
清远市绿色社区创建海绵城市建设 指引

清远市住房和城乡建设局

深圳市城市规划设计研究院有限公司

2021 年 11 月

前言

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

按照《绿色社区创建行动方案的通知》（建城〔2020〕68号）、《广东省绿色社区创建行动实施方案》（粤建节〔2021〕84号）等文件要求，在绿色社区创建工作中，要综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等举措推进海绵化改造和建设，结合本地区地形地貌进行竖向设计，逐步减少硬质铺装场地，避免和解决内涝积水问题。为提升清远市绿色社区创建中海绵城市改造和建设水平，促进海绵设施高质量的落地实施，项目组经广泛调查研究，认真总结国内外相关建设成果和实践经验，依据或参考有关技术标准，制定本指引。

本指引属于指导性技术文件，共分为8章节和3个附录。内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 建设策略；5 社区海绵化改造要点；6 建筑本体海绵化改造要点；7 技术条件；8 工程计算；附录A～附录C。

本指引由清远市住房和城乡建设局管理，由深圳市城市规划设计研究院有限公司负责具体技术内容解释。

目录

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	6
4 建设策略.....	7
4.1 海绵技术措施分类及应用	7
4.2 社区分类及建设策略	8
5 社区海绵化改造要点.....	11
5.1 一般规定	11
5.2 场地布局	11
5.3 海绵设施布置	12
5.4 景观水体及植物选择	13
6 建筑本体海绵化改造要点.....	15
6.1 一般规定	15
6.2 建筑屋面	15
6.3 室外地下室顶部	16
6.4 雨水系统	16
7 技术条件.....	18
7.1 一般规定	18
7.2 具体技术条件	18
8 工程计算.....	23
8.1 一般规定	23
8.2 基本公式	23
8.3 规模计算	25
附录 A 各类海绵设施对固体悬浮物（SS）削减率	29
附录 B 径流系数	30
附录 C 土壤渗透系数	31

本指引用词说明.....	32
引用标准名录.....	33

1 总则

1.1 为全面贯彻落实国家、省、市关于绿色社区创建和海绵城市建设的要求，科学指导清远市绿色社区创建工作中的海绵城市相关工作，综合采取“渗滞蓄净用排”等举措推进海绵化改造和建设，结合地区地形地貌进行竖向设计，逐步减少硬质铺装场地，避免和解决内涝积水问题，依据相关法律和规范，制定本指引。

1.2 本指引仅适用于指导清远市绿色社区创建工程中海绵设施的工程设计。

1.3 清远市绿色社区创建海绵设施的工程设计，除应符合本指引外，尚应符合国家、广东省及清远市现行有关技术标准的规定。

1.4 绿色社区创建海绵设施设计，应注意各专业配合，且应与项目主体工程同步完成。

2 术语

2.1 海绵设施 **sponge facility**

对于雨水具有“渗、滞、蓄、净、用、排”等一项或多项的类似于海绵效应的工程建设设施。在本指引中，海绵设施主要包括绿色屋顶、透水铺装地面、下沉式绿地、植草沟、植被缓冲带、生物滞留设施、雨水湿地、渗透塘、渗管（渠）、雨水罐、蓄水池和初期雨水弃流设施等。

