

宁波市海绵城市规划设计导则 (试行)

2016 甬 SS-01

宁波市住房和城乡建设委员会
2016.10

宁波市海绵城市规划设计导则（试行）

2016 甬 SS-01

主编单位：宁波市城建设计研究院有限公司

参编单位：北京建工建筑设计研究院

宁波市气象台

批准单位：宁波市住房和城乡建设委员会

前 言

为贯彻落实 2015 年国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见，结合宁波市实际，深化、细化国家相关规范和技术指南的要求，指导和促进宁波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、建设标准、规划指引、设计指引、评估指引、典型设施、相关计算及附录。

本导则由宁波市住房和城乡建设委员会负责管理，由宁波市城建设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给以上单位，以供今后修订时参考。

本导则引用了《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》、北京市《雨水控制与利用工程设计规范》

（DB11/685-2013）及各相关地市海绵城市规划设计导则中的部分成果，在此一并表示感谢。

本导则主编单位：宁波市城建设计研究院有限公司

本导则参编单位：北京建工建筑设计研究院

宁波市气象台

本导则主要起草人员：姚吉 应京强 张稳妥 吴天明 王亦哲
宓益磊 冯华洋 陈发涛 王坤 丁烨毅

本导则主要审查人员：邵建惠 王思思 毛坤 忻建刚 蔡建明
赵萍 王贤萍

目 录

1 总则	1
2 术语	3
3 建设标准	8
3.1 一般规定	8
3.2 主要标准	9
3.3 建议性标准	9
4 规划指引	13
4.1 总体规划控制目标与编制要点	13
4.2 专项规划编制要点	13
4.3 详细规划编制要点	19
5 设计指引	21
5.1 一般规定	21
5.2 建筑与小区	22
5.3 城市道路	30
5.4 城市绿地及广场	34
5.5 城市水系	39
6 评估指引	43
7 典型设施	47
7.1 技术类型分类与选型	47
7.2 透水路面	48
7.3 生态滤水带	49

7.4 植草沟	52
7.5 绿色屋顶	55
8 相关计算	58
9.附录	73

1 总则

1.0.1 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，推动宁波市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。

1.0.2 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。

1.0.3 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，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。

1.0.4 本导则适用于指导宁波市海绵城市建设的理念和要求，[wss1]指导新建、改建、扩建项目中海绵城市相关内容的设计。海绵城市建设应与主体工程同时规划、同时设计、同时施工、同时使用。

1.0.5 宁波市海绵城市规划、设计应综合考虑地区排水防涝、水污染防治和雨水利用的需求。

1.0.6 各类项目的海绵城市建设应当体现宁波市的地域特点，并采用本地化的参数（设计雨型、土壤渗透系数等）和资源进行设计。

1.0.7 海绵城市设施规划设计中，应与项目相应的园林、建筑、给排水、水利、结构、道路、经济等相关专业相互配合，相互协调。

1.0.8 海绵城市建设应符合宁波市各层次城市规划的要求，并优先采用非工程性措施，海绵城市建设的各类工程措施之间应有效协同，与周边环境相协调，注重其景观效果。

1.0.9 海绵城市的各类工程设施应与市政排水系统合理衔接，且不

应降低市政雨水排放系统的设计标准，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数仍然应当按《室外排水设计规范》（GB50014）中的相关标准执行。

1.0.10 特殊污染源地区（地面易累积污染物的化工厂、制药厂、金属冶炼加工厂、传染病医院、油气库、加油加气站等）新建、改建、扩建项目，应采用以滞蓄、净化为主的海绵城市设施。如需建设雨水综合利用设施的，除适用本规划设计导则外，还应开展环境影响评价，避免对地下水造成污染。

1.0.11 陡坡坍塌、滑坡灾害易发的危险场所；对居住环境以及自然环境易造成危害的场所；其他有安全隐患场所不适用本规划设计导则。

1.0.12 海绵城市设施收集的回用雨水宜就地回用，水质应达到国家、地方相应的规定，并与用户需求相匹配的水质标准。

1.0.13 海绵城市设施应采取确保安全、使用和维护方便的措施。

1.0.14 本导则自批准公布之日起生效。随着宁波市海绵城市建设的推进和实践，应及时总结并对本导则内容进行逐步完善和优化。

1.0.15 海绵城市的规划设计，除满足本导则要求外，还应符合国家和宁波市现行相关标准、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。

2 术语

2.0.1 海绵城市 sponge city

海绵城市是指通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路和绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，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。

2.0.2 低影响开发（LID） low impact development

强调城镇开发应减少对环境的冲击，其核心是基于源头控制和延缓冲击负荷的概念，构建与自然相适应的城镇排水系统，合理利用景观空间和采取相应的措施对暴雨径流进行控制，减少城镇面源污染。

2.0.3 低影响开发设施 low impact development facilities

根据低影响开发原则设计的“渗、滞、蓄、净、用、排”等多种工程设施的统称，包括透水路面、渗井、渗渠、生物滞留设施、植草沟、下沉式绿地、屋顶绿化、调蓄池、人工湿地、植被缓冲带、砂滤系统等。

2.0.4 多年平均径流总量控制率 volume capture ratio of annual rainfall

根据多年日降雨量统计数据分析计算，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的雨水量占全年总降雨量的比例。

2.0.5 年径流污染削减率 annual runoff pollution removal rate

雨水经过预处理措施和低影响开发设施物理沉淀、生物净化等作用，场地内累计多年平均得到控制的雨水径流污染物总量占

多年平均雨水径流污染物总量的比例。

2.0.6 设计降雨量 design rainfall depth

为实现一定的多年平均径流总量控制目标（多年平均径流总量控制率），用于确定海绵城市设施设计规模的降雨量控制值，一般通过当地多年降雨资料统计数据获取，通常用日降雨量（mm）表示。

2.0.7 流量径流系数 discharge runoff coefficient

形成高峰流量的历时内产生的径流总量与降雨量之比。

2.0.8 雨量径流系数 volumetric runoff coefficient

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

2.0.9 雨水调蓄 stormwater detention ,retention and storage

雨水存储和调节的统称。

2.0.10 雨水储存 stormwater storage

在降雨期间储存未经处理的雨水。

2.0.11 雨水调节 stormwater detention

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

2.0.12 雨水滞蓄 stormwater retention

在降雨期间滞留和储存部分雨水以增加雨水的入渗、蒸发并收集回用。

2.0.13 下垫面 underlying surface

降雨受水面的总称，包括屋面、地面、水面等。

2.0.14 硬化地面 impervious pavement

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，

硬化地面不包括绿地、水面、屋面等下垫面。

2.0.15 面源污染 diffuse pollution

通过降雨和地表径流冲刷，将地表中的污染物带入受纳水体，使受纳水体遭污染的现象。

2.0.16 初期雨水径流 first flush

单场降雨初期产生的一定量的降雨径流。

2.0.17 土壤渗透系数 permeability coefficient of soil

单位水力坡度下水的稳定渗透速度。

2.0.18 下沉式绿地 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。

2.0.19 下沉式绿地率 depressed green ratio

下沉式绿地面积占绿地总面积的比例。

2.0.20 绿色屋顶（种植屋面） green roof

在高出地面以上，与自然土层不连接的各类建筑物、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。

2.0.21 绿色屋顶覆盖率 green roof ratio

绿色屋顶面积占屋顶总面积的比例。

2.0.22 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；路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。

2.0.23 透水路面率 proportion of permeable paving

透水地面占硬化地面的比例。

2.0.24 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。

2.0.25 透水铺装路面 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。

2.0.26 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、容许路表面雨水进入路面（或路基）的一类混凝土路面。

2.0.27 透水沥青混凝土路面 pervious asphalt pavement

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

2.0.28 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。

2.0.29 植草沟 grass swale

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流、净化雨水径流的设施。

2.0.30 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留、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：生态滤水带、雨水花园、雨水湿地等。生物滞留设施是广义下沉式绿地中的一种。

2.0.31 渗透弃流井 infiltration-removal well

具有一定储存容积和过滤截留功能，将初期径流雨水暂存并渗透至地下的装置。

2.0.32 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）。

2.0.33 渗透检查井 infiltration manhole

具有渗透能力和一定沉砂容积的管道检查维护装置。

2.0.34 渗透管渠 infiltration trench

具有渗透和转输功能的雨水管渠。

2.0.35 蓄水池 rainwater storage module

PP 模块、玻璃钢或钢筋砼及其他材料能存储雨水的灰色设施。

3 建设标准

3.1 一般规定

3.1.1 宁波市海绵城市的设计标准包括主要标准和建议性标准。其中，主要标准包括多年平均径流总量控制率和年径流污染削减率；建议性标准包括综合径流系数、单位硬化面积调蓄容积、下沉式绿地率、透水路面率、绿色屋顶覆盖率、排水标准、内涝防治标准、初期雨水径流污染控制标准、合流制溢流污染控制标准、雨水利用水质标准和雨水资源化等。

3.1.2 主要标准为本导则适用范围内所有新建、改建、扩建项目必须考虑的标准；建议性标准为项目规划设计时参考的标准，不做强制性要求。但需要通过各项措施的组合，达到多年平均径流总量控制率和年径流污染削减率的要求，也可因地制宜采取其他措施，达到规划设计要求。

3.1.3 海绵城市建设控制指标的选择，应根据建筑密度、绿地率、水域面积率等既有规划控制指标及土地利用布局、当地水文、水环境等条件合理确定。宁波市年径流总量控制目标可分为区域目标和地块目标，通过将区域目标分解至各地块，最终落实到用地条件或建设项目设计要点中，作为土地开发的约束条件。

3.1.4 对于径流总量大、红线内绿地及其他调蓄空间不足的用地，需统筹周边用地内的调蓄空间共同承担其径流总量控制目标时（如城市绿地用于消纳周边道路和地块内径流雨水），应将相关用地作为一个整体计算年径流总量控制率。

3.1.5 地块用地条件或建设项目要点尚未提出海绵城市相关规划

设计标准的，其目标值应按本章节的规定取值。

3.2 主要标准

3.2.1 多年平均径流总量控制率[wss2]

建筑与居住小区，新建不低于 80%，改建不低于 70%；

道路用地，新建不低于 75%，改建不低于 60%；

绿地及广场用地，新建不低于 90%，改建不低于 85%。

3.2.2 年径流污染削减率

城市径流污染物中，SS 往往与其他污染物指标具有一定的相关性，因此，一般采用 SS 作为径流污染物的控制指标。

年径流污染削减率=年径流总量控制率×海绵城市设施对 SS 的平均去除率。

水质目标为 II 类、III 类的水系流域，其年径流污染削减率（一般以年 SS 总量去除率计）不低于 65%[wss3]。

水质目标为 IV 类水系流域，其年径流污染削减率（一般以年 SS 总量去除率计）不低于 60%。

其他区域，其年径流污染削减率（一般以年 SS 总量去除率计）不低于 60%。

3.3 建议性标准

3.3.1 综合径流系数

下垫面的径流系数经加权平均可得建设项目用地的综合径流系数，具体公式如下：

$$\Psi = \sum (F_i) \times \Psi_i / F$$

式中： ψ —综合径流系数； F —建筑小区用地总面积； F_i —各下垫面面积； ψ_i —各下垫面径流系数。

对城市主要集中用地的综合径流系数不宜大于 0.6，旧城区改造区域，可结合实际情况适当放宽要求。

3.3.2 单位硬化面积调蓄容积

对于政府投资的新建的公共建筑，单体屋面正投影面积超过 2000m² 的，每 1000m² 硬化面积，应配建不小于 25m³ 的雨水调蓄设施。

1 居住区项目，硬化面积指屋顶硬化面积+硬化地面面积，屋顶硬化面积按屋顶（不包括实现绿化的屋顶）的投影面积计；非居住区项目，硬化面积=建设用地面积-绿地面积（包括实现绿化的屋顶）-透水路面用地面积。

2 雨水调蓄设施包括具有调蓄空间的景观水体、降雨前能及时排空的雨水收集池、雨水罐、雨水调蓄池等，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/渠等）的渗透量应计入总调蓄容积。

3 调节塘、调节池对径流总量削减没有贡献，其调节容积不应计入总调蓄容积；转输型植草沟、渗管/渠、初期雨水弃流、植被缓冲带、人工土壤渗滤等对径流总量削减贡献较小的设施，其调蓄容积也不计入总调蓄容积。

