

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1362—2020

海绵城市低影响开发雨水系统技术规范

Technical Code for Stormwater System with Low Impact Development
of Sponge City

2020 - 09 - 15 发布

2020 - 10 - 15 实施

陕西省市场监督管理局

发 布

目 次

前言.....II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 雨水系统设计..... 5

5 运行维护..... 24

6 效果评估..... 34

参考文献..... 35

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由陕西省西咸新区沣西新城管理委员会提出。

本标准由陕西省住房和城乡建设厅归口。

本标准起草单位：陕西省西咸新区沣西新城开发建设（集团）有限公司海绵城市技术中心、陕西雨人润科生态技术有限责任公司、陕西省城乡规划设计研究院、陕西西咸海绵城市工程技术有限公司。

本标准主要起草人：邓朝显、马越、梁行行、闫攀、石战航、姬国强、张哲、辛蓉、赵杨、胡艺泓、马培华、何洪昌、郑木莲、菅强、陈炯。

本标准由陕西省西咸新区沣西新城开发建设（集团）有限公司海绵城市技术中心负责解释。

本标准首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西省西咸新区沣西新城开发建设（集团）有限公司海绵城市技术中心

电话：029-38020053

地址：陕西省西咸新区沣西新城秦皇大道南段尚业路总部经济园5-402

邮编：712000

海绵城市低影响开发雨水系统技术规范

1 范围

本标准规定了海绵城市低影响开发雨水系统的术语、设计、运行维护和建设效果评估要求。

本标准适用于陕西省新建、改建、扩建项目（建筑与小区、城市道路、绿地与广场、城市水系）的低影响开发雨水系统建设。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50014	室外排水设计规范
GB 50015	建筑给水排水设计标准
GB 50025	湿陷性黄土地区建筑标准
GB 50112	膨胀土地区建筑技术规范
GB 50345	屋面工程技术规范
GB 50400	建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范
GB 50513	城市水系规划规范
GB 50555	民用建筑节能设计标准
GB/T 50805	城市防洪工程设计规范
GB 51174	城镇雨水调蓄工程技术规范
GB 51222	城镇内涝防治技术规范
GB/T 51345	海绵城市建设评价标准
CJJ 36	城镇道路养护技术规范
CJJ/T 135	透水水泥混凝土路面技术规程
CJJ/T 188	透水砖路面技术规程
CJJ/T 190	透水沥青路面技术规程
CJJ/T 287	园林绿化养护标准
JGJ 155	种植屋面工程技术规程
DBJ61/T 126	陕西省海绵城市规划设计导则

3 术语和定义

GB 50400—2016、GB 51222—2017、DBJ61/T 126—2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB50400—2016、GB51222—2017、DBJ61/T 126—2017中的某些术语和定义。

3.1

海绵城市 **sponge city**

指通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路和绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，有效控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式。

3.2

低影响开发 **low impact development, LID**

维持城市开发建设前后水文特征不变，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增加等对环境造成不利影响的开发方式和措施。

3.3

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，场地内累计全年得到控制的雨量占全年总降雨量的百分比。

[GB50400-2016，定义2.1.2]

3.4

年径流污染物削减率 **volume capture ratio of annual urban diffuse pollution**

场地内累计全年得到控制的雨水径流污染物总量占全年雨水径流污染物总量的百分比。

3.5

设计降雨量 **design rainfall depth**

用于确定低影响开发设施设计规模的降雨量控制值，通常用日降雨量（mm）表示。

3.6

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。

[GB50400-2016，定义2.1.6]

3.7

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。

3.8

超标雨水 **excessive rainfall**

超过雨水管/渠设施承载能力的雨水径流。

[DBJ61/T 126-2017，定义2.0.9]

3.9

雨水调蓄 **stormwater retention, storage and detention**

雨水滞蓄、储存和调节的统称。

3.10

雨水滞蓄 stormwater retention

降雨期间滞留和蓄存部分雨水以增加雨水的入渗、蒸发和收集回用。

3.11

雨水储存 stormwater storage

储存未经处理的雨水，对径流雨水进行集蓄、削减径流总量，以达到收集利用的目的。

3.12

雨水调节 stormwater detention

降雨期间暂时储存（调节）一定量的雨水，削减向下游排放的雨水洪峰径流量，延长排放时间，但不减少排放的总量。

[DBJ61/T 126—2017，定义2.0.13]

3.13

雨水渗透 stormwater infiltration

利用人工或自然设施，使雨水下渗到土壤表层以下，以补充地下水。

[DBJ61/T 126—2017，定义2.0.10]

3.14

下垫面 underlying surface

降雨受水面的总称，包括屋面、地面、水面等。

[GB50400—2016，定义2.1.4]

3.15

初期弃流设施 first flush diversion facilities

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，以降低雨水后续处理难度的设施。

3.16

雨落管断接 downspout disconnection

通过切断建筑雨落管的径流路径，将径流合理连接到绿地等透水区域控制雨水径流的方法。

3.17

绿色屋顶 green roof

在建筑物屋顶铺设种植土层并栽种植物，收集利用雨水、减少雨水径流的源头减排设施，又称种植屋面或屋顶绿化。

[GB51222—2017，定义2.1.16]

3.18

透水铺装 pervious pavement

可渗透、滞留和排放雨水并满足荷载要求和结构强度的地面铺装结构。

3. 19

下沉式绿地 depressed greenbelt

指低于周边汇水地面或道路，可利用于渗透、滞蓄、净化雨水径流的绿地，又称下凹式绿地。

[GB 51222—2017，定义2.1.18]

3. 20

生物滞留设施 bioretention facility

通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、渗滤、净化雨水径流的设施，由植物层、蓄水层、土壤层、过滤层（或排水层）构成。

[GB 51222—2017，定义2.1.14]

3. 21

植草沟 grass swale

用来收集、输送、削减和净化雨水径流的表面覆盖植被的明渠。

[GB 51222—2017，定义2.1.15]

3. 22

渗管（渠） infiltration trench

具有渗透和转输功能的雨水管或沟渠。

[GB 50400—2016，定义2.1.17]

3. 23

渗井 infiltration well

雨水通过侧壁和井底进行入渗的设施。

[GB 50400—2016，定义2.1.13]

3. 24

雨水调蓄池 stormwater storage tank

具有雨水储蓄、峰值流量削减以及综合利用功能的蓄水池。

3. 25

渗透塘 infiltration pond

一种用于雨水下渗补充地下水的洼地，具有净化雨水和削减峰值流量的作用。

3. 26

湿塘 wet pond

以雨水作为主要补水水源，具有雨水调蓄和净化功能的景观水体。

[GB50400-2016，定义2.1.21]

3.27

雨水湿地 stormwater wetland

模拟天然湿地结构和功能，人工建造的具有雨水径流储存、总量减排、峰值流量调节和水质净化等功能的湿地系统。

3.28

生态驳岸 ecological slope protection

采用生态材料修建的、能为河湖生态环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，包括生态挡墙和生态护坡。

4 雨水系统设计**4.1 一般规定**

4.1.1 建筑与小区、城市道路、绿地与广场、城市水系等建设项目应在方案设计、初步设计及施工图设计阶段开展低影响开发雨水系统专项设计。

4.1.2 低影响开发雨水系统设计应结合水文气象、土壤地质等现状条件与问题，落实海绵城市专项规划或控制性详细规划中提出的低影响开发径流总量、径流污染和峰值控制目标。

4.1.3 低影响开发雨水系统设计应优先利用既有绿地、自然坑塘、废弃土地、河湖水系等空间条件，优先将低影响开发设施设计与场地空间休憩、运动等其它功能相结合。

4.1.4 低影响开发雨水系统设计应与城市雨水管渠系统、超标雨水蓄排系统相衔接。

4.1.5 低影响开发雨水系统设计与审查（规划总图、方案设计、初步设计及施工图审查）应与园林、道路、给排水、水利、建筑等专业相协调。

4.1.6 低影响开发雨水系统的设计应前置考虑设施运维、调度等要求，并在不同设计阶段予以明确。

4.2 设计流程

低影响开发雨水系统的一般设计流程见图1。

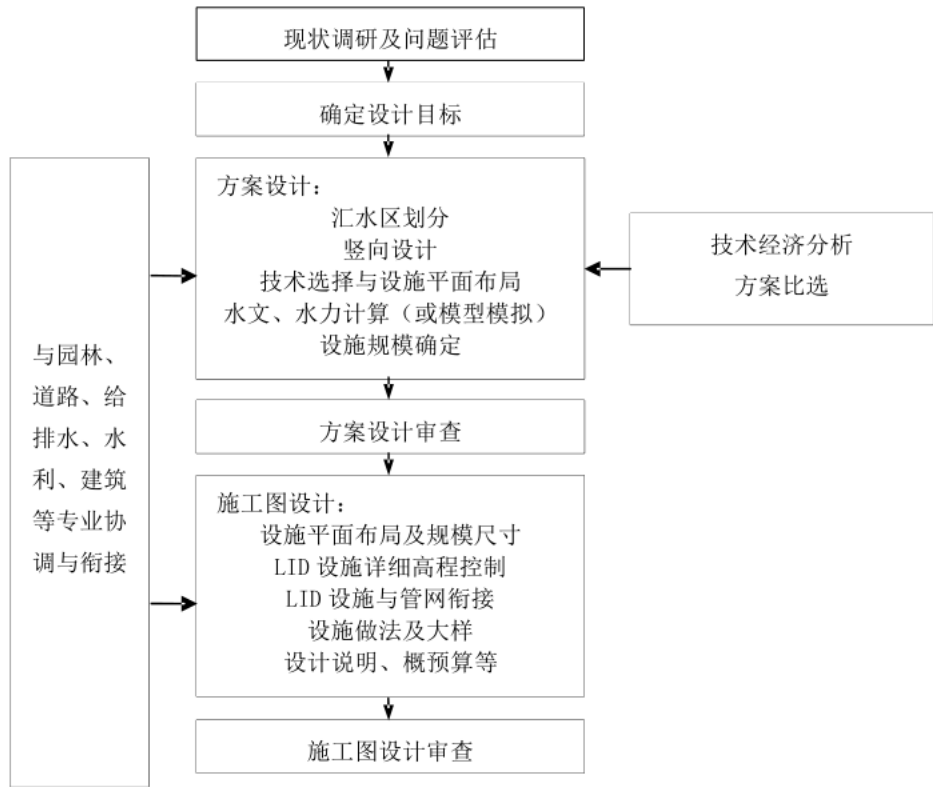


图1 低影响开发雨水系统设计一般流程

4.2.1 设计前应掌握当地水文水资源、地形地貌、排水分区、河湖水系、水环境污染等情况，分析场地土壤地质、下垫面、地下空间、低洼地、市政管网、园林绿地等条件，并结合现场踏勘明确项目存在的主要问题。

4.2.2 依据上位规划条件确定控制目标，核算雨水径流控制量、径流污染削减量、雨水回用利用量等控制需求。

4.2.3 应根据排水分区，结合项目土壤地质、用地性质、绿地布局、水面分布等条件，综合确定低影响开发设施的类型与布局。

4.2.4 低影响开发设施规模设计、组合形式应根据水文、水力学计算或模型模拟确定，宜进行技术经济比选分析。

4.2.5 应明确低影响开发设施结构材料、工程量、投资概算及预期效益。

4.3 设计计算

4.3.1 设计目标

4.3.1.1 设计降雨量应根据建设区域内或临近地区 30 年及以上日降雨量资料统计确定。

4.3.1.2 规划区域及建设场地应对雨水年径流总量、污染、峰值进行控制，控制率应符合当地海绵城市规划指标要求。

4.3.1.3 规划区域及建设场地应对开发或改造后峰值流量进行控制，控制目标符合 GB/T 51345 中 4.0.1 规定；设计资料缺乏时，可按开发后 20 年一遇及以内降雨条件下峰值流量不超过开发前进行控制，设计降雨采用短历时暴雨雨型。

