

UDC

 中华人民共和国国家标准

P **GB ××××× – 20××**

**海绵城市建设专项规划与设计标准**

Standard for subject plan and design of sponge city construction

（征求意见稿）

20××-××-××发布 20××-××-××实施

中华人民共和国住房和城乡建设部

联合发布

国 家 市 场 监 督 管 理 总 局

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc51275375)

[2 术语 2](#_Toc51275376)

[3 基本规定 5](#_Toc51275377)

[3.1 总体要求 5](#_Toc51275378)

[3.2 目标和指标 5](#_Toc51275379)

[4 规划 9](#_Toc51275380)

[4.1 一般规定 9](#_Toc51275381)

[4.2 区域流域 11](#_Toc51275382)

[4.3 城市 13](#_Toc51275386)

[4.4 片区 16](#_Toc51275390)

[5 项目设计 24](#_Toc51275395)

[5.1 一般规定 24](#_Toc51275396)

[5.2 总体设计 24](#_Toc51275397)

[5.3 设计计算 26](#_Toc51275398)

[5.4 居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施 30](#_Toc51275399)

[5.5 道路与交通 32](#_Toc51275400)

[5.6绿地与广场 35](#_Toc51275401)

[5.7河湖水系 37](#_Toc51275402)

[5.8市政排水设施 39](#_Toc51275403)

[6 设施设计 41](#_Toc51275404)

[6.1 一般规定 41](#_Toc51275405)

[6.2 渗 41](#_Toc51275406)

[6.3 滞 45](#_Toc51275407)

[6.4 蓄 48](#_Toc51275408)

[6.5 净 49](#_Toc51275409)

[6.6 用 50](#_Toc51275410)

[6.7 排 50](#_Toc51275411)

[附录A 海绵城市建设设施汇总表 52](#_Toc51275412)

[本标准用词说明 55](#_Toc51275413)

[引用标准名录 56](#_Toc51275414)

附：条文说明 58

# 总则

1. 为贯彻落实城市生态文明思想，促进城市可持续发展和高质量发展，规范和系统化推进海绵城市建设，制定本标准。
2. 本标准适用于海绵城市建设专项规划编制以及新建、改建、扩建项目海绵城市建设的工程设计。
3. 海绵城市建设应坚持系统谋划、蓝绿融合、蓄排统筹、水城共融、人水和谐的原则，通过全面论证，做到技术先进、经济合理、安全可靠，符合当地实际情况。
4. 海绵城市建设专项规划与设计除应按本标准执行外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

#

# 术语

* + 1. 海绵城市 sponge city

通过城市规划、建设的管控，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，有效控制城市降雨径流，最大限度的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、自然渗透、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。

* + 1. 下垫面 underlying surface

降雨受水面的总称，包括屋面、地面、绿地、水面等。

* + 1. 源头减排 source control

雨水降落下垫面形成径流，在排入市政排水管渠系统之前，通过渗透、净化和滞蓄等措施，控制雨水径流产生、减排雨水径流污染、收集利用雨水和削减峰值流量。

* + 1. 过程控制 process control

通过雨污水管网、泵站、调蓄池等市政排水设施的建设和改造，结合实时模拟预测，优化闸阀、孔口、堰门、处理单元设施和设备的调度控制，实现通过削峰、错峰、减少溢流污染频次，发挥管网、调蓄池、泵站和污水厂等排水设施的最大调蓄和处理功能，最终达到相应的内涝防治和污染控制目标。

* + 1. 系统治理 systematic treatment

通过河道整治、生态驳岸等山、水、林、田、湖、草生态系统的能力，以及生态补水等生态措施，联合源头减排和过程控制措施，系统实现海绵城市建设目标。

* + 1. 绿色设施 green infrastructure

 采用自然或人工模拟自然生态系统控制城市降雨径流的设施。

* + 1. 灰色设施 gray infrastructure

传统的较高能耗的工程化排水设施。

* + 1. 渗、滞、蓄、净、用、排 infiltration, detention, retention, storage, treatment, utilization, discharge

海绵城市建设设施的功能分类，单项海绵城市建设设施往往具有多种功能，设计参数应根据主要功能选取。渗：使雨水下渗到土壤表层以下，补充地下水；滞：削减雨水径流峰值流量、实现错峰排放；蓄：调节、储存雨水径流；净：减少雨水径流污染，改善城市水环境质量；用：雨水资源化利用、提高用水效率；排：雨水径流收集、转输、排放。

* + 1. 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。

* + 1. 年径流污染控制率 annual urban diffuse pollution control ratio

在多年平均降雨条件下，雨水径流经过海绵城市建设设施的物理、化学和生物等作用，规划或设计范围内累计全年削减的径流污染物总量占全年雨水径流污染物总量的百分比。

* + 1. 设计降雨量 design rainfall depth

为实现一定的年径流总量控制目标，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，通常用日降雨量表示。

* + 1. 区域、流域 local, basin

区域指城市所在的山水林田湖草自然生态系统网络空间区域；流域指与城市有直接上下游降雨径流汇水或者因降雨径流水位变化引发的河道水体流动关系的连续自然流域空间范围。

* + 1. 片区 urban runoff research area

在城市范围内由一个或多个排水分区组成的具有降雨径流流动关系的空间范围，包含多个控制性详细规划的管控单元甚至一个或多个分区规划空间。

* + 1. 排水分区 catchment

以地形地貌或排水管渠界定的地面径流雨水的集水或汇水范围。

* + 1. 海绵空间 sponge space

利用自然力量排水，具有蓄滞、传输、净化雨水功能的蓝绿灰等空间的统称。

* + 1. 绿化屋顶 green roof

在高出地面以上，周边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、露台上由植被层、覆土层和疏水设施构建的屋顶。

* + 1. 透水路面 pervious pavement

可渗透、滞留和渗排雨水并满足一定要求的地面铺装结构。

* + 1. 渗管/渠infiltration pipe/trench

具有渗透和转输功能的雨水管或渠。

* + 1. 生物滞留设施bioretention facility

通过植物、土壤和微生物系统滞留、渗滤、净化雨水径流的设施。

* + 1. 渗透塘 infiltration pool

指雨水通过侧壁和池底进行入渗的滞蓄水塘。

* + 1. 湿塘 wet pool

具有雨水调蓄和净化功能的景观水体。

* + 1. 下凹式绿地sunken greenbelt, depressed greenbelt

低于周边汇水地面或道路，且可用于渗透、滞蓄和净化雨水径流的绿地。

* + 1. 植草沟grass swale

用来收集、输送、削减和净化雨水径流的表面覆盖植被的明渠。

* + 1. 雨水湿地 stormwater wetland

利用物理、水生植物和微生物等作用净化雨水的湿地。

* + 1. 植被缓冲带 vegetation belt zone

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。

* + 1. 生态岸线 ecological bank

模仿自然岸线具有的“可渗透性”特点，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。一般指河湖常水位与管理范围线之间的范围。

