

江门市蓬江区海绵城市设计 指引和技术审查要点 (公示稿)

江门市蓬江区住房和城乡建设局

江门市规划勘察设计研究院有限公司

2020年8月

目录

1. 总则	1
1.1 编制目的	1
1.2 适用范围	1
1.3 动态修订	1
2. 术语与定义	2
2.1 一般术语	2
2.2 海绵设施技术名词	4
3. 基本规定	7
4. 海绵城市设计目标与指标	9
4.1 设计降雨量	9
4.2 年径流总量控制率目标	9
4.3 年径流污染物总量削减率目标	12
4.4 城市水系海绵城市建设标准	12
4.5 雨水及内涝设计标准	13
4.6 设计计算	14
5. 海绵城市设计导则	19
5.1 一般规定	19
5.2 设计原则	20
5.3 设计流程及内容	21
5.4 建筑与小区	24
5.5 道路	28
5.6 绿地和广场	32
5.7 城市水系	36

6. 海绵城市设施设计指引	41
6.1 技术类型分类与选型.....	41
6.2 低影响开发技术设计要点.....	42
6.3 关键技术要求	59
6.4 常见设施的组合设计与优化.....	63
6.5 非工程性措施	64
7. 海绵城市设计评估方法	65
7.1 一般规定	65
7.2 年径流总量控制率容积法简易评估.....	65
7.3 年径流污染物总量削减率简易评估.....	67
7.4 排水防涝标准评估.....	67
7.5 模型评估内容及要求.....	68
8. 海绵城市技术审查要点	69
8.1 总体流程	69
8.2 一般规定	69
8.3 海绵城市审查要点.....	70
8.4 设计成果报审材料参考.....	74
9. 绩效考核方案	80
9.1 绩效考核方案	80
9.2 监测系统建设	81
10. 附录	82
10.1 附录一：相关参考文献、资料.....	82
10.2 附件二：典型案例.....	84
10.3 附件三：市政工程、景观园林工程一般采用植物名录	121

1. 总则

1.1 编制目的

为全面贯彻落实国家关于海绵城市建设的相关要求，推进江门市蓬江区海绵城市建设，提高海绵城市建设的科学性、系统性，指导海绵城市相关建设项目设计及职能部门技术审查，制定本指引和要点。

1.2 适用范围

本指引和要点适用于蓬江区各类建筑与小区、道路、绿地与广场、城市水系等系统新、改、扩建项目的设计（豁免清单除外，详见备注）。海绵城市设计除满足本指引要求外，还应符合国家和省市现行相关标准、规范和规定。当本指引和要点要求与国家现行标准、规范矛盾时，以国家现行标准、规范为准。

备注：符合以下情形之一的项目可纳入海绵城市建设管控豁免清单管理：

- （1）项目经过地质勘察确认位于地质灾害易发区，如易发生滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等不适宜进行海绵城市建设的区域；
- （2）可能产生特殊污染的建设项目，如石油化工储存基地、加油站、大量生产或使用重金属企业、垃圾填埋场、传染性医院及其他存在医学风险的医院、危化品仓储区等；
- （3）应急抢险项目及应急工程；
- （4）保密项目；
- （5）因建设环境、内容、功能等因素约束而不能完全遵循海绵城市建设规范标准的项目，在经过论证并报主管部门批准后，可适当降低海绵城市建设相关要求。
- （6）其他的由各行业主管部门根据上述原则及要求，结合自身特点和具体情况，可制定本部门海绵城市建设管控豁免清单，在充分征求住建部门、自然资源部门及相关部门的意见后，发布实施并报住建部门、自然资源部门及相关部门备案。
- （7）上述项目如周边设有防护绿地的，一同纳入海绵城市建设管控豁免清单管理。

1.3 动态修订

本指引和要点实行动态修订，以保障其适用性和适度超前性。区有关部门可随着蓬江区海绵城市试点建设的推进和相关工程实践经验的总结，并且结合国家、省、市政策、法律、法规和规范的调整适时对本指引和要点内容进一步修订、完善和优化。

2. 术语与定义

2.1 一般术语

2.1.1 海绵城市 sponge city

通过城市规划、建设的管控，从“源头减排、过程控制、系统治理”着手，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，统筹协调水量与水质、生态与安全、分布与集中、绿色与灰色、景观与功能、岸上与岸下、地上与地下等关系，有效控制城市降雨径流，最大限度地减少城市开发建设行为对原有自然水文特征和水生态环境造成的破坏，使城市能够像“海绵”一样，在适应环境变化、抵御自然灾害等方面具有良好的“弹性”，实现自然积存、生态渗透、自然净化的城市发展方式，有利于达到修复城市水生态、涵养城市水资源、改善城市水环境、保障城市水安全、复兴城市水文化的多重目标。

2.1.2 低影响开发 low impact development

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

2.1.3 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），用于确定海绵城市建设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。

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

通过自然与人工强化的渗透、滞蓄、净化等方式控制城市建设下垫面的降雨径流，得到控制的年均降雨量与年均降雨总量的比值。

2.1.5 年径流污染物削减率 volume capture ratio of annual urban diffuse pollution

年径流污染物削减率，以固体悬浮物（TSS）的削减率来近似计算。年悬浮物（TSS）总量削减率等于区域内年径流总量控制率与海绵城市建设设施对悬浮物（TSS）平均削减率的乘积。

2.1.6 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降雨量之比。

2.1.7 雨量径流系数 volume tricrun off coefficient

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

2.1.8 下垫面 under lying surface

降雨受水面的总称，包括屋面、地面、水面等。

2.1.9 硬化地面率 impevious surface ratio

除屋面外，不具有透水性能的地面面积与地面总面积的比值。

2.1.10 透水铺装率 proportion of permeable paving

透水地面铺装占硬化地面的比例。

2.1.11 超标雨水 excess storm water runoff

超出排水管渠设施承载能力的雨水径流。

2.1.12 雨水渗透 storm water infiltration

在降雨期间使雨水分散并被渗透到人工介质内、土壤中或地下，以增加雨水回补地下水、净化径流和削减径流峰值的措施。

2.1.13 雨水滞留 storm water retention

在降雨期间暂时储存部分雨水，以增加雨水渗透、蒸发或收集回用的措施。

2.1.14 雨水调蓄 storm water detention

在降雨期间调节和储存部分雨水，以增加雨水收集回用或削减径流污染、径流峰值的措施。

2.1.15 单位面积控制容积 control volume of unit area

根据低影响开发设施年径流总量控制率（扣除河道与雨水系统削减占比）计算得到的区域、地块单位面积的设计调蓄容积。

2.1.16 土壤渗透系数 permeability coefficient of soil

单位水力坡度下水的稳定渗透速度。

2.2 海绵设施技术名词

2.2.1 绿色屋顶 greenroof

又称种植屋面或屋顶绿化，指在高出地面以上，与自然土层不相连接的各类建筑物、构筑物的顶部和天台、露台上由表层植物、覆土层和疏水设施构建的具有一定景观效应的绿化屋面。

2.2.2 透水铺装 pervious pavement

可渗透、滞留和排放雨水并满足荷载要求和结构强度的铺装结构。根据铺装结构下层是否设置排水盲管，分为半透水铺装和全透水铺装。

2.2.3 下沉式绿地 sunken greenbelt

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 200mm 以内的绿地；广义的下沉式绿地泛指具有一定的调蓄容积（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（含雨水花园、生态树池、生物滞留带、高位花坛等）、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等。

2.2.4 生物滞留设施 bioretention system, bioretention cell

生物滞留设施指在地势较低的区域，通过植物、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。

2.2.5 雨水花园 rain garden

自然形成或人工挖掘的下沉式绿地，种植灌木、花草，形成小型雨水滞留入渗设施，用于收集来自屋顶或地面的雨水，利用土壤和植物的过滤作用净化雨水，暂时滞留雨水并使之逐渐渗入土壤。

2.2.6 生态树池 ecological treepool

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

2.2.7 植草沟 grass swale

用来收集、输送和净化雨水的表面覆盖植被的明渠，可用于衔接其他海绵城市单项设施、城市雨水管渠和超标雨水径流排放系统。主要型式有转输型植草沟、渗透型的干式植草沟和经常有水的湿式植草沟。

2.2.8 雨水湿塘 storm water wet pond, storm water wet basin

用来调蓄雨水并具有生态净化功能的天然或人工水塘，雨水是主要补给水源。

2.2.9 人工湿地 constructed wet land

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、挺水和沉水植物、动物和水体组成的复合体。

2.2.10 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。

2.2.11 植被缓冲带 grass buffer

指坡度较缓的植被区，经植被拦截和土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的污染物。

2.2.12 渗透管渠 infiltration trench

具有渗透和转输功能的雨水管或渠。

2.2.13 浅层调蓄池 shallow storm water storage tank

采用人工材料在绿地或广场下部浅层空间设置的雨水调蓄设施，可为矩形镂空箱体、半管式、管式等多种结构。

2.2.14 路面边缘排水系统 pavement edge drainage system

沿路面结构外侧边缘设置的排水系统。通常由透水性填料集水沟、纵向排水管、过滤织物等组成的。

2.2.15 生态护岸 ecological slope protection

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

2.2.16 陆域缓冲带 land buffer zone

包括陆生植物群落以及布设在其中的防汛通道、游步道、慢行道、休憩平台、人工湿地、下沉式绿地、植草沟等设施。

2.2.17 雨水断接技术 storm water indirect connecting technology

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径流雨水的方法。

2.2.18 地形改造 topography reform

指在原始地形限定的改造范围内通过设计等高线或控制点高程来改造原有地形的形式。

3. 基本规定

- 3.0.1 海绵城市建设应贯彻自然积存、自然渗透、自然净化理念，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，强调采用低影响的开发模式，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度的减少城市开发建设对生态环境的影响。
- 3.0.2 海绵城市建设应坚持生态为本、自然循环。充分发挥山水林田湖等原始地形地貌对降雨的积存作用，充分发挥植被、土壤等自然下垫面对雨水的渗透作用，充分发挥湿地、水体等对水质的自然净化作用，努力实现城市水文的自然循环。
- 3.0.3 海绵城市建设应坚持规划引领、统筹推进。因地制宜确定海绵城市建设目标和具体指标，统筹发挥自然生态功能和人工干预功能，实施源头减排、过程控制、系统治理，切实提高城市排水、防涝、防洪和防灾减灾能力。
- 3.0.4 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数的设计标准，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按照现行国家标准的《室外排水设计规范》（GB50014）。
- 3.0.5 海绵城市设计应综合考虑地区排水防涝、水污染防治需求，并以内涝防治和面源污染消减为主、雨水资源化利用为辅。
- 3.0.6 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相关规划要求排出。
- 3.0.7 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。
- 3.0.8 建设项目中室外停车场、休闲广场、人行道、室外庭院等的硬化地面应采用透水铺装。
- 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，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 新建道路与广场、公园和绿地、建筑与小区、生态水网、排水防涝、水源配置以及城市更新改造、综合整治等建设项目必须按照海绵城市要求进行建设。海绵城市低影响开发设施应与主体工程同步规划、同步设计、同步施工、同步验收、同时使用。
- 3.0.11 低影响开发的各类工程措施之间应有效协同，尽可能多的预留城市绿地空间，增加可渗透地面，积蓄雨水宜就地回用。
- 3.0.12 低影响开发的各类工程措施应与周边环境相协调，注重其景观效果。
- 3.0.13 低影响开发设施的设计应与项目总平面、竖向、园林、建筑、给排水、结构、道路、经济等相关专业相互配合、相互协调，实现综合效益最大化。
- 3.0.14 海绵城市的各类设施应采取保障公众安全的防护措施。对存在安全隐患的海绵城市设施应设置标识或警示牌。

4. 海绵城市设计目标与指标

4.1 设计降雨量

根据江门市新会区国家气象站近 30 年逐日降雨量资料，江门市雨水年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系如图及表所示。

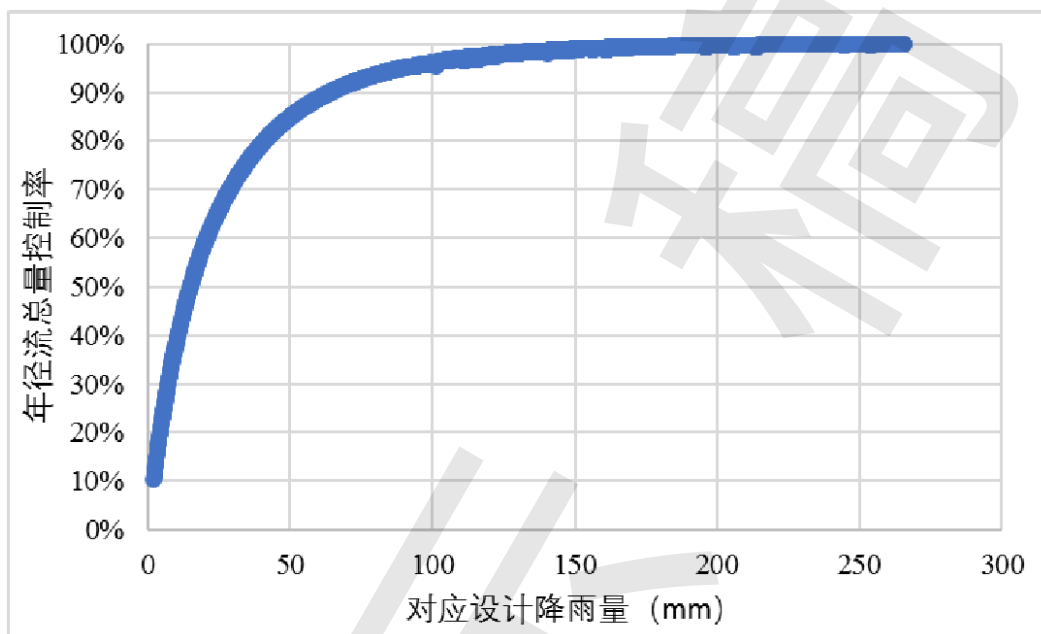


图 4.1.1 江门市“雨水年径流总量控制率-设计降雨量”曲线图

表 4.1.1 江门市雨水年径流总量控制率与对应设计降雨量

年径流总量控制率 (%)	50%	55%	60%
设计降雨量 (mm)	14.9mm	17.6mm	20.7mm
年径流总量控制率 (%)	65%	70%	75%
设计降雨量 (mm)	24.5mm	28.8mm	34.0mm
年径流总量控制率 (%)	80%	85%	90%
设计降雨量 (mm)	40.9mm	50.0mm	64.0mm

4.2 年径流总量控制率目标

不同类型建设用地的年径流总量控制率目标分为新建及改造地块（项目）和现状地块专项建设两类。其中，新建及改造地块（项目）是指地块整体新建或改

造时同步建设低影响开发设施的情况，现状地块专项建设是指现状地块不整体改造、专项改建部分设施为低影响开发设施的情况。

4.2.1 新建及改造地块

针对新建及改造地块（项目）的不同类型用地海绵城市引导性管控指标及年径流总量控制率目标，应满足下表要求。

表 4.2.1 新建及改造地块（项目）引导性管控指标及年径流总量控制率表

用地性质及代码		性质分区	海绵城市引导性指标					年径流总量控制率目标(%)
			下沉式绿地率(%)	下沉深度(m)	透水铺装率(%)	绿色屋顶率(%)	硬化地面率(%)	
A	公共管理与公共服务设施用地	医院、学校	≥30% (40%)	0.2	≥40% (50%)	≥10% (20%)	≤40%	≥80%
		其他	≥30% (40%)	0.2	≥40% (50%)	≥10% (20%)	≤40%	≥70%
B	商业服务业设施用地	-	≥30% (40%)	0.2	≥40% (50%)	≥10% (20%)	≤40%	≥70%
R	居住用地	-	≥30% (40%)	0.2	≥40% (50%)	≥10% (20%)	≤40%	≥80%
M、W	工业用地、仓储物流用地	一般园区、特定园区	≥30% (40%)	0.2	≥40% (50%)	鼓励性	-	≥50%
		升级改造、扩建增容	≥30% (40%)	0.2	≥40% (50%)	鼓励性	-	≥60%
S	道路与交通设施用地（仅含新建及整体改造道路）	红线宽度≥30米	≥30% (40%)	0.2	非机动车道、人行道：≥40% (50%)	-	-	≥50%
		红线宽度<30米	鼓励性	-		-	-	鼓励性
U	公用设施用地	-	≥30% (40%)	0.2	≥40% (50%)	≥10% (20%)	-	≥75%
G	绿地与广场用地	-	≥30% (40%)	0.2	≥40% (50%)	≥10% (20%)	-	≥90%

注：1、海绵城市引导性管控指标参考自《江门市海绵城市建设专项规划》，括号内指标为推荐采用指标。

- 2、各类型用地的性质分区按《江门市城乡规划技术标准与准则》（2019年第一版）。工业用地、仓储物流用地中特定园区为《江门市市区工业用地容积率管理园区范围划定》的区域；升级改造园区包括产品研发、教育、企业总部办公区域、中小微企业孵化器、企业产品展示厅等。
- 3、红线宽度<30米的道路，应根据具体设计要求尽可能提高年径流总量控制率目标；道路经改造后的径流量不得超过原有径流量。
- 4、下沉式绿地率=广义的下沉式绿地面积÷绿地总面积。下沉式绿地定义及包含的内容详见“2.2海绵设施技术名词”。下沉深度指下沉式绿地低于周边铺砌地面或道路的平均深度，对于湿塘、雨水湿地等水面设施系指调蓄深度；下沉深度应≥0.1m。本表中下沉式绿地率按下沉深度0.2m计算，>0.3m时按0.3m计算。
- 5、透水铺装率=透水铺装面积÷硬化地面总面积（本表中道路的硬化地面不计车行道面积）。
- 6、绿色屋顶率=绿色屋顶面积÷建筑屋顶总面积，绿色屋顶率计算时的建筑屋顶总面积可以不计算厂房、仓库的屋顶面积。
- 7、硬化地面率=不具有透水性能的地面面积（不含屋面外）÷地面总面积。
- 8、本表不适用于“1.2适用范围”中所列的豁免清单项目。

4.2.2 现状地块专项建设

鼓励现状地块进行海绵城市专项建设，不同类型建设用地海绵城市引导性管控指标及年径流总量控制率目标应满足下表要求。

表 4.2.2 现状地块专项建设引导性管控指标及年径流总量控制率表

用地性质及代码		海绵城市引导性指标				年径流总量控制率目标(%)
		下沉式绿地率(%)	透水铺装率(%)	绿色屋顶率(%)	硬化地面率(%)	
R、B	居住用地、商业服务业设施用地	鼓励性	鼓励性	鼓励性	不大于改造前原有硬化地面率，且≤70%	≥50%
A	公共管理与公共服务用地	≥10% (20%)	≥20% (30%)	鼓励性		≥50%
M、W	工业用地、物流仓储用地	鼓励性	鼓励性	鼓励性	-	≥50%
S	道路与交通设施用地 (海绵城市专项建设)	≥10% (20%)	非机动车道、人行道：≥20% (30%)	-	-	鼓励性
U	公用设施用地	≥10% (20%)	≥20% (30%)	鼓励性	-	≥50%
G	绿地与广场用地	≥30% (40%)	≥40% (50%)	≥20% (30%)	-	≥50%

注：括号内指标为推荐采用指标。

4.2.3 调蓄设施建设

经评估后年径流总量控制率目标达不到表 4.2.1 和表 4.2.2 要求的地块（项目），以及建筑面积 2 万平方米以上的建筑与小区项目，要配套建设雨水罐、蓄水池等调蓄（雨水收集利用）设施。

4.3 年径流污染物总量削减率目标

（1）新建及改造地块

针对新建及改造地块（项目）的不同类型用地年径流污染物总量（以悬浮物 SS 计，下同）削减率目标，应满足下表要求。

表 4.3.1 新建及改造地块（项目）年径流污染物总量削减率表

用地性质及代码		性质分区	年径流污染物总量削减率目标 (%)
A	公共管理与公共服务设施用地	学校、一般医院	≥60%
		其他	≥55%
B	商业服务业设施用地	-	≥55%
R	居住用地	-	≥60%
M、W	工业用地、仓储物流用地	一般园区、特定园区	≥40%
		升级改造、扩建增容	≥45%
S	道路与交通设施用地	红线宽度≥30米	≥40%
U	公用设施用地	-	≥60%
G	绿地与广场用地	-	≥70%

（2）现状地块专项建设

现状地块专项建设年径流污染物总量削减率按≥40%控制。

4.4 城市水系海绵城市建设标准

（1）通过城市水系项目建设，使城市开发建设前后天然水域总面积不宜减少，保护并最大程度恢复自然地形地貌和山水格局，不得侵占天然行洪通道、洪泛区和湿地、林地、草地等生态敏感区；或应达到相关规划的蓝线、绿线等管控要求。

(2) 城市规划建设区内除码头等生产性岸线及必要的防洪岸线外，新建、改建、扩建城市水体的生态性岸线率不宜小于 70%。

4.5 雨水及内涝设计标准

4.5.1 雨水管网设计标准

采用江门市 2015 年版暴雨强度公式，重现期与城市排水（雨水）防涝规划一致，具体如下。

- (1) 一般地区：设计重现期采用 P=5 年；
- (2) 重要区域或短期积水能引起较严重后果的地区：采用 P=10 年；
- (3) 立体交叉道路、地下通道和下沉式广场：采用 P=20~30 年。

表 4.5.1 江门市 2015 年版单一重现期暴雨强度公式

重现期P (年)	设计暴雨强度q
P=3	$4359.535 / (t+15.633)^{0.760}$
P=5	$3853.024 / (t+13.926)^{0.712}$
P=10	$3377.408 / (t+11.547)^{0.661}$
P=20	$3077.977 / (t+9.235)^{0.626}$
P=30	$2957.904 / (t+8.256)^{0.609}$
P=50	$2825.473 / (t+7.160)^{0.589}$
P=100	$2661.312 / (t+5.792)^{0.564}$

式中：q—设计暴雨强度 (L/s·ha)；

P—设计暴雨强度重现期；

t—降雨历时 $t=t_1+t_2$ ；

t₁—地面集水时间取 $t_1=5\sim 10$ 分钟；t₂—管渠内雨水流行时间（分钟）。

4.5.2 城市内涝防治设计标准

内涝防治标准按 30 年一遇，降雨历时一般采用 24h。地面积水设计标准为居民住宅和工商业建筑物的底层不进水；城市道路中至少一条车道的积水水深不超过 15cm，积水时间不超过 1 小时，道路的积水范围不超过 50m²。

4.5.3 径流峰值控制标准

(1) 雨水管渠及内涝防治设计重现期下，新建地块外排径流峰值流量不宜超过开发建设前原有径流峰值流量。

(2) 改造地块外排径流峰值量不得超过更新改造前原有径流峰值流量。

4.6 设计计算

4.6.1 以储存为主要功能的设施规模计算

(1) 雨水罐、蓄水池、雨水湿塘、雨水湿地等设施以储存为主要功能时，其储存容积应通过“容积法”计算，并通过技术经济分析综合确定。

$$V = 10H\varphi F \quad \text{式 4.6.1}$$

式中：V——设计调蓄容积， m^3 ；

H——设计降雨量，mm；

φ ——雨量径流系数；

F——汇水面积， hm^2 。

用于合流制排水系统的径流污染控制时，调蓄池的有效容积可参照《室外排水设计规范》(GB50014)进行计算。

(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。如受坡度和汇水面竖向条件限制, 无法有效收集径流雨水的部分下沉式绿地, 不应计入总蓄水容积。

4.6.2 以渗透为主要功能的设施规模计算

对于生物滞留设施、渗透塘、渗井等顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施, 设施规模应按照以下方法进行计算。对透水铺装等仅以原位下渗为主、顶部无蓄水空间的渗透设施, 其基层及垫层空隙虽有一定的蓄水空间, 但其蓄水能力受面层或基层渗透性能的影响很大, 因此透水铺装可通过参与综合雨量径流系数计算的方式确定其规模。

(1) 渗透设施有效调蓄容积按下式进行计算:

$$V_s = V - W_p \quad \text{式 4.6.2}$$

式中: V_s ——渗透设施的有效调蓄容积, 包括设施顶部和结构内部蓄水空间的容积 (m^3);

V ——渗透设施进水量, m^3 , 参照“容积法”计算;

W_p ——渗透量, m^3 。

(2) 渗透设施渗透量按下式进行计算

$$W_p = KJA_s t_s \quad \text{式 4.6.3}$$

式中: W_p ——渗透量, m^3 ;

K ——土壤(原土)渗透系数, m/s ;

J ——水力坡降, 一般可取 $J = 1$;

A_s ——有效渗透面积, m^2 ;

t_s ——渗透时间 s , 指降雨过程中设施的渗透历时, 一般可取 $2h$ 。

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。

4.6.3 以调节为主要功能的设施规模计算

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、雨水湿塘、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。

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

式中：V——调节设施容积，m³；

Q_{in} ——调节设施的入流流量，m³/s；

Q_{out} ——调节设施的出流流量，m³/s；

t——计算步长，s；

T——计算降雨历时，s。

4.6.4 以转输为主要功能的设施规模计算

以转输为主要功能的设施雨水设计流量按下式进行计算。

$$Q = \psi q F \quad \text{式 4.6.5}$$

式中：Q——雨水设计流量，L/s；

ψ ——流量径流系数；

q——设计暴雨强度，L/(s·hm²)；

F——汇水面积，hm²。

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等还应符合《室外排水设计规范》(GB50014)的有关规定。

4.6.5 其他相关设计参数

(1) 不同下垫面类型径流系数

不同下垫面类型的雨量及流量径流系数参照自《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》，详见下表。

表 4.6.1 径流系数取值

下垫面类型		雨量径流系数	流量径流系数
屋面	种植屋面（绿色屋顶，基质层厚度 $\geq 300\text{mm}$ ）	0.30	0.40
	种植屋面（绿色屋顶，基质层厚度 $< 300\text{mm}$ ）	0.40	0.50
	硬屋面、未铺石子的平屋面	0.80	0.90
	铺石子的平屋面	0.60	0.70
路面	混凝土或沥青路面及广场	0.80	0.90
	大块石等铺砌路面及广场	0.50	0.60
	沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45	0.55
	级配碎石路面及广场	0.35	0.40
	干砌砖石或碎石路面及广场	0.35	0.40
	非铺砌的土路面	0.25	0.30
	下沉广场（50年及以上一遇）	-	0.90
铺装	非植草类透水铺装（工程透水层厚度 $\geq 300\text{mm}$ ）	0.20	0.25
	非植草类透水铺装（工程透水层厚度 $< 300\text{mm}$ ）	0.30	0.40
	植草类透水铺装（工程透水层厚度 $\geq 300\text{mm}$ ）	0.06	0.08
	植草类透水铺装（工程透水层厚度 $< 300\text{mm}$ ）	0.12	0.15
绿地	无地上建筑绿地	0.12	0.15
	有地上建筑绿地（地上建筑覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$ ）	0.15	0.20
	有地上建筑绿地（地上建筑覆土厚度 $< 500\text{mm}$ ）	0.30	0.40
	下沉式绿地	1.00	0.15
	水面	1.00	1.00

注：因下沉式绿地雨水量控制容积一般纳入到总控制容积中，故其雨量径流系数取1。

（2）土壤渗透系数

土壤渗透系数应以实测资料为准，缺乏资料时，可参考《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400），详见下表。

表 4.6.2 各种土壤渗透系数

土壤层	粒径		土壤渗透系数K	
	粒径 (mm)	所占总量 (%)	(m/s)	(m/h)
黏土	-	-	$<5.70 \times 10^{-8}$	-
粉质黏土	-	-	$5.70 \times 10^{-8} - 1.16 \times 10^{-6}$	-
粉土	-	-	$1.16 \times 10^{-6} - 5.79 \times 10^{-6}$	0.0042-0.0208
粉砂	>0.075	>50	$5.79 \times 10^{-6} - 1.16 \times 10^{-5}$	0.0208-0.042
细砂	>0.075	>85	$1.16 \times 10^{-5} - 5.79 \times 10^{-5}$	0.042-0.208
中砂	>0.25	>50	$5.79 \times 10^{-5} - 2.31 \times 10^{-4}$	0.208-0.832
均质中砂	-	-	$4.05 \times 10^{-4} - 5.79 \times 10^{-4}$	-
粗砂	>0.075	>85	$4.05 \times 10^{-4} - 5.79 \times 10^{-4}$	-

5. 海绵城市设计导则

5.1 一般规定

- 5.1.1 海绵城市的设计目标应满足控制性详细规划及修建性详细规划（建筑总图）提出的控制目标与指标要求，并遵从海绵城市专项规划的指引，避免海绵城市的碎片化建设。
- 5.1.2 符合海绵城市建设的项目在方案设计、施工图设计等工程设计阶段应开展低影响开发设施的专项设计。
- 5.1.3 结合区域内不同区域的控制目标、自然地理条件、水系特征、土地利用条件等综合因素及技术经济分析，按照因地制宜和经济高效的原则确定建设项目的布局方案 and 选择措施。
- 5.1.4 河网区域首先应对河网进行保护以保证水面率，利用竖向地势和高程，合理设计地表导流措施。对于城市建成区，新建或改造项目应积极加大水域面积；新建城区建设项目必需保护现有河湖水域空间不被挤占。
- 5.1.5 在项目设计阶段，应采取源头控制非工程技术指导场地用地布局及竖向设计，减少直接与雨水口相连的不透水面积，增加雨水下渗量。
- 5.1.6 城市或区域内涝防治系统应综合考虑源头控制、传统排水管渠及超标雨水排放通道系统的排水能力，进行科学的组合应用，优先采用源头控制系统控制雨水径流。
- 5.1.7 应在保证实现设计的雨水控制利用的目标的同时，充分发挥设施与周围景观相结合，形成整体一致的景观效果。
- 5.1.8 海绵城市建设项目的设计应与相关的园林、景观、建筑、给排水、道路和经济等多专业相互协调，采取最佳的雨水源头控制方案。
- 5.1.9 针对新建区域，应结合内涝防治和水环境治理，构建以城市沟渠、雨水排水管渠和河渠系统组成的新型城市雨水排水系统。新建河涌、排洪渠、人工湖等在满足防洪安全前提下，应尽量建设生态护岸，现状“三面光”河道、排洪渠等应结合城市更新逐步改造为生态型。
- 5.1.10 在满足总体控制率目标的要求下，因地制宜选择低影响开发措施，减小因

场地开发造成的不利影响，充分发挥低影响开发措施在控制雨水径流总量、径流污染方面的作用。

- 5.1.11 实施海绵城市措施的场地应获得详细的初始勘察资料，包括土壤组成、土地利用情况、汇水区域等高线、土壤水平及垂直渗透系数、地下水位及岩石条件、场地现有排水出口特征、历史洪涝灾害记录等。
- 5.1.12 建设项目分类低影响开发雨水综合系统设施设计要点按不同用地性质分类制定，应按设计要点进行深化设计。用地分类遵循《江门市城乡规划技术标准与准则》（2019年第一版）中的规定。
- 5.1.13 垃圾填埋场、危险废物和化学品的储存和处置地点、污染严重的重工业场地等区域，为避免径流污染地下水，严禁采用具有渗透功能的设施。
- 5.1.14 海绵设施设计应合理、有效设置地表导流设施，使地表径流有组织地汇入海绵设施。
- 5.1.15 建筑面积2万平方米以上的建筑与小区项目，要配套建设雨水罐、蓄水池等调蓄（雨水收集利用）设施。

5.2 设计原则

海绵城市设计应遵循以下原则：

- （1）海绵城市技术的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。

5.3 设计流程及内容

5.3.1 设计流程

新建、改建、扩建项目在设计阶段应首先对用地布局和竖向进行优化设计。应根据场地地形进行子汇水区划分，根据上位规划确定的设计标准对应的控制降雨量、用地规划计算或数字模型模拟确定源头控制的设计容积后，通过技术可行性分析考虑限制因素，依次优先选择单项或组合的源头滞蓄、中途转输及末端调蓄措施，确定雨水设施总体布局方案，最后进行工程量及投资估算。设计的基本要求如下：

(1) 在设计的过程中，首先根据年径流总量控制率目标明确设定径流减排体积的设计目标，其次要对设计方案的合理性进行评价，合理选择源头措施，若存在场地内未能控制的径流体积可以考虑利用场地外围的空间减排措施进行雨水控制。

(2) 分析场地采用低影响的适宜条件，并且文字记录具体的场地限制条件，以便根据各项措施的限制条件和设计参数合理选择措施。

(3) 原则上依据已有引导性指标，但也可采用合适的低影响措施或其组合，通过可行的技术最大程度上实现设计目标即可。

(4) 低影响措施应与市政排水设施和城市空间景观相衔接。

(5) 完成设计之前要进行成本估算，以控制项目的实际成本，优先采用下沉式绿地（狭义）、植草沟、透水铺装等成本较低的措施，其次考虑其他成本高的措施。

1. 项目分析

项目场地评估、非工程措施、上位规划要求、用地和竖向优化、子汇水区划分

2. 确定设计标准

按照维持和修复开发前水文条件，用地规划计算或水文模型模拟结果确定设计标准

年径流总量控制率目标；
雨水（内涝）设计目标；
年径流污染物总量削减率目标。

下沉式绿地率；
透水铺装率；
绿色屋顶率；
硬化地面率等。

3. 工程性设施设计方案

要求：满足海绵城市场地设计的原则

确定设计径流减排体积；
2 万平方米以上项目配建雨水收集利用设施。

典型场地内 LID 设施：
生物滞留设施；
透水铺装；
集蓄利用设施；
绿色屋顶等。

采用以上技术或其它组合，满足设计要求，需明确记录具体场地限制条件

技术受约束限制条件：

- ◆ 源头滞留雨水可能对受纳水体产生负面的影响；
- ◆ 场地岩石层深浅或地下水位高、有土壤污染、地下建设其它设施；
- ◆ 土壤渗透能力有限；
- ◆ 场地没有足够可建设渗透设施用地；
- ◆ 雨水管理受到现有建筑的结构、管道或其它改造措施等条件的制约；
- ◆ 对场地有特殊要求的项目。

