

# 南昌市海绵城市建设规划设计导则

**编制单位：南昌市城市规划设计研究总院集团有限公司**

**批准单位：南昌市住房和城乡建设局**

**2022年12月**

# 前 言

为了推进南昌市海绵城市规划建设，根据《财政部办公厅、住房和城乡建设部办公厅、水利部办公厅关于开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》（财办建[2021]35号）、《财政部、住房和城乡建设部、水利部关于开展“十四五”第二批系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》（财办建〔2022〕28号）、《住房和城乡建设部办公厅关于进一步明确海绵城市建设工作有关要求的通知》（建办城〔2022〕17号）、江西省人民政府办公厅《关于推进海绵城市建设的实施意见》（赣府厅发[2016]4号）、《关于印发江西省海绵城市建设“十四五”专项规划的通知》（赣建城〔2022〕19号）、《关于做好系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》（赣建办文[2022]127号）以及南昌市人民政府办公厅印发《关于推进我市海绵城市建设工作的实施意见的通知》（洪府厅发[2017]7号）的要求，南昌市住房和城乡建设局组织编制了该导则。编制组经广泛调查研究，总结近年来南昌市雨水控制与利用工程的设计和实践经验，参考国内外相关标准和研究成果，在广泛征求有关规划、设计、管理单位意见的基础上编制了本导则。

本导则共分十章，内容包括：1. 总则；2. 名词术语；3. 基础资料；4. 规划设计标准；5. 相关计算方法；6. 海绵城市规划；7. 海绵城市设计；8. 海绵城市设施设计指引；9. 实施效果评估。

本导则自发布之日起施行。

本导则主编单位：南昌市城市规划设计研究总院集团有限公司

主要起草人：李益飞、许秋海、邹志华、吴雪军、李晓莉、肖涛、熊文军、黄福强、徐云辉、尹小斌、许文斌、沈盼、蒋林巧、刘都都、武静、刘惠国、熊晶晶

主要审查人：王滢、胡锋平、王福平、闵嗣武、邹文清

# 目录

1 总则 .....	1
1.1 编制目的 .....	1
1.2 编制依据 .....	1
1.3 适用范围 .....	3
1.4 生效时限 .....	3
2 名词术语 .....	4
3 基础资料 .....	9
3.1 降雨 .....	9
3.2 地下水位 .....	9
3.3 土壤情况 .....	10
4 规划设计标准 .....	12
4.1 总体要求 .....	12
4.2 强制性标准 .....	12
4.3 指导性标准 .....	14
4.4 其他相关标准 .....	15
5 相关计算方法 .....	16
5.1 设计参数 .....	16
5.2 水量计算 .....	18
5.3 渗透设施计算 .....	20
5.4 延时调节设施计算 .....	21
6 海绵城市规划 .....	22
6.1 海绵城市规划体系 .....	22
6.2 总体规划层面 .....	22
6.3 控制性详细规划层面 .....	24
6.4 与相关规划衔接 .....	26
7 海绵城市设计 .....	29
7.1 区域系统方案设计 .....	29
7.2 设计文件编制内容 .....	35

7.3 建筑与小区.....	36
7.4 城市道路.....	40
7.5 城市绿地与广场.....	43
7.6 河流水系.....	45
7.7 外围生态绿地.....	47
8 海绵城市设施设计指引.....	48
8.1 技术类型分类与选型.....	48
8.2 设计中常见的问题.....	50
8.3 常见设施设计要点.....	53
8.4 常见设施的组合设计.....	70
8.5 设施优化.....	71
9 实施效果评估.....	72
9.1 一般规定.....	72
9.2 年径流总量控制率评估.....	72
9.3 年径流污染控制率评估.....	73
9.4 排水防涝标准评估.....	74
9.5 雨水资源利用率评估.....	75
9.6 平台建设.....	75

# 1 总则

## 1.1 编制目的

为全面贯彻落实海绵城市的理念，指导和规范南昌市海绵城市建设工作，加强城市雨水径流源头控制和城市降雨面源污染控制，合理确定海绵城市建设的目标和指标，因地制宜的规划设计“渗、滞、蓄、净、用、排”等工程措施，特制定本导则。

## 1.2 编制依据

### 1.2.1 相关政策文件

《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》(2015年4月25日)

《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》(国发[2013]36号)

《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》(国办发[2013]23号)

《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发[2015]75号)

《水污染防治行动计划》(国发[2015]17号)

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

《财政部办公厅、住房和城乡建设部办公厅、水利部办公厅关于开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》(财办建[2021]35号)

《财政部、住房和城乡建设部、水利部关于开展“十四五”第二批系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》(财办建〔2022〕28号)

《住房和城乡建设部办公厅关于进一步明确海绵城市建设工作有关要求的通知》(建办城〔2022〕17号)

江西省人民政府办公厅《关于推进海绵城市建设的实施意见》(赣府厅发[2016]4号)

《关于印发江西省海绵城市建设“十四五”专项规划的通知》(赣建城〔2022〕19号)

《关于做好系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》(赣建办文[2022]127号)

《南昌市人民政府办公厅印发关于推进我市海绵城市建设工作的实施意见的通知》（洪府厅发[2017]7号）

国家、省、市等其他有关法律、法规、文件。

### 1.2.2 规范性引用文件

《城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲》（建城[2013]98号）

《城市黑臭水体整治工作指南》（建城[2015]130号）

《城市水系规划规范》（GB50513-2009）（2016年版）

《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012）（2016年版）

《城市绿地设计规范》（GB50420-2007）（2016年版）

《城市排水工程规划规范》（GB50318-2017）

《室外排水设计标准》（GB50014-2021）

《城乡排水工程项目规范》（GB55027-2022）

《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400-2016）

《建筑给水排水与节水通用规范》（GB55020-2021）

《雨水集蓄利用工程技术规范》（GB/T50596-2010）

《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2019）

《民用建筑绿色设计规范》（JGJ/T229-2010）

《城镇内涝防治技术规范》（GB51222-2017）

《城镇雨水调蓄工程技术规范》（GB51174-2017）

《海绵城市建设评价标准》（GB/T51345-2018）

《城市污水再生利用——景观环境用水水质》（GB/T18921-2019）

《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB50335-2016）

《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011）

《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019）

《种植屋面工程技术规程》（JGJ155-2013）

《透水砖路面技术规程》（CJJ/T188-2012）

《屋面工程技术规范》（GB50345-2019）

《坡屋面工程技术规范》（GB50693-2011）

《屋面工程质量验收规范》（GB50207-2012）

《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ82-2012）  
《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）  
《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）  
《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300-2013）  
《地下防水工程质量验收规范》（GB50208-2018）  
《建筑屋面雨水排水系统技术规程》（CJJ142-2014）  
《公园设计规范》（GB51192-2016）  
《城市绿地分类标准》（CJJ/T85-2017）

### 1.2.3 其他相关标准规范

本导则在编制过程中，参考了以下省市的地方标准规范：

《江西省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》  
《萍乡市海绵城市建设规划设计导则》  
《上海市海绵城市建设技术导则》  
《安徽省海绵城市规划设计导则》

### 1.3 适用范围

本导则适用于南昌市城市规划区范围内海绵城市规划编制以及新建、改建、扩建项目中海绵城市建设相关内容的设计和评估，南昌市市域范围内的县、区可参照执行。

### 1.4 生效时限

本导则自发布之日起生效。

## 2 名词术语

### 2.1 海绵城市 sponge city

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

### 2.2 低影响开发 low impact development

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

### 2.3 低影响开发设施 low impact development facilities

依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，包括透水铺装、渗井、渗渠、入渗池、生物滞留设施、植草沟、下沉式绿地、屋顶绿化、干塘、湿塘、人工湿地、雨水罐、调蓄池、植被缓冲带、砂滤系统等。

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

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。

### 2.5 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，场地内累计一年得到控制的雨水径流污染物总量占全年雨水径流污染物总量的比例。

### 2.6 下沉式绿地 depressed green space

低于周边地面或道路的绿地的统称。下沉式绿地有狭义和广义之分。狭义的下沉式绿地指低于周边铺砌地面或道路在 200mm 以内的绿地；广义的下沉式绿地泛指具有一定的调蓄容积，且可用于调蓄和净化雨水径流的绿地，包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等。



### 2.7 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。

### 2.8 绿色屋顶 green roof

表面铺装一定厚度滞留介质，并种植植物，底部设有排水通道的屋面。根据种植基质深度和景观复杂程度，绿色屋顶又分为简单式和花园式。

### 2.9 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。

### 2.10 透水铺装 permeable pavement rate

可渗透、滞留和排放雨水并满足荷载要求和结构强度的铺装结构，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。

### 2.11 透水铺装率 permeable pavement

人行道、停车场、广场采用透水铺装的面积占其总面积的比例。

### 2.12 合流制溢流 combined sewer overflow (CSO)

合流制排水系统降雨时，超过截流能力的水排入水体的情况。

### 2.13 雨水收集回用 rain harvesting

利用一定的集雨面收集雨水作为水源，经过适宜的处理并达到一定的水质标准后，通过管道输送或现场使用方式予以利用的全过程。

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

雨水收集并回用于道路浇洒、园林绿地灌溉、市政杂用、工农业生产、冷却等的雨水总量（按年计算，不包括汇入景观、水体的雨水量和自然渗透的雨水量）与年降雨量的比值。

### 2.15 下垫面 underlying surface

降雨受水面的总称。包括屋面、路面、绿地、水面等。

### 2.16 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。

**2.17 流量径流系数 discharge runoff coefficient**

形成峰值流量的历时内产生的径流量与降雨量之比。

**2.18 雨量径流系数 pluviometric runoff coefficient**

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

**2.19 面源污染 non-point sources pollution**

溶解和固体的污染物从非特定地点，在降水或融雪的冲刷作用下，通过径流过程而汇入受纳水体（包括河流、湖泊、水库和海湾等）并造成受纳水体污染的过程。

**2.20 初期雨水径流 first flush**

一场降雨初期产生的一定厚度的降雨径流。

**2.21 雨水滞留 rainwater retention**

将雨水存储下来予以入渗、蒸发、蒸腾的过程。

**2.22 雨水滞流 rainwater detention**

将雨水存储下来缓慢排放的过程。

**2.23 超标雨水 excess storm water runoff**

超出排水管渠设施承载能力的雨水径流。

**2.24 径流污染控制径流深度 precipitation depth for NPS control**

为满足低影响开发面源污染控制目标而需要控制的径流深度。

**2.25 汇流时间 concentration time**

雨水从相应汇水面积的最远点地面径流到雨水管渠入口的时间。

**2.26 水质预处理设施 pretreatment practices**

为满足低影响开发设施进水要求，用于初步处理雨水径流的设施。

**2.27 生物滞留设施 bioretention**

通过土壤的过滤和植物的根部吸附、吸收等作用去除雨水径流中污染物，延缓雨水的人工设施。包括入渗型、过滤型及植生滞留槽三种类型。

## 2.28 生态树池 ecological tree pool

在有铺装的地面上栽种树木时，在树木的周围保留的一块没有铺装且标高低于周边铺装的土地，可吸纳来自人行道、停车场和街道的雨水径流，是下沉式绿地的一种。

## 2.29 生态护岸 ecological slope protection

包括生态挡墙和生态护坡，指采用生态材料修建、能为河湖生境的连续性提供基础条件的河湖岸坡，以及边坡稳定且能防止水流侵袭、淘刷的自然堤岸的统称。

## 2.30 穿孔管 perforated pipe

管壁按照一定规则分布有细小孔隙的管道，用于过滤收集下渗后的雨水，孔隙直径与排水层土壤粒径相关，通常在 1-3mm 之间。

## 2.31 清淤立管 cleanout pipe

用于清除穿孔管内淤积泥沙的立管，通常用于带地下穿孔管的低影响开发设施中。

## 2.32 孔隙率 void ratio

土壤或砾石等材料中可存水部分体积与总体积之比。

## 2.33 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。

## 2.34 不透水地面 impervious surface

通过人工行为使自然地面硬化形成的不透水或弱透水路面。

## 2.35 保护层 protection layer

绿色屋顶中置于防渗层上，用于防止植物根系刺穿防渗层。

## 2.36 植草沟 grassed swale

一种收集雨水、处理雨水径流污染、排水并入渗雨水的植被型草沟。包括排水型和入渗型两种类型。

### 2.37 入渗设施 infiltration practices

使雨水分散并被渗透到地下的人工设施。包括渗透井管、渗透洼地、渗透沟等。

### 2.38 渗井 infiltration well

雨水通过侧壁和井底进行入渗的设施。

### 2.39 过滤设施 filtration practices

采用沙、土壤或泥炭等介质过滤雨水达到低影响开发目标的设施。

### 2.40 滞留（流）设施 retention & detention practices

通过滞留或滞流雨水、沉淀等方式达到低影响开发目标的设施。

### 2.41 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。

### 2.42 底部渗排 underdrain

为疏导入渗的雨水，在生物滞留设施、透水铺装等具有雨水下渗功能的低影响开发设施底部设置穿孔管或开槽管将雨水排向下游。

### 2.43 断接 disconnection

通过切断硬化面或建筑雨落管的径流路径，将径流合理连接到绿地等透水区域，通过渗透、调蓄及净化等方式控制雨水径流的方法。

## 3 基础资料

### 3.1 降雨

南昌市雨量充沛,多年平均降雨量 1645 毫米,年最大降雨量 2356 毫米(1959 年),年最小降雨量 1046.2 毫米(1963 年),4 至 6 月份为雨季,约占全年总降雨量 52%,最大一日暴雨量为 200.6 毫米(1962 年 6 月 17 日),最大一小时暴雨量为 57.8 毫米(1958 年 4 月 22 日)。

### 3.2 地下水位

根据含水岩组、地下水类型及地层结构特点,南昌市地下水分布划分为六个片区。

I 区(蛟桥-昌北-新建-望城):本区主要为构造剥蚀岗地地貌,第四系覆盖层较薄或者经人工开挖活动,千枚岩裸露。该区域地下水类型主要为基岩风化裂隙水,地下水埋藏较深。

II 区(生米-九龙湖新区-西客站):该区主要为岗地地貌,上部填土及冲积粉质粘土属于弱透水层、弱含水层,下伏或裸露基岩为泥质粉砂岩也属于弱透水层、弱含水层。

III 区(赣江西岸凤凰洲-红谷滩-红角洲):该区为堆积平原地貌,一般第四系层厚度较大(可达 15~20m),含水层较厚,渗透性较大,渗透系数最大可达 140m/d。