* + 1. 生态护岸 ecological protection of riparian

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。

# 基本规定

## 3.1 总体要求

* + 1. 海绵城市建设应充分发挥“山、水、林、田、湖、草”等自然地形地貌对雨水径流的积存、渗透和净化作用，按照源头减排、过程控制、系统治理的理念因地制宜利用绿色设施和灰色基础设施，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，达到海绵城市建设目标。
		2. 海绵城市建设过程中，规划、建筑、风景园林、道路、排水、水利、环境等专业应相互配合、相互协调。
		3. 城市化地区应编制海绵城市建设专项规划，海绵城市建设专项规划应作为城乡建设规划体系的组成部分，并应统筹城市涉水相关专项规划，协调衔接用地竖向、绿地系统、道路交通、城市街区等各类专项规划。
		4. 海绵城市建设专项规划应在生态文明建设指导下，科学评估提出海绵城市建设的近远期目标和指标，从区域流域、城市、片区三个尺度，提出涉水设施空间布局，纳入国土空间规划，并与相关专项规划衔接。
		5. 海绵城市建设专项设计应作为建设项目工程设计的组成部分，在海绵城市建设专项规划指导下，应从项目立项开始融入海绵城市建设理念。

## 3.2 目标和指标

* + 1. 海绵城市建设目标和指标的确定应坚持“生态优先、安全为重、因地制宜”原则，分析城市水生态、水环境、水安全、水资源等多重需求，并充分考虑可达性。
		2. 海绵城市建设目标应包括修复水生态、改善水环境、保障水安全、节约水资源。
		3. 海绵城市建设指标应符合建设目标的要求，结合当地基础条件和主要问题合理确定，并应包括源头减排指标、过程控制指标和系统治理指标。
		4. 源头减排指标应包括年径流总量控制率、年径流污染控制率和源头径流峰值控制，宜包括源头雨污混接消除率、源头雨污分流改造率和硬化地面率等，并应符合下列规定：

**1** 年径流总量控制率应综合考虑降雨和径流特征、水资源情况、水环境情况、城市开发建设强度、经济发展水平等因素确定，新建片区年径流总量控制率不应低于我国年径流总量控制率分区图（图3.2.4）所在区域规定的下限值，改建片区年径流总量控制率经经济技术比较后不宜低于我国年径流总量控制率分区图 （图3.2.4）所在区域规定的下限值；



图3.2.4 我国年径流总量控制率分区图

**2** 年径流污染控制率宜结合水环境质量要求、径流污染特征等因素确定，新建片区年径流污染控制率不宜小于70%，改建片区年径流污染控制率不宜小于40%；

**3** 在雨水管渠及内涝防治设计重现期下，新建项目不得超过开发建设前原有径流峰值流量，改扩建项目不得超过改造前原有径流峰值流量；

**4** 分流制排水系统应逐步推进源头地块雨污分流改造，并逐步消除源头雨污混接，实现“雨污分流”；

**5** 地块类新建项目硬化地面率应符合规划要求，改建或扩建项目硬化地面率不应高于开发建设前。

* + 1. 过程控制指标应包括雨水管渠设计重现期标准、合流制年溢流污染控制率、污水管网覆盖率和污水集中收集率等，并应符合下列规定：

**1** 雨水管渠设计重现期标准应根据汇水地区性质、城镇类型、地形特点和气候特征等因素参照现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014的有关规定取值；

**2** 合流制年溢流控制率或溢流频次应结合当地实际因地制宜确定，可参照现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014和《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345的有关规定执行；

**3** 应结合城中村改造、老旧小区改造、农村生活污水治理、管网更新改造等工程提高污水管网覆盖率和污水集中收集率；

**4** 应优先考虑通过区域内和区域间排水系统的合理调度实现过程控制指标，合流制区域应充分发挥雨水管渠、调蓄池、雨水泵站等市政排水设施的调蓄能力，削减合流制溢流污染；分流制区域应合理组织雨水排水，削减径流峰值，降低内涝风险。

* + 1. 系统治理指标应包括内涝防治重现期设计标准、地表水环境质量标准、水面率、绿地率、水体生态岸线率、污水再生利用率、雨水资源利用率或雨水资源替代率等，并宜包括地下水埋深变化等，并应符合下列规定：

**1** 内涝防治重现期设计标准应根据城镇类型、积水影响程度和内河水位变化等因素参照现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014的有关规定取值；

**2** 地表水环境质量标准应按所在区域地表水环境功能区划的要求执行，且不应低于现状水质；地表水环境功能区划中未明确的地表水应参考流域内水质要求和城市规划确定的水体用途合理确定，近期可将国省控江河断面和湖库点位水质目标作为地表水环境质量的近期建设目标；

**3** 水面率应结合上位规划要求，分析现状水系分布、生态环境需求、城市发展定位等因素合理确定，且不宜低于现状水面率，不应侵占天然行洪通道、洪泛区和湿地等生态敏感区；

**4** 绿地率应结合绿地系统规划和海绵城市建设需求合理确定，新建区绿地率不应低于30%，改建区绿地率不应低于25%；

**5** 水体生态岸线率应在满足防洪排涝等相关功能的基础上，根据水体功能和岸堤稳定性等要求合理确定；

**6** 污水再生利用率宜根据水资源现状、经济状况等因素，按实际需求确定，对于从外流域引水的缺水性城市，应积极开展污水再生利用；

**7** 雨水资源利用率应根据当地水资源现状、水系现状、经济状况等因素合理确定；

**8** 应遏制年均地下水（潜水）水位下降趋势。

# 规划

## 4.1 一般规定

* + 1. 海绵城市建设专项规划应坚持系统性、协调性、可行性、经济性的原则。
		2. 海绵城市建设专项规划的范围应遵循城市所在空间的山、水、林、田、湖、草等自然生态要素的系统性和完整性规律，以空间规划的建设区域为主体，并应包含与之相关的非建设区域。
		3. 海绵城市专项规划编制的空间范围宜分为城市所在的区域流域层级、城市市域或城市中心城区层级、城市片区层级，城市片区层级应包含项目和设施两个部分。
		4. 城市市域或城市中心城区层级应坚持问题导向与目标导向相结合，开展城市气候特征、地形地貌、河湖水系、土壤地质等本底调查，分析城市排水防涝、水环境、水生态、水资源利用等方面的突出问题，结合城市双修等工作，提出城市蓝绿生态空间布局、竖向控制要求、涉水基础设施系统构建策略等。
		5. 海绵城市建设专项规划，应包括下列内容：

