

DB64

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T 1587—2019

海绵城市建设工程技术规程

Technical specification for sponge city construction project

2019 - 02 - 12 发布

2019 - 05 - 12 实施

宁夏回族自治区住房和城乡建设厅 发布
宁夏回族自治区市场监督管理厅

目 次

前言	III
1 总则	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 符号	5
5 设计	6
5.1 一般规定	6
5.2 建筑与小区	6
5.3 城市道路	8
5.4 城市绿地与广场	8
5.5 城市水系	9
5.6 低影响开发设施	10
5.7 设计计算	15
6 建设	18
6.1 一般规定	18
6.2 建筑与小区	18
6.3 城市道路	18
6.4 城市绿地与广场	18
6.5 城市水系	18
6.6 低影响开发设施	19
7 验收	24
7.1 一般规定	24
7.2 工程专项验收	24
8 维护管理	25
8.1 一般规定	25
8.2 设施设备维护	26
8.3 绿化养护	28
8.4 水系维护	28
9 安全防护	29
9.1 普通风险的安全防护	29
9.2 湿陷性黄土地区的安全防护	29
附录 A (资料性附录) 各地市气候要素一览表 (1988~2017 年)	31
附录 B (资料性附录) 各地市 30 年逐年平均降雨量	32

附录 C (资料性附录)	各地市岩土特征一览表.....	34
附录 D (资料性附录)	低影响开发设施绿化植物品种推荐表.....	35

前 言

本规程的编写格式符合GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求。

本规程由宁夏回族自治区住房和城乡建设厅提出并归口。

本规程的主编单位：宁夏首创海绵城市建设发展有限公司。

本规程的参编单位：北京首创股份有限公司、中国市政工程西北设计研究院有限公司、宁夏工业设计院有限责任公司、北京市市政四建设工程有限公司、宁夏回族自治区气象信息中心、宁夏回族自治区地质局。

本规程主要起草人：黄绵松、申若竹、付德宇、魏健佳、闫丹琛、张鑫伟、谭建宁、刘祺超、蔡新华、海霞、刘岩、张现国、杨有林、张智。

海绵城市建设工程技术规程

1 总则

- 1.1 为全面贯彻落实海绵城市理念,加强城市雨水径流控制,有效利用雨水资源,指导和规范宁夏回族自治区海绵城市建设工作,结合宁夏回族自治区实际情况,制订本规程。
- 1.2 海绵城市建设涵盖低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统,本规程的重点在于低影响开发雨水系统构建,主要适用于宁夏回族自治区设市城市海绵城市建设中低影响开发设施的设计、建设、验收、维护管理与安全防护。县城、开发区和乡镇可参照执行。
- 1.3 海绵城市建设应贯彻自然积存、自然渗透、自然净化的理念,注重对河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等城市原有生态系统的保护和修复,优先考虑低影响开发模式。
- 1.4 海绵城市建设应坚持规划引领、生态优先、安全为重、因地制宜、经济合理、节约资源、统筹建设的原则。
- 1.5 海绵城市建设工程的设计、建设、验收、维护管理、安全防护除应符合本规程外,还应符合国家、行业和宁夏回族自治区现行有关标准的规定。
- 1.6 海绵城市建设应满足当地的规划要求,实现当地的建设目标。

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 175 通用硅酸盐水泥
- GB 50014 室外排水设计规范
- GB 50025 湿陷性黄土地区建筑规范
- GB 50137 城市用地分类与规划建设用地标准
- GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范
- GB 50180 城市居住区规划设计规范
- GB 50208 地下防水工程质量验收规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 50318 城市排水工程规划规范
- GB 50400 建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范
- GB 50420 城市绿地设计规范
- GB 50513 城市水系规划设计规范
- GB 50773 蓄滞洪区设计规范
- GB 51192 公园设计规范
- GB/T 14685 建筑用卵石、碎石
- GB/T 50378 绿色建筑评价标准
- GB/T 50563 城市园林绿化评价标准
- GB/T 50596 雨水集蓄利用工程技术规范

GB/T 50805 城市防洪工程设计规范
CJJ 1 城镇道路工程施工与质量验收规范
CJJ 37 城市道路工程设计规范
CJJ 75 城市道路绿化规划与设计规范
CJJ 82 园林绿化工程施工及验收规范
CJJ 194 城市道路路基设计规范
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
JFJ 55 普通混凝土配合比设计规程
JTGE 20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTGF 40 公路沥青路面施工技术规范
JTGE 42 公路工程集料试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

低影响开发 (LID) low impact development

强调城镇开发应减少对环境的冲击,其核心是基于源头控制和延缓冲击负荷的理念,构建与自然相适应的城镇排水系统,合理利用景观空间和采取相应措施对暴雨径流进行控制,减少城镇面源污染。

3.2

雨水控制与利用 rainwater management and utilization

径流总量、径流峰值、径流污染控制设施的总称,包括雨水入渗、收集回用、调蓄排放等。

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。

3.4

设计降雨量 design rainfall depth

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

3.5

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。

3.6

雨水调蓄 rainwater detention, retention/storage

雨水储存和调节的统称。

3.7

雨水储存 rainwater storage

采用具有一定容积的设施，对径流雨水进行储存，以达到收集回用等目的，通常采用雨水池。

3.8

雨水调节 rainwater detention

采用具有一定容积的设施，在降雨期间暂时储存一定量的雨水，削减向下游排放的雨水径流峰值流量，一般只延长排放时间，不减少排放的径流总量。

3.9

雨水收集回用 rainwater utilization

利用雨水作为水源，经过处理并达到规定的水质标准后，通过管道输送或现场使用方式予以利用。

3.10

雨水渗透 rainwater infiltration

利用人工或者自然措施，使雨水下渗到土壤表层以下，以补充地下水。

3.11

土壤渗透系数 coefficient of soil permeability

单位水力坡度下水的稳定渗透速度。

3.12

透水铺装 pervious pavement

由透水面层、基层、底基层等构成的地面铺装结构，能储存、渗透自身承接的降雨。

3.13

下沉式绿地 sunken greenbelt

低于周边地面或道路路面，可用于调蓄和下渗雨水的绿地。

3.14

生物滞留设施 bioretention cell

通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、渗滤、净化径流雨水的设施。

3.15

渗透塘 infiltration basin

雨水通过侧壁和池底进行入渗的滞蓄水塘。

3.16

渗井 dry well

雨水通过井壁和井底进行入渗的设施。

3.17

湿塘 wet basin

用来调蓄雨水并具有生态净化功能的天然或人工水塘，雨水是主要补给水源。

3.18

雨水湿地 stormwater wetland

通过模拟天然湿地的结构和功能，达到对径流雨水水质和洪峰流量控制目的的湿地。

3.19

蓄水池 reservoir

指具有雨水储存功能和削减峰值流量作用的集蓄利用设施。

3.20

雨水罐 rain water barrel or cistern

也称雨水桶，是地上或地下封闭式的简易雨水集蓄利用设施。

3.21

调节塘 regulating pond

也称干塘，是以削减峰值流量功能为主的一种雨水调节设施。

3.22

调节池 regulating pool

是用于削减雨水管渠峰值流量的一种雨水调节设施。

3.23

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，可用于衔接海绵城市其他单项设施、城市雨水管渠和超标雨水径流排放系统。主要型式有转输型植草沟、渗透型干式植草沟和经常有水的湿式植草沟。

3.24

渗透管渠 infiltration treanch

具有渗透和转输功能的雨水管或渠。

3.25

植被缓冲带 vegetation buffer strip

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

3.26

初期雨水弃流设施 first flash diversion facilities

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。

3.27

人工土壤渗滤设施 amended soil infiltration facilities

通过植被、土壤渗滤的多种理化反应后,使得出水达到回用水水质指标的雨水设施。

3.28

生态护岸 ecological slope protection

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

4 符号

下列符号适用于本标准。

- t_0 ——降雨历时
- t_1 ——地面集水时间
- t_2 ——管渠内雨水流行时间
- ψ_z ——综合径流系数
- ψ_i ——各类下垫面的径流系数
- ψ_{zc} ——雨量综合径流系数
- ψ_{zm} ——流量综合径流系数
- F ——汇水面积
- F_i ——汇水面上各类下垫面面积
- W ——径流总量
- h_y ——设计降雨量
- Q ——设计流量
- q ——设计暴雨强度
- W_i ——初期弃流量
- δ ——初期径流厚度
- 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容积
- V_i ——渗透设施进水量
- W_p ——渗透量
- K ——土壤(原土)渗透系数
- J ——水力坡降
- A_s ——有效渗透面积
- t_s ——渗透时间
- V ——调节设施容积
- Q_{in} ——调节设施的入流流量
- Q_{out} ——调节设施的出流流量
- t ——计算步长
- T ——计算降雨历时

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 设计目标应满足城市总体规划、专项规划等相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求，并综合考虑环保与经济效益，因地制宜选择单项或组合的以雨水渗透、净化、储存、调节等为主要功能的设施。

5.1.2 低影响开发设计总体宜以雨水资源利用为主，各区域低影响开发设施选用侧重略有不同，建议如下：

- a) 缺水的引黄灌区宜以雨水资源化利用为主要目标，宜选择以雨水收集回用为主要功能的雨水储存和调节设施。
- b) 暴雨强度较高的中部干旱带宜以控制径流峰值为主要目标，宜选用峰值削减效果较优的雨水储存和调节设施。
- c) 水资源较丰富的南部山区宜以控制径流污染和控制径流峰值为主要目标，宜选用雨水净化和峰值削减功能较优的雨水截污净化、雨水储存和调节等设施。

5.1.3 下列情况或场所不得采用雨水入渗系统：

- a) 土壤渗透面与地下水位距离小于 1.0m；土壤渗透系数小于 1×10^{-6} m/s 或大于 1×10^{-3} m/s。
- b) 需防止陡坡坍塌、滑坡灾害的危险场所；对居住环境以及自然环境造成危害的场所以及自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤地质场所。

5.1.4 低影响开发设施的规模应根据设计目标计算得出，有条件的宜通过模型模拟对设计方案进行综合评估，并结合技术经济分析确定最优方案。

5.1.5 新建城区应以目标为导向，将海绵城市理念纳入建设目标中。老城区应以问题为导向，避免盲目全面重建，应结合棚户区 and 危房改造等工作同步推进。

5.1.6 低影响开发设施设计应达到建筑或市政各阶段设计深度的规定，应包括低影响开发设施的平面布局、竖向、构造，以及其与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统的衔接关系等内容。

5.1.7 低影响开发设施的设计与审查应与园林绿化、道路交通、排水、建筑等专业相协调。

5.1.8 在低影响开发设施的建设区域，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数应按 GB 50014 中的相关标准执行。

5.1.9 低影响开发设施的设计应保证设施与既有构筑物的安全防护距离，不允许因场地开挖、设施埋深等因素对既有构筑物的结构安全产生影响。

5.2 建筑与小区

5.2.1 建筑与小区低影响开发的主要控制目标是削减外排雨水峰值流量和径流总量，实现低影响开发及雨水的资源化利用。

5.2.2 建筑与小区低影响开发设计内容包括场地设计、建筑设计、小区道路设计、小区绿地设计和低影响设施专项设计，应符合以下规定：

- a) 场地低影响开发设计应因地制宜，保护并合理利用场地内原有的湿地、坑塘、沟渠等；应优化不透水硬化面与绿地空间布局，建筑、广场、道路宜布局可消纳径流雨水的绿地，建筑、道路、绿地等竖向设计应有利于径流汇入低影响开发设施。
- b) 小区道路低影响开发设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿地的竖向关系，便于径流雨水汇入绿地内低影响开发设施。

- c) 小区绿地应结合规模与竖向设计,在绿地内设计可消纳屋面、路面、广场及停车场径流雨水的低影响开发设施,并通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。
- d) 收集雨水及其回用水严禁与生活饮用水管道、中水管道相连接。

5.2.3 建筑与小区低影响开发设计应遵循以下设计流程:

- a) 依据相关规划或规定,明确地块控制指标。
- b) 根据建筑与小区用地性质、容积率、绿地率等指标,对区域下垫面进行解析。
- c) 结合下垫面解析和控制指标,因地制宜,在进行技术经济比较后,选用适宜的低影响开发设施,并确定其建设规模和布局。
- d) 根据低影响开发设施的内容和规模,复核控制指标,并根据复核结果优化调整工程内容。

5.2.4 建筑与小区低影响开发设施选择及设计应符合以下要求:

- a) 建筑与小区内低影响开发设施应因地制宜,综合考虑功能性、景观性、安全性,应采取保障公共安全的保护措施。
- b) 屋面雨水宜采取雨落管断接或设置集水井等方式将屋面雨水断接并引入周边绿地内小型、分散的低影响开发设施,或通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施。
- c) 屋面及硬化地面雨水收集回用系统应设置收集、弃流、储存、处理、回用管网等设施。雨水可回用于建筑与小区生活杂用水、绿地浇洒、道路冲洗和景观水体补给等。
- d) 人行道、非机动车道、广场、停车场等宜采用透水铺装。
- e) 对于下沉式绿地段道路,竖向高程应高出绿地标高不小于 50mm,并确保雨水顺畅流入绿地。
- f) 建筑与小区雨水口宜设在汇水面的最低处,顶面标高宜低于周围路面标高 30~50mm,当绿地标高低于路面标高时,雨水口宜设在道路两边的绿地内,其顶面标高应高于绿地 20~50mm。雨水口应具有拦污截污功能。
- g) 建筑与小区内绿地宜采用可用于滞留雨水的下沉式绿地,当采用绿地入渗时可设置入渗池、入渗井等入渗设施增加入渗能力。
- h) 小区内建筑、道路及停车场的周边绿地宜设置生物滞留设施,对于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础水平距离小于 5m 的区域,可采用底部防渗的复杂型生物滞留设施。
- i) 雨水渗透设施应保证其周围建(构)筑物的安全使用,不应对其他构筑物、管道基础、道路基础产生影响。
- j) 建筑与小区宜根据条件设置雨水调蓄设施,雨水调蓄设施包括雨水桶、蓄水池、具有调蓄空间的景观水体、洼地,但不包括低于周边地面 100mm 以内的下沉式绿地。
- k) 新建项目地下室设计时,需考虑生物滞留设施、下沉式绿地等设施的水向更深处土壤渗透的要求。

5.2.5 建筑与小区低影响开发设施组合应符合以下关系:

- a) 降落在屋面的雨水经过初期弃流,可进入高位花坛和雨水桶,并溢流进入下沉式绿地,雨水桶中雨水可作为小区绿化用水。
- b) 降落在道路、广场等其他硬化地面的雨水,应利用可透水铺装、生物滞留设施、下沉式绿地、渗透管渠等设施对径流进行净化、消纳,超标准雨水可就近排入雨水管道。在雨水口宜设置具有截污、沉沙功能的设施。
- c) 经处理后的雨水一部分可下渗或排入雨水管,进行间接利用,另一部分可进入蓄水池和景观水体进行调蓄、储存,经净化后,用于绿化灌溉、景观水体补水和道路浇洒等。

5.3 城市道路

5.3.1 城市道路低影响开发的主要控制目标是以削减地表径流与控制面源污染为主、雨水收集利用为辅。

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

- a) 城市道路绿化带内低影响开发设施应采取必要的防渗措施，防止径流雨水下渗对道路路面及路基的强度和稳定性造成破坏。
- b) 道路横断面设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等，便于径流雨水汇入低影响开发设施。
- c) 城市道路低影响开发工程的建设，不应降低市政工程范围内的雨水排放系统设计降雨重现期标准。

5.3.3 城市道路低影响开发设计应遵循以下流程：

- a) 工程场地现状及项目设计条件分析。
- b) 确定项目低影响开发控制规划目标及指标要求。
- c) 指标分解导出低影响开发设施选择与设施平面布置。
- d) 项目方案比选、技术经济分析。

5.3.4 城市道路低影响开发设施的选择应以因地制宜、经济有效、方便易行为原则，根据项目总体布置、水文地质等特点等，在满足城市道路基本功能的前提下，达到相关规划（或上位依据）提出的低影响开发控制目标与指标要求。城市道路绿化带宜采用下沉式绿地、生物滞留设施、植草沟等设施。面积、宽度较大的绿化带、交通岛、渠化岛等区域可依据实际情况采用雨水湿地、湿塘、调节塘、调节池等设施。

5.3.5 当城市道路（车行道）径流雨水排入道路红线内、外绿地时，在低影响开发设施前端宜设置沉淀池、弃流井等设施，对进入绿地内的初期雨水进行预处理或弃流，以减缓初期雨水对绿地环境及低影响开发设施的影响。

5.3.6 城市道路经过或穿越水源保护区时，应符合水源地保护的相关要求。

5.3.7 规划作为超标雨水径流行泄通道的城市道路，其断面及竖向设计应满足相应的设计要求，并与区域排水防涝系统相衔接。

5.4 城市绿地与广场

5.4.1 绿地与广场低影响开发的主要控制目标是削减地表径流总量、削减峰值流量、控制面源污染和雨水收集利用。

5.4.2 城市绿地与广场低影响开发设计对象包括公园绿地、防护绿地及广场用地。应遵循经济性、适用性原则，依据区域的地形地貌、土壤类型、水文水系、径流现状等实际情况综合考虑，并应符合下列规定：

- a) 首先应满足各类绿地广场自身的使用功能、生态功能、景观功能和游憩功能，根据不同的绿地广场类型，制定不同的对应方案。
- b) 大型湖泊、滨水等水体及湿地中的绿地宜通过渗、滞、蓄、净、用、排等多种技术措施，提高对径流雨水的渗透、调蓄、净化、利用和排放能力。
- c) 优先使用简单、非结构性、低成本的低影响开发设施，设施的设置应符合场地整体景观设计，应与绿地广场的总平面、竖向、建筑、道路等相协调。
- d) 绿地广场的雨水利用宜以入渗和景观水体补水与净化回用为主，避免建设维护费用高的净化设施。土壤入渗率低的城市绿地应以储存、回用设施为主，绿地广场内的景观水体可作为雨水调蓄设施并与景观设计相结合。
- e) 应考虑初期雨水和融雪剂对绿地的影响，设置初期雨水、融雪弃流等预处理设施。

5.4.3 城市绿地与广场低影响开发设计应遵循以下流程：

- a) 依据上位规划明确项目的控制指标。
- b) 对用地范围内的现状和规划下垫面进行解析。
- c) 根据控制指标和下垫面解析结果，确定城市绿地内低影响开发设施的规模和雨水利用总量。
- d) 结合上述分析，因地制宜，选用适宜的低影响开发设施，确定其建设形式和布局。
- e) 根据低影响开发设施的内容和规模，复核控制指标。

5.4.4 绿地广场在满足相关设计规范及自身功能条件下，宜采用下沉式绿地、透水铺装、生物滞留设施、植草沟、调节塘、蓄水池、雨水湿地、湿塘等低影响开发设施。低影响开发设施及设施的选择原则如下：

- a) 公园绿地的低影响开发设施选择应以入渗和减排峰值为主，以调蓄和净化为辅。
- b) 防护绿地的低影响开发设施选择应以入渗为主，净化为辅。
- c) 广场用地的低影响开发设施选择应以入渗为主，调蓄为辅。

5.4.5 绿地广场及周边区域径流雨水应通过有组织的汇流和转输，经截污等预处理后引入城市绿地内的雨水渗透、储存、调节等低影响开发设施消纳并衔接区域内的雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统，提高区域内涝防治能力。

5.5 城市水系

5.5.1 城市水系低影响开发的主要控制目标是削减雨水峰值流量、提高城市防洪排涝能力、控制径流污染、调蓄水量和雨水资源化利用。

5.5.2 城市水系低影响开发设计应遵循功能安全、生态优先、统筹兼顾、因地制宜、综合治理的原则，重点突出对城镇径流污染的治理与河湖水质和生态功能的提升。设计内容主要包括水域形态保护与控制、河湖调蓄控制、生态岸线、排口设置、以及与上游城市雨水管道系统和下游水系的衔接关系。

5.5.3 城市水系低影响开发设计应遵循以下流程：

- a) 资料收集。收集工程地质、水文条件、水质等级、水系连通状况、水系利用状况、岸线与滨水带状况等资料。
- b) 流域分析。在流域洪水风险分析、水量平衡分析、纳污能力污染分析的基础上，重点进行城市水系分析。
- c) 总体布局。确定平面总体布局，重点分析水域与绿化、道路、广场、建筑物等其它配套要素的竖向关系。
- d) 工程规模。根据调蓄、排水、生态、景观、航道、雨水利用等功能需求，确定工程规模，重点论证调蓄量、生态流速、污染削减量等。
- e) 方案设计及选择。进行湖海岸线设计、排口设计、水质净化设计、以及滨水带的绿化景观、临水建筑物等，并在设计过程中优先选用生态措施。
- f) 目标核算及方案调整。对方案设计进行控制指标核算，对于不满足要求的，应进行方案调整。

5.5.4 城市水系工程措施选择及设计应符合以下要求：

- a) 滨水带绿地空间宜选择湿塘、雨水湿地、植被缓冲带等措施进行雨水调蓄、削减径流及控制污染负荷。
- b) 城市江河宜选用安全性和稳定性高的护岸形式，如植生型砌石护岸、植生型混凝土砌块护岸等；对于流速较缓的河段可选用自然驳岸。
- c) 城市湖泊、港渠设计流速小于 3m/s，岸坡高度小于 3m 的岸坡，应采用生态型护岸形式或天然材料护岸形式，如三维网植草护坡、土工织物草坡护坡、石笼护岸、木桩护岸、乱石缓坡护岸、水生态植物护岸等。

- d) 城市水系新增雨水排口宜经过植被缓冲带、雨水调蓄池、湿塘或雨水湿地等控制措施后再排放自然水系，并进行水质监测，不超过受纳水体水质管理目标。
- e) 城市水系排口宜采用生态排口，包括一体式生态排口、漫流生态排口等。
- f) 港渠、湖泊现有合流、混流排口整治设计中，应结合汇水范围内的源头低影响开发改造措施，设置初期雨水调蓄池、截污管涵等工程措施进行末端污染控制。
- g) 对于城市水体水质功能要求较高、排涝高风险区，可利用其他现有水体设计自然水体缓冲区等。根据区域排水量、污染控制目标，确定缓冲区的面积、容积；根据上游排口标高、下游水体水位明确缓冲区水域竖向标高。
- h) 自然水体缓冲区应设置水质污染风险防范措施，以防止发生上游污染事件后对主水域的水质破坏。

5.6 低影响开发设施

5.6.1 低影响开发设施按照主要技术类型分为渗透设施、存储及回用设施、调节设施、转输设施、截污净化设施：

- a) 渗透设施：透水铺装、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井。
- b) 存储及回用设施：湿塘、雨水湿地、蓄水池、雨水罐。
- c) 调节设施：调节塘、调节池。
- d) 转输设施：植草沟、渗管及渗渠。
- e) 截污净化设施：植被缓冲带、初期雨水弃流设施、人工土壤渗滤设施等设施。