4.3.1.4 雨水径流污染控制设计目标的确定应考虑控制排入市政雨水管网的污染物总量，排入城市地表水体的雨水水质应符合受纳水体水环境保护要求。

4.3.1.5 雨水资源化利用设计目标应结合径流总量控制、生活及生产杂用水、景观水体补水等需求综合确定，生活及生产杂用水定额应符合 GB 50015-2019 中 3.2 及 GB 50555-2010 中 3.1 规定，雨水回用水水质应符合 GB 50400-2016 中 3.2.4 规定。当回用雨水同时用于多种用途时，其水质应按最高水质标准确定。

4.3.1.6 规划区域及建设场地内植草沟、管渠等转输设施设计重现期的取值及雨水设计流量的计算应符合 GB 50014-2016 中 3.2.1、3.2.4 规定。

4.3.2 水量计算

4.3.2.1 规划区域或建设场地的综合径流系数采用加权平均法计算，不同下垫面雨量及流量径流系数可参考表 1 取值。

表1 径流系数取值

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 $\geq 300\text{mm}$ ）	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
大块石等铺砌路面及广场	0.50~0.60	0.55~0.65
沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45~0.55	0.55~0.65
级配碎石路面及广场	0.40	0.40~0.50
干砌砖石或碎石路面及广场	0.40	0.35~0.40
非铺砌的土路面	0.30	0.25~0.35
绿地	0.15	0.10~0.20
水面	1.00	1.00
地下建筑覆土绿地（覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$ ）	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地（覆土厚度 $< 500\text{mm}$ ）	0.30~0.40	0.40
透水铺装地面	0.08~0.45	0.08~0.45

4.3.2.2 低影响开发设施以径流总量和径流污染为控制目标时，设计调蓄容积应采用容积法，按公式（1）计算。

$$V = 10 H \varphi F \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 V ——设计调蓄容积， m^3 ；
 H ——设计降雨量， mm ；
 φ ——综合雨量径流系数；
 F ——汇水面积， hm^2 。

4.3.2.3 植草沟、管渠等转输设施入流量宜采用推理公式计算，见公式（2）。

$$Q = \psi q F \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 Q ——雨水设计流量， L/s ；

ψ ——流量径流系数；

q ——设计暴雨强度， $L/(s \cdot hm^2)$ ；

F ——汇水面积， hm^2 。

4.3.2.4 植草沟、非满流管渠等转输设施排水流量校核宜通过曼宁公式推导计算，见公式（3）。

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/3} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Q ——流量， m^3/s ；

n ——粗糙系数（无量纲）；

A ——过水断面面积， m^2 ；

R ——水力半径， m ；

S ——水力坡度（无量纲）。

4.3.2.5 当设施以下渗为主要设计目标时，渗透量按下式计算。

$$W_p = KJA_s t_s \dots\dots\dots (4)$$

式中：

W_p ——渗透量， m^3 ；

K ——土壤（原土）渗透系数， m/s ，可按GB 50400-2016中3.1.4规定取值；

J ——水力坡降，一般可取 $J=1$ ；

A_s ——有效渗透面积， m^2 ；

注1：水平渗透面按投影面积计算；

注2：竖直渗透面按有效水位高度的 1/2 计算；

注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；

注4：地下渗透设施的顶面积不计；

t_s ——渗透时间， s ，指降雨过程中设施的渗透历时，一般可取 $2h$ 。

4.3.2.6 湿塘、雨水湿地等有常水面景观的调蓄设施应按调蓄目标进行初步规模计算，同时应补充不同条件下的水量平衡分析，确定设施每月补水水量、外排水量、水量差、水位变化等参数，并通过技术经济比较确定最优水面面积及常水位水深。

4.3.2.7 当设施用于削减洪峰目标时，宜采用有限差分法、脱过系数法、模型模拟等方法进行计算，应符合 GB 50014—2006（2016 年版）中 4.14 及 GB 51174—2017 中 3.1、4.4 规定。

4.3.2.8 规划区域或建设场地年径流总量控制率的核算，应通过低影响开发设施的实际调蓄规模进行反算或模型模拟评估计算。采用模型模拟评估时，宜采用多年逐 5min 连续降雨监测数据分析，模型应经本地化参数率定及验证，缺乏数据资料时，可适当放宽降雨数据精度要求或考虑选用典型场降雨过程模拟评估。

4.3.3 水质计算

4.3.3.1 规划区域或建设场地的本底径流污染物浓度，应根据当地多年降雨事件污染物平均浓度（EMC）值及径流污染冲刷累积规律分析计算。不具备条件地区，可参考临近区域数据综合分析确定。

4.3.3.2 规划区域或建设场地采用湿塘、雨水湿地等有常水面景观的调蓄设施时，应采取水质保障措施，进水水质应综合考虑下垫面冲刷、管道沉积、混错接排放等影响，出水水质应根据水力停留时间、填料去除效率、循环周期、水生生物降解效率等综合分析确定。

4.3.3.3 规划区域或建设场地采用雨水径流污染控制专用设备（如旋流沉砂、介质过滤等）时，应明确其相关污染物削减效率指标。

- 4.3.3.4 规划区域或建设场地的年径流污染物削减率以 SS 为代表性指标进行评价：
- a) 年 TSS 污染负荷削减率为年径流总量控制率与低影响开发设施对 SS 的平均去除率的乘积；
 - b) 当规划区域或建设场地内排水分区里存在多种低影响开发设施时，可通过不同设施 SS 平均去除率与设施对应有效控制容积或服务汇水面积进行加权平均计算，径流同时流经不同设施的叠加控制效果可不予额外考虑。

4.4 应用场景

4.4.1 建筑与小区

- 4.4.1.1 应结合建设场地地质勘查报告，综合评估场地土质情况，若地基为湿陷性黄土或膨胀土，应避免设置直接渗透设施，设施防渗及与建（构）筑物安全距离等设计应符合 GB 50025—2018 中 5.2.4、GB 50112—2013 中 5.3 规定。
- 4.4.1.2 平屋面或坡度较缓（小于 15°）的屋面宜采用绿色屋顶的方式，设计时应考虑建筑屋面结构荷载安全，符合 GB 50345—2012 中 3.2.3 规定。屋面排水宜通过雨落管断接汇入建筑周边绿地。
- 4.4.1.3 应充分利用建筑绿地建设或改造植草沟、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井等设施，绿化条件有限或改造空间不足时，宜采用植草沟、渗管（渠）、雨水管道等设施将雨水转输至周边绿地或建设大型调蓄利用设施集中调蓄。
- 4.4.1.4 人行道、游步道、非机动车道、室外停车场、广场、庭院等宜采用透水砖、透水沥青、透水混凝土等透水铺装，道路径流雨水应通过坡向优化、路缘石开口等方式引入周边绿地滞蓄下渗，宜在进水部位设计碎石沟、沉泥槽、拦污框等预处理设施。
- 4.4.1.5 宜设置雨水收集处理设施和回用系统，汇水面宜选择污染较轻的屋面、广场、人行道，雨水综合利用设计符合 GB 50400—2016 中第 7 章规定。
- 4.4.1.6 景观水体宜建设或改造为多功能雨水调蓄设施。
- 4.4.1.7 超过低影响开发设施滞蓄能力的雨水径流应设置溢流口衔接室外雨水管网，且不应降低室外管网排水设计标准。
- 4.4.1.8 建筑与小区低影响开发建设典型流程见图 2。

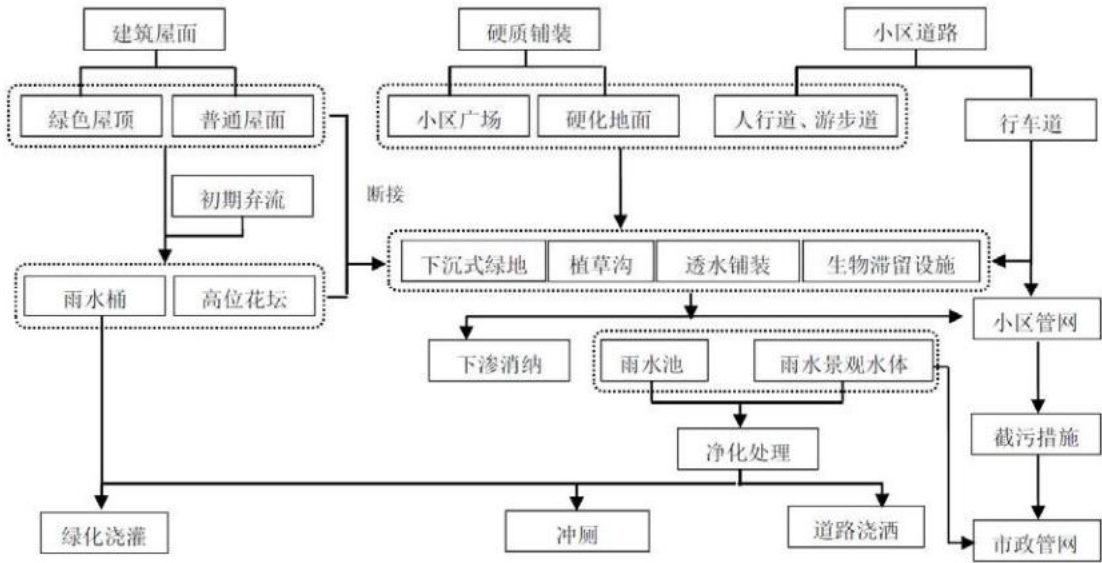


图2 建筑与小区低影响开发建设典型流程图

4.4.2 城市道路

4.4.2.1 非机动车道适宜路段宜采用透水沥青路面或透水混凝土路面。

4.4.2.2 人行道宜采用透水铺装，渗排设施与市政管网连通；人行道树池宜采用生态树池，绿地空间不足的道路宜采用下沉式连片树池带。

4.4.2.3 道路绿化带宜低于路面，结合土壤情况、绿化带宽度、汇水范围等建设下沉式绿地、生物滞留设施、植草沟等设施；当道路红线内绿地空间有限时，宜利用红线外绿地设置雨水滞蓄设施；道路雨水通过低影响开发设施综合处理后溢流至雨水管网。

4.4.2.4 应结合汇水面大小、道路竖向、排水标准等确定路缘石导流形式、位置及数量，导流形式可采取窗孔式、非连续式、平缘石等，入口处应采取消能、截污等措施，截污可采用截污池、拦污框截污模块等方式，道路收水口周围 50cm 范围为潮湿区，应强化防渗处理。

4.4.2.5 雨水口宜设于绿化带内，建设或改造为溢流口，高于绿地而低于路面；有条件区域道路排水可采用植草沟排放形式；道路沿线（含红线外）绿地可因地制宜建设渗透塘、调蓄池等集中式雨水调蓄设施，滞蓄、调节道路雨水。

4.4.2.6 露天停车场宜采用透水混凝土、植草砖、透水砖等铺装形式；周围绿地采用下沉式绿地。

4.4.2.7 城市道路低影响开发改造工程应因地制宜，侧分带较宽时，宜根据绿化种植情况分段设置生态植草沟、生物滞留带；侧分带较窄时，根据绿化及地下空间利用情况，可设置生态树池或地下小型雨水调蓄池（罐）。

