膜，并且厚度大于 30mm。
- (7) 防水层宜选择对屋顶变形或开裂适应性强的柔性材料；找平层由水泥砂浆铺成，厚度宜为 20mm-30mm。
- (8) 找平层由水泥砂浆铺成，厚度宜为 20mm-30mm。



绿色屋顶典型结构示意图

3 储存设施

储存设施

- 湿塘
- 雨水湿地
- 蓄水池
- 雨水罐

3.1 湿塘

概念

湿塘指具有雨水调蓄和净化功能的景观水体，雨水同时作为其主要的补水水源。

功能

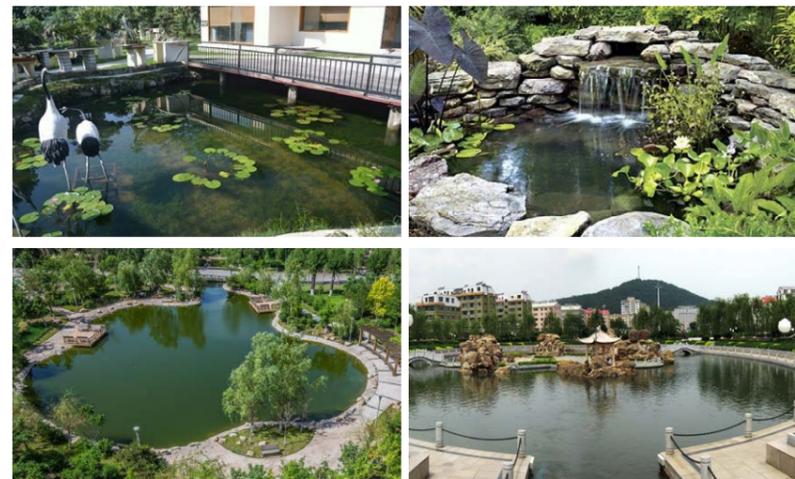
- | | | | |
|--------|------|------|----|
| 集蓄利用雨水 | ★★★★ | 雨水净化 | ★★ |
| 消减峰值流量 | ★★★★ | 雨水转输 | ★ |
| 补充地下水 | ★ | | |

适用范围

适用于建筑与小区、城市绿地、广场等具有空间条件的场地，可结合绿地、开放空间等场地条件设计为具有景观性的滨水空间。



湖泊形式湿塘示意图



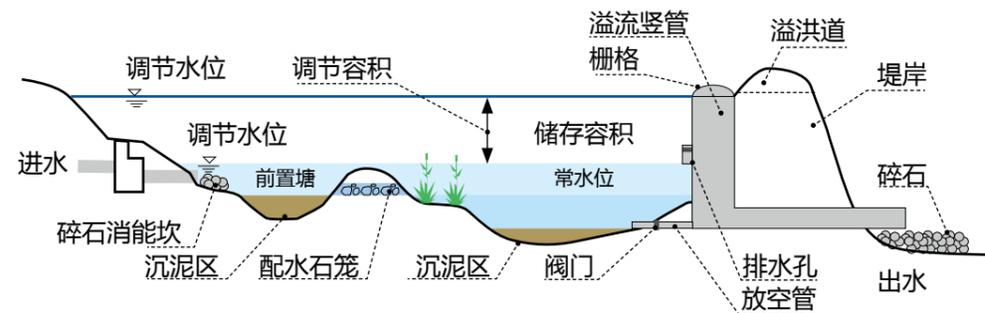
人工景观水体形式湿塘示意图

注意要点

- (1) 湿塘在土壤透水性较强、地下水位较低地区应用时，需采取防渗措施，避免污染地下水。
- (2) 其调蓄水深宜考虑在适当范围，降低调蓄水深对植物影响，保障植物净化效果。

工程结构

- (1) 湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出口口、护坡及驳岸、维护通道等构成。
- (2) 湿塘深度宜为 1m-3m；湿塘边坡不应小于 1:4，挺水植物带宽度不应小于 3m、水深宜为 300mm-500mm，植物带至塘内的边坡不宜小于 1:3；湿塘出水口应确保调蓄的雨水在 24h 内排出；湿塘的近岸应设置植物带，可有效减小水流的冲蚀，拦截沿坡冲下来的颗粒态污染物；超过 700mm 水深，周边应设置安全防护设施，防止人员跌落。



湿塘典型构造示意图

3.2 雨水湿地

概念

雨水湿地是一种利用物理、水生植物及微生物等作用净化雨水的绿色基础设施，具有高效的径流污染控制能力。

功能

- 集蓄利用雨水 ★★★★★
- 雨水净化 ★★★★★
- 消减峰值流量 ★★★★★
- 雨水转输 ★
- 补充地下水 ★

适用范围

具备可供展开的面积，能够汇集雨水，并且有适当高差变化的区域都可以营造雨水湿地。雨水湿地宜用于游人活动相对较少，使用功能要求不高的场合。

模式类型

根据雨水径流流动的方式，人工雨水湿地可以分为两种建设模式：表流湿地与潜流湿地模式。

表流湿地模式

表流湿地指在湿地表面布水，水流在湿地表面呈推流式前进，在流动过程中，与土壤、植物及植物根部的生物膜接触，通过物理、化学及生物反应，污水得到净化，并在终端流出。

潜流湿地模式

潜流湿地中，水在基质中流动时水面低于基质表面，呈潜流状态，一方面利用了基质表面生长的生物膜和植物根系的截留作用，一方面避免了表面流湿地的蚊虫滋生问题。



雨水湿地典型示意图

注意要点

(1) 雨水湿地可有效削减污染物，并具有一定的径流总量和峰值流量控制效果，但建设及维护费用较高。

(2) 雨水湿地应根据汇水区面积、蒸发量、渗透量、湿地滞流雨水量等实际状况计算其水量平衡，保证在 30 天干旱期内不会干涸。

(3) 雨水湿地的总面积不宜小于汇水面积的 1%。

(4) 雨水湿地应设置深水通道，深水通道在常水位下的水深宜为 1.0-1.5m，并尽量延长水力停留时间，通道长度与直线距离之比宜大于 1.5。

(5) 雨水湿地常水位应满足超过 35% 的面积水深小于 15cm；超过 65% 的面积水深小于 50cm；同时满足景观及水深植物生长要求。

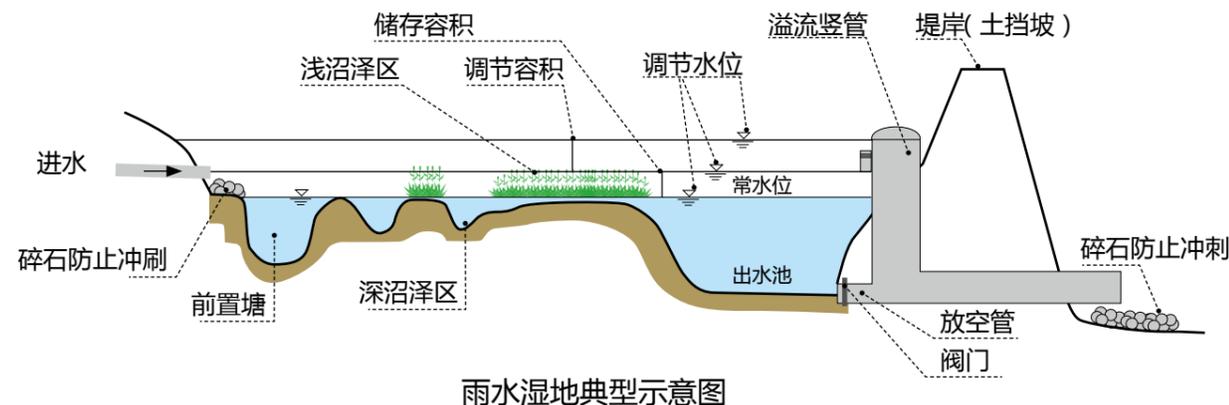
(6) 表面流雨水湿地防洪标准应适用于项目所在地的相关防洪及排水法律法规及规划，防洪标准宜采用 10 年一遇 24 小时设计暴雨不成灾。

(7) 表面流雨水湿地宜在深水区、浅水区、护坡、出水池周边种植水生植物，应选择根系发达的本地水生植物，并根据各个区域的常水位水深配置，满足景观设计要求。

工程结构

(1) 雨水湿地与湿塘的构造相似，一般由进水口、前置塘、沼泽区、出水池、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。

(2) 雨水湿地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；雨水湿地应设置前置塘对径流雨水进行预处理；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 0-0.3 m，深沼泽区水深范围一般为 0.3-0.5 m，根据水深不同种植不同类型的水生植物；雨水湿地的调节容积应在 24h 内排空；出水池主要起防止沉淀物的再悬浮和降低温度的作用，水深一般为 0.8-1.2 m，出水池容积约为总容积的 10%。



3.3 蓄水池

概念

蓄水池指具有雨水储存功能的集蓄利用设施，同时也具有削减峰值流量的作用。

功能

集蓄利用雨水 ★★★ 雨水净化 ★★
 消减峰值流量 ★★

适用范围

蓄水池适用于有雨水回用需求的建筑与小区、城市绿地等，根据雨水回用用途如绿化、道路喷洒及冲厕等，配建相应的雨水净化设施，来增加污染物的沉积率；不适用于无雨水回用需求和径流污染严重的项目。

注意要点

(1) 当设置自动提升设备排除溢流雨水时，溢流提升设备的排水标准应按项目所在地的排水标准设计，并不得小于集雨屋面设计重现期降雨强度；

(2) 当不设溢流提升设备时，应采取防止雨水进入室内的措施；

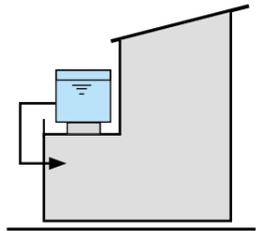
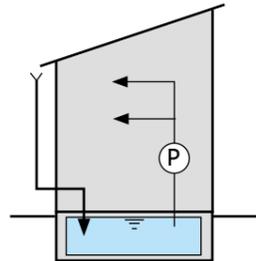
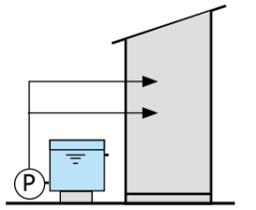
(3) 雨水蓄水池应设溢流水位报警装置，报警信号引至物业管理中心。



大型蓄水池典型示意图

工程结构

- 蓄水池主要包括钢筋混凝土蓄水池，砖、石砌筑蓄水池及塑料蓄水模块拼装式蓄水池。
- 蓄水池可以设置在屋面、地面以及地下室，各有不同的优势和适用环境。一般设置在地面上，维护方便；雨水蓄水池设在室外地下的益处是排水安全和环境温度低、水质易保持，室外地下蓄水池的人孔或检查口应设置防止人员落入水中的双层井盖；设置在屋面上可以节省能源，不需要加压提水。

设置在屋面上		<p>1) 节省能量，不需要给水加压；</p> <p>2) 维护管理较方便</p> <p>3) 多余雨水由排水系统排除</p>
设置在地下室内，能重力溢流排水		<p>1) 适用于大规模建筑</p> <p>2) 充分利用地下空间和基础</p>
设置在地面		维护管理较方便

3.4 雨水罐

概念

雨水罐也称为雨水桶，为地上或地下封闭式的简易雨水集蓄利用设施。

功能

集蓄利用雨水 ★★★ 雨水净化 ★★
消减峰值流量 ★★

适用范围

适用于单体建筑屋面雨水的收集利用。

注意要点

- (1) 雨水罐也称雨水桶，为地上或地下封闭式的简易雨水集蓄利用设施，可用塑料、玻璃钢或金属等材料制成。
- (2) 雨水罐多为成型产品，适用于单体建筑屋面雨水的收集利用。
- (3) 以雨水资源利用为主要功能的雨水罐，应必须采用初期雨水弃流装置。



4 调节设施

调节设施

调节塘
调节池

4.1 调节塘

概念

调节塘也称干塘，以削减峰值流量功能为主，一般由进水口、调节区、出口设施、护坡及堤岸构成，也可通过合理设计使其具有渗透功能。

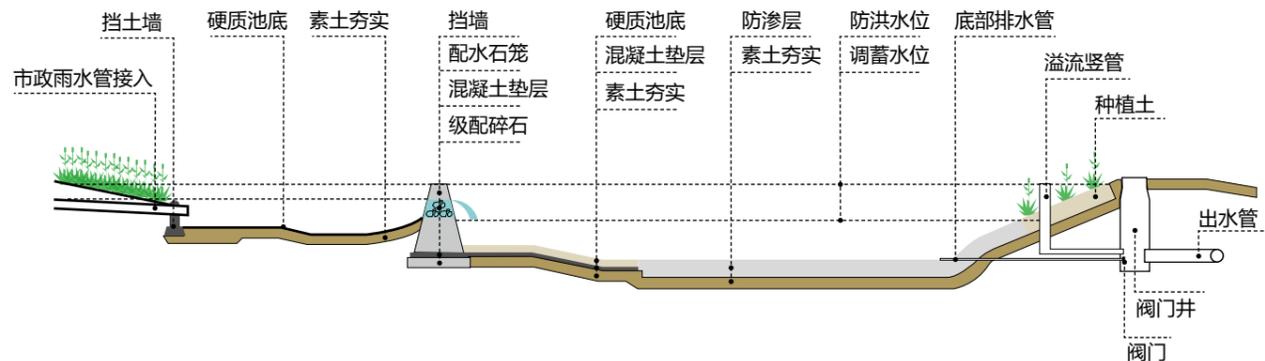
功能

消减峰值流量 ★★★ 雨水净化 ★★

适用范围

适用于建筑与小区、城市绿地等具有一定空间条件的区域。

工程结构



调节塘典型示意图

(1) 进水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

(2) 应设置前置塘对径流雨水进行预处理。

(3) 调节区深度一般为 0.6-3 m，塘中可以种植水生植物以减小流速、增强雨水净化效果。塘底设计成可渗透时，塘底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于 1 m，距离建筑物基础不应小于 3 m（水平距离）。

(4) 调节塘出水设施一般设计成多级出水口形式，以控制调节塘水位，增加雨水停留时间（一般不大于 24 h），控制外排流量。

(5) 调节塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示措施。

4.2 调节池

概念

调节池为调节设施的一种，主要用于削减雨水管渠峰值流量，一般常用溢流堰式或底部流槽式，可以是地上敞口式调节池或地下封闭式调节池。

功能

消减峰值流量 ★★★

适用范围

适用于城市雨水管渠系统中。

注意要点

城市绿地中应用较少，不作详细介绍。

5 转输设施

转输设施

植草沟
渗管、渗渠

5.1 植草沟

概念

植草沟指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的雨水净化作用，可用于衔接其他各单项设施、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。

功能

补充地下水 ★★ 雨水净化 ★★
雨水转输 ★★★

适用范围

适用于建筑与小区内道路，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，也可作为生物滞留设施、湿塘等低影响开发设施的预处理设施。



植草沟的分类

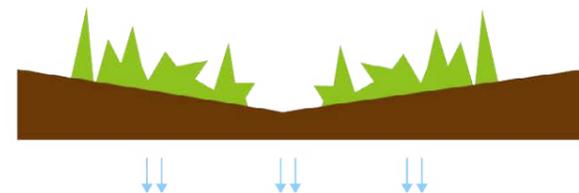
湿式植草沟

湿式植草沟做防下渗处理，主要功能为转输雨水，兼具净化作用。通常在末端接雨水处理和储存再利用设施。



干式植草沟

干式植草沟不做防下渗处理，主要功能为转输雨水，兼具下渗雨水作用。



注意要点

- (1) 植草沟应采用重力流排水；应根据各汇水面的分布、性质和竖向特征，均匀分配径流量，合理确定汇水面积。
- (2) 竖向设计应进行土方平衡计算；植草沟的布置应和周围环境相协调。
- (3) 植被草沟不应建造在容易发生坍塌、滑坡灾害的危险场所，以及自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐等特殊土壤地质场所。

工程构造

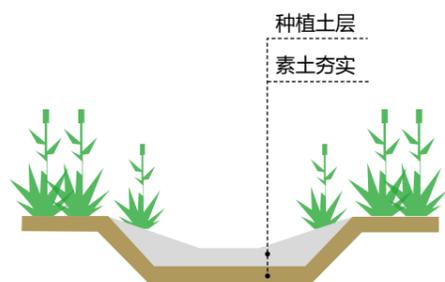
- (1) 浅沟断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。
- (2) 植草沟的边坡坡度（垂直：水平）不宜大于 1:3，纵坡不应大于 4%。纵坡较大时宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎。