5.6.2 城市道路人行道、人行广场、建筑小区人行道等荷载较小的区域宜采用透水砖、透水混凝土、透水沥青等透水铺装，小型车的停车场宜采用植草砖、透水混凝土、透水沥青等透水铺装。园林绿地等场所也可采用鹅卵石、碎石、碎拼、踏步石铺地等透水铺装。

5.6.3 透水砖主要适用于城市道路人行道、人行广场、建筑小区人行道等荷载较小的区域或场所。其性能指标应满足如下要求：

- a) 无停车人行道透水砖抗压强度等级不低于 C40，有停车人行道透水砖抗压强度等级不低于 C50，步行街透水砖抗压强度等级不小于 C60。
- b) 透水砖应进行 50 次以上冻融循环检测，各地区可根据情况上浮冻融循环要求。使用除冰盐或融雪剂的透水砖路面，应增加抗盐冻试验。
- c) 透水砖面层与基层应设置找平层，可采用中砂、粗砂或干硬性水泥砂浆，厚度宜为 30~50mm。
- d) 基层类型包括刚性、半刚性、柔性基层，基层类型可根据地区资源差异选择，并应具有足够的强度、透水性和稳定性，连续孔隙率不应小于 10%。

5.6.4 透水混凝土路面适用于轻荷载交通的园区路、非机动车道、广场、停车场。可采用彩色形式。其性能指标应满足表 1 要求：

表1 透水水泥混凝土的性能

项目		性能要求	
耐磨性, mm		≤ 30	
透水系数 (16℃), mm/s		≥ 0.5	
抗冻性	50 次冻融循环后抗压强度损失率, %	≤ 20	
	50 次冻融循环后质量损失率, %	≤ 5	
连续孔隙率, %		≥ 10	
强度等级		C20	C30
抗压强度, MPa		≥ 20.0	≥ 30.0
弯拉强度, MPa		≥ 2.5	≥ 3.0

5.6.5 透水沥青路面适用于轻荷载交通的园区路、非机动车道、广场、停车场。可采用彩色形式。其性能指标应满足:

- a) 透水沥青面层应采用高粘度改性沥青作为结合料, 基层可采用高粘度改性沥青, 改性沥青或普通道路石油沥青, 具体指标见表 2。

表2 高粘度改性沥青技术要求

试验项目	技术要求
针入度 25℃, 0.1mm	≥ 40
软化点, ℃	≥ 80
延度 15℃, cm	≥ 80
延度 5℃, cm	≥ 30
闪点, ℃	≥ 260
60℃动力粘度, Pa·s	≥ 20000
粘韧性, N·m	≥ 20
韧性, N·m	≥ 15
薄膜加热质量损失, %	≤ 0.6
薄膜加热针入度比, %	≥ 65

- b) 透水沥青混合料满足道路路面使用功能, 并应满足透水、抗滑、降噪要求。

- c) 透水基层的孔隙率应满足透水功能的要求。

5.6.6 透水铺装构造下的土基稳定、密实、均质, 应具有足够的强度、稳定性、抗变形能力和耐久性, 并符合下列要求:

- a) 土基应有一定的透水性能, 渗透系数不宜小于 $1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$, 且土基顶面距离地下水位宜大于 1m。当土基、土壤透水系数及地下水位高程等条件不满足本要求时, 应增加排水设计内容。
- b) 土基回弹模量值不宜小于 15MPa, 压实度不应低于 90%。
- c) 对于地质条件恶劣的路段(如软土、膨胀土、湿陷性黄土、盐渍土、或在已受污染的土壤等), 不宜铺筑透水性路面。

5.6.7 当透水铺装下为地下室顶板或管廊顶板, 且覆土深度小于 1m 时, 地下设施顶板应设有疏水板及排水管等将渗透雨水导入与地下设施顶板接壤的实土或其他设施。

5.6.8 建筑、道路、广场、其他硬化铺装区及周边绿地应优先考虑采用下沉式绿地。下沉式绿地应低于周边铺砌地面或道路, 下沉深度应根据土壤渗透性能确定, 一般为 100~200mm。并应符合下列要求:

- a) 下沉式绿地内一般应设置溢流口, 保证暴雨时径流的溢流排放, 溢流口顶部标高一般应高于绿地 50~100 mm。
- b) 周边雨水宜分散进入下沉式绿地, 当集中进入时应在入口处设置缓冲。
- c) 植物宜选用耐水湿、抗污染、耐旱的品种, 植物群落配置应注重乔、灌、草等的层次搭配。
- d) 与硬化地面衔接区域应设有缓坡处理。
- e) 与非透水铺装之间应做防水处理。
- f) 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。
- g) 可设置人工渗透设施, 根据汇水面积、地形、地质等因素选用渗渠、渗井等形式或组合。

5.6.9 建筑与小区内道路及停车场等的周边绿地, 以及城市道路绿化带等城市绿地, 宜采用生物滞留设施。应符合下列要求:

- a) 生物滞留设施选址应综合考虑周边建筑、地下设施、坡度、底层土壤的渗透性和地下水位深度等因素, 并确保场地标高和坡向能够满足周边场地的雨水汇入要求。
- b) 生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物的耐淹性能和土壤渗透性能确定, 一般为 200~300mm, 并设 100mm 的超高, 局部区域超高可进行适当调整, 但需满足相关设计规范要求。
- c) 生物滞留设施内应设有溢流设施, 可采用溢流竖管, 盖篦、溢流井和渗井等。
- d) 生物滞留设施应用于道路绿化带时, 若道路纵坡大于 1.5%, 宜设置挡水堰或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。
- e) 生物滞留设施的隔离层可采用透水土工布或厚度不小于 100mm 的粗砂或细砂层。
- f) 当土壤渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 时, 需要加装穿孔排水管, 采用透水土工布包裹。

5.6.10 汇水面积大于 1hm^2 、地势较低的低洼地带等具有一定空间条件的区域, 宜采用渗透塘。渗透塘的设计应符合以下要求:

- a) 进水处应设置消能石、碎石等措施减缓水流冲刷。当水流较快时, 消能石宜选用较大的石块, 并深埋浅露。
- b) 前置塘与主塘之间的溢流处宜铺设碎石、卵石等保护层, 防止水流冲刷破坏溢流堰。碎石、卵石的粒径宜为 4.75~9.50mm, 含泥量不宜大于 1.5%, 泥块含量不宜大于 0.5%。
- c) 渗透塘边坡坡度一般不大于 1:3, 塘底至溢流水位一般不小于 0.6m, 渗透塘排空时间不应大于 24h。
- d) 渗透塘底部构造应采用透水良好的材料, 可采用种植土, 透水土工布及 300~500mm 的过滤介质层。
- e) 当渗透塘用于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础水平距离小于 5m 的区域时, 应采取铺设土工膜等防渗措施防止发生次生灾害。

5.6.11 渗井主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地内, 并应符合下列要求:

- a) 雨水通过渗井下渗前应通过植草沟、植被缓冲带等设施对雨水进行预处理。

- b) 出水管的内底高程应高于进水管管内顶高程, 但不应高于上游相邻井的出水管管内底高程。渗井调蓄容积不足时, 也可在渗井周围连接渗排管, 形成辐射井, 渗管敷设坡度宜不小于 2%。
- c) 井壁应外敷砾石层, 井底渗透面距地下水位的距离不应小于 1.5m。硅砂砌块井壁外可不敷砾石。砾石层外应采用透水土工布或性能相同的材料包覆。
- d) 底部及周边的土壤渗透系数应大于 $5 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 。
- 5.6.12 渗透设施中的绿化种植土壤的理化性状应符合当地有关植物种植的土壤标准, 并应满足雨水渗透的要求。各种土壤的渗透能力宜以项目所在地土壤的实际调查结果为准。
- 5.6.13 渗透设施的绿化种植土壤渗透系数不宜小于 $1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 。
- 5.6.14 当采用的渗透设施涉及到植物的种植设计时, 应选择适应区域气候和土壤条件的植物, 并应符合下列要求:
- a) 宜选择耐水湿、抗污染、耐旱的植物, 植物选择可按附录 D 选择。
- b) 进入渗透设施的雨水, 其停留时间不得大于植物的耐淹时间, 一般不得超过 48 小时。
- 5.6.15 湿塘、雨水湿地等敞开式雨水存储设施, 水域周边应设置安全围栏及安全警示牌等措施, 避免落水和溺水事故的发生。
- 5.6.16 雨水存储设施宜与回用设施配套设置, 根据回用水的用途, 回用水的化学需氧量 (COD_{Cr})、悬浮物 (SS) 应符合表 3 的规定, 其余指标应符合国家现行相关标准的规定。

表3 雨水处理后 COD_{Cr} 和 SS 指标

项目指标	循环冷却系统补水	观赏性水景	娱乐性水景	绿化	车辆冲洗	道路浇洒	冲厕
COD _{Cr} , mg/L	≤30	≤30	≤20	—	≤30	—	≤30
SS, mg/L	≤5	≤10	≤5	≤10	≤5	≤10	≤10

注: 雨水同时用于多种用途时, 其水质应按照 GB 50400 执行。

- 5.6.17 建筑小区、城市绿地、广场等区域的低洼水塘或其他具有空间条件的场地, 宜设置湿塘。并应符合下列要求:
- a) 湿塘进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施, 防止水流冲刷和侵蚀。
- b) 前置塘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。
- c) 前置塘池底一般为混凝土或块石结构, 且应设置清淤通道及防护设施, 并便于清淤。当采用混凝土时, 混凝土强度等级宜在 C15 以上; 当采用块石时, 石块规格尺寸宜大于 100mm×100mm。
- d) 主塘与前置塘间宜设置配水石笼, 配水石笼的填料宜采用抗风化的坚硬石块或碎石等, 以保证良好的渗透性能。
- e) 主塘与前置塘的驳岸形式宜为生态软驳岸, 边坡坡度一般为 1:2~1:8。
- f) 主塘与前置塘间的区域宜设置水生植物种植区, 并种植耐冲刷的植物品种, 主塘宜种植生命力较强的水生植物。
- g) 湿塘的溢流管管口应设置格栅, 其网格尺度以小于种植的水生植物形体、能阻止枯叶、垃圾等进入溢流管为宜, 格栅材料应采用耐腐蚀材料或经防腐处理的材料, 其强度视设计要求而定。
- 5.6.18 建筑与小区、城市道路、城市绿地、滨水带等区域内的地势较低的地带或水体有自然净化需求的区域, 宜设置雨水湿地。雨水湿地应满足以下要求:
- a) 进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施, 防止水流冲刷和侵蚀。
- b) 雨水湿地应设置前置塘对径流雨水进行预处理。

- c) 浅沼泽区水深范围一般为 0~0.3m, 深沼泽区水深范围一般为 0.8~1.2m, 出水池容积约为总容积(不含调节容积)的 10%。
- d) 雨水湿地的土壤层应为未压实的天然土, 沼泽区宜覆盖 50~150mm 以上的土壤过滤层, 过滤层的材料宜为 50%的中粗砂、20%的腐质层、30%的表土。
- e) 湿地植物宜选择根系发达、输氧能力强, 耐污能力强, 去污效果好, 具有抗冻、抗病害能力, 容易管理且适合宁夏回族自治区气候环境的本土植物。

5.6.19 有绿化、道路喷洒、景观补水等雨水回用需求的小区、城市绿地等, 宜根据雨水回用用途及用量设置蓄水池。当小规模利用雨水进行绿化、道路喷洒等用途时, 可采用雨水罐。蓄水池宜采用露天的景观水池或水体, 在用地紧张时可采用地下式蓄水池。

5.6.20 蓄水池及雨水罐应根据实际需要, 与收集、弃流、净化、雨水回用等其他配套设施相结合, 形成综合雨水收集回用系统, 并符合下列要求:

- a) 蓄水池储存容积宜根据区域降雨、地表径流系数、地形条件、周边雨水排放系统等因素确定, 宜置于区域雨水排放系统的中游、下游。
- b) 蓄水池宜采用混凝土水池、塑料模块组合水池两种。蓄水池设于机动车道下方时, 宜采用混凝土水池, 设于非机动车道下方时, 可采用塑料模块组合水池, 并采取防止机动车误入池上行驶的措施。
- c) 混凝土蓄水池池底应设集泥坑, 坡向集泥坑的坡度不小于 5%。
- d) 塑料模块组合水池作为雨水储存设施时, 应考虑周边荷载的影响, 其竖向荷载能力及侧向荷载能力应大于上层铺装和道路荷载及施工要求, 考虑模块使用期限的安全系数应大于 2.0。
- e) 塑料模块组合水池外层应采用不透水土工膜或性能相同的材料包覆。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。
- f) 蓄水池需设置进水、排空、溢流、弃流、集水、检修、通气、清淤、监控等装置。有条件的区域蓄水池和雨水处理设施可同步建设。
- g) 雨水罐宜结合景观工程要求, 采用塑料、玻璃钢、金属、陶瓷、石材、木桶等材质的成品雨水罐。

5.6.21 调节塘、调节池等的调节容量应根据雨水收集量及雨水管道设计重现期等综合考虑。

5.6.22 建筑与小区、城市绿地等具有一定空间条件的区域, 宜设置调节塘。

- a) 调节塘的调节区深度一般为 0.6~3m。塘底设计成可渗透时, 塘底部渗透面距离季节性地下水位或岩层不应小于 1m, 距离建筑物基础水平距离不应小于 5m。
- b) 调节塘出水设施应设计成多级出水口形式, 以控制调节塘水位, 增加雨水水力停留时间, 控制外排流量。
- c) 调节塘底部应设置沉泥区, 沉泥区的设计沉泥高度应不高于排水孔高度, 以防止排水孔排水不畅。

5.6.23 城市雨水管渠系统较难改造时, 可采用调节池。

- a) 应根据雨水管渠系统所在的地形条件选择合理的调节池形式; 当地形坡度较大时, 宜采用溢流堰调节池; 当地形平坦时, 宜采用底部流槽式调节池。
- b) 调节池可采用混凝土池、塑料模块组合水池, 宜采用埋地式处置。

5.6.24 建筑与小区内道路、广场、停车场等不透水面的周边宜采用植草沟。并应符合下列要求:

- a) 植草沟顶宽不宜大于 1500mm, 深度宜为 50~250mm, 最大边坡宜为 3:1, 纵向坡度不应大于 4%, 沟长不宜小于 30m。
- b) 植草沟的入流进水口应设置碎石、消能坎等消能设施, 防止水流冲刷和侵蚀。
- c) 植草沟砾石孔隙率宜为 35~45%, 有效粒径宜大于 80%。
- d) 植草沟宜种植密集的草种, 不宜种植乔木及灌木植物, 植被高度宜控制在 0.1~0.2m。

e) 植草沟最深部位区域冲刷和侵蚀较大宜采用卵石、碎石等散铺。

5.6.25 建筑与小区及公共绿地内转输流量较小、且土壤渗透情况良好的区域,可采用渗管或渗渠,地下水位较高、径流污染严重及易出现结构坍塌等区域不宜采用渗管或渗渠。

- a) 渗管或渗渠宜设置植草沟、沉淀池等预处理设施。渗管或渗渠四周应填充碎石或其他多孔材料,碎石层外包透水土工布。
- b) 渗管宜与渗井配合使用,渗透管沟宜采用穿孔塑料管、无砂混凝土管等透水材料。
- c) 渗管的管径不宜小于 150mm,塑料管的开孔率不宜小于 15%,无砂混凝土管的孔隙率不宜小于 20%。
- d) 渗渠宜采用 PE 材质或混凝土预制品渗透式排水沟,开孔率不宜低于 15%,深度和宽度宜为 300~500mm。
- e) 渗管或渗渠周边宜填充孔隙率为 35~45%的砾石或其他多孔材料,并采用厚度不小于 1.2mm,单位面积质量不小于 200g/m²的透水土工布与压实度 92%左右的回填土隔离。

5.6.26 截污净化设施应结合雨水径流污染控制要求进行选择,其设置应便于清洗和运行管理。

5.6.27 道路等不透水面周边绿地、公园绿地、城市水系的滨水绿化带等区域,宜设置植被缓冲带,可作为低影响开发设施的预处理设施和城市水系的雨水径流污染控制措施,并应符合下列要求:

- a) 植被缓冲带的坡度宜为 2~6%,宽度不宜小于 2m。
- b) 汇水面自身坡度小于 6%时,宜采用碎石消能渠整流消能,防止冲刷植被层。汇水面坡度超范围时,应另行设计可靠的消能措施。
- c) 碎石消能渠内填满碎石,粒径宜为 3.0~4.0mm,压实度宜大于 85%。
- d) 植被缓冲带的植被应优先选择耐冲刷、耐水湿、抗污染、耐旱的植被,宜以草本植物为主,乔木和灌木为辅。

5.6.28 屋面雨水的雨落管、径流雨水的集中入口的部分低影响开发设施的前端应设置初期雨水弃流设施,并应符合下列要求:

- a) 地面雨水弃流设施系统可集中设置,也可分散设置。
- b) 初期雨水弃流装置及其设置应便于清洗和运行管理,可采用自动控制方式。

5.6.29 具有一定场地空间的建筑与小区及城市绿地,宜采用人工土壤渗滤设施。人工土壤渗滤设施设置应符合以下要求:

- a) 宜种植根系较为发达、耐水湿的植物,以提高渗滤效果。
- b) 表层土壤应由较肥沃的耕作土壤组成,表层可用 50~100mm 的树皮、落叶等腐质覆盖。
- c) 土壤层厚度宜依据设计植物类型设置,并应采用团粒结构发达、渗透速率高、毛细作用强、吸附容量、通透性较好的土壤。
- d) 隔离层可采用透水土工布或厚度不小于 100mm 的粗砂或细砂层。
- e) 人工土壤渗滤设施底部应设渗管。
- f) 当设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础水平距离小于 5m 的区域时,或雨水回用量较大的项目,人工土壤渗滤设施底部可采用防渗膜。

5.7 设计计算

5.7.1 降雨参数应根据建设区域内或临近地区雨量观测站 20 年以上降雨资料确定,雨水利用设计降雨量应按多年平均降雨量计算。

5.7.2 各地区按照该地区的暴雨强度公式计算暴雨强度,其他无暴雨强度公式的地区可参考周边降雨规律相似城市的暴雨强度公式计算。

5.7.3 设计降雨历时:

- a) 雨水管渠的设计降雨历时,应按下式计算:

$$t_0 = t_1 + t_2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- t_0 ——降雨历时, min;
- t_1 ——地面集水时间, min, 视距离长短、地形坡度和地面铺装情况而定(屋面一般取 5min, 道路路面取 5~15min);
- t_2 ——管渠内雨水流行时间, min。

b) 在规划或方案设计时, 建筑小区设计降雨历时可按 10~5min 计算。

5.7.4 不同种类下垫面的径流系数应依据实测数据确定, 缺乏资料时可参照 GB 50400 等相关规范取值。综合径流系数应按下垫面种类加权平均计算:

$$\psi_z = \frac{\sum F_i \psi_i}{F} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- ψ_z ——综合径流系数;
- F ——汇水面积, m^2 ;
- F_i ——汇水面上各类下垫面面积, m^2 ;
- ψ_i ——各类下垫面的径流系数。

5.7.5 径流总量计算公式:

$$W = 10\psi_{zc} h_y F \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- W ——径流总量, m^3 ;
- ψ_{zc} ——雨量综合径流系数;
- h_y ——设计降雨量, mm;
- F ——汇水面积, hm^2 。

5.7.6 设计流量计算公式:

$$Q = \psi_{zm} q F \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- Q ——设计流量, L/s;
- ψ_{zm} ——流量综合径流系数;
- q ——设计暴雨强度, $[\text{L}/(\text{s} \cdot \text{hm}^2)]$ 。

5.7.7 水量平衡分析应根据雨水控制与利用目标确定, 并满足以下要求:

- a) 滞蓄、渗透设施的水量平衡应包括雨水来水量、滞蓄量、排放量。
- b) 雨水收集回用时, 水量平衡分析应包括雨水来水量、初期雨水弃流量、回用水量、补充水量和排放量。
- c) 利用景观水体对雨水进行调蓄利用时, 水量平衡分析应包括雨水来水量、初期雨水弃流量、回用水量、渗漏量、蒸发量、补充水量和排放量。

5.7.8 初期弃流量宜按式 (5) 进行计算。当有特殊要求时, 可根据实测雨水径流中污染物浓度确定。

$$W_i = 10 \times \delta \times F \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- W_i ——初期弃流量, m^3 ;
- δ ——初期径流厚度, mm。屋面弃流可采用 2~3mm 径流厚度, 地面弃流可采用 3~5mm 径流厚度;

F ——汇水面积, hm^2 。

5.7.9 设施规模的一般计算方法包括容积法、流量法、水量平衡法等。

5.7.10 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。

a) 渗透设施有效调蓄容积按式(6)进行计算:

$$V_s = V_i - W_p \quad \dots\dots\dots (6)$$

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容积, m^3 ;

V_i ——渗透设施进水量, m^3 ;

W_p ——渗透量, m^3 。

b) 渗透设施渗透量按式(7)进行计算

$$W_p = KJ A_s t_s \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

W_p ——渗透量, m^3 ;

K ——土壤(原土)渗透系数, m/s ;

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 。

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

5.7.12 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,调节设施容积按式(8)进行计算。

$$V = \text{Max} \left[\int_0^T (Q_{in} - Q_{out}) dt \right] \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

V ——调节设施容积, m^3 ;

Q_{in} ——调节设施的入流流量, m^3/s ;

Q_{out} ——调节设施的出流流量, m^3/s ;

t ——计算步长, s ;

T ——计算降雨历时, s 。

5.7.13 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。

5.7.14 植草沟等转输设施的计算方法如下:

a) 根据总平面图布置植草沟并划分各段的汇水面积。

b) 根据 GB 50014 确定排水设计重现期,采用流量法计算设计流量 Q 。

c) 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。

6 建设

6.1 一般规定

- 6.1.1 海绵城市有关工程应按照批准的设计文件和施工技术标准进行施工。
- 6.1.2 城市规划、建设等相关部门应在建设用地规划或土地出让、建设工程规划、施工图设计审查、建设项目施工、监理、竣工验收备案等管理环节，加强对低影响开发雨水系统构建及相关目标落实情况的审查。
- 6.1.3 施工现场应有针对低影响开发雨水系统的质量控制和质量检验制度。
- 6.1.4 低影响开发设施施工时，应注意与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统有效衔接。
- 6.1.5 工程所用原材料、半成品、构（配）件、设备等产品，进入施工现场时必须按相关要求进行现场验收。进场验收时应检查每批产品的订购合同、质量合格证书、性能检验报告、使用说明书、进口产品的商检报告及证件等，并按国家有关标准规定进行复验，验收合格后方可使用。
- 6.1.6 施工现场应做好水土保持和环境保护措施，减少施工过程对场地及其周边环境的扰动和破坏。
- 6.1.7 应按照“先深后浅、先地下后地上”的原则进行施工。
- 6.1.8 有条件地区，低影响开发雨水设施工程的验收可在整个工程经过一个雨季运行检验后进行。
- 6.1.9 海绵城市有关工程的施工应由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，具备合法的施工资格。
- 6.1.10 施工过程中应留存专项交底、隐蔽工程影像资料、施工过程水土流失控制影像等资料。

