

ICS 93.080  
CCS P 41

**DB3502**

**福 建 省 厦 门 市 地 方 标 准**

DB3502/T 172—2025

---

# **市政道路海绵城市建设导则**

Guideline for municipal road sponge city construction

2025-04-09 发布

2025-04-09 实施

---

厦门市市场监督管理局 发布

## 前 言

根据厦门市市场监督管理局《关于下达 2023 年厦门市地方标准制定项目计划的通知》(厦门市监标准〔2023〕3号)的要求, 编制组经深入调查研究, 认真总结实践经验, 参考有关国内外先进标准和要求, 在广泛征求意见的基础上, 编制了本导则。

本导则主要技术内容: 1. 总则; 2. 术语; 3. 基本规定; 4. 系统设计; 5. 设施设计; 6. 植物选择; 7. 施工与验收; 8. 运行与维护。

本导则由厦门市市政园林局负责管理。

本导则起草单位: 厦门市城市规划设计研究院有限公司(地址: 厦门市思明区莲岳路 221-2 号 501; 邮编 361012)。

厦门市市政工程设计院有限公司

厦门中平公路勘察设计院有限公司

厦门宏旭达园林环境有限公司

本导则主要起草人员: 林卫红 王开春 吴连丰 张志谦 陈俊宇 修元辉  
陈自强 汪金白 许 昊 林金樽 尹国斌 郑舒昀  
颜小燕 刘志龙 郑英潘 周易剑 王泽阳 唐陈烨  
王 宁 王连接 黄黛诗 陈进辉 许贤芳 陈 忱

本导则主要审查人员: 欧阳永金 陈建平 陈恒彬 张 明 黄伟鹏 蒋启华  
郑克白 王文亮 范功端 张 军 李玉华 郑钟芳

# 目 次

目 次 .....	1
1 总 则 .....	1
2 术 语 .....	2
3 基本规定 .....	4
3.1 总体要求 .....	4
3.2 目标与指标 .....	5
3.3 设计计算 .....	7
4 系统设计 .....	11
4.1 一般规定 .....	11
4.2 平面与竖向 .....	11
4.3 海绵系统构建 .....	14
4.4 雨水径流控制 .....	17
4.5 雨水调蓄排放 .....	19
4.6 道路海绵化改造 .....	19
4.7 道路海绵技术措施 .....	20
5 设施设计 .....	41
5.1 一般规定 .....	41
5.2 透水路面 .....	42
5.3 下沉式绿化带 .....	47
5.4 下沉式绿地 .....	56
5.5 生态树池 .....	56
5.6 植草沟 .....	57
5.7 环保雨水口 .....	58
5.8 溢流式雨水口 .....	59
5.9 植被缓冲带 .....	60
6 植物选择 .....	61

6.1	一般规定	61
6.2	植物选择	61
6.3	植物配置	61
7	施工与验收	62
7.1	一般规定	62
7.2	施工	63
7.3	质量控制	66
7.4	验收	67
8	运行与维护	68
8.1	一般规定	68
8.2	项目运行维护	68
8.3	设施运行维护	69
	附录 A 土层分布及渗透系数	72
	附录 B 附图	76
	附录 C 道路海绵工程适用植物推荐表	80
	附录 D 道路海绵工程建设工程分部、分项工程划分表	81
	附录 E 运行调试期间分部工程检查表	82
	附录 F 透水土工布及防渗土工膜技术性能指标要求	83
	本导则用词说明	85
	引用标准名录	86

# 1 总 则

**1. 0. 1** 为建设厦门特色的海绵城市，规范全市市政道路海绵城市工程设计，统一主要技术指标，提高施工和运维水平，科学推进道路海绵城市建设，结合本市实际，制定本导则。公路工程可参照本导则执行。

**1. 0. 2** 道路海绵城市建设应坚持规划引领、生态优先、技术先进、安全为重、因地制宜、统筹兼顾和符合厦门特色等原则。

**1. 0. 3** 道路海绵城市建设应遵循海绵城市理念要求，包含源头减排、过程控制、系统治理的全过程管理和控制措施。

**1. 0. 4** 本导则适用于厦门市域范围内新建、改建和扩建的道路海绵城市工程的设计、施工、验收和维护。

**1. 0. 5** 道路海绵城市建设除应符合本导则外，尚应符合国家、行业及厦门市现行的有关标准和规范的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 海绵城市 sponge city

通过城市规划、建设的管控，从“源头减排、过程控制、系统治理”着手，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，统筹协调水量与水质、生态与安全、分布与集中、绿色与灰色、景观与功能、岸上与岸下、地上与地下等关系，有效控制城市雨水径流，最大限度地减少城市开发建设对原有自然水文特征和水生态环境造成的影响，使城市在适应环境变化、抵御自然灾害等方面具有良好的“弹性”，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式，有利于达到修复水生态、改善水环境、保障水安全、涵养水资源、复习水文化的多重目标。

### 2.0.2 源头减排 source control

雨水降落下垫面形成径流，在排入市政排水管渠系统之前，通过渗透、净化和滞蓄等措施，控制雨水径流产生、减排雨水径流污染、收集利用雨水和削减峰值流量。

### 2.0.3 海绵型道路 sponge road

采用了利用道路和绿地等生态系统对雨水吸纳、蓄、渗和缓释作用、控制雨水径流污染、削减径流峰值，降低内涝风险等海绵城市相关措施的城市道路系统。

### 2.0.4 生物滞留设施 bioretention measure

通过强化的土壤、植物和微生物系统滞蓄、渗透、净化径流雨水的设施统称，按应用位置不同分为雨水花园、生物滞留带、生态花坛、生态树池等。

### 2.0.5 下沉式绿化带 depressed green belt

下沉式绿化带是指机非分隔带和高架道路下低于周围路面的绿化带，其利用顶部下沉和内部生物滞留设施滞蓄、渗透、净化径流雨水，以达到降低径流峰值和削减径流污染的作用。根据生物滞留设施底部原有土壤入渗条件，将下沉式绿化带分为排水型和入渗型，排水型底部设有排水层，入渗型底部不设排水层。

### 2.0.6 生态树池 ecological tree pood

种植土面低于相邻铺装地面的树木种植池，多采用适合树木生长的专用配方土，底部设置有排水盲管，可消纳其周边铺装地面产生的部分雨水径流，是生物滞留设施的一种。

### 2.0.7 植草沟 grass swale

在地表浅沟中种植植被，可以截留雨水径流并入渗，或转输雨水径流并利用植被净化的设

施。主要型式有转输型植草沟和滞蓄型植草沟，滞蓄型植草沟分为干式植草沟和经常有水的湿式植草沟。

## 2. 0. 8 初期雨水径流控制深 precipitation depth of first flush

为满足海绵城市径流污染控制目标而需要处理的初期雨水径流厚度。

## 2. 0. 9 表层排空时间 drain time

生物滞留设施蓄水层蓄满的雨水全部入渗所需时间。

## 2. 0. 10 完全排空时间 drawdown time

生物滞留设施蓄水层和种植土层内部雨水经重力全部入渗至底部原有土层或全部由底部排水管收集排出所需时间。

## 2. 0. 11 透水路面结构 pervious pavement structure

分为半透水路面结构和全透水路面结构。路表水只能够渗透至面层或基层（或垫层）的道路结构体系为半透水路面结构；路表水能够直接通过道路的面层和基层（或垫层）向下渗透至路基中的道路结构体系为全透水路面结构。透水路面结构层由透水面层、基层、垫层组成。

## 2. 0. 12 溢流式雨水口 overflow stormwater inlet

具有一定储存容积、初期径流雨水净化及渗透溢流功能的雨水口。

## 2. 0. 13 环保雨水口 environmental inlet

带有可拆卸截污挂篮，具有截污沉砂功能的雨水口。

## 2. 0. 14 有效土层 effective soil layer

能满足植物根系正常生长发育所需的土壤厚度。

## 2. 0. 15 土壤渗透系数 permeability coefficient of soil

单位水力坡度下水在土壤中的稳定渗透速度，单位米每秒（m/s）。

## 2. 0. 16 稳定入渗率 soil infiltration rate

土壤水饱和或近饱和条件下单位时间内通过土壤截面向下渗漏的水量，又称土壤渗透速率，用饱和导水率表示，单位毫米每小时（mm/h）。

## 2. 0. 17 流量安全系数 safety coefficient of flow quantity

溢流式雨水口和路缘石开口设计流量与雨水管渠设计重现期计算流量的比值。

### 3 基本规定

#### 3.1 总体要求

**3.1.1** 道路海绵城市建设应落实区域总体规划、控制性详细规划、海绵城市专项规划的要求，并与相关市政专项规划相衔接。

**3.1.2** 道路海绵城市建设设计应根据水文地质、施工条件以及维护管理等因素综合确定，并应注重因地制宜、节能环保和经济效益。

**3.1.3** 道路海绵城市建设设计应以保证道路安全为前提，兼顾设施的功能和景观要求，同时符合国家现行标准《城市道路工程技术规范》GB 51286、《城市道路工程设计规范》CJJ 37 的相关规定。

**3.1.4** 道路海绵城市工程的雨水系统应包含源头减排、雨水管渠和排涝除险设施等工程性措施，以及应急管理等非工程性措施，以共同防治道路积水和内涝灾害。

**3.1.5** 道路海绵城市建设不应降低雨水排放系统设计降雨重现期标准，并满足规划确定的内涝防治设计重现期标准。

**3.1.6** 道路海绵城市系统和单项设施设计应按现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014、《城镇内涝防治技术规范》GB 51222、《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174 的相关规定执行。

**3.1.7** 新建、改建和扩建道路工程，除项目经地质勘察确认位于地质条件不适宜进行海绵城市建设的区域，如易发生滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等区域，或经现场踏勘其地质状况不适宜进行海绵城市建设，均应按生态排水理念建设道路海绵城市工程。

**3.1.8** 道路海绵城市建设应按照批准的设计文件和现行工程建设标准进行施工。

**3.1.9** 行泄通道、易发生内涝的道路、下沉式立交桥区等区域的道路海绵城市建设工程的雨水调蓄设施，应配建警示标志及必要的预警系统。

**3.1.10** 道路海绵城市工程的巡视、维护应符合本导则、厦门市市政园林局发布的《海绵城市设施维护及运行标准》以及国家和福建省现行有关标准的规定。

## 3.2 目标与指标

**3.2.1** 新建道路海绵城市建设应以控制面源污染和削减地表径流为目标。已建道路海绵城市改造应结合道路改造、景观提升、管网提质增效等工程，解决道路积水和径流污染等问题为目标。

### I 源头减排

**3.2.2** 列入海绵城市管理指标豁免清单的道路工程，海绵城市建设管控指标不作强制性要求，应根据项目特点因地制宜落实海绵城市建设要求。

**3.2.3** 年径流总量控制指标应满足《用地预审与选址意见书》、片区规划要求。

**3.2.4** 新建、改建和扩建道路工程，除已设定指标的项目外，年径流总量控制目标应符合表3.2.4的规定。

表 3.2.4 各等级道路年径流总量控制目标

道路等级	侧分绿化带宽度	年径流总量控制率 %	
		新建	改（扩）建
支路	无绿化带	—	—
	< 2m	—	—
	≥2m	≥65	≥60
次干路	< 2m	—	—
	≥2m	≥65	≥60
主干路	< 2m	—	—
	≥2m	≥60	≥55
快速路	≥2m	≥50	≥50

注：1 侧分绿化带宽度指单条侧分绿化带（含路缘石）的平均宽度；

2 “—”表示年径流总量控制率不作硬性指标要求，应因地制宜实施源头减排。

**3.2.5** 结合退线绿地进行海绵城市建设的道路，年径流总量控制率不宜小于 70%。

**3.2.6** 海绵城市建设应采用适宜的措施控制初期雨水径流污染。道路初期雨水无实测资料时，可参照《厦门市市政道路面源污染研究》采用 9mm 初期雨水控制径流深作为设计值。

**3.2.7** 道路海绵生物滞留设施的排空时间应满足如下规定：

- 1** 建成初期表层排空时间不应大于 12 小时，作为种植土配置的标准；
- 2** 运行后期表层排空时间不宜大于 24 小时，作为种植土运维的标准；
- 3** 结构层完全排空时间不应大于 72 小时，作为底部设置排水层的标准。

**3.2.8** 侧分绿化带宽度不小于 2m 的新建道路海绵工程、侧分带改造且宽度不小于 2m 的改建道路海绵工程，年径流污染 SS 削减率不宜低于 40%。

**3.2.9** 道路雨水径流污染设计浓度无实测资料时，可参照《厦门市市政道路面源污染研究》采用 SS 为 260mg/l、COD 为 100 mg/l、TP 为 0.25 mg/l、TN 为 4.40 mg/l、NH<sub>3</sub>-N 为 1.70 mg/l。

**3.2.10** 因建设环境、内容、功能等因素制约不能完全遵循海绵城市建设管控指标的项目，经技术论证并报主管部门批准后，可适当降低或取消对项目的海绵城市建设管控指标要求。

## II 过程控制

**3.2.11** 在雨水排水管设计重现期对应降雨强度下，道路不应出现积水现象。

**3.2.12** 路缘石开口、溢流式雨水口和雨水连接管的排水能力不应小于雨水管渠设计重现期排水能力的 1.5 倍，宜为 2.0~3.0 倍。

**3.2.13** 雨水管渠标准应满足《雨水管渠设计重现期区域划分技术规程》DB 3502/T144 和规划的要求，并不低于表 3.2.13 的规定：

表 3.2.13 雨水管渠设计重现期

区域位置	雨水管渠设计重现期
一般道路	3 年一遇
重要道路、重要地区	5 年一遇
汇水面积>1km <sup>2</sup> 雨水主管、特别重要地区、短期积水即能引起较严重后果的地区	10 年一遇
地下通道和下沉广场等	下沉广场、主干路、快速路立交桥或下穿≥50 年一遇，其他立交桥或下穿≥30 年一遇

注：1 一般道路指城市次干路及以下等级的道路，重要道路指城市主干路、快速路；

2 重要地区指区级党政军行政办公区、繁华商业区、不耐水浸泡的重点文物保护单位、外事

- 办公区、一般车站、码头等重要基础设施等；
- 3 特别重要地区指市级党政军行政办公区、防汛指挥中心、交通枢纽、学校、医院等重要基础设施等；
- 4 对于低洼地且无法通过重力方式正常排水的建设区，和短时暴雨可能造成严重损失的地区，雨水管渠设计重现期应在表中的基础上适当提高，并应采取雨水控制与利用措施；
- 5 与建筑相接的地下通道和下沉广场排水标准不应低于 50 年。

**3.2.14** 道路海绵城市建设宜配套设置智慧平台，实现排水设施的消峰错峰调节、智慧预警和应急控制，提高排水效率，保障城市排水安全。

### III 系统治理

**3.2.15** 在内涝防治重现期对应的暴雨条件下，不应发生内涝。

内涝防治设计重现期应根据厦门市排水防涝规划、区域类型、积水影响程度等因素，通过技术经济比较后确定，并不低于表 3.2.15 取值。

表 3.2.15 内涝防治设计重现期

重现期（年）	地面积水标准
50	1 居民住宅和工商业建筑物的底层不进水。 2 道路中一条车道的积水深度不超 15cm。

注：1 地面积水不满足要求时，应采取渗透、调蓄、设置行泄通道和内河整治等综合控制措施；  
2 超过内涝设计重现期的暴雨，应采取应急措施；  
3 应采取措施保障地铁、大型下沉式广场（商场等）、地下停车场、地下人行通道等地下空间出入口高于外围防涝标准的内积涝水位；  
4 火车站、机场等重要交通设施道路采用 100 年内涝设计重现期校核。

**3.2.16** 在城市片区开发中应依据海绵专项和径流控制规划在道路退线绿地和公共绿地中实施海绵设施建设，实现片区径流控制指标平衡。

### 3.3 设计计算

#### I 设计参数

**3.3.1** 年径流总量控制率与降雨量关系曲线

厦门降雨量统计分析采用近 30 年（反映长期的降雨规律和近年气候的变化）日降雨（不包括降雪）资料，年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系如表 3.3.1 和图 3.3.1 所示。

表 3.3.1 厦门市年径流总量控制率与海绵城市设计降雨量关系表

年径流总量控制率 (%)	50	55	60	65	70	75	80	85
海绵城市设计降雨量 (mm)	14.0	16.5	20.1	23.3	26.8	32	38.4	46.9

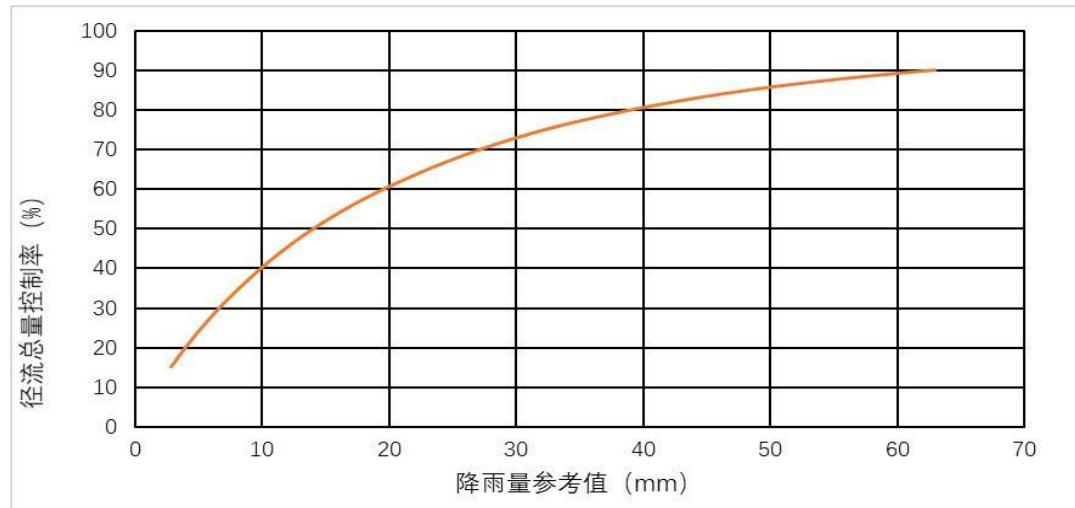


图 3.3.1 厦门市年径流总量控制率对应设计降雨量关系图

## II 水量计算

**3.3.2** 应以各侧分绿化带为对象，根据道路纵向变坡点位置划分汇水范围，进行汇水分区径流量计算。

**3.3.3** 项目总径流体积控制规模宜采用容积法，应按下式计算：

$$W=10 \psi_z h F \quad (3.3.3)$$

式中：  $W$ ——设计调蓄容积 ( $\text{m}^3$ )；

$\psi_z$ ——综合径流系数；

$h$ ——设计降雨量 ( $\text{mm}$ )，按表3.3.1选取；

$F$ ——汇水面积 ( $\text{hm}^2$ )。

## III 设施规模计算

**3.3.4** 设施规模计算应符合下列规定：

- 1 应依据年径流总量控制率所对应的设计降雨量及汇水面积，采用容积法计算得到渗透、滞蓄、净化设施所需控制的径流体积；
- 2 透水铺装仅参与综合径流系数的计算，其结构内的空隙容积和入渗量不再计入径流控

制量；

**3** 因地形条件、汇水面积等影响调蓄容积无法发挥径流总量削减作用的设施，以及无法有效收集汇水面积雨水径流的设施具有的调蓄容积不计入径流控制量。

### **3.3.5** 设施调蓄体积控制规模确定：

**1** 项目总径流体积控制规模应按下式计算：

$$W_o = \sum W_s \geq W \quad (3.3.5-1)$$

式中：  $W_o$ ——项目总径流体积控制规模（ $m^3$ ）；

$W_s$ ——设施的有效调蓄容积（ $m^3$ ）；

$W$ ——径流控制总量（ $m^3$ ）。

**2** 设施的有效调蓄容积应按下式计算：

$$W_s = \alpha H A_s \quad (3.3.5-2)$$

式中：  $W_s$ ——设施顶部有效蓄水空间的容积（ $m^3$ ）；

$\alpha$ ——考虑植物、路灯、交通标志牌、溢流井、纵坡影响等因素折减系数，一般可取

0.7~0.8；

$H$ ——有效水深（ $m$ ）；

$A_s$ ——有效渗透面积（ $m^2$ ）。

### **3.3.6** 渗透时间（表层排空时间），应按下式计算：

生物滞留设施有效调蓄容积的渗透时间应按下式计算：

$$t_s = \frac{W_s}{3600 \cdot \alpha \cdot K \cdot J \cdot A_s} \quad (3.3.6)$$

式中：  $t_s$ ——渗透时间（表层排空时间），（ $h$ ）；

$W_s$ ——设施的设计有效调蓄容积（ $m^3$ ）；

$\alpha$ ——灰尘积淀导致渗透速率下降的综合安全系数，建成初期取 1.0，运行后期取

0.5~0.6；

$K$ ——土壤渗透系数， $m/s$ ，应以实测为准（双环渗透试验）；

$J$ ——水力坡降，一般可取 1.0；

$A_s$ ——有效渗透面积（ $m^2$ ）。

**3.3.7** 完全排空时间, 应按下式计算:

$$T_D = \frac{d_s n_s + d_p}{f_D} \quad (3.3.7)$$

式中:  $T_D$ ——完全排空时间 (h);

$d_s$ ——土壤介质层厚度 (mm);

$n_s$ ——土壤介质层孔隙率;

$d_p$ ——蓄水层蓄水深度 (mm);

$f_D$ ——生物滞留结构底部原有土层的稳定入渗率 (mm/h)。

**3.3.8** 年径流污染控制率, 以年 SS 总量去除率计算, 可按年径流污染控制率等于年径流总量控制率乘以海绵设施对 SS 的平均削减率计算, 应按下式复核:

$$C = \eta \sum \frac{F_i C_i}{F} \quad (3.3.8)$$

式中:  $C$ ——年径流污染总削减率;

$\eta$ ——年径流总量控制率;

$C_i$ ——各类单个海绵设施对固体悬浮物 (SS) 削减率; 计算该值时, 应以实际监测数据为准, 无数据时参照现行《海绵城市建设技术指南 (试行) ——低影响开发雨水系统构建》;

$F$ ——各类单个海绵设施汇水面积之和 ( $m^2$ );

$F_i$ ——单个海绵设施的汇水面积 ( $m^2$ )。

## 4 系统设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 道路设计应根据规划要求,综合考虑环境因素,布局有利于雨水分散控制的总体布局和竖向设计,尽量设置连续且适宜宽度的绿化带,减少红线内径流量,并利用其作为道路雨水径流控制的载体。

**4.1.2** 道路海绵城市工程设计应在满足道路基本功能的前提下,统筹利用道路空间及周边绿地等公共空间设置雨水控制和利用设施。

**4.1.3** 道路排水宜采用生态排水的方式,雨水径流通过有组织的汇流和传输,宜经沉砂等预处理后排入道路红线内外绿地的源头减排设施内。

**4.1.4** 道路海绵城市工程应采取必要的防渗和排水措施,防止雨水下渗破坏道路面及路基的强度和稳定性,并满足《城市道路工程设计规范》CJJ37、《城镇道路路面设计规范》CJJ169和《城市道路基设计规范》CJJ194的相关规定。

**4.1.5** 道路海绵城市建设系统设计应营造有利于雨水汇集排入海绵设施的平面和竖向布局,道路海绵设施应与周边地面高程平顺衔接,并应建设有效的溢流排放设施,与雨水管渠系统和排涝除险系统有效衔接,促使雨水重力流入和排出海绵设施。

**4.1.6** 道路海绵改造设计应充分分析道路下垫面和排水系统建设运行现状,评估海绵改造的难度,因地制宜地选择增加源头减排设施,结合城市道路市政改造、管线更新等优先进行易涝点整改和排水系统改造。

### 4.2 平面与竖向

#### I 平面

**4.2.1** 道路的总体布局和竖向设计应结合红线内外绿地空间、道路纵坡和标准断面、市政雨水系统布局等,充分利用既有条件合理确定雨水源头减排设施,并应符合下列规定:

**1** 中央绿化分隔带以景观营造为主,除长度超过400m的超高路段和特殊项目外,可不设生物滞留设施,绿化种植土宜低于路缘石顶部,促使中央绿化分隔带雨水就地下渗;

**2** 宽度不小于2m的机非绿化隔离带应采用下沉式设计,利用生物滞留设施净化消纳道

路雨水，生物滞留设施宜避开行道树土球设置；

**3** 高架和立交桥路面雨水宜有组织地收集后接入生物滞留设施，经净化后排放或通过雨水回用设施处理后用于绿化灌溉。工程分期建设受场地限制的，应做好径流组织近远期结合；

**4** 下穿式立交桥、低洼道路应充分利用周边绿地空间建设分散式调蓄设施。

**4.2.2** 除地质条件不允许外，机动车道和慢行道铺装面层的选取应符合下列要求：

**1** 人行道面层宜采用透水砖；

**2** 自行车道和人非混行道面层宜采用透水水泥混凝土或透水沥青；

**3** 需要减小降雨时路面径流、降低道路两侧噪音和缓解暴雨时城市排水系统负担的非重载车行道可采用透水混凝土或透水沥青。

**4.2.3** 人行道设置的树池，宜采用生态树池，并宜将相邻的树池通过人行道透水铺装、绿化带连接形成连续的海绵体。

**4.2.4** 道路海绵工程设计应协调好道路相关附属设施，不得影响地下管线安全。海绵设施应与道路交通、市政管线、景观绿化等设施相协调。

**4.2.5** 道路濒临水系时，宜在道路与河道之间设置植被缓冲带、雨水塘等措施，路面径流宜通过植被缓冲带和雨水塘等净化和蓄渗，超过蓄渗能力的雨水通过地表漫流或暗渠等形式排入水系。

## II 坚向

**4.2.6** 道路竖向与海绵设施结合的要求

**1** 当道路纵坡 $2\% \leq i \leq 3\%$ 的路段，在中下游缓坡段应加密路缘石开口和溢流式雨水口，机动车道边缘的平缘石局部加大道路横坡度，使雨水及时排入绿化分隔带下渗；

**2** 道路纵坡 $i > 3\%$ 的路段，可采用环保雨水口或线性排水沟收集路面雨水，以面源污染削减为主，径流调蓄为辅开展海绵设施系统设计；

**3** 当城市道路中出现低洼点时，应视纵坡长度、坡度大小及汇水面积，在低洼段分段加密路缘石开口，在车行道处增加环保雨水口，并校核排水系统设计能力和排水出路，必要时应通过周边绿地或改变竖向为其预留出路，防止雨水集中汇集造成路面积水；

**4** 道路超高路段应根据超高坡率校核排水能力，加密中分带侧和侧分带的路缘石开口或雨水口布置。超高路段路面坡向中分带的路段，长度不大于400m的，中分带不设生物滞留设

施，采用加密环保雨水口的形式收集路面雨水；长度大于400m的，中分带应设生物滞留设施滞蓄雨水，并应加密路缘石开口及溢流式雨水口布置；

**5** 道路雨水汇集区域（交叉口等）和人流量较大区域（公交站台等）位置应设置环保雨水口，以保证车行和人行安全。

**4.2.7** 城市道路红线外绿地的竖向设计应与道路和周边地块设计相协调，在满足其本身景观、游憩功能的前提下，优先营造有利于道路和绿地雨水滞蓄的地貌和竖向空间。

**4.2.8** 规划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，并与区域整体内涝防治系统相衔接。

### III 设计要点

**4.2.9** 道路海绵城市建设设计要点应符合表4.2.9的规定。

**表4.2.9 道路海绵城市建设设计要点**

规划指引	道路雨水应通过相关海绵设施的“渗、滞、净”作用，达到控制面源污染和降低雨量峰值的目的。	
设计要点指引	非机动车道路面 (人行道、自行车道)	<b>1</b> 符合透水地质要求的新建、改建和扩建工程应采用透水路面，其中人行道宜采用透水砖；非机动车道宜采用透水水泥混凝土路面或透水沥青路面； <b>2</b> 透水铺装路面横坡宜采用1~1.5%； <b>3</b> 无机非绿化分隔带或机非绿化分隔带小于2m的道路，人行道树池宜采用生态树池。
	道路附属绿地	<b>1</b> 大于等于2m机非绿化分隔带采用下沉式设计，利用生物滞留设施净化、滞蓄雨水径流，并应与道路景观相结合； <b>2</b> 坡度大于2%的道路下沉式绿化带，每个溢流式雨水井下游侧应设挡水堰； <b>3</b> 道路雨水径流宜经沉砂等预处理后引入下沉式绿化带滞蓄、入渗； <b>4</b> 高架桥下绿地宜结合景观要求设置雨水花园、生物滞留带、雨水回用等海绵措施。
	路缘石	下沉式绿化带宜采用立箅式开口路缘石的形式，间距应经计算确定，确保道路雨水能够顺利流入绿地。

设计 要 点 指 引	排水系统	<p><b>1</b> 雨水口宜采用有净化功能的环保雨水口；</p> <p><b>2</b> 下沉式绿化带应根据生物滞留设施的完全排空时间选择设置排水层；</p> <p><b>3</b> 易发生积水的路段宜因地制宜建设雨水调蓄设施；</p> <p><b>4</b> 道路雨水应依据径流规划引入雨水生态塘或人工湿地，进行处理或储存。</p>
	既有道路改造要点	道路的海绵化改造主要针对绿化带、树池、路缘石、非机动车道铺装和机动车道路基防水等进行。
	红线外绿地	应依据片区径流控制规划做好与道路的竖向衔接，设置生物滞留设施消纳周边片区和道路径流。

