广州市海绵城市规划设计导则

——低影响开发雨水系统构建

（试行）

广州市水务局

广州市住房和城乡建设委员会

广州市国土资源和规划委员会

广州市林业和园林局

2017 年 11 月

前 言

为推进广州市海绵城市建设，根据《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）、《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）、《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（建城函〔2014〕275 号））等文件要求，编制了本导则。

本导则共分九章，内容包括：1．总则；2．术语；3．基本规定；4．相关计算；5．海绵城市规划指引；6．海绵城市设计指引；7．海绵城市设施设计指引；8．海绵城市评估指引；9．附则。

本导则由广州市水务局组织编制，联合广州市国土资源和规划委员会、广州市住房和建设委员会、广州市林业和园林局颁布，由广州市水务规划勘测设计研究院等单位负责技术内容的解释。在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结，并将意见和建议寄送至广州市水务规划勘测设计研究院（地址：广州市天河区瘦狗岭路 555 号广之旅大厦 11 楼，邮政编码：510640）。

主编单位： 广州市水务规划勘测设计研究院

参编单位： 广州市市政工程设计研究总院

北京市市政工程设计研究总院广东分院

中国城市建设研究院有限公司广东分院

广东恩菲工程技术有限公司

主要起草人：王少林、杨聪辉、刘晓平、马元廷、缪圣达、王宝华、谢天云、何坚鸿、刘晓鹏、陈星吉、吴文慧、庞新悦、于世青、周建华、李文涛、唐建新、邱晓莹、马兰、林林、李胜、林春秀、卢志祥

主要审查人：隋 军、任心欣、饶利林、朱理明、苟 皓、凌 霄

目 录

1 总则 1

2 术语与定义 3

3 基本规定 9

4 相关计算 11

4.1 一般规定 11

4.2 基础资料及计算公式 11

4.3 年径流总量控制率的核算 16

4.4 年径流污染削减率的计算 18

4.5 雨水径流峰值控制计算 21

4.6 设施规模计算 23

5 海绵城市规划指引 27

5.1 一般规定 27

5.2 城市规划中海绵城市的规划要求 27

5.3 海绵城市专项规划 32

5.4 海绵城市建设规划 34

6 海绵城市设计指引 37

6.1 一般规定 37

6.2 建筑与小区 39

6.3 城市道路与广场 44

6.4 城市绿地 48

6.5 城市河湖水系 51

6.6 海绵型村镇 54
7 海绵城市设施设计指引.....55
7.1 技术类型分类与选型 55
7.2 常见低影响开发设施设计指引.....56
7.3 关键技术要求 70
7.4 常见设施的组合设计 74
7.5 设施优化 75
8 海绵城市评估指引 76
8.1 一般规定 76
8.2 规划设计评估 76
8.3 实施效果评估 77
9 附则 80
附录 A 相关规范及文件.....80
附录 B 广州市降雨资料.....82
附录 C 广州市蒸发资料.....83
附录 D 广州市土壤资料.....84
附录 E 广州市地下水资料.....85
附录 F 广州市雨水水质指标.....86
附录 G 广州市相关植物名录.....86
附录 H 具体项目年径流总量控制率确定范例.....87

1 总则

1.0.1 为全面贯彻落实海绵城市建设要求，指导和规范广州市海绵城市规划设计工作，使低影响开发雨水系统的构建做到技术先进、经济合理、安全可靠，依据相关法律和规范，特制定本导则。

1.0.2 本导则适用于广州市域范围内各类海绵城市规划的编制以及新建、改建、扩建项目中海绵城市的规划设计，涵盖了城市建筑与小区、道路与广场、绿地、河湖水系、雨水管渠、海绵型村镇等。

1.0.3 海绵城市规划设计应遵循规划引领、生态为本、安全为重、因地制宜、统筹建设的原则，贯彻自然积存、自然渗透、自然净化的理念，注重对河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等城市原有生态系统的保护和修复。

1.0.4 海绵城市建设应统筹发挥自然生态功能和人工干预功能，尽量减少开发建设不透水面积，使雨水最大程度就地下渗、储蓄和滞留，减少对原有水文循环的影响，维持场地开发前后的水文特征基本不变，包括径流总量、峰值流量、峰现时间等，通过源头削减、中途转输、末端调蓄等综合措施，形成完善的低影响开发雨水系统。

1.0.5 在海绵城市规划与设计过程中，贯彻低影响开发理念，优化空间利用方式、加强规划设计的整体统筹，通过平面、竖向、园林、给排水、水利、水文、环保、气象、道路、建筑、地质、经济等相关专业的紧密配合、相互协调，因地制宜构建低影响开发雨水系统。

1.0.6 海绵城市建设措施包括“渗、滞、蓄、净、用、排”等多种技术，涵盖低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统，注重源头径流控制、排水管渠标准提高、内涝防治工程建设和河湖生态治理。海绵设施应与主体工程同时规划、同时设计、同时施工和同时投入使用。

1.0.7 海绵城市的各类设施应有保障公共安全的防护措施，不得对建筑、绿地、道路等设施的安全造成负面影响。对存在安全隐患的海绵城市设施应设置标识或警示牌。

1.0.8 广州市海绵城市规划设计除应符合本导则外，尚应符合国家现行有关标准、规范，以及广东省和广州市的现行相关标准、规范的规定。当地方标准与国

家标准有矛盾时，以国家标准为准。

1.0.9 随着广州市海绵城市建设的推进和相关工程的实践，应对本导则内容进一步完善和优化。

2 术语与定义

2.0.1 海绵城市 sponge city

海绵城市是指通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路、绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，有效的控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式。海绵城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。海绵城市涉及水生态、水环境、水资源、水安全等多个方面，海绵城市建设应统筹低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统，建设途径主要有：一是对城市原有生态系统的保护、二是生态恢复和修复、三是低影响开发。

2.0.2 低影响开发（LID) 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。

2.0.3 设计降雨量 design rainfall depth

为实现一定的年径流总量控制目标（年径流总量控制率），用于确定低影响开发设施设计规模的降雨量控制值，一般通过当地多年日降雨资料统计数据获取，通常用日降雨量（mm）表示。

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

根据多年日降雨量统计数据分析计算，通过自然和人工强化的渗透、储存、蒸发（腾）等方式，场地内累计全年得到控制（不外排）的雨量占全年总降雨量的百分比。

2.0.5 流量径流系数 discharge runoff coefficient

形成高峰流量的历时内产生的径流量与雨量之比。

2.0.6 雨量径流系数 volumetric runoff coefficient

设定时间内的降雨产生的径流总量与总雨量之比。

2.0.7 初期雨水径流 first flush

单场降雨初期产生一定量的降雨径流。

2.0.8 雨水调蓄 stormwater detention,retention / storage

雨水滞蓄、储存和调节的统称。

2.0.9 雨水储存 stormwater retention or storage

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

2.0.10 雨水调节 stormwater detention

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

2.0.11 雨水滞蓄 stormwater retention

在降雨期间滞留和蓄存部分雨水以增加雨水的入渗、蒸发并收集回用。

2.0.12 雨水渗透 stormwater infiltration

利用人工或自然设施，使雨水下渗到土壤表层以下，以补充地下水。

2.0.13 内涝防治系统 Waterlogging prevention and control system

用于应对城镇积水灾害采取的雨水径流控制、排涝工程设施等工程措施和防涝管理等非工程措施组合成的系统。

2.0.14 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。

2.0.15 点源污染 point source pollution

工业废水、城镇污水进入受纳水体前未达到排放标准造成的污染。

2.0.16 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、河涌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。

2.0.17 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。

2.0.18 地表径流污染负荷模数 Runoff pollution load modulus

地表径流污染负荷模数是指次降水单位面积所产生的污染物负荷量。

2.0.19 黑臭水体 black/stirk water

呈现令人不悦的颜色和（或）散发令人不适气味的水体。

2.0.20 绿色屋顶 green roof

在高出地面以上，与自然土层不相连接的各类建筑物、构筑物的顶部以及天台、露台上由表层植物、覆土层和疏水设施构建的绿化体系。

2.0.21 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。

2.0.22 下垫面 underlying surface

降雨受水面的总称，包括屋面、地面、水面等。

2.0.23 硬化地面 impervious pavement

通过人工行为使自然地面硬化形成的不透水或弱透水地面。

2.0.24 土壤渗透系数 permeability coefficient of soil

单位水力坡度下水的稳定渗透速度。

2.0.25 透水铺装地面 pervious pavement

可渗透、滞留和渗排雨水并满足一定要求的地面铺装结构。

2.0.26 透水铺装率 proportion of permeable paving

透水铺装面积占公共地面停车场、人行道、步行街、自行车道和休闲广场、室外庭院等硬化地面的比例。

2.0.27 透水路面结构 pervious pavement structure

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

2.0.28 透水沥青路面 porvous asphalt pavement

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

2.0.29 透水水泥混凝土路面 pervious concrete pavement

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

2.0.30 铺装层容水量 water storage capacity of pavement layer

单位面积透水地面铺装层可容纳雨水的最大量。

2.0.31 生物滞留设施 bioretention

在地势较低的区域通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、净化雨水径流的设施，由植物层、蓄水层、土壤层、过滤层构成。包括：雨水花园、生物滞留带、生态树池、高位花坛。

2.0.32 下沉式绿地 depressed green

低于周边地面标高，可积蓄、下渗自身和周边雨水径流的绿地。下沉式绿地分为狭义下沉式绿地和广义下沉式绿地，狭义的下沉式绿地指低于周边铺砌地面或道路在 200 mm 以内的绿地；广义的下沉式绿地泛指具有一定的调蓄容积（在以径流总量控制为目标进行目标分解或设计计算时，不包括调节容积），且可用于调蓄和净化径流雨水的绿地，包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等。后文中的下沉式绿地一般指狭义的下沉式绿地。

2.0.33 雨水湿地 stormwater 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，人为建造和监督控制的与沼泽地类似的区域，用于径流雨水水质控制和

洪峰流量控制的雨水设施。

2.0.34 雨水花园 rain garden

利用浅洼地形（深约 50-300mm），种植耐旱耐涝植物，通过吸附、渗透和过滤等原理对降落在不透水表面的雨水进行控制利用。

2.0.35 植草沟 grass swale

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

2.0.36 渗透池（塘）infiltration pond

指雨水通过侧壁和池底进行入渗的滞留水池（塘）。

2.0.37 渗透弃流井 infiltration-removal well

具有一定储存容积和过滤截污功能，将初期径流暂存并渗透至地下的装置。

2.0.38 渗透检查井 infiltration manhole

具有渗透功能和一定沉砂容积的管道检查维护装置。

2.0.39 渗透管渠 infiltration trench

具有渗透和转输功能的雨水管或渠。

2.0.40 蓄水模块 rainwater storage module

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。

2.0.41 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。

2.0.42 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。

2.0.43 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。

2.0.44 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。

2.0.45 生态驳岸 ecological revetment

是指恢复自然河岸“可渗透性的”人工的滨水驳岸，是对生态系统的认知和保证生物的多样性的延续而采取的以生态为基础、安全为导向的工程方法，来减少对河流自然环境的破坏。

3 基本规定

3.0.1 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、控制性详细规划和修建性详细规划的全过程。

3.0.2 海绵城市规划、设计应综合考虑地区排水防涝、水污染防治和雨水利用的需求，并以内涝防治与面源污染削减为主、雨水资源化利用为辅。

3.0.3 海绵城市各类设施应与雨水外排设施及市政排水系统合理衔接，不应降低市政雨水排放系统的设计标准，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当按照《室外排水设计规范》（GB50014-2006）（2016 版）中的相关标准执行。

3.0.4 除城市道路外，总硬化面积在 2ha 及以上的建设项目，应先编制低影响开发雨水系统规划，再进行低影响开发雨水系统设计；总硬化面积小于 2ha 的建设项目，可直接进行低影响开发雨水系统设计。

3.0.5 建设项目应优先采取减少对自然地表扰动、保持地表自然排水系统、降低不透水区域的面积比例的工程措施，尽可能多预留城市绿地空间，增加可透水地面，蓄积雨水宜就地回用。

3.0.6 建设项目应在保证安全的前提下，因地制宜采取直接入渗、延长汇流时间、地表调蓄与净化等措施，减少建设项目对自然水文特征的影响，最大限度地维持或恢复场地对雨水的自然积存、自然渗透和自然净化功能。

3.0.7 建设项目的竖向设计，既要满足低影响开发雨水系统的构建要求，又要兼顾应对超出雨水管网排水能力的降雨。新建、改建小区应合理控制场地标高，防止小区外雨水流入，并引导小区内雨水按规划要求排出。

3.0.8 城市道路、建筑小区、广场及建筑物周边应合理布置下沉式绿地，且应采取适当措施将雨水引入下沉式绿地。

3.0.9 建筑屋面宜采用平屋顶，并在保证蓄水安全的前提下设置屋面雨水限流排放等设施以延长汇流时间（滞水屋面），有条件时宜采用种植屋面。建筑屋面应采用对雨水无污染或污染较小的材料。

3.0.10 建设项目中室外停车场、休闲广场、人行道、步行街和室外庭院的硬化

地面应采用可透水地面。

3.0.11 建设项目应采取适宜的生态措施，对屋面及硬化地面的初期雨水径流进行净化处理。

4 相关计算

4.1 一般规定

4.1.1 海绵城市相关计算包括年径流总量控制率、年径流污染削减率、雨水径流峰值控制、设施规模计算等。

4.1.2 海绵城市计算可采用模型算法和简易算法两种方法。建设项目总占地面积大于 200ha（含）时，宜采用模型算法，模型选取和参数取值应符合相关规范的要求。

4.1.3 应根据建设项目的年径流总量控制目标、年径流污染控制目标、雨水径流峰值控制目标分别确定年径流总量控制容积 V_T，雨水径流污染控制容积 V_W，雨水收集回用容积 V_u 和雨水径流峰值控制容积 V_S。以上容积可通过不同海绵城市设施组合得以实现。

4.1.4 建设项目内有多个汇水分区时，所有汇水分区的设计降雨量加权平均值（权重为各汇水分区占项目总用地面积比例）应不小于项目整体采用的设计降雨量取值。

4.1.5 建设项目内有多个汇水分区时，所有汇水分区的年径流污染削减率加权平均值（权重为各汇水分区占项目总用地面积比例）应不小于项目整体采用的年径流污染削减率取值。

4.1.6 各海绵城市设施需保证所承担汇水分区雨水有效汇入。

4.1.7 有条件地区宜优先采用实测降雨资料进行水文水力模型计算，同时考虑下渗及海绵城市设施有效排空等边界条件，确保海绵城市设施规模的经济合理性。当不具备条件时，采用简易算法进行海绵城市设施规模计算（忽略雨水的蒸发、入渗及海绵城市设施有效排空）。

4.2 基础资料及计算公式

4.2.1 年径流总量控制率-设计降雨量

广州地区近 30 年多年平均降雨量为 1768.8mm，常用年径流总量控制率对应的设计降雨量参见表 4.2.1，区间值采用内插法计算。

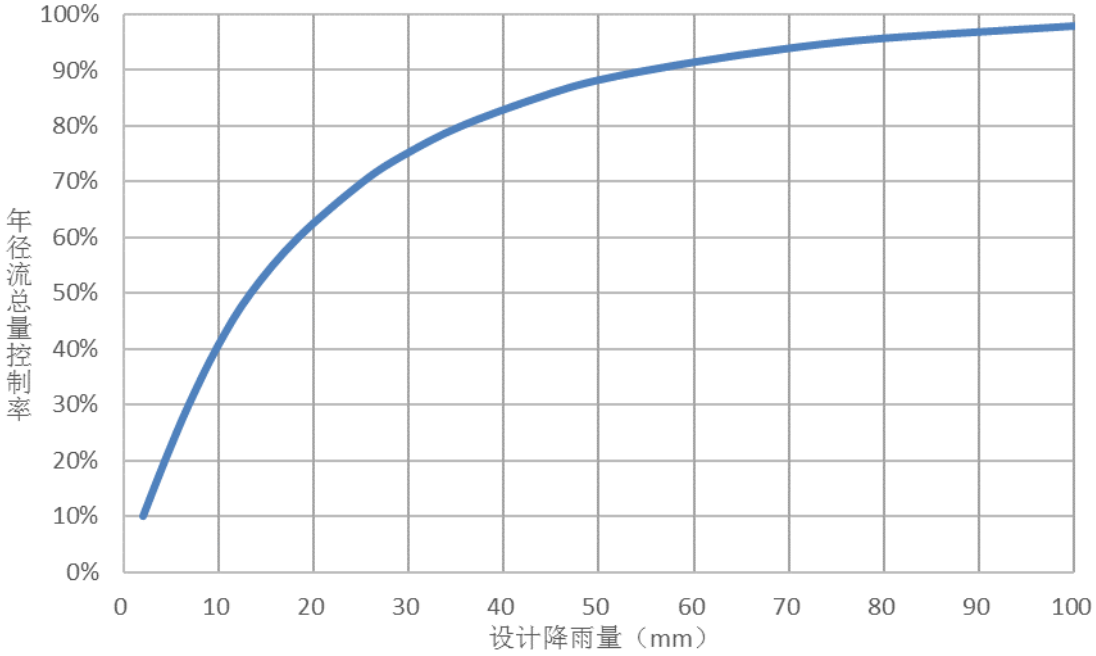

图 4.2.1　广州市年径流总量控制率-设计降雨量曲线

表 4.2.1　年径流总量控制率对应设计降雨量

年径流总量控制率	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%
设计降雨量（mm）	14.3	18.9	22.1	25.8	30.3	36.0	43.7