4 透水路面和绿色屋顶仅参与综合雨量径流系数的计算，其结构内的空隙容积一般不再计入总调蓄容积。

5 受地形条件、汇水面大小等影响，设施调蓄容积无法发挥径流总量削减作用的设施（如较大面积的下沉式绿地，往往受坡度

和汇水面竖向条件限制，实际调蓄容积远远小于其设计调蓄容积)，以及无法有效收集汇水面径流雨水的设施具有的调蓄容积，不计入总调蓄容积。

3.3.3 下沉式绿地率

既有居住区改造中，对有条件的居住区经论证后实施下沉式绿地改造；新建区域，下沉式绿地率不宜低于 30%。

3.3.4 透水路面率

既有居住区改造，除机动车道以外的硬化地面，透水路面率不宜低于 30%；新建居住区，除机动车道以外的硬化地面，透水路面率不宜低于 50%。改建道路人行道透水路面率不宜低于 30%，新建道路人行道透水路面率不宜低于 50%。

3.3.5 绿色屋顶覆盖率

新建区建筑绿色屋顶覆盖率不宜低于 10%。

3.3.6 管渠排水标准

对于雨水管渠设计重现期，新建、改建排水系统按表 3-1 执行，现状建成区域的雨水排放系统一般维持现状，重点区域及低洼严重积水区域需通过专项研究确定改造方案。

表 3-1 雨水管渠设计重现期取值表[WSS4]

城区类型	中心城区	非中心城区	重要地区	地下通道和下沉式广场等
重现期	3~5	2~3	5~10	30~50

注：城市重要地区主要包括城市总体规划确定的城市主中心、城市副中心、城市应急通道和城市重要交通、市政基础设施。

3.3.7 内涝防治标准

内涝防治设计重现期用于进行城镇内涝防治系统设计的暴雨重现期，使地面、道路等地区的积水深度不超过一定的标准。地面积水设计标准包括居民住宅、工商业建筑的底层不进水和道路中一条车道的积水深度不超过 15cm 两方面。

宁波市中心城的城市内涝防治设计重现期 50 年，其他区域参照相关规范条例的规定。

3.3.8 合流制溢流污染控制

非降雨时段，合流制管渠不得有污水直排水体。对于宁波市区截流倍数，建议排三江管道取 1-2，排内河管道取 3-4，但也需结合污水系统的接纳能力及受纳水体的保护要求综合考虑确定。同时，对于溢流污染应结合场地条件选择调蓄池或自然生态处理方式予以控制。

3.3.9 雨水利用水质标准

雨水利用水质标准根据实际用途确定，应符合国家现行的相关标准规定。

3.3.10 雨水资源化利用

海绵城市建设应鼓励开展雨水资源利用，区域规划控制指标中雨水资源利用率不宜低于 5%。

建筑与小区系统中，宜对屋面雨水进行收集回用，新建住宅、公建和改建公建项目的雨水资源化利用率不宜低于 5%，规划用地面积 2ha 以上的新建公建应配套建设雨水收集利用设施。

绿地系统中，新建绿地项目的雨水资源利用率不宜低于 10%，改建绿地项目的雨水资源利用率不宜低于 5%。

4 规划指引

4.1 总体规划控制目标与编制要点

4.1.1 保护水生态敏感区。应将河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区纳入城市规划区中的非建设用地（禁建区、限建区）范围，划定城市蓝线。

4.1.2 合理控制不透水面积。合理设定不同性质用地的绿地率、透水路面率等指标，防止土地大面积硬化。

4.1.3 合理控制地表径流。根据地形和汇水分区特点，合理确定雨水排水分区和排水出路，保护和修复自然径流通道，延长汇流路径，优先采用雨水花园、湿塘、雨水湿地等低影响开发设施控制径流雨水。

4.1.4 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目标。

4.2 专项规划编制要点

4.2.1 生态规划

低影响开发强调“自然积存、自然渗透、自然净化”的生态理念，是生态城市建设的重要补充，生态城市规划应包含低影响开发理念。具体要点如下：

1 依据城市总体规划划定城市水源地、河流、湖泊、湿地、森林等生态保护区，明确保护要求。

2 运用更为自然生态的绿色设施，实现城市径流雨水的自然渗透、净化、调蓄作用，维持开发建设前后的用地水文特征基本不变，保护城市生态功能，逐步完善可持续、健康的生态城市系统构建。

4.2.2 城市水系规划

城市水系是城市径流雨水自然排放的重要通道、受纳体及调蓄空间，与低影响开发雨水系统联系紧密。具体规划要点如下：

1 依据城市总体规划划定城市水域、岸线、滨水区，明确水系保护范围，划定水生态敏感区范围并加强保护，确保开发建设后的水域面积应不小于开发前，已破坏的水系应逐步恢复。

2 城市水系规划应尽量保护与强化其对径流雨水的自然渗透、净化与调蓄功能，优化城市河道（自然排放通道）、湿地（自然净化区域）、湖泊（调蓄空间）布局与衔接，与城市总体规划、排水防涝规划同步协调，实现自然、有序排放与调蓄。

3 城市水系规划应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，并衔接控制性详细规划，明确水系及周边地块低影响开发控制指标。

4.2.3 绿地规划

城市绿地是构建低影响开发雨水系统的重要场地及约束条件。在绿地系统规划时需兼顾低影响开发控制指标考虑各种雨水设施的规划，在满足绿地生态、景观、游憩和其他基本功能的前提下，对绿地自身及周边硬化区域的径流进行渗透、调蓄、净化，并与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统相衔接，规划要点如下：

1 提出不同类型绿地的低影响开发控制目标和指标。根据绿地的类型和特点，明确公园绿地、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、控制指标（如下沉式绿地率及其下沉深度等）和适用的低影响开发设施类型。

2 合理确定城市绿地系统低影响开发设施的规模和布局。应统筹水生态敏感区、生态空间和绿地空间布局，落实低影响开发设施的规模和布局，充分发挥绿地的渗透、调蓄和净化功能。

3 城市绿地应与周边汇水区域与排放系统有效衔接。在明确周边汇水区域汇入水量，提出预处理、溢流衔接等保障措施的基础上，通过平面布局、地形控制等多种方式，与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统有效衔接。

4 应符合园林植物种植及园林绿化养护管理技术要求。可通过合理设置绿地下沉深度和溢流口、局部换土或改良增强土壤渗透性能、选择适宜乡土植物和耐淹植物等方法，避免植物受到长时间浸泡而影响正常生长，影响景观效果。

5 合理设置预处理设施。径流污染较为严重的地区，可采用初期雨水弃流、沉淀、截污等预处理措施，在径流雨水进入绿地前将部分污染物进行截流净化。

6 充分利用多功能调蓄设施调蓄排放径流雨水。有条件地区可因地制宜规划布局占地面积较大的低影响开发设施，如湿塘、雨水湿地等，通过多功能调蓄的方式，对较大重现期的降雨进行调蓄排放。

4.2.4 排水防涝规划

低影响开发雨水系统是城市内涝防治综合体系的重要组成，

应与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统同步规划设计。城市排水系统规划、排水防涝综合规划等相关排水规划中，应结合当地条件确定低影响开发控制目标与建设内容，并满足《城市排水工程规划规范》(GB50318)、《室外排水设计规范》(GB50014)等相关要求，要点如下：

1 明确低影响开发径流总量控制目标与指标。通过对排水系统总体评估、内涝风险评估等，明确低影响开发雨水系统径流总量控制目标，并与城市总体规划、详细规划中低影响开发雨水系统的控制目标相衔接，将控制目标分解为单位面积控制容积等控制指标，通过建设项目的管控制度进行落实。

2 确定径流污染控制目标及防治方式。应通过评估、分析径流污染对城市水环境污染的贡献率，根据城市水环境的要求，明确径流污染控制方式并合理选择低影响开发设施。

3 明确雨水资源化利用目标及方式。应根据当地水资源条件及雨水回用需求，确定雨水资源化利用的总量、用途、方式和设施。

4 与城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统有效衔接。应最大限度地发挥低影响开发雨水系统对径流雨水的渗透、调蓄、净化等作用，低影响开发设施的溢流应与城市雨水管渠系统或超标雨水径流排放系统衔接。

5 优化低影响开发设施的竖向与平面布局。应利用城市绿地、广场、道路等公共开放空间，在满足各类用地主导功能的基础上合理布局低影响开发设施，并衔接其他内涝防治设施的平面布局与竖向，共同组成内涝防治系统。

4.2.5 道路交通规划

城市道路是径流及其污染物产生的主要场所之一，城市道路交通专项规划应落实低影响开发理念及控制目标，减少道路径流及污染物外排量，规划要点如下：

1 道路红线内绿地及开放空间在满足景观效果和交通安全要求的基础上，应充分考虑承接道路雨水汇入的功能，通过建设下沉式绿地、渗透铺装等低影响开发设施，提高道路径流污染及总量等控制能力。

2 提出各等级道路低影响开发控制目标，提高道路径流污染及总量等控制能力。道路交通规划应提出不同等级道路低影响开发控制目标，指导低影响开发设施的落实。在满足道路交通安全等基本功能的基础上，结合道路横断面和排水方向，充分考虑承接道路雨水汇入的功能，通过建设下沉式绿地、渗透铺装等低影响开发设施，提高道路径流污染及总量等控制能力。

3 协调道路红线内外用地空间布局与竖向。道路红线内绿化带不足，不能实现低影响开发控制目标要求时，可由政府主管部门协调道路红线内外用地布局与竖向，综合达到道路及周边地块的低影响开发控制目标。

4 道路交通规划应规范体现低影响开发设施。涵盖城市道路横断面、纵断面设计的专项规划，应在相应图纸中表达低影响开发设施的基本选型及布局等内容，并合理确定低影响开发雨水系统与城市道路设施的空间衔接关系。有条件的地区应编制专门的道路低影响开发设施规划设计指引，明确各层级城市道路（快速路、主干路、次干路、支路）的低影响开发控制指标和控制要点，以指导道路低影响开发相关规划和设计。

4.2.6 城市防洪规划

建设大面积分散的渗蓄低影响开发设施能够有效的降低峰值流量并延缓径流峰值时间，进而降低城市防洪压力，并且可净化径流雨水，改善城市河道水质。具体规划要点如下：

1 安全优先，“灰绿”结合，协调共治。在满足城市防洪的优先条件下，宜采用“灰绿”结合设施（即分散式源头控制低影响开发设施与传统防洪堤、泵站等灰色基础设施），提高洪水调蓄能力，降低洪水灾害风险。

2 构建以储为主，渗排结合的新型雨水系统。城市化形成大量硬化下垫面，造成了洪量增大，洪涝灾害频发。城市内可以建立以储为主、渗排结合的新型雨水排放系统。在增加市绿地，提高城市下垫面透水性的前提下，利用城市绿地储存部分暴雨径流，雨水经过植被和土壤层的渗透、滞留等多重净化后可作为城市再生水源，也可恢复地下水的补充来源，多余的雨水可通过市政管网向河流排放。新型雨水排放系统可以延缓径流时间、削减洪峰流量，同时其环保的作用也不可忽视。

3 维持防洪设施生态水文特征。传统城市水系治理中多采用水泥护堤衬底，破坏了水、土、生物间形成的物质和能量循环系统。应尽量采取天然堤岸以及蜿蜒河道方式，形成丰富多样的生境组合，为多种水生植物和生物提供了适宜的生存环境，保证了河道的生态功能。

降低河道、水库等防洪设施径流污染。水质污染导致城市河流及其两岸的生物多样性下降，特别是一些对人类有益的或有潜在价值的物种消失。径流污染是城市河道、水库污染的重要来源，

需通过生物滞留、初期雨水截污等低影响开发设施加强面源污染控制，严格控制城市水体污染城市河道的生态功能及城市景观，保证城市河道的生态功能。

4.2.7 环境保护规划

雨水径流水质控制是保护城市水系水质重要措施，而我国目前环境保护规划中还没有对雨水径流污染进行控制的具体要求，这将对环境保护规划的一个重要补充。城市水源地、湿地、森林、湖泊、河流等敏感区域应与生态功能保护区域相衔接，饮用水源地保护、水环境综合治理、生态保护与建设等重点领域应体现低影响开发理念。

4.3 详细规划编制要点

详细规划（控制性详细规划、修建性详细规划）应落实城市总体规划及相关专项（专业）规划确定的低影响开发控制目标与指标，因地制宜，落实涉及雨水渗、滞、蓄、净、用、排等用途的低影响开发设施用地；并结合用地功能和布局，分解和明确各地块单位面积控制容积、下沉式绿地率及其下沉深度、透水路面率、绿色屋顶率等低影响开发主要控制指标，指导下层级规划设计或地块出让与开发。

