

SZDB/Z

深圳市标准化指导性技术文件

SZDB/Z 145—2015

低影响开发雨水综合利用技术规范

2015-07-31 发布

2015-09-01 实施

深圳市市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 7

5 低影响开发设计目标及过程 7

6 设计资料 9

7 设计标准 12

8 低影响开发规划 18

9 工程性设施设计 19

10 施工安装 40

11 工程质量管理与验收 47

12 运行管理 49

附录 A（规范性附录） 低影响开发设计流程图 58

附录 B（规范性附录） 低影响开发工程性设施评估表 59

附录 C（规范性附录） 常用材料要求 64

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2009给出的规范起草。

本文件由深圳市水务局提出。

本文件由深圳市水务标准化技术委员会归口。

本文件主要起草单位：深圳市节约用水办公室，中国市政工程中南设计研究总院有限公司，美国Low Impact Development Center。

本文件参与起草单位：深圳市创环环保科技有限公司，深圳市城市规划设计研究院有限公司，深圳市建筑设计研究总院有限公司，北京大学深圳研究生院，深圳市水务规划设计院。

本文件主要起草人：段洪雷，乐茂华，翟艳云，谢益佳，陈瀚，丁年，赵也，戴仲怡，杨凡，李瑞成，王瑞，任心欣，郑文星，王健，秦华鹏，胡同，邓小一。

本文件为首次发布。

引 言

为实现深圳市可持续性发展，探索中国城市未来发展之路，2010年国家住房和城乡建设部与深圳市人民政府签署的《关于共建国家低碳生态示范市合作框架协议》。在该框架协议中明确提出深圳市应创新发展思路，探索符合深圳可持续发展目标的低影响开发（Low Impact Development）雨水综合利用建设新模式，减少城市建设开发活动对自然生态的影响。2011年，市政府决定将光明新区创建为低影响开发雨水综合利用示范区，先行先试，为今后深圳市乃至我国推广低影响开发雨水综合利用奠定基础；与此同时光明新区低冲雨水综合利用示范区也列入住房和城乡建设部主管的国家水专项课题“基于低影响开发模式的城市生态雨水系统研究与示范”的示范区范畴。

深圳市在探索低影响开发模式建设过程中面临着各种困难和挑战。最大的困难和挑战是无先例可循、无具体实施目标、无标准遵循。为了有序、协调、稳步推进深圳市低影响开发建设项目的设计、施工及管理工作，使深圳市低影响开发项目做到技术先进、经济合理、安全可靠，特总结了国内外大量低影响开发及雨水综合利用工程的设计经验与教训，并参考了大量国内外相关的规范、技术标准及研究工作，广泛征求意见，制定了本文件。

低影响开发雨水综合利用技术规范

1 范围

本文件规定了深圳市低影响开发雨水综合利用技术的术语和定义、总则、设计目标和过程、设计资料、设计标准、详细规划、工程性设施设计、施工安装、工程质量管理与验收和运行管理。

本文件适用于深圳市低影响开发及雨水综合利用工程的详细规划、设计、施工、质量管理、验收和维护。

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，仅所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 50015 建筑给水排水设计规范

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB 50400 建筑与小区雨水利用工程技术规范

SZJG 32 再生水、雨水利用水质规范

SZDB/Z 49 雨水利用工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低影响开发 low impact development

通过模拟自然条件，在源头利用一些微型分散式生态处理技术使得区域开发后的水文特性与开发前基本一致，进而保证将土地开发对生态环境造成的影响降到最低。

3.2

雨水收集回用 rain utilization

利用一定的集雨面收集雨水作为水源，经过适宜的处理并达到一定的水质标准后，再通过管道输送或现场使用方式予以利用的全过程。

3.3

下垫面 underlying surface

降雨受水面的总称。包括屋面、地面、水面等。

3.4

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。

3.5

流量径流系数 discharge runoff coefficient

形成洪峰流量的历时内产生的径流量与降雨量之比。

3.6

雨量径流系数 pluviometric runoff coefficient

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

3.7

面源污染 non-point sources pollution

溶解和固体的污染物从非特定地点,在降水或融雪的冲刷作用下,通过径流过程而汇入受纳水体(包括河流、湖泊、水库和海湾等)并引起有机污染、水体富营养化或有毒有害等其他形式的污染。

3.8

初期径流 first flush

一场降雨初期产生的一定厚度的降雨径流。

3.9

特殊污染源地区 special pollution sources district

雨水径流中含有特殊污染物的地区。包括化工厂、制药厂、金属冶炼加工厂、传染病医院等。

3.10

非工程性低影响开发技术 non-structural LID practices

在其他专业设计中融入低影响开发理念,使其既有助于实现低影响开发设计目标,而又不影响其他专业的设计功能的技术措施。包括下沉式绿地、减少不透水面设计等。

3.11

工程性低影响开发设施 structural LID practices

为实现低影响开发设计目标而专门设计建造的人工设施的总称。包括雨水花园、入渗设施、过滤设施、绿色屋顶等。

3.12

在线型低影响开发设施 on-line structural LID practices

低影响开发设施是排水系统的一部分,而非旁路引流。

3.13

离线型低影响开发设施 off-line structural LID practices

雨水从排水管网中由旁路引流到低影响开发设施中。

3.14

雨水滞留 rainwater retention

将雨水存储下来予以入渗、蒸发蒸腾的过程。

3.15

雨水滞流 rainwater detention

将雨水存储下来慢慢排放的过程。

3.16

径流污染控制量 rainwater treatment volume for NPS control

为满足低影响开发面源污染控制目标而需要处理的初期径流量。

3.17

雨水入渗滞留控制量 infiltration & retention volume for runoff volume control

为满足低影响开发径流总量控制目标而需要入渗和滞留的雨水量。

3.18

雨水滞流控制量 rainwater detention volume for peak flow control

为满足低影响开发外排洪峰流量控制目标而需要滞流的雨水量。

3.19

径流污染控制降雨厚度 precipitation depth for NPS control

为满足低影响开发面源污染控制目标而需要控制的净降雨厚度。

3.20

径流污染控制系数 volumetric runoff coefficient for NPS control

径流污染控制量与径流污染控制降雨厚度与总汇水面积乘积之比。

3.21

径流因子 runoff curve number

用于计算一定降雨量下径流总量的数值。径流因子数值范围为0~100，与土壤特性、下垫面类型、下垫面水文状况、地形坡度及降雨前土壤湿度有关。

3.22

汇流时间 time of concentration

汇流时间是汇水面汇流时间和管渠流行时间之和。

3.23

下沉式绿地 Sunken Greenland

低于周边铺砌地面或道路在200 mm以内的绿地

3.24

雨水储存设施 rainwater storage equipment

储存未经过处理的雨水的设施。

3.25

水质预处理设施 pretreatment practices

为满足低影响开发设施进水要求，用于初步处理雨水径流的设施。

3.26

下沉式绿地 sunken greenland

低于周边铺砌地面或道路在200mm以内的绿地。

3.27

雨水花园 raingarden or bioretention

通过土壤的过滤和植物的根部吸附、吸收等作用去除雨水径流中污染物的人工设施。包括简易型和增强型两种类型。

3.28

清淤立管 cleanout pipe

与地下穿孔管连通，用于清除穿孔管内淤积泥沙的立管。通常用于带地下穿孔管的低影响开发设施中。

3.29

孔隙率 void ratio

土壤或砾石等材料中可存水部分体积与总体积之比。

3.30

透水面层 infiltration leveling course

透水铺装最上部的透水层。包括透水砖、透水水泥混凝土和透水沥青混凝土。

3.31

透水垫层 base course

透水铺装中用水存储雨水的级配砾石层。

3.32

保护层 protection layer

绿色屋顶中置于防渗层上，用于防止植物根系刺穿防渗层。

3.33

植被草沟 grassy swale

一种收集雨水、处理雨水径流污染、排水并入渗雨水的植被型草沟。包括简易型和增强型两种类型。

3.34

台坎 berm

植被草沟中用于降低雨水流速并滞留（流）雨水的砾石挡水层。

3.35

入渗设施 infiltration practices

使雨水分散并被渗透到地下的人工设施。包括渗透井管和渗透沟。

3.36

渗透井 infiltration well

雨水通过侧壁和井底进行入渗的设施。

3.37

渗透雨水口 infiltration inlet

具有入渗雨水、截污、集水功能的一体式集水口。

3.38

渗透检查井 infiltration manhole

具有入渗雨水和一定沉沙容积的管道检查维护装置。

3.39

集水渗透检查井 collect-infiltration manhole

具有收集、入渗雨水功能和一定沉沙容积的管道检查维护装置。

3.40

观察孔 observation well

用于观察入渗设施和过滤设施运行状况的巡视装置。

3.41

过滤设施 filtering practices

采用沙、土壤或泥炭等介质过滤雨水达到低影响开发面源污染控制目标的低影响开发设施。

3.42

滞留（流）设施 retention & detention practices

通过滞留或滞流雨水、沉淀等方式达到低影响开发目标的低影响开发设施。

3.43

滞流水位 retention water level

滞留（流）塘和表面流雨水湿地中为满足径流污染控制量和滞流控制量而设置的一种设计水位。

3.44

小口出流 small pipe outlet

滞留（流）塘和表面流雨水湿地中排放蓄存雨水的出流装置。其可以为滞留（流）塘和表面流雨水湿地腾出下一次暴雨的滞留（流）空间。

3.45

前池 forebay

滞留（流）塘和表面流雨水湿地中的沉砂池。

3.46

雨水湿地 constructed wetland

通过沉淀、过滤和湿地植物的生物作用等方式达到设计目标的低影响开发设施。

3.47

深水通道 low marsh

表面流雨水湿地中用于保证旱季水量的深水区。

3.48

过滤设备 LID filter

利用滤网、滤布或介质过滤雨水径流中的泥沙及悬浮物从而实现低影响开发面源污染控制目标的附属设备。

3.49

配水设施 level spreader

使得雨水均匀、缓慢进入低影响开发设施中的设施。包括砾石槽和V型槽配水设施。

3.50

分流设施 flow diversion

在离线型低影响开发设施中用于截流初期径流的设施。

4 总则

- 4.1 实施低影响开发的项目，其规划和设计阶段应包括低影响开发的内容。低影响开发设施应与项目主体工程同时规划、同时设计、同时施工、同时使用。
- 4.2 低影响开发项目的雨水回用水严禁进入生活饮用水给水系统。
- 4.3 低影响开发工程应采取确保人身安全、使用及维护安全的措施。
- 4.4 低影响开发工程设计中，相关的室外总平面设计、园林设计、建筑设计、给水排水设计、道路设计等专业应密切配合，相互协调。
- 4.5 低影响开发工程设计、施工、管理、验收与维护，除执行本文件外，尚应符合现行的相关标准、规范的规定。

5 低影响开发设计目标及过程

5.1 低影响开发目标

- 5.1.1 深圳市采用低影响开发的新建项目，应使得在 2 年一遇 24 小时降雨条件下，其建设区域内开发建设后的雨水径流总量不超过开发建设前。
- 5.1.2 深圳市采用低影响开发的改、扩建项目，根据项目规划用地分类，建设区域内开发建设后年雨量径流系数应不大于表 1 规定的目标。

改扩建项目年雨量径流系数目标

序号	用地类型	用地代码	年雨量径流系数目标
A: 茅洲河流域、珠江口流域、深圳湾流域、观澜河流域、深圳河流域			
1	居住小区	R1, R2, R3	0.40
2	城中村	R4	0.50
3	商业区	C	0.45
4	公共建筑	GIC1, GIC2, GIC3, GIC4, GIC6, GIC7, GIC8	0.45
5	学校	GIC5	0.40
6	工业区	M, W	0.40
7	市政道路	S1	0.60

(续表)

序号	用地类型	用地代码	年雨量径流系数目标
A: 茅洲河流域、珠江口流域、深圳湾流域、观澜河流域、深圳河流域			
8	广场、停车场	S2, S3	0.45
9	公园绿地	G1, G3	0.20
10	非城市建设用地	E	0.15
B: 龙岗河流域、坪山河流域、大鹏湾流域、大亚湾流域			

1	居住小区	R1, R2, R3	0.40
2	城中村	R4	0.50
3	商业区	C	0.40
4	公共建筑	GIC1, GIC2, GIC3, GIC4, GIC6, GIC7, GIC8	0.40
5	学校	GIC5	0.40
6	工业区	M, W	0.40
7	市政道路	S1	0.50
8	广场、停车场	S2, S3	0.40
9	公园绿地	G1, G3	0.15
10	非城市建设用地	E	0.15

5.1.3 采用低影响开发的建设项目应削减项目建设区域内雨水径流中 60%的总悬浮物（TSS）负荷，30%的化学需氧量（COD）负荷和 30%的总磷（TP）负荷。

5.1.4 采用低影响开发的建设项目应满足建设区域内外排雨水设计流量不大于开发前的水平，其设计重现期宜按 2 年计算。

5.1.5 采用低影响开发建设项目的雨水收集回用规模应根据项目的雨水用途、用量、收集范围、水质状况等进行优化设计，确定最优化的雨水收集回用规模。

5.1.6 低影响开发项目的下游接纳水体如果属于下列保护性水体，其低影响开发目标除满足本文件要求外，尚需满足该水体的水质及防洪要求：

- a) 供水水库；
- b) 游泳海滩；
- c) 实施了水环境容量控制的河道；
- d) 其他保护性水体。

5.1.7 有特殊污染源的地区，其低影响开发设计目标应经专题论证。

5.2 低影响开发设计过程

5.2.1 低影响开发设计流程图见附录 A。

5.2.2 理念设计宜明确下列内容：

- a) 了解项目状况；
- b) 准备设计资料；
- c) 确定设计目标。

5.2.3 设计标准宜明确下列内容：

- a) 雨水收集回用量；
- b) 雨水径流污染控制量；
- c) 雨水入渗与滞留控制量；
- d) 雨水滞流控制量。

5.2.4 详细规划宜明确下列内容：

- a) 确定非工程性低影响开发技术；
- b) 确定工程性低影响开发设施。

5.2.5 工程性设施设计宜明确下列内容：

- a) 设施的形式；

- b) 设施的地形、地质适用性;
- c) 设施的径流水质要求及预处理设施;
- d) 设施采用在线型或离线型设计;
- e) 设施的组合形式;
- f) 设施的尺寸设计;
- g) 设施的构造及各构造设计;
- h) 各构造的材料要求;
- i) 设施的巡视及维护设施。

5.2.6 施工及维护说明宜明确下列内容:

- a) 施工的工序要求;
- b) 施工方法要求;
- c) 施工材料要求;
- d) 施工注意事项;
- e) 低影响开发设施的巡视内容及周期;
- f) 低影响开发设施的维护内容及周期。

6 设计资料

6.1 降雨

6.1.1 设计暴雨强度应按式(1)计算。

$$q = \frac{167 \times 9.194 \times (1 + 0.460 \lg T)}{(t + 6.840)^{0.555}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

q —暴雨强度 (L/s.ha);

$T[0.25a, 100a]$ —设计重现期 (a);