注：数据摘自《广州市海绵城市专项规划》。

4.2.2　设计调蓄容积的计算

设计调蓄容积一般采用容积法进行计算，公式如下：

$$V_{调} = 10H\varphi F \qquad (式\ 4.2.2)$$

式中：$V_{调}$——设计调蓄容积，m^3；

H——设计降雨量，mm，按照表 4.2.1 确定，年径流总量控制率为 70%对应的设计降雨量为 25.2mm；当年径流总量控制率为中间数值时，设计降雨量可用内插法求得；

φ——综合雨量径流系数，按照表 4.2.7 进行加权平均计算；

F——汇水面积，ha。

注：公式 4.2.2 来自《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》。

4.2.3 年径流总量控制容积的计算

年径流总量控制容积计算公式如下：

$$V_T = 10HF \quad \text{(式 4.2.3-1)}$$

$$V_T = V_{调} + V_{渗} \quad \text{(式 4.2.3-2)}$$

$$V_{渗} = 10H（1-\varphi）F \quad \text{(式 4.2.3-3)}$$

式中：V_T——年径流总量控制容积，m^3；

H——设计降雨量，mm，按照表 4.2.1 确定，年径流总量控制率为 70%对应的设计降雨量为 25.2mm；当年径流总量控制率为中间数值时，设计降雨量可用内插法求得；

F——汇水面积，ha；

$V_{调}$——设计调蓄容积，m^3；

$V_{渗}$——渗透容积，公式 m^3。

4.2.4 雨水流量计算

可通过推理公式来计算一定重现期下的雨水流量，如式 4.2.4 所示。

$$Q=\psi qF \quad （式 4.2.4）$$

式中：Q——雨水设计流量，L/s；

ψ——流量径流系数，可参见表 4.2.7；

q——设计暴雨强度，L/（s•ha）；

F——汇水面积，ha。

城市雨水管渠系统设计重现期的取值及雨水设计流量的计算应符合《室外排水设计规范》的有关规定。广州市新建区域，雨水管渠系统重现期取 5 年，重要区域雨水管渠系统重现期取 10 年。

注：公式 4.2.4 来自《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》。

4.2.5 暴雨强度

（1）广州市中心城区暴雨强度公式

按《广州市中心城区暴雨公式及计算图表》（穗水[2011]214 号）进行计算，广州市暴雨强度总公式为：

$$q = \frac{3618.427(1+0.438LgP)}{(t+11.259)^{0.750}} \quad \text{（式 4.2.5-1)}$$

式中：q——暴雨强度，L/s•ha；

P——设计重现期（年），新建、扩建和成片改造的区域设计重现期不小于 5 年，重要地区（含立交桥、下沉隧道）设计重现期不低于 10 年。在已建城区中，特别困难区域经论证后可按 2~3 年重现期标准改造，中心城区地下通道和下沉式广场等设计重现期 30-50 年。

t——降雨历时，min。

广州市中心城区单一重现期暴雨公式见下表 4.2.5。

表 4.2.5　广州市中心城区单一重现期暴雨公式

重现期 P（年）	公式
P=0.25	6976.425/（t+17.660）$^{0.972}$
P=0.33	6737.448/（t+17.269）$^{0.945}$
P=0.5	6561.430/（t+16.812）$^{0.911}$
P=1	6366.875/（t+16.190）$^{0.863}$
P=2	5920.317/（t+14.646）$^{0.815}$
P=3	5688.521/（t+13.841）$^{0.789}$
P=5	5411.802/（t+12.874）$^{0.758}$
P=10	5050.414/（t+11.610）$^{0.717}$
P=20	4161.139/（t+8.406）$^{0.653}$
P=50	3623.399/（t+6.274）$^{0.598}$
P=100	3293.741/（t+4.951）$^{0.562}$

广州市中心城区暴雨强度公式适用范围：越秀区、荔湾区、海珠区、天河区、白云区、南沙区。

（2）广州市花都区暴雨公式

按《广州市花都区暴雨公式及计算图表》进行计算，广州市花都区暴雨强度公式适用范围：花都区。

$$q = \frac{2017.873(1+0.582\ln p)}{(t+9.437)^{0.716}} \quad \text{（式 4.2.5-2)}$$

（3）广州市番禺区暴雨公式

按《广州市番禺区暴雨公式及计算图表》进行计算，广州市番禺区暴雨强度公式适用范围：番禺区、黄埔区。

$$q = \frac{2458.657(1+0.476\ln p)}{(t+8.873)^{0.749}} \quad \text{（式 4.2.5-3)}$$

（4）广州市增城区暴雨公式

按《广州市增城区暴雨公式及计算图表》进行计算，广州市增城区暴雨强度公式适用范围：增城区。

$$q = \frac{2538.879(1+0.416\ln p)}{(t+7.813)^{0.732}} \quad \text{（式 4.2.5-4)}$$

（5）广州市从化区暴雨公式

按《广州市从化区暴雨公式及计算图表》进行计算，广州市从化区暴雨强度公式适用范围：从化区。

$$q = \frac{2690.403(1+0.388\ln p)}{(t+7.897)^{0.748}} \quad \text{（式 4.2.5-5)}$$

4.2.6 雨水管渠的降雨历时，应按下式计算：

$$t = t_1 + t_2 \quad \text{(式 4.2.6)}$$

式中：t——降雨历时，min；

t_1——地面集水时间，min，应根据汇水距离、地形坡度和地面种类计算确定，一般采用 5min ~15min；

t_2——管渠内雨水流行时间，min。

注：公式 4.2.6 来自《室外排水设计规范》（GB50014-2006）（2016 年版）。

4.2.7 综合径流系数

计算海绵城市综合径流系数时，不同类型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 4.2.7 取值。综合径流系数应按下垫面类型加权平均计算：

$$\psi = \sum \frac{F_i \psi_i}{F} \quad \text{（式 4.2.7)}$$

式中：ψ——综合径流系数；

F——汇水面积，m^2；

F_i——汇水面上各类下垫面面积，m^2；

ψ_i——各类下垫面的径流系数。雨量径流系数应不大于《室外排水设计规范》表 3.2.2-2 中综合径流系数对应的区域指标，且改造后的径流量不应超过原径流量。

注：公式 4.2.7 来自《雨水控制与利用工程设计规范》（DB11/685-2013）。

表 4.2.7　径流系数

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≥300mm）	0.30-0.40	0.40
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.80-0.90	0.85-0.95
铺石子的平屋面	0.60-0.70	0.80
混凝土或沥青路面及广场	0.80-0.90	0.85-0.95
大块石等铺砌路面及广场	0.50-0.60	0.55-0.65
沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45-0.55	0.55-0.65
级配碎石路面及广场	0.40	0.40-0.50
干砌砖石或碎石路面及广场	0.40	0.35-0.40
非铺砌的土路面	0.30	0.25-0.35
绿地	0.15	0.10-0.20
水面	1.00	1.00
地下建筑覆土绿地（覆土厚度≥500mm）	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地（覆土厚度＜500mm）	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

注：以上数据参照《室外排水设计规范》（GB50014-2006）和《雨水控制与利用工程设计规范》（DB11/685）。

4.3 年径流总量控制率的核算

4.3.1　年径流总量控制率的分解校核流程如下：

（1）确定年径流总量控制率

按照《广州市海绵城市建设指标体系》及《广州市海绵城市专项规划》，广州市年径流总量控制率为 70%，各地块新建、改建、扩建项目的年径流总量控制率根据用地类型宜按照下表确定。

表 4.3.1　不同地块年径流总量控制率推荐取值

序号	用地类型	年径流总量控制率（%）
1	居住用地	70~80
2	公共管理和公共服务用地	70~80
3	商业服务设施用地	70~80
4	工业用地	65~75
5	物流仓储用地	65~75
6	交通设施用地	65~75
7	绿地	80~90

序号	用地类型	年径流总量控制率（%）
8	公共设施用地	65~75

规划区域的年径流总量控制率指标需根据《广州市海绵城市专项规划》海绵城市分区管控规划成果进行确定。

（2）计算综合径流系数

根据城市规划的土地利用类型分类，查算出规划范围内各地块的径流系数和面积，并计算规划区域的综合径流系数。

（3）计算规划调蓄容积

计算规划区域内现状及规划的所有海绵设施的调蓄容积 $V_{规划}$。

（4）计算需要的调蓄容积

计算规划区域内所需要的调蓄容积 $V_{调}$，$V_{调}=10H\varphi F$。

（5）对比调整规划调蓄容积

对比 $V_{规划}$和 $V_{调}$，如 $V_{规划}\geqslant V_{调}$，规划区域满足年径流总量控制率的要求；如 $V_{规划}<V_{调}$，不满足径流控制要求，需重新调整规划区域的规划海绵设施，增大规划区域现有的调蓄容积、增加海绵设施以减少径流，重复（2）~（4）计算，直至 $V_{规划}\geqslant V_{调}$。特别注意，本计算过程中的调蓄容积不包括用于削减峰值流量的调节容积。

（6）对于径流总量大、红线内绿地及其他调蓄空间不足的用地，需统筹周边用地内的调蓄空间共同承担其径流总量控制目标时（如城市绿地用于消纳周边道路和地块内径流雨水），可将相关用地作为一个整体，并参照以上方法计算相关用地整体的年径流总量控制率后，参与后续计算。

4.3.2 调蓄设施的蓄水容积计算应满足以下要求：

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

（2）用于接纳初始阶段降雨的雨水罐、雨水池等，可蓄水容积应结合所蓄雨水的利用安排确定，雨前不能及时排空的容积不应计入核算年径流总量控制率的蓄水容积。

（3）每项设施计入总调蓄容积不应大于设计降雨量下其汇水面内的实际降雨径流量。

（4）以下设施的蓄水容积不计入总蓄水容积：

1）对径流总量削减没有贡献的设施，如用于削峰的调节塘/池等；对径流总量削减贡献很小的设施，如转输型植草沟、渗管/渠、初期雨水弃流、植被缓冲带、人工土壤渗滤设施等。

2）在径流系数内已综合考虑其空隙的设施，如透水铺装、绿色屋顶结构内的空隙。

3）受地形条件、汇水面大小等因素影响，无法有效收集径流雨水的设施。如较大面积的下沉式绿地，往往受坡度和汇水面竖向条件限制，实际调蓄容积远远小于其设计调蓄容积。

4.4 年径流污染削减率的计算

4.4.1 根据《广州市海绵城市建设指标体系》，广州市年径流污染削减率（以 SS 计）要求达到 40%以上，新建（含成片改建）项目年径流污染削减率达到 50%，改建项目年径流污染削减率达到 40%。各分区制定的 SS 削减指标应满足年径流污染控制目标。

4.4.2 不同的降雨阶段对应不同的污染物负荷比例，需要根据对象进行专门研究后提出，当条件不具备时，可参考表 4.4.2 取值。

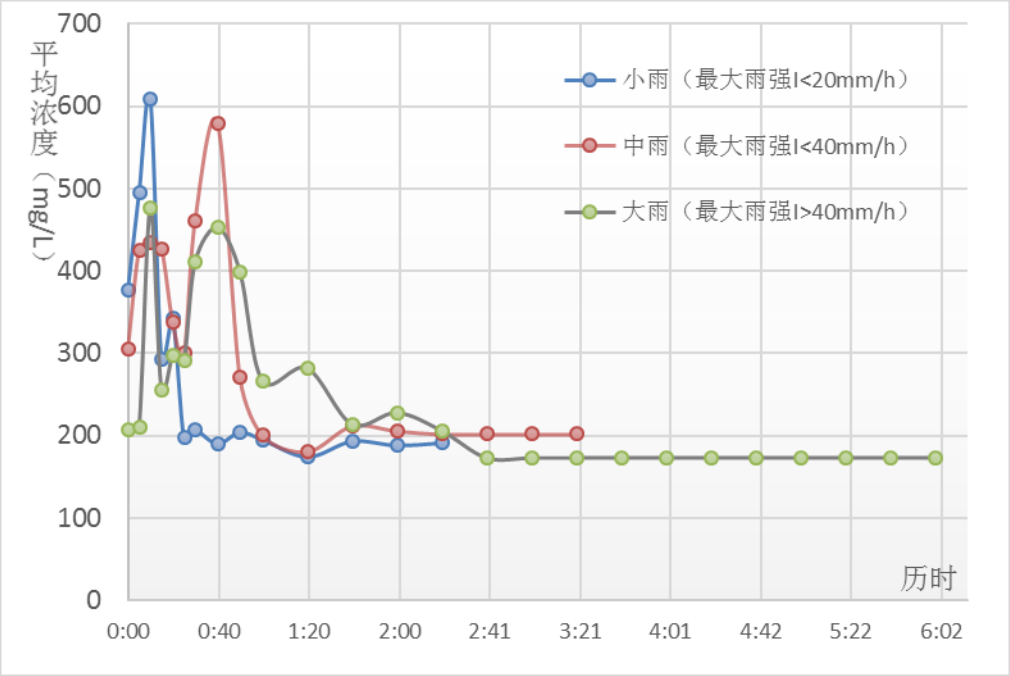

图 4.4.2　不同强度降雨过程的污染物平均浓度变化曲线

表 4.4.2　不同强度降雨过程的污染物平均浓度

历时	污染物平均浓度（mg/l）		
	小雨（最大雨强 I<20mm/h）	中雨（最大雨强 I<40mm/h）	大雨（最大雨强 I>40mm/h）
0:00	377	306	208
0:05	495	425	211
0:10	609	435	476
0:15	293	427	256
0:20	342	338	298
0:25	198	300	291
0:30	207	461	411
0:40	190	579	453
0:50	204	271	399
1:00	195	201	267
1:20	174	181	282
1:40	193	212	214
2:00	188	206	228
2:20	191	202	206
2:40		202	173
3:00		202	173
3:20		202	173
3:40~6:00			173

注：以上数据来自广州中心区初期溢流污染物浓度变化实测数据。

4.4.3　确定具体设施的污染物去除率时，可按照下表取值。

表 4.4.3　不同设施污染物去除率

单项设施	污染物去除率（以 ss 计，%)
透水砖铺装	80-90
透水水泥混凝土	80-90
透水沥青混凝土	80-90
绿色屋顶	70-80
复杂型生物滞留设施	70-95
渗透塘	70-80
湿塘	50-80
雨水湿地	50-80
蓄水池	80-90
雨水罐	80-90
转输型植草沟	35-90（与水力停留时间有关）
植被缓冲带	50-75
人工土壤渗滤	75-95

注：转输型植草沟的污染物去除率与水力停留时间关系密切，相关研究结果显示，水力停留时间分别为 5.5、7、10 和 18min 时，污染物的去除率分别为 48%、70%、77%和 86%，建议结合植草沟的水力停留时间进行取值。

4.4.4　雨水径流污染控制容积 V_W 按下式计算：

$$V_W=V_T \qquad （式 4.4.4）$$

式中：V_W——雨水径流污染控制容积，m^3，进行雨水径流污染控制所需的容积。

V_T——年径流总量控制容积，m^3。

生物滞留设施、雨水湿地、下沉式绿地、雨水塘等低影响开发设施的雨水储存容积（不含调节容积）可计入雨水径流污染控制容积；透水铺装、绿色屋顶、转输型植草沟等在雨水径流系数中已予以考虑，其容积不再计入。

4.4.5　采用截留处理初期雨水来实现雨水径流污染控制的区域，雨水径流污染控制容积 V_W 按下式计算：

$$V_W=10H_W\varphi F \qquad （式 4.4.5）$$

式中：H_W——初期雨水控制厚度，mm，结合计算区域的水环境治理要求选取，当无资料时，屋面弃流可采用 2~3mm 径流厚度，地面弃流可采用 3~5mm 径流厚度；