4.3.1 控制性详细规划

控制性详细规划应协调相关专业，通过土地利用空间优化等方法，分解和细化城市总体规划及相关专项规划等上层级规划中提出的低影响开发控制目标及要求，规划要点如下：

1 明确各地块的低影响开发控制指标。地块的低影响开发控制

指标可按城市建设类型（已建区、新建区、改造区）、不同排水分区或流域等分区制定。结合建筑密度、绿地率等约束性控制指标，提出各地块的单位面积控制容积、下沉式绿地率及其下沉深度、透水路面率、绿色屋顶率等控制指标。有条件的控制性详细规划也可通过水文计算与模型模拟，优化并明确地块的低影响开发控制指标。

2 合理优化地表径流路由。统筹协调开发场地内建筑、道路、绿地、水系等布局和竖向，使地块及道路径流有组织地汇入周边绿地系统和城市水系，并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统相衔接，充分发挥低影响开发设施的作用。

3 统筹落实和衔接各类低影响开发设施。根据各地块低影响开发控制指标，合理确定地块内的低影响开发设施类型及其规模，做好不同地块之间低影响开发设施之间的衔接，合理布局规划区内占地面积较大的低影响开发设施。

4.3.2 修建性详细规划

修建性详细规划应按照控制性详细规划的约束条件，落实具体的低影响开发设施的类型、布局、规模、建设时序、资金安排等，确保地块开发实现低影响开发控制目标。要点如下：

1 多部门协调配合。绿地、建筑、排水、结构、道路等相关专业相互配合，采取有利于促进建筑与环境可持续发展的设计方案，落实具体低影响设施类型、布局、规模等。

2 细化、落实上位规划确定的低影响开发控制指标。可通过水文、水力计算或模型模拟，明确建设项目的控制模式、比例及量值（下渗、储存、调节及弃流排放），以指导地块开发建设。

5 设计指引[wss5]

5.1 一般规定

5.1.1 符合本导则适用范围的建设项目应在方案设计、施工图设计等工程设计阶段应开展海绵城市设施的分项设计。

海绵城市设施设计宜按以下五个部分编制：

- 1 项目分析
- 2 海绵城市设施规模确定
- 3 工程性设施设计
- 4 工程量及投资概算（可并入工程量及总投资概算）
- 5 施工及维护说明

5.1.2 工程性设施设计宜明确下列内容：

确定工程性海绵城市设施的整体布局

- 1 设施的形式
- 2 设施的地形、地质适用性
- 3 设施的径流水质要求及预处理设施
- 4 设施采用在线型或离线型设计
- 5 设施的组合形式
- 6 设施的尺寸设计
- 7 设施的构造及各构造设计
- 8 各构造的材料要求
- 9 设施的检视及维护设施
- 10 设施对景观等其他专业的要求

5.1.3 设计原则

海绵城市的设计应遵循以下几个原则：

- 1 水敏感性地区保护优先
- 2 尊重自然，顺应自然，结合自然
- 3 生态型设施优先
- 4 高效、经济、美观
- 5 源头、小型、分散的设施优先
- 6 低成本、易维护的设施优先
- 7 尽可能减小不透水面积
- 8 使用低影响开发设施对不透水地面进行分割

5.2 建筑与小区

5.2.1 一般规定

1 建筑与小区海绵性设计的主要目的是削减外排雨水峰值流量和径流总量，减少雨水径流污染，实现雨水的资源化利用。海绵性设计内容应满足相关规划或规定的指标要求。

2 建筑与小区的低影响开发系统应结合建筑与小区的地形、地质情况、规划指标、多年平均径流总量控制率指标、相邻市政设施、河湖水系和绿地广场等要素统一规划设计。

3 雨水设计标准应与市政规划相协调。设有海绵性设施的建设用地，应设外排雨水设施，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，外排设施标准应不低于《室外排水设计规范》（GB 50014）中的相关标准。

4 建设用地竖向设计应满足雨水控制与利用的要求，新建小区应进行地面标高控制，防止区域外雨水流入，并引导雨水按规划要求排出。

5 建筑屋面应采用对雨水无污染或污染较小的材料，不得采用沥青或沥青油毡。有条件时宜采用绿化屋面，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。

6 符合透水条件的人行道、非机动车道及广场庭院等应采用透水路面结构。

7 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性设施。

8 小区道路、广场及建筑物周边绿地应采用下沉式做法，并采取将雨水引至绿地的措施。

9 地下建筑的出入口及通风井等出地面构筑物的敞口部位，应高于周边道路中心标高 300mm，并采取防止被雨水淹没的措施。

10 新建工程的附属设施应和海绵工程相结合。景观水体、草坪绿地和低洼地应具有雨水储存或调节功能；人工湖景观区域可建成集雨水调蓄、水体净化和生态景观为一体的多功能生态水体。

11 建筑与小区的径流总量控制无法满足要求，或项目有雨水回用要求时，应按照《建筑与小区雨水利用工程技术规范》设置雨水回用系统。

5.2.2 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，明确本地块海绵城市控制目标与指标要求；

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

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

5.2.3 技术措施

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。

建筑与小区的海绵系统建设应采取入渗、滞蓄系统；收集回用系统；调节系统之一或其组合，可采用的海绵性设施主要有：

渗：包括透水路面、渗井、渗透管等；

滞：下沉式绿地、生物滞留、绿色屋顶等；

蓄：雨水罐、景观水体、雨水储存模块、雨水调蓄池等；

净：雨水花园、一体式净化设备、初期雨水弃流设施等；

用：浇灌回用、道路浇洒、景观水体补给等；

排：植草沟、管渠等。

2 建筑与小区海绵性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罐，并溢流进入下沉式绿地，雨水罐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，应利用透水路面、下沉式绿地、渗透管、雨水花园等设施对径流进行净化、消纳，溢流雨水可就近排入雨水管道。在雨水口可设置截污挂篮、旋流沉砂等设施截留污染物。

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。

3 建筑与小区宜优先采用雨水入渗、滞蓄系统，地下建筑顶面的透水路面及绿地宜增设渗透设施；具有大型屋面的建筑宜设雨水收集回用系统，收集屋面雨水，回用于绿地浇灌、场地清洗等。

4 绿色屋顶适用于结构安全、符合防水条件的平屋顶和坡度不大于 15 度的坡面顶建筑，优先布置在多层建筑及面积较大的建筑裙楼。改造建筑与小区可根据建筑条件考虑采用绿色屋顶。

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。

绿色屋顶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。

5 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、分散的海绵性设施，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。

6 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，屋面弃流径流厚度可采用 2~3mm，地面弃流可采用 3~5mm，市政路面取 4~8mm。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。

7 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、室外庭院应采用透水路面。

8 建筑与小区道路两侧及广场宜采用植草沟等地表排水形式

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（GB50014）》中相应标准进行设计。

9 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；雨水口应设截污挂篮、环保雨水口等措施。

10 区块内雨水排出口末端应设置物理截污设施，截污设施可采用截污格栅等。条件允许时，雨水排出口宜采取雨水塘、雨水湿地、生物浮岛等生态存储净化设施。

11 建筑与小区内绿地宜采用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；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。

12 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。

13 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。

14 建筑与小区应根据条件设置雨水调蓄设施，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、蓄水砌块水池、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，塑料模块外围应包有土工布层。

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。景观水体四周种植耐湿植物，雨水径流进入水体前须经过净化处理。水体调蓄水量可用作小区绿地灌溉用水、道路浇洒用水及中央空调冷却水等。

15 雨水入渗设施宜根据汇水面积、地形、土壤地质条件等因素选用透水路面、洼地、渗渠、渗沟、渗井、渗排一体化等设施或组合。绿地内表层土壤入渗能力不足时，可增设人工渗透设施。雨水入渗系统设计应满足下列要求：

1) 采用土壤入渗时，土壤渗透系数宜大于 10^{-6}m/s ，且地下水

位距渗透面高差大于 1.0m;

2) 地下建筑顶面覆土层厚度不大于 600mm, 且设有排水片层或渗排水管时, 可计为透水路面;

3) 除地面入渗外, 雨水入渗设施距建筑物基础不宜小于 3m;

16 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。

17 雨水收集利用系统的汇水面选择应遵循下列原则:

1) 尽量选择污染较轻的屋面、广场、硬化地面、人行道、绿化屋面等汇流面, 对雨水进行收集。

2) 厕所、垃圾堆、工业污染地等污染场所雨水不应收集回用。

3) 当不同汇流面的雨水径流水质差异较大时, 应分别收集与存储。

18 雨水收集回用系统应设置水质净化设施, 净化设施应根据出水水质要求, 并经经济技术比较后确定。雨水回用用途应根据可收集量和回用水量、用水时段及水质要求等因素综合考虑确定。宜“低质低用”或按下列次序选择

1) 景观用水;

2) 绿化用水;

3) 循环冷却用水;

4) 路面、地面冲洗用水;

5) 冲洗汽车用水;

6) 其他。

5.2.4 安全要求

1 建筑与小区的海绵性设施建设应在确保安全的前提下进行，不应对人身安全、建筑安全、地质安全、地下水水质、环境卫生等造成不利影响。

2 雨水入渗系统不得对建筑基础、道路路基等的安全性构成影响。下列场所不得采用雨水入渗系统：

- 1) 入渗可能导致陡坡坍塌、滑坡灾害的危险场所；
- 2) 对居住环境以及自然环境构成危害的场所；
- 3) 湿陷性黄土、膨胀土和高含盐等特殊土壤地质场所。

3 有雨水入渗系统的区域，应适当加强建筑墙体、地下室顶板等的防渗措施。

4 建筑与小区内下沉式绿地、雨水花园等附近应有相应的警示标识。

5 建筑与小区的景观水体、调蓄池等水体深度应满足有关规范要求，一般不应大于 0.5m，当水体深度大于 0.5m 时必须设置防护措施。

6 海绵性设施所选植被的根系不得对防水层、基础构造层的安全稳定性构成不利影响。

7 地面易累积污染物的化工厂、制药厂、金属冶炼加工厂、医院、油气库等特殊污染源地区，应采取以滞蓄、净化为主的设施，防止雨水污染地下水。

8 收集雨水及其回用水严禁与生活饮用水管道相连接。雨水回用系统应采取防止误饮用措施。雨水供水管外壁应按设计规定涂色或标识。当设有取水口时，应设锁具或专门开启工具，并有明显的“雨水”标识。

5.3 城市道路

5.3.1 一般规定

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、海绵性设施与常规排水系统衔接设计。

2 城市道路应在满足道路基本功能的前提下达到相关规划提出的海绵城市控制目标与指标要求。为保障城市交通安全，在海绵性设施的建设路段，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。

3 城市道路海绵性设施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，达到相关规划提出的海绵城市控制目标与指标要求。

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海绵性设施进行处理。

5 当城市道路（车行道）径流雨水排入道路红线内、外绿地时，在海绵性设施前端，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海绵性设施的影响。

6 在满足同等道路功能的前提下，道路横断面设计应充分考虑海绵性设施建设需求，优先选用含绿化带的横断面形式。道路横断面设计应优化道路横坡坡向、坡度，充分考虑路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系，便于雨水径流汇入。

7 道路海绵性设施应通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统

相衔接，保证上下游排水系统的顺畅。规划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，并与区域整体内涝防治系统相衔接。

8 易积水路段可利用道路周边洼地与公共用地的地下空间建设调蓄设施，雨水调蓄设施应与市政工程管线设计相协调。

9 城市道路穿越水源保护区或其他对水质要求较高的水域时，宜结合道路竖向及断面形式，布置初期雨水弃流设施或对雨水径流污染具有较强净化功能的海绵性设施。

10 现状道路改造时，应对人行道、绿化带进行海绵性改造。条件允许时，宜对现状道路横断面进行优化设计。

5.3.2 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 确定项目海绵城市控制目标与指标要求；
- 3 海绵性方案设计；技术选择与设施平面布置；
- 4 汇水区雨水分析；水文、水力计算、土壤分析；
- 5 项目海绵性设施规模确定；
- 6 城市道路标准横断面竖向设计，绿地内竖向设计；
- 7 项目方案比选、技术经济分析。

5.3.3 技术措施

1 城市道路海绵性设施的选用，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：透水路面；下沉式绿地；简易型、复杂型生物滞留设施；渗井等。

2) 储存设施：雨水湿地；湿塘等。

3) 调节设施：调节塘；调节池等。

4) 转输设施：植草沟（干式、湿式、转输型）等。

5) 截污净化设施：植被缓冲带；初期雨水弃流设施（池、井）等。

2 新建、改扩建城市道路，车行道可采用透水沥青混凝土路面或透水水泥混凝土路面，人行道可采用透水铺装路面，透水路面设计应满足国家有关标准规范的要求。

3 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。

4 道路红线内的中央分隔带或机非分隔带宜建设为下沉式绿地、植草沟和生物滞留设施；道路周边绿地宜建设植草沟、生物滞留设施、雨水塘和人工湿地；行道树树池宜设计为生态树池，人行道部分雨水可引入树池内。