(3) 植草沟最大流速应小于 0.8 m/s，曼宁系数宜为 0.2-0.3。

(4) 运输型植草沟内植被高度宜控制在 100-200 mm。

(5) 当植草沟的纵向坡度大于 4% 时，宜设置为阶梯型植草沟或在其横断面设置节制堰或消能挡板。

(6) 干式植草沟坡度宜为 1%-5%，湿式植草沟坡度宜小于 2%。



植草沟典型示意图



5.2 渗管、渗渠

概念

渗管（渠）指具有渗透功能的雨水管（渠），可采用穿孔塑料管、无砂混凝土管（渠）和砾石等材料组合而成。

功能

雨水转输 ★★★ 回补地下水 ★★
雨水净化 ★★★

适用范围

适用于建筑与小区及公共绿地内转输流量较小的区域，不适用于地下水位较高、径流污染严重及易出现结构塌陷等不宜进行雨水渗透的区域。

工程构造

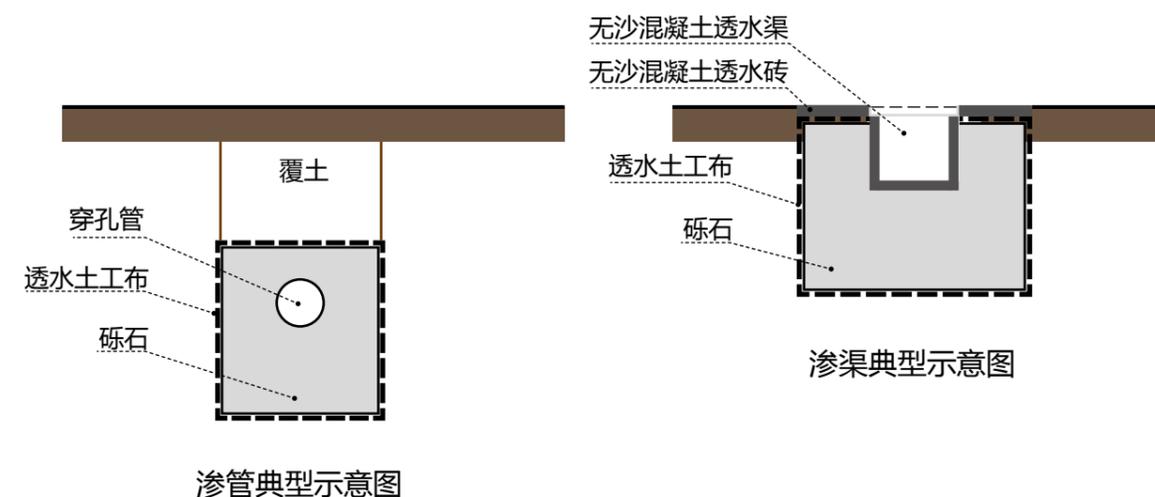
(1) 渗管/渠应设置植草沟、沉淀(沙)池等预处理设施。

(2) 渗管/渠开孔率应控制在 1%-3% 之间，无砂混凝土管的孔隙率应大于 20%。

(3) 渗管/渠的敷设坡度应满足排水的要求。

(4) 渗管/渠四周应填充砾石或其他多孔材料，砾石层外包透水土工布，土工布搭接宽度不应少于 200 mm。

(5) 渗管/渠设在行车路面下时覆土深度应根据管渠的承载能力综合确定，以确保不发生结构性的损坏。



6 净化设施

净化设施

植被缓冲带
初雨弃流设施

6.1 植被缓冲带

概念

植被缓冲带为坡度较缓的植被区，经植被拦截及土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的部分污染物。

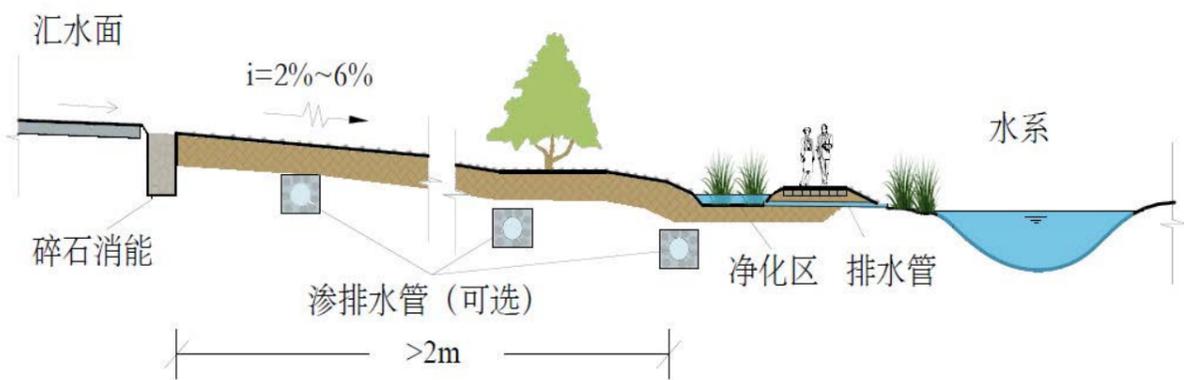
功能

雨水净化 ★★★

适用范围

植被缓冲带适用于道路等不透水面周边，可作为生物滞留设施等低影响开发设施的预处理设施，也可作为景观水体、水系的滨水绿化带，但坡度较大（大于6%）时其雨水净化效果较差。

工程构造



植被缓冲带典型示意图

6.2 初雨弃流设施

概念

初期雨水弃流设施指通过一定方法或装置，将存在初期冲刷效应、污染物浓度较高的降雨初期径流予以弃除，以降低雨水的后续处理难度的雨水设施。

功能

雨水净化 ★★★

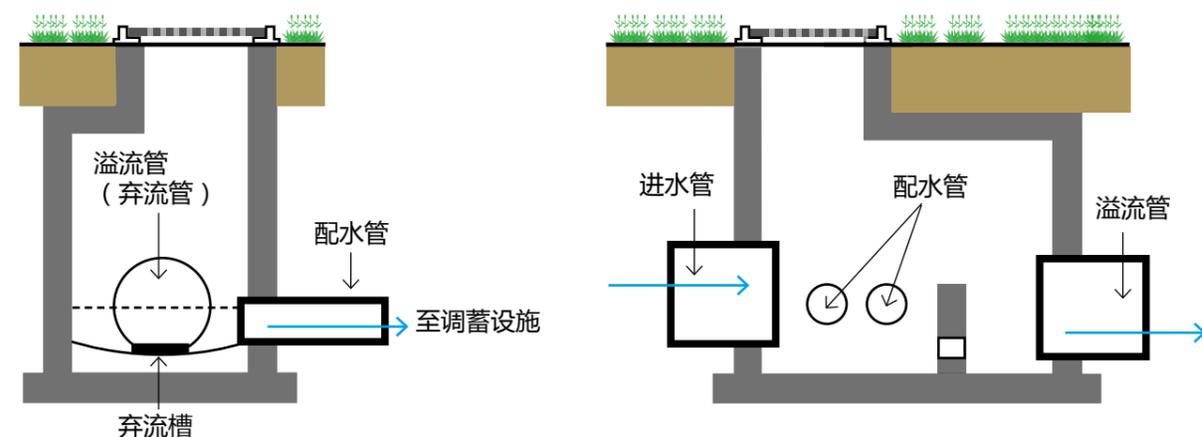
适用范围

初期雨水弃流设施是其他低影响开发设施的重要预处理设施，主要适用于屋面雨水的雨落管、径流雨水的集中入口等低影响开发设施的前端。

注意要点

- (1) 常见的初期弃流装置有两种类型：溢流堰式和电动阀式。
- (2) 初雨弃流设施对整个体系能否持续运作起着关键作用。初雨带来的面源污染，常常到达绿地所不能承受的程度，如果不将其处理而直接排入绿地，会严重破坏绿地生态系统。
- (3) 有条件设置调蓄设施的绿地，弃流的雨水可以排至调蓄设施；没有条件设置调蓄设施的绿地，弃流的雨水建议排至污水管网。

工程构造



溢流堰式弃流井示例正剖面

溢流堰式弃流井示例侧剖面

7

施工技术指引

CONSTRUCTION TECHNIQUE GUIDELINE



1 一般规定

GENERAL PROVISIONS

2 分类设施施工指引

FACILITY CONSTRUCTION GUIDELINES

1 一般规定

(1) 低影响开发工程应按照批准的设计文件和施工技术标准进行施工。

(2) 低影响开发工程的施工应由具有相应施工资质的施工队伍承担，施工人员应经过响应的技术培训或具有施工经验。

(3) 低影响开发工程施工中更改设计应经过相关设计专业核算并采取相应措施。

(4) 管道敷设应符合相应管材的管道工程技术的有关规定。

(5) 低影响开发工程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。

(6) 在实施低影响开发工程的开挖、填埋、碾压施工时，应进行现场事前调查、选择施工方法、编制工程计划和安全规程。

(7) 低影响开发工程应尽量避免在雨季施工。如在雨季施工应做好水土保持、防洪及防风措施。

(8) 低影响开发工程采用的砂料应质地坚硬清洁，级配良好，含泥量不大于 3%；粗骨料不得采用风化骨料，粒径应符合设计要求，含泥量不应大于 1%。

(9) 土工布包裹砾石，应符合如下要求：采用较大尺寸土工布，减少土工布搭接次数；需要搭接时，同一方向搭接长度不小于 20cm，转角处搭接长度不小于 50cm；铺设砾石时，应采用小型机械轻放，不得直接倾倒。

(10) 沟槽开挖后，应将四周的石块、树根、混凝土块、塑料等清理干净，再铺设土工布。

(11) 工程完工后，应将多余的材料整理和清理干净，泥沙等不得混入到设施中。

按照施工方式的不同，将绿地海绵设施归纳为三种类型进行指引，包括雨水储存回用设施、下渗及过滤设施、滞留及转输设施。

2.1 雨水储存回用设施

(1) 蓄水桶应避免设置在阳光直射的地方。设置在公众可接触的地方时，应采取下列防止误触、误用、误饮的措施：应设锁具或专门开启工具打开取水口；在蓄水桶上明显区域标注“雨水，不得引用”标识。

(2) 埋地的蓄水池或蓄水模块底部应是原土层，或是夯实的回填土，底部应平整。上部 800mm 以内不得回填直径大于 100mm 的块石。

(3) 蓄水池设置于地下室时，应与地下室同时施工，其进水、溢流、放空、回用管道应与地下室给排水管线协调布置。

(4) 蓄水模块拼接应严格按照生产厂家要求施工，采用防水性能好、无毒无害的密封材料。

(5) 水处理设备的安装应按照工艺要求进行。在线仪表安装位置和方向应正确，不得少装、漏装。设备中的阀门、取样口等应排列整齐，间隔均匀，不得渗漏。

(6) 雨水收集和排放管道在回填土前应进行无压力管道严密性试验，并应符合国家标准规定。

(7) 雨水储存设施应完成满水试验。

2.2 下渗及过滤设施

(1) 土方开挖工作可采用人工或小型机械施工，沟槽地面不应夯实。应避免超挖，超挖时应用碎石填充。

(2) 沟槽开挖后应清理底部及侧壁的石块、树根等，以防止破坏土工布。土方开挖时应采取措施保证沟槽侧壁稳定。

2 分类设施施工指引

(3) 沟槽开挖后，应根据设计要求立即铺砂，铺砂后不得采用机械碾压。

(4) 如道路或管道基础要求设置防渗层，应严格按照设计要求铺设防渗层。

(5) 砾石层应采用土工布与土壤层隔离，挖掘面应便于土工布的施工与固定。

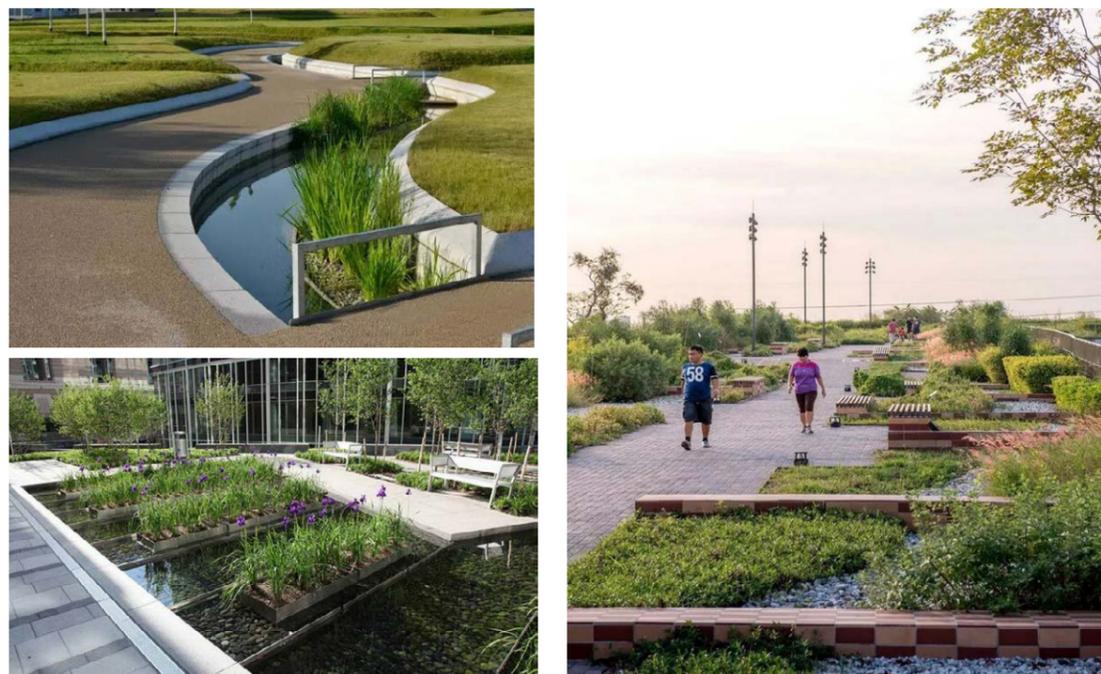
(6) 砾石应严格按照设计要求。铺砌砾石层时应按照30cm 一层，夯实再铺下一层。施工时不得有泥土、树叶等杂物进入砾石层。

(7) 铺设传统管时，管道下层砾石应夯实。穿孔管坡度应严格保证，施工时不得有土块、树叶等进入穿孔管中。

(8) 观察孔安装应满足如下要求：观察孔应均匀分布，按照设计要求的面积和长度设置；与砾石层接触部分应钻孔，并保持垂直、稳定的固定在砾石层中；应设置防滑措施，避免拧开盖子时滑动。

(9) 如果砾石层表层不平，宜设置豆砾石找平层，豆砾石厚度宜为 5-10cm，豆砾石级配宜为 5-10mm。

(10) 回填渗透管沟上层土壤时，管顶上部 500mm 以内不得回填直径大于 100mm 块石；500mm 以上部分，不得集中回填块石。应按照土壤上层建筑设施要求进行夯实。



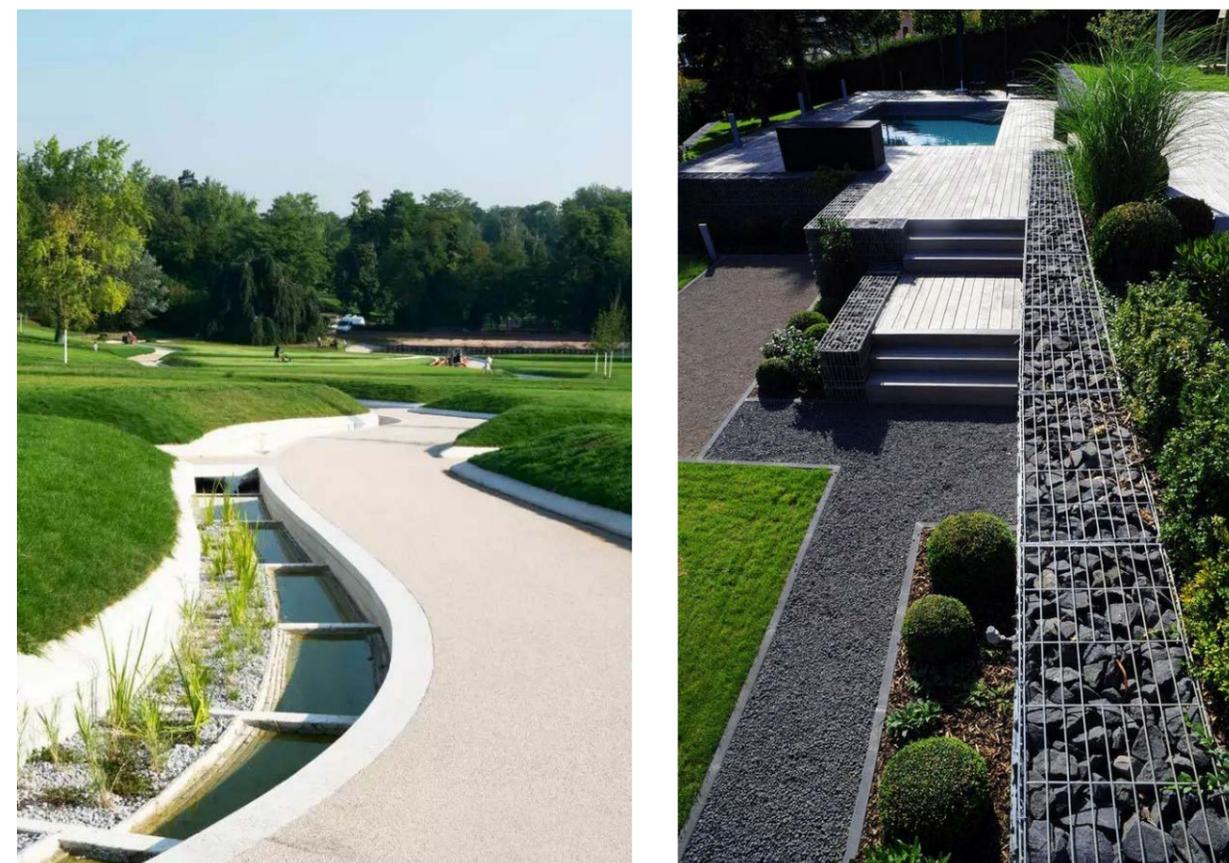
2.3 滞留及转输设施

(1) 在施工准备阶段应建造临时排水、保土措施，放线定位开挖区域，并尽可能保留区域内现有种植物。

(2) 开挖时应清楚区域内及湖泊的树根、石块杂物。

(3) 建造进水出水设施时，应严格按照施工要求实施，出水设施应进行浮力校核，出水管穿过岸体时应采取防渗措施。

(4) 底部应采用小型机械夯实。宜采用双环法测试其土壤渗透率，如果土壤渗透率不满足设计要求，应设置防渗层。



8

植物指引 PLANTS GUIDELINE

- 1 植物选用原则
PLANTS SELECTION PRINCIPLE
- 2 设施植物配置要点
PLANTING KEY POINTS
- 3 植物推荐名录（见附表）
RECOMMENDED PLANTS LIST

