

三亚市海绵城市规划设计导则
(试行)
(修改版)

三亚市规划局
二零一六年六月

前 言

为贯彻落实 2013 年中央城镇化工作会议精神，结合三亚实际深化、细化国家相关规范和技术指南的要求，指导和促进三亚市海绵城市的规划建设，特编制本导则。

本导则属于指导性技术文件，内容包括：总则、术语与定义、基本规定、海绵城市规划设计目标、海绵性评估技术准则、规划指引、设计指引、附录。

本导则由三亚市规划局会同市水务局、市园林局等部门共同组织编制和管理，各单位在使用过程中，如发现需要修改和补充之处，请将意见和建议及时反馈给上述单位。

本导则引用了北京市《雨水控制与利用工程设计规范》(DB11/685-2013)、南宁市《南宁市海绵城市规划设计导则》和深圳市《光明新区建设项目低冲击开发雨水综合利用规划设计导则》中的部分成果，在此一并表示感谢。

主编单位：中国市政工程中南市政设计研究总院有限公司

主要起草人：（排名不分先后）

谢富强 张云钟 杨 砺 昌 颖
邢增孟 刘 凯 黄良波 黄 萍
王 文 陈汉平 邝道川 王洁亮
阮有祥 吴多辉 陈万顺 杜文宣
李志浩 张盛莉 董 斌 李 猛
林海兰

目录

1 总则	1
2 术语与定义	2
2.1 一般术语与定义	2
2.2 海绵设施术语与定义	3
3 基本规定	6
4 海绵城市规划设计目标	7
4.1 一般规定	7
4.2 年径流总量控制目标	7
4.3 面源污染物控制目标	9
4.4 峰值径流控制目标	9
4.5 内涝防治目标	10
4.6 雨水资源化利用目标	10
5 海绵性评估技术准则	11
5.1 一般规定	11
5.2 年径流总量控制率的评估	11
5.3 面源污染削减量的评估	14
5.4 峰值径流系数的评估	15
5.5 内涝防治水平的评估	15
5.6 雨水资源化利用水平的评估	15
6 规划指引	17
6.1 一般规定	17
6.2 海绵城市总体规划	17
6.3 海绵城市专项控制规划	18
6.4 海绵城市建设规划	19
6.5 海绵建设工程修建性详细规划	20
7 设计指引	23
7.1 各类低影响开发措施的应用指导	23
7.2 建筑与小区	23
7.3 城市道路	29
7.4 城市绿地与广场	32
7.5 城市水系	36
8 附录	40
8.1 相关规范及文件	40
8.2 各系统年径流控制目标	41
8.3 三亚市近 30 年平均逐月降雨	42
8.4 三亚市各片区土壤渗透系数	42
8.5 海绵城市设施示意	44
8.6 植物应用名录	54

1 总则

1.1.1 为贯彻落实生态文明建设和国家建设海绵城市的相关要求，推动三亚海绵城市的科学建设，指导相关规划编制、建设项目设计及职能部门的技术审查，特制订本导则。

1.1.2 本导则适用于三亚市中心城区各类规划的编制及建设项目的工程设计，其他区域可参照本导则执行。

1.1.3 海绵城市的建设应坚持规划引领、生态优先、安全为重、因地制宜、统筹建设的原则。

1.1.4 海绵城市的各类设施应采取保障公众安全的防护措施。

1.1.5 海绵城市的规划及设计，除满足本导则要求外，还应符合国家和三亚市现行相关标准、规范的规定。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。

1.1.6 随着三亚市海绵城市示范建设的推进和低影响开发工程的实践，应及时进行总结并对本导则内容逐步完善和优化。

2 术语与定义

2.1 一般术语与定义

海绵城市 spongecity

海绵城市是指城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害方面具有良好的“弹性”，下雨时下垫面能有效地吸水、蓄水、渗水、净水，需要时又可适当的将蓄存的水“释放”并加以利用。

低影响开发（LID）low impactdevelopment

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。

年径流总量控制率 volume capture ratio of annualrainfall

根据多年日降雨量统计数据计算，雨水通过自然和人工强化的入渗、滞蓄、调蓄和收集回用，场地内累计一年得到控制（不外排）的雨水量占全年总降雨量的比例。

设计降雨量 design rainfalldepth

为实现一定的年径流总量控制目标（年径流总量控制率），用于确定低影响开发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。

流量径流系数 discharge runoffcoefficient

形成高峰流量的历时内产生的径流量与降雨量之比。

雨量径流系数 volumetric runoffcoefficient

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

雨水调蓄 stormwater detention,retention andstorage

雨水存储和调节的统称。

雨水储存 stormwaterstorage

在降雨期间储存未经处理的雨水。

雨水调节 stormwaterdetention

也称调控排放，在降雨期间暂时储存（调节）一定量的雨水，削减向下游排放的雨水峰值径流量、延长排放时间，但不减少排放的总量。

雨水滞蓄 stormwaterretention

在降雨期间滞留和蓄存部分雨水以增加雨水的入渗、蒸发并收集回用。

下垫面 underlyingsurface

降雨受水面的总称，包括屋面、地面、水面等。

硬化地面 imperviouspavement

通过人工行为使自然地面硬化形成的不透水或弱透水地面。

面源污染 non-point sourcespollution

溶解和固体的污染物从非特定地点，通过降雨或融雪的径流冲刷作用，将大气和地表中的污染物带入江河、湖泊、水库、港渠等接纳水体并引起有机污染、水体富营养化或有毒有害等形式污染。

初期雨水径流 firstflush

单场降雨初期产生的一定量的降雨径流。

土壤渗透系数 permeability coefficient ofsoil

单位水力坡度下水的稳定渗透速度。

地表径流污染负荷模数 Runoff pollution loadmodulus

地表径流污染负荷模数是指次降水单位面积所产生的污染物负荷量。

2.2 海绵设施术语与定义

下沉绿地 depressed green

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

绿色屋顶 green roof

在高出地面以上，与自然土层不相连的各类建筑物、构筑物的顶部以及天台、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。

透水铺装地面 pervious pavement

可渗透、滞留和渗排雨水并满足一定要求的地面铺装结构。

透水水泥混凝土路面 pervious concrete pavement

由具有较大空隙的水泥混凝土作为路面结构层、容许路表水进入路面（或路基）的一类混凝土路面。

人工湿地 constructed wetland

通过模拟天然湿地的结构，以雨水沉淀、过滤、净化和调蓄以及生态景观功能为主，人为建造的由饱和基质、挺水和沉水植被、动物和水体组成的复合体。

植草沟 grasss wale

可以转输雨水，在地表浅沟中种植植被，利用沟内的植物和土壤截留、净化雨水径流的设施。

生物滞留设施 bioretention

在地势较低的区域通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、净化雨水径流的设施，由植物层、蓄水层、土壤层、过滤层构成。包括：雨水花园、雨水湿地等，生物滞留设施是下沉绿地中的一种。

渗透弃流井 infiltration-removal well

具有一定储存容积和过滤截污功能，将初期径流暂存并渗透至地下的装置。

渗透池（塘）infiltration pond

指雨水通过侧壁和池底进行入渗的滞留水池（塘）。

渗透检查井 infiltration manhole

具有渗透功能和一定沉砂容积的管道检查维护装置。

渗透管渠 infiltration trench

具有渗透和转输功能的雨水管或渠。

蓄水模块 rainwater storage module

以聚丙烯为主要材料，采用注塑工艺加工成型，并能承受一定外力的矩形镂空箱体。

铺装层容水量 water storage capacity of pavement layer

单位面积透水地面铺装层可容纳雨水的最大量。

透水路面结构 pervious pavement structure

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

透水沥青路面结构 porous asphalt pavement

由较大空隙率混合料作为路面结构层、容许路表水进入路面（或路基）的一类沥青路面。

3 基本规定

3.1.1 海绵城市的规划建设应贯彻自然积存、自然渗透、自然净化的理念，注重对河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等城市原有生态系统的保护和修复，强调采用低影响的开发模式。

3.1.2 海绵城市建设包括“渗、滞、蓄、净、用、排”等多种技术措施，涵盖低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统。

3.1.3 三亚市海绵城市规划、设计应综合考虑地区排水防涝需求、水污染防治和水环境改善需求、雨水综合利用需求，并以内涝防治与面源污染削减为主、雨水收集利用为辅。

3.1.4 三亚市所有新建、改建、扩建建设项目的规划和设计应包括海绵城市低影响开发建设的内容。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。

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

3.1.6 低影响开发的各类工程设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的设计标准。

3.1.7 低影响开发的各类工程设施应与周边环境相协调，注重其景观效果。

3.1.8 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。

3.1.9 海绵城市低影响开发过程中应注意对化工产品生产、储存和销售等面源污染特殊地块的专门控制，避免特殊污染源对地下水、周边水体造成污染。

3.1.10 三亚市年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系应按三亚市位于年径流总量控制率Ⅴ区（ $60\% \leq \alpha \leq 85\%$ ）。根据三亚市年径流总量控制率对应设计降雨量曲线，年径流总量控制率60%的目标下设计降雨量为25.3mm，年径流总量控制率85%目标下设计降雨量为66.4mm。

4 海绵城市规划设计目标

4.1 一般规定

4.1.1 海绵城市规划设计目标应包括年径流总量控制目标、面源污染物控制目标、峰值流量控制目标、内涝防治目标和雨水资源化利用目标。

4.1.2 海绵城市规划设计宜开展水生态、水环境、水安全、水资源等方面的专题研究，提出合理的目标取值。未开展上述专题研究的规划设计项目，其目标值应按照本章节的规定取值。

4.2 年径流总量控制目标

4.2.1 三亚市年径流总量控制目标分为区域目标、街区目标（道路目标）和宗地目标（道路分段目标）等三级目标，下一级目标的加权平均应满足上一级目标的要求。

4.2.2 区域目标一般以排水系统或其中的湖泊汇水区为一个分区，确定区域年径流总量控制目标主要考虑接纳水体环境保护的要求，其主要分析资料应包括：

- 1、排水系统内绿化、水系等生态性用地与其他开发用地的比例；
- 2、接纳水体的环境目标；
- 3 接纳水体的现状水质及主要超标污染物。

4.2.3 三亚市各区域的年径流总量控制目标可参照表 8-2-1 取值。

4.2.4 确定区域年径流总量控制目标时，还应分析该区域绿地和水系占比，并按绿地及水系的年径流总量控制率为 85% 来推求该区域道路及开发地块的平均指标。

4.2.5 街区年径流总量控制目标应以所在区域的区域目标为依据。建筑与小区的街区目标应综合该街区海绵设施建设或改造难度、内涝风险等因素，在区域道路及开发地块的平均指标基础上参考表 4-2-1 调整得到各街区的年径流控制目标。划定的绿地及水系独立街区，其街区指标统一按 85% 确定。

表 4-2-1 街区年径流总量控制率调整值一览表

指标调整量 已建保留用地占比	内涝风险等级	低风险	中风险	高风险
	≥60%		-10%	-5%
30-60%		-5%	0	+5%
≤30%		0	+5%	+10%

4.2.6 宗地（项目）年径流总量控制目标应以所在街区控制目标为基准，考虑项目用地性质、建设阶段等因素，在基准值基础上参考表 4-2-2 调整得到各宗地（项目）年径流总量控制目标。其中绿化用地及水系统一按 85% 确定。

表 4-2-2 建筑与小区年径流总量控制率调整值一览表

目标调整值 建设阶段	用地性质						
	居住	工业	公共管理 公共服务	商业 服务	公用 设施	物流 仓储	交通 设施
已建保留	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%
在建	-5%	-5%	0	-5%	-5%	0	-5%
已批未建	0	0	0	-5%	-5%	0	0
已建拟更新	+5%	+5%	+5%	0	0	+5%	0
未批未建	+5%	+5%	+5%	0	0	+5%	+5%

4.2.7 每一条完整道路的年径流总量控制目标应以所在区域道路及开发地块的平均指标为基准，综合该条道路红线宽度、建设阶段等因素，并按表 4-2-3 调整确定。

表 4-2-3 城市道路年径流总量控制率调整值一览表

目标调整值 红线宽度	建设阶段	已建保留	在建	已批未建	已建拟更	未批未建
	10≤B<20		-10%	-5%	0%	0%
20≤B<40		-5%	0%	0%	0%	+5%
B≥40		0%	0%	+5%	+5%	+10%