2.2 绿色屋顶 **green roof**

表面铺装一定厚度滞留介质，底部设有排水通道，且种植有植物的建筑物（或构筑物）屋面，也称种植屋面。根据种植基质深度和景观复杂程度，绿色屋顶又分为简易式和花园式。

2.3 透水铺装 **permeable pavement**

采用透水性建筑材料或相关技术措施，实现雨水可流渗到地面层以下的一种地面铺装方式。

2.4 下沉式绿地 **sunken green land**

一般指低于周边铺砌地面或道路路面在 200mm 以内的绿地，也包括具有调蓄和净化径流雨水功能的绿地等。

2.5 植草沟 **grassed swale**

种有植被的，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的雨水净化作用的一种地表沟渠。

2.6 植被缓冲带 **vegetation buffer zone**

坡度较缓的、经植被拦截及土壤下渗作用而减缓地表径流流速，并去除径流中部分污染物的一种植被区。

2.7 生物滞留设施 **bio-retention facility**

在地势较低的区域，通过土壤、植物和微生物系统而蓄渗、净化径流雨水的

一种设施。

2.8 雨水湿地 storm water wetland

利用物理、水生植物及微生物等作用蓄集、净化雨水，并对径流污染具有较好控制效果的湿地。

2.9 渗透塘 infiltration pond

通过雨水下渗而补充地下水、具有一定的净化雨水和削减峰值流量作用的一种人工或自然洼地。

2.10 渗管 leaky pipe

一种由无砂混凝土或穿孔管等透水材料制成的，大多埋设于地下，周围填以砾石，兼有雨水渗透和排放功能的工程管道。

2.11 雨水罐 rain barrel

也称雨水桶。一种适用于建筑屋面雨水收集利用的，可由塑料、玻璃钢或金属等材料制成的，地上式或地下封闭式的简易雨水集蓄利用设施。

2.12 蓄水池 rain tank/reservoir

具有雨水储存功能和削减峰值流量作用的,采用钢筋混凝土浇筑或砖（石）砌筑的、或工业成品、或由塑料蓄水模块拼装而成等方式的一种集蓄利用设施。

2.13 初期雨水弃流设施 initial runoff drainage facility

通过一定方法或装置，将存在初期冲刷效应的、污染物浓度较高的降雨初期径流予以弃除，以降低雨水后续处理难度的一种设施。

2.14 设计降雨量 design rainfall depth

为实现年径流总量控制率，用于确定海绵设施设计规模的降雨量控制值。通常用日降雨量表示。

2.15 雨水调节 storm water detention

在降雨期间暂时储存一定量的雨水，削减向下游排放的雨水峰值流量、延长

排放时间。一般不减少排放的径流总量，也称调控排放。

2.16 雨水储存 storm water retention / storage

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

2.17 雨水调蓄 storm water detention, retention/ storage

雨水储存和调节的统称。

2.18 雨水渗透 storm water infiltration

也称雨水下渗。即利用人工或自然设施，使雨水向下方渗到土壤表层以下，以补充地下水。

2.19 断接 disconnection

一种通过切断硬化面或建筑屋面雨水管的径流路径，将径流合理引接到绿地等透水区域，从而通过渗透、调蓄及净化等方式控制径流雨水的方法。

2.20 环保雨水口

在进水口处设置截污挂篮，用于拦截雨水径流中的漂浮物、固体垃圾、油和油脂等污染物的雨水口。

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

根据多年日降雨量统计数据分析计算，通过自然和人工强化的渗透、储存、蒸发（腾）等方式，在项目建设场地内累计全年得以控制（不排至规划区域外）的雨量，占全年总降雨量的比例。

2.22 面源污染总削减率

本指引中，它也可称为“年径流固体悬浮物(SS)总削减率”。即雨水经过海绵设施的预处理、物理沉淀和生物净化等作用后，建设场地内累计一年得到设计控制的雨水径流固体悬浮物(SS)总量，占全年雨水径流固体悬浮物(SS)总量的比例。在数值上，它等于年径流总量控制率与海绵设施对固体悬浮物(SS)削减率按汇水面加权平均值的乘积。

2.23 设计降雨量 design rainfall depth

为实现年径流总量控制率，用于确定海绵设施设计规模的降雨量控制值。通常用日降雨量表示。

2.24 雨量径流系数 pluviometric runoff coefficient

在设定时间内，降雨产生的径流总量与总降雨量之比。

2.25 流量径流系数 discharge runoff coefficient

形成洪峰流量的历时内所产生的径流量与降雨量之比。

3 基本规定

- 3.1 绿色社区创建工程中海绵化改造，应结合场地实际情况，按照应做尽做的原则，合理设置海绵设施，对其海绵城市建设指标不做强制性要求。
- 3.2 设计确定绿色社区海绵设施功能时，宜按具备雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”的优先次序考虑。
- 3.3 海绵设施设计选择，宜选用综合效益尽量最优的单项海绵设施或其组合系统。
- 3.4 当条件允许时，房屋建筑工程海绵设施应与该工程建设地块红线外海绵设施或城市水体，实现有效合理的衔接。
- 3.5 进行建筑布局及场地设计时，应尊重现状地形地貌和地质特征，不宜过度开发地下空间及改变原有排水方向，优先利用自然海绵设施。
- 3.6 绿色社区创建工程海绵设施设计应与常规排水设计统筹考虑，且不应降低自身常规排水系统的设计标准。并应遵循源头控制的原则。
- 3.7 绿色社区创建工程海绵设施设置，不应妨碍建筑本体安全和人身安全。
- 3.8 含有海绵设施设计内容的绿色社区创建工程设计文件中，应有海绵设施设计专篇。

4 建设策略

4.1 海绵技术措施分类及应用

(1) 根据各类海绵设施的设置条件, 筛选出 8 类适合在绿色社区创建工程中应用海绵设施, 分别为下沉式绿地、雨水花园、透水铺装、植草沟、绿色屋顶、蓄水池、雨水管断接和环保雨水口。

表 4-1 海绵城市技术措施分类表

序号	海绵设施	适用情况	说明
1	下沉式绿地	老旧小区建设密度大, 绿化空间不足, 而下沉式绿地对场地要求较低, 施工方便, 适用性广。	需设溢流管。
2	雨水花园	雨水花园下沉深度较大, 需要的面积较小, 适用于绿地空间较小。	需设溢流管, 底部需增设渗排管。
3	透水铺装	透水铺装使用区域广、施工方便。	人行道、小区道路、停车场可进行透水铺装改造; 需增设排水管。
4	植草沟	改造区域建设密度大, 可施展空间不足。	在空间不足小区不宜多用, 注意溢流口设置, 避免积水。
5	绿色屋顶	老旧小区绿色屋顶改造所面临的主要问题是屋顶大多年久失修, 承重、排水等条件均较差, 且屋顶上多有居民私自搭建的设施。	不宜多用, 要使用时可考虑轻型屋顶植被绿化毯等形式。
6	蓄水池	研究区域建设密度大, 而蓄水池节省占地、施工方便。如果改造区域水源不足, 需进行雨水资源化利用。	可对小区现有水池进行改造, 作调蓄池用。建设蓄水模块, 配建雨水净化设施, 保证出水水质。
7	雨水管断接	断接后是否有足够的空间消纳。	断接到高位雨水花坛或下沉式绿地中。
8	环保雨水口	削减面源污染, 使用方便, 一体化设施, 后期维护较普通型高。	建议在道路等污染较严重位置选用, 同时需要定期维护。

(2) 对存在雨污混流的管网, 提出改造方案, 进行雨污分流改造; 针对现有内涝或污染问题, 提出针对性的改造方案; 雨水口宜尽量设置在绿地内或路边,

并采用截污挂篮等源头污染物去除设施。

(3)在承重能力满足要求的条件下,建筑平屋面应积极推广屋顶绿化改造;

