

# 中山市海绵城市规划设计导则

## (试行)

中山市自然资源局 发布

2020年05月

# 前 言

为进一步贯彻落实国务院办公厅《关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）、《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）、《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）、《广东省海绵城市建设实施指引（2016-2020年）》、《中山市人民政府办公室关于印发中山市推进海绵城市建设实施方案的通知》（中府办函〔2017〕104号）等政策文件要求，加强对中山市海绵城市规划与设计的指导工作，特制定本导则。

本导则内容包括：1.总则；2.术语；3.海绵城市建设管控目标；4.指标评估与计算；5.海绵城市规划指引；6.海绵城市设计指引；7.施工验收；8.维护管理；9.安全防护和效果检测；附加说明；附录。

本导则由中山市自然资源局负责管理，由上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请反馈给上述单位。

# 目 录

1	总 则.....	1
2	术 语.....	2
	2.1 一般术语与定义.....	2
	2.2 海绵设施术语与定义.....	3
3	海绵城市建设管控目标.....	6
	3.1 目标体系的构成和层次.....	6
	3.2 总体规划层面目标指标.....	6
	3.3 控规（区域）层次目标指标.....	8
	3.4 修规与项目设计层次目标指标.....	12
	3.5 指标计算方法.....	15
4	指标评估与计算.....	18
	4.1 基本规定.....	18
	4.2 设计参数.....	19
	4.3 海绵城市设施计算.....	23
	4.4 海绵城市规划设计评估方法.....	25
5	海绵城市规划指引.....	28
	5.1 一般规定.....	28
	5.2 全市海绵城市专项规划指引.....	32
	5.3 控规（区域）层面海绵城市专项规划指引.....	34
	5.4 修规与项目设计层面海绵城市规划指引.....	36
	5.5 城市规划和海绵城市衔接指引.....	39
	5.6 相关专项规划和海绵城市衔接指引.....	41
	5.7 非建设用地海绵城市规划指引.....	46
	5.8 各镇区海绵城市规划指引.....	48
6	海绵城市设计指引.....	51

6.1 一般规定.....	51
6.2 建筑小区.....	52
6.3 绿地广场.....	61
6.4 道路系统.....	70
6.5 城市水系.....	79
7 施工验收.....	89
7.1 建设模式要求.....	89
7.2 施工及监理要求.....	90
7.3 建设项目工程要求.....	91
7.4 验收要求.....	94
8 维护管理.....	96
8.1 一般规定.....	96
8.2 建筑与小区.....	96
8.3 公园与绿地.....	97
8.4 道路与广场.....	99
8.5 城市水系.....	99
8.6 运营维护管理.....	100
9 安全防护和效果检测.....	102
9.1 安全防护.....	102
9.2 检测控制.....	102
9.3 年径流总量控制率评估.....	105
附加说明.....	108
附录.....	109
附录一 相关规范和文件.....	109
附录二 海绵城市建设信息查询图.....	112
附录三 常用海绵设施选择.....	115
附录四 绿地建设推荐植物种类表.....	133

附录五 模型技术应用.....	134
附录六 海绵城市规划设计案例.....	143

# 1 总 则

1.0.1 为最大限度地减少由于城镇开发建设行为对原有自然水文特征和水生态环境造成的破坏，全面贯彻落实国家关于海绵城市建设的相关要求，实现中山市海绵城市建设的目标，提高海绵城市建设的科学性，指导海绵城市建设相关规划编制和项目设计，制订本技术导则。

**1.0.2 本导则适用于中山市各级海绵规划编制以及各类新、改、扩建项目的海绵工程设计。**

以下地区的海绵城市建设项目需注意：

(1) 特殊污染源地区（如地面易累积污染物的化工厂、原农药厂、金属冶炼加工厂、传染病医院、油库、加油加气站等）不适用本导则。

(2) 陡坡坍塌、滑坡灾害易发的危险场所，对居住环境以及自然环境易造成危害的场所，其他有安全隐患场所均不适用本导则。

1.0.3 中山市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。

1.0.4 为落实国家关于海绵城市建设的相关要求，保证海绵规划设计的实施落实，须将海绵城市规划设计纳入法定规划范畴。根据城乡规划法，建议海绵城市专项规划与城市总体规划、详细规划同步编制。

1.0.5 中山市总体规划、相关专项规划、详细规划以及新建、改建、扩建建设项目的规划和设计应贯彻海绵城市建设理念，需规划、建筑、绿化、道路、排水、水利等专业相互配合、相互协调，各系统建设指标应符合本导则第三章的规定。海绵城市技术措施应与项目主体工程同时规划设计、同时施工、同时投入使用。

1.0.6 海绵城市建设项目的实施应根据水文地质、施工条件和维护管理等因素综合确定，并注重节能环保和工程效益。

1.0.7 建筑与小区、绿地广场、道路系统、城市水系进行海绵化建设时，应首先满足各类设施本身的功能要求，并应符合国家、行业、地方和中山市现行相关标准、规范的规定，不一致时以国家规定为准。。

1.0.8 海绵城市建设设施应采取保障公众安全的防护措施，不得对建筑、绿地、道路的安全造成负面影响，并应根据需要设置警示标志。

## 2 术语

### 2.1 一般术语与定义

#### 2.1.1 海绵城市 sponge city

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

#### 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

根据多年日降雨量统计数据计算，通过自然和人工强化的渗透、储存、蒸发（腾）等方式，场地内累计全年得到控制（不外排）的雨量占全年总降雨量的百分比。

#### 2.1.4 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。

#### 2.1.5 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。年径流 SS 削减率等于区域内海绵城市建设设施对 SS 的削减总量占区域年径流 SS 总量的比例。

#### 2.1.6 径流峰值控制率 volume capture ratio of runoff peak flow

低影响开发设施在设计降雨的情况下，最大出水流量与最大进水流量之间的比值。

#### 2.1.7 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。

### 2.1.8 超标雨水径流 excess storm water runoff

超出排水管渠设施承载能力的雨水径流。

### 2.1.9 雨水渗透 stormwater infiltration

利用人工或自然设施，使雨水下渗到土壤表层以下，以补充地下水。

### 2.1.10 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。

### 2.1.11 雨水调节 stormwater detention

在降雨期间暂时储存一定量的雨水，削减向下游排放的雨水峰值流量、延长排放时间，一般不减少排放的径流总量，也称调控排放。

### 2.1.12 雨水储存 stormwater retention or storage

采用具有一定容积的设施，对径流雨水进行滞留、集蓄，削减径流总量，以达到集蓄利用、补充地下水或净化雨水等目的。

### 2.1.13 雨水调蓄 stormwater detention, retention/storage

雨水储存和调节的统称。

## 2.2 海绵设施术语与定义

### 2.2.1 透水铺装 pervious pavement

采用嵌草砖、透水砖/混凝土等透水材料替代传统混凝土、水泥、沥青等，铺设广场、停车场及人行道等硬化地面，使其在保持原有功能的前提下，提高雨水下渗能力，减小下垫面径流系数的雨水控制措施。

### 2.2.2 下沉式绿地 sunken green belt

比周边地面或道路低 5~20cm 左右的绿地，利用植被截流、土壤渗透原理，截流和净化小流量径流雨水的一种工程措施，下沉的空间可以短时间存蓄雨水，增加截流下渗量。

### 2.2.3 生物滞留设施 bio-retention system, bio-retention 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。

### 2.2.4 雨水花园 rain garden

利用浅洼地形（深约 5cm-30cm），种植当地的耐旱耐涝植物，通过吸附、渗透和过滤等原理对降落在不透水表面的雨水进行控制利用，具有良好的景观效果。



### 2.2.5 生态树池 ecological tree pool

在有铺装的地面上栽种树木时，在树木的周围保留的一块没有铺装且标高低于周边铺装的土地，可吸纳来自步行道、停车场和街道的雨水径流，是下沉式绿地的一种。

### 2.2.6 绿色屋顶（屋顶花园） green roof（roof garden）

是以植物为主要覆盖物，配以植物生存所需要的营养土层（植被种植层）、蓄水层以及屋面植物根系阻拦层（保护层）、排水层、防水层（保护层）等共同组成屋面系统。

### 2.2.7 植草沟 grass swale

是一类生态的地表排水方式，一般为依绿地或绿化带建设的浅沟，沟内种植草等植物，通过下渗、植物过滤等原理净化和削减雨水径流的工程性 BMP（最佳工程管理）措施。

### 2.2.8 雨水口截污措施 stormwater inlet interception measures

是指用土工布等过滤材料制作，用于道路、广场、停车场内雨水口或低势绿地、植草沟、雨水花园等溢流口内，以过滤净化雨水径流的装置。

### 2.2.9 渗透沟渠 infiltration trench

是在传统雨水排放的基础上，将雨水管渠改为渗透穿孔管或渗渠，周围回填砾石，雨水在构筑物输送过程中，通过埋设于地下的多孔管材向四周土壤层渗透，从而对水量和水质进行控制的设施。

### 2.2.10 雨水渗透池/塘 stormwater infiltration pool/pond

是利用地面低洼地、水塘或地下水池，收集、暂时贮存进入的雨水，随后将其渗入地下的雨水渗透设施，雨水下渗过程中，池内土壤/过滤材料的过滤作用及附着生长的微生物去除水体中污染物质。

### 2.2.11 雨水过滤池 stormwater filtration pool

是通过砂、沸石、炉渣等滤料或土工布、微孔管等多孔介质及其附着的微生物截留去除雨水中的悬浮物质和 COD、重金属、营养盐类等，从而使之得到净化的雨水控制利用措施。

### 2.2.12 雨水塘 rainpool

是受纳、滞留和调蓄来自服务汇水面雨水径流的 BMPs（Best Management

Practices) 措施, 调蓄的径流通过排放或下渗和蒸发作用释放调蓄空间。

### 2.2.13 雨水湿地 rain wetland

是一种通过模拟天然湿地的结构和功能, 人为建造和监督控制的与沼泽地类似的区域, 用于径流雨水水质控制和洪峰流量控制的雨水设施。

### 2.2.14 生态驳岸 ecological slope protection

又称自然堤岸, 它与常用的硬化堤岸截然不同, 其强调尽量利用自然条件达到植物等生态系统的平衡和自然修复, 构建一个良性的生态系统。如在湖滨、河道范围内设置的用于雨水截污净化的终端生态技术措施, 也可归入生态驳岸。

### 2.2.15 生物浮床/生物岛 biological floating bed/biological island

是在水体中人工营造一些动植物生栖的区域或场所, 提高水体的自净能力, 改善水体生态环境和景观效果的技术措施。

### 2.2.16 水景调蓄利用 waterscape storage and utilization

是将景观水体水位设置一定的变化高度, 并利用人工水体的这一空间收集、调蓄利用雨水的措施, 收集调蓄雨水用于补充景观水体蒸发、渗漏损失, 也可作为杂用水用于绿化、道路冲洗等。

### 2.2.17 雨水调蓄池 stormwater retention pool

是人工建造的用于对雨水进行收集、调蓄的控制措施, 收集的雨水一般经处理后作为杂用水用于绿化、道路冲洗等, 按建造位置的不同可分为地下封闭式和地上封闭式两种。

### 3 海绵城市建设管控目标

#### 3.1 目标体系的构成和层次

3.1.1 中山市海绵城市规划设计目标包括水生态、水环境、水资源、水安全四个方面。

指标分为约束性指标、指导性指标，约束性指标为适用范围内所有规划设计必须遵守的指标，指导性指标为参考指标。

3.1.2 中山市海绵城市规划设计指标分为总体规划、控制性详细规划和修建性详细规划与项目设计三个层次。各层次对应上一级层面的指标进行分解落实，下一级指标的加权平均应满足上一级指标的要求。

#### 3.2 总体规划层面目标指标

3.2.1 中山市海绵城市总体规划层面，以实现水生态修复、水污染治理、水资源保障、水安全提升为导向，依据《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（建办城函〔2015〕75号）、《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》等国家相关政策要求，以及《广东省海绵城市建设实施指引（2016-2020年）》中制定的海绵城市建设控制指标体系，结合中山现状下垫面特征，建立如下指标体系，共6大类19项指标。

表 3-1 中山市海绵城市建设指标体系汇总表

类别	项	指标	指标值		约束性 / 指导性
			近期（2020年）	远期（2030年）	
一、水生态	1	年径流总量控制率	翠亨新区起步区和岐江新城达到70%；火炬开发区片区达到65%	70%	●
	2	生态岸线恢复	重点区域生态岸线率先达到70%（不含外江）	生态岸线率不低于80%（不含外江）	●
	3	水域面积率	不低于10%	确保水面率不减少，并逐步提升	●
二、水环境	4	水环境质量	中山全市镇级及以上集中式饮用水水源水质全部达到或优于Ⅲ类，农村饮用水水源水质基本得到保障；全市地表水水质优良（达到Ⅲ类）比例达到50%以上；对于划定地表水环境功能区划的水体断面基本消除劣Ⅴ类；城市建成区黑臭水体控制在10%以内；地下水质量极差的比例控制在10%以下；近岸海域水质优良（一、	全市地表水水质优良（达到Ⅲ类）比例进一步提升，城市建成区黑臭水体总体得到消除。	●

			二类) 比例达到 90%		
	5	城市面源污染控制	雨水径流污染、合流制管渠溢流污染得到有效控制	基本建成分流制排水体制	●
	6	黑臭水体	10%	基本消除	◎
三、水资源	7	污水再生利用率	低于 15%	不低于 22%	●
	8	雨水资源利用率	不低于 1%	不低于 3%	◎
	9	公共供水管网漏损率	不高于 10%	不高于 8%	◎
四、水安全	10	内涝防治设计标准	中心城区(石岐、东区、西区、南区、火炬区和五桂山办事处)及翠亨新区治涝目标为 30 年一遇 24 小时设计暴雨 1 天排完; 中顺大围及其他镇区治涝目标为 20 年一遇 24 小时设计暴雨 1 天排完	中心城区(石岐、东区、西区、南区、火炬区和五桂山办事处)及翠亨新区治涝目标为 50 年一遇 24 小时设计暴雨 1 天排完; 中顺大围及其他镇区治涝目标为 30 年一遇 24 小时设计暴雨 1 天排完	●
	11	城市防洪(潮)标准	中心城区及翠亨新区近期为 100 年一遇, 按 200 年一遇水(潮)位校核; 中珠联围潮水标准按 100 年一遇潮水位设计, 中顺大围以防洪为主的堤段及穿堤建筑物防洪标准为 50 年一遇; 除大芒刀联围和竹排围的防洪(潮)标准为 20 年一遇外, 其余区域防洪(潮)标准为 30 年一遇	中心城区及翠亨新区远期按 200 年一遇水(潮)标准; 中顺大围以防洪为主的堤段及穿堤建筑物远期防洪标准达到 100 年一遇。	●
五、自然生态空间管控	12	绿化覆盖率	45%	45%	●
	13	生态控制线	在城市规划中划定生态控制线并制定相应管理规定		◎
六、制度建设及执行情况	14	蓝线、绿线划定与保护	编制完成《中山市市域蓝线规划》、《中山市城市绿线规划》, 并制定相应的管理办法, 并严格执行。		●
	15	规划建设管控制度	建立海绵城市建设的规划(土地出让、两证一书)、建设(施工图审查、竣工验收)方面的管理制度和机制。		●
	16	技术规范与标准建设	制定较为健全、规范的技术文件, 能够保障当地海绵城市建设的顺利实施。		●
	17	投融资机制建设	制定海绵城市建设投融资、PPP 管理方面的制度机制。		●
	18	绩效考核与奖励机制	1. 对于吸引社会资本参与的海绵城市建设项目, 须建立按效果付费的绩效考评机制, 与海绵城市建设成效相关的奖励机制等; 2. 对于政府投资建设、运行、维护的海绵城市建设项目, 须建立与海绵城市建设成效相关的责任落实与考核机制等。		●
	19	产业化	依托中山良好的工业基础, 打造海绵城市产业基地, 制定促进相关企业发展的优惠政策等。		●

注: ●约束性指标 ◎指导性指标

### 3.3 控规（区域）层次目标指标

3.3.1 中心城区、各镇区编制控规层次海绵城市专项规划，其年径流总量控制率目标可直接参考表 3-2 中的数值；

3.3.2 中心城区控规单元编制海绵城市专项规划，其年径流总量控制率目标应参考中心城区排水分区的指标。若控规单元与排水分区边界不完全重合，则将控规单元根据排水分区界线进一步分成小分区，通过各小分区内管控目标的加权平均，达到二级排水分区的目标要求。控规单元和排水分区建设指标对照见图 3-1。

表 3-2 中心城区行政区及其他镇区年径流总量控制率目标汇总表

中心城区各行政区年径流总量控制目标					
序号	行政区划	面积 (km <sup>2</sup> )		年径流总量控制率 (%)	
1	石岐区	22.58		66	
2	东区	73.2		72	
3	火炬开发区（不含马鞍岛部分）	86.38		65	
4	西区	26.42		68	
5	南区	44.81		70	
6	港口镇	71.28		72	
7	五桂山办事处（不含桂南、南桥部分）	37.93		77	
合计		362.60		70	
各镇年径流总量控制目标					
序号	行政区划	规划城市建成区		镇域	
		面积 (hm <sup>2</sup> )	年径流总量控制率 (%)	面积 (km <sup>2</sup> )	年径流总量控制率 (%)
1	小榄镇	5200.00	66	70.53	68
2	三乡镇	4075.75	70	93.61	73
3	沙溪镇	2308.16	68	54.67	73
4	翠亨新区（含南朗镇及火炬区马鞍岛部分）	8058.00	70	240.06	75
5	古镇镇	2504.44	67	52.21	71
6	民众镇	2981.40	70	121.87	76
7	坦洲镇	3332.79	70	129.58	75
8	黄圃镇	2223.56	66	88.35	75
9	大涌镇	1544.36	68	40.66	73
10	横栏镇	2357.79	67	74.03	74
11	东升镇	3200.00	7	74.72	73
12	东凤镇	3485.70	66	56.25	69
13	南头镇	1895.25	67	25.75	69
14	阜沙镇	1429.99	67	35.41	75
15	三角镇	2117.75	65	70.13	74
16	神湾镇	1304.07	69	60.93	75

17	板芙镇	1579.28	69	84.03	77
18	五桂山办事处（桂南、南桥部分）	800	70	63.29	77
合计		50398.29	68	1437.54	74

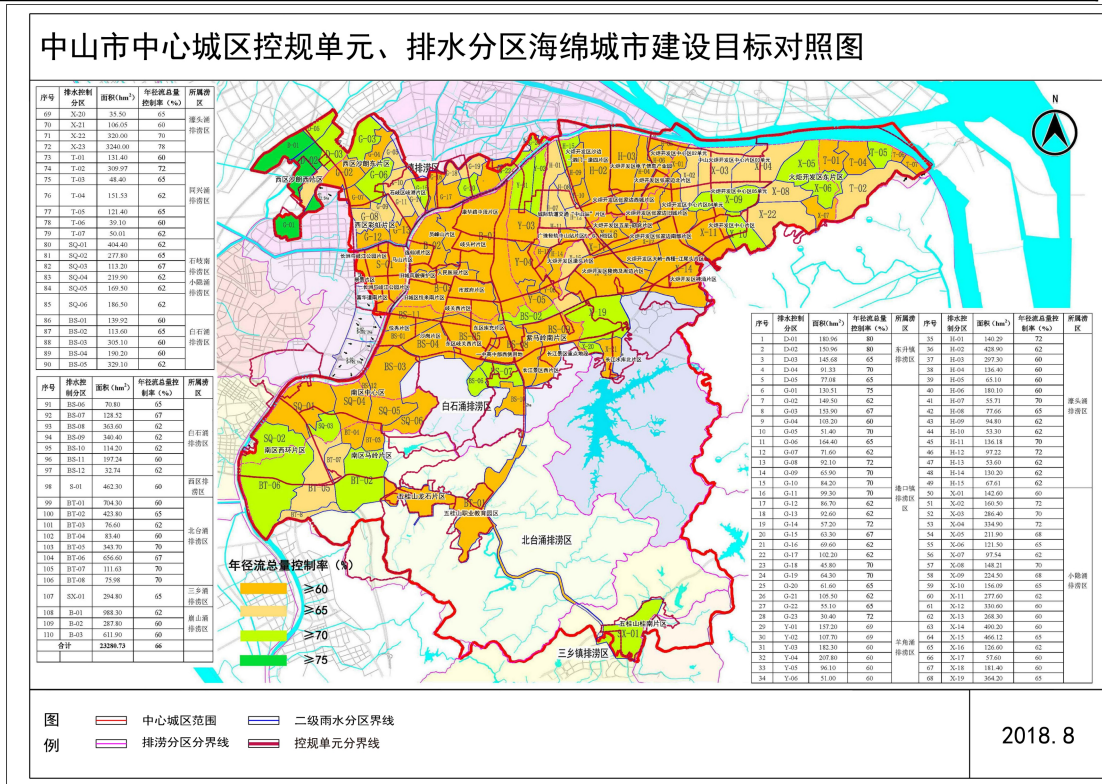


图 3-1 中山市中心城区控规单元、排水分区海绵城市建设目标对照图

3.3.3 根据新建、改建、保留用地面积划分控规单元类型，集中新、改建单元应参考排水分区指标，部分新、改建单元可参考排水分区指标适当降低，保留单元不做海绵城市建设目标要求和校核，具体做法见下表。

表 3-3 控规单元控制目标

单元类型	集中新、改建单元	部分新、改建单元	保留单元 <sup>3</sup>
		$A^1 \geq 80\%$	$80\% > A \geq 50\%$
年径流总量控制率	参考排水分区目标	$60\% - 65\%^2$	不做单元目标控制与校核
海绵城市设计降雨量	——	17.8—21.1mm	——

注：

- A 表示新、改建地块面积
- 参考中心城区排水分区目标最低值区间。
- 保留单元的海绵建设目标不做控制与校核，但单元内新改建项目仍需按照地块指标进行控制。

3.3.4 控规层面指标的细化和落实

依据《广东省海绵城市建设实施指引（2016-2020年）》中有关控制单元控制指标的内容，结合中山市实际情况，具体指标如下表所示。

表 3-4 中山市海绵城市控制细化指标表

类别	项	指标名称	指标解释			下一级落实方式	
			建筑与小区	绿地与广场	道路、停车场	地块	项目
水生态	1	地块年径流总量控制率	详见表 3-5			●	●
	2	地块生态岸线恢复	新建≥90%，改建≥60%			◎	◎
	3	规划区天然水面保持率	不低于现状天然水面保持率			—	●
	4	可渗透面积比例	详见表 3-5	—	—	◎	—
	5	下沉式绿地率	详见表 3-5			◎	—
	6	绿色屋顶率	见详见表 3-5	—	—	◎	—
	7	单位面积控制容积	详见表 3-5			◎	—
水环境	8	地块水环境质量	严格执行《广东省水污染防治行动实施方案》			◎	◎
	9	雨污分流设施	新建为分流制，改建采用分流制或截流式合流制，远期合流制逐步完成分流制改造			—	◎
	10	地块年径流污染控制率（以 SS 计）	见表 3-5			◎	—
	11	合流制截污设施和溢流污染控制设施	近期雨水径流污染、合流制管渠溢流污染得到有效控制，远期基本建成分流制排水体系			—	◎
水资源	12	地块非传统水源利用率 <sup>1</sup>	参考《中山市绿色建筑 设计 指南（2017）》评分规则	40% <sup>2</sup>	—	◎	◎
水安全	13	城市排水管渠标准	分区对待，采用 2-30 年一遇设计暴雨强度。具体见表 3-6			—	●
	14	内涝防治标准	中心城区及翠亨新区治涝目标为 30 年-50 年一遇 24 小时设计暴雨 1 天排完；中顺大围其他地区及镇区治涝目标为 20 年-30 年一遇 24 小时设计暴雨 1 天排完。具体见表 3-6			—	●
	15	防洪标准	分区设防，中心城区和翠亨新区远期为 200 年一遇标准，具体见表 3-6			—	●
注：							

1. 地块非传统水源利用率：非传统水源包括符合《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）标准的雨水、河涌水、景观水体、污水再生水。
2. 该指标参考《佛山市海绵城市建设园林绿化技术指引（2016）》。

注：●约束性指标或要求 ◎指导性指标或要求

表 3-5 控规层面地块落实指标表

分类	建筑小区			道路系统		绿地广场		类别
	居住用地	公共服务设施用地	工业仓储类	市政道路	停车场	绿地	广场	
用地性质	R1、R2	A（A7 除外）、B（B41 除外）	M1、M2、W1、W2	S1、S2、S3、S9	S4	G1、G2	G3	落实到地块
用地代码	R1、R2	A（A7 除外）、B（B41 除外）	M1、M2、W1、W2	S1、S2、S3、S9	S4	G1、G2	G3	——
年径流总量控制率（%） （基准值） <sup>1</sup>	75	70	65	详见表 3-10、3-11		85	75	●
设计降雨量（mm）	29.7	24.9	21.1			45.0	29.7	●
年径流污染去除率（以 SS 计，%）	50	50	40			70	50	◎
可渗透面积比例（%） <sup>2</sup>	50	40	40	——		——		◎
绿色屋顶率（%）	——	25-35	20-30	——		——		◎
单位面积控制容积（m <sup>3</sup> /公顷） <sup>3</sup>	200	180	150	详见表 3-10、3-11		400	270	◎
下沉式绿地率（%）	30	40	40			10	50	◎
透水铺装率（%） <sup>4</sup>	70	50	50			80	80	◎
地块非传统水源利用率（%） <sup>5</sup>	4	3	10	——		40	——	◎

注：

1. 上述年径流总量控制率提供的是新建项目基准值，改建地块的控制目标不应低于基准值的 80%。控规分解目标可根据地块面积大小适当调整，当地块面积≥3 公顷，其年径流总量控制率应乘以系数 1.1，当 1 公顷≤地块面积<3 公顷，按照基准值设置，地块面积<1 公顷，其年径流总量控制率可乘以系数 0.9。地块位于内涝点汇水区，或位于直接排入水质目标为 II 类、III 类江河或近岸海域的汇水区，其对应的年径流总量控制率应乘以系数 1.1。若项目地块属于以上两种及以上情况，取其中最大值作为年径流总量控制目标。

2. 危险废物和化学品的储存和处置地点、污染严重的重工业区，严禁采用具有渗透功能的设施，对其可渗透面积比例、下沉式绿地率及透水铺装率不做要求。

3. 单位面积控制容积：以径流总量控制为目标时，单位汇水面积上需用低影响开发设施的有效渗透和滞留容积。该指标计算时，不包括后期会缓慢排放的雨水滞流容积，可包括雨水花园、湿地、塘、池、模块等具有雨水滞蓄功能设施的调蓄容积。绿地广场类的该指标，考虑到控制客水径流的可能，新建项目采用了单位面积 1.5 倍汇水面积来计算。

4. 透水铺装率是指透水铺装面积与公共地面停车场、人行道、步行街、自行车道、园路、广场等硬地面积的比例。



5. 地块非传统水源利用率只对建筑小区和绿地提出引导要求，建筑小区指标参考《中山市绿色建筑设计指南（2017）》评价标准，绿地的该指标参考《佛山市海绵城市建设园林绿化技术指引（2016）》制定。

●约束性指标 ○指导性指标

表 3-6 控规层面防洪、排水防涝规划目标指标表

序号	类别	标准				类别
1	城市排水管渠标准	区域	落实到地块	重要地段 <sup>1</sup>	特别重要地段 <sup>2</sup>	●
		中心城区及翠亨新区	5年一遇	10年一遇	30年一遇	
		其他地区	2-5年一遇	5-10年一遇	30-50年一遇	
2	内涝防治标准	近期（2020）		远期（2030）		●
		中心城区及翠亨新区	中顺大围及其他镇区	中心城区及翠亨新区	中顺大围及其他镇区	
		30年一遇24小时设计暴雨1天排完	20年一遇24小时设计暴雨1天排完	50年一遇24小时设计暴雨1天排完	30年一遇24小时设计暴雨1天排完	
3	防洪标准	近期（2020）		远期（2030）		●
		中心城区及翠亨新区近期为100年一遇，按200年一遇水（潮）位校核；中珠联围潮水标准按100年一遇潮水位设计，中顺大围以防洪为主的堤段及穿堤建筑物防洪标准为50年一遇；除大芒刀联围和竹排围的防洪（潮）标准为20年一遇外，其余区域防洪（潮）标准为30年一遇		中心城区及翠亨新区远期按200年一遇水（潮）标准；中顺大围以防洪为主的堤段及穿堤建筑物远期防洪标准达到100年一遇。		
注：						
1. 重要地段：行政中心、交通枢纽、学校、医院和商业集聚区等。						
2. 特别重要地段：指地下通道、下沉广场和隧道等。						

●约束性指标 ○指导性指标

### 3.4 修规与项目设计层次目标指标

3.4.1 建设项目属于建设用地层次，中山市的雨水年径流总量控制目标适用于七类用地：居住用地（R）、公共管理和公共服务用地（A）、商业服务设施用地（B）、工业用地（M）、物流仓储用地（W）、交通设施用地（S）、绿地（G）。中山市海绵城市建设项目分类和用地类型划分如下表所示。

表 3-7 建设项目分级分类指引划分表<sup>1</sup>

建设项目类型		用地代码	用地类型
建筑与小区 <sup>2</sup>	居住区(含旧城改造)	R1、R2	一类、二类居住用地
	公共建筑	A(A7除外)	公共管理与公共服务用地(除文物古迹用地)
		B(B41除外)	商业服务业设施用地(不含加油加气站用地)
	工业仓储	M1、M2、W1、W2	一类、二类工业用地,一类、二类物流仓储用地
道路		S	道路与交通设施用地
绿地广场	绿地	G1、G2	公园绿地、防护绿地
	广场	G3	广场用地
城市水系	水系项目	G1、E1	滨水公园绿地、水域
注:			
1. 其他建设用地(村庄、区域交通、区域公用设施)、非建设用地(农林用地),个人自建住房及保留的建设用地不作要求;			
2. 公用设施用地(U)不纳入海绵城市建设管控的范围;特殊污染源地区(如地面易累积污染物的化工厂、原农药厂、金属冶炼加工厂、传染病医院、油库、加油加气站等)、陡坡坍塌、滑坡灾害易发的危险场所,对居住环境以及自然环境易造成危害的场所,其他有安全隐患场所均不建议开展海绵城市建设。			

### 3.4.2 建筑小区项目指标

建筑小区项目指标的年径流总量控制率、设计降雨量、可渗透面积比例为约束性指标(根据《广东省海绵城市建设实施指引(2016-2020年)》中分类评估指标体系),引导性指标为参考要求,可根据具体项目情况在确保达到控制目标的情况下进行合理设置。

表 3-8 建筑小区项目的海绵城市建设指标

序号	指标名称	建筑小区控制指标						指标类型
		新建			改建			
		住宅	公建	工业仓储	住宅	公建	工业仓储	
1	年径流总量控制率(%)	≥75	≥70	≥65	≥60	≥60	≥60	●
2	设计降雨量(mm)	≥29.7	≥24.9	≥21.1	≥17.8	≥17.8	≥17.8	●
3	年径流污染去除率(以SS计,%)	≥50	≥50	≥40	≥40	≥40	≥35	◎
4	可渗透面积比例(%)	≥50	≥40	≥40	≥40	≥30	≥30	●
5	绿色屋顶率(%)	20-30	25-35	20-30	—	25-35	20-30	◎
6	单位面积控制容积(m <sup>3</sup> /公顷)	200	180	150	125	125	125	◎
7	下沉式绿地率(%)	≥30	≥40	≥40	≥20	≥30	≥30	◎

8	透水铺装率 (%)	≥70	≥50	≥50	≥50	≥50	≥50	◎
9	非传统水源利用率 (%)	≥4	≥3	≥10	—	≥2	—	◎

●约束性指标或要求 ◎指导性指标或要求

### 3.4.3 绿地广场项目指标

绿地广场项目的年径流总量控制率、设计降雨量为约束性指标。

表 3-9 绿地广场项目的海绵城市建设指标

序号	指标名称	绿地广场控制指标				指标类型
		新建		改建		
		绿地	广场	绿地	广场	
1	年径流总量控制率 (%)	≥85	≥70	≥85	≥60	●
2	设计降雨量 (mm)	≥45.0	≥29.7	≥45.0	≥17.8	●
3	单位面积控制容积 (m <sup>3</sup> /公顷)	400	270	90	125	◎
4	年径流污染去除率 (以 SS 计, %)	≥70	≥50	≥70	≥40	◎
5	下沉式绿地率 (%)	≥20	≥40	≥10	≥30	◎
6	透水铺装率 (%)	≥80	≥80	≥50	≥50	◎
7	非传统水源利用率 (%)	≥40	—	—	—	◎

●约束性指标 ◎指导性指标

### 3.4.4 道路系统项目指标

道路系统项目根据红线宽度、绿化形式、道路功能的不一，分成多类情况设置指标如以下两表所示。其中，年径流总量控制率、设计降雨量为约束性指标。

兼顾市政道路功能的公路的规划设计目标参照市政道路，其他公路、高速不做目标要求，但应考虑海绵城市的设计方法。

立交桥、隧道等不适宜实施海绵城市的设施或路段，不做海绵城市具体目标要求。

表 3-10 道路系统新建项目的海绵城市建设指标

序号	指标名称	道路系统控制指标 (新建)					指标类型
		红线宽度 ≥60m	40≤红线 宽度<60m	30≤红线宽度< 40m	15≤红线宽度 <30m	停车场	
1	年径流总量控制率 (%)	≥70	≥65	≥65 (连续绿化带) ≥45 (树池)	≥60 (连续绿化带) ≥45 (树池)	≥75	●
2	设计降雨量 (mm)	≥24.9	≥21.1	≥21.1 (连续绿化带)	≥17.8 (连续绿化带)	≥29.7	●

				≥10.8 (树池)	≥10.8 (树池)		
2	年径流污染去除率 (以 SS 计, %)	≥50	≥45	≥45 (连续绿化带) ≥30 (树池)	≥40 (连续绿化带) ≥30 (树池)	≥50	◎
3	单位面积控制容积 (m <sup>3</sup> /公顷)	200	180	≥170 (连续绿化带) ≥90 (树池)	≥140 (连续绿化带) ≥90 (树池)	≥240	◎
4	下沉式绿地率 (%)	≥60	≥60	≥60 (连续绿化带) ≥80 (树池)	≥60 (连续绿化带) ≥80 (树池)	—	◎
5	人行道、非机动车道透水铺装率 (%)	≥80	≥80	≥80	≥80	≥80	◎

●约束性指标 ◎指导性指标

表 3-11 道路系统改建项目的海绵城市建设指标

序号	指标名称	道路系统控制指标 (改建)					指标类型
		红线宽度 ≥60m	40 ≤ 红线宽度 < 60m	30 ≤ 红线宽度 < 40m	15 ≤ 红线宽度 < 30m	人行道、非机动车道 <sup>1</sup> 、停车场	
1	年径流总量控制率 (%)	≥65	≥60	≥60 (连续绿化带) ≥45 (树池)	≥55 (连续绿化带) ≥45 (树池)	≥70	●
2	设计降雨量 (mm)	≥21.1	≥17.8	≥17.8 (连续绿化带) ≥10.8 (树池)	≥15.0 (连续绿化带) ≥10.8 (树池)	≥24.9	●
2	年径流污染去除率 (以 SS 计, %)	≥45	≥40	≥40 (连续绿化带) ≥30 (树池)	≥38 (连续绿化带) ≥30 (树池)	≥48	◎
3	单位面积控制容积 (m <sup>3</sup> /公顷)	180	170	≥145 (连续绿化带) ≥90 (树池)	≥120 (连续绿化带) ≥90 (树池)	≥200	◎
4	下沉式绿地率 (%)	≥50	≥50	≥50 (连续绿化带) ≥80 (树池)	≥50 (连续绿化带) ≥80 (树池)	—	◎
5	人行道、非机动车道透水铺装率 (%)	≥60	≥60	≥60	≥60	≥60	◎

注：  
1. 若只对人行道、非机动车道改造，只需遵照本表中此列的指标。

●约束性指标 ◎指导性指标

### 3.5 指标计算方法

### 3.5.1 年径流总量控制率

年径流总量控制率与设计降雨量为一一对应关系,是根据本地区自然状况的径流系数推算而得(年径流总量控制率 $\approx 1$ -年均雨量径流系数)。与之相对应的设计雨强,是经过统计分析当地的多年(一般不少于 30 年)降雨资料,将日降雨量由小到大进行排序(扣除小于等于 2 mm 的降雨事件),统计小于某一降雨量的降雨总量(小于该降雨量的按真实雨量计算出降雨总量,大于该降雨量的按该降雨量计算出降雨总量,两者累计总和)在总降雨量中的比率,此比率(即年径流总量控制率)对应的日降雨量即为设计降雨量(mm)。

中山市年径流总量控制率与设计降雨量关系详见 4.2 节。

### 3.5.2 可渗透面积比例

可渗透面积比例=可渗透地面/项目总占地面积。

可渗透面积比例的计算公式为:

$$S=(G+T+Q)/A\%$$

式中:

S—可渗透面积比例, %;

G—绿地面积,  $m^2$ ;

T—透水铺装面积,  $m^2$ ;

Q—其他渗透设施面积,  $m^2$ 。

### 3.5.3 年径流污染去除率(以 SS 计)

年 SS 总量去除率=年径流总量控制率 $\times$ 低影响开发设施对 SS 的平均去除率。其简易计算公式如下:

$$SS = \frac{\sum V_n SS_n}{V_d} \times \alpha$$

式中,  $V_n$  表示方案第 n 个低影响开发设施的调蓄容积,  $SS_n$  表示第 n 个低影响开发设施的 SS 平均去除率,  $V_d$  表示方案低影响开发设施的调蓄容积,  $\alpha$  代表方案的年径流总量控制率。

城市或开发区域年 SS 总量去除率,可通过不同区域、地块的年 SS 总量去除率经年径流总量(年均降雨量 $\times$ 综合雨量径流系数 $\times$ 汇水面积)加权平均计算得出。

### 3.5.4 单位面积控制容积

以径流总量控制为目标时，单位汇水面积上所需低影响开发设施的有效调蓄容积（不包括雨水调节容积）。

$$V_{\text{单位}} = 10H\phi$$

式中：

V——设计调蓄容积， $\text{m}^3/\text{ha}$ ；

H——设计降雨量，mm，参照本导则 4.2 节；

$\phi$ ——综合雨量径流系数，可参照导则表 4-5 进行加权平均计算。

单位面积控制容积计算时，不包括后期会缓慢排放的雨水滞流设施（含转输型植草沟、渗管/渠、初期雨水弃流、植被缓冲带等）容积。可包括雨水花园、湿地、塘、池、模块等具有雨水滞蓄功能的设施的调蓄容积。

透水铺装和绿色屋顶仅参与综合雨量径流系数的计算，其结构内的空隙容积一般不计入调蓄容积。

### 3.5.5 绿色屋顶率

$$\text{绿色屋顶率} = \text{绿色屋顶面积} / \text{建筑屋顶总面积} \times 100\%$$

### 3.5.6 下沉式绿地率

下沉式绿地率=高程低于周边汇水区域的绿地面积（含生物滞留设施、下沉式绿地等）/绿地总面积 $\times 100\%$

本导则的下沉式绿地率指标采用平均深度 15cm 进行核算。

### 3.5.7 透水铺装率

$$\text{透水铺装率} = \text{透水铺装面积} / \text{总硬化地面面积} \times 100\%;$$

（其中，总硬化地面面积指区内公共地面停车场、人行道、步行街、自行车道和休闲广场、室外庭院等）

市政道路透水铺装率=人行道、自行车道透水地表面积/人行道、自行车道总面积 $\times 100\%$

### 3.5.8 非传统水源利用率

非传统水源利用率=雨水、河涌水、景观水体、污水再生水等非传统水源/用水总量 $\times 100\%$

## 4 指标评估与计算

### 4.1 基本规定

4.1.1 中山市海绵城市规划设计应统筹水生态、水环境、水安全、水资源等问题，综合考虑径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等需求，**近期重点将径流总量控制、径流污染控制作为主要控制目标。**

4.1.2 海绵城市低影响开发的各类工程措施应与市政排水管渠、泵站合理衔接，实施低影响开发的区域雨水管渠和泵站的重现期、径流系数等设计参数仍应按照《室外排水设计规范》（GB50014-2006）（2016年版）中的有关规定执行。

4.1.3 建设项目内有多个汇水分区时，所有汇水分区的设计降雨量加权平均值（权重为各汇水分区占项目总占地面积比例）应不小于项目整体采用的设计降雨量取值。

4.1.4 有条件地区宜优先采用分钟降雨数据代入水文水力模型同时进行多目标计算，同时考虑蒸发、下渗及 LID 设施有效排空等边界条件，确保计算的 LID 设施规模的经济合理性。

4.1.5 海绵城市规划设计评估包括年径流总量控制率、可渗透面积比例的评估。

4.1.6 海绵城市规划设计评估应采用容积法简易评估与模型校核结合的方式进行综合评估。

4.1.7 规划设计前，应首先利用模型对现场进行评估，通过 GIS 空间地理分析技术，对研究区域进行下垫面分析，获取用地分类与土壤等数据，并确定汇水分区，识别低洼地段。结合降雨、河道、管网、低影响开发设施等模块，通过模型模拟计算研究区域的现状径流总量与径流系数，评估现状问题与风险。

4.1.8 城市总体规划与控规层次的海绵城市规划设计方案，由于各区域、地块之间存在差异，为保证控制指标的可实施性，需要进行大量的方案组合与试算，应利用模型工具实现低影响开发设施选择与建设规模等参数自动计算，并与分区、地块进行匹配。

修建性详细规划与设计层面的海绵城市规划设计方案，重点根据控制指标布置低影响开发设施，并结合模型进行设施组合优选。模型重点输出径流总量、污染物总量与各设施设计参数，以完成控制率核算与设施设计。

采用模型对规划设计方案进行校核时，须核算控制目标，并定量分析方案洪

涝控制、污染控制、雨水利用、经济成本等主要方面所能达到的效果。

## 4.2 设计参数

### 4.2.1 全市降雨量

中山市历年年最大降雨量 2744.9mm；历年年最大 5min 降雨量 18.0mm；三十七年平均年降雨量 1777.5mm；十年一遇最大雨量 303.2mm；五十年一遇最大雨量 370.5mm。

### 4.2.2 降雨量区域分布特征

中山市降雨地区分布有一定差异，北部镇区降水量相对较少，多年平均(1956年~2000年，下同)值 1558.5mm，南部镇区相对较高，多年平均值 2017.1mm。汛期 4~9 月降水量占全年降水量 82.8%，容易带来洪涝灾害，枯水期降雨仅占 17.2%，容易造成冬春干旱缺水及咸潮的危害。

北部小榄、黄圃、古镇等镇区多年平均径流深约 900mm，南部三乡、坦洲等镇区多年平均径流深约 1100mm，中部市区、火炬区等镇区多年平均径流深约 1000mm。

### 4.2.3 设计降雨参数

根据中山市近 30 年的气象资料统计，中山市 60%年径流总量控制率对应的设计日降雨量为 17.8mm，70%年径流总量控制率对应的设计降雨量为 24.9mm。中山市年径流总量控制率对应的设计降雨量可查询下表：

表 4-1 年径流总量控制率对应设计降雨量

年径流总量控制率 (%)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
设计降水量 (mm)	8.9	10.8	12.7	15.0	17.8	21.1	24.9	29.7	36.0	45.0	58.8



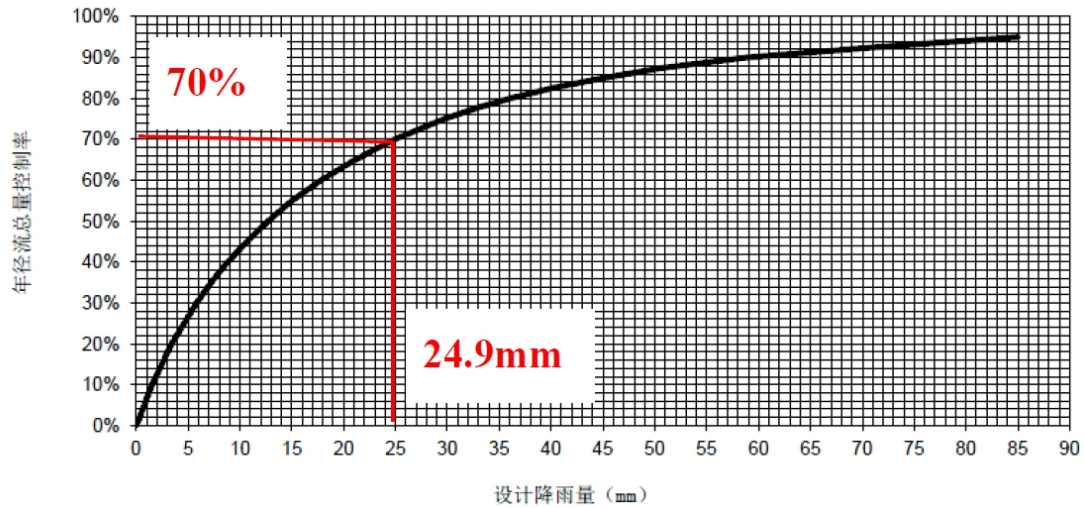


图 4-1 中山市年径流总量控制率与设计降雨量之间的关系

#### 4.2.4 逐月降雨蒸发数据

中山市多年平均（1955 年-2010 年）逐月降雨量及蒸发量（mm/月）见下表，缺乏资料时可参照取值。

表 4-2 中山市中心城区逐月降雨量及蒸发量分配表

月份	蒸发量 (mm)	降雨量 (mm)	蒸发量占比 (%)	降雨量占比 (%)
1	85.6	34.4	5.9	1.9
2	69.7	57.9	4.8	3.2
3	84.7	69.7	5.9	3.8
4	105.5	173.3	7.3	9.6
5	135.5	256.4	9.4	14.2
6	145.5	319.9	10.1	17.7
7	175.0	246.3	12.1	13.6
8	157.1	274.1	10.9	15.1
9	143.2	227.8	9.9	12.6
10	138.1	80.7	9.6	4.5
11	113.5	41.3	7.9	2.3
12	91.6	28.7	6.3	1.6
合计	1445	1810.5	100	100

注：由中山市气象局提供，根据中山市气象站 1955-2010 年数据统计。

#### 4.2.5 内涝防治设计降雨参数

中山市内涝防治标准所对应的降雨量如下表所示：

表 4-3 中山市中心城区 24h 降雨量一览表

序号	地区	24h 降雨量 (mm)							
		2 年	3 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
1	中山气象站	146.4	173.8	205.1	245	286	309.9	340.3	382.5