**1** 区域流域层级应统筹山水林田湖草治理水，开展自然流域中水的产汇流和敏感性空间分析，识别区域流域中山体涵养空间、雨洪调蓄空间，统筹城市建设开发边界与选址；

**2** 城市层级应分析水生态敏感区域和自然汇流路径，确定城市建设开发区域内重要的自然海绵空间，划定城市的蓝绿空间和竖向控制，构建城市涉水基础设施系统；划定片区并制定片区海绵城市建设目标；

**3** 片区层级应衔接上层次要求确定片区海绵城市建设指标体系，制定片区海绵设施布局方案，确定地块指标、重大基础设施规模和涉水空间布局；

**4** 制定分区建设方案，包括近期项目实施方案、可行性研究与实施计划。

* + 1. 海绵城市专项规划的成果应包括文本、说明书、图集、相关专题研究报告和其他材料。
		2. 附件应包括必要的专题研究报告、会议纪要、部门意见或建议、专家论证意见等。
		3. 规划编制中使用模型时宜编制模型模拟专题研究报告，内容应包括模型研究范围和对象、模拟内容和技术路线、模型构建过程、模型参数率定和验证过程、模拟工况过程和结果、模型模拟结论和建议、模型模拟过程的源文件。
		4. 超大城市、特大城市、大城市的海绵城市建设专项规划应结合国土空间规划体系分层级、分区域编制，主要成果应分别纳入到相应层次的国土空间规划体系中。
		5. 海绵城市建设专项规划应提出建立智慧化信息系统的功能和要求，宜以监测系统为基础，构建涵盖源头减排设施、排水系统、末端河湖水质水量等多类型数据融合的智慧管控平台，支撑海绵城市建设、调度、运行维护、监测和效果评价，并应与其他政务智慧管控平台相衔接。
		6. 海绵城市建设专项规划中应明确监测系统的建设要求，并应符合下列规定：

**1** 海绵城市监测应满足海绵城市规划、设计、建设和管理的数据需求；

**2** 应根据海绵城市建设考核和运行维护的要求，系统性地规划海绵城市建设的在线监测或人工监测体系；

**3** 应合理规划监测区域，城市内涝防治系统和水生态环境治理系统应开展监测，雨水源头径流控制系统和非常规水资源保护利用系统宜开展监测；

**4** 城市宜统一规划建设水务监测管控平台，平台应能支撑海绵城市建设、运行维护、监测和效果评价；

**5** 应提出建立海绵城市建设智慧管控的长效维护和保障机制。

* + 1. 海绵城市建设应结合历史监测数据、实时在线监测数据和实时在线模型，构建智慧运行调度系统，实现排水系统的最大效益。
		2. 排水系统的智慧运行调度，应符合下列规定：

**1**智慧调度系统按照系统实际控制(管理)的范围，分成局部响应控制系统、全局优化控制和流域联合调度三种级别；

**2** 排水系统的智慧调度应结合历史监测数据，分析现状排水系统排水能力，分别提出排水系统旱季和雨季的运行水位要求；

**3** 应结合系统内泵站、闸站、调蓄设施等关键调控节点上游和下游的实时监测数据，核算排水系统的可调蓄容积，制定不同工况下的运行调度方案，保障调蓄设施的径流峰值削减或径流污染控制效果，实现管网调蓄容积的利用；

**4** 应结合厂网站实时在线监测，智慧化控制泵闸的起闭，实现区域排水系统的优化调度，削减雨季污水厂的溢流。

* + 1. 智慧调度系统应能根据城市发展规模、排水系统分布特征和末端受纳水体环境容量等因素，统筹规划污染物排放，可通过末端调蓄设施或智能分流井将污染雨水送至下游污水处理厂。
		2. 海绵城市建设专项规划应根据不同区域，对具有特殊污染源、湿陷性黄土、膨胀土、溶洞、卡斯特地貌、土壤液化、高含盐土等特征区域，采取相应措施，保障海绵城市建设设施和人员安全，避免造成环境污染。

## 4.2 区域流域

1. 坚持山水林田湖草是一个生命共同体的系统思想，山水林田湖草是城市生命体的有机组成部分，不应随意侵占和破坏。城市内部的水系、绿地等生态空间应结合城市双修等工作与城市外的河湖、森林、耕地形成完整的生态网络。
2. 城市所在的区域流域应统筹山水林田湖草治理水，按照区域流域的上下游、左右岸，开展自然流域中水的产汇流和敏感性空间分析，识别区域流域中对城市影响较大的重要空间，判别城市中与自然流域生态网络关系紧密的重要空间。

Ⅰ山体涵养空间

1. 城市所在的区域流域的山体应作为水源涵养最重要的生态空间和区域流域的产水源头，应全面保护山体、山体植被、山体汇水路径，防治山体的水土流失和可能的地质灾害。
2. 应涵养山体形成林、灌、草植被体系，降低山洪汇流量和峰值，降低对区域流域山体下游城市地区的山洪压力，系统和整体修山治水。
3. 城市建设不应侵占和破坏山体，已破坏的应予以修复，并应符合下列规定：

**1** 山体生态修复应在保障安全和生态功能的基础上保护山体自然风貌，根据山体受损情况恢复自然形态；

**2** 应恢复山体原有植被生境，重建生态群落；

**3** 因人类活动造成山体受损空间存在污染的，应对污染场地和废弃地进行治理和生态修复；

**4** 应优先修复区域流域汇水影响较大的山体。

Ⅱ 雨洪调蓄空间

1. 区域流域应对城市外上游地区、城市建设地区和城市外下游地区的雨洪调蓄空间进行系统规划，保证城市建设产生的雨洪水增量不向下游转移，降低区域流域和城市的雨洪风险。
2. 在区域流域产汇流分析中应识别重要的雨洪调蓄空间，城市所在区域流域的上游地区的雨洪水调蓄空间应优先确定为系统治水的蓄滞空间，并应限定其开发方式和建设规模，保证达到或低于城市地区可接纳的雨洪水峰值量和相应防洪水位。
3. 在城市建设区内，应依据区域流域水敏感空间的生态网络特征，划定雨洪调蓄的空间并保护汇流通道路径，规定雨洪调蓄规模，结合区域流域雨洪水过流、城市排水防涝等需求提出雨洪调蓄空间的保护要求和建设要求，降低或者消除城市因建设而产生的雨洪增量。
4. 区域流域的城市外下游地区应合理布置雨洪调蓄空间，城市建设产生的雨洪增量不应向下游转移，在区域流域层面将水文条件和节律恢复到城市建设开发前的自然流域水平。

Ⅲ 城市建设开发边界（城市留白）与选址统筹（不侵占排水通道）

1. 在流域产汇流和雨洪调蓄空间网络分析基础上，应划定水体保护线、绿地系统线，并应在此基础上划定城市建设开发的用地边界，预留自然生态空间，并应符合下列规定：

**1** 保护区域流域山体空间和自然地形，禁止开山造地和随意改变竖向高程的大挖大填；

**2** 保护自然河湖水系、湿地、水田、自然坑塘等，禁止填埋上述自然空间；

**3** 保护河流湖泊的自然生态岸线和河流自然断面，留足滨河湖的生态空间，禁止用水泥裹死原生态河流和建设占用雨洪水通道空间；

**4** 保护原有自然水系连通网络与古（老）河道，禁止与自然地理条件不相适应的挖湖造河；

**5** 结合自然地形条件留足自然空间和雨洪水滞蓄与行洪空间，禁止城市建设或者限定城市建设的功能、形态和建筑形式，退地还水。

1. 在区域流域中，宜按照山水林田湖生命共同体的整体性和系统性，结合自然流域产汇流分析按照“重新自然化”概念，将河流修复到接近自然的程度，构建生态基础设施网络体系，并应纳入水体保护线、绿色系统线，结合城市更新优化划定城市建设开发的用地边界。
2. 城市建设选址应综合考虑区域流域的雨洪水产汇流和行泄特征与空间需求，并应符合下列规定：

