

目录

1 总则	5
1.1 编制目的.....	5
1.2 主要内容.....	5
1.3 适用范围.....	5
1.4 适用对象.....	5
1.5 编制依据.....	6
2 基础资料	10
2.1 降雨.....	10
2.2 年径流总量空置率-日降雨量曲线.....	10
2.4 土壤情况.....	11
2.4 中心城区现状水系.....	11
3 海绵城市总体要求与指标体系	12
3.1 总体要求.....	12
3.1.1 建设项目规划设计.....	12
3.1.2 安全风险防范.....	12
3.1.3 监测模拟及绩效评价.....	12
3.2 滁州市海绵城市建设指标体系.....	13
4 海绵城市建设项目指引	15
4.1 公园绿地建设.....	错误！未定义书签。
4.1.1 总体指引.....	错误！未定义书签。
4.1.2 分类指引.....	22
4.2 道路类工程建设.....	错误！未定义书签。
4.2.1 总体指引.....	错误！未定义书签。
4.2.2 分类指引.....	23
4.3 建筑小区建设.....	错误！未定义书签。
4.3.1 总体指引.....	错误！未定义书签。
4.3.2 分类指引.....	错误！未定义书签。
4.4 水系建设.....	25
4.3.1 总体指引.....	错误！未定义书签。

4.3.2 分类指引.....	25
4.5 排水防涝工程.....	错误! 未定义书签。
4.6 工业区建设.....	26
4.7 数字化平台建设.....	错误! 未定义书签。
5 海绵城市设施选择.....	错误! 未定义书签。
5.1 设施类型.....	错误! 未定义书签。
5.2 单项设施.....	错误! 未定义书签。
5.2.1 透水铺装.....	错误! 未定义书签。
5.2.2 绿色屋顶.....	错误! 未定义书签。
5.2.3 下沉式绿地.....	错误! 未定义书签。
5.2.4 生物滞留设施.....	错误! 未定义书签。
5.2.5 渗透塘.....	错误! 未定义书签。
5.2.6 渗井.....	错误! 未定义书签。
5.2.7 湿塘.....	错误! 未定义书签。
5.2.8 雨水湿地.....	错误! 未定义书签。
5.2.9 蓄水池.....	错误! 未定义书签。
5.2.10 雨水罐.....	错误! 未定义书签。
5.2.11 调节塘.....	错误! 未定义书签。
5.2.12 调节池.....	错误! 未定义书签。
5.2.13 植草沟.....	错误! 未定义书签。
5.2.14 渗管/渠.....	错误! 未定义书签。
5.2.15 植被缓冲带.....	错误! 未定义书签。
5.2.16 初期雨水弃流设施.....	错误! 未定义书签。
5.2.17 人工土壤渗滤.....	错误! 未定义书签。
5.3 设施功能比较.....	错误! 未定义书签。
5.4 低影响开发设施组合系统优化.....	28
6 审核过程.....	30
6.1 审查主体与流程.....	58
6.1.1 审查主体.....	58
6.1.2 审查流程.....	58
6.2 各阶段设计文件报审要求.....	60
6.2.1 方案设计文件报审要求.....	60
6.2.2 初步设计文件报审要求.....	61
6.2.3 施工图设计文件报审要求.....	62

6.3	设计文件审查要点.....	64
6.3.1	建筑与小区海绵城市低影响开发雨水系统审查要点.....	64
6.3.2	市政道路海绵城市低影响开发雨水系统审查要点.....	65
6.3.3	绿地、广场及周边区域海绵城市低影响开发雨水系统审查要点.....	66
6.4	单项设施审查要点.....	67
6.4.1	植草沟.....	67
6.4.2	下沉绿地.....	67
6.4.3	生物滞留设施.....	67
6.4.4	绿色屋顶.....	68
6.4.5	渗透铺装.....	68
6.4.6	渗井渗渠.....	69
6.4.7	雨水塘.....	69
6.4.8	雨水湿地.....	70
6.4.9	调蓄池.....	70
6.4.10	生态浮岛.....	70
6.4.11	蓄水模块.....	70
附录 A：设施计算.....		71
1.	一般计算.....	71
1.1	容积法.....	71
1.2	流量法.....	72
1.3	水量平衡法.....	72
2.	以渗透为主要功能的设施规模计算.....	73
3.	以储存为主要功能的设施规模计算.....	74
4.	以调节为主要功能的设施规模计算.....	74
5.	调蓄设施规模计算.....	75
6.	以转输与截污净化为主要功能的设施规模计算.....	75
附录 B：设施设计指导.....		75
1.	规范性引用文件.....	75
2.	考虑因素.....	76
3.	效果图.....	错误！未定义书签。
附录 C：设施设计模板——设计案例.....		错误！未定义书签。
附录 D：实施实例简介.....		76

附录 F：运行维护要点.....	76
附录 G：成本估算及控制指导.....	81

1 总则

1.1 编制目的

通过海绵城市建设，滁州市将逐步提高水安全、保障水资源、改善水环境、修复水生态、复兴水文化等方面的综合目标，实现城市、人、水的和谐共生，促进绿色生态城市建设。

为贯彻落实《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发[2015]75号）、安徽省等相关文件

1.2 主要内容

本指导手册规定了滁州市海绵城市建设项目海绵设施建设目标和规划设计要点、规划管控要点、常用海绵设施的设计、建设、运行维护要点，并分类给予海绵城市建设案例解析。

1.3 适用范围

本手册适用于滁州市海绵城市建设相关规划设计等前期工作。

符合下列规定之一的建设项目应在规划设计中落实海绵城市建设相关理念和要求：

海绵城市建设试点区域的非政府（社会投资）建设项目；

其他区域政府投资项目或建筑面积超过 2 万平方米的建设项目

不符合上款规定的重点建设项目，单具备海绵城市建设及改造条件的，应参照本手册指引执行。

1.4 适用对象

本指导手册适用于城市规划编制技术人员、建设项目设计人员及相关职能部门如建设、规划、国土、环保、水利等部门的管理人员，审图机构技术人员等。

1.5 编制依据

《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》建城函[2014]275号

《关于开展中央财政支持海绵城市建设试点工作的通知》财建[2014]838号

《关于推进海绵城市建设的指导意见》国办[2015]75号

《海绵城市专项规划编制暂行规定》

《海绵城市建设绩效评价与考核指标（试行）》建办城函[2015]635号

《室外排水设计规范（2014版）》（GB 50014-2006）

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》（GB50400-2006）

《城市水系规划规范》（GB 50513-2009）

《城市排水工程规划规范》（GB 50318-2000）

《雨水控制与利用工程设计规范》（BJDB 685-2013）

《雨水利用工程技术规范》（SZDB/Z 49-2011）

《安徽省海绵城市规划技术导则》

《安徽省海绵城市建设技术——雨水控制利用工程》

2 术语和定义

2.1 海绵城市 sponge city

海绵城市是指城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。

2.2 低影响开发(LID) low impact development

指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。

2.3 低影响开发设施 LID facilities

为实现低影响开发雨水系统设计目标而建设的人工设施总称，按照主要功能可分为产汇流减缓综合控制设施、外排水量调蓄控制设施、径流污染调蓄控制设施和峰值流量调蓄控制设施四类。

2.4 雨水调蓄 stormwater retention and detention/storage

雨水储存和调节的统称。

2.5 雨水储存 stormwater retention or storage

采用具有一定容积的设施，对径流雨水进行滞留、集蓄，削减径流总量，以达到集蓄利用、补充地下水或净化雨水等目的。

2.6 雨水调节 stormwater detention

在降雨期间暂时储存一定量的雨水并慢慢排放，削减向下游排放的雨水峰值流量、延长排放时间，一般不减少排放的径流总量，也称调控排放。

2.7 年径流总量控制率 volume capture ratio of annual rainfall

根据多年日降雨量统计分析计算，通过自然和人工强化的渗透、储存、蒸发（腾）等方式，场地内累计全年得到控制（不外排）的雨量占全年总降雨量的百分比。

2.8 设计降雨量 design rainfall depth

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

2.9 流量径流系数 discharge runoff coefficient

形成高峰流量的历时内产生的径流量与降雨量之比。

2.10 雨量径流系数 volumetric runoff coefficient

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

2.11 土壤渗透系数 permeability coefficient of soil

单位水力坡度下水的稳定渗透速度。

2.12 初期雨水径流 first flush

一场降雨初期产生的一定厚度的降雨径流。

2.13 径流污染 runoff pollution

通过降雨或融雪的径流冲刷，将大气和地表中的污染物带入接纳水体，使接纳水体遭受污染的现象。

2.14 下垫面 underlying surface

降雨受水面的总称，包括屋面、地面、水面等。

2.15 不透水硬化地面 impervious paving

通过人工行为使自然地面硬化形成的不透水或弱透水地面。

2.16 可渗透硬化地面（透水铺装） pervious paving

可渗透、滞留和渗排雨水并满足一定要求的地面铺装结构。

2.17 绿化屋面 vegetated roof

在高出地面以上，与自然土层不相连接的各类建筑物、构筑物的顶部设置有绿化体系的下垫面，又称种植屋面、绿色屋顶、屋顶花园等。

2.18 植草沟 grass swale

是指种有植被的地表沟渠，可以转输雨水，并利用沟内的植物和土壤截留、净化雨水径流。

2.19 生物滞留设施 bio-retention facilities

在地势较低的区域通过植物、土壤和微生物系统滞留、净化雨水径流设施的总称，包括雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。

2.20 渗透弃流井 infiltration-removal well

具有一定储存容积和过滤截污功能，将初期雨水径流暂存并渗透至地下的设施。

2.21 渗透塘 infiltration basin

一种用于滞留雨水、下渗补充地下水的绿化洼地。

2.22 渗透检查井 infiltration manhole

具有渗透功能和一定沉砂容积的管道检查维护设施。

2.23 渗管/渠 infiltration pipe/channel

具有渗透功能的雨水管/渠。

2.24 蓄水模块 stormwater storage module

能承受一定外力，可以便捷组装蓄水的镂空体。

2.25 下沉式绿地 depressed green space

标高略低于周边地面（最低点与溢流排放设计水位的高差一般不超过 250mm），可滞留、下渗自身和周边雨水径流的绿地。

2.26 雨水湿地 constructed wetland

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

2.27 初期雨水弃流设施 first flush removal equipment

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

2.28 调节塘 (vegetated) detention basin

拦截、临时储存径流雨水，并通过限制最大流量的排水口慢慢将其引入雨水排放系统或接纳水体中的低洼（绿）地，又称干塘。

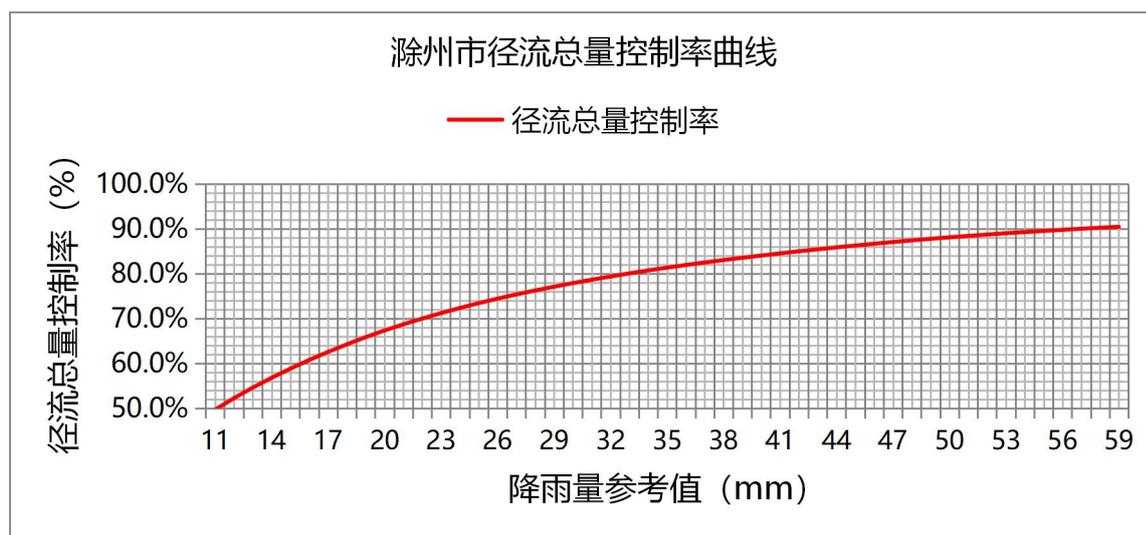
3 基础资料

3.1 降雨

滁州市地处江淮之间丘陵地带，为北亚热带湿润季风气候，6月份进入梅雨季节，阴雨连绵，同时受南北冷暖气流交锋的影响，暴雨集中。7月中旬进入盛夏后，受太平洋副热带高压控制，少量从沿海登陆的台风影响本流域，形成大暴雨。本区暴雨天气系统主要有低涡、梅雨锋和台风等。暴雨类型以锋面型暴雨和低压型暴雨居多。全市多年平均降水量 966.1 毫米。受冷暖气团交锋和季风影响，降水量年内时空分布不均。降水主要集中在 6~8 月，约占年总量 50.0% 左右。其中，6 月中旬至 7 月中旬为江淮梅雨期，梅雨量约占年降水量的 30.0%。一般 6 月上旬及其之前出现的暴雨多为锋面型暴雨，6 月中旬至 7 月中旬出现的暴雨多为低压型暴雨。本区暴雨历时一般为 1~2d，最长可达 3~7d，最短的仅几小时。

3.2 年径流总量空置率-日降雨量曲线

年径流总量空置率曲线，如图所示



滁州市年径流总量控制与对应设计降雨量（日降雨量）曲线

表 2-1 年径流总量控制率与设计降雨量对应表

城市	不同年径流总量控制率对应的设计降雨量					
	60%	65%	70%	75%	80%	85%
滁州	15.6	18.4	22	26.5	33	42

3.3 土壤情况

滁州市土壤类型可分水稻土、黄棕壤土、潮土、紫色土、石灰土、草甸土、砂礓黑土等 7 大土类，15 个亚类。其中水稻土及黄棕壤土分布面积最广，占市域耕地面积的 60%和 39%。

滁州市区广泛分布为第四系全新统及晚更新统淤积-冲洪积层，其厚度达十几米，其岩性上部主要为重粉质壤土（局部为轻粉质壤土）、淤泥质重粉质壤土（局部为淤泥质中粉质壤土）和可塑至硬塑状粘性土。下伏基岩为白垩系砂岩。粉质壤土土壤渗透系数为 $1.90 \times 10^{-6} \sim 3.70 \times 10^{-6}$ ，粘性土土壤渗透系数为 $1.41 \times 10^{-7} \sim 3.53 \times 10^{-7}$ 。稳定地下水埋深一般位于自然地面以下 0.8~4.0m。

3.4 中心城区现状水系

滁州市中心城区主要水系有清流河、内城河水系（即南湖、北湖、内城河）、会峰渠、城西干渠沟、丰收渠等各中小型水库。

城区水库水质较好，绝大部分为III类水体。南湖两岸、内城河两岸、北湖部分段正在进行污水截流，现状水质为IV~V类水。城西干渠、会峰渠位于清流河西，为建成区主要的排水通道，由于截污不彻底，现状水体水质较差。清流河东菱溪河水系、丰收渠、大官塘泄洪渠等由于受到沿线固体废弃物及农业面源污染的影响，水质较差。

4 一般规定

4.1 总体要求

4.1.1 建设项目规划设计

1、符合海绵城市建设技术适用范围的新、改、扩建的建设项目，海绵城市相关设施应与主体工程同时规划、同时设计、同时施工、同时使用。

2、符合海绵城市建设技术指引适用范围的新、改、扩建的建设项目，应统筹考虑全寿命周期内绿色建筑设计、海绵城市设施设计、保护环境与满足建筑功能之间的辩证关系，将海绵城市建设理念贯穿于项目策划及规划设计的各个阶段。

3、海绵城市建设应当体现滁州市的地域特点，遵守经济性原则、适用性原则，并采用本地化的参数（暴雨强度、设计雨型、土壤渗透系数等）进行计算。

4、海绵城市设计中，相应的室外总平面设计、竖向设计、园林设计、建筑设计、给排水设计、结构设计、道路设计、经济等相关专业相互配合，采取有利于促进场地建筑和环境可持续发展的设计方案。

4.1.2 安全风险防范

1、海绵城市建设中的收集回用雨水应当达到国家、地方规定的与用户需求相应的水质标准，雨水严禁进入生活饮用水给水系统。

2、海绵城市设施应采取确保人身安全、使用及维护安全的措施。

3、海绵城市建设应符合滁州各层次城市规划的要求，并优先采用非工程型技术措施避免对水文循环造成不可扭转的破坏。

4、在建设项目预选址阶段，为维护水文循环，应保护以下重点区域，并做好水土保持等相关工作：

- (1) 水源保护区、生态保护区、基本农田保护区、文物保护区、森林及郊野公园；
- (2) 坡度待遇 25%的山地、林地；
- (3) 主干河流、水库及湿地，以及其他水系保护范围
- (4) 维护生态系统完整性的生态廊道和绿地

