

# 清远市中心城区 海绵城市建设技术 导则

(初稿)

# 目录

1	总则.....	3
1.1	编制目的.....	3
1.2	基本原则.....	3
1.3	适用范围.....	3
2	主要术语.....	4
2.1	一般术语.....	4
2.2	海绵城市术语.....	5
3	海绵城市规划设计目标.....	7
3.1	一般规定.....	7
3.2	年径流总量控制目标.....	8
3.3	年径流污染控制目标.....	10
3.4	排水防涝标准.....	10
3.5	雨水资源利用目标.....	11
4	海绵城市设计规划指引.....	12
4.1	基本要求.....	12
4.2	总体规划层面.....	12
4.3	控制性详细规划层面.....	13
4.4	项目设施方案层面.....	14
5	海绵城市设计指引.....	16
5.1	基本要求.....	16
5.2	设计流程及内容.....	17
5.3	建筑与小区.....	20
5.4	绿地和广场.....	23
5.5	城市道路.....	27
5.6	技术与设施选择.....	30
5.7	设计计算.....	47
6	海绵城市工程建设指引.....	52

6.1	基本要求.....	52
6.2	海绵设施施工要求.....	53
6.3	验收要求.....	82
7	海绵城市维护与管理指引.....	84
7.1	基本要求.....	84
7.2	设施维护.....	85
7.3	风险管理.....	90
8	海绵城市相关设施管理机制与评估.....	92
8.1	管理主体.....	92
8.2	管理程序.....	92
8.3	规划设计评估.....	95
8.4	实施效果评估.....	100
9	附录.....	101
1.1	清远市地理位置及中心城区划分.....	107
1.2	清远市气候特征及相关数据.....	108

# 1 总则

## 1.1 编制目的

为全面贯彻落实国家关于海绵城市建设的相关要求，实现清远市海绵城市的建设目标，提高海绵城市建设的科学性，指导海绵城市相关规划编制和建设项目建设、施工、管理，制订本技术导则。

## 1.2 基本原则

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、统筹建设”的原则，应以批准的城市总体规划为主要依据，与城镇排水防涝、河道水系、道路交通、园林绿地和环境保护等专项规划和设计相协调，贯彻“建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”理念，注重对河流、湖泊、湿地、坑塘和沟渠等城市原有生态系统的保护和修复，强调采用海绵城市建设的模式。

## 1.3 适用范围

本导则适用于清远市中心城区各层次海绵城市专项规划编制以及建筑与小区、绿地、道路与广场、水务等新建或改扩建项目的设计、施工、管理等。

## 2 主要术语

### 2.1 一般术语

#### 2.1.1 海绵城市 sponge city

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

#### 2.1.2 低影响开发 (LID) low impact development

指在城市开发建设过程中，通过生态化措施，尽可能维持城市开发建设前后水文特征不变，有效缓解不透水面积增加造成的径流总量、径流峰值与径流污染的增加等对环境造成的不利影响。

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

指根据多年日降雨量统计分析计算，通过自然和人工强化的入渗、滞留、调蓄和收集回用，场地内累计全年得到控制（不排入规划区域外）的雨水量占全年总降雨量的比例。

#### 2.1.4 年径流污染控制率 volume capture ratio of annual urban diffuse pollution

等同于年径流污染物总削减率，以固体悬浮物（SS）的削减量来计算。年悬浮物（SS）总量削减率等于区域内年径流总量控制率与海绵城市建设设施对悬浮物（SS）平均去除率的乘积。

#### 2.1.5 雨水资源利用率 the ratio of rainwater resource utilization

区域系统和建筑与小区系统的雨水资源利用率指年雨水利用总量占年降雨量的比例；绿地系统的雨水资源利用率指绿地系统年雨水利用总量占绿地区域年径流总量的比例。

#### 2.1.6 超标雨水 excess storm water runoff

超出排水管渠设施承载能力的雨水径流。

#### 2.1.7 设计降雨量 design rainfall depth

为实现一定的年径流总量控制目标（年径流总量控制率），用于确定海绵城市

建设设施设计规模的降雨量控制值，一般通过当地多年日降雨资料统计数据获取，通常用日降雨量（mm）表示。

## 2.2 海绵城市术语

### 2.2.1 雨水渗透 stormwater infiltration

在降雨期间使雨水分散并被渗透到人工介质内、土壤中或地下，以增加雨水回补地下水、净化径流和削减径流峰值的措施。

### 2.2.2 雨水滞留 stormwater retention

在降雨期间暂时储存部分雨水，以增加雨水渗透、蒸发并收集回用的措施。

### 2.2.3 雨水调蓄 stormwater detention

在降雨期间调节和储存部分雨水，以增加雨水收集回用或削减径流污染、径流峰值的措施。

### 2.2.4 绿色屋顶 green roof

又称种植屋面或屋顶绿化，指在高出地面以上，与自然土层不连接的各种建筑物、构筑物的顶部和天台、露台上由表层植物、覆土层和疏水设施构建的具有一定景观效应的绿化屋面。

### 2.2.5 下凹式绿地 sunken green belt

低于周边地面或道路的绿地的统称。

### 2.2.6 雨水花园 rain garden

自然形成或人工挖掘的下凹式绿地，种植灌木、花草，形成小型雨水滞留入渗设施，用于收集来自屋顶或地面的雨水，利用土壤和植物的过滤作用净化雨水，暂时滞留雨水并使之逐渐渗入土壤。

### 2.2.7 透水铺装 pervious pavement

可渗透、滞留和排放雨水并满足荷载要求和结构强度的铺装结构。根据铺装结构下层是否设置排水盲管，分为半透水铺装和全透水铺装。

### 2.2.8 植草沟 grass swale

用来收集、输送和净化雨水的表面覆盖植被的明渠，可用于衔接其他海绵城

市单项设施、城市雨水管渠和超标雨水径流排放系统。主要类型式有转输型植草沟、渗透型的干式植草沟和经常有水的湿式植草沟。

#### 2.2.9 生物滞留设施 bioretention system, bioretention cell

通过植物、土壤和微生物系统滞留、渗滤、净化径流雨水的设施。

#### 2.2.10 植被缓冲带 grass buffer

指坡度较缓的植被区，经植被拦截和土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的污染物。

#### 2.2.11 渗透管渠 infiltration trench

具有渗透和转输功能的雨水管或渠。

#### 2.2.12 浅层调蓄池 shallow stormwater storage tank

采用人工材料在绿地或广场下部浅层空间设置的雨水调蓄设施，可为矩形镂空箱体、半管式、管式等多种结构。

#### 2.2.13 路面边缘排水系统 pavement edge drainage system

沿路面结构外侧边缘设置的排水系统。通常由透水性填料集水沟、纵向排水管、过滤织物等组成的。

#### 2.2.14 流量径流系数 discharge runoff coefficient

形成高峰流量的历时内产生的径流量与降雨量之比。

#### 2.2.15 雨量径流系数 volumetric runoff coefficient

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

#### 2.2.16 生态护岸 ecological slope protection

包括生态挡墙和生态护坡，指采用生态材料修建，能在防止河岸坍塌之外，还具备使河水与土壤相互渗透，增强河道自净能力，有一定自然景观效果的河道护坡形式。

### 3 海绵城市规划设计目标

#### 3.1 一般规定

3.1.1 海绵城市建设规划控制目标应包括年径流总量控制目标、年径流污染控制目标、排水防涝标准和雨水资源利用率等。

3.1.2 海绵城市建设规划应统筹发挥自然生态功能和人工干预功能，以源头减量为重点，结合过程控制和末端治理，形成完善的雨水综合管理体系。

3.1.3 海绵城市建设规划控制目标的选择应以地区排水防涝、水污染防治和水环境改善为主要目标，逐步推进雨水资源利用，促进城市资源的综合利用。

3.1.4 年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系应按表 3.1.4 执行。

表 3.1.4 清远市中心城区年径流总量控制率与设计降雨量的关系

年径流总量控制率 (%)	55	60	65	70	75	80	85	90
设计降雨量 (mm)	17.4	19.8	23.6	27.2	32.1	38.3	46.7	59.5

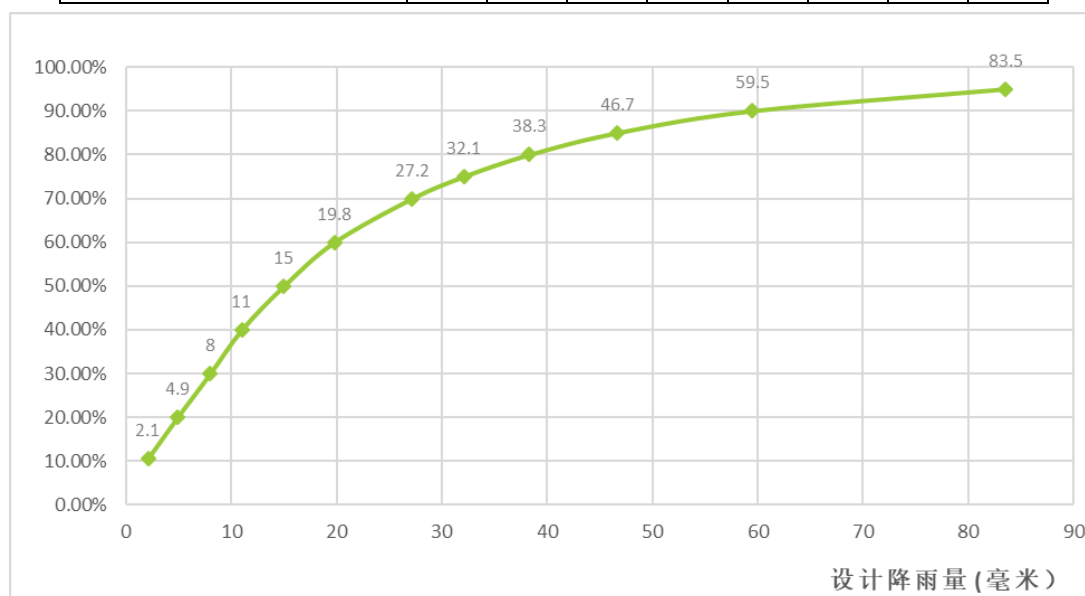


图 3.1.4 清远市中心城区年径流总量控制率与设计降雨量的关系

3.1.5 低影响开发的各类技术措施应与城市雨水管渠系统合理衔接，不应降低城市雨水管渠系统的设计标准。



### 3.2 年径流总量控制目标

3.2.1 年径流总量控制目标,应综合考虑当地水资源情况、降雨规律、开发强度、海绵设施利用效率和经济发展水平等因素后确定,对某个区域或建设项目的开发,应结合该区域建筑密度、绿地率和土地利用布局等因素确定。

3.2.2 各区域的年径流总量控制目标,应综合考虑区域海绵城市相关规划和现状、开发强度与建设阶段等因素确定,取值范围为 48.34%~87.73%。

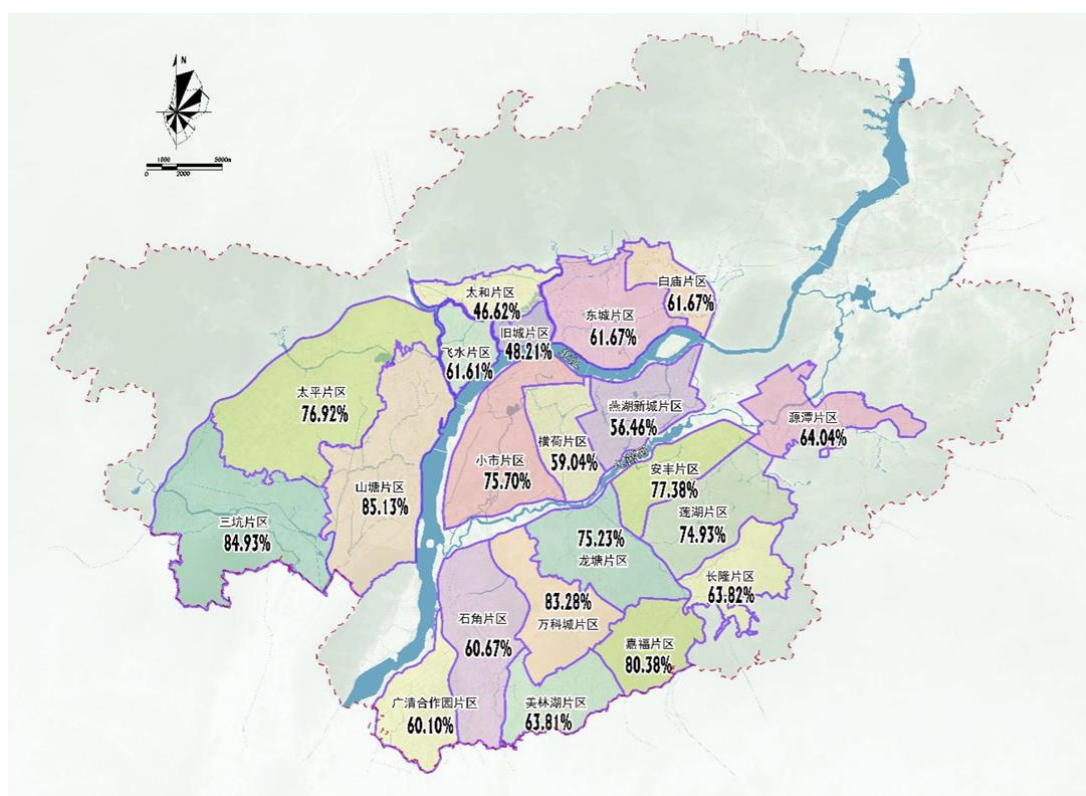


图 3.2.2 清远市中心城区年径流总量控制率分区图

表 3.2.2 各片区年径流总量控制率一览表

序号	管控分区	分区面积 (ha)	年径流总量控制率 (%)
1	旧城片区	836.39	48.34
2	东城片区	4491.15	67.96
3	白庙片区	1878.67	80.15
4	太和片区	2003.78	50.04
5	飞水片区	4596.80	63.81
6	太平片区	9476.69	80.93
7	三坑片区	8440.51	87.73
8	山塘片区	8008.44	87.47

序号	管控分区	分区面积 (ha)	年径流总量控制率 (%)
9	燕湖新城片区	3411.63	65.90
10	横荷片区	2740.50	60.12
11	小市片区	5340.30	79.60
12	安丰片区	2756.47	78.18
13	龙塘片区	4473.93	78.45
14	莲湖片区	4596.30	80.21
15	长隆片区	2714.38	74.09
16	源潭片区	3439.50	65.92
17	石角片区	5395.69	67.32
18	美林湖片区	2999.07	72.06
19	万科片区	3917.98	84.81
20	嘉福片区	2830.69	82.37
21	广清合作园片区	3413.71	67.09
合计		87763.08	75.00

3.2.3 年径流总量控制率按照中心城区、分区和控规单元分为三级规划控制指标。指标取值应在城市总体规划（中心城区指标）、区域总体规划（分区指标）、控制性详细规划（控规单元指标）层面的海绵城市建设规划中予以确定，下一级指标的加权平均应满足上一级指标的要求。

3.2.4 控规单元指标应按照主要用地大类进行指标分解，使径流总量控制要求落实到地块，形成地块指标，并通过专项规划图则、控规附加图则、规划文本等多种形式纳入规划成果体系。

3.2.5 各类项目年径流总量控制率取值可按表 3.2.5 取值。

表 3.2.5 不同类型建设项目（新建）年径流总量控制率

项目类型	用地类型	年径流总量控制率 (%)
居住类	R1、R2	75
	R3	75
公建类	A	80
商业类	B	70
工业类	M、W	60
道路与广场	S1、S2、S3	70
	S4、G3	80
公园类	G1、G2	90

注：既有项目可参照降低 10%执行。

### 3.3 年径流污染控制目标

3.3.1 年径流污染控制率应结合区域(项目)内建设情况、用地性质、水环境质量要求、径流污染特征等合理确定。城市建成区年径流污染控制率规划目标应不低于 45%。

3.3.2 年径流污染控制率以悬浮物(SS)的控制率计，各类低影响开发设施对于径流污染物的控制率应以实测数据为准，缺乏资料时，可按表 3.3.2 取值。

表 3.3.2 低影响开发设施径流污染控制率

单项设施	径流污染控制率 (以 SS 计, %)	单项设施	径流污染控制率 (以 SS 计, %)
透水砖铺装	80-90	蓄水池	80-90
透水水泥混凝土	80-90	雨水罐	80-90
透水沥青混凝土	80-90	转输型植草沟	35-90
绿色屋顶	70-80	干式植草沟	35-90
下沉式绿地	——	湿式植草沟	——
简易型生物滞留设施	——	渗管/渠	35-70
复杂型生物滞留设施	70-95	植被缓冲带	50-75
湿塘	50-80	初期雨水弃流设施	40-60

注：SS 去除率数据来自美国流域保护中心(Center For Watershed Protection, CWP)的研究数据。

### 3.4 排水防涝标准

3.4.1 清远市中心城区排水防涝体系的构建,要实现以下三个层次的目标,发生城市雨水管网设计标准内的降雨时,地面没有明显积水;发生城市内涝防治标准以内的降雨时,城市不出现内涝灾害;发生超过城市内涝防治标准的降雨时,城市超标行泄系统和应急救援系统基本运转正常,不造成重大财产损失和人员伤亡。

- 1) 中心城区发生重现期 3 年一遇以上的暴雨时,降雨能通过雨水排放系统快捷排放,地面不产生积水现象。
- 2) 重点城区道路、广场、行政中心、车站、仓储区在 5 年一遇暴雨时,能通过雨水排放系统快捷排放,不产生积水现象。
- 3) 城区发生 30 年一遇的暴雨时,应能够保证居民住宅和工商业建筑

物的底层不进水，道路中至少有一条车道的积水深度不超过150mm。

- 4) 城区发生超过30年一遇的暴雨时，应能保持运转基本正常，不得造成重大财产损失和人员伤亡。
- 5) 清远市中心城区至规划期末应初步实现分流制的排水体制，污水收集率应达到95%以上，保证城市生活污水和生产废水得到有效处理，不排放至城区的河道沟渠内。
- 6) 规划城区内的河道得到整治，水环境污染现状得到根本改善，清远市中心城区建设成为环境优美的山水旅游城市。

3.4.2 根据清远市中心城区的实际情况和《室外排水设计规范》(GB50014)，清远市中心城区的内涝防治标准如下：

- 1) 清远市中心城区的内涝防治设计重现期取为30年。
- 2) 城市出入口、重要的立交、交通节点、城市的主要干道积水深度超过0.1米、积水时间超过1小时，积水范围超过50米。
- 3) 城市一般道路积水深度超过0.15米、积水时间超过2小时，积水范围超过100米。
- 4) 居民住宅和工商业建筑底层不进水。

### 3.5 雨水资源利用目标

3.5.1 建设项目的雨水收集回用规模应根据项目的雨水用途、用量、收集范围、水质状况等进行优化设计，确定最优的雨水收集回用规模，按国家和地方相关规范标准，结合《清远市中心城区水利十三五规划》相关要求，最终确定清远市中心城区年雨水利用总量替代自来水比例不低于3%。

## 4 海绵城市规划指引

### 4.1 基本要求

4.1.1 海绵城市规划应包含规划编制和规划实施两个部分。在规划编制方面，海绵城市相关规划应与城市既有的规划编制体系相衔接；在规划实施方面，应通过相关管控手段有效推进海绵城市建设。

4.1.2 海绵城市建设的理念、规划要求和相关措施应贯穿于城市总体规划、专项规划、控制性详细规划和修建性详细规划的全过程。

4.1.3 在编制城市总体规划、控制性详细规划和专项规划等各类城市规划时，应安排专门的海绵城市建设相关研究和规划内容，并应在项目实施层面编制修建性详细规划或海绵城市规划设计，规划管理部门应编制海绵城市专项规划。具体内容要求应满足《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》的规定。

4.1.4 海绵城市规划的技术方法应包括空间布局引导和相关指标、要素控制两类。其中空间布局规划引导可通过对城市功能区、用地布局、城市高程等方面合理规划，贯彻海绵城市建设指导思想和基本原则；相关指标、要素控制可通过对各类用地占比、建设用地开发强度、年径流总量控制率和年径流污染控制率等指标以及蓝线、绿线等的控制，在城市建设管理中落实海绵城市建设要求。海绵城市相关控制指标应通过不同层级的规划逐级落实。

4.1.5 规划管理部门应将海绵城市规划确定的海绵城市建设指标作为规划设计条件或管控制度，作为颁发“建设项目选址意见书”、“建设用地规划许可证”、“建设工程规划许可证”的依据。

### 4.2 总体规划层面

4.2.1 城市总体规划应编制海绵城市的相关专题，从宏观上指导全市的海绵城市建设，与总体规划中的其他规划内容进行配合，协调水系、绿地、排水防涝和道路交通等专项与海绵城市的关系，落实海绵城市建设目标。具体包括以下内容：

- 1) 明确提出城市的开发建设应按照海绵城市理念进行雨水综合管理；

- 2) 确定海绵城市总体目标及分区目标;
- 3) 结合城市特征, 提出海绵城市建设的总体原则与总体策略;
- 4) 结合城市用地规划, 划分海绵城市重点区域(一般为城市新建地区及城市更新地区)。

4.2.2 海绵城市专项规划应深化和细化城市总体规划确定的海绵城市各项目标和控制指标, 明确海绵城市建设的具体步骤, 指导各项建设的规划管理和项目推进。具体内容应满足《海绵城市专项规划编制暂行规定》的要求。

### 4.3 控制性详细规划层面

4.3.1 控制性详细规划层面的海绵城市建设规划应落实城市总体规划和相关专项规划等上层规划中提出的海绵城市建设目标和要求, 明确海绵城市建设的重点方向和重点区域, 指导海绵城市建设的规划管理和项目推进。

4.3.2 控制性详细规划层面的海绵城市建设规划, 应符合下列规定:

- 1) 开展海绵城市建设影响因素分析, 包括区域水文地质、防洪排涝体系、容积率、绿地率和功能区划等。
- 2) 分解和细化城市总体规划及相关专项规划等上层级规划中提出的海绵城市控制目标及要求, 结合建筑密度、绿地率等约束性控制指标, 提出各地块的单位面积控制容积、下沉式绿地率及其下沉深度、透水铺装率、绿色屋顶率等控制指标, 纳入地块规划设计要点, 并作为土地开发建设的规划设计条件。
- 3) 明确各类规划用地中的海绵城市建设要求和主要措施, 合理布局规划范围内公共性质的低影响开发设施。
- 4) 编制海绵城市规划图则, 将各地块的海绵城市建设目标或指标、要求等纳入图则中。

4.3.3 控制性详细规划层面的海绵城市建设规划中应提出的指标包括控制性指标和引导性指标。

4.3.3.1 控制性指标:在城市总体规划和相关专项规划等上层规划中提出的海绵城市建设目标与要求的指导下,根据城市用地分类(居住用地 R、商业服务业用地 B、公共设施用地 A、工业用地 M、物流仓储用地 W、道路交通用地 S、绿地广场用地 G、河湖水系 E1 等)的比例和特点进行分类分解,并进一步分解细化到各个地块,明确各地块雨量控制能力。

4.3.3.2 引导性指标:根据各类用地特点和各地块控制性指标要求,可进一步设置地块海绵城市引导性指标。引导性指标主要用于指导雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”等海绵城市相关设施的落实,如下沉式绿地占比、渗透设施渗透量、绿色屋顶率、调蓄容积、雨水资源利用率等。

4.3.4 控制性详细规划层面的海绵城市建设规划中应针对各地块提出海绵城市相关设施的配置引导。配置引导的编制应基于对地块的规划用地类型、容积率、整体功能布局要求及周边情况、水文地质等特点分析,应遵循节约资源、保护环境、因地制宜、经济适用的规划原则。

4.3.5 控制性详细规划层面的海绵城市建设规划应通过蓝线、绿线等规划控制线的划示,明确河湖水域与道路绿化隔离带的范围,保证河湖水面率、绿地率等城市总体规划、区域总体规划的海绵城市控制指标得到落实。

## 4.4 项目实施方案层面

4.4.1 针对有特定需求开展修建性详细规划或城市设计的一个或多个地块,应开展海绵城市设施选型、布局规划和初步设计方案的编制工作。

4.4.2 应以落实控制性详细规划层面海绵城市相关控制指标为基本目的,系统性地对地块的海绵城市建设进行统筹安排。

4.4.3 项目实施方案层面的海绵城市建设规划设计,应符合下列规定:

- 1) 以上位规划中的海绵城市相关控制指标为基础,综合分析规划范围的规划下垫面特性、市政雨水系统情况、发展定位、建筑控制要

求、景观要求等情况，提出规划范围内海绵城市建设的主要目标（水量、水质、景观、生态等方面）和实现目标的主要措施（渗、滞、蓄、净、用、排等类型），并分析得出海绵城市建设中可能存在的矛盾和潜在问题。

- 2) 在明确建设目标和措施类型的基础上，参考控规的引导性指标和配置引导，结合对各类海绵城市工程设施的特点分析，完成设施的初步选型。
- 3) 制定设施布局方案并开展设施参数设计，完成海绵城市规划设计情景方案。
- 4) 通过相关的降雨径流模型、决策支持系统等工具，对规划情景方案的径流控制效果进行验证与评价。
- 5) 综合考虑设施效果、运行性能、建设与运营维护成本、生态景观效益等因素，基于模型类软件系统或其他数学方法，优化初始规划情景，形成集科学性、可行性、经济性为一体的海绵城市规划设计方案。



## 5 海绵城市设计指引

### 5.1 基本要求

5.1.1 海绵城市的设计目标应满足控制性详细规划及修建性详细规划(建筑总图)提出的控制目标与指标要求。

5.1.2 海绵城市的设计,应从系统研究出发,统筹考虑城市建设与城市水安全、水环境、水资源、水生态的关系进行总体设计,科学指导建筑与小区、道路、绿地与广场及城市水系的海绵设计,避免海绵城市的碎片化建设。

5.1.3 符合规划设计标准与准则适用范围的建设项目在方案设计、施工图设计等工程设计阶段应开展的低影响开发设施的分项设计。

5.1.4 结合清远市丘陵、平原、河网区等不同区域的控制目标、自然地理条件、水系特征、土地利用条件等综合因素及技术经济分析,按照因地制宜和经济高效的原则确定建设项目的、布局方案和选择措施。

5.1.5 河网区域首先应对河网进行保护以保证水面率,利用竖向地势和高程,合理设计地表导流措施。

5.1.6 在项目设计阶段,应采取源头控制非工程技术指导场地用地规划、布局及竖向设计,减少直接与雨水口相连的不透水面积,增加雨水下渗量。非工程技术包括保护场地内原有自然下垫面和排水通道、不透水面积最小化和采用断接技术、合理规划绿色生态设施等透水区域。

5.1.7 城市或区域内涝防治系统应综合考虑源头控制、传统排水管渠及超标雨水排放通道系统的排水能力,进行科学的系统规划和组合应用,优先采用源头控制系统控制雨水径流。

5.1.8 针对新建区域,应结合内涝防治和水环境治理,构建以城市沟渠、雨水排水管渠和河渠系统组成的新型城市雨水排水系统。

5.1.9 应在保证实现设计的雨水控制利用的目标的同时,充分发挥设施与周围景观相结合,形成整体一致的景观效果。

5.1.10 海绵城市建设项目的设计应与相关的园林、景观、建筑、给排水、道路和经济等多专业相互协调，采取最佳的雨水源头控制方案。

5.1.11 在满足总体控制率目标的要求下，因地制宜地规划和选择低影响开发措施，减小因场地开发造成的不利影响，充分发挥低影响开发措施在控制雨水径流总量、径流污染方面的作用。

5.1.12 实施海绵城市措施的场地应获得详细的初始勘察资料，包括土壤组成、土地利用情况、汇水区域等高线、土壤水平及垂直渗透系数、地下水位及岩石条件、场地现有排水出口特征、历史洪涝灾害记录等。

5.1.13 建设项目分类低影响开发雨水综合系统设施设计要点按不同用地性质分类制定，应按设计要点进行深化设计。用地分类遵循《清远市城市规划管理技术规定》中的规定。

5.1.14 垃圾填埋场、危险废物和化学品的储存和处置地点、污染严重的重工业场地等区域，为避免径流污染地下水，严禁采用具有渗透功能的设施。

## 5.2 设计流程及内容

### 5.2.1 设计流程

5.2.1.1 新建、改扩建项目在设计阶段应首先对用地布局和竖向进行优化设计。应根据场地地形进行子汇水区划分，根据上位规划确定的设计标准对应的控制降雨量、用地规划计算或水文模型模拟确定源头控制的设计容积后，通过技术可行性分析考虑限制因素，依次优先选择单项或组合的源头滞蓄、中途转输及末端调蓄措施，确定雨水设施总体布局方案，最后进行工程量及投资估算。设计的基本要求如下：

- 1) 在设计过程中，首先根据年径流总量控制率目标明确设定径流减排体积的设计目标，其次要对设计方案的合理性进行评价，合理选择源头措施，若存在场地内未能控制的径流体积可以考虑利用场地外围的空间减排措施进行雨水控制。
- 2) 分析场地采用低影响开发设施的适宜条件，并且文字记录具体的场地限制条件，以便根据各项措施的限制条件和设计参数合理选择措

施。

- 3) 原则上采用任意合适的低影响开发设施或其组合，通过可行的技术最大程度上实现设计目标即可。
- 4) 低影响开发设施应与市政排水设施和城市空间景观相衔接。
- 5) 完成设计之前要进行成本估算，以控制项目的实际成本，优先采用下沉式绿地、透水铺装、生物滞留等成本较低的措施，其次考虑绿色屋顶等成本高的措施。

## 5.2.2 低影响开发设施的分项设计内容

5.2.2.1 低影响开发设施的分项设计按以下五个部分编制：

- 1) 项目分析
- 2) 低影响开发规模确定
- 3) 工程性设施设计
- 4) 工程量及投资概算
- 5) 施工及维护说明

5.2.2.2 项目分析宜明确下列内容

- 1) 项目情况介绍
- 2) 场地评估：主要是评估场地的水文条件、土壤、地下水位等自然特性及设计条件
- 3) 采取的非工程技术措施
- 4) 海绵城市上位规划的相关内容
- 5) 用地布局和竖向优化分析
- 6) 根据场地地形进行子汇水区划分

## 5.2.3 低影响开发规模确定宜明确下列内容

5.2.3.1 年径流总量控制率目标

- 1) 按照维持和修复开发前水文条件目标，根据上位规划和现状条件确定年径流总量控制率目标及对应的设计降雨量，从而确定设计容积。
- 2) 年径流污染去除率
- 3) 雨水收集回用量
- 4) 综合雨量径流系数
- 5) 并复核建设项目低影响开发规划目标的可达性。

#### 5.2.4 工程性设施设计宜明确下列内容

- 1) 工程性海绵城市设施的整体布局方案：根据用地性质、地形、汇水分区、室外排水，结合场地内的建筑、道路、绿地和水系的布局确定。
- 2) 选择适用的设施
- 3) 设施的水质要求及预处理设施
- 4) 设施采用在线或离线型设计
- 5) 设施的组合优化设计
- 6) 设施的尺寸设计
- 7) 设施的构造设计
- 8) 设施的材料要求
- 9) 设施的验收及维护要求
- 10) 设施对景观等其他专业的要求

#### 5.2.5 工程量及投资概算

- 1) 总工程量及分项工程量
- 2) 投资概算和运行成本
- 3) 预期效益

## 5.2.6 施工及维护说明宜明确下列内容

- 1) 施工方案实施建议
- 2) 后期维护要求

## 5.3 建筑与小区

### 5.3.1 主要适用范围

用地类型为 R1、R2 类的住宅小区，A1、A2、A3、A4、B1、B2、B3、B4、U1、U21、U3、U9、M、W1、W2 类公共管理、服务设施、商业服务类等建设项目的低影响开发配套设施，宜采用绿色屋顶、生物滞留、雨水花园、生态树池、植草沟、透水铺装、下凹式绿地、雨水收集桶/池、雨水调蓄池等。

### 5.3.2 一般规定

5.2.3.2 建筑与小区海绵城市建设的目标应以内涝防治、面源污染控制为主，有条件的小区可兼顾雨水收集利用。

5.2.3.3 建筑与小区海绵性设计应在总体设计的指导下，结合对区域内的内涝风险分析和面源污染分析，合理设计绿色基础设施和灰色基础设施，提出内涝防治措施和面源污染控制措施，位于合流制区域的改建建筑与小区还应提出截污措施。

5.2.3.4 建筑与小区海绵性设计内容涉及场地设计、建筑设计、小区道路设计、小区绿地设计和海绵城市排水系统专项设计。

5.2.3.5 建筑与小区的海绵城市雨水排水设计应包括方案设计、初步设计及施工图设计三个阶段，根据用地红线范围的现状下垫面解析和建筑方案，确定海绵设施规模和技术组合。

- 1) 方案设计阶段应进行内涝风险分析和面源污染分析，结合海绵城市建设目标，提出内涝防治措施和面源污染控制措施，并进行海绵设施平面布置，确定设施规模。
- 2) 初步设计阶段应编制海绵城市建设专项设计说明，排水设计应包括源头雨水控制系统、排水管道系统、超标雨水排放系统的设计内

容，详细设施平面布置及规模。

- 3) 施工图设计阶段应在初步设计的基础上，详细海绵设施的具体设计，明确各项海绵设施编号、面积、对应的服务汇水区面积、汇流路径及具体做法，落实在施工图设计文件中。
- 4) 老旧小区海绵城市改造应充分结合现状，因地制宜地设置海绵设施，通过源头、中途、末端相结合的系统方案实现海绵城市建设目标。

### 5.3.3 设计流程

5.3.3.1 建筑与小区的海绵性设计，应符合下列规定：

- 1) 整体分析：对本地块和周边地块的地形、地貌、地势、标高、土质、绿化情况、水体情况等进行整体解析。
- 2) 内涝风险和面源污染负荷评估：利用计算或模型工具对区域内的内涝风险和面源污染负荷进行评估，提出内涝防治措施和面源污染防治措施，辅助决策后续的海绵措施选择与布局。
- 3) 技术选择：结合海绵城市建设目标、引导性指标及建筑与小区的总平面布局、场地竖向等，因地制宜选用适合的海绵城市建设技术措施，并确定建设内容和规模。
- 4) 方案设计：结合建筑与小区整体设计要求，对海绵设施进行设计，对重大工程应开展多方案比选，优选技术先进、经济可靠的技术措施，确定设计方案。
- 5) 初步设计：根据小区总平面规划、建筑方案和海绵城市建设措施的内容和规模，复核海绵城市建设技术指标和要求、并对其进行优化。明确海绵设施的规模、平面布局、竖向、构造，及与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统的衔接关系，落实内涝防治措施和控源截污措施。明确工程量，并进行工程概算。
- 6) 施工图设计：根据批准的初步设计进行施工图设计，施工图设计文件应能满足施工、安装、加工及编制施工图预算的要求，并据以进

行工程验收。施工图设计文件通常包括海绵设施平面布置图、场地及海绵设施竖向设计图、海绵设施大样图等。

- 7) 施工图审查及备案：由有关部门进行审批，按照审批要求进行调整和完善，并备案。

#### 5.3.4 分项设计要点

5.3.4.1 针对不同区域的地下水位、地质条件、土壤渗透系数等差异,应进行建筑与小区 LID 设施的适应性研究。

- 1) 平原地区地下水位高、土壤渗透系数小，主要利用 LID 设施的滞、蓄、净功能，透水铺装、下凹式绿地（植草沟）、生态滞留设施应设置排水层，排水层设置盲管与雨水排水管渠系统衔接。
- 2) 丘陵地区地下水位相对较低，应充分利用 LID 的渗、滞、蓄、净功能，透水铺装、下凹式绿地（植草沟）、生态滞留设施底部不全设防渗膜，加强雨水入渗和水源涵养。土壤渗透系数低的区域，下凹式绿地底部土壤应进行换填，换填土壤需保证积蓄的雨水在 24~48h 内完全渗透。

5.3.4.2 大面积屋面雨水径流，如不收集利用，应采取雨落管断接的方式引入建筑周围绿地入渗。

5.3.4.3 建筑与小区内的绿地宜建设下凹式绿地入渗和滞留雨水，起到减少雨水外排量和延缓峰值的作用。

5.3.4.4 建筑与小区内的透水铺装宜采用具有蓄水功能的构造透水铺装，其中生态停车场可采用植草砖式构造透水铺装。

5.3.4.5 在绿地适宜位置可增建植草沟、洼地、渗透池（塘）等雨水滞留、渗透设施。

5.3.4.6 透水铺装、下凹式绿地（植草沟）、生态滞留设施下如设有地下车库，地下室顶板上绿地宜有 800mm 以上的覆土，且地下车库上方设有排水板，覆土小于 1m 可减少 LID 设施的盲管设置。

5.3.4.7 小区内非机动车道路、人行道、游步道、广场、露天停车场、庭院宜采用透水铺装地面。非机动车道路可选用透水沥青路面、透水性混凝土、透水砖等；人行道、游步道可选用透水砖、碎石路面、汀步等；露天停车场可选用草格、透水砖等；广场、庭院可选用透水砖等。

5.3.4.8 建筑与小区场地内非机动车道路超渗的雨水应集中引入周边的下凹式绿地中入渗，人行道、广场、露天停车场、庭院应尽量坡向绿地。

5.3.4.9 雨水口宜设于绿化带内，雨水口高程宜高于绿地而低于周围硬化地面，超渗雨水排入市政管网，雨水口宜采用环保型，雨水口内宜设截污挂篮。

5.3.4.10 场地内设计有景观水体的建筑与小区，其景观水体应兼有雨水调蓄功能，并设溢水口，超过设计标准的雨水排入市政管网中。景观水体中宜与湿地结合，成为具有雨水净化功能的设施。

5.3.4.11 优化排水设计，合理设计超渗系统，并按现行规范标准设计室外排水管网。

## **5.4 绿地和广场**

### **5.4.1 主要适用范围**

用地类型为 G1、G3 类的公园绿地、广场等建设项目的低影响开发配套设施公园和广场等，宜采用调蓄设施、收集回用设施、入渗设施、植草沟、雨水湿地、生态树池、透水铺装技术。

### **5.4.2 一般规定**

5.4.2.1 绿地海绵城市建设的目标以内涝防治、面源污染控制、收集利用为主，并应尽可能收集处理周边硬化表面的径流。

5.4.2.2 统筹考虑绿地周边区域内涝防治需求，绿地周边汇水面（如广场、停车场、建筑与小区等）的雨水径流应通过合理竖向设计引入集中绿地。



5.4.2.3 城市绿地中雨水湿塘、雨水湿地等大型海绵设施应在进水口设置有效的防冲刷、预处理设施。并应建设警示标识和预警系统，保证暴雨期间人员的安全撤离，避免事故的发生。

5.4.2.4 将雨水处理设施与景观设计相结合，合理确定下凹式绿地、雨水花园的布局与比例。

5.4.2.5 城市绿地内海绵设施应建设有效的溢流排放系统，溢流排放系统可考虑与城市雨水管渠系统或超标雨水径流排放系统相衔接。

5.4.2.6 构建多功能调蓄水体，在满足景观要求的同时，对雨水水质和径流量进行控制，并对雨水资源进行合理利用。

### 5.4.3 设计流程

5.4.3.1 整体分析:分析建设区域绿地、水面、广场等用地类型和比例,场地的降雨特征、土壤蓄水特征、植物群落特征、径流量、污染物含量等,确定场地的径流流向和分区汇水面积等,估算现状绿地海绵体蓄水能力,确定设计方向,制定绿地目标比例,水面目标比例等。

5.4.3.2 根据现有建设区域的比例、汇水区面积、不透水铺装比例等,计算建设区域的年径流总量控制率和年径流污染去除率,确定与目标年径流总量控制率和年径流污染去除率的差距。

5.4.3.3 技术选择:选择相应的海绵城市建设技术措施,确定技术措施的数量和规模。核算下凹式绿地率、污染物削减率、透水铺装率等。

5.4.3.4 方案设计:根据确定的技术措施和计算的设施量,进行总体设计和设施布置,形成设计方案。

5.4.3.5 初步设计:复核海绵城市建设技术指标和要求、并对其进行优化。明确海绵设施的规模、平面布局、竖向、构造,及与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统的衔接关系。明确工程量,并进行工程概算。

5.4.3.6 施工图设计：根据批准的初步设计进行施工图设计，施工图设计文件应能满足施工、安装、加工及编制施工图预算的要求，并据以进行工程验收。施工图设计文件通常包括海绵设施平面布置图、场地及海绵设施竖向设计图、海绵设施大样图等。

5.4.3.7 施工图审查及备案：由有关部门进行审批，按照审批要求进行调整和完善，并备案。

#### 5.4.4 分项设计要点

5.4.4.1 广场的海绵性设计应合理控制场地内不透水下垫面比例，优化硬化下垫面与绿地空间布局，以绿地分隔大面积硬化下垫面，建筑、广场、道路周边宜布置可消纳径流雨水的绿地，不透水下垫面的径流应快速引导进入可渗蓄的地表。

5.4.4.2 公园绿地、街道绿地设计应首先满足自身的生态功能、景观功能和游憩功能，公园绿地海绵城市建设雨水系统设计应符合《公园设计规范》（CJJ48）的相关规定，并应达到年径流总量控制率、年径流污染去除率等海绵城市建设指标的要求。

5.4.4.3 雨水利用应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。土壤入渗率低的公园绿地应以储存、回用设施为主；公园绿地内景观水体可作为雨水调蓄设施，并与景观设计相结合。绿地中适宜的位置可建雨水收集回用设施，可建于地下保证安全和节约用地，雨水经过适当处理后可用于浇洒和灌溉。

5.4.4.4 海绵设施内植物应根据设施水分条件、径流雨水水质进行选择，宜选用耐涝、耐污染能力强的本土植物。

5.4.4.5 结合公园和广场的排水方案，公园、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、调节等海绵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。

5.4.4.6 绿地中的道路和硬化铺装周围应设置雨水花园、植草沟、生态树池、下凹式绿地等设施，消纳雨水径流，其场地规划设计，应符合下列规定：

- 1) 绿地的地形设计应保证硬化铺装的汇水区标高高于下凹式绿地，雨水径流通过地表坡度汇集到过滤设施或转输设施中，然后进入下凹式绿地。绿地中可建植草沟转输和净化雨水，以及雨水滞留和渗透设施。
- 2) 绿地高程应尽量低于周围硬化地面，设置导流设施，以确保径流雨水流入绿地。若绿地道路的边缘与绿地平齐，且雨水污染物含量较低，雨水径流可以分散式进入下凹式绿地；若道路比周围绿地高，则可在汇水区周围的道路侧石上设置宽度为 20cm~30cm 的排水口，地表径流可通过排水口汇入过滤设施或转输设施中，进而流入下凹式绿地。
- 3) 雨水溢流口可设置在下凹式绿地中，也可设置在绿地与硬化铺装的交界处。雨水溢流口的设计高程应高于下凹式绿地的设计高程且低于地表的高程，保证超过下凹式绿地设计蓄水上限的雨水及时通过溢流口排入雨水管渠系统。蓄排水设施底部与当地的地下水季节性高水位的距离应大于 1m，以保证雨水正常入渗。

5.4.4.7 绿地、广场内的透水铺装宜采用具有蓄水功能的构造透水铺装，其中生态停车场可采用植草砖式构造透水铺装，蓄存的雨水可结合雨水回用设施设计进行回用。

5.4.4.8 广场总体布局应根据场地排水大竖向进行地表竖向设计，使硬质铺装雨水汇入绿地内渗透、净化和储存。

5.4.4.9 应在广场绿地内开展微地形设计，设置植草沟、下凹式绿地和雨水花园等小型分散设施，形成流畅、自然的雨水排水路径。

5.4.4.10 山体截洪沟：充分利用山坡地形设计集水设施，可依山设计成梯田形式，分段消能，滞蓄雨水，收集利用或涵养山林。

5.4.4.11 公园或广场内部的非机动车道、人行道、林荫小道、广场、露天停车场、庭院宜采用透水铺装。承重要求高的广场可采取硬质铺装和透水铺装相间布置。

5.4.4.12 广场硬质下垫面的雨水可收集回用，经适当处理可用于道路、广场浇洒和绿地灌溉。

5.4.4.13 露天停车场应采用透水铺装地面，周围应采用下凹式绿地，如生物滞留带、植草沟、雨水花园等具有径流污染控制功能的设施，停车场超渗产流的径流雨水应引入周围绿地进行净化、渗透和排放。

## 5.5 城市道路

### 5.5.1 主要适用范围

用地类型为 S1、S2、S3、S4、S9 类的市政道路、停车场等建设项目的低影响开发配套设施。城市道路径流雨水应通过有组织的汇流和转输，经截污等预处理后排入道路红线内、外绿地内，并通过设置在绿地内的雨水渗透、储存、调节等海绵设施进行处理。海绵设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行等，结合道路绿化带和道路红线外绿地可优先设计下凹式绿地、生物滞留设施、透水铺装、植草沟、生态树池、人工湿地等。

### 5.5.2 一般规定

5.5.2.1 道路海绵城市建设的目标以内涝防治、面源污染控制为主，雨水调节和收集利用为辅。

5.5.2.2 道路的海绵城市建设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设计，合理确定海绵设施。

5.5.2.3 针对城区内已建下穿式立交桥、低洼地等严重积水点进行改造时，应充分利用周边现有绿化空间，建设分散式调蓄设施，防止汇入低洼区域的“客水”。

5.5.2.4 人行道、专用非机动车道和轻型荷载道路，宜采用透水铺装；高架道路、景观车行道路宜采用透水沥青铺装，并设置边缘排水系统，接入雨水管渠系统。

5.5.2.5 行道树种植可选择穴状或带状种植,应采用透水基质材料。有条件的地区,行道树种植可与植草沟相结合,提升人行道对雨水的蓄渗和消纳能力。

5.5.2.6 城市道路海绵设施应采取相应的防渗措施,防止径流雨水下渗对车行道路面和路基的强度和稳定性造成损坏,并满足《城镇道路路面设计规范》(CJJ169)、《城市道路路基设计规范》(CJJ194)的相关规定。道路结构中设置的封层相关技术要求应符合《城镇道路路面设计规范》(CJJ 169)、《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1)与《路面稀浆罩面技术规程》(CJJ/T 66)的相关规定。

5.5.2.7 城市道路的海绵设施应建设有效的溢流排放设施并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

### 5.5.3 设计流程

5.5.3.1 整体分析:勘察建设区域现场,分析道路的交通需求、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、汇水区面积等。对接上位规划,明确该区域海绵城市控制目标。

5.5.3.2 确定道路断面和竖向设计:根据道路通行能力需求及红线宽度、红线外用地条件等因素,计算车行道宽度、非机动车道宽度、人行道宽度、绿化带宽度,初步确定道路断面及竖向。

5.5.3.3 内涝风险和面源污染负荷评估:利用计算或模型工具对区域内的内涝风险和面源污染负荷进行评估,提出内涝防治要求和面源污染控制要求,辅助决策后续的海绵措施选择与布局及道路的断面及竖向的确定。

5.5.3.4 优化道路断面布置与竖向设计:结合内涝防治要求和面源污染控制要求,优化道路断面布置和竖向设计。

5.5.3.5 技术选择:根据优化的道路断面和竖向,因地制宜地选择海绵措施,并确定规模。

5.5.3.6 方案设计:依据选择的海绵城市建设技术措施,进行道路的平面与竖向布置,提出总体设计方案。

5.5.3.7 初步设计：复核海绵城市建设技术指标和要求、并对其进行优化。明确海绵设施的规模、平面布局、竖向、构造，及与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统的衔接关系，落实内涝防治措施和控源截污措施。明确工程量，并进行工程概算。

5.5.3.8 施工图设计：根据批准的初步设计进行施工图设计，施工图设计文件应能满足施工、安装、加工及编制施工图预算的要求，并据以进行工程验收。施工图设计文件通常包括海绵设施平面布置图、场地及海绵设施竖向设计图、海绵设施大样图等。

5.5.3.9 施工图审查及备案：由有关部门进行审批，按照审批要求进行调整和完善，并备案。

#### 5.5.4 分项设计要点

5.5.4.1 人行道的海绵性设计，应符合下列规定：

- 1) 人行道设置的树池，宜采用生态树池，人行道可采用透水铺装，应将独立的树池连接形成一个连续的海绵体。
- 2) 人行道与非机动车道间可设置下沉式绿化带，通过路缘石开孔，使两侧雨水汇集到绿化带中；人行道宜采用透水铺装，实现对径流总量的控制要求。