### 4.3 海绵系统构建

城市道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输、经沉淀等预处理后引入绿地内，通过设置在绿地内的滞留、存储、调节等为主要功能的低影响开发设施处理后经雨水管道排入水系。

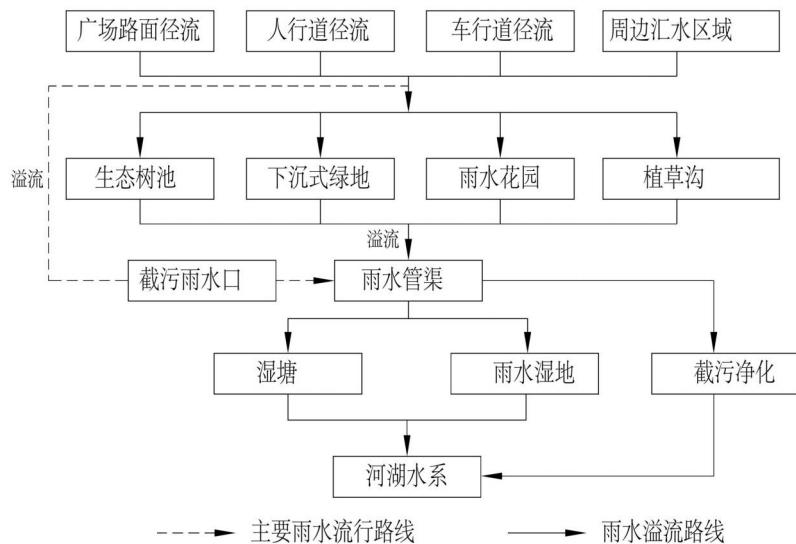


图 4.3 道路海绵系统构建流程示意图

#### 4.3.1 机动车道可采用以下排水形式：

1 机动车道与小于 2m 侧分带相邻，见图 4.3.1-1：



图 4.3.1-1 流程图 A1

2 机动车道与不小于 2m 侧分带相邻, 见图 4.3.1-2:

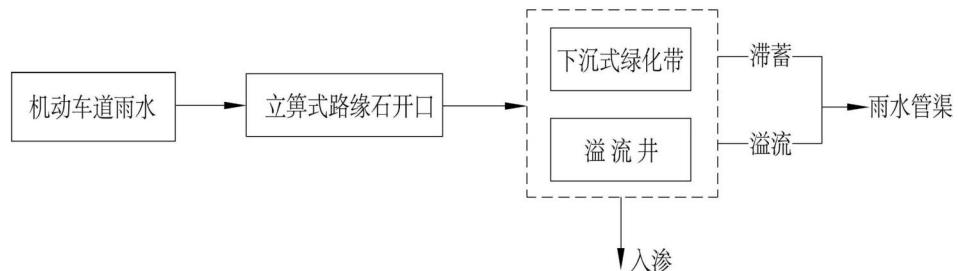


图 4.3.1-2 流程图 A2

4.3.2 人行道、非机动车道可采用以下排水形式:

1 透水人行道, 见图 4.3.2-1:

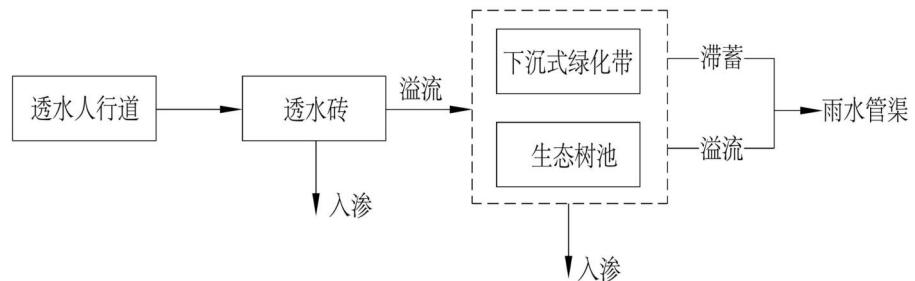


图 4.3.2-1 流程图 B1

2 透水非机动车道, 见图 4.3.2-2:

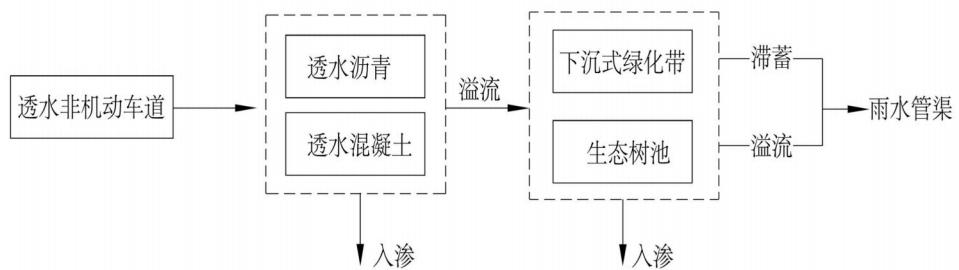


图 4.3.2-2 流程图 B2

**4.3.3** 道路退线绿化带宜结合景观建设生物滞留设施消纳道路径流。设计时可采用以下形式，见图 4.3.3：

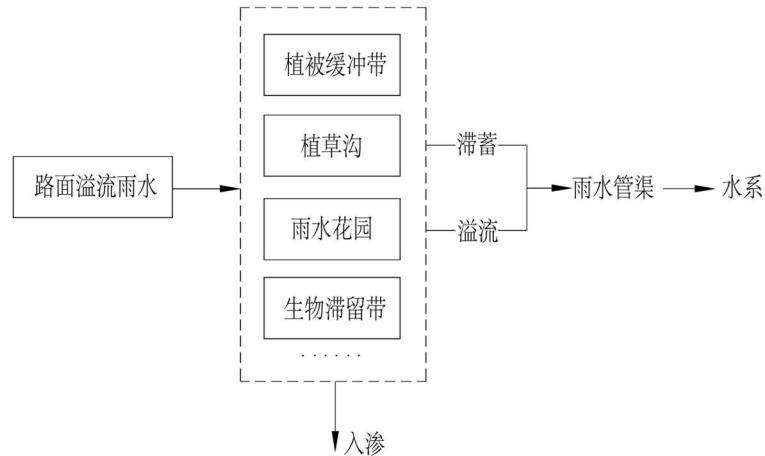


图 4.3.3 流程图 C

**4.3.4** 高架桥下方及立交匝道区

高架桥下方及立交匝道区绿化带宜结合地形和景观要求设计下沉式绿地、雨水花园、生物滞留带等。设计时可采用以下形式，见图 4.3.4：

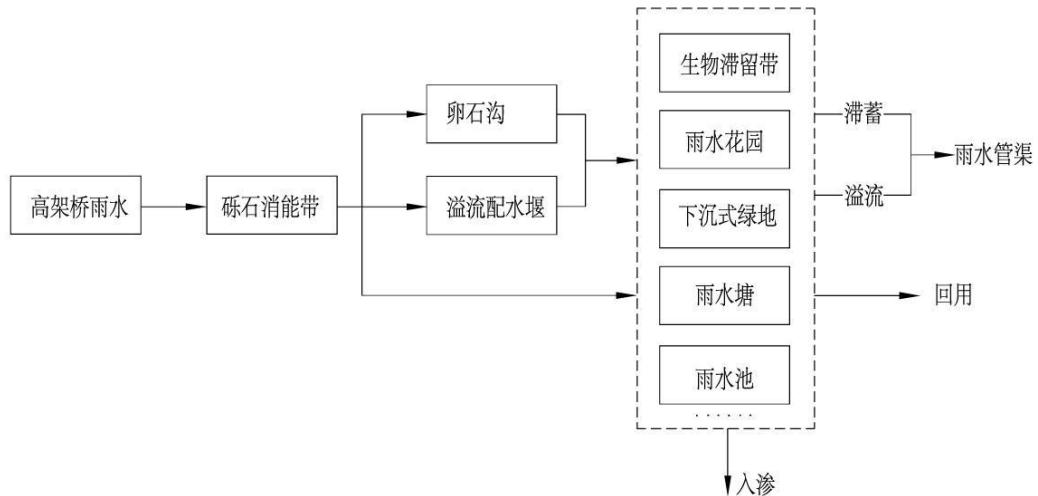


图 4.3.4 流程图 D

**4.3.5** 各等级道路的海绵系统组成，见表 4.3.5：

表 4.3.5 系统组成

道路等级	系统组成	系统流程图
支路	机动车道+侧分绿化带（树池）	A
	人行道/自行车道+侧分绿化带	B

道路等级	系统组成	系统流程图
次干路	机动车道+自行车道	A
	人行道/自行车道+侧分绿化带	B
	道路退线绿化带	C
主干路	机动车道+侧分绿化带	A
	人行道/自行车道+侧分绿化带	B
	高架桥及立交	D
	道路退线绿化带	C
快速路	快速机动车道+侧分绿化带	A
	辅助+侧分绿化带	A
	人行道/自行车道+侧分绿化带	B
	高架桥及立交	D
	道路退线绿化带	C

注：1 快速路的“人行道/自行车道+侧分绿化带”，当侧分绿化带宽度小于2m时，绿化带不下沉，人行道/自行车道雨水除入渗外采用漫流至辅道再排入主辅侧分带形式；

2 退线绿化带指道路内侧分带小于2m或参与片区径流统筹的退线绿化带。

## 4.4 雨水径流控制

### I 径流组织设计

**4.4.1** 道路海绵工程应着重加强径流组织设计，新建工程应强化利于雨水有效滞渗和排放的平面和竖向营造，改造工程应强化海绵设施和原有排水系统的有效衔接。

**4.4.2** 道路径流组织设计应以绿化带或退线绿地为排水出路划分排水分区，确定各排水分区主要控制点高程、道路变坡点、坡向、坡度和范围，明确路面排水方式和路径。

**4.4.3** 道路竖向设计应优化道路横纵坡的坡向和坡度，便于合理有效设置海绵设施，道路雨水径流有组织地汇入绿化带。

**4.4.4** 场地和路面集雨和溢流设施的高程上下游应顺畅连接，保证暴雨时雨水可通过集雨和溢流设施与雨水管渠系统、排涝除险系统有效衔接。

**4.4.5** 绿化带改造的道路海绵改造工程应将绿化带下沉，并将雨水口设置在下沉绿化带内。

## II 径流污染控制

**4.4.6** 径流污染控制是保证道路海绵系统正常运行和实现海绵建设目标的前置条件，在道路海绵设施系统构建及设施选用上应予以重视。

**4.4.7** 海绵源头减排以悬浮物（SS）为主要控制指标，道路海绵措施污染削减防控等级可参照以下实施。

1 功能区（SS 浓度平均值）：物流仓储区>交通枢纽区>工业区>商业区>居住区>公共服务区>绿地休闲区；

2 道路等级（SS 浓度平均值）：快速路>主干道>次干道>支路；

3 污染物总量较高路段：沿街餐饮商业、医院、农贸市场、公交场站、环卫设施、工地前的路段。

**4.4.8** 应根据道路面源污染特征选择不同污染削减效果的海绵设施组合。下列面源污染较严重的道路宜优先选用排水型下沉式绿化带、滞蓄型植草沟等污染削减效果较高的源头减排设施。

1 快速路和主干路；

2 物流仓储区和交通枢纽区的市政道路；

3 工业区的主次干路；

4 公路市政化改造道路。

**4.4.9** 商业街、沿街餐饮商业、医院、农贸市场、环卫设施前道路的人行道树池宜采用生态树池。

**4.4.10** 快速路、主干路、工业区主次干路、物流仓储区和交通枢纽区市政道路等面源污染较严重的道路，机动车道雨水径流排入下沉式绿化带前应经沉砂预处理，避免对绿地和生物滞留设施造成破坏。

**4.4.11** 化工厂、传染病医院、油库、加油站、垃圾填埋场等污染严重地块周边的道路海绵设计，宜谨慎采用下渗措施，若确需采用下渗设施，应经过相应防污染评估。

**4.4.12** 城市道路新建雨水排放口处在场地条件允许时宜设置末端径流污染控制设施，可采用生态塘、人工湿地、雨水塘等。

### III 片区径流统筹

**4.4.13** 新建区应开展径流控制规划,利用公共空间科学布局海绵滞蓄用地,合理分配径流指标统筹片区径流平衡。

**4.4.14** 参与径流统筹的退线绿地应与主体道路同步立项、同步设计、同步施工和同步投入使用。

**4.4.15** 道路退线绿地纳入片区径流平衡进行海绵城市建设时,应将道路红线内人行道、非机动车道和红线外地表径流汇入绿地中进行滞留与净化,并结合周边地块条件设置植草沟、生物滞留设施、雨水塘和湿地等设施控制径流污染。

**4.4.16** 机动车道雨水径流需外排的道路,应结合红线外绿地标高设计雨水通道,可采用自然漫流组织形式,或在人行道、专用非机动车道设置盖板沟的形式,确保道路径流汇入退线绿地中滞蓄缓排。

### 4.5 雨水调蓄排放

**4.5.1** 在易发生积水的路段,宜利用道路周边洼地、绿地、景观水体及周边公共空间建设雨水调蓄设施,并优化场地竖向设计,确保径流有效排入和有序排出。

**4.5.2** 雨水调蓄设施可采用下沉式绿地、雨水塘、调蓄池等,各类设施设置要求和调蓄容量计算应满足《室外排水设计标准》GB 50014、《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174、《海绵城市雨水控制与利用工程设计规范》DB 11/685 相关技术要求。

**4.5.3** 内涝风险大的易涝区应依据规划,结合其地理位置、地形特点等设置道路涝水行泄通道,并应符合《城镇内涝防治技术规范》GB51222 的相关规定。

**4.5.4** 下穿式立体交叉道路排水形式宜采用强排与调蓄相结合的方式,下穿路段应设置醒目的水位警示与导行标识。

### 4.6 道路海绵化改造

**4.6.1** 道路海绵化改造应结合道路改造、排水防涝、正本清源等工作同步开展,复核雨水管渠排水能力,检测管网混接和运行状况,同步进行必要的雨污分流和雨水管线修复与改造,提升排水标准,解决积涝问题。

**4.6.2** 无侧分绿化带或侧分绿化带不改造的道路海绵改造工程, 海绵指标不做管控要求, 根据项目特点因地制宜实施海绵设施。

- 1** 人行道、非机动车道改为透水铺装;
- 2** 有雨水管网改造的, 应采用环保式雨水口;
- 3** 新种植行道树应采用生态树池。

**4.6.3** 侧分带改造且宽度不小于 2m 的道路海绵工程, 路缘石开口和雨水口应同步改造, 年径流总量控制率指标应符合表 3.2.4 要求。

**4.6.4** 侧分绿化带改造为下沉式绿化带的, 土球的两侧应保证调蓄和排水空间的通畅, 否则应增设溢流式雨水口。

**4.6.5** 高架桥下方及立交匝道区绿化带可结合地形和景观要求改造为下沉式绿地、雨水花园、生物滞留带等。绿化带海绵化改造后, 废除原落水消能井, 在落水管口下方铺设 300mm 厚砾石缓冲带。

**4.6.6** 已建下穿式立交、低洼地等严重积水点的改造, 应充分利用周边现有绿地空间, 建设分散式雨水调蓄设施。

## 4.7 道路海绵技术措施

**4.7.1** 道路横断面布置分为标准型、特殊型。标准型道路横断面参考如下: 支路(标准横断面 22m)、次干路(标准横断面 30m)、主干路(标准横断面 43m)、快速路(标准横断面 60m); 特殊型道路横断面设计时应进行区别设计, 设计单位宜对每条特色道路独立进行横断面优化选择并论证, 海绵设施建设及道路横坡坡向结合实际情况进行布设。

### I 标准型道路海绵技术措施

#### 4.7.2 标准型支路

##### 1 标准型支路标准横断面

22m(红线宽度) = 3m(人行道) + 2.5m(非机动车道) + 2m(下沉式绿化带) + 7m(机动车道) + 2m(下沉式绿化带) + 2.5m(非机动车道) + 3m(人行道)

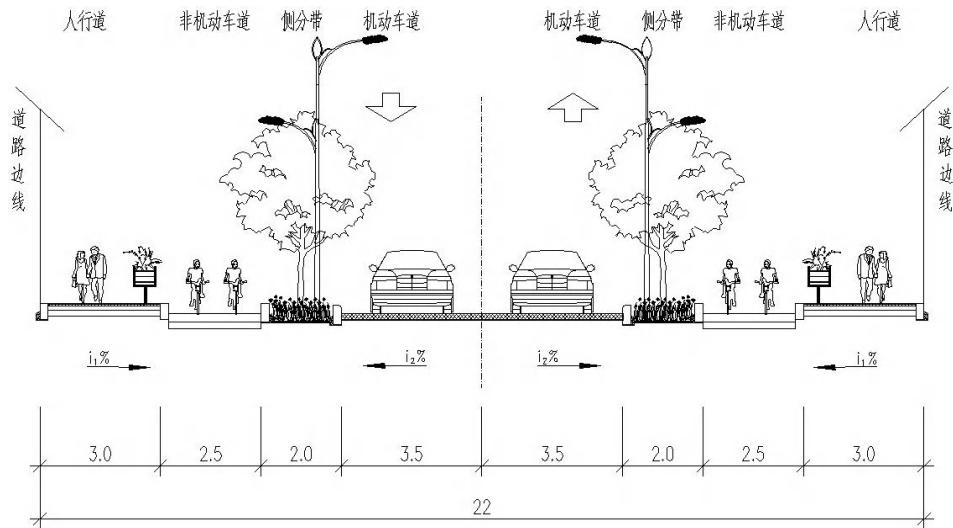


图 4.7.2-1 支路标准横断面图

## 2 标准型支路海绵技术设施布置图

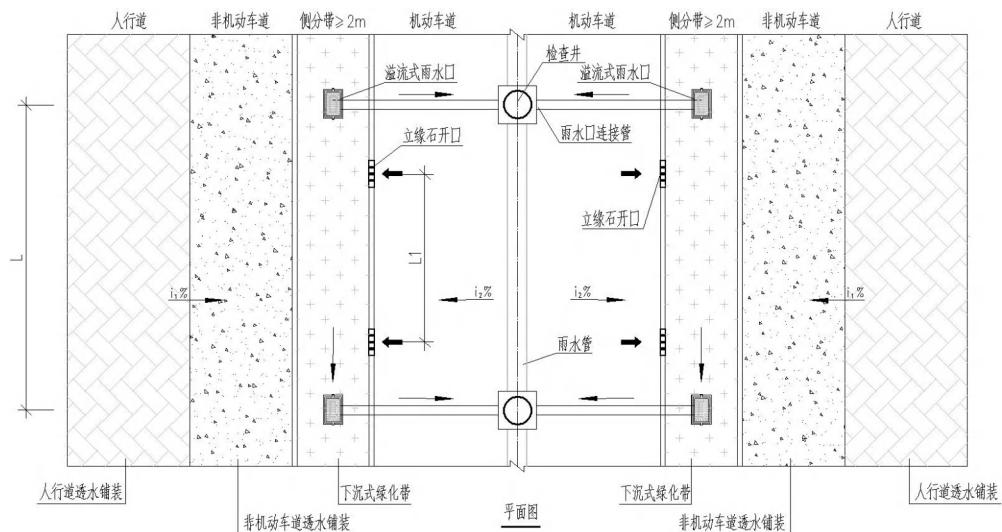
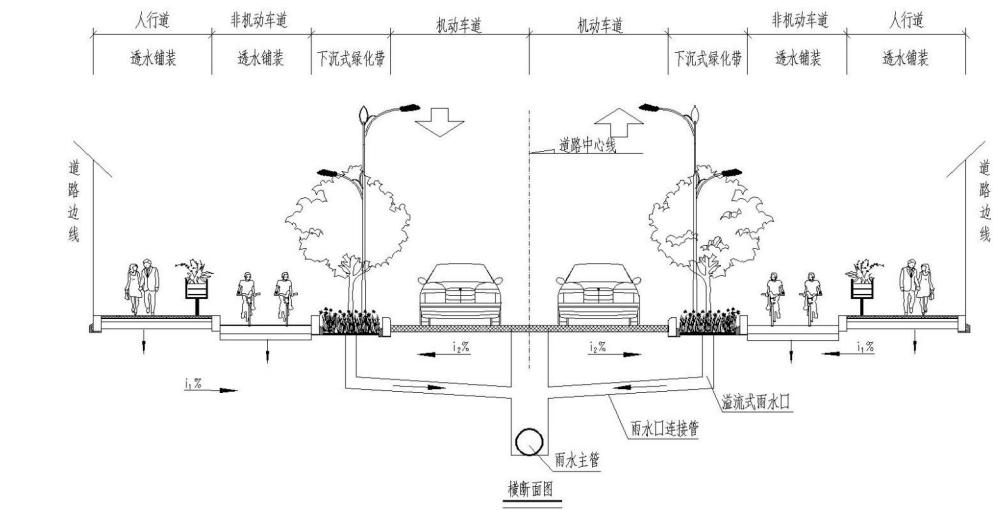


图 4.7.2-2 支路海绵技术设施布置和径流组织图

- 注: 1 本图适用于侧分绿化带宽度为 2m 的标准型支路海绵新建和改造工程, 侧分绿化带宽度不小于 2m 的特殊支路海绵新建和改造工程可参照实施;
- 2 排水方式: 慢行道(非机动车道、人行道)雨水一方面通过透水铺装下渗, 一方面漫流排入侧分带下沉绿化带内, 机动车道雨水通过路缘石开口排入侧分带下沉绿化带内, 超过滞蓄能力的雨水通过溢流式雨水口排入市政雨水管;
- 3 本图对应 4.3 章节图 4.3.1-2、图 4.3.2-1、图 4.3.2-2。

### 3 标准型支路海绵设计参数表

- 1) 以溢流式雨水口收水能力划分汇水分区, 溢流式雨水口间距不应大于 50m。

表 4.7.2-1 标准型支路溢流式雨水口间距

流量安全系数	2.0	3.0
雨水口间距 (m)	47/42	31/28

- 注: 1 按厦门市暴雨强度分区分别测算, /左侧为 I 区, /右侧为 II 区;
- 2 表中雨水口间距按单算雨水口流量 20l/s 测算;
- 3 易涝路段流量安全系数宜取大值, 并根据具体情况加密溢流式雨水口;
- 4 本表可用内插法, 间距超出本表范围时, 应核算雨水量。

- 2) 标准段径流量、径流污染控制设计参数

表 4.7.2-2 主要技术指标表

下垫面	宽度 (m)	雨量径流系数	综合径流系数
人行道	3.0	0.40 (0.08~0.45)	0.51
非机动车道	2.5	0.40 (0.08~0.45)	
侧分带	2.0	0.15	
机动车道	3.5	0.9 (0.8~0.9)	
指标参数			
年径流总量控制率	计算径流污染控制率	下沉式绿化带有效水深 (m)	
≥55%	≥45.9%	≥0.07	
≥60%	≥50.1%	≥0.08	
≥65%	≥54.3%	≥0.10	
≥70%	≥58.5%	≥0.11	

- 注: 1 标准段指无交叉口标准横断面路段;
- 2 径流污染去除率: 透水铺装取 80%, 下沉式绿化带取 85%;
- 3 本表下沉式绿化带容积折减系数按 0.8 计, 有效水深需依据折减系数不同调整。下沉

式绿化带宽度按净宽计。

### 3) 路缘石开口间距

表 4.7.2-3 标准型支路路缘石开口间距表

流量安全系数	2.0	3.0
路缘石开口间距 (m)	$Q/2n$	$Q/3n$

注: 1  $Q$  为路缘石开口设计流量 (l/s), I 区  $n=0.118$ , II 区  $n=0.131$ ;

2 易涝路段流量安全系数宜取大值, 并根据具体情况加密路缘石开口;

3 本表可用内插法, 间距超出本表范围时, 应核算雨水量。

4) 非标准段和有交叉口路段均应根据具体情况进行设计计算。

## 4.7.3 标准型次干路

### 1 标准型次干路标准横断面

标准横断面  $30m = 3m$  (人行道) +  $2.5m$  (非机动车道) +  $2.5m$  (下沉式绿化带) +  $14m$  (机动车道) +  $2.5m$  (下沉式绿化带) +  $2.5m$  (非机动车道) +  $3m$  (人行道)

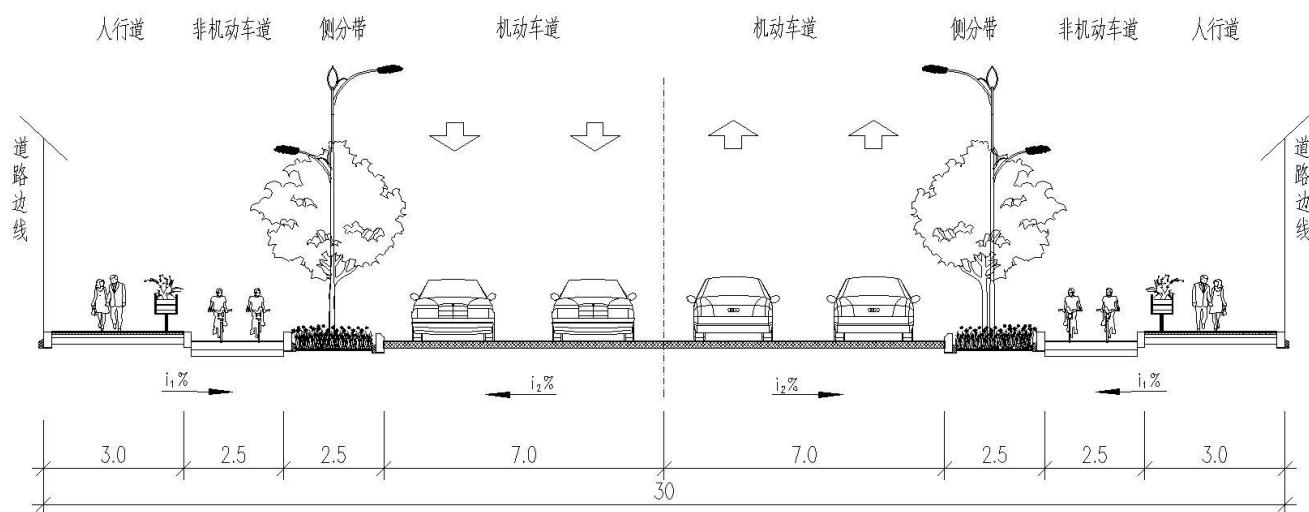


图 4.7.3-1 次干路标准横断面图

### 2 标准型次干路海绵技术设施布置图

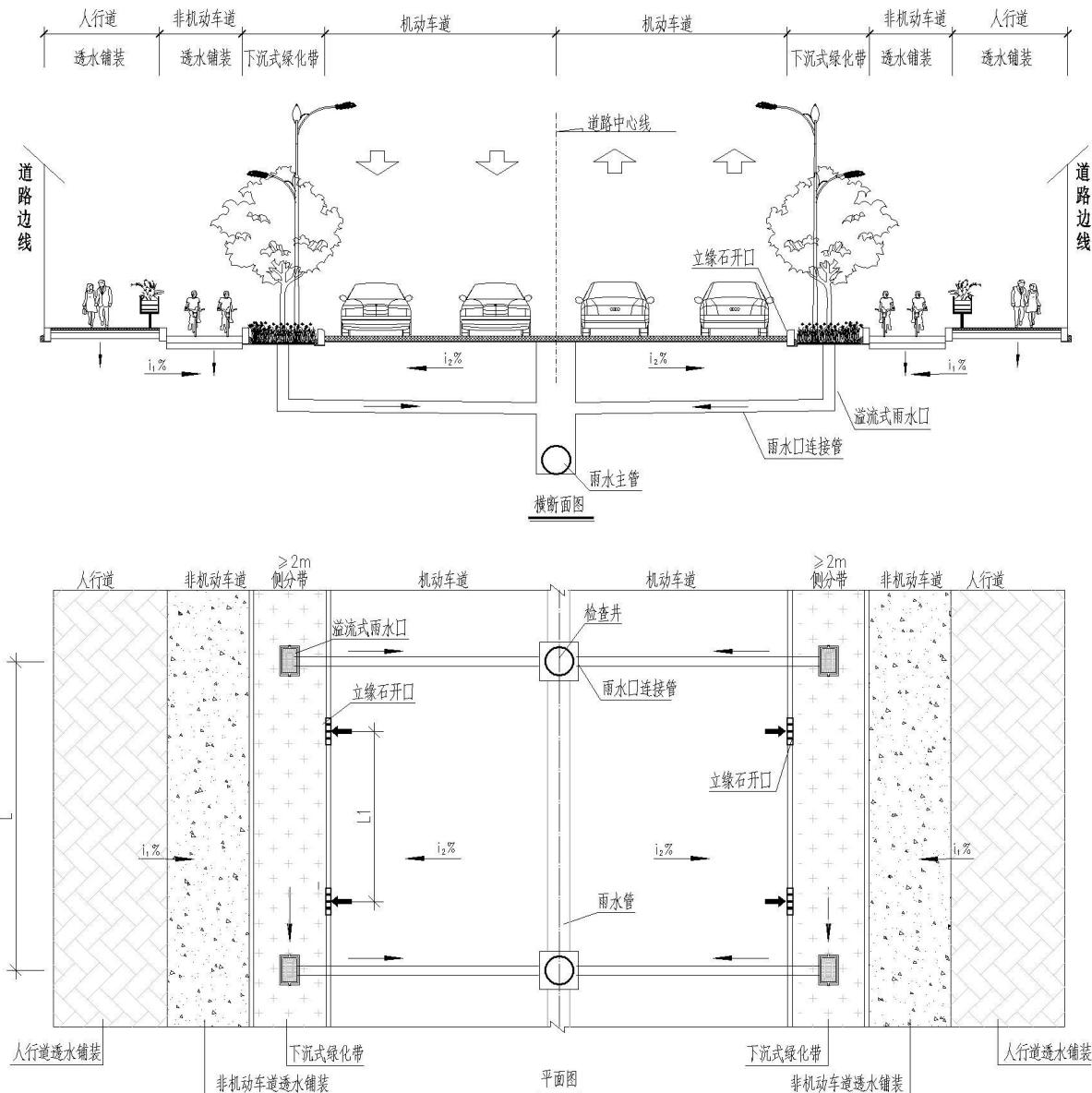


图 4.7.3-2 次干路海绵技术设施布置和径流组织图

- 注: 1 本图适用于侧分绿化带宽度不小于 2m 的次干路海绵新建和改造工程;
- 2 排水方式: 慢行道(非机动车道、人行道)雨水一方面通过透水铺装下渗, 一方面漫流排入侧分下沉绿化带内, 机动车道雨水通过路缘石开口排入侧分下沉绿化带内, 超过滞蓄能力的雨水通过溢流式雨水口排入市政雨水管;
- 3 本图对应 4.3 章节图 4.3.1-2、图 4.3.2-1、图 4.3.2-2。