F——汇水区域面积，ha；

φ——雨量径流系数。

4.4.6 汇水区域年径流污染削减率 P 按下式计算：

$$P=P_W P_T \qquad \text{（式 4.4.6）}$$

式中：P_W——汇水区域海绵城市设施污染物削减率（以 SS 计）；

P_T——汇水区域年径流总量控制率。

4.5 雨水径流峰值控制计算

4.5.1 峰值流量径流系数核算

先计算地块不同下垫面的面积，按每类下垫面峰值流量径流系数（按表 4.2.4 中的流量径流系数取值）进行加权平均，得到的径流系数即为该地块的峰值流量径流系数。

4.5.2 雨水径流峰值控制容积计算

（1）雨水径流峰值控制容积为设计重现期降雨条件下图 4.5.2-1 阴影部分所示容积。

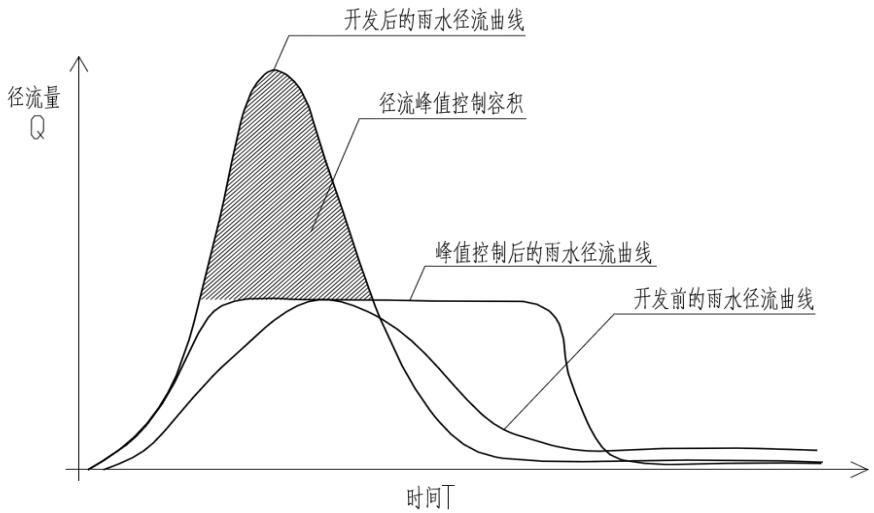

图 4.5.2-1　地块雨水径流峰值控制示意图

（2）有实际降雨资料的地区，分别计算开发前后设计降雨雨量和降雨雨型，得到开发前后的雨水径流曲线，累计计算开发后的流量过程中超出开发前的洪峰流量的部分流量所产生的径流量，即为雨水径流峰值控制容积。

（3）如无实际降雨资料时，可以采用以下公式作为快速估算的依据。

$$\frac{V_s}{V_r} = 0.902 - 0.8265\frac{O_p}{I_p} \qquad \text{（式 4.5.2-1）}$$

式中：V_s——雨水径流峰值控制容积，m^3；

V_r——开发前建设区域雨水径流总量，m^3；

O_p——无调蓄设施时建设后外排洪峰流量，L/s；

I_p——开发建设前的外排洪峰流量，L/s。

注：公式 4.5.2-1 参考《峰值控制目标的量化研究》（《给水排水动态》2016 年，第 4 期，梁小光）

开发前建设区域雨水径流总量 V_r 按下式计算：

$$V_r=K_1F \qquad \text{（式 4.5.2-2）}$$

式中：F——汇水区域面积，ha；

K_1——设计降雨条件下地块开发前单位面积径流量，m^3/ha。

先计算 O_p、I_p、O_p/I_p，计算出对应的 V_s/V_r，根据式 4.5.2-2 计算 Vr，计算得到雨水径流峰值控制容积 V_S。

4.5.3 增建雨水峰值控制容积计算

所需增建雨水峰值控制容积 V_D 按下式计算：

$$V_D=V_S-K_2（V_W+V_U） \qquad (4.5.3)$$

式中：K_2——雨水调蓄设施有效容积折减系数，一般取 0.9；

V_D——增建雨水峰值控制容积，m^3；

V_W——雨水径流污染控制容积；按实际情况确定其是否计入；

V_U——雨水收集回用容积；按实际情况确定其是否计入。

生物滞留设施、雨水湿地、下沉式绿地、雨水塘、蓄水池/雨水罐、调节池（塘）等地表径流可直接流入雨水设施的调蓄容积（包括储存容积和调节容积，要求雨前可及时排空）均计入雨水径流峰值控制容积；雨水通过过滤、下渗等方

式进入的雨水设施的调蓄容积不计入雨水径流峰值控制容积；V_W 和 V_U 是否计入雨水径流峰值控制容积应按照上述方法进行判断；透水铺装、绿色屋顶、转输型植草沟等在雨水流量系数中已予以考虑，其容积不再计入。

4.6 设施规模计算

4.6.1 渗透设施

绿化屋面、透水铺装的作用通过综合雨量径流系数反映，不计算其调蓄能力。生物滞留设施、渗透塘、渗井等顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施，设施所需规模应按照以下方法进行计算。

（1）渗透设施所需有效调蓄容积

$$V_{渗调} = V_{进} - W_p \qquad (式 4.6.1\text{-}1)$$

式中：$V_{渗调}$——渗透设施所需有效调蓄容积，包括设施顶部和结构内部蓄水空间的容积，m^3；

$V_{进}$——渗透设施进水量，m^3，按式 4.2.6 计算；

Wp——降雨历时内的设施渗透量，m^3。

注：公式 4.6.1-1 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）》。

（2）渗透设施渗透量

$$W_p = KJA_s t_s \qquad (式 4.6.1\text{-}2)$$

式中：W_p——降雨历时内的设施渗透量，m^3；

K——土壤渗透系数，m/s，应以实测为准，无条件地区参考附表 D；

J——水力坡降，一般可取 J=1；

A_s——有效渗透面积，m^2；

t_s——降雨过程中设施的渗透历时，s，一般可取 7200s。

注：公式 4.6.1-2 来自《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》。

（3）渗透设施的有效渗透面积 A_s，应按下列要求确定：

1）水平渗透面按投影面积计算；

2）竖直渗透面按有效水位高度的 1/2 计算；

3）斜渗透面按有效水位高度的 1/2 所对应的斜面实际面积计算；

4）地下渗透设施的顶面积不计。

4.6.2 储存设施

雨水罐、蓄水池、湿塘、雨水湿地等设施以储存为主要功能时，其储存容积应通过式 4.2.6 及水量平衡计算，其有效储存容积应不小于设计年径流总量控制率对应的设计雨水径流总量，并通过技术经济分析综合确定。

4.6.3 输送设施

植草沟等转输设施的过水断面面积计算方法如下：

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{Qn}{R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}} \quad \text{（式 4.6.3-1）}$$

$$R = \frac{A}{x} \quad \text{（式 4.6.3-2）}$$

式中：A——植草沟过水断面面积，m^2；

Q——雨水设计流量，m^3/s；

v——雨水在植草沟内的平均流速，一般小于 0.8m/s；

R——横断面的水力半径，m;

i——植草沟的纵向坡度；

n——糙率，宜为 0.2～0.3；

x——湿周，m。

注：公式 4.6.3-1、4.6.3-2 来自《水利计算手册（第二版）》。

4.6.4 调蓄设施

调节塘、调节池等调节设施，以及以径流峰值调节为目标进行设计的蓄水池、湿塘、雨水湿地等设施的容积应根据雨水管渠系统设计标准、下游雨水管道负荷（设计过流流量）及入流、出流流量过程线，经技术经济分析合理确定，调节设施容积按下式进行计算。

$$V_{调} = \mathrm{Max}\left[\int_0^T (Q_{in} - Q_{out})\, dt\right] \quad \text{（式 4.6.4）}$$

式中：$V_{调}$——调节设施容积，m^3；

Q_{in}——调节设施的入流流量，m^3/s；

Q_{out}——调节设施的出流流量，m^3/s；

t——计算步长，s；

T——计算降雨历时，s。

注：公式 4.6.4 来自《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》。

4.6.5 排空时间计算

（1）下沉式绿地、蓄渗洼地、渗透塘、渗井、生物滞留设施等调蓄设施所储存雨水的主要消纳途径是下渗，下沉式绿地、生物滞留设施等的排空时间应保证淹没时间对植物不造成影响。其有效调蓄容积的渗透排空时间应按下式计算。

$$t_s = \frac{V_{sj}}{3600\alpha KJA_s} \qquad （式 4.6.5-1)$$

式中：t_s——渗透排空时间，h；

V_{sj}——设施的设计有效调蓄容积，m^3；

α——综合安全系数，一般取 0.5～0.8；

K——土壤渗透系数，m/s，应以实测为准，资料不足时可参考附表 D；

J——水力坡降，一般可取 J=l；

A_s——有效渗透面积，m^2。

注：公式 4.6.5-1 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）》。

（2）调节塘、调节池、湿塘等调节设施，其有效调节容积的排空时间应按照下式计算。

$$t_0 = \frac{V}{3600Q'\eta} \qquad （式 4.6.5-2）$$

式中：t_0——排空时间，h；

V——调节设施的有效容积，m^3；

Q'——下游排水管道或设施的受纳能力，m^3/s；

η——排放效率，一般可取 0.3~0.9。

注：公式 4.6.5-2 来自《室外排水设计规范》（GB50014-2006）（2016 年版）。

5 海绵城市规划指引

5.1 一般规定

5.1.1 海绵城市规划编制体系应包含全市总体规划层面、区域总体规划层面、控制性详细规划层面的海绵城市专项规划，并应在项目实施层面编制修建性详细规划或海绵城市规划设计。

5.1.2 在编制城市总体规划、控制性详细规划、修建性详细规划和道路交通、绿地、水系统、排水防涝等专项规划时，应落实《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》的目标、指标等内容。同时应满足《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）和《住房城乡建设部关于印发海绵城市专项规划编制暂行规定的通知》（建规〔2016〕50 号）的规定。

5.1.3 在规划中，老城区应以问题为导向，新建区应以目标为导向，并通过不同层级的规划逐级落实《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》；在相关规划中可进一步优化指标值。

5.2 城市规划中海绵城市的规划要求

5.2.1 城市总体规划（含分区规划）中海绵城市的规划要求

城市总体规划（含分区规划）阶段，应加强相关专项（专业）规划对总体规划的有力支撑作用，提出海绵城市开发策略、原则、目标要求等内容。城市总体规划（含分区规划）中海绵城市的规划要求：

（1）城市总体规划（含分区规划）应包含海绵城市专章，应包含保护水生态敏感区、集约开发利用土地、合理控制不透水面积、合理控制地表径流、明确低影响开发策略和重点建设区域等海绵城市内容。

（2）提出对应水生态、水资源、水环境、水安全等方面的海绵城市规划目标；结合所在地区的实际情况，开展低影响开发的相关专题研究，在绿地率、水域面积率等相关指标基础上，增加年径流总量控制率等指标，纳入城市总体规划（含分区规划）。

（3）应根据城市现状、区位、城市功能定位以及社会经济发展水平等要素，把海绵城市的建设指标和要求分解至总体规划的竖向、给水、排水、道路、绿化等各章节中，作为各专项规划的控制要求，并在下一步控制性和修建性详细规划中进一步细化分解落实。

（4）协调开发地块的空间布局与城市竖向、城市水系、排水防涝、绿地系统、道路交通等专项规划的关系，从“源头、过程、末端”多个层面，为控制性详细规划阶段提供规划策略、建设标准、总体竖向控制。

5.2.2 专项规划中海绵城市的规划要求

（1）城市水系规划

城市水系是城市生态环境的重要组成部分，也是城市径流雨水自然排放的重要通道、受纳体及调蓄空间，与低影响开发雨水系统联系紧密。具体要求如下：

1）依据城市总体规划划定城市水域、岸线、滨水区，明确水系保护范围。应落实城市总体规划明确的水生态敏感区保护要求，划定水生态敏感区范围并加强保护。

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。

3）优化水域、岸线、滨水区及周边绿地布局，明确海绵城市控制指标。

（2）城市绿地系统专项规划

城市绿地是建设海绵城市、构建低影响开发雨水系统的重要场地。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，要求如下：

1）提出不同类型绿地的低影响开发控制目标和指标。

2）合理确定城市绿地系统低影响开发设施的规模和布局。

3）城市绿地应与周边汇水区域有效衔接。

4）合理设置预处理设施用地，布局多功能调蓄设施。

（3）城市排水防涝综合规划

低影响开发雨水系统是城市内涝防治综合体系的重要组成部分，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。城市排水系统规划、排水防涝综合规划等相关排水规划中，应结合实际条件确定低影响开发控制目标与建设内容，并满足《城市排水工程规划规范》（GB50318）、《室外排水设计规范》（GB50014）等相关要求，要求如下：

1）明确低影响开发径流总量控制目标与指标。

2）确定径流污染控制目标及防治方式。

3）明确雨水资源化利用目标及方式。

4）与城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统有效衔接。

5）优化低影响开发设施的竖向与平面布局。

（4）城市道路交通专项规划

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

1）在各等级道路规划中，应落实低影响开发控制目标。

2）应充分考虑道路雨水汇入绿化带等要求，协调道路红线内外用地空间布局与竖向布局。

3）道路低影响开发设施应合理布置在道路红线范围内，并衔接好城市排水系统。

5.2.3 控制性详细规划

在控制性详细规划阶段，应确定各地块的控制指标，满足总体规划及相关专项（专业）规划对规划地段的控制目标要求。

控制性详细规划应协调相关专业，通过土地利用空间优化等方法，分解和细化城市总体规划及相关专项规划等上层级规划中提出的低影响开发控制目标及要求，结合建筑密度、绿地率等约束性控制指标，提出各地块的有效

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，要求如下：

1）明确各地块的低影响开发控制指标

控制性详细规划应在城市总体规划或各专项规划确定的低影响开发控制目标指导下，根据城市用地分类的比例和特点进行分类分解，细化各地块的低影响开发控制指标。有条件的控制性详细规划也可通过水文计算与模型模拟，优化并明确地块的低影响开发控制指标。

2） 合理组织地表径流

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

3）统筹落实和衔接各类低影响开发设施

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

5.2.4 修建性详细规划

在修建性详细规划阶段，应细化、落实上位规划及相关规定提出的海绵城市控制指标，可通过水文、水力计算或模型模拟，明确建设项目的主要控制模式、比例及量值（下渗、储存、调节及弃流排放），以指导地块开发建设，落实具体的海绵设施的类型、布局、规模、建设时序、资金安排等，确保地块开发实现海绵城市的控制目标。

（1）修建性详细规划应包括以下内容：

1）开展海绵城市建设条件分析和论证。对现状条件进行海绵城市限制因素和有利因素的分析评价，提出海绵城市建设的难点和开发策略。

2）确定海绵设施的类型选择、规模和空间布局。

a）建筑与小区。结合容积率、建筑密度、绿地率等控制指标，在满足人的

活动游憩需求和建筑间距、道路退距、日照等要求的基础上，确定屋顶绿化、下沉式绿地、透水铺装等海绵设施的选择和空间布局，形成源头消纳、雨水回用、终端调蓄等控制模式。

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

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

d）根据海绵设施的工程规划要求，开展相应的竖向规划设计，确定海绵城市设施的控制点坐标和标高。

e）开展海绵设施的效果评估、投资估算、预期成本效益和风险分析。将海绵城市建设前与开发后的年径流指标等相关指标数据、景观效果进行比较与评估。并根据海绵设施的类型和规模，估算投资金额、预期成本效益和风险。

（2）修建性详细规划应达到以下指标控制要求：

1）新建项目硬化地面中，除城镇公共道路外，建筑物的室外可透水地面率应不低于 40%；建设项目绿地率应严格落实《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》的要求；凡涉及绿地率指标要求的建设工程，除公园之外的绿地中至少应有 50%作为用于滞留雨水的下沉式绿地，用于滞留雨水的绿地应当低于周围地面不小于 50mm，设于绿地内的雨水口顶面标高应当高于绿地 20mm 以上；并有能在 24 小时内排干积水的措施。

2）建筑与小区应优先利用低洼地形、下沉式绿地、透水铺装等设施减少外排雨水量，有雨水利用要求的按需求量因地制宜规划蓄水池或雨水桶。鼓励新建（含成片改建）增加绿色屋顶率，其中居住用地绿色屋顶率宜不低于 70%，公建和工业园区绿色屋顶率宜不低于 60%，商业用地绿色屋顶率宜不低于 80%；建议改建项目各用地类型的绿色屋顶率宜不低于 30%。

3）绿地系统、建筑与小区系统中，透水铺装率应严格落实《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》的要求。新建人行道、室外停车场、步行街、自行车道和建设工程的外部庭院应当分别设置渗透性铺装设施，其透水铺装率不低于70%。

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

一般城市道路绿地率不宜小于 15%。

园林景观路绿地率，新建（含成片改建）不宜小于 40%；改建道路不宜小于30%。

广场绿地率，新建（含成片改建）不宜小于 30%，改建道路不宜小于 25%。

5）新建建设工程硬化面积达 1 万 m^2 以上的项目，除城镇公共道路外，每 1 万 m^2 硬化面积应当配建不小于 $500m^3$ 的雨水调蓄设施。

6）城市道路进行海绵设施改造应尽可能增加绿地率，并尊重原有绿化条件，保证道路行道树功能和道路绿化景观品质。

5.3 海绵城市专项规划

5.3.1 海绵城市专项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，在编制其它专项规划时纳入。编制海绵城市专项规划，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。

5.3.2 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。规划期限应与城市总体规划保持一致。

5.3.3 编制海绵城市专项规划，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。

5.3.4 规划原则

（1）保护性开发 城市建设过程中应保护河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区，并结合这些区域及周边条件（如坡地、洼地、水体、绿地等）进行低影响开发雨水系统规划设计。

