

珠海市海绵城市规划设计导则

试行

(修订版)

珠海市自然资源局

2019 年 11 月

前言

2016 年 4 月珠海市被确定为国家第二批海绵城市试点城市，这是珠海市委市政府响应国家相关政策导向，践行自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市理念，全面建设“生态文明新特区，科学发展示范市”和“宜居城市”的重大举措。

珠海市自然资源局根据中央城市工作会议精神和相关文件要求，结合《珠海市人民政府办公室关于印发珠海市海绵城市建设及试点实施方案的通知》、《珠海市人民政府办公室印发关于推进珠海市海绵城市试点区项目建设的若干措施》等文件精神，在系统梳理我市海绵城市系列规划成果，全面总结我市海绵城市试点区域实践经验，并广泛参考国内外有关标准、研究和先进经验的基础上，结合珠海市自然地理、水文地质、规划建设管控特点，并广泛征求相关部门意见，于 2017 年 10 月编制并发布了《珠海市海绵城市规划设计标准与导则》（以下简称《导则》）。

自成功申报第二批海绵城市试点城市以来，珠海市在顶层设计、管理审查体系、技术标准等方面已形成基本完善的体系，同时开展了一系列海绵城市相关技术研究工作。2018 年 3 月 13 日，市海绵办发布《关于印发海绵城市建设试点专项督导工作整改方案的通知》，要求全面梳理完善我市海绵城市相关技术标准，突出本地适宜性要求。2018 年 4 月 25 日，市住规建局发布《关于进一步加强“一书两证”施工图审查阶段海绵城市管控的通知》，明确不需要提出海绵城市管控指标的用地类型或项目。此外，试点建设工作 2 年来也积累了一些经验和问题，需结合珠海特点进行海绵城市规划设计技术体系的完善和提升，复核优化建设项

目管控指标体系。在此背景下，结合珠海市目前的规划、技术标准体系、整改通知以及市住规建局发布的一书两证文件，开展了本次《导则》的修订工作。

本次《导则》（修订版）的主要内容包括：1、总则；2、术语；3、基本规定；4、海绵城市规划设计目标与指标；5、海绵城市规划导则；6、海绵城市设计导则；附录。

本《导则》主管单位： 珠海市自然资源局

本《导则》主编单位： 珠海市规划设计研究院、珠海市城科国际宜居城市研究中心

本《导则》主要起草人员： 占雪晴、李海龙、杨德凭、陈洪洪、卜琳、黄菊、李小静、谢汝芹

本《导则》主要审查人员： 王波、朱玉玺

本《导则》由珠海市自然资源局负责管理，由珠海市规划设计院、珠海市城科国际宜居城市研究中心负责技术解释。请各单位在使用过程中，总结实践经验，如发现需要修改或补充完善之处，请将意见和建议及时告知。（意见收集邮箱：13600361905@qq.com）

目录

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	5
4	海绵城市规划设计目标与指标.....	7
4.1	总体目标.....	7
4.2	下列建设项目不提年径流总量控制率管控目标.....	8
4.3	水安全控制指标.....	9
4.4	水生态控制指标.....	10
4.5	水环境控制指标.....	14
4.6	水资源控制指标.....	14
5	海绵城市规划.....	15
5.1	一般规定.....	15
5.2	海绵城市专项规划（海绵城市建设规划）编制.....	16
5.3	相关规划编制协调.....	21
6	海绵城市设计.....	27
6.1	一般规定.....	27
6.2	建筑与小区.....	30
6.3	道路.....	33
6.4	绿地和广场.....	38
6.5	河湖水系.....	42
6.6	地表导流.....	45

6.7 技术类型分类与选型	47
6.8 低影响开发技术设计要点	49
6.9 设计计算	58
附录一：海绵城市规划设计中的模型应用	65
1.1 模型选取	65
1.2 模型构建	68
附录二： 相关参考文献、资料	72
附录三：公开出让建设用地规划条件（增低影响开发规划控制指标）	74
附录四：珠海市土壤类型图	75
附录五：相关规划组织编制单位	76

1 总则

- 1.0.1 为全面贯彻落实国家关于海绵城市建设要求，推进珠海市海绵城市建设，提高珠海市海绵城市建设的科学性、系统性，指导海绵城市相关规划编制、建设项目设计及技术审查，制订本导则。
- 1.0.2 本导则适用于我市各类规划编制以及城市范围内各类建筑与小区、道路、绿地与广场、河湖水系等系统新、改、扩建项目的设计。城市建设用地范畴以外的各类建设不做强制性要求，相关做法可参考本导则。
- 1.0.3 海绵城市建设应坚持规划引领、生态优先、安全为重、因地制宜和系统统筹的原则。
- 1.0.4 海绵城市的各类设施应采取保障公众安全的防护措施。
- 1.0.5 海绵城市规划设计，除满足本导则要求外，还应符合国家和省市现行相关标准、规范和规定。当本导则要求与国家现行标准、规范矛盾时，以国家现行标准、规范为准。
- 1.0.6 随着珠海市海绵城市试点建设的推进和相关工程实践经验的总结，应对本导则内容进一步完善和优化。

2 术语

2.0.1 海绵城市

通过城市规划、建设的管控，从“源头减排、过程控制、系统治理”着手，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，统筹协调水量与水质、生态与安全、分布与集中、绿色与灰色、景观与功能、岸上与岸下、地上与地下等关系，有效控制城市降雨径流，最大限度的减少城市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，使城市能够像“海绵”一样，在适应环境变化、抵御自然灾害等方面具有良好的“弹性”，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式，有利于达到修复城市水生态、涵养城市水资源、改善城市水环境、保障城市水安全、复兴城市水文化的多重目标。

2.0.2 低影响开发

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。

2.0.3 年径流总量控制率

通过自然与人工强化的渗透、滞蓄、净化等方式控制城市建设下垫面的降雨径流，得到控制的年均降雨量与年均降雨总量的比值。

2.0.4 年径流污染总量削减率

在多年平均情况下，雨水经过预处理措施和海绵设施物理沉淀、生物净化等作用，场地内累计全年得到控制的雨水径流污染物总量占全年雨水径流污染物总量的比例。

2.0.5 硬化地面率

除屋面外，不具有透水性能的地面面积与地面总面积的比值。

2.0.6 超标雨水

超过城镇雨水设施消纳能力的雨水径流。

2.0.7 水域面积率

规划区域内的河湖、湿地、塘洼等面积与规划区总面积的比例。

2.0.8 设计降雨量

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。

2.0.9 流量径流系数

形成高峰流量的历时内产生的径流量与降雨量之比。

2.0.10 雨量径流系数

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

2.0.11 土壤渗透系数

单位水力坡度下水在土壤中的稳定渗透速度。

2.0.12 绿色屋顶

在建筑物屋顶铺设种植土层并栽种植物，收集利用雨水、减少雨水径流的源头减排设施，又称种植屋面或屋顶绿化。

2.0.13 下凹式绿地

低于周边汇水地面或道路，且可用于渗透、滞蓄和净化雨水径流的绿地。用于源头减排时，主要功能为径流污染控制，兼有削减峰值流量的作用；用于排涝除险时，主要功能为削减峰值流量。

2.0.14 透水路面

采用透水材料或透水结构铺设的具有一定下渗能力的路面。

2.0.15 植草沟

用来收集、输送、削减和净化雨水径流的表面覆盖植被的明渠。

2.0.16 生物滞留设施

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。

2.0.17 生态性岸线

指为保护城市生态环境而保留的自然岸线或经过生态修复后具备自然特征的岸线。

2.0.18 植被缓冲带

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。

3 基本规定

3.0.1 海绵城市规划建设应坚持生态为本、自然循环。充分发挥山水林田湖草等原始地形地貌对降雨的积存作用，充分发挥植被、土壤等自然下垫面对雨水的渗透作用，充分发挥湿地、水体等对水质的自然净化作用，努力实现城市水文的自然循环。

3.0.2 海绵城市规划建设应统筹发挥自然生态功能和人工干预功能，协调水生态、水环境、水资源、防洪排涝等方面，通过源头减排项目（建筑小区、道路广场等）、过程控制（雨污水管网及调蓄处理设施等）、系统治理（河湖水系综合整治、灰色和绿色基础设施结合）等工程项目建设，实现“保障城市水安全、修复城市水生态、改善城市水环境、涵养城市水资源”的多重目标。

3.0.3 海绵城市规划、设计应综合考虑地区排水防涝、水污染防治和雨水资源化利用需求，并以内涝防治和面源污染消减为主、雨水资源化利用为辅。

3.0.4 应抓住主要问题来确定建设项目低影响开发设施的目标，针对珠海极端降雨大、地下水位高、原状土渗透率低、水环境治理任务重等特点确定“六要素”中“排、净、滞、蓄”相对是重点，“渗”和“用”为其次，但有条件的地区（如近山区域、地下水位较低区域）尽量下渗，通过渗透压咸，以改善土壤及下垫面的生态环境，一般地区“用”为次要目标，但淡水资源缺乏的海岛则以“用”为主。

3.0.5 海绵城市低影响开发设施应与主体工程同时规划、同时设计、同时施工、同时使用。

3.0.6 低影响开发的各类工程措施之间应有效协同，尽可能多的预留城市绿地空间，增加可渗透地面，积蓄雨水宜就地回用。

3.0.7 低影响开发的各类工程措施应与雨水外排设施及市政排水系统合理衔接，不应降低市政雨水排放系统设计标准。

3.0.8 低影响开发的各类工程措施应与周边环境相协调，注重其景观效果。

3.0.9 低影响开发设施的规划设计应与项目总平面、竖向、园林、建筑、给排水、结构、道路、经济等相关专业相互配合、相互协调，实现综合效益最大化。

4 海绵城市规划设计目标与指标

4.1 总体目标

以习近平总书记生态文明建设理念、绿色发展要求为总纲领，以“水安全、水生态、水环境、水资源”为核心，实现“保障城市水安全、修复城市水生态、改善城市水环境、涵养城市水资源”的多重目标，加快建成城市尺度的海绵城市示范城市。

表 4-1 珠海市海绵城市建设核心目标体系

领域	指标名称	指标解释	指标性质
水安全	城市排水防涝标准	主要包括雨水管渠设计标准、内涝防治设计标准	强制性
	城市防洪（潮）标准	城市防洪（潮）设计标准	强制性
水生态	年径流总量控制率	通过自然与人工强化的渗透、滞蓄、净化等方式控制城市建设下垫面的降雨径流，得到控制的年均降雨量与年均降雨总量的比值	强制性
	水域面积率	规划区域内的河湖、湿地、塘洼等面积与规划区总面积的比例	强制性
	生态岸线率	生态性岸线占岸线总长度的比值	引导性
水环境	水功能区水质达标率	水质达到国务院批复的全国重要水功能区或各省的全国重要水功能区或各省批复的水功能区水质标准的程度	强制性
	年径流污染总量(以悬浮物 SS 计)削减率	在多年平均情况下，雨水经过预处理措施和海绵设施物理沉淀、生物净化等作用，场地内累计全年得到控制的雨水径流污染物总量占全年雨水径流污染物总量的比例	强制性
	城市污水收集处理率	集中处理的污水量占所产生污水量的比率	引导性
水资源	城市污水再生利用率	污水再生利用量与污水处理总量的比率	引导性
	城市雨水资源化利用率	利用一定的集水面收集降水作为水源，经过适宜处理达到一定的水质标准后，通过管道输送或现场使用方式予以利用的水量占降雨总量的比例	引导性