5.5.4.2 雨水口可移至绿化分隔带内兼作溢流井，下渗雨水和超量径流通过溢流井流入市政雨水管渠系统。其高程宜高于绿地而低于路面，保证经过绿地处理后溢流。宜采用内设截污挂篮的环保型雨水口。

5.5.4.3 道路中非机动车道与机动车道间设置的绿化隔离带，宜采用下沉式绿化带，通过路缘石开孔，使两侧雨水汇集到绿化带中，同时非机动车道宜采用透水铺装，实现对径流总量的控制要求。

5.5.4.4 城市道路红线外公共绿地的设计，应符合下列规定：

- 1) 当公共绿地设计标高低于人行道时，应根据道路坡向使红线内人行道、红线外径流汇入绿地中进行滞留与净化，宜结合周边地块条件

设置前置塘、雨水湿地等设施，控制径流污染。

- 2) 当公共绿地设计标高高于人行道时，宜在绿地下设置蓄渗模块，收集调蓄人行道和绿地径流。

5.5.4.5 城市道路濒临河道时，路面径流宜通过地表漫流或暗渠等形式排入河道。为防止水体污染和河道冲蚀，宜在道路与河道之间设置植被缓冲带、雨水湿塘等措施，控制径流总量、峰值流量和径流污染。

5.5.4.6 已建道路海绵城市改造应充分结合现状，因地制宜地设置海绵设施，通过源头、中途、末端相结合的系统方案实现海绵城市建设目标。

5.5.4.7 由于道路径流雨水污染浓度相对于其他下垫面较高，进入低影响开发设施前应采取沉淀池、前置塘等预处理措施，防止径流雨水对绿化造成破坏。

5.5.4.8 路缘石采用豁口式、格栅式或其他形式确保径流雨水顺畅排入绿化带。

5.5.4.9 道路沿线可因地制宜建设雨水调蓄设施，天然河道、坑塘等自然地形或水体应为首选。

5.5.4.10 条件允许时，道路沿线可建设雨水湿塘或人工湿地，可将道路径流雨水引入其中净化、调蓄、储存。

## **5.6 技术与设施选择**

### **5.6.1 透水铺装**

建筑地块内非机动车道路、人行道、停车场、广场、庭院应采用透水铺装路面。透水铺装可分为材料透水和构造透水，其中材料透水包括透水砖铺装、透水水泥混凝土、透水沥青混凝土等材料其本身为透水材料；构造透水包括植草砖式、缝隙式透水等通过断接不透水表面的构造透水。透水铺装路面结构、设计、施工及维护应符合《建筑与小区雨水利用工程技术规范》（GB50400）、《透水水泥混凝土路面技术规程》（GJJ/T135）、《透水沥青路面技术规程》（GJJ/T190）、《透水砖路面技术规程》（GJJ/T188）的相关规定。透水路面结构应便于施工，利于养护并减少对周边环境及生态的影响。



图 5.6.1-1 透水铺装和透水路面

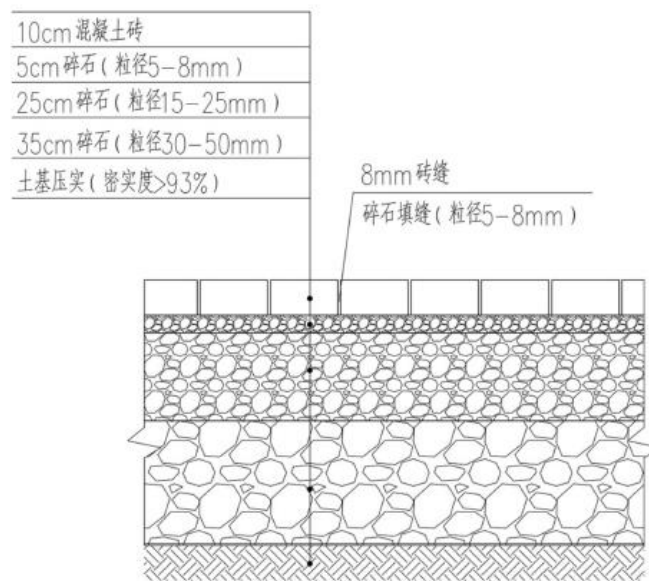


图 5.6.1-2 构造透水铺装示意图

5.6.1.1 透水路面应按下列工序施工:路基挖槽-路基基层-透水垫层-找平层-透水面层-清扫整理-渗透能力的确认。

5.6.1.2 透水铺装路面应满足相应的承载力要求;路面坡度宜采用 1.0%~1.5%。

5.6.1.3 透水铺装地面的表面平整度应每 20m 检测一处,允许偏差小于等于 5mm;顺直度反应铺装砖缝的顺直程度,采用 5m 拉线和钢尺法检测。透水砖地面的纵缝顺直度应每 40m 检测一处,允许偏差小于等于 10mm;横缝顺直度应每 20m 检测一处,允许偏差小于等于 10mm。



5.6.1.4 面层透水砖的透水系数应不小于 0.1mm/s，下面各层的透水系数应不小于上层的。

5.6.1.5 在公共建筑周边建设的具有渗透功能的源头控制设施，设施距离建筑物基础不应小于 3m，设施底部渗透地面距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于 1m；当不能满足上述要求时，应采取措施防止次生灾害的发生。

5.6.1.6 当降雨量超过铺装层容水量和路基土壤下渗量时就产生积水和径流，但：

(1) 缺少相关计算参数时，渗透铺装措施雨水径流削减量可按下式计算：

$$Q_{td} = P_{Nt}(1 - \varphi_{Nt}) \times F_a \quad (\text{式 5.5.6.6-1})$$

式中： $Q_{td}$ ——透水地面铺装雨水径流削减量，L/s；

$\varphi_{Nt}$ ——透水地面径流系数；

$P_{Nt}$ ——重现期为 N、历时为 t 的设计降雨量；

$F_a$ ——透水地面铺装面积， $m^2$ 。

(2) 当相关参数齐全时，渗透铺装措施雨水径流削减量可按下式计算：

$$Q_{td} = \left( \frac{W_p}{t} + K_j \right) \times F_a \quad (\text{式 5.5.6.6-2})$$

式中： $W_p$ ——透水地面铺装层容水量，mm；

$K_j$ ——基层的饱和导水率，mm/min；

t——降雨历时，s。

(3) 透水铺装容水量可按下式计算：

$$W_p = h_m \times n_m + h_z \times n_z + h_d \times n_d \quad (\text{式 5.5.6.6-3})$$

式中： $h_m$ ——面层厚度，mm；

$n_m$ ——面层有效孔隙率；

$h_z$ ——找平层厚度，mm；

$n_z$ ——找平层有效孔隙；

$h_d$ ——垫层厚度，mm；

$n_d$ ——垫层有效孔隙率。

5.6.1.7 透水铺装的维护与管理应满足下列要求：透水铺装面层出现破损时应及时修补或更换；透水铺装出现不均匀沉降时应进行局部找平；当透水铺装渗透能力大幅下降时，应采用冲洗、负压抽吸等方法及时进行处理。

## 5.6.2 下沉式绿地与植草沟

5.6.2.1 下沉式绿地与植草沟应符合一定经济性，应考虑到下沉式绿地的造价成本及后期养护成本。下沉式绿地植草沟的设计可参照《清远市中心城区海绵城市建设技术标准图集》相关内容。

5.6.2.2 下沉式绿地与植草沟应结合规模与竖向设计，可消纳屋面、路面、广场及停车场径流雨水，并可通过溢流排放系统与城市雨水灌渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。



图 5.6.2.1 下沉绿地与植草沟结合

5.6.2.3 下沉式绿地的下凹深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，宜为100~250mm。下沉式绿地的雨水应就地入渗，植物宜选用耐旱耐淹品种。

5.6.2.4 下沉式绿地可在适宜位置设置浅沟、洼地、入渗池、入渗井等入渗设施增加入渗能力。入渗井应布置在下沉式绿地内部且靠近车行道一侧。

5.6.2.5 对于下沉式绿地坡度较大时，应按超渗溢流雨水口划分的集雨区域，每个区域设计成梯田或设挡水坎，充分利用每个雨水口的排水能力，避免超渗雨水集中流到地势最低处溢流，造成最低处的雨水口排水能力不足，产生局部性区域的内涝。若无将下沉式绿地设计成梯田或设挡水坎的条件时，应将下沉式绿地做成波浪式设计。

5.6.2.6 下沉式绿地内或绿地和硬化地面交界处一般应设置具有排泥功能的溢流设施（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口高程应高于绿地高程且低于硬化地面高程，其顶面标高宜低于路面 30~50mm；雨水口内宜设截污挂篮等污染物去除设施。

5.6.2.7 下沉式绿地区域施工时应尽量避免重型机械的碾压；已压实的土壤需要借助机械改善土壤夯实度，可以适当加入有机质、膨胀岩页、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炉渣等措施增大土壤渗透能力。

5.6.2.8 植草沟的设计应满足下列要求：植草沟断面形式宜采用抛物线形、三角形或梯形；植草沟顶宽宜为 500~1500mm，深度宜为 50~250mm，最大边坡（垂直：水平）不宜大于 1:3；纵向坡度宜为 0.3%~4%，当大于 4%时，宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎；沟长不宜小于 30m；植草沟最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2~0.3；植草沟内植被宜控制在 100~200mm；积水区的进水宜沿沟长多点分散布置，宜采用明沟布水；当大量雨水径流通过管道进入植草沟时，宜在进口处设置消能设施。植草沟的雨水井口处不应种植较大的树木，以防涌水。

5.6.2.9 植草沟尺寸、位置及高程应满足下列要求：植草沟的宽度应与绿化带相同；植草沟的纵向坡度应严格与道路保持一致。

5.6.2.10 下沉式绿地、植草沟及生物滞留设施防蚊虫设计：地下室顶板、屋面绿地、下沉式绿地、植草沟及生物滞留设施表面积，水应 24h 内完全下渗，无法满足 24h 下渗要求的可设置 24h 排干积水的设施；绿地、植草沟、生物滞留设施等植物种植区域间隔种植具有驱蚊虫功效的植物，减少植被区域的蚊虫藏身处。

5.6.2.11 当下沉式绿地的调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时，应及时置换树皮覆盖层或表层种植土；下沉式绿地出水水质不符合设计要求时应更换填料。

5.6.2.12 下沉式绿地、植草沟的维护与管理应满足下列要求：下沉式绿地、植草沟应及时补种修建植物、清除杂草。当下沉式绿地、植草沟进水口不能有效收集汇水面径流时，应加大进水口规模或进行局部下凹等；当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。当下沉式绿地、植草沟进水口、溢流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。当下沉式绿地、植草沟边坡出现坍塌时，应进行加固。下沉式绿地、植草沟的检修频次应为 1 年 2 次，且检修时间应在雨季之前及雨季期中。下沉式绿地、植草沟在植物生长季节应进行每月 1 次的修剪。

### 5.6.3 生物滞留

5.6.3.1 生物滞留设施应符合一定经济性，应考虑到生物滞留设施的造价成本及后期养护成本。生物滞留设施的设计可参照《珠海市海绵城市建设技术标准图集（试行）》的相关内容。

5.6.3.2 生物滞留设施分为简易型生物滞留设施和复杂型生物滞留设施。根据设施外观、大小、建造位置和适用范围的不同，又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。



图 5.6.3 生物滞留设施

5.6.3.3 生物滞留设施宜分散布置，且规模不宜过大，生物滞留设施面积与汇水面积之比一般为 5~10%。生物滞留设施应接收由雨落管引入的屋面径流雨水，场地及道路径流雨水可通过路缘石豁口进入，路缘石豁口尺寸和数量应根据道路纵坡等计算确定。

5.6.3.4 生物滞留设施应用于道路绿化且道路纵坡大于 1%时，应设档水堰或台坎，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。

5.6.3.5 生物滞留设施内应设置溢流设施，可采用溢流竖管、盖篦溢流井或雨水口等，溢流设施顶部一般应低于汇水面 100mm。

5.6.3.6 当生物滞留设施设置于污染严重的汇水区时，应选用植草沟、植被缓冲带或沉淀池对雨水进行预处理，去除大颗粒的污染物并减缓流速；对于石油类高浓度污染物应采取弃流、排盐等措施防止污染物侵害植物。

5.6.3.7 当生物滞留设施设置于径流污染严重、设施底部渗透面距季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域时，可采用底部防渗的复杂型生物滞留设施。

5.6.3.8 生物滞留设施各结构层设计应满足下列要求：生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，一般为 200~300mm，并设置 100mm 的超高；换土层介质类型及深度应满足植物种植及园林绿化养护管理技术要求；换土层底部宜设置透水土工布隔离层以防止换土层介质流失，也可采用厚度不小于 100mm 的砂层（细砂和粗砂）代替；砾石层厚度一般为 250~300mm，可在其底部埋置管径为 100~150mm 的穿孔排水管，砾石粒径不小于穿孔管的开孔孔径；生物滞留设施各组成部分及相应技术要求可参照下表设计。

表 5.6.3.6 生物滞留设施组成及技术要求

序号	组成	作用	技术要求
1	蓄水层	①雨水滞留：降雨时雨水优先滞留于蓄水层； ②过滤雨水：通过植物的作用过滤雨水，同时将雨水中的沉淀物留在此层	其高度根据开发场地所在地区的降雨特性来确定，一般多为 100~250mm
2	覆盖层	①提高土壤渗透能力：可以保持土壤的湿度，防止水土流失； ②净化雨水：覆盖层中的树皮可以提供良好的微生物环境，有利于雨水的净化	①一般采用树皮进行覆盖 ②其最大深度一般为 50~80 mm
3	种植土层	过滤与净化雨水作用	①一般选用渗透系数较大的砂质土壤，其主要成分中砂子含量为 60%~85%，有机成分含量为 5%~10%，粘土含量不超过 5%； ②种植土的厚度根据所种植的植物来决定。种植花卉与草本植物，只需 30~50cm 厚；种植灌木需 50~80cm 厚；种植了乔木，则土层深度在 1m 以上； ③种植在雨水花园的植物应选择多年生植物，并

序号	组成	作用	技术要求
			可短时间耐水涝
4	人工填料层	渗水作用	①多选用渗透性较强的天然或人工材料； ②其厚度应根据当地的降雨特性、雨水花园的服务面积等确定，多为 0.5~1.2m； ③当选用砂质土壤时，其主要成分与种植土层一致； ④当选用炉渣或砾石时，其渗透系数一般不小于 10 <sup>-5</sup> m/s
5	砾石层	排除多余雨水：多余的雨水由穿孔管收集排入到城市排水管道中	①由直径不超过 50mm 的砾石组成，厚度 200~300mm； ②在其中可埋置直径为 100mm 的穿孔管

5.6.3.9 生物滞留设施的维护与管理应满足下列要求：生物滞留设施应及时补种修剪植物、清除杂草；当生物滞留设施进水口不能有效收集汇水面径流时，应加大进水口规模或进行局部下凹等；当生物滞留设施进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其它防冲刷措施；当生物滞留设施进水口、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；当生物滞留设施调蓄空间因沉积物淤积导致蓄水能力不足时，应及时清理沉积物；当生物滞留设施边坡出现坍塌时，应进行加固；当年生物滞留设施由于坡度导致调蓄能力不足时，应增设档水堰、溢流口高程；当生物滞留设施调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时，应及时置换树皮覆盖层或表层种植层；当生物滞留设施出水水质不符合设计要求时应更换填料；生物滞留设施的检修、植被养护频次应为 1 年 2 次，检修时间应在雨季前或雨季期中。在生物滞留设施中的植物栽种期应适当增加浇灌次数；生物滞留设施运行期间应注意设施是否引起地面或周边建筑物、构筑物坍塌，或导致地下室漏水。

#### 5.6.4 绿色屋顶

5.6.4.1 种植屋面应符合《屋面工程技术规范》(GB50345)及《种植屋面建筑构造》(14J206)要求。种植屋面材料、施工验收及质量验收应参照《种植屋面工程技术规程》(JGJ155)。

5.6.4.2 种植屋面应考虑屋面荷载、阻根、防水及屋面构造安全。非种植屋面宜采用透水材料饰面。

5.6.4.3 种植屋面可分为简单式种植屋面、花园式种植屋面及容器式种植屋面。简单式种植屋面是指仅以地被植物和低矮灌木绿化的种植屋面，适用于建筑物静荷载不小于  $1\text{kN/m}^2$ ，构造层厚度为  $25\sim 40\text{cm}$ ，屋面排水坡度不大于  $10\%$ 的屋面；

5.6.4.4 花园式种植屋面是指配植乔木、灌木和地被植物，并设置园路、园林小品等的屋面，花园式屋面适用于建筑物静荷载不小于  $3\text{kN/m}^2$ ，构造层厚度  $25\sim 100\text{cm}$ ，屋面排水坡度不大于  $10\%$ 的屋面；花园式屋面种植的布局应与屋面结构相适应，乔木类植物和亭台、水池、假山等荷载较大的设施，应设在柱或墙的位置容器式种植屋面是指在容器或种植模块中种植植物的屋面。

5.6.4.5 既有建筑宜采用容器式种植屋面。容器式屋面应符合下列规定：种植容器应轻便、易搬移、连接点稳固、便于组装和维护，种植容器宜设计有组织排水，种植容器下应设置保护层，容器式种植宜采用滴管系统，容器式种植的土层厚度应满足植物生存的营养需求，不宜小于  $100\text{mm}$ 。

5.6.4.6 种植屋面的系统构造可采用疏水、阻根、防水结构形式、模块形式、或其他结构形式；不同形式的种植屋面构造均应满足屋面排水、隔离阻根及防水的要求。典型的疏水、阻根、防水屋面构造形式自上而下可参考植被层、种植土、过滤层、蓄排水层、保护层、隔离层、阻根层、防水层、找平层、保温层、找坡层及结构层的构造组成形式，其不同结构层的要求如下所示：

植被层：植被；

种植土层：根据植被要求；

过滤层：土工格栅、土工过滤布等；

蓄排水层：蓄排水板、绿色屋面种植模块等；

保护层：细石混凝土或  $1:3$  水泥砂浆；

隔离层：PE 膜/聚酯无纺布等；

防水层：DTM 聚酯复合防水卷材/PVC/TPO/LOCA 环保自粘防水卷材等；

找平层：水泥砂浆；



保温层：质轻、多空、导热系数小的保温材料；

找坡层：轻集料混凝土；

结构层：现浇钢筋混凝土。



图 5.6.4.6 简单式种植屋面、花园式种植屋面

5.6.4.7 大面积种植宜采用土壤湿度监测+固定式自动喷灌或滴灌、渗灌等节水技术。种植屋面的设计荷载除满足屋面结构荷载外，还应符合下列规定：种植土的荷重应按饱和水密度计算；植物荷载应包括初栽植物荷重和植物生长期增加的可变荷载。初栽植物荷重应符合下表要求；

初栽植物荷重

项目	小乔木 (带土球)	大灌木	小灌木	地被植物
植物高度或面积	2.0~2.5m	1.5~2.0m	1.0~1.5m	1.0m <sup>2</sup>
植物荷重	0.8~1.2kN/株	0.6~0.8kN/株	0.3~0.6kN/株	0.15~0.3kN/株

5.6.4.8 一般种植屋面可与蓄水屋面结合，建成蓄水种植屋面，应符合以下规定：蓄水种植屋面设计应符合《屋面工程技术规范》(GB50345)要求；种植床内的水层靠轻质多孔粗骨料蓄积，粗骨料的粒径应不小于 25mm，蓄水深度应不小于 60mm；为保持蓄水层的通畅，不被杂质堵塞，应在粗骨料上铺 60~80mm 细骨料滤水层，细骨料按 5~20mm 粒径级配，下粗上细逐层填铺；为减轻屋面板荷载，栽培介质推挤密度不宜大于 10kN/m<sup>3</sup>；蓄水种植屋面应根据屋面绿化设计用床埂进行分区，每区面积不宜大于 100m<sup>2</sup>。床埂宜高于种植床 60mm 左右，床埂底部每隔 1200~1500mm 设一个溢水孔，溢水孔处应铺设粗骨料或安设滤网以防细骨料流失。

5.6.4.9 既有屋面改造前必须检测鉴定结构安全性，应以结构鉴定报告作为设计依据，确定种植形式；改造为种植屋面宜选用轻质种植土、地被植物；建筑进行低成本种植屋面改造时，可考虑在建筑附近设集水桶、蓄水池等雨水收集设施，通过雨水管与屋面衔接，将多余雨水排至场地或小区绿化用地，实现场地雨水利用。

5.6.4.10 地下建筑顶板种植设计顶板为现浇防水混凝土，并应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》(GB50108)的规定；顶板种植应按永久性绿化设计；顶板种植构造层底部应设疏排水系统。

5.6.4.11 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低影响开发设施或场地内集中调蓄设施，或断接到入渗排放井。雨落管不应直接与渗管或雨水管渠连接，对其排水造成影响。雨水断接应满足以下要求：雨水断接宜优先采用雨水收集—雨水断接—消能设施—植被区的模式；污染严重的工业、垃圾收集点等汇水区域，不应采用雨水断接；雨水断接应保证建、构筑物 and 周边场地的安全

5.6.4.12 采取管道将种植屋面收集的雨水排入附近储水罐或其它储蓄设施，经过净化处理达到回用要求后，就近使用于屋面植物灌溉或屋内冲厕等。雨落管断接应设置消能设施，消能设施有消能井、消能坑、消能石、砾石池、砾石层等。同时应合理利用场地地形，尽量以重力流的形式，减少能源消耗，并分散设施海绵设施以保证每个海绵设施的水量平衡。

5.6.4.13 种植屋面绿化的维护与管理应满足下列要求：种植屋面工程应建立绿化养护管理制度；应定期观察、测定土壤含水量，并根据土壤含水量灌溉补水；根据季节和植物生长周期测定土壤肥力，可适当补充环保、长效的有机肥或复合肥；应定期检查并及时补充种植土；根据设计要求、不同植物生长习性，适时或定期对植物进行修剪，及时清理死株，更换或补充老化及生长不良的植株，植物生长季节应及时除草并及时清运，注意防病防虫害；根据植物类型、季节和天气情况实施灌溉；定期检查排水沟、水落口和检查井等排水设施，及时疏通排水管，当屋面出现漏水时，及时修复或更换防渗层；种植屋面的检修、植物养护频次每年2~3次，初春应浇灌（浇透）植物1次，雨季期间应除杂草1次。

### 5.6.5 储水调蓄设施

5.6.5.1 建设项目需要削减排水管道峰值流量防止地面积水、提高雨水利用程度时,可设置雨水调蓄设施。雨水调蓄设施包括雨水调蓄池、水塘、水池、湖泊(人工湖)、屋面水池、雨水罐(桶)等。雨水储存池可采用室外塑料模块蓄水池、硅砂砌块水池、混凝土水池等。雨水罐(桶)可造型根据采用不锈钢罐、塑料罐、陶罐、瓷罐等。



图 5.6.5.1 雨水罐、雨水湿塘、雨水干塘

5.6.5.2 雨水调蓄设施系统组成一般包括集水区、初期雨水弃流设施、处理系统及蓄水区。集水区表面为硬化地面可为绿化或渗透铺装等,建筑物的集水区是屋顶,地面集水区可为绿地下集水、硬地面集水等。在进行海绵城市设计时,在硬化地面条件下可做成下凹形式,并铺设碎石层,可增大硬化地面的水容量,建立硬化地面上的雨水储存空间。

5.6.5.3 初期雨水径流往往污染较大,需要设置初期雨水弃流设施,弃流水应排入市政污水管道。入口处宜设置拦污净化设施;当采用前置塘作为拦污净化设施时,前置塘应设置清淤通道和防护设施,前置塘沉泥区容积应根据清淤周期和入流雨水 SS 污染负荷确定。蓄水区是储水调蓄系统必不可少的一部分,可为蓄水池、水塘、湖泊等。其中蓄水区的蓄水池可用多种材料建设,如塑料、混凝土、钢铁等,如所选用是塑料材质,则宜为再生材料,且塑料模块装置可相互拼接和任意拆卸。池子宜至于地面以下,避免日光照射,与空气产生接触的蓄水设施应设置防虫网等防蚊虫措施,所集蓄的水可用作消防、绿化用水等。存在污染地区的储水设施应做好防渗措施,防止其污染地下水体。