注：表中 B 为道路红线宽度。

4.2.8 道路分段年径流总量控制目标应以整条道路控制目标为基准，考虑内涝

风险等因素，调整值可参考表 4-2-4。

表 4-2-4 道路分段年径流总量控制率调整值一览表

内涝风险等级	调整值
低风险	-5%
中风险	0
高风险	+5%

4.2.9 街区、宗地的年径流总量控制率取值应在 60%~85%之间。

4.3 面源污染物控制目标

4.3.1 水质目标为 II 类、III 类的地表水水质标准的汇水区，其面源污染物削减率应达到 70%（以 SS 计，下同）。

4.3.2 水质目标为 IV 类的地表水水质标准汇水区，其面源污染物削减率应达到 60%。

4.3.3 其他地表水水质标准汇水区，其面源污染物削减率应达到 50%。

4.4 峰值径流控制目标

4.4.1 在进行峰值流量的计算时，不同用地类别的峰值流量径流系数可按表 4-4-1 的规定取值。

表 4-4-1 不同用地类别的径流系数计算取值一览表

用地类别	用地类别代码	径流系数
居住用地	R	0.75
公共管理与公共服务用地	A	0.7
商业服务业用地	B	0.8
工业用地	M	0.8
物流仓储用地	W	0.8
交通及公用设施用地	S、U	0.85
绿地	G	0.3
其他用地		0.3

注：本导则所称峰值流量径流系数是指重现期为 2~3 年的降雨峰值流量径流系数。

4.4.2 在进行峰值流量的规划控制时，其峰值流量径流系数应按排水系统现状能力、规划建设强度、用地类别和雨水排放接纳水体的不同，经综合分析后确定，但不应高于表 4-4-2 的规定值。

表 4-4-2 不同用地类别的径流系数控制标准

用地类别	用地类别代码	径流系数
居住用地	R	0.6
公共管理与公共服务用地	A	0.6
商业服务业用地	B	0.65
工业用地	M	0.65
物流仓储用地	W	0.65
交通及公用设施用地	S、U	0.65
绿地	G	0.2
其他用地		0.2

4.5 内涝防治目标

4.5.1 排水管网规划设计和防涝标准按《海南省三亚市排水（雨水）防涝综合规划（2013~2030）》执行。

4.6 雨水资源化利用目标

4.6.1 对公共绿化项目，新建工程的雨水资源化利用量应占其绿化浇洒、道路冲洗和其他生态用水量的 25% 以上，改造工程的雨水资源化利用量应占其绿化浇洒、道路冲洗和其他生态用水量的 20% 以上。

4.6.2 对建筑与小区项目，新建工程的雨水资源化利用量应占其绿化浇洒、道路冲洗和其他生态用水量的 20% 以上；改造工程的雨水资源化利用量应占其绿化浇洒和道路冲洗用水量的 15% 以上。

4.6.3 对有条件的城市道路项目，其绿化浇洒和道路冲洗用水宜考虑雨水资源化利用。

4.6.4 对有条件的工业产业，可考虑将雨水资源经初步处理后应用工业中的冷却等作用。

5 海绵性评估技术准则

5.1 一般规定

5.1.1 海绵性评估应包括年径流总量、峰值径流系数、可渗透下垫面比例、防涝水平和雨水资源化利用等基本内容的评估。

5.1.2 海绵性评估可采用模型算法和简易算法，有条件的宜采用模型算法，模型算法的相关模型选取和参数取值应符合不同规划和设计项目的特点。

5.2 年径流总量控制率的评估

5.2.1 年径流总量控制率的简易算法建议采用容积法。每个地块的年径流总量控制率核算，应首先计算该地块不同下垫面的面积，按加权平均的方法计算该地块综合雨量径流系数，然后按照式 5.2.1 计算该地块不同年径流总量控制率对应的需蓄水容积，将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。区域年径流控制率为该区域内每个地块年径流总量控制率的加权平均值。

$$V=10H\varphi F \quad \text{式 5.2.1}$$

式中：V——设计调蓄容积或需蓄水容积， m^3 ；H——设计降雨量，mm，根据地块的年径流总量控制率确定； φ ——综合雨量径流系数；
F——汇水面积， hm^2 。

5.2.2 径流系数取值宜按照下表 5-2-1 进行取值：

表 5-2-1 径流系数取值

下垫面类别		雨量径流系数 φ		流量径流系数 φ
		年均雨量径流系数 φ	场均雨量径流系数 φ	
屋面	绿化屋面（绿色屋顶，基质层厚度 $\geq 300mm$ ）	0.30	0.40	0.40
	绿化屋面（绿色屋顶，基质层厚度 $< 300mm$ ）	0.40	0.50	0.55
	硬屋面、未铺石子的平屋面	0.80	0.90	0.95
	铺石子的平屋面	0.60	0.70	0.80
路面	混凝土或沥青路面及广场	0.80	0.90	0.95
	大块石等铺砌路面及广场	0.50	0.60	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	0.40	0.50

	干砌砖石或碎石路面及广场	0.35	0.40	0.40
	非铺砌的土路面	0.25	0.30	0.35
铺装	非植草类透水铺装 (工程透水层厚度 $\geq 300\text{mm}$)	0.20	0.25	0.35
	非植草类透水铺装 (工程透水层厚度 $< 300\text{mm}$)	0.30	0.40	0.45
	植草类透水铺装 (工程透水层厚度 $\geq 300\text{mm}$)	0.06	0.08	0.15
	植草类透水铺装 (工程透水层厚度 $< 300\text{mm}$)	0.12	0.15	0.25
绿地	无地下建筑绿地	0.12	0.15	0.20
	有地下建筑绿地 (地下建筑覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$)	0.15	0.20	0.25
	有地下建筑绿地 (地下建筑覆土厚度 $< 500\text{mm}$)	0.30	0.40	0.40
水面	水面	1.00	1.00	1.00

注：①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 2~3 年的降雨峰值流量径流系数。

②评估现状年径流总量控制率时采用年均雨量径流系数，利用容积发计算海绵设施蓄水规模时采用场均雨量径流系数。

5.2.3 以下设施的蓄水容积不应计入总调蓄容积：

- 1、对径流总量削减没有贡献的设施：如用于削峰的调节塘/池等；
- 2、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；
- 3、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；
- 4、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。

5.2.4 蓄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，雨前不能及时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。

5.2.5 水体渗透量确定方法：

$$W_s = K J A_s t_s \quad \text{式 5.2.5}$$

式中 W_s —— 渗透设施， m^3 ；

α —— 综合安全系数，一般取 0.5~0.6；

J —— 水力坡降，一般取 1；

A_s —— 有效渗透面积， m^2 ；

t_s —— 渗透时间，s，一般取 24h；

K —— 土壤渗透系数，m/s，在无实测资料时可参考表 8-4-1、表 8-4-2、表 8-4-3 和表 8-4-4。

5.2.6 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：

$$Q_{zh} = 52.0S(P_m - P_a)(1 + 0.135V_{m-d}) \quad \text{式 5.2.6}$$

式中 Q_{zh} —— 水池的水面蒸发量，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_a —— 空气的蒸汽分压，Pa；

V_{m-d} —— 日平均风速，m/s。

3 水面蒸发水量也可采用多年平均逐月蒸发量确定，三亚市多年平均逐月蒸发量可参考图 8.3.1。

5.3 面源污染削减量的评估

5.3.1 面源污染削减量评估采用 TSS 和 TP 双重控制指标，TSS 削减指标应满足 4.3 节面源污染物控制目标，TP 削减指标应满足其排放浓度达到受纳水体环境容量限值要求。

5.3.2 确定分区不同日（次）雨量段对应 TSS 和 TP 削减量时，需要针对分区特点进行专门研究后提出，当条件不具备时，可根据地表径流污染负荷模数计算污染物削减量，其关系式为：

$$M_{SS} = 17.072H - 143.637 \quad \text{式 5.3.1}$$

$$M_{TP} = 0.273H - 0.0445 \quad \text{式 5.3.2}$$

式中 M_{SS} ——污染物 SS 地表径流污染负荷模数， Kg/Km^2 次降水； M_{TP} ——污染物

TP 地表径流污染负荷模数， Kg/Km^2 次降水； H ——日（次）均雨量，mm。

式 5.3.1 和式 5.3.2 可用于地表状况相同或接近的区域内计算单位面积所产生的径流负荷量，并由此推导出大范围的径流负荷量。

5.3.3 确定具体设施的污染物去除率时，需要根据设施特点结合当地条件，进行专门研究后提出，当条件不具备时，可参考《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》的规定，见表 5-3-1。

表 5-3-1 低影响开发工程措施对应污染去除率一览表

单项设施	污染物去除率 (以 SS 计, %)	单项设施	污染物去除率 (以 SS 计, %)	单项设施	污染物去除率 (以 SS 计, %)	单项设施	污染物去除率 (以 SS 计, %)
透水砖铺装	80-90	复杂型	70-95	雨水罐	80-90	渗管/渠	35-70
透水水泥混凝土	80-90	渗透塘	70-80	调节塘	—	植被缓冲带	50-75
透水沥青混凝土	80-90	渗井	—	调节池	—	初期雨水弃流设施	40-60
绿色屋顶	70-80	湿塘	50-80	转输型植草沟	35-90	人工土壤渗滤	75-95
下沉式绿地	—	雨水湿地	50-80	干式植草沟	35-90	渗管/渠	35-70
简易型生物滞留设施	—	蓄水池	80-90	湿式植草沟	—		

5.3.4 不同日（次）雨量段对应 TSS 和 TP 削减量可通过表 5-3-2 取值。

表 5-3-2 不同日（次）雨量段对应 TSS 和 TP 削减量一览表

日雨量段	年均日数	日（次）均雨量	面源 SS	面源 TP
2--10	39.7	4.9	---	---
10-14.9	9.79	12.2	637.5	32.2
14.9-17.6	4.27	16.2	570.4	18.7
17.6-20.8	3.5	19.5	665.0	18.5
20.8-24.5	3.5	22.4	835.7	21.2
24.5-29.2	2.8	26.6	869.3	20.2
29.2-35.2	3	32	1208.0	26.1
35.2-43.3	2.4	39.1	1257.3	25.5
≥43.3	6.8	72.3	7416.5	133.9

5.3.5 不同的降雨阶段对应不同的污染物负荷比例需要根据对象进行专门研究后提出，当条件不具备时，可根据表 5-3-3 取值。

表 5-3-3 不同降雨阶段对应污染物范围

	初期降雨	中间降雨	末期降雨
雨量比例	40%	30%	30%
污染物负荷比例	80%	10%	10%

5.4 峰值径流系数的评估

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

5.4.2 每类下垫面峰值流量径流系数宜按表 5-2-1 中的流量径流系数取值。

5.5 内涝防治水平的评估

5.5.1 内涝防治水平的评估应包括管网评估和综合防涝水平的评估。

5.5.2 管网评估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。

5.6 雨水资源化利用水平的评估

5.6.1 雨水资源化利用水平的评估主要包括绿化浇灌、道路浇洒和其他生态用水总量的核算及实际设计利用量的核算。

5.6.2 绿化灌溉年均用水定额按表 5-6-1 取值。

表 5-6-1 绿化浇洒用水定额

绿化用水定额 ($m^3/m^2/年$)	0.672
---------------------------	-------

5.6.3 道路广场浇洒用水定额根据路面性质按表 5-6-2 取值。

表 5-6-2 道路广场浇洒用水定额

路面性质	碎石路面	土路面	水泥或沥青路面
用水定额(m^3/m^2)	0.40~0.70	1.00~1.50	0.20~0.50

5.6.4 其他生态用水量主要包括维持水系生态环境需要的补水量，一般为水系蒸发量和下渗量之和与水系设计常水位和设计最低水位之间蓄水量的差值。

6 规划指引

6.1 一般规定

6.1.1 海绵城市建设的理念、规划要求和相关措施应贯穿于海绵城市总体规划、海绵城市专项控制规划、海绵城市建设规划及海绵建设工程修建性详细规划的全过程。

6.1.2 在编制海绵城市总体规划、海绵城市专项控制规划、海绵城市建设规划及海绵建设工程修建性详细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，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。

6.1.3 根据实际需要，可单独编制不同层级的海绵城市专门规划。海绵城市专门规划一般可包括：海绵城市总体规划、海绵城市专项控制规划、海绵城市建设规划和海绵建设工程修建性详细规划。

6.1.4 海绵城市相关控制指标应通过不同层级的规划逐级落实。

6.2 海绵城市总体规划

6.2.1 海绵城市总体规划是城市总体规划的重要组成部分，应从宏观上指导全市的海绵城市建设，与总体规划中的其他规划内容进行配合，协调水系、绿地、排水防涝和道路交通等专项与低影响开发的关系，落实海绵城市建设目标。

6.2.2 海绵城市总体规划应包括以下基本内容：

- 1、应明确海绵城市建设的总体思路、总体目标和基本途径；
- 2、根据需要开展与海绵城市相关的专题研究，划分海绵城市的规划分区；
- 3、针对每个规划分区的特点，提出不同分区的海绵城市建设目标和主要控制指标；
- 4、协调其他专项或专业规划，提出各类专项或专业规划需要控制的内容。
- 5、明确海绵城市重大设施的空间布局和规模；
- 6、提出海绵城市低影响开发非工程措施方案；
- 7、提出海绵城市低影响开发的分期建设方案。