4.2 下列建设项目不提年径流总量控制率管控目标

符合以下情形之一的项目可不提年径流总量控制率、年径流污染总量削减率管控指标：

（1）项目经过地质勘察确认位于地质灾害易发区，如易发生滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等不适宜进行海绵城市建设的区域；

（2）应急抢险项目；

（3）保密项目；

（4）设施较欠缺、环境较差，以需要加以改造的简陋住宅为主的用地，包括城中旧村、危房、棚户区、临时住宅等用地；

（5）具有保护价值的古遗址、古墓葬、古建筑、石窟寺、近代代表性建筑、革命纪念建筑等用地。不包括已作其他用途的文物古迹用地；

（6）桥梁、隧道、人防工程、道路加铺沥青（白+黑工程）、路缘石改造；

（7）基站、开关站、给水管线、污水管线、雨水管线、电力管线、通信管线、燃气管线工程；

（8）设置广告牌、交通信号控制设备、路灯、路标等不涉及排水、绿化的道路元素；

（9）小区外墙改造、加装电梯及单体建筑改扩建工程等不涉及排水、绿化工程的单项工程；

（10）因建设环境、内容、功能等因素制约而不能完全遵循上述海绵城市控制指标指引提出准确指标的项目，在规划条件中可不提出具体指标要求，但要提出以下要求：需将项目基础条件或初步方案报市（区）海绵城市建设主管部门申请海绵城市控制指标，并按照指标设计实施。

4.3 水安全控制指标

4.3.1 排水（雨水）管网设计标准

中心城区（香洲城区、南湾城区）和横琴新区的一般地区及非中心城区采用 3 年一遇雨水管网设计标准，中心城区和横琴新区重要地区采用 5 年一遇雨水管网设计标准，地下通道、下沉广场、立交桥采用 20 年一遇雨水管网设计标准。

4.3.2 城市内涝防治标准

中心城区（香洲城区、南湾城区）和横琴新区能有效应对不低于 50 年一遇 24 小时设计暴雨（遇 5 年一遇外江潮位过程）；科教城（珠海高新区唐家湾主园区）、滨江城（斗门城区）、航空城（金湾城区）、富山城（富山工业园）、海港城（高栏港经济区）及各个中心镇能有效应对不低于 30 年一遇 24 小时设计暴雨（遇 5 年一遇外江潮位过程）。地面积水设计标准：确保居民住宅和工商业建筑物的底层不进水，道路中至少一条车道的积水深度不超过 15cm。

4.3.3 城市防洪（潮）标准

（1） 香洲城区香洲海堤防洪（潮）标准为 100 年一遇，并用 200 年一遇水（潮）位校核。

（2） 中珠联围、横琴海堤、白蕉联围、小林联围、乾务赤坎大联围及构筑物防洪（潮）标准为 100 年一遇，淇澳海堤、竹银联围、大沙联围、上横联围、三沙联围及构筑物等均为 50 年一遇。

（3） 大门水道、南水沥、十字沥出海口规划新建的挡潮排洪闸按防御 100 年一遇高潮设计，闸内现有堤防远期将成为内堤，但尚未修建上述水闸前仍将防御外江风潮，担负保护平沙、南水、三灶、红旗等地城镇和大量农田的任务，故亦按防御 20 年一遇高潮的标准加固。

（4） 水库设计洪水标准为：小（二）型水库 20 年一遇，小（一）型 50 年一遇，中型水库 100 年一遇。

(5) 排洪渠设计标准为 50 年一遇，截洪沟设计标准为 50 年一遇。

4.4 水生态控制指标

4.4.1 年径流总量控制率

(1) 年径流总量控制率应在城市总体规划、分区规划、控制性详细规划层面的海绵城市规划中逐层落实，下一级指标的加权平均应满足上一级指标的要求。

(2) 珠海市市域层面（专指建设用地范围）年径流总量控制目标为 70%。

(3) 各区（功能区）年径流总量控制率的确定，主要的影响要素如下：

- a) 土地利用现状和规划情况；
- b) 绿地、水系等生态性用地占城市建设用地的比例；
- c) 生态格局建设和保护思路；
- d) 受纳水体环境目标。

(4) 各区（功能区）的年径流总量控制目标加权综合应满足全市域层面（专指建设用地范围）年径流总量控制目标，具体值以各区（功能区）海绵城市建设规划为准。控制性详细规划层面年径流总量控制目标以所在区（或功能区）海绵城市建设规划为准。

(5) 尚未编制海绵城市建设规划的，考虑本底条件、用地性质、新建和改建、地块大小等因素，确定不同性质用地年径流总量控制率。不同类别用地年径流总量控制值可参考下表取值：

表 4-2 不同用地类型年径流总量控制率（新建项目）

序号	用地类型	用地代码	年径流总量控制率（基准值）	对应的设计降雨（mm）
1	居住用地	R1, R2, R4, R5	70%	28.5
2	商业服务业设施用地	B	60%	20.7
3	公共管理与公共服务设施用地	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9	70%	28.5
4	公用设施用地	U1, U21, U3, U9	60%	20.7

序号	用地类型	用地代码	年径流总量控制率（基准值）	对应的设计降雨（mm）
5	工业用地、物流仓储用地	M0, M1, W1	60%	20.7
6	道路与交通设施用地	S	60%	20.7
7	绿地与广场用地	G1, G2	90%	59.5

注：

- a. 地块（指市政道路围合的区域，下同）面积 ≥ 3 万 m^2 ，在对应年径流总量控制率基准值上加 5%； 1 万 $m^2 \leq$ 地块面积 < 3 万 m^2 ，维持年径流总量控制率基准值不变；地块面积 < 1 万 m^2 ，在对应年径流总量控制率基准值减去 5%。道路类项目（S1 类）、绿地与广场用地（G1 和 G2）不设置调整系数。
- b. 直接临磨刀门、鸡啼门、虎跳门、崖门或直接临海的地块、道路，在对应年径流总量控制率基准值上加 5%。
- c. 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。
- d. 道路与交通设施用地年径流总量控制率原则上按《珠海市道路与交通低影响开发专项规划》取值，当项目无法套该规划时，可按上表取值。上表中道路及交通设施用地中 S1 类仅针对城市市政道路，道路红线宽度小于等于 24m 且未设置单独的机非隔离绿化带（或机非隔离绿化带宽度小于 2.5m），不设置年径流总量控制目标，但应按照海绵城市理念设计，综合雨量径流系数不大于 0.8。
- e. 混合用地根据土地出让条件中占比最大的用地类别来确定控制指标。
- f. 本表指标不适用 4.2 节中所列建设项目。

表 4-3 不同用地类型年径流总量控制率（改建、扩建项目）

序号	用地类型	用地代码	年径流总量控制率（基准值）	对应的设计降雨（mm）
1	居住用地	R1, R2, R4, R5	60%	20.7
2	商业服务业设施用地	B	50%	15.1
3	公共管理与公共服务设施用地	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8	60%	20.7
4	公用设施用地	U1, U21, U3, U9	50%	15.1

序号	用地类型	用地代码	年径流总量控制率（基准值）	对应的设计降雨（mm）
5	工业用地、物流仓储用地	M0, M1, W1	50%	15.1
6	道路与交通设施用地	S	50%	15.1
7	绿地与广场用地	G1, G2	90%	59.5

注：

- a. 地块（指市政道路围合的区域，下同）面积 ≥ 3 万 m^2 ，在对应年径流总量控制率基准值上加 5%； 1 万 $\text{m}^2 \leq$ 地块面积 < 3 万 m^2 ，维持年径流总量控制率基准值不变；地块面积 < 1 万 m^2 ，在对应年径流总量控制率基准值减去 5%。道路类项目（S1 类）、绿地与广场用地（G1 和 G2）不设置调整系数。
- b. 直接临磨刀门、鸡啼门、虎跳门、崖门或直接临海的地块、道路，在对应年径流总量控制率基准值上加 5%。
- c. 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。
- d. 道路与交通设施用地年径流总量控制率原则上按《珠海市道路与交通低影响开发专项规划》取值，当项目无法套该规划时，可按上表取值。上表中道路及交通设施用地中 S1 类仅针对城市市政道路，道路红线宽度小于等于 24m 且未设置单独的机非隔离绿化带（或机非隔离绿化带宽度小于 2.5m），不设置年径流总量控制目标，但应按照海绵城市理念设计，综合雨量径流系数不大于 0.8。
- e. 混合用地根据土地出让条件中占比最大的用地类别来确定控制指标。
- f. 本表指标不适用 4.2 节中所列建设项目。

4.4.2 可能产生特殊污染的建设项目，如石油化工生产基地、加油站、大量生产或使用重金属企业、垃圾填埋场、医疗垃圾和危险废物处置项目、综合性医院、危化品仓储区等禁止使用下渗型海绵城市措施，建设单位应组织编制海绵专项方案，报市、区海绵办审批同意后实施。

4.4.3 对于全市而言，城市建成区在不降低现有水域面积的前提下，应适当加大水域面积率，2020 年水域面积率达到 3.5%以上（不含外江水域），2030 年水域面积率达到 4.0%（不含外江水域）（各区各有不同，具体以《珠海市河湖水系低影响开发专项规划》为准）。

4.4.4 对于新建城区，自然条件较好的，应提高水域面积率标准，2020 年水域面积率达到 8%以上（不含外江水域），2030 年水域面积率达到 10%（不含外江水域）。

4.4.5 对于全市而言，2020 年水域面积率达到 10.12%以上（含外江水域），2030 年水域面积率达到 12%以上（含外江水域）。

4.4.6 2020 年珠海市生态岸线率达到 80%，到 2030 年提高至 90%。
新建河涌、排洪渠、人工湖等在满足防洪安全前提下，应尽量建设生态护岸，现状“三面光”河道、排洪渠等应结合城市更新逐步改造为生态型。

4.5 水环境控制指标

4.5.1 水环境质量标准

- (1) 城市内河湖不得出现黑臭，不应劣于海绵城市建设前的水质。
- (2) 2020 年珠海市水功能区水质达标率达到 85%，到 2030 年提高至 88%。
- (3) II 类水环境功能区：黄杨河、磨刀门水道、螺洲溪等，具体详《广东省地表水环境功能区划》，近岸海域按《广东省近岸海域环境功能区划》执行；
- (4) III 类水环境功能区：鸡啼门水道等，具体详《广东省地表水环境功能区划》，近岸海域按《广东省近岸海域环境功能区划》执行；
- (5) IV 类水环境功能区：前山河（市区河道）等，具体详《广东省地表水环境功能区划》，近岸海域按《广东省近岸海域环境功能区划》执行。

4.5.2 城镇污水收集处理

2020 年珠海市城镇污水收集处理率达到 95%，到 2030 年提高至 100%。

4.5.3 雨水径流污染控制

年径流污染总量(以悬浮物 SS 计)削减率应达到 50%。

4.6 水资源控制指标

4.6.1 城市雨水资源化利用

2020 年城市雨水资源化利用率达到 0.2%，到 2030 年提高至 0.8%。雨水替代传统水源，主要用于景观水体补水、园林绿化浇洒、道路冲洗等。

4.6.2 城市污水再生利用

2020 年珠海市污水再生利用率达到 20%，到 2030 年提高至 25%。

5 海绵城市规划

5.1 一般规定

5.1.1 海绵城市建设理念及规划要求应贯穿于城市总体规划、专项规划、控制性详细规划的全过程。

5.1.2 海绵城市规划方案应从系统研究出发，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 应根据珠海市实际需要，各区（功能区）单独编制海绵城市建设规划。