5 道路范围内中央分隔带或机非分隔带应适当做成下沉式。坡度较大的路段，应采用梯田式绿化带。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。

6 城市道路绿化带内海绵性设施（如下沉式绿地、雨水湿地、雨水花园、湿塘、植草沟），应采取必要的侧向防渗措施，防止雨水径流下渗对道路路面及路基的强度和稳定性造成破坏。对于底部不适宜下渗的路段，还应采取底部防渗措施。

7 采用渗管（渠）时应采用透水土工布外包处理，防止管渠堵塞。

8 大型立交绿地内宜采用下沉式绿地、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至绿地内。

9 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。

10 下穿立交区的排水形式应采用泵站排水与调蓄相结合的方式，雨水调蓄设施宜结合雨水泵站的前池进行建设。

11 海绵性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，宜选择耐淹、耐污、耐旱等能力较强的本土植物。

12 设计道路宜采用孔口路牙、格栅路牙或其他形式，确保道路雨水径流能够顺利流入道路红线内绿化带，人行道雨水通过表面径流、透水路面排至下沉式绿地、渗管（渠）等。

路缘石开口的设计要点如下：

1) 路缘石的开口形式可以为垂直开口或者 45 度倒角开口。

2) 路缘石开口的底部应该朝向海绵性设施，确保雨水能够顺利进入。

3) 路缘石开口入口处应设置消能设施，以防止侵蚀。

4) 对于需要跨越步行通道的路缘石开口，应采取加盖等防护措施。

13 管道集中入流方式进入海绵性设施的，入口处应采取散流和消能措施，具体的方式包括：前池溢流、卵石或者碎石、围堰、弯头消能；

14 雨水口宜设于绿化带内，雨水口高程宜高于绿地而低于路面；雨水口宜采用环保型雨水口，雨水口内宜设截污挂篮；

15 雨水排出口处应设置物理截污设施，可采用截污格栅、初期弃流、旋流沉砂等设施。周围场地条件充足的雨水排出口宜采取雨水塘、雨水湿地、生物浮岛等措施，经上述设施滞留净化后再排入受纳水体。

16 路面雨水宜首先汇入道路红线内绿化带，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海绵性设施进行处理。当红线内绿地空间充足时，也可利用红线内海绵性设施处理道路红线外空间的雨水径流。

17 市政道路沿线可因地制宜建设雨水调蓄设施。天然河道、湖泊等自然水体应成为雨水调蓄设施的首选；也可在道路沿线适宜位置建设雨水调蓄池。土地条件许可时，道路沿线可建设雨水湿地滞洪区，道路雨水可引入其中处理、储存。雨水湿地滞洪区应兼有雨水处理、调蓄、储存的功能。

18 道路雨水收集处理后优先用于道路周边绿化浇灌及路面冲洗。

5.4 城市绿地及广场

5.4.1 一般规定

1 城市绿地及广场应在满足自身功能条件下（如吸热、吸尘、降噪等生态功能，为居民提供游憩场地和美化城市等功能），充分利用大面积的绿地与景观水体，设置雨水渗滞、调蓄、净化为主要功能的海绵性设施，消纳自身及周边区域雨水径流，达到相关规划提出的控制目标与指标要求。

2 规划承担城市排水防涝功能的城市绿地与广场，其总体布

局、规模、竖向设计应与城市内涝防治系统相衔接。条件允许时，城市广场可设计为下沉式广场，作为超标降雨的调蓄空间。在符合景观要求和微地形设计的基础上，城市绿地宜做成下沉式，以消减峰值流量，延缓峰值时间，净化雨水径流。

3 城市绿地中的景观水体、草坪绿地和低洼地的建设宜和海绵城市建设要求相衔接，设计为集雨水调蓄、净化和生态景观为一体的多功能生态设施。

4 城市绿地及广场应通过雨水湿地、湿塘等集中调蓄设施，消纳自身及周边区域的径流雨水，构建多功能调蓄水体/湿地公园，并通过调蓄设施的溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统相衔接。

5 城市绿地与广场内湿塘、雨水湿地等雨水调蓄设施应采取水质控制措施，利用雨水湿地、生态堤岸等设施提高水体的自净能力。

6 在场地条件允许的地块，可将绿地周边道路和地块的雨水径流引入绿地进行处理和调蓄，其汇水区范围应结合绿地的面积、场地竖向和周边的河流水系等要素进行划定。周边区域雨水径流进入城市绿地内的生物滞留设施、雨水湿地前，应利用沉淀池、前置塘、植草沟和植被过滤带等设施对雨水径流进行预处理。

7 城市广场和地面公共停车场的硬化地面应优先选用透水路面，并配建雨水调蓄设施，对经过分隔绿带和透水路面等海绵性设施过滤、净化后的雨水进行收集。绿地与广场建成后必须优先采用收集净化后的雨水或就地取用河水作为浇灌、路面冲洗用水及景观补充用水，严格限制使用自来水。

8 海绵性设施内植物宜根据设施水分条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐淹、耐污、耐旱等能力较强的乡土植物。

9 湿塘、雨水湿地、景观湖和下沉式广场等调蓄设施应建设预警标识和预警系统，保障暴雨期间人员的安全撤离，避免事故的发生。

5.4.2 设计流程

1 依据规划明确项目的海绵城市控制目标与指标要求；

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性措施的规模和雨水利用总量。

4 结合上述分析，因地制宜，选用适宜的海绵性设施，确定其建设形式和布局；

5 根据海绵性设施的内容和规模，复核海绵指标。

5.4.3 技术措施

1 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性设施，针对城市绿地及广场的绿地、景观水体、低洼地、硬化地面、内部道路等各方面设计，可以采取的主要设施包括：透水路面、下沉式绿地、生物滞留设施、渗井（管）、生态驳岸、蓄水池、植草沟等。

2 透水路面

1) 城市绿地内的硬化地面应采用透水路面入渗，根据土基透水性可采用半透水和全透水路面结构。

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路面，人行步道必须采用透水路面。

3) 非透水路面周边应设有收水系统或渗井。

3 下沉式绿地

下沉式绿地设计，应符合下列要求：

- 1) 宜选用耐淹、耐污、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，保证暴雨时径流的溢流排放。
- 4) 与硬化地面衔接区域应设有缓坡处理。
- 5) 与非透水路面之间应做防水处理。

防护绿地应根据江河、湖泊、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。

4 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，盖算、溢流井和渗井等。溢流设施顶部一般应低于汇水面 100mm。

4) 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。

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。

5 水体

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。

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。

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。

6 蓄水池

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。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。蓄水池应设有净化设施。

7 植草沟

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。

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

植被缓冲带适用于公园绿地、防护绿地的临水区域。

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。

防护绿地内临水区域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。

5.5 城市水系

5.5.1 一般规定

1 城市水系海绵性设计对象包括城市江河、湖泊。

2 根据蓝线规划，保护现状河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等城市自然水体。对于硬质护岸和河床的河道，在满足防洪安全的前提下，应结合城市用地布局，进行生态修复和恢复。

3 根据城市水系的功能定位、水环境功能区划、岸线及滨水区利用情况，充分利用滨河绿带、护岸、景观水体对雨水进行调蓄、净化和安全排放，达到相关规划提出的海绵城市控制目标与指标要求。

4 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。雨污分流地区的湖泊应承担雨水调蓄功能，雨污合流地区的湖泊不宜承担管网设计标准内调蓄功能，但可作为超标雨水排放的调蓄空间。

5 滨水道路与绿带，在满足安全的前提下，可通过合理的竖向

设计，使得城市雨水地表径流的方式排入河道。河道护岸宜优先采用生态驳岸，设置滨水植被缓冲带；结合滨水公共绿地宜设置生物滞留设施等具有净化功能的海绵性设施。

6 城市水系海绵性设计应满足《城市防洪工程设计规范》(GB/T 50805)中的相关要求。

7 滨水的调蓄空间应建设预警标识和预警系统，保障暴雨期间的人员安全，避免事故发生。

5.5.2 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、临水建筑物等的设计，并在设计过程中应优先选用具有生态性、海绵性的措施。

6 指标核算及方案调整。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。

5.5.3 技术措施

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采用透水路面；滨水带内的建筑物应符合绿色建筑要求；

2 驳岸

江河、湖泊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。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，应核实区域海绵城市控制目标与指标要求，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，可利用现有水域设计自然水体缓冲区，缓冲区可分为湿塘、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。

6 评估指引

6.1 一般规定

6.1.1 海绵城市建设评估包括现状评估、项目实施前评估（预评估）、项目实施后评估（后评估）。

6.1.2 评估指标应结合住建部印发的《海绵城市建设绩效评价与考核指标（试行）》，根据当地突出问题确定，除技术评估分析外，有条件的可结合建设和维护费用进行投资效益分析。

6.1.2 评估工作应委托第三方机构编制评估报告，特别重大的项目应组织专家评审。

6.2 现状评估

6.2.1 现状评估一般用于海绵城市规划指标体系选取及建设用地适宜性分析，是海绵城市规划设计的基础依据。

6.2.2 现状评估主要包括城市水生态、水环境、水资源及水安全现状评估，评估因子主要为城市基本特征要素，包括降雨、土壤、地下水、下垫面、排水系统、城市开发强度等。

6.2.3 水生态现状评估主要通过现状年径流总量控制率进行分析，可采用模型法、实测法及公式法，有条件的地区应采用模型法或实测法。

6.2.4 水环境现状评估主要为根据水体外源污染现状，计算水污染负荷现状，并提出当地主要污染物指标，可采用模型法或公式法。

6.2.5 水资源现状评估主要用于计算可利用水资源现状、现状污水再生利用率、现状雨水资源化利用率、现状供水管网漏损率等，

可采用统计法、公式法，评估现状水资源是否可满足城市供水需求。

6.2.6 水安全现状评估主要为内涝风险评估，可采用历史灾情评估法、指标体系评估法或情景模拟评估法，一般采用情景模拟评估法。情景模拟评估法是借助于模拟软件，建立地形模型、降雨模型、排水模型和地面特征模型，模拟内涝在发生的情景的动态内涝风险评估方法，具体参考浙江省《城镇防涝规划标准》（DB33/1109）。

6.2.7 基于现状评估结果，总结城市突出问题，提出海绵城市规划指标体系选取建议，科学评价海绵建设用地的适宜性，并根据“渗”、“滞”、“蓄”、“净”、“用”、“排”确定海绵城市建设用地的不同功能。

6.3 项目实施前评估

6.3.1 实施前评估一般用于在实施前控制设计方案的合理性、可行性及经济性。

6.3.2 实施前评估主要包括海绵城市指标体系可达性评估及经济性评估。

6.3.3 海绵城市指标体系可达性评估主要包括水生态指标可达性评估、水环境指标可达性评估、水安全指标可达性评估及水资源指标可达性评估等，并提出调整意见及建议。

6.3.4 水生态指标可达性评估主要是为进行年径流总量控制率可达性分析，可采用模型法和公式法，有条件地区的宜采用模型法。公式法为采用住房和城乡建设部《海绵城市建设技术指南—低影响

开发雨水系统构建（试行）》容积法进行核算；模型法为采用模型软件，通过输入当地多年连续的降雨资料、蒸发量数据、设计地块土壤渗透系数及设计方案中相关人工强化的入渗、滞留、调蓄和收集回用的 LID 设施参数进行模拟核算。

6.3.5 水安全、水资源、水环境三方面的指标可达性评估方法与其现状评估法类同。

6.3.6 经济性评估主要包括设计方案的工程量投资规模合理性分析，投资效益比分析，及与当地财政以及投融资情况的匹配性分析，并提出调整意见及建议。

6.4 项目实施后评估

6.4.1 实施后评估一般用于海绵城市规划设计项目建成后，对其实施效果的评价。

6.4.2 实施后评估主要包括实施效果评估及实施效益评估。

6.4.3 实施效果评估主要包括水生态修复效果评估、水环境整治效果评估、水安全保障效果评估及水资源利用效果评估等。若评价结果未达到已建成项目的规划控制指标，需提出效果提升方案，并为今后的海绵城市规划设计项目提供借鉴经验。

6.4.4 水生态修复效果评估主要为进行年径流总量控制效果评价，可采用实时监测法和现场调研法，有条件地区宜构建城市雨量、水量及水质一体化监测体系，采用实时监测法开展评估工作。通过实测数据或现场调研数据的分析，测算出通过自然和人工强化的入渗、滞留、调蓄和收集回用径流量等，区块内累计全年得到控制（不排入场地外）的雨水量占全年总降雨量的比例，其值与