### 3 标准型次干路海绵设计参数表

- 1) 以溢流式雨水口收水能力划分汇水分区, 溢流式雨水口间距不应大于 50m。

表 4.7.3-1 标准型次干路溢流式雨水口间距

流量安全系数	2.0	3.0
雨水口间距(m)	29/27	19/18

- 注: 1 按厦门市暴雨强度分区分别测算, /左侧为 I 区, /右侧为 II 区;  
 2 表中雨水口间距按单算雨水口流量 20l/s 测算;  
 3 易涝路段流量安全系数宜取大值, 并根据具体情况加密溢流式雨水口;  
 4 本表可用内插法, 间距超出本表范围时, 应核算雨水量。

2) 标准段径流量、径流污染控制设计参数

表 4.7.3-2 主要技术指标表

下垫面	宽度 (m)	雨量径流系数	综合径流系数
人行道	3.0	0.40 (0.08~0.45)	0.59
非机动车道	2.5	0.40 (0.08~0.45)	
侧分带	2.5	0.15	
机动车道	7.0	0.9 (0.8~0.9)	
指标参数			
年径流总量控制率	计算径流污染控制率		下沉式绿化带有效水深 (m)
≥55%	≥46.1%		≥0.08
≥60%	≥50.3%		≥0.10
≥65%	≥54.5%		≥0.12
≥70%	≥58.7%		≥0.14

- 注: 1 标准段指无交叉口标准横断面路段;  
 2 径流污染去除率: 透水铺装取 80%, 下沉式绿化带取 85%;  
 3 本表下沉式绿化带容积折减系数按 0.8 计, 有效水深需依据折减系数不同调整。下沉式绿化带宽度按净宽计。

3) 路缘石开口间距

表 4.7.3-3 标准型次干路路缘石开口间距表

安全流量系数	2.0	3.0
路缘石开口间距(m)	$Q/2n$	$Q/3n$

- 注: 1  $Q$  为路缘石开口设计流量 (l/s), I 区  $n=0.237$ , II 区  $n=0.262$ ;  
 2 易涝路段流量安全系数宜取大值, 并根据具体情况加密路缘石开口;  
 3 本表可用内插法, 间距超出本表范围时, 应核算雨水量。

4) 非标准段和有交叉口路段均应根据具体情况设计计算。

#### 4.7.4 标准型主干路

##### 1 标准型主干路标准横断面

标准横断面  $43m = 3m$  (人行道) +  $2.5m$  (非机动车道) +  $3.0m$  (下沉式绿化带) +  $11m$  (机动车道) +  $4m$  (中分绿化带) +  $11m$  (机动车道) +  $3m$  (下沉式绿化带) +  $2.5m$  (非机动车道) +  $3m$  (人行道)

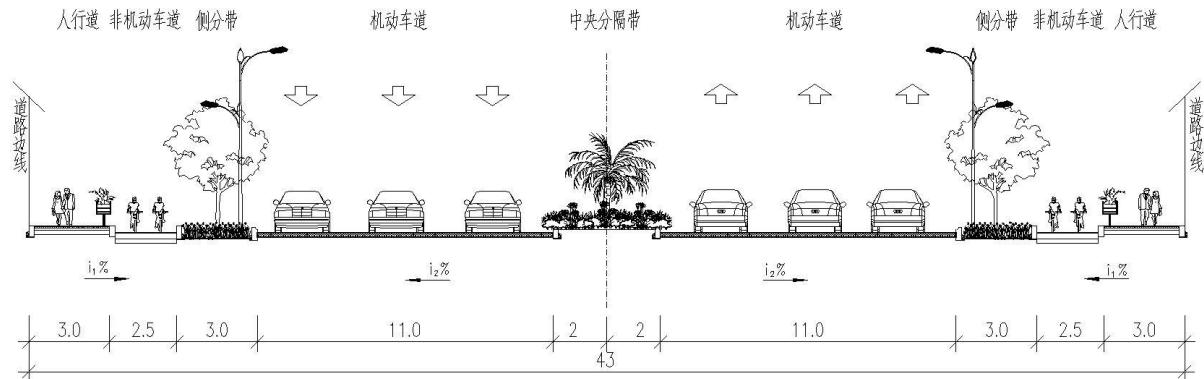


图 4.7.4-1 主干路标准横断面图

##### 2 标准型主干路海绵技术设施布置图

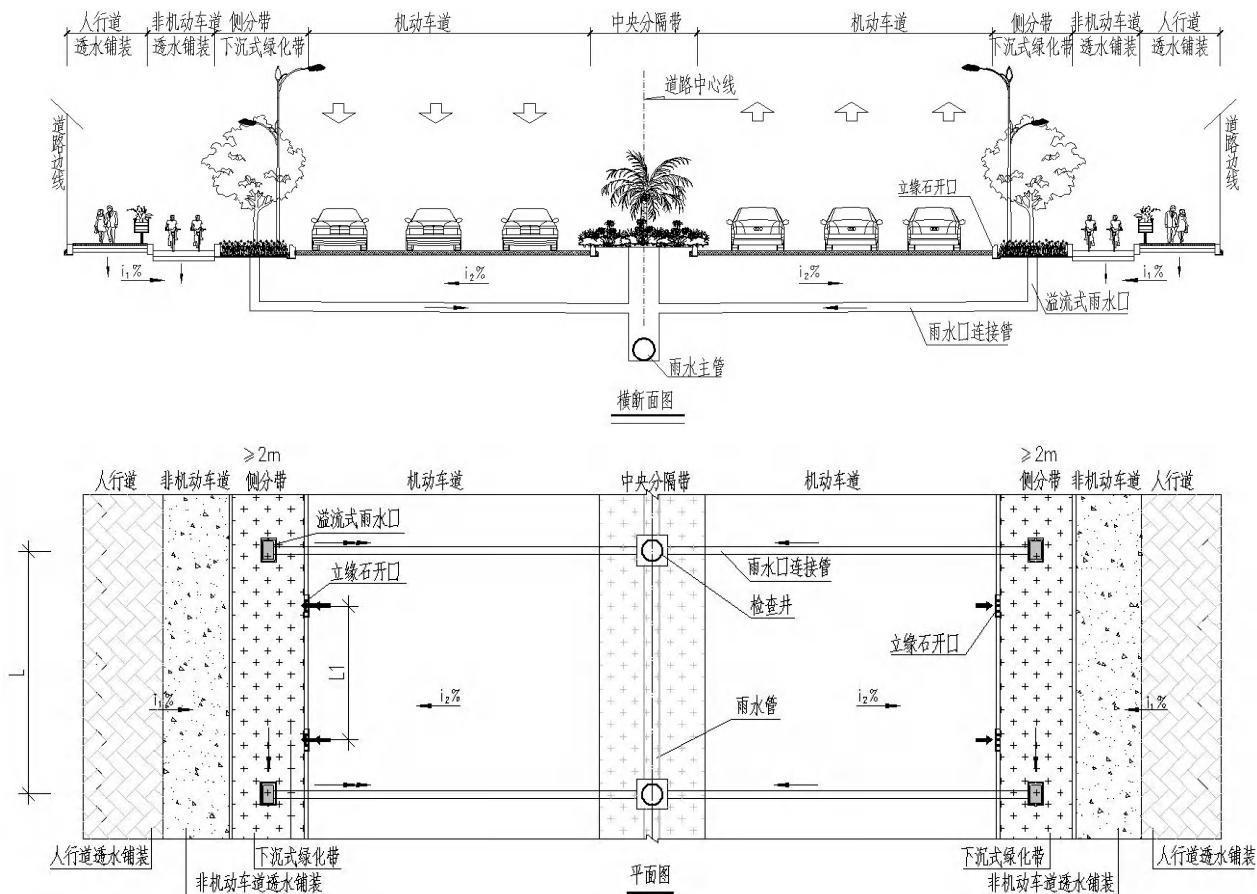


图 4.7.4-2 主干路海绵技术设施布置和径流组织图

- 注：1 本图适用于侧分绿化带宽度不小于 2m 的主干路海绵新建和改造工程；
- 2 排水方式：慢行道（非机动车道、人行道）雨水一方面通过透水铺装下渗，一方面漫流排入侧分下沉绿化带内，机动车道雨水通过路缘石开口排入侧分下沉绿化带内，超过滞蓄能力的雨水通过溢流式雨水口排入市政雨水管。中央绿化分隔带雨水就地入渗；
- 3 本图对应 4.3 章节图 4.3.1-2、图 4.3.2-1、图 4.3.2-2。

### 3 标准型主干路海绵设计参数表

- 1) 以溢流式雨水口收水能力划分汇水分区，溢流式雨水口间距不应大于 50m。

表 4.7.4-1 标准型主干路溢流式雨水口间距

流量安全系数	2.0	3.0
雨水口间距(m)	32/30	21/20

- 注：1 按厦门市暴雨强度分区分别测算，/左侧为 I 区，/右侧为 II 区；  
 2 表中雨水口间距按双箅雨水口 35l/s 测算；  
 3 易涝路段流量安全系数宜取大值，并根据具体情况加密溢流式雨水口；  
 4 本表可用内插法，间距超出本表范围时，应核算雨水量。

- 2) 标准段径流量、径流污染控制设计参数

表 4.7.4-2 主要技术指标表

下垫面	宽度 (m)	雨量径流系数	综合径流系数
人行道	3.0	0.40 (0.08~0.45)	0.60
非机动车道	2.5	0.40 (0.08~0.45)	
侧分带	3.0	0.15	
机动车道	11.0	0.9 (0.8~0.9)	
中分带	2.0	0.15	
指标参数			
年径流总量控制率	计算径流污染控制率	下沉式绿化带有效水深 (m)	
≥55%	≥46.2%	≥0.10	
≥60%	≥50.4%	≥0.12	
≥65%	≥54.6%	≥0.14	
≥70%	≥58.8%	≥0.16	

- 注：1 标准段指无交叉口标准横断面路段；

- 2 径流污染去除率：透水铺装取 80%，下沉式绿化带取 85%；  
 3 本表下沉式绿化带容积折减系数按 0.8 计，有效水深需依据折减系数不同调整。下沉式绿化带宽度按净宽计。

3) 路缘石开口间距

表 4.7.4-3 标准型主干路路缘石开口间距表

流量安全系数	2.0	3.0
路缘石开口间距(m)	$Q/2n$	$Q/3n$

注：1  $Q$  为路缘石开口设计流量 (l/s)，I 区  $n=0.428$ ，II 区  $n=0.463$ ；

2 易涝路段流量安全系数宜取大值，并根据具体情况加密路缘石开口；

3 本表可用内插法，间距超出本表范围时，应核算雨水量。

4) 非标准段和有交叉口路段均应根据具体情况进行设计计算。

#### 4.7.5 标准型快速路

##### 1 标准型快速路标准横断面

标准横断面  $60m=2.5m$  (人行道) + $2.5m$  (非机动车道) + $1.75m$  (绿化带) + $7m$  (慢车道) + $2.5m$  (下沉式绿化带) + $11.75m$  (机动车道) + $4m$  (中分绿化带) + $11.75m$  (机动车道) + $2.5m$  (下沉式绿化带) + $7m$  (慢车道) + $1.75m$  (下沉式绿化带) + $2.5m$  (非机动车道) + $2.5m$  (人行道)

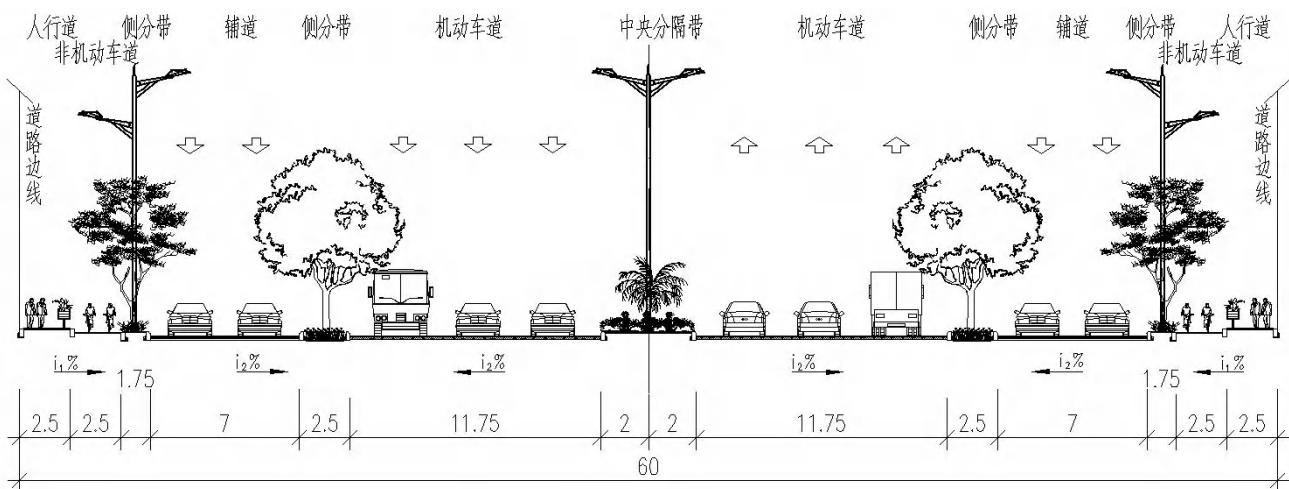


图 4.7.5-1 快速路标准横断面图

2 标准型快速路海绵技术设施布置图

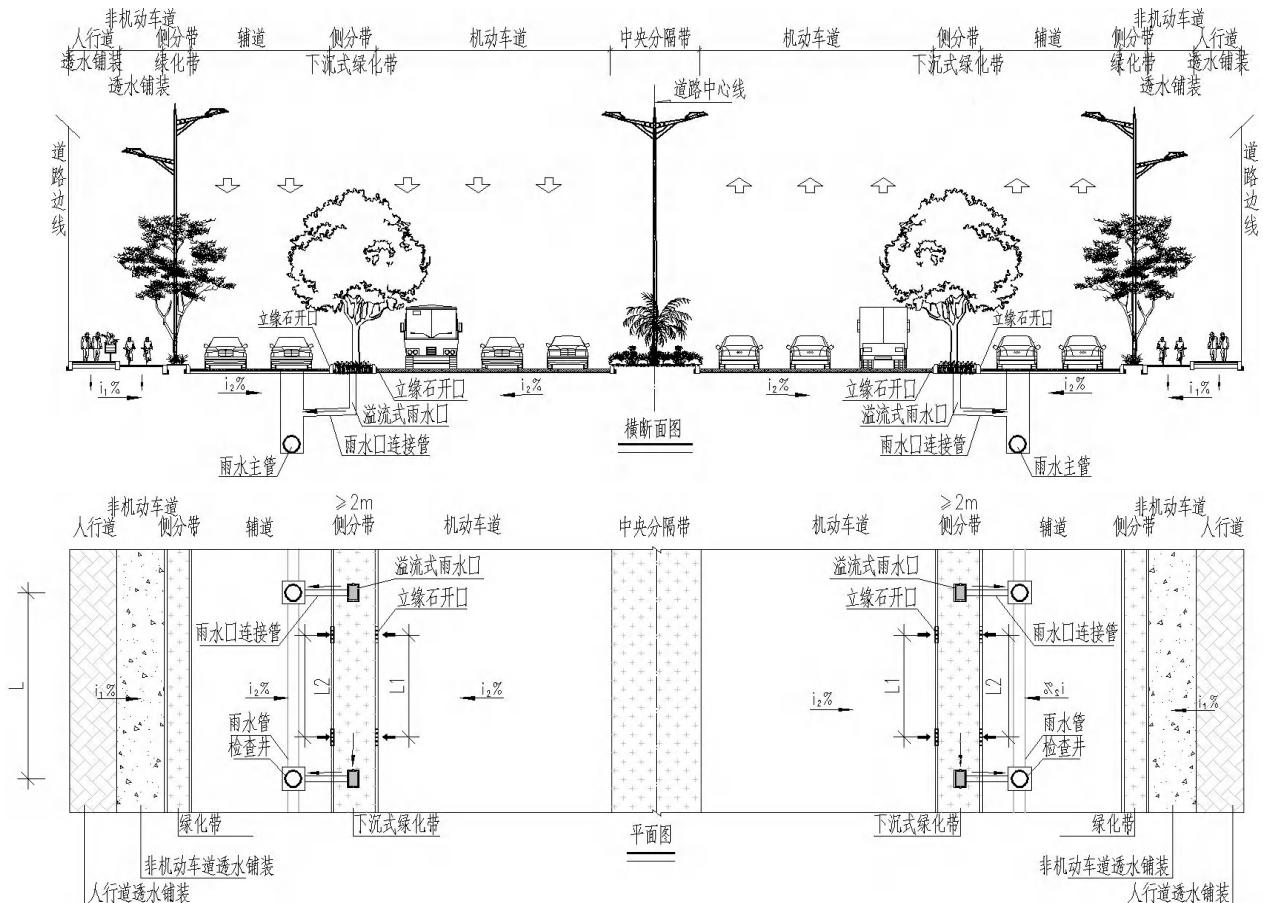


图 4.7.5-2 快速路海绵技术设施布置和径流组织图

- 注：1 本图适用于主辅侧分绿化带宽度不小于 2m 的快速路海绵新建和改造工程。
- 2 排水方式：慢行道（非机动车道、人行道）雨水一方面通过透水铺装下渗，一方面漫流排入机非侧分绿化带内，再通过引流管或漫流方式排入辅道。辅道及主车行道雨水通过路缘石开口排入主辅侧分下沉绿化带内，超过滞蓄能力的雨水通过溢流式雨水口排入雨水管中央绿化分隔带雨水就地入渗。
- 3 机非侧分绿化带不宜高于慢行道，否则应设引流管将慢行道路面雨水排至辅道。
- 4 本图对应 4.3 章节图 4.3.1-2、图 4.3.2-1、图 4.3.2-2。

### 3 标准型快速路海绵设计参数表

1) 以溢流式雨水口收水能力划分汇水分区，溢流式雨水口间距不应大于 50m。

表 4.7.5-1 标准型快速路溢流式雨水口间距

流量安全系数	2.0	3.0
雨水口间距(m)	21/19	14/12

注：1 按厦门市暴雨强度分区分别测算，/左侧为 I 区，/右侧为 II 区；

- 2 表中雨水口间距按双箅雨水口 35l/s 测算;
- 3 易涝路段流量安全系数宜取大值，并根据具体情况加密溢流式雨水口;
- 4 本表可用内插法，间距超出本表范围时，应核算雨水量。

### 2) 标准段径流量、径流污染控制设计参数

表 4.7.5-2 主要技术指标表

下垫面	宽度 (m)	雨量径流系数	综合径流系数
人行道	2.5	0.40 (0.08~0.45)	0.66
非机动车道	2.5	0.40 (0.08~0.45)	
侧分带	1.75	0.15	
辅道	7	0.9 (0.8~0.9)	
侧分带	2.5	0.15	
机动车道	11.75	0.9 (0.8~0.9)	
中分带	2.0	0.15	
指标参数			
年径流总量控制率	计算径流污染控制率		下沉式绿化带有效水深 (m)
≥50%	≥35.4%		≥0.16
≥55%	≥39.0%		≥0.19
≥60%	≥42.5%		≥0.23
≥65%	≥46.0%		≥0.26
≥70%	≥49.6%		≥0.30

- 注：1 标准段指无交叉口标准横断面路段；  
 2 径流污染去除率：透水铺装取 80%，下沉式绿化带取 85%；  
 3 本表下沉式绿化带容积折减系数按 0.8 计，有效水深需依据折减系数不同调整。下沉式绿化带宽度按净宽计。

### 3) 路缘石开口间距

表 4.7.5-3 标准型快速路路缘石开口间距表

流量安全系数	2.0	3.0
路缘石开口间距(m)	慢行道-辅道段	Q/2n
	中分带-侧分带段	Q/2m

- 注：1 Q 为路缘石开口设计流量 (l/s)，I 区 n= 0.265，II 区 n= 0.779；  
 2 易涝路段流量安全系数宜取大值，并根据具体情况加密路缘石开口；  
 3 本表可用内插法，间距超出本表范围时，应核算雨水量。

4) 非标准段和有交叉口路段均应根据具体情况进行设计计算。

## II 特殊型道路海绵技术措施

### 4.7.6 特殊型支路一（无连续绿化带、有树池）海绵技术设施布置

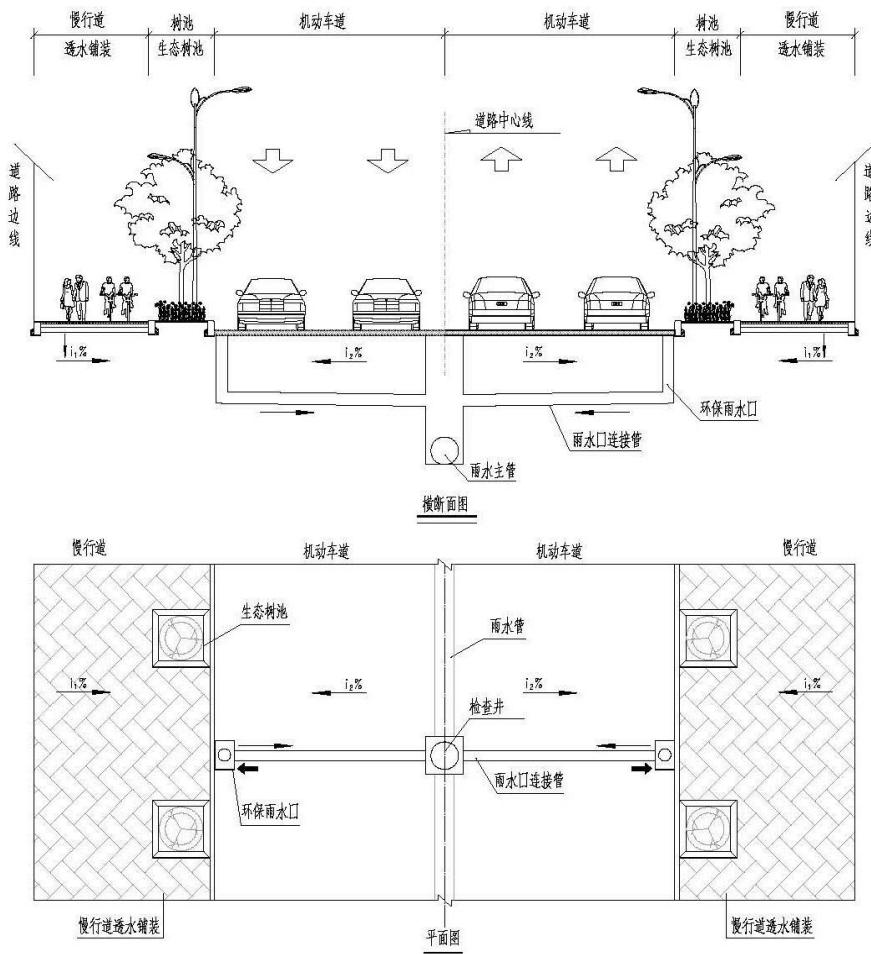


图 4.7.6 特殊型支路（一）海绵技术设施布置和径流组织图

- 注：1 本图适用于无绿化带只设置树池的支路海绵新建和改造工程，以面源污染控制为主，径流控制为辅；
- 2 排水方式：慢行道（非机动车道、人行道）雨水一方面通过透水铺装下渗，另一方面通过生态树池渗透净化，超过滞蓄能力的雨水与机动车道雨水通过环保雨水口净化后排入市政雨水管；
- 3 本图对应 4.3 章节图 4.3.1-1。

#### 4.7.7 特殊型支路二（侧分绿化带宽度小于 2m）海绵技术设施布置

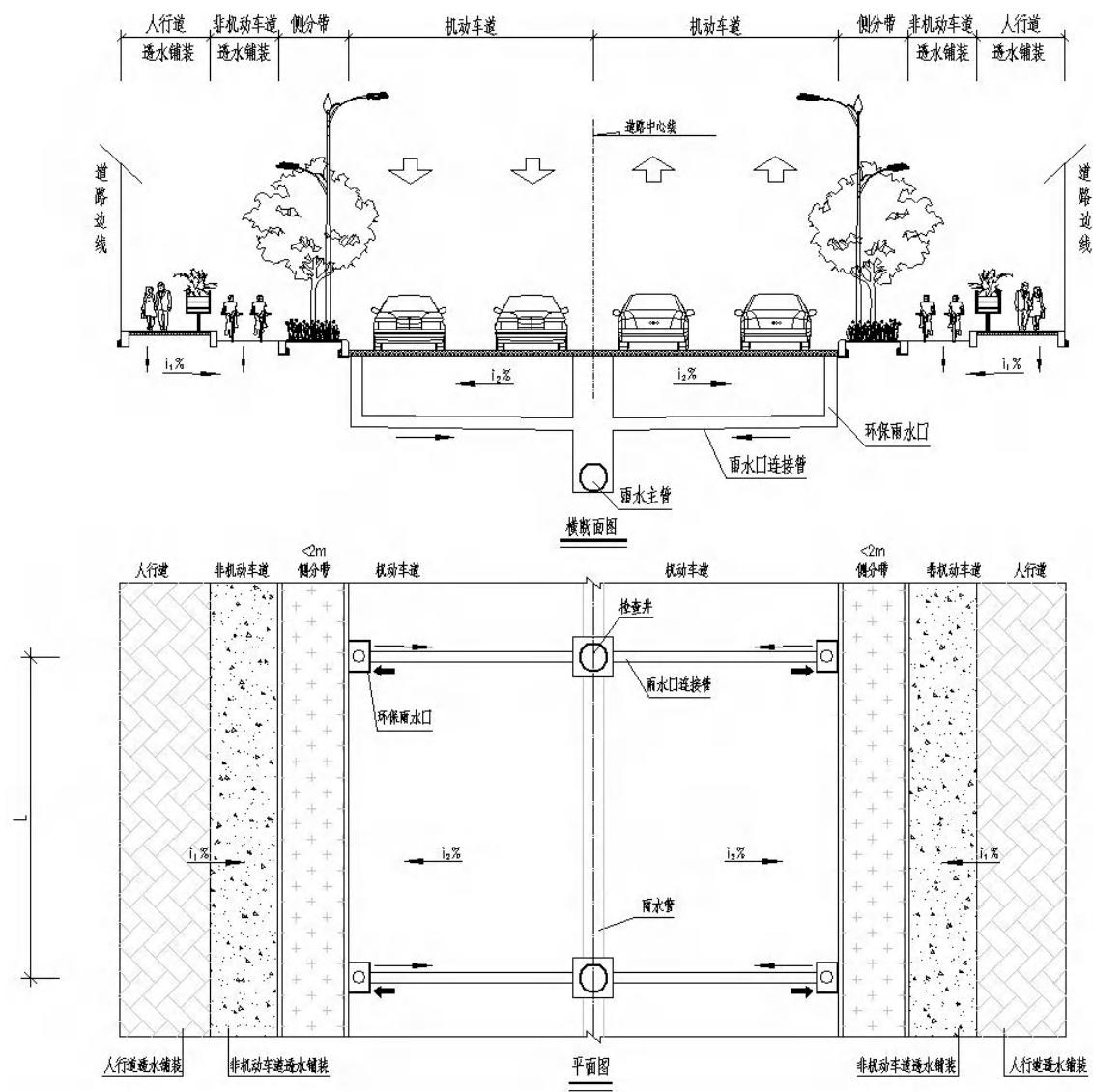


图 4.7.7 特殊型支路（二）海绵技术设施布置和径流组织图

- 注：1 本图适用于侧分绿化带宽度小于 2m 的支路海绵新建和改造工程，以面源污染控制为主，径流控制为辅；
- 2 排水方式：慢行道（非机动车道、人行道）雨水通过透水铺装下渗，超过滞蓄能力的雨水与机动车道雨水通过环保雨水口净化后排入市政雨水管；
- 3 本图对应 4.3 章节图 4.3.1-1、图 4.3.2-1、图 4.3.2-2。