5.1.4 海绵城市规划控制目标应结合珠海市气候、水文、水环境、地质条件等特点，兼顾径流总量、径流峰值、径流污染、雨水资源化等合理确定。万山海岛宜结合自然地理状况、规划建设情况单独制定海绵城市建设目标及分类控制目标。

5.1.5 规划、建设、交通、水务等各部门依据职责在各项相关规划编制过程中落实海绵城市建设理念。

5.1.6 各层级规划管控指标体系互动反馈，最终落实到具体地块控制指标中，建立海绵城市管控指标与法定图则“一张图”机制，衔接“多规合一”信息平台。

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

5.1.8 规划前，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。

5.1.9 城市总体规划与控制性详细规划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。

5.1.10 当规划汇水面积超过 2 平方公里时，雨水设计流量应采用数学模型进行校核。

5.2 海绵城市专项规划（海绵城市建设规划）编制

5.2.1 编制要求

海绵城市专项规划是海绵城市建设的重要依据，是协调、优化和衔接各相关规划、实现海绵城市建设目标的重要手段。规划编制应从城市综合建设条件出发，协调相关专项规划，确定海绵城市建设总体目标，划分海绵城市建设管理分区，合理制定海绵城市建设控制指标并按建设管理分区进行分解，明确部门分工，加强协作，完善海绵城市建设管理机制。

5.2.2 编制大纲

（1）概述

包括规划背景、城市概况、上位规划概要、相关专项规划概要。

（2）现状条件与问题及需求分析

1) 基础特征分析

包括对降雨、城市下垫面（不透水面积的空间分布）、城市面源污染、合流制及其污染、土壤、生态本底、地下水、城市开发前水文特征分析（产汇流，降雨平衡）等的分析。

2) 问题识别与需求分析

从水生态、水环境、水资源、水安全等方面开展问题与需求分析。

（3）规划总则

包括规划依据、规划原则、规划范围及期限、规划总体目标、技术路线。

（4）海绵系统规划

包括海绵城市空间格局构建，水生态、水安全、水环境、水资源及海绵设施选择。

（5）海绵城市单元控制

包括海绵城市建设管控分区划分、目标分解、建设指引、工程设施。

（6） 分期建设规划

包括近期建设重点、分期建设要求。

（7） 近期建设详细规划

包括近期建设方案、相关基础设施、单元建设指引，对新建区、扩建区的海绵城市建设分类引导要求和措施。

（8） 近期建设与投资估算

结合近期建设计划，确定海绵城市近期建设重点和实施时序，并进行投资估算。

（9） 规划实施保障措施

提出海绵城市规划、建设和运营管理方面的管理制度和机制建设要求。

（10） 图纸成果

包括现状图、海绵城市自然生态空间格局图、建设分区图、建设管控图、相关设施布局图、近期建设规划图。

5.2.3 技术要点

（1） 综合分析海绵城市建设现状条件

主要包括流域和城市的现状分析。流域现状分析应包括流域地形地貌、气候条件、降雨特征、水文地质、水安全、水资源、水环境、水生态状况、汇水区以及受纳环境（包括开放的水系空间、湿地和湖泊水体等）、重要的生态功能区等情况分析；城市现状分析应分析用地现状、城市供水设施、排水防涝设施、水利设施、雨水调蓄利用设施、绿化建设、水体水质、排水口分布及形式、水源地分布、现有海绵设施等，明确相关已获批的规划要求。

（2） 分析现状存在主要问题

在现状分析的基础上识别城市水资源、水环境、水生态、水安全等方面存在的问题，评价海绵城市建设存在的不足，明确海绵城市建设需求。

（3） 确定海绵城市建设目标和具体指标

结合现状和建设需求分析，确定海绵城市建设目标，合理选择径流总量控制、径流峰值控制、雨水资源化利用、重要水功能区水质达标率、城市污水再生利用率等控制指标，明确近、远期要达到海绵城市要求的面积和比例，参照住房和城乡建设部发布的《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。

（4） 提出海绵城市建设的总体思路

依据海绵城市建设目标，针对现状问题，因地制宜确定海绵城市系统建设方案，从“水生态、水安全、水环境、水资源、水文化”等方面入手，区域、城市、地块“大、中、小”海绵相结合，将低影响开发雨水系统、雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统统一考虑，注重“大海绵、大空间、大管理、大控制”，进一步落实具体的海绵城市建设工程中，构建从源头到过程、末端的海绵城市建设系统方案。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。

（5） 构建自然生态格局

明确需要保护的、具有水源涵养、水土保持功能的山体、丘陵、林地以及具有行洪、排水、调蓄功能的河道、湖泊、水库、湿地及滞洪区，构建“山、水、林、田、湖、草”自然空间格局，明确保护与修复要求。

（6） 提出城市相关基础设施建设要求

针对内涝积水、水体黑臭、河湖水系生态功能受损等问题，综合采取源头减排、过程控制、系统治理的措施，提出解决问题的策略，明确城市排水防涝、合流制溢流污染控制、雨水调蓄等设施的建设和河湖水系的生态修复要求，提出系统的监测方案。

（7） 划分海绵城市建设管控分区

根据流域限制性条件，如汇水分区、城市用地特征差异、洪水风险、接纳水

体生态、径流污染及雨水资源化利用需求等划分海绵城市建设管理分区，将年径流总量控制率和年径流污染总量削减率等指标分解落实到各管理分区，提出建设指引。全市层面的海绵城市专项规划应落实海绵城市建设管控要求；各区（功能区）海绵城市建设规划应将雨水年径流总量控制目标分解至各个建设地块，并提出管控要求。

（8） 提出相关专项规划协调要求

提出与城市总体规划中用地布局协调内容，确定公共海绵空间布局，明确与城市道路、排水防涝、绿地、水系统等相关规划衔接完善的内容。

（9） 优选适宜技术

结合土壤特性、气候水文特征、景观需求、维护管理等特点及技术经济分析，按照因地制宜和经济高效的原则选择适宜技术及其组合。

（10） 建设项目要求

将各项建设任务分解到具体建设项目，确定建设要求、期限、建设时序，测算工程规模和投资安排。

（11） 近期建设与投资估算要求

结合近期建设计划，确定海绵城市近期建设重点和实施时序，与既有项目相结合确定近期实施的重点项目，并进行投资估算。

（12） 实施保障

提出海绵城市规划、建设和运营管理方面的管理制度和机制建设要求，包括组织领导、规划设计、施工管理、运营维护、监测评估、投融资机制保障和绩效考核等相关制度措施。

5.3 相关规划编制协调

5.3.1 城市总体规划

（1）编制要求

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、三区三线、用地及空间布局、蓝绿线划定、市政基础设施布局、生态环境保护、综合防灾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）技术要点

应遵循“以水定城、以水定产、以水定人、以水定地”的原则，从海绵城市建设角度合理确定城市发展规模，布局城市建设用地，保护自然生态空间。

1) 规划目标内容应明确城市年径流总量控制率、年径流污染总量削减率、水面率等指标。

2) 用地布局规划内容应结合珠海市生态廊道、大型生态斑块、生态节点，明确对生态敏感区、河流水域、林地等自然基底的保护，明确公共海绵空间布局，明确对水生态敏感区的自然基底保护，城市建设用地应尽可能避开河湖、坑塘、沟渠和低洼地，控制城市不透水地面面积。

3) 生态环境保护与资源利用规划内容应充分利用生态空间构建城市生态安全格局，预控城市生态廊道，明确面源污染防治措施，提出合流制溢流污染控制设施的布局要求，提出雨水利用要求。

4) 绿地系统规划内容应明确公园绿地和防护绿地的海绵城市建设要求。

5) 城市水系规划内容应与海绵城市雨水系统相衔接，对防洪水系还应在明确其行洪功能的同时提升生态功能。

6) 排水、防涝规划内容应在城市内部预控自然调蓄空间，优先利用城市湖泊、绿地、空地等自然生态空间滞蓄超标雨水，明确城市涝水行泄通道，统筹布局泄洪通道和蓄滞场所，构建城市建成区内外协调的防洪排涝工程体系。在污水处理厂的规模安排中充分考虑城市面源污染治理的需求，尤其是雨水径流污染治理的需求，并在污水处理厂的用地需求中予以落实，明确海绵设施与污水管网的协调等要求。

7) 绿线、蓝线规划应明确重要自然保护空间、河湖水系的保护要求。

5.3.2 控制性详细规划

(1) 编制要求

控制性详细规划应结合珠海市地方特点，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。

(2) 技术要点

1) 规划控制目标

在城市总体规划、海绵城市专项规划（海绵城市建设规划）及相关专项规划的指导下，根据城市控制性详细规划中城市用地分类的比例和特点，将年径流总量控制率、年径流污染总量削减率作为约束性指标，可视情况增加绿色屋顶率、硬化地面率、下沉式绿地率等引导性指标。

2) 规划控制要求

①统筹协调规划范围内地块、道路、绿地、水系等布局和竖向控制，引导地表径流有组织地汇入周边绿地、收集系统和受纳水体，合理控制地表径流。

②明确雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统建设要求，因地制宜布设径流污染控制设施。

③地下空间开发应考虑海绵城市建设需求，在满足地下空间功能所需面积的前提下，应尽量保留海绵设施对于雨水径流入渗的地下空间。

3) 设施布局要求

根据各地块特点及海绵城市建设控制指标，设计落实渗、滞、蓄、净、用、排等用途的海绵设施用地，有效衔接不同海绵设施，合理确定海绵设施类型及规模，对海绵设施建设用地予以控制。

5.3.3 其他专项规划

各类专项规划应落实、深化海绵城市建设的各项目标和控制指标，结合珠海特征，在海绵城市建设理念指导下系统布局、协调安排，有效落实各项规划管控要求，同时应衔接城市水系、绿地、排水防涝、道路交通、碧道、生态修复、竖向等专项规划，实现检讨、完善与优化提升。

(1) 城市水系规划

1) 规划目标要求

城市水系规划应明确水面率、水功能区水质达标率、生态岸线比例等目标，并与城市总体规划和海绵城市专项规划的目标相衔接。结合珠海市水生态文明城市建设试点目标，对新建区河湖岸边陆域缓冲带比例、城市防洪达标率、集中式饮用水源水质达标率等建设指标进行优化。

2) 编制技术要点

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。

① 注重对自然水系的保护和受破坏水系的修复，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；

② 划定水生态敏感区范围，明确河湖、湿地、沟渠、洼地等自然河湖水域用途管控及其主要指标，划定受保护水体的边界；

③ 优化调整水域、岸线、滨水区及周边绿地布局及空间规模，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。

⑤ 加强河道系统整治，以实现河湖水系的自然连通为导向，完善水系间连通的方案，构建河湖水系连通格局；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。

（2）城市绿地系统规划

1) 规划目标要求

绿地系统规划应根据海绵城市建设目标，提出下沉式绿地、透水铺装等指标控制要求，与城市总体规划和海绵城市专项规划的目标相衔接。结合珠海市区域特点，在满足绿地生态、景观等功能前提下，合理地预留或创造空间条件，对绿地自身及周边硬化区域的径流进行渗透、调蓄、净化。

2) 编制技术要点

根据海绵城市专项规划，落实相关雨水管控要求。

① 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。绿地系统布局应充分与城市自然水道的保护、面源污染削减的要求等相协调。

② 明确绿地系统与水系的协调要求，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。公园绿地应降低地表硬质铺装比例。