（2）水文干扰最小化 优先通过分散、生态的低影响开发设施实现径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等目标，防止城镇化区域的河道侵蚀、水土流失、水体污染等。

（3）统筹协调 低影响开发雨水系统建设内容应纳入城市总体规划、水系规划、绿地系统规划、排水防涝规划、道路交通规划等相关规划中，各规划中有关低影响开发的建设内容应相互协调与衔接。

5.3.5 参考《海绵城市专项规划编制暂行规定》（建规[2016]50 号），主要内容包括：

（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,识别城市水资源、水环境、水生态、水安全等方面存在的问题。

（2）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）》和《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》，提出海绵城市建设的指标体系并落实海绵城市建设的控制指标。

（3）明确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、黑臭水体治理等问题；城市新区、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。

（4）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。

（5）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分解到排水分区（年径流总量控制率目标分解方法具体见 4.3.1 章节）。

（6）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，并提出与城市竖向、道路、排水防涝、绿地、水系统等相关规划相衔接的建议。

（7）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。

（8）提出规划保障措施和实施建议。

5.3.6 海绵城市专项规划成果应包括文本、图纸和相关说明。成果的表达应当清晰、准确、规范，成果文件应当以书面和电子文件两种方式表达。

5.3.7 海绵城市专项规划应按程序报批，经批准后，编制或修改城市总体规划时，应将雨水年径流总量控制率等各项指标纳入城市总体规划，将海绵城市专项规划中提出的自然生态空间格局作为城市总体规划空间开发管制要素之一。

5.3.8 海绵城市专项规划编制技术要求：

（1）规划重点是基于降水和地质等条件，识别并完善自然与人工的水系统，优化循环路径和机制，因地制宜地确定海绵城市控制要求与建设内容。

（2）应保证各个系统的完整性和良好衔接，统筹规划。海绵城市专项规划要衔接城市总体规划与重点区域的控制性详细规划。

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

（4）应注重源头低影响开发雨水系统与排水管网系统和超标径流排放系统的协同，协调低影响开发设施的竖向、平面布局与城市排水管网的关系，注重对自然水系的保护和受破坏水系的修复，完善河湖连通、水系间的连通。

5.4 海绵城市建设规划

5.4.1 当集中推进某一区域的海绵城市建设时，宜编制该区域的海绵城市建设规划，海绵城市建设规划的期限一般为 3~5 年。

5.4.2 海绵城市建设规划应包括以下内容：

（1）现状评估

通过自然气候条件（降雨情况）、水文及水资源条件、地形地貌、排水分区、河湖水系及湿地情况、用水供需情况、水环境污染情况调查，分析城市竖向、低洼地、市政管网、园林绿地等建设情况及存在的主要问题。全面梳理规划区域现状情况及海绵城市建设方面存在的主要问题：水生态方面（河道生态岸线、不透水面积、绿地率、水面率等）、水环境方面（黑臭水体识别、环境容量估算、污染总量控制等）、水资源方面（水资源分布情况、用水实际情况、中水建设情况等）、水安全（区域排涝排水设施、不同地块的内涝风险等级、积水点情况等）。

（2）制定海绵城市控制目标和指标

根据《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》、上层次规划要求和环境条件等，因地制宜地确定适用于本规划区域的径流总量、径流峰值和径流污染控制目标及相关指标。

（3）提出工程方案方案

1）建设用地选择与优化

本着节约用地、兼顾其他用地、综合协调设施布局的原则选择低影响开发技术和设施，保护雨水受纳体，优先考虑使用原有绿地、河湖水系、自然坑塘、废弃土地等用地，借助已有用地和设施，结合城市景观进行规划设计，以自然为主，人工设施为辅，必要时新增低影响开发设施用地和生态用地。

2）低影响开发技术、设施及其组合系统选择

结合土壤、土地利用等条件，合理选择低影响开发雨水技术设施及其组合系统，主要包括透水铺装、生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、植草沟、植被缓冲带等设施以及截污净化系统、渗透系统、 储存利用系统、径流峰值调节系统、开放空间多功能调蓄等组合系统。

3）综合确定低影响开发设施布局

应根据排水分区，结合项目周边用地性质、绿地率、水域面积率等条件，综合确定低影响开发设施的类型与布局。应注重公共开放空间的多功能使用，高效利用现有设施和场地，并将雨水控制与景观相结合，构建水生态、水环境、水资源、水安全四

个方面体系。

4）确定设施规模

低影响开发雨水设施规模设计应根据水文和水力学计算得出，也可根据模型模拟计算得出。

5）评估海绵城市设施布局的可行性，确定相关工程项目。

（4）对未建设地块，在土地出让环节，把海绵城市建设目标指标作为前置规划条件，并根据该地块的规划用地性质，明确不同地块的海绵城市规划目标和指标。

（5）建立项目库，按计划进行安排。

结合项目特点和现行城市建设和管理制度安排，建立海绵城市建设基础项目库，明确需要建设的具体项目、规模、实施主体、推进主体和资金来源。分析确定年度建设工程量，对基础项目库的项目按年度进行排序安排，形成建设规划成果项目库。

6 海绵城市设计指引

6.1 一般规定

6.1.1 海绵城市的建设途径主要包括:一是对城市原有生态系统的保护,二是生态恢复和修复, 三是低影响开发。海绵城市建设应统筹低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统。

6.1.2 低影响开发雨水系统可以通过对雨水的渗透、储存、调节、转输与截污净化等功能，有效控制径流总量、径流峰值和径流污染；城市雨水管渠系统即传统排水系统，应与低影响开发雨水系统共同组织径流雨水的收集、转输与排放。超标雨水径流排放系统，用来应对超过雨水管渠系统设计标准的雨水径流，一般通过综合选择自然水体、多功能调蓄水体、行泄通道、调蓄池、深层隧道等自然途径或人工设施构建。

6.1.3 低影响开发雨水系统的设计阶段应对不同低影响开发设施及其组合进行科学合理的平面与竖向设计，在建筑与小区、城市道路与广场、城市绿地、城市水系等规划建设中，应统筹考虑景观水体、滨水带等开放空间，建设低影响开发设施，构建低影响开发雨水系统。

6.1.4 低影响开发雨水系统的设计目标应满足城市总体规划、专项规划等相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求，并结合气候、土壤及土地利用等条件，合理选择单项或组合的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的技术及设施。

6.1.5 低影响开发设施的规模应根据设计目标，经水文、水力计算得出，有条件的应通过模型模拟对设计方案进行综合评估，并结合技术经济分析确定最优方案。核心是维持场地开发前后水文特征不变，包括径流总量、峰值流量、峰现时间。

6.1.6 低影响开发雨水系统设计的各阶段均应体现低影响开发设施的平面布局、竖向、构造，及其与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统的衔接关系等内容。

6.1.7 低影响开发雨水系统的设计与审查（规划总图审查、方案及施工图审查）应与园林绿化、道路交通、排水、建筑等专业相协调。

6.1.8 设计原则

低影响开发雨水系统的设计应遵循以下原则：

（1）海绵城市技术的规划设计应确保场地或设施的安全。

（2）水敏感性地区保护优先。

（3）尊重自然，顺应自然，结合自然。

（4）生态型的设施优先。

（5）高效、经济同时结合景观。

（6）小型、分散的设施优先，尽可能就地处理。

（7）低成本、易于维护的设施优先。

（8）尽可能减小不透水硬地面积。

（9）结合实际，因地制宜。

6.1.9 设计程序

（1）现状条件及问题评估

了解场地内建筑、道路与广场、绿地、水系等分布的因素，分析评估场地的降雨、土壤、地下水、下垫面、排水系统、城市开发前的水文状况等现状条件及存在的问题。

（2）确定设计目标

根据现状条件及存在问题评估，结合海绵城市建设相关规划，确定设计目标。

（3）方案设计

1）竖向设计。

2）汇水区划分

3）技术选择与设施平面布局。

4）水文、水力计算（或模型模拟）。

5）设施规模确定。

6）技术经济分析。

7）方案比选，确定最优方案。

（4）方案设计审批

（5）初步设计与审批

（6）施工图设计与审查

6.2 建筑与小区

6.2.1 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。

6.2.2 建筑与小区的低影响开发设计应符合以下规定：

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

（2）建筑低影响开发设计应充分考虑雨水的控制与利用，屋顶坡度小于 20 度的建筑宜采用绿色屋顶，无条件设置绿色屋顶的建筑应采取措施将屋面雨水进行收集消纳和排放。

（3）小区道路低影响开发设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿地的竖向关系，便于径流雨水汇入绿地内低影响开发设施。

（4）小区绿地应结合规模与竖向设计，在绿地内设计可消纳屋面、路面、广场及停车场径流雨水的低影响开发设施，并通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

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

6.2.3 建筑与小区低影响开发设计应遵循以下设计流程：

（1）根据建筑与小区用地性质、容积率、绿地率等指标，对区域下垫面进行解析；

（2）依据相关规划或规定，明确本地块低影响开发控制指标；

（3）结合下垫面解析和控制指标，对区域竖向排水分区进行划分，旧有小区根据现状地形进行排水分区划分，新建小区根据海绵建设目标进行竖向设计确定排水分区。

（4）因地制宜，选用适宜的低影响开发设施，并确定其建设规模和布局；

（5）根据低影响开发设施的内容和规模，复核低影响开发指标，并根据复核结果优化调整低影响开发建设工程内容。

6.2.4 建筑与小区低影响开发建设工程措施选择及设计应符合以下要求：

（1）建筑与小区内低影响开发建设工程措施应因地制宜，综合考虑功能性、景观性、安全性，应采取保障公共安全的保护措施。

（2）新建建筑与小区的屋顶宜采用屋顶绿化，改造建筑与小区可根据建筑条件考虑是否采用屋顶绿化。

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

2）种植屋面宜设置雨水收集系统，屋面周边应有安全防护设施。

（3）屋面雨水宜采取雨落管断接或设置集水井等方式将屋面雨水断接并引入周边绿地内小型、分散的低影响开发设施，或通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施。

（4）屋面及硬化地面雨水回用系统均应设置弃流设施。初期径流弃流量应按照下垫面实测收集雨水的 SS、COD 等污染物浓度确定，当无资料时，屋面弃流可采用 2~3mm 径流厚度，地面弃流可采用 3~5mm 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，回用雨水的水质应符合相应用途的水质标准。

（5）建筑与小区内无重荷载（行车荷载<3t）汽车通过的路面、停车场、步行及自行车道、休闲广场、室外庭院应采用透水铺装。

（6）建筑与小区道路，竖向高程应高出下沉式绿地绿地不小于 50mm。

（7）建筑与小区道路两侧及广场宜采用植被浅沟、渗透沟槽等地表排水形式输送、消纳、滞留雨水径流，减少小区内雨水管道的使用。若必须设置雨水管道，设施规模原则上应该按照《室外排水设计规范》（GB50014-2006）（2016版）中相应标准进行设计。

（8）建筑与小区雨水口宜设在汇水面的最低处，雨水口顶面标高宜低于排水地面 10mm~20mm。

（9）建筑与小区内绿地宜采用可用于滞留雨水的下沉式绿地：

1）下沉式绿地应低于周边铺砌地面或道路，下沉深度宜为 50mm~200mm，且不大于 200mm；

2）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；

3）当采用绿地入渗时可设置入渗池、入渗井等入渗设施增加入渗能力；

4）下沉式绿地内一般应设置溢流口（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部与绿地地面的高差不宜超过 100mm。

（10）小区道路两侧、广场以及停车场周边的绿地宜设置植草沟，植草沟与其他措施联合运行，可在完成输送功能的同时满足雨水收集及净化处理要求。

1）植草沟断面形式宜采用抛物线型、三角形或梯形；

2）植草沟顶宽不宜大于 1500mm，深度宜为 50mm~250mm，最大边坡（垂直：水平）宜为 1:3，纵向坡度不应大于 4%。

3）植草沟的进、出水口应与周边排水设施平顺衔接。当进、出水中坡度较大时应设置碎石或其他消能缓冲措施。

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

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

（12）建筑与小区应根据条件设置雨水调蓄设施，设施规模参照本导则计算公式进行计算。雨水调蓄设施包括：雨水桶、雨水调蓄池、雨水调蓄模块、具有调蓄空间的景观水体、洼地，不包括低于周边地坪 50mm 及以内的下沉式绿地。

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

2）雨水调蓄池可采用室外地埋式钢筋混凝土水池、玻璃钢成品蓄水池、塑料模块蓄水池等。

3）塑料模块组合水池作为雨水储存设施时，应考虑周边荷载的影响，其竖向荷载能力及侧向荷载能力应大于上层铺装和道路荷载及施工要求，考虑模块使用期限的安全系数应大于 2.0。塑料模块水池内应具有良好的水流流动性，水池内的流通直径应不小于 50mm，塑料模块外围包有土工布层。

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

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

（14）地下建筑顶板作为地面层的时候，宜考虑海绵城市设计。原有建筑的地下顶板，应根据实际情况，逐步做海绵化改造。

1）地下建筑顶板结构设计荷载取值应考虑种植土荷载、植物荷载、地下建筑顶板上的行车荷载及其他建在顶板上的建筑物、堆积物等相关荷载。对既有地下建筑顶板进行海绵化改造设计，必须对其原结构体系的承载能力重新核算，必要时须加固改造之后方可实施。

2）地下建筑顶板种植设计可参考国家标准图集《种植屋面建筑构造》（14J206）以及《广东省建筑屋顶、阳台绿化建设指引》。

3）地下建筑顶板种植应按永久绿化设计，种植的植物不宜选用速生树种。

（15）在城市紫线范围内的项目，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。

（16）建筑与小区内设置的各类 LID 设施应采取相应的措施避免蚊虫滋生。

6.2.5 建筑与小区低影响开发建设工程措施组合应符合以下关系：

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

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

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

（4）可采用的低影响开发技术设施主要有：

1）渗滞设施：包括透水铺装、绿色屋顶、生物滞留设施、植草沟；

2）储存设施：包括储水池、雨水桶等；

3）调节设施：包括调节塘（池）等；

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；

（5）建筑与小区海绵城市系统构建流程如图6.2.5所示：

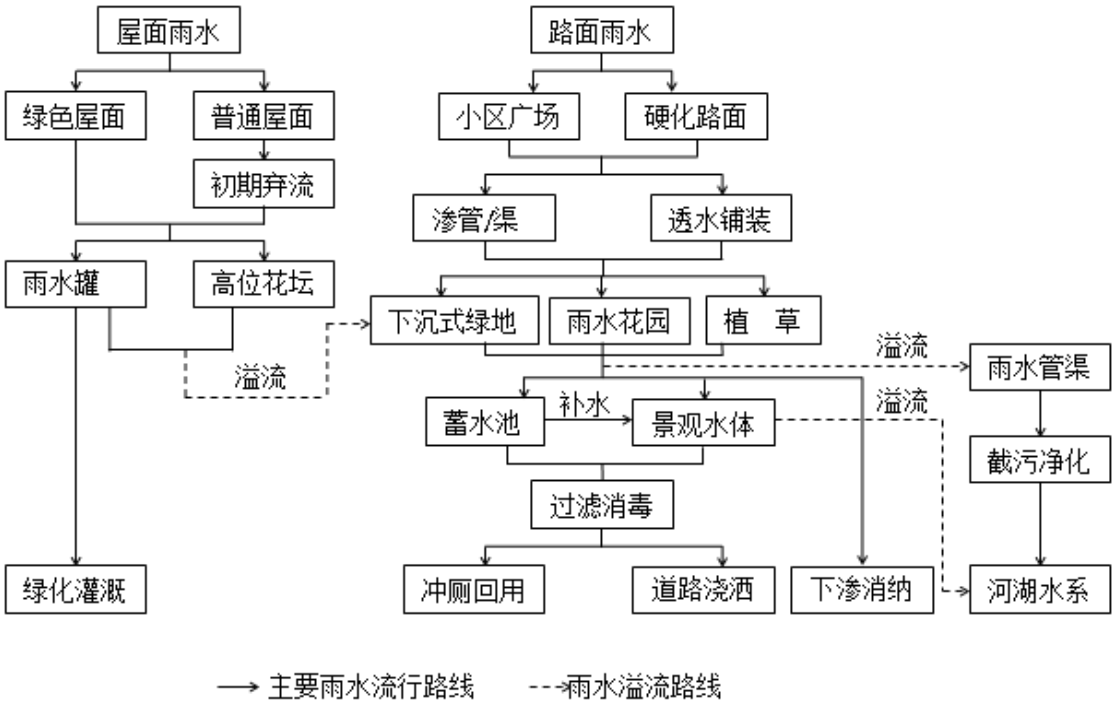

图6.2.5　建筑与小区海绵城市系统构建流程示意图

6.3 城市道路与广场

6.3.1　城市道路的低影响开发设计应考虑道路高程、绿化带、道路横断面、低影响开发设施与常规排水系统衔接等内容。

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

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

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

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

6.3.6 城市道路低影响开发设施（海绵体）的选择应以因地制宜、经济有效、方便易行为原则，在满足城市道路基本功能的前提下，达到相关规划（或上位依据）提出的低影响开发控制目标与指标要求。同时，对道路内的海绵设施应采取必要的防渗措施，防止径流雨水对道路路基和附属管道基础的强度和稳定性造成破坏。