4.1.3 监测模拟及绩效评价

综合运用在线监测、数学模型、地理信息系统等先进技术，科学分解地块海绵城市的控制指标，优化海绵城市建设方案，利用在线监测等多范围记录海绵城市建设设施的运行情况，为考核与评估提供依据，同时建立信息化平台，全面提升海绵城市的运营管理水平、规划决策水平和建设维护水平。系统建设目标为：

- （1） 为海绵城市规划设计提供数据支撑；
- （2） 全过程、全方位的信息动态反馈机制；
- （3） 为海绵城市规划建设提供决策平台；
- （4） 为海绵城市长效运行提供业务管理平台。

4.2 滁州市海绵城市建设指标体系

3.1 总体要求

3.2 核心指标及分区要求

5 海绵城市指标体系

6 海绵城市规划设计指引

6.1 规划设计标准

6.1.1 建设项目低影响开发雨水系统外排水量控制的规划设计标准应依据控制性详细规划确定，规划中尚未给出该指标时，可参照下表确定。

表 5 建设项目年径流总量控制率

建设项目类别	用地代码	用地类型	新建工程	改建、扩建工程
建筑与小区类	R	居住用地	$\geq 80\%$	$\geq 70\%$
	A	公共管理与公共服务设施用地		
	B	商业服务业设施用地		
	U	公用设施用地		
	W	物流仓储用地	$\geq 70\%$	$\geq 60\%$
	M	工业用地		
城市道路与停车场类	S	道路与交通设施用地		
城市绿地与广场类	G	绿地与广场用地	$\geq 80\%$	$\geq 80\%$

5.1.2 建设项目低影响开发雨水系统径流污染控制的规划设计标准为：

场地内所控制的外排水量中，以生物滞留设施等进行自然净化的一般屋面、不透水硬化地面的初期径流厚度标准应分别不小于：一般屋面 2mm，小区路面 3.5mm，支路路面 8mm，次干路路面 10mm，主干路路面 12mm。

5.1.3 建设项目雨水管渠系统峰值流量控制的规划设计标准为：

1 雨水管渠系统的设计重现期和综合径流系数取值不应超过《室外排水设计规范》GB 50014 的相关规定；

2 建设项目排水标准要求高的区域，应合理设置雨水调节系统，控制外排雨水的峰值流量不超过建设项目雨水管渠系统的排水能力。

5.1.4 建设项目低影响开发调蓄设施有效容积的排空时间规划设计标准为：

1 外排水量、径流污染地面控制设施有效容积的渗透排空时间不宜超过 24h，困难时不应超过 48h；

2 外排水量、径流污染地下控制设施有效容积的渗透排空时间不宜超过 72h，困难时不应超过 120h；

3 峰值流量控制设施有效容积的排空时间应为 6~12h。

5.1.5 落实低影响开发雨水系统规划设计标准的技术路线可分为确定控制目标、选择达标措施、进行结构设计与投资概算三个层次，技术路线框架如图 5-1 所示。

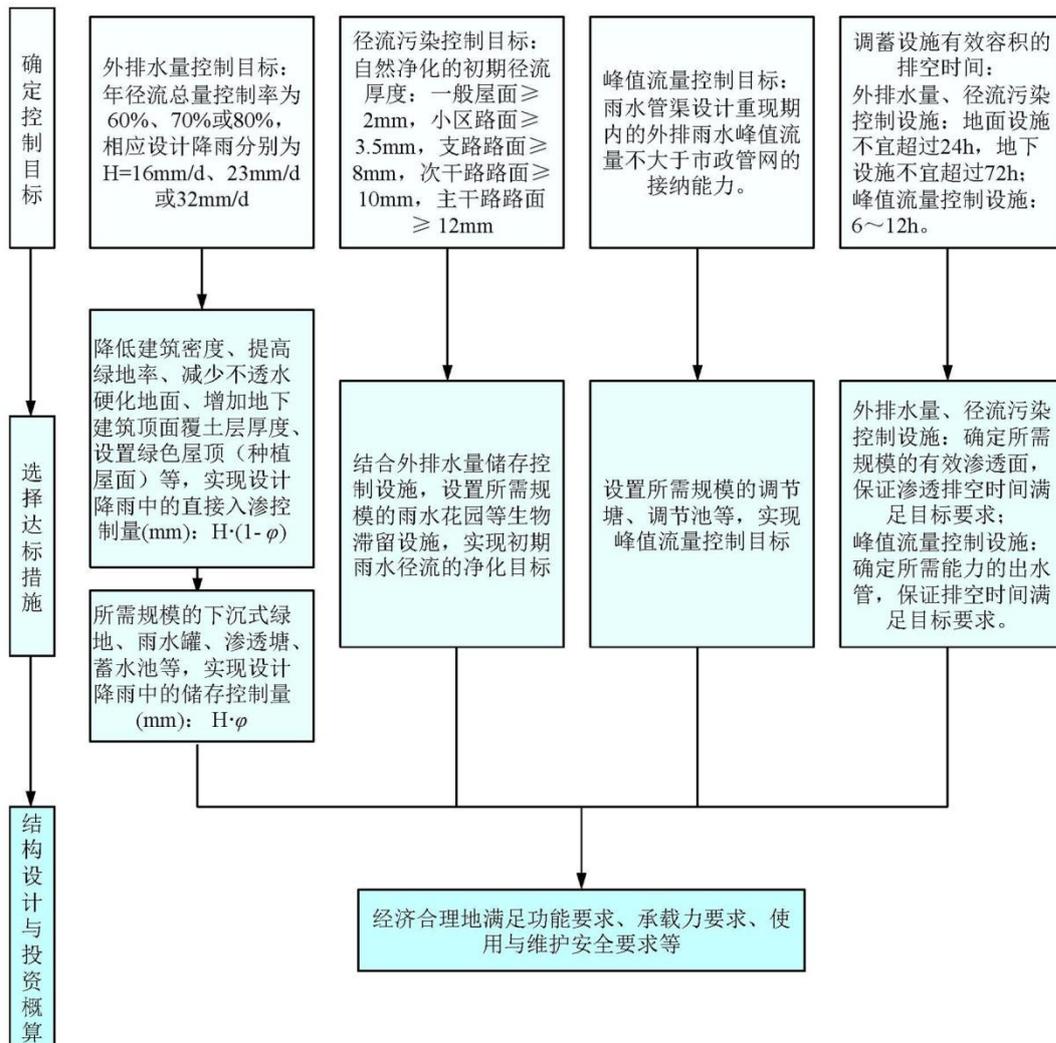


图 5 低影响开发雨水系统规划设计标准实现技术路线图

6.2 规划设计内容

6.2.1 建设项目除低影响开发雨水系统外，还应设雨水外排系统，并应相互结合。

6.2.2 建设项目的低影响开发雨水系统应与雨水外排系统共同规划和设计，并应在统筹协调项目总体布局、充分落实低影响开发理念的基础上，按照由整体到局部的原则进行各个雨水系统的规划与设计。

6.2.3 低影响开发雨水系统的规划与设计应根据降雨量、市政条件、水文地质资料等经分析计算后确定，并应包括以下内容的部分或全部：

- 1 现状分析；
- 2 海绵城市建设管控目标；
- 3 雨水利用总体方案；
- 4 外排水量控制与场地海绵功能设计；
- 5 径流污染控制与场地净化功能设计；
- 6 峰值流量控制与雨水调节系统设计；
- 7 海绵城市建设管控目标达标性核算；
- 8 结构与细部设计；
- 9 工程量与投资概算；
- 10 施工与维护说明。

6.3 规划设计流程

6.3.1 低影响开发雨水系统的规划与设计应包括以下步骤的部分或全部：

- 1 建设项目分析；
- 2 低影响开发理念落实；
- 3 汇水分区划分及水量控制目标计算；
- 4 设施布局、类型及规模拟定；
- 5 建设项目净化、储存、调节水量目标核算；
- 6 设施尺寸拟定；
- 7 有效容积排空时间目标核算；
- 8 结构与投资概算。

低影响开发雨水系统规划设计流程如图 5.2.1 所示。

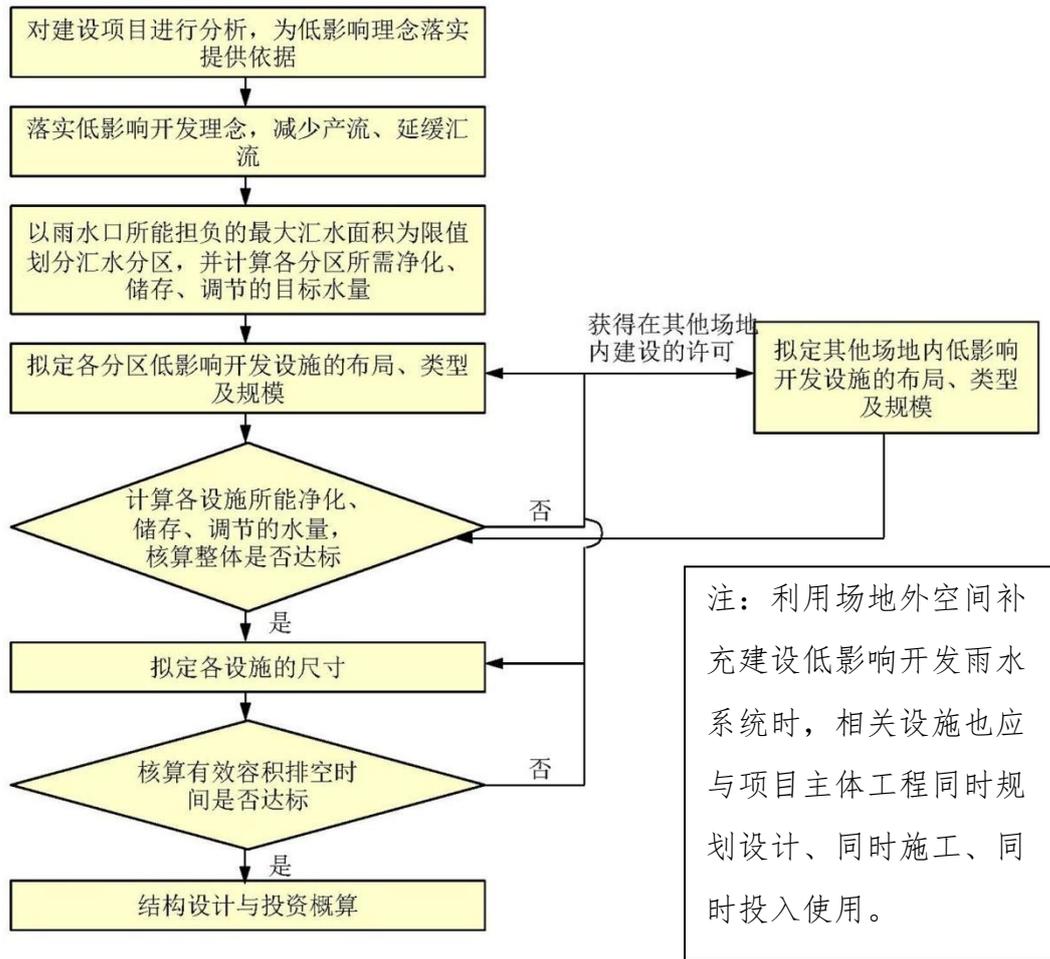


图 5.2.1 低影响开发雨水系统规划设计流程图

6.3.2 建设项目应通过对以下内容的分析，划定适宜保留和保护的水生态敏感区，并协调确定雨水利用总体方案，包括适宜的雨水利用途径、利用量、可替代自来水的使用量等。

1 项目概况，包括位置、占地、用地性质、建设密度、容积率、绿地率等；

2 现状概况，包括下垫面分析、现状排水情况、工程地质概况、土壤渗透性、地下水位等；

3 海绵城市建设管控要求，包括地下空间可开发利用比例、外排水量控制目标、径流污染控制目标、峰值流量控制目标、有效调蓄容积渗透排空时间、雨水管渠接口方向、超标径流排放方向、可渗透硬化地面比例、下沉式绿地率等。

6.3.3 低影响开发理念需要各专业相互配合、统筹协调来落实，并通过以下措施维持或恢复场地的“海绵”功能：

1 减轻影响自然水文特征的非工程措施，如保留和保护水生态敏感区、降低建筑密

度、提高绿地率、减少硬化地面、分散布局不透水下垫面等；

2 延缓产汇流的工程措施，如提高硬化地面中可渗透地面面积的比例、增加地下建筑顶面覆土层厚度、采用植草沟转输地表径流、对高差较大的场地排水采取跌落处理、建设绿化屋面等；

3 提高雨水滞留能力的措施，如适当进行下沉式绿地建设、利用景观水体及屋面空间调蓄雨水等。

4 发挥场地自然净化功能的措施，如利用雨水花园等生物滞留设施的过滤、降解功能，净化屋面及硬化地面的初期雨水径流。

6.3.4 建设项目应根据具体的规划控制目标，按以下方法进行汇水分局的划分及水量控制目标的计算：

1 外排水量控制设施的汇水分局，应以雨水口及其他地表排水出口为单元进行初步划分，并根据各分局不同下垫面的面积、外排水量控制标准和初期雨水等，计算所需储存的水量；

2 径流污染控制设施的汇水分局，应以屋面、不透水硬化地面的径流汇入低影响开发雨水设施的排水口为单元进行初步划分，并根据各分局不同下垫面的面积、初期雨水径流污染控制标准等，计算所需自然净化的初期雨水径流量；

3 峰值流量控制设施的汇水分局，应以雨水排出场地的出口为单元进行初步划分，并根据各分局不同下垫面的面积、设计降雨过程和出流控制要求等，计算所需调节的设计水量。

6.3.5 低影响开发设施的布局、类型及规模，应根据规划控制目标要求，通过与雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统的相互协调，按以下步骤初步确定：

1 外排水量控制设施宜结合雨水口及其他地表排水出口进行分散布置，设施类型宜优先选择建设于地面的下沉式绿地、蓄渗洼地等，设施规模宜根据所需储存的水量初步拟定，以充分利用地表空间对径流雨水从源头进行分散管理。

2 径流污染控制设施宜与外排水量控制设施组合布置，相对位置关系可根据所需净化的屋面及硬化地面初期雨水来水方向确定，设施类型宜优先选择雨水花园等具有生物降解功能的生物滞留设施，设施规模宜根据所需净化的水量初步拟定；

3 峰值流量控制设施宜布置于汇水区的下游，可结合场地的雨水外排通道进行布局，设施类型宜优先选择建设于地面的调节塘等，设施规模宜根据所需调节的水量初步拟定，

并宜采用重力流自然排空。

5.3.6 建设项目净化、储存、调节水量目标核算应按以下步骤进行：

- 1 根据初步确定的低影响开发设施布局，重新划分各个设施的汇水分区；
- 2 根据各分区不同下垫面的面积、设施的规模等，计算各设施所能净化、储存、调节的水量；
- 3 核算整个建设项目雨水净化、储存、调节目标的达标情况；
- 4 如果出现建设项目雨水净化、储存、调节目标不达标的情况，应按 5.2.5 条中的规定调整相关设施的布局、规模等（场地内达标困难且双方协商一致时，也可利用其它场地建设所需设施），重复本条 1-3 款的步骤，直至整个建设项目的雨水净化、储存、调节目标均达标。

5.3.7 根据对设施规模、渗透能力、转输能力的要求及场地空间的可利用情况等，初步拟定各设施的具体尺寸。

5.3.8 建设项目调蓄设施有效容积排空时间的目标核算应按以下步骤进行：

- 1 外排水量、径流污染控制设施的有效容积渗透排空时间，应根据储存的水量、土壤渗透系数、有效渗透面积等计算确定；峰值流量控制设施的有效容积排空时间，应根据调节的水量、出水管管径等计算确定；
- 2 如果出现设施有效容积的排空时间超过规定值的情况，应按 5.2.7 条中的规定调整相关设施的具体尺寸（在可利用的渗透面积有限、土壤渗透系数较小等情形下，甚至需要按 5.2.5-5.2.6 条的规定重新调整相关设施的布局、规模等），重复本条第 1 款的步骤，直至各个调蓄设施有效容积的排空时间不超过规定值。

5.3.9 根据确定的各低影响开发设施具体尺寸进行结构设计，并统计工程量、编制投资概算、说明施工与维护要求等。

6.4 整体设计要点

6.4.1 低影响开发雨水系统的规划与设计，应以落实低影响开发理念、充分发挥非工程性技术措施的作用为前提，尽量减少工程设施的规模。

6.4.2 低影响开发设施的设置应遵循系统、分散和以功能需求为导向原则，与合理的空间利用、排水组织相结合，因地制宜地实现建设项目外排水量、径流污染甚至是峰值流量等整体控制目标。