③ 明确绿地周边汇水区域汇入水量，结合周边区域径流控制及超标雨水消纳需要，明确相关控制设施和消纳设施的规模及布局，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。

④ 提出适宜的树种选择和相关技术要求，满足海绵功能和景观需求。

（3）城市排水防涝系统规划

1) 规划目标要求

城市排水防涝系统规划应结合珠海实际排水条件和排涝状况明确年径流总量目标和指标，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) 编制技术要点

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。

① 明确城市低洼易涝等特殊区域的海绵城市建设措施，并衔接内涝防治设施间的平面布局和竖向，保障城市雨洪控制的安全。

② 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，协调径流污染控制目标、防治方式与排水系统调度运行的关系。

③ 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。协调雨水资源化利用目标及利用方式。

（4）城市道路交通系统规划

1) 规划目标要求

道路交通规划应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，并与城市总体规划和海绵城市专项规划的目标相衔接。

2) 编制技术要点

注重珠海城市道路的交通需求特点，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，尽可能通过道路横、纵断面设计，充分考虑承接道路雨水汇入的功能，通过建设下沉式绿地、生态树池、透水铺装等海绵设施，充分蓄滞和净化道路雨水径流。

① 明确主要城市道路海绵城市建设设施的基本选型及布局,明确道路设施、场站设施、停车场等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。

② 对于排涝压力大的区域,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。

③ 因条件限制,在道路红线内不能实现海绵城市控制目标的城市道路,应结合道路两侧公共绿地的布局设置相应的海绵设施。

6 海绵城市设计

6.1 一般规定

6.1.1 海绵城市的设计目标应满足城市总体规划、海绵城市专项规划及控制性规划提出的控制目标与指标要求。

6.1.2 符合本规划设计导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低影响开发设施的专项设计。

6.1.3 结合珠海市丘陵、平原、河网区、滨海区、海岛等不同区域的控制目标、自然地理条件、水系特征、土地利用条件等综合因素及技术经济分析，按照因地制宜和经济高效的原则确定建设项目的布局方案和选择具体技术。

6.1.4 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。

6.1.5 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，进行科学的系统谋划和组合应用，优先采用源头控制系统控制雨水径流。

- 6.1.6 针对新建区域，应结合内涝防治和水环境治理，构建以绿色排水设施、雨水排水管渠（灰色排水设施）和河流系统组成的新型城市雨水排水系统。
- 6.1.7 应在保证实现设计的雨水控制利用目标的同时，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。
- 6.1.8 海绵城市建设项目的设计应与相关的园林、景观、建筑、给排水、道路和经济等多专业相互协调，采取最佳的雨水源头控制方案。
- 6.1.9 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。
- 6.1.10 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。
- 6.1.11 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《珠海市城市规划技术标准与准则》中的规定。

6.1.12 垃圾填埋场、危险废物和化学品的储存和处置地点、污染严重和有安全隐患的重工业场地、易燃易爆和剧毒危险品的专用仓储用地等区域，为避免径流污染地下水，严禁采用具有渗透功能的设施，同时还应满足环保等相关要求。

6.1.13 雨水管渠系统、内涝防治系统、黑臭水体整治等工程设计应按照国家、省、市相关规定及技术指南执行。

6.1.14 低影响开发设施的专项设计均应体现低影响开发设施的平面、竖向、构造，及其与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统的衔接等内容。

6.1.15 建筑设计方案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。

6.1.16 当建筑与小区、公园绿地项目用地红线面积超过 3 万平方米时，应采用水力模型对规划设计方案的主要控制目标（包括但不限于年径流总量控制率、排水防涝、污染控制）进行校核。

6.2 建筑与小区

6.2.1 主要适用范围

用地类型为 R1、R2、R4、R5 类的居住用地，B 类商业服务业设施用地，A1、A2、A3、A4、A5、A6、A8 类公共管理与公共服务设施用地，U1、U21、U3、U9 类公用设施用地，M0、M1 类工业用地，W1 类物流仓储用地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、下沉式绿地、雨水收集桶/池、雨水调蓄池。

6.2.2 一般规定

（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。

（2）建筑与小区海绵城市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应视情况提出雨污分流、错接改造等措施。

（3）建筑与小区海绵城市设计内容涉及场地设计（平面设计及竖向设计）、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。

（4）建筑与小区的海绵城市雨水排水设计应包括方案设计、施工图设计，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) 施工图设计阶段应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。

（5）老旧小区海绵城市改造应充分结合现状，因地制宜地设置海绵设施，通

过源头、中途、末端相结合的系统方案实现海绵城市建设目标。

- (6) 在特殊用途的地块、街区，例如餐饮服务密集区、农贸市场、垃圾站等，应有确保控制地表径流污染的措施，并提出具体完善内容和控制措施（如雨水口、净化设施等）。

6.2.3 设计流程

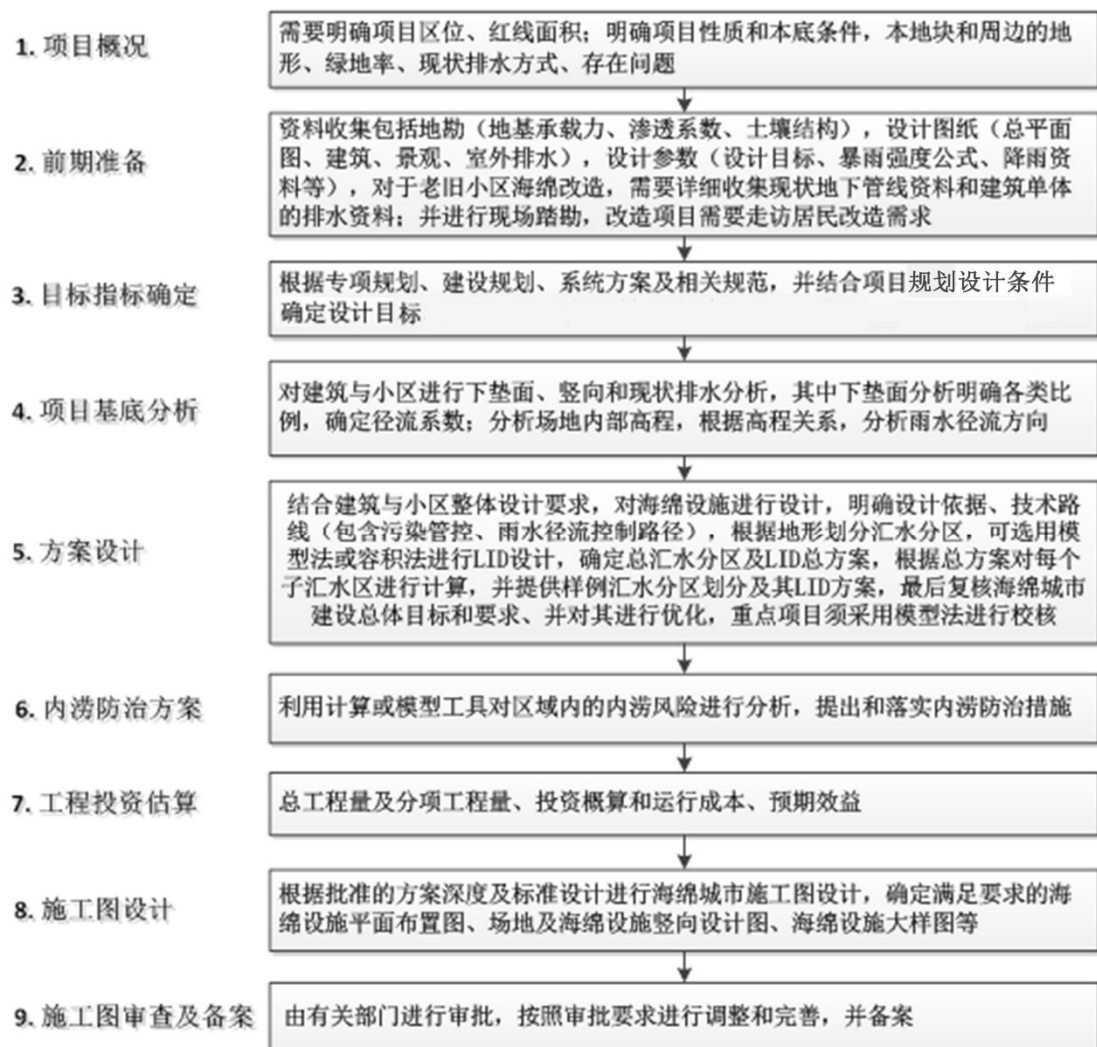


图 6-1 建筑与小区海绵城市设计流程

6.2.4 分项设计要点

- (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、下沉式绿地（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，下沉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。
- (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。
- (3) 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。
- (4) 建筑与小区内的透水铺装宜采用具有蓄水功能的构造透水铺装，其中生态停车场可采用植草砖式构造透水铺装。
- (5) 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。
- (6) 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 1.0m 以上的覆土，且地下车库上方设有排水板。
- (7) 小区内非机动车道路、人行道、游步道、广场、露天停车场、庭院宜采用透水铺装地面。非机动车道路可选用透水沥青路面、透水性混凝土、透水砖等；人行道、游步道可选用透水砖、碎石路面、汀步等；露天停车场可选用植草砖、透水砖等；广场、庭院可选用透水砖等。
- (8) 建筑与小区场地内非机动车道路超渗的雨水应集中引入周边的下沉式绿地中入渗，人行道、广场、露天停车场、庭院应尽量坡向绿地。
- (9) 雨水口宜设于绿化带内，雨水口高程宜高于绿地而低于周围硬化地面，超渗雨水排入市政管网，雨水口宜采用环保型，雨水口内宜设截污挂篮。
- (10) 场地内设计有景观水体的建筑与小区，其景观水体应兼有雨水调蓄功能，

并设溢水口，超过设计标准的雨水排入市政管网中。景观水体宜与湿地结合，成为具有雨水净化功能的设施。

（11）优化排水设计，合理设计超渗系统，超过基层渗透能力的雨水进入地下渗排管，通过雨水管渠排出，并按现行规范标准设计室外排水管网。

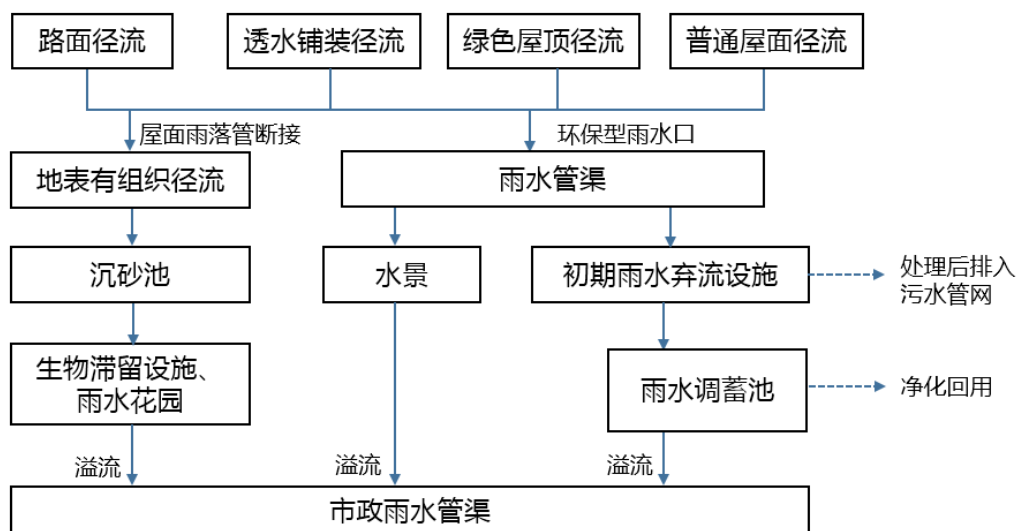


图 6-2 建筑与小区类项目典型径流组织技术路线图

6.3 道路

6.3.1 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。

6.3.2 一般规定

（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。

（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。

（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”。

（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；景观车行道路可采用透水沥青铺装，并设置边缘排水系统，接入雨水管渠系统。