4.4.2.8 原车道和慢车道既有雨水口宜改造为沉泥井，沉泥井底部用砂包填实，砂包上设置过滤层，最上层设置截污提篮。

4.4.2.9 城市道路低影响开发建设或改造典型流程见图 3。

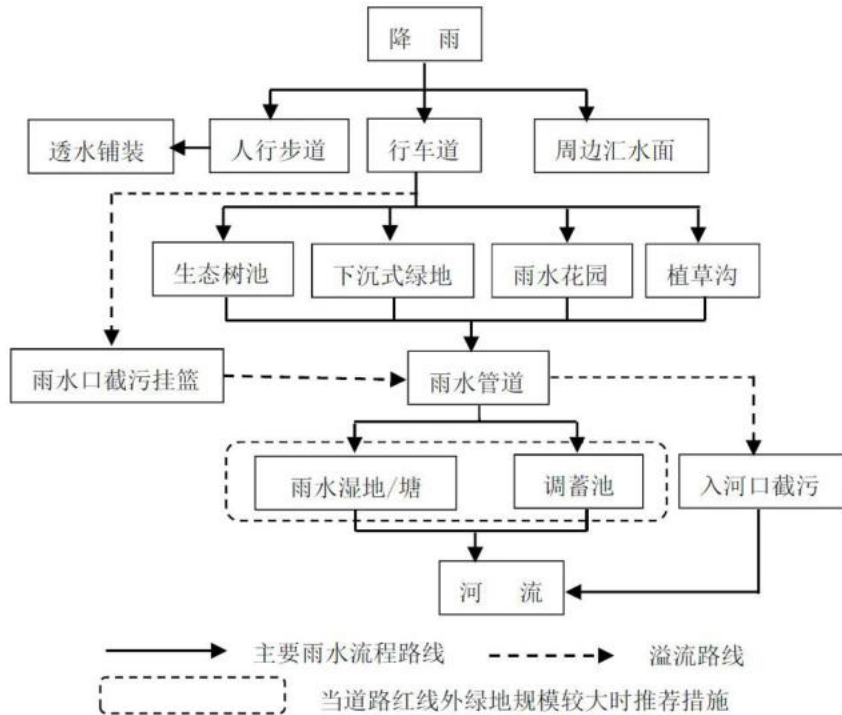


图3 道路低影响开发建设典型流程图

4.4.3 开放空间

- 4.4.3.1 城市公园、广场、滨水空间等开放空间，除控制自身范围内降雨径流外，应考虑接纳周边场地径流，合理开展竖向设计。
- 4.4.3.2 公园内绿地宜结合微地形设计设置植草沟、下沉式绿地、渗透塘、湿塘、雨水湿地等导流、调蓄、净化设施。
- 4.4.3.3 人行或承重要求低的广场宜采用透水铺装或与硬质铺装相间的布置形式。有条件的地区，广场宜设置为下沉式，满足构造、功能、景观等需求的同时，发挥多功能调蓄作用。
- 4.4.3.4 湿塘、雨水湿地的布局、调蓄水位等应与城市上游雨水管渠系统及下游水系相衔接；市政雨水管渠排放口管底高程不应低于河道的常水面线。
- 4.4.3.5 地表径流雨水进入滨水绿化控制线范围内的低影响开发设施前，应进行预处理。
- 4.4.3.6 当城市水系与周围用地间坡度过大时，可结合实际设置阶梯式绿地；水系驳岸宜采用生态驳岸，根据调蓄水位变化选择适宜的耐盐、耐淹、耐污等能力较强的乡土植物、水生植物；城市水系低影响开发雨水系统设计还应符合 GB 50513—2009 中第 5 章规定。
- 4.4.3.7 开放空间低影响开发建设典型流程见图 4。

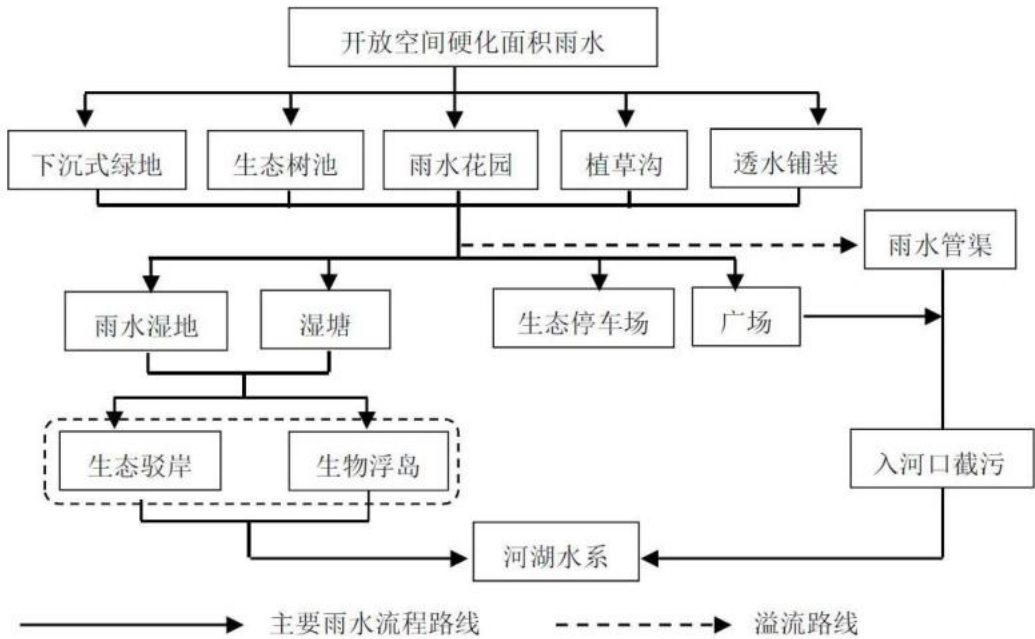


图4 开放空间低影响开发建设典型流程图

4.5 单项设施

4.5.1 初期弃流设施

- 4.5.1.1 初期弃流设施主要设置于建筑雨落管、路面径流集中入口及蓄水池、湿塘等雨水设施前端。
- 4.5.1.2 初期弃流设施典型构造见图 5。

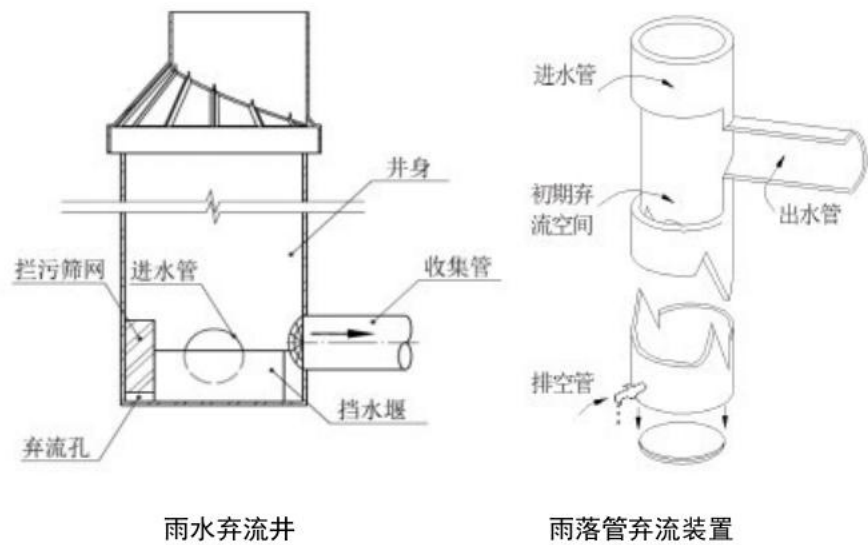


图5 初期弃流设施典型构造示意图

4.5.1.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 屋面雨水收集系统的弃流装置宜设于室外，当设在室内时，应为封闭式；
- b) 地面雨水收集系统的雨水弃流设施宜分散设置，集中设置时，可设雨水弃流池；
- c) 弃流雨水应就近接入污水管网，确保污水不倒灌至弃流装置，后续雨水不进入污水管网；
- d) 弃流量根据下垫面径流污染监测及初期冲刷规律综合确定，无资料地区屋面雨水弃流量宜按 1mm~3mm 计算，道路雨水弃流量宜按 2mm~5mm 计算。

4.5.2 雨落管断接

4.5.2.1 雨落管断接典型构造见图 6。

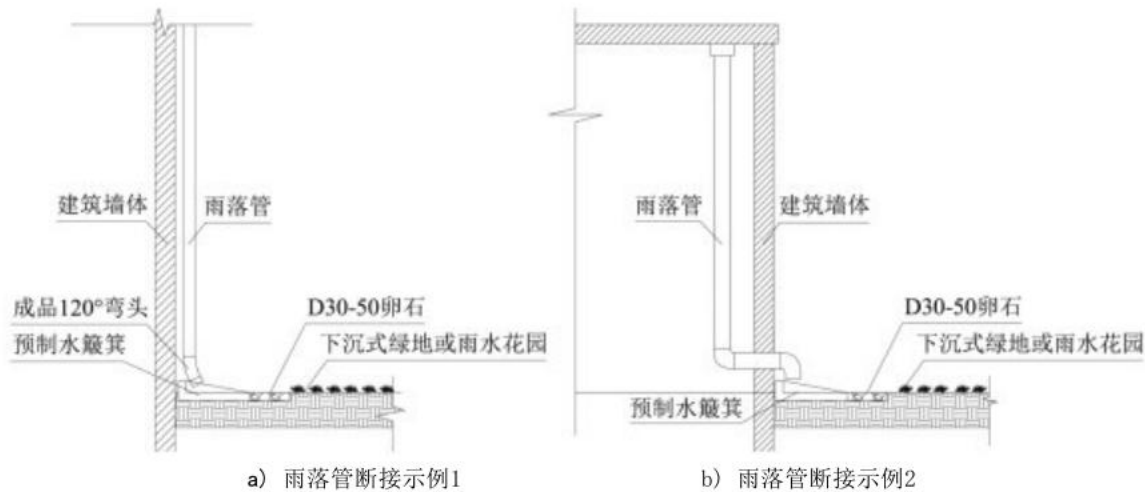


图6 雨落管断接典型构造示意图

4.5.2.2 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 建筑雨落管断接形式应根据建筑雨水排放方式、周边场地条件等确定；
- b) 高层建筑的雨落管断接应设置雨水消能措施，污染严重的工业汇水区，一般不宜做雨落管断接；

- c) 接收雨落管断接的低影响开发设施面积至少为截流屋面面积的 10%。当土壤渗透性能较差时，应适当增大接受屋面径流的设施面积；
- d) 断接点与绿地低影响开发设施间的地表坡度不宜小于 3%。

4.5.3 绿色屋顶

4.5.3.1 绿色屋顶分为简单式和花园式，适用于平屋顶、平台或坡度较缓的屋顶；坡度超过 15%时应增加防滑、防冲蚀等设施；新建绿色屋顶应与屋面荷载、防水等要求一并考虑；老旧建筑应核算屋面荷载，宜采取简单式绿色屋顶。

4.5.3.2 绿色屋顶典型构造见图 7。

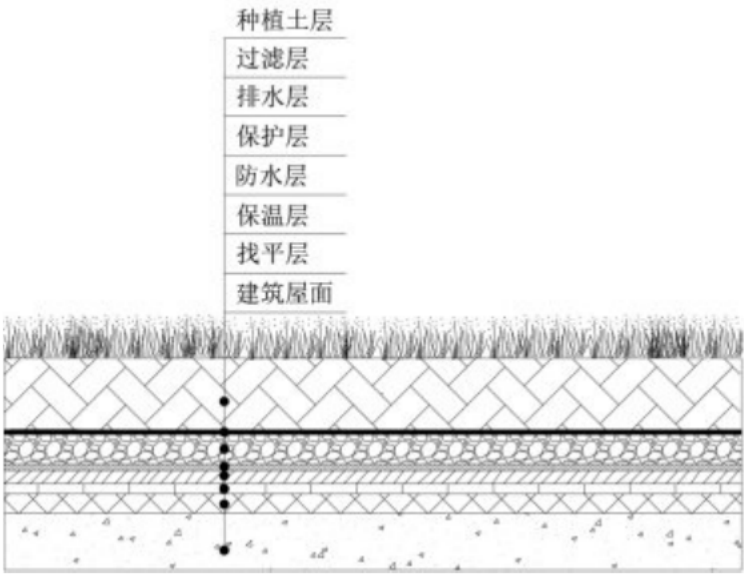


图7 绿色屋顶典型构造示意图

4.5.3.3 设计要点及参数应满足下列要求：

- a) 绿色屋顶的设计荷载除应满足屋面结构荷载外，简单式绿色屋顶不应小于 1.0kN/m^2 ，花园式绿色屋顶不应小于 3.0kN/m^2 ，均匀纳入屋面结构永久荷载；
- b) 绿色屋顶保温隔热层、找平层、防水层和保护层等设计应符合 GB 50345 规定；
- c) 绿色屋顶防水层应满足一级防水等级设防要求，且必须至少设置一道具有耐根穿刺性能的防水材料；
- d) 绿色屋顶防水层应采用不少于两道防水设防，上道应为耐根穿刺防水材料；两道防水层应相邻铺设且防水层的材料应相容，防水材料性能要求应符合 JGJ 155—2013 中 4.3 规定；
- e) 排水层可采取排水板、天然砂砾、碎石等材料，厚度宜大于 30mm，最小排水能力不低于 $4\text{L}/(\text{m}\cdot\text{s})$ ；
- f) 过滤层可采用规格为 $150\text{g/m}^2\sim 300\text{g/m}^2$ 土工布铺设，接口处土工布搭接长度不少于 150mm；
- g) 种植土厚度应按照种植植物要求确定，适宜厚度为 100 mm ~600 mm，饱和水密度宜为 $750\text{kg/m}^3\sim 1300\text{kg/m}^3$ ，渗透系数宜为 $1\times 10^{-5}\text{m/s}\sim 1\times 10^{-4}\text{m/s}$ ；
- h) 绿色屋顶植物配置以易移植、耐修剪、抗风、耐旱、耐高温、低维护的低矮灌木、草坪、地被植物和攀援植物为主，不宜选用根系穿刺性较强的植物，原则上不用大型乔木，有条件时可少量种植小型乔木，并做好屋面固定措施。