6.2.3 海绵城市总体规划宜按如下技术要求进行编制：

- 1、从水资源、水生态、水环境和水安全等四个方面系统分析三亚市海绵城市建设的主要方向；

2、海绵城市的规划分区宜结合排水系统及其受纳水体的特征进行，同一排水系统宜按照系统内水系分布特点划分二级分区；

3、各规划分区的海绵城市建设目标应与该系统的用地布局、受纳水体环境目标和环境容量、排水系统服务水平等相适应，满足海绵城市建设总体目标要求；

4、城市总体规划中的用地布局规划、绿地系统规划、交通系统规划、水系规划、排水防涝规划是海绵城市总体规划需要协调的重点。

5、有条件的，宜将海绵城市总体规划与排水防涝规划合并开展。

6.3 海绵城市专项控制规划

6.3.1 海绵城市专项控制规划应深化和细化城市总体规划确定的海绵城市各项目标和控制指标，明确海绵城市建设的具体步骤，指导各项建设的规划管理和项目推进。

6.3.2 海绵城市专项控制规划应包括以下规划内容：

1、根据需要，开展生态敏感区保护、土地集约节约利用、城市水文地质、城市内涝风险、场地竖向控制、江河湖泊水系控制等专题研究，分析城市海绵化面临的主要问题，明确海绵城市建设重点方向和重点区域；

2、从需求和实施条件角度进行综合分析，确定规划范围内海绵城市建设指标体系，并将相关区域指标或目标分解到每个街区和每条城市道路；

3、建立将海绵城市建设相关指标从街区分解到具体建设项目或宗地的技术规则；

4、提出海绵城市建设的系统方案，明确建筑与小区、城市绿化、城市道路和城市水系的海绵性要求和主要措施。

5、协调与其他专项规划的关系：

(1) 与城市水系规划的协调应注重对自然水系的保护和受破坏水系的修复，明确受保护水体名录及其主要指标，划定受保护水体的边界；完善江湖连通、水系间连通的方案；结合水系在海绵城市建设方面的雨水蓄存及超标径流排放要求，优化水系内部或水系间的调度方案及水系的水位控制；

(2) 与城市绿地系统规划的协调应注重城市绿地对海绵城市建设方面的特殊贡献。在景观性、可游憩性基础上，强化绿地系统的生态性、可渗透性、可调蓄性；提出适用于不同类型绿地的低影响设施类型及设施布局原则；在满足城市

绿化规划建设指标要求的基础上，提出公园绿地、附属绿地、生产绿地、防护绿地等各类绿地低影响开发规划建设目标、下沉式绿地率及其下沉深度等控制指标；充分发挥绿地的渗透、调蓄和净化能力，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，对绿地周边区域的径流进行渗透、调蓄、净化；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) 与城市绿地系统规划的协调应注重源头低影响开发雨水系统与排水管网系统和超标径流排放系统的协同。明确城市内涝风险区段和等级；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；协调雨水资源化利用目标及利用方式；协调低影响开发设施的竖向、平面布局与城市排水管网的关系。

(4) 与城市道路交通系统规划的协调应注重城市道路的交通需求特点。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布置为道路服务的海绵性设施；协调道路竖向与其他低影响开发设施及超标径流排放通道的关系。

6.3.3 当缺乏海绵城市总体规划时，还应增加海绵城市总体规划的主要内容。

6.4 海绵城市建设规划

6.4.1 集中推进某一区域的海绵城市建设时，宜编制该区域的海绵城市建设规划，海绵城市建设规划的期限一般为5年。

6.4.2 海绵城市建设规划应包括以下内容：

1、收集规划范围的土地利用情况，并按已建保留、已建拟更新、在建、已批未建和未批未建等5类进行分类。

2、对已建保留、在建、已批未建等区域项目按宗地进行统计，分析每宗地用地性质、下垫面概况及绿化水平；对已建保留、在建、已批未建的城市道路，分析其横断面和绿化概况。

3、按照专项规划分析确定每宗地和每条城市道路的海绵城市相关控制指标。

4、提出每宗地和每条城市道路的海绵城市优选工程，估算其工程规模和投资；

5、收集并整理规划范围内排水防涝规划确定的市政排水管网、超标径流排放通道和消纳场的规划内容，明确其规模，估算工程投资；

6、结合项目特点和现行城市建设和管理制度安排，建立海绵城市建设基础项目库，明确需要建设的具体项目、规模、实施主体、推进主体和资金来源；

7、分析确定年度建设工程量，对基础项目库的项目按年度进行排序安排，形成建设规划成果项目库。

6.4.3 对未编制专项控制规划的区域，海绵城市建设规划还应增加专项规划的主要内容。

6.5 海绵建设工程修建性详细规划

6.5.1 修建性详细规划应落实上位规划及相关规定提出的海绵城市控制指标，选择的低影响设施类型应与规划地块的特点相适应，并从用地和工程竖向上保证低影响设施的有效运行。

6.5.2 修建性详细规划应包括以下低影响开发的规划内容：

1、开展低影响开发建设条件分析和论证。对现状条件进行低影响开发限制因素和有利因素的分析评价，提出低影响开发的难点和开发策略。

2、确定低影响设施的类型选择、规模和空间布局。

(1) 建筑与小区。结合容积率、建筑密度、绿地率等控制指标，在满足人的活动游憩需求和建筑间距、道路退距、日照等要求的基础上，形成源头消纳、雨水回用、终端调蓄等控制模式，确定屋顶绿化、下沉式绿地、透水铺装等低影响开发设施的选择和空间布局。

(2) 绿地与广场。在满足景观、疏散等功能需求的基础上，分析上位规划的指标控制目标以及周边地块的指标差额情况，确定规划地块所应落实的低影响开发指标。根据公园、防护绿地、景观广场等不同绿地和广场的类型，有针对性的选择适宜的低影响设施类型，包括下沉式绿地率、湿塘、雨水湿地及透水铺装等，从源头消减城市开发后的径流增量。在此基础上，明确景观水面、透水铺装等相应低影响开发设施的空间布局。

(3) 城市道路。根据设计目标灵活选用低影响开发设施及其组合系统，采用路缘石开口、下沉式绿地、植草沟、雨水湿地、透水铺装、渗管/渠等低影响开发设施，并利用立交桥下方绿化、道路绿化等区域，落实低影响开发设施的空间布局。

3、根据低影响开发设施的工程规划要求，开展相应的竖向规划设计，确定低影响开发设施的控制点坐标和标高。

4、开展低影响开发设施的效果评估、投资估算、预期成本效益和风险分析。将低影响开发建设前与开发后的年径流指标等相关指标数据、景观效果进行比较与评估。并根据低影响实施的类型和规模，估算低影响开发投资金额、预期成本效益和风险。

6.5.3 编制建设项目低影响开发修建性详细规划的流程宜为：

- 1、结合上位规划的指标控制要求，确定建设项目的低影响开发目标
- 2、对规划对象进行基础评价
- 3、遴选低影响开发工程性技术措施
- 4、低影响开发技术措施的规模测算及空间布局
- 5、协调项目用地的整体竖向
- 6、对规划方案进行海绵性评估
- 7、依据评估结果，优化规划方案
- 8、测算工程投资

6.5.4 修建性详细规划应达到以下指标控制要求：

1、建筑与小区、绿地及广场项目的硬化地面中必须保证不低于 40%的可渗透地面，确有困难的建筑与小区可将指标降至 35%；绿化用地中应保证不低于 25%的下沉式绿地，并宜结合下沉式绿地布局不低于总用地面积 3%的水面。

2、建筑与小区应优先利用低洼地形、下沉式绿地、透水铺装等设施减少外排雨水量，有雨水利用要求的按需求量因地制宜规划蓄水池或雨水桶。

3、城市道路新建项目的人行铺装应规划为可渗透铺装，改、扩建项目的人行铺装其可渗透铺装率不宜低于 70%。

4、城市道路的绿化带应为连续绿化，非树穴部分宜设置为下沉式绿化，绿地率应满足以下要求：

- (1) 新建城镇主干道绿化率不得低于 30%，
- (2) 次干道绿化率不低 20%。

5、城市道路宜尽可能增加绿化覆盖率，进行海绵设施改造的城市道路绿化带宜大于 2 米。改造道路宜尊重原有绿化条件，酌情进行改造。

6.5.5 其他规划设计要求

- 1、低影响开发设施应协调好与其他设施的关系，保证必要的安全间距或采

取必要的保护措施。

2、露出地面的低影响开发设施应充分考虑景观和人员活动安全的需要，在布局和外观设计上注重设施的景观效果。

3、规划项目原则上应在本项目用地范围内建设低影响开发设施，并满足控制指标要求。确有困难的城市道路，可利用相邻公共绿化用地布局为城市道路服务的雨水控制设施。

4、城市道路的机动车道、非机动车道及人行道的横坡应坡向绿化带，建筑与小区内的道路和广场铺装应高于相邻绿化带。

7 设计指引

7.1 各类低影响开发措施的应用指导

类用地中低影响开发设施的选用应根据不同类型用地的功能、用地构成、土地利用布局、水文地质等特点进行，可参照表 7-1-1 选用。

表 7-1-1 各类用地中低影响开发设施选用一览表

技术类型 (按主要功能)	单项设施	用地类型			
		建筑与小区	城市道路	绿地与广场	城市水系
渗透技术	透水砖铺装	●	●	●	◎
	透水水泥混凝土	◎	◎	◎	◎
	透水沥青混凝土	◎	◎	◎	◎
	绿色屋顶	●	○	○	○
	下沉式绿地	●	●	●	◎
	简易型生物滞留设施	●	●	●	◎
	复杂型生物滞留设施	●	●	◎	◎
	渗透塘	●	◎	●	○
储存技术	渗井	●	◎	●	○
	湿塘	●	◎	●	●
	雨水湿地	●	●	●	●
	蓄水池	◎	○	◎	○
调节技术	雨水罐	●	○	○	○
	调节塘	●	◎	●	◎
调节池	调节池	◎	◎	◎	○
	转输技术	转输型植草沟	●	●	●
干式植草沟		●	●	●	◎
湿式植草沟		●	●	●	◎
渗管/渠		●	●	●	○
截污净化技术	植被缓冲带	●	●	●	●
	初期雨水弃流设施	●	◎	◎	○
	人工土壤渗滤	◎	○	◎	◎

注 ● 宜选用 ◎ 可选用 ○ 不宜选用

7.2 建筑与小区

7.2.1 建筑与小区海绵性设计内容包括场地设计、建筑设计、小区道路设计、小区绿地设计和低影响设施专项设计，应符合以下规定：

1、场地海绵性设计应因地制宜，保护并合理利用场地内原有的湿地、坑塘、沟渠等；应优化不透水硬化面与绿地空间布局，建筑、广场、道路宜布局可消纳径流雨水的绿地，建筑、道路、绿地等竖向设计应有利于径流汇入海绵设施。

2、建筑海绵性设计应充分考虑雨水的控制与利用，屋顶坡度较小的建筑宜采用绿色屋顶，无条件设置绿色屋顶的建筑应采取措施将屋面雨水进行收集消纳。

3、小区道路海绵性设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿地的竖向关系，便于径流雨水汇入绿地内海绵设施。

4、小区绿地应结合规模与竖向设计，在绿地内设计可消纳屋面、路面、广场及停车场径流雨水的海绵设施，并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。