**1** 避让区域流域山体空间、生态网络的重要生态空间和廊道空间；

**2** 避让自然河湖水系、湿地、水田、自然坑塘等空间；

**3** 避让自然水系连通网络与古（老）河道空间；

**4** 避让区域流域的自然低洼空间、雨洪水滞蓄与行洪空间；

**5** 选址确需位于上述空间的，需进行严格论证，控制建设规模、方式、形态，并留足水安全所需空间，开展生态修复。

## 4.3 城市

Ⅰ 城市蓝绿空间布局

1. 应分析城市水生态敏感区域和自然汇流路径，结合区域流域自然海绵空间格局要求，明晰城市建设开发区域重要的自然海绵空间，并应符合下列规定：

**1** 基于流域水文循环和生态系统，分析现状水生态敏感区域，识别河湖、湿地、洼地、坑塘、冲沟等自然海绵空间，梳理因城市建设开发破损亟待修复的生态空间；

**2** 构建城市海绵空间格局，实现自然海绵空间的保护和修复，并将其纳入国土空间规划中自然生态安全格局空间开发管制要素。

1. 应结合自然海绵空间分析成果，科学划定城市绿线、蓝线或明确绿线、蓝线优化调整建议方案，构建城市建成区生态基础设施骨架体系，并应符合下列规定：

**1** 应最大限度保护城市水体、海滩、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区，保护天然水系和现有绿地生态系统，恢复遭到破坏和消失的自然水系和湿地，加强对水系廊道的保护与控制，维持并优化绿地与周边区域开发前地形地貌和自然水文特征；

**2** 应结合城市绿地系统局部，优化协调城市绿地与城市水体、湿地、湖泊的布局与衔接，协调处理好绿地与水系防洪安全、水利运输等相关关系，统筹实现城市防洪排涝安全与发挥绿地生态、游憩、景观美化、文化教育等功能；

**3** 位于城市雨洪径流通道周边的绿地，应在发挥绿地自然生态功能和景观游憩价值的基础上，结合水位变化明确保护宽度，保障城市防洪排涝安全。

1. 应在保障绿地主体功能的情况下，明确绿地海绵功能与布局；结合区域绿地和防护绿地，预留保障城市雨洪安全的生态通道，构建多层次、多功能的绿地生态网络；结合公园绿地和附属绿地，发挥绿地滞缓、消纳、渗透和净化利用雨水的海绵功能，并应符合下列规定：

**1** 区域绿地和防护绿地，应明确绿地的汇水范围，结合绿地海绵功能，核算涵养水源量和雨水调蓄量。对自然海绵功能受损的廊道、斑块、节点和周边径流汇入通道进行修复，并应明确修复范围、设计参数和控制指标等；

**2** 公园绿地在满足场地内雨水消纳、净化的前提下，应结合分区需求综合考虑承担周边地块和道路的雨水控制功能。有条件的地区可通过合理的竖向设计，对超过源头减排设施和排水管渠承载能力的雨水进行调蓄；

**3** 附属绿地应结合建筑与小区、道路、广场等不同用地类型的要求，滞蓄不透水硬化面的雨水径流；

**4** 应明确不同类型绿地的海绵城市建设目标和指标。对于承担雨水调蓄和净化等功能的重要绿地节点，应划定海绵空间边界，明确服务范围、设计参数和控制规模等。

1. 应结合城市水体及竖向，充分发挥河湖水系的海绵功能，并应符合下列规定：

**1** 河湖水系布局应协调水系专项规划，明确建设用地范围内需要保护和新增的河道、湖泊、湿地等水体，划定河湖水系的蓝绿保护线；

**2** 应明确不同设计标准下的水体水面线和淹没范围，核算河湖行洪排涝和调蓄能力；

**3** 水体断面和岸线设计应优先构建健康自然弯曲的生态河岸线，因地制宜营造深潭、浅滩、泛洪漫滩的自然演替断面。

Ⅱ 城市竖向控制要求

1. 应结合地形、地质、水文条件和降雨量等因素，分析城市用地竖向情况，识别城市的低洼区、潜在易涝区域，对城市低洼区提出相应的竖向规划优化策略，对潜在的易涝风险区等重要节点应明确平面和竖向控制要求，并应符合下列规定：

**1**运用GIS等技术手段分析城市用地的竖向情况，包括用地的坡度、控制点高程、地面形式、场地高程、坡向、用地排水等；分析城市现状道路高程情况，包括道路的纵坡和排水情况；分析城市中重要的护坡、挡土墙、堤坝等防护工程情况；

**2** 明确地表排水的主要坡向、路径；

**3** 通过竖向分析，识别城市现有竖向条件下的低洼区，以减少土方量和保护生态环境为原则，提出相应的竖向规划优化设计策略；对生态循环影响大的区域宜优先划定为水生态敏感区，列入禁建区或限建区，并纳入国土空间规划；

**4** 对现状和规划道路的控制高程模拟评价。识别出潜在的易涝风险点，对道路控制点高程进行优化调整。如道路场地受限时，宜结合规划布局，优化调整易涝风险点周边的城市公共空间进行，设置为绿地或下沉式广场等具有海绵功能的用地。

1. 重要节点的平面和竖向控制要求应结合地形、地质、水文条件、年均降雨量和地面排水方式等因素确定，应明确主要控制点高程、场地高程、坡向和坡度范围，明确地面排水方式和雨水径流排放路径，并应与排水防涝规划相协调。在编制跨越溢洪道、排涝河道、沟渠等过水设施的道路竖向设计时，其高程控制点应与满足过水设施防洪排涝标准的净空高度相协调。

Ⅲ 涉水基础设施系统构建

1. 应按照源头减排、过程控制、系统治理的思路，从修复城市水生态、改善城市水环境、保障城市水安全、节约城市水资源等方面统筹提出城市涉水基础设施系统构建策略与目标体系。
2. 应在满足防洪要求的情况下，结合城市开发建设需求，与滨水空间开发、城市更新改造相协调，明确城市河湖生态岸线修复目标，改造硬化岸线，塑造城市滨水生态空间。
3. 应评估城市现状排水设施，按照控源截污、内源治理、生态修复、活水保质相结合的策略构建城市水污染治理设施体系。
4. 应在评估城市现状排水防涝能力和内涝风险的基础上，构建源头减排、排水管渠、排涝除险、超标应急的城市排水防涝设施体系，与城市防洪系统相衔接。
5. 应在城市水资源供需平衡的基础上，结合城市生态用水需求，合理确定再生水、雨水等非常规水资源利用目标，构建非常规水资源利用体系。

## 4.4 片区

Ⅰ 片区划定与特征分析

1. 海绵城市建设片区应根据雨水排水分区边界、新城区、老城区、详细规划单元边界等因素划定，并应提出片区的管控目标、指标和建设指引等内容。
2. 雨水排水分区的划分应以自然地势为基础，并应符合下列规定：