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

6.3.8 城市道路低影响开发设计应遵循以下流程：

（1）工程场地现状及项目设计条件分析；

（2）确定项目低影响开发控制规划目标及指标要求；

（3）海绵体方案设计；技术选择与设施平面布置；

（4）汇水区雨水分析；海绵体水文、水力计算、土壤分析；

（5）项目低影响开发设施规模确定；

（6）城市道路标准横断面竖向设计，绿地（绿化带）内竖向设计；

（7）项目方案比选、技术经济分析。

6.3.9 新建、改扩建城市道路设计人行道（含人机混行道的铺装路面）宜采用透水铺装。位于公园、景区等的城市道路非机动车道和机动车道（低负荷）可采用透水水泥混凝土路面或透水沥青路面。透水铺装、透水路面设计应满足有关标准规范的要求。

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

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

（2）储存设施：1）雨水湿地；2）湿塘等。

（3）调节设施：1）调节塘；2）调节池等。

（4）转输设施：1）植草沟（干式、湿式、转输型）；2）渗管、渗渠等。

（5）截污净化设施：1）植被缓冲带；2）初期雨水弃流设施（池、井）。

6.3.11 城市道路绿化带宜采用下沉式绿地、生物滞留设施、植草沟等设施。面积、宽度较大的绿化带、交通岛、渠化岛等区域可依据实际情况采用雨水湿地、雨水花园、湿塘、调节塘、调节池等设施。

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

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

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

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

6.3.16 城市道路绿化带内低影响开发设施（如下沉式绿地、雨水湿地、雨水花园、湿塘、植草沟），应采取必要的防渗措施，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。

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

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

6.3.19 路面雨水宜首先排入道路红线内绿化带，当红线内绿地空间有限时，将道路雨水引入道路红线外绿地内的低影响开发设施内进行消纳。当红线内绿地空间充足时，也可利用红线内低影响开发设施消纳红线外空间的径流雨水。如果道路红线内外均无绿地时，径流雨水应排入周边调蓄设施或排水设施。

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

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

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

6.3.23 城市道路海绵城市系统构建流程示意如图 6.3.23 所示。

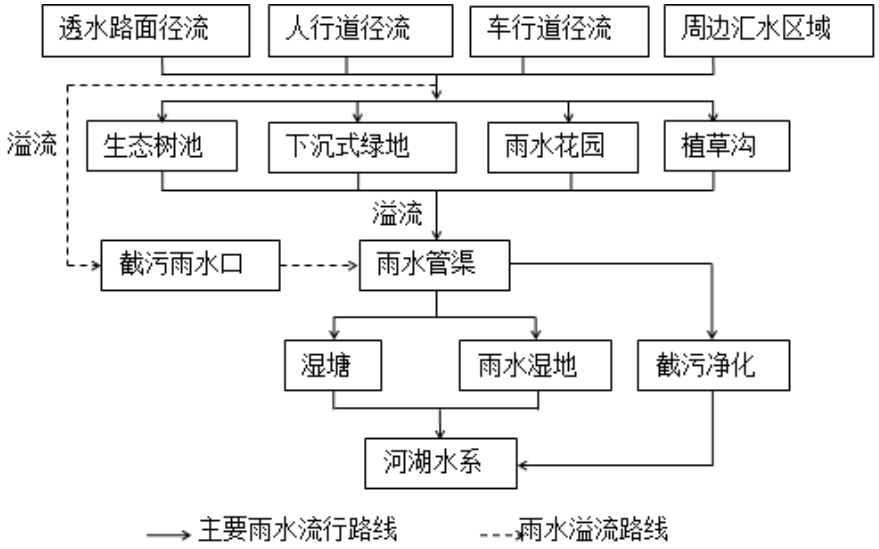

图 6.3.23 城市道路海绵城市系统构建流程示意图

6.3.24 广场应在满足自身功能的前提下，达到相关规划提出的低影响开发控制目标与指标。

6.3.25 广场宜利用透水铺装、生物滞留设施、植草沟等小型、分散式低影响开发设施消纳自身径流雨水。

6.3.26 周边区域径流雨水进入城市广场内的低影响开发设施前，应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。

6.3.27 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。

6.4 城市绿地

6.4.1 城市绿地的低影响开发设计对象包括公园绿地及其他绿地（防护绿地、山体坡地绿地、附属绿地、生产绿地以及其他外围绿地）。

6.4.2 城市绿地的低影响开发设计内容应考虑包括场地高程设计、下沉式绿地、透水铺装、生物滞留设施、渗井/渗管（渠）、水体、蓄水池、植草沟、绿色屋顶等低影响开发设施设计以及与市政排水系统的衔接设计。

6.4.3 城市绿地低影响开发设计应遵循以下流程：

（1）依据上位规划明确项目的低影响开发控制指标；

（2）对用地范围内的现状和规划下垫面进行解析；

（3）根据控制指标和下垫面解析结果，确定城市绿地内海绵措施的规模和雨水利用总量。

（4）结合上述分析，因地制宜，选用适宜的低影响开发设施，确定其建设形式和布局；

（5）根据低影响开发设施的内容和规模，复核低影响开发指标。

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

（1）透水铺装

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

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

3）非透水铺装周边应设有收水系统或渗井。

（2）下沉式绿地

下沉式绿地设计，应符合下列要求：

1）宜选用耐渍、耐淹、耐旱的植物品种。

2）下沉深度应根据土壤渗透性能确定，一般为 100-200mm。

3）绿地内应设置溢流口（如渗井），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部与绿地的高差不宜超过 100mm。

4）与硬化地面衔接区域应设有缓坡处理。

5）与非透水铺装之间应做防水处理。

防护绿地应根据河涌、道路、高压走廊等不同防护用地类别，确定是否采用下沉式绿地。改造项目应根据防护类型、现有植物品种等因素确定具体下沉深度。

（3）生物滞留设施

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

2）生物滞留设施的蓄水深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，一般为 200-300mm，并应设 100mm 的超高。

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

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

其他绿地内的生物滞留设施应根据具体情况合理选用。

高压走廊防护绿地内的生物滞留设施设置，应在符合相关设计规范的前提下谨慎选用。

（4）渗井、渗管、渗渠

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

公园绿地内的径流雨水污染较轻微，雨水井可全部采用渗井形式。

其他绿地内的径流雨水污染较小，可通过植草沟、沉淀池等对径流雨水进行预处理后溢流入渗井。

（5）水体

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

2）水体周边应根据水流方向、速度和冲刷强度，合理设置生态驳岸。

3）水体周边植物应结合区域污染源种类，选择具有特定净化功能的植物。

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

公园绿地内景观水体的补水水源，应通过植草沟、生物滞留措施等对径流雨水进行预处理。

（6）蓄水池

1）无地表调蓄水体且径流污染较小的城市绿地，可设置蓄水池。

2）根据区域降雨、地表径流系数、地形条件、周边雨水排放系统等因素，确定调蓄池的容积。

根据土壤渗透率和下垫面比例合理选用蓄水池形式。塑料蓄水模块蓄水池适用于土壤渗透率较高的区域。封闭式蓄水池适用于土壤渗透率较低或硬化地面区域，但应设有净化设施。

（7）植草沟

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

2）汇水型植草沟深度控制在 200-500mm，宽度不小于 1500mm。

（8）植被缓冲带

植被缓冲带适用于公园绿地、防护绿地的临水区域。

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

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

（9）绿色屋顶

根据整体景观风格和建筑构造确定是否建设绿色屋顶。

6.4.5 城市绿地海绵城市系统构建示意如图 6.4.5 所示。

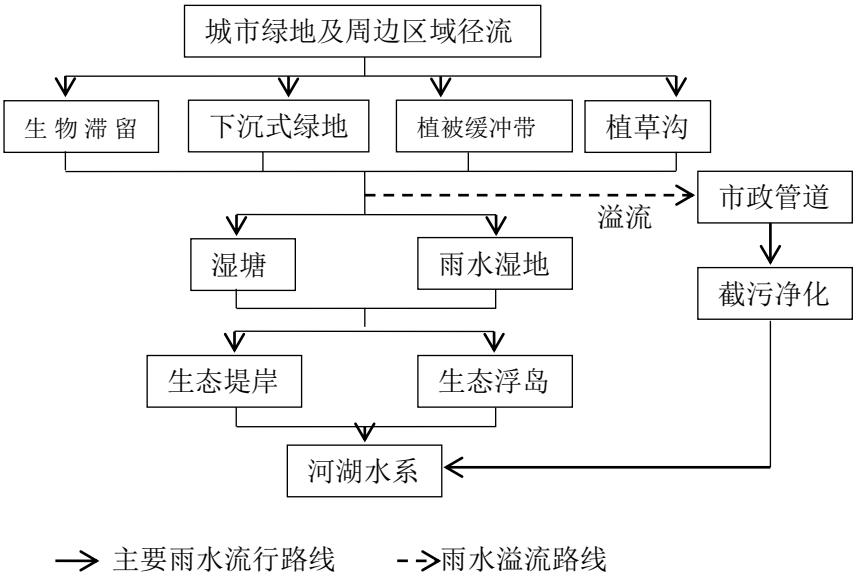

图 6.4.5 城市绿地海绵城市系统构建示意图

6.5 城市河湖水系

6.5.1 城市水系低影响开发设计对象包括城市河涌、湖泊。

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

6.5.3 城市水系低影响开发设计应遵循以下流程：

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

（2）流域分析。在流域洪水风险分析、水量平衡分析、纳污能力污染分析的基础上，重点进行城市水系低影响开发分析。

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

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

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

（6）目标核算及方案调整。对方案设计进行低影响开发指标核算，对于不满足要求的，应进行方案调整。

6.5.4 城市水系水域保护设计应符合下列要求：

（1）系统评估区域水域保护状况，对湖泊蓝线、绿线控制状况、周边建设状况对水域占用进行评估；对城市河涌红线控制状况、周边建设对水域占用状况进行评估。

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

6.5.5 城市水系调蓄调控设计应符合下列要求：

（1）设计需利用模型法、经验公式法等对城市河涌、湖泊进行水量平衡计算，主要明确不同设计标准下源头海绵措施控制后入河入湖调蓄量、外排水量、蒸发水量、河湖补水量、入渗量等。

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

1）生态控制水位：最低生态水位通过河道生态环境需水量，断面设计进行确定。河道生态环境需水量可参照《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z712-2014)进行计算。

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

3）最高控制水位：按照 20 年一遇洪水过程，确定湖泊最高控制水位。

4）超标调蓄水位：按照 100 年一遇洪水过程，确定湖泊超标调蓄水位。

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

6.5.6 城市水系低影响开发建设工程措施选择及设计应符合以下要求：

（1）滨水带

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

（2）驳岸

1）河涌、湖泊的岸线平面曲线应具有自然性与生态性。

2）城市河湖设计流速小于 3m/s，岸坡高度小于 3m 的岸坡，应采用生态型护岸形式或天然材料护岸形式，如石笼护岸、木桩（仿木桩）护岸、干砌石缓坡护岸、水生植物护岸、三维植被网植草护坡、土工织物草坡护坡等。

（3）排口

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

2）城市水系排口应采用生态排口，包括一体式生态排口、漫流生态排口等。

3）河涌、湖泊现有合流、混流排口整治设计中，应结合汇水范围内的源头低影响开发改造措施，设置初期雨水调蓄池、截污管涵等工程措施进行末端污染控制。

（4）水体

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

2）对于城市水体水质功能要求较高、排涝高风险区，可设计自然水体缓冲区作为湿塘、前置塘、湿地、缓冲塘、渗透塘等。

3）根据区域排水量、污染控制目标，确定缓冲区的面积、容积；根据上游排口标高、下游水体水位明确缓冲区水域竖向标高。

6.5.7 城市河湖水系海绵城市系统构建示意如图 6.5.7 所示。

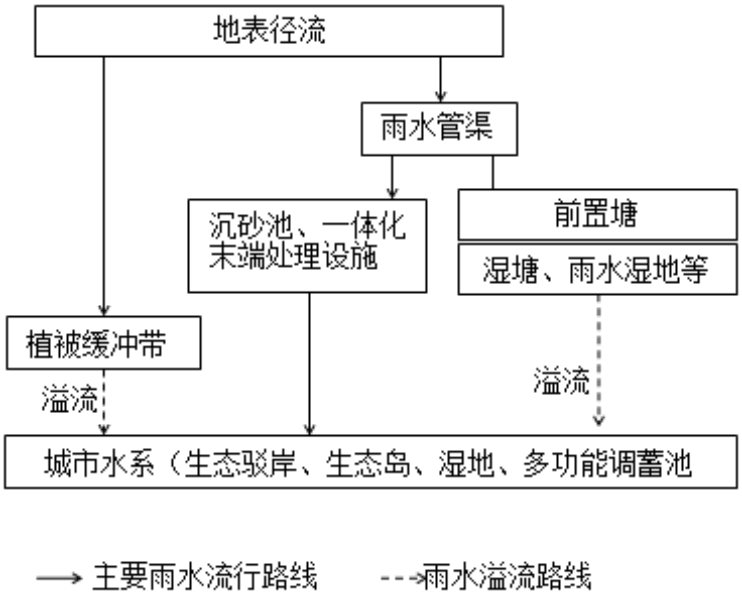

图 6.5.7 城市河湖水系海绵城市系统构建示意图

6.6 海绵型村镇

6.6.1 海绵型村镇建设，应严格保护原有生态基底，尽量保持原有绿色生态网络与水系格局。

6.6.2 海绵型村镇建设，应充分利用大面积的绿地与水体，设置雨水渗透、滞留、调蓄、净化为主要功能的低影响开发设施，例如下沉式绿地、绿色屋顶、透水铺装、湿塘等，以消纳自身及周边区域雨水径流。

6.6.3 海绵型村镇建设，应考虑超标雨水径流排放与村镇河渠、水塘等水系的衔接。

7 海绵城市设施设计指引

7.1 技术类型分类与选型

7.1.1 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 7.1.1 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	—
人工土壤渗滤	●	○	○	●	—	○	○	◎	—	√	高	中	75-95	好

注：1 ●——强 ◎——较强 ○——弱或很小；

2 本表引自《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》46 页表 4-1。

7.1.2 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 7.1.2　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	城市道路与广场	城市绿地	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：1. ●——宜选用　◎——可选用　○——不宜选用。
2. 本表参考《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》47 页表 4-2。

7.2 常见低影响开发设施设计指引

7.2.1　透水铺装

（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，植草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于透水铺装。

图 7.2.1-1　透水铺装

（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非机动车道。市政道路车行道不建议使用透水路面。

（3）透水面层渗透系数应大于 1×10^{-4}m/s，可采用透水面砖、透水混凝土、植草砖等，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）透水找平层宜采用细石透水混凝土、干砂、碎石、石屑或透水砂浆等，渗透系数及有效孔隙率应不小于面层，厚度宜为 20～50mm。

（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%。

（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。

（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）当透水铺装设置在地下室顶板上时，应设置渗排管。

（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。

（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。

透水砖铺装典型构造如图 7.2.1-2 所示。

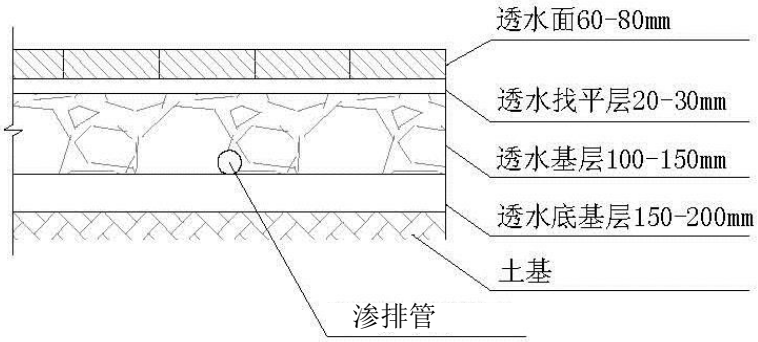

图 7.2.1-2　透水铺装典型结构示意图

（11）当透水铺装路面渗透能力大幅下降时应采用冲洗、负压抽吸等方法及时进行清理。

7.2.2　绿色屋顶

（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 20 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。

对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。

绿色屋顶分为简单式和花园式。

（2）简单式绿色屋顶

简单式绿色屋顶又分为草坪式和容器式，可直接放置于屋面隔热砖或水泥面表层。草坪式绿化屋顶采用的绿化植物应无毒、无害、根系不发达、耐旱耐涝、不容易滋生病虫、优先采用不施肥、不洒药、不浇水可自然生长的植物，如华南蒲地锦竹草、佛甲草等。简单式绿色屋顶对于新旧屋面均适用，尤其适用于原有屋面的绿色屋顶改造，推荐采用。