5、当上述设计不能满足规划确定的低影响开发指标时，还应进行低影响设施的专项设计，按照所需蓄水容积或污染控制要求，合理设计蓄水池、雨水花园、雨水桶及污染处理设施。

7.2.2 建筑与小区海绵性设计应遵循以下设计流程：

1、根据建筑与小区用地性质、容积率、绿地率等指标，对区域下垫面进行解析；

2、依据相关规划或规定，明确本地块海绵性控制指标；

3、结合下垫面解析和控制指标，因地制宜，选用适宜的海绵设施，并确定其建设规模和布局；

4、根据海绵设施的内容和规模，复核海绵性指标，并根据复核结果优化调整海绵性工程内容。

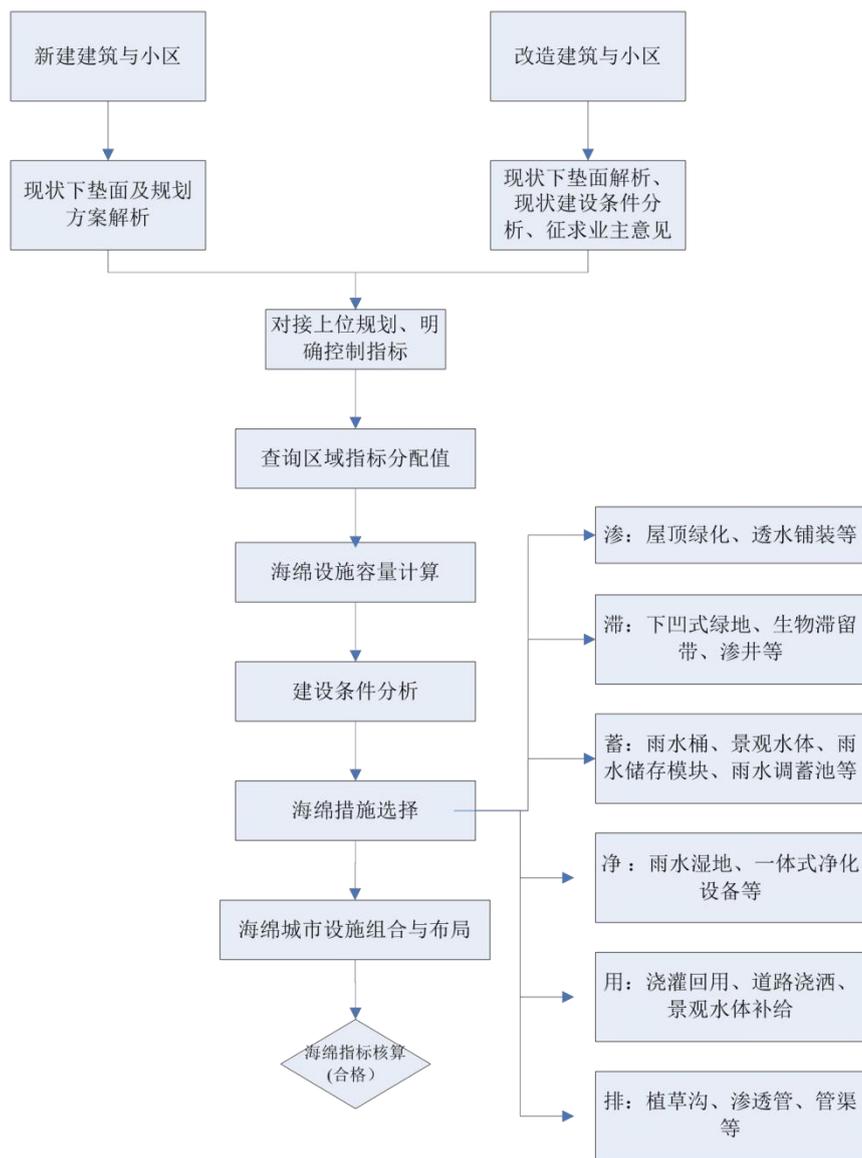


图 7.2.1 建筑与小区海绵性设计流程图

7.2.3 建筑与小区海绵性工程措施选择及设计应符合以下要求：

1、建筑与小区内海绵性工程措施应因地制宜，综合考虑功能性、景观性、安全性，应采取保障公共安全的保护措施。

2、新建建筑与小区中高度不超过 30 米的平屋顶宜采用屋顶绿化，屋顶绿化面积宜占建筑屋顶面积的 30%-85%。改造建筑与小区可根据建筑条件考虑采用屋顶绿化。

——根据气候特点、屋面形式、选择适合当地种植的植物种类。不宜选择根系穿刺性强的植物种类，不宜选择速生乔木和灌木植物。屋顶绿化内的乔木应根据建筑荷载，适当选用，应栽植于建筑柱体处，土壤深度不够可选用箱栽乔木。

——种植屋面宜设置雨水收集系统，水管、电缆线等设施应铺设于防水层上，屋面周边应有安全防护设施，灌溉宜采用滴灌、喷灌和渗灌设施。

3、屋面雨水宜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绿地内小型、分散的低影响开发设施，或通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施。

4、屋面及硬化地面雨水回用系统均应设置弃流设施。初期径流弃流量应按照下垫面实测收集雨水的SS、COD等污染物浓度确定，当无资料时，屋面弃流可采用5~7mm径流厚度，地面弃流可采用5~10mm径流厚度。雨水可回用于建筑与小区生活杂用水、绿地浇洒、道路冲洗和景观水体补给等。

5、建筑与小区内无大容量汽车通过的路面、停车场、步行及自行车道、休闲广场、室外庭院应采用渗透铺装，新建区透水铺装率不小于40%，改建区透水铺装率不小于35%。

6、建筑与小区道路最大道路纵坡为8%，最小道路纵坡为0.3%。对于下沉式绿地段道路，竖向高程应高出绿地标高不小于50mm。

7、建筑与小区道路两侧及广场宜采用植被浅沟、渗透沟槽等地表排水形式输送、消纳、滞留雨水径流，减少小区内雨水管道的使用。若必须设置雨水管道，设施规模原则上应该按照《室外排水设计规范（GB50101—2006，2014年版）》中相应标准进行设计。

8、建筑与小区雨水口宜设在汇水面的最低处，顶面标高宜低于排水面10mm~20mm，并应高于周边绿地种植面40~50mm；雨水口应截污挂篮、环保雨水口等措施。

9、建筑与小区内绿地宜采用可用于滞留雨水的下沉式绿地：

——下沉式绿地应低于周边铺砌地面或道路，下沉深度宜为100mm~200mm

且不大于200mm；

——周边雨水宜分散进入下沉式绿地，当集中进入时应在入口处设置缓冲；

——当采用绿地入渗时可设置入渗池、入渗井等入渗设施增加入渗能力；

——下沉式绿地内一般应设置溢流口（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部与绿地的高差不宜超过50mm。

10、小区道路两侧、广场以及停车场周边的绿地宜设置植草沟，植草沟与其

他措施联合运行，可在完成输送功能的同时满足雨水收集及净化处理要求。

——植草沟断面形式宜采用抛物线型、三角形或梯形；

——植草沟顶宽不宜大于 1500mm，深度宜为 50mm~250mm，最大边坡宜为 3:1，纵向坡度不应大于 4%，沟长不宜小于 30m。

11、在小区内建筑、道路及停车场的周边绿地宜设置生物滞留设施，对于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域，可采用底部防渗的复杂型生物滞留设施。

——生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物的耐淹性能和土壤渗透性能确定，一般为 200-300mm，并设 100mm 的超高，局部区域超高可进行适当调整，但需满足相关设计规范要求。

12、建筑与小区应根据条件设置雨水调蓄设施，设施规模参照 5.1.3 计算，其中新建工程硬化屋面面积达 2000 平方米及以上的项目，应配建雨水调蓄设施，每千平方米硬化屋面面积配建调蓄容积不小于 30 立方米的雨水调蓄设施。雨水调蓄设施包括：雨水桶、雨水调蓄池、雨水调蓄模块、具有调蓄空间的景观水体、洼地，不包括低于周边地坪 50mm 及以内的下沉式绿地。

——在雨水管渠沿线附近有天然洼地、池塘、景观水体，可作为雨水径流高峰流量调蓄设施，当天然条件不满足，可建造雨水调蓄设施。

——雨水调蓄池可采用室外地埋式塑料模块蓄水池、硅砂砌块水池、混凝土水池等。

——塑料模块组合水池作为雨水储存设施时，应考虑周边荷载的影响，其竖向荷载能力及侧向荷载能力应大于上层铺装和道路荷载及施工要求，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，水池内的流通直径应不小于 50mm，塑料模块外围包有土工布层。

——有景观水体的小区，景观水体宜具备雨水调蓄功能，水体应低于周边道路及广场，同时配备将汇水区内雨水引入水体的设施，景观水体的规模应根据降水规律、水面蒸发量、径流控制率、雨水回用量等，通过全年水量平衡分析确定。

13、对产生污染物及有毒害物的工业建筑绿地中不宜设置雨水入渗系统，宜设置雨水截流设施，防止污染水体对土壤和地下水造成污染。

14 新建项目地下室设计时，考虑雨水花园、下沉式绿地、雨水模块等设施

的水向更深处土壤渗透的要求。

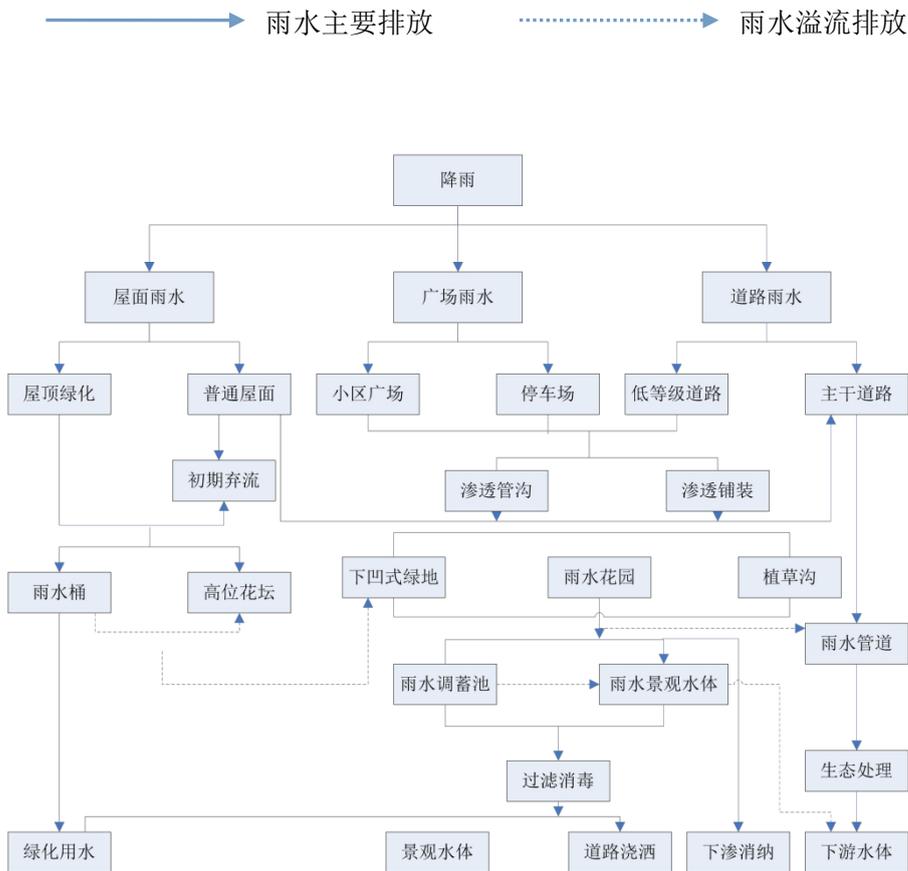
7.2.4 建筑与小区海绵工程措施组合应符合以下关系：

1、降落在屋面（普通屋面和绿色屋面）的雨水经过初期弃流，可进入高位花坛和雨水桶，并溢流进入下沉式绿地，雨水桶中雨水宜作为小区绿化用水。

2、降落在道路、广场等其他硬化地面的雨水，应利用可渗透铺装、下沉式绿地、渗透管沟、雨水花园等设施对径流进行净化、消纳，超标准雨水可就近排入雨水管道。在雨水口可设置截污挂篮、旋流沉沙等设施截留污染物。

3、经处理后的雨水一部分可下渗或排入雨水管，进行间接利用，另一部分可进入雨水池和景观水体进行调蓄、储存，经过滤消毒后集中配水，用于绿化灌溉、景观水体补水和道路浇洒等。

7.2.5 建筑与小区海绵措施衔接关系如图 7.2.2 所示



7.3 城市道路

7.3.1 城市道路海绵性设计内容包括道路高程设计、绿化带设计、道路横断面设计、海绵设施与常规排水系统衔接设计。

7.3.2 当城市道路（车行道）径流雨水排入道路红线内、外绿地时，在低影响开发设施前端，应设置沉淀池（井）、弃流井（管）等设施，对进入绿地内的初期雨水进行预处理或弃流，以减缓初期雨水对绿地环境及低影响开发设施的影响。

7.3.3 城市道路低影响开发设施（海绵体）的选择应以因地制宜、经济有效、方便易行为原则，在满足城市道路基本功能的前提下，达到相关规划（或上位依据）提出的低影响开发控制目标与指标要求。

7.3.4 城市道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入道路红线内、外绿地（绿化带）内，并通过设置在绿地内的雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施（海绵体）进行处理。

7.3.5 城市道路海绵性设计应遵循以下流程：

- 1、工程场地现状及项目设计条件分析；
- 2、确定项目低影响开发控制规划目标及指标要求；
- 3、海绵体方案设计；技术选择与设施平面布置；
- 4、汇水区雨水分析；海绵体水文、水力计算、土壤分析；
- 5、项目海绵设施规模确定；
- 6、城市道路标准横断面竖向设计，绿地（绿化带）内竖向设计；
- 7、项目方案比选、技术经济分析。

7.3.6 新建道路应落实海绵城市低影响开发（LID）建设要求。道路设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等，便于路面径流雨水汇入低影响开发设施。不同路面结构交接带及道路外侧宜设置绿化带，便于海绵设施布置及路面雨水收集排放。