项目规划的年径流总量控制率进行比较，即可做出评价

6.4.5 水环境整治效果评估、水资源利用效果评估和水安全保障效果评估与其对应的现状评估法类同。

6.4.6 实施效益评估包括海绵城市建设前后的经济效益，生态效益及社会效益评估。

6.4.7 经济效益评估可分析海绵城市建设前后的易涝点数量、供水管网漏损率、污水再生利用率、雨水资源化利用率、住宅及商业地价等，用以分析其带来的具体经济效益。

6.4.8 生态效益评估可分析海绵城市建设前后的水环境质量、绿地率、景观度等。

6.4.9 社会效益评估可通过发放调查问卷、网络电话回访等方式调查周边居民、游客海绵城市建设前后的舒适度提升感受等。

7 典型设施

7.1 技术类型分类与选型

各类用地中海绵性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选择，可参照下表选用。

表 7-1 各类用地中海绵性设施选用一览表

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	●	◎	●	○
	渗井	●	◎	●	○
储存技术	湿塘	●	◎	●	●
	雨水湿地	●	●	●	●
	蓄水池	◎	○	◎	○
	雨水罐	●	○	○	○
调节技术	调节塘	●	◎	●	◎
	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 透水路面

7.2.1 透水路面按照面层材料可分为透水铺装路面、透水水泥混凝土路面和透水沥青混凝土路面；嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于透水铺装路面。



图 7-1 透水路面

7.2.2 透水铺装路面和透水水泥混凝土路面主要适用于广场、停车场、人行道以及车流量和荷载较小的道路，如建筑与小区道路、市政道路的非机动车道等。透水沥青混凝土路面还可适用于轻型荷载的机动车道和非机动车道。

7.2.3 透水面层渗透系数应大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，可采用透水砖、透水混凝土、草坪砖等，当采用可种植植物的面层时，宜在下面垫层中混合一定比例的营养土。透水砖的有效孔隙率应不小于 8%，透水混凝土的有效孔隙率应不小于 10%。

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

7.2.5 透水垫层厚度应根据蓄存水量要求及蓄存雨水排空时间确

定，透水垫层厚度不宜小于 150mm，孔隙率不应小于 30%。

7.2.6 透水路面坡度不宜大于 2.0%。当透水路面坡度大于 2.0%时，沿长度方向应设置隔断层，隔断层顶端宜设置在透水面层下 2~3cm，隔断层可采用 PVC 防渗膜或者混凝土或者管径大于 16mm 的 HDPE 管。

7.2.7 道路雨水径流进入透水路面前，应利用小型沉淀池、前置塘等进行预处理，防止雨水径流对透水路面造成堵塞。

7.2.8 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，应满足《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T135、《透水沥青路面技术规程》CJJ/T190、《透水砖路面技术规程》CJJ/T188 的相关规定。

7.3 生态滤水带

7.3.1 一般规定

1 生态滤水带由储水层、滤料层、过渡层和排水层四部分组成。生态滤水带侧面及底部满铺防渗土工布。



图 7-2 生态滤水带构造图

2 生态滤水带设计时应考虑排入生态滤水带雨水对滤料层的冲刷，防止滤料层被破坏，缩短处理雨水的寿命。

3 生态滤水带的边壁可有多种选择。其边壁可以是采用斜坡，也可采用直边壁。斜坡最大坡度选用 1:3，如采用斜坡，应考虑砂粘土边坡的稳定。

4 生态滤水带每隔一定间距应设置集水井，及时排出排水层中过滤后的雨水和储水层中的溢流雨水。井口至少低于储水层顶面 10cm，保证有适当的水头差方便暴雨时期积水溢流进井内。

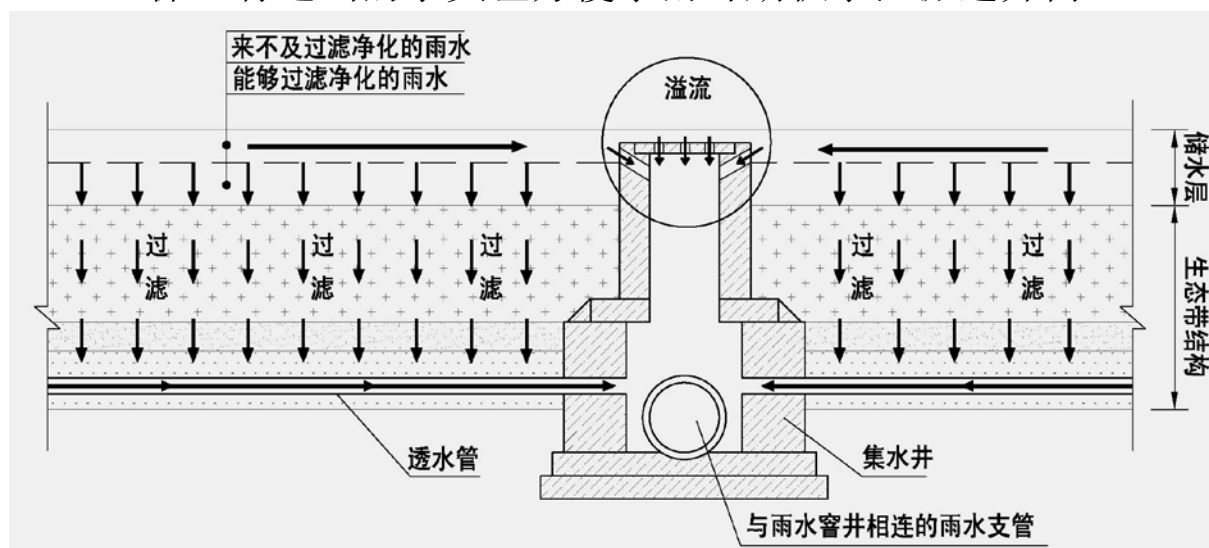


图 7-3 生态滤水带排水流程图

7.3.2 滤料层设计

1 滤料层必须应能保持植物的生长和提供设计所需的渗透率，滤料选用的材料需要在渗透能力、过滤净化效果以及适合植物生长方面作出平衡考虑，因此宜采用砂粘土。砂粘土中的土壤、砂土或粘土的比例由实验确定。

2 一般来说滤料层越厚，其除污能力越高，但需考虑到当地的地形和雨水管道系统的限制。滤料层厚宜 $\geq 500\text{mm}$ 。

3 滤料层渗透系数应控制在 50 至 200mm/h 之间。

4 滤料层土壤应含有 5% 至 10% 的有机成分。

5 滤料层土壤混合物的 PH 值在铺入滤水带前应调整到 6 至 7.5 之间。

6 滤料层土壤混合物的盐分应小于 0.63dS/m。

7.3.3 过渡层设计

1 过渡层是介于细沙滤料层和砾石排水层之间的砂层，其作用是防止渗流出口处土体由于渗透变形或流失而引起的破坏，及防止细砂和淤泥进入排水层。

2 过渡层厚度宜取 10cm。

3 过渡层的砂石粒径应沿渗流方向逐渐加大，级配应满足被保护滤料的稳定性，且过渡层的颗粒级配曲线应大致与被保护滤料颗粒级配曲线平行，过渡层还应具有良好的排水过滤能力。

7.3.4 排水层设计

1 排水层由直径介于 2mm 与 10mm 之间大小均匀的砾石组成。

2 排水层厚度应至少能包围该层内的透水管。透水管应设置足够的坡度保证暴雨期间排水的顺畅。

7.3.5 储水层设计

1 储水层在滤料层表面以上，其可以提供蓄水能力以增加被过滤水的容量，并把粗颗粒截留在表面。

2 储水层深度越大，能处理水的容量也越大，但应考虑地形和周边小区地面标高的限制。储水层深度不宜小于 20cm。

7.3.6 生态滤水带的植物选择

1 滤料层上生长的植物可提高生态滤水带的功能。植物不仅能

防止滤料层的流失，而且植物生长时连续性的分裂土壤能防止系统被阻塞。此外植物根系上生长的生物膜可吸附污染物。通常来讲，植物越密过滤效果越好。

2 滤料层上所种植被应具有防止滤料层介质的侵蚀和松散土壤以防止滤料堵塞的能力，且能经受早期和雨季，并应能提供广泛、均匀分布的根系组织。

3 滤料层上植物选择种类可以是地被植物、草本植物、灌木和乔木，但占主导地位的植物应为地被植物及草本植物。且应满足以下要求：

1) 滤料层上主导植物的具体要求：具有广泛的根系组织，扩散而不是丛生的生长方式；垂直向上生长且成熟后的高度应高出储水层顶部；能承受沙质土壤，承受较长的干旱期和偶尔的浸泡；具有稠密的线状叶子；具有抗霜性。

2) 滤料层上非主导植物的具体要求：临近地面具有稀疏的叶子使地被植物能在其树枝下良好生长；四季常绿品种，有周期性落叶的树木落叶需要及时清除；应能经受早期和雨季。

4 采用合理的方式保证苗木移植到生态滤水带后的成活率。

7.3.7 透水管开孔率

透水管开孔率要求为 3%~5%。

7.4 植草沟

7.4.1 植草沟类型

植草沟一般分为草渠、干草沟、湿草沟和渗透草沟四类。草渠只用作传输设施；干草沟的种植土层渗透性相对较好，底部埋

有渗排管；湿草沟作用与线性浅湿地相似，种植湿地植物，具有较好的污染物去除效果；渗透草沟可大量传输和入渗径流，占地面积较大，通常设置在市郊公路旁边。



图 7-4 植草沟

7.4.2 适用条件

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

7.4.3 不适用条件

植草沟不适用于地下水位高、坡度大于 15% 的区域。

7.4.4 预处理设施

在植草沟入口处宜设置植草过滤缓冲带去除雨水径流中粒径较大的污染物。

7.4.5 尺寸设计

植草沟的上游收水区面积不应大于 0.8ha，植被草沟宽度宜为 0.6~2.4m，深度宜为 0.1~0.3m，沟长不宜小于 30m。

7.4.6 断面形式

断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。

7.4.7 坡度要求

植草沟的边坡坡度(垂直:水平)不宜大于 1:3。纵向坡度不宜超过 4.0%，超过 4.0%时，应设置分级控制结构将坡降控制在 4.0%以内。

7.4.8 介质层设计

植草沟介质层通常包括种植土壤层、过滤层、入渗/存储层。种植土壤层设计深度应不小于 300mm、过滤层设计深度宜取 100mm、入渗/存储层设计深度应不小于 450mm。

7.4.9 土壤属性

植草沟内土壤介质的渗透能力应不低于 1.3 cm/h。对于种植草的植草沟，土壤层的厚度最低为 0.6m；对于种植树木和灌木的植草沟，土壤层厚度最低为 0.9m。

7.4.10 流速要求

植草沟覆盖层入流速度不宜大于 0.3m/s，植被层的入流速度不宜大于 0.9m/s。植草沟内最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2-0.3。