IV 区(老城区人工填土分布区):该区主要为平原地貌,抚河沿岸至滕王阁段表层人工填土大于 5m,滕王阁至塘山乡一带人工填土厚度 3~5m,朝阳洲至抚河及洪都大道沿线一带人工填土小于 3m。该类段区域下伏第四系孔隙水,水位标高一般在 16~18m,水位年变幅 1~3m,但其表层人工填土层中的上层滞水水位较高,且老城区地下管道和排水设施存在着老化漏水的现象。

V 区(赣江沿江两岸):该区主要为漫滩和堆积阶地地貌,赣江沿岸含水层厚度一般 9~20m,上游较薄,中下游较厚,含水层渗透系数 50~120m/d,赣江沿岸补给带宽度约为 1.5km。

VI 区(赣江东岸):该区主要为平原地貌,罗家集-太子殿-尤口一带,呈南北走向,为一长岗式地形,标高 25~30m。区内浅表层为砖红色含砂量较高的

粉质粘土、粉土。西部在莲塘-小兰一带垄岗式地区，略有起伏，呈南北走向，地形标高约为50m。地区表层为结构疏松的中、细砂及粉土。该区主要位于第四系地下水漏斗范围，以西部桃花三村-朝阳农场、南部的南昌乳品厂-小兰乡一带为漏斗边缘至南钢一带，地下水水位呈回升趋势。

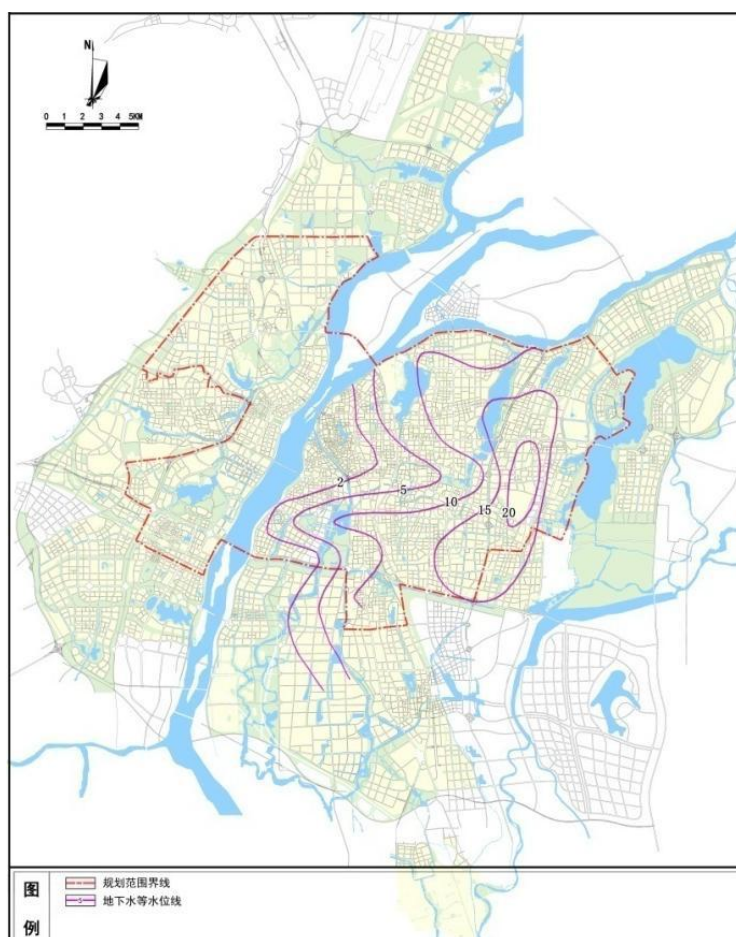


图 3-1 南昌市地下水等值线图

### 3.3 土壤情况

南昌市市域范围内属第四系岩性变化复杂，总的规律是颗粒分布上粗下细，分属粘性土和砂类土两大类，各区土质分布见图 3-2。

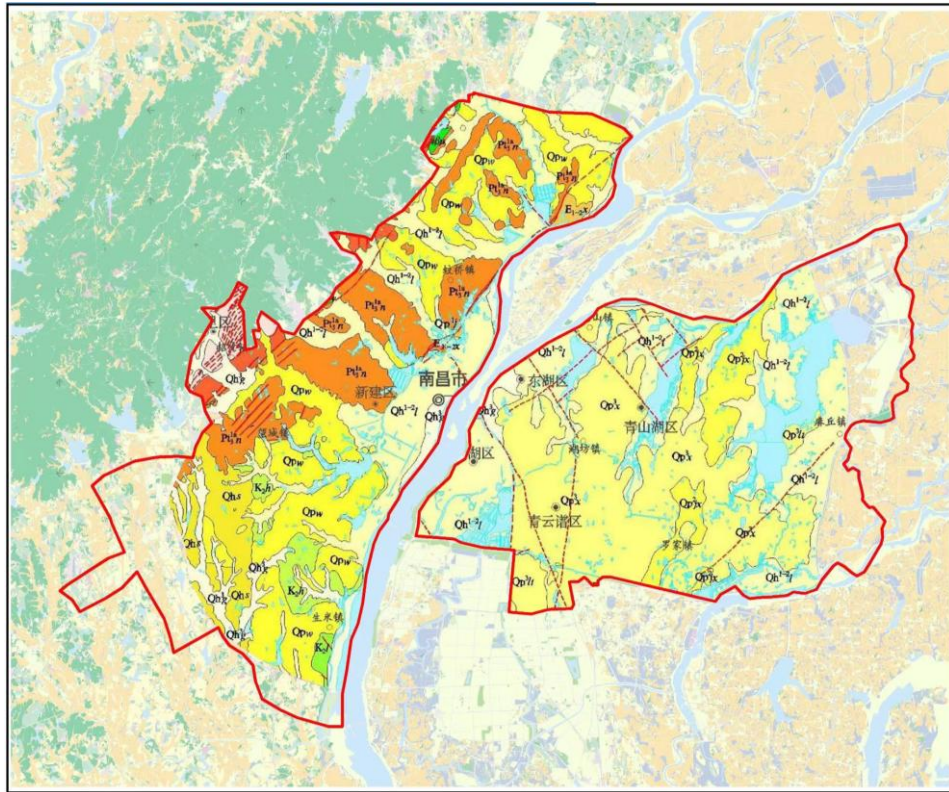


图 3-2 南昌市土质分布图

各区土层分布，其渗透性及评价分级见表 3-1。

表 3-1 南昌市城区土层渗透状况一览表

序号	土层名称	编号	上部土层	渗透系数	渗透性
1	新港黏土	Op <sup>3</sup> x	粉砂质粘土、粘土层	$1.2-1.6 \times 10^{-6}$	一般
2	联圩组	Qh1	细砂、粉砂质粘土、淤泥层	$0.6-1.2 \times 10^{-5}$	较好
3	望城岗组	Qpw	残破积红土、网纹红土、碎石层	$1.2-2.9 \times 10^{-6}$	一般
4	莲荷组	K21h	砖红色砾岩、砂砾岩、含砾砂岩	$10^{-15}-10^{-12}$	差
5	木坑岩组	Jxm	灰绿色变余长石、石英杂砂岩	$10^{-12}-10^{-9}$	差
6	赣江组	Qhg	砂砾石、砂、粉砂、粘土层	$0.6-1.2 \times 10^{-4}$	好
7	进贤组	Qp <sup>2</sup> jx	红土层	$1.2-2.9 \times 10^{-6}$	一般
8	莲塘组	Qp31t	砂层、粘土质粉砂层、亚粘土层	$0.6-1.2 \times 10^{-5}$	较好

## 4 规划设计标准

### 4.1 总体要求

#### 4.1.1

海绵城市建设总体目标为“小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解”。老城区以问题为导向，新建区以目标为导向，以排水防涝、水污染防治和水环境改善为主要目标，鼓励逐步推进雨水和再生水资源利用，促进城市资源的综合利用。

#### 4.1.2

南昌市海绵城市建设规划设计标准包括强制性标准、指导性标准和其他相关标准。其中，强制性标准包括年径流总量控制率、年径流污染削减率和城市雨水利用水质标准；指导性标准包括下沉式绿地率、透水铺装率、绿色屋顶率；其他相关标准包括排水标准、内涝防治标准和初期雨水径流污染控制标准。

#### 4.1.3

强制性标准为本导则适用范围内所有新建、改建、扩建项目必须遵守的标准；指导性标准为各个项目规划设计时参考的标准，各项目在设计时，可以选用下沉式绿地、透水铺装、绿色屋顶等措施，并参考本导则中给出的下沉式绿地率、透水铺装率、绿色屋顶率等指标，也可因地制宜采取其他措施，达到多年平均径流总量控制率的要求。

### 4.2 强制性标准

#### 4.2.1 总体强制性标准控制目标

根据《海绵城市建设技术指南》及《南昌市海绵城市建设专项规划（2021-2035年）》确定南昌市年径流总量控制率不低于70%，年径流污染削减率（一般以年SS总量去除率计）不低于50%。

#### 4.2.2 分区强制性标准控制目标

根据南昌市河流水系分布，结合地形地貌、水文地质状况，将中心城区划分二十二个排水区，昌北城有十二个，分别为赣江新区排水区、经开区排水区、乌沙河上游排水区、新建排水区、凤凰洲排水区、红谷滩排水区、红角洲排水区、西客站排水区、望城排水区、前湖上游排水区、九龙湖排水区和生米排水



区；昌南城有十个，分别为象湖排水区、青山湖排水区、吴公庙排水区、鱼尾排水区、南塘湖排水区、板溪排水区、下范排水区、东站排水区、瑶湖北排水区和瑶湖南排水区。

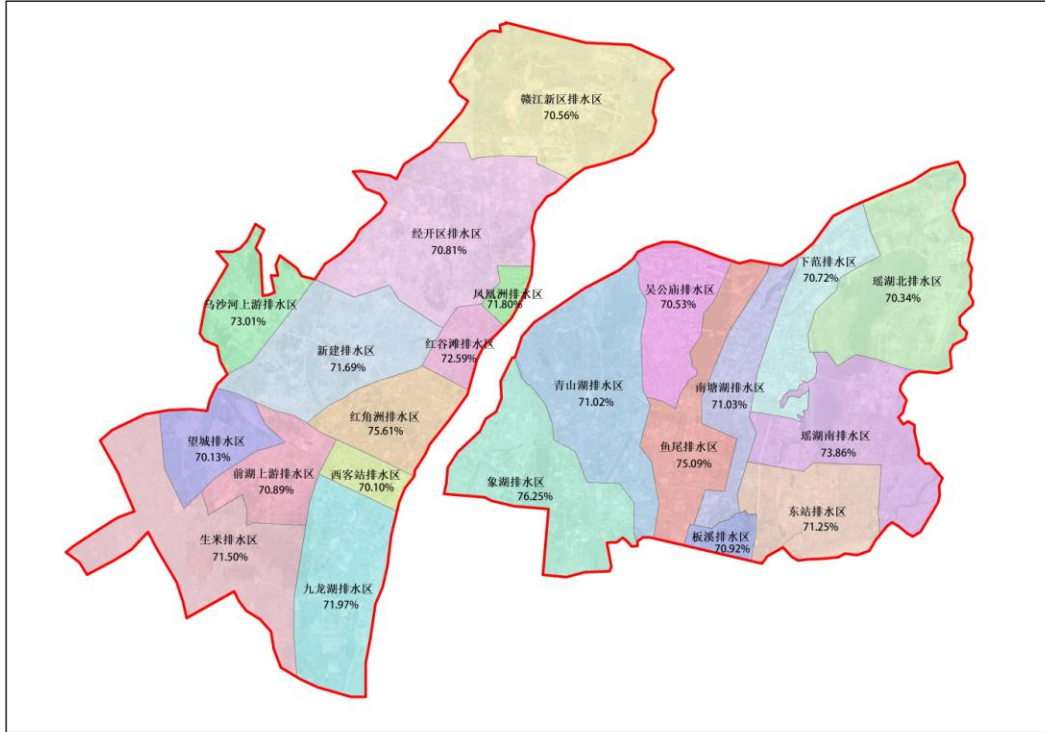


图 4-1 南昌市年径流总量控制率分区图

表 4-1 流域片区海绵城市建设强制性管控指标一览表

海绵城市建设排水分区	年径流总量控制率 (%)	面源污染削减率(以 SS 计, %)
赣江新区排水区	70.56	56.45
经开区排水区	70.81	56.65
乌沙河上游排水区	73.01	58.41
新建排水区	71.69	57.35
凤凰洲排水区	71.80	57.44
红谷滩排水区	72.59	58.07
红角洲排水区	75.61	60.49
西客站排水区	70.10	56.08
望城排水区	70.13	56.11
前湖上游排水区	70.89	56.71

九龙湖排水区	71.97	57.58
生米排水区	71.50	57.20
象湖排水区	76.25	61.00
青山湖排水区	71.02	56.82
吴公庙排水区	70.53	56.42
鱼尾排水区	75.09	60.07
南塘湖排水区	71.03	56.83
板溪排水区	70.92	56.73
下范排水区	70.72	56.57
东站排水区	71.25	57.00
瑶湖北排水区	70.34	56.28
瑶湖南排水区	73.86	59.09

#### 4.2.3 雨水利用水质标准

##### 4.2.3.1

雨水利用水质标准根据实际用途确定，COD<sub>Cr</sub> 和 SS 指标应满足《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400-2016）要求，其余指标应符合国家现行的相关标准规定。

##### 4.2.3.2

雨水同时用于多种用途时，其水质应执行最高水质标准。

#### 4.3 指导性标准

指导性标准为非强制性标准，是进行海绵城市初步设计时，可供参考的标准。在进行设计时可自主选择以下措施，也选择其他措施进行组合，以达到强制性标准要求。在详细设计阶段，可根据年径流总量控制率等强制性标准的要求对以下指标进行调整。