$t[1 \text{ min}, 200 \text{ min}]$ —降雨历时 (min)。

6.1.2 应根据建设项目所在位置确定 2 年一遇和 10 年一遇 24 小时设计暴雨。深圳市 2 年一遇和 10 年一遇 24 小时降雨量如下表所示。

深圳市不同雨量站 2 年一遇和 10 年一遇 24 小时降雨量

序号	雨量站	降雨量 (mm)	
		2 年一遇	10 年一遇
1	深圳水库	205.5	310.1
2	赤湾	178.5	287.6
3	石岩水库	166.1	263.4
4	西沥水库	163.1	258.7
5	铁岗水库	167.3	269.5
6	三洲田水库	226.9	359.9
7	清林径水库	173.6	248.1

8	南澳	248.8	407.0
9	罗田水库	155.4	234.5
10	高峰水库	174.7	283.7

6.2 初期雨水径流水质

6.2.1 初期雨水径流水质应以实测资料为准。根据实测资料，可按照下表分类标准，将初期雨水径流水质划分水质等级。

6.2.2 无实测资料时，可根据下垫面类型，按照下表分类标准，将初期雨水径流水质划分水质等级。

初期雨水径流水质等级划分标准

水质等级	下垫面	平均 COD (mg/l)	平均 TSS (mg/l)	平均 TP (mg/l)
A	屋面、其他非城市建设用地、管理好的公园绿地等	< 100	< 100	< 0.2
B	居住小区、公园绿地、管理好的学校、科技园区	100~300	100~400	0.2~0.5
C	公共建筑、商业区、市政道路	400~800	500~1000	0.5~1.0
D	城中村、繁忙的市政道路、工业区、汽车修理厂、废弃回收站、农贸市场等（但不包括特殊污染源地区）。	> 800	> 1000	> 1.0

6.3 土壤及地下水

6.3.1 低影响开发项目应有详细的地质勘察资料，应包括区域滞水层分布、土壤种类及其相应的渗透系数、地下水动态等。

6.3.2 确定建设区域内土壤及地下水资料时，应以雨季地质勘察资料为主，旱季地质勘察资料为辅。

6.3.3 采用地质勘察资料确定土壤特性时，应考虑原有地形与施工场平图的差别。

6.3.4 在无实测资料时，可参照下表确定各种土壤层的渗透系数：

各种土壤层的渗透系数

土壤层	土壤渗透系数 (m/s)
砂土	$> 5.83 \times 10^{-5}$
壤质砂土	$1.70 \times 10^{-5} \sim 5.83 \times 10^{-5}$
砂质壤土	$7.20 \times 10^{-6} \sim 1.70 \times 10^{-5}$
壤土	$3.70 \times 10^{-6} \sim 7.20 \times 10^{-6}$
粉质壤土	$1.90 \times 10^{-6} \sim 3.70 \times 10^{-6}$
砂质黏壤土	$1.20 \times 10^{-6} \sim 1.90 \times 10^{-6}$
粘壤土	$6.35 \times 10^{-7} \sim 1.20 \times 10^{-6}$
粉质粘壤土	$4.23 \times 10^{-7} \sim 6.35 \times 10^{-7}$
砂质粘土	$3.53 \times 10^{-7} \sim 4.23 \times 10^{-7}$
粉质粘土	$1.41 \times 10^{-7} \sim 3.53 \times 10^{-7}$
粘土	$3.00 \times 10^{-8} \sim 1.41 \times 10^{-7}$

6.3.5 在确定了土壤层分布、土壤渗透系数、地下水位等资料后,应根据下表要求将土壤进行分为 A, B, C 和 D 四类。

土壤渗透能力分类准则

当不透水层深度 $\leq 1.0\text{m}$				
特性	A	B	C	D
土壤渗透系数 (m/s)	$\geq 4 \times 10^{-5}$	$[1 \times 10^{-5}, 4 \times 10^{-5})$	$[1 \times 10^{-6}, 1 \times 10^{-5})$	$\leq 1 \times 10^{-6}$
	且	且	且	或
不透水层深度(m)	0.5~1.0	0.5~1.0	0.5~1.0	< 0.5
	且	且	且	或
地下水埋深 (m)	0.6~1.0	0.6~1.0	0.6~1.0	< 0.6
当不透水层深度 $> 1.0\text{m}$				
特性	A	B	C	D
土壤渗透系数 (m/s)	$\geq 1 \times 10^{-5}$	$[4 \times 10^{-6}, 1 \times 10^{-5})$	$[4 \times 10^{-7}, 4 \times 10^{-6})$	$\leq 4 \times 10^{-7}$
	且	且	且	且
地下水埋深 (m)	> 1.0	> 1.0	> 1.0	< 1.0

6.3.6 在无实测资料时,可参照下表确定各种土壤层类别:

土壤层分类表

土壤层	土壤分类
砂土	A
壤质砂土	A
砂质壤土	A
壤土	B
粉质壤土	B
砂质黏壤土	C
粘壤土	C
粉质粘壤土	D
砂质粘土	D
粉质粘土	D
粘土	D

6.4 雨水收集回用

6.4.1 雨水收集回用的用途应按 SZJG 32-2010 和 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。

6.4.2 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。

6.4.3 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。

6.4.4 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。

各类建筑物冲厕用水占日用水定额百分比

单位为%

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

- 6.4.5 器具给水定额流量按 GB 50015-2003 中的有关规定执行。
- 6.4.6 雨水收集回用雨水水质应根据用途满足 SZJG 32-2010 的要求，当雨水同时用于多种用途时，其水质应按最高水质标准确定。

7 设计标准

7.1 一般规定

- 7.1.1 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_{pq} ，雨水入渗滞留控制量 V_R 和雨水滞流控制量 V_D 。
- 7.1.2 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。

7.2 雨水收集回用量

- 7.2.1 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加工工艺使其达到相应的水质标准后才可回用。
- 7.2.2 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。
- 7.2.3 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：

- a) 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，如公式（2）所示：

$$V_U = Q_u \times T_u / 0.9 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

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

- b) 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，如公式（3）所示：

$$V_U = 10H_u R_v F_u \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- V_U —雨水收集回用量（ m^3 ）；

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：

雨量径流系数

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

7.3 径流污染控制量

7.3.1 径流污染控制量应采用公式（4）计算：

$$V_{wQ} = 10H_w R_w F \dots\dots\dots (4)$$

$$R_w = 0.05 + 0.009I$$

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（%）。

7.3.2 径流污染控制降雨厚度宜按照下表确定：

径流污染控制降雨厚度

单位为mm

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

7.3.3 汇流时间的计算，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式（5）计算：

$$t_c = t_{1c} + t_{2c} \dots\dots\dots (5)$$

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。

7.3.4 汇水面汇流时间宜采用公式（6）计算：

$$t_{1c} = \frac{5.473(nL)^{0.8}}{P_2^{0.5} s^{0.4}} \dots\dots\dots (6)$$

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。

汇水面糙率

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

7.4 雨水入渗与滞留控制量

7.4.1 新建项目的雨水入渗与滞留控制量应采用公式（7）计算：

$$V_R = V_{post} - V_{pre} - V_u \dots\dots\dots (7)$$

式中：

V_R —雨水入渗与滞留控制量（ m^3 ）；

V_{pre} —项目建设区域内开发前 2 年一遇 24 小时降雨条件下雨水径流总量（ m^3 ）；

V_{post} —项目建设区域内开发后 2 年一遇 24 小时降雨条件下雨水径流总量（ m^3 ）；

V_u —雨水收集回用量（ m^3 ）。

7.4.2 改扩建项目的雨水入渗与滞留控制量应采用公式（8）计算：

$$V_R = 10F(H_{R1} - H_{R2}) - V_u \dots\dots\dots (8)$$

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：

年雨量径流系数与雨水控制厚度关系

单位为mm

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

7.4.3 项目建设区域内开发前后雨水径流总量宜采用公式（9~11）计算：

$$V_{pre,post} = 10F \frac{(P_2 - I_a)^2}{(P_2 - I_a) + S} \dots\dots\dots (9)$$

$$I_a = 0.2S \dots\dots\dots (10)$$

$$S = 25400 / CN - 254 \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$V_{pre,post}$ — 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。

7.4.4 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:

径流因子

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。					

7.5 雨水滞流控制量

7.5.1 当集水区内无滞留 (流) 设施时, 外排洪峰流量应按式 (12) 计算:

$$Q = \varphi q F \dots\dots\dots (12)$$

式中:

Q —外排洪峰流量 (L/s);

φ —流量径流系数;

q —设计降雨强度[L/ (s.ha.)];

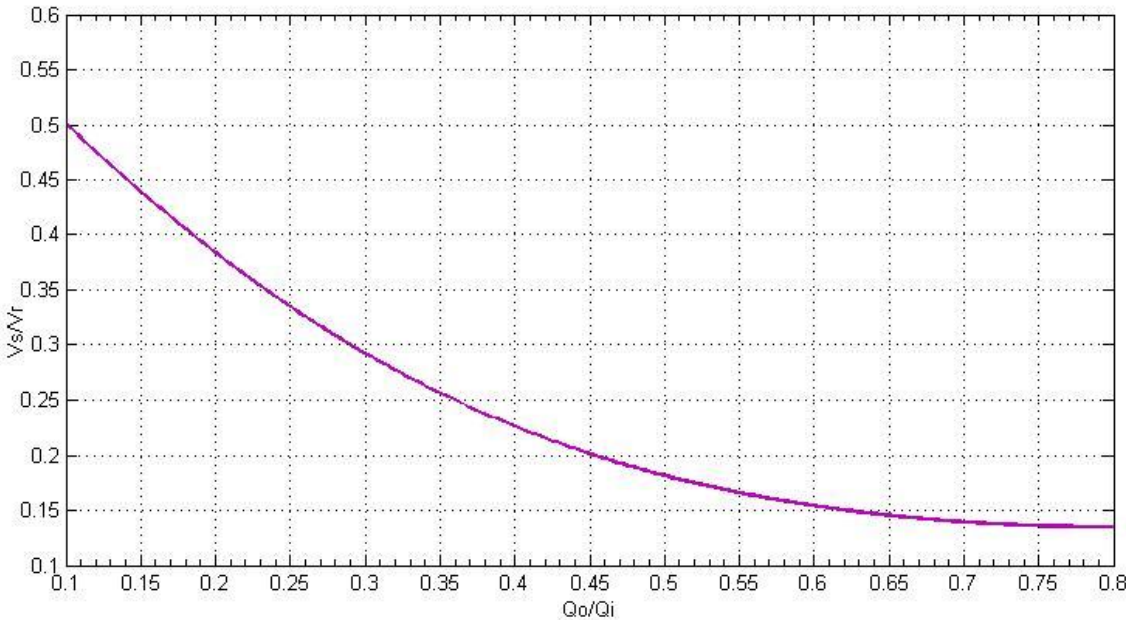
F —汇水面积 (ha.)。

流量径流系数 φ 宜按下表采用:

流量径流系数

下垫面种类	流量径流系数
硬屋面	1.0
绿化屋面	0.4
混凝土和沥青广场、路面	0.9
块石等铺砌路面	0.7
干砌砖、石及碎石路面	0.5
非铺砌的土路面	0.4
绿地	0.25
水面	1.0
地下室覆土绿地 (覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$)	0.25
地下室覆土绿地 (覆土厚度 $< 500\text{mm}$)	0.4

7.5.2 当集水区内有滞留 (流) 设施时, 外排洪峰流量可按下图计算:



深圳市滞留 (流) 量与外排洪峰流量关系曲线

图中:

V_s —汇水区中雨水滞留 (流) 总量 (m^3);

V_r —没有滞留 (流) 设施时建设项目区域内雨水径流总量 (m^3);

Q_i —没有滞留（流）设施时建设项目区域外排雨水洪峰流量（ m^3/s ）；

Q_o —有滞留（流）设施时建设项目区域外排雨水洪峰流量（ m^3/s ）。

7.5.3 低影响开发滞流控制量可根据以下步骤确定：

- 1) 计算未采用低影响开发时建设后雨水径流总量 V_r ；
- 2) 计算建设前的外排洪峰流量 Q_o 和未采用低影响开发时建设后外排洪峰流量 Q_i ；
- 3) 根据 Q_o/Q_i 值由图 1 计算出 V_s ；
- 4) 根据下式（13）计算滞流控制量：

$$V_D = V_s - V_{wQ} - V_U - V_R \dots\dots\dots (13)$$

8 低影响开发规划

8.1 非工程性技术规划

8.1.1 非工程性低影响开发技术规划应力求实现：

- a) 建设项目区域范围内综合径流因子最小；
- b) 在满足防洪排涝条件下汇流时间最长；
- c) 雨水滞留（流）量最大；
- d) 面源污染负荷产生量最小。

8.1.2 为实现建设项目区域范围内综合径流因子最小，宜采用下列非工程性低影响技术：

- a) 减少不透水面面积；
- b) 隔断不透水面；
- c) 改良土壤；
- d) 绿化提升。

8.1.3 宜利用地下建筑顶面覆土层实现雨水渗透。

8.1.4 为延长雨水汇流时间，宜采用下列非工程性低影响技术：

- a) 减缓透水面坡度；
- b) 采用草沟排水。

8.1.5 宜采用下沉式绿地滞留和入渗雨水，路面宜高于下沉式绿地 100~150mm，并确保雨水顺畅流入下沉式绿地。

8.1.6 当采用下沉式绿地时，雨水口宜设在绿地内，其顶面标高宜低于路面 30~50mm。

8.1.7 宜利用建设项目区域内的水体滞留（流）雨水。水体应设计常水位和溢流水位。

8.1.8 雨水在进入下沉式绿地或水体前，应采用工程性设施处理初期雨水径流。

8.2 工程性设施规划

8.2.1 低影响开发工程性设施可从下列 10 类中选择：

- c) 雨水收集回用；
- d) 雨水花园；

- e) 透水铺装;
- f) 绿色屋顶;
- g) 植被草沟;
- h) 入渗设施;
- i) 过滤设施;
- j) 滞留(流)设施;
- k) 雨水湿地;
- l) 附属设备及设施。

8.2.2 工程性低影响开发设施规划应综合评估下列因素, 评估表见附录 B:

- a) 设计目标;
- b) 集水区特性;
- c) 地形地质条件;
- d) 经济性及公众接受度。

9 工程性设施设计

9.1 雨水收集回用设施

9.1.1 雨水收集回用设施宜收集屋面雨水、绿地雨水及 A、B 水质等级雨水。

9.1.2 雨水收集回用设施宜包括以下四个部分:

- a) 雨水收集;
- b) 雨水储存;
- c) 水质处理;
- d) 雨水回用。

9.1.3 雨水收集范围应按照本文件第 7.2.2, 9.1.1 条要求确定。

9.1.4 雨水收集应采用重力流收集。

9.1.5 雨水宜采用雨水花园、过滤设施或设备类设施预处理后收集, 不宜将初期雨水弃流到污水管中, 单个水质预处理设施的服务范围不宜大于 0.5ha。

9.1.6 雨水储存设施可采用雨水罐和蓄水池两种形式。

9.1.7 雨水储存设施应设有溢流排水措施, 溢流排水措施宜采用重力溢流。溢流排水能力应大于进水设计流量。

9.1.8 蓄水池宜设置在室外地下或者地下室中。室外地下蓄水池人孔或检查口应设置双层井盖以防止人员落入水中。

9.1.9 蓄水池应设检查口或人孔, 池底宜设集泥坑和吸水坑。当蓄水池分格时, 每格都应设检查口和集泥坑。池底应设不小于 5% 的坡度坡向集泥坑。

9.1.10 雨水处理工艺应根据收集雨水的水量、水质以及雨水回用的水质要求等因素, 经经济技术比较后确定。

9.1.11 雨水处理工艺可采用物理法、化学法或多种工艺组合, 用户对水质有较高的要求时, 应增加相应的深度处理措施。

9.1.12 回用雨水宜消毒, 可按下列要求选取消毒剂:

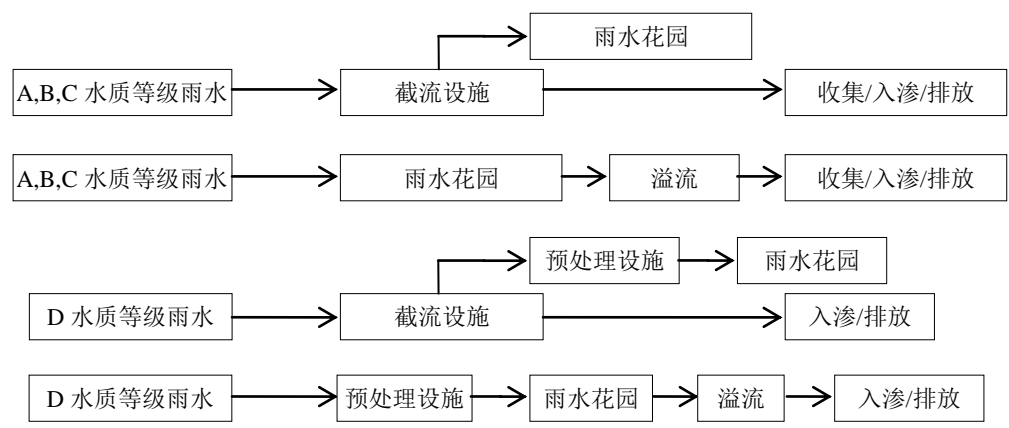
- a) 雨水用于循环冷却水补水时, 不宜采用氯消毒;
- b) 雨水处理规模不大于 $100\text{m}^3/\text{d}$ 时, 可采用氯片作为消毒剂;
- c) 雨水处理规模大于 $100\text{m}^3/\text{d}$ 时, 可采用次氯酸钠或者其它氯消毒剂消毒。

9.1.13 雨水处理站可按照 GB 50400-2006《建筑与小区雨水利用工程技术规范》中 8.3 节规定设计。

- 9.1.14 当雨水回用系统设有清水池时，其有效容积应根据产水曲线、供水曲线确定，并应满足消毒的接触时间要求。在缺乏资料的情况下，可按最高日设计用水量的 25%~35% 计算。
- 9.1.15 当同时设有雨水回用和中水的合用系统时，原水不宜混合，出水可在清水池混合。当采用中水清水池接纳处理后的雨水时，中水清水池应有容纳雨水的容积。
- 9.1.16 雨水回用应按照 GB 50400-2006 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》中 7.3 节规定设计。

9.2 雨水花园

- 9.2.1 雨水花园可采用简易型和增强型两种形式，两种形式结构见附录 D.1。
- 9.2.2 单个雨水花园的集水面积不宜大于 0.5ha。
- 9.2.3 简易型雨水花园底部土壤渗透系数应大于 $4 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ；地下水位及不透水层深度应大于 1.20m；增强型雨水花园底部地下水位及不透水层深度应大于 0.70m。
- 9.2.4 雨水花园可设置成在线型或者离线型，根据雨水径流水质及雨水走向可按下图选择相应的组合形式：



各径流水质雨水走向图

- 9.2.5 雨水花园预处理设施可采用沉沙设施、过滤设施或者附属设备。
- 9.2.6 雨水花园宜包括下列构造：
- a) 进水设施；
 - b) 存水区；
 - c) 覆盖层；
 - d) 土壤层；
 - e) 种植物；
 - f) 沙滤层；
 - g) 地下排水层；
 - h) 溢流设施。
- 9.2.7 雨水花园应设置配水设施，使得雨水能顺畅、均匀地流入雨水花园，不会对土壤造成冲蚀。
- 9.2.8 雨水花园最大存水深度宜设置为 10~30cm；雨水花园存水区四周宜设置大于 2:1 (H:V) 的边坡。
- 9.2.9 雨水花园应设置 5~10cm 覆盖层，覆盖层宜采用枯树皮和树叶。
- 9.2.10 雨水花园的面积应按照公式 (14) 和 (15) 计算：
- a) 简易型

$$A_f = \frac{V_{wQ} \times d_f}{i \times (h_f + d_f) \times t_f \times 3600} \dots\dots\dots (14)$$

b) 增强型

$$A_f = \frac{V_{wQ} \times d_f}{k \times (h_f + d_f) \times t_f \times 3600} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

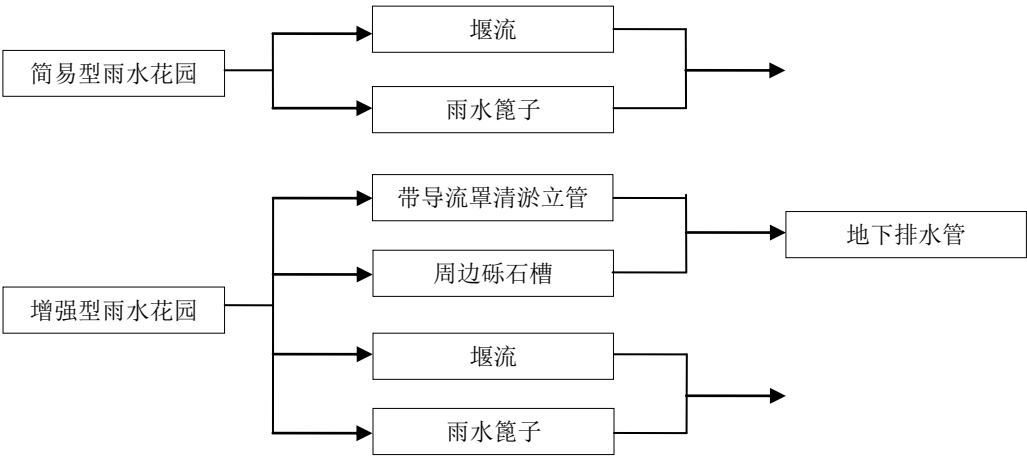
- A_f —雨水花园面积 (m²);
- V_{wQ} —雨水花园径流污染控制量 (m³);
- d_f —种植土壤层厚度 (m);
- i —雨水花园底层土壤渗透系数 (m/s);
- k —雨水花园内配置土壤渗透系数 (m/s);
- h_f —雨水花园平均存水深度 (m) = 0.5m*最大存水深度;
- t_f —雨水花园雨水排空时间 (hr), 宜按 36 小时设计。

- 9.2.11 雨水花园中应采用本地种植物, 其耐淹或挺生时间应大于 36 小时。
- 9.2.12 雨水花园中种植物的布置宜与景观专业配合设计; 乔木应种植在雨水花园周边, 不能种植在进水口处。
- 9.2.13 雨水花园的土壤层厚度宜为 40~80cm 的配置土壤, 配置土壤应满足下表要求。

雨水花园配置土壤特性

参数	要求
渗透系数 (m/s)	$3 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$
pH	5.5~6.5
有机质含量 (%)	3.0~5.0
粘土 (%)	< 10
粉质土 (%)	30~55
沙质土 (%)	35~60

- 9.2.14 配置土壤不应含有杂草等植物种子、砾石、混凝土块、砖块等杂物。
- 9.2.15 雨水径流水质为 C、D 等级时, 土壤层下面宜设置 15~30cm 沙滤层。雨水径流水质为 A、B 等级时, 可用 5~10cm 豆砾石层代替沙滤层。沙和砾石的要求应符合附录 C.1, C.3 要求。
- 9.2.16 增强型雨水花园应设置地下排水层, 地下排水层宜按照以下要求设计:
 - c) 宽度方向每 3m 设置一根穿孔管, 管径不小于 150mm, 排水能力不应小于雨水花园的最大入渗能力;
 - d) 穿孔管的设置应满足附录 C.4 要求;
 - e) 穿孔管外包砾石, 砾石应满足附录 C.2 要求;
 - f) 每根穿孔管宜设置一根清淤立管, 清淤立管管径宜为 100~150mm。
- 9.2.17 砾石层应采用透水土工布包覆, 土工布应满足附录 C.5 要求。
- 9.2.18 雨水花园可选择下列溢流形式:



雨水花园雨水溢流形式图

- 9.2.19 雨水花园溢流口设置应保证其最大存水深度。
- 9.2.20 雨水花园溢流排水能力应不小于设计进水流量。

9.3 透水铺装

- 9.3.1 根据透水面层的不同，透水铺装可分为透水砖、透水水泥混凝土和透水沥青混凝土三种形式。
- 9.3.2 透水铺装宜用于非机动车道、停车场及轻交通路面。
- 9.3.3 道路公交站台、路口等易积水点宜采用透水铺装。
- 9.3.4 地下水位或不透水层埋深小于 1.0m 时不宜采用透水铺装。
- 9.3.5 透水铺装坡度不宜大于 2.0%。当透水铺装坡度大于 2.0% 时，沿长度方向应设置隔断层，隔断层顶端宜设置在透水面层下 2~3cm，隔断层可采用大于 16mm 的 HDPE 或 PVC 防渗膜或者混凝土。最大隔断长度应采用式（16）计算：

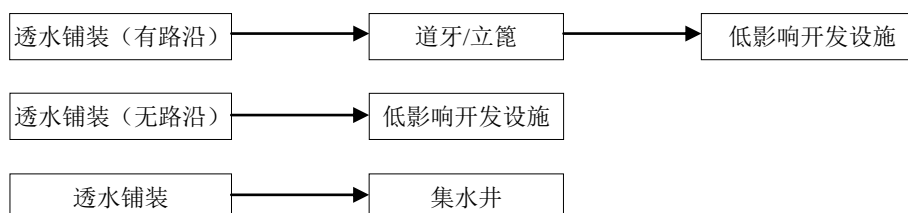
$$L_{p\max} = \frac{D_p}{1.5 \times S_p} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

- $L_{p\max}$ — 透水铺装最大隔断距离（m）；
- D_p — 透水垫层厚度（m）；
- S_p — 透水铺装坡度。

- 9.3.6 雨水径流水质等级为 D 级时不宜采用透水铺装。
- 9.3.7 周边的客水不宜引导到透水面层上入渗。净化后的雨水可引导到透水垫层储存、入渗。
- 9.3.8 透水铺装应至少包括透水面层、透水找平层和透水垫层。
- 9.3.9 透水铺装基层土壤应按道路专业设计要求进行处理。
- 9.3.10 透水垫层厚度不宜小于 150mm，孔隙率不应小于 30%，透水垫层厚度应根据蓄存水量要求及蓄存雨水排空时间确定。
- 9.3.11 透水垫层应采用连续级配砂砾料、单级配砾石等透水性材料。单级配砾石垫层的粒径宜为 5~10mm，连续级配砂砾料垫层的粒径宜为 5~40mm。
- 9.3.12 当透水铺装基层土壤不允许土壤入渗或基层土壤为 D 型土壤时，透水垫层可按如下要求设置：

- a) 透水垫层下面设置 150mm 沙滤层, 沙应满足附录 C.1 要求;
 - b) 在沙滤层与透水垫层之间设置透水土工布层, 土工布应满足附录 C.5 要求;
 - c) 沙滤层下面沿道路横向设置穿孔管, 穿孔管可按下列要求设置:
 - 1) 穿孔管管径宜为 100~150mm, 钻孔应满足附录 C.4 要求;
 - 2) 穿孔管沿透水铺装横向坡度应大于 1.0%;
 - 3) 穿孔管周边采用砾石槽包裹, 砾石采用与透水垫层相同的材料, 砾石槽断面尺寸宜采用梯形断面, 梯形上层宽度宜为 0.5m, 下底宽为 0.2m, 高为 0.2m。穿孔管上下各设置 5cm 砾石层。
 - 4) 穿孔管可接检查井排放或渗透井入渗。
- 9.3.13 当透水铺装基层土壤不允许土壤入渗, 沙滤层与基层土壤间应设置防渗层。
- 9.3.14 透水找平层渗透系数应大于 $5 \times 10^{-4} \text{m/s}$, 厚度宜为 20~50mm。找平层宜采用粗砂、细石、透水混凝土等材料。
- 9.3.15 透水砖应满足下列要求:
- a) 渗透系数大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$;
 - b) 孔隙率大于 20%;
 - c) 抗压强度大于 35MPa, 抗折强度大于 3.2MPa。
- 9.3.16 透水水泥混凝土应满足下列要求:
- a) 采用高强度等级的矿渣硅酸盐水泥;
 - b) 停车场水泥混凝土厚度宜为 100~150mm, 道路水泥混凝土厚度宜为 150~300mm;
 - c) 孔隙率为 15%~21%。
- 9.3.17 透水沥青混凝土应满足下列要求:
- a) 停车场沥青混凝土厚度宜为 50~100mm, 道路沥青混凝土厚度宜为 100~150mm;
 - b) 孔隙率大于 16%。
- 9.3.18 透水铺装应设置溢流设施, 溢流设施宜采用如下形式:



透水铺装溢流设施

- 9.3.19 透水铺装外排洪峰流量可按照下列方法计算:

- a) 计算有效雨水存储量应按式 (17) 计算:

$$V_p = 0.5 \times (D_p \times \theta_p + D_c \times \theta_c) \times L_{p\max} \times W_p \dots\dots\dots (17)$$

式中:

- V_p — 透水铺装有效雨水存储量 (m^3);
- D_p, D_c — 分别是透水垫层和透水面层厚度 (m);
- θ_p, θ_c — 分别是透水垫层和透水面层孔隙率;
- $L_{p\max}$ — 透水铺装隔断长度 (m);
- W_p — 透水铺装宽度 (m)。

- b) 按本文件 7.5 节要求计算设计条件下外排洪峰流量。

9.4 绿色屋顶

9.4.1 绿色屋顶宜包括下列构造:

- a) 防渗层;
- b) 保护层;
- c) 排水层;
- d) 透水土工布层;
- e) 种植土壤层;
- f) 种植物层。

9.4.2 屋顶坡度宜大于 2% (1°), 小于 15% (8°)。

9.4.3 绿色屋顶的总负荷宜为 60~150kg/m²。

9.4.4 绿色屋顶防渗层可按下列要求设置:

- a) 可采用玻璃纤维、PVC、HDPE、EPDM 等防渗材料;
- b) 防渗层厚度宜大于 60mm。

9.4.5 当植物根系有可能刺穿防渗层时, 应设置保护层, 保护层可按下列要求设置:

- a) 保护层可采用热塑塑料或者其他满足要求的保护膜;
- b) 保护层厚度宜大于 30mm。

9.4.6 绿色屋顶排水层可按下列要求设置:

- a) 排水层可采用成品输水板、砾石、陶粒或其他满足要求材料;
- b) 满足承重要求;
- c) 排水层厚度大于 30mm;
- d) 最大排水能力大于 4L/(m.s)。

9.4.7 绿色屋顶土工布应采用非编织土工布, 并应满足下列要求:

- a) 刺穿强度大于 10kg;
- b) 渗透系数大于 1×10^{-4} m/s;
- c) 种植土壤通过土工布比例不超过 7%。

9.4.8 绿色屋顶土壤层应符合下列要求:

- a) 土壤层厚度应按照种植物要求确定, 其适宜厚度为 100~250mm;
- b) 田间持水点时湿度大于 10%;
- c) 粘土含量小于 1%;
- d) 最大孔隙率大于 25%;
- e) 渗透系数大于 1×10^{-5} m/s, 小于 1×10^{-4} m/s;
- f) pH 值宜为 5.5~7.9 之间。

9.4.9 当有平台雨水直接溅落到绿色屋顶时, 应采取措施防止冲蚀种植土壤。

9.4.10 绿色屋顶宜选择耐旱又耐淹的草皮、地衣、草本植物。

9.4.11 绿色屋顶应设置溢流设施, 溢流设施可采用导流罩或鹅卵石 (砾石) 槽。

9.4.12 绿色屋顶宜采用滴灌或微喷灌系统。

9.4.13 绿色屋顶应设置消防措施。

9.5 植被草沟

9.5.1 植被草沟可分为简易型和增强型两种形式, 两种形式结构见附录 D.2。

9.5.2 植被草沟不应建造在下列场所：

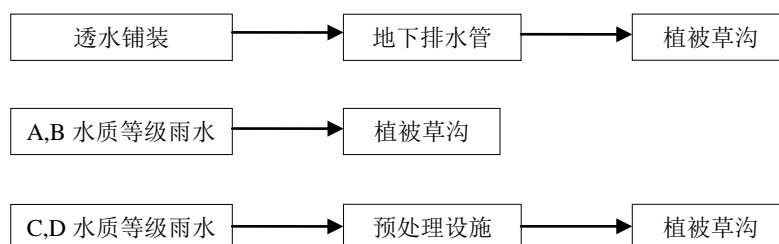
- a) 容易发生坍塌、滑坡灾害的危险场所
- b) 自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐等特殊土壤地质场所

9.5.3 简易型植被草沟地下水位及不透水层埋深应大于 0.60m。增强型植被草沟地下水位及不透水层埋深应大于 1.20m，土壤渗透系数应为 $4 \times 10^{-6} \text{m/s} \sim 1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 。

9.5.4 简易型植被草沟坡度宜为 1%~5%，增强型植被草沟坡度宜小于 2%。

9.5.5 植被草沟汇水面积不宜超过 2ha。

9.5.6 植被草沟宜设置为在线型，可采用下图所示组合形式：



植被草沟组合形式

9.5.7 植被草沟的预处理设施宜采用沉砂设施、雨水花园、过滤设施或附属设备。

9.5.8 下列情况时，宜采用配水设施：

- a) 雨水径流通过管道进入植被草沟；
- b) 雨水进入植被草沟时跌水超过 15cm；
- c) 植被草沟穿过道路，采用管道连接时。

9.5.9 植被草沟断面设计应满足下列要求：

- a) 采用抛物线或梯形形状；
- b) 末端深度不宜超过 40cm，平均深度不宜超过 30cm；
- c) 底部宽度宜为 0.50~2.50m，底部宽与最大深度之比宜小于 12；
- d) 梯形断面边坡应大于 2:1 (H:V)。

9.5.10 植被草沟断面宜按下列要求确定：

- a) 简易型植被草沟应满足 2 年一遇设计降雨排水要求，设计流量计算见公式 (18)：

$$Q = \frac{A_g \times r^{\frac{2}{3}} \times S_g^{\frac{1}{2}}}{n} \dots\dots\dots (18)$$

其中：Q—设计流量 (m³/s)；

A_g —断面面积 (m²)；

$$\text{抛物线断面：} A_g = \frac{2}{3} d \times B$$

$$\text{梯形断面：} A_g = B \times d + z \times d^2$$

z —梯形断面边坡 (H:V)；

r —水力半径 (m)；

$$\text{抛物线断面：} r = \frac{2d \times B^2}{3B^2 + 8d^2}$$

$$\text{梯形断面: } r = \frac{B + z \times d}{z + \sqrt{1 + z^2}}$$

s_g — 植被草沟坡度;

n — 曼宁系数;

d — 断面最大深度, 通常为 20-40cm;

B — 梯形断面底面宽度。

曼宁系数宜按下表选择:

植被草沟中曼宁系数 n 取值

	最小值	平均值	最大值
A: 直线植被草沟			
1 较短种植物 (<10cm), 很少杂草	0.022	0.027	0.033
2 较短种植物 (<10cm), 较多杂草	0.026	0.030	0.033
B: 非直线植被草沟			
1 较长的种植物 (> 10cm), 很少杂草	0.026	0.032	0.040
1 较长的种植物 (> 10cm), 较多杂草	0.030	0.035	0.045

b) 增强型植被草沟应满足:

- 1) 雨水排空时间小于 24 小时;
- 2) 满足 2 年一遇设计降雨排水要求;
- 3) 满足雨水径流总量控制要求。

c) 根据雨水排空时间确定草沟最大深度, 断面最大深度计算见公式 (19):

$$d = k_g \times t_g \dots\dots\dots (19)$$

其中:

d — 断面最大深度, 通常为 20~40cm;

k_g — 表层土壤渗透系数 (m/s);

t_g — 雨水排空时间小于 24×3600 (s)。

d) 根据径流总量控制要求确定断面尺寸, 植被草沟雨水滞留入渗控制量计算简公式 (20):

$$V_R = A_{ave} \times L_g \dots\dots\dots (20)$$

其中:

V_R — 植被草沟雨水滞留入渗控制量 (m^3);

A_{ave} — 最大平均存水断面面积 (m^2) = $\alpha \cdot A_g$;

L_g — 植被草沟长度 (m);

α — 断面存水系数, 可按下表取值:

增强型植被草沟断面存水系数取值表

草沟坡度	设置台坎	未设置台坎
< 0.5%	0.90	0.70
0.5%-1.0%	0.85	0.65
1.0%-1.5%	0.80	0.60
1.5%-2.0%	0.75	0.55

9.5.11 增强型植被草沟蓄水层设置应满足下列要求:

- 上层土壤层厚度宜为 20~40cm, 渗透系数应大于 $5 \times 10^{-5} \text{m/s}$, 小于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$;
- 蓄水层孔隙率不小于 30%, 可采用级配砾石层、穿孔管;
- 蓄水层厚度宜为 30~50cm;
- 蓄水层与土壤层之间应设置透水土工布, 土工布应满足附录 C.5 要求。

9.5.12 蓄水层不应应对构筑物、道路、管道等基础产生影响。

9.5.13 在 2 年一遇设计暴雨条件下植被草沟中最大流速应不超过下表要求:

植被草沟最大流速要求

土质	最大流速要求 (m/s)		
	植被高度	植被状况一般	植被状况好
粉质土、砂质土、壤土	5~15cm	0.6	0.9
	15~30cm	0.7	1.0
粉质粘土、砂质粘土	5~15cm	0.9	1.2
	15~30cm	1.1	1.3
粘土	5~15cm	1.2	1.5
	15~30cm	1.4	1.7

9.5.14 当简易型植被草沟坡度大于 3%, 增强型植被草沟坡度大于 1%时, 宜设置雨水台坎。雨水台坎的设置宜满足下列要求:

- 采用级配为 150~200mm 块石, 块石级配良好, 干净;
- 台坎顶面高度低于植被草沟顶部 10cm;
- 台坎设置宽度满足其不会被雨水冲开;
- 台坎设置间距按式 (21) 进行计算:

$$L_{g \max} = \frac{d}{1.5s_g} \dots\dots\dots (21)$$

式中:

$L_{g \max}$ — 台坎设置间距 (m);

s_g — 植被草沟坡度;

d — 断面最大深度 (m)。

9.5.15 简易型植被草沟宜种植草皮、地衣等较矮的种植物; 增强型植被草沟宜种植草本花卉、草皮等。种植物的耐淹时间应大于 24 小时, 不应在植被草沟中种植乔木及较大灌木。

9.5.16 植被草沟应设置溢流设施, 溢流口宜设置在植被草沟最高蓄水位下 3~5cm 处。

9.6 入渗设施

- 9.6.1 入渗设施可采用渗透井管和渗透沟两种形式。
- 9.6.2 入渗设施不应建造在下列场所：
- a) 容易发生坍塌、滑坡灾害的危险场所
 - b) 自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐等特殊土壤地质场所
- 9.6.3 入渗设施不应对其他构筑物、道路、管道等基础产生影响。入渗设施与构筑物设施之间的距离应满足下表要求。当入渗设施与道路及管道基础之间的距离不能满足要求时，可采用防渗层隔断蓄水层与基础。

入渗设施与构筑物距离要求

单位为m	
构筑物	最小距离要求
建筑物基础	3.0
取水井	15.0
化粪池	30.0

- 9.6.4 入渗设施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 $4 \times 10^{-6} \text{m/s} \sim 1 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 。
- 9.6.5 建造入渗设施的地形坡度宜小于 15%。
- 9.6.6 入渗设施可设置成离线型或在线型。
- 9.6.7 C、D 水质等级雨水应经过预处理后进入入渗设施，预处理设施可采用雨水花园、过滤设施或附属设备。
- 9.6.8 渗透井管设施可采用渗透井与渗透管组合的方式入渗雨水，也可采用独立的渗透井入渗雨水。渗透井可采用渗透检查井或集水渗透检查井。
- 9.6.9 渗透井管设施宜采用分散式、多点进水的方式，宜采用渗透集水井或集水渗透检查井进水。
- 9.6.10 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。土工布、砾石应满足附录 C 要求；
 - 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。
- 9.6.11 渗透井管的设置应符合下列要求：
- 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%。渗透管钻孔应满足附录 C.4 要求；
 - b) 渗透管应采用砾石及土工布包裹，砾石层最小厚度为 300mm。土工布、砾石应满足附录 C 要求；
 - 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。
- 9.6.12 渗透井管应设置溢流设施，溢流设施应保证渗透井管的有效蓄水容积。渗透设施宜采用下列两种方式：
- a) 在末端渗透井设置溢流管，形成在线型的雨水渗排系统；
 - b) 在上游渗透井设置溢流管，形成离线型的雨水渗透系统。
- 9.6.13 渗透沟宜包括以下构造：

- a) 豆砾石过滤层;
 - b) 土工布层;
 - c) 蓄水层;
 - d) 沙滤层;
 - e) 溢流设施。
- 9.6.14 渗透沟最大存水深度宜为 10~30cm。
- 9.6.15 渗透沟土壤层厚度宜为 20~40cm, 渗透系数应大于 $5 \times 10^{-5} \text{m/s}$, 小于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 。
- 9.6.16 渗透沟蓄水层宜采用砾石。蓄水层应满足下列要求:
- a) 砾石层厚度宜为 30~50cm, 砾石应满足附录 C.2 要求;
 - b) 蓄水层与土壤层或沙滤层之间应设置透水土工布, 土工布应满足附录 C.5 要求;
- 9.6.17 豆砾石过滤层厚度宜为 10~20cm, 级配为 5~10mm, 采用水洗豆砾石;
- 9.6.18 渗透沟底部宜设置沙滤层, 沙滤厚度宜为 15~30cm, 沙应满足附录 C.1 要求。
- 9.6.19 渗透沟应设置溢流设施, 溢流设施可采用雨水口或溢流堰。
- 9.6.20 每 50m 渗透沟宜设置一观察孔。
- ### 9.7 过滤设施
- 9.7.1 过滤设施底部应高于地下水位 0.2m 以上。如不能满足要求时, 可采用防渗层隔断过滤设施与地下水。
- 9.7.2 过滤设施排水层不应对其他构筑物、道路、管道等基础产生影响。过滤设施与构筑物设施之间的距离应满足本文件 9.6.3 条要求。
- 9.7.3 过滤设施宜包括下列构造:
- a) 存水区;
 - b) 豆砾石层;
 - c) 过滤层;
 - d) 地下排水层;
 - e) 溢流设施。
- 9.7.4 过滤设施最大存水深度宜小于 40cm, 雨水排空时间应小于 24 小时。
- 9.7.5 过滤设施宜设置沉砂设施。沉砂设施应符合下列要求:
- a) 沉砂设施容量为 0.25 倍的 V_{WQ} ;
 - b) 沉砂设施表面积按本文件 9.10.6 条要求确定;
 - c) 当空间限制时, 可用截污挂篮替代沉砂设施。
- 9.7.6 过滤设施豆砾石层厚度宜为 5~10cm, 豆砾石层与过滤层之间应铺设透水土工布。豆砾石及土工布应满足附录 C 要求。
- 9.7.7 过滤设施过滤层厚度应大于 40cm, 宜采用沙滤或者泥炭过滤, 渗透系数宜为 $5.0 \times 10^{-6} \text{m/s} \sim 1.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 。泥炭应满足附录 C.6 要求。
- 9.7.8 过滤设施排水层应符合以下要求:

- a) 宽度方向每 3m 设置一根穿孔管，排水能力不应小于过滤设施的最大入渗能力，且管径不应小于 150mm；
- b) 穿孔管应满足附录 C.4 要求；
- c) 穿孔管外包砾石层，砾石层外包土工布，砾石及土工布应满足附录 C 要求；
- d) 每根穿孔管宜设置一根清淤立管，清淤立管可采用管径 100mm 的 PVC 管。

9.7.9 过滤设施应按照式 (22) 计算：

$$A_f = \frac{V_{wQ} \times d_f}{k \times (h_f + d_f) \times t_f \times 3600} \dots\dots\dots (22)$$

式中：

- A_f — 过滤设施面积 (m^2)；
- V_{wQ} — 过滤设施径流污染控制量 (m^3)；
- d_f — 过滤层厚度 (m)；
- k — 过滤层渗透系数 (m/s)；
- h_f — 过滤设施过滤层上部水深 (m)；
- $h_f = d_g + 0.5h_p$
- d_g — 过滤设施砾石层厚度 (m)；
- h_p — 过滤设施最大存水深度 (m)；
- t_f — 雨水排空时间 (hr)，宜按 24 小时设计。

9.7.10 过滤设施应设置溢流设施。溢流设施可采用溢流管或溢流井，溢流口高程应与最大存水高程持平。

9.8 滞留（流）设施

9.8.1 滞留（流）设施可采用滞留（流）塘和调蓄池两种形式。

9.8.2 滞留（流）塘宜包括下列构造：

- a) 进水及预处理前池；
- b) 塘体；
- c) 出水及溢流设施；
- d) 种植物。

9.8.3 滞留（流）塘汇水面积不宜小于 25ha。

9.8.4 当滞留（流）塘底部土壤渗透系数大于 $1 \times 10^{-7} m/s$ 且高于地下水位时，应设置防渗层。

9.8.5 滞留（流）塘进水管不宜设置为淹没出流方式。当单个进水管平均流量超过总平均流量 10% 时，应设置前池。前池应满足下列要求：

- a) 进水管宜设置拦污栅；
- b) 前池容积宜为该进水管汇水面积的 2~3mm 净降雨量；
- c) 前池底部宜采用混凝土等硬化池底；
- d) 每个前池应设置适宜的清淤通道；
- e) 前池宜设置淤积深度标尺。