7.3.7 现状道路改造时，应对人行道、绿化带进行海绵体改造。条件许可时，宜对现状道路横断面优化设计。

7.3.8 新建、改扩建城市道路设计车行道、人行道横坡应优先考虑坡向海绵体绿地、绿化带。

7.3.9 新建、改扩建城市道路设计人行道（含人机混行道的铺装断面）应采用透水铺

装。位于公园、景区等的城市道路非机动车道和机动车道可采用透水沥青路面或透水水泥混凝土路面。透水铺装、透水路面设计应满足有关标准规范的要求。

7.3.10 城市道路低影响开发设施的选用，应根据项目总体布置、水文地质等特点进行，可参照选用如下：

1、渗透设施：①透水砖铺装；②下沉绿地；③简易型、复杂型生物滞留设施（如：生物滞留带、雨水花园、生态树池等）；④透水水泥、沥青混凝土路面；⑤渗井等。

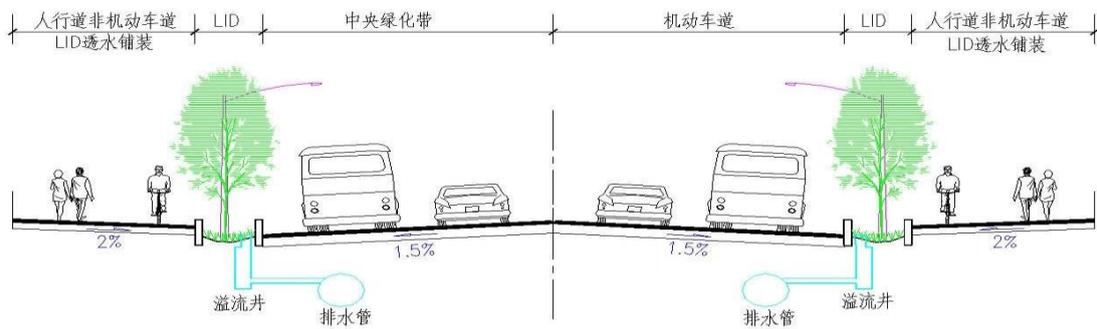
2、储存设施：①雨水湿地；②湿塘等。

3、调节设施：①调节塘；②调节池等。

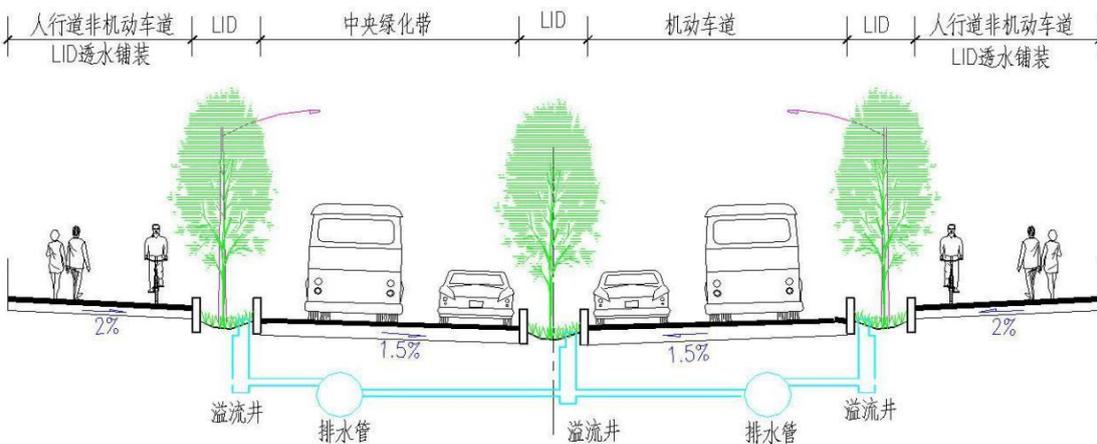
4、转输设施：①植草沟（干式、湿式、转输型）；②渗管、渗渠等。

5、截污净化设施：① 植被缓冲带；②初期雨水弃流设施（池、井）。

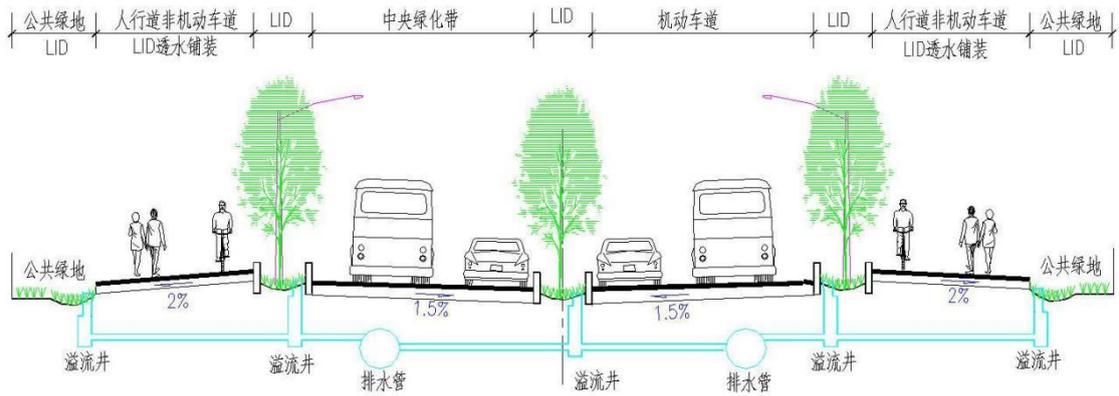
7.3.11 城市道路绿化带宜采用下沉绿地、生物滞留设施、植草沟等设施。面积、宽度较大的绿化带、交通岛、渠化岛等区域可依据实际情况采用雨水湿地、雨水花园、湿塘、调节塘、调节池等设施。城市道路典型横断面海绵设施布置示意图如图 7.3.1。



典型道路横断面海绵设施布置图(1)



典型道路横断面海绵设施布置图(3)



典型道路横断面海绵设施布置图(4)

图 7.3.1 城市道路海绵性设计典型断面图(示意)

7.3.12 设计道路路面雨水宜首先汇入道路红线内绿化带，一般采用路缘石开口，排至下沉式绿地、植草沟等；人行道雨水通过表面径流、透水铺装排至下沉式绿地、渗管（渠）等。

7.3.13 采用渗排管、渗管（渠）时应采用透水土工布外包处理，防止管渠堵塞。

7.3.14 大型立交绿地内宜采用下沉绿地、雨水湿地、雨水花园、湿塘、调节塘、植草沟等设施。立交路段内的雨水应优先引导排到绿地内。

7.3.15 城市高架路下应根据建设条件和水质监测情况设置雨水弃流、调蓄、利用设施，如雨水桶、滞蓄池等。

7.3.16 城市道路绿化带内低影响开发设施（如下沉绿地、雨水湿地、雨水花园、湿塘、植草沟），应采取必要的防渗措施，防止径流雨水下渗对道路路面及路基的强度和稳定性造成破坏。

7.3.17 当城市道路车行道部分采用透水路面结构时，其砾石排水层应设渗排（管）设施，并接入排水系统。

7.3.18 低影响开发设施应通过溢流排放系统（雨水口、溢流井、渗管等）与城市雨水管渠系统相衔接，保证上下游排水系统的顺畅。

7.3.19 路面排水可利用道路及周边公共用地的地下空间设计调蓄设施。当红线内绿地空间不足时，可由政府主管部门协调，将道路雨水引入道路红线外城市绿地内的低影响开发设施进行消纳。当红线内绿地空间充足时，也可利用红线内低影响开发设施消纳红线外空间的径流雨水。

7.3.20 在低影响开发设施的建设区域，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系

数等设计参数应按《室外排水设计规范》（GB50014）中的相关标准执行。

7.3.21 规划作为超标雨水径流行泄通道的城市道路，其断面及竖向设计应满足相应的设计要求，并与区域排水防涝系统相衔接。

7.3.22 城市道路经过或穿越水源保护区时，应在道路两侧或雨水管渠下游设计雨水应急处理及储存设施。雨水应急处理及储存设施的设置，应具有截污与防止事故情况下泄露的有毒有害化学物质进入水源保护地的功能，可采用地上式或地下式。

7.3.23 低影响开发设施内植物宜根据绿地竖向布置、水分条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的本土植物。

7.3.24 城市道路海绵措施衔接关系如图 7.3.2 所示。

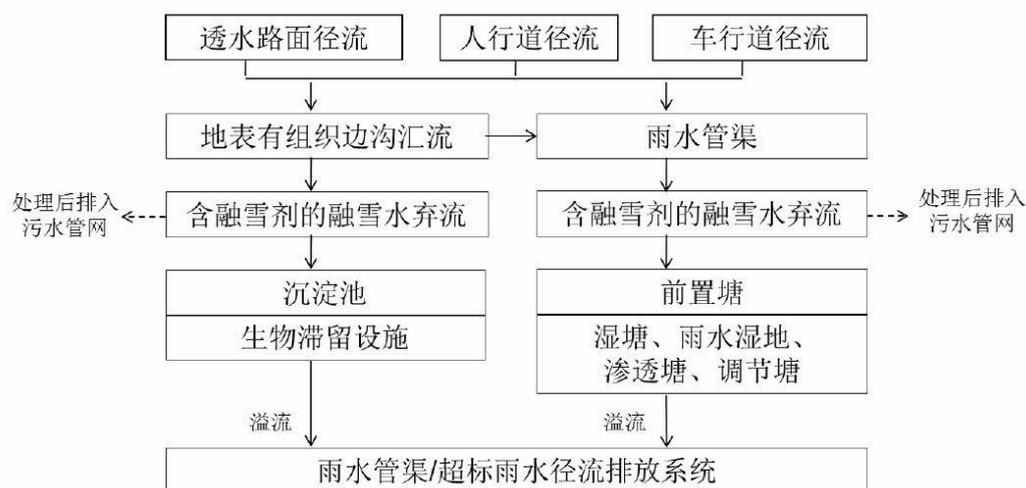


图 7.3.2 城市道路海绵措施衔接关系图

7.4 城市绿地与广场

7.4.1 城市绿地与广场海绵性设计对象包括公园绿地、防护绿地及广场用地。

7.4.2 城市绿地与广场海绵性设计内容包括：

- 1、公园绿地的海绵性措施选择应以入渗和减排峰为主，以调蓄和净化为辅。
- 2、防护绿地的海绵性措施选择应以入渗为主，净化为辅。
- 3、广场用地的海绵性措施选择应以入渗为主，调蓄为辅。

7.4.3 城市绿地与广场海绵性设计应遵循以下流程：

- 1、依据上位规划明确项目的海绵性控制指标；
- 2、对用地范围内的现状和规划下垫面进行解析；
- 3、根据控制指标和下垫面解析结果，确定城市绿地内海绵措施的规模和雨水

利用总量。

- 4、结合上述分析，因地制宜，选用适宜的海绵设施，确定其建设形式和布局；
- 5、根据海绵设施的内容和规模，复核海绵性指标。

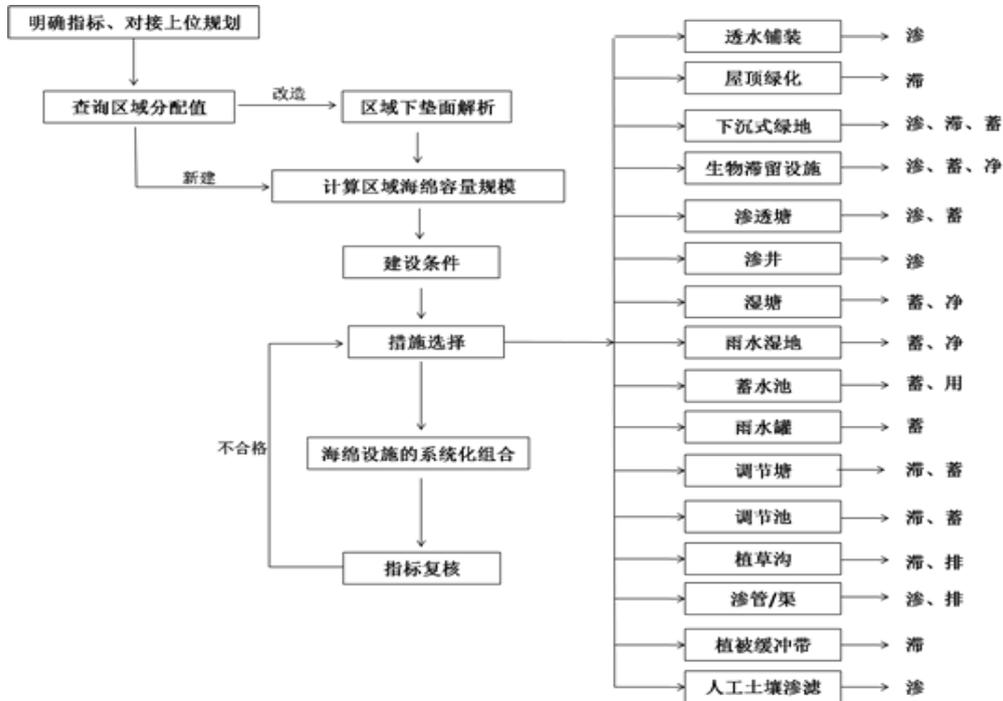


图 7.4.1 城市绿地与广场海绵性设计流程图

7.4.4 应在满足相关设计规范及自身功能条件下，选择适宜于城市绿地的海绵措施及设施，主要设施包括：

1、透水铺装

① 城市绿地内的硬化地面应采用透水铺装入渗，根据土基透水性可采用半透水和全透水铺装结构。

② 城市绿地中的轻型荷载园路、广场用地和停车场等可采用透水铺装，人行步道必须采用透水铺装。

③ 透水铺装结构应满足小时降雨量 45mm 表面不产生径流的标准。新建公园透水铺装率应不低于 55%，改建公园不低于 45%。新建防护绿地透水铺装率应不低于 60%，改建防护绿地不低于 50%。新建城市广场透水铺装率应 50%，改建城市广场不低于 40%。宜采用透水与非透水铺装相结合的形式。非透水铺装周边应设有收水系统或渗井。