首先选择场地内（on-site）设计措施

仍有场地内不能减排的径流

用场地外（off-site）减排措施（选择性要求）

选择场地外减排措

工程性海绵城市设施的整体布局方案

5.3.2 设计内容

低影响开发设施的分项设计内容按以下五个部分编制：

(1) 项目分析

- 项目情况介绍；
- 场地评估：主要是评估场地的水文条件、土壤、地下水位等自然特性及设计条件；
- 采取的非工程技术措施；
- 海绵城市上位规划的相关内容；
- 用地布局和竖向优化分析；
- 根据场地地形进行子汇水区划分。

(2) 低影响开发规模确定

- 不同用地类型的海绵城市引导性指标；
- 年径流总量控制率目标：按照维持和修复开发前水文条件目标，根据上位规划和现状条件确定本目标及对应的设计降雨量，从而确定设计容积；
- 雨水（内涝）设计目标；
- 年径流污染物削减率目标；

(3) 工程性设施设计

- 工程性海绵城市设施的整体布局方案：根据用地性质、地形、汇水分区、室外排水，结合场地内的建筑、道路、绿地和水系的布局确定；
- 选择适用的设施；
- 设施的水质要求及预处理设施；
- 设施采用在线或离线型设计；
- 设施的组合优化设计；
- 设施的尺寸设计；
- 设施的构造设计；

- 设施的材料要求；
- 设施的验收及维护要求；
- 设施对景观等其他专业的要求。

(4) 工程量及投资概算

- 总工程量及分项工程量；
- 投资概算和运行成本；
- 预期效益。

(5) 施工及维护说明

- 施工方案实施建议；
- 后期维护要求。

5.4 建筑与小区

5.4.1 主要适用范围

用地类型为 R1、R2 类的住宅小区，A1、A2、A3、A4、A5、A6、B1、B2、B3、B4、U1、U21、U3、U9 类公共管理和服务设施、商业服务类设施，和 M、W1、W2 类工厂和仓库等建设项目的低影响开发配套设施。

5.4.2 一般规定

(1) 建筑与小区海绵城市建设的目标应以内涝防治、面源污染控制为主，有条件的小区可兼顾雨水收集利用。

(2) 建筑与小区海绵性设计应在总体设计的指导下，结合对区域内的内涝风险分析和面源污染分析，合理设计绿色基础设施和灰色基础设施，提出内涝防治措施和面源污染控制措施，位于合流制区域的改建建筑与小区还应提出截污措施。

(3) 建筑与小区海绵性设计内容涉及场地设计、建筑设计、小区道路设计、小区绿地设计和海绵城市排水系统专项设计。

(4) 建筑与小区的海绵城市雨水排水设计应包括方案设计、初步设计及施工图设计三阶段，根据用地红线范围的现状下垫面解析和建筑方案，确定海绵设施

规模和技术组合。

1) 方案设计阶段应进行内涝风险分析和面源污染分析, 结合海绵城市建设目标, 提出内涝防治措施和面源污染控制措施, 并进行海绵设施平面布置, 确定设施规模。

2) 初步设计阶段应编制海绵城市建设专项设计说明, 排水设计应包括源头雨水控制系统、排水管道系统、超标雨水排放系统的设计内容, 详细设施平面布置及规模。

3) 施工图设计阶段应在初步设计的基础上, 详细海绵设施的具体设计, 明确各项海绵设施编号、面积、对应的服务汇水区面积、汇流路径及具体做法, 落实在施工图设计文件中。

(5) 老旧小区海绵城市改造应充分结合现状, 因地制宜地设置海绵设施, 通过源头、中途、末端相结合的系统方案实现海绵城市建设目标。

(6) 透水铺装、下沉式绿地(植草沟)、生态滞留设施下如设有地下车库, 地下室顶板上绿地宜有0.8米以上的覆土, 且地下车库上方设有排水板, 覆土小于1m可减少LID设施的盲管设置。

5.4.3 设计流程

建筑与小区的海绵性设计, 应符合下列规定:

(1) 整体分析: 对本地块和周边地块的地形、地貌、地势、标高、土质、绿化情况、水体情况等进行整体解析。

(2) 内涝风险和面源污染负荷评估: 利用计算或模型工具对区域内的内涝风险和面源污染负荷进行评估, 提出内涝防治措施和面源污染防治措施, 辅助决策后续的海绵措施选择与布局。

(3) 技术选择: 结合海绵城市建设目标、引导性指标及建筑与小区的总平面布局、场地竖向等, 因地制宜选用适合的海绵城市建设技术措施, 并确定建设内容和规模。

(4) 方案设计: 结合建筑与小区整体设计要求, 对海绵设施进行设计, 对重大工程应开展多方案比选, 优选技术先进、经济可靠的技术措施, 确定设计方案。

(5) 初步设计：根据小区总平面规划、建筑方案和海绵城市建设措施的内容和规模，复核海绵城市建设技术指标和要求、并对其进行优化。明确海绵设施的规模、平面布局、竖向、构造，及与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统的衔接关系，落实内涝防治措施和控源截污措施。明确工程量，并进行工程概算。

(6) 施工图设计：根据批准的初步设计进行施工图设计，施工图设计文件应能满足施工、安装、加工及编制施工图预算的要求，并据以进行工程验收。施工图设计文件通常包括海绵设施平面布置图、场地及海绵设施竖向设计图、海绵设施大样图等。

(7) 施工图审查：海绵城市施工图设计文件由施工图审查机构进行审查，设计单位按照审查意见进行调整和完善，最终审查结果报送辖区住建部门存档。

5.4.4 分项设计要点

(1) 针对不同区域的地下水位、地质条件、土壤渗透系数等差异，应进行建筑与小区 LID 设施的适应性研究。

1) 平原地区地下水位高、土壤渗透系数小，主要利用 LID 设施的滞、蓄、净功能，透水铺装、下沉式绿地（植草沟）、生态滞留设施应设置排水层，排水层设置盲管与雨水排水管渠系统衔接。

2) 丘陵地区地下水位相对较低，应充分利用 LID 的渗、滞、蓄、净功能，透水铺装、下沉式绿地（植草沟）、生态滞留设施底部不全设防渗膜，加强雨水入渗和水源涵养。土壤渗透系数低的区域，下沉式绿地底部土壤应进行换填，换填土壤需保证积蓄的雨水在 24~48h 内完全渗透。

(2) 大面积屋面雨水径流，如不收集利用，应采取雨落管断接的方式引入建筑周围绿地入渗。

(3) 建筑与小区内的绿地宜建设下沉式绿地入渗和滞留雨水，起到减少雨水外排量和延缓峰值的作用。

(4) 建筑与小区内的透水铺装宜采用具有蓄水功能的构造透水铺装，其中生态停车场可采用植草砖式构造透水铺装。

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

(6) 小区内非机动车道路、人行道、游步道、广场、露天停车场、庭院宜采用透水铺装地面。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、游步道可选用透水砖、碎石路面、汀步等；露天停车场可选用草格、透水砖等；广场、庭院可选用透水砖等。

(7) 建筑与小区场地内非机动车道路超渗的雨水应集中引入周边的下沉式绿地中入渗，人行道、广场、露天停车场、庭院应尽量坡向绿地。

(8) 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，雨水口宜采用环保型，雨水口内宜设截污挂篮。

(9) 场地内设计有景观水体的建筑与小区，其景观水体应兼有雨水调蓄功能，并设溢水口，超过设计标准的雨水排入市政管网中。景观水体中宜与湿地结合，成为具有雨水净化功能的设施。

(10) 优化排水设计，合理设计超渗系统，按现行规范设计室外排水管网。

(11) 建筑与小区中宜采取雨水立管断接或设置集水井等方式将屋面雨水断接、消能后引入周边绿地内小型、分散的海绵设施。小区道路径流可采用边沟、卵石沟等形式导流进入海绵设施。具有景观水体的小区，应设置前置塘、植被缓冲带等预处理设施，将雨水导流进入景观水体。

5.4.5 工程措施组合

(1) 降落在屋面（普通屋面和绿色屋顶）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，宜利用可透水铺装、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) 建筑与小区可采用的低影响开发技术设施主要有：

- 渗滞设施：包括透水铺装、绿色屋顶、生物滞留设施、植草沟；

- 储存设施：包括储水池、雨水桶等；
- 调节设施：包括调节塘（池）等；
- 转输设施：包括转输型植草沟、渗管（渠）等；
- 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下图所示：

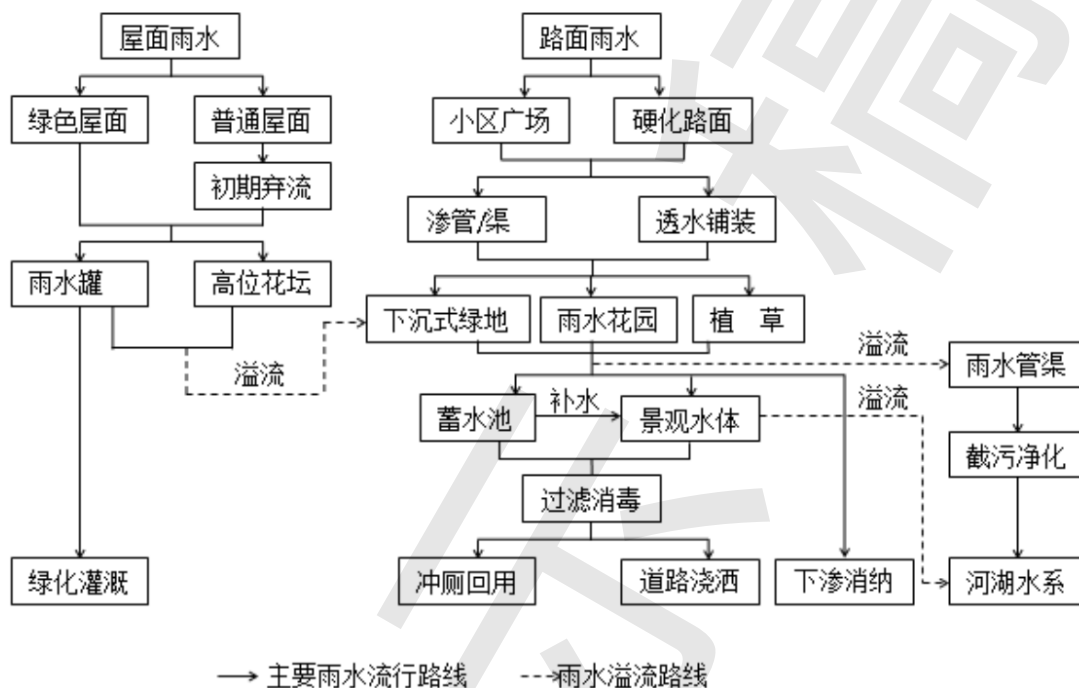


图 5.4.1 建筑与小区海绵城市系统构建流程示意图

5.5 道路

5.5.1 主要适用范围

用地类型为 S1、S2、S3、S4、S9 类的市政道路、停车场等建设项目的低影响开发配套设施。

5.5.2 一般规定

(1) 道路海绵城市建设的目标以内涝防治、面源污染控制为主，雨水调节和收集利用为辅。

(2) 道路的海绵城市建设应结合红线内外绿地空间、道路纵坡和标准断面、市政雨水系统布局等，充分利用既有条件合理设计，合理确定海绵设施。

(3) 针对城区内已建下穿式立交桥、低洼地等严重积水点进行改造时，应充

分利用周边现有绿化空间，建设分散式调蓄设施，防止汇入低洼区域的“客水”。

(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或透水水泥混凝土路面，透水铺装设计应满足国家有关标准规范的要求。

(5) 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。

(6) 行道树种植可选择穴状或带状种植，应采用透水基质材料。有条件的地区，行道树种植可与植草沟相结合，提升人行道对雨水的蓄渗和消纳能力。

(7) 城市道路海绵设施应采取相应的防渗措施，防止径流雨水下渗对车行道路面和路基的强度和稳定性造成损坏，并满足《城镇道路路面设计规范》(CJJ169)、《城市道路路基设计规范》(CJJ194)的相关规定。道路结构中设置的封层相关技术要求应符合《城镇道路路面设计规范》(CJJ169)、《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1)与《路面稀浆罩面技术规程》(CJJ/T66)的相关规定。

(8) 城市道路的海绵设施应建设有效的溢流排放设施并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

(9) 作为超标雨水径流路径的城市道路，其断面及竖向设计应满足相应设计要求，并与区域内涝防治系统相衔接，合理引导涝水进入调蓄设施或河渠系统。

5.5.3 设计流程

(1) 整体分析：勘察建设区域现场，分析道路的交通需求、土壤透水系数、红线宽度、红线外用地条件、周边水体等相关因素。确定道路的径流流向、汇水区面积等。对接上位规划，明确该区域海绵城市控制目标。

(2) 确定道路断面和竖向设计：根据道路通行能力需求及红线宽度、红线外用地条件等因素，计算车行道宽度、非机动车道宽度、人行道宽度、绿化带宽度，初步确定道路断面及竖向。

(3) 内涝风险和面源污染负荷评估：利用计算或模型工具对区域内的内涝风险和面源污染负荷进行评估，提出内涝防治要求和面源污染控制要求，辅助决策后续的海绵措施选择与布局及道路的断面及竖向的确定。

(4) 优化道路断面布置与竖向设计：结合内涝防治要求和面源污染控制要求，

优化道路断面布置和竖向设计。

(5) 技术选择：根据优化的道路断面和竖向，因地制宜地选择海绵措施，并确定规模。

(6) 方案设计：依据选择的海绵城市建设技术措施，进行道路的平面与竖向布置，提出总体设计方案。

(7) 初步设计：复核海绵城市建设技术指标和要求、并对其进行优化。明确海绵设施的规模、平面布局、竖向、构造，及与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统的衔接关系，落实内涝防治措施和控源截污措施。明确工程量，并进行工程概算。

(8) 施工图设计：根据批准的初步设计进行施工图设计，施工图设计文件应能满足施工、安装、加工及编制施工图预算的要求，并据以进行工程验收。施工图设计文件通常包括海绵设施平面布置图、场地及海绵设施竖向设计图、海绵设施大样图等。

(9) 施工图审查：海绵城市施工图设计文件由施工图审查机构进行审查，设计单位按照审查意见进行调整和完善，最终审查结果报送辖区住建部门存档。

5.5.4 分项设计要点

(1) 人行道的海绵性设计，应符合下列规定：

1) 人行道设置的树池，宜采用生态树池，人行道可采用透水铺装，应将独立的树池连接形成一个连续的海绵体。

2) 人行道与非机动车道间可设置下沉式绿化带，通过路缘石开孔，使两侧雨水汇集到绿化带中；人行道宜采用透水铺装，实现对径流总量的控制要求。

(2) 雨水口可移至绿化分隔带内兼作溢流井，下渗雨水和超量径流通过溢流井流入市政雨水管渠系统。其高程宜高于绿地而低于路面，保证经过绿地处理后溢流。宜采用内设截污挂篮的环保型雨水口。

(3) 道路中非机动车道与机动车道间设置的绿化隔离带，宜采用下沉式绿化带，通过路缘石开孔，使两侧雨水汇集到绿化带中，同时非机动车道宜采用透水铺装，实现对径流总量的控制要求。

(4) 城市道路红线外公共绿地的设计，应符合下列规定：

1) 当公共绿地设计标高低于人行道时，应根据道路坡向使红线内人行道、红线外径流汇入绿地中进行滞留与净化，宜结合周边地块条件设置前置塘、雨水湿地等设施，控制径流污染。

2) 当公共绿地设计标高高于人行道时，宜在绿地下设置蓄渗模块，收集调蓄人行道和绿地径流。

(5) 城市道路濒临河道时，路面径流宜通过地表漫流或暗渠等形式排入河道。为防止水体污染和河道冲蚀，宜在道路与河道之间设置植被缓冲带、雨水湿塘等措施，控制径流总量、峰值流量和径流污染。

(6) 已建道路海绵城市改造应充分结合现状，因地制宜地设置海绵设施，通过源头、中途、末端相结合的系统方案实现海绵城市建设目标。

(7) 由于道路径流雨水污染浓度相对于其他下垫面较高，进入低影响开发设施前应采取沉淀池、前置塘等预处理措施，防止径流雨水对绿化造成破坏。

(8) 路缘石采用豁口式、格栅式或其他形式确保径流雨水顺畅排入绿化带。

(9) 道路沿线可因地制宜建设雨水调蓄设施，天然河道、坑塘等自然地形或水体应为首选。

(10) 条件允许时，道路沿线可建设雨水湿塘或人工湿地，可将道路径流雨水引入其中净化、调蓄、储存。

(11) 城市道路中可采用开口路牙、暗涵暗管等，将路面地表径流导流进入海绵设施。具体形式可以结合景观进行设计，开口宽度、间距需结合道路竖向、径流量进行计算，使得雨水顺流进入海绵设施。对于影响行人安全通行的进水口，应采取加盖等防护措施。

5.5.5 工程措施组合

(1) 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。

(2) 道路可采用的低影响开发技术设施主要有：

- 渗透设施：透水砖、下沉式绿地、简易及复杂型生物滞留设施（如生物滞留带、雨水花园、生态树池等）、透水水泥、透水沥青混凝土路面等；
- 储存设施：雨水湿地、湿塘等；
- 调节设施：调节塘、调节池等；
- 转输设施：植草沟（干式、湿式、转输型）、渗管、渗渠等；
- 截污净化设施：植被缓冲带、初期雨水弃流设施（池、井）。

(3) 城市道路海绵城市系统构建流程示意如下图所示。

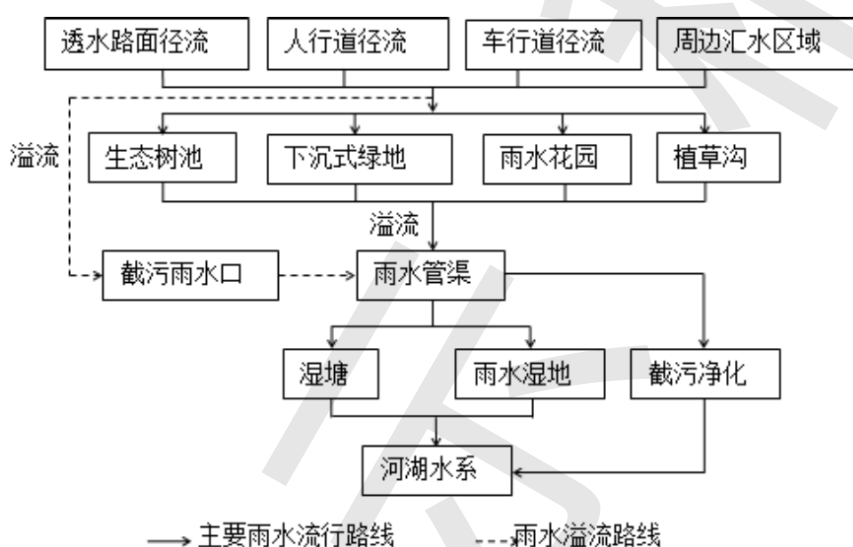


图 5.5.1 城市道路海绵城市系统构建流程示意图

5.6 绿地和广场

5.6.1 主要适用范围

用地类型为 G1、G2、G3 类的公园绿地、一般防护绿地和广场等建设项目的低影响开发配套设施公园和广场等。

5.6.2 一般规定

(1) 绿地海绵城市建设的目标以内涝防治、面源污染控制、收集利用为主，并应尽可能收集处理周边硬化表面的径流。

(2) 统筹考虑绿地周边区域内涝防治需求，绿地周边汇水面（如广场、停车场、建筑与小区等）的雨水径流应通过合理竖向设计引入集中绿地。

(3) 城市绿地中雨水湿塘、雨水湿地等大型海绵设施应在进水口设置有效的

防冲刷、预处理设施。并应建设警示标识和预警系统，保证暴雨期间人员的安全撤离，避免事故的发生。

(4) 将雨水处理设施与景观设计相结合，合理确定下沉式绿地、雨水花园的布局与比例。

(5) 城市绿地内海绵设施应建设有效的溢流排放系统，溢流排放系统可考虑与城市雨水管渠系统或超标雨水径流排放系统相衔接。

(6) 构建多功能调蓄水体，在满足景观要求的同时，对雨水水质和径流量进行控制，并对雨水资源进行合理利用。

(7) 承担城市排水防涝功能的城市绿地，其总体布局、规模、竖向设计应与城市内涝防治系统相衔接，合理引导涝水排放。

5.6.3 设计流程

(1) 整体分析：分析建设区域绿地、水面、广场等用地类型和比例，场地的降雨特征、土壤蓄水特征、植物群落特征、径流量、污染物含量等，确定场地的径流流向和分区汇水面积等，估算现状绿地海绵体蓄水能力，确定设计方向，制定绿地目标比例，水面目标比例等。

(2) 根据现有建设区域的比例、汇水区面积、不透水铺装比例等，计算建设区域的年径流总量控制率和年径流污染物削减率，确定与目标年径流总量控制率和年径流污染物削减率的差距。

(3) 技术选择：选择相应的海绵城市建设技术措施，确定技术措施的数量和规模。核算下沉式绿地率、污染物削减率、透水铺装率等。

(4) 方案设计：根据确定的技术措施和计算的设施量，进行总体设计和设施布置，形成设计方案。

(5) 初步设计：复核海绵城市建设技术指标和要求、并对其进行优化。明确海绵设施的规模、平面布局、竖向、构造，及与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统的衔接关系。明确工程量，并进行工程概算。

(6) 施工图设计：根据批准的初步设计进行施工图设计，施工图设计文件应能满足施工、安装、加工及编制施工图预算的要求，并据以进行工程验收。施工

图设计文件通常包括海绵设施平面布置图、场地及海绵设施竖向设计图、海绵设施大样图等。

(7) 施工图审查：海绵城市施工图设计文件由施工图审查机构进行审查，设计单位按照审查意见进行调整和完善，最终审查结果报送辖区住建部门存档。

5.6.4 分项设计要点

(1) 广场的海绵性设计应合理控制场地内不透水下垫面比例，优化硬化下垫面与绿地空间布局，以绿地分隔大面积硬化下垫面，建筑、广场、道路周边宜布置可消纳径流雨水的绿地，不透水下垫面的径流应快速引导进入可渗蓄的地表。

(2) 公园绿地、街道绿地设计应首先满足自身的生态功能、景观功能和游憩功能，公园绿地海绵城市建设雨水系统设计应符合《公园设计规范》(GB51192)的相关规定，并应达到年径流总量控制率、年径流污染物削减率等海绵城市建设指标的要求。

(3) 雨水利用应以入渗和水景补水与净化回用为主，避免建设维护费用高的净化设施。土壤入渗率低的公园绿地应以储存、回用设施为主；公园绿地内景观水体可作为雨水调蓄设施，并结合景观设计。绿地中适宜位置可建雨水收集回用设施，可建于地下保证安全和节约用地，雨水经适当处理后可用于浇洒和灌溉。

(4) 海绵设施内植物应根据设施水分条件、径流雨水水质进行选择，宜选用耐涝、耐污染能力强的本土植物。

(5) 结合公园和广场的排水方案，公园、广场及周边区域径流雨水应通过有组织的汇流和转输，经截污等预处理后引入城市绿地内的雨水渗透、储存、调节等海绵设施消纳并衔接区域内的雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统，提高区域内涝防治能力。

(6) 绿地中的道路和硬化铺装周围应设置雨水花园、植草沟、生态树池、下沉式绿地等设施，消纳雨水径流，其场地规划设计，应符合下列规定：

1) 绿地的地形设计应保证硬化铺装的汇水区标高高于下沉式绿地，雨水径流通过地表坡度汇集到过滤设施或转输设施中，然后进入下沉式绿地。绿地中可建植草沟转输和净化雨水，以及雨水滞留和渗透设施。

2) 绿地高程应尽量低于周围硬化地面，设置导流设施，以确保径流雨水流入

绿地。若绿地道路的边缘与绿地平齐，且雨水污染物含量较低，雨水径流可以分散式进入下沉式绿地；若道路比周围绿地高，则可在汇水区周围的道路侧石上设置宽度为 20cm~30cm 的排水口，地表径流可通过排水口汇入过滤设施或转输设施中，进而流入下沉式绿地。

3) 雨水溢流口可设置在下沉式绿地中，也可设置在绿地与硬化铺装的交界处。雨水溢流口的设计高程应高于下沉式绿地的设计高程且低于地表的高程，保证超过下沉式绿地设计蓄水上限的雨水及时通过溢流口排入雨水管渠系统。蓄排水设施底部与当地的地下水季节性高水位的距离应大于 1m，以保证雨水正常入渗。

(7) 绿地、广场内的透水铺装宜采用具有蓄水功能的构造透水铺装，生态停车场可采用植草砖式构造透水铺装，蓄存的雨水可结合雨水回用设施进行回用。

(8) 广场总体布局应根据场地排水大竖向进行地表竖向设计，使硬质铺装雨水汇入绿地内渗透、净化和储存。

(9) 应在广场绿地内开展微地形设计，设置植草沟、下沉式绿地和雨水花园等小型分散设施，形成流畅、自然的雨水排水路径。

(10) 山体截洪沟：充分利用山坡地形设计集水设施，可依山设计成梯田形式，分段消能，滞蓄雨水，收集利用或涵养山林。

(11) 公园或广场内部的非机动车道、人行道、林荫道、广场、露天停车场、庭院宜采用透水铺装。承重要求高的广场可采取硬质铺装和透水铺装相间布置。

(12) 广场硬质下垫面的雨水可收集回用，经适当处理可用于道路、广场浇洒和绿地灌溉。

(13) 露天停车场应采用透水铺装地面，周围应采用下沉式绿地，如生物滞留带、植草沟、雨水花园等具有径流污染控制功能的设施，停车场超渗产流的径流雨水应引入周围绿地进行净化、渗透和排放。

(14) 城市绿地与广场、城市水系及周边区域应通过绿地竖向控制、卵石沟、线性排水沟等方式将区域径流雨水有组织的汇流、转输。有条件的城市水系，其退让绿化应设计为植被缓冲带，岸线设计为生态护岸。

(15) 绿地中设置水体的，应符合下列规定：

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通过植草沟、生物滞留措施等进行预处理，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。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。

3) 水体间传输型旱溪和汇水型旱溪深度控制在 0.2-0.5m，宽度不小于 1.5m。

5.6.5 工程措施组合

(1) 绿地与广场可采用的低影响开发技术设施主要有：

- 渗透设施：透水铺装、下沉式绿地、简易及复杂型生物滞留设施（雨水花园、高位花坛、生物滞留带和生态树池等）、渗井、渗管、渗渠、绿色屋顶等。
- 储存设施：蓄水池（塑料蓄水模块蓄水池、封闭式蓄水池）。
- 转输设施：植草沟。
- 截污净化设施：植被缓冲带。

(2) 城市绿地海绵城市系统构建示意如下图所示。

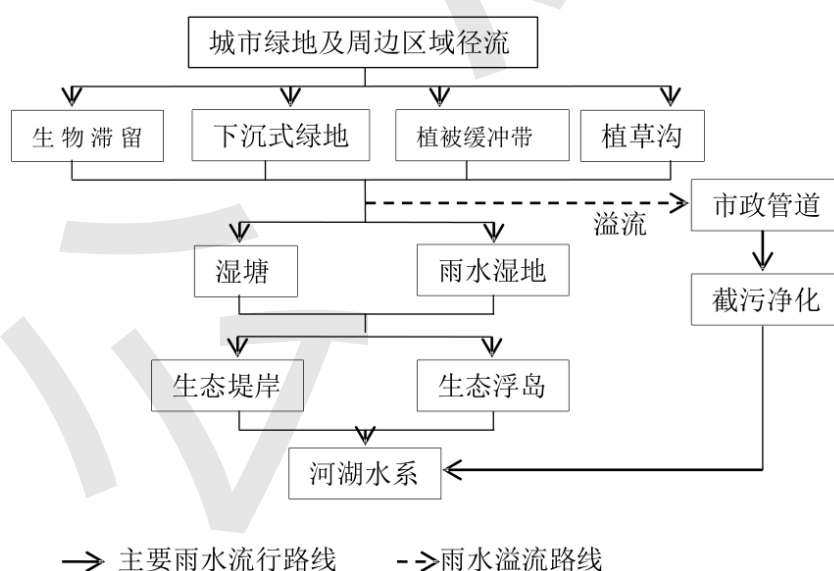


图 5.6.1 城市绿地海绵城市系统构建示意图

5.7 城市水系

5.7.1 主要适用范围

用地类型为 E1 类的水体类等建设项目的低影响开发配套设施，宜采用雨水湿地、滞留池、植被缓冲带、雨水管末端污染控制技术。

5.7.2 一般规定

(1) 城市水系海绵城市建设的目标以防洪治涝、雨水调节、污染治理为主，并应尽可能收集处理城市道路与广场、山体与绿地、建筑与小区的径流。

(2) 根据城市水系的功能定位、水体水质等级与达标率、保护或改善水质的制约因素与有利条件、水系利用现状及存在问题等因素，合理确定城市水系的保护与改造方案，使其满足相关规划提出的海绵城市建设目标与指标要求。

(3) 应保护现状河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等城市自然水体。

(4) 应充分利用城市自然水体设计雨水湿塘、雨水湿地等具有雨水调蓄功能的海绵设施，雨水湿塘、雨水湿地的布局、调蓄水位等应与城市上游雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统及下游水系相衔接。

(5) 应充分利用城市水系滨水绿化控制线范围内的城市公共绿地，在绿地内设计雨水湿塘、雨水湿地等设施调蓄、净化径流雨水，并与城市雨水管渠的水系入口、经过或穿越水系的城市道路的排水口相衔接。

(6) 滨水绿化控制线范围内的绿化带接纳相邻城市道路等不透水面的径流雨水时，应设计为植被缓冲带，以削减径流流速和污染负荷。

(7) 有条件的城市水系，其岸线应设计为生态护岸，并根据调蓄水位变化选择适宜的水生及湿生植物。

(8) 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，不超过接纳水体水质管理目标。

5.7.3 设计流程

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

(2) 流域分析：在流域洪水风险分析、水量平衡分析、纳污能力污染分析的基础上，重点进行城市水系海绵性分析。

(3) 总体布局：确定平面总体布局，重点分析水域与绿化、道路、广场、建

筑物等其它配套要素的竖向关系。

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

(5) 方案设计：进行河湖岸线、排口、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) 初步设计：复核海绵城市建设技术指标和要求、并对其进行优化。明确海绵设施的规模、平面布局、竖向、构造，及工程量，并进行工程概算。

(7) 施工图设计：根据批准的初步设计进行施工图设计，施工图设计文件应能满足施工、安装、加工及编制施工图预算的要求，并据此进行工程验收。施工图设计文件通常包括海绵设施平面布置图、场地及海绵设施竖向设计图、海绵设施大样图等。

(8) 施工图审查：海绵城市施工图设计文件由施工图审查机构进行审查，设计单位按照审查意见进行调整和完善，最终审查结果报送辖区住建部门存档。

(9) 目标核算及方案调整。对方案设计进行海绵性指标核算，对于不满足要求的，应进行方案调整。

5.7.4 分项设计要点

(1) 自然水域、水库、坑塘、沟渠等具有调蓄雨水功能的水体应优先保护其自然形态，条件适宜的情况下采取水体贯通的措施，提高水面率。

(2) 具有抵御台风功能的河流应首要保证防洪和防台风的安全。

(3) 水体断面宜采用生态护岸断面，并根据调蓄水位变化选择适宜的水生及湿生植物，充分与周边城市景观结合。

(4) 为提高水体净化能力，宜利用河道蓝线内用地建设具有净化和滞蓄功能的雨水湿地。

(5) 雨水滞留设施应与雍水设施、景观设计相结合。不得对行洪造成妨碍，尽可能利用自然方式，如湿地等，以改善水质，延长换水周期，减少旱季补水。

(6) 雨水管排水口末端周围应考虑利用自然生态活性填料工艺或其他过滤设施进行普通的物理截污。

(7) 有条件进行生态处理（雨水湿塘、雨水湿地、生物浮岛等形式），经上述设施滞留净化后再排入受纳水体。

(8) 河湖水体的平面布置，应符合下列规定：

1) 应针对建设目标，明确需要治理对象的规模和分布，选择适宜的治理技术，确定治理设施的型式和规模，结合场地现状，因地制宜进行布置。

2) 在陆域缓冲带布置海绵设施时，必须考虑防汛通道、慢行道、游步道、休憩广场、亲水平台等功能设施的布置要求，使水流在场地内流动顺畅。调蓄和净化等海绵设施应重点布置在径流污染严重的区域和入河雨污水管网附近。