1 植物选用原则

海绵城市技术中的植物选择原则与一般的园林绿地相差较大，除了考虑植物的美学、生态原则，更重要的是要考虑植物在不同设施技术环境下的生长状况及其发挥的特殊功能。尽管不同的低影响开发技术设施的植物选择原则不尽相同，但还是有一些共同遵循的基本原则。

1.1 科学性原则

(1) 以乡土树种为主的原则

植物在本土地区经过长期优胜劣汰的自然法则生存并保存下来的种类称为乡土树种，在本土地区具有较强的适应性。因此，乡土植物的长势较好，适应当地环境的能力强，有利于生态群落的稳定。在不影响泄洪、污水处理等水利工程实施的情况下，选择以乡土树种为主，同时也可以减少设施的建设和管理成本。

(2) 适地适树原则

在进行海绵城市设施的植物选择时，技术设施的结构、立体条件应与所选择树种的特性相适应，同时还要考虑地理位置的气候、土壤等生境条件。首先应满足植物的生态要求，使植物发育成活和正常生长，海绵城市设施场地的生态环境较一般绿地特殊，如雨水花园、下沉式绿地等高程低于路面，且污染物浓度较高，在植物选择时要考虑耐涝和抗污染能力。

(3) 多年生植物优先原则

海绵城市设施的使用周期较长，在进行设施的植物选择和配置时应优先选择寿命长的多年生植物，节约植物更换成本，维护植物选择的经济原则。



1.2 美学性原则

(1) 形式美

海绵城市设施的植物景观设计应遵循景观艺术的形式美原则。利用大量相同植物造景能够使海绵城市设施产生统一、有韵律感的景观形式美；利用不同植物种类，不同色相、高度的植物进行合理搭配和组合，进行巧妙的布局与构图，营造多样化的海绵城市景观。

(2) 意境美

植物除了自身产生的形式美，植物产生的意境美更能让人感受大自然的魅力，海绵城市设施在进行植物配置时可借用植物特有的色、香、韵、形之美表现意境美，提升景观效益。

(3) 时空美

不同季节，其体现的自身形式美也不同。在进行植物造景时利用植物不同季节性的形式美进行设计，形成三季有花四季有景的植物景观效果，丰富景观季相效果。

1.3 功能性原则

(1) 耐污染、抗性强

城市环境恶劣，气候不稳定，空气、土壤和地表水体的污染严重，海绵城市设施作为处理地表径流及污染物的措施，其植物生长的环境更为恶劣，所以要选择耐污染、抗性强的植物种类，使植物的成活率高，发挥海绵城市设施的功能。

(2) 净化能力强

雨水湿地、雨水花园等海绵城市设施主要是通过植物对地表径流中的污染物进行拦截和吸收，完成对雨水径流污染的控制。因此，在植物选择时应优先考虑对污染物净化能力较强的植物种类。

(3) 周期性耐涝、耐旱

海绵城市设施在降雨时处于淹水状态，而在无降雨时一般处于干旱状态，所以植物的选择应考虑耐涝和耐旱性，以提高植物的存活率，减少维护费用。

2 设施植物配置要点

海绵城市技术中的植物选择原则与一般的园林绿地相差较大，除了考虑植物的美学、生态原则，更重要的是要考虑植物在不同设施技术环境下的生长状况及其发挥的特殊功能。尽管不同的低影响开发技术设施的植物选择原则不尽相同，但还是有一些共同遵循的基本原则。

在遵循基本植物选择原则的基础上，不同海绵城市设施对植物的具体要求不同，应针对各设施讨论其植物选择与配置。把海绵城市设施按照对植物的环境适应性需求进行分类，可分为以下五种类型：①绿色屋顶，②植被缓冲带，③下沉式绿地与生物滞留设施，④湿塘、雨水湿地和调节塘，⑤植草沟。

2.1 绿色屋顶

与地面相比，屋面光照强度大，土壤温度和气温变化较大，风力也强于地面。因此，绿色屋顶的植物选择应该具有如下特性：

(1) 选择阳性、耐贫瘠的植物

绿色屋顶位于建筑顶端，阳光直射，光照强度较大，应尽量选用阳性植物；屋顶的种植层一般较地面薄，土壤的养分较少，应选择耐贫瘠的植物种类，减少肥料的使用带来的环境污染。

(2) 选择须根发达的浅根性矮灌木和草本植物为主

屋顶的种植层较薄，为了防止根系对屋顶建筑结构造成侵蚀和植物的生长受到限制，应避免选择根系过于发达的植物，考虑到建筑屋顶结构的荷载能力，应选择以矮小的灌木和草本地被为主要植物。

(3) 选择耐高温、耐旱、耐涝的植物

绿色屋顶受阳光直射，夏季气温比地面高。且屋顶土层较地面薄，土壤保湿性差。因此，绿色屋顶应选择耐高温、耐旱的植物种类。同时，屋顶基质层较薄，蓄水能力较差，一旦降雨量大，容易造成短时间积水，所以需要一定的耐涝能力。

(4) 选择抗风植物

屋顶位置高，无遮挡物，因此风速较地面大，尤其在风力大的雨季或台风天，强风的破坏力对植物具有一定的威胁，因此，绿色屋顶应选择抗风、不易倒伏的植物。

(5) 选择抗污染性强，可耐受吸收，滞留有害气体或污染物质的植物。

(6) 选择色彩丰富的植物

色彩丰富的植物可以渲染建筑环境，利用色彩明快的植物种类，丰富建筑整体景观。

推荐的植物配置模式

(1) 乔木的配置与选择

在绿色屋顶中，乔木的选择仅限于复杂型屋顶花园，通常孤植或与灌木、地被搭配，作为景观的制高点，一般为主景。乔木应选择树形优美、叶色丰富、花繁锦簇和具有香气的种类，如可选择罗汉松、串钱柳、黄金香柳、鸡冠刺桐、阳桃、鸡蛋花、散尾葵、棕竹等。



串钱柳



阳桃



鸡冠刺桐

(2) 灌木的配置与选择

绿色屋顶中，灌木的种植数量最多，种植形式也较为多样，可孤植成一景，可成列种植形成绿篱，也可片植结合地被形成花境。可选择变叶木、山茶花、红车、朱缨花、龙牙花、红花檵木、花叶榕、垂榕、黄金榕、黄杨、九里香、米仔兰、鸭脚木等。



九里香



红车



红花檵木



龙牙花



山茶花



朱缨花

(3) 草坪及地被的配置与选择

草坪和地被植物作为绿色屋顶的重要部分，能有效滞留吸收雨水径流。为了增加屋面的绿化面积，在屋顶的空旷位置都应考虑种植适宜的草坪或地被植物。可选择肾蕨、细叶萼距花、蔓花生、吊竹梅、小蚌兰、大花马齿苋、佛甲草、绿景天、酢浆草、彩叶草等。



马缨丹



蔓花生



肾蕨

2.2 植被缓冲带

植被缓冲带的植物选择应与场地特点相适应，一般有如下原则：

(1) 选择耐旱、抗雨水冲刷的植物

植被缓冲带有一定的坡度，坡度一般为 2%-15%，在降雨量较强的情况下，雨水径流冲向植被缓冲带速度较快，对植物有较强的冲刷作用；另外，雨水径流流入植被缓冲带，一部分雨水被植物根系和土壤截留、吸收、下渗，剩余部分的雨水沿着斜坡流入暗渠或水体，因此，植被缓冲带在降雨时土壤处于水分饱和状态，在没有降雨时处于干旱状态，所以植被缓冲带应选择耐旱、抗雨水冲刷的植物种类。

(2) 选择根系发达的深根系植物及抗污染能力强的植物

道路及广场面的污染物较多，污染物经雨水汇集、冲刷进入植被缓冲带影响了土壤质地，因此，植被缓冲带应选择抗污染能力较强的植物种类。无降雨时，植被缓冲带一般处于干旱状态，选择根系发达的深根系植物，可以向深层土壤吸收水分，减少浇水频率。

(3) 选择寿命长且耐粗放管理的本地植物

本地植物对当地有很强的适应性，不易受当地的极端气候影响而提高成活率，寿命长的植物能够维持较长时间的景观效果，耐粗放管理的本地植物可以减少维护费用。

(4) 与水系相连的植被缓冲带中，边缘区宜选用低矮且密实的草皮类植物，并选取乔木进行合理搭配，形成以草皮为主的前端缓冲带，对雨水进行初步净化；在干湿交替带，宜配置耐水湿又耐旱的乔木、灌木及耐荫草本植物，控制地表冲刷，并对雨水再净化，同时为动物提供栖息地；在滨水地带种植乔木、灌木和湿生草本植物，使雨水进入水系前完成对其水质和水量的控制。

推荐的植物配置模式

(1) 乔木的配置与选择

植被缓冲带中乔木的应用需考虑道路周边环境，汽车尾气污染严重，乔木的抗污染性尤为重要，以及需具备形态优美、整齐美观、耐修剪、寿命长的特点。可选择红干层、木棉、落羽杉、小叶榕、盆架子、大花紫薇等。



大花紫薇



红千层



木棉



盆架子



落羽杉



小叶榕

(2) 灌木的配置与选择

灌木位于中间层，可群植成绿篱状，可孤植修剪成球形，圆柱形等形状。植被缓冲带的灌木要适当选择根系较发达的种类，防止因雨水冲刷倒伏。可选择黄金榕、垂叶榕、木槿、海桐、露兜树、胡枝子等。



木槿



胡枝子



垂叶榕

(3) 草坪及地被的配置与选择

地被植物多为前根系草本植物，容易被流速过快的雨水径流冲刷而倒伏，因此可将地被植物丛植或群植，提升景观效果并增加抗倒伏性。因为植被缓冲带的表层无蓄水能力，地被的根系较浅，因此需适应长期干旱的土壤环境。可选择结缕草、狗牙根、沿阶草、蔓马缨丹等。



狗牙根



结缕草



沿阶草

2.3 下沉式绿地和生物滞留设施

此处下沉式绿地为狭义的下沉式绿地，和生物滞留设施类似，均有雨水汇集净化、滞蓄、下渗的功能，植物的选择应具有如下特性：

(1) 选择耐涝、抗污染的植物

此类海绵城市设施有汇集周边区域雨水径流的功能需求，一旦降雨量大，易造成短时间积水，所以选择的植物需要一定的耐涝能力。雨水会将道路、广场污染物带入绿地，在截污设施处理后仍会有部分残余，所以植物需具备一定的抗污染性。

(2) 选择无毒、具有观赏性的植物

此类海绵城市设施用途较为广泛，在植物选择时应注意选择无毒的植物，并在结合植物的环境适应性后，优先考虑景观效果，合理利用植物的色彩、花期、质地、形态、季相等。

(3) 选择根系发达的植物

应选择应选择根系发达植物，但不宜选择具有侵略性根系的植物，避免选用深根性植物。但不宜选择具有侵略性根系的植物，生物滞留设施、下沉式绿地内有土工布、穿孔管等结构时，应避免选用深根性植物。

推荐的植物配置模式

(1) 乔木的配置与选择

下沉式绿地与生物滞留设施中的乔木应少布置，大部分景观乔木无法适应长时间水淹的环境，如需布置乔木，应优先考虑耐水性以及需具有观赏性。可选择水石榕、落羽杉、水蒲桃、细叶榕、红千层等。



红千层



落羽杉



水蒲桃



水石榕



细叶榕



黄槐

(2) 灌木的配置与选择

灌木层是下沉式绿地与生物滞留设施的景观主体部分，可群植布置，形成组团式景观效果。在环境适应性上也需以耐涝为主，同时应考虑抗污染性，对径流雨水的净化能力。可选择海桐、大叶黄杨、红绒球、软枝黄蝉、木槿、黄金榕等。



木槿



大叶黄杨



海桐



红绒球



软枝黄蝉



黄金榕

(3) 草本及地被配置与选择

草本与地被植物是发挥雨水净化功能的重要部分，因此在雨水滞蓄区域的草本地被除了要耐水湿，对污染物的吸附能力也是重要的一项指标。可选择旱伞草、翠芦莉、大叶油草、细叶芒等。



旱伞草



翠芦莉



大叶油草

2.4 湿塘、雨水湿地和调节塘

此类海绵城市设施是一个水陆交接、复杂的生态系统，自身具备一定规模的水体，并通过水体的调节容积对暴雨径流进行调蓄，通过土壤和植物过滤径流雨水，利用物理、化学、生物过程去除雨水中的污染物。

根据植物的生长环境将此类海绵城市设施的种植区分为水淹区、缓冲区以及边缘区。三个区域的植物选择应充分考虑所选植物的耐水湿能力。水淹区保持常有水状态，对植物的耐水湿性要求较高，一般选择种植水生植物；缓冲区即在暴雨时发生调节水位变化而会淹没的周边区域，需要植物具备适应短时淹没的能力；边缘区无蓄水能力，对植物耐水湿性无特别要求。

推荐的植物配置模式

(1) 水淹区植物配置与选择

水淹区长期保持有水环境，一般选择水生植物，且需要对污染物有一定净化能力，可选择荷花、水葱、莞草、阔叶香蒲、千屈菜、花叶山菅兰、野慈姑等。



花叶山菅兰



荷花



阔叶香蒲



千屈菜



水葱



莞草

(2) 缓冲区植物配置与选择

缓冲区在暴雨时会被水淹没，需具备临时性水淹的能力，可选择黄金香柳、刺桐、垂柳、落羽杉、水松、美人蕉、花叶芦竹、黄菖蒲、竹节草等。



垂柳



刺桐



黄金香柳



落羽杉



美人蕉



水松

(3) 边缘区植物配置与选择

边缘区植物环境适应性不作特别要求，一般选择景观性较强的植物种类，可选择落羽杉、黄金香柳、红千层、小叶榄仁、大花紫薇、杜英等。



大花紫薇



杜英



红千层

2.5 植草沟

植草沟一般用于道路、广场的两侧区域，路面和周边空气污染物较多，降雨时污染物随着雨水径流进入植草沟，导致浅沟内污染物浓度较高，会影响植物正常生长，因此需考虑抗污染能力较强的植物种类；植草沟作为雨水系统中的传输设施，没有蓄水功能，大部分时间是处于枯水期，所以应选择具有长时间抗旱又能承受周期性水淹的植物种类；暴雨期，植草沟内水流速度较快，植被受雨水冲刷作用强，因此应选择根系较发达的植物种类，抗倒伏并加固土壤，防止水土流失。

推荐的植物配置模式

(1) 乔木的选择与配置

乔木只在植草沟外围种植，不阻碍雨水径流的传输，应选择根系不露出地表的种类，尽量选择落花落叶较少、无污染物产生的常绿阔叶树种。如杜英、盆架子、小叶榄仁、南洋杉、水石榕、垂枝红千层等。



杜英



南洋杉



盆架子



垂枝红千层



小叶榄仁



水石榕

(2) 灌木的选择与配置

灌木一般在植草沟外围种植，应选择根系较发达、生长慢、耐修剪的常绿树种，尽量少选落花落果较多的树种。可选择扶桑、红花檵木、鹅掌柴、红绒球、大叶黄杨等。



大叶黄杨



鹅掌柴



扶桑



红花檵木



红绒球



海桐

(3) 草本及地被的选择与配置

雨水滞留区中主要为草本及地被层，种植密度影响对雨水径流的阻力，雨水径流的速度越慢，雨水下渗的效率就越高。降雨量较大时，植草沟内全部被淹没，耐水湿能力要求较高。可选择旱伞草、翠芦莉、大叶油草、细叶芒等。



旱伞草



翠芦莉



大叶油草

9

管理与维护 PLANTS GUIDELINE

1 一般规定

GENERAL PROVISIONS

2 设施管理维护要点

MANAGEMENT AND MAINTENANCE

1 一般规定

海绵城市涉及的基础设施包括低影响开发设施、传统雨水管渠和超标雨水排放设施，科学合理的维护管理关系着设施功能的发挥以及海绵城市建设的效果。传统雨水管渠的运行维护和管理方法已较为成熟，而低影响开发设施在我国较新，国内缺乏相关的运行维护经验，本指引着重介绍各类低影响开发设施的运行维护管理方法。

注意要点

低影响开发设施种类较多，空间布局比较分散，总体数量较大，且在我国尚处于示范和推广应用阶段，若疏于维护管理，必然会使得局部和整体难以达到理想效果。

与传统灰色雨水设施不同，低影响开发更加注重以“滞”、“渗”、“蓄”、“净”等生态化、分散型的设施处理雨水，这些设施多与绿地景观相结合，要求设施具有一定的渗透性、通透性和储存空间。透水铺装等雨水设施需要定期检查和采用负压抽吸等做法以保持其渗透性能，否则其透水能力将丧失，功能上则与传统非透水铺装无异；渗透塘、渗井、渗渠、人工土壤渗滤等设施若疏于维护管理，则会因渗透效果差导致雨水滞留时间过长，进而发生水质恶化、滋生细菌蚊虫等问题，甚至导致下渗水污染；对于雨水桶、调节塘、调节池等以调蓄为主要功能的设施而言，需要通过池体清淤、排放所储雨水等方式保证雨期有足够的调蓄空间，发挥雨季的调蓄功能；绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、湿塘、雨水湿地、植草沟、植被缓冲带等设施，除了需要对植物进行常规养护之外，还要注意降雨之后的检修管理。