#### 4.7.8 单幅路与退线绿化带海绵技术设施布置

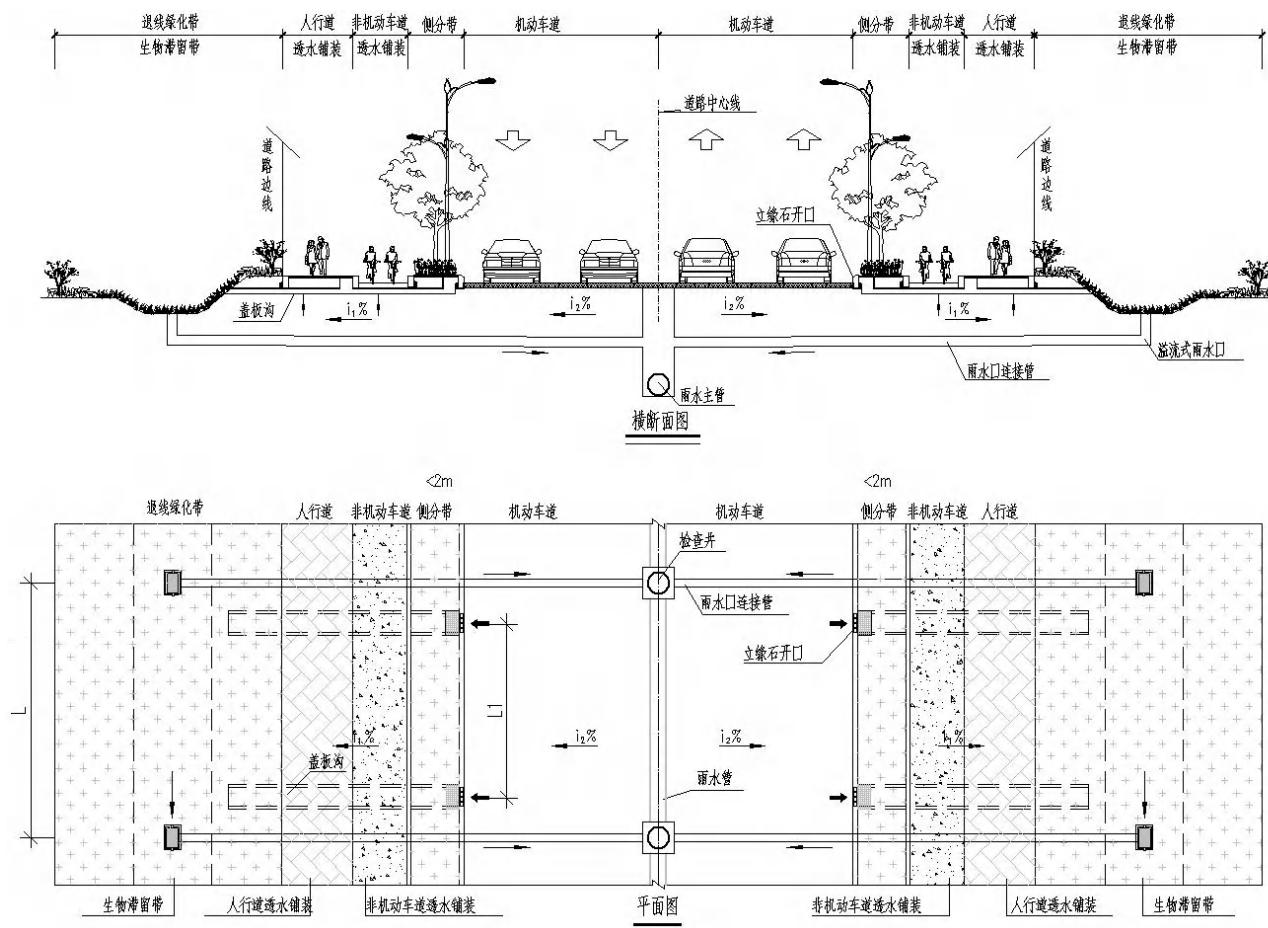


图 4.7.8 单幅路与退线绿化带海绵技术设施布置和径流组织图

- 注: 1 本图适用于侧分带小于 2m 且红线外有退线绿化带参与片区径流统筹的单幅路海绵新建和改造工程, 双幅路可参照本图实施;
- 2 排水方式: 慢行道 (非机动车道、人行道) 雨水一方面通过透水铺装下渗, 一方面漫流经植被草坡排入道路外生物滞留带内, 机动车道雨水通过慢行道盖板沟排入道路外生物滞留带内, 超过滞蓄能力的雨水通过溢流式雨水口排入市政雨水管;
- 3 本图对应 4.3 章节图 4.3.2-1、图 4.3.2-2、图 4.3.3。

#### 4.7.9 快速路与退线绿化带海绵技术设施布置

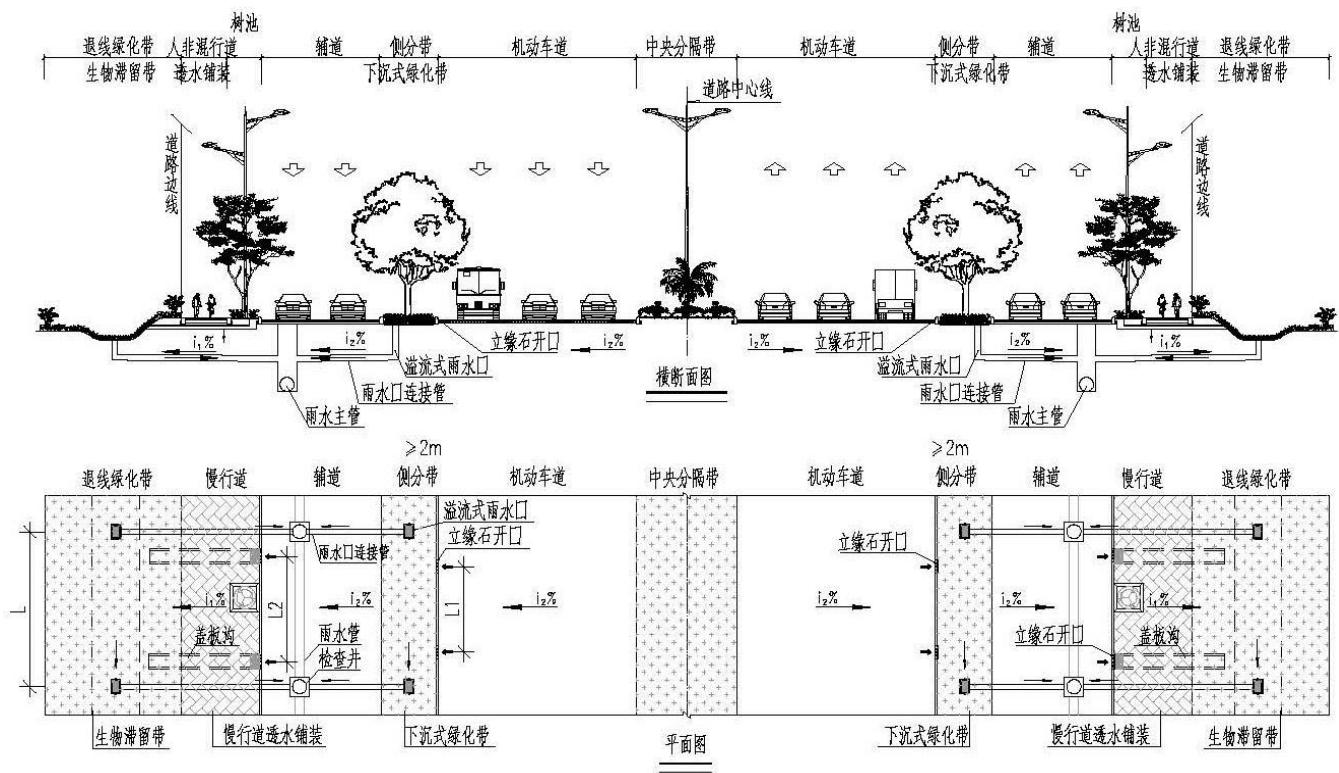


图 4.7.9 快速路与退线绿化带海绵技术设施布置和径流组织图

- 注: 1 本图适用于主辅侧分绿化带宽度不小于 2m, 且有退线绿化带参与片区径流统筹的四幅路海绵新建和改造工程;
- 2 排水方式: 慢行道(非机动车道、人行道)雨水一方面通过透水铺装下渗, 一方面漫流经植被草坡排入道路外生物滞留带内, 辅道雨水通过慢行道盖板沟排入道路外生物滞留带内, 超过滞蓄能力的雨水通过溢流式雨水口排入市政雨水管。主车行道雨水路缘石开口排入主辅侧分下沉绿化带内, 超过滞蓄能力的雨水通过溢流式雨水口排入雨水管。中央绿化分隔带雨水就地入渗;
- 3 本图对应 4.3 章节图 4.3.1-2、图 4.3.2-1、图 4.3.2-2、图 4.3.3。

#### 4.7.10 高架下方道路海绵技术设施布置

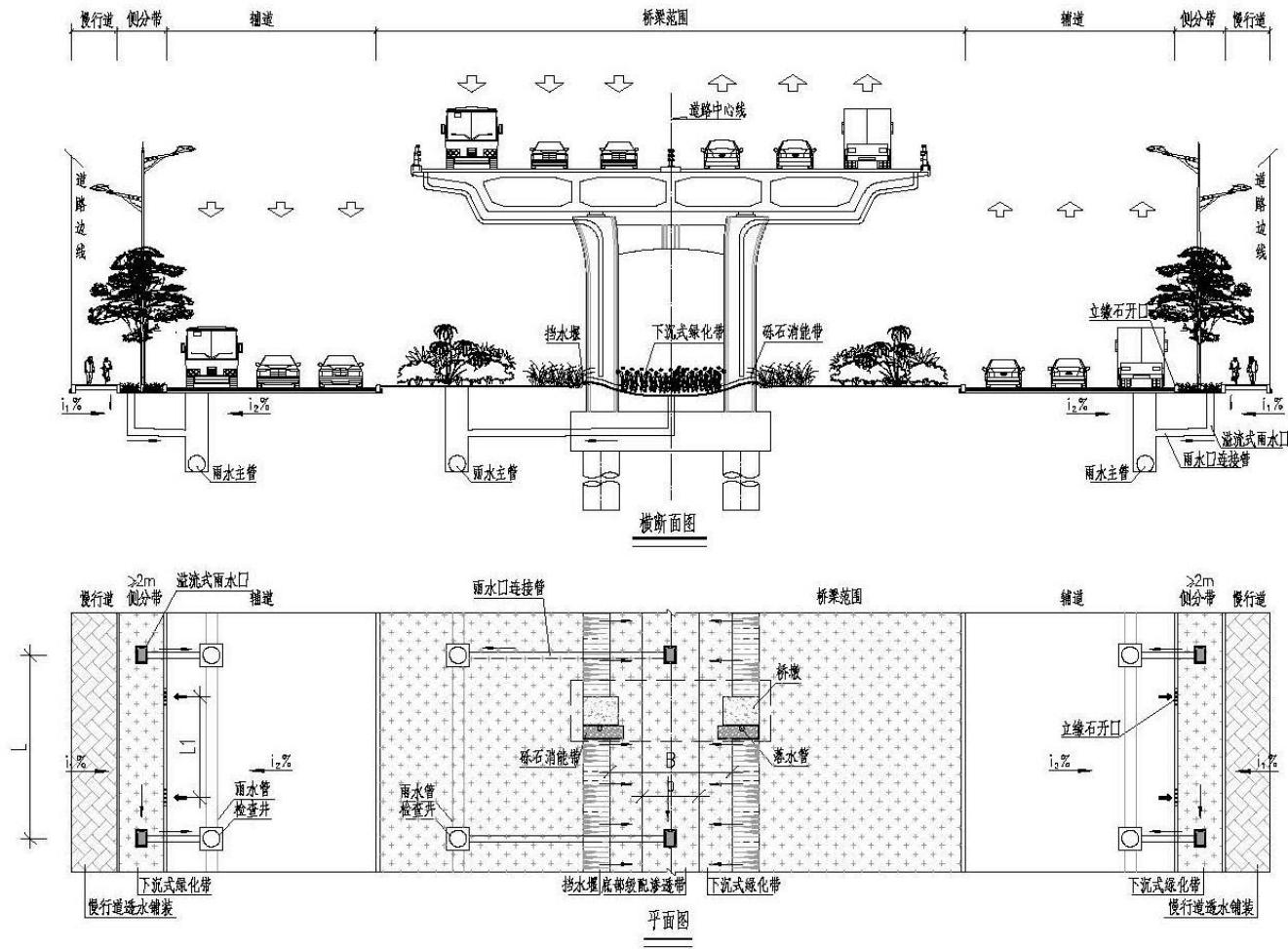


图 4.7.10 高架下方道路海绵技术设施布置和径流组织图

- 注: 1 本图适用于有高架的道路海绵新建和改造工程;
- 2 排水方式: 高架路面雨水通过雨落管汇集, 经砾石消能带消能后排入高架下生物滞留设施, 超过滞蓄能力的雨水通过溢流式雨水口排入市政雨水管。高架下方中央绿化带外侧保留高绿地, 内侧结合景观设置下沉式绿化带, 下沉式绿化带设置一定宽度的级配渗透带; 落水管下方设置砾石消能带, 宽度不小于 600mm, 厚度 300mm, 表面与绿地齐平。高架桥下绿化带雨水就地入渗;
- 3 快速路高架段地面层机非侧分带宽度不宜小于 2m;
- 4 本图对应 4.3 章节图 4.3.1-2、图 4.3.2-1、图 4.3.2-2、图 4.3.4。

### III 特殊节点海绵技术措施

#### 4.7.11 立交互通海绵技术设施布置

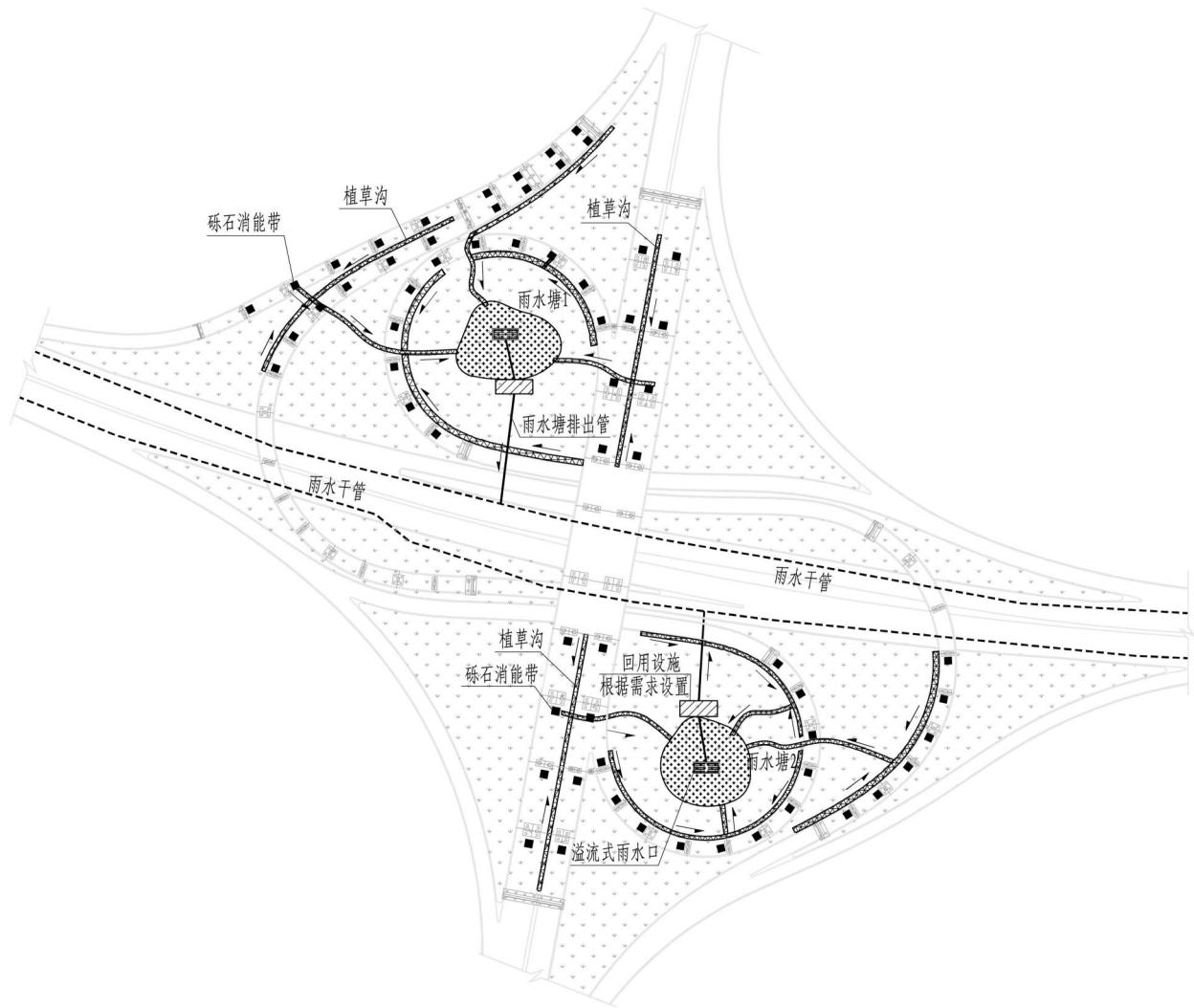


图 4.7.11 立交互通海绵技术设施布置和径流组织图

- 注: 1 立交桥下方中央绿化带: 可结合景观要求设置植草沟, 植草沟设置一定宽度的级配渗透带, 落水管下方设置砾石消能带, 砾石消能带内侧设置挡水堰。土层含水饱和后水位上升, 当水位高于溢流口溢流标高时, 排入下游雨水管道系统排走;
- 2 立交匝道区域: 可根据景观要求因地制宜地设置形状各异的低影响开发设施, 如生物滞留带、下凹式绿地、雨水花园、雨水塘等设施。当立交匝道红线区外有水塘/湿地等可利用时, 亦可将立交匝道区内低影响开发设施与区外水塘/湿地等相连接, 以便充分发挥相关低影响开发设施的功能;
- 3 排水方式: 桥区雨水汇集后进入雨水塘, 雨水塘水满后可进入模块集水池蓄水, 其余雨水

溢流排入市政雨水管道排走。降雨过后，雨水塘内雨水下渗，集水池内雨水可用于浇洒桥区绿化，冲洗排水渠道。模块集水池与雨水塘可合建也可分建；

4 本图对应 4.3 章节图 4.3.4。

#### 4.7.12 含管廊海绵型道路技术设施布置

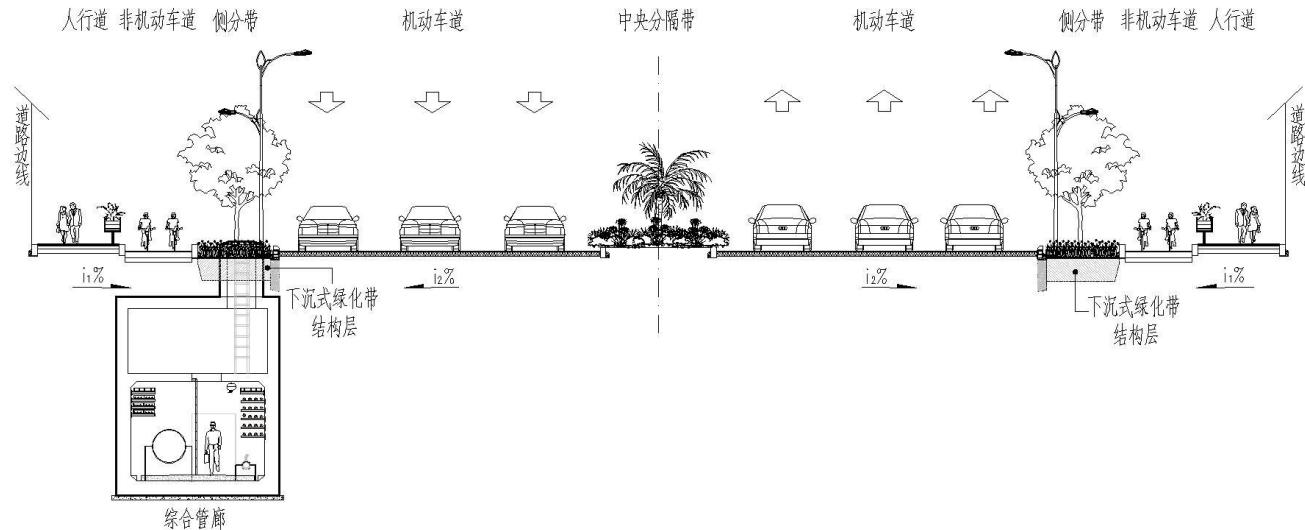


图 4.7.12-1 综合管廊及地面构筑物位置示意图

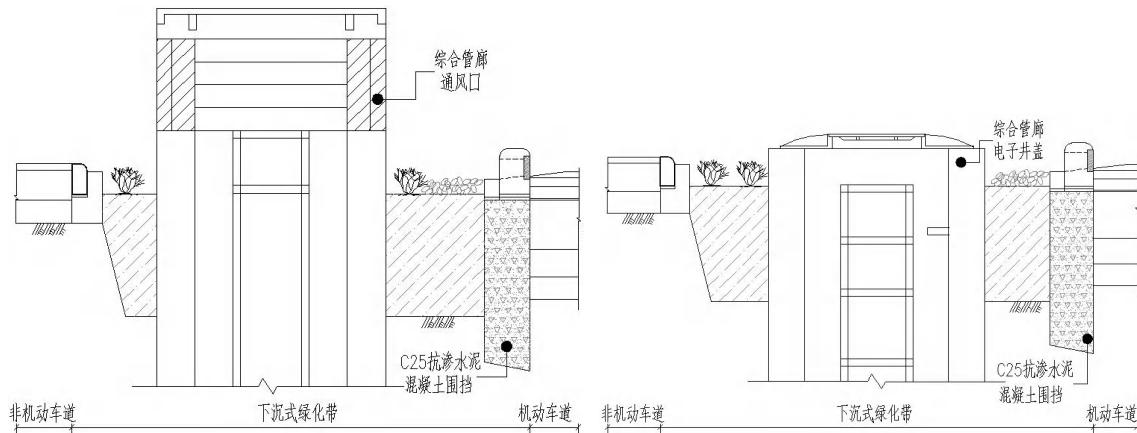


图 4.7.12-2 综合管廊通风口与电子井盖与海绵设施布置示意图

- 注：1 管廊布设于海绵渗透设施下方时，应充分做好管廊主体结构的防水措施。湿塘、大型雨水花园等雨水下渗量较大的设施尽量避免布设于管廊上方；
- 2 综合管廊布设于下沉绿地、植草沟、生态树池、小型雨水花园下方时，其覆土厚度应能满足乔木正常生长需要；
- 3 管廊构筑物布置时应尽量避免对海绵设施的结构层、排水等功能造成隔断，确实需对海绵设施形成隔断时，应做好渗排水引流措施；

- 4 当综合管廊位于绿化带下时, 绿化带内雨水口应采用溢流式雨水口, 雨水口井底应设置防水土工布等防水处理;
- 5 缆线管廊一般布设于道路人行道或非机动车道下, 覆土较浅, 透水铺装可采用表层透水或半透水形式, 路面结构采用非透水基层。

#### 4.7.13 道路超高路段海绵技术设施布置

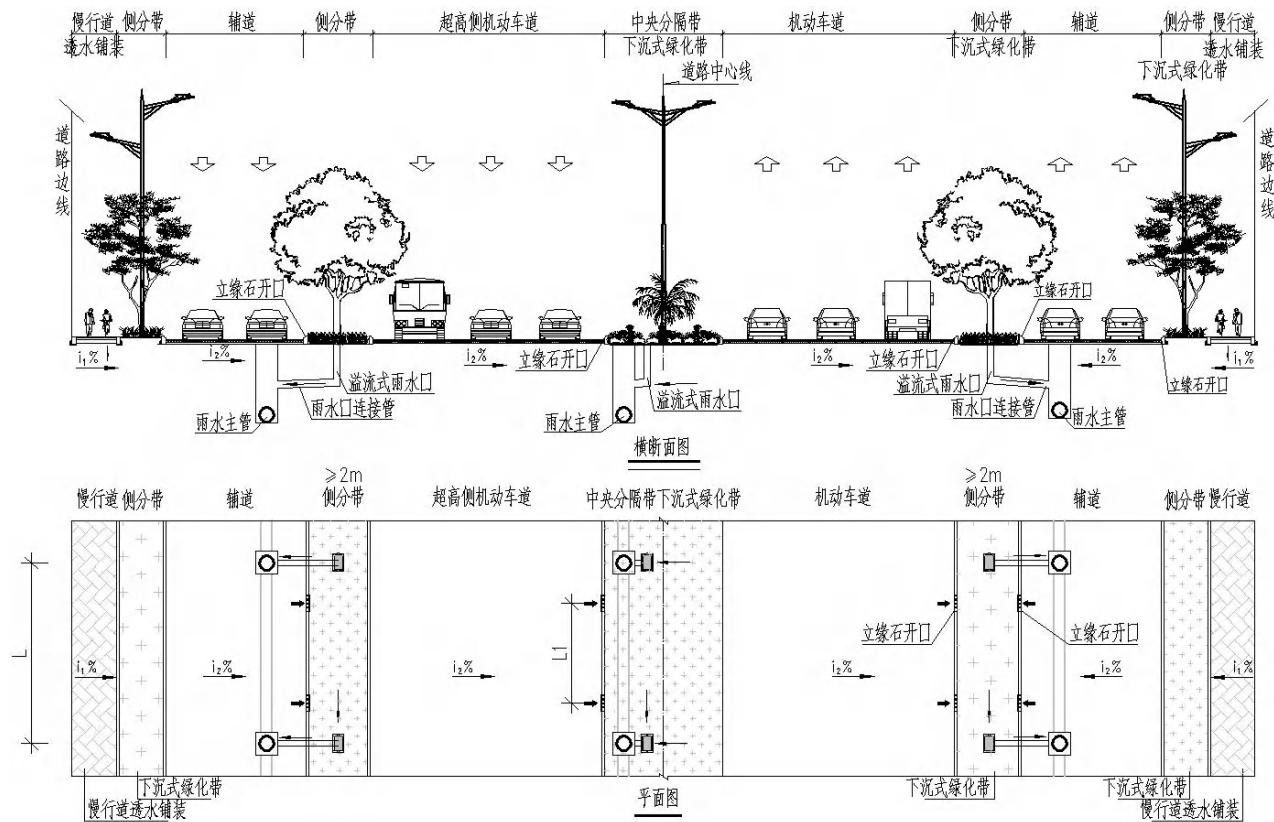


图 4.7.13 道路超高路段海绵技术设施布置和径流组织图

- 注: 1 超高路段长度不小于 400m, 快速路、主干路中分带应设置下沉式绿化带, 次干路、支路低侧侧分带应包含全部机动车道径流量控制;
- 2 超高路段长度小于等于 400m, 快速路、主干路超高侧机动车道应设置环保雨水口。

#### 4.7.14 道路交叉口海绵技术设施布置

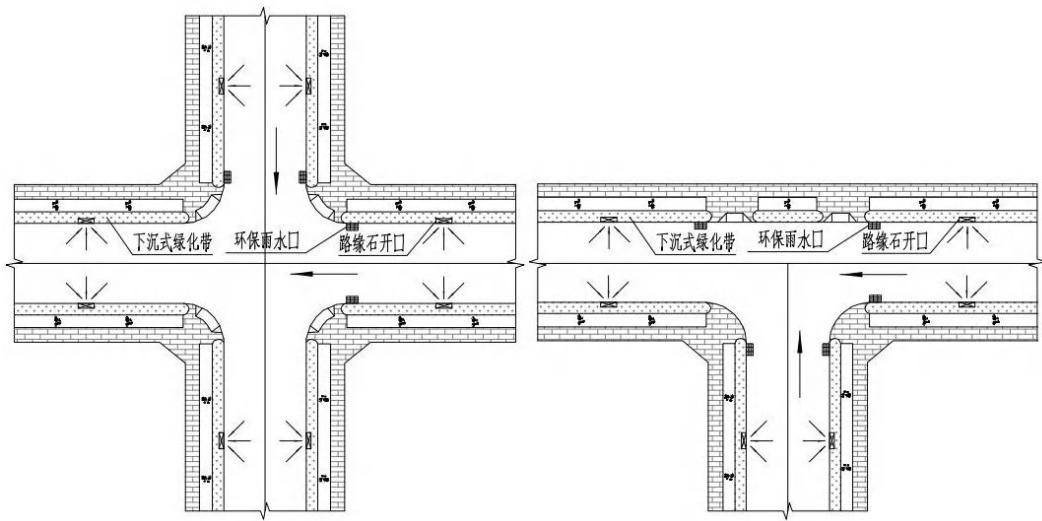


图 4.7.14 交叉口海绵技术设施布置示意图

- 注：1 绿化带内雨水口采用溢流式雨水口，路面上雨水口宜采用环保雨水口；
- 2 图中雨水口、路缘石开口位置仅为示意，具体需根据实际交叉口处道路竖向标高确定雨水口、路缘石开口准确位置；
- 3 若道路最低点处无路缘石开口/路缘石开口数量较少收水能力不足时，则根据汇集水量大小在最低点路面增设偏沟式雨水口或平立结合雨水口以防止路面积水。布置要求如下：
- 1) 如果交叉口处于凸形地形上，相交道路的纵坡均背离交叉口，则交叉口内不需要设计雨水口；
  - 2) 如果交叉口处于凹形地形上，相交道路的纵坡方向都指向交叉口，为防止雨水汇集到交叉口中心，应适当改变相交道路的纵坡以抬高交叉口中心标高，并在转角设置雨水口；
  - 3) 如果交叉口处于分水线地形上，有三条道路纵坡方向背离而一条指向交叉口，在纵坡指向交叉口道路的人行横道线外设雨水口，防止雨水流入交叉口内。
  - 4) 如果交叉口处于谷线地形上，有三条道路纵坡方向指向交叉口而一条背离。在三条纵坡指向交叉口道路的人行横道线外设雨水口；
  - 5) 如果交叉口处于斜坡地形上，相邻两条道路纵坡指向交叉口而一条背离，在纵坡指向交叉口道路的人行横道线外设雨水口；
  - 6) 如果交叉口处于马鞍形地形上，相对两条道路纵坡指向交叉口而另两条背离，在纵坡