3) 应考虑河道的蜿蜒特性，在满足相关规划情况下，宜依据现有河势走向，保留及恢复河道的自然弯曲形态，控制截弯取直。

4) 海绵设施的布置，需保证河湖行洪排涝、输水、通航等基本功能不受影响。

(9) 河湖水体的竖向设计，应符合下列规定：

1) 应解析河道建设范围内和周边地块的地形特点，雨水宜自流进出海绵设施。调蓄池中储存的初雨径流或者溢流污水可通过提升，进行净化后回用或排放。

2) 结合雨水防涝规划和景观规划，对城市水系的常水位、汛前预降水位、最高控制水位等进行复核。

2) 水体应在满足规划断面基础上，结合水生动植物生境构建要求，开展竖向断面设计，包括矩形、梯形和复式断面形式等，可通过设置不同坡比、平台高度和宽度、人工岛、河底深潭浅滩等，形成多样化的断面形式。

3) 通过植物配置，从水体到陆域形成以沉水、浮叶、挺水和陆生植物为一体的全系列或半系列滨河植物带。

5.7.5 工程措施组合

(1) 城市水系可采用的低影响开发技术设施主要有：

➤ 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。

➤ 驳岸：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。

- 排口：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。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。
- 水体：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。

(2) 城市水系海绵城市系统构建示意如下图所示。

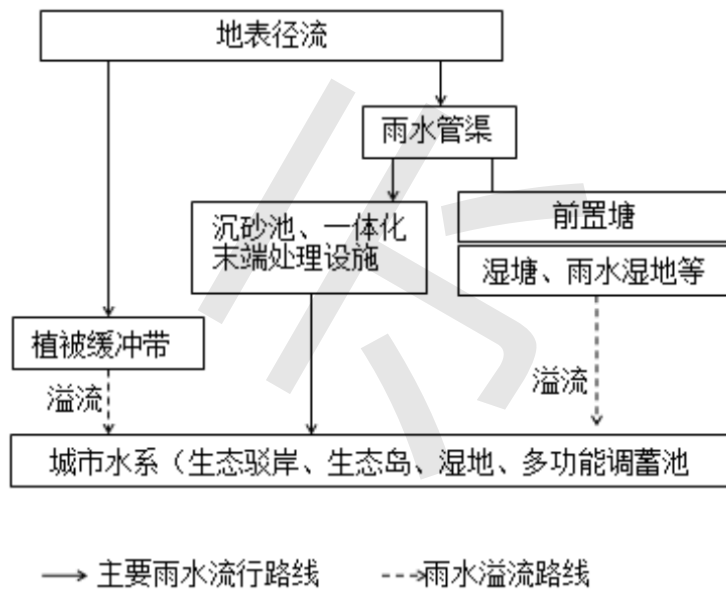


图 5.7.1 城市水系海绵城市系统构建示意图

6. 海绵城市设施设计指引

6.1 技术类型分类与选型

低影响开发设施一般具有补充地下水、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，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，可参照下表选用。

表 6.1.1 低影响开发技术类型与设施选用一览表

技术类型	单项设施	适用类型				控制目标			经济性		污染物削减率 (以TSS计, %)
		建筑与小区	城市道路	绿地与广场	城市水系	径流总量	径流峰值	径流污染	建造费用	维护费用	
渗透设施	透水砖铺装	√	√	√	×	●	◎	◎	低	中	80-90
	构造透水铺装	√	×	√	×	●	◎	◎	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
	下沉式绿地	√	√	√	×	●	◎	◎	低	低	—
	简易型生物滞留设施	√	√	√	×	●	◎	◎	低	低	—
	复杂型生物滞留设施 (含雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等)	√	√	√	×	●	◎	●	中	低	70-95
	渗透塘	√	×	√	×	●	◎	◎	中	中	70-80
渗井	√	×	√	×	●	◎	◎	低	低	—	
存储技术	湿塘	√	×	√	√	●	●	◎	高	中	50-80
	雨水湿地	√	√	√	√	●	●	●	高	中	50-80
	蓄水池	√	×	√	×	●	◎	◎	高	中	80-90
	雨水罐	√	×	×	×	●	◎	◎	低	低	80-90

技术类型	单项设施	适用类型				控制目标			经济性		污染物削减率 (以TSS计, %)
		建筑与小区	城市道路	绿地与广场	城市水系	径流总量	径流峰值	径流污染	建造费用	维护费用	
调节技术	调节塘	√	×	√	√	○	●	◎	高	中	—
	调节池	√	×	√	√	○	●	○	高	中	—
	传输型植草沟	√	√	√	×	◎	○	◎	低	低	35-90
转输技术	干式植草沟	√	√	√	×	●	○	◎	低	低	35-90
	湿式植草沟	√	√	√	×	○	○	●	中	低	—
	渗管/渠	√	√	√	×	◎	○	◎	中	中	35-70
截污净化技术	植被缓冲带	×	×	√	√	○	○	●	低	低	50-75
	初期雨水弃流/截留设施	√	√	√	√	○	○	●	低	中	40-60
	人工土壤渗滤	√	√	√	√	○	○	◎	高	中	75-95

注：1、●——强；◎——较强；○——弱或很小

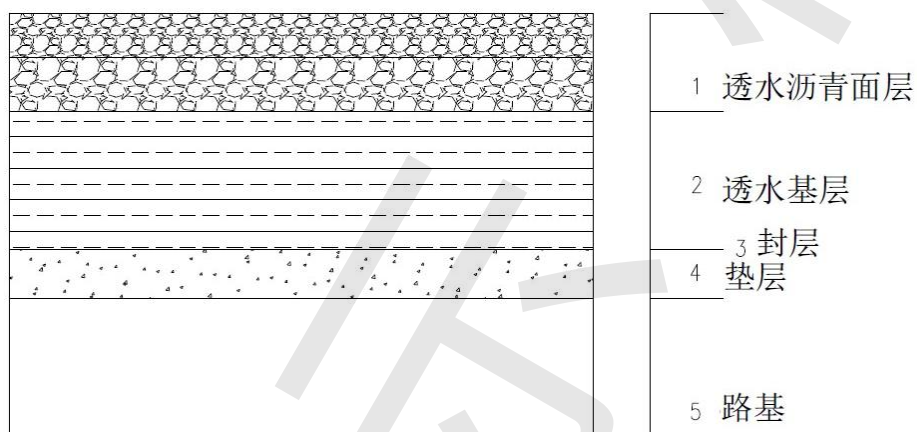
2、污染物削减率无实测资料的，可按表中的中间值取值。

6.2 低影响开发技术设计要点

6.2.1 透水铺装

建筑地块内非机动车道路、人行道、停车场、广场、庭院应采用透水铺装路面。透水铺装可分为材料透水和构造透水，其中材料透水包括透水砖铺装、透水水泥混凝土、透水沥青混凝土等材料其本身为透水材料；构造透水包括植草砖式、缝隙式透水等通过断接不透水表面的构造透水。透水铺装路面结构、设计、施工及维护应符合《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB50400)、《透水水泥混凝土路面技术规程》(GJJ/T135)、《透水沥青路面技术规程》(GJJ/T190)、《透水砖路面技术规程》(GJJ/T188)的相关规定。透水路面结构应便于施工，利于养护并减少对周边环境及生态的影响。

(1) 透水路面应按下列工序施工：路基挖槽-路基层-透水垫层-找平层-透水面层-清扫整理-渗透能力的确认。



注：1、基层需采用透水基层。

2、(1) (2) 两种透水结构层需设置封层，封层材料的渗透系数不应大于 80L/min，且应与上下结构层粘结良好。

图 6.2.1 透水沥青路面实景及结构参考图

(2) 透水铺装路面应满足相应的承载力要求；路面坡度宜采用 1.0%~1.5%。

(3) 透水铺装地面的表面平整度应每 20m 检测一处，允许偏差小于等于 5mm；顺直度反应铺装砖缝的顺直程度，采用 5m 拉线和钢尺法检测。透水砖地面的纵缝顺直度应每 40m 检测一处，允许偏差小于等于 10mm；横缝顺直度应每 20m 检测一处，允许偏差小于等于 10mm。

(4) 面层透水砖的透水系数应不小于 0.1mm/s，下面各层的透水系数应不小于上层的。

(5) 在公共建筑周边建设的具有渗透功能的源头控制设施，设施距离建筑物基础不应小于 3m，设施底部渗透地面距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于

1m；当不能满足上述要求时，应采取措施防止次生灾害的发生。

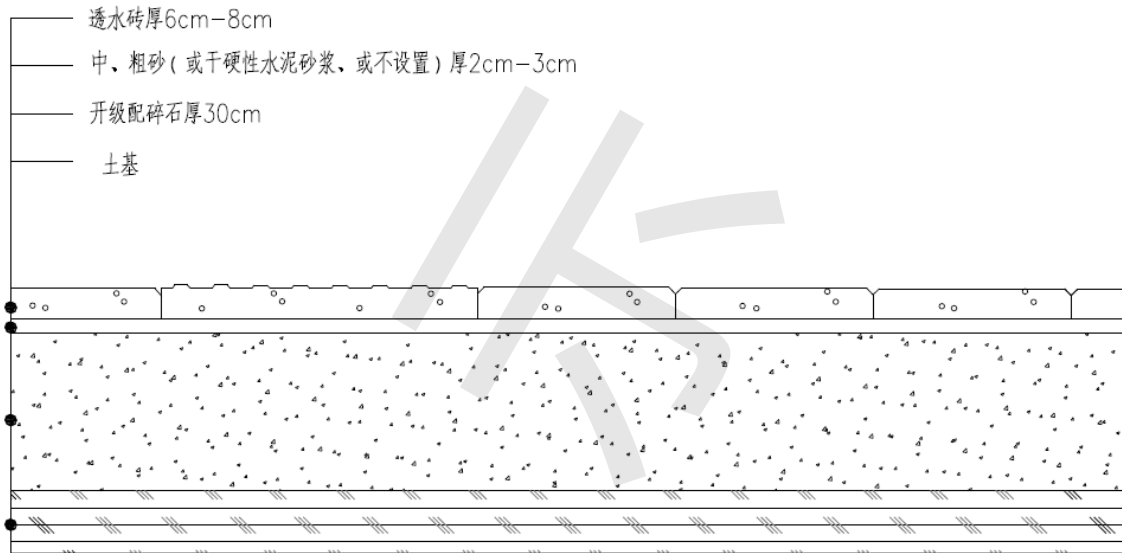


图 6.2.2 透水人行道实景及结构参考图

(6) 当降雨量超过铺装层容水量和路基土壤下渗量时就产生积水和径流，但缺少相关计算参数时，渗透铺装措施雨水径流削减量可按下式计算：

$$Q_{td} = P_{Nt}(1 - \varphi_{Nt}) \times F_a \quad \text{式 6.2.1}$$

式中： Q_{td} ——透水地面铺装雨水径流削减量，L/s

φ_{Nt} ——透水地面径流系数；

P_{Nt} ——重现期为N、历时为t的设计降雨量；

F_a ——透水地面铺装面积， m^2 ；

当相关参数齐全时，渗透铺装措施雨水径流削减量可按下式计算：

$$Q_{td} = \left(\frac{W_p}{t} + K_j \right) \times F_a \quad \text{式 6.2.2}$$

式中： W_p ——透水地面铺装雨水径流削减量，L/s

K_j ——透水地面径流系数；

t ——重现期为 N 、历时为 t 的设计降雨量。

透水铺装容水量可按下式计算：

$$W_p = h_m \times n_m + h_z \times n_z + h_d \times n_d \quad \text{式 6.2.3}$$

式中： h_m ——面层厚度，mm

n_m ——面层有效孔隙率，L/s

h_z ——找平层厚度，L/s

n_z ——找平层有效孔隙率，L/s

h_d ——垫层厚度，L/s

n_d ——垫层有效孔隙率。

(7) 透水铺装的维护与管理应满足下列要求：透水铺装面层出现破损时应及时修补或更换；透水铺装出现不均匀沉降时应进行局部找平；当透水铺装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。

6.2.2 下沉式绿地与植草沟

下沉式绿地与植草沟应符合一定经济性，应考虑到下沉式绿地的造价成本及后期养护成本。下沉式绿地及植草沟的设计可参照国家海绵城市建设指南及相关图集内容。

(1) 下沉式绿地与植草沟应结合规模与竖向设计，可消纳屋面、路面、广场及停车场径流雨水，并可通过溢流排放系统与城市雨水灌渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

(2) 下沉式绿地的下沉深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，宜为100~250mm。下沉式绿地的雨水应就地入渗，植物宜选用耐旱耐淹品种。

(3) 下沉式绿地可在适宜位置设置浅沟、洼地、入渗池、入渗井等入渗设施增加入渗能力。入渗井应布置在下沉式绿地内部且靠近车行道一侧。

(4) 对于下沉式绿地坡度较大时，应按超渗溢流雨水口划分的集雨区域，每

个区域设计成梯田或设挡水坎，充分利用每个雨水口的排水能力，避免超渗雨水集中流到地势最低处溢流，造成最低处的雨水口排水能力不足，产生局部性区域的内涝。若无将下沉式绿地设计成梯田或设挡水坎的条件时，应将下沉式绿地做成波浪式设计。

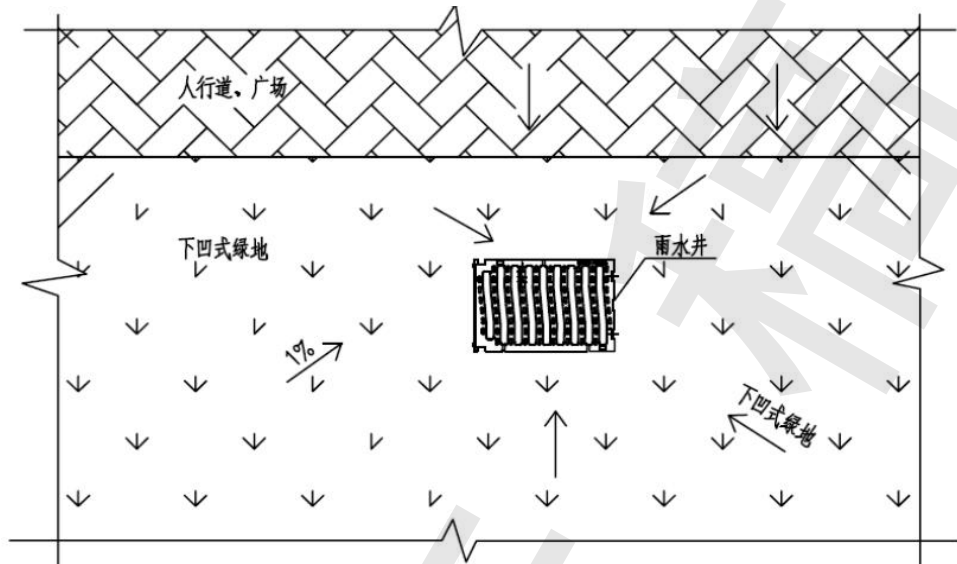


图 6.2.3 下沉式绿地雨水口设置平面示意图

(5) 下沉式绿地内或绿地和硬化地面交界处一般应设置具有排泥功能的溢流设施（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口高程应高于绿地高程且低于硬化地面高程，其顶面标高宜低于路面 30~50mm；雨水口内宜设截污挂篮等污染物去除设施。

(6) 下沉式绿地施工时应尽量避免重型机械的碾压；已压实的土壤需要借助机械改善土壤夯实度，可以适量加入有机质、膨胀岩页、多孔陶粒等碎材来改良土壤结构；土壤渗透性较差的地区可以通过添加炉渣等措施增大土壤渗透能力。

(7) 植草沟的设计应满足下列要求：植草沟断面形式宜采用抛物线形、三角形或梯形；植草沟顶宽宜为 500~1500mm，深度宜为 50~250mm，最大边坡（垂直：水平）不宜大于 1:3；纵向坡度宜为 0.3%~4%，当大于 4%时，宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎；沟长不宜小于 30m；植草沟最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2~0.3；植草沟内植被宜控制在 100~200mm；积水区的进水宜沿沟长多点分散布置，宜采用明沟布水；当大量雨水径流通过管道进入植草沟时，宜在进口处设置消能设施。植草沟的雨水井口处不应种植较大的树木，以防涌水。

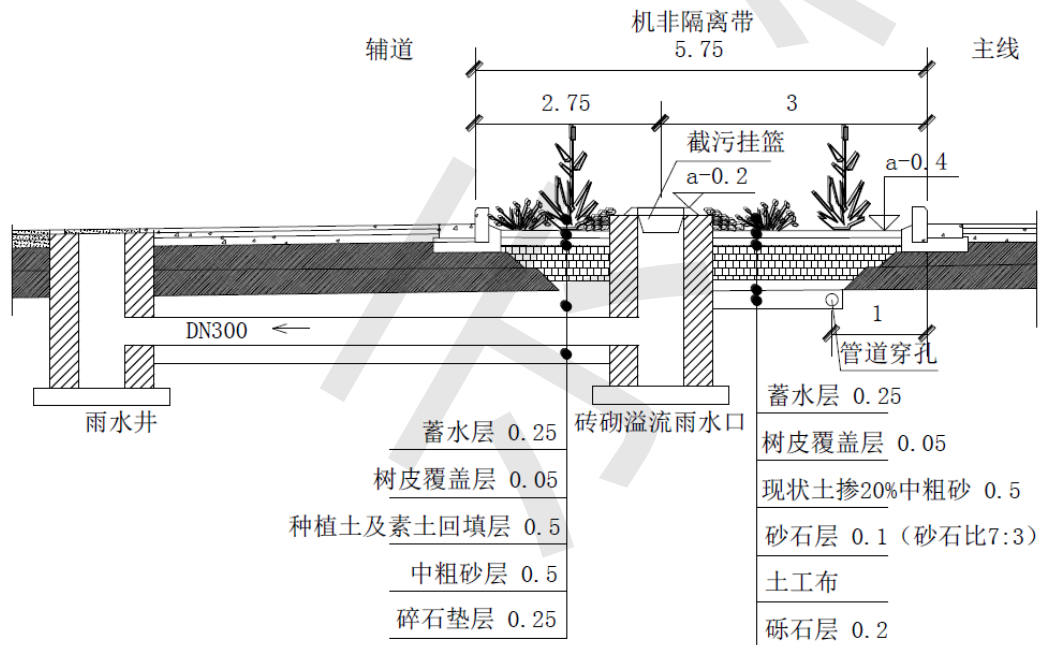


图 6.2.4 道路下沉式绿地与植草沟结合实景及结构参考图

(8) 植草沟尺寸、位置及高程应满足下列要求：植草沟的宽度应与绿化带相同；植草沟的纵向坡度应严格与道路保持一致。

(9) 下沉式绿地、植草沟及生物滞留设施防蚊虫设计：地下室顶板、屋面绿地、下沉式绿地、植草沟及生物滞留设施表面积，水应 24h 内完全下渗，无法满足 24h 下渗要求的可设置 24h 排干积水的设施；绿地、植草沟、生物滞留设施等植物种植区域间隔种植具有驱蚊虫功效的植物，减少植被区域的蚊虫藏身处。

(10) 当下沉式绿地的调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时，应及时置换树皮覆盖层或表层种植土；下沉式绿地出水水质不符合设计要求时应更换填料。

(11) 下沉式绿地、植草沟的维护与管理应满足下列要求：下沉式绿地、植草沟应及时补种修建植物、清除杂草。当下沉式绿地、植草沟进水口不能有效收集汇水面径流时，应加大进水口规模或进行局部下沉等；当溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物。当下沉式绿地、植草沟进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施。当下沉式绿地、植草沟边坡出现坍塌时，应进行加固。下沉式绿地、植草沟的检修频次应为1年2次，且检修时间应在雨季之前及雨季期中。下沉式绿地、植草沟在植物生长季节应进行每月1次的剪修。

6.2.3 生物滞留设施

生物滞留设施应符合一定经济性，应考虑到生物滞留设施的造价成本及后期养护成本。生物滞留设施的设计可参照国家海绵城市建设指南及相关图集内容。

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。根据设施外观、大小、建造位置和适用范围的不同，又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。

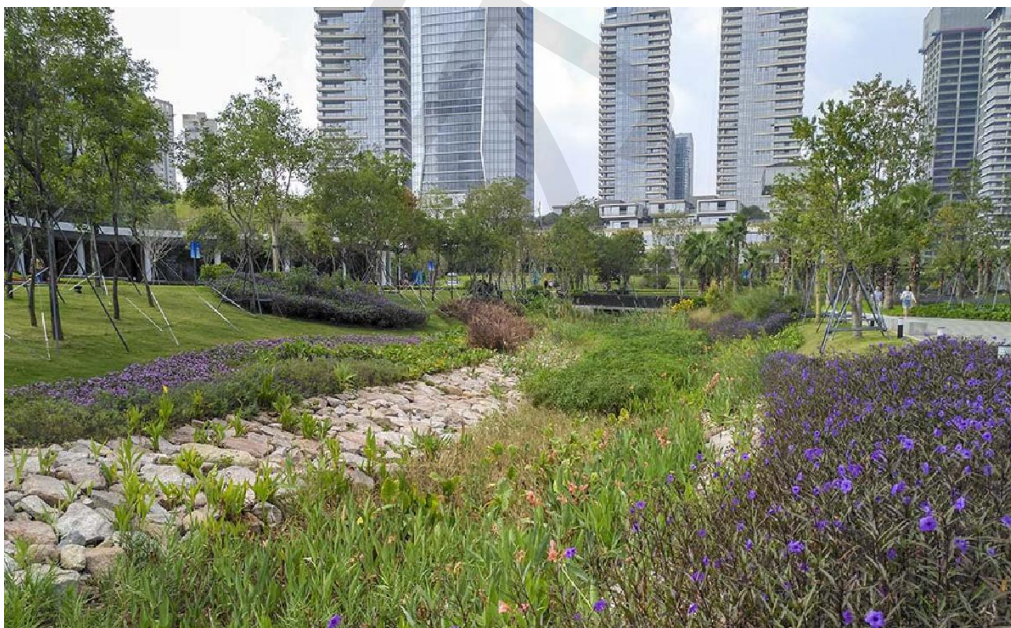


图 6.2.5 生物滞留设施实景图

(1) 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%。生物滞留设施应接收由雨落管引入的屋面径流雨水，场地及道路径流雨水可通过路缘石豁口进入，路缘石豁口尺寸和数量应根据道路纵坡等计算确定。

(2) 生物滞留设施应用于道路绿化且道路纵坡大于 1% 时, 应设档水堰或台坎, 以减缓流速并增加雨水渗透量; 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。

(3) 生物滞留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, 溢流设施顶部一般应低于汇水面 100mm。

(4) 当生物滞留设施设置于污染严重的汇水区时, 应选用植草沟、植被缓冲带或沉淀池对雨水进行预处理, 去除大颗粒的污染物并减缓流速; 对于石油类高浓度污染物应采取弃流、排盐等措施防止污染物侵害植物。

(5) 当生物滞留设施设置于径流污染严重、设施底部渗透面距季节性最高地下水水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础小于 3m (水平距离) 的区域时, 可采用底部防渗的复杂型生物滞留设施。

(6) 生物滞留设施各结构层设计应满足下列要求: 生物滞留设施的蓄水层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, 并设置 100mm 的超高; 换土层介质类型及深度应满足植物种植及园林绿化养护管理技术要求; 换土层底部宜设置透水土工布隔离层以防止换土层介质流失, 也可采用厚度不小于 100mm 的砂层 (细砂和粗砂) 代替; 砾石层厚度一般为 250~300mm, 可在其底部埋置管径为 100~150mm 的穿孔排水管, 砾石粒径不小于穿孔管的开孔孔径; 生物滞留设施各组成部分及相应技术要求可参照下表设计。

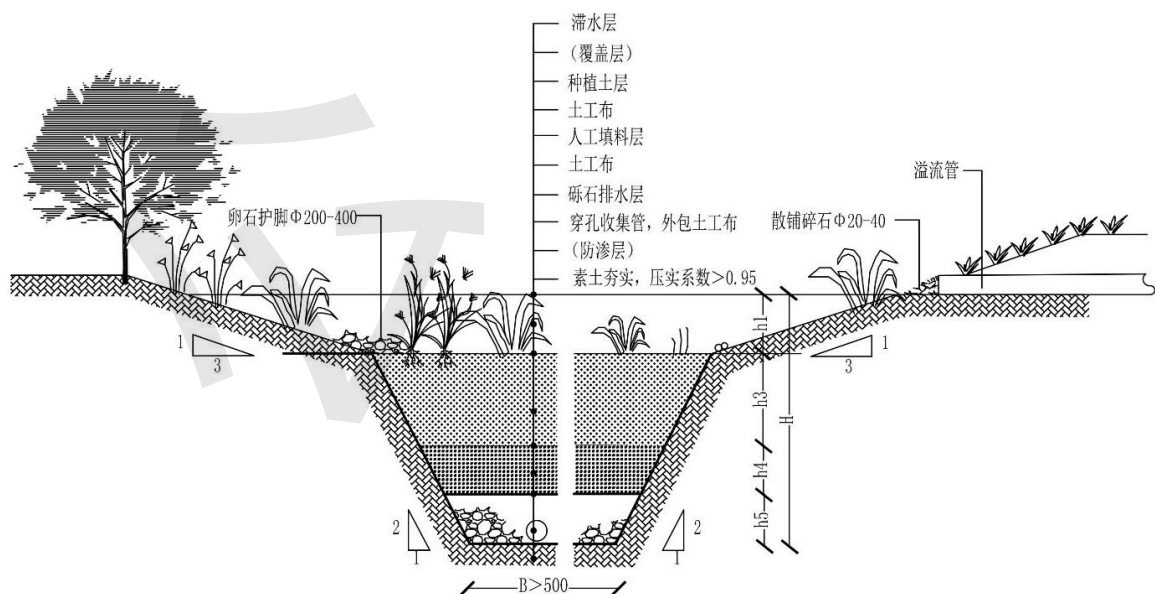


图 6.2.6 雨水花园结构参考图

表 6.2.1 生物滞留设施组成及技术要求

序号	组成	作用	设计参数
1	滞水层h1	①雨水滞留：降雨时雨水优先滞留于蓄水层； ②过滤雨水：通过植物的作用过滤雨水，同时将雨水中的沉淀物留在此层	其高度根据开发场地所在地区的降雨特性来确定，一般为200~300mm。
2	覆盖层h2	①提高土壤渗透能力：保持土壤的湿度，防止水土流失；②净化雨水：覆盖层中的树皮可以提供良好的微生物环境，有利于雨水的净化	一般采用树皮或碎石进行覆盖；一般为50~100mm。
3	种植土层 h3	过滤与净化雨水作用：一般选用渗透系数较大的砂质土壤，其主要成分中砂子含量为60%~85%，有机成分含量为5%~10%，粘土含量不超过5%	根据所种植的植物决定。①种植花卉与草本植物，需100~300mm厚；②种植灌木需300~600mm厚；③种植乔木需在1000mm以上。
4	人工填料层h4	渗水作用：多选用渗透性较强的天然或人工材料。	一般为200~1200mm。
5	砾石层（排水层）h5	排除多余雨水：多余的雨水由穿孔管收集排入到城市排水管道中。	①由直径不超过50mm的砾石组成，厚度200~300mm； ②穿孔管直径为100mm。

(7) 生物滞留设施的维护与管理应满足下列要求：生物滞留设施应及时补种修剪植物、清除杂草；当生物滞留设施进水口不能有效收集汇水面径流时，应加大进水口规模或进行局部下沉等；当生物滞留设施进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其它防冲刷措施；当生物滞留设施进水口、溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物；当生物滞留设施调蓄空间因沉积物淤积导致蓄水能力不足时，应及时清理沉积物；当生物滞留设施边坡出现坍塌时，应进行加固；当生物滞留设施由于坡度导致调蓄能力不足时，应增设档水堰、溢流口高程；当生物滞留设施调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时，应及时置换树皮覆盖层或表层种植层；当生物滞留设施出水水质不符合设计要求时应更换填料；生物滞留设施的检修、植被养护频次应为 1 年 2 次，检修时间应在雨季前或雨季期中。在生物滞留设施中的植物栽种期应适当增加浇灌次数；

生物滞留设施运行期间应注意设施是否引起地面或周边建筑物、构筑物坍塌，或导致地下室漏水。

6.2.4 绿色屋顶

种植屋面应符合《屋面工程技术规范》(GB50345)及《14J206 种植屋面建筑构造》要求。种植屋面材料、施工验收及质量验收应参照《JGJ155 种植屋面工程技术规程》。种植屋面应考虑屋面荷载、阻根、防水及屋面构造安全。非种植屋面宜采用透水材料饰面。

(1) 种植屋面可分为简单式种植屋面、花园式种植屋面及容器式种植屋面。简单式种植屋面是指仅以地被植物和低矮灌木绿化的种植屋面，适用于建筑物静荷载不小于 1kN/m^2 ，构造层厚度为 $25\sim 40\text{cm}$ ，屋面排水坡度不大于 10% 的屋面；

(2) 花园式种植屋面是指配植乔木、灌木和地被植物，并设置园路、园林小品等的屋面，花园式屋面适用于建筑物静荷载不小于 3kN/m^2 ，构造层厚度 $25\sim 100\text{cm}$ ，屋面排水坡度不大于 10% 的屋面；花园式屋面种植的布局应与屋面结构相适应，乔木类植物和亭台、水池、假山等荷载较大的设施，应设在柱或墙的位置。容器式种植屋面是指在容器或种植模块中种植植物的屋面。

(3) 种植屋面的系统构造可采用疏水、阻根、防水结构形式、模块形式、或其他结构形式；不同形式的种植屋面构造均应满足屋面排水、隔离阻根及防水的要求。典型的疏水、阻根、防水屋面构造形式自上而下可参考植被层、种植土、过滤层、蓄排水层、保护层、隔离层、阻根层、防水层、找平层、保温层、找坡层及结构层的构造组成形式，其不同结构层的要求如下所示：

- 1) 植被层：植被；
- 2) 种植土层：根据植被要求；
- 3) 过滤层：土工格栅、土工过滤布等；
- 4) 蓄排水层：蓄排水板、绿色屋顶种植模块等；
- 5) 保护层：细石混凝土或 $1:3$ 水泥砂浆；
- 6) 隔离层：PE 膜/聚酯无纺布等；
- 7) 防水层：DTM 聚酯复合防水卷材/PVC/TPO/LOCA 环保自粘防水卷材等；

- 8) 找平层：水泥砂浆；
- 9) 保温层：质轻、多空、导热系数小的保温材料；
- 10) 找坡层：轻集料混凝土；
- 11) 结构层：现浇钢筋混凝土。

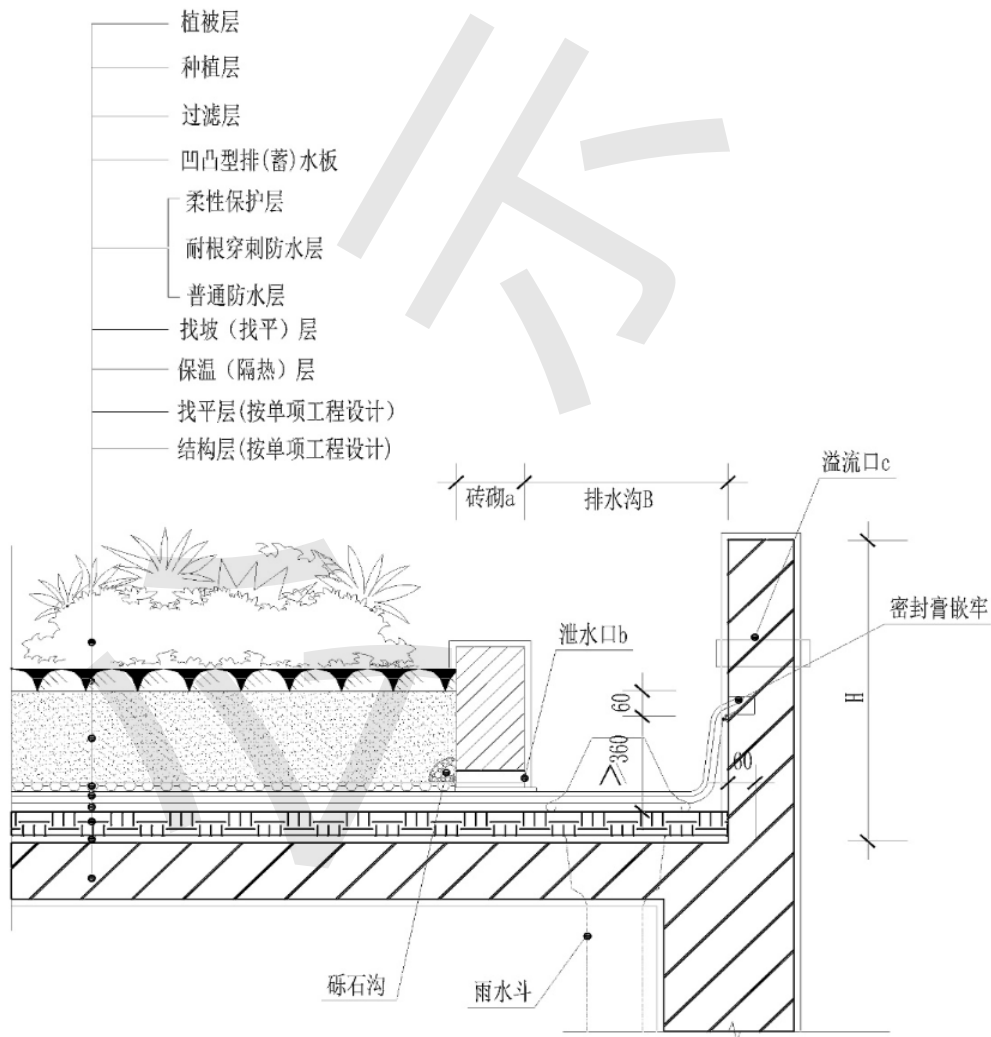


图 6.2.7 绿色屋顶实景及结构参考图

(4) 既有建筑宜采用容器式种植屋面。容器式屋面应符合下列规定：种植容器应轻便、易搬移、连接点稳固、便于组装和维护，种植容器宜设计有组织排水，种植容器下应设置保护层，容器式种植宜采用滴管系统，容器式种植的土层厚度应满足植物生存的营养需求，不宜小于 100mm。