(4)屋面排水形式为外侧立管排水,且建筑周边有足够的绿地时,可对屋顶雨落管进行断接改造,将屋面径流雨水引入建筑周边绿地蓄滞、下渗;当没有断接改造条件时,可采用雨水罐、雨水桶等简易设施连接雨落管,收集雨水回用。

(5)道路或广场等硬化铺装周边有合适绿地时,可根据实际情况,将有条件的绿地改造为下沉式绿地、雨水花园等设施,充分利用有限的绿地入渗雨水。

(6)对破损道路广场进行翻新改造时,应尽量使用透水铺装;当对道路进行翻新或景观提升改造时,应通过合理竖向设置,尽可能将雨水口设置在绿地内,道路径流雨水优先进入绿地内蓄、滞、下渗后再排放。

4.2 社区分类及建设策略

(1)根据社区雨污分流实施情况、建筑密度、周边是否有调蓄空间、建筑周边是否有绿地等因素,将社区分为四种类型,各类社区特点如下:

1) I类社区:截留减排区,雨污分流不彻底。

2) II类社区:完全分流区,但社区建筑密度过高,海绵改造空间小。

3) III类社区:完全分流区,社区周边有湖、池塘、河流等调蓄空间。

4) IV类社区:完全分流区,社区海绵改造空间较大,有小面积的绿地、体育场所、停车场、公园等。

(2)社区分类建设策略如下:

1) I类社区

①坚持正本清源理念,彻查雨污管错接及偷排污水,应确保连续三天晴天后雨水管道中无污水流出;

②削减面源污染,道路雨水口更换为环保雨水口或者增加截污挂篮,并在雨水管道沿河接入口处检查井安装旋流分离装置;

③对露天的垃圾堆放点进行彻查，应根据实地情况考虑搭建雨棚，避免雨水冲刷造成径流污染；

④利用有限绿地空间，可考虑在雨落管下增加小型雨水花坛等形式，收集雨水的同时提升环境品质；增设就地处理设施，完善社区雨污水系统构建。

2) II类社区

①应尽可能利用建筑屋顶、建筑间的街角等灰空间设置海绵设施，控制屋面和道路产生的径流量及污染。

②通过雨落管断接，将屋面径流导入雨水罐（地上或地下），结合净化设施实现雨水再利用；或经消能装置导入建筑周边下沉式绿地后，自然下渗或溢流排入雨水管道。

③以屋面简单绿化或垂直绿化为主，通过合理的设施布局，使建筑屋面产生的雨水径流分层蓄滞，且设施相互连通形成整体。

④硬质巷道采用透水铺装削减径流量，还可做成草方格，增加绿化；

⑤采用环保型雨水口削减道路径流污染。

3) III类社区

①进一步完善管网系统，彻查雨污管错接及偷排污水，应确保连续三天晴天后雨水管道中无污水流出，避免初期雨水和混流污水直排进入河道污染水体。

②将社区红线范围内用地（如广场、停车场、小区等硬质地面多、径流水量大的区域）的径流引入水系景观，通过在水系景观的绿地内布置湿地、植被缓冲带等海绵设施，对雨水径流进行滞留、过滤，最终汇入水系，避免雨水径流通过排水管网直接排入水体。

③将排水明渠以艺术化的水景形式展现在市民的活动空间中，既达到了雨水径流的传输目的，同时也将其作为独特的景观资源利用了起来。

4) IV类社区

①以问题及目标为导向，结合绿地等进行径流组织优化，通过海绵城市的建设，提升人居环境和水系统水平：增设下沉式绿地、雨水花园等生物滞留设施，

②雨落管断接将屋面雨水排至生物滞留设施内，降低雨水对城市排水造成的压力和污染；

-
- ③结合未利用空间建设生态停车场，解决社区车位紧张问题；
 - ④设置“艺趣性雨水设施”，满足休憩驻留等功能的同时，进行生态雨洪管理。

5 社区海绵化改造要点

5.1 一般规定

(1) 应根据社区和房屋建筑的具体特点，合理确定海绵设施类型及其实施策略。

(2) 绿色社区海绵设施设置，宜优先考虑雨水下渗；条件适合的，可集蓄回用；超标雨水可考虑错峰缓排。

(3) 雨水下渗应符合下列规定：

1) 存在特殊污染风险的工业厂区、加油站等处不宜建设雨水入渗设施，以避免地下水污染风险。

2) 雨水入渗不应引发地质灾害及损害建筑物安全。

(4) 雨水集蓄回用应符合下列规定：

1) 集蓄雨水优先用于景观水体补水、绿化灌溉、道路或地面浇洒，也可用于汽车冲洗和循环冷却水补水等。

2) 不应收集污染严重的下垫面的雨水。

3) 收集雨水及其回用水管道，严禁与生活饮用水管道相连接。

(5) 应优化建筑小区场地竖向设计及汇水分区划分，合理布局建筑本体、道路广场与绿地空间，利于径流汇入海绵设施。

(6) 建筑小区景观绿化设计应与海绵设施设置紧密结合。

(7) 建筑小区内雨水湿地、渗透塘、渗渠或蓄水池等较大型海绵设施，应针对人身安全，设有必要防护措施。

5.2 场地布局

(1) 场地布局设计，应充分利用场地起伏地势，并结合景观绿化设计，合理进行竖向设计及选取场地内海绵设施。

(2) 场地竖向设计应符合下列规定：

1) 应尊重既有的地形地貌和地质特点，不宜大幅改变原有地势坡向。

2) 应兼顾遵循雨水的重力流原则, 并尽量利用场地既有竖向高差条件, 组织雨水流向。

3) 地面坡度应综合渗流要求、场地功能和地面材质等因素确定。

4) 必要时, 宜统筹考虑改造社区红线外雨水对本社区的影响。

5) 必要时, 对于竖向中的低洼区域, 设计文件应注明最低点标高、降雨蓄水范围、蓄水深度及超标雨水排水出路。

(3) 社区内绿地宜设计为下沉式。小区停车场、广场和庭院等, 尽量坡向绿地; 或设置适当的引水设施, 使其超渗雨水自流至绿地入渗。

(4) 道路纵坡及横断面设计中, 应优化其与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等, 便于径流雨水汇入绿地内海绵设施。