2.1 渗透设施

渗透设施的使用年限与维护频率、沉积物结构以及径流负荷有密切关系，合理、持续的运行维护可使渗透设施的使用年限延长 20 年。以下介绍几种常用渗透设施的运行维护内容要点：

透水铺装

透水铺装效果的影响因素主要是面层、基层和土基的堵塞状况，其寿命还受冻胀的影响。透水铺装需要维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 表面清理。为减轻泥沙堆积，保证设施的孔隙度，每年至少进行 1-2 次的表面清理，清理封堵孔隙可采用风机吹扫、高压冲洗或真空清扫等方法。透水性沥青路面的养护，应符合《城镇道路养护技术规范》(CJJ 36) 的规定。养护时应及时清除表面存在的粘土类抛洒物。宜采用专用透水路面养护车对路面的堵塞物进行清除。

(2) 渗透能力检测。在春季进行透水铺装渗透能力的年度检测，确保其具有持续的渗透能力；检测大降雨事件后透水铺装路面的积水、水质等情况，保证路面积水在降雨后 72 小时内排干。

(3) 表面低凹及不均匀沉降处理。定期进行透水区域路表面损坏情况检测，当透水区域表面发生凹陷、面层破损时，应及时进行修补或更换，以免雨水下渗影响路面地基。当透水砖铺砌路面出现不均匀沉降时，应撬起透水砖调整地基，添加填充材料进行重新铺装。

(4) 积水处理。当降雨量大于当地设计降雨量后，视情况对区域内积水进行清除。

2 设施管理维护要点

(5) 杂草清除。交通量较少的路段，表面杂草阻碍雨水下渗的问题较为突出，直接将其拔除可能破坏铺装材料导致路面受损，故应视需要定期清扫、吸尘来降低路面有机物含量进而限制杂草的生长且尽量不使用除草剂。

(6) 车辆限制。由于货车运送物品特殊性导致某些车辆行驶过程中溢出的灰尘等颗粒会由路面进入渗透设施的内部，造成透水铺装内部堵塞，故绿地管理部门应限制渣土车、施工车等易产生细小颗粒物的车辆进入透水机动车道路面。

(7) 教育引导。明确标识透水铺装以及透水路面的具体区域，且严禁在透水铺装设施上安装私人物品，提升公众意识和加强公众教育。

透水铺装维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
路面清扫	清除路面的垃圾	按照环卫要求定期清扫
透水面层清理	去除透水面层空隙中的土粒，可采用： 1) 使用高能吸尘器清理，然后采用高压清洗机清洗； 2) 用压缩空气吹脱 3) 根据生产厂家要求采用专用设备清理	根据透水铺装巡视结果确定；根据路面卫生状况不同，3~7年左右一次。
更换透水面砖	更换透水面砖	根据路面卫生状况不同，在使用了5-15年后；透水面砖出现破损。
更换透水面层，透水找平层、透水垫层、沙滤层。	更换透水面层，透水找平层、透水垫层、沙滤层。	路面及地下排水管巡视结果显示透水铺装失去了功效，通常在使用了10年后。

渗透井

渗透井的维护需要注意以下几个方面，分别是

- (1) 除泥清淤。定期清理溢流设施、沉沙室的泥沙污垢，以及入渗区的渗透孔。
- (2) 设施更换。定期检修设施，更换破损、老旧设施零件。

渗透井维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
检查井	清理沉沙室淤积，清理入渗区渗透孔	1年2次
溢流设施	清理溢流设施淤积	1年2次
渗透管、渗透井、周边砾石及土工布	更换渗透管、渗透井周边砾石及土工布	根据巡视结果确定

绿色屋顶

绿色屋顶的维护通常集中在植被刚种植的前两年，维护工作主要包括以下方面：

- (1) 植被灌溉。根据植物的生长状况，进行合理的灌溉，最好实现自动灌溉。
- (2) 防水层检查。在绿色屋顶初建成的几个月，注意检验防水层是否漏水。
- (3) 植被去除。移除自发生长的乔木和灌木，以免其根系会破坏屋顶的防水层。
- (4) 垃圾碎片清理。定期清除绿色屋顶表面的垃圾碎片，尤其要保证溢流口和雨落管处无堵塞现象。
- (5) 设施检查。绿色屋顶初建成的第一年，每月进行1次例行检查，尤其在每次大降雨事件后应检查基质冲刷、植被生长和屋顶排水的情况；系统运行稳定后，可以每季度检查1次。
- (6) 除草。根据设计要求和景观效果，对绿色屋顶植被层进行除草和再种植。
- (7) 植被修剪。干旱期植被易发生自燃，故应对植被进行修剪和灌溉，以免火灾发生。

绿色屋顶维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
植被检查	植被灌溉、生长覆盖、修剪以及入侵物种去除	根据巡视结果确定
设施检查	检查防水层和排水、收水系统	1年4次
垃圾清理	清除屋顶表面垃圾碎片、杂物	1年4次

渗透塘

雨水渗透塘极易发生由于多孔土壤堵塞而引起的故障，合理的维护管理对渗透塘是必不可少的。维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 沉积物去除。保证大降雨事件中产生的沉积物进入预处理设施，以降低渗透塘的维护频次，必要时对塘中沉积物进行清除和检测。

(2) 运行检测。渗透塘投入运行的前几个月，在大降雨事件后应检查其运行状况并检测是否积水，若积水在48-72小时，应立即修复阻塞因素。

(3) 设施检查。每年至少检查渗透塘2次，检查内容主要包括：不均匀沉降、池壁开裂或腐蚀、泄漏、泥沙淤积和植被生长状况等。

(4) 杂草垃圾清理。及时清理缓冲区和边坡处的杂草、积累的有机物质及垃圾碎片等，以免形成不透水有机垫而阻碍雨水渗透。

(5) 植被修复与保护。及时修复侵蚀和贫瘠处的植物，以免侵蚀加剧和沉积物积累。同时，应及时发现并除去入侵物种。

(2) 设施检查。蓄水区每月进行2次检查。大降雨事件后进行区域整体检测以保证设施不受侵蚀或过度积水，检测的区域主要包括：入口区和溢流区（防侵蚀）、蓄水区（垃圾清除）、出水口（防止出现死水现象）。

(3) 植被保护。每年根据需要对设施内的植被进行修剪，更替枯死和入侵植被，修复侵蚀和植被稀疏的区域；每年对设施内植物生长状况进行2次评估。

(4) 种植土层保护。若种植土层被雨水径流冲蚀，应及时对其更换。

(5) 垃圾碎片。每年根据需要对生物滞留设施进出口及设施内部的垃圾碎片进行清理，保证设施顺畅运行。

(6) 汛期维护。在汛期前，对生物滞留设施及其周边的雨水口进行清淤维护；在汛期，定期清除绿地上的杂物；加强植物的维护管理，及时补种雨水冲刷造成的植物缺失。

(7) 应急处理。若生物滞留设施中的土壤被有害材料污染，应迅速移除受污染的土壤并尽快更换合适的土壤及材料；若积水超过48小时，应检查暗渠堵塞情况；可应用中心曝气或者深翻耕改善土壤渗透性。

生物滞留设施

生物滞留设施应定期观察植物生长、垃圾和沉积物累积的状况。若植被生长良好，则生物滞留设施只需要少量的植被维护和沉积物或垃圾清除工作。维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 植被覆盖修复。运行第一年的前两个季度，每次降雨超过当地设计降雨量后，对行人踩踏、车辆碾压造成的植被覆盖度损害以及垃圾碎片、沉积物堆积导致的结构性破坏进行修复，使覆盖度达到80%以上；运行稳定后的每年进行2次植被覆盖修复。

生物滞留设施维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
设施检查	清理进水、小口出水及溢流拦污栅垃圾	1月2次
护坡修复	修复护坡坍塌损毁部分；补种护坡种植物	根据巡视结果确定
植被覆盖修复	清楚外来物种，修剪和修复水生植物	1年2次
植被评估	枯死、入侵植被，侵蚀和稀疏的区域	1年2次
汛期维护	清淤、除杂与补植植物	根据巡视结果确定

2.2 储存设施

渗透设施的使用年限与维护频率、沉积物结构以及径流负荷有密切关系，合理、持续的运行维护可使渗透设施的使用年限延长 20 年。以下介绍几种常用渗透设施的运行维护内容要点：

雨水桶

雨水桶的维护通常包括清理垃圾、驱除蚊蝇、检查泄漏和堵塞状况，设计复杂的雨水桶维护还包括泵和管路的例行检查。维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 清洁。定期清扫集水沟和桶盖处的沉积物，在夏季水位较低时，对雨水桶进行彻底的清理。

(2) 旱季检查。雨季前检查雨水桶，确保溢流口通畅且连接至合适的溢流地点，检查其是否有裂缝、是否漏水，并检查连接管的磨损情况，顶部筛网是否有破洞积极碎屑积累。

(3) 设施检查。检查和清洁储水设备，特别雨水储存设施的通风口和径流入口，根据需要更换受损的部件。及时修补遮盖物破损和裂缝处，检查和更换水处理的组件和设备。

(4) 回用设施清洁。清洁和冲洗分流器和过滤器，特别是滴灌系统。

(5) 蚊蝇处理。若表层遮盖物不能阻止蚊虫，可在雨水收集系统表面添加适量植物油使幼虫浮在表面进而清除或使用除蚊虫颗粒剂。

蓄水池

维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 垃圾清扫。定期清理雨水管、集水沟、排水边沟、入口管和溢流管处的落叶和垃圾，保证在雨季前排水边沟和雨落管处无垃圾堵塞；清除蓄水池内可能妨碍系统正常工作的垃圾和沉积物。

(2) 池体清洗。每半年对蓄水池进行 1 次清洗和消毒。

(3) 密闭性检查。定期检查入口管和溢流管的密闭性，确保无蚊虫进入蓄水池系统。

(4) 常规检测。定期检查蓄水池和每个水箱的结构防护措施是否完好、有无渗漏；检修窗是否加盖上锁；蓄水池周围及顶盖是否清洁；泵、阀门等相关设备情况；水中余氯含量、pH 值和微生物含量。

(5) 水质监测。根据蓄水池水回用要求的不同选择不同的监测标准，若为灌溉景观用水，则水质要求较低，须满足《景观娱乐用水水质标准》；若为饮用水，则水质要求较高，需满足《生活饮用水卫生标准》。

(6) 应急检测。检测干旱期后第一次大降雨事件的初期冲刷现象，检验蓄水池系统运作是否正常。

(7) 安全标识。及时修复受损的蓄水池防误接、误用、误饮等的警示标识、护栏等安全防护设施及预警系统。

雨水湿地

雨水湿地的维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 碎片垃圾清除。雨水湿地易积累垃圾碎片，尤其在高速公路附近，故每年应清理垃圾和碎片 2 次以上。

(2) 农药使用控制。不使用或尽可能少的使用杀虫剂和除草剂来控制植被区的病虫害和杂草。

(3) 植被保护。保证雨水湿地的边坡上具有密度大、生长状况良好的植被；因沉积物清除而受损的植被应立即播种相同的混合种子来替代；水流尽量避免流经植被受损处，直到植被生长状况达到稳定。

(4) 植被修剪。在植被生长季节应进行常规的植被修剪，植被高度不应超过 45cm；修剪后的草屑应统一收集并在雨水湿地外进行处理。

(5) 植被修复。每年至少对湿地内的植被生长状况检查 2 次；及时清理植被区的垃圾碎片和沉积物；若存在植物裸露的斑点和区域，立即修复该处的植被。

(6) 底泥处理。若底泥累积到 8cm 时，则需移除积累在暗沟附近和通道内部的底泥；若某区域被侵蚀，则应对其进行填补和压实使其能够与湿地底部基本达到同一水平面。

雨水湿地维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
垃圾清除	湿地周边垃圾碎片	1 年 2 次
植被保护和修复	补植受损、稀疏植物	1 年 2 次
植被修剪	在植被生长季节修复	根据巡视结果确定
植被评估	枯死、入侵植被，侵蚀和稀疏的区域	1 年 2 次
清除泥沙	清理暗沟和通道内部的泥沙	根据巡视结果确定

2.3 调节设施

调节池

为了持续发挥雨水调节作用，雨水调节池的维护工作是非常重要的。维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 沉积物清理。每月对进出口垃圾和沉积物进行 1 次清理；每年对池底沉淀物进行 1 次清理。

(2) 冲刷侵蚀修复。每年检查 1 次调节池边坡和缓冲区的冲刷侵蚀情况、雨水冲刷导致植被死亡情况、边坡损坏情况，并及时进行修复。

(3) 运作状况检查。每年对阀门、闸门和其他机械设备的运作状况进行 1 次检查。

(4) 池底检测。每 10-20 年对池底沉积物、池体容积变化情况进行 1 次检测。

调节池维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
沉积物清理	进出口处垃圾和池底沉淀物	进出口垃圾 1 月 1 次，池底沉淀物 1 年 1 次
修复边坡	调节池边坡和缓冲区	1 年 1 次
设施检查	阀门、闸门和其他机械设备	1 年 1 次

调节塘

维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 常规维护。每月 1 次或在大降雨事件后对区域内垃圾碎片及杂草进行清理，并及时修复侵蚀和裸露的土壤。

(2) 部件修复。每半年对设施破损部件进行 1 次修复。

(3) 检修及清淤。每年对管路和路堤检修 1-3 次，必要时进行管道替换；并根据实际需要清理池内淤积物。

(4) 植被保护。每年移植植被 1 次，并及时去除入侵物种。

调节塘维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
日常维护	清理碎片垃圾和杂草	1 月 1 次
设施检查	修复破损设施，替换损坏部件	1 年 2 次
植被修复与保护	修复裸露土壤，补植植物，去除入侵物种	1 年 1 次

2.4 转输设施

植草沟

植草沟是一种典型的转输类设施。植草沟的维护主要是植被维护和沉积物清理。维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 植被检查与修剪。每年至少进行 2 次植被覆盖度检查（至少 80%）和植被修剪（维持植被高度在 75mm-150mm 之间）。修剪工作应尽可能使用较轻的修剪设备，以免影响土壤的松软度。

(2) 植被保护。及时替换死亡植被并移除入侵的植物种类；修复损坏的植被区和清理累积在其表面的沉积物。

(3) 损坏程度检测。运行第一年的前两个季度，每次降雨大于当地设计降雨量时，应对预处理设施结构的损坏程度进行检查；运行稳定后每年检查 2 次。

(4) 设施形态保持。每年至少 1 次检查植草沟设施形态是否发生变化，修补坍塌部分，修整底部，保持草沟形状和坡度。

植草沟维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
植被保护	补植、施肥、清除杂草，保证植物生长	根据巡视结果确定
植被修剪	对植被覆盖度和高度进行修剪维持	1 年 2 次
设施检查	植草沟径流预处理设施	1 年 2 次
清除淤泥	清除溢流设施、沟底淤泥	1 年 2 次
形态保持	保持断面形状，修复塌陷部分，修整草沟底部	1 年 1 次

渗渠

渗渠维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 颗粒杂物清理。每两月应清理 1 次设施周边及内部的树叶、碎片和沉积物等。

(2) 油脂沉积物清除。对预处理设施、溢流设施和渗渠表面，定期清除油脂沉积物，可采用重力式悬浮等方式。

(3) 表面低凹处理。当设施表面出现低凹时，应对其进行修整并替换表层土及其下部的碎石和土工布。

(4) 运行状况检查。每年对干旱期渗渠堵塞情况进行 2 次检测，并记录预处理设施及导流结构的沉积物及设施运行状况。

(5) 设施检修。通过检修孔对渗渠进行检修，确保其能处理大降雨事件（超过当地设计降雨量）的雨水径流。若完全排水时间超过 72 小时，则应通过泵对穿孔管进行冲洗和清洁；若排水速度持续缓慢，则应对系统材料进行更换。

(6) 故障处理。如渗渠出现运行故障，应立即整修，快速恢复 2/3 处理容积的能力，保证积水在 72 小时内完全渗透。

渗渠维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
检查井	清理沉沙室淤积 清理入渗区渗透孔	1 年 6 次
溢流设施	清理溢流设施淤积	1 年 6 次
渗透管、渗透井周边砾石及土工布	更换渗透管、渗透井周边砾石及土工布	巡视结果显示雨水入渗不畅、排水不畅，通常在使用 5-10 年后。

2.5 净化设施

植被缓冲带

为维持植被正常生长，径流分散地汇入水体，植被缓冲带日常的维护是十分重要的。植被缓冲带主要的维护与检查的具体项目主要包括以下方面：

(1) 破坏性检测。运行第一年的前两个季度，每次降雨大于当地设计降雨量时，应对预处理设施结构破坏性进行检查；运行稳定后每年检查 2 次。

(2) 植被修剪。每年至少进行 2 次植被覆盖度检查（至少 80%）和植被修剪（维持植被高度在 75mm-150mm 之间）。修剪时应尽可能使用较轻的修剪设备，以免影响土壤的松软度。

(3) 植被保护。每年 1 次或根据需要替换死亡植被并移除入侵的植物种类；修复损坏和稀疏的植被区，并清除累积在植被表面的沉积物。

渗渠维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
破坏性监测	植被缓冲带预处理设施结构	1 年 2 次
植被修剪	对植被覆盖度和高度进行修剪维持	1 年 2 次
植被保护	更换死亡植被，移除入侵植物，修复损坏和稀疏植物区域	1 年 1 次