(5) 大面积种植宜采用土壤湿度监测+固定式自动喷灌或滴灌、渗灌等节水技术。种植屋面的设计荷载除满足屋面结构荷载外，还应符合下列规定：种植土的荷重应按饱和水密度计算；植物荷载应包括初栽植物荷重和植物生长期增加的可变荷载。初栽植物荷重应符合下表要求；

表 6.2.2 初栽植物荷重

项目	小乔木（带土球）	大灌木	小灌木	地被植物
植物高度或面积	2.0~2.5m	1.5~2.0m	1.0~1.5m	1.0m ²
植物荷重	0.8~1.2kN/株	0.6~0.8kN/株	0.3~0.6kN/株	0.15~0.3kN/株

(6) 一般种植屋面可与蓄水屋面结合，建成蓄水种植屋面，应符合以下规定：蓄水种植屋面设计应符合《屋面工程技术规范》（GB50345）要求；种植床内的水层靠轻质多孔粗骨料蓄积，粗骨料的粒径应不小于 25mm，蓄水深度应不小于 60mm；为保持蓄水层的通畅，不被杂质堵塞，应在粗骨料上铺 60~80mm 细骨料滤水层，细骨料按 5~20mm 粒径级配，下粗上细逐层填铺；为减轻屋面板荷载，栽培介质推挤密度不宜大于 10kN/m³；蓄水种植屋面应根据屋面绿化设计用床埂进行分区，每区面积不宜大于 100m²。床埂宜高于种植床 60mm 左右，床埂底部每隔 1200~1500mm 设一个溢水孔，溢水孔处应铺设粗骨料或安设滤网以防细骨料流失。

(7) 既有屋面改造前必须检测鉴定结构安全性，应以结构鉴定报告作为设计依据，确定种植形式；改造为种植屋面宜选用轻质种植土、地被植物；建筑进行低成本种植屋面改造时，可考虑在建筑附近设集水桶、蓄水池等雨水收集设施，通过雨水管与屋面衔接，将多余雨水排至场地或小区绿化用地，实现雨水利用。

(8) 地下建筑顶板种植设计顶板为现浇防水混凝土，并应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》（GB50108）的规定；顶板种植应按永久性绿化设计；顶板种植构造层底部应设疏排水系统。

(9) 采取雨落管断接或设置集水井等方式将屋面雨水引入周边低影响开发设施或场地内集中调蓄设施，或断接到入渗排放井。雨落管不应直接与渗管或雨水管渠连接，对其排水造成影响。雨水断接应满足以下要求：雨水断接宜优先采用雨水收集—雨水断接—消能设施—植被区的模式；污染严重的工业、垃圾收集点等汇水区域，不应采用雨水断接；雨水断接应保证建、构筑物 and 周边场地的安全。

(10) 采取管道将种植屋面收集的雨水排入附近储水罐或其它储蓄设施，经过净化处理达到回用要求后，就近使用于屋面植物灌溉或屋内冲厕等。雨落管断接应设置消能设施，消能设施有消能井、消能坑、消能石、砾石池、砾石层等。同时应合理利用场地地形，尽量以重力流的形式，减少能源消耗，并分散设施海绵设施以保证每个海绵设施的水量平衡。

(11) 种植屋面绿化的维护与管理应满足下列要求：种植屋面工程应建立绿化养护管理制度；应定期观察、测定土壤含水量，并根据土壤含水量灌溉补水；根据季节和植物生长周期测定土壤肥力，可适当补充环保、长效的有机肥或复合肥；应定期检查并及时补充种植土；根据设计要求、不同植物生长习性，适时或定期对植物进行修剪，及时清理死株，更换或补充老化及生长不良的植株，植物生长季节应及时除草并及时清运，注意防病防虫害；根据植物类型、季节和天气情况实施灌溉；定期检查排水沟、水落口和检查井等排水设施，及时疏通排水管，当屋面出现漏水时，及时修复或更换防渗层；种植屋面的检修、植物养护频次每年 2~3 次，初春应浇灌（浇透）植物 1 次，雨季期间应除杂草 1 次。

6.2.5 储水调蓄设施

建设项目需要削减排水管道峰值流量防止地面积水、提高雨水利用程度时，可设置雨水调蓄设施。雨水调蓄设施包括雨水调蓄池、水塘、水池、湖泊（人工湖）、屋面水池、雨水罐（桶）等。雨水储存池可采用室外塑料模块蓄水池、硅砂砌块水池、混凝土水池等。雨水罐（桶）可造型根据采用不锈钢罐、塑料罐、陶罐、瓷罐等。雨水调蓄设施系统组成一般包括集水区、初期雨水弃流设施、处理系统及蓄水区。集水区表面为硬化地面可为绿化或渗透铺装等，建筑物的集水区是屋顶，地面集水区可为绿地下集水、硬地面集水等。在进行海绵城市设计时，在硬化地面条件下可做成下沉形式，并铺设碎石层，可增大硬化地面的水容量，建立硬化地面上的雨水储存空间。



图 6.2.8 雨水罐、雨水湿塘、雨水调蓄模块实景图

初期雨水径流往往污染较大，需要设置初期雨水弃流设施，弃流水应排入市政污水管道。入口处宜设置拦污净化设施；当采用前置塘作为拦污净化设施时，前置塘应设置清淤通道和防护设施，前置塘沉泥区容积应根据清淤周期和入流雨水 SS 污染负荷确定。蓄水区是储水调蓄系统必不可少的一部分，可为蓄水池、水塘、湖泊等。其中蓄水区的蓄水池可用多种材料建设，如塑料、混凝土、钢铁等，如所选用是塑料材质，则宜为再生材料，且塑料模块装置可相互拼接和任意拆卸。池子宜至于地面以下，避免日光照射，与空气产生接触的蓄水设施应设置防虫网等防蚊虫措施，所集蓄的水可用作消防、绿化用水等。存在污染地区的储水设施应做好防渗措施，防止其污染地下水体。

(1) 堤岸宜采用生态堤岸。水体内植物应根据不同水深、植物特性和景观要求选择水生植物类型。水体周边应设置防止人员跌落的安全防护设施。

(2) 生活污水应排入市政污水管道，不得排入雨水调蓄设施的蓄水区。

(3) 雨水蓄水区应与道路排水系统结合设计，应特别注意上下游排水流量的衔接。出水管管径不应超过市政管道的排水能力，雨水出水口直径应小于其上游市政接驳管直径 1~2 号。

(4) 雨水出水口前应相应设置溢流口，溢流口直径应小于其上游市政接驳管直径 1 号。在雨水出水口前可设置流量控制井、调流阀等措施，按设计流量进行调节，防止由于出水口过流能力限制造成管道堵塞。

(5) 雨水出水口处需有明显标识，便于监督检查，并在相关图纸上标注。

(6) 雨水调蓄池应设置清洗、排气和除臭等附属设施及检修通道。应设检查口或检查井，检查口下方的池底设集泥坑，深度不小于 300mm，平面尺寸应满足移动式排泥泵操作需求；当分格时，每格都应设检查口及集泥坑，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。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。搅拌冲洗水源宜采用池水。

(7) 塑料模块组合水池作为雨水储存设施时，应考虑上部荷载的影响，塑料模块的竖向承载能力应大于 400kN/m^2 ，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，直径 50mm 的颗粒能随水流流动，不堵塞，塑料模块外围包有土工布层。

(8) 雨水蓄水池计算，根据项目需控制水量，按 4.6.3 节计算。

(9) 当调蓄设施用于削减峰值流量时，调蓄量的确定应符合下列规定：应根据设计标准，通过比较雨水调蓄工程上下游的流量过程线，按下式计算：

$$V = \int_0^T [Q_i(t) - Q_o(t)] dt \quad \text{式 6.2.4}$$

式中：V——调蓄量或调蓄池有效容积， m^3 ；

Q_i ——调蓄设施上游设计流量， m^3/s ；

Q_o ——调蓄设施下游设计流量， m^3/s ；

T——降雨历时，min。

当缺乏上下游流量过程线资料时，可采用脱过系数法，按下式计算：

$$V = \{-[0.65/n^{1.2} + b/T \cdot 0.5/(n + 0.2) + 1.10] \cdot \log(a + 0.3) + 0.215/n^{0.15}\} \cdot Q_i T \quad \text{式 6.2.5}$$

式中： b ——暴雨强度公式参数；

n ——暴雨强度公式参数；

a ——脱过系数，取值为调蓄设施上游和下游设计流量之比。选取脱过系数时，调蓄设施上游的设计流量，应根据上游服务面积的雨水设计流量确定；调蓄设施下游的设计流量不用超过其下游排水设施的最大受纳能力；降雨历时不应超过编制暴雨强度公式时受纳的最大降雨历时。

(10) 调蓄设施的维护与管理应满足下列要求：当蓄水池进水口不能有效收集汇水面径流时，应加大进水口规模或进行局部下沉等。当进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施。当调蓄池进水口、溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾或沉积物。当调蓄池或蓄水池因沉淀物淤积导致蓄水能力不足时，应及时清理沉淀物。当调蓄池出现边坡坍塌时，应进行加固。调蓄池的检修、植被养护频次应为1年2次，检修时间应在雨季之前及雨季期中。蓄水池运行期间应特别注意防渗漏的问题。

6.2.6 初期雨水弃流设施

初期雨水弃流指通过一定方法或装置将存在初期冲刷效应、污染物浓度较高的降雨初期径流予以弃除，以降低雨水的后续处理难度。弃流雨水应进行处理，如排入市政污水管网（或雨污合流管网）由污水处理厂进行集中处理等。常见的初期弃流方法包括容积法弃流、小管弃流（水流切换法）等，弃流形式包括自控弃流、渗透弃流、弃流池、雨落管弃流等。

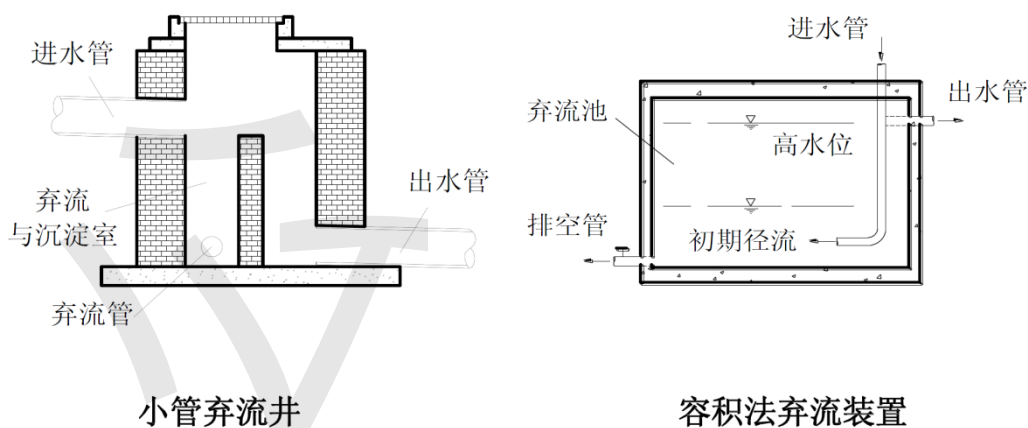


图 6.2.9 初期雨水弃流结构参考图

(1) 初期雨水弃流设施雨水弃流量应根据下垫面旱季污染物状况确定；雨水弃流池的池容积应根据收集面积、设计降雨厚度、汇水时间、收集后的用途等情况合理确定。

(2) 初期雨水弃流设施可分为成品和非成品两类：成品设施按照安装方式分为管道安装式、屋顶安装式和埋地式。管道安装式弃流装置主要分为累计雨量控制式、流量控制式等；屋顶安装式弃流装置有雨量计式等；埋地式弃流装置有弃流井、渗透弃流装置等。按控制方式又可分为自控弃流装置和非自控弃流装置；非成品设施可分为小管弃流井和弃流池。

6.2.7 雨水渗透设施

雨水渗透管、渗渠是在传统雨水排放的基础上，将雨水管改为渗透管（穿孔管），或周围回填砾石，雨水通过埋设于地下的多孔管材向四周土层渗透。渗管、渗渠可采用穿孔塑料管、无砂混凝土管/渠和砾（碎）石等材料组合而成。应满足以下要求：

(1) 渗管、渗渠应设置植草沟、沉淀（砂）池等预处理设施；

(2) 渗管可采用 PVC 穿孔管、PE 渗排管、无砂混凝土管等材料制成，塑料管穿孔率应控制在 1~3%之间，无砂混凝土管的孔隙率应大于 20%；

(3) 渗管坡度应满足排水要求，宜采用 0.01~0.02；

(4) 渗管四周填充砾石或其他多孔材料，砾石层外包土工布，土工布搭接宽度不应少于 150mm；

(5) 渗管管沟设在车行路面下时覆土深度不应小于 700mm。

渗井一般用成品或混凝土建造，其直径小于 1m，井深由地质条件决定。井底距地下水位距离不能小于 1.5m。渗井一般有两种形式，形式 1 由砂过滤包裹，井壁周边开孔，雨水经砂层过滤后渗入地下，雨水中的杂质大部被砂滤层截留。形式 2 在井内设过滤层，在过滤层以下的井壁上开孔，雨水只能通过井内过滤层后才能渗入地下，雨水中杂质大部被井内滤层截留。过滤层可采用 0.25~4mm 石英砂，其透水性应满足 K 不小于 $1 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 。渗井 1 比渗井 2 的滤料容易更换，更易长期保持良好的渗透性。为增大渗井渗透效果，可在深井周围设置水平渗排管，并在渗排管周围铺设砾（碎）石。渗井设计应满足以下要求：

(1) 雨水通过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) 渗井的出水管的内底高程应高于进水管管内顶高程，但不应高于上游相

邻井的出水管管内底高程。

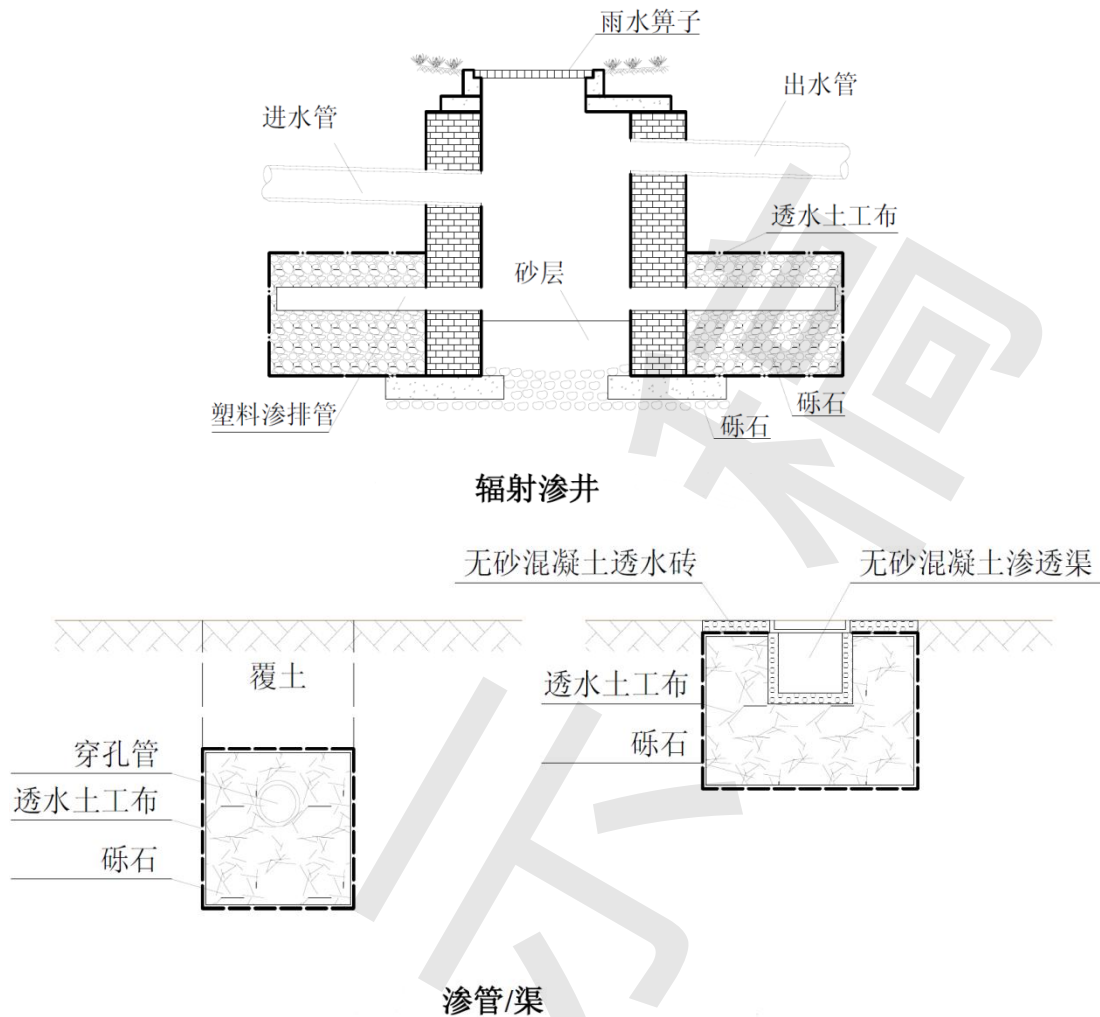


图 6.2.10 渗井、渗管/渠结构参考图

渗透管、渗渠与渗井的维护与管理应满足下列要求：进水口出现冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施；设施内因沉积物淤积导致调蓄能力或过流能力不足时，应及时清理沉积物；当渗井调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时，应及时更换填料；渗井的检修频率应为每年 2 次，并应于雨季之前和雨季期中；渗管、渗渠的检修频率应为每年 1 次，且应于雨季前。

6.3 关键技术要求

6.3.1 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 $\geq 2.5\%$; 容重 $\leq 1.20\text{g/cm}^3$; 非毛管孔隙度 $\geq 10\%$; 渗透能力 $> 1.3\text{cm/h}$; 石砾粒径 $\leq 1\text{cm}$, 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 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) 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。

6.3.2 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。

6.3.3 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。



图 6.3.1 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。

6.3.4 管道入流口处导流和消能

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 6.3.2 消能措施

6.3.5 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。

6.3.6 与市政基础设施的避让原则

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。

6.4 常见设施的组合设计与优化

6.4.1 组合设计原则

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。

6.4.2 设施优化原则

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。

6.5 非工程性措施

6.5.1 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) 改良土壤透水性；
- (4) 提升绿化；
- (5) 宜利用地下建筑顶面覆土层实现雨水渗透。

6.5.2 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。

6.5.3 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。

6.5.4 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。

7. 海绵城市设计评估方法

7.1 一般规定

- 7.1.1 海绵城市设计评估包括年径流总量控制率、年径流污染物削减率及防涝标准等内容的评估，具体见本章 7.2~7.4 章节提供的方法进行评估。
- 7.1.2 海绵城市设计方案重点根据控制指标布置低影响开发设施，并鼓励结合模型进行设施组合优选。模型重点输出径流总量、污染物总量与各设施设计参数，以完成控制率核算与设施设计。
- 7.1.3 采用模型对设计方案进行校核时，须核算控制目标，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。

7.2 年径流总量控制率容积法简易评估

7.2.1 年径流总量控制率的容积法计算可按以下要求进行：

(1) 核算每个地块的综合雨量径流系数。计算该地块不同下垫面面积，确定各下垫面的雨量径流系数（按表 4.6.1），经加权平均得到该地块的综合雨量径流系数。若综合雨量径流系数对应的年径流总量控制率满足要求，则该地块年径流总量控制率达标。若综合雨量径流系数对应的年径流总量控制率不满足要求，则按（2）~（4）的流程进行核算。

(2) 计算每个地块不同年径流总量控制率对应的需蓄水容积。按照下式计算该地块不同年径流总量控制率对应的需调蓄容积。

$$V = 10H\varphi F \quad \text{式 7.2.1}$$

式中：V—设计调蓄容积或需蓄水容积， m^3 ；
H—设计降雨量，mm，按表 4.1.1 选取；
 φ —综合雨量径流系数；
F—汇水面积， hm^2 。

(3) 核算每个地块的可蓄水容积。

(4) 确定该地块的实际年径流总量控制率。将该地块不同年径流总量控制率所需蓄水容积与实际可蓄水容积比较，得到该地块的实际年径流总量控制率。

(5) 区域年径流控制率核算。为该区域内每个地块年径流总量控制率的加权平均值。

7.2.2 蓄水设施的蓄水容积计算应满足以下要求：

(1) 具有渗透功能的综合设施，蓄水最大深度应根据该处设施上沿高程最低处确定；

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

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

(4) 每处设施计入总调蓄容积应不大于一个周期内排放量、水体渗透量、水面蒸发量和回用量之和，其中排放量根据可排空的体积确定，回用量根据实际回用水量确定，水体渗透量和水面蒸发量计算确定。一般取一个周期 24h。

7.2.3 水面蒸发量确定方法：

(1) 水面蒸发量应根据实测数据确定，也可采用多年平均逐月蒸发量确定。江门市 1983~2013 年多年平均蒸发量约 1587.4mm，月平均蒸发量见下表。

表 7.2.1 江门市 1983~2013 年月平均蒸发量 (mm)

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月
1983~2013年	94.7	77.4	87.1	103.7	137.7	143.1
	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	177.4	168.3	165.0	173.0	141.0	118.9

注：以上数据来源于江门市气象局。蒸发量选用新会国家气象观测站数据，其中2013年10月起该站无蒸发量观测。

(2) 当实测数据缺乏时，可按照下式计算：

$$Q_{zh} = 52.0S (P_m - P_a)(1 + 0.135V_{md}) \quad \text{式 7.2.2}$$

式中： Q_{zh} ——水池的水面蒸发量，L/d；

S ——水池的表面积， m^2 ；

P_m ——水面温度下的饱和蒸汽压， Pa ；

P_a ——空气的蒸汽分压， Pa ；

V_{md} ——日平均风速， m/s 。

7.2.4 水体渗透量确定方法：

$$W_S = \alpha K J A_S t_S \quad \text{式 7.2.3}$$

式中： W_S ——渗透设施， m^3 ；

α ——综合安全系数，一般取0.5~0.6；

J ——水力坡降，一般取1；

A_S ——有效渗透面积， m^2 ；

t_S ——渗透时间， s ，一般取24h；

K ——土壤渗透系数， m/s 。

7.3 年径流污染物总量削减率简易评估

7.3.1 年径流污染物总量削减率计算可按以下要求进行：

(1) 统计不同低影响开发设施面积，通过式 7.2.1 式计算不同低影响开发设施调蓄容积，乘以表 6.1.1 不同设施污染物削减率。

(2) 将不同低影响开发设施削减率乘积相加，除以总调蓄容积，得出地块（或区域）低影响开发设施加权平均削减率。

(3) 再乘以年径流总量控制率，得出整体年径流污染物削减率。

7.3.2 具体设施的污染物削减率

确定具体设施的污染物削减率时，需要根据设施特点，结合当地条件进行专门研究后提出，当条件不具备时，可按照表 6.1.1 取值。

7.4 排水防涝标准评估

(1) 排水防涝标准的评估为综合防涝水平的评估。

(2) 综合防涝水平评估参照《城镇内涝防治技术规范》（GB51222）附录 B 的有关规定执行。

(3) 采用数字模型方法进行评估的,设计前应首先利用模型对现场进行评估,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。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,评估现状问题与风险。

7.5 模型评估内容及要求

鼓励采用模型模拟的方法对年径流总量控制率、年径流污染总量削减率及排水防涝标准进行评估,评估的技术要点如下:

(1) 模型软件应具有下垫面产汇流、管道汇流、地面漫流、城市水系、水闸泵站设施、污水处理设施、源头减排设施等模拟功能。

(2) 年径流总量控制率模型建模应具有源头减排设施参数、管网拓扑与管渠缺陷、下垫面、地形,以及该地区至少近 10 年的步长为 1min 或 5min 或 1h 的连续降雨监测数据;年径流污染总量削减率模型建模应具有源头减排设施参数、管网拓扑与管渠缺陷、截污干管和污水处理设施运行工况、下垫面、地形,以及该地区至少近 10 年的步长为 1min 或 5min 或 1h 的连续降雨监测数据;排水防涝标准模型建模应具有管网拓扑与管渠缺陷、下垫面、地形,以及该地区内涝防治标准下的最小时间段为 5min 总历时为 1440min 的设计雨型数据。

(3) 其余未尽事宜参照《海绵城市建设评价标准》(GB/T51345)、《室外排水设计规范》(GB50014)、《城镇内涝防治技术规范》(GB51222)等有关规定执行。

8. 海绵城市技术审查要点

8.1 总体流程

海绵城市建设的审批工作一般分为以下流程：

(1) 项目建议书或可行性研究报告审查（仅适用于政府投资项目）

审查建议书或报告中是否提出海绵城市总体目标和总体方案，以及相关措施的投资估算。

(2) 规划方案设计审查（含道路工程方案设计）

根据海绵城市建设专篇，审查项目年径流总量控制率、年径流污染物总量削减率、雨水及内涝设计等指标是否满足要求。

(3) 施工图设计审查

审查机构根据报批文件，明确项目低影响开发是否达标，出具专项审查意见。

(4) 竣工验收

记录海绵城市工程、措施的落实情况，并提交有关部门备案。

(5) 考核评估

对海绵城市项目绩效评价所涉考核指标进行系统化的定量分析及评估。

本指引和要点主要对海绵城市规划方案设计（含道路工程方案设计）、施工图设计技术审查方法进行论述。

8.2 一般规定

(1) 政府投资项目建设单位在项目建议书中应对海绵城市设施必要性等进行明确阐述，在可行性研究报告中提出海绵城市建设的目标措施、技术和经济可行性分析以及投资估算。发改部门在项目建议书、可行性研究报告阶段审批管理、审核政府投资项目概算时加强对海绵城市建设内容的审查。

(2) 审查机构对施工图设计文件进行审查时，应严格按照国家、省、市的相关规范和技术要求，一并审查海绵城市设计内容。审查机构在审查意见书中明确海绵城市设计内容的审查结论，达不到海绵城市技术要求的，不得出具施工图审查合格证。

8.3 海绵城市审查要点

8.3.1 规划方案审查要点（含道路工程方案设计）

（1）海绵城市专篇的形式审查

海绵城市规划管理部门对规划方案设计（含道路工程方案设计）审查进行形式审查，主要审查设计中海绵城市专篇的有无情况，以及建设项目自评价结论是否符合本指引和要点相关的海绵城市设计目标。

表 8.3.1 形式审查用表

项目名称		
项目面积 (hm ²)		
	形式审查内容	结论
	海绵城市专篇（含自评/承诺表）是否齐全且有签章	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	海绵城市设计目标是否满足（包括年径流总量控制率（%）、年径流污染物总量削减率（%）、雨水及内涝设计标准（年）等）	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
形式审查结论	通过 <input type="checkbox"/> 不通过 <input type="checkbox"/>	
	结论:	

如若设计中无海绵城市专篇，或专篇中无自评（承诺）表，则形式审查不通过，审查结论可写为：“项目设计报送材料中缺少必要的海绵城市相关内容，形式审查不予通过。”

如若设计中有海绵城市专篇及自评（承诺）表，但自评价结论不符合本指引和要点中关于海绵城市设计目标的（对照“4.2~4.5 章节”），则形式审查不通过，审查结论可写为：“项目设计海绵城市自评结论不符合《江门市蓬江区海绵城市设计指引和技术审查要点》中所列的要求，形式审查不予通过。”

如海绵城市专篇中已论述项目因建设环境、内容、功能等因素制约而不能完全遵循海绵城市建设规范标准、确实无法达到本指引和要点所列要求的，应进行专家论证，并提供有关主管部门已批准的文件。

（2）委托第三方技术服务机构审查

海绵城市规划管理部门可以政府购买服务的方式，委托第三方技术服务机构对规划方案设计（含道路工程方案设计）海绵城市专篇进行审查或监督抽查。

第三方技术服务机构对海绵城市专篇进行审查，并明确审查结论，反馈至海绵城市规划管理部门；如进行监督抽查的，按照一定的原则进行抽查，并定期将抽查意见抄送至海绵城市规划管理部门。

8.3.2 施工图审查要点

(1) 技术审查要点

审查机构对施工图设计进行审查时，首先审查项目年径流总量控制率、年径流污染物总量削减率、雨水及内涝设计等指标是否满足本指引和要点的要求；审查通过后，对施工图设计中的各项海绵工程、措施进行审查。

海绵工程、措施除满足本指引和要点要求的有关标准外，还须满足有关的国家、广东省和江门市现行相关规范（标准）规定的内容，所涉及的标准内容以现行国家标准为准。本节对应的规范（标准）发生调整时，应以新发布的规范（标准）对应条文为准。

各类型项目的施工图设计审查包含并不限于表 8.3.2~8.3.5 中所列的要点，具体如下：

1) 建筑与小区（用地类型为 R1、R2 类的住宅小区，A1、A2、A3、A4、A5、A6、B1、B2、B3、B4、U1、U21、U3、U9 类公共管理和服务设施、商业服务类设施、M、W1、W2 类工厂和仓库等建设项目）：

表 8.3.2 建筑与小区施工图设计审查要点一览表

规范（文件）名称	条文编号	
《江门市蓬江区海绵城市设计指引和技术审查要点》	4、海绵城市设计目标与指标	4.2、4.3、4.5
《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400-2016）	4、雨水控制及利用系统设置	4.1.4
	5、雨水收集和排出	5.1.4、5.1.1、5.2.1、5.3.3、5.4.2、5.4.8、5.4.9
	6、雨水入渗	6.1.4
	7、雨水储存与回用	7.3.1、7.3.4
《室外排水设计规范》（GB50014-2006（2016年版））	3、设计流量和设计水质	3.2.2A
《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）	4、地下工程防水技术规范	4.8.9、4.8.13

规范（文件）名称	条文编号	
《公园设计规范》（GB51192-2016）	4、总体设计	4.3.2
《立体绿化技术规程》 （DGTJ08-75-2014）	3、基本规定	3.2.4
	4、屋顶绿化	4.2.3、
	5、垂直绿化	5.3.3
	6、沿口绿化	6.2.2
《种植屋面工程技术规程》 （JGJ155-2013）	3、基本规定	3.1.5
《城市居住区规划设计规范》 （GB50180-1993（2016年版））	8、道路	8.0.7
	9、竖向	9.0.2
《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》	4.3 建筑与小区	4（1）、（2）、（3）
《居住区环境景观设计导则（2006版）》	8、水景景观	8.1.3
《民用建筑节水设计标准》 （GB50555-2010）	4、节水系统设计	4.1.5

2) 市政道路（用地类型为S1、S2、S3、S4、S9类的市政道路、停车场等建设项目）：

表 8.3.3 市政道路施工图设计审查要点一览表

规范（标准）名称	条文编号	
《江门市蓬江区海绵城市设计指引和技术审查要点》	4、海绵城市设计目标与指标	4.2、4.3、4.5
《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》	4.4 城市道路	（1）、（3）、（6）
《城镇内涝防治技术规范》 （GB51222-2017）	4、源头减排设施	4.2.2、4.2.5、
	6、排涝除险设施	6.4.2
《透水砖路面技术规程》（CJJ/T188）	5、设计	5.1.2
《城市道路工程设计规范》 （CJJ37-2012（2016版））	5、横断面	5.3.4、5.3.5、5.4.2、5.5.2
	12、路基与路面	12.3.2

3) 绿地与广场（用地类型为G1、G2、G3类的公园绿地、一般防护绿地和广场等建设项目）：

表 8.3.4 绿地与广场施工图设计审查要点一览表

规范（标准）名称	条文编号	
《江门市蓬江区海绵城市设计指引和技术审查要点》	4、海绵城市设计目标与指标	4.2、4.3、4.5
《公园设计规范》（GB51192-2016）	4、总体设计	4.1.5
	5、地形设计	5.1.3、5.3.5
《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》	4.5 城市绿地与广场	(3)
《室外排水设计规范》（GB50014-2006（2016年版））	3、设计流量和设计水质	3.2.2A
《透水砖路面技术规程》（CJJ/T188）	5、设计	5.1.2
《城市绿地设计规范》（GB50420-2007（2016版））	3、基本规定	3.0.12
	6、道路、桥梁	6.1.5
	7、园林建筑、园林小品	7.1.2A、7.1.2B
	8、给水、排水及电气	8.2.2、8.2.4
《城镇内涝防治技术规范》（GB51222-2017）	4、源头减排设施	4.1.5、4.1.12
《民用建筑节能设计标准》（GB50555-2010）	4、节水系统设计	4.1.5

4) 城市水系（用地类型为 E1 类的水体类等建设项目）：

表 8.3.5 城市水系施工图设计审查要点一览表

规范（标准）名称	条文编号	
《江门市蓬江区海绵城市设计指引和技术审查要点》	4、海绵城市设计目标与指标	4.4
《城市水系规划规范》（GB50513-2009（2016年版））	5、水系利用	5.1.3、5.4.7、5.5.4、5.5.5
《城镇内涝防治技术规范》（GB51222-2017）	6、排涝除险设施	6.2.4、6.2.5、6.2.7
《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 城市水系	(3)、(6)
《河湖生态保护与修复规划导则》（s1709-2015）	6、水质维护与改善	6.3.1
	7、河湖地貌形态保护与修复	7.2.3