6.4.3 建设项目屋面和硬化地面的雨水应有组织地排向绿地，并充分利用地表空间设置适宜的低影响开发设施，以降低建设与运行维护费用、提升综合效益。

6.4.4 建设项目应因地制宜采取直接入渗、储存入渗、收集回用等措施或其组合控制外排水量，并满足以下规定：

1 绿地、可渗透硬化地面上的雨水应充分发挥就地入渗消纳能力，需控制的径流雨水可直接就地储存入渗或收集回用；

2 一般屋面、不透水硬化地面的初期雨水径流宜利用生态设施净化后渗入地下，剩余控制水量宜优先排入绿地储存入渗或收集回用，但机动车道、厕所、垃圾堆以及有特殊污染源的建筑与小区的雨水不应收集回用；

3 具有大型屋面（5000m²以上）的建筑宜设雨水收集回用系统，收集屋面雨水回用于绿地浇灌、场地清洗等。

6.3.5 入渗雨水不应对地下水造成污染，不得引发地质灾害或损害建筑物。下列场所不得进行雨水入渗利用：

1 可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的场所；

2 自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤地质场所。

6.4.6 雨水入渗利用系统设计应满足下列要求：

1 采用土壤入渗时，土壤渗透系数宜大于 10⁻⁶m/s，且季节性最高地下水位距渗透面高差大于 1.5m；

2 当入渗设施空隙容积计为调蓄设施有效容积时，其入渗时间应不大于 12h；

3 地下建筑顶面覆土层厚度小于 800mm 且面层为可渗透硬化地面或绿地时，应设置排水片层或渗排水管；

4 除地面入渗外，雨水入渗设施距建筑物基础的水平距离不宜小于 3.0m；

5 当雨水入渗设施埋地设置时，需在其底部和侧壁包覆透水土工布，土工布单位面积质量宜为 200g/m²~300g/m²，其透水性能应大于所包覆渗透设施的最大渗水要求，并应满足保土性、透水性和防堵性的要求。

6.4.7 雨水收集回用系统设计应满足《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400 的相关要求。

6.4.8 建设项目应因地制宜采取减污、截污、沉淀、过滤、生物降解、植物修复、初期雨水弃流等措施或其组合控制径流污染，并满足以下规定：

1 建设项目应在场地内对其一般屋面、不透水硬化地面的初期雨水径流污染进行控制；确有困难且获得许可时，可利用其他场地实现径流污染控制目标，或将初期雨水径流弃流至污水管道；

2 初期雨水径流污染控制措施应根据污染物种类和浓度确定，水质差异较大的初期雨水径流，宜分别进行径流汇集组织与污染控制。

6.4.9 有需要时，建设项目应因地制宜采取储存、滞流等措施或其组合控制峰值径流，并满足以下规定：

1 建设项目应加强统筹协调，充分利用平屋顶构建雨水调蓄空间，对其峰值径流进行控制；

2 建设项目雨水管渠或超标雨水径流排放路径附近有洼地、池塘、景观水体时，可作为峰值径流控制设施；

3 地表条件受限制时，可建设室外调节池。

6.5 分类设计要点

依据低影响开发雨水系统构建的特点，将建设项目划分为公园绿地广场类、市政道路工程类、建筑与小区类、水系建设、工业区建设五类建设项目，低影响开发雨水系统的分项设计要点如下：

6.5.1 公园绿地

公园绿地、广场类建设项目海绵城市配套设施设计要点 G1、G3 类	
适宜采用的设施：收集回用设施、植被草沟、渗井、生物滞留设施，雨水湿地、植被缓冲带	
规划要点	1、雨水利用应以入渗和调蓄为主，充分利用大面积绿地和水体。 2、适当位置可建雨水调蓄设施和雨水湿地等雨水处理设施。 3、部分不能入渗的建筑屋面雨水、绿地雨水和路面雨水可进行雨水收集回用。
分项设计要点	
	1、绿地应尽量低于周围硬化路面，并应建导流设施，以确保周边雨水能够流入绿地，并迅速入渗； 2、雨水口宜设于绿地内，雨水口高程高于绿地而低于周围硬化路面。 3、绿地植物宜选用耐涝旱本地生植物，以乔灌草结合为主。 4、在绿地适宜位置可推广建设浅沟、洼地等雨水滞留、渗透设施。

绿地	5、绿地临近水体时，应结合水体进行整体雨水综合利用设计。 6、为增大雨水入渗量，可综合采用多种渗透设施，如浅沟—渗渠组合系统、渗透管、渗井、渗透管—排放一体化设施等。
收集回用设施	1、绿地适宜位置可建雨水收集回用系统，为确保安全和节省用地，雨水收集回用系统可建于地下。雨水经合适处理可回用于浇洒和灌溉。
滞留设施	1、适当位置可建雨水滞留设施，如可建人工湿地或雨水生态塘。
内部道路广场	1、公园非机动车道路、人行道、林荫小道、广场、停车场、庭院在保障工程风险的前提下应采用透水地面。 2、公园广场可采用透水地面+渗井的方式入渗雨水。公园不透水的路面雨水径流和透水路面超渗水应引入两边绿地入渗。
水景	1、景观水体应作为雨水调蓄设施，并与景观设计相结合。调蓄池应设溢流口。超过设计标准的雨水可排入市政管系。 2、景观水体可与蓄水设施，湿地建设有机结合，雨水经适当处理可回用于公园杂用水，满足公园雨季用水等。
排水系统	合理设计山体排洪系统，并按现行规范标准设计截洪系统和市政排水管道。
改造要点	可在合适位置新增渗井以增大雨水入渗，加强雨水的收集回用。

6.5.2 市政道路工程建设分类指引

市政道路类建设项目海绵城市配套设施设计要点 S1、S3、S4 类	
适宜采用的设施：透水下垫面、植生带溜槽、生态树池、植被草沟、渗管/渠	
规划指引	道路雨水应以入渗和调蓄排放为主。 视道路类型不同，可设置不同的雨水入渗及调蓄排放设施。
分项设计要点	
机动车道路面	1、适宜路段可实验采用透水沥青路面或透水型混凝土路面。
非机动车道路面（人行道、自行车道）	1、宜采用透水性路面。人行道一般采用透水砖；自行车道可采用透水砖或透水沥青路面。
道路附属绿地	1、道路绿化带高程宜低于路面。道路绿化带宜建为下沉式绿地、植生滞留槽、植被草沟、生态树池等形式，并可在内设置渗排一体化设施、渗井、雨水收集模块等设施加强雨水的入渗及回用。 2、有坡度的路段，绿化带应采用梯田式。 3、道路雨水径流宜引入两边绿地入渗。
路牙	1、宜采用孔口路牙、格栅路牙或其他形式，确保道路雨水径流能够顺利流入绿化带。
	1、雨水口宜设于绿化带内，雨水口高程宜高于绿地而低于路面；

排水系统	<p>2、雨水口宜采用环保型雨水口，雨水口内宜设截污挂篮；</p> <p>3、道路排水管系可采用渗透管或渗透管-排放一体设施；</p> <p>4、市政道路沿线可因地制宜建设雨水调蓄设施。天然河道、湖泊等自然水体应成为雨水调蓄设施的首选；也可在公路沿线适宜位置建人工雨水调蓄池。</p> <p>5、土地条件许可时，道路沿线可建设雨水生态塘或人工湿地，道路雨水可引入其中处理、储存。雨水生态塘和人工湿地应兼有雨水处理、调蓄、储存的功能。</p>
改造要点	道路的海绵化改造主要可针对附属绿地、树池、路牙等进行。

6.5.3 建筑小区类

1.新建建筑

居住小区（新建）海绵城市配套设施设计要点 R1、R2 类	
适宜采用的设施：透水下垫面、绿色屋顶、渗井、植生带溜槽、生态树池、植被草沟、雨水储存罐/池	
规划要点	<p>1、居住区雨水应以下下渗为主，包括绿地入渗、道路广场入渗等。</p> <p>2、新建居住小区屋面雨水应进行收集处理回用于小区绿化、洗车、景观、杂用等。如不收集回用则应引入绿地入渗。</p> <p>3、小区雨水利用应与景观水体相结合。</p>
分项设计要点	
屋面	<p>1、宜才用屋顶绿化（绿色屋顶）的方式滞蓄、净化雨水；</p> <p>2、屋顶绿化的建筑周边可设置雨水储存罐/池，收集雨落管雨水进行回用；</p> <p>3、屋面雨水径流如不收集回用，应引入建筑周围绿地入渗。</p>
绿地	<p>1、小区内绿地应尽可能建为下凹式绿地，小区停车场、广场、庭院应尽量坡向绿地。</p> <p>2、条件适宜时，可在绿地增建渗井、浅沟、洼地、渗透池（塘）等雨水滞留、蓄存、渗透设施。</p> <p>3、绿地设计应考虑绿地外超渗雨水引入量。</p> <p>4、绿地植物宜选用耐涝耐旱本地植物，以灌溉结合为主。</p> <p>5、地下室顶板应有 1.0m 以上的覆土，并设置排水层。</p>
道路广场	<p>1、非机动车道路、人行道、停车场、广场、庭院应采用透水铺装地面。非机动车道路可选用多沥青路面、透水性混凝土、透水砖等；林荫小道、人行道可选用透水砖、草格、碎石路面等；停车场可选用草格、透水砖；广场、庭院宜采用透水砖。</p> <p>2、非机动车道路超渗雨水应引入附近下凹式绿地入渗。停车场、广场、庭院应尽量坡向绿地，或建适当的引水设施，超渗雨水可自流至绿地入渗。</p> <p>3、雨水口宜置于道路绿化带内，其高程应高于绿地而低于路面，超渗雨水可排入市政管线或渗井。</p>

水景	<p>1、景观水体应兼有雨水调蓄功能，并应设溢流口。超过设计标准的雨水可溢流入市政系统。</p> <p>2、景观水体可与湿地有机结合，设计成为兼有雨水净化功能的设施。</p> <p>3、水体雨水经适当处理可回用于绿化、冲洗地面、中央空调冷却用水等。</p>
排水系统	<p>1、优化小区排水系统设计，通过径流系数本底分析和雨水综合利用后核算排水系统设计。</p> <p>2、雨水口宜尽量采用截污挂篮等源头污染物去除设施。</p> <p>3、合理设计超渗系统，并按现行规范标准设计室外排水管道。</p>
改造要点	<p>可针对小区绿地新增渗井、浅沟、渗透池等设施，增大雨水入渗量。</p> <p>对树池、雨水口进行生态化改造。</p>

2. 改造建筑

居住小区（改造）海绵城市配套设施设计要点 R3 类	
适宜采用的设施：透水下垫面、绿色屋顶、下沉式绿地、生态树池	
规划要点	旧城区雨水利用应以道路广场绿地雨水入渗为主，改造中宜推广屋顶绿化。
分项设计要点	
屋面	1、宜采用屋顶绿化（绿色屋顶）的方式蓄存雨水。
绿地	<p>1、有条件的地方应将绿地改造为下沉式绿地，充分利用有限的绿地入渗雨水。</p> <p>2、根据旧城特点在绿地内因地制宜宜增设雨水综合利用设施。</p>
道路广场	<p>1、结合旧城的改造，人行道、停车场、广场、庭院宜采用透水性路面。</p> <p>2、道路沿线的树池改造为生态树池。</p>
排水系统	<p>1、按雨水分流制完善雨水水管网，通过径流系数本底分析和雨水综合利用后核算排水系统负荷，改造与优化并举。</p> <p>2、雨水口宜尽量设置在绿地内或路边，并采用截污挂篮等源头污染物去除设施。</p>
改造要点	<p>根据建筑体的条件，将屋顶改造为绿化屋顶。</p> <p>对树池、雨水口等进行生态化改造。</p>

6.5.4 水系建设分类指引

水体类建设项目海绵城市配套设施设计要点 E1 类	
适宜采用的设施：雨水湿地、滞留设施、植被缓冲带、雨水排出口末端处理	
分项设计要点	
规划要点	城市水体的海绵建设适宜采用恢复河流自然生态的方式，结合湿地、初雨水处

	理设施等提高水体对洪峰和污染物的控制能力。
断面	1、断面适宜采用生态断面，充分利用与周边城市景观结合。 2、宜采用复式断面。
雨水湿地	1、宜建设为多功能湿地，具有去除污染物、滞留洪水等功能。 2、湿地应尽量利用河道蓝线内用地，确保不对行洪产生障碍。
滞留设施	1、尽量采用易维护、管理的雨水滞留设施，以便后期管理。 2、雨水滞留设施尽量与雍水设施、景观设计相结合。 3、河道周边可设置植被缓冲带，削减漫流进河道的径流污染。
水景和雍水设施	1、不得对行洪造成妨碍，尽量利用自然方式，如湿地，以改善水质，延长换水周期，减少旱季生态补水需求。
雨水排出口末端处理	1、雨水排出口末端周围应考虑利用自然生态活性填料工艺或其他过滤设施普通的物理截污； 2、有条件时再进行生态处理（雨水塘、雨水湿地、生态浮岛等形式）。

6.5.6 工业区建设分类指引

工业区类建设项目海绵城市配套设施设计要点 M、W 类	
适宜采用的设施：透水下垫面、绿色屋顶、植生滞留槽、生态树池、植被草沟、滞留设施、收集回用设施	
分项设计要点	
屋面	1、工业区比较大小的平面屋（坡度小于 15°）宜采用屋顶绿化（绿色屋顶）的方式蓄存雨水。溢流雨水宜收集回用，不能收集回用的应引入建筑周围绿地入渗。 2、对于采用轻钢、彩钢板为主要结构的厂房和仓库，不具备建设绿色屋顶条件的，可不建设绿色屋顶。
绿地	1、应充分利用厂区内绿地入渗雨水，厂区绿地应建为下沉式绿地。 2、在绿地适当位置宜建植生滞留槽、植被草沟、滞留塘等雨水渗透、滞留设施。 3、绿地高程应低于路面，一般绿地宜低于路面 200—250mm，并确保雨水顺利流入绿地。 4、地下室顶板上绿地应具有 1.0 米以上的覆土。
道路广场	1、工业区非机动车道路、人行道、小车停车场应采用透水铺装。非机动车道路可选用多沥青路面、透水性混凝土、透水砖等；人行道可选用透水砖、草格、碎石路面等；小车停车场可选用草格、透水砖。 2、工业区非机动车道路超渗透雨水应集中引入两边绿地入渗。停车场、广场、应尽量坡向绿地，或建设适当的引水设施，使超渗雨水能自流绿地入渗。
水景	1、工业区景观水体应兼有雨水调蓄、自净功能，并应设溢流口。超过设计标准的雨水可排入市政管系。 2、工业区雨水调蓄设施应优先与景观水体设计相结合，当景观水体不足以调蓄洪峰流量时，应建雨水调蓄池。
排水	1、优化工业区排水系统设计，通过径流系数本底分析和雨水综合利用后核算排水系统设计。

系统	2、雨水口宜尽量采用截污挂篮等源头污染物去除设施。 3、合理设计超渗系统，并按现行规范标准设计室外排水管道。
改造要点	根据建筑体条件，将屋顶改造为绿化屋顶。 针对雨水口、树池等进行生态化改造，消减场地径流污染。

6.4 低影响开发设施组合系统优化

低影响开发设施的选择应结合不同区域水文地质、水资源等特点，建筑密度、绿地率及土地利用布局等条件，根据城市总规、专项规划及详规明确的控制目标，结合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素选择效益最优的单项设施及其组合系统。组合系统的优化应遵循以下原则：

（1）组合系统中各设施的适用性应符合场地土壤渗透性、地下水位、地形等特点。在土壤渗性能差、地下水位高、地形较陡的地区，选用渗透设施时应进行必要的技术处理，防止塌陷、地下水污染等次生灾害的发生。

（2）组合系统中各设施的主要功能应与规划控制目标相对应。缺水地区以雨水资源化利用为主要目标时，可优先选用以雨水集蓄利用主要功能的雨水储存设施；内涝风险严重的地区以径流峰值控制为主要目标时，可优先选用峰值削减效果较优的雨水储存和调节等技术；水资源较丰富的地区以径流污染控制和径流峰值控制为主要目标时，可优先选用雨水净化和峰值削减功能较优的雨水截污净化、渗透和调节等技术。

（3）在满足控制目标的前提下，组合系统中各设施的总投资成本宜最低，并综合考虑设施的环境效益和社会效益，如，当场地条件允许时，优先选用成本较低且景观效果较优的设施。