（5）高架道路雨水宜通过雨落管汇入中央绿化带，管口应设置消能、散水设施，可在中央绿化带内设置下凹式绿地、生物滞留带或雨水调蓄设施，在周边绿化空间较大的情况下，应结合周边集中绿地、公园、水体或广场等空间建设具有雨水滞留、下渗或储蓄的海绵设施。

（6）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。

（7）城市道路海绵设施应采取相应的防渗措施，防止径流雨水下渗对车行道路面和路基的强度和稳定性造成损坏，并满足《城镇道路路面设计规范》（CJJ169）、《城市道路路基设计规范》（CJJ194）的相关规定。道路结构中设置的封层相关技术要求应符合《城镇道路路面设计规范》（CJJ169）、《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ1）与《路面稀浆罩面技术规程》（CJJ/T66）的相关规定。

（8）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。

6.3.3 设计指标

（1）不同等级城市道路低影响开发指标体系

根据《珠海市道路与交通低影响开发专项规划》，珠海市 17 类城市道路所明确每一类道路的低影响开发指标体系详见表 6-1。

表 6-1 城市道路红线范围内低影响开发指标体系

序号	道路类别	指标类别				
		强制性		引导性		
		年径流总量控制率 (%)	年径流污染控制率 (%)	下沉式绿地比例 (%)	透水铺装比例 (%)	综合雨量径流系数
1	快速路（辅道）	≥80	≥40	≥20	≥7	≤0.66
2	快速路（无辅道）	/	/	/	/	/
3	交通型主干路	≥60	≥30	≥10	≥18	≤0.68
4	商业型次干路	≥70	≥35	≥12	≥30	≤0.64
5	商业型支路	≥60	≥30	/	≥50	≤0.61
6	居住型主干路	≥70	≥35	≥13	≥18	≤0.66
7	居住型次干路	≥75	≥35	≥15	≥25	≤0.59
8	居住型支路	≥60	≥30	/	≥20	≤0.62
9	景观型次干路	≥75	≥35	≥15	≥22	≤0.65
10	景观型支路	≥60	≥30	/	≥30	≤0.6
11	工业型主干路	≥65	≥30	≥12	≥15	≤0.66
12	工业型次干路	≥75	≥35	≥15	≥24	≤0.64
13	工业型支路	≥60	≥30	/	≥17	≤0.68
14	综合型主干路	≥60	≥30	≥10	≥16	≤0.68
15	综合型次干路	≥70	≥40	≥12	≥22	≤0.65
16	综合型支路	≥60	≥30	/	≥20	≤0.66
17	其他道路	≥50	≥25	/	/	/

- (2) 应根据《室外排水设计规范》(GB50014) 选取道路雨水管渠和泵站的设计重现期, 以及径流系数等设计参数, 确定排水标准和内涝防治设计标准, 保证道路的设计安全性。

6.3.4 设计流程

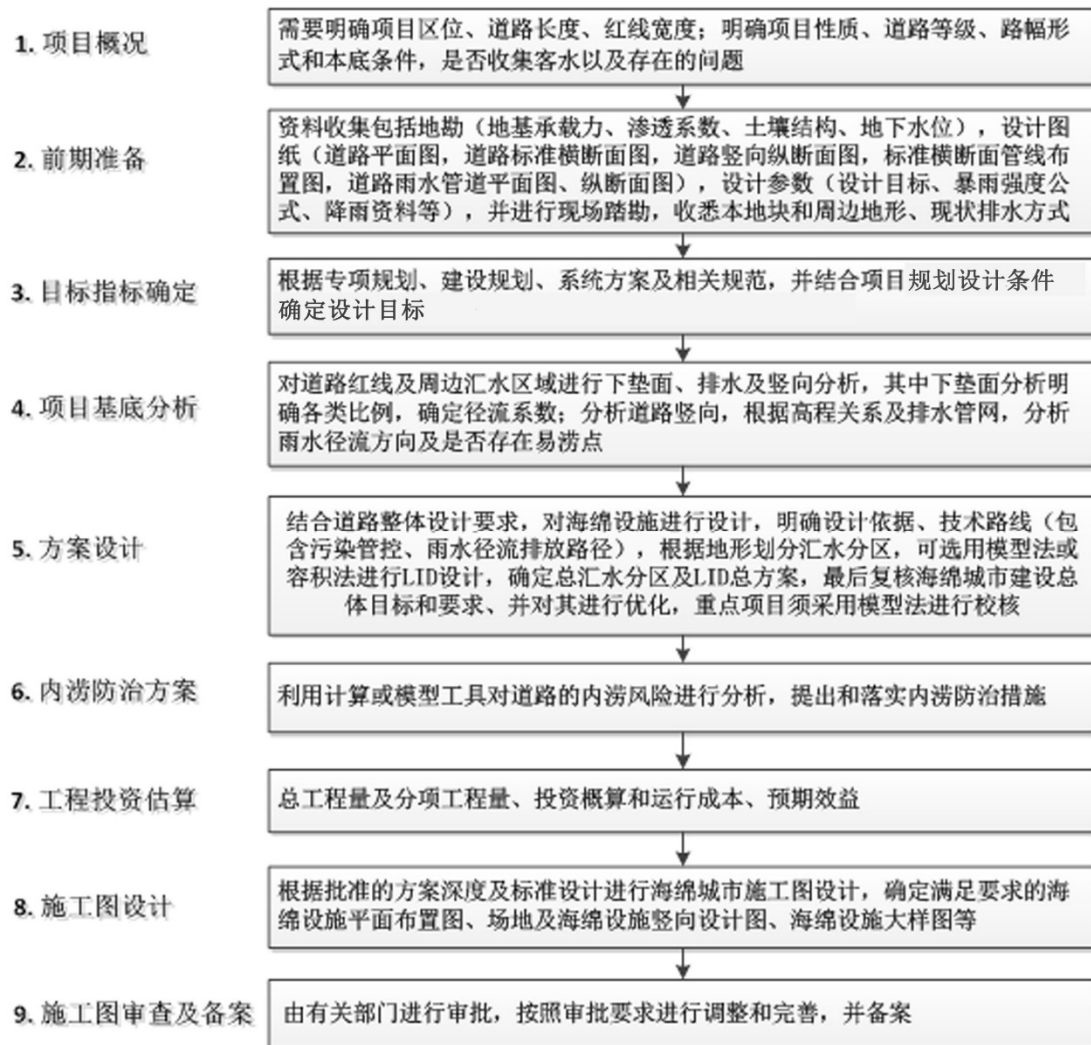


图 6-3 道路海绵城市设计流程

6.3.5 分项设计要点

(1) 人行道的海绵城市设计, 应符合下列规定:

- 1) 人行道宜采用透水铺装, 遇路灯井、报亭特殊点位、地块入口、盖板敷设管线时使用常规铺装。
- 2) 人行道树池宜采用生态树池, 条件允许时应采用串联式生态树池。
- 3) 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。

- (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。
- (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。
- (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) 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、雨水塘等措施，控制径流总量、峰值流量和径流污染。
- (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。
- (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。
- (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。
- (8) 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。
- (9) 条件允许时，道路沿线可建设雨水塘或人工湿地，可将道路径流雨水引入其中净化、调蓄、储存。

- (10) 应结合路幅和断面形式，以及绿化带和道路红线外绿地优先设计生物滞留带、雨水花园、植草沟、组合树池等设施，道路低影响开发设施进水口、局部下凹、开口宽度、设置间距、防冲刷设施、溢流口等应严格按设计要求进行施工，保证海绵设施有效性。

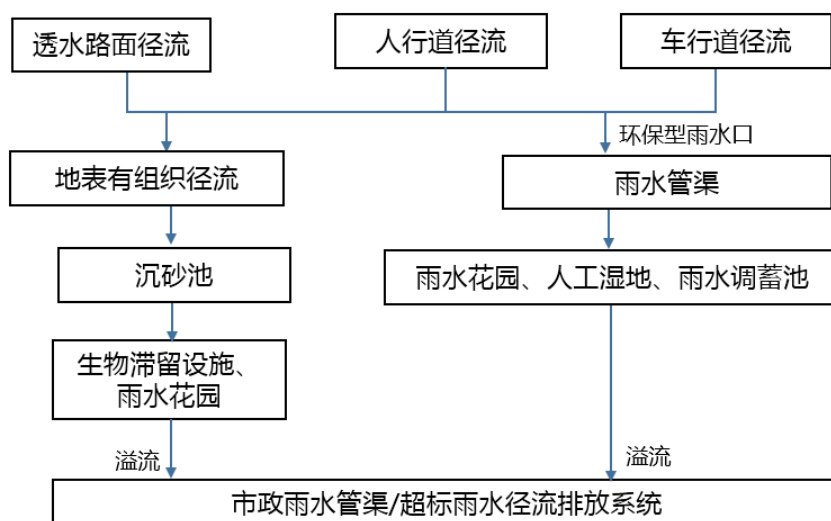


图 6-4 道路类项目典型径流组织技术路线图

6.4 绿地和广场

6.4.1 主要适用范围

用地类型为 G1、G2、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。

6.4.2 一般规定

- (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。
- (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。

(3) 城市绿地中雨水塘、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。

(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) 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。