##### 4.3.1 下沉式绿地率

既有居住区改造，下沉式绿地率不宜低于 30%；新建居住区下沉式绿地率不宜低于 40%。

##### 4.3.2 透水铺装率

新建公共停车场、人行道、步行街、自行车道和休闲广场、室外庭院的透水铺装率不宜低于 70%，改、扩建项目透水铺装率不宜低于 30%，除道路之外，

新建区各类用地的透水铺装率宜大于 40%。

考虑到机动车道由于荷载和行车速度的问题，道路中的机动车道不建议做透水铺装，建议仅在人行道或非机动车道做透水铺装，南昌市道路用地的透水铺装率宜大于 20%。

#### 4.3.3 绿色屋顶率

新建住宅类建筑屋顶绿化率不宜低于 10%，公共管理及商业服务类建筑屋顶绿化率不宜低于 20%。

### 4.4 其他相关标准

#### 4.4.1 管网排水标准

雨水管渠设计标准为最大小时降雨量 54.83-61.15 毫米（对应重现期为 3-5 年），重要地区和一般地区内的重要道路设计标准为最大小时降雨量 61.15 毫米，其他地区的设计标准为最大小时降雨量 54.83 毫米。

#### 4.4.2 内涝防治标准

内涝防治标准为最大 24 小时降雨量 248.6 毫米，发生 24 小时降雨量在 248.6 毫米以内时，城市不出现严重内涝灾害，发生超标降雨时保障城市运转基本正常，不造成重大财产损失和人员伤亡。

#### 4.4.3 初期雨水径流污染控制标准

参照相关城市研究经验，屋面一般取 2mm，小区路面取 3-5mm，市政路面取 4-8mm。水生态敏感地区，应取上限值。

#### 4.4.4 城市防洪标准

中心城区赣江防洪堤标准近期 100 年一遇，远期 200 年一遇；沿江乌沙河堤防近期按 50 年一遇，远期按 100 年一遇防洪标准建设。

## 5 相关计算方法

### 5.1 设计参数

#### 5.1.1

根据南昌市近 30 年的 24 小时降雨资料，同时参考《海绵城市建设技术指南》，南昌市多年平均径流总量控制率与设计降雨量的对应关系如图 5-1 及表 5-1 所示。

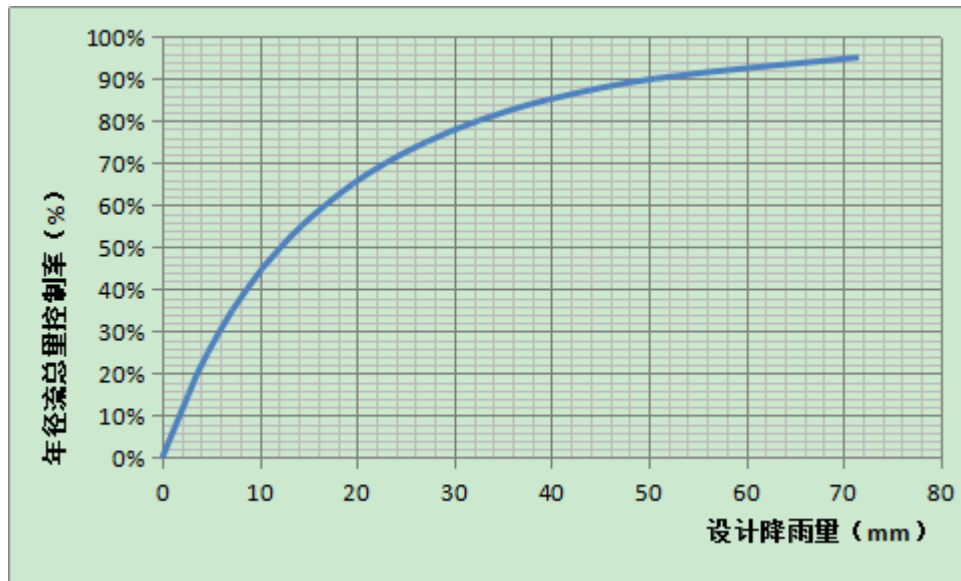


图 5-1 多年平均径流总量控制率与设计降雨量对应关系曲线

表 5-1 多年平均径流总量控制率对应的设计降雨量

城市名称	年径流总量控制率对应设计降雨 (mm)																
	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
南昌市	2.7	3.6	4.7	5.9	7.2	8.7	10.3	12.2	14.3	16.8	19.6	23.0	27.2	32.5	39.7	50.7	71.6
南昌县	2.6	3.6	4.7	5.8	7.1	8.6	10.3	12.1	14.2	16.6	19.5	22.8	27.1	32.4	40.3	53.3	82.4
安义县	2.6	3.5	4.6	5.7	7.0	8.4	10.0	11.8	13.8	16.2	19.0	22.2	26.1	30.9	37.5	47.0	66.9
进贤县	2.7	3.7	4.8	6.0	7.4	8.9	10.4	12.4	14.5	16.9	19.8	23.2	27.2	32.2	38.9	49.1	68.1

#### 5.1.2 南昌市暴雨强度公式如下所示：

$$q=1598(1+0.69\lg P)/(t+1.4)^{0.64}$$

式中：

q—暴雨强度 (L/s·ha)；

P—重现期 (a)；

t—降雨历时 (min)。

### 5.1.3 雨水管渠的设计降雨历时，应按下式计算：

$$t=t_1+t_2$$

式中：

t—降雨历时（min）；

t<sub>1</sub>—汇水面汇水时间（min），视距离长短、地形坡度和地面铺装情况而定（屋面一般取 5min；道路路面取 5—15min）；

t<sub>2</sub>—管渠内雨水流行时间（min）；

在规划或方案设计时，建筑小区设计降雨历时可按 10—15min 计算。

### 5.1.4 径流系数取值

不同种类下垫面的径流系数应依据实测数据确定，缺乏资料时可参照表 5-2 取值，综合径流系数应按下垫面种类加权平均计算：

$$\Psi_z = \frac{\sum F_i \Psi_i}{F}$$

式中：

Ψ<sub>z</sub>—综合径流系数；

F—汇水面积（m<sup>2</sup>）；

F<sub>i</sub>—汇水面上各类下垫面面积（m<sup>2</sup>）；

Ψ<sub>i</sub>—各类下垫面的径流系数。

表 5-2 径流系数

地面种类	Ψ
各种屋面、混凝土或沥青路面	0.85~0.95
大块石铺砌路或沥青表面各种的碎石路面	0.55~0.65
级配碎石路面	0.40~0.50
干砌砖或碎石路面	0.35~0.40
非铺砌土路面	0.25~0.35
公园或绿地	0.10~0.20

## 5.2 水量计算

### 5.2.1 径流总量计算公式

$$W = 10\psi_{zc} h_y F$$

式中：

W—径流总量（ $m^3$ ）；

$\psi_{zc}$ —雨量综合径流系数；

$h_y$ —设计降雨量（mm）；

F—汇水面积（ $hm^2$ ）。

### 5.2.2 设计流量计算公式

$$Q = 10\psi_{zm} q F$$

式中：

Q—设计流量（L/s）；

$\psi_{zm}$ —流量综合径流系数，见表 5-2；

q—设计暴雨强度[L/( $s \cdot hm^2$ )]

### 5.2.3

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）日平均水面蒸发量应依据实测数据确定，缺乏资料时可按下式计算。

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

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）；

$V_{md}$ —日平均风速（v/s）。

(2) 水体日渗漏量可以根据以下公式进行计算：

$$Q_s = S_m \cdot A_s / 1000$$

式中：

$Q_s$ —水体的日渗透漏失量， $m^3/d$ ；

$S_m$ —单位面积日渗漏量， $L/(m^2 \cdot d)$ ；

$A_s$ —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， $m^2$ 。

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

#### 5.2.4

绿化灌溉用水定额见下表

表 5-3 绿化灌溉年均用水定额 ( $m^3/m^2$ )

草坪	用水定额		
	一级养护	二级养护	三级养护
	0.22	0.16	0.11

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  $1.0L/m^2 \cdot d$ - $3.0L/m^2 \cdot d$  计算。

#### 5.2.5

道路广场浇洒用水定额根据路面性质按下表取值：

表 5-4 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
水泥或沥青路面	0.20-0.50

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

### 5.2.6

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 5-5 确定。

表 5-5 汽车冲洗用水量定额 (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	-

### 5.2.7

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。

### 5.2.8

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。

### 5.2.9

初期弃流量宜按照下式进行计算。当有特殊要求时，可根据实测雨水径流中污染物浓度确定。

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

式中：

$W_i$ —初期弃流量 ( $m^3$ )；

$\delta$ —初期径流厚度 (mm)。

$F$ —汇水面积 ( $hm^2$ )。

## 5.3 渗透设施计算

### 5.3.1

渗透、渗滤及滞蓄设施的径流体积控制规模应按下列式计算：

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



式中：

$V_m$ —渗透、渗滤及蓄滞设施的径流体积控制规模 ( $m^3$ )；

$V_s$ —设施有效滞蓄容积 ( $m^3$ )；

$K$ —土壤或人工介质的饱和渗透系数 ( $m/h$ )；

$J$ —水力坡度，一般取 1；

$A_s$ —有效渗透面积 ( $m^2$ )；

$t_s$ —降雨过程中的入渗历时 ( $h$ )，为当地多年平均场降雨历时，缺乏资料时，可根据平均场降雨历时特点取 2-12h。

## 5.4 延时调节设施计算

### 5.4.1

延时调节设施的径流体积控制规模按下列公式计算：

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

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

式中：

$V_{ed}$ —延时调节设施的径流体积控制规模 ( $m^3$ )；

$V_s$ —设施有效滞蓄容积 ( $m^3$ )；

$W_{ed}$ —延时调节设施降雨过程中的排放量 ( $m^3$ )；

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

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

## 6 海绵城市规划

### 6.1 海绵城市规划体系

#### 6.1.1

海绵城市规划是建设海绵城市的重要依据，是城市规划的重要组成部分。编制体系分为两个层面，一是对应总体规划层面的海绵城市专项规划，二是对应控制性详细规划层面的海绵城市建设详细规划。各层面城市规划应编制同层次的海绵城市规划，并与既有的规划编制体系相衔接。具体项目设计时应根据海绵城市相关规划编制海绵城市的专项设计方案。

#### 6.1.2

海绵城市专项规划经批准后，新编或修编水系、绿地系统、防涝系统、道路交通等专项规划时，应与海绵城市专项规划充分衔接。

### 6.2 总体规划层面

#### 6.2.1

海绵城市专项规划对应城市总体规划层面，应编制海绵城市专项规划，也可与城市总体规划同步编制。规划年限应与总体规划保持一致。

#### 6.2.2

海绵城市专项规划编制范围原则上应与城市规划区一致，同时兼顾雨水汇水区 and 山、水、林、田、湖、草等自然生态要素的完整性。

#### 6.2.3

海绵城市专项规划应以尊重自然、因地制宜、统筹建设、全面协调为原则，合理确定生态保护、排水防涝、水污染防治、水环境改善和雨水综合利用需求，并以生态保护、排水防涝、水污染防治和水环境改善为主。针对不同的地形、地质、水文、下垫面条件，分别提出应对措施；针对不同的用地性质和建设条件，分别提出建设目标。

#### 6.2.4

海绵城市专项规划编制的主要内容如下：

(1) 综合评价海绵城市建设条件。分析城市区位、自然地理、经济社会现状和降雨、土壤、地下水、下垫面、排水系统、城市开发前的水文状况等基本

特征，识别城市“山、水、林、田、湖、草”自然生态格局和水资源、水环境、水生态、水安全等方面存在的问题。

(2) 确定海绵城市建设目标和具体指标。确定海绵城市建设目标，明确近、远期要达到海绵城市要求的面积和比例，参照住房城乡建设部发布的《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》，提出海绵城市建设的生态系统、水生态、水安全、水环境、水资源五个方面指标体系。

(3) 提出海绵城市建设的总体思路。依据海绵城市建设目标，针对现状问题，因地制宜确定海绵城市建设的实施路径。老城区以问题为导向，重点解决城镇内涝、黑臭水体治理等问题；新建区以目标为导向，优先保护自然生态本底，合理控制开发强度。

#### (4) 构建城市生态安全格局

分析山、水、林、田、湖、草等生态本底条件，识别地形地貌、植被条件、生物多样性、水文、地质、土地利用等生态敏感因子，提出海绵城市的自然生态空间格局，应加强对原有生态系统的保护与已破坏生态系统的恢复与修复。并与城市总体规划四区划定相衔接，明确生态保护与修复要求。

#### (5) 建设城市海绵四大体系

包括水生态修复体系、水安全保障体系、水污染防治体系、水资源利用体系。水生态修复体系建设包括源头低影响开发系统构建，提出内源治理策略、生态修复策略及其它治理措施；水安全保障体系建设主要根据城市防洪排涝现状分析结果，重点构建城镇内涝防治系统，解决城镇内涝问题；水污染防治体系主要根据水体外源污染现状，计算城市点源、非点源污染物排放量，测算水体环境容量，分析需要削减的污染物量，明确污水处理厂出水等级、源头削减量及应对措施；水资源利用体系建设主要根据城市水资源现状分析结果，结合城市可利用水源分析，提出污水再生利用及雨水资源化利用策略、给水管网漏损控制措施、水源地水质保障措施等。

#### (6) 提出海绵城市建设分区指引

以地形、水系、建设条件等为要素，结合控制性详细规划单元，划定海绵城市管控分区，进行分区建设指引，提出各分区的指标要求，以及其他管控要求。

(7) 提出规划措施和相关专项规划衔接的建议。针对内涝积水、水体黑臭、河湖水系生态功能受损等问题，按照源头减排、过程控制、系统治理的原则，制定积水点治理、截污纳管、合流制污水溢流污染控制和河湖水系生态修复等措施，并提出与城市道路、竖向规划、排水防涝、绿地、水系统等相关规划相衔接的建议。

(8) 明确近期建设重点。明确近期海绵城市建设重点区域及建设目标，确定近期各分区的指标要求。并结合现状突出问题，提出水系治理、内涝防治等规划策略。提出分期建设要求，落实近期建设项目计划，并编制投资估算。

(9) 提出规划保障措施和实施建议

衔接城市总体规划、控制性详细规划及相关专项规划，提出规划调整建议；构建规划、设计、建设、运维、监测评估等全过程管控体系；提出规划实施所需的组织、制度、资金、能力建设等保障措施。

## 6.3 控制性详细规划层面

### 6.3.1

海绵城市建设详细规划对应控制性详细规划层面，应与控制性详细规划同步编制，作为控制性详细规划篇章。已批复实施的控制性详细规划，若缺失海绵城市相关内容的，可单独编制。