**1** 结合水系分布、道路交通、竖向和用地布局；

**2** 遵循高水高排、低水低排；

**3** 对于已建区域，雨水排水分区划定应充分尊重现有地形坡度和排水管网系统；

**4** 对于新建地区，应优先考虑竖向高程的影响；

**5** 河网地区可结合河网、围圩和泵排区域划分。

1. 片区的特征分析应通过现状调查，对区位条件、自然条件、社会经济概况、用地情况、水务系统、建设情况、积水与内涝、水生态环境、水资源供需平衡等进行系统分析，应能定量反映实际情况。
2. 片区建设指引应结合片区特点和目标，统筹水生态、水环境、水安全、水资源问题，以老片区设施补短板、新片区高标准建设为目标，提出片区内的源头减排、过程控制、系统治理的重点建设内容。

Ⅱ片区目标

1. 片区目标应结合片区所处区域的城市定位、区域内的本底情况和发展需求，通过分析评估并合理确定近期和远期目标。
2. 片区指标应根据片区目标进行细化，汇总源头减排、过程控制、系统治理的各项指标，并制定分项指标表。

III 片区规划方案

1. 片区规划方案应以自然生态本底、城市蓝绿空间布局、城市竖向控制和城市涉水基础设施布局为基础，统筹编制雨水源头径流控制、内涝防治、水生态环境治理和非常规水资源保护利用规划方案，明确地块控制指标、重大基础设施规模和涉水空间布局，对于建设情况复杂和建设周期较长片区，应结合片区近远期规划目标和指标，制定近远期规划方案。
2. 雨水源头径流控制、内涝防治、水生态环境治理和非常规水资源保护利用的规划方案，应遵循源头减排、过程控制、系统治理有机结合的理念，保障片区规划方案的系统性和协调性，并应符合下列规定：

**1** 应优先利用自然湿地、低洼地、河湖水系等自然设施控制雨水径流，充分依靠自然竖向条件，削减和净化雨水径流，补充水资源；

**2** 应符合用地竖向规划，与绿地系统、道路交通、街区等相关专项规划相衔接，并与详细规划相协调；

**3** 应对照片区海绵城市建设目标，针对现状问题与成因，因地制宜制定片区规划方案；

**4** 老城区应以问题为导向，解决内涝积水、黑臭水体或水环境污染、非常规水资源利用不足等问题；

**5** 新建区宜以目标为导向，优先对自然生态本底进行保护与恢复，对开发建设提出径流控制要求；

**6** 宜使用计算机模型作为辅助工具，提高片区规划的科学性和合理性。

1. 雨水源头径流控制规划方案应在评估现状建设和建设条件的基础上，按照建成区问题导向、新建城区目标导向的原则，综合内涝防治、水生态环境治理和非常规水资源保护利用需求，将年径流总量控制率等指标分解至各个分区，并与控制性详细规划相结合，实现雨水径流控制全覆盖。
2. 内涝防治规划方案应融合雨水源头径流控制规划，合理制定雨水管渠、排涝除险等工程性措施规划方案，以及应急管理等非工程性措施方案，并与防洪设施相衔接，综合达到内涝防治标准，内涝防治规划方案应包括下列内容：

**1** 应评估现状排水能力和内涝风险；

**2** 排水管渠系统规划方案应结合既有规划和实际建设条件，综合采用排水系统提标改造和达标建设的方式，明确相应措施类型和规模；

**3** 制定排涝除险系统规划方案，应因地制宜选择河道、湖泊、坑塘等水体，以及绿地、广场和室外体育场等公共空间，承担超出源头减排设施和排水管渠承载能力的雨水的调蓄功能，并结合竖向合理设置行泄通道，综合提高内涝防治水平；

**4** 应急管理规划方案应包括气象与排水、防涝的联动机制，排水防涝综合信息管理平台等内容。

1. 水生态环境治理规划方案应以污染控制为基础，结合雨水源头径流控制规划，制定源头治污、排水管渠、活水补给、生态修复相结合的治理规划，提出长效管理等非工程性措施，并应符合下列规定：

**1** 应分类评估水环境污染污染负荷，识别主要污染来源，制定污染负荷削减目标；

**2** 应评估源头及市政排水管渠的雨污水合流和混接状况，结合排水与污水处理规划，评估改造要求和实施条件；

**3** 制定现状合流制排水地区溢流污染综合控制规划，结合排水规划，综合源头雨水径流控制和雨污分流改造要求，制定排水管渠、调蓄设施、排放口处理相结合的控制方案，综合达到相应控制目标；

**4** 应结合河湖水系蓝绿空间，因地制宜布局雨水湿地和植被缓冲带等绿色基础设施，提高受污染雨水、污水厂出水、水体等净化功能；

**5** 应综合考虑生物多样性保护、内涝防治、水环境容量提升等多功能需求，合理确定河道常水位和生态需水量，应优先利用雨水和再生水作为补给水源；

**6** 应结合功能分区，分类确定水体功能类型，制定生态岸线建设改造和水生态提升方案，提高河湖水体生态自净能力；

**7** 应结合河长制等相关管理体制，明确日常维护管理与监督、跟踪监测、应急处理与处置、公众参与等长效管理机制。

1. 非常规水资源保护利用规划方案应评估气候条件和水资源状况，制定再生水和雨水保护和综合利用规划方案。
2. 片区涉水空间布局应满足城市蓝绿空间和城市竖向控制要求，结合片区规划方案落实城市涉水基础设施布局，并应符合下列规定：

**1** 应保留片区内河湖水系的廊道和重要生态节点，恢复水系的自然连通，构建满足内涝防治、生态补充等功能的沟渠，对不合理的用地布局进行优化调整；

**2** 宜保留湿地、洼地、坑塘、冲沟等水敏感区域为公共绿地空间，并应通过技术经济比选对用地布局进行优化调整；

**3** 应对比城市用地开发前后的水文状况，提出海绵城市建设设施功能要求，对不合理的用地规划和控制指标进行优化调整；

**4** 竖向规划应保护原有的地形地貌，尊重自然排水方向，保护和修复自然径流通道，统筹协调开发场地、道路、绿地、水系的布局和竖向，使开发场地和道路径流有组织地汇入公共空间；

**5** 布局超过源头减排设施和排水管渠承载能力的雨水行泄通道，应明确竖向规划、设计断面、管控和协调要求。

1. 涉水空间布局应在建筑与小区、道路与交通、绿地、广场、河湖水系、市政涉水设施等用地规划中明确其服务范围、控制指标、设计规模等。
2. 建筑与小区涉水空间布局，应符合下列规定：