规范（标准）名称	条文编号	
《城市防洪工程设计规范》 (GB/T50805)	8、治涝工程	8.3.3、8.3.4、8.3.5

（2）技术审查要求

审查结论（报告）样式可由审查机构具体确定。

审查机构和审查人员应根据上述要点的规定进行审查，承担审查责任。审查中如发现违反法律、法规和强制性条文时，设计单位必须进行修改，否则不予通过。对于上述要点中的除强制性条文以外的其他条文，如未能严格执行的，应有充分依据并提交相关说明。

8.4 设计成果报审材料参考

用于报审的建设项目海绵城市设计成果应包含设计说明书、设计图纸、相关附表等。

8.4.1 设计说明书

说明项目的基本情况，并以目标导向和问题导向为原则，依据上位规划要求，确定项目建设目标，并详细阐述海绵城市设计方案。设计说明书的内容应包含且不限于以下内容。

（1）设计依据

- 简要说明项目设计思路及参考的文件，采用的主要技术规范和标准等；
- 如属于城市更新项目，上层次规划中海绵城市专篇有相关设计内容时，也应对专篇中方案的统一性进行说明，如有改动需进一步说明。

（2）现状分析

- 说明项目区位、项目规模、规划用地类型、容积率、设计范围、占地面积、绿化面积及位置、竖向设计、与周边管网的联系等项目概况；
- 辨析项目周边的内涝情况、污染情况及水体黑臭等现状涉水问题。

（3）设计目标指标

通过充分对比本指引和要点的目标指标、用地规划许可证中所列明的目标指

标、上层次规划（专项规划、详细规划等）对本项目的目标指标、相关行业技术标准对该类别项目的目标指标要求后，结合项目建设条件，选择适宜的设计目标指标。

（4）海绵方案确定

结合项目所在区域、海绵城市建设目标、场地的实际情况等要求，确定海绵城市相关方案，并对方案进行详细说明。

（5）达标校核

按汇水分区对本次方案的达标情况进行详细计算。

8.4.2 设计图纸

海绵城市相关各专业的设计图纸应满足《建筑工程设计文件编制深度规定》等相关要求。海绵城市专篇设计图纸应包含但不限于如下图纸：

（1）下垫面分类布局图

以总平面图为依据划分项目范围内的各类下垫面分布及范围。图纸内容包括但不限于下垫面分布、项目场地外围市政排水管网分布、项目建筑布局及场地土壤透水性等现状情况。

（2）场地竖向及汇水分区图

对场地竖向，反映场地坡向、低洼地等重要节点进行标识，并以场地竖向、下垫面以及雨水管网布置为依据，绘出汇水分区图。

（3）径流组织及海绵设施分布总图

以总平面图、竖向平面图为依据划分项目范围内的汇水分区，标注分区的编号和排水方向，穿过建筑屋顶的分区线需综合考虑未来屋面的排水走向。

- 根据雨水径流路径，在总平面图基础上，反映各汇水分区海绵设施分布、类型和规模（调蓄容积）等；
- 注明超标雨水排放与场地室外排水系统的衔接关系；
- 若有雨水利用系统，应提交雨水收集回用工艺流程图、雨水回用系统平面布置、雨水收集与回用处理设施平面布置图；

➤ 标示图例和指北针，进行必要的说明。

8.4.3 相关附表

以下表格供建设单位参考填写，连同海绵城市设计方案成果一并提交。

(1) 建设项目海绵城市设计方案建设目标表

表 8.4.1 建设项目海绵城市设计方案建设目标表

一、项目总体情况				
项目类型		新建项目 <input type="checkbox"/> 改扩建项目 <input type="checkbox"/> 现状地块专项建设 <input type="checkbox"/>		
项目用地性质				
二、项目海绵城市建设目标				
指标类型	序号	指标名称	目标值	备注
控制性	1	年径流总量控制率 (%)		设计降雨量 (mm) :
	2	年径流污染物总量削减率 (%)		
	3	雨水管网设计重现期 (年)		
	4	内涝防治标准 (年)		
指标类型	序号	指标名称	目标值	备注
引导性	5	透水铺装率 (%)		
	6	广义下沉式绿地比例 (%)		包括植草沟、雨水花园等生物滞留设施，以及渗透塘、湿塘、雨水湿地等设施
	7	绿色屋顶率 (%)		
	8	硬化地面比例 (%)		
注：项目的海绵城市建设目标值来源于《江门市蓬江区海绵城市设计指引和技术审查要点》。				

(2) 建设项目海绵城市设计方案自评表

各类建设项目海绵城市设计方案自评可参考下表填写。

表 8.4.2 建设项目海绵城市设计方案自评表

建设项目海绵城市设计方案分项指标		备注	
排水分区划分	排水分区个数:		
	排水口个数:	其中: 个排往市政排水系统或水体;	
第一汇水分区			
项目	内容	数值	备注
下垫面解析	汇水区	汇水区名称	
		项目用地面积 (m ²)	
	屋顶	总面积 (m ²)	
		屋顶绿化面积 (m ²)	
	铺装面积	总面积 (m ²)	
		渗透铺装面积 (m ²)	
	绿化	总面积 (m ²)	
		广义下沉式绿地面积 (m ²)	
	水体 (景)	总面积 (m ²)	
	下沉式广场	总面积 (m ²)	
	综合雨量径流系数		
需要控制容积 (m ³)			
专门设施核算	具有控制容积的设施	总容积 (m ³)	
		地表水体 (景) 调蓄容积 (m ³)	调蓄深度:
		生物滞留设施蓄水容积 (m ³)	下沉深度:
		地下蓄水设施蓄水容积 (m ³)	
		雨水桶蓄水容积 (m ³)	
竖向用地控制	内部场地	高出相邻城市道路高度 (m)	
	地面建筑	室内外正负零高差 (m)	
第二汇水分区 (如有)			
同第一汇水区

6	道路横断面图		DWG	
7	路面结构图		DWG	
8	建筑或园林专业设计说明	建筑或园林专业	DWG	
9	建筑总平面图		DWG	
10	景观或园建总平面图		DWG	
11	下垫面分布图		DWG	
12	给排水专业设计说明	给排水专业	DWG	
13	竖向设计图		DWG	
14	汇水分区图		DWG	
15	雨水设计平面图		DWG	
16	区域排水系统图		DWG	
17	海绵设施布局图		DWG	
18	海绵设施大样图		DWG	
19	其他资料（设计说明书、文本等，在相应栏内填写具体名称）	其他	WORD、PDF、DWG等	
20			
资料审查意见：			核对人：	
注：1. 审查资料收集到的所有资料均须填写本表。 2. 资料核对情况请直接在“结论”栏内打“√”或“×”。				

9. 绩效考核方案

9.1 绩效考核方案

在设计、建设、运营等不同阶段进行全方位的动态考核，通过全过程控制保障海绵城市建设理念的落实与推广。

9.1.1 设计阶段

采用模型辅助模拟和设计方案的图纸审查等方式进行考核。同时开展环境背景（本底）监测，作为背景（本底）与确定相关的基准值。

9.1.2 建设施工阶段

采用项目建设方填报表格上报，政府部门随机抽查的模式进行考核，同时在建设过程中积累过程监测数据和重要节点建设照片，作为过程验证与考核依据。

9.1.3 运行管理阶段

采用监测的方式进行考核，运用监测数据作为管理与绩效考核的计算依据。

（1）雨水年径流总量控制率考核

对项目实际雨水年径流总量控制考核。现场检查海绵设施实际控制的径流体积，核算其所对应的降雨深度，通过查阅“曲线图”得到实际的年径流总量控制率。将各设施的雨水年径流总量控制率按相应控制范围加权平均，得到项目实际雨水年径流总量控制率，比较是否达到规定的设计要求。

对没有通过设施及未进行控制的下垫面，将各设施及未通过设施进行控制的下垫面的年径流总量控制率按设施控制范围（包括设施自身面积）、占地面积（未通过设施进行控制的下垫面）加权平均，得到实际雨水年径流总量控制率。其中：

1) 没有通过设施控制的不透水下垫面，其年径流总量控制率为零。

2) 没有通过设施进行控制的透水下垫面，如透水铺装、普通绿地等，按设计降雨深度 H 为其初损后损值（即植物截留、洼蓄量、降雨过程中入渗量之和）获取年径流总量控制率，或者按 $(1-\text{雨量径流系数})$ 估算其年径流总量控制率。

（2）合流制排水口溢流频次及溢流量考核

现场检查通过“渗、滞、蓄、净、用”措施达到径流体积控制的设计要求后

溢流排放效果。对监测项目接入市政管网的溢流排水口，连续自动监测至少 1 个雨季，得到“时间-流量”监测数据。筛选至少 2 场雨量略等于项目设计降雨量，且与前一场降雨的降雨时间间隔大于设施设计排空时间的实际降雨，当降雨量小于项目设计降雨量时，溢流排水口不得有直接排泄流量。

(3) 路面积水程度与内涝防治考核

1) 路面积水控制考核：采用摄像资料查阅与现场相结合的方法进行评价。在《室外排水设计规范》(GB50014) 规定的雨水排水设计重现期下，非机动车道、人行道、建筑小区内部道路不得有积水现象。

2) 内涝防治考核：采用模型模拟的方法进行评价。模型应具有地面产汇流、管道汇流、地表漫流、河湖水系等模拟功能。模型建模要具有管网拓扑、下垫面、地形，以及历史积水点监测数据和排水防涝重现期下的雨型数据。模型进行率定验证后，模拟结果需计算积水范围、积水深度、积水时间，判断是否达到《室外排水设计规范》(GB50014) 与《城镇内涝防治技术规范》(GB51222) 的规定要求。

(4) 城市水环境质量考核

1) 污水废水直排考核：采用现场检查的方法进行评价，建筑小区、市政管网的雨水排口旱天有无污废水直排现象。

2) 地表水环境达标率：根据监测断面的监测结果，对照江门市地表水相关标准进行评价，污染物监测数值优于相关标准为达标，劣于相关标准则为不达标。以一年 12 个月为周期评价达标率：达标率=达标次数÷12×100%。

9.2 监测系统建设

为支持海绵城市建设与评估考核，同时建立完善的监测和预警体系，应在源头设施、排水管网、受纳水体、排口等要素选择适宜的监测点，安装在线雨量计、在线液位计、在线超声波流量计、在线 SS 检测仪等设备，构建监测网络。

10. 附录

10.1 附录一：相关参考文献、资料

10.1.1 相关规范、图集、技术标准：

- (1) 《室外排水设计规范》(GB50014)；
- (2) 《建筑给水排水设计标准》(GB50015)；
- (3) 《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》(GB50400)；
- (4) 《城市排水工程规划规范》(GB50318)；
- (5) 《城市水系规划规范》(GB50513)；
- (6) 《城镇内涝防治技术规范》(GB51222)；
- (7) 《城镇雨水调蓄工程技术规范》(GB51174)；
- (8) 《海绵城市建设评价标准》(GBT51345)；
- (9) 《公园设计规范》(GB51192)；
- (10) 《城市绿地设计规范》(GB50420)；
- (11) 《城市道路工程设计规范》(CJJ37)；
- (12) 《海绵型建筑与小区雨水控制及利用》(17S705)；
- (13) 《城市道路与开放空间低影响开发雨水设施》(15MR105)；
- (14) 《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》。

10.1.2 相关规划及研究：

- (1) 《江门市城市总体规划（2011-2020）》及其充实完善；
- (2) 《江门市海绵城市建设专项规划》；
- (3) 《江门市主城区排水（雨水）防涝综合规划》；
- (4) 《江门三区一市城乡污水专项规划》；
- (5) 《江门市区供水专项规划修编（2014-2030）》；
- (6) 《江门市主城区水域保护与利用规划（2012-2020）》；

- (7)《江门市城市节水中长期规划》;
- (8)《江门市区暴雨强度公式的推导与研究技术报告》。

10.1.3 相关文件及参考资料:

- (1)《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);
- (2)《住房和城乡建设部办公厅关于印发海绵城市建设绩效评价与考核办法(试行)的通知》(建办城函〔2015〕635号);
- (3)《住房和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);
- (4)《住房和城乡建设部办公厅关于开展2020年度海绵城市建设评估工作的通知》(建办城函〔2020〕179号);
- (5)《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);
- (6)《江门市推进海绵城市建设实施方案》(江府办〔2017〕52号);
- (7)《江门市住房和城乡建设局 江门市发展和改革委员会 江门市自然资源局 江门市生态环境局 江门市交通运输局 江门市水利局 江门市城市管理和综合执法局关于加强海绵城市规划建设管控的通知》(江建函〔2019〕1590号);
- (8)《江门市城乡规划技术标准与准则》(2019年第一版);
- (9)《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)》;
- (10)《深圳市海绵城市规划要点和审查细则(2019年修订版)》;
- (11)《光明新区海绵城市规划设计导则》;
- (12)《光明新区建设项目海绵城市建设工程设计文件编制指南》;
- (13)《光明新区建设项目海绵城市审查细则》;
- (14)《珠海市海绵城市规划设计标准导则(试行)》;
- (15)《珠海市海绵城市建设设计文件技术深度及审查要点(试行)》。

10.2 附件二：典型案例

10.2.1 案例一：住宅小区项目

一、项目概况

该项目为住宅小区项目，现状用地为农林用地，西侧为现状市政道路；周边用地已开发，为居住用地和工业用地。

1、下垫面分析

小区下垫面主要由绿地、硬质地面、屋面、水景构成，详见下图及下表。



图 10.2.1-1 项目平面下垫面示意图

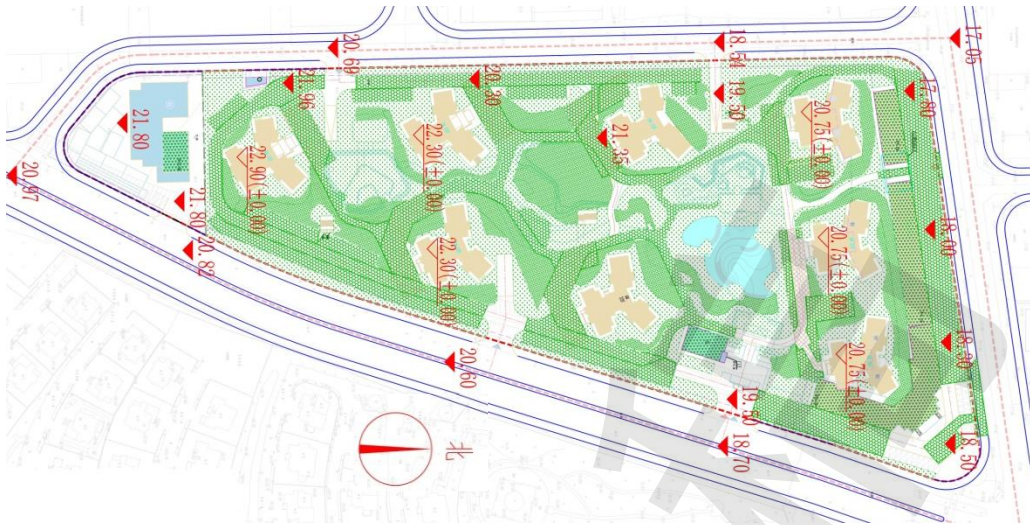
表 10.2.1-1 布置 LID 设施前下垫面统计表

下垫面	面积 (m ²)	占比 (%)	综合雨量径流系数
绿化	14756.6	33.5	0.15
硬质地面	21106.9	47.9	0.80
屋面	7093.1	16.1	0.80
水景	1082.5	2.5	1.0
合计	44039.1	100	0.59

2、竖向分析

小区开发前地势较高，现状标高约为 17.1m~20.7m，总体地势呈南高北低。小区竖向设计中维持南高北低地势并对原地形进行调整，最低点高程（建筑±0.00）

17.9m，最高点高程为 22.9m，周边市政道路标高 17.1m~21.0m。



10.2.1-2 项目竖向分析图

二、方案设计

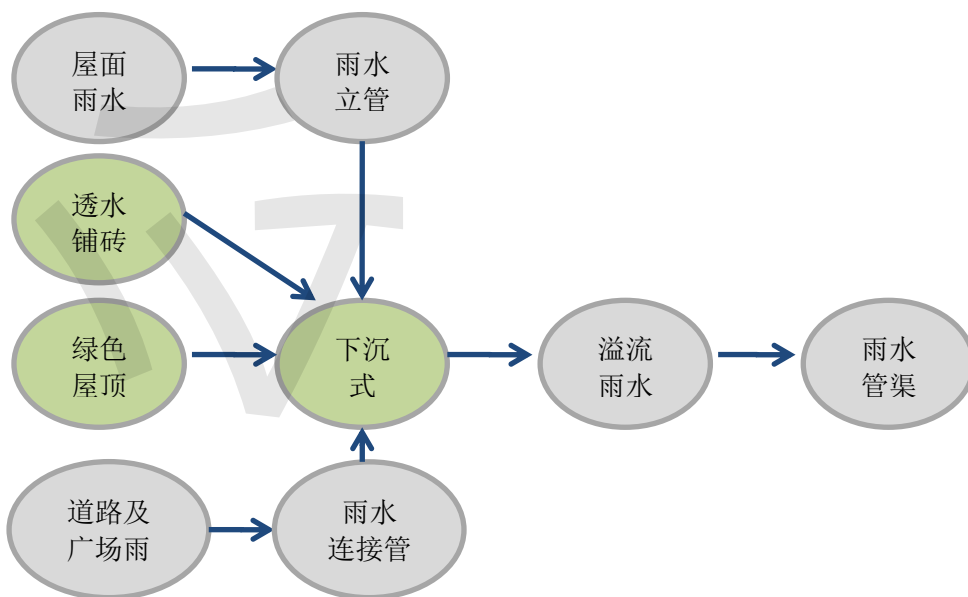
1、设计目标

(1) 下沉式绿地率 $\geq 30\%$ (下沉深度 0.2m)，透水铺装率 $\geq 40\%$ ，绿色屋顶率 $\geq 10\%$ ，硬化地面率 $\leq 40\%$ ；年径流总量控制率 $\geq 80\%$ ，对应设计降雨量 40.9m。

(2) SS 去除率 $\geq 60\%$ 。

(3) 内涝防治标准 30 年一遇。

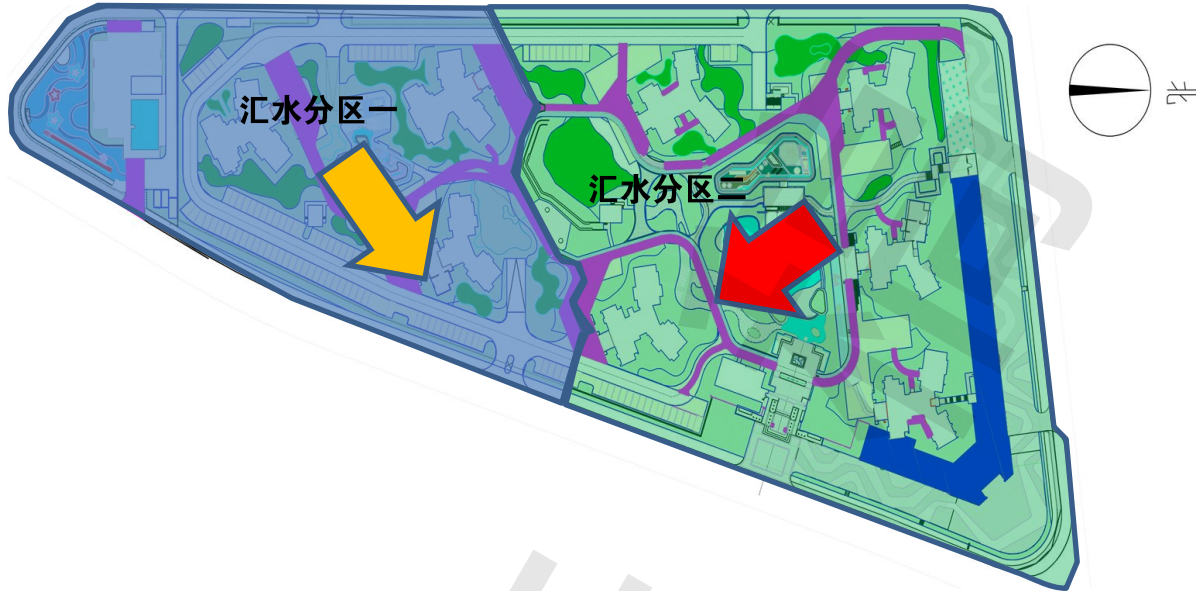
2、技术路线



10.2.1-3 技术路线示意图

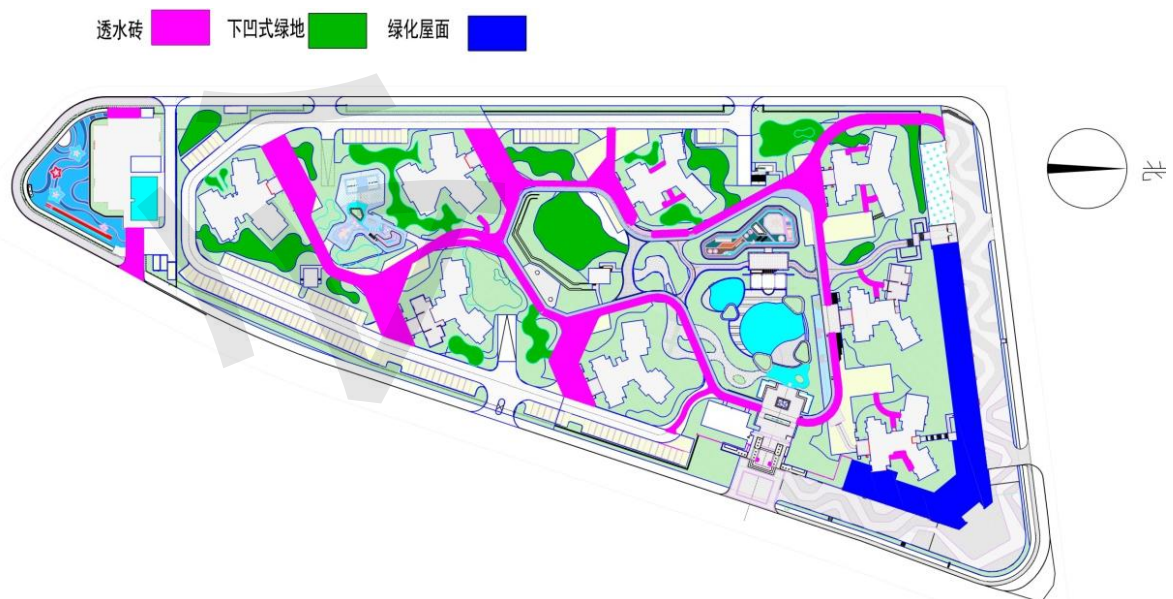
3、总体方案

根据项目的竖向和排水组织关系，将本小区分为 2 个汇水分区：汇水分区一面积为 16287.9m²；汇水分区二面积为 27751.5m²，如图所示：



10.2.1-4 汇水分区划分示意图

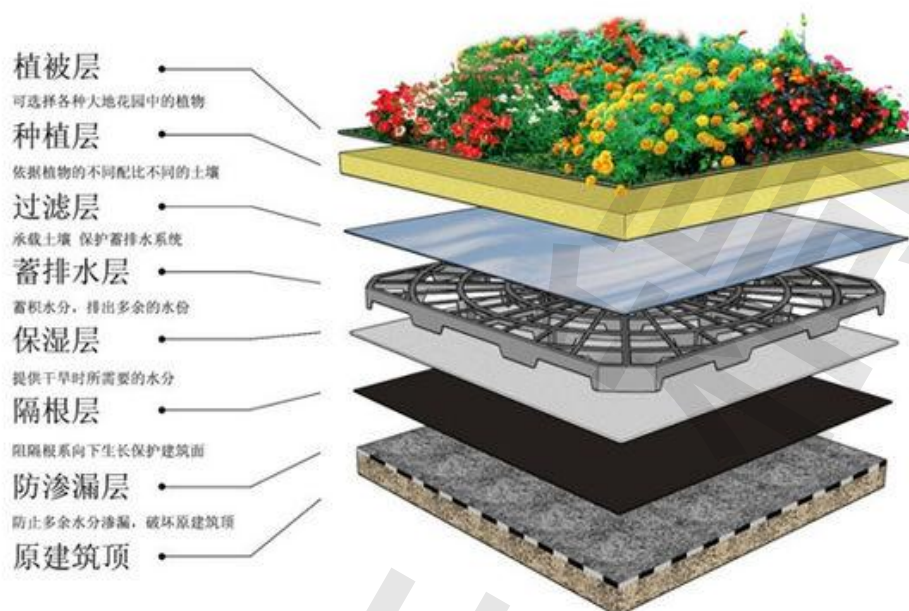
根据小区各汇水分区的特点和场地布置，主要采用的措施包括绿色屋顶、透水铺装以及下沉式绿地等，具体设施分布详见下图。总体方案主要是将屋面及道路雨水通过绿色屋顶、透水铺装沟等进行初步的径流截留，通过雨水立管、线性排水沟（或植草沟）再进入邻近的下沉式绿地（雨水花园）进行滞蓄消纳，超出设计雨水量的一部分雨水经溢流雨水口排至市政雨水管网。



10.2.1-5 LID 措施平面布置示意图

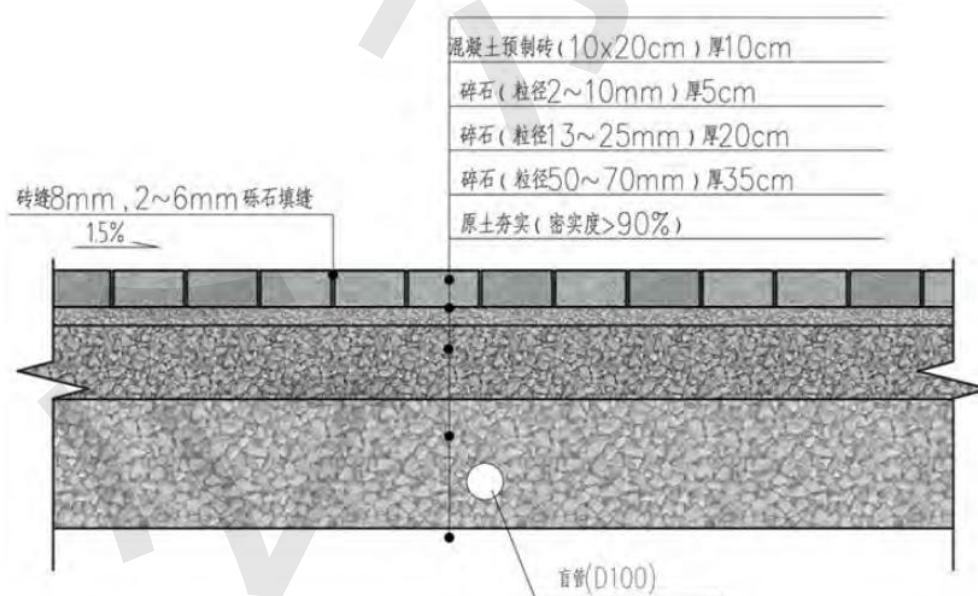
相关的LID设施构造示意详见下图。

(1) 绿色屋顶构造参考



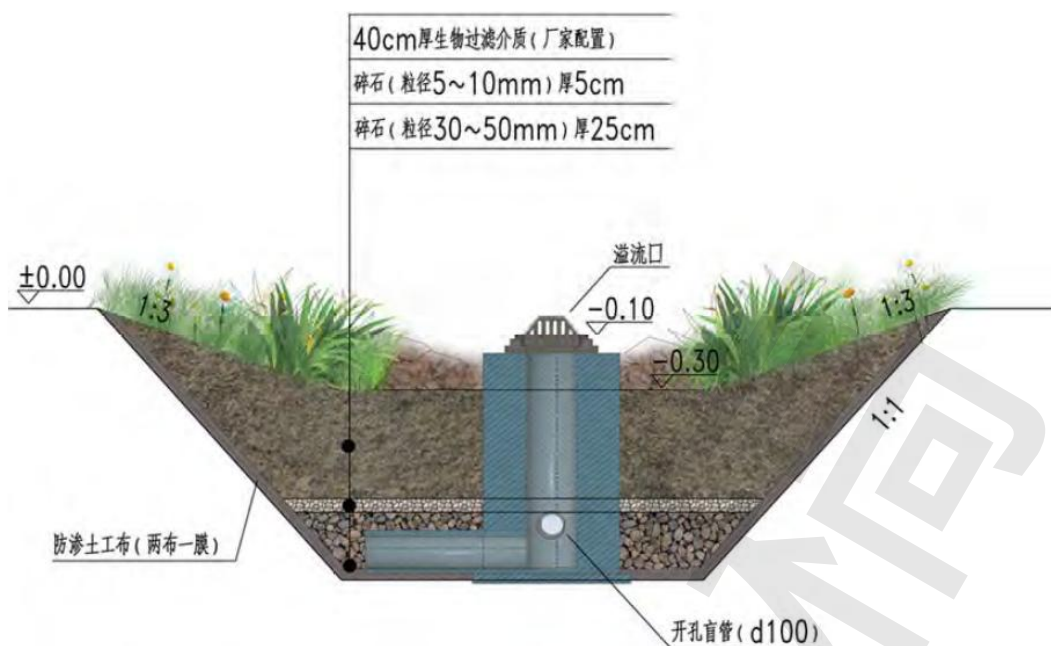
10.2.1-6 绿色屋顶示意图

(2) 透水铺装构造参考



10.2.1-7 绿色屋顶示意图

(3) 下沉式绿地（雨水花园）构造参考



10.2.1-8 下沉式绿地（雨水花园）示意图

4、内涝防治设计

根据小区竖向设计，小区建筑底层高于小区内道路 1m 以上，因此小区建筑底层不易进水；小区内道路高于周边道路 0.7m 以上，有条件泄流涝水至周边道路。为保证排水安全性，在地下车库入口、坡顶设置雨水连篦及减速带，坡底皆设置连篦，并采取自排、强排设施防止雨水灌入地下建筑内部，地下车库周边局部地面适当调高标高，阻挡路面水进入。

5、目标可达性分析

(1) 年径流总量控制率达标分析

LID 设施中透水铺装和绿色屋顶调蓄容积较小，因此仅在综合雨量径流系数中考虑，不计入总调蓄容积，下沉式绿地综合径流系数取 1，其它其他下垫面雨量径流系数参照相关规范选取。

汇水分区一、二各设施面积及综合雨量径流系数进行统计，详见下表：

表 10.2.1-2 布置 LID 设施后下垫面统计表（汇水分区一）

下垫面类型	下垫面分类	面积 (m ²)	相关指标	雨量径流系数
屋面	常规屋面	2194.2	绿色屋顶率： 20.5%	0.80
	绿色屋顶	565.8		0.40

下垫面类型	下垫面分类	面积 (m ²)	相关指标	雨量径流系数
绿地	常规绿地	3701.9	下沉式绿地率： 41.2%	0.15
	下沉式绿地	2588.2		1.00
硬化铺装	不透水铺装	3454.5	透水铺装率： 51.5%	0.80
	透水铺装	3668.2		0.30
景观水景	景观水景	123.0		1.00
合计		16287.8		0.56
地面	不透水铺装	3454.5	硬化地面率： 25.8%≤目标值 (40%)	-
	绿地+透水铺装	9950.3		-
	地面总面积	13404.8		-

表 10.2.1-3 布置 LID 设施后下垫面统计表 (汇水分区二)

下垫面类型	下垫面分类	面积 (m ²)	相关指标	雨量径流系数
屋面	常规屋面	3457.8	绿色屋顶率： 20.2%	0.80
	绿色屋顶	875.3		0.40
绿地	常规绿地	5529.8	下沉式绿地率： 40.1%	0.15
	下沉式绿地	3701.9		1.00
硬化铺装	不透水铺装	6573.8	透水铺装率： 50.3%	0.80
	透水铺装	6653.2		0.30
景观水景	景观水景	959.5	-	1.00
合计	-	27751.3	-	0.57
地面	不透水铺装	6573.8	硬化地面率： 29.3%≤目标值 (40%)	-
	绿地+透水铺装	15884.99		-
	地面总面积	22458.7		-

表 10.2.1-4 布置 LID 设施后下垫面统计表（整个小区）

下垫面类型	下垫面分类	面积 (m ²)	相关指标	雨量径流系数
屋面	常规屋面	5652.0	绿色屋顶率: 20.3%	0.80
	绿色屋顶	1441.1	>目标值 (10%)	0.40
绿地	常规绿地	9223.7	下沉式绿地率: 40.5%	0.15
	下沉式绿地	6290.1	>目标值 (30%)	1.00
硬化铺装	不透水铺装	10028.3	透水铺装率: 50.7%	0.80
	透水铺装	10321.4	>目标值 (40%)	0.30
景观水景	景观水景	1082.5	-	1.00
合计	-	44039.1	-	0.57
地面	不透水铺装	10028.3	硬化地面率: 28.0%	-
	绿地+透水铺装	25835.2		-
	地面总面积	35863.5	≤目标值 (40%)	-

选取汇水分区一作为计算实例:

汇水分区一总面积为 16287.9m²，综合雨量径流系数为 0.56。

下沉式绿地的调蓄容积计算: 下沉式绿地面积为 2588.2m²，下沉深度为 0.2m，调蓄容积为: $V=2588.2\text{m}^2 \times 0.2\text{m}=517.64\text{m}^3$ 。本项目中，透水铺装和绿色屋顶调蓄容积较小，不计入总调蓄容积。