### 6.3.2

海绵城市建设详细规划应落实城市总体规划和海绵城市专项规划等上位规划中提出的海绵城市建设要求，指导海绵城市建设的规划管理和项目推进。

### 6.3.3

海绵城市建设详细规划中的指标包括控制性指标和引导性指标。控制性指标和引导性指标应结合流域或汇水区的实际情况来确定。

(1) 控制性指标可采纳：蓝线管控、绿线管控、水面率、年径流总量控制率、生态岸线改造率、防洪标准、内涝防治标准、排水管网标准、地表水水质标准、城市面源污染控制（以 SS 计）、雨污混接改造率等。

(2) 引导性指标可采纳：下沉式绿地率、透水铺装率、绿色屋顶率、COD 削减率、NH<sub>3</sub>-N 削减率和 TP 削减率、雨水资源化率、污水再生利用率等。

### 6.3.4

海绵城市建设详细规划编制的主要内容如下：

(1) 开展现状建设条件分析与问题识别，总结生态系统、水生态、水安全、水环境、水资源存在的问题。

(2) 开展海绵建设影响因素分析，包括土壤、地下水、水系、竖向系统、排水系统、建筑密度、绿地率、水功能区划等。

(3) 针对现状突出问题，根据海绵城市专项规划，合理设定生态系统、水生态、水安全、水环境、水资源等建设目标，编制详细规划方案，并进行多目标的系统工程融合。

(4) 按照规划方案，落实海绵城市建设指标体系，并将相关指标或目标分解到各个地块（包括城市道路、水系）中。

(5) 应提出各地块海绵城市相关设施的配置引导，可参照表 6-1 的规定实施。应基于对地块的规划用地类型、容积率、整体功能布局要求及周边情况、水文地质等特点分析，并遵循节约资源、保护环境、因地制宜、经济适用原则。

表 6-1 海绵城市相关设施规划配置

设施名称	用地类型							
	居住用地 (R)	公共设施用地 (A/B)	工业用地 (M)	仓储物流用地 (W)	对外交通用地 (T)	道路广场用地 (S)	市政设施用地 (U)	绿地 (G)
透水铺装	√	√	○	○	○	√	○	√
绿色屋顶	√	√	○	○	×	×	○	√
下沉式绿地	√	√	○	○	○	√	○	√
生物滞留设施	√	√	√	√	√	√	√	√
湿塘	√	√	○	○	×	○	×	√
雨水湿地	√	√	○	○	×	√	×	√
蓄水池	√	√	√	√	√	√	√	√
雨水罐	√	√	√	√	√	×	√	×
调节塘	√	√	○	○	×	○	×	√
调节池	○	○	○	○	○	√	○	√
植草沟	√	√	√	√	√	√	√	√
渗管/渠	√	√	×	×	×	○	○	√
植被缓冲带	○	○	○	○	○	√	○	√
初期雨水弃流设施	√	√	√	√	√	√	√	√
下沉式广场	√	√	○	○	○	√	○	√

注：√宜选用 ○可选用 ×不宜选用

(6) 落实海绵城市相关基础设施的用地，包括城市基础设施和城市生态设施规划。综合水环境、水生态、水安全、水资源等控制要求，确定重大工程设施布局、规模，如污水处理厂、集中式调蓄池的规模布局及水处理标准，确定截污干管等工程设施的布局；确定生态设施，如大型公园绿地、湿地的规模及布局，并提出建设要求。

(7) 落实蓝线、绿线等规划控制线的划定，明确河湖水域、道路绿化隔离带、公园绿地的四至范围。

(8) 编制海绵城市详细规划图则，对应控制性详细规划的地块编号，将各地块的海绵城市建设目标或指标及要求等纳入图则中。

(9) 对各地块的用地性质、开发强度、竖向、排水系统等优化调整提出合理化建议。与控规同步编制的，应加强衔接；未同步编制的，提出控规局部调整优化的建议。

## 6.4 与相关规划衔接

### 6.4.1

海绵城市专项规划应与其它相关专项规划相协调，应综合各专项规划的成果，将目标、指标和具体建设要求反馈到各专项规划中，便于各行政管理部门进行实施。

### 6.4.2 城市水系规划

与城市水系规划衔接的主要内容如下：

(1) 应结合城市水系规划划定的城市水域、岸线、滨水区，提出水面率要求，进行蓝线划定，明确水系保护范围，并提出控制要求；

(2) 保持城市水系结构的完整性，优化城市河湖水系布局，实现自然、有序排放与调蓄；规划新增水面应兼顾城市排水防涝及景观功能，并考虑周边地块的雨水径流控制要求。

(3) 优化水域、岸线、滨水区及周边绿地布局。有机衔接水体、岸线和滨水区，划定生态岸线范围，合理布局陆域缓冲带，充分发挥对雨水径流的自然渗透、净化与调蓄功能。

### 6.4.3 城市绿地系统规划

与城市绿地系统规划衔接的主要内容如下：

(1) 合理确定城市绿地系统海绵城市设施的规模和布局。应统筹水生态敏感区、生态空间和绿地空间布局，落实海绵城市设施的规模和布局，充分发挥绿地的渗滞、调蓄和净化功能。

(2) 城市绿地应与周边汇水区域有效衔接。在满足绿地核心功能的前提下，合理确定周边汇水区域汇入水量（即客水），提出客水预处理、溢流衔接等安全保障措施。

(3) 提出不同类型绿地的海绵城市建设控制目标和指标。根据绿地的类型和特点，明确公园绿地、生产绿地、防护绿地、附属绿地、其他绿地等各类绿地的规划建设目标、控制指标（如年径流总量控制率、年径流污染控制率和调蓄容积等）和适用的海绵城市设施类型。

### 6.4.4 城市排水防涝规划

城市排水防涝系统是海绵城市的重要组成部分，海绵城市专项规划应与城市排水防涝规划充分对接，与城市排水防涝规划衔接的主要内容如下：

(1) 与城市排水防涝规划中雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统有效衔接，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。

(2) 优化低影响开发设施的平面布局与竖向控制。充分利用城市绿地、广场、道路等公共开放空间，在满足各类用地的主导功能基础上，合理布局低影响开发设施。

(3) 与城市排水防涝规划内涝点治理方案相衔接，优化调蓄设施。结合易涝点分析、排水管网布局及雨水回用等，统筹考虑进行雨水调蓄设施布局。

### 6.4.5 城市道路交通规划

道路是径流及其污染物产生的主要场所之一，海绵城市专项规划编制应与城市道路交通规划进行衔接，与城市道路交通规划衔接的主要内容如下：

(1) 确定各等级道路源头径流控制目标。充分利用城市道路自身及周边绿地空间落实海绵城市设施，结合道路横断面和排水方向，利用不同等级道路的

中分带、侧分带、人行道和停车场建设下沉式绿地、植草沟、雨水湿地和透水铺装等海绵城市设施。

(2) 协调道路与周边场地竖向关系。充分考虑道路红线内外雨水汇入的要求，通过建设下沉式绿地、透水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) 提出各等级道路低影响开发设施类别、基本选型及布局等内容。合理确定源头径流减排雨水系统与城市道路设施空间衔接关系。

(4) 根据海绵城市建设需求，对道路路网结构及横断面型式提出优化调整的建议。

#### 6.4.6 城市竖向专项规划

城市竖向系统是海绵城市建设重要的控制条件，决定了径流排放路径、海绵城市设施的选择以及区域或地块联合减排的可行性，合理的城市竖向系统将有利于海绵城市建设。海绵城市专项规划应与竖向专项规划进行充分的衔接，与城市竖向专项规划衔接的主要内容如下：

(1) 依据城市竖向专项规划确定的城市空间竖向，开展海绵城市设施布局。

(2) 根据海绵城市建设需求，统筹水域、绿地与场地的竖向高程关系，对城市竖向系统提出合理化优化调整建议。



## 7 海绵城市设计

### 7.1 区域系统方案设计

#### 7.1.1 一般规定

##### 7.1.1.1

海绵城市建设是一个系统工程，应以流域或汇水分区为单元进行系统方案设计。

##### 7.1.1.2

系统方案设计应综合分析内涝防治、水环境整治及水资源等方面存在的问题，依据海绵城市专项规划，确定一个或多个目标和相关指标体系，充分发挥现有设施能力，保护和利用自然生态资源。并进行定量评估（鼓励采用模型评估），通过方案的优化和比选，形成多目标兼顾的系统方案。

##### 7.1.1.3

系统方案设计，应符合以下规定：

（1）系统方案设计应基于对自然水文生态特征的保护和恢复，保护河湖水系、湿地及原有本土植被等自然生态系统，落实相应的禁建区及限建区。

（2）构建基于“源头控制、过程调节、末端治理”的雨水管理工程体系，兼顾污染控制、生态保护、内涝防治等多个径流控制目标。

（3）从建筑、地块、城市水系到流域，逐渐构建从源头到末端、由分散地块到整体流域的系统建设、调整优化、改进完善的良性循环。

#### 7.1.2 水生态

##### 7.1.2.1

新建区域应尽可能保护原有水文特征，区域外排雨水径流系数不大于 0.5，外排雨水峰值流量不应大于规划市政管网的接纳能力；已建区域应按照面源污染削减、内涝防治等要求确定恢复标准。

##### 7.1.2.2

水生态的保护与修复指标包括径流总量、径流峰值及峰现时间、地下水位变化、水文循环等。可按下述步骤进行分析：

(1) 通过现场监测和模型评估初步确定自然水文特征值。面积小于 2 平方公里的区域，暴雨峰值可用推理公式计算。

对于新规划区域或新改建项目，评估其开发建设前自然水文特征，主要有径流峰值及峰现时间、径流总量及入渗量等指标，通过优化技术方案减少对原有水文特征的影响；有条件的地区可开展地下水文循环影响和河流冲蚀及沉积变化等研究。

(2) 结合场地实际条件，综合多目标系统要求，核定年径流总量控制率。

分析区域或地块的地表类型、土壤性质、地形地貌、植被覆盖率等情况，综合考虑土地利用布局、地块建筑密度、绿地率等开发强度指标、低影响开发设施的利用效率及经济水平等因素，确定适宜的年径流总量控制率。并根据所需低影响开发设施的削减负荷要求，雨水资源利用要求等，多目标系统融合，最终核定年径流总量控制率。

#### 7.1.2.3

应加强对城市坑塘、河湖、湿地等水体自然形态的保护和恢复，禁止填湖造地、任意裁弯取直及河道硬化等，在城市规划建设中应保持或恢复河湖水系的自然连通，保持自然生态排水系统的完整性。建设项目应划定重要的水系、沟渠等系统的保护范围。

#### 7.1.2.4

应通过提高水面率、河网密度、蓄滞绿地等措施，减少对自然水文生态的破坏；设计生态河道，应采取生态措施稳固河岸及生物栖息地，改善河道的生态条件。低影响开发设施宜结合不透水地面分散就近布置，公园、广场及建筑小区应尽量减少硬质铺装面积。

### 7.1.3 水环境

#### 7.1.3.1

应遵循因地制宜、功能综合、环境协调、自然生态、经济合理、运维简便等原则，有针对性地提出水环境综合治理目标和措施。

#### 7.1.3.2

水环境整治应结合水生态修复系统考虑，按照“控源截污、内源治理；活水循环、清水补给；水质净化、生态修复”的基本技术路线具体实施，其中控源截污和内源治理是水体整治的基础与前提。

#### 7.1.3.3

合理确定水体整治和长效保持技术路线，从而制定系统治理方案、中长期治理规划和适应性管理机制。应结合水体污染源和环境条件调查结果，系统分析水体污染成因。并按照水功能区达标的要求，分析和计算水环境容量，评估污染负荷并分配至各汇水分区（或排口）的污染物削减指标，确定面源污染削减比例。

#### 7.1.3.4

水环境整治的分析方法，可按下述步骤进行：

- （1）选择并建立地表径流和面源污染模型、流域水环境模型；
- （2）现场调查和监测数据，利用监测数据或经验估算、模型评估，将污染负荷分配到河流子流域或汇水分区；
- （3）根据水环境目标达标要求，在充分模拟多种技术方案的河流自净、人工强化自净、可靠生态基流、水体流动性的基础上，确定日最大入河污染负荷，并考虑季节变化，将其分配到河流子流域或汇水分区排口；
- （4）采用等比例或其它方法分配削减指标。

#### 7.1.3.5

污染削减和监测方案可充分利用现有排水设施，坚持绿色设施和灰色设施相结合、近期建设和中长期规划相结合的原则，制定污染物削减方案和监测评估方案，系统评估各种工程措施的削减效果，整体方案应满足污染物总量削减要求，并与管理目标和管理方案结合。

#### 7.1.3.6 面源污染控制

城市面源污染包括城市初期雨水及地表固体废弃物等污染源的控制与治理。雨水径流面源污染控制可采用各种低影响开发技术、初期雨水控制与净化技术、地表固体废弃物收集技术，以及生态岸线与隔离(阻断)等技术。

城市（含县城）在加强城市面源污染控制的同时，还应统筹衔接流域内农田和畜禽养殖等面源控制与治理。

#### 7.1.3.7 点源污染控制

包括城市水体沿岸污水排放口、分流制雨水管道初期雨水或旱流水排放口、合流制污水系统沿岸排放口等永久性工程治理，以及雨污混接问题改造。

截污纳管是水体整治最直接有效的工程措施。应分析污染源头，优先考虑雨污分流改造，若无条件改造，则通过沿河沿湖铺设污水截流管线等方式，将污水截流并纳入城市污水收集和处理系统。无法沿河沿湖截流污染源的，可考虑就地处理等工程措施。

#### 7.1.3.8 内源污染控制

包括垃圾清理、生物残体及漂浮物清理和清淤疏浚。

清淤疏浚适用于水体的底泥清理，尤其是重度黑臭水体底泥污染物的清理。但对于底泥氧化还原电位较高、污染物释放量较少的水体应慎重选用。包括机械清淤和水力清淤等方式，清淤前需做好底泥污染调查，明确疏浚范围和疏浚深度。

#### 7.1.3.9 河道水质净化处理

应结合陆域削减规划和河流水资源调度综合分析。通过在线处理、港湾式旁路处理、引水活水、河流湿地、陆地集中处理、生态自净等措施，恢复河道水生物多样性，增强河道自净功能。

### 7.1.4 水安全

#### 7.1.4.1

水安全系统包括雨水管渠系统和内涝防治系统，系统方案设计应开展内涝风险评估与应对。

#### 7.1.4.2

内涝风险的评估可通过模型模拟获得雨水径流的流态、水位变化、积水范围和淹没时间等信息，采用多指标组合，综合评估城镇内涝灾害的危险性；可结合片区重要性和敏感性，进行内涝风险等级划分。