低影响开发设施选用流程如图 3-15 所示。

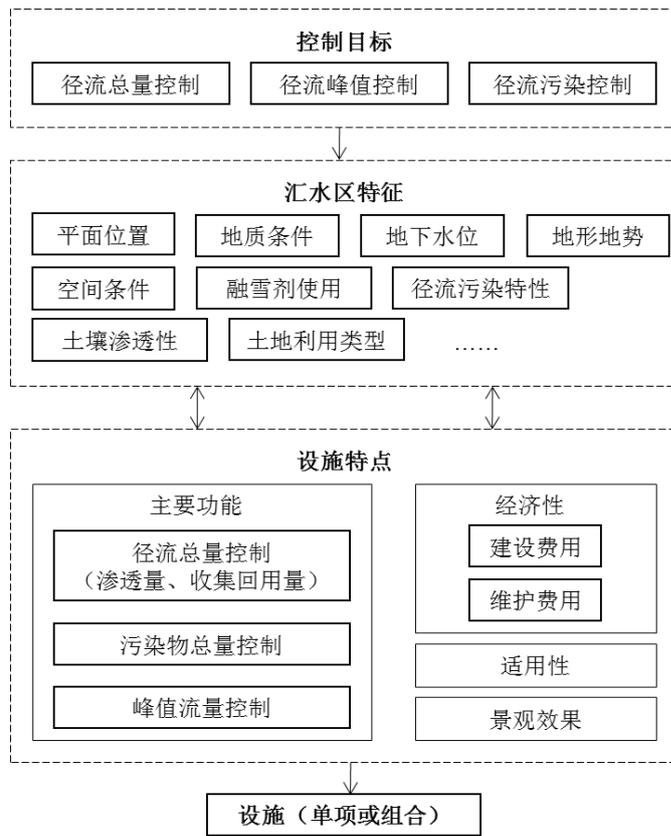


图 3-15 低影响开发设施选用流程图

7 海绵城市设施设计、运行、维护技术指引

充分考虑滁州的建设现状，结合国家，本手册提出的海绵城市设施包括透水铺装、下沉式绿地、雨水花园、绿色屋顶、植草沟、海绵型雨水口、渗井/渠、雨水渗透池（塘）、雨水过滤池、初期雨水弃流设施、雨水塘、雨水湿地、生态驳岸、生物浮床/生物岛、水景调蓄利用、雨水调蓄池、小型分散式收集利用设施

7.1 透水铺砖

1 透水铺装定义

透水铺装是采用嵌草砖、透水砖/混凝土等透水材料替代传统混凝土、水泥、沥青等，铺设广场、停车场及人行道等硬化地面，使其在保持原有功能的前提下，提高雨水下渗能力，减小下垫面径流系数的雨水控制措施。

2 透水铺装效果

- (1) 削减雨水径流量、减少雨水外排；
- (2) 下渗雨水，涵养地下水；
- (3) 增加渗透面积，减少热岛效应；
- (4) 低成本、低维护、可实施性强。

3 透水铺装适用范围

透水铺装主要适用于广场、停车场、人行道以及非机动车道。

主要有两种类型，一种是材料本身具有渗透性能，如透水混凝土、透水砖等，另一类是采用透水的形状制作与铺装形式，使铺面能够透水，如草坪砖、碎石卵石铺面等。

4 透水铺装主要结构与设计要点

透水铺装由地表铺装材料和基质层构造两部分组成。其中地表铺装材料常用的有嵌草砖、多孔沥青或水泥、碎石、透水混凝土等；基质层一是用于支撑稳定地表铺装材料，二是贮存部分雨水，用来使地面径流雨水能迅速渗入到土壤层，一般包括小粒径碎石过滤层、大粒径的蓄水层。

多孔沥青透水地面典型表面沥青层(避免使用细小骨料,沥青重量比为5.5~6%,孔隙率为12~16%,厚度为6~7cm、沥青层下设两层碎石(上层碎石粒径1.3cm,厚5cm;下层碎石粒径2.5~5cm,厚10~15cm,孔隙率为38~40%);

多孔混凝土地面构造类似于多孔沥青地面,只是表层换为无砂混凝土,厚度为10~15cm,开孔率可达15~25%。

嵌草砖是带有各种形状空隙的混凝土砖,开孔率可达20~30%。因为有植物生长,能更有效的净化径流雨水、调节温度和湿度、延缓径流速度及美化环境。嵌草砖基本上不存在堵塞问题,但混凝土块若经过多、过重车辆碾压,易发生不均匀沉降或错位,因此嵌草砖不宜设置于交通量大的地段。

5 透水铺装运行与维护

若雨水径流中的悬浮颗粒和杂质,造成多孔沥青透水路面、多孔混凝土地面和透7K混凝土砖的堵塞严重,可用吸尘器抽吸(一般每年三次)或高压水冲洗。如果采取有效地表清扫措施,可以延长多孔透水路面的使用周期。对于嵌草砖,如发生损坏、不均匀沉降或错位应进行维修,定期维护及时补种植物。

6 透水混凝土/沥青铺装示意与说明

7 嵌草砖/透水砖示意与说明

7.2 下沉式绿地

1 下沉式绿地定义

下沉式绿地是比周边地面或道路低5~20cm左右的绿地,利用植被截流、土壤渗透原理,截流和净化小流量径流雨水的一种工程措施,下凹的空间可以短时间存蓄雨水,增加截流下渗量。

2 下沉式绿地特点

- (1) 削减雨水径流量、减少雨水外排;
- (2) 改善雨水径流水质,减少水体污染;

- (3) 下渗雨水,涵养地下水;
- (4) 增加渗透面积,减少热岛效应;
- (5) 低成本、低维护、可实施性强。

3 下沉式绿地适用条件

下沉式绿地可构建于建筑物、广场、停车场以及道路等不透水区域的周边绿地。

4 下沉式绿地构成及设计步骤

下沉式绿地主要包括下凹深度、面积确定、土壤调整、植物选取以及溢流口设置等五部分内容,设计时可参考如下步骤:

- (1) 确定雨水设计控制容积,设计控制容积可根据下式计算:

$$Q = H_0 * \psi * A$$

Q为设计控制容积, m^3 ; H_0 为设计降雨量, mm; ψ 为场地径流系数; A为场地面积, ha。

- (2) 土壤性能测试

如以雨水收集利用为目的,土壤渗透系数大于 $3.53 * 10^6 m/s$ 的时不宜大面积使用下沉式绿地;若以渗透为目的,土壤渗透系数宜大于 $10^6 m/s$,也可通过添加炉渣等措施增大土壤渗透能力。

- (3) 确定绿地下凹深度

绿地下凹深度确定需考虑雨水设计控制容积、所选植物的耐水时间与土壤渗透能力;此外,若以雨水收集利用为目的,应减小绿地深度,若以渗蓄利用为目的,可深度适当增加,一般绿地深度不大于 250mm。

- (4) 确定绿地表面积 獅面积可按下式计算

$$A_0 = Q / h$$

式中 A_0 为下沉式绿地面积,同 m^2 ; h 为绿地调蓄水深。

- (5) 溢流口高度确定

一般根据下沉式绿地的容纳雨水的能力,考虑其周围排水系统的实际情况,合理设置溢流口,溢流口高度可参考下式:

$$h = Q / (k * t_r)$$

式中 h 为绿地溢流口高度, m; k 为土壤渗透系数, m/d; t_r 为设计排水时间 d (建议不超过 24h)。

(6) 植物

一般选择具有一定耐淹时间的本土草类，植物的耐淹时间宜不小于1~3d。

对于面积较大的绿地，建议设计时根据地形，凸凹结合，不同深度处根据需要选择不同的植物种类，形成微地形，提高绿地景观效果。

5 下沉式绿地运行与维护要点

为使下沉式绿地能顺利运行，最大限度的发挥其效益，应对其进行及时的维护：

(1) 检查植被生长状况，定期检查是否有杂草生长并定期收割植被，当种植土壤覆盖层有被径流冲刷的迹象时，应及时修整覆盖层；应保持下沉式绿地内植物原有的分布状态，破化严重时，需要修补或种植新植被。

(2) 根据当地降雨条件，可不定期地对下沉式绿地内的沉积物和杂物进行清理，暴雨集中时可适当加大清理频率。

(3) 定期检查径流入口状况(尤其集中入流处)，若存在冲蚀和污染物沉积问题，应采取效能以及对进行预处理等措施。

(4) 定期检查溢流口状况，若截污罩有污染物拥堵或截污挂篮堵塞应及时清除污物，确保溢流途径畅通。

7.3 雨水花园

1 定义

雨水花园等生物滞蓄设施是利用浅洼地形（深约3cm-15cm），种植当地的耐旱耐涝植物，通过吸附、渗透和过滤等原理对降落在不透水表面的雨水进行控制利用，具有良好的景观效果。

2 特点

- (1) 削减雨水径流量、减少雨水外排；
- (2) 改善雨水径流水质，减少水体污染；
- (3) 下渗雨水，涵养地下水；
- (4) 增加渗透面积，减少热岛效应；
- (5) 美化环境，营造良好的生态系统；

(6) 低成本、低维护、可实施性强。

3 适用条件

雨水花园可构建在黏土、砂土等类型的土壤上，适用于住宅区、商业区以及建筑、停车场、道路以及广场等的周边。

4 主要构成及其要点

雨水花园由表面雨水滞留层、种植土壤覆盖层、植被及种植土层砂滤层等部分组成，各部分设计要点如下：

(1) 系统表面留有低于周边地表标高的空间，用以集蓄雨水；

(2) 在种植土表层铺树叶、树皮等覆盖物；

(3) 种植土层砂含量为 60%~85%，有机成分含量为 5%~10%，粘土含量不超过 5%；石砾石排水层厚 200~300 mm，填料为直径不超过 50mm 的砾石；

(4) 植物宜选取当地喜水、耐淹植物，耐淹时间不宜小于 72 小时。当底部设置集水管时，不宜种植高大乔木或根系过长灌木，以免对地下排水管道造成破坏。

(5) 砂滤层和种植土层间设 200g/m² 土工布，防止土层被侵蚀堵塞渗管，渗管开孔率不小于 2%。

5 设计步骤

(1) 判断场地是否适合雨水花园

雨水花园底部离常年地下水层至少 0.6 米建议雨水花园最大服务汇水面积 5hm²，一般 0.5~2hm²；系统有效面积建议按汇水区域的不透水面积的 5%~10%；服务区域的坡度应小于 12%。

(2) 计算雨水设计控制容积

设计控制容积可根据下式计算：

$$Q = H_0 * \psi * A$$

Q 为设计控制容积，m³；H₀ 为设计降雨量，可以 30mm 计算；ψ 为场地径流系数；A 为场地面积，ha。

(3) 计算花园表面积

雨水花园表面积可根据下式计算

$$A = Q * d_f / [k * \{h_f + d_f\} * (t_f)]$$

式中A为雨水花园表面积m²；Q为设计控制容积m³；d_f为种植土层厚度m；k为种植土层渗透系数m/d；h_f为设计调蓄深度m；d_f为设计排水时间d（建议排水时间24h）。

(4) 平面、高程布置

根据场地条件设计平面形式，高程设置应满足雨水径流以重力流形式进水，超雨水花园容纳能力的径流及时溢流排出。

6 维护管理

为使雨水花园等生物滞留设施能顺利运行，最大限度的发挥其效益，应对其进行及时的维护：

(1) 检查植被生长状况，防止过度繁殖，定期检查是否有杂草生长收割植被，灌木类植物需要定期剪枝，去除杂草，清理雨水花园表面的垃圾和杂物。当种植土壤覆盖层有被径流冲刷的迹象时，应及时修整覆盖层。

(2) 检查雨水径流入口，避免入口被雨水径流携带的污染物质堵塞或冲刷破坏，并及时清除表面的沉淀物质如一年两次。

(3) 检查园内所种植的植物，评估其生长状况，清除死去的或病害严重的植株可一年两次；定期查看土壤的干燥状况，及时浇灌植物。

(4) 在几场降雨或一场大暴雨后，要检查雨水花园表面覆盖层的侵蚀情况以及植被的损坏情况，必要时替换掉被侵蚀的表面覆盖层及被损坏的植被；

(5) 沉淀物会在表面积累，进而会堵塞雨水花园而阻止雨水下渗（雨水在蓄水层停留了2d，而没有完全渗入地下，就表明已经堵塞）。应经常清除表面沉积物，并且将植被及其生长环境恢复到最初的状态。

7.4 绿色屋顶

1 定义

绿色屋顶是以植物为主要覆盖物，配以植物生存所需要的营养土层、蓄水层（植被种植层）以及屋面植物根系阻拦层（保护层）排水层、防水层（保护层）等共同组成屋面系统。

2 特点

- (1) 滞留、净化屋面雨水，降低径流污染负荷；
- (2) 增加空气湿度，降低室内外温度；
- (3) 释放氧气，滞留飞尘，改善空气质量；
- (4) 固定二氧化碳，减少碳排放；
- (5) 提高城市绿化面积，美化环境。

3 应用条件

建筑物承重能力满足要求；尽量选用坡度较缓的屋顶，如坡度超过 15° 时需增加防滑、防冲蚀等设施；宜选择新建建筑，将屋顶绿化与荷载、防水等要求一起考虑；旧建筑如经过负荷核算符合承载条件，可采取简单绿化的做法，将各层厚度和荷载相应减小。

4 主要结构及设计要点

绿色屋顶主要结构有保护层、排水层、过滤层和植被层等。各结构需注意如下要点

(1) 保护层主要防止雨水渗漏和植物根系对建筑屋面的破坏，保护层可由塑料、水泥砂浆抹面、PVC 材料等铺设。

(2) 排水层，可以采取多种形式，如天然砂砾、碎石、陶粒、浮石、膨胀页岩等，或塑料编制垫、泡沫塑料板、碎煤渣等，厚度建议 $5\sim 15\text{cm}$ 。

(3) 过滤层可采用规格为 $150\text{g}/\text{m}^2\sim 300\text{g}/\text{m}^2$ 土工布铺设，接口处土工布搭接长度不少于 15cm 。

(4) 植被种植土，应根据当地气候条件选种植物及荷载要求等而定，种植土层厚度一般为 $10\sim 15\text{cm}$ 。宜选择孔隙率高、密度小、耐冲刷、可供植物生长的洁净天然或人工材料，如火山石、沸石、浮石、膨胀页岩、膨胀黏土、炉渣等与土壤的混合料，种植土层密度一般介于 $714\sim 892\text{kg}/\text{m}^3$ 。

5 设计步骤

绿色屋顶设计时，可遵循如下步骤

- (1) 检查屋面结构是否满足条件

建筑屋面承重能力需达到 $100\sim 122\text{kg}/\text{m}^2$,屋面坡度一般不大于 25%。

(2) 选择种植土填料、过滤层、排水层以及防护层材料

建议根据条件选取满足需要的当地材料,以节约成本。

(3) 选取植物

绿色屋面植物宜具有如下特点:耐旱,建成后不需或仅需少量浇水;生长覆盖面大,长成为后能覆盖面不小于结构表面积 90%;自持力强,不需施肥、喷药等维护管理;耐热、抗寒。

(4) 确定种植层厚度

根据建筑承重能力、所选材料类型和孔隙率,以及设计降雨深度,确定种植层厚度。

6 运行维护

绿色屋顶的运行维护问题主要集中在对植被的管理和排水设施的维护上。

(1) 对植被进行定期维护,及时清除病株和死株,并及时补栽;

(2) 为了确保屋顶不漏水 and 屋顶排水的通畅,可以考虑双层防水和排水系统,即除了建筑物屋顶原设的防水、排水系统外在种植层底部再增加一道防水和排水措施;

(3) 在靠近雨水排水管的种植区表面还要考虑溢流口,但遇到暴雨,超出土壤渗透能力的降雨可通过溢流口直接下排,不会造成屋顶过量集水。雨水排水管周围可适当填塞卵(碎)石,或在溢流口设置滤网拦截树叶与杂草。

7.5 植草沟

1 定义

植草沟是一类生态的地表排水方式,一般为依绿地或绿化带建设的浅沟,沟内种植草等植物,通过下渗、植物过滤等原理净化和削减雨水径流的工程性 BMP 措施。

2 特点

(1) 生态的雨水输送途径,截流径流污染物;

(2) 滞留雨水径流,削减径流量;

(3) 不占用专门土地,提高土地使用效率;

(4) 造价低,可节约管道建设维护费用;

(5) 增加绿地景观效果。

3 应用条件

植草沟一般适用于城市园区道路的两侧、不透水地面的周边、大面积绿地内等，可以与雨水管网联合运行，条件适合时也可代替雨水管网，在完成输送排放功能的同时满足雨水的收集及净化处理的要求。汇水面积不宜大于 2hm^2 。

4 主要构造与注意事项

植草沟的设计可以参考如下要点进行。

(1) 土壤类型

植草沟适合各种土壤类型，种植土壤不小于 30cm ，能够为植物生长提供基质，若土壤贫瘠，应进行改良。

(2) 平面形式与坡度

结合自然地形条件进行竖向规划，保证浅沟在重力流排水时畅通，并考虑接纳水体的高程控制；应考虑各汇水面的性质，使浅沟收集的径流均匀分配；浅沟的布置应与周围环境（建筑物、道路、景观等）保持自然一致，发挥其景观作用；浅沟一般深 $15\sim 30\text{cm}$ ，侧面坡度不超过 $3:1$ ，浅沟最大径向坡度 6% 。