2、下沉式绿地设计，应符合下列求：

① 宜选用耐渍、耐淹、耐旱的植物品种。

② 下沉深度应根据土壤渗透性能确定，一般为 100-200mm。

③ 绿地内应设置溢流口（如渗井），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部与绿地的高差不宜超过 50mm。

④ 与硬化地面衔接区域应设有缓坡处理。

⑤ 与非透水铺装之间应做防水处理。防护绿地应根据港渠、道路、高压走廊等不同防护用地类别，确定是否采用下沉式绿地。改造项目应根据防护类型、现有植物品种等因素确定具体下沉深度。广场用地宜选用下沉式绿地，但需与硬化地面及溢流设施相结合。

3、生物滞留设施

① 按应用位置的不同，生物滞留设施又可称为雨水花园、高位花坛、生物滞留带和生态树池等。

② 生物滞留设施的蓄水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，并应设 100mm 的超高。

③ 生物滞留设施内应设有溢流设施，可采用溢流竖管，盖篦、溢流井和渗井等。溢流设施顶部一般应低于汇水面 100mm。

公园绿地内生物滞留设施应根据地形、汇水面积确定规模和形式。生态树池的超高高度可做适当调整，但需满足相关设计规范要求。

防护绿地内的生物滞留设施应根据防护类型合理选用。港渠周边生物滞留设施宜紧邻港渠分散布置，且单个规模不宜过大，可不设置溢流设施；高压走廊防护绿地内的生物滞留设施设置，应在符合相关设计规范的前提下谨慎选用。

广场用地的生物滞留设施规模应根据汇水面积确定，对于含道路汇水区域的生物滞留设施应选用植草沟、沉淀池等对径流雨水进行预处理。污染严重区域应设置初雨弃流设施，弃流量根据下垫面旱季污染物状况确定。

4、渗井、渗管、渗渠城市绿地雨水井可采用渗井形式，雨水管采用渗管形式，通过地表、渗管和渗井多层次立体渗透，达到加快地表水入渗和吸收的作用。公园绿地内的径流雨水污染较轻微，雨水井可全部采用渗井形式。防护绿地内的径流雨水污染较小，可通过植草沟、沉淀池等对径流雨水进行预处理后溢流入渗井。城市广场内的径流雨水污染较严重，不宜采用渗井。

5、水体

① 城市绿地中的水体应具有雨水调蓄和水质净化功能。公园内的水体可根据需要适当收纳周边地块的地表雨水，但收纳车行道区域的雨水需进行预处理，对于污染严重的区域必须设有初期雨水弃流设施。

② 水体周边应根据水流方向、速度和冲刷强度，合理设置生态驳岸。

③ 缓坡入水的生态驳岸，坡度不大于 1: 8。

④ 水体周边植物应结合区域污染源种类，选择具有特定净化功能的植物。

⑤ 水体间传输型旱溪和汇水型旱溪深度控制在 200-500mm，宽度不小于 1500mm。

公园绿地内景观水体的补水水源，应通过植草沟、生物滞留措施等对径流雨水进行预处理。生态驳岸比一般不少于 50%。广场用地内景观水体应设置初雨弃流设施，可不采用生态驳岸。自然水体生态驳岸比一般不少于 60%。

6、蓄水池

① 无地表调蓄水体且径流污染较小的城市绿地，可设置蓄水池。

② 根据区域降雨、地表径流系数、地形条件、周边雨水排放系统等因素，确定调蓄池的容积。根据土壤渗透率和下垫面比例合理选用蓄水池形式。塑料蓄水模块蓄水池适用于土壤渗透率较高的区域。封闭式蓄水池适用于土壤渗透率较低或硬化地面区域，但应设有净化设施。

7、植草沟

① 沿硬化地面布置的植草沟深度应控制在 200-500mm，宽度不大于 1000mm。

② 汇水型植草沟深度控制在 200-500mm，宽度不小于 1500mm。

8、植被缓冲带

① 植被缓冲带适用于公园绿地、防护绿地的临水域。

② 公园绿地内临水区域绿地与水面高差较小，植被缓冲带宜采用低坡绿地的形式，以减缓地表径流。

③ 防护绿地内临水区绿地与水面高差较大，植被缓冲带宜采用多坡绿地的形式，以减缓地表径流。

9、绿色屋顶 根据整体景观风格和建筑构造确定是否建设绿色屋顶。

7.4.5 城市绿地与广场海绵措施衔接关系如图 7.4.2 所示。

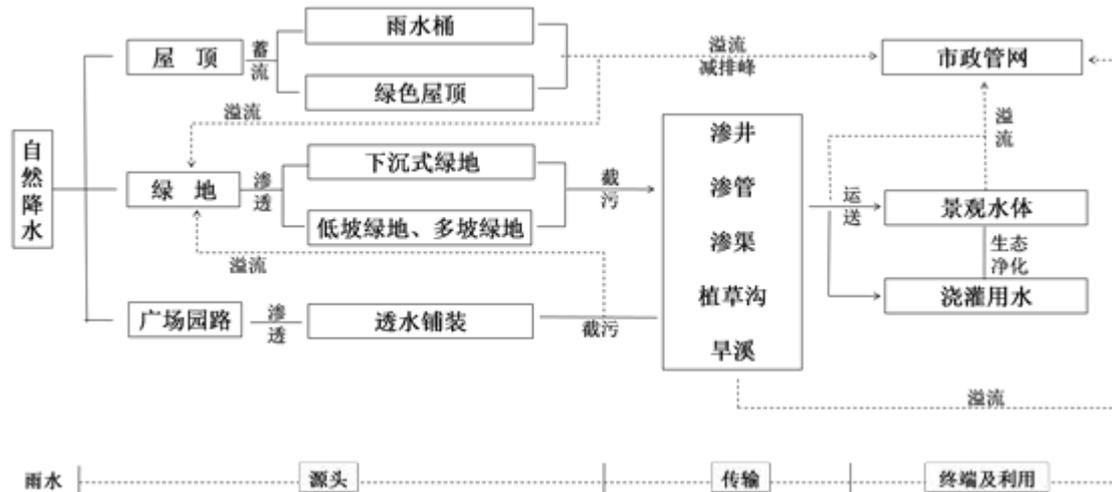


图 7.4.2 城市绿地与广场海绵措施衔接关系图

7.5 城市水系

7.5.1 城市水系海绵性设计对象包括城市江河、湖泊、港渠。

7.5.2 城市水系海绵性设计内容包括水域形态保护与控制、河湖调蓄控制、生态岸线、排口设置、以及与上游城市雨水管道系统和下游水系的衔接关系。

7.5.3 城市水系海绵性设计应遵循以下流程：

1、资料收集。收集水文条件、水质等级、水系连通状况、水系利用状况、岸线与滨水带状况等资料；

2、流域分析。在流域洪水风险分析、水量平衡分析、纳污能力污染分析的基础上，重点进行城市水系海绵性分析；

3、总体布局。确定平面总体布局，重点分析水域与绿化、道路、广场、建筑物等其它配套要素的竖向关系；

4、工程规模。根据调蓄、排水、生态、景观、航道、雨水利用等功能需求，确定工程规模，重点论证调蓄量、生态流速、污染削减量等；

5、方案设计及选择。进行湖港岸线设计、排口设计、水质净化设计、以及滨水带的绿化景观、临水建筑物等，并在设计过程中应优先选用具有生态性、海绵性的措施。

6、目标核算及方案调整。对方案设计进行海绵性指标核算，对于不满足要求的，应进行方案调整。

7.5.4 城市水系水域保护设计应符合下列要求：

1、系统评估区域水域保护状况，对湖泊蓝线、绿线控制状况、周边建设状况

对水域占用进行评估；对城市港渠红线控制状况、周边建设对水域占用状况进行评估；

2、对设计对象水系或区域内水面率指标进行计算，对于非达标区域提出补偿措施，如增加调蓄水位控制、增加超标暴雨可调蓄空间控制措施等。

7.5.5 城市水系调蓄调控设计应符合下列要求：

1、设计需利用模型法、经验公式法等对城市湖泊、港渠进行水量平衡计算，主要明确不同设计标准下源头海绵措施控制后入湖入港调蓄量、外排水量、蒸发水量、河湖补水量、入渗量等；

2、为增强水系作为排涝调蓄空间的功能，城市湖泊整治设计需进行多级水位复核，主要包括：

——生态控制水位：最低生态水位通过河道生态环境需水量，断面设计进行确定。河道生态环境需水量可参照《河湖生态环境需水计算规范》（SL/Z 712-2014）进行计算。

——汛前预降水位：结合现有规划对湖泊的正常水位的规定，通过不同降雨、水位组合，结合湖泊水下地形、周边建设、出口泵站运行等状况，合理确定汛前预降水位，并评估达到该水位的排放时间。

——最高控制水位：按照30-50年一遇降雨核算水系内水位过程，确定湖泊最高控制水位。

——超标调蓄水位：按照百年一遇降雨核算水系内水位过程，确定湖泊超标调蓄水位。

3、城市河道新改建过程中需进行不同降雨条件下的水面线计算，需论证跨河构筑物（桥梁、过街涵等）建设对河道功能的影响，设计中需复核最小生态控制宽度、河道阻水比率、壅水测算等参数。

7.5.6 城市水系海绵性工程措施选择及设计应符合以下要求：

1、滨水带

——滨水带绿地空间宜选择湿塘、雨水湿地、植被缓冲带等措施进行雨水调蓄、消减径流及控制污染负荷；

——滨水带步行道与慢行道应满足透水要求；滨水带内的管理建筑物应符合绿色建筑要求；

2、驳岸

——江河、湖泊、港渠的岸线平面曲线应具有自然性与生态性；

——城市江河宜选用安全性和稳定性高的护岸形式，如植生型砌石护岸、植生型混凝土砌块护岸等；对于流速较缓的河段可选用自然驳岸；

——城市湖泊、港渠设计流速小于 3m/s，岸坡高度小于 3m 的岸坡，应采用生态型护岸形式或天然材料护岸形式，如三维植被网植草护坡、土工织物草坡护坡、石笼护岸、木桩护岸、乱石缓坡护岸、水生态植物护岸等。

3、排口

——城市水系禁止新增污水排口，新增雨水排口应建设面源控制措施，并进行水质监测，不超过受纳水体水质管理目标。

——城市水系排口应采用生态排口，包括一体式生态排口、漫流生态排口等。

——港渠、湖泊现有合流、混流排口整治设计中，应结合汇水范围内的源头海绵性改造措施，设置初期雨水调蓄池、截污管涵等工程措施进行末端污染控制。

4、水体

——规划新建的水体或扩大现有水域面积，应核实区域低影响开发的控制目标，并根据目标进行水体形态控制、平面设计、容积设计、水位控制及水质控制。

——对于城市水体水质功能要求较高、排涝高风险区，可利用现有子湖等水域设计自然水体缓冲区等，缓冲区作为湿塘、前置塘、湿地、缓冲塘、渗透塘等。根据区域排水量、污染控制目标，确定缓冲区的面积、容积；根据上游排口标高、下游水体水位明确缓冲区水域竖向标高；