#### 7.1.4.3

基础资料或技术手段不完善的城市（含县城），也可采用历史水灾法进行评估。根据历史积水情况，综合考虑各分区的用地性质、建设密度、水面率、地面高程、河道常水位、最高水位、排涝能力等因素，综合确定内涝风险等级。

#### 7.1.4.4

内涝风险评估与应对的主要措施包括：

（1）城市雨洪灾害应与流域防洪体系紧密结合，通过河、湖、骨干排水工程体系的优化调度和预警预报，提高城市综合抵御洪涝灾害的能力。

（2）根据洪涝风险评估成果，利用绿地、景观用地、城市溪流、次要道路等设施用地规划可控的雨洪行泄通道，利用下沉式公园（广场）、绿地等场所蓄滞超设计标准的暴雨洪水。

（3）提高下穿立交、地铁、地下商场出入口、学校、医院、抢险通道等重点保护设施的高程或采取其它阻挡客水的措施以保证设施安全。

### 7.1.5 水资源

#### 7.1.5.1

水资源系统主要包括污水再生利用系统和雨水资源化利用系统。城市（含县城）应因地制宜地设定污水再生利用率和雨水资源利用率目标，根据用户需求合理确定污水再生利用和雨水资源化利用方案。

#### 7.1.5.2

污水再生利用系统方案设计应按《污水再生利用工程设计规范》(GB 50335)、《室外排水设计规范》(GB50014)等规范中的相关标准、设计要点、计算方法等执行。

#### 7.1.5.3

污水再生利用的规模应充分考虑耗水量大的企业用水、城市景观用水、工业农业用水及园林绿地灌溉用水等需求。污水再生利用的水质控制指标应根据不同用途按《污水再生利用工程设计规范》(GB50335)执行。

#### 7.1.5.4

雨水资源化利用系统方案设计应按《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB50400)等相关规范标准中的相关标准、设计要点、计算方法等执行。

#### 7.1.5.5

雨水资源化利用的规模应充分考虑道路浇洒、园林绿地灌溉、市政杂用、工农业生产、冷却等的用水需求。回用雨水水质应根据不同用途按照相应的水质标准执行。

#### 7.1.5.6

水系丰富的城市（含县城）可积极探索利用河湖水等天然水体替代自来水，作为道路浇洒、绿地灌溉及市政杂用水的水源。

### 7.1.6 系统方案的评估与优化

#### 7.1.6.1

系统方案的评估与优化可通过以问题为导向的方案组合或系统方案的评估和优化方法进行。

#### 7.1.6.2

采用以问题为导向的方案组合方法，应符合以下规定：

- （1）分析制约因素，以问题为导向采取综合措施。
- （2）工程措施应尽可能具备或兼顾解决城镇内涝、污染物削减、水资源利用等多个问题，并与非工程措施结合。

（3）工程方案组合时，已建城区以优先利用现有设施为主，因地制宜采用综合措施；优化、提高现有设施的功能标准和运行效率，对现有管道等设施采用新技术、新工艺改造，局部地区新建高标准设施，解决内涝和污染问题。新建城区以保护和利用自然生态资源为前提，通过优化规划方案，以海绵城市技术为主进行多方案组合。

#### 7.1.6.3

采用系统方案的评估和优化方法，应符合以下规定：

（1）系统方案的评估因素包括多种综合措施的协同性、近期目标和建设时序、费用和效益分析、方案实施的目标可达性、与城市发展规划的兼容性等。

（2）系统方案的优化应优先考虑最大制约因素的近期目标要求，定量分析方案的费用与效益比值，与城市总体规划及海绵城市专项规划相协调，综合优化方案。

(3) 以水环境质量达标为最主要制约因素的城市，系统方案的优化近期应以截污为主，有条件的实施排口在线处理和改善河道水质的人工强化措施。

(4) 以城镇内涝为最主要制约因素的城市，系统方案的优化近期应采取提高排涝能力、综合治理重点内涝区域、优化运行调度等措施，远期采用源头削峰、调蓄、地表导流、加强涝水收集和排放等工程措施，以及竖向、用地调整和水利调度等规划管理手段，同时近、远期相结合，通过技术经济分析进行优化组合。

(5) 系统方案应注重多种工程措施的综合应用和工程设施的多目标合一，应优先保证内涝防治和城市水环境改善，兼顾其它目标要求。

## 7.2 设计文件编制内容

### 7.2.1 一般规定

南昌市城市规划区内的新建、改建、扩建建设项目设计文件均应提供海绵城市设计篇章，内容应包含且不限于以下规定所示，深度能满足《市政公用工程设计文件编制深度规定(2013年版)》、《建筑工程设计文件编制深度规定(2016年版)》要求。

### 7.2.2 方案设计

方案设计文件的设计成果应包含项目概况、设计依据、总平面设计、汇水分区、相关说明、设计依据、图例、所采用海绵城市设施的类型分布、构造示意等内容。应在总平面图中明确标注海绵城市设施的位置、竖向标高、雨水径流方向、溢流口位置、汇水分区线和地下车库范围线，明确标注与城市雨水管渠系统的衔接关系等。

### 7.2.3 初步设计

初步设计文件的设计成果应包含项目概况、设计依据、方案设计落实情况、现状分析(老旧小区)或用地分析(新建小区)、土壤分析、竖向设计分析、汇水分区划分、排水系统设计、项目下垫面分析、径流路径分析图、径流系数计算成果，调蓄容积计算成果、径流污染削减率计算成果、海绵城市设施设计、模型模拟(模型模拟软件名称、模型模拟参数、模型模拟结果)、主要植物种植设计、景观专业设计、海绵设施主要工程做法详图等。

#### 7.2.4 施工图

施工图阶段图纸部分应包含：

- (1) 设计说明、图例
- (2) 项目总平面图
- (3) 项目竖向设计图(如道路项目给定设施结构横断面图)
- (4) 项目汇水分区总平面图
- (5) 项目雨水排水总平面图
- (6) 海绵设施平面布置图
- (7) 海绵设施做法详图
- (8) 管线设计纵断面图(道路项目和管径 DN1000 以上排水管道项目提供)
- (9) 主要设备材料表
- (10) 景观设计图
- (11) 绿化种植设计图。

#### 7.3 建筑与小区

7.3.1 建筑与小区包括民用建筑（居住建筑、公共建筑）和工业建筑项目，以及这些建筑项目所在建设用地的红线范围。

##### 7.3.2 一般规定

###### 7.3.2.1

建筑与小区的规划设计标准应满足海绵城市相关规划所规定的指标要求。

###### 7.3.2.2

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。

###### 7.3.2.3

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《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》设置雨水回用系统。

###### 7.3.2.4

南昌市新建建筑和小区的地下室顶板覆土不宜小于 1.5m。



#### 7.3.2.5

应根据项目的实际情况优先利用低洼地设置生物滞留设施、渗渠等设施减少外排雨量。

#### 7.3.2.6

设置在小区道路、广场及建筑物周边的绿地宜优先采用下沉式做法，并采取措施将雨水引至绿地。

#### 7.3.2.7

建筑宜采取措施将屋面排水引入周边的低影响开发设施，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。

#### 7.3.2.8

以雨水收集利用为目的的设施，应设置初期雨水弃流装置或设施。

#### 7.3.2.9

在紫线范围内项目，应在保持历史原貌的前提下，合理确定低影响开发设施规模，不宜采用雨水径流下渗型设施。

### 7.3.3 技术设施

#### 7.3.3.1 工艺流程

新建和老旧建筑与小区特点差异明显：新建建筑与小区排水体制为雨污分流，径流污染相对较轻，海绵城市建设基础条件较好；老旧建筑与小区存在雨污合流制情况，土地开发强度较大，不透水地面面积较高，综合径流系数较大，绿地面积不足，可利用空间有限，进行海绵城市改造难度较大。因此，建筑与小区的雨水处理系统建设针对新建和老旧建筑与小区有以下两种典型流程。



(4) 转输设施：包括转输型植草沟、渗管（渠）等；

(5) 净化设施：包括植被缓冲带、初期雨水弃流设施和人工湿地等；

### 7.3.3.3

建筑和小区内的景观水体、草坪绿地和低洼地宜具有雨水储存或调节功能，景观水体可建成集雨水调蓄、水体净化和生态景观为一体的多功能生态水体。

## 7.3.4 安全要求

### 7.3.4.1

建筑与小区的低影响开发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。

### 7.3.4.2

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

### 7.3.4.3

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。

### 7.3.4.4

建筑与小区内下沉式绿地、人工湿地等附近应有相应的警示标识。

### 7.3.4.5

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。

### 7.3.4.6

低影响开发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。

### 7.3.4.7

对于化工、石油、重金属冶炼企业，需建设初期雨水弃流等设施，对初期雨水进行收集和处理，达标后方可排放。

## 7.4 城市道路

### 7.4.1

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，在低影响开发设施的建设路段，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数仍应按《室外排水设计规范》（GB50014）中的相关标准执行。

### 7.4.2

对于城市外围高速、城市快环以及城市内部公路，在满足交通功能的条件下，应充分考虑海绵城市建设需求，通过防护绿地的合理设计，将道路雨水径流引入，并进行渗滞和净化。具有城市截洪屏障功能的外围高速可采取设置透水铺装及导洪设施实现排水目标。

### 7.4.3

对于城市主次干道、支路等道路，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低影响开发设施建设需求，优先选用含绿化带的横断面形式。

### 7.4.4

城市道路的低影响开发设施应优先布置在道路侧分带、宽度大于 2 米的道路中分带以及道路外侧市政绿地。在道路侧分带能够布局低影响开发设施，并且设施的规模可以满足相关要求时，应优先考虑利用道路侧分带布局低影响开发设施。

### 7.4.5

城市道路的海绵城市设计应结合道路功能、道路竖向和景观要求，合理组合，优化布局。

### 7.4.6

道路人行道可采用透水铺装，新建区轻荷载的非机动车道可采用透水沥青路面或透水水泥混凝土路面，透水铺装设计应满足国家有关标准规范的要求。

#### 7.4.7

道路红线内的中央分隔带或机非分隔带宜建设为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；行道树树池宜设计成为生态树池，人行道部分雨水可引入树池内。

#### 7.4.8

路面雨水宜首先汇入道路红线内绿化（中分带不建议接纳客水），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处理。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处理道路红线外空间的雨水径流。

#### 7.4.9

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。

#### 7.4.10

道路低影响开发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。

#### 7.4.11

城市道路绿化带内低影响开发设施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。

#### 7.4.12

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。

#### 7.4.13

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。

#### 7.4.14

下凹桥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。

#### 7.4.15

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低影响开发设施。

#### 7.4.16

城市道路雨水口和雨水连接管流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的1.5~3倍。雨水口宜设置成复合型收集口，从水平和侧向方向进行收集，满足雨水垂直及侧流要求，达到雨水收集或导流的最优化。

#### 7.4.17

城市道路径流污染程度相对较高，道路红线内若规划有绿化带的、可利用空间较大，可结合绿化带布置生物滞留设施、雨水花园、植草沟等海绵城市设施，对雨水进行净化消纳；若红线内无绿化带的，可结合道路红线外的公共绿地中的海绵城市设施进行联动减排，可通过多种设施优化组合，如分散式的雨水花园、下沉式绿地、植草沟，有条件的地方还可设置多功能调蓄设施、雨水塘、雨水湿地等进行处理，再经雨水管道排入河流水系，形成林水相依的道路景观；若道路自身和周围均无绿化带或绿地的，人行道可采用透水铺装、生态树池等，并尽可能结合建筑后退红线的空间布置些雨水花园等海绵城市设施，以减轻径流污染，改善整体环境。

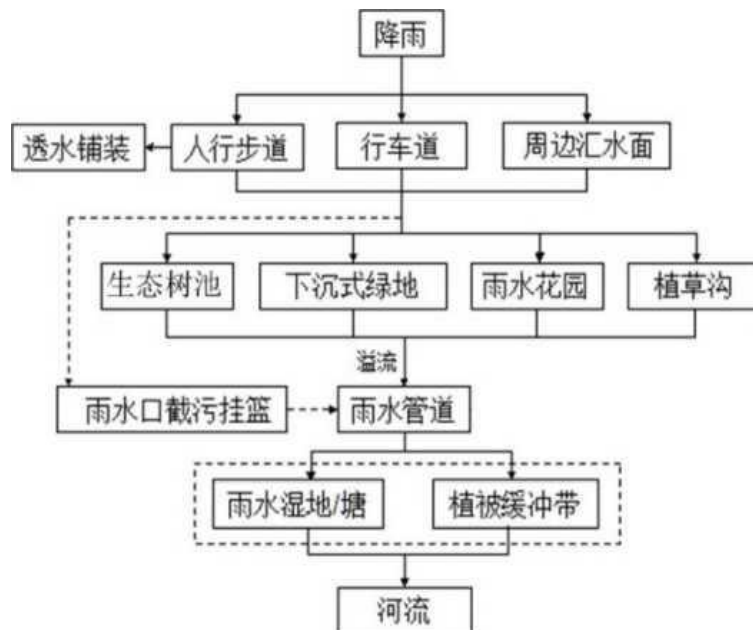


图 7-3 城市道路海绵城市建设典型流程图

## 7.5 城市绿地与广场

### 7.5.1

城市绿地与广场应在满足自身功能条件下，充分利用大面积的绿地与景观水体，设置以雨水渗滞、调蓄、净化为主要功能的低影响开发设施，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。

### 7.5.2

广场与停车场规划设计时宜配套布局绿化用地，形成适当的分隔，以便于将雨水引入绿地进行综合处置。

### 7.5.3

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。

### 7.5.4

城市广场和地面公共停车场的硬化地面应优先选用透水铺装，并配建蓄水模块等蓄水设施，对经过分隔绿带和透水铺装等低影响开发设施过滤、净化后的雨水进行收集，并用于洗车、广场冲洗和绿地浇洒。

### 7.5.5

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。

### 7.5.6

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。

### 7.5.7

城市绿地与广场的规划设计，应充分利用生物滞留设施、雨水湿地和植被缓冲带等低影响开发设施对雨水径流进行净化。

### 7.5.8

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，其收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。







### 7.6.3

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控制目标及指标要求。

### 7.6.4

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，但可作为超管网设计标准时降雨的调蓄空间。

### 7.6.5

河道护岸宜优先采用生态型护岸，设置滨河植被缓冲带；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低影响开发设施。