9.8.6 前池雨水进入塘体时宜设置消能及配水设施。

9.8.7 滞留（流）塘宜设计以下两种水位形式：

- a) 常水位和溢流水位；
- b) 常水位、滞流水位和溢流水位；

9.8.8 滞留（流）塘常水位宜按照下列要求设计：

- a) 景观设计要求；
- b) 满足蒸发量、渗透量及补水量要求；
- c) 安全防护要求。

9.8.9 滞留（流）塘滞流水位应满足式（23）要求：

$$S_d - S_p \geq V_{wq} \dots\dots\dots (23)$$

式中：

S_d —滞流水位库容量（ m^3 ）；

S_p —常水位库容量（ m^3 ）；

V_{wq} —径流污染控制量（ m^3 ）。

9.8.10 滞留（流）塘溢流水位应满足式（24）要求：

$$S_o - S_d \geq V_d \dots\dots\dots (24)$$

式中：

S_o —溢流水位库容量（ m^3 ）；

S_d —滞流水位库容量（ m^3 ）；

V_d —雨水滞流控制量（ m^3 ）。

9.8.11 滞留（流）塘岸边高程应高于溢流口 30cm 以上。

9.8.12 地形条件允许时，滞留（流）塘宜设计多级池串联系统。

9.8.13 滞留（流）塘宜设计成不规则形状，增加水流通道长度，水流通道长度与直线距离之比宜大于 1.5:1。

9.8.14 当滞留（流）塘作为景观水体时，宜采用补水 and 水质保持措施保持常水位及水质。

9.8.15 滞留（流）塘防洪标准应满足下列要求：

- a) 适用于项目所在地的相关防洪（潮）及排水法律法规及规划；
- b) 在线型滞留（流）塘防洪标准宜采用 10 年一遇 24 小时设计暴雨；
- c) 离线型滞留（流）塘防洪标准宜采用 2 年一遇 24 小时设计暴雨。

9.8.16 滞留（流）塘应设置溢流设施，溢流设施应符合下列要求：

- a) 溢流口应设置拦污栅；
- b) 溢流口宜设置在溢流井侧边，应设置 2 个以上溢流口。当溢流口设置在溢流井顶面时，应设置防旋流装置；
- c) 穿过岸体的溢流管宜设置防渗设施；
- d) 溢流井应进行浮力校核，应满足空溢流井总量/总浮力 > 1.25；
- e) 应设置清淤和维护通道。

9.8.17 当滞留（流）塘设计常水位时，宜设置小口出流设施。小口出流设施应符合下列要求：

- a) 出流口应保证常水位要求；
- b) 出流管管径应根据库容量和排放时间进行计算确定；
- c) 出流管管径应大于 50mm。

- 9.8.18 为防止堵塞小口出水管，滞留（流）塘小口出流宜采用
 - a) 逆坡管；
 - b) 管内防堵措施。
- 9.8.19 滞留（流）塘可设置放空管，放空管应设置阀门。
- 9.8.20 滞留（流）塘下游宜设置大块砾石等防冲蚀设施。砾石不宜铺设过多，周边宜种植树木。
- 9.8.21 滞留（流）塘岸边宜按下列要求设置两级护坡：
 - a) 水生植物平台：宽度大于 1.0m，低于常水位 15~40cm，种植水生植物；
 - b) 安全护坡：设置在溢流水位与滞流水位之间，坡度小于 6%。
- 9.8.22 滞留（流）塘宜在满足塘岸结构和景观设计要求下种植水生植物或挺生植物。
- 9.8.23 调蓄池容量应满足以式（25）要求：

$$S_t \geq V_d \dots\dots\dots (25)$$

式中：

S_t —调蓄池容量（m³）；
 V_d —雨水滞流量（m³）。

- 9.8.24 调蓄池可设置成离线型和在线型两种方式。离线型滞留池应设置底部流槽，在线型调蓄池应设置底部流槽和溢流堰。
- 9.8.25 调蓄池出水管管径应根据设计外排洪峰流量确定。也可根据调蓄池容积和排空时间进行估算，排空时间宜为 6~12 小时。下表是根据不同调蓄池容积估算出水管管径。

调蓄池出水管管径估算表

调蓄池容积（m ³ ）	出水管管径（mm）
500~1000	200~250
1000~2000	200~300

- 9.8.26 调蓄池应设置维护、清淤设施。

9.9 雨水湿地

- 9.9.1 雨水湿地可采用表面流雨水湿地和潜流湿地两种形式。
- 9.9.2 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 30d 干旱期内不会干涸。
- 9.9.3 表面流雨水湿地宜包括下列构造：
 - a) 进水及预处理前池；
 - b) 深水通道；
 - c) 浅水区；
 - d) 出水池；
 - e) 出水及溢流设施。
- 9.9.4 表面流雨水湿地的总面积不宜小于汇水面积的 1%，且不宜小于 15ha。
- 9.9.5 表面流雨水湿地进水及预处理设施应符合本文件 9.8.5 和 9.8.6 条要求。
- 9.9.6 表面流雨水湿地宜设计常水位、滞流水位和溢流水位。
- 9.9.7 表面流雨水湿地应设置深水通道，深水通道应符合下列要求：
 - a) 深水通道在常水位下的水深宜为 1.0~1.5m；

- b) 深水通道在常水位下的容量应大于 $0.25V_{WQ}$;
- c) 深水通道应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。
- 9.9.8 表面流雨水湿地常水位应符合以下要求:
 - a) 雨水湿地内超过 35% 的面积水深小于 15cm;
 - b) 雨水湿地内超过 65% 的面积水深小于 50cm;
 - c) 满足景观及水深植物生长要求。
- 9.9.9 表面流雨水湿地滞流水位和溢流水位应符合本文件 9.8.9 和 9.8.10 条要求。
- 9.9.10 表面流雨水湿地岸边高程应高于溢流口 30cm 以上。
- 9.9.11 当表面流雨水湿地岸边处常水位水深超过 1.2m 时, 护坡宜采用两级平台, 平台应符合下列要求:
 - a) 下部平台宽度大于 1.0m, 位于常水位下 0.5m;
 - b) 上部平台宽度大于 1.0m, 位于常水位上 0.5~0.8m 处。
- 9.9.12 表面流雨水湿地应设置出水池, 出水池应符合下列要求:
 - a) 出水池常水位水深宜为 0.8~1.2m;
 - b) 出水池常水位容量不小于常水位湿地总容量的 5%。
- 9.9.13 表面流雨水湿地防洪标准应满足下列要求:
 - a) 适用于项目所在地的相关防洪(潮)及排水法律法规及规划;
 - b) 防洪标准宜采用 10 年一遇 24 小时设计暴雨。
- 9.9.14 表面流雨水湿地小口出水及溢流设施设置应符合本文件滞留(流)塘设计要求。
- 9.9.15 当表面流雨水湿地面积受到限制时, 可采用砾石等填料提高其污染物去除效果及滞流能力。
- 9.9.16 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, 种植物应符合下列要求:
 - a) 选择本地水生植物;
 - b) 水生植物要根据各个区域的常水位水深配置;
 - c) 满足景观设计要求;
 - d) 根系发达。
- 9.9.17 潜流湿地地形坡度宜小于 2%。
- 9.9.18 当潜流湿地底部土壤渗透系数大于 $1 \times 10^{-7} \text{m/s}$ 且高于地下水位时, 应设置防渗层。
- 9.9.19 当汇水区雨水径流水质为 C、D 等级时, 潜流湿地应采用预处理设施。
- 9.9.20 潜流雨水湿地宜包括以下构造:
 - a) 配水设施;
 - b) 填料层;
 - c) 存水及种植物区;
 - d) 溢流设施。
- 9.9.21 潜流湿地可采用表面配水或地下穿孔管配水。
- 9.9.22 潜流湿地地下穿孔管配水设施应符合下列要求:
 - a) 穿孔管直径宜为 150~300mm;
 - b) 穿孔管坡度宜为 1%~2%;
 - c) 穿孔管周边应包裹砾石, 砾石外包透水土工布;
 - d) 宽度方向每 5m 宜设置一根穿孔管;
 - e) 每根穿孔管应设置清淤立管。
- 9.9.23 潜流湿地存水深度宜为 15~30cm, 存水区边坡应大于 2:1 (H:V)。

- 9.9.24 潜流湿地宜种植 3 种以上种类的水生植物。
- 9.9.25 潜流湿地的填料层宜下列部分组成：
 - a) 5~10cm 种植土层；
 - b) 5cm 豆砾石层；
 - c) 40~100cm 砾石层。
- 9.9.26 潜流湿地应设置溢流设施。溢流设施可采用溢流管或溢流井，溢流口高程应与最大存水高程持平。

9.10 附属设施和设备

9.10.1 低影响开发设计中可采用下表所列出的附属设施：

附属设施应用及功效

序号	附属设施	应用	功效
1	配水设施	雨水花园、植被草沟等低影响开发设施进水	均匀配水、消能
2	沉砂设施	C、D 水质等级雨水径流进入低影响开发设施前的预处理	沉砂、消能
3	分流设施	离线型设施进水	截取初期雨水径流至低影响开发设施中
4	缓冲草带	不透水面与低影响开发设施中间缓冲区	预处理、改变雨水流向

- 9.10.2 配水设施可采用砾石配水槽和 V 型配水槽。
- 9.10.3 砾石配水槽应符合下列要求：
 - a) 砾石槽宜采用矩形槽；
 - b) 当砾石槽底部土壤渗透率大于 $1 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 时，底部宜铺设沙滤层。沙滤层厚度宜为 20~40cm，沙应符合附录 C.1 要求；
 - c) 砾石槽内应根据进水水量大小设置 0.6~1.0m 厚砾石层，砾石级配为 50~100mm；
 - d) 砾石层上层宜铺设 5cm 豆砾石或鹅卵石层，级配为 10~50mm；
 - e) 管道进水时，砾石槽长度应大于管道直径的 3 倍；地面漫流进水时，砾石槽长度应根据进水量确定。
- 9.10.4 V 型配水槽应符合下列要求：
 - a) V 型槽应采用硬化面；
 - b) V 型槽进水侧边坡宜为 2~4:1 (H:V) ；
 - c) V 型槽出水侧边坡宜为 6~10:1 (H:V) ；
 - d) V 型槽距出水口深度宜为 15~20cm；
 - e) 混凝土棒埋地深度不小于 0.8m；
 - f) 混凝土棒顶面宽度不小于 0.3m。
- 9.10.5 沉砂设施可采用沉砂池、沉砂井和沉砂槽。
- 9.10.6 沉砂池所需最小面积宜采用式（26）计算：

$$A_s = \frac{Q_s}{W_k} \times E' \dots\dots\dots (26)$$

式中：

A_s —沉砂池表面积 (m^2);
 Q_s —沉砂池排水流量 (m^3/s);
 W_k —颗粒沉降速率 (m/s);
 E' —沉砂池沉淀效率常数;
 $E' = -\ln[1 - (E/100)]$
 E —沉淀效率 (%).

9.10.7 颗粒沉降速率 W_k 可采用不同土壤颗粒的加权平均沉降速率。不同土壤颗粒的沉沙速率可按参照下表确定。

土壤颗粒沉降速率

土壤颗粒	沉降速率 (m/s)
粘土	3.11×10^{-6}
粉土	8.02×10^{-6}
砂土	2.31×10^{-2}
小粒径砂石	3.81×10^{-4}
大粒径砂石	1.65×10^{-2}

- 9.10.8 分流设施可采用分流井或溢流井。
- 9.10.9 缓冲草带的设置应符合下列要求：
- a) 当雨水径流水质为 C、D 等级时，应设置预处理设施；
 - b) 缓冲草带进水应设置配水设施；
 - c) 缓冲草带坡度宜小于 4%；
 - d) 缓冲草带宽度应按照式 (27) 计算：

$$L_t = \frac{Q_2}{0.0045} \dots\dots\dots (27)$$

式中：

L_t —缓冲草带最小宽度 (m)；

Q_2 —进入缓冲草带 2 年一遇设计暴雨下洪峰流量 (m^3/s)。

- e) 缓冲草带长度不宜小于 2.0m；
- f) 缓冲草带宜种植物高度宜大于 15cm。

- 9.10.10 在下列地区可采用附属设备实现低影响开发设计目标：
- a) 高密度开发地区；
 - b) 雨水径流水质很差地区；
 - c) 合流制排水区；
 - d) 低影响开发设施的预处理。

9.10.11 附属设备的设计、安装及维护应遵照生产厂家要求实施。

10 施工安装

10.1 一般规定

- 10.1.1 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。
- 10.1.2 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,施工人员应经过相应的技术培训或具有施工经验。
- 10.1.3 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。
- 10.1.4 管道敷设应符合相应管材的管道工程技术规程的有关规定。
- 10.1.5 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。
- 10.1.6 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。
- 10.1.7 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。
- 10.1.8 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%。
- 10.1.9 土工布包裹砾石时,应符合下列要求:
 - a) 采用较大尺寸土工布,减少土工布搭接次数;
 - b) 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;
 - c) 铺设砾石时,应采用小型机械轻放,不得直接倾倒。
- 10.1.10 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。
- 10.1.11 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。

10.2 雨水收集回用设施

- 10.2.1 蓄水桶应避免设置在阳光直射的地方。蓄水桶设置在公众可接触的地方时,应采取下列防止误接、误用、误饮的措施:
 - a) 应设锁具或专门开启工具打开取水口;
 - b) 蓄水桶应有明显的“雨水,不得饮用”标识。
- 10.2.2 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。
- 10.2.3 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。
- 10.2.4 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。
- 10.2.5 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。
- 10.2.6 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 GB 50268-2008 的规定。
- 10.2.7 雨水存储设施应做满水试验。

10.3 雨水花园

- 10.3.1 雨水花园施工工序见附录 E.1。
- 10.3.2 雨水花园土方开挖可采用人工或小型机械施工,底部土壤不应夯实。
- 10.3.3 如开挖后发现底部土壤较密实,可以超挖 30cm,并用超挖土加上 5cm 厚的建筑细砂,混合均匀后回填。
- 10.3.4 土方开挖完成后,应根据设计要求立即铺砂,铺砂后不得采用机械碾压。
- 10.3.5 地下排水层砾石应采用土工布与底部土壤层隔离,挖掘面应便于土工布的施工和固定。

- 10.3.6 雨水花园中使用的砾石、土工布、细砂、豆砾石、穿孔管等材料应严格按照设计要求选取。
- 10.3.7 地下穿孔管上游端口应采用盖子封住，清淤立管与地下穿孔管应密封连接。穿孔管管顶和管底应保持不少于 5cm 的砾石层。
- 10.3.8 配置土壤应在现场按照本文件 9.2.13 条要求进行配置。并经过测定配置土壤的渗透系数、pH 值和有机质含量满足要求后方可回填。
- 10.3.9 当配置土壤 pH 值不满足要求时，可采用石灰、硫磺粉、硫酸亚铁或矾肥水调节其 pH 值。
- 10.3.10 回填配置土壤时应按每 30cm 一层进行回填，回填完一层后洒水使其饱和，再回填下一层，土壤层不应夯实。
- 10.3.11 回填配置土壤后的存水空间应预留覆盖层铺设空间，覆盖层宜采用剥落时间超过 6 个月以上的树皮和树叶。覆盖层应设置均匀、平整。
- 10.3.12 雨水花园中种植物种植应按照景观绿化专业要求施工。

