

光明新区海绵城市规划设计导则

(报批稿)

光明新区环境保护和水务局

深圳市城市规划设计研究院有限公司

2017年11月

前言

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

习近平总书记在多次会议中要求“建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”。2015年10月，《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）要求，到2020年，20%城市建设区要满足海绵城市要求，到2030年，80%城区满足海绵城市要求。

为全面贯彻落实国务院和住房城乡建设部关于加强城市基础设施建设与推进海绵城市相关工作要求，深圳市全面推进海绵城市建设工作要求，以及国家海绵城市试点建设要求，指导光明新区海绵城市建设，结合光明新区水环境、水生态、水安全、水资源各个方面的建设需求与目标，以《深圳市海绵城市建设专项规划》、《光明新区海绵城市专项规划》等相关项目成果为基础，参考国内外相关标准和研究成果，深化、细化国家相关规范和技术指南，编制本导则。

本导则属于指导性技术文件，内容包括：1.总则；2.术语和定义；3.海绵城市规划设计目标；4.海绵城市规划指引；5.海绵城市设计指引。

本导则由光明新区海绵城市建设实施工作领导小组办公室负责管理，由深圳市城市规划设计研究院有限公司具体技术内容的解释。各单位在使用过程中，如发现需要修改和补充之处，请将意见和建议寄送光明新区海绵城市建设实施工作领导小组办公室（地址：深圳市光明大街401号光明新区第三办公区1楼；邮编：518017）。

编制单位：深圳市城市规划设计研究院有限公司

主要起草人：汤伟真、黄俊杰、吴亚男、房静思、陈春阳、陈世杰

主要审查人：任心欣、俞露

目 录

1 总则.....	1
1.1 编制目的.....	1
1.2 编制内容.....	1
1.3 适用范围.....	1
1.4 编制依据.....	1
1.5 规范性引用文件.....	2
2 术语和定义.....	4
2.1 一般定义.....	4
2.2 相关指标定义.....	5
2.3 海绵设施定义.....	6
3 海绵城市规划设计目标.....	8
3.1 总体要求.....	8
3.2 相关规划海绵城市目标.....	9
3.3 建设项目海绵城市目标.....	10
4 海绵城市规划指引.....	13
4.1 一般规定.....	13
4.2 海绵城市专项规划.....	13
4.3 法定图则.....	16
4.4 详细蓝图规划（城市更新单元规划）.....	20
4.5 其它相关专项规划.....	24
4.5.1 水系统规划.....	24
4.5.2 绿地系统专项规划.....	25
4.5.3 排水防涝综合规划.....	26
4.5.4 道路交通专项规划.....	27
4.5.5 水利类规划.....	28
4.5.6 环保类规划.....	29
5 海绵城市设计指引.....	30
5.1 一般规定.....	30

5.2	设计流程及深度.....	30
5.3	计算方法.....	32
5.4	非工程性措施.....	35
5.5	建筑与小区.....	36
5.6	道路与广场.....	38
5.7	公园与绿地.....	39
5.8	工业建筑.....	40
5.9	城市水系（务）.....	41
6	规划建设管控.....	43
6.1	管控主体.....	43
6.2	适用对象.....	43
6.3	规划编制管控.....	43
6.4	建设项目管控.....	44
7	其它.....	46
8	附录.....	47
	附录 A 基础资料.....	47
	附录 B 低影响开发设施.....	51
	附录 C 常用的材料.....	73
	附录 D 常用的植物.....	75
	附录 E 数学模型法在海绵城市规划设计中的应用.....	77
	附录 F 海绵城市设计案例.....	87

1 总则

1.1 编制目的

为落实《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》（中发[2016]6号）、《国务院关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》（国发[2016]8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）文件要求，根据国家海绵城市试点的目标和指标、建设要求，指导和规范光明新区海绵城市规划设计工作，合理确定海绵城市建设的目标和指标，因地制宜的设计“渗、滞、蓄、净、用、排”等工程措施，特制定本导则。

1.2 编制内容

本导则规定了光明新区海绵城市规划和设计目标、规划和设计指引、建设项目海绵设施设计指引、规划建设管控要求。

本导则的内容是引导性的，将随着光明新区海绵城市建设试点工作的深入而不断发展和完善。

1.3 适用范围

本导则适用于光明新区法定图则、详细蓝图规划、城市更新单元规划中海绵城市相关规划的编制，以及建筑与小区、城市道路、公园与绿地、城市水务、工业建筑等建设项目海绵设施的设计。

1.4 编制依据

《国务院关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》（国发[2016]8号）

《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）

《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发[2015]75号）

《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）

《城镇排水与污水处理条例》（国务院令第641号）

《住房城乡建设部 环境保护部关于印发城市黑臭水体整治工作指南的通知》（建城[2015]130号）

《广东省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（粤府办〔2016〕53号）

《广东省海绵城市建设实施指引（2016-2020年）》

《深圳市推进海绵城市建设工作实施方案》

《深圳市海绵城市规划要点和审查细则》

《光明新区推进海绵城市建设实施工作方案》

1.5 规范性引用文件

下列文件对于本导则的应用是必不可少的。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订版）适用于本导则。

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》（GB50400）

《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2014）

《民用建筑绿色设计规范》（JGJ/T229-2010）

《室外排水设计规范》（GB50014-2006）

《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）

《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011）

《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）

《种植屋面工程技术规程》（JGJ155-2013）

《透水砖路面技术规程》（CJJ/T 188-2012）

《屋面工程技术规范》（GB50345）

《坡屋面工程技术规范》（GB50693）

《屋面工程质量验收规范》（GB50207）

《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ 82）

《地下工程防水技术规范》（GB50108）

《建筑结构荷载规范》（GB50009）

《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300）

《地下防水工程质量验收规范》（GB50208）

《建筑屋面雨水排水系统技术规程》（CJJ142-2014）

《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012）

《城市绿地设计规范》（GB50420-2007）

《公园设计规范》（CJJ48-92）

《城市绿地分类标准》（CJJ/T85-2002）

《城市用地竖向规划规范》（CJJ83）

《城市排水工程规划规范》（GB50318）

《城市水系规划规范》（GB50513-2009）

《城市居住区规划设计规范》（GB50180-93）

《低影响开发雨水综合利用技术规范》（SZDB/Z 145-2015）

2 术语和定义

2.1 一般定义

2.1.1 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。

2.1.2 低影响开发（LID） **low impact development**

基于模拟自然水文条件原理，采用源头控制和延缓冲击负荷的理念，通过构建微型分散式生态处理技术实现雨水径流总量和污染控制、开发后的水文特性与开发前基本一致的城市规划与建设模式。

2.1.3 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。

2.1.4 雨水综合利用 **storm water management**

在城市范围内，有目的的采取各种措施对雨水资源进行保护和利用，即直接或间接对天然降水进行收集、入渗、贮存、处理利用等。

包括雨水收集回用和间接利用。

雨水收集回用：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。

雨水间接利用：除雨水收集回用外，对降水进行入渗、调蓄滞留、处理等间接利用的过程。

2.1.5 城市黑臭水体 **urban black odor water body**

城市黑臭水体是指城市建成区内，呈现令人不悦的颜色和（或）散发令人不适气味的水体的统称。

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

溶解和固体的污染物从非特定地点，通过降雨或融雪的径流冲刷作用，将大

气和地表中的污染物带入江河、湖泊、水库、港渠等受纳水体并引起有机污染、水体富营养化或有毒有害等形式污染。

2.1.7 点源污染 point sources pollution

工业废水、城镇生活污水进入受纳水体前未达到排放标准造成的污染。

2.1.8 城市内涝 urban flooding

城市范围内的强降雨或连续性降雨超过其雨水消纳能力，导致城市地面产生积水灾害的现象。

2.1.9 城镇内涝防治系统 urban flooding prevention and control system

用于防止和应对城镇内涝的工程性设施和非工程性措施以一定方式组合成的总体，包括雨水渗透、收集、输送、调蓄、行泄、处理和利用的自然和人工设施以及管理措施等。

2.2 相关指标定义

2.2.1 年径流总量控制率 volume capture ration of annual rainfall

指根据多年日降雨量统计数据计算，通过自然和人工强化的入渗、蒸发（腾）、滞留、调蓄、净化和收集回用，场地内累计多年平均得到控制的雨水量占多年平均总降雨量的比例。得到控制的雨水量包括不外排和处理后外排的雨水量。

2.2.2 年径流污染削减率 volume capture ration of annual urban diffuse pollution

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

2.2.3 径流峰值控制率 volume capture ration of runoff peak flow

指地影响开发设施最大出水流量与最大进水流量之间的比值。

2.2.4 雨水资源化利用率 the ration of rainwater resource utilization

区域系统和建筑与小区系统的雨水资源化利用率指年雨水利用总量占年降雨量的比例；绿地系统的与水资源利用率指绿地系统年雨水利用总量占绿地区域年径流总量的比例。

2.2.5 雨水管渠设计重现期 recurrence interval for stormsewer design

用于进行雨水管渠设计的暴雨重现期。

2.2.6 内防治设计重现期 recurrence interval for local flooding design

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。内涝防治设计重现期大于雨水管渠设计重现期。

2.2.7 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。

2.2.8 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。

2.3 海绵设施定义

2.3.1 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。

2.3.2 透水铺装 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。

2.3.3 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构筑物屋面。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。

2.3.4 植被草沟 grassy 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。包括简易型和增强型两种类型。

2.3.5 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。

2.3.6 生态树池 LID tree pool

一种特殊构造的行道树，能有效的控制雨水径流，尤其是当分散在整个场地时。径流雨水被引导至生态树池，在进入集水井之前通过土壤和过滤层进行净化，并且通过收集径流雨水为树木提供灌溉用水。

2.3.7 雨水湿地 constructed wetland

通过沉淀、过滤和湿地植物的生物作用等方式达到设计目标的低影响开发设施。

2.3.8 雨水收集回用设施 rain utilization facilities

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, 再通过管道输送或现场使用方式予以利用的设施。

2.3.9 生态驳岸 ecological embankment

恢复自然河岸“可渗透性的”人工的滨水驳岸

2.3.10 排涝除险设施 local flooding control facilities

用于控制内涝防治设计重现期下超出源头减排设施和排水管渠承载能力的雨水径流的设施。

3 海绵城市规划设计目标

3.1 总体要求

3.1.1 海绵城市建设涉及水生态、水环境、水安全、水资源等多项指标，主要包括年径流总量控制率目标、年径流污染削减率目标、城市排水防涝标准和水环境质量标准等。

3.1.2 为实现光明新区海绵城市建设整体目标，设定了水生态、水安全、水环境、水资源等 4 类指标，共 12 项。

表 3.1.1 海绵城市建设指标体系

类别	序号	指标	要求
一、水生态	1	年径流总量控制率	整体达到 70%，对应设计降雨量 27.8mm
	2	生态岸线恢复	100%
	3	城市热岛效应	明显缓解
二、水安全	4	内涝防治标准	50 年一遇（通过采取综合措施，有效应对不低于 50 年一遇的暴雨）
	5	雨水管渠设计重现期	中心城区雨水管渠设计重现期取 5 年一遇，高铁站排水分区雨水管渠设计重现期取 10 年一遇，其它地区的雨水管渠设计重现期取 3 年一遇。
	6	城市防洪标准	茅洲河干流防洪标准达到 100 年一遇，主要一级支流达到 50 年一遇标准
	7	饮用水安全	集中式水源地水质达标率 100%
三、水环境	8	地表水体水质标准	近期实现不黑不臭，基本达到地表水 V 类，远期达到《地表水环境质量标准》IV 类
	9	城市面源污染控制	建成分流制排水体制 径流污染削减率不低于 45%
四、水资源	10	污水再生利用率	≥60%（含生态补水）
	11	雨水资源利用率	雨水资源替代城市自来水供水的水量达到 3%
	12	管网漏损控制率	不高于 12%

3.1.3 海绵城市规划建设应统筹发挥自然生态功能和人工海绵功能，构建源头减量、过程控制、末端治理的海绵城市综合管理体系，实现光明新区海绵城市建设目标。

3.2 相关规划海绵城市目标

3.2.1 分区规划、光明新区综合发展规划应落实海绵城市建设指标体系，详见表 3.1.1。

3.2.2 法定图则编制或修编应落实所在管控分区的防洪标准、内涝防治标准、雨水管渠设计标准、年径流污染削减率、年径流总量控制率、生态岸线控制目标等海绵城市建设目标，详见《光明新区海绵城市专项规划》。其中，各管控分区年径流总量控制率详见下图和下表。

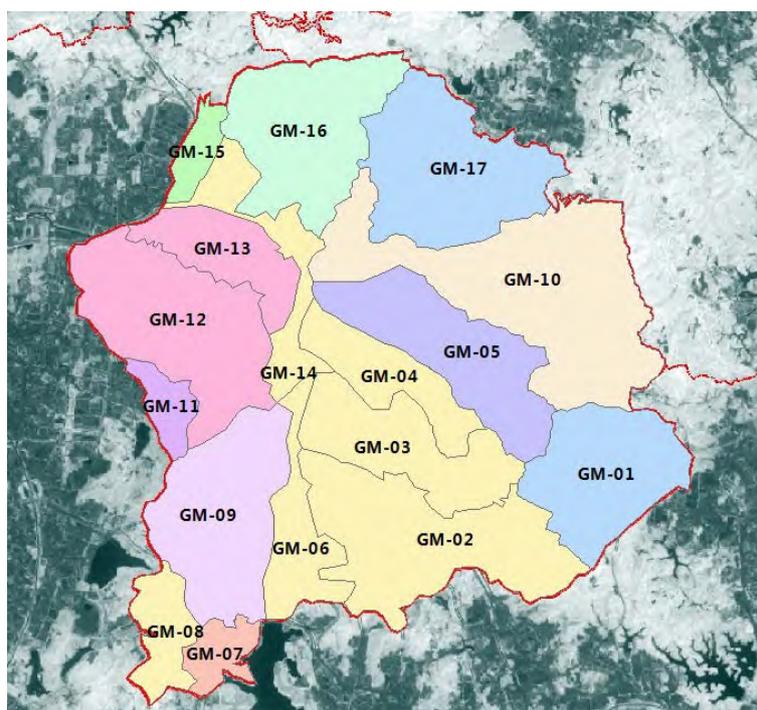


图 3.2-1 管控单元分区图

表 3.2-1 管控单元年径流总量控制率目标表

管控单元编号	管控单元名称	年径流总量控制率 (%)
GM-01	白花河	68
GM-02	鹅颈水	70
GM-03	东坑水	70
GM-04	木墩河	70
GM-05	楼村水	76
GM-06	茅洲河中上游	70
GM-07	石岩河	67
GM-08	新桥河	70
GM-09	玉田河	60

管控单元编号	管控单元名称	年径流总量控制率（%）
GM-10	新陂头南	83
GM-11	松岗河	66
GM-12	公明排洪渠	52
GM-13	上下村	52
GM-14	茅洲河干流	70
GM-15	白沙坑	61
GM-16	西田水	88
GM-17	新陂头北	68

3.2.3 水系统规划应落实城市水面率、生态岸线修复、防洪排涝标准、水环境质量标准等海绵城市建设目标。

3.2.4 绿地系统规划、道路交通规划应落实相应的年径流总量控制率目标，详见《光明新区海绵城市专项规划》。

3.2.5 排水防涝规划应落实年径流总量控制率、雨水管渠设计重新期、内涝防治标准等海绵城市建设目标。

3.3 建设项目海绵城市目标

3.3.1 市政道路和地块类建设项目应落实年径流总量控制率、径流污染削减率目标，具体要求如下：

（1）已编制海绵城市详细规划或法定规划落实年径流总量控制率的片区，年径流总量控制率目标执行规划要求。

（2）暂未编制海绵城市详细规划或法定规划未落实年径流总量控制率的片区，按照《光明新区海绵城市专项规划》要求，参照下表执行。

表 3.3.1 年径流总量控制率目标速查表

用地类型	年径流总量控制率目标（%）	
	新建类或拆除重建类	综合整治类
居住小区类	70%	55%
公共建筑类	73%	57%
新型产业用地	68%	--
工业及仓储类	67%	55%
道路广场类	64%	50%

用地类型	年径流总量控制率目标 (%)	
	新建类或拆除重建类	综合整治类
公园绿地类	76%	65%

(3) 根据《深圳市海绵型道路建设指引(试行)》，针对新建城市道路，根据“红线内机动车道宽度/道路红线宽度”确定城市道路年径流总量控制率目标，详见下表。

表 3.3.2 基准控制率表

类别		道路类
西部雨型	壤土	64%
	软土(粘土)	53%

注：土壤类型以项目地勘资料为主

表 3.3.3 城市道路年径流总量控制率要求

红线内机动车道宽度/道路红线宽度	年径流总量控制率
比例 \leq 50%	+ 5%
50<比例 \leq 60%	+3%
60<比例 \leq 75%	基准控制率
75<比例 \leq 85%	- 5%
比例>85%	- 10%

注：修正后年径流总量控制率低于 50%，取 50%。

(4) 红线宽度为 12~15m 的城市支路，为满足城市交通功能，基本不具备充足的空间设置绿化带，不对年径流总量控制率目标提出强制性要求，推荐采用透水铺装和除污雨水口源头控制雨水径流。

(5) 城市面源污染控制目标以年径流污染削减率表征，以悬浮物(SS)的削减率计算。

(6) 建设项目通过落实年径流总量控制率目标，同步实现雨水径流污染源头削减。

3.3.2 河道综合整治类建设项目应落实防洪标准、水环境质量标准目标。

3.3.3 市政道路、排水管渠建设项目应落实雨水管渠设计重现期、雨污分流比例等海绵城市建设目标。

3.3.4 引导性指标

地块海绵城市建设采用绿地下沉比例、绿色屋顶覆盖比例、人行道、停车场、广场透水铺装比例和不透水下垫面的径流控制比例四项指标作为引导性指标。

市政道路海绵城市建设采用绿地下沉比例、非机动车道透水铺装比例和不透水下垫面的径流控制比例三项指标作为引导性指标。

引导性指标为建设项目海绵城市建设的指导性指标，不作强制要求。

4 海绵城市规划指引

4.1 一般规定

4.1.1 海绵城市建设的理念、规划要求和相关措施应贯穿于城市总体规划、专项规划、法定图则和详细蓝图规划的全过程。海绵城市规划设计控制目标应通过不同层级的规划逐级落实，并逐级细化指导实施。

4.1.2 在编制城市总体规划、专项规划、法定图则和详细蓝图规划等各类城市规划时，应安排专门的海绵城市建设相关研究和规划内容，具体内容要求应满足《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》的规定。

4.1.3 根据实际需要，光明新区应分层级编制海绵城市专项规划，落实海绵城市相关内容。分区、各法定图则单元及重点区域海绵专项规划或详细规划由区政府或其指定的部门负责组织编制。

4.1.4 海绵城市专项规划确定的海绵城市内容，应分层级、分步骤地纳入到城市总体规划、法定图则和详细蓝图规划等法定规划中，其他专项规划应与其进行协调。

4.2 海绵城市专项规划

4.2.1 海绵城市专项规划的规划范围原则上应与城市规划区一致，同时兼顾雨水汇水区和山、水、林、田、湖等自然生态要素的完整性。

4.2.2 海绵城市专项规划，应坚持保护优先、生态为本、自然循环、因地制宜、统筹推进的原则，最大限度地减小城市开发建设对自然和生态环境的影响。

4.2.3 海绵城市专项规划，应根据城市降雨、土壤、地形地貌等因素和经济社会发展条件，综合考虑水资源、水环境、水生态、水安全等方面的现状问题和建设需求，坚持问题导向与目标导向相结合，因地制宜地采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施。

4.2.4 海绵城市专项规划要从加强雨水径流管控的角度提出城市层面落实生态文明建设、推进绿色发展的顶层设计，明确修复城市水生态、改善城市水环境、保障城市水安全、提高城市水资源承载能力的系统方案。

4.2.5 海绵城市专项规划成果应包括以下三部分内容：一是确定山水林田湖草等自然生态格局，明确城市河湖水系、湿地、林地、低洼地等天然海绵体的保

护范围，纳入城市禁止建设区、限制建设区和蓝线绿线管控范围，科学划定排水分区，明确竖向管控要求；二是按照城市自然水文特征、水环境质量等生态本底条件，根据“生态功能保障基线、环境安全质量底线、自然资源利用上线”目标，明确城市年径流总量控制率、水环境质量、城市内涝防治、非常规水资源利用等规划管控指标；三是与相关专项规划在水质与水量、生态与安全、分布与集中、绿色与灰色、景观与功能、地上与地下、岸上与岸下等方面协调关系，针对水生态、水环境、水安全、水资源等方面的问题，提出源头减排措施、排水管渠、调蓄设施、泵站、污水处理及再生利用、绿色基础设施等建设任务、布局和规模，并落实设施用地。

4.2.4 海绵城市专项规划应当包括下列内容：

（一）综合评价海绵城市建设条件，调查生态本底和现状问题。分析城市海绵体的原真性和系统性，重点做好自然山水格局分析、城市产汇流特征分析、生态基流分析等内容，明确保护恢复城市天然海绵体的管控要求。找出城市水体黑臭、内涝积水等问题，水资源紧缺的地区还要分析城市水资源承载能力问题。

（二）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（主要为雨水年径流总量控制率），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指标体系。

（三）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，重点解决城市内涝、雨水收集利用、黑臭水体治理等问题；城市光明新区、各类园区、成片开发区以目标为导向，优先保护自然生态本底，合理控制开发强度。

（四）提出海绵城市建设分区指引。识别山、水、林、田、湖等生态本底条件，提出海绵城市的自然生态空间格局，明确保护与修复要求；针对现状问题，划定海绵城市建设分区，提出建设指引。划定海绵城市管控分区时，应以排水分区为基础，结合城市控规的编制单元、行政区划等进行适当优化，以便在后续规划建设管理时使用。

（五）落实海绵城市建设管控要求。根据雨水径流量和径流污染控制的要求，将雨水年径流总量控制率目标进行分解。超大城市、特大城市和大城市要分解到

排水分区；中等城市和小城市要分解到控制性详细规划单元，并提出管控要求。

（六）从水生态、水环境、水安全、水资源方面分别确定实施方案。保护水生态实施方案要保护城市生态空间，落实径流总量控制要求。改善水环境实施方案要从控源截污、内源治理、生态修复、活水保质、长治久清等方面提出要求。保障水安全实施方案要在评估城市现状排水防涝能力和内涝风险的基础上，构建源头减排、排水管渠、排涝除险、应急管理的城市排水防涝体系，并与城市防洪系统相衔接。提升水资源承载能力实施方案要提高污水再生利用和雨水收集利用水平，根据水资源承载力，确定再生水、雨水等非常规水资源利用目标，确定污水再生利用设施、雨水综合利用设施等的规模、用地布局，结合绿色建筑建设提高再生水、雨水的就地利用水平。根据水生态、水环境、水安全、水资源实施方案确定的措施，综合分析地块和市政项目的协同作用和功能，进行综合统筹，从源头减排(建筑小区、道路广场海绵化改造等)、过程控制(管网、调蓄设施、集中污水处理厂、分散净化设施等，通过智慧调度手段进行联控)、系统治理(山水林田湖草、园林绿地、河道整治等)三个方面进行梳理，最终提出海绵城市管控要求、建设任务和规模。

（七）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、排水防涝、绿地、水系统等相关规划相衔接的建议。

（八）明确近期建设重点。明确近期海绵城市建设重点区域，提出分期建设要求。

（九）提出规划保障措施和实施建议。

（十）图纸一般包括：

①现状图（包括高程、坡度、下垫面、地质、土壤、地下水、绿地、水系、排水系统等要素）。

②海绵城市自然生态空间格局图。

③海绵城市建设分区图。

④海绵城市建设管控图（雨水年径流总量控制率等管控指标的分解）。

⑤海绵城市相关涉水基础设施布局图（城市排水防涝、合流制污水溢流污染

控制、雨水调蓄等设施)。

⑥海绵城市分期建设规划图。

4.3 法定图则

4.3.1 法定图则应协调相关专业，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海绵城市控制目标及要求，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、透水铺装率、绿色屋顶率等控制指标，纳入地块规划设计要点，并作为土地开发建设的规划设计条件，进一步在竖向、用地、水系、给排水、绿地、道路、竖向等专业的规划设计过程中落实海绵城市的要求。要点如下：

- (1) 明确各地块的海绵城市控制指标。
- (2) 合理组织地表径流。
- (3) 统筹落实和衔接各类海绵设施。

4.3.2 海绵城市专项规划经批准后，新编或修编法定图则时，除落实上位总规的相关控制指标外，应将海绵城市专项规划中提出的法定图则范围所在管控分区的防洪标准、内涝防治标准、雨水管渠设计标准、年径流污染削减率、年径流总量控制率、生态岸线控制目标等指标纳入，并纳入专规中提出的该管控分区的海绵设施指标。

4.3.3 法定图则中应落实海绵城市的相关要求，规划技术要点如下：

(1) 竖向规划

①进一步明确规划地区的主要坡向、坡度、自然汇水路径、低洼区等内容。尊重区域原有地形地貌，统筹协调开发场地、城市道路、绿地和水系等的布局和竖向，提出地块控制性标高或不同重现期淹没深度范围。

②有明显客水汇入的地势低洼区域应划定汇水范围，并针对城市现有低洼区域提出相应的竖向规划优化设计策略。

③地块的规划高程应高于多年平均地下水位，并比周边道路的最低高程高出0.2-0.5m以上，有条件的地区，宜通过竖向设计，使雨水排出口内顶高程高于接纳水体的多年平均水位。

(2) 用地布局

①进一步明确低洼易涝高风险范围，对该区域地块的用地性质、开发强度、竖向等方面进行调整优化。

②对主要地表径流通道及其周边的用地进行统筹，合理布局公共绿地、开放空间和道路设施等用地。

③产汇流较高的地块应与产汇流较低的地块交叉布置，面积较大的产汇流高的区域，应通过水系、绿带等滞蓄空间进行过渡，并适当增加雨水设施。

（3）蓝线（水系）规划

①细化并落实天然水面率、水系保护、水系利用等要求，避免开挖大面积人工水面。可将水面率分解至本规划地区内各个地块，条件允许情况下可根据高程分析，划定地块建议的水域位置。

②深化总体规划确定的蓝线保护范围，明确界址坐标、规模。将湿地等生态修复区域纳入蓝线控制范围，统筹协调蓝线内布局的水系、岸线、湿地与给排水以及雨水设施的关系。

③细化落实总体规划确定的规划区水系的生态岸线、滨水缓冲带等相关规划要素，明确其形态、断面、尺度和材料等内容，并将其分解至法定图则单元地块，以确定地块生态岸线要求。