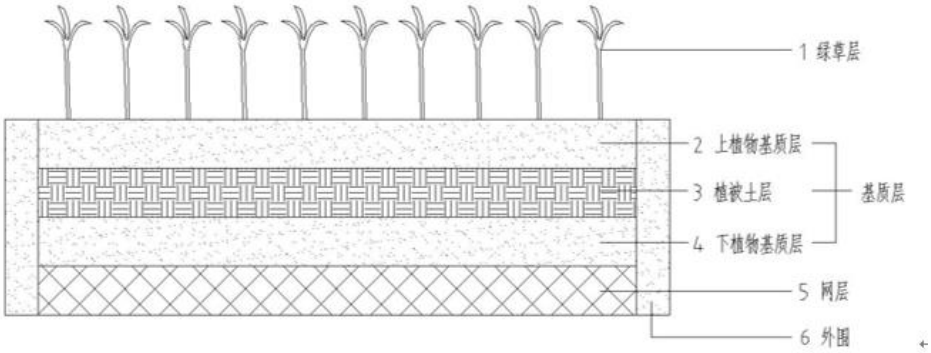

图 7.2.2-1　简单式绿色屋顶构造示意图（草坪式）

图 7.2.2-2　简单式绿色屋顶图（草坪式）

（3）花园式绿色屋顶

花园式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。

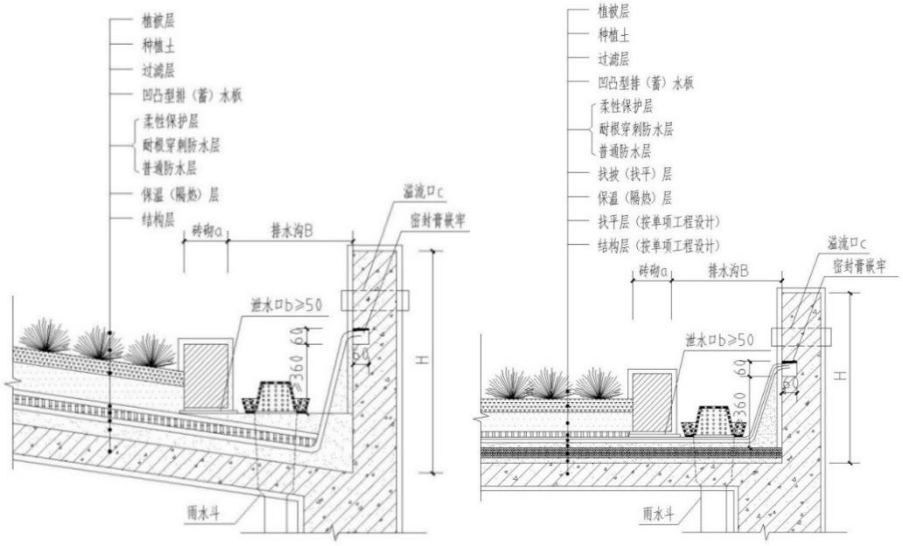

图 7.2.2-3　花园式绿色屋顶构造示意图

（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、容器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。

（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。

（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。

5）具体植物品种选择可参照广州地区技术规范《屋顶绿化技术规范》（DB440100/T 111-2007）。

（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）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。

（9）绿色屋顶雨水口改造

进行屋顶绿化时，为实现屋顶海绵化功能，雨水口应加装防塞排水装置。防塞排水装置可以有效的防止水流中的杂物堵塞下水道入口；具备缓冲结构，能够克服水流的冲击力。安装方式：将装置放于屋面落水口上方即可。

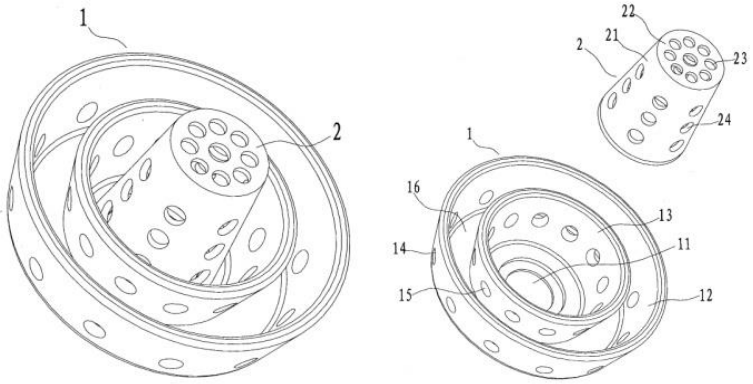

图 7.2.2-4　防塞排水装置

7.2.3　下沉式绿地

下沉式绿地的设计应满足以下要求：

（1）下沉式绿地的下沉深度应根据土壤入渗系数和最大渗透排空时间确定，一般为 100-200mm．最大不宜超过 250mm。

（2）下沉式绿地内一般应设置溢流口（如雨水口），保证多余径流的溢流排放，溢流口顶部标高一般应高于绿地 50-100mm。

（3） 周边雨水宜分散进入下沉式绿地，当集中汇入时应在入口处设置缓冲设施。

（4）下沉式绿地植物应选用耐旱耐淹的品种。

（5）当绿地自然入渗能力不足时，可设置蓄渗洼地、渗渠、渗井等设施增加入渗能力。

7.2.4 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 7.2.4 生物滞留设施实景图

（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。

（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。

（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。

（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过预处理，直接通过消能散水后进入生物滞留设施。

（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。

（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 2m^2，生物滞留设施上游收水区范围不应大于 2ha。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。

（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 200~300mm，并设置 100mm 的超高；覆盖层厚度一般为 70～80mm；种植土壤层厚度一般为 600～1200mm；隔离层一般为土工布或厚度不小于 100mm 的砂层（细砂）；砾石层厚度一般为 300～1000mm。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。

（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。

（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。

（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。

（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。

7.2.5 渗透塘

渗透塘的设计应满足以下要求：

（1）渗透塘前应设置沉砂池、前置塘等预处理设施，去除大颗粒的污染物并减缓流速。

（2）渗透塘边坡坡比（垂直：水平）一般不大于 1:3，塘底至溢流水位一般不小于 0.6m。

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

（4）渗透塘排空时间不应大于 24h。

（5）渗透塘应设溢流设施，并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统衔接，渗透塘外围应设安全防护措施和警示牌。

7.2.6 渗井

渗井的设计应满足以下要求：

（1）雨水进入渗井下渗前应通过植草沟、植被缓冲带等设施对雨水进行预处理：

（2）渗井出水管的管内底高程应高于进水管管项，但不应高于上游相邻井的出水管管底。

（3）底部及周边渗透面的土壤渗透系数宜大于 5×10^{-6}m/s。

（4）渗透面应设过滤层，且过滤层底面距季节性最高地下水位的距离不应小于 1.5m。

7.2.7 渗排一体化设施

渗排一体化设施的设计应满足以下要求：

（1）渗排一体化设施的外排雨水管或溢流雨水管应按总的外排水径流量计算。

（2）渗管的管径和敷设坡度应满足地面雨水排放流量的要求，且管径不小于 200mm。

（3）当采用渗排一体化设施替代排水管道时，应满足排水流量、水力坡度及下游管道高程的要求。

（4）设施的末端必须设置检查井和排水管，排水管连接到雨水排水管网。

（5）检查井出水管口的标高应能确保上游管沟的有效蓄水，当设置有困难时，则无效管沟容积不计入调蓄容积。

（6）其余要求应满足本导则关于渗管/渠的规定。

7.2.8 湿塘

湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出水口构成，必要时可设置护坡、驳岸、维护通道等，其设计应满足以下要求：

（1）进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

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

（3）主塘一般包括常水位以下的永久容积和储存容积（可选），永久容积水深一般为 0.8~2.5m，储存容积应根据其受纳的汇水面所需控制的径流总量确定；具有峰值流量削减功能的调节容积应根据所需调节的水量和相应排空时间确定，调节容积的排空时间应为 24~48h;主塘与前置塘间宜设置水生植物种植区（雨水湿地），主塘驳岸宜为生态软驳岸，边坡坡比（垂直：水平）不宜大于 1：6。

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

（5）湿塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示设施。

7.2.9 雨水湿地

雨水湿地与湿塘的构造类似，一般由进水口、前置塘、沼泽区、出水池、溢流出水口构成，必要时可设置护坡、驳岸、维护通道等，其设计应满足以下要求：

（1）进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

（2）应设置前置塘对径流雨水进行预处理。

（3）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，深沼泽区水深范围为一般为 0.3~0.5m，根据水深不同种植不同类型的水生植物。

（4）雨水湿地的调节容积应在 24h 内排空。

（5）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 0.8~1.2m，出水池容积约为总容积（不含调节容积）的 10%。

7.2.10 蓄水池

蓄水池可采用室外埋地式钢筋混凝土蓄水池、玻璃钢成品蓄水池、塑料模块拼装蓄水池等，其设计应满足以下要求：

（1）应设检查口或检查井，检查口下方的池底应设集泥坑，集泥坑平面最小尺寸应不小于 300mm×300mm；当有分格时，每格都应设检查口和集泥坑，池底设不小于 5%的坡度坡向集泥坑，检查口附近宜设给水栓。

（2）当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，应设搅拌冲洗管道，搅拌冲洗水源应采用储存的雨水。

（3）应设溢流管和通气管并采取防虫措施。

（4）蓄水池兼作沉淀池时，进水和吸水口应避免扰动池底沉积物。

（5）蓄水池应考虑上部及周边荷载的影响。

（6）塑料模块拼装蓄水池作为雨水储存设施时，其竖向承载能力及侧向承载能力应大于上层铺装和道路荷载及施工要求，考虑模块使用期限的安全系数应大于 2.0。

（7）塑料模块水池内应具有良好的水流流动性，水池内的流通直径应不小于 50mm，塑料模块外围应包土工布层，土工布可根据需要采用防渗性或透水性。

7.2.11 雨水罐

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

7.2.12 调节塘

调节塘一般由进水口、调节区、出水口构成，必要时可设置护坡及堤岸，其设计应满足以下要求：

（1）进水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

（2）应设置前置塘对径流雨水进行预处理。

（3）调节区深度宜为 0.6~3m，塘中可以种植耐淹植物以减小流速、增加雨水净化效果；塘底设计成可渗透时，塘底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于 1.5m，距离建筑物基础不应小于 3m（水平距离）。

（4）调节塘出水口宜设计成多级出水形式，以控制调节塘水位，增加雨水水力停留时间（一般不大于 24h），差异化控制不同强度降雨径流的最大外排流量。

（5）调节塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示设施。

7.2.13 调节池

调节池一般由进水口、调节区、出水口构成，出水口一般常用溢流堰式或底部流槽式。调节池的设计要求可参考蓄水池的相关规定。

7.2.14 植草沟

（1）植草沟类型

植草沟一般分为转输型植草沟、干式植草沟和湿式植草沟三类。转输型植草沟只用作传输设施；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。

图 7.2.14 植草沟

（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。

（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。

（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。

（5）尺寸设计

植草沟的上游收水区面积不应大于 0.8ha，植草沟宽度宜为 1.0～2.0m，深度宜为 0.15～1.35m。

（6）断面形状

断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。

（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）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 100mm，过滤层设计深度不宜小于 200mm，入渗/存储层设计深度应不小于 200mm。

（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。

（10）流速要求

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

（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。

（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。

（13）种植要求

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

7.2.15 旱溪

旱溪的设计应满足以下要求：

（1）旱溪断面形式可采用抛物线形、三角形或梯形.

（2）旱溪最大边坡坡比（垂直：水平）不宜大于 1：3，纵向坡度宜为 0.3%～8%，纵坡较大时宜在底部增设土工布，纵坡过大时可设置成阶梯型或在中途设置消能台坎。

7.2.16 渗管/渠

渗管/渠的设计应满足以下要求：

（1）渗管/渠应设置沉泥井等预处理设施。

（2）渗管/渠可采用穿孔塑料管、聚乙烯丝绕管、无砂混凝土管等材料制成，塑料管开孔率应控制在 1%~3%之间，无砂混凝土管的孔隙率应大于 20%。

（3）渗管/渠的敷设坡度应满足排水要求。

（4）渗管/渠四周应填充砾石或其他多孔材料，砾石层外包透水土工布，土工布搭接宽度不应小于 200mm。

（5）渗管/渠设在行车路面下时覆土深度不应小于 700mm。

7.2.17 植被缓冲带

植被缓冲带坡度宜为 2%～6%，宽度不宜小于 2m。当受纳汇水面坡度较大时，应在其与汇水面交界处设置碎石消能设施。

7.2.18 初期雨水弃流设施

初期雨水弃流设施的类型较多、构造各异，初期径流弃流池、自控弃流装置、渗透弃流井等常见设施的设计要点可参见《建筑与小区雨水利用技术工程技术规范》GB50400 的相关规定，具体设计可参考国家建筑标准设计图集 10SS705《雨水综合利用》。

7.3 关键技术要求

7.3.1 土壤要求

（1）应用于 LID 设施中的植物土壤应尽量以原始土壤为主，原始土壤应满足于PH值为6.0-8.5，土壤含盐量在0.10%以下；有机质≥2.5%；容重≤1.20g/cm；非毛管孔隙度≥10；渗透能力>1.3cm/h；石砾粒径≤1cm，石砾含量<8%；全氮量

≥0.10%；全磷量≥0.06%；全钾量>1.7%等条件。对于不能满足条件的现状土壤，建议更换种植土以保证植物的成活率。

（2）对于需要换土的的 LID 设施，必须用优质种植土进行部分或全部置换。回填土必须经过镇压或灌水沉降，夯实基础位置；换土土壤一般采用 85%的洗过的粗砂，10%左右的细沙，有机物的含量 5%，渗透能力不小于 2.5cm/h。种植土应满足符合行业标准《绿化种植土壤》（CJ/T340-2016）中的有关规定。

（3）为满足雨水渗滤、净化等功能性要求，LID 设施内的种植土层下方应设置过滤层，滤料可选用炉渣、蛭石、砂石、卵石、陶粒等材料。

（4）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。土壤层厚度按以下因素进行确定：

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。

（5）LID 设施因种植土渗透能力逐渐下降，导致调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时，应及时置换种植土及下层过滤层。

7.3.2 防渗

（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。

（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。

7.3.3 路缘石开口

（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。

（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 7.3.3 路缘石开口

7.3.4 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 7.3.4　消能措施

7.3.5　底部渗排

（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。

（2）渗排管设置的一般要求

1）最小直径为 50mm。

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 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 0.4%。

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。

7.3.6　低影响开发设施应尽量避让市政基础设施，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。

7.4 常见设施的组合设计

7.4.1 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，根据城市总规、专项规划及详规明确的控制目标，结合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素选择效益最优的单项设施及其组合系统。

组合系统的设计应遵循以下原则：

（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。缺水地区以雨水资源化利用为主要目标时，可优先选用以雨水集蓄利用主要功能的雨水储存设施；内涝风险严重的地区以径流峰值控制为主要目标时，可优先选用峰值削减效果较优的雨水储存和调节等技术；水资源较丰富的地区以径流污染控制和径流峰值控制为主要目标时，可优先选用雨水净化和峰值削减功能较优的雨水截污净化、渗透和调节等技术。