指向交叉口的道路两侧设置雨水口。

4 雨水口根据《室外排水设计标准》GB 50014 及国家建筑标准设计图集《雨水口》16S518 确定。

#### 4.7.15 公交车站海绵设施布置

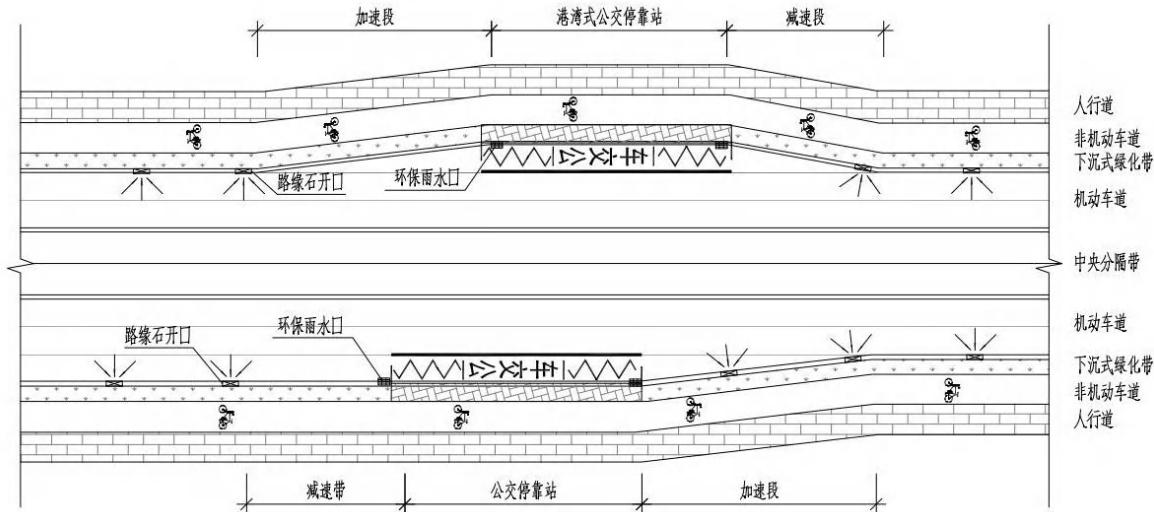


图 4.7.15 公交车站海绵设施布置图

注: 1 公交站上游和下游处在路面增设偏沟式雨水口, 及时收水, 以防止公交站积水。邻近则可通过路缘石开口使雨水进入绿化带, 多余雨水溢流走;  
2 绿化带内雨水口采用溢流式雨水口, 路面上雨水口采用偏沟式环保雨水口。

## 5 设施设计

### 5.1 一般规定

#### 5.1.1 道路海绵设施分类

道路海绵城市建设宜采用透水铺装、下沉式绿化带、生态树池、植草沟、植被缓冲带等源头减排技术措施，适宜的技术措施见表 5.1.1。

表 5.1.1 道路海绵技术设施比选一览表

技术类型（主要功能）	单项设施	功能			经济性		选用适宜性	备注
		削减峰值	削减污染	补充地下水	建造费用	维护费用		
渗	透水砖铺装	◎	○	●	中	高	宜	
	透水水泥混凝土	◎	○	○	高	高	可	重载道路、卫生状况不佳等类型道路不适用
	透水沥青混凝土	◎	○	○	高	高	可	重载道路、卫生状况不佳等类型道路不适用
滞	下沉式绿地	◎	○	○	低	低	宜	
	入渗型下沉式绿化带	●	○	●	低	低	宜	底部无排水层
蓄	调节塘	●	○	○	高	中	可	
	雨水塘	◎	○	○	中	低	宜	
排	转输型植草沟	○	○	○	低	低	宜	
	滞蓄型植草沟	○	●	○	中	低	宜	
净	排水型下沉式绿化带	●	●	●	中	低	宜	底部有排水层
	生态树池	○	●	○	低	低	宜	
	植被缓冲带	○	●	○	低	低	宜	
	雨水湿地	●	●	○	高	中	可	
	环保雨水口	○	●	○	中	高	宜	

注：功能 ●——强 ○——较强 ○——弱

5.1.2 道路海绵设施的选择应因地制宜，根据控制目标，结合所需功能、汇水面特点、场地水文地质条件、投资和维护管理等进行综合比较后确定。

5.1.3 道路海绵设施功能宜以“渗、滞、净”为主，以“蓄”为辅、以“排”托底，设施类型和组合方式应与场地需求匹配。

**5.1.4** 道路海绵设施主体功能和材料应符合现行相关国家标准的规定。

**5.1.5** 海绵设施、市政管线应与道路绿化相统筹，保证树木正常生长必需的立地条件与生长空间，符合《园林绿化工程项目规范》GB 55014 的相关规定。

## 5.2 透水路面

### 5.2.1 设计要求

**1** 应依据厦门市地质特点和工程具体地质条件选择透水路面的应用，并应符合下列规定：

1) 人行道、非机动车道宜选用透水路面，轻型荷载道路机动车道可选用透水路面；

2) 除快速路外，重型荷载机动车道不宜采用透水路面。

**2** 人行道、非机动车道、步行街等轻型荷载路面的透水铺装结构应满足小时降雨量45mm，持续降雨 60min，表面不产生径流的透（排）水要求；

**3** 透水路面分为半透式和全透式，应根据路面用途、荷载大小和地质条件选择透水方式，并应符合下列规定：

1) 土壤入渗率不小于  $1.0 \times 10^{-6}$  m/s，并具有良好的水稳定性，且土基顶面距离季节性最高地下水位大于 1.0m，可采用全透式路面。全透式路面的路基顶面应设置反滤隔离层，可选用粒料类材料或土工织物。全透式适用于人行道和非机动车道；

2) 土基、土壤入渗率和地下水位高程等条件不满足要求时，应采用半透式路面。透水结构下层应设置封层。半透水路面结构设计时应满足路面结构内排水顺畅，并增加路面边缘排水设施，并与道路排水系统连接。轻型荷载道路可选用半透式；

3) 全透水路面结构设计时应考虑土基渗透性和荷载大小，当土基渗透系数小于  $7.0 \times 10^{-7}$  m/s 时，应在土基中设置排水盲沟（管）系统，排水盲沟（管）系统与市政排水系统连接处，应设有防倒流措施。

**4** 符合下列条件之一时，不宜采用透水路面，若采用，宜采用半透式路面结构或采取必要的措施防止次生灾害发生或地下水污染的发生：

1) 地下水位或不透水层埋深小于 1.0m；

2) 渗透系数小于  $1.0 \times 10^{-8}$  m/s、淤泥等不良土基；

3) 土灰和油渍污染严重等卫生状况不佳类型道路；

- 4) 可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的区域;
- 5) 使用频率较高的商业停车场、汽车回收及维修点、加油站等径流污染严重区域的道路;
- 6) 地基土级配不良或在地下水渗流产生的动水压力作用下,可能发生机械潜蚀甚至流沙现象的地段不宜采用透水路面。

5 基层应选用具有足够的强度、透水性能良好、水稳定性好的材料,基层厚度应根据地面荷载强度确定;

6 透水面层的渗透系数应大于  $1.0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ , 找平层的渗透系数和有效孔隙率不应小于面层,基层和底基层的渗透系数应大于面层。

### 5.2.2 结构示意图

#### 1 半透式沥青路面结构示意图

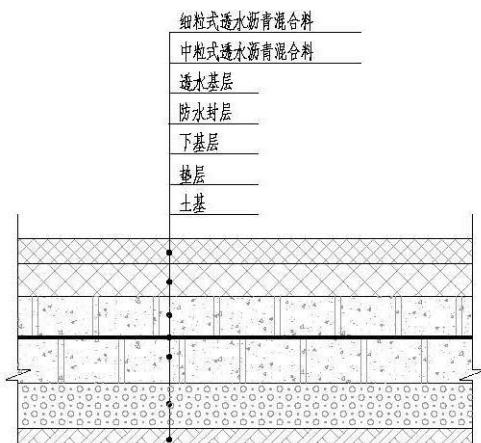


图 5.2.2-1.1 半透式沥青路面结构示意图

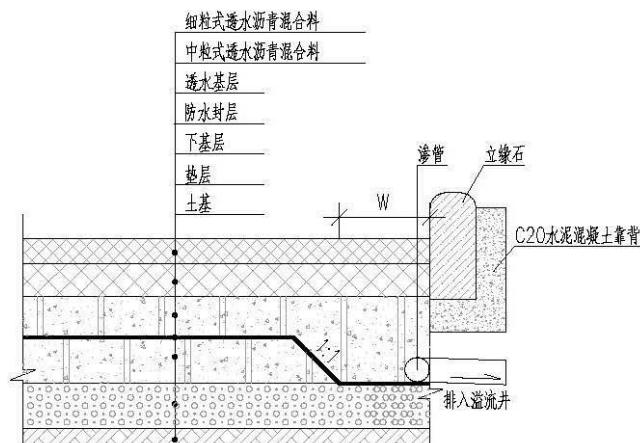


图 5.2.2-1.2 半透式沥青路面边缘排水设施示意图

表 5.2.2-1 半透式透水沥青路面推荐尺寸表

结构层	厚度 (mm)
上面层	30
下面层	40
透水基层	150
下基层	150
垫层	150

- 注: 1 半透式沥青路面适用于轻型荷载路面或新建非机动车道;
- 2 上面层、下面层透水沥青混合料及透水基层相关技术指标详见现行《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190。其余各结构层材料技术指标要求详见现行《城镇道路路面设

计规范》CJJ 169;

- 3 边缘排水系统由透水性填料集水沟（材料可同透水面层）、渗管组成。集水沟宽度 $250\text{mm} \leq W \leq 500\text{mm}$ ，渗管管径应通过排水计算确定，宜不小于 50mm。集水沟后与雨水井相接或通过横向渗管在路缘石开口处排至下沉绿化带。渗管纵向坡度宜与路线纵坡相同，且不得小于 0.3%，横向坡度按 4%设置；
- 4 路面结构尺寸应依据具体交通等级计算，并满足相关路基、路面技术规范要求，本图推荐尺寸表仅作为参考依据。

## 2 半透式水泥混凝土路面结构示意图

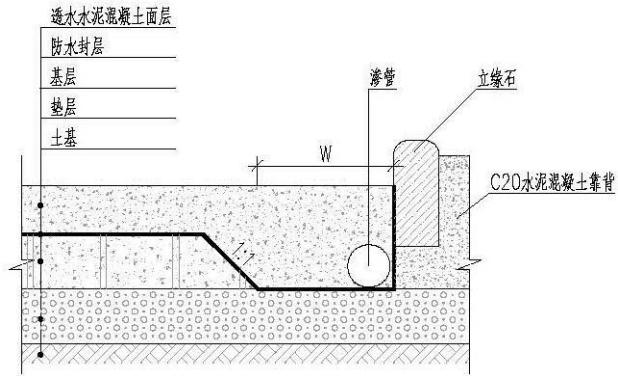
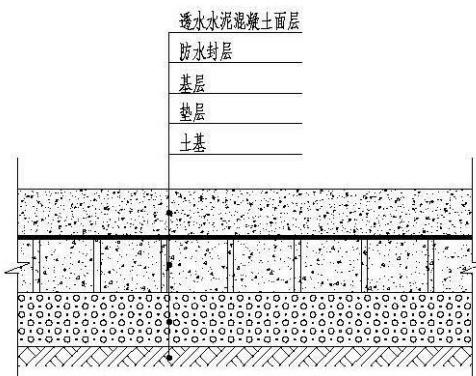


图 5.2.2-1 半透式水泥混凝土路面结构示意图 图 5.2.2-2 半透式水泥混凝土路面边缘排水设施示意图

表 5.2.2-2 半透式水泥混凝土路面推荐尺寸表

道路等级 结构层	支路 (mm)
面层	220
基层	220

- 注：1 半透式水泥混凝土路面适用于支路机动车道；
- 2 路面结构尺寸应依据具体交通等级计算，并满足相关路基、路面技术规范要求，本图推荐尺寸表仅作为参考依据；
  - 3 边缘排水系统由透水性填料集水沟（材料可同透水面层）、渗管组成。集水沟宽度 $250\text{mm} \leq W \leq 500\text{mm}$ ，渗管管径应通过排水计算确定，宜不小于 50mm。集水沟后与雨水井相接或通过横向渗管在路缘石开口处排至下沉绿化带。渗管纵向坡度宜与路线纵坡相同，且不得小于 0.3%，横向坡度按 4%设置；
  - 4 透水水泥混凝土面层强度不小于 C30，抗弯拉强度不小于 4.5Mpa；
  - 5 透水水泥混凝土面层厚度 $\geq 180\text{mm}$ ，基层、垫层厚度 $\geq 150\text{mm}$ ；

- 6 防水封层采用 10mm 乳化沥青稀浆封层 ES-3 型；  
 7 混凝土抗滑性能指标：透水水泥混凝土面层表面构造深度  $\geq 0.65\text{mm}$ 。

### 3 全透式透水沥青路面结构示意图

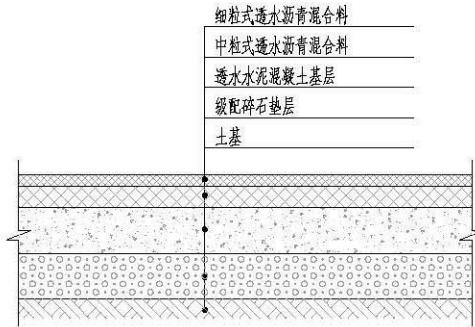


图 5.2.2-3 全透式透水沥青路面结构示意图

表 5.2.2-3 全透式透水沥青路面推荐尺寸表

结构层	厚度 (mm)
面层	30+40
基层	150~200
垫层	100~150

- 注：1 全透式透水沥青路面适用于慢行道：非机动车道、人行道；  
 2 透水基层可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、骨架空隙型水泥稳定碎石和透水水泥混凝土；  
 3 无砂透水水泥混凝土强度不低于 C20；  
 4 本图推荐尺寸表仅作为参考，可根据项目调整。

### 4 全透式透水水泥混凝土结构示意图

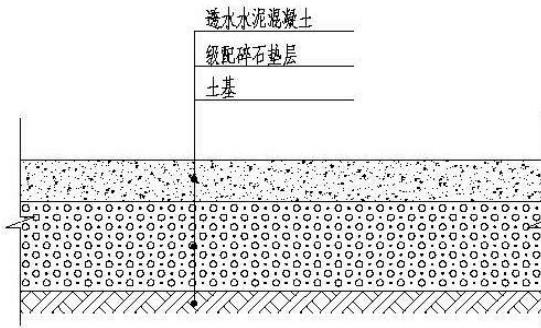


图 5.2.2-4 全透式透水水泥混凝土结构示意图

表 5.2.2-4 全透式透水水泥混凝土推荐尺寸表

结构层	厚度 (mm)
面层	180(40mm 彩色+140mm 原色)
垫层	220~260

- 注：1 全透式透水水泥混凝土路面适用于慢行道：非机动车道、人行道；  
 2 180mm 透水水泥混凝土按 40mm 彩色+140mm 原色一次性分层浇筑；  
 3 透水水泥混凝土强度不低于 C30；  
 4 若非机动车道与人行道共板，建议两者实施厚度一致，使路基顶面雨水通过横坡流入下凹式绿化带，保证路基顶面不积水；  
 5 透水水泥混凝土面层表面构造深度  $\geq 0.65\text{mm}$ ，防滑性能指标  $\text{BPN} \geq 65$ ；  
 6 本图推荐尺寸表仅作为参考，可根据项目调整。

## 5 透水砖路面结构示意图

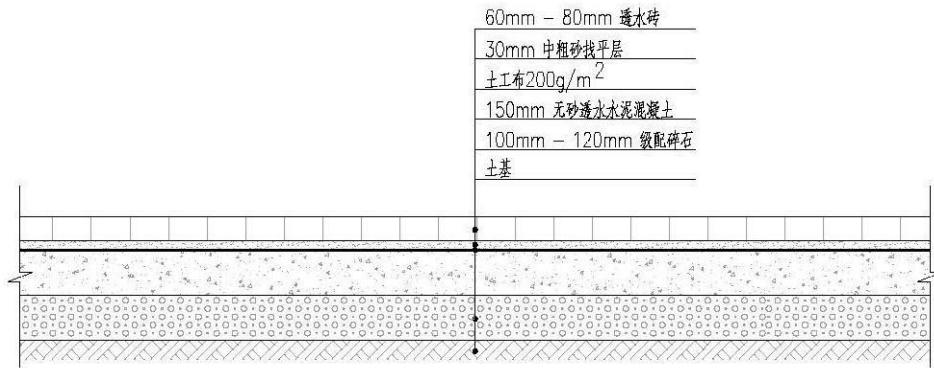


图 5.2.2-5 透水砖路面结构示意图

- 注：1 透水砖路面适用于慢行道：非机动车道、人行道；  
 2 透水水泥混凝土强度不低于 C20；  
 3 土工布断裂强力  $\geq 6.5\text{kN/m}$ ，断裂伸长率  $25\% \sim 100\%$ ，撕破强力  $\geq 0.16\text{kN}$ ；  
 4 土工布搭接长度为 100mm，土工布应在找平层（结合层）施工前铺设。土工布四周应翻起或埋入不透水土层中 200mm 长；  
 5 土工布渗透系数  $\geq 1.0 \times 10^{-2}\text{cm/s}$ ；  
 6 中粗砂找平层可用 30mm 厚干硬性水泥砂浆代替；  
 7 干硬性水泥砂浆，水泥与中粗砂质量比为 1:5，水、水泥、中粗砂的质量比要保证施工过程中的“干硬性”，加水量以将水泥中砂攥成团，距地面 1m 高处，自由落地松

散为限, 试验确定;

8 本图推荐尺寸表仅作为参考, 可根据项目调整。

### 5.2.3 设计计算

1 透水铺装控制降雨量主要用于计算透水面层、找平层和垫层的空隙对于雨水的存储量, 不计入年径流总量控制率总调蓄容积;

2 透水铺装控制降雨量, 可按下式计算:

$$h_y = \frac{A \times d \times n}{10 \times \psi_{zc} \times F} \quad (5.2.3)$$

式中:  $h_y$ ——控制降雨量 (mm);

$A$ ——透水铺装总面积 ( $\text{m}^2$ );

$d$ ——透水铺装表层至原土层或防水层之间的厚度 (m);

$n$ ——透水铺装的综合孔隙率, 可以对各层的孔隙率与厚度进行加权, 缺乏资料时可取  $0.2 \sim 0.3$ ;

$10$ ——单位转化系数;

$\psi_{zc}$ ——雨量综合径流系数; 应根据铺装形式经试验确定, 不具备条件时, 宜按下列取值: 全透水路面径流系数不宜小于 0.4, 半透水路面径流系数不宜小于 0.5, 全透水路面透水底基层设有疏排水管时, 径流系数不宜小于 0.3;

$F$ ——汇水面积 (ha)。

## 5.3 下沉式绿化带

### I 一般规定

**5.3.1** 下沉式绿化带生物滞留设施的各层设计应符合现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 1174 的有关规定。

**5.3.2** 下沉式绿化带应根据生物滞留设施底部原有土壤的入渗条件选择设置排水层。下沉式绿化带生物滞留设施以雨水消纳和污染削减为主要功能, 为保证路基和排水安全兼顾污染削减效果, 底部宜设排水层。经论证雨水入渗对路基安全和地下水无影响的前提下, 当生物滞留设

施的完全排空时间满足要求时，底部可不设排水层。

**5.3.3** 下沉式绿化带靠机动车道侧路基部分应采取防渗措施，防止雨水下渗对车行道路面及路基的强度和稳定性造成破坏。

**5.3.4** 应根据路面污染情况采用绿化带入口沉砂设施，防止车行道初期雨水径流污染对绿化带植物造成的污染冲击影响。交通量小、路面清洁的道路可不设。

## II 平面与竖向

**5.3.5** 下沉式绿化带内的生物滞留设施宜分段设置，设施宽度应根据道路机非绿化分隔带宽度确定，每段长度应根据服务道路的径流控制要求确定。下沉式绿化带中土球直径范围内（1.5m）不宜设置生物滞留设施。

**5.3.6** 绿化带可设置局部生物滞留带，生物滞留带的宽度经径流计算后确定。

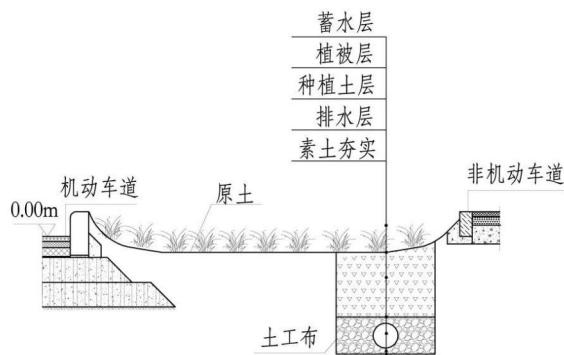


图 5.3.6 局部设置生物滞留带示意图

**5.3.7** 下沉式绿化带下沉深度宜取 100mm~200mm，其中有效水深宜取 50mm~150mm，具体深度应根据道路宽度、侧分带宽度、汇水范围及径流指标控制要求等因素计算确定，最大下沉深度不宜大于 200mm。

**5.3.8** 下沉式绿化带地坪宜采用整体垂直下沉方式，以减小下沉深度，提高有效调蓄容积。

**5.3.9** 下沉式绿化带内的路灯、路牌、溢流式雨水口、地下管线等设施基础及乔木土球等位置要在海绵方案设计中明确标注，严格放样，乔木土球和相关设施基础的顶标高要控制在下沉式绿化带顶标高以下，透水管的位置应避开树木和路灯基础设置，参见附录 B 的图 B.2 和图 B.3。

**5.3.10** 下沉式绿化带内的每个排水单元末端应设置一座溢流式雨水口，应严格控制溢流式雨水口和绿地标高，保证蓄水层厚度。

**5.3.11** 小于3m的侧分带机动车道侧路面基层应设垂直防渗水泥混凝土挡墙，以减少路面结构对下沉式绿化带空间的占用，增加植物良好生长空间。挡墙底应低于生物滞留设施底部渗透面30cm以上，结构和防渗应满足路基安全要求。

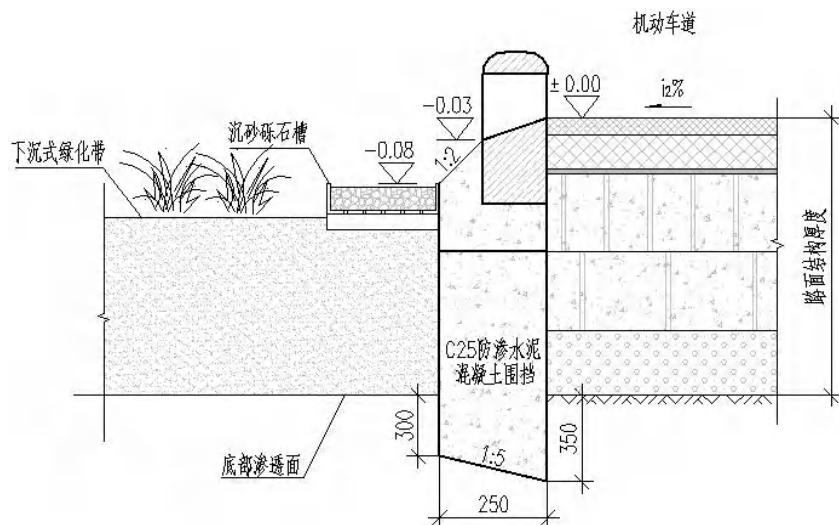


图 5.3.11 下沉式绿化带路基垂直挡墙示意图

**5.3.12** 机动车道靠下沉式绿化带侧不设垂直防渗水泥混凝土挡墙的路基，交界面处应铺设防渗土工膜，防渗土工膜伸入路基下50cm。

**5.3.13** 符合以下条件之一时，下沉式绿化带生物滞留设施底部应设置防渗措施，防渗膜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，可参照附录F选用。

- 1 设施底部渗透面距离季节性最高地下水位小于1m；
- 2 污染较严重的地区；
- 3 距离建筑基础小于3m。

### III 种植层

**5.3.14** 下沉式绿化带土壤的理化性状应符合绿化种植土壤标准，对不适宜栽植的土壤，应进行改良。在保证土壤肥力的基础上，土壤改良应改善土壤的入渗率，确保积水在设计时间内排空，但土壤渗透率不应过大。

### 5.3.15 下沉式绿化带的种植土壤应符合下列规定:

1 种植土一般由砂、堆肥和壤质土混合而成, 土壤饱和渗透系数宜介于 25mm/h~150mm/h 之间, 其重要成分中砂含量宜为 60%~85%, 有机成分含量为 5%~10%, 粘土含量不超过 5%, 石砾粒径范围为 5mm~20mm。以下渗为主要目的应增加砂含量的占比; 以污染控制为主要目标的, 应适当增加黏土层的占比;

2 种植土有机质含量为 30g/kg~50g/kg, 水解性氮 (N) 40mg/kg~200mg/kg、有效磷 (P) 不大于 15mg/kg、速效钾 (K) 60mg/kg~300mg/kg, pH 宜为 5.5~7.5, 阳离子交换量 (CEC) 大于 10cmol(+)/kg。种植土含盐量、土壤肥力、土壤介质障碍因子、环境质量要求、检测方法应符合现行行业标准《绿化种植土壤》CJ/T 340、《雨水生物滞留设施技术规程》T/CUWA 40052》和《绿化种植设计规范》DB 3502/Z 5038 的规定;

3 宜选用原始土壤, 土壤稳定入渗率不应小于 10mm/h, 当原始土壤不符合种植土理化性状要求时, 应采用优质种植土进行改良置换或采取土壤改良措施;

4 改良土壤不应含有植物种子、树根、砾石和其他粒径大于 30mm 的异物;

5 各种土壤渗透系数宜以项目所在地土壤的实际调查结果为准, 当缺乏相关技术资料时, 可按照附录 A 选用。

**5.3.16** 下沉式绿化带种植土层厚度应依据植物类型确定, 种植土有效土层下不得有不透水层。草本植物的种植土层厚度不宜小于 600mm, 灌木不宜小于 900mm, 浅根乔木不宜小于 1000mm, 深根乔木不宜小于 1500mm, 并应符合《绿化种植设计规范》DB 3502/Z 5038 要求。

**5.3.17** 种植土上层宜布置覆盖层, 厚度约 50mm。覆盖层采用有机覆盖物, 覆盖物的质量和覆盖方法应满足《绿化植物废弃物处置和应用技术规程》GB/T 1755 的规定。

**5.3.18** 土壤改良应保证雨水渗透效果和植物生长质量, 可采取如下措施:

1 土壤粘性过高, 宜添加细河沙、泥炭土或生物有机碎料进行改造;

2 土壤保水性差、养分少, 可添加保水材料和固体复合肥料进行改造。

1) 可添加蛭石、草炭土及珍珠岩粉等改良剂;

2) 可采用基肥增加种植土的养分和持水性, 将基肥均匀撒施, 耕翻入土, 使有机介质与种植土混合, 并注意防止基肥集中发生烧苗现象。基肥应以腐熟的有机肥料为主, 有机肥的有机质含量应不小于 45%, 水份不高于 30%, 总养分 (氮+五氧化二磷+氧化钾) 应不小于 5%。

## IV 排水层

**5.3.19** 符合下列条件之一时,下沉式绿化带底部应设置排水层。排水层由碎石层和穿孔排水管组成。

- 1** 生物滞留设施的完全排空时间大于 72 小时;
- 2** 季节性最高地下水位及不透水层距设施底部深度小于 1m。

**5.3.20** 在满足完全排空时间要求的条件下,全断面排水层可采用排水盲沟(管)代替。

**5.3.21** 为防止滤层混合,排水层与种植土层间应设隔离层。隔离层可采用透水土工布或厚度 100mm~200mm 的中粗砂层。土工布材料性能与技术要求应符合现行国家标准的规定,材料要求参见附录 F。采用中粗砂隔离的,中粗砂的细度模数应为 2.3~3.7 并应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的规定。

**5.2.22** 排水层应采用洗净的砾石,粒径宜为 25mm~40mm,厚度宜为 250~300mm,孔隙率不宜小于 30%。砾石集料中小于或等于 0.075mm 颗粒含量不宜大于 3%; 小于 2.36mm 的颗粒含量不宜大于 5%; 并宜符合现行国家标准《建设用碎石、卵石》GB/T 14685 的规定。

**5.3.23** 防渗土工膜材料性能与技术要求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,材料选用参见附录 F。采用两布一膜时,规格应不小于 400g/m<sup>2</sup>,膜厚 0.5mm~1mm,断裂强度不小于 8.0KN/m, CBR 顶破强力不小于 1.4KN,耐净水压 0.4MPa。