（4）绿地规划

①明确公园绿地系统的汇水服务范围、不透水面积比例、水面率、雨水调蓄容积等指标，分担区域的径流控制目标。

②落实绿线，明确区域绿地、城市绿地的范围和规模，均衡布局城市绿地，收集回用雨水，消纳、净化自身及周边地块径流。

③不涉及防灾避灾功能的绿地，可强化对绿地周边地表径流的调节作用，宜设置湿地、缓坡、下沉式绿地与森林景观等多层次的生态形态。

④现状条件许可的情况下可将部分绿地规划成城市超标暴雨排放通道。

（5）给水规划

①明确规划区范围内的分布式雨水资源回用设施的回用量、回用方式及回用的主要用途，将其分解至法定图则的单元地块，确定地块雨水资源利用率指标。

②确定采用分质供水模式的区域，应规划设计再生水管网，确定再生水供水量和管网的布局、管径及其路由等内容，将再生水供水量分解至单元地块，确定

地块污水再生利用量指标，落实所必须的污水再生利用设施。

（6）地块管控规划

①确定每个地块的年径流总量控制率，如地块年径流总量控制率难以满足整体径流控制的目标，应在地块所在排水分区范围内通过增加绿地、水域面积或调蓄设施的方法进行径流控制，以达到整体径流控制目标。

②提出规划地块控制径流污染的设施、方式及要求，确定地块径流污染控制容积指标。

③明确具备可实施性的地块不透水面积比例、绿色屋顶率等引导性指标，复核地块年径流总量控制率，确定单位面积雨水控制容积等指标。

（7）排水防涝规划

①明确规划地区和重点地块（涉水）的水环境质量要求。

②确定排水管渠的路由管径、管底标高等内容，并在地块中落实污水处理厂等设施。对合流制排水区域，应分析雨污分流改造的可行性，并布局合流制截留设施和溢流污染控制设施。

③进行内涝点评估和水文分析，明确管渠、泵站、滞蓄设施、超标雨水径流通道等综合性的排水防涝基础设施的控制界限，明确用地规模、位置、相关控制要求。有条件情况下，合理规划城市超标暴雨排放通道。

（8）防洪规划

①明确规划范围内所涉及的城市防洪工程的等级和设计防洪标准，设计洪水、涝水和潮水位，细化并确定规划区域内堤防、河道及护岸（滩）等设施工程。

②明确管渠、泵站、滞蓄设施、超标雨水径流通道等综合性的防洪基础设施的控制界限，明确用地规模、位置、相关控制要求。有条件情况下，合理规划城市超标暴雨排放通道。

（9）道路规划

①确定各条道路的径流控制目标，进一步细化道路断面、竖向设计，并与周边绿地或开放空间充分衔接。

②确定源头径流控制系统与城市道路设施空间协接关系，城市道路雨水入渗设施可采用绿地、透水铺装等方式。不适合采用透水铺装而产生的不符合直接入渗的雨水，充分利用两侧绿化带、立交桥区绿地、道路周边绿地设置下沉式绿地、

蓄水池、调节塘等调蓄设施，经调蓄、适当净化处理后超出的雨水排入雨水管网。

③规划可能涉及的下凹式桥区、地下通道等交通节点、易积水的重要道路路段，应确定调蓄池、雨水渗透等雨水设施布局与规模。

（10）特殊地区的编制要求

①涉及发展备用地、裸地、荒草地、闲置土地的，应进行综合治理，减少自然灾害和水土流失，增强保水持水能力。

②涉及位于山体周边城市建设区的，应布局山体截洪沟系统，减小汛期山区雨水对城市建设区的冲击。

③涉及从城市建设区内部穿越而过的生态廊道和绿地的，应结合场地竖向，增强其雨水入渗、滞蓄能力，并可作为城市建设区雨水径流调蓄、排放的辅助通道。

④涉及水系的，应统筹考虑流域、竖向、水资源、河流水体功能、水环境容量等因素，结合河道沿线绿地、蓝线、滞洪区，优先落实植被缓冲带、人工湿地、生物浮岛、生态型雨水排放口等雨水设施，并确定其断面形式、规模、建设形式和用地。

4.3.4 成果表达

法定图则中的海绵城市规划成果与我市法定图则编制要求保持一致，一般包括法定文件（含文本、图表）和技术文件（含说明书和图纸）。涉及海绵城市的相关规划内容应分别纳入法定图则的相应文字说明和图纸中，主要涉及的成果表达如下：

①文本、说明书中，应在原法定图则要求内容的基础上，分别在现状分析、用地布局、综合交通、市政工程、城市设计、自然生态保护及绿地系统规划等方面补充海绵城市的相关内容和要求；新增海绵城市分区分类、地块控制指标分解等文字内容。

②在图则中，补充海绵城市相关的蓝线、绿线、黄线、紫线等的规划控制内容；增加易涝区、区域性海绵设施的图标，明确海绵城市相关设施的位置和规模要求，无法落位的应标明落实的街区或地块的具体要求，便于下层次规划落实。

③在地块指标控制表中，落实年径流总量控制率等管控目标，并按地块海绵城市控制指标分解的要求，因地制宜增加海绵城市引导性指标。

④在图纸中，在用地、绿地、竖向、道路、给水、污水、雨水等规划图中增加海绵城市相关要求或设施的图示表达；增加海绵汇水分区图、地块海绵城市控制指标分布图、地表径流路径图、道路雨水设施布局图等图纸。

4.4 详细蓝图规划（城市更新单元规划）

4.4.1 详细蓝图规划（城市更新单元规划）应以法定图则为指导，增加与海绵城市建设有关的内容，落实与分解法定图则确定的海绵城市控制指标，落实具体的设施及相关技术要求，将海绵城市的建设技术和方法吸纳到场地规划设计、工程规划设计、经济技术论证等方面，指导地块开发建设。详细蓝图规划（城市更新单元规划）中，均应落实上层次规划确定的有关海绵城市建设规划内容要求和控制指标。

4.4.2 详细蓝图、城市更新单元规划等详细规划中应编制海绵城市规划篇章。海绵城市规划篇章应按照法定图则的约束条件，并结合自然特点和用地性质，细化、落实上位规划确定的海绵城市控制指标，包括以下内容：

- （1）海绵城市限制因素和有利因素
- （2）海绵城市规划目标确定和复核
- （3）非工程性技术措施规划
- （4）工程性技术设施规划
- （5）预期成本效益
- （6）风险分析

4.4.3 详细蓝图规划（城市更新单元规划）中应落实海绵城市的相关要求，规划技术要点如下：

（1）现状分析

①对规划项目所在地区的自然气候条件进行调研分析，包括历年降雨、地形地貌、绿化植被、河湖水系及湿地等自然水体情况等内容。

②对规划范围内的水文地质条件进行深入调研分析，包括地下水位高度、水质情况、地质剖面、土壤类型及其渗透性能、内涝灾害情况等内容，重点项目还应提前掌握规划地段地质勘探情况。

③了解上层次规划情况及其要求，包括城市海绵分区要求、法定图则指标要求、城市排水分区情况、现有市政管网布局等内容。

(2) 竖向设计

①场地的竖向应尊重原有的地形地貌地质，不宜改变原有的排水方向。

②对包含建筑、道路、绿地等的场地进行竖向设计时，应兼顾雨水的重力流原则并尽量利用原有的竖向高差条件组织雨水收集，将雨水径流自高处的建筑屋顶经逐级降低的绿地系统汇入低处可消纳径流雨水的海绵设施。

③在竖向规划设计中，对最终确定竖向的低洼区域应着重明确最低点标高、降雨蓄水范围、蓄水深度及超标雨水排水出路。

(3) 平面布局规划

①在考虑地形地貌地质、景观、现状建设情况等因素的基础上，设计屋顶、道路、绿地、水系等的径流路径，落实地块年径流总量控制率、绿色屋顶率、不透水面积比例、下沉式绿地率、单位硬化面积雨水控制容积等控制指标，合理布局室内外空间，开展环境设计。

②平面布局设计中应尽可能保留天然水面、坑塘、湿地等自然空间，规划人工景观水体时优先选择现状高程低洼区。各个水体应成系统布置，应与城市河湖水系相联系，形成互为补充的整体。

③在平面布置具体的海绵设施及常规雨水管渠系统，通过模拟分析校核法定图则提出的年径流总量控制率目标。

④平面布局中应明确工程型海绵设施的位置、占地和规模等内容。

⑤尽可能保留天然水面，控制坑塘、湿地等自然空间。

⑥校核法定图则提出的年径流总量控制率目标。

⑦为拟布局的工程型海绵设施预留空间。

⑧尽可能用透水场地切割不透水场地，优化硬化地面与绿地空间布局。

⑨限制地下空间的过度开发，为雨水回补地下水提供渗透路径；开发地下空间的，地下室顶板上覆土深度宜大于 1 米，并应布置蓄排水层，强化调蓄、缓释功能。

⑩居住区、商业区、工业区等非单一地块的详细蓝图规划（城市更新单元规划），应整体统一考虑平面布局，海绵城市控制目标和指标可在多个地块之间给予平衡与落实。

(4) 主要控制指标复核

①明确主要经济技术指标，除原有用地面积、建筑面积、容积率、建筑密度（平均层数）、绿地率、建筑高度、住宅建筑总面积、停车位数量、居住人口等指标外，还应落实分解地块年径流总量控制率、地块不透水面积比例、地块生态岸线要求、地块水环境质量、地块污水再生利用率、排水管渠标准和设施、内涝防治标准和设施、防洪标准和设施等海绵城市约束性指标，因地制宜落实下沉式绿地率、绿色屋顶率、单位硬化面积雨水控制容积、地块初期雨水控制容积、地块雨水收集回用率、老旧公共供水管网改造完成率等鼓励性指标。

②在初步方案确定后，应运用模型分析和评价的手段，进一步复核和优化上述控制指标。

（5）给排水规划

①应合理设计饮用水管网、非饮用水管网，充分利用雨水、再生水（中水）资源作为绿化浇洒、洗车、水景等非饮用和非接触的低品质用水。

②给水规划中，应落实雨水资源回用率所需的雨水桶、回用池等回用设施，并与地下给水管网对接，确定设施位置，容量及其主要用途。

③应按雨污分流设计污水、雨水管网，并宜将阳台雨落管接入污水管网。

④建筑屋面雨水管应与室外雨水管道断接，并利用高位花坛、雨水花园等雨水收集回用设施实现雨水的散排、滞留、错峰和收集回用。

⑤在条件允许的情况下，宜结合场地竖向和道路断面，布局植被草沟、渗排水沟等地表自然排水设施。

⑥在排水规划中，应贯彻源头控制的理念，将地上的屋顶绿化、植被浅沟与雨水花园等海绵城市雨水系统与地下雨水管网统一布置，有机衔接为一个整体。

（6）绿地规划

①绿色景观设计时融入海绵城市理念，兼顾景观效果的同时合理布置下沉式绿地、雨水花园、植被浅沟、雨水塘等海绵设施。

②绿地设计时依据不同的绿地类型、规模采用常规绿色与下沉式绿地结合布置方式，通过下沉式绿地适度消纳周边不透水场地的雨水径流；乔灌木结合的绿地可适当设置成雨水花园形式以调高渗透能力；低洼区、原有坑塘宜因地制宜改造为雨水塘等低影响设施作为场地的调蓄空间。

③综合考虑地域特点、植物特性、环境景观等方面的因素，选择合适的本土

植物配置，优化场地的绿地系统。

④在绿地中布置海绵设施时，应控制绿地表面的积水时间，避免产生蚊蝇滋生等环境问题。

（7）道路交通规划

①落实上位规划有关海绵城市建设对道路交通的要求，优化道路横断面设计，将道路绿化隔离带及防护绿带设置为下沉式绿地，适当设置海绵设施以削减道路径流量。

②有条件的地区，机动车道、非机动车道可采用透水沥青路面或透水水泥混凝土路面；人行道尽量设置透水铺装，透水铺装路面设计应满足路基路面强度和稳定等国家标准规范要求；地面停车场宜采用透水铺装。

③路面排水宜采用生态排水的方式取代传统排水方式，雨水先进入绿化带渗透净化，超标雨水径流通过溢流设施进入排水系统。

④结合生态排水方式优化道路排水方向，调整原有道路横坡和纵坡方向设计，确定道路控制点坐标、高程。

（8）雨水设施设计要求

①保护优先，合理利用场地内原有的湿地、坑塘、沟渠等消纳径流雨水。

②可结合绿地、水体增设雨水滞留塘、雨水湿地、渗井、雨水收集池（模块）等工程型设施；其类型、规模宜通过水文、水力计算或模型优化确定，做到因地制宜、经济有效、方便易行。

③结合水体进行调蓄时，应将雨水处理与景观相结合，并根据降雨规律、水面蒸发量、雨水回用量等综合确定景观水体的规模。

④编制单一小地块或城市更新地区的详细蓝图规划（城市更新单元规划）时，因受空间限制等原因不能满足控制目标的，可与区域海绵设施布局相协调，通过城市雨水管渠系统，引入区域性的海绵设施进行控制。

⑤海绵设施的设置在满足基本功能的基础上，应注重设施的景观设计，加强设施的维护和管理，并采取适当措施增强设施的安全性和教育性。

⑥统计海绵设施的工程量，并估算造价和效益。

⑦明确需要落实到绿地、公共空间等区域的非独立占地的海绵设施要求和要点，并衔接相关专业，进一步指导下层次工程设计。

4.4.4 成果表达

详细蓝图规划（城市更新单元规划）的成果一般包括规划说明书、图纸。涉及到海绵城市的相关内容应分别纳入规划说明书的相应章节以及各专业图纸中。

（1）在说明书中，应在原详细蓝图规划（城市更新单元规划）要求内容的基础上，分别在现状分析、规划设计方案、场地竖向、道路交通、绿地、给排水等章节增加海绵城市的相关内容；同时增加地块海绵城市规划指标复核、海绵设施设计的相关章节，详细说明径流控制目标，实现径流控制目标的海绵设施的类型、规模以及布局等内容，并应采用模型模拟软件建立规划系统模型进行模拟分析以验证目标的落实。

（2）在图纸中，除符合详细蓝图规划（城市更新单元规划）法定内容外，应在现状图、规划总平面图、道路交通规划图、用地竖向规划图、单项或综合工程管线规划图等图纸中落实海绵城市的相关内容，增加海绵城市相关设施的图示表达。根据需要增加场地汇水路径图、海绵设施规划布局图等图纸。

4.5 其它相关专项规划

4.5.1 水系统规划

按照海绵城市建设要求，城市蓝线（水系）规划应合理确定天然水面保持率等目标，明确水体调蓄功能和容量、泄流能力和规模，划定城市蓝线；并在水系保护、岸线利用、涉水工程协调等方面落实海绵城市要求，明确河道生态岸线比例、生态修复理念、黑臭水体的整治方案等重点内容。当新增水体或调蓄空间达到一定规模或与城市水系连通时，应纳入城市蓝线（水系）规划。具体要点如下：

（1）分析、评价历史及现状水系在流域、城市、生态体系中的定位和作用，明确现状水面率，明晰水系联通、水生态、水环境、水资源、水安全等方面的现状及存在问题。

（2）优化城市河湖水系布局，保持城市水系结构的完整性，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，实现自然、有序排放与调蓄。

（3）结合城市用地布局和生态结构，综合考虑排水防涝、防洪防潮等蓄滞需求，合理确定城市水域面积率及天然水面保持率。

（4）根据竖向分析及用地情况划定滞洪区四至范围，确定滞蓄容量。根据水体产汇流情况，明确具有雨洪调蓄作用的湖泊、坑塘、河流等水体，明确水域

面积、调蓄容量和水位管控等措施。

(5) 确定泄洪河流通道，在不使下游水文条件发生显著变化或萎缩的前提下，合理确定河流的断面流量，明确其防洪标准和断面形式、宽度、深度、水位及泄洪能力。

(6) 根据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 确定江河、湖泊、运河、渠道、水库等功能性地表水域的环境质量目标，建议至少达到对应的地表水功能区划标准，且不得劣于现状水质。

(7) 优化岸线形态，保护和修复生态岸线，改造硬质岸线。岸线改造应体现“保护优先”的原则，在岸线利用时，将具有生态特征和功能的水域岸线划定为生态岸线。

(8) 对于城市规划区内的河湖、坑塘、沟渠、湿地、滞蓄洪区等需要划定蓝线的对象进行分析，提出蓝线控制的范围，科学划定城市蓝线，明确受保护水域的面积和基本形态，并提出控制要求和措施。

4.5.2 绿地系统专项规划

城市绿地系统规划应明确海绵城市控制目标，在满足绿地生态、景观、游憩和其他基本功能的前提下，合理地预留或创造空间条件，对绿地自身及周边硬化区域的径流进行渗透、调蓄、净化，并与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统相衔接，因地制宜的规划雨水径流路径，合理选择海绵设施，实现复合生态功能。要点如下：

(1) 全面了解城市范围内绿地和绿化建设现状基础，采用模型模拟和高程分析等方法，对于城市中的低洼区域、坑塘密集区域和内涝汇水区域进行解析，提炼影响海绵城市建设的绿地系统现状条件与问题。

(2) 结合海绵城市建设要求，优化绿地系统布局，调整相应规划指标和目标。明确公园绿地的年径流总量控制率、汇流面积、雨水调蓄容积等指标，分担区域的径流控制目标。也可进一步提出不透水面积比例、水面率、下沉式绿地率等要求，但应妥善考虑地区实际条件。

(3) 结合海绵城市建设要求，提出绿线控制的范围或宽度，划定城市绿线。城市绿线划定时应与城市蓝线相衔接，共同加强对水系廊道的保护与控制。

(4) 城市建设区内绿地公园的布局应遵循均好性原则，建立区域、城市、社区三级公园体系，形成均衡布局、公共性强的绿地公园系统，为分区分散调蓄雨水创造条件。

(5) 与城市排水防涝系统规划相衔接，结合绿地建设合理规划城市排水防涝设施，明确其布局、竖向和功能等。

4.5.3 排水防涝综合规划

海绵城市雨水系统是城市内涝防治综合体系的重要组成部分，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。排水（雨水、污水）、排水（雨水）防涝系统主要承载了海绵城市建设的中尺度径流污染控制、排水和内涝防控的功能。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海绵城市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) 对城市现状的排水（雨水、污水）分区情况进行调研，包括排水（雨水、污水）工程的设计标准及明沟、暗渠、管道等设施的断面尺寸、管渠长度、走向、坡度、排水去向等情况；对城市污水接纳体和雨水接纳体排泄能力及容量等情况进行分析；对城市积水地区的积水原因和淤积情况进行分析总结。

(2) 在合理确定海绵城市雨水系统规模的基础上，确定雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统的设计重现期标准。

(3) 因地制宜按照雨污分流制规划设计污水和雨水管网。对现有合流制管道进行规划改造，应根据实际条件，将合流制管道调整为雨水或污水管道，然后重新规划设计雨水或污水管道。对于改造确有难度的区域，应在合流制管道接入分流制管道的节点处设置截污溢流设施。

(4) 确定污水处理再生利用率，提出回用用途及回用方式。

(5) 明确城市面源污染治理规模和方式。计算城市污水处理厂的规模时，应充分考虑城市面源污染治理，尤其是初期雨水污染治理的需求。因地制宜的布局初期雨水弃流设施和合流制溢流污染控制设施，并落实相关用地需求，尤其是大型调蓄设施用地。

(6) 对改造代价较大的老旧城区、城中村，或改造难度较大的下游管渠系统，可在技术经济分析的基础上，合理增加海绵设施标准来实现管渠改造目

标。

(7) 因地制宜合理规划管渠系统。新建区雨水管渠系统应结合海绵设施，合理规划雨水管渠布局设计。

(8) 在地形条件较好的丘陵和坡度条件下，地下管道和地表排水条件已经达到或超过排水防涝标准的城区，应避免盲目地全部重建管道系统。

4.5.4 道路交通专项规划

城市道路是为各类交通活动提供空间的载体和城市地下各种管线埋设的走廊，承担着周边小区大量客水的汇流，同时，城市道路也是雨水径流及其污染物产生的主要场所之一。雨水径流中包含大量机动车产生的污染物，道路积水是城市内涝主要的表现形式之一。因此，道路交通规划优化是海绵城市规划中的重要内容。道路交通规划一方面要按照现有的人行道入渗、下凹式桥区设置调蓄池的设计方式进行设计，同时应根据海绵城市建设理念及控制目标，削减地表径流和控制面源污染。要点如下：

(1) 在城市道路网规划的基础上，全面了解道路网及周边用地、地形、地物、河流、绿地等；明确历年道路内涝情况，并借助模型模拟和现状调研等方式确定城市易积水道路路段的位置、范围，分析道路内涝成因和径流特点；分析确定城市易积水下凹式桥区、地下通道、地铁入口等内涝易发道路交通节点；根据场地条件，明确重要道路水涝点或排水难点的分布、已有的道路排水设施现状、周边绿化空间的特点等。

(2) 结合各条道路功能及道路条件，综合考虑水文地质、施工条件以及养护管理方便等因素，因地制宜地确定海绵城市的目标和原则。

(3) 在满足道路交通安全等基本功能的基础上，充分利用城市道路自身及周边绿地空间落实海绵城市建设设施。根据不同道路等级的功能要求，结合道路横断面和排水方向，利用道路的绿化带、车行道、人行道和停车场建设下沉式绿地、植草沟、雨水湿地、透水铺装、渗管/渠等海绵设施，通过渗透、调蓄、净化方式，实现道路的海绵城市建设控制目标。

(4) 对于城市中重要的下凹式桥区、地下通道等交通节点，提出海绵城市控制目标，并制定具体调蓄池、雨水渗透等海绵设施控制策略。

(5) 对于城市易积水的重要道路路段，制定具体的海绵城市雨水径流控制

策略，确定径流控制目标。

(6) 根据城市的道路特点，确定道路最大积水深度、一般道路一定时间内的积水深度、下凹桥区一定时间内的积水深度等控制指标。

(7) 对不同等级的道路两侧绿地提出落实海绵城市理念的建设指引，如竖向设计、道路断面设计、树种搭配、初期雨水控制设施、绿化带设置方式（生物滞留带、下沉式绿化带、草沟）等，有效净化、吸纳、调蓄道路径流，减少道路雨水径流污染，提升道路排水能力。

(8) 根据海绵城市建设要求，优化道路断面。具体措施有：

①城市道路横断面布置在满足行车功能的前提下，应尽量设置连续绿化带，以减少道路红线范围内的径流面积，并考虑利用其作为路面排水的调蓄设施。

②城市道路横断面中的非机动车道、人行道、步行街和停车场应采用透水铺装，以渗透为主；未经净化处理的机动车道路汇集的雨水不能直接入渗。

③城市道路横断面中的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，应充分考虑承担道路雨水汇入的功能。通过建设下沉式绿地、道路雨水花园等海绵设施，提高道路径流污染及总量等控制能力。

(9) 合理确定海绵城市雨水系统与城市道路设施空间协接关系。城市道路雨水入渗设施可采用绿地、透水铺装等方式。因城市道路不适合采用透水铺装而产生的不符合直接入渗的雨水，应充分利用两侧绿化带、立交桥区绿地、道路周边绿地设置下沉式绿地、蓄水池、调节塘等调蓄设施，经调蓄、适当净化处理后排入雨水管网。

4.5.5 水利类规划

包括水利规划、蓝线规划、防洪排涝规划、水资源规划等在内的水利类规划应充分结合海绵城市规划，对水安全、水环境、水生态、水资源措施进行从源头到末端、从地块到流域的统筹衔接。

(1) 提出防洪、防潮、防涝的结合目标，与海绵城市规划进行衔接。

(2) 协调竖向布局与防洪排涝水位的关系，与海绵城市规划进行衔接。

(3) 水系规划布局应注重自然本体连通性、隔断性，并充分考虑水体流动性。

(4) 护岸整治、清淤疏浚、引水配水等工程与海绵城市的水环境目标协调

考虑。

(5) 城乡用水资源平衡等工程与海绵城市的水资源目标协调考虑。

4.5.6 环保类规划

包括环境保护规划、生态规划、污染治理规划等在内的环保类规划应充分结合海绵城市规划，对水环境、水生态措施、海绵城市措施进行统筹衔接。

(1) 提出水环境类保护目标，与海绵城市规划进行衔接。

(2) 特征污染物、污染负荷计算、水环境容量估算、污染负荷削减计划、海绵城市措施削减量与海绵城市规划衔接。

(3) 河道原位生态治理、旁路生态治理、截污纳管、雨污分流、护岸整治、清淤疏浚、引水配水等工程与海绵城市的水环境目标协调考虑。

5 海绵城市设计指引

5.1 一般规定

5.1.1 海绵城市的设计目标应满足光明新区海绵城市专项规划、法定图则、详细蓝图规划（城市更新单元规划）提出的控制目标与指标要求。

5.1.2 结合光明新区不同区域规划控制目标、水文地质、水资源等特点，并结合气候、土壤及土地利用等条件及技术经济分析，按照因地制宜和经济高效的原则选择海绵城市建设技术措施。

5.1.3 海绵城市设计内容涵盖水污染防治系统、污水再生利用系统、雨水资源化利用系统、雨水管渠及内涝防治系统、防洪排涝系统的设计，本章节重点针对建设项目年径流总量控制率指标，提出建设项目雨水径流源头减排设计指引，引导建设项目开展海绵城市设计。

5.1.4 海绵城市建设应当体现光明新区的当地特点，遵守经济性原则、适用性原则，采用本地化的参数（降雨资料、设计雨型、土壤渗透系数等）进行设计。

5.1.5 海绵城市设计中，相应的总平面设计、竖向设计、园林设计、建筑设计、给排水设计、结构设计、道路设计、经济等相关专业相互配合，采取有利于促进场地建筑与环境可持续发展的设计方案。

5.1.6 海绵城市建设的目标是尽量降低对自然生态的影响，开发强度越高、不透水下垫面比例越高的建设项目，其生态影响越负面，海绵城市建设需求越迫切，应加大投入开展生态环境保护补偿，尽量恢复开发建设前的自然水文循环状态。

5.2 设计流程及深度

5.2.1 建设项目海绵城市的设计一般分为场地调查与评估、方案设计、初步设计和施工图设计四个阶段。

5.2.2 不同阶段设计深度和内容应满足《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013年版）》的要求。