**1** 应根据各类用地性质和地块控制指标，明确建筑与小区海绵控制目标和指标要求；

**2** 应以排水分区为单元，明确海绵指标控制的刚性边界，建筑与小区的控制指标可在刚性边界内进行更新或调整；

**3** 有条件的区域，地块雨水径流可汇入周边绿地空间；

**4** 有条件的室外体育场等公共空间，可作为排涝除险空间接纳周边区域雨水径流。

1. 道路与交通涉水空间布局，应符合下列规定：

**1** 应协调道路交通专项规划，明确具有海绵功能的道路布局，按照竖向设计和规划服务范围，明确道路海绵城市建设设施的适应条件、规划布局、设计断面、管控和协调要求等；

**2** 应协调道路涉水空间与道路红线外绿地、周边场地、市政排水管道雨水径流组织关系，合理确定竖向和设施空间布局要求；

**3** 作为行泄通道的道路，应符合现行国家标准《城镇内涝防治技术规范》GB 51222的有关规定。

1. 绿地涉水空间布局，应符合下列规定：

**1** 应协调绿地系统专项规划，明确建设用地范围内需要保留和新增的公园绿地、生产绿地、防护绿地、附属绿地、其他绿地等各类绿地范围，划定绿线；

**2** 绿地在满足场地内雨水消纳、净化的前提下，应优先考虑承担周边地块和道路的雨水控制功能。有条件的地区可通过合理的竖向设计，对超过源头减排设施和排水管渠承载能力的雨水进行调蓄；

**3** 应明确不同类型绿地的海绵控制目标和指标，对于承担雨水调蓄和净化等功能的重要绿地节点，应划定涉水空间边界，明确服务范围、设计参数、控制规模等。

1. 广场涉水空间布局，应符合下列规定：

**1** 广场涉水空间布局应考虑与道路排水通道、河湖水系的联系，有条件的可承担区域蓄滞雨水功能；

**2** 广场涉水空间宜采用下沉式，有条件的可接纳周边地块或道路的雨水；

**3** 广场涉水空间可与调蓄池、排水泵站等设施布局相结合；

**4** 应明确广场涉水空间的海绵城市建设目标和指标，及服务范围、设计参数、控制规模等。

1. 河湖水系涉水空间布局，应符合下列规定：

**1** 河湖水系布局应承接城市蓝线空间布局，片区内河湖水系对片区内涝防治的贡献和水生态环境治理的要求；

**2** 滨水绿地空间，应承担河湖水体净化和调蓄和滨水区域雨水径流控制等功能，按照功能定位、竖向设计和服务范围，确定海绵城市建设设施的设计规模、设计参数、控制指标等。

1. 应落实片区排水防涝空间、闸站、排水泵站、调蓄池、污水处理站等重大市政排水设施，明确其布局、规模、管控要求，协调海绵城市建设设施与重大市政排水设施的空间连接关系。
2. 对于建设周期长，建设范围广和情况复杂的片区，在落实涉水空间布局和市政排水设施布局的基础上，宜结合片区的上位城市规划和片区内的控制性详细规划，划定近远期海绵城市建设范围，落实建设时序，制定分区建设方案。

IV 分区建设方案

1. 分区建设方案的编制，应符合下列规定：

**1** 应以片区规划内近期建设规划所涉及的排水分区作为编制范围，有特定需求的地块、街坊或汇水区也可作为编制范围，并应与排水分区近期建设相衔接；

**2** 应充分结合水环境治理、城市更新、老旧小区改造、易涝点整治、雨污混接和分流改造、停车场改造、绿地建设等内容，协调相关专项规划的近期实施内容，识别重点区域和重点问题，明确近期建设项目及其具体要求；

**3** 应根据片区规划方案，分析近期实施项目的可行性、效果、投资等，根据同一目标下的技术经济比选结果，确定经济合理的海绵城市建设分期实施计划；当无法达到近期建设目标和指标时，应优化目标和方案；

**4** 应明确平面与竖向控制要求。统筹分区所涉及到的排水分区平面与竖向关系，协调地块与道路竖向，满足城市防洪排涝与排水要求，保障城市安全；协调蓝绿空间竖向衔接，并应满足调蓄、渗透、排放等要求。提出近期实施的海绵城市建设设施之间平面和竖向布局要求；

**5** 应明确分区内近期建设规划所涉及到的排水分区空间管控要求，提出需要保护的河湖水体、园林绿地、低洼地和蓝线绿线等；

**6** 应对接详细规划，落实海绵城市建设设施的空间布局、设计规模和控制指标，将建筑与小区海绵指标纳入控制性详细规划用地指标中，并优化调整不合理的用地布局和管控指标，系统性地统筹区域内地块的海绵城市建设；

**7** 应指导工程建设，明确设计边界和参数要求，红线内应落实年径流总量控制率的要求；红线外应落实与海绵城市建设相关的市政排水设施建设项；

**8** 分区建设方案建设项目时序安排、实施主体、投融资等应与国民经济和社会发展五年规划衔接；应建立动态更新机制，长期跟踪、定期评价海绵城市建设项目实施情况，对分区建设方案进行动态调整与更新。

1. 分区建设方案应使用模型模拟辅助编制系统方案时，并符合以下规定：

**1** 构建模型的基础数据应准确，必要时宜通过现场踏勘核实数据准确性。若现状数据复杂或数据不全，在不影响模型评估结论的前提下，可进行数据概化。

**2** 基于现状数据构建的模型，应采用独立的实测数据进行参数率定；基于规划数据构建的模型，应论证参数选取的合理性，确保符合当地实际条件。

**3** 方案编制中使用模型时，宜编制模型模拟专题研究报告，详细阐述模型构建、参数选取和率定、工况计算过程等。

1. 分区建设方案应包括源头减排、内涝防治、水生态环境保护、非常规水资源保护利用建设方案，并在片区规划方案的基础上，统筹措施之间的关系，协调海绵城市近期和远期建设要求，注重多方案比选和综合效果评估，明确分区近期建设范围和指标要求，提出各专业实施内容、近期建设工程设施规模和布局。
2. 源头减排建设方案应结合项目的可实施条件、建设目标和需求，因地制宜地提出源头雨水径流控制工程对径流的控制要求，并应符合下列规定：

**1** 应在地块（项目）落实年径流总量控制率指标，并定量评估源头改造对既有排水管渠能力提升的贡献；

**2** 在建筑小区等产汇流源头实施雨水径流管控，削减径流峰值和流量，延缓径流时间，提升原有设施排水能力；

**3** 源头减排设施应加强与排水管渠系统的衔接，确保安全溢流；根据实际建设条件明确源头雨水径流控制工程的项目体系。

1. 内涝防治建设方案应明确源头减排、排水管渠、排涝除险等各类工程措施的空间布局、设施规模、服务范围、工程项目、工程实施效果和应急管理等非工程措施内容，并应包括下列内容：

**1** 源头减排工程措施与雨水径流控制方案相融合，并应以径流峰值控制为主要控制目标。

**2** 排水管渠系统建设方案。新建地区应高标准规划设计排水管渠系统；已建地区以治理易涝点为突破口，综合采取措施使排水管渠达到标准要求；易受河水或潮水顶托的排水管渠出水口应考虑河道水位影响；对可能产生溢流污染的管渠要采取溢流污染控制措施；确定排水管渠近期工程与建设规模；

**3** 排涝除险方案。系统分析确定近期易涝点整治项目，利用自然水体、自然与人工调蓄设施的调蓄能力和涝水行泄通道、强排泵站等的排水能力，明确城市内涝积水排干时间，在整体蓄排平衡的基础上，明确具体积水点的解决措施和实施项目；

**4** 应急管理方案。对超过现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014确定的内涝防治标准的降雨，应落实人防、物防、技防等综合应急措施，确保不发生人员伤亡和重大财产损失事件，雨后迅速恢复城市正常秩序。宜综合采用模型分析和监测评估等技术手段提高应急措施的科学性，实现智慧化调度。