附件

ACCESSORY

1 植物应用一览表 PLANTS APPLIED

2 设施应用一览表 FACILITIES APPLIED

3 常用参数和计算方法 CALCULATION METHOD

4 相关规划要点汇编 PLANNING EMPHASES

5 部门意见响应情况 SUGGESTION

1 植物应用一览表

序号	植物品种	拉丁学名	科属名
乔木或灌木			
1	罗汉松	Podocarpus macrophyllus D. Don	罗汉松科罗汉松属
2	串钱柳	Callistemon viminalis (Sol. ex Gaertn.) G.Don ex Loudon	桃金娘科红千层属
3	黄金香柳	Melaleuca bracteata 'Golden Revolution'	桃金娘科白千层属
4	鸡冠刺桐	Erythrina crista-galli Linn.	豆科刺桐属
5	阳桃	Averrhoa carambola Linn.	醋酱草科阳桃属
6	鸡蛋花	Plumeria rubra 'Acutifolia'	夹竹桃科鸡蛋花属
7	红花鸡蛋花	Plumeria rubra Linn.	夹竹桃科鸡蛋花属
8	黄槐	Senna sulfurea (Collad.)H.S.Irwin & Barneby	豆科决明属
9	龙牙花	Erythrina corallodendron L.	蝶形花科刺桐属
10	刺桐	Erythrina variegata Linn.	蝶形花科刺桐属
11	红千层	Callistemon rigidus R. Br.	桃金娘科红千层属
12	美花红千层	Callistemon citrinus (Curtis) Skeels	桃金娘科红千层属
13	落羽杉	Taxodium distichum (Linn.) Rich.	杉科落羽杉属
14	小叶榕	Ficus microcarpa L.f.	桑科榕属
15	盆架子	Alstonia rostrata C. E. C. Fisch.	夹竹桃科鸡骨常山属
16	水石榕	Elaeocarpus hainanensis Oliver	杜英科杜英属
17	大花紫薇	Lagerstroemia speciosa (Linn.) Pers.	千屈菜科紫薇属
18	红花紫荆	Bauhinia variegata Linn.	云实科羊蹄甲属
19	美丽异木棉	Ceiba speciosa (A.St.-Hil.) Ravenna	木棉科吉贝属
20	大腹木棉	Ceiba insignis (Kunth) P.E.Gibbs & Semir	木棉科吉贝属
21	木棉	Bombax ceiba L.	木棉科木棉属
22	蒲桃	Syzygium jambos (Linn.) Alston	桃金娘科蒲桃属
23	洋蒲桃	Syzygium samarangense (Bl.) Merr. et Perry	桃金娘科蒲桃属
24	水翁	Syzygium nervosum DC.	桃金娘科水翁属
25	露兜树	Pandanus tectorius Parkinson	露兜树科露兜树属
26	散尾葵	Dypsis lutescens (H. Wendl.) Beentje et Dransf.	棕榈科散尾葵属
27	三药槟榔	Areca triandra Roxb. ex Buch.-Ham.	棕榈科槟榔属
28	细叶棕竹	Rhapis humilis Bl.	棕榈科棕竹属
29	棕竹	Rhapis excelsa (Thunb.) Henry ex Rehd.	棕榈科棕竹属
30	夏威夷椰子	Pritchardia martii (Gaudich.) H.Wendl.	棕榈科茶马椰子属
31	变叶木	Codiaeum variegatum (L.) Rumph. ex A.Juss.	大戟科变叶木属

乔木或灌木			
32	红果子	Eugenia uniflora L.	桃金娘科番樱桃属
33	红车	Syzygium rehderianum Merr. et Perry	桃金娘科蒲桃属
34	朱缨花	Calliandra haematocephala Hassk.	含羞草科朱缨花属
35	红粉扑花	Calliandra tergemina var. emarginata (Willd.)Barneby	含羞草科朱缨花属
36	香水合欢	Calliandra brevipes Benth.	含羞草科朱缨花属
37	红花檵木	Loropetalum chinense var. rubrum Yieh	金缕梅科檵木属
38	花叶垂榕	Ficus benjamina 'Variegata'	桑科榕属
39	垂榕	Ficus benjamina Linn.	桑科榕属
40	黄金榕	Ficus microcarpa 'Golden Leaves'	桑科榕属
41	柳叶榕	Ficus binnendijkii Miq.	桑科榕属
42	九里香	Murraya paniculata (L.) Jack	芸香科九里香属
43	米仔兰	Aglaia odorata Lour.	楝科米仔兰属
44	鸳鸯茉莉	Brunfelsia brasiliensis (Spreng.) L.B.Sm. & Downs	茄科鸳鸯茉莉属
45	鸭脚木	Schefflera arboricola Hayata	五加科鹅掌柴属
46	澳洲鸭脚木	Schefflera actinophylla (Endl.) Harms	五加科鹅掌柴属
47	木槿	Hibiscus syriacus Linn.	锦葵科木槿属
48	朱槿	Hibiscus rosa-sinensis Linn.	锦葵科木槿属
49	海桐	Pittosporum tobira (Thunb.) Ait.	海桐花科海桐花属
50	木芙蓉	Hibiscus mutabilis Linn.	锦葵科木槿属
51	胡枝子	Lespedeza bicolor Turcz.	豆科胡枝子属
52	软枝黄蝉	Allamanda cathartica L.	夹竹桃科黄蝉属
53	硬枝黄蝉	Allamanda schottii Pohl	夹竹桃科黄蝉属
草本			
54	肾蕨	Nephrolepis cordifolia (L.) C. Presl	肾蕨科肾蕨属
55	波斯顿蕨	Nephrolepis exaltata 'Bostoniensis'	肾蕨科肾蕨属
56	细叶萹距花	Cuphea hyssopifolia Kunth	千屈菜科萹距花属
57	蔓花生	Arachis duranensis Krapov. & W.C.Greg.	蝶形花科蔓花生属
58	吊竹梅	Tradescantia zebrina Heynh.	鸭跖草科吊竹梅属
59	小蚌花	Tradescantia spathacea Sw.	鸭跖草科紫露草属
60	大花马齿苋	Portulaca grandiflora Hook.	马齿苋科马齿苋属
61	佛甲草	Sedum lineare Thunb.	景天科景天属
62	彩叶草	Plectranthus scutellarioides (L.) R.Br.	唇形科鞘蕊花属
63	文殊兰	Crinum asiaticum var. sinicum (Roxb. ex Herb.) Baker	石蒜科文殊兰属
64	蜘蛛兰	Hymenocallis littoralis (Jacq.) Salisb.	兰科带叶兰属

草本			
65	一叶兰	<i>Aspidistra elatior</i> Bl.	百合科蜘蛛抱蛋属
66	沿阶草	<i>Ophiopogon bodinieri</i> Lévl.	百合科沿阶草属
67	结缕草	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	禾本科结缕草属
68	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i> (Linn.) Pers.	禾本科狗牙根属
69	大叶油草	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) Beauv.	禾本科地毯草属
70	马尼拉草	<i>Zoysia matrella</i> (Linn.) Merr.	禾本科结缕草属
湿生植物			
71	芦苇	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	禾本科芦苇属
72	粉黛乱子草	<i>Muhlenbergia capillaris</i> Regal Mist ('Lenca')	禾本科乱子草属
73	狼尾草	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng.	禾本科狼尾草属
74	矮蒲苇	<i>Cortaderia selloana</i> 'Pumila'	禾本科蒲苇属
75	血草	<i>Imperata cylindrica</i> 'Rubra'	禾本科白茅属
76	灯芯草	<i>Juncus effusus</i> Linn.	灯芯草科灯芯草属
77	旱伞草	<i>Cyperus involucratus</i> Rottb.	莎草科莎草属
78	纸莎草	<i>Cyperus papyrus</i> Linn.	莎草科莎草属
79	花叶芦竹	<i>Arundo donax</i> 'Versicolor'	禾本科芦竹属
80	野芋	<i>Colocasia esculentum</i> var. <i>antiquorum</i> (Schott) Hubbard et Rehder	天南星科芋属
81	芋	<i>Colocasia esculenta</i> (Linn.) Schott	天南星科芋属
82	泽泻	<i>Alisma plantago-aquatica</i> Linn.	泽泻科泽泻属
挺水植物			
83	菱角	<i>Trapa natans</i> L.	菱科菱属
84	菖蒲	<i>Acorus calamus</i> L.	天南星科菖蒲属
85	菰	<i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) Turcz. ex Stapf	禾本科菰属
86	玉蝉花	<i>Iris ensata</i> Thunb.	鸢尾科鸢尾属
87	黄花鸢尾	<i>Iris wilsonii</i> C. H. Wright	鸢尾科鸢尾属
88	密穗砖子苗	<i>Cyperus compactus</i> Retz.	莎草科砖子苗属
89	千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i> Linn.	千屈菜科千屈菜属
90	水葱	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (Gmel.) Palla	莎草科藨草属
91	梭鱼草	<i>Pontederia cordata</i> L.	雨久花科梭鱼草属
92	东方香蒲	<i>Typha orientalis</i> Presl	香蒲科香蒲属
93	再力花	<i>Thalia dealbata</i> Fraser	竹芋科水竹芋属
94	荷花	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	莲科莲属
95	慈姑	<i>Sagittaria pygmaea</i> Miq.	泽泻科慈姑属

浮水植物			
96	萍蓬草	<i>Nuphar pumila</i> (Timm) DC.	睡莲科萍蓬草属
97	大藻	<i>Pistia stratiotes</i> Linn.	天南星科大藻属
98	浮萍	<i>Lemna minor</i> L.	浮萍科浮萍属
99	芡实	<i>Euryale ferox</i> Salisb. ex Konig et Sims	睡莲科芡属
100	水鳖	<i>Hydrocharis dubia</i> (Bl.) Backer	水鳖科水鳖属
101	水禾	<i>Hygroryza aristata</i> (Retz.) Nees ex Wight et Arn.	禾本科水禾属
102	睡莲	<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi	睡莲科睡莲属
103	王莲	<i>Victoria amazonica</i> (Poepp.) Sowerby	睡莲科王莲属
104	雨久花	<i>Monochoria korsakowii</i> Regel et Maack	雨久花科雨久花属
105	荇菜	<i>Nymphoides peltata</i> (Gmel.) Kuntze	龙胆科荇菜属
106	埃及兰睡莲	<i>Nymphaea tetragona</i> 'Nymphaea capensis'	睡莲科睡莲属
107	水蕹	<i>Aponogeton lachonensis</i> A. Camus	水蕹科水蕹属
108	浮叶慈姑	<i>Sagittaria natans</i> Pall.	泽泻科慈姑属
109	四叶萍	<i>Marsilea quadrifolia</i> Linn.	蘋科蘋属
沉水植物			
110	狐尾藻	<i>Myriophyllum verticillatum</i> Linn.	小二仙草科狐尾藻属
111	穗状狐尾藻	<i>Myriophyllum spicatum</i> Linn.	小二仙草科狐尾藻属
112	金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i> Linn.	金鱼藻科金鱼藻属
113	竹叶眼子菜	<i>Potamogeton wrightii</i> Morong	眼子菜科眼子菜属
114	狸藻	<i>Utricularia vulgaris</i> Linn.	狸藻科狸藻属
115	轮叶黑藻	<i>Hydrilla verticillata</i> (Linn. f.) Royle	水鳖科黑藻属

2 设施应用一览表

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

注：1 ●——强 ⊙——较强 ○——弱或很小；

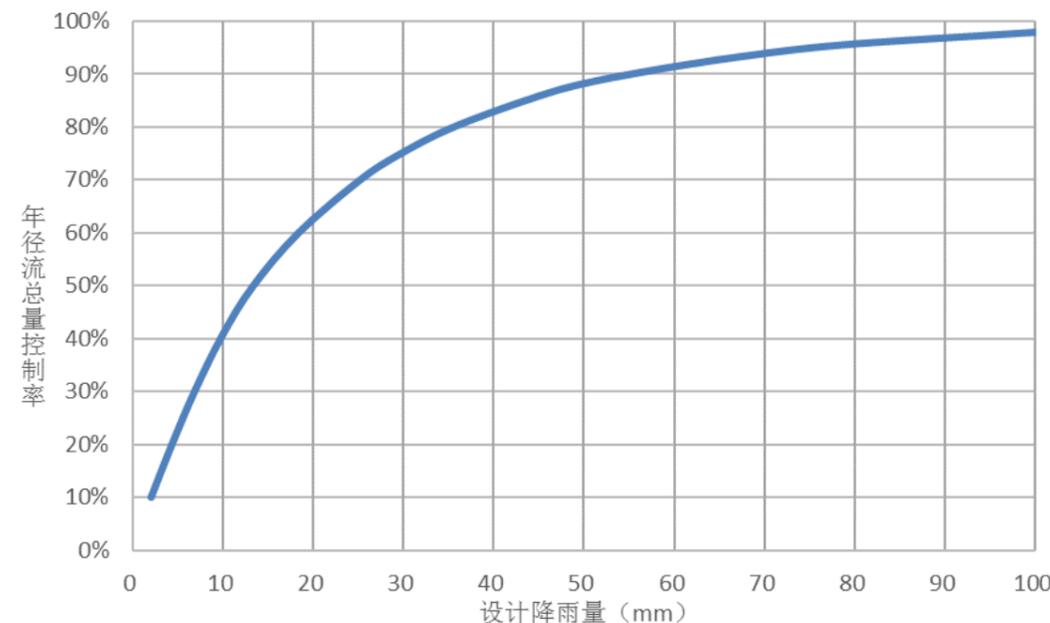
3 常用参数与计算方法

3.1 常用参数

(1) 年径流总量控制率 - 设计降雨量

广州地区近 30 年多年平均降雨量为 1768.8mm，常用年径流总量控制率对应的设计降雨量参见表 4.2.1，区间值采用内插法计算。

广州市年径流总量控制率 - 设计降雨量曲线



年径流总量控制率对应设计降雨量

年径流总量控制率	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%
设计降雨量 (mm)	14.3	18.9	22.1	25.8	30.3	36.0	43.7

(2) 设计调蓄容积的计算

设计调蓄容积一般采用容积法进行计算，公式如下：

$$V=10H\phi F$$

式中：

H ——设计降雨量 (mm)

ϕ ——综合雨量径流系数

F ——汇水面积 (ha)

(3) 年径流总量控制容积的计算

年径流总量控制容积计算公式如下：

$$V_T = 10HF$$

$$V_T = V_{调} + V_{渗}$$

$$V_{渗} = 10H(1-\phi)F$$

式中： V_T ——年径流总量控制容积 (m^3)

H ——设计降雨量 (mm)

F ——汇水面积 (ha)

$V_{调}$ ——设计调蓄容积 (m^3)

$V_{渗}$ ——渗透容积 (m^3)

(4) 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：

$$Q = \psi q F$$

式中： Q ——雨水设计流量 (L/s)

ψ ——流量径流系数

F ——汇水面积 (ha)

q ——设计暴雨强度 (L/s·ha)

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应符合《室外排水设计规范》的有关规定。广州市新建区域，雨水管渠系统重现期取 5 年，重要区域雨水管渠系统重现期取 10 年。

(5) 暴雨强度

广州市中心城区暴雨强度公式按《广州市中心城区暴雨公式及计算图表》(穗水[2011]214号)进行计算。

广州市暴雨强度总公式为：

$$q = \frac{3618.427(1+0.438LgP)}{(t+11.259)^{0.750}}$$

式中： q ——暴雨强度 (L/s·ha)

P ——设计重现期 (年)，新建、扩建和成片改造的区域设计重现期不小于 5 年。

t ——降雨历时 (min)

广州市中心城区单一重现期暴雨公式

重现期P (年)	公式
P=0.25	$6976.425 / (t+17.660)^{0.972}$
P=0.33	$6737.448 / (t+17.269)^{0.945}$
P=0.5	$6561.430 / (t+16.812)^{0.911}$
P=1	$6366.875 / (t+16.190)^{0.863}$
P=2	$5920.317 / (t+14.646)^{0.815}$
P=3	$5688.521 / (t+13.841)^{0.789}$
P=5	$5411.802 / (t+12.874)^{0.758}$
P=10	$5050.414 / (t+11.610)^{0.717}$
P=20	$4161.139 / (t+8.406)^{0.653}$
P=50	$3623.399 / (t+6.274)^{0.598}$
P=100	$3293.741 / (t+4.951)^{0.562}$

广州市中心城区暴雨强度公式适用范围：越秀区、荔湾区、海珠区、天河区、白云区、南沙区。其他行政区适用独立暴雨强度公式。

花都区：

$$q = \frac{2017.873(1+0.582 \ln p)}{(t+9.437)^{0.716}}$$

增城区：

$$q = \frac{2538.879(1+0.416 \ln p)}{(t+7.813)^{0.732}}$$

番禺区：

$$q = \frac{2458.657(1+0.476 \ln p)}{(t+8.873)^{0.749}}$$

从化区：

$$q = \frac{2690.403(1+0.388 \ln p)}{(t+7.897)^{0.748}}$$

(6) 雨水管渠的降雨历时

雨水管渠的降雨历时，应按下式计算：

$$t = t_1 + t_2$$

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。

t_2 ——管渠内雨水流行时间，min。

(7) 综合径流系数

计算海绵城市综合径流系数时，不同类型下垫面的径流系数应依据实测数据确定，缺乏资料时可参照下式取值。综合径流系数应按下垫面类型加权平均计算：

$$\psi = \sum \frac{F_i \psi_i}{F}$$

- 式中：ψ——综合径流系数
- ψ_i——各类下垫面径流系数
- F——汇水面积 (ha)
- F_i——汇水面上各类下垫面面积 (m²)

各类下垫面径流系数一览表

汇水面种类	雨量径流系数φ	流量径流系数ψ
绿化屋面 (绿色屋顶, 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
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