(3) 与周边建筑距离

浅沟中心线距离建筑基础至少 3m ，如果浅沟距离建筑物小于 3m 应于浅沟和建筑之间铺设防水材料。

(4) 规模

植草沟所服务汇水面积不大于 1400m^2 （折合不透水面积），当植草沟长度过长（大于 100m ）或穿路时可采用暗渠（管）配合输送雨水。

(5) 挡水堰

挡水堰由卵石、砖块、木头或混凝土等材料制成，一般 $7\sim 15\text{cm}$ ，每 $4\sim 6\text{m}$ 设置一处或每条浅沟设置 2 处。

5 设计步骤

植草沟设计可辨如下步骤：

(1) 判断场地条件是否适合

植草沟周边道路坡度约 3% ；若以雨水渗蓄利用为目的，土壤应具备良好的下渗能力；

场地内有足够的空间条件。

(2) 确定设计径流量

建议植草沟满足输送2年一遇降雨产生的径流，设计流量可按推理公式计算。

(3) 确定浅沟断面形式和坡度

植草沟断面面积可由设计径流量和曼宁公式计算；需注意为防止径流的冲刷，植草沟应按输送径流流速不大于0.6m/s进行核算。

(4) 挡水堰设置

为提高浅沟对径流的调蓄能力和控制径流流速，可每隔4~6m设置一处挡水堰或每条植草沟随至少两处挡水堰。

(5) 溢流口设置

溢流口高度随可参考下沉式绿地。

6 运行维护

只有合理的设计并不能保证植草沟的正常良好地运行，应采取一定措施对其进行必要的维护。

(1) 植被的养护。植被覆盖得好可以提高浅沟对雨水的处理能力，但植被过量生长，会使过水断面减小，应当定期收割，收割太多，会增加雨水径流流速，降低污染物去除率，还要避免收割时在浅沟中形成沟槽而产生集中流量。

(2) 及时清除浅沟内的沉积物和杂物，清除后恢复浅沟原有坡度和深度，清除工作破坏植被时还需修补或种植新的植被。

(3) 为保证浅沟对雨水的处理效率，水流能否均匀分散地进入和通过浅沟非常关键。集中流比分散流流速快，易短流，在植被长成之前浅沟易受到冲蚀，需要采取必要的临时性防护措施。在流量集中汇入浅沟容易造成冲蚀的地方，可用卵石等进行消能分流处理。

(4) 在浅沟的入湖口或与其他设施(如暗管、初期弃流装置等)连接处应设置金属或塑料滤网(间距5mm)，并及时清理滤网附近杂物。在流量集中汇入浅沟、转弯角度较大等容易造成冲蚀的地方以及植被覆盖稀疏处，可用卵石、石板等进行消能分流处理，以减弱雨水对植被及沟渠的冲刷。

7.6 海绵型雨水口

1 定义

海绵型雨水口是指有土工布等过滤材料制作，用于道路、广场、停车场内雨水口或下沉式绿地、植草沟、雨水花园等溢流口内，以过滤净化雨水径流的装置。

2 特点

- (1) 截留径流中 SS 等污染物，降低径流污染负荷；
- (2) 不需专门占地,不需要大规模工程改造；
- (3) 结构简单，可根据对象设计不同形状；
- (4) 低成本、低维护、可实施性强。

3 截污措施

在雨水口、暗管（渠义明沟、植草沟等雨水收集输送措施适当位置，以及两种收集措施相接处，根据实地条件设置不同尺寸的雨水截污措。

4 主要构造与设计要点

雨水口截污措施主要利用土工布、粗砂、活性炭、沸石等过滤材料对径流的过滤能力，截留雨水径流中的 P、重金属和 SS 及其附着的其他污染物,主要包括框架和过滤材料两个部分，构成过滤区和溢流区。

(1) 过滤材料，可根据过滤要求选择土工布、砂石、活性炭、沸石颗粒等材料。例如土工布的有效孔径 50~90 μm ，可有效去除大于孔径的 SS。

(2) 框架结构可根据截污装置处理径流量,选择金属或塑料,并根据雨水口的形状加工制造,雨水口的截污装置主体的长宽一般要略小于雨水构筑物的内沿 20~100mm，以便于安装和维护。

5 设计步骤

雨水口截污装置设计时可参考如下步骤:

- (1) 确定设计处理径流量

建议雨水口截污装置设计径流量为 2 年一遇降雨产生的径流量，由推理公式计算雨水口服务

汇水面产生的径流为设计径流量。

(2) 选取过滤材料

根据服务区域产生径流的污染特征和控制目标，选取土工布、或颗粒滤料，选取颗粒填料时，可根据截污目标确定过滤厚度。

(3) 计算过滤面积

过滤面积大小与滤料过水能力和设计径流量大小有关，可根据设计径流量和所选过滤材料的过流速度，计算所需过滤面积。

(4) 溢流口设计

在上部设置一段溢流口，保证大雨或滤速下降时地表径流的正常排除。

7.7 渗井/渠

1 定义

渗透沟渠是在传统的雨水排放的基础上，将雨水管渠改为渗透管穿孔管或渗渠，周围回填砾石，雨水在构筑物输送过程中，通过埋设于地下的多孔管材向四周土壤层渗透，从而对水量和水质进行控制的设施。

2 特点

- (1) 削减雨水径流量、减少雨水外排；
- (2) 净化雨水径流，增加渗透面积；
- (3) 下渗雨水，涵养地下水；
- (4) 低维护少、可实施性强。

3 适用条件

渗井/渠适用于沿道路、建筑物、广场等不透水下垫面的周边，以削减和渗蓄硬化下垫面产生的雨水。

4 渗透沟渠主要构造与要点

渗井/渠包括穿孔管和管周围的填充砾石或其它多孔材料组成，设计时需注意如下事项。

- (1) 穿孔管

可选 PVC 管、无砂混凝土或钢筋混凝土管，开孔率不少于 2%。

(2) 管外填充材料

填充材料粒径范围在 10~20mm，夕卜包土工布，以保证渗透顺利，同时防止土粒进入砾石孔隙发生堵塞。土工布的搭接不少于 150mm。

渗渠的构成与渗管类似。应用地面敞开式渗渠或带有盖板的渗透暗渠，同样能达到排水和渗透的目的，且可减少土方和便于维护管理。

(3) 规模确定

渗透沟渠推荐设计参数

(4) 渗透沟底应离季节性最高地下水位至少 0.6 米。

设施应设计在离水源地至少 120 米的地方，离化粪池系统 30 米远，且离建筑物地基至少 6 米，离硬化下垫面至少 3 米的地方。

5 运行维护

为了使渗井/渠发挥其最佳的运行效果，可参照以下几个方面其进行定期维护。

(1) 在建造完成后，在运行的最初几个月的大暴雨事件后，应及时检查，以确保渗透（沟）渠的稳定运行和保持其正常功能。

(2) 雨季每月及时清除预处理、溢流设施和渗透渠表面的沉淀物和油污脂。

(3) 每半年应对预处理设和分流设施进行检查，如有损坏应及时修补，同时清除其中的沉淀物。

(4) 如果由于径流的冲刷，在渗透沟表面形成坑或凹地，应及时维护、恢复。

(5) 如果渗透沟运行出现故障，经过整修应恢复 2/3 处理容积的能力，且能在 72 小时内完成渗透。

7.8 雨水渗透池/塘

1 定义

雨水渗透池/塘是利用地面低洼地、水塘或地下水池，收集、暂时贮存进入的雨水，随后将其渗入地下的雨水渗透设施，雨水下渗过程中，池内土壤/过滤材料的过滤作用及附着生长的微

生物去除水体中污染物质。

2 特点

- (1) 削减雨水径流量、减少雨水外排;
- (2) 净化雨水径流, 增加渗透面积;
- (3) 下渗雨水, 涵养地下水;
- (4) 低维护少、可实施性强。

3 适用条件

雨水渗透塘/池适用于对小区域的雨水径流进行水质、水量控制的离线式汇流控制设施, 宜设置在公园、小区等污染不严重的地区, 而尽量避免设置在污染严重的区域。

4 主要构造与设计构成

渗透(池)塘由进水口、植被、堤岸、维护通道、溢流设施、出水口组成。

(1) 进水口

在渗透(池)塘的进水口应设效能措施, 避免进水口的引入径流对渗透(池)塘的冲刷和短流。如果引入径流中沉淀负荷较高, 则应在渗透(池)塘进水口处设置一个前置沉淀池, 体积约为渗透(池)塘主体的10%-20%。

(2) 植被

渗透(池)塘底和边坡上的植被具有防止侵蚀。增加沉淀和净化效果的改善景观等作用。渗透(池)塘底、边坡植被应根据干湿状况、水深等条件选种本地耐旱、耐淹植物。

(3) 堤岸

渗透(池)塘堤岸的内边坡的坡度大于4:1, 外边坡坡度大于3:1, 根据土质条件宜优先选择较平坦的边坡。同时堤岸上不宜种植对固岸不利的植物。

(4) 维护通道

为使维护机械能对渗透(池)塘的进水口、塘底、堤岸和出水口进行检查维护, 应设置通往各处的维护通道, 通道的坡度小于10%, 最小宽度约4.8米, 也可将其建为多功能通道, 如娱乐休闲等, 为安全考虑应在通道两边设置栅栏。

(5) 溢流设施

对超过渗透(池)塘设计容积的径流, 应通过溢流道对其进行溢流排放。

(6) 出水口

在渗透(池)塘尾应设置出水口,可根据不同的水位高度设置多级排水口,也可设置分离式出水口。

5 设计步骤

雨水渗透池/塘设计时可参考如下步骤:

(1) 检查场地条件

检查场地内土壤渗透性能,一般要求土壤具有较强的渗透能力,若渗透能力小,可对部分土壤进行改良;检查场地内是否有足够空间条件,若无足够空间,可在适当 随建设分散式渗透池。

(2) 确定设计降雨量和计算设计控制容积

可根据场地空间条件、土壤渗透能力和气候条件,合理确定设计降雨量,如重现期2、5、10、15、25年一遇降雨,并由推理公式计算设计控制容积。

(3) 计算渗透池/塘表面积

渗透池表面积可根据设计控制容积、土壤下渗速率、设计排空时间等因素合理确定。

(4) 预处理设计规模确定

为防止径流中 ss 等污染物造成滤池堵塞,应建设前置塘作为预处理设施。前置塘容积可按设计控制容积的 0.066 倍计算,建议前置塘深长宽比 1.5 : 1。

(5) 设计溢流口

应设置紧急溢流口,使超过设计控制容积的径流或渗透池堵塞时径流能够及时排除。

6 运行维护

为使渗透池/塘充分发挥其对雨水的净化和渗蓄利用功能,有必要对其进行定期维,维护时可参考如下要求。

(1) 定期清除进水口和出水口设施的碎片和垃圾,整理边坡。

(2) 监控湿地植物的生长,如发现不正常情况,及时更换。

(3) 及时发现并除去入侵物种。

(4) 检查进水口、出水口和提岸的损害处,并及时修补。

(5) 随时修补渗透(池)塘被侵蚀处。

(6) 清除前置沉淀池的沉淀物。

7.10 初期雨水弃流设施

1 定义

小管弃流设施是利用小管径管道将汇水面产生的初期污染程度较为严重的径流弃流至污水管或储存容器内,中后期清洁雨水收集回用或排入水体的雨水控制利用措施。

2 设施特点

(1) 弃流初期污染程度较严重雨水,改善收集雨水水质或减轻雨水径流对受纳水体的污染;

(2) 占地面积小,效率高,投资少,维护简单;

(3) 适用于小汇水面雨水收集利用或非点源污染控制;

(4) 低维护少、可实施性强。

3 适用条件

小管弃流设施适用于各类型雨水收集回用工程以及空间比较紧张,高度发展城区如商业区、工业区和高速公路等场所非点源污染控制,对于因管道混接而存在旱季污水流的雨水管道污染控制尤其有效。

4 分类与设计要点

(1) 容积法

对于小汇水面的径流雨水,所需弃流雨水量较小,可通过弃流池储存。初期雨水首先进入弃流池,当弃流池满后雨水从高水位出水管进入后续处理系统。弃流池内雨水可在雨停后排空,也可在雨水沉淀净化后回用。

(2) 截流方法

截流方法通为流量控制方法,过小管连接雨水管与污水管,将初期流量较小的雨水弃流至污水管系统,流量较大时径流越过弃流管进入后续设施。系统的优点是无需弃流池,可以截流由管道混接引入雨水管的旱季污水,但缺陷是整个降雨过程中一直处于弃流状态,弃流量难以控制,并影响对雨水收集量。

(3) 高效初期弃流装置

高效弃流装置是将初期雨水分流,仅用 $1/n$ 的初期雨水量,来实施对全部初期雨水弃流量的

控制，弃流池体积可缩小到 $1/n$ ，大幅度降低了弃流池的建造费用，弃流控制的自动运行简化了系统的运行管理，提高了整个系统的效率。

(4) 集成自动弃流设施

集成自动弃流设施该弃流设备的弃流阀通过控制电路来实现自动运行。雨量传感器获取降雨数据控制电路根据雨量信号按预先设定程序做出响应控制阀门的开闭。

5 设计方法与步骤

虽然几种小管弃流设施形式不同，但原理都是将初期一定体积的污染较为严重的雨水径流与中后期雨水分离通过控制初期径流降低收集雨水或排放雨水的污染负荷。小管弃流方法设计时，可参考如下步骤：

(1) 确定汇水面类型和大小

汇水面类型和大小决定了雨水收集系统(或雨水排放系统)的规模，决定了所需弃流雨水量大小。

(2) 确定初期雨水弃流量

不同汇水面类型所需控制初期雨水量不同，对于屋面系统，可将初期雨水弃流量设定为 3mm ，对于路面，建议设计初期雨水弃流量设定为 8mm 。

若采用截流方法控制雨水径流污染，确定合理的设计弃流流量，需综合考虑当地降雨特征，污水管输送能力和高程条件等多种因素；若利用截流方法控制管道混接问题，还需雨水管内混接污水流量的大小。

(3) 确定弃流池容积/弃流管管径

弃流池容积可根据初期雨水弃流量由降雨量估算方法计算；采用截流方法时，根据设计弃流流量由推理公式并参考雨水管道设计方法计算。

若作为在线式管末截流处理设施应根据汇水面及管道系统条件当地的雨水径流污染实际情况并确定截流方法及截(弃)流量，从而决定设施的大小。而离线式的管末截流处理设施应根据当地管道情况及雨水径流污染物的分布规律来确定设施大小。

(4) 高程条件设计

采用容积方法时，弃流池和雨水池/桶等雨水收集设施高程条件应使初期雨水自动流入弃流池内弃流池满后流入雨水收集设施；截流方法应在不影响雨水管系正常排水能力的基础上，使初期雨水通过弃流管由重力流方式进入污水管系，若高程条件限制，可考虑采取泵体方式将一

定流量的初期雨水(混接污水)引入污水管中。

6 小管弃流运行维护

小管弃流设施在运行时应注意定期进行检查和必要维护可参考如下几点建议:

- (1) 及时排空弃流池。降雨结束后应及时排空初期弃流池,以避免雨水在池内产生恶臭,或影响后续使用。
- (2) 定期清理弃流池内沉积物,避免沉积物侵占弃流池空间。
- (3) 对于截流方法,应定期检查弃流管状态,避免因小管堵塞影响正常运行;及时清除弃流井中沉积物,避免其在暴雨径流冲击下二次悬浮并随径流进入后续设施。

7.11 雨水塘

1 定义

雨水塘是受纳、滞留和调蓄来自服务汇水面雨水径流的措施,调蓄的径流通过排放或下渗和蒸发作用释放调蓄空间,径流滞留期间通过沉淀和植物吸收作用去除径流中的SS、COD、N、P等污染物。

2 特点

- (1) 控制峰流量,降低区域洪涝风险;
- (2) 减小雨水径流对下游设施的负荷冲击。
- (3) 净化雨水径流,去除径流中SS、N、P和COD等污染物;
- (4) 低维护少、可实施性强;
- (5) 营造良好生态环境。

3 适用条件

雨水塘可应用于城乡接合部、新开发区、小区、商业区和工业区等功能区域,也可以设置在控制雨水径流量的区域。

4 主要构造及其要点

雨水塘可分为两类,一类为湿塘,长期具有水域;另一类是只有在雨季才有水的干塘。雨水塘一般设于河湖等水体周边或地势较低处,以便水位保持;干塘不需保持水位,应用范围较广。

(1) 雨水塘进、出水口及管道设计

进水口处应设置消能设施以降低径流速，塘前设前置塘，作为雨水塘的进水预处理设施，去除进水中SS等污染物，减少污染物在雨水塘内沉积。雨水塘出水口一般为竖井，并根据不同目标设置不同高度的口或孔，供不同降雨条件下径流排放或溢流。