**5.3.24** 穿孔排水管宜按照以下要求设计:

**1** 穿孔排水管管径宜为 100mm~150mm,管径和开孔方案应经计算确定,排水能力应大于生物滞留设施的最大入渗能力;

**2** 穿孔排水管可采用 UPVC、HDPE 等穿孔塑料管,开孔率应控制在 1%~3% 之间,开口孔径应小于排水层砾石粒径 1.5 倍,环刚度不小于 4kN/m<sup>2</sup>;

**3** 穿孔排水管上游末端应封闭,透水管外应包裹透水土工布,埋于碎石中。土工布单位面积质量不宜小于 200 g/m<sup>2</sup>;

**4** 同一排水单元穿孔排水管在穿越树穴土球段宜采用同材质不开孔管道连通;

**5** 每根穿孔排水管宜设置一根直通地表的清淤检修管,管口设置可摘卸管帽,用于观察生物滞留设施运行状况和清除穿孔管内淤积泥沙。清淤检修管不应开孔,管径为 100mm~150mm,顶端应高于生物滞留设施的溢流高度;

- 6 穿孔排水管底部距碎石层底部宜保留不小于 100mm 蓄水深度;
- 7 穿孔排水管最小坡度为 0.5%。

### 5.3.25 设计计算

穿孔排水管排水量, 可按下式计算:

$$Q \geq Q_{in} \quad (5.3.25-1)$$

$$Q_{in} = K \times A_s \times (h_m + d_f) / d_f \quad (5.3.25-2)$$

式中:  $Q$  ——穿孔排水管排水量 ( $m^3/s$ );

$Q_{in}$  ——土壤层最大入渗流量 ( $m^3/s$ );

$K$  ——土壤层水力传导速率 ( $m/s$ );

$A_s$  ——生物滞留设施有效渗透面积 ( $m^2$ );

$h_m$  ——蓄水层有效积水深度 ( $m$ );

$d_f$  ——土壤基质层深度 ( $m$ )。

## V 路缘石开口

5.3.26 路缘石开口进水处路面标高应低于周围路面标高 50mm, 并应与道路汇水面和下游设施平顺衔接。

5.3.27 下沉式绿化带路缘石的设置形式应满足排水的需求, 且路缘石的设置形式应兼顾排水、行车安全和景观要求。

5.3.28 路缘石开口处宜设置消能、沉砂设施, 减缓雨水对绿地的冲刷, 并适当沉积泥砂, 可采用沉砂砾石槽。交通量小、地面清洁的机动车道可不设沉砂设施。

- 1 沉砂设施可采用成品或现场浇筑, 安装应紧贴路缘石, 顺接周边场地;
- 2 沉砂设施体积宜小巧, 突出路缘石靠背的宽度不宜大于 300mm, 减少绿地占用;
- 3 成品材质应具有轻质高强、抗疲劳性能、破损安全性、耐化学腐蚀性好、耐酸碱性好和外表美观等优点, 颜色应与周边植被协调, 宜采用绿色;
- 4 卵石或砾石的粒径宜为 40mm~60mm, 选色与路缘石色系接近;
- 5 沉砂空间可采用微型沉砂渗井形式, 经过滤和蓄渗后排入下沉绿化带种植土内。

5.3.29 路缘石开口的间距应根据路面汇水面积所产生的流量、路缘石开口的收水能力、道路

纵坡和横坡等参数计算确定。路缘石开口间距宜为 10m~30m。路缘石开口宽度宜为 740mm 和 500mm。

**5.3.30** 路缘石开口宜采用立式格栅等设施截留污物，立式格栅做法按雨水口图集（16S518），结构示意图如下：

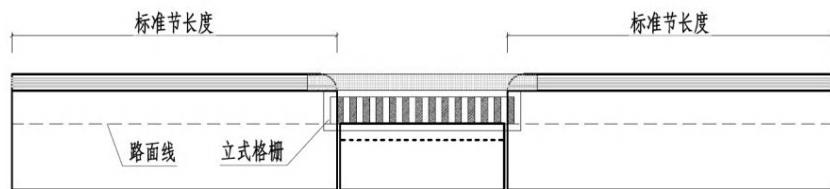


图 5.3.30 路缘石开口立面示意图

### 5.3.31 设计计算

#### 1 设计流量

路缘石开口的设计流量，采用推算公式法按下式计算：

$$Q_s = n_A q \Psi B S \quad (5.3.31-1)$$

式中： $Q_s$ ——单个路缘石开口的设计流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）；

$n_A$ ——流量安全系数，取 1.5~3.0；

$q$ ——设计暴雨强度 [ $\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ ]；

$\Psi$ ——径流系数；

$B$ ——经单个路缘石收水的路面宽度（m），通常为中分带至路缘石开口处的路面宽度；

$S$ ——路缘石开口间距（m）。

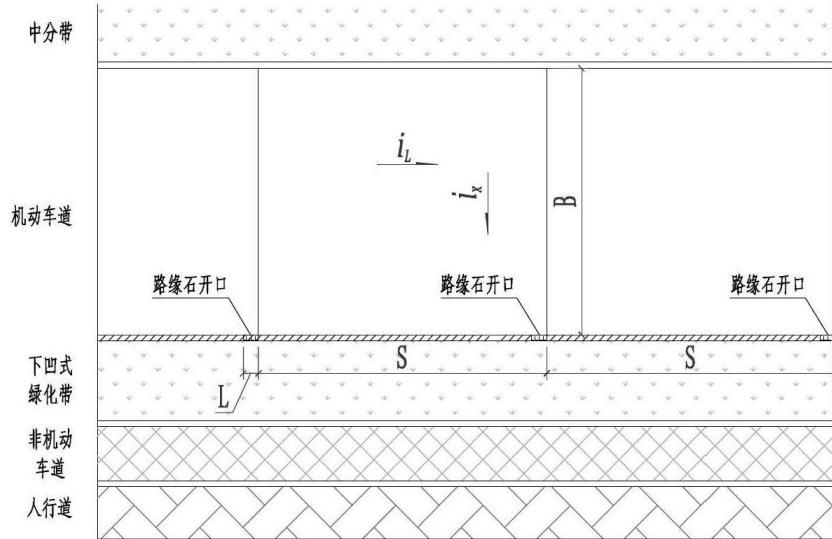


图 5.3.31-1 路缘石开口平面示意图

2 路缘石开口的收水能力, 可按下式校核:

$$L \geq L_T = K_0 Q_s^{0.42} i_L^{0.3} (n i_x)^{-0.6} \quad (5.3.31-2)$$

式中:  $L$ ——设计路缘石开口的有效长度 (m);

$L_T$ ——截流全部设计流量  $Q$  所需的开口长度 (m);

$K_0$ ——经验常数, 取 0.817;

$i_L$ ——道路纵坡;

$n$ ——曼宁系数, 一般可取 0.016;

$i_x$ ——道路横坡。

当路缘石开口进水处的路面局部下凹时, 采用局部当量横坡  $i_j$  替代  $i_x$  进行计算:

$$i_j = i_x + \frac{a}{w} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{w}{B} \right)^{2.67} \right] \quad (5.3.31-3)$$

式中:  $i_j$ ——局部当量横坡;

$a$ ——局部下凹深度 (m);

$w$ ——道路横断面方向上的局部下凹长度 (m)。

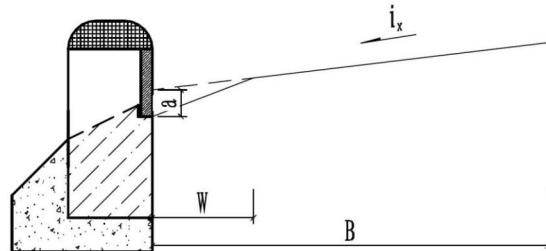


图 5.3.31-2 路缘石开口大样图

## VI 挡水堰

### 5.3.32 设计要求

- 1 道路纵坡大于 2%时，应在下沉式绿化带中设置挡水堰，以减缓流速增加雨水渗透量；
- 2 挡水堰应设置在溢流设施的下游，露出地面部分高度  $h$  根据实际需要确定，斜坡坡度不宜大于 1:3；
- 3 挡水堰结合水工保护毯，采用种植土微地形堆砌，避免采用砖或混凝土砌块；
- 4 根据坡面长度裁减相应长度的水土保护毯，将毯体沿着斜坡展开并调整位置，在堰角、斜坡采用专用锚钉固定。

### 5.3.33 典型结构示意

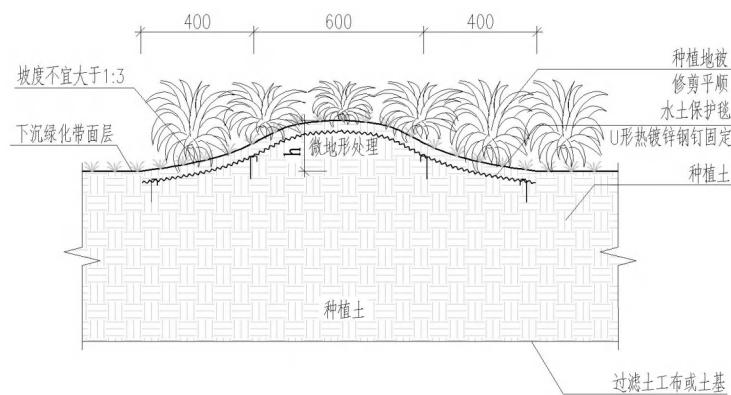


图 5.3.33 挡水堰示意图

## 5.4 下沉式绿地

### 5.4.1 设计要求

- 1 下沉式绿地可用于收纳路面自然漫流雨水的退线绿化带，结构包括蓄水层、种植土和溢流口；
- 2 在有坡度的路段，下沉式绿地宜结合周边地形，做出起伏有致，自然律动的微地形；
- 3 下沉式绿地的下凹深度应结合植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，宜为 100mm~250mm。采用盖板沟引流周边道路和地块地面雨水的，下沉深度应结合实际情况确定；
- 4 下沉式绿地内应设置溢流口，溢流口顶部标高一般应高于绿地 50mm~150 mm，且应低于相邻路面；
- 5 道路机动车道雨水应经过净化后排入下沉式绿地；
- 6 下沉式绿地的地下水位及不透水层埋深应大于 1.0m，土壤入渗率不应小于 10mm/h；
- 7 下沉式绿地种植土应满足第 5.3 条种植层的相关规定。

### 5.4.2 典型结构示意

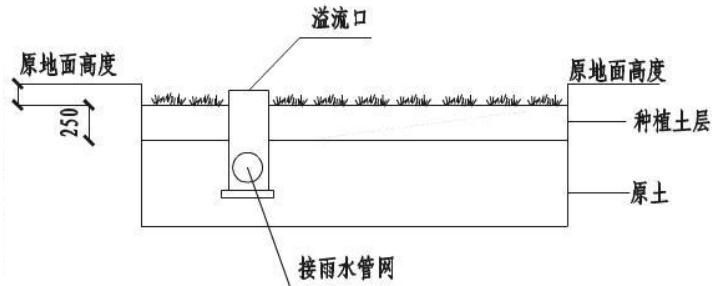


图 5.4.2 下沉式绿地典型结构图

## 5.5 生态树池

### 5.5.1 设计要求

- 1 市政道路非机动车道设置的树池，宜采用生态树池。条件允许时，可将相邻的树池连通形成连续的海绵体；
- 2 生态树池顶部宜设置装配式树池盖板，树池盖板宜采用砂基透水材料、复合树脂材料、金属装饰材料等，有效孔径应满足汇入雨水的入渗，树池盖板颜色应与周边环境相协调；
- 3 生态树池无树池盖板的面层标高低于人行道铺装面层标高 50mm~100mm，有树池盖板的面层标高低于人行道铺装面层标高 5mm~10mm，生态树池的宽度和深度应根据项目蓄渗

容积经计算确定；

- 4 种植土深度浅根乔木不宜小于 1000 mm，深根乔木不宜小于 1500 mm；
- 5 树穴的土壤应采用符合行道树种植要求和入渗要求的土壤，种植土壤具体要求参照第 5.3.15 条规定；树穴的覆盖物可选用砾石等材料；
- 6 生态树池靠车行道一侧应进行防渗处理；
- 7 生态树池应具备雨水入渗功能。结构层完全排空时间大于 72 小时，底部应设置碎石排水层和穿孔排水管。

### 5.5.2 结构示意

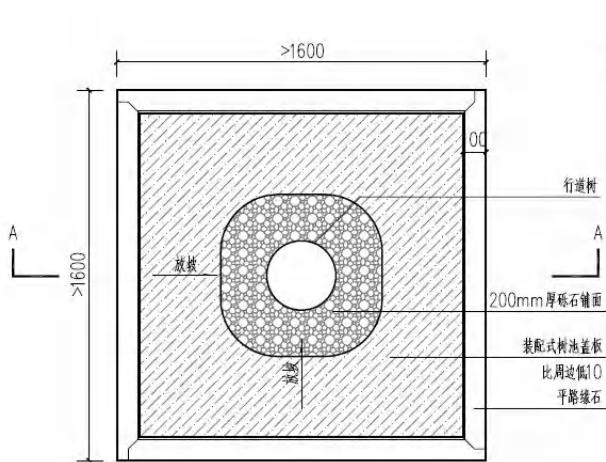


图 5.5.2-1 生态树池平面图

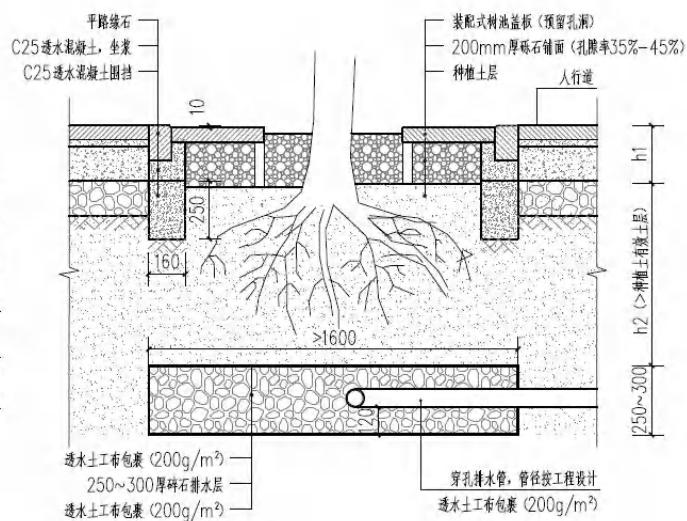


图 5.5.2-2 生态树池剖面图

## 5.6 植草沟

### 5.6.1 设计要求：

- 1 自下而上宜为素土层、碎石层、土工布、种植土、蓄水层；
- 2 断面形式宜采用倒抛物线形或梯形；
- 3 植草沟从功能分为传输型植草沟和滞蓄型植草沟，径流污染低的区域道路，宜采用传输型植草沟，可不设砾石层和排水管。径流污染较高的区域，宜采用滞蓄型植草沟，应设砾石层和排水管；
- 4 边坡坡度不宜大于 1:3，纵坡不应大于 4%，纵坡较大时宜设置为阶梯形植草沟或在中途设置消能设施；

- 5 最大流速应小于  $0.8\text{m/s}$ ，粗糙系数宜为  $0.2\sim0.3$ ；
- 6 植草沟内植被高度宜控制在  $100\text{mm}\sim200\text{mm}$ ；
- 7 植草沟宽度宜为  $0.6\text{m}\sim2.4\text{m}$ ，可根据不同项目特征设计情况调整。

### 5.6.2 结构示意图

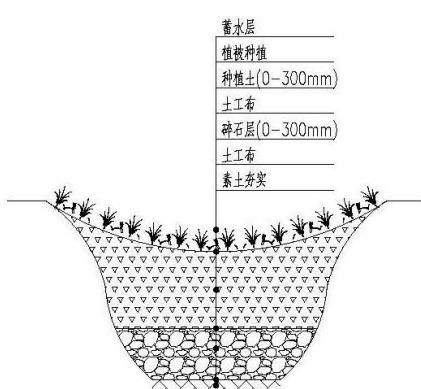


图 5.6.2-1 转输型植草沟

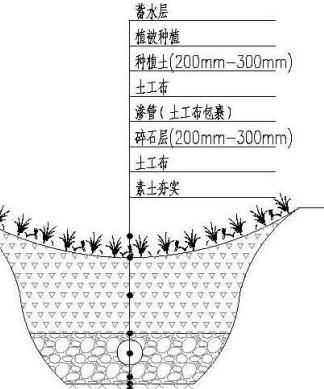


图 5.6.2-2 滞蓄型植草沟

## 5.7 环保雨水口

### 5.7.1 设计要求

- 1 无条件做源头减排设施的道路，雨水口应采用环保型雨水口；
- 2 海绵型道路交叉口、公交车站段和径流污染严重的道路海绵工程应采用环保型雨水口；
- 3 环保型雨水口应采用过滤的方式处理处理汇水面的初期雨水，初期雨水的污染物去除率应大于  $70\%$  (以 SS 计算)；
- 4 环保型雨水口的承重应满足道路设计要求；
- 5 环保型雨水口应设置截污挂篮；
- 6 环保雨水口整体过流能力应满足道路排水设计要求，截污挂篮过流能力不应小于雨水篦子；
- 7 环保型雨水口设置同普通雨水口，间距应根据道路纵断面设计和海绵设施建设需求设定，宜为  $25\text{m}\sim50\text{m}$ ，形式、数量和布置应根据具体情况和计算确定。纵坡较大时应在最低点处增加雨水口或集中设置线性排水沟收水。

### 5.7.2 结构示意图

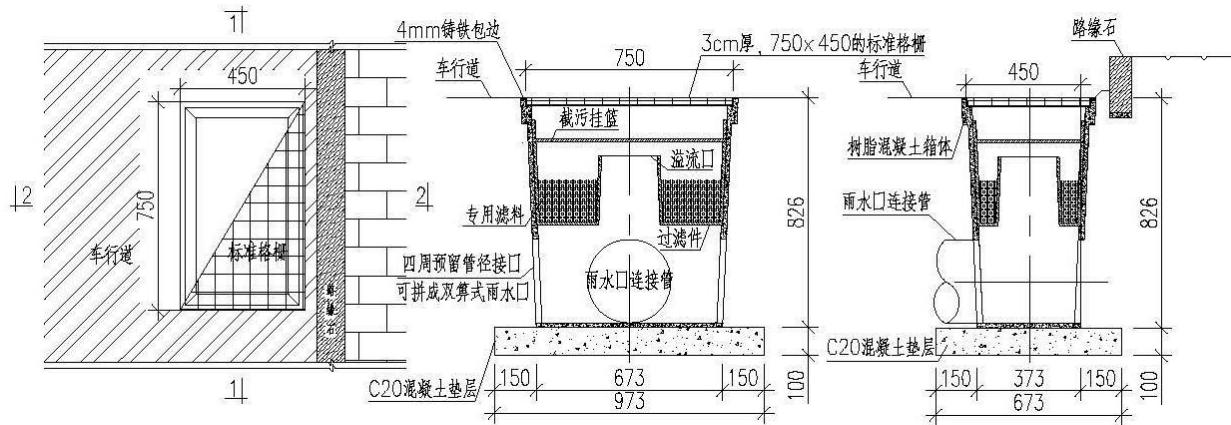


图 5.7.2 环保雨水口结构示意图

## 5.8 溢流式雨水口

### 5.8.1 设计要求

- 1 溢流式雨水口的间距应根据每个排水单元的汇水面积所产生的流量和溢流式雨水口的排水能力等计算确定。溢流式雨水口负担的汇水面积不应超过其排水能力，其最大间距不应超过 50m；
- 2 溢流式雨水口宜采用方形溢流口，方型溢流口井体参考《雨水口》16S518 平算式雨水口做法，设计流量单算雨水口为 20L/s，双算雨水口为 35L/s。箅子应采用铸铁材料，宜采用平算式轻型箅子，做法和强度满足《铸铁检查井盖》CJ/T 3012 标准要求；
- 3 溢流式雨水口的设计流量安全系数不应小于 1.5，宜为 2.0~3.0；
- 4 溢流式雨水口的深度不宜大于 1m；
- 5 溢流式雨水口应具有沉泥功能；
- 6 溢流式雨水口的箅面标高应根据雨水调蓄设计要求确定，且应高于周围绿地平面标高。溢流堰口标高与调蓄最大水面线齐平，并应低于相邻路面 50~100 mm；
- 7 出水管高出井底 30-50mm 方便沉泥。井底采用透水材料，防止积水；
- 8 泄水孔采用 PVC 管，孔径为 100mm，坡度为 5%。泄水孔后反滤层采用土工袋装粒径 20mm 的粗砾或碎石垒成。

### 5.8.2 结构示意图

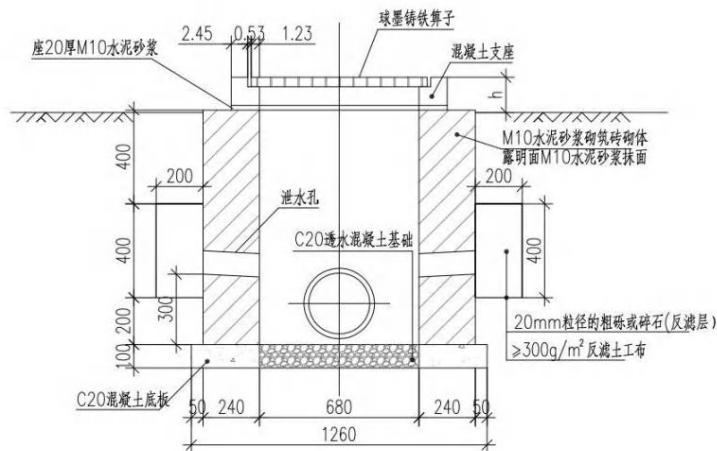


图 5.8.2 溢流式雨水口示意图

## 5.9 植被缓冲带

### 5.9.1 设计要求

- 1 道路植被缓冲带宜选择具有较强抗污染、抗粉尘、耐盐碱等综合抗逆性强的植物；
- 2 植被缓冲带不宜收集交通量大、污染负荷较大，以及有潜在污染物泄露区域的雨水；
- 3 植被缓冲带应采取防止水土流失的措施；
- 4 植被缓冲带可采用道路林带与湿地沟渠相结合的形式，坡度宜为2~6%，坡度较大的区域可通过设置水平导流装置控制水土流失；
- 5 植被缓冲带宽度不宜小于2m；
- 6 植被缓冲带应高于季节性地下最高水位1m以上；
- 7 植被缓冲带可布置在任何土壤类型。土壤较密实或肥力较低时，应进行人工松土，松土深度不低于300mm，并进行土壤改良，使有机物重量浓度在8~15%或者体积占比30~40%。

### 5.9.2 结构示意图

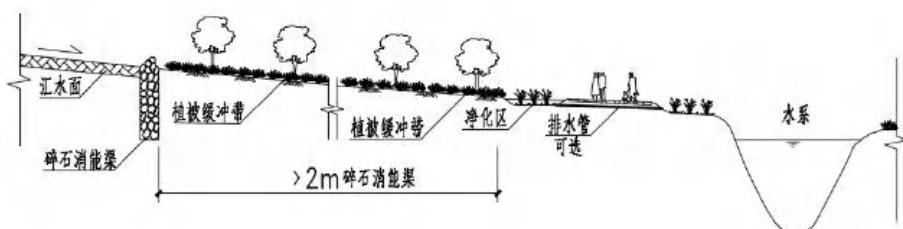


图 5.9.2 典型植被缓冲带剖面图

## 6 植物选择

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 海绵城市绿地种植设计应满足《城市绿地设计规范》GB50420、《园林绿化工程项目规范》GB55014、《海绵城市绿地设计导则》DB 3502/Z 5037 和《绿化种植设计规范》DB 3502/Z 5038 等有关规定。

**6.1.2** 道路海绵城市设计应创造适宜植物生长的环境条件，在植物选择和配置中应充分发挥植物的净化、滞留、促渗、低维护、观赏等作用。进入绿地的雨水停留时间不得大于植物的最长耐淹时间。

**6.1.3** 海绵城市绿地种植设计应因地制宜地选择植物种类及配置模式。土壤应满足种植及雨水渗透的要求，不满足要求的土壤应进行土壤改良。

### 6.2 植物选择

**6.2.1** 应优先选择厦门适生植物，不应选择具有生态入侵性或有侵略性根系的植物种类，慎选植物自繁能力较强的种类。

**6.2.2** 植物选择应根据地下水位情况、日照条件、径流水质、土壤类型及坡度、滞水深度、雨水渗透时间、水污染物负荷等因素，有针对性地选择耐淹、耐旱、耐污染、耐盐碱等不同环境条件的植物种类，且不应对道路基层产生影响，做到因地制宜、适地适树。植物种类选择参见附录C。

**6.2.3** 应根据尺寸和种植土厚度选择合适的乔木品种，在空间有限的情况下宜选择小乔木。

**6.2.4** 坡度较大的区域，应选择根系发达、覆盖度高、拦截吸附性能好的植物以增强绿化带的净化能力和抗冲刷能力。

### 6.3 植物配置

**6.3.1** 植物配置应与道路绿地所处环境和功能定位相协调，遵循场地种植设计总体要求，兼顾绿地的生态、美化、游憩等功能，杜绝安全隐患。

**6.3.2** 植物配置应注重乔木、灌木、草本的合理搭配，速生树种与慢生树种的搭配，落叶与常绿植物的搭配，充分考虑植物的枝、花、叶等形态和色彩，形成季相变化丰富的植物景观，保证旱季和雨季的观赏效果。

## 7 施工与验收

### 7.1 一般规定

- 7.1.1** 施工单位应配备具有良好的海绵技术相关设施专业知识的技术人员。
- 7.1.2** 施工前施工单位应会同建设单位、监理单位确认道路海绵城市建设工程的分部（子分部）工程、分项工程和检验批，作为各项海绵设施施工质量检验、验收的基础。分部、分项工程及检验批可参照附录D执行。
- 7.1.3** 施工前设计单位应对施工单位进行全面的设计技术交底，施工技术人员必须逐级向作业人员进行详细的技术交底，并形成交底记录。
- 7.1.4** 海绵城市建设施工变更应经设计人员同意后方可按相关变更程序作变更。
- 7.1.5** 施工现场在沟槽开挖、种植土回填、植被缓冲带边坡种植等分部、分项工程施工期间应做好水土保持措施，不应发生水土流失导致的设施堵塞、冲刷，不应扰动或破坏既有排水管渠和周边环境。
- 7.1.6** 道路海绵城市建设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。
- 7.1.7** 道路下沉式绿化带施工应与道路路面平顺衔接，有效汇集道路雨水，并应按设计要求实施各结构层。
- 7.1.8** 为确保道路海绵城市建设施工质量取得预期效果，道路海绵工程应在海绵城市专项验收合格后组织整体竣工验收。
- 7.1.9** 验收合格后建设单位应组织编制完整的竣工验收报告，写明道路海绵城市建设相关工程措施的落实情况，按时向有关单位提交备案，并将有关设计、施工及验收的文件立卷归档。
- 7.1.10** 项目建设各阶段应确保海绵设施规模、竖向、防渗、水土保持、与排水管网衔接等涉及安全的内容与主体工程“同时设计、同时施工、同时投入使用”，并符合道路建设项目“三同时”相关文件要求。

## 7.2 施工

### 7.2.1 施工步骤应符合以下要求：

- 1 施工前应对施工区域内的表层土壤特性进行见证取样送检，以确定土壤特性与设计使用的地质勘探资料一致；
- 2 施工前应仔细阅读图纸，并在现场标注出路缘石开口、溢流井、路灯基础、交通标志基础等设施施工的准确位置和控制高程；施工过程中应复测设施位置和控制高程。存在问题时，应及时告知设计院进行变更调整；
- 3 对于新建项目，应在道路主体建设工作完成，施工设备和材料土堆已经移除且汇水区稳定后，反开挖施工源头减排设施，或应采用土工布覆盖并推迟种植植物；
- 4 对于改造项目，应提交原有排水管道检测报告，对于堵塞或破损的管道应进行清淤和修复；
- 5 施工过程中，应先对海绵设施各工序进行验收，合格后方能绿化施工；
- 6 海绵建设工程各子项中，道路透水铺装应最后施工，或应在施工后采用土工布覆盖。

### 7.2.2 道路海绵设施的施工符合以下要求：

- 1 应采取适当的措施将设施与周边进行隔离，防止施工过程中源头减排设施的回填土层被机械压实。应避免压实下沉式绿化带种植土层，种植土宜分层回填，每层 300mm 左右高度，并用反向铲轻微拍打。填埋高度可视换填土厚度适度增高，防止绿化浇灌、雨水渗透后土面下沉，增加高度应控制在 50mm 以内；
- 2 绿地土方回填的压实度应根据需求而定，土山类压实系数宜控制在 90% 以上，用于植物栽植，当土壤压实度大于 85% 时，应采取通气透水措施；
- 3 应校验道路场地高程及海绵城市建设设施溢流口、管渠排水口与下游雨水设施的平面位置和高程衔接，保证低洼处不积水且设施收水顺畅；
- 4 土工布和衬垫施工完毕并经检验合格后方可进行排水层和过渡层施工，施工前碎石应冲刷洗净；
- 5 施工过程中应对碎石层中穿孔管进行保护，回填夯实不应损坏管道；
- 6 施工结束后检查进出水口标高、生物滞留设施、挡水堰等所有标高与设计相符，并结合现场实际控制高程，使坡度顺畅避免阻水。

### 7.2.3 土工布（膜）施工应符合以下要求：

1 土工布（膜）的施工工序应根据设施构造、场地条件等合理确定，一般工序如下：处理土工布（膜）→铺设土工布（膜）→缝合焊接土工布（膜）。在使用土工布和衬垫时，应仔细安装、防止尖锐物体破坏，土工布（膜）连接采用缝制或焊接均可；

#### 2 土工布的施工应满足以下要求：

- 1) 土工布的边缘应设置在坡顶锚固沟内；
- 2) 铺设应尽量平整，避免出现褶皱、波纹；
- 3) 透水土工布连接可采用缝合法或搭接法，缝合宽度不应小于 100mm，搭接宽度不应小于 200mm；
- 4) 碎石层透水土工布的宽度应全部包裹砾石层。

