

汕尾市中心城区海绵城市建设 技术导则

汕尾市住房和城乡建设局

2021 年 7 月

前言

为推进汕尾市海绵城市建设，根据《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》（国发〔2013〕36号）、《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）、《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）、《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（建城函〔2014〕275号）等文件要求，针对汕尾市在发展过程中所出现的水生态、水安全、水资源、水环境等问题，通过工程建设解决这些问题并引导技术实施，编制本技术导则。

本导则共分九章，内容包括：1. 总则；2. 主要术语；3. 海绵城市规划设计目标；4. 海绵城市规划指引；5. 海绵城市设计指引；6. 海绵城市工程建设指引；7. 海绵城市维护与管理指引；8. 海绵城市效果评估指引；9. 附录。

本导则由汕尾市住房和城乡建设局组织编制，由广东省建科建筑设计院有限公司负责技术内容的解释。在执行过程中请各单位结合工程实践，认真总结，并将意见和建议寄送至汕尾市住房和城乡建设局（地址：汕尾市城区建设路1号，邮政编码：516699）。

管理单位：汕尾市住房和城乡建设局

主编单位：广东省建科建筑设计院有限公司

目录

1	总则.....	1
1.1	编制目的.....	1
1.2	基本原则.....	1
1.3	适用范围.....	1
2	主要术语.....	2
2.1	一般术语.....	2
2.2	海绵城市术语.....	3
3	海绵城市规划设计目标.....	5
3.1	一般规定.....	5
3.2	年径流总量控制目标.....	6
3.3	年径流污染控制目标.....	8
3.4	排水防涝标准.....	8
3.5	雨水资源利用目标.....	9
3.6	指标计算方法.....	9
4	海绵城市规划指引.....	12
4.1	基本要求.....	12
4.2	国土空间规划层面.....	12
4.3	控制性详细规划层面.....	13
4.4	项目实施方案层面.....	14
5	海绵城市设计指引.....	16
5.1	基本要求.....	16
5.2	建筑与小区.....	17
5.3	绿地和广场.....	19
5.4	城市道路.....	22
5.5	城市水系.....	24
5.6	技术与设施选择.....	26
5.7	设计计算.....	39

6	海绵城市工程建设指引.....	44
6.1	基本要求.....	44
6.2	专项类工程建设指引.....	44
6.3	综合类工程建设指引.....	46
6.4	验收要求.....	48
7	海绵城市维护与管理指引.....	50
7.1	基本要求.....	50
7.2	设施维护.....	51
7.3	风险管理.....	55
8	海绵城市效果评估指引.....	57
8.1	规划设计评估.....	57
8.2	实施效果评估.....	62
9	附录.....	63

1 总则

1.1 编制目的

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

1.2 基本原则

本导则的编制遵循“规划引领、生态优先、因地制宜、经济高效”的原则。

一、规划引领原则：严格遵守规划管控要求，全面落实规划建设目标；

二、生态优先原则：从优先保护生态环境角度出发，进行工程建设的全过程管控；

三、因地制宜原则：要遵循汕尾市的社会经济条件、本底地理条件、工程建设特点和未来发展需求；

四、经济高效原则：统筹海绵城市建设工程的经济投入、质量效果和综合效益，实现建设全过程的有序推进、有力管控和有效执行。

1.3 适用范围

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

2 主要术语

2.1 一般术语

2.1.1 海绵城市 sponge city

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

2.1.2 低影响开发 (LID) low impact development

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

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

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

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

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

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

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

2.1.6 超标雨水 excess storm water runoff

超出排水管渠设施承载能力的雨水径流。

2.1.7 设计降雨量 design rainfall depth

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

通常用日降雨量（mm）表示。

2.2 海绵城市术语

2.2.1 雨水渗透 stormwater infiltration

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

2.2.2 雨水滞留 stormwater retention

在降雨期间暂时储存部分雨水，以增加雨水渗透、蒸发并收集回用的措施。

2.2.3 雨水调蓄 stormwater detention

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

2.2.4 绿色屋顶 green roof

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

2.2.5 下凹式绿地 sunken green belt

低于周边地面或道路的绿地的统称。

2.2.6 雨水花园 rain garden

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

2.2.7 透水铺装 pervious pavement

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

2.2.8 植草沟 grass swale

用来收集、输送和净化雨水的表面覆盖植被的明渠，可用于衔接其他海绵城市单项设施、城市雨水管渠和超标雨水径流排放系统。主要类型式有转输型植草沟、渗透型的干式植草沟和经常有水的湿式植草沟。

2.2.9 生物滞留设施 bioretention system, bioretention cell

通过植物、土壤和微生物系统滞留、渗滤、净化径流雨水的设施。

2.2.10 植被缓冲带 grass buffer

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

2.2.11 渗透管渠 infiltration trench

具有渗透和转输功能的雨水管或渠。

2.2.12 浅层调蓄池 shallow stormwater storage tank

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

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

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

2.2.14 流量径流系数 discharge runoff coefficient

形成高峰流量的历时内产生的径流量与降雨量之比。

2.2.15 雨量径流系数 volumetric runoff coefficient

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

2.2.16 生态护岸 ecological slope protection

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

3 海绵城市规划设计目标

3.1 一般规定

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

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

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

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

表 3.1.4 汕尾市中心城区年径流总量控制率与设计降雨量的关系

年径流总量控制率 (%)	50	60	65	70	75	80	85
设计降雨量 (mm)	19.2	26.7	31.2	36.9	43.8	52.4	63.6

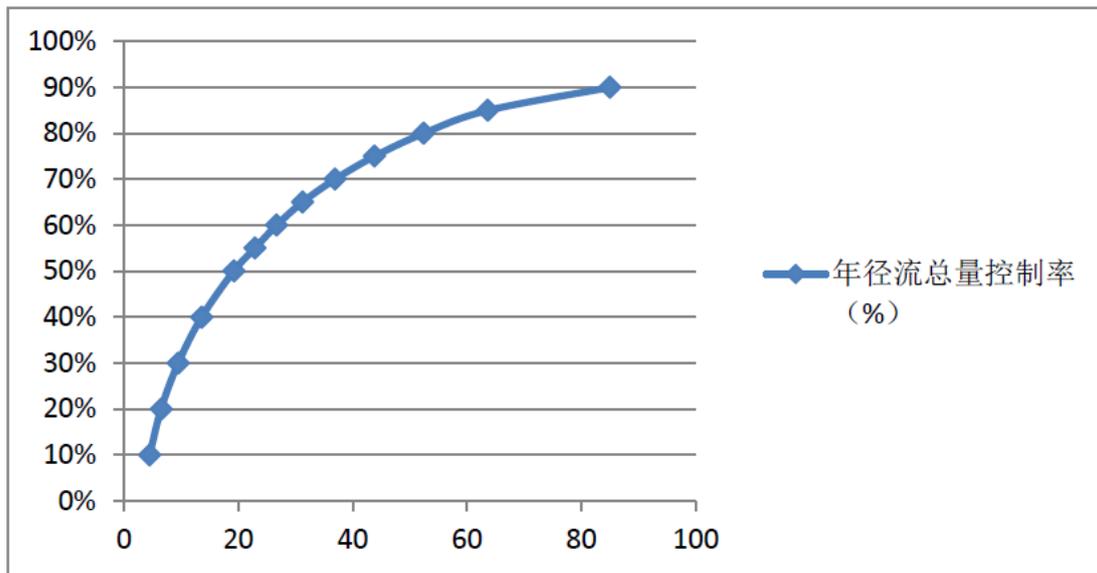


图 3.1.4 汕尾市中心城区年径流总量控制率与设计降雨量的关系

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

3.2 年径流总量控制目标

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

3.2.2 各区域的年径流总量控制目标，应综合考虑区域海绵城市相关规划和现状、开发强度与建设阶段等因素确定，取值范围为 52%~70%。

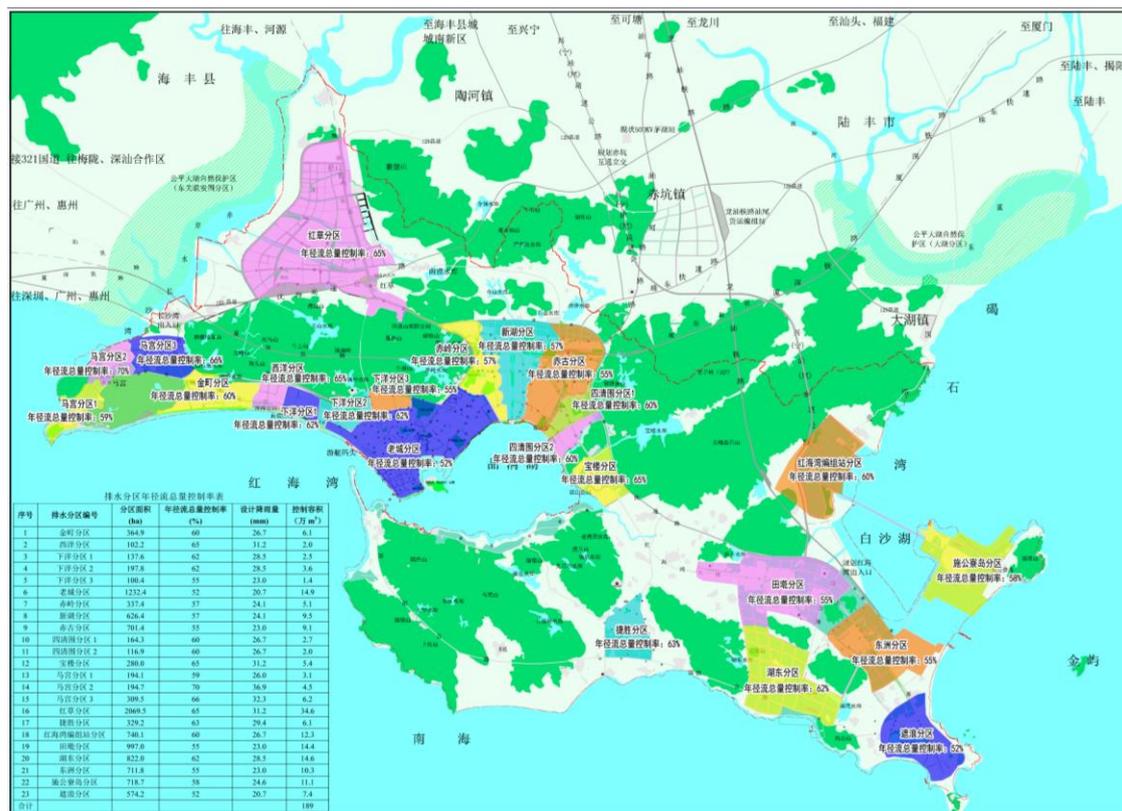


图 3.2.2 汕尾市中心城区年径流总量控制率分区图

表 3.2.2 各片区年径流总量控制率一览表

序号	管控分区	分区面积 (ha)	年径流总量控制率 (%)
1	金町分区	364.9	60
2	西洋分区	102.2	65
3	下洋分区 1	137.6	62
4	下洋分区 2	197.8	62
5	下洋分区 3	100.4	55
6	老城分区	1232.4	52
7	赤岭分区	337.4	57
8	南湖分区	626.4	57
9	赤古分区	701.4	55

序号	管控分区	分区面积 (ha)	年径流总量控制率 (%)
10	四清围分区 1	164.3	60
11	四清围分区 2	116.9	60
12	宝楼分区	280.0	65
13	马宫分区 1	194.1	59
14	马宫分区 2	194.7	70
15	马宫分区 3	309.5	66
16	红草分区	3069.5	65
17	捷胜分区	329.2	63
18	红海湾编组站分区	740.1	60
19	田墘分区	997.0	55
20	湖东分区	822.0	62
21	东洲分区	711.8	55
22	施公寮岛分区	718.7	58
23	遮浪分区	574.2	52

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

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

3.2.5 各类项目年径流总量控制率取值可按表 3.2.5 取值。

表 3.2.5 不同类型建设项目（新建）年径流总量控制率

项目类型	用地类型	年径流总量控制率 (%)
居住类	R1、R2	65
	R3	65
公建类	A	70
商业类	B	60
工业类	M、W	55
道路与广场	S1、S2、S3	55
	S4、G3	75
公园类	G1、G2	85