塘中应设计紧急溢洪道，以排放超过设计标准的暴雨径流。对于湿塘，在设计时还应考虑放空管，以便对湿塘的维护清理。

(2) 雨水塘的形状

较大的长宽比能改善径流途径，有利于减少短路现象的发生，因此雨水塘长宽比一般大于3:1，推荐的长宽比为4:1到5:1。

(3) 雨水塘边坡

雨水塘边坡坡度应小于3:1，边坡越平缓越有利于阻止在大暴雨事件中雨水径流对堤岸的侵蚀，同时也使堤岸的日常维护工作更加容易，并提高公众的安全感。

(4) 防渗和沉淀物管理

建议湿塘在常水位区域内设防渗层。为维护和清淤方便，应在雨水塘边设置机械通道。

5 重要设计参数推荐

可参考以下国内外多年的经验公式和参数对雨水塘进行设计，如下表所示。

雨水塘设计参数计算表

项目	干塘	湿塘
适用汇水面积(ha)	4~10	10-100
水力停留时间(d)	7	7
有效深度(m)	1	1.5
平均水深(m)	0	1
底层厚(m)	0	0~0.25
雨水塘设计容积(V/m ³)	$V_1 = 10H * \psi * A$ V ₁ —设计控制容积 H—设计雨量, mm ψ —径流系数 A—汇水面积, ha $V = (2^3) * V_1$ V—塘的总容积	

注意:由于湿塘常年有水，根据经验宜服务较大的汇水面积。同时针对湿塘的设计，建议进行水量平衡计算，确定合理的规模，以达到更好的运行和景观效果。

6 运行维护

为实现良好的运行效果，雨水塘运行时应进行必要的维护。

(1) 及时清除雨水塘内累积的垃圾和碎片，至少一年四次。同时也应检查和及时清除前置塘或沉淀区的沉淀物。

(2) 定期检查，及时修复出现的下沉、侵蚀、裂缝现象，清除堤岸上生长的树木，及时清除出水口累积的沉淀物等。

(3) 雨水塘中的沉淀物应及时清理，清理间隔根据污染物累积程度而定

(4) 湿塘应考虑对蚊虫的控制以及对塘中植物的管理，避免二次污染。

(5) 定期检查雨水塘出水口，避免出水口设施发生阻塞而影响排水；定期监测紧急溢流口，避免溢流口发生堵塞

7.12 雨水湿地

1 定义

雨水湿地是一种通过模拟天然湿地的结构和功能，人为建造和监督控制的与沼泽地类似的区域，用于径流雨水水质控制和洪峰流量控制的雨水设施。

2 特点

(1) 净化雨水径流，去除径流中 SS、N、P 和 COD 等污染物；

(2) 控制峰流量，降低区域洪涝风险；

(3) 减小雨水径流对下游设施的负荷冲击。

(4) 维护低、综合效益高；

(5) 营造良好生态环境。

3 适用条件

雨水湿地对污染物有较好的去除效果和良好的生态景观效果。一般可应用于小区、商业区、开发区、公园、立交桥及道路周边等区域，也可以设置在控制雨水径流量的地区。

4 主要构造及其要点

雨水湿地由沉淀区域、深水区、低沼泽地带、高沼泽地带、干湿交替带、微池和出口设施

组成。

(1) 沉淀区域

雨水径流进入雨水湿地前，须经过沉淀区域，使径流中的较重的沉淀物沉淀，以改善雨水水质，降低雨水湿地运行维护成本。

(2) 深水区

湿地深水区约 0.45-1.8 米，包括出水口处的微池和穿过湿地的深水沟。深水区域主要生长沉水植物和浮水植物。该区域表面积占整个表面积的约 20%。

(3) 高/低沼泽地带

高沼泽带通常在常水位下 0.15 米，和低沼泽地带相比，这个地带生长着更多的物种，该地带面积占整个表面积的约 40%。低沼泽带在常水位下约 0.15-0.45 米，适合生长挺水植物，约占整个表面积的约 35%。

(4) 干湿交替带

该地带在常水位之上，大雨事件中常被淹没，该地带的植物必须有一定的耐淹能力，该地带面积约占湿地面积的 5%。

(5) 出口设施

在混凝土竖井上，设有不同高度的口或孔，以控制湿地内的水位。在出水口附近，设置消能措施，以防对下游的侵蚀。

(6) 防渗

在雨水湿地的常水位区域内应设防渗层，以保持湿地内常水位的稳定。

5 雨水湿地关键设计参数推荐

雨水湿地在设计时，部分参数可参考下表的经验和参数对雨水湿地进行设计。

雨水湿地设计参数计算表

项目	雨水湿地
适用汇水面积(ha)	> 10
水力停留时间(d)	7
构筑物有效深度(m)	0.6
构筑物内平均水深(m)	0.3
构筑物底层厚(m)	0.25

注意：雨水湿地常年有水，根据经验宜设计布置在较大的汇水面积。

下表是根据实际经验，湿地各区域在整个湿地中所占的面积比例。

湿地各区域所占的面积比例

湿地各组成区域	面积比例
沉淀区域	10%

深水区	20%
低沼泽地带	35%
高沼泽地带	30%
干湿交替带	5%

注意：以上数据仅供参考，湿地各组成区域所占的面积比可根据项目条件和实际要求适当调整。

6 运行维护

对雨水湿地必须进行定期的维护以充分发挥其对雨水的处理、对雨洪的各种控制功能，根据国内外雨水湿地的运行经验，总结以下几条维护要求，供参考。

(1) 在来年的生长周期前，及时补充更换湿地植物，以维持湿地 50% 表面有植物覆盖。约一年一次。

(2) 清除进、出水口的垃圾，整理边坡。每年约 3—4 次。

(3) 监控湿地植物生长，如发现不正常情况，及时更换物种；及时发现并除去入侵物种。约一年一次。

(4) 检查进水口、出水口和提岸的损害处，并及时修补。

(5) 随时修补湿地被侵蚀的地方。

(6) 及时收割湿地植物。约一年一次。

(7) 清除沉淀区域的沉淀物，约五年一次。及时清除湿地内沉淀物，约 20 年一次。

7.14 生物浮床/生物岛技术

1 定义

生物浮床和生物岛是在水体中人工营造动植物生栖的区域或场所，提高水体的自净能力，改善水体生态环境和景观效果的技术措施。

2 特点

- (1) 构建水体生态系统，增强水体自净能力；
- (2) 与水体发生物质交换，吸收水中污染物质；
- (3) 其他生物提供栖息环境，增强水体景观效果；

(4) 生物浮床能够遮阳降温，抑制藻类生长；

(5) 减少水面波动，减缓堤岸冲蚀。

3 适用条件

生物浮床/生物岛适用于缺乏自净能力，硬化设计的水体、雨水塘和污染严重的城市河湖的生态修复。

4 生物浮床主要构成及其要点

生物浮床是运用无土技术原理，以高分子材料为载体和基质，采用现代农艺和生态工程措施综合集成的水面无土种植技术。

水中生物浮床由骨架、植物和水下固定设施三部分组成。

水中生物浮床的骨架分有框架和无框架两种形式。有框架的生物浮床，其框架可以用纤维增强塑料、竹子、木板等材料制作。无框架浮岛可用浮筒围挡，也可用椰子纤维编织而成，耐久性较好。也可用合成纤维作植物的基盘，用合成树脂包扎。

水中生物浮床可选用浮莲、凤眼莲等浮叶植物，也可在床上放置一些盆栽岸边植物，如美人蕉、干屈菜、鸢尾等。也可采用无土栽培技术种植水竹等其他植物。

水流和波浪较大的水体，生物浮床的水下固定设施既要保证浮岛不被风浪带走，还要保证在水位剧烈变动时，能够缓冲浮岛之间的碰撞。水下固定形式视地基状况而定，常用的有重力式、锚固式、杭式等。

5 生物岛主要构成及其要点

生物岛是采用堆积或围挡固定措施营造动植物生栖环境，选用的植物也因生长环境不同有水生和陆生之分。生物岛有多种作法，可分为支架式或围堰填充式等，一般在较大的水体中或硬化堤岸设置一定范围的围挡，在围挡内种植水生植物。

(1) 堤岸支架式生物岛

采用角钢焊接做支架，所有钢构件均须进行防锈(防腐)处理。在支架上进行盆栽植物种植或填充砂土种植。这一作法可避免支架对湖底防渗膜的破坏和针对斜坡混凝土堤岸结构而设计的，实际工程应根据水体底部和土岸构造灵活设计，以简单、稳定、经久耐用、经济美观为原则。

(2) 围堰式生物岛

围堰式生物浮床，根据水深和堤岸形式，采用仿石木桩围堰，块石围堆等，内填砂土种植岸生或水生植物。需要注意，围堰和盆种都应尽可能采用多孔材料，使种植土壤层和植物根系与水之间有更大的接触面积和质量交换机会，提高净化效果。

(3) 植物的选择

根据生物岛的设计形式、淹没水深、基质填料、生态和景观要求等可灵活选用不同的沉水、挺水、浮叶，一般宜采用本地植物并多种搭配，以获得良好的生态和景观效果。

6 运行维护

为充分发挥生物浮床/生物岛对水体的净化和景观效果，应进行适当的维护与管理，主要包括以下两方面：

(1) 植物的种植、养护与收割，保持植物的美观和净化能力，防止二次污染。及时清理死株，清除病株，防止其传染健康植株。

(2) 定期对生物浮床的结构或支架进行检查，发现问题及时处理，避免造成不良的后果。

7.16 雨水调蓄池

1 定义

雨水调蓄池是人工建造的用于对雨水进行收集、调蓄的控制措施，收集的雨水一般经处理后作为杂用水用于绿化、道路冲洗等，按建造位置的不同可分为地下封闭式和地上封闭式两种。

2 特点

- (1) 调蓄雨水径流，减少洪峰对周边或下游重要区域造成的水涝灾害，提高防涝标准；
- (2) 调蓄的雨水可用于绿化、冲洗道路等，节约自来水；
- (3) 减少雨水外排，提高排水系统排涝能力；
- (4) 可建于绿地下，提高土地利用效率。

3 适用条件

地下封闭式雨水调蓄池可用于小区或建筑群雨水利用系统；地上封闭式雨水调蓄池多用于单体建筑雨水利用。

4 主要构造与设计步骤

雨水调蓄池分为地下封闭式雨水调蓄池和地上封闭式雨水调蓄池。调蓄池一般采用钢筋混凝土或砖石结构。地下封闭式调蓄池一般应考虑不小于 0.3m 的超高，还应考虑溢流设计(可考虑将溢流口设在检修人孔上)。

雨水调蓄池设计可参考如下步骤：

(1) 确定雨水收集区域

在设计雨水调蓄池时，应首先确定雨水收集区域面积，估算雨水收集规模。

(2) 计算雨水调蓄池容积

调蓄池容积是雨水收集利用系统的核心构筑物，关系到整个系统的投资和效益，设计时应根据项目所在地多年降雨资料以及用水需求等，同时结合场地空间和竖向条件等合理确定。

(3) 雨水调蓄池平面和竖向设计

雨水调蓄池平面和竖向设计应结合场地空间大小，竖向构筑物分布以及雨污管线等因素合理设计。

(4) 预处理和处理设施设计

调蓄池前应根据汇水面条件设计预处理设施或初期雨水弃流装置，以确保收雨水水质，雨水回用前还应采取必要的净化和消毒设施，确保雨水使用安全。雨水调蓄池建成后，应定期进行清洗，清除池中的沉淀物。

7.17 小型分散式收集利用

1 定义

小型分散式收集利用是利用雨水桶等小型雨水收集设施对雨水进行收集、调蓄的控制措施，收集的雨水经处理后作为杂用水用于冲厕、绿化等。

2 特点

- (1) 调蓄的雨水可用于绿化、冲洗道路等，节约自来水；
- (2) 减少雨水外排，提高排水系统排涝能力；
- (3) 占地小，投资省，运行维护方便；

3 适用条件

小型分散式雨水收集利用设施适用于单体建筑或小建筑群屋面等雨水水质较好的场所收集，尤其适用于已建成区域，集中收集困难的单体建筑等。

4 主要构造与设计步骤

小型分散式雨水利用由雨水桶、截污滤网、(预)处理系统组成。雨水桶可采用塑或铁桶，桶顶加盖，容积一般在 $0.4\sim 5\text{m}^3$ 。雨水桶由塑料软管或PVC管等与雨落管以及回用设施相连。截污滤网设置在雨水桶前，用以截留径流雨水中树叶，鸟粪等大颗粒污染物，具体尺寸根据入口的管渠条件灵活设计。

小型分散式雨水收集利用设计可参考如下步骤：

(1) 确定雨水收集区域

设计时，应首先确定雨水收集区域面积，估算雨水收集规模。

(2) 计算所需雨水桶容积

雨水桶容积设计时应根据项目所在地多年降雨资料以及用水需求等，同时结合场地空间条件

等合理确定。原则是：既要尽可能多地收集雨水,又要使分散式雨水收集利用设施的利用率和经济性具有合理性。

(3) 预处理和处理设施设计

雨水桶前应设计滤网等预处理设施或初期雨水弃流装置,以确保收集雨水水质,雨水回用前还应采取必要的净化和消毒设施,确保雨水使用安全。

建成后,应定期对蓄水桶和截污滤网进行清洗,清除桶内沉淀物。

7 审核过程

7.1 审查主体与流程

7.1.1 审查主体

(1) 海绵城市低影响开发建设项目审查由滁州市海绵城市建设办公室组织，审查主体根据近期和远期，分别由不同审查主体进行审查。

(2) 近期（三年建设期结束）海绵城市建设项目以滁州市海绵城市建设试点项目为主，试点项目及同期建设的非试点建设项目的方案设计审查由滁州市聘请的海绵城市建设技术咨询办公室对项目海绵专项进行审查。

(3) 远期（海绵城市建设三年建设期之后），海绵城市建设项目包括试点区域剩余项目，以及滁州市范围内的其他改建、新建项目，审查单位由海绵城市技术办公室相关技术人员或具有海绵城市低影响开发建设项目方案审查资质或经验的独立项目审查机构对方案进行审查。

(4) 远期海绵城市项目独立审查机构应为具有城乡规划甲级、风景园林工程设计专项甲级、市政行业（道路工程、给水工程、排水工程）专业甲级资质的单位。

7.1.2 审查流程

(1) 方案设计审查

海绵城市建设项目方案设计审查由设计单位完成方案设计后进行报送，报审文件包括方案文本、建设单位对本项目建设要求、前期相关规划文件等资料，经审查部门审批后，评估报告报送建设单位、设计单位以及滁州市海绵城市建设办公室。

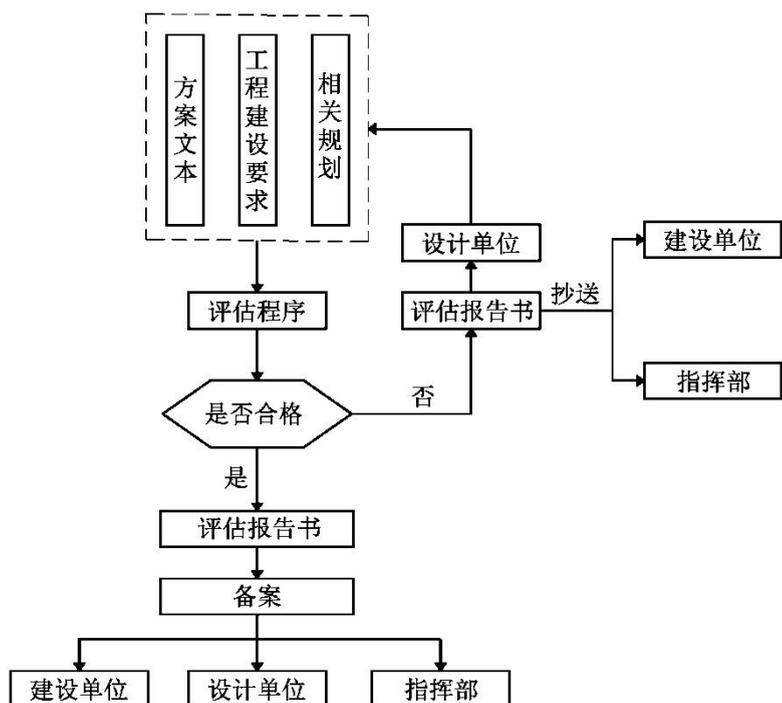


图 6-1 海绵城市建设项目方案设计审查流程

(2) 初步设计审查

海绵城市建设项目初步设计审查由设计单位完成初步设计文件和投资概算后进行报送，报审文件包括前期方案审查通过文件、初步设计文件、概算文件等资料，经审查主体审查通过后，经专家评审通过作为下一步施工图设计依据。

(3) 施工图设计审查

海绵城市建设项目施工图设计审查由设计单位完成施工图设计文件后进行报送，报审文件包括前期方案审查通过文件、初步设计审查通过文件、施工图设计文件等资料，经审查部门审批后，作为施工依据。