4.5.4 透水铺装

4.5.4.1 透水铺装按照面层材料分为透水砖铺装、透水混凝土铺装和透水沥青铺装；按渗排形式分为面层透水铺装、基层透水铺装和全透式透水铺装。

4.5.4.2 透水铺装适用于广场、停车场、人行道以及车流量较少的道路。地下水季节性最小埋深小于 1.0m 及湿陷性黄土场地不得使用全透式透水铺装。

4.5.4.3 透水铺装典型构造见图 8。

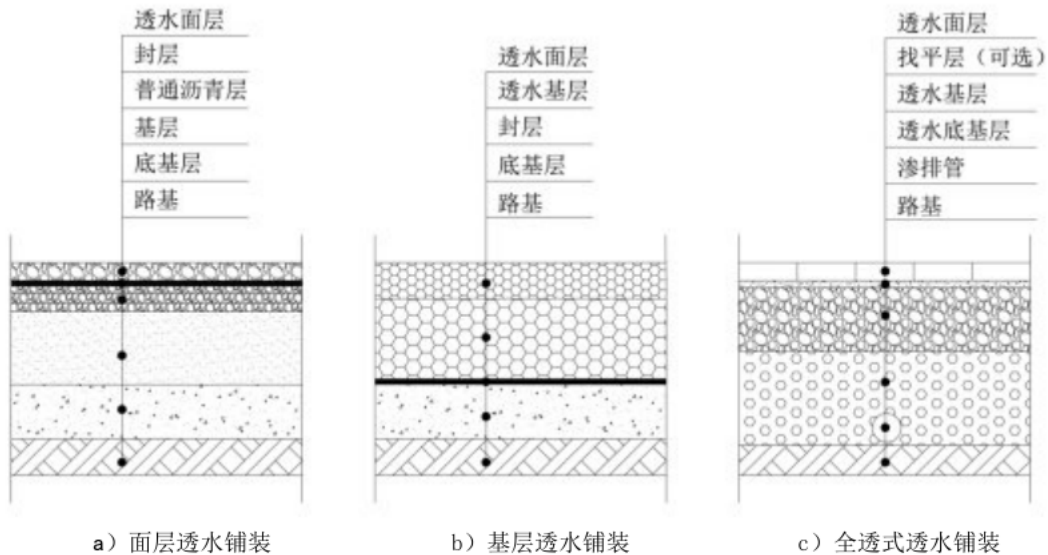


图8 透水铺装典型构造示意图

4.5.4.4 设计要点及参数应满足下列要求：

- 透水铺装结构应符合 CJJ/T 135、CJJ/T 188、CJJ/T 190 规定；
- 透水铺装设计应考虑当地水文、地质、气候环境等因素，结合雨水控制与利用要求，满足荷载、透水、防滑、抗冻胀等使用功能和耐久性要求；
- 透水铺装坡度不宜大于 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 cm~3 cm；
- 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，顶板覆土厚度不应小于 600mm，并应设置排水层；
- 透水面层渗透系数应大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，面层采用透水砖时，有效孔隙率不应小于 8%，抗压强度、抗折强度、耐磨强度、抗冻性能等应符合 CJJ/T 188 规定，面层采用透水混凝土时，有效孔隙率不应小于 10%，透水混凝土性能应符合 CJJ/T 135 规定；
- 透水找平层渗透系数不小于面层，宜采用细砾石透水混凝土、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；
- 透水基层和透水底基层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；透水混凝土有效孔隙率应大于 10%，砂砾料和砾石有效孔隙率应大于 20%；垫层厚度不宜小于 150mm；
- 全透式透水铺装的土基应具有一定透水性能，土壤入渗率不小于 10^{-6}m/s ，且土基顶面距离地下水季节性高水位应大于 1m，当土基土壤入渗率和地下水埋深等条件不满足时，应增加路面排水设施，或在透水基层内设置渗透排水管或疏排水板；全透式路面的路基顶面应设置反滤隔离层，可选用粒料类材料或土工织物；

- i) 湿陷性黄土或膨胀土场地，应避免雨水直接下渗，采取半透式结构或采取普通铺装形式将雨水转输至其他设施控制。当采用半透式结构时，应考虑路面排水要求，结构层下部设置混凝土垫层或封层，封层材料渗透系数不应大于 80mL/min，且应与上下结构层粘结良好。

4.5.5 下沉式绿地

4.5.5.1 下沉式绿地宜设置在居住、商业、服务业及工业用地的建筑、街道、广场、停车场等不透水地面周边的绿地中，以及城市道路绿化带或公园微地形下凹处。

4.5.5.2 下沉式绿地典型构造见图 9。

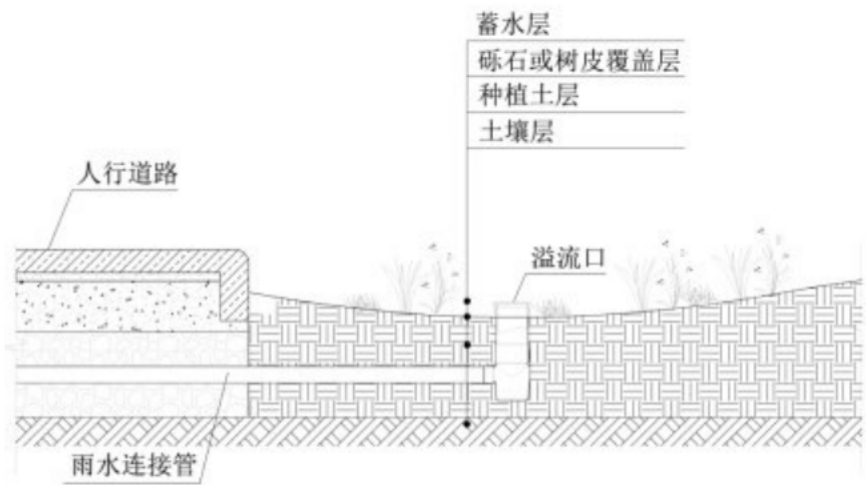


图9 下沉式绿地典型构造示意图

4.5.5.3 设计要点及参数应满足下列要求：

- a) 下沉式绿地应低于周边地面，下凹深度宜为 100mm~200mm，溢流口顶部标高一般高于设施底部 50mm~150mm；
- b) 下沉式绿地入水口处设置消能及缓冲措施，溢流口周围应增设砾石以过滤树叶等杂质；
- c) 下沉式绿地有效储水容积应按溢流排水口标高以下的实际储水容积计算；
- d) 宜选择耐盐、耐污、耐淹、耐旱的乡土草本植物，植物耐淹时间宜为 1d~3d；
- e) 在有较大径流通过的种植土区域，宜设置防冲刷措施。

4.5.6 生物滞留设施

4.5.6.1 生物滞留设施按结构分为简易型和复杂型两类，包含雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等形式，主要适用于建筑小区内绿地、城市道路绿化带及公园绿地等场所。

4.5.6.2 生物滞留设施典型构造见图 10。

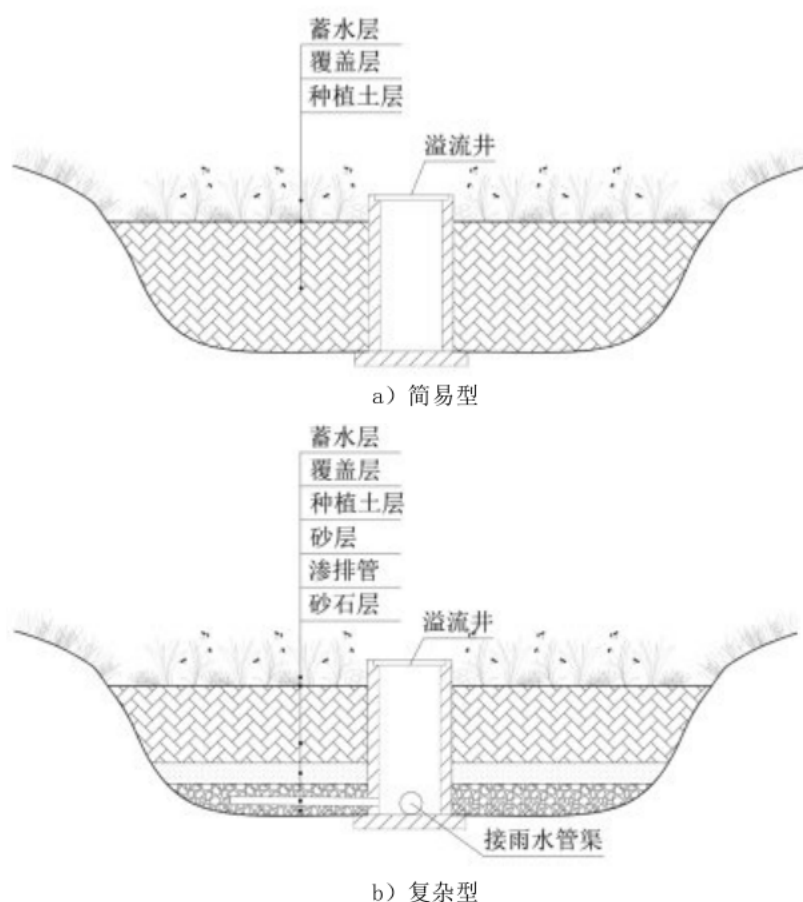


图10 生物滞留设施典型构造示意图

4.5.6.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- 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；
- 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，溢流设施顶部应低于汇水面 50 mm~100 mm；
- 生物滞留设施宜分散布置且规模不宜过大；
- 生物滞留设施蓄水层深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能来确定，宜为 200 mm~300mm；
- 复杂型生物滞留设施种植土层介质下渗速率不低于 $1 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ，植物种植及园林绿化养护应符合 CJJ/T 287 规定；种植土层底部宜设置透水土工布隔离层或厚度不小于 100mm 砂层，土工布单位质量宜为 $200 \text{g/m}^2 \sim 300 \text{g/m}^2$ ；
- 砾石层厚度宜为 250 mm~350 mm，底部埋置穿孔排水管或透水盲管，管径宜为 100 mm~150 mm，穿孔排水管孔径应大于砾石粒径；
- 对于径流污染严重、设施底部渗透面距离地下水季节性高水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础水平距离小于 3m 的区域，设施底部应设置防渗措施；
- 特殊土壤地质条件下，雨水入渗存在建（构）筑物基础安全风险时，应在生物滞留设施底部和周边采取防渗措施。