注：降雨量数据由中山市气象局提供。

#### 4.2.6 暴雨强度公式

中山市地域跨度较大，以五桂山为分界。

五桂山以北市（除南部三乡、坦洲、神湾三个镇区以外的其他镇区）采用中山市暴雨强度公式：

$$q = \frac{1829.552 (1 + 0.444LgP)}{(t + 6.0)^{0.591}}$$

其中：P——设计重现期(年)，其基于年最大值法统计确定，与非年最大值法重现期  $P_E$  关系为：

$$P_E = 1/[\ln P - \ln (P - 1)]$$

q=暴雨强度，L/(s·hm<sup>2</sup>)；

t——降雨历时，min。

南部三个镇区（三乡镇、坦洲镇、神湾镇）参考采用相邻珠海市暴雨强度公式：

$$q = \frac{847.172 (1 + 0.659LgP)}{(t + 5373)^{0.391}}$$

其中：P——设计重现期(年)，其基于年最大值法统计确定，与非年最大值法重现期  $P_E$  关系为：

$$P_E = 1/[\ln P - \ln (P - 1)]$$

q——暴雨强度，L/(s·hm<sup>2</sup>)；

t——降雨历时，min。

#### 4.2.7 雨水管渠设计重现期

中山市新建雨水管渠、泵站及附属设施执行以下设计标准。

表 4-4 雨水管渠暴雨重现期设计标准

城区类型	中心城区	非中心城区	特别重要地区
重现期	5 年	3 年	10 年~20 年

注：①暴雨强度公式编制时，采用年最大值法；

②雨水管渠应按重力流、满管流计算；。

③学校、医院、民政设施、地下通道、下沉广场等排水管渠设计标准参照《室外排水设计规范（2016年版）》执行；

在现状城市内涝严重的区域，应侧重于水量的控制，并和排水管网、泵站、

调蓄、城市内河整治等措施结合，确保城市排水防涝能力的达标。

#### 4.2.8 不同汇水面径流系数

不同种类下垫面的径流系数应依据实测数据确定，缺乏资料时可参照表 3-10 取值。

表 4-5 不同汇水面径流系数

汇水面种类		雨量径流系数 $\phi$	流量径流系数 $\psi$
屋面	绿化屋面（绿色屋顶，基质层厚度 $\geq 300\text{mm}$ ）	0.30-0.40	0.40
	硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.80-0.90	0.85-0.95
	铺石子的平屋面	0.60-0.70	0.80
混凝土或沥青路面及广场		0.80-0.90	0.85-0.95
大块石等铺砌路面及广场		0.50-0.60	0.55-0.65
沥青表面处理的碎石路面及广场		0.45-0.55	0.55-0.65
级配碎石路面及广场		0.40	0.40-0.50
干砌砖石或碎石路面及广场		0.40	0.35-0.40
非铺砌的土路面		0.30	0.25-0.35
绿地		0.15	0.10-0.20
水面		1.00	1.00
地下建筑覆土绿地（覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$ ）		0.15	0.25
地下建筑覆土绿地（覆土厚度 $< 500\text{mm}$ ）		0.30-0.40	0.40
透水铺装地面		0.08-0.45	0.08-0.45
下沉广场（50 年及以上一遇）		—	0.85-1.00

注：以上数据参考住建部《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》。

#### 4.2.9 土壤渗透系数

中山市海绵城市项目的土壤渗透资料应基于各个项目的地勘报告。对于缺乏地勘报告的规划和设计项目，本导则附上我国土壤渗透系数及给水度经验值，以供参考。

表 4-6 各种土的渗透系数经验值

土质类别	K(cm/s)	土质类别	K(cm/s)
粗砾	1~0.5	黄土（砂质）	1e-3~1e-4
砂质砾	0.1~0.01	黄土（泥质）	1e-5~1e-6
粗砂	5e-2~1e-2	黏壤土	1e-4~1e-6
细砂	5e-3~1e-3	淤泥土	1e-6~1e-7
黏质砂	2e-3~1e-4	黏土	1e-6~1e-8
沙壤土	1e-3~1e-4	均匀肥黏土	1e-8~1e-10

表 4-7 各种岩土的给水度经验值

岩土类别	渗透系数 K (cm/s)	孔隙率 n	给水度 $\mu$
砾	240	0.371	0.354
粗砾	160	0.431	0.338
砂砾	0.76	0.327	0.251
砂砾	0.17	0.265	0.182

砂砾	7.2e-2	0.335	0.161
中粗砂	4.8e-2	0.394	0.18
含黏土的砂	1.1e-4	0.397	0.0052
含黏土 1%的砂砾	2.3e-5	0.394	0.0036
含黏土 16%的砂砾	2.5e-6	0.342	0.0021

#### 4.2.10 综合雨量径流系数计算

汇水范围内的综合径流系数应根据不同地面种类的径流系数，按照其各自面积占汇水面积的比例，按照下列公式采用加权平均法计算：

$$\psi_z = \frac{\sum F_i \psi_i}{F}$$

式中： $\psi_z$ ——综合雨量径流系数；

F——汇水面积（m<sup>2</sup>）；

F<sub>i</sub>——汇水面上各类下垫面面积（m<sup>2</sup>）；

$\psi_i$ ——各类下垫面的径流系数。

### 4.3 海绵城市设施计算

#### 4.3.1 以渗透为主要功能的设施规模计算

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。

(1) 渗透设施有效调蓄容积按式进行计算：

$$V_s = V - W_p$$

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<sup>3</sup>；

V——渗透设施进水量，m<sup>3</sup>，参照“容积法”计算；

$W_p$ ——渗透量，m<sup>3</sup>。

(2) 渗透设施渗透量按下式进行计算

$$W_p = KJA_s t_s$$

式中： $W_p$ ——渗透量，m<sup>3</sup>；

$K$ ——土壤（原土）渗透系数，m/s；项目的土壤  $K$  系数应根据地勘报告取值，如果没有地勘报告可参考附录 10.4。

$J$ ——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。

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。

#### 4.3.2 以储存为主要功能的设施规模计算

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

##### (1) 径流总量计算方法

$$V=10H\phi F$$

式中： $V$ ——设计调蓄容积， $m^3$ ；

$H$ ——设计降雨量，mm；

$\phi$ ——综合雨量径流系数，见 4.2.7、4.2.8；

$F$ ——汇水面积， $hm^2$ 。

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。

##### (2) 水量平衡法方法

水量平衡法主要用于湿塘、雨水湿地等设施储存容积的计算。设施储存容积应首先按照“容积法”进行计算，同时为保证设施正常运行（如保持设计常水位），再通过水量平衡法计算设施每月雨水补水水量、外排水量、水量差、水位变化等相关参数，最后通过经济分析确定设施设计容积的合理性并进行调整，水量平衡计算过程可参照下表。

表 4-8 水量平衡计算表

项目	汇流雨量	补水量	蒸发量	用水量	渗漏量	水量差	水体水深	剩余调蓄高度	外排水量	额外补水量
单位	m <sup>3</sup> /月	m <sup>3</sup> /月	m <sup>3</sup> /月	m <sup>3</sup> /月	m <sup>3</sup> /月	m <sup>3</sup> /月	m	m	m <sup>3</sup> /月	m <sup>3</sup> /月
编号	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1月										
2月										
.....										
11月										
12月										
合计										

#### 4.3.3 以调节为主要功能的设施规模计算

调节塘、调节池等调节设施,以及以径流峰值调节为目标进行设计的蓄水池、湿塘、雨水湿地等设施的容积应根据雨水管渠系统设计标准、下游雨水管道负荷(设计过流流量)及入流、出流流量过程线,经技术经济分析合理确定,调节设施容积按下式进行计算。

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

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。

#### 4.3.4 以转输为主要功能的设施规模计算

$$Q = \psi q F$$

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, hm<sup>2</sup>。

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。

## 4.4 海绵城市规划设计评估方法

### 4.4.1 年径流总量控制率容积法评估

年径流总量控制率的容积法计算可按以下要求进行：

(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面积，按表 4-3 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) 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 4-3 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。按照下式计算该地块不同年径流总量控制率对应的需调蓄容积。

$$V=10H\phi F$$

式中：

V—设计调蓄容积或需蓄水容积，m<sup>3</sup>；

H—设计降雨量，mm，按表 4-1 选取；

$\phi$ —场均综合雨量径流系数；

F—汇水面积，hm<sup>2</sup>。

(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。

#### 4.4.2 可渗透面积比例评估方法

可渗透面积比例为可渗透地面占项目总占地面积的比例。可渗透地面主要包括：

(1) 绿地

下沉式绿地、生物滞留设施、植被缓冲带以及其他具有渗透功能的绿地。

(2) 透水铺装

透水砖铺装、透水水泥混凝土、透水沥青混凝土，以及其他具有渗透功能的透水型铺装。

### (3) 其他渗透设施

渗透塘、渗井、调节塘（通过设计具有渗透功能）、渗透型干式植草沟、渗管/渠等。

评估可渗透面积比例的计算公式为：

$$S = \frac{(G+T+Q)}{A} \%$$

式中：

S—可渗透面积比例，%；

G—绿地面积，m<sup>2</sup>；

T—透水铺装面积，m<sup>2</sup>；

Q—其他渗透设施面积，m<sup>2</sup>。



## 5 海绵城市规划指引

### 5.1 一般规定

5.1.1 海绵城市规划编制体系应与中山市现有的规划编制体系衔接，包括总体规划层面与控规层面的海绵城市专项规划。

海绵城市专项规划的编制要体现“市域-区域（中心城区控规单位、镇）”两个层次的控制要求与建设内容，并分别衔接城市总体规划与区域的控制性详细规划。海绵城市总体规划层面明确城市尺度上对年径流总量控制等方面的规划控制目标与基本建设内容；控规层面海绵城市专项规划基于总体规划的目标和建设要求，细化控制指标体系与具体建设设施内容等。

5.1.2 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。

#### 5.1.3 编制层次与任务

为落实海绵城市建设要求，海绵城市专项规划应与总体规划同步编制或前置编制，并与总体规划、控制性详细规划等法定规划密切衔接，将海绵城市规划指标与建设要求分层级、分步骤地纳入法定规划中，同时在相关专项规划中也应体现海绵城市专项规划中明确的各项要求和内容。本导则结合中山市现行的城市规划编制体系，分别提出全市海绵城市专项规划、控规（区域）层面海绵城市专项规划和修建性详细规划与项目设计、相关专项规划编制中的海绵城市规划内容指引。

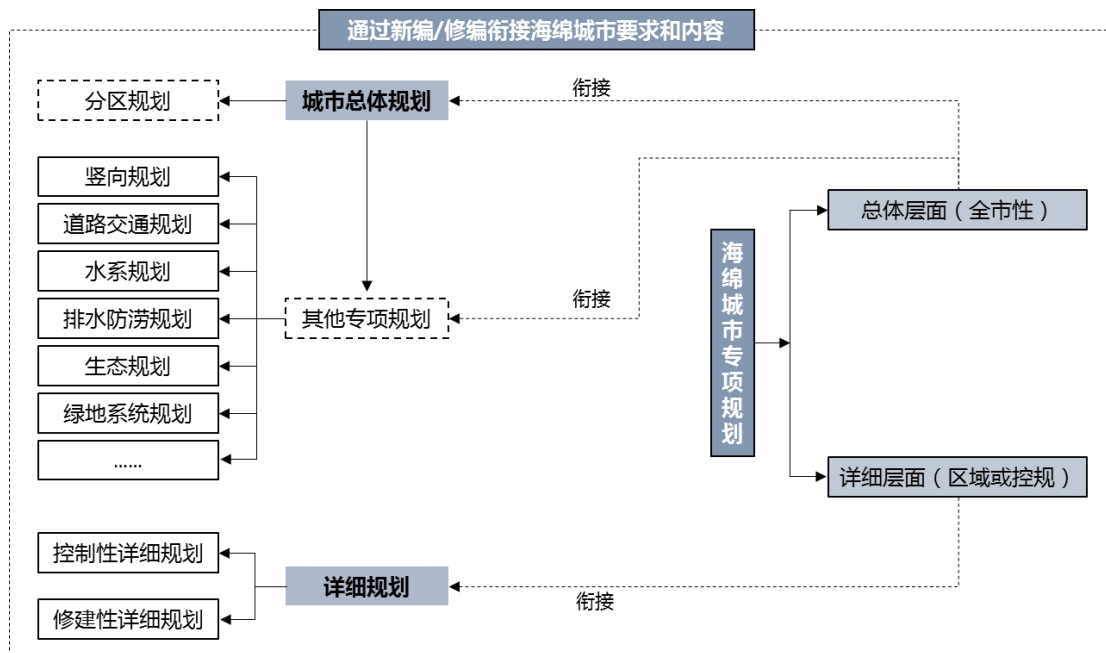


图 5-1 海绵城市相关规划编制层次示意图

### (1) 要求与任务

中山市的海绵城市规划按照“总体-控规单元(区域)-修规”三个层次来落实，从“源头-中途-末端”不同层级的基本思路进行，保证各个系统的完整性和良好衔接，统筹规划。在各层次规划中落实海绵城市内容需关注以下规划要求和任务：

表 5-1 海绵城市规划要求与任务

分类	规划要求	规划任务
城市总体规划	在编制或修编的过程中，纳入海绵城市专项规划的主要指标、内容、结论，并同步调整衔接其他专项规划与主要内容，将涉及土地利用布局、竖向规划、生态格局等相关内容和有关要求纳入城市总体规划。	基于海绵专项规划的系统分析和指标体系，衔接调整土地需求、空间需求与专业需求；协调绿地、水系、道路、开发地块的空间布局与竖向、水系、排水防涝、绿地系统、道路交通等专项规划，为详细规划阶段细化落实源头径流控制利用系统、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统提供规划策略、建设标准、总体竖向控制及重大雨水基础设施的布局等相关重要依据与条件。
城市详细规划	控制性详细规划	应将同步编制的海绵城市控规内容纳入法定、管理和就似乎文件。
	修建性详细规划	依据控规层次海绵城市规划要求，细化落实相关控制和引导性指标，选择、布局低影响开发设施，论证海绵城市设施规模，将

		海绵城市的建设技术和方法体现在场地规划设计、工程规划设计、经济技术论证等方面，指导地块开发建设。	复场地的“海绵”功能。
海绵城市专项规划	总体层面	与总体规划同步编制或前置编制，涉及的内容和深度，应能够保障落实国办发〔2015〕75号文件明确要求的目标，即2020年和2030年，城市建成区至少20%和80%以上面积要达到海绵城市建设要求。	提出需要保护的生态空间格局；明确城市尺度上对水生态、水环境、水安全、水资源等方面的规划控制目标与重点建设区域和内容，落实低影响雨水系统、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统的实施策略、建设标准、总体竖向控制及重大雨水基础设施的总体布局等相关内容。
	控规(区域)层面	落实总体层面海绵城市控制目标和建设要求，落实海绵城市相关规划指标、要求、大型市政设施布局等规划内容，明确各类用地约束性指标和约束性指标，并指导下层次的规划、设计和建设项目规划管控工作。	细化分解和落实城市总体规划或海绵城市详细规划中提出的海绵城市控制目标及要求。提出控规(区域)层次的海绵分区、实施路径、建设管控、规划措施及重点项目库。
城市详细规划	控制性详细规划	应将同步编制的海绵城市控规内容纳入法定、管理和就似乎文件。	主要依据城市总体规划或相关海绵专项规划中的有关要求，在现状分析、用地布局、蓝线、竖向、道路、给水、污水、排水防涝等方面海绵城市内容，将海绵城市指标落实到地块控制的相关成果中。
	修建性详细规划	依据控规层次海绵城市规划要求，细化落实相关控制和引导性指标，选择、布局低影响开发设施，论证海绵城市设施规模，将海绵城市的建设技术和方法体现在场地规划设计、工程规划设计、经济技术论证等方面，指导地块开发建设。	将控制性详细规划中关于各地块的海绵城市控制指标和引导性要求落实到具体项目的设计之中，具体指导海绵城市设施的建设、细化场地设计和设施配套，以维持或恢复场地的“海绵”功能。

## (2) 技术路线

三个层次的海绵城市内容互相支持。、逐层分解，共同构建整体的海绵城市规划技术路线，详见图 5-2:

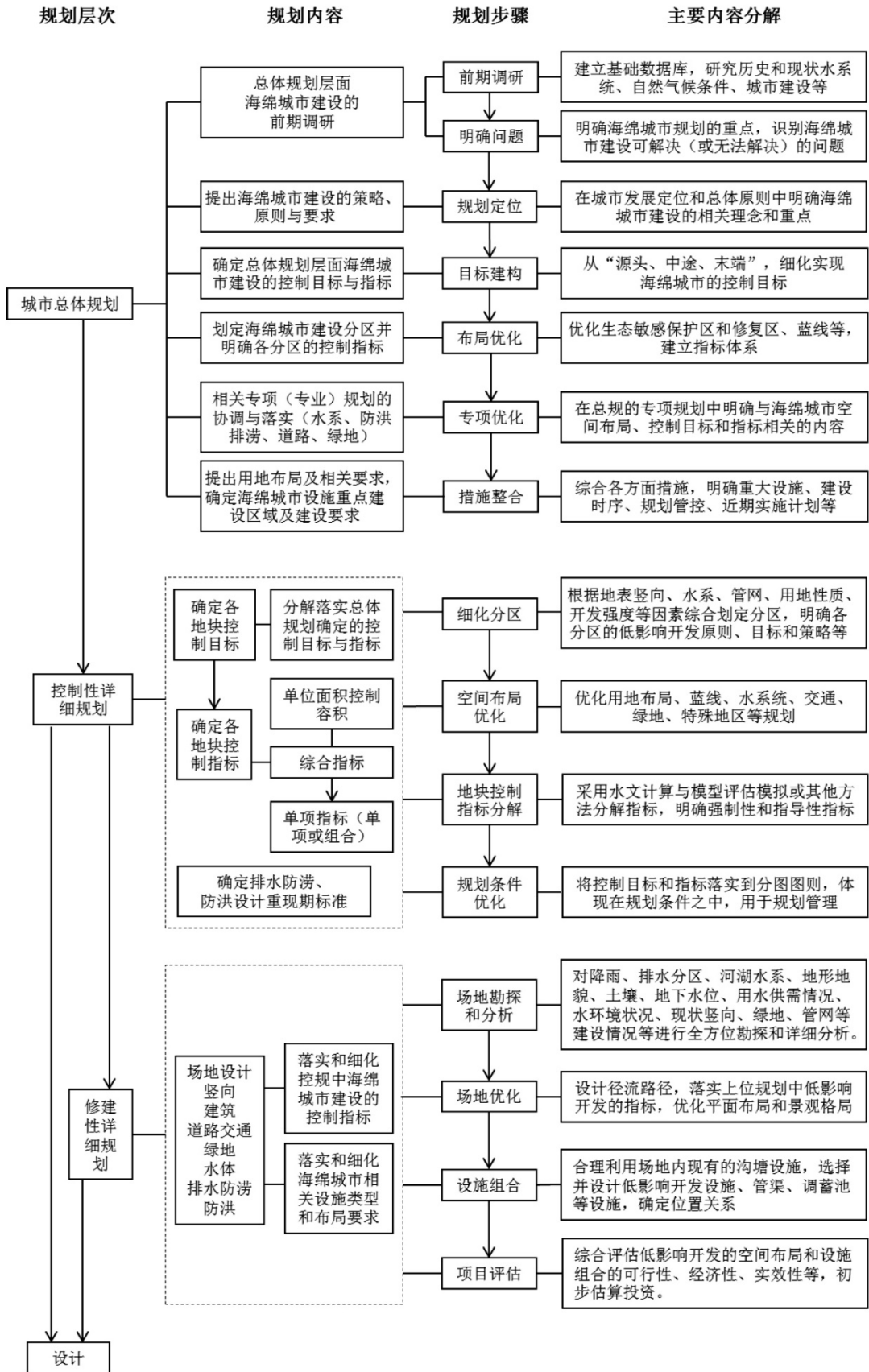


图 5-2 海绵城市规划（总规、控规、修规各层面）技术路线图

注：引自住建部《海绵城市建设实用手册》

## 5.2 全市海绵城市专项规划指引

应统筹确定全市海绵城市建设各项目标和指标，确定海绵城市建设总体战略性目标，提出战略性对策，引导下层次规划的编制与实施。

### （1）综合评价海绵城市建设条件

分析城市区位、自然地理、经济社会现状和降雨、土壤、地下水、下垫面、排水系统、城市开发前的水文状况等基本特征，识别城市水资源、水环境、水生态、水安全等方面存在的问题，并进行趋势研判。

### （2）海绵城市建设目标和具体指标

确定海绵城市建设目标（主要为雨水年径流总量控制率），明确近、远期要达到海绵城市要求的面积和比例，参照住房城乡建设部发布的《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》，提出海绵城市建设的指标体系。

### （3）海绵城市建设总体思路

依据海绵城市建设目标与现状问题，因地制宜确定海绵城市建设的实施路径。老城区以问题为导向，重点解决城市内涝、雨水收集利用、黑臭水体治理等问题；城市新区、各类园区、成片开发区以目标为导向，优先保护自然生态本底，合理控制开发强度。

### （4）海绵城市建设分区指引

识别中心城区内山、水、林、田、湖等生态本底条件，构建海绵城市的自然生态空间格局，提出保护与修复要求；评估海绵城市建设技术的用地适宜性；划定海绵城市功能分区，提出建设策略和指引。下层次总体规划中的海绵城市专项规划应落实上层次规划中提出的分区指引中的相关内容。

### （5）统筹规划基础设施系统布局

针对内涝积水、水体黑臭、河湖水系生态功能受损等问题，提出城市排水防涝、合流制污水溢流污染控制、雨水调蓄等设施的建设和河湖水系的生态修复要求。在系统性规划上，基础设施建设内容应统筹兼顾水资源利用、水环境整治、水生态修复以及水安全保障任务。

### （6）建设时序规划

明确近期海绵城市建设重点区域，提出分期建设要求。因地制宜地确定海绵城市近期建设目标和相对应的指标，确定近期海绵城市建设的用地范围和主要设

施布局。确定建设项目，建立海绵城市项目储备库，明确项目滚动规划和年度建设计划。确定控制和引导海绵城市近期发展的保障措施等。

(7) 成果要求

总体规划层面海绵城市专项规划的成果一般包括规划说明书、图纸，成果要求详见下表。

表 5-2 总体层面海绵城市专项规划成果要求

类别	序号	名称	内容要求
说明书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>综合评价海绵城市建设条件</li> <li>确定海绵城市建设目标和具体指标</li> <li>提出海绵城市建设的总体思路</li> <li>提出海绵城市建设分区指引</li> <li>统筹规划基础设施系统布局</li> <li>提出相关专项规划衔接的建议</li> <li>明确近期建设重点，明确近期海绵城市建设重点区域，提出分期建设要求</li> <li>提出规划保障措施和实施建议</li> </ul>
图纸	1	现状图	结合具体情况，分别或合并为若干图纸表达：区位、用地现状、竖向、高程、坡度、下垫面、地质、土壤、地下水、绿地、水系、自然生态空间格局、排水系统、雨水设施、易涝点分布等
	2	土地利用规划图	• 以城市总体规划中确定的土地利用规划图为准
	3	排水分区规划图	• 以城市排水（雨水）防涝综合规划中的排水分区为准
	4	海绵城市自然生态空间格局图	• 明确市域或规划区内的“山、水、林、田、湖”等自然空间整体格局及保护范围
	5	海绵城市建设分区图	• 依据生态敏感性、海绵空间管控的需求程度进行分区
	6	海绵城市建设管控图	<ul style="list-style-type: none"> <li>以城市总体规划确定的中心城区建设用地界线为基础，明确海绵城市建设分区界限、名称、面积及分区指标（年径流总量控制率等管控指标）</li> <li>将年径流总量控制率指标值划分为若干区间，用不同色块表达各地块不同的径流控制要求</li> </ul>
	7	海绵城市相关涉水基础设施布局图	结合具体情况，分别或合并为若干图纸表达：城市排水防涝、合流制污水溢流污染控制、内河治理规划图、雨水行泄通道规划图、雨水调蓄规划图等
	8	海绵城市分期建设规划图	<ul style="list-style-type: none"> <li>分期建设划分图（近期、中远期建设重点区域的界限与面积）</li> <li>近期建设重点项目分布图</li> </ul>

### 5.3 控规（区域）层面海绵城市专项规划指引

在进行控制性详细规划修编时，建议编制控规层面海绵城市专项规划，以**文本条款、图纸、附加图则、说明书的形式**，落实总体层面海绵城市规划建设的相关控制要求和内容。

控规层面的海绵城市专项规划应结合规划区域（近期重点发展片区）的用地布局、建设项目、排水系统、水系等更为准确、细致的本地特点，细化和深化海绵城市规划方案，**将海绵城市的控制指标分解至地块层面，并确定重要海绵城市设施的具体空间布局和规划。**

#### （1）综合评价海绵城市建设条件

分析规划区土壤、地下水、下垫面、排水系统、历史内涝点、水环境质量等本底条件，识别水资源、水环境、水生态、水安全等方面存在的问题和建设需求。

#### （2）海绵城市建设目标

依据《中山市海绵城市专项规划（2016）》及其他上层次相关规划，结合规划区内本底基础条件，提出规划区域的海绵城市建设目标与指标，指标涉及水生态、水环境、水资源、水安全等方面指标（指标要求详见 3.1）。针对雨水年径流总量控制率，需对目标进行复核，确定是否能够达到。

#### （3）实施路径

结合上层次规划，依据海绵城市建设目标，针对现状问题，因地制宜确定规划区域海绵城市建设的总体思路及实施路径。

#### （4）划定海绵管控单元

在总体层面海绵分区的基础上，结合规划区的用地布局、地形水系、排水系统规划等要素，将规划区划分为若干管控单元，每个单元承接并细分海绵分区确定的控制指标和要求，明确每个单元的海绵城市建设适用的技术类型。

对于新建区的管控单元，要立足于开发前后径流状态不发生改变，尊重现状地形，提出竖向指引，重点对天然低洼地带、自然水系等天然海绵进行保护和预留，对于未开发的地块要根据相应的指标要求推进海绵城市建设。

对于老城区的管控单元，要针对现状存在的水资源、水环境、水生态、水安全问题，例如水体黑臭、初期雨水污染、内涝灾害风险高、地下水位下降等问题，明确该单元具体的海绵城市新建或改造项目，确定海绵型建筑和小区、海绵型道

路、海绵型公园、其它相关基础设施（例如初期雨水净化设施、雨水调蓄设施、截污干管、排涝泵站等）。

(5) 落实规划区内地块的海绵城市建设指标

在上层次规划的基础上，结合本地降雨、土壤特性，采用水文计算与模型评估模拟，将核心指标——雨水年径流总量控制率分解至各地块，并作为约束性指标纳入规划许可条件。提出绿色屋顶率、下沉式绿地率、透水铺装率、雨水资源化利用率等指标引导性指标，供下阶段规划设计参考。

(6) 海绵城市规划措施

针对规划区内涝积水、水体黑臭、河湖水系生态功能受损等具体问题，制定积水点治理、截污纳管、合流制污水溢流污染控制和河湖水系生态修复等措施。

(7) 明确近期海绵城市重点项目库

明确区内海绵城市近期重点建设项目，并制定建设时序安排和投资估算。

(8) 提出保障措施和实施建议

(9) 编制海绵城市规划附加图则

将各地块的海绵城市相关控制目标、指标、设施等要素纳入图则中。

(11) 成果要求

控规阶段海绵城市专项规划成果应包括文本、说明书、图纸及附加图则，其成果要求如下。

表 5-3 控规层面海绵城市专项规划成果要求

类别	序号	名称	内容要求
文本	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>综合评价海绵城市建设条件</li> <li>确定海绵城市建设目标和具体指标</li> <li>提出海绵城市建设的总体思路和实施路径</li> <li>提出海绵城市建设分区指引</li> <li>划定管控单元分解指标到地块</li> </ul>
说明书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>统筹规划基础设施系统布局</li> <li>提出与相关规划衔接的建议</li> <li>明确近期建设重点，提出分期建设要求</li> <li>提出规划保障措施和实施建议</li> </ul>
附加图则	1	地块指标控制表	<ul style="list-style-type: none"> <li>落实地块的年径流总量控制率、可渗透比例等刚性管控目标，并按地块海绵城市控制指标分解的要求，因地制宜增加海绵城市引导性指标</li> </ul>
	2	海绵城市技术图则	<ul style="list-style-type: none"> <li>增加易涝区、区域性海绵设施的图标，明确海绵城市相关设施的位置和规模要求</li> </ul>
图纸	1	现状图	<ul style="list-style-type: none"> <li>包括高程、坡度、下垫面、地质、土壤、地下水、</li> </ul>



			绿地、水系、排水系统等要素
2	海绵城市自然生态空间格局图		• 明确需要保护和修复的自然生态空间
3	海绵城市建设分区图		• 海绵城市管控单元分区及建设目标
4	海绵城市建设管控图		• 雨水年径流总量控制率等指标分解地块
5	区域地表径流路径图		• 与控规方案进行衔接
6	海绵城市相关涉水基础设施布局图		• 城市排水防涝、合流制污水溢流污染控制、公共雨水调蓄设施、城市行泄通道等
7	海绵城市分期建设规划图		• 规划区结合重点建设片区和项目，划定分期建设图

## 5.4 修规与项目设计层面海绵城市规划指引

在编制修建性详细规划时（包括城市设计、项目前期选址论证等其他类型详细规划设计的情形），应依据控规（区域）层次海绵专项规划的要求，细化落实海绵城市相关内容。政府组织编制的重点地区修建性详细规划以及开发建设单位编制的一般地区的修建性详细规划中，均应落实上位规划确定的有关海绵城市建设规划内容要求和控制指标。

**重点将控规层次海绵规划中关于各地块的海绵城市控制指标和指导性要求落实到具体项目的设计中，同时应细化场地设计和设施配套，具体指导海绵城市设施的建设。**

### （1）现状分析

对规划项目所在地区的自然气候条件、水文地质条件等进行调研分析，重点项目还应提前掌握规划地段地质勘探情况。了解上位规划情况及其要求，包括城市海绵分区要求、控规图则指标要求、城市排水分区情况、现有市政管网布局等。

### （2）竖向设计

1) 尊重原有的地形地貌地质，不宜改变原有的排水方向；2) 对包含建筑、道路、绿地等的场地进行竖向设计时，应统筹考虑自身产流以及客水对建设场地的影响，综合设计雨水系统方案；3) 应兼顾雨水的重力流原则并尽量利用原有的竖向高差条件组织雨水流向；4) 在竖向规划设计中，对最终确定竖向的低洼区域应着重明确最低点标高、降雨蓄水范围、蓄水深度及超标雨水排水出路。

### （3）平面布局规划

1) 设计屋顶、道路、绿地、水系等的径流路径，落实地块年径流总量控制

率、绿色屋顶率、生物滞留设施率、人行道/停车场/广场透水铺装率、下沉式绿地率及其下沉深度等控制指标，合理布局室内外空间，开展环境设计；2) 平面布局与设计应尽可能保留天然水面、坑塘、湿地等自然空间，规划人工景观水体时优先选择现状高程低洼区；3) 在平面布置绿色雨水基础设施及常规雨水管渠系统时，应通过模拟分析校核控规图则提出的年径流总量控制率目标；4) 平面布局中应明确工程型雨水设施的位置、占地和规模等内容；5) 校核控规图则提出的年径流总量控制率目标；6) 尽可能用透水场地切割不透水场地，优化硬化地面与绿地空间布局；7) 限制地下空间的过度开发，为雨水回补地下水提供渗透路径；8) 居住区、商业区、工业区等非单一地块的修建性详细规划，应整体统一考虑平面布局，海绵城市控制目标指标可在多个地块之间统筹平衡与落实。

#### (4) 主要控制指标复核

明确主要经济技术指标，除原有用地面积、建筑面积、容积率等指标外，还应落实分解地块年径流总量控制率、可渗透面积比例海绵城市约束性指标，因地制宜落实绿色屋顶率、下沉式绿地率及其下沉深度、生物滞留设施率、透水铺装率等引导性指标。

在初步方案确定后，应运用模型分析和评价的手段，进一步复核和优化上述控制指标的具体数值。

#### (5) 给排水规划

1) 应合理设计饮用水管网、非饮用水管网，充分利用雨水、再生水资源作为绿化浇洒、洗车、水景等非饮用和非接触的低品质用水；2) 给水规划中，应落实雨水资源回用所需的雨水桶，回用池等回用设施，并与地下给水管网对接，确定设施位置，容量及其主要用途；3) 应按雨污分流设计污水、雨水管网；4) 建筑屋面雨水管应与室外雨水管道断接，并利用高位花坛、雨水花园等雨水收集回用设施实现雨水的散排、滞留、错峰和收集回用；5) 在条件允许的情况下，宜结合场地竖向和道路断面，布局植被草沟、渗排水沟等地表自然排水设施；6) 在排水规划中，应贯彻源头控制的理念，将地上的绿色屋顶、植草沟与雨水花园等源头径流控制设施与地下的雨水管网统一布置，有机衔接为一个整体。

#### (6) 绿地规划

1) 绿色景观设计时融入低影响开发理念，兼顾景观效果的同时合理布置雨

水花园、植草沟、雨水塘等雨水设施；2) 绿地设计时依据不同的绿地类型、规模，采用不同的布置方式消纳周边不透水场地的雨水径流、调高渗透能力、形成场地的调蓄空间；3) 综合考虑地域特点、植物特性、环境景观等方面的因素，选择合适的本土植物配置，优化场地的绿地系统；4) 在绿地中布置雨水滞留(流)、净化设施时，应控制绿地表面的积水时间，避免产生蚊蝇滋生等环境问题。

#### (7) 道路交通规划

1) 优化道路横断面设计，将道路绿化隔离带及防护绿带设置为凹式绿地，适当设置雨水设施以削减道路径流量；2) 有条件的地区，机动车道、非机动车道可采用透水沥青路面或透水水泥混凝土路面；人行道、地面停车场尽量设置透水铺装；3) 路面排水宜采用生态排水的方式取代传统排水方式，雨水先进入绿化带渗透净化，超标雨水径流通过溢流设施进入排水系统；4) 结合生态排水方式优化道路排水方向，调整原有道路横坡和纵坡方向设计。

#### (8) 雨水设施设计要求

1) 保护优先，合理利用场地内原有的湿地、坑塘、沟渠等消纳径流雨水；2) 可结合绿地、水体增设雨水塘、蓄水池等工程型设施；3) 结合水体进行调蓄时，应将雨水处理与景观相结合，并综合确定景观水体的规模；4) 编制单一小地块或城市更新地区的修建性详细规划时，因受空间限制等原因不能满足控制目标的，可与区域雨水设施布局相协调；5) 雨水设施的设置在满足基本功能的基础上，应注重设施的景观设计；6) 统计雨水设施的工程量，并估算造价和效益；7) 明确需要落实到绿地、公共空间等区域的非独立占地的雨水设施要求和要点，并衔接相关专业，进一步指导下层次工程设计。

#### (9) 成果要求

修建性详细规划的成果一般包括规划说明书、图纸，成果要求详见下表。

表 5-4 修建性详细规划与项目设计层面海绵城市内容成果要求

类别	序号	名称	内容要求
说明书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>在原修建性详细规划要求内容的基础上，分别在现状分析、规划设计方案、场地竖向、道路交通、绿地、给排水等章节增加海绵城市的相关内容</li> <li>增加海绵城市建设专题或专项研究，详细说明年径流总量控制、可渗透比例指标的计算，实现径流控制目标的雨水设施的类型、规模以及布局等内容</li> <li>可采用容积法或者模型法以验证目标的落实，提供计算书</li> </ul>

类别	序号	名称	内容要求
图纸	1	在原修建性详细规划图纸中表达	• 现状图、规划总平面图、道路交通规划图、用地竖向规划图、单项或综合工程管线规划图等图纸中落实海绵城市的相关内容，增加海绵城市相关设施的图示表达
	2	场地汇水分区图	• 划分场地汇水分区
	3	源头低影响开发设施图	• 布局设施具体位置及规模

## 5.5 城市规划和海绵城市衔接指引

### 5.5.1 城市总体规划

#### (1) 衔接要求

1) 城市总体规划应从战略高度明确海绵城市建设的思路和目标，在城市总体规划编制或修编时开展海绵城市建设的相关专题研究，并将其研究成果系统地融入到城市总体规划的目标、指标、空间布局以及城市排水、水系、道路交通、绿地系统、生态环境保护等相关专业规划内容中。

2) 明确低影响开发策略和重点建设区域。应根据城市的水文地质条件、用地性质、功能布局及近远期发展目标，综合经济发展水平等其他因素提出城市低影响开发策略及重点建设区域，并明确重点建设区域的年径流总量控制率等目标。

#### (2) 成果形式

城市总体规划中落实海绵城市建设要求的规划优化成果一般包括规划说明书、文本、规划图纸。

#### (3) 内容要求

应将海绵城市专项规划的相关内容纳入城市总体规划相应文字说明和图纸中，主要涉及的成果表达如下。

表 5-5 总体规划层面海绵城市内容成果要求

类别	序号	名称	内容要求
专题报告	—	—	• 正式编制城市总体规划中有关海绵城市内容前，可编写专题研究报告，其中的相关内容应分别纳入总体规划相应文字说明和图纸中
文本	—	—	• 在原城市总体规划法定内容的基础上，分别在现状分析、规划目标与控制指标、用地功能布局、蓝线、绿地

类别	序号	名称	内容要求
说明书	—	—	系统、道路交通、给水、排水防涝、防洪、近期建设和实施保障等方面补充海绵城市的相关内容和要求 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 新增海绵城市管控分区内容</li> <li>• 新增竖向规划优化内容</li> <li>• 新增特殊地区编制要求</li> <li>• 新增海绵城市规划建设保障措施</li> </ul>
图纸	1	在原总体规划图纸中表达	在原城市总体规划中的用地布局、道路交通、蓝线、给水、排水防涝、防洪、绿地系统和近期建设规划等规划图纸中增加有关海绵城市相关要求的规划内容或设施的图示
	2	海绵城市建设情况现状图	• 雨水设施、排水系统、绿地、水系等反映对雨水调蓄作用的现状设施
	3	海绵分区区划图	• 与海绵城市专项规划衔接
	4	海绵分区建设指引图	• 与海绵城市专项规划衔接
	5	竖向规划优化图	• 与海绵城市专项规划衔接
	6	水污染治理规划图	• 与海绵城市专项规划衔接
	7	重点绿地低影响开发规划图	• 与海绵城市专项规划衔接 • 增加海绵城市相关要求或设施布局
	8	海绵城市近期建设规划图	• 衔接原城市总体规划，划定近期建设范围 • 近期建设重点项目分布图

### 5.5.2 控制性详细规划

#### (1) 衔接要求

控制性详细规划应结合中山市地方特点，分解、细化并落实总体规划、海绵城市专项规划(海绵城市建设规划)及相关专业规划中提出的海绵城市建设目标、指标及措施要求。可根据实际情况，在控制性详细规划修编时增加海绵城市专章内容，并在图则中明确约束性内容。

#### (2) 成果形式

控制性详细规划中的海绵城市规划成果一般包括法定文件（含文本、图表）和技术文件（含说明书和图纸）。

#### (3) 内容要求

涉及海绵城市的相关规划内容应分别纳入控制性详细规划的相应文字说明和图纸中，主要涉及的成果表达如下。

表 5-6 控制性详细规划层面海绵城市内容成果要求

类别	序号	名称	内容要求
图则	1	地块指标控制表	• 落实年径流总量控制率等管控目标，并按地块海

类别	序号	名称	内容要求
(法定文件)			绵城市控制指标分解的要求，因地制宜增加海绵城市引导性指标
	2	海绵城市技术图则	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 补充海绵城市相关的蓝线、绿线、黄线、紫线等的个规划控制内容</li> <li>• 增加易涝区、区域性海绵设施的图标，明确海绵城市相关设施的位置和规模要求</li> </ul>
文本 (法定文件)	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在原控制性详细规划要求内容的基础上，分别在现状分析、用地布局、综合交通、市政工程、城市设计、自然生态保护及绿地系统规划等方面补充海绵城市的相关内容和要求</li> <li>• 新增海绵城市分区分类、地块控制指标分解等文字内容</li> <li>• 补充海绵城市相关的蓝线、绿线、黄线、紫线等的规划控制内容</li> <li>• 无法落位的应标明落实的街区或地块的具体要求，便于下层次规划落实</li> </ul>
说明书 (技术文件)	—	—	
图纸 (技术文件)	1	在原控制性详细规划图纸中表达	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在用地、绿地、竖向、道路、给水、污水、雨水等规划图中增加海绵城市相关要求或设施的图示表达</li> </ul>
	2	海绵汇水分区图	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 与详细层面的海绵城市专项规划衔接</li> </ul>
	3	地块海绵城市控制指标分布图	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 与详细层面的海绵城市专项规划衔接，表达相关控制目标、指标等控制性要素</li> </ul>
	4	地表径流路径图	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 与详细层面的海绵城市专项规划衔接</li> </ul>
	5	道路雨水设施布局图	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 与详细层面的海绵城市专项规划衔接，布置相关道路雨水设施</li> </ul>

## 5.6 相关专项规划和海绵城市衔接指引

各专项规划应与城市总体规划同步调整衔接海绵城市相关的内容与要求，并将涉及的竖向规划、生态格局等有关内容和要求纳入城市总体规划中，或在进行编制或修改时，与海绵城市专项规划充分衔接。

### 5.6.1 竖向规划

城市竖向规划应保护区域原来的地形地貌，以高水高排、重力排水为原则设计城市排水分区，并优化城市易涝区及周边区域的城市竖向，减少城市内涝风险。

#### (1) 总体、分区规划层面

城市总体规划、分区规划应通过竖向设计，系统设计排水分区，从而合理安排山体洪水通道、高水高排通道；并进行城市高程分析，初步明确重力排水区域和范围、明确易涝区范围。

## (2) 详细规划层面

详细规划层面，应针对易涝区提出竖向优化策略，并结合排水设施，如滞洪区、调蓄池、拦洪设施等的设置，减少城市内涝灾害发生频率，提高城市防洪潮能力。有条件情况下，还可开展地形分析，结合地势低区设置超标地表雨水漫流的行洪通道，使超标雨水安全排入水体。

### 5.6.2 道路交通规划

城市道路系统海绵城市建设应以控制面源污染、削减地表径流为目标，以雨水入渗、调蓄排放为主要方式。宜通过采用透水性材料、绿化带下沉建设为植生滞留槽、改变道路坡向、调整地表径流排放路径的方式开展。

#### (1) 规划目标与指标

在满足道路交通安全等功能的基础上，提出各等级道路海绵城市控制目标、指标，并与城市总体规划和海绵城市专项规划的目标、指标相衔接。

#### (2) 编制要点

##### 1) 总体、分区规划层面

总体规划（分区规划）层面，应明确适宜的道路建设绿色道路，开展生态化改造，利用透水铺装道路及附属绿地削减道路面源污染、控制道路地表径流。

##### 2) 详细规划层面

①详细规划层面应明确适宜建设海绵城市设施的道路，在保障交通安全和通行能力的前提下，协调道路红线内外用地空间布局与竖向，尽可能通过合理的横、纵断面设计，充分考虑承接道路雨水汇入的功能。

②确定道路的断面形式以及适用的低影响开发设施，明确透水地面的应用比例、下沉式绿地率及其下沉深度；有条件时可采用数学模型法计算低影响开发设施的规模。

③新建道路红线内、外绿地空间应设置下沉式绿地、生物滞留带（雨水花园）、植被浅沟、集中绿地调蓄、生态树池、透水铺装等设施，削减、净化道路径流。道路外围空间广袤的地区，可结合周边地块标高、布局、用地性质等，设置雨水湿地、雨水塘等较大的海绵城市建设措施来消纳道路及部分周边地块雨水径流。

④已规划道路应结合道路翻新、扩建等工程建设时序与条件，结合周边地块、市政设施平面竖向，综合利用道路红线内外地上、地下空间，通过生态树池、植

被草沟、下沉式绿地、地下雨水池等设施减少雨水排放。

⑤对于排涝压力大的城镇区域，遇超过雨水管渠设计标准的涝水时，道路规划应与排水防涝规划相结合，充分考虑道路安全和涝水行泄时风险控制，可选择部分道路作为临时行泄通道。明确主要城市道路海绵设施的基本选型及布局，明确道路设施、场站设施、停车场等的海绵城市建设控制要求，提出道路交通海绵设施的工程建设指引。

### 5.6.3 水系规划

对城市水系进行总体评估，合理确定城市水域面积率及天然水面保持率，划定泛洪滞蓄区面积及范围，明确水系环境质量控制目标与指标等内容，提出水系廊道布局优化策略及措施。

#### （1）规划目标与指标

明确水面率、河道密度、岸线非硬质化率、重要水功能区水质达标率、III类以上地表水比例等控制目标，并与城市总体规划和海绵城市专项规划的目标、指标相衔接。

#### （2）编制要点

1) 调查研究城市水系历史变迁过程，梳理水系与排水系统的关系，提出水系保护和管理控制要求；

2) 加强自然溪道的保护与整理，提出城市河湖水系布局及水系改造要求，有条件的地区逐步恢复已破坏的水系和生态功能，保持城市水系结构的完整性；

3) 划定水生态敏感区范围，提出水域、岸线、滨水区及周边绿地布局等控制要求，明确滨水空间的绿化控制线、建筑控制线等，建设植被缓冲带，根据河湖水系汇水范围，同步优化、调整蓝线周边绿地系统布局及空间规模；

4) 加强对城市坑塘、河湖、湿地等水体自然形态的保护和恢复，提高河道自净能力，逐步改善水环境质量。加强河道系统整治，因势利导改造渠化河道，以实现河湖水系的自然连通为导向，重塑健康自然的弯曲河岸线，恢复自然深潭浅滩和泛洪漫滩，实施生态修复，营造多样性生物生存环境。

### 5.6.4 排水防涝规划

城市排水防涝专项规划中，应包括雨水径流控制与资源化利用规划，根据当地暴雨强度、设计雨型、土壤渗透系数、地形、地质构造、水系布局、排水体制、



雨水管网、水体污染情况、城市用地布局、交通组织方式等，经过综合分析比较，合理确定年雨水径流总量控制目标、径流污染控制目标和雨水资源化利用目标。

#### (1) 规划目标与指标

明确年径流总量、径流峰值控制目标与指标，并与城市总体规划和海绵城市专项规划的目标、指标相衔接。

#### (2) 编制要点

1) 确定雨水径流控制与资源化利用目标（包括径流量控制目标、径流污染控制目标、城市雨水资源化利用目标），并明确该目标与排水防涝专项规划目标的关系。

2) 分析海绵设施对城市雨水管渠负荷的影响，优化海绵设施的平面布局与竖向设计，加强面源污染控制，提出源头雨水控制系统、城市雨水管渠系统及超标雨水排放系统的有效衔接措施。

明确城市低洼易涝等特殊区域的海绵城市建设措施，保障城市雨洪控制的安全。

3) 利用城市绿地、广场、道路等公共开放空间，在满足各类设施主导功能的基础上构建雨水蓄排系统。

4) 以污染物总量控制为目标，分析合流制系统溢流规律，提出提高截流倍数、减少溢流频次等减少溢流污染的措施，并加强雨水收集排放系统与污水收集处理系统的有效衔接。

### 5.6.5 生态规划

生态规划宜统筹考虑其是否为河流、水库的集水区，是否位于城市建设区边缘等情况，确定其水土保持、水源涵养、生态修复、山体防洪等策略。

#### (1) 规划目标与指标

明确年径流总量控制率、径流污染控制、水环境保护目标、生态岸线比例等与生态环境保护相匹配的海绵城市建设目标及相应指标，并与城市总体规划和海绵城市专项规划的目标指标相衔接。

#### (2) 编制要点

##### 1) 总体、分区规划层面

划定生态控制线和蓝线，明确生态控制区和城市增长边界，并在生态功能区

控制规划章节中提出水源涵养、水土保持、自然生态修复的相关具体目标。

## 2) 详细规划层面

在详细规划中涉及在生态控制区内开展建设的，需开展对水生态影响的专项评价，减少对生态保护区水生态的影响。

涉及位于山体周边的城市建设区的，应布局山体截洪沟系统，减小汛期山区雨水对城市建设区的冲击。

涉及从城市建设区内部穿越而过的生态廊道和绿地的，结合场地竖向，增强其雨水入渗、滞蓄能力，并可作为城市建设区雨水径流调蓄、排放的辅助通道。

涉及水系的，应统筹考虑流域、竖向、水资源、河流水体功能、水环境容量等因素，结合河道沿线绿地、蓝线、滞洪区布局区域性海绵城市。

## 5.6.6 绿地系统规划

公园绿地系统宜与低影响开发和场地竖向设计互相协调，增强雨水入渗、调蓄能力，收集回用雨水，消纳、净化自身及周边地块径流。在超标暴雨发生期，必要时可借助绿地系统形成城市暴雨排放通道。街头绿地宜结合城市景观，游览休憩等功能，采用低影响开发技术措施，优化雨水的径流路径，增强蓄洪排洪能力，净化雨水径流。