5.2.3 现状调查与评估

（1）明确需求与目标

明确项目海绵城市设计目标、设计条件，以及拟通过海绵城市解决的问题，

面临的限制和制约因素，需要被保护或者修复的范围等。

(2) 项目调查

重点调查土壤类型、渗透能力（初始渗透能力、饱和渗透能力）、地下水位、地下水水质等信息。

(3) 现状评估

结合水文和地质情况，评估开发前自然水文状态；根据现状调查获取的信息，识别需要重点解决的问题。

5.2.4 方案设计

方案设计阶段应根据设计目标，明确雨水径流路径组织，海绵设施选型及平面布局，设施规模等内容。

(1) 竖向设计

从海绵城市设计的角度出发分析场地竖向设计，对于局部竖向不利于海绵城市建设和设施布局，应提出竖向调整建议。

(2) 雨水径流路径组织

分析下垫面类型及分布，以控制不透水区域雨水径流为出发点，明确雨水径流路径组织，对于局部区域不利于不透水下垫面雨水径流控制，应提出空间布局调整建议。

(3) 汇水分区划分

根据竖向设计、排水管网，划分汇水分区。

(4) 技术措施与平面布置

根据场地水文、地质等相关条件，以及水量、水质控制目标，合理选择低影响开发技术措施，汇水分区划分的基础上，结合每个汇水分区的特征，布局低影响开发技术措施。

(5) 设施规模核算

以汇水分区为单位，计算低影响开发技术设施的规模和径流控制量，并核算是否达到场地控制目标要求。对于不能达到要求的，调整设施类型、布局和规模，直至满足规划设计目标为止。

(6) 投资估算

明确建设方案投资估算

(7) 图纸

海绵设施布局图、给排水管网平面图、下垫面分布图、汇水分区图、海绵设施参数说明或设施大样图等。

考虑到建筑与小区类建设项目方案设计仅开展建筑布局设计，仅需海绵城市设计专篇说明，明确海绵城市设计目标，采取的技术措施类型。

5.2.5 初步设计

初步设计阶段应深化方案设计，在方案设计基础上应明确海绵设施的构造及细节设计，并进一步复核技术方案设计满足设计目标要求。

(1) 设施设计

明确海绵设施的构造、结构、材料要求等。

(2) 细节设计

明确海绵设施进水、溢流、预处理以及与其它系统衔接等细节。

(3) 设计目标复核

根据海绵设施的构造，进一步核算技术方案是否满足设计目标要求，不满足要求则调整技术设施的构造、材料等，直至满足设计目标要求。

(4) 投资概算

明确工程设计投资概算。

(5) 图纸

海绵设施布局图、海绵设施详细设计图、给排水管网平面图、汇水分区图、下垫面分布图、关键系统节点设计图等。

5.2.6 施工图设计

海绵城市施工图设计阶段应在方案设计或初步设计的基础上，按照施工图设计文件深度深化设计，指导技术方案的实施，并明确海绵城市技术措施的施工、验收和运行维护要求。

施工图设计图纸包括：海绵设施布局图、海绵设施设计详图和结构设计图、给排水管网平面图、汇水分区图、下垫面分布图、关键系统节点设计详图。

5.3 计算方法

5.3.1 海绵设施的规模应根据控制目标及设施在具体应用中发挥的主要功能计算确定。

5.3.2 海绵设施规模的计算方法主要包括数学模型法，容积法，流量法和水量平衡法等，有条件的优先推荐采用数学模型模拟的方法确定设施规模。

5.3.3 数学模型法

数学模型法能有效评估海绵设施的径流总量控制、峰值流量控制和径流污染控制效应，优化设施规模及构造设计，数学模型法具体应用参照“附录 E”。

5.3.4 容积法

当以径流总量和径流污染为控制目标进行设计时，海绵设施具有的滞蓄能力一般不应低于该地块“单位面积控制容积”的综合控制指标要求。计算滞蓄容积时，应综合考虑以下内容：

(1) 顶部和结构内部有滞蓄空间的渗透设施（如生物滞留设施、渗管/渠等）的渗透量应计入滞蓄容积；

(2) 无径流总量削减功能或者削减功能较小的设施（如雨水调节池、转输型植草沟、植被缓冲带等），其容积不计入滞蓄容积。

(3) 透水铺装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滞蓄容积；

(4) 受地形条件、汇水面大小等影响，无法发挥径流总量削减作用的设施，以及无法有效收集汇水面雨水径流的设施，其容积不计入滞蓄容积。

设计滞蓄容积一般采用容积法进行计算，如式 5-1 所示。

$$V=10H\phi F \quad (5-1)$$

式中：V——设计调蓄容积，m³；

H——设计降雨量，mm；

ϕ ——综合雨量径流系数，可参照表 5.3.4 进行加权平均计算；

F——汇水面积，hm²。

表 5.3.1 综合雨量径流系数表

汇水面种类	雨量径流系数 ϕ	流量径流系数 ψ
绿化屋面（绿色屋顶，基质层厚度 ≥ 300 mm）	0.30-0.40	0.40
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.80-0.90	0.85-0.95
铺石子的平屋面	0.60-0.70	0.80
混凝土或沥青路面及广场	0.80-0.90	0.85-0.95
大块石等铺砌路面及广场	0.50-0.60	0.55-0.65

汇水面种类	雨量径流系数 ϕ	流量径流系数 ψ
沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45-0.55	0.55-0.65
级配碎石路面及广场	0.40	0.40-0.50
干砌砖石或碎石路面及广场	0.40	0.35-0.40
非铺砌的土路面	0.30	0.25-0.35
绿地	0.15	0.10-0.20
水面	1.00	1.00
地下建筑覆土绿地（覆土厚度 ≥ 500 mm）	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地（覆土厚度 < 500 mm）	0.30-0.40	0.40
透水铺装地面	0.08-0.45	0.08-0.45
下沉广场（50年及以上一遇）	—	0.85-1.00

顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施，设施具备的滞蓄能力可按照式 5-2 和进行简要计算。

$$W=A \times h \times 0.001 \quad (5-2)$$

式中：V——设施滞蓄能力， m^3 ；

A——设施的面积， m^2 ；

h——设施滞蓄空间，包括设施顶部和内部治蓄空间，mm；

5.3.5 植草沟等转输型海绵设施，其规模的设计可按照《室外排水设计规范》（GB50014）的规定，通过推理公式法计算一定重现期下的雨水流量，并确定其断面尺寸。

5.3.6 水量平衡法

水量平衡法主要用于湿塘、雨水湿地、蓄水池等设施储存容积的计算。设施储存容积应首先按照“容积法”进行计算，再通过水量平衡法计算设施雨水补水水量、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。

5.3.7 雨水径流污染削减率计算方法

（1）基础资料齐全的情况下可采用数学模型法计算年径流污染削减率，数学模型法的应用详见附录 H。

（2）基础资料不具备的情况下，年径流污染削减率可采用下述方法进行计算：

年 SS 总量削减率=年径流总量控制率 \times 低影响开发设施对 SS 的平均削减率

(3) 根据每类海绵设施的汇水面积和污染物去除率，计算确定雨水径流污染削减率，参考下式进行计算。

$$C = \eta \frac{\sum F_i C_i}{F} \quad (5-3)$$

式中：C——径流污染削减率（以SS计）；

η ——年径流总量控制率；

C_i ——各类海绵设施对SS的去除率，按表5.3.2选取；

F——各类海绵设施汇水面积之和（ m^2 ）；

F_i ——单个海绵设施的汇水面积（ m^2 ）。

表 5.3.2 低影响开发设施污染物削减率一览表

低影响开发设施	污染物削减率 (以SS计, %)	低影响开发设施	污染物削减率 (以SS计, %)
透水砖铺装	80%~90%	蓄水池	80%~90%
透水混凝土	80%~90%	雨水罐	80%~90%
透水沥青	80%~90%	植草沟	35%~90%
绿色屋顶	70%~80%	渗透管/渠	35%~70%
生物滞留设施	70%~95%	植被缓冲带	50%~75%
湿塘	50%~80%	初期雨水弃流设施	40%~60%
人工土壤渗滤	75%~95%		

注：SS削减率来自美国流域保护中心（Center For Watershed Protection, CWP）的研究数据

5.4 非工程性措施

5.4.1 为实现径流总量削减，宜采用下列非工程型\技术措施：

- (1) 减少不透水面面积；
- (2) 隔断不透水面；
- (3) 改良土壤；
- (4) 提升绿化；
- (5) 宜利用地下建筑顶面覆土层实现雨水渗透。

5.4.2 为延长雨水汇流时间，宜采用下列非工程型技术措施：

- (1) 减缓透水面坡度；
- (2) 采用草沟排水。

5.4.3 为增大雨水滞留（流）量，宜采用下列非工程型技术措施：

(1) 路面宜高于下沉式绿地 100~150mm，并确保雨水顺畅流入下沉式绿地。当采用下沉式绿地时，雨水口宜设在绿地内，其顶面标高宜低于路面 30~50mm；

(2) 宜利用区域内水体滞留（流）雨水。

5.4.4 为减少雨水径流污染负荷，宜采用下列非工程型措施：

(1) 加强物业管理和废弃物管理，减少地面污染沉积物；

(2) 雨水口设置物理截污设施；

(3) 雨水在进入下沉式绿化或水体前，应采用工程型设施处理初期雨水径流雨水。

5.5 建筑与小区

5.5.1 基本要求

(1) 建筑与小区类建设项目主要包括居住小区、公共建筑、商业建筑。

(2) 建筑与小区海绵城市技术措施应因地制宜、经济有效、方便易行，综合考虑功能性、景观性和安全性，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。

(3) 建筑与小区应结合场地设计、建筑设计、小区道路设计和小区绿地设计落实海绵城市建设要求，结合海绵城市设计目标，因地制宜布局海绵城市设计，开展海绵城市专项设计。

5.5.2 场地设计

(1) 应优化不透水下垫面与绿地空间布局，建筑四周、道路两侧宜布局可消纳径流雨水的绿地，宜优先采用下沉式做法，竖向设计应有利于径流汇入低影响开发设施。

(2) 低影响开发设施的选择除生物滞留设施、透水铺装、下沉式绿地等小型、分散的低影响开发设施外，还可结合集中绿地设计渗透塘、湿塘、雨水湿地等相对集中的低影响开发设施，并衔接整体场地竖向与排水设计。

(3) 有景观水体的建筑与小区，景观水体应具备雨水调蓄功能；雨水进入景观水体之前应设置前置塘、植被缓冲带等预处理设施，以削减径流污染负荷；景观水体宜采用非硬质池底及生态驳岸；景观水体水源应优先采用雨水。

(4) 建筑与小区雨水收集回用系统规模应根据年径流总量控制率要求、雨

水利用需求、场地情况等综合确定，应设置弃流设施。雨水径流弃流量应按照实测雨水的 SS、COD 等污染物浓度确定，当无资料时，屋面弃流可采用 5~7mm 径流厚度，地面弃流可采用 5~10mm 径流厚度。雨水可回用于建筑与小区生活杂用水、绿地浇洒、道路冲洗和景观水体补给等。

(5) 采用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，应适当加强建筑墙体、地下室顶板、道路基础等的防渗措施。

5.5.3 建筑设计

(1) 新建建筑与小区高度 30m 以下，坡度小于 15% 的建筑屋顶可采用绿色屋顶，绿色屋顶的设计应符合《种植屋面工程技术规范》(JGJ155-2013)、《屋面工程技术规范》(GB50345)、《坡屋面工程技术规范》(GB50693) 的规定。

(2) 新建的建筑与小区宜采取雨落管断接的方式将屋面引入周边绿地内小型、分散的低影响开发设施，或通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施。

(3) 地下建筑顶板绿地宜具有 1.2 米以上的覆土，宜采用雨水花园、下沉式绿地等设施加强雨水滞蓄能力。

5.5.4 道路设计

(1) 建筑与小区道路设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等，便于雨水径流汇入绿地内低影响开发设施。

(2) 建筑与小区内无大容量汽车通过的路面、停车场、步行及自行车道、休闲广场、室外庭院应采用渗透铺装，透水铺装路面设计应满足路基路面强度和稳定性等要求。

(3) 建筑与小区道路两侧及广场宜优先采用植被浅沟等地表排水形式输送、消纳、滞留雨水径流。

(4) 对于下沉式绿地段道路，路面竖向高程应高出绿地标高不小于 50mm。

5.5.5 绿地设计

(1) 绿地设计应结合规模与竖向设计，在绿地设计可消纳屋面、路面、广场和停车场雨水径流的低影响开发设施。

(2) 低影响开发设施内植物宜根据水分条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的乡土植物。

(3) 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。

5.5.6 排水系统设计

(1) 建筑与小区雨水口宜设在下沉式绿地、生物滞留设施等低影响开发设施内，作为溢流口；雨水口宜设采用截污挂篮、环保雨水口等措施。

(2) 建筑与小区排水应合理设计超标雨水排放系统，避免建筑内部进水，并按现行标准设计室外雨水排水管网系统。

5.6 道路与广场

5.6.1 城市道路应在满足道路基本功能的前提下达到海绵城市控制目标与指标要求。

5.6.2 采用海绵城市理念设计的市政道路，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。

5.6.3 道路横断面设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等，便于径流雨水汇入低影响开发设施。

5.6.4 道路人行道宜采用透水铺装，非机动车道和机动车道可采用透水沥青路面，透水铺装设计应满足国家有关标准规范的要求，其设计可参考标准图集《10MR204 城市道路—透水人行道铺设》(GJBT-1127)。

5.6.5 市政道路绿化带宜采用下沉绿地、生物滞留设施、植草沟等设施，绿化带宜低于路面 10~30cm。

5.6.6 光明新区市政道路海绵城市设计应统筹道路红线外公共绿地，同步设计，利用红线外公共绿地消纳道路雨水径流。

5.6.7 市政道路绿化带内低影响开发设施应采取必要的防渗措施，防止径流雨水下渗对道路路面及路基的强度和稳定性造成破坏。

5.6.8 低影响开发设施内植物宜根据水分条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐盐碱、耐淹、耐污等能力较强的乡土植物。

5.6.9 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。

5.6.10 濒临河道的市政道路，可通过优化道路断面设计，路面雨水径流宜通

过地表漫流或有组织排放等形式排入河道，宜在道路与河道之间设置植被缓冲带、雨水塘等措施，控制雨水径流量和径流污染。

5.6.11 路面雨水一般通过路缘石开豁口的形式汇入道路红线内绿化带设置的低影响开发设施，应通过水文和水力计算，确定路缘石开豁口的位置、开口尺寸等参数。

5.6.12 市政道路低影响开发雨水系统的设计应满足《城市道路工程设计规范》（CJJ37）和《城市道路路基设计规范》（CJJ1）中的相关要求。

5.6.13 广场低影响开发系统除解决自身径流雨水外，还应为周边区域的雨水综合处置及城市防涝提供服务。

5.6.14 广场低影响开发技术措施应与城市雨水管渠系统和排涝除险系统有效衔接。

5.6.15 广场铺装应优先采用透水铺装，承重要求较高的广场可采用透水铺装与硬质铺装相间布置的形式；对于局部区域不适宜采用透水铺装的，则考虑优化排水系统。

5.6.16 广场设计时应考虑配套建设绿化用地，以便于将广场雨水引入绿地进行雨水综合处置，广场周围绿地应建为下凹式绿地，如雨水花园、植草沟等。

5.6.17 广场内的景观水体应具有雨水调蓄功能，平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨发生时发挥调蓄功能。

5.6.18 位于城市易涝点的广场，在满足自身功能的前提下，宜设计为下沉式广场。

5.6.19 在开发密度较大、人口密度较大的地区，广场可设计成下沉式广场，广场设计应采用水力分割措施。

5.6.20 下沉式广场应设有排水泵站及自控系统，广场达到最大积水深度时泵站可自行开启。应设清淤冲洗装置和车辆检修通道。应设置警示标识，并应有安全疏散措施。

5.7 公园与绿地

5.7.1 城市公园与绿地应在满足自身功能条件下，达到《光明海绵城市建设专项规划》提出的年径流总量控制目标与指标要求。

5.7.2 城市公园与绿地宜利用透水铺装、生物滞留设施、下沉式绿地、植草

沟等小型、分散式低影响开发设施消纳自身径流雨水。

5.7.3 城市公园与绿地应优先采用简单、非结构性、低成本的海绵设施，并于场地整体景观要求相结合。

5.7.4 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，并通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统相衔接。

5.7.5 城市公园和绿地中道路和硬化铺装区域周围应设施生物滞留设施、植草沟、下沉式绿地等设施，消纳雨水径流。

5.7.6 城市公园和绿地湿塘、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。

5.7.7 在场地条件允许的情况下，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，雨水径流进入城市绿地内低影响开发设施前，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。

5.8 工业建筑

5.8.1 当工业区内的雨水径流中无有毒有害物质、高浓度有机污染物时，其海绵城市设计的相关要求与建筑与小区类同。

5.8.2 化工、石油、电镀、印染、电子产品回收等工厂或危险品储存等仓库的海绵城市设计以雨水径流污染控制为主要目标，其初期雨水径流会对地下水、土壤带来严重影响，应将其收集并与工业废水一并处理，达到相应排放标准后可排入污水管网系统或河道。初期雨水径流量通常以一次大雨前 15min 的径流量计算。

5.8.3 工业区比较大的平屋面（或坡度小于 15° 的屋面）宜采用屋面绿化的方式蓄存雨水，溢流雨水宜收集回用，不能收集回用的应引入建筑周围绿地入渗。工业厂棚或者仓库等建筑结构简单、无法设置绿色屋顶的建筑，宜在建筑物周边设置高位雨水花园，对雨水进行消纳及削污，或者对屋面进行雨水收集利用。

5.8.4 工业区绿地率宜控制在 15% 以上，确保厂区具备充足的空间滞蓄雨水径流，满足海绵城市建设年径流总量控制率要求。

5.8.5 绿地应建设下沉式绿地，充分利用厂区绿地入渗雨水。

5.8.6 绿地高程应低于地面 50-100mm，并确保雨水流进绿地中。

5.8.7 在绿地适宜位置可增建植草沟、植生滞留槽、渗透池（塘）等雨水滞留、渗透设施。

5.8.8 地下室顶板上绿地宜有 0.8 米厚覆土。

5.8.9 工业区内非机动车道路、人行道、小车停车场应采用透水铺装地面。非机动车道路可选用透水沥青路面、透水性混凝土、透水砖等；人行道可选用透水砖、碎石路面等；小车露天停车场可选用草格、透水砖等。

5.8.10 非机动车道路超渗的雨水应集中引入两边的绿地中入渗，人行道、小车露天停车场应尽量坡向绿地，或建适当的引水设施，以便雨水能够自流入绿地下渗。

5.8.11 雨水口宜设于绿化带内，雨水口高程宜高于绿地而低于周围硬化地面，超渗雨水排入市政管网。

5.8.12 工业区内机动车道路缘石应采用平道牙或间隔性立道牙的形式，确保机动车道路路面雨水能自留进入绿地滞蓄、净化。

5.8.13 工业区的废水排放标准应执行相应的行业标准。

5.8.14 工业类建设项目雨水管网总口应采用断接的方式接入市政雨水管道。

5.8.15 工业区景观水体应兼有雨水调蓄功能、自净功能，并设溢水口，超过设计标准的雨水排入市政管网中。

5.8.16 景观水体宜与工业区内雨水调蓄设施设计相结合，当景观水体不足以调蓄洪峰流量时，应建雨水调蓄池。

5.8.17 优化排水设计，通过径流系数本底分析与雨水综合利用后核算排水系统设计。

5.8.18 雨水口宜采用环保型，雨水口内宜设截污挂篮。

5.8.19 合理设计超渗系统，并按现行规范标准设计室外排水管网。

5.9 城市水系（务）

5.9.1 应根据城市水系的功能定位、水质目标、防洪排涝标准、岸线利用等因素，合理确定城市水系的建设方案，使其满足海绵城市建设要求。

5.9.2 城市水系岸线应设计为生态驳岸，并根据调蓄水位变化选择适宜的水生及湿生植物。

5.9.3 城市水系滨水绿化带接纳相邻城市道路等不透水区域的径流雨水时，

应设计为植被缓冲带，以削减径流流速和污染负荷。

5.9.4 宜利用城市水系蓝线范围内的绿地，结合城市雨水管渠排放口建设池塘、雨水湿地等具有净化功能的海绵城市建设设施，净化雨水径流。

5.9.5 城市水系海绵城市设计应合理确定与雨水管渠系统、超标雨水径流排放设施的竖向高程关系。

5.9.6 城市水系海绵城市的设计应满足《城市防洪工程设计规范》（GB/T50805）中的相关要求。

5.9.7 根据河道蓝线、河道管理线的规定，对违法侵占河道的构筑物进行清除，改造阻水构筑物，保障河道行洪安全。

5.9.8 应定期对河道进行清淤，有条件建设区域可采用原位生态修复技术，改善水体水质。

5.9.9 河道生态清淤中，应根据河湖水体功能需求，结合受污染底泥的分布和厚度，将工程清淤和生态清淤相结合，确定河湖清淤范围、深度和规模。

5.9.10 清淤方式宜采深圳市水务工程项目海绵城市建设技术指引用水力冲刷和水下清淤；排水干挖方式对水体原有生态系统破坏较大，应慎重采用；对水质要求较高水体，应采用绞吸式环保清淤等水下清淤方式。

5.9.11 截污工程、疏浚清淤工程、河道护岸与绿化工程、生态修复工程等应与陆地上雨水调蓄设施的功能相衔接。

5.9.12 城中村排水管网改造工程应满足《深圳市进一步推进排水管网正本清源工作的实施方案》的要求。

5.9.13 雨水管网不得有污水直接排入水体；非降雨时段，雨污混流管渠不得有污水直排水体；雨水直排或雨污混流管渠溢流进入城市内河水系的，应采取海绵城市建设设施或者生态治理后排入水体。

6 规划建设管控

6.1 管控主体

光明新区海绵城市建设实施工作领导小组办公室统一负责光明新区海绵城市建设。光明新区审计局、发展和财政局、城市建设局、环保水务局、城市管理局、建设管理服务中心、城市发展促进中心、市规划国土委光明管理局、市交通运输委光明交通运输局、各办事处、深水光明水务有限公司等相关单位应当按照各自职责，协同做好海绵城市建设和监督管理。

6.2 适用对象

光明新区范围内城市规划、专项规划的编制与新建、改建、扩建建设项目的初期、建设、验收等环节，适用于本导则。

6.3 规划编制管控

6.3.1 在编制光明新区分区规划、详细规划（包括法定图则、发展单元规划、城市更新规划等）、相关专项规划（城市竖向规划、城市水系规划、城市绿地系统规划、城市排水防涝规划、道路交通专项规划、城市低碳发展规划等）时，应纳入海绵城市建设相关要求。

6.3.2 光明新区规划国土部门应按照《海绵城市专项规划编制暂行规定》、《深圳市海绵城市专项规划及实施方案》组织编制光明新区海绵城市专项规划、近期建设重点区域海绵城市建设详细规划、建设方案，并滚动编制年度建设计划。

6.3.3 光明新区海绵城市专项规划经光明新区管委会审批通过后，在修编光明新区分区规划时，应将雨水年径流总量控制率等主要指标纳入分区规划中，将海绵城市专项规划中明确需要保护的自然生态空间格局作为城市分区规划空间开发管控的要素之一。

6.3.4 光明新区编制或修编控制性详细规划时，应参考光明新区海绵城市专项和详细规划的分区目标，并根据实际情况，确定地块雨水年径流总量控制率等控制目标。

6.3.5 光明新区编制或修编各层次城市竖向、道路、绿地、水系统、排防涝等专项规划时，应与光明新区海绵城市专项规划（详细规划等）充分衔接。

6.3.6 光明新区编制或修编各层次城市规划技术定时，应纳入海绵城市编制

相关技术要求。

6.3.7 光明新区海绵城市专项规划（详细规划等）的组织编制单位，应将规划成果充分征求光明新区海绵城市建设实施工作领导小组各员单位、专家和社会公众的意见，修改完善后报光明新区管委会批准，并光明新区海绵办备案。

6.4 建设项目管控

6.4.1 光明新区发改部门、规划国土部门、审计部门、环保水务部门应按照《光明新区海绵城市专项规划》、《深圳市光明新区海绵城市规划建设管理办法（试行）》、《光明新区海绵城市规划设计导则》的要求，在各部门建设前期审查审批环节明确开展海绵设施建设，并加强前期管控。