(8) 雨水收集回用

雨水收集回用的用途应按 GB 50400-2006 规定，用于绿化浇洒、道路及广场冲洗、车库地面冲洗、车辆冲洗、循环冷却水补水、景观水体补水和冲厕。

绿化浇洒、道路及广场冲洗、车库地面冲洗、车辆冲洗、循环冷却水补水等各项最高日用水量可按 GB 50015-2003 中的有关规定执行。

景观水体的补水量根据水面蒸发量、水体渗透量及景观水体水质保持方案综合确定。

最高日冲厕用水定额按照 GB 50015-2003 中的最高日用水定额及下表中规定的百分比计算确定。

器具给水定额流量按 GB 50015-2003 中的有关规定执行。

项目	住宅	宾馆、饭店	办公楼、教学楼	公共浴室	餐饮业、营业餐厅
冲厕	21%	10~14%	60~66%	2~5%	5~6.7%

3.2 设计标准的计算

确定设计标准时应根据雨水径流总量控制目标、外排流量控制目标、面源污染控制目标和雨水收集回用目标确定雨水回用量 V_U ，径流污染控制量 V_{WQ} ，雨水入渗滞留控制量 V_R 。径流污染控制设施通常采用过滤、入渗、滞留等方式处理初期雨水径流，应将该部分雨水量从雨水滞留入渗量中扣除，避免重复计算。

(1) 雨水收集回用量

宜按照径流污染控制标准要求处理初期径流后再进行雨水收集。收集后的雨水应采用水处理工艺使其达到相应的水质标准后才可回用。雨水收集范围应根据雨水水质、雨水储存设施的布置、收集管网等实际特点经比较优化后确定。

雨水收集回用量宜根据逐日降雨量和逐日用水量经模拟计算确定。当资料不足时，宜按下列规定计算：

当设计需水量小于收集范围的设计收集量时，雨水收集回用量宜根据设计需水量确定，应根据如下公式：

$$V_U = Q_u \times T_u / 0.9$$

式中：

- V_U ——雨水收集回用量 (m³)；
- Q_u ——日用水量 (m³)；
- T_u ——雨水利用天数 (d)，宜取 3-4 天。

当设计需水量大于或等于收集范围的设计收集量时，雨水收集回用量宜根据设计收集量确定，公式如下：

$$V_U = 10H_u R_v F_u$$

式中：

- V_U ——雨水收集回用量 (m³)；
- H_u ——设计收集降雨厚度，取 25mm；
- R_v ——雨量径流系数；
- F_u ——收集范围汇水面积 (ha)。

雨量径流系数 R_v 应按下垫面的种类加权平均计算，不同下垫面的雨量径流系数宜按下表确定：

下垫面种类	雨量径流系数
硬屋面	0.8 ~ 0.9
绿化屋面	0.3 ~ 0.4
混凝土和沥青广场、路面	0.8 ~ 0.9
块石等铺砌路面	0.5 ~ 0.6
干砌砖、石及碎石路面	0.4
非铺砌的土路面	0.3
绿地	0.15
水面	1.0
地下室覆土绿地 (覆土厚度 ≥ 500mm)	0.15
地下室覆土绿地 (覆土厚度 < 500mm)	0.3 ~ 0.4

(2) 径流污染控制量

径流污染控制量 V_{WQ} 应采用如下公式计算：

$$V_{WQ} = 10H_W R_W F$$

$$R_W = 0.05 + 0.009I$$

式中：

- V_{WQ} ——径流污染控制量 (m³)；
- H_W ——径流污染控制降雨厚度 (mm)；
- F ——汇水面积 (ha)；
- R_W ——径流污染控制系数；
- I ——汇水区域内不透水面积比例 (%)。

径流污染控制降雨厚度 H_W 宜按照下表确定：

初期雨水径流水质等级	汇流时间 $T_c < 10$ 分钟时，控制降雨厚度	汇流时间 T_c 每增加 5 分钟，控制降雨厚度增加量	最大控制降雨厚度
A	3	1	8
B	7	2	18
C	10	2	20
D	15	2	25

汇流时间 t_c 的计算，应符合下列规定：

- 屋面雨水汇流时间宜取 5 分钟；
- 室外雨水汇流时间应按如下式计算：

$$t_c = t_{1c} + t_{2c}$$

式中：

- t_c ——雨水汇流时间 (min) ；
- t_{1c} ——汇水面汇流时间 (min) ；
- t_{2c} ——管渠内雨水流行时间 (min) ，管渠内雨水流行时间按 GB 50015-2003 的规定计算。

汇水面汇流时间 t_{1c} 宜采用如下公式计算：

$$t_{1c} = \frac{5.473 (nL)^{0.8}}{P_2^{0.5} S^{0.4}}$$

式中：

- t_{1c} ——汇水面汇流时间 (min) ；
- n ——糙率，糙率宜按照下表确定；
- L ——汇流长度 (m) ；
- P_2 ——2 年一遇 24 小时降雨量 (mm) ；
- S ——汇水面坡度。

下垫面	糙率
光滑沥青路面	0.011
光滑混凝土路面	0.012
砖块地面	0.014
块石路面	0.024
平整的空地	0.05
绿化带	0.15
茂密绿化带	0.24
林地	0.40
茂密林地	0.80

(3) 雨水入渗与滞留控制量

新建项目的雨水入渗与滞留控制量 V_R 应采用如下公式计算：

$$V_R = V_1 - V_2 - V_U$$

式中：

- V_R ——雨水入渗与滞留控制量 (m^3) ；
- V_1 ——项目建设区域内开发前设计重现期降雨条件下雨水径流总量 (m^3) ；
- V_2 ——项目建设区域内开发后设计重现期降雨条件下雨水径流总量 (m^3) ；
- V_U ——雨水收集回用量 (m^3) 。

改扩建项目的雨水入渗与滞留控制量 V_R 应采用如下公式计算：

$$V_R = 10F(H_{R1} - H_{R2}) - V_U$$

式中：

- V_R ——雨水入渗与滞留控制量 (m^3) ；
 - F ——建设项目总汇水面积 (ha) ；
 - V_U ——雨水收集回用量 (m^3) ；
 - H_{R1} ——设计目标要求的雨量径流系数对应的平均雨水控制厚度 (mm) ；
 - H_{R2} ——实施低影响开发前的雨量径流系数对应的平均雨水控制厚度 (mm) 。
- H_{R1}, H_{R2} 由年雨量径流系数确定，其应根据下表确定：

年雨量径流系数	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55
控制厚度	1.0	2.0	3.5	5.0	6.5	8.0	10.0	12.5	15.0
年雨量径流系数	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
控制厚度	18.0	21.0	25.0	29.5	35.0	42.0	51.0	63.0	74.0

项目建设区域内开发前后雨水径流总量宜采用如下公式计算：

$$V_{1,2} = 10F \frac{(P_2 - I_a)^2}{(P_2 - I_a) + S}$$

式中：

$$I_a = 0.2S$$

$$S = 25400 / CN - 254$$

$V_{1,2}$ ——项目建设区域内开发前后雨水径流总量 (m^3) ；

F ——建设项目总汇水面积 (ha) ；

P_2 ——2 年一遇 24 小时降雨量 (mm) ；

I_a ——降雨初损 (mm) ；

S ——最大可能降雨损失 (mm) ；

CN ——径流因子。

径流因子应根据下表确定，项目建设区域内综合径流因子应采用各种下垫面径流因子加权平均值：

下垫面		土壤类型			
下垫面类型	下垫面水文状况 (%)	A	B	C	D
水面	--	100	100	100	100
屋面	--	98	98	98	98
混凝土、沥青等不透水面	-	98	98	98	98
部分透水的人行道	--	83	89	92	93
草皮及空地 (包括高尔夫球场、公园草坪等)	差, 覆盖率 < 50	68	79	86	89
	中, 覆盖率 50~75	49	69	79	84
	好, 覆盖率 > 75	39	69	79	80
灌木、花坛植物的绿化带等	差, 覆盖率 < 50	48	67	77	83
	中, 覆盖率 50~75	35	56	70	77
	好, 覆盖率 > 75	30	48	65	73
乔木、灌木、草皮混合	差, 覆盖率 < 50	57	73	82	86
	中, 覆盖率 50~75	43	65	76	82
	好, 覆盖率 > 75	32	58	72	79
林地 (无草皮、灌木)	差, 覆盖率 < 50	45	66	77	83
	中, 覆盖率 50~75	36	60	73	79
	好, 覆盖率 > 75	30	55	70	77

此项径流因子是按坡度 < 5% 确定的，如果坡度在 5% 到 10% 之间，径流因子增加 3；如果坡度大于 10%，径流因子增加 5。

3.3 设施规模的计算

(1) 渗透设施调蓄容积

对于生物滞留设施、渗透塘、渗井等顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施，渗透设施有效调蓄容积 V_s 应按照如下方法计算：

$$V_s = V - W_p$$

式中：

V_s ——渗透设施有效调蓄容积 (m^3)

V ——渗透设施进水量 (m^3)

W_p ——渗透量 (m^3)

渗透设施进水量 V 应按照如下公式计算：

$$V = 10H \phi F$$

式中：

H ——设计降雨量 (mm)

ϕ ——综合雨量径流系数

F ——汇水面积 (m^2)

渗透量 W_p 应按照如下公式计算：

$$W_p = K J A_s T_s$$

式中：

K ——土壤渗透系数

J ——水力坡降

A_s ——有效渗透面积 (m^2)

T_s ——渗透时间 (s)

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，但蓄水能力受面层或基层渗透性能影响很大，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规模，计算公式如下：

$$\alpha = (S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + \dots + S_n\alpha_n) / S$$

式中：

- α ——综合雨量径流系数
- α_n ——各地块雨量径流系数
- S_n ——各类型地块面积
- S ——地块总面积

绿色屋顶的规模计算参照透水铺装的规模计算方法。

(2) 储存设施调蓄容积

对雨水罐、蓄水池、湿塘、雨水湿地等设施以储存为主要功能时，其储存容积应通过容积法和水量平衡法计算，并通过技术经济分析综合确定。

容积法：

$$V = 10H \phi F$$

式中：

- V_s ——渗透设施有效调蓄容积 (m^3)
- V ——渗透设施进水量 (m^3)
- W_p ——渗透量 (m^3)

水量平衡法：通过制表测算调蓄容积。

项目	汇流雨量	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	m	$m^3/月$	$m^3/月$
编号	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1月										
2月										
.....										
11月										
12月										
合计										

(3) 调节设施调蓄容积

对调节塘、调节池等调节设施，以及以径流峰值调节为目标进行设计的蓄水池、湿塘、雨水湿地等设施的容积应根据雨水管渠系统设计标准、下游雨水管道负荷及入流、出流流量过程线，经技术经济分析合理确定，调节设施容积 V 按式如下计算：

容积法：

$$V = \text{Max}[\int (Q - q) dt]$$

式中：

- Q ——调节设施入流流量 (m^3)
- q ——调节设施出流流量 (m^3)
- t ——降雨历时 (s)
- S ——调节设施调蓄容积 (m^3)

(4) 转输设施调蓄容积

植草沟、渗渠等转输设施应确定排水重现期，参考流量法计算设计流量 Q ，计算公式如下：

流量法：

$$Q = aqF$$

式中：

- a ——流量径流系数
- q ——设计暴雨强度
- F ——汇水面积
- Q ——设计流量

根据工程实际情况确定各设计参数：

$$S = Q/v$$

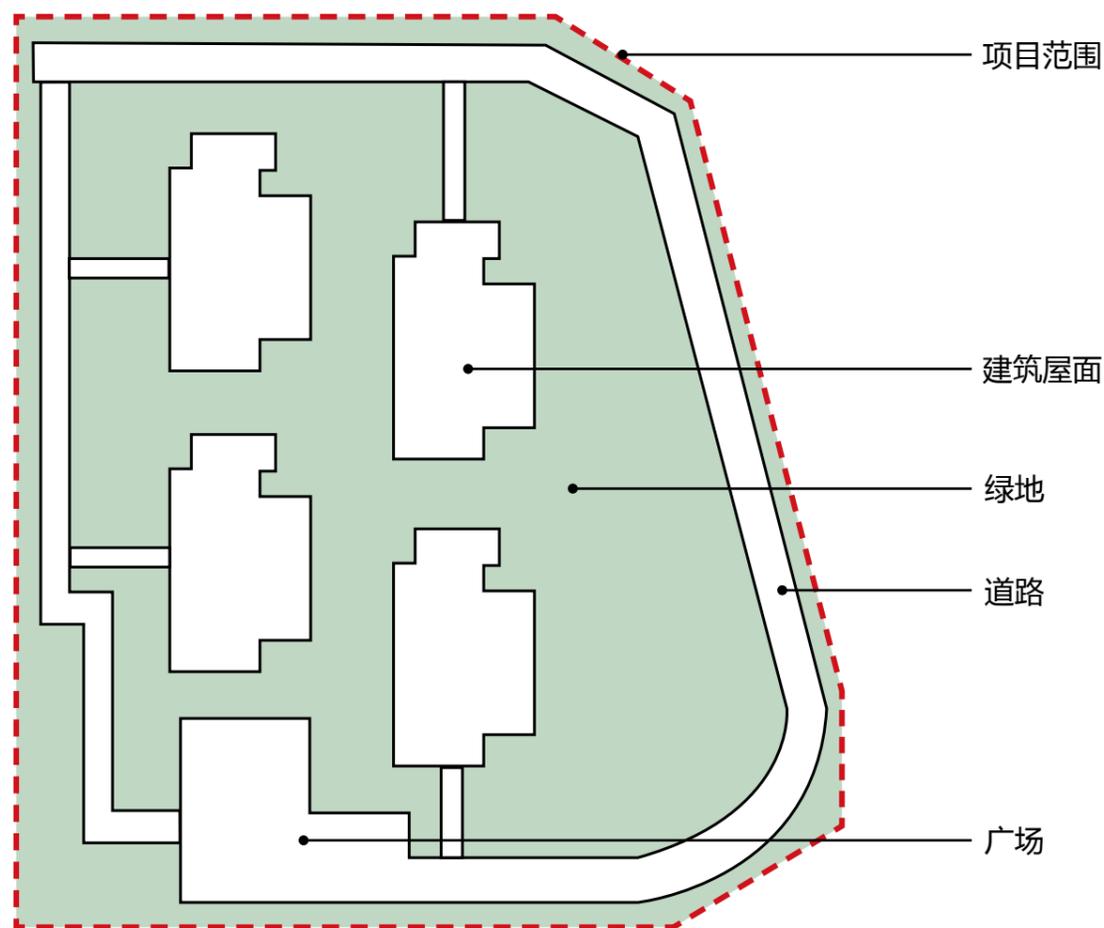
式中：

- S ——转输设施截面积
- Q ——设计流量
- v ——径流流速

3.4 典型案例

A 居住区改造工程，项目用地面积 4033.24m²，包括屋顶面积 1379.72m²，道路与广场铺装面积 1616.58m²，绿化面积 1036.94m²。现状环境地势平坦，缺乏雨水管理，小雨地面有积水，大雨无法入行。

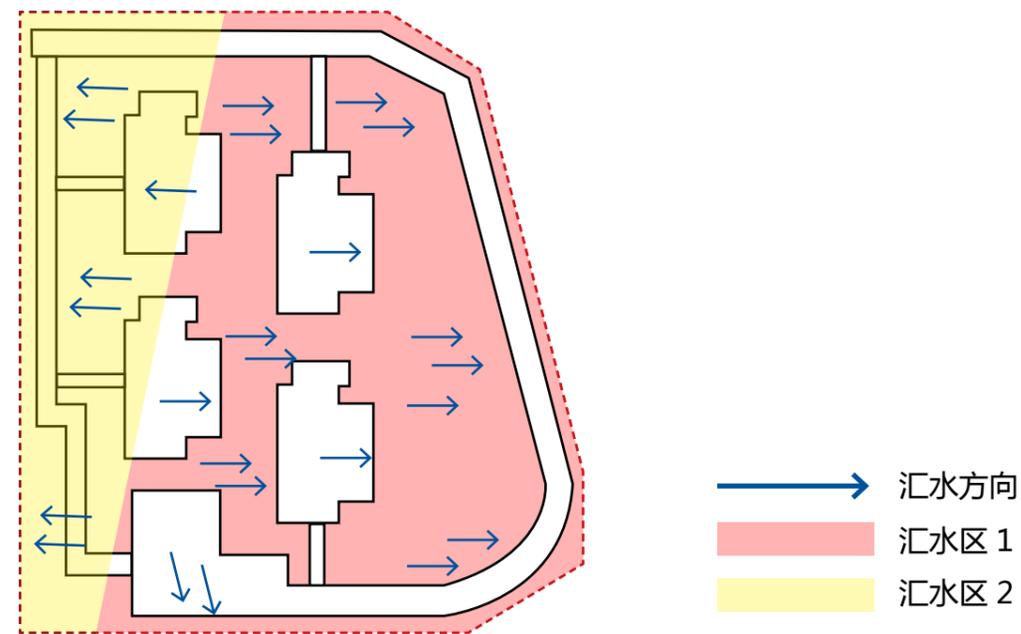
设计目标：年径流总量控制率 85%，对应设计降雨量 41.3mm。



居住小区改造项目平面示意图

设计流程：

(1) 根据现状地形标高进行汇水区的划分。将地块详细划分为 2 个汇水区，分区对雨水径流进行管理控制：



汇水分区及径流流向图

(2) 结合区域内各类型下垫面的径流系数，通过综合雨量径流系数的方法计算每个汇水分区所需的调蓄容积：

汇水区 1 中，首先拟定项目改造总体布局方案，改造现有屋面的 40% 为绿色屋顶，将广场更换为透水铺装，现总汇水面积 2388.94m²，绿色屋顶 220.14m²，透水铺装 408.6m²。根据各种下垫面的综合雨量径流系数取值，加权平均算出汇水分区的综合雨量径流系数。