### (1) 规划目标与指标

明确绿地系统的海绵城市建设目标，提出下沉式绿地率等指标及透水铺装等要求，并与城市总体规划和海绵城市专项规划的目标、指标相衔接。

### (2) 编制要点

#### 1) 总体、分区规划层面

①根据海绵城市专项规划，落实相关雨水管控要求。总体规划（分区规划）应提出建设具有雨水渗、滞、蓄、净等综合功能的“生态化”绿地，提出绿地系统建设须综合考虑雨水径流控制，以增加地面入渗、涵养水源、控制面源污染、保护生态环境为目标。

②建立水绿生态空间格局，形成系统性的绿地海绵设施布局。明确绿地系统与水系的协调要求，对绿地系统中的水系应保护其生态功能，建立有利于水生态可持续发展的水绿生态安全格局。绿地系统布局应充分与城市自然溪道的保护、面源污染削减的要求等相协调。城市绿地应结合绿地功能、布局及汇水面积，合

理确定城市绿地系统海绵设施的规模和布局。

③提出公园绿地、生产绿地、防护绿地、附属绿地等不同类型绿地的海绵设施建设要求。

## 2) 详细规划层面

应基于绿地系统的竖向、建设形态、功能要求，结合城市设计与城市景观，并应满足以下要点：

①明确绿地周边汇水区域汇入水量，提出雨水预处理、溢流衔接等保障措施，满足周边雨水汇入绿地进行调蓄自净的要求。

②应明确下沉式绿地占街头绿地的比例，明确可在街头绿地中设置下沉式绿地、雨水花园、生物滞留池等低影响开发设施；

③公园设计应综合周边地上与地下空间条件、雨水系统布局、排涝规划、竖向条件等因素，设置下沉式绿地、植草沟、生物滞留池、可渗透地面、雨水花园、雨水滞留塘、蓄水池(模块)、透水铺装等低影响开发设施，并确定设施的规模及建设形式。

④提出立体绿化的建设要求，针对片区特点提出海绵设施的植物选择要求。

## 5.7 非建设用地海绵城市规划指引

非建设用地包括水域、农林用地以及其他非建设用地等。非城市建设用地海绵城市规划主要是指对于山体、水体、农田的海绵城市相关保护和控制措施。对自然水体、山体及农田进行保护和限制建设，充分利用水体及山体的植被土壤进行暴雨的滞蓄，减少城市洪涝灾害发生的频率；利用水体的自净能力和环境容量，减轻城市河涌的水质污染；充分利用非建设区的雨水利用，增加水资源的策略。参考《中山市中心城区低冲击（低影响）开发规划》，提出以下对非建设用地的控制目标和规划引导要求。

### 5.7.1 山体海绵城市规划引导

通过对山区进行森林公园、郊野公园、水库、溪涧风景区等建设，对山区植被进行有效的保护，塑造都市绿色空间，增加城市自然景观，改善区域生态环境。

通过对山区划定生态保护线，禁止在生态保护区内进行城市开发建设和农业生产活动，防止对山区自然植被的破坏，避免城市建设对自然环境的冲击和影响。

对必须在山区进行的城市建设项目（如交通工程、水源工程），应在做好环境影响评价的基础上，采用对自然植被的损坏最小的工程方案，减少城市建设对自然环境的冲击和影响。

### 5.7.2 水体海绵城市规划引导

#### （1）山区水体

山区水体受人类活动影响小，水体水质普遍较好，应优先用作城市供水水资源，特别是在咸潮期的备用供水水源；严格禁止填埋侵占山塘水库，可充分利用其雨水的调蓄功能，增加城市杂用水水资源。

对于山区河涌可结合地形，通过溪涧风景区建设，可规划生态景观壅水设施，增加城市的水体景观，又兼顾调蓄滞洪与雨水资源的利用。

为减少山体洪峰对城区的影响，宜在城区外围规划建设截洪沟，将山体洪水引入河涌排除，减少对城市建设区排水管道系统的冲击。

#### （2）城区水体

在城市建设开发时，应对中心城区水体进行的严格保护，严禁对河涌的填埋和侵占，尽量避免改造自然河道的走向，禁止对河涌的暗渠化改造，保证足够的防洪排涝的滞蓄空间。

城市河涌滨水空间应按《中山市城市规划技术标准与准则》对建（构）筑物线退河涌边线最小距离的要求，控制建设河涌两岸缓冲绿带。滨水河岸应避免硬质化河道，河道两岸迎水面边坡值应 $\leq 1:2$ ，保证河道两岸生态化的空间。

应充分利用地势低洼区和河流滩涂区域规划建设湖泊（湿地），鼓励建设项目建设人工湖，增加城市水面面积，改善区域水体环境。

### 5.7.3 农田海绵城市规划引导

对《中山市土地利用总体规划（2006-2020年）》划定的基本农田和一般农田保护范围进行保护。基本农田内严禁进行村镇建设、采矿、挖土挖沙等一切非农活动。组织并鼓励部分地区退宅还耕、退耕还林，撤并和搬迁部分村庄，增加植被覆盖率。一般农田除农田水利设施、农业生产设施及必要的基础设施、农业旅游观光设施外，限制在本区域内进行非农建设。

推进沼气工程和生活污水与垃圾无害化的基础设施建设，合理施用农药和化肥，大力控制农村面源污染和白色污染，在耕地的间隙布置林网，进一步增强其

生态的稳定性和多样性。

疏浚农田地块间沟渠水系，恢复原有水塘，有效调节地表径流；农田周边设置植被缓冲带，实现径流污染削减要求。

## 5.8 各镇区海绵城市规划指引

中山市各镇各成系统，排水体制不尽相同，气候水文条件略有差异，为兼顾各镇区情况，便于后续过程中，各镇区编制自己的海绵城市专项规划、详细规划或实施方案等，本导则根据各镇区地形地貌条件，梳理现状涉水情况和主要问题，提出各镇区可参考的技术措施方式。

各镇区应考虑不同的地形地貌、水文地质、气候等现状条件，明确各自的涉水情况和问题，各镇区涉水现状情况如下表所示：

表 5-7 各镇区涉水现状情况

序号	行政区划	地貌特点	涉水现状
1	小榄镇	沉积平原，地势平坦	轻微内涝，水质恶化，管网滞后
2	三乡镇	冲积平原	内涝灾害，咸潮问题，黑臭水体
3	沙溪镇	平原与丘陵各半，地下水浅	黑臭水体
4	翠亨新区	有山脉、丘陵、台地、平原、滩涂、湿地等各类地貌，地面标高较低	内涝，初雨弃流污染
5	古镇镇	平原，地下水位浅	管网滞后，局部低洼地带易形成积水
6	民众镇	平原，洼地，有地下暗流	管网滞后，工业区内涝比较严重，水质恶化
7	坦洲镇	山丘地，冲击平原	内涝灾害，咸潮，水质性缺水
8	黄圃镇	冲积平原，地势平坦	水浸黑点，黑臭水体，水质污染
9	大涌镇	低山丘陵，平原	部分低洼地段出现积水，水质污染，季节性咸潮，管网滞后
10	横栏镇	海积冲积平原，地势低洼平坦	内涝灾害，黑臭水体，水质污染，地下水位高
11	东升镇	海积冲积平原	水质污染严重，管网滞后，水质污染，个别低洼地带积水，河涌淤积
12	东凤镇	冲积平原，地势平坦	黑臭水体严重，水质严重恶化，河涌淤积严重
13	南头镇	海积冲积平原，地势平坦	部分区域内涝排渍问题比较严重，黑臭水体，水质污染，缺少备用水源地
14	阜沙镇	海积冲积平原，除浮虚山，其余地势平坦	污水直排，水质污染，轻微积水
15	三角镇	冲积平原，除有几处山丘外，地势平坦	污水直排，水质恶化，排、蓄洪能力下降
16	神湾镇	平原，丘陵	易形成涝灾，水浸，咸潮
17	板芙镇	东部为丘陵地带，地势较高，西部属冲积平原，地势平坦，地下水位偏高	水质污染，低洼地带容易积水

中山市地形以平原为主，地势中部高亢，四周平坦，平原地区自西北向东南倾斜，五桂山、竹嵩岭等山脉突屹于市中南部。地貌由大陆架隆起的低山、丘陵、台地和珠江口的冲积平原、海滩组成。因此，除部分地带为低山丘陵，多数镇区为冲击平原地貌，地势平坦甚至低洼，再加上许多地区地下水位较高，导致部分片区容易发生涝灾。另外，受城镇发展建设限制，部分镇区市政管网建设较为滞后，工业、生活污水直排现象时有发生，造成水质恶化，水环境生态功能受到很大影响，一些河流黑臭情况比较严重。

各镇区的涉水情况主要包括内涝风险与灾害、水质污染恶化、黑臭水体、咸潮、（水质性）缺水等，本导则提出相应的海绵城市技术措施，详见下表。

表 5-8 主要涉水情况与对应技术措施

涉水情况	主要原因	相关镇区	技术措施
内涝风险与灾害	地势低洼、暴雨强度大、管渠标准偏低、管网建设缺失等	三乡镇、翠亨新区、古镇镇、民众镇、坦洲镇、黄圃镇、大浦镇、横栏镇、南头镇、神湾镇、板芙镇	<ul style="list-style-type: none"> <li>除已知的内涝点外，可利用模型软件进行内涝风险评估，通过对地表、水文、排水管网等耦合模拟分析，评估地区与场地排水能力，预测内涝风险</li> <li>雨水管渠提标改造、排水管网及雨污分流管网建设、管道疏浚维护、建设行泄通道</li> <li>以径流峰值控制为主要目标，可优先选用峰值削减效果较优的雨水储存和调节等技术</li> </ul>
水质污染恶化	污水直排、初期雨水直排、河道淤积等	小榄镇、民众镇、黄圃镇、大浦镇、横栏镇、东升镇、南头镇、阜沙镇、三角镇、板芙镇	<ul style="list-style-type: none"> <li>完善排污体系，控制初雨弃流、农业面源污染、城镇污水、工业排污等造成的水质污染</li> <li>以水环境质量、径流污染控制为主要目标，可优先选用雨水净化和峰值削减功能较优的雨水截污净化、渗透和调节等技术，同时应配合雨污管网建设和提标改造</li> </ul>
黑臭水体	污水直排、垃圾污染、水体流动性差、上游污染、农药化肥的大量使用等	三乡镇、沙溪镇、黄圃镇、横栏镇、南头镇	<ul style="list-style-type: none"> <li>以黑臭水体消除、生态岸线恢复为主要目标，对黑臭水体的污染源进行环境条件调查，有针对性的选择适宜的技术方法，按照控源截污——内源治理——生态修复的整治技术路线，配合污水管道建设、截污净化技术、清淤疏浚、生态工程等技术手段</li> </ul>
咸潮	枯水期咸潮上溯、地下水位浅，地下水循环交替迟缓、源水水量减少、潮汐影响等	三乡镇、坦洲镇、大浦镇、神湾镇	<ul style="list-style-type: none"> <li>建立预警机制，提前对咸潮进行预测、预报、预警</li> <li>采取调水以淡减压，加强河道采砂管理</li> </ul>
（水质）	缺少骨干蓄水工	坦洲镇、南头镇	<ul style="list-style-type: none"> <li>农业、工业节水基础设施建设和改造，改</li> </ul>

涉水情况	主要原因	相关镇区	技术措施
性) 缺水	程、咸潮和污染等水质性缺水		造城市供水管网，控制城镇供水管网漏损率 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 污水再生利用、雨水收集利用、咸淡水利用</li> <li>• 以雨水资源化利用为主要目标，可优先选用以雨水集蓄利用为主要功能的雨水储存设施</li> </ul>

其中，低影响开发设施的选择应结合不同区域水文地质、水资源等特点，建筑密度、绿地率及土地利用布局等条件，根据城市总规、专项规划及详规明确的控制目标，结合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素选择效益最优的单项设施及其组合系统。各类海绵城市设施选用参照附录 7.3。

## 6 海绵城市设计指引

### 6.1 一般规定

6.1.1 符合本导则适用范围的建设项目，应在方案设计、施工图设计等工程设计阶段增设海绵城市设计专篇。

6.1.2 各阶段项目设计要求

(1) 项目前期。了解项目属性（改造/新建）及项目位置；项目自身及和周边区域的竖向关系；了解项目及其周边的土壤特性；了解项目周边市政排水、水系、绿地系统规划与现状条件，确定项目的排水方向与下垫面可接纳最大排水量。

(2) 方案设计阶段。主控专业根据控规及专项规划指标，结合总平面设计确定海绵城市相关的各项指标，包括年径流总量控制率及其设计降雨量、下沉式绿地率、透水铺装率、绿色屋顶率比例、生态岸线比例等。

给排水专业按项目条件进行汇水区划分，选择雨水控制利用模式及调蓄设施类型，计算调蓄设施规模和位置，确定设施与周边场地、道路的竖向关系，表示出雨水汇集方向、调蓄设施与雨水管渠系统、水系的衔接关系等；与配合专业及其他相关专业对接设计条件及要求；根据技术经济分析进行方案比选。

(3) 初步设计阶段。对方案设计阶段的内容进行深化，相关专业配合给排水专业、水利专业进行设计优化调整。主控专业应根据相关主管部门批文进行总平面调整。

园林专业应根据相关下沉式绿地及生态岸线的要求，结合园林景观需要，合理规划设计。道路专业应调整道路横坡与纵坡坡向、道路横断面形式（绿化带宽度与位置等）等。经济专业应计算专项工程的概算。

(4) 施工图阶段。落实细化初步设计阶段的内容，总图专业落实海绵设施的标高控制，下沉式绿地、调蓄池等的位置和详图等；给排水专业要结合总图，确定雨水管线、雨水井的具体位置和标高关系，并附纵断面图和雨水调蓄设施的位置、规模、进出水标高和构造做法详图，并提供相关计算书。景观园林专业需要根据给排水专业提供的下沉深度等条件进行种植设计，以及各景观设施的做法详图；道路专业提供道路雨水管道的布置图、纵断面图、雨水口布置图等。结构、电气专业应完成相应专业内容的施工图设计。



### 6.1.3 项目分类

中山市建设项目分类根据海绵城市设施设计要点按不同用地性质分类制定。海绵城市设施的设计应按设计要点进行深化设计，各项设施具体参数及设计方法参照国家、地方相关规范。将中山市建设项目按照分建筑小区、绿地广场、道路系统、城市水系四大类，分类明确建设要点。

## 6.2 建筑小区

### I 一般规定

6.2.1 建筑与小区的海绵城市建设应根据规划要求进行，设计各个阶段应包括海绵设施设计内容，合理确定雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”设施。

6.2.2 建筑与小区场地的海绵性设计应合理利用场地内原有的湿地、坑塘和沟渠等，应优化渗透、调蓄设施的场地布局，建筑物四周、道路两侧宜布局可消纳雨水径流的绿地。

6.2.3 建筑的海绵性设计应充分考虑雨水控制与利用，屋顶坡度小于 15°的单层或多层建筑宜采用绿色屋顶技术。宜采用雨落水管断接的方式将屋面雨水汇入地面绿化或景观水系统进行消纳。

6.2.4 小区绿地的海绵性设计应结合规模与竖向设计，在绿地内设计可消纳屋面、路面、广场和停车场雨水径流的海绵城市建设设施，应合理配置绿地植物乔灌木的比例，增强冠层雨水截流能力。

6.2.5 小区道路的海绵性设计应优化路面与道路绿地的竖向关系，便于雨水径流汇入绿地内海绵城市建设设施，小区道路、小广场、庭院式休憩地等应优先采用透水铺装。

6.2.6 建筑小区海绵城市建设项目成果包括规划方案设计、初步设计、施工图设计三个阶段，具体成果要求见下表。

表 6-1 建筑小区项目海绵城市专篇成果要求

一、修建性详细规划			
类别	序号	名称	内容要求
修规说明书	1	项目背景及概况	项目类型、区位、实施范围、项目概况、特殊需求介绍、设计任务及内容等
	2	现状问题与条件分析	• 现状问题分析：历史积水问题、场地排水管网问题（包括竖向问题）、径流污染问题、道路交通问题、景观环境

			问题、建筑防水问题、公共设施完善问题与业主建设需求
	3	建设目标与原则	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 场地物探、地勘资料</li> <li>• 条件分析：场地竖向条件分析、排水管网管径、排口、标高、接驳大市政位置分析、雨水管断接分析、绿地空间分析、景观环境分析等</li> </ul>
	4	海绵城市建设工程设计总体方案	<p>建设目标：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水生态目标：年径流总量控制率、可渗透面积比例等</li> <li>• 水环境目标：SS 控制率（指导性指标）等</li> <li>• 水安全目标：内涝防治、雨水管渠设计重现期等</li> <li>• 水资源目标：非传统水资源利用率（指导性指标）等</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 设计原则、依据</li> <li>• 场地汇水分区</li> <li>• 设计计算以及达标分析</li> <li>• 方案总平面</li> <li>• 建设技术路线、典型设施流程图</li> <li>• 分区设施布置图以及排水方向、排水管网建设平面、典型场景设计策略、重要节点设计剖面、主要采用技术设施大样与做法</li> <li>• 维护管理要求</li> <li>• 重要景观节点设计方案</li> <li>• 其他建设内容设计方案</li> </ul>
	5	综合效益分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 雨水年径流总量控制率达标情况及计算验证（宜通过模型模拟等手段评估目标的可达性）</li> <li>• 投资费用与年运营费用估算</li> <li>• 海绵城市总投资，海绵城市综合单位投资</li> <li>• 综合效益分析</li> </ul>
海绵城市设施计算书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 包括但不限于场地综合径流系数、场地控制目标所需调蓄容积、场地设施调蓄容积（雨水年径流总量）达标分析、可渗透面积比例达标分析</li> <li>• 当雨水回用时还应包括回用水量平衡计算等</li> </ul>
方案设计图纸	1	场地汇水分区图	
	2	方案总平面图	涵盖地上 LID 设施、地下新建构筑物、新建或改造管网、末端集中排口等
	3	分区设施布置图	表达排水方向
	4	排水管网建设平面图	
	5	典型场景设计图	
	6	重要节点设计剖面图	
	7	主要采用技术设施大样与做法	
	8	重要景观节点效果图、设计方案图	
	9	其他建设内容设计	

		方案图	
<b>二、初步设计</b>			
<b>类别</b>	<b>序号</b>	<b>名称</b>	<b>内容要求</b>
初步设计文本说明书	—	—	包括但不限于控制目标、设计依据、公式与计算方法选择、技术路线图、重要参数选取、设施清单、主要设施规模、汇水面积对应计算表格与图示及海绵设施养护管理说明
初步设计概算说明书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 调蓄容积、场地设施调蓄容积达标分析</li> <li>• 投资估算</li> </ul>
初步设计图纸	1	图纸目录	
	2	LID 设施布局与规模	
	3	雨污水管网管线图	表达走向 / 管径 / 管井标高 / 坡度
	4	LID 设施竖向图	LID 设施竖向标高与周边绿地系统标高
	5	主要 LID 设施大样及剖面图	
	6	景观种植图	表达苗木种植表
	7	主要设施结构核算与实施要求	包括水体驳岸、道路草沟周边加固区域、调蓄池等设施
	8	设施坐标与放线图	含监测设施
	9	监测设备选型	
	10	初步设计说明	
	11	项目实施概算明细	
<b>三、施工图设计</b>			
<b>类别</b>	<b>序号</b>	<b>名称</b>	<b>内容要求</b>
施工图设计文本说明书	1	主要专项指标	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 绿地总面积、下凹绿地面积及下凹深度</li> <li>• 硬化面种类及面积，透水铺装种类及面积</li> <li>• 水景面积及水量，雨水调蓄设施容积</li> </ul>
	2	场地高程控制	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 场地总体竖向条件</li> <li>• 道路、广场与周边绿地竖向关系</li> <li>• 市政道路与本区域室外地面高程的关系</li> </ul>
	3	场地排水设计标准	与市政雨水管网接驳口位置、标高以及管径
	4	低影响开发雨水系统计算	包括但不限于控制目标、设计依据、公式与计算方法选择、技术路线图、重要参数选取、设施清单、主要设施规模及汇水面积对应计算表格与图示
	5	设计参数与施工要求	低影响开发雨水设施设计参数、施工要求等
	6	设施材料及设备要求	海绵城市低影响开发雨水设施材料、设备要求等
	7	监测设备安装示意	
施工图设计预算报告	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 调蓄容积、场地设施调蓄容积达标分析</li> <li>• 投资估算</li> </ul>

书			
施工图 设计图 纸（平 面图）	1	场地总平面图	采用不同的图例标出地下车库和地下构筑物、建筑屋面、硬化道路、停车位、透水铺装、下凹绿地、调蓄设施等，并注明相应的面积或容积
	2	场地竖向图	标注室外场地的地面标高，明确道路、场地与周边绿地高程的关系
	3	场地海绵设施布置 总平面图	所有海绵设施平面布置图，并标明地面排水方向
	4	场地排水平面图	主要雨水排水管线的布置、排水方向、标高及坡度、雨水口、雨水井、雨水调蓄池位置、水设施溢流口接小市政雨水管线位置及标高、场地排水管线与市政雨水管网的接驳口位置、管径及标高等
	5	场地景观种植总平 面图	
	6	景观种植图	表达苗木种植表
	7	海绵城市雨水设施 坐标与放线图	
	8	排水管网高程表	坐标点、地面高程、井底高程、排水坡向、坡度等
	9	排水管网定位图	
施工图 设计图 纸 (设施 详图)	1	海绵城市低影响开 发雨水设施做法详 图	深度控制、种植要求、换填要求
	2	建筑雨落管断接做 法详图	
	3	初期雨水弃流设施 详图	
	4	雨水调蓄池详图	
	5	小区道路结构或铺 装做法详图	
	6	小区道路开口道牙 石详图	
	7	雨水设施详图	包括雨水井、雨水口、雨水收集设施、渗排水设施详图
	8	雨水回用设计详图	包括雨水回用设施的处理详图以及回用流程

## II 设计流程

6.2.7 建筑小区的海绵性设计，流程如图 6-1 所示，应符合下列规定：

(1) 整体分析。根据建筑与小区的规划要求，依据用地性质、容积率、绿地率等指标，对区域下垫面进行解析，分析本地块和周边地块的地理环境，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) 指标测算。按照规划用地性质规定的容积率、覆盖率、绿地率和海绵技术控制指标，测算本地块海绵城市控制目标的可达性。

(3) 技术选择和规模确定。根据海绵城市建设控制性指标和引导性指标，因地制宜地选用海绵城市建设技术，并确定建设内容和规模。

(4) 方案设计。应结合建筑与小区整体设计要求，对海绵城市建设设施进行设计，对重点工程应开展多方案比选，优选技术先进、经济可靠的技术，确定设计方案。

(5) 复核优化。根据小区规划、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。

(6) 审批完善。由有关部门进行审批，按照审批要求进行调整和完善。

(7) 设计实施。按照完善后的海绵城市建设设施内容和规模，进行技术设计和实施，提出控制要求和措施保证实施。

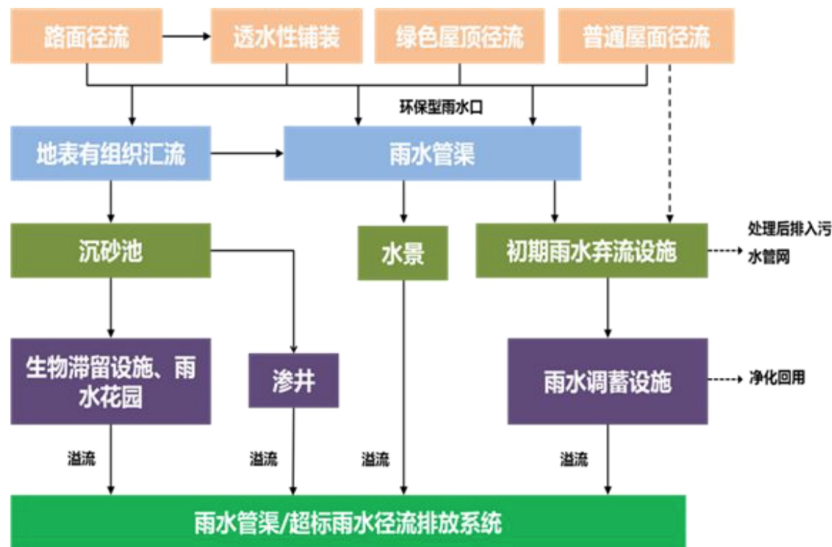


图 6-1 建筑小区类项目径流组织技术路线图

6.2.8 应根据用地红线范围现状下垫面解析和建筑方案确定海绵城市建设设施规模和技术组合。

(1) 方案设计阶段应根据规划指标、海绵城市建筑与小区系统指标进行建筑方案设计，并确定技术措施内容和规模。

(2) 初步设计阶段应编制海绵城市建设专项设计说明，计算透水铺装率、绿色屋顶率、下沉式绿地率和雨水调蓄容积。

(3) 施工图设计阶段应按本导则逐项设计海绵设施，落实在施工图设计文

件中。

### III 系统设计

6.2.9 建筑小区总平面布局和竖向设计，应符合下列规定：

表 6-2 建筑与小区平面布局和竖向设计要求

类别	内容
平面布局	1、应根据规划要求，综合考虑各种因素，合理布置建筑、道路广场包括消防车道与登高面（含道路透水铺装）、绿化（含下沉式绿地）、绿色屋顶和必要的雨水调蓄池。 2、住宅、公建、工业仓储项目，应优先利用绿色屋顶、透水铺装、地形处理、下沉式绿地、雨落水管断接设计、管道蓄水等设施 and 措施滞蓄雨水，达到海绵城市建设技术规定要求。
竖向设计	1、应按照地块原有场地标高，结合土方平衡，确定绿地标高或室外建筑明沟/散水标高。 2、小区内部道路标高宜适当高于周边道路；小区道路最大道路纵坡为 8%，最小道路纵坡为 0.3%；小区道路路缘石标高宜高于绿地标高 100mm 以上，对于下沉式绿地段道路，竖向高程应高出绿地标高不小于 50mm。 3、场地有坡道时，绿地应结合坡度等高线，分块设计确定不同标高的绿地。与绿地相邻的道路、广场宜将雨水口设置在绿地内，面积大于 300m <sup>2</sup> 绿地宜设置排水盲沟，并设置溢流雨水口。雨水口的标高宜高于绿地标高 50mm。 4、建筑室内地坪标高应高于小区道路。
其他	1、屋面雨水宜采取雨落水管断接或设置集水井等方式引入周边绿地内小型、分散的海绵城市建设设施，宜通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施。 2、小区内硬地面的雨水口宜设在汇水面的最低处，雨水口周边可利用植物对径流污染进行削减；雨水口内应设截污挂篮。 3、小区内非机动车道路的雨水应优先排入周边绿地中消纳；人行道、广场、露天停车场和庭院步道等应尽量坡向绿地或建适当的雨水导引设施，使雨水流入绿地消纳。 4、当室外地面有高差时（包括溢流设施等），应采用缓坡过渡，坡度应小于 8%；当下沉式绿地、生态树池等海绵城市建设设施的表面蓄水层设计深度大于 200mm 时，应设置固定围护栏杆和安全警示标志。

6.2.10 海绵城市建设项目应按设计要点进行深化设计，建筑小区项目各项设施应符合以下设计要点：

表 6-3 旧城改造海绵城市设计指引

类别	内容	
适宜采用的设施	透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地	
设计指引	建筑屋面	积极推广绿色屋顶，蓄存雨水，削减径流。
	绿地	1、有条件的地方应将绿地改造为下沉式，充分利用有限的绿地入渗雨水。 2、根据城中村特点在绿地内因地制宜增设雨水利用设施。
	道路广场	人行道、广场应采用透水铺装地面，可采用透水砖。
	排水系统	1、完善雨水管网，通过径流系数本底分析和雨水综合利用后核算排水系统负荷，改造与优化并举。 2、雨水口宜尽量设置在绿地内或路边，并采用截污挂篮等源头污染物去除设施。

类别	内容
改造要点	1、根据建筑体条件，将屋顶改造为绿化屋顶。 2、对树池、雨水口等进行生态化改造。

表 6-4 居住区海绵城市设计指引

类别	内容	
适宜采用的设施	透水铺装、绿色屋顶、生物滞留设施、生态树池、植草沟	
设计指引	建筑屋面	1、宜采用绿色屋顶的方式滞蓄、净化雨水； 2、绿色屋顶的建筑周边可设置雨水储存罐/池，收集雨落管的雨水进行回用； 3、屋面雨水径流如不收集回用，应引入建筑周围绿地入渗。
	小区绿地	1、小区内绿地应尽可能建为下沉式绿地，小区停车场、广场、庭院应尽量坡向绿地。 2、条件适宜时，可在绿地增建渗井、浅沟、洼地、渗透池（塘）等雨水滞留、蓄存、渗透设施。 3、绿地设计应考虑绿地外超渗雨水引入量。 4、绿地植物宜选用耐涝耐旱本地植物，以灌草结合为主。 5、地下室顶板应有 1.0m 以上的覆土，并设置蓄排水层。
	道路广场	1、非机动车道路、人行道、停车场、广场、庭院应采用透水铺装地面。非机动车道路可选用多孔沥青路面、透水性混凝土、透水砖等；林荫小道、人行道可选用透水砖、草格、碎石路面等；停车场可选用草格、透水砖；广场、庭院宜采用透水砖。 2、非机动车道路超渗雨水应引入附近下沉式绿地入渗。停车场、广场、庭院应尽量坡向绿地，或建适当的引水设施，超渗雨水可自流至绿地入渗。 3、雨水口宜置于道路绿化带内，其高程应高于绿地而低于路面，超渗雨水可排入市政管线或渗井。
	水体景观	1、景观水体应兼有雨水调蓄功能，并应设溢流口。超过设计标准的雨水可溢流入市政系统。 2、景观水体可与湿地有机结合，设计成为兼有雨水净化功能的设施。 3、水体雨水经适当处理可回用于绿化、冲洗地面、中央空调冷却用水等。
	排水系统	1、优化小区排水系统设计，通过径流系数本底分析和雨水综合利用后核算排水系统设计。 2、雨水口宜尽量采用截污挂篮等源头污染物去除设施。 3、合理设计超渗系统，并按现行规范标准设计室外排水管道。
	改造要点	可针对小区绿地新增渗井、植被草沟、渗透池等设施，增大雨水入渗量。对树池、雨水口进行生态化改造。

表 6-5 公共建筑海绵城市设计指引

类别	内容	
适宜采用的设施	透水铺装、绿色屋顶、生物滞留设施、植草沟、初期雨水弃流设施	
设计指引	建筑屋面	1、平屋面（坡度小于 15°）宜采用绿色屋顶的方式蓄存雨水。 2、大面积屋面雨水宜收集回用，可收集进入水景或蓄水池，如不收集回用，应引入建筑周围绿地入渗。
	绿地	1、公共建筑绿地应建为下沉式绿地，充分利用绿地入渗雨水。 2、当绿地入渗面积不足时，可广泛采用其他渗透设施，如可选用浅沟-渗渠组合系统、渗透管、渗透管一排放一体设施等。 3、绿地临近城市水体、城市绿带时，应利用城市水体、绿带进行整体雨水综合利用设计。 4、绿地植物宜选用耐涝耐旱本地植物。
	道路广场	公共建筑人行道、停车场、广场应采用透水铺装地面。人行道、广场可

类别	内容
	采用透水砖，停车场可采用透水砖或草格。
水体景观	1、公共建筑景观水体应作为雨水调蓄设施，并与景观设计相结合。调蓄池应设溢流口，超过设计标准的雨水可排入市政管系。调蓄池雨水在非雨季时可收集利用，经适当处理回用于绿化、冲洗地面、景观用水等。 2、无景观水体可利用的建设项目，无法达到径流量控制目标的，可在确保安全情况下，因地制宜设置地下蓄水池。
排水系统	1、优化排水系统设计，通过径流系数本底分析和雨水综合利用后核算排水系统设计。 2、雨水口宜尽量设置在下沉绿地内，并采用截污挂篮等源头污染物去除设施。 3、合理设计超渗系统，并按现行规范标准设计室外排水管道。 4、大型公建项目宜配套建设雨水罐、蓄水池等雨水收集利用设施。
改造要点	1、根据场地条件，在绿地中设置渗井，增大雨水入渗量。 2、设置雨水收集回用设施，适当处理后用于绿化、景观用水等。

表 6-6 工业仓储海绵城市设计指引

类别	内容	
适宜采用的设施	透水铺装、绿色屋顶、生物滞留设施、植草沟、初期雨水弃流设施	
设计指引	建筑屋面	1、工业区比较大的平屋面（坡度小于 15°）宜采用屋面绿化的方式蓄存雨水。溢流雨水应收集利用，不能收集利用的应引入建筑周围绿地入渗。 2、对于采用轻钢、彩钢板为主要结构的厂房和仓库，不具备建设绿色屋顶条件的，可不建设绿色屋顶。
	工业区绿地	1、应充分利用厂区内绿地入渗雨水，厂区绿地应建为下沉式绿地。 2、在绿地适当位置宜建浅沟、洼地、渗透池（塘）等雨水滞留、渗透设施。 3、道路高程应高于绿地高程，一般道路地面宜高于绿地 50~100mm，并确保雨水顺畅流入绿地。
	道路广场	1、工业区非机动车道路、人行道、小车停车场应采用透水铺装地面。非机动车道路可选用多孔沥青路面、透水性混凝土、透水砖等；人行道可选用透水砖、草格、碎石路面等；小车停车场可选用草格、透水砖。 2、工业区非机动车道路超渗雨水应集中引入两边绿地入渗。停车场、广场、应尽量坡向绿地，或建适当的引水设施，使超渗雨水能自流入绿地入渗。
	水体景观	1、工业区景观水体应兼有雨水调蓄、自净功能，并应设溢流口。超过设计标准的雨水可排入市政管系。 2、工业区雨水调蓄设施应优先与景观水体设计相结合，当景观水体不足以调蓄洪峰流量时，应建雨水调蓄池。
	排水系统	1、优化工业区排水系统设计，通过径流系数本底分析和雨水综合利用后核算排水系统设计。 2、雨水口宜尽量采用截污挂篮等源头污染物去除设施。 3、合理设计超渗系统，并按现行规范标准设计室外排水管道。
	改造要点	1、根据建筑体条件，将屋顶改造为绿化屋顶。 2、针对雨水口、树池等进行生态化改造，削减场地径流污染。

## IV 技术措施



6.2.11 建筑小区中适宜的海绵城市建设设施和技术措施，可采用绿色屋顶、透水铺装、下沉式绿地、生态树池、转输型植草沟、雨水调蓄设施（室内和室外）、管道调蓄系统、初期雨水弃流设施、景观水体生态化等。

表 6-7 建筑与小区技术措施指引

序号	设施名称	技术措施指引
1	绿色屋顶	<p>1、应根据种植基质深度和景观复杂程度确定，可分为简单式和花园式。绿色屋顶面积占宜建屋顶绿化的屋顶面积的比例不应低于 20%。绿色屋顶应符合《种植屋面工程技术规程》(JGJ155-2013)、《屋面工程技术规范》(GB50345)、《坡屋面工程技术规范》(GB50693)和《地下工程防水技术规范》(GB50108)、《立体绿化技术规程》(DG/TJ08-75)和《屋顶绿化技术规范》(DB31/T493)的规定。</p> <p>2、基质深度应根据植物需求、屋顶荷载和构造确定。简单式绿色屋顶种植土厚度应不小于 100mm，花园式绿色屋顶种植土厚度应不小于 900mm，地下室顶板种植土厚度应不小于 1500mm。</p> <p>3、绿色屋顶的植物选择应符合《立体绿化技术规程》(DG/TJ08-75)和《屋顶绿化技术规范》(DB31/T493)的规定。</p> <p>4、地下建筑顶板绿色屋顶的种植设计，应采用措施加强调蓄雨水的功能，并应符合下列规定：</p> <p>1) 顶板采用反梁结构或坡度不足时，应在每仓各道反梁底部预留不少于 2 个贯通盲沟的孔洞，截面积应不小于 100cm<sup>2</sup>，并采取防堵塞措施；底部排蓄水的盲沟截面积应不小于 300cm<sup>2</sup>。</p> <p>2) 局部排水不畅时，应采用耐水淹植物。</p>
2	透水铺装	<p>1、小区内公共地面停车场、人行道、步行街、自行车道和休闲广场、室外庭院应采用透水铺装，新建、改建的公共建筑透水铺装比例应不小于 50%。<sup>①</sup></p> <p>2、非机动车道可选用透水沥青路面、透水性混凝土、透水砖等；人行道、步行街可选用透水砖、碎石路面、汀步等；露天停车场可选用嵌草砖、透水砖等；广场、庭院可选用透水砖等。</p> <p>3、当透水铺装设置在地下室顶板上时，顶板覆土厚度应不小于 600mm，并应设置排水层；当地下室顶板采用反梁结构时，应参照“1 绿色屋顶”执行。</p> <p>4 透水铺装的设计还应符合本导则 6.4 节的相关规定。</p>
3	下沉式绿地	<p>1、新建小区下沉式绿地率应不低于 30%。</p> <p>2、下沉式绿地的标高宜低于周边铺砌地面或道路 100mm~200mm。</p> <p>3、下沉式绿地的设计还应符合本导则 6.3 节的相关规定。</p>
4	生态树池	适用于高密度建筑与小区，其设计应符合本导则 6.3 节的相关规定。
5	生物滞留设施和转输型植草沟	应符合本导则 6.3 节的相关规定。
6	雨水调蓄设施	<p>1、硬化面积超过 1hm<sup>2</sup> 的新建建筑与小区应设置雨水调蓄设施，雨水调蓄设施按照每公顷硬化面积不低于 250m<sup>3</sup> 的规模进行设置。雨水调蓄设施可包括雨水罐、具有调蓄空间的景观水体和下沉式绿地、管道调蓄系统、雨水调蓄池等。</p> <p>2、建筑屋面雨水可通过断接雨落水管底部设置的雨水罐进行雨水收集调蓄。</p> <p>3、在雨水管渠沿线附近的下沉式绿地、天然池塘、人工景观水体，可作为雨水径流峰值流量调蓄设施。有景观水体的小区，景观水体应具备雨水调蓄功能，水体应低于周边道路和广场，同时应配备使汇水区内雨水引入水体的设施。景观水体的规模应根据降水规律、</p>

序号	设施名称	技术措施指引
		<p>水面蒸发量、径流控制率、雨水回用量等，通过全年水量平衡分析确定。</p> <p>4、雨水调蓄池可采用室外地理式蓄水模块、硅砂砌块水池、混凝土水池等。蓄水模块作为雨水调蓄设施时，应考虑周边荷载的影响，其竖向荷载能力和侧向荷载能力应大于上层铺装和道路荷载与施工要求。模块水池内应具有良好的水流流动性，水池内的流通直径应不小于 50mm，塑料模块外围包有土工布层。</p> <p>5、雨水调蓄池设置在地下室时，应合理设置溢流设施。宜通过溢流口直接重力溢流至室外雨水管渠。若无法直接重力溢流的，可溢流至集水井，通过水泵排至室外雨水管渠。集水井、排水泵、排水管均应满足 30 年一遇重现期暴雨的排放要求。</p>
7	管道调蓄系统	<p>1、通过适当放大雨水排水管道的管径，并在局部增加径流控制设备，有效增加滞蓄调节能力。</p> <p>2、根据设计重现期和规范要求计算确定建筑室外雨水系统的设计管径。</p> <p>3、在此基础上放大系统的设计管径，并按设计重现期以自清流速进行校核，确定系统的设计放大管径。</p> <p>4、小区雨水系统与市政雨水系统连接的检查井在暴雨时应起到调蓄作用，排放至市政雨水管道的管径应按设计管径确定，应采取放空小区雨水管道的措施，如设置放空管等。</p> <p>5、设计管道蓄水量应根据计算确定。</p>
8	初期雨水弃流设施	<p>1、屋面和硬化地面弃流宜分别采用 2mm~3mm 和 5mm~10mm 径流厚度。</p> <p>2、弃流设施服务区域的最远点至弃流设施的距离不宜大于 300m。</p> <p>3、绿地和经过生物滞留设施的硬化地面雨水径流可不设弃流设施。</p> <p>4、当弃流雨水排至污水管时，应采取防止污水倒流的措施。</p>
9	景观水体生态化	<p>1、小区原有水体或设计的景观水体进行生态化处理，使其具有较明显的调蓄、净化雨水的作用。</p> <p>2、建筑与小区内新建单个水量大于 5000m<sup>3</sup> 的水体应采用生态化处理。</p> <p>3、景观水体生态化的设计应符合本导则 6.5 节的相关规定。</p>

注：①透水铺装比例参考《中山市绿色建筑设计指南（2017）》

## 6.3 绿地广场

### I 一般规定

6.3.1 绿地的海绵城市建设应根据规划要求进行，遵循经济性、适用性原则，根据区域的地形地貌、水文水系、径流现状等实际情况设计，合理确定雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”设施。

6.3.2 绿地的海绵性设计应优先使用简单、非结构性、低成本的海绵设施；不同海绵设施应符合场地整体景观设计，并应与总平面、竖向、建筑、道路等相协调。

6.3.3 绿地建设的规划设计方案总平面图中，应对海绵设施的设计情况进行说明，明确标注采用透水铺装面积的比例，雨水调蓄设施的规模、位置，竖向设计和相关措施等内容。施工图设计文件中应包含海绵性设计说明、竖向设计和海绵设施等具体设计内容。

6.3.4 在下沉式绿地的汇水区入口和坡度较大的植被缓冲带边缘，应设置隔离纺织层、种植固土植被、及时添加覆盖物等措施固定绿地内土壤。

6.3.5 对于有污染的道路、停车场等周边的绿地，可在下沉式绿地的汇水区入口之前设置过滤型植草沟或前置塘。

6.3.6 城市绿地中湿塘、雨水湿地等大型海绵城市建设设施必须设置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。

6.3.7 广场的海绵性设计，应符合下列规定：

- (1) 应采用透水铺装。
- (2) 广场树池应采用生态树池。
- (3) 当广场有水景需求时，宜结合雨水调蓄设施共同设计。
- (4) 当广场位于地下空间上方时，设施必须做防渗处理。
- (5) 位于城市易涝点的广场，在满足自身功能的前提下，宜设计为下沉式。

6.3.8 绿地广场海绵城市建设项目成果包括规划方案设计、初步设计、施工图设计三个阶段，专篇具体成果要求详见下表。

表 6-8 绿地广场项目海绵城市专篇成果要求

一、规划方案设计			
类别	序号	名称	内容要求
方案设计说明书	1	项目背景及概况	项目类型、区位、实施范围、项目概况、特殊需求介绍、设计任务及内容等
	2	现状问题与条件分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 现状问题分析：历史积水点问题、径流污染问题、周边客水汇入问题、景观提升需求等</li> <li>• 条件分析：周边地块竖向分析、汇流范围分析、排水管网管径、末端排口位置、标高、外围客水分析、绿地空间条件分析、景观环境分析等</li> <li>• 公园、水体类项目应涵盖上游及周边汇水区的雨水系统专项分析</li> </ul>
	3	建设目标与原则	建设目标： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水生态目标：年径流总量控制率等</li> <li>• 水环境目标：SS 控制率（指导性指标）等</li> <li>• 水安全目标：内涝防治、雨水管渠设计重现期等</li> </ul> 水资源目标：非传统水资源利用率（指导性指标）等

	4	海绵城市建设工程设计总体方案	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 设计原则、依据</li> <li>• 汇水分区</li> <li>• 设计计算以及达标分析（结合区域排水规划进行整体分析，包括污水流向、雨水流向，以及对现有汇水面及雨水管管径是否有影响及调整的需求等，并提供所有指标的达标情况及计算验证（宜通过模型模拟等手段评估目标的可达性））</li> <li>• 方案总平面</li> <li>• 建设技术路线、典型设施流程图</li> <li>• 典型绿地横断面、分区设施布置以及排水方向、排水管网平面、重要节点设计剖面、主要采用技术设施大样与做法</li> <li>• 维护管理要求</li> <li>• 重要景观节点效果设计</li> <li>• 其他建设内容设计方案</li> <li>• 海绵设施监测方案</li> </ul>
	5	投资估算	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 投资费用与年运营费用估算</li> <li>• 海绵城市总投资，海绵城市综合单位投资</li> <li>• 综合效益分析</li> </ul>
海绵城市建设设施计算书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 包括但不限于综合径流系数、场地控制目标所需调蓄容积、场地设施调蓄容积（雨水年径流总量）达标分析、外围客水汇入量计算等</li> <li>• 当雨水回用时还应包括回用水量平衡计算等</li> </ul>
方案设计图纸	1	汇水分区图	
	2	方案总平面	涵盖地上 LID 设施、地下新建构筑物、绿地下方排水管网、末端集中调蓄设施等
	3	典型绿地横断面图	
	4	分区设施布置图	表达排水方向
	5	排水管网平面图	
	6	重要节点设计剖面图	
	7	主要采用技术设施大样与做法	
	8	重要景观节点效果图、设计方案图	
	9	其他建设内容设计方案图	
<b>二、初步设计</b>			
<b>类别</b>	<b>序号</b>	<b>名称</b>	<b>内容要求</b>
初步设计文本说明书	—	—	包括但不限于控制目标、设计依据、公式与计算方法选择、技术路线图、重要参数选取、外围客水汇入量计算、设施清单、主要设施规模、汇水面积对应计算表格与图示及海绵设施养护管理说明
初步设	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 调蓄容积、场地设施调蓄容积达标分析</li> </ul>

计概算说明书			<ul style="list-style-type: none"> <li>投资估算</li> </ul>
初步设计图纸	1	图纸目录	
	2	绿地 LID 设施布局与规模图	
	3	排水管网管线图	表达走向 / 管径 / 管井标高 / 坡度
	4	LID 设施竖向图	LID 设施竖向标高与绿地标高关系
	5	典型绿地横断面图	
	6	主要 LID 设施大样及剖面图	
	7	景观种植图	表达苗木种植表
	8	设施坐标与放线图	含监测设施
	9	监测设施选型	
	10	初步设计说明	
	11	项目概算明细	
<b>三、施工图设计</b>			
<b>类别</b>	<b>序号</b>	<b>名称</b>	<b>内容要求</b>
施工图设计文本说明书	1	主要设计指标	<ul style="list-style-type: none"> <li>包括绿地面积、下凹绿地、雨水花园等设施的面积及下凹深度</li> <li>透水铺装种类及面积</li> <li>末端集中调蓄设施位置、面积等</li> </ul>
	2	绿地高程控制	<ul style="list-style-type: none"> <li>总体竖向条件</li> <li>绿地与周边场地竖向关系</li> </ul>
	3	场地排水设计标准	雨水管渠设计重现期以及内涝防治设计重现期标准
	4	低影响开发雨水系统计算	包括但不限于控制目标、设计依据、公式与计算方法选择、技术路线图、重要参数选取、外围客水汇入量计算、设施清单、主要设施规模及汇水面积对应计算表格与图示
	5	设计参数与施工要求	低影响开发雨水设施设计参数、施工要求等
	6	设施材料及设备要求	海绵城市低影响开发雨水设施材料、设备要求等
	7	监测设备安装示意	
施工图设计预算书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>调蓄容积、场地设施调蓄容积达标分析</li> <li>投资估算</li> </ul>
施工图设计图纸（平面图）	1	绿地海绵城市建设设施布置图	包括规模、位置、地面排水方向等
	2	用地竖向图	明确绿地与周边场地高程的关系
	3	排水管网平面图	雨水口、雨水井、雨水调蓄池位置、雨水排水管线的布置、排水方向、标高及坡度、雨水设施溢流口位置以及接排水管网标高等
	4	典型绿地横断面	包括地面设施、以及地下管网
	5	景观种植图	表达苗木种植表

	6	设施坐标与放线图	
	7	排水管网高程表	坐标点、地面高程、井底高程、排水坡向、坡度等
	8	排水管网定位图	
	9	监测设施布置点位图	
施工图 设计图 纸 (设施 详图)	1	低影响开发雨水设施详图	深度控制、种植要求、换填要求
	2	雨水初期弃流设施详图	
	3	末端集中调蓄设施详图	
	4	绿地内铺装做法详图	
	5	雨水设施详图	包括雨水井、雨水口、雨水收集设施、渗排水设施详图
	6	雨水回用设计详图	包括雨水回用设施的处理详图以及回用流程