(5) 社区内路面宜采用生态排水。

5.3 海绵设施布置

(1) 绿色社区内地面铺装, 应符合下列规定:

1) 非机动车道路、人行道、林间径, 以及地面停车场、广场或庭院的地面, 宜采用透水铺装。

2) 车流量和荷载较小的地面机动车道可采用透水铺装。

3) 所有路面、路基应满足强度和稳定性等要求。

(2) 绿色社区内以下场地不宜采用透水铺装:

1) 可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的区域和高含盐土等特殊土壤地质区域;

2) 使用频率较高的室外停车场, 汽车回收及维修点、加油站、垃圾收集点、垃圾场、工业区污染材料堆放周转场地及码头建筑等径流污染严重的区域。

(3) 下沉式绿地内应设雨水排放设施; 其中较大面积的绿地, 宜设置排水盲沟。雨水口宜设有截污挂篮等源头污染物去除设施。

(4) 道路径流雨水进入下沉式绿地前, 可设置沉淀池、前置塘等设施, 进行预处理。

(5) 社区内绿地，可视具体场地及地下水位高低等情况，设置植草沟、植被缓冲带或生物滞留设施等。当未采用必要防渗措施时，植草沟等设施应离开道路边缘一定距离设置，以免影响路基稳定性。

(6) 社区场地具备一定空间条件的，可视需要设置雨水湿地等；社区内汇水面积较大的，有条件可设置渗透塘。

(7) 民用社区内地下水位较低时，可采用渗管/渗渠。

(8) 社区存在雨水集蓄回用需求的，宜设置蓄水池，并应根据雨水回用的不同性质，配建相应的雨水净化或处置设施。

(9) 具渗透、滞留性能的海绵设施不应应对邻近的建\构筑物、道路或管道等基础及建筑（含地下空间）外墙等产生不利影响。雨水入渗设施水平距离建筑物基础不宜小于 3m（采取有效防护措施的除外）。

(10) 当雨水集蓄回用且对回用水质有较高要求时，在社区径流雨水有关集中入口的前端，宜设置初期雨水弃流设施，并应符合下列规定：

1) 弃流设施宜设于室外，且靠近蓄水池。当弃流设施必须设在室内时，应采用密闭形式。

2) 当蓄水池设在室外时，弃流设施不可设在室内。

(11) 对于下沉式广场或地下蓄水池等低洼处海绵设施，应根据需要设置排水井或集水坑，并设置或预留排水泵电源。该排水泵宜按本工程用电设备最高负荷等级（一级负荷中特别重要负荷除外）供电。