6.4.2 建设项目管控流程详见下图，管控要求详见《深圳市光明新区海绵城市规划建设管理办法（试行）》

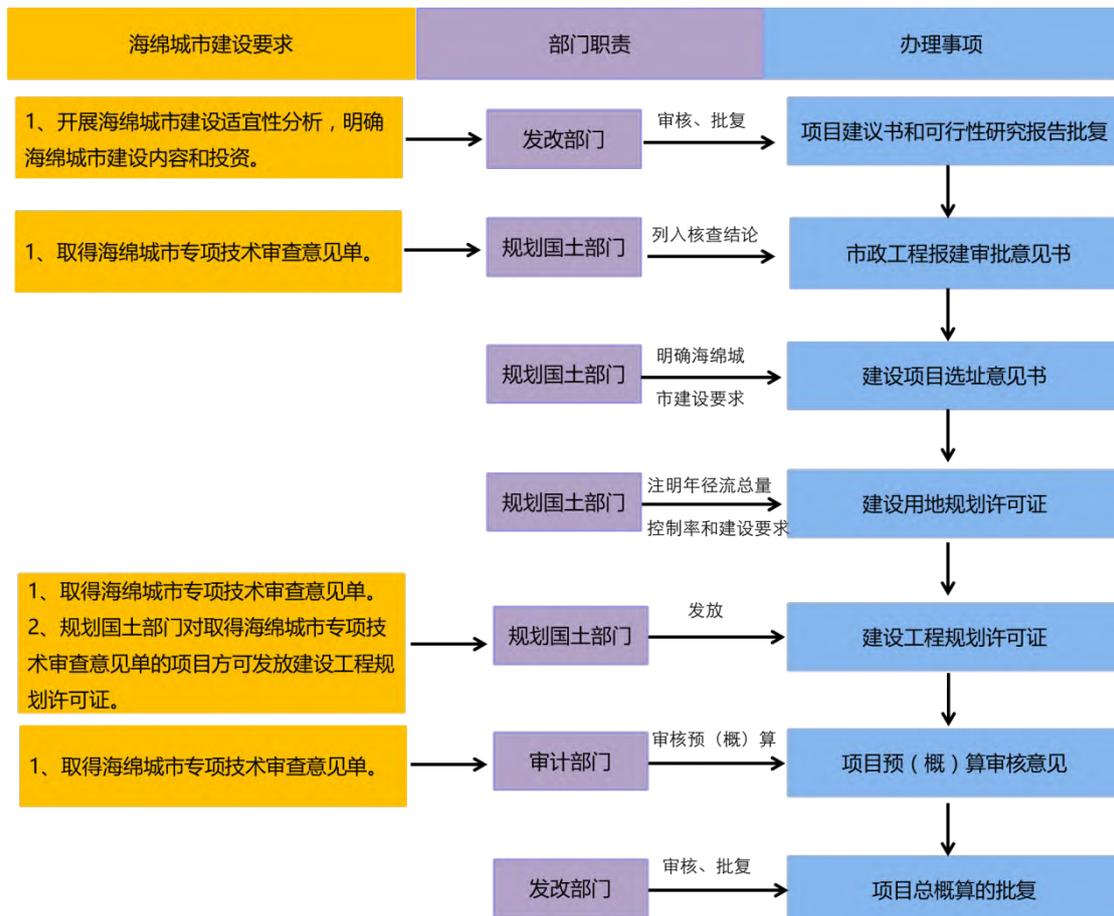


图 6.4.2-1 市政类建设项目海绵城市管控流程

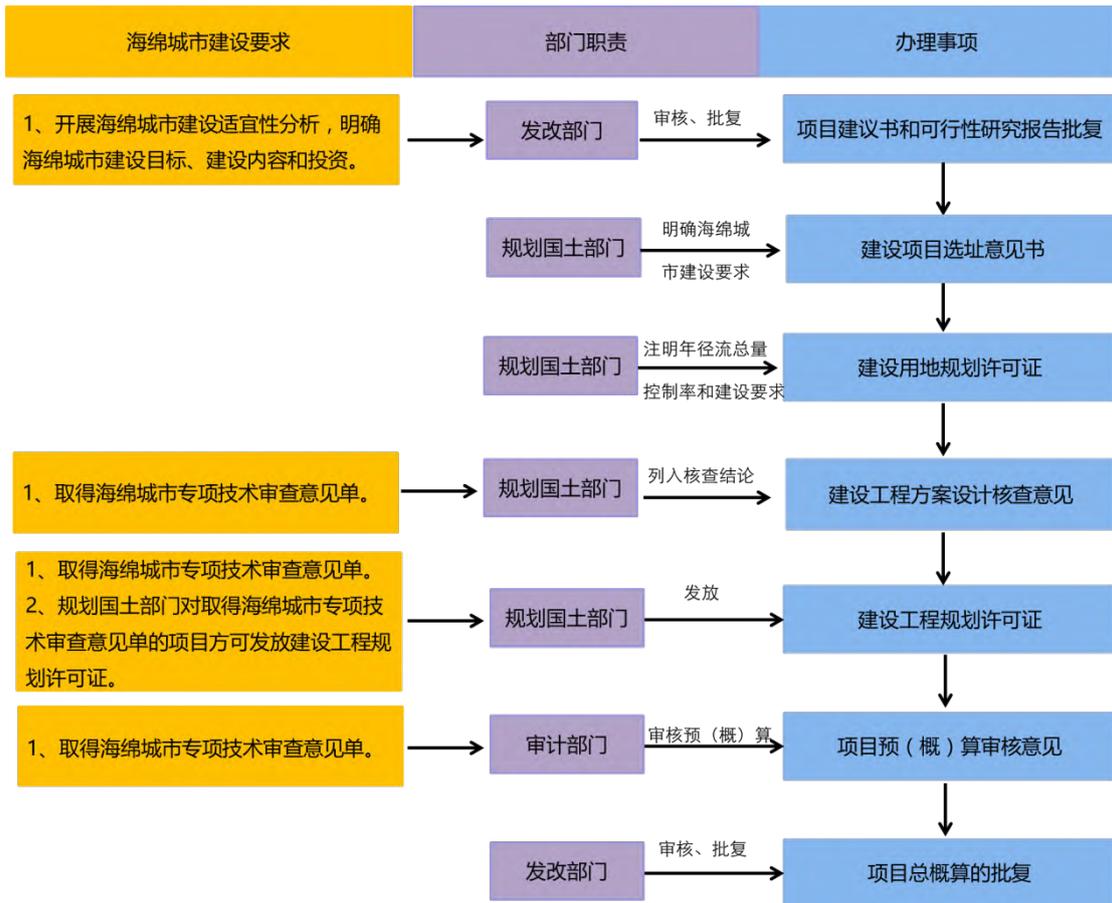


图 6.4.2-2 房建类（政府投资）建设项目海绵城市管控流程

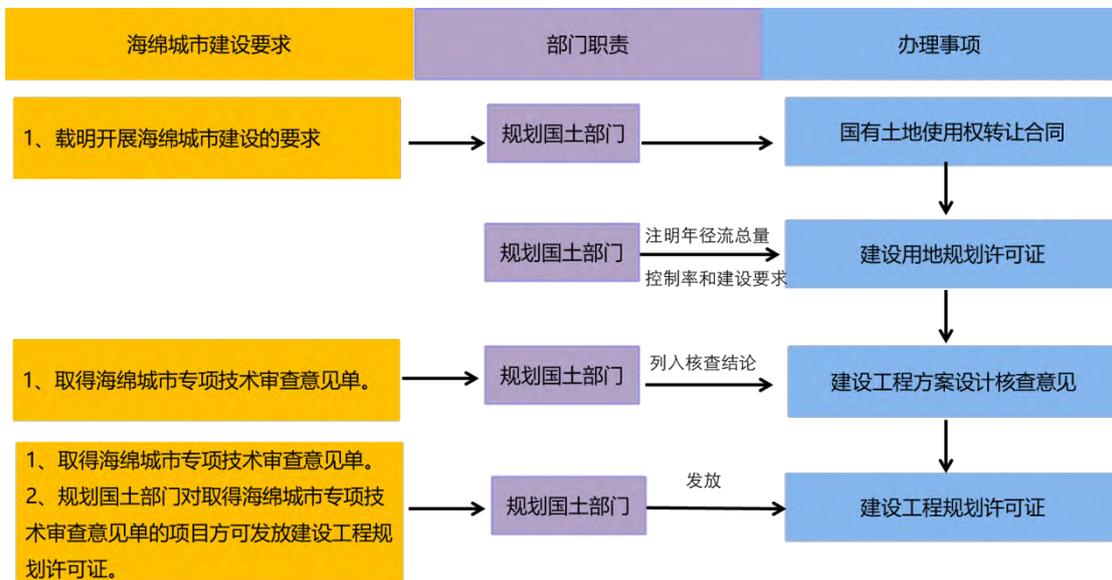


图 6.4.2-3 房建类（社会投资）建设项目海绵城市管控流程

7 其它

本导则自印发之日起施行，由光明新区海绵城市建设实施工作领导小组办公室负责管理和解释。

8 附录

附录 A 基础资料

A.1 年径流总量控制率-设计降雨量曲线

光明新区年径流总量控制率与设计降雨量对应关系曲线分析采用石岩水库雨量站 1960~2016 年 56 年日降雨资料，如图 A.1.1 和表 A.1.1 所示。

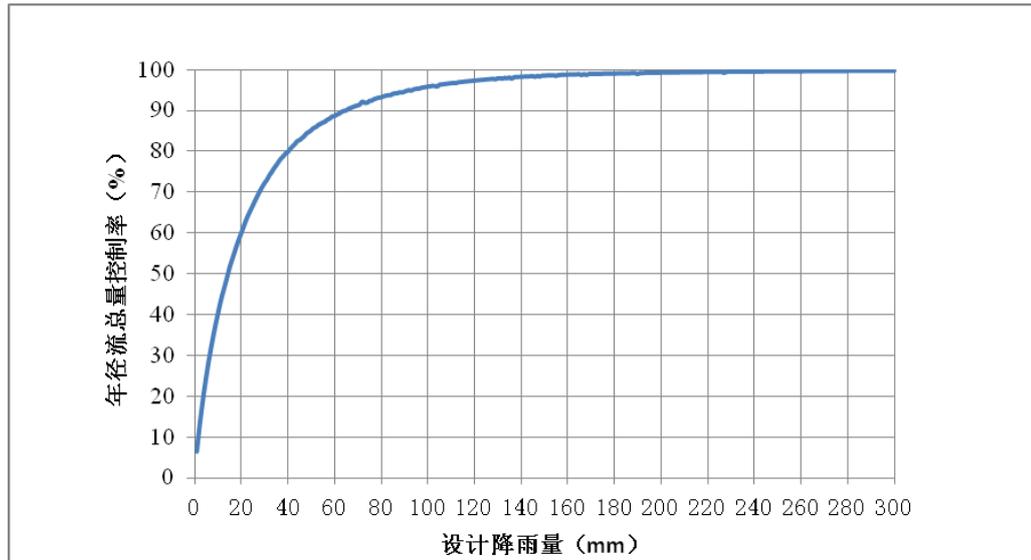


图 A.1.1 年径流总量控制率与设计降雨量对应关系曲线

表 A.1.1 年径流总量控制率与设计降雨量对应关系表

年径流总量控制率 (%)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
设计降雨量 (mm)	14.3	16.9	20.0	23.5	27.8	33.1	40.1	49.5	64.4	91.8

A.2 降雨雨型

根据深圳市近 51 年的连续降雨资料，归纳实际降雨过程，研究降雨规律，建立深圳市城市暴雨雨型（包括时间间隔为 5 分钟的短历时（2 小时）和长历时（24 小时）的设计暴雨雨型），为城市暴雨径流控制设施的设计提供依据。

（1）短历时设计暴雨雨型

短历时暴雨雨型主要用于确定设计暴雨的时间变化过程。根据全市 42 场降雨的雨峰位置系数的统计结果，选取 0.35 作为 2 小时降雨过程的雨峰位置（第 42 分钟）。利用最新版的深圳市暴雨强度公式推求不同重现期下的设计雨量，依据芝加哥雨型推求方法得到的雨型分配结果如下图所示。



图 A.2.1 2小时历时5分钟间隔雨型分配比例

(2) 长历时设计暴雨雨型

长历时暴雨雨型主要用于整个城市防涝系统，特别是包含河道的内涝防治系统设计，对于城市区域，一般选择6-24小时作为长历时的雨型统计时段。由于深圳全市域可分为九大流域，分属三个不同的水文分区，因此，为了体现不同暴雨分区之间的降雨条件的差异，分别设计了3个不同的雨型：深圳河流域、茅洲河流域、观澜河流域、珠江口水系流域及深圳湾流域采用珠江三角洲雨型进行分配；龙岗河流域及坪山河流域采用东江中下游雨型进行分配；大鹏湾流域及大亚湾流域采用粤东沿海雨型进行分配。光明新区所处的茅洲河流域位于珠江三角洲地区，以下为该区雨型分配结果。

表 A.2.1 珠江三角洲降雨雨型分配表（短历时 2h）

重现期 P	降雨量 (mm)
1	71.4
2	86.3
3	95.0
5	106.1
10	121.1

表 A.2.2 珠江三角洲降雨雨型分配表（长历时 24h）

降雨历时 (h)	降雨量 (mm)
5	225.4
10	282.4
20	338.0

降雨历时 (h)	降雨量 (mm)
50	411.4
100	465.8

A.3 暴雨强度公式

$$\text{总公式: } i = \frac{8.701(1 + 0.594 \lg P)}{(t + 11.13)^{0.555}} \quad (\text{单位: mm/min})$$

式中:

i——暴雨强度 (mm/min)

P——重现期 (a)

t——降雨历时 (min)

表 A.3.1 深圳暴雨强度分公式一览表 (P-Ⅲ+最小二乘法)

重现期(年)	单位: mm/min	单位: L/s/hm ²
2	$14.768/(t+12.688)^{0.654}$	$2461.413/(t+12.688)^{0.654}$
3	$14.839/(t+12.544)^{0.629}$	$2473.103/(t+12.544)^{0.629}$
5	$14.914/(t+12.388)^{0.602}$	$2485.628/(t+12.388)^{0.602}$
10	$14.004/(t+11.305)^{0.557}$	$2333.992/(t+11.305)^{0.557}$
20	$13.568/(t+10.178)^{0.529}$	$2261.347/(t+10.178)^{0.529}$
30	$13.318/(t+9.657)^{0.514}$	$2219.597/(t+9.657)^{0.514}$
50	$13.007/(t+9.058)^{0.495}$	$2167.827/(t+9.058)^{0.495}$
100	$12.587/(t+8.298)^{0.47}$	$2097.854/(t+8.298)^{0.47}$

A.4 蒸发量

光明新区多年月平均蒸发量, 在无实测资料时, 可参照下表进行取值。

表 A.4.1 深圳市月平均蒸发量一览表

月份	1	2	3	4	5	6
蒸发量 (mm/d)	3.63	3.54	3.96	4.73	5.51	5.72
月份	7	8	9	10	11	12
蒸发量 (mm/d)	5.64	5.51	5.79	6.21	5.52	4.31

A.5 土壤

土壤特性参数以实测资料为准, 在无实测资料时, 可参照下表确定各种土壤层的参数。

表 A.5.1 测试土层饱和土壤渗透率

序号	土层性质	地下稳定水位	实验深度 (m)	渗透率 (m/s)
1	强风化含砾粉砂岩	8.2	4.0-5.0	1.44×10^{-5}
2	粉质粘土 (残积土)	8.2	10.1-11.1	1.16×10^{-6}
3	粉质粘土 (残积土)	8.2	13.0-14.0	1.776×10^{-6}
4	人工填土	2.5	3.7-4.7	3.183×10^{-4}
5	含砂粘土	2.5	7.5-8.5	5.392×10^{-6}
6	粉质粘土 (残积土)	2.5	12.7-13.7	1.294×10^{-6}

A.6 地形地貌

光明新区主要以茅洲河流域为主，流域内总的地势东北高西南低，其中楼村桥以上（两岸主要支流有玉田河、鹅颈水、大凹水、东坑水、木墩河、楼村水等）长约 8km 的河道，地形地貌属于低山丘陵区；从楼村桥至塘下涌（两岸主要支流有新陂头水、西田水、白沙坑水、上下村排洪渠、罗田水、合水口排洪渠、公明排洪渠、龟岭东水、老虎坑水等）长约 9km，地形地貌以低丘盆地与平原为主。

A.7 水系

光明新区水系分布图。

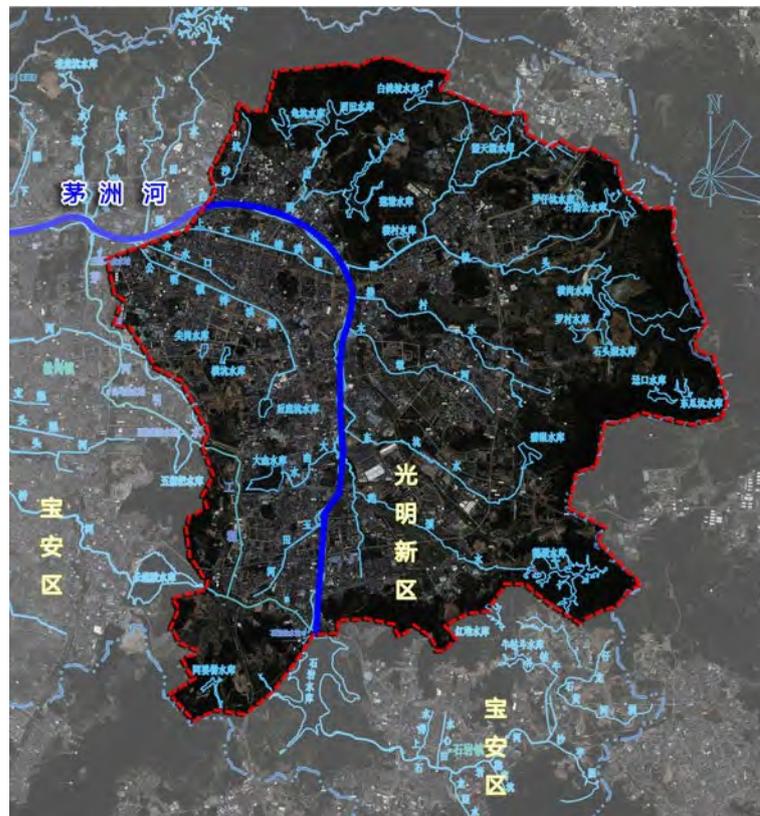


图 A.7.1 光明新区水系分布图

附录 B 低影响开发设施

B.1 透水铺装

(1) 定义

透水铺装是由透水性的面层、具有一定蓄水空间的透水性垫层构成的能够透水、滞留和渗排雨水的铺装地面。透水铺装应至少包括透水面层、透水找平层和透水垫层。透水铺装按照面层不同可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装。嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于透水铺装。透水铺装详图参考标准图集《10MR204 城市道路—透水人行道铺设》(GJBT-1127)。

(2) 主要构造和设计要点

- 1) 根据地质情况、土壤渗透率、路基稳定性需求决定透水率。
- 2) 透水铺装坡度不宜大于 2.0%。当透水铺装坡度大于 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 防渗膜或混凝土。最大隔断长度应采用下式计算:

$$L_{pmax} = \frac{D_p}{1.5 \times S_p}$$

式中:

L_{pmax} —透水铺装最大隔断距离 (m)

D_p —透水垫层厚度 (m)

S_p —透水铺装坡度

- 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%。

4) 透水找平层渗透系数及有效孔隙率应不小于面层,厚度宜为 20~50mm。找平层宜采用细石透水混凝土、干硬性水泥砂浆 (1:4 或 1:5)、中粗砂等材料。

5) 透水铺装宜设置垫层,厚度不宜小于 150mm,孔隙率不应小于 30%,宜采用连续级配砂砾料、单级配砾石等透水性材料。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。

- 6) 应在透水铺装的透水基层内设置渗排管。

7) 当透水铺装设置在地下室顶板上时, 顶板覆土厚度不应小于 600mm, 并应设置渗排管。

8) 透水基层和透水底基层透水系数应大于面层, 基层宜采用级配碎石, 底基层宜采用级配碎石、中、粗砂或天然级配砂砾料。

9) 透水砖应满足下列要求: a) 渗透系数大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$; b) 孔隙率大于 20%; c) 抗压强度大于 35MPa, 抗折强度大于 3.2MPa。

10) 透水水泥混凝土应满足下列要求: a) 采用高强度等级的矿渣硅酸盐水泥; b) 停车场水泥混凝土厚度宜为 100~150mm, 道路水泥混凝土厚度宜为 150~300mm; c) 孔隙率为 15%~21%。

11) 透水沥青混凝土应满足下列要求: a) 停车场沥青混凝土厚度宜为 50~100mm, 道路沥青混凝土厚度宜为 100~150mm; b) 孔隙率大于 16%。

12) 管理维护上要定期清洁路面, 防止铺装的空隙堵塞。

13) 透水铺装计算有效雨水储存量应按下列公式计算:

$$V_p = 0.5 \times (D_p \times \theta_p + D_c \times \theta_c) \times L_{pmax} \times W_p$$

式中:

V_p -透水铺装有效雨水存储量 (m^3);

D_p, D_c -分别是透水垫层和透水面层厚度 (m);

θ_p, θ_c -分别是透水垫层和透水面层孔隙率;

L_{pmax} -透水铺装隔断长度 (m);

W_p -透水铺装宽度 (m)。

(3) 适用范围

透水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还可适用于轻型荷载的机动车道和非机动车道。地下水位或不透水层埋深小于 1.0m 时不宜采用透水铺装。

(4) 优缺点

透水铺装适用区域广、施工方便, 有利于补充地下水并具有一定的峰值流量削减和雨水净化作用, 能降低雨天时步行的不便, 但易堵塞, 寒冷地区有被冻融

破坏的风险。透水铺装应用于机动车道时，需要采取相应措施防止对道路路基稳定性造成影响，或需采用特殊的透水基层、透水垫层结构，因而建设费用较高、经济性较差，在选用时一定要慎重，一般只在道路绿地、人行道空间不足，且利用道路沿线地块共同达到管控目标也不经济时才采用。

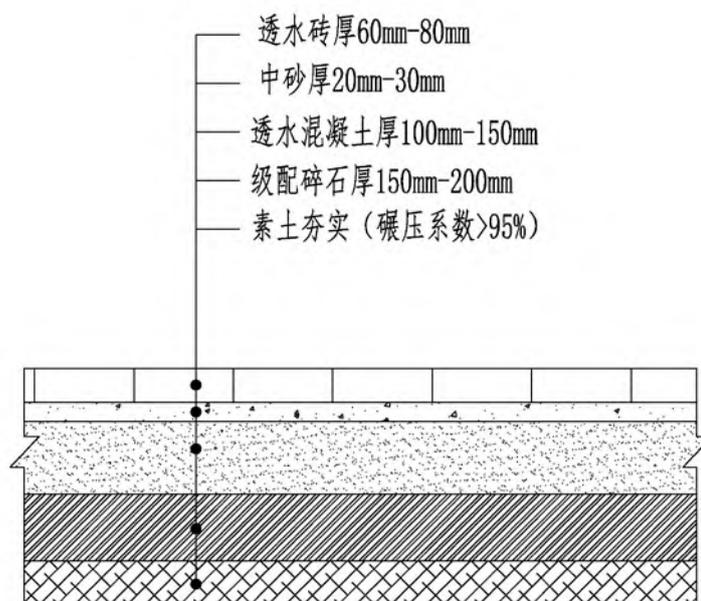


图 B.1.1 透水铺装典型构造示意图

B.2 绿色屋顶

(1) 定义

绿色屋顶是指在高出地面以上，与自然土层不相连接的各类建筑物、构筑物的顶部设置有绿化体系的下垫面，通过屋顶绿化消纳和利用雨水，也称种植屋面、屋顶绿化等。绿色屋顶由上到下的基本构造层依次为：植被层、种植土层、排（蓄）水层、保护层、隔离层、耐根穿刺防水层、屋面基本构造层。

(2) 主要构造和设计要点

1) 绿色屋顶宜包括下列构造：种植物、种植土壤层、透水土工布层、排水层、保护层、防渗层。

2) 绿色屋顶的总负荷宜为 $60\sim 150\text{kg/m}^2$ ，排水坡度宜为 $1\%\sim 2\%$ ，单向坡长大于 9m 时宜采用结构调坡。

3) 应设置雨水收集系统，屋面周边应有安全防护设施，灌溉宜采用滴灌或微喷灌系统。

4) 绿色屋顶防渗层可按下列要求设置：a) 可采用玻璃纤维、PVC、HDPE、

EPDM 等防渗材料；b) 防渗层厚度宜大于 60mm。

5) 种植屋面的女儿墙，周边泛水部位和屋面檐口部位宜设置隔离带，其宽度不应小于 500mm。

6) 绿色屋顶排水层可按下列要求设置：a) 排水层可采用成品输水板、砾石、陶粒或其他满足要求材料；b) 满足承重要求；c) 排水层厚度大于 30mm；d) 最大排水能力大于 $4L/(m \cdot s)$ 。

7) 绿色屋顶土工布应采用非编织土工布，并应满足下列要求：a) 刺穿强度大于 10kg；b) 渗透系数大于 $1 \times 10^{-4} m/s$ ；c) 种植土壤通过土工布比例不超过 7%。

8) 防水层的泛水应至少高出种植土 150mm，表面应为耐根穿刺防水材料。

9) 当植物根系有可能刺穿防渗层时，应设置保护层，保护层可按下列要求设置：a) 保护层可采用热塑塑料或者其他满足要求的保护膜；b) 保护层厚度宜大于 30mm。

10) 凡穿过屋面的竖向管线，均应在结构层内预埋套管，并高出种植土面不小于 150mm。

11) 绿色屋顶土壤层应符合下列要求：a) 土壤层厚度应按照种植物要求确定，其适宜厚度为 100~250mm；b) 田间持水点时湿度大于 10%；c) 粘土含量小于 1%；d) 最大孔隙率大于 25%；e) 渗透系数大于 $1 \times 10^{-5} m/s$ ，小于 $1 \times 10^{-4} m/s$ ；f) pH 值宜为 5.5~7.9 之间。

12) 雨水斗应采用外排式；内排式雨水斗应与屋面明沟、暗沟联通组成排水系统。雨水斗上方不得覆土种植，并应在周边加设格栅等设施保护。

13) 要根据气候特点、屋面形式来选择适合当地种植的植物种类。不宜选用根系穿刺性强的植物种类，不宜选用速生乔木和灌木植物。场面有六级风以上的地区，不宜种植大型乔木。乔木和大灌木植物的高度不宜大于 2.5m，距离边墙不宜小于 2m。

14) 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。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。

15) 绿色屋顶应设置溢流设施，溢流设施可采用导流罩或鹅卵石（砾石）槽。

(3) 适用范围

绿色屋顶适用于符合屋顶荷载、防水等条件的平屋顶建筑和坡度 2% (1°) ~15% (8°) 的坡屋顶建筑。绿色屋顶的最小坡度要求是为了排水通畅, 使得雨水排水方向坡度达到要求; 绿色屋顶的最大坡度要求则是为了绿色的稳定。

(4) 优缺点

绿色屋顶可有效减少屋面径流总量和径流污染负荷, 并具有节能减排的作用, 但对屋顶荷载、防水、坡度、空间条件等有严格要求, 而且造价较高, 后期维护在技术和成本方面也都有较高的要求。

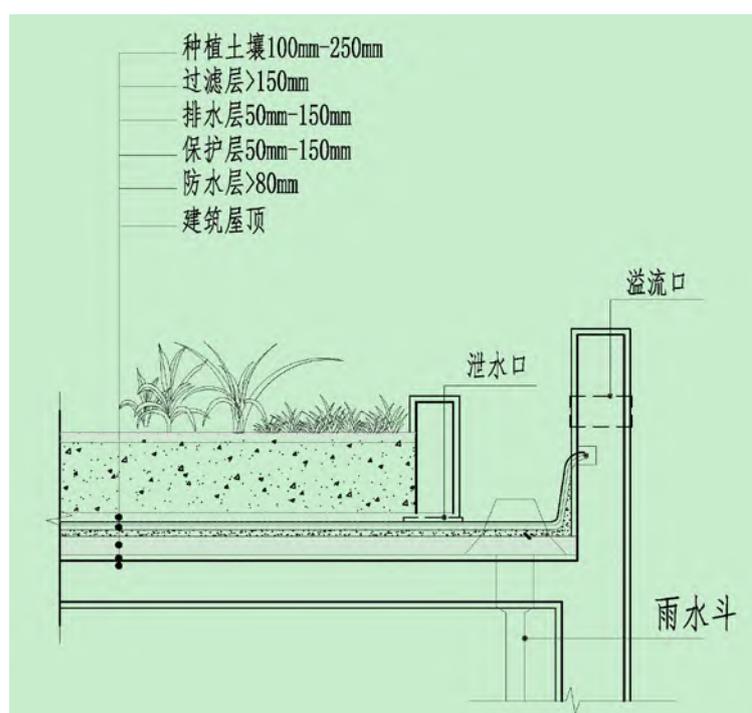


图 B.2.1 绿色屋顶典型构造示意图

B.3 下沉式绿地（狭义）

(1) 定义

下沉式绿地具有狭义和广义之分, 狭义下沉式绿地指低于周边铺砌地面或道路在 200mm 以内的绿地, 达到滞留收集雨水目的。

(2) 主要构造和设计要点

- 1) 对以草皮为主的绿地, 下沉深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定, 宜为 50mm~150mm, 且不得大于 300mm。
- 2) 保证暴雨时径流的溢流排放, 根据情况设置溢流口, 溢流口顶部标高一般应高于绿地 50-150mm。