## II 设计流程

6.3.9 绿地广场的海绵性设计，流程如图 6-2 所示，应符合下列规定：

(1) 整体分析。分析建设区域下垫面，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、集水点和分区汇水面积等，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。

(2) 指标测算。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控制率，依据上位规划明确项目的海绵性控制指标，分析与规划用地性质规定的海绵城市建设控制目标的差距。

(3) 技术选择和规模确定。选择相应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。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) 复核优化。对照指标，判断测算和设施量是否存在偏差，如有偏差，找出原因，合理调整。

(6) 设计实施。按照完善后的海绵城市建设设施内容和规模，进行技术设计和实施，提出控制要求和措施保证实施。

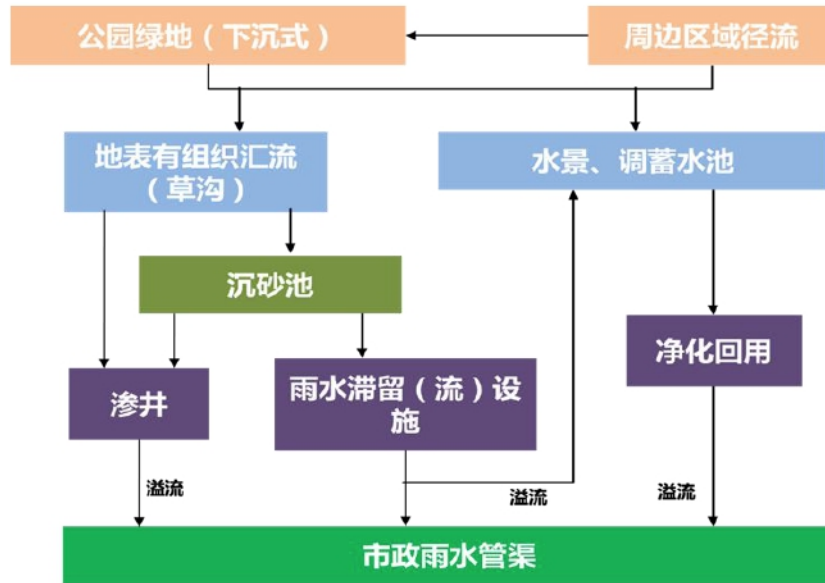


图 6-2 绿地广场类项目径流组织技术路线图

6.3.10 应根据绿地类型和周边用地性质，确定海绵城市建设设施规模和技术组合，并应符合下列规定：

- (1) 组合系统中各类设施的适用性应符合场地的土壤渗透性、地下水位、地形坡度、空间条件等实际情况。
- (2) 组合系统中各类设施的主要功能应与规划控制目标相对应。
- (3) 在满足控制目标的前提下，应考虑组合系统中各类设施的总成本最低，并综合考虑设施的环境效益和社会效益。

### III 系统设计

6.3.11 绿地广场的总平面布局和竖向设计，应符合下列规定：

表 6-9 绿地广场平面布局和竖向设计要求

类别	内容
平面布局	<p>1、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、年径流污染控制率等海绵城市建设指标的要求。</p> <p>2、面积大于 2hm<sup>2</sup> 的绿地，宜根据场地条件设置水体。径流污染较严重的绿地，在面积允许的前提下，应设置湿塘或人工湿地等设施。</p> <p>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。</p> <p>4、低影响开发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、耐旱、耐污染能力强的乡土植物。</p>
竖向设计	<p>1、绿地的地形设计应保证硬化铺装的汇水区标高高于下沉式绿地，雨水径流通过地表坡度汇集到过滤设施或转输设施中，然后进入下沉式绿地。</p>

类别	内容
	<p>2、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沉式绿地；若绿地道路比周围绿地高，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，雨水径流可通过排水口汇入过滤设施或转输设施中，进而流入下沉式绿地。</p> <p>3、雨水溢流口可设置在下沉式绿地中，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沉式绿地的设计高程且低于地表的高程。</p>

6.3.12 海绵城市建设项目应按设计要点进行深化设计，绿地广场项目各项设施应符合以下设计要点：

表 6-10 绿地广场海绵城市设计指引

类别	内容
适宜采用的设施	收集回用设施、植草沟、渗透设施、生物滞留设施、雨水湿地
设计指引	<p>山体截洪沟</p> <p>1、截洪沟宜采用生态断面与铺砌。 2、充分利用山坡地形设计集水地形及其他渗透设施，山坡适宜设计为梯田形，分段消能，滞蓄雨水，使雨水能就地渗透，涵养山林。 3、结合截洪沟，可考虑在山坡建渗井和蓄水池，也可在山下建蓄水池，蓄水池雨水在非雨季时可利用。</p>
	<p>绿地</p> <p>1、结合公园的布局和生态景观等要素，因地制宜地采取小微湿地、雨水花园、下沉式绿地、植草沟、旱溪等多种形式，增强对公园自身及周边区域雨水的滞蓄能力。 2、大面积绿地应建为下沉式绿地，充分利用现有绿地入渗雨水。 3、绿地应尽量低于周围硬化地面，并应建导流设施，以确保流入绿地的雨水能够迅速分散、入渗。 4、绿地植物宜选用耐涝耐旱本地植物，以乔灌结合为主。 5、在绿地适宜位置可推广建设浅沟、洼地等雨水滞留、渗透设施或雨水处理设施。 6、雨水口宜设于绿地内，雨水口高程高于绿地而低于周围硬化地面。 7、绿地适宜位置可建雨水收集回用系统，为确保安全性，雨水收集回用系统可建于地下。雨水经适当处理可回用于绿地绿化。 8、绿地适当位置可建雨水调蓄设施，雨水调蓄设施应留有溢流设施。 9、为增大雨水入渗量，可综合采用多种渗透设施，如浅沟-渗渠组合系统、渗透管、入渗井、渗透管—排放一体设施等。 10、街头绿地宜结合城市景观，游览休憩等功能，采用低影响开发技术措施，优化雨水的径流路径，增强蓄洪排洪能力，净化雨水径流。</p>
	<p>路面</p> <p>1、公园非机动车道路、人行道、林荫小道、广场、停车场、庭院必须采用透水铺装地面。公园广场可采用透水地面+渗井的方式入渗雨水。 2、公园不透水的路面雨水径流和透水路面超渗水应引入两边绿地入渗。</p>
	<p>广场</p> <p>1、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、调蓄等海绵城市建设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。 2、广场总体布局应根据场地排水大竖向进行地表竖向设计，使雨水径流汇入绿地内渗透、净化和调蓄。 3、应在广场绿地内开展微地形设计，设置植草沟、下沉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。 4、广场的海绵城市建设雨水系统典型流程应符合图 6-3 的规定。</p>
	<p>建筑</p> <p>公园建筑屋面雨水引入周围绿地入渗或收集利用。</p>
	<p>水体景观</p> <p>1、景观水体应做为雨水调蓄设施，单独设的雨水调蓄设施应优先与景</p>



类别	内容
	观设计相结合。调蓄池应设溢流口，超过设计标准的雨水可排入市政管系。 2、景观水体可与蓄水设施，湿地建设有机结合，雨水经适当处理可回用于公园杂用水，满足公园雨季用水等。
排水系统	合理设计山体排洪系统，并按现行规范标准设计截洪系统和市政排水管道。
植物配植	开展试验与研究，选育和储备适合本地生长、生态和景观效益良好的水生植物和耐水湿植物。在新建和改造绿地工作中，应当增强土壤透水功能、调整植物配置、设置雨水渗透滞留沟、雨水蓄水渗透池等方式，在保障城市绿地原有功能的基础上。
改造要点	可在合适位置新增渗井以增大雨水入渗量，加强雨水的收集回用。部分公园绿地可根据高程衔接关系设置为多功能调蓄设施。

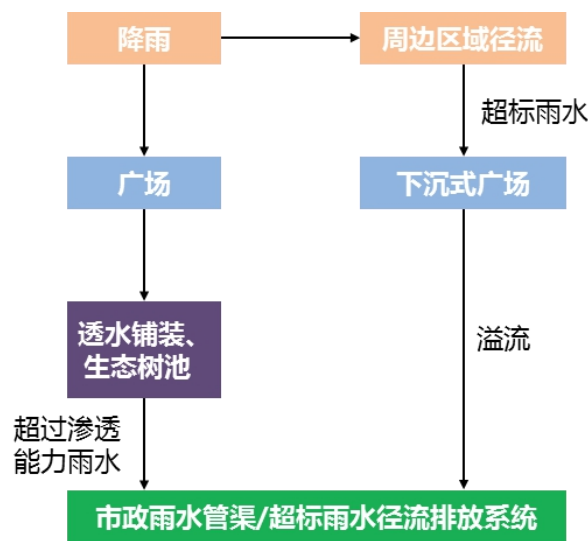


图 6-3 广场海绵城市建设雨水系统典型流程

## IV 技术措施

6.3.13 绿地广场中适宜的海绵城市建设设施和技术措施，可采用土地保护与修复、透水铺装、下沉式绿地、雨水花园、植草沟、雨水湿塘、表流人工湿地、植被缓冲带等。

表 6-11 绿地广场技术措施指引

序号	设施名称	技术措施指引
1	土地保护与修复技术	1、包括土地保护、土壤改良和表土保护、地形改造等。 2、应保护城市内公共空间和敏感生态区，建成区绿地率应不低于国家园林城市的标准。 3、应做好绿地日常土壤管理工作，减少对土壤的机械压实，定期中耕松土，保证雨水入渗速度和入渗量。应通过土壤改良和表土保护保持土壤蓄水能力。 4、地形改造改造绿地地形坡度宜控制在 10°左右，保证土壤入渗率达到最大值。

序号	设施名称	技术措施指引
		5、用于雨水调蓄和净化的绿地土壤应进行改良，新建绿地的土壤入渗率不宜小于 $4 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 为宜，改建绿地的土壤入渗率不宜小于 $2.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 。
2	透水铺装	1、绿地内人行道、广场、地面停车场等应采用透水铺装，新建绿地内透水铺装比例应不低于 80%，改建绿地内透水铺装比例应不低于 50%。 <sup>①</sup> 2、绿地内透水铺装的设计应符合本导则 6.4 节的相关规定。
3	下沉式绿地	1、下沉式绿地应选择地势平坦、土壤排水性良好的场地，雨水下渗速度较快，对植物生长有利，且不易滋生蚊虫。 2、下沉式绿地内应设置溢流雨水口，保证暴雨时径流的溢流排放，溢流雨水口顶部标高宜高于绿地 50mm~100mm。 3、当下沉式绿地种植土底部距离季节性最高地下水位小于 1m 时，应在种植土层下方设置滤水层、排水层和厚度不小于 1.2mm 的防水膜；当下沉式绿地边缘距离建筑物基础小于 3.0m（水平距离）时，应在其边缘设置厚度不小于 1.2mm 的防水膜。 4、当径流污染严重时，下沉式绿地的雨水进水口应设置拦污设施。 5、植物品种应选择当地适生的耐水湿植物和耐污染的观赏性植物。
4	雨水花园	1、填料层厚度宜为 50cm。地形开敞、径流量大的区域适用调蓄型雨水花园，可采用瓜子片作为填料层填料；硬质铺装密集、径流污染严重的区域适用净化型雨水花园，可采用沸石作为填料层填料；径流量较大、径流污染严重的区域适用综合功能型雨水花园，可采用改良种植土作为填料层填料。 2、当雨水花园底部距离季节性最高地下水位小于 1m 时，应在下方设置排水层和厚度不小于 1.2mm 的防水膜；当榆树花园边缘距离建筑物基础小于 3.0m（水平距离）时，应在其边缘设置厚度不小于 1.2mm 的防水膜。 3、雨水花园内应设置溢流设施，溢流设施顶部标高应根据设计蓄水层厚度确定。 4、应选择地势平坦、土壤排水良好的场地，不得设置在供水系统或水井周边。 5、应分散布置，规模不宜过大，汇水面积宜为雨水花园面积的 20-25 倍。常用雨水花园单位面积宜为 $30\text{m}^2 \sim 40\text{m}^2$ ，蓄水层宜为 0mm~300mm，边坡坡度宜为 1: 4。
5	植草沟	1、断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。 2、边坡坡度不宜大于 1:3，纵坡取值范围宜为 0.3%~4%。纵坡较大时宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能设施。 3、最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2~0.3。 4、转输型植草沟内植被高度宜控制在 100mm~200mm。 5、植草沟结构层由上至下宜为：300mm 种植土、600mm 1: 1 厚沙质土过滤层、透水土工布、400mm 砾石排水层。 6、停车场排水的植草沟，应符合下列规定： 1) 不透水铺装停车场，植草沟面积宜为停车场面积的 1/4，中小型停车场中宽度宜为 1.5m~2m，大型停车场中宽度宜为 2m。 2) 透水铺装的停车场，植草沟面积宜为停车场面积的 1/8~1/10，中小型停车场中宽度宜为 0.6m~1m，大型停车场宽度宜为 1m。 7、广场排水的植草沟，应符合下列规定： 1) 不透水铺装广场，植草沟面积宜为广场面积的 1/4，宽度宜为 1.5m~2m。 2) 透水铺装广场，植草沟面积宜为广场面积的 1/8~1/10，宽度不宜小于 0.6m。 8、道路排水的植草沟，应符合下列规定： 1) 对于交通型的道路，植草沟面积宜为服务道路面积的 1/4，宽度宜为汇水道路宽度的 1/4，每段的长度宜为 6m~15m。

序号	设施名称	技术措施指引
		2) 对于生活型的道路, 植草沟面积宜为服务道路面积的 1/4, 宽度宜为汇水道路宽度的 1/4, 但不宜小于 0.4m。
6	生态树池	1、生态树池的植物宜以大中型的木本植物为主, 种植土深度应不小于 1m。 2、生态树池的盖板应为透水材料, 标高应不高于人行道。 3、生态树池宜采用行道树专用配方土, 行道树专用配方土中 3cm~5cm 的砾石应占比 40%~60%, 其余应为符合种植要求并含有 20%黏土的土壤。 4、生态树池底部应设置砾石排水层, 砾石排水层孔隙率宜为 35%~40%, 有效孔径宜大于 80%。砾石排水层中应设置由土工布包裹的 DN100~DN150 的排水盲管。
7	湿塘	1、湿塘容积可分为永久容积和调蓄容积两部分, 其中永久容积水深宜为 0.8m~2.5m, 调蓄容积水深宜为 0.5m~1m, 并应考虑长期运行后, 底泥沉积造成的有效容积减小。 2、长宽比宜为 3:1~4:1, 边坡坡度宜小于 1:6。 3、接纳汇水区径流处, 应设置消能设施; 应采用碎石或水生植物种植区作为缓冲区, 挺水植物带宽度应大于 3m、水深宜为 300mm~500mm。 4、湿塘出水口应设置溢流竖管和溢洪道, 排水能力应根据下游排水系统的排水能力确定, 且调蓄水量应在 24h~48h 内排空。
8	人工雨水湿地	1、表流人工湿地水深宜小于 0.5m, 水力停留时间宜为 4d~8d, 水力坡度宜为 0.1%~0.5%。 2、潜流人工湿地内部应布置填料, 填料层厚度宜为 50~100cm, 填料类型应根据实际需求选择砾石、沸石等材料, 水力停留时间宜为 1d~3d, 水力坡度宜为 0.5%~1.0%。 3、应选择具备耐污能力的水生湿生植物。 4、颗粒物负荷较高的雨水初期径流应设置前置塘或初期雨水弃流设施。
9	植被缓冲带	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%, 宽度不宜小于 2m。

注: ①透水铺装比例参考《中山市绿色建筑设计指南(2017)》

## 6.4 道路系统

### I 一般规定

6.4.1 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, 合理确定雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”设施。

6.4.2 道路绿化隔离带的设计, 应符合下列规定:

(1) 中央隔离绿化带立缘石顶部标高应高于绿化种植土 5cm 以上, 避免绿化带中雨水径流流出。

(2) 机非隔离绿化带中宜设置生物滞留设施, 雨水调蓄或蓄渗设施, 滞留路面径流。

6.4.3 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“客水”汇入低洼区域。

6.4.4 人行道、专用非机动车道和轻型荷载道路，宜采用透水铺装；城市快速路、非重载交通高架道路、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。

6.4.5 行道树种植可选择穴状或带状种植，应采用生态树池，并应符合相关规范要求。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。

6.4.6 轻型荷载的停车场，宜采用透水铺装。

6.4.7 城市道路系统的海绵城市建设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。

6.4.8 城市道路系统的海绵城市建设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。

6.4.9 道路系统海绵城市建设项目成果包括规划方案设计、初步设计、施工图设计三个阶段，专篇具体成果要求详见下表。

表 6-12 道路系统项目海绵城市专篇成果要求

一、规划方案设计			
类别	序号	名称	内容要求
方案设计说明书	1	项目背景及概况	项目类型、区位、实施范围、项目概况、特殊需求介绍、设计任务及内容等
	2	现状问题与条件分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>现状问题分析：历史积水点问题、道路排水管网问题（包括竖向问题）、径流污染问题、周边客水汇入问题、道路交通问题等</li> <li>道路物探、地勘资料</li> <li>条件分析：道路及周边地块竖向分析、道路汇流范围分析、排水管网管径、末端排口位置、标高、外围客水分析、道路绿地空间条件分析等</li> </ul>
	3	建设目标与原则	建设目标： <ul style="list-style-type: none"> <li>水生态目标：年径流总量控制率等</li> <li>水环境目标：SS 控制率（指导性指标）等</li> <li>水安全目标：内涝防治、雨水管渠设计重现期等</li> </ul> 水资源目标：非传统水资源利用率（指导性指标）等
	4	海绵城市建设工程设计总体方案	<ul style="list-style-type: none"> <li>设计原则、依据</li> <li>汇水分区</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>设计计算以及达标分析（结合区域排水规划进行整体分析，包括污水流向、雨水流向，以及对现有汇水面及雨水管管径是否有影响及调整的需求等，并提供所有指标的达标情况及计算验证（宜通过模型模拟等手段评估目标的可达性））</li> <li>方案总平面</li> <li>建设技术路线、典型设施流程图</li> <li>典型道路横断面、分区设施布置以及排水方向、排水管网平面、重要节点设计剖面、主要采用技术设施大样与做法</li> <li>维护管理要求</li> <li>其他建设内容设计方案</li> <li>海绵设施监测方案</li> </ul>
	5	投资估算	<ul style="list-style-type: none"> <li>投资费用与年运营费用估算</li> <li>海绵城市总投资，海绵城市综合单位投资</li> <li>综合效益分析</li> </ul>
海绵城市建设设施计算书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>包括但不限于场地综合径流系数、场地控制目标所需调蓄容积、场地设施调蓄容积（雨水年径流总量）达标分析</li> <li>当雨水回用时还应包括回用水量平衡计算等</li> </ul>
方案设计图纸	1	汇水分区图	
	2	方案总平面	涵盖地上 LID 设施、地下新建构筑物、改造或新建排水管网、末端集中调蓄设施等
	3	典型道路横断面图	
	4	分区设施布置图	表达排水方向
	5	排水管网平面图	
	6	重要节点设计剖面图	
	7	主要采用技术设施大样与做法	
	8	其他建设内容设计方案图	
<b>二、初步设计</b>			
<b>类别</b>	<b>序号</b>	<b>名称</b>	<b>内容要求</b>
初步设计文本说明书	—	—	包括但不限于控制目标、设计依据、公式与计算方法选择、技术路线图、重要参数选取、外围客水汇入量计算、设施清单、主要设施规模、汇水面积对应计算表格与图示及海绵设施养护管理说明
初步设计概算说明书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>调蓄容积、场地设施调蓄容积达标分析</li> <li>投资估算</li> </ul>
初步设计图纸	1	图纸目录	
	2	道路 LID 设施布局与规模图	

	3	排水管网管线图	表达走向 / 管径 / 管井标高 / 坡度
	4	LID 设施竖向图	LID 设施竖向标高与道路绿地标高关系
	5	典型道路横断面图	
	6	主要 LID 设施大样及剖面图	
	7	道路景观种植图	表达苗木种植表
	8	设施坐标与放线图	含监测设施
	9	监测设施选型	
	10	初步设计说明	
	11	项目概算明细	
<b>三、施工图设计</b>			
<b>类别</b>	<b>序号</b>	<b>名称</b>	<b>内容要求</b>
施工图设计文本说明书	1	主要设计指标	<ul style="list-style-type: none"> <li>包括道路长度、宽度、道路绿地面积等</li> <li>透水铺装种类及面积</li> <li>末端集中调蓄设施位置、面积等</li> </ul>
	2	道路高程控制	<ul style="list-style-type: none"> <li>总体竖向条件</li> <li>道路与周边绿地竖向关系</li> </ul>
	3	场地排水设计标准	雨水管渠设计重现期以及内涝防治设计重现期标准
	4	低影响开发雨水系统计算	包括但不限于控制目标、设计依据、公式与计算方法选择、技术路线图、重要参数选取、外围客水汇入量计算、设施清单、主要设施规模及汇水面积对应计算表格与图示
	5	设计参数与施工要求	低影响开发雨水设施设计参数、施工要求等
	6	设施材料及设备要求	海绵城市低影响开发雨水设施材料、设备要求等
	7	监测设备安装示意	
施工图设计预算书	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>调蓄容积、场地设施调蓄容积达标分析</li> <li>投资估算</li> </ul>
施工图设计图纸（平面图）	1	道路海绵城市建设设施布置图	包括规模、位置、地面排水方向等
	2	道路竖向图	明确道路与周边场地高程的关系
	3	道路排水管网平面图	雨水口、雨水井、雨水调蓄池位置、雨水排水管线的布置、排水方向、标高及坡度、雨水设施溢流口位置以及接排水管网标高等
	4	典型道路横断面	包括地面设施、以及地下管网
	5	道路景观种植图	表达苗木种植表
	6	设施坐标与放线图	
	7	排水管网高程表	坐标点、地面高程、井底高程、排水坡向、坡度等
	8	道路排水管网定位图	
	9	监测设施布置点位图	

施工图 设计图 纸 (设施 详图)	1	道路低影响开发雨水设施详图	深度控制、种植要求、换填要求
	2	道路雨水初期弃流设施详图	
	3	末端集中调蓄设施详图	
	4	道路结构或铺装做法详图	
	5	开口道牙石详图	
	6	雨水设施详图	包括雨水井、雨水口、雨水收集设施、渗排水设施详图
	7	雨水回用设计详图	包括雨水回用设施的处理详图以及回用流程

## II 设计流程

6.4.10 道路系统的海绵性设计，流程如图 6-3 所示，应符合下列规定：

(1) 整体分析。勘察建设区域现场，分析道路、停车场的交通需求、土壤蓄渗特征、红线宽度、红线外用地条件、周边水体等相关因素，确定道路、停车场的径流流向、集水点、汇水区面积等。

(2) 指标测算。根据道路通行能力需求，计算车行道宽度、非机动车道宽度和人行道宽度，确定绿化带宽度。根据停车场功能需求、交通特征、地形与自然环境，确定停车场各个功能区域面积。根据现有建设区域的汇水面积、传统设计方案的不透水铺装比例等情况，计算传统设计情况下建设区域的年径流总量控制率和年径流污染控制率控制指标情况，分析与规划用地性质规定的海绵城市控制目标的差距。

(3) 技术选择和规模确定。根据海绵城市建设控制目标，计算径流削减量。根据道路、停车场的红线内外地形情况、绿地面积，有针对性地选择海绵城市建设技术，确定建设内容和规模。

(4) 方案设计。据选择的海绵城市建设技术，进行道路、停车场的平面与竖向布置、城市道路标准横断面设计等，提出总体设计方案。

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

(6) 设计实施。按照完善后的海绵城市建设设施内容和规模，进行技术设计和实施，提出控制要求和措施保证实施。

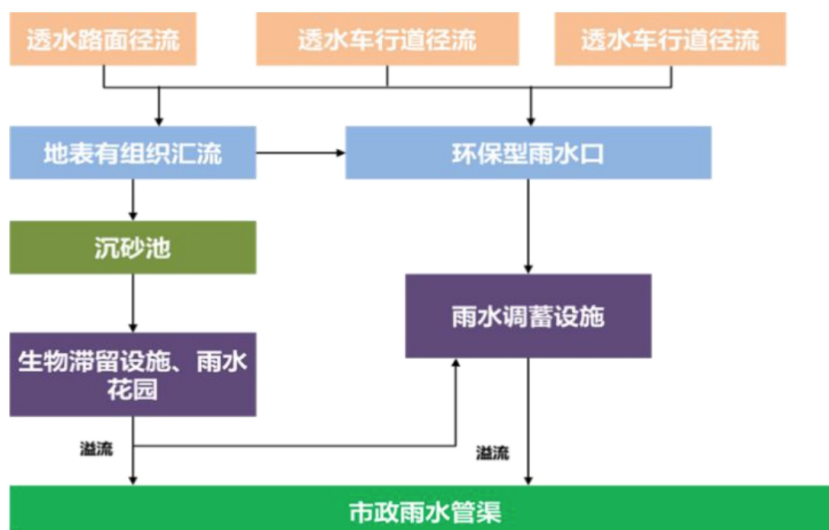


图 6-4 道路系统类项目径流组织技术路线图

### III 系统设计

6.4.11 道路系统的总平面布局和竖向设计，应符合下列规定：

表 6-13 道路系统平面布局和竖向设计要求

类别	内容
城市道路	<p>1、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、调节等海绵城市建设设施进行处理。</p> <p>2、城市高架道路，宜采用透水沥青铺装，高架下绿化带宜设置生物滞留设施或蓄渗模块。高架绿化带内设置生物滞留设施应符合下列规定：</p> <p>1) 高架下绿化带具有较好的植被生长环境，且宽度较宽。</p> <p>2) 宜采用局部下沉形式，在绿化带沿道路方向的两侧保留一定宽度高势绿地，中间部分下沉设置生物滞留设施，处理经雨落水管收集的高架道路路面雨水。</p> <p>3、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。宜在道路与河道之间设置植被缓冲带、生态护岸等措施，控制径流量、径流污染和峰值流量。</p> <p>4、道路的海绵城市建设雨水系统典型流程应符合图 6-5 的规定。</p>
人行道	<p>1、人行道宜采用透水铺装。</p> <p>2、人行道设置的树池，宜采用生态树池，宜将相邻的树池通过人行道透水铺装、人行道下方铺填专用种植土或人行道下方设置蓄渗模块连接形成连续的海绵体。</p> <p>3、人行道与专用非机动车道间设置的绿化隔离带，宜采用下沉式设计，使两侧雨水汇集到绿化带中，并宜将雨水口设置于下沉式绿化带中。</p>
专用非机动车道	<p>1、专用非机动车道宜采用透水铺装。</p> <p>2、非机动车道与机动车道间设置的绿化隔离带，宜通过土壤改良来增加其入渗率，采用生物滞留设施来收集道路雨水时，应符合下列规定：</p> <p>1) 综合考虑绿化相关规划要求和生物滞留设施占地需求，设置生物滞留设施的机非隔离绿化带宽度应大于 1.0m。</p> <p>2) 当绿化隔离带规划种植乔木时，不应设置生物滞留设施，但绿化隔离带两侧立缘石顶部标高应高于绿化种植土 5cm 以上，避免绿化带中雨水径流出。</p> <p>3) 机非隔离绿化带内的生物滞留设施宜分段设置，设施宽度根据道路机非隔离绿化带宽度确定，总长度根据服务道路的径流控制要求确定，一般为</p>



类别	内容
	10m~15m；下沉式绿地的雨水进水口宜与道路雨水口设置相结合，雨水口应为联篦式。路面径流通过立式雨水篦进入生物滞留设施。
城市道路红线外公共绿地	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和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植草沟和雨水湿塘等设施，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的雨水径流。

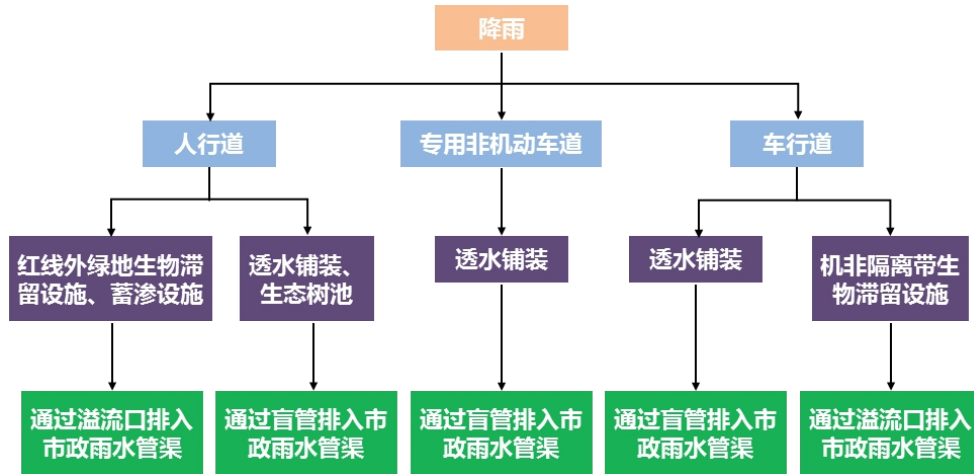


图 6-5 道路海绵城市建设雨水系统典型流程

6.4.12 海绵城市建设项目应按设计要点进行深化设计，道路系统项目各项设施应符合以下设计要点：

表 6-14 城市道路系统海绵城市设计指引

类别	内容
<b>适宜采用的设施</b>	透水铺装、生物滞留设施、生态树池、植草沟
<b>机动车路面</b>	适宜路段可试验采用多孔沥青路面或透水型混凝土路面
<b>非机动车道路面（人行道、自行车道）</b>	宜采用透水性路面，透水铺装率不低于 80%。人行道一般采用透水砖；自行车道可采用透水砖或透水沥青路面。
<b>道路附属绿地</b>	1、道路绿化带宜建为下沉式绿地；为增大雨水入渗量，绿化带内可采用其他渗透设施，如浅沟-渗渠组合系统、入渗井等。 2、在有坡度的路段，绿化带应采用梯田式。 3、道路雨水径流宜引入两边绿地入渗。
<b>路牙</b>	宜采用开孔路牙、格栅路牙或其他形式，确保道路雨水能够顺利流入绿地。绿化隔离带亦可采取不设道路侧石的形式。
<b>排水系统</b>	1、雨水口宜设于绿地内，雨水口高程高于绿地而低于路面； 2、雨水口内宜设截污挂蓝； 3、道路排水管系可采用渗透管或渗透管-排放一体设施。 4、市政道路沿线可因地制宜建设雨水调蓄设施。天然河道、湖泊等自然水体应成为雨水调蓄设施的首选；也可在公路沿线适宜位置建人工雨水调蓄池。 5、土地条件许可时，道路沿线可建设雨水生态塘或人工湿地，道路雨水可引入其中处理、储存。雨水生态塘和人工湿地应兼有雨水处理、调蓄、储存的功能。 6、经雨水生态塘和人工湿地处理后的雨水在非雨季时可用于灌溉和浇洒道路。

类别	内容
	7、为增大路牙豁口的收水能力,可在豁口处设置簸箕形收水口。 8、在纵坡较大等路段可考虑设置复合横坡。
停车场	1、应采用透水铺装地面,承重要求较高的广场可采用透水铺装与硬质铺装相间布置的形式。 2、周围绿地应为下沉式绿地,如雨水花园、植草沟等,超渗雨水应引入周围绿地入渗和排放 3、停车场应注重设置雨水花园等设施控制雨水径流污染物。
改造要点	道路的海绵化改造主要可针对附属绿地、树池、路牙、非机动车道铺装等进行。

## IV 技术措施

6.4.13 道路系统中适宜的海绵城市建设设施,可采用透水铺装、生态树池、生物滞留设施等。

表 6-15 道路系统技术措施指引

序号	设施名称	技术措施指引
1	透水路面	<p>1、透水路面按照面层材料可分为透水沥青路面、透水水泥混凝土路面和透水砖路面。透水路面结构层应由透水面层、基层、垫层组成。</p> <p>2、应综合考虑当地的水文、地质、气候环境等因素,并结合雨水排放和利用要求,透水路面应满足荷载、透水、防滑等使用功能和耐久性要求。</p> <p>3、透水沥青路面分为表层排水式、半透式和全透式,对需要减小路面径流量和降低噪声的新建、改建城市高架道路及其他等级道路,宜选用表层排水式;对需要缓解暴雨时城市排水系统负担的各类新建、改建道路,宜选用半透式;停车场可选用全透式。</p> <p>4、透水水泥混凝土路面、透水砖路面可分为半透式和全透式,人行道、非机动车道、停车场宜选用全透式;轻型荷载道路可选用半透式。</p> <p>5、透水铺装结构和材料技术要求应符合《透水砖路面技术规程》(CJJ/T188)、《透水沥青路面技术规程》(CJJ/T190)和《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135)相关规定。</p> <p>6、表层排水式和半透式路面应设置路面边缘排水系统,排水系统设置如图 6-6 和图 6-7 所示,其透水结构层下部应设置封层,封层材料的渗透系数不应大于 80mL/min,且应与上下结构层粘结良好。</p> <p>7、全透式路面的土基应具有一定的透水性能,土壤入渗率不应小于 <math>10^{-6}</math>m/s,且土基顶面距离季节性最高地下水位应大于 1m。当土基、土壤入渗率和地下水位高程等条件不满足要求时,应增加路面排水设施,如图 6-8 所示。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。</p> <p>8、全透式结构层厚度,可按下式进行透水、储水能力验算。路面最小厚度应根据地区所在自然区划、路基潮湿类型、道路填挖情况、道路宽度、路面材料和基层混合料的物理性能计算确定。</p> $d_{pp} = \frac{H_{CR}r + H_{CR} - \beta f_m t}{2a}$ <p>式中: <math>d_{pp}</math>——全透式铺装透水路面厚度 (mm);  <math>H_{CR}</math>——透水铺装的海绵城市设计降雨量 (mm);  <math>f_m</math>——透水铺装基层的稳定入渗率 (mm/h);  <math>r</math>——透水路面周边地面汇水面积与透水路面面积之比;  <math>\beta</math>——安全系数,可取 0.5;  <math>t</math>——设计降雨历时 (h);</p>

序号	设施名称	技术措施指引
		$n_p$ ——透水路面结构层平均孔隙率，可取 0.1~0.3。
2	生态树池	生态树池的设计应符合本导则 6.3 节的相关规定。
3	生物滞留设施	1、绿地宽度、下沉深度、结构层设置等应综合考虑道路结构，土壤渗透性、植物耐淹性能等因素确定。 2、生物滞留设施的设计应符合本导则 6.3 节的相关规定。

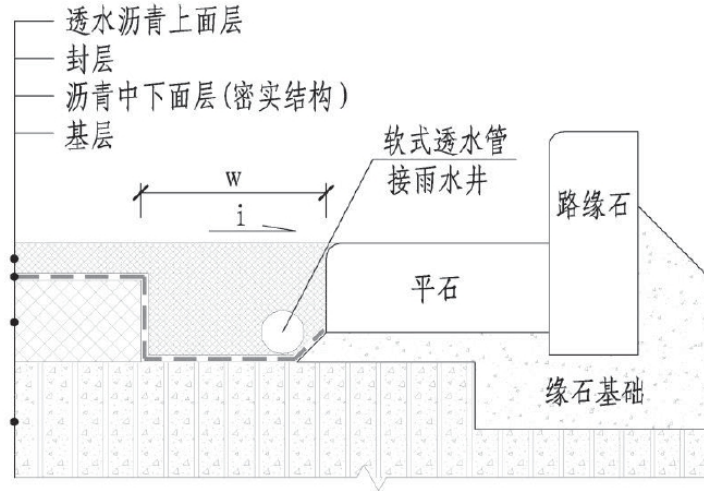


图 6-6 表层排水式路面边缘排水系统图

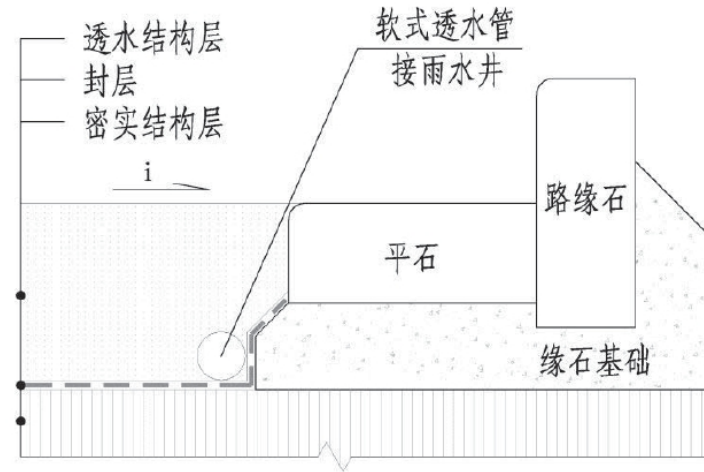


图 6-7 半透式路面边缘排水系统图

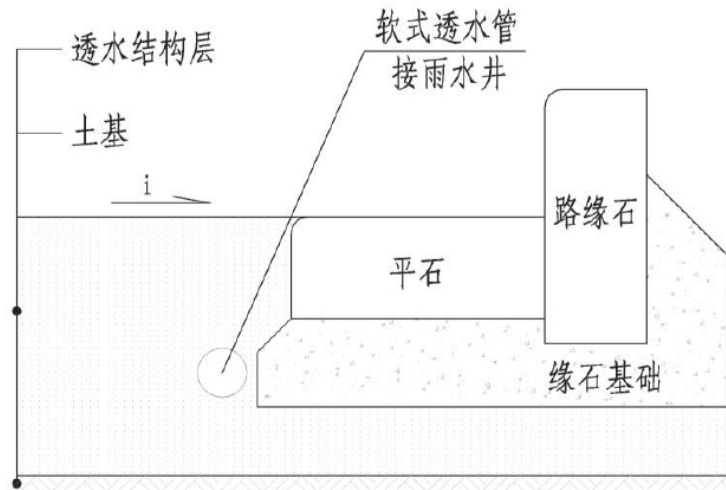


图 6-8 全透式路面边缘排水系统图

## 6.5 城市水系

### I 一般规定

6.5.1 城市水系海绵城市建设涉及城镇排水系统和河湖水体系统。

6.5.2 城镇排水系统设计应遵循安全为重、因地制宜、经济有效、方便易行的原则，在满足城市基本功能的前提下，保障城市排水防涝安全。

6.5.3 新建地区应采用分流制；改建地区应结合地块改造、排水系统提标改造等工程，开展分流制雨污混接改造，污水不得通过雨水管渠系统排入水体，通过增设调蓄或提高截流倍数减少合流制溢流污染；非降雨时段，合流制管渠不得有污水溢流进入水体。

6.5.4 城镇雨水管渠设计重现期应符合现行《室外排水设计规范》(GB50014)的规定，市政道路下的雨水管道的最小过水断面不宜小于 DN1000 排水管道过水断面。

6.5.5 河湖海绵城市建设的重点突出对城镇径流污染的治理与河湖水质和生态功能的提升，并应符合下列规定：

- (1) 建设范围为水体两侧陆域控制线所辖范围，包括蓝线范围和绿化带。
- (2) 建设治理的对象包括排入水体的城镇径流污染、河湖生境和滨岸绿化带等。
- (3) 城镇雨水径流漫流排放时，宜经过陆域缓冲带排入水体；径流污染较

重时，宜通过截流调蓄或净化后再排入水体。

(4) 滨岸绿化带宜设计为陆域缓冲带，具有缓冲、拦截、吸附、水土保持等生态服务功能。

(5) 河湖水体可通过增强水体的连通、流动和生态治理，恢复健康良性的水生态系统，强化水体的净化功能，改善水体水质。

6.5.6 城市水系海绵城市建设项目成果包括初步设计、施工图设计三个阶段，具体成果要求详见下表。

表 6-16 城市水系项目海绵城市内容成果要求

一、初步设计			
类别	序号	名称	内容要求
初步设计文本说明书	1	项目背景及概况	项目区位、实施范围、项目概况、编制依据、设计任务及内容等
	2	现状问题分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>条件分析：地勘资料、功能定位、防洪除涝、污染源、水质及水生态、水文情势、河网调度、引调水现状、相关规划等</li> <li>现状问题分析：水安全问题、水资源问题、水环境问题、水生态问题等（具体包括防洪除涝达标率问题、水面率问题、水体流通及水动力问题、上游水体水质问题、入河污染源问题、水功能区达标问题、水生态系统问题、生态护岸建设问题、水域及岸线景观问题等）</li> </ul>
	3	建设目标、原则、任务及规模	建设目标： <ul style="list-style-type: none"> <li>总量控制目标：年径流总量控制率等</li> <li>水生态目标：天然水域面积保持度等</li> <li>水环境目标：水环境功能区划标准，地表水水质断面达标率，年径流污染控制率，初雨污染控制等</li> <li>水资源目标：雨水资源利用率等</li> <li>水安全目标：防洪（潮）标准，除涝标准，防洪堤防达标率，雨水设计重现期等</li> <li>其他目标：如改善水景观等</li> </ul> 设计原则：保障安全、环境优先、生态和谐、景观提升
	4	总体布局及专项方案设计	包括防汛除涝、水污染控制、水动力优化、水环境改善、水生态系统构建及水景观提升工程等设计 主要工程至少两个方案对比： <ul style="list-style-type: none"> <li>方案总平面（涵盖防洪除涝、水污染控制、水动力优化、水生态构建、水环境改善、水资源利用、水景观提升等）</li> <li>设计总体思路及技术路线</li> <li>防洪除涝设施布置方案</li> <li>岸线平面布置及断面设置方案</li> <li>污染源治理及低影响开发设施的布置方案；水系连通及水动力优化方案</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水生态系统构建及水环境改善方案</li> <li>• 水资源利用方案；景观提升方案</li> <li>• 维护管理</li> <li>• 工程综合特性表</li> <li>• 设计方案图</li> </ul>
	5	综合效益分析及投资估算	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 分析控制目标达标情况</li> <li>• 工程量清单</li> <li>• 建安费用、工程建设其他费用、预备费以及总投资等</li> <li>• 海绵城市总投资，海绵城市综合单位投资</li> <li>• 年运行费用估算</li> <li>• 综合效益分析</li> </ul>
	6	工程达标分析	
	7	工程管理要求	
	8	工程综合特性表	
初步设计概算说明书	1	总则	控制目标、设计依据、技术路线图等
	2	河道及水工建筑物的水力计算及稳定计算	如渗流计算、边坡计算、沉降计算及堤顶高程计算等，说明公式与计算方法选择、重要参数选取等
	3	海绵城市专项设施计算	如场地综合径流系数、场地控制目标所需调蓄容积、雨水回用水量平衡计算、净化湿地去除效果等，说明公式与计算方法选择、重要参数选取，列出设施清单、主要设施规模等
	4	控制目标达标计算	
初步设计图纸	1	海绵化改造或新建设施的总布局图及平面分幅图	
	2	护岸工程及疏拓工程平面及断面图	
	3	主要控制建构筑物平面及断面图	
	4	水污染控制工程的平面布置及设施图	
	5	典型低影响开发设施的流程图、平面及断面	
	6	水生态系统构建及水质净化平面及断面图	
	7	景观布置图及重要节点详图	
<b>二、施工图设计</b>			
<b>类别</b>	<b>序号</b>	<b>名称</b>	<b>内容要求</b>
施工图	1	控制指标	同初设阶段提出的目标

说明	2	主要专项指标	绿地总面积、滞蓄设施面积及下凹深度；硬化面种类及面积，透水铺装种类及面积；雨水蓄存利用设施容积；初雨蓄存设施容积；净化设施面积等
	3	河道施工技术与验收标准	河道拓浚、水工建（构）筑物等施工技术要求及验收标准等
	4	水治理施工技术与验收标准	水污染控制措施、低影响开发设施、水质净化设施、水生态构建等施工技术要求及验收标准等
	5	景观施工技术与验收标准	景观工程施工技术要求、工程量及验收标准等
海绵城市专项设计计算书	1	总则	控制目标、设计依据、技术路线图等
	2	水工建筑物结构计算	
	3	设施计算与复核	海绵城市专项设施计算，复核各低影响开发设施的设计参数等
施工图设计预算报告书	—	—	投资估算
施工图设计图纸	1	工程平面总布局图	河道起止点、蓝线范围、护岸形式及位置、控制建构筑物布置、低影响开发设施布置、水污染控制措施布置、水生态系统构建措施布置、景观布置及重要节点位置等各典型断面高程、护岸材料、结构形式、亲水平台、植物带种植范围及高程、低影响开发设施布置、陆域布置等
	2	河道断面图	在现有测量断面上标出设计断面
	3	河道疏拓工程断面图	生态护岸材料的单体规格、排列、固定及连接方式等；不同护岸形式的连接图
	4	生态护岸详图	控制建构筑物平面图及详图
	5	控制建构筑物平面图及详图	河道沿线初期雨水收集弃流、生态拦截带、蓄滞设施等低影响开发设施的平面位置及规模等；低影响开发设施等平面及断面图
	6	水污染控制工程平面图及设施详图	水生植物、水质净化设施的位置及规模等；曝气增氧、生态浮床等水质净化设施详图等
	7	水生态系统构建及水质净化工程平面图及设施详图	绿化平面布置图及断面图、景观节点详图
	8	其他图纸	

## II 设计流程

6.5.7 城镇排水系统的设计，流程如图 6-9 所示，应符合下列规定：

(1) 整体分析。应收集分析建设区域城市道路、地表高程、雨水管渠系统、

河网水系等规划和现状，诊断排水存在的问题。

(2) 指标测算。应根据上位规划确定排水系统建设的具体目标和指标，明确项目建设任务。

(3) 技术选择和规模确定。应根据建设区规划排水模式和河网水系布局，对排水系统进行平面布局，在此基础上重点分析建筑与小区、公园绿地、道路系统系统的海绵城市建设设施、排水管道、超标雨水径流排放设施和受纳水体之间的关系，确定各类设施的总体布局，重点论证排水管道排水能力、用于改建系统提标的调蓄规模和应对超标雨水的调蓄规模等。雨水调蓄设施宜兼顾削减峰值流量和控制径流污染的功能。

(4) 方案设计。开展排水管道、雨水调蓄、径流污染治理、超标雨水径流排放等工程设计，应进行多方案比选，通过技术经济分析，确定工程措施和规模。

(5) 复核优化。应针对设计目标，复核相关指标，若不满足要求则应进行优化调整。

(6) 设计实施。应编制施工组织设计、环境影响评价与水土保持、工程管理、劳动安全与节能设计、工程费用与经济技术评价等技术内容。

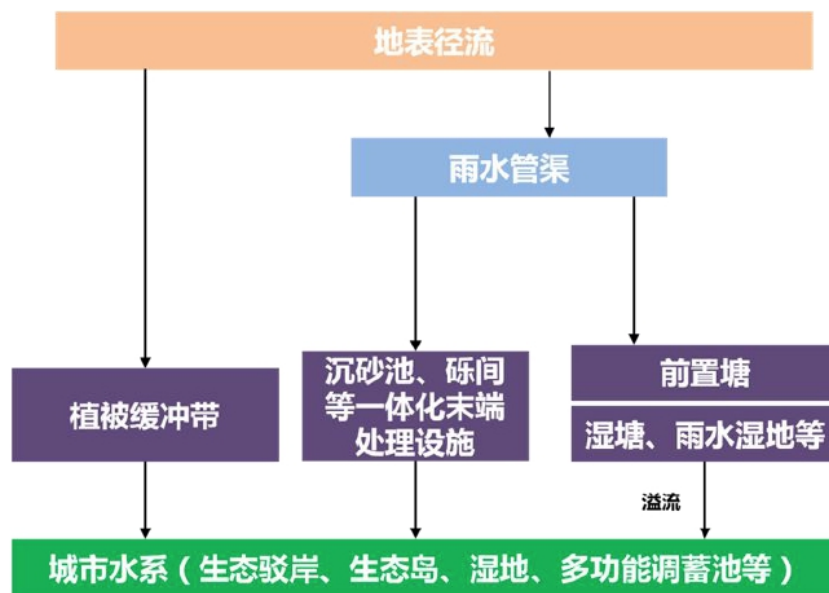


图 6-9 城市水系类项目径流组织技术路线图

#### 6.5.8 河湖水体治理工程的设计，应符合下列规定：

(1) 整体分析。应调查河道的功能定位、水文情势、防洪除涝、污染源、陆域植物群落、下垫面、连通性、水工构筑物位置和引排水调度等现状，诊断河



道存在的问题。

(2) 指标测算。根据上位规划确定河湖治理的具体目标和指标，明确项目建设任务。

(3) 技术选择和规模确定。重点分析河湖与周边绿化、道路、广场、建筑物等竖向关系，结合径流污染和雨水排放口的分布特征，确定项目总体布局，围绕设计目标，确定工程建设规模，重点论证调蓄量、入河污染物削减量、生态岸线建设总长度等。