——自然水体缓冲区应设置水质污染风险防范措施，以防止发生上游污染事件后对主水域的水质破坏；

7.5.7 城市水系海绵措施衔接关系如图 7.5.1 所示。

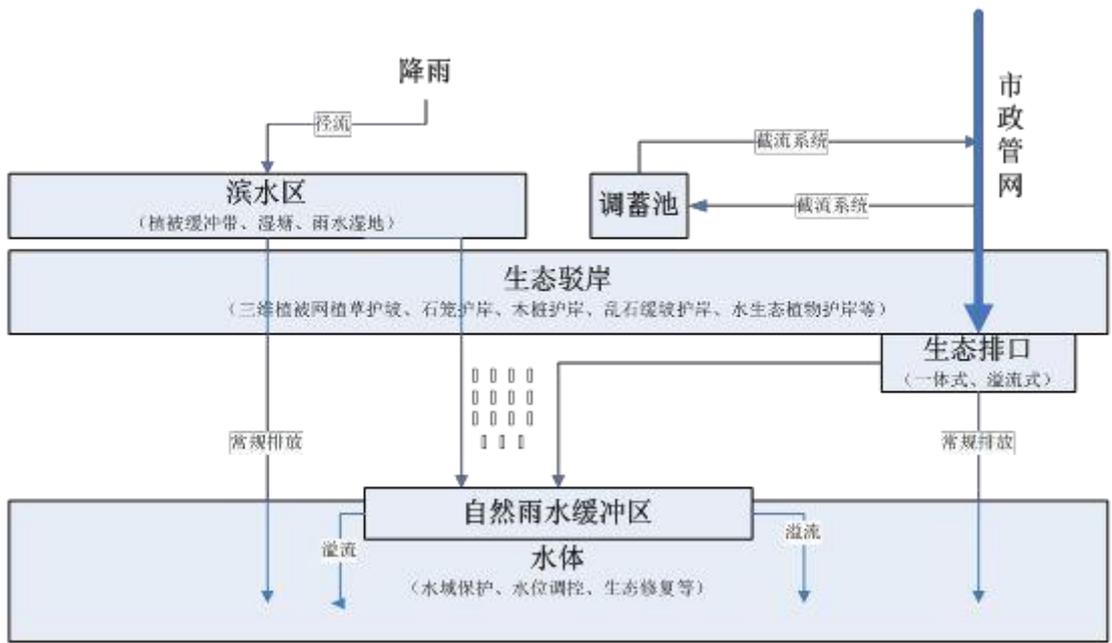


图 7.5.1 城市水系海绵措施衔接关系图

8 附录

8.1 相关规范及文件

8.1.1 相关规范

- 1、《城镇给水排水设计规范》GB 50788
- 2、《室外排水设计规范（2014版）》GB 50014
- 3、《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 4、《建筑与小区雨水利用技术规范》GB 50400
- 5、《城市排水工程规划规范》GB 50318
- 6、《建筑中水设计规范》GB 50336
- 7、《城市绿地设计规范》GB 50420
- 8、《地表水环境质量标准》GB 3838
- 9、《给水排水构筑物施工及验收规范》GB 50141
- 10、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 11、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 12、《雨水集蓄利用工程技术规范》GB/T 50596
- 13、《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921
- 14、《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920
- 15、《地下水质量标准》GB/T 14848

8.1.2 相关文件

- 1、《关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23号）
- 2、《住房城乡建设部关于印发城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲的通知》（建城〔2013〕98号）
- 3、《海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建（试行）》
- 4、《关于做好海绵城市建设试点工作的通知》（财政部、住建部、水利部，2015年）
- 5、《海南省三亚市排水（雨水）防涝综合规划》（中国市政工程中南设计研究总院有限公司，2014年）
- 6、《三亚市海绵城市建设总体规划》（中国城市规划设计研究院 城镇水务与工程专业研究院，2015年）
- 7、《三亚市海绵城市建设试点城市实施方案》（三亚市人民政府，2015年）

- 8、《城镇排水与污水处理条例》（中华人民共和国国务院令第 641 号）
- 9、《三亚市红树林保护与生态修复总体规划》
- 10、《三亚市绿道系统规划》
- 11、《三亚市城市绿地系统规划（2011-2020）》
- 12、《三亚市岸线生态修复与保护规划（2016-2020）》

8.2 各系统年径流控制目标

表 8-2-1 三亚地区年径流总量控制率一览表

序号	一级分区	二级分区	二级片区年径流控制率（%）	一级片区年径流量控制率（%）
1	中心城区	海坡-活力中心片区	65	≥60
		月川-抱坡岭片区	63.5	
		河西片区	46	
		河东-丰兴隆片区	52.5	
		榆鹿回头-大东海片区	56	
		榆林-红沙-田独片区	63	
2	海棠湾片区	土福片区	65	≥70
		椰州片区	75	
		风塘片区	70	
		龙江塘片区	70	
		林旺片区	65	
		铁炉港片区	65	
		沙坝片区	65	
3	崖州湾片区	保港南海旅游片区	65%	≥65
		港门	68%	
		崖洲古城	62%	
		崖城镇服务中心	65%	
		创意新城	65%	

8.3 三亚市近 30 年平均逐月降雨

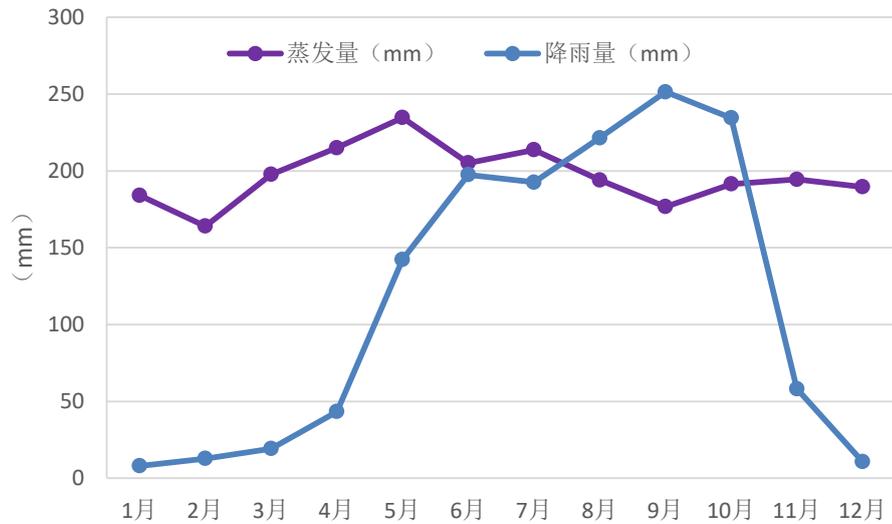


图 8.3.1 三亚市近 30 年平均逐月降雨与蒸发量对比图

8.4 三亚市各片区土壤渗透系数

表 8-4-1 三亚市河西区各类土壤信息表

指标 项目 地层名称 及代号	天然重度	压缩模量	粘聚力	内摩擦角	承载力 特征值	渗透系数
	γ	$E_{s_{0.1 \sim 0.2}}$	c	φ	f_{ak}	k
	kN/m^3	MPa	kPa	度	kPa	cm/s
②粉砂	20.45	6.54	20.0*	21.0*	130	8.0×10^{-4}
②-1 珊瑚碎块粉砂	20.5	7.00	15*	25.0*	130	5.0×10^{-3}
③粉质粘土	20.8	6.44	48.0	15.0	160	2.0×10^{-5}
④粗砂	21.2	9.19	30*	25.0*	180	3.4×10^{-2}
⑤粉质粘土	20.6	7.02	50.0	20.0	200	2.0×10^{-6}

表 8-4-2 三亚市海棠湾片区各类土壤渗透系数表

层位	样数	渗透系数		
		最大值	最小值	平均值
第 I -1 层砾砂	6	$6.30 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (54.43m/d)	$5.50 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (47.52m/d)	$5.88 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (50.80m/d)
第 II -1 层中砂	10	$2.40 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (20.74m/d)	$1.40 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (12.10m/d)	$1.89 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (16.33m/d)
第 III -1 层粗砂	10	$6.70 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (57.89m/d)	$2.30 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (19.87m/d)	$4.41 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (38.10m/d)

表 8-4-3 三亚市荔枝沟片区各类土壤渗透系数表

层位	渗透系数		
	最小值	最大值	平均值
第②层粉砂	$7.4 \times 10^{-4} \text{cm/s}$	$12 \times 10^{-4} \text{cm/s}$	$9.63 \times 10^{-4} \text{cm/s}$
第⑤层粉砂	$6.9 \times 10^{-4} \text{cm/s}$	$9.6 \times 10^{-4} \text{cm/s}$	$7.95 \times 10^{-4} \text{cm/s}$

表 8-4-4 三亚市崖城片区各类土壤渗透系数表

层位	地下水 渗透系数 k (cm/s)	备注
I 类粗砂	3.73×10^{-2}	
II 类粗砂	3.47×10^{-2}	

8.5 海绵城市设施示意

8.5.1 雨水渗滞设施

(1) 透水铺装 透水铺装按照面层材料不同可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装，嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于渗透铺装。透水铺装结构应符合《透水砖路面技术规程》（CJJ/T188）、《透水沥青路面技术规程》（CJJ/T190）和《透水水泥混凝土路面技术规程》（CJJ/T135）的规定。

透水铺装的典型构造示意图如图 8.5.1（1）-1、图 8.5.1（1）-2、图 8.5.1（1）-3 所示。

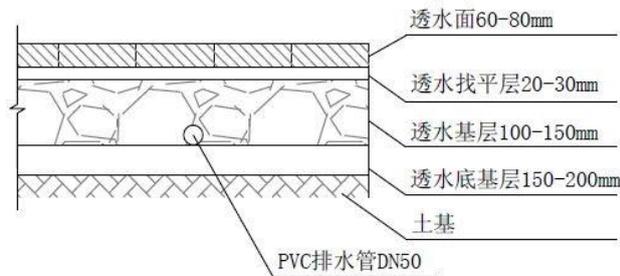


图 8.5.1（1）-1 透水砖铺装典型结构示意图

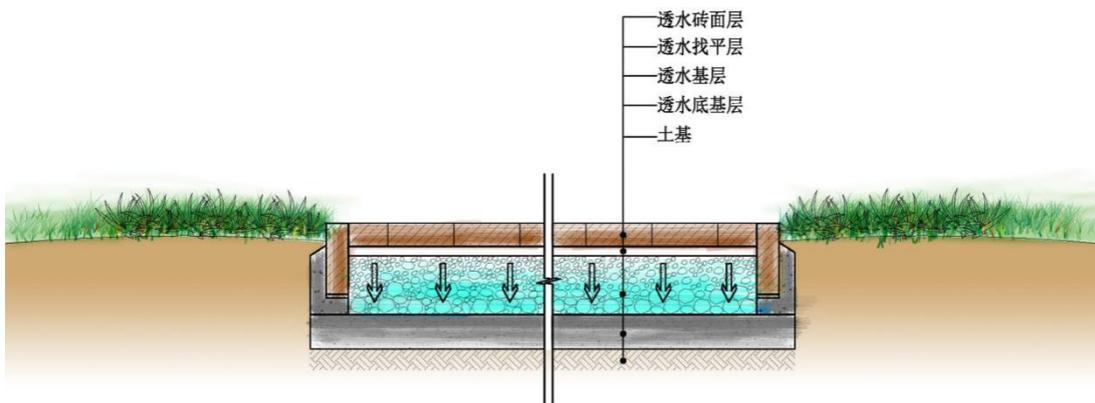


图 8.5.1（1）-2 透水铺装典型构造示意图



透水铺装的实景图如图 8.5.1 (1) -3 所示。

(2) 绿色屋顶 绿色屋顶也称种植屋面、屋顶绿化等，根据种植基质深度和景观复杂程度，绿色屋顶又分为简单式和花园式，基质深度根据植物需求及屋顶荷载确定，简单式绿色屋顶的基质深度一般不大于 150mm，花园式绿色屋顶在种植乔木时基质深度可超过 600mm，绿色屋顶的设计可参考《种植屋面工程技术规程》(JGJ155)。绿色屋顶的典型构造如图 8.5.1 (2) -1 所示。