3) 绿地表层蓄水排空时间一般为 24h-48h。

4) 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措施，如局部铺设鹅卵石。

5) 根据下沉式绿地的设计和主要目的，绿地内应选用适合绿地运行条件，并满足景观设计要求的植物品种。

(3) 适用范围

下沉式绿地可广泛应用于城市建筑与小区、道路、绿地和广场内。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 1.5m 及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域，应采取必要的措施防止次生灾害的发生。

(4) 优缺点

下沉式绿地是对一般绿地空间的综合利用，可有效减少场地外排水量，且建设费用和维护费用均较低，适用范围很广，但由于其下沉深度较小，在所需面积较大时，易受地形等条件的影响，需要合理进行竖向设计，否则难以满足调蓄容积的需求。如需承担周边径流雨水，则不建议采用单纯的下沉式绿地，建议采用具有滞蓄功能的生物滞留设施。

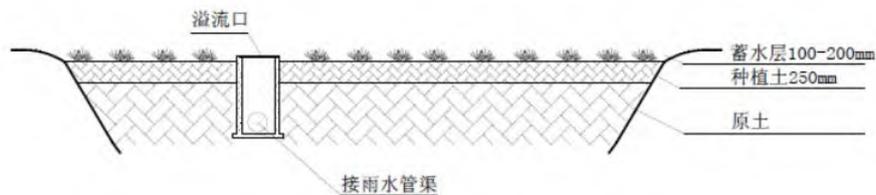


图 B.3.1 下沉式绿地典型构造示意图

B.4 生物滞留设施

(1) 定义

生物滞留设施指在地势较低区域，土壤采取改良型换填，增加雨水的入渗和净化能力，形成植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化径流雨水的设施。生物滞留设施分为简易型生物滞留设施和复杂型生物滞留设施，按应用位置不同又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。

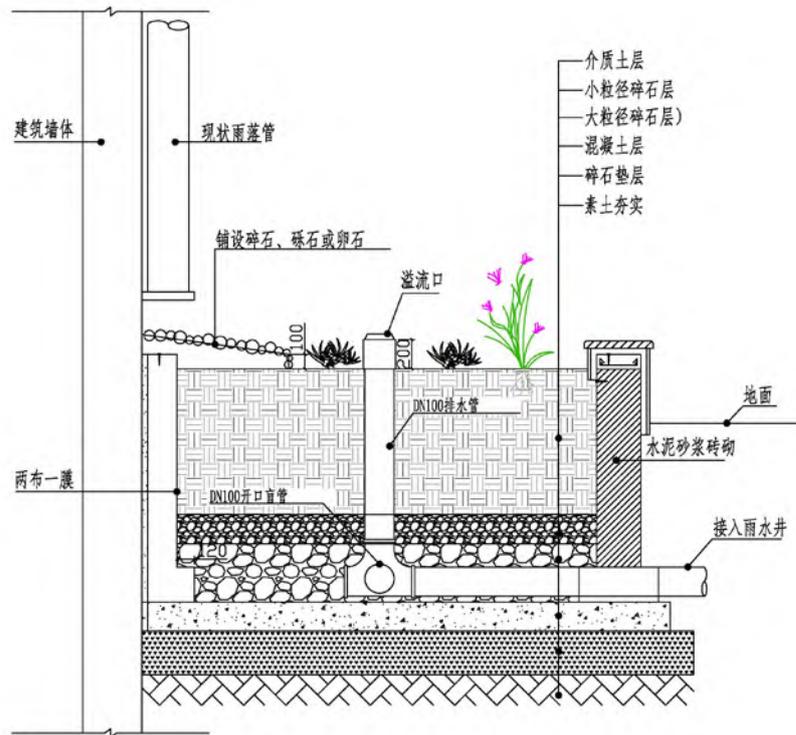


图 B.4.3 高位花坛典型构造示意图

(2) 主要构造和设计要点

1) 生物滞留设施一般主要由蓄水层、覆盖层、种植土壤层、砂滤层（可选）、蓄水层、溢流口组成。原位土壤渗透系数较低的区域，其生物滞留设施应在碎石层敷设穿孔盲管。

2) 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积比一般为 5%-10%。

3) 根据植物耐淹性能和土壤渗透性能来确定蓄水层深度，一般为 150-300mm。

4) 对污染严重的汇水区应选用植被草沟或沉砂池等对雨水径流进行预处理，去除大颗粒的污染物并减缓流速。

5) 设施内应设置溢流设施，可采用溢流竖管、盖篦溢流井或雨水口等，溢流设施顶一般高出设施表面 100~200mm。

6) 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），植被边坡的设计坡度应小于 1: 3。

7) 生物滞留设施应配置配水设施，使得雨水能顺畅、均匀地流入设施内部，不会对土壤造成冲蚀。

8) 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，台坎设置的间距参考植草沟。设施靠近路基部分应进行防渗处理，防止对道路路基稳定性造成影响。坡度大于 5%时，宜设置成多个小型的生物滞留设施。

9) 种植土壤深度除应满足出水水质要求，还应符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求，其配置要求详见附录 C.1。为防止土壤流失，其底部一般设置透水土工布隔离层，也可采用厚度大于等于 100mm 的砂层（砂和粗砂）代替；碎石层起到蓄水和排水作用，厚度一般为 250-300mm，可在其底部埋置管径为 100-150mm 的穿孔排水管，碎石应洗净且粒径不小于穿孔排水管的开孔孔径或开槽管的开槽宽度。当生物滞留设施底部铺设渗排管时，碎石层厚度应适当加大。为提高设施的调蓄作用，在穿孔管底部可增设一定厚度的砾石调蓄层。

10) 生物滞留设施内表面蓄存的雨水应在 36 小时内入渗到种植土壤层。

11) 生物滞留设施内种植物的布置宜与景观专业配合设计；乔木应种植在设施的周边，不能种植在进水口处。

(3) 适用范围

生物滞留设施主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，以及城市道路的绿化带、广场周边的绿地等。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 1.5m 及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域，可采用底部防渗的生物滞留设施。

(4) 优缺点

生物滞留设施形式多样、适用区域广、易与景观结合，径流污染控制效果好，建设费用与维护费用较低；但地下水位与岩石层较高、土壤渗透性能差、地形较陡的地区，须采取必要的换土、防渗、设置阶梯等措施避免次生灾害的发生，将增加建设费用。

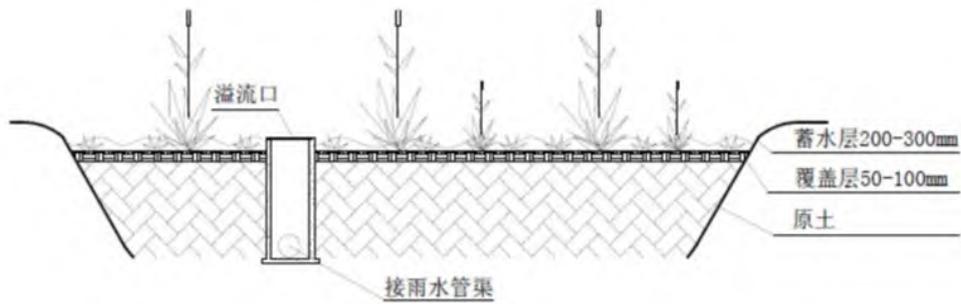


图 B.4.4 简易型生物滞留设施典型构造示意图

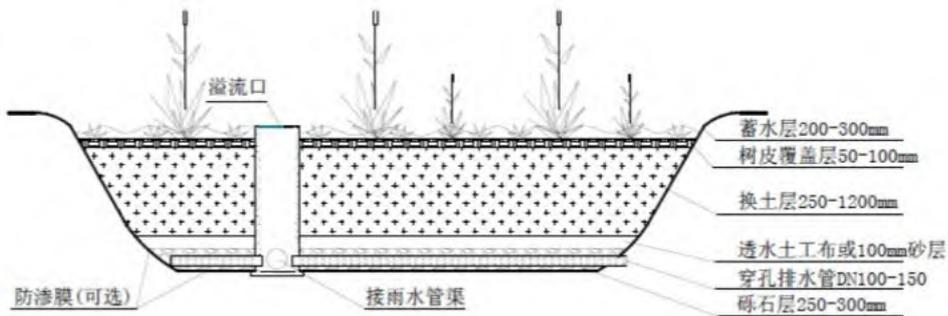


图 B.4.5 复杂型生物滞留设施典型构造示意图

B.5 植草沟

(1) 定义

植被浅沟指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并有一定的雨水净化作用，包括简易型和增强型两种。植草沟结构层由上至下宜为种植层、土壤层、砾石层。

(2) 主要构造和设计要点

- 1) 应采用重力流排水，汇水面积不宜超过 2ha。
- 2) 植被草沟的设计参数应符合下列规定：浅沟断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形；植被草沟的边坡坡度（垂直：水平）不宜大于 1:3，排水型植被草沟纵坡宜 1%~5%，型植被草沟坡度宜小 2%，植被草沟最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2~0.3，转输型植被草沟内植被高度宜为 100mm~200mm。
- 3) 植被草沟的水力计算方法和普通明渠相同。其设计流量，应按下式计算：

$$Q = \frac{1}{n} A_h R^{0.667} i^{0.5}$$

式中：Q-设计流量（m³/s）；

A_h -横断面面积 (m^2);

R -横断面的水力半径 (m);

i -纵向坡度;

n -粗糙系数。

4) 植被草沟的水力计算方法和普通明渠相同。采用上述公式时, 应验算植被草沟过水断面的平均流速, 保证其满足最大流速要求。

5) 当大量雨水径流通过管道进入植被草沟时, 宜在进口处设置消能设施。消能设施可由卵石、碎石或混凝土砌块等构成, 避免雨水径流对坡底形成冲刷。

6) 当排水型植被草沟坡度大于 3%, 入渗型植被草沟坡度大于 1%时, 宜设置为阶梯型植被草沟或在其横断面设置台坎。台坎宜由卵石、碎石或混凝土等构成, 以延缓流速。台坎高度应根据植被草沟的设计蓄水量确定, 台坎设置间距根据下式计算。

$$L_{\max} = \frac{d}{1.5 S}$$

式中: L_{\max} -台坎设置间距 (m);

d -横断面最大深度 (m);

S -植被草沟坡度;

7) 植被草沟的设置要考虑蚊虫滋生对环境的影响。维护管理上需要进行定期的冲沟和侵蚀检查, 清除草沟底部的沉积物, 并进行规律的修剪。

(3) 适用范围

植草沟适用建筑与小区的道路, 广场、停车场等不透水面周边, 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联合使用, 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。但植草沟不适用于地下水位高、坡度大于 15%的区域。

(4) 优缺点

植草沟具有建设及维护费用低, 易与景观结合的优点, 但在已建区及开发强度较大的新建区等区域易受场地条件制约。

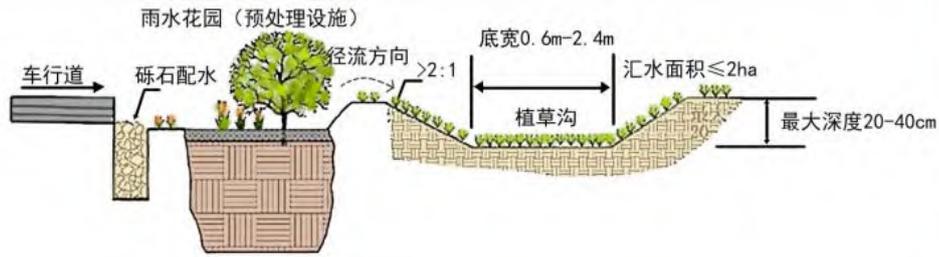


图 B.5.1 简易型植草沟典型构造示意图

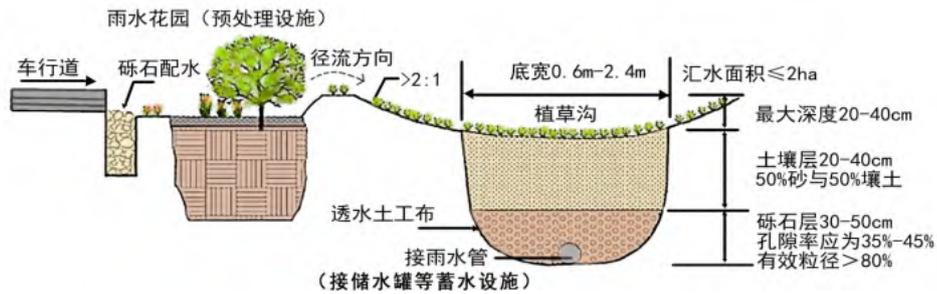


图 B.5.2 增强型植草沟典型构造示意图

B.6 旱溪

(1) 定义

旱溪是指底部为卵石、碎石的地表沟渠。可基于现状谷地、冲沟或斜坡进行布置，依据场地现状、设计需要增加跌水、汀步等设施，也可人工挖方构筑。

(2) 主要构造和设计要点

1) 断面多为抛物线形，以卵石铺设的干涸溪床为主体，宽度应大于其深度，依据现状条件确定，比例事宜控制在 2:1。粗糙石块铺设在底部，小卵石铺设在边缘。

2) 设置蜿蜒的溪床路径，上游入水口、转弯处增加溪床宽度，铺设粗糙卵石；下游出水口增加床底宽度，铺设细卵石。

3) 下垫面可铺设透水土工布，上面用砂或砾石覆盖。

4) 溪床中央种植草本植被，两侧可增加乔木、灌木，植物选择参考雨水花园。

(3) 适用范围

旱溪适用于汇水面积较小的区域，可用于建筑与小区内道路、广场 / 停车场等不透水下垫面的周边、城市道路及城市绿地等区域，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代替雨水管渠。

(4) 优缺点

旱溪具有建设及维护费用低，易与景观结合的优点，但在已建区及开发强度较大的新建区等区域易受场地条件制约。

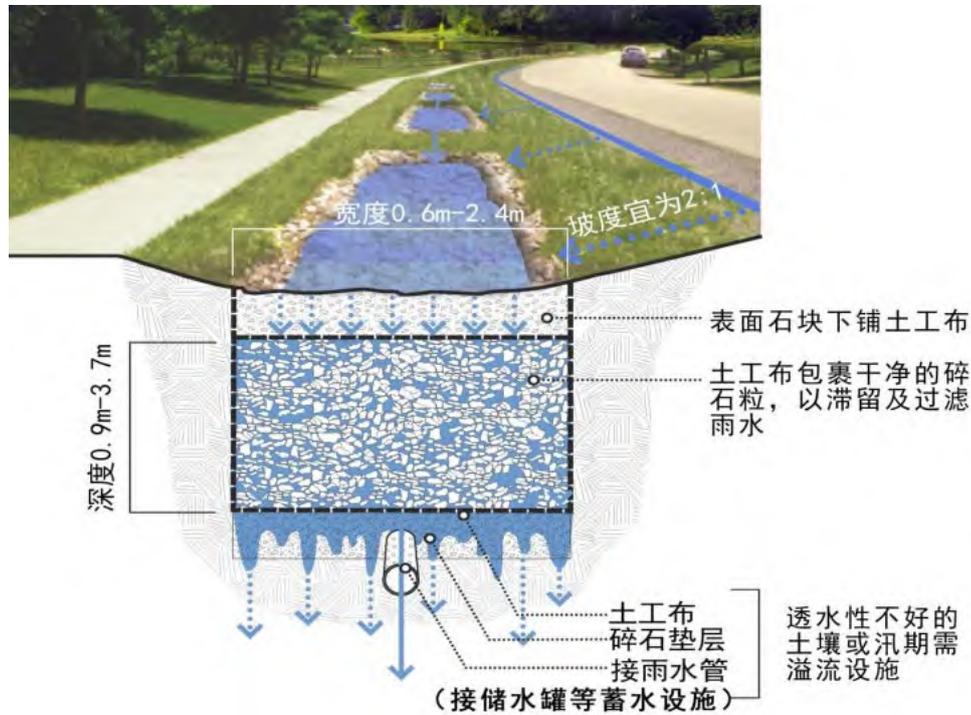


图 B.6.1 旱溪典型构造示意图

B.7 渗井

(1) 定义

渗井是指通过井壁和井底进行雨水下渗的设施，为增大渗透效果，可在周围设置水平渗管/渠，并在渗管/渠周围铺设砾（碎）石。

(2) 主要构造和设计要点

1) 渗透井管不应对其他构筑物、道路、管道等设施的基础产生影响。渗透井管与构筑物设施之间的距离应满足表 B.7.1 要求。当渗透井管与道路及管道基础之间的距离不能满足要求时，可采用防渗层隔断蓄水层与基础。

表 B.7.1 渗透井管与构筑物距离要求

构筑物	最小距离要求 (m)
建筑物基础	3.0
取水井	15.0
化粪池	30.0

2) 渗透井管底部距地下水位或不透水层应大于 0.6m, 渗透井管下层土壤渗透系数宜为 $4 \times 10^{-6} \text{m/s} \sim 1 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 。

3) 建造渗透井管的地形坡度宜小于 15%。

4) 渗透井管设施宜采用分散式、多点进水的方式, 宜采用渗透集水井或集水渗透检查井进水。

5) 渗透井管应设置溢流设施, 溢流设施应保证渗透井管的有效蓄水容积。

6) 公园绿地雨水井可采用渗透井形式, 雨水管采用渗透管形式, 通过地表、渗管和渗井多层次立体渗透, 达到加快地表水入渗和吸收的作用。

7) 渗透井底部应设置沉沙室, 沉沙室深度宜大于 0.2 m; 集水渗透井宜设置截污挂篮; 沉沙室上部应设置渗水区, 渗水区外宜采用砾石, 砾石外层宜采用土工布包裹。

8) 渗透管宜采用穿孔 PVC 或 HDPE 管、无砂混凝土管或排疏管等透水材料。渗透管直径不应小于 150 mm, 渗透管铺设坡度宜为 0.5% ~ 2%。

9) 渗透检查井的间距不宜大于渗透管管径的 150 倍。

10) 渗透检查井出水管标高应高于进水管口标高, 但不应高于上游相邻井出水管口标高。

11) 渗透管不宜设置在行车路面下, 设在行车路面下时覆土深度不应小于 0.7m 。

(3) 适用范围

渗井主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场等地表蓄渗空间受到限制的区域。渗井应用于径流污染严重、设施底部距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1.5 m 及距离建筑物基础小于 3 m (水平距离) 的区域时, 应采取必要的措施防止发生次生灾害。

(4) 优缺点

渗井占地面积小, 建设和维护费用较低, 但其水量和水质控制作用有限、没有景观生态效果。

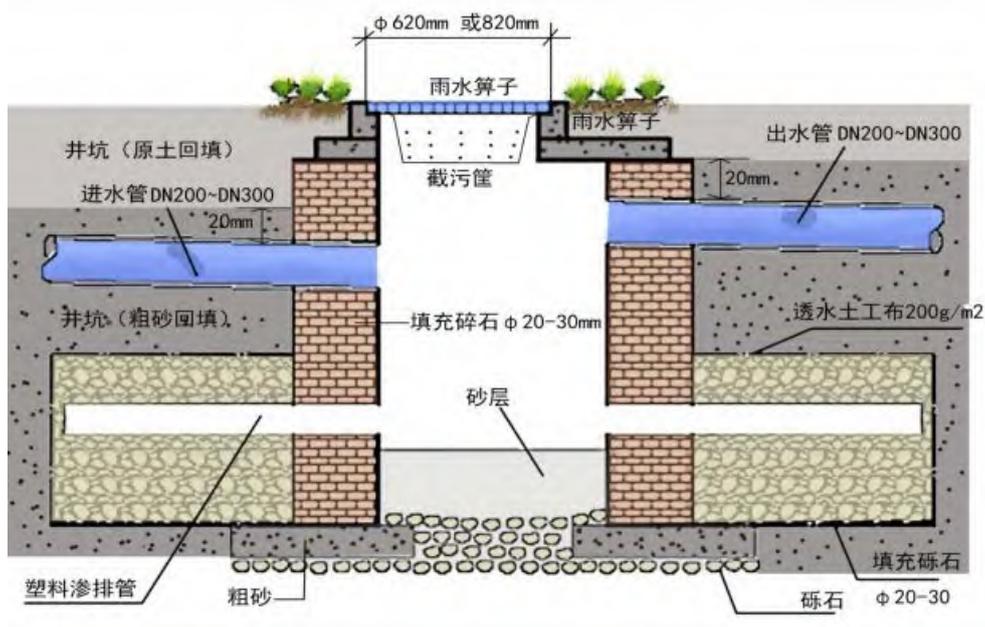


图 B.7.1 渗井典型构造示意图

B.8 渗管/渠

(1) 定义

渗管/渠指具有渗透功能的雨水管，采用穿孔塑料管、无砂混凝土和砾（碎）石等材料组合而成。可补充地下水、或起到转输作用。

(2) 主要构造和设计要点

- 1) 应设置植被草沟、沉淀（砂）池等预处理设施。
- 2) 开孔率应控制在 1%-3%之间，无砂混凝土管的孔隙率应大于 20%。
- 3) 敷设坡度应满足排水的要求。
- 4) 四周应填充砾石或其它多孔材料，砾石层外包透水土工布，土工布搭接宽度不应少于 200mm。

(3) 适用范围

渗管 / 渠适用于建筑与小区及城市道路等地表蓄渗空间受到限制的区域，不适用于地下水位较高、径流污染严重及易出现结构塌陷等不宜进行雨水渗透利用的区域。

(4) 优缺点

渗管 / 渠对场地空间要求小，但建设费用较高，没有景观生态效果，易堵塞，维护较困难。

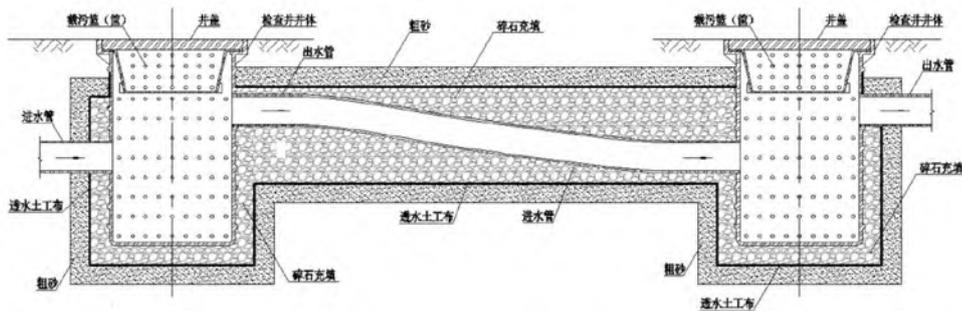


图 B.8.1 渗管典型构造示意图

B.9 雨水塘

(1) 定义

雨水塘是具有容纳、滞留和调蓄来自服务汇水面雨水径流功能的水塘。可分为两类，一类为湿塘，长期保持一定的水位；另一类为干塘，只有雨季才有水。

湿塘指具有雨水调蓄和净化功能的景观水体，雨水同时作为其主要的补水水源。湿塘有时可结合绿地、开放空间等场地条件设计为多功能调蓄水体，即平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨发生时发挥调蓄功能，实现土地资源的多功能利用。

干塘也称调节塘，以削减峰值流量功能为主，一般由进水口、调节区、出口设施、护坡及堤岸构成，也可通过合理设计使其具有渗透功能，起到一定的补充地下水和净化雨水的作用。

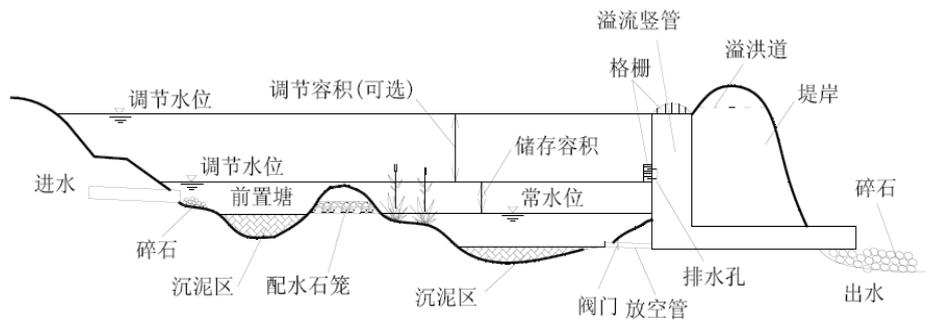


图 B.9.1 雨水塘典型构造示意图

(2) 主要构造和设计要点

1) 雨水塘由进水管、前置塘（沉淀区域）、植物种植地带、溢流设施和排水口组成。

2) 进水口处应设置消能设施以降低径流流速，塘前设前置塘，作为雨水塘的进水预处理设施，去除进水中 SS 等污染物，减少污染物在雨水塘内沉积。雨

水塘出水口一般为竖井，并根据不同目标设置不同高度的口或孔，供不同降雨条件下径流排放或溢流。

3) 塘中应设计紧急溢洪道，以排放超过设计标准的暴雨径流。对于湿塘，在设计时还应考虑放空管，以便对湿塘的维护清理。

4) 雨水塘长宽比一般大于 3: 1，推荐的长宽比为 4: 1 到 5: 1。

5) 雨水塘边坡坡度应小于 3: 1，边坡越平缓越有利于阻止在大暴雨事件中雨水径流对堤岸的侵蚀，同时也使堤岸的日常维护工作更加容易，并提高公众的安全感。

6) 对于湿塘的，建议在常水位区域内设防渗层。为维护和清淤方便，应在雨水塘边设置机械通道。

(3) 适用范围

雨水塘可应用于公园、滨河等集中绿地、居住区绿地等具有较大空间的城市功能区，也可设置在需控制雨水径流量的区域。

(4) 优缺点

雨水塘具备控制峰值流量，减少径流量，降低区域洪涝风险；净化雨水径流，去除径流中 SS、N、P 和 COD 等污染物；潜在的野生动物栖息地，营造良好的生态环境；具有一定的景观价值和娱乐功能。

B.10 雨水湿地

(1) 定义

雨水湿地是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。雨水湿地应包括以下构造：进水及预处理前池，深水通道，浅水区，出水池，出水及溢流设施。

(2) 主要构造和设计要点

1) 雨水湿地应根据汇水区面积、蒸发量、渗透量、湿地滞流雨水量等实际状况计算其水量平衡，保证在 30d 干旱期内不会干涸。

2) 进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

3) 雨水湿地应设置前置塘对径流雨水进行预处理。

4) 沼泽区包括浅沼泽区和深沼泽区，是雨水湿地主要的净化区，其中浅沼泽区水深范围一般为 0-0.3m，深沼泽区水深范围一般为 0.3-0.5m，根据水深不同种植不同类型的水生植物。

5) 雨水湿地的调节容积应在 24h 内排空。

6) 出水池主要起防止沉淀物的再悬浮和降低温度的作用，水深一般为 0.8-1.2m，出水池容积约为总容积（不含调节容积）的 10%。

(3) 适用范围

雨水湿地适用于具有一定空间条件的建筑与小区、城市绿地、滨水带等区域，受纳汇水面在 4 hm² 以下的场地可建设袖珍雨水湿地，受纳汇水面在 10 hm² 以下的场地，可建设类似于浅沼泽的湿地。