5.4 景观水体及植物选择

(1) 景观水体宜兼有雨水调蓄功能，并应设溢流口。

(2) 其它景观水体可与雨水湿地有机结合设置，使之兼具雨水净化功能。

(3) 景观水体宜采用非硬质池底及生态驳岸，并宜通过水生动植物对水体进行净化。

(4) 雨水进入景观水体之前，宜设置前置塘、植被缓冲带等预处理设施，

并可设置植草沟转输雨水。

(5) 社区所植栽植物宜耐涝耐旱，且以本地乡土植物为主。

(6) 社区为匹配海绵设施而选用的植物，应以草本植物为主，并注重不同层次搭配。

(7) 社区内植物设计，应选用能适应海绵设施环境条件生长的植物种类，并有利于海绵设施发挥相应的雨洪管理功效。具体应符合下列规定：

1) 对于滞留渗透型海绵设施（如下沉式绿地），宜选用具有一定净化功能的耐水耐旱植物，其耐淹时间不应低于 24h。

2) 对于转输型海绵设施，宜选用具有一定净化功能的耐水耐旱植物，其耐淹时间不宜低于 36h。

3) 对于调蓄型海绵设施（如雨水湿地），宜选用根系发达、耐污染或净化功能强的水生植物，且种植物种类不宜少于 5 种。

6 建筑本体海绵化改造要点

6.1 一般规定

(1) 应根据房屋建筑工程具体特点，合理确定建筑本体海绵设施类型及其实施策略。

(2) 建筑本体应优先选择对径流雨水水质无影响或影响较小的屋面及外装饰材料。

6.2 建筑屋面

(1) 房屋建筑采用绿色屋顶的，宜为平屋顶或坡度 $\leq 15^\circ$ （27%）的坡屋顶。

(2) 绿色屋顶安全措施设计，应符合下列规定：

1) 对于坡度大于 11° （20%）的绿色屋顶，其排水层、种植土应采取防滑措施；

2) 对于屋面所种植高于 2m 的乔灌木，应采取固定等措施。

3) 屋面树木定植点与边墙的安全距离应大于树高。

4) 应防止造成高空坠物。

(3) 绿色屋顶植物选择，应符合下列规定：

1) 宜选用耐干旱、耐瘠薄、四季青、落叶少、根系穿刺性弱和易于维护的乡土植物。

2) 地被植物宜选用多年生草本植物，木本植物宜选用绿荫覆盖能力强的低矮及慢生长乔木。

3) 坡度较大的屋面或高层建筑的屋面宜以种植草坪、地被植物为主。

(4) 绿色屋顶蓄排水层、防水层和基质深度设计，应符合下列规定：

1) 绿色屋顶蓄排水层应选用抗压强度大、耐久性好的轻质材料。

2) 绿色屋顶防水层应满足一级防水等级设防要求, 并至少采用两道防水层设防, 且第一道必须设置具有耐霉菌腐蚀性能的耐根穿刺防水材料。

3) 绿色屋顶的基质深度应根据植物需求及屋顶荷载确定。

(5) 绿色屋顶应根据种植形式和汇水面积, 确定雨水口数量和雨水管直径。

(6) 屋顶雨水收集宜采用集水沟。

(7) 当既有建筑屋面改造为绿色屋顶, 尚应符合下列规定:

1) 应在改造前检测鉴定既有屋面的结构安全性能和防水性能。

2) 宜选用轻质种植土和地被植物, 宜采用草坪或容器种植。

3) 当采用覆土种植的, 应设置种植土挡墙; 挡墙做法应能保障屋面防水性能完好。

6.3 室外地下室顶部

(1) 室外地下室顶板顶部宜有厚度为 1.2m 以上的覆土, 并应设置过滤层和蓄排水层。

(2) 室外面积较大的地下室顶板顶部, 宜进行结构找坡。

(3) 室外地下室顶板面积较大时, 宜分区放坡(找坡)及设置雨水口、排水盲沟(管)等, 将雨水就近排放。

(4) 当室外地下室顶板采用反梁结构时, 应使反梁间贯通盲沟(管)的预留孔洞横截面积不小于 100cm², 并采取防堵塞措施。

6.4 雨水系统

(1) 屋面雨水应有效集纳进入海绵设施。雨水集纳系统设计, 应符合下列规定:

1) 雨水管道的进水口, 应设置符合相关标准的雨水斗。

2) 系统设计应便于设施安装和维修, 不宜将雨水管设置在结构柱内。

3) 设计降雨历时，应按屋面汇水时间计算；当无具体数据时，可取 5min。

(2) 多层房屋建筑的屋面雨水管宜外设，且宜与地面雨水管道断接。

(3) 当屋面雨水集蓄回用且对回用水质有较高要求时，宜设初期雨水弃流设施，并可采用屋面雨水管底部自带初期弃流空间的一体化装置。

(4) 建筑底部用于承接且储存屋面雨水的海绵设施，可结合具体情况，选用雨水罐等。

7 技术条件

7.1 一般规定

(1) 根据绿色社区创建工程实际情况选择海绵设施后，其技术条件实施应遵循本章规定。

(2) 当海绵设施确需设置于径流污染严重的、或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，或距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域时，应采取必要措施防止次发污染或次生灾害的发生。

(3) 对于有防渗漏要求的海绵设施，当采用钢筋混凝土结构时，板厚（或壁厚）应根据实际情况确定；并应采用双层双向通长配筋，每层每方向的配筋率不宜小于 0.15%，钢筋间距不宜大于 150mm。

7.2 具体技术条件

(1) 绿色屋顶的设置，应符合下列要求：

1) 根据植物需求及屋顶允许荷载情况，确定种植基质深度。

2) 根据种植基质深度和屋面景观复杂程度的不同，绿色屋顶可分为简单式和花园式进行设计。绿色屋顶其他设计要求，可参考现行《种植屋面工程技术规程》JGJ 155。

(2) 透水铺装地面的设置，应符合下列要求：

1) 按照地面层材料不同，透水铺装可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装、透水沥青混凝土铺装和渗透铺装等。透水铺装具体结构应符合相关规程规定。

2) 当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，顶板覆土厚度不宜小于 600mm，并应设置排水层。

(3) 下沉式绿地的设置，应符合下列要求：

1) 下沉式绿地的下凹深度，应结合植物耐淹性能和土壤渗透性能等因素确定，宜为 100mm，且不超过 200mm。

2) 下沉式绿地内宜设置溢流口（如雨水口）。溢流口顶部标高宜高于绿地 50~100mm。

3) 对于下沉式绿地确需设于径流污染严重的，或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，或距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域，应采取必要措施防止次生灾害的发生。

（4）植草沟的设置，应符合下列要求：

1) 浅式植草沟断面宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。

2) 植草沟边坡坡度（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) 植草沟沟底宽度不宜小于 300mm。

4) 植草沟起点沟深不宜小于 150mm，中间位置的最大集水深度宜为 300mm，下游终点位置的最小集水深度宜为 450mm。

5) 植草沟径流最大流速应小于 0.8m/s。

6) 转输型植草沟内植被高度宜控制在 100~200mm。

7) 植草沟应种植密集的草皮草，不宜种植乔灌木。

8) 干式或湿式植草沟应按雨水下渗设计。

9) 植草沟可设置地下穿孔管排水。

（5）植被缓冲带设置，应符合下列要求：

1) 植被缓冲带坡度一般为 2%~6%，宽度不宜小于 2m。

2) 植被缓冲带适用于硬化道路、停车场等周边，可作为生物滞留设施等设施的预处理措施。

（6）生物滞留设施的设置，应符合下列要求：

1) 对于确需设在污染严重的汇水区生物滞留设施, 应选用植草沟、植被缓冲带或沉淀池等对径流雨水进行预处理。另应采取弃流、排盐等措施。

2) 屋面径流雨水可由雨水管(或经断接后)接入生物滞留设施,

道路径流雨水可通过路缘石豁口接入生物滞留设施。

3) 生物滞留设施设于道路边绿化带时, 若道路纵坡大于 1%, 则宜设置挡水堰/台坎; 设施靠近路基部分应作防渗处理。溢流口接至雨水管渠途中的原土种植土厚度宜为 250mm、蓄水层深度宜为 100~200mm。