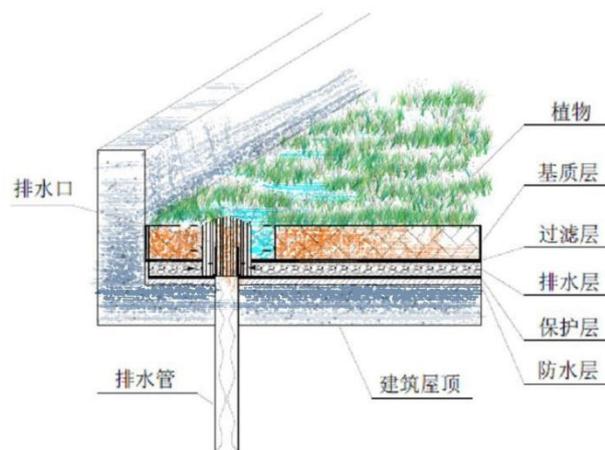


图 8.5.1 (2) -1 绿色屋顶典型构造示意图



图 8.5.1 (2) -1 绿色屋顶实景图

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

简易型和复杂型生物滞留设施典型构造如图 8.5.1 (3) -1、8.5.1 (3) -2 所示。

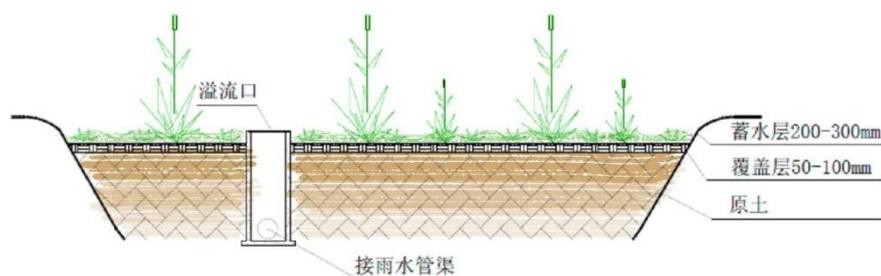


图 8.5.1 (3) -1 简易型生物滞留设施典型构造示意图

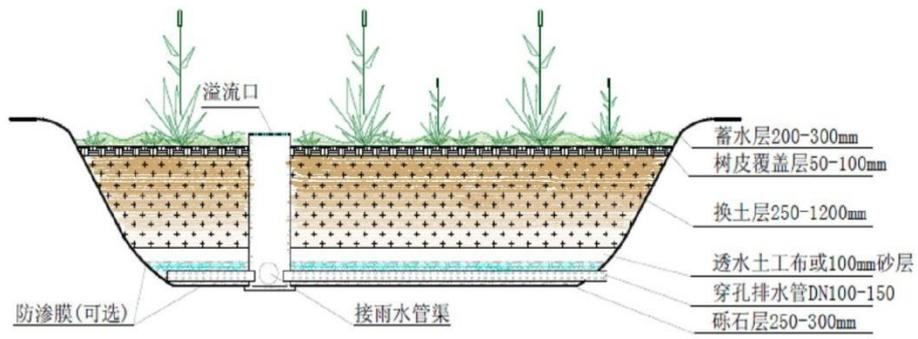


图 8.5.1 (3) -2 复杂型生物滞留设施典型构造示意图

生物滞留设施的剖面图及实景图如图 8.5.1 (3) -3 和图 8.5.1 (3) -4 所示。



图 8.5.1 (3) -3 生物滞留设施剖面图



图 8.5.1 (3) -4 生物滞留设施实景图

(4)渗透塘 渗透塘是一种用于雨水下渗补充地下水的洼地，具有一定的净化雨水和削减峰值流量的作用。

渗透塘典型构造如图 8.5.1 (4) -1 所示。

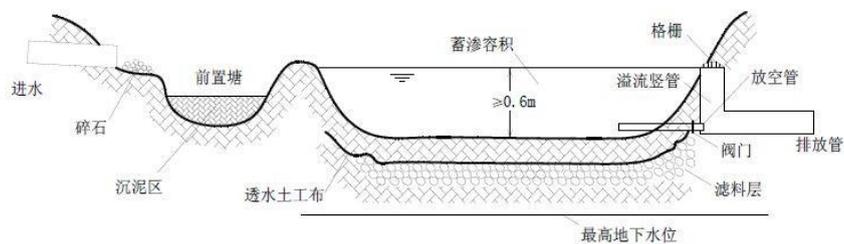


图 8.5.1 (4) -1 渗透塘典型构造示

渗透塘实景图如图 8.5.1 (4) -2 所示。



图 8.5.1 (4) -2 渗透塘实景图

(5) 渗井

渗井指通过井壁和井底进行雨水下渗的设施，为增大渗透效果，可在渗井周围设置水平渗排管，并在渗排管周围铺设砾（碎）石。

渗井应满足下列要求：

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。渗井调蓄容积不足时，也可在渗井周围连接水平渗排管，形成辐射渗井。辐射渗井的典型构造如图 8.5.1 (5) 所示。

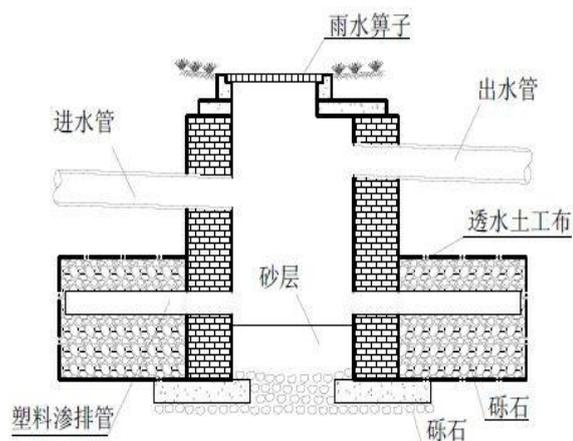


图 8.5.1(5) 辐射渗井的典型构造示意图

8.5.2 雨水蓄积设施

(1) 湿塘 湿塘指具有雨水调蓄和净化功能的景观水体，雨水同时作为其

主要的补水水源。湿塘有时可结合绿地、开放空间等场地条件设计为多功能调蓄水体，即平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨发生时发挥调蓄功能，实现土地资源的多功能利用。

湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。湿塘应满足以下要求：

①进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

②前置塘为湿塘的预处理设施，起到沉淀径流中大颗粒污染物的作用；池底一般为混凝土或块石结构，便于清淤；前置塘应设置清淤通道及防护设施，驳岸形式宜为生态软驳岸，边坡坡度（垂直：水平）一般为 1:2-1:8；前置塘沉泥区容积应根据清淤周期和所汇入径流雨水的 SS 污染物负荷确定。

③主塘一般包括常水位以下的永久容积和储存容积，永久容积水深一般为 0.8-2.5 m；储存容积一般根据所在区域相关规划提出的“单位面积控制容积”确定；具有峰值流量削减功能的湿塘还包括调节容积，调节容积应在 24-48 h 内排空；主塘与前置塘间宜设置水生植物种植区（雨水湿地），主塘驳岸宜为生态软驳岸，边坡坡度（垂直：水平）不宜大于 1:6。

④溢流出水口包括溢流竖管和溢洪道，排水能力应根据下游雨水管渠或超标雨水径流排放系统的排水能力确定。

⑤湿塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示措施。湿塘的典型构造如图 8.5.2（1）所示。

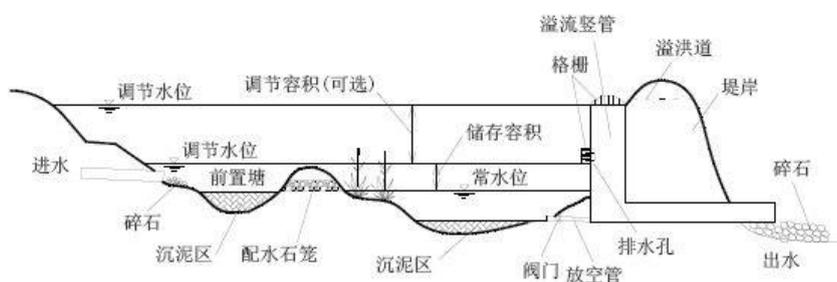


图 8.5.2(1) 湿塘典型构造示意图



图 8.5.2(2) 湿塘实景图

(2) 蓄水池

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

(3) 雨水罐 雨水罐也称雨水桶，为地上或地下封闭式的简易雨水集蓄利用设施，可用塑料、玻璃钢或金属等材料制成。雨水罐实景图如图 8.5.2（3）所示。



图 8.5.2(3) 雨水罐实景图

8.5.3 雨水净化设施

(1) 雨水净化储存池

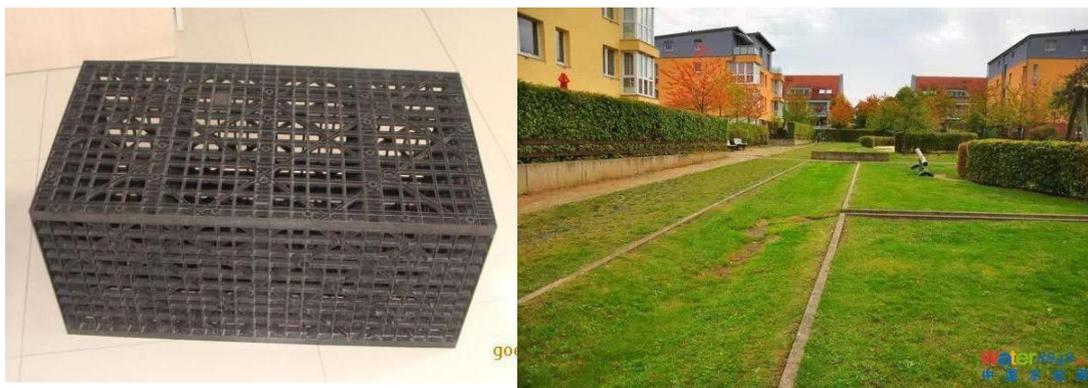


图 8.5.3 (1) 雨水净化储存池实景图

(2) 初期雨水弃流设施 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。

初期雨水弃流设施典型构造如图 8.5.3 (2) 所示。

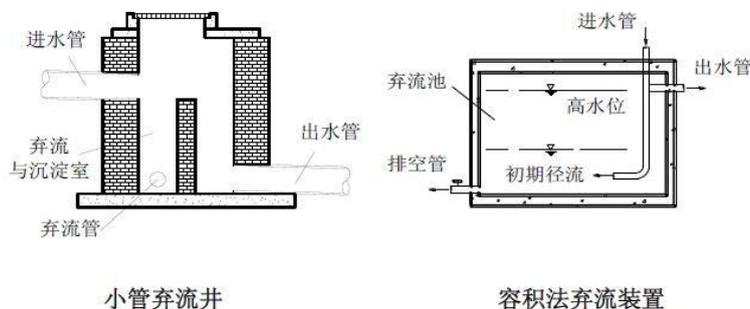


图 8.5.3 (2) 初期雨水弃流设施示意图

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

植草沟应满足以下要求：

①浅沟断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。

②植草沟的边坡坡度（垂直：水平）不宜大于 1:3，纵坡不应大于 4%。纵坡较大时宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎。

③植草沟最大流速应小于 0.8 m/s，曼宁系数宜为 0.2-0.3。

④转输型植草沟内植被高度宜控制在 100-200 mm。

植草沟典型构造如图 8.5.4 (1) -1 和 8.5.4 (1) -2 所示。

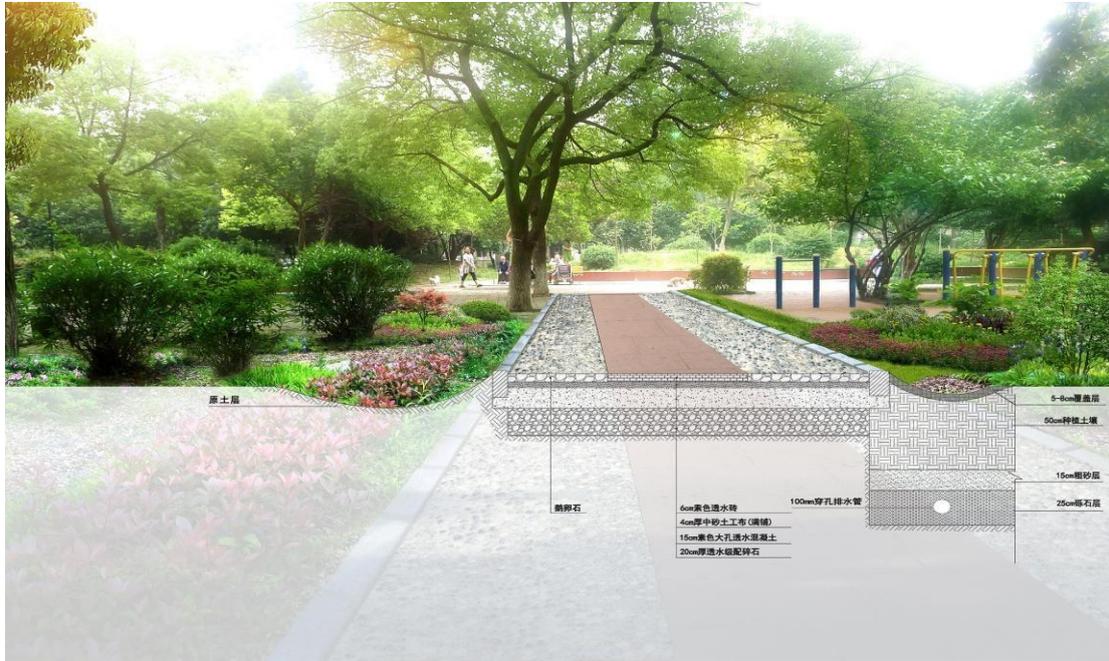


图 8.5.4 (1) -1 透水铺装及两侧植草沟实景图 (一)



图 8.5.4 (1) -2 透水铺装及两侧植草沟实景图 (二)

8.6 植物应用名录

8.6.1 乔木

红千层、串钱柳，多花红千层，黄金香柳，白千层，水葡桃。练舞，海南蒲桃，番石榴，水翁，小叶榕，垂叶榕，印度橡胶榕，粉单竹，青皮竹，蒲葵，老人葵，大王椰，假槟榔，金山葵，红花羊蹄甲，洋紫荆，羊蹄甲，黄槐，刺桐，木棉，蓝花楹，黄槿，水石榕，秋枫，大花紫薇，苦楝，龙眼，相思，马占相思，重阳木，水黄皮，小叶榄仁，榄仁

8.6.2 灌木

夹竹桃、软枝黄蝉，狗牙花，红绒球，双荚槐，朱瑾，三角梅，黄金榕，棕竹，美丽针葵，三药槟榔，散尾葵，丝兰

8.6.3 草本

龟背竹，春羽，绿萝，白蝴蝶，万年青，白鹤芋，马蹄莲，花叶良姜，蜘蛛兰，文殊兰，沿阶草，大叶油草，

8.6.4 水生植物

风车草、富贵竹、菖蒲、再力、水生美人蕉、花叶芦苇、凤眼莲、荷花、梭鱼草、水葵、花叶草、千屈菜、水烛草、铜钱草、鸢尾、羽毛草、三香草、睡莲