6.2 建筑与小区

- 6.2.1 建筑与小区低影响开发设施应按照规划总图、施工图进行建设，以达到低影响开发控制目标与指标要求。
- 6.2.2 应按照先地下后地上的顺序进行施工，土方开挖、防渗、防冻、土壤介质回填等分项工程的施工应符合设计文件及相关规范的规定。

6.3 城市道路

- 6.3.1 城市道路低影响开发设施进水口（如路缘石豁口）局部下凹、开口宽度、设置间距、防冲刷设施等应严格按设计文件要求进行施工。
- 6.3.2 城市道路低影响开发设施的防渗措施，应严格按设计文件要求进行施工，防止径流雨水下渗对道路路面及路基造成损坏。
- 6.3.3 对于道路纵向坡度较大的路段，挡水设施能够有效提高低影响开发设施的调蓄容积，建设过程中应严格按设计文件要求进行挡水设施施工。

6.4 城市绿地与广场

- 6.4.1 绿地与广场建设施工时，必须了解场地的障碍物、管网、地形地貌、土质、控制桩点设置、红线范围、周边情况及现场水源、水质、电源和交通情况，按照园林绿化工程总平面或根据建设单位提供的现场高程控制点和坐标控制点进行施工。
- 6.4.2 应严格按照设计文件要求，进行绿地与广场进水口防冲刷施工，确保预处理设施功能有效发挥。
- 6.4.3 施工时，应了解自然沉降和水压情况，可适当预留出沉降深度。设施周围边界的处理上应注意进水口高程、进水口道路立缘石开口宽度、植物种类和种植密度等问题。

6.5 城市水系

6.5.1 清淤、截污、护岸、土方等涉及导流、围堰或水下施工的工程内容宜安排在非汛期实施，避开雨季、洪水期和生物敏感期。

6.5.2 各类水生植物根据河道水位变动情况，宜在生境构建结束后的非汛期实施；水生动物宜安排在水生植物群落生长基本稳定后投放。

6.5.3 生物浮床、增氧机、生物膜安装等涉及水上施工的工程内容宜在主体工程结束后实施，在避开汛期的同时，还需考虑气候条件对浮床植物及生物膜活性的影响。

6.5.4 新建生态护岸施工技术要求较高时，施工期间材料供货商应安排专业技术人员承担或者指导施工单位进行护岸施工；已建硬质护岸绿色改造在施工前应掌握已建硬质护岸的工程结构，在确保护岸结构安全的前提下再实施改造。

6.6 低影响开发设施

6.6.1 透水砖施工前，应对基层（垫层）进行检查验收，基层除了满足设计要求的高程、横坡、强度等要求外，还应满足厚度和材料的要求，符合要求后方可进行面层施工。透水砖施工应符合下列要求：

- 透水砖铺筑时，基准点和基准面应根据平面设计图、工程规模、透水砖规格、块形、尺寸设置。透水砖与主干道、绿地衔接应按设计细部要求执行。
- 透水砖的铺筑应从基准点开始，并以透水砖基准线为基准，按设计要求铺筑。铺筑透水砖面层应纵横拉通线铺筑，每3~5m设置基准点。
- 检查井周围或与构筑物接壤处的砌块宜切块补齐，不宜切块补齐的部分应及时填补平整。
- 透水砖铺筑过程中，不得站立在找平层上作业，应随时检查透水砖的牢固性和平整性，不符合要求应及时修整，不得向砖底部填塞砂浆或支垫等方法进行砖面找平，应用切割机械切割透水砖。
- 透水砖铺筑完成后，表面敲实，及时清理砖面上的杂物、碎屑，砖面上不得有水泥砂浆。铺砌完成并养护24小时后，用填缝砂填缝，分多次进行，直至缝隙饱满，同时将遗留在砖表面的余砂清理干净。

6.6.2 透水混凝土施工应符合下列要求：

- 水泥应采用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。不同等级、厂牌、品种、出厂日期的水泥不得混用。
- 透水混凝土采用的集料，必须使用质地坚硬、耐久、洁净、密实的碎石料，碎石的性能指标应符合GB/T 14685中的二级要求，一般碎石性能指标应满足CJJ/T 135的规定。
- 透水混凝土面层施工前应按规定对基层检查验收，符合要求后方可进行面层施工。基层表面应平整、清洁、无积水，并保持一定的湿润状态。
- 透水混凝土配合比设计应符合JFJ 55的规定，其强度、透水系数、耐磨性等性能指标应符合设计要求。
- 透水混凝土从搅拌机出料后，运至施工地点进行摊铺、压实直至完毕的允许最长时间，可由实验室根据水泥初凝时间和施工气温确定。透水混凝土允许时间应符合表4。

表4 透水混凝土允许时间表

施工气温	允许最长时间/h
$5 \leq T \leq 10$	2.0
$10 \leq T \leq 20$	1.5
$20 \leq T \leq 32$	1.0

- f) 透水混凝土不得在雨天或气温低于 5℃ 的情况下浇筑，气温高于 32℃ 也不宜施工。
- g) 模板拆除时透水混凝土要有足够的强度，不得损坏混凝土面层的边角，应保持透水混凝土块体的完好。
- h) 路面缩缝切缝深度宜为 1/2~1/3 厚度，路面胀缝应与路面厚度相同。施工缝可代替缩缝。
- i) 透水混凝土施工完成后，宜采用塑料薄膜覆盖等方法养护，养护期不少于 14d。

6.6.3 透水沥青混凝土施工应符合下列要求：

- a) 透水沥青混合料粗集料宜采用轧制碎石，其技术要求应符合表 5 规定。试验方法应符合 JTGE 20 相关规定。

表5 透水沥青混合料粗集料技术要求

试验项目	层次位置	
	表面层	其他层次
石料压碎值，%	≤26	≤26
洛杉矶磨耗损失，%	≤28	≤26
吸水率	≥2.6	≥2.5
坚固性，%	≤2	
针片状颗粒含量，%	≤8	≤10
水洗法<0.075mm 颗粒，%	≤1	
软石含量，%	≤3	≤5

- b) 透水沥青面层细集料宜采用机制砂，其技术要求应符合表 6 规定。试验方法应符合 JTGE 42 相关规定。

表6 透水沥青混合料细集料技术要求

试验项目	技术要求
表观相对密度	≥2.50
坚固性（>0.3mm 部分），%	≥10
含泥量（小于 0.075 的含量），%	≤1
砂当量，%	≥60
棱角性（流动时间），s	≥30

- c) 透水沥青混合料的矿粉宜采用石灰岩矿粉，纤维可采用木质纤维、矿物纤维，其技术要求应符合 JTGF 40 的规定。
- d) 透水沥青路面表层粗集料磨光值及与沥青的黏附性符合表 7 规定。试验方法应符合 JTGE 42 和 JTGE 20 的相关规定。

表7 粗集料磨光值及沥青黏附剂

雨量气候区		1 (潮湿区)	2 (湿润区)	3 (半干区)	4 (干旱区)
年降雨量, mm		>1000	1000~500	500~250	<250
表面层粗集料的磨光值 PSV		≥42	≥40	≥38	≥36
粗集料与沥青的黏附性	表面层	≥5	≥5	≥5	≥4
	其他层次	≥5	≥5	≥4	≥4

- e) 用于透水基层的级配碎石集料压碎值不应大于 26%，级配符合表 8 的规定，且塑性指数小于 6 级配碎石的空隙率宜大于 10%。

表8 级配碎石的级配范围

通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率/%								
筛选尺寸	31.5	26.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075~6
通过率	100	80~95	65~85	30~60	20~40	10~22	3~12	

- f) 透水沥青混合料运输过程中，应采取保温措施，运输到摊铺现场的混合料温度不应低于 165℃；当遇雨天或气温低于 5℃时，不得进行透水沥青路面施工。
- g) 透水沥青混合料应采用沥青摊铺机摊铺，受料前应在料斗内涂刷防黏剂并在施工过程中经常将两侧板收拢。摊铺过程中应随时检查摊铺层的厚度、路拱及横坡。
- 6.6.4 透水基层一般选用排水式沥青稳定碎石、级配碎石、大粒径透水性沥青混合料、骨架孔隙型水泥稳定碎石、透水混凝土等。基层的施工应符合 CJJ 1 的规定。
- 6.6.5 下沉式绿地施工应符合下列要求：
- 下沉式绿地的位置、下沉深度、构造措施等应符合设计要求。
 - 溢流口设置的位置、深度及间距应符合设计要求，安装不得歪扭。
 - 下沉式绿地的雨水集中入口、坡度较大的植被缓冲带，应按设计要求放置隔离纺织物料、栽种临时或永久性的植被以及在裸露的地方添加覆盖物等稳固方法，防止雨水径流对土壤的侵蚀。
 - 栽植土应保证土壤渗透能力符合规范和设计要求，如土壤渗透性较差，应通过改良措施增大土壤渗透能力。
- 6.6.6 生物滞留设施施工应符合下列要求：
- 生物滞留设施应用于道路绿化带时，道路纵坡不应大于设计要求；设施靠近路基部分应按设计要求进行防渗处理。
 - 土方施工应根据设计和地形控制坡度和高程，坡度应顺畅，以免阻水。
 - 土方开挖完成后，周边或预留进水口处应设置临时挡水坝等设施以防止沟槽内水土流失进入管渠系统造成堵塞及污染，并防止周边土壤进入设施对土壤渗透性能及深度造成影响。
 - 入渗型生物滞留设施的机械开挖、挡墙砌筑作业等宜在设施外围进行，避免因重型机械碾压等作业降低基层土壤渗透性能。
 - 已压实土壤可通过对不小于 300mm 厚度范围内的基层土壤进行翻土作业，尽量恢复其渗透性能，有条件的应对施工前后的土壤渗透性能进行监测，以确定翻土厚度。
 - 植物应按种植设计图纸施工，也可按照实际景观效果最优的原则进行适当调整，进水口及溢流口处的种植密度可适当加密，利用植物拦截较大颗粒物及垃圾。

6.6.7 渗透塘施工应符合下列要求:

- a) 土方开挖后塘底不应夯实。应严格控制开挖范围和深度,避免超挖,超挖时不得用超挖土回填,应用碎石填充。
- b) 碎石应采用透水土工布与渗透土壤层隔离,挖掘面应便于透水土工布的施工和固定。
- c) 塘底部设置的放空管宜在出口处加装放空阀门,管道的材质、管径及阀门规格、型号应符合设计要求。
- d) 渗透塘外围应按设计要求设安全防护措施和警示牌。

6.6.8 渗井施工应符合下列要求:

- a) 渗井的开挖、回填、碾压施工时,应进行现场事前调查、选择施工方法、编制工程方案和安全规程,施工不应降低自然土壤的渗透能力。
- b) 成品井体宜采用小型机械运输工具搬运,严禁抛落、踩压等野蛮施工。
- c) 当采用砌筑的井体时,井底和井壁不应采用砂浆垫层或用灰浆勾缝防渗。
- d) 井体的安装应在井室挖掘后快速进行。施工期间井体应做盖板,埋设时防止砂土流入。

6.6.9 湿塘和雨水湿地施工应符合下列要求:

- a) 施工前应对进水口、前置塘、主塘、出水池、溢流水口、护岸及驳岸、维护通道等平面位置的控制桩及高程控制桩进行复核,确认无误后方可施工。
- b) 采用机械开挖时,基底和边坡应至少留出 150mm,由人工挖至设计标高和边坡坡度,如局部出现超挖,必须按设计要求进行处理。
- c) 周边护坡宜采用夯实的土壤构建。在夯实过程中应考虑土壤的湿度,不得在阴雨天施工。围堰建成后,应进行表面防护,如种植护坝植被。
- d) 对沟槽侧壁设立足够的支撑,保证开挖尺寸和施工安全,开挖范围控制在现场范围,不得损坏或干扰附近的建筑物,开挖边坡以基坑能保持稳定来确定。
- e) 进水口和溢流水口的碎石、消能坎等消能设施,应按设计要求施工。
- f) 基质应进行级配、清洁,保证填筑材料的含泥(砂)量和填料粉末含量小于设计要求值。基质铺设过程中应从选料、洗料、堆放、撒料四个方面加以控制。
- g) 应按设计要求设置护栏、警示牌等安全防护和警示标志。

6.6.10 蓄水池施工应符合下列要求:

- a) 蓄水池施工前应根据设计要求,复核与蓄水池连接的有关管道、控制点和水准点。施工时应采取相应技术措施、合理安排施工顺序,避免新老管道、建(构)筑物之间出现影响结构安全和运行功能的差异沉降。
- b) 基础土方开挖应确保原状地基土不受扰动及避免超挖,机械开挖应留 200~300mm 厚的土层,由人工开挖至设计高程,整平。
- c) 穿墙管道应预埋位置、高程应符合设计要求,其接缝填料、止水措施应符合设计要求,不应渗水。
- d) 蓄水池位于地下水位以下时,应根据当地实际情况采取抗浮、抗冻措施。
- e) 施工完毕后必须进行满水试验。
- f) 混凝土蓄水池的浇筑应振捣密实,养护充分,不得有蜂窝、麻面及损伤。
- g) 防水工程的施工应严格参照 GB 50208 的相关规定执行。

6.6.11 雨水罐施工应符合下列要求:

- a) 雨水罐的安装方式分为地上安置或地下埋设,施工前,应对雨水罐平面位置及安装高程进行复核,确认无误后方可施工。
- b) 雨水罐采用地下埋设的方式时,应确保基坑安全放坡、尺寸准确,基坑承载力满足设计要求。

- c) 地下埋设基坑回填应分层填筑、对称施工, 回填密实度应满足设计要求, 回填前应进行雨水罐安装隐蔽验收。
 - d) 雨水罐采用地面安置的方式时, 应确保安装固定牢靠, 使用方便、便于维护。
 - e) 雨水罐周边应按设计要求做好排水设置, 雨水罐顶部检查口应加防坠设施。
- 6.6.12 调节塘施工应符合下列要求:
- a) 施工前, 应对调节塘、挡水堤岸、进水口、出水口的平面位置控制桩及高程控制进行复核, 确认无误后方可施工。
 - b) 前置塘位置、尺寸、下游侧塘顶高程应正确设置, 以确保对径流雨水进行预处理。
 - c) 挡水堤岸的基础、堤身应密实、不透水, 防止发生管涌现象。
 - d) 排水管与挡水堤之间应密实、不渗水。
 - e) 溢洪道的高程、断面、坡度等应符合设计要求, 确保溢洪道排水能力, 防止出现漫堤现象。
- 6.6.13 调节池施工应符合下列要求:
- a) 调节池底板位于地下水位以下时, 应根据当地实际情况采取抗浮、抗冻措施。
 - b) 基坑开挖时, 底部 200mm 采用人工开挖, 不得超挖, 不得扰动基底。基坑内应做好排水措施。
 - c) 预埋管(件)穿墙处应做好防水措施, 不应渗水。
 - d) 浇筑池壁混凝土时, 应分层交圈、连续浇筑。池壁的施工缝设置应符合设计要求, 在其强度不小于 2.5MPa 时, 方可进行凿毛处理。
 - e) 混凝土浇筑完成后, 应按施工方案及时采取有效的养护措施, 养护时间不少于 14d。
 - f) 调节池施工、验收完成后, 应及时进行基坑回填, 回填质量应符合设计要求。
- 6.6.14 植草沟施工应符合下列要求:
- a) 植草沟应按设计形式施工, 表面应平整, 不含大块碎石等, 边坡可轻度压实保证稳定。
 - b) 沟底不得超挖, 虚土不得贴底、贴坡。
 - c) 植物种植时应先种植坡面和边坡, 再种植沟底。在种植沟底植物前, 应确认坡度和形状是否被破坏。
- 6.6.15 渗透管渠施工应符合下列要求:
- a) 沟槽的开挖、支护方式应根据施工地质条件、施工方法、周围环境等要求进行技术经济比较, 确保施工安全和环境保护。
 - b) 沟槽底部不得超挖, 靠近沟槽底部 200mm 采用人工开挖。开挖完成后槽底不得扰动。
 - c) 沟槽边坡或支护方式的施工应符合设计要求。沟槽顶堆土距沟槽边缘不小于 0.8m, 且堆土高度不大于设计堆置高度 1.5m。
 - d) 沟槽开挖后, 渗透管渠的安装和敷设应连续施工。
 - e) 开孔渗管的开孔型式、开孔率、开孔孔径应符合设计要求。
 - f) 渗透管渠的坡度和接管方向应满足设计要求, 当使用底部不穿孔的穿孔管沟时, 应注意管道的上下面朝向。
 - g) 渗透管渠的接头应可靠, 滤料不渗漏。
 - h) 渗透管渠的砾(碎)石滤料回填应紧密, 断面尺寸符合设计要求。
 - i) 透水土工布应全面包裹滤料及渗管, 且不得出现破损现象, 搭接宽度不应少于 200mm。
- 6.6.16 植被缓冲带施工应符合下列要求:
- a) 植被缓冲带断面形式、土质、植被材料应符合设计要求。
 - b) 消能沟槽、净化区、进口、出口等应严格按设计设置施工, 排水管与周边排水设施平顺衔接。
 - c) 植被布置应严格按设计要求进行施工, 并应符合 CJJ 82 的规定。
- 6.6.17 初期雨水弃流设施施工应符合下列要求:
- a) 初期雨水弃流装置的位置及构造应符合设计要求。

- b) 初期径流弃流池，雨水进水口应按设计要求设置格栅，格栅的设置应便于清理，并不得影响雨水进水口的通水能力。
- c) 初期径流弃流池入口监测装置及自动控制系统应满足设计要求。
- d) 自动控制弃流装置的电动阀、计量装置宜设在室外，控制箱宜集中设置，并宜设在室内。

6.6.18 人工土壤渗滤设施施工应符合下列要求：

- a) 渗滤体不得含有草根、树叶、塑料袋等有机杂物及垃圾，材料配合比应符合设计要求。采用生物填料的原料、材料比重、有效堆积生物膜表面面积、堆积密度应符合设计要求。
- b) 渗滤体铺装填料时，应均匀轻撒填料，严禁由高向低把承托料倾倒至下一层承托料之上。
- c) 渗滤体应分层填筑，碾压密实，碾压时应保护好渗管、排水管及防渗膜不受破坏。
- d) 防渗膜接缝宜采用焊接方式，不应出现渗漏。施工中应保护好防渗膜，如有破损，应及时修补。

7 验收

7.1 一般规定

- 7.1.1 工程施工质量除满足本规程的要求外，还应符合相关专业验收规范的规定。
- 7.1.2 参加工程施工质量验收的各方人员应具备相应的资格。
- 7.1.3 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定的基础上进行。
- 7.1.4 竣工验收及系统验收应由建设单位组织设计、施工、监理及有关单位联合进行。系统验收宜在系统稳定运行后进行。
- 7.1.5 隐蔽工程必须经过中间验收合格后方可进入下一道工序。中间验收应由施工单位会同建设单位、设计单位、监理单位等部门共同进行，工程质量验收人员应具备相应的专业技术资格。
- 7.1.6 应进行施工过程与成品质量控制，前一分项工程未经验收合格禁止进行后一项分项工程施工。
- 7.1.7 海绵城市各项工程的验收可参照相关规范，按照设计要求，及时逐项验收每道工序，并取样试验。还应结合外形量测和直观检查，并辅以调查了解，使验收的结论准确。
- 7.1.8 施工验收时，应具有下列文件：
 - a) 施工图、竣工图和设计变更文件；
 - b) 主要设备和材料的合格证和试验记录、工程合同和招投标文件；
 - c) 混凝土、砂浆、焊接、渗水试验、水压试验和满水试验等试验、检验记录；
 - d) 隐蔽工程验收记录和中间试验记录；
 - e) 管道冲洗记录；
 - f) 管道、容器的压力试验记录；
 - g) 工程质量事故处理记录；
 - h) 工程质量验收评定记录；
 - i) 设备调试运行记录。

- 7.1.9 验收合格后应将有关设计、施工及验收的文件立卷归档。

7.2 工程专项验收

- 7.2.1 海绵城市各分部（子分部）工程相应的分项工程、检验批应按表9的规定执行。

表9 海绵城市建设工程分项、分部工程划分对照表

分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
海绵城市建设专项验收	渗透设施	透水砖、透水混凝土、透水沥青混凝土、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井	每个单项
	存储回用设施	湿塘、雨水湿地、蓄水池、雨水罐	每个单项
	调节设施	调节塘、调节池	每个单项
	转输设施	植草沟、渗透管渠	每个单项
	截污净化设施	植被缓冲带、初期雨水弃流设施、人工土壤渗滤	每个单项
注1：建筑与小区、城市道路、城市绿地与广场、城市水系4大用地类型均可单独作为一个分部工程进行专项验收。			
注2：若项目整体立项为“海绵城市建设工程”的，则单位工程质量合格的前提是以上各分部验收质量合格。			

7.2.2 应按下列规定进行施工质量控制，并进行过程检验、验收：

- a) 工程采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备应按相关专业质量标准进行进场检验和使用前复验。现场验收和复验结果应经监理工程师检验认可。凡涉及结构安全和使用功能的，监理工程师应按规定进行见证取样检测，并确认合格。
- b) 各分项工程完成后应进行自检、交接检验，并形成文件，经监理工程师检查签认后，方可进行下一分项工程施工。

7.2.3 检验批合格质量应符合下列规定：

- a) 主控项目的质量应经抽样检验合格。
- b) 一般项目的质量应经抽样检验合格。当采用计数检验时，除有专门要求外，一般项目的合格率应达到75%以上，且不合格点的最大偏差值不得大于规定允许偏差值的1.5倍。
- c) 具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

7.2.4 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- a) 分项工程所有检验批均应符合合格质量的规定。
- b) 分项工程所含检验批的质量验收记录应完整。

7.2.5 分部工程质量验收（专项验收）合格应符合下列规定：

- a) 分部工程所含分项工程的质量均应验收合格。
- b) 质量控制资料应完整。
- c) 涉及结构安全和使用功能的质量应按规定验收合格。
- d) 外观质量验收应符合要求。

8 维护管理

8.1 一般规定

8.1.1 公共项目的低影响开发设施由城市道路、排水、环卫、园林等相关部门按照职责分工负责维护监管。其他低影响开发设施，由该设施的所有者或其委托方负责维护管理。

8.1.2 应建立健全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监测手段，加强管理人员的专业技术培训。

8.1.3 应加强宣传教育和引导，提高公众对海绵城市的认识，鼓励公众积极参与维护管理工作。

8.1.4 应做好雨季来临前和雨季期间设施设备的检修和维护管理,保障设施设备正常、安全运行。暴雨后宜及时对各项设施设备进行检修维护。

8.1.5 各种设施设备日常维护应及时清扫、清淤,确保工程安全运行。

8.1.6 各种设施设备的检查维护保养频次不应低于本规程的要求,并不得低于国家现行相关规定。

8.1.7 湿陷性黄土地区可视情况增加其他检查项并进行相应维护。

8.1.8 本规程依据结构相近的设施设备提出维护要求。

8.2 设施设备维护

8.2.1 透水铺装的维护应符合下列要求:

- a) 应定期检测面层的渗透系数,检测方法应符合 CJJ/T 188。检查频次宜为 2 次/年。
- b) 渗透系数下降的透水铺装宜采用真空抽吸、高压水冲洗、钢丝路刷等方法定期进行全面透水性维护。维护频次宜大于 2 次/年。
- c) 应采取适当的除雪方式,避免引起面层骨料流失、面层堵塞、等问题。
- d) 面层出现破损时应及时进行修补或更换。
- e) 出现不均匀沉降时应进行局部整修找平。
- f) 对于下部设有排水管渠的透水铺装,应定期检查管渠是否堵塞、错位、破裂等。检查频次宜大于 2 次/年。

8.2.2 下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘的维护应符合下列要求:

- a) 进水口不能有效收集汇水面径流雨水时,应加大进水口规模或进行局部下凹等。检查频次宜为 2 次/年。
- b) 进水口、溢流口的防冲刷设施应合理维护,保持其设计功能。检查频次宜为 2 次/年。
- c) 进水口、溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时,应清理垃圾与沉积物。检查频次宜为 2 次/年。
- d) 调蓄空间因沉积物淤积导致调蓄能力不足时,应清理沉积物;因坡度导致调蓄能力不足时,应增设挡水堰或抬高挡水堰、溢流口高程。检查频次宜为 2 次/年。
- e) 边坡出现侵蚀、坍塌或沉降等现象,应进行修复、加固或恢复至设计高度。检查维护频次宜为 2 次/年。
- f) 当调蓄空间雨水的排空时间超过 24h 时,应查明原因并处理。

8.2.3 湿塘、雨水湿地、调节塘的维护应符合下列要求:

- a) 进水口、溢流口的防冲刷设施应合理维护,保持其设计功能。检查频次宜为 2 次/年。
- b) 进水口、溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时,应及时清理垃圾与沉积物。
- c) 前置塘内沉积物淤积超过 30%时,应及时进行清淤。雨季之前进行前置塘清淤。
- d) 调蓄空间的沉积物应进行清理。清理频次宜大于 1 次/年,清理时间宜选在旱季。
- e) 护坡出现坍塌时应进行加固。护坡植被出现侵蚀,有大面积裸露土壤或在修补护坡后补种护坡植物。检查频次宜为 2 次/年。
- f) 应定期检查泵、阀门等相关设备,保证其正常工作。检查频次宜大于 2 次/年。
- g) 防误接、误用、误饮等警示标识,护栏等安全防护设施及预警系统损坏或缺失时,应进行修复和完善。检查频次宜为 1 次/年。
- h) 应根据暴雨、洪水、干旱、结冰等各种情况,进行水位调节,不得出现进水端壅水现象和出水端淹没现象。

8.2.4 渗井的维护应符合下列要求:

- a) 设施内因沉积物淤积导致调蓄能力或过流能力不足时,应清理沉积物。检查频次宜为 2 次/年。
- b) 当渗井调蓄空间雨水的排空时间超过 24h 时,应及时置换填料。

- c) 管道出现堵塞、开裂、或错位等问题, 应进行清淤、修补裂缝或更换管道。检查频次宜为 2 次/年。
 - d) 当周围土壤出现沉降和下陷时, 需调查原因和影响范围, 并采取相应措施。
- 8.2.5 植草沟、植被缓冲带的维护应符合下列要求:
- a) 应及时补种修剪植物, 将植被高度控制在 100~200mm。清除杂草, 及时清理杂物、沉积物或者垃圾。
 - b) 进水口不能有效收集汇水面径流雨水时, 应加大进水口规模或进行局部下凹等。检查频次宜为 2 次/年。
 - c) 进水口因冲刷造成水土流失时, 应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施, 保持其设计功能。检查频次宜为 2 次/年。
 - d) 由于坡度较大导致流速较大引起冲刷时, 应增设档水堰或者抬高挡水堰高程。边坡出现坍塌时, 应及时进行加固, 维持原设计边坡坡度。检查频次宜为 2 次/年。
- 8.2.6 渗透管渠的维护应符合下列要求:
- a) 渗透管渠内因沉积物淤积导致过流能力不足时, 应进行清淤。检查频次宜大于 1 次/年。
 - b) 渗透管渠出现开裂、坍塌等问题, 应进行修补或更换。检查频次宜为 1 次/年。
 - c) 土工布出现破损时, 应进行修补或更换。检查频次宜为 1 次/年。
 - d) 渗透能力出现明显下降时, 应及时查明原因并进行修复。
- 8.2.7 调节池、蓄水池的维护应符合下列要求:
- a) 进水口、出水口和溢流口应定期清理垃圾与沉积物。检查频次宜大于 4 次/年。
 - b) 截污装置、雨水弃流过滤装置堵塞或损坏时, 应清理或更换。检查频次宜大于 4 次/年。
 - c) 调节池、蓄水池池体淤积沉积物应使用清洁装置清理。检查频次宜为 2 次/年。
 - d) 混凝土池体破损或裂缝或蓄水模块破损, 应请结构专业人员评价结构稳定性并在其指导下修补或更换。检查频次宜为 1 次/年。
 - e) 应定期检查泵、阀门、控制柜等相关设备, 保证其能正常工作。检查频次宜为 2 次/年。
 - f) 防误接、误用、误饮等警示标识, 护栏等安全防护设施及预警系统损坏或缺失时, 应进行修复和完善。检查频次宜为 1 次/年。
- 8.2.8 雨水罐的维护应符合下列要求:
- a) 罐内沉积物、垃圾、杂物应进行清理。检查频次宜大于 1 次/年。
 - b) 进水口堵塞或淤积导致过水不畅时, 应及时清理垃圾与沉积物。
 - c) 雨水罐歪斜时, 应检查雨水罐稳定性及基座; 外壁损坏或破裂, 应修补或更换。检查频次宜为 1 次/年。
 - d) 冬季应停止使用雨水罐。
- 8.2.9 初期雨水弃流设施的维护应符合下列要求:
- a) 进水口、出水口堵塞或淤积导致过水不畅时, 应清理垃圾与沉积物。检查频率宜为 2 次/年。
 - b) 沉积物淤积导致弃流容积不足时应及时进行清淤。
 - c) 应定期清理弃流设施内部的过滤装置。清理频率宜大于 4 次/年。
 - d) 应定期检查设施相关的阀门、泵、自动控制弃流装置等相关设备, 保证其正常工作。检查频次宜为 2 次/年。
- 8.2.10 人工土壤渗滤设施的维护应符合下列要求:
- a) 进水管、出水管堵塞或淤积导致过水不畅时, 应清理垃圾与沉积物。检查频率宜为 2 次/年。
 - b) 应定期清理表层沉积物。清理宜大于 6 次/年。
 - c) 土壤渗滤能力下降时, 应更换土壤或配水层。检查频次宜为 2 次/年。
- 8.2.11 冬季应采取的措施, 避免含盐融雪剂进入低影响开发设施。

8.3 绿化养护

8.3.1 低影响开发设施植物管理养护应建立规范养护管理制度，建立科学的养护管理体系，能够保证植物良好的生长势，保持现有的绿化成果，从而充分发挥植物在低影响开发设施中的功能价值，同时体现绿化的生态价值、景观价值和人文价值。

8.3.2 低影响开发设施绿化养护等级技术措施和标准参考见表 10。补种修剪植物、清除杂草宜安排在雨季前和雨季时。

表10 低影响开发设施内绿化养护等级技术措施和标准表

绿化养护等级技术措施和标准/（次/年）						
级别	类别		修剪	施肥	除草	垃圾处理
一级	乔木		1~2	1		随产随清
	灌木		2	1	2~3	
	绿篱		10~12	1	10~12	
	一、二年生草花		1~2	3	6~10	
	宿根花卉		1~2	2	6~10	
	草坪	冷季型	15~20	3~5	3~5	
二级	乔木		1/2~1	1/2		重要区域随清，一般区域日产日清
	灌木		1	1/2~1	2	
	绿篱		6~8	1/2~1	6~10	
	一、二年生草花		1	2	3~5	
	宿根花卉		1	1	3~5	
	草坪	冷季型	10~15	3	2~4	主要区域日产日清，其他区域根据需要突击清理。
三级	乔木		1/5	1/2		
	灌木		1	1/2	1	
	绿篱		3~5	1/2	3~5	
	一、二年生草花		1	1	1~2	
	宿根花卉		1/2	1/2	1~2	
	草坪	冷季型	5~10	2	2	
注：修剪中的1/2表示两年修剪一次，余下的以此类推。						

8.3.3 严禁使用除草剂、杀虫剂等农药。

8.4 水系维护

- 8.4.1 应定期对护岸进行巡查, 重点关注护岸的稳定和安全情况, 发现问题应及时汇报和处理, 并应尽快解决问题, 避免产生严重后果。
- 8.4.2 加强对护岸范围内植物的维护和管理, 定期对相关植物进行补植, 确保植物覆盖率达到设计要求。
- 8.4.3 应定期对水生植物群落生长情况进行观测, 挺水植物需防止植株的蔓延扩散与株形保持, 平时注意枝叶修剪, 花絮、果实的维护管理, 生长季末一次性收割; 浮叶植物需控制叶面覆盖范围, 对生长过于旺盛的区域采取定期收割措施, 防止影响沉水植物生长及景观效果; 沉水植物在整个生长周期内需进行适时维护, 采取定期收割措施, 控制沉水植物生长高度在水面 200~300mm 以下。
- 8.4.4 宜依据不同水生植物耐水湿特性调控水文条件或采取保水、防护措施, 防止水生植物干旱、过度淹水或水流冲刷。
- 8.4.5 宜每年一次调查水体中底栖动物和鱼类群落结构, 底栖动物除特殊情况无需特意维护; 采取投放或捕捞措施, 控制鱼类生物量在 15~25kg/亩, 使河道中鱼类群落结构处于健康水平。
- 8.4.6 应及时清捞水生动物的病、死残体并排查原因。
- 8.4.7 应定期对原位净化设施进行检查, 主要包括生态浮床床体、固定桩(绳)的牢固性、各机械设备运转情况、生物填料的脱落情况和生物膜的挂膜附着情况等。若发现有问題, 应对松动或破损的床体采用更换或加固措施, 尽快排除设备故障, 并及时补充或更换生态填料。

9 安全防护

9.1 普通风险的安全防护

- 9.1.1 雨水渗透设施应按地质及水文条件控制规模, 不得影响周边建筑的安全, 安全距离应符合有关标准的规定。
- 9.1.2 雨水回用系统输配水管道严禁与生活饮用水输配水管道连接。
- 9.1.3 调蓄深度超过 0.5m 的下沉式绿地、生物滞留设施、调节塘、湿塘、雨水湿地等设施应设置安全警示标识, 防止人员在暴雨期间进入。警示标识宜载明水深及蓄水量。
- 9.1.4 冬季含有融雪剂的积雪不得堆积在绿地内, 应对融雪水进行控制, 不得进入绿地。
- 9.1.5 维护管理的安全操作应符合国家现行相关标准的规定。

9.2 湿陷性黄土地区的安全防护

- 9.2.1 湿陷性黄土地区低影响开发设施应根据湿陷性黄土的特点和设计要求做好地基处理措施、防渗措施和结构措施, 避免湿陷变形引起低影响开发设施的功能受损、破坏及对既有建、构筑物的不利影响。
- 9.2.2 湿陷性黄土地区低影响开发设施可采用的地基处理方法宜符合下列规定:
- I 级非自重湿陷性黄土区域, 可选取换填垫层、压实地基等。
 - II 级非自重湿陷性黄土区域, 可选取换填垫层、灰土挤密桩地基等。
 - II、III、IV 级自重湿陷性黄土区域, 可选取换填垫层、灰土挤密桩地基等。处理深度及范围应满足 GB 50025 的要求。
- 9.2.3 各类低影响开发设施采取的设计措施应根据场地湿陷类型、地基湿陷等级和地基处理后下部未处理湿陷性黄土层的湿陷起始压力值或剩余湿陷量, 结合当地建筑经验和施工条件等综合因素确定。
- 9.2.4 埋地低影响开发设施、下沉式绿地、生物滞留设施、植草沟等应与已有建筑物基础保持适宜的防护距离, 防止建筑物遭到破坏。具体可参考表 11。

表11 低影响开发设施与建筑物的防护距离（m）

建筑类别	湿陷等级			
	I	II	III	IV
甲	—	—	8~9	11~12
乙	5	6~7	8~9	10~12
丙	4	5	6~7	8~9
丁	—	5	6	7

9.2.5 在使用期间，对低影响开发设施应经常进行维护和检修，并确保所有防水措施发挥有效作用，防止低影响开发设施的地基浸水湿陷。

附 录 A
(资料性附录)

各地市气候要素一览表 (1988~2017 年)

表A.1 各地市气候要素一览表 (1988~2017 年)

城市	气候分带	年均气温 ℃	1月均气温 ℃	1月最高气温 ℃	1月最低气温 ℃	7月均气温 ℃	7月最高气温 ℃	7月最低气温 ℃	年均降水量 mm	年均蒸发量 mm	平均无霜期 d	平均最大冻深 cm
石嘴山	北温带干旱区	10.1	-7.5	13.7	-26.6	25.1	39.9	9.4	172.2	1963.2	169	89.3
吴忠	北温带干旱区	10.5	-6.0	16.2	-23.5	24.5	41.0	11.4	193.8	1941.5	182	60.9
银川	北温带干旱区	9.9	-7.1	14.6	-26.1	24.3	39.1	11.6	194.6	1706.4	176	57.3
中卫	北温带干旱区	9.5	-7.2	17.1	-29.1	23.2	38.9	8.1	183.9	1834.2	167	56.9
固原	北温带半湿润区	7.3	-7.1	17.5	-27.0	19.9	34.4	5.6	441.8	1499.8	149	89.3
注：由于站台级别调整，各市年均蒸发量的观测值的统计时间如下： 石嘴山、吴忠、银川、固原：1988~2012年；中卫：1988~2003年。												

附 录 B
(资料性附录)
各地市 30 年逐年平均降雨量

表B.1 各地市 30 年逐年平均降雨量

单位为mm

年份	城市				
	石嘴山	吴忠	银川	中卫	固原
1988	227.0	175.2	200.9	151.3	478.5
1989	204.6	211.3	213.3	155.4	402.4
1990	227.4	331.8	253.3	214.8	552.4
1991	133.4	150.7	194.9	132.6	313.9
1992	169.6	257.6	287.1	198.2	591.0
1993	122.0	160.7	123.4	173.3	384.4
1994	125.6	132.8	161.8	187.2	503.9
1995	247.5	203.7	233.1	229.1	406.7
1996	115.8	204.9	153.2	187.1	465.7
1997	128.5	146.0	156.4	165.7	345.3
1998	185.2	195.6	211.0	232.1	454.9
1999	127.0	176.7	165.1	200.0	327.9
2000	126.6	183.9	133.8	122.1	406.2
2001	133.4	206.5	163.2	223.4	404.7
2002	222.2	247.9	303.6	235.5	401.9
2003	212.8	192.7	194.8	283.4	605.1
2004	154.0	148.9	144.0	125.5	385.4
2005	90.2	64.8	74.9	56.8	372.2
2006	168.5	156.4	195.8	152.0	426.2
2007	237.7	189.5	214.7	263.6	350.6
2008	196.9	186.2	194.6	131.1	373.6

表 B.1 (续)

单位为 mm

年份	城市				
	石嘴山	吴忠	银川	中卫	固原
2009	185.3	190.8	180.0	148.6	357.1
2010	176.4	188.6	206.3	138.0	458.3
2011	152.0	220.0	166.2	189.3	393.8
2012	228.0	244.6	292.7	252.5	449.6
2013	108.3	116.1	148.8	111.2	706.2
2014	171.3	217.4	169.1	233.1	589.4
2015	191.1	207.5	227.1	155.2	377.6
2016	148.9	288.7	264.9	229.9	465.2
2017	250.2	217.0	211.3	238.0	504.5

附 录 C
(资料性附录)
各地市岩土特征一览表

表C.1 各地市岩土特征一览表

城市	地貌类型	地层特征			含水层特征		
		第四系厚度 m	第四系岩性	下伏基岩	含水层岩性	埋深 m	厚度 m
银川	山前洪积倾斜平原	10~600	砾石、砂砾石层、砂砾石夹含砾砂土和黏质砂土	新近系砂岩	细砂	0.0~100	30~150
	冲积平原	100~1600	砾石、砂砾石层和含砾粉砂质土层	新近系砂岩	细砂、中砂、砂卵石	1.0~4.0	30~150
	冲湖积平原	100~1600	细砂、粉砂、砂质黏土等	新近系砂岩	细砂、中砂、砂卵石	1.0~4.0	30~150
	灵盐台地	0.0~20.0	黏土质中细粒砂、粉砂	二叠系	局部河谷潜水	大于6	30~60
石嘴山	洪积平原	60~115	砾石和砂砾石、砂砾石夹含砾砂土、黏质砂土	新近系砂岩、泥质砂岩	细砂、中砂、砂卵石	5.0~80.0	60~115
	冲湖积平原	60~115	细砂、粉砂、砂质黏土等	新近系砂岩、泥质砂岩	细砂、中砂、砂卵石	5.0~80.0	60~115
吴忠	冲湖积平原	0.0~250	细砂、粉砂、砂质黏土等	古近系、新近系砂岩	细砂	1.0~4.0	30~60
	黄河冲积扇	10~300	砂砾石、粉细砂	新近系砂岩、泥质砂岩	细砂	0.5~4.0	10~300
	黄土丘陵	200	黄土、黄土状粉土	新近系砂岩、泥质砂岩	粉砂	10~20	10~120
	清水河河谷平原	100~400	细砂、中砂	新近系砂岩、泥质砂岩	砂砾石、中粗砂	10~20	10~120
	陶灵盐台地	10~80	风积砂	白垩系砂岩	河谷潜水	30~60	40
中卫	冲积平原	100~200	细砂、粉砂、砂质黏土等	新近系砂岩	细砂、砂卵石	1.0~5.0	10~50
	黄土丘陵	大于200	细砂、粘性土、黄土	新近系砂岩	砂砾石	80~140	80~140
固原	冲积平原	200	砾石、砂砾石层和含砾粉砂质土层	新近系砂岩	砂砾石、中粗砂	10~20	10~65
	黄土丘陵	0~270	黄土、黄土状粉土	新近系砂岩	河谷潜水	40~100	130~270
	洪积扇	0~170	粘性土、砂砾石	白垩系泥岩	砂砾石	10~20	50~100

附 录 D

(资料性附录)

低影响开发设施绿化植物品种推荐表

表D.1 低影响开发设施绿化植物品种推荐表

陆生植物类			
植物名称	生长习性	适合应用的城市区域	适合应用设施类型
常绿乔木			
圆柏* <i>Sabina chinensis</i>	阳性, 幼树稍耐阴, 耐干旱, 耐寒, 稍耐湿, 耐修剪, 防尘隔音效果好	建筑与小区、广场、公园绿地、行道树、分车带道路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
侧柏* <i>Platycladus orientalis</i>	阳性, 耐寒, 耐干旱贫瘠, 抗污染力强, 耐修剪	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
刺柏* <i>Juniperus formosana</i>	性喜冷凉气候, 耐寒性强, 对土壤要求不严, 酸性土以至海边在干燥的岩缝间和沙砾地均可生长。喜光, 耐寒, 耐旱, 主侧根均甚发达, 在干旱沙地、向阳山坡以及岩石缝隙处均可生长	建筑与小区、广场、公园绿地、行道树、分车带道路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
白皮松* <i>Pinus bungeana</i>	阳性, 适应干冷气候, 抗污染力强, 不耐积水	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
云杉 <i>Picea asperata</i>	中性, 耐阴, 喜凉润气候, 生长慢	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
樟子松 <i>Pinus sylvestris</i>	强阳性, 耐寒、耐干旱、耐瘠薄, 深根性, 抗风沙	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
华山松* <i>Pinus armandi</i>	弱阳性, 喜温凉湿润气候, 浅根性, 不耐碱土, 怕涝	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
千头柏 <i>Platycladus orientalis</i> cv. <i>Sieboldii</i>	阳性	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等

表 D.1 (续 1)

蜀桧 <i>Sabina chinensis</i> cv. 'Pyramidalis'	喜光树种, 喜温凉、温暖气候及湿润土壤	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
杜松 <i>Juniperus rigida</i>	阳性, 耐寒, 耐干旱瘠薄, 抗海潮风, 生长慢	广场、小区、公园绿 地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
落叶乔木			
一球悬铃木* <i>Platanus occidentalis</i>	阳性速生树种, 抗性强, 能适应城市街 道透气性差的土壤条件, 但因根系发育 不良, 易被大风吹倒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的、植被缓冲带等
龙桑* <i>Morus alba</i> cv. <i>Tortuosa</i>	喜光, 幼树稍耐阴, 喜温暖、湿润。耐 寒, 耐旱涝贫瘠。抗风力强, 对 H ₂ S 、 NO ₂ 等有毒气体抗性很强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
构树* <i>Broussonetia</i> <i>papyrifera</i>	阳性, 抗污染, 耐干旱瘠薄, 适应性强, 不择土壤, 生长迅速	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
垂柳*★ <i>Salix</i> <i>babylonica</i>	阳性, 喜温暖及水湿, 耐旱, 速生	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 湿塘、雨水湿地、植被缓冲 带等
龙爪柳* <i>Salix</i> <i>matsudana</i> 'tortuosa'	喜光, 较耐寒、干旱。喜欢水湿, 通风 良好的沙壤土, 也较耐盐碱, 萌芽力强, 根系较发达, 深根性	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
馒头柳*★ <i>Salix matsudana</i> 'umbraculifera'	阳性, 耐寒, 耐旱, 耐湿, 速生	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
钻天杨* <i>Populus nigra</i> var. <i>italica</i>	喜光, 耐寒、耐干冷气候, 稍耐盐碱和 水湿, 忌低洼积水及土壤干燥粘重。抗 病虫害能力较差。生长寿命不长	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
白桦* <i>Betula platyphylla</i>	喜光, 不耐荫。耐严寒。对土壤适应性 强, 喜酸性土	建筑与小区、广场、 公园绿地、分车带道 路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
国槐* <i>Sophora</i> <i>japonica</i>	阳性, 耐寒, 抗性强, 耐修剪	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等

表 D.1 (续 2)