7.4.2 低影响开发设施选用流程如图 7.4.2 所示。

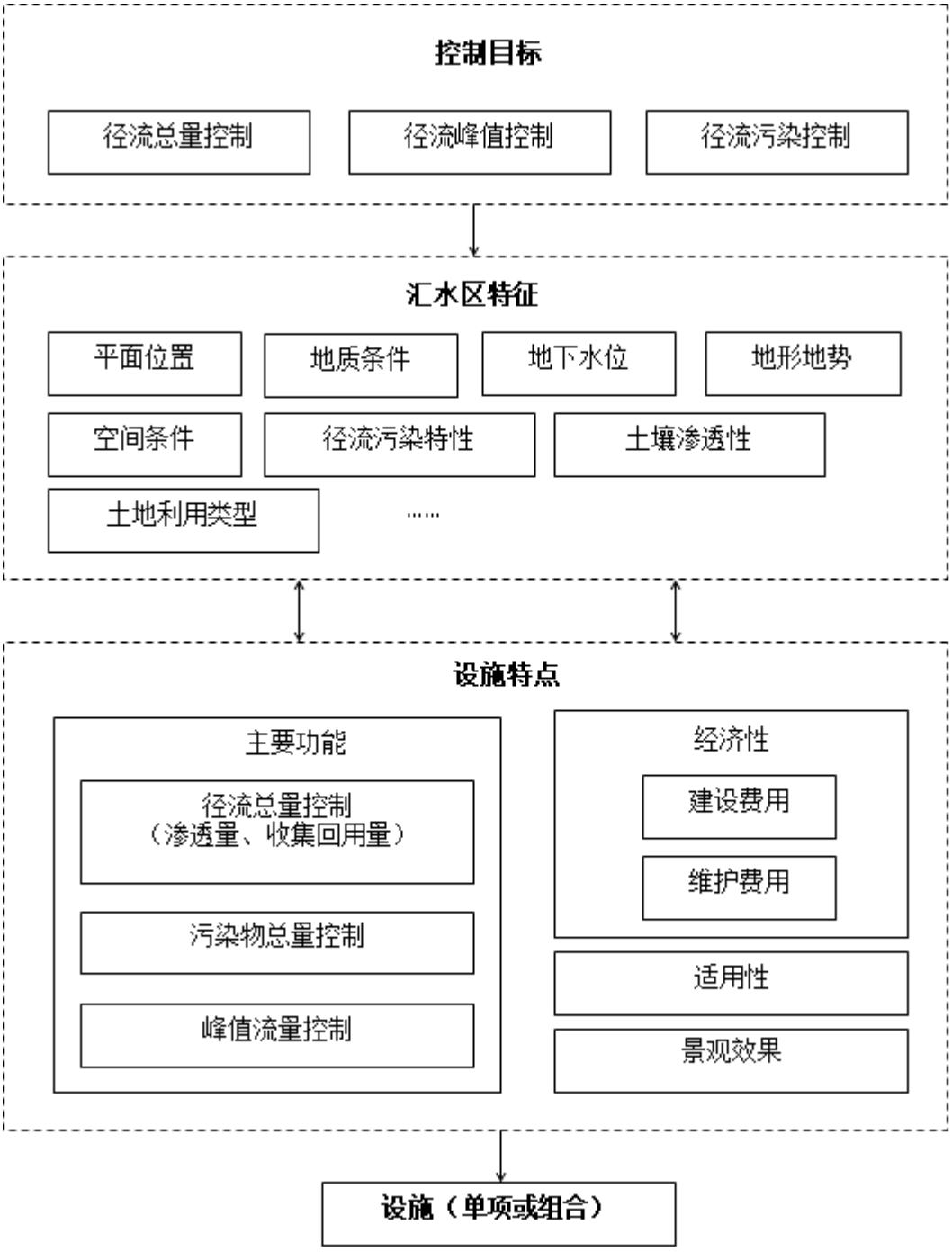

图 7.4.2　低影响开发设施选用流程图

7.5 设施优化

7.5.1　在满足控制目标的前提下，组合系统中各设施的总投资成本宜最低，并综合考虑设施的环境效益和社会效益，当场地条件允许时，优先选用成本较低且景观效果较优的设施。

8 海绵城市评估指引

8.1 一般规定

8.1.1 海绵城市评估包含海绵城市规划设计评估、实施效果评估两部分内容；评估的主要内容：现状海绵城市建设条件、海绵城市的目标和指标的合理性、海绵设施及布局的合理性、海绵设施的建设效果评估、海绵城市总体评价。

8.1.2 遵循《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》、《海绵城市建设绩效评价与考核办法》（建办城函〔2015〕635 号）、《广东省海绵城市建设管理与评价细则》的要求，参照《广州市海绵城市建设指标体系》中水生态、水环境、水资源、水安全四个方面进行评估，重点评估年径流总量控制率、年径流污染控制率、雨水资源利用率指标。

8.1.3 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。

8.1.4 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。年径流污染物总量削减率以年固体悬浮物（SS)总量削减率计。

8.1.5 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、园林绿地灌溉、市政杂用、工农业生产、冷却等雨水总量的核算。

8.2 规划设计评估

8.2.1 海绵城市规划设计评估包括现状建设条件评估和规划设计方案评估。

8.2.2 海绵城市规划设计评估属于项目实施前评估或预评估，应注重海绵城市规划设计方案中项目的实操性、可达性、经济合理性。

8.2.3 现状建设条件评估

（1）现状分析

首先对规划设计研究区域的现状建设条件进行评估，通过 GIS 空间地理分析技术，对研究区域进行下垫面分析，获取用地分类与土壤等数据，并确定汇水分区，识别低洼地段。开展当地自然气候条件（降雨情况）、水文及水资源条件、

地形地貌、排水分区、河湖水系及湿地情况、用水供需情况、水环境污染情况调查，结合降雨、河道、管网、低影响开发设施等模块，通过模型模拟计算研究区域的现状径流总量与径流系数。

（2）评估现状问题与风险。全面梳理区域现状海绵城市建设方面存在的主要问题：一是分析城市竖向、低洼地、市政管网、园林绿地等建设情况及存在的主要问题；二是水生态、水环境、水资源、水安全等四个方面存在的问题及风险。

8.2.4 规划设计评估

（1）方案评估

利用模型对规划设计方面中的海绵城市设施进行效果模拟，通过过对比模型结果与年平均径流总量控制率、年径流污染削减率目标。分析海绵城市建设目标的可达性，并优化控制指标。

对于城市总体规划与控制性详细规划层次的海绵城市规划设计方案，方案评估采用模型可用于辅助指标分解。由于各区域、地块之间存在差异，为保证控制指标的可实施性，推荐利用模型工具实现低影响开发设施选择与建设规模等参数自动计算评估，并与分区、地块进行匹配，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，重点评估根据控制指标布置的低影响开发设施，并结合模型进行设施组合优选。

（2）优化方案

评估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。控制率不满足的需重新调整设计方案，直到控制率达到相应要求。在控制目标达到要求的基础上，低影响开发设施布局应充分结合地形、用地、经济成本等进行优化。

8.3 实施效果评估

8.3.1 海绵城市实施后应进行实施效果评估，评估工作可委托第三方机构编制评估报告，或自行编制自评估报告后组织专家评审。

8.3.2 海绵城市建设效果评估应将现场监测、模型算法、指标考核相结合，有条 件的宜采用现场监测和模型算法，条件缺少的采用指标考核。

8.3.3 年径流总量控制率评估

（1）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，宜在设计和建设时考虑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。

（2）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。

（3）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、建筑与小区系统、绿地系统、道路与广场系统、雨水系统分别进行指标评估。对照《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》相关指标和目标，分别针对各项指标开展评估。

（4）采用指标考核评估年径流总量控制率的同时，应根据《海绵城市建设技术指南一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，进行年径流总量控制率测算和复核。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。

8.3.4 年径流污染控制率评估

（1）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设施对年固体悬浮物（SS）的平均削减率。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。

（2）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一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。

8.3.5 雨水资源利用率评估

（1）雨水收集并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广州市相关用水定额等进行匡算，小区内部道路浇洒可参照《民用建筑节水设计标准》(GB50555)等进行匡算。

（2）雨水收集并用于园林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匡算，企业内部绿化灌溉可参照广州市相关用水定额等进行匡算。

（3）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，可通过广州市相关用水定额等进行匡算。

（4）利用雨水进行景观水体补水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 附则

附录 A 相关规范及文件

A.1 相关政策文件

《中华人民共和国水法》（中华人民共和国主席令第七十四号）

《中华人民共和国防洪法》(2016 年修正版)

《中华人民共和国水污染防治法》（中华人民共和国主席令第八十七号）

《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》国发【2013】23 号

《国务院办公厅关于加强城市基础设施建设意见》（国发[2013]36 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）

《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)

《城市规划编制办法》（中华人民共和国建设部令第 146 号）

住房城乡建设部、环境保护部《城市黑臭水体整治工作指南》（2015 年 8 月）

《城镇排水与污水处理条例》（国务院令第 641 号）

《住房城乡建设部关于印发海绵城市专项规划编制暂行规定的通知》（建规〔2016〕50 号）

《海绵城市建设绩效评价与考核指标（试行）》（2015）

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和考核细则（征求意见稿）》

《广州市建设项目雨水径流控制办法》（2014 年 7 月）

《广州市水生态文明城市建设试点实施方案》（2014 年 4 月）

《广州市黑臭水体整治工作方案》（2016 年 1 月）等

A.2 规范引用文件

除上述文件之外，本导则引用了下列文件中的部分条款。凡是未注日期的引用文件，其有效版本适用于本导则。

《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行)》

《室外排水设计规范》（GB50014）

《民用建筑绿色设计规范》（JGJ/T229)

《建筑给水排水设计规范》（GB50015)

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》（GB50400)

《建筑屋面雨水排水系统技术规范》（CJJ142)

《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137)

《城市居住区规划设计规范》（GB50180）

《城市道路工程设计规范》（CJJ37)

《城市绿地设计规范》（GB50420)

《公园设计规范》（GB51192）

《种植屋面工程技术规程》（JGJ155)

《透水砖路面技术规程》（CJJ/T188)

《绿化种植土壤》（CJ/T340）等

A.3 其它相关标准规范

本导则在编制过程中，参考了在编的广州市海绵城市相关规划、规范：

《广州市海绵城市专项规划》（修改稿）

《广州市城市绿地系统海绵城市专项规划》（2016~2030）

《广州市海绵城市建设指标体系（试行)》（2017 年 1 月）

《广州市海绵城市建设技术指引及标准图集（试行)》（2017 年 1 月）

《广州市海绵城市施工及质量验收规范（试行)》（2017 年 1 月）等

同时考了以下武汉、安阳、南宁、重庆等城市的地方标准规范。

附录 B 广州市降雨资料

附表 B　广州市各雨量站年均降水量年内分配表　（单位：mm）

雨量站	各站平均	温泉	牛心岭	麒麟咀	水口水库	芙蓉嶂水库	南沙	广州
行政区		从化区	从化区	增城区	黄埔区	花都区	南沙区	广州市区
1 月	40.2	44.8	42.5	39.5	43.2	43.9	33.1	34.7
2 月	66.8	75.5	70.5	73.4	66.7	66.2	54.4	61
3 月	92.5	112.8	99.7	108.9	84.4	100.8	61.1	80
4 月	207.8	238.7	219.1	228.5	190.7	217.4	184.2	175.7
5 月	300.9	374.7	319.6	331.7	292.1	293.5	230.9	263.7
6 月	309.5	392.6	310.4	373.6	293.4	285	253.3	257.9
7 月	227.1	232	228.2	260.1	236.5	221.3	196.7	214.8
8 月	239.4	250.6	225	271.4	258.3	222.2	225.7	222.2
9 月	151.6	132.8	148.5	153.2	159.3	138.1	171	158.5
10 月	68.4	66.2	63.3	62.8	73.4	74	68.7	70.6
11 月	35.4	33.4	35.5	33.7	40.4	38.8	32.6	33.1
12 月	29.1	30	29	34	29.7	30.7	26	24.1
4-9 月	1436.2	1621.5	1451	1618.6	1430.2	1377.7	1261.7	1292.8
全年	1768.8	1984.3	1791.4	1971	1768	1732	1537.6	1597

资料来源：《广州市江河流域（区域）综合规划（2008-2030）》。

附录 C 广州市蒸发资料

附表 C　广州市各代表站多年平均蒸发量分析成果表

代表站		麒麟咀站	广州气象站	增城气象站	广州蒸发站	花都气象站	从化站	番禺气象站
代表地区		增城区	广州市区	增城区	广州市区	花都区	从化区	番禺、南沙区
年均蒸发量（mm）		1000	1026	1029	1031	1086	1093	1120
春	（%）	21.4	19.3	20.2	18.6	19.4	19.6	20.2
夏	（%）	31.3	32.2	30.9	30.8	32	33.2	32
秋	（%）	29	30.4	29	30.6	30.3	29.4	29.5
冬	（%）	18.5	18	19.8	20	18.3	17.8	18.2
最大	（%）	11.3	11.6	11.1	11.3	11.3	11.9	11.3
	月份	7	7	7	7	7	7	7
最小	（%）	5	4.5	5.1	5	4.5	4.6	4.7
	月份	2	2	2	3	2	2	2

资料来源：《广州市江河流域（区域）综合规划（2008-2030）》。

附录 D 广州市土壤资料

附表 D-1　土壤渗透系数

地层	地层颗粒		渗透系数 K(m/s)
	颗粒(mm)	所占重量(%)	
黏土			＜$5.7x10^{-8}$
粉质黏土			$5.7x10^{-8}$~$1.16x10^{-6}$
粉土			$1.16x10^{-6}$~$5.79x10^{-6}$
粉砂	＞0.075	＞50	$5.79x10^{-6}$~$1.16x10^{-5}$
细砂	＞0.075	＞85	$1.16x10^{-5}$~$5.79x10^{-5}$
中砂	＞0.25	＞50	$5.79x10^{-5}$~$2.31x10^{-4}$
均质中砂			$4.05x10^{-4}$~$5.79x10^{-4}$
粗砂	＞0.50	＞50	$2.31x10^{-4}$~$5.79x10^{-4}$
圆砾	＞2.00	＞50	$5.79x10^{-4}$~$1.16x10^{-3}$
卵石	＞20.0	＞50	$1.16x10^{-3}$~$5.79x10^{-3}$
稍有裂隙的岩石			$2.31x10^{-4}$~$6.94x10^{-4}$
裂隙多的岩石			＞$6.94x10^{-4}$

附表 D-2　广州市土壤成土母质特性表

种类	分布	特性
花岗岩母质形成的土壤	大部分山地丘陵	土体颗粒较粗，风化壳疏松深厚，易吸水，在植被覆盖差的情况下，易发生土壤侵蚀，严重时出现崩塌
砂页岩母质形成的土壤	较分散，较为集中的分布区为黄埔区九龙镇九佛片区至增城区丘陵台地区	土体较紧实，地表水不易下渗，地表土壤粘粒易流失，土体含砂粒和粉砂较多
石灰岩母质形成的土壤	从化、增城等地	风化物质地粘重，易板结，透水性差，易造成侵蚀
洪积物和冲积物形成的土壤	山谷和山麓坡地	土体层次明显，并往往夹有粗砾、砾石层，多有侧渗水，形成白泥层
河流冲积物母质形成的土壤	流溪河和增江等河流的中下游平原	土体层理明显，河道两旁的土壤质地较轻，距离河道愈远质地愈重，上游地区的比下游地区的土壤质地轻
珠江三角洲沉积物形成的土壤	广州市白云区以南至番禺区	土体深厚，土质粘重，层理明显，常见有海生贝壳类动物残体

资料来源：以《广州市志（1990-2000）》为基础，结合广东省生态环境与土壤研究所提供资料。

附录 E 广州市地下水资料

附表 E　广州市地下水分布特性表

地下水类型	分布区域	含水层厚度	水位埋深	水位年变化幅度
松散岩类孔隙水	江村-蚌湖地段	11~22.72m	0.89~3.13m	
	增城沿岸地段	约 19m	约 2.91m	
	从化-龙山河谷平原	1.9~18.79m	0.25~4.34m	1.25~3.6m
	永汉河谷平原	3~12m	0.38~4.14m	0.38~2.7m
	派潭河谷平原	5.5~11m		
	高增~赤坭河谷平原	5.2~15.58m	0.06~2.5m	0.5~1.6m
	广花盆地	10~15m		
	西江-北江三角洲中部地段	6.34~7.4m	0.62~1.12m	
	山间盆（谷）地地段	2~3m	1~1.5m	
	吕田-南坑河谷平原	>5m	0.55~4.45m	0.6~2.45m
	良口-温泉河谷平原	11.9~34.4m	0.37~3.9m	
	石坑-神岗河谷平原	1.5~15.3m	0.6~2.9m	1.5~2.5m
	新华-花东山前倾斜平原	1.2~22.12m	0.15~6.5m	0.45~3.5m
	竹料-太平场河谷平原		1.29~3.2m	1.5~3m
	增城沙村山前、山间谷地	5~10m	0.44~2.2m	
	冯村-狮岭山前倾斜平原		0.9~4.2m	0.5~2m
	正果-小楼河谷平原		0.7~4.6m	0.7~3.3m
覆盖型碳酸盐岩裂隙溶洞水	水量中等地段	江村大田及嘉禾等地		
	水量丰富地段	广州市北部江村双岗、三元里、肖岗、鸦岗等地		
	水量贫乏地段	广花盆地西侧花都炭步、乌茶布、文岗、骆村及江村莲塘、聚龙等地		
基岩裂隙水	红层裂隙孔隙水	广州市西北地区。		
	层状基岩裂隙水	水量中等地段	广州市东北部的吕田永汉地段	
		水量极贫乏地段	花都一带、龙山~从化地段、鸡笼岗~高滩地段	
	块状基岩裂隙水	水量丰富地段	派潭~鳌头花岗岩裂隙水段、腊圃花岗岩裂隙水段	
		水量中等地段	良口花岗岩裂隙水段、良口~沙田花岗岩裂隙水段、雷公顶花岗岩裂隙水段、温泉~南昆山花岗岩裂隙水段、九佛~福和混合岩和花岗岩裂隙水段、珠坑混合岩裂隙水段。	
		水量贫乏地段	广州东部、北部及零星分布于珠江三角洲平原内残丘孤山	
		水量极贫乏地段	广州北部、中部、番禺以及珠江三角洲中部平原区的孤山残丘	

资料来源：《广州市地下水资源保护与开发利用调查评价项目总报告》。

附录 F 广州市雨水水质指标

附表 F　广州地区雨水水质指标参考值(单位：mg/L)