(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。

6.4.3 设计流程

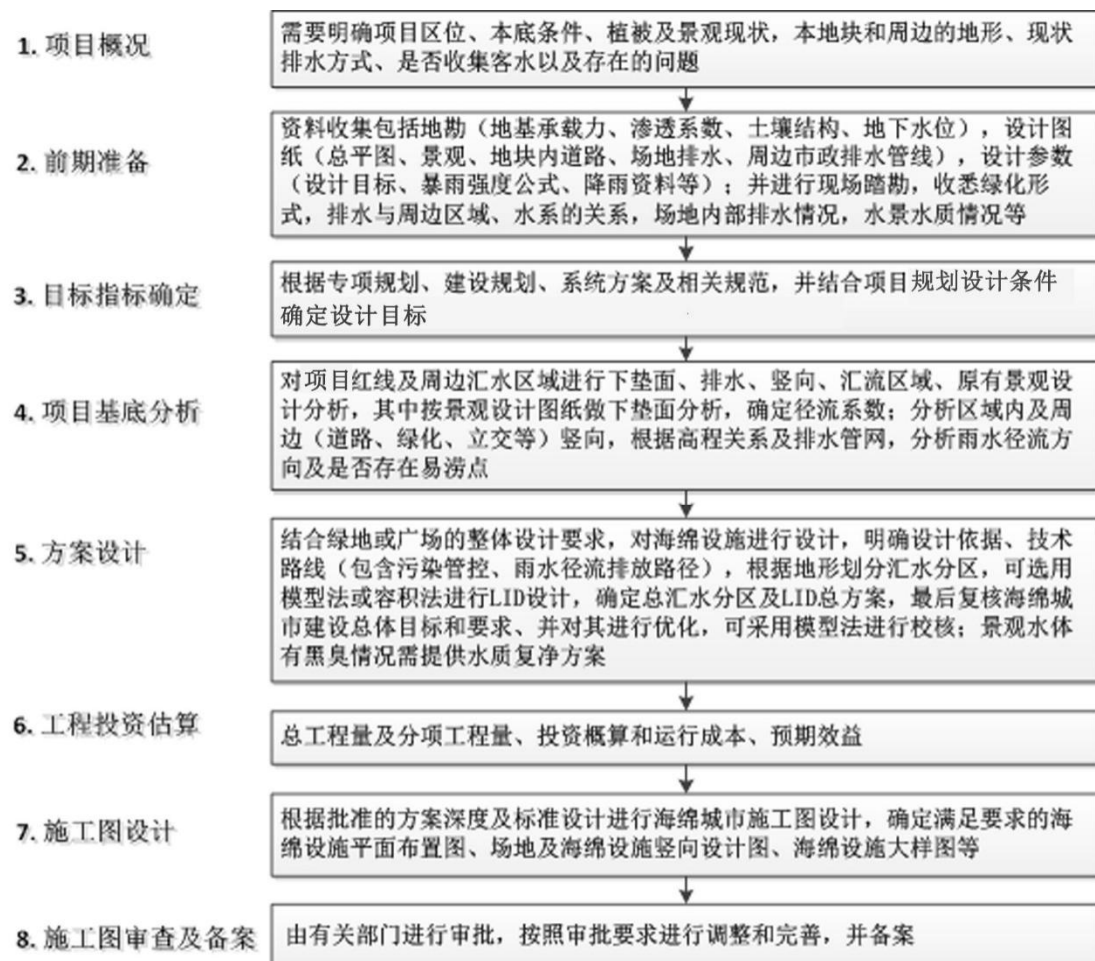


图 6-5 绿地和广场海绵工程设计流程

6.4.4 分项设计要点

（1）广场的海绵城市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。

（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）的相关规定，并应达到年径流总量控制率、年径流污染总量削减率等海绵城市建设指标的要求。

（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。

（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）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。

（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转输设施中，进而流入下沉式绿地。

3) 雨水溢流口应设置在下沉式绿地中。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即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。

（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。

（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。

（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。

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

（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。

（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。

（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。

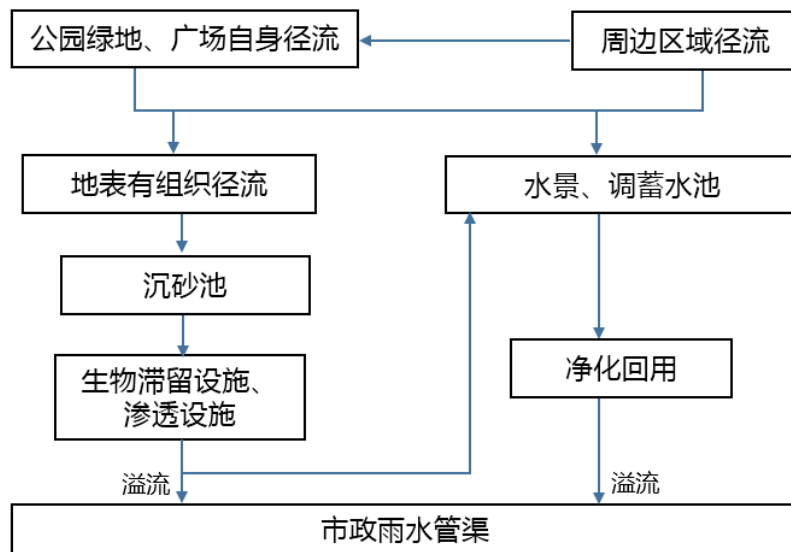


图 6-6 绿地和广场类项目典型径流组织技术路线图

6.5 河湖水系

6.5.1 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。

6.5.2 一般规定

- （1）城市水系海绵城市建设的目标以雨水调节、污染治理、防洪治涝为主，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。
- （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。
- （3）应保护现状河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等城市自然水体。
- （4）应充分利用城市自然水体设计雨水塘、雨水湿地等具有雨水调蓄功能的海绵设施，雨水塘、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) 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。

(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。

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

(8) 新建排洪渠按照生态理念进行建设，现状三面光排洪渠应逐步进行生态化改造。

6.5.3 设计流程

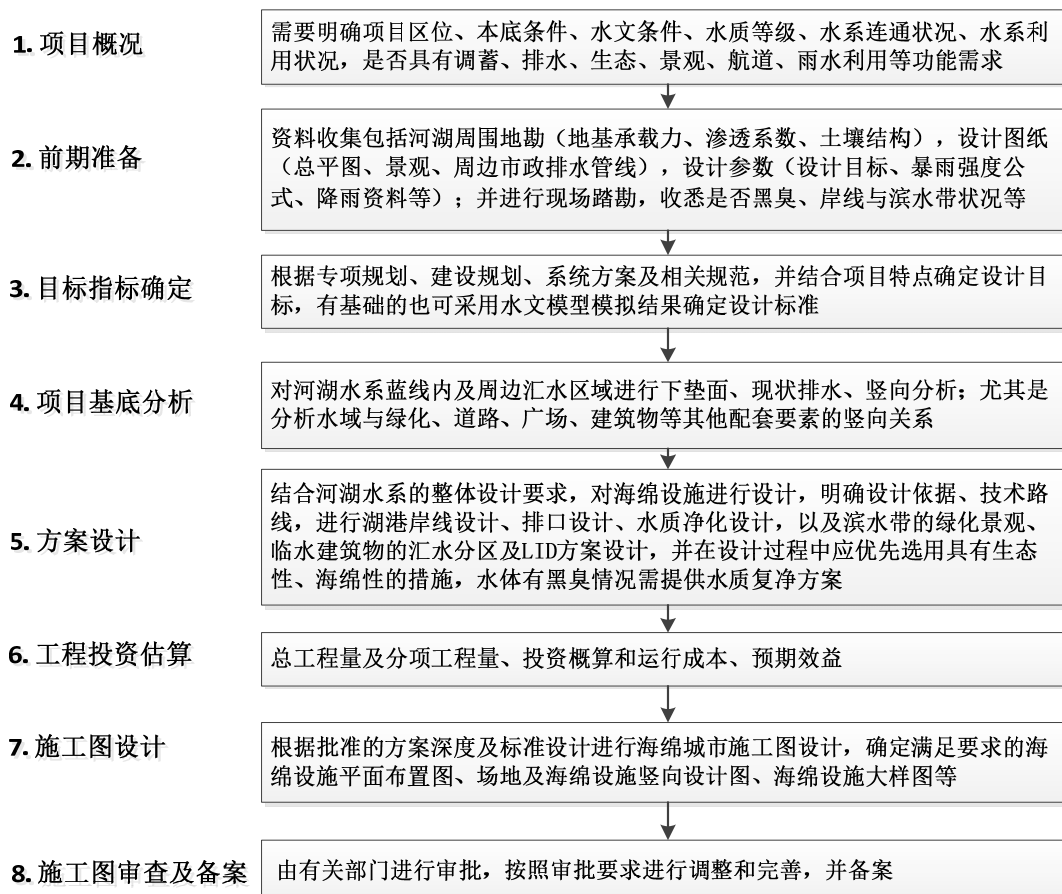


图 6-7 河湖水系海绵城市设计流程

6.5.4 分项设计要点

- (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。
- (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。
- (3) 水体断面宜采用生态驳岸断面，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。
- (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) 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。
- (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。
- (7) 有条件进行生态处理（雨水塘、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。
- (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。

(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。

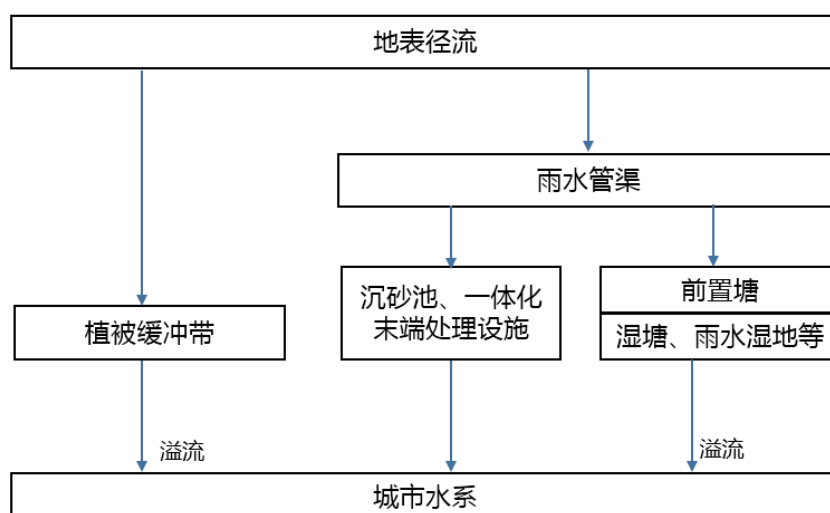


图 6-8 河湖水系类项目典型径流组织技术路线图

6.6 地表导流

6.6.1 基本要求

海绵设施设计应合理、有效设置地表导流设施，使地表径流有组织地汇入海绵设施。

6.6.2 导流设施

（1）建筑与小区中宜采取雨水立管断接或设置集水井等方式将屋面雨水断接、消能后引入周边绿地内小型、分散的海绵设施。小区道路径流可采用边沟、卵石沟等形式导流进入海绵设施。具有景观水体的小区，应设置前置塘、植被缓冲带等预处理设施，将雨水导流进入景观水体。

（2）城市道路中可采用开口路牙、暗涵暗管等，将路面地表径流导流进入海绵设施。具体形式可以结合景观进行设计，开口宽度、间距需结合道路竖向、径流量进行计算，使得雨水顺流进入海绵设施。对于影响行人安全通行的进水口，应采取加盖等防护措施。

（3）城市绿地与广场、城市水系及周边区域应通过绿地竖向控制、卵石沟、线性排水沟等方式将区域径流雨水有组织的汇流、转输。有条件的城市水系，其退让绿化应设计为植被缓冲带，岸线设计为生态驳岸。

6.6.3 涝水径流路径

发生超标雨水时，涝水可充分利用水系、道路、景观带、低洼绿地等形成的行泄通道排放。

（1）作为超标雨水径流路径的城市道路，其断面及竖向设计应满足相应的设计要求，并与区域整体内涝防治系统相衔接，合理引导涝水进入调蓄设施或河渠。

（2）承担城市排水防涝功能的城市绿地，其总体布局、规模、竖向设计应与城市内涝防治系统相衔接，合理引导涝水排放。

（3）推荐使用水力模型对涝水的汇集路径进行分析，结合城市竖向和受纳水体分布以及城市内涝防治标准，合理布局涝水径流路径。

6.7 技术类型分类与选型

表 6-2 低影响开发技术类型与设施选用一览表

技术类型	单项设施	适用类型				控制目标			经济性		污染物去除率（以SS计，%）
		建筑与小区	城市道路	绿地与广场	城市水系	径流总量	径流峰值	径流污染	建造费用	维护费用	
渗透设施	透水砖铺装	√	√	√	×	●	◎	◎	低	中	80-90
	构造透水铺装	√	×	√	×	●	◎	◎	低	低	80-90
	透水水泥混凝土	√	×	√	×	◎	◎	◎	高	中	80-90
	透水沥青混凝土	√	√	√	×	◎	◎	◎	高	中	80-90
	绿色屋顶	√	×	×	×	●	◎	◎	高	中	70-80
	下沉式绿地	√	√	√	×	●	◎	◎	低	低	—
	简易型生物滞留设施	√	√	√	×	●	◎	◎	低	低	—
	复杂型生物滞留设施	√	√	√	×	●	◎	●	中	低	70-95
	渗透塘	√	×	√	×	●	◎	◎	中	中	70-80
	渗井	√	×	√	×	●	◎	◎	低	低	—
存	湿塘	√	×	√	√	●	●	◎	高	中	50-80