(4) 优缺点

雨水湿地可有效削减径流中污染物，并具有一定的外排水量和峰值流量控制效果，但建设及维护费用较高。

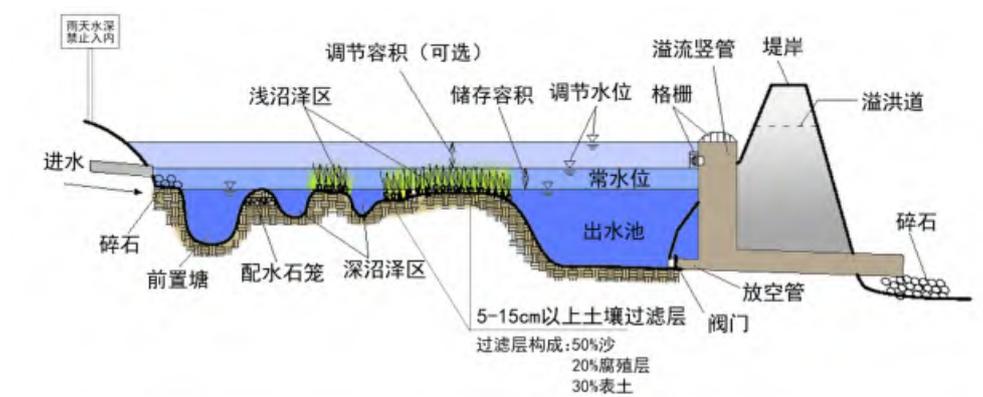


图 B.10.1 雨水湿地典型构造示意图

B.11 雨水收集回用设施

(1) 定义

通常情况下，雨水收集回用设施分为蓄水桶、蓄水池和蓄水模块三类。自然水景、人工湖、景观水池等具备调蓄雨水径流的设施广义上也可定义为雨水收集回用设施。

蓄水桶主要用于屋面雨水的收集，收集规模通常很小，安装使用方便。通常蓄水桶将雨水收集、雨水储存、雨水回用等各个部分结合在一起，不需要另行设计。

蓄水池通常设置于地下，由于其规模设计灵活，使用最为普遍。但是其存在

施工复杂及清理不便的缺点。

蓄水模块采用新型环保材料拼接而成，其特点是规模设计灵活、形状不受地形限制、耐腐蚀、易清洁、可拆卸再利用，缺点是投资成本高。

(2) 主要构造和设计要点

1) 雨水收集回用设施主要构造为地上或地下封闭式的简易雨水集蓄利用设施，可用塑料、玻璃钢或金属等材料制成。

2) 一般结合自然水景、人工湖、景观水池等实现雨水收集回用，若因场地等因素限制，则使用塑料蓄水模块拼装式或钢筋混凝土蓄水池。



图 B.11.1 典型的雨水收集回用设施

(3) 适用范围

适用于有雨水回用需求的建筑与小区、城市绿地等，根据雨水回用用途（绿化、道路喷洒及冲厕等）不同需配建相应的雨水净化设施；不适用于无雨水回用需求和径流污染严重的地区。

(4) 优缺点

多为成型技术和产品，施工安装方便，可收集与回收利用水质较好的雨水，具有削减径流总量和峰值流量的作用，对径流总量控制效果较好，面源污染控制和洪峰流量控制中等。

B.12 生态驳岸

(1) 定义

生态驳岸又称自然堤岸，它与常用的硬化堤岸截然不同，而强调尽量利用自然条件达到植物等生态系统的平衡和自然修复，构建一个良性的生态系统。如在湖滨、河道范围内设置的用于雨水截污净化的终端生态技术措施，也可归入生态驳岸。

(2) 主要构造和设计要点

根据堤岸材料，生态驳岸可分为植物堤岸、木材堤岸、石材堤岸等类型。下

面简要介绍这几种生态驳岸。

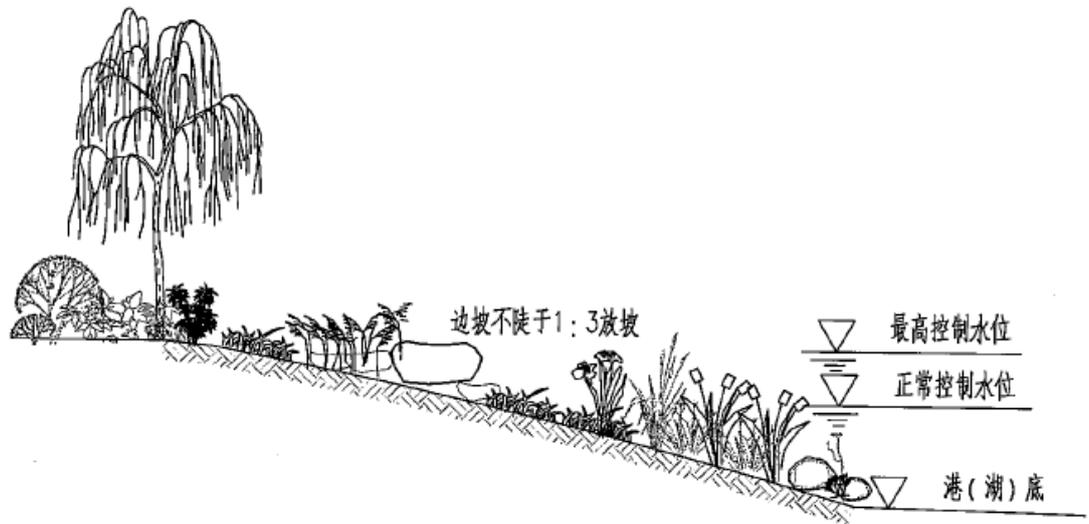


图 B.12.1 植物型生态驳岸典型示意图

1) 植物型堤岸

充分利用堤岸植物发达的根系、茂密的枝叶及水生堤岸植物的净化能力，以固土保沙、防止水土流失，又可以增强水体的自净能力。当堤岸的坡度较大（大于 1:3）时，利用木桩或混凝土块筑起挡土墙，防止土壤坍塌。

植物型堤岸设计时结合水体功能、景观设计和人们的喜好，以使用天然材料为主，并专门设有休闲娱乐的区域，为人们提供与水、植物、动物亲近的机会，与大自然和谐相处。

2) 木材堤岸

捆柴技术是用固定成捆的粗柴和圆木保护坡底，利用捆柴栅栏后形成的稳定的砂土部分栽植植物，为了防止水土流失，还在粗柴组成的栅栏后面填充一层砂砾和碎石。

3) 石材堤岸

石材堤岸可以做成石笼式或利用成品混凝土块铺成阶梯状、鱼巢式等形式。石笼堤岸使用金属丝网笼或竹笼装碎石、垒成台阶状堤岸或做成砌体的挡土墙，结合植物、碎石以增强其稳定性和生态性。阶梯状堤岸利用混凝土块铺成阶梯状，混凝土块内装填土壤，作为栽植基盘。

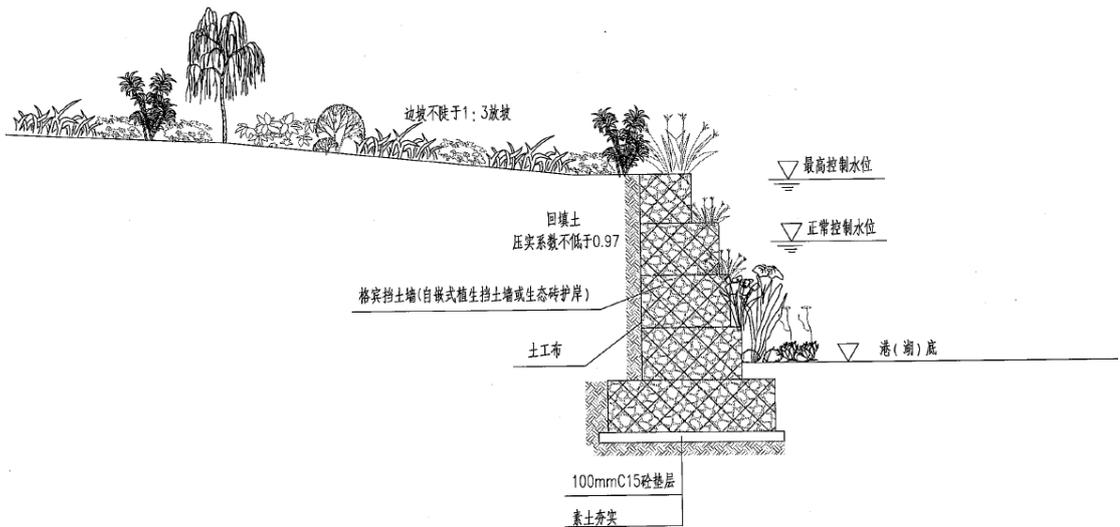


图 B.12.2 石材生态护岸典型示意图

(3) 适用范围

适用于一定规模的城市河湖水体和人工景观水体，尤其堤岸周边宽敞、坡度较小的地方。

(4) 优缺点

具备净化雨水径流，去除径流中 SS、N、P 和 COD 等污染物；与水体发生物质交换，增强水体自净能力；为生物提供栖息环境，为人们提供亲水环境，具有良好的景观效果；避免堤岸冲蚀，提高堤岸稳定性。

B.13 其它设施

其它设施包括除污或截污型雨水口、初期雨水处理设施等，主要为市场化产品或专利产品。以截污型雨水口为例进行介绍。

(1) 定义

截污型雨水口是指有土工布等过滤材料制作，用于道路、广场、停车场内雨水口或低势绿地、植草沟、雨水花园等溢流口内，以过滤净化雨水径流的装置。

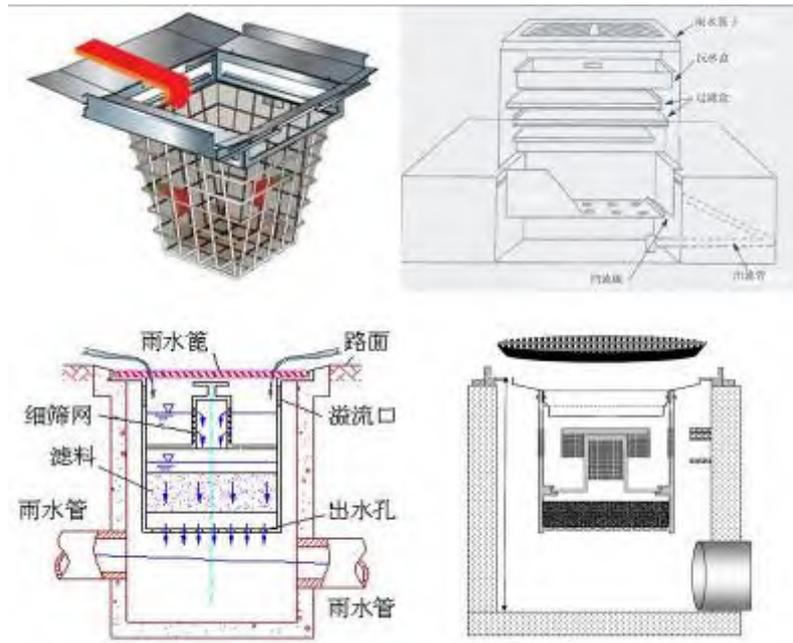


图 B.13.1 除污雨水口典型构造示意图

(2) 主要构造和设计要点

1) 截污型雨水口主要利用土工布、粗砂、活性炭、沸石等过滤材料对径流的过滤能力，截留雨水径流中的 P、重金属和 SS 及其附着的其他污染物，主要包括框架和过滤材料两个部分，构成过滤区和溢流区。

2) 过滤材料，可根据过滤要求选择土工布、砂石、活性炭、沸石颗粒等材料。例如土工布的有效孔径 50~90um，可有效去除大于孔径的 SS。

3) 框架结构可根据截污装置处理径流量，选择金属或塑料，并根据雨水口的形状加工制造，雨水口的截污装置主体的长宽一般要略小于雨水构筑物的内沿 20~100mm，以便于安装和维护。

(3) 适用范围

在雨水口、暗管（渠）、明沟、植草沟等雨水收集输送措施适当位置，以及两种收集措施相接处，根据实地条件设置不同尺寸的截污型雨水口。

(4) 优缺点

截留径流中 SS 等污染物，降低径流污染负荷；不需专门占地，不需要大规模工程改造；结构简单，可根据对象设计不同形状；低成本、低维护、可实施性强。

附录 C 常用的材料

C.1 种植土壤

根据《低影响开发雨水综合利用技术规范》的要求种植土壤不应含有杂草等植物种子、砾石、混凝土块、砖块等杂物，并应满足下表要求。

表 C.1.1 种植土壤配置要求

参数	要求
饱和导水率 (mm/h)	50~200
pH	5.5~7.5
有机质含量 (%)	3.0~10.0
粘土	<10
粉质壤土	30~55
沙质壤土	35~60

C.2 级配碎石

(1) 生物滞留设施内级配碎石应采用水洗碎石，其粒径范围见下表。

表 C.2.1 生物滞留设施级配碎石颗粒组成范围要求

通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)				
37.5	25	12.5	4.75	2.36
100	95-100	25-60	0-10	0-5

(2) 透水人行道级配碎石粒径范围如下表。

表 C.2.2 人行道级配碎石颗粒组成范围要求

通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)						
26.0	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.075
100	85~95	65~80	55~70	55~70	0~2.5	0~2

C.3 砂/粗砂

生物滞留设施内砂/粗砂层的常规级配要求如下表。

表 C.3.1 砂/粗砂常规级配

1.4mm	1.0mm	0.7mm	0.5mm
100%	80%	44%	8.4%

C.4 穿孔管

穿孔管参数及要求详见下表。

表 C.4.1 穿孔管参数及要求

参数	要求
材质	PVC 或 HDPE 管材
敷设坡度 (%)	>0.05%
穿孔孔径 (mm)	15~20
孔间距 (cm)	10
穿孔数 (个)	>4
穿孔管上下层砾石层厚度 (cm)	>5

C.5 土工布

土工布的参数和要求详见下表。

表 C.5.1 土工布的参数和要求

参数	要求
类型	短纤维、针刺、非织造土工布
有效孔径 mm	0.20~0.25
渗透系数 m/s	>0.03
密度 (g/m ²)	200 g/m ²
厚度 (mm)	>0.20
抗拉强度 (kg/cm)	>20
穿刺强度 (kg)	>15

附录 D 常用的植物

建议参照市城市管理局《海绵型公园绿地建设指引》选择适宜的植物。

	序号	中文名	拉丁名	备注
乔木	1	水翁	<i>Syzygium nervosum</i>	耐旱湿生木本，最强两栖植物
	2	水蒲桃	<i>Syzygium jambos</i>	耐旱湿生木本
	3	水石榕	<i>Elaeocarpus hainanensis</i>	耐旱湿生木本
	4	番石榴	<i>Psidium guajava</i>	耐旱湿生木本
	5	白千层	<i>Melaleuca leucadendron</i>	耐旱湿生木本
	6	盆架子	<i>Alstonia scholaris</i>	耐旱湿生木本
	7	串钱柳	<i>Callistemon viminalis</i>	耐旱湿生木本
	8	榕树类	<i>Ficus</i>	耐旱湿生木本
	9	落羽杉	<i>Taxodium distichum</i>	耐旱湿生木本
	10	池杉	<i>Taxodium ascendens</i>	耐旱湿生木本
	11	海芒果*	<i>Cerbera manghas</i>	半红树植物
	12	海滨猫尾木	<i>Dlichandron spathacea</i>	半红树植物
	13	水黄皮	<i>Pongamia pinnata</i>	半红树植物
	14	黄槿	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	半红树植物
	15	杨叶肖槿	<i>Thespesia populnea</i>	半红树植物
	16	长柄银叶树	<i>Heritiera angustata</i>	半红树植物
	17	银叶树	<i>Heritiera littoralis</i>	半红树植物
灌木	18	单叶蔓荆	<i>Vitex rotundifolia</i>	耐旱湿生木本
	19	多枝怪柳	<i>Tamarix ramosissima</i>	耐旱湿生木本
	20	木芙蓉	<i>Hibiscus mutabilis</i>	耐旱湿生木本
	21	牛耳枫	<i>Daphniphyllum calycinum</i>	耐旱湿生木本
	22	龙牙花	<i>Erythrina corallodendron</i>	耐旱湿生木本
	23	车轮梅	<i>Rhaphiolepis indica</i>	耐旱湿生木本
	24	夹竹桃*	<i>Nerium oleander</i>	耐旱湿生木本
	25	粉花夹竹桃*	<i>Nerium oleander 'Nanum'</i>	耐旱湿生木本
	26	白花夹竹桃*	<i>Nerium oleander 'Album'</i>	耐旱湿生木本
	27	红花夹竹桃*	<i>Nerium oleander 'Roseum'</i>	耐旱湿生木本
	28	黄花夹竹桃*	<i>Thevetia peruviana</i>	耐旱湿生木本
	29	露兜树	<i>Clerodendrum inerme</i>	半红树植物
	30	红刺露兜	<i>Pandanus utilis</i>	半红树植物

	序号	中文名	拉丁名	备注
灌木	31	金边露兜	<i>Pandanus baptistii</i>	半红树植物
	32	金道露兜	<i>Pandanus sanderi</i>	半红树植物
	33	阔苞菊	<i>Pluchea indica</i>	半红树植物
	34	草海桐	<i>Scaevola ericea</i>	半红树植物
	35	莲叶桐	<i>Hernandia sonora</i>	半红树植物
草本	36	李氏禾	<i>Leersia hexandra</i>	耐旱湿生草本，最强两栖植物
	37	香根草	<i>Chrysopogon zizanioides</i>	耐旱湿生草本，最强两栖植物
	38	芦竹	<i>Arundo donax</i>	耐旱水生植物
	39	花叶芦竹	<i>Arundo donax 'Versicolor'</i>	耐旱水生植物
	40	铜钱草	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	耐旱水生植物
	41	薏苡	<i>Coix lacryma~jobi</i>	耐旱水生植物
	42	旱伞草	<i>Cyperus involucratus</i>	耐旱水生植物
	43	千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i>	耐旱水生植物
	44	鸢尾	<i>Iris tectorum</i>	耐旱水生植物
	45	路易斯安娜鸢尾	<i>Iris hexagona</i>	耐旱水生植物
	46	红莲子草	<i>Alternanthera paronychioides</i>	耐旱水生植物
	47	三白草	<i>Saururus chinensis</i>	耐旱水生植物
	48	水生美人蕉	<i>Canna glauca</i>	耐旱水生植物，净水效果较好
	49	灯心草	<i>Juncus effusus</i>	耐旱水生植物，净水效果较好
	50	文殊兰	<i>Crinum asiaticum var. sinicum</i>	红树伴生植物
	51	红花文殊兰	<i>Crinum × amabile</i>	红树伴生植物
	52	芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	耐旱湿生草本
	53	红蓼	<i>Polygonum orientale</i>	耐旱湿生草本
	54	蛇莓	<i>Duchesnea indica</i>	耐旱湿生草本
	55	紫花翠芦莉	<i>Ruellia brittoniana</i>	耐旱湿生草本
	56	海芋	<i>Alocasia odora</i>	耐旱湿生草本
	57	萱草	<i>Hemerocallis fulva</i>	耐旱湿生草本
	58	蜘蛛兰	<i>Hymenocallis littoralis</i>	耐旱湿生草本

注：带*号的品种有毒，应远离人群种植。

附录 E 数学模型法在海绵城市规划设计中的应用

E.1 数学模型在海绵城市规划设计的作用

数学模型是对自然界中复杂水循环过程的近似描述,是研究水文循环和水动力的重要工具。模型可为海绵城市规划设计提供指导,模型的模拟结果可辅助规划方案评估和决策。

E.2 常用模型简介

目前,国内外常用的海绵城市数学模型主要包括暴雨管理模型(SWMM)、DHI MIKE 系列模型、Wallingford 城市综合流域排水模型系统等大量商业软件。

表 E.2.1 海绵城市数学模型一览表

模型	Info Works	Xp-SWMM	Mike Urban	EPA-SWMM
水力学	动力波模型-求解圣维南方程组,分析管网中水流状态,用于系统的设计与优化	动力波模型-求解圣维南方程组,分析管网中水流状态,用于系统的设计与优化	动力波模型-求解圣维南方程组,分析管网中水流状态,用于系统的设计与优化	动力波模型-求解圣维南方程组,分析管网中水流状态,用于系统的设计与优化
水文模拟	使用地下水渗透模型模拟地下水层对渗透流的影响;软件对孔口、堰、水泵、虹吸管的建模提供了一套分析方法	使用地下水渗透模型模拟地下水对地表水的影响,能评价任何基础设施,如泵站、闸门、堰等	能偶最为接近真实物理过程的模拟入流和渗过程,能评价任何基础设施	使用地下水渗透模型模拟地下水层对渗透流的影响,能评价任何基础设施
低影响开发	内嵌 SUDS 模块,功能与 SWMM 中 LID 模块类似	内嵌 EPA-SWMM 中的 LID 模块	内嵌 EPA-SWMM5.0 版本 LID 模块	已开发并升级 LID 模块,具备模拟各种类型 LID 设施
计算能力	使用可变步长的稳定的计算引擎,许多附带的	使用 SWMM 计算引擎,运行时间较长且不像其	具有 Mouse 和 SWMM 两个计算引擎,无法进行连	可进行单场降雨和连续性降雨模拟,模型计算

模型	Info Works	Xp-SWMM	Mike Urban	EPA-SWMM
	图形和报告组件，包括提示和数据管理工具	它软件那样稳定	续性降雨模拟，运行时间较长且运行不稳定	稳定，运行速度较快
校核能力	流量和流速通过预测和观测曲线被调整匹配	可以确定哪些参数影响暴雨时间并且可以调整这些参数，不能模拟和生成降雨曲线	长期的校核和丰富数据有助于提高模型的精度和准确度	提供模拟和监测数据导入和导出功能，方便模型参数率定和校核
使用容易度	需要在良好掌握 GIS 基础上才能使用软件，需要接受软件培训	原理与 EPA-SWMM 一致，可采用 SWMM 用户手册，但需要良好掌握 GIS 操作	界面较为复杂，需要在良好掌握 GIS 基础上才能使用软件，需要接受软件培训	模型界面简单，且提供详细的操作手册以及案例，便于技术人员使用

E.3 模型构建

(1) 基础数据收集

数据的准确与完整是模型构建的基础，海绵城市模型所需主要数据如下表，或可参考《城市排水防涝设施普查数据采集与管理技术导则》（建城[2013]88号）以及相应模型数据需求。

表 E.3-1 海绵城市模型数据需求

类别	数据名称	数据要求
气象数据	降雨数据	多年逐分钟降雨量，暴雨强度公式
	蒸发数据	蒸发量、蒸发数据
下垫面数据	地形数据	地形图
	土壤数据	土壤类型，渗透系数
	现状下垫面	现状土地利用情况
	土地利用规划	土地利用规划图

类别	数据名称	数据要求
	竖向规划	竖向规划图
排水设施数据	排水管网	节点（检查井、雨水排放口、调蓄池）数据， 管道（排水管、排水渠）数据
	排水设施	泵站、泵性能曲线，调蓄设施及蓄水曲线等
	低影响开发设施	设施类型、位置、构造、尺寸、汇水范围、 污染物去除效率等
河湖水系数据	河道	断面形态
	水工构筑物	涵洞、闸、坝、闸站数据
监测数据	流量监测数据	管网、河道流量监测
	水质监测数据	河湖、管网、排放口水质监测（COD、SS、 TP、TN、重金属等）
其它数据	边界条件	水位、水量、水质边界
	其它	规划、设计文件等各类相关数据

根据不同规划设计尺度，模型所需要的数据精度要求不同，应保证模型结果可靠性的同时，兼顾模型运行的稳定性与经济性。

（2）模型建立

海绵城市模型的建立过程包括数据整理、模型概化、模型参数输入、拓扑关系检查、模型调试运行。

1) 数据整理

按模型数据格式需求，将收集基础数据进行数字化整理，并转换为模型可识别的类型，大部分模型数据要求以 GIS 类型的数据作为数据输入。

2) 模型概化

模型概化是将下垫面及排水系统进行模型数字化的过程，是整个建模工作的重要组成部分，主要包括子汇水区的划分和排水系统的概化两个部分。

3) 模型参数输入

在模型概化基础上，将下垫面、排水设施、河道、低影响开发等不同类型数据输入模型。

4) 拓扑关系检查

在完成模型参数输入后，需进行数据准确性以及拓扑关系检查，主要包括管网、河道、低影响开发设施、汇水区相互之间位置与连接关系检查。

5) 模型调试运行

模型调试运行主要是保障模型运行的稳定性，降低模型计算连续性误差，保证模型计算结果的可靠性。

(3) 参数率定及验证

模型参数可以划分为确定性参数和不确定性参数两类。对于管长、管径、地形等确定性参数，通过现场实测等手段获取。针对难以实测，资料缺失的参数，可通过研究区域的大量水量、水质监测数据，通过模型结果与实际结果进行对比识别与率定参数，提高模型的可靠性。

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

E.4 模型在海绵城市规划设计中的应用

(1) 自然本底评估

利用模型能够评估场地开发前的自然生态本底，识别低洼区域，评估现状问题及风险。采用 GIS 空间分析技术，分析研究区域地形、用地类型、下垫面，识别低洼地段，结合降雨、土壤地质、排水管网、河道等，通过模型模拟计算，评估研究区域的现状年径流总量控制率，评估现状存在问题与风险。

(2) 方案的评估及优化

利用模型对规划设计方案进行流量与污染物总量计算，核算控制目标，并定量分析方案洪涝控制、污染控制、雨水利用、经济成本等主要方面所能达到的效果。

对于控制性详细规划层次的海绵城市规划设计方案，模型可用于辅助指标分解。由于各地块之间存在差异，为保证海绵城市控制指标的可实施性，需要进行大量的方案组合与试算，利用模型工具实现方案的评估和优化计算，提高计算效率。

对于修建性详细规划与设计层次的海绵城市规划设计方案，根据控制指标布置低影响开发设施，结合模型进行设施组合优选。模型计算输出径流总量、污染物总量与各设施设计参数，以完成控制率评估与设计方案的优化。