5.6.5.4 堤岸宜采用生态堤岸。水体中植物应根据不同水深、植物特性和景观要求选择水生植物类型。水体周边应设置防止人员跌落的安全防护设施。

5.6.5.5 生活污水应排入市政污水管道，不得排入雨水调蓄设施的蓄水区。

5.6.5.6 雨水蓄水区应与道路排水系统结合设计，应特别注意上下游排水流量的衔接。出水管管径不应超过市政管道的排水能力，雨水出水口直径应小于其上游市政接驳管直径 1~2 号。

5.6.5.7 雨水出水口前应相应设置溢流口，溢流口直径应小于其上游市政接驳管直径 1 号。在雨水出水口前可设置流量控制井、调流阀等措施，按设计流量进行调节，防止由于出水口过流能力限制造成管道堵塞。

5.6.5.8 雨水出水口处需有明显标识，便于监督检查，并在相关图纸上标注。

5.6.5.9 雨水调蓄池应设置清洗、排气和除臭等附属设施及检修通道。应设检查口或检查井，检查口下方的池底设集泥坑，深度不小于 300mm，平面尺寸应满足移动式排泥泵操作需求；当分格时，每格都应设检查口及集泥坑，池底设不小于 5% 的坡度坡向集泥坑，检查口附近宜设给水栓。当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，应设搅拌冲洗管道。搅拌冲洗水源宜采用池水。

5.6.5.10 塑料模块组合水池作为雨水储存设施时，应考虑上部荷载的影响，塑料模块的竖向承载能力应大于 400kN/m<sup>2</sup>，考虑模块使用期限的安全系数应大于 2.0。塑料模块水池内应具有良好的水流流动性，直径 50mm 的颗粒能随水流流动，不堵塞，塑料模块外围包有土工布层。

5.6.5.11 雨水蓄水池计算，根据项目需控制水量，按 5.7.3 节计算。

5.6.5.12 当调蓄设施用于削减峰值流量时，调蓄量的确定应符合下列规定：应根据设计标准，通过比较雨水调蓄工程上下游的流量过程线，按下式计算：

$$V = \int_0^T [Q_i(t) - Q_o(t)] dt \quad (\text{式 } 5.6.5.11-1)$$

式中：V——调蓄量或调蓄池有效容积，m<sup>3</sup>；

Q<sub>i</sub>——调蓄设施上游设计流量，m<sup>3</sup>/s；

$Q_0$ ——调蓄设施下游设计流量， $m^3/s$ ；

$T$ ——降雨历时， $min$ 。

当缺乏上下游流量过程线资料时，可采用脱过系数法，按下式计算：

$$V = \left\{ - \left[ \frac{0.65}{n^{1.2}} + \frac{b}{T} \times \frac{0.5}{(n+0.2)} + 1.10 \right] \times \log(a + 3) + \frac{0.215}{n^{0.15}} \right\} \times Q_i T \quad (\text{式 } 5.6.5.11-2)$$

式中： $b$ ——暴雨强度公式参数；

$n$ ——暴雨强度公式参数；

$a$ ——脱过系数，取值为调蓄设施上游和下游设计流量之比。选取脱过系数时，调蓄设施上游的设计流量，应根据上游服务面积的雨水设计流量确定；调蓄设施下游的设计流量不用超过其下游排水设施的最大容纳能力；降雨历时不应超过编制暴雨强度公式时容纳的最大降雨历时。

5.6.5.13 调蓄设施的维护与管理应满足下列要求：当蓄水池进水口不能有效收集汇水面径流时，应加大进水口规模或进行局部下凹等。当进水口、溢流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。当调蓄池进水口、溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾或沉积物。当调蓄池或蓄水池因沉淀物淤积导致蓄水能力不足时，应及时清理沉淀物。当调蓄池出现边坡坍塌时，应进行加固。调蓄池的检修、植被养护频次应为1年2次，检修时间应在雨季之前及雨季期中。蓄水池运行期间应特别注意防渗漏的问题。

## 5.6.6 初期弃流设施

5.6.6.1 初期雨水弃流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。初期雨水弃流设施的典型构造如下图所示。

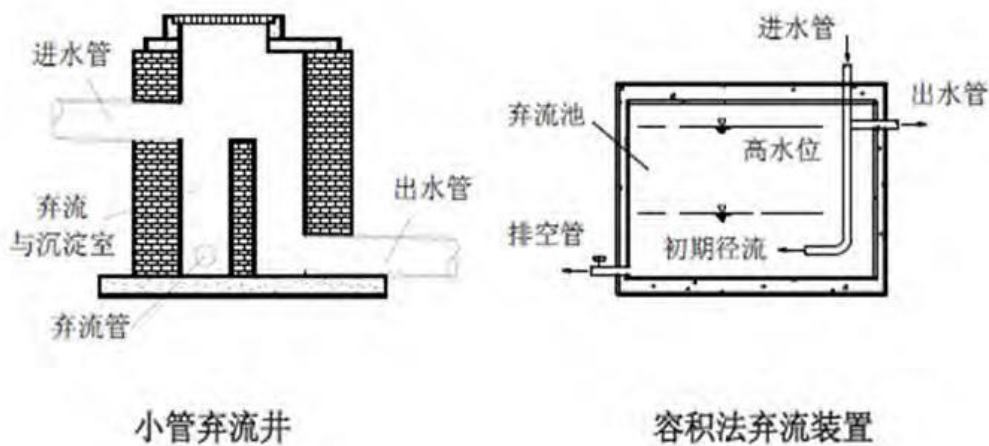


图 5.6.6.1 初期雨水弃流示意图

5.6.6.2 初期雨水弃流设施雨水弃流量应根据下垫面旱季污染物状况确定；雨水弃流池的池容积应根据收集面积、设计降雨厚度、汇水时间、收集后的用途等情况合理确定。

5.6.6.3 初期雨水弃流设施可分为成品和非成品两类：成品设施按照安装方式分为管道安装式、屋顶安装式和埋地式。管道安装式弃流装置主要分为累计雨量控制式、流量控制式等；屋顶安装式弃流装置有雨量计式等；埋地式弃流装置有弃流井、渗透弃流装置等。按控制方式又可分为自控弃流装置和非自控弃流装置；非成品设施可分为小管弃流井和弃流池。

### 5.6.7 雨水渗透设施

5.6.7.1 雨水渗透管、渗渠是在传统雨水排放的基础上，将雨水管改为渗透管（穿孔管），或周围回填砾石，雨水通过埋设于地下的多孔管材向四周土层渗透。渗管、渗渠可采用穿孔塑料管、无砂混凝土管/渠和砾（碎）石等材料组合而成。应满足以下要求：

- 1) 渗管、渗渠应设置植草沟、沉淀（砂）池等预处理设施；
- 2) 渗管可采用 PVC 穿孔管、PE 渗排管、无砂混凝土管等材料制成，塑料管开孔率应控制在 1~3% 之间，无砂混凝土管的孔隙率应大于 20%；

- 3) 渗管坡度应满足排水要求，宜采用 0.01~0.02；
- 4) 渗管四周填充砾石或其他多孔材料，砾石层外包土工布，土工布搭接宽度不应少于 150mm；
- 5) 渗管管沟设在车行路面下时覆土深度不应小于 700mm。

5.6.7.2 渗井一般用成品或混凝土建造，其直径小于 1 m，井深由地质条件决定。井底距地下水位距离不能小于 1.5m。渗井一般有两种形式，形式 1 由砂过滤包裹，井壁周边开孔，雨水经砂层过滤后渗入地下，雨水中的杂质大部被砂滤层截留。形式 2 在井内设过滤层，在过滤层以下的井壁上开孔，雨水只能通过井内过滤层后才能渗入地下，雨水中杂质大部被井内滤层截留。过滤层可采用 0.25~4 mm 石英砂，其透水性应满足  $K$  不小于  $1 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 。渗井 1 比渗井 2 的滤料容易更换，更易长期保持良好的渗透性。为增大渗井渗透效果，可在深井周围设置水平渗排管，并在渗排管周围铺设砾（碎）石。渗井设计应满足以下要求：

- 1) 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；
- 2) 渗井的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。



图 5.6.7.2 渗井和渗渠

5.6.7.3 渗透管、渗渠与渗井的维护与管理应满足下列要求：进水口出现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；设施内因沉积物淤积导致调蓄能力或过流能力不足时，应及时清理沉积物；当渗井调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时，应及时更换填料；渗井的检修频率应为每年 2 次，并应于雨季之前和雨季期中；渗管、渗渠的检修频率应为每年 1 次，且应于雨季前。

## 5.7 设计计算

### 5.7.1 设计参数

#### 5.7.1.1 雨水年径流总量控制率与设计降雨关系

根据清远市气象站提供的近 30 年逐日降雨量资料，清远市中心城区雨水年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系如图及表所示。

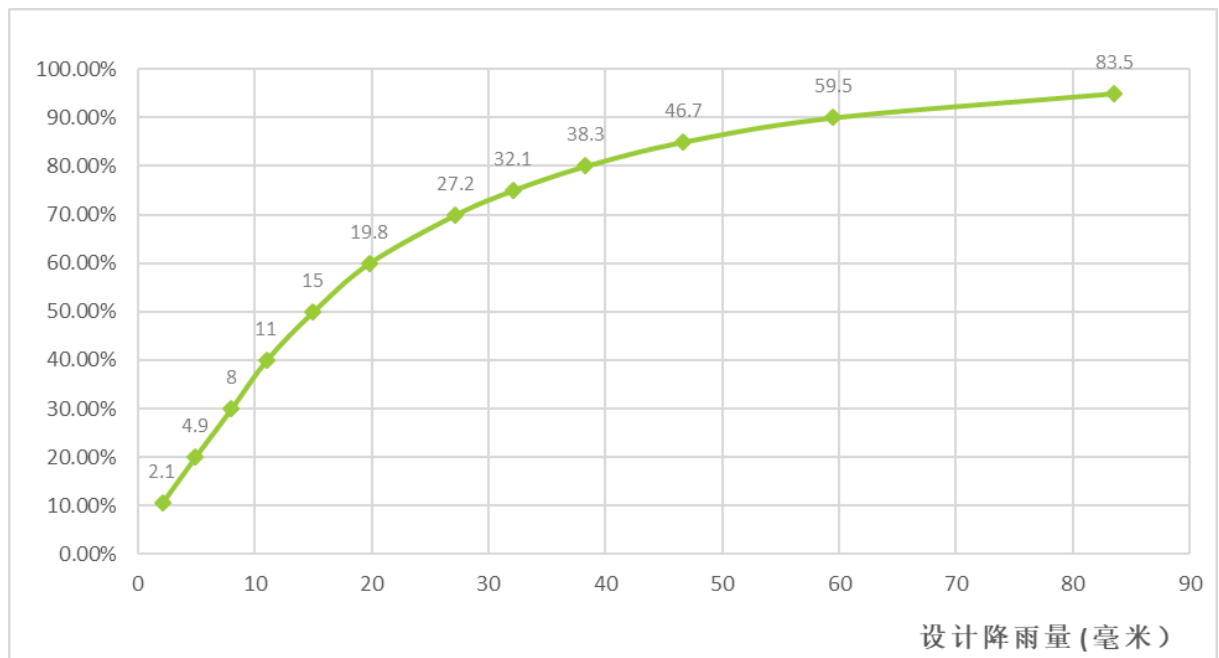


图 5.7.1.1 清远市中心城区“雨水年径流总量控制率-设计雨量”曲线

表 5.7.1.1 清远市中心城区年径流总量控制率与设计降雨量的关系

年径流总量控制率 (%)	55	60	65	70	75	80	85	90
设计降雨量 (mm)	17.4	19.8	23.6	27.2	32.1	38.3	46.7	59.5

#### 5.7.1.2 不同类别用地规划综合雨量径流系数

表 5.7.1.2 不同类别规划用地综合雨量径流系数目标（新建项目）

序	用地类型	用地代码	综合雨量径
---	------	------	-------



号			流系数
1	居住用地	R1、R2	≤0.55
2	商业服务设施用地	B	≤0.60
3	公共管理与公共服务设施用地、公用设施用地	A1、A2、A3、A4、A5、A6、A8、A9、U1、U21、U3、U9	≤0.50
4	工业用地、物流仓储用地	M、W1、W2	≤0.60
5	道路与交通设施用地	S	≤0.60
6	绿地与广场用地	G3	≤0.60
7	绿地与广场用地	G1、G2	≤0.30

注：现状改造项目下垫面改造面临诸多实际困难，本导则暂不约束其综合雨量径流系数。

### 5.7.1.3 土壤及地下水

土壤渗透系数应以实测资料为准，缺乏资料时，可参考下表确定各种土壤层的渗透系数。

表 5.7.1.3 各种土壤渗透系数

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

注：低影响开发设施要求的土壤渗透系数大于  $5 \times 10^{-6}$ ，当土壤条件不符时，应考虑换土。

### 5.7.1.4 各类地表污染负荷值

初期雨水径流污染（也称面源污染），是城市水体一个重要的污染源，一般与城市降雨特性、下垫面特性有密切的关系，一般应以实测数据为准，无实测资料时，可按下表取值。

表 5.7.1.4 各类地表污染负荷预测一览表

下垫面	平均 COD (mg/L)	平均 TSS (mg/L)	平均 TP (mg/L)
屋面、其他非城市建设用地、管理好的公园绿地等	100	100	0.20
居住小区、公园绿地、管理好的学校、科技园区	200	250	0.35
公共建筑、商业区、市政道路	600	750	0.75
城中村、繁忙的市政道路、工业区、汽车修理厂、废物回收站、农贸市场等	800	1000	1.00

### 5.7.2 以渗透为主要功能的设施规模计算

5.7.2.1 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。

5.7.2.2 渗透设施有效调蓄容积按下式进行计算：

$$V_s = V - W_p \quad (\text{式 } 5.7.2.2)$$

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

$V$ ——渗透设施进水量， $m^3$ ，参照“容积法”（见 5.7.3）计算；

$W_p$ ——渗透量， $m^3$ 。

5.7.2.3 渗透设施渗透量按下式进行计算

$$W_p = KJAst_s \quad (\text{式 } 5.7.2.3)$$

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。

5.7.2.4 渗透设施的有效渗透面积  $A_s$  应按下列要求确定：

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

### 5.7.3 以储存为主要功能的设施规模计算

5.7.3.1 雨水罐、蓄水池、雨水湿塘、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”计算，并通过技术经济分析综合确定。

$$V = 10H\phi F \quad (\text{式 5.7.3.1})$$

式中：V——设计调蓄容积，m<sup>3</sup>；

H——设计降雨量，mm；

$\phi$ ——雨量径流系数；

F——汇水面积，ha。

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

### 5.7.4 以调节为主要功能的设施规模计算

5.7.4.1 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、雨水湿塘、雨水湿地等设施的容积应根据雨水管渠系统设计标准、下游雨水管道负荷（设计过流流量）及入流、出流流量过程线，经技术经济分析合理确定，调节设施容积按下式进行计算。

$$V = \text{Max} \left[ \int_0^T (Q_{in} - Q_{out}) dt \right] \quad (\text{式 5.7.4.1})$$

式中：V——调节设施容积，m<sup>3</sup>；

$Q_{in}$ ——调节设施的入流流量，m<sup>3</sup>/s；

$Q_{out}$ ——调节设施的出流流量，m<sup>3</sup>/s；

t ——计算步长，s；

T——计算降雨历时，s。

### 5.7.5 以转输为主要功能的设施规模计算

$$Q = \psi q F \quad (\text{式 } 5.7.5)$$

式中：Q——雨水设计流量，L/s；

$\psi$ ——流量径流系数；

q——设计暴雨强度，L/（s·hm<sup>2</sup>）；

F——汇水面积，ha

城市雨水管渠系统设计重现期的取值及雨水设计流量的计算等还应符合《室外排水设计规范》（GB50014）的有关规定。

## 6 海绵城市工程建设指引

### 6.1 基本要求

6.1.1 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、建立、竣工验收备案等管理环节加强对海绵城市系统构建及相关目标落实情况进行审查。

6.1.2 建设施工单位应具备相应的施工资质。从事施工的技术管理人员、作业人员应认真学习并执行国家、行业及广东省、清远市现行有关海绵城市建设的法律、法规、标准、规范、图集。

6.1.3 施工前，施工单位应根据合同文件、勘察、设计单位提供的施工界域内地下管线等建（构）筑物资料、水文地质资料等收集齐全并踏勘施工现场，依据工程特点编制施工组织设计，并按其管理程序进行审批。

6.1.4 设计单位应在施工单位进场前完成审批合格的设计文件并进行设计技术交底，最终完成相关文件。

6.1.5 海绵设施的规模、竖向高程、平面布局等应严格按照审批合格的设计文件进行控制。

6.1.6 施工现场应有针对海绵设施的质量控制和质量检验制度。

6.1.7 施工单位应建立全施工技术、质量、安全生产、文明、环保等管理体系，制定各项施工管理制度，并贯彻执行。

6.1.8 海绵设施所用原材料、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。

6.1.9 施工中必须建立安全技术交底制度，作业前主管施工技术人员必须向作业人员进行详尽的安全技术交底，并形成文件。

6.1.10 施工中应对施工测量及其内业经常复合，确保准确无误。

6.1.11 施工单位应按照经过审批的有效设计变更进行施工，未经批准的设计变更、工程洽商严禁执行。

6.1.12 施工现场应做好水土保持措施，减少施工过程中对场地及其周边环境的扰动和破坏。

6.1.13 应严格按照审批合格的设计文件要求，进行各项设施进水口防冲刷施工，确保预处理设施功能有效发挥。

6.1.14 海绵设施施工时，应注意溢流排放系统与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统有效衔接，防止倒灌现象出现。

6.1.15 水系岸线应严格按相关文件要求，进行水生及湿生植物施工，以确保海绵设施功能正常发挥。

6.1.16 严格按照规范及相关文件对城市径流雨水行泄通道及易发生内涝的道路、下沉式立交桥区等进行各项警示指标、预警系统建设，避免对公共安全造成危害。

6.1.17 雨水利用工程应按照批准的设计文件和施工图纸施工，并符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 和《给水排水构筑物施工及验收规范》GB 50141 的相关要求。

6.1.18 混凝土和混凝土结构施工应符合《给水排水构筑物施工及验收规范》GB 50141 的相关要求。

6.1.19 雨水入渗工程所用沙料应质地坚硬清洁，级配良好，含泥量应不高于 3%，粗骨料应质地坚硬，禁止采用软弱风化骨料。沙料粒径应满足设计要求，含泥量不应高于 1%。

## **6.2 海绵设施施工要求**

### **6.2.1 透水铺装**

6.2.1.1 施工前，应对道路中线控制桩、边线桩及高程控制桩进行复核，确认无误后方可施工。

6.2.1.2 路基施工前，应将现状地面上的积水排除，疏干，将树根坑、井穴等进行处理，并将地面整平。

6.2.1.3 路基范围内遇有软土地层或土质不良、边坡易被雨水冲刷的地段，当设计未作处理时，应按照相关规范通知设计人员确认并办理变更设计。

6.2.1.4 当遇有翻浆时，必须采取适当处理措施。

6.2.1.5 铺装基层集料级配范围应符合设计要求。设计无要求时，可参照下表

6.2.1.5.1。碎石的压碎值应 $\leq 40\%$ ，针片状含量应 $\leq 20\%$ 。级配碎石基层应采用小型压实机具，因地制宜进行碾压，并达到相关要求。

表 6.2.1.5 级配碎石集料的集配范围

筛孔尺寸 (mm)	37.5	31.5	19	9.5
通过质量百分率 (%)	100	90~100	73~88	49~69
筛孔尺寸 (mm)	4.75	2.36	0.6	0.075
通过质量百分率 (%)	29~54	17~37	8~20	0~7

6.2.1.6 对铺装承载力要求较高时，基层可采用多空隙水泥稳定碎石或透水水泥混凝土。多空隙水泥稳定碎石集料级配范围应符合设计要求，设计无要求时，可参照表 6.2.1.5.2 确定，水泥用量不宜高于  $170\text{kg}/\text{m}^3$ ，7d 无侧限抗压强度应 $\geq 3\text{MPa}$ ，严格按照设计要求控制水灰比。从混合料加水搅拌到碾压结束，时间应控制在 4-5h 内，宜采用小型压路机压实，也可采用平板振实。透水水泥混凝土透水系数 $\geq 0.050\text{mm}/\text{s}$ 。强度等级不得低于 C20。配合比可参考透水水泥混凝土路面技术规程 (CJJ/T 135)。

表 6.2.1.6 级配碎石集料的集配范围

筛孔尺寸 (mm)	31.5	26	19	16
通过质量百分率 (%)	100	75~100	50~85	35~60
筛孔尺寸 (mm)	9.5	4.75	2.26	0.075
通过质量百分率 (%)	20~35	0~10	0~5	0-2

6.2.1.7 基层施工时应按设计要求预埋渗排管等排水设施。

6.2.1.8 找平层一般采用干硬性水泥砂浆，用来调平基层顶面。为避免堵塞透水基层的空隙，找平层下应铺设一层针刺无纺土工布。

6.2.1.9 透水砖的透水系数应大于  $1 \times 10^{-2} \text{mm}/\text{s}$ ，外观质量、尺寸偏差、物理性能等其他要求应符合《透水路面砖和透水路面板》(GB/T 25993) 的规定。

6.2.1.10 用于铺人行道的透水砖其防滑性能（BPN）不应小于 60，耐磨性不应大于 35mm。

6.2.1.11 透水砖铺筑时，其起准点和基准面根据屏幕设计图、工程规模以及透水砖规格、形状及尺寸设置。

6.2.1.12 透水砖的铺筑应从透水砖基准点开始，并以透水砖基准线为基准，按设计图铺筑。铺筑透水路面应纵横拉通线铺筑，每 3-5m 设置基准点。

6.2.1.13 透水砖的接缝宽度应符合《透水砖路面技术规程》（CJJ/T 188）要求。曲线外侧透水砖的接缝宽度不应大于 5mm，内侧不应小于 2mm，竖曲线透水砖接缝宽度宜 2-5mm。

6.2.1.14 透水砖铺砌应与相邻建（构）筑物接顺，不得反坡。

6.2.1.15 人行道、广场等透水砖路面的边缘部位应设有路缘石。

6.2.1.16 透水砖铺筑过程中，严禁直接站在找平层上作业，禁止在新敷设的砖面上拌合砂浆或堆放材料。

6.2.1.17 透水砖铺筑完成后，表面敲实，应及时清除砖面上的杂物、碎屑，面砖上不得有残留水泥砂浆。面层铺筑完成后基层未达到规定强度前，严禁车辆进入。

## 6.2.2 透水路面

6.2.2.1 水泥应采用强度等级不低于 42.5 的复合硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》（GB175）的要求。不同厂家、等级、品种、批号的水泥不得混用。

6.2.2.2 透水水泥混凝土采用的增强料应符合表 6.2.2.1 的规定。

表 6.2.2.2 增强料的技术指标

聚合物乳液	含固量（%）	延伸率（%）	极限延伸强（MPa）
	40-50	≥150	≥1.0
活性 SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> 含量应大于 75%		



6.2.2.3 透水水泥采用的集料，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现行国家标准《建筑用卵石、碎石》（GB/T 14685）中的要求，并符合表 6.2.2.3 的规定。

表 6.2.2.3 集料的性能指标

项目	计量单位	指标		
		1	2	3
尺寸	Mm	2.4-4.75	4.75-9.5	9.5-13.2
压碎值	%	<15.0		
针片状颗粒含量（按质量计）	%	<15.0		
含泥量（按质量计）	%	<1.0		
表观密度	Kg/m <sup>3</sup>	>2500		
紧密积密度	Kg/m <sup>3</sup>	>1350		
堆积孔隙率	%	<47.0		