注：既有项目可参照降低 10% 执行。

3.3 年径流污染控制目标

3.3.1 年径流污染控制率应结合区域（项目）内建设情况、用地性质、水环境质量要求、径流污染特征等合理确定。城市建成区年径流污染控制率规划目标应不低于 50%。

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

表 3.3.2 低影响开发设施径流污染控制率

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

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

3.4 排水防涝标准

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

（1）中心城区发生重现期 3 年一遇以上的暴雨时，降雨能通过雨水排放系统快捷排放，地面不产生积水现象。

（2）重点城区道路、立交桥、广场、行政中心、车站、仓储区在 5 年一遇暴雨时，能通过雨水排放系统快捷排放，不产生积水现象。

（3）城区发生 30 年一遇的暴雨时，应能够保证居民住宅和工商业建筑物的底层不进水，道路中至少有一条车道的积水深度不超过 150mm。

(4) 城区发生超过 30 年一遇的暴雨时，应能保持运转基本正常，不得造成重大财产损失和人员伤亡。

(5) 汕尾市中心城区至规划期末应初步实现分流制的排水体制，污水收集率应达到 95% 以上，保证城市生活污水和生产废水得到有效处理，不排放至城区的河道沟渠内。

(6) 规划城区内的河道得到整治，水环境污染现状得到根本改善，汕尾市中心城区建设成为环境优美的滨海旅游城市。

3.4.2 根据汕尾市中心城区的实际情况和《室外排水设计规范》(GB50014-2006, 2016 年版)，汕尾市中心城区的内涝防治标准如下：

(1) 汕尾市中心城区的内涝防治设计重现期取为 30 年。

(2) 城市出入口、重要的立交、交通节点、城市的主要干道积水深度不超过 0.1m、积水时间不超过 1 小时，积水范围不超过 50m。

(3) 城市一般道路积水深度不超过 0.15m、积水时间不超过 2 小时，积水范围不超过 100m。

(4) 居民住宅和工商业建筑底层不进水。

3.5 雨水资源利用目标

3.5.1 建设项目的雨水收集回用规模应根据项目的雨水用途、用量、收集范围、水质状况等进行优化设计，确定最优的雨水收集回用规模，按国家和地方相关规范标准，结合《汕尾市海绵城市建设专项规划》相关要求，汕尾市中心城区年雨水利用雨水资源综合利用率达到 2%。

3.6 指标计算方法

3.6.1 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 2mm 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）。

汕尾市年径流总量控制率与设计降雨量关系详见 3.1 节。

3.6.2 年径流污染控制率

年径流污染控制率以年 SS 总量去除率进行计算。

年 SS 总量去除率=年径流总量控制率×低影响开发设施对 SS 的平均去除率。

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×综合雨量径流系数×汇水面积）加权平均计算得出。

3.6.3 透水铺装率

透水铺装率=透水地表面积/总硬化地面面积×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。

3.6.4 绿化屋顶率

绿化屋顶率=绿化屋顶面积/适合屋顶绿化的建筑屋顶总面积×100%

3.6.5 下沉式绿地率

下沉式绿地率=广义的下沉式绿地面积/绿地总面积×100%

广义的下沉式绿地泛指具有一定调蓄容积（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）的可用于调蓄径流雨水的绿地，包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地等；

下沉深度指下沉式绿地低于周边铺砌地或道路的平均深度，下沉深度小于 100mm 的下沉式绿地面积不参与计算（受当地土壤渗透性能等条件制约，下沉深度有限的渗透设施除外），对于湿塘、雨水湿地等水而设施系指调蓄深度。

3.6.6 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：

$V_{\text{单位}}$ ——单位面积控制容积， m^3/ha ；

H ——设计降雨量， mm ，参照导则 3.1 节；

ϕ ——综合雨量径流系数。

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。

3.6.7 未受控单位面积控制容积

未受控硬化面积=总面积-绿色屋顶面积-绿地面积-透水铺装地面面积-雨水花园等设施已控制面积。

3.6.8 污水再生利用率

污水再生利用率=年污水再生利用总量/年处理污水总量 $\times 100\%$

3.6.9 雨水资源利用率

雨水资源利用率=年雨水利用总量/年降雨量 $\times 100\%$

4 海绵城市规划指引

4.1 基本要求

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

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

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

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

4.1.5 规划管理部门根据控规确定的海绵城市建设指标纳入规划条件，建设单位需按规划条件要求进行设计。

4.2 国土空间规划层面

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

- (1) 明确提出城市的开发建设应按照海绵城市理念进行雨水综合管理；
- (2) 确定海绵城市总体目标及分区目标；
- (3) 结合城市特征，提出海绵城市建设的总体原则与总体策略；

(4) 结合城市用地规划，划分海绵城市重点区域（一般为城市新建地区及城市更新地区）。

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

4.3 控制性详细规划层面

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

4.3.2 控制性详细规划层面的海绵城市建设规划，应符合下列规定：

(1) 开展海绵城市建设影响因素分析，包括区域水文地质、防洪排涝体系、容积率、绿地率和功能区划等。

(2) 分解和细化国土空间规划及相关专项规划等上层级规划中提出的海绵城市控制目标及要求，结合建筑密度、绿地率等约束性控制指标，提出各地块的单位面积控制容积、下沉式绿地率及其下沉深度、透水铺装率、绿色屋顶率等控制指标，纳入地块规划设计要点，并作为土地开发建设的规划设计条件。

(3) 明确各类规划用地中的海绵城市建设要求和主要措施，合理布局规划范围内公共性质的低影响开发设施。

(4) 编制海绵城市规划图则，将各地块的海绵城市建设目标或指标、要求等纳入图则中。

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

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

(2) 引导性指标：根据各类用地特点和各地块控制性指标要求，可进一步

设置地块海绵城市引导性指标。引导性指标主要用于指导雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”等海绵城市相关设施的落实，如下沉式绿地占比、渗透设施渗透量、绿色屋顶率、调蓄容积、雨水资源利用率等。

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

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

4.4 项目实施方案层面

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

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

4.4.3 项目实施方案层面的海绵城市建设规划设计，应符合下列规定：

（1）以上位规划中的海绵城市相关控制指标为基础，综合分析规划范围的规划下垫面特性、市政雨水系统情况、发展定位、建筑控制要求、景观要求等情况，提出规划范围内海绵城市建设的主要目标（水量、水质、景观、生态等方面）和实现目标的主要措施（渗、滞、蓄、净、用、排等类型），并分析得出海绵城市建设中可能存在的矛盾和潜在问题。

（2）在明确建设目标和措施类型的基础上，参考控规的引导性指标和配置引导，结合对各类海绵城市工程设施的特点分析，完成设施的初步选型。

（3）制定设施布局方案并开展设施参数设计，完成海绵城市规划设计情景方案。

（4）通过相关的降雨径流模型、决策支持系统等工具，对规划情景方案的径流控制效果进行验证与评价。

（5）综合考虑设施效果、运行性能、建设与运营维护成本、生态景观效益

等因素，基于模型类软件系统或其他数学方法，优化初始规划情景，形成集科学性、可行性、经济性为一体的海绵城市规划设计方案。

5 海绵城市设计指引

5.1 基本要求

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

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

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

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

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

5.1.6 城市或区域内涝防治系统应综合考虑源头控制、传统排水管渠及超标雨水排放通道系统的排水能力，进行科学的系统规划和组合应用，优先采用源头控制系统控制雨水径流。临海区域还应建设防止海水倒灌设施。

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

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

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

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

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

5.1.12 建设项目分类低影响开发雨水综合系统设施设计要点按不同用地性质分类制定，应按设计要点进行深化设计。用地分类遵循现行的国家标准《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011）。

5.2 建筑与小区

5.2.1 主要适用范围

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

5.2.2 一般规定

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

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

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

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

（1）方案设计阶段应进行内涝风险分析和面源污染分析，结合海绵城市建设目标，提出内涝防治措施和面源污染控制措施，并进行海绵设施平面布置，确定设施规模。

（2）初步设计阶段应编制海绵城市建设专项设计说明，排水设计应包括源头雨水控制系统、排水管道系统、超标雨水排放系统的设计内容，详细设施平面

布置及规模。

(3) 施工图设计阶段应在初步设计的基础上，详细海绵设施的具体设计，明确各项海绵设施编号、面积、对应的服务汇水区面积、汇流路径及具体做法，落实在施工图设计文件中。

(4) 老旧小区海绵城市改造及城市更新项目应充分结合现状，因地制宜地设置海绵设施，通过源头、中途、末端相结合的系统方案实现海绵城市建设目标。

5.2.3 设计要点

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

(1) 平原地区地下水位高、土壤渗透系数小，主要利用 LID 设施的滞、蓄、净功能，透水铺装、下沉式绿地（植草沟）、生态滞留设施应设置排水层，排水层设置盲管与雨水排水管渠系统衔接。

(2) 丘陵地区地下水位相对较低，应充分利用 LID 的渗、滞、蓄、净功能，透水铺装、下凹式绿地（植草沟）、生态滞留设施底部不全设防渗膜，加强雨水入渗和水源涵养。土壤渗透系数低的区域，下凹式绿地底部土壤应进行换填，换填土壤需保证积蓄的雨水在 24~48h 内完全渗透。

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

5.2.3.3 屋面坡度较小的建筑宜采用绿色屋面，净化、收集屋面雨水，起到雨水净化及雨水资源化利用的作用。

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

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

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

5.2.3.7 透水铺装、下沉式绿地（植草沟）、生态滞留设施下如设有地下车库，地下室顶板上绿地宜有 800mm 以上的覆土。

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

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

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

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

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

5.3 绿地和广场

5.3.1 主要适用范围

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

5.3.2 一般规定

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

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

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

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

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

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

5.3.3 设计要点

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

5.3.3.2 公园绿地、街道绿地设计应首先满足自身的生态功能、景观功能和游憩功能，公园绿地海绵城市建设雨水系统设计应符合《公园设计规范》(GB 51192-2016)的相关规定，并应达到年径流总量控制率、年径流污染去除率等海绵城市建设指标的要求。

5.3.3.3 雨水利用应以入渗和景观水体补水与净化回用为主，避免建设维护费用高的净化设施。土壤入渗率低的公园绿地应以储存、回用设施为主；公园绿地内景观水体可作为雨水调蓄设施，并与景观设计相结合。绿地中适宜的位置可建雨水收集回用设施，可建于地下保证安全和节约用地，雨水经过适当处理后可用于浇洒和灌溉。

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

5.3.3.5 结合公园和广场的排水方案，公园、广场及周边区域径流雨水应通过有组织的汇流和转输，经截污等预处理后引入城市绿地内的雨水渗透、储存、调节等海绵设施消纳并衔接区域内的雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统，提高区域内涝防治能力。

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

(1) 绿地的地形设计应保证硬化铺装的汇水区标高高于下沉式绿地，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。绿地中可建植草沟转输和净化雨水，以及雨水滞留和渗透设施。

(2) 绿地高程应尽量低于周围硬化地面，设置导流设施，以确保径流雨水流入绿地。若绿地道路的边缘与绿地平齐，且雨水污染物含量较低，雨水径流可以分散式进入下沉式绿地；若道路比周围绿地高，则可在汇水区周围的道路侧石上设置宽度为 20~30cm 的排水口，地表径流可通过排水口汇入过滤设施或传输设施中，进而流入下沉式绿地。

(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，保证超过下沉式绿地设计蓄水上限的雨水及时通过溢流口排入雨水管渠系统。蓄排水设施底部与当地的地下水季节性高水位的距离应大于 1m，以保证雨水正常入渗。

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

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

5.3.3.9 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。

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

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

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

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

5.4 城市道路

5.4.1 主要适用范围

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

5.4.2 一般规定

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

5.4.2.2 道路的海绵城市建设应结合红线内外绿地空间、道路纵坡和标准断面、市政雨水系统布局等，充分利用既有条件合理设计，合理确定海绵设施。

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

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

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

5.4.2.6 城市道路海绵设施应采取相应的防渗措施，防止径流雨水下渗对车行道路面和路基的强度和稳定性造成损坏，并满足《城镇道路路面设计规范》（CJJ169-2012）、《城市道路路基设计规范》（CJJ194-2013）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》（CJJ169-2012）、《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ1-2008）与《路面稀浆罩面技术规程》（CJJ/T 66-2011）的相关规定。