E.5 模型法设计案例

项目概况：项目总占地面积约 3.88 公顷，目前建设已完成，结合现状情况进行海绵城市改造。

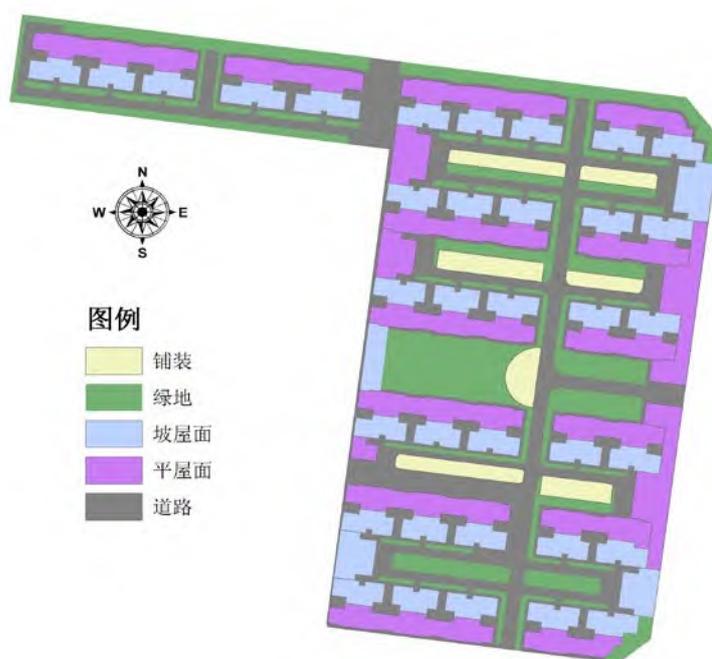


图 E.5.1 下垫面解析图

该建筑与小区下垫面可划分为屋面、铺装、道路和绿化四种类型，分别占总面积的 44.3%、5.0%、31.95%和 18.75%，不透水下垫面面积比例较高。

设计目标：年径流总量控制率不低于 75%，相对应的设计降雨量为 25.7mm。

模型模拟评估过程：

步骤 1：汇水分区的划分

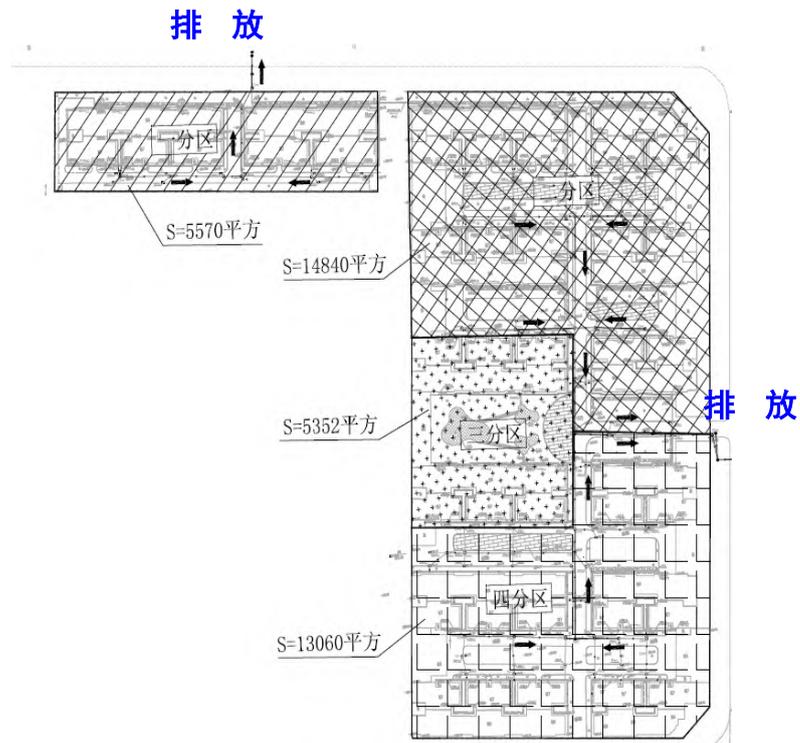


图 E.5.2 雨水汇水分区和雨水流向图

根据该小区雨水管网的布置，竖向高程，划分为四个汇水分区。

步骤 2：确定雨水径流控制工艺

该小区海绵城市改造方案主要以初期雨水处理及分散式雨水回收利用为主，采用“渗、蓄、净、用”的海绵城市建设设施，提高小区的人居环境。雨水径流的排放路径组织及不透水下垫面雨水径流控制方案如下。

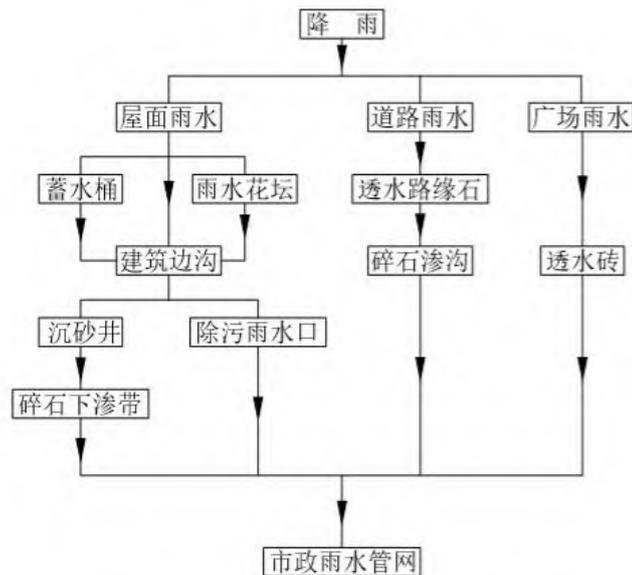


图 E.5.3 雨水径流排放路径

1) 建筑屋面

屋面雨水经建筑立管，排入分散布置的雨水桶或高位花坛，溢流进入现状建筑边沟滞留，超过建筑边沟滞留能力雨水排入布置于绿地内碎石下渗带滞留、入渗，超标雨水径流则排入雨水管网。

2) 道路

现状混凝土路面层基础上，铺设 10cm 厚透水沥青上面层，增加雨水的滞蓄能力，同时将现状路缘石替换为排水路缘石，在靠近路缘石的绿化带侧内设置碎石渗沟。

3) 铺装广场

铺装广场采用透水砖铺装技术，源头控制雨水径流。

同时，在小区中部成片绿地下方建造蓄水模块，收集回用雨水径流作为小区杂用水的。因此，该建筑与小区海绵城市改造方案所采取的设施主要包括雨水桶、高位花坛、碎石渗透带、渗透渠、透水铺装、雨水花园、蓄水模块等，主要的低影响开发设施布局图如下所示。

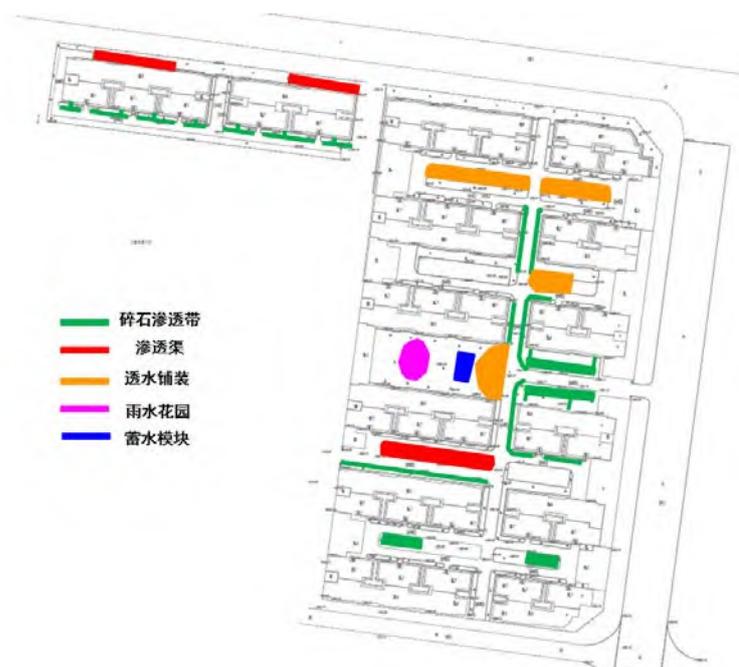


图 E.5.4 低影响开发设施布局图

步骤 3: 模型构建

采用 EPA-SWMM 模型构建该小区水文数学模型，为准确表达海绵城市设计方案，模型构建采用详细模型，即每个海绵设施、屋顶、道路、绿化、铺装广场等均设置为一个汇水区。模型界面如下图所示，模型包含汇水区 320 个，管渠 65 段，节点 63 个，PP 模块组合水池 1 个，水泵 1 台。

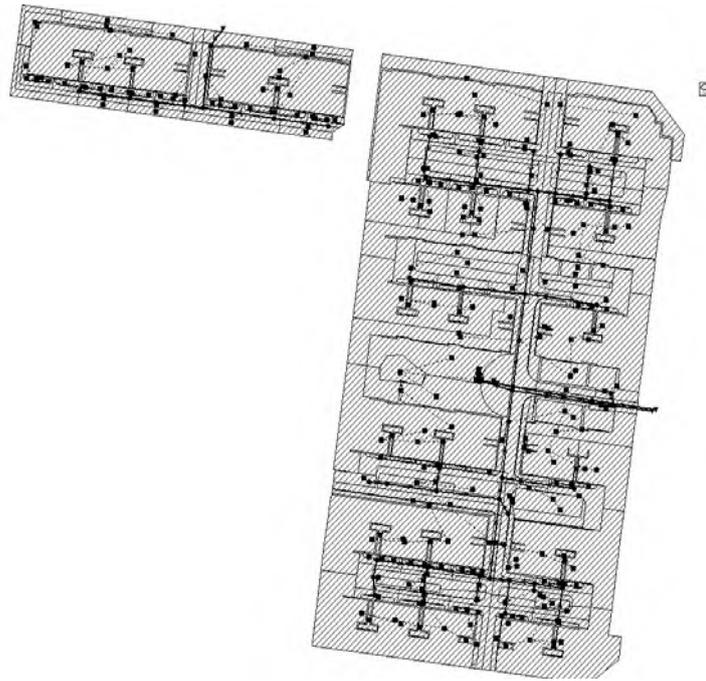


图 E.5.5 建筑与小区 SWMM 模型界面

采用 EPA-SWMM 中低影响开发模块概化海绵设施，根据设施的详图确定模型中采用的设施模块。其中，透水砖采用透水铺装（Permeable Pavement）模块表达，高位花坛、雨水花园、碎石渗透带、渗透渠采用生物滞留设施（Bio-Retention）模块表达，雨水桶采用雨水桶（Rain barrel）模块表达，蓄水模块采用调蓄设施表达。

模型参数主要包括水文参数、水力参数和低影响开发设施参数，可分为确定性参数和不确定性参数，确定性参数可直接根据图纸、设计文件及其它相关资料直接获取，不确定性参数需要根据 SWMM 模型手册、相关标准规范确定的典型值而设定，主要的参数如下。

1) 蒸发量

如下表所示，蒸发量数据采用当地多年每月日均蒸发量，满足模型模拟数据要求。

表 E.5.1 月平均蒸发量

月份 (月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
蒸发量 (mm/d)	0.75	1.17	1.98	3.23	4.13	3.85	4.58	4.58	2.89	1.64	1.12	0.67

2) 水文参数

汇水区面积、汇水宽度、不透水率、坡度根据设计资料可直接获取，曼宁系数、洼蓄量、入渗参数根据 SWMM 模型手册典型值确定，渗透系数通过现场测试的方式获取。

表 E.5.2 水文参数取值表

曼宁粗糙系数		地表洼蓄量参数		
N-imperv	N-perv	Des-imperv (mm)	Des-perv (mm)	% Zero-Imperv(%)
0.013	0.24	1.27	3.8	25
Horton 渗透模型				
Max.Infil (mm/h)	Min.Infil (mm/h)	Decay Constant (h^{-1})		Drying Time (d)
76.2	2.16	4.14		7

3) 水力参数

水力参数主要为排水管网特性参数，管道尺寸、长度，检查井高程信息直接根据设计资料获取，管渠的粗糙系数根据《室外排水设计规范》（2016 年版）（GB50014-2006）取值 0.013。

4) 低影响开发设施参数

低影响开发设施参数根据设计方案对应到相应的模块中，田间持水率（Field Capacity），凋零系数（Wilting Point）等本地土壤参数通过现场测试获取。

步骤 4：确定评估方法及降雨条件

采用 10 年及以上的连续降雨数据（时间步长为 10min），进行长系列模拟，计算整体产汇流情况，并进一步计算年径流总量控制率，与设计目标进行对比，评估设计方案是否达到设计目标要求。该方法的优点是能较为准确模拟评估建设项目是否满足海绵城市建设目标，符合相关技术规定，缺点是对降雨数据要求较高。

采用项目所在地近 10 年连续日降雨量评估项目海绵城市建设方案的水文效应，但由于降雨数据时间间隔不满足 10min 间隔的要求，评估结果存在一定偏差，为降低模拟误差，根据降雨时程分布曲线，将日降雨分配为时降雨。

步骤 5：模型模拟结果分析

采用 10 年连续降雨数据输入模型进行模拟，模拟结果具体如下表。

表 E.5.3 模型系统模拟结果

降雨类型	总降雨量 (mm)	总蒸发量 (mm)	总入渗量 (mm)	总蓄水量 (mm)	总排放量 (mm)	年均径流 总量控制 率 (%)
10 年连续降雨 (2005-2014 年)	8938.2	1184.3	4502.9	1043.5	2207.5	75.3%

经模型分析评估，设计方案年径流总量控制率为 75.3%，达到 75% 的设计目标，设计方案实施效果较好。

附录 F 海绵城市设计案例

通常采用容积法辅助海绵城市方案设计。容积法的计算原理是：建设项目范围内各海绵设施的设计雨水滞蓄容积之和，即总滞蓄容积（不包括用于削减峰值流量的调蓄容积），一般不低于该项目“单位面积控制容积”的控制要求。

F.1 工业类建设项目海绵城市建设

以光明新区内某工业厂房作为工业类海绵城市建设的设计案例。

（1）项目概况

本项目位于深圳市光明新区，地处广深港经济主轴上的节点，区位条件优越。项目总用地面积 40251.28 m²，其中绿化面积为 15363.40 m²，道路及广场铺装面积为 16232.10 m²，屋顶面积为 8655.78 m²。

项目年径流总量控制率目标为 70%，对应的设计控制降雨厚度为 27.8mm。

（2）雨水径流控制技术径流

根据项目的下垫面构成，各类型下垫面雨水径流组织如下：

1) 建筑屋面

屋面散排 → 建筑边沟 → 雨水管 → 高位花坛 → 下沉式绿地 → 市政雨水管道。

2) 车道雨水

车道雨水 → 下沉式绿地 → 市政雨水管道。

3) 铺装

人行道设置透水铺装，透水基层内设置排水管或排水板，覆土厚度不小于 500mm，并设置排水层。

主要工艺：

第一阶段：透水铺装入渗 → 排水暗管 → 市政雨水管道。

第二阶段：透水铺装表面径流 → 下沉绿地 → 市政雨水管道。

4) 绿地

采用下沉式绿地，通过收集车道、人行道和绿地雨水进行下渗，溢流雨水输送至雨水管网。

主要工艺：人行道和绿地雨水 → 排水沟和下沉式绿地 → 市政雨水管道。

（3）汇水分区划分

结合雨水排放管网布置情况和地块内竖向高程设计，将本次设计范围分成 2 个汇水分区。1#排水分区面积 26165 m²，包含硬质屋顶 4313 m²、绿化屋顶 4343 m²、绿化面积 5198 m²（下沉式绿地面积 5859.6 m²）、不透水铺装 5228 m²、透水铺装 6363 m²；2#汇水分区面积 14086 m²，包含绿化 9445 m²（下沉式绿地面积 4025.3 m²）、不透水铺装 2293 m²、透水铺装 2348 m²。项目汇水分区图如下：



图 F.1.1 汇水分区划分图

(4) 海绵设施

本次设计采用绿色屋顶、透水铺装、入渗型雨水花园、植草沟、蓄水池等海绵城市技术措施控制径流总量及径流污染物。

绿色屋顶：绿色屋顶基质层厚度采用 300mm，通过对雨水进行吸收下渗，减缓雨水外排，降低顶层温度。

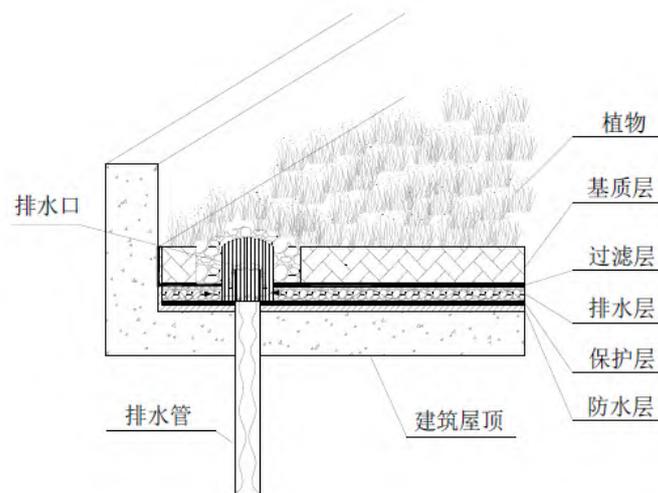


图 F.1.2 绿色屋顶结构示意图

透水铺装：透水路面透水铺装层 6cm，孔隙率 15%，砾石层 20cm，孔隙率 40%。雨水通过透水铺装直接下渗，溢流雨水则排至附近雨水花园。

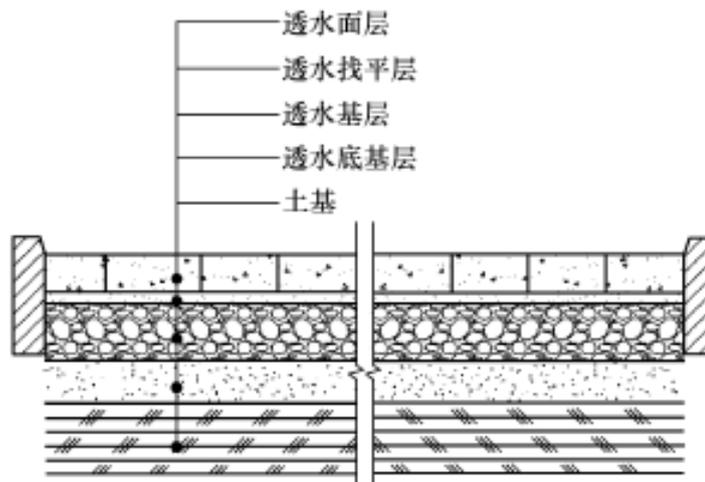


图 F.1.3 透水铺装结构示意图

下沉式绿地：主要包含表面层、土壤层和蓄水层。其中，表面层厚度为 100mm（即下凹深度取 100mm）；土壤层厚度为 600mm，孔隙度为 0.4，导水率为 60mm/h；砾石层厚度为 300mm，孔隙率为 0.75。

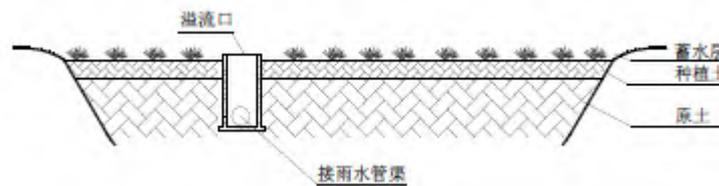


图 F.1.4 雨水花园结构示意图

(5) 雨水径流滞蓄需求

根据每个汇水分区的下垫面构成，计算每个汇水分区的综合雨量径流系数，再采用容积法计算公式计算每个汇水区所需要的雨水滞蓄容积，计算结果见下表。

表 F.1.1 各个汇水区所需雨水滞蓄容积计算表

汇水分区	汇水面积 (m ²)	雨量综合径流系数	所需雨水滞蓄容积 (m ³)
1	26165	0.55	401.3
2	14086	0.34	127.3
总计	40251	0.47	528.6

(6) 设施布局及规模核算

建筑屋面采用屋顶花园对降雨进行径流污染控制，降雨较小时屋面雨水经屋顶花园结构层滞留、净化后经底部排水层排至屋面边沟并进入雨水立管；降雨较大时主要通过绿地表面漫流进入屋面边沟并排入雨水立管。雨水立管雨水经高位花坛滞蓄后溢流进入下沉式绿地，部分下渗补充地下水，部分溢流至市政雨水管。

该项目地面雨水组织形式是将屋面雨水系统、道路及硬质铺装不能下渗的雨水通过管道或地面找坡导入下沉式绿地，进入下沉式绿地的雨水、部分下渗补充地下水，当降雨较大时，雨水可通过溢流雨水口排入雨水管道系统。该项目雨水径流组织方式较为合理，能够充分发挥了海绵设施的作用。

根据海绵设施的具体结构，核算每个汇水分区的滞蓄能力：

$$V_1=5859.6 \times (0.1+0.6 \times 0.1+0.3 \times 0.2) =1288.9 \text{ m}^3 > 401.3 \text{ m}^3$$

$$V_2=4025.3 \times (0.1+0.6 \times 0.1+0.3 \times 0.2) =885 \text{ m}^3 > 127.3 \text{ m}^3$$

经计算，各个汇水区海绵设施滞蓄规模满足设计要求，设施布局基本合理。

F.2 建筑小区类建设项目海绵城市建设

建筑小区类建设项目包括居住小区、公共建筑、商业建筑等类型建设项目。以某市某综合体为例，以龙光玖龙台项目为例说明建筑小区类建设项目海绵城市建设的技术路线和设计方案。

(1) 项目概况

本项目为城市综合体项目，总用地面积为 152441.86m²，包括 A、B、C、D、E、F6 个地块，其中 A 地块属于商业服务业与二类居住用地，B 地块属于二类居住用地，C 地块属于公园绿地与水域，D、E 地块属于公园绿地，F 地块属于道

路用地。项目建设用地面积 99230.05m²，绿地面积 46615.48m²，道路用地面积 6596.33m²。



图 F.2.1 项目用地类型图

根据项目所在区域位置，项目年径流总量控制率目标为 70%，对应设计降雨量为 27.8mm。

(2) 汇水分区划分

根据市政雨水排水口及竖向设计，将项目分为 9 个汇水分区，其中，第一、四、九汇水分区属于公园绿地，第二、三、六、七、八汇水分区属于建筑与小区，第五分区属于道路与广场。



图 F.2.2 项目汇水分区划分图

(3) 海绵设施

项目主要采用的海绵设施主要有绿色屋顶、透水铺装、下沉式绿地、生物滞留设施、生态树池等。

绿色屋顶：绿色屋顶采用简单式的绿色屋顶，种植土壤层厚度采用 300mm，通过对雨水进行吸收、滞蓄，减缓雨水外排，削减洪峰流量的同时，降低顶层温度。

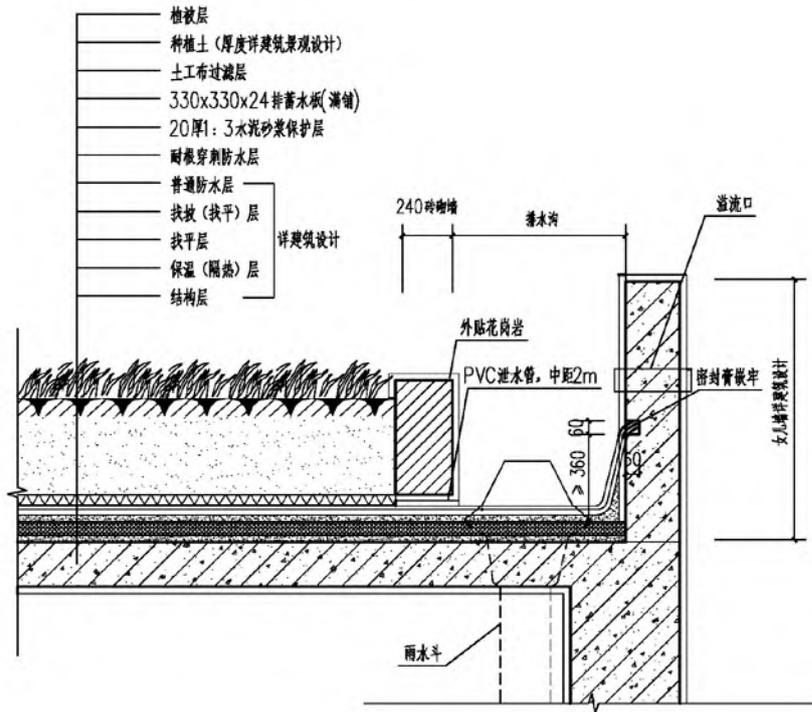


图 F.2.3 绿色屋顶结构示意图

透水铺装：路面层采用成品透水砖材料，找平层采用 30mm 后的透水混凝土层，孔隙率 15-30%，蓄水层采用 100mm 厚级配碎石层。

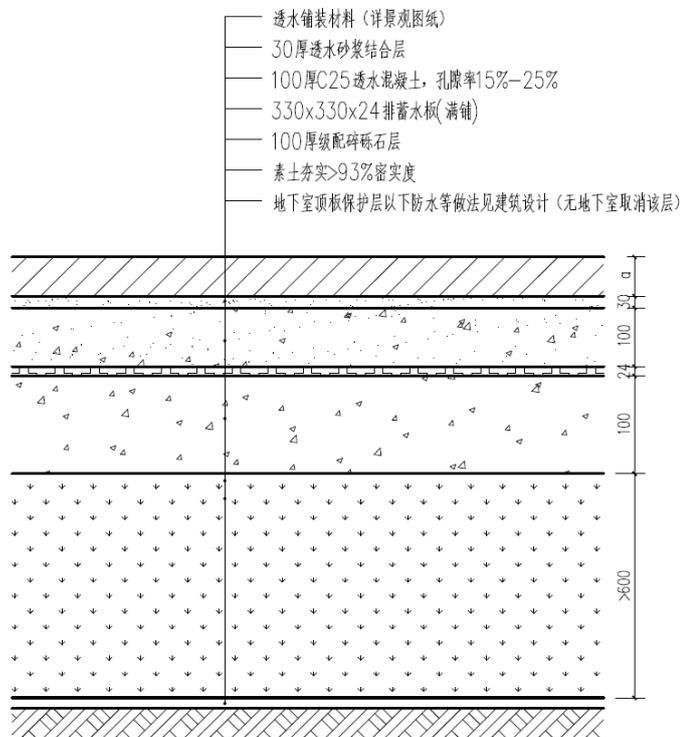


图 F.2.4 透水铺装结构示意图

生物滞留设施：表层有效存水高度约 100mm，从上到下分别为 30mm 覆盖层、300~600mm 种植土、150mm 粒径 10-50 碎石层、150mm 粒径 50-150 碎石层。