雨水径流类型		CODcr	TSS	NH_3-N	TN	TP
屋面雨水	初期径流	150~2000	50~500	10~25	20~80	0.4~2.0
	后期径流	30~100	10~50	2~10	4~20	0.1~0.4
庭院、广场、跑道等雨水	初期径流	150~2500	100~1200	5~25	5~40	0.2~1.0
	后期径流	30~120	30~1000	1~4	5~10	0.1~0.2
机动车道路雨水	初期径流	200~3000	200~2000	2~50	5~100	0.5~5.0
	后期径流	30~300	50~300	2~10	5~20	0.1~1.0
透水铺装下收集雨水		10~40	＜10	0.2~2	4~20	0.05~0.2

资料来源：《安阳市海绵城市建设项目规划设计导则----低影响开发雨水系统构建》。

附录 G 广州市相关植物名录

附表 G　广州地区 LID 设施常用植物选型表

序号	植物类型	植物品种选型
1	乔木	湿地松、水松、池杉、落羽杉、垂柳、串钱柳、中山杉、香樟、高山榕、细叶榕、垂叶榕、水石榕、尖叶杜英、假苹婆、银叶树、台湾相思、水黄皮、水蒲桃、洋蒲桃、白千层、水翁、海南蒲桃、秋枫、人面子、铁刀木、黄槐、火焰木、盆架子、桃花心木、桑树、构树、黄葛榕、刺桐、乌桕、复羽叶栾树、楝树、鸡蛋花、木棉、大叶紫薇、黄槿、腊肠树、美丽异木棉
2	灌木及藤本	南天竹、柽柳、马缨丹、夹竹桃、红千层、黄金香柳、龙舌兰、木芙蓉、金凤花、细叶紫薇、肖黄栌、金银花、山胡椒、紫藤、凌霄
3	棕榈类	沼地棕、国王椰子、假槟榔、大王椰子、华棕、老人葵、中东海枣、美丽针葵、三药槟榔、散尾葵、 棕竹、露兜、花叶露兜
4	花卉	堆心菊、牵牛、蓝花鼠尾草、耧斗菜、冷水花、荷兰菊、蛇鞭菊、半边莲、桔梗、紫鸭趾草、大花萱草、吉祥草、阔叶麦冬、蒲苇、葱兰、蜘蛛兰、美人蕉、鸢尾
5	草坪及地被	马蹄金、假俭草、细叶结缕草、沟叶结缕草、狗牙根、香根草、铺地木蓝、翠芦莉
6	水生湿生植物	睡莲、荷花、萍蓬草、芡实、千屈菜、泽泻、慈姑、再力花、梭鱼草、凤眼莲、雨久花、海芋、紫芋、龟背竹、春羽、浮萍、香蒲、荸荠、水葱风车草、纸莎草、埃及莎草、芦苇、花叶芦竹、茭白、荇菜、姜花、水生美人蕉、水金英、金鱼藻、苦草、黑藻、狐尾藻、伊乐藻

资料来源：《广州市海绵城市建设技术指引及标准图集（试行）》。

附录 H 具体项目年径流总量控制率确定范例

——广州番禺汽车价值创新园

（1）规划区年径流总量控制率定性分析

根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》，广州市番禺位于 V 区，年径流总量控制率的范围应为：60%≤α≤85%。

考虑到番禺区土壤下渗困难等因素，结合广州市海绵城市建设要求，同时对比国内自然条件与广州市番禺区相近的其他地区的年径流总量控制率，综合确定番禺汽车价值创新园年径流总量控制率为 70%。

（2）地块年径流总量控制率目标值确定

通过选取番禺汽车价值创新园进行实地调研，结合控规土地利用规划，分别确定各地块的综合径流系数、可调蓄区域占地块总面积的比例、可调蓄区域平均调蓄深度。

其中综合径流系数依据《室外排水工程设计规范》(GB50014-2006)（2016 版）、《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）（2009 版）等有关规定，结合本地现有降雨径流实测经验值，综合确定各类型下垫面的现状径流系数如下表所示。

表 H-1　各类地面径流系数

地面种类	径流系数 ψ
各种屋面、混凝土或沥青路面	0.85～0.95
大石块铺砌路面或沥青表面处理的碎石路面	0.55～0.65
级配碎石路面	0.40～0.50
干砌砖石或碎石路面	0.35～0.40
非铺砌土路面	0.25～0.35
公园或绿地	0.10～0.20
水域（水库、水田、鱼塘、河流）	1.0
城镇	0.80~0.90
村庄	0.70
灌草地	0.50
果园、林地	0.35

对于城市建设用地下的详细用地类型，可根据具体用地的绿地率进一步估算其径流系数。公式如下：

综合径流系数=附属绿地率*0.15+（1-附属绿地率）*0.9　　（公式 H-1）

可调蓄区域面积比例根据地块用地性质不同采取不同确定方法。规划范围内

建设用地的可调蓄区域取其附属绿地中可改造为下凹式绿地或水体的部分。新建建设用地根据《广州市城乡规划技术规定（广州市人民政府令 133 号）》确定附属绿地率，其中旧城区居住用地附属绿地率不低于 25%，商业商务用地附属绿地率不低于 10%；新城区居住用地附属绿地率不低于 35%。商业商务用地附属绿地率不低于 20%。绿地海绵化改造率（或下凹式绿地率）根据《广州市生态专项规划》与《绿色建筑评价标准》，除公园外的绿地下凹式绿地率应为 30%以上。附属绿地率与下凹式绿地率的具体取值根据每类用地的实际踏勘情况做相应调整。生态用地等非建设用地视为所有土地皆为可调蓄区域。可调蓄区域面积比例计算公式如下：

可调蓄区域面积比例=附属绿地率*下凹式绿地率　　（公式 H-2）

可调蓄区域的调蓄深度根据规划范围内各地块内可调蓄区域的性质确定。城市建设用地按照地块内相应低影响开发设施的平均深度确定，取 150mm。生态用地等非建设用地的调蓄深度根据渗透性地表洼地蓄水深度确定，根据实地调查情况取 5mm~50mm 不等。具体取值根据每类用地的实际踏勘情况做相应调整。

基于以上参数确定，通过潜在调蓄容积 V 与设计降雨量 H 的换算公式可估算出各地块所能控制的设计降雨量，通过设计降雨量与年径流总量控制率的关系，可得到不同区域各地块的年径流总量控制目标值。潜在调蓄容积 V 与设计降雨量 H 的换算公式如下：

$$V=\Phi*H*F/1000=\rho*h*F/1000 \qquad \text{（公式 H-2）}$$

$$H=\rho*h/\Phi \qquad \text{（公式 H-3）}$$

其中，V 为地块潜在调蓄容积（m^3）, Φ 为地块综合径流系数，H 为地块设计降雨量(mm)，F 为区域面积（m^2）；ρ 为可调蓄区域或海绵型绿地所占的比例，h 为调蓄体的平均调蓄深度。

基于以上计算方法，根据不同地块的用地性质分别赋予相应的绿地率、绿地海绵化改造率和调蓄深度，在 ARCGIS 中完成相应的赋值与计算。并构建 SWMM 概化模型，对 GIS 计算结果进行校验，最终确定每一类用地类型在理想的开发改造条件下分别能够达到的年径流总量控制率目标值。

调查研究发现场地内各地块相关参数与广州市典型用地类型参数基本一致。

最终计算结果与广州市典型用地类型年径流总量控制目标值亦基本一致。各类用地具体年径流总量控制目标值结果如下表所示。

表 H-2　各类地面径流系数

用地类型	绿地或水面率	绿地或水面海绵化率	海绵设施调蓄深度（mm）	综合径流系数	年径流总量控制率（%）	设计降雨量（mm）
YD-A1	30%	0.3	150	0.68	61.80	20.00
YD-A2	20%	0.3	150	0.75	45.70	12.00
YD-A3	40%	0.4	150	0.60	82.78	40.00
YD-A33	40%	0.4	150	0.60	82.78	40.00
YD-A35	40%	0.4	150	0.60	82.78	40.00
YD-A4	25%	0.3	150	0.71	54.22	15.79
YD-A5	35%	0.3	150	0.64	68.60	24.71
YD-A51	35%	0.3	150	0.64	68.60	24.71
YD-A6	20%	0.15	150	0.75	27.43	6.00
YD-A7	20%	0.15	150	0.75	27.43	6.00
YD-A9	20%	0.15	150	0.75	27.43	6.00
YD-B1	10%	0.2	150	0.83	11.00	3.64
YD-BI(H14)	15%	0.3	150	0.70	39.22	9.64
YD-B3	20%	0.3	150	0.75	45.70	12.00
YD-B41	20%	0.15	150	0.75	20.00	6.00
YD-C1	30%	0.3	150	0.68	61.81	20.00
YD-C3	20%	0.3	150	0.75	45.70	12.00
YD-C4	25%	0.3	150	0.71	54.22	15.79
YD-C5	35%	0.3	150	0.64	68.60	24.71
YD-C7	20%	0.15	150	0.75	27.43	6.00
YD-C9	20%	0.15	150	0.75	27.43	6.00
YD-E1	100%	1	50	1.00	88.05	50.00
YD-E2	100%	1	6	0.15	82.78	40.00
YD-E3	100%	1	6	0.15	82.78	40.00
YD-E4	100%	1	6	0.15	82.78	40.00
YD-E61	30%	0.3	150	0.68	61.81	20.00
YD-E61(C)	30%	0.3	150	0.68	61.81	20.00
YD-E61(M)	30%	0.3	150	0.68	61.81	20.00
YD-E61(R)	30%	0.3	150	0.68	61.81	20.00
YD-E8	20%	0.5	150	0.75	61.81	20.00
YD-G1	70%	0.15	150	0.38	84.00	42.00
YD-G11	70%	0.15	150	0.38	84.00	42.00
YD-G2	100%	1	6	0.15	84.00	40.00
YD-G22	100%	1	6	0.15	84.00	40.00
YD-G3	30%	0.35	150	0.68	66.72	23.33
YD-H14	15%	0.3	150	0.70	39.22	9.64
YD-H14(M1)	15%	0.3	150	0.70	39.22	9.64
YD-H2	15%	0.15	150	0.79	11.00	4.29
YD-H23	15%	0.15	150	0.79	11.00	4.29
YD-H41	20%	0.15	150	0.75	27.43	6.00
YD-M1	20%	0.3	150	0.75	45.70	12.00

用地类型	绿地或水面率	绿地或水面海绵化率	海绵设施调蓄深度（mm）	综合径流系数	年径流总量控制率（%）	设计降雨量（mm）
YD-M2	15%	0.3	150	0.79	36.22	8.57
YD-M3	10%	0.5	150	0.83	37.74	9.09
YD-R1	40%	0.5	100	0.60	77.79	33.33
YD-R2	25%	0.4	150	0.71	63.54	21.05
YD-R22	25%	0.4	150	0.71	63.54	21.05
YD-RX	15%	0.3	150	0.70	39.22	9.64
YD-RY	15%	0.3	150	0.70	39.22	9.64
YD-RZ	15%	0.3	150	0.70	39.22	9.64
YD-S3	10%	0.3	150	0.83	25.56	5.45
YD-S42	10%	0.3	150	0.83	25.56	5.45
YD-S9	10%	0.3	150	0.83	25.56	5.45
YD-U	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U1	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U13	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U15	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U16	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U2	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U21	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U22	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U3	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U31	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U32	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U4	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U6	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-U9	5%	0.3	150	0.86	11.00	2.61
YD-W1	20%	0.3	150	0.75	45.70	12.00
YD-byd	100%	1	6	0.15	82.78	40.00

（3）分区年径流总量控制率确定

基于各地块具体年径流总量控制目标值的计算与模型校核，在 ArcGIS 中对规划范围内各个地块进行赋值，通过 Zonal Statistics 工具可按照不同分区单元分别进行面积加权统计，统计结果即为各个分区单元的年径流总量控制率。

根据项目需求，规划以广州市海绵城市专项规划中的排水分区为基础，在规划范围内划分 19 个小排水分区，各个小排水分区在广州市海绵城市专项规划排水分区编号基础上进行编号。

（4）规划年径流总量控制率确定与复核

在分区年径流总量控制率确定的基础上，规划自下而上统计出各个两个备选方案下各排水分区的年径流总量控制率潜力目标值，并与广州市海绵城市专项规划中的年径流总量控制目标进行复核。如年径流总量控制率不能达到广州市海绵

城市专项规划控制要求，则需调整相应分区内地块参数，如提升地块可调蓄区域占地块总面积的比例或提高可调蓄区域平均调蓄深度。

方案中除 PY-005 分区外，其余排水分区皆达标，规划范围内年径流总量控制率为 74%。

最终得到在最为理想的开发与改造条件下，规划范围内年径流总量控制率目标值约为 75%。

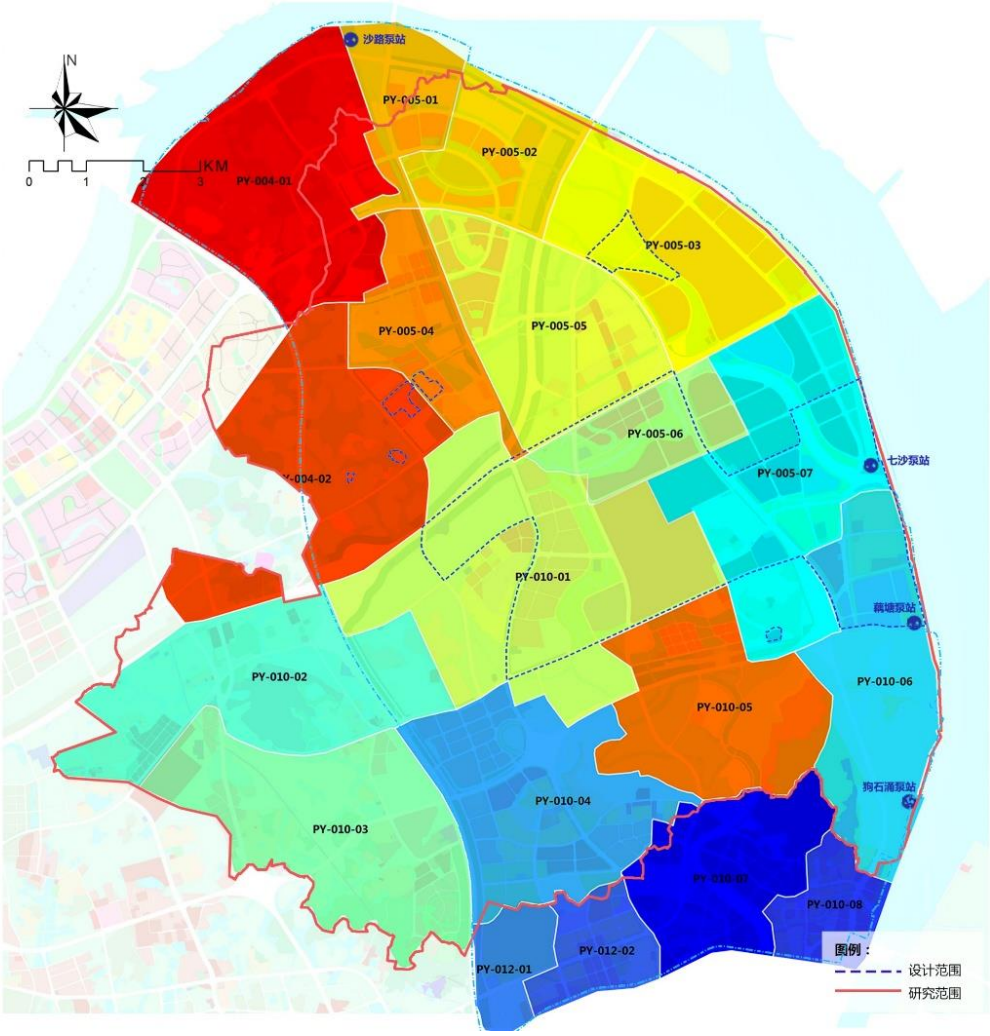

图 H-1　小排水分区划分图

表 H-3　分区年径流总量控制率确定与复核

排水分区名称	汇水分区编号	径流总量控制			上位规划年径流总量控制率
		设计降雨量（mm）	年径流总量控制率		
新造村分区 PY-004	PY-004-01	37.7	81%	82%	71%
	PY-004-02	39.6	83%		
化龙围分区 PY-005	PY-005-01	26.6	71%	69%	70%
	PY-005-02	26.6	71%		
	PY-005-03	22.6	66%		
	PY-005-04	22.2	65%		
	PY-005-05	29.4	74%		
	PY-005-06	29.7	74%		
	PY-005-07	22.9	66%		
莲花围分区 PY-010	PY-010-01	27.8	72%	75%	67%
	PY-010-02	34.2	79%		
	PY-010-03	33.9	78%		
	PY-010-04	26	70%		
	PY-010-05	30.7	75%		
	PY-010-06	34.7	79%		
	PY-010-07	32.2	77%		
	PY-010-08	22.5	66%		
市石围分区 PY-012	PY-012-01	40.7	83%	75%	69%
	PY-012-02	23.7	67%		