6.2.2.4 施工前必须按规定道路各结构层、排水系统及附属设施进行检查验收，符合要求后才能进行面层施工。

6.2.2.5 透水路面施工前各类地下管线应先行施工完毕，施工中应对既有及新建地上杆线、地下管线等建（构）筑物采取保护措施。

6.2.2.6 施工现场应配备施工所需的辅助设备、辅助材料、施工供给以及安全防护措施。

6.2.2.7 透水混凝土路面搅拌运输应符合下列规定：

- 1) 透水混凝土必须采用机械搅拌，搅拌机的容量应根据工程类大小、施工进度、施工顺序和运输工具等参数选择。搅拌地点距作业面运输时间不宜超过 0.5h。
- 2) 进入搅拌机的材料必须计量准确。
- 3) 采用白落式搅拌机时，宜将石料和 50%用水量加入强制式搅拌机拌和 30s，再加入水泥、增强料、外加剂拌和 40s，最后加入剩余用水量拌和 50s 以上。
- 4) 透水混凝土运输时要防止离析，应注意保持拌合物湿度，必要时采取覆盖等措施。

- 5) 透水混凝土拌合物从搅拌机出料后，运至施工地点进行摊铺、压实直至浇筑完毕的允许最长时间，由实验室根据水泥初凝时间及施工气温确定，并符合 6.2.2.6 的要求。

表 6.2.2.6 透水混凝土从搅拌机出料至浇筑完毕的允许最长时间

施工气温 (°C)	允许最长时间(h)
$5 \leq t < 10$	2
$10 \leq t < 20$	1.5
$20 \leq t < 30$	1
$30 \leq t < 35$	0.75

6.2.2.8 普通透水混凝土施工应符合下列规定：

- 1) 模板应选用质地坚实、变形小、刚度大的材料，模板的高度应与透水混凝土厚度一致。
- 2) 立模的平面位置和高程，应符合设计要求。模板与混凝土接触的表面应涂隔离剂。透水混凝土摊铺前，应对模板的高度以及支撑稳定性进行检查。透水混凝土摊铺时，以人工均匀摊铺。找准平整度与排水坡度，摊铺厚度宜考虑其摊铺系数，其松铺系数宜为 1.1。施工时对边角处特别注意有无缺料现象，要及时补料进行人工压实。
- 3) 透水混凝土宜采用专用低频振动压实机，或采用平板振动器振动和专用滚压工具滚压。用平板振动时应避免过振，采用专用低频振动压实机压实时应辅以人工补料及找平，人工找平时，施工人员应穿上减压鞋进行操作，并随时检查模板，如有下沉、变形或振动，应及时纠正。
- 4) 透水混凝土压实后，宜使用机械对透水混凝土面层进行收面，必要时进行人工拍实、抹平。整平时必须保持校板面整洁，接缝处板面平整。
- 5) 透水混凝土拌制浇筑注意避免地表温度在 40°C 以上施工，同时不得在雨天和冬期施工。
- 6) 透水混凝土面层施工后，宜在 48 小时内涂刷保护剂。涂刷保护剂前面层应进行清洁。

- 7) 透水混凝土路面双层设计时，下面层应经 7d 养护，方可在其上铺装上面层。
- 8) 露骨料透水混凝土施工，摊铺平整后的工序如下：
  - a) 随时检查施工表面的初凝情况，有初凝现象可均匀喷洒适量调凝剂，喷完后立即覆盖塑料薄膜，在塑料薄膜上再覆盖养护。
  - b) 施工后 10-20h,检查胶凝材料终凝以后，除去薄膜，用高压水枪冲洗，除去表面上的换凝胶结料，裸露出天然石材的本色，以颗粒不松动为宜。
  - c) 冲洗后，用水淋洗表面，去除表面和空隙内的剩余浆料。
  - d) 冲洗后用塑料薄膜覆盖再保湿养护。
  - e) 其他与普通透水混凝土施工相同。

#### 6.2.2.9 接缝施工应满足以下要求：

- 1) 胀缝间距应符合设计规定，缝宽宜为 20mm。在与结构物衔接处、道路交叉和填挖土方变化处，应设胀缝。
- 2) 胀缝上部的预留填缝空隙，宜用提缝板留置。提缝板应直顺，与胀缝板密合、垂直于面层。
- 3) 缩缝应垂直板面，宽度宜为 4~6mm。切缝深度：设传力杆时，不应小于面层厚的 1/3，且不得小于 70mm；不设传力杆时不应小于面层厚的 1/4，且不应大于 60mm。
- 4) 机切缝时，宜在混凝土强度达到设计强度 25%~30%时进行。

#### 6.2.2.10 养护应遵循以下规定：

- 1) 透水混凝土路\_施工完毕后，宜采用覆盖塑料薄膜或彩料布及时进行保湿养护。养 护时间根据透水混凝土强度增长情况而定，养护时间不宜少于 14 天。
- 2) 养护期间透水混凝土面层不得行人、通车，养护期间应保护塑料薄膜的完整，当薄膜破损时应立即修补。

#### 6.2.2.11 季节施工应符合下列要求：

- 1) 施工前进场的材料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) 相关规定。
- 2) 透水沥青路面开工前，宜铺筑试验路段，进行混合料的试拌、试铺和试压试验，并据此确定合理的施工工艺。
- 3) 当遇雨天或气温低于 5℃时，不得进行透水沥青路面施工。
- 4) 高黏度改性沥青存放时应避免离析。
- 5) 铺筑透水沥青路面前，应检查下层结构的质量，同时应对下层结构进行现场渗水试验。下承层已被污染时，必须清洗或铣刨处理后方可铺筑透水沥青混凝土面层。
- 6) 透水沥青混凝土粗骨料、矿粉及配合比应符合设计要求，设计无要求时，应符合《透水沥青路面技术规程》(CJJ/T190)要求。

#### 6.2.2.12 透水沥青路面施工应符合以下要求：

- 1) 施工前进场的材料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) 相关规定。
- 2) 透水沥青路面开工前，宜铺筑试验路段，进行混合料的试拌、试铺和试压试验，并据此确定合理的施工工艺。
- 3) 当遇雨天或气温低于 5℃时，不得进行透水沥青路面施工。
- 4) 高黏度改性沥青存放时应避免离析。
- 5) 铺筑透水沥青路面前，应检查下层结构的质量，同时应对下层结构进行现场渗水试验。下承层已被污染时，必须清洗或铣刨处理后方可铺筑透水沥青混凝土面层。
- 6) 透水沥青混凝土粗骨料、矿粉及配合比应符合设计要求，设计无要求时，应符合《透水沥青路面技术规程》(CJJ/T190)要求。

#### 6.2.2.13 透水沥青混凝土的拌制应符合以下要求：

- 1) 透水沥青混凝土必须在沥青拌合厂（场、站）采用拌合机械拌制。
- 2) 透水沥青混凝土搅扑时间应经试拌确定，以沥青均匀裹覆集料为度。
- 3) 透水沥青混凝土应随拌随用。
- 4) 生产添加纤维的透水沥青混凝土时，搅拌机应配备同步添加纤维投料装置，搅拌时间宜延长 5s 以上。
- 5) 拌合厂拌合的透水沥青混凝土应均匀一致，无花白料、无结团成块或严重的粗细料分离现象，不符合要求时不得使用，并应及时调整。
- 6) 透水沥青混凝土出厂时，应逐车检测透水沥青混凝土的质量和温度，并附带载有出厂时间的运料单，不合格品不得出厂。

#### 6.2.2.14 透水沥青混凝土的运输应符合以下要求：

- 1) 透水沥青混凝土宜采用与摊铺机匹配的自卸汽车运输，运输时应防止沥青与车厢板粘结，车辆应清扫干净，车厢侧板和底板应涂隔离剂，并不得有余液积聚在车厢底部，禁止使用柴油作为隔离剂。
- 2) 从拌合机向运料车装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，以减少透水沥青混凝土的离析。
- 3) 运料车应采取覆盖篷布等保温、防雨、防污染的措施。
- 4) 运输车辆的总运力应比搅拌能力或摊铺能力有所富余。
- 5) 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不得粘有泥土等可能污染路面的脏物。
- 6) 透水沥青混凝土运至摊铺地点，对搅拌质量和温度进行检查，合格后方可使用。

#### 6.2.2.15 透水沥青混凝土的摊铺应符合以下要求：

- 1) 应采用沥青摊铺机摊铺，摊铺机受料前，应在料斗内涂刷防粘剂，并在施工中经常将两侧板收拢。

- 2) 铺筑透水沥青混凝土时，一台摊铺机的铺筑宽度不宜超过 6 (双车道) ~7.5m (三车道以上)，通常宜采用两台或多台摊铺机前后错开 10~20m 成梯队方式同步摊铺，两幅之间应有 5~100mm 的搭接，并躲开车道轮迹带，上、下层的搭接位置宜错开 200mm 以上。
- 3) 施工前应提前 0.5~1.0h 预热摊铺机熨平板，使其温度不低于 100℃。铺筑过程中，
- 4) 熨平板的振捣或者夯锤压实装置应具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度。
- 5) 摊铺过程中，运料车应停在摊铺机前 10~300mm 处，并不得掩击摊铺机，卸料过程中运料车应挂空挡，靠摊铺机推动前进。
- 6) 摊铺机应缓慢、均匀、连续不间断的摊铺，不得随意变换速度或中途停顿，摊铺速度宜控制在 1.5~3.0m/min。
- 7) 透水沥青混凝土的松铺系数应通过试验段确定，试验段长度宜为 100~200m。

6.2.2.16 透水沥青混凝土的压实及成型应符合以下要求：

- 1) 压实机械组合和压实遍数应根据试验段确定。
- 2) 透水沥青混凝土宜采用 12t 以上的钢筒式压路机碾压，碾压速度应符合表 6.2.2.16 的规定，碾压过程中碾压轮应保持清洁，可对钢轮涂刷隔离剂或防粘剂，严禁涂刷柴油，当采用向碾压轮喷水方式时，必须严格控制喷水量应成雾状，不得漫流。

表 6.2.2.16 压路机碾压速度 (km/h)

压路机 类型	初压		复压		终压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢筒式 压路机	1.5-2	3	2.5-3.5	5	2.5-3.5	5

- 3) 初压应紧跟摊铺机后碾压，并保持较短的初压区长度，以尽快使表面压实，减少热量损失，碾压应从外侧向中心碾压，碾速稳定均匀，相邻碾压重叠宽度大于 300mm。初压后应检查平整度、路

拱，必要时应修整乃至返工。

- 4) 复压应紧跟初压连续进行，压实遍数应经试验段确定，复压后路面达到要求的压实度，并无显著轮迹。复压压路机碾压段的总长度应尽量缩短，通常不超过 60~80m。
- 5) 对路面边缘、加宽及港湾式停车带等大型压路机难以碾压的部位，宜采用小型振动压路机或振动夯板作补充碾压。
- 6) 终压应紧随复压后进行，一般不宜少于 2 遍，至无明显轮迹为止。
- 7) 压路机不得在未碾压成型路段上转向、掉头、加水或停留。在当天成型的路面上，不得停放各种机械设备或车辆，不得散落矿料、油料等杂物。

#### 6.2.2.17 透水沥青混凝土接缝应符合以下要求：

- 1) 透水沥青混和料面层的施工接缝应紧密、平顺。
- 2) 纵向接缝部位的施工应符合下列要求：
- 3) 摊铺时采用梯队作业的纵缝应采用热接缝，将已铺部分留下 10~200mm 宽暂不碾压，作为后续部分的高程基准面，最后跨缝碾压以消除痕迹。
- 4) 当半幅施工或因特殊原因不能采用热接缝而产生纵向冷接缝时，宜加设挡板或采用切刀切齐，也可在混合料尚未冷却前用镐刨除边缘留下毛茬的方式，但不宜采用切割机作纵向切缝。在铺另半幅前应将缝边缘清扫干净，并应涂洒少量粘层沥青，摊铺时应重叠在已铺层上 5~100mm,摊铺后用人工将摊铺在前半幅上面的混合料铲走，碾压时应先在已压实路面上行走碾压新铺层 150mm 左右，然后压实新铺部分。
- 5) 上、下层的纵向热接缝应错开 150mm，冷接缝应错开 30~400mm。
- 6) 透水沥青混凝土面层的横向接缝应采用平接缝，相邻两幅及上、下层的横向接缝均应错开 1m 以上。

- 7) 透水沥青混凝土路面与不透水沥青路面衔接处，应做好封水、防水处理。

#### 6.2.2.18 开放交通及其他应符合以下要求

- 1) 施工后，应待透水沥青混凝土摊铺层完全自然冷却，当透水沥青路面表面温度降低到 50°C 以下后，方可开放交通。
- 2) 铺筑好的透水沥青混凝土路面应做好保护，保持整洁，不得造成污染，严禁在透水沥青混凝土层上堆放施工产生的土或杂物，严禁在已铺透水沥青混凝土层上制作水泥砂浆。

6.2.2.19 施工中采用的量具、器具应进行校对、标定，并应对进场原材料进行检验。

6.2.2.20 当在雨期进行透水砖路面施工时，应结合工程实际情况制定专项施工方案，经批准后实施。

### 6.2.3 绿色屋顶

6.2.3.1 绿色屋顶附属应用于建(构)筑物，应充分考虑种植荷载影响，结合建(构)筑物的形式、结构强度确定绿色屋顶类型；既有建(构)筑物设置绿色屋顶，应校核屋顶荷载和防水性能。

6.2.3.2 种植屋面找坡(找平)层和保护层的施工应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345、《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

6.2.3.3 绿色屋顶应根据风力因素和植物高度，采取植物抗风固定措施。

6.2.3.4 为保证种植屋面不渗漏，并为栽培植物提供良好的环境和条件，必须按照设计要求选材和构造图施工。

6.2.3.5 管道、预埋件等应先进行施工，然后做防水层。避免防水层施工完毕后打眼凿洞，留下渗漏隐患。如必须后安装设备基座，应在适当部位增铺一道防水增强层，并局部补做防水层。



6.2.3.6 为确保绿色屋顶的防水性能及耐久年限，应至少做两道防水。绿色屋顶必须至少设置一道具有耐根穿刺性能的防水层，耐根穿刺防水层与普通防水层上下相邻，各防水层材料应相容，且防水层应满足一级防水等级设防要求。

6.2.3.7 种植屋面构造层次多，为确保整体施工质量，每一层次施工完毕都应进行验收，合格后方可进行下一道施工。

6.2.3.8 防水层材料选用符合设计要求。

6.2.3.9 绿色屋顶所设置的排水管口、泄水管口等应避免被遮盖，确保管口周围无植物，避免植物生长而阻塞管口。应设钢丝网片或钢丝网做成凸球状包住管口，管口周围放置粗细骨料滤水层，避免杂物阻塞管道和污染环境，影响正常的排水功能。排水口不应高于种植土标高。

6.2.3.10 保温隔热材料容易损坏，搬运时轻拿轻放，应采取防雨、防火的措施。种植坡屋面的绝热层应采用粘贴法或机械固定法施工。

6.2.3.11 保温板施工应符合下列规定：

- 1) 基层应平整、干燥、干净。
- 2) 保温板接缝处应相互错开，并用同类材料嵌填密实。
- 3) 保温板采用粘贴方式固定时，胶粘剂应与保温板材料相容。铺平垫稳、粘贴牢固。
- 4) 保温板采用机械方式固定时，固定件的间距应符合设计要求，并固定牢固。

6.2.3.12 找坡层（找平层）施工应符合以下要求：

- 1) 采用块状材料做找坡层，力求平整，并应尽量减少铺垫水泥砂浆的用量。
- 2) 使用水泥或水泥砂浆拌合轻质散状材料，当施工环境温度低于 5℃ 时，应掺加防冻剂，温水拌合，并用保温材料覆盖。

6.2.3.13 普通防水层施工应符合以下要求：

- 1) 为加强整体防水层质量，在细部结构部位宜铺设一层防水增强层。
- 2) 基层上满涂基层胶黏剂，涂刷量应避免过少露底或过多堆积。
- 3) 高聚物改性沥青防水卷材采用热熔法满粘施工时，火焰加热应控制火势和时间，保持均匀状态。
- 4) 涂刷防水材料必须控制好涂层的干燥程度，第一遍涂料实干后才能涂刷第二遍。
- 5) 卷材与基层宜满粘施工，坡度大于 3% 时，不得空铺施工；
- 6) 采用热熔法满粘或胶黏剂满粘防水卷材防水层的基层应干燥、洁净；
- 7) 防水层施工前，应在阴阳角、水落口、突出屋面管道根部、泛水、天沟、檐沟、变形缝等细部构造部位设防水增强层，增强层材料应与大面积防水层的材料同质或相容；
- 8) 当屋面坡度小于等于 15% 时，卷材应平行屋脊铺贴；大于 15% 时，卷材应垂直屋脊铺贴；上下两层卷材不得互相垂直铺贴。

6.2.3.14 耐根穿刺防水卷材施工方式应与其耐根穿刺防水材料检测报告相符。耐根穿刺防水层施工应符合以下要求：

- 1) 耐根穿刺防水层的施工方式应与防水材料的使用说明要求相符。
- 2) 改性沥青类耐根穿刺防水卷材搭接缝应一次性焊接完成，并溢出 5mm~10mm 沥青胶封边，不得过火或欠火；
- 3) 塑料类耐根穿刺防水卷材施工前应试焊，检查搭接强度，调整工艺参数，必要时应进行表面处理；
- 4) 高分子耐根穿刺防水卷材暴露内增强织物的边缘应密封处理，密封材料与防水卷材应相容；
- 5) 高分子耐根穿刺防水卷材“T”形搭接处应作附加层，附加层直径(尺寸)不应小于 200mm，附加层应为匀质的同材质高分子防水卷材，矩形附加层的角应为光滑的圆角；

6) 不应采用溶剂型胶粘剂搭接。

6.2.3.15 耐根穿刺防水层与普通防水层上下相邻，施工应符合下列规定：

- 1) 耐根穿刺防水层的沥青基防水卷材与普通防水层的沥青基防水卷材复合时，应采用热熔法施工。
- 2) 耐根穿刺防水层的高分子防水卷材与普通防水层的高分子防水卷材复合时，应采用冷粘法施工。

6.2.3.16 防水层施工完毕后，要注重对防水层、防水节点的保护，严禁在防水层上凿孔 打洞，避免重物冲击，不得任意在防水层上堆放杂物及增设构筑物。

6.2.3.17 排（蓄）水层施工应符合下列规定：

- 3) 排（蓄）层的高度应符合设计要求；
- 4) 排（蓄）水层必须与排水系统相互连通，排水顺畅，排水口周边设置过滤构造；
- 5) 排（蓄）水层施工前应根据屋面坡向确定整体排水方向；
- 6) 排（蓄）水层应铺设至排水沟边缘或水落口周边。铺设平整，确保满足排水要求；
- 7) 铺设排（蓄）水材料时，不应破坏耐根穿刺防水层；
- 8) 排水层采用卵石、陶粒等材料铺设时，粒径应大小均匀，铺设厚度应符合设计要求。陶粒的粒径不应小于 25mm,大粒径在下，小粒径在上，有利于排水；
- 9) 凹凸型塑料排（蓄）水板应采用搭接法施工，搭接宽度应根据产品的规格及技术要求确定，搭接宽度不应小于 100mm；
- 10) 网状交织、块状塑料排水板应采用对接法施工，并应接茬齐整。

6.2.3.18 过滤层施工应符合下列规定：

- 1) 空铺于排（蓄）水层之上,过滤层铺设应平整无皱折。
- 2) 过滤层接缝的搭接宽度不应小于 150mm，接缝应采用粘合或缝合固

定。

- 3) 过滤层铺设边缘沿种植挡墙上翻时应与种植土高度一致，并应与挡墙粘牢。

6.2.3.19 种植土的厚度、密度应符合设计要求，绿化栽植前应对种植土理化性质进行化验分析，同时可对原土进行改良，严禁使用含有害成分的土壤，种植土表面应低于挡墙高度 100mm。

6.2.3.20 种植土、植物等进场后应在屋面上均匀堆放，禁止集中码放，种植土摊铺、植物种植时应避免损坏防水层。

6.2.3.21 及时摊平铺设、分层适度压实种植土，严禁用机械反复碾压。厚度 500mm 以下的种植土不得采取机械回填。铺设的平整度和坡度应符合竖向设计要求。

6.2.3.22 摊铺后的种植土表面应采取覆盖或洒水措施防止扬尘。

6.2.3.23 进场的植物宜在 6h 之内栽植完毕，未栽植完毕的植物应及时喷水保湿，或采取假植措施。

6.2.3.24 六级风（10.8-13.8m/s）及以上时应采取防扬尘措施。

6.2.3.25 乔灌木、地被植物的栽植宜根据植物的习性在冬季休眠期或春季萌芽期前进行。

6.2.3.26 应根据设计和当地气候条件，对植物采取防冻、防晒、降温 and 保湿等措施。

6.2.3.27 铺装施工应符合下列规定：

- 1) 基层应坚实、平整，结合层应粘结牢固，无空鼓现象；
- 2) 木铺装所用的面材及垫木等应选用防腐、防蛀材料；固定用螺钉、螺栓等配件应做防锈处理；安装应紧固、无松动，螺钉顶部不得高出铺装表面；透水砖的规格、尺寸应符合设计要求，边角整齐，铺设后应采用细砂扫缝；

- 3) 嵌草砖铺设应以砂土、砂壤土为结合层，其厚度不应低于 30mm；湿铺砂浆应饱满严实；干铺应采用细砂扫缝；
- 4) 卵石面层应无明显坑洼、隆起和积水等现象；石子与基层应结合牢固，石子宜采用立铺方式，镶嵌深度应大于粒径的 1/2；带状卵石铺装长度大于 6m 时，应设伸缩缝；
- 5) 铺装踏步高度不应大于 160mm，宽度不应小于 300mm。

6.2.3.28 灌溉用水不应喷洒至防水层泛水部位，不应超过绿地种植区域；灌溉设施管道的套箍接口应牢固紧密、对口严密，并应设置泄水设施。

6.2.3.29 电线、电缆应采用暗埋式铺设；连接应紧密、牢固，接头不应在套管内，接头连接处应做绝缘处理。

6.2.3.30 既有建筑屋面丧失防水能力时，应拆除原防水层及上部构造，增做的普通防水层、耐根穿刺防水层及其他构造层次的施工应按本章的有关规定执行。

## 6.2.4 下凹式绿地

6.2.4.1 下凹式绿地的植物应严格按照设计要求进行选用，并能保证耐旱耐淹、净化雨水、低维护等要求。

6.2.4.2 绿地内生活给水系统不得与其他给水系统连接。确需连接时，应有生活给水系统防回流污染的措施。

6.2.4.3 下凹式绿地的构造做法应符合设计要求。

6.2.4.4 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。

6.2.4.5 管道的敷设和检查井的施工应符合设计要求和《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB50268)相关规定。

6.2.4.6 栽植土以排水良好的砂性壤土为宜，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。

6.2.4.7 下凹式绿地靠近机动车道一侧 1~2m 范围内的防渗措施应满足设计要求，当设计未明确时路基应呈梯形延伸至绿地内 1~1.5 倍路基深度。施工时路基区域的各项排水施工措施满足《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1)的规定。

6.2.4.8 下凹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，应高于绿地 5~100mm。

## 6.2.5 生物滞留设施

6.2.5.1 施工准备及测量放线，应符合下列规定：

- 1) 生物滞留设施宜在其汇水面施工完成后进行，如道路、广场结构层施工均已完成。进水口位置应根据完工后的汇水面径流实际汇流路径进行调整，保证汇水面径流雨水汇入，设施竖向高程应以进水口处汇水面而的高程为基准进行测量。
- 2) 设施按施工图设计进行放线，埋设控制点。

6.2.5.2 土方施工，应符合下列规定：

- 1) 应根据设计和地形控制坡度和高程，坡度应顺畅，以免阻水。
- 2) 生物滞留设施平面形态控制应在满足调蓄容积要求的基础上，线形应流畅，保证景观效果。
- 3) 生物滞留带沟梢开挖完成后，周边或预留进水口处应设置临时挡水堰/袋等水土流失控制设施，以防止沟梢内水土流失进入管渠系统造成堵塞及污染，及防止周边土壤进入沟梢内对沟梢渗透性能、深度造成影响。
- 4) 入渗型生物滞留设施沟槽机械开挖、混凝土拌合与挡墙砌筑作业等宜在沟槽外围进行，避免沟槽因重型机械碾压、混凝土拌合作业等降低基层土壤渗透性能。

- 5) 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；应及时清理沟槽底部已板结的混凝土。土壤渗透性能无法恢复时，设计单位应调整设计渗透值，重新校核设施设计渗透量。