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

5.4.3 设计要点

5.4.3.1 人行道的海绵性设计，应符合下列规定：

(1) 人行道设置的树池，宜采用生态树池，人行道可采用透水铺装，应将独立的树池连接形成一个连续的海绵体。

(2) 人行道与非机动车道间可设置下沉式绿化带，通过路缘石开孔，使两侧雨水汇集到绿化带中；人行道宜采用透水铺装，实现对径流总量的控制要求。

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

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

5.4.3.4 城市道路红线外公共绿地的设计，应符合下列规定：

(1) 当公共绿地设计标高低于人行道时，应根据道路坡向使红线内人行道、红线外径流汇入绿地中进行滞留与净化，宜结合周边地块条件设置前置塘、雨水湿地等设施，控制径流污染。

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

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

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

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

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

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

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

5.5 城市水系

5.5.1 主要适用范围

用地类型为 E1 类的水体类等建设项目的低影响开发配套设施，宜采用雨水湿地、滞留池、植被缓冲带、雨水管末端污染控制技术。

5.5.2 一般规定

5.5.2.1 城市水系海绵城市建设的目标以防洪治涝、雨水调节、污染治理为主，并应尽可能收集处理城市道路与广场、山体与绿地、建筑与小区的径流。

5.5.2.2 根据城市水系的功能定位、水体水质等级与达标率、保护或改善水质的制约因素与有利条件、水系利用现状及存在问题等因素，合理确定城市水系的保护与改造方案，使其满足相关规划提出的海绵城市建设目标与指标要求。

5.5.2.3 应保护现状河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等城市自然水体。

5.5.2.4 应充分利用城市自然水体设计雨水湿塘、雨水湿地等具有雨水调蓄功能的海绵设施，雨水湿塘、雨水湿地的布局、调蓄水位等应与城市上游雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统及下游水系相衔接。

5.5.2.5 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，在绿地内设计雨水湿塘、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排水口相衔接。

5.5.2.6 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面的径流雨水时，应设计为植被缓冲带，以削减径流流速和污染负荷。

5.5.2.7 有条件的城市水系，其岸线应设计为生态护岸，并根据调蓄水位变化选择适宜的水生及湿生植物。

5.5.3 设计要点

5.5.3.1 自然水域、水库、坑塘、沟渠等具有调蓄雨水功能的水体应优先保护其自然形态，条件适宜的情况下采取水体贯通的措施，提高水面率。

5.5.3.2 具有抵御台风功能的河流应首要保证防洪和防台风的安全。

5.5.3.3 水体断面宜采用生态护岸断面,并根据调蓄水位变化选择适宜的水生及湿生植物,充分与周边城市景观结合。

5.5.3.4 为提高水体净化能力,宜利用河道蓝线内用地建设具有净化和滞蓄功能的雨水湿地。

5.5.3.5 雨水滞留设施应与雍水设施、景观设计相结合。不得对行洪造成妨碍,尽可能利用自然方式,如湿地等,以改善水质,延长换水周期,减少旱季补水需求。

5.5.3.6 雨水管排水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。

5.5.3.7 有条件进行生态处理(雨水湿塘、雨水湿地、生物浮岛等形式),经上述设施滞留净化后再排入受纳水体。

5.5.3.8 河湖水体的平面布置,应符合下列规定:

(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,确定治理设施的型式和规模,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设施时,必须考虑防汛通道、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。调蓄和净化等海绵设施应重点布置在径流污染严重的区域和入河雨污水管网附近。

(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) 海绵设施的布置,需保证河湖行洪排涝、输水、通航等基本功能不受影响。

5.5.3.9 河湖水体的竖向设计,应符合下列规定:

(1) 应解析河道建设范围内和周边地块的地形特点,雨水宜自流进出海绵设施。调蓄池中储存的初雨径流或者溢流污水可通过提升,进行净化后回用或排放。

(2) 水体应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,可通过设置不同坡比、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。

5.6 技术与设施选择

5.6.1 透水铺装

建筑地块内非机动车道路、人行道、停车场、广场、庭院应采用透水铺装路面。透水铺装可分为材料透水和构造透水，其中材料透水包括透水砖铺装、透水水泥混凝土、透水沥青混凝土等材料其本身为透水材料；构造透水包括植草砖式、缝隙式透水等通过断接不透水表面的构造透水。透水铺装路面结构、设计、施工及维护应符合《建筑与小区雨水利用工程技术规范》（GB50400-2016）、《透水水泥混凝土路面技术规程》（GJJ/T135-2009）、《透水沥青路面技术规程》（GJJ/T190-2012）、《透水砖路面技术规程》（GJJ/T188-2012）的相关规定。透水路面结构应便于施工，利于养护并减少对周边环境及生态的影响。

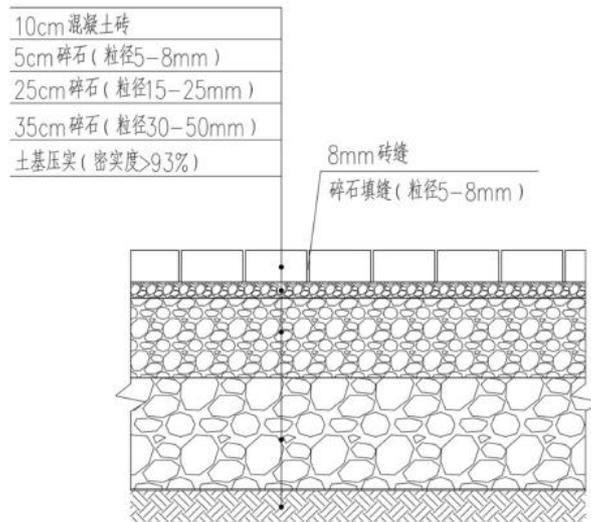


图 5.6.1 构造透水铺装示意图

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

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

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

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

5.6.1.5 透水砖抗弯拉强度不应低于 30MPa。

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

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

(1) 缺少相关计算参数时，渗透铺装措施雨水径流削减量可按下式计算：

$$Q_{td} = P_{Nt}(1 - \varphi_{Nt}) \times F_a \quad (\text{式 5.7.1.6-1})$$

式中： Q_{td} ——透水地面铺装雨水径流削减量，L/s；

φ_{Nt} ——透水地面径流系数；

P_{Nt} ——重现期为 N、历时为 t 的设计降雨量；

F_a ——透水地面铺装面积， m^2 。

(2) 当相关参数齐全时，渗透铺装措施雨水径流削减量可按下式计算：

$$Q_{td} = \left(\frac{W_p}{t} + K_j \right) \times F_a \quad (\text{式 5.7.1.6-2})$$

式中： W_p ——透水地面铺装层容水量，mm；

K_j ——基层的饱和导水率，mm/min；

t——降雨历时，s。

(3) 透水铺装容水量可按下式计算：

$$W_p = h_m \times n_m + h_z \times n_z + h_d \times n_d \quad (\text{式 5.7.1.6-3})$$

式中： h_m ——面层厚度，mm；

n_m ——面层有效孔隙率；

h_z ——找平层厚度，mm；

n_z ——找平层有效孔隙；

h_d ——垫层厚度，mm；

n_d ——垫层有效孔隙率。

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

5.6.2 下沉式绿地与植草沟

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

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

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

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

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

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

5.6.2.7 下沉式绿地区域施工时应尽量避免重型机械的碾压；已压实的土壤需要借助机械改善土壤夯实度，可以适量加入有机质、膨胀岩页、多孔陶粒等碎材来改良土壤结构；土壤渗透性较差的地区可以通过添加炉渣等措施增大土壤渗透能力。

5.6.2.8 植草沟的设计应满足下列要求：植草沟断面形式宜采用抛物线形、三角形或梯形；植草沟顶宽宜为 500~1500mm，深度宜为 50~250mm，最大边坡（垂直：水平）不宜大于 1:3；纵向坡度宜为 0.3~4.0%，当大于 4%时，宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎；沟长不宜小于 30m；植草沟最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2~0.3；植草沟内植被宜控制在 100~200mm；积水区的进水宜沿沟长多点分散布置，宜采用明沟布水；当大量雨水径流通过管道进入植草沟时，宜在进口处设置消能设施。植草沟的雨水井口处不应种植较大的树木，以防涌水。

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

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

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

5.6.2.12 下沉式绿地、植草沟的维护与管理应满足下列要求：下沉式绿地、植草沟应及时补种修建植物、清除杂草。当下沉式绿地、植草沟进水口不能有效收集汇水面径流时，应加大进水口规模或进行局部下沉等；当溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物。当下沉式绿地、植草沟进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施。当下沉式绿地、植草沟边坡出现坍塌时，应进行加固。下沉式绿地、植草沟的检修频次应为 1 年 2 次，且检修时间应在雨季之前及雨季期中。下沉式绿地、植草沟在植物生长季节应进行每月 1 次的剪修。

5.6.3 生物滞留设施

5.6.3.1 生物滞留设施应符合一定经济性，应考虑到生物滞留设施的造价成本及后期养护成本。生物滞留设施的设计可参照《汕尾市中心城区海绵城市建设技术图集》的相关内容。

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

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

5.6.3.4 生物滞留设施应用于道路绿化且道路纵坡大于 1%时，应设档水堰或台坎，以减缓流速并增加雨水渗透量；设施靠近路基部分应进行防渗处理，防止对道路路基稳定性造成影响。

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

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

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

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

表 5.7.3.8 生物滞留设施组成及技术要求

序号	组成	作用	技术要求
1	蓄水层	①雨水滞留：降雨时雨水优先滞留于蓄水层； ②过滤雨水：通过植物的作用过滤雨水，同时将雨水中的沉淀物留在此层	其高度根据开发场地所在地区的降雨特性来确定，一般多为 100~250mm
2	覆盖层	①提高土壤渗透能力：可以保持土壤的湿度，防止水土流失； ②净化雨水：覆盖层中的树皮可以提供良好的微生物环境，有利于雨水的净化	①一般采用树皮进行覆盖 ②其最大深度一般为 50~80 mm
3	种植土层	过滤与净化雨水作用	①一般选用渗透系数较大的砂质土壤，其主要成分中砂子含量为 60%~85%，有机成分含量为 5%~10%，粘土含量不超过 5%； ②种植土的厚度根据所种植的植物来决定。种植花卉与草本植物，只需 30~50cm 厚；种植灌木需 50~80cm 厚；种植了乔木，则土层深度在 1m 以上； ③种植在雨水花园的植物应选择多年生植物，并可短时间耐水涝
4	人工填料层	渗水作用	①多选用渗透性较强的天然或人工材料； ②其厚度应根据当地的降雨特性、雨水花园的服务面积等确定，多为 0.5~1.2m； ③当选用砂质土壤时，其主要成分与种植土层一致； ④当选用炉渣或砾石时，其渗透系数一般不小于 10-5m/s
5	砾石层	排除多余雨水：多余的雨水由穿孔管收集排入到城市排水管道中	①由直径不超过 50mm 的砾石组成，厚度 200~300mm； ②在其中可埋置直径为 100mm 的穿孔管

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

5.6.4 绿色屋顶

5.6.4.1 种植屋面应符合《屋面工程技术规范》（GB50345-2012）及《种植屋面建筑构造》（14J206）要求。种植屋面材料、施工验收及质量验收应参照《种植屋面工程技术规程》（JGJ155-2013）。

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

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

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

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

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

植被层：植被；

种植土层：根据植被要求；

过滤层：土工格栅、土工过滤布等；

蓄排水层：蓄排水板、绿色屋面种植模块等；

保护层：细石混凝土或 1：3 水泥砂浆；

隔离层：PE 膜/聚酯无纺布等；

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

找平层：水泥砂浆；

保温层：质轻、多空、导热系数小的保温材料；

找坡层：轻集料混凝土；

结构层：现浇钢筋混凝土。

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

初栽植物荷重

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

5.6.4.8 一般种植屋面可与蓄水屋面结合，建成蓄水种植屋面，应符合以下规定：蓄水种植屋面设计应符合《屋面工程技术规范》（GB50345-2012）要求；种植床内的水层靠轻质多孔粗骨料蓄积，粗骨料的粒径应不小于 25mm，蓄水深度应不小于 60mm；为保持蓄水层的通畅，不被杂质堵塞，应在粗骨料上铺 60~80mm 细骨料滤水层，细骨料按 5~20mm 粒径级配，下粗上细逐层填铺；为减轻屋面板荷载，栽培介质推挤密度不宜大于 10kN/m³；蓄水种植屋面应根据屋面绿化设计用床埂进行分区，每区面积不宜大于 100m²。床埂宜高于种植床 60mm 左右，床埂底部每隔 1200~1500mm 设一个溢水孔，溢水孔处应铺设粗骨料或安设滤网以防细骨料流失。