香花槐* <i>Robinia pseudoacacia</i> cv. 'Idaho'	喜光, 耐旱, 耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
榆树* <i>Ulmus pumila</i>	阳性树种, 喜光, 耐旱, 耐寒, 耐瘠薄, 不择土壤, 适应性很强	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
杏* <i>Armeniaca vulgaris</i>	阳性, 耐寒, 耐干旱, 不耐涝, 抗盐性 较强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的、植被缓冲带等
紫叶李* <i>Prunus cerasifer</i> a'Pissardii'	阳性	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
合欢* <i>Albizia julibrissin</i>	喜光, 耐干燥瘠薄。木材红褐色, 纹理 直, 结构细, 干燥时易裂	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的、植被缓冲带等
丝棉木* <i>Euonymus maackii</i>	中性, 耐寒, 耐水湿, 抗污染	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
白蜡* <i>Fraxinus chinensis</i>	弱阳性, 耐寒, 对土壤适应性强, 耐低 湿, 抗烟尘, 深根性, 耐修剪	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
紫薇* <i>Lagerstroemia indica</i>	喜暖湿气候, 喜光, 略耐阴, 喜肥, 耐 干旱, 忌涝	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的、植被缓冲带等
红枫* <i>Acer palmatum</i> <i>Atropurpureum</i>	喜阳光, 适合温暖湿润气候, 怕烈日曝 晒, 较耐寒, 稍耐旱, 不耐涝	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
三角枫* <i>Acer buergerianum</i>	弱阳性树种, 稍耐荫。喜温暖、湿润环 境, 耐寒, 较耐水湿, 萌芽力强, 耐修 剪	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
茶条槭* <i>Acer ginnala</i>	阳性树种, 耐庇阴, 耐寒, 喜湿润土壤, 但耐干燥瘠薄	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
枣* <i>Ziziphus jujuba</i>	枣喜光性强, 对光反应较敏感, 对土壤 适应性强, 耐贫瘠、耐盐碱	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等

表 D.1 (续 3)

枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	喜光, 略耐侧荫, 幼树耐荫, 耐寒能力不强	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的、植被缓冲带等
核桃(胡桃) <i>Juglans regia</i>	阳性, 耐干冷气候, 不耐湿热, 防尘力强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的、植被缓冲带等
皂荚(皂角) <i>Gleditsia sinensis</i>	阳性, 喜光, 耐旱, 较耐寒, 喜温暖湿润的气候和深厚肥沃土壤, 稍耐盐碱, 忌水涝	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
毛白杨★ <i>Populus tomentosa</i>	阳性, 喜温凉气候, 抗污染, 深根性, 速生, 寿命较长	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
银白杨★ <i>Populus alba</i>	阳性, 适应寒冷干燥气候, 耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
新疆杨★ <i>Populus alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	阳性, 耐大气干旱及盐渍土, 深根性, 抗风力强	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
河北杨★ <i>Populus hopeiensis</i>	阳性, 耐干旱, 怕涝	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
银新杨★ <i>Populus alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	阳性, 耐寒, 适应寒冷干燥气候	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
胡杨 <i>Populus euphratic</i>	喜光, 耐大气干旱及寒冷、干热气候, 抗盐碱和风沙	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
旱柳★ <i>Salix matsudana</i>	阳性, 耐寒, 耐旱, 耐水湿, 速生	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
垂枝柳 <i>Ulmus pumila</i> L. cv. <i>Tenue</i>	阳性, 耐干旱瘠薄	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
黄栌 <i>Cotinus coggygria</i>	中性, 喜温暖气候, 耐寒、耐旱, 怕涝	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等

表 D.1 (续 4)

元宝枫 (平基槭) <i>Acer truncatum</i>	中性, 喜温凉气候及侧方庇荫, 深根性, 抗风力强, 生长速度中等, 寿命长	建筑与小区、广场、公园绿地、行道树、分车带道路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
五角枫 <i>Acer mono</i>	弱阳性, 喜温凉湿润气候及雨量较多地区	建筑与小区、广场、公园绿地、行道树、分车带道路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
梓树 <i>Catalpa ovata</i>	弱阳性, 适生于温带地区, 抗污染, 浅根性, 生长快	建筑与小区、广场、公园绿地、行道树、分车带道路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
楸树 <i>Catalpa bungei</i>	弱阳性, 喜温和气候, 抗污染, 不耐干旱瘠薄和水湿	建筑与小区、广场、公园绿地、行道树、分车带道路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
龙爪槐 <i>Sophora japonica</i> f. <i>pendula</i>	阳性, 稍耐阴, 耐寒	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
红花洋槐 <i>Robiniapseudoacacia</i> cv. <i>Decaisne-ana</i>	阳性, 适应性强, 浅根性, 生长快	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
蝴蝶槐 <i>Sophora japonica</i> f. <i>oligophylla</i>	喜光, 耐旱、耐寒	建筑与小区、广场、公园绿地、行道树、分车带道路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
金枝槐 <i>Sophora japonica</i> cv. 'Golden Stem'	喜光、耐旱、耐寒	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
香花槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> cv. 'Idaho'	喜光, 耐旱, 耐寒	建筑与小区、广场、公园绿地、行道树、分车带道路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
桑树 <i>Morus alba</i>	阳性, 适应性强, 抗污染, 抗风, 耐盐碱	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等

表 D.1 (续 5)

北京栎 (栎树) <i>Koelreuteria paniculata</i>	阳性, 较耐寒, 耐干旱, 抗烟尘, 耐短期水侵	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
文冠果 <i>Xanthoceras sorbifolium</i>	喜光, 耐严寒, 耐干旱及盐碱, 不耐水湿, 深根性, 萌蘖力强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i>	阳性, 喜温暖湿润气候, 较耐寒, 适应性强, 不择土壤	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
山楂 <i>Crataegus pinnatifida</i>	弱阳性, 耐寒, 耐干旱瘠薄土壤, 抗污染	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
山荆子 <i>Malus baccata</i>	喜光, 耐寒, 耐旱, 深根性, 寿命长	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
海棠果 <i>Calophyllum inophyllum</i>	阳性, 耐寒, 耐旱, 耐碱, 较耐水湿, 生长快, 深根性	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
西府海棠 <i>Malus micromalus</i>	喜光, 耐寒, 抗旱, 较耐盐碱和水湿	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
红宝石海棠 <i>Malus micromalus</i> cv. 'Ruby'	喜光, 耐寒, 耐旱, 忌水湿	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
绚丽海棠 <i>Malus</i> 'Radiant'	喜光, 耐寒, 耐旱, 忌水湿	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
大叶北美海棠 <i>NorthAmeri- canBegonia</i>	喜光, 耐寒, 耐旱, 环境适应性强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
苹果 <i>Malus domestica</i>	阳性, 喜冷凉干燥气候及肥沃深厚而排水良好的土壤	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
杏 <i>Armeniaca vulgaris</i>	阳性, 耐寒, 耐干旱, 不耐涝, 抗盐性较强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等

表 D.1 (续 6)

山杏 <i>Armeniaca sibirica</i>	阳性, 耐寒, 耐干旱, 不耐涝, 抗盐性较强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
稠李 <i>Padus racemosa</i>	喜光, 稍耐荫, 耐寒性强, 喜肥沃湿润排水良好的土壤, 根系发达	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
李 <i>Prunus salicina</i>	喜光, 适应性强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
美人梅 <i>Prunus cerasifera</i>	阳性, 耐寒, 较耐旱, 不耐水湿, 喜阳光充足、通风良好、开阔的环境	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
碧桃 <i>Amygdalus persica</i> f. duplex	阳性, 较耐寒, 不耐水湿	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
山桃 <i>Amygdalus davidiana</i>	阳性, 耐旱, 耐寒, 较耐盐碱, 忌水湿	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
杜梨 <i>Pyrus betulifolia</i>	喜光, 抗旱, 耐寒, 耐水湿, 较耐盐碱, 深根性, 寿命长	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
枣树 <i>Ziziphus jujuba</i>	阳性, 适应性强, 寿命长	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
沙枣(桂香柳) <i>Elaeagnus angustifolia</i>	阳性, 耐干旱、低湿及盐碱	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
白蜡 <i>Fraxinus chinensis</i>	弱阳性, 耐寒, 对土壤适应性强, 耐低湿, 抗烟尘, 深根性, 耐修剪	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
水曲柳 <i>Fraxinus mandshurica</i>	阳性, 耐寒, 喜肥沃湿润土壤, 生长快, 抗风力强, 耐水湿	建筑与小区、广场、 公园绿地、行道树、 分车带道路两侧基础 绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
暴马丁香 <i>Syringa reticulata</i> var. amurensis	阳性, 耐旱	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等

表 D.1 (续 7)

常绿灌木			
雀舌黄杨* <i>Buxus bodinieri</i>	喜温暖湿润和阳光充足环境, 较耐寒, 耐干旱和半阴, 要求疏松、肥沃和排水良好的沙壤土	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
栓翅卫矛* <i>Euonymus phellomanus</i>	适应性强, 耐寒, 耐荫, 耐修剪, 耐干旱、瘠薄。对二氧化硫有较强抗性, 生长较慢	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
偃柏 <i>Juniperus chinensis</i> var. <i>sargentii</i>	阳性, 耐寒, 耐贫瘠	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
铺地柏 <i>Juniperus chinensis</i> var. <i>sargentii</i>	阳性, 耐寒, 耐干旱, 生长较慢	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
沙地柏 <i>Sabina vulgaris</i>	阳性, 耐寒, 极耐干旱, 生长迅速	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
龙柏* <i>Sabina chinensis</i> cv. <i>Kaizuca</i>	阳性, 耐寒性不强, 抗有害气体, 滞尘能力强, 耐修剪	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
锦熟黄杨 <i>Buxus sem-pervirens</i>	中性, 生长慢, 耐修剪	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
朝鲜黄杨 <i>Buxus sinica</i> var. <i>koreana</i>	中性, 耐寒性强	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
胶东卫矛 <i>Euonymus kiautschovicus</i>	耐阴, 喜温暖气候, 稍耐寒	建筑与小区、广场、公园绿地、行道树、分车带道路两侧基础绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
沙冬青 <i>Ammopiptanthus mongolicus</i>	喜光, 耐旱、抗热, 耐寒、耐盐、耐贫瘠, 保水性强	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
箭竹* <i>Fargesia spathacea</i>	喜温暖湿润, 较耐荫, 不耐寒	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等

表 D.1 (续 8)

落叶灌木			
锦鸡儿 <i>Caragana sinica</i>	中性, 耐寒, 耐干旱瘠薄	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
紫叶小檗 <i>Berberis thunbergii</i> var. <i>atropurpurea</i>	中性, 耐寒, 要求阳光时, 叶色方呈紫 红色	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
牡丹 <i>Paeonia suffruticosa</i>	中性, 耐寒, 要求排水良好土壤	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
山梅花* <i>Philadelphus</i> <i>incanus</i>	弱阳性, 较耐寒, 耐旱, 怕水湿	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
太平花* <i>Philadelphus</i> <i>pekinensis</i>	弱阳性, 耐寒, 怕涝	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
栓翅卫矛 <i>Euonymus alatus</i>	耐寒, 耐荫, 耐旱、耐瘠薄	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
大果蔷薇 <i>Rosa albertii</i>	喜光、耐阴、耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
绣线菊类* <i>Spiraea</i>	喜光、稍耐荫, 抗旱, 喜温暖湿润	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
多花栒子(水栒子) <i>Cotoneaster</i> <i>multiflorus</i>	阳性, 耐干旱瘠薄, 耐修剪	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
灰栒子 <i>Cotoneaster</i> <i>acutifolius</i>	喜光, 耐寒, 稍耐荫	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
贴梗海棠 <i>Chaenomeles</i> <i>speciosa</i>	阳性, 喜温暖气候, 较耐寒, 耐瘠薄, 不耐水湿	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
金露梅 <i>Potentilla</i> <i>fruticosa</i>	阳性, 耐寒, 耐旱	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等

表 D.1 (续 9)

银露梅 <i>Potentilla glabra</i>	阳性, 耐寒, 耐旱	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
毛樱桃 <i>Prunus tomentosa</i>	喜光, 稍耐阴, 性强健, 耐寒, 耐干旱, 耐瘠薄	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
榆叶梅 <i>Prunus triloba</i>	阳性, 稍耐阴, 耐寒, 耐干旱, 忌涝	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
珍珠梅* <i>Sorbaria kirilowii</i>	耐阴, 耐寒, 对土壤要求不严, 萌孽性强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
红刺玫 <i>Rosa rugosa</i> var. <i>cathayensis</i>	喜光, 稍耐阴, 耐寒力强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
月季类* <i>Rosa</i>	阳性, 较耐寒, 喜温暖气候	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
玫瑰(四季玫瑰) <i>Rosa rugosa</i>	阳性, 耐寒, 耐干旱, 不耐积水	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
棣棠* <i>Kerria japonica</i>	中性, 喜温暖湿润气候, 较耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
蒙古扁桃 <i>Amygdalus mongolica</i> (Maxim.) Ricker	喜光, 耐旱、耐寒。	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i>	喜光, 耐寒, 抗风沙, 适应性强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
秋胡颓子 <i>Elaeagnus umbellata</i>	阳性, 喜温暖气候, 不耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
红瑞木* <i>Comus alba</i>	弱阳性, 耐寒, 耐湿, 耐干旱瘠薄	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
怪柳* <i>Tamarix chinensis</i>	阳性, 耐干旱、水湿, 抗风沙, 耐碱, 抗 有害气体强, 耐修剪	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 下沉式绿地、湿 塘、生物滞留设施、雨水湿 地、植被缓冲带等

表 D.1 (续 10)

雪柳 Fontanesia fortuner	中性, 耐寒, 适应性强, 耐修剪	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
连翘* Forsythia suspensa	阳性, 耐半阴, 耐寒, 抗旱, 不耐水渍	建筑与小区、广场、 公园绿地、河道护坡	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
金钟花 Forsythia viridissima	阳性, 喜温暖气候, 较耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
迎春* Jasminum nudiflorum	阳性, 稍耐阴, 怕涝	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
紫丁香 Syringa oblata	阳性, 稍耐阴, 耐寒, 耐旱, 忌低湿	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
白丁香 Syringa oblata var. alba	阳性, 稍耐阴, 耐寒, 耐旱, 忌低湿	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
北京丁香 Syringa pekinensis	阳性, 耐旱	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
辽东丁香 Syringa wolffi	喜光, 喜土壤湿润而排水良好, 耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
水蜡* Ligustrum obtusifolium	喜光, 稍耐阴, 耐寒, 适应性强, 耐修 剪	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
金叶水蜡 Ligustrum obtusifolium cv. jinye	喜光, 耐寒, 耐旱, 抗病性强、耐修剪	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
紫叶水蜡 Ligustrum obtusifolium cv. ziye	喜光、耐寒、耐旱、耐涝、耐修剪	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
互叶醉鱼草 Buddleja alternifolia	阳性, 喜温暖气候, 耐修剪, 性强健, 耐旱	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
宁夏枸杞 Lycium barbarum	阳性, 耐阴, 耐碱	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等

表 D.1 (续 11)

金银木* <i>Lonicera maackii</i>	阳性, 耐半阴, 耐寒, 耐旱	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
忍冬类 <i>Lonicera</i>	喜光, 耐荫, 耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
四季锦带* <i>Weigela florida</i> (Bunge) A. DC.	喜光, 耐荫, 耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
接骨木 <i>Sambucus williamsii</i>	弱阳性, 喜温暖, 抗有毒气体, 适应性 强	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
海仙花 <i>Weigela coraeensis</i>	弱阳性, 喜温暖, 颇耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
荚蒾 <i>Viburnum dilatatum</i>	中性	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施等
香荚蒾 <i>Viburnum farreri</i>	中性, 耐干旱, 耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施等
球花荚蒾* <i>Viburnum glomeratum</i>	生长于海拔 1200-2500 米的山坡林下或 水沟边	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施等
猬实 <i>Kolkwitzia amabilis</i>	阳性, 颇耐寒, 耐干旱贫瘠	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
金叶莢 <i>Caryopteris × clandonensis. 'Worcester Gold'</i>	喜光, 也耐半荫, 耐旱、耐热、耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
天目琼花* <i>Viburnum sargentii</i>	阳性, 稍耐阴, 喜湿润空气, 但在干旱 气候亦能生长良好。耐寒性强, 根系发 达, 移植容易成活	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施等
胡枝子* <i>Lespedeza bicolor</i>	性喜光亦稍耐荫, 强健耐寒、耐旱, 耐 瘠薄土壤, 但喜肥沃土壤和湿润气候	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等
柠条锦鸡儿* <i>Caragana korshinskii</i>	抗旱耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、 植被缓冲带等

表 D.1 (续 12)

杞柳* <i>Salix integra</i>	喜光, 喜肥水, 耐水湿, 抗雨涝, 耐盐碱性能较差	道路两侧基础绿地、建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
木槿* <i>Hibiscus syriacus</i>	阳性, 喜温暖气候, 不耐寒	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
草本地被			
芍药* <i>Paeonia lactiflora</i>	喜光照, 耐旱	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 100\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、植被缓冲带等
萱草* <i>Heemerocallis fulva</i>	性强健, 耐寒, 适应性强, 喜湿润也耐旱, 喜阳光又耐半荫。对土壤选择性不强, 但以富含腐殖质, 排水良好的湿润土壤为宜	道路两侧基础绿地、建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 100\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、下沉绿地、植被缓冲带等
麦冬* <i>Ophiopogon japonicas</i>	喜温暖湿润, 宜于土质疏松、肥沃湿润、排水良好的微碱性砂质壤土	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 100\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、下沉绿地、植被缓冲带等
马蔺* <i>Iris lacteavar. chinensis</i>	适应性极强, 较耐高温、干旱、水涝、盐碱、极强抗病虫害	分车带、道路两侧基础绿地、建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 300\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、下沉绿地、植被缓冲带等
狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i>	强耐湿、耐旱, 一般耐盐碱	道路两侧基础绿地、建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 200\text{mm}$ 的, 生物滞留设施、下沉绿地、植被缓冲带等
蜀葵* <i>Althaea rosea</i>	喜阳光充足, 耐半阴, 但忌涝, 耐盐碱能力强	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 100\text{mm}$ 的, 植被缓冲带等
荷兰菊* <i>Aster novi-belgii</i>	喜阳光充足和通风的环境, 适应性强, 喜湿润但耐干旱、耐寒、耐瘠薄	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 100\text{mm}$ 的, 植被缓冲带等
黑心菊* <i>Rudbeckia hirta</i>	适应性很强, 不耐寒, 很耐旱, 不择土壤	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 100\text{mm}$ 的, 植被缓冲带等
翠菊* <i>Callistephus chinensis</i>	喜阳光、喜湿润、不耐涝	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 100\text{mm}$ 的, 植被缓冲带等
矢车菊* <i>Centaurea cyanus</i>	适应性较强, 喜欢阳光充足, 不耐阴湿, 须栽在阳光充足、排水良好的地方	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 100\text{mm}$ 的, 植被缓冲带等
地被菊* <i>Chrysanthemum morifolium</i>	喜充足阳光, 也稍耐阴, 较耐旱, 忌积水, 土壤要求疏松、肥沃	建筑与小区、广场、公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 100\text{mm}$ 的, 植被缓冲带等
八宝景天* <i>Sedum spectabile</i>	性喜强光和干燥、通风良好的环境, 能耐 -20°C 的低温; 喜排水良好的土壤, 耐贫瘠和干旱, 忌雨涝积水	建筑与小区、广场、公园绿地	植被缓冲带等

表 D.1 (续 13)

拂子茅* <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	喜生于平原绿洲, 习见于水分条件良好的农田、地埂、河边及山地	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、下沉绿地、植被缓冲带等
狗牙根* <i>Cynodon dactylon</i>	极耐热和抗旱, 但不抗寒也不耐荫	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、下沉绿地、植被缓冲带等
细叶结缕草* <i>Zoysia tenuifolia</i>	喜温暖气候和湿润的土壤环境, 也具有较强的抗旱性, 但耐寒性和耐荫性较差	建筑与小区、广场、 公园绿地	渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq$ 200mm 的, 生物滞留设施、下沉绿地、植被缓冲带等
藤本植物			
紫藤 <i>Wisteria sinensis</i>	阳性, 略耐阴, 耐寒, 适应性强, 落叶	建筑与小区、广场、 公园绿地	生物滞留设施、植被缓冲带等
藤本月季 <i>Rosa hybrida Climbing Roses</i>	阳性, 喜温暖气候	建筑与小区、广场、 公园绿地	生物滞留设施、植被缓冲带等
蔷薇 <i>Rosa sp</i>	喜光、耐阴、耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	生物滞留设施、植被缓冲带等
杠柳 <i>Periploca sepium</i>	阳性, 耐寒, 耐旱	建筑与小区、广场、 公园绿地	生物滞留设施、植被缓冲带等
中国地锦(爬山虎)* <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	喜阴湿, 攀援能力强, 适应性强	建筑与小区、广场、 公园绿地	生物滞留设施、植被缓冲带等
葡萄* <i>Vitis vinifera</i>	阳性, 耐干旱, 怕涝	建筑与小区、广场、 公园绿地	生物滞留设施、植被缓冲带等
金银花 <i>Lonicera japonica</i>	喜光、耐阴, 耐寒, 抗污染	建筑与小区、广场、 公园绿地	生物滞留设施、植被缓冲带等
金红久忍冬 <i>Lonicera heckrottii</i>	耐半阴、耐旱、耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	生物滞留设施、植被缓冲带等
山荞麦 <i>Polygonum aubertii</i> L. Henry	耐半阴、耐旱、耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	生物滞留设施、植被缓冲带等

表 D.1 (续 14)

挺水植物			
荷花* <i>Nelumbo nucifera</i>	多年生水生植物, 喜向阳静水肥沃淤泥	建筑与小区、广场、 公园绿地	露天存储及回用设施, 露天 雨水调节设施类, 湖、池、 塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 60~80cm
香蒲* <i>Typha orientalis</i>	喜光、喜温暖	建筑与小区、广场、 公园绿地	露天存储及回用设施, 露天 雨水调节设施类, 湖、池、 塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 10~30cm
石菖蒲* <i>Acorus tatarinowii</i>	多年生湿生植物, 适应性强, 喜光半耐 阴, 耐旱, 耐湿, 耐寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	露天存储及回用设施, 露天 雨水调节设施类, 湖、池、 塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 5~10cm
水葱* <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	多年生宿根挺水草本植物, 适应性强, 耐寒、耐阴	建筑与小区、广场、 公园绿地	露天存储及回用设施, 露天 雨水调节设施类, 湖、池、 塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 5~10cm
千屈菜* <i>Lythrum salicaria</i>	多年生, 阳光充足, 通风良好, 浅水环 境, 耐寒、盐碱、粘性土	建筑与小区、广场、 公园绿地	露天存储及回用设施, 露天 雨水调节设施类, 湖、池、 塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 5~10cm; 渗透设施类, 蓄水层高度 $\leq 300\text{mm}$ 的, 下 沉绿地、生物滞留设施等。
水莎草* <i>Juncellusserotinus</i>	多生长于浅水中	建筑与小区、广场、 公园绿地	露天存储及回用设施, 露天 雨水调节设施类, 湖、池、 塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 10~20cm
芦苇* <i>Phragmites australis</i>	多年生水生或湿生草本植物, 深水耐 寒、抗旱、抗高温、抗倒伏	建筑与小区、广场、 公园绿地	露天存储及回用设施, 露天 雨水调节设施类, 湖、池、 塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 60~80cm; 渗透设施 类, 蓄水层高度 $\leq 300\text{mm}$ 的, 下沉绿地、生物滞留设施等
黄花鸢尾* <i>Iris wilsonii</i>	耐寒, 耐半阴, 喜向阳湿润碱性沃土	建筑与小区、广场、 公园绿地	露天存储及回用设施, 露天 雨水调节设施类, 湖、池、 塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 5cm~10cm; 渗透设施 类, 蓄水层高度 $\leq 300\text{mm}$ 的, 下沉绿地、生物滞留设施等