4) 生物滞留设施内应设溢流设施。其顶部标高宜低于汇水面 100mm。

5) 生物滞留设施宜分散布置, 且规模不宜过大。

6) 复杂型生物滞留设施结构层外侧及底部应设置透水土工布, 防止周围原土侵入。

7) 对于生物滞留设施底部出水进行集蓄回用的, 或者生物滞留设施确需设于径流污染严重的、或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, 或距离建筑物基础小于 3m(水平距离)的区域, 应在生物滞留设施底部和周边进行防渗处理。

8) 生物滞留设施蓄水层深度, 应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能等因素确定。蓄水层构造做法应符合相关规定。

(7) 雨水湿地的设置, 应符合下列要求:

1) 雨水湿地宜具有一定的调蓄容积。

2) 雨水湿地一般由进水口、前置塘、沼泽区、出水池、溢流出水口、护坡及驳岸和维护通道等构成。

3) 沼泽区包括浅沼泽区和深沼泽区。前者水深一般为 300mm 以内, 后者水深一般为 300~500mm。根据不同水深, 宜种植不同类型的水生植物。

4) 出水池水深一般为 800~1200mm, 出水池容积约为总容积(不含调节容积)的 10%。

5) 进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施。水流通道宜使从入口到出口的水流路径最大化。

6) 雨水湿地应种植适合本地环境生长的、根系发达的植物。

7) 作为雨水湿地调节容积的雨水，应能在 24h 内排空。

(8) 渗透塘的设置，应符合下列要求：

1) 渗透塘前应设置沉砂池、前置塘等预处理设施。预处理沉砂池底部宜作硬化处理，池中宜安装标尺杆。沉砂池总容积宜为径流污染控制量的 10%~20%。

2) 渗透塘边坡坡度（垂直：水平）一般不大于 1：3，塘底至溢流水位一般不小于 600mm。

3) 渗透塘底部构造一般为 200~300mm 的种植土、透水土工布及 300~500mm 的过滤介质层。

4) 渗透塘排空时间不应大于 24h。

5) 渗透塘应设溢流设施，并与超标雨水径流排放系统衔接。

6) 渗透塘应设安全防护措施和警示牌。

7) 当渗透塘确需设于径流污染严重的、或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，或距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域时，应采取必要措施防止次生污染或次生灾害。

(10) 渗管（渠）的设置，应符合下列要求：

1) 应设置植草沟、沉砂池等预处理设施。

2) 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。

3) 四周应填充砾石或其他多孔材料，砾石层外包透水土工布，土工布搭接宽度不宜小于 200mm。

4) 开孔率宜控制在 1%~3%之间，无砂混凝土管的孔隙率宜大于 20%。

5) 敷设坡度应满足排水的要求。

6) 当设在行车路面下时, 覆土深度不宜小于 700mm。

7.2.10 雨水罐的设置, 应符合下列要求:

1) 应结合现场建设条件, 确定雨水罐安装部位及形式。

2) 雨水罐容积大小, 应结合场地条件、海绵设施建设控制性指标和引导性指标, 并经工程计算确定。

3) 雨水罐多选用成型产品, 可分散设置。

(11) 蓄水池的设置, 应符合下列要求:

1) 用地紧张的地块建设蓄水池的, 宜采用地下封闭式。

2) 蓄水池典型构造可参照现行国家标准设计图集《雨水综合利用》10SS705。

(12) 初期雨水弃流设施的设置, 宜符合下列要求:

1) 初期弃流方法宜采用容积法弃流、小管弃流(水流切换法)等。

2) 弃流雨水宜就地处理, 或直接排至建筑小区建设红线外市政管网系统。

8 工程计算

8.1 一般规定

(1) 海绵设施工程计算内容，主要包括面源污染总削减率的计算和各类单个海绵设施规模的计算。

(2) 设计应根据具体绿色社区创建工程的年径流总量控制率，确定设计降雨量。

(3) 设计应根据年径流总量控制率、海绵设施对固体悬浮物（SS）削减率等参数，计算得出面源污染总削减率设计值。

(4) 计算总调蓄容积时，可按以下要求：

1) 对于顶部和结构内部有蓄水空间的渗透设施（如复杂型生物滞留设施、渗管/渗渠等），其渗透量应计入总调蓄容积。

2) 对于仅对雨水径流过程具有调节作用的海绵设施，其调节容积不计入总调蓄容积。

3) 对于转输型植草沟、初期雨水弃流、植被缓冲带、人工土壤渗滤等对径流总量控制能力较小的海绵设施，其调蓄容积可不计入总调蓄容积。

4) 对于透水铺装和绿色屋顶，因其仅参与综合雨量径流系数的计算，故其结构内的空隙容积不再计入总调蓄容积。

8.2 基本公式

(1) 房屋建筑工程设置海绵设施时，其设计降雨量应按表 8.2.1 选用。

表 8-1 年径流总量控制率与设计降雨量对应关系

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

注：当年径流总量控制率并非表中数值时，其设计降雨量可按直线插值法折算得出。

(2) 设计暴雨强度宜按表 8.2.2 计算：

表 8-2 暴雨强度公式

重现期 P (年)	公式
P=1	$q=1981.622/(t+7.069)^{0.650}$
P=2	$q=3148.618/(t+10.800)^{0.687}$
P=3	$q=3805.095/(t+11.981)^{0.699}$
P=5	$q=4617.550/(t+13.227)^{0.711}$
P=10	$q=5740.458/(t+14.543)^{0.729}$