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

5.6.4.10 地下建筑顶板种植设计顶板为现浇防水混凝土，并应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）的规定；顶板种植应按永久性绿化设计；顶板种植构造层底部应设疏排水系统。

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

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

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

5.6.5 储水调蓄设施

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

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

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

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

5.6.5.5 生活污水应排入市政污水管道，不得排入雨水调蓄设施的蓄水区。

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

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

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

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

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

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

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

$$V = \int_0^T [Q_i(t) - Q_o(t)] dt \quad (\text{式 5.6.5.12-1})$$

式中：V——调蓄量或调蓄池有效容积， m^3 ；

Q_i ——调蓄设施上游设计流量， m^3/s ；

Q_o ——调蓄设施下游设计流量， m^3/s ；

T——降雨历时，min。

当缺乏上下游流量过程线资料时，可采用脱过系数法，按下式计算：

$$V = \left\{ - \left[\frac{0.65}{n^{1.2}} + \frac{b}{T} \times \frac{0.5}{(n+0.2)} + 1.10 \right] \times \log(a+3) + \frac{0.215}{n^{0.15}} \right\} \times Q_i T \quad (\text{式 5.6.5.12-2})$$

式中：b——暴雨强度公式参数；

n——暴雨强度公式参数；

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

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

5.6.6 初期弃流设施

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

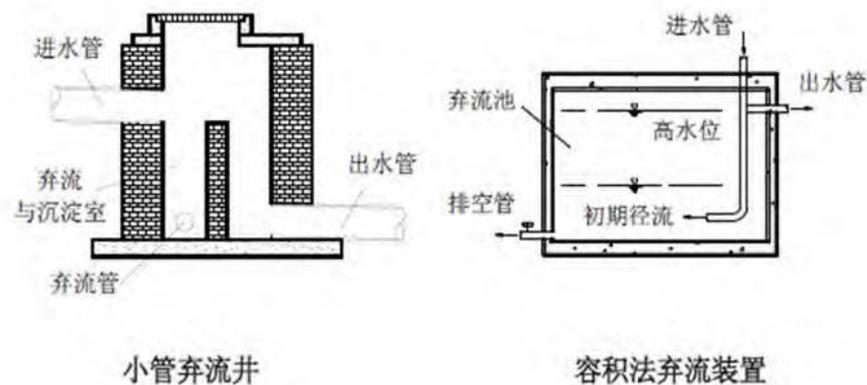


图 5.7.6.1 初期雨水弃流示意图

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

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

5.6.7 雨水渗透设施

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

- (1) 渗管、渗渠应设置植草沟、沉淀（砂）池等预处理设施；
- (2) 渗管可采用 PVC 穿孔管、PE 渗排管、无砂混凝土管等材料制成，塑料管开孔率应控制在 1~3%之间，无砂混凝土管的孔隙率应大于 20%；
- (3) 渗管坡度应满足排水要求，宜采用 0.01~0.02；
- (4) 渗管四周填充砾石或其他多孔材料，砾石层外包土工布，土工布搭接宽度不应少于 150mm；
- (5) 渗管管沟设在车行路面下时覆土深度不应小于 700mm。

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

- (1) 雨水通过渗井下渗前应通过植草沟、植被缓冲带等设施对雨水进行预处理；
- (2) 渗井的出水管的内底高程应高于进水管管内顶高程，但不应高于上游相邻井的出水管管内底高程。

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

5.7 设计计算

5.7.1 设计参数

5.7.1.1 雨水年径流总量控制率与设计降雨关系

根据汕尾市气象站提供的近 30 年逐日降雨量资料，汕尾市中心城区雨水年

径流总量控制率与设计降雨量的对应关系如图及表所示。

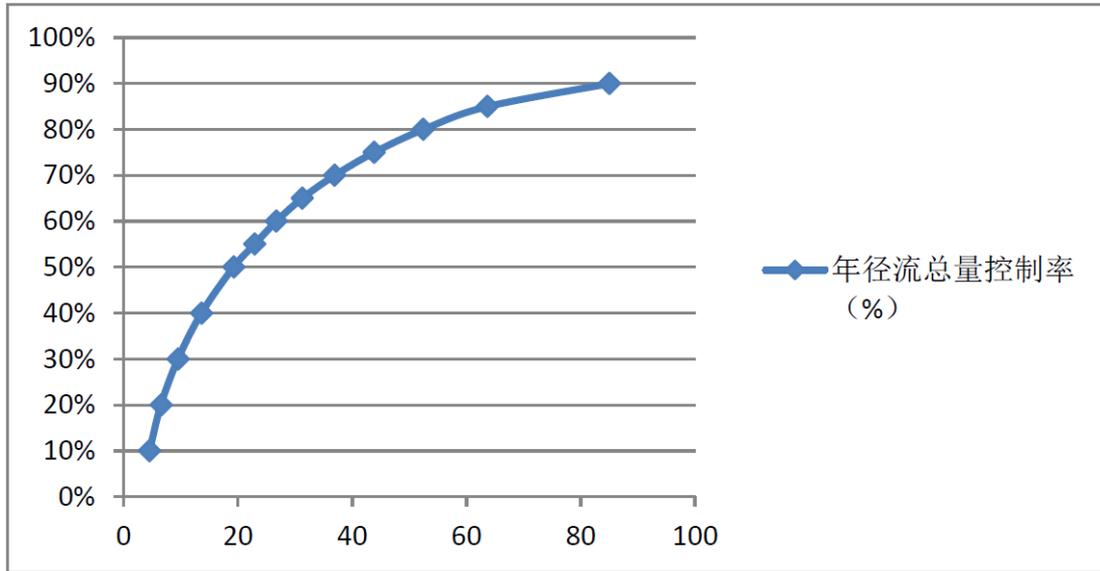


图 5.7.1.1 汕尾市中心城区“雨水年径流总量控制率-设计雨量”曲线

表 5.7.1.1 汕尾市中心城区年径流总量控制率与设计降雨量的关系

年径流总量控制率 (%)	50	60	65	70	75	80	85
设计降雨量 (mm)	19.2	26.7	31.2	36.9	43.8	52.4	63.6

5.7.1.2 不同类别用地规划综合雨量径流系数

表 5.7.1.2 不同类别规划用地综合雨量径流系数目标（新建项目）

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

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

5.7.1.3 土壤及地下水

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

表 5.7.1.3 各种土壤渗透系数

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

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

5.7.1.4 各类地表污染负荷值

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

表 5.7.1.4 各类地表污染负荷预测一览表

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

5.7.2 以渗透为主要功能的设施规模计算

5.7.2.1 对于生物滞留设施、渗透塘、渗井等顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施，设施规模应按照以下方法进行计算。对透水铺装等仅以原位下渗为主、顶部无蓄水空间的渗透设施，其基层及垫层空隙虽有一定的蓄水空间，但其蓄水能力受面层或基层渗透性能的影响很大，因此透水铺装可通过参与综合雨量径流系数计算的方式确定其规模。

5.7.2.2 渗透设施有效调蓄容积按下式进行计算：

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

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

V ——渗透设施进水量， m^3 ，参照“容积法”（见 5.7.3）计算；

W_p ——渗透量， m^3 。

5.7.2.3 渗透设施渗透量按下式进行计算

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

式中： W_p ——渗透量， m^3 ；

K ——土壤（原土）渗透系数， m/s ；

J ——水力坡降，一般可取 $J = 1$ ；

A_s ——有效渗透面积， m^2 ；

t_s ——渗透时间 s ，指降雨过程中设施的渗透历时，一般可取 $2h$ 。

5.7.2.4 渗透设施的有效渗透面积 A_s 应按下列要求确定：

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

5.7.3 以储存为主要功能的设施规模计算

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

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

式中： V ——设计调蓄容积， m^3 ；

H ——设计降雨量， mm ；

ϕ ——雨量径流系数；

F ——汇水面积， ha 。

5.7.3.2 用于合流制排水系统的径流污染控制时，雨水调蓄池的有效容积可参照《室外排水设计规范》（GB50014-2006,2016 版）进行计算。

5.7.4 以调节为主要功能的设施规模计算

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

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

式中：V——调节设施容积， m^3 ；

Q_{in} ——调节设施的入流流量， m^3/s ；

Q_{out} ——调节设施的出流流量， m^3/s ；

t ——计算步长，s；

T——计算降雨历时，s。

5.7.5 以转输为主要功能的设施规模计算

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

式中：Q——雨水设计流量，L/s；

ψ ——流量径流系数；

q——设计暴雨强度， $\text{L}/(\text{s}\cdot\text{hm}^2)$ ；

F——汇水面积，ha

城市雨水管渠系统设计重现期的取值及雨水设计流量的计算等还应符合《室外排水设计规范》（GB50014-2006，2016版）的有关规定。

6 海绵城市工程建设指引

6.1 基本要求

6.1.1 海绵城市工程建设应严格按照规划和设计文件要求进行。

6.1.2 海绵城市建设工程施工项目质量控制应结合汕尾市本地的施工技术标准、质量管理体系、质量控制和检验制度。

6.1.3 海绵城市建设设施所用原材料、部品、构（配）件、设备等产品，应优先采用汕尾市当地产品，产品性能应符合国家和汕尾市地方标准要求，且均应通过质量检测合格，入场前需查验产品合格证。

6.1.4 施工现场应加强水土保持措施，减少施工过程对场地及其周边环境的扰动和破坏。

6.1.5 海绵城市工程建设的验收应以国家现行的相关验收规范标准、设计文件、施工合同等作为依据和标准。重点工程项目的验收宜在整个工程经过一个雨季运行检验后进行。

6.2 专项类工程建设指引

6.2.1 绿色屋顶施工程序，按照以下规定：

（1）种植屋面用防水卷材长边和短边的最小搭接宽度均不应小于 100mm。

（2）卷材收头部位宜采用金属压条钉压固定和密封材料封严。

（3）喷涂聚脲防水涂料的施工应符合现行行业标准《喷涂聚脲防水工程技术规程》（JGJ/T200）的规定。

（4）合成高分子防水卷材冷粘法施工，环境气温不宜低于 5℃；采用焊接法施工时，环境气温不宜低于 -10℃；高聚物改性沥青防水卷材热熔法施工环境温度不宜低于 -10℃；反应型合成高分子涂料施工环境温度宜为 5~35℃。

（5）种植土进场后应避免雨淋，散装种植土应有防止扬尘的措施。

（6）现场的植物宜在 6h 栽植完毕，未栽植完毕的植物应及时喷水保湿，或采取假植措施。

（7）施工程序，宜符合下列规定：

基层施工→绝热层施工→找坡/找平施工→防水层施工→保护层施工→排水/

蓄水层施工→过滤层施工→种植土层施工→植被层施工

6.2.2 生物滞留设施、下沉式绿地等施工程序，按照以下规定：

(1) 施工过程中的土壤侵蚀和沉淀控制、沟槽开挖及基层土壤渗透性能保护与恢复

(2) 沟底防冲刷碎石覆盖层应根据植物种植，按照不漏土的原则进行铺设，还应考虑景观效果。

(3) 植物种植应按种植设计图纸施工，也可按照实际景观效果最优的原则进行适当调整，并按程序进行设计变更。

(4) 覆盖层应根据植物种植，按照不漏土的原则进行铺设，还应考虑景观效果。

(5) 进水口的设置应根据施工图纸施工，实际施工过程中，应按照便于雨水汇入生物滞留设施的原则，对进水口位置进行适当调整，汇水面上高程最低点应设置进水口。

(6) 溢流口顶与生物滞留设施种植面间的空间为生物滞留设施有效调蓄空间，结构层回填高度应与设计高度一致，保证有效调蓄深度。溢流口顶一般应预留不小于 50mm 的超高。