表 D.1 (续 15)

慈姑* <i>Sagittaria trifolia</i>	宿根性水生草本, 适应性强, 喜向阳浅水黏性泥沼, 较耐寒, 忌旱	建筑与小区、广场、公园绿地	露天存储及回用设施, 露天雨水调节设施类, 湖、池、塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 10cm~20cm
泽泻* <i>Alisma</i> <i>Plantago-aquatica</i>	生长于浅沼泽地中, 可栽培于温暖潮湿, 富于腐殖质的黏土地上, 经常保持浅水; 或在土壤肥沃、水源多的稻田或莲子田栽培	建筑与小区、广场、公园绿地	露天存储及回用设施, 露天雨水调节设施类, 湖、池、塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 20cm~30cm
梭鱼草* <i>Pontederia cordata</i>	喜温	建筑与小区、广场、公园绿地	露天存储及回用设施, 露天雨水调节设施类, 湖、池、塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 20cm~30cm
石龙芮* <i>Ranunculus sceleratus</i>	性喜热带、亚热带温暖潮湿的气候, 野生于水田边、溪边、潮湿地区, 忌土壤干旱, 在肥沃的腐殖质土中生长良好	建筑与小区、广场、公园绿地	露天存储及回用设施, 露天雨水调节设施类, 湖、池、塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 10~50cm
马蹄草* <i>Caltha palustris</i>	生性强健, 种植容易, 繁殖迅速, 水陆两栖皆可	建筑与小区、广场、公园绿地	露天存储及回用设施, 露天雨水调节设施类, 湖、池、塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 10~80cm
三白草* <i>Saururus chinensis</i>	生于低湿沟边, 塘边或溪旁	建筑与小区、广场、公园绿地	露天存储及回用设施, 露天雨水调节设施类, 湖、池、塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 10~20cm
水苦苣* <i>Veronica undulata</i>	生于水边及沼地	建筑与小区、广场、公园绿地	露天存储及回用设施, 露天雨水调节设施类, 湖、池、塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 10~20cm
浮水植物			
睡莲* <i>Nymphaea tetragona</i>	多年生, 耐寒, 喜向阳静水淤泥	建筑与小区、广场、公园绿地	露天存储及回用设施, 露天雨水调节设施类, 湖、池、塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 10~60cm
荇菜* <i>Nymphoides peltata</i>	多年生水生草本, 喜光和高温, 不耐寒, 温度高生长快, 温度低, 匍匐茎多	建筑与小区、广场、公园绿地	露天存储及回用设施, 露天雨水调节设施类, 湖、池、塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 100~200cm

表 D.1 (续 16)

浮萍* Lemna minor	喜温气候和潮湿环境, 忌严寒	建筑与小区、广场、 公园绿地	露天存储及回用设施, 露天 雨水调节设施类, 湖、池、 塘、雨水湿地等, 适宜栽培 水深 100~200cm
沉水植物			
穗状狐尾藻* Myriophyllum spicatum	各地池塘、河沟、沼泽中常有生长, 喜 缓流	公园绿地, 沼泽池塘	雨水湿地、湿塘等
金鱼藻* Ceratophyllum demersum	群生于海拔 2700 米以下的淡水池塘、 水沟、稳水小河、温泉流水及水库中, 常生于 1-3 米深的水域种, 形成密集的 水下群落, 喜光, 喜温暖	公园绿地, 沼泽池塘	雨水湿地、湿塘等
注1: 带*树种适用于固原市南部地区(泾源县、隆德县全域及原州区、彭阳县、西吉县南部区域)。 注2: 带★树种宜选用植物雄株以避免植物花期雌株花絮、花粉污染环境。			

宁夏回族自治区地方标准

海绵城市建设工程技术规程

Technical specification for sponge city construction project

DB64/T ××××-2019

条文说明

制 订 说 明

《海绵城市建设工程技术规程》DB64/T ××××-2019, 经宁夏回族自治区住房和城乡建设厅2019年××月××日以宁建(科)发[2019] ××号公告批准、发布。

本标准遵循科学性、实用性和可操作性的原则, 在广泛调研, 多次研讨、征求意见、认真总结、整理分析的基础上, 最后经相关部门组织审查定稿。

为便于设计、施工、质量监督、工程监理、科研院校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 标准编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明, 对部分条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了详细的解释和说明。但是, 本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总则	4
5 设计	5
5.1 一般规定	5
5.2 建筑与小区	6
5.3 城市道路	8
5.4 城市绿地与广场	8
5.5 城市水系	9
5.6 低影响开发设施	9
5.7 设计计算	13
6 建设	13
6.1 一般规定	13
6.6 低影响开发设施	14
7 验收	15
7.1 验收内容	15
7.2 工程专项验收	19
8 维护管理	19
8.1 一般规定	19
8.2 设备设施维护	19
8.3 绿化养护	21
8.4 水系维护	21
9 安全防护	21
9.1 普通风险的安全防护	21
9.2 湿陷性黄土地区的安全防护	21

海绵城市建设工程技术规程

1 总则

1.2 建设“海绵城市”，不仅能减少城市内涝风险，还可以缓解水资源缺乏的现实问题。海绵城市建设实为灰色传统工程措施与绿色低影响开发设施协同解决城市水生态、水环境、水资源和水安全等问题的工程。传统工程措施的建设流程较为成熟，已经有成形的规范。低影响开发雨水系统构建是海绵城市建设的核心内容，本规程主要对海绵城市建设中低影响开发设施的设计、建设、验收、维护管理与安全防护进行规定。

1.3 本条是关于海绵城市建设途径的规定。习近平总书记指出，建设生态文明，关系人民福祉，关乎民族未来。2013年12月，中央城镇化工作会议要求，“建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”。本规定主要参照了住房和城乡建设部《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》。

1.4 规划引领主要内容是：

(1) 海绵城市针对水问题，不能“就水论水”，涉及城市开发建设的方方面面；

(2) 总体规划是顶层设计，要落实海绵城市的理念，明确控制目标和相关指标，协调各层级规划及各专业规划对于海绵城市建设的关系；

(3) 在控规、修规层面，把海绵城市建设的目标及指标分解，落实到各专项规划和场地开发建设中。

生态优先主要内容是：

(1) 以修复水生态为前提，科学划定蓝线和绿线，保护河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区；

(2) 优先利用自然排水系统，自然积存、自然渗透、自然净化；

(3) 通过规划、建设、管理等政府管制手段和工程技术措施保护生态，提高水生态系统的自然修复能力。

安全为重主要内容是：

(1) 保障城市运行安全的前提下，处理好海绵城市建设与城市排水、内涝风险控制的关系；

(2) 海绵城市建设可以缓解城市排水防涝压力，但不能代替城市排水防涝系统；

(3) 海绵城市建设是控制与利用大概率的中小规模降雨，对于短历时强降雨，主要依靠常规排水系统排放超标径流，保障城市安全。

因地制宜主要内容是：

(1) 根据各个项目自然地理条件、水文特征、水资源状况，降雨规律、水环境保护与内涝防治要求等，合理确定海绵城市建设控制目标与指标；

(2) 因地制宜地选择海绵城市的技术措施及其系统组合。

统筹建设主要内容是：

(1) 结合总体规划和建设，在各类建设项目中严格落实各层级相关规划中确定的海绵城市建设控制目标、指标和技术要求；

(2) 统筹场地开发、道路、园林、水系统建设；

(3) 海绵城市设施建设与主体工程同时规划设计、同时施工、同时投入使用。

1.6 根据住房和城乡建设部《海绵城市建设技术指南》，城市总体规划应用创新规划理念与方法，将低影响开发雨水系统作为新型城镇化和生态文明建设的重要手段。应将海绵城市建设的要求和内容纳入城市水系、排水防涝、绿地系统、道路交通等相关专项规划。详细规划（控制性详细规划、修建性详细

规划)应落实总体规划及相关专项规划确定的低影响开发控制目标与指标。因此,海绵城市建设需满足当地的规划要求,实现当地的建设目标。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 设计目标应满足海绵城市总体规划、专项规划等相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求,无上位规划及专项规划的区域,应先进行海绵城市专项规划的编制,明确各项目标和控制指标,明确片区海绵城市建设的具体步骤,具备指导各项建设的规划管理和项目推进要求后,合理设计选择“渗、蓄、滞、净、用、排”单项或组合的以雨水渗透、储存、调节、消减地表径流、控制面源污染等为主要功能的技术及设施。低影响开发设施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设施及其组合系统。

5.1.2 不同降水量和分布特点是影响城市内涝的先决条件,这一定程度决定不同区域海绵城市创建途径的根本差异。海绵城市建设应该根据不同区域城市气候特点和自然禀赋特点进行具体化,不同区域应有不同侧重点。在我国的气候区划中,宁夏地区主要分为引黄灌区、中部干旱带和南部山区,如图1所示。



图1 宁夏气候分区

引黄灌区涉及石嘴山市、平罗县、贺兰县、银川市、永宁县、青铜峡市以及中卫县、中宁县、吴忠市、灵武市等4个县(市)的引黄灌溉部分。中部干旱带涉及盐池县、同心县、海原县、吴忠红寺堡开

发区全部,以及中宁县、中卫市、灵武市、吴忠市利通区的山区部分和固原市原州区北部。南部山区涉及固原市原州区南部、西吉县、彭阳县、隆德县、泾源县。根据这三个区域的不同气候特点,本条提出了各区不同的技术方针和路线。同时由于宁夏地区水资源短缺,宜以水资源利用为主。有回用条件的场所宜优先考虑采用雨水收集回用系统,入渗系统宜设雨水收集、入渗等设施,调蓄排放系统应设雨水收集、存储设施和排放管等设施。

5.1.3 本条规定了不得使用雨水入渗系统的情况。

b) 自重湿陷性黄土受水浸湿并在一定压力下土体结构迅速破坏,产生显著附加下沉;高含盐量土壤当土壤水增多时会产生盐结晶;建设用地中发生上层滞水可使地下水位上升,造成管沟进水、墙体裂缝等危害。

5.1.4 海绵城市建设与流域有着密切联系,同时与区域特性关联度极大,因此要在收集流域地形、水系、水质等资料的基础上,充分收集研究区域的各项相关规划和降雨、土壤、全年蒸发量等基础数据,分析降雨量、降雨场次、降雨总量之间的对应关系,掌握城市多年平均径流总量控制率和降雨量之间的关系。同时,从社会经济发展、人民需求等角度,分析海绵城市的建设需求,研究海绵城市建设需要解决的重点问题。根据降雨情况和国家相关规定,确定海绵城市的近、中、远期目标,尤其是年径流总量控制率和年径流污染削减率。因此,低影响开发设施的规模应根据设计目标进行水文、水力计算,规划用地面积十万平方米以上的新建居住区、一万平方米以上的公共建筑宜通过模型模拟对设计方案进行评估,并结合技术经济分析确定最优方案。

5.1.5 不同地区的城市以及城市中的不同地段、地质、土壤、水文等自然条件和建设现状、拆迁难易、造价高低等社会经济条件有很大差异,在确定海绵城市建设方案和措施时,要因地制宜,从实际出发,分类对待。对于旧城应坚持以问题为导向,以解决城市内涝、雨水收集回用、黑臭水体治理为重点突破口,因地制宜采取微地形处理、透水铺装、柔性防水基础、雨水调蓄与收集回用等措施,推进区域整体治理,消除城市易涝区,提高旧城区内的排涝治涝能力,逐步根治旧城内涝现状。要对经济承受能力、资金利用效率、轻重缓急、社会影响等因素进行综合评估,科学确定建设内容、合理安排建设时序和资金,避免大拆大建。对于新区要坚持以目标为导向,全面落实海绵城市建设要求,制订海绵城市规划建设指标体系,将海绵城市建设理念、目标要求、技术方法系统纳入新区建设的具体规划和工程实践中,全面推广海绵型建筑与小区、道路与广场、公园绿地、水系保护与修复、地下管网和调蓄设施等工程建设,确保雨水径流特征在新区开发建设前后大体一致,基本达到海绵城市建设标准和要求。

5.1.6 海绵城市建设应统筹低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统。低影响开发雨水系统可以通过对雨水的渗透、储存、调节、转输与截污净化等功能,有效控制径流总量、径流峰值和径流污染;城市雨水管渠系统即传统排水系统,应与低影响开发雨水系统共同组织径流雨水的收集、转输与排放。超标雨水径流排放系统,用来应对超过雨水管渠系统设计标准的雨水径流,一般通过综合选择自然水体、多功能调蓄水体、行泄通道、调蓄池、深层隧道等自然途径或人工设施构建。所以,低影响开发设施的设计应体现与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统的衔接关系。

5.1.8 低影响开发雨水系统应与市政排水管渠、泵站合理衔接,实施低影响开发不得降低排水管道、泵站设计标准的规定。

5.2 建筑与小区

5.2.1 建筑与小区的主要控制目标是减少场地内外排雨水的峰值流量和径流总量,实现低影响开发和雨水的资源化利用。通过削减外排雨水峰值流量,有效减轻市政雨水管网的压力,从而提高市政管网的排涝标准,减小城市内涝的发生。通过滞蓄及利用雨水,减少年均外排径流总量,即将大量的雨水都留在了场地内,减少了地面硬化对雨水径流的影响,实现了低影响开发,同时雨水的资源化利用又对缓解水资源短缺有积极的作用。

5.2.2 本条参考了《海绵城市建设技术指南》第三节的内容。

5.2.3 建筑与小区设计应根据降雨量、海绵城市控制指标、外部市政设施情况，模拟得出比较合理的建设方案，进而对技术措施进行布局，绘制设施的总平面布置图，验算是否达到要求的控制目标。

5.2.4 本条规定了建筑与小区低影响开发设施的选择及设计要求。

b) 屋面雨水是建筑场地产生径流的重要源头，易被污染并形成污染源，屋面雨水宜排入绿地等自然入渗、净化并间接利用。小型、分散的低影响开发设施主要包括下沉式绿地、植草沟、生态树池和雨水花园等，屋面雨水集中进入这些设施，会对其造成冲刷，因此屋面雨水集中进入生态设施的入口处应采取消能缓冲措施，减少径流流速。通过植草沟、雨水管渠等设施引导后进入集中调蓄设施可达到控制径流污染的目的。

c) 初期径流弃流量应按照下垫面实测收集雨水的 SS、COD 等污染物浓度确定，径流厚度建议值主要根据宁夏地区雨水径流的污染研究资料确定。我国北方初期径流雨水比南方污染严重，故弃流厚度在北方应该要大些。当无资料时，屋面弃流可采用2~3mm径流厚度，地面弃流可采用3~5mm径流厚度。

e) 本条规定小区内路面宜高于绿地。按传统总平面及竖向设计原则，一般绿地标高高于车行道路标高，道路设有立道牙。雨水利用的设计理念一般要求利用绿化地面入渗，因此道路标高要高于绿地标高。参考《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》(GB50400)，小区内路面高于路边绿地50~100mm是北京雨水入渗的经验。低于路面的绿地又称下沉式绿地，可形成储存容积，截留储存较多的雨水。特别是绿地周围或上游硬化面上的雨水需要进入绿地入渗时，绿地必须下凹才能把这些雨水截留并入渗。当路面和绿地之间有凸起的隔离物时，应留水道使雨水排向绿地。

f) 本条款的雨水口设置要求基本上沿用现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014。其中顶面标高与地面高差缩小到10~20mm，主要是考虑人员活动方便，因小区中硬地面为人员活动场所。同时小区的地面施工一般比市政道路精细，较小的标高差能够实现。另外，有的小区广场设置的雨水口类似于无水封地漏，密集且精致，其间距仅十几米。由于绿地低于路面，故推荐雨水口设置在路边的绿地内，而不设于路面。低于路面的绿地或下沉式绿地一般担负对客地来水的雨水进行入渗功能，因此应有一定容积储存客地雨水。雨水排水口高于绿地面，可防止客地来的雨水流失，在绿地上储存。

地面雨水一般污染较重，杂质多，为减少雨水渗透设施和存储排放设施的堵塞或杂质沉积，需要雨水口具有拦污截污功能。传统雨水口的雨算可拦截一些较大的固体，但对于雨水利用设施不理想。雨水口的拦污截污功能主要指拦截雨水径流中的绝大部分固体物甚至部分污染物SS，这类雨水口应是车间成型的制成品，井体可采用合成树脂等塑料，构造应使清掏、维护操作简便，并应有固体物、SS 等污染物去除率的试验参数。

h) 雨水渗透设施特别是地面下的入渗使深层土壤的含水量人为增加，土壤的受力性能改变，甚至会影响建筑物、构筑物的基础。建设雨水渗透设施时，需对场地的土壤条件进行调查研究，以便正确设置雨水渗透设施，避免对建筑物、构筑物产生不利影响。室外排水检查井距离建筑物的距离规定是3m，参考《建筑与小区雨水利用工程技术规范》6.1.5条的规定，入渗设施的间距应该更大，故规定5m。

j) 参考《雨水控制与利用工程设计规范》(DB11 685-2013)，新建工程硬化屋面面积达2000m²及以上项目，应配建雨水调蓄设施，每千m²硬化屋面面积配建调蓄容积不小于30m³的雨水调蓄设施。

具有调蓄空间的景观水体、降雨前能及时排空的蓄水池、洼地及入渗设施等均对区域雨水调蓄起到作用，因此将雨水调节池容积、景观水体的调蓄空间、蓄水池排空后的容积、洼地及入渗设施的调蓄容积计算在调蓄空间内。

在雨水管渠沿线附近有天然洼地、池塘、景观水体，可作为雨水径流高峰流量调蓄设施，当天然条件不满足时，可建造雨水调蓄设施。

蓄水池可采用塑料模块组合水池、混凝土水池等。

有景观水体的小区，景观水体宜具备雨水调蓄功能，水体应低于周边道路及广场，同时配备将汇水区内雨水引入水体的设施，景观水体的规模应根据降水规律、水面蒸发量、径流控制率、雨水回用量等，通过全年水量平衡分析确定。

由于仅低于路面50mm的下沉式绿地只能消纳自身区域的降雨,50~100mm的下沉式绿地只能容纳绿地内的降雨(含下沉式和非下沉式部分),对整个区域的调蓄作用不明显,因此本条规定100mm内的下沉式绿地不计入调蓄设施范围内。

k) 地下室顶部绿地宜有不小于0.8m的覆土。地下室顶板可设置过滤层,排(蓄)水层。有自流排水条件的地下工程,应采用自流排水法。无自流排水条件且防水要求较高的地下工程,可采用渗排水、盲沟排水、盲管排水、塑料排水板排水或机械抽水等排水方法。但应防止由于排水造成水土流失危及地面建筑物。

5.2.5 本条规定了建筑与小区低影响开发设施的组合关系。

a) 屋面雨水通过雨落管进入高位花坛,作为雨水净化装置来接纳、净化屋面雨水。屋面雨水先流经高位花坛,花坛内填入渗透性能好、净化能力强的人工混合土,进行渗透净化,在通过低势绿地进行渗透。花坛底部设置排水管。为防止雨水冲刷花坛内植被和土壤,在雨落管出口处应设置减冲措施或在花坛内铺设卵石;屋面雨水通过雨落管进入雨水桶前段过滤系统来接纳、净化屋面雨水,净化后雨水储存于雨水桶,过多雨水通过雨水桶溢流口排入绿地。

5.3 城市道路

5.3.1 本条规定了城市道路的主要控制目标。城市道路范围内不透水下垫面占大多数,径流系数较大,由降雨径流冲刷引起的面源污染严重的影响了城市水环境。此外,极端降雨事件引起的水患也对城市公共安全造成较大的威胁。宁夏地区雨季时间较短,雨水收集利用的工程效益不明显,故本规程规定以削减地表径流与控制面源污染为主,雨水收集利用为辅。

5.3.2 本条主要参照了住房和城乡建设部《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》中城市道路的设计要求。

5.3.3 道路的海绵性设计首先应进行现状及设计条件分析。勘察建设区域现场,分析道路、广场的交通需求、土壤透水系数、红线宽度、红线外用地条件、周边水体等相关因素。确定道路的径流流向、集水点、汇水区面积等。

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

再根据传统设计方案与控制目标的差距,计算单位面积控制容积。根据道路红线内外地形情况、绿地面积,有针对性地选择技术措施,确定技术措施可实施的数量和规模。

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

5.3.5 道路初期雨水可通过自动弃流井内的过滤装置对其进行初步过滤,过滤产生的垃圾可以定期收集排放,过滤后的雨水可直接进入雨水管道中,或通过初雨调蓄池对初期雨水或收集后,通过新建污水管道排入污水处理厂进行处理。

5.4 城市绿地与广场

5.4.2 根据国家标准《城市用地分类与规划建设用地标准》GB 50137—2011 中的分类,本条中的绿地与广场主要包括:公园绿地、防护绿地、广场用地等。城市绿地与广场应该结合海绵城市建设的要求,根据各地区的自然经济实际情况,因地制宜地合理设置各类低影响开发设施。

a) 明确了城市绿地与广场的低影响开发设计,首先应该确保满足各类绿地广场自身的定位功能,避免本末倒置。不同的城市绿地广场类型应该根据基地的实际情况与需求采用与其相对应的低影响开发设施。

b) 明确了大型湖泊、滨水、湿地等绿地除了满足生态景观功能以外，在设计时应根据基地的实际情况与需求提升对雨水排放、吸纳的能力。

c) 绿地广场的低影响开发设计应该贯彻实用、经济并与绿地的总体设计及相关专业相协调的原则。

d) 雨水利用应满足节约型原则，应尽量使用生态自然的雨水收集方式，避免资源的浪费。本条提出了土壤渗透率低的地方，对雨水收集利用的原则。提出了在满足绿地广场景观效果的同时，也可利用城市绿地广场的景观水体作为雨水调蓄设施。

e) 在降雨初期及北方使用融雪剂的地区，雨水会夹杂着部分油污、化学剂等易污染物，流入绿地，不利于植物的正常生长，为了保证流入绿地内的雨水相对干净，需要在设计时考虑安装初期雨水弃流装置或弃流井，确保城市绿地不受污染。

5.4.3 城市绿地与广场设计应根据降雨量、地质资料、工程类型、总平面布置、周边绿化、水系情况、初步竖向设计等条件，模拟得出比较合理的方案，进而对技术措施进行布局，绘制设施的总平面布置图，验算是否达到要求的控制目标。

5.5 城市水系

5.5.4 本条规定了城市水系工程措施的选择原则。

e) 城市雨水排口应设置具备拦污、过滤功能的设施对最终排入水系的雨水进行处理，提高排出水水质。有条件下设置水质检测设施对排水水质进行监控，结合智慧水务、海绵城市监控平台等进行系统化管理。雨水排口形式应采用生态排口和漫流生态排口为主，如有条件应兼具景观效果。