4.5.7 植草沟

4.5.7.1 植草沟适用于居住区绿地，道路中央隔离带及两侧绿化带，广场、停车场等不透水地面周边的绿地及各类集中绿地。

4.5.7.2 植草沟典型构造见图 11。

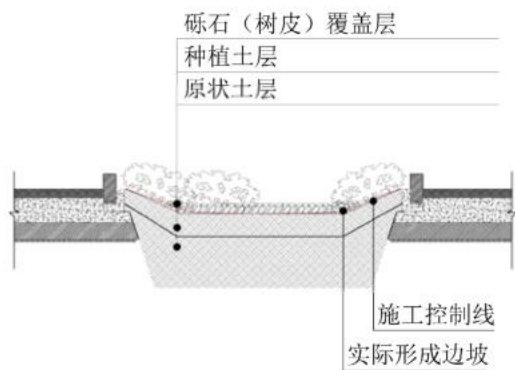


图11 植草沟典型构造示意图

4.5.7.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 植草沟断面形式宜采用抛物线形、三角形或梯形；
- b) 植草沟深度不宜大于 0.6m，边坡坡度不宜大于（垂直：水平）1：3；
- c) 植草沟设计流速宜介于 0.4 m/s ~0.8 m/s，纵坡不宜大于 4%；
- d) 植草沟纵坡大于 4%或流速大于 0.8 m/s，宜设置为阶梯型植草沟或在其横断面设置消能台坎、节制堰，台坎或堰顶高度根据植草沟设计蓄水量确定；
- e) 植草沟边缘距离建筑基础水平距离不小于 3m，不足 3m 时，植草沟和建筑间应设置防渗措施；
- f) 植草沟设计参数应考虑当地地理条件、汇水范围、降雨特点和内涝防治标准等因素，选取植草沟坡度和设计流速时，应避免对植被和土壤形成冲刷；
- g) 传输型草沟部分设计参数取值推荐表见表 2。

表2 传输型草沟部分设计参数取值推荐表

设计参数	取值（范围）	设计参数	取值（范围）
浅沟长度	≤30m	草的高度	50 mm~150 mm
侧面坡度	1：3~1：5	设计流量	0.4 m/s~0.8 m/s
曼宁系数	0.2~0.3	浅沟纵向坡度	0.3 %~4 %

4.5.8 渗管（渠）

4.5.8.1 渗管（渠）适用于建筑与小区及公共绿地内转输流量较小的区域，不适用于地下水位高、径流污染严重或不宜进行雨水渗透的区域。

4.5.8.2 渗管（渠）典型构造见图 12。

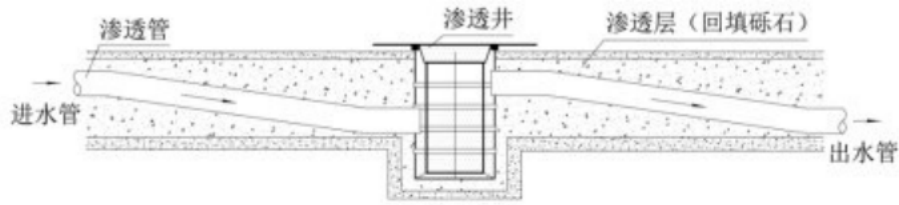


图12 渗管（渠）典型构造示意图

4.5.8.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 渗管（渠）可采用塑料模块、穿孔塑料管、无砂混凝土管、玻璃钢管等材料，内径不应小于150mm；
- b) 渗透层宜采用砾石，渗透层外或塑料模块外应采用透水土工布包覆，检查井间管沟敷设坡度宜采用0.003~0.02；
- c) 渗管（渠）的排水能力应按满流工况水力计算确定；
- d) 穿孔塑料管开孔应为梅花形均匀开孔，开孔率宜为1.0%~3.0%，孔径宜为8mm~12mm；无砂混凝土管孔隙率不应小于20%；
- e) 地面雨水进入渗管（渠）前宜采用低影响开发设施净化或沉泥沉沙预处理，并设置渗透检查井；
- f) 渗管（渠）不宜设置在车行道下，在湿陷性黄土、膨胀土等特殊地质条件下应慎用。

4.5.9 渗井

4.5.9.1 渗井主要适用于城市建筑与小区、绿地与广场、停车场、公园绿地或污染较轻的道路红线外两侧的空旷场地。不适用于雨水径流污染严重、有水源保护要求的地区，以及高等级、大厚度自重湿陷性黄土或膨胀土场地。

4.5.9.2 渗井典型构造见图13。

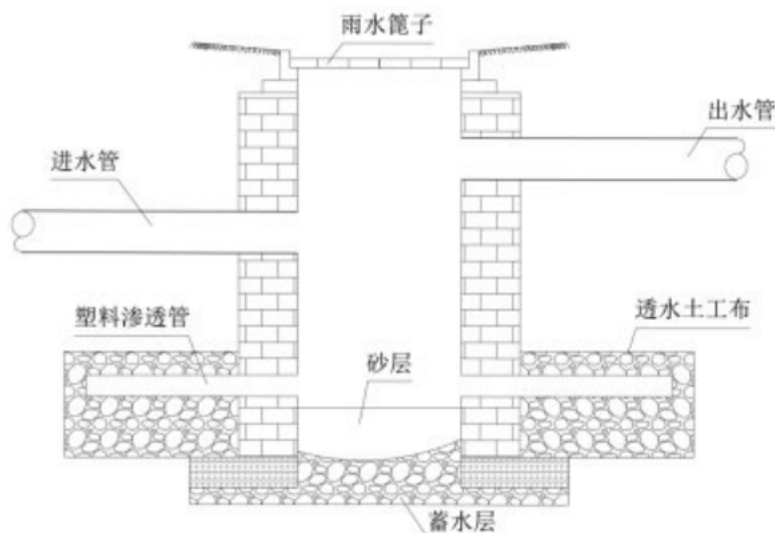


图13 渗井典型构造示意图

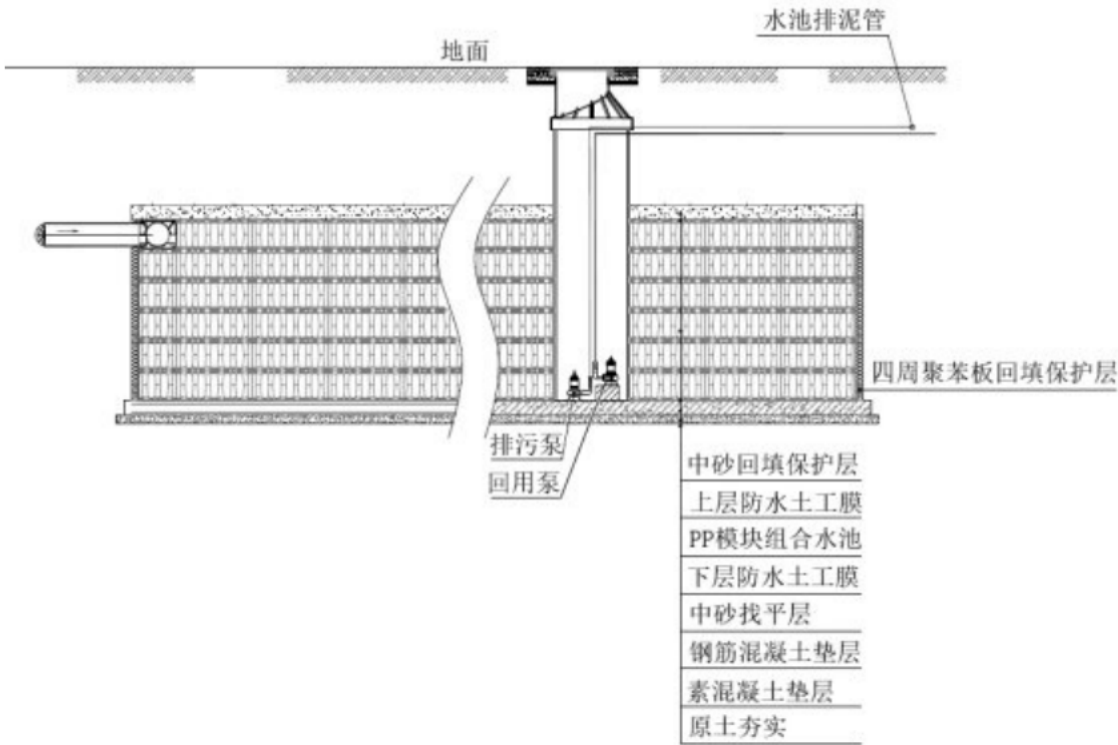
4.5.9.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 雨水通过渗井下渗前宜设置植草沟、植被缓冲带、沉沙池等设施进行预处理，污染较重的区域，应根据具体污染特征，强化预处理措施；
- b) 渗井井底及井壁渗透面外应设砂砾等过滤层，过滤层外采用透水土工布或性能相同的材料包裹；
- c) 渗井井底宜贯入地下水上方连续砂层，砂层渗透系数大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ；
- d) 渗井底部距离地下水季节性高水位应不小于 1.0m，防止地下水污染；
- e) 渗井井壁可使用砖砌、钢筋混凝土浇筑或预制，强度应满足地面荷载和侧壁土压力要求。
- f) 渗井距离建筑物基础水平距离不得小于 5m；
- g) 湿陷性黄土、膨胀土等特殊土壤地质条件下，渗井应慎用。如需使用，应结合场地湿陷性等级、胀缩等级、特殊地质土层厚度、地下水埋深、周边建（构）筑物基础形式等因素，综合确定渗井系统设计方案，采用消除湿陷性或膨胀性、设置安全防护距离、贯穿式结构设计、防渗处理等防护措施，保障渗井使用安全。

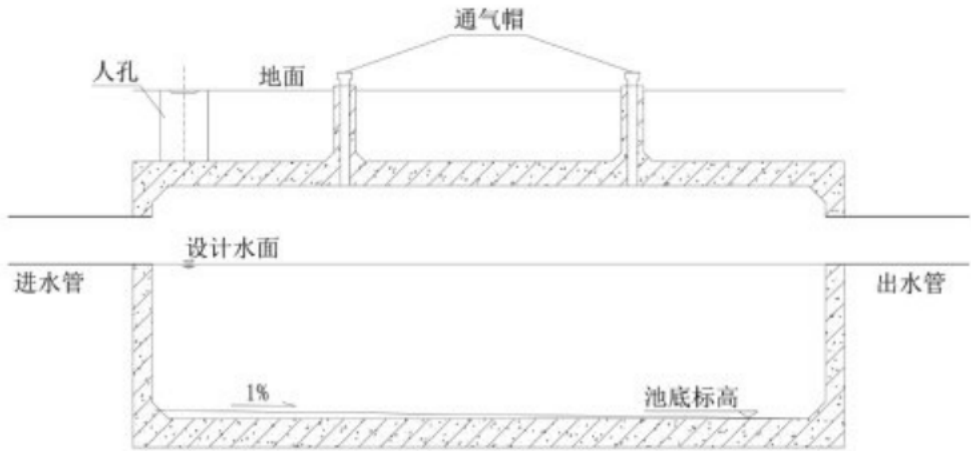
4.5.10 雨水调蓄池

4.5.10.1 雨水调蓄池按照其安装位置分为地上调蓄池、地下调蓄池；按照其材料结构分为塑料模块调蓄池、硅砂砌块调蓄池、混凝土调蓄池等类型。

4.5.10.2 调蓄池典型构造见图 14。



a) 塑料模块调蓄池



b) 混凝土调蓄池

图14 调蓄池典型构造示意图

4.5.10.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 雨水调蓄池根据设计目标不同，采用相应计算方法，详见本标准 4.3.2；
- b) 雨水调蓄池以回用为目的时，其工艺流程应满足雨水回用对象水质标准，系统设计应遵循如下原则：汇流面应选择无污染或污染较轻的屋面或室外场地；蓄水池前端应依据径流水质设置相应预处理措施；根据回用对象水质要求选择技术经济适宜且便于后续运维管理的水质处理措施；
- c) 应根据调蓄池设计目标、雨季平均降雨间隔等确定合理的排空时间，并制定相应运行调度规则；
- d) 雨水调蓄池应设置在室外地下，并宜与弃流池、沉砂池合建；