(7) 施工程序，宜符合下列规定：

基层挖掘保护渗透性→铺透水土工布→换土层/种植土→植物种植→覆土回填→进水口与溢流口。

6.2.3 植草沟施工程序，按照以下规定：

(1) 挡水堰可起到增加植草沟滞蓄水量，降低水流流速，防止沟底冲刷的作用，挡水堰顶高程一般根据植草沟纵坡及沟深确定，应严格按照图纸施工。

(2) 植物种植、覆土层、进水口与溢流口的设计按照 6.2.2 的相关规定。

(3) 施工程序，宜符合下列规定：

基层挖掘保护渗透性→铺透水土工布→挡水堰→植物种植→沟底防冲刷碎石铺设→进水口与溢流口。

6.2.4 透水铺装的施工程序，应符合下列规定：

(1) 透水面层工程质量应符合《透水砖路面技术规程》(CJJ/T188) 相关规

定。

(2) 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。

(3) 施工程序,宜符合下列规定:

土基挖槽→底基层→基层→找平层→透水面层→清扫整理→渗透能力的确认。

6.2.5 水池、沟槽开挖和地基处理,应符合下列规定:

(1) 基坑基底的原状土层不得扰动、受水浸泡或受冻。

(2) 地基承载力、地基的处理应满足水池荷载要求。

(3) 弱承载能力地基,应采用钢筋混凝土进行加固处理。

(4) 开挖基坑和沟槽,底边应留出不小于 0.5m 的安装宽度。

(5) 水池池底与管道沟槽槽底标高允许偏差±10mm。

6.3 综合类工程建设指引

6.3.1 城市排水系统与河湖水系海绵城市设施建设程序,应符合下列规定:

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

(2) 各类水生植物根据河道水位变动情况,宜在生境构建结束后的非汛期实施。

(3) 水生动物宜安排在水生植物群落生长基本稳定后投放。

(4) 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。

(5) 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。

6.3.2 生态清淤的施工建设,应符合下列规定:

(1) 河湖底泥清淤宜严格按照设计要求的范围、深度和清淤方式施工,尽量避免少挖或者超挖。

(2) 清淤过程中应注重对岸坡、涉水建(构)筑物的安全防护和周边生态

环境保护，必要时对施工水域采取围挡、隔离等控制措施。

(3) 应对清淤产生的施工尾水采取就地处理等措施，达标后排放，避免造成二次污染。

(4) 严格按照设计提出的要求堆置和处置清淤污泥，根据淤泥性质处置并利用。

6.3.3 生态护岸的施工建设，应符合下列规定：

(1) 新建生态护岸施工技术要求较高时，施工期间材料供货商应安排专业技术人员承担或者指导施工单位进行护岸施工，重点关注护岸的稳定性以及护岸范围内陆生和水生植物的种植及存活，确保植物的存活率和覆盖率达到设计指标，满足护岸的生态性要求。

(2) 对于已建硬质护岸绿色改造在施工前应掌握已建硬质护岸的工程结构，在确保护岸结构安全的前提下再实施改造。若施工单位根据现场情况判定局部护岸有不稳定的潜在风险，应停止该段的改造施工，联系建设单位及设计单位予以处理。

6.3.4 水生植物种植，应符合下列规定：

(1) 挺水植物种植宜在春季（3~5月）进行种苗移植，若施工时间受限，可在夏季（6~8月）进行营养植株移植或冬季（12~翌年2月）进行根茎移植。生态浮床上种植挺水植物宜采用营养植株或种苗移植。

(2) 夏季一年生沉水植物种植宜在春末夏初（4~7月）进行营养植株（未开花的成株）移植，也可在春季（3~5月）采用种子或营养繁殖体播撒方式；冬季一年生沉水植物种植宜在秋末冬初（9~11月）进行营养繁殖体（芽孢、石芽、冬芽、球茎等）播植，也可采用营养植株在春季（3~5月）移植。

(3) 浮叶植物宜在4~9月采用带有生长点的块茎或成株进行移植。

6.4 验收要求

6.4.1 海绵城市建设工程施工质量验收应符合国家现行有关标准的规定。

6.4.2 构筑物土石方、砌筑工程、钢筋混凝土工程验收应符合国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》(GB50141-2008)的有关规定；排水工程验收应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB50268-2008)的有关规定；硅砂制品产品及施工质量应符合《硅砂雨水利用工程技术规程》(CECS381-2014)的有关规定；道路绿化工程施工质量应符合《园林绿化工程施工及验收规范》(CJJA3-82-2012)的有关规定；种植土壤应符合《绿化种植土壤》(CJ/T340-2016)的有关规定；监测设备验收应符合《水利信息化项目验收规范》(SL588-2013)的有关规定。

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

6.4.4 海绵城市建设工程应试运行一段时间(由建设单位自行决定)后进行验收。试运行期宜安排在主汛期，试运行期间宜经历 2~3 场 24h 降雨量在 26.7mm 以上的降雨。

6.4.5 当对施工质量检验不符合要求时，应按下列规定进行处理：

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

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

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

6.4.8 应进行施工过程与成品质量控制，前一分项工程未经验收合格的，严禁进行后一分项工程施工。

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

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

7 海绵城市维护与管理指引

7.1 基本要求

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

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

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

7.1.4 海绵城市设施的维护管理部门应对设施的效果进行监测与评估，并对检测评估材料进行存档，以备检查。

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

7.1.6 对调蓄池、隧道调蓄工程内部设施的运行维护操作，应按现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》（GB 51174-2017）和现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》（CJJ 6-2009）的有关安全规定执行。

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

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

7.2 设施维护

7.2.1 透水铺装、路面

(1) 面层出现破损时应及时进行修补及更换。

(2) 出现不均匀沉降时，应及时进行局部修整。

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

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

7.2.2 绿色屋顶

(1) 定期检查排水沟、水落口和检查井等排水设施，及时疏通排水管道。

(2) 园林小品应保持外观整洁，构件和各项设施完好无损。

(3) 应保持园路、铺装、路缘石和护栏等的安全稳固、平整完好。

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

(5) 应保持外露的给排水设施清洁、完整。

(6) 应定期检查电气照明系统，保持照明设施正常工作，无带电裸露。

(7) 应保持导引牌、标识牌外观整洁、构件完整；应急避险标识应清晰醒目。

(8) 设施损坏后应及时修复。

(9) 种植屋面绿化养护管理应符合下列规定：

1) 种植屋面工程应建立绿化养护管理制度；

2) 定期观察、测定土壤含水量，并根据墒情灌溉补水；

3) 根据季节和植物生长周期测定土壤肥力，可适当补充环保、长效的有机肥或复合肥；

4) 定期检查并及时补充种植土。

(10) 种植屋面可通过控制施肥和定期修剪控制植物生长。

(11) 根据设计要求、不同植物的生长习性，适时或定期对植物进行修剪。

- (12) 及时清理死株，更换或补植老化及生长不良的植株。
- (13) 在植物生长季节应及时除草，并及时清运。
- (14) 植物病虫害防治应采用物理或生物防治措施，也可采用环保型农药防治。
- (15) 根据植物种类、季节和天气情况实施灌溉。
- (16) 根据植物种类、地域和季节不同，应采取防寒、防晒、防风、防火措施。

7.2.3 生物滞留设施、下沉式绿地

- (1) 下凹式绿地的运行管理，应符合下列规定：
 - 1) 在汛前，应对设施的进水口和溢流口进行清淤维护；
 - 2) 进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施；
 - 3) 进水口、溢流口堵塞或淤积导致进水不畅时，应及时清理垃圾和沉积物；
 - 4) 浅层调蓄池的调蓄空间因沉积物淤积导致调蓄能力不足时，应及时清理沉积物；
 - 5) 应定期清除绿地上的杂物，对雨水冲刷造成的植物缺失，应及时补种。

(2) 对调蓄池、隧道调蓄工程内部设施的运行维护操作，应按现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》(GB 51174-2017)和现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》(CJJ 6-2009)的有关安全规定执行。

7.2.4 渗井、渗管/渠

- (1) 渗透设施的维护管理，应包括渗透设施的检查及清扫、渗透机能的恢复及修补、机能恢复的确认等，并应对维护管理进行记录。
- (2) 发现进水口出现冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施。
- (3) 设施内因沉积物淤积导致调蓄能力或过流能力不足时，应及时清理沉积物。
- (4) 当渗井调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时，应及时更换填料。

7.2.5 湿塘、雨水湿地、调节塘、调节池

(1) 发现进水口、溢流口出现冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施。

(2) 发现进水口、溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物。

(3) 前置塘/预处理池沉积物淤积超过 50%时，应及时清淤。

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

(5) 护坡出现坍塌时应及时进行加固。

(6) 应定期检查泵、阀门等相关设备，保证其能正常工作。

(7) 应及时收割、补种修剪植物、清除杂物。

7.2.6 蓄水池、雨水罐

(1) 进水口、溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物。

(2) 沉淀物、沉积物淤积超过设计清淤高度时，应及时进行清淤。

(3) 应定期检查阀门等相关设备，保证其能正常工作。

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

7.2.7 植草沟、植被缓冲带

(1) 应及时补种修剪植物、清除杂草、杂物。

(2) 沟内沉积物淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物。

(3) 边坡出现坍塌时，应及时进行加固。

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

7.2.8 人工土壤渗滤

(1) 应及时补种修剪植物、清除杂草、杂物。

(2) 发现土壤渗滤能力不足时，应及时更换配水层；

(3) 配水管出现堵塞时，应及时疏通或更换。

7.2.9 维护检查频率及注意事项

表 7.2.9 设施维护检查频率及注意事项

设施名称	检查时间间隔	检查、维护重点
集水设施	1 个月或降雨间隔超过 10 日至单场降雨后	污/杂物清理排除
输水设施	1 个月	污/杂物清理排除、渗漏检查
处理设施	3 个月或降雨间隔超过 10 日至单场降雨后	污/杂物清理排除、设备功能检查
储水设施	6 个月	污/杂物清理排除、渗漏检查
安全设施	1 个月	设备功能检查
透水铺装	雨季前、中期 2 次	缺失修补、透水能力检查
绿色屋顶	6 个月	雨季期间除杂草、污/杂物清理排除、植物修剪养护
下沉式绿地	6 个月	雨季期间除杂草、污/杂物清理排除、植物修剪养护
生物滞留设施	6 个月	污/杂物清理排除（不定期）、植物修剪养护
渗透塘	3 个月	污/杂物清理排除、植物修剪养护、清淤
渗井	6 个月	污/杂物清理排除、清淤
湿塘	6 个月（雨季）	污/杂物清理排除、清淤（雨季之前）
雨水湿地	雨季前、中、后期 3 次	污/杂物清理排除、清淤（雨季之前）
蓄水池	雨季前、中期 2 次	污/杂物清理排除、清淤、排空（暴雨之前）
雨水罐	雨季前、中期 2 次	污/杂物清理排除、清淤、排空（暴雨之前）
调节塘	雨季前、中、后期 3 次	污/杂物清理排除、清淤（雨季之前）
植草沟	雨季前、中期 2 次	污/杂物清理排除、植物修剪养护
渗渠	12 个月	污/杂物清理排除、渗漏检查
植被缓冲带	雨季前、中期 2 次	污/杂物清理排除、植物修剪养护
初期雨水弃流设施	1 个月	污/杂物清理排除、设备功能检查
人工土壤渗滤	雨季前、中、后期 3 次	污/杂物清理排除、植物修剪养护

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

7.3 风险管理

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

7.3.2 雨水会用系统输水管道严禁与生活饮用水管道连接。

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

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

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

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

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

7.3.7 设有海绵城市设施的建设用地，应设有超标雨水外排措施，并应进行地面标高控制，城市用地的竖向规划设计应符合国家行业标准《城乡建设用地竖向规划规范》（CJJ 83-2016）的要求。