### 7.6.6

城市水源保护区（除水利设施外）内水系，应采用生态岸线，提高岸线的雨水渗滞、调蓄、净化功能。

### 7.6.7

雨水排出口附近应设置雨水前池、格栅和除沙装置，并因地制宜地选用雨水湿地、生物浮岛等生态储存和净化设施。

### 7.6.8

滨河道路与绿带，在满足安全的前提下，可通过合理的竖向设计，使得城市雨水径流以地表潜流的方式排入河道。

### 7.6.9

城市水系低影响开发雨水系统的设计应满足《城市防洪工程设计规范（GB/T50805）》中的相关要求。

### 7.6.10

滨河、滨湖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。

### 7.6.11

应限制雨水直接排入河道，有条件的雨水入口应退让到滨河绿化缓冲带内，经设置的雨水塘、雨水湿地等生物滞留设施后再进入河道；没有空间或空间不足的雨水排出口可选用截污网、旋流沉砂池池等入河截污措施。

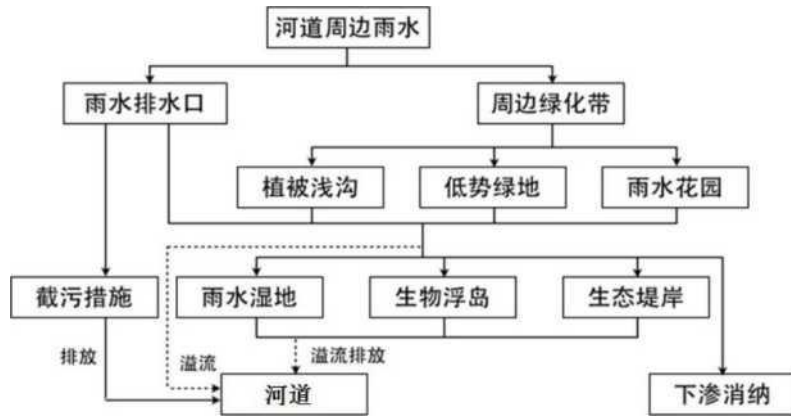


图 7-6 水系海绵城市建设典型流程图

## 7.7 外围生态绿地

### 7.7.1

对于外围生态绿地，应严格保护原有生态基底，构建“山水林田湖”的整体生态网络。

### 7.7.2

外围生态绿地在满足自身功能的前提下，应充分利用大面积的绿地与水体，设置雨水渗滞、调蓄、净化为主要功能的低影响开发设施，消纳自身及周边区域雨水径流

## 8 海绵城市设施设计指引

### 8.1 技术类型分类与选型

低影响开发设施往往具有补充地下水、集蓄利用、削减峰值流量及净化雨水等多个功能，可实现径流总量、径流峰值和径流污染等多个控制目标，因此应根据城市总规、专项规划及控制性详细规划中明确的控制目标，结合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素灵活选用低影响开发设施。

表 8-1 低影响开发设施比选一览表

单项设施	功能					控制目标			处置方式		经济性		污染物去除率 (以SS计, %)	景观效果
	集蓄利用雨水	补充地下水	削减峰值流量	净化雨水	转输	径流总量	径流峰值	径流污染	分散	相对集中	建造费用	维护费用		
透水砖铺装	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	80-90	—
透水水泥混凝土	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80-90	—
透水沥青混凝土	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80-90	—
绿色屋顶	○	○	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	高	中	70-80	好
下沉式绿地	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	—	一般
简易型生物滞留设施	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	—	好
复杂型生物滞留设施	○	●	◎	●	○	●	◎	●	√	—	中	低	70-95	好
渗透塘	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	—	√	中	中	70-80	一般
渗井	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	√	低	低	—	—
湿塘	●	○	●	◎	○	●	●	◎	—	√	高	中	50-80	好
雨水湿地	●	○	●	●	○	●	●	●	√	√	高	中	50-80	好
蓄水池	●	○	◎	◎	○	●	◎	◎	—	√	高	中	80-90	—
雨水罐	●	○	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	80-90	—
调节塘	○	○	●	◎	○	○	●	◎	—	√	高	中	—	一般
调节池	○	○	●	○	○	○	●	○	—	√	高	中	—	—
转输型植草沟	◎	○	○	◎	●	◎	○	◎	√	—	低	低	35-90	一般
干式植草沟	○	●	○	◎	●	●	○	◎	√	—	低	低	35-90	好
湿式植草沟	○	○	○	●	●	○	○	●	√	—	中	低	—	好
渗管/渠	○	◎	○	○	●	◎	○	◎	√	—	中	中	35-70	—
植被缓冲带	○	○	○	●	—	○	○	●	√	—	低	低	50-75	一般
初期雨水弃流设施	◎	○	○	●	—	○	○	●	√	—	低	中	40-60	—
人工土壤渗透	●	○	○	●	—	○	○	◎	—	√	高	中	75-95	好

注：1 ●——强 ◎——较强 ○——弱或很小；

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

各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，可参照下表选用。

表 8-2 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	●	◎	●	○
	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。

## 8.2 设计中常见的问题

### 8.2.1 种植土壤

#### 8.2.1.1 一般规定

种植土壤应满足相关土壤环境质量标准的要求。

如果原始土壤满足渗透能力大于 1.3cm/h，有机物含量大于 5%，pH 6~8，阳离子交换能力大于 5meq/100g 等条件，生物滞留设施、渗透型植草沟、植物池等低影响开发设施中的种植土壤尽量选用原始土壤，以节省造价。对于不能满足条件的，应换土。

#### 8.2.1.2

对于需要换土的，土壤一般采用 85%的洗过的粗砂，10%左右的细沙，以及 5%的有机物进行级配，土壤的  $d_{50}$  不宜小于 0.45mm，磷的浓度宜为 10~30ppm，渗透能力一般 2.5-20cm/h。

#### 8.2.1.3 土壤厚度

生物滞留设施、渗透型植草沟、植物池等低影响开发设施中的种植土壤厚度一般不宜小于 0.6m，不宜大于 1.5m。土壤层厚度的确定取决于三个因素：

(1) 种植的植物：对于植草的，土壤厚度一般为 0.6m；种植灌木和乔木的，最小土壤层厚度应达到 0.9m。

(2) 需要去除的污染物：重金属、SS、总磷和病原菌的去除要求土壤厚度一般不低于 0.6m，如果需要去除总氮，土壤的厚度一般不低于 0.75m。

(3) 可用厚度：对于有地下室顶板或者其他地下构筑物限制，导致底部不能完全入渗的，土壤层的厚度一般为 0.6m。

### 8.2.2 防渗

#### 8.2.2.1 侧向防渗

对于靠近道路、建筑物基础或者其他基础设施，或者因为雨水浸泡可能出现地面不均匀沉降的入渗型低影响开发设施，需要考虑侧向防渗。

#### 8.2.2.2 底部防渗

对于以下情况，还需采取底部防渗措施：

- (1) 因土壤过饱和可能出现沉降或者塌陷；
- (2) 底部是地下室或者其他基础设施；

(3) 距离建筑物基础过近的。

### 8.2.3 路缘石开口

#### 8.2.3.1

在道路和停车场等不透水率较高的区域进行低影响开发设施设计时，一般应设置路缘石开口。

#### 8.2.3.2

路缘石的开口设计要点如下：

- (1) 路缘石的开口形式可以为垂直开口或者 45 度倒角；
- (2) 路缘石开口的底部应该朝向低影响开发设施，确保雨水能够顺流进入低影响开发设施；
- (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。
- (5) 对于纵坡坡度大于 4%的道路，应适当增加开口数量。



图 8-1 路缘石开口



#### 8.2.4 管道入流入口处导流和消能

应通过合理的竖向设计，使雨水能够沿设计路径进入低影响开发设施。以管道集中入流方式进入低影响开发设施的，入口处应采取散流和消能措施，具体的方式包括：

- (1) 前池溢流
- (2) 卵石或者碎石
- (3) 围堰
- (4) 弯头消能



图 8-2 消能措施

#### 8.2.5 底部渗排

##### 8.2.5.1 一般规定

对于地基渗透能力低于 1.3cm/h 的生物滞留设施或者是底部进行了防渗处理的其他入渗为主的低影响开发设施，底部应设置排水管。

##### 8.2.5.2 渗排管设置的一般要求

- (1) 最小直径为 100mm；
- (2) 渗排管可以采用经过开槽或者穿孔处理的 PVC 管或者 HDPE 管；
- (3) 每个生物滞留设施应至少安装两根底部渗排管，且每 100 平米的收水面积应配置至少一根底部渗排管；



- (4) 渗排管的最小坡度为 0.5%；
- (5) 每 75-90m 应设置未开孔的清淤立管，清淤立管不能开孔，直径最小为 100mm；
- (6) 每根渗排管应设置至少两根清淤立管；
- (7) 采用碎石的底部排水层应与种植土壤层隔离，隔离的材料可选用土工布或细砂等。

### 8.2.6

低影响开发设施应尽量避免让市政基础设施，对于确实不能避让的，应做好防渗。对于市政设施需要穿越低影响开发设施防渗层的，应在穿越处做好密封。

## 8.3 常见设施设计要点

### 8.3.1 透水铺装

#### 8.3.1.1

透水铺装按照面层材料可分为透水砖铺装、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、碎石铺装等也属于透水铺装。



图 8-3 透水铺装

### 8.3.1.2

透水砖铺装和透水水泥混凝土铺装主要适用于广场、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可适用于轻型荷载的机动车道和非机动车道。

### 8.3.1.3

透水面层渗透系数应大于  $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，可采用透水面砖、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。透水面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%。

### 8.3.1.4

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。

### 8.3.1.5

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%。

### 8.3.1.6

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，隔断层可采用大于 16mm 的 HDPE 或 PVC 防渗膜或者混凝土。

### 8.3.1.7

土地透水能力低于 1.3cm/h 时，应在透水铺装的透水基层内设置渗排管。

### 8.3.1.8

当透水铺装设置在地下室顶板上时，应设置渗排管。

### 8.3.1.9

道路雨水径流进入透水铺装前，应利用小型沉淀池、前置塘、植草沟、植被过滤带等进行预处理，防止雨水径流对透水铺装造成堵塞。

### 8.3.1.10

透水铺装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。

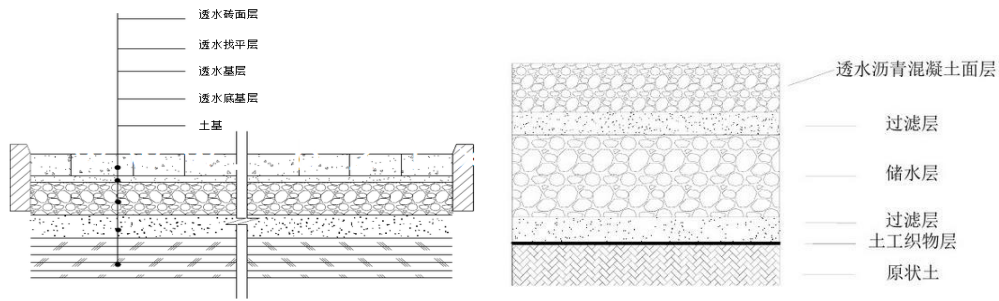


图 8-4 透水铺装结构图

### 8.3.1.11 透水铺装径流总量控制率的计算

#### (1) 一般规定

透水铺装年径流总量的控制率主要计算透水表层、透水找平层和透水垫层的空隙对于雨水的存储量，设计降雨期内经过滤流走的雨量不计入径流总量控制率。

#### (2) 控制降雨量的计算

$$h_y = \frac{A \times d \times n}{10 \times \psi_{zc} \times F}$$

式中：

$h_y$ -----控制降雨量（mm）

$A$ -----透水铺装总面积（ $m^2$ ）；

$d$ -----透水铺装表层至原土层或防水层之间的厚度（m）；

$n$ -----透水铺装的综合孔隙率，可以对各层的孔隙率用厚度进行加权，缺乏资料时可以取 0.2-0.3；

10-----单位转化系数；

$\psi_{zc}$ -----雨量综合径流系数；

$F$ -----汇水面积（ $hm^2$ ）。

#### (3) 径流总量控制率的计算

计算出控制降雨量之后，查找本导则中 5.1.1 中，多年平均径流总量控制率与设计降雨量的对应关系曲线即可得出透水铺装的年径流总量控制率。

### 8.3.2 植草沟

#### 8.3.2.1 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 8-5 植草沟

#### 8.3.2.2 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、湿塘等低影响开发设施的预处理设施。植草沟也可与雨水管渠联合应用，场地竖向允许且不影响安全的情况下也可代替雨水管渠。

#### 8.3.2.3 不适用条件

植草沟不适用于地下水位高的、坡度大于 15%的区域。

#### 8.3.2.4 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。

#### 8.3.2.5 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。

#### 8.3.2.6 断面形状

断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。

#### 8.3.2.7 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。

#### 8.3.2.8 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。

#### 8.3.2.9 土壤属性

植草沟内土壤介质的渗透能力应不低于 1.3cm/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。

#### 8.3.2.10 流速要求

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

#### 8.3.2.11 溢流设计

植草沟应设置有分流或内部溢流措施，用于排除超过设计标准的雨水。

#### 8.3.2.12 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。植草沟内蓄积雨水 48 小时内应完全渗透到土壤层以下 0.6~0.9m 的深度。



### 8.3.2.13 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。

### 8.3.2.14 植草沟多年平均径流总量控制率的计算

传输型植草沟不计入多年平均径流总量控制率，渗透型植草沟多年平均径流总量的控制率计算参见生物滞留设施多年平均径流总量控制率的计算。

### 8.3.3 生物滞留设施

用于临时滞留和净化雨水，通过自然蒸发、土壤渗透、过滤、吸附、植物截留、生物降解，能够有效减少径流量、削减峰值流量和净化雨水，一般用于处理城市屋顶、机动车道、人行道以及其他不透水铺装表面上形成的雨水径流。按照覆盖类型，生物滞留设施分为植被、植草和盖料的三种类型。