- e) 雨水调蓄池应设检查口或人及设备入孔；室外地下调蓄池的入孔、检查口应设置双层井盖或带有防坠网的井盖；
- f) 雨水调蓄池应设有重力流溢流排水措施，当调蓄水池位于下沉式广场或下穿立交等处无法满足重力流溢流排水要求时，溢流提升设备的排水标准应满足场地内涝防治标准；
- g) 雨水调蓄池设于机动车行道下方时，宜采用钢筋混凝土池；
- h) 雨水调蓄池因条件限制必须设在室内时，应通过溢流口、溢流管或雨水分流井直接重力流溢流至下游雨水管渠，调蓄池进水管前端宜设置电动控制阀门及阀门井；应做好管道、水池、墙体等处的防渗漏措施，水池内设溢流水位报警装置；水泵房内应设置集水坑、排水泵、回用水泵等设施，满足应急排水、水池排空、雨水回用等要求；
- i) 雨水调蓄池宜兼具沉淀功能，其构造和进、出水管等设置应符合下列规定：
 - 1) 应防止进、出水短路；
 - 2) 进水端宜均匀布水；
 - 3) 应具有排除池底沉淀物的条件或设施。
- j) 钢筋混凝土调蓄池应符合下列规定：
 - 1) 池底应设集泥坑和吸水坑，当蓄水池分格时，每格应设检查口和集泥坑；
 - 2) 池底应设不小于 5% 的坡度坡向集泥坑；
 - 3) 池底应设排泥设施。
- k) 塑料模块调蓄池、硅砂砌块调蓄池应符合下列规定：
 - 1) 池体强度应满足地面及土壤承载力要求；
 - 2) 外层应采用不透水土工膜或性能相同的材料包覆；
 - 3) 池内构造应便于清除沉积泥沙；
 - 4) 兼具过滤功能时应能进行过滤沉积物清除；
 - 5) 水池应设混凝土底板，当底板低于地下水位时，水池应满足抗浮要求。

4.5.11 渗透塘

4.5.11.1 渗透塘适用于汇水面积较大（大于 1hm^2 ）的场地，但不适用于土壤渗透性能差（渗透系数小于 10^{-6}m/s ）、径流污染严重、设施底部渗透面距离地下水季节性高水位小于 1.0m 及距离建筑物基础水平距离小于 5m 的区域。

4.5.11.2 渗透塘典型构造见图 15。

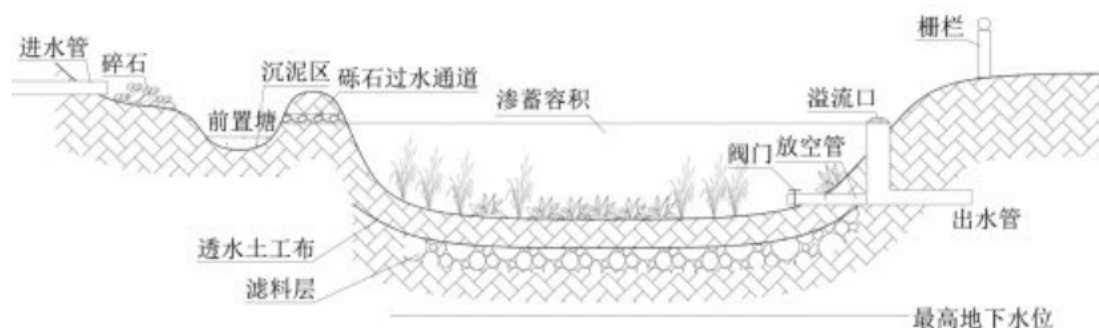


图15 渗透塘典型构造示意图

4.5.11.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 渗透塘边坡坡度一般不大于 1:3，宽深比不小于 6:1；

- b) 渗透塘底部一般应设置 200mm~300mm 种植土、透水土工布和 300mm~500mm 过滤介质层；
- c) 渗透塘排空时间不应大于 24h；
- d) 渗透塘前宜设置沉泥井、植草沟、格栅等预处理设施；
- e) 渗透塘应设溢流设施，外围应设安全防护措施；
- f) 湿陷性黄土、膨胀土等特殊土壤地质条件下，渗透塘应慎用，如需使用时，应确保渗透塘与周边地上、地下建（构）筑物保持足够安全距离，并采取防渗、换填等防护措施；
- g) 植物应耐淹耐旱，适应洼地内水位变化。

4.5.12 湿塘

4.5.12.1 湿塘可应用于公园、滨河等集中绿地、居住区绿地等具有较大空间的城市功能区。

4.5.12.2 湿塘由进水管、前置塘、主塘、溢流出水口、护坡及驳岸等组成，湿塘典型构造见图 16。

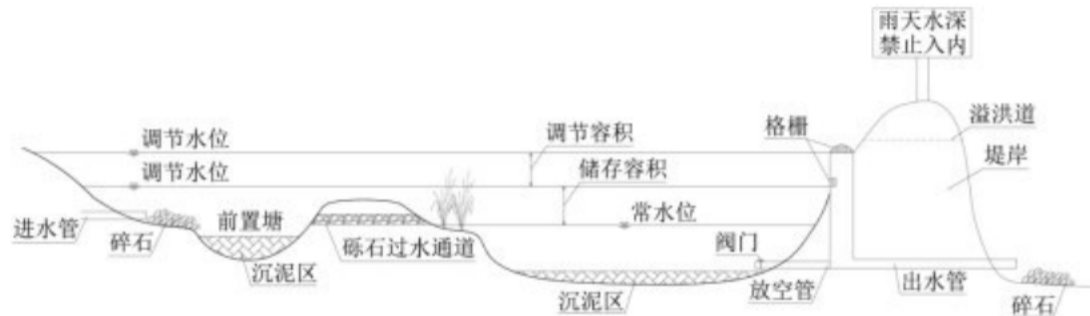


图16 湿塘典型构造示意图

4.5.12.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 湿塘设计计算采用调节设施容积计算方法，应进行水量平衡计算，设计参数要求见表 3；

表3 湿塘设计参数表

项目	湿塘
适用汇水面积 (hm ²)	10~100
调节容积排空时间 (h)	24
平均水深 (m)	0.5~1.5
底层厚 (m)	0~0.25

- b) 湿塘进水口和溢流出水口应设置碎石消能坎等消能设施；
- c) 前置塘沉泥区容积应根据清淤周期和所汇入径流雨水的 SS 污染物负荷确定；
- d) 溢流出水口排水能力应考虑下游雨水管渠或超标雨水排放系统排水能力；
- e) 湿塘设计长宽比一般为 3: 1~5: 1；
- f) 湿塘边坡宜为生态边坡，前置塘边坡坡度（垂直：水平）一般为 1: 3~1: 8，主塘边坡坡度（垂直：水平）一般不宜大于 1: 6；
- g) 湿塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示措施；
- h) 湿陷性黄土、膨胀土等特殊土壤地质条件下，应确保湿塘与地上、地下的建筑物、构筑物保持足够的安全距离，并采取防渗、换填等防护措施。

4.5.13 雨水湿地

4.5.13.1 雨水湿地一般应用于水质污染较严重、公共设施用地内的水域与陆地交界地区（如公园、河湖旁）以及具有较大空间的居住小区。

4.5.13.2 雨水湿地由进水管、前置塘、高/低沼泽地带、出水池、溢流设施和排水口等组成，一般分为潜流（水平/垂直）和表流两种类型，表流雨水湿地典型构造见图 17。

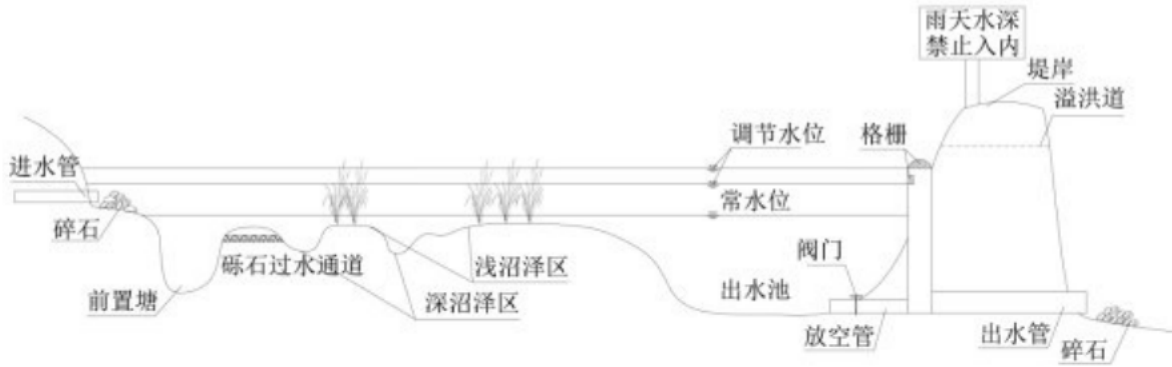


图17 表流雨水湿地典型构造示意图

4.5.13.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 雨水湿地场址宜选择自然坡度不大于 3% 的洼地、塘及未利用土地；多单元湿地系统高程设计应结合自然坡度，采用重力流形式，需提升时宜一次提升；
- b) 雨水湿地应设置前置塘对雨水径流进行预处理，进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施；
- c) 雨水湿地应根据汇水面积、蒸发量、渗透量、湿地滞流雨水量等进行水量平衡计算；
- d) 雨水湿地浅沼泽区水深范围宜为 0.1 m~0.4m，深沼泽区水深范围宜在 0.5 m~0.7m。根据水深不同，种植不同类型的水生植物，宜以生命力强、净化能力高、生长量较小的耐冲刷水生植物为主；
- e) 雨水湿地出水池水深宜为 0.8 m~1.5m，出水池容积约为总容积（不含调节容积）的 10%；
- f) 湿塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示措施；
- g) 潜流雨水湿地设计，应符合下列要求：
 - 1) 水平潜流雨水湿地单元的面积宜小于 800 m²，垂直潜流雨水湿地单元面积宜小于 1500m²；
 - 2) 潜流雨水湿地单元的长宽比宜控制在 3:1 以下；
 - 3) 规则潜流雨水湿地单元的长度宜为 20 m~50 m，对于不规则潜流雨水湿地单元，应考虑均匀布水和集水问题；
 - 4) 潜流雨水湿地水深宜为 0.4 m~1.6 m；
 - 5) 潜流雨水湿地水力坡度宜为 0.5 %~1 %；
- h) 表流雨水湿地设计，应符合下列要求：
 - 1) 表流雨水湿地单元长宽比宜控制在 3:1~5:1，当区域受限，长宽比>10:1 时，应计算死水曲线；
 - 2) 表流雨水湿地水深宜为 0.3 m~0.5 m；
 - 3) 表流雨水湿地水力坡度宜小于 0.5%；
- i) 雨水湿地土壤层应为未压实的天然土，在沼泽区宜覆盖 50 mm~150 mm 的土壤过滤层。

4.5.14 生态驳岸

4.5.14.1 生态驳岸适用于一定规模的河湖水体、景观水体、湿塘和雨水湿地等边岸（坡）处。

4.5.14.2 生态驳岸根据材料可分为植物驳岸、木材驳岸、石材驳岸等类型，生态驳岸典型构造见图18。

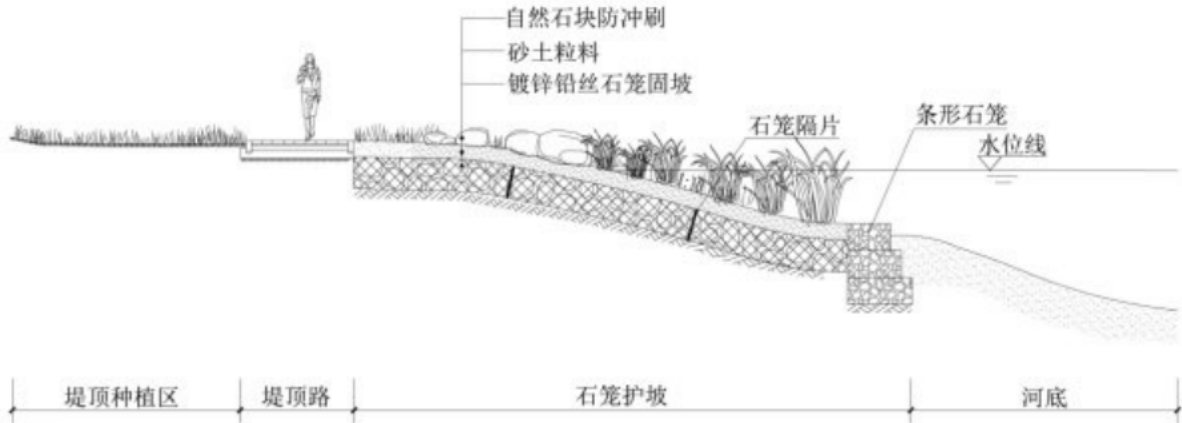


图18 生态驳岸典型构造示意图

4.5.14.3 设计要点及参数应满足以下要求：

- a) 生态驳岸形式选择需考虑河湖尺度、功能、水动力条件、空间位置与占地、地形地质条件、环境影响与景观要求、工期、工程投资、运行条件等因素，应结合工程现状，通过综合方案比选，确定生态驳岸形式；
- b) 生态驳岸应根据水体水位变化选择适宜的耐淹、耐污等能力较强的本土植物；
- c) 生态驳岸设计应遵循满足河湖功能、坡体安全稳定、结构适应耐久、维持生态平衡的原则；
- d) 生态驳岸主体结构应采用石笼、植生混凝土、汀坝、生态袋等自然属性较强的材料；
- e) 顺应城市河湖的自然岸坡断面形态，不宜进行过多的人工干预改变原有河湖岸坡断面形态；
- f) 对于具有防洪要求的河道滨水区，生态驳岸的设计还应符合 GB/T 50805—2012 中 4.1.4、7.3.1、12.1.2 规定。