技术类型	单项设施	适用类型				控制目标			经济性		污染物去除率（以SS计，%）
		建筑与小区	城市道路	绿地与广场	城市水系	径流总量	径流峰值	径流污染	建造费用	维护费用	
储技术	雨水湿地	√	√	√	√	●	●	●	高	中	50-80
	蓄水池	√	×	√	×	●	◎	◎	高	中	80-90
	雨水罐	√	×	×	×	●	◎	◎	低	低	80-90
调节技术	调节塘	√	×	√	√	○	●	◎	高	中	—
	调节池	√	×	√	√	○	●	○	高	中	—
转输技术	转输型植草沟	√	√	√	×	◎	○	◎	低	低	35-90
	干式植草沟	√	√	√	×	●	○	◎	低	低	35-90
	湿式植草沟	√	√	√	√	○	○	●	中	低	—
	渗管/渠	√	√	√	×	◎	○	◎	中	中	35-70
截污净化技术	植被缓冲带	×	×	√	√	○	○	●	低	低	50-75
	初期雨水弃流/截留设施	√	√	√	√	○	○	●	低	中	40-60
	人工土壤渗滤	√	√	√	√	○	○	◎	高	中	75-95

注：●——强；◎——较强；○——弱或很小

6.8 低影响开发技术设计要点

6.8.1 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《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400）、《透水水泥混凝土路面技术规程》（GJJ/T135）、《透水沥青路面技术规程》（GJJ/T190）、《透水砖路面技术规程》（GJJ/T188）的相关规定。透水路面结构应便于施工，利于养护并减少对周边环境及生态的影响。



图 6-9 透水铺装和透水路面

- （1） 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%。
- （2） 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。
- （3） 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。

6.8.2 下沉式绿地与植草沟

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《珠海市海绵城市建设技术标准图集

（试行）》相关内容。

（1） 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管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。



图 6-10 下沉式绿地与植草沟结合

（2） 下沉式绿地的下凹深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，宜为 50~250mm。下沉式绿地的雨水应就地入渗，植物宜选用耐旱耐淹品种。

（3） 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。

（4） 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） 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 50~100mm；雨水口内宜设截污挂篮等污染物去除设施。

（6） 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 800~1500mm，最大边坡（垂直：水平）不宜大于 1:3；纵向坡度宜为 0.3%~4%，当大于 4%时，宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎；植草沟最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2~0.3；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。

（7） 下沉式绿地与植草沟防蚊虫设计：地下室顶板、屋面绿地、下沉式绿地及植草沟表面积水宜 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；植物种植区域宜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。

6.8.3 生物滞留设施

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

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



图 6-11 生物滞留设施

（1） 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%。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计算确定。

(2) 生物滞留设施应用于道路绿化时，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。

(3) 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。

(4) 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，应采用底部防渗的复杂型生物滞留设施。

(5) 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 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表 6-3 设计。

表 6-3 生物滞留设施组成及技术要求

组成	作用	技术要求
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
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
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

组成	作用	技术要求
		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短期渗透速率宜大于 150mm/h，远期不宜 小于 50mm/h。
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^{-5} m/s
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

6.8.4 绿色屋顶

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

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。

（1） 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。

（2） 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。

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

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

植被层：植被；

种植土层：根据植被要求；

过滤层：土工格栅、土工过滤布等；

蓄排水层：蓄排水板、绿色屋面种植模块等；

保护层：细石混凝土或1：3水泥砂浆；

隔离层：PE膜/聚酯无纺布等；

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

找平层：水泥砂浆；

保温层：质轻、多空、导热系数小的保温材料；

找坡层：轻集料混凝土；

结构层：现浇钢筋混凝土。



图 6-12 简单式种植屋面、花园式种植屋面

（5）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表 6-4 要求。

表 6-4 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	2.0~2.5 m	1.5~2.0 m	1.0~1.5 m	1.0 m ²
植物荷重	0.8~1.2 kN/株	0.6~0.8 kN/株	0.3~0.6 kN/株	0.15~0.3 kN/株

（6）一般种植屋面可与蓄水屋面结合，建成蓄水种植屋面，应符合以下规定：蓄水种植屋面设计应符合《屋面工程技术规范》（GB50345）要求；种植床内的水层靠轻质多孔粗骨料蓄积，粗骨料的粒径应不小于 25mm，蓄水深度应不小于 60mm；为保持蓄水层的通畅，不被杂质堵塞，应在粗骨料上铺 60~80 mm 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。

（7）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。

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

（9）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。

（10）采取管道将种植屋面收集的雨水排入附近储水罐或其他储蓄设施，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，并分散设置海绵设施以保证每个海绵设施的水量平衡。

6.8.5 储水调蓄设施

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



图 6-13 雨水罐、雨水湿塘、雨水干塘

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。

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。

（1） 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。

（2） 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。

（3） 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。

（4） 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） 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。

（6） 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 300 mm，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。

（7） 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 50 mm 的颗粒能随水流流动，不堵塞，塑料模块外围包有土工布层。

6.8.6 初期弃流设施

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图 6-14 所示。

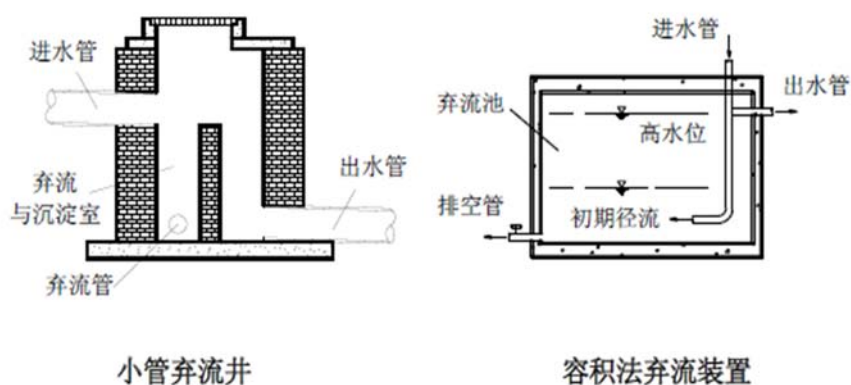


图 6-14 初期雨水弃流示意图

(1) 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。

(2) 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。

6.9 设计计算

6.9.1 设计参数

(1) 雨水年径流总量控制率与设计降雨关系

表 6-5 珠海市雨水年径流总量控制率与对应设计降雨量

年径流总量控制率 (%)	50	60	65	70	75	80	85	90	95
设计降雨量 (mm)	15.1	20.7	24.6	28.5	34	40.5	48.4	59.5	76.0

(2) 不同类别用地规划综合雨量径流系数

表 6-6 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, R4, R5	≤0.55
2	商业服务业设施用地	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	M0, M1, W1	≤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。

(3) 暴雨强度公式

珠海市（适用于高新区、香洲区、横琴新区、金湾区、高栏港区）暴雨强度公式（2016版）：

$$q = \frac{822.407(1 + 0.776 \ln P)}{(t + 5.000)^{0.390}}$$

珠海市斗门区（适用于斗门区）暴雨强度公式（2016版）：

$$q = \frac{3932.790(1 + 0.568 \ln P)}{(t + 27.331)^{0.706}}$$

$$Q = q\Psi F$$

式中：

Ψ ——流量径流系数（可参照《室外排水设计规范》GB50014取值）

F ——汇水面积（ h m^2 ）

Q ——设计雨水流量（ L/s ）

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

P ——设计暴雨重现期（年）

t ——降雨历时（ min ）

$$t=t_1+t_2$$

t_1 ——地面集水时间（ min ），应根据汇水距离、地形坡度和地面种类计算确定，一般采用 5~15min

t_2 ——管渠内雨水流行时间（ min ）

珠海市长历时暴雨强度公式采用皮尔逊Ⅲ型分布方法编制，分为珠海站和斗门站两个公式，珠海站暴雨强度公式适用范围为香洲区、金湾区，斗门站暴雨强度公式适用范围为斗门区：

$$i = \frac{18.267 \times (1 + 0.6 \lg P)}{(t + 25)^{0.669}} \quad (\text{珠海站})$$

$$i = \frac{14.802 \times (1 + 0.8 \lg P)}{(t + 21.8)^{0.647}} \quad (\text{斗门站})$$

或

$$q = \frac{3050.589 \times (1 + 0.6 \lg P)}{(t + 25)^{0.669}} \quad (\text{珠海站})$$

$$q = \frac{2471.934 \times (1 + 0.8 \lg P)}{(t + 21.8)^{0.647}} \quad (\text{斗门站})$$

式中：

i ——暴雨强度计算值（ mm/min ）；

q ——暴雨强度计算值（ $\text{L}/\text{hm}^2 \cdot \text{s}$ ）；

t ——降雨历时（ min ）， $5\text{min} \leq t \leq 1440\text{min}$ ；

P ——重现期（年）， $P=2$ 年~100 年。

其中： $q=167i$

（4） 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 6-7 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	$1.90 \times 10^{-6} \sim 3.70 \times 10^{-6}$
砂质黏壤土	$1.20 \times 10^{-6} \sim 1.90 \times 10^{-6}$
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	$3.00 \times 10^{-8} \sim 1.41 \times 10^{-7}$

（5） 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 6-8 珠海市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	0.2
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	1.0

注：本表数据参考深圳市标准化指导性技术文件《低影响开发雨水综合利用技术规范》拟定。

6.9.2 渗透、滞蓄、净化设施的径流体积控制规模计算

采用“容积法”计算。

$$V=10H\phi F$$

式中：V——设计调蓄容积，m³；

H——设计降雨量，mm；

ϕ ——雨量径流系数；

F——汇水面积，hm²。

在进行调蓄容积的计算时，应根据竖向确定汇水区范围，超出汇水范围雨量的调蓄容积不应计入。

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。

6.9.3 渗透、渗滤及滞蓄设施的径流体积控制规模计算

渗透、渗滤及滞蓄设施的径流体积控制规模按下式进行计算：

$$V_{in}=V_s+W_{in}$$

$$W_{in}=KJA t_s$$

式中： W_{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》GB50400的规定取值；

J ——水力坡降，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 ，为当年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。

6.9.4 延时调节设施的径流体积控制规模计算

延时调节设施的径流体积控制规模按下式进行计算：

$$V_{ed}=V_s+W_{ed}$$

$$W_{ed}= (V_s/T_d) t_p$$

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/s ；

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；

t_p ——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。

了用户对模拟结果进行直观的理解和分析。目前，国内外有众多的基于 GIS 的排水管网模拟软件供使用者选择。包括暴雨管理模型（SWMM）、储存处理和漫流模型（Storage Treatment Overflow Runoff Model, STORM）等共享软件，以及 DHI MIKE 系列、Wallingford 城市综合流域排水模型系统（Info Works ICM）、eWater MUSIC（Model for Urban Stormwater Improvement Conceptualisation）、XPdrainage 等大量商业软件。

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模型。采用非线性水库模型模拟地表径流，圣维南方程演算管网的输送过程，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。