6.2.5.3 兼有径流雨水蓄渗、转输功能的生物滞留设施（如道路生物滞留带），为防止冲刷并提高蓄滞能力，沟底一般间隔设置挡水堰。挡水堰的施工，应符合下列规定：

- 1) 沟槽开挖完成后，挡水堰的设计位置应设贯临时挡水坝/袋，防止沟槽内土壤流失。
- 2) 挡水堰顶高程一般根据纵坡及沟深确定，应严格按照图纸施工。
- 3) 消能和防冲刷设施应设置在挡水堰的跌水一侧。

6.2.5.4 复杂型生物滞留设施防渗层，应符合下列规定：

- 1) 防渗层可采用防渗膜、混凝土、膨润土防渗毯等，防渗膜与膨润土防渗毯的搭接宽度不宜小于 0.5m，卷材接缝应牢固、严密，立面防渗层应收头入槽，封严，摊铺防渗膜、防渗毯保护层时动作要轻，切勿损坏防渗膜、防渗毯。
- 2) 设施铺设前，应将沟槽内的石块、树枝等尖锐材料清理干净。
- 3) 防渗材料应耐根穿刺。

6.2.5.5 透水土工布的作用为防止种植土随雨水流入砾石排水层，透水土工布搭接宽度不应小于 200mm，并防止尖锐物体损坏。

6.2.5.6 排水层，应符合下列规定：

- 1) 排水层碎石、码石、卵石等材料应清洗干净，不含杂土。

- 2) 开孔率宜为 1%~3%,穿孔排水管端头和侧壁应用透水材料（如滤网）进行包裹。

6.2.5.7 植物种植，应符合下列规定：

- 1) 植物种植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，应设进水口拦污及防冲设施，以净化初期雨水同时防止绿地冲刷。
- 2) 耐湿的水湿生植物栽植的品种和单位面积栽植数应符合设计要求。
- 3) 水湿生植物种植前应复核水体深度，必要时应采取降水栽植措施，植物成活后再逐渐升高水位，保证植物成活率。
- 4) 苗木修剪应适应抗风要求。
- 5) 绿化种植及施工期养护还应满足《园林绿化工程施工及验收规范》（CJ82）的有关规定。

6.2.5.8 覆盖层主要作用为初步过滤细颗粒物，避免设施换土层/种植土层过早堵塞，同时具有防止冲刷的作用。覆盖层应根据植物种植，按照不漏土的原则进行铺设，还应考虑景观效果。采用树皮作为覆盖层时不应选用轻质树皮，防止漂浮流失。

6.2.5.9 利用地表有组织汇流方式收集汇水面径流雨水时，进水口的设置应根据施工图纸施工，保证进水顺畅。进水口应以干硬性砂浆铺砌，砂浆应饱满、厚度均匀，砌筑应稳固、直线段顺直、曲线段圆顺、缝隙均匀。进水口高程应低于路面高程，表面应平顺不阻水。进水口内侧的防冲刷消能设施（如混凝土或碎石等）应牢固。

6.2.5.10 溢流口顶与生物滞留设施种植面间的空间为生物滞留设施有效调蓄空间，结构层回填高度应与设计高度一致，保证有效调蓄深度。溢流口一般应预留不小于 50mm 的超高。



6.2.5.11 具有转输功能的生物滞留设施内的市政基础设施不得阻水。如：分隔带内设置路灯、交警信号等设施时，基础的高度要合适，避免阻水。护栏、警示牌、清淤通道及防护等设施位置应醒目、安装牢固。

## 6.2.6 渗透设施

6.2.6.1 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。

6.2.6.2 入渗井、渗透管沟、入渗池等渗透设施应按下列工序施工：挖掘→铺砂→铺透水土工布→充填碎石→渗透设施安装→充填碎石→铺透水土工布→回填→残土处理→清扫整理→渗透能力的确认。

6.2.6.3 渗井基坑土方施工应符合以下要求：

- 1) 沟槽开挖时应做好支护措施，防止土方塌方。
- 2) 基坑不得超挖，超挖后不得采用超挖土方回填，宜采用碎石回填。
- 3) 验槽合格后，井坑底部铺一层粗砂，砂层上铺透水土工布，土工布的宽度应足够包裹碎石层，不得用机械碾压。
- 4) 渗井在达到预设的标高时，套穿好预制的土工布罩，放在相应的井位上，井体与土工布间填碎石，碎石直径宜为  $\Phi 20\sim 30\text{mm}$ ，碎石层在土工布上分层填埋，达到设计厚度，合拢顶部的土工布。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。
- 5) 井室包裹碎石层的土工布外均需填一层粗砂，并用原土回填到地面或填实井坑。填砂与回填土的两道工序应交互进行。
- 6) 土方回填材料宜选用不含有害物质、不易堵塞反滤层的砂类土。
- 7) 井室施工及验收参照《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268）执行。

## 6.2.7 储存与调节设施

6.2.7.1 蓄水池施工前，建设单位应组织有关单位进行现场交桩，施工单位对所交桩复核测量。

6.2.7.2 雨水收集池基坑的开挖深度应符合技术要求，应避免超挖。基坑的开挖底面积应大于水池的底面积，每边大于水池的底面边缘 0.7~1.0m。安装沉砂井、取水井和进、出水管、压缩空气管的一侧按水井和管道边缘预留 0.7~1.0m 安装空间。

6.2.7.3 基坑开挖后应尽量减少对基土的扰动。如遇基础不能及时施工时，可在基底标高以上预留 200~300mm 土层不挖，待做基础时再挖。

6.2.7.4 基坑（槽）或管沟底部的开挖宽度和坡度，除应考虑结构尺寸要求外，应根据施工需要增加工作面宽度，如排水设施、支撑结构等所需的宽度。雨季施工时，基槽、坑底应预留 300mm 土层在浇筑基础混凝土垫层前再挖至设计标高。

6.2.7.5 在地下水位较高的地区，施工时应根据实际情况采取抗浮措施。

6.2.7.6 施工完毕后必须进行满水试验。

6.2.7.7 模块组合水池施工应符合下列要求：

- 1) 应根据工程地质、水文地质、周边环境编制基坑土方开挖、支护、降水施工方案，开挖深度超过 5m(含 5m)或开挖深度虽未超过 5m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建（构）筑物安全的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程施工方案应组织专家论证。
- 2) 基坑开挖工作面宽度不应小于 0.5m。安装沉砂井、取水井和进、出水管、压缩空气管的一侧按水井和管道边缘预留 0.7~1.0m 安装空间。
- 3) 地基承载力应符合设计要求。

- 4) 基础表面应平整光滑，高程误差值控制在 $\pm 20\text{mm}$ 。
- 5) 当模块组合水池为了收集雨水并加以利用的，需要做防水处理；若是为了收集雨水并向周围渗水的，四周应采用透水土工布包裹。
- 6) 储水模块外侧包裹防渗土工布，两布一膜，布为无纺布（机织塑料编织布），其厚度不得小于  $1.0\text{mm}$ ，土工布为纤维丝针织品，重量不得低于  $300\text{g/m}^2$ 。
- 7) 防渗土工膜施工工艺，铺设、剪裁→对正、搭齐→压膜定型→擦拭尘土→焊接试验→焊接→检测→修补→复检验收。

6.2.7.8 防渗土工膜搭接宽度应大于  $100\text{mm}$ ，焊接后，应及时对焊缝焊接质量进行检测。

6.2.7.9 铺设土工膜时，应从最低部位开始向高位延伸。不要拉得过紧，应留足够余幅（大约  $1.5\%$ ），以备局部下沉拉伸。

6.2.7.10 安装模块组合蓄水池应符合以下要求：

- 1) 模块单体安装时排列整齐，便于同层和上下层之间固定连接，按施工图纸要求雨水收集池长宽高尺寸安装模块数量。
- 2) 同层储水模块之间用模块横向固定卡连接，每个模块长边一侧使用的固定卡不少于 4 只，短边一侧使用的固定卡不少于 2 只。
- 3) 上下层储水模块之间用模块纵向固定杆连接，每座模块单体上下层之间的固定杆不少于 4 只。
- 4) 储水模块在连接过程中，要尽量避免垂直连接，先铺设第一层，然后再逐层往上铺设。

6.2.7.11 在雨水收集池储水模块全部安装完成后，将事先焊接好的复合土工膜紧紧围裹在贮水方块骨架周围，并按折痕将其折好。在顶面包裹时两侧搭接大于  $500\text{mm}$ ，焊接按复合土工膜焊接技术要点进行焊接。

- 1) 预制套管与复合土工膜贴合面边长应 2 倍于管道直径，套管部分直径略大于管径。管道与 HPDE 套管使用双箍固定。
- 2) 复合土工膜开十字口，管道直接插入雨水模块。
- 3) 接管道部分预留出足够余量，土工布开十字口，管道插接入模块内部，单箍扎紧。

6.2.7.12 雨水井、雨水预处理装置、排泥提升井、清水提升井、放空阀门井、弃流井安装施工时，高程、坐标应满足设计要求，之间管道连接安装严密。

6.2.7.13 土方回填应符合下列要求：

- 1) 沉砂井与储水方块各连接管安装完后，在回填过程中先将沉砂井周围回填 500mm 厚度的粗砂或石粉。用人工夯实后，再回填下一层。最后回填至管顶 500~700mm 厚度人工夯实后，方可回填其他材料。
- 2) 设备间取水管处的回填做法与沉砂井取水管处的回填做法相同。
- 3) 储水方块透气管在回填过程中避免将立管压歪，保证立管垂直。
- 4) 水池顶部土工布表面区域均匀摊铺 100mm 厚的纯净中砂，再采用干净无杂质的松散好土（含水率适当）进行储水模块上表面的回填施工。每 300mm 拍打密实，直到设计高度，禁止使用机械方法进行夯实作业，禁止用水冲灌或水浸泡。
- 5) 雨水收集水池四周回填物为粗砂和原土，回填时在靠近复合土工膜的一侧回填 100mm 厚的粗砂，再在粗砂的外侧回填原土。不得回填带有石块等硬物的粗砂或石粉。以免硬物直接接触方块造成漏水现象发生。每次每层回填厚度为 300mm，压实，直到顶面。
- 6) 储水模块中间连通管、冲洗管要回填粗砂或石粉至管顶 500mm 厚度后，再回填其他材料。

- 7) 设备的安装应按照工艺要求进行。在线仪表安装位置和方向应正确，不得少装、漏装。设备中的阀门、取样口等应排列整齐，间隔均匀，不得渗漏。
- 8) 雨水设备控制电柜安装完毕后，应对整个雨水系统进行调试，直到系统运行正常。
- 9) 在设备调试合格后进行验收。

6.2.7.14 调节池所采用的钢筋、水泥、集料、砌块、管材等材料，必须按规定进行检测，合格后方可使用。

6.2.7.15 钢筋的制作、焊接、安装及校板安装的施工应按现行国家标准《混凝土结构施工质量验收规范》（GB50204）的相关规定执行。

6.2.7.16 钢筋的保护层厚度应符合设计要求。浇筑池壁混凝土时，应分层浇筑、连续浇筑。

6.2.7.17 调节池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。

6.2.7.18 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，湿水养护时间不少于 14 天。

6.2.7.19 调节池施工、验收完成后，应及时基坑回填，回填质量应符合设计要求

6.2.7.20 地下封闭式调节池覆土厚度应符合设计；地上敞口式调节池应按设计要求做好防护设施。

6.2.7.21 湿塘、雨水湿地平而形态控制应在满足设计要求的基础上，线形应流畅，保证景观效果。

6.2.7.22 填料铺设及种植土回填，应符合下列要求：

- 1) 雨水人工湿地应按设计铺设填料，填料应预先清洗干净，分层填筑。

- 2) 填料铺设时应按水流方向铺设粒径从小到大的填料，并按设计严格控制填料的孔隙率。

6.2.7.23 植物种植应在种植土回填完成后进行，植物的选配应符合设计要求。

6.2.7.24 进出水及其他设施施工，应符合下列要求：

- 1) 进水管道的高程应符合设计要求，消能碎石摆放整齐，厚度、面积符合设计要求。
- 2) 前置塘底混凝土或浆砌块石应满足规范要求。
- 3) 配水石笼的基底土质及其密实度应符合设计要求，现场如遇较差地基土质时，应另作地基处理。
- 4) 为阻止土颗粒渗入格宾网箱内，在格宾网箱底部铺设通水土工布。填充格宾网箱的填充料规格质量，必须符合设计要求。
- 5) 放空管和排水孔的高程应符合设计要求。格栅板安装前应按图纸和设计要求进行验收，不合格的不得使用。格栅板安装前必须确定安装顺序，结合图纸的格栅板编号依次安装。钢格栅安装过程中严格按照设计规范进行安装，铺设后应立即固定。
- 6) 渗透塘的透水土工布的作用为防止种植土随雨水流入滤料层，透水土工布措接宽度不应小于 200mm，并防止尖锐物体损坏。

6.2.7.25 雨水罐采用埋地式施工时,应确保基坑安全放坡、尺寸准确，基坑承载力满足设计要求。采用垂直开挖时应对支护方式进行稳定性验算。

6.2.7.26 安放在地面上的雨水罐应确保固定牢靠，使用方便、便于维护，并与周边景观相协调。

6.2.7.27 当采用成品雨水罐时，回填前应对雨水罐注水，注水容积应大于总容积的 2/3，回填应分层对称填筑，回填密实度应满足设计要求。

6.2.7.28 雨水罐顶部检查口应加设防坠落设施。

6.2.7.29 雨水罐设置在公众可接触的地方时，雨水罐应采取防止误接、误用、误饮的措施。

## 6.2.8 转输与截污净化设施

6.2.8.1 植草沟测量放线，应符合下列要求：

- 1) 宜在周边绿地种植、道路结构层等施工均已完成后进行。
- 2) 按施工图设计进行放线，埋设控制点。

6.2.8.2 植草沟土方施工，应符合下列要求：

- 1) 应根据设计和地形控制纵坡，以免阻水。
- 2) 边坡应进行压实以防止坍塌及水土流失。
- 3) 断面达到设计要求，如倒抛物线形、三角形或梯形的断面要控制到位、美观。
- 4) 沟槽开挖完成后，设计挡水堰的位置应设置临时挡水坝/袋，防止沟槽内土壤流失。
- 5) 兼顾入渗的植草沟沟槽应避免因重型机械碾压、混凝土拌合作业等造成的基层土壤渗透性能降低。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。
- 6) 植草沟内土壤不得裸露，植被高度一般控制在 100~200mm。

6.2.8.3 当植草沟纵坡较大时，挡水堰可起到增加植草沟滞蓄水量，降低水流流速防止沟底冲刷的作用，挡水堰顶高程一般根据植草沟纵坡及沟深确定，应严格按照图纸施工。消能和防冲设施应设置在挡水堰的跌水一侧。

6.2.8.4 植草沟植物种植，应符合下列要求：

- 1) 植草沟边坡坡面进行绿化种植时，应有防止水土流失的措施。

- 2) 边坡栽植土的理化性质符合植物生长需求。
- 3) 混凝土格构、固土网垫、格栅、土工合成材料、喷射基质等施工做法应符合设计和规范要求。
- 4) 喷射基质不应剥落，栽植土或基质表面无明显沟蚀、流失，栽植土（基质）肥效不得少于 3 个月。
- 5) 先种植坡面和边坡，再种植沟底种植物。在种植沟底植物前，应再次确认其坡度和形状是否被破坏。

#### 6.2.8.5 进水口与溢流口

- 1) 进水口高程应低于汇水面，避免阻水。
- 2) 溢流口的高度应严格按照设计执行，高程控制应参照进水口和沟底高程确定。
- 3) 进水口处的截污、消能等设施应按设计要求施工。

#### 6.2.8.6 植被缓冲带断面形式、土质、植被材料应符合设计要求。

6.2.8.7 消能沟槽、渗排水管、净化区、进、出水口等应严格按设计布置施工，排水管与周边排水设施平顺衔接。

6.2.8.8 渗渠沟槽底部不得超挖，靠近沟槽底部 200mm 采用人工开挖。开挖完成后槽底不得扰动。

6.2.8.9 渗管（渠）的接头应可靠，滤料不渗漏。

6.2.8.10 渗管（渠）的砾（碎）石滤料回填应紧密，断面尺寸符合设计要求。

6.2.8.11 透水土工布应全断面包裹滤料及渗管，且不得出现破损现象，搭接宽度不应少于 200mm。

6.2.8.12 渗渠四周应按设计要求填充砾石或其他多孔材料，外包透水土工布应严密结实。



6.2.8.13 浅沟沟底表面的土壤厚度应满足设计要求，一般不应小于 100mm。

6.2.8.14 渗渠中的砂（砾石）层厚度应满足设计要求，一般不应小于 100mm。

6.2.8.15 人工土壤渗滤设施施工前，应将基槽上的积水排除、疏干，将树根坑、井穴、坟坑等进行技术处理，并整平。

6.2.8.16 防渗膜铺贴应贴紧基坑底和基坑壁，适度张紧，不应有皱折。

6.2.8.17 防渗膜与溢流井应连接良好，密闭，连接处不渗水。

6.2.8.18 防渗膜接缝应采用焊接或专用胶粘剂粘合，不应有渗透现象。施工中应保护好防渗膜，如有破损，应及时修补。

6.2.8.19 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。

6.2.8.20 渗滤体应分层填筑，碾压密实，碾压时应保护好渗管、排水管及防渗膜等不受破坏。

## 6.2.9 初期雨水弃流设施

6.2.9.1 雨水弃流装置的位置及构造应符合设计要求。

6.2.9.2 雨水弃流排入污水管道时，应按设计要求设置确保污水不倒灌回弃流装置内的设施。

6.2.9.3 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通水能力。

6.2.9.4 流量控制式雨水弃流装置的流量计应安装在管径最小的管道上。

6.2.9.5 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。

6.2.9.6 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。

## 6.2.10 生态驳岸

6.2.10.1 基坑的开挖尺寸满足设计与施工操作要求。

6.2.10.2 测量人员严格控制槽底的标高，避免超挖，保留 20~300mm 不挖，采用人工清槽，如发生超挖，应采用碎石填筑。

6.2.10.3 雨季施工，应尽量缩短开槽长度。

6.2.10.4 驳岸迎水面 0.5m 米以上设凹缝，可以用木条钉在模板内浇筑而成。

6.2.10.5 生态驳岸一般每隔 15m 设置一道沉降缝，在与其它构筑物连接处均设沉降缝，用油浸木屑板填充。

6.2.10.6 驳岸每隔 3m 布置泄水孔，泄水孔采用 DN50 硬塑管预埋，驳岸后通常布设碎石反滤层，滤水层采用挖树法施工，待墙后土填到滤水层顶后，按设计尺寸挖槽，反滤层采用土工布夹碎石填料。

## 6.3 验收要求

6.4.1 海绵城市建设工程施工质量验收应符合国家现行有关标准的规定。

6.4.2 构筑物土石方、砌筑工程、钢筋混凝土工程验收应符合国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》(GB50141)的有关规定；排水工程验收应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB50268)的有关规定；硅砂制品产品及施工质量应符合《硅砂雨水利用工程技术规程》(CECS381)的有关规定；道路绿化工程施工质量应符合《园林绿化工程施工及验收规范》(CJJ82)的有关规定；种植土壤应符合《绿化种植土壤》(CJ/T340)的有关规定；监测设备验收应符合《水利信息化项目验收规范》(SL588)的有关规定。

6.4.3 现行标准没有规定的其它施工内容应在设计文件中做出规定，作为验收依据。

6.4.4 海绵城市建设工程应试运行一段时间后进行验收。试运行期宜安排在主汛期，试运行期间宜经历 2~3 场 24h 降雨量在 32.1mm 以上的降雨。

6.4.5 当对施工质量检验不符合要求时，应按下列规定进行处理：

- 1) 经返工重做的，应重新进行验收。
- 2) 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的，应予以验收。
- 3) 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的，可予以验收。
- 4) 经返修或加固处理的部分工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足适用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。

6.4.6 海绵城市建设工程应重点对设施规模、竖向、进水设施、溢流排放口、水土保持、绿化种植、安全等关键环节进行验收并做好验收记录，验收合格后方可交付使用。

6.4.7 海绵城市建设工程施工质量验收应在施工单位自检合格基础上，按检验批、分项工程、分部（子分）工程、单位（子单位）工程的顺序进行，并进行记录备档。

6.4.8 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的，严禁进行后一分项工程施工。

6.4.9 海绵设施的竣工验收应由建设单位组织，验收组应由建设、勘察、设计、施工、监理、设施管理等单位的有关负责人组成，宜邀请海绵城市领域专家参加，验收组组长由建设单位担任，总监理工程师组织报有关质量监督部门申请监督。

6.4.10 工程竣工验收报告中，应当写明海绵设施相关工程措施的落实情况，提交备案机关备案。

## 7 海绵城市维护与管理指引

### 7.1 基本要求

7.1.1 公共项目的海绵城市设施由市政、园林、水务等相关部门按照职责分工负责维护监管。其它民建类项目的海绵城市设置由该设施的所有者或其委托方负责维护管理，城市管理部门进行不定时抽查。

7.1.2 应建立健全海绵城市设施的维护管理制度和操作规程，配备相关管理人员和监管措施，并对管理人员和操作人员进行专业技术培训。

7.1.3 海绵城市设施的维护管理方应做好雨季来临前检查工作，确保相关设施运作良好。在雨季过后进行维护管理工作，保证设施正常、安全运行。

7.1.4 海绵城市设施的维护管理部门应对设施的效果进行监测与评估，并相交有关部门进行备案。

7.1.5 应加强海绵城市设施的数据库建立与信息技术应用，通过数字化信息技术手段，进行科学规划、设计、监测。

7.1.6 对调蓄池、隧道调蓄工程内部设施的运行维护操作，应按现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174 和现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 的有关安全规定执行。

7.1.7 当遭遇内涝灾害后，应按照原标准或规划的新标准对毁坏的内涝防治设施进行修复或重建。

7.1.8 加强海绵城市建设的教育与引导，提高公众对海绵城市建设等相关工作认识，激发鼓励公众积极参与共同维护设施。

## 7.2 设施维护

### 7.2.1 透水铺装、路面

7.1.1.1 面层出现破损时应及时进行修补及更换。

7.1.1.2 出现不均匀沉降时，应及时进行局部修整。

7.1.1.3 投入使用后，为确保透水水泥混凝土的性能，可使用高压水(5MPa~20MPa)冲刷孔隙洗净堵塞物，或采用压缩空气冲刷孔隙使堵塞物去除，也可使用真空泵将堵塞孔隙的杂物吸出。

7.1.1.4 出现裂缝和集料脱落的面积较大时，必须进行维修。维修时，应先将路面疏松集料铲除，清洗路面去除孔隙内的灰尘及杂物后，方可进行新的铺装。

### 7.2.2 绿色屋顶

7.2.2.1 定期检查排水沟、水落口和检查井等排水设施，及时疏通排水管道。

7.2.2.2 园林小品应保持外观整洁，构件和各项设施完好无损。

7.2.2.3 应保持园路、铺装、路缘石和护栏等的安全稳固、平整完好。

7.2.2.4 应定期检查、清理水景设施的水循环系统。应保持水质清洁，池壁安全稳固，无缺损。

7.2.2.5 应保持外露的给排水设施清洁、完整，冬季应采取防冻裂措施。

7.2.2.6 应定期检查电气照明系统，保持照明设施正常工作，无带电裸露。

7.2.2.7 应保持导引牌、标识牌外观整洁、构件完整；应急避险标识应清晰醒目。

7.2.2.8 设施损坏后应及时修复。

7.2.2.9 种植屋面绿化养护管理应符合下列规定：

- 1) 种植屋面工程应建立绿化养护管理制度；
- 2) 定期观察、测定土壤含水量，并根据墒情灌溉补水；
- 3) 根据季节和植物生长周期测定土壤肥力，可适当补充环保、长效的有机肥或复合肥；
- 4) 定期检查并及时补充种植土。