(4) 方案设计。开展径流污染治理、截污、疏拓、生态护岸、水生态修复、陆域缓冲带、水质净化等工程设计，应进行多方案比选，优选技术先进、经济可靠的技术措施，确定设计方案。

(5) 复核优化。针对设计目标，复核相关指标，若不满足要求则应进行优化调整。

(6) 设计实施。应编制施工组织设计、环境影响评价与水土保持、工程管理、劳动安全与节能设计、工程费用与经济技术评价等技术内容。

### III 系统设计

6.5.9 城镇排水系统和河湖水体系统的平面布局和竖向设计，应符合下列规定：

表 6-17 城市水系平面布局和竖向设计要求

类别	内容
城镇排水系统	<p>1、应根据城镇总体规划、海绵城市相关规划和建设情况，对具有削减、截流、调蓄雨水径流污染能力的海绵城市建设设施提出平面布局和规模需求，统一布置，分期建设。</p> <p>2、应合理确定城镇雨水管渠、超标雨水径流排放设施和接纳水体三者之间的竖向高程关系，并与建筑与小区、公园绿地、道路系统系统的海绵城市建设设施的高程相协调。</p> <p>3、城镇排水模式分为强排模式和自排模式，排水模式的选择应综合考虑河网密度、地面高程与水位之间的高差、排水体制、设计重现期和径流污染控制要求等因素。河道间距小于 800m、最不利点地面高程和水位之间高差大于 0.8m 的分流制排水系统地区可采用自排模式。</p> <p>3、雨水调蓄工程按系统类型可分为源头调蓄工程、管渠调蓄工程和超标雨水调蓄工程，调蓄工程的位置应根据调蓄目的、排水体制、管渠布置、溢流管下游水位高程和周围环境等因素确定，可采用多种工程相结合的方式达到调蓄目标，有条件的地区宜采用数学模型进行方案优化。</p> <p>4、用于削减峰值流量和雨水综合利用的调蓄池宜设置在源头，雨水综合利用系统中的调蓄池宜设计为封闭式；用于削减峰值流量和控制径流污染的调蓄池宜设置在管渠系统中，且宜设计为地下式。</p> <p>5、用于削减峰值流量的雨水调蓄工程宜优先利用现有调蓄空间或设施，应使服务范围内的雨水径流引至调蓄空间，并应在降雨停止后有序排放。</p>

类别	内容
	6、地上建设密集、地下浅层空间无利用条件的区域可采用隧道调蓄。
河湖水体系统	<p><b>平面布局</b></p> 1、应针对建设目标，明确需要治理对象的规模和分布，选择适宜的治理技术，确定设施的内容和规模，结合场地现状，因地制宜进行布置。 2、在陆域缓冲带布置海绵城市建设设施时，宜考虑防汛通道、慢行道、游步道、休憩广场、亲水平台等功能设施的布置要求，使水流在场地内流动顺畅。调蓄和净化等海绵城市建设设施应重点布置在径流污染严重的区域和雨水排放口附近。 3、应考虑河道的蜿蜒特性，在满足相关规划情况下，宜依据现有河势走向，保留及恢复河道的自然弯曲形态，控制截弯取直。 4、原位净化设施的布置应根据水体的污染物削减需求，结合景观构建要求，重点布设在水质污染严重的河段。 5、海绵城市建设设施的布置，应保证河湖行洪排涝、输水、通航等基本功能不受影响。
	<p><b>竖向设计</b></p> 1、应解析河道建设范围内和周边地块的地形特点，雨水宜自流进出低影响开发设施和陆域缓冲带。调蓄池中储存的初雨径流或者溢流污水可提升排放至市政污水管网，或者净化后回用或排放水体。 2、在满足规划断面基础上，结合水生动植物生境构建要求，开展竖向断面设计，包括矩形、梯形和复式断面形式等，宜通过设置不同坡比、平台高度和宽度、人工岛、河底深潭浅滩等，形成多样化的断面形式。 3、通过植物配置，从水体到陆域形成以沉水、浮叶、挺水和陆生植物为一体的全系列或半系列滨河植物带。

6.5.10 海绵城市建设项目应按设计要点进行深化设计，城市水系各项设施应符合以下设计要点：

表 6-18 城市水系海绵城市设计指引

类别	内容
<b>适宜采用的设施</b>	雨水湿地、生物滞留设施、雨水排出口末端处理
设计指引	<p><b>断面</b></p> 1、断面宜采用生态断面，充分与周边城市景观结合。 2、宜采用复式断面。
	<p><b>湿地</b></p> 1、宜建设为多功能湿地，具有去除污染物、滞留洪水等功能。 2、湿地应尽量利用河道蓝线内适宜用地，不对行洪产生障碍。
	<p><b>调蓄设施</b></p> 1、尽量采用维护、管理方便的形式建设调蓄设施，便于后期管理。 2、调蓄设施尽量与雍水设施、景观设计相结合。
	<p><b>水景和雍水设施</b></p> 不得对行洪造成妨碍，尽量利用自然方式如湿地改善水质，延长换水周期，减少旱季生态补水需求。
	<p><b>雨水排出口末端处理</b></p> 1、雨水排出口末端周围应考虑利用自然生态活性填料工艺或其他过滤设施进行普通的物理截污。 2、有条件时再进行生态处理（雨水塘、雨水湿地、生物浮岛等形式）。

## IV 技术措施

6.5.11 城镇雨水管渠设计，当采用推理公式法计算雨水设计流量时，应按下式计算，当汇水面积超过 2km<sup>2</sup>时，宜采用数学模型法，对区域的低影响开发设施、城镇雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统进行整体校核，满足海绵城市建设标

准的要求。

$$Q_s = q\psi F$$

式中： $Q_s$ ——雨水设计流量（L/s）；

$q$ ——设计暴雨强度[L/（s·hm<sup>2</sup>）]；

$\psi$ ——径流系数；

$F$ ——汇水面积（hm<sup>2</sup>）。

6.5.12 径流系数，可按表 6-16 的规定取值，建成区综合径流系数按服务范围内下垫面实际计算，并结合地区改造，提出径流控制的要求；新建地区严格控制径流系数，设计值原则上按照不高于 0.5 复核取用，对复核超过 0.5 的，应要求相应区域同步采取降低径流系数或降低小区雨水设计出流等的措施。

表 6-19 径流系数

地面种类	$\psi$
各种屋面、混凝土或沥青路面	0.85~0.95
大块石铺砌路面或沥青表面各种的碎石路面	0.55~0.65
级配碎石路面	0.40~0.50
干砌砖石或碎石路面	0.35~0.40
非铺砌土路面	0.25~0.35
公园或绿地	0.10~0.20

6.5.13 城市水系中适宜的海绵城市建设设施和技术措施，包括生态岸线设计和河湖原位水质净化技术。其中，生态岸线设计的主要内容应包括生态护岸材料和形式的选择、陆域缓冲带、水域生物群落构建和已建硬质护岸绿色改造等。

表 6-20 城市水系技术措施指引

设施名称	序号	技术措施指引
生态岸线设计	1	1、应满足结构安全、稳定和耐久性等相关要求，常用的生态护岸材料主要有石笼、生态袋、生态混凝土块、开孔式混凝土砌块、叠石、干砌块石、抛石、网垫类及植生土坡等，各类护岸材料的适用性和优缺点如表 6-18 所示。 2、宜根据河道的防洪除涝、航运、引排水、连通、生态等功能要求，结合水体的水文特征、周边地块的开发类型、可利用空间、断面形式和景观需求等选用。 3、不同生态护岸材料的特性指标应符合国家、地方和行业内的相关规范标准的规定；对没有相应规定的材料，在设计时应慎重采用，也可通过材料的测试报告、应用条件、规模化工程案例的效果评估等材料，结合治理水体的水文特征、设计断面形式等核算该材料的边坡稳定性，根据核算成果提出生态护岸材质的相关指标值，确保护岸稳定安全。
	2	1、包括陆生植物群落以及布设在其中的防汛通道、慢行道、游步道、休憩平台、人工湿地、下沉式绿地、植草沟等设施。 2、陆生植物群落构建应尽量保留和利用原有滨岸带的植物群落，特别是古树名木和体形较好的孤植树；应遵循土著物种优先、提高生物多样性等

设施名称	序号	技术措施指引
		<p>原则，利用不同物种在空间、时间上的分异特征进行配置，形成乔、灌、草错落有致、季相分明的多层次立体化结构；地被植物应选择覆盖率高、拦截吸附性能好的物种。</p> <p>3、应根据不同植物的尺寸、株形和体量，结合其萌枝、分蘖特点，合理确定每种植物的种植密度和间距。</p> <p>4、防汛通道、慢行道、游步道、休憩平台等设施宜采用透水铺装，透水铺装的设计应符合本导则 6.4 节的相关规定；人工湿地、下沉式绿地、植草沟等海绵城市建设设施应符合本导则 6.3 节的相关规定。</p>
水域生物群落	3	<p>1、包括生境营造、水生植物群落构建和水生动物投放。</p> <p>2、生境营造应根据水体断面要求，结合水生动植物的生长习性，构建连续而富有变化的适生环境。</p> <p>3、水生植物群落宜优先选择土著物种，慎用外来物种，优先选择芦苇、再力花、轮叶黑藻、眼子菜等耐污、净化力强和养护管理简易的品种。</p> <p>4、水生植物的布置，应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 挺水植物宜设置在水深小于 0.2m 的滨岸带浅水处。</li> <li>2) 浮叶植物宜设置在水深 0.5m~1.2m 的低流速、小风浪水域。</li> <li>3) 沉水植物不宜种植在透明度低于 0.5m 的流动水体中。</li> <li>4) 漂浮植物的配置不受水体深度的影响，因其扩散繁殖快、维护工作量大，宜少设或不设。</li> </ol> <p>5、水生动物投放，应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 可选用滤食性和碎屑食性为主的鱼类和底栖动物，适当配置肉食性鱼类。</li> <li>2) 严禁投放巴西龟、观赏鱼等外来物种。</li> <li>3) 在种植沉水植物的水体，禁止投放草食性鱼类。</li> <li>4) 应考虑水生动物的繁殖能力和水体中已有水生动物的数量，投放的数量不宜过多。</li> </ol>
已建硬质护岸海绵性改造	4	<p>1、应不影响河道行洪排涝、航运和引排水等基本功能，并确保护岸的稳定安全。</p> <p>2、在硬质护岸临水侧河底设置定植设施并培土抬高或者投放种植槽等，局部构建适宜水生植物生长的生境，种植挺水、浮叶或沉水植物。</p> <p>3、挡墙顶部有绿化空间的，可在绿化空间内种植攀援植物或具有垂悬效果的藤状灌木等植被；挡墙顶部无绿化空间的，可在挡墙外沿墙面设置种植槽，槽内种植攀援植物或藤状灌木等植被。</p>
河湖原位水质净化技术	5	<p>1、主要包括生态清淤、机械增氧、生态浮床、生物膜、水体循环等，宜根据水体规模、水文条件、污染物削减要求等采用单一技术或者多种技术组合。</p> <p>2、生态清淤需科学确定河湖清淤范围、深度和规模，优先采用绞吸式环保清淤方式，妥善处理清淤尾水，单独处置含重金属等有毒有害物质的底泥。</p> <p>3、机械增氧适用于水体流动缓慢、水质较差、水体溶解氧较低、或者需要降低有机物含量的水体，依靠机械增氧的水体溶解氧宜不大于 5mg/L。</p> <p>4、生态浮床适用于水深较深、透明度较低、直接种植水生植物存活较困难的水体，科学布局浮床位置，优先选用根系发达、生长期长、株型低、便于管理维护的挺水植物。</p> <p>5、生物膜净化技术可用于水质较差、流速低的水体，可选择悬浮型填料、生物绳、碳素纤维绳和组合型填料等作为载体。</p> <p>6、水体循环技术适用于水体流动缓慢或者封闭水体，利用动力设施分别形成垂直循环或者水平微循环。</p>

表 6-21 各类护岸材料适用性和优缺点

护岸材料类型	适用条件	适用范围	优点	缺点
石笼	流速一般不大于 4m/s	挡墙、护坡	抗冲刷、透水性强、施工简便、生物易于栖息	水生植物恢复较慢
生态袋	流速一般不大于 2m/s	挡墙、护坡	地基处理要求低、施工和养护简单	部分产品耐久性相对较差、常水位以下绿化效果较差
生态混凝土块	流速一般不大于 3m/s	挡墙、护坡	抗冲刷、透水性较强	生物恢复较慢
开孔式混凝土砌块	流速一般不大于 4m/s。坡比在 1:2 及更缓时使用	护坡	整体性、抗冲刷、透水性好、施工和养护简单	生物恢复较慢
连锁式混凝土砌块	河流流速一般不大于 3m/s	挡墙	整体性、抗冲刷、透水性好、施工和养护简单	生物恢复较慢
叠石	对坡比及流速一般没有特别要求、适用于冲蚀严重的河道	挡墙	施工简单、生物易于栖息	水生植物恢复较慢
干砌块石	对坡比及流速一般没有特别要求、可适用于高流速、岸坡渗水较多的河道	护坡	抗冲刷、透水性强、施工简便	生物恢复较慢
网垫植被类	坡度在 1:2 及更缓时使用，河道流速一般不大于 2m/s	护坡	生态亲和性较佳，植物恢复较快	部分产品材料耐久性一般
植生土坡	坡度在 1:2.5 及更缓时使用，河道流速一般不大于 1.0m/s	护坡	生态亲和性佳，植物恢复快	不耐冲刷、不耐水位波动
抛石	坡度在 1:2.5 及更缓时使用	护坡	抗冲刷、透水性强、施工简便	在石缝中生长植物，植物覆盖度不高

# 7 施工验收

## 7.1 建设模式要求

### 7.1.1 创新建设运营机制

区别海绵城市建设项目的经营性与非经营性属性，建立政府与社会资本风险分担、收益共享的合作机制，采取明晰经营性收益权、政府购买服务、财政补贴等多种形式鼓励社会资本参与海绵城市投资建设和运营管理。

强化合同管理，严格实施绩效考核并按效付费。

鼓励有实力的科研设计单位、施工企业、制造企业与金融资本相结合，组建具备综合业务能力的企业集团或联合体，采用总承包等方式统筹组织实施海绵城市建设相关项目，发挥整体效益。

### 7.1.2 推广运用政府和社会资本合作（PPP）模式

对项目进行合理的捆绑打包，引导社会资本参与海绵城市项目建设和运营管理。

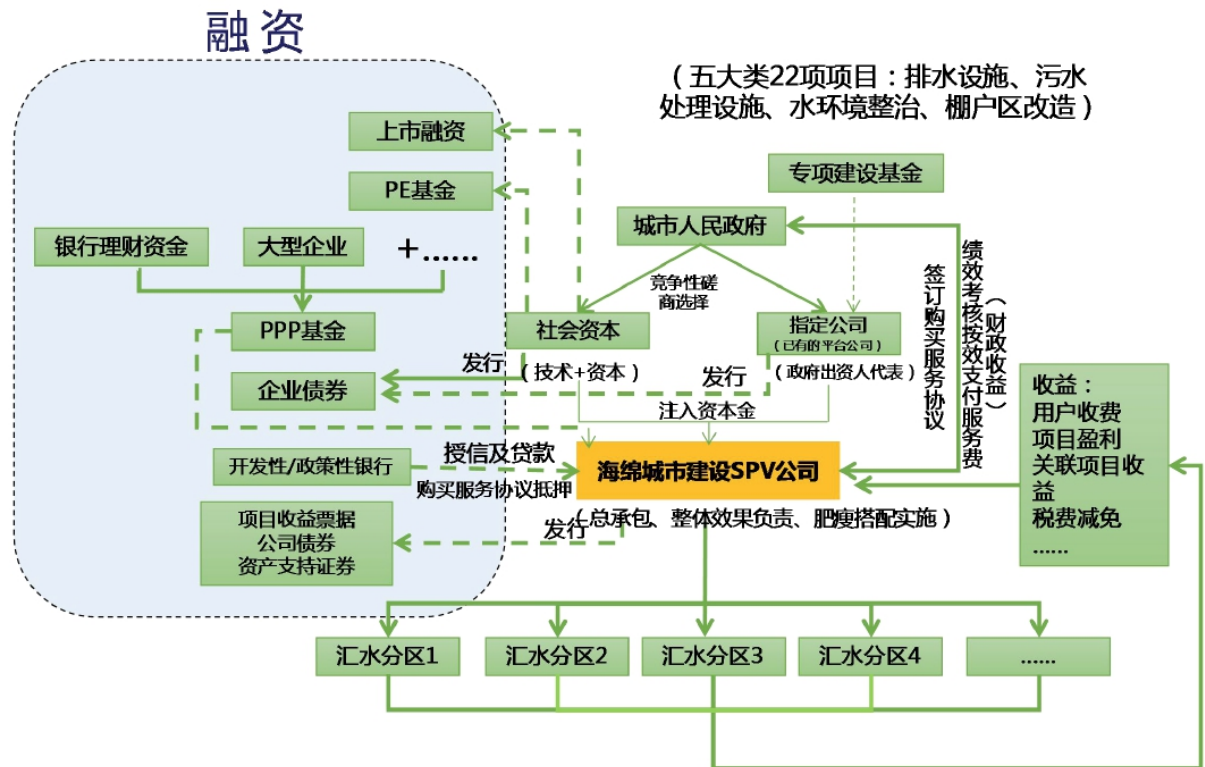


图 7-1 PPP 运作模式

## 7.2 施工及监理要求

### 7.2.1 规范海绵设施的施工建设组织工作

(1) 建设用地的海绵城市工程建设应充分考虑地震、滑坡、洪水等自然灾害及游憩等社会因素的影响情况，同时应当符合城市防火、抗震、防洪和治安、交通管理等要求，并对拟定用地的水文地质及环境条件等进行充分考察、论证。

(2) 海绵城市工程建设施工现场应有相应的管理制度，其建设应符合城市环保规划的要求，包括与水源保护区的关系，废水、废气、废渣的排放方式和排放量等。尽量减少施工过程中对场地及周边环境的影响和破坏。

(3) 有环境保护要求区域内的海绵城市雨水系统工程建设应符合相关保护规定的要求。区域内及其周围相邻区域内的雨水系统工程建设应与场地环境协调，不得建设破坏景观、污染环境、妨碍游览、破坏生态植被等的设施。在文物保护单位的保护范围、建设控制地带以及历史文化保护区内进行的海绵城市系统工程建设应符合有关文物保护和历史文化保护的要求。

(4) 应完善海绵城市系统工程建设过程的监督机制，做好工程建设过程的监理工作，严格审查施工质量。在工程验收阶段，应根据国家相关规范要求，通过对工程的相应实践检验，以其收到的实际效果，对工程进行施工验收。

### 7.2.2 施工一般规定

(1) 海绵设施应按照批准的设计文件和施工技术标准进行施工。

(2) 海绵设施的施工应由具有相应施工资质的施工队伍承担，施工人员应经过相应的技术培训或具有施工经验。

(3) 海绵设施施工中更改设计应经过相关设计专业核算并采取相应措施。

(4) 管道敷设应符合相应管材的管道工程技术规程的有关规定。

(5) 海绵设施施工前应对施工区域内的表层土壤特性进行评估，以确定土壤特性与设计使用的地质勘探资料一致。

(6) 在实施海绵设施的开挖、填埋、碾压施工时，应进行现场事前调查、选择施工方法、编制工程计划和安全规程，施工不应损伤周边地下设施和土壤渗透能力。

(7) 施工现场应有针对海绵设施的质量控制和质量检验制度。

(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。

(9) 海绵设施应尽量避免在雨季施工。如在雨季施工应做好水土保持、防洪及防风措施。

(10) 海绵设施采用的砂料应质地坚硬清洁，级配良好，含泥量不大于 3%；粗骨料不得采用风化骨料，粒径应符合设计要求，含泥量不应大于 1%。

(11) 土工布包裹砾石时，应符合下列要求：

- 1) 采用较大尺寸土工布，减少土工布搭接次数；
- 2) 需要搭接时，同一方向搭接长度不小于 20cm；转角处搭接不小于 50cm；
- 3) 铺设砾石时，应采用小型机械轻放，不得直接倾倒。

(12) 沟槽开挖后，应将四周的石块、树根、混凝土块、塑料等清理干净，再铺设土工布。沟槽底面不应夯实，应避免超挖，超挖时应以碎石填充。

(13) 工程完工后，应将多余的材料整理和清理干净，泥沙等不得混入到设施中。

(14) 有条件的地区，海绵设施工程的验收可在整个工程经一个雨季运行使用后进行。

### 7.2.3 工程监理/监督要求

在海绵设施施工前，建设等主管部门应在施工单位提供设计方案申请施工许可时，做好对设施施工图的审查，防止海绵设施实施的工程建设违反相关规定。

在工程建设过程中，应依据相关规定，对工程建设的具体操作程序进行检查监督，对局部完成的工程应进行相应的检验措施，以确保工程的施工质量。

**7.3 在工程建设全部完成后，要在第一场大雨或中雨的雨后及时到工程施工现场逐一检查各海绵设施，看有无不合格现象，其结果亦须经监理及施工单位代表验收认可。每次下雨均应检查并做好记录，且有甲方、监理、施工单位三方签字。**

## 建设项目工程要求

### 7.3.1 建筑与小区

(1) 建筑与小区海绵城市建设设施应按照批准的设计文件和施工技术标准进行施工，施工中更改设计应经同意后方可进行。

(2) 建筑与小区海绵性建设使用的设施均应质量检测合格，入场前需查验产品合格证。



(3) 应按照先地下后地上的顺序进行施工, 防渗、水土保持、土壤介质回填等分项工程的施工应符合设计文件及相关规范的规定。

### 7.3.2 公园与绿地

(1) 城市公园与绿地低影响开发设施应建设有效的溢流排放系统, 与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

(2) 城市湿地公园、城市绿地中的景观水体应具有雨水调蓄功能, 构建多功能调蓄水体/湿地公园, 平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能, 暴雨发生时发挥调蓄功能, 实现土地资源的多功能利用, 其总体布局、规模、竖向设计应与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统相衔接。

(3) 绿地海绵城市设施的场地建设, 应符合下列规定:

1) 绿地海绵城市建设施工时, 必须了解场地的地上地下障碍物、管网、地形地貌、土质、控制桩点设置、红线范围、周边情况及现场水源、水质、电源、交通情况, 按照园林绿化工程总平面或根据建设单位提供的现场高程控制点和坐标控制点。

2) 绿地蓄水设施在施工前, 应充分考虑工程区域地下水位, 应在储存构筑物施工过程中采取措施防止水池浮动。

3) 绿地海绵城市建设设施土壤改良过程中, 应在保证土壤肥力的基础上, 增加土壤的入渗率。

(4) 海绵城市建设设施施工时, 应重点做好防护工作, 避免相邻区域的施工人员对设施造成损坏。施工时, 应了解自然沉降和水压情况, 可适当预留出沉降深度。设施周围边界的处理上应注意进水口高程、进水口道路立缘石开口宽度、植物种类和种植密度等问题。

(5) 公园与绿地中湿塘、雨水湿地等大型低影响开发设施应在进水口设置有效的防冲刷、预处理设施。

(6) 公园与绿地中湿塘、雨水湿地等大型低影响开发设施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。

(7) 城市园林绿化系统低影响开发雨水系统建设及竣工验收应满足《城市园林绿化评价标准》(GB/T50563)、《园林绿化工程施工及验收规范》(CJJ82)中相关要求。

### 7.3.3 道路与广场

(1) 道路与广场海绵城市设施的施工竣工验收应由建设单位组织市政、园林绿化等部门验收，应满足《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1)及其它相关标准的规定。

(2) 透水面层工程质量、验收标准应符合《透水砖路面技术规程》(CJJ/T188)、《透水沥青路面技术规程》(CJJ/T190)和《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135)相关规定。路基、垫层和基层施工应符合《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。

### 7.3.4 城市水系

(1) 应充分利用现状自然水体建设湿塘、雨水湿地等具有雨水调蓄功能的低影响开发设施，湿塘、雨水湿地的布局、调蓄水位、水深等应与城市上游雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统及下游水系相衔接。

(2) 位于蓄滞洪区的河道、湖泊、滨水低洼地区低影响开发雨水系统建设，同时应满足《蓄滞洪区设计规范》(GB50773)中相关要求。

(3) 规划建设新的水体或扩大现有水体的水域面积，应与低影响开发雨水系统的控制目标相协调，增加的水域应具有雨水调蓄功能。

(4) 应充分利用城市水系滨水绿化控制线范围内的城市公共绿地，在绿地内建设湿塘、雨水湿地等设施调蓄、净化径流雨水，并与城市雨水管渠的水系入口、经过或穿越水系的城市道路的路面排水口相衔接。

(5) 滨水绿化控制线范围内的绿化带接纳相邻城市道路等不透水汇水面径流雨水时，应建设为植被缓冲带，以削减径流流速和污染负荷。

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

(7) 有条件的城市水系，其岸线宜建设为生态驳岸，并根据调蓄水位变化选择适应的水生及湿生植物。

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

(9) 生物浮床、增氧机、生物膜安装等涉及水上施工的工程内容宜在主体工程结束后实施，在避开洪水期的同时，还需考虑气候条件对浮床植物及生物膜活

性的影响。

(10) 植草沟、下沉式绿地、陆域缓冲带等陆域海绵设施的施工宜在涉水工程基本结束后实施。

## 7.4 验收要求

7.4.1 应以国家现行的相关验收规范标准、设计文件、施工合同等作为验收的依据和标准，对具备验收条件的海绵城市建设工程进行验收。**有条件的项目，海绵城市建设工程的验收宜在整个过程经过一个雨季运行检验后进行。**

7.4.2 雨水利用工程应在施工完成后进行竣工验收，验收合格后才能正式使用。隐蔽工程必须经过中间验收合格后方可进入下一道工序。中间验收应由施工单位会同建设单位、设计单位、监理单位等部门共同进行，工程质量验收人员应具备相应的专业技术资格。

7.4.3 施工单位的海绵设施工程建设达到相应的目标后，才具备向业主单位提交工程验收的相关申请和验收请款的条件，若与业主单位另行达成了其他协议或合同中另有约定的除外。

7.4.4 **施工单位所实施的海绵设施建设工程在完成后或实际开始运行后，应当在业主所要求的状态下连续稳定的运行一定时间。**在海绵设施运行期间由于正常的扰动而导致不能完成预期雨水控制利用目标时，施工单位应当积极改善，业主则有权适当延长海绵设施的运行观察期。

7.4.5 **海绵设施运行观察期间稳定运行且无其他缺陷可能会因正常扰动而导致再次发生问题时，业主工程主管部门才可进行验收。**

7.4.6 工程验收应包括下列内容：

(1) 工程总体布置；验收应检查各组成部分是否齐全、配套，布置是否合理。验收可采用综合评判法。

(2) 雨水入渗工程；雨水入渗工程的面积可采用量测法，其质量可采用直观检查法。雨水入渗工程雨水入渗性能符合要求、引水沟（管）渠、沟坎及溢流设施布置合理、雨水入渗工程尺寸不得小于设计尺寸。检验方法：入渗性能通过注水试验验证。

(3) 雨水收集传输工程；雨水收集传输应采用量测法与直观检查法。收集

传输管道坡度符合要求，雨水口、雨水管沟、渗透管沟、入渗井以及检查井布置合理，收集传输管道长度与大小不得小于设计值。管道工程可按照现行国家标准《室外给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定进行验收。

(4) 雨水储存与处理工程；工程容积检查宜采用量测法，工程质量可采用直观检查和访问相结合的方法，要求工程牢固无损伤，防渗性能好为原则，调蓄池、沉淀池、过滤池及配套设施齐全，质量符合要求。可按照现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的有关规定进行验收。

(5) 雨水回用工程；雨水回水工程可采用试运行法，雨水回用水质和水量符合设计要求。验收时应逐段检查雨水供水系统上的水池（箱）、水表、阀门、给水栓、取水口等，落实防止误接、误用、误饮的措施。可按照现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的有关规定进行验收。清水池应做满水试验。

(6) 雨水调蓄工程；雨水调蓄工程宜采用量测法和直观检查法，调蓄工程设施开启正常，工程尺寸和质量符合设计要求。可按照现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的有关规定进行验收。调蓄池、清水池应做满水试验。

(7) 相关附属设施。

7.4.7 施工验收时，应具备下列文件：

- (1) 施工图、竣工图和设计变更文件
- (2) 隐蔽工程验收记录；
- (3) 施工质量管理与质量检查报告；
- (4) 管道冲洗记录；
- (5) 管道、容器的压力试验记录；
- (6) 工程质量事故处理记录；
- (7) 工程质量验收评定记录；
- (8) 设备调试运行记录。

7.4.8 验收合格后应将有关设计、施工及验收的文件立卷归档。

## 8 维护管理

### 8.1 一般规定

8.1.1 海绵城市建设设施应制定相应的运行维护管理制度、岗位操作手册、设施和设备保养手册和事故应急预案，并应定期修订。

8.1.2 海绵城市建设设施应有专职运行维护和管理人员，各岗位运行维护和管理人员应经过专业培训后上岗。

8.1.3 应定期对设施进行日常巡查，在雨季来临前和雨季期间，应加强设施的检修和维护管理，保障设施正常、安全运行。

8.1.4 渗透设施的维护管理，应包括渗透设施的检查、清扫、渗透能力的保持、修补、恢复、恢复确认等，并应作维护管理记录。

8.1.5 调蓄池应定期清洗。调蓄池上游超越管上的自动转换阀门应在每年雨季来临前进行检修。

8.1.6 处理后的雨水水质应进行定期检测。

8.1.7 应建立海绵城市设施数据库和信息技术库，通过数字化信息技术手段，进行科学规划、设计，并为海绵城市设施建设与运行提供科学支撑。

### 8.1.8

### 8.2 建筑与小区

8.2.1 在雨季来临前应对雨水利用设施进行清洁和保养，并在雨季定期对工程各部分的运行状态进行观测检查。

8.2.2 海绵设施由于堵塞、设备故障等原因造成暂停使用的，应向主管部门上报同时进行排查，15日内恢复使用。

8.2.3 严禁向雨水口倾倒垃圾和生活污废水。

8.2.4 雨水入渗、收集、输送、储存、处理与回用系统应及时清扫、清淤，确保工程安全运行。

(1) 雨水口、屋面雨水斗应定期清理，防止被树叶、垃圾等堵塞。雨季时应增大清理排查频率。

(2) 截污挂篮内拦截的废弃物，应定期进行倾倒。

(3) 蓄水模块应定期进行清洗，雨水蓄水池应每年进行一次放空。清洗和放

空时间宜选择在旱季。

(4) 透水铺装应定期采用高压清洗和吸尘清洁，避免孔隙阻塞，以恢复透水铺装的透水性能。

8.2.5 在有台风、暴雨等灾害性气候来临之前，应临时进行安全性检查，保证各类设施在灾害性气候发生期间能够安全运行。应事先排空调蓄设施内的存水，保证系统调蓄功能的正常运行。采用管道蓄水的系统应在雨后将管网排空。

8.2.6 雨水利用设施中防止误接、误用、误饮的措施应保持明显和完整，严禁擅自移动、涂抹、修改雨水回用管道和用水点标记，雨水利用设施处理水质应进行定期检测。

8.2.7 用于雨水消纳的绿地、水景应根据季节变化进行养护。应对暴雨后残留的垃圾进行清理。

8.2.8 海绵城市建设设施的维护管理宜按表 8-1 规定执行。

表 8-1 海绵城市建设设施检查内容和周期

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 日之单场降雨后	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 日之单场降雨后	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
渗透设施	7 天和单场暴雨后	污/杂物清理排除、植物养护
安全设施	1 个月	设施功能检查

注：1.集水设施包括建筑物收集面相关设备，如雨水斗、雨水口和集水沟等。  
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间的连通管道等。  
3.处理设施包括初期径流弃流、沉淀或过滤设施以及消毒设施等。  
4.储水设施指雨水储罐、雨水蓄水池、清水池以及用于雨水储存的景观水池等。  
5.渗透设施指绿地、绿色屋顶以及透水性路面等。  
6.安全设施指维护、防止漏电等设施。

## 8.3 公园与绿地

8.3.1 绿地的常规维护，应符合下列规定：

(1) 面层出现破损时应及时进行修补或更换；出现不均匀沉降时应进行局部整修找平。

(2) 溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾和沉积物。

(3) 防误接、误用、误饮等警示标示、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。

(4) 应定期检查泵、阀门等相关设备，保证其正常工作。

(5) 进水口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲带或其他防冲刷措施。

### 8.3.2 绿地的设施维护，应符合下列规定：

(1) 灌溉设施须保证性能良好，接口处严禁滴、渗、漏现象发生。

(2) 当设施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。

(3) 在暴雨过后应及时检查雨水花园的覆盖层和植被受损情况，及时更换受损覆盖层材料和植被。

(4) 湿塘、湿地等水体设施，应根据暴雨、洪水、干旱、结冰等各种情况，进行水位调节。

### 8.3.3 绿地中的植物养护，应符合下列规定：

(1) 应根据《园林绿化养护技术规程》进行养护，必须严控植物高度、疏密度，保持适宜的根冠比和水分平衡。

(2) 进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时，应及时设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施。

(3) 应定期对生长过快的植物进行适当修剪，根据降水情况对植物进行灌溉。

(4) 应及时收割湿地内的水生植物，定期清理水面漂浮物和落叶。

(5) 严禁使用除草剂、杀虫剂等农药。

### 8.3.4 绿地中的海绵城市建设设施常规维护频次和要求宜按表 8-2 的规定执行。

表 8-2 海绵城市建设设施维护频次表

设施名称	维护频次	备注
透水铺装	检修、疏通透水能力 2 次/年（雨季之前和期中）	/
雨水花园	检修 2 次/年（雨季之前和期中），植物常年维护	禁止使用除草剂等药剂 暴雨前应检查溢水口
植草沟	检修 2 次/年（雨季之前和期中），植物常年维护	
生态树池	检修 2 次/年（雨季之前和期中），植物常年维护	
湿塘	检修、植物残体清理 2 次/年（雨季），植物常年维护，前置塘清淤（雨季之前）	
人工湿地	检修、植物残体清理 2 次/年（雨季），植物常年维护，清淤（雨季之前）	
植被缓冲带	检修 2 次/年（雨季之前和期中），植物常年维护	

## 8.4 道路与广场

8.4.1 透水路面的维护，应符合下列规定：

(1) 透水路面的养护工作内容可分为日常巡视与检测、清洗保养、小修工程、中修工程、大修工程等。对于透水路面的较大损坏，应根据损坏程度，及时安排中修工程、大修工程，进行维修和整修。

(2) 应经常检查透水路面的透水情况，每季度应至少检查一次，检查时间宜在雨后 1h~2h。发现路面明显积水的部位，应分析原因，及时采取维修保养措施。

(3) 应定期对透水路面路段所有车道进行全面透水功能性养护，全面透水功能性养护频率应根据道路交通量、污染程度、路段加权平均渗水系数残留率、养护资金等情况进行综合分析后确定。透水路面通车后，应至少每半年进行 1 次全面透水功能性养护，透水系数下降显著的道路应每个季度进行 1 次的全面透水功能性养护。

(4) 除全面透水功能性养护外，应根据透水路面污染的情况，及时进行不定期的局部透水功能性养护，当发现路面上具有可能引起透水功能性衰减的杂物或堆积物时，应立即清除，并及时安排局部透水功能性养护。

8.4.2 生态树池和下沉式绿地等设施的维护，应符合本导则 8.3.4 节的相关规定。

8.4.3

## 8.5 城市水系

8.5.1 城镇排水海绵城市建设设施的维护应满足《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》、《城镇雨水调蓄工程技术规范》及其它相关标准的规定。

8.5.2 生态护岸的维护，应符合下列规定：

(1) 定期对护岸进行巡查，重点关注护岸的稳定和安全。

(2) 加强对护岸范围内植物的维护和管理，特别关注使用年限与植物覆盖率息息相关的生态材料建成的生态护岸，如生态袋、植被网垫、开孔混凝土砌块和植生土坡等。

8.5.3 水生植物的维护，应符合下列规定：

(1) 定期对水生植物群落生长情况进行观测，挺水植物需防止植株的蔓延扩散，生长季末一次性收割；浮叶植物需控制叶面覆盖范围，沉水植物在整个生长周期内需进行适时维护，控制生长高度在水面 20cm~30cm 以下。



(2) 遵循无害化、减量化和资源化原则，及时收割水生植物并移出水体，妥善处置植物残体。

(3) 及时清理水生杂草、丝状藻类和外来入侵物种，并控制草食性鱼类数量。

(4) 加强水生植物病虫害防治管理维护。

8.5.4 原位净化设施的维护，应符合下列规定：

(1) 应定期对原位净化设施进行检查，主要包括生态浮床床体、固定桩（绳）的牢固性、各机械设备运转情况、生物填料的脱落情况和生物膜的挂膜附着情况等。若发现有问題，应对松动或破损的床体采用更换或加固措施，尽快排除设备故障，并及时补充或更换生态填料。

(2) 根据水体溶解氧变化的规律，调整增氧机启闭时段，通常在水体溶解氧低于 3mg/L 时开启，达到 5mg/L 时关闭。

(3) 当生物膜表面泥沙吸附过多，或者发生丝状藻覆盖缠绕现象，应及时清理生物膜的表面。

## 8.6 运营维护管理

8.6.1 政府投资的海绵城市工程的维护管理职责按属地管理、产权管理原则，与配套建设海绵城市设施之前该建设项目所对应的维护管理单位相同，由项目所在地的水务、环保、园林、城管、交通等相关行政主管部门按照职责分工负责维护管理；政府投资的公共建筑、道路等项目中的海绵城市设施由产权单位负责维护管理。各部门应按照上级主管部门下发的目标要求，具体实施海绵城市设施维护管理工作。

8.6.2 社会类项目的海绵城市设施由其产权单位或物业管理单位负责维护管理。维护管理质量应满足项目的设计控制目标，并受上级管理部门监管。

8.6.3 PPP 类和前期为 EPC 后期转为 PPP 类项目的低影响开发设施在合同运营期内由投资公司负责维护管理，运营期外设施的维护管理交由政府或物业负责。

8.6.4 各地海绵城市建设管理的统筹部门，应明确各部门的职责分工，做好海绵城市设施维护管理的监督、指导、协调统筹工作。

8.6.5 各地财政部门应负责统筹安排专项经费用于海绵城市设施的维护管理。但非政府投资项目的海绵城市设施维护管理经费由其经营管理单位负责。

8.6.6 海绵城市设施应配有专职人员管理，管理人员应经专门培训上岗，掌握各类设施的维护内容、方法和频次。各管理部门应建立维护人员日常管理制度，根据维护需要合理安排人员数量、维护时间，保证各类设施维护工作顺利进行。

8.6.7 海绵城市设施由于堵塞、设备故障等原因造成暂停使用的，应及时向相应责任部门上报，同时进行排查，及时恢复使用。

## 9 安全防护和效果检测

### 9.1 安全防护

9.1.1 特殊污染源地区或者雨水中可能含有有毒有害物质的区域（如地面易累积污染物的化工厂、制药厂、金属冶炼加工厂、传染病医院、油气库、加油加气站等）不得实施雨水下渗，不得对雨水进行收集回用，应通过风险分析，确定雨水的合理出路。

9.1.2 实施雨水下渗、建设雨水滞、蓄设施，不得影响周边建筑、厂房的安全，安全距离应符合有关标准的规定。

9.1.3 雨水回用系统输配水管道严禁与生活饮用水输配水管道连接。

9.1.4 建设绿色屋顶应做好防水层施工，不能增加屋顶漏水的风险。

9.1.5 调蓄深度超过 0.5m 的下沉式广场、调节塘、湿塘、雨水花园等设施应设置安全警示标识，防止人员在暴雨期间进入。

9.1.6 冬季含有融雪剂的积雪不得堆积在绿地内，应对融雪水进行控制，不得进入绿地。

### 9.2 检测控制

#### 9.2.1 监测系统构建目标

通过构建监测系统，多方位记录海绵城市建设相关设施建设运行情况，为考核与评价提供依据，同时建立信息化平台，集中反映海绵城市建设、运营和管理的全过程信息，全面提升海绵城市的运营管理水平、规划决策水平和建设维护水平，为海绵城市建设的有效实施提供现代数字化管理手段。

#### 9.2.2 主要监测内容

应在源头设施、排水管网、接纳水体等要素选择适宜的监测点，安装在线液位计、流量计、雨量计、采样器、水质分析仪等设备，建立监测预警系统，通过智能算法识别各类设施的潜在运行风险，及时发布溢流、内涝等报警信息。具体的实施内容如下：

（1）制定初步的监测布点方案，安装在线监测设备，并根据监测数据的质量、分析评估结果以及不同的监测需求进行布点方案的优化与调整。

（2）各类设备安装要求

根据当前在线监测仪表技术成熟度、性价比及运营维护成本，建议在示范区安装 2~4 台**在线雨量计**，分区采集降雨量的变化过程曲线；

在典型源头控制措施的出水口安装**自动采样器**或进行场次降雨**人工采样**，为设施污染物总量及峰值削减率计算考核提供依据；

在重要的各类源头控制设施出水口或调蓄设施内部安装**在线液位计**，为设施控制容积计算考核提供依据；

在各个地块排入市政管网的出水口安装**在线液位计**，为各个地块的径流总量控制率计算考核提供依据，在重要地块的出水口安装**在线流量计**，为地块在不同降雨强度下的径流总量控制率计算提供依据；

在市政排水管网布设**在线流量计或液位计**，为管网运行评估及风险预警提供依据；

在受纳水体的关键控制断面安装**流量计**，有条件的地区可安装水质在线分析仪或小型自动监测站，为示范区整体建设情况考核提供依据。

(3) 结合工业 4.0、互联网+、移动互联网等先进理念，应用无线通信、云计算、大数据、物联网等新技术，设计开发智能在线监测预警系统，实现对在线监测数据的永久存储、快速查询、统计分析、对比分析等功能；同时实时判断设施的各类运行风险，通过网页端和手机端对报警信息进行及时的发布和推送。

(4) 加强对监测平台的运营维护，积累长期在线监测数据，开展数据挖掘及应用工作。

### 9.2.3 监测实施流程

监测实施流程一般可分为选择监测区/段、选择监测点和设备安装三个阶段，其具体步骤如下图所示。

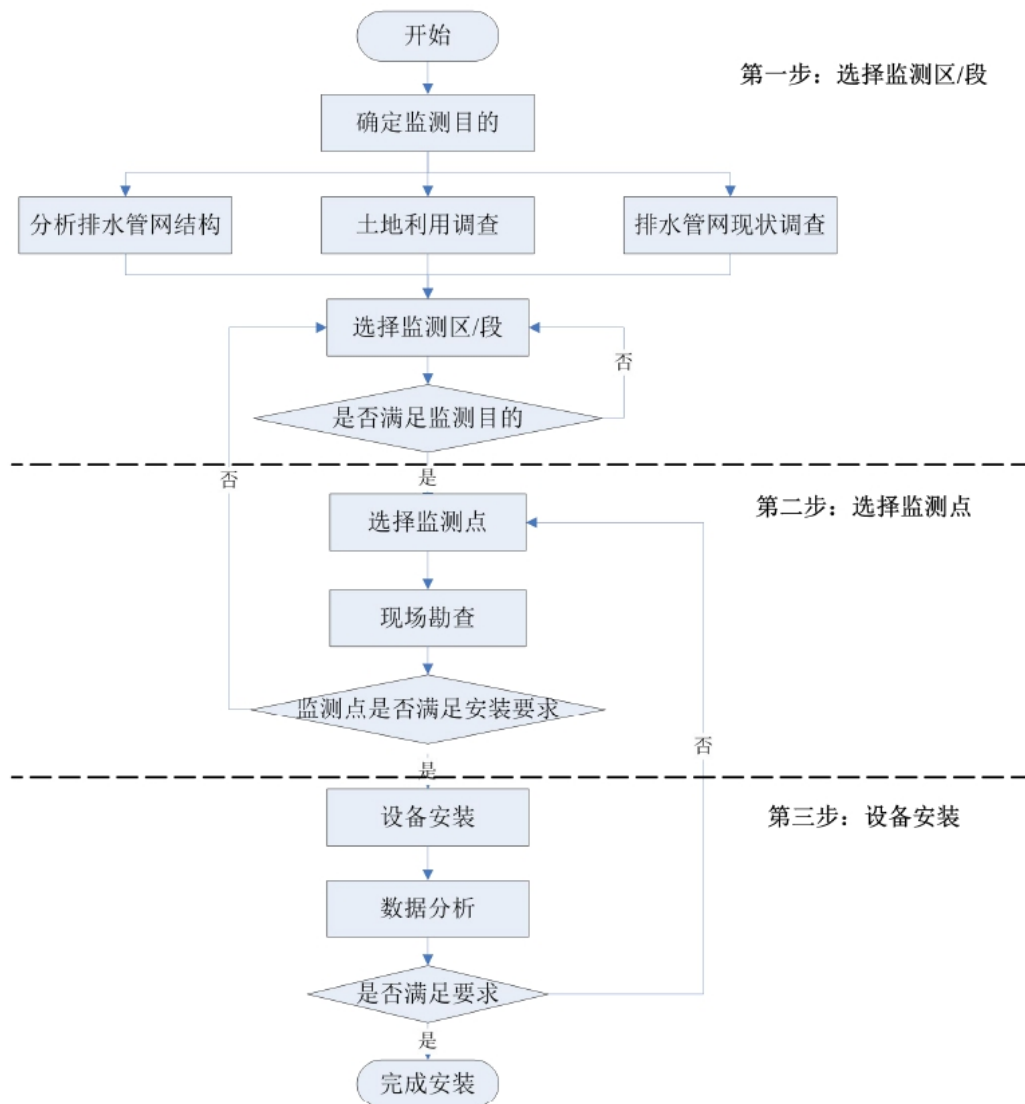


图 9-1 监测实施流程

(1) 确定监测的目标，根据设施现状分布和土地利用情况，分析排水管网的结构，并合理的选择监测区/段，初步制定监测点方案。

(2) 结合现场勘查，进一步确定满足监测设备安装要求的监测点。

(3) 在选定的监测点安装液位、流量等监测设备，并对监测设备取得的数据进行分析判别，从而进一步确认监测点选取的合理性，并进行监测指标、监测频率、监测时间，甚至监测点位的调整，最终形成科学合理的监测实施，进行长时间的数据监测。

9.2.4 城市排水管网分布范围广，不同类型的区域具有不同的排水特征，因此，制定排水管网监测方案时应尽量将监测点分散布置于城市不同类型的区域。为了便于对设备进行维护，在同一类型区域中不同类型的监测设备（如流量监测

和水质监测)的安装点应尽量靠近。

9.2.5 监测点覆盖区域内的土地利用类型应相对单一,排水规律的影响因素(包括人口密度、交通流量、空气污染和居民生活习惯等)应尽量相近或一致,以便监测点能更典型的代表监测区域的排水规律,从而辅助进行模型参数的率定与典型排水区的分析。