10.4 透水铺装

- 10.4.1 透水铺装施工工序见附录 E.2。
- 10.4.2 路基开挖应达到设计深度，并应将原土层夯实，壤土、粘土路基压实系数应大于 90%。路基基层应平整。基层纵坡、横坡及边线应符合设计要求。
- 10.4.3 透水垫层应采用连续级配砂砾料、单级配砾石等透水性材料，并应满足下列要求：
- 单级配砾石垫层的粒径应为 5~10mm，含泥量不应大于 2.0%，泥块含量不应大于 0.7%，针片状颗粒含量不应大于 2.0%，在垫层夯实后用灌砂法检测现场干密度，现场干密度应大于最大干密度的 90%；
 - 连续级配砂砾料垫层的粒径应为 5~40mm，松铺厚度每层一般不应超过 200mm，厚度应均匀一致，无粗细颗粒分离现象，宜采用碾压方式压实，压实系数应大于 65%；
 - 垫层厚度偏差不宜大于设计值的 10%，且不宜大于 20mm。
- 10.4.4 透水垫层下层沙滤层和排水管应按照以下要求施工：
- 所有施工材料包括建筑细砂、砾石、透水土工布、防渗膜、穿孔管应严格按照设计要求选取；
 - 透水土工布及防渗膜的铺设时搭接长度应大于 20cm。
- 10.4.5 找平层采用粗砂、细石、细石透水混凝土等材料，并应满足下列要求：
- 粗砂细度模数宜大于 2.6；
 - 细石粒径宜为 3~5mm，单级配，级配应符合下表要求：

透水铺装找平层级配要求

筛孔 (mm)	通过量 (%)
12.70	100
9.50	92-98
4.75	32-38
2.36	12-18
1.18	7-13
0.6	0-5

- 细石透水混凝土宜采用 3~5mm 的石子或粗砂，其中含泥量不应大于 1%，泥块含量不应大于 0.5%，针片状颗粒含量不应大于 10%；
 - 找平层应拍打密实。砂层和垫层之间应铺设透水土工布分隔。
- 10.4.6 透水砖铺设应符合下列要求：

- a) 铺砖时应用橡胶锤敲打稳定，但不得损伤砖的边角，铺设好的透水砖应检查是否稳固、平整，发现活动部位应立即修正；
 - b) 透水砖铺设后的养护期不得少于 3d；
 - c) 平整度允许偏差不应大于 5mm，相邻两块砖高差不应大于 2mm，纵坡、横坡应符合设计要求，横坡允许偏差 $\pm 0.3\%$ 。
- 10.4.7 透水水泥混凝土应按下列要求施工：
- a) 水灰比为 0.27~0.35；
 - b) 骨料宜为 5~10mm，骨料水泥比为 4~4.5:1；
 - c) 可按水泥要求添加缓凝减水剂；
 - d) 可添加玻璃纤维网格布以增加水泥混凝土强度；
 - e) 浇筑透水性混凝土宜采用碾压或平板振捣器轻振铺平后的透水性混凝土混合料，不得使用高频振捣器；
 - f) 透水性水泥混凝土每 30~40m 做一接缝，养护后灌注接缝材料；
 - g) 养护时间宜大于 7d，并宜采用塑料薄膜覆盖路面和路基。
- 10.4.8 透水沥青混凝土应按下列要求施工：
- a) 宜添加少量细骨料以保证孔隙率要求；
 - b) 干骨料重量比例宜为 5.5%~6.0%；
 - c) 沥青铺设温度宜为 110~120℃；
 - d) 不宜过分碾压，以免影响透水沥青混凝土孔隙率；
 - e) 每 30~40m 做一接缝，养护后灌注接缝材料。
- 10.4.9 工程竣工后，应对透水铺装进行表面清扫和残留的清理。

10.5 绿色屋顶

- 10.5.1 绿色屋顶施工工序见附录 E.3。
- 10.5.2 绿色屋顶防渗层施工时应满足下列要求：
- a) 铺设防渗膜时应保证屋面和防渗膜光滑、干爽、干净、无破损；
 - b) 防渗膜搭接时应保持 5~10cm 搭接长度，可采用热封焊接枪焊接；
 - c) 防渗膜和防雨板应按厂家要求施工，搭接长度应遵照厂家要求；
 - d) 防渗膜铺设后应保持屋面的原有坡度；
 - e) 防渗膜铺设后需要进行至少 24 小时防渗测试。
- 10.5.3 绿色屋顶种植土施工应满足下列要求：
- a) 种植土铺设前应经过测试，其各项指标应满足设计要求；
 - b) 种植土粒径应满足下表要求：

绿色屋顶种植土粒径要求

筛孔（mm）	通过量（%）
12.70	75-100
8.50	20-70
1	5-50
0.25	< 10
0.074	< 5

- c) 种植土铺设前应采用绿色屋顶使用的土工布进行筛分，通过量不得大于 7%；
- d) 种植土应铺设平整，保持自然状态，不应夯实。

10.5.4 绿色屋顶采用鹅卵石（砾石）通道或鹅卵石（砾石槽）作为溢流设施时，应采用防水板、混凝土或者防渗土工布与种植土壤层隔开。

10.5.5 绿色屋顶采用的砾石（鹅卵石）级配宜为 30~50mm，含泥量应小于 1%。

10.5.6 绿色屋顶的防风设施应满足以下要求：

- a) 防风设施不能影响植物生长，宜采用聚乙烯三维植被网；
- b) 网格孔径宜为 1~5mm；
- c) 应选用耐火、耐老化材料。

10.6 植被草沟

10.6.1 植被草沟施工工序见附录 E.4。

10.6.2 挖槽及场地平整时应满足：

- a) 不可压实，如果施工时出现压实需要将压实部分挖开重新回填；
- b) 如果下层部分土壤很密实，可挖开采用其他合适土壤回填。

10.6.3 断面成形施工应满足：

- a) 按照周边道路坡度确定草沟坡度，每隔 5m 检测与道路坡度是否一致；
- b) 场地应平整，不含大块碎石等；
- c) 断面形状应严格按照设计要求施工，边坡可轻度压实保证其稳定；
- d) 沿纵坡方向各断面应保持一致；
- e) 可添加种植土以利于种植物生长，种植土应铺设平整，不得破坏坡度及断面形状。

10.6.4 种植物种植时应满足：

- a) 先种植坡面和边坡，再种植沟底种植物。在种植沟底种植物前，应再次确认其坡度和形状是否被破坏；
- b) 雨季施工时应采取防排水保土措施。

10.6.5 铺设台坎时应满足：

- a) 块石级配良好，干净；
- b) 不能使用浆砌，应直接铺设；
- c) 其顶面高度应严格按照设计要求。

10.6.6 蓄水层施工应遵照本文件中雨水花园及入渗设施相关内容执行。

10.7 入渗及过滤设施

10.7.1 入渗及过滤设施施工工序见附录 E.5。

10.7.2 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，超挖时不得用超挖土回填，应用碎石填充。

10.7.3 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。

10.7.4 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。

10.7.5 如道路或管道基础要求设置防渗层时，应严格按照设计要求铺设防渗层。

10.7.6 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。

10.7.7 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中。

10.7.8 铺设穿孔管时，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。

10.7.9 观察孔安装应满足下列要求：

- a) 观察管宜采用 D150 PVC 管，应加上盖子；
- b) 观察孔应均匀分布，应按照设计要求的面积和长度设置；
- c) 观察管与砾石层接触部分应按照本文件附录 C.4 要求钻孔；
- d) 观察管应保持垂直、稳定的固定在砾石层中；
- e) 应采用土工布包裹部分观察管，隔离土壤层与砾石层；
- f) 观察管应设置防滑措施，防止拧开盖子时观察管滑动；
- g) 蓄水模块中的观察孔应按照厂家要求进行设置。

10.7.10 如果砾石层表层不平，宜设置豆砾石找平层，豆砾石层厚度宜为 5~10cm，豆砾石级配宜为 5~10mm。

10.7.11 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。

10.8 滞留（流）设施和雨水湿地

10.8.1 滞留（流）设施和雨水湿地施工工序见附录 E.6。

10.8.2 在施工准备阶段应：

- a) 建造或安装临时排水、保土措施；
- b) 放线定位开挖区域；
- c) 应尽可能保留区域内现有种植物。

10.8.3 开挖时应清除区域内及护坡的树根、石块杂物。

10.8.4 建造进水出水设施时，应严格按照施工要求实施：

- a) 出水设施应进行浮力校核；
- b) 出水管穿过岸体时应采取防渗措施。

10.8.5 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。

10.8.6 雨水湿地应按照种植物要求铺设种植土，并按照设计要求设置深水区 and 浅水区。

10.8.7 护坡上部铺设草皮宜优先采用草皮移植。当采用喷草种时，应先刨松表层 2cm 土壤，然后喷草种，并设置防护网。

10.8.8 种植水生植物应符合下列要求：

- a) 优先选择移栽水生植物；
- b) 划分种植区，每个区种植以一种水生植物；
- c) 应按照种植区水深及景观要求确定种植物；
- d) 种植物种类不宜少于 5 种；
- e) 水生植物应覆盖 50% 的种植区域；
- f) 水生植物种植间隔宜为 40cm×40cm。

11 工程质量管理与验收

11.1 质量管理

11.1.1 低影响开发工程应加强施工过程质量控制，实行动态质量管理。

- 11.1.2 本文件规定的技术要求是工程施工质量管理和交工验收的依据。
- 11.1.3 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，必须如实记录和保存。对已经采取措施进行返工和补救的项目，可在原记录和数据上注明，但不得销毁。
- 11.1.4 施工前必须检查各种材料的来源和质量。对采购的土工布、防渗材料等重要材料，供货单位必须提交最新检测的正式试验报告。
- 11.1.5 各种材料应在施工前以“批”为单位进行检查，不符合本文件技术要求材料不得进场。各种材料以同一料源、同一次购入并运至生产现场的相同规格材料为一“批”。
- 11.1.6 雨水管道、清淤立管、检查孔等在回填土前应进行无压力管道严密性测试，并应符合 GB 50268-2008 的规定。
- 11.1.7 雨水蓄水设施及调蓄池应做满水试验。
- 11.1.8 本文件有特殊要求的土壤在回填前应测试其要求指标以满足设计要求。每 50M³ 回填土壤测试一个样品，并保存所有的测试原始数据及计算数据。
- 11.1.9 施工单位在施工过程中应随时对施工质量进行自检。监理应按规定要求自主地进行试验，并对承包商的试验结果进行认定，如实评定质量，计算合格率。当发现有质量低劣等异常情况时，应立即追加检查。施工过程中无论是否已经返工补救，所有数据均必须如实记录，不得丢弃。
- 11.1.10 低影响开发工程选用的材料及关键工序或重要部位宜拍摄照片或进行录像，作为实态记录及保存资料的一部分。
- 11.1.11 工程结束后，施工企业应根据国家竣工文件编制的规定，提出施工总结报告及若干个专项报告，连同竣工图表，形成完整的施工资料档案。施工总结报告应包括工程概况(包括设计及变更情况)、工程基础资料、材料、施工组织、机械及人员配备、施工方法、施工进度、试验研究、工程质量评价、工程决算、工程使用服务计划等。
- 11.1.12 工程结束后，施工企业应编制施工管理与质量检查报告。施工管理与质量检查报告应包括施工管理体制、质量保证体系、施工质量目标、试验段铺筑报告、施工前及施工中材料质量检查结果(测试报告)、施工过程中工程质量检查结果(测试报告)、工程交工验收质量自检结果(测试报告)、工程质量评价以及原始记录、相册、录像等各种附件。

11.2 验收

11.2.1 验收应包括下列内容：

- a) 工程布置；
- b) 雨水收集与传输工程；
- c) 雨水储存与处理工程；
- d) 雨水回用工程；
- e) 雨水入渗工程；
- f) 雨水过滤工程；
- g) 雨水调蓄工程；
- h) 雨水湿地工程；
- i) 景观绿化工程；
- j) 道路工程；
- k) 绿色屋顶工程；
- l) 景观绿化工程；
- m) 雨水处理设备安装；
- n) 相关附属设施。

11.2.2 施工验收时，应具备下列文件：

- a) 施工图、竣工图和设计变更文件;
 - b) 隐蔽工程验收记录;
 - c) 施工质量管理与质量检查报告;
 - d) 管道冲洗记录;
 - e) 管道、容器的压力试验记录;
 - f) 工程质量事故处理记录;
 - g) 工程质量验收评定记录;
 - h) 设备调试运行记录。
- 11.2.3 低影响开发工程的验收应满足相关专业的工程验收标准。
- 11.2.4 雨水收集回用工程验收时应逐段检查雨水供水系统的水池（箱）、水表、阀门给水栓、取水口等，落实防止误接、误用、误饮措施。
- 11.2.5 低影响开发设施验收时应根据本规定的各个设施的构成仔细检查，以保证其按照设计图纸施工。
- 11.2.6 低影响开发设施验收时应应对溢流、清淤立管、观察孔等设施进行注水试验，以检查其排水通畅。
- 11.2.7 有特殊土壤要求的低影响开发设施每 100M³ 回填土应保留一个土样，验收时应逐个测定其土壤渗透系数以保证其满足设计要求。每个土样应大于 0.15M³，密封保存并标明其回填位置、回填日期、配置人员及该批配置土总量。
- 11.2.8 验收时应按下表要求采用双环法测试其场地土壤渗透系数：

雨水收集回用设施维护

设施	测点布置
雨水花园、渗透沟、过滤设施	每 200M ² 一个测点
增强型植被草沟	每 100M 一个测点
滞留（流）塘、表面流雨水湿地	每个单体 3 个测点，取平均值

- 11.2.9 透水铺装应采用透水系数测试仪测试其透水系数。测点的布置应满足每 2000M² 不少于一个测点。
- 11.2.10 采用地下排水管的设施可采用路面洒水的方式检查排水管是否排水通畅，测点的布置应满足每 200M 不少于一个测点。
- 11.2.11 滞留（流）塘和雨水湿地验收时应检查其护坡、平台、围栏等设施是否按照设计图设置完善，严格落实安全措施。
- 11.2.12 验收合格后应将有关设计、施工及验收的文件立卷归档。
- 11.2.13 低影响开发设施工程应设定质量保证期限，质量保证的期限根据国家规定或招标文件等要求确定。施工企业在质保期内，应根据各项设施的使用情况观测、局部损坏的原因，实施维修保养。

12 运行管理

- 12.1 一般规定
- 12.1.1 低影响开发设施维护管理应建立相应的管理机制，工程运行的管理人员应经过专门培训上岗，所有的维护工作应作维护管理记录。
- 12.1.2 严禁向雨水收集口及低影响开发设施内倾倒垃圾和生活污水、工业废水（或污水）。
- 12.1.3 雨季来临前，应对各项低影响开发设施进行严格检查，清扫及清淤，确保安全运行。
- 12.1.4 低影响开发设施的种植物维护应满足景观设计要求。

12.2 雨水收集回用

- 12.2.1 雨水收集回用设施中设置的防误接、误用、误饮的措施应保持明显和完整。
- 12.2.2 处理后的雨水水质应定期检测，确保其符合设计要求。
- 12.2.3 雨水收集回用设施应按照附录 F.1 要求进行维护管理。

12.3 雨水花园

- 12.3.1 雨水花园应按附录 F.2 要求进行维护。

12.4 透水铺装

- 12.4.1 透水铺装应按表附录 F.3 要求进行维护。

12.5 绿色屋顶

- 12.5.1 绿色屋顶建成后应按照种植物要求做好养护工作。
- 12.5.2 绿色屋顶应按附录 F.4 要求进行维护。

12.6 植被草沟

- 12.6.1 植被草沟建成后应按照种植物要求做好养护工作。
- 12.6.2 植被草沟应按附录 F.5 要求进行维护。
- 12.6.3 植被草沟种植物修剪高度宜按下表要求实施。