图 8-6 生物滞留设施实景图

#### 8.3.3.1 适用条件

生物滞留设施通常布置在产生径流的源头区域，包括道路绿化带、停车场、密集建筑等附近区域。

#### 8.3.3.2 不适用条件

生物滞留设施不宜建造在地面坡度大于 20%的区域和需挖除成熟树木置换建设场地的区域。

#### 8.3.3.3 坡度要求

生物滞留设施宜设计为平底，不宜采用垂直边坡。设计边坡应小于 1: 2（垂直距离：水平距离），宜为 1: 4；植被边坡的设计坡度应小于 1: 3。

生物滞留设施应用于道路绿化带时，若道路纵坡大于 1%，应设置挡水堰/台坎，以减缓流速并增加雨水渗透量。坡度大于 5%时，宜设置成多个小型的生

物滞留设施。

#### 8.3.3.4 预处理设施

道路、广场、停车场等区域的雨水径流汇入前，宜设置植草沟、植被过滤带或者沉淀池设施对雨水进行预处理。

屋面雨水径流可以不经预处理，直接通过消能散水后进入生物滞留设施。

#### 8.3.3.5 选址要求

生物滞留设施选址应综合考虑周边建筑、地下设施、坡度、底层土壤的渗透性和地下水位深度等因素，并确保场地标高和坡向能够满足周边场地的雨水汇入要求。生物滞留设施一般应布置在行人和车流较少的区域以减轻构造介质承受过多荷载而被压密。

#### 8.3.3.6 设计规模

生物滞留设施的设计表面积应根据上游收水区面积及不透水率计算确定，建设面积不宜小于  $2\text{m}^2$ 、生物滞留设施上游收水区范围不应大于  $2\text{ha}$ 。生物滞留设施宜分散布置且规模不宜过大，生物滞留设施面积与汇水面面积之比一般为 5%-10%。

可用面积较大时，尽可能选用多个小型的生物滞留设施，不宜做成一个面积较大的生物滞留设施。

#### 8.3.3.7 介质要求

生物滞留设施通常包括蓄水层、覆盖层、种植土壤层、隔离层、排水/入渗层。蓄水层厚度一般为  $200\sim 300\text{mm}$ ，并设置  $100\text{mm}$  的超高；覆盖层厚度一般为  $70\sim 80\text{mm}$ ；种植土壤层厚度一般为  $600\sim 1200\text{mm}$ ；隔离层厚度一般为土工布或不小于  $100\text{mm}$  的砂层（粗砂和细砂）；砾石层厚度一般为  $300\sim 1000\text{mm}$ 。

砾石层一般为洗净的砾石，砾石的粒径应不小于底部渗排管的开孔孔径或者开槽管的开槽宽度。当生物滞留设施底部铺设有渗排管时，砾石层厚度应适当加大。

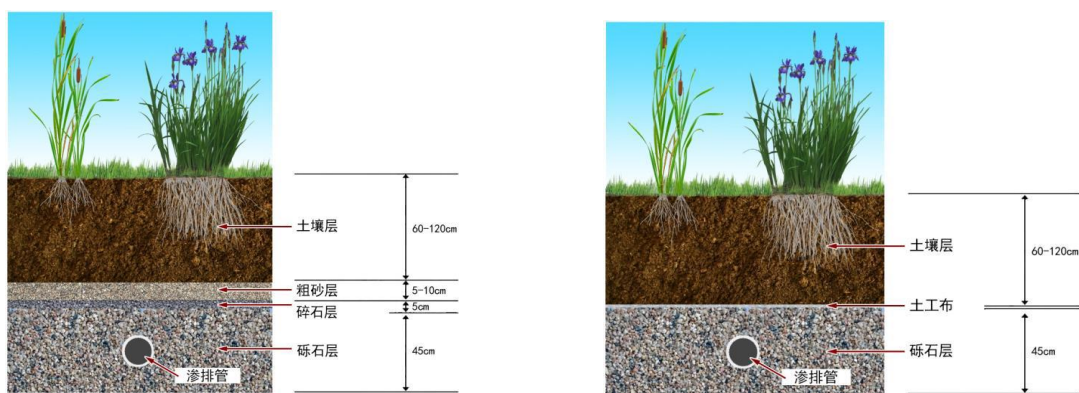


图 8-7 生物滞留设施介质结构

### 8.3.3.8 入流流速限制

盖料型生物滞留设施雨水入流流速不应大于 0.3m/s，植被、植草型生物滞留设施雨水入流流速不应大于 0.9m/s。

### 8.3.3.9 溢流口设计

生物滞留设施蓄水层顶部一般应设置溢流口，溢流口与蓄水层设计水面之间最大高差不宜超过 100mm。

### 8.3.3.10 排空时间

生物滞留设施内蓄积雨水应在 24 小时内入渗到种植土壤层，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。生物滞留设施内蓄积雨水 48 小时内应完全渗透到种植土壤层以下 0.6~0.9m 的深度。

### 8.3.3.11 植物选择

优先选择耐旱、耐淹、抗性强、易维护的乡土植物，并和景观要求相结合。

### 8.3.3.12 生物滞留设施径流总量控制率的计算

#### (1) 一般规定

生物滞留设施年径流总量的控制率主要计算蓄水层蓄积的雨水加上垫层、种植土壤层和砾石层的空隙所储存的雨水，设计降雨期内经过滤流走的雨量和蒸发雨量不计入径流总量控制率。

#### (2) 控制降雨量的计算

$$h_y = \frac{A \times d_p \times \eta + A \times (n - f_c) \times \min(t \times \alpha \times k, d_z)}{10 \times \psi_{zc} \times F}$$



式中

$h_y$ -----控制降雨量 (mm)

$A$ -----生物滞留设施的面积 ( $m^2$ ) ;

$d_p$ -----生物滞留设施蓄水层深度 (m) ;

$\eta$  -----生物滞留设施蓄水层有效利用空间系数, 可取 0.8-0.9;

$n$ ----- 生物滞留设施从垫层表面到砾石层底部的平均孔隙率, 不同类型种植土壤的孔隙率见本导则 3.2;

$f_c$ ----- 田间持水量, 不同类型种植土壤的田间持水量见本导则 3.2;

$\min$ -----取最小的运算符;

$t$ -----渗透时间 (h), 一般取 24;

$\alpha$  -----生物滞留设施内垫层、种植土壤层与砾石层总渗透系数与种植土壤层渗透系数之比, 一般取 1.2-1.3;

$k$ -----种植土壤渗透系数 (m/h) ;

$d_z$ -----种植土壤层表面到砾石层底部的总深度 (m) ;

10-----单位转换系数;

$\Psi_{zc}$ -----雨量综合径流系数;

$F$ -----汇水面积 ( $hm^2$ ) 。

### (3) 径流总量控制率的计算

计算出控制降雨量之后, 查找本导则中 5.1.1 中, 多年平均径流总量控制率设计降雨量的对应关系曲线即可得出透水铺装的年径流总量控制率。

## 8.3.4 绿色屋顶

### 8.3.4.1 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 8-8 绿色屋顶实景图

#### 8.3.4.2 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、找平层、找坡层、保温（隔热）层、找平层和结构层。

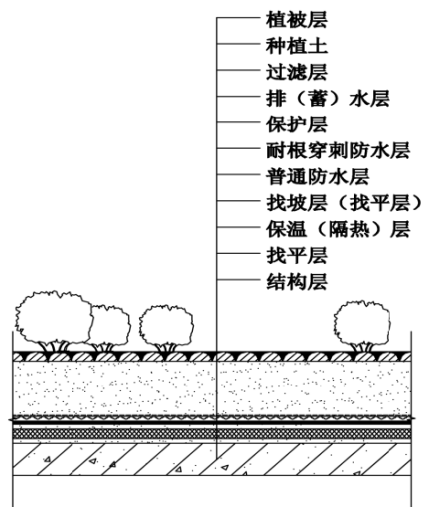


图 8-9 平屋面种植屋面基本构造

#### 8.3.4.3 既有建筑屋面改造种植绿色屋顶

既有建筑屋面改造为绿色种植屋面时，必须经有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。

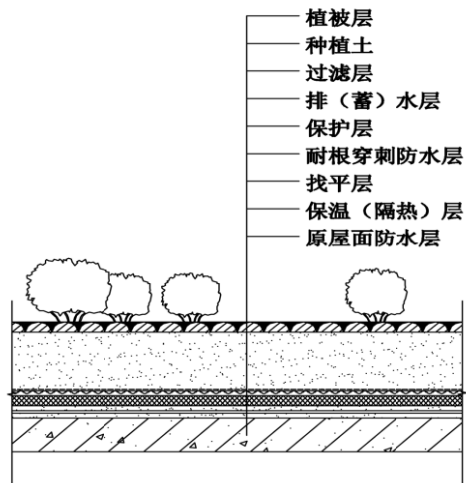


图 8-10 既有建筑种植屋面基本构造

#### 8.3.4.4 绿色屋顶设计的基本规定

(1) 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。

(2) 种植设计应与生态和景观相结合，可分为草坪式、组合式和花园式三种形式。

(3) 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、石渣、膨胀土等土壤作为栽植土。种植土厚度不宜小于 150mm。

(4) 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》(CJJ142-2014)要求。

(5) 绿色屋顶的排水坡度宜为 1%~2%，单向坡长大于 9m 时宜采用结构调坡。

#### 8.3.4.5 绿色屋顶的材料要求

(1) 普通防水材料的选用应符合现行国家标准《屋面工程技术规程》(GB50345-2012)、《种植屋面工程技术规程》(JGJ155-2013)。

(2) 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。

(3) 排(蓄)水材料不得作为耐根穿刺防水材料使用。

#### 8.3.4.6 绿色屋顶植物选择

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

#### 8.3.4.7 绿色屋顶排水设计

(1) 绿色屋顶应按规范设置相应的排水系统和溢流系统。

(2) 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。

(3) 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。

#### 8.3.4.8 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。

#### 8.3.4.9 绿色屋顶径流总量控制率的计算

(1) 一般规定

绿色屋顶径流总量控制率的计算结果用于表征绿色屋顶的正投影区域对于城市雨水的控制情况。

绿色屋顶年径流总量的控制率主要计算种植土层、过滤层和排（蓄）水层的空隙对于雨水的存储量，设计降雨期内经过滤流走的雨量不计入径流总量控制率。

(2) 控制降雨量的计算

$$h_y = 1000 \times d \times n$$

式中

$h_y$ -----控制降雨量（mm）；

$d$ -----种植土层、过滤层和排（蓄）水层的总厚度（m）；

$n$ -----降雨 120min 后种植土层、过滤层和排（蓄）水层的含水率，一般可取 0.3；

1000-----单位转化系数；

### (3) 径流总量控制率的计算

计算出控制降雨量之后，查找本导则中 5.1.1 中，多年平均径流总量控制率与设计降雨量的对应关系曲线即可得出绿色屋顶的年径流总量控制率。

## 8.3.5 墙面立体绿化

在建筑物外墙面上以攀爬类植物支撑系统、模块式种植箱、种植布袋、固定种植管槽等方式，进行墙面立体绿化，通过植物吸附及种植土的吸收存留部分雨水，以达到控制雨水径流量的作用。

### 8.3.5.1 适用范围

(1) 除中小学校、托儿所、幼儿园、老年人建筑以外的建筑高度小于等于 30m 的民用建筑外墙面上；

(2) 中小学校、托儿所、幼儿园、老年人建筑底层的外墙面；

(3) 墙面立体绿化宜布置在建筑物不开门、窗洞口的山墙面；

### 8.3.5.2 墙面立体绿化系统

以攀爬类植物支撑系统、模块式种植箱、种植布袋、固定种植管槽等方式，可实现其与建筑立面的有机结合。

#### (1) 攀爬类植物支撑系统应用

利用攀爬类植物的吸附、缠绕、下垂等特性进行墙面绿化的做法，是较为常见的一种建筑垂直绿化方式。三维网格系统亦称绿屏系统（GreenScreen），包括三维的金属网格和附属构件，可根据设计意图做成各种形状，也可根据需要涂成各种颜色，整个墙体绿化系统应由建筑、结构工程师严格设计，可不与墙体发生关系，离开墙体 40~60cm，有独立柱基，以钢柱、型钢柱等为主，独立承担网架、植物、风等设计荷载及满足所需跨度要求，植物攀援在上面不会对墙体产生任何的破坏。三维网格面板还可当成模块使用，根据墙体所需的绿化面积不同进行横向或竖向连接，使用金属件做支撑时，应相应作隔热处理，如涂热反射涂料，以避免夏季温度过高而灼伤植物。



三维网格支撑系统及其构造



三维网格支撑系统整体效果



立面攀爬式种植效果



屋面攀爬类三维网格支撑系统

图 8-11 攀爬类植物支撑系统应用

#### (2) 模块式种植箱、种植布袋、固定种植管槽应用

此方式是将种植模块垂直安装在建筑墙体基体或独立存在的一种绿化形式，模块式立体绿化与建筑立面设计相结合，可用于所有结构类型的墙体，具有模块化、系统化、可移动、易装卸、速成景、易养护等优点，绿化植物可根据需要定期更换，更换时可以单个模块进行，方便施工，且不影响整体绿化效果，模块寿命可长达十几年。绿化植物可选用各种常绿和季节性植物，适应性强，为个性设计和快速成景提供了极大的可行性。





模块式种植箱及其构造



管式种植槽装饰竹编效果



种植槽构造及灌溉系统



种植袋及其构造

图 8-12 模块式种植箱应用

### 8.3.5.3 墙面立体绿化安全性要求

(1) 墙面立体绿化要符合国家相关规范的要求，符合《广西立体绿化隔热技术应用指南》的要求。

(2) 墙面立体绿化要符合结构、防火安全要求。墙面立体绿化的结构体系宜在建筑主体结构设计阶段考虑。

(3) 在二层及以上设置墙面立体绿化的建筑，应在墙面立体绿化墙面下方周边区域合理设置绿化带或裙房等缓冲区域，也可采用挑檐、防冲击雨篷等防护设施。

### 8.3.6 雨落管断接

#### 8.3.6.1 雨水断接的原理

雨水断接技术基于模拟自然水循环的方式来控制地表径流，当地表径流经过透水区域时，通过入渗和滞蓄等方式被截留，破坏了径流的连续性，从而达到削减径流量和雨水集蓄利用的效果，既在一定程度上缓解城市内涝，又能实现雨水的资源化利用。

#### 8.3.6.2 雨落管断接的适用性

雨落管断接是低影响开发设施的重要预处理设施，在小区海绵化改造中使用雨落管，可切断建筑屋面雨水径流，将雨水径流引入雨水控制利用的设施，进行滞蓄、渗透、净化和利用。

#### 8.3.6.3 雨落管断接的类型

##### (1) 雨落管接高位花池

将滞留型高位花池连接雨落管用于承接屋面雨水，利用花池选配填充基质的吸附截留和微生物作用，对初期雨水进行初步净化后收集排出或资源化利用。当雨水冲力较大时，可设置石笼等缓冲设施。