9.2.6 所选择的监测位置要能够方便、安全的安装和检修监测设备,并考虑设备的防盗。

9.2.7 监测时间和频率需要根据监测方案的实际实施效果进行调整。对于雨季可能产生溢流的管道,雨季的监测频率应高于旱季监测频率。

9.2.8 自动控制弃流装置应符合下列规定:

(1) 电动阀、计量装置宜就地分散设置,控制箱宜集中设置,并宜设在室内。

(2) 应具有自动切换雨水弃流管道和收集管道的功能,并具有控制和调节弃流间隔时间的功能。

(3) 流量控制式雨水弃流装置的流量计宜设在管径最小的管道上。

(4) 雨量控制式雨水弃流装置的雨量计应有可靠的保护措施。

9.2.9 雨水处理站、地下式调蓄池的运行状态应设置影像监视。

9.2.10 雨水处理设施运行应对常用控制指标(水量、主要水位、pH值、浊度)实现现场监测,有条件的可实现在线监测。

9.2.11 进入调蓄池的雨水,应进行水质指标监测。

### 9.3 年径流总量控制率评估

9.3.1 海绵城市建设后应进行实施效果评估,评估工作可委托第三方机构编制评估报告,或自行编制自评估报告后组织专家评审。

**9.3.2 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,条件缺少的采用指标考核。**

9.3.3 年径流总量控制率是海绵城市建设效果评估中最为主要的评估内容,有条件的可增加其他评估内容,亦可结合建设和维护费用进行投资效益分析。

9.3.4 年径流总量控制率评估是指在规划实施或项目建成后,通过实测数据和

分析计算，测算出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（不排入场地外）的雨水量占全年总降雨量的比例。

9.3.5 年径流总量控制率评估可分别对各地块进行单独评估，在此基础上再对区域进行整体评估。

9.3.6 汇水区清晰、内河出水口明确且具备现场监测条件的地块或项目，宜通过现场监测进行年径流总量控制率评估。有条件的单体设施，宜在设计和建设时考虑在出水口安装流量传感器，通过典型场次降雨监测，测算年径流总量控制率。

9.3.7 现场检测是指基于海绵城市设计降雨量，选择降雨量大于海绵城市设计降雨量的有代表性的日降雨，使用流量传感器检测当日的外排径流量，计算径流削减量，通过比较实际径流削减量和规划地块径流削减量的大小关系，评估年径流总量控制率是否达标。

9.3.8 研究基础较好、数据资料积累较丰富的地块或项目，可采用模型算法进行年径流总量控制率评估。相关模型选取和参数取值应符合不同地块和项目的特点，通过数据收集、模型建立、参数率定、效果评估等步骤，计算年径流总量控制率。

9.3.9 模型算法可选择典型降雨场次对区域的场次降雨径流传输过程进行检测或资料收集；结合降雨数据，构建地块雨水系统模型，将流量、水深、积水时间等监测数据用于率定、验证模型参数；将全年所有场次的降雨输入模型，利用率定得出的模型参数，模拟得出地块的外排体积总量和径流削减量，据此计算年径流总量控制率。

9.3.10 研究基础较弱、数据资料积累较少的地块或项目，可采用指标考核进行年径流总量控制率评估。复核地块或项目设计的年径流总量控制容积是否满足本导则要求。

9.3.11 采用指标考核评估年径流总量控制率的同时，应根据住房城乡建设部《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》和本导则相关设施规模计算方法，结合现场踏勘考察，进行年径流总量控制率测算和复核。指标考核与控制率复核同时达标，则年径流总量控制率达标。

9.3.12 年径流总量控制率复核是指依据施工图纸，对设施的布局、规模等参数进行踏勘考察，对各类设施所在的汇水分区进行设施可有效削减径流的核算，根

据区域内所有设施控制的径流量推算累积控制的雨水径流量, 据此分析控制的雨水径流量对应的年径流总量控制率, 验证设施的运行是否能发挥预期的效果。

9.3.13 地块现场检测应在雨水排放口、关键管网节点安装观测计量装置, 单体设施监测应根据设施情况在入流口、出流口监测, 并开展下渗过程、水位过程的监测。

9.3.14 现场检测应连续进行监测, 涵盖典型降雨场次, 基础较好的地块或项目, 宜连续监测一年, 监测频率不低于 15 分钟/次。



# 附加说明

## 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：

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：

正面词采用“应”、“得”；

反面词采用“不应”、“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”、“可”；

反面词采用“不宜”。

2、条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 附录

## 附录一 相关规范和文件

### 1. 相关规范及准则

- (1) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)
- (2) 《室外排水设计规范》(GB50014-2006 (2016 年版))
- (3) 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB 50400 -2016)
- (4) 《水污染物排放限值》(DB 44/26-2001)
- (5) 《城镇给排水技术规范》(GB 50788-2012)
- (6) 《城镇内涝防治技术规范》(GB51222-2017)
- (7) 《建筑给排水设计规范》(GB 50015-2010)
- (8) 《地下工程防水技术规范》(GB50108-2008)
- (9) 《建筑中水设计规范》(GB50336-2002)
- (10) 《屋面工程技术规范》(GB50345-2012)
- (11) 《城市绿地设计规范》(GB 50420-2007 (2016 年版))
- (12) 《民用建筑节能设计标准》(GB50555-2010)
- (13) 《坡屋面工程技术规范》(GB50693-2011)
- (14) 《城市水系规划规范》(GB50513-2009 (2016 年版))
- (15) 《城市绿地设计规范》(GB 50420-2007 (2016 年版))
- (16) 《城市道路工程设计规范》(CJJ37-2012 (2016 年版))
- (17) 《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T 135-2009)
- (18) 《透水砖路面技术规程》(CJJ/T188-2012)
- (19) 《透水沥青路面技术规程》(CJJ/T 190-2012)
- (20) 《绿化种植土壤》(CJ/T 340-2016)
- (21) 《种植屋面工程技术规程》(JGJ155-2013)
- (22) 《广东省污水综合排放标准》(DB4426-2001)
- (23) 《中山市城市规划技术标准与准则》(2016 版)(中府函[2016]562 号)

### 2. 相关文件

- (1) 《关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》(国办发[2013]23 号)

- (2) 《住房城乡建设部关于印发城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲的通知》（建城[2013]98号）
- (3) 《海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建（试行）》（建城函[2014]275号）
- (4) 《关于做好海绵城市建设试点工作的通知》（财政部、住建部、水利部，2015年）
- (5) 《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）
- (6) 《海绵城市专项规划编制暂行规定》（建规[2016]50号）
- (7) 《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）
- (8) 《广东省海绵城市建设实施指引（2016-2020年）》（粤建城[2017]188号）
- (9) 《中山市城市规划管理规定》（中府[2007]58号）
- (10) 《中山市城市排水规划管理办法》（中山市城乡规划局，2010）
- (11) 《中山市水功能区管理办法》（中府 2008[96号]）
- (12) 《中山市城市绿化管理规定》（中府[2003]118号）
- (13) 《中山市低影响开发建设实施方案》（中规通[2015]92号）
- (14) 《中山市水环境保护条例》

### 3. 相关规划

- (1) 《中山市城市总体规划（2010~2020年）》
- (2) 《广东省中山市土地利用总体规划（2006-2020年）》
- (3) 《中山市海绵城市专项规划（2016~2030）》
- (4) 《中山市中心城区水系专项规划（2016~2030）》
- (5) 《中山市中心城区雨水工程专项规划（2010~2020）》
- (6) 《中山市综合交通规划（2012~2020）》
- (7) 《中山市中心城区地下空间规划（2013~2020）》
- (8) 《中山市区域绿地控制规划（2008~2020）》

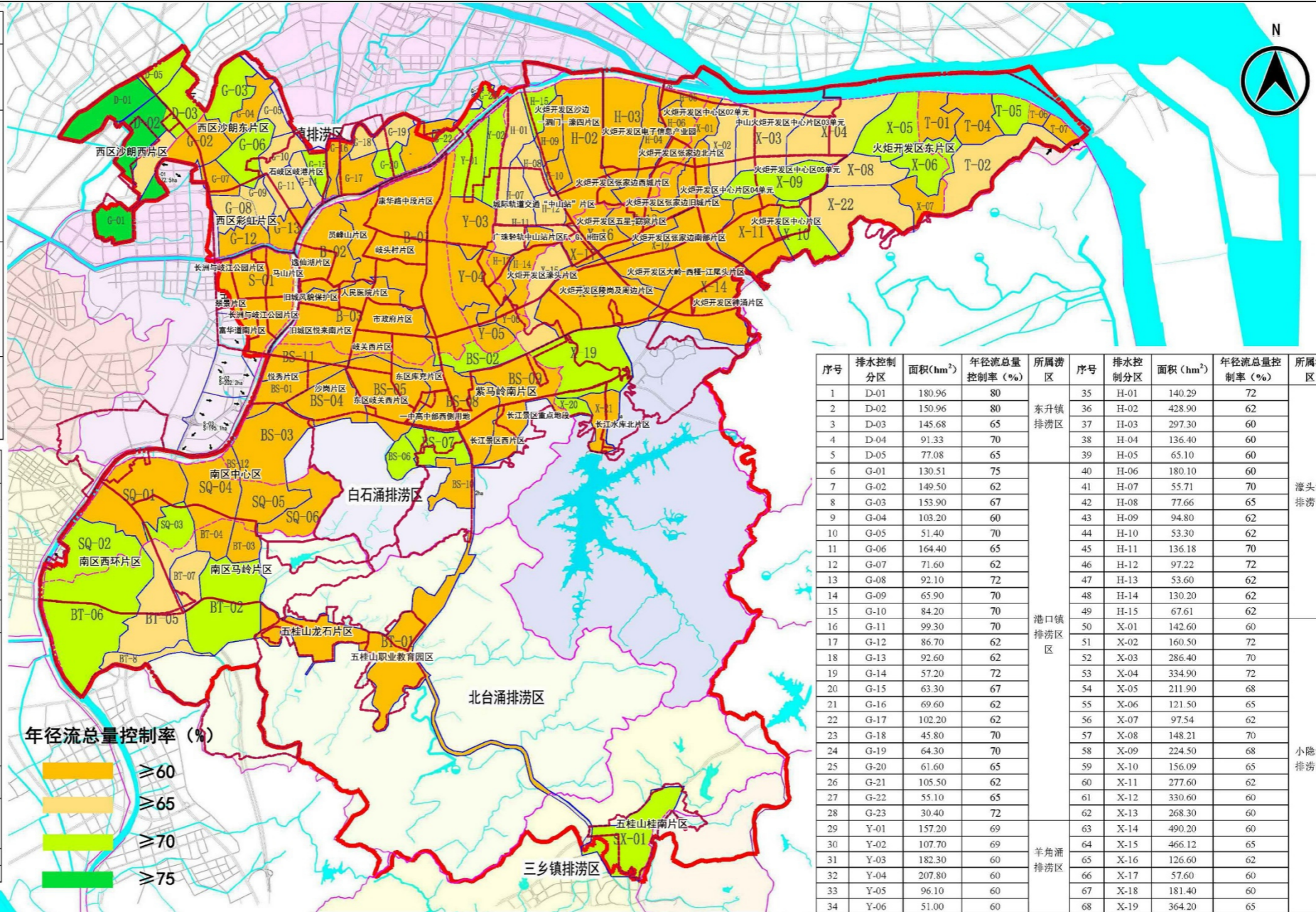
- (9) 《中山市海绵城市建设试点实施方案（2016~2020）》
- (10) 《中山市中心城区低冲击（低影响）开发规划（2012~2030）》
- (11) 《中山市低影响开发建设实施方案》
- (12) 《中山市低影响开发设计导则》

附录二 海绵城市建设信息查询图

# 中山市中心城区控规单元、排水分区海绵城市建设目标对照图

序号	排水控制分区	面积(hm <sup>2</sup> )	年径流总量控制率(%)	所属涝区
69	X-20	35.50	65	濠头涌排涝区
70	X-21	106.05	60	
71	X-22	320.00	70	
72	X-23	3240.00	78	
73	T-01	131.40	60	同兴涌排涝区
74	T-02	309.97	72	
75	T-03	48.40	65	
76	T-04	151.53	62	
77	T-05	121.40	65	
78	T-06	39.10	60	石岐南排涝区
79	T-07	50.01	62	
80	SQ-01	404.40	62	
81	SQ-02	277.80	65	
82	SQ-03	113.20	67	
83	SQ-04	219.90	62	
84	SQ-05	169.50	62	白石涌排涝区
85	SQ-06	186.50	62	
86	BS-01	139.92	60	
87	BS-02	113.60	65	
88	BS-03	305.10	60	
89	BS-04	190.20	60	
90	BS-05	329.10	62	

序号	排水控制分区	面积(hm <sup>2</sup> )	年径流总量控制率(%)	所属涝区	
91	BS-06	70.80	65	白石涌排涝区	
92	BS-07	128.52	67		
93	BS-08	363.60	62		
94	BS-09	340.40	62		
95	BS-10	114.20	62		
96	BS-11	197.24	60		
97	BS-12	32.74	62		
98	S-01	462.30	60		西区排涝区
99	BT-01	704.30	60		
100	BT-02	423.80	65		北台涌排涝区
101	BT-03	76.60	62		
102	BT-04	83.40	60		
103	BT-05	343.70	70		
104	BT-06	656.60	67		
105	BT-07	111.63	70		
106	BT-08	75.98	70		
107	SX-01	294.80	65	三乡涌排涝区	
108	B-01	988.30	62		
109	B-02	287.80	60	崩山涌排涝区	
110	B-03	611.90	60		
合计		23280.73	66		

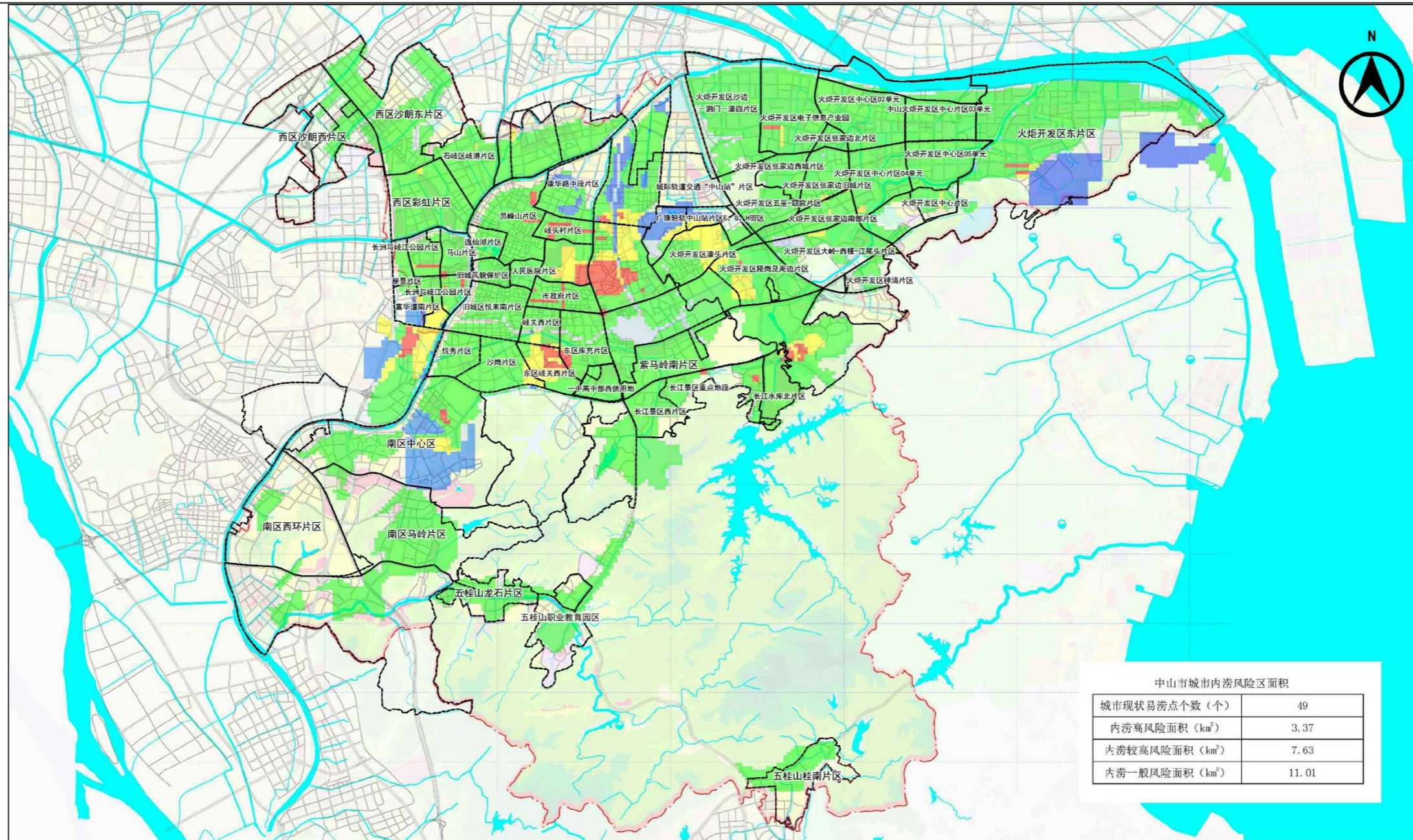


序号	排水控制分区	面积(hm <sup>2</sup> )	年径流总量控制率(%)	所属涝区	
1	D-01	180.96	80	东升镇排涝区	
2	D-02	150.96	80		
3	D-03	145.68	65		
4	D-04	91.33	70		
5	D-05	77.08	65		
6	G-01	130.51	75	港口镇排涝区	
7	G-02	149.50	62		
8	G-03	153.90	67		
9	G-04	103.20	60		
10	G-05	51.40	70		
11	G-06	164.40	65		
12	G-07	71.60	62		
13	G-08	92.10	72		
14	G-09	65.90	70		
15	G-10	84.20	70		
16	G-11	99.30	70		
17	G-12	86.70	62		
18	G-13	92.60	62		
19	G-14	57.20	72		
20	G-15	63.30	67		
21	G-16	69.60	62		
22	G-17	102.20	62		
23	G-18	45.80	70		
24	G-19	64.30	70		
25	G-20	61.60	65		
26	G-21	105.50	62		
27	G-22	55.10	65		
28	G-23	30.40	72		
29	Y-01	157.20	69	羊角涌排涝区	
30	Y-02	107.70	69		
31	Y-03	182.30	60		
32	Y-04	207.80	60		
33	Y-05	96.10	60		
34	Y-06	51.00	60		
35	H-01	140.29	72		濠头涌排涝区
36	H-02	428.90	62		
37	H-03	297.30	60		
38	H-04	136.40	60		
39	H-05	65.10	60		
40	H-06	180.10	60		
41	H-07	55.71	70		
42	H-08	77.66	65		
43	H-09	94.80	62		
44	H-10	53.30	62		
45	H-11	136.18	70		
46	H-12	97.22	72		
47	H-13	53.60	62		
48	H-14	130.20	62		
49	H-15	67.61	62		
50	X-01	142.60	60	小隐涌排涝区	
51	X-02	160.50	72		
52	X-03	286.40	70		
53	X-04	334.90	72		
54	X-05	211.90	68		
55	X-06	121.50	65		
56	X-07	97.54	62		
57	X-08	148.21	70		
58	X-09	224.50	68		
59	X-10	156.09	65		
60	X-11	277.60	62		
61	X-12	330.60	60		
62	X-13	268.30	60		
63	X-14	490.20	60		
64	X-15	466.12	65		
65	X-16	126.60	62		
66	X-17	57.60	60		
67	X-18	181.40	60		
68	X-19	364.20	65		

图例  
 中心城区范围  
 二级雨水分区界线  
 排涝分区分界线  
 控规单元分界线

2018.8

# 中山市中心城区控规单元内涝风险查询图



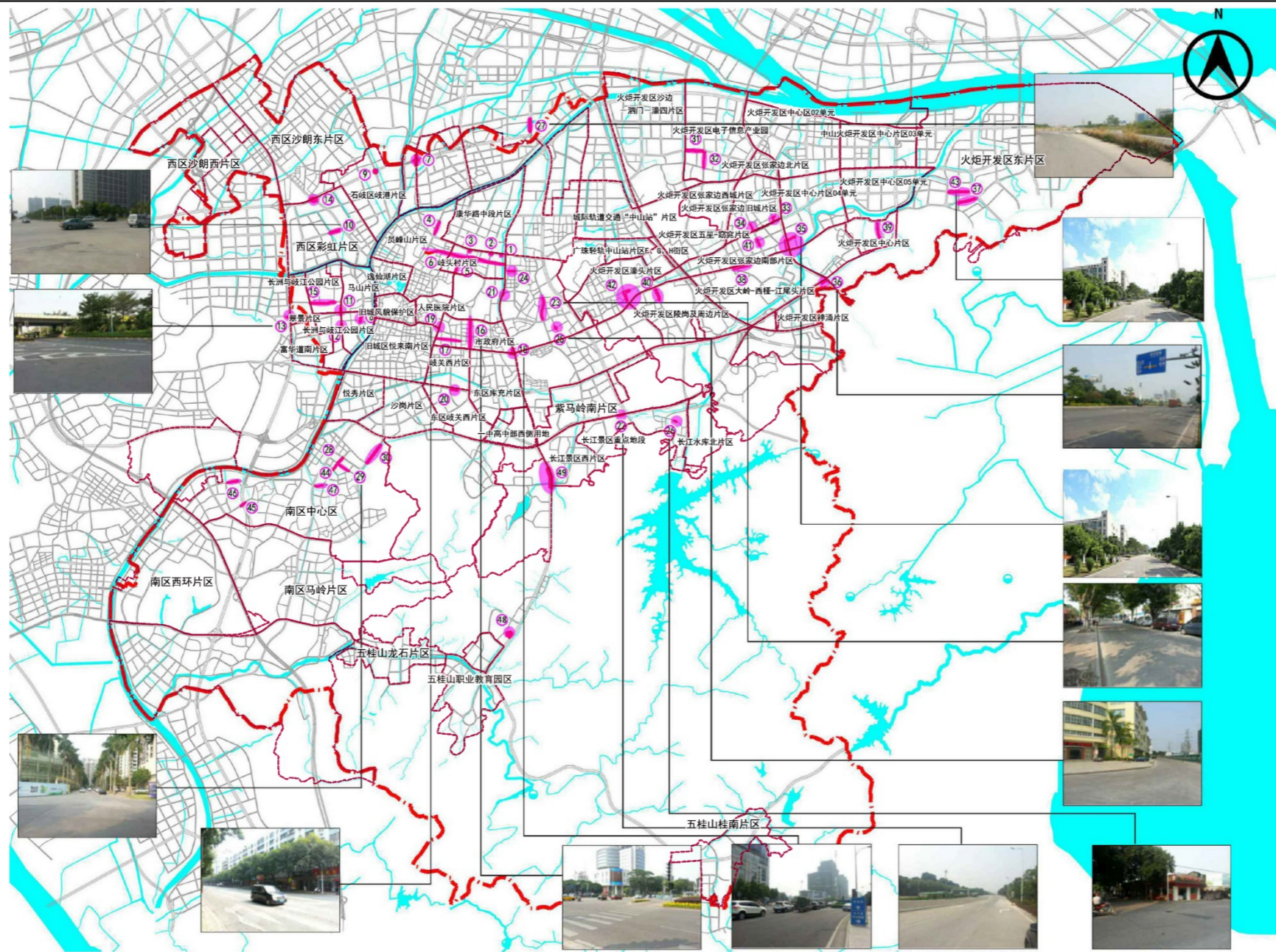
中山市城市内涝风险区面积

城市现状易涝点个数 (个)	49
内涝高风险面积 (km <sup>2</sup> )	3.37
内涝较高风险面积 (km <sup>2</sup> )	7.63
内涝一般风险面积 (km <sup>2</sup> )	11.01

- 图例
- 中心城区范围
  - 高风险区
  - 低风险区
  - 水系
  - 较高风险区
  - 控规单元分界线
  - 水库
  - 一般风险区
  - 微型水库
  - 较低风险区

2018.8

# 中山市中心城区控规单元内涝点信息查询图



中心城区内涝点分布情况一览表

序号	内涝点位置	行政区	长度 (m)	宽度 (m)	发生时间	最大水深 (m)
1	康华路(完美公司门口)	石岐区	30	7	2014.5.8	0.11
2	康华路(石岐小学对开红绿灯)	石岐区	55	9	2014.5.8	0.12
3	康华路(与东华路交叉口)	石岐区	36	8	2014.5.8	0.1
4	康华路(湖滨北路至清溪路)	石岐区	350	12	2014.5.8	0.13
5	莲兴路(莲塘北路至宏基路)	石岐区	350	12	2014.5.8	0.09
6	宏基路(富康路至湖滨中路)	石岐区	600	7	2014.5.8	0.1
7	中山一路白朗咖啡国际酒店路段	西区	200	22.5	2014.5.8	0.3
8	康华西路	石岐区	250	30	2014.5.8	0.2
9	北外环西园路口	西区	150	7.5	2014.5.8	0.3
10	莲沙路	西区	350	22.5	2014.5.8	0.2
11	长洲大街	西区	80	15	2014.5.8	0.2
12	升华路	西区	80	22.5	2014.5.8	0.25
13	富华道通安车站路段	西区	100	7.5	2014.5.8	0.25
14	彩虹大道匝道转入北外环	西区	150	7.5	2014.5.8	0.3
15	翠涌路(景新路至翠景大道之间路段)	西区	600	18	2014.5.8	0.65
16	兴中道(中山三路至孙文东路)	东区	450	10	2014.5.8	0.08
17	兴华街(康乐大街至华柏路)	东区	400	9	2014.5.8	0.13
18	中山四路与起湾道交叉路口(中山日报)	东区	70	28	2014.5.8	0.13
19	华柏路(华柏公园对开)	东区	50	6	2014.5.8	0.1
20	博爱四路(优雅山房对开)	东区	200	21	2014.5.8	0.23
21	起湾道与富湾路交叉口	东区	60	7	2014.5.8	0.12
22	长江路(绿华里)	东区	90	17	2014.5.8	0.7
23	银湾南路(洗车场至翠景山庄之间路段)	东区	350	9	2014.5.8	0.3
24	银湾东路(幼儿园至壹壹壹之间路段)	东区	180	15	2014.5.8	0.15
25	齐乐路	东区	70	15	2014.5.8	0.45
26	董长路(同心士多对开约80米长度)	东区	80	7	2014.5.8	0.4
27	福源路	港口镇	300	20	2014.5.8	0.3
28	康南路(兴南路至日华路之间路段)	南区	220	22	2014.5.8	0.25
29	日华路(康南路至星华路之间路段)	南区	150	7	2014.5.8	0.2
30	悦盈新城	南区	缺少统计数据			
31	火炬路绿林特厂段	火炬区	缺少统计数据			
32	敬业路	火炬区	缺少统计数据			
33	嘉康路	火炬区	缺少统计数据			
34	永镇大街	火炬区	缺少统计数据			
35	逸仙路逸华路段	火炬区	缺少统计数据			
36	博爱七路(逸仙路口交界)	火炬区	120	42	2014.5.8	0.6
37	环茂路黎村段	火炬区	缺少统计数据			
38	环茂路文学村段	火炬区	缺少统计数据			
39	江陵东路墓和蕉段	火炬区	缺少统计数据			
40	江陵西路陵岗路段	火炬区	缺少统计数据			
41	明珠路与康南路	火炬区	缺少统计数据			
42	孙文路与濠东路	火炬区	缺少统计数据			
43	茶坑东二路	火炬区	缺少统计数据			
44	泰安街	南区	缺少统计数据			
45	渡头隧道	南区	缺少统计数据			
46	西环二路(环美包装厂至聚合化工厂门口)	南区	缺少统计数据			
47	竹秀园北大街	南区	缺少统计数据			
48	五桂山石鼓马槽村	五桂山	缺少统计数据			
49	五桂山长命水管理区被桂路	五桂山	缺少统计数据			

图例

- 中心城区范围
- 水系
- 控规单元分界线
- 内涝点淹没范围
- 编号

2018. 8

### 附录三 常用海绵设施选择

海绵城市建设可通过渗、滞、蓄、净、用、排等多种技术实现城市良性水文循环，按主要功能一般可分为渗透、储存、调节、转输、净化五类技术设施。应根据设计目标，结合不同区域水文地质、水资源等特点及技术经济分析，按照因地制宜和经济高效的原则，灵活选用技术设施及其组合系统，根据功能按相应的方法进行设施规模计算，并对单项设施及其组合系统的设施选型和规模进行优化。

#### 1. 渗透类技术设施

##### (1) 透水铺装

##### 1) 概念与构造

透水铺装按照面层材料不同可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装，嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于透水铺装。

透水铺装结构应符合《透水砖路面技术规程》(CJJ/T188)、《透水沥青路面技术规程》(CJJ/T190)和《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135)的规定。透水铺装还应满足以下要求：

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；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；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。

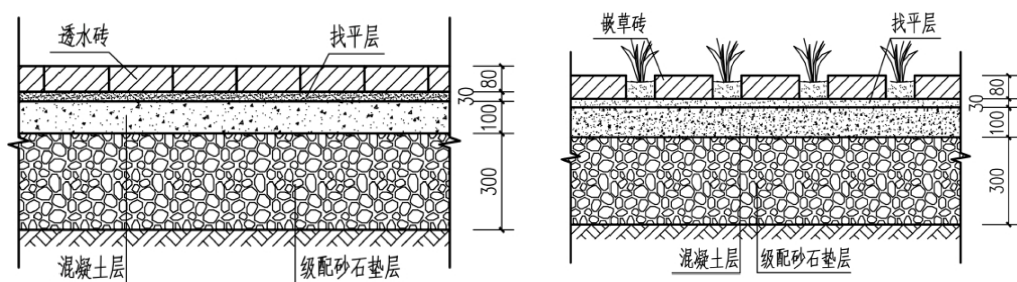


图 3-1 透水砖铺装结构示意图



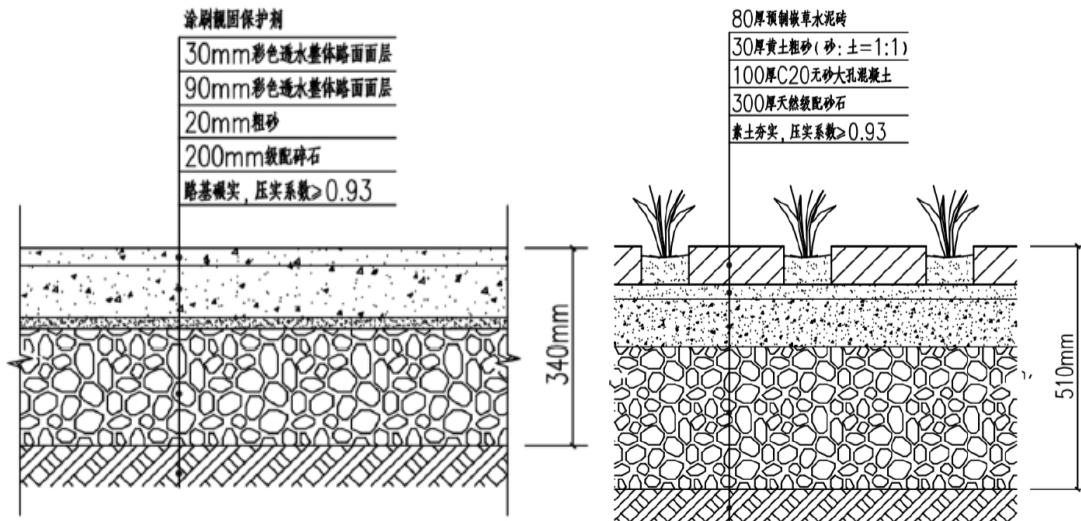


图 3-2 彩色透水整体路面（左）嵌草砖路面（右）结构示意图

## 2) 适用范围

透水砖铺装和透水水泥混凝土铺装主要适用于广场、停车场、人行道以及车流量和荷载较小的道路，如建筑与小区道路、市政道路的非机动车道等，透水沥青混凝土路面还可用于机动车道。

透水铺装应用于以下区域时，还应采取必要的措施防止次生灾害或地下水污染的发生：可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的区域，湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤地质区域；使用频率较高的商业停车场、汽车回收及维修点、加油站及码头等径流污染严重的区域。

## 3) 技术要点

a) 渗透铺装坡度不宜大于 2%，当坡度大于 2%时，沿长度方向应设置隔断层，隔断层顶宜设置在透水面层下 2~3cm。

b) 透水铺装地面宜在土基上建造，自上而下设置透水面层、透水找平层、透水基层和透水底基层；当透水铺装设置在地下室顶板上时，其覆土厚度不应小于 600mm，并应增设排水层。

c) 透水面层应满足下列要求：

渗透系数应大于  $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，可采用透水面砖、透水混凝土、草坪砖等，当采用可种植植物的面层时，宜在下面垫层中混合一定比例的营养土；透水面砖的有效孔隙率应不小于 8%，透水混凝土的有效孔隙率不小于 10%；当面层采用透水面砖时，其抗压强度、抗折强度、抗磨强度等应符合《透水砖》JC/T945-2005 中的相关规定。

d) 透水找平层应满足下列要求:

渗透系数不小于面层,宜采用细石透水混凝土、干砂、碎石或石屑等;有效孔隙率应不小于面层;厚度宜为 20mm~50mm。

e) 透水基层和透水底基层应满足下列要求:渗透系数应大于面层。底基层宜采用级配碎石、中、粗砂或天然级配砂砾料等,基层宜采用级配碎石或者透水混凝土;透水混凝土的有效孔隙率应大于 10%,砂砾料和砾石的有效孔隙率应大于 20%;垫层的厚度不宜小于 150mm。

f) 透水铺装地面设计降雨量应不小于 45mm,降雨持续时间为 60min。

g) 雨水径流水质等级低于 IV 级时不宜采用渗透铺装;周边的客水不宜引导到渗透铺装上。

## (2) 下沉式绿地

### 1) 概念与构造

下沉式绿地具有狭义和广义之分,狭义的下沉式绿地指低于周边铺砌地面或道路在 200 mm 以内的绿地;广义的下沉式绿地泛指具有一定的调蓄容积(在以径流总量控制为目标进行目标分解或设计计算时,不包括调节容积),且可用于调蓄和净化径流雨水的绿地,包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等。

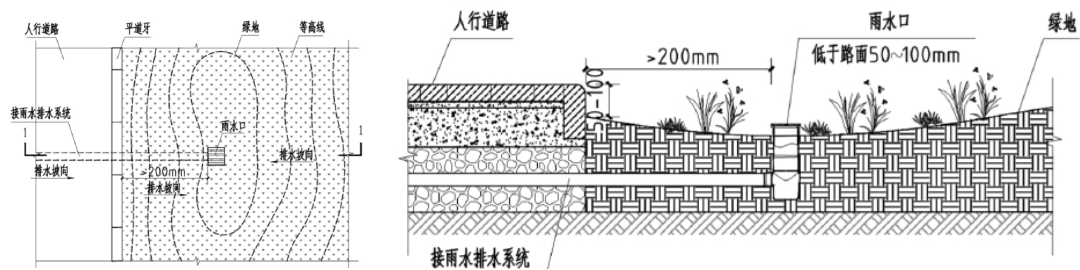


图 3-3 下沉式绿地平面(左)剖面(右)示意图

### 2) 适用范围

下沉式绿地可广泛应用于城市建筑与小区、道路、绿地和广场内。对于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1 m 及距离建筑物基础小于 3 m(水平距离)的区域,应采取必要的措施防止次生灾害的发生。

### 3) 技术要点

a) 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,绿地下凹深度宜为 50~100mm,且不大于 200mm,溢流口的高度为 50mm;

- b) 选择耐盐、耐污、耐淹的乡土草本植物，植物的耐淹时间宜为 1~3d；
- c) 下凹式绿地的调蓄空间与其下凹深度有关，一般取平均下凹深度乘以其面积，即为其调蓄容积。

d) 下沉式绿地内一般应设置溢流口（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部标高一般应高于绿地 50-100 mm。

## 2. 储存类技术设施

### (1) 湿塘

#### 1) 概念与构造

湿塘指具有雨水调蓄和净化功能的景观水体，雨水同时作为其主要的补水水源。湿塘有时可结合绿地、开放空间等场地条件设计为多功能调蓄水体，即平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨发生时发挥调蓄功能，实现土地资源的多功能利用。

湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。

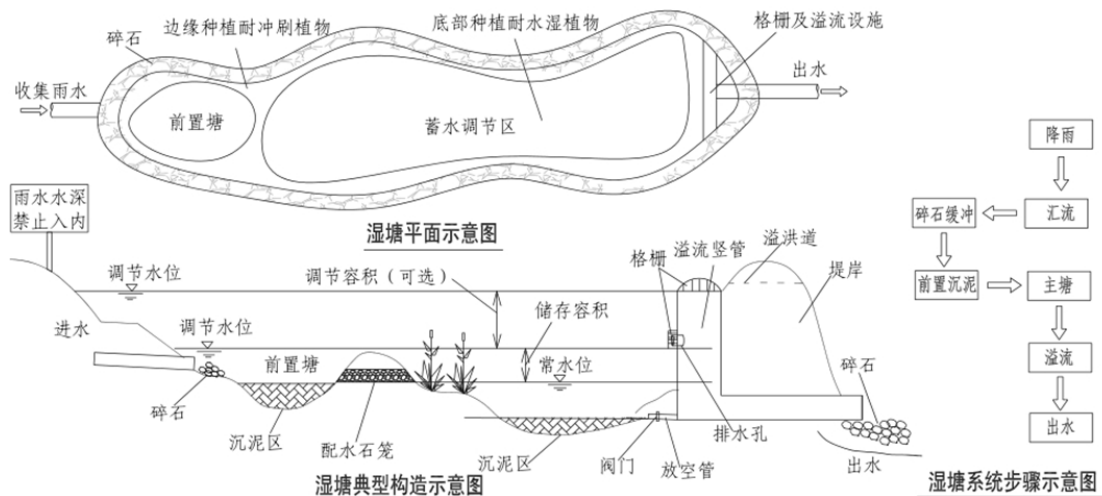


图 3-4 湿塘典型构造示意图

#### 2) 适用范围

湿塘适用于建筑与小区、城市绿地、广场等具有空间条件的场地。

#### 3) 技术要点

a) 进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

b) 前置塘为湿塘的预处理设施，起到沉淀径流中大颗粒污染物的作用；池



水带等区域。

### 3) 技术要点

- a) 雨水口和溢流口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。
- b) 雨水湿地应设置前置塘对径流雨水进行预处理。
- c) 沼泽区包括深沼泽区和浅沼泽区，其中深沼泽区水深范围一般为0.3m-0.5m，浅沼泽区水深范围一般为0m-0.3m，根据水深不同种植不同类型的水生植物。
- d) 雨水湿地的调节容积应在24h排空。
- e) 出水池主要起防止沉淀物的再悬浮和降低温度的作用，水深一般为0.8-1.2m，出水池容积约为总容积（不含调节容积）的10%。
- f) 雨水湿地外围应设置安全防护措施及安全警告标志。
- g) 潜流雨水湿地内部应设置填料，填料层厚度宜为50cm-100cm，湿地填料类型宜根据实际需求选择砾石、沸石、钢渣等材料。
- h) 水力停留时间宜为3d-5d，水力坡度宜为0.5%-1.0%。
- i) 湿地植物根据景观需要，选用相应的水生植物。

### (3) 蓄水池

#### 1) 概念与构造

蓄水池指具有雨水储存功能的集蓄利用设施，同时也具有削减峰值流量的作用，主要包括钢筋混凝土蓄水池，砖、石砌筑蓄水池及塑料蓄水模块拼装式蓄水池，用地紧张的城市大多采用地下封闭式蓄水池。蓄水池典型构造可参照国家建筑标准设计图集《雨水综合利用》（10SS705）。

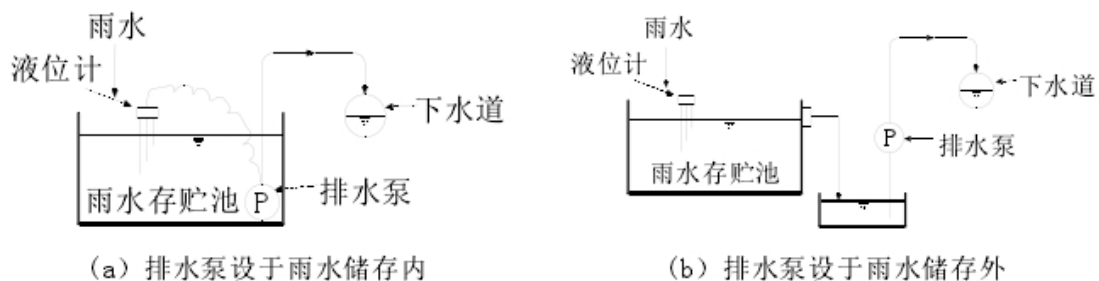


图 3-6 溢流排水方式结构示意图

#### 2) 适用范围

蓄水池适用于有雨水回用需求的建筑与小区、城市绿地等，根据雨水回用用途（绿化、道路喷洒及冲厕等）不同需配建相应的雨水净化设施；不适用于无雨

水回用需求和径流污染严重的地区。

### 3) 技术要点

a) 雨水储存设施应设有溢流排水措施，溢流排水措施宜采用重力溢流。雨水收集系统的蓄水构筑物在发生超过设计能力降雨、连续降雨或在某种故障状态时，池内水位可能超过溢流水位发生溢流。重力溢流指靠重力作用能把溢流雨水排放到室外，且溢流口高于室外地面。室内蓄水池的重力溢流管的排水能力应大于进水设计流量。

b) 当蓄水池和弃流池设在室内且溢流口低于室外地面时，应符合下列要求：当设置自动提升设备排除溢流雨水时，溢流提升设备的排数标准应按 50 年降雨重现期 5min 降雨强度设计，并不得小于集雨屋面设计重现期降雨强度；当不设溢流提升设备时，应采取防止雨水进入室内的措施；雨水蓄水池应设溢流水位报警装置，报警信号引至物业管理中心；雨水收集管道上应设置能以重力流排放到室外的超越管，超越转换阀门宜能实现自动控制。

c) 当蓄水池兼作沉淀池时，其进、出水管的设置应防止水流短路；避免扰动沉积物；进水端宜均匀布水。

d) 蓄水池应设检查口或人孔，池底宜设集泥坑和吸水坑。当蓄水池分格时，每格都应设检查口和集泥坑。池底设不小于 5% 的坡度坡向集泥坑。检查口附近宜设给水栓和排水泵的点源插座。当采用型材拼装的蓄水池，且内部构造具有集泥功能时，池底可不作坡度。当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，排水设施应配有搅拌冲洗系统，应设搅拌冲洗管道，搅拌冲洗水源宜采用池水，并与自动控制系统联动。同时，应在雨水处理前自动冲洗水池池壁和将蓄水池内的沉淀物与水搅匀，随净化系统排水将排除沉淀物排至污水管道，以免在蓄水池内过量沉淀。

e) 溢流管和通气管应设防虫措施。蓄水池宜采用耐腐蚀、易清洁的环保材料。

## (4) 雨水罐

### 1) 概念与构造

雨水罐也称雨水桶，为地上或地下封闭式的简易雨水集蓄利用设施，可用塑料、玻璃钢或金属等材料制成。

## 2) 适用范围

适用于单体建筑屋面雨水的收集利用。

## 3) 技术要点

a) 以雨水资源利用为主要功能的雨水罐，应必须采用初期雨水弃流装置，弃流装置设计应符合国家相关标准规定和要求。

b) 以雨水资源利用为主要功能的雨水罐设置与设计还应符合以下规定：收集屋面径流宜采用檐沟、天沟和雨落管，瓦屋面应设置接水槽，有条件时可将雨水贮存设施建在较高位置，易于自流供水；应设置检查口，封闭式贮存设施还应设通气设施；溢流管和通气设施应设防虫措施；作为饮用水源的雨水罐的进水管宜延伸到底部，距底板高度宜为 500mm，有条件时，进水管的出口宜设缓流设施，应防止扰动沉积物。

## 3. 调节类技术措施

### (1) 调节塘

#### 1) 概念与构造

调节塘也称干塘，以削减峰值流量功能为主，一般由进水口、调节区、出口设施、护坡及堤岸构成，也可通过合理设计使其具有渗透功能，起到一定的补充地下水和净化雨水的作用。

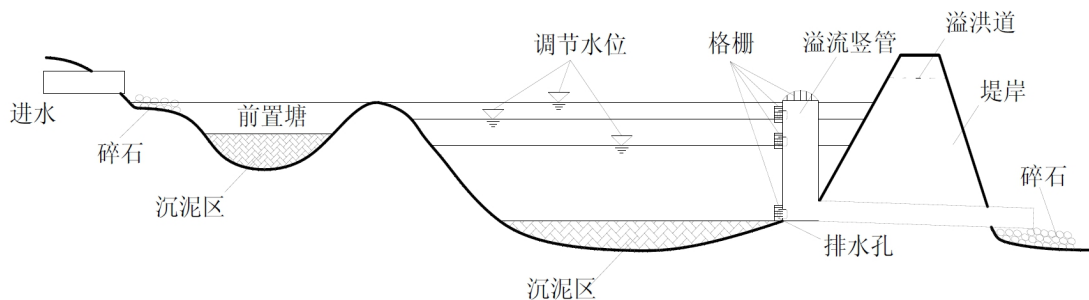


图 3-7 调节塘典型构造示意图

## 2) 适用范围

调节塘适用于建筑与小区、城市绿地等具有一定空间条件的区域。

## 3) 技术要点

- 进水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。
- 应设置前置塘对径流雨水进行预处理。
- 调节区深度一般为 0.6-3 m，塘中可以种植水生植物以减小流速、增强

雨水净化效果。塘底设计成可渗透时，塘底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于 1 m，距离建筑物基础不应小于 3 m（水平距离）。

d) 调节塘出水设施一般设计成多级出水口形式，以控制调节塘水位，增加雨水水力停留时间（一般不大于 24 h），控制外排流量。

e) 调节塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示措施。

## (2) 调节池

### 1) 概念与构造

调节池为调节设施的一种，主要用于削减雨水管渠峰值流量，一般常用溢流堰式或底部流槽式，可以是地上敞口式调节池或地下封闭式调节池，其典型构造可参见《给水排水设计手册》（第 5 册）。

### 2) 适用范围

调节池适用于城市雨水管渠系统中，削减管渠峰值流量。

## (3) 生物滞留设施

### 1) 概念与构造

生物滞留设施指在地势较低的区域，通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化径流雨水的设施。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，按应用位置不同又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。

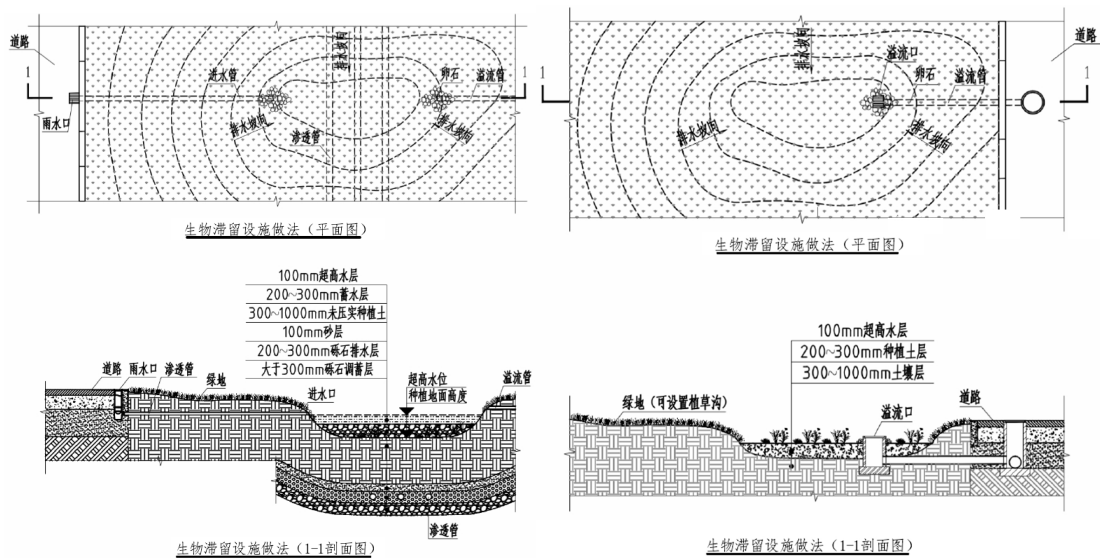


图 3-8 复杂型生物滞留设施（左）及简易型生物滞留设施结构示意图

### 2) 适用范围

生物滞留设施主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，以



及城市道路绿化带等城市绿地内。

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

### 3) 技术要点

a) 生物滞留设施应用于道路绿化带时，若道路纵坡大于 1%，应设置挡水堰/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；

b) 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，溢流设施顶一般应低于汇水面 100mm；

c) 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面积之比一般为 5%~10%；

d) 复杂型生物滞留设施结构层外侧及底部应设置透水土工布，防止周围原土侵入。如经评估认为下渗会对周围建(构)筑物造成塌陷风险，或者拟将底部出水进行集蓄回用时，可在生物滞留设施底部和周边设置防渗膜；

e) 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来确定，一般为 200~300mm，并应设 100mm 的超高；

f) 换土层介质类型及深度应满足出水水质要求，还应符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求；为防止换土层介质流失，换土层底部一般设置透水土工布隔离层，也可采用厚度不小于 100mm 的砂层(细砂和粗砂)代替；

g) 砾石层起到排水作用，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，砾石应洗净且粒径不小于穿孔管的开孔孔径；为提高生物滞留设施的调蓄作用，在穿孔管底部可增设一定厚度的砾石调蓄层。