植被草沟种植物修剪高度要求

单位为mm

设计高度	最大高度	修剪后高度
50	75	40
100	140	80
150	180	120

12.7 入渗设施

- 12.7.1 渗透井管应按附录 F.6 要求进行维护。
- 12.7.2 渗透沟应按附录 F.7 要求进行维护。

12.8 过滤设施

- 12.8.1 过滤设施应按附录 F.8 要求进行维护。

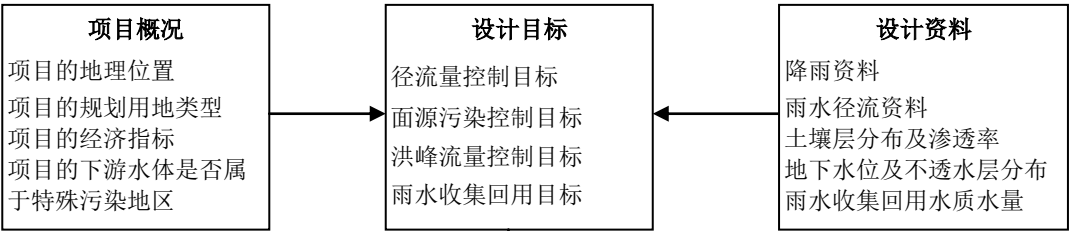
12.9 滞留（流）设施和雨水湿地

- 12.9.1 滞留（流）塘和表面流雨水湿地应根据安全要求设置围栏和警示牌。
- 12.9.2 滞留（流）塘和表面流雨水湿地应按附录 F.9 要求进行维护。
- 12.9.3 潜流雨水湿地应按附录 F.10 要求进行维护。

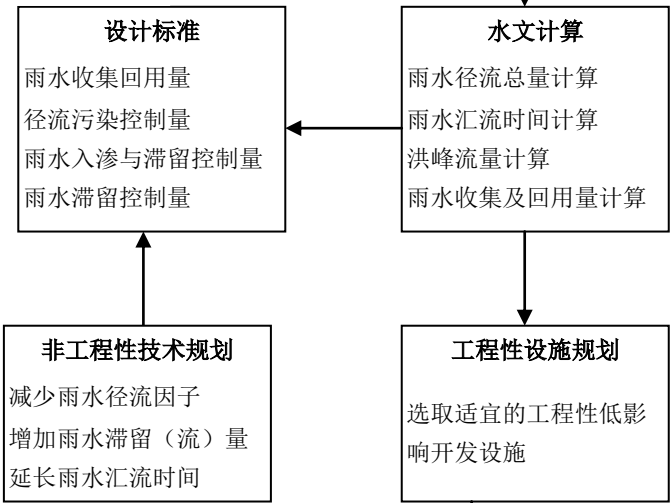
附 录 A
(规范性附录)
低影响开发设计流程图

A.1 低影响开发设计流程图

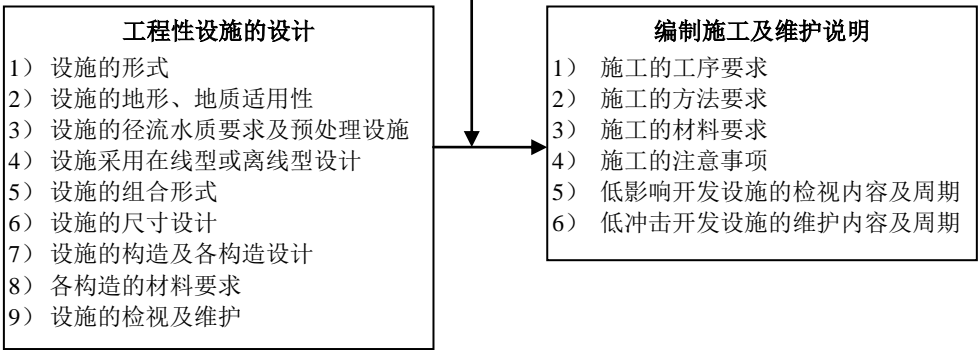
理念设计



设计标准确立



低影响开发规则



附 录 B
(规范性附录)
低影响开发工程性设施评估表

B.1 设计目标对工程性设施规划的影响评估表

设施种类	类型	雨水入渗及滞留	面源污染控制	雨水收集回用	雨水滞流
收集回用	收集回用	无	☆☆☆ ¹	☆☆☆	☆☆☆
雨水花园	简易型	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆ ²	☆☆
	增强型	☆	☆☆☆	☆☆☆ ²	☆☆
透水铺装	透水砖	☆☆☆	☆☆	无	☆☆☆
	透水混凝土、沥青	☆ ³	☆☆	无	☆☆☆
绿色屋顶	绿色屋顶	☆	☆☆	☆☆	☆☆☆
植被草沟	简易型	☆	☆☆	☆	☆☆
	增强型	☆☆☆	☆☆	☆	☆☆
入渗设施	渗透井管	☆☆☆	☆	无	☆☆
	渗透沟	☆☆☆	☆☆	无	☆☆
过滤设施	过滤设施	☆	☆☆☆	☆☆☆ ²	☆☆
滞留（流）设施	滞留（流）塘	☆☆/☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆
	调蓄池	无	☆	无	☆☆☆
雨水湿地	表面流	☆☆/☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆
	潜流	☆☆	☆☆☆	无	☆☆
附属设备	设备	☆	☆☆☆	☆☆☆ ²	☆
注1：雨水收集需要处理水质达到水质标准。 注2：雨水花园、过滤设施常用于雨水收集回用的前处理设施。 注3：透水混凝土及沥青通常带地下排水系统，雨水入渗很少。 注4：无：无效果； ☆：效果差； ☆☆：效果中等； ☆☆☆：效果很好					

B.2 集水区对工程性设施规划的影响评估表

设施种类	类型	居住小区	城中村	商业区	公共建筑	学校	工业区 ¹	市政道路	广场停车场	公园绿地
收集回用	收集回用	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆	☆	☆☆☆
雨水花园	简易型	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
	增强型	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆
透水铺装	透水砖	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆
	透水混凝土、沥青	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆
绿色屋顶	绿色屋顶	☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	无	无	☆☆☆
植被草沟	简易型	☆☆	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
	增强型	☆☆	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
入渗设施	渗透井管	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆ ¹
	渗透沟	☆☆	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
过滤设施	过滤设施	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆
滞留（流）设施	滞留（流）塘	☆	☆	☆	☆☆	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
	调蓄池	☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆
雨水湿地	表面流	☆	☆	☆	☆☆	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
	潜流	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆
附属设备	设备	是否必要	可行	可行	是否必要	可行	可行	可行	可行	是否必要

B.3 地形地质对工程性设施规划的影响评估表

设施种类	类型	集水区面积	占地面积	土壤渗透系数 (m/s)	地下水或不透水层埋深	地形坡度 (%)
收集回用	收集回用	集水区面积和需水量确定收集规模 (ha.)	收集规模确定占地面积	---	地下水埋深浅影响地下蓄水设施布置 (m)	---
雨水花园	简易型	< 0.5	小	$4 \times 10^{-6} \sim 10^{-3}$	> 1.20	---
	增强型	< 0.5	小	配置土壤	> 0.60	---
透水铺装	透水砖	---	---	$4 \times 10^{-6} \sim 10^{-3}$	> 1.20	< 2
	透水混凝土、沥青	---	---	---	> 1.20	< 2
绿色屋顶	绿色屋顶	---	---	配置土壤	---	2-15
植被草沟	简易型	< 2	中	---	> 0.60	1- 5
	增强型	< 2	中	$4 \times 10^{-6} \sim 10^{-4}$	> 1.20	< 2
入渗设施	渗透井管	< 2	埋地	$4 \times 10^{-6} \sim 10^{-3}$	> 1.20	< 15
	渗透沟	< 2	中	$4 \times 10^{-6} \sim 10^{-4}$	> 1.20	< 15
过滤设施	过滤设施	< 2	中	---	> 0.60	< 5
滞留 (流) 设施	滞留 (流) 塘	> 10	大	A, B 类土壤需要防渗	地下水位高时有助于保持水量平衡	---
	调蓄池	> 10	埋地	---	---	---
雨水湿地	表面流	> 15	大	A, B 类土壤需要防渗	地下水位高时有助于保持水量平衡	---
	潜流	保证 30 天不降雨时不会干涸	小	A, B 类土壤需要防渗		< 2
附属设备	设备	设备生产厂家要求	设备生产厂家要求	---	---	---
--- 无要求						

B.4 经济性 & 公众接受度对工程性设施规划的影响评估表

设施种类	类型	建设成本	维护要求	景观效果	公众安全及环境影响	其他
收集回用	收集回用	☆☆☆	☆☆	地下没有影响，地上影响很小	无	
雨水花园	简易型	☆	☆	☆☆☆	无	减少绿化浇洒
	增强型	☆	☆	☆☆☆	无	减少绿化浇洒
透水铺装	透水砖	☆	☆	☆☆	无	缓解热岛效应
	透水混凝土、沥青	☆☆☆	☆☆	☆☆☆ 没有雨水口	无	缓解热岛效应 降低胎噪 道路不会积水
绿色屋顶	绿色屋顶	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	无	缓解热岛效应 降低室内温度
植被草沟	简易型	☆	☆	☆☆	无	作为排水设施
	增强型	☆☆	☆☆	☆☆	无	
入渗设施	渗透井管	☆☆	☆☆	无	无	
	渗透沟	☆	☆	☆☆	无	
过滤设施	过滤设施	☆☆	☆☆	☆☆	无	
滞留（流）设施	滞留（流）塘	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	有安全影响	
	调蓄池	☆☆☆	☆☆	☆	无	
雨水湿地	表面流	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	有安全影响	
	潜流	☆☆	☆☆	☆☆☆	无	
附属设备	设备	☆☆☆	☆☆	多为埋地式	无	---
--- 无效果						

附 录 C
(规范性附录)
常用材料要求

C.1 细砂要求

细砂的参数及要求见表C.1。

表 C.1 细砂的参数及要求表

参数	要求
材质	干净的建筑细砂和中砂
级配 (mm)	0.5~1.0

C.2 穿孔管外砾石

穿孔管外砾石的参数及要求见表C.2。

表 C.2 穿孔管外砾石的参数及要求表

参数	要求
材质	水洗砾石
级配 (mm)	20~30

C.3 豆砾石

豆砾石的参数及要求见表C.3。

表 C.3 豆砾石的参数及要求表

参数	要求
材质	干净的采石坑砾石
级配 (mm)	3.5~10.0

C.4 地下排水层穿孔管

地下排水层穿孔管的参数及要求见表C.4。

表 C.4 地下排水层穿孔管的参数及要求表

参数	要求
材质	PVC 或 HDPE 管材
坡度 (%)	> 0.05%
钻孔孔径 (mm)	15~20
孔间距 (cm)	10

排孔数（个）	大于 4
穿孔管上下层砾石层厚度（cm）	> 5

C.5 土工布

土工布的参数及要求见表C.5。

表 C.5 土工布的参数及要求表

参数	要求
类型	短纤维、针刺、非织造土工布
有效孔径 mm	0.20~0.25
渗透系数 m/s	> 0.03
厚度 mm	> 0.20
抗拉强度 kg/cm	> 20
刺穿强度 kg	> 15

C.6 泥炭

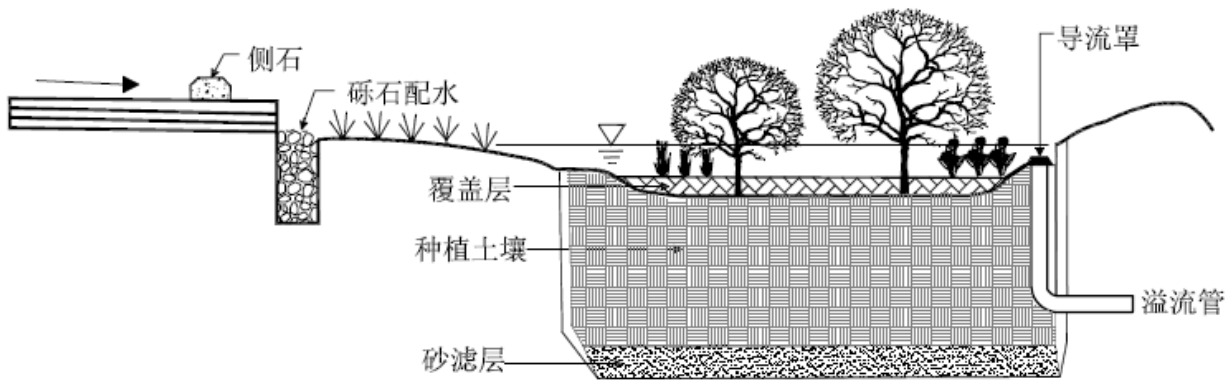
泥炭的参数及要求见表C.6。

表 C.6 泥炭的参数及要求表

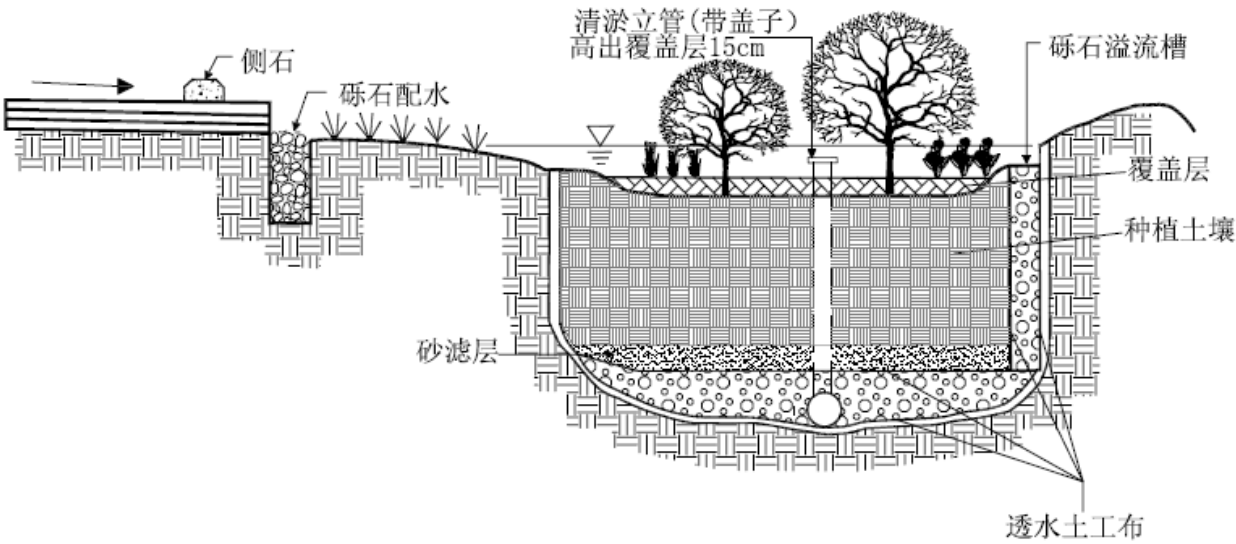
参数	要求
灰含量（%）	< 15
pH值	4.0~5.2
密度（g/cm ³ ）	0.12~0.15