7.2.2.10 种植屋面可通过控制施肥和定期修剪控制植物生长。

7.2.2.11 根据设计要求、不同植物的生长习性，适时或定期对植物进行修剪。

7.2.2.12 及时清理死株，更换或补植老化及生长不良的植株。

7.2.2.13 在植物生长季节应及时除草，并及时清运。

7.2.2.14 植物病虫害防治应采用物理或生物防治措施，也可采用环保型农药防治。

7.2.2.15 根据植物种类、季节和天气情况实施灌溉。

7.2.2.16 根据植物种类、地域和季节不同，应采取防寒、防晒、防风、防火措施。

### 7.2.3 生物滞留设施、下凹式绿地

7.2.3.1 下凹式绿地的运行管理，应符合下列规定：

- 1) 在汛前，应对设施的进水口和溢流口进行清淤维护；
- 2) 进水口、溢流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；
- 3) 进水口、溢流口堵塞或淤积导致进水不畅时，应及时清理垃圾和沉积物；
- 4) 浅层调蓄池的调蓄空间因沉积物淤积导致调蓄能力不足时，应及时清理沉积物；
- 5) 应定期清除绿地上的杂物，对雨水冲刷造成的植物缺失，应及时补种。

7.2.3.2 对调蓄池、隧道调蓄工程内部设施的运行维护操作，应按现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174 和现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 的有关安全规定执行。

## 7.2.4 渗井、渗管/渠

7.2.4.1 渗透设施的维护管理,应包括渗透设施的检查及清扫、渗透机能的恢复及修补、机能恢复的确认等,并应对维护管理进行记录。

7.2.4.2 发现进水口出现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。

7.2.4.3 设施内因沉积物淤积导致调蓄能力或过流能力不足时,应及时清理沉积物。

7.2.4.4 当渗井调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时,应及时更换填料。

## 7.2.5 湿塘、雨水湿地、调节塘、调节池

7.2.5.1 发现进水口、溢流口出现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。

7.2.5.2 发现进水口、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。

7.2.5.3 前置塘/预处理池沉积物淤积超过 50%时,应及时清淤。

7.2.5.4 防误接、误用、误饮等警示标志、护栏等安全防护设施及预警系统损坏或缺失时,应及时进行修复和完善。

7.2.5.5 护坡出现坍塌时应及时进行加固。

7.2.5.6 应定期检查泵、阀门等相关设备,保证其能正常工作。

7.2.5.7 应及时收割、补种修剪植物、清除杂物。

## 7.2.6 蓄水池、雨水罐

7.2.6.1 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。

7.2.6.2 沉淀物、沉积物淤积超过设计清淤高度时,应及时进行清淤。

7.2.6.3 应定期检查阀门等相关设备,保证其能正常工作。



7.2.6.4 防误接、误用、误饮等警示标志、护栏等安全防护设施及预警系统损坏或缺失时，应及时进行修复和完善。

### 7.2.7 植草沟、植被缓冲带

7.2.7.1 应及时补种修剪植物、清除杂草、杂物。

7.2.7.2 沟内沉积物淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物。

7.2.7.3 边坡出现坍塌时，应及时进行加固。

7.2.7.4 由于坡度较大导致沟内水流流速超过设计流速时，应增设档水堰或抬高档水堰高程。

### 7.2.8 人工土壤渗滤

7.2.8.1 应及时补种修剪植物、清除杂草、杂物。

7.2.8.2 发现土壤渗滤能力不足时，应及时更换配水层；

7.2.8.3 配水管出现堵塞时，应及时疏通或更换。

### 7.2.9 维护检查频率及注意事项

表 7.2.9 设施维护检查频率及注意事项

设施名称	检查时间间隔	检查、维护重点
集水设施	1 个月或降雨间隔超过 10 日至单场降雨后	污/杂物清理排除
输水设施	1 个月	污/杂物清理排除、渗漏检查
处理设施	3 个月或降雨间隔超过 10 日至单场降雨后	污/杂物清理排除、设备功能检查
储水设施	6 个月	污/杂物清理排除、渗漏检查
安全设施	1 个月	设备功能检查
透水铺装	雨季前、中期 2 次	缺失修补、透水能力检查
绿色屋顶	6 个月	雨季期间除杂草、污/杂物清理排除、植物修剪养护
下沉式绿地	6 个月	雨季期间除杂草、污/杂物清理排除、植物修剪养护
生物滞留设施	6 个月	污/杂物清理排除（不定期）、植物修剪养护
渗透塘	3 个月	污/杂物清理排除、植物修剪养护、清淤
渗井	6 个月	污/杂物清理排除、清淤

设施名称	检查时间间隔	检查、维护重点
湿塘	6个月（雨季）	污/杂物清理排除、清淤（雨季之前）
雨水湿地	雨季前、中、后期3次	污/杂物清理排除、清淤（雨季之前）
蓄水池	雨季前、中期2次	污/杂物清理排除、清淤、排空（暴雨之前）
雨水罐	雨季前、中期2次	污/杂物清理排除、清淤、排空（暴雨之前）
调节塘	雨季前、中、后期3次	污/杂物清理排除、清淤（雨季之前）
植草沟	雨季前、中期2次	污/杂物清理排除、植物修剪养护
渗渠	12个月	污/杂物清理排除、渗漏检查
植被缓冲带	雨季前、中期2次	污/杂物清理排除、植物修剪养护
初期雨水 弃流设施	1个月	污/杂物清理排除、设备功能检查
人工土壤渗滤	雨季前、中、后期3次	污/杂物清理排除、植物修剪养护

注：1 集水设施包括建筑物收集面相关设备，如集水沟、雨水斗、雨水口等；  
2 输水设施包括排水管道、给水管道以及连接储水池与处理设施建的连通管道等；  
3 安全设施指维护、防止漏电等设施。

## 7.3 风险管理

7.3.1 规划和设计阶段文件应包括海绵城市建设内容,其应与项目主体工程同时规划设计,同时施工,同时使用。

7.3.2 雨水会用系统输水管道严禁与生活饮用水管道连接。

7.3.3 严禁向雨水收集口和海绵建设设施倾倒垃圾和生活污水、废水,严禁将城市污水管道接入海绵建设设施。

7.3.4 城市雨洪行泄通道及易发生内涝的道路、下沉式立交桥区等区域,以及城市绿地中湿塘、雨水湿地等大型低影响开发设施应设置警示标识和报警系统,配备应急设施及专职管理人员,保证暴雨期间人员的安全撤离,避免安全事故的发生。

7.3.5 雨水入渗不应引起地质灾害及损害建筑物。下列场所不得采用雨水入渗系统:

- 1) 可能造成坍塌、滑坡灾害的场所;
- 2) 对居住环境以及自然环境造成危害的场所;
- 3) 自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤地质场所。

7.3.6 传染病医院的雨水、含有重金属污染和化学污染等地表污染严重的场地雨水不得采用雨水收集回用系统。有特殊污染源的建筑与小区,雨水控制及利用工程应经专题论证。部分水资源保护地等特殊区域如开展海绵城市建设,应开展环境影响评价,避免对地下水和水源地造成污染。

7.3.7 设有海绵城市设施的建设用地,应设有超标雨水外排措施,并应进行地面标高控制,城市用地的竖向规划设计应符合国家行业标准《城乡建设用地竖向规划规范》CJJ 83 的要求。

7.3.8 雨水控制及利用系统不应对土壤环境、地下含水层水质、公众健康和环境卫生等造成危害,并应便于维护管理。园林景观的植物选择应适应雨水控制及利用需求。

7.3.9 雨水供水管道上不得装设取水龙头，并应采取下列防止误接、误用、误饮的措施：

- 1) 雨水供水管外壁应按设计规定涂色或标识；
- 2) 当设有取水口时，应设锁具或专门开启工具；
- 3) 水池(箱)、阀门、水表、给水栓、取水口均应有明显的“雨水”标识。

7.3.10 恶劣天气条件下，不得在任何进水口或检查井进行工作。

7.3.11 当采用封闭结构的调蓄池时，应设置送排风设施。设计通风换气次数应根据调蓄目的、进出水量、有毒有害气体爆炸极限浓度等因素合理确定。调蓄池内易形成和聚集有毒有害气体的区域，应设置固定式有毒有害气体检测报警设备，且预留有毒有害气体监测孔。调蓄池可能出现可燃气体的区域，应采取防爆措施。

7.3.12 人工作业前应进行作业安全风险评估，并采取安全措施。风险评估应由具有专业知识和相关经验，并且熟知风险评估和相关安全规范的人员来执行。风险评估人员应在评估记录表上签名，确认已审核风险评估报告并对此报告负责。

7.3.13 发生事故时，应立即启动应急抢险预案，组织抢险救援，减少事故损失。

7.3.14 透水铺装风险管理应满足以下要求：

- 1) 透水铺装对道路路基强度和稳定性的潜在风险较大时，可采用半透水铺装结构。
- 2) 土地透水能力有限时，应在透水铺装的透水基层内设置排水管或排水板。
- 3) 当透水铺装设置在地下室顶板上时，顶板覆土厚度不应小于 600 mm，并应设置排水层。

7.3.15 渗透塘、渗井应用于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1 m 及距离建筑物基础小于 3 m（水平距离）的区域时，应采取必要的措施防止发生次生灾害。

## 8 海绵城市相关设施管理机制与评估

### 8.1 管理主体

\*清远市住房和城乡建设局、清远市发展和改革局、清远市水利局、清远市生态环境局、清远市自然资源局、清远市城乡规划局、清远市林业局、清远市城市管理和综合执法局等各成员单位应当按照各自职责，协同共同做好海绵城市建设和监督管理。

### 8.2 管理程序

8.2.1 \*清远市发展和改革局、规划国土部门、审计部门、环保水务部门、建设部门等建设项目参建单位应按照本导则的要求，在各自职权范围内加强对清远市建设项目海绵城市建设管理工作。

8.2.2 清远市中心城区范围内新建、改建、扩建的建设项目应按照本导则的要求落实海绵城市建设要求。危险边坡治理、地质灾害治理、桥梁、隧道、轨道交通、电力通讯管线、燃气管线、综合廊道、照明工程、应急工程除外。

8.2.3 按照海绵城市要求实施的新建、改建、扩建的建设项目，海绵设施应与主体工程同时规划、设计、施工、竣工验收并投入使用。

## 8.2.4 建设项目管控流程

### 8.2.4.1 市政类建设项目海绵城市管控流程

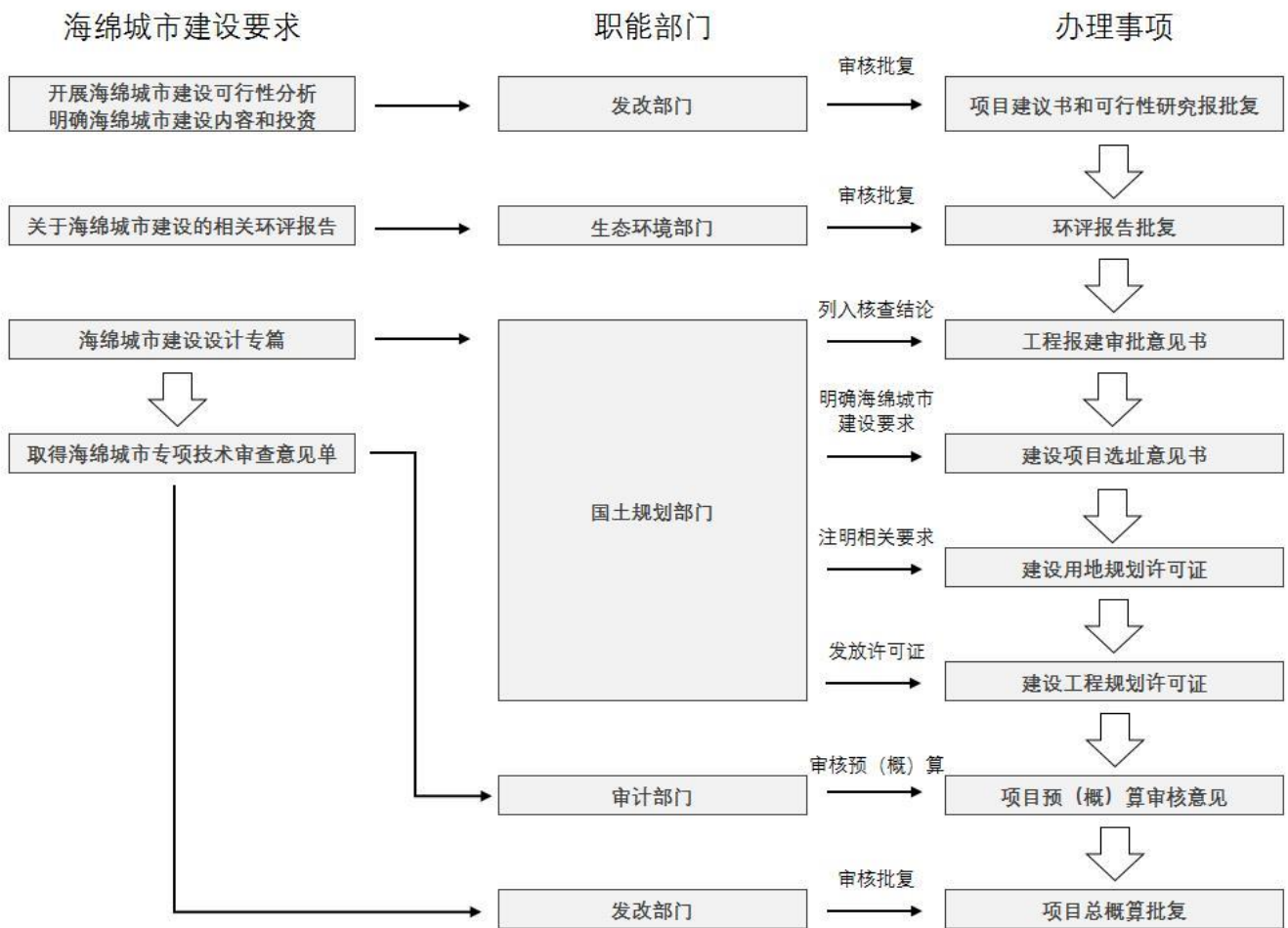


图 8.2.4.1 市政类建设项目海绵城市管控流程

### 8.2.4.2 \*民建类建设项目海绵城市管控流程

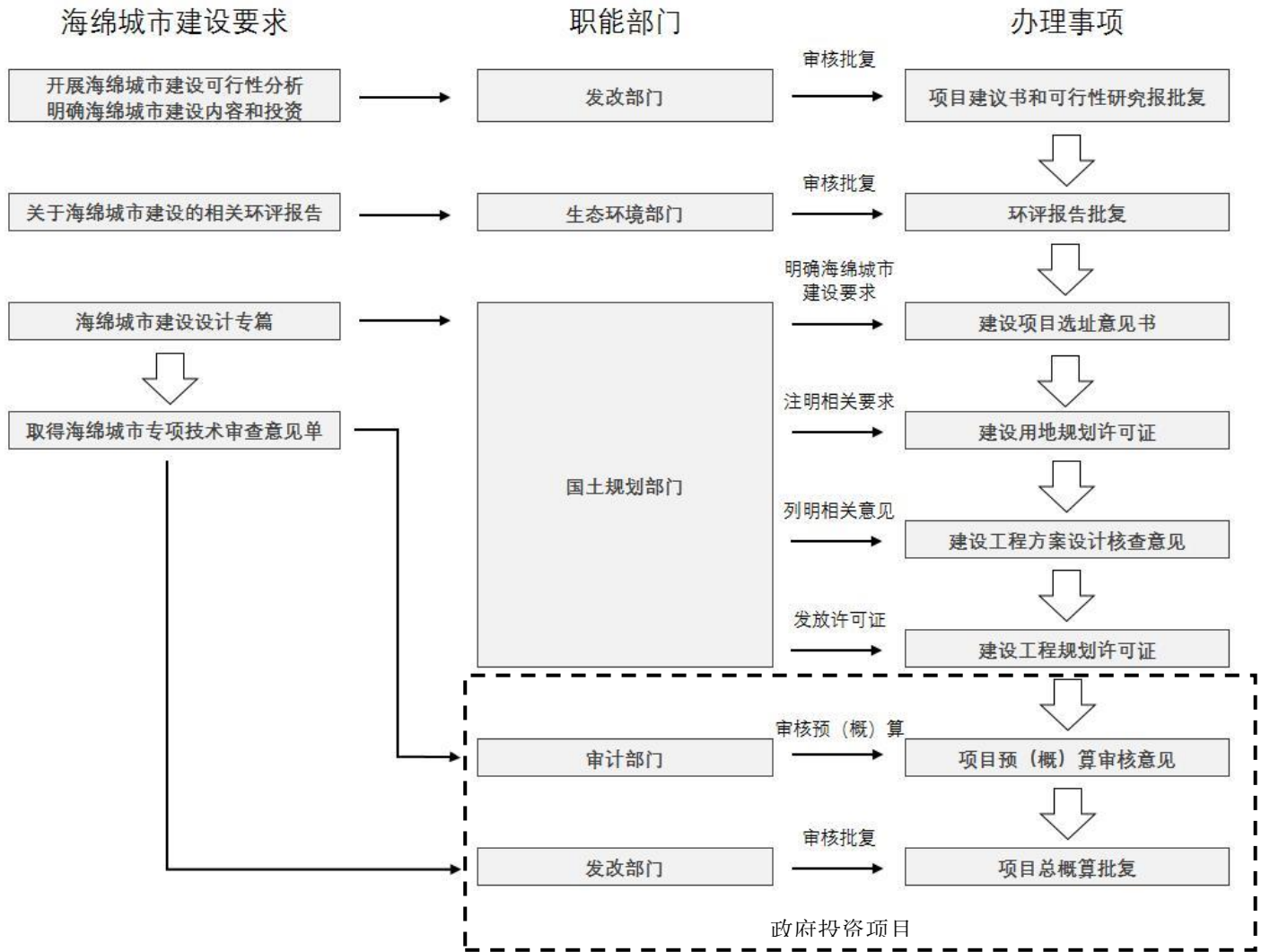


图 8.2.4.2 民建类建设项目海绵城市管控流程

## 8.3 规划设计评估

8.3.1 海绵城市规划设计评估属于项目实施前评估,应注重海绵城市规划设计方案中项目的实操性、可达性、经济合理性。

8.3.2 全面梳理区域现状海绵城市建设方面存在的主要问题:一是分析城市竖向、低洼地、市政管网、园林绿地等建设情况及存在问题;二是水生态、水环境、水资源、水安全等四个方面存在的问题及风险。

### 8.3.3 年径流总量控制率的简易评估

8.3.3.1 年径流总量控制率的简易评估应按以下要求进行:

- 1) 核算每个地块的年均综合雨量径流系数。计算该地块不同下垫面的面积,表 8.3.3.1 确定各下垫面的年均雨量径流系数,经加权平均得到该地块的年均综合雨量径流系数。若年均综合雨量径流系数对应的年径流总量控制率满足要求,则该地块年径流总量控制率达标。若年均综合雨量径流系数对应的年径流总量控制率不满足要求,则按 2~5 款的流程进行核算。年均综合雨量径流系数与年径流总量控制率之和为 1.0。
- 2) 核算每个地块的场均综合雨量径流系数。按表 8.3.3.1 确定各下垫面的场均雨量径流系数,经加权平均得到该地块的场均综合雨量径流系数。
- 3) 计算每个地块不同年径流总量控制率对应的需蓄水容积。按照式 8.3.3.1 计算该地块不同年径流总量控制率对应的需蓄水容积。

$$V=10H\varphi F \quad (8.3.3.1)$$

式中

V——设计调蓄容积或需蓄水容积,  $m^3$ ;

H——设计降雨量, mm;

$\varphi$ ——场均综合雨量径流系数;

F——汇水面积,  $hm^2$ 。



- 4) 核算每个地块的可蓄水容积。
- 5) 确定该地块的实际年径流总量控制率。将该地块不同年径流总量控制率所需蓄水容积与实际可蓄水容积比较，得到该地块的实际年径流总量控制率。
- 6) 区域年径流控制率核算。为该区域内每个地块年径流总量控制率的加权平均值。

表 8.3.3.1 下垫面径流系数取值一览表

下垫面分类		雨量径流系数		峰值径流系数	备注
大类名称	小类名称	年均雨量径流系数	场均雨流径流系数		
屋面	绿色屋面（绿色屋面，基质层厚度>300mm)	0.3	0.4	0.4	软化屋面
	绿色屋由(绿色屋面，基质层厚度<300mm)	0.4	0.5	0.55	
	铺石子的平屋面	0.6	0.7	0.8	
	硬屋面、未铺石子的平屋面	0.8	0.9	0.95	非软化屋面
路面与铺装	混凝土或沥青路面及广场	0.8	0.9	0.95	非可渗透硬化地面
	大块石等铺砌路面及广场	0.5	0.6	0.65	
	沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45	0.55	0.65	
	级配碎石路面及广场	0.35	0.4	0.5	可渗透硬化地面
	干砌砖石或碎石路面及广场	0.35	0.4	0.4	
	非铺砌的土路面	0.25	0.3	0.35	
	非植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm)	0.2	0.25	0.35	
	非植草类透水铺装（工程透水层厚度<300mm)	0.3	0.4	0.45	
	植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm)	0.06	0.08	0.15	
	植草类透水铺装（工程透水层厚度<300mm)	0.12	0.15	0.25	
绿地	无地下建筑绿地	0.12	0.15	0.2	
	有地下建筑绿地（地下建筑覆土厚度≥500mm)	0.15	0.2	0.25	
	有地下建筑绿地（地下建筑覆土厚度<500mm)	0.3	0.4	0.4	
水体	水体	1	1	1	

注：表中场均雨量径流系数指雨量为 30mm 左右时的雨量径流系数，流量径流系数是指重现期为 2 年左右的降雨峰值流量径流系数。

#### 8.3.3.2 以下设施的蓄水容积不应计入总蓄水容积：

- 1) 对径流总量削减贡献很小的设施：如转输型植草沟、渗管/渠、初期雨水弃流、植被缓冲带、人工土壤渗滤设施等；
- 2) 在径流系数内已综合考虑其空隙的设施：如透水铺装、绿色屋顶结构内的空隙；
- 3) 受地形条件、汇水面大小等因素影响，无法有效收集径流雨水的设施。

#### 8.3.3.3 储水设施的蓄水容积计算应满足以下要求：

- 1) 具有渗透功能的综合设施，蓄水最大深度应根据该处设施上沿高程最低处确定；
- 2) 用于接纳初始阶段降雨的雨水罐、雨水池等，可蓄水容积应结合所蓄雨水的利用安排确定，下雨前未被排空的容积不应计入核算年径流总量控制率的蓄水容积；
- 3) 每处设施计入总调蓄容积不应大于设计降雨量下其汇水面内的实际降雨径流量。
- 4) 每处设施计入总调蓄容积应不大于一个周期内排放量、水体渗透量、水面蒸发量和回用量之和，其中排放量根据可排空的体积确定，回用量根据实际回用水量确定，水体渗透量和水面蒸发量计算确定。一般取一个周期 24h。

#### 8.3.3.4 水体渗透量确定方法：

$$W_s = \alpha K J A_s t_s \quad (8.3.3.4)$$

式中

$W_s$ ——渗透设施渗透量， $m^3$ ；

$\alpha$ ——综合安全系数，取 0.5~0.6；

$J$ ——水力坡降，取 1；

$A_s$ ——有效渗透面积， $m^2$ ；

$t_s$ ——渗透时间，s，24h；

K——土壤渗透系数，m/s。

#### 8.3.3.5 水面蒸发量确定方法：

- 1) 水面蒸发量应根据实测数据确定；
- 2) 当实测数据缺乏时，可按照下式计算：

$$Q_{zh}=52S(P_m-P_a)(1+0.135V_{md}) \quad (8.3.3.5)$$

式中

$Q_{zh}$ ——水面蒸发量，L/d；

S——水池的表面积， $m^2$ ；

$P_m$ ——水面温度下的饱和蒸汽压，Pa；

$P_s$ ——空气的蒸汽分压，Pa；

$V_{md}$ ——日平均风速，m/s。

#### 8.3.3.6 设施径流体积控制规模核算应符合下列规定：

- 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，现场实际检查各项设施的径流体积控制规模应达到设计要求；
- 2) 渗透、渗滤及滞蓄设施的径流体积控制规模应按下列公式计算：

$$V_{in}=V_s+W_{in} \quad (8.3.3.6-1)$$

$$W_{in}=KJAts \quad (8.3.3.6-2)$$

式中：

$V_{in}$ ——渗透、渗滤及滞蓄设施的径流体积控制规模( $m^3$ )；

$V_s$ ——设施有效滞蓄容积( $m^3$ )；

$W_{in}$ ——渗透与渗滤设施降雨过程中的入渗量( $m^3$ )；

K——土壤或人工介质的饱和渗透系数(m/h)；根据设施滞蓄空间的有效蓄水深度和设计排空时间计算确定，由土壤类型或人工介质构成决定，不同类型土壤的渗透系数可按现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400 的规定取值；