式中：q—设计降雨强度[L/（s·hm²）]；

P—设计降雨重现期（a）；

t—降雨历时（min）。t=t₁+t₂，其中：t₁—汇水面汇水时间（min），视汇水距离长短、地形坡度和地面铺装情况而定（屋面一般取 5min，道路一般取 5min~15min）；t₂—雨水管渠内雨水流行时间（min）。在规划或方案设计阶段，t 可取 10min~15min。

(3) 设计流量宜按公式 8.2.3 计算：

$$Q = \psi_{zm} q F \quad (8.2.3)$$

式中，Q—设计流量（L/s）；

ψ_{zm} —综合流量径流系数，按附录 B 确定；

q—设计暴雨强度[L/（s·hm²）]，按表 8.2.2 计算；

F—汇水面积（hm²）。

(4) 面源污染总削减率宜按公式 8.2.4 计算：

$$C = \eta \frac{\sum F_i C_i}{F} \quad (8.2.4)$$

式中，C—面源污染总削减率；

η —年径流总量控制率；

C_i —各类单个海绵设施对固体悬浮物（SS）削减率，按附录 A 确定；

F —各类单个海绵设施汇水面积之和（ m^2 ），即 $F=\sum F_i$ ；

F_i —单个海绵设施的汇水面积（ m^2 ）。

注：计算 C 值时，对于雨水罐、蓄水池这类并非直接以汇水面方式承接降雨的海绵设施，应按其等效汇水面（即降雨在集蓄进入雨水罐或蓄水池之前所对应的汇水面）计算。但该等效汇水面与其他海绵设施汇水面不得重复计算。

（5）控制径流总量宜按公式 8.2.5 计算：

$$W = 10\psi_{zc}h_yF \quad (8.2.5)$$

式中， W —控制径流总量（ m^3 ）；

ψ_{zc} —综合雨量径流系数，按附录 B 确定；

h_y —设计降雨量（mm），按第 8.2.1 条确定；

F —汇水面积（ hm^2 ）。

8.3 规模计算

（1）以渗透为主要功能的海绵设施规模计算，应符合下列要求：

1）对于生物滞留设施、渗透塘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：

①渗透设施的渗透量，可按公式 8.3.1-1 计算：

$$W_p = \alpha K J A_s t_s \quad (8.3.1-1)$$

式中， W_p —渗透量（ m^3 ）；

α —综合安全系数，一般取 0.5~0.6；

K —土壤（原土）渗透系数（m/s），按附录 C 确定；

J —水力坡降，一般可取 $J=1$ ；

t_s —渗透时间，s，降雨历时期间的渗透历时，一般可取 2h；

降雨后渗透设施的有效调蓄容积内雨水渗透排空时间一般 $\leq 24\text{h}$ 。

A_s —有效渗透面积 (m^2)；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。

②渗透设施的有效调蓄容积，可按公式 8.3.1-2 计算：

$$V_s = V - W_p \quad (8.3.1-2)$$

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)；有效调蓄容积内蓄存雨水需在 24h 内排空；

V —渗透设施的进水量 (m^3)，按公式 8.2.5 计算；

W_p —降雨历时期间的渗透量 (m^3)，可按公式 8.3.1-1 计算。

③渗透设施的储存容积：

$$V_p = \frac{V_s}{n} \quad (8.3.1-3)$$

式中， V_p —渗透设施的储存容积 (m^3)；

V_s —渗透设施的有效调蓄容积 (m^3)，按公式 8.3.1-2 计算；

n —填料孔隙率。

2) 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，可通过参与综合雨量径流系数计算的方式，确定其规模。

(2) 以储存为主要功能的海绵设施（如雨水罐、蓄水池、雨水湿地）的储存容积，可按公式 8.3.2 计算：

$$V = 10\psi_{zc}h_yF \quad (8.3.2)$$

式中， V —储存容积 (m^3)；

ψ_{zc} —综合雨量径流系数，按附录 B 确定；

h_y —设计降雨量 (mm)，按第 8.2.1 条确定；

F —汇水面积 (hm^2)。

(3) 以调节为功能的海绵设施的规模计算，可按下列步骤进行：

1) 调节设施容积，可按公式 8.3.3 计算：

$$V = \text{Max}[\int_0^T (Q_{in} - Q_{out}) dt] \quad (8.3.3)$$

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)。

2) 调节设施容积的最终选定，宜综合考虑场地条件、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/出流流量过程线等因素，经建模及技术经济分析比较后合理确定。

(4) 具有储存和调节综合功能（即调蓄功能）的海绵设施（如湿塘、雨水湿地）规模计算，可按下列步骤进行：

1) 其规模分别按储存设施和调节设施的规模计算方法进行计算；

2) 取上述 1) 计算中的较大值，作为调蓄设施的最终规模。

(5) 以转输为主要功能的海绵设施（如植草沟）规模计算，可按下列步骤进行：

1) 根据总平面图布置植草沟，并划分各段的汇水面积；

2) 根据现行《室外排水设计规范》GB 50014 确定排水设计重现期，按公式 8.2.3 计算设计流量；

3) 以设计流量为基础，根据工程实际情况和海绵设施设计参数取值，确定

各设计参数。

（6）绿色屋顶的规模计算参照透水铺装的规模计算方法；人工土壤渗滤的规模根据设计净化周期和渗滤介质的渗透性能确定；植被缓冲带的规模计算，应根据实际场地空间条件确定。