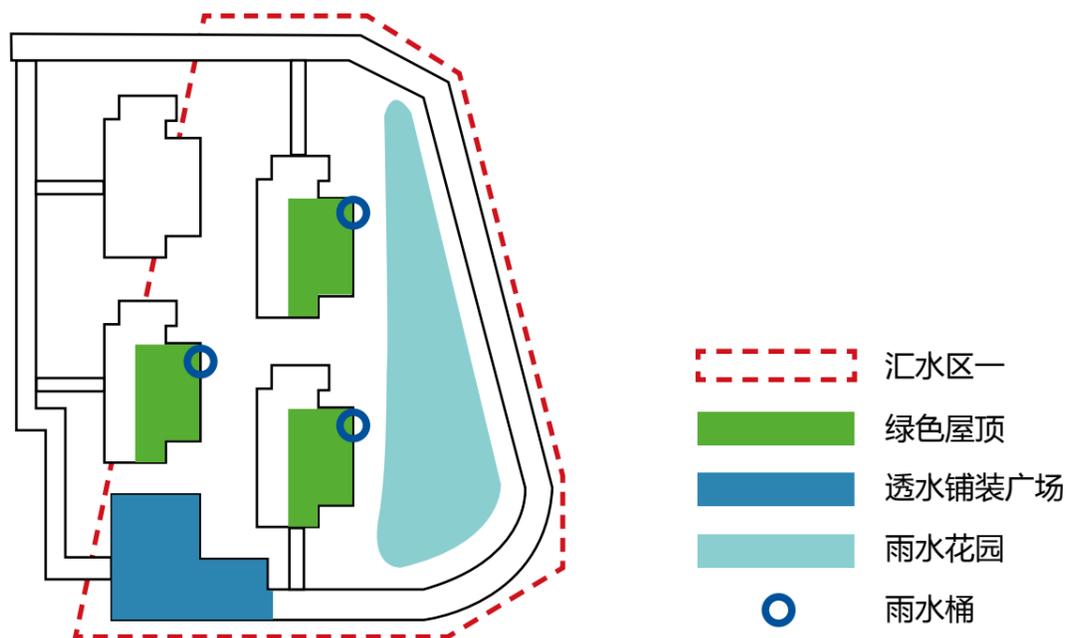
汇水区 1 综合雨量径流系数计算 (按改造后设下垫面计算)			
下垫面类型	编号	面积 (m ²)	综合雨量径流系数取值
		A	B
硬质屋顶	1	330.22	0.85
绿化屋顶	2	220.14	0.35
绿化	3	776.34	0.15
道路不透水铺装	4	653.64	0.85
广场透水铺装	5	408.6	0.2
合计		2388.94	
径流系数	$=(A_1 \cdot B_1 + A_2 \cdot B_2 + A_3 \cdot B_3 + A_4 \cdot B_4 + A_5 \cdot B_5) / (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5) = 0.465$		

1号地块在拟改造后的雨量综合径流系数为0.465，则需要的调蓄容积计算过程如下表所示。

项目	总面积 (m ³)	改造前径流系数	改造后径流系数	年径流总量控制率	设计降雨量	设计调蓄容积 (m ³)
分区编号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	$=10 * (1) * (3) * (5) / 10000$
1	2388.94	0.623	0.465	85%	41.3	45.88

为消纳在设计降雨量条件下产生的所有雨水，1号地块应设置不小于45.88m³的调蓄容积。其中屋顶需要控制14.8m³，绿地需要控制4.8m³，道路需要控制22.94m³，广场需要控制3.38m³。

设置雨水桶8个，连接雨落管收集屋面径流雨水，8*2=16m³。设置雨水花园220m²，收集道路及广场径流雨水，220*0.15=33 m³。具体方案为通过在道路设置横向截流沟收集道路和广场径流引入绿地雨水花园进行处理。



低影响开发设施布局图

(3) 重复以上计算过程，详细计算2号汇水分区的调蓄容积，并完成地块的低影响开发设施布置。

分区编号	汇水面积 m ²	设计调蓄容积 m ³	实际调蓄容积 m ³
1	2388.94	45.88	49
2	822.15	32	35
合计	2016.62	77.88	84

经核算实际总调蓄容积为84m³，实际可控制44.6mm(24h)的雨水，年径流总量控制率87.5%，达到设计目标。

(4) 完成项目全部分区设施布局及调蓄类设施规模计算，数据规模如下：

设施类型	占地面积 / m ² (数量 / 个)	调蓄容积 / m ³
雨水花园	160	24
雨水桶	9个	18
透水铺装	398.3	--
绿色屋顶	270.17	--
总计		42

本案例中设施选用的种类较为单一，在大型项目中，可以因地制宜的选择更多的设施组合，计算方法类似。

4 相关规划要点汇编

4.1 省域层面

(1) 《广东省城市基础设施“十三五”规划——海绵城市专题》

——基本形成自然和谐的低影响开发雨洪控制设施系统。城市建成区新建的绿地系统、道路与广场、建筑与小区、生态水网和排水防涝工程等应达到海绵城市规划建设有关目标和指标，各城市建成区 20% 以上面积应将 70% 以上的降雨就地消纳和利用。

——到 2020 年，森林覆盖率达到 60.5%，城市人均公园绿地面积达到 16.5 平方米，公园绿地服务半径覆盖率达到 80%。绿道网的综合功能进一步提升，水系区域绿廊、沿海防护林带和生态景观林带建设稳步推进，形成“结构好、景观美、功能强、效益高”的生态景观廊道网络。城市建成区的绿地数量有序增长，建设一批开放式的街道邻里空间，立体绿化、垂直绿化、雨水花园、生态草沟、林荫停车场和防灾避险绿地的数量大幅提升，建成区绿化覆盖率达到 45%。绿地品质显著提升，智慧绿化成效初显。

——完善排水防涝体系。结合渗、滞、蓄、排等措施，逐步提高城市排水防涝标准。广州、深圳市中心建成区应有效应对不低于 50 年一遇暴雨，其他地级市中心建成区应有效应对不低于 30 年一遇暴雨，县级城市中心建成区有效应对不低于 20 年一遇暴雨。

——城市建成区年径流污染控制率不低于 60%，城市建成区黑臭水体控制在 10% 以内。

——要求城市污水再生利用率不低于 10%，雨水再生利用率不低于 3%，年均地下水潜水位保持稳定。

——基本恢复山水林田湖等原有自然生态本底。珠三角及沿海地区城市的水域面积率不低于 10%，山区城市不低于 6%，城市建成区绿地覆盖率不低于 30%，生态岸线恢复率不低于 80%。

(2) 《广东省海绵城市建设“十三五”规划(2016-2020年)》

1) 主要规划内容

《广东省海绵城市建设“十三五”规划》提出了引领海绵城市建设的纲领性要求，以及实施计划清单。并作为广东省城市供水、污水处理、黑臭水体、城市排水防涝、城市道路、城市公园绿地等专项的海绵相关内容的整合与统筹的平台。

2) 目标和指标要求

通过海绵城市建设，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将 70% 以上的降雨就地消纳和利用。到 2018 年，全省建成一批海绵城市建设示范项目，初步形成相对集中的海绵城市建设区域。到 2020 年基本实现以下目标：

- 山水林田湖等生态空间得到有效保护。
- 排水防涝能力得到有效提升。
- 城市内涝积水问题得到基本解决。
- 水生态、水资源、水环境、水安全得到全面改善。

“十三五”时期海绵城市建设目标指标一览表

核心指标		2018 年	2020 年
1	达到海绵城市目标的城市建设区面积比例	15%	20%
2	年径流总量控制率	--	70%
3	年径流污染控制率	--	60%
4	水域面积率	--	珠三角及沿海地区不低于 10%；其他城市不低于 6%
5	城市建成区绿化覆盖率	43%	45%
6	黑臭水体消除率	80%	90%
7	径流污染削减率	市域 55%，中心城区 45%，20% 建成区达到目标要求	市域 55%，中心城区 45%，80% 建成区达到目标要求

(3) 《广东省城市基础设施“十三五”规划——生态绿地专题》

——到 2020 年，森林覆盖率达到 60.5%，城市人均公园绿地面积达到 16.5 平方米，公园绿地服务半径覆盖率达到 80%。绿道网的综合功能进一步提升，水系区域绿廊、沿海防护林带和生态景观林带建设稳步推进，形成“结构好、景观美、功能强、效益高”的生态景观廊道网络。

——城市建成区的绿地数量有序增长，建设一批开放式的街道邻里空间，立体绿化、垂直绿化、雨水花园、生态草沟、林荫停车场和防灾避险绿地的数量大幅提升，建成区绿化覆盖率达到 45%。绿地品质显著提升，智慧绿化成效初显。

4.2 市域层面

(1) 《广州市建设项目雨水径流控制办法》

——城镇公共道路雨水的排放和削减应当设置渗排一体设施。

——新建项目硬化地面中，除城镇公共道路外，建筑物的室外可渗透地面率不低于 40%；人行道、室外停车场、步行街、自行车道和建设工程的外部庭院应当分别设置渗透性铺装设施，其渗透铺装率不低于 70%。

——凡涉及绿地率指标要求的建设工程，除公园之外的绿地中至少应有 50% 作为用于滞留雨水的下沉式绿地，用于滞留雨水的绿地应当低于周围地面 50 毫米，设于绿地内的雨水口顶面标高应当高于绿地 20 毫米以上；并可以设置能在 24 小时内排干积水的设施。

(2) 《广州市海绵城市专项规划 (2016-2030)》

1) 主要规划内容

广州市海绵城市专项规划通过对广州现状自然、城市建设条件的综合评价，结合现状存在的问题，从城市总体层面提出海绵城市的规划目标、定位与建设思路。通过对水生态、水环境、水资源、水安全四个方面的目标、指标的层层分解落实，提出城市各个区域的详细控制目标与指标；提出具体可实施的建设策略与设施布局，恢复自然水文条件。

2) 目标和指标要求

总体指标

市域 70% 的降雨就地消纳和利用。到 2020 年，城市建成区 20% 以上的面积达到目标要求；到 2030 年，城市建成区 80% 以上的面积达到目标要求。通过建设水生态基础设施与市政衔接的海绵系统，实现“小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解”。

广州市海绵城市总体控制指标表

类别	项	总体控制指标	指标要求 (2020 年)	指标要求 (2030 年)	控制要求
水生态	1	年径流总量控制率	70% 20% 建成区达到目标要求	70% 80% 建成区达到目标要求	强制性
	2	生态岸线恢复率	不低于 80%		强制性
	3	天然水面保持率	10.15%	11%	引导性
	4	森林覆盖率	42.5%	44.15%	引导性
	5	城市热岛效应	平均热岛强度有所下降		引导性
水环境	6	水环境质量达标率	对于划定地表水环境功能区划的水体断面，消除劣 V 类，城市建成区基本消除黑臭水体，地表水水质优良（达到或优于 III 类）比例进一步提升	海绵城市建设区域内的河湖水质不低于《地表水环境质量标准》IV 类标准，且优于海绵城市建设前的水质；城市建成区黑臭水体总体得到消除，地表水水质优良	强制性
	7	城市污水处理率	全市城镇：95%，中心城区：95%，农村生活污水：70%	全市城镇：95%，中心城区：100%，农村生活污水：80%	强制性
	8	径流污染削减率	新建项目 50% 改建项目 40% 20% 建成区达到目标要求	新建项目 50% 改建项目 40% 80% 建成区达到目标要求	引导性
	9	合流制溢流频率	10mm 以内降雨无溢流		引导性
水资源	10	污水再生利用率	不低于 15%		强制性
	11	雨水资源利用率	不低于 3%		引导性
	12	公共供水管网漏损率	小于 10%		引导性
水安全	13	城市排水防涝标准	中心城区有效应对不低于 50 年一遇暴雨		强制性
	14	城市防洪标准	中心城区 200 年一遇		强制性

其他指标

针对新建、改建、扩建的地区，严格控制年径流总量。涉及绿地率指标要求的至少应有50%作为用于滞留雨水的下沉式绿地；下渗条件较好的区域新建公共停车场、人行道、步行街、自行车道和建筑外部庭院的透水铺装率不小于70%；新建公共市政道路及其设施标高应高于其侧下沉式绿化带标高至少10cm；新建建设工程硬化面积达1公顷以上的项目，应配建不小于500立方米的雨水调蓄设施。

针对改造区域，对于学校、一类居住用地等改造潜力较大的用地，涉及绿地率指标要求的至少应有50%改造为用于滞留雨水的下沉式绿地，建筑庭院的透水铺装率不小于50%；对于市级以上的公共服务设施用地以及二类居住用地、一类工业用地等改造潜力一般的区域，涉及绿地率指标要求的至少应有30%改造为用于滞留雨水的下沉式绿地，建筑庭院的透水铺装率不小于30%；对于不含山体的公园绿地，至少应有30%改造为用于滞留雨水的下沉式绿地，公园中非机动车道的透水铺装率不小于70%。

市域水生态基础设施规划中提出乡土植物比率应大于90%。

(3) 《广州市城市绿地系统海绵城市专项规划(2016-2030)》

1) 主要规划内容

首先研究规划背景，并对广州城市环境与绿地条件进行数据分析和实地摸查；对国家、广东省提出的相关规划政策进行解读，明确国家规定与上位规划对海绵城市绿地提出的建设要求与指标；分析海绵城市技术应用趋势与地域性特征，并提出在广州实施应用的问题与挑战；提出可行的规划策略、规划目标与指标，明确规划思路和要求；对城市绿地系统进行海绵城市的布局、分类规划，并提出近期重点建设的内容；对海绵城市绿地中植物的应用提出指引和推荐；对规划的实施提出保障措施。

2) 目标和指标要求

广州市城市绿地系统海绵城市总体指标表

一级指标					
指标类型	指标名称	近期指标	远期指标	备注	
强制性指标	建成区绿地率	≥ 38%	≥ 40%		
强制性指标	建成区绿化覆盖率	≥ 43%	≥ 48%		
引导性指标	雨水资源利用率	≥ 3%		采用《广州市海绵城市专项规划》指标	
二级指标					
指标类型	指标名称	控制值		备注	
强制性指标	公园绿地率	一般城市公园	≥ 75%		指标与《广州市城乡规划技术规定(试行)》(广州市人民政府令【第71号】)的最低控制指标保持一致,详见专项指标相关表格
		专类公园	≥ 60%		
		街旁绿地	≥ 70%		
	建筑及小区绿地率	居住区绿地	≥ 25%		
		公共建筑绿地	≥ 30%		
		工业园区绿地	≥ 30%		
		商业建筑绿地	≥ 10%		
	道路绿地率	广场绿地	≥ 30%		
		园林景观路绿地	≥ 40%		
		一般城市道路绿地	≥ 15%		
引导性指标	透水铺装率	≥ 70%		采用《广州市海绵城市建设指标体系》指标	

广州市公园绿地海绵城市建设指标表

绿地类型	规模	绿地率		下沉式绿地率		透水铺装率		雨水资源利用率	
		新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目
综合公园	3-25公顷	≥ 75%	≥ 75%	≥ 12%	≥ 10%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 10%	≥ 5%
	25公顷以上	≥ 75%	≥ 75%	≥ 10%	≥ 10%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 10%	≥ 5%
社区公园	0.4-1公顷	≥ 80%	≥ 80%	≥ 7%	≥ 5%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 10%	≥ 5%
	1公顷以上	≥ 75%	≥ 75%	≥ 10%	≥ 7%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 10%	≥ 5%
专类公园	0.4-1公顷	≥ 60%	≥ 60%	≥ 7%	≥ 5%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 10%	≥ 5%
	1公顷以上	≥ 75%	≥ 75%	≥ 10%	≥ 7%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 10%	≥ 5%
带状公园	最窄宽度 8-20米	≥ 60%	≥ 60%	≥ 5%	≥ 5%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 10%	≥ 5%
	最窄宽度 20米以上	≥ 75%	≥ 75%	≥ 7%	≥ 7%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 10%	≥ 5%
街旁绿地	0.05-1公顷	≥ 70%	≥ 70%	≥ 7%	≥ 5%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 10%	≥ 5%

广州市道路绿地海绵城市建设指标表

类型	绿地率		下沉式绿地率	
	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目
广场绿地	≥ 30%	≥ 25%	≥ 60%	≥ 50%
景观主干道绿地	≥ 40%	≥ 30%	≥ 60%	≥ 50%
一般城市道路绿地	≥ 15%	≥ 15%	≥ 50%	≥ 50%
类型	规模		下沉式绿地率	
			新建项目	改造项目
铁路防护绿地	单侧防护距离 20-50m		≥ 50%	≥ 50%
	单侧防护距离 50m 以上		≥ 60%	≥ 50%
对外交通设施防护绿地	单侧防护距离 50m 以上		≥ 60%	≥ 50%
道路防护绿地	单侧防护距离 10-50m		≥ 50%	≥ 50%
	单侧防护距离 50m 以上		≥ 60%	≥ 50%

广州市其他防护绿地海绵城市建设指标表

类型	规模	下沉式绿地率	
		新建项目	改造项目
水系防护绿地	单侧防护距离 6-50m	≥ 50%	≥ 50%
	单侧防护距离 50m 以上	≥ 60%	≥ 50%
市政走廊绿带	单侧防护距离 24-50m	≥ 50%	≥ 50%
	单侧防护距离 50m 以上	≥ 60%	≥ 50%
卫生防护绿地	单侧防护距离 10-50m	≥ 50%	≥ 50%
	单侧防护距离 50m 以上	≥ 60%	≥ 50%