1. 水生态环境治理方案应包括控源截污、内源治理、生态修复、活水保质内容，并应明确分区内近期建设的工程措施空间布局、设施规模、服务范围、工程项目、工程实施效果等内容，并应符合下列规定：

**1** 控源截污方案。按照“旱天污水零直排、雨天污水少溢流、入厂浓度有提高”的要求，应完善污水管网，消灭污水直排，提高污水收集处理率；减少合流制管网溢流频次，控制溢流污染；

**2** 内源治理方案。清理漂浮垃圾，并应根据底泥污染特征和水体特征，科学制定近期清淤和底泥处理处置方案；

**3** 生态修复方案。宜利用河道水位消落带、雨水湿地和水生植物等措施，削减合流溢流污水和初期雨水污染，并提高水体自净能力；

**4** 活水保质方案。宜通过清水补给、循环补水等方式增加水体流动性、提升水体环境容量；补水水源应优先选用非常规水资源，重点对河湖生态基流、河湖生态需水进行补给。活水保质方案应明确补水量、补水方式、补水水源、补水调度方案和主要工程措施，且不应采取调水冲污的工程方案。

1. 非常规水资源保护利用建设方案应明确分区内近期再生水、雨水等非常规水资源利用目标，并应包括下列内容：

**1** 确定水资源利用原则和水资源利用方向，进行雨水和再生水需水量计算、可利用雨水资源量计算、可利用再生水资源量计算，并提出雨水和再生水资源配置方案；

**2** 确定污水再生利用设施、雨水综合利用设施等的规模、用地布局。

1. 分区建设方案应对源头雨水径流控制、内涝防治、水生态环境治理和非常规水资源保护利用等方案进行多目标统筹，并应按照源头减排、过程控制和系统治理进行分类，提出综合项目清单、项目分布图和近期建设项目清单。
2. 分区建设方案应能够指导工程落地，并系统评估各类项目实施后分区建设目标可达性。

# 项目设计

## 5.1 一般规定

1. 海绵城市建设设计应按规划确定的目标和指标，明确设计内容或需要解决的问题，结合项目所在区域的地理特征、周边条件、总平面布局和景观方案，因地制宜、从实际出发，合理确定各项海绵城市建设技术措施和规模。
2. 海绵城市建设设计应统筹考虑工程可行性和综合效益，制定经济合理的方案，应合理设计雨水径流排放路径，注重绿灰结合。
3. 海绵城市建设专项设计根据项目阶段按照项目可行性研究或项目建议书、方案设计、初步设计和施工图设计进行设计，不同设计阶段的海绵城市建设设计内容应满足各阶段设计深度要求。
4. 新建或设有海绵城市建设设施的建设用地，雨水应通过溢流措施与市政排水设施衔接。
5. 海绵城市建设设施不得对建筑、绿地、道路的安全造成负面影响，当利用城市水体、城市绿地和不与地下室相连的下沉式广场等空间作为涝水滞蓄空间时，应设置必要的警示标志。
6. 应结合雨水径流的初期冲刷效应和场地管理特性（冲洗、融雪剂等），采用“分质分段”的原则合理设计。
7. 项目雨水调蓄设施应安装液位计，排水泵站应设高低液位报警装置，排放口应满足监测要求。
8. 城市排水系统应根据区域现状条件和规划要求开展实时监测系统的设计。
9. 城市排水系统智慧调度应建立排水系统数学模型，模拟对象宜包括模拟范围内的雨水管渠、合流管道、泵站、闸站、调蓄池等，并根据实时监测数据或模型模拟分析结果，提出排水系统可蓄水容积、空间分布特征和关键节点。

## 5.2 总体设计

1. 总体设计应包括平面布局、竖向设计、汇水面划分、设施布局和规模等内容。
2. 应以雨水径流量控制和设施空间落地为主线，根据指标计算出对应的水量，系统分析问题，因地制宜采取措施。
3. 针对建设项目不同的下垫面类型和条件，选择适宜的海绵城市建设设施，通过优化竖向设计和雨水管渠系统，合理组织雨水的渗、滞、蓄、净、用、排，明确建设项目的雨水径流控制总体方案。
4. 平面布局应遵循生态优先的原则，并应符合下列规定：

**1** 场地内原有山水林田湖草生态系统在满足建设要求的基础上宜保留和利用；

**2** 不得破坏场地与周边原有水体的竖向关系，应维持原有水文条件，保护区域生态环境和防涝安全。

1. 竖向设计，应符合下列规定：

**1** 应满足建设项目防涝系统的需求，并与城市排水防涝系统衔接；

**2** 应防止建筑积水；

**3** 应有利于雨水径流汇入海绵城市建设设施；

**4** 当汇流距离较远或仅凭竖向无法保证有效汇流时，宜通过植草沟、线性排水沟等导流设施将地表径流导流至海绵城市建设设施；

**5** 道路横断面设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带和周边绿地的竖向关系等。

1. 汇水面划分应满足竖向设计要求，按照设施的布局和规模进行。
2. 海绵城市建设设施布置，应符合下列规定：

**1** 宜利用现有低洼地、水系、绿地、广场和道路等设施，遵循“绿色优先、绿灰结合”的原则，应发挥绿色设施滞峰、错峰、削峰等作用；

**2** 海绵城市建设设施布局应集中与分散相结合，并应与竖向、绿化、景观、建筑相协调；

**3** 根据规划管控要求定位并注明其规模，用于滞蓄雨水的水体、凹地、绿地、水池等设施应有液位标高及做法。

1. 项目应对汇水面控制指标进行计算校核，总用地面积为5公顷（含）以上的项目，应采用模型进行计算校核。

## 5.3 设计计算

1. 年径流总量控制率的计算，应符合下列规定：

**1** 对应的总设计调蓄容积宜采用容积法按式（5.3.1-1）计算。

  （5.3.1-1）

式中：*W*——设计调蓄容积（m3）；

*Ψ*z——综合径流系数；

 *h*——设计降雨量（mm）；

 *F*——汇水面积（hm2）。

**2** 计算综合径流系数*Ψc*。

汇水面积的现状综合径流系数应按下垫面种类加权平均计算：

 （5.3.1-2）

式中：*Ψ*z——综合径流系数；

*F*——汇水面积（hm2）；

*F*i——汇水面上第i类下垫面的面积（hm2）；

*Ψ*i——第i类下垫面的雨量径流系数，宜按表5.3.1-2选用。

表5.3.1-2 雨量径流系数

|  |  |
| --- | --- |
| 下垫面种类 | 雨量径流系数 |
| 屋面 | 绿化屋面（基质层厚度≥300mm） | 0.3~0.4 |
| 硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面 | 0.8~0.9 |
| 铺石子的平屋面 | 0.6~0.7 |
| 混凝土或沥青路面及广场 | 0.8~0.9 |
| 大块石铺砌路面及广场 | 0.5~0.6 |
| 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 | 0.4 |
| 干砌砖石或碎石路面及广场 | 0.4 |
| 非铺砌的土路面 | 0.3 |
| 绿地 | 0.15 |
| 水面 | 1 |
| 地下室覆土绿地（≥500mm） | 0.15 |
| 地下室覆土绿地（＜500mm） | 0.3~0.4 |
| 透水铺装地面 | 0.29~0.36 |
| 下沉式广场（50年及以上一遇） | — |