附录 A 各类海绵设施对固体悬浮物（SS） 削减率

海绵设施类别	SS 削减率（%）
透水砖铺装	80~90
透水水泥混凝土	80~90
透水沥青混凝土	80~90
绿色屋顶	70~80
下沉式绿地	70~80
生物滞留设施	70~95
渗透塘	70~80
湿塘	50~80
雨水湿地	50~80
蓄水池	80~90
雨水罐	80~90
植草沟	35~90
渗管/渗渠	35~70
植被缓冲带	50~75
初期雨水弃流设施	40~60
人工土壤渗滤	75~95

注：1 本表数据主要来自现行《海绵城市建设技术指南（试行）——低影响开发雨水系统构建》（住建部）。

2 确定 SS 削减率数值时，与现行《海绵城市建设技术指南（试行）——低影响开发雨水系统构建》（住建部）中数据相比，本表中生物滞留设施未再区分简单型、复杂型，植草沟未再区分干式、湿式，下沉式绿地则比照绿色屋顶取值。

3 对于本表未列出的海绵设施，其 SS 削减率可参照采用本表中与之构造、功能类似的海绵设施的数值。

附录 B 径流系数

(1) 不同种类下垫面的径流系数见下表:

表 B-1 不同种类下垫面的径流系数

汇水面下垫面种类	雨量径流系数 ψ_c	流量径流系数 ψ_m
绿化屋面 (绿色屋顶, 基层厚度 $\geq 300\text{mm}$)	0.30~0.40	0.40
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.80~0.90	0.85~0.95
铺石子的平屋面	0.60~0.70	0.80
混凝土或沥青路面及广场	0.80~0.90	0.85~0.95
大块石等铺砌路面及广场	0.50~0.60	0.55~0.65
沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45~0.55	0.55~0.65
级配碎石路面及广场	0.40	0.40~0.50
干砌砖石或碎石路面及广场	0.40	0.35~0.40
非铺砌的土路面	0.30	0.25~0.35
绿地	0.15	0.10~0.20
水面	1.00	1.00
地下建筑覆土绿地 (覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$)	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地 (覆土厚度 $< 500\text{mm}$)	0.30~0.40	0.40
透水铺装地面	0.29~0.36	0.29~0.36

注: 1 一般而言, 汇水面下垫面透水性能越好, 则其径流系数越低。

2 上表数据来自现行《海绵城市建设技术指南 (试行) --低影响开发雨水系统构建》(住建部)和《建筑与小区雨水控制与利用工程技术规范》GB 50400。

(2) 综合径流系数 ψ_z 应按下列式计算:

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

式中, ψ_z —综合雨量径流系数 ψ_{zc} , 或综合流量径流系数 ψ_{zm} ;

F—汇水面各类下垫面的面积之和 (m^2), 即 $F = \sum F_i$;

F_i —汇水面各类下垫面的面积 (m^2);

ψ_i —不同种类下垫面的雨量/流量径流系数。

附录 C 土壤渗透系数

土壤层成分	土壤渗透系数 (m/s)
砂土	$>5.83 \times 10^{-5}$
壤质砂土	$1.70 \times 10^{-5} \sim 5.83 \times 10^{-5}$
砂质壤土	$7.20 \times 10^{-6} \sim 1.70 \times 10^{-5}$
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	$3.00 \times 10^{-8} \sim 1.41 \times 10^{-7}$

注：1 土壤渗透系数 K 主要由土壤性质决定。在现场原位实测 K 值，可采用立管注水法、圆环注水法，也可采用简易的土壤注水法等。实测中，须注意应取入渗稳定后的数据，而初始阶段快速渗透的水量数据应剔除。

2 特约定：渗透系数大于 1.20×10^{-6} 的砂土、壤质砂土、砂质壤土、壤土、粉质壤土、砂质黏壤土统称壤土；渗透系数不大于 1.20×10^{-6} 的粘壤土、粉质粘壤土、砂质粘土、粉质粘土、粘土统称软土。

本指引用词说明

为了便于在执行本指引条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

（1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

（2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

（3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

（4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

本指引中指明应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《室外排水设计规范》GB 50014-2006（2021 年版）
- 2 《城市居住区规划设计规范》GB 50180-93（2016 年版）
- 3 《城市排水工程规划规范》GB 50318-2017
- 4 《屋面工程技术规范》GB 50345-2012
- 5 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014
- 6 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400-2016
- 7 《城市绿地设计规范》GB 50420-2007（2016 年版）
- 8 《城市园林绿化评价标准》GB/T 50563-2010
- 9 《雨水集蓄利用工程技术规范》GB/T 50596-2010
- 10 《公园设计规范》GB 51192-2016
- 11 《种植屋面工程技术规程》JGJ 155-2013
- 12 《城市道路工程设计规范》CJJ 37-2012（2016 年版）
- 13 《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135-2009
- 14 《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188-2012
- 15 《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190-2012
- 16 《城市道路路基设计规范》CJJ 194-2013
- 17 《海绵城市建设技术指南（试行）——低影响开发雨水系统构建》（住建部，2014 年版）
- 18 《清远市中心城区海绵城市建设技术导则》
- 19 《清远市中心城区海绵城市建设技术图集》
- 20 《清远市中心城区排雨排污、防洪排涝、竖向专项规划》