广州市居住用地海绵城市建设指标表

适用类型	绿地率		下沉式绿地率		透水铺装率		绿色屋顶率		雨水资源利用率	
	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目
旧城区	≥ 25%	≥ 25%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 30%	≥ 3%	—
旧城外地区	≥ 35%	≥ 35%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 30%	≥ 3%	—

广州市商业用地海绵城市建设指标表

适用类型	适用范围	绿地率		下沉式绿地率		透水铺装率		绿色屋顶率		雨水资源利用率		备注	
		新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目		
零售商业用地 餐饮业用地 金融保险 业用地 艺术 传媒产业 用地 其他商务 设施用地	历史文化保护区	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	按《广州市历史文化名城保护规划》及各历史文化街区保护规划进行控制	
	旧城区	市级商业中心	≥ 10%	≥ 10%	≥ 55%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—	成片重建地块,按《广州旧城更新规划纲要》进行控制
			≥ 15%	≥ 原绿地率,且 ≥ 15%	≥ 55%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—	零散拆建地块,按《广州旧城更新规划纲要》进行控制
		区级商业中心	≥ 15%	≥ 15%	≥ 55%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—	成片拆除重建地块,按《广州旧城更新规划纲要》进行控制
	≥ 15%		≥ 原绿地率,且 ≥ 15%	≥ 55%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—	零散拆建地块,按《广州旧城更新规划纲要》进行控制	
	旧城区外地区	其他地区	≥ 20%	≥ 原绿地率,且 ≥ 20%	≥ 55%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—	零散拆建地块,按《广州旧城更新规划纲要》进行控制
			≥ 20%	≥ 20%	≥ 55%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—	商业中心若能够满足总体绿地率不小于30%,且最少应布局1处面积不小于2hm ² 的集中绿地;若不能满足条件,仍按“技术标准与准则”控制
		其他地区	≥ 35%	≥ 35%	≥ 55%	≥ 50%	≥ 80%	≥ 75%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—	建筑面积 ≥ 20000m ²
			≥ 30%	≥ 30%	≥ 55%	≥ 50%	≥ 80%	≥ 75%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—	建筑面积 < 20000m ²
	旅馆用地	—	≥ 35%	≥ 35%	≥ 55%	≥ 50%	≥ 80%	≥ 75%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—	按照“技术标准与准则”控制

广州市工业用地绿地海绵城市建设指标表

适用类型	适用范围	绿地率		下沉式绿地率		透水铺装率		绿色屋顶率		雨水资源利用率	
		新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目
工业园区	位于都会区的都市工业园区、高新技术产业区	≥ 30%	≥ 30%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 60%	≥ 30%	≥ 3%	—
	其他工业园区	≥ 30%	≥ 30%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 60%	≥ 30%	≥ 3%	—
工业园区外独立工业用地		≤ 20%	≤ 20%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 60%	≥ 30%	≥ 3%	—

广州市其他用地类型绿地海绵城市建设指标表

用地类别	所属规划区	绿地率		下沉式绿地率		透水铺装率		绿色屋顶率		雨水资源利用率	
		新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目	新建项目	改造项目
行政办公用地	旧城区	> 30%	> 28%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
	旧城外地区	> 35%	> 35%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
文化设施用地	旧城区	> 30%	> 28%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
	旧城外地区	> 35%	> 35%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
教育科研用地	旧城区	> 35%	> 30%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
	旧城外地区	> 40%	> 40%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
体育用地	旧城区	> 30%	> 28%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
	旧城外地区	> 35%	> 35%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
医疗卫生用地	旧城区	> 40%	> 35%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
	旧城外地区	> 45%	> 45%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
文物古迹用地	旧城区	> 30%	> 28%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	—	—	—	—
	旧城外地区	> 40%	> 40%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	—	—	—	—
其他公共管理与公共服务设施用地	旧城区	> 30%	> 28%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
	旧城外地区	> 40%	> 40%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 80%	≥ 30%	≥ 3%	—
仓储用地	旧城区	> 20%	> 18%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 60%	≥ 30%	≥ 3%	—
	旧城外地区	> 25%	> 25%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 60%	≥ 30%	≥ 3%	—
公用设施用地	旧城区	> 30%	> 28%	≥ 50%	≥ 50%	≥ 70%	≥ 70%	≥ 60%	≥ 30%	≥ 3%	—
	旧城外地区	> 40%	> 40%	≥ 60%	≥ 50%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 60%	≥ 30%	≥ 3%	—

(4) 《广州市海绵城市建设指标体系(试行)》

1) 主要内容

提出海绵城市建设指标体系,指导广州市市域范围内新建、改建、扩建涉及海绵城市建设内容的规划、涉及、实施、维护管理。

2) 指标要求

区域系统指标表

序号	一级指标	二级指标	新建(含成片改造)	改建	指标类型
1	年径流总量控制率		75%	70%	约束性
1-1		城市可渗透面积率	≥ 40%	比改建前增加 5%	约束性
1-2		单位硬化面积调蓄容积	≥ 500 m ³ /ha	/	约束性
2	年径流污染削减率		50%	40%	约束性
3	建成区绿地率		> 38%		约束性
4	水域面积率		≥ 10.15%		约束性
5	雨水资源利用率		≥ 3%	/	鼓励性

绿地系统指标表

序号	二级指标	新建(含成片改造区域)	改建	指标类型
1	下沉式绿地率	≥ 50%	≥ 40%	约束性
2	透水铺装率	≥ 70%	≥ 50%	约束性
3	雨水资源利用率	≥ 10%	≥ 5%	鼓励性

(5) 《广州市林业和园林“十三五”发展规划》

1) 主要规划内容

规划分析了“十三五”发展需求,提出加强生态资源保护、推进城乡绿化一体化、促进绿色产业发展、深化林业园林改革、强化科技支撑服务、打造生态文化品牌的任务,以森林提质工程、湿地水系工程、绿色网络工程等八项重点工程保证林业和园林发展目标的实现。

2) 指标要求

广州市林业和园林“十三五”发展指标(2016-2020)

序号	发展指标	2015年	2020年
1	森林覆盖率(%)	42.03	42.50
2	林木绿化率(%)	45.43	46.00
3	建成区绿地率(%)	36.00	38.00
4	建成区绿化覆盖率(%)	41.53	43.00
5	建成区人均公园绿地面积(m ²)	16.5	18.0
6	村庄绿化覆盖率(%)	30	35
7	森林公园数量(个)	73	92
8	湿地公园数量(个)	12	22

5 部门意见响应表

《广州市海绵城市绿地建设指引》各部门意见回应情况 (2017.8.30)			
部门名称	序号	部门意见	落实情况
广州市城市管理委员会	1	P91 “2.5 渗井”中有关规定建议与《井盖设施建设技术规范》(DBJ440100/T 160-2013)等标准保持一致,其中“工程结构(5)当设有人孔时,应采用双层井盖”,建议进一步研究依据。理由:《井盖设施建设技术规范》4.2.4规定“统一检查井口应仅设置一层井盖设施,有专业特定要求除外”。	已修改,内容与《井盖设施建设技术规范》保持一致,具体内容详见 P91
	2	P130 “管理与维护”“设施管理维护要点”中,建议按照《广州市井盖设施管理试行办法》等规定增加“渗井”部分。理由:渗井设置了井盖,其维护管理与市民群众的安全息息相关,建议在此列明做好指引。	已采纳,补充渗井的管理维护相关指引,具体内容详见 P133
广州市住房和城乡建设委员会	1	第15页“控制线详细规划”应为“控制性详细规划”。	已修改,具体内容详见 P15
	2	第30页在“建设要点(2)生态修复”中,建议增加利用适合生物净化措施对水体进行净化、修复,并做出相应指引,具体可参考海珠湿地。	已采纳,补充生物净化措施相关内容,具体内容详见 P30
	3	第50页在3.1道路附属绿地指标要求中,建议绿地率参考《广州市海绵城市建设指标体系》按道路类型分类界定约束性指标还是鼓励性指标,并分类设置指标数值。	已采纳,指引中指标数值参考《广州市海绵城市建设指标体系》,将指标分为约束性指标和引导性指标两类对绿地率提出要求,具体内容详见 P50
	4	第87页雨水流程图中,建议改为“水质较差的雨水”通过预处理设施后进入生物滞留带。即:“水质较差的雨水”与“水质较好的雨水”位置对调。	已修改,具体内容详见 P87
	5	第144页植物应用一览表中,部分特异属性标识注释不明或缺失,如6号特异属性,三角实心标识;29号特异属性注释,五角星实心标识注释等。	已补充,具体内容详见 P144

部门名称	序号	部门意见	落实情况
广州市林业和园林局工程处	1	建议在“各阶段工作内容”中给“年径流总量控制率”的计算流程和方法,增加相应的量化指标,以方便检验各项目设计方案是否符合要求。	已采纳,术语解释中已说明年径流总量控制率的算法,具体内容详见 P7
	2	P52页,“人行道绿带”部分,“行道树树池应高于绿带缘石”表述有误,建议改为“行道树树池及绿地内种植土高度应低于树池及绿带缘石”。	已修改,具体内容详见 P52
	3	建议对6.2初雨弃流设施内容做深化介绍。	已采纳,补充常见初雨弃流设施结构图,具体内容详见 P111
广州市国土资源和规划委员会	1	指引中相关指标要求应与《广州市海绵城市建设指标体系(试行)》(下称《指标体系》)衔接一致。如《指标体系》中道路绿地率为鼓励性指标,而指引中为约束性指标;《指标体系》中建筑与小区的绿地率指标分为住宅、工业和商业不同类型,不同类型的指标要求也不相同,而指引中没有区分各类型建筑;建筑小区的下沉式绿地率指标在《指标体系》中已经明确为50%以上,且为约束性指标,与指引的指标要求不一致,建议应进一步核实并修改。	已采纳,将指引中的指标要求与《广州市海绵城市建设指标体系(试行)》衔接一致,具体内容详见 P64
	2	指引第四部分“分类建设指引”中的第一节“生态绿地”中,提出“广州市城市绿地系统建设的生态绿地主要有两种:森林公园和湿地公园”,根据广州市城市绿地系统的构成,生态绿地还应包括风景名胜、自然保护区,建议增加这两类生态绿地的建设指引。	已采纳,指引将生态绿地按照海绵城市建设条件分为山体型和湿地型两个具有显著特征的大类,具体内容详见 P23-P31
	3	为加强广州市海绵城市的建设实施,建议在指引中对于生态绿地、公园绿地、道路绿地和社区绿地建设明确提出几个需纳入控制性详细规划的指标,通过法定规划,在新建、改建和扩建各类绿地时,推动海绵城市建设内容的落地实施。	已采纳,提出需在城市绿地建设中纳入控制性详细规划的指标,具体内容详见 P20
	4	生态绿地的雨水滞蓄能力强,但年径流总量控制率仅70%,甚至低于其他绿地类型,建议进一步核查。	已采纳,生态绿地中仅山体型生态绿地的年径流总量控制率为70%,原因在于广州地区降雨特点降雨期集中,多短时暴雨,而山体型绿地对此类雨水滞留效率低,故在年径流总量控制率上不作高要求

部门名称	序号	部门意见	落实情况
广州市水务局	1	建议正文中的序号编排和目录一样，以便分清。	已采纳，对正文中的页码序号查正修改，具体内容详见正文文本
	2	P4 页，3 适用范围中，建议取消“本指引适用广州市海绵城市建设中以绿地为实施主体的相关项目的建设，本指引只适用于此类工程的建设，相关参数不得作为其他类工程的依据”，理由：目前我市很多工程都含有绿地建设，尤其是建设小区和道路等，这些项目都不是以绿地为实施主体的项目，同时，建议把这个指引设为全市性指引。	已采纳，其他项目中绿地建设可参照执行，具体内容详见 P4
	3	P50 页，3.1 道路附属绿地，构建思路，“宽度大于 2.5m 的绿化带……”，建议改为“宽度大于 1.5m 的绿化带……”。理由：道路边绿化带是建设海绵城市的主要地方，其宽度不应限定太大。	已采纳，明确需在满足乔木生长环境的情况下，在绿地中建设海绵城市，具体内容详见 P50
	4	P52 页，中央分车绿带，宽度 6m 建议改为 3m，两侧分车绿带，建议宽度小于 2.5m 改为小于 1.5m。	已修改，具体内容详见 P52
	5	P73、74 页，施工流程图，有“拆除原有隔热层”的要求，考虑建筑的安全，对已有建筑物应尽量少改动，对已有建筑应进行简单屋顶绿化为主。	已修改，具体内容详见 P73,75
	6	P100 页，“（6）表面流雨水湿地防洪标准应适用于项目所在地的相关防洪及排水法律法规及规划，防洪标准宜采用 10 年一遇 24 小时设计暴雨。建议改为“雨水湿地应符合项目所在地的相关要求，排涝标准宜采用 10 年一遇 24 小时设计暴雨不成灾。”	已修改，具体内容详见 P100
	7	P101 页，注意要点（1），“当设置自动提升设备排除溢流雨水时，溢流提升设备的排涝标准应按 50 年降雨重现期 5min 降雨强度设计，并不得小于集雨屋面设计重现期降雨强度”，50 年降雨重现期的标准偏高，建议按项目所在地的排水标准来定。	已修改，具体内容详见 P101
	8	P124 页，暴雨强度公式应采用广州市及各区的暴雨强度计算公式。	已修改，更新广州市暴雨强度计算公式，具体内容详见 P149

部门名称	序号	部门意见	落实情况
广州市水务局	9	P155 页，计算公式参数说明，“雨水入渗与滞留控制量计算公式采用项目建设区域内开发前（后）2 年一遇 24 小时降雨条件下雨水径流总量”，建议改为项目建设区域内开发前后设计重现期下雨水径流总量，不能确定为 2 年。	已修改，具体内容详见 P155
	10	P168，其他指标，“新建建设工程硬化面积达 1 公顷以上的项目，应配建不小于 500 平方米的雨水调蓄设施”。应该为 500 立方米。	已修改，具体内容详见 P168
广州市林业和园林科学研究院	1	P1、P19 建议将文中“园林绿化”改为“城市绿化”。	已修改，具体内容详见 P1，P19
	2	P5 建议规划依据增加《广州国家森林城市品质提升建设规划（2016-2020 年）》；建议增加《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行）。	已采纳，补充相关规划与规范，具体内容详见 P5
	3	生态绿地只涵盖了森林公园和湿地公园，涉及范围是否过少，建议增加风景名胜区和风景林地范畴。	已采纳，指引将生态绿地按照海绵城市建设条件分为山体型和湿地型两个具有显著特征的大类，具体内容详见 P23-P31
	4	“雨水花园、下沉式绿地”不适合年降雨量较大且高温高湿、且登革热易于流行爆发的广州，更适合北方干旱少雨城市。不建议在公园绿地、儿童公园以及游乐园设置。	已采纳，在文中强调雨水在设施中的停留时间不超过 24 小时，具体内容详见 P38
	5	P8 建议将术语与定义“生物滞留设施 bioretention system”的“system”改为“facility”	已修改，具体内容详见 P8
	6	P10 建议将术语与定义“植被缓冲带 grass buffer”的“grass buffer”改为“vegetation buffer strips”	已修改，具体内容详见 P10

部门名称	序号	部门意见	落实情况
广州市林业和园林科学研究院	7	P25, (3) 欠考虑。如前所述, 由于广州的森林公园的山脚多为自然形成水塘, 部分为景观水体, 部分为农业灌溉水源。水源本身的水质较好, 但由于农村或工业园的生产、生活污水排放管理存在问题, 导致水塘的水质变差。因此, 需要做的重点不再是设置雨水储存设施, 而是管网改造、水污分离!	已修改, 具体内容详见 P25
	8	两侧和中央分车绿带不宜承接来自车行道的雨水, 污染太大, 建议只吸纳绿带本身的雨水。	已采纳, 中央和两侧分车绿带需在满足植物生长环境, 做好初雨弃流的情况下, 吸纳来自车行道的雨水, 具体内容详见 P50
	9	P25, (5), 欠考虑。森林公园不同于城市公园, 湿度大、路面容易湿滑, 安全必须放在首位, 其次要考虑综合维护成本, 改为“人行游览路应该在确保安全、易维护的基础上, 酌情采用透水铺装”。	已修改, 具体内容详见 P25
	10	P25, 建议将“尊重”改为“保留”; P30, 将“北破坏”改为“被破坏”; P49, 3“道路附属地”第一段最后一句删除; P49, 3“道路附属地”第一段最后一句删除; P51, 3.1“建设要点4”选择的乡土植物应该是“耐湿、耐污”; P57, 所选用例子为干旱少雨地区, 不适宜广州, 建议更改。	已采纳, 文本内容根据意见完成了调整与修改, P57 页例子可以较为清晰展示低影响开发雨水系统在街道中的应用实例, 具体内容详见 P25, P30, P49, P51, P57
	11	P72, “安全要求”: 简易型屋顶绿化的植物为一年或多年生地被、草本, 荷重设计年限 10 年没有必要, 可减为 3 年。“技术要点 4”, 改为“耐旱、耐湿、耐高温”。“技术要点 5”, 改为“可選用佛甲草、绿景天等适宜作为屋顶绿化的植物材料及技术”。	已采纳, 具体内容详见 P72
	12	P142, 附表植物应用中拉丁名需要统一格式, 建议采用林奈双命名法; 所列举的植物以草本居多, 而乡土乔木树种太少, 例如樟树、阴香、浙江润楠、海南红豆、麻楝、秋枫等都是优良乡土树种, 具有良好的净化空气、保水、固碳等生态效益; “草本”改为“草本”。	已采纳, 具体内容详见 P144