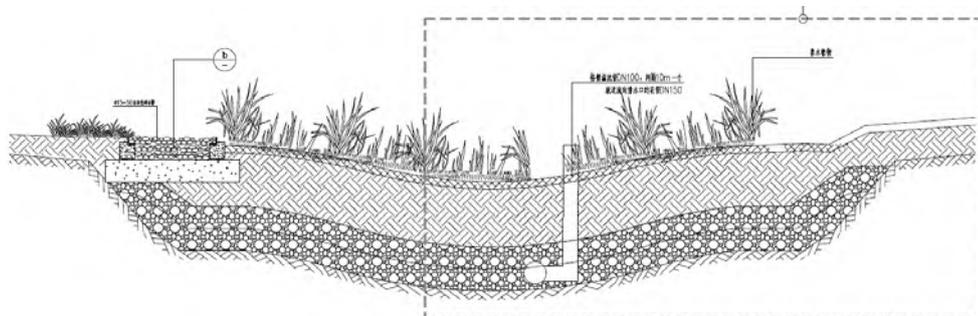


图 F.2.5 生物滞留设施结构示意图

下沉式绿地：表面有效存水高度 60mm，从上到下分别为 250mm 卵石蓄水层、300~600mm 种植土、100mm 砂土。

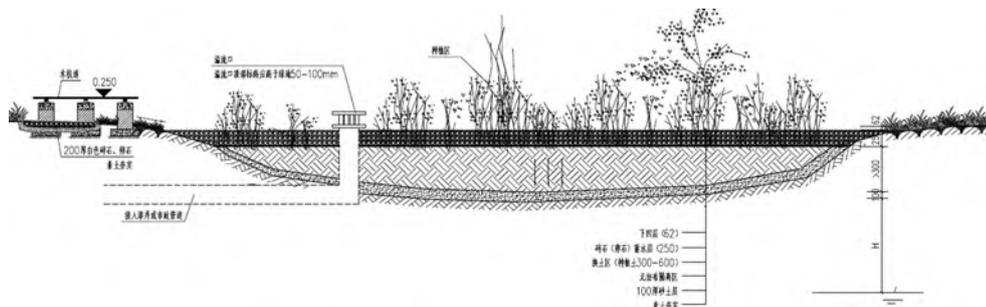


图 F.2.6 下沉式绿地结构示意图

生态树池：表面有效存水高度约 80mm，从上到下分别为 600~1000mm 种植土、300mm 砾石层。

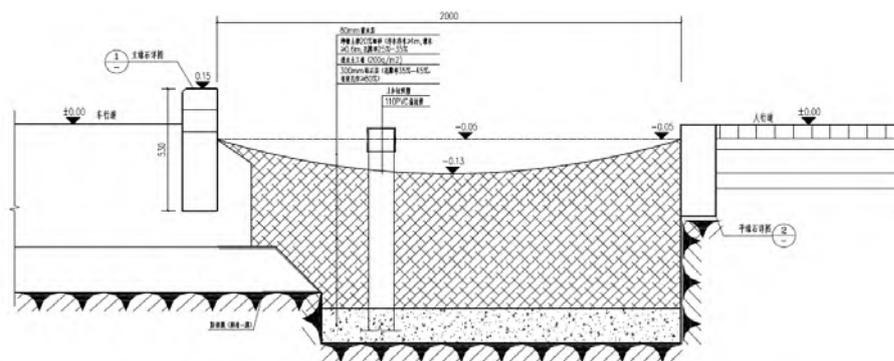


图 F.2.7 生态树池结构示意图

(4) 海绵城市建设方案

考虑到项目用地性质差异较大且地块内经济技术指标差距较大，项目工程设计方案将宗地年径流总量控制率目标在汇水分区内进行分解，进而确定每个汇水

分区的年径流总量控制率目标,并通过源头布置海绵设施,核算设施的滞蓄容积,确保满足汇水分区目标要求。

1#汇水分区:采用 5760m² 下沉式绿地滞蓄雨水径流,雨水滞蓄空间为 V₁=196m³。

2#汇水分区:采用 246m² 生物滞留设施滞蓄雨水径流,雨水滞蓄空间为 V₂=32.81m³。

3#汇水分区:采用 986m² 下沉式绿地和 962m² 景观水体滞蓄雨水径流,雨水滞蓄空间为 V₃=231m³。

4#汇水分区:采用 2278m² 下沉式绿地和 4636m² 景观水体滞蓄雨水径流,雨水滞蓄空间为 V₄=774m³。

5#汇水分区:采用 49.5m² 生态树池滞蓄雨水径流,雨水滞蓄空间为 V₅=14.85m³。

6#汇水分区:采用 5217m² 下沉式绿地滞蓄雨水径流,雨水滞蓄空间为 V₆=616.51m³。

7#汇水分区:采用 4621m² 下沉式绿地滞蓄雨水径流,雨水滞蓄空间为 V₇=546.11m³。

8#汇水分区:采用 662m² 生物滞留设施滞蓄雨水径流,雨水滞蓄空间为 V₈=90.19m³。

9#汇水分区:采用 710m² 下沉式绿地滞蓄雨水径流,雨水滞蓄空间为 V₉=97m³。

表 F.2.1 雨水径流滞蓄容积需求核算

编号	面积 (m ²)	雨量径流系数	滞蓄容积需求 (m ³)	设施具备容积 (m ³)
1#汇水分区	8803	0.26	99.11	196
2#汇水分区	14848	0.59	30.66	32.8
3#汇水分区	40172	0.66	206.8	231
4#汇水分区	34744	0.37	671.0	774
5#汇水分区	6596	0.60	14.3	14.8
6#汇水分区	19557	0.48	554.0	616.5
7#汇水分区	18395	0.50	480.0	546.1
8#汇水分区	6259	0.47	79.4	90.2
9#汇水分区	3068	0.17	27.9	97
合计	152442	0.50	2163.17	2598.4

经核算,该项目海绵设施具备 2598.4m³ (对应设计降雨量 32.8mm) 的雨水

径流滞蓄容积，折合年径流总量控制率近 75%，满足设计目标要求。

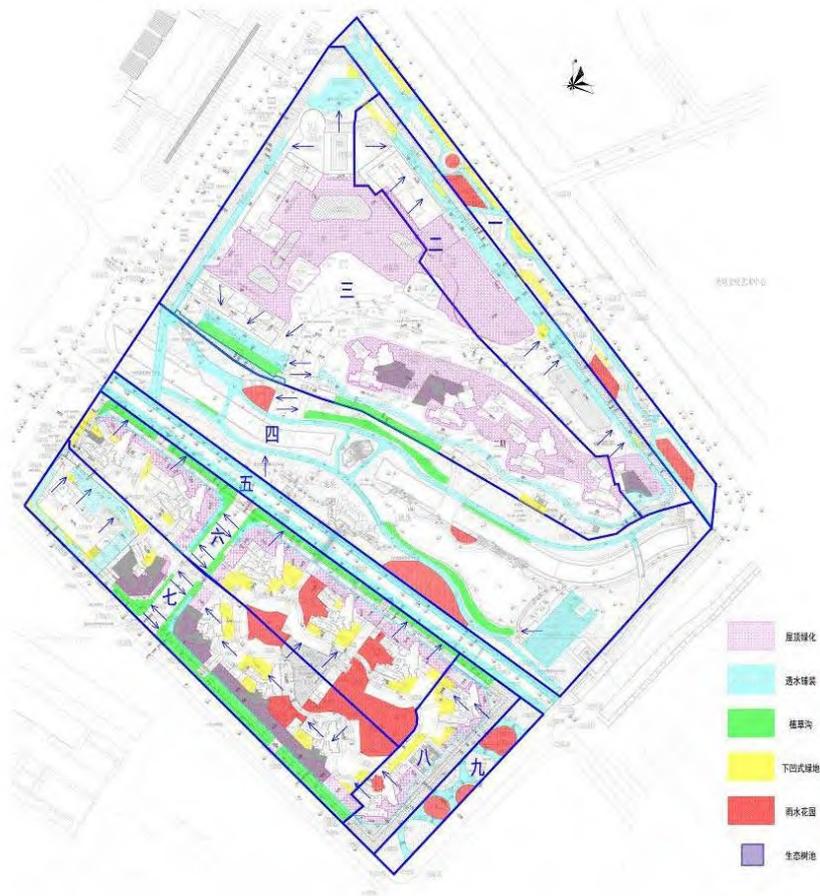


图 F.2.8 海绵设施布局图

F.3 市政道路类建设项目海绵城市建设

市政道路海绵城市建设以削减雨水径流污染为主要目标。以科显路（光侨路-长风路）市政道路工程为例，说明市政道路海绵城市建设的技术路线和设计方案。

(1) 项目概况

科显路（光侨路-长风路）市政道路工程位于深圳市光明高新技术产业园区公明片区内，沿龙大高速公路西侧布设，呈南北向，为高新园区西片区外环路的一部分，同时也是华星光电 G11 项目对外联系的重要市政道路。科显路设计起点北起现状光侨路，设计终点接规划长风路，沿线先后经过现状光侨路、规划长圳路、规划长风路，路线全长 768.9m。双向两车道，设计车速 30 km/h，红线宽 16 米，规划为城市支路。

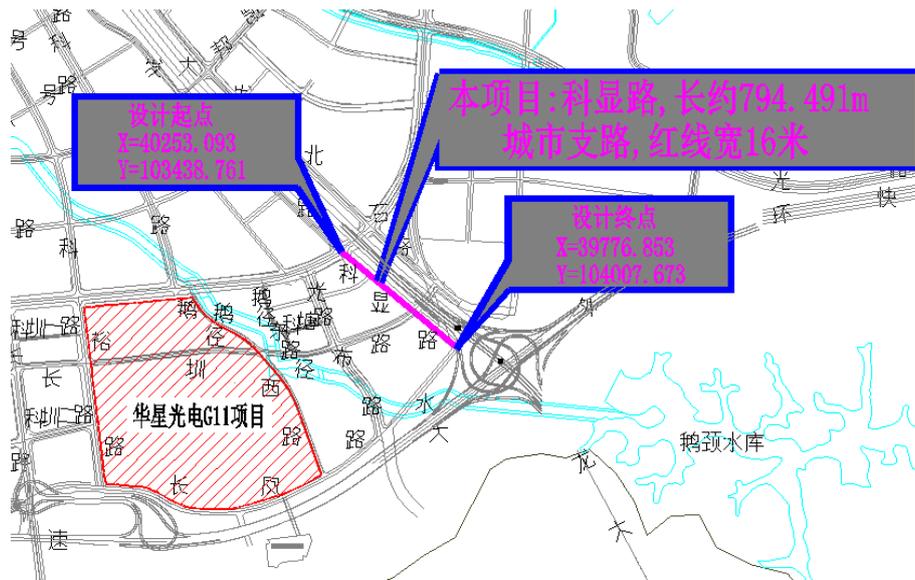


图 F.3.1 科显路区位图

道路断面形式为：2.5m（人行道）+2.0m（绿化带）+7m（机动车道）+2.0m（绿化带）+2.5m（人行道）=16m。

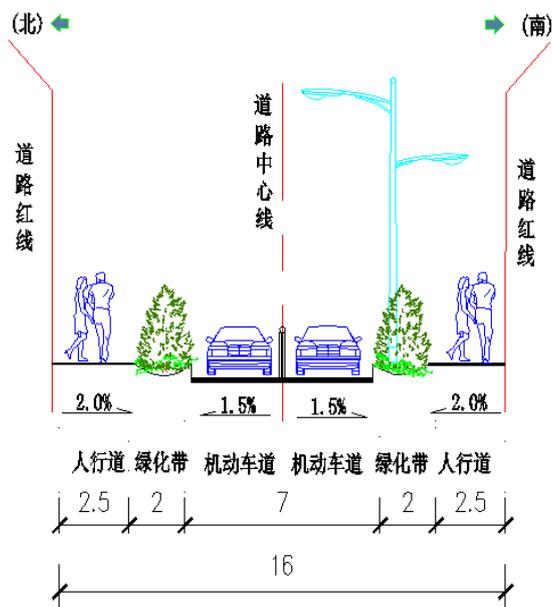


图 F.3.2 科显路规划标准横断面图

(2) 项目特点

科显路下的现状排水渠在道路下平行，设计方案建议将道路下平行的现状排水渠改造到科显路以西红线范围外，并新建 A6.0m×3.0m 雨水箱涵 40m 下穿科显路。

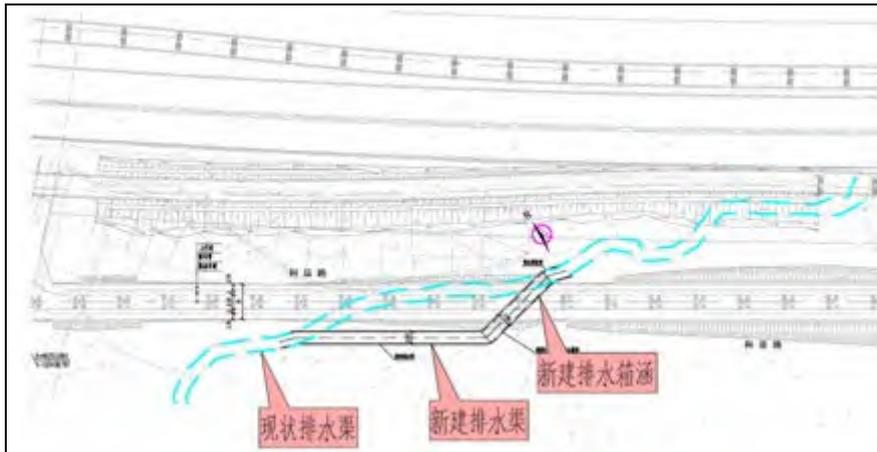


图 F.3.3 科显路现状排水渠与改造方案

(3) 汇水分区

科显路沿道路中心线以南铺设管径为 DN600~DN1000 的雨水管，结合市政接口情况和地块内竖向布置情况，本次设计范围为 3 个汇水区域，其中，1#汇水分区为从桩号 K0+27~K0+260，新建 DN600 的雨水管收集雨水后排入光侨路 DN1000 的雨水管；2#汇水分区为从桩号 K0+260~K0+500，新建 DN600~DN1000 的雨水管收集雨水后排入新建 A6.0×3.0 雨水箱涵；3#汇水分区为 K0+500~K0+768，新建 DN800~DN1000 的雨水管收集雨水后排入新建 A10.0×2.5 雨水箱涵。2.0m 宽绿化带收集人行道和机动车道的汇流雨水，人行道汇流方式为坡面流，机动车道的汇流方式为开孔路缘石流入。绿化带内多余的雨水通过溢流口溢流进市政雨水管网。

(4) 海绵设计方案

该项目设计方案是在道路两侧的人行道和自行车道上采用透水砖铺装，2.0m 宽机非绿化带采用生物滞留设施，收集人行道和机动车道径流雨水，进入绿化带的雨水，部分下渗补充地下水，当降雨较大时，雨水可通过溢流雨水口排入雨水管道系统。人行道的雨水汇流方式为坡面流，车行道的雨水汇流方式为路缘石孔口进入。

1) 人行道自行车道采用透水砖

该项目设计方案是在道路两侧的人行道和自行车道上采用透水砖铺装，表面为 6cm 的透水砖铺装，透水砖表面以下依次为 30mm 中砂找平层，200mm 级配碎石层和土基层

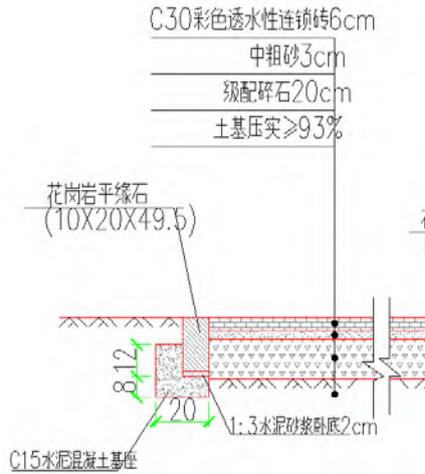


图 F.3.4 科显路人行道和自行车道路面结构图

2) 机非绿化带采用生物滞留设施

2.0m 宽机非绿化带采用生物滞留设施，下凹深度 0.20m（有效深度 0.10m），种植土壤层厚 1.0m，中砂层厚 0.1m，砾石层厚度 0.3m，其底部设有 DN150 的穿孔管。

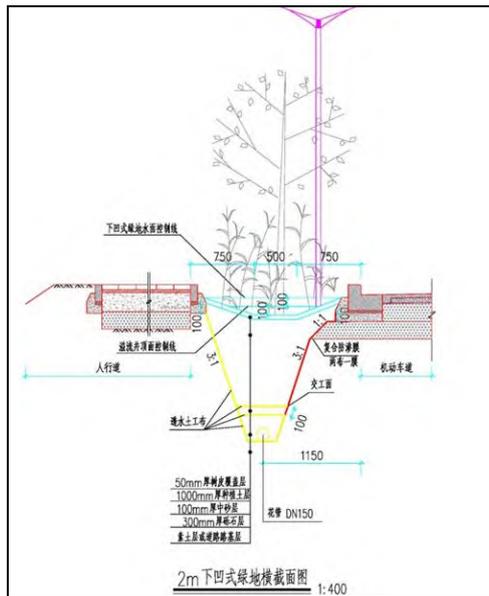


图 F.3.5 科显路机非绿化带生物滞留设施

(5) 设计目标及目标核算

根据《深圳市海绵城市规划要点和审查细则》的规定，该建设项目的低影响开发规划设计目标为控制 27.8mm 设计降雨量，即该建设项目的滞蓄容积需求宜为 1#汇水分区为 54.25m³，2#汇水分区为 67.36m³，3#汇水分区为 67.9m³。

根据设计资料，该建设项目建设用地总面积为 13851.93m²，其中，

$S_1=4156.83\text{m}^2$, $S_{\text{机动车道}}=1737.32\text{m}^2$, $S_{\text{透水铺装}}=1622\text{m}^2$, $S_{\text{生物滞留设施}}=797.5\text{m}^2$;
 $S_2=4708.59\text{m}^2$, $S_{\text{机动车道}}=2307.6\text{m}^2$, $S_{\text{透水铺装}}=1716.48\text{m}^2$, $S_{\text{生物滞留设施}}=684.5\text{m}^2$;
 $S_3=4986.5\text{m}^2$, $S_{\text{机动车道}}=2278.3\text{m}^2$, $S_{\text{透水铺装}}=1731.22\text{m}^2$, $S_{\text{生物滞留设施}}=977\text{m}^2$;

1) 综合雨量径流系数核算:

选用《导则》和《低影响开发雨水综合利用技术规范》(以下简称《规范》)中径流系数的范围值,该项目综合雨量径流系数为下垫面加权平均综合雨量径流系数系数,如下。

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i F_i}{\sum F_i} = \frac{(\varphi_{\text{机动车道}} \times F_{\text{机动车道}} + \varphi_{\text{透水铺装}} \times F_{\text{透水铺装}} + \varphi_{\text{生物滞留设施}} \times F_{\text{生物滞留设施}})}{(F_{\text{机动车道}} + F_{\text{透水铺装}} + F_{\text{生物滞留设施}})},$$

得:

$$\varphi_1 = 0.52; \varphi_2 = 0.57; \varphi_3 = 0.54。$$

2) 滞蓄容积核算:

本项目绿化带采用生物滞留设施, 2.0m 宽绿化带采用生物滞留设施下凹深度 0.20m (有效深度 0.10m), 种植土壤层厚 1.0m, 中砂层厚 0.1m, 砾石层厚度 0.3m, 其中种植土层的孔隙率为 10%, 中粗砂和砾石层的孔隙率为 20%。

故该项目的滞蓄容积为:

$$V_1=797.5 \times (0.1+1.0 \times 0.1+0.4 \times 0.2) =223.3 \text{ m}^3$$

$$V_2=684.5 \times (0.1+1.0 \times 0.1+0.4 \times 0.2) =191.66\text{m}^3$$

$$V_3=977 \times (0.1+1.0 \times 0.1+0.4 \times 0.2) =273.56\text{m}^3$$

满足要求。

F.4 公园绿地类建设项目海绵城市建设

以深圳市光明新区内衣集聚基地公园项目为例,说明公园绿地类建设项目海绵城市建设技术路线和设计方案。

(1) 项目概况

该项目位于公明办事处内衣基地规划区内,位于科裕一路(民生大道)南侧,科裕四路北侧,田园路东侧,科裕八路西侧。公园占地面积为 36343m²。该项目用地内有一条约 8.5 米,面积 1210 m²的排洪渠由北往南穿过其间,将公园分为东西两部分。



F.4.1 设计方案图

(2) 设计目标

根据《深圳市海绵城市规划要点和审查细则》，项目属于海绵城市建设适宜区域，位于西部雨型、壤土区，该项目年径流总量控制率目标为 75%，对应的设计降雨量为 33.1mm（石岩水库雨量站统计获得）。

(3) 汇水分区划分

该项目用地红线面积 32063m²，水体面积 5513 m²，广场、道路面积 9821.5 m²，屋面面积 217 m²，绿地面积 20791.5 m²。根据项目雨水排水管线、排水口及项目内下垫面类型设置汇水分区，将项目分为 3 个汇水分区。



F.4.2 汇水分区划分示意图

(4) 海绵城市设计方案

该项目采用的海绵设施主要有下沉式绿地、透水沥青道路、透水铺装、植草砖、生态排水沟等。其中，1#排水分区采用 347m 植草沟、296m² 的下凹式绿地和 4303m² 景观雨水塘滞蓄雨水径流；2#排水分区范围为排洪渠水体；3#排水分区采用 217m 植草沟和 289m² 的下凹式绿地滞蓄雨水径流。

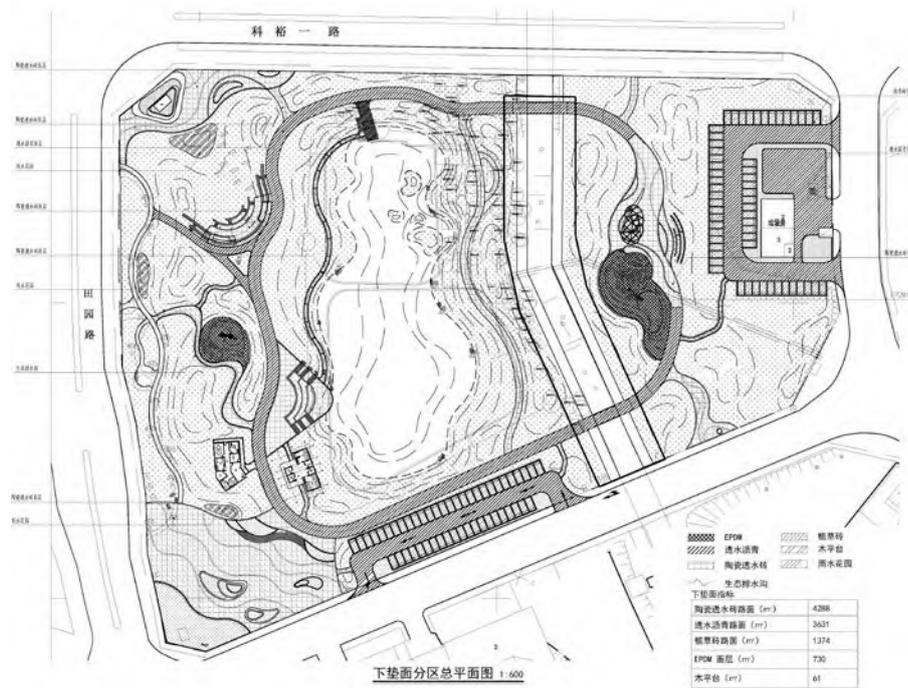


图 F.4.5 海绵城市设计方案图

(5) 目标核算

该项目在划分汇水分区基础上，按照每个排水分区达到 75% 年径流总量控制率的目标开展工程设计。

1#排水分区：汇水面积为 $A_1=24797\text{m}^2$ ，综合雨量径流系数为 0.336，雨水滞蓄容积需求 $V_1=275.4\text{m}^3$ ；

2#排水分区：汇水面积为 $A_2=1210\text{m}^2$ ，综合雨量径流系数为 1.0，雨水滞蓄容积需求 $V_2=40.1\text{m}^3$ ；

3#排水分区：汇水面积为 $A_3=10336\text{m}^2$ ，综合雨量径流系数为 0.221，雨水滞蓄容积需求 $V_3=75.7\text{m}^3$ 。

根据海绵设施详图，核算各个排水分区内海绵城市所具备的雨水径流滞蓄空间。

1#排水分区：采用 347m 植草沟、296m² 的下凹式绿地和 4303m² 景观雨水塘滞蓄雨水径流，雨水滞蓄空间为 $V_1' = 570.2\text{m}^3$ ，满足滞蓄容积需求，达到目标要求；

2#排水分区：分区范围为排洪渠水体，满足滞蓄容积需求，达到目标要求；

3#排水分区：采用 217m 植草沟和 289m² 的下凹式绿地滞蓄雨水径流，雨水滞蓄空间为 $V_1' = 123.0\text{m}^3$ ，满足滞蓄容积需求，达到目标要求；

综上，该项目海绵设施具备的雨水滞蓄空间满足设计目标要求。

新区相关部门（单位）意见处理情况一览表

2017年9月21日，本导则向光明新区审计局、发展和财政局、城市建设局等16个成员单位开展意见征求工作。截至2017年9月30日，共收到5个部门（单位）的4条意见。新区审计局、发展和财政局、城市管理局、建筑工务局反馈无意见，市规划国土委光明管理局书面反馈4条意见，其余单位未反馈视为无意见，意见处理情况如下：

序号	部门名称	意见内容	处理意见	情况说明
	市规划国土委光明管理局（4条意见）	深圳市海绵城市建设工作领导小组办公室于2016年8月8日，印发了《深圳市推进海绵城市建设工作实施方案》；我委于2016年11月29日，印发了《深圳市海绵城市规划要点和审查细则》；广东省住房和城乡建设厅于2017年9月7日，印发了《广东省海绵城市建设实施指引（2016-2020年）》。此次《规划设计导则》编制应充分结合上述文件的相关要求及技术指引。	采纳	本导则的编制已充分国家、广东省和深圳市相关文件充分衔接。
		建议《规划设计导则》第4.3.3（5）“将核心指标——雨水年径流总量控制率分解到每一个地块，并作为约束性指标纳入规划许可条件”修改为“在规划许可条件中落实海绵城市规划建设要求”。	解释	该条条文已与市规划国土委2016年11月29日印发的《深圳市海绵城市规划要点和审查细则》进行衔接。
		建议《规划设计导则》第6.4.1、6.4.2图中“建设用地规划许可证”对应“注明年径流总量控制率和建设要求”修改为“落实省、市、区有关海绵城市规划建设要求”；	解释	该条条文为光明新区海绵城市建设实施工作领导小组印发的《深圳市光明新区海绵城市规划建设管理办法（试行）》规定。
		建议《规划设计导则》6.4.3图中“1.明确是否开展海绵城市建设，并在国有土地使用权转让合同中予以载明”修改为“1.在国有土地使用权出让合同中落实省、市、区有关海绵城市规划建设要求。”	解释	该条条文为光明新区海绵城市建设实施工作领导小组印发的《深圳市光明新区海绵城市规划建设管理办法（试行）》规定。

序号	部门名称	意见内容	处理意见	情况说明
	新区审计局	无意见	--	--
	建筑工程局	无意见	--	--
	城市管理局	无意见	--	--
	发展和财政局	无意见	--	--