汇水分区一控制降雨量为: $H=517.64\text{m}^3 \div 16287.8\text{m}^2 \div 0.56 \times 1000=56.75\text{mm}$ ，查表得汇水分区一年径流总量控制率为 88%。

采用同样的计算方法，汇水分区二的总面积为 27551.3m²，综合雨量径流系数为 0.57，调蓄容积为 740.38m³，控制降雨量为 47.15mm，查表得汇水分区二年径流总量控制率为 83%。

小区整体总面积为 44039.1m²，综合雨量径流系数为 0.57，总调蓄容积为 1258.02m³，控制降雨量为 50.12mm，查表得到小区整体年径流总量控制率为 85% >目标值 (80%)。

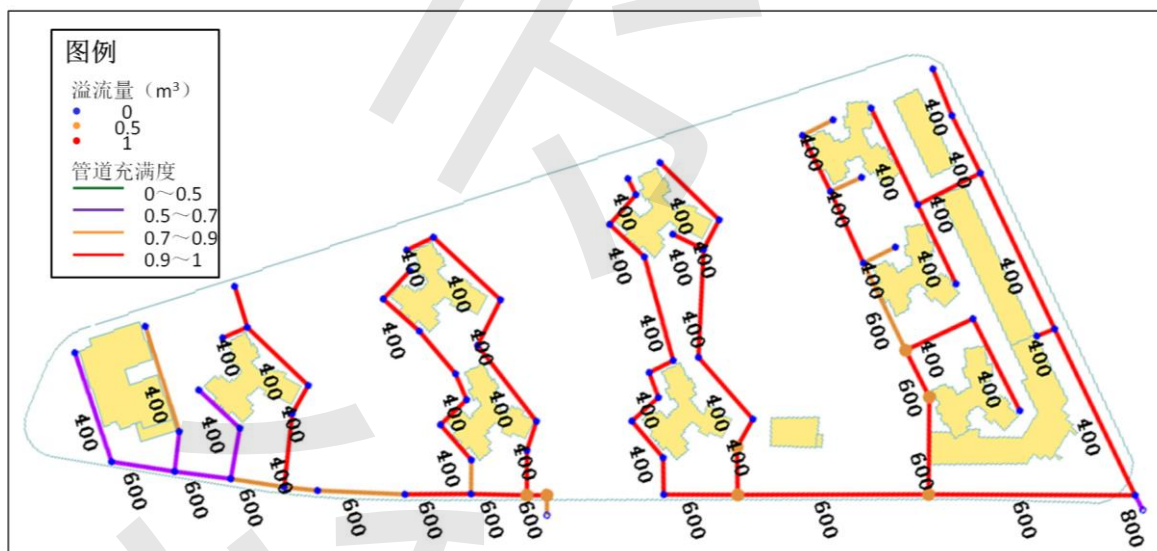
(2) SS 去除率达标分析

本项目绿色屋顶、透水铺装控制、下沉式绿地体积占比分别为：0%、0%、100%，参照指南，取绿色屋顶、透水铺装对 SS 的去除率分别为 75%、75%；下沉式绿地考虑与雨水花园相结合，对 SS 的去除率为 80%，则该小区 SS 去除率为 $0\% \times 75\% + 0\% \times 75\% + 100\% \times 80\% = 80\%$ ，年径流污染物削减率 $= 85\% \times 80\% = 68.0\% >$ 目标值（60%）。

(3) 内涝标准达标分析

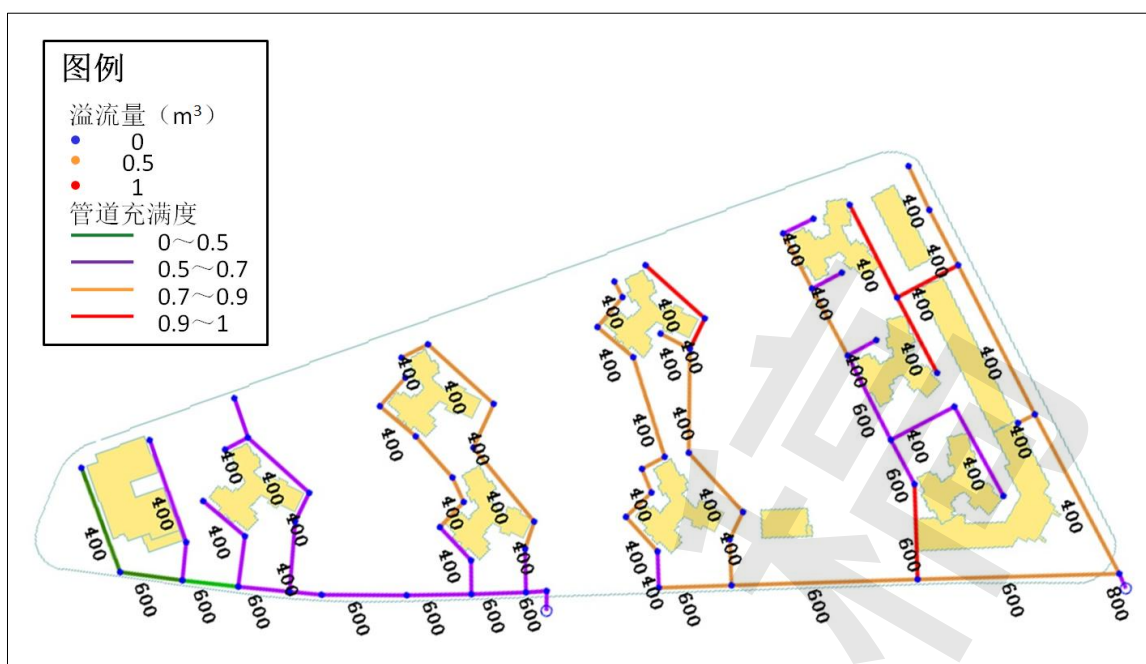
小区内雨水管道按重现期 5 年标准设计。并利用模型对本项目布置 LID 设施前、后两种工况进行校核，降雨历时按 3h，详见下图。

在布置 LID 前的工况中，当发生 30 年一遇暴雨时，大部分的排水管道出现超载，并出现了 6 处溢流量约为 0.5m^3 的溢流点。此时，涝水通过图中涝水泄流通道（绿色线）通过小区出入口排出西侧道路。由于管道溢流量不大，小区内道路相对低点积水可在峰值后通过雨水篦收集排放。经校核，小区内建筑物底层不进水，不产生内涝。



10.2.1-9 30 年一遇内涝模拟分析图(布置 LID 设施前)

在布置 LID 后的工况中，当发生 30 年一遇暴雨时，没有出现溢流点，管道排水情况良好，达到内涝标准要求。



10.2.1-10 30年一遇内涝模拟分析图（布置LID设施后）

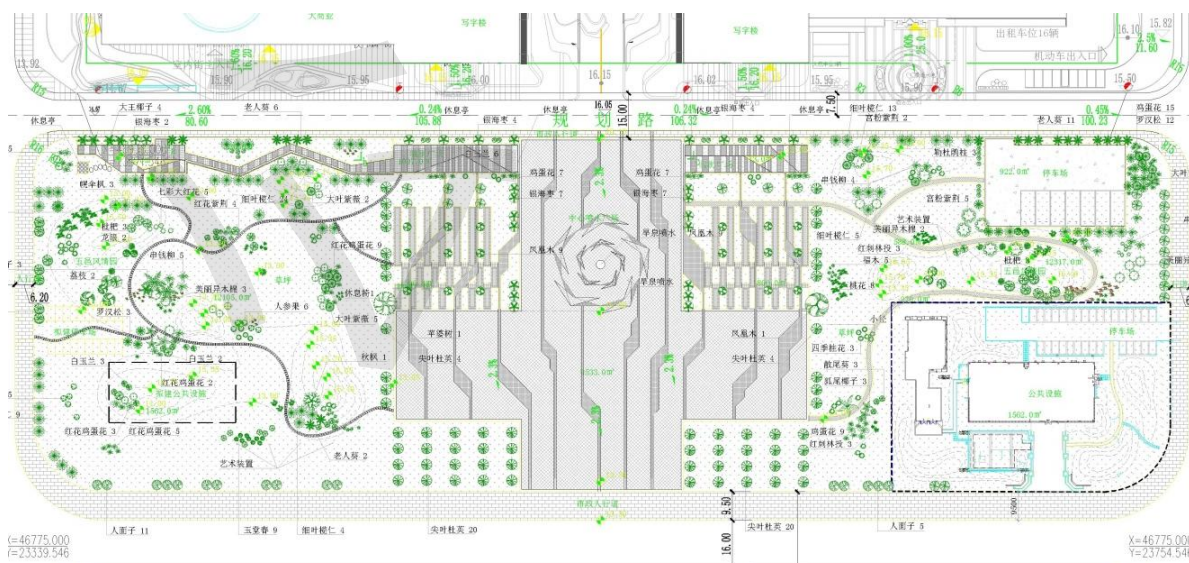
10.2.2 案例二：公园项目

一、项目概况

本项目为新建公园。公园中部为休闲广场，两侧为绿地，东南侧建有设备用房及公共厕所。

1、下垫面分析

公园下垫面主要由绿地、硬质地面及屋面构成，详见下图及下表。



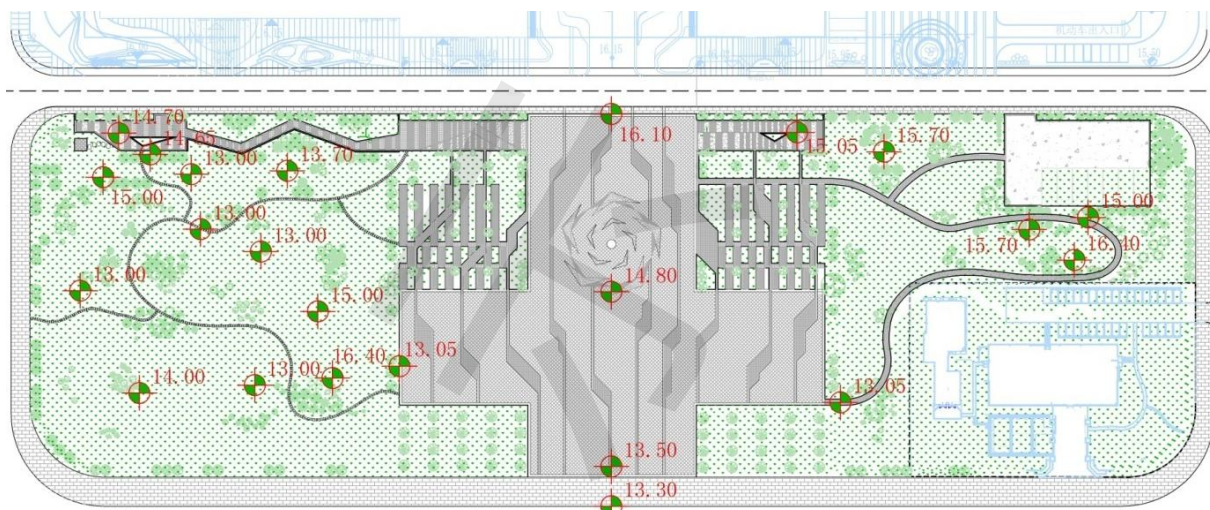
10.2.2-1 项目下垫面示意图

表 10.2.2-1 布置 LID 设施前下垫面统计表

下垫面	面积 (m ²)	占比 (%)	雨量径流系数
绿化	37564	71.55	0.15
硬质地面	12311	23.45	0.80
屋面	2625	5.00	0.80
合计	52500	100	0.33

2、竖向分析

本项目总体地势 为北高南低，东西两侧高，中间低，标高在 13.3m~16.10m。
具体详见下图：



10.2.2-2 项目竖向示意图

二、方案设计

1、设计目标

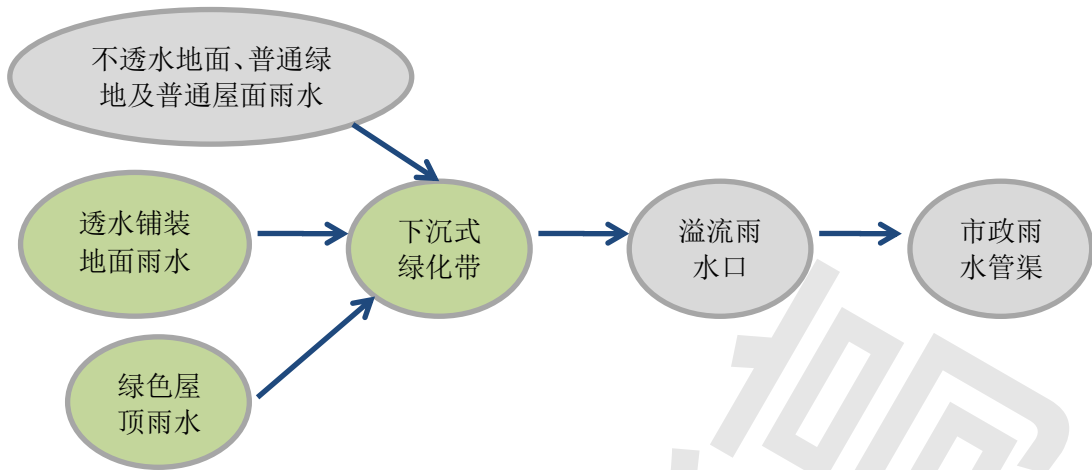
(1) 下沉式绿地率 $\geq 30\%$ (下沉深度 0.2m)，透水铺装率 $\geq 40\%$ ，绿色屋顶率 $\geq 10\%$ ，年径流总量控制率 $\geq 90\%$ ，对应设计降雨量 64.0mm。

(2) SS 去除率 $\geq 70\%$ 。

(3) 内涝防治标准 30 年一遇。

2、技术路线

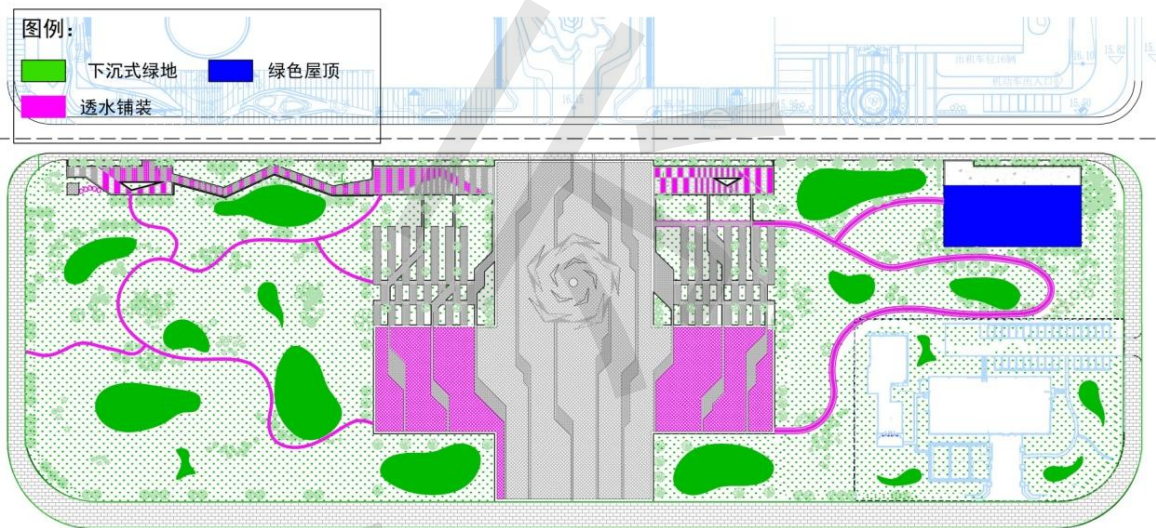
技术路线如下图。



10.2.2-3 技术路线示意图

3、总体方案

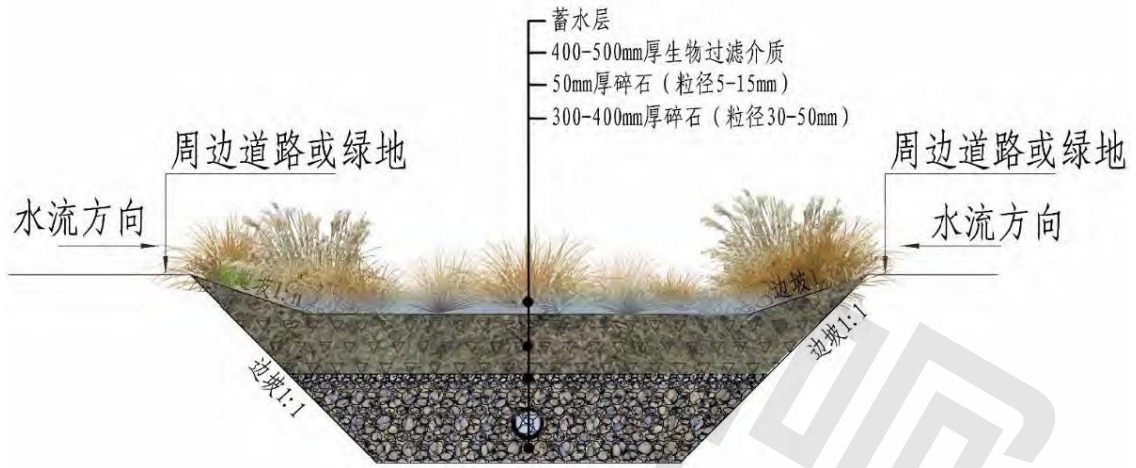
本公园整体为一个汇水区，主要采用的措施包括绿色屋顶、透水铺装以及下沉式绿地等，具体设施分布详见下图。



10.2.2-4 LID 设施布置示意图

总体方案是在绿地设置下沉式绿地（包括雨水花园等生物滞留设施）；透水铺装和绿色屋顶雨水经自身初步径流截流，以及其余硬质铺装、普通绿地乃至周边人行道的雨水通过雨水立管、植草沟等引导至下沉式绿地进行统一控制，超出设计雨量的部分雨水经溢流雨水口排至市政雨水管网。

相关的 LID 设施构造参考详见下图及案例一。



10.2.2-5 雨水花园示意图



10.2.2-6 植草沟示意图



10.2.2-7 人行道与植草沟衔接示意图

4、内涝防治设计

由于公园周边道路、地块雨水均通过排水管渠就近排出水体，因此本公园仅需解决自身雨水，同时公园下垫面已绿地为主，布置LID设施后，调蓄容积较大，因此该公园内涝风险较低。

5、目标可达性分析

(1) 年径流总量控制率达标分析

LID设施中透水铺装调蓄容积较小，因此仅在综合雨量径流系数中考虑，不计入总调蓄容积，下沉式绿地综合径流系数取1，其它其他下垫面雨量径流系数参

照相关规范选取，具体详见下表：

表 10.2.2-2 布置 LID 设施后综合雨量径流系数

下垫面类型	下垫面分类	面积 (m ²)	相关指标	雨量径流系数
地面	不透水铺装	6141	透水铺装率：50.12%	0.80
	透水铺装	6170	>目标值 (40%)	0.30
绿地	普通绿草	22220	下沉式绿地率： 40.84%>目标值 (30%)	0.15
	下沉式绿地	15344		1.00
屋面	普通屋面	2076	绿色屋顶率：20.97%	0.80
	绿色屋顶	549	>目标值 (10%)	0.40
合计		52500		0.52
地面	不透水铺装	6141	硬化地面率：12.3% ≤目标值 (40%)	-
	绿地+透水铺装	43734		-
	地面总面积	49875		-

经加权计算后得到该道路的综合雨量径流系数为 0.52。

下沉式绿地的调蓄容积计算：下沉式绿地下沉深度为 0.2m，调蓄容积为：
 $V=15344\text{m}^2 \times 0.2=3068.8\text{m}^3$ 。控制降雨量为： $H=3068.8\text{m}^3 \div 52500\text{m}^2 \div 0.52 \times 1000=112.41\text{mm}$ ，查表得年径流总量控制率为 98%>90% (目标值)。

(2) SS 去除率达标分析

本项目下沉式绿化带、透水铺装和绿色屋顶控制体积占比分别为：100%、0%、0%。参照指南，取下沉式绿化带、透水铺装、绿色屋顶对 SS 的去除率分别为 80%、75%、75%则该项目 SS 去除率为 $100\% \times 80\% + 0\% \times 75\% + 0\% \times 75\%=80\%$ ，年径流污染物削减率= $80\% \times 98\% =78\% > \text{目标值 (70\%)}$ 。

(3) 内涝防治标准达标分析

通过模型模拟校核，降雨历时按 3h。当发生 30 年一遇暴雨时，本公园存在一定积水，但仅有少部分雨水溢流出周边的市政排水管道，达到内涝标准要求。

10.2.3 案例三：城市道路低影响开发建设及改造概述

城市道路作为城市三种主要下垫面之一，其雨水径流量大，污染严重，是城市面源污染的主要来源。研究表明，对于一般城市建设区，道路降雨径流量约占25%，却产生了40%~80%的污染物。因此，道路是城市面源污染的关键区。传统的道路排水设计是以雨水的尽快排除为根本出发点，这种方式存在诸多弊端。通过低影响开发模式，实现环境、生态、经济等多重效益的道路雨水净化利用模式。

一、市政道路

传统市政道路雨水系统的设计是以雨水的尽快排除为根本出发点，采用点式雨水口收集道路雨水。雨水口设于路面上，道路雨水径流均流入雨水口，经雨水管道排除。这种方式存在多方面的缺点：一是污染较重的机动车道雨水排入河道后污染城市河湖水体；二是点式雨水口收集地表雨水必然产生路边积水，易发生洪涝灾害；三是道路绿化带需要经常性的灌溉，未对道路雨水资源进行有效利用，大量的雨水资源白白流走；四是城市地下水长期得不到补充，地下水位不断下降。因此需要重新审视和改善现有市政道路排水系统，使之能够发挥洪涝灾害防控，面源污染控制，雨水资源有效利用等多重效益。

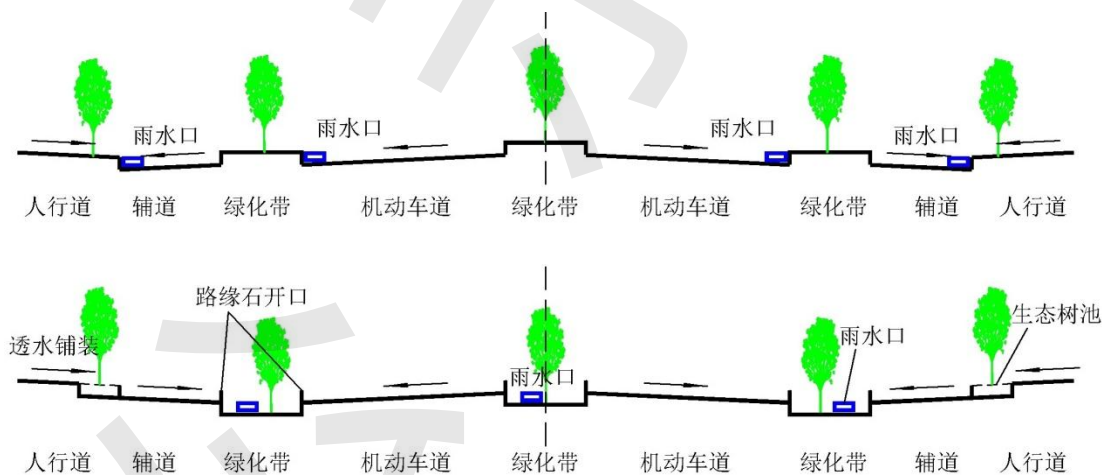


图 10.2.3-1 传统道路（上）与低影响开发道路（下）排水示意图

低影响开发市政道路的建设充分利用了道路绿化带在收集、储存、入渗、净化雨水径流方面的功能，将道路绿化带建设为植生滞留槽的形式，道路雨水径流通过孔口道牙自流入绿化带入渗、排放。绿化带高程低于路面10~20cm，雨水口设于绿化带内，雨水口高程高于绿化带而低于路面高程。道路雨水径流流入绿化带后，首先进行储存和入渗，超过设计重现期的雨水溢流入雨水口，经雨水管道

排放。雨水管道可采用穿孔管道，雨水在流行的过程中可继续入渗。

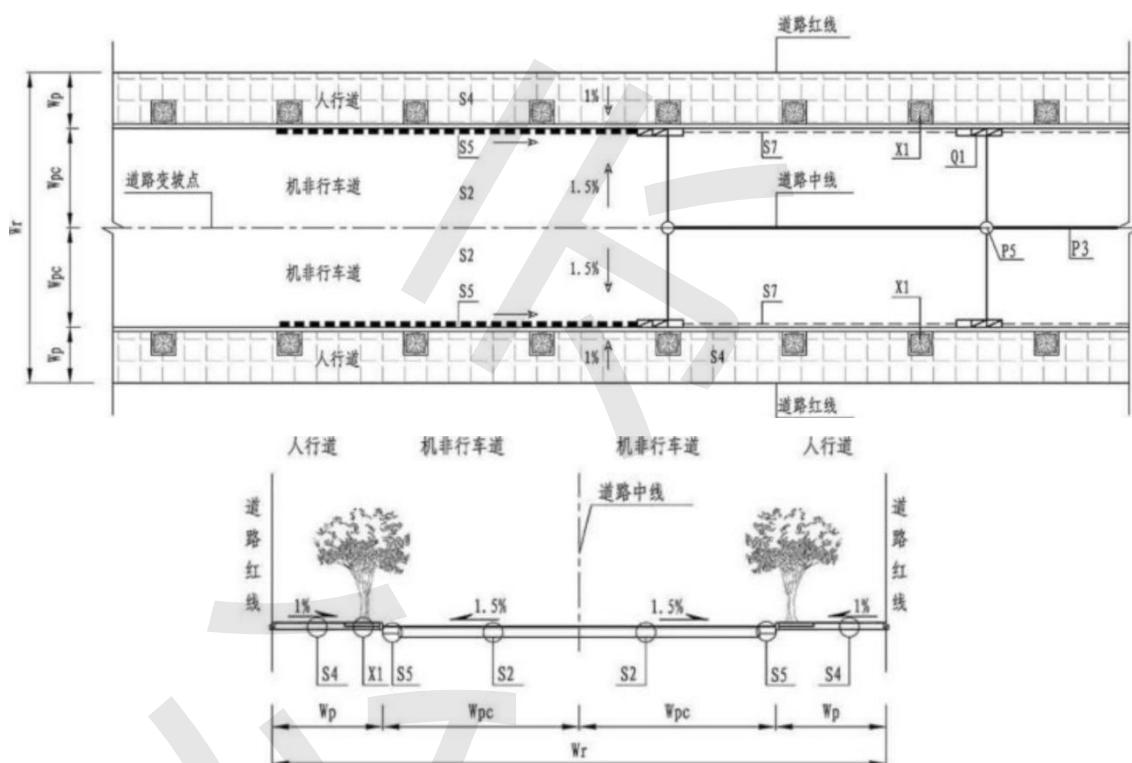
道路人行道和非机动车道可采用透水铺装路面，如透水砖和透水混凝土等。为尽可能多的消纳道路雨水径流，人行道树木可采用低影响开发树池形式。

各类型道路低影响开发方案如下：

(1) 单幅路

单幅路一般无绿化隔离带，有人行道树池。人行道、机非行车道可采用透水铺装，树池采用生态树池。

做法一：机非行车道雨水径流往两侧排放，透水路缘带于道路透水路面结构相连，设置长度根据道路纵断面和降雨情况确定。雨水径流经生态树池（透水铺装）净化和入渗；超标雨水排入雨水管网。本做法适用于城市支路。



注：雨水管线位置为示意，如有污水管线可结合具体情况采用初期雨水弃流井及雨水调蓄池。

符号：弃流设施 Qi：Q1——环保型雨水口。

入渗设施 Si：S2——机非行车道透水路面结构；S4——人行道透水路面结构；

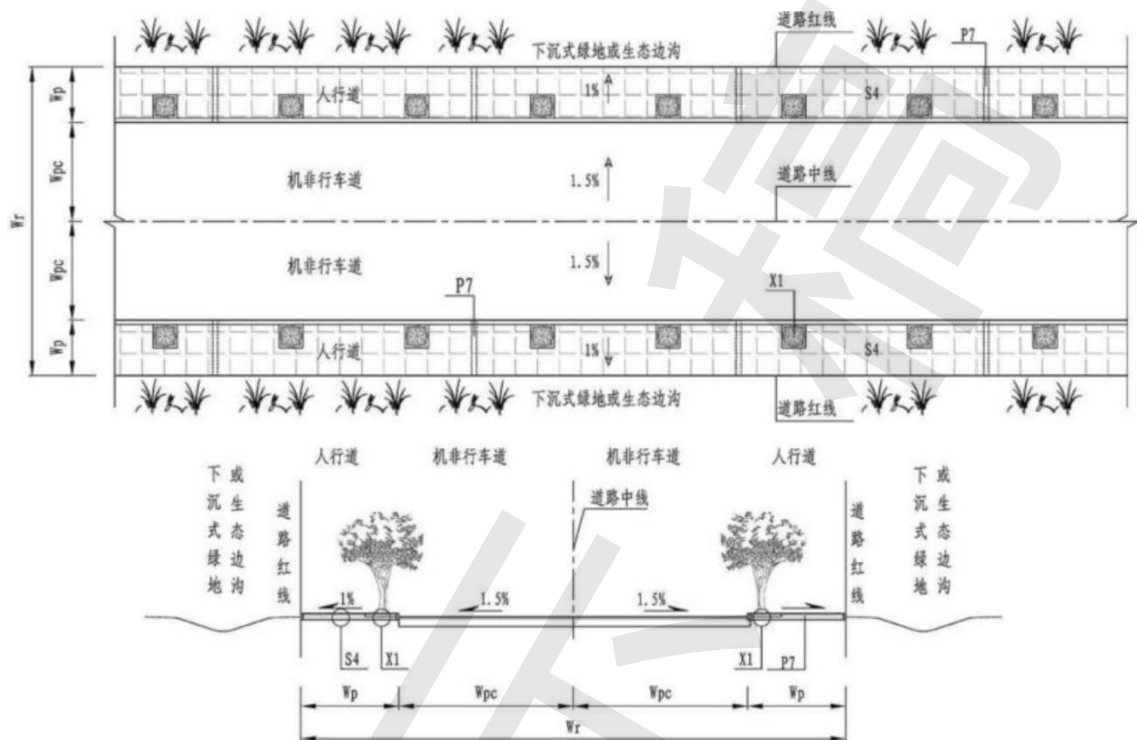
S5——透水路缘带；S7——渗水盲沟（管）。

调蓄设施 Xi：X1——人行道生态树池。

排水设施 Pi：P3——雨水管线；P5——雨水检查井。

图 10.2.3-2 单幅路低影响开发方案平面及横断面图（做法一）

做法二：当道路周边有大面积绿地或水体情况时，可采用此做法。道路范围内不设置雨水口，雨水径流通过道路横坡、纵坡排到道路两侧或单侧的下沉式绿地内，超量雨水可通过设置在下沉绿地内的溢流设施排入市政雨水管道系统或下游水体。本做法适用于城市支路、次干道。



符号：入渗设施 Si：S4——人行道透水路面结构。

调蓄设施 Xi：X1——人行道生态树池。

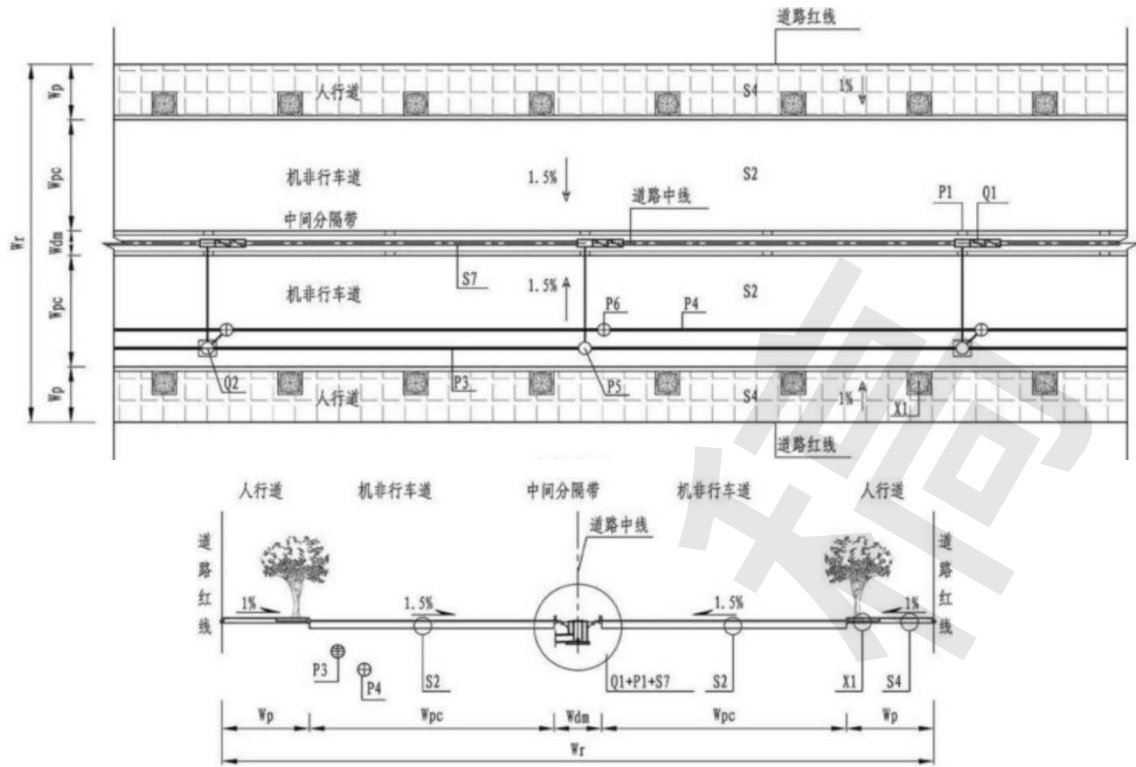
排水设施 Pi：P7——人行道排水沟。

图 10.2.3-3 单幅路低影响开发方案平面及横断面图（做法二）

(2) 两幅路

两幅路一般为双向四车道，路中设置中间分隔带。人行道、机非车道可采用透水铺装，树池采用生态树池，绿化带采用植草沟、雨水花园等生物滞留设施。

做法一：机非车道雨水径流往中间分隔带排放，雨水进行储存和下渗，超量的雨水通过溢流出雨水口并排入市政雨水管道；市政雨水管道系统间隔一定距离可设置初期雨水弃流井，弃流雨水排入市政污水管道系统。雨水调蓄池根据具体设计情况采用。本做法适用于城市支路、次干道。