5.6 低影响开发设施

5.6.1 本条提出了低影响开发设施的分类。

a) 渗透技术是一种投资少、见效快、能发挥综合效益的雨水间接利用的技术措施，降雨通过各种天然或人工的渗透方式渗入地表，渗入的水分一部分被植物的根系吸收，一部分回补地下水或回补天然河道，使得雨水资源化被间接利用，雨水资源的这种自然循环方式符合自然界的循环平衡法则。从广义上看，这种利用意义更大。对于水土的保持、生态环境的保护更加有益。所以，渗透技术是一种节水型排水设施。渗透技术一般通过透水铺装、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井等设施实现。

b) 建立雨水存储及回用设施是雨水直接利用的最有效措施。雨水存储可以减少城市街道雨水径流量、减轻城市排水的压力，同时还能有效降低径流污染。当雨水存储设施与回用设施配套采用时能减轻城市供水压力，提高水资源利用效率。

c) 雨水调节是将雨水径流暂时性的储存在雨水调节设施中，对重现期较大暴雨时的峰值流量进行调节、削减，以达到控制峰值流量的目的。此外，雨水调节设施也可兼具使污染物重力沉降的作用。调节塘、调节池是常见的雨水调节设施。

d) 雨水转输设施通常是雨水汇集区域与排水或蓄水设施之间的连接通道，除了起到雨水传递的作用外，还可以在雨水流经这些设施时起到净化和入渗雨水的作用。通常情况下，雨水转输设施并不是独立存在，往往配套有其他雨水处理设施，所以应综合考虑。

e) 雨水水质控制是现代城市雨水利用的重要组成部分和主要特征，也是海绵城市建设的重要内容。雨水水质源头控制是最有效和最经济的方法，植被缓冲带、环保型雨水口、初期雨水弃流设施和人工土壤渗滤设施等是中常用的截污净化设施。

5.6.2 本条提出了透水铺装的使用场所。值得注意的是，由于透水铺装硬地的承载力有限，结合宁夏各地区透水铺装工程的使用情况和冬季气候影响，这里推荐城市道路人行道、人行广场、停车场、建筑小区人行道等荷载较小的区域采用透水铺装，公园绿地中所采用的透水铺装应兼具景观性、色彩可以更加丰富。可根据土基透水性采用半透水 and 全透水铺装结构。

5.6.3 本条提出了透水砖主要技术指标要求,各项要求只适用于城市道路人行道、人行广场、建筑小区人行道等荷载较小的区域或场所。参考了现行行业标准《透水砖》JC/T945、《植物砖》NYT1253、《透水砖路面技术规程》CJJ/T188、《城市道路—透水人行道铺设》10MR204等技术文件。本条提出的性能要求应与相应的基层构造相适应,即当采用本条的材料时,其透水铺装构造的碎石层、土基等还应适应本标准材料的要求。

d) 可根据地区资源差异选择透水粒料基层、透水水泥混凝土基层、水泥稳定碎石基层、装配式透水混凝土基层等类型。

5.6.5 本条提出了透水沥青路面的设计要求。

a) 较之于密实型沥青混合料,透水沥青混合料更容易受到紫外线、水、空气等外界不利因素的影响。降雨时车辆在高速行驶过程中,轮胎与路面相互作用产生动水压力,对裹覆混合料的沥青薄膜有剥离作用,如果沥青与集料的粘附性差,则混合料容易发生剥离、松散。因此,透水沥青混合料应选用高粘度改性沥青。

5.6.6 本条对透水铺装下的土基给出了基本要求。渗入道路内的雨水主要有三个方向:入渗、横流和蒸发。透水铺装的设计应保证各结构层透水性能的连续,避免某些层次成为透水能力的瓶颈。影响降水的入渗量最主要是土基的透水系数,在设计施工中、通常对于不满足路基用途规定的土类予以置换,当各方面条件不满足时,可增加排水设计内容。参照现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ37的规定,土基的最小回弹模量应达到15MPa的规定。因此,透水性人行道的土基在雨水下渗浸泡一段时间后,其回弹模量应不小于15MPa 的规定。

5.6.9 生物滞留设施是一种具有景观效果的自然生态处理设施,在维持自然水文循环的同时达到控制径流污染的目的。生物滞留设施主要通过腐殖质、土壤、微生物、植物、填料等物理、化学和生物的综合作用净化雨水,包括过滤沉淀、物理吸附、离子交换化学吸附、微生物吸收与降解、植物同化吸收、挥发、蒸发等复杂过程。植物的作用非常巨大,尤其是较为发达的根系。可以促进污染物的吸收、吸附,而且根系可以提供微生物生长附着的载体,旺盛的微生物活动也可以大大提高对污染物的降解去除。有研究表明,在长期的高负荷进水后未种植物的系统去除能力会逐渐衰减甚至完全消失,而种植植物的系统即使有部分吸附饱和现象发生,也可以维持较好的除污能力。土壤层厚度不仅能够为植物生长提供良好条件,同时也能加强过滤、吸附及蓄水功能。影响生物滞留设施长期处理效果的一个重要因素是由于细小颗粒物的堆积导致的堵塞,所以本条提出土壤的渗透能力要求。如需换土,可配以一定比例的腐殖土,有利于植物生长,促进物理、化学和生物作用。

5.6.10 渗透塘最大的优点是渗透面积大,能提供较大的渗水和储水容量,净化能力强,对水质和预处理要求低,管理方便,具体渗透、调节、净化、改善景观、降低雨水管系负荷等多重功能。缺点是占地面积大,在拥挤的城区应用受到限制;设计管理不当会造成水质恶化,引起蚊虫滋生、池底堵塞和渗透能力下降等。渗透池(塘)一般与绿化、景观结合起来设计,充分发挥城市宝贵土地资源的效益。

a) 溢流堰的碎石、卵石主要作用是避免溢流堰受水流的直接冲刷,所以碎石、卵石的粒径应适中,既要确保自身不被水流冲走,也要保证碎石、卵石下面的土质结构不被洗刷塌陷。

d) 渗透塘底部的透水构造是渗透塘设计的关键之一,种植土、土工布满足通用要求即可,过滤介质层可采用碎石、卵石等。

5.6.11 一般在空间极为受限的邻里街道,因为没有有利条件设置生物滞留设施,通常采用设置渗井的方式来实现雨水下渗的功能。

5.6.12 渗透设施的绿地土壤应满足雨水渗透的要求,不满足渗透要求的应进行土壤改良。土壤改良宜使用枯枝落叶等园林绿化废弃物、有机肥、草炭等有机介质,促进土壤团粒结构形成,增加土壤的渗透能力。土壤的理化性状指标可按现行行业标准《绿化种植土壤》CJ/T340的规定执行。

5.6.13 由于植物种植土是渗透设施必须考虑的材料问题,对渗透设施是否能够实现预期效果十分关键,本条提出植物的种植土渗透系数的要求。

5.6.14 渗透设施绿地仅下雨时有水汇入,应考虑其耐旱性能,因此植物不应选择仅在水中能正常生长的水生类植物(如荷花、睡莲、茳菜等),应考虑其耐旱性,以保证植物的正常生长与景观效果。

5.6.15 本条提出湿塘、雨水湿地等敞开式雨水存储设施需要注意的安全问题,各项设施安全是海绵城市建设的前提条件。

5.6.16 本条提出雨水回用的水质要求。化学需氧量、悬浮物指标参考现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB50400的要求。雨水径流的污染物质及含量同城市污水有很大的不同,借用再生污水的标准是不合适的。比如雨水的主要污染物是COD_{Cr}和SS,是雨水处理的主要控制指标,而再生污水水质标准中对COD_{Cr}未作要求,杂用水质标准甚至对这两个指标都不控制。因此,再生污水的水质标准对雨水的意义不大,雨水控制及利用需要配套相应的水质要求。

5.6.17 湿塘可有效削减较大区域的径流总量、径流污染和峰值流量,是城市内涝防治系统的重要组成部分,但对场地条件要求较严格、建设和维护费用较高。湿塘可以结合景观进行设计。

a) 进水口应设置在常水位以上,并设置碎石、消能坎等消能设施,防止水流冲刷和侵蚀。由于城市雨水径流中往往含有部分生活垃圾,入口处还需设置垃圾拦截装置(格栅)并定期清理。进水口消能碎石的布置如图2。

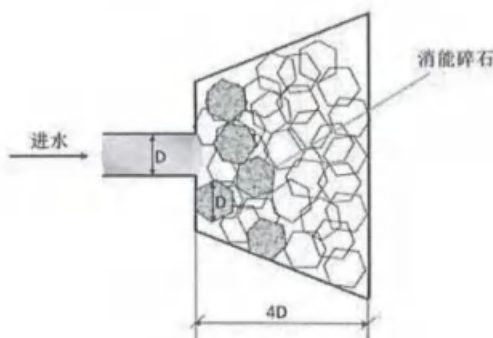


图2 消能碎石布置示意图

c) 前置塘作为湿塘的预处理设施,起到沉淀径流中大颗粒污染物的作用。湿塘作为雨水径路汇集后的存储和调节,一般情况下,水量较大,为了便于泥沙沉淀,需设置前置塘。前置塘采用混凝土或块石主要目的在于清淤方便,便于维护。

5.6.18 雨水湿地是与沼泽地类似的地面,将污水、污泥有控制地调配到雨水湿地上,污水与污泥在沿一定方向流动的过程中,主要利用土壤、植物、微生物的物理、化学、生物三重协同作用,对污水污泥进行处理的一种技术。其作用机理包括吸附、滞留、过滤、氧化还原、沉淀、微生物分解、转化、植物遮蔽、残留物积累、蒸腾水分和养分吸收及各类动物的作用。通过雨水湿地净化后,水质一般能达到较好的水平,与传统污水处理厂相比具有投资少、运行成本低等明显优势。本条提出的要求对雨水湿地的效果十分重要。湿地中的各类植物和微生物等是否能够存活并发挥正常生态功能,与土壤品质关系密切,所以土壤宜松散并适宜植物生长。

5.6.19 蓄水池及雨水罐是常见的雨水存储回用设施。蓄水池的容量一般由径流系数、回用水量及调蓄要求等参数计算确定,水面景观水体宜作为雨水储存设施可降低建设成本,并可与地面景观相结合,一举多得。当地面场地受限时,可设置埋地式水池,但应尽量避免设置在地下室,防止暴雨时雨水溢流而造成损失。雨水罐一般由于容量较小、设置和更换较为简单,产品材质也有多种选择,满足使用要求即可。

5.6.20 本条规定了蓄水池和雨水罐的设计要求。

b) 混凝土水池、塑料模块组合水池是最常见的形式。混凝土水池可与建筑主体结构一同设计施工,但施工工序多(支模、绑钢筋、浇筑、养护等),施工工期长,施工受季节、天气的影响较大,且设计或施工不到位,容易产生不均匀沉降等问题。塑料模块组合水池具备设计灵活、施工简单、工期短等特点,

越来越多的被认可和接受。塑料模块组合水池通过拼装主要以塑料为原材料的单位模块构成具有90%以上储水率的整体水池，四周再以不透水土工膜包裹作为储水设施使用，如图3所示。通过调研行业的塑料模块组合水池技术指标，贮水率一般在95%左右，抗压承载强度范围大致为200~450KN/m²。

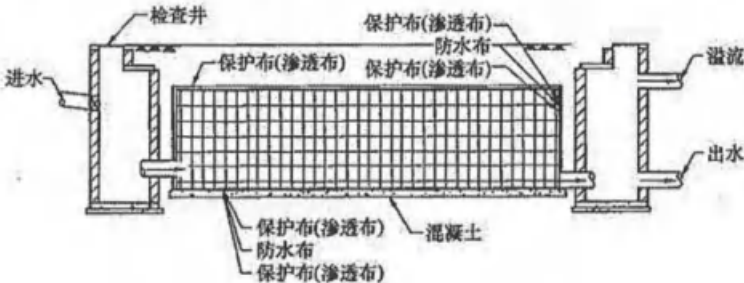


图3 塑料模块组合水池示意图

d) 由于目前国家尚未发布关于雨水蓄水池成品模块的相关技术标准，本条对塑料模块组合水池承载能力、安全期限进行了规定，除了对塑料模块的竖向承载能力作出规定，还对其侧向承载能力进行了规定。在使用塑料模块时，要求模块层间和列间采用可靠的连接，以保证模块整体稳定性，并且应保持模块的整体性。

5.6.22 调节塘也称干塘，顾名思义，在大部分时间里，调节塘是不存蓄雨水的，其主要作用是暂时存蓄雨水，与城市雨水值流量形成时间差，从而实现径流峰值的控制。

b) 调节塘设置多级出水口形式，可以依据调节塘的存水容量来控制出流的大小，同时，保证池内的雨水能在设计时间内排空。

5.6.24 植草沟也称为植被浅沟，在输送雨水的同时，能对雨水中污染物有一定的截留作用，如与洼地、渗渠等入渗设施组合，则能增加雨水的入渗。与明沟、明渠等相比，植被线沟具有生态、环保、经济、美观等优点。

5.6.25 地下水位较高时雨水不仅不能正常入渗，甚至可能造成地下水反渗；径流污染严重时，可能引起管渠堵塞，导致入渗效果不佳；易出现结构塌陷的区域，渗透可能会引发安全问题。所以，以上几种情况下，不宜采用渗管或渗渠。

本条提出渗管的基本要求。渗管必须具备一定的强度，保证在投入使用后管道不受周边填料的挤压，由于目前缺乏渗管相应的产品和技术标准，本条引用了现行国家标准《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T20221、《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T10002.1的要求。目前市场上有软式透水管等产品，采用以防锈弹簧圈支撑管体，无纺布内衬的形式，价格低廉，抗压能力差，不宜采用。提出管径和开孔率的要求是为了保证管道畅通，并实现较好的入渗效果。

5.6.27 植被缓冲带，也称植被过滤带、保护缓冲带等，主要指位于水生和陆地之间的过渡地带，一般用于较长的、线状的邻近溪流、河流、湖泊、水库等沿岸，植被缓冲带具有生物栖息地、维护水域的完整性和生物多样性、拦截和降解地表径流污染，增强沿岸稳定性和景观美学等多重功能。植被缓冲带通常情况下区域较大，是多种技术设施的集合。本标准提及的大多数低影响开发设施均可在植被缓冲带中穿插使用，能够起到更综合的效果。

5.6.28 初期雨水弃流是指通过一定方法或装置将存在初期冲刷效应、污染物浓度较高的降雨初期径流予以弃除，以降低雨水的后续处理难度。弃流雨水应进行处理，如排入市政污水管网（或雨污合流管网）由污水处理厂进行集中处理等。常见的初期弃流方法包括容积法弃流、小管弃流（水流切换法）等，弃流形式包括自控弃流、渗透弃流、弃流池、雨落管弃流等。

初期降雨时，前2~5mm的雨水一般污染严重，流量也比较小。在流经初期雨水弃流设施时，因重力的作用，雨水将首先通过低位的弃流管或排空管排放掉，弃流后的雨水水质相对较好，可流入其他雨水设施。

5.6.29 人工土壤渗滤设施是一种人工强化的污水生态工程处理设施,它充分利用在地表下面的土壤中栖息的土壤动物、土壤微生物、植物根系以及土壤所具有的物理、化学特性将污水净化,属于小型的污水土地处理设施。

b) 松树皮易于获得,且具有高有机质含量、高空隙率、总截流面广、良好的吸附效果、稳定的pH值、使用时间长等特点,用于覆盖层可以实现保水、保肥、透水、透气性好的要求。低营养高温发酵处理的目的是脱去部分油脂,除去有害物质和杀死虫卵,做到无病害、无污染、安全可靠。

f) 防渗膜可采用聚乙烯土工膜,其性能指标应符合现行国家标准《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643 的规定

5.7 设计计算

5.7.3 本条规定了雨水管渠设计降雨历时的计算公式。设计降雨历时的概念是集水时间,是地面集水时间和管渠内雨水流行时间之和。地面集水时间主要取决于雨水流行距离的长短和地面坡度。在实际设计工作中,要准确地计算是困难的,故一般不进行计算而采用经验数值。屋面雨水集水距离一般不大于50m。地面集水的合理距离是50~150m,采用的集水时间是5~15min。

5.7.4 本条规定了汇水范围内综合径流系数的计算方法。屋面、水面及地下室覆土绿地(<500mm)雨量径流系数、流量径流系数取值可参考《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB50400;混凝土或沥青路面及广场、大块石铺砌路面及广场、沥青表面处理的碎石路面及广场、级配碎石路面及广场、干砌砖石或碎石路面及广场、非铺砌的土路面、绿地雨量径流系数取值可参考《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400。

5.7.5 本条规定了径流总量计算公式。本公式为下垫面的径流总量计算公式,指配置低影响开发设施前,在设计下垫面拟定的情况下,汇水面在规定的降雨时间段内不同重现期降雨的径流总量计算。用于滞蓄、入渗与收集回用设施的来水量计算时,设计降雨量取值为短历时(小时或日均值);用于雨水塘、景观水体收集回用设施的月水量平衡分析计算时,设计降雨量取月均值;用于年可利用雨水资源总量计算时,设计降雨量取年均值。

5.7.6 本条规定了雨水设计流量计算公式。雨水设计流量为汇水面上降雨高峰历时内汇集的径流流量,用于雨水输送管道的设计流量的计算。

5.7.8 本条规定了初期弃流量的计算方法。受下垫面表层杂质、碎屑及油污等污染物的影响,降雨初期径流雨水中污染物含量较高,水质条件较差,此部分雨水如直接进入雨水收集回用系统将增加回用系统的负荷,提高系统处理成本,因此应对初期雨水进行弃流。初期弃流量应按下垫面实测收集雨水的COD_{Cr}、SS、色度等污染物浓度确定。因宁夏地区径流污染的研究资料较少,本条径流厚度的参考值采用《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》(GB50400-2016)第5.3.4条的建议值。

5.7.9 本条参考了《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》中关于设施规模的一般计算方法。

6 建设

6.1 一般规定

6.1.1 本条强调海绵城市工程施工应按照批准的工程设计文件和施工技术标准进行施工。海绵城市工程包含了雨水收集、水质处理、室内外管道安装等内容,比常规的雨水管道系统涵盖的内容多,系统复杂,施工要求更加严格。施工过程一个关键环节,施工时是否按照经所在地行政主管部门批准的图纸施工、是否采用正确的材料、处理设备安装调试是否达到要求,渗透设施的施工能否满足设计要求的雨水量等都可能对雨水利用系统产生重要影响。因此施工前,施工单位应熟悉设计文件和施工图纸,深入理

解设计意图及要求,严格按照设计文件、相应的技术标准进行施工,不得无图纸擅自施工。且施工过程中不得擅自修改设计,修改设计应有设计单位出具的设计变更通知单。

6.1.9 本条对施工队伍的资质提出了要求。由于一些施工(如雨水回用系统)的专业性较强,要求施工队伍必须有国家统一颁发的施工资质证书。同时规定了施工人员的基本要求,海绵城市工程涉及到构筑物工程、管道工程、园林绿化工程、建筑工程,各类工程均有其特点,施工人员均必须经过相应的施安装技术培训或者有类似工程施工经验以确保施工质量。

6.6 低影响开发设施

6.6.1 透水砖抗压强度一般不应小于30MPa,非机动车道、停车场等一般不小于40MPa。

d) 透水找平层一般采用透水混凝土、干砂、碎石或石屑等铺设,厚度20~50mm。

6.6.2 本条规定了透水混凝土的施工要求。

c) 面层与基层的结合情况,对透水混凝土面层的质量有影响,在面层施工前,基层作相应的界面处理,要求基层粗糙,保证清洁、无积水,并保持一定的湿润,必要时根据施工状况采用一定的胶黏剂。

d) 透水混凝土的配制强度应满足设计要求,具体可参照普通混凝土配制强度的确定方法进行。透水混凝土配合比设计时应考虑强度和孔隙率,但目前还未建立透水混凝土强度与水胶比和孔隙率的双参数关系式,宜通过改变水胶比试验获得相同孔隙率下的不同强度,最后可用作图法或计算法求得要求配制强度的水胶比。

f) 规定施工气温不超过32℃,否则会造成混凝土离散,影响工程质量。

i) 透水混凝土施工完成后,必须保湿养护一定时间,使其强度在湿润状态下逐渐提高。透水混凝土施工后表面覆盖薄膜并均匀洒水,不得使用高压水冲撒,养护期视气温不同而不同,一般不低于14d。

6.6.3 本条规定了透水沥青混凝土的施工要求。

a) 透水沥青混合料形成的是骨架—空隙结构。与普通级配沥青混合料相比,粗集料用量明显增大,约占集料总量的85%,集料之间的接触面积大幅减小,接触点应力提高,而且这些断裂面还可能成为混合料内部的微裂缝,在荷载的作用下产生应力集中而导致路面加速开裂,因此对粗集料的压碎值提出了较高的要求。粗集料的针片状含量也是透水沥青混合料重要的控制指标之一。若集料中细长扁平颗粒状过多,在施工过程中容易被压路机压碎、折断,从而在沥青混合料内部留下没有被沥青覆盖的断面,降低混合料的粘结力,并且还会影响级配,导致孔隙率堵塞变小,影响透水效果。

b) 天然砂表面圆滑,与沥青粘附性交叉,使用过多对沥青混合料高温稳定性不利。石屑是石料被破碎过程中表面剥落或撞击下的棱角、细粉,棱角性较好,但粉尘含量很多,强度很低、扁片含量较大,施工性能较差,不易压实。因此要求细集料采用机制砂。

f) 透水沥青混合料温度过高,易产生沥青流淌,温度过低则施工作业困难。因此,施工温度控制尤为重要,考虑由拌和厂至施工现场的运距及运输时间等因素,施工单位应有严格的温度管理措施。

6.6.5 本条规定了下沉式绿地的施工要求。

d) 可适量加入有机质、膨胀页岩、多孔陶粒等碎材来改良土壤结构,土壤渗透性较差的地区可以通过添加枝叶粉碎料、炉渣等措施增大土壤渗透能力,缩短下沉式绿地中植物的淹水时间。

6.6.7 本条规定了渗透塘的施工要求。

a) 土方开挖工作可用人工或小型机械施工,在有滑坡危险的山地区域,应有护坡保土措施。在采用机械挖掘时,挖掘工作从地面向下进行,表面用铁锹等器具剥除。剥落的砂土要予以排除。在用铁锹等进行人工挖掘时,应对侧面做层状剥离,切成光滑面。为了保护挖掘底面的渗透能力,应避免用脚踏实。应尽力避免超挖,在不得已产生超挖时,不得用超挖土回填,应用碎石填充。在挖掘过程中,发现与当初设想的土壤不符时,应及时与设计者商议,采取切实可行的对策。

b) 为防止砂土进入碎石层影响储存和渗透能力,以及可能产生的地面沉陷,充填碎石应全面包裹土工布。透水土工布应选用孔隙率相当的产品,防止砂土侵入。为便于透水土工布的作业,对挖掘面作