J——水力坡度，一般取 1；

A——有效渗透面积(m<sup>2</sup>);

ts——降雨过程中的入渗历时(h), 为当地多年平均场降雨历时, 资料缺乏时, 可根据平均场降雨历时特点取 2h~12h。

3) 延时调节设施的径流体积控制规模按下列公式计算:

$$V_{ed}=V_s+W_{ed} \quad (8.3.3.6-3)$$

$$W_{ed}=(V_s/T_d)tp \quad (8.3.3.6-4)$$

式中:

V<sub>ed</sub>——延时调节设施的径流体积控制规模(m<sup>3</sup>);

W<sub>ed</sub>——延时调节设施降雨过程中的排放量(m<sup>3</sup>);

T<sub>d</sub>——设计排空时间(h), 根据设计悬浮物(SS)去除能力所需停留时间确定;

tp——降雨过程中的排放历时(h), 为当地多年平均场降雨历时, 资料缺乏时, 可根据平均场降雨历时特点取 2h~12h。

### 8.3.4 峰值径流系数的简易评估

8.3.4.1 峰值流量径流系数的简易算法建议采用加权平均法。每个地块的峰值流量径流系数核算, 应首先计算该地块不同下垫面的面积, 按每类下垫面峰值流量径流系数进行加权平均, 得到的径流系数即为该地块的峰值流量径流系数。

8.3.4.2 每类下垫面峰值流量径流系数宜按表 8.4.1.1 中的流量径流系数取值。

### 8.3.5 内涝防治水平的简易评估

8.3.5.1 内涝防治水平的评估应包括管网评估和综合防涝水平的评估。

8.3.5.2 管网和综合防涝水平的评估应按照现有规范和标准的核算方法进行。

### 8.3.6 雨水资源化利用水平的简易评估

8.3.6.1 雨水资源化利用水平的评估主要评估景观水体利用雨水的补水虽占水体蒸发量的比例, 其中水体蒸发量可按照可采用多年平均逐月蒸发量确定。

## 8.4 实施效果评估

8.4.1 海绵城市建设效果评估应将现场监测、模型算法、指标考核相结合,有条件的宜采用现场监测和模型算法,条件缺少的采取指标考核。

8.4.2 年径流总量控制率评估宜通过现场监测年径流总量控制率评估。通过典型场次降雨监测,测算年径流总量控制率。

8.4.3 条件缺乏时,可采用指标考核进行评估。对照《清远市海绵城市建设指标体系》相关指标和目标,分别针对各项指标开展评估。并且应根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》和本导则相关设施规模计算方法,进行年径流总量控制率测算和复核。

8.4.4 设施对年固体悬浮物(SS)的平均削减率应通过现场监测得到。

8.4.5 区域的年固体悬浮物(SS)总量削减率,可通过不同区域、地块的年固体悬浮物(SS)总量削减率经年径流总量加权平均计算得出。

8.4.6 雨水收集的用水量应根据用水计量设施进行统计,无计量设施的,可参照广州市相关用水定额进行测算。

8.4.7 利用雨水进行景观水体补水的水量应计入雨水利用总量,可采用水量平衡法进行测算。

## 9 附录

### 附录一：海绵城市建设相关政策文件

#### (一) 相关规范

规范编号	名称
GB/T 25993-2010	透水路面砖和透水路面板
GB 50014-2006（2016年版）	室外排水设计规范
GB 50015-2003（2009年版）	建筑给水排水设计规范
GB 50069-2002	给水排水工程构筑物结构设计规范
GB/T 50138-2010	水位观测标准
GB 50141-2008	给水排水构筑物工程施工及验收规范
GB 50180-2018	城市居住区规划设计规范
GB 50181-2018	洪泛区和蓄滞洪区建筑工程技术标准
GB 50188-2007	镇规划标准
GB 50201-2014	防洪标准
GB 50268-2008	给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50286-2013	堤防工程设计规范
GB 50318-2017	城市排水工程规划规范
GB 50332-2002	给水排水工程管道结构设计规范
GB 50335-2016	城镇污水再生利用工程设计规范
GB 50400-2016	建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范
GB 50420-2007（2016年版）	城市绿地设计规范
GB 50433-2018	生产建设项目水土保持技术标准
GB/T 50343-2008	生产建设项目水土流失防治标准
GB 50513-2009（2016年版）	城市水系规划规范
GB 50587-2010	水库调度设计规范
GB/T 50594-2010	水功能区划分标准

GB/T 50596-2010	雨水集蓄利用工程技术规范
GB/T 50600-2010	渠道防渗工程技术规范
GB 50773-2012	蓄滞洪区设计规范
GB 50788-2012	城镇给水排水技术规范
GB/T 50805-2012	城市防洪工程设计规范
GB 51018-2014	水土保持工程设计规范
GB/T 51033-2014	水利泵站施工及验收规范
GB/T 51040-2014	地下水监测工程技术规范
GB/T 51051-2014	水资源规划规范
GB/T 51345-2018	海绵城市建设评价标准
GB/T 14685-2011	建筑用卵石、碎石
GB 175-2007	通用硅酸盐水泥
JGJ 155-2013	种植屋面工程技术规范
JGJ/T 212-2010	地下工程渗漏治理技术规程
CJJ 6-2009	城镇排水管道维护安全技术规程
CJJ/T 29-2010	建筑排水塑料管道工程技术规范
CJJ 37-2012（2016年版）	城市道路工程设计规范
CJJ 60-2011	城镇污水处理厂允许、维护及安全技术规程
CJJ 68-2016	城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程
CJJ 69-95	城市人行天桥与人行地道技术规范
CJJ 76-2012	城市地下水动态观测规程
CJJ 82-2012	园林绿化工程施工及验收规范
CJJ/T 106-2010	城市市政综合监管信息系统技术规范
CJJ/T 120-2018	城镇排水系统电气与自动化工程技术标准
CJJ 124-2008	镇（乡）村排水工程技术规程
CJJ/T 135-2009	透水水泥混凝土路面技术规程
CJJ 142-2014	建筑屋面雨水排水系统技术规程

CJJ 143-2010	埋地塑料排水管道工程技术规程
CJJ 165-2011	建筑排水复合管道工程技术规程
CJJ 181-2012	城镇排水管道检测与评估技术规程
CJJ/T 188-2012	透水砖路面技术规程
CJJ/T 190-2012	透水沥青路面技术规程
CJJ 194-2013	城市道路路基设计规范
CJJ/T 209-2013	塑料排水检查井应用技术规程
CJJ/T 210-2014	城镇排水管道非开发修复更新工程技术规程

## (二) 相关图集

图集编号	名称
95 (03) S517	排水管道出水口
02 (03) S515	排水检查井
03J012-2	环境景观—绿化种植设计
04S516	混凝土排水管道基础及接口
04S520	埋地塑料排水管道施工
05S518	雨水口
06MS201	市政排水管道工程及附属设施
07J306	窗井、设备吊装口、排水沟、集水坑
08S305	小型潜水排污泵选用及安装
08SS523	建筑小区塑料排水检查井
09S302	雨水斗选用与安装
09SMS202-1	埋地矩形雨水管道及其附属构筑物（混凝土模块砌体）
10SMS202-2	埋地矩形雨水管道及其附属构筑物（砖、石砌体）
10J012-4	环境景观—滨水工程
12J003	室外工程
12S522	混凝土模块式排水检查井



14J206	种植屋面建筑构造
15J012-1	环境景观—室外工程细部构造
15J904	绿色建筑评价标准应用技术图示
15MR105	城市道路与开放空间低影响开发雨水设施
15MR203	城市道路—人行道铺砌
15MR205	城市道路--环保型道路路面
15S412	屋面雨水排水管道安装
15SS510	绿地灌溉与体育场地给水排水设施
16MR204	城市道路--透水人行道铺设
16S518	雨水口
16S524	塑料排水检查井-井筒直径Φ700~Φ1000
17S705	海绵型建筑与小区雨水控制及利用

### (三) 相关政策

- (1) 2014年10月22日,国家住房城乡建设部发布《住房城乡建设部关于印发海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)的通知》(建城函[2014]275号)。
- (2) 2014年11月16日,国务院发布《国务院关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》(国发[2014]60号)。
- (3) 2014年12月31日,国家财政部、住房和城乡建设部、水利部联合开展海绵城市建设试点示范工作,发布了《关于开展中央财政支持海绵城市建设试点工作的通知》(财建[2014]838号)。
- (4) 2015年7月10日,住房和城乡建设部发布《住房城乡建设部办公厅关于印发海绵城市建设绩效评价与考核办法(试行)的通知》(建办城函[2015]635号)。
- (5) 2015年8月10日,水利部发布《水利部关于印发推进海绵城市建设水利工作的指导意见的通知》(水规计[2015]321号)。
- (6) 2015年8月28日,住房和城乡建设部及环境保护部联合发布《住房城乡

- 建设部 环境保护部关于印发城市黑臭水体整治工作指南的通知》（建城[2015]130号）
- (7) 2015年10月11日，国务院办公厅发布《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发[2015]75号）
- (8) 2015年12月10日，住房和城乡建设部联合国家开发银行股份有限公司联合发布《住房城乡建设部 国家开发银行关于推进开发性金融支持海绵城市建设的通知》（建城[2015]208号）
- (9) 2015年12月30日，住房城乡建设部联合中国农业发展银行《住房城乡建设部 中国农业发展银行关于推进政策性金融支持海绵城市建设的通知》（建城〔2015〕240号）
- (10) 2016年1月22日，住房和城乡建设部发布《住房城乡建设部关于印发城市综合管廊和海绵城市建设国家建筑标准设计体系的通知》（建质函[2016]18号）
- (11) 2016年2月06日，国务院发布《国务院关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》（国发[2016]8号）、中共中央和国务院发布《中共中央 国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》（中发[2016]6号）
- (12) 2016年3月11日，住房和城乡建设部发布《住房城乡建设部关于印发海绵城市专项规划编制暂行规定的通知》（建规[2016]50号）
- (13) 2016年3月24日，住房和城乡建设部发布《财政部 住房城乡建设部关于印发城市管网专项资金绩效评价暂行办法的通知》（财建[2016]52号）
- (14) 2016年6月02日，广东省人民政府办公厅发布《广东省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（粤府办〔2016〕53号）
- (15) 2016年12月06日，住房和城乡建设部及环境保护部联合发布《住房城乡建设部 环境保护部关于印发全国城市生态保护与建设规划（2015-2020年）的通知》（建城[2016]284号）
- (16) 2017年7月31日，清远市人民政府发布《清远市人民政府关于同意《清远市中心城区海绵城市规划》的批复》（清府函〔2017〕236号）
- (17) 2018年8月28日，住房和城乡建设部发布《住房城乡建设部关于印发海

绵城市建设工程投资估算指标的通知》（建标〔2018〕86号）

（18）2018年9月30日，住房和城乡建设部及环境保护部联合发布《住房城乡建设部 生态环境部关于印发城市黑臭水体治理攻坚战实施方案的通知》（建城〔2018〕104号）

（19）2018年12月26日，住房和城乡建设部发布《住房和城乡建设部关于发布国家标准《海绵城市建设评价标准》的公告》（中华人民共和国住房和城乡建设部公告2018年第343号）

## 附录二：清远市气候及地理相关资料

### 1.1 清远市地理位置及中心城区划分

清远市位于广东省的中北部，北江中游，南岭山脉南侧与珠江三角洲的结合带上。南连广州、佛山，北接湖南、广西，东及东北和韶关市交界，西及西南与肇庆市为邻，地域总面积 19160 平方公里，是目前广东省面积最大的地级市，地理坐标为东经 112°52'至 113°22'，北纬 23°26'至 23°47'（接近北回归线）。地域东西宽、南北窄。本次规划区为清远市中心城区，位于市域的南部，南接广州，西北与清新区接壤，东与三水市相连。

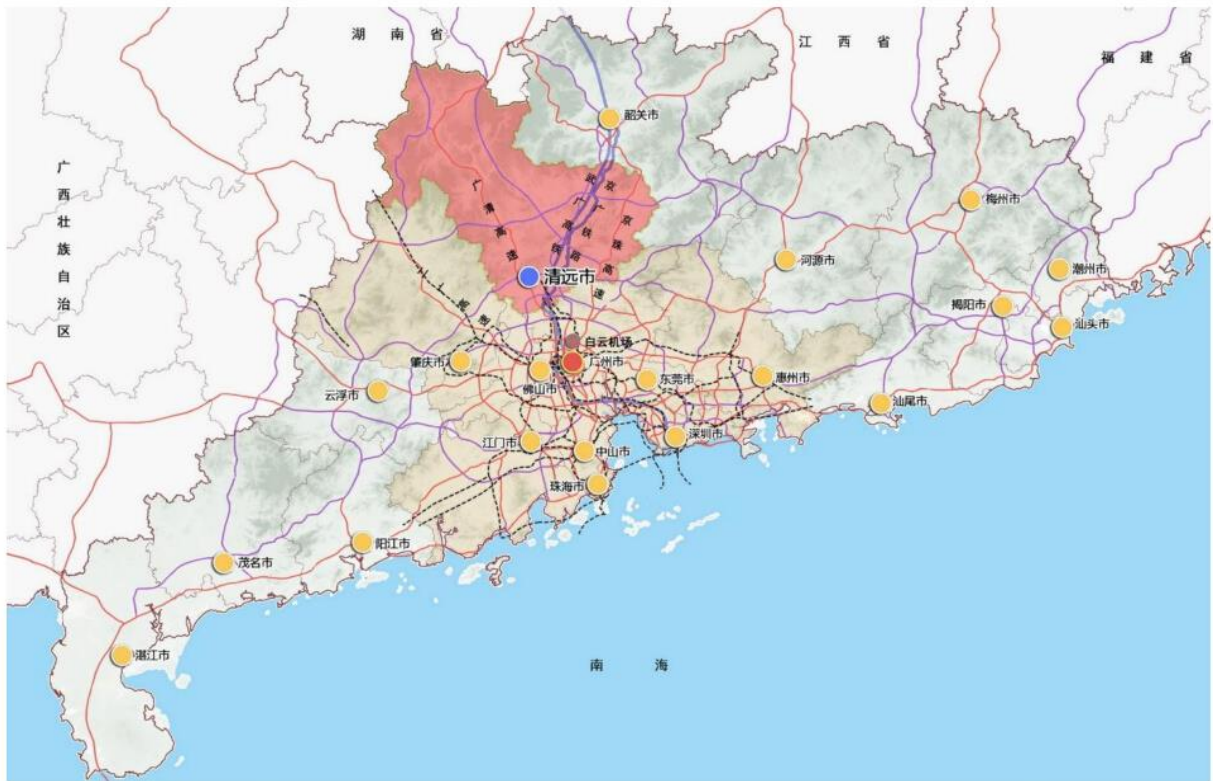


图 1.1-1 规划区位图

清远市中心城区位于清远市域南部，包括清城区的凤城街办、东城街道、洲心街道、横荷街道、龙塘镇、源潭镇、石角镇、飞来峡镇、银盏林场，以及

清新区太和、太平、三坑、山塘四镇。

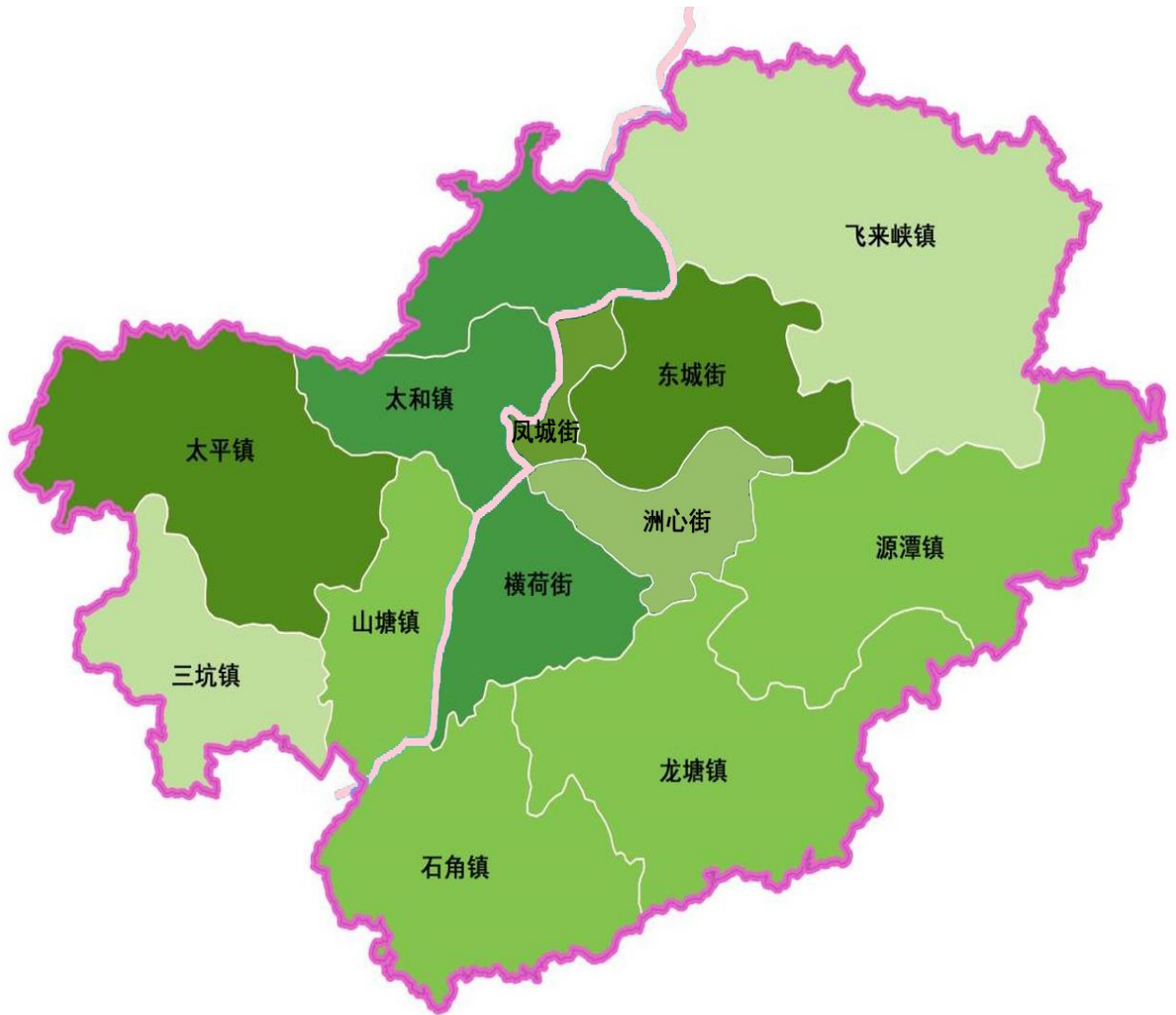


图 1.1-2 清远市中心城区行政区划图

## 1.2 清远市气候特征及相关数据

清远市属亚热带气候区，受季风及地形影响，气温常年较高。据统计，清远市多年平均气温 21.8℃，气温年内变化以 7 月份平均气温最高，1 月份平均气温最低，但气温的年际变化不大。

清远市区（含城区和清新区）位于广东省北部和西北部，居珠江平原与粤北山区的交界处，跨东经 112° 33′ —113° 22′，北纬 23° 31′ —24° 18′，北回归线由清城区南部边缘穿过，属南亚热带季风气候。地理位置呈西北向东南倾斜，西北半部为山区，南部为平原及丘陵，可称气候温和、雨量充沛、日照充足、无霜期长的亚热带气候类型。

清远市雨量丰沛，雨量分布大致自南向北递减，北江干流的英德至清远间是稳定的暴雨中心，为最大年降水量及短历时最大暴雨集中发生区。清远市降水的年内、年际变化大，暴雨多。

根据清远市气象局提供的 1986-2015 年近 30 年降水资料统计，清远市区年平均降水量 2106 毫米，年平均降水日数（降水量≥0.1）167 天，日最大降雨量 640.6 毫米。最大年降水量为 2739.5mm（1997 年），最小年降水量为 1424.4mm（2011 年），最大年降水量为最小年降水量的近 2 倍；降水主要集中在 4 月~9 月，占年降水量的 79.3%，其中尤以 5、6 月最为集中，两月降水量占年降水量的 37.1%，10、11、12 月降水量最小，仅占年降水量的 8.1%。

北江流域由于北部地势较高，流域暴雨主要由静止锋、西南槽及西南低空急流等天气形势形成。每年 4 月~6 月，由于孟加拉低槽不断加强，西南低槽比较活跃，位于西太平洋的副热带高压西伸北上，此时流域上空盛行西南季风，与南下的冷空气相遇，常造成锋面性暴雨和大暴雨，为暴雨集中发生时间；7 月~9 月，随着西太平洋副热带高压的继续北抬，流域受副热带高压南半部的影响，亦常导致大暴雨；7 月以后热带辐合带相当活跃，当热带气旋发展成台风并登陆时，也会给北江带来灾难性天气，造成台风暴雨。

清远市暴雨强度公式

$$q = \frac{2549.35 \times (1 + 0.576 \times \lg P)}{(t + 10)^{0.665}}$$

重现期 P (a)	1	2	3	4	5	10	50	100
降雨强度 q (L/(S.10000m <sup>2</sup> ))	421.05	494.05	536.76	567.06	590.56	663.57	833.08	906.09
降雨强度 q (L/(S.100m <sup>2</sup> ))	4.21	4.94	5.37	5.67	5.91	6.64	8.33	9.06
H(mm/h)	151.58	177.86	193.23	204.14	212.60	238.88	299.91	326.19

注：降雨历时 t=5min

### 附录三：清远市相关植物名录

由于地貌、气候、土壤的复杂多样，清远市地带性森林植被形成了以亚热带丘陵低山常绿阔叶林为主，以森林为主体的动植物共生竞长的生态系统。据资料介绍，清远市共有维管植物 270 科 877 属 2439 种，约占全省总数（6267 种）的 2/5。被列入国家保护的植物有银杏、水松、桫欏、粗榧、观光木楠木、麻楝，以及药用植物三尖松、喜树等。

常用植物选用表

序号	植物类型	植物品种选型
1	乔木	湿地松、水松、池杉、落羽杉、垂柳、串钱柳、中山杉、香樟、高山榕、细叶榕、垂叶榕、水石榕、尖叶杜英、假苹婆、银叶树、台湾相思、水黄皮、水蒲桃、洋蒲桃、白千层、水翁、海南蒲桃、秋枫、人面子、铁刀木、黄槐、火焰木、盆架子、桃花心木、桑树、构树、黄葛榕、刺桐、乌桕、复羽叶栾树、楝树、鸡蛋花、木棉、大叶紫薇、黄槿、腊肠树、美丽异木棉
2	灌木及藤本	南天竹、怪柳、马樱丹、夹竹桃、红千层、黄金香柳、龙舌兰、木芙蓉、金凤花、细叶紫薇、肖黄庐、金银花、山胡椒、紫藤、凌霄
3	棕榈类	沼地棕、国王椰子、假槟榔、大王椰子、华棕、老人葵、中海枣、美丽针葵、三药槟榔、散尾葵、棕竹、露兜、花叶露兜
4	花卉	堆心菊、千牛、蓝花鼠尾草、耬斗菜、冷水花、荷兰菊、蛇鞭菊、半边莲、桔梗、紫鸭趾草、大花萱草、吉祥草、阔叶麦冬、蒲苇、葱兰、蜘蛛兰、美人蕉、鸢尾
5	草坪及地被	马蹄金、假俭草、细叶结缕草、沟叶结缕草、狗牙根、华根草、铺地木蓝、翠芦莉
6	水生湿生植物	睡莲、荷花、萍蓬草、芡实、千屈菜、泽泻、慈姑、再力花、梭鱼草、凤眼莲、雨久花、海芋、紫芋、龟背竹、春羽、浮萍、香蒲、荸荠、水葱风车草、纸莎草、埃及莎草、芦苇、花叶芦竹、茭白、荇菜、姜华、水生美人蕉、水金英、金鱼藻、苦草、黑藻、狐尾藻、尹乐藻