注：雨、污水管线位置为示意。

符号：弃流设施 Qi：Q1——环保型雨水口；Q2：雨水弃流井。

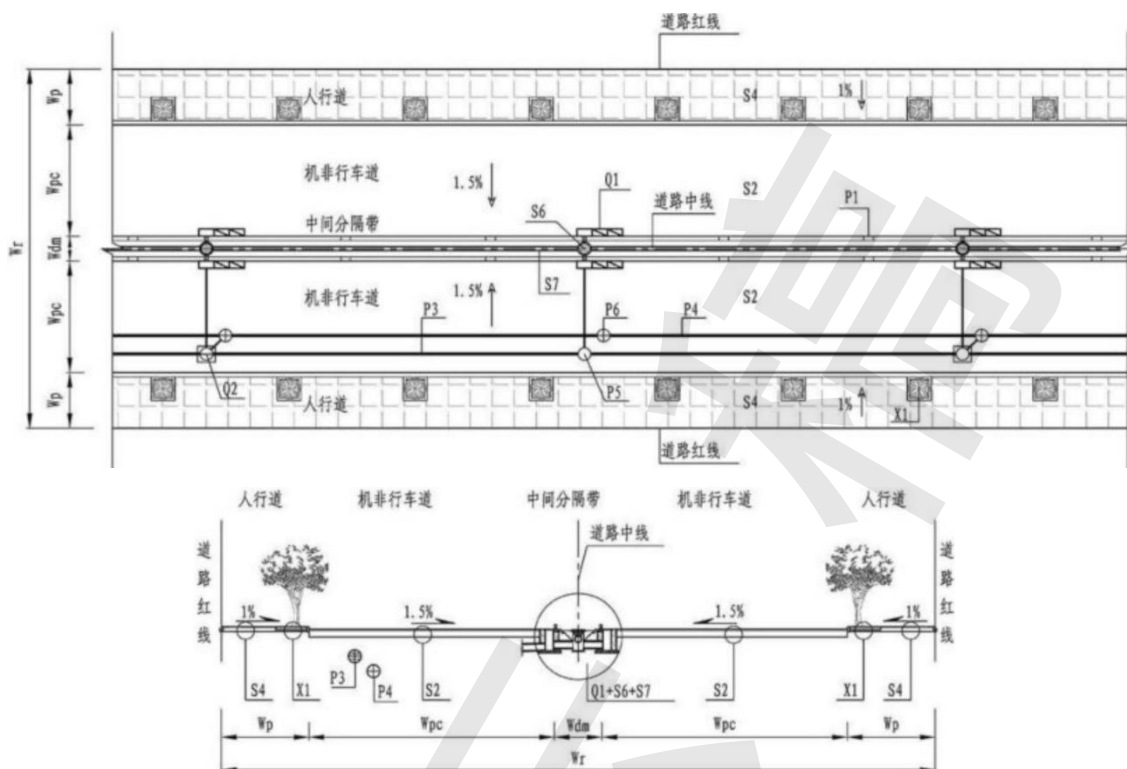
入渗设施 Si：S2——机非车道透水路面结构；S4——人行道透水路面结构；
S7——渗水盲沟（管）。

调蓄设施 Xi：X1——人行道生态树池。

排水设施 Pi：P1——排水路缘石；P3——雨水管线；P4——污水管线；
P5——雨水检查井；P6——污水检查井。

图 10.2.3-4 两幅路低影响开发方案平面及横断面图（做法一）

做法二：如为道路红线较宽的道路，或为处于内涝黑点的道路，可将雨水口设于中间分隔带路缘石外侧，在中间分隔带内设置渗透溢流井，并与雨水口相连。



注：雨、污水管线位置为示意。

符号：弃流设施 Qi：Q1——环保型雨水口；Q2：雨水弃流井。

入渗设施 Si：S2——机非机动车道透水路面结构；S4——人行道透水路面结构；

S6——渗透溢流井；S7——渗水盲沟（管）。

调蓄设施 Xi：X1——人行道生态树池。

排水设施 Pi：P1——排水路缘石；P3——雨水管线；P4——污水管线；

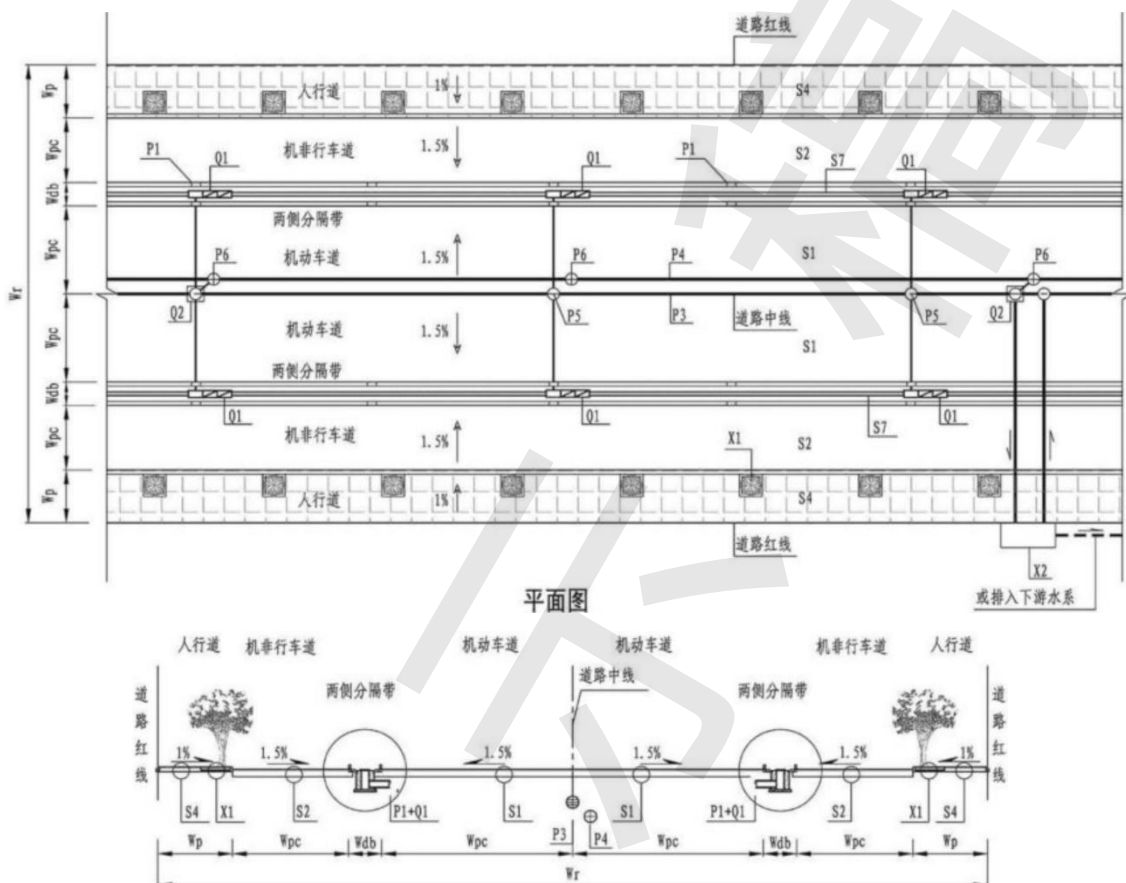
P5——雨水检查井；P6——污水检查井。

图 10.2.3-5 两幅路低影响开发方案平面及横断面图（做法二）

(3) 三幅路

三幅路一般按主车道双向四~六车道+双侧辅道（含非机动车道）模式建设，两侧设置分隔栏。人行道、机非机动车道可采用透水铺装，树池采用生态树池，绿化带采用植草沟、雨水花园等生物滞留设施。

做法一：主车道、辅道（含非机动车道）雨水径流往两侧分隔带排放，雨水进行储存和下渗，超量的雨水通过溢流出雨水口并排入市政雨水管道；市政雨水管道系统间隔一定距离可设置初期雨水弃流井，弃流雨水排入市政污水管道系统。雨水调蓄池根据具体设计情况采用，采用钢筋混凝土式或模块式，并避免占用市政管线线位。本做法适用于城市次干道、主干道。



注：雨、污水管线位置仅为示意。

符号：弃流设施 Qi：Q1——环保型雨水口；Q2：雨水弃流井。

入渗设施 Si：S1——机动车道透水路面结构；S2——机非机动车道透水路面结构；

S4——人行道透水路面结构；S7——渗水盲沟（管）。

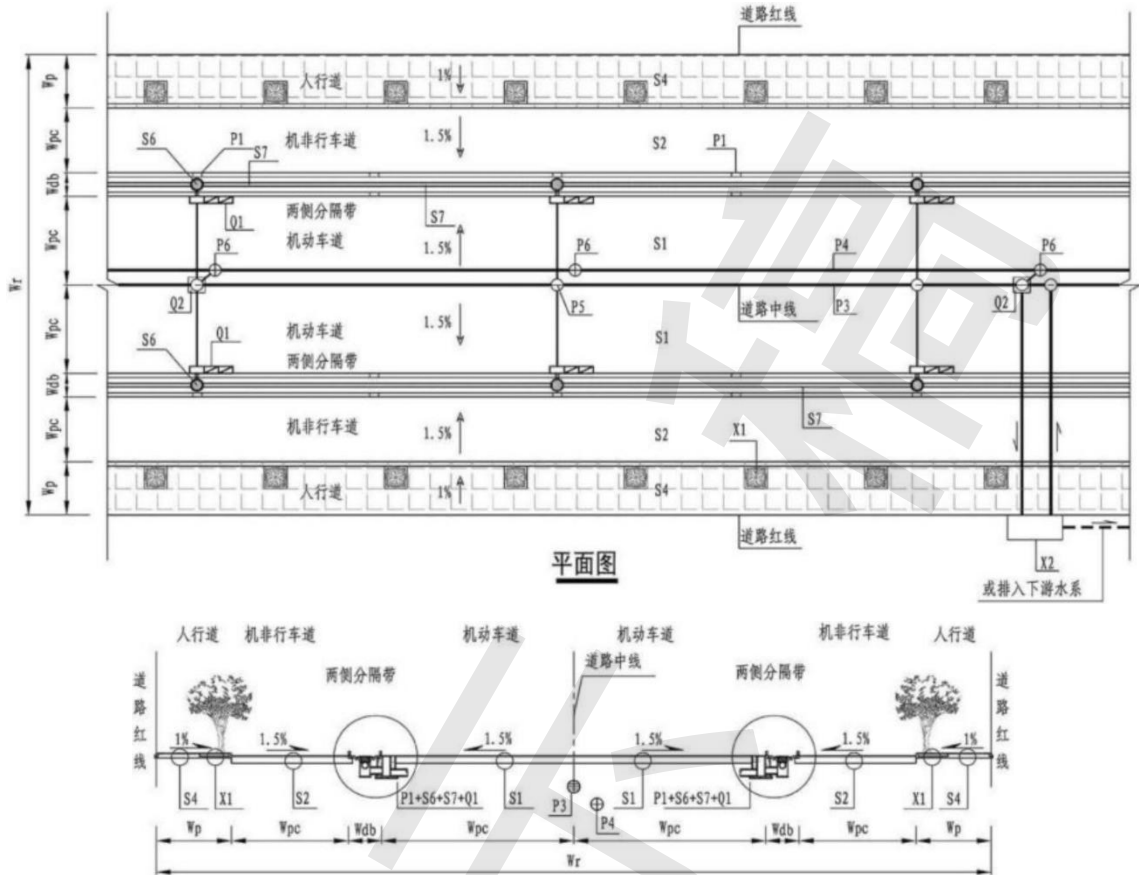
调蓄设施 Xi：X1——人行道生态树池；X2——雨水调蓄池（结合具体情况采用）。

排水设施 Pi：P1——排水路缘石；P3——雨水管线；P4——污水管线；

P5——雨水检查井；P6——污水检查井。

图 10.2.3-6 三幅路低影响开发方案平面及横断面图（做法一）

做法二：如为道路红线较宽的道路，或为处于内涝黑点的道路，可将雨水口设于两侧分隔带路缘石外侧，在分隔带内设置渗透溢流井，并与雨水口相连。



注：雨、污水管线位置为示意。

符号：弃流设施 Qi：Q1——环保型雨水口；Q2：雨水弃流井。

入渗设施 Si：S1——机动车道透水路面结构；S2——机非非机动车道透水路面结构；
S4——人行道透水路面结构；S6——渗透溢流井；S7——渗水盲沟(管)。

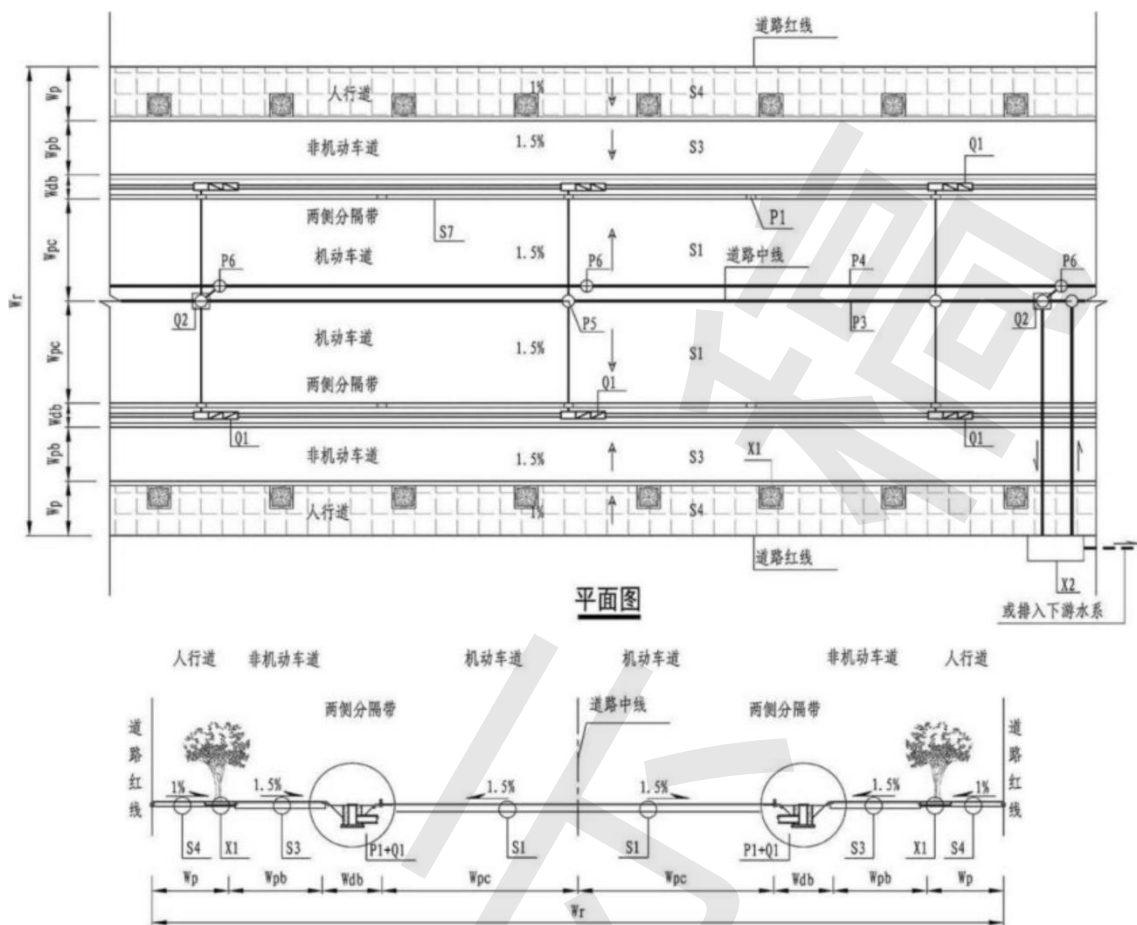
调蓄设施 Xi：X1——人行道生态树池；X2——雨水调蓄池（结合具体情况采用）。

排水设施 Pi：P1——排水路缘石；P3——雨水管线；P4——污水管线；

P5——雨水检查井；P6——污水检查井。

图 10.2.3-7 三幅路低影响开发方案平面及横断面图（做法二）

做法三：如三幅路不包含辅道，人行道和非机动车道为共板建设模式的，可采用以下方式。



注：雨、污水管线位置为示意。

符号：弃流设施 Qi：Q1——环保型雨水口；Q2：雨水弃流井。

入渗设施 Si：S1——机动车道透水路面结构；S2——非机动车道透水路面结构；
S4——人行道透水路面结构；S6——渗透溢流井；S7——渗水盲沟(管)。

调蓄设施 Xi：X1——人行道生态树池；X2——雨水调蓄池（结合具体情况采用）。

排水设施 Pi：P1——排水路缘石；P3——雨水管线；P4——污水管线；

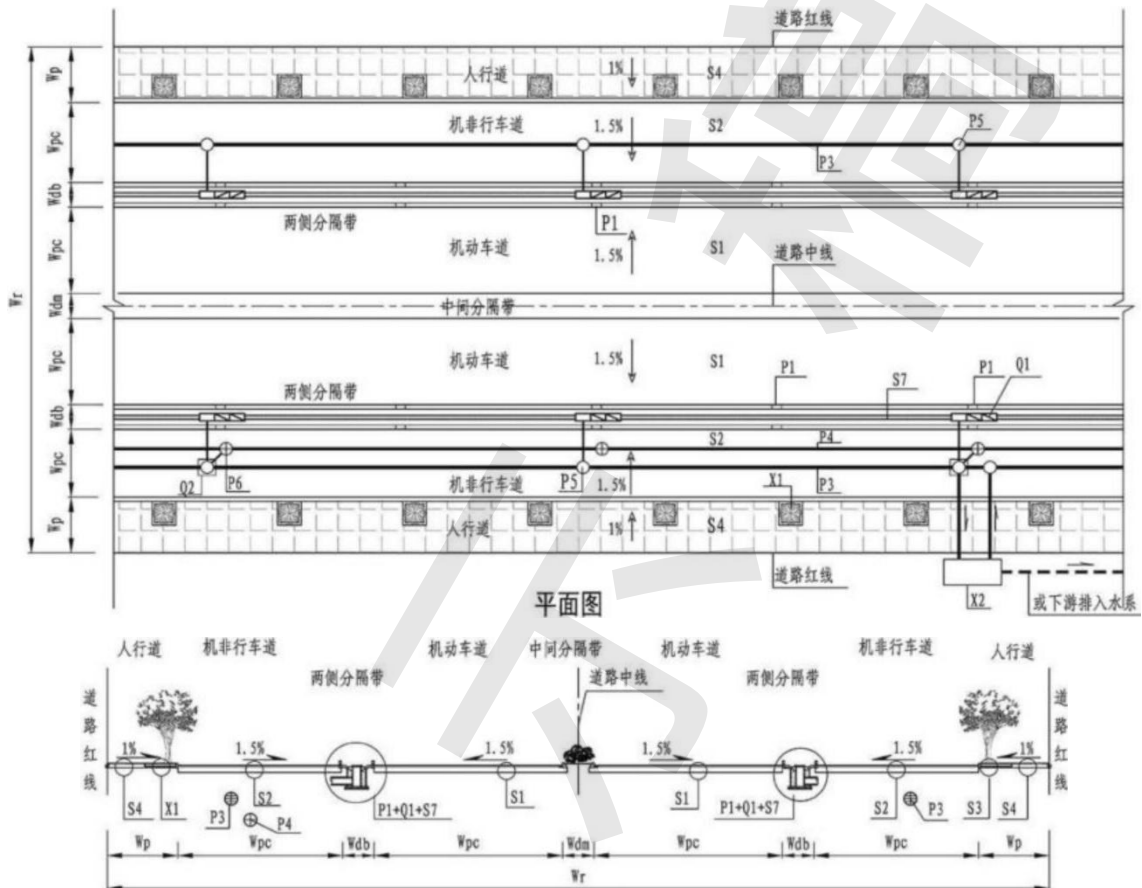
P5——雨水检查井；P6——污水检查井。

图 10.2.3-8 三幅路低影响开发方案平面及横断面图（做法三）

(4) 四幅路

四幅路一般按主车道双向四车道及以上+双侧辅道(含非机动车道)模式建设，路中及两侧均设置分隔栏。人行道、机非行车道可采用透水铺装，树池采用生态树池，绿化带采用植草沟、雨水花园等生物滞留设施。

做法一：主车道、辅道（含非机动车道）雨水径流往两侧分隔带排放，雨水进行储存和下渗，超量的雨水通过溢流出雨水口并排入市政雨水管道；市政雨水管道系统间隔一定距离可设置初期雨水弃流井，弃流雨水排入市政污水管道系统。雨水调蓄池根据具体设计情况采用，采用钢筋混凝土式或模块式，并避免占用市政管线线位。本做法适用于城市主干道。



注：雨、污水管线位置仅为示意。

符号：弃流设施 Qi：Q1——环保型雨水口；Q2：雨水弃流井。

入渗设施 Si：S1——机动车道透水路面结构；S2——机非行车道透水路面结构；
S4——人行道透水路面结构；S7——渗水盲沟（管）。

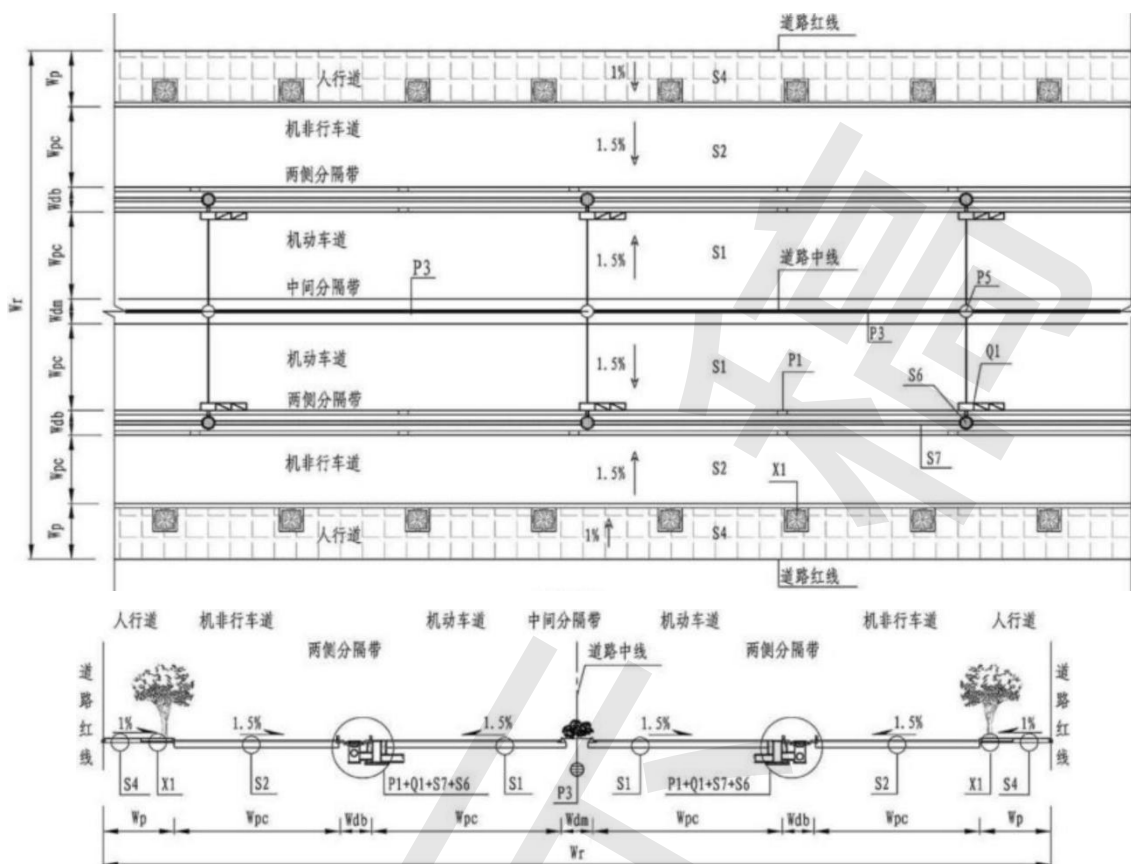
调蓄设施 Xi：X1——人行道生态树池；X2——雨水调蓄池（结合具体情况采用）。

排水设施 Pi：P1——排水路缘石；P3——雨水管线；P4——污水管线；

P5——雨水检查井；P6——污水检查井。

图 10.2.3-9 四幅路低影响开发方案平面及横断面图（做法一）

做法二：如为道路红线较宽的道路，或为处于内涝黑点的道路，可将雨水口设于两侧分隔带路缘石外侧，在分隔带内设置渗透溢流井，并与雨水口相连。



注：雨、污水管线位置为示意。

符号：弃流设施 Qi: Q1——环保型雨水口。

入渗设施 Si: S1——机动车道透水路面结构；S2——机非行车道透水路面结构；

S4——人行道透水路面结构；S6——渗透溢流井；S7——渗水盲沟(管)。

调蓄设施 Xi: X1——人行道生态树池。

排水设施 Pi: P1——排水路缘石；P3——雨水管线；P5——雨水检查井。

图 10.2.3-10 四幅路低影响开发方案平面及横断面图（做法二）

二、立交

立体交叉是高速公路和城市快速路必不可少的组成部分。道路立交一般占地较大，在匝道和主线之间有较大空间，通常用于绿化。立交范围内的用地一般做成中间高、四周低的形式，便于雨水的迅速排出，通过排水沟或雨水管排至周边水系或市政管网。

(1) 排水理念的转变

“海绵城市”的立交建设需转变传统立交排水理念，使立交范围内的雨水向内聚集，通过采用渗、滞、蓄、净、用、排等措施，建设成自然积存、自然渗透、自然净化功能的立交水循环系统。首先通过植草沟和雨水管收集立交范围和周边的地面径流水，将收集的水引至前置塘过滤、净化，然后导入雨水花园和景观水体，在蓄水、渗水的同时可利用蓄积的水体，设置溢流口和雨水管将雨季过量的雨水排入周边自然水体或城市管网。

(2) 微地形设计

立交用地面积较大，适宜的微地形处理有利于丰富绿化要素、形成景观层次、达到加强景观艺术性和改善生态环境的目的。传统立交范围内的微地形多采用“龟背形”，有利于雨水的尽快排出。海绵城市的微地形宜设置为“锅底”形式，有利于蓄水、滞水，并对立交的通视有较大的优化。

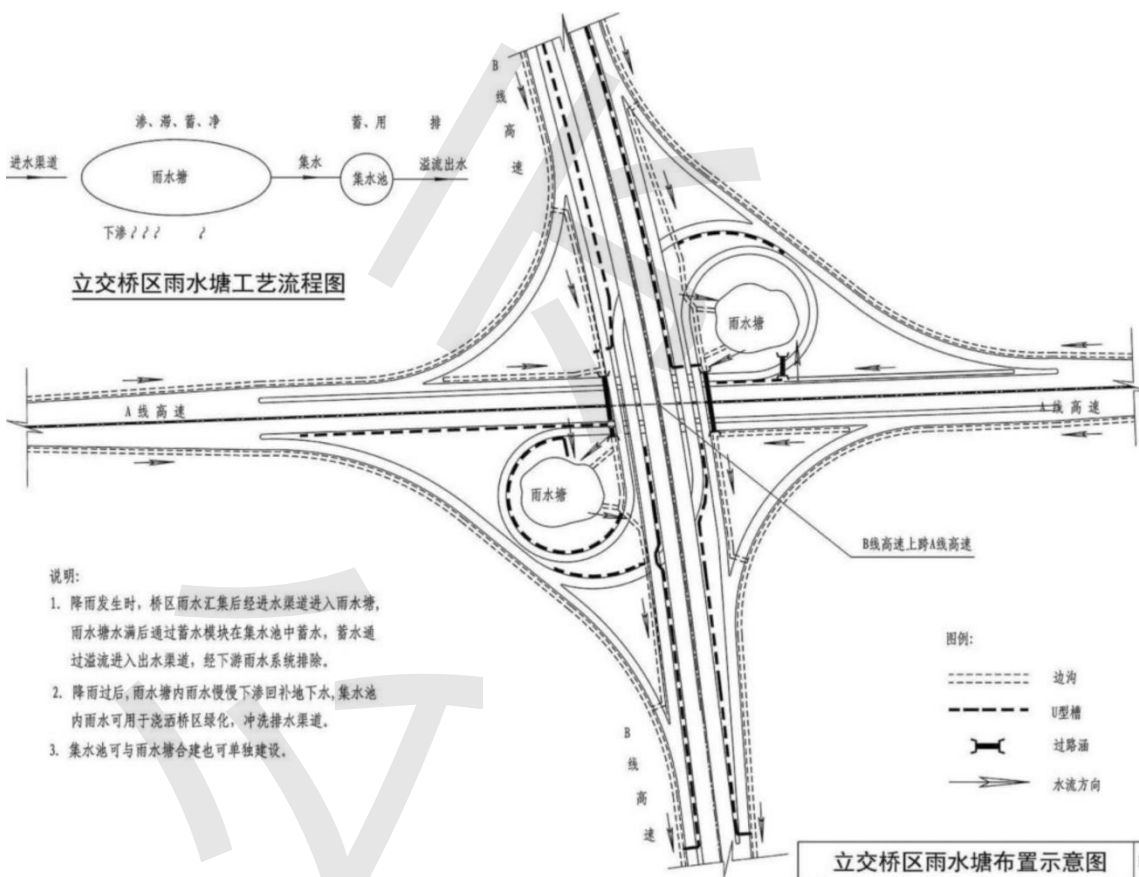


图 10.2.3-11 立交桥区雨水塘布置示意图

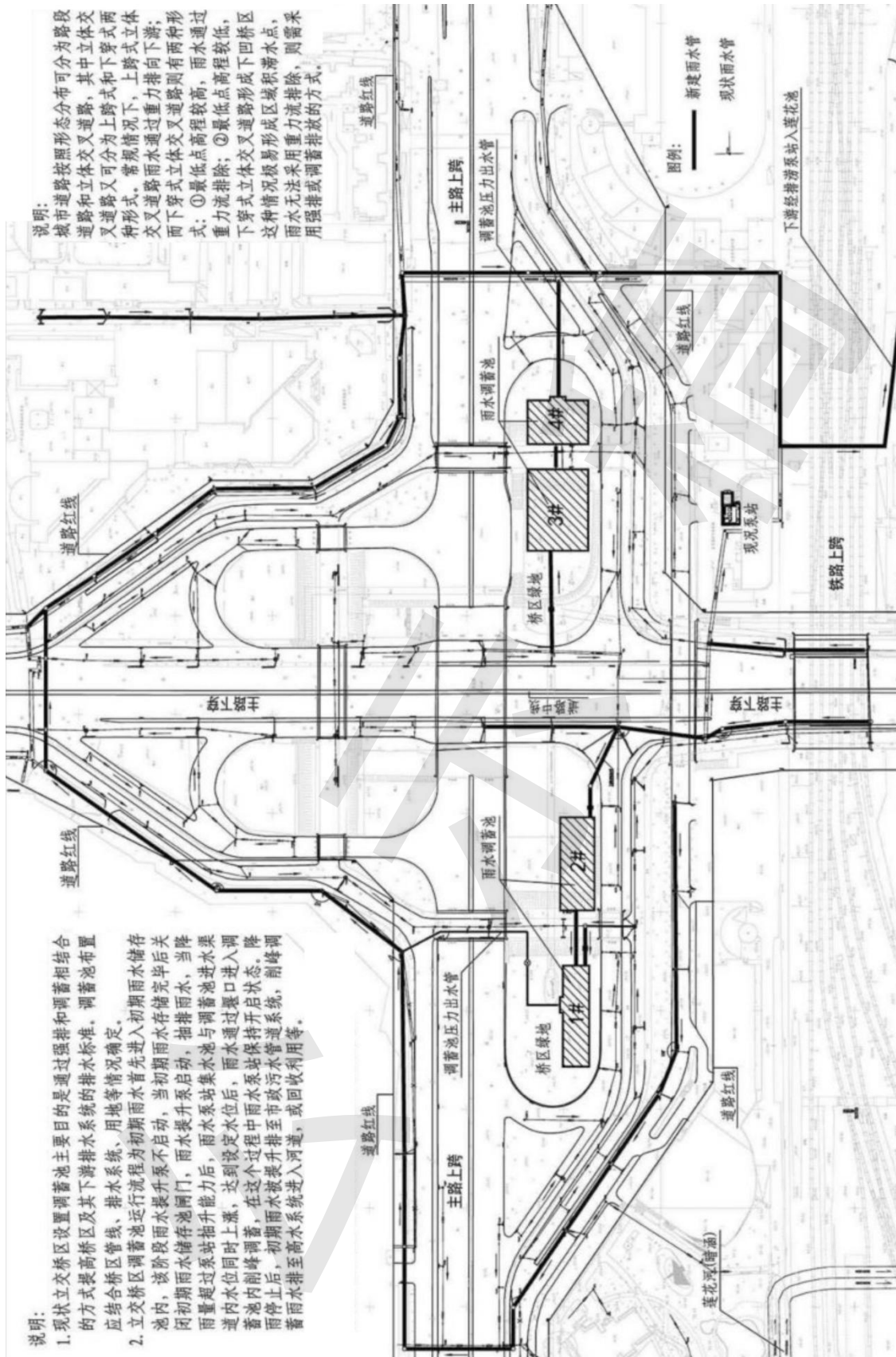


图 10.2.3-12 立交桥区雨水调蓄池布置示意图

10.2.4 案例四：市政道路项目

一、项目概况

本项目为道路工程。本道路为城市支路，双向四车道，全长 228m，道路标准横断面红线宽度 30m，为单向 3.5m 人行道+2.5m 非机动车道+1.5m 绿化带+7.5m 机动车道。