5 运行维护

5.1 一般规定

5.1.1 低影响开发设施的运行维护包含日常巡查、暴雨期重点巡查、常规定期维护及损坏时应急处置。

5.1.2 雨季来临前，应对各项低影响开发设施进行系统维护，保障使用功能；雨季期间，应定期检查设施运行状况，重点巡查问题、隐患易发部位及区域，及时维护修复。

5.1.3 不同类型低影响开发设施运维应符合下列规定：

- a) 透水铺装、生物滞留设施、渗井、湿塘、渗透塘等渗、滞、蓄类设施运维主要包括积水时间、滞蓄空间、渗透性能、结构完好性、垃圾与淤堵、植物等；
- b) 雨水调蓄池、雨水湿地、景观水体等蓄、净、用类设施运维主要包括设备运行情况、结构完好性、调蓄空间、垃圾与淤堵、进出水水质、植物等内容；
- c) 植草沟、渗管（渠）等排放类设施主要对排水能力、结构功能等进行检查与修复。

5.1.4 低影响开发设施植物的维护工作应符合 CJJ/T 287 规定，并应满足以下要求：

- a) 定期清除杂物、淤积物、冲刷物，对植被及设施表面板结物疏松、清理，及时对雨水冲刷区域进行补种；
- b) 根据需要浇灌设施内植被，如出现持续干旱期、植物枯死情况时，应增加浇灌频次；
- c) 依据景观要求修剪植被，并对枯死植被进行清除、补栽或更换；
- d) 定期清理杂草，去除入侵物种，若植被长期保持合适的密度，可降低杂草处理频次；
- e) 不应使用杀虫剂和除草剂控制植被区的病虫害和杂草。

5.1.5 不应向低影响开发设施内倾倒垃圾、生活污水和工业废水；不应将生活污水、废水接入雨水管网及低影响开发设施。

5.1.6 低影响开发设施运行维护应鼓励公众参与，在典型区域、典型设施显著部位，设置宣传牌，介绍低影响开发设施的名称、作用，鼓励居民积极参与、监督低影响开发设施的运行维护。

5.2 应用场景

5.2.1 建筑与小区

5.2.1.1 定期巡查小区道路雨水口、低影响开发设施雨水溢流口、放空管、建筑屋面雨水斗等排水设施，及时清理，防止树叶、垃圾堵塞，雨季增大排查频次。

5.2.1.2 定期采用高压清洗和吸尘等方式清洁透水铺装，避免孔隙阻塞。

5.2.1.3 定期清洗雨水调蓄池、雨水桶等储存设施，并根据设计排空时间进行放空。

5.2.1.4 雨水回用设施应设置防误接、误用、误饮的措施，并保持明显和完整，严禁擅自移动、涂抹、修改雨水回用管道和用水点的标记；定期检测回用设施内雨水水质。

5.2.1.5 及时清理暴雨后残留在低影响开发设施内的垃圾。

5.2.2 城市道路

5.2.2.1 透水路面维护工作分为日常巡视与检测、清洗保养、小修工程、中修工程、大修工程等。透水路面损坏时，根据损坏程度及时修复。

5.2.2.2 道路红线内外下沉式绿地、生物滞留设施等低影响开发设施维护要点包括：

- a) 及时补种、修剪植物，清除杂草，植物生长季节修剪不少于1次/月；
- b) 设施进水口不能有效汇集路面雨水径流时，应调整局部竖向或进水口位置；
- c) 定期检查清理路牙豁口处拦污框内树叶碎片、垃圾等杂物，根据堵塞情况进行冲洗，必要时更换填料；每次大雨后进行检查；填料更换周期根据堵塞状况不同，2年~3年一次；
- d) 设施调蓄空间因沉积物淤积导致调蓄能力不足时，应及时清理沉积物。

5.2.3 绿地与广场

5.2.3.1 应利用集中绿地建设下沉式绿地、生物滞留设施、雨水湿地、湿塘等低影响开发设施，维护要点包括：

- a) 雨季前、后，应对绿地低影响开发设施及周边雨水口清淤维护；
- b) 应定期清除绿地杂物，加强植物生长管理，对雨水冲刷造成的植物缺失及时补种。溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时及时清理垃圾和沉积物；
- c) 湿塘、雨水湿地等集中调蓄设施，应根据暴雨、干旱、冰冻等情况进行维护及水位调节。

5.2.3.2 绿地低影响开发设施植物的维护要点包括：

- a) 严格控制植物高度、疏密度，保持适宜的根冠比和水分平衡；
- b) 定期修剪生长过快的植物，根据降水情况对植物补充浇灌；
- c) 维护湿塘、湿地内的水生植物，定期清理水面漂浮物和落叶；

- d) 不应使用除草剂、杀虫剂等农药。

5.2.3.3 广场调蓄设施的运行维护要点包括：

- a) 应保持警示牌明显和完整；
- b) 应设置调蓄和晴天两种运行模式，建立预警预报制度，并应确定启动和关闭预警的条件；
- c) 雨天时，启动预警后，应及时疏散人员和车辆，打开雨水进水口阀门；调蓄期间，人员不得进入；预警关闭后，打开出水口阀门，雨水排出广场。雨水排空后，及时清扫和维护广场和进、出水口；
- d) 晴天时，应关闭雨水进水口处阀门，定期维护保养雨水进、出水口。

5.2.4 城市水系

5.2.4.1 定期巡查水体驳岸，修剪维护水生植物。

5.2.4.2 每年宜做一次水体中底栖动物和鱼类群落结构调查。

5.2.4.3 定期检查水体中生态浮岛等原位水质净化设施，包括床体、固定桩的牢固性等。

5.2.4.4 定期对水体水质进行取样检测，水质恶化时，及时采用物理、化学、生化、生态等综合手段治理。

5.3 单项设施

5.3.1 初期弃流设施

5.3.1.1 雨季应定期检测设施完整性，防止漏损。

5.3.1.2 定期清理设施内部及管道垃圾、沉积物。

5.3.1.3 对于有电子监测设备的初期弃流设施（雨量式、电控式等），应定期检修电子监测设备，对于机械类初期弃流设施（弹簧式、浮球式等），应定期检修其构配件（弹簧、浮球等）。

5.3.2 绿色屋顶

5.3.2.1 每次暴雨后应检查基质冲刷、植被生长、屋顶排水及防水层渗漏情况。

5.3.2.2 根据降水、植物生长等状况合理浇灌，严格控制植物高度、疏密度，做好防风措施。

5.3.2.3 定期清除枯枝落叶、垃圾杂物，保证水落口和雨落管无堵塞。

5.3.2.4 定期检测种植土壤。

5.3.2.5 定期检查维护喷灌系统和雨水回收利用系统运行状况。

5.3.2.6 屋面坡度大于 15%的绿色屋顶维护时，应配备防滑用品和安全带作业。

5.3.2.7 绿色屋顶主要维护内容及频次应符合表 4 规定。

表4 绿色屋顶检查维护内容及频次

对象	检查内容	检查频次	维护内容	维护频次
植物	生长状况、密度、病虫害、多样性	建造后 2年内每月1次 以后每年 4次	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	按检查结果确定
种植土	流失、侵蚀、板结	建造后 2年内1年4次 以后 1年2次	疏松土壤、更换填充层、清理垃圾、淤泥	
屋面	雨水渗漏	入渗不畅或渗漏时	更换土工布、排水层及其他设施	
溢流设施或排水通道	溢流设施淤积、排水通畅性、出水水质	暴雨后 24h内	清理溢流设施或排水通道淤积物	

5.3.3 透水铺装

5.3.3.1 透水铺装的运行维护主要包括透水性能维护和病害维修两部分。

5.3.3.2 透水铺装维护除满足本标准要求外, 还应符合 CJJ 36 规定。

5.3.3.3 透水铺装表面不应堆放含融雪剂的积雪, 冬季维护时应及时清除铺装上积雪。

5.3.3.4 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时, 应采取防止颗粒物散落措施; 养护时应及时清除表面存在的粘土类抛洒物。

5.3.3.5 透水铺装主要维护内容及频次应符合表 5 规定。

表5 透水铺装检查维护内容及频次

对象	检查内容	检查频次	维护内容	维护频次
透水面层	路面卫生、杂草	按环卫管理要求	清扫、浇洒、杂草清理	按环卫管理要求
	路面积水	暴雨后 24h内	抽排	按检查结果确定
	渗透性能	每半年 1次	负压真空抽吸、高压水枪冲洗	
结构病害	裂缝、破损、集料脱落、不均匀沉降等	定期巡查	小修、中修或大修	
渗排系统	渗排管出水水量、水质	无固定周期 使用超过 3年后，每年2次以上		

5.3.4 下沉式绿地

5.3.4.1 雨季来临前、后, 应对下沉式绿地内部调蓄空间及进水口、溢流口进行清淤维护。

5.3.4.2 定期检查设施结构完整性, 出现结构破坏时, 应及时修复。

5.3.4.3 下沉式绿地土壤遭受污染时, 应及时清理处置。

5.3.4.4 下沉式绿地主要维护内容及频次应符合表 6 规定。

表6 下沉式绿地检查维护内容及频次

对象	检查内容	检查频次	维护内容	维护频次
植被	植物覆盖率、植物密度 生长状况、病虫害	建成后 2年内1月1次； 以后 1年4次	补种、清除杂草、施 肥、病虫害防治	按植物要求及检查结 果确定
进水、 溢流设 施	淤堵 排水通畅性	建成后 2年内1年4次； 以后 1年2次； 暴雨后 24h内	清除沉积物、垃圾	1年2次； 根据检查结果确定； 暴雨后 24h内；

5.3.5 生物滞留设施

5.3.5.1 暴雨后，及时检查设施运行状况，检查区域包括：入口区和溢流区（侵蚀）、蓄水区（垃圾、沉积物）、出水口（死水现象）。

5.3.5.2 定期修复行人踩踏、车辆碾压造成的植被损害及垃圾、沉积物堆积导致的结构性破坏。

5.3.5.3 设施土壤受污染后，应迅速移除、补土更换。

5.3.5.4 设施积水时间超过 24h，应立即查明原因并修复，可采用渗排管及溢流管清掏、土壤表层深翻（25 cm~30 cm）、种植土置换等方式改善渗排性能。

5.3.5.5 每年补充覆盖层，保证设计要求层厚。

5.3.5.6 生物滞留设施主要维护内容及频次应符合表 7 规定。

表7 生物滞留设施检查维护内容及频次

对象	检查内容	检查频次	维护内容	维护频次
植被	植被生长状况、密度、病虫害、杂草生长、多样性	建成后 2年内 1月 1次 以后 1年 4次	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	按检查结果确定 至少 1年 2次
种植土	板结、流失、侵蚀、污染	1年 4次	疏松土壤、清理沉积物、填土恢复、土壤置换	按检查结果确定
进水和溢流设施	淤堵、冲刷、拦污框破损	建成后 2年内 1年 4次 以后 1年 2次 或大暴雨后 24h内	清理垃圾、淤泥，填补卵石，更换拦污框、疏通溢流口	
蓄水区、边坡	泥沙淤积 坍塌、沉降		杂物及垃圾的清理	
覆盖层	流失	1年 4次	修整覆盖层、更换覆盖层	按检查结果确定 至少 1年 1次
排空时间	>24h	建成后 2年内 1年 4次 以后 1年 2次 或大暴雨后 24h内	渗排管及溢流管清掏 土壤表层深翻（25~30cm） 种植土置换等	按检查结果而定
穿孔管	通畅		清掏、修复、更换	
设施渗透性	渗透系数	1年 1次	更换种植土、土工布或砂滤层	按检查结果确定， 通常在使用 5~10 年后