## 4. 转输型技术设施

### (1) 植草沟

#### 1) 概念与构造

植草沟指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的雨水净化作用，可用于衔接其他各单项设施、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。除转输型植草沟外，还包括渗透型的干式植草沟及常有水的湿式植

草沟，可分别提高径流总量和径流污染控制效果。

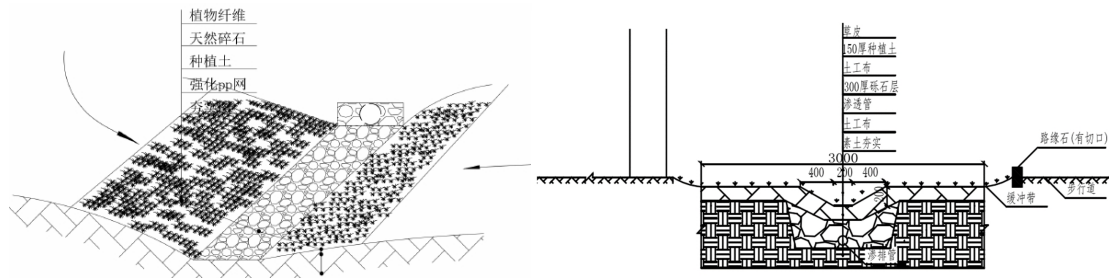


图 3-9 植草沟结构示意图

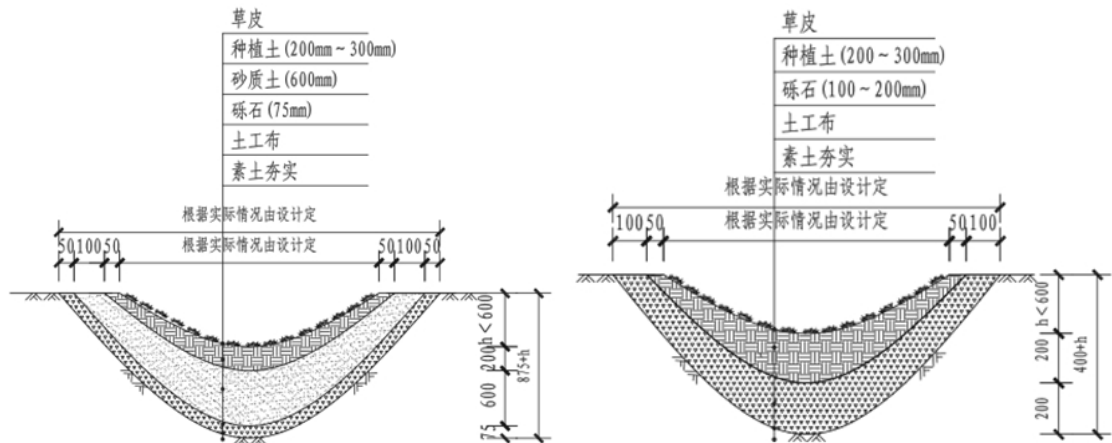


图 3-10 干式植草沟（左）及湿式植草沟（右）结构示意图

## 2) 适用范围

植草沟适用于建筑与小区内道路，广场、停车场等不透水面的周边，城市道路及城市绿地等区域，也可作为生物滞留设施、湿塘等低影响开发设施的预处理设施。植草沟也可与雨水管渠联合应用，场地竖向允许且不影响安全的情况下也可代替雨水管渠。

## 3) 技术要点

- a) 植草沟适合各种土壤类型，种植土壤不小于 30cm；
- b) 植草沟中心线距离建筑基础至少 3m，如果浅沟距离建筑物小于 3m，应于植草沟和建筑之间铺设防水材料；
- c) 植草沟所服务汇水面积不大于  $1400\text{m}^2$ （折合不透水面积），当植草沟长度过长（大于 100m）或穿路时可采用暗渠（管）配合输送雨水；
- d) 植草沟的纵向坡度取值范围宜为 0.3%-0.2%，当纵坡小于 0.3% 时存在洪涝风险。
- e) 植草沟坡度大于 5%，长度超过 30m 时，可考虑增设台坎，以减少流速，

增加入渗雨水量。台坎由卵石、砖块、木头或混凝土等材料制成，一般 7~15cm，每 4~6m 设置一处或每条浅沟设置 2 处；

f) 干式植草沟适用于居住区，通过定期割草，可保持植草沟干燥；

g) 干式植草沟考虑雨水下渗时，应取消土工布，不考虑雨水下渗时应设置土工布；

h) 植草沟考虑雨水下渗，其渗透系数应大于  $5 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ；不考虑雨水下渗时，其渗透系数应小于  $1 \times 10^{-8} \text{m/s}$ ；

i) 植草沟断面形式宜采用抛物线形、三角形或梯形；

j) 植草沟关键设计参数见下表。

表 3-1 植草沟部分设计参数取值推荐表

设计参数	取值（范围）	设计参数	取值（范围）
浅沟深度	50~250mm	浅沟顶宽	0.5~2.0m
浅沟长度	宜大于 30m	草的高度	50~150mm
水力停留时间	宜大于 6~8min	最大径流速度	0.8m/s
侧面坡度	不超过 3:1	浅沟纵向坡度	0.3%~0.5%
曼宁系数	0.2~0.3		

## 5. 净化类技术设施

### (1) 绿色屋顶

#### 1) 概念与构造

绿色屋顶也称种植屋面、屋顶绿化等，根据种植基质深度和景观复杂程度，绿色屋顶又分为简单式和花园式，基质深度根据植物需求及屋顶荷载确定，简单式绿色屋顶的基质深度一般不大于 150 mm，花园式绿色屋顶在种植乔木时基质深度可超过 600 mm，绿色屋顶的设计可参考《种植屋面工程技术规程》(JGJ155)。

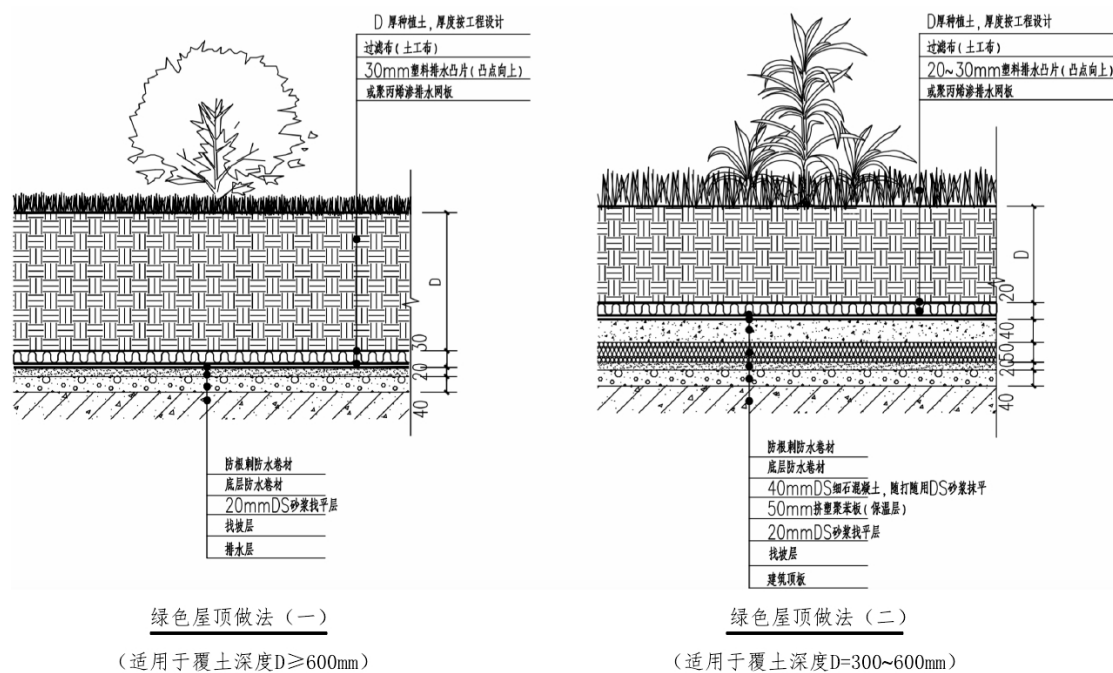


图 3-11 绿色屋顶结构示意图

## 2) 适用范围

绿色屋顶适用于符合屋顶荷载、防水等条件的平屋顶建筑和坡度 $\leq 15^\circ$ 的坡屋顶建筑。

## 3) 技术要点

a) 绿色屋顶的总负荷宜为  $60\sim 150\text{kg}/\text{m}^2$ 。

b) 防水层可采用玻璃纤维、PVC、HDPE、EPDM 等防渗材料，厚度宜大于 60mm。蓄水检查防水层施工完毕并经自然养护 2d 后，蓄水（最浅处不小于 10cm）48h，检查无任何渗漏后验收合格。

c) 当植物根系有可能刺穿防水层时，应设置保护层，可采用热塑塑料等保护膜，厚度宜大于 30mm。

d) 排水层可采取天然砂砾、碎石等材料，厚度宜大于 30mm，最大排水能力大于  $4\text{L}/(\text{m}\cdot\text{s})$ 。

## (2) 植被缓冲带

### 1) 概念与构造

植被缓冲带为坡度较缓的植被区，经植被拦截及土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的部分污染物。

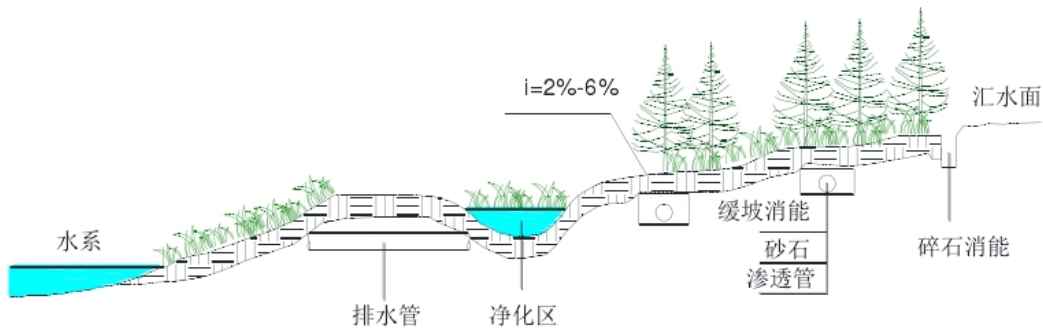


图 3-12 植被缓冲带典型构造示意图

## 2) 适用范围

植被缓冲带适用于道路等不透水面周边,可作为生物滞留设施等低影响开发设施的预处理设施,也可作为城市水系的滨水绿化带,但坡度较大(大于6%)时其雨水净化效果较差。

## 3) 技术要点

植被缓冲带坡度一般为2%-6%,宽度不宜小于2m。

### (3) 初雨弃流设施

#### 1) 概念与构造

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。

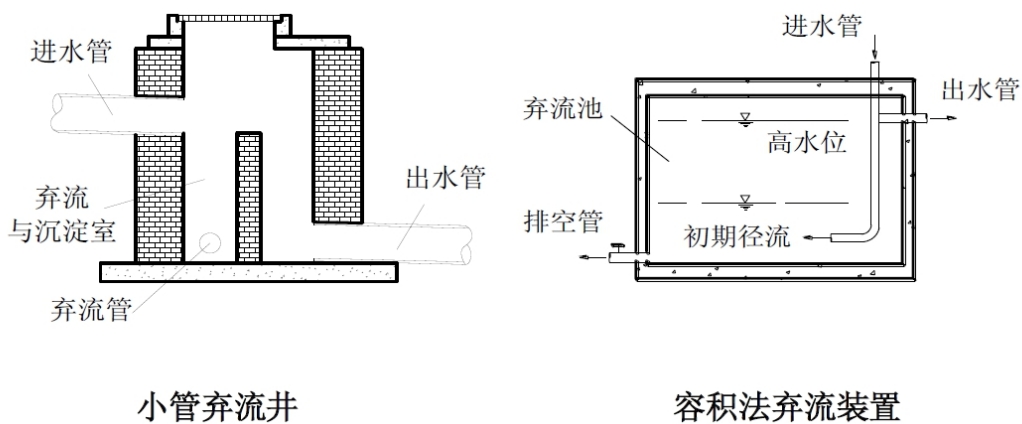


图 3-13 初期雨水弃流设施示意图

## 2) 适用范围

初期雨水弃流设施是其他低影响开发设施的重要预处理设施,主要适用于屋面雨水的雨落管、径流雨水的集中入口等低影响开发设施的前端。

### 3) 技术要点

a) 雨水初期弃流可采用溢流堰式初期雨水分流井,钢筋混凝土材质,适用于管顶附图 0.7-2.5m 时情况。

b) 采用塑料材料时,塑料材料及强度应满足《塑料排水检查井应用技术规程》(DB11/T967-2013)中的相关要求,设计最大埋深 6m。

c) 收集管前设端截污罩(安装在进水管道前端),需人工清理。

### (4) 人工土壤渗滤

#### 1) 概念与构造

人工土壤渗滤主要作为蓄水池等雨水储存设施的配套雨水设施,以达到回用水水质指标。人工土壤渗滤设施的典型构造可参照复杂型生物滞留设施。

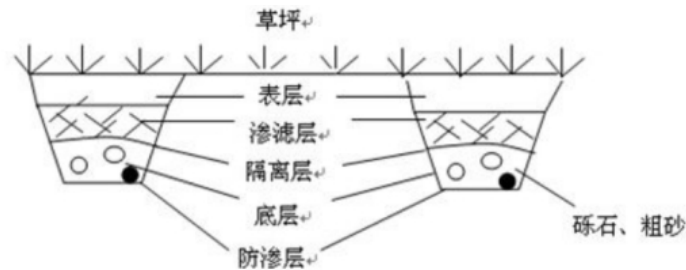


图 3-14 人工土壤渗滤设施示意图

#### 2) 适用范围

人工土壤渗滤适用于有一定场地空间的建筑与小区及城市绿地。



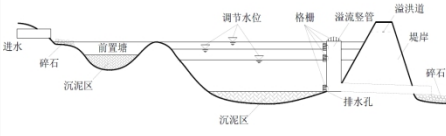
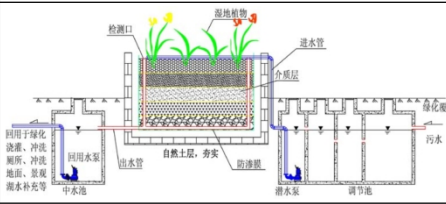
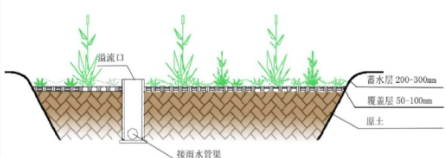
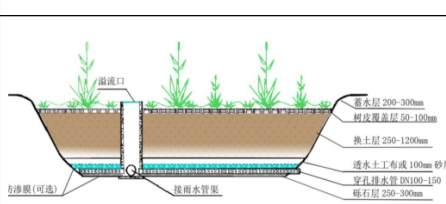
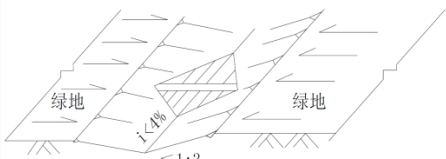
## 6. 常用海绵城市技术设施选择

根据中山市实际需求和基础特征,通过占地空间、土壤渗透性、地下水位等因素综合分析各种海绵设施的适用性,其中**渗透塘、渗井、渗管/渠**应根据实际条件谨慎使用。

在土壤渗透性能差、地下水位高、地形较陡的地区,选用渗透设施时应进行必要的技术处理,防止塌陷、地下水污染等次生灾害的发生。如土壤透水能力有限的地区采用透水铺装时,应在透水铺装的透水基层内设置排水管或排水板;采用下沉式绿地时,应根据土壤渗透性和植物耐淹性能确定下凹深度,并应设置溢流口(如雨水口),保证暴雨时径流的溢流排放。

表 3-2 中山市海绵城市技术设施选用一览表

主要技术	适用范围	占地空间	土壤渗透要求	地下水位影响	设施规模确定	适用性	典型结构示意图	
渗透技术(渗)	透水铺装	适用于广场、停车场、人行道以及车流量和荷载较小的道路	中	高	中	通过参与综合雨量径流系数计算确定	适用	
	下沉式绿地	广泛应用于城市建筑与小区、道路、绿地和广场内	中	高	高	以渗透为主要功能的设施规模计算	适用	
	渗透塘	适用于汇水面积较大(大于1公顷)且具有一定空间的区域	中	高	高	以渗透为主要功能的设施规模计算, 见本导则 4.4.1	不适用	
	渗井	适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地内	小	高	高	以渗透为主要功能的设施规模计算, 见本导则 4.4.1	不适用	
储存技术(蓄、用)	湿塘	适用于建筑与小区、城市绿地、广场等具有空间条件的场地, 可结合绿地、开放空间等场地条件设计为多功能调蓄水体	中	中	低	以储存为主要功能时通过容积法、水量平衡法计算; 具有储存、调节功能时应综合储存设施、调节设施计算方法	适用	
	雨水湿地	适用于具有一定空间条件的建筑与小区、城市道路、城市绿地、滨水带等区域	大	中	低	以储存为主要功能时通过容积法、水量平衡法计算; 具有储存、调节功能时应综合储存设施、调节设施计算方法	适用	
	蓄水池	适用于有雨水回用需求的建筑与小区、城市绿地等, 根据雨水回用用途(绿化、道路喷洒及公厕等)配建相应的雨水净化设	小	-	低	容积法, 水量平衡法	适用	

主要技术	适用范围	占地空间	土壤渗透要求	地下水位影响	设施规模确定	适用性	典型结构示意图	
	施。							
雨水罐	适用于单体建筑屋面雨水的收集利用	小	-	-	容积法, 水量平衡法	适用		
蓄水模块	应用于雨水的存储和回用, 道路沿线排水和蓄水渗滤系统、停车场、生态浅沟蓄水排水等	中	-	低	通过容积法、水量平衡法计算	适用		
调节技术(滞)	调节塘	适用于建筑与小区、城市绿地等具有一定空间条件的区域	大	-	低	以调节为主要功能的设施规模计算, 见本导则 4.4.3	适用	
	调节池	适用于城市雨水管渠系统中, 削减管渠峰值流量	小	-	低	以调节为主要功能的设施规模计算, 见本导则 4.4.3	适用	
	简易生物滞留设施	主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地, 以及城市道路绿化带等城市绿地内	小	高	中	以渗透为主要功能的设施规模计算, 见本导则 4.4.1	适用	
	复杂型生物滞留设施	主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地, 以及城市道路绿化带等城市绿地内	小	-	低	以渗透为主要功能的设施规模计算, 见本导则 4.4.1	适用	
传输技术(排)	植草沟	适用于道路, 广场、停车场等不透水面的周边, 可作为生物滞留设施、湿塘等海绵设施的预处理设施。植草沟可与雨水管渠联合应用, 场地竖向允许且不影响安全的情况下可代替雨水管渠	小	高	中	流量法	适用	



主要技术	适用范围	占地空间	土壤渗透要求	地下水位影响	设施规模确定	适用性	典型结构示意
渗管/渠	适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地	小	高	高	流量法	不适用	
截污净化技术(净)	绿色屋顶	-	-	-	通过参与综合雨量径流系数计算确定	适用	
	植被缓冲带	大	中	中	根据场地空间条件决定	适用	
	初雨弃流设施	小	-	-	容积法	适用	
	人工土壤渗透	适用于有一定场地空间的建筑与小区及城市绿地	小	-	低	根据设计净化周期和渗透介质的渗透性能确定	适用

## 附录四 绿地建设推荐植物种类表

表 4-1 绿地建设推荐植物种类表

水源涵养林推荐树种		
序号	科	树种
1	壳斗科	锥栗、茅栗、红锥、米锥、甜槠栲、刺栲、黎蒴、水青冈、麻栎、槲栎、小叶栎、栓皮栎
2	樟科	毛桂、华南桂、阴香、樟树、沉水樟、黄樟、香桂、川桂
3	木兰科	木莲、海南木莲、白兰花、深山含笑、乐昌含笑
4	桃金娘科	肖蒲桃、水翁、海南蒲桃、红鳞蒲桃、香蒲桃、红枝蒲桃、白千层、红胶木
5	豆科	大叶相思、台湾相思、马占相思、绢毛相思、海红豆、楸树、南洋楸、铁刀木、南岭黄檀、凤凰木、格木、仪花、红豆树、亮叶猴耳环
6	金缕梅科	阿丁枫、马蹄荷、枫香、米老排、红花荷，桑科的高山榕、垂叶榕、黄葛树、榕树杜
7	杜英科	大叶杜英、杜英、中华杜英、山杜英，大戟科的石栗、银柴、土密树、土沉香、山乌桕、乌桕
8	竹类	麻竹、粉单竹、毛竹、淡竹、刚竹、茶秆竹
常用湿地植物表		
序号	类型	树种
1	浮叶植物	睡莲、芡实、萍蓬、菱、两栖蓼、慈姑、槐叶萍、荇菜、青萍、鸭舌草
2	挺水植物	荷花、菖蒲、芦苇、水葱、水芹、香蒲、泽泻、水芋、雨久花、灯芯草
3	沉水植物	金鱼藻、乌菱、小叶眼子菜、眼子菜
4	岸边植物	美人蕉、芦苇、灯心草、旱伞竹、芦竹、薏米、量天尺、五节芒、类芦
5	红树林植物	杯萼海桑、海桑、木榄、尖瓣海莲、竹节树、角果木、秋茄、海红兰、红茄冬、老鼠勒、海榄雌、许树
6	半红树林植物	水黄皮、海芒果、黄槿、杨叶肖槿、海滨猫尾木、阔苞菊、钝叶臭黄荆
低影响开发绿地系统植物选择表		
序号	类型	树种
1	绿色屋顶	马尼拉草、白三叶、蔓长春花、常春油麻藤、佛甲草、盆草、凹叶景天、德国景天、长寿花、落地生根、大花金鸡菊、蓍属、紫菀、紫薇、六月雪、锦葵、木槿、小叶扶芳藤、扶桑、玫瑰、兰天竹等
2	生物滞留设施	花叶芦苇、黄菖蒲、香蒲、蝉花、泽泻、千屈菜、慈姑、匍匐剪股颖等金叶小檗、红叶石楠、黄果火棘、金焰绣线菊、喷雪花、金叶风箱果、伞房决明、地中海荚蒾、花叶锦带、杠柳、迷迭香等
3	植被浅沟	细叶芒、斑叶芒、萱草、马蔺、黄菖蒲、千屈菜、木槿、柽柳、旱柳、白蜡、花叶蔓长春、花叶扶芳藤、大花六道木、毛核木等
4	植草砖	结缕草，野牛草，紫花地丁、早熟禾、毛车前等
6	雨水湿地	金鱼藻、狐尾藻、凤眼莲、睡莲、荷花、水盾草、萍蓬、灯芯草、荸荠、水罌粟、香蒲、芦苇、水葱、鸢尾、黄菖蒲、梭鱼草、千屈菜、再力花、三白草等

## 附录五 模型技术应用

### 1. 模型原理

排水管网模型涉及众多的自然和人工设施要素，如地表街道、污水管网、雨水管网、合流制管网、明渠、水库、天然河道等，因此排水管网模型具有结构复杂和模拟参数多的特点。通常，排水管网模型的模拟过程由三部分构成，即地表径流过程模拟、径流污染过程模拟和管网传输过程模拟，如下图所示。

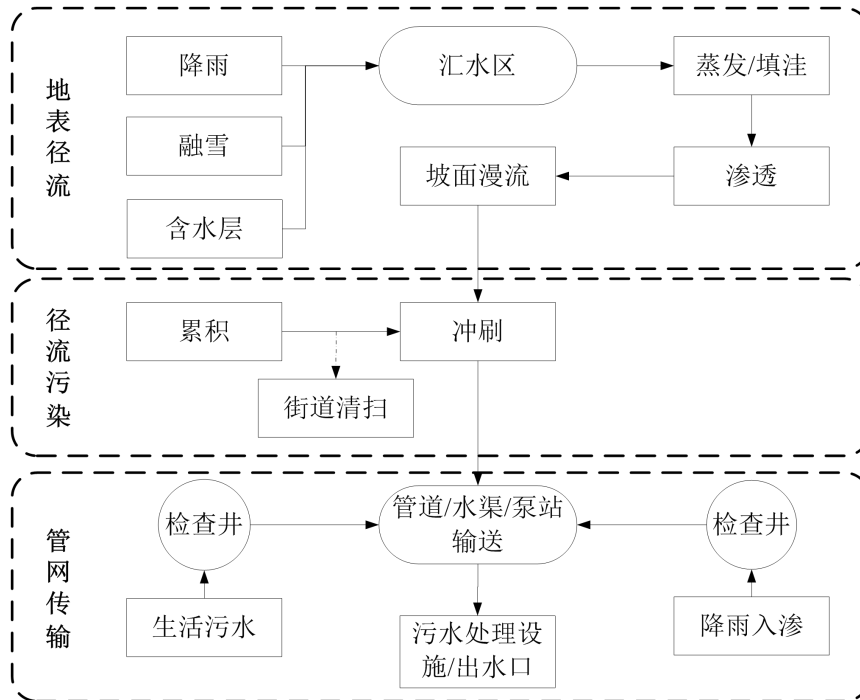


图 5-1 排水管网模型结构示意图

地表径流过程模拟主要是描述降雨事件发生后，汇水区发生的洼地蓄水、蒸发和入渗等径流损失，以及生成城市地表径流的过程，它包括输入降雨过程，计算径流损失、净雨量和地表汇流过程。径流污染过程模拟主要是描述各种污染物组分在地表旱季的累积过程和雨季随径流过程进入到排水管道的冲刷过程。管网传输过程模拟主要是描述雨污水汇流后由排水管网输送到接纳水体或污水处理厂的过程，其核心部分是管网汇流的计算，即管道中水流由上游向下游运动的演算过程，并从中确定系统各节点和管道的流量、水深、流速和水质等状态信息。

通过分析国内外雨水系统规划设计方法，在借鉴国外先进技术和经验的同时，结合目前我国目前的经济技术水平和案例实践，在规划设计中的应用雨水系统数学模型的基本流程如下（对于具体案例情况，应对基本流程加以适当调整）：

- (1) 明确研究对象和研究范围：确定研究对象，考虑研究对象与相邻雨水

系统的影响关系，确定研究范围。

(2) 现状资料收集与整理：围绕研究对象，在研究范围内进行雨水系统现状资料、设计资料以及监测资料的收集与整理，为后续工作奠定基础。

(3) 建立雨水系统模型：雨水系统模型包括现状系统模型和规划模型两类，分别用来进行现状评估和规划方案分析（包括超标降雨风险分析），两类模型构建均包括：标准数据库的建立、模型软件的选取、暴雨雨型的确定、模型参数率定等工作。

(4) 规划设计标准确定：无论是建成区雨水系统改造还是新建区雨水系统规划，均需要根据实际情况和相关法规要求，确定雨水系统规划设计标准，以指导规划方案的制订。

(5) 规划方案确定：应根据确定的规划设计标准编制方案。

(6) 模型模拟评估及优化调整：对于规划方案，应建立规划系统模型，利用规划模型模拟，最后根据模拟结果对规划方案进行优化调整。

我国已有较多城市开展了相关建模工作，并取得了一批成果，后续工作应在以上工作成果的基础上进行。在模型构建和测试的报告或者章节中应该包括以下内容：1) 模型软件选择；2) 数据检查、数据标签设置、缺失数据推断；3) 模型简化说明；4) 产汇流模型选择；5) 模型参数设置（和率定）；6) 模型稳定性测试。

同时，随着城市开发建设的进行，经过验证的成果模型和实际情况之间会存在差异，模型工程师应对这些差异进行分析评估并对方案进行相应调整。这些差异包括但不限于：1) 系统功能性变化，如管渠淤积或清淤导致的粗糙系数或过水断面变化；2) 系统结构性变化，如进行管网改造或增加泵闸等；3) 地块用地性质变化。

## 2. 模型介绍

城市排水管网模型众多，本节主要介绍以国外常用的模型。

### (1) SWMM 模型

SWMM 模型是一个对城市区域排水系统的水量和水质变化规律进行综合模拟分析的计算机模型。SWMM 将城市排水管网系统中的水文和水力要素概化为管线（Link）、节点（Node）和汇水区（Catchment）三种类型。用非线性水库模

型模拟地表径流，用圣维南方程演算管网的输送过程，用累积-冲刷模式模拟地表径流的污染。SWMM 模型可用于城市区域降雨径流、合流制管道、污水管道和其它排水系统的规划设计、情景分析和方案评估等多个方面，包括为控制城市内涝而设置的各类排水设施的选择与设计、为减少合流制管网溢流（Combined Sewer Overflow，简称 CSO）而制定管理策略、为掌握入流和入渗对污水管溢流的影响而进行系统评估、为开展城市非点源污染研究以减少雨季非点源污染负荷而制定控制措施等。在基础数据满足建模要求的前提下，SWMM 模型也可应用于非城市区域的分析与模拟。

### （2）STORM 模型

STORM 模型能够模拟城市或农村地区的地表径流和污染物负荷等对降雨的响应，即可以进行单场降雨模拟，也可用进行以小时为时间步长的连续模拟，一般用于工程规划中对流域长期径流过程的模拟。该模型可以模拟径流、蓄水、溢流、污染物去除和土壤侵蚀等过程。在进行径流模拟时，根据地表特性将汇水区分为透水区和不透水区，径流量的计算可利用径流系数法和径流曲线数值（curve number，简称 CN）法，或将两种方法进行组合，在不透水区采用径流系数法而在透水区采用 CN 法。采用径流系数法时，径流量可视为降雨量减去截流量的线性函数，不透水区所占比例、透水区和不透水区的径流系数等均是可变的参数。采用 CN 法时，根据土壤的类别和土地利用特征等资料，可通过 CN 值计算出土壤的潜在蓄水量（potential storage）。利用 STORM 模型可计算出系列水质参数（如可悬浮/可沉淀固体、BOD、总氮、正磷和总大肠杆菌）的浓度和负荷，从而为控制降雨径流和土壤侵蚀的存贮和处理设施的尺寸设计提供数据支持。同时，由于该模型的径流估算采用经验公式，也可计算非城市区域的地表冲刷过程。

### （3）SUSTAIN 模型

SUSTAIN 全称城市降雨径流控制的模拟与分析集成系统（System for Urban Stormwater Treatment and Analysis INtegration），是美一套用于在城市或开发区流域内进行 BMPs 选址、布局、模拟、优化的整合决策支持系统。相比于之前推出的 BMPDSS 规划决策系统，SUSTAIN 弥补了其依赖外部地表径流流量和污染物浓度时间序列数据的缺陷，并增加了入渗池、植物蓄流池、砂滤系统、植被过滤带等单体 BMPs 措施和集成式 BMPs，在一个统一的框架下无缝封装了多种可分

别模拟城市水文过程、污染物负荷、各种最新径流处理控制措施的模型，对不同尺度的汇水区域进行综合性的降雨径流管理分析。此外，SUSTAIN 强化了系统优化模块和后处理模块，可以对一系列可能的方案进行成本-效益分析，优选出最符合实际需求的解决方案，有助于决策者在实现降雨径流管理目标的前提下节约整体费用投资，达到效益最大化。

SUSTAIN 采用 ArcGIS 作为基础平台，支持基本的数据管理、BMPs 选址、各个不同模块构件的连接，以及与外部模型数据的交互等。除了 ArcGIS 平台之外，SUSTAIN 系统还包括五大功能模块：用地产流模块、BMPs 模拟模块、径流输送模块、优化模块和后处理模块。用地产流模块模拟不同土地利用地块的产流时间序列文件，作为 BMPs 模拟模块的前端输入；BMPs 模拟模块包含了十余种 BMPs 措施单体和集成式 BMPs 组件，可对不同 BMPs 措施对降雨径流和径流污染物的控制、处理进行模拟；径流输送模块则对不同地块之间、不同 BMPs 措施之间或两者之间径流传输的路径过程进行计算和模拟；优化模块基于给定的可变量和优化目标，依托于 SUSTAIN 自带的成本数据库，通过分散搜索算法、遗传算法等优化算法对不同的情景方案进行比较分析，给出满足目标要求的最优方案；最后，通过后处理模块将优化的结果以降雨径流控制评价、BMPs 控制功效总结、优化方案成本-效益曲线等可视化的方式表现出来。

### 3. 模型建立与参数验证

通常，排水管网模型的构建和应用流程如下图所示。基础数据的收集和整理是排水管网模型构建的基础，具有重要的意义。在模型构建之前，首先需要对基础空间地形数据、排水管网数据、遥感卫星数据、社会经济统计数据等基础数据进行广泛的收集整理，从而为后续模型构建过程中的属性数据设置、拓扑关系检查及修正等关键步骤提供必要的的数据支持。为了使收集的各类数据得到有序可靠的存储和管理，并为模型的应用以及排水管网相关查询分析或决策支持系统的开发提供良好的数据条件，可以参考目前相关技术方法，设计并建立排水管网综合数据库，同时为排水管网的数据管理、网络分析与模型模拟等功能的开发与应用提供统一的数据支持。

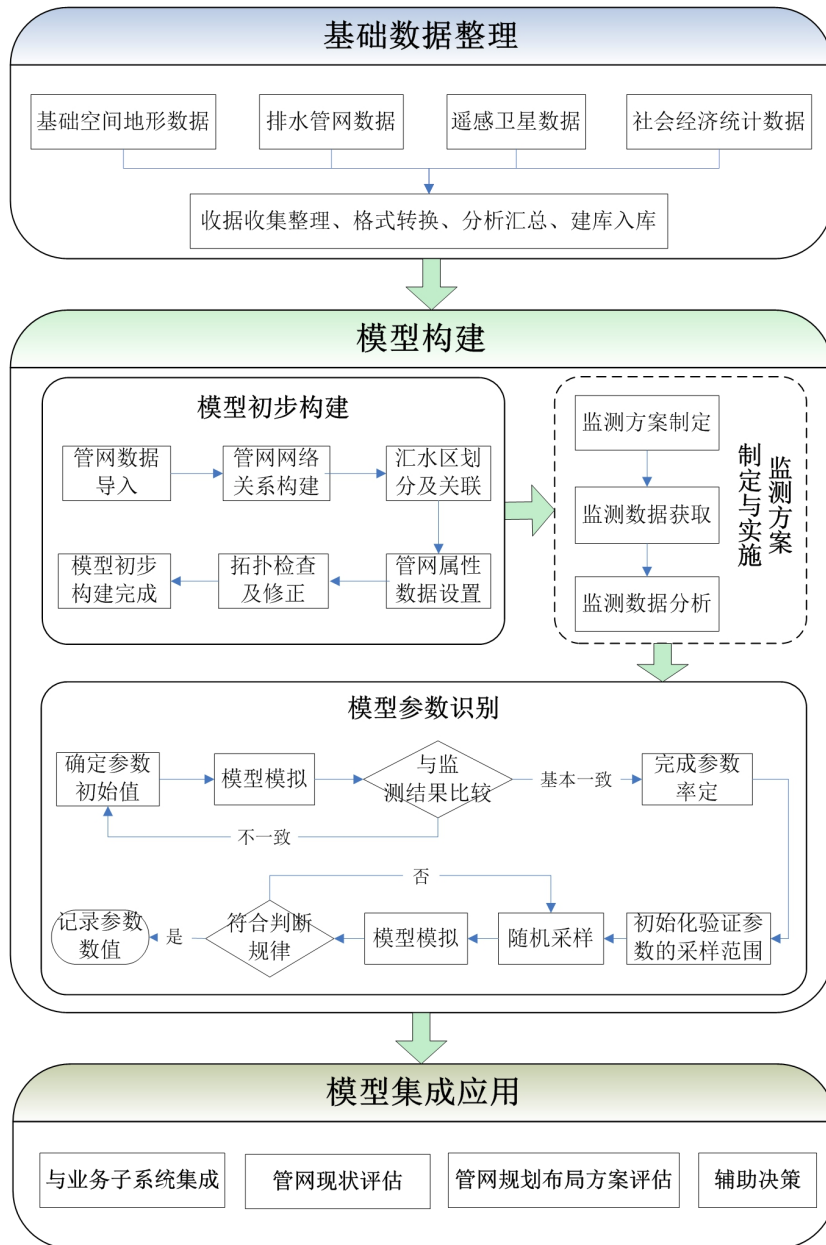


图 5-2 排水管网模型构建和应用流程图

在排水管网模型构建过程中，通常需要完成三部分工作：

- (1) 模型初步构建；
- (2) 现场监测方案的制定与实施；
- (3) 模型参数的识别。

只有基于真实排水管网属性数据与网络拓扑结构进行模型构建，依据真实监测数据进行模型的参数识别，才能使建立的数学模型客观反映排水管网的运行规律，为排水管网的数字化管理提供可信的科学依据。

在模型构建的基础上，通过进一步集成开发，可以将模型与相关业务子系统

紧密集成，从而实现在各种不同模拟情景条件下，对管网系统的水力和水质的变化规律进行动态仿真模拟，为管网现状评估、管网规划布局方案评估及其它排水管网运行问题的分析与辅助决策提供科学的数据支持。

模型的参数识别是模型应用的前提和基础。由于排水管网模型具有一定的空间分布特征，使用单一参数或空间集总式参数进行模拟分析容易造成决策偏差，而将参数进行空间分布差异化，使用多组行为参数进行模拟计算，有利于增强模型参数的物理意义，提高模型对现实规律的解释分析能力，降低环境管理过程中的决策风险。在研究区域基础资料比较丰富、空间数据分辨率较高、监测数据质量较好的情况下，可利用 GIS 中的空间叠加与地学统计相关分析方法，对关键的模型参数进行“分布式”处理。

目前，模型参数的识别方法可以分为两种，即基于优化思想的参数识别方法和基于不确定性分析的参数识别方法。基于优化思想的参数识别方法致力于寻求一组参数使得模型的模拟值尽可能地接近真实值，这些方法致力于通过算法的改进来提升模型参数寻优的效率与偏差。而在模型实际应用的过程中，模型模拟的结果与实测值之间存在的偏差主要是由人们对现实世界认识的局限性、现有监测技术手段的不足、相关资料的缺失等各种因素造成的。基于不确定性分析的参数识别方法使用参数的后验分布来代替单一的优化参数，进而可以对模型输出的不确定性做出估计，与基于优化思想的参数识别方法相比，该方法可以在一定程度上保证模型的可靠性，降低模型使用的决策风险。

#### 4. 模型应用

应用数学模型，可以有效支撑海绵城市规划设计方案的制定、评估及优化，在规划阶段、设计优化阶段、运行阶段可采用不同的建模策略支持海绵城市建设工作。其中，在海绵城市建设过程中，模型可以应用于辅助规划方案制定及优化、年径流总量控制目标分析及分解、设计方案评估等三个方面。

##### （1）辅助规划方案制定及优化

在规划阶段，首先可以利用模型对现状进行评估，模拟计算研究区的年降雨量径流系数，并计算年径流总控制率，通过模拟计算值和《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》中所属分区的年径流总量控制率进行对比，可分析该区域海绵城市建设目标的可达性。



针对已有的规划设计方案也可采用模型进行进一步的评估及优化。由于规划设计的评估优化是一项复杂的系统工程，与区域特性关联度极大，且具有较高的弹性度，需根据区域的开发现状、用地特征、地质地形、交通动线等进行调整。因此，在方案设计过程中，需要充分收集研究区域的各项相关资料，并进行综合分析判别，找出适用的措施及适建区域，完成具体措施的选型、布局与规模设计后，利用模型模拟技术进行方案的评估和最终确定。具体规划流程见下图。

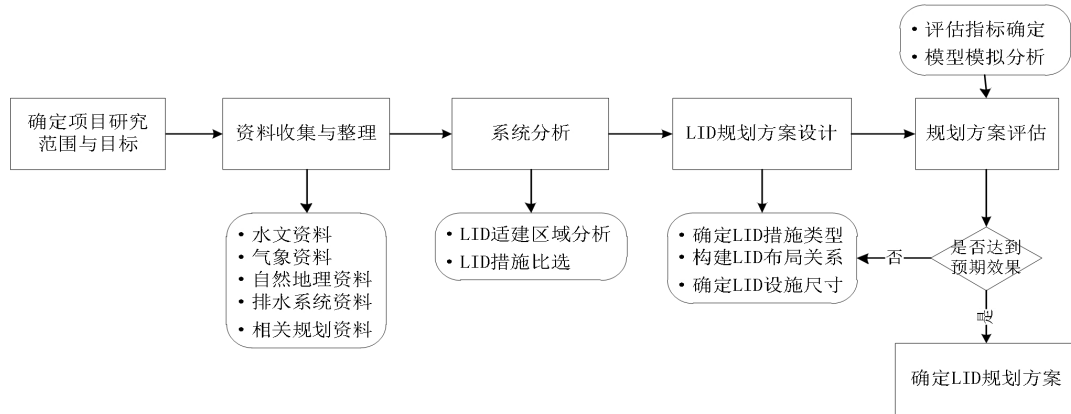


图 5-3 规划设计优化流程图

在选取适用的低影响开发措施及拟建范围后，进行详细的方案设计，如措施组合方式、尺寸规模、数量等，形成适合的设施布局方案。结合模型模拟技术对初步设计方案进行调整、评估、优化，并对方案洪涝控制、污染控制、雨水利用、经济成本等主要方面所能达到的效果进行定量分析，最终确定最符合设计目标的设计方案。

在实际应用中，还应考虑系统对不同雨型的反应，管网系统可承受多大强度的降雨等，从而综合做出低影响开发措施实施效果的评价。

## (2) 年径流总量控制目标分析及分解

由于海绵城市建设总体控制目标的实现依赖于各地块可实施的低影响开发措施来实现，而不同地块的低影响开发设施的规模、强度和关键控制参数存在差异。如果不考虑各个地块之间的措施适用性差异，采用统一的标准、规模及控制参数进行设施布局，则方案将不具备可实施性；如果要充分考虑地块之间的差异，则需要人工进行大量的方案组合与试算，工作效率偏低，计算出错可能性较高，而且由于人工试算的方案组合有限，可能会导致最优组合方案未试算与筛选的可能性。因此，需要利用模型工具，实现城市用地分类、低影响开发设施选择与匹配、设施开发强度及关键参数控制、大量方案自动采样计算、可行方案自动筛选

等核心功能，对选定方案进行地块级的参数调整优化，自动计算调整后的地块指标和总体控制目标。确保海绵城市的总体控制目标有效分解到各个地块。

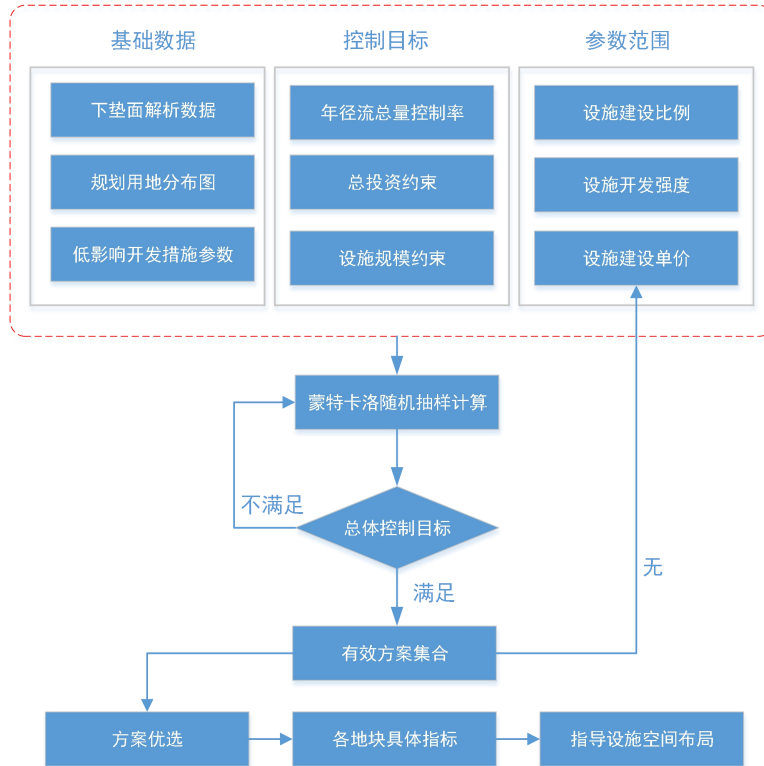


图 5-4 控制指标的模拟分解与优化流程图

模拟系统利用地理信息系统（GIS）的空间分析功能，确定城市规划范围各地块的用地类型及面积比例，通过设置不同土地利用类型的低影响开发设施规模和开发强度指标，以城市年径流总量控制率为约束条件，采用蒙特卡洛随机抽样法，进行不同指标参数随机组合，形成百万个组合方案，按照《指南》的技术要求，基于各个地块的抽样参数自下而上的汇总计算，得到对应方案的总体控制目标，筛选出满足年径流总量控制率要求的有效方案集合，由规划设计人员通过对比，进行方案优选，并选择适宜方案对各个地块的具体指标进行调整优化，获得最终规划方案，为海绵城市建设中低影响开发设施的空间布局提供依据。

### （3）设计方案评估

由于规划给定了控制目标和具体指标，但是在建设过程中随着建筑方案的落实确定，透水面、不透水面之间的衔接关系，竖向高程系统等都会影响最终海绵城市措施实施后的效果。可利用模型构建设计方案下的小区海绵城市评估模型，评估设计方案是否达到了规划要求，如果没有达到规划要求，可进行必要的调整，直至满足要求。通过模型软件中的排水管网建模功能、低影响开发设施参数设置

功能、动态模拟分析功能等，实现对海绵城市规划方案制定、制图、计算、模拟、评估和优化提供技术支持，从而提高海绵城市规划方案规划和管理的效率和水平，降低不合理的工程费用，为海绵城市规划提供强有力的技术支持。

## 附录六 海绵城市规划设计案例

### 1. 区域（可为区域或控规）海绵城市指标分解案例

#### (1) 项目概况

该行政区域面积 10 平方公里，根据海绵城市专项规划，确定该年径流总量控制率为 70%，拟将海绵性指标从流域分解到排水分区。

#### (2) 排水分区划分

根据流域地形、雨排水管网等实际情况，将流域划分为 3 个排水分区，如下表所示。

表 6-1 排水分区一览表

编号	面积 (km <sup>2</sup> )	面积占比
排水分区一	4	40%
排水分区二	3	30%
排水分区三	3	30%
总计	10	100%

#### (3) 排水分区海绵约束性指标初步确定

根据排水分区的下垫面情况，结合排水区域内的建设情况以及自然条件，确定的每个排水分区的年径流总量控制率要求如下表所示：

表 6-2 排水分区海绵约束性指标一览表

编号	年径流总量控制率	对应设计降雨量 (mm)
排水分区一	75%	29.7
排水分区二	70%	24.9
排水分区三	65%	21.1

#### (4) 排水分区年径流总量控制率校核

各个排水分区年径流总量控制率加权平均值（权重为各个分区面积占流域面积的比例）应不小于流域的年径流总量控制率，否则应对各个排水分区的年径流总量控制率进行调整，直至满足要求为止。