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

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

- (1) 雨水供水管外壁应按设计规定涂色或标识；
- (2) 当设有取水口时，应设锁具或专门开启工具；

(3) 水池(箱)、阀门、水表、给水栓、取水口均应有明显的“雨水”标识。

7.3.10 恶劣天气条件下，不得在任何进水口或检查井进行工作。

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

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

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

7.3.14 透水铺装风险管理应满足以下要求：

(1) 透水铺装对道路路基强度和稳定性的潜在风险较大时，可采用半透水铺装结构。

(2) 土地透水能力有限时，应在透水铺装的透水基层内设置排水管或排水板。

(3) 当透水铺装设置在地下室顶板上时，顶板覆土厚度不应小于 800mm，并应设置排水层。

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

8 海绵城市效果评估指引

8.1 规划设计评估

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

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

8.1.3 海绵城市规划评估由建设单位组织评估或委托专业评估机构进行评估。

8.1.4 年径流总量控制率的简易评估

8.1.4.1 年径流总量控制率的简易评估应按以下要求进行：

(1) 核算每个地块的年均综合雨量径流系数。计算该地块不同下垫面的面积，表 8.1.4.1 确定各下垫面的年均雨量径流系数，经加权平均得到该地块的年均综合雨量径流系数。若年均综合雨量径流系数对应的年径流总量控制率满足要求，则该地块年径流总量控制率达标。若年均综合雨量径流系数对应的年径流总量控制率不满足要求，则按 2~5 款的流程进行核算。年均综合雨量径流系数与年径流总量控制率之和为 1.0。

(2) 核算每个地块的场均综合雨量径流系数。按表 8.1.4.1 确定各下垫面的场均雨量径流系数，经加权平均得到该地块的场均综合雨量径流系数。

(3) 计算每个地块不同年径流总量控制率对应的需蓄水容积。按照式 8.1.4.1 计算该地块不同年径流总量控制率对应的需蓄水容积。

$$V=10H\phi F \quad (8.1.4.1)$$

式中：

V——设计调蓄容积或需蓄水容积， m^3 ；

H——设计降雨量，mm；

ϕ ——场均综合雨量径流系数；

F——汇水面积， hm^2 。

(4) 核算每个地块的可蓄水容积。

(5) 确定该地块的实际年径流总量控制率。将该地块不同年径流总量控制率所需蓄水容积与实际可蓄水容积比较，得到该地块的实际年径流总量控制率。

(6) 区域年径流控制率核算。为该区域内每个地块年径流总量控制率的加权平均值。

表 8.1.4.1 下垫面径流系数取值一览表

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

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

8.1.4.2 以下设施的蓄水容积不应计入总蓄水容积：

(1) 对径流总量削减贡献很小的设施：如转输型植草沟、渗管/渠、初期雨水弃流、植被缓冲带、人工土壤渗滤设施等；

(2) 在径流系数内已综合考虑其空隙的设施：如透水铺装、绿色屋顶结构内的空隙；

(3) 受地形条件、汇水面大小等因素影响，无法有效收集径流雨水的设施。

8.1.4.3 储水设施的蓄水容积计算应满足以下要求：

(1) 具有渗透功能的综合设施，蓄水最大深度应根据该处设施上沿高程最低处确定；

(2) 用于接纳初始阶段降雨的雨水罐、雨水池等，可蓄水容积应结合所蓄雨水的利用安排确定，下雨前未被排空的容积不应计入核算年径流总量控制率的蓄水容积；

(3) 每处设施计入总调蓄容积不应大于设计降雨量下其汇水面内的实际降雨径流量。

(4) 每处设施计入总调蓄容积应不大于一个周期内排放量、水体渗透量、水面蒸发量和回用量之和，其中排放量根据可排空的体积确定，回用量根据实际回用水量确定，水体渗透量和水面蒸发量计算确定。一般取一个周期 24h。

8.1.4.4 水体渗透量确定方法：

$$W_s = \alpha K J A_s t_s \quad (8.1.4.4)$$

式中：

W_s ——渗透设施渗透量， m^3 ；

α ——综合安全系数，取 0.5~0.6；

J ——水力坡降，取 1；

A_s ——有效渗透面积， m^2 ；

t_s ——渗透时间，s，24h；

K ——土壤渗透系数，m/s。

8.1.4.5 水面蒸发量确定方法:

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

$$Q_{zh}=52S(P_m-P_a)(1+0.135V_{md}) \quad (8.1.4.5)$$

式中:

Q_{zh} ——水面蒸发量, L/d;

S ——水池的表面积, m^2 ;

P_m ——水面温度下的饱和蒸汽压, Pa;

P_s ——空气的蒸汽分压, Pa;

V_{md} ——日平均风速, m/s。

8.1.4.6 设施径流体积控制规模核算应符合下列规定:

(1) 应依据年径流总量控制率所对应的设计降雨量及汇水面积, 采用“容积法”计算得到渗透、滞蓄、净化设施所需控制的径流体积, 现场实际检查各项设施的径流体积控制规模应达到设计要求;

- (2) 渗透、渗滤及滞蓄设施的径流体积控制规模应按下列公式计算:

$$V_{in}=V_s+W_{in} \quad (8.1.4.6-1)$$

$$W_{in}=KJA t_s \quad (8.1.4.6-2)$$

式中:

V_{in} ——渗透、渗滤及滞蓄设施的径流体积控制规模(m^3);

V_s ——设施有效滞蓄容积(m^3);

W_{in} ——渗透与渗滤设施降雨过程中的入渗量(m^3);

K ——土壤或人工介质的饱和渗透系数(m/h); 根据设施滞蓄空间的有效蓄水深度和设计排空时间计算确定, 由土壤类型或人工介质构成决定, 不同类型土壤的渗透系数可按现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》(GB 50400-2016)的规定取值;

J ——水力坡度, 一般取 1;

A ——有效渗透面积(m^2);

t_s ——降雨过程中的入渗历时(h), 为当地多年平均场降雨历时, 资料缺乏

时，可根据平均场降雨历时特点取 2h~12h。

(3) 延时调节设施的径流体积控制规模按下列公式计算：

$$V_{ed} = V_s + W_{ed} \quad (8.1.4.6-3)$$

$$W_{ed} = (V_s/T_d)tp \quad (8.1.4.6-4)$$

式中：

V_{ed} ——延时调节设施的径流体积控制规模(m^3)；

W_{ed} ——延时调节设施降雨过程中的排放量(m^3)；

T_d ——设计排空时间(h)，根据设计悬浮物(SS)去除能力所需停留时间确定；

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

8.1.5 峰值径流系数的简易评估

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

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

8.1.6 内涝防治水平的简易评估

8.1.6.1 内涝防治水平的评估应包括管网评估和综合防涝水平的评估。

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

8.1.7 雨水资源化利用水平的简易评估

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

8.2 实施效果评估

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

8.2.2 海绵城市实施效果由市住建局统筹，建设单位组织评估或委托专业评估机构进行评估。

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

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

8.2.5 设施对年固体悬浮物（SS）的平均削减率应通过现场监测得到。

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

8.2.7 雨水收集的用水量应根据用水计量设施进行统计，无计量设施的，可参照广州市或其他先进地区相关用水定额进行测算。

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

9 附录

附录一：海绵城市建设相关政策文件

(一) 相关规范

规范编号	名称
GB/T 25993-2010	透水路面砖和透水路面板
GB 50014-2006（2016年版）	室外排水设计规范
GB 50015-2019	建筑给水排水设计标准
GB 50069-2002	给水排水工程构筑物结构设计规范
GB/T 50138-2010	水位观测标准
GB 50141-2008	给水排水构筑物工程施工及验收规范
GB 50180-2018	城市居住区规划设计规范
GB 50181-2018	洪泛区和蓄滞洪区建筑工程技术标准
GB 50188-2007	镇规划标准
GB 50201-2014	防洪标准
GB 50268-2008	给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50286-2013	堤防工程设计规范
GB 50318-2017	城市排水工程规划规范
GB 50332-2002	给水排水工程管道结构设计规范
GB 50335-2016	城镇污水再生利用工程设计规范
GB 50400-2016	建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范
GB 50420-2007（2016年版）	城市绿地设计规范
GB 50433-2018	生产建设项目水土保持技术标准
GB/T 50343-2008	生产建设项目水土流失防治标准
GB 50513-2009（2016年版）	城市水系规划规范
GB 50587-2010	水库调度设计规范
GB/T 50594-2010	水功能区划分标准
GB/T 50596-2010	雨水集蓄利用工程技术规范

GB/T 50600-2010	渠道防渗工程技术规范
GB 50773-2012	蓄滞洪区设计规范
GB 50788-2012	城镇给水排水技术规范
GB/T 50805-2012	城市防洪工程设计规范
GB 51018-2014	水土保持工程设计规范
GB/T 51033-2014	水利泵站施工及验收规范
GB/T 51040-2014	地下水监测工程技术规范
GB/T 51051-2014	水资源规划规范
GB/T 51345-2018	海绵城市建设评价标准
GB/T 14685-2011	建筑用卵石、碎石
GB 175-2007	通用硅酸盐水泥
GB/T 51327-2018	城市综合防灾规划标准
JGJ 155-2013	种植屋面工程技术规范
JGJ/T 212-2010	地下工程渗漏治理技术规程
CJJ 6-2009	城镇排水管道维护安全技术规程
CJJ/T 29-2010	建筑排水塑料管道工程技术规范
CJJ 37-2012（2016年版）	城市道路工程设计规范
CJJ 60-2011	城镇污水处理厂允许、维护及安全技术规程
CJJ 68-2016	城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程
CJJ 69-95	城市人行天桥与人行地道技术规范
CJJ 76-2012	城市地下水动态观测规程
CJJ 82-2012	园林绿化工程施工及验收规范
CJJ/T 106-2010	城市市政综合监管信息系统技术规范
CJJ/T 120-2018	城镇排水系统电气与自动化工程技术标准
CJJ 124-2008	镇（乡）村排水工程技术规程
CJJ/T 135-2009	透水水泥混凝土路面技术规程
CJJ 142-2014	建筑屋面雨水排水系统技术规程

CJJ 143-2010	埋地塑料排水管道工程技术规程
CJJ 165-2011	建筑排水复合管道工程技术规程
CJJ 181-2012	城镇排水管道检测与评估技术规程
CJJ/T 188-2012	透水砖路面技术规程
CJJ/T 190-2012	透水沥青路面技术规程
CJJ 194-2013	城市道路路基设计规范
CJJ/T 209-2013	塑料排水检查井应用技术规程
CJJ/T 210-2014	城镇排水管道非开发修复更新工程技术规程
CJJ/T 294-2019	居住绿地设计标准
JGJ 155-2013	种植屋面工程技术规程

(二) 相关图集

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

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

(三) 相关政策

(1) 2014年10月22日,国家住房城乡建设部发布《住房城乡建设部关于印发海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)的通知》(建城函[2014]275号)。

(2) 2014年11月16日,国务院发布《国务院关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》(国发[2014]60号)。

(3) 2014年12月31日,国家财政部、住房和城乡建设部、水利部联合开展海绵城市建设试点示范工作,发布了《关于开展中央财政支持海绵城市建设试点工作的通知》(财建[2014]838号)。

(4) 2015年7月10日,住房和城乡建设部发布《住房城乡建设部办公厅关于印发海绵城市建设绩效评价与考核办法(试行)的通知》(建办城函[2015]635号)。

(5) 2015年8月10日,水利部发布《水利部关于印发推进海绵城市建设水利工作的指导意见的通知》(水规计[2015]321号)

(6) 2015年8月28日,住房和城乡建设部及环境保护部联合发布《住房

城乡建设部 环境保护部关于印发城市黑臭水体整治工作指南的通知》（建城[2015]130号）

（7）2015年10月11日，国务院办公厅发布《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发[2015]75号）

（8）2015年12月10日，住房和城乡建设部联合国家开发银行股份有限公司联合发布《住房城乡建设部 国家开发银行关于推进开发性金融支持海绵城市建设的通知》（建城[2015]208号）

（9）2015年12月30日，住房和城乡建设部联合中国农业发展银行《住房城乡建设部 中国农业发展银行关于推进政策性金融支持海绵城市建设的通知》（建城〔2015〕240号）

（10）2016年1月22日，住房和城乡建设部发布《住房城乡建设部关于印发城市综合管廊和海绵城市建设国家建筑标准设计体系的通知》（建质函[2016]18号）

（11）2016年2月06日，国务院发布《国务院关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》（国发[2016]8号）、中共中央和国务院发布《中共中央 国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》（中发[2016]6号）