7.4.11 溢流设计

植草沟应设置有分流或内部溢流措施。

7.4.12 排空时间

植草沟内蓄积雨水应在 24 小时内入渗到土壤层，对环境品质和安全要求较高的地区，宜采用 12 小时完全入渗。

7.4.13 种植要求

植草沟宜种植密集的草皮草，不宜种植乔木及灌木植物，植被高度宜控制在 0.1~0.2m。

7.5 绿色屋顶

7.5.1 适用范围

绿色屋顶适用于结构安全、符合防水条件的平屋顶和坡度不大于 15 度的坡屋顶建筑，优先布置在多层建筑及面积较大的建筑裙楼。



图 7-5 绿色屋顶

7.5.2 绿色屋顶的构成

绿色屋顶的基本构造（自上而下）包括植被层、种植土、过滤层、排（蓄）水层、保护层、耐根穿刺防水层、普通防水层、

找坡层、保温（隔热）层、找平层和结构层。

7.5.3 既有建筑屋面改造

既有建筑屋面改造为绿色屋顶时，必须经有相关资质的设计单位和检测部门鉴定，核算结构承载力，并根据结构承载力确定其构造及种植形式，应选用轻质种植土和地被植物。

7.5.4 绿色屋顶设计的基本规定

绿色屋顶设计应遵循“防、排、蓄、植并重，安全、环保、节能、经济，因地制宜”的原则，并考虑施工环境和工艺的可操作性。

种植设计应与生态和景观相结合。

绿色屋顶种植土宜选用改良土或无机复合种植土，禁止使用三合土、石澄、膨胀土等土壤作为栽植土。种植土厚度不宜小于150mm。

绿色屋顶的雨水排水系统设计应满足《建筑屋面雨水排水系统设计规程》（CJJ142）要求。

绿色屋顶的排水坡度不宜小于2%，单向坡长大于9m时宜采用结构调坡。

7.5.5 绿色屋顶的材料要求

防水材料的选用应符合现行国家标准《屋面工程技术规程》（GB50345）、《种植屋面工程技术规程》（JGJ155）。

耐根穿刺防水材料的选用应符合国家相关标准的规定，并由具有资质的检测机构出具合格检验报告。

排（蓄）水材料不得作为耐根穿刺防水材料使用。

7.5.6 绿色屋顶植物选择

遵循植物多样性和共生性原则，以生长特性和观赏价值相对稳定、滞尘控温能力较强的本地常用和引种成功的植物为主，优先选择低矮灌木、草坪、地被植物等。

应尽量减少对屋面排水系统的影响，宜选择四季常青、落叶较少、易于维护的植物。

不宜选用根系穿刺性较强的植物，防止植物根系穿透建筑防水层。

选择抗污性强，可耐受、吸收、滞留有害气体或污染物质的植物。

7.5.7 绿色屋顶排水设计

绿色屋顶应按规范设置相应的排水系统和溢流系统。

屋面雨水管排入绿地等设施时，应视具体情况设置减少雨水冲击力的缓冲消能措施。

绿色屋顶的排水收集口应能有效排除屋顶表面径流和种植土下的排水层的渗流，可设置在雨水收集沟内。

7.5.8 绿色屋顶安全性要求

1 植物荷重设计应按植物在该环境下生长 10 年后的荷重估算。

2 花园式绿色屋顶种植的布局应与屋面结构相适应，乔木类植物等荷载较大的设施，应设在承重墙或柱的位置。如不可能，则必须采取相应的结构安全措施。

3 屋面坡度大于 20% 时，应采取防滑构造；屋面坡度大于 50% 时，不宜采用种植屋面。

8 相关计算

8.1 多年平均径流总量控制率及设计降雨量

采用宁波市国家气象站 30 年以上日降雨量资料（不包括降雪），忽略 2mm 以下降雨后，将日降雨量值按大小分类，按多年平均径流总量控制率统计确定了设计降雨量值。多年平均径流总量控制率与设计降雨量对应关系曲线如图 8.1 所示，多年平均径流总量控制率对应设计的降雨量如表 8.1 所示。

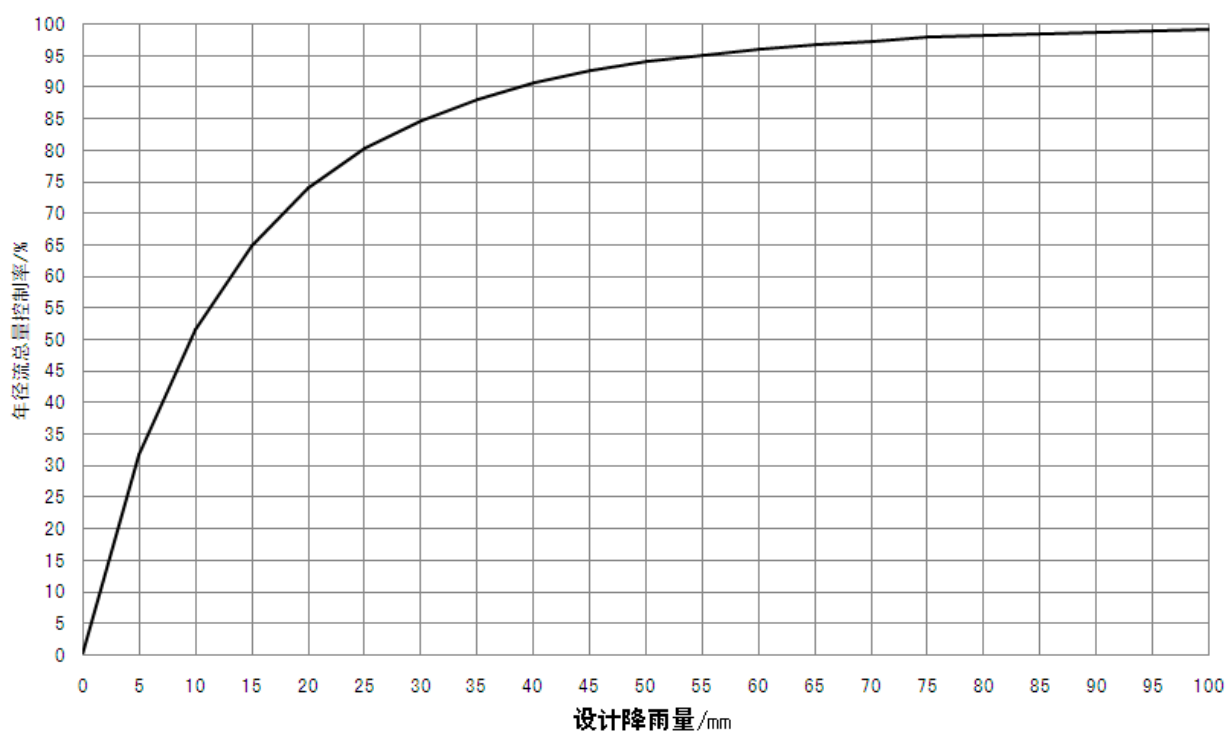


图 8-1 多年平均径流总量控制率与设计降雨量对应关系曲线表

表 8-1 多年平均径流总量控制率对应设计的降雨量

多年平均 径流总量 控制率/%	50	55	60	65	70	75	80	83	85	87	90	95
设计降 雨量/mm	9.4	11.3	13.1	15.0	17.8	20.7	24.7	27.8	30.2	33.2	38.5	53.9

8.2 多年平均逐月降雨量和蒸发量

区域降雨量及蒸发量应依据实测数据确定，缺乏资料时可按表 8-2 取值。

表 8-2 宁波市多年平均逐月降雨量和蒸发量

月份	降雨量 (mm)	蒸发量 (mm)
1 月	73.9	33
2 月	90.9	35.4
3 月	133.7	50.6
4 月	108.9	71.1
5 月	113.8	87.5
6 月	213.7	77.1
7 月	177.4	129.6
8 月	188.8	120.4
9 月	158.7	88.2
10 月	92.3	75.6
11 月	82.7	51.4
12 月	54.2	40.2
年	1489.2	860.1

注：统计数据采用宁波市国家气象站三江片（鄞州）30 年以上日降雨量（或蒸发量）资料（不包括降雪），降雨量为 1981-2015 年数据，蒸发量为 1981-2010 年数据。

8.3 多年平均日降雨强度

采用宁波市国家气象站 30 年以上日降雨量资料（不包括降雪），经统计分析，多年平均日降雨强度分配如表 8-3 所示。

表 8-3 宁波市多年平均日降雨强度

日降雨量段（mm）	年均日数	日（次）均雨量
2.1-9.4	51.57	5.06
9.5-11.3	6.03	10.36
11.4-13.1	5.43	12.09
13.2-15.0	4.47	13.90
15.1-17.8	5.57	16.37
17.9-20.7	5.37	19.06
20.8-24.7	5.00	22.74
24.8-30.2	4.40	27.03
30.3-38.5	4.27	34.27
38.6-53.9	3.50	45.69
≥54.0	3.03	77.55

8.4 宁波市暴雨强度公式

宁波市三江片暴雨强度公式为：

$$q = 6576.744(1) + 0.685 \lg P / t + 25.309^{0.921};$$

式中：

q—暴雨强度（L/s·hm²）；

P—降雨重现期（ha）；重现期 P 应不低于《室外排水设计规

范》(GB50014)及《建筑与小区雨水利用工程技术规范》
(GB 50400)的标准要求,并结合实际情况选取。

t —降雨历时 (min)。

8.5 雨水管渠的设计降雨历时

雨水管渠的降雨历时公式: $t = t_1 + t_2$;

t —降雨历时 (min);

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通过计算确定,一般取值 5~15min;

t_2 —管渠内流行时间 (min)。

8.6 综合径流系数

不同种类下垫面的径流系数应根据实测数据确定,当缺乏资料时,可参照下表取值,综合径流系数应按下垫面种类的加权平均基数,并应核实下垫面种类的组成和比例。

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

式中: ψ_z —综合径流系数;

F —汇水面积 (m^2);

F_i —汇水面上各类下垫面面积 (m^2);

ψ_i —各类下垫面的综合雨量径流系数。

表 8-4 径流系数

汇水面积种类	雨量径流系数 ψ_c	流量径流系数 ψ_m
绿化屋面（绿色屋顶， 基质层厚度 $\geq 300\text{mm}$ ）	0.30-0.40	0.40
硬屋面、未铺石子的平屋 面、 沥青屋面	0.80-0.90	0.85-0.95
铺平石子的平屋面	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
干砌碎石或碎石路面及 广场	0.40	0.50
非铺砌的土路面	0.30	0.40
绿地	0.15	0.25
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
透水铺装路面	0.29-0.36	0.40

下沉广场(50 年及以上一遇)	——	0.85-1.00
-----------------	----	-----------

8.7 初期径流雨水的计算

初期雨水径流量应按式计算：

$$W_i = 10 \times \delta \times F$$

式中： w_i —雨水初期径流量（ m^3 ）；

δ —初期径流厚度（ mm [wss6]）；当无资料时，屋面弃流径流厚度可采用 2~3mm，地面弃流可采用 3~5mm，市政路面可采用 4~8mm；

F —汇水面积（ hm^2 ）。

8.8 土壤渗透系数

土壤渗透系数以实测为准，当无实测资料时，可参照下表确定各种土壤层的渗透系数。

表 8-5 土质渗透系数

土壤层	渗透系数 K	
	m/d	m/s
黏土	<0.005	$<6 \times 10^{-8}$ [wss7]
淤泥质黏土	0.002~0.1	$3 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-6}$
粉质黏土	0.005~0.1	$6 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-6}$

黏质粉土	0.1~0.5	$1 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6}$
粉砂	0.5~1.0	$6 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$
细砂	1.0~5.0	$1 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-5}$
中砂	5.0~20.0	$6 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-4}$
均质中砂	35.0~50.0	$4 \times 10^{-4} \sim 6 \times 10^{-4}$
粗砂	20.0~50.0	$2 \times 10^{-4} \sim 6 \times 10^{-4}$
均质粗砂	60.0~75.0	$7 \times 10^{-4} \sim 8 \times 10^{-4}$
砾石夹砂	70.0~175.0	$8 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-3}$
带粗砂的砾石	90.0~175.0	$1 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-3}$
漂砾石	250.0~430.0	$3 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3}$
圆砾大漂石	510.0~860.0	$6 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$

8.9 设计调蓄容积的计算

以径流总量和径流污染为控制目标进行设计时，设施具有的调蓄容积一般应满足“单位面积控制容积”的指标要求，设计调蓄池容积一般采用容积法进行计算。

$$W = 10\Psi_c \times h_y \times F$$

式中：w —设计调蓄容积（m³）；

Ψ_c —雨量综合径流系数；

h_y —设计降雨厚度（mm）；

F—汇水面积（ha）。

8.9.1 以下设施的蓄水容积不应计入总蓄水容积

1 对径流总量削减没有贡献的设施：如用于削峰的调节塘、池等（有调蓄功能的调节塘、池可计入调蓄水量）；

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：如透水路面、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。

8.9.2 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根据计算确定。一般取一个周期 24h。

8.10 存储容积的计算

水量平衡法主要用于湿塘、雨水湿地等设施存储容积的计算。设施存储容积应首先按照容积法进行计算，同时为保证设施正常

运行（如保持设计常水位），再通过水量平衡法计算设施每月雨水补充水量、外排水量、水量差、水位变化等相关参数，最后通过经济分析确定设施设计容积的合理性并进行调整，水量平衡计算过程参照表 8-6。

表 8-6 水量平衡计算过程

项目	汇流雨 水量	补水 量	蒸发 量	用水 量	渗透 量	水量 差	水体 水深	剩余调 蓄高度	外排 水量	额外补 水量
单位	m³/月	m³/月	m³/月	m³/月	m³/月	m³/月	m	m	m³/月	m³/月
编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 月										
2 月										
.....										
11 月										
12 月										
合计										