表 6-3 排水分区年径流总量控制率校核一览表

	年径流总量控制率	面积占比	年径流总量控制率加权平均值
区域	70%	100%	70%
排水分区一	75%	40%	0.4*75%+0.3*70%+0.3*65%=70.5%，满足要求
排水分区二	70%	30%	
排水分区三	65%	30%	

排水分区年径流总量控制率加权平均值大于流域的年径流总量控制率，满足要求。

#### (5) 排水分区指标确定

表 6-4 排水分区海绵性指标一览表

	年径流总量控制率
排水分区一	75%
排水分区二	70%
排水分区三	65%

注：从排水分区到地块的指标分解也可按照上述方法进行，指标分解时需充分考虑各个地块指标的合理性。

## 2. 某新建小区海绵城市方案设计

### (1) 项目概况

某小区规划总用地面积 3.75hm<sup>2</sup>，属于新建项目，共包括 7 栋高层建筑和 1 栋多层建筑（幼儿园），小区南、北、东三侧均为沿街商铺，且无围墙与外界相隔。建筑雨落管基本沿建筑南北两侧均匀布置，小区绿化率较高，生态化排水条件较好。

### (2) 下垫面分析

该小区建筑占地面积 1.08hm<sup>2</sup>，绿地面积 1.17hm<sup>2</sup>，绿化率 31.1%，综合雨量径流系数 0.54。

表 6-5 下垫面分析

下垫面	面积 (m <sup>2</sup> )	比例 (%)	雨量径流系数
屋面	10814	28.84	0.85
浇洒道路	6943	18.51	0.85
透水铺装	8081	21.55	0.40
绿地	11662	31.10	0.15
小计	37500	100	0.54

### (3) 竖向设计

该小区地面高程 23.50m-18.20m，南高北低，小区内部无明显道路低点。地下室结构顶板标高由南向北呈三级递减，分别为 21.5m、20.5m 和 19.2m，车库顶板覆土 1.3-2.4m。

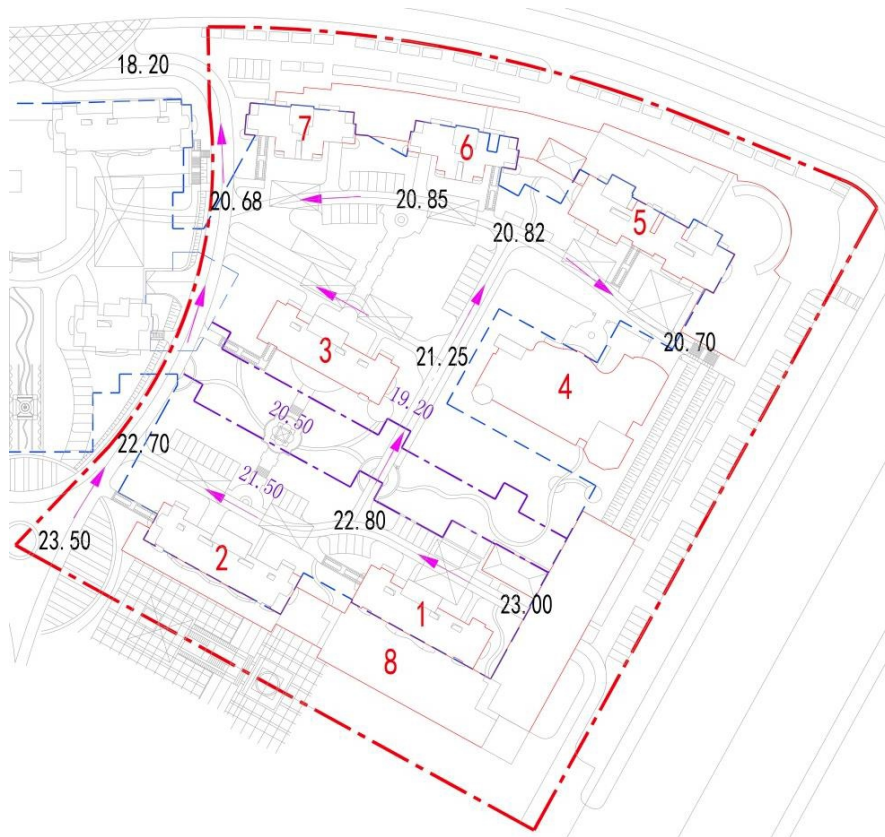


图 6-1 小区竖向图

#### (4) 方案设计

##### 1) 设计目标

- ①年径流总量控制率 $\geq 75\%$ ，对应设计降雨量 29.7mm；
- ②可渗透面积比例 $\geq 50\%$ 。

##### 2) 技术路线

①对项目概况和所具备的基础条件进行广泛深入的调研，明确与本项目密切相关的各项规划、地区政策及其它相关基础条件，为设计提供依据和支持。

②建立水文模型，计算在不同重现期雨型情况下，实施海绵方案后整个项目区域的径流量、径流系数、管道溢流情况及风险灾害情况等；

③根据定量分析结果，以生态、低碳、成本和效率作为决策影响因素进行分析，提出适宜于该小区的海绵城市建设生态排水的设计方案。

##### 3) 汇水分区及布局



图 6-2 汇水分区图

该小区划分了 2 个汇水分区，根据各类下垫面 cad，统计 2 个汇水分区的下垫面面积，并计算每个汇水分区的综合雨量径流系数和综合流量径流系数，如下表所示。

表 6-6 汇水分区下垫面一览表

汇水分区	总面积 (m <sup>2</sup> )	普通屋顶 (m <sup>2</sup> )	绿色屋顶 (m <sup>2</sup> )	绿地 (m <sup>2</sup> )	透水硬化地面 (m <sup>2</sup> )	不透水硬化地面 (m <sup>2</sup> )	综合雨量径流系数
S1-1	9375	2100	900	2910	2020	1735	0.56
S1-2	28125	5469	2345	8752	6061	5208	0.53
合计	37500	7569	3245	11662	8081	6943	0.54



图 6-3 LID 平面布置图

该小区主要采用雨水花园、下凹式绿地、传输型草沟、雨水回用设施、透水铺装五种海绵设施。

主要利用雨水花园和下凹式绿地对初期雨水进行源头净化，替代雨水回用设施前的净化系统，从而减少投资。

屋面雨水污染物较少，结合雨落管和地下管线的布局，将建筑周边绿地设置为下凹式绿地，雨落管直接散排，使屋面雨水在源头进行滞蓄、入渗和净化处理；在绿化面积较大的区域，结合景观方案，合理设置雨水花园，通过路牙开口和传输型草沟等导流措施，衔接和引导道路和硬质地面雨水径流就近接入雨水花园入渗调蓄。

为充分利用雨水径流，结合小区雨水管道布置，在 3 号楼北侧设置雨水回用设施，回用于小区道路和绿化浇洒。

## (5) 目标核算

### 1) 年径流总量控制率

根据中山市海绵城市建设要求，本项目年径流总量控制率 75%，对应设计降



雨量 29.7mm。

① 计算调蓄设施控制容积

该项目设计中年径流总量控制容积采用雨水回用设施、雨水花园、下凹式绿地、植草沟实现。该项目共设置雨水回用设施 255m<sup>3</sup>，雨水花园 1650m<sup>2</sup>，下凹式绿地 1750m<sup>2</sup>，植草沟 195m<sup>2</sup>。雨水花园调蓄深度 0.25m；并设置盲管和溢流口；下凹式绿地和植草沟调蓄深度 0.12m，下凹式绿地溢流口比路面低 0.05m。计算海绵设施调蓄雨量为：

$$V=255+1650\times 0.25+1750\times 0.12+195\times 0.12=900.9\text{m}^3$$

② 计算汇水分区和总体的目标控制容积

该小区的设计降雨量为 29.6mm，两个汇水分区的综合雨量径流系数分为 0.56 和 0.53，汇水面积分别为 0.9375 hm<sup>2</sup> 和 2.8125 hm<sup>2</sup>，按照以下公式计算分区和总体的目标控制容积：

$$V=10F\phi H$$

式中： $V$ ——设计调蓄容积，m<sup>3</sup>； $H$ ——设计降雨量，mm； $\phi$ ——综合雨量径流系数； $F$ ——汇水面积，hm<sup>2</sup>。

S1-1、S1-2 分区的目标控制容积为 155.4 m<sup>3</sup>、441.23 m<sup>3</sup>，总体控制目标为 596.63 m<sup>3</sup>，该方案的控制容积校核情况如下表所示：

表 6-7 汇水分区年径流总量控制容积校核表

汇水分区	总面积 (m <sup>2</sup> )	雨水年径流总量控制率目标 (%)	设计降雨量 (mm)	综合雨量径流系数	目标控制容积 (m <sup>3</sup> )	调蓄设施容积 (m <sup>3</sup> )				
						雨水回用设施	雨水花园	下凹式绿地	植草沟	合计
S1-1	9375	75	29.6	0.56	<b>155.4</b>	0	131.7	35	16.4	<b>183.1</b>
S1-2	28125	75	29.6	0.53	<b>441.23</b>	255	350.8	105	7	<b>717.8</b>
合计	37500	75	29.6	0.54	<b>596.63</b>	255	482.5	140	23.4	<b>900.9</b>

方案每个汇水分区的调蓄设施容积都可达标，整体方案可以实现年径流总量控制容积，满足地块年径流总量控制率 75%的目标。

2) 可渗透面积比例

统计方案整体可渗透下垫面面积，如下表所示，该方案可渗透面积比例高于 50%，符合目标要求。

表 6-8 方案可渗透面积统计览表

总面积 (m <sup>2</sup> )	可渗透面积比	可渗透设施面积 (m <sup>2</sup> )
-----------------------	--------	---------------------------

	例目标 (%)	绿地	绿色屋顶	透水铺装	合计	比例 (%)
37500	50	11662	3245	8081	<b>22988</b>	<b>61.3</b>

### 3. 某改建小区海绵城市方案设计

#### (1) 项目概况

某小区用地面积约 6500m<sup>2</sup>，90 年前后建造，属于老旧小区改造项目，共 7 栋楼，均为 6~7 层的居民楼。小区周围均为沿街商铺，无围墙与外界相隔。小区现状面临最突出的问题是管网破损老化严重，排水系统基本瘫痪，地基沉降导致小区内局部积水，绿化率低，景观效果差。

#### (2) 下垫面分析

该小区建筑基底面积 2356 m<sup>2</sup>，绿地面积 612 m<sup>2</sup>，绿化率仅 9.4%，海绵城市改造需求较大。

表 6-9 下垫面分析

下垫面	面积 (m <sup>2</sup> )	比例 (%)	雨量径流系数
屋顶	2356	36.31	0.85
绿地	612	9.43	0.15
道路	1338	20.62	0.85
铺装	2183	33.64	0.85
总计	6489	100	0.78

#### (3) 竖向设计

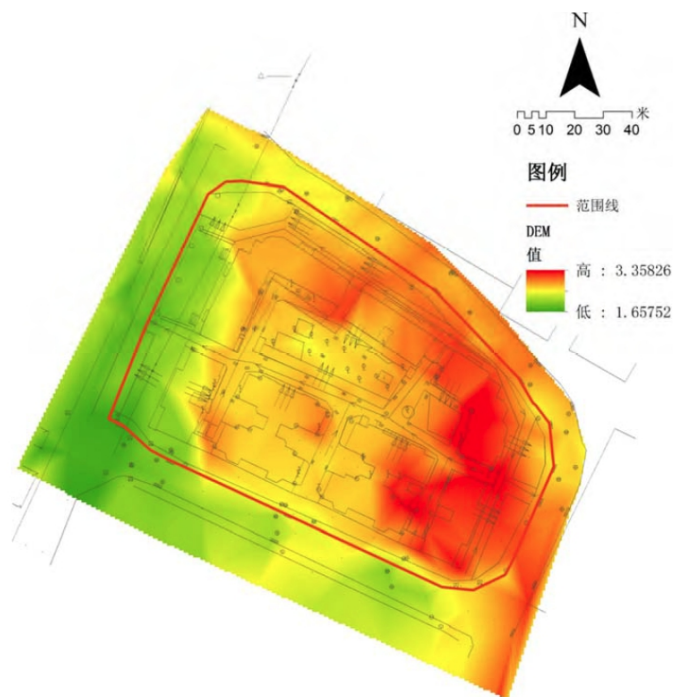


图 6-4 小区竖向图

该小区地势呈东高西低，北高南低状态。地面高程 1.66m-3.36m，平均高程 2.5m，无地下室。

该小区地面标高高于周边道路，内涝风险较小。但由于地基沉降导致小区内存在局部积水情况。

该小区海绵城市建设的重点是重建雨污管网系统，保障排水顺畅；采用低影响开发技术，有效削减面源污染；结合海绵城市建设，重塑景观风貌。

#### (4) 方案设计

##### 1) 设计目标

- ①年径流总量控制率 $\geq 60\%$ ，对应设计降雨量 17.8mm；
- ②可渗透面积比例 $\geq 40\%$ 。

##### 2) 技术路线

###### ◆雨水排放流程图



图 6-5 雨水排放流程图

###### ◆污染管控流程图

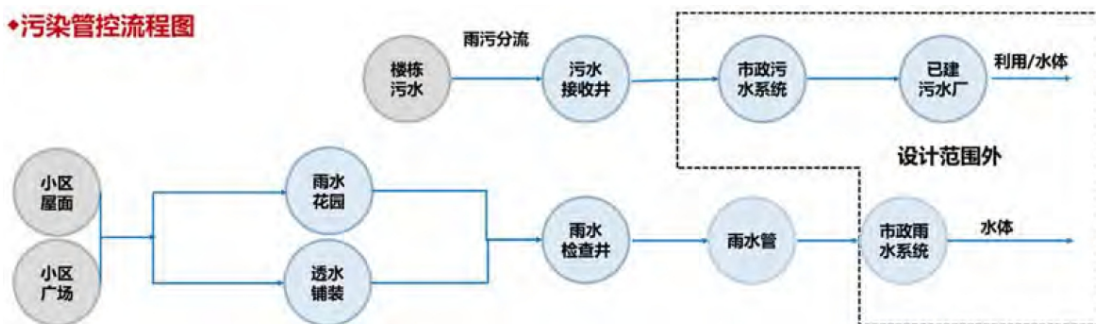


图 6-6 污染管控流程图

##### 3) 汇水分区及布局

该小区划分了 11 个汇水分区，根据各类下垫面 cad，统计 11 个汇水分区的下垫面面积，并计算每个汇水分区的综合雨量径流系数和综合流量径流系数，如下表所示。

表 6-10 汇水分区下垫面一览表

汇水分区	总面积 (m <sup>2</sup> )	普通屋顶 (m <sup>2</sup> )	绿色屋顶 (m <sup>2</sup> )	绿地 (m <sup>2</sup> )	透水硬化地 面 (m <sup>2</sup> )	不透水硬化 地面 (m <sup>2</sup> )	综合雨量 径流系数
Catchment-131	860	0	0	85.7	258	172	0.77
Catchment-222	1622	395.81	263.87	134.6	194.4	129.6	0.8
Catchment-12	764	296.86	197.90	106	204	136	0.68
Catchment-228	467	0	0	55.1	140.4	93.6	0.73
Catchment-227	315	0	0	61.2	94.8	63.2	0.59
Catchment-224	324	127.22	84.82	18.4	58.2	38.8	0.87
Catchment-225	487	141.36	94.24	30.6	67.2	44.8	0.84
Catchment-223	365	141.36	94.24	18.4	54.6	36.4	0.89
Catchment-16	495	169.63	113.09	30	74.4	49.6	0.86
Catchment-226	455	141.36	94.24	29.2	63	42	0.83
Catchment-11	335	0	0	42.8	100.8	67.2	0.72
地块	6489	1413.6	942.4	612	1309.8	873.2	0.78

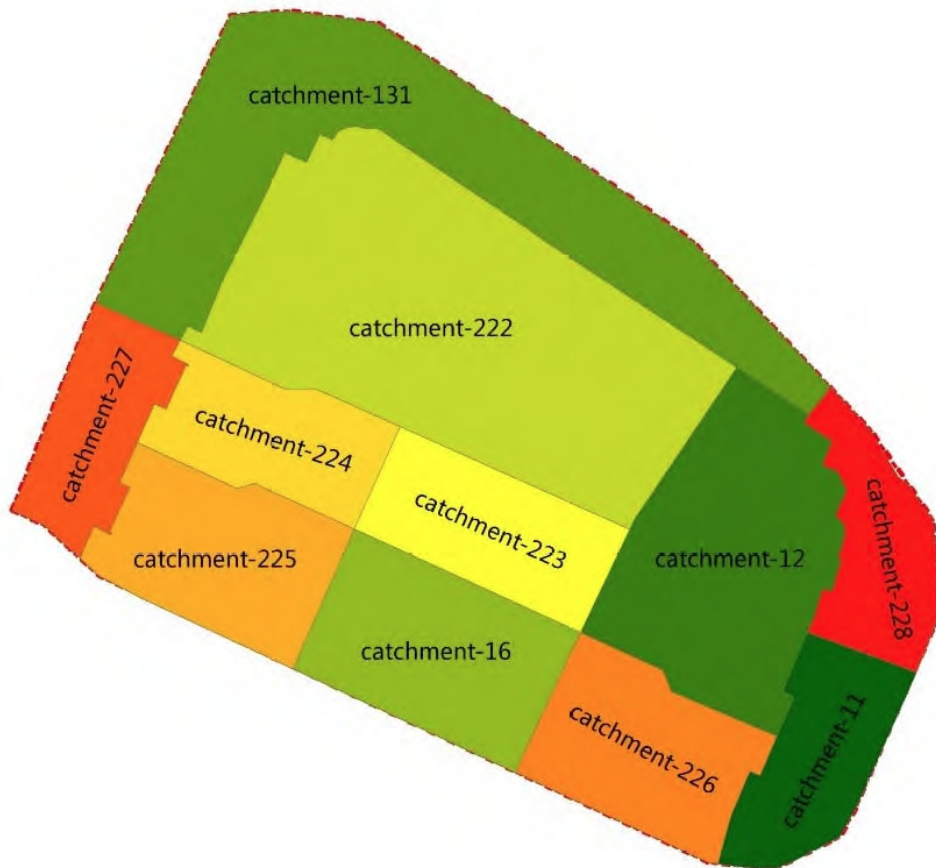


图 6-7 汇水分区图



图 6-8 径流组织设计图

小区道路标高为 1.65~2m，附近最低建筑正负零标高为 2.20m，建筑物一层及以上建筑不易进水；小区内地面标高高于周边道路标高，有条件泄流涝水至周边道路。结合模型模拟，30 年一遇暴雨重现期发生时，两处出现溢流，涝水通过上图涝水泄流通道（绿色线）排往周边道路；30 年一遇以上暴雨重现期发生时，涝水可沿上图超标暴雨泄流通道（品红色线）排往周边道路。小区内道路相对低点积水可在峰值后通过雨水篦收集排放。综上所述，小区不产生内涝。



图 6-9 涝水泄流通道设计图

LID 设施：以现状绿地改造为主，并将现状铺装部分恢复为绿化。布置传输型草沟、雨水花园、下凹绿地、雨水花坛等 LID 设施。改造屋面雨水立管出口和设置开口路牙、线性排水沟等措施，将屋面雨水、路面径流引流至 LID 设施，对雨水进行源头滞、蓄、渗和净化处理。将小区内部道路及活动广场采用透水铺装。雨水花园与雨水花坛平均下凹 150mm，主要功能为滞蓄径流，促进雨水入渗净化，涵养地下水源。超标雨水通过溢流井溢流至雨水管网系统。

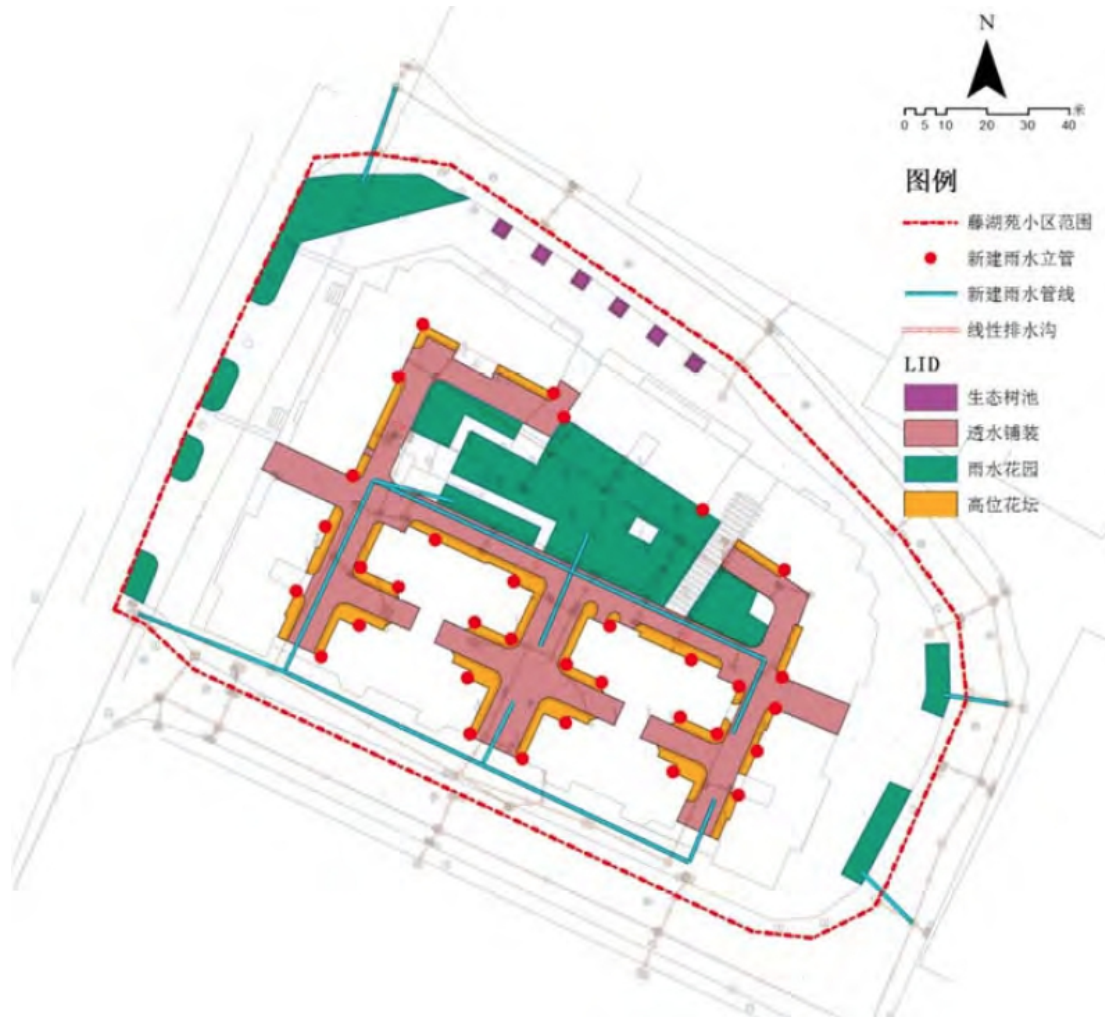


图 6-10 LID 平面布置图

### (5) 目标核算

选取 Catchment - 12 汇水分区作为计算示例：

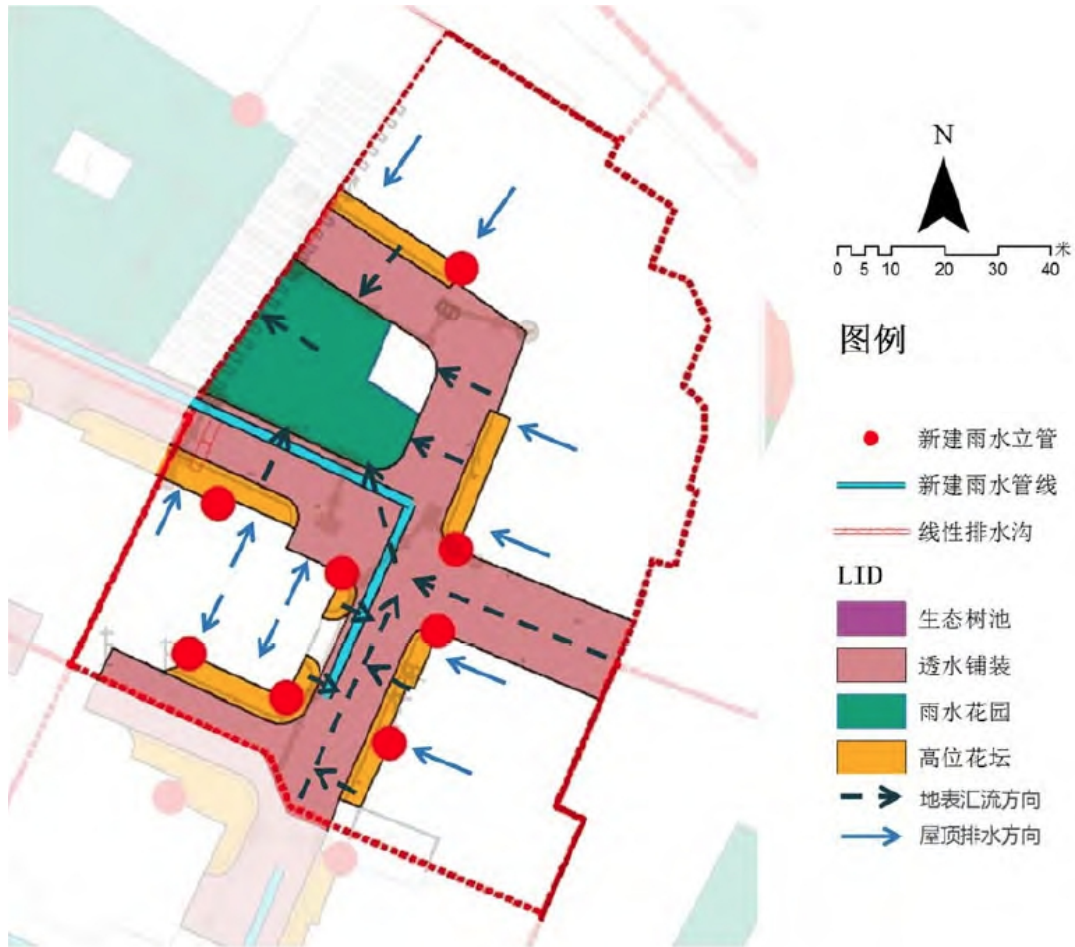


图 6-11 Catchment-12 方案设计图

Catchment - 12 汇水分区面积为：764 m<sup>2</sup>，建筑立管位于该区域建筑内侧位置，且区域内有集中绿地，因此将原花坛改造为高位花坛，承接屋面雨水，后经雨水花园集中处理调蓄。道路及其他区域雨水，因竖向高差汇集到该区域道路与建筑中间的绿地，根据该绿地乔木分布情况，设置有一个 59m<sup>2</sup>的雨水花园。项目透水铺装选取缝隙式透水铺装，面积 204m<sup>2</sup>。

LID 设施中雨水花园、雨水花坛计算综合雨量径流系数取 1，雨水花园、雨水花坛下垫面雨量径流系数参照相关规范选取，计算得综合雨量径流系数为 0.68。

### 1) 年径流总量控制率

根据中山市海绵城市建设要求，本项目年径流总量控制率 60%，对应设计降雨量 17.8mm。

#### ① 计算调蓄设施控制容积

该分区设计中年径流总量控制容积采用雨水花坛、雨水花园实现。该分区雨水花坛 47m<sup>2</sup>，控制容积为每平方米 0.15m<sup>3</sup>，雨水花园 59m<sup>2</sup>，调蓄深度为 0.15m，

则 Catchment - 12 的海绵设施控制容积为:

$$V = 0.15 \times 47 + 0.15 \times 59 = 15.9 \text{m}^3$$

③ 计算汇水分区和总体的目标控制容积

该小区的设计降雨量为 17.8mm，汇水分区的综合雨量径流系数为 0.68，汇水面积为 0.0764 hm<sup>2</sup>，按照以下公式计算分区目标控制容积:

$$V = 10F\phi H$$

式中:  $V$ ——设计调蓄容积, m<sup>3</sup>;  $H$ ——设计降雨量, mm;  $\phi$ ——综合雨量径流系数;  $F$ ——汇水面积, hm<sup>2</sup>。

该分区的目标控制容积为 9.25 m<sup>3</sup>，其控制容积校核情况如下表所示:

表 6-11 汇水分区年径流总量控制容积一览表

汇水分区	总面积 (m <sup>2</sup> )	年径流总量控制率 (%)	设计降雨量 (mm)	综合雨量径流系数	目标控制容积 (m <sup>3</sup> )	调蓄设施容积 (m <sup>3</sup> )		
						雨水花坛	雨水花园	合计
Catchment-12	764	60	17.8	0.68	9.25	7.05	8.85	15.9

方案汇水分区的调蓄设施容积可达标，可以实现地块年径流总量控制容积。各分区和总体的调蓄设施容积都可达标，满足年径流总量控制率 60% 的目标。

2) 可渗透面积比例

统计方案整体可渗透下垫面面积，如下表所示，该方案可渗透面积比例高于 40%，符合目标要求。

表 6-12 方案可渗透面积统计览表

总面积 (m <sup>2</sup> )	可渗透面积比例目标 (%)	可渗透设施面积 (m <sup>2</sup> )				
		绿地	绿色屋顶	透水铺装	合计	比例 (%)
6489	40	612	942.4	1309.8	2864.2	44.14

4. 某改建公园海绵城市方案设计

(1) 项目概况

某景观公园总占地 1.7hm<sup>2</sup>，属于市民休闲公园建设项目。

(2) 下垫面分析

根据该道路的现有条件，考虑人行道采用透水铺装，绿化带采用生物滞留带型式，计算道路综合雨量径流系数和综合流量径流系数，如下表所示（本示例未考虑道路纵坡变化对汇水的影响，雨水按照沿道路均匀流入旁边的生物滞留设施考虑）。



表 6-13 下垫面分析

下垫面	面积 (m <sup>2</sup> )	比例 (%)	雨量径流系数
混凝土或沥青路面	628.99	3.74	0.85
透水铺装	3024.36	18.01	0.25
绿化	13146.65	78.25	0.15
小计	122400	100	0.78

### (3) 竖向设计



图 6-12 公园竖向分析图

本项目已先期施工，现状场平及部分景观工程已实施，竖向并未按照自然排水系统要求构建。因此，对现状景观步道及景观绿化不做大改动的基础上，尊重原竖向设计，根据子汇水区的划分，在竖向低点设置LID设施。原景观设计竖向为3.7m~6.5m，维持不变。

### (4) 方案设计

#### 1) 设计目标

年径流总量控制率 $\geq 85\%$ ，对应设计降雨量 45.0mm；

#### 2) 技术路线

①对项目概况和所具备的基础条件进行广泛深入的调研，明确与本项目密切相关的各项规划、地区政策及其它相关基础条件，为设计提供依据和支持。

②建立水文模型，计算在不同重现期雨型情况下，实施海绵方案后整个项目区域的径流量、径流系数、管道溢流情况及风险灾害情况等。

③根据定量分析结果，以生态、低碳、成本和效率作为决策影响因素进行分析，提出适宜于该公园的海绵城市建设生态排水的设计方案。

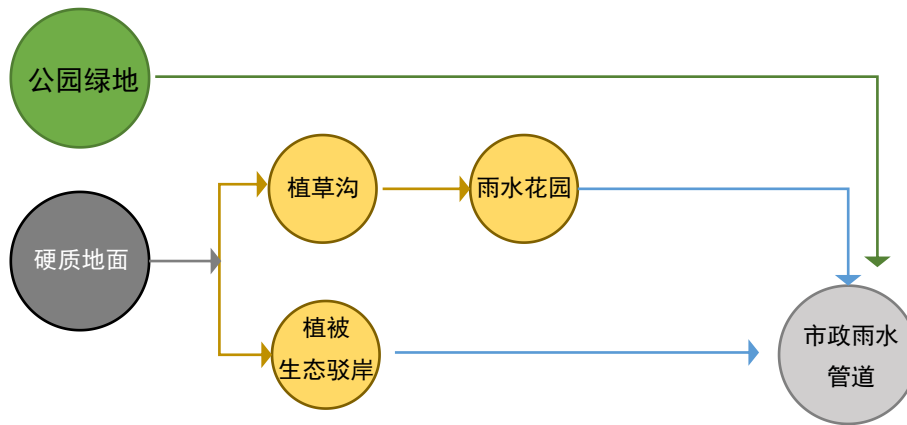


图 6-13 技术路线图

### 3) 汇水分区及布局



图 6-14 汇水分区图

根据公园竖向及雨水管网收集情况，将设计范围共分为 9 个汇水区。根据各类下垫面 cad，统计 9 个汇水分区的下垫面面积，并计算每个汇水分区的综合雨量径流系数和综合流量径流系数，如下表所示。

表 6-14 汇水分区综合雨量径流系数表

汇水分区	总面积 (m <sup>2</sup> )	绿地 (m <sup>2</sup> )	植草沟 (m <sup>2</sup> )	雨水花园 (m <sup>2</sup> )	透水铺装 (m <sup>2</sup> )	混凝土或沥青路面 (m <sup>2</sup> )	综合雨量径流系数
S1	640	450.3	29.7	30	100	30	0.28
S2	500	312.9	27.6	29.5	130	0	0.27
S3	560	315.2	22.1	26.7	162	34	0.30
S4	480	329.4	19.8	27.8	151	0	0.28
S5	920	749.5	2.3	41.2	0	127	0.28
S6	760	597.5	2.1	35.4	0	125	0.30
S7	4464.45	2706.5	279.6	115.75	520.65	732.16	0.31

S8	4754.66	3231.42	308.6	120.2	400.72	693.72	0.33
S9	3920.89	2703.0	248.74	102.7	0	860.45	0.37

该公园主要利用雨水花园和植草沟对初期雨水进行源头净化，替代雨水回用设施前的净化系统，从而减少投资。



图 6-15 LID 平面布置图

### (5) 目标核算

根据中山市海绵城市建设要求，本项目年径流总量控制率 85%，对应设计降雨量 45.0mm。

#### ① 计算调蓄设施控制体积

选取汇水分区 S1 作为计算示例：



图 6-16 S1 方案设计图

S1汇水分区为：S1 区域为半圆形硬质地面广场，广场四周为地被植物及乔

木。在广场边（上图橙色线）设置0.6m宽植草沟收集S1汇水区雨水，并沿乔木间缝隙设宽为1m植草沟（上图绿色折线）引水至无乔木区域，设置宽大于3m的雨水花园（上图蓝色区域）。设置雨水花园面积30m<sup>2</sup>，传输型草沟面积29.7m<sup>2</sup>。LID设施中雨水花园、植草沟计算综合雨量径流系数取1，计算综合雨量径流系数为0.28。

S1分区的0.6m宽和1m宽植草沟总面积为29.7m<sup>2</sup>，蓄水层深度0.1m；雨水花园面积30 m<sup>2</sup>，蓄水层深度0.25m。计算S1分区的海绵设施调蓄雨量为：

$$V_{S1}=29.7 \times 1 \times 0.1 + 30 \times 0.25 = 10.47 \text{m}^3$$

② 计算汇水分区和总体的目标控制容积

该公园的设计降雨量为 45mm，S1 汇水分区的综合雨量径流系数为 0.28，汇水面积为 0.064 hm<sup>2</sup>，按照以下公式计算两分区目标控制容积：

$$V = 10F\phi H$$

式中： $V$ ——设计调蓄容积，m<sup>3</sup>； $H$ ——设计降雨量，mm； $\phi$ ——综合雨量径流系数； $F$ ——汇水面积，hm<sup>2</sup>。

S1 汇水分区的目标控制容积分别为 8.06 m<sup>3</sup>，方案调蓄设施容积达标。各汇水分区及总体控制容积校核情况如下表所示：

表 6-15 汇水分区年径流总量控制容积一览表

汇水分区	面积 (m <sup>2</sup> )	雨水年径流总量控制率目标 (%)	设计降雨量 (mm)	综合雨量径流系数	目标控制容积 (m <sup>3</sup> )	方案调蓄设施容积 (m <sup>3</sup> )		
						植草沟	雨水花园	合计
S1	640	85%	45	0.28	<b>8.06</b>	2.97	7.5	<b>10.47</b>
S2	500	85%	45	0.18	<b>4.05</b>	3.97	4.71	<b>8.68</b>
S3	560	85%	45	0.27	<b>6.80</b>	3.99	4.26	<b>8.25</b>
S4	480	85%	45	0.20	<b>4.32</b>	2.86	4.44	<b>7.30</b>
S5	920	85%	45	0.26	<b>10.76</b>	0.35	11.75	<b>12.10</b>
S6	760	85%	45	0.30	<b>10.26</b>	0.32	10.03	<b>10.36</b>
S7	4464.45	85%	45	0.31	<b>62.27</b>	33.16	30.79	<b>63.95</b>
S8	4754.66	85%	45	0.33	<b>70.61</b>	44.59	31.97	<b>76.56</b>
S9	3920.89	85%	45	0.37	<b>65.28</b>	36.02	29.26	<b>65.26</b>
<b>汇总</b>	<b>17000</b>	<b>85%</b>	<b>45</b>	<b>0.32</b>	<b>244.8</b>	<b>128.23</b>	<b>134.71</b>	<b>262.93</b>

方案每个汇水分区的调蓄设施容积都可达标，整体方案海绵设施可控制雨水容积 262.93 m<sup>3</sup>，满足公园整体年径流总量控制率 85%的目标。

## 5. 某新建道路海绵城市方案设计

### (1) 项目概况

某道路设计速度为 40km/h，采用双向六车道，道路路幅分配如下： $B=6m$ （人行道）+ $12m$ （机动车道）+ $12m$ （机动车道）+ $6m$ （人行道）= $36m$ ； $6m$  人行道由  $2.0m$  绿化带和  $4.0m$  人行道组成；道路长度  $3400m$ 。

### (2) 下垫面分析

根据该道路的现有条件，考虑人行道采用透水铺装，绿化带采用生物滞留带型式，计算道路综合雨量径流系数和综合流量径流系数，如下表所示（本示例未考虑道路纵坡变化对汇水的影响，雨水按照沿道路均匀流入旁边的生物滞留设施考虑）。

表 6-16 下垫面分析

下垫面	面积 (m <sup>2</sup> )	比例 (%)	综合雨量径流系数 $\Psi$
车行道路	81600	66.6	0.85
人行道路	40800	33.3	0.25
绿化带	13600	11.1	0.15
小计	122400	100	0.67

### (3) 排水竖向设计

该道路长度  $3400m$ ，无明显道路低点。由绿化带、人行道和双向六机动车道组成。



图 6-17 道路纵剖图

### (4) 方案设计

#### 1) 设计目标

年径流总量控制率 $\geq 65\%$ ，对应设计降雨量 21.1mm；

## 2) 技术路线

① 对项目概况和所具备的基础条件进行广泛深入的调研，明确与道路密切相关的各项规划、地区政策及其它相关基础条件，为设计提供依据和支持。

② 建立水文模型，计算在不同重现期雨型情况下，实施海绵方案后整个项目区域的径流量、径流系数、管道溢流情况及风险灾害情况等；

③ 根据定量分析结果，以生态、低碳、成本和效率作为决策影响因素进行分析，提出适宜于该道路的海绵城市建设生态排水的设计方案。

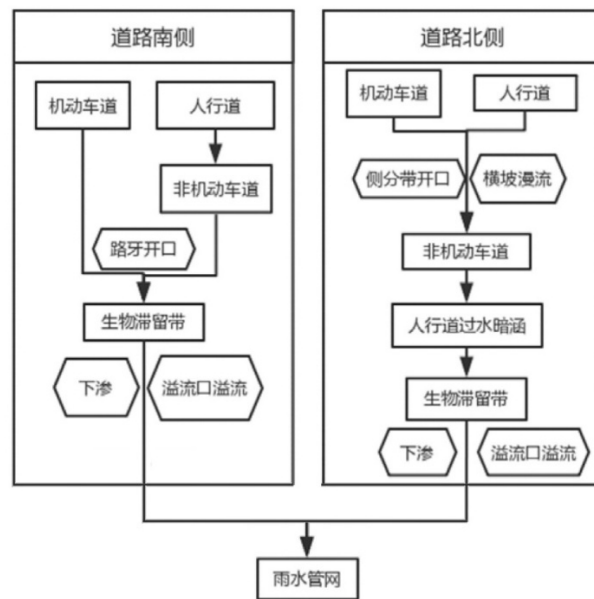


图 6-18 雨水排放流程图

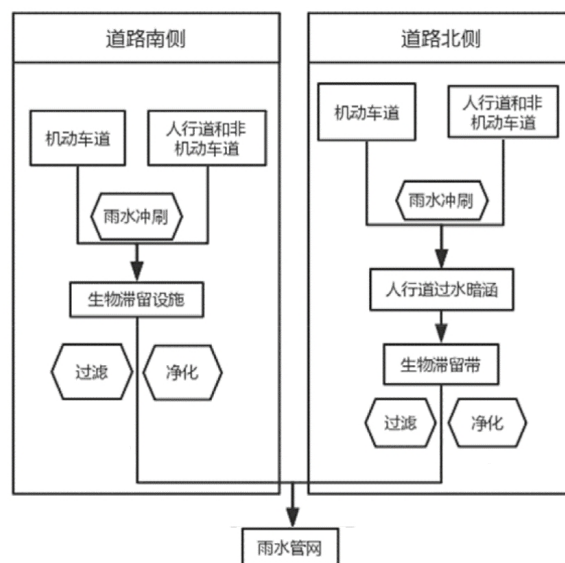


图 6-19 污染管控流程图

### 3) 汇水分区及布局

该道路划分了 2 个汇水分区，根据各类下垫面 cad，统计 2 个汇水分区的下垫面面积，并计算每个汇水分区的综合雨量径流系数和，如下表所示。

表 6-17 汇水分区下垫面一览表

汇水分区	总面积 (m <sup>2</sup> )	植草沟 (m <sup>2</sup> )	透水铺装地面 (m <sup>2</sup> )	混凝土/沥青路面 (m <sup>2</sup> )	综合雨量径流系数
S1-1	62000	7200	14100	40800	0.67
S1-2	61700	6800	14100	40800	0.67

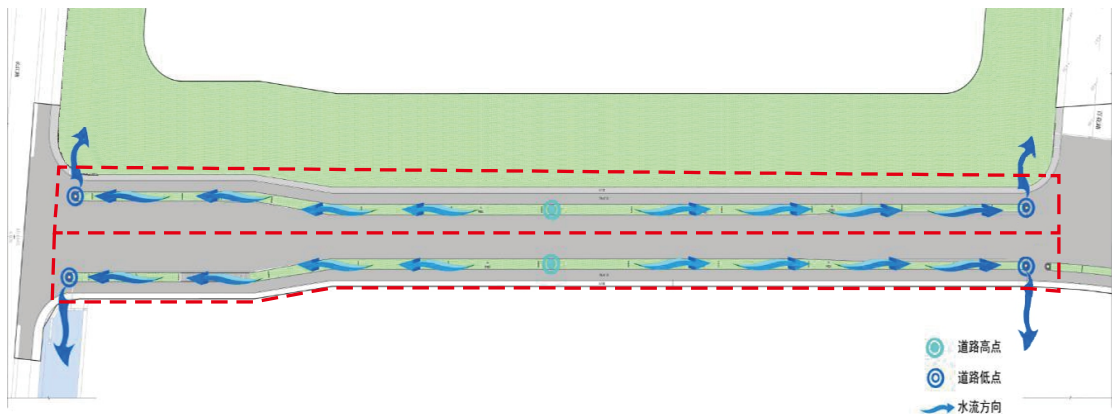


图 6-20 汇水分区示意图

道路南北两侧的 LID 设施均以 20m 划分为一个单元，布置生物滞留设施。道路机动车道两侧路牙每隔 12m 开口，开口长度 0.5m。在人行道下设置人行道过水暗涵，每隔 20 米设置一个，引导道路雨水进入道路红线外生物滞留设施中。

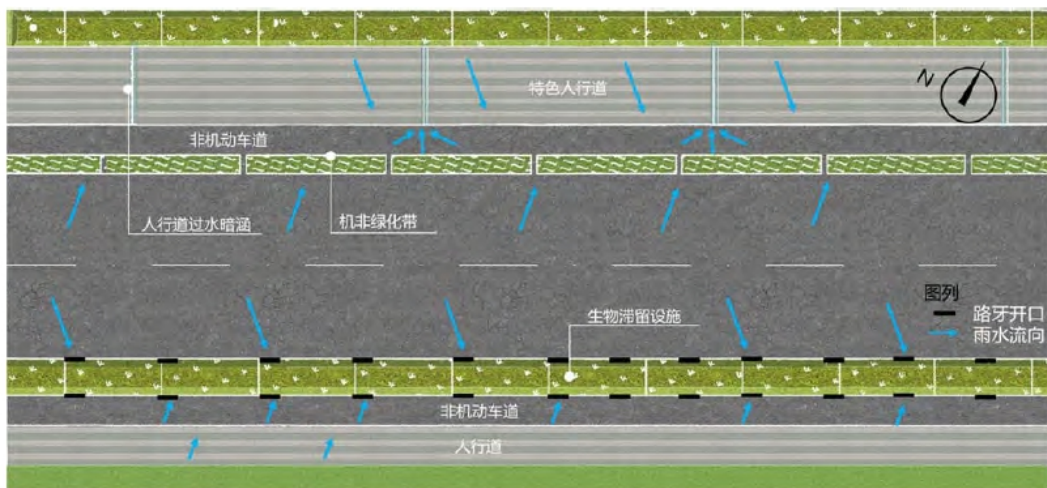


图 6-21 道路 LID 排水系统设计

### (5) 目标核算

根据中山市海绵城市建设要求，本道路年径流总量控制率 65%，对应设计降雨量 21.1mm。

① 计算调蓄设施控制体积

S1-1和S2-2生态滞留草沟有效面积为14000m<sup>2</sup>，蓄水层0.13m，通过生态滞留草沟设施的调蓄雨量为：

$$V=14000 \times 0.15=2100\text{m}^3$$

② 计算汇水分区和总体的目标控制容积

该道路的设计降雨量为 21.1mm，汇水分区的综合雨量径流系数为 0.67，汇水面积为 6.2 hm<sup>2</sup>、6.17 hm<sup>2</sup>，按照以下公式计算两分区目标控制容积：

$$V=10F\phi H$$

式中： $V$ ——设计调蓄容积，m<sup>3</sup>； $H$ ——设计降雨量，mm； $\phi$ ——综合雨量径流系数； $F$ ——汇水面积，hm<sup>2</sup>。

两分区的目标控制容积分别为 876.49 m<sup>3</sup>、872.25 m<sup>3</sup>，其控制容积校核情况如下表所示：

表 6-18 汇水分区年径流总量控制容积校核表

汇水分区	总面积 (m <sup>2</sup> )	雨水年径流总量控制率目标 (%)	设计降雨量 (mm)	综合雨量径流系数	目标控制容积 (m <sup>3</sup> )	调蓄设施容积 (m <sup>3</sup> )
						生态滞留草沟
S1-1	62000	65	21.1	0.67	876.49	936
S1-2	61700	65	21.1	0.67	872.25	884
合计	123700	65	21.1	0.67	1748.75	1820

方案两个汇水分区的调蓄设施容积都可达标，整体方案可以实现年径流总量控制容积，满足道路年径流总量控制率 65%的目标。