（12）2016年3月11日，住房和城乡建设部发布《住房城乡建设部关于印发海绵城市专项规划编制暂行规定的通知》（建规[2016]50号）

（13）2016年3月24日，住房和城乡建设部发布《财政部 住房城乡建设部关于印发城市管网专项资金绩效评价暂行办法的通知》（财建[2016]52号）

（14）2016年6月02日，广东省人民政府办公厅发布《广东省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（粤府办〔2016〕53号）

（15）2016年12月06日，住房和城乡建设部及环境保护部联合发布《住房城乡建设部 环境保护部关于印发全国城市生态保护与建设规划（2015-2020年）的通知》（建城[2016]284号）

（16）2018年8月28日，住房和城乡建设部发布《住房城乡建设部关于印发海绵城市建设工程投资估算指标的通知》（建标〔2018〕86号）

（17）2018年9月30日，住房和城乡建设部及环境保护部联合发布《住房

城乡建设部 生态环境部关于印发城市黑臭水体治理攻坚战实施方案的通知》(建城〔2018〕104号)

(18) 2018年12月26日,住房和城乡建设部发布《住房和城乡建设部关于发布国家标准《海绵城市建设评价标准》的公告》(中华人民共和国住房和城乡建设部公告2018年第343号)

(19) 2019年4月3日,汕尾市自然资源局关于印发《汕尾市海绵城市建设专项规划》成果的通知(汕自然资〔2019〕94号)

附录二：汕尾市气候及地理相关资料

(1) 汕尾市地理位置及中心城区划分

汕尾市区（本导则所指的市区主要包括汕尾中心城区、红海湾经济开发试验区的行政区域，下同）位于汕尾市域南部偏西，北接海丰县，与附城镇、陶河镇、赤坑镇和大湖镇相连；南部和东部濒临南海，处于红海湾与碣石湾交汇处，坐拥品清和白沙两大泻湖；西以长沙湾入海口为界，与海丰县的梅陇农场隔河相望。

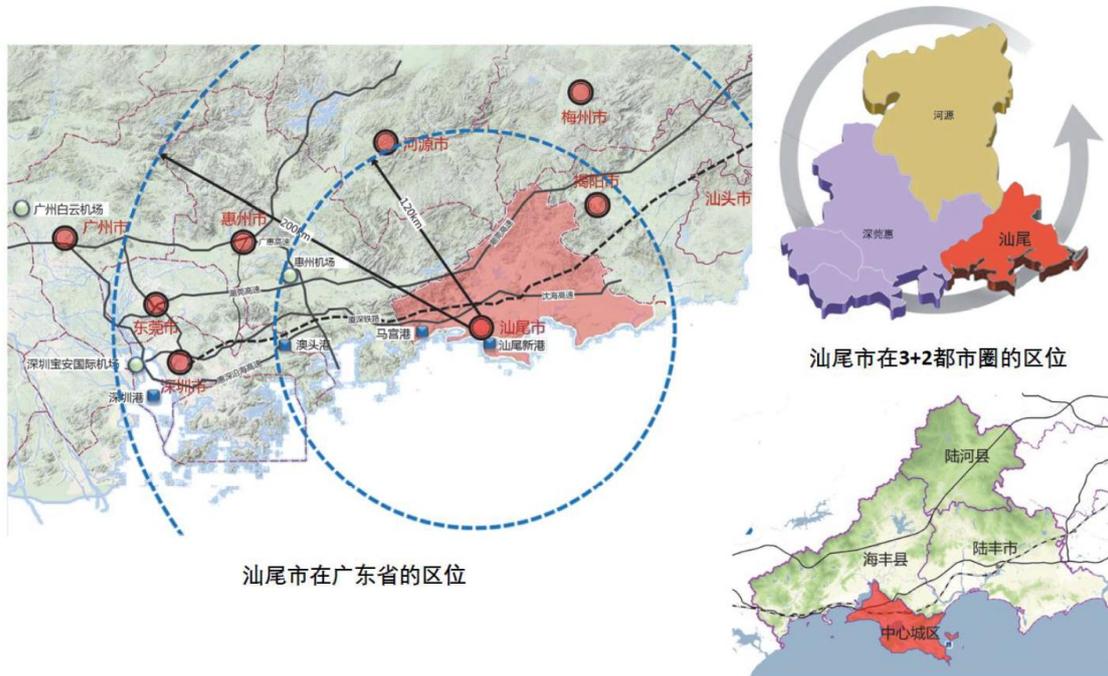


图 1.1-1 汕尾市区位图

汕尾市管辖城区、海丰县、陆丰、陆河，还有两个汕尾市委、市政府派出机构（汕尾红海湾经济开发试验区、汕尾市华侨管理区）和一个广东省委、省政府派出机构深汕特别合作区。



图 1.1-2 汕尾市行政区划图

(2) 汕尾市气候特征及相关数据

汕尾市地处粤东沿海中部多雨地带，属南亚热带季风气候区，海洋性气候影响强烈，气候温和，平均气温高，雨量充沛，为全省暴雨中心之一，但降雨的年内分配极不均匀。区内日照充足，基本无霜。对堤围、水库有较大影响的主要风向为西南、西北及东北、正南风。

根据汕尾气象站提供的统计资料，该地区多年平均气温为 22.1℃，最高年平均气温 22.5℃，最低年平均气温 21.4℃。七月份为全年最高气温期，多年平均气温 27.9℃；一月份为全年最低气温期，多年平均气温 14.2℃。

从汕尾气象站实测降雨资料统计，多年平均降雨量为 1899.4mm，最大年降雨量为 2953.9mm（1983 年），最小年降雨为 894.7mm（1963 年）；多年平均蒸发量为 1827.6mm，最大年蒸发量 2084.3mm（1959 年），最小年蒸发量为 1432.6mm（1954 年）。

汕尾市经常受南太平洋热带气旋的影响，根据资料统计，平均每年约 4 次左右，一般出现在 7~8 月份，以 1961 年热带气旋次数为最多，达 9 次。其中 1995

年在汕尾登陆的 9509 号台风风力达到 12 级，1979 年的 7908 号台风实测风速达 42m / 秒，风力已超过 12 级。

汕尾市暴雨强度公式

$$q = \frac{8.9232 + 5.3114 \times \lg P}{(t + 22.6432)^{0.5165}}$$

附录三：汕尾市海绵城市建设推荐相关植物种类

海绵城市植物选用表

序号	植物种类	拉丁名	长期耐水淹	短期耐水淹	耐干旱	耐盐碱
挺水湿生植物						
1	芦苇	<i>Phragmites australis</i>	◎	◎	○	◎
2	芦竹	<i>Arundo donax</i>	○	◎	◎	◎
3	花叶芦竹	<i>Arundo donax</i>	○	◎	◎	◎
4	香蒲	<i>Typha orientalis</i>	◎	◎	○	◎
5	再力花	<i>Thalia dealbata</i>	◎	◎	△	○
6	石菖蒲	<i>Acorus tatarinowii</i>	◎	◎	○	○
7	千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i>	○	◎	◎	◎
8	风车草	<i>Cyperus alternifolius</i>	○	◎	◎	◎
9	纸莎草	<i>Cyperus papyrus</i>	○	◎	△	◎
10	慈姑	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	◎	◎	△	○
11	黄菖蒲	<i>Iris pseudacorus</i>	◎	◎	○	○
12	美人蕉	<i>Canna indica</i>	○	◎	○	○
13	泽泻	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	◎	◎	△	◎
14	梭鱼草	<i>Pontederia cordata</i>	◎	◎	△	○
15	灯心草	<i>Juncus effusus</i>	◎	◎	△	◎
16	鸢尾	<i>Iris tectorum</i>	◎	◎	◎	◎
17	水葱	<i>Scirpus validus</i>	◎	◎	△	◎
18	茭白	<i>Zizania latifolia</i>	◎	◎	△	◎
19	莲	<i>Nelumbo nucifera</i>	◎	◎	△	○
20	泽苔草	<i>Caldesia parnassifolia</i>	◎	◎	△	○
漂浮沉水植物						
21	睡莲	<i>Nymphaea tetragona</i>	◎	△	△	○
22	萍蓬草	<i>Nuphar pumilum</i>	◎	△	△	○
23	野菱	<i>Trapaincisa</i>	◎	△	△	◎
24	荇菜	<i>Nymphoides peltatum</i>	◎	△	△	○
25	水皮莲	<i>Nymphoides cristatum</i>	◎	△	△	◎
26	苦草	<i>Vallisneria natans</i>	◎	△	△	○
27	金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i>	◎	△	△	◎
28	伊乐藻	<i>Elodea nuttallii</i>	◎	△	△	◎
29	眼子菜	<i>Potamogeton distinctus</i>	◎	△	△	○

序号	植物种类	拉丁名	长期耐水淹	短期耐水淹	耐干旱	耐盐碱
30	大茨藻	<i>Najas marina</i>	◎	△	△	○
乔木类植物						
31	水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	◎	◎	◎	◎
32	池杉	<i>Taxodium ascendens</i>	◎	◎	◎	◎
33	落羽杉	<i>Taxodium distichum</i>	◎	◎	◎	◎
34	东方杉	<i>Taxodium mucronatum</i>	◎	◎	◎	◎
35	中山杉	<i>Taxodium hybrid 'zhongshanshan'</i>	○	◎	◎	◎
36	垂柳	<i>Salix babylonica</i>	○	◎	◎	○
37	枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i>	○	◎	○	○
38	湿地松	<i>Pinus elliottii</i>	◎	◎	○	◎
39	水松	<i>Glyptostrobus pensilis</i>	◎	◎	○	△
40	杞柳	<i>Salix integra</i>	○	◎	○	○
41	如美丽异木棉	<i>Ceiba speciosa</i> St. Hih.	△	○	◎	○
42	广玉兰	<i>Magnolia grandiflora</i> L	○	◎	○	△
43	大叶紫薇	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	◎	◎	○	△
灌木类植物						
44	夹竹桃	<i>Nerium indicum</i>	△	◎	◎	○
45	木芙蓉	<i>Hibiscus mutabilis</i>	△	◎	◎	◎
46	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>	△	◎	◎	◎
47	乌柏	<i>sapium sebiferum</i>	○	◎	◎	◎
48	火棘	<i>pyracantha fortuneana</i>	△	○	◎	○
49	醉鱼草	<i>Buddleja lindleyana</i>	△	○	○	○
50	迎春花	<i>Jasminum nudiflorum</i>	△	○	◎	○
51	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	△	◎	◎	○
52	金叶女贞	<i>Ligustrum vicaryi</i>	△	○	◎	○
53	碧桃	<i>Amygdalus persica</i>	△	△	○	△
54	紫荆	<i>Cercis chinensis</i>	△	△	◎	○
55	八角金盘	<i>Fatsia japonica</i>	△	○	△	△
56	南天竹	<i>Nandina domestica</i>	△	◎	◎	○
57	海桐	<i>Pittosporum tobira</i>	△	○	◎	○
58	红花檵木	<i>Loropetalum chinense</i>	△	○	○	△
59	绣线菊	<i>Spiraea Salicifolia</i>	△	○	◎	○

序号	植物种类	拉丁名	长期耐水淹	短期耐水淹	耐干旱	耐盐碱
60	黄金榕	<i>Ficus microcarpa</i> 'Golden Leaves'	○	◎	◎	○
61	红背桂	<i>Excoecaria cochinchinensis</i> Lour	△	△	○	△
62	一串红	<i>Salvia splendens</i> Ker-Gawler	△	○	△	△
草本类植物						
63	针茅	<i>Stipa capillata</i>	△	○	◎	◎
64	苔草	<i>Carex tristachya</i>	○	○	◎	○
65	蒲苇	<i>Cortaderia selloana</i>	○	◎	◎	◎
66	花叶蒲苇	<i>Carex oshimensis</i> 'Evergold'	△	○	◎	◎
67	细叶芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	△	◎	◎	○
68	花叶芒	<i>Miscanthus sinensis</i> 'Variegatus'	△	◎	◎	○
69	斑叶芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	△	◎	◎	○
70	狼尾草	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	○	◎	◎	◎
71	玉带草	<i>Phalaris arundinacea</i>	○	◎	△	◎
72	金叶石菖蒲	<i>Acorus gramineus</i>	○	◎	○	○
73	黑麦冬	<i>Ophiopogon japonicus</i>	△	○	◎	○
74	花叶络石	<i>Trachelospermum jasminoides</i>	△	○	◎	○
75	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	△	◎	◎	◎
76	高羊茅	<i>Festuca arundinacea</i>	△	○	◎	○
77	蓝羊茅	<i>Festuca glauca</i>	△	△	◎	○
78	台湾草	<i>Zoysia tenuifolia</i> Willd. ex Trin	○	◎	△	○
79	马尼拉草	<i>Zoysia matrella</i>	△	○	◎	○