附 录 D
(规范性附录)
部分设施结构图

D. 1 雨水花园结构图

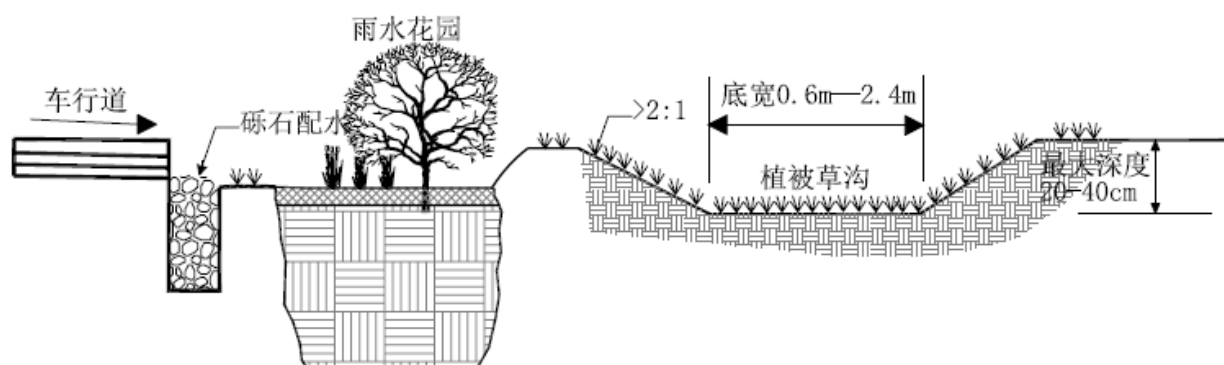


简易型雨水花园结构图

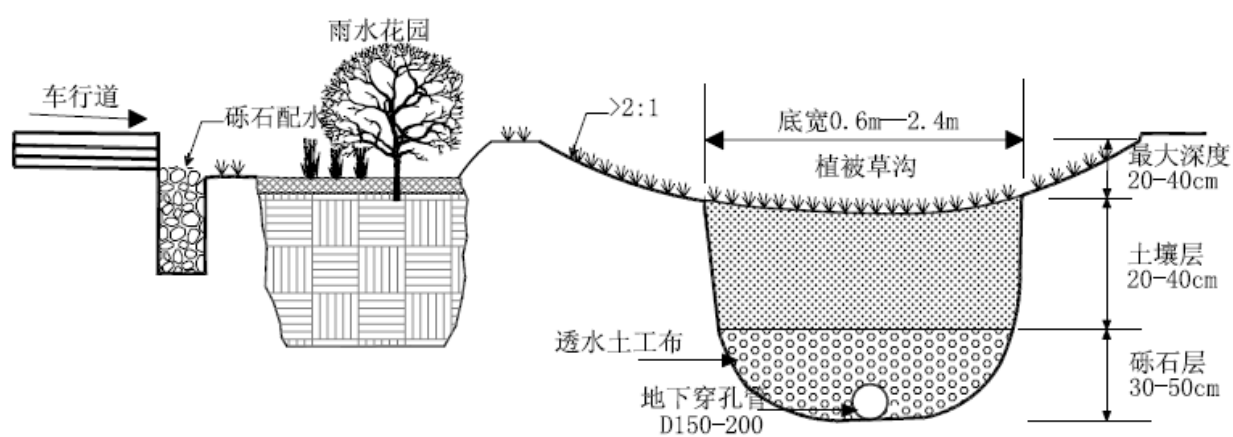


增强型雨水花园结构图

D.2 植被草沟结构图



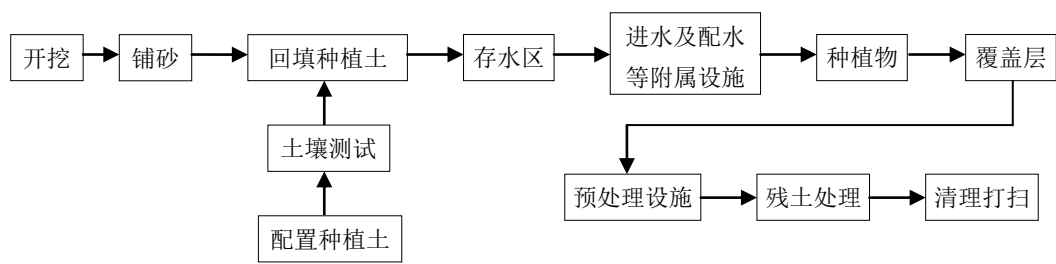
简易型植被草沟结构图



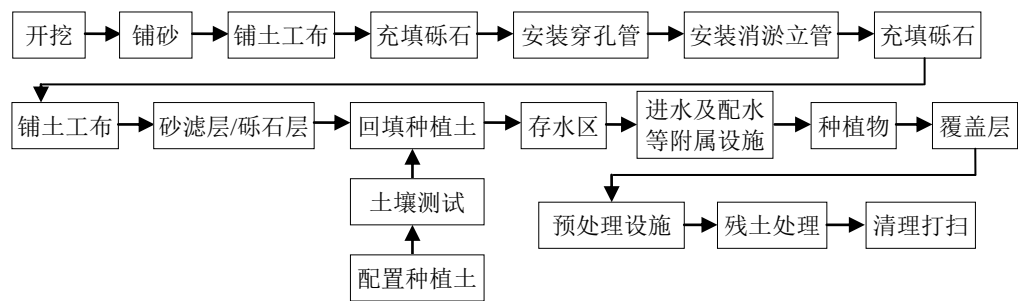
增强型植被草沟结构图

附录 E
(规范性附录)
施工流程图

E.1 雨水花园施工流程图

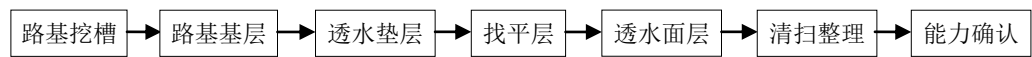


简易型雨水花园施工流程图

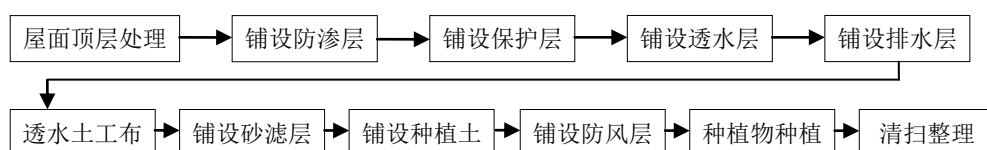


增强型雨水花园施工流程图

E.2 透水铺装施工流程图



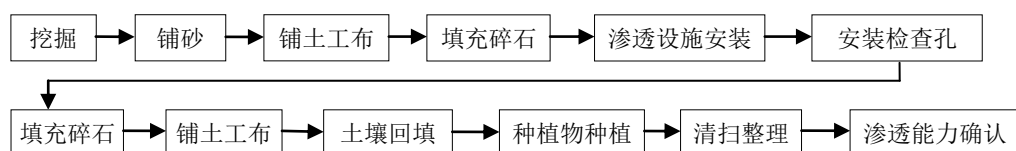
E.3 绿色屋顶施工流程图



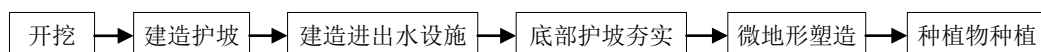
E.4 植被草沟施工流程图



E.5 入渗及过滤设施施工流程图



E.6 滞留（流）设施和雨水湿地施工流程图



附 录 F (规范性附录) 运行维护表

F.1 雨水收集回用维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
收集设施	清除污/杂物，确保水路畅通	1 个月或降雨间隔超过 10 日之单场降雨后
预处理设施	按照预处理设施维护要求维护	按照预处理设施维护要求维护
输水设施	清除污/杂物，渗漏检查	1 个月
处理设施	清除污/杂物，设备功能检查	3 个月或降雨间隔超过 15 日之单场降雨后
存储设施	清除污/杂物，渗漏检查 蓄水桶需检查过滤设施	蓄水桶 3 个月，其他 6 个月
安全设施	设施功能检查	1 个月
注1：收集设施包括雨水斗、雨水口、集水沟、配水设施等。 注2：预处理设施包括雨水花园、过滤设施或设备类水质预处理设施。 注3：输水设施包括排水管道、给水管道及连接存储设施与处理设施间的连通管道等。 注4：存储设施包括蓄水桶、蓄水池、蓄水模块及清水池。 注5：安全设施指维护、防止漏电等设施。		

F.2 雨水花园维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
种植物维护	<ul style="list-style-type: none"> ● 补种种植物 ● 施肥 ● 清除杂草，修剪种植物 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 2 次 ● 根据巡视结果确定
植物修剪	<ul style="list-style-type: none"> ● 修剪种植物 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 3 次 ● 景观绿化要求
杂物及垃圾清理	<ul style="list-style-type: none"> ● 进水及配水设施 ● 存水区 ● 溢流设施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 根据巡视结果确定 ● 1 年 4 次
覆盖层	<ul style="list-style-type: none"> ● 更换覆盖层 	<ul style="list-style-type: none"> ● 每年 1 次 ● 根据巡视结果确定
表层种植土	<ul style="list-style-type: none"> ● 更换表层种植土 	<ul style="list-style-type: none"> ● 每年 1 次 ● 需重新种植植物时 ● 景观绿化要求
地下排水层	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用清淤立管清理地下穿孔管 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年一次 ● 根据巡视结果确定
种植土壤层	<ul style="list-style-type: none"> ● 更换种植土壤层或沙滤层 	<ul style="list-style-type: none"> ● 巡视结果显示过滤层及地下排水层失去功效，通常在使
土工布	<ul style="list-style-type: none"> ● 土工布出现损坏，更换新的土工布 	

地下排水层	● 更换新的排水层	用了 5-10 年后
<p>注1：更换覆盖层时，不可采用机械，采用人工方式，以免覆盖层中垃圾没有清理出去。重新铺设覆盖层可根据初始施工时要求。</p> <p>注2：清理地下排水层时，可在清淤立管中注入加压水，持续时间需大于10min。</p>		

F.3 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	● 清楚路面的垃圾	● 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： <ol style="list-style-type: none"> 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业设备清理 	● 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

F.4 绿色屋顶维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
种植物维护	● 补种植物 ● 施肥 ● 清除杂草，修剪种植物	● 1 年 2 次 ● 根据巡视结果确定
溢流设施	清理溢流设施或通道淤积物	● 1 年 2 次 ● 根据巡视结果确定
入渗设施	更换土工布、排水层及其他设施	巡视结果显示排水不畅、出水混浊、入渗不畅或顶板渗水，通常在使用了 10 年后。

F.5 植被草沟维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
种植物维护	● 补种、施肥、清除杂草，保证种植物生长	● 根据植物要求定期 ● 根据巡视结果确定
种植物修剪	● 景观需要，保证合格的曼宁系数	● 1 年 3 次 ● 根据巡视结果确定
清淤	● 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 ● 根据巡视结果确定

		<ul style="list-style-type: none"> ● 大暴雨后 24 小时内
断面形状及坡度	<ul style="list-style-type: none"> ● 修补坍塌部分，保持断面形状 ● 休整草沟底部，保持草沟坡度 ● 恢复台坎设置 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 1 次 ● 根据巡视结果确定 ● 大暴雨后 24 小时内
蓄水层 (增强型)	按照本文件中入渗设施要求实施	巡视结果显示雨水入渗不畅、排空时间不能满足设计要求，通常在使用 5-10 年后。

F.6 渗透井管维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
检查井	<ul style="list-style-type: none"> ● 清理沉沙室淤积 ● 清理入渗区渗透孔 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 2 次 ● 根据检查井巡视结果确定
溢流设施	<ul style="list-style-type: none"> ● 清理溢流设施淤积 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 2 次 ● 根据巡视结果确定
渗透管、渗透井 周边砾石及土工布	<ul style="list-style-type: none"> ● 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。

F.7 渗透沟维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
清淤	<ul style="list-style-type: none"> ● 清理豆砾石过滤层淤积 ● 清理溢流设施淤积 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 2 次 ● 根据巡视结果确定
豆砾石过滤层	<ul style="list-style-type: none"> ● 更换豆砾石层 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2 年 1 次 ● 根据巡视结果确定
蓄水层、土工布 及沙滤层	<ul style="list-style-type: none"> ● 更换蓄水层、土工布及沙滤层 	巡视结果显示雨水入渗不畅，通常在使用 5-10 年后。

F.8 过滤设施维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
杂物及垃圾清理	<ul style="list-style-type: none">● 道牙、立篦等进水设施● 存水区及溢流设施	<ul style="list-style-type: none">● 根据巡视结果确定● 1 年 4 次
豆砾石层	<ul style="list-style-type: none">● 更换豆砾石层	<ul style="list-style-type: none">● 1 年 1 次● 根据巡视结果确定
地下排水层	<ul style="list-style-type: none">● 利用清淤立管清理地下穿孔管	<ul style="list-style-type: none">● 1 年一次● 根据巡视结果确定 <ul style="list-style-type: none">● 巡视结果显示过滤层及地下排水层失去功效，通常在使用了 5-10 年后
过滤层	<ul style="list-style-type: none">● 更换过滤层	
土工布	<ul style="list-style-type: none">● 土工布出现损坏，更换新的土工布	
地下排水层	<ul style="list-style-type: none">● 更换新的排水层	
清理地下排水层时，可在清淤立管中注入加压水，持续时间大于10min。		

F.9 滞留（流）设施和表面流雨水湿地维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
设施清淤	<ul style="list-style-type: none"> ● 清理进水、小口出水及溢流拦污栅垃圾 ● 清理砾石配水设施淤积物 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 月 2 次 ● 根据巡视结果确定
护坡修复	<ul style="list-style-type: none"> ● 修复护坡坍塌损毁部分 ● 补种护坡种植物 	<ul style="list-style-type: none"> ● 根据巡视结果确定
前池	<ul style="list-style-type: none"> ● 清除前池淤积物 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2 年 1 次 ● 根据巡视结果确定
深水通道 (仅适用于湿地)	<ul style="list-style-type: none"> ● 修复深水通道 	<ul style="list-style-type: none"> ● 根据巡视结果确定
补种水生植物	<ul style="list-style-type: none"> ● 补种水生植物 	<ul style="list-style-type: none"> ● 巡视结果显示水生植物覆盖度达不到设计要求
清除外来物种	<ul style="list-style-type: none"> ● 清除外来物种 	<ul style="list-style-type: none"> ● 根据巡视结果确定
修剪水生植物	<ul style="list-style-type: none"> ● 修剪水生植物 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 2 次 ● 根据景观设计要求 ● 根据巡视结果确定
主体清淤	<ul style="list-style-type: none"> ● 清除塘体、深水区、出水池底部淤积 	<ul style="list-style-type: none"> ● 通常在使用 10 年后

F.10 潜流湿地维护表

维护内容	维护重点及目标	维护周期
种植物维护	<ul style="list-style-type: none"> ● 补种、清除杂草，保证种植物生长 	<ul style="list-style-type: none"> ● 按植物要求定期 ● 根据巡视结果确定
种植物修剪	<ul style="list-style-type: none"> ● 景观需要 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 3 次 ● 根据巡视结果确定
清淤	<ul style="list-style-type: none"> ● 清理存水区淤积 ● 清理进水及溢流设施淤积 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 2 次 ● 根据检查井巡视结果确定
存水区	<ul style="list-style-type: none"> ● 修复存水区边坡坍塌 ● 平整存水区 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 年 1 次 ● 根据巡视结果确定