串形固定。为防止砂土混入碎石，应从底面向上敷设土工布；碎石投放可用人工或机械施工，注意不要造成土工布的陷落；充填碎石时为防止下沉和塌陷，进行的碾压应以不影响碎石的透水能力和储留量为原则，碾压的次数和方法要予以充分考虑。

6.6.8 本条规定了渗井的施工要求。

a) 渗透设施的渗透能力依赖于设置场所土壤的渗透能力和地质条件。因此，在渗透设施施工安装时，不得损害自然土壤的渗透能力是十分重要的，必须予以充分的重视。注意事项如下：

1) 事前调查包括设置场所地下埋设构筑物调查；周边地表状况和地形坡度调查；地下管线和排水系统调查，并确定渗透设施的溢流排水方案；分析雨水入渗造成地质危害的可能性。

2) 选择施工方法要考虑其可操作性、经济性、安全性。根据用地场所的制约条件确定人力施工或机械施工的施工方案。

3) 工程计划要制定出每一天适当的作业量，为了保护渗透面不受影响，应注意开挖面不可隔夜施工。施工应避开多雨季节，降雨时不应施工。

d) 井体的安装应在井室挖掘后快速进行，施工中应协调砾石填充和土工布的敷设，避免造成土工布的陷落和破损。井体接好后，再接连接管（集水管、排水管、透水管等），最后安装防护筛网。

6.6.9 本条规定了湿塘和雨水湿地的施工要求。

a) 湿塘、雨水湿地的进水口、前置塘、主塘、溢流水口应严格按照设计高程施工。湿塘、雨水湿地等几种调蓄设施，除消纳自身及周边区域的径流雨水，还应通过调蓄设施的溢流排放，与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统相衔接，构建多功能调蓄水体/湿地公园。

6.6.15 本条规定了渗透管渠的施工要求。

e) 渗管的开孔形式、开孔率直接影响渗透性。开孔孔径应与周围滤料级配相适应，防止出现滤料渗漏现象。

g) 渗透管渠接头是薄弱环节，应严格控制，防止出现滤料渗漏的现象。

i) 如果土工布搭接不良或破损，可能造成外部土壤渗漏堵塞滤料，甚至引起地面沉陷。

7 验收

7.1 验收内容

7.1.7 海绵城市工程总体布置应检查各组成部分是否齐全、配套，布置是否合理。验收可采用综合评判法。

各项工程的验收可参照《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB50141）、《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268）、《透水砖路面技术规程》（CJJ/T188）等相关规范，暂无专业验收规范的材料、质量、工序验收要求可参考如下：

(1) 下沉式绿地质量验收标准

主控项目

1) 下沉式绿地构造形式应满足设计要求，使用的种植土和渗滤材料不得污染水源，不得导致周边次生灾害发生。

检查方法：观察检查、钢尺量测，检查出厂合格证和质量检验报告。

2) 下沉式绿地栽植的品种、规格和单位面积栽植数应符合设计要求。

检查方法：观察方法、游标卡尺和钢尺测量。

3) 下沉式绿地植物的病虫害防治应采用生物和物理防治方法，严禁药物污染水源。

检查方法：检查施工方案及现场灭虫防虫措施。

一般项目

4) 下沉式绿地的下凹深度应低于周边铺砌地面或道路, 蓄水层厚度满足设计要求, 设计无明确时厚度应控制在100~200mm。

检查方法: 观察检查、钢尺量测。

5) 下沉式绿地内的溢流口顶部标高应符合设计要求, 设计未明确时, 高于绿地50~100mm。

检查方法: 观察检查、钢尺量测。

(2) 生物滞留设施质量验收标准

主控项目

1) 生物滞留层厚度、土壤性能及整体构造应满足设计要求, 不得导致周边次生灾害发生。

检查方法: 观察检查、钢尺量测。

2) 溢流装置应符合设计要求, 设计未明确时, 溢流口应高于设计液位100mm。

检查方法: 观察检查、钢尺量测。

3) 蓄水层深度应符合设计要求, 设计未明确时, 一般为200~300mm, 最高不超过400mm, 并应设100mm的超高。

检查方法: 观察检查、钢尺量测。

4) 砾石排水层的粒径应符合设计要求, 设计未明确时, 应为25~40mm。

检查方法: 观察检查、卡尺量测。

一般项目

5) 透水土工布隔离层规格应符合设计要求。

检查方法: 观察检查、钢尺量测。

6) 隔离层采用砂层的厚度允许偏差为-10mm。

检查方法: 观察检查、钢尺量测。

(3) 渗透塘质量验收标准

主控项目

1) 渗透塘构造形式应满足设计要求, 不得导致周边次生灾害发生。

检查方法: 观察检查、钢尺量测。

2) 渗透塘底部及周边的土壤渗透系数不小于设计要求。

检查方法: 通过试验检查。

3) 渗透塘的塘底至溢流水位高差不小于设计要求。

检查方法: 观察检查、钢尺量测。

4) 渗透塘边坡坡度不大于设计要求, 表面宽度和深度的比例不小于设计要求。

检查方法: 用水准仪、拉线和尺量检查。

5) 排空时间不应大于24h。

检查方法: 观察检查。

一般项目

6) 透水土工布隔离层规格应满足设计要求。

检查方法: 检查产品合格证、钢尺量测。

7) 溢流口设置应符合设计要求。

检查方法: 观察检查。

(4) 湿塘、雨水湿地质量验收标准

主控项目

1) 湿塘、雨水湿地所用的原材料、预制构件的质量应符合国家有关标准和设计要求。

检查方法: 检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告、进场验收记录。

2) 砌筑水泥砂浆强度、结构混凝土强度符合设计要求。

检查方法：检查水泥砂浆强度、混凝土强度报告。

3) 湿塘、雨水湿地构造形式、蓄水量、排空能力应满足设计要求，进水口拦污设施应正确设置，以净化初期雨水，降低湿塘、雨水湿地清理工作量。

检查方法：现场进行蓄水量、排空能力试验。

4) 水生植物种植区池底回填材料应满足设计的水生植物种植要求。

检查方法：现场核查。

一般项目

5) 前置塘、主塘、沼泽区池底的结构类型、尺寸应按设计要求进行施工、池底结构应完整、平顺。

检查方法：量测。

6) 前置塘、主塘驳岸边坡坡度，按设计要求施工；

检查方法：量测。

7) 溢流出水口的结构式、标高，应严格按设计要求施工。

检查方法：量测。

8) 砌筑结构应灰浆饱满、无通缝；混凝土结构物不得有严重质量缺陷、井室无渗水、水珠现象。

检查方法：观察。

(5) 雨水罐质量验收标准

主控项目

1) 雨水罐的质量应符合国家有关标准的规定。

检查方法：检查产品质量合格说明书、各项性能检验报告。

2) 雨水罐的基础底座做法符合设计要求。

检查方法：检查施工隐蔽验收记录。

3) 雨水罐容积不小于设计要求，进出口拦污设施正确设置。

检查方法：检查产品质量合格证明书、现场观察。

4) 雨水罐地面周边的防护装置及安全警示标志应符合设计要求。

检查方法：图纸核对。

一般项目

5) 进、出水管接口应严密，无渗漏。

检查方法：蓄水观察。

(6) 植草沟质量验收标准

主控项目

1) 植草沟过水断面形式及尺寸应不小于设计要求，进水口拦污设施准确位置。

检查方法：量测。

2) 植草沟植被成活率、植被高度应不小于设计要求。

检查方法：观察、量测。

一般项目

3) 植草沟应直顺，沟底平整、无反坡，沟内无杂物，坡度符合设计要求。

检查方法：测量、观察。

(7) 渗透管渠质量验收标准

主控项目

1) 所用的水泥、集料、管材、砾（碎）石、透水土工布等原材料的质量应符合国家有关标准的规定和设计要求。

检查方法：检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告、进场复检报告。

2) 透水水泥混凝土的强度应符合设计要求。

检查方法：检查透水水泥混凝土强度报告。

3) 开孔率应符合设计要求。

检查方法：检查试验报告。

4) 透水水泥混凝土的渗透系数应符合设计要求。

检查方法：检查透水水泥混凝土渗透试块试验报告。

5) 坡度应满足排水的要求。

检查方法：用水准仪、拉线和尺量检查。

6) 沟底表面的土壤渗透系数不小于设计要求。

检查方法：灌水观察检查、秒表时间量测。

一般项目

7) 渗管、滤料(材)组成的渗透体应平顺、饱满。

检查方法：观察。

8) 渗渠表面应平整、密实，无反坡，渠内无杂物。

检查方法：观察。

(8) 植被缓冲带质量验收标准

主控项目

1) 植被缓冲带构造形式应满足设计要求，进水口拦污设施准确设置。

检查方法：核对图纸、量测

2) 植被缓冲带的植被布置、成活率应符合设计要求。

检查方法：观察、量测。

一般项目

3) 植被缓冲带的坡顶、坡脚应分别与汇水面、排水系统顺接。

检查方法：观察。

(9) 初期雨水弃流设施质量验收标准

主控项目

1) 初期径流深度应满足设计要求，以降低雨水后续处理难度。进水口拦污设施应正确设置，以确保雨水径流得以净化，降低后续清理工作量。

检查方法：钢尺量测、观察。

一般项目

2) 初期径流弃流池的底坡坡度应满足设计要求。

检查方法：用水平尺、钢尺量测。

(10) 人工土壤渗滤质量验收标准

主控项目

1) 所用的防渗膜等原材料的质量应符合国家有关标准的规定和设计要求。

检查方法：检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告、进场复检报告。

2) 渗滤体土壤的渗透系数应满足设计要求。

检查方法：检查试验报告。

3) 渗滤体土壤的压实度应满足设计要求。

检查方法：检查压实度检验报告。

4) 蓄水层的容积应不小于设计要求。

检查方法：检查测量报告。

5) 人工土壤渗滤的渗透面积不小于设计要求。

检查方法：用钢尺量。

一般项目

6) 人工土壤渗滤体的表面应平整、密实。

检查方法：观察。

7.2 工程专项验收

7.2.1 开工前，施工单位应会同建设单位、监理工程师确认本项目海绵城市建设工程的分部（子分部）工程、分项工程和检验批，作为各项设施施工质量检验、验收的基础。

8 维护管理

8.1 一般规定

8.1.2 维护管理的操作规程应该包括设施检查和维护的频次、内容、方法、要求等内容。

8.2 设备设施维护

8.2.1 本条规定了透水铺装的维护要求。

b) 透水铺装进行定期维护是十分必要的，能够保证其维持良好的透水性能。渗透系数下降显著的透水铺装应定期进行全面透水功能性维护。真空吸附法利用真空原理将阻塞孔隙的颗粒吸出；高压水流冲洗法利用高压水流冲洗透水砖表面，将阻塞其孔隙的颗粒冲走。

c) 对于透水铺装，可采取适当的除雪方式。可使用带有滑板或滑轮的铲雪犁，使犁片略高于透水路面，防止顶层骨料流失、路砖或铺路网格损坏；应避免把清理出的积雪堆在透水路面上方；适度使用如盐、糖蜜等替代融雪剂。

f) 发生堵塞时宜采用喷气清洁或旋削等方式清洁管渠系统。

8.2.2 本条规定了下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘的维护要求。

a) 生物滞留设施、下沉式绿地等设施进水方式根据雨水来源不同有所差异。屋面径流雨水可由雨落管接入设施内，道路径流雨水可通过路缘石豁口进入。当进水口过小造成汇水面径流导入设施缓慢，或局部路面凸起引起雨水汇流困难，可采取扩大雨水口规模、改进路缘石设计、局部下凹等措施。

b) 以集中方式进出生物滞留设施、下沉式绿地等低影响设施的，一般会在进水口和溢流口处设置散流和消能措施，以防止或减轻水力冲刷对设施的影响。常见的散流和消能方式包括前池溢流、卵石或碎石、围堰及弯头消能等。在长期的运行过程中，消能设施不断受到水流冲刷，水流的气蚀作用可能会对消能设施造成冲击性损坏，对设施的正常运行产生影响。因此要定期对消能设施进行维护，以保证期功能完好。

c) 进水口和溢流口的垃圾和沉积物堵塞和淤积会造成过水不畅。进水口堵塞使设施外部的雨水进入设施困难，导致外部路面积水，严重时产生内涝现象；溢流口堵塞使雨水排出困难，导致设施内部积水，当超过设施调蓄能力时会造成雨水外溢。维护时可清除入水口、溢流口周围5cm内的植被，以保持出入通道畅通。

e) 根据经验，当入水口、出水口和两侧斜坡周围的侵蚀深度超过50mm时需清除侵蚀源头，稳定受损部分，如重整坡度、岩石、植被、防侵蚀垫等；对于较深的切口，应实施临时侵蚀防控措施，直至可以进行永久修复；设计、建造和设置合理的设施流速适宜，除极端事件外，一般不会出现侵蚀问题。如果侵蚀问题持续存在，则应该重新评估来自产流区的径流量和生物滞留设施尺寸是否匹配、设施内部径流速度和梯度、施入水口出的径流分散和侵蚀防护策略。当侧边的侵蚀使斜坡成为危害时需采取措施清除危害并加固斜坡。

f) 当过量积水产生时需确定原因并按照以下步骤处理：

- 1) 确认设施底部堆积的落叶或残渣为阻碍渗流。如果必要,清除落叶或残渣;
- 2) 确保多孔渗透管未堵塞;
- 3) 检查有无其他水注入,例如地下水、非法连接管线等;
- 4) 核实设施尺寸适宜,与汇水分区匹配。确认汇水分区没有增加。

当种植土层出现压实、板结等状态时将导致设施渗透性能下降甚至导致超过24小时仍有积水,这时需对生物滞留设施的土壤进行保护。在设施内部进行维护工作时也需注意以下几点:

- 1) 将设施底部区域的负荷最小化,保证能够避免生物滞留填料土压实;
- 2) 不得在设施基底中操作设备或施加重负荷;

3) 如果必需在设施上面行走或必须将设备置于设施中,考虑采取措施分散负荷。比如,在填料土壤上放置垫板以分散负载,将压实程度降到最低;

- 4) 如果出现土壤压实,必须疏松土壤或将其恢复到最初设计的状态。

8.2.3 本条规定了湿塘、雨水湿地、调节塘的维护要求。

b) 水中的悬浮物、淤泥、垃圾杂物及动植物尸体积累形成的沉积物等都有可能造成进水口和溢流口堵塞,导致设施过水不畅,因此维护人员应定期对设施进行清淤,并在暴雨前对溢流口进行检查,保证溢流口畅通。

c) 前置塘为湿塘和雨水湿地的预处理设施,起到沉淀径流中大颗粒污染物的作用,池底一般为混凝土或块石结构,便于清淤。清淤的方法主要包括人工清洗、水力喷射器清洗及潜力搅拌器清洗。

g) 为保证设施正常运行和避免安全事故的发生,湿塘、雨水湿地、调节塘的警示标识、安全防护措施及预警系统应定期检查,每年不得少于1次,当出现破损和缺失时应及时修复和完善。

h) 对于湿地、湿塘、调节塘来说,水位控制和流量调整是影响运行效果和处理能力非常重要的因素。

8.2.4 本条规定了渗井的维护要求。

a) 工程经验表明,渗井投入使用的首年渗透性能较好,沉淀物的积累也不多,设施清扫的重点是设施外部和井口截污框的杂物。从第二年开始,设施内部的沉积物会逐渐增多,进而慢慢影响到渗透机能,这时需根据内部沉积物的情况,采取相关措施清理沉积物质。

- b) 如渗透能力下降,可检查是否蓄水层砾石或土工布堵塞,考虑更换。

d) 雨水渗透设施会使深层土壤含水量增加,进而引起土壤表层沉降和下陷,对设施产生结构性的破坏。为防止表面沉降下陷对渗井产生影响,一方面可以通过使用土壤改良剂,以促使土壤团粒结构的形成,使土壤质地尽可能一致,从而降低因土壤物理结构差异而引起的凹陷概率;或者更换土质均匀的种植土,避免使用垃圾土和含杂质、砂质过多的土壤;另一方面可采用相应工程技术手段,充分、均匀地找平地地形表层的土壤,使得表层土壤结构均匀、平衡,使其沉降速率一致。

8.2.5 本条规定了植草沟、植被缓冲带的维护要求。

a) 如植草沟或植被缓冲带中累积的沉积物缩短水位下降时间时需清除累积的沉积物;如沉积物来自进入植草沟或植被缓冲带中的水,应确定来源并将该区域做稳定处理。

如降雨后积水24小时未排空时需首先检查植草沟或植被缓冲带底部的落叶、杂物或沉积物堆积是否对设施渗透能力产生影响,若产生影响,应清扫落叶、杂物或沉积物。如通过上述方式未得到解决,应咨询专业维护人员,并评估下列事项:

- 1) 检查客水输入;
- 2) 核实设施对应的汇水分区大小,确认该区域未扩大。

b) 当水没有依据设计路径导入植草沟或植被缓冲带时,应校准入水口,将水流引入植草沟或植被缓冲带。

8.2.6 本条规定了渗透管渠的维护要求。

- d) 如渗透能力下降,可检查是否蓄水层砾石或土工布堵塞,考虑更换。

8.2.7 本条规定了调节池、蓄水池的维护要求。

b) 调节池、蓄水池前置的截污装置通常包括截污挂篮及格栅。截污挂篮中堆积垃圾，格栅则易被沉积物堵塞，都会影响过流能力；弃流装置维护主要关注弃流阀门是否损坏或失灵。雨水过滤装置主要清理格栅。

e) 机电设备维护是调节池、蓄水池运行维护的重点，涉及到机电设备主要包括水泵、阀门、电机、自控设备、冲洗设备等。机电设备的清洁、润滑、维护保养、检查方法以及故障的排除、仪表的检验等都应按照设备的操作规程和维护保养规定执行。

8.2.8 本条规定了雨水罐的维护要求。

a) 雨水罐的进水处一般都设有不同规格的滤网，用以拦截雨水中的杂物及树叶等，但粒径较小的颗粒物等会随雨水进入罐内，随着雨水罐长期投入使用，罐底及罐内壁会逐渐累积沉积物。为保证水质达标稳定，应定期对雨水罐内的沉积物进行清理。清理一般采取清水冲洗的方法，对罐内反复进行冲洗，直到出水清洁为止。清洗后的出水应采取相应处理措施，不得随处排放。

d) 宁夏回族自治区位于西北内陆高原，冬季寒长且干燥。冬季雨水罐利用率低且有冻胀问题，因此冬季考虑停用。

8.2.9 本条规定了初期雨水弃流设施的维护要求。

b) 弃流雨水在弃流池内有一定的停留时间，水中的悬浮颗粒物沉淀到池底。当沉积物在池中累计到一定程度时，会造成弃流容积的不足，对弃流设施正常运行产生影响，因此需定期对弃流池进行清淤。

c) 弃流设施内部通常设有截污滤网装置，可以将雨水中较大的污染物拦截下来。大部分过滤物在下次降雨时会随初期雨水一起被冲走，达到自动排污的目的，而小部分的残留物需要人工定期清理。在旱季长期不降雨时，截留的垃圾长时间没有排走，容易腐蚀滤网，需增加清理次数。

8.3 绿化养护

8.3.3 严禁使用除草剂、杀虫剂等农药，当存在杂草时需根据情况选用钳类工具、火焰除草机或热水除草机把杂草连根拔除。

8.4 水系维护

8.4.2 应特别关注使用年限与植物覆盖率息息相关的生态材料建成的生态护岸，如生态袋、植被网垫、开孔混凝土砌块和植生土坡等。

9 安全防护

9.1 普通风险的安全防护

9.1.1 渗透设施应明确渗透规模，便于周边用地建设在规划、设计阶段采取措施。

9.2 湿陷性黄土地区的安全防护

9.2.1 湿陷性黄土是指在覆盖土层的自重应力及建筑物附加应力综合作用下，受水浸湿后，土的结构迅速被破坏，并发生显著的附加下沉，其强度也迅速降低的黄土。为保证地基及构筑物的稳定，在湿陷性黄土地区施工应注意采取地基处理措施、防水措施和结构措施等特殊的加固措施，减轻或消除其湿陷性。湿陷性黄土路基及构筑物基础处理施工除采用防止地表水下渗的措施外，可根据工程具体情况采取换取垫层法、冲击碾压法、强夯法、挤密法、预浸法、化学加固等方法因地制宜进行处理。

低影响开发设施应根据其重要性、地基受水浸湿可能性的大小和使用期间对不均匀沉降限制的严格程度进行分类。具体规定可参照《湿陷性黄土地区建筑规范》表3.0.1及附录E确定。

9.2.2 低影响开发设施的设计和地基处理应按照《湿陷性黄土地区建筑规范》第5、6章相关条款执行。地基处理措施的相关设计和施工要求应符合《建筑地基处理技术规范》JGJ 79。

a) 换填灰土垫层适用于浅层软弱土层或不均匀土层的地基处理。应根据低影响开发设施体型、结构特点、荷载性质、场地土质条件、施工机械设备及填料性质和来源等综合分析后,进行换填灰土垫层的设计,并选择施工方法。对于工程量较大的换填灰土垫层,应按所选用的施工机械、换填材料及场地的土质条件进行现场试验,确定换填灰土垫层压实效果和施工质量控制标准。换填灰土垫层的厚度应根据置换软弱土的深度以及下卧土层的承载力确定,厚度宜为0.5~3.0m。地下水位以上填土,可采用碾压法和振动压实法,非黏性土或黏粒含量少、透水性较好的松散填土地基宜采用振动压实法。压实地基的设计和施工方法的选择,应根据低影响开发设施体型、结构与荷载特点、场地土层条件、变形要求及填料等因素确定。以压实填土作为持力层时,应根据建筑结构类型、填料性能和现场条件等,对拟压实的填土提出质量要求。对大面积填土的设计和施工,应验算并采取有效措施确保大面积填土自身稳定性、填土下原地基的稳定性、承载力和变形满足设计要求;应评估对邻近建筑物及重要市政设施、地下管线等的变形和稳定的影响;施工过程中,应对大面积填土和邻近建筑物、重要市政设施、地下管线等进行变形监测。

b) 灰土挤密桩、素土挤密桩复合地基处理适用于处理地下水位以上的粉土、黏性土、素填土、杂填土和湿陷性黄土等地基,可处理地基的厚度宜为3~15m;当以消除地基土的湿陷性为主要目的时,可选用素土挤密桩;当以提高地基土的承载力或增强其水稳性为主要目的时,宜选用灰土挤密桩复合地基处理;当地基土的含水量大于24%、饱和度大于65%时,应通过现场试桩试验确定其适用性;对重要工程或在缺乏经验的地区,施工前应按设计要求,在有代表性的地段进行现场地基处理效果试验。

9.2.3 在湿陷性黄土地区的老旧小区改造、建筑与小区、管廊工程、城市主干道周边未采取可靠防护措施时,在上述设施、建构筑物周边15m以内尽可能不设大型储、调、渗、排设施。尽量将大型储、调、渗、排设施分解为多个小型设施。