注：

1、耐长期水淹：指植物能够长期生活在水淹环境的能力。◎标识“耐受长期深水淹环境”；○表示“长期耐受浅水环境”；△表示“不能耐受长期水淹环境”。

2、耐短期水淹：指植物生活在周期波动水淹环境的能力。◎表示“耐受一定时间的短期水淹环境”；○表示“耐受短期浸泡土壤潮湿”；△表示“不能耐受土壤潮湿环境”。

3、耐干旱：指植物生活在水分缺失环境的能力。◎表示“耐旱能力强”；○表示“耐旱能力一般”；△表示“耐旱能力差”。

4、耐盐碱：指植物生活在盐渍土环境的能力。◎表示“耐盐能力强”；○表示“耐盐能力一般”；△表示“耐盐能力差”。

附录四：典型案例

当以径流总量控制为目标，地块内各低影响开发设施的设计调蓄容积之和，即总调蓄容积，一般不低于该地块“单位面积控制容积”的控制要求。具体可参见《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》中的计算相关内容。本导则以某建筑小区案例为例进行说明。

某建筑小区改造项目，整体地势较为平坦。

现状情况：总建筑用地面积：2016m²，其中，绿化面积为518m²，道路及广场铺装面积为808m²，屋顶面积为689m²，小区现状雨水无法进入绿地。

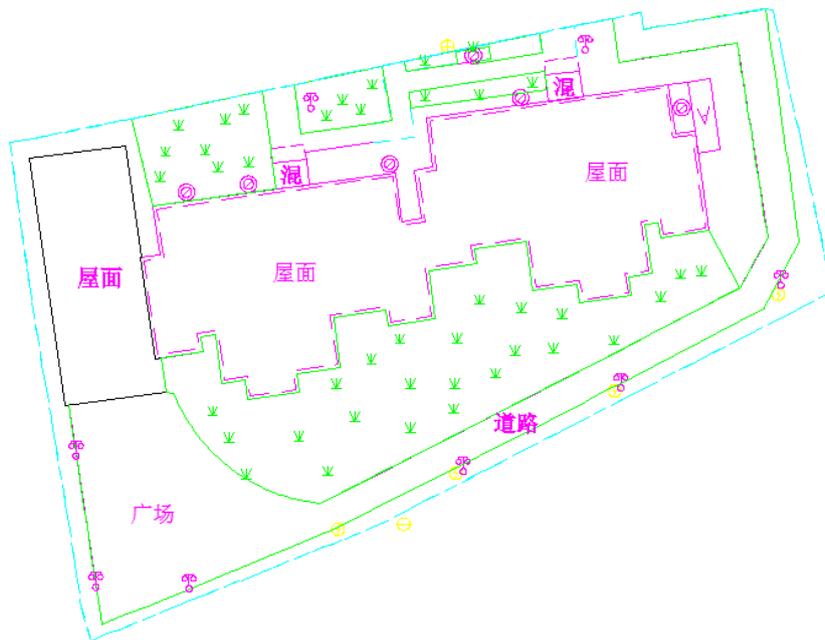


图 1-1 某建筑小区平面布置图

设计目标：年径流总量控制率 70%，对应的设计降雨量为 36.9mm。

设计过程：

步骤 1：依据现状地形标高进行汇水分区的划分。将地块详细划分为 2 个汇水分区，将雨水径流分区域进行控制。

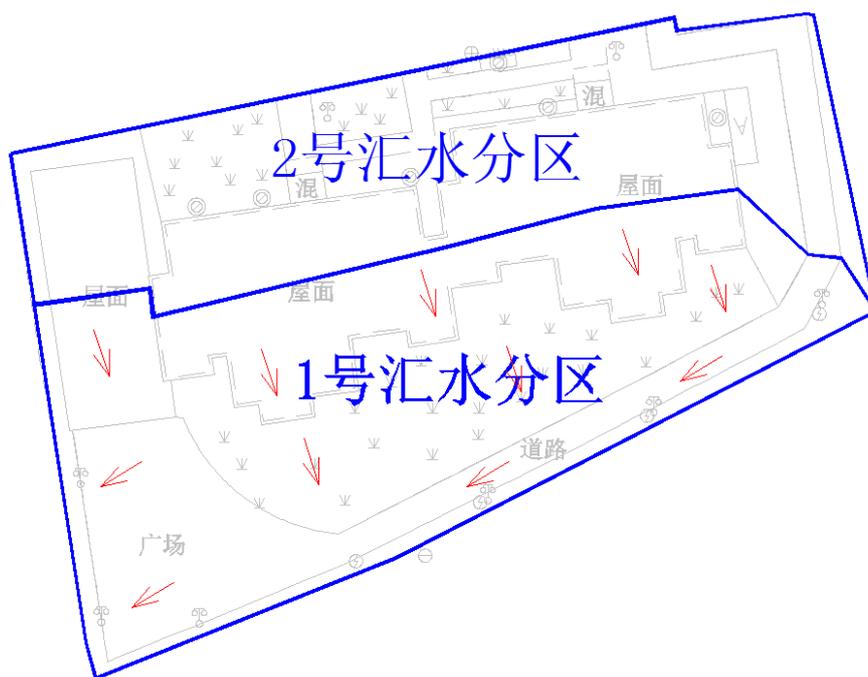


图 1-2 划定汇水分区及径流流向示意图

步骤 2：通过综合雨量径流系数的方法计算每个汇水分区所需的调蓄容积。

需要加以说明的是，此雨量径流系数应是在通过海绵化改造后的下垫面基础上进行加权计算的，即，先拟定一个绿色屋顶、透水铺装等的布局方案后，再计算整个汇水分区的综合雨量径流系数。这是因为，透水铺装和绿色屋顶等措施在本计算规则内仅对综合雨量径流系数的减小有贡献，但其结构内部的空隙容积不再计入总的调蓄容积；而普通绿地改造为下沉式绿地或雨水花园等，不影响其径流系数的取值，但可增加场地的调蓄容积。

以 1 号汇水分区为例，先计算拟改造后的综合雨量径流系数指标。其中，各类下垫面拟改造的面积依据下垫面的老旧等实际情况确定具体规模。

1 号汇水分区基本情况：汇水面积：1194.47m²。初步改造方案为：（1）将屋面的 40%改造为绿色屋顶，（2）将广场改造为透水铺装。改造后的下垫面类型包括建筑硬化屋顶、绿色屋顶、绿地、不透水铺装、透水铺装等，根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》中表 4-3，分别确定各类下垫面的综合雨量径流系数取值，然后进行加权平均，求得拟改造后的汇水分区综合雨量径流系数。具体计算过程如下表所示。

表 1-1 1 号汇水分区改造后的综合雨量径流系数

下垫面类型	编号	面积 (m ²)	综合径流系数取值
		A	φ
硬质屋面	1	165.11	0.85
绿化屋面	2	110.07	0.35
绿地	3	388.17	0.15
不透水路面	4	326.82	0.85
透水铺装	5	204.30	0.20
合计		1194.47	
径流系数	$(A1 \times \varphi1 + A2 \times \varphi2 + A3 \times \varphi3 + A4 \times \varphi4 + A5 \times \varphi5) / (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) = 0.465$		

1 号地块在拟改造后的雨量综合径流系数为 0.465，则需要的调蓄容积计算过程如下表所示。

表 1-2 2 号汇水分区设计调蓄容积计算

面积 (m ²)	改造前径流系数	改造后径流系数	年径流总量控制率	设计降雨量 (mm)
1194.47	0.623	0.465	70%	36.9

$$\text{设计调蓄容积} = 10 \times 1194.47 \times 0.465 \times 36.9 / 10000 = 20.50 \text{m}^3$$

即，为消纳在设计降雨量条件下产生的所有雨水，1 号地块应设置不小于 20.50m³ 的调蓄容积。

设置雨水桶 3 个，连接雨落管收集屋面径流雨水，3×12=6m³。

设置雨水花园 100m²，收集道路及广场径流雨水，100×0.15=15m³。具体方案为通过在道路设置横向截流沟收集道路和广场径流引入绿地雨水花园进行处理。

则本地块内低影响开发设施总体布局如下图所示。

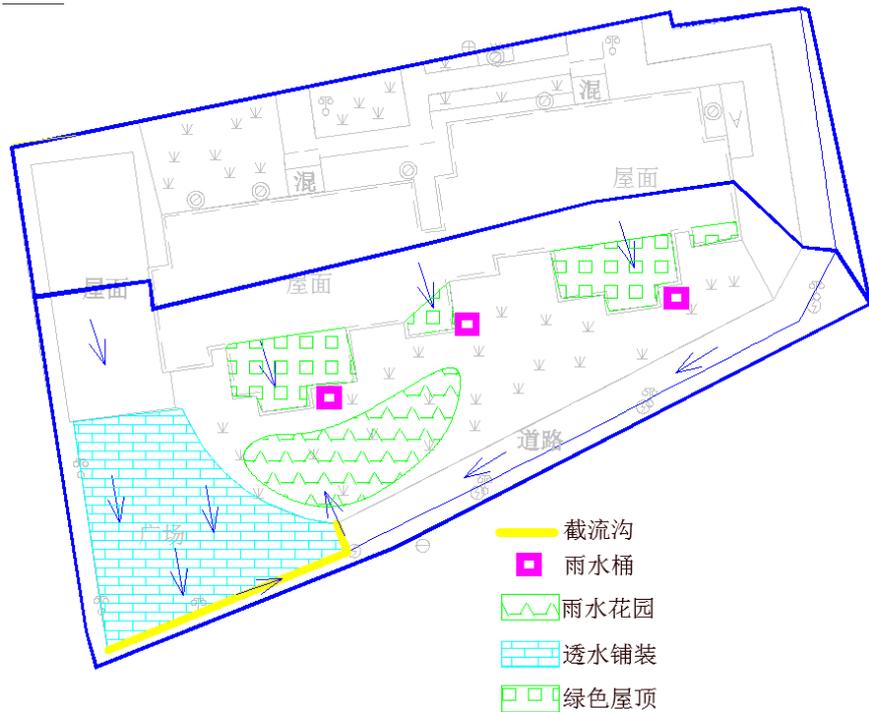


图 1-3 号汇水分区低影响开发设施布局

步骤 3: 重复以上计算过程, 详细计算 2 号汇水分区调蓄容积, 并完成各个地块各类设施布置。最终形成如下表所示的调蓄容积。

表 1-3 各汇水分区调蓄容积

分区编号	汇水面积 (m ²)	设计调蓄容积 (m ³)	实际调蓄容积 (m ³)
1	1194.47	20.50	21.00
2	822.15	14.11	14.85
合计	2016.62	30.10	35.85

经核算, 实际调蓄容积为 35.75m³, 实际可控制 38.12mm 的雨水, 年径流总量控制率 70.8%, 达到设计目标。

步骤 4: 完成项目全部分区设施布局及调蓄类设施规模计算。

表 1-4 各类设施面积及调蓄容积汇总

设施类型	设施规模	调蓄统计 (m ³)
雨水花园	159m ²	23.85
雨水桶	6 个	12
透水铺装	398m ²	—
绿化屋顶	270m ²	—
合计		35.85

较大面积的下沉式绿地, 当受地形影响 (如坡度较大) 和汇水面竖向条件限制, 往往无法发挥径流总量削减的作用, 其实际调蓄容积远远小于其设计调蓄容

积，一般不将其计入总调蓄容积。此外，无法有效收集汇水面径流雨水的设施，其具有的调蓄容积也不应计入总调蓄容积内。

本案例为建筑与小区改造案例，可以选择使用的设施种类有限，在新建项目、城市道路、公园与广场的设计过程中，可以因地制宜选择更多的设施，计算方法类似。