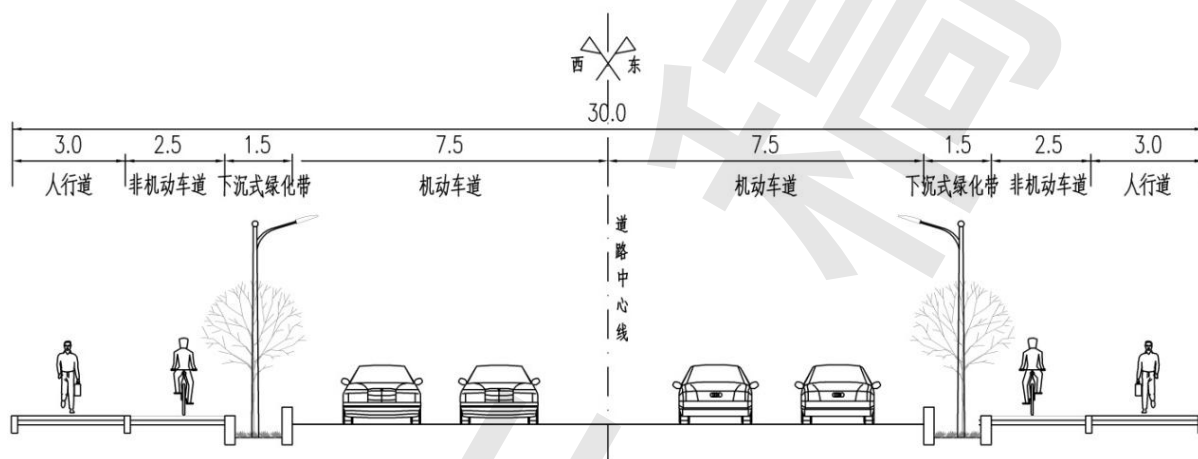


图 10.2.4-1 道路横断面示意图

1、下垫面分析

本项目分为机动车道、绿化带、非机动车道和人行道，本道路按照海绵城市理念进行建设，布置 LID 设施前，具体下垫面情况分析如下表：

表 10.2.4-1 下垫面分析

下垫面	面积 (m ²)	占比 (%)	雨量径流系数
绿化	592	8.65	0.15
硬质路面	6255	91.35	0.85
合计	6847	100	0.79

2、竖向分析

本项目地势北高南低，北端设计标高为 6.45m，南端设计标高为 3.36m，中间无局部低点。

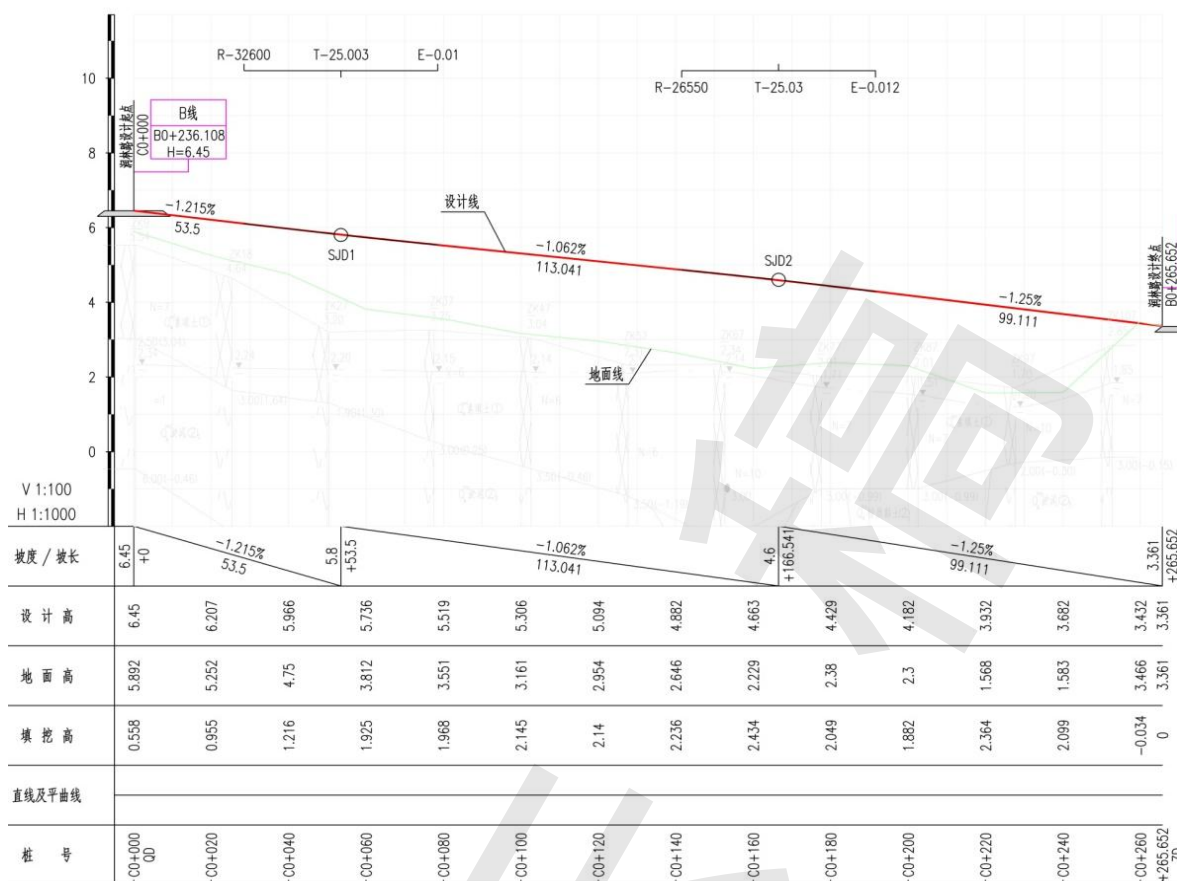


图 10.2.4-2 道路纵断面示意图

二、方案设计

1、设计目标

(1) 引导性指标为下沉式绿地 $\geq 30\%$ (下沉深度 0.2m)，非机动车道、人行道透水铺装率 $\geq 40\%$ ；年径流总量控制率 $\geq 50\%$ ，对应设计降雨量 14.9mm。

(2) SS 去除率 $\geq 40\%$ ；

(3) 管渠设计标准按 5 年一遇。

2、技术路线

技术路线如下图。

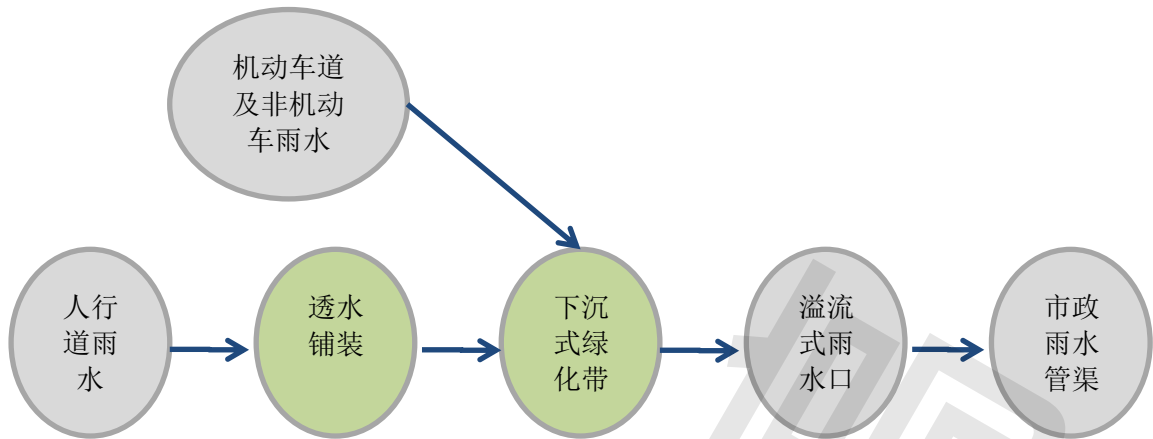


图 10.2.4-3 技术路线示意图

3、总体方案

根据道路竖向及雨水管网收集情况，将本道路整体为一个汇水区，利用道路纵断面设计特点，雨水可顺坡排至南端现状雨水管渠。人行道采用透水铺装，绿化带采用下沉式绿化带，整体下沉深度为 0.2m，对路缘石进行开口。

排水方式为车行道及人行道雨水均汇流至绿化带内，当绿化带内土层含水饱和和后水位上升，当水位高于雨水口顶面标高时，雨水溢流入雨水口并排出雨水管网系统。

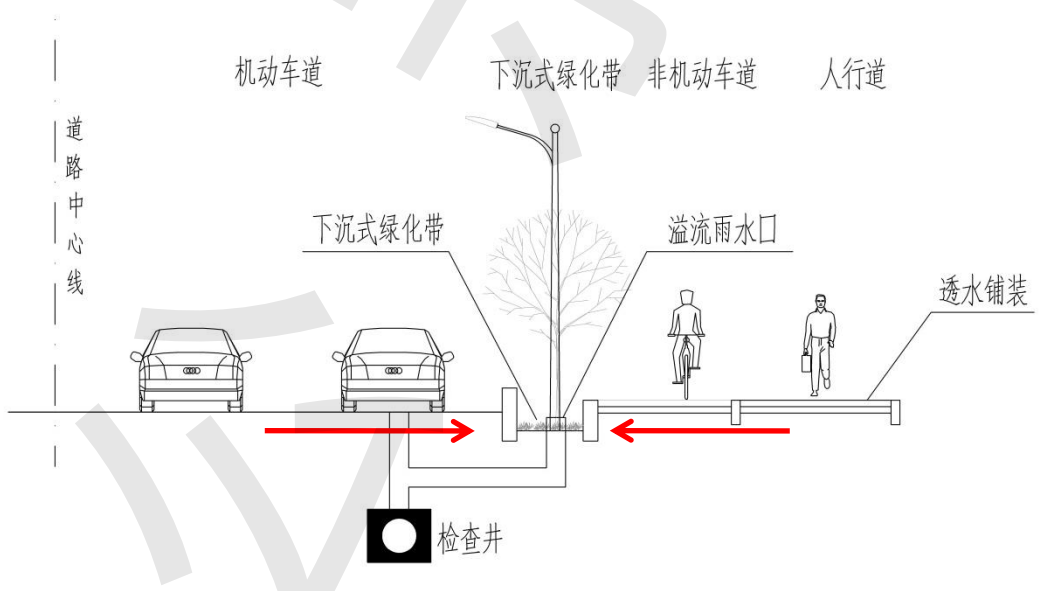


图 10.2.4-4 道路横断面 LID 设施布置示意图

- 图例：
- 下沉式绿化带
 - 普通绿化带
 - 透水铺装人行道
 - 沥青路面机动车道及非机动车道

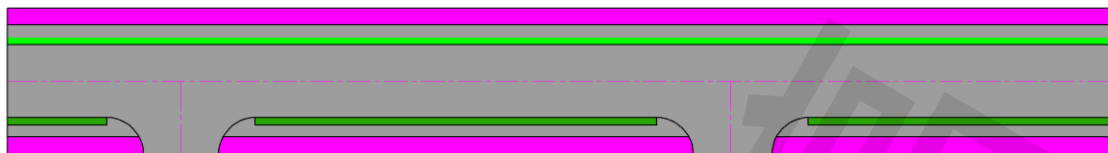


图 10.2.4-5 道路平面 LID 设施布置示意图

4、内涝防治设计

本道路呈北高南低，标高相差约 2.9m，中间无局部低点，雨水往南排至现状道路排水箱涵。

5、目标可达性分析

(1) 年径流总量控制率达标分析

道路总面积为 6847m²，机动车道路面面积为 3710m²，除机动车道外不透水硬质路面 1062m²，透水铺装路面 1483m²，下沉式绿化带面积 362m²。

表 10.2.4-2 布置 LID 设施后综合雨量径流系数

下垫面	下垫面分类	面积 (m ²)	相关指标	雨量径流系数
道路路面	机动车路面	3710	-	0.80
	除机动车道外不透水硬质路面	1062	透水铺砖率：58.3% > 目标值 (40%)	0.80
	透水铺装	1483		0.30
绿化带	下沉式绿地	362	下沉式绿地率：61.2% > 目标值 (30%)	1
	普通绿化带	230		0.15
合计	-	6847	-	0.68

LID 设施中透水铺装调蓄容积较小，因此仅在综合雨量径流系数中考虑，不计入总调蓄容积，下沉式绿化带综合径流系数取 1，其它其他下垫面雨量径流系数参照相关规范选取。经加权计算后得到该道路的综合雨量径流系数为 0.68。

下沉式绿地的调蓄容积计算：下沉式绿地下沉深度为0.2m，调蓄容积为： $V=362 \times 0.2=72.4\text{m}^3$ 。控制降雨量为： $H=72.4 \div 6847 \div 0.68 \times 1000=15.55\text{mm}$ ，查表得年径流总量控制率为51%>目标值（50%）。

(2) SS 去除率达标分析

本道路下沉式绿化带、透水铺装控制体积占比分别为：100%、0%，参照指南，取下沉式绿化带、透水铺装的SS去除率分别为80%、75%，则本道路的SS去除率为 $100\% \times 80\% + 0\% \times 75\% = 80\%$ ，年径流污染物削减率= $80\% \times 51\% = 41\% >$ 目标值(40%)。

(3) 内涝防治标准达标分析

道路雨水管道按重现期5年标准设计，本次通过模型进行模拟校核，当发生5年一遇降雨时（降雨历时按3h），最不利情况下，中游局部管道出现超载，但是雨水管道并未溢出地面，因此该管道的设计符合管渠设计标准，详见下图。

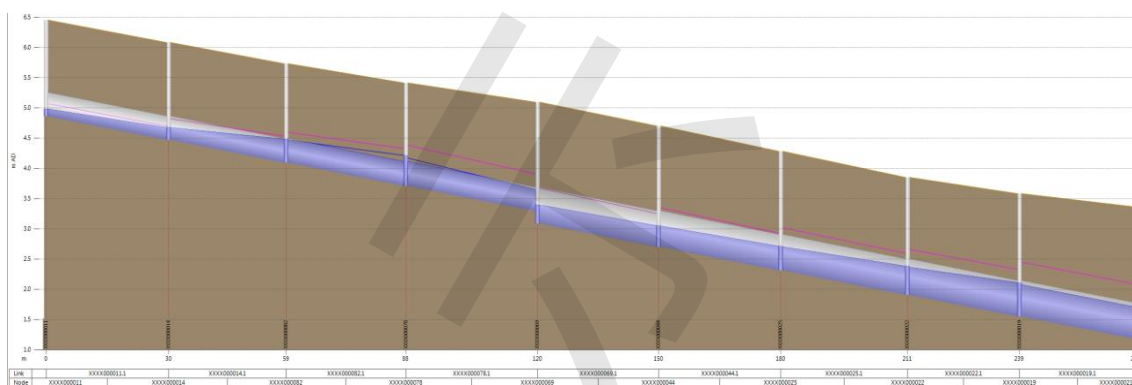


图 10.2.4-5 5 年一遇降雨，雨水管道峰值纵断面示意图

10.2.5 案例五：河流岸线生态化改造概述

河岸带植被恢复是河流岸线生态修复的重要组成部分，河岸生态缓冲带是介于河流和河岸之间的生态过渡带，具有明显的边缘效应具有调节气候、涵养水源、滞洪补枯、防止土壤侵蚀、降解环境污染，对面源污染、地表径流营养盐分具有阻滞作用，形成生物廊道、提供生物的栖息地、维持生物多样性和生态平衡、保持城市地下水资源平衡以及调节区域 C、N 等元素的生物地球化学循环等功能。在建设中，河岸生态缓冲带尽可能采用多孔渗水路路面，植物采用本土树种，建立乔、灌、草相搭配，功能完善的河道天然植被带，发挥其生态功能。

一、河涌岸线

针对本地区现状河道特征，提出以下改造方案：

(1) 渠肩两侧用地受限的一般排洪渠生态改造方案

受用地条件限制，尽量不改变现状排洪渠的断面形式。一般居住区有景观亲水空间的，可考虑在一侧或两侧增加景观平台，景观平台宽度按照 2.5m 进行控制。



图 10.2.5-1 现状河道改造示意图（两侧用地受限-纯景观改造）



图 10.2.5-2 两侧用地受限时改造实例

为避免断面的千篇一律，可设置亲水楼梯，或者在局部有用地条件的渠段改变断面形式，打造景观小品；也可以结合两侧特色建筑，打造风情街。在两侧渠壁顶部增加悬挂花盆，种植藤蔓类亲水植物，美化渠壁效果。通过相关蓄水补水工程措施，满足排洪渠打造生态环境的最低需水量要求；渠体水质达标后，可通过去除原来的硬质化渠底，恢复自然渠底，保持渠体与周围环境的物质流动通道的畅通；渠底通过抛石、种植净水植物，为微生物提供生存环境，建立生物循环系统提高水体自净能力；在两侧渠壁顶部增加悬挂花盆，种植藤蔓类亲水植物，植物生长与渠体水环境营造一定的生态互动。同时，也可通过人工放养鱼类，使排洪渠成为市民休闲娱乐的亲水场所。

(2) 渠肩两侧用地受限，在人流活动比较密集、对于生态、景观、亲水有较高要求、渠宽超过 20m 的大型现状渠生态改造方案

断面形式：将现状原矩形或梯形断面内部进行改造，改造成复式断面的形式。渠体两侧设置二级平台，高度控制在多年平均高潮位+0.5m 安全超高的位置。

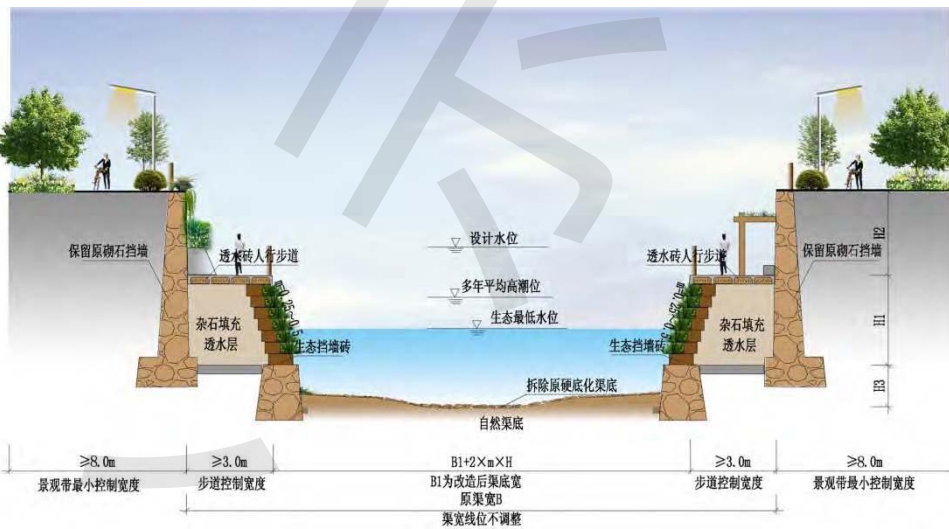


图 10.2.5-3 现状河道改造示意图（两侧用地受限-打造亲水平台）



图 10.2.5-4 现状河道改造示意图（两侧用地受限-打造亲水平台）示意图

行洪安全：二级平台以下为平常行洪的主河道区，当洪水期时，允许渠体水位漫过，但不得超过排洪渠本身设计水位。为减少对原渠道过水断面的影响，下部采用 $m=0.25\sim 0.5$ 的边坡形式。由于渠体内增加二级缩小了原过水断面，需进行水力计算的校核。

生态改造：二级平台下的主河道边坡使用鱼巢砖和生态砖，其中生态最低水位以下使用鱼巢砖为动物提供栖息场所，生态最低水位以上使用生态挡墙砖为植物生长提供生态环境。二级平台使用透水砖，新建生态挡墙砖与原硬质渠体之间填充杂石透水层。

二级平台以上设置植物景观带，种植景观类和藤蔓类植物，对原渠体进行绿化遮挡。去除原来的硬质化渠底，恢复自然渠底，保持渠体与周围环境的物质流动通道的畅通；渠底通过抛石、种植净水植物，为微生物提供生存环境，建立生物循环生态系统提高水体自净能力。通过相关蓄水补水工程措施，控制有不小于 0.7m 的水位，满足排洪渠打造生态环境的最低需水量要求。

(3) 渠肩一侧用地受限，一侧有少量改造用地条件，有生态要求的一般排洪渠生态改造方案

断面形式：现状无用地条件的渠肩侧保持现状渠壁不变，另一侧采用斜坡梯形断面形式进行改造，边坡系数 m 取 $0.5\sim 2.0$ 。



图 10.2.5-5 现状河道改造示意图（单侧改造-单侧用地条件充裕）

行洪安全：相当于扩大了原排洪渠过水断面，更有利于城市行洪安全。

生态改造：考虑到一侧用地受限改造困难，仍保留现状硬质渠壁。在两侧渠壁顶部增加悬挂花盆，种植藤蔓类亲水植物，植物生长与渠体水环境营造一定的

生态互动。有用地条件一侧的渠壁拆除，新建护岸使用鱼巢砖和生态砖，其中生态最低水位以下使用鱼巢砖为动物提供栖息场所，生态最低水位以上使用生态挡墙砖为植物生长提供生态环境。渠底处理、水位要求同上。植物应选择咸淡水皆适宜生长、同时具有净水能力的水生植物。

(4) 渠肩一侧用地受限，一侧有少量改造用地条件，人流密集，对生态景观和亲水要求较高的排洪渠生态改造方案

断面形式：将现状原矩形或梯形断面，改造成不对称型复式断面的形式。现状无用地条件的渠壁保持不变，另一侧改造成下梯形上矩形的复式断面形式，中部设置二级平台，平台高度控制在多年平均高潮位+0.5m 安全超高的位置；平台宽度按下移的人行道宽度设置（不宜小于 4.0m）。二级平台以下为平常行洪的主河道区，当洪水期时，允许渠体水位漫二级平台，但不得超过排洪渠本身设计水位。为节省有限的用地条件，下部采用 $m=0.25\sim 0.5$ 的边坡形式。



图 10.2.5-6 现状河道改造示意图（单侧改造-单侧具备一定的用地条件）

行洪安全：一侧保持不变，一侧向外改造成复式，相当于扩大了原排洪渠过水断面，更有利于城市行洪安全。

生态改造：考虑到一侧用地受限改造困难，仍保留现状硬质渠壁。在该侧渠壁顶部增加悬挂花盆，种植藤蔓类亲水植物，植物生长与渠体水环境营造一定的生态互动。另一侧拆除原硬质挡墙，将原人行道下移改造成步道景观带。景观带上部设置绿化台，种植景观类和藤蔓类植物，对混凝土墙体进行绿化遮挡；景观带建设材料使用生态透水砖。主河道边坡使用鱼巢砖和生态砖，其中生态最低水位以下使用鱼巢砖为动物提供栖息场所，生态最低水位以上使用生态挡墙砖为植物生长提供生态环境。渠底处理、水位要求、植物选择同上。渠肩绿化景观带、

二级平台植物景观带、植物生长生态挡墙砖、动物生长鱼巢挡墙砖、自然渠底以及通过工程措施控制的渠体水位，与周围环境保持生态通廊，共同营造和建立排洪渠的生态体系。

(5) 渠肩两侧有改造用地条件，有生态要求的一般排洪渠生态改造方案

断面形式：将现状排洪渠的矩形断面改造成梯形断面，边坡系数 m 取 $0.5 \sim 2.0$ 。



图 10.2.5-7 现状河道改造示意图（双侧改造）

行洪安全：相当于扩大了原排洪渠过水断面，更有利于城市行洪安全。

生态改造：拆除原混凝土硬质挡墙，利用原挡墙基础，渠体新建护坡使用生态挡墙砖技术，为植物生长提供生态环境。渠底处理、水位要求、植物选择同上。渠肩绿化景观带、植物生长生态挡墙砖、自然渠底以及通过工程措施控制的渠体水位，与周围环境保持生态通廊，共同营造和建立排洪渠的生态体系。

(6) 渠肩两侧有改造用地条件，对生态、景观和亲水有一定要求的排洪渠生态改造方案。如位于居住区的现状渠生态改造

断面形式：将现状排洪渠的矩形断面改造成复式断面，形式为上下部均采用梯形，中部设二级平台，二级平台高度控制在多年平均高潮位+0.5m 安全超高的位置，二级平台设亲水步道，按 3.0m 进行宽度控制。二级平台以下为日常行洪的主河道区，采用 $m=0.5 \sim 1.0$ 的边坡形式。二级平台上部阶梯型植物带。

行洪安全：相当于扩大了原排洪渠过水断面，更有利于城市行洪安全。

生态改造：拆除两侧原渠壁挡墙，利用原挡墙基础，二级平台建设材料使用生态透水砖。两侧二级平台下的主河道边坡均使用鱼巢砖和生态砖，其中生态最低水位以下使用鱼巢砖为动物提供栖息场所，生态最低水位以上使用生态挡墙砖

为植物生长提供生态环境。二级平台上部为阶梯型植物种植区，选择具有净化功能、景观效果的植物。渠底处理、水位要求、植物选择同上。渠肩绿化景观带、两侧二级平台植物景观带、植物生长生态挡墙砖、动物生长鱼巢挡墙砖、阶梯式植物带、自然渠底以及通过工程措施控制的渠体水位，与周围环境保持生态通廊，共同营造和建立排洪渠的生态体系。阶梯式植物带在有净化水质、恢复生物多样性方面可以起到积极的作用，是重点打造的生态景观区域。



图 10.2.5-8 现状河道改造示意图（双侧改造）

(7) 肩两侧有较大的改造用地条件，对生态、景观和亲水有较高要求的排洪渠生态改造方案

断面形式：将现状矩形或梯形断面，改造成复式断面的形式。原渠体内侧设置二级平台，由亲水景观步道和绿道组成。二级平台高度控制在多年平均高潮位+0.5m 安全超高的位置，亲水景观步道和绿道均按 3.0m 进行宽度控制。二级平台以下为日常行洪的主河道区，当洪水期时，允许渠体水位漫过，但不得超过排洪渠本身设计水位。二级平台下部采用 $m=0.25\sim 0.5$ 的边坡形式，上部使用自然缓坡。

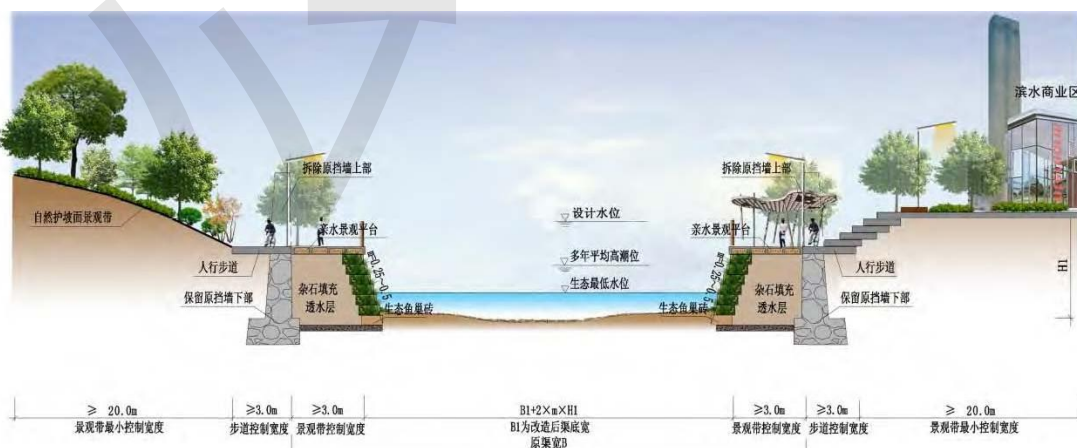


图 10.2.5-9 现状河道改造示意图（双侧改造-双侧用地条件充裕）

行洪安全：原渠壁内侧虽然设置二级平台，但二级平台以上原渠壁拆除，两侧放大坡度缓坡外扩，实际上相当于在洪水期时扩大了原排洪渠过水断面，更有利于城市行洪安全。

生态改造：两侧二级平台下的主河道边坡均使用鱼巢砖和生态砖，其中生态最低水位以下使用鱼巢砖为动物提供栖息场所，生态最低水位以上使用生态挡墙砖为植物生长提供生态环境。二级平台下层边坡与原渠壁之间填充杂石透水层，与生态挡墙砖一起为动植物提供了生长空间。渠底处理、水位要求、植物选择同上。两侧二级平台植物景观带、植物生长生态挡墙砖、动物生长鱼巢挡墙砖、自然渠底以及通过工程措施控制的渠体水位，与周围环境保持生态通廊，共同营造和建立排洪渠的生态体系。同时，排洪渠结合渠壁改造建设休闲景观带装公园，按生态理念建设，有净化水质、恢复生物多样性的生态廊道功能。

二、外江堤岸

蓬江区外江主要包括西江和江门水道。其中西江（蓬江区段）堤岸除局部建设码头外，其余基本保持堤岸滩地的原有地形与植被。考虑从生态的角度采取适当的生物措施，对裸露滩地进行绿化和生态化改造修复，主要是恢复绿色植被、防浪林等。建议进行不同植物适当搭配，不仅突出植物多样性的特征，而且营造出适应不同动物生息、繁衍的完整的河流-滩涂-堤防生态系统。

江门水道（蓬江区段）基本为建成区，目前拟实施其综合治理方案，对于现状直立式挡墙+抛石护脚仅进行加固处理，远期具备条件时，可参考河涌生态化改造实施生态化改造。

10.3 附件三：市政工程、景观园林工程一般采用植物名录

一、陆生耐水植物

乔木：悬铃木、三角枫、重阳木、枫杨、湖北枫杨、垂柳、金丝垂柳、旱柳、榔榆、皂荚、池杉、落羽杉、墨西哥落羽杉、中山杉、大叶女贞、香樟、栾树、棕榈、乌桕、喜树、苦楝、香椿、黄连木、棠梨、白蜡、糖槭、桑树、柿树、君迁子、丝棉木、湿地松、构树（雄株）、意杨、加杨、大叶杨、沼生栎、柘树、龙柏、园柏、侧柏、刺柏、水松、桫欏。

灌木：大叶黄杨、金边黄杨、夹竹桃、梾子、海滨木槿、木芙蓉、石榴、木槿、珊瑚树、胡颓子、六道木、紫穗槐、洒金珊瑚、中华蚊母、蚊母、八角金盘、金丝桃、金丝梅、金银木、火棘、海州常山、槭叶秋葵、怪柳、山矾、小叶女贞、柘树、湿地木槿、棣棠、中华胡枝子、美丽胡枝子。

藤本：爬山虎、凌霄、常春藤、云南黄馨、金银花、络石、紫藤、葡萄。

草本：一叶兰、紫菀、美人蕉、美国薄荷、鸭跖草、金鸡菊、文殊兰、香雪兰、萱草、鱼腥草、铜钱草、鸢尾、灯心草、石蒜、金叶过路黄、芭蕉、肾蕨、红花酢浆草、紫叶酢浆草、狼尾草、牵牛花、红蓼、凤尾蕨、吉祥草、半枝莲、佛甲草、柳叶马鞭草、婆婆纳、紫花地丁、葱兰、麦冬、金边麦冬、狗牙根。

二、水生植物

挺水植物：荷花、菖蒲、泽泻、莲子草、花叶芦竹、香附子、荸荠、千金子、千屈菜、雨久花、燕子花、鸭舌草、水芹、芦苇、水蓼、梭鱼草、蔗草、水葱、荆三稜、金色狗尾草、再力花、水芋、荻、狭叶香蒲、宽叶香蒲、香蒲、菰。

浮水植物：满江红、莼菜、芡实、浮萍、田字萍、萍蓬草、睡莲、王莲、荇菜、槐叶苹、紫萍、菱、红菱。

沉水植物：金鱼藻、黑藻、大茨藻、小茨藻、水车前、龙舌草、菹草、微齿眼子菜、浮叶眼子菜、黄花狸藻、苦草、狐尾藻。

三、既耐水又耐旱植物

意杨、构树、枫杨、垂柳、旱柳、腺柳、金丝垂柳、乌桕、苦楝、桑树、怪柳、棕榈、榔榆、龙柏、园柏、侧柏、刺柏、紫穗槐。