#### 3 土工膜的施工应符合以下要求：

- 1) 土工膜应与周边地基和结构物连接形成完整的密封系统；铺设防渗层的地表应保持平整，不得有坚硬突起物，防渗层铺设应尽量避免出现褶皱、波纹；
- 2) 敷设土工膜坡顶应进行锚固处理，将防渗材料埋入锚固沟内，沟深不小于 0.3m；
- 3) 防渗材料铺设时，应从高位向底部延伸，留有 1.5% 的余幅以备局部下沉拉伸，相邻两幅的纵向接头不应在同一条水平线上，应相互错开 1m 以上；
- 4) 防渗土工膜相邻片（块）搭接宽度不应小于 300mm，相邻片（块）焊接宽度不应小于 100mm。在后续的植物种植过程中，注意避免防渗土工膜受到破坏，保证防渗效果。

4 土工布（膜）施工应符合设计要求及《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290 的规定。

### 7.2.4 透水路面施工应符合以下要求：

1 透水路面施工前，应对基层（垫层）进行检查验收，透水路面基层除了满足设计要求的高程、横坡、强度等要求外，还应满足基层厚度、材料、级配等要求，符合要求后方可进行面层施工；

2 透水路面与机动车道、绿地等衔接应平顺美观且满足安全及防污功能。路缘石材质、规格应满足设计要求并牢固安装、线形美观、开口准确；障碍墩（隔离栏）应位置准确、安装牢固，避免机动车辆驶入；人行道周边绿化带应避免土体冲刷污染路面；人行道上树池应锁边

牢固美观，树池回填料透水性良好，箅子覆盖平整结实；透水地面紧邻下凹绿地的，侧向溢流口应能顺畅向下凹绿地排除多余雨水径流；

**3** 透水面层工程质量、验收标准应符合现行行业标准《透水砖路面技术规程》CJJ/T188、《透水水泥混凝土路面技术导则》CJJ/T135 和《透水沥青路面技术规程》CJJ / T 190 相关规定。路基、垫层和基层施工应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的相关规定，且渗透系数应符合设计要求；

#### **7.2.5** 下沉式绿化带施工应符合以下要求：

**1** 下沉式绿化带施工一般工序如下：路基开挖或回填至路床顶面→下沉式绿化带设施放样（包含路缘石开口、溢流井、防渗混凝土挡墙、透水管、交通标志基础、照明灯杆基础等定位并调整有冲突的设施）→埋设透水管及土工布（膜）→溢流井、交通标志基础、照明灯杆基础等构筑物施工→防渗混凝土挡墙施工→路缘石、机动车道及慢行道路面施工→种植土回填；

**2** 溢流式雨水口的构造、位置、竖向标高等设置应放样准确，井座和井盖安装牢固、美观；

**3** 雨水口、溢流式雨水口、管道、检查井等的施工应符合设计要求和国家现行标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的相关规定；

**4** 种植土的土壤渗透能力应检测合格，土壤改良措施应通过渗透能力进行试验验证；

**5** 在下沉式绿化带的雨水集中入口处，以及坡度较大的植被缓冲带，应按设计要求采取砾石槽或栽种植被等防冲刷措施。

#### **7.2.6** 雨期施工应符合以下要求：

**1** 雨天不宜进行基层施工，透水性混凝土面层不应在雨天浇筑；

**2** 摊铺前应清扫干净基层、夹层、封层上的积水；表面应处于湿润状态；

**3** 摊铺中遭遇阵雨时，应立即停止混凝土拌和及铺筑工作，并应使用防雨篷、塑料布或塑料薄膜覆盖尚未硬化的透水混凝土面层；

**4** 透水混凝土面层因阵雨冲刷导致平整度与抗滑构造不满足要求时，应采用先磨平恢复平整度，再刻槽恢复抗滑构造措施处置。被暴雨冲刷后，路面局部成坑部位或边部冲毁的，应铲除重铺。

#### **7.2.7** 高温期施工应符合以下要求：

**1** 高温期宜避开中午高温时段施工。夜间施工应有良好的操作照明，并应确保施工安全；

**2** 集料堆应设遮阳篷。搅拌用水宜采用冷水或在水中加冰屑降温。应选用中低热普通型水泥，不宜使用 R 型高热水泥。高温期施工配合比可掺适量的粉煤灰，不得掺硅灰。可采用适当的缓凝剂延长混凝土凝结时间；

**3** 采用罐车运输时，混凝土罐仓外应贴隔热层；

**4** 应采取压缩运输、布料、摊铺、饰面等各工艺环节所耗费的时间等措施，缩短从拌合至抹面完成时间；

**5** 当在每日气温最高和日照最强烈时段施工时，应采取防止阳光直射措施；

**6** 切缝应按不啃边或不超过  $250^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$  控制，高温期宜采用比常温施工提早切缝的措施。在夜间降温幅度较大或风雨后，应提早切缝。

## 7.3 质量控制

**7.3.1** 项目设计单位需在设计说明书中对设施的验收及维护标准做出要求。

**7.3.2** 施工单位应按合同规定的、经过审批的有效设计文件进行施工。严禁按未经批准的设计变更、工程洽商进行施工。开工前，施工单位应踏勘施工现场，依据工程特点编写海绵城市设施专项施工方案。

**7.3.3** 监理单位应根据设计文件要求，审核施工单位的海绵设施专项施工方案，对需要调整的内容应会同参建各方沟通协调，未经批准的设计变更严禁施工。

**7.3.4** 施工质量应符合以下要求：

**1** 海绵城市道路透水路面应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的要求；

**2** 雨水管道、清淤检查孔等在回填土前应进行无压力管道严密性测试，并应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定；

**3** 海绵城市建设设施所用原材料、半成品、构（配）件、设备等均应质量检测合格，除应符合本导则之外，还应符合《海绵城市建设工程材料技术标准》DB 3502/Z 5011 以及现行国家、行业、厦门市相关规定；

**4** 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严禁进行后一分项工程施工；

**5** 各项海绵设施的主控项目、一般项目及检验合格标准应符合《海绵城市建设工程施工

与质量验收标准》DB 3502/Z 5010 的有关规定;

**6** 绿化的布置方式及苗木规格应符合设计文件要求及《绿化种植设计规范》DB 3502/Z 5038 的规定。

**7.3.5** 道路海绵城市建设应实行动态质量管理, 施工中的隐蔽工程, 应留有照片、视频等影像类资料。

## 7.4 验收

**7.4.1** 道路海绵城市专项验收应对场地平面、竖向、设施规模、绿化带下沉深度、渗滞蓄排能力、路缘石开口、溢流式雨水口、防渗、水土保持、绿化种植、景观、安全设施等关键环节进行重点验收并做好验收记录。

**7.4.2** 道路海绵城市建设工程竣工后应运行调试, 运行调试结果符合设计要求后, 方可进行竣工验收。各分部工程运行调试期间要求参照附录 E。

**7.4.3** 道路海绵工程的验收应符合《海绵城市建设工程施工与质量验收标准》DB 3502/Z 5010 的相关规定。

**7.4.4** 有特殊土壤要求的海绵型道路设施应按表 7.4.4 要求进行渗透率测试, 每  $100m^3$  回填土应保留一个土样, 以确保其满足设计要求。每个土样应大于  $0.15m^3$ , 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。

表 7.4.4 渗透率测点布置要求

设施	测点布置	测试方法
下沉式绿化带、下沉式绿地	每 $200m^2$ 一个测点	双环法
植草沟	每 $100m^2$ 一个测点	双环法
透水铺装	每 $2000m^2$ 一个测点	使用透水系数测试仪

**7.4.5** 绿化部分验收应按照《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82 和《园林绿化工程项目规范》GB 55014 的要求验收。

## 8 运行与维护

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 运维单位应根据海绵型道路特点制定相应的维护管理制度、维护管理技术手册、设施设备保养手册和事故应急预案，并动态完善。

**8.1.2** 道路海绵工程运行维护应包含项目运行效果检查和设施结构与功能检查维护。项目运行效果检查应定期开展，每年不少于2次。设施巡视分为日常巡视和特殊巡视，日常巡视应定期进行。

**8.1.3** 雨季来临前和雨季期间，应加强道路排水系统和海绵设施巡视，保证降雨期间排水系统安全、稳定运行。每年汛期前后应至少巡视1次，汛期每月不应少于1次。强降雨后24小时内应检查项目和设施运行情况。

**8.1.4** 易发生内涝的道路、道路行泄通道、下沉式立交桥区等区域，以及雨水塘等调蓄水体设施，应定期检查警示标识、报警系统、护栏等安全防护措施的可靠性与完好性，非汛期每月不应少于1次，汛期宜增加检查频次，发现问题应及时修复；相应区域和设施在极端天气时应按规定执行应急管理措施。

**8.1.5** 应按照道路养护历程配备必要的养护设备、检测设备和专业养护技术人员。鼓励采用智能化的维护管理技术，建立道路海绵城市工程养护管理数据库，加强数字化和信息化技术应用。

### 8.2 项目运行维护

**8.2.1** 应定期开展透水路面、生物滞留设施等设施影响范围内的道路结构与基础安全性检测，发现问题和隐患时应及时修复。

**8.2.2** 应定期检查项目范围内市政雨水管渠、行泄通道等过程控制类设施的运行状况，确保排水能力未下降。

**8.2.3** 强降雨后应重点巡查城市道路下穿区域、立交区域、变坡下凹区域等易涝区域的海绵城市建设设施运行状况，检查积涝情况，当排涝调蓄能力不足时，应采取应急措施并增加维护频率。

## 8.3 设施运行维护

### 8.3.1 透水路面运行及维护内容应符合下列规定：

- 1 透水路面的运行维护内容应包括透水性能和病害检查，清扫（洗）保养（路面清扫、冲洗、真空抽吸等）和维修养护（局部修补、面层更换、重铺等）；
- 2 透水路面应定期清扫，保持透水路面面层洁净，可使用高压水冲、压缩空气冲刷、真空泵抽吸等方法清除面层透水路面堵塞物。结构透水路面接缝内的杂物应及时清除并灌缝；
- 3 不应在透水路面表面及其汇水区内堆放黏性物、砂土或其它可能造成堵塞的物质。不应在透水路面上拌合砂浆或混凝土等作业。如发现应立即清除，及时进行局部透水功能性养护；
- 4 定期维护透水路面区域周围的绿化带和生态树池，防止雨天土壤冲刷至透水路面，绿化带、生态树池等出现裸土或侵蚀区域应及时补栽、修复并采取碎石缓冲或其他防冲刷措施；
- 5 透水路面的通常巡视周期每月不应少于1次，如周边有建设工地、有运土车经过，不应少于1星期1次。在强降雨后24h内应巡视，交通量大、污染程度高或发现透水性显著下降的，应适当提高养护频率。

### 8.3.2 海绵设施运行及维护内容应符合下列规定：

- 1 下沉式绿化带、生物滞留设施的运行维护重点对积水时间、滞蓄空间、渗透性能、结构完好性、垃圾与淤堵、植物等进行检查与修复，内容应包括：设施雨水滞留和污染控制能力的检查，沉砂砾石槽的清淤更换，溢流式雨水口的出水检查和清淤、底部穿孔排水管的清淤疏通，挡水堰的结构维护，边坡或护坡修补，表层覆盖物的修补，种植土的塌陷补填或翻耕更换，植物的修剪、清理和补种等；
- 2 下沉式绿地的运行维护重点对积水时间、滞蓄空间、结构完好性、植物等进行检查与修复，内容应包括设施雨水滞留能力的检查，以及植被层、种植土层和溢流式雨水口的出水检查和清淤；
- 3 植草沟的维护内容重点对转输能力和结构完好的检查和修复，内容应包括过流断面、进出水口清淤、植物的修剪和补充、底部坡度的修整、受冲刷侵蚀边坡的修复、挡水堰等的维护；
- 4 植被缓冲带的运行维护重点进出水水质、结构完好性和植物等进行检查与修复，内容应包括污染控制能力的检查，以及进水口、预处理设施、植被和坡面等的维护；

**5** 雨水塘等调蓄类设施运行维护重点对结构完好性和调蓄能力、设施运行能力的检查与修复, 内容应包括调蓄空间、设备运行情况、垃圾与淤堵、进出水水质、植物等维护。

#### **8.3.3** 绿化景观设施运行及维护内容应符合下列规定:

**1** 应编制景观维护管理制度、年度和月度计划并按规定执行, 加强维护管理制度动态更新完善;

**2** 根据植物特性、长势、季节和土壤墒情状况, 确定不同的浇灌时间, 及时进行浇水作业, 水分满足植物正常生长时, 尽量使用雨水滞留浇灌, 避免人工频繁浇灌;

**3** 绿化植物种类较多时, 应根据植物生长状况, 适时、适量施肥。肥料应选用环保、长效的有机肥和复合肥;

**4** 应根据景观设计要求和道路情况对植物进行修剪, 乔、灌木类植物每年至少在休眠期和生长期各修剪一次; 落叶植物和多年生草本植物应及时修剪。新建绿化带应结合中耕及时清除杂草、杂物。除草宜选用物理方式, 避免使用除草剂等化学药剂;

**5** 一个生长周期后, 应及时对枯死或损毁的植物进行补栽, 及时调整更新适应性不佳、生长不良的植物品种;

**6** 应及时预报常见植物病虫害种类和发生时间, 建立病虫害防治网络和台账。坚持“预防为主、综合防治”的原则, 以生物防治和物理防治为主, 化学防治为辅的多种手段来控制病虫害的发生。

#### **8.3.4** 溢流式雨水口运行及维护内容应符合下列规定:

**1** 溢流式雨水口运行标准满足井盖无破损、缺失, 且未被堵塞; 井底无淤泥; 出水管道通畅, 井内积水时间不超过 2h; 穿孔管(如有)透水能力满足设计要求, 可通过上下游检查井或溢流式雨水口检查;

**2** 维护重点主要包括维修、更换破损或缺失的井盖, 清除井盖上垃圾、杂物, 清除井底垃圾、淤泥, 疏通出水管, 更换穿孔排水管(如有);

**3** 巡视周期通常为竣工 2 年内不少于 3 个月 1 次, 竣工 2 年后不少于 6 个月 1 次, 此外在特殊天气预警后、降雨来临前, 以及特殊天气过后 24h 内应巡视。

#### **8.3.5** 路缘石开口运行及维护内容应符合下列规定:

**1** 路缘石开口的维护内容应包括沉砂砾石槽底部淤积物清理、砾石定期冲洗、托盘损坏恢复、路缘石修复及更换;

**2** 应在汛期前对路缘石开口巡视 1 次，汛期每月不应少于 1 次。强降雨前后应对开孔路缘石进行巡视；

**3** 应定期清理路缘石开口处的淤积物，保证过水断面过流能力，在汛期应增加清理频次，维护频率应与日常环卫工作结合；

**4** 路缘石开口出现挤压拱胀变形、沉降、倾斜、破损或篦子脱落，影响景观及设施进水时，应及时修复和更换。

**8.3.6** 其他运行维护要求参照厦门市市政园林局发布的《海绵城市设施维护及运行标准》执行。

## 附录 A 土层分布及渗透系数

### A. 0.1 厦门市土层分布

厦门市地质复杂，根据地层成因划分成人工填土、湖塘积、海积、冲洪积、海陆过渡相沉积、坡积、残积等；根据物理力学性质划分成粘性土、粉土、砂土、碎石土等。

各土层分布及渗透性描述如下：

#### 1 人工填土

人工填土主要有杂填土、素填土、吹填土等类型，现有资料最大揭露厚度为 12.68m，受人类活动的影响，人工填土分布广泛。人工填土渗透系数量级变化范围较大，为  $10^{-3} \sim 10^{-1}$  m/d。

- 1) 杂填土：为含有建筑垃圾、工业废料、生活垃圾等杂物的填土，主要分布于城区或郊区局部。因堆填成分和粒径的不同，渗透系数量级变化范围较大，为  $10^{-2} \sim 10^{-5}$  cm/s，属强透水~弱透水层，为孔隙潜水的含水层。
- 2) 素填土：为由粘性土、碎石土、砂土、粉土等组成的填土，部分素填土经过压实或夯实为压实填土。素填土主要分布于岛外、新城区、填海区等，层厚变化较大，层位分布不均，分布于滨海填海区的厚度较大，另外，市政道路填方区也有分布，主要呈线状分布。因堆填成分和粒径的不同，素填土层渗透系数量级变化范围较大，为  $10^{-3} \sim 10^{-6}$  cm/s，属中等透水~弱透水层，为孔隙潜水的含水层或上层滞水。
- 3) 吹填土：由水力冲填泥砂而成，主要分布环东海域、马銮湾海域、大嶝、岛内象屿码头、会展中心等滨海地带；层厚 3.6~8.6m，平均 5.2m。吹填土渗透系为  $10^{-4} \sim 10^{-6}$  cm/s，属中等透水~弱透水层，为孔隙潜水的含水层或上层滞水。

#### 2 粘性土

海积、湖积、塘积成因、冲洪积成因、坡积成因，分布于沿海或沿河（湖）附近，揭露厚度 0.3~25m。渗透系数量级变化范围较大，为  $10^{-6} \sim 10^{-3}$  m/d。

- 1) 淤泥及淤泥质土：海积、湖积、塘积成因，分布于沿海或沿河（湖）附近，港湾滩涂的人工养殖池塘及水库库区，在厦门岛筼筜湖西侧区域、厦门会展中心南侧、集美杏林湾东侧的滨海地带等区域。厚度变化较大，层位不稳定，分布不均。厚度 0.50~25m，力学强度极低、孔隙率大。渗透系数量级约  $10^{-6}$  cm/s，属微透水层或相对隔水层。
- 2) 粘土：湖积、塘积成因，主要在厦门岛南侧的思明南路靠近鸿山公园、厦门大学、东

宅、东排山南麓黄厝村附近有零星分布，揭露厚度 0.3~6.85m，顶板埋深为 10.9~17.31m，顶板标高为 6.87~23.6m。渗透系数量级  $10^{-6}$  cm/s，属微透水层（可看作不透水层），是其上部的孔隙潜水和位于其下的微承压水的相对隔水层。

- 3) 炭质粘土：湖积、塘积成因，主要分布于厦门岛筼筜湖，揭露厚度 2~5.9m，顶板埋深为 18.0~26.5m，顶板标高为 -2.3~18.92m。渗透系数量级  $10^{-6}$  cm/s，属微透水层。
- 4) 粉质粘土：冲洪积成因，部分湖积或海积成因，分布广泛，层厚 0.5~15.0m。渗透系数量级  $10^{-6}$  cm/s，属微透水层（可看作不透水层），是其上部的孔隙潜水和位于其下的微承压水的相对隔水层。
- 5) 粉质粘土：坡积成因，广泛分布于厦门残坡积台地上，厚度 0.6~15m。渗透系数量级为  $10^{-4}$ ~ $10^{-6}$  cm/s，属中等~弱透水层。
- 6) 砂质粘土：局部湖积或海积成因，主要分布于厦门岛东南角下东宅、曾厝垵、西边社形成的三角地带、台湾风俗村、五缘湾区域的高林-田中央-泥金一带、下忠、厦门大桥高崎侧零星分布，揭露厚度 1.0~5.0m。渗透系数量级为  $10^{-4}$ ~ $10^{-5}$  cm/s，属弱透水层。

### 3 粉土

冲洪积成因，分布于海沧蔡尖尾山南麓洪坑、柯达工业厂房、岛内江头公园一带、厦门岛云顶山北侧云顶隧道口、高崎-新村一带、翔安后西尾-井上、内林，揭露厚度 1.0~5.0m。渗透系数量级  $10^{-4}$  cm/s，属中等~微透水层，是微承压水含水层。

### 4 砂土

- 冲洪积成因，分布广泛，揭露层厚一般 0.6~15m。渗透系数量级为  $10^{-3}$ ~ $10^0$  m/d。
- 1) 细砂：主要为冲洪积成因，分布于范围较广，揭露层厚一般 0.6~8.0m，渗透系数量级为  $10^{-2}$ ~ $10^{-4}$  cm/s，属强透水~中等透水层，该层地下水主要为承压水。
  - 2) 中砂：主要为冲洪积成因，揭露厚度一般 1.0~15m，渗透系数量级为  $10^{-2}$ ~ $10^{-4}$  cm/s，属强透水~中等透水层，该层地下水主要为承压水。
  - 3) 粗砂：主要为冲洪积成因，分布广泛。揭露厚度 0.5~15m。渗透系数量级为  $10^{-2}$ ~ $10^{-3}$  cm/s，属强透水~中等透水层，该层地下水主要为承压水。

### 5 碎石土

冲洪积成因，揭露厚度 0.1~15m，渗透系数量级为  $10^{-3}$ ~ $10^2$  m/d。

- 1) 泥质砾卵石：主要为冲洪积成因，揭露厚度 0~3.6m。渗透系数量级为  $10^{-3}$ ~ $10^{-4}$  cm/s，

属中等～弱透水层。

- 2) 砾石: 主要为冲洪积成因, 在同安卿朴村附近、海沧的文圃山北侧、天竺山南侧东坑洋、同安湖井、下田洋、翔安的沈井、胡厝、松管院-上官有零星分布, 揭露厚度 0.1~5.0m。渗透系数量级为  $10^{-2} \sim 10^{-3}$  cm/s, 属强透水层, 该层地下水主要为承压水。
- 3) 卵石: 主要为冲洪积成因, 河流沿岸, 于翔安的陈塘、东浦、同安的长美坑-下路一带有零星分布, 揭露厚度 1.5~15.0m。渗透系数量级为  $10^{-1} \sim 10^{-2}$  cm/s, 属强透水层, 该层地下水主要为承压水。

## 6 残坡积土

分布在后龙、马巷、刘五店、后溪、杏林、厦门岛、嵩屿、店地等地。主要为砂质粘土、粘土质砂、含角砾粘质砂土及碎石等。厚度一般在 3-5m 之间, 最大厚度为 71.62m。渗透系数量级为  $10^{-4} \sim 10^{-2}$  m/d, 属中等～弱透水层。

注: A.0.1 条资料摘自《厦门市海绵城市建设地质影响及适宜性研究》。

### A.0.2 土壤渗透系数

土壤的渗透系数应以实测数据为准, 缺乏资料时, 可参照表 A.1 取值。

表 A.1 土壤渗透系数表

土壤层	地层粒径		渗透系数 K (m/s)
	粒径 (mm)	所占比例 (%)	
黏土			$<5.7 \times 10^{-8}$
粉质黏土			$5.7 \times 10^{-8} \sim 1.16 \times 10^{-6}$
粉土			$1.16 \times 10^{-6} \sim 5.79 \times 10^{-6}$
粉砂	$>0.075$	$>50$	$5.79 \times 10^{-6} \sim 1.16 \times 10^{-5}$
细砂	$>0.075$	$>85$	$1.16 \times 10^{-5} \sim 5.79 \times 10^{-5}$
中砂	$>0.25$	$>50$	$5.79 \times 10^{-5} \sim 2.31 \times 10^{-4}$
均质中砂			$4.05 \times 10^{-4} \sim 5.79 \times 10^{-4}$
粗砂	$>0.5$	$>50$	$2.31 \times 10^{-4} \sim 5.79 \times 10^{-4}$
圆砾	$>2$	$>50$	$5.79 \times 10^{-4} \sim 1.16 \times 10^{-3}$
卵石	$>20$	$>50$	$1.16 \times 10^{-3} \sim 5.79 \times 10^{-3}$
稍有裂隙的岩石			$2.31 \times 10^{-4} \sim 6.94 \times 10^{-4}$
裂隙多的岩石			$>6.94 \times 10^{-4}$