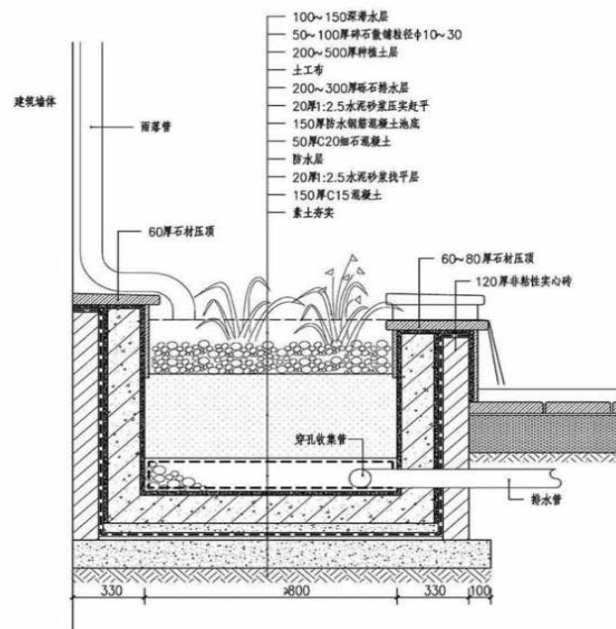


图 8-13 高位花池示意图

##### (2) 雨落管接消能池

当雨落管末端位置不适合植物生长时，采用消能池替代。



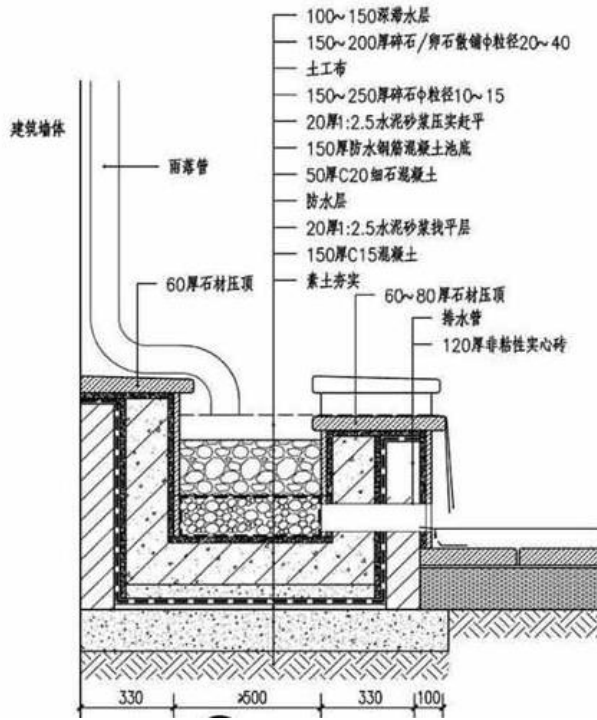


图 8-14 消能池示意图

### (3) 雨落管接雨水罐

雨水罐主要由初期雨水弃流装置和雨水收集储存装置两部分组成，其占地面积小，结构简单，安装方便。下雨时，含有较多杂质的初期雨水先进入弃流装置存放，弃流装置装满后，较干净的雨水进入雨水收集储存装置，储存的雨水可作为冲洗、灌溉、绿化和景观用水。

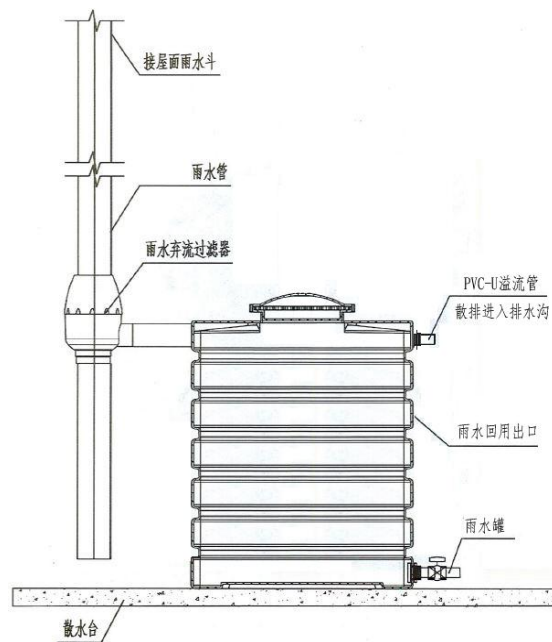


图 8-15 雨水罐示意图

#### 8.3.6.4 雨落管断接应用的注意事项

雨落管断接要避免侵蚀土壤和损坏植被，最好选择本土、耐淹、非丛生类的植物；应合理设计雨水设施规模，保证建筑体和周围场地的安全性，当断接的雨水排入绿地时，断接处最好与墙体保持一定距离；一些特殊建筑应用雨落管时应做针对性改造，如高层建筑的断接应设置布水消能措施，防止对绿地造成侵蚀；污染严重的工业汇水区域一般不适用雨落管断接技术，以避免污染转移扩散。

#### 8.4 常见设施的组合设计

低影响开发设施的选择应结合不同区域水文地质、水资源等特点，建筑密度、绿地率及土地利用布局等条件，结合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素选择效益最优的单项设施及其组合系统。组合系统的优化应遵循以下原则：

（1）组合系统中各设施的适用性应符合场地土壤渗透性、地下水位、地形等特点。在土壤渗性能差、地下水位高、地形较陡的地区，选用渗透设施时应进行必要的技术处理，防止塌陷、地下水污染等次生灾害的发生。

（2）组合系统中各设施的主要功能应与规划控制目标相对应。在内涝严重的地区，应优先选择径流峰值控制能力较强的设施；其他地区宜优先选择对雨水径流中污染物具有良好去除效果的设施。

##### （3）设施选择的顺序

在选择雨水径流净化设施时，应先去除粒径较大的颗粒物，然后去除粒径较小的颗粒物，最后去除溶解性的污染物。

不同粒径的污染物的处理工艺及措施分别参见图 8-16 和 8-17。

污染物颗粒	应对的问题					处理措施
	感官	沉淀	有机物	营养物	重金属	
固体悬浮物 >5000 $\mu\text{m}$	垃圾	碎石	植物碎屑			格栅
中粗颗粒物 5000 $\mu\text{m}$ - 125 $\mu\text{m}$		泥沙				沉淀
细颗粒物 125 $\mu\text{m}$ - 10 $\mu\text{m}$				颗粒物	颗粒物	强化沉淀
极细颗粒物/胶体 10 $\mu\text{m}$ - 0.45 $\mu\text{m}$	油度			天然和人工物质	可溶性营养物	粘附和过滤
溶解性固体						生物吸收

图 8-16 不同粒径污染物去除工艺选择图

(资料来自：澳大利亚墨尔本市水敏感城市设计指南)

污染物粒径	处理措施					水力负荷
固体悬浮物 > 5000 $\mu\text{m}$	格栅					1,000,000 m <sup>3</sup> /yr
中粗颗粒物 5000 $\mu\text{m}$ - 125 $\mu\text{m}$		沉淀池	植草沟 和植被 过滤带			100,000 m <sup>3</sup> /yr
细颗粒物 125 $\mu\text{m}$ - 10 $\mu\text{m}$				表面流 湿地		50,000 m <sup>3</sup> /yr
极细颗粒物/胶体 10 $\mu\text{m}$ - 0.45 $\mu\text{m}$					渗滞 系统	5,000 m <sup>3</sup> /yr
溶解性固体 < 0.45 $\mu\text{m}$					地下 潜流湿地	2,500 m <sup>3</sup> /yr
						1,000 m <sup>3</sup> /yr
						500 m <sup>3</sup> /yr
						50 m <sup>3</sup> /yr
						10 m <sup>3</sup> /yr

图 8-17 不同粒径污染物去除措施选择图

(资料来自：澳大利亚墨尔本市水敏感城市设计指南)

## 8.5 设施优化

在满足控制目标的前提下，综合考虑环境效益、社会效益和经济效益，对各项设施的组合进行优化。场地条件允许时，优先选用景观效果较优的设施。

## 9 实施效果评估

### 9.1 一般规定

#### 9.1.1

海绵城市建设后应进行实施效果评估，可自行编制评估报告，有条件的城市可委托第三方机构编制，特别重大的项目应组织专家评审。

#### 9.1.2

海绵城市建设实施效果评估包括水生态修复效果、水环境整治效果、水安全保障效果及水资源利用效果评估，主要指标应包括年径流总量控制率、年径流污染控制率、排水防涝标准、雨水资源利用率等，有条件的可结合建设和维护费用进行投资效益分析。

#### 9.1.3

海绵城市建设效果评估可采用现场监测、模型测算、指标考核等方式，有条件的城市（含县城）宜采用现场监测和模型测算，缺乏条件的采用指标考核。

#### 9.1.4

若评估结果未达到规划控制指标要求，应分析原因，提出效果提升方案，并为今后海绵城市规划设计项目提供借鉴。

### 9.2 年径流总量控制率评估

#### 9.2.1

年径流总量控制率评估是指在规划实施或项目建成后，通过实测数据和分析计算，测算出通过自然和人工强化的入渗、滞留、调蓄和收集回用，场地内累计全年得到控制（不排入场地外）的雨水量占全年总降雨量的比例。

#### 9.2.2

区域的实施效果评估可先分别对各地块进行单独评估，再进行整体区域的评估测算。

#### 9.2.3

汇水区清晰、内河出水口明确且具备现场监测条件的地块或项目，宜通过现场监测进行年径流总量控制率评估。有条件的单体设施，宜在设计和建设时在出水口安装流量传感器，通过典型场次降雨监测，测算年径流总量控制率。

#### 9.2.4

现场监测是指基于海绵城市设计降雨量，选择降雨量大于海绵城市设计降雨量的有代表性的日降雨，使用流量传感器监测当日的外排径流量，计算径流削减量，通过比较实际径流削减量和规划地块径流削减量的大小关系，评估年径流总量控制率是否达标。

#### 9.2.5

研究基础较好、数据资料积累较丰富的地块或项目，可采用模型测算法进行年径流总量控制率评估。相关模型选取和参数取值应符合不同地块和项目的特点，通过数据收集、模型建立、参数率定、效果评估等步骤，计算年径流总量控制率。

#### 9.2.6

研究基础较弱、数据资料积累较少的地块或项目，可采用指标考核的方式进行年径流总量控制率评估。年径流总量控制率可分解至区域系统，进而分解至建筑与小区、绿地、道路与广场等系统分别进行指标评估。对照海绵规划中的相关指标和目标，分别针对区域系统的绿地占建设用地比例、水面率，建筑与小区、绿地、道路与广场系统的绿地率、绿色屋顶率、透水铺装率、单位硬化面积蓄水量，水系的河湖水系生态防护比例等开展评估，间接可反映是否达到年径流总量控制率目标。

#### 9.2.7

采用指标考核评估年径流总量控制率的同时，应根据住房和城乡建设部《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》和本导则相关设施规模计算方法，结合实地踏勘，进行年径流总量控制率的测算和复核。指标考核与控制率复核同时达标，则年径流总量控制率达标。

### 9.3 年径流污染控制率评估

#### 9.3.1

年径流污染控制率以年径流污染物总量削减率作为评估指标。鉴于目前基础数据较为缺乏，且固体悬浮物（SS）多与其它污染物指标具有一定相关性，年径流污染物总量削减率暂以年固体悬浮物（SS）总量削减率计。

### 9.3.2

单体设施的年固体悬浮物（SS）总量削减率可将年径流总量控制率乘以海绵城市设施对年固体悬浮物（SS）的平均削减率。海绵城市设施对年固体悬浮物（SS）的平均削减率应通过现场监测得到。

### 9.3.3

区域的年固体悬浮物（SS）总量削减率，可通过不同区域、地块的年固体悬浮物（SS）总量削减率经年径流总量加权平均计算得出。有条件的区域、地块的年固体悬浮物（SS）总量削减率宜结合当地条件，进行监测分析后得出。条件缺少的可参考《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》和本导则提出的固体悬浮物（SS）去除率。

### 9.3.4

有条件或要求的区域，宜同时开展 COD、氮、磷等其它污染物的削减率评估。选择典型降雨场次，对区域场次降雨过程中的流量和径流污染物浓度进行监测，结合实测的降雨数据，构建地块雨水系统模型，将流量、浓度等监测数据用于率定、验证模型参数，将全年所有降雨输入模型，通过模拟得出地块的外排污染物负荷。

## 9.4 排水防涝标准评估

### 9.4.1

排水防涝标准的评估应包括管网排水能力的评估和综合防涝水平的评估。

### 9.4.2

管网排水能力和综合防涝水平的评估应按现有相关规范和标准的核算方法进行。

### 9.4.3

有条件的区域应采用雨水水力模型进行核算。

## 9.5 雨水资源利用率评估

### 9.5.1

雨水资源利用率是雨水利用总量占降雨量的百分比。雨水资源利用率评估主要包括雨水收集并用于道路浇洒、绿地灌溉、市政杂用、工农业生产、冷却等雨水总量的核算。

### 9.5.2

雨水收集用于道路浇洒的水量应根据用水计量设施进行统计；无计量设施的，可通过统计浇洒车辆容量和取水频次测算，企业内部道路浇洒可参照江西省相关用水定额等进行匡算，小区内部道路浇洒可参照《民用建筑节能设计标准》（GB50555）等进行匡算。

### 9.5.3

雨水收集并用于绿地灌溉的水量应根据用水计量设施进行统计；无计量设施的，可通过绿化灌溉用水定额进行匡算，企业内部绿化灌溉可参照江西省相关用水定额进行匡算。

### 9.5.4

其它用于市政杂用、工农业生产、冷却等雨水总量应根据用水计量设施进行统计；无计量设施的，可通过江西省相关用水定额等进行匡算。

### 9.5.5

利用雨水进行小区景观水体补给的水量应计入雨水利用总量，可采用水量平衡法进行测算。

## 9.6 平台建设

### 9.6.1

海绵城市建设应构建专项平台，开展检测和控制，通过人工监测与在线监测相结合，客观反映海绵城市相关设施运行情况和应用效果，为海绵城市建设的效果评估提供数据支持，同时也为设施日常管理和运行维护等工作提供支撑。

### 9.6.2

海绵城市建设宜建立海绵城市设施数据库和信息技术库，通过数字化信息技术手段，进行科学规划、设计，为海绵城市设施建设与运行提供科学支撑。