8.11 雨水转输量的计算

对于植草沟等转输设施，其设计目标通常为排除一定设计重现期下的雨水设计流量，可通过推理公式来计算。

$$Q = \Psi_m \times q \times F$$

式中： Q —雨水设计流量（L/s）；

Ψ_m —流量综合径流系数；

q —设计暴雨强度 [$L/s \cdot ha$]；

F —汇水面积（ha）。

8.12 渗透设施计算

8.12.1 对于生物滞留设施、渗透塘、渗井等顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施，渗透量应按下式计算：

$$W_s = aKJA_s t_s$$

式中： w_s —渗透量 (m^3)；

a —综合安全系数，一般取 0.50~0.60；

K —土壤渗透系数 (m/s)；

J —水力坡度，一般取 1；

A_s —有效渗透面积 (m^2)；

t_s —渗透时间 (s)，当计算调蓄时应 $\leq 12h$ ，渗透池（塘）、渗透井、湿地可取 $\leq 72h$ ，其他 $\leq 24h$ 。

渗透设施的有效渗透面积 A_s 应按下列要求确定：

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

8.12.2 渗透设施进水量按下式计算

渗透设施进水量按下式计算：

$$W_c = \left[60 \frac{q_c}{1000} (F_y \times \psi_m + F_o) \right] t_c$$

式中： w_c —渗透设施进水量 (m^3)；

F_y —渗透设施受纳的集水面积 (hm^2)；

F_o —渗透设施的直接受水面积 (hm^2)，埋地渗透设施取 0；

t_c —渗透设施产流历时 (min)；

q_c —渗透设施产流历时对应的暴雨强度 [$L/s \cdot hm^2$]；

8.12.3 渗透系统产流历时内的蓄积雨水量按下式计算

$$W_p = \text{Max} [W_c - W_s]$$

式中： w_p —产流历时的蓄积雨水量（ m^3 ），产流历时经计算确定，不宜大于 120min。

8.13 雨水回用量计算

8.13.1 绿化灌溉用水定额见表 8-7。

表 8-7 绿化灌溉年均用水定额_{[wss8][wss9]}（ m^3/m^2 ）

草坪种类	用水定额		
	特级养护	一级养护	二级养护
冷季型	0.66	0.50	0.28
暖季型	—	0.28	0.12

绿化灌溉最高日用水定额应根据气候条件、植物种类、土壤理化性状、浇灌方式和管理制度等因素确定，当无相关资料时，可按 $1.0L/m^2d \sim 3.0L/m^2d$ 计算。

8.13.2 道路广场浇洒用水定额根据路面性质按表 8-8 取值。

表 8-8 浇洒道路用水定额（ $L/m^2 \cdot 次$ ）

路面性质	用水定额
碎石路面	0.40~0.70
土路面	1.00~1.50
水泥和沥青路面	0.20~0.50

道路和广场浇洒用最高日用水定额可按 $2.0L/m^2d \sim 3.0L/m^2d$ 计。

8.13.3 汽车冲洗用水定额，应根据车辆用途、道路路面等级，以及采取的冲洗方式，按表 8-9 确定。

表 8-9 汽车冲洗用水定额（L/辆·次）

冲洗方式	高压水枪 冲洗	循环用水 冲洗	抹车、 微水冲洗	蒸汽冲洗
轿车	40~60	20~30	10~15	3~5
公共汽车、 载重汽车	80~120	40~60	15~30	—

8.13.4 建筑物循环冷却水补水量应根据气象条件、冷却塔形式确定，一般可按循环水量的 1.0%~2.0% 计算。

8.13.5 雨水用于冲厕等的用水量按照《建筑给水排水设计规范》GB50015 和《建筑中水设计规范》GB50336 中的用水定额及用水百分率确定。

8.13.6 雨水回用于景观水体的日补水量应包括水面蒸发量、水体渗漏量以及雨水处理设施自用水量；

1 日平均水面蒸发水量应依据实测数据确定，当实测数据缺乏时，可按下列式计算：

$$Q_{zh} = 52.0 S (P_m - P_a) (1 + 0.135 V_{md})$$

式中： Q_{zh} —水池的水面蒸发量（L/d）；

S —水池的表面积（m²）；

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_{md} —日平均风速（m/s）。

2 水体日渗漏量可以根据以下公式进行计算：

$$Q_s = S_m A_s / 1000$$

式中： Q_s —水体日渗漏量，m³/d；

s_m —单位面积日渗漏量, L/ (m²d); 不大于 1L/ (m²d);

A_s —有效渗透面积, 指水体常水位水面面积及常水位以下侧面渗水面积之和, m²。

3 雨水处理系统采用物化及生化处理设施时自用水量为总处理水量的 5%~10%; 当采用自然净化方法时可不考虑自用水量。

8.14 径流雨水水质

径流雨水水质应以实测为主, 无实测资料可参照表 8-10 选值。

表 8-10 次降雨污染物浓度 EMC (mg/L)

	EMC (mg/L[wss10])			
水质指标	SS	COD	TP	TN
宁波市均值	275.7	188.03	0.8	8.64

8.15 海绵城市设施污染物去除率

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，可按照表 8-11 取值。

表 8-11 海绵城市设施污染物去除率[wss11]

单项设施	污染物去除率 (以 SS 计, %)
透水铺装	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
复杂型生物滞留设施	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
转输型植草沟	35-90
干式植草沟	35-90
渗管/渠	35-70
植被缓冲带	50-75
人工土壤渗滤	75-95

9.附录

附录 A 各县市多年平均月降雨量及蒸发量

附录 B 各县市多年平均径流总量控制率与设计降雨对应关系

附录 C 各县市暴雨强度公式

附录 D 海绵城市设施主要植物应用名录

附录 E 相关规范和文件

附录 A 各县市多年平均月降雨量及蒸发量

各县市多年平均月降雨量

降雨量 (mm) 月份	慈溪	余姚	北仑	奉化	象山	宁海
1 月	73.9	79.7	72.6	71.1	71.1	65.2
2 月	83.5	84.0	77.7	77.9	73.4	80.1
3 月	122.4	129.5	126.2	126.2	125.8	125.4
4 月	103.3	110.1	104.7	107.7	113.0	118.3
5 月	112.1	115.5	111.6	115.8	124.8	140.5
6 月	196.3	204.6	203.3	210.2	220.4	236.7
7 月	143.5	157.5	131.1	170.3	147.1	231.0
8 月	171.5	191.2	167.5	201.8	211.3	287.9
9 月	139.1	164.7	162.4	191.2	218.2	199.4
10 月	88.4	90.6	85.8	98.7	86.2	93.8
11 月	72.0	88.4	78.8	71.0	92.1	84.6
12 月	56.5	63.2	62.0	58.6	57.8	54.6

注：统计数据来源于宁波市各县市多年平均（1981-2015 年）日降雨量。

各县市多年平均月蒸发量

蒸发量 (mm) 月份	慈溪	余姚	北仑	奉化	象山	宁海
1 月	41.4	43.0	44.0	57.3	51.0	50.2
2 月	37.1	37.4	38.1	44.9	47.5	40.7
3 月	60.0	61.5	62.2	71.6	64.8	66.5
4 月	76.8	86.7	74.9	92.8	73.8	85.2
5 月	100.8	108.3	95.2	101.4	82.1	89.2
6 月	81.7	97.8	74.5	83.9	69.6	74.9
7 月	95.0	118.4	93.8	103.1	94.0	105.8
8 月	92.5	103.5	96.8	101.3	97.4	98.8
9 月	72.2	76.3	73.2	78.0	65.2	80.6
10 月	83.3	85.8	83.5	87.6	76.5	91.1
11 月	51.3	54.0	49.5	52.3	48.0	55.1
12 月	45.5	49.8	50.5	54.1	51.2	56.0

注：统计数据来源于宁波市各县市多年平均（1981-2010 年）日蒸发量。

附录 B 各县市多年平均径流总量控制率与设计降雨对应关系

年径流总量 控制率 设计 降雨量/mm	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
慈溪	9.4	11.0	12.8	14.9	17.3	20.4	24.2	29.5	37.6	52.6
余姚	9.6	11.2	13.1	15.3	17.9	21.0	25.1	30.8	39.4	56.5
北仑	9.1	10.7	12.4	14.4	16.9	19.8	24.8	29.2	37.6	54.4
宁海	11.3	13.2	15.6	18.3	21.7	25.8	31.1	39.0	52.0	79.0
奉化	9.8	11.4	13.4	15.8	18.5	21.9	26.3	32.5	42.6	62.1
象山	10.8	12.8	15.1	17.8	21.2	25.4	31.1	39.2	52.0	79.1

注：统计数据来源于宁波市各县市多年平均（1981-2015 年）日降雨量（忽略 2mm 以下降雨）。

附录 C 各县市暴雨强度公式

适用地区	暴雨强度公式
三江片	$q = \frac{6576.744 \times (1 + 0.685 \lg P)}{(t + 25.309)^{0.921}}$
余姚	$q = \frac{2293.666 \times (1 + 0.698 \lg P)}{(t + 9.77)^{0.723}}$
慈溪	$q = \frac{3075.584 \times (1 + 0.854 \lg P)}{(t + 14.466)^{0.781}}$
奉化	$q = \frac{799.935 \times (1 + 0.75 \lg P)}{(t + 2.08)^{0.508}}$
宁海	$q = \frac{1287.699 \times (1 + 0.724 \lg P)}{(t + 4.676)^{0.579}}$
象山	$q = \frac{1311.955 \times (1 + 0.698 \lg P)}{(t + 6.741)^{0.575}}$
鄞州	$q = \frac{6576.744 \times (1 + 0.685 \lg P)}{(t + 25.309)^{0.921}}$
镇海	$q = \frac{2710.303 \times (1 + 0.958 \lg P)}{(t + 15.050)^{0.769}}$
北仑	$q = \frac{2664.628 \times (1 + 0.945 \lg P)}{(t + 13.262)^{0.763}}$

附录 D 海绵城市设施主要植物应用名录

主要设施名称	植物类型		植物名称	拉丁学名	生态习性	观赏特性
植草沟	草本	草坪草	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	喜光，耐热，耐轻盐碱	绿期长
			匍匐翦股颖	<i>Agrostis stolonifera</i>	喜光，耐荫蔽	绿期长
			结缕草	<i>Zoysia japonica Steud.</i>	喜光，抗旱，抗盐碱	花果期5-9月
		观赏草	金边阔叶麦冬	<i>Liriope muscari cv. Variegata</i>	抗旱，耐湿	花果期7-8月，花紫
			香根草	<i>Vetiveria zizanioides L</i>	水土保持草	花果期8-10月
			麦冬	<i>Ophiopogon japonicus (Linn. f.) Ker-Gawl.</i>	喜温暖湿润	花期5-8月
			常绿萱草	<i>Hemerocallis aurantiaca Baker</i>	抗旱，喜湿	花期5-7月，花黄、红
			鸢尾	<i>Iris tectorum Maxim.</i>	喜湿耐半阴	花期4~6月
			狼尾草	<i>Pennisetum alopecuroides (L.)Spreng</i>	抗旱，耐湿	花期6~10月
下沉式绿地	草本	参考植草沟、雨水花园草本				
		花叶芦竹	<i>Arundo donax var. versicolor</i>	旱湿两栖	挺水，斑叶	
		香菇草	<i>hydrocotyle vulgaris</i>	旱湿两栖	挺水，花期6~8月	
		千屈菜	<i>Lythrum salicaria L.</i>	旱湿两栖	挺水，花期7~9月，花紫	

雨水花园	草本	旱伞草	<i>Cyperus alternifolius</i>	旱湿两栖	挺水
		花菖蒲	<i>Iris ensata var. hortensis</i> <i>Makin o et Nemoto</i>	旱湿两栖	挺水，花期 6~7月， 花紫
		黄菖蒲	<i>Iris pseudacorus L.</i>	旱湿两栖	挺水，花期 5-6月，花黄
		常绿水生 鸢尾	<i>Iris tectorum Maxim.</i>	旱湿两栖	挺水，花期5-6 月，花黄、红
		细叶芒	<i>Miscanthus sinensis cv.</i>	旱湿两栖	花期9-10月， 花粉转白
		菖蒲	<i>Acorus calamus L.</i>	旱湿两栖	挺水，花期6~ 9月，花黄绿
		玉带草	<i>Phalaris arundinacea var.</i> <i>picta</i>	旱湿两栖， 耐盐碱	斑叶
		三白草	<i>Saururus chinensis</i> (Lour.) Baill	耐阴喜湿	花期4-6月， 花白
	灌木	花叶杞柳	<i>Salix integra</i> 'Hakuro Nishiki'	抗旱，耐湿	斑叶
		雪柳	<i>Amorpha fruticosa Linn.</i>	喜光、耐阴 湿	花期4-6月， 花白
		小叶蚊母	<i>Distylium buxifolium</i>	喜半阴，耐 湿	花期2-4月
		南天竹	<i>Nandina domestica</i>	喜阴湿	花期5-7月，花 白，果期5-11 月，果红
		海滨木槿	<i>Hibiscus hamabo</i>	抗旱，耐湿	花期7-10月， 花黄
		紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa Linn.</i>	抗旱，耐湿	花期5月， 花紫
		柽柳	<i>Tamarix chinensis</i>	耐旱，耐水 湿	花期4-9月， 花粉