5.3.6 植草沟

5.3.6.1 定期检查植被覆盖度和修剪植被，植被修剪高度宜符合表 8 规定。

表8 植草沟植物修剪适宜高度

设计草长（mm）	最高草长（mm）	修剪后高度（mm）
50	80	40~50
150	180	120~130

5.3.6.2 雨后检查边坡冲刷、侵蚀情况，及时修复冲刷区域。

5.3.6.3 定期检查沟内淤积、垃圾情况，过水断面减少 20%或影响景观时，应及时清理。

5.3.6.4 植草沟检查维护内容与频次应符合表 9 规定。

表9 植草沟检查维护内容与频次

对象	检查内容	检查频次	维护内容	维护频次
植物	植被生长状况、覆盖度、杂草生长	建成后 2年内1月1次 以后 1年4次	补种、清除杂草、修剪、收割植被，及时浇灌	按检查结果确定 至少 1年2次
进水设施	淤堵、冲刷	建成后 2年内1年4次 以后 1年2次 暴雨后 24h内	清淤	按检查结果确定
内部空间	淤积、排水通畅性、边坡及台坎坍塌、侵蚀、损坏		修复、更换消能及截污设施 清淤，修补坍塌部分，恢复台坎	

5.3.7 渗管（渠）

5.3.7.1 每月应至少清理 1 次设施周边及内部的树叶、垃圾和沉积物。

5.3.7.2 每年应至少清理 1 次预处理设施、溢流设施和渗管（渠）表面油脂、沉积物。

5.3.7.3 设施表面出现低凹或沉降时，应及时修整，增添表层土或碎石层。

5.3.7.4 渗管（渠）排空时间超过 48h 时，应冲洗、清洁管渠，若渗排能力持续减弱，则应系统修复或更换。

5.3.8 渗井

5.3.8.1 定期检查渗井表面及配水设施堵塞情况。

5.3.8.2 每月应至少清理 1 次设施周边及内部的树叶、垃圾和沉积物等。

5.3.8.3 定期检查设施汇水范围内下垫面情况，对油污、泥沙含量较高、重金属等污染区域应采取预处理措施。

5.3.8.4 雨季前、后，适时检查渗井堵塞情况，并记录预处理设施及导流结构的沉积物及设施运行状况。

5.3.8.5 进水系统出现水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施。

5.3.8.6 雨季期间，应加强故障排查并及时清淤，恢复 2/3 处理容积的能力。

5.3.8.7 宜定期监测周边地面、建（构）筑物沉降情况，注意防范坍塌。

5.3.8.8 宜定期监测渗井出水及周边（距离渗井 20m~50m 范围内）地下水水质。

5.3.8.9 兼具径流削减与水质净化功能的渗井，在使用 5 年~10 年后应检测出水水质，如因改良填料解析导致出水水质变差时应及时更换填料。

5.3.9 雨水调蓄池

- 5.3.9.1 雨水调蓄池运行维护应符合 GB 51174—2017 中第 6 章规定。
- 5.3.9.2 试运行期间，降雨事件后应检查调蓄池运行状况。投入运行后，每年检测一次暴雨后运行状况，若出现堵塞、渗漏，应立即修复。
- 5.3.9.3 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。
- 5.3.9.4 每半年对蓄水池进行 1 次清洗和消毒。
- 5.3.9.5 定期检查入口管和溢流管的密闭性，防止蚊虫进入蓄水池系统。
- 5.3.9.6 定期检查调蓄池结构完好性，发现沉降、裂缝、渗漏时应及时修补。
- 5.3.9.7 定期检查维修调蓄池水泵、阀门、监测仪表、水处理设施等设备运转情况。
- 5.3.9.8 应定期检测蓄水池回用水质，蓄水池内储存雨水应根据设计要求进行回用或排空。
- 5.3.9.9 检查干旱期后第一次暴雨事件初期冲刷情况，检验蓄水池系统运行是否正常，如有泥沙等杂物带入，直接进行冲洗排放。
- 5.3.9.10 冬季运维时，应检测地下和池内雨水管、溢流管结冰、堵塞及冻胀状况，检修维护。

5.3.10 渗透塘

- 5.3.10.1 运行前期，在暴雨事件后应检查其运行状况、积水情况。稳定运行后，每年检查一次暴雨后渗透塘渗透状况，若积水超过 24h，应尽快修复阻塞因素（沉积物侵蚀、土壤过度压实等），可对土壤表层深翻（25cm~30cm）或进行换填，改善土壤渗透性。
- 5.3.10.2 雨季前后，及时检查清理前置塘、主塘、进水口、溢流口等部位杂草、垃圾、沉积物等。
- 5.3.10.3 每年至少检查雨水渗透塘 2 次，检查内容主要包括：不均匀沉降、上浮、池壁开裂或腐蚀、泄漏、泥沙淤积和植被生长状况等。
- 5.3.10.4 设施土壤受污染后，应迅速移除、补土更换。
- 5.3.10.5 持续观察渗透塘换填表层及深层土壤，表面出现塌陷、边坡垮塌现象时及时修复。
- 5.3.10.6 雨水渗透塘检查维护内容及频次应符合表 10 规定。

表10 雨水渗透塘检查维护内容及频次

对象	检查内容	检查频次	维护内容	维护频次
植物	覆盖度、生长状况、病虫害	建造后 2年内1月1次 以后 1年4次	补种、清除杂草、施肥	按植物要求及检查结果确定
前置塘	冲蚀、垃圾杂物、积泥深度	大雨前日常巡视 建成后 2年内1年4次 以后 1年2次 大暴雨后 24h内	清理垃圾、淤泥、填土修复	按检查结果确定
边坡	裂缝、沉降、侵蚀、破坏、坍塌		修复	
主塘	坍塌、流失、淤积		清理淤泥、补填、表层翻耕、大修翻建、水力疏通	
进出水及溢流设施	淤堵、冲刷、破坏、排水通畅性		清泥、疏通、修复	
排空时间	>24h	经历 1次超过设计规模降雨后全面检查	清理淤泥、表层翻翻、补填、大修、翻建、水力疏通	
结构渗透性	渗透系数	1年1次	清理沉积物、疏松土壤、更换介质层、排水管修复或更换	
安全防护措施	损坏、缺失	1年4次	修复和完善	

5.3.11 湿塘

- 5.3.11.1 每年对管路检修 1 次~3 次，管道破损时及时更换，根据实际需要清理淤积物。
- 5.3.11.2 定期清理沉水植物，根据挺水植物进行收割，如生长不良，进行补种或更换。
- 5.3.11.3 旱季应按景观及常水位需要，定期补水。
- 5.3.11.4 湿塘的主要维护内容、检查频次应符合表 11 规定。

表11 湿塘检查维护内容与频次

对象	检查内容	检查频次	维护内容	维护频次
植物	覆盖度、生长状况	建成后 2年内每月1次以后每年4次	收割植物、补种、清除杂草	按植物要求及检查结果确定
前置塘	冲蚀、垃圾杂物、积泥深度	暴雨前日常巡视 建成后 2年内1年4次以后1年2次 暴雨后 24h内	清理垃圾、淤泥、填土修复	按检查结果确定
边坡	裂缝、沉降、侵蚀、破坏、坍塌		修复	
主塘	水质、水位、藻类滋生、淤积	适时检查 暴雨后 24h内	水体治理及生态修复、清理淤泥、补填	
进出水及溢流设施	淤堵、冲刷、破坏、排水通畅性	建造后 2年内每年4次 以后每年 2次 暴雨后 24h内	清泥、疏通、修复	
排空时间	>24h	经历 1次超过设计规模降雨后全面检查	清理淤泥、表层翻翻、补填、大修、翻建、水力疏通	
安全防护措施	损坏、缺失	1年4次	进行修复和完善	

5.3.12 雨水湿地

5.3.12.1 应定期检测进出水水质。

5.3.12.2 根据暴雨、干旱、结冰期等极限情况及时调节水位，不得出现湿地进出水端壅水、淹没现象。

5.3.12.3 湿地植物生长季应进行常规修剪、收割，产生的草屑统一收集并在湿地外处理。

5.3.12.4 潜流雨水湿地运行维护时，可采取以下防堵塞措施：

- a) 控制雨水进入湿地系统的悬浮物浓度；
- b) 定期清淤；
- c) 局部更换人工湿地基质填料。

5.3.12.5 雨水湿地主要维护内容、检查频次应符合表 12 规定。

表12 雨水湿地检查维护内容与频次

对象	检查内容	检查频次	维护内容	维护频次
植物	覆盖度、生长状况、外来物种	建造后 2年内每月1次 以后每年 4次	收割植物、补种、清除杂草及外来物种	按植物要求及检查结果确定
边坡	裂缝、沉降、侵蚀、破坏、坍塌	1年2次 暴雨后 24h内	修复	按检查结果确定
沼泽区、表流区	水质、藻类滋生、淤积	水质及补水情况每月 1 次 淤积情况每年 4次 暴雨后 24h内	水体治理及生态修复、清理淤泥、补填	
湿地床填料	堵塞、污染、流失	根据进水水质、水力负荷确定 至少 1年1次	冲洗、更换、补充	
进出水及溢流设施	淤堵、冲刷、破坏	1年4次 暴雨后 24h内	清泥、疏通、修复	
安全防护措施	损坏、缺失	1年4次	进行修复和完善	
水泵、控制阀门及其他设施	运转情况	雨季前 1年1次	维修及保养	按设备需求

5.3.13 生态驳岸

- 5.3.13.1 定期检查堤岸稳固性，护坡、护脚、基础受到冲刷破坏、坍塌时，应及时修复加固。
- 5.3.13.2 定期检查驳岸植物覆盖度、生长情况等，及时浇灌、防治病虫害、补栽或换种。
- 5.3.13.3 定期检查生态驳岸所采用的材料、构件等，及时维护。
- 5.3.13.4 堤岸发生突发性险情时，应立即采取应急抢险措施，并上报相关管理部门。

5.4 安全保障及风险防范

- 5.4.1 低影响开发雨水系统安全保障措施应包括但不限于：
 - a) 下凹深度较大的设施附近应设置围栏、警示牌或安全平台；
 - b) 雨水回用水管外壁应按设计规定涂色或标识，雨水收集及其回用水管不应与市政给水及生活饮用水管道相连接。设有取水口时，应设锁具或专门开启工具，并有明显“雨水”标识。
- 5.4.2 低影响开发雨水系统风险防范措施应包括但不限于：
 - a) 径流污染严重地区应采取弃流、防渗、净化处理等措施防止地下水污染；
 - b) 不应向雨水收集口和低影响开发设施内倾倒垃圾、生活污水和工业废水；
 - c) 渗透塘、湿塘、雨水湿地等大型低影响开发设施应设置警示标识，宜设置预（报）警系统；
 - d) 绿色屋顶、生物滞留设施、渗井、雨水湿地等设施的基质材料不得产生二次污染；
 - e) 雨水渗透设施应结合地质条件、周边建（构）筑物、道路路基等情况设置安全防护距离，不得导致坍塌、地下室漏水及路基破坏；
 - f) 湿陷性、膨胀土等特殊土壤地质地区建设低影响开发设施时，应根据场地实际情况采取工程防护措施。

6 效果评估

低影响开发雨水系统建设效果评估应按GB/T 51345规定执行。

参 考 文 献

- [1] 《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》（住房和城乡建设部，2014年10月）
 - [2] 《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）
-