STORM 模型是由美国陆军工程兵团水文工程中心开发，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，既可进行单场降雨模拟，也可用于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 模型可计算出一系列水质参数（如可悬浮/可沉淀固体、BOD、总氮、总磷和总大肠杆菌）的浓度和负荷，从而为控制降雨径流和土壤侵蚀的存储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。

MUSIC 模型由澳大利亚政府水服务机构 eWater 和 Monash University 为澳大利亚水敏感城市(WSUD) 开发。模型将流域分解成一系列由排水渠道相连的节点。流域包含一系列源节点的子流域，默认的源节点按土地利用分为城市、农业，森林是 3 种类型可以快速的模拟池塘、植物、下渗缓冲区、沉积区、污染物沉淀池、湿地以及洼地等暴雨控制设施，提供完整的 LID/BMPs 支持。针对澳大利亚各城市和郡县的不同气候、土壤和建设状况建立专用的基础数据库，提供完善的水敏感城市建设导则，计算低影响开发设施的经济效益。

1.1.2 模型选取

根据海绵城市的基本内涵：城市雨洪管理和利用、水体和流域的保护、修复和可持续发展，低影响开发设施的建设。按照模型的广泛应用程度、运行结果精准度、数据处理的完善度等多维度标准，将适用于海绵城市的水文模型按地块、城镇以及与城镇密切相关的流域尺度三种尺度分类，以便技术人员参考选取。

（1）地块尺度

地块尺度的水文模型注重低影响开发设施的具体实施，模拟、分析和评估各类设施的空间分布、效能、环境影响及经济效益，与海绵城市设计工作结合最为密切。

适用于地块尺度海绵城市水文模型可分为两大类型：单体模型和综合分析模型。其中单体模型专门注重于模拟、分析和评估单一或成组低影响开发设施水文和水质效能的模型，如美国社区技术中心（The Center for Neighborhood Technology, "CNT"）开发的绿植雨水计算器 Green Valucs Stormwater Calculator，此类模型功能较为单一，适用面较小，可供低影响开发设施的科研人员选择；综合分析模型更侧重于小尺度区域雨洪分析、设施间的水文输送、低影响开发设施的水文效能、空间布局规模分析优化等综合功能。如美国环保署（EPA）开发的暴雨管理模型 SWMM（Storm Water Management Model），在地块尺度的海绵城市设计中较为常用。

（2）城镇尺度

城镇尺度的水文模型注重城镇水文系统的时空变化，重点分析汇水区地表产汇流及入渗、城市洪涝区域、有机物和污染物扩散、城市雨洪管网系统负荷规划和系统设计、城市河道的洪涝威胁、低影响开发设施的空间分布、类型和规模等，可同时适用于海绵城市的规划与设计工作。

典型代表如美国环保署（EPA）开发的暴雨管理模型 SWMM（Storm Water Management Model）、英国 innovyze 公司开发的 Infoworks ICM、丹麦水力学研究所（DHI）开发的 MIKE URBAN、澳大利亚政府水服务机构 eWater 和 Monash University 为澳大利亚水敏感城市(WSUD) 开发的 MUSIC（Model for Urban Stormwater Improvement Conceptualization）等，目前前三者在国内应用较普遍。

（3）流域尺度

流域尺度的水文模型注重整体水生态、水环境的安全格局，重点在于流域划分、区域地表径流及洪涝预测、非点源污染的扩散迁移和水生态系统的影响等。

代表性模型有美国环保署（EPA）开发的暴雨管理模型 SWMM（Storm Water Management Model）、美国农业部农业研究中心（USDA-ARS）开发的 SWAT（Soil and Water Assessment Tool），美国陆军工程师兵团水文工程中心（HEC）发布的 HEC-1(HMS)、美国 Brigham Young 大学环境模型实验室（EMRL）与美国陆军工程师兵团水方法实验室（USACE）开发的 WMS（Watershed Modeling System）等，其中国内应用较为广泛的是 SWMM 与 SWAT（建议使用 SWMM）。

1.2 模型构建

1.2.1 数据收集

（1）数据需求

数据的准确与完整是模型构建的基础。低影响开发模型所需主要数据内容和类型如下表，也可参考《城市排水防涝设施普查数据采集与管理技术导则》（建

城[2013]88号）以及相应模型说明文档。

表 1-1 模型数据类型及用途

类别	数据名称	详细内容	用途
气象数据	降雨数据	降雨强度、降雨量、降雨历时	确定降雨过程曲线
	蒸发数据	蒸发量、蒸发速率	确定汇水区地表水、地下水、蓄水设施中的蒸发量
下垫面数据	现状下垫面数据	土地利用状况	分析汇水区的不透水区比例、洼地蓄积量等参数 确定排水出路及接纳水体
		土壤渗透属性	
		河湖水面情况	
	数字高程模型 (DEM)	地表高程信息	识别汇水区，提取坡度、坡向等属性
	土地利用规划	城市总体规划或详细规划的土地利用规划图	规划模型汇水区划分与参数设定
	道路与场地竖向规划	城市总体规划或详细规划的道路与场地竖向规划图	
管网/构筑物数据	排水管网数据	节点（检查井、雨水口、排放口、闸、阀、泵站、调蓄池）、管线（排水管、排水渠）的数据	构建管网拓扑关系
	排水设施性能数据	水泵曲线、调蓄设施蓄水曲线等	描述排水设施（水泵、调蓄设施等）的性能和调控参数
	低影响开发设施数据	类型、位置、尺寸、进出流量、调蓄容积、污染物去除效率等	完善与管网等设施拓扑关系、描述低影响开发设施性能
监测数据	流量监测数据	管网/设施液位、流量监测数据	率定和验证模型参数
	水质监测数据	河湖、管网、设施水质监测数据（COD、TP、TN、SS等）	率定和验证模型参数 确定水质控制目标
	水量使用数据	供用水情况、排水情况	确定水量控制目标
其他数据	规划文本	城市总体规划、详细规划及相关规划的文本资料	设定规划情景下的模型相关参数
	工程造价	各类设施基础造价	优化设施组合
	其他	各类相关数据	-

（2）数据精度

根据不同规划设计尺度，模型所需要的数据精度也不尽相同，保证精确性的同时，应兼顾模型运行的稳定性与经济性。数据精度推荐如下。

表 1-2 模型数据精度要求

设计阶段	推荐精度
总体规划阶段	1:5000~1:10000
控制性详细规划阶段	1:500~1:1000
修建性详细规划阶段	1:100~1:500
施工设计阶段	1:100~1:500
专项规划阶段	1:100~1:1000

1.2.2 模型建立

（1）数据整理

按模型数据格式需求，将收集数据进行数字化整理，并转换为模型可识别的类型。

（2）数据输入

不同类型数据通过坐标校正、分层处理后输入模型，并对河网、下垫面、管网、低影响开发设施等模块进行连接。

（3）拓扑关系检查

数据整理转换完成后，需进行数据准确性以及拓扑关系检查。主要包括管网、河湖水系、低影响开发设施以及相互之间相对位置与连接关系检查。

以管网拓扑关系检查为例，在管网模型中对管线错接、节点空间位置偏移、管线反向、连接管线缺失、管线逆坡、环状管网或断头管、管线重复、管线中间断开等常见拓扑问题进行核查，对于存在拓扑错误的区域需要及时进行现场补测和重新勘察，保证排水管网数据的有效性和真实性。在数据校核后，将数据处理为模拟软件需要的输入文件格式。

1.2.3 参数的验证率定

（1）确定性参数

对于管长、管径、地形等确定性参数，通过现场实测等手段验证所收集整理数据的可靠性。

（2）不确定参数

针对难以测量，资料缺失的参数，可通过研究区域的大量相关数据，结合经验进行参数取值范围的设定，并通过模型结果与实际结果进行对比识别与率定参数，以使模型更加真实的反映排水管网的排水规律。

（3）参数率定

参数率定是将模型计算结果与实测数据比较以优化参数的过程，基于建模数据的准确度和模拟分析的精度要求，需事先确定合适的初始参数与评价准则。一般采用人工试错法以及基于优化思想的参数自动优化方法。对于多参数组合情况，推荐采用参数自动优选法，并利用多个目标函数进行多目标决策分析，提高模拟结果的可靠性。

附录二： 相关参考文献、资料

相关规范：

GB50014 室外排水设计规范

GB50015 建筑给水排水设计规范

GB50318 城市排水工程规划规范

GB50513 城市水系规划规范

GB51174 城镇内涝防治技术规范

GB50400 建筑与小区雨水控制及利用技术规范

GB/T51345-2018 海绵城市建设评价标准

GB50318-2017 城市排水工程规划规范

相关规划、研究：

《珠海市城市总体规划（2001-2020）2015 年修订》

《珠海市海绵城市专项规划》

《珠海市城区排水（雨水）防涝综合规划（2013-2020）》

《珠海市河湖水系低影响开发专项规划》

《珠海市绿地低影响开发专项规划》

《珠海市道路交通低影响开发专项规划》

《珠海市海绵城市排水专项规划（2015-2020）》

《珠海市给水工程系统规划（2006-2020）修编》

《珠海市污水系统专项规划（2006-2020）修编》

《珠海市海绵城市建筑规划设计细则》

相关文件：

《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》

《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》

《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》

《住房和城乡建设部办公厅关于开展海绵城市建设试评估的通知》

《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》

《珠海市人民政府办公室关于印发珠海市海绵城市建设及试点实施方案的通知》

《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》

《深圳市海绵城市规划要点和审查细则（2019年修订版）》

《武汉市海绵城市规划设计导则》

《南宁市海绵城市规划设计导则》

《江苏省海绵城市建设导则》

《低影响开发雨水综合利用技术规范》SZDB/Z 145—2015

附录三：公开出让建设用地规划条件（增低影响开发规划控制指标）

海绵城市设计要求：

海绵城市建设强制性指标参照《珠海市海绵城市规划设计标准与导则（试行）》（修订版），具体方案报市（区）海绵办进行技术审查。

海绵城市建设强制性指标：年径流总量控制率不低于_____ %。

附录四：珠海市土壤类型图



图 1-1 珠海市土壤类型图

附录五：相关规划组织编制单位

《珠海市海绵城市专项规划整合规划（2018-2030）》—珠海市自然资源局

《珠海市河湖水系低影响开发专项规划》—珠海市水务局

《珠海市绿地系统低影响开发专项规划》—珠海市住房城乡建设局

《珠海市城区排水（雨水）防涝建设规划（2013-2020）》—珠海市水务局

《珠海市海绵城市排水专项规划（2015-2020）》—珠海市水务局

《珠海市道路与交通低影响开发专项规划》—珠海市交通运输局

《珠海市横琴新区（本岛）海绵城市建设专项规划（2017-2035）》—横琴新区建设环保局

《珠海高新区（近期建设区）海绵城市建设专项规划（2018-2020年）》—珠海市高新区建设环保局

《香洲区海绵城市专项规划（2018-2030）》—珠海市香洲区住房和城乡建设局

《洪湾保税一体化区域海绵城市建设专项规划（2018~2030）》—横琴新区建设环保局、珠海大横琴城市新中心发展有限公司

《珠海市金湾区海绵城市建设专项规划（2017-2020）》—珠海市金湾区住房和城乡建设局

《高栏港经济区海绵城市分区专项规划（2018-2030）》—高栏港经济区规划建设局

《珠海市斗门建设区海绵城市建设专项规划（2018-2030）》—珠海市斗门区海绵城市专项工作领导小组办公室

《富山新城海绵城市专项规划（2018-2030）》—珠海市富山工业园管理委员会规划国土局