乔木			木芙蓉	<i>Hibiscus mutabilis</i> Linn.	耐贫瘠，耐湿	花期8-10月，花粉
	常绿乔木		东方杉	<i>Taxodium mucronatum</i> × <i>Cryptomeria fortunei</i>	耐盐碱、耐涝	秋色叶
			湿地松	<i>Pinus elliottii</i>	耐盐碱、耐涝	
			墨西哥落羽杉	<i>Taxodium mucronatum</i> Tenore	抗旱，耐湿，耐盐碱	秋色叶
	落叶乔木		乌桕	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	耐短期水涝	秋色叶
			榔榆	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq	抗旱，耐湿	花果期8-10月
			枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i> C. DC.	耐湿	秋色叶
			垂柳	<i>Salix babylonica</i>	耐短期水涝	花期3-4月
			水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng	耐湿	秋色叶
			朴树	<i>Celtis sinensis</i> Pers.	耐湿	花期3-4月
			南川柳	<i>Salix rosthornii</i> Seemen	耐涝	花期3-4月
			重阳木	<i>Bischofia polycarpa</i>	耐盐碱、耐湿	秋色叶
			全缘叶栾树	<i>Koelreuteria integrifoliola</i>	耐盐碱、耐短期水涝	花果期7-10月
			旱柳	<i>Salix matsudana</i> Koidz.	耐涝	花期3-4月
			蒲葵	<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br.	耐短期水涝	花果期4月
			榕树	<i>Ficus microcarpa</i> Linn. f.	耐短期水涝	花期5-6月

			三角枫	<i>Acer buergerianum</i> Miq.	耐湿	秋色叶
植被缓冲带	草本	草坪草	参考植草沟草坪草			
		观赏草	矮蒲苇	<i>Oxalis corymbosa</i> DC.	耐湿	花期4-11月， 花红
			吉祥草	<i>Reineckia carnea</i> (Andr.)	喜阴湿	花果期7-11月
			玉簪	<i>Hosta plantaginea</i> (Lam.) Aschers.	喜阴湿	花期7-9 月， 花白
			石蒜	<i>Lycoris radiata</i> (L'Her.) Herb	耐旱，喜阴 湿	花期8-9月， 花红，白
			鸢尾	<i>Iris tectorum</i> Maxim.	耐阴湿	花期4~5 月，花白， 紫
			红花酢酱 草	<i>Oxalis corymbosa</i> DC.	喜阴湿	花期4-11月， 花红
			紫花地丁	<i>Viola yedoensis</i> Makino	喜光耐阴	花期3-5月， 花紫
			二月兰	<i>Orychophragmus violaceus</i>	耐旱， 耐阴湿	花期3-5月， 花紫
		藤本	中华常春 藤	<i>Hedera nepalensis</i> var. <i>sinensis</i>	耐阴湿	花期9-11 月，花黄
			小叶扶芳 藤	<i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i>	耐旱，喜阴 湿	花期 6-7月，花 绿白，秋叶红
			凌霄	<i>Campsis grandiflora</i> (Thunb.) Schum.	耐旱，耐 湿，耐轻盐 碱	花期5-8月， 花橙
			络石	<i>Trachelospermum jasminoides</i>	耐旱，耐淹	花期3-7月， 花白

		紫藤	<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet	落叶、春花	花期4-5月， 花紫
	灌 木	枸杞	<i>Lycium chinense</i> Mill.	抗旱，喜湿	花果期6-11 月，花 紫，浆果红
		云南黄馨	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	耐阴，喜湿	花期3-4月， 花黄
		红花继木	<i>Loropetalum</i> <i>chinense</i> var. <i>rubrum</i>	抗旱，喜湿	花期4-5月， 花红
		梔子	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	耐湿	花期5-7 月， 花白
		六道木	<i>Abelia biflora</i> Turcz.	耐旱喜湿	花期5-9月， 花白
		四照花	<i>Dendrobenthamia japonica</i> (DC.) Fang var. <i>chinensis</i> (Osborn.) Fang	耐旱，喜阴 湿	花期 5-6 月， 花白，果期 9-10月，果红
		胡颓子	<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb.	抗旱，耐湿	花期9-12月， 花白，果期4-6 月，果红
		棣棠	<i>Kerria japonica</i> .	喜湿，耐半 阴	花期4-6月， 花黄
		小蜡	<i>Ligustrum sinense</i> Lour	抗旱，耐湿	花期4-6月， 花白
		滨柃	<i>Eurya emarginata</i> (Thunb.) Makino	耐旱，耐 湿，抗海潮 风	花期10-11 月，花白
		细叶水团 花	<i>Adina rubella</i> Hance	抗旱，耐湿	花期6-17月， 花白、黄
		紫金牛	<i>Ardisia japonica</i> (Thunb.) Blume	喜阴湿	花期5-6 月， 果期11-12 月，果红

		木绣球	<i>Viburnum macrocephalum</i> Fort.	喜阴湿	花期4-5月，花白
		小丑火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i> 'Harlequin'	抗旱，耐湿	花期3-5月，花白，果期8-11月，果红
	常绿乔木	棕榈	<i>Trachycarpus fortune</i> (Hook.) H. Wendl.	抗旱，耐湿，耐轻盐碱	
		湿地松	<i>Pinus elliottii</i>	耐盐碱、耐涝	
		墨西哥落羽杉	<i>Taxodium mucronatum</i> Tenore	抗旱，耐湿，耐盐碱	秋色叶
		香樟	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl.	耐湿	花期4-5月
		乐昌含笑	<i>Michelia chapensis</i> Dandy	耐湿，耐轻盐碱	花期3-4月，花白
		女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	耐寒，耐湿	花期5-7月
	落叶乔木	水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	耐湿	秋色叶
		落羽杉	<i>Taxodium mucronatum</i> Tenore	耐盐碱、耐涝	秋色叶
		池杉	<i>Taxodium ascendens</i>	耐涝	秋色叶
		枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i> C. DC.	耐湿	秋色叶
		旱柳	<i>Salix matsudana</i> Koidz.	耐涝	花期3-4月
		垂柳	<i>Salix babylonica</i>	耐短期水涝	花期3-4月
		乌桕	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	耐短期水涝	秋色叶
		全缘叶栾树	<i>Koelreuteria integrifoliola</i>	耐盐碱、耐短期水涝	花果期7-10月

雨水湿地			珊瑚朴	<i>Celtis julianae</i> Schneid.	耐旱，耐湿	花期4月， 花红
			三角枫	<i>Acer buergerianum</i> Miq.	耐湿	秋色叶
			朴树	<i>Celtis sinensis</i> Pers.	耐湿	花期3-4月
			榔榆	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq	抗旱，耐湿	花果期 8-10月
			南川柳	<i>Salix rosthornii</i> Seemen	耐涝	花期3-4月
			喜树	<i>Camptotheca acuminata</i>	耐湿，耐轻 盐碱	花期5-7月
	深水 区	草本	金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	沉水植物	花期6-7月
			狐尾藻	<i>Myriophyllum spicatum</i>	沉水植物	
			苦草	<i>Vallisneria natans</i> (Lour.) Hara	沉水植物	
			黑藻	<i>Hydrilla verticillata</i>	沉水植物	花果期5-10月
			荇菜	<i>Nymphoides peltatum</i> (Gmel.) O. Kuntze	浮叶植物	花期4-6月
			萍蓬草	<i>Nuphar pumilum</i> (Hoffm.) DC.	浮叶植物	花期5-7月
			水罨粟	<i>Hydrocleys nymphoides</i>	浮叶植物	花期6-9月
			黄花水龙	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Kaven subsp. <i>stipulacea</i> (Ohwi) Raven	浮叶植物	花期5-6月
			荷花	<i>Nelumbo nucifera</i>	浮叶植物	花期6-9月
		草本	睡莲	<i>Nymphaea alba</i>	浮叶植物	花期6-8月
			水生美人蕉	<i>Cannaglauca</i>	挺水植物	花期6-9月
			香蒲	<i>Typha orientalis</i> Presl	挺水植物	花果期5-8月
			水葱	<i>Scirpus validus</i> Vahl	挺水植物	花果期6-9月
			芦苇	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud	挺水植物	花期为8-12月
			梭鱼草	<i>Pontederia cordata</i>	挺水植物	花期5-7月

		芦竹	<i>Arundo donax</i>	挺水植物	花果期9-12月
		荻	<i>Triarrhena sacchariflora</i> (Maxim.) Nakai	挺水植物	花果期8-10月
		姜花	<i>Hedychium coronarium</i> Koen.	挺水植物	花期7-9月
		再力花	<i>Thalia dealbata</i>	挺水植物	花期5-7月
	乔木	水松	<i>Glyptostrobus pensilis</i> (Staunt.) Koch	耐涝	秋色叶
		池杉	<i>Taxodium ascendens</i>	耐湿	秋色叶
		墨西哥落羽杉	<i>Taxodium mucronatum</i> Tenore	抗旱，耐湿，耐盐碱	秋色叶
		水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	耐湿	秋色叶
		东方杉	<i>Taxodium mucronatum</i> × <i>Cryptomeria fortunei</i>	耐盐碱、耐涝	秋色叶
		南川柳	<i>Salix rosthornii</i> Seemen	耐涝	花期3-4月
		旱柳	<i>Salix matsudana</i> Koidz.	耐涝	花期3-4月
雨水塘	雨水湿塘	参考雨水湿地			
	雨水干塘	参考雨水花园、生态树池、下沉式绿地			
嵌草砖	草本	参考植草沟（草坪草）			
绿色屋顶	草本	垂盆草	<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge	抗旱，耐阴，喜湿	花期5-7月
		三七景天	<i>Sedum spectabile</i>	抗旱，耐贫瘠	花期6-7月
		佛甲草	<i>Sedum lineare</i> Thunb	抗旱，耐贫瘠	花期4-5月
		狼尾草	<i>Carex tristachya</i>	抗旱	花期6-10月

	藤本	络石	<i>Trachelospermum jasminoides</i>	耐旱，耐淹	花期3-7月，花白
		爬山虎	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	耐湿	秋叶红
生物浮床	草本	参考雨水湿地浅水区草本			
生态树池	常绿乔木	墨西哥落羽杉	<i>Taxodium mucronatum Tenore</i>	抗旱，耐湿，耐盐碱	秋色叶
		香樟	<i>Cinnamomum camphora (L.) Presl.</i>	耐湿	花期4-5月
		东方杉	<i>Taxodium mucronatum</i> × <i>Cryptomeria fortunei</i>	耐盐碱、耐涝	秋色叶
		全缘冬青	<i>Ilex integra Thunb</i>	耐旱，抗海潮风，耐盐碱	花期4月，果期7~10月，果红
		女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	耐寒，耐湿	花期5-7月
	落叶乔木	垂柳	<i>Salix babylonica</i>	耐短期水涝	花期3-4月
		乌桕	<i>Sapium sebiferum (L.) Roxb.</i>	耐短期水涝	秋色叶
		全缘叶栾树	<i>Koelreuteria integrifoliola</i>	耐盐碱、耐短期水涝	花果期7-10月
		珊瑚朴	<i>Celtis julianae Schneid.</i>	耐旱，耐湿	花期4月，花红
		三角枫	<i>Acer buergerianum Miq.</i>	耐湿	秋色叶
		朴树	<i>Celtis sinensis Pers.</i>	耐湿	花期3-4月
		重阳木	<i>Bischofia polycarpa</i>	耐盐碱、耐湿、	秋色叶
		榔榆	<i>Ulmus parvifolia Jacq</i>	抗旱，耐湿	秋色叶，花期4-5月

		香椿	<i>Toona sinensis (A. Juss.) Roem.</i>	耐湿	花果期 8-10 月
		楝树	<i>Melia azedarach L.</i>	耐盐碱， 耐湿	春叶红
		水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	耐湿	花期4-5月
		喜树	<i>Camptotheca acuminata</i>	耐湿，耐轻 盐碱	秋色叶
	草本	参考下沉式绿地、雨水花园草本			

附录 E 相关规范和文件

本规范内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本导则。

《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》（GB50400-2006）

《室外排水设计规范》（GB50014-2006）（2016 版）

《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）（2009 版）

《雨水综合利用》（10SS705）

《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012）（2016 版）

《城市绿地设计规范》（GB50420-2007）（2016 版）

《绿色建筑评价标准》（GB/T50378）

《城市居住区规划设计规范》（GB50180-93）（2016 版）

《雨水控制与利用工程设计规范》（DB11/685-2013）（北京市地方标准）

《雨水利用工程技术规范》（SZDB/Z 49-2011）（深圳市地方标准）

《浙江省海绵城市规划设计导则》

《上海市海绵城市建设技术导则》

《南宁市海绵城市规划设计导则》

《武汉市海绵城市规划设计导则》