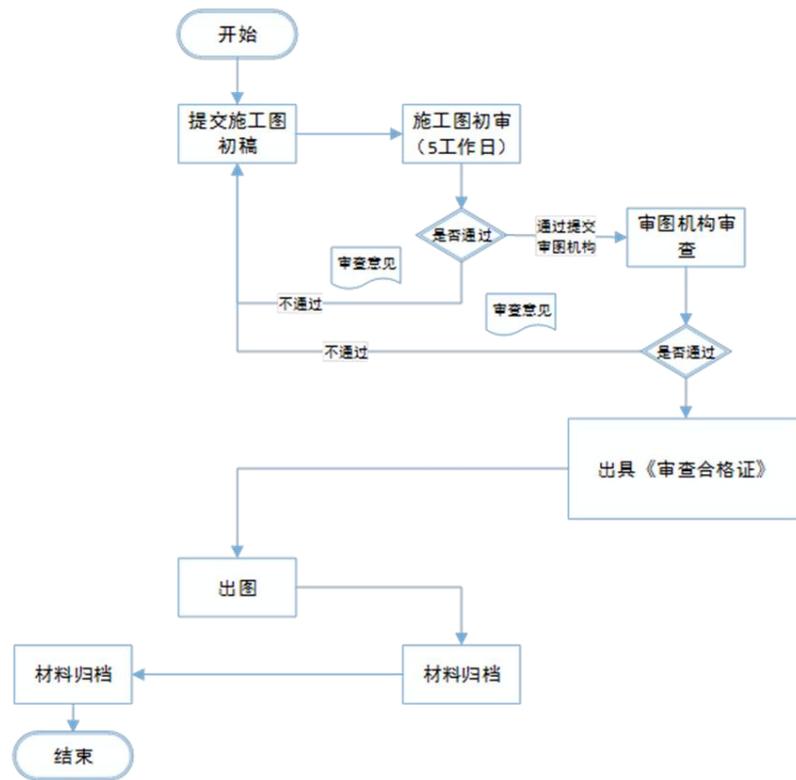


图 6-2 海绵城市建设项目施工图设计审查流程

7.2 各阶段设计文件报审要求

7.2.1 方案设计文件报审要求

(1) 方案设计内容

海绵城市建设项目方案设计文件应包括项目概况、海绵城市设计目标与技术路线、方案设计、投资估算等内容。

(2) 方案设计深度

a. 项目概况

项目概况

编制依据

现状问题与分析

规划条件要求

b. 海绵城市设计目标与技术路线

海绵城市设计控制目标

海绵城市技术路线

主要技术措施

c. 方案设计

总体设计思路

汇水分区划分

雨水控制利用设计方案

常规排水系统设计方案

排涝除险设施设计方案

景观、道路、建筑相关专业设计方案

d. 海绵城市设计图纸要求

海绵城市设计平面布置图

雨水管线设计平面图

排涝除险设施平面图

e. 投资估算

取费依据

投资估算表

(3) 方案报审材料清单及图纸

海绵城市方案设计文件报审应提交的材料及图纸应包括：海绵城市规划条件、海绵城市建设工程设计方案、海绵城市专项设计计算书（雨、污水管道管径计算、径流系数计算、海绵城市设计等）、相关方案设计图纸以及其他相关资料等。

7.2.2 初步设计文件报审要求

(1) 初步设计内容

海绵城市建设项目初步设计文件应包括项目概况、海绵城市设计目标与技术路线、初步设计、投资概算等内容。

(2) 初步设计深度

a. 设计说明

项目概况

编制依据

现状问题与分析

规划条件要求

b. 海绵城市设计目标与技术路线

海绵城市设计控制目标

海绵城市技术路线

主要技术措施

c. 初步设计

雨水汇水分区计算

海绵设施平面布置

场地竖向设计

室外排水管网设计

海绵设施节点图

景观、道路、建筑相关专业初步设计

e. 海绵城市设计图纸要求

海绵城市设计平面布置图

雨水管线设计平面图

场地竖向设计图

雨水设施节点图

f. 投资概算

取费依据

投资概算书

(3) 初步设计审查材料清单及图纸

海绵城市建设工程初步设计文件报审应提交的材料及图纸应包括：海绵城市规划条件、方案审查通过文件、海绵城市建设工程初步设计文本、海绵城市专项设计计算书（雨、污水管道设计、径流系数计算、海绵城市设计等）、海绵城市设施平面布置图、场地竖向图、汇水分区平面图、设施节点图、相关专业初步设计图纸以及其他相关资料等。

7.2.3 施工图设计文件报审要求

(1) 施工图设计内容

海绵城市建设项目施工图设计文件应包括海绵城市设计专篇、海绵城市专项设计计算书、施工图设计图纸、做法大样图纸等内容。

(2) 施工图设计深度

a. 总平面图

除总平面图要求的常规项目外,还应按照海绵城市低影响开发的要求,采用不同的图例标出地下车库和地下构筑物、建筑屋面、硬化道路、停车位、透水铺装、下沉绿地、调蓄设施等,并注明相应的面积或容积;

应标注室外场地的地面标高,明确道路、场地与周边绿地高程的关系;

应标明地面排水方向;雨水口、雨水井、雨水调蓄池等的位置;

主要雨水排水管线的布置、排水方向、标高及坡度;雨水设施溢流口接雨水管线位置及标高;场地排水管线与市政雨水管网的接驳口位置、管径及标高;

调蓄设施应标明定位尺寸,室外雨水口(沟)的位置,场地排水方向等;

b. 设计、施工说明

主要专项指标:年径流总量控制率、下沉绿地率、透水铺装率、绿色屋顶率等;

场地高程控制:场地总体竖向条件、道路、广场与周边绿地竖向关系、市政道路与本区域室外地面高程的关系;

场地排水设计标准:与市政雨水管网接驳口位置、标高以及管径;

低影响开发雨水系统计算:场地综合径流系数、年径流总量控制目标、雨水设施总控制容积、当雨水回用时还应包括回用水量平衡计算等;

低影响开发雨水设施设计参数、施工要求等;

雨水调蓄水池:调蓄池的材料、规模以及施工要求;

c. 设施详图

下沉绿地做法(深度控制、种植要求、换填要求);

地库顶板疏排水设施做法;

雨水调蓄池详图;

雨水井、雨水口、雨水收集设施、渗排水设施的接管详图;

雨水回用设施的处理详图以及回用流程;

(3) 施工图设计报审材料清单及图纸

海绵城市施工图设计文件报审应提交的材料及图纸应包括:海绵城市规划条件、初步设计审查通过文件、海绵城市建设工程施工图设计、海绵城市专项设计计算书(雨、

污水管道设计、径流系数计算、海绵城市设计等)、海绵城市设施平面布置图、场地竖向图、排水管线平面图、做法大样图、相关专业施工图设计图纸以及其他相关资料等。

7.3 设计文件审查要点

7.3.1 建筑与小区海绵城市低影响开发雨水系统审查要点

(1) 总平面图

a. 除总平面图要求的常规项目外,还应按照海绵建设要求,采用不同的图例标出地下车库和地下构筑物、建筑屋面、硬化道路、停车位、透水铺装、调蓄设施、以及下沉绿地和雨水花园等各类生物滞留设施等,并注明相应的面积或容积。

b. 应标注室外场地的地面标高,明确道路、场地与周边绿地的高程和竖向关系。

c. 应标明地面排水方向及汇水区域划分;雨水口、雨水井、雨水调蓄池等的位置。

d. 主要雨水排水管线的布置、排水方向、标高及坡度;雨水设施溢流口接小市政雨水管线位置及标高;场地排水管线与市政雨水管网的接驳口位置、管径及标高。

e. 调蓄设施应标明定位尺寸,室外雨水口(沟)的位置,场地排水方向等。

(2) 设计、施工说明

a. 主要专项指标:绿地总面积、下沉绿地面积及下沉深度;硬化面种类及面积,透水铺装种类及面积;水景面积及水量,雨水调蓄设施容积。

b. 场地高程控制:场地总体竖向条件;道路、广场与周边绿地竖向关系;市政道路与本区域室外地面高程的关系。

c. 场地排水设计标准;与市政雨水管网接驳口位置、标高以及管径。

d. 海绵城市雨水系统计算:场地综合径流系数、年径流总量控制目标、雨水设施总控制容积、当雨水回用或利用水景进行调蓄控制时还应包括水量平衡计算等。

e. 海绵城市低影响开发雨水设施设计参数、施工要求等。

f. 雨水调蓄水池:调蓄池的材料、规模以及施工要求。

(3) 设施详图

a. 下沉绿地做法(深度控制、种植要求、换填要求)。

b. 透水铺装做法(承载力要求、底部排水做法)。

c. 地库顶板疏排水设施做法。

d. 雨水调蓄池详图。

e. 雨水井、雨水口、雨水收集设施、渗排水设施的接管详图。

f. 雨水回用设施的处理详图以及回用流程。

7.3.2 市政道路海绵城市低影响开发雨水系统审查要点

(1) 海绵设施总平面与横断面图

a. 应包括道路平面、绿化平面、源头低影响设施、源头低影响设施与排水管网系统衔接、末端雨水设施、大排水系统等相关内容。

b. 应标明地面排水方向；雨水口、雨水井、雨水调蓄池、植草沟、雨水花园、生物滞留设施（传输型和换填型）、雨水塘、大排水系统排口等的位置。

c. 主要雨水排水管线的布置、排水方向、标高及坡度；雨水设施溢流口接市政雨水管线位置、管径及标高。

d. 应包括主要设施横断面涵盖，涵盖机动车道、中间隔离带、非机动车道、机非隔离带、人行道、低影响设施、溢流口断面关系，标明排水方向、标高、坡度、调蓄深度等。

(2) 设计、施工说明

a. 项目概况：道路面积、典型道路断面、硬化地面面积、下沉绿地面积、透水铺装面积以及其他雨水设施面积或容积。

b. 排水管线设计标准。

c. 设计汇水面分析，包括汇入道路地表的汇水区域、汇入道路雨水管线汇水区域。

f. 海绵城市雨水系统计算：综合径流系数、年径流总量控制目标、年 SS 总量去除率、雨水设施总控制容积、当雨水回用时还应包括回用水量平衡计算等。

e. 海绵城市雨水设施设计参数、施工要求，如下沉隔离带、生态树池、植草沟、雨水花园、生物滞留设施（传输型和换填型）、雨水塘等。

f. 雨水调蓄水池、沉砂池、蓄水模块：使用材料、规模以及施工要求。

g. 透水铺装、透水路面：使用材料、规模以及施工要求、渗排水要求等。

h. 应包括道路绿化植被配置。

(3) 设施详图

a. 雨水井、雨水口、溢流口、渗排水设施的接管详图。

b. 雨水回用设施的处理详图以及回用流程。

c. 雨水调蓄池、沉砂池、蓄水模块接管详图。

- d. 透水铺装、透水路面详图。
- e. 其他海绵城市雨水设施详图。
- f. 绿化节点详图。

7.3.3 绿地、广场及周边区域海绵城市低影响开发雨水系统审查要点

(4) 海绵设施总平面

- a. 应包绿化平面、铺装平面、低影响设施、水等相关内容。
- b. 应标明地面排水方向；植草沟、雨水花园、雨水塘、湿地、调蓄水体等的位置。
- c. 主要雨水排水管线的布置、排水方向、标高及坡度；雨水设施溢流口接市政雨水管线位置、管径及标高。

(5) 设计、施工说明

- a. 项目概况：绿化面积、透水铺装面积、硬化铺装面积、下沉绿地面积以及其他雨水设施面积或容积。
- b. 排水管线设计标准。
- c. 设计汇水面分析，包括汇入公园地表的汇水区域、汇入公园雨水管线汇水区域。
- d. 有水体的公园应对水量平衡进行分析以及提出具体水质保障措施。
- e. 海绵城市雨水系统计算：综合径流系数、年径流总量控制目标、年 SS 总量去除率、雨水设施总控制容积、当雨水回用时还应包括回用水量平衡计算等。
- f. 海绵城市雨水设施设计参数、施工要求，如下沉绿地、植草沟、雨水花园、雨水塘、湿地等。
- g. 雨水调蓄水池、沉砂池、蓄水模块：使用材料、规模以及施工要求。
- h. 透水铺装、透水路面：使用材料、规模以及施工要求、渗排水要求等。

(6) 设施详图

- a. 溢流口、渗排水设施的接管详图。
- b. 雨水回用设施的处理详图以及回用流程。
- c. 雨水调蓄池、沉砂池、蓄水模块接管详图。
- d. 透水铺装、透水路面详图。
- e. 其他海绵城市雨水设施详图。
- f. 绿化节点详图。

7.4 单项设施审查要点

7.4.1 植草沟

(1) 植草沟适合各种土壤类型，种植土壤不小于 30cm。

(2) 植草沟中心线距离建筑基础至少 3m，如果浅沟距离建筑物小于 3m，应于植草沟和建筑之间铺设防水材料。

(3) 植草沟所服务汇水面积不大于 1400m²（折合不透水面积），当植草沟长度过长（大于 100m）或穿路时可采用暗渠（管）配合输送雨水。

(4) 植草沟坡度大于 5%，长度超过 30m 时，可考虑增设台坎，以减少流速，增加入渗雨水量。台坎由卵石、砖块、木头或混凝土等材料制成，一般 7~15cm，每 4~6m 设置一处或每条浅沟设置 2 处。

(5) 植草沟断面形式宜采用抛物线形、三角形或梯形。

7.4.2 下沉绿地

(1) 绿地下凹深度宜为 50~100mm，且不大于 200mm，溢流口的高度为 50mm；

(2) 选择耐盐、耐污、耐淹的乡土草本植物，植物的耐淹时间宜为 1~3d。

(3) 下凹式绿地的调蓄空间与其下凹深度有关，一般取平均下凹深度乘以其面积，即为其调蓄容积。

7.4.3 生物滞留设施

(1) 生物滞留设施应用于道路绿化带时，若道路纵坡大于 1%，应设置挡水堰/台坎，以减缓流速并增加雨水渗透量；设施靠近路基部分应进行防渗处理，防止对道路路基稳定性造成影响；

(2) 生物滞留设施内应设置溢流设施，可采用溢流竖管、盖篦溢流井或雨水口等，溢流设施顶一般应低于汇水面 100mm；

(3) 生物滞留设施宜分散布置且规模不宜过大；

(4) 复杂型生物滞留设施结构层外侧及底部应设置透水土工布，防止周围原土侵入，土工布单位质量宜为 200~300g/m²。如经评估认为下渗会对周围建(构)筑物造成塌陷风险，或者拟将底部出水进行集蓄回用时，应在生物滞留设施底部和周边设置防渗膜；

(5) 生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性

能来确定,一般为 200~300mm, 并应设 100mm 的超高;

(6) 换土层介质类型及深度应满足出水水质要求, 还应符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求;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, 土工布单位质量宜为 200~300g/m²。也可采用厚度不小于 100mm 的砂层(细砂和粗砂)代替;

(7) 砾石层起到排水作用,厚度一般为 250~300mm, 可在其底部埋置管径为 100~150mm 的打孔排水管, 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。

7.4.4 绿色屋顶

(1) 绿色屋顶的附加负荷宜为 300kg/m², 具体项目应根据结构专业计算确定。

(2) 防水层可采用玻璃纤维、PVC、HDPE、EPDM 等防渗材料, 厚度宜大于 60mm。蓄水检查防水层施工完毕并经自然养护 2d 后, 蓄水(最浅处不小于 10cm) 48h, 检查无任何渗漏后验收合格。

(3) 当植物根系有可能刺穿防水层时, 应设置保护层, 可采用热塑塑料等保护膜, 厚度宜大于 30mm。

(4) 排水层可采取天然砂砾、碎石等材料, 厚度宜大于 30mm, 最大排水能力大于 4L/(m·s)。

(5) 过滤层可采用规格为 150g/m²~300g/m² 土工布铺设, 接口处土工布搭接长度不少于 15cm。

(6) 土壤层厚度应按照种植植物要求确定, 适宜厚度为 100~250mm, 密度一般介于 714~892kg/m³, 渗透系数在 1×10^{-5} m/s 到 1×10^{-4} m/s 之间。

7.4.5 渗透铺装

(1) 渗透铺装坡度不宜大于 2%, 当坡度大于 2%时, 沿长度方向应设置隔断层, 隔断层顶宜设置在透水面层下 2~3cm。

(2) 透水铺装地面宜在土基上建造, 自上而下设置透水面层、透水找平层、透水基层和透水底基层;当透水铺装设置在地下室顶板上时, 其覆土厚度不应小于 600mm, 并应增设排水层。

(3) 透水面层应满足下列要求:

渗透系数应大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，可采用透水面砖、透水混凝土、草坪砖等，当采用可种植植物的面层时，宜在下面垫层中混合一定比例的营养土；透水面砖的有效孔隙率应不小于 8%，透水混凝土的有效孔隙率不小于 10%；