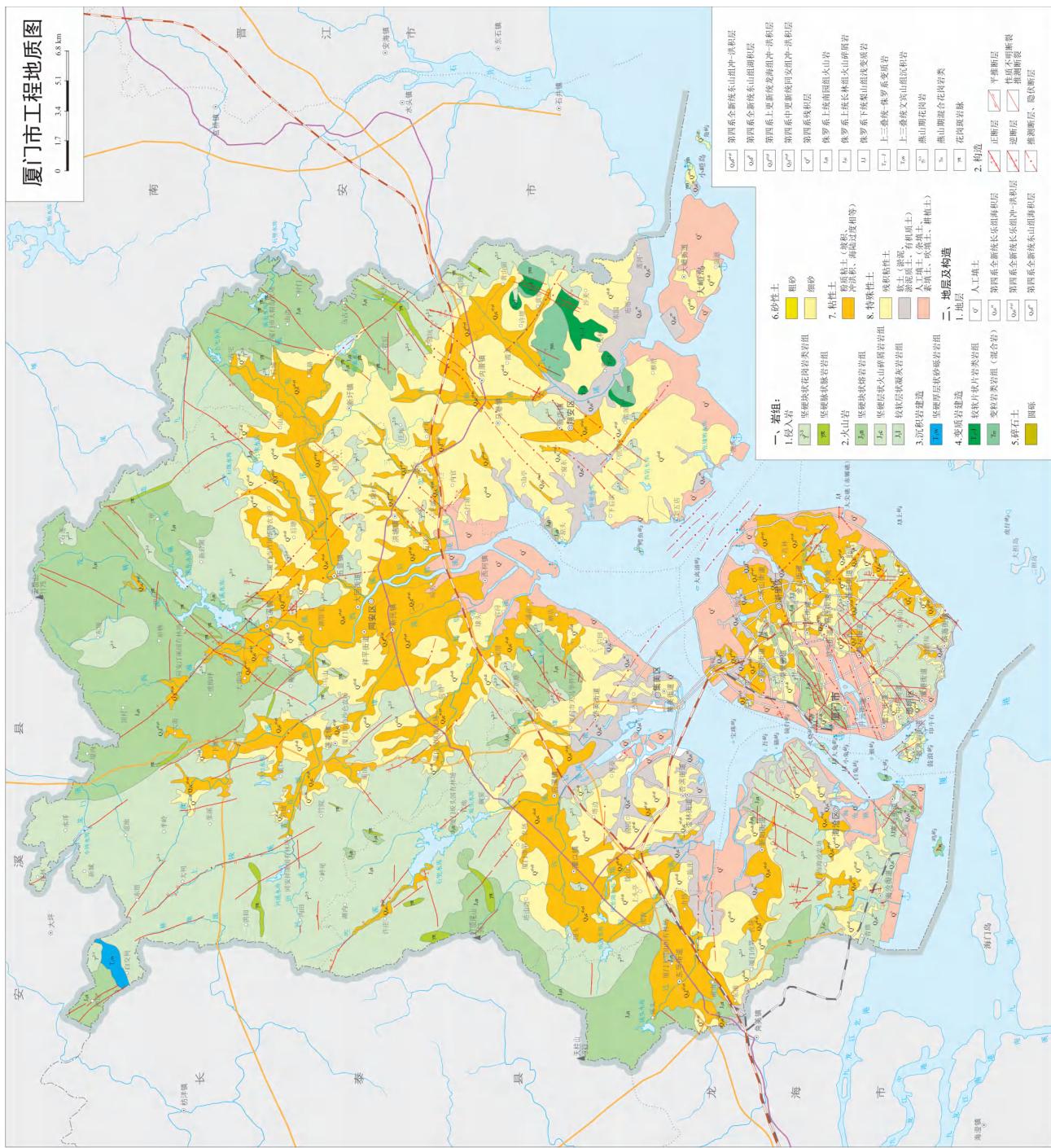


图 A.1 厦门市工程地质图

注：摘自《厦门市海绵城市建设 地质影响及适宜性研究》，具体工程应以实测地勘资料为准。

## 附录 B 附图

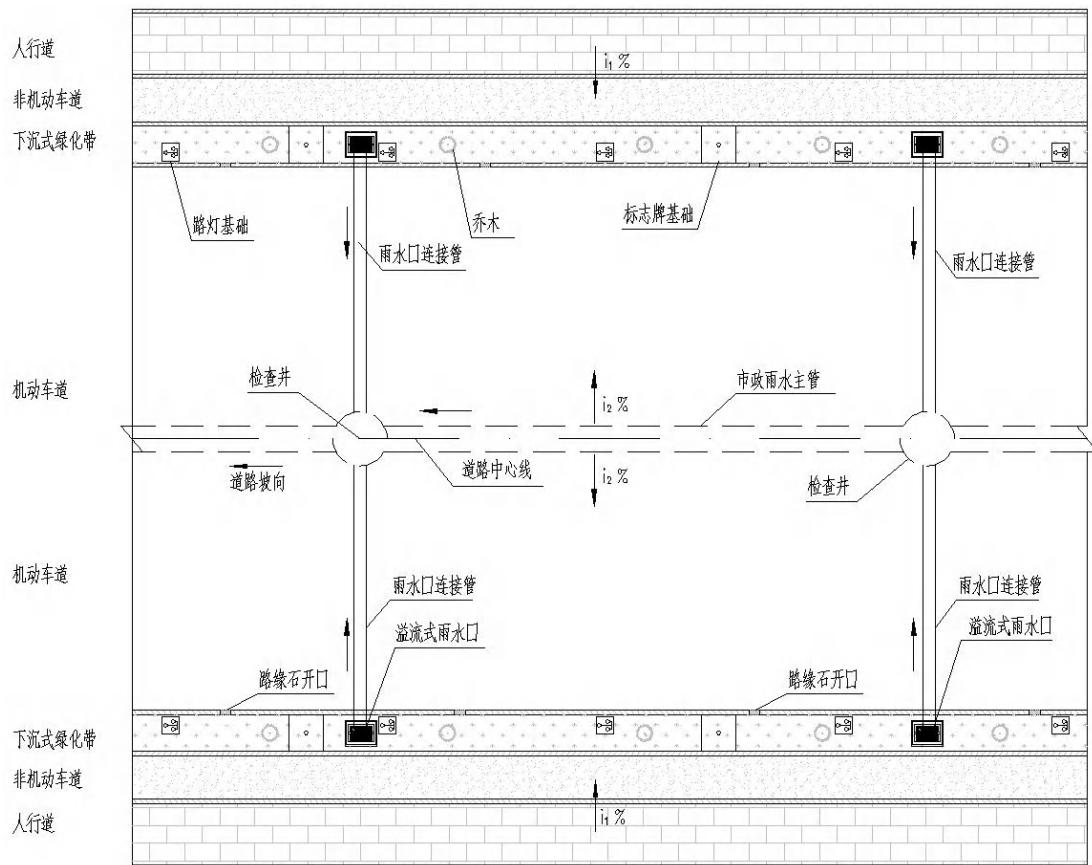


图 B.1 标准段道路海绵设施平面布置示意图

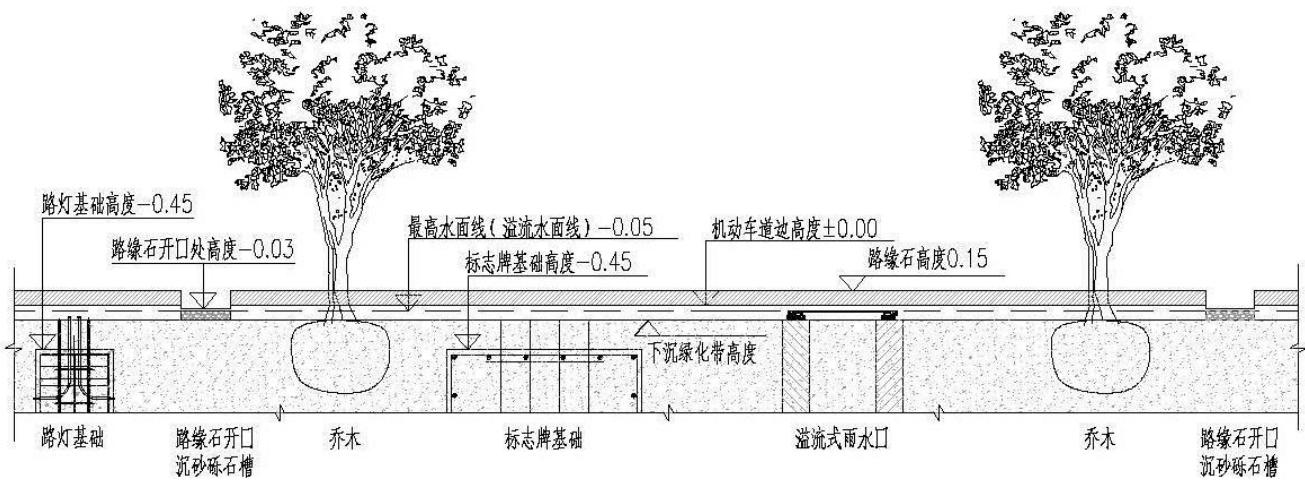


图 B.2 下沉式绿化带设施竖向布置示意图

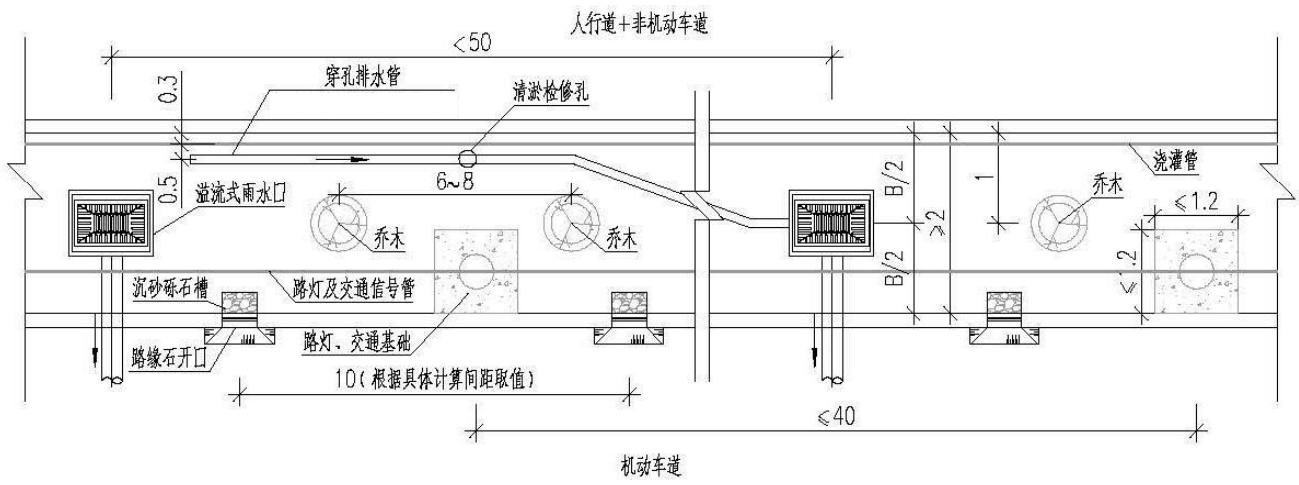


图 B.3 下沉式绿化带附属设施平面布置示意图

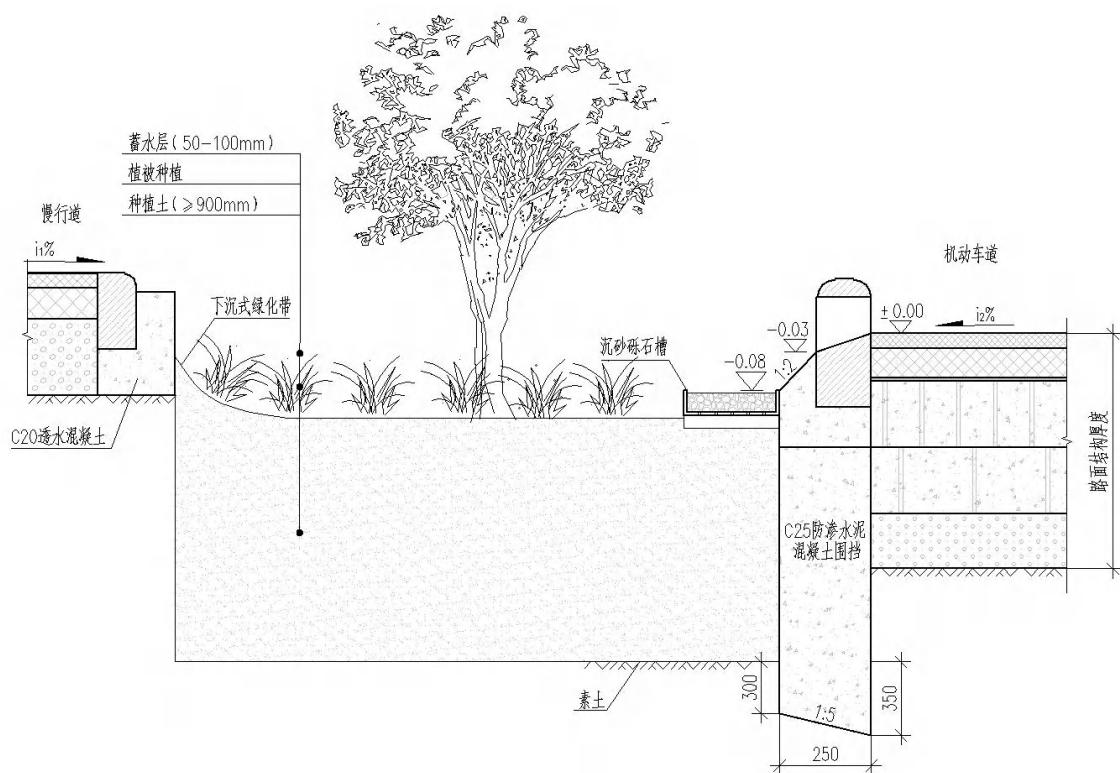


图 B.4 入渗型下沉式绿化带横断面示意图

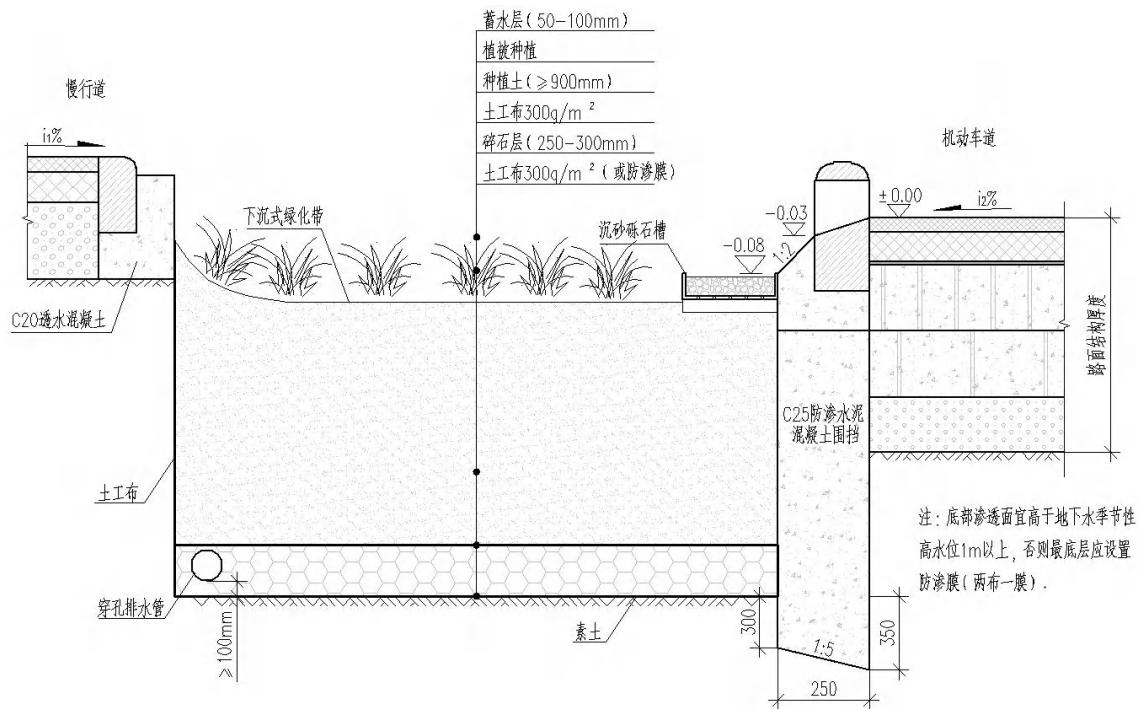


图 B.5 排水型下沉式绿化带横断面示意图

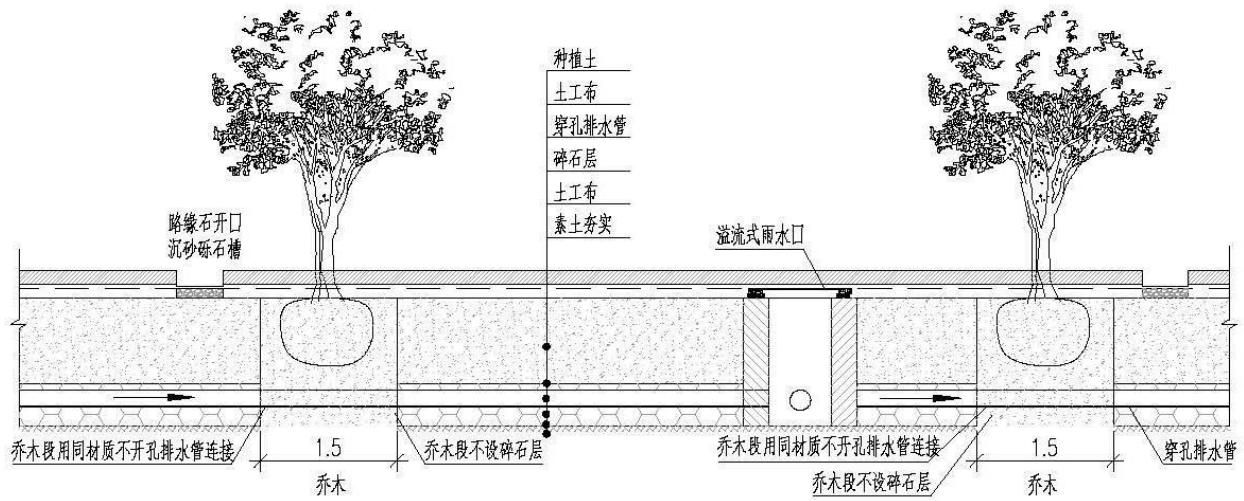


图 B.6 排水型下沉式绿化带纵断面示意图

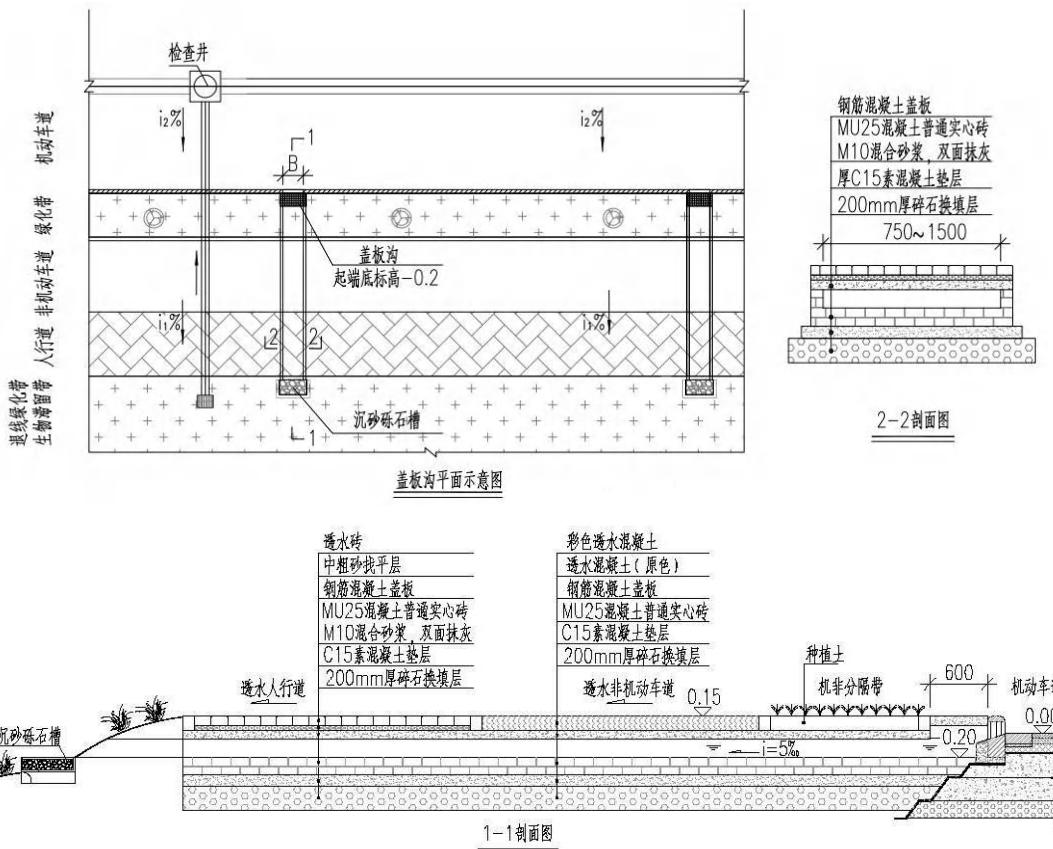


图 B.7-1 慢行道盖板沟示意图

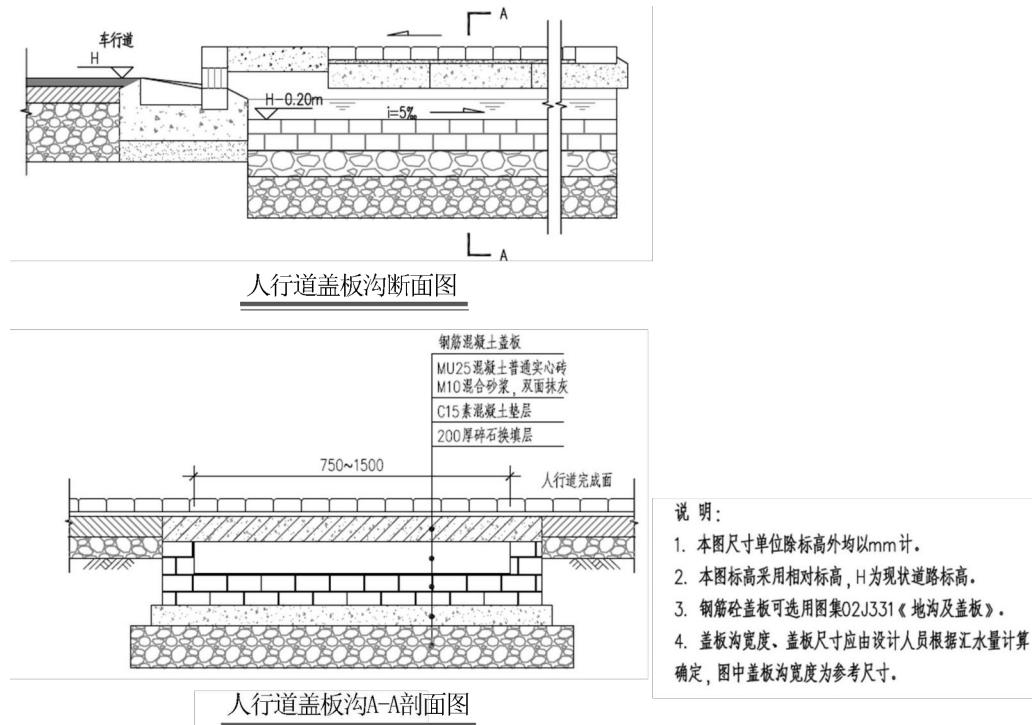


图 B.7-2 人行道盖板沟示意图

## 附录 C 道路海绵工程适用植物推荐表

表 C.1 道路海绵工程适用植物推荐表

序号	植物类型	植物品种选择
1	乔木	海南蒲桃、蒲桃、美丽异木棉、非洲楝、麻楝、人面子、台湾栾树、乌桕、黄连木、朴树、垂枝红千层、象牙红、黄槿、腊肠树、铁刀木、蓝花楹、秋枫、大花紫薇、黄花槐、小叶榄仁、盆架子、羊蹄甲、洋紫荆、宫粉羊蹄甲、火焰木、澳洲火焰木、红花玉蕊、黄花风铃木、红花风铃木、菩提树、垂叶榕、柳叶榕
2	灌木	黄金榕、软枝黄蝉、欧洲夹竹桃、大花芦莉、翠芦莉、希茉莉、灰莉、海桐、红背桂、狗牙花、扶桑、木芙蓉、千头木麻黄、洋金凤、巴西野牡丹、鹅掌柴、花叶鹅掌柴、俏黄栌、黄金香柳、美花红千层、亮叶朱蕉、八角金盘、小叶栀子、大花栀子、红绒球、琴叶珊瑚、双荚槐、露兜、金边假连翘、红车、福建茶、花叶络石、紫云藤、紫花马缨丹
3	草本	银边沿阶草、麦冬、金边阔叶麦冬、花叶山菅兰、吊兰、吊竹梅、龟背竹、春羽、海芋、合果芋、肾蕨、花叶良姜、蜘蛛兰、文殊兰、小蚌兰、大花美人蕉、金脉美人蕉、葱兰、紫娇花、萱草、蟛蜞菊、佛甲草、遍地黄金、大叶油草、狗牙根、马尼拉草、细叶芒、斑叶芒、矮蒲苇、蒲苇、紫叶狼尾草、紫穗狼尾草、五彩狼尾草、小兔子狼尾草、羽绒狼尾草、血草
4	棕榈植物	狐尾椰子、大王椰子、三角椰子、国王椰子、中东海枣、加拿利海枣、假槟榔、皇后葵、蒲葵、丝葵、大丝葵、霸王棕、扇叶糖棕、散尾葵、美丽针葵
5	水生植物	梭鱼草、再力花、红杆水竹芋、水生美人蕉、姜花、旱伞草、纸莎草、灯心草、香蒲、花叶芦竹、水葱、花叶水葱

## 附录 D 道路海绵工程建设工程分部、分项工程划分表

表 D.1 道路海绵工程建设工程分部、分项工程划分表

分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
海绵渗滞设施	透水路面	面层、基层、路基	见《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1
	下沉式绿化带	种植土、植物、沉砂砾石槽、土工布、防渗膜、挡水堰、碎石层、排水管	见《海绵城市建设工程施工与质量验收标准》DB3502
	生物滞留设施	生态树池、雨水花园、下沉式绿地	见《海绵城市建设工程施工与质量验收标准》DB3502
海绵调蓄设施		雨水塘	见《海绵城市建设工程施工与质量验收标准》DB3502
		调蓄池	见《海绵城市建设工程施工与质量验收标准》DB3502
海绵转输净化设施		植草沟（生物滞留带）、卵石沟、沉砂砾石槽	见《海绵城市建设工程施工与质量验收标准》DB3502
		植被缓冲带	见《海绵城市建设工程施工与质量验收标准》DB3502
海绵排水设施		路缘石开口、溢流式雨水口、环保雨水口、路面径流行泄通道等	见《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141

## 附录 E 运行调试期间分部工程检查表

表 E.1 运行调试期间分部工程检查表

工程类别	内 容	检查方法	检查数量
海绵渗滞设施	道路及场地在设计降雨重现期对应的降雨强度下，雨后无明显积水，地面无明显淤泥累积	观察检查	全数检查
	下沉式绿化带路缘石开口、消能沉砂设施运行良好，底部无泥砂，周边植被无冲刷露土现象	观察检查	全数检查
	雨后 12 小时下沉式绿化带表面无积水	观察检查	全数检查
	下沉式绿化带穿孔排水管可正常排水，无持续泥砂排出，清淤检修管畅通无损坏	观察检查	全数检查
	植被生长良好、覆盖率超过 80%、表层无垃圾堆积	观察检查	全数检查
	透水路面平整稳固，设计降雨标准下不产生径流	观察检查	全数检查
海绵调蓄设施	雨水塘、调蓄池蓄水容积符合设计要求	检查液位及运行报告	全数检查
	雨水塘、调蓄池进、出水运行正常，雨季进、出水液位正常	现场查看，检查运行报告	全数检查
	雨水塘、调蓄池水质及水量符合设计要求，运行报告记录完整	查询运行记录，水质取样检测报告	全数检查
海绵转输净化设施	植草沟（生物滞留带）边坡无坍塌、进出水口与周边平顺衔接、坡度符合设计要求、植被无枯死，沟内无淤积杂物	观察检查	全数检查
	植被缓冲带进水消能措施运行良好，植被无冲刷露土现象，植被长势良好	观察检查	全数检查
	沉砂砾石槽安装到位、顺接周边场地、底部沉泥空间有余量	观察检查	全数检查
海绵排水设施	路缘石开口间距符合设计要求，立箅安装到位，溢流式雨水口井底无杂物淤积，环保雨水口位置符合设计要求，截污设施安装到位，井底没有淤积。各设施竖向与场地平顺衔接，周边不积水	观察检查	全数检查
	路面径流行泄通道符合设计要求，场地高程平顺衔接，坡度满足要求，雨水可行泄到位	观察检查	全数检查

## 附录 F 透水土工布及防渗土工膜技术性能指标要求

### F.0.1 反滤土工布技术性能指标要求

根据《土工合成材料应用技术规范》GBT 50290-2014, 反滤土工布建议采用无纺土工布, 可选用短纤针刺非织造土工布或长丝纺粘针刺非织造土工布, 结合《土工合成材料短纤针刺非织造土工布》GBT 17638、《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GBT 17639 及《厦门市海绵城市建设工程材料技术标准》DB3502/Z 5011 要求, 透水路面结构的无纺土工布单位面积质量不应小于  $200\text{g}/\text{m}^2$ , 下沉式绿化带等的生物滞留设施的无纺土工布单位面积质量不应小于  $300\text{g}/\text{m}^2$ , 短纤针刺非织造土工布不应低于标称断裂强度  $8\text{kN}/\text{m}$ , 长丝纺粘针刺非织造土工布不应低于标称断裂强度  $7.5\text{kN}/\text{m}$ , 其主要技术性能指标如下。

表 F.1 短纤针刺非织造土工布技术性能指标表

项目	单位	性能指标
单位面积质量	$\text{g}/\text{m}^2$	$\geq 200\sim 300$ (其中透水路面 $\geq 200$ 、生物滞留设施 $\geq 300$ )
纵横向断裂强度	$\text{kN}/\text{m}$	$\geq 8$
标称断裂强度对应伸长率	%	$20\sim 100$
顶破强力	$\text{kN}$	$\geq 1.4$
单位面积质量偏差率	%	$\pm 5$
幅宽偏差率	%	$-0.5$
厚度偏差率		$\pm 10\%$
等效孔径 $O_{90}$ ( $O_{90}$ )	$\text{mm}$	$0.07\sim 0.20$
垂直渗透系数	$\text{cm}/\text{s}$	$\geq 0.01$
纵横向撕破强力	$\text{kN}$	$\geq 0.20$

表 F.2 长丝纺粘针刺非织造土工布技术性能指标表

项目	单位	性能指标
单位面积质量	$\text{g}/\text{m}^2$	$\geq 200\sim 300$ (其中透水路面 $\geq 200$ 、生物滞留设施 $\geq 300$ )
纵横向断裂强度	$\text{kN}/\text{m}$	$\geq 7.5$
标称断裂强度对应伸长率	%	$40\sim 80$
顶破强力	$\text{kN}$	$\geq 1.6$
单位面积质量偏差率	%	$-5$

项目	单位	性能指标
幅宽偏差率	%	-0.5
等效孔径 $O_{90}$ ( $O_{90}$ )	mm	0.05~0.20
垂直渗透系数	cm/s	$\geq 0.01$
纵横向撕破强力	kN	$\geq 0.21$

## F. 0.2 防渗土工膜技术性能指标要求

根据《土工合成材料应用技术规范》GBT 50290, 结合《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643 及《厦门市海绵城市建设工程材料技术标准》DB3502/Z 5011 要求, 防渗土工膜建议采用普通高密度聚乙烯土工膜, 土工膜厚度应根据绿化带植物配置情况相应调整厚度, 绿化带无乔木配置的土工膜厚度不宜小于 0.50mm, 绿化带配置深根系乔木的土工膜厚度不宜小于 0.75mm, 绿化带配置浅根系乔木的土工膜厚度不宜小于 1.00mm, 重要或要求严格的工程, 膜应予加厚。防渗土工膜技术性能指标如下, 设计未明确时, 可按渗透系数小于  $1.0 \times 10^{-6}$  cm/s 执行。

表 F.3 普通高密度聚乙烯土工膜技术性能指标表

项目	单位	性能指标			
公称厚度	mm	0.50	0.75	1.00	1.25
平均厚度	mm	$\geq 0.50$	$\geq 0.75$	$\geq 1.00$	$\geq 1.25$
厚度极限偏差	%	-10			
密度	g/cm <sup>3</sup>	$\geq 0.940$			
拉伸屈服强度 (纵、横向)	N/m m	$\geq 7$	$\geq 10$	$\geq 13$	$\geq 16$
拉伸断裂强度 (纵、横向)	N/m m	$\geq 10$	$\geq 15$	$\geq 20$	$\geq 25$
屈服伸长率 (纵、横向)	%	—	—	$\geq 11$	$\geq 11$
断裂伸长率 (纵、横向)	%	$\geq 600$			
直角撕裂负荷 (纵、横向)	N	$\geq 56$	$\geq 84$	$\geq 115$	$\geq 140$
抗穿刺强度	N	$\geq 120$	$\geq 180$	$\geq 240$	$\geq 300$
碳黑含量	%	2.0~3.0			
碳黑分散性		10 个数据中 3 级不多于 1 个, 4 级、5 级不允许			

## 本导则用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 导则中指明应按其它有关部门标准执行时，写法为“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《城市排水工程规划规范》 GB 50318
- 2 《室外排水设计标准》 GB 50014
- 3 《城镇内涝防治技术规范》 GB 51222
- 4 《城镇雨水调蓄工程技术规范》 GB 51174
- 5 《园林绿化工程项目规范》 GB 55014
- 6 《海绵城市建设评价标准》 GB / T51345
- 7 《雨水生物滞留设施技术规程》 T/CUWA 40052
- 8 《城市道路与开放空间低影响开发雨水设施》 15MR105
- 9 《城市道路工程设计规范》 CJJ 37
- 10 《城市道路路基设计规范》 CJJ 194
- 11 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1
- 12 《透水水泥混凝土路面技术规程》 CJJ/T 135
- 13 《透水沥青路面技术规程》 CJJ/T 190
- 14 《透水砖路面技术规程》 CJJ/T 188
- 15 《绿化种植土壤》 CJ/T 340
- 16 《园林绿化工程施工及验收规范》 CJJ 82
- 17 《海绵城市建设技术规范》 DB3502/Z 5055
- 18 《海绵城市建设工程施工与质量验收标准》 DB3502/Z 5010
- 19 《海绵城市建设工程材料技术标准》 DB3502/Z 5011
- 20 《海绵城市绿地设计导则》 DB3502/Z 5037
- 21 《绿化种植设计规范》 DB3502/ Z 5038
- 22 《北京市海绵城市建设设计标准》 DB11/T 1743
- 23 《上海市海绵城市建设技术标准》 DG/TJ 08-2298
- 24 《海绵型道路建设技术标准》 SJG 66
- 25 《海绵城市道路系统工程施工及质量验收规范》 DB 11/T 1728