(4) 透水找平层应满足下列要求：

渗透系数不小于面层，宜采用细石透水混凝土、干砂、碎石或石屑等；有效孔隙率应不小于面层；厚度宜为 20mm~50mm。

(5) 透水基层和透水底基层应满足下列要求：

渗透系数应大于面层。底基层宜采用级配碎石、中、粗砂或天然级配砂砾料等，基层宜采用级配碎石或者透水混凝土；透水混凝土的有效孔隙率应大于 10%，砂砾料和砾石的有效孔隙率应大于 20%；垫层的厚度不宜小于 150mm。

(6) 雨水径流水质等级低于 IV 级时不宜采用渗透铺装；周边的客水不宜引导到渗透铺装。

7.4.6 渗井\渗渠

(1) 渗透管渠开挖应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》；

(2) 渗透管渠回填要求：

a. 回填时可在管顶设置 100mm 厚粗砂保护层；

b. 回填土密度应符合具体设计要求，密实度检验可用环刀法检验；在设计无要求时，可按以下要求执行：渗透管渠顶面上部 0.5m 覆土内为 85%，渗透管渠顶面上部 0.5m 外至地面为 80%，沟槽回填的密实度为 90%。

(3) 超过渗井处理的径流雨水应设施溢流设施将多余雨水排走，以防止造成地表积水等危害。

(4) 渗井适用于较小的不透水汇流区域，汇流面积一般小于 0.404 公顷。

(5) 渗井内储存的雨水停留时间应不大于 2~3 天。

(6) 应保证渗井的底部与地下季节性高水位至少有 0.6m~1.5m 的距离，以防止地下水污染。

(7) 距特殊设施最小距离：建筑红线 3m，建筑地基 3m，取水井 15m。

(8) 渗透井安装时均应在其四周设置碎石渗透层，碎石粒径为 20mm~30 mm，渗透层外包不小于 200 g/m^2 的土工布。

7.4.7 雨水塘

- (1) 雨水塘长宽比一般大于 3: 1, 推荐的长宽比为 4: 1~5: 1;
- (2) 雨水塘边坡坡度应小于 3: 1。
- (3) 由于湿塘常年有水, 根据经验宜服务较大的汇水面积。
- (4) 湿塘应进行水量平衡计算, 确定合理的规模, 达到更好的运行和景观效果。

7.4.8 雨水湿地

(1) 湿地深水区约 0.45~1.8m; 高沼泽带在常水位下 0.15m; 低沼泽带在常水位 0.15~0.45m。

(2) 雨水湿地常年有水, 根据经验宜服务较大的汇水面积, 雨水湿地适用汇水面积宜大于 10ha。

(3) 雨水湿地岸边高程应高于溢流口 30cm 以上。雨水湿地应根据汇水面积、蒸发量、渗透量、湿地滞流雨水量等实际情况计算水量平衡, 保证在 30d 干旱期内不会干涸。

7.4.9 调蓄池

(1) 根据滁州市多年的平均月降雨量及蒸发量, 需结合景观设计要求对水景调蓄收集的雨水的利用, 进行水量平衡分析, 确定水体容积、面积以及调蓄空间大小, 并对蓄洪排涝要求进行校核;

(2) 综合考虑项目条件、实际情况及成本分析。

7.4.10 生态浮岛

(1) 浮床形状以四边形为多, 还有三角形和六边蜂巢, 单体边长一般取 2~3m;

(2) 有框湿式浮床一般用 PVC 管作为框架, 用聚苯乙烯等材料作为植物种植的床体。

7.4.11 蓄水模块

(1) 塑料模块水池的覆土深度宜为 0.5m~4.0m, 覆土深度超过 4.0m 时, 应另行进行结构计算;

(2) 塑料模块水池距离车行道的长度应满足模块侧面载荷要求;

(3) 当土中杂质较多时, 塑料模块水池四周宜设置聚苯板等材料的回填保护层;

(4) 分散设置在树池、绿地内的塑料模块覆土厚度不宜大于 1.0m。

附录 A：设施计算

1. 一般计算

1.1 容积法

低影响开发设施以径流总量和径流污染为控制目标进行设计时，设施具有的调蓄容积一般应满足“单位面积控制容积”的指标要求。设计调蓄容积一般采用容积法进行计算。

$$V=10H\phi F$$

式中：V——设计调蓄容积，m³；

H——设计降雨量，mm；

ϕ ——综合雨量径流系数，可参照表 A-1 进行加权平均计算；

F——汇水面积，hm²。

用于合流制排水系统的径流污染控制时，雨水调蓄池的有效容积可参照《室外排水设计规范》（GB50014）进行计算。

表 A-1 径流系数

汇水面种类	雨量径流系数	流量径流系数
绿色屋顶（基质厚度≥300mm）	0.30~0.40	0.4
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
大块石凳铺砌路面及广场	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
配级碎石路面及广场	0.40	0.40~0.50
非铺砌土路面	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	0.30~0.40	0.40

蒸 发 量													
降 雨 量													

2. 以渗透为主要功能的设施规模计算

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，设施规模应按照以下方法进行计算。对透水铺装等仅以原位下渗为主、顶部无蓄水空间的渗透设施，其基层及垫层空隙虽有一定的蓄水空间，但其蓄水能力受面层或基层渗透性能的影响很大，因此透水铺装可通过参与综合雨量径流系数计算的方式确定其规模。

(1) 渗透设施有效调蓄容积按下列公式进行计算

$$V_s = V - W_p$$

式中： V_s ——渗透设施的有效调蓄容积，包括设施顶部和结构内部蓄水空间的容积， m^3 ；

V ——渗透设施进水量， m^3 ，参照容积法计算；

W_p ——渗透量， m^3 。

(2) 渗透设施渗透量按下列公式进行计算

$$W_p = \alpha K J A_s t_s$$

式中： W_p ——渗透量， m^3 ；

α ——综合安全系数，一般取 0.5~0.8；

K ——土壤（原土）渗透系数， m/s ；土壤渗透系数一般以实测资料为准，缺乏资料时可参照表 A-4 进行选用；

J ——水力坡降，一般可取 $J=1$ ；

A_s ——有效渗透面积， m^2 ；

t_s ——渗透时间， s ，指降雨过程中设施的渗透历时，一般可取 2h。

渗透设施的有效渗透面积 A_s 应按下列要求确定：

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

表 A-4 土壤渗透系数

土质	渗透系数 K	
	m/d	m/s
黏土	<0.005	<6×10 ⁻⁸
粉质黏土	0.005~0.1	6×10 ⁻⁸ ~1×10 ⁻⁶
黏质粉土	0.1~0.5	1×10 ⁻⁶ ~6×10 ⁻⁶
黄土	0.25~0.5	3×10 ⁻⁶ ~6×10 ⁻⁶
粉砂	0.5~1.0	6×10 ⁻⁶ ~1×10 ⁻⁵
细砂	1.0~5.0	1×10 ⁻⁵ ~6×10 ⁻⁵
中砂	5.0~20.0	6×10 ⁻⁵ ~2×10 ⁻⁴
均质中砂	35.0~50.0	4×10 ⁻⁴ ~6×10 ⁻⁴
粗砂	20.0~50.0	2×10 ⁻⁴ ~6×10 ⁻⁴
均质粗砂	60.0~75.0	7×10 ⁻⁴ ~8×10 ⁻⁴
砾石夹砂	70.0~175.0	8×10 ⁻⁴ ~2×10 ⁻³
带粗砂的砾石	90.0~175.0	1×10 ⁻³ ~2×10 ⁻³
漂砾石	250.0~430.0	3×10 ⁻³ ~5×10 ⁻³
圆砾大漂石	510.0~860.0	6×10 ⁻³ ~1×10 ⁻²

3. 以储存为主要功能的设施规模计算

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及水量平衡法计算，并通过技术经济分析综合确定。

4. 以调节为主要功能的设施规模计算

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（设计过流流量）及入流、出流流量过程线，经技术经济分析合理确定，调节设施容积按下列公式进行计算。

$$V = \text{Max} \left[\int_0^T (Q_{in} - Q_{out}) dt \right]$$

式中：V——调节设施容积，m³；

Q_{in}——调节设施的入流流量，m³/s；

Q_{out}——调节设施的出流流量，m³/s；

t——计算步长，s；

T——计算降雨历时，s。

5. 调蓄设施规模计算

具有储存和调节综合功能的湿塘、雨水湿地等多功能调蓄设施，其规模应综合储存设施和调节设施的规模计算方法进行计算。

6. 以转输与截污净化为主要功能的设施规模计算

植草沟等转输设施的计算方法如下：

(1) 根据总平面图布置植草沟并划分各段的汇水面积。

(2) 根据《室外排水设计规范》（GB50014）确定排水设计重现期，参考本导则流量法计算设计流量 Q。

(3) 根据工程实际情况和植草沟设计参数取值，确定各设计参数。容积法弃流设施的弃流容积应按容积法计算；绿色屋顶的规模计算参照透水铺装的规模计算方法；人工土壤渗滤的规模根据设计净化周期和渗滤介质的渗透性能确定；植被缓冲带规模根据场地空间条件确定。

附录 B：设施设计指导

1. 规范性引用文件

本技术导则引用了下列标准规范中的有关条款。（所列标准规范的最新版本适用于本导则。）

《室外排水设计规范》GB 50014

《建筑给水排水设计规范》GB 50015

《城市排水工程规划规范》GB 50318

《城镇防涝规划标准》（DB33/1109）

《建筑与小区雨水利用技术规范》GB 50400

《城市绿地设计规范》GB 50420

《屋面工程技术规范》GB 50345

《城市道路工程设计规范》CJJ 37

《给水排水构筑物施工及验收规范》GB 50141

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《雨水控制与利用工程设计规范》DB11 / 685

《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1
《透水路面砖和透水路面板》GB / T 25993
《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135
《建筑屋面雨水排水系统设计规程》CJJ 142
《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
《种植屋面工程技术规程》JGJ 155
《公园设计规范》CJJ 48
《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82
《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》（试行）
《雨水综合利用》（图集）10SS705

2. 考虑因素

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。

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。

附录 D：实施实例简介

附录 F：运行维护要点

（1）建立健全海绵城市雨水设施的维护管理制度和操作规程，配备专职管理人员和相应的监测手段，工作人员应经过专门专业技术培训上岗，所有的维护工作应作维护管理记录。

（2）雨季来临前，应对各项分散式雨水控制利用设施进行清洁和维护，确保其安全运行；在雨季，定期对设施的运行状况进行检查。

(3) 可在海绵城市雨水设施旁设置标示牌，介绍设施的构造、作用等，有利于公众对设施的认知和维护。

(4) 植物养护应满足景观和设施正常运行的要求。

(5) 海绵城市设施的维护管理部门宜对设施的效果进行监测和评估，确保设施的功能得以正常发挥。

(6) 应加强海绵城市设施数据库的建立与信息技术应用，通过数字化信息技术手段，进行科学规划、设计，并为低影响开发雨水系统建设与运行提供科学支撑。

(7) 应加强宣传教育和引导，提高公众对海绵城市建设、低影响开发、绿色建筑、城市节水、水生态修复、内涝防治等工作中雨水控制与利用重要性的认识，鼓励公众积极参与海绵城市设施的建设、运行和维护。

各类设施的检查维护要点如下表所示：

表 F-1 生物滞留设施

检查内容	检查周期
植物生长状况、密度、多样性、病虫害	建造后2年内1月1次， 以后1年4次
土壤的干燥情况	1年4次
雨水径流入口是否堵塞或冲刷破坏 查看配水和溢流设施是否有淤积	建造后2年内1年4次， 以后1年2次； 或大暴雨后24小时内
存水区是否有泥沙淤积 边坡是否坍塌 溢流口是否通畅	
雨水排空时间是否大于48h	
出水水质	
维护内容	维护周期
补种植物 清除杂草、死株和病株 修剪植物，收割植被 及时浇灌植物，施加追肥	至少1年2次 视检查结果确定
杂物及垃圾的清理	根据检查结果确定
修整覆盖层、 更换覆盖层	1年1次 根据检查结果而定
更换表层种植土、土工布或砂滤层	检查结果显示过滤层及地下排

	水层失去功效后，通常在使用 5—10年后
--	-------------------------

表 F-2 植草沟、下沉式绿地、植被缓冲带

检查内容	检查周期
植物覆盖率是否达到90% 是否有枯死 是否需要修剪	建造后2年内 1月1次； 以后1年4次
配水、溢流设施是否有淤积 5%植被浅沟出现底部淤积 排水是否顺畅 边坡是否有坍塌 台坎是否被冲开	建造后2年内 1年4次； 以后1年2次； 大暴雨后24h内
维护内容	维护周期
补种、清除杂草、施肥、保证植物生长	按植物要求定期 按检查结果
清除溢流设施，配水设施淤积垃圾 清除草沟底部淤积	1年2次 根据检查结果确定 大暴雨后24h内
修补坍塌部分，保持断面形状 修整草沟底部，保持草沟坡度 恢复台坎设置	

表 F-3 植草沟植物修剪高度

设计草长 (mm)	最高草长(mm)	修剪后高度 (mm)
50	75	40
150	180	120

表 F-4 渗透铺装

检查内容	检查周期
雨水入渗情况	在大暴雨24h内
维护内容	维护周期
清除路面垃圾	按照环卫要求定期清扫

透水面层清理(吸尘器抽吸、高压水冲洗)	根据透水路面检查结果确定 根据路面卫生状况不同, 2-3年 左右一次
更换透水面砖	根据路面卫生状况不同, 在使 用了5-10年后透水面砖出现破 损

表 7-5 雨水湿地、雨水湿塘、景观水体等多功能调蓄设施

检查内容	检查周期
护坡是否有坍塌损毁	1年2次 大暴雨后24h内
前置塘淤积深度超过总深度的50%	1年1次
水生植物的覆盖率、 是否需要修剪 是否有外来物种	1年3次
进水口、出水口及溢流处的垃圾累积	1年4次 大暴雨后24h内
控制门、阀及其他机械设施	约1年1次
维护内容	维护周期
修复坍塌损毁部分, 补种护坡种植物	根据检查结果确定
杀虫或清理淤泥	当出现异味或大量蚊虫 时
补种、修剪水生植物 清理外来物种	根据检查结果; 当覆盖率达不到 设计要求; 根据景观设计要求
清除滞留塘、深水区、出水池底部淤积	通常在使用10-25年后

表 F-6 过滤设施 (雨水过滤池)

检查内容	检查周期
垃圾聚集情况	至少1月1次
过滤池是否有破坏和裂缝现象	约1年1次

泥沙淤积和雨水溢流情况	雨季1月1次
雨水排空时间大于24h	大暴雨后24h内
出水水质	
维护内容	维护周期
清除垃圾、杂物	根据检查结果 约1年4次
更换过滤层、土工布或排水层	检查结果显示过滤层及地下排水层失去功效后，通常在使用5—10年后

表 F-7 绿色屋顶

检查内容	检查周期
种植物的生长状况、密度和多样性	建造后2年内1年4次 以后1年2次 大暴雨后24h内
雨水的入渗情况，是否有入渗到屋顶顶板	
溢流设施是否有淤积，排水是否通畅	
维护内容	维护周期
补种植物 清除杂草、死株和病株 修剪种植物，收割植被 及时浇灌植物，施加追肥	至少1年2次 视检查结果确定
清理溢流设施或通道淤积物	1年2次 根据检查结果确定
更换土工布、排水层及其他设施	检查结果显示排水不畅、出水浑浊、入渗不畅或顶板渗水，通常在使用了10-25年后

表 F-8 生物浮岛

检查内容	检查周期
种植物的生长状况、密度和多样性	建造后2年内1年4次 以后1年2次

	大暴雨后24h内
维护内容	维护周期
补种植物 修剪种植物，收割植被 维护支架	至少1年2次 视检查结果确定

表 F-9 雨水桶

检查内容	检查周期
雨水桶老化	建造后2年内1年2次
雨水桶是否有渗漏	
雨水桶内部是否有颗粒污染物淤积	
维护内容	维护周期
更换配件 清理淤积物	至少1年2次 视检查结果确定

附录 G：成本估算及控制指导

表中各单项设施的单价来源于近年来滁州地区部分已实施的低影响开发设施建设项目。各地区材料、人工及机械等价格不同，单项设施的单价会有差别。

表 G-1 低影响开发设施费用估算表

低影响开发设施	单位造价估算
透水铺装	150-400 (元/m ²)
绿色屋顶	200-400 (元/m ²)
狭义下沉式绿地	50-100 (元/m ²)
生物滞留设施	150-800 (元/m ²)
湿塘	400-600 (元/m ²)
雨水湿地	600-1000 (元/m ²)
蓄水池	1200-3000 (元/m ³)
调节塘	200-400 (元/m ²)
植草沟	30-200 (元/m)
人工土壤渗滤	800-1200 (元/m ²)