**3** 不同种类建设项目下垫面的径流系数应依据实测数据确定，缺乏资料时可参照表5.3.1-3取值；

表5.3.1-3 建成区综合径流系数

|  |  |
| --- | --- |
| 用地类型 | 综合径流系数 |
| 集中居住区 | 0.60~0.70 |
| 集中公建区 | 0.64~0.85 |
| 老旧平房区 | 0.87~0.91 |
| 道路与交通设施用地 | 0.80~0.90 |
| 广场 | 0.80~0.90 |
| 绿地 | 0.15~0.40 |

1. 年径流总量控制率采用设施径流体积控制规模核算，应符合下列规定：

**1** 项目总径流体积控制规模应按式（5.3.2-1）计算：：

 （5.3.2-1）

式中：*W*0——项目总径流体积控制规模（m3）；

*W*i——设施径流体积控制规模（m3）；

*W*——设计调蓄容积（m3）。

**2** 设施径流体积控制规模应按式（5.3.2-2）计算：

*Wi*= *W*s +*W*in （5.3.2-2）

式中：*Wi*——设施径流体积控制规模（m3）；

*W*s——设施的有效调蓄容积，指设施顶部蓄水空间的容积（m3）；

*W*in——入渗量（ m3）。

**3** 设施渗透量按式（5.3.2-3）计算

 *W*in=*KJA*s*t*s（5.3.2-3）

式中：*W*in——入渗量（ m3）；

*K*——土壤（原土）渗透系数（m/s）；

*J*——水力坡降，一般可取1；

*A*s——有效渗透面积（m2）；

*t*s——渗透时间（s），一般可取2h。

1. 年径流污染控制率，应符合下列规定：

**1** 应以规划为依据。当规划无指标要求时，应满足表5.3.3-1的规定；

表5.3.3-1 不同类别项目年径流污染控制率

|  |  |
| --- | --- |
| 项目类型 | 年径流污染控制率（%） |
| 住宅小区 | 老旧小区 | ≥40 |
| 既有住宅 | ≥40 |
| 新建小区 | ≥70 |
| 公建 | 老旧公建 | ≥40 |
| 既有公建 | ≥40 |
| 新建公建 | ≥70 |
| 城市道路 | 城市快速路 | — |
| 城市主干路 | — |
| 城市次干路及支路 | ≥40 |
| 绿地与广场 | 绿地（公园和防护绿地） | ≥70 |
| 广场 | ≥40 |
| 历史文化街区 | — |

**2** 各类海绵城市建设设施对径流污染物的控制率应以实测数据为准，缺乏资料时，可按表5.3.3-2取值；

表5.3.3-2 海绵城市建设设施径流污染控制率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设施 | 径流污染控制率（以SS计，%）1 | 设施 | 径流污染控制率（以SS计，%）1 |
| 透水铺装 | 80~90 | 蓄水池 | 80~90 |
| 绿化屋顶 | 70~80 | 雨水罐 | 80~90 |
| 生物滞留设施 | 70~95 | 植草沟2 | 35~90 |
| 湿塘 | 50~80 | 渗管/渠3 | 35~70 |
| 初期雨水弃流设施 | 40~60 | 植被缓冲带 | 50~75 |
| 延时调节设施 | 80~90 |  |  |

注：1 SS去除率数据来自《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》。

2 转输型植草沟取低值，转输兼入渗型植草沟取高值。

3 打孔渗透管（沟）取低值，开孔率越高取值越大，软式渗透管取高值。

4 下凹式绿地径流污染控制率应根据实测数据取值。

5 不同地区气候和地质条件存在差异，SS去除率建议通过典型设施的试验修正。

**3**年径流污染控制率应根据年径流总量控制率和设施SS平均去除率计算得出。城市或开发区域年径流污染控制率，可通过不同区域、地块的年径流污染控制率经年径流控制总量加权平均计算得出。

1. 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：

**1** 应根据设计要求，通过比较雨水调蓄工程上下游的流量过程线，按式(5.3.4-1)计算：

 (5.3.4-1)

式中：*V*——调蓄量或调蓄设施有效容积（m3）；

*Qi*——调蓄设施上游设计流量（m3/s）；

*Qo*——调蓄设施下游设计流量（m3/s）；

*t*——降雨历时（min）。

**2** 当缺乏上下游流量过程线资料时，可采用脱过系数法，按式(5.3.4-2)计算：

 （5.3.4-2）

式中：*b*——暴雨强度公式参数；

*n*——暴雨强度公式参数；

*α*——脱过系数，取值为调蓄设施下游和上游设计流量之比。

**3** 设计降雨历时，应符合下列规定：

1）宜采用3h~24h较长降雨历时进行试算复核，并应采用适合当地的设计雨型；

2）当缺乏当地雨型数据时，可采用附近地区的资料，也可采用当地具有代表性的一场暴雨的降雨历程。

1. 一定设计重现期下的雨水流量应按式（5.3.5）计算。

*Q*=*ψqF* （5.3.5）

式中：*Q*——雨水设计流量（L/s）；

*ψ*——综合径流系数；

*q*——设计暴雨强度，（L/（s•hm2））；

*F*——汇水面积（hm2）。

1. 溢流口应根据汇水面条件、排放标准等确定溢流口的尺寸和排水管的规格，其过流能力应通过试验或者经验公式计算得出。
2. 硬化地面率应通过指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计算获得。
3. 污水集中收集率应通过城市或地方集中处理的污水量占所产生污水量的比值计算获得。
4. 雨水资源利用率应通过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、景观补水等的雨水总量，与平均降雨量的比值计算获得。
5. 雨水资源替代率应通过雨水直接利用总量与区域用水总量的比值计算获得。

## 5.4 居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施

1. 新建居住、公建、商服与公用设施用地的海绵城市建设应满足规划关于径流总量、径流污染、径流峰值的控制要求。既有居住、公建、商服与公用设施用地的海绵改造应解决内涝积水、雨水收集利用、雨污混接等问题**。**
2. 工业、物流仓储用地的海绵城市建设应以控制径流污染为主要目标，同时满足规划的其他指标要求。
3. 历史文化街区海绵城市建设应以保护文物和历史风貌为前提，着重解决内涝积水、雨污混接、管道老化、市政条件不完善等问题。
4. 老旧小区改造应以解决内涝、污染等问题为主制定海绵指标。
5. 集中开发区、片区海绵化改造、城市双修和老旧小区改造的海绵城市建设应进行片区海绵建设方案设计，科学合理确定海绵指标分配和设施布局。
6. 居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施用地平面布局应包含下垫面空间分布、地下室范围、覆土厚度、高程关系等内容。竖向设计应根据平面布局的基本条件确定排水流向，使雨水从不透水路面或屋面排至海绵城市建设设施，最后溢流至雨水管渠系统或受纳水体。
7. 按照地面标高形成的汇水分区结合其它功能统筹布置海绵城市建设设施，根据规划管控要求定位并注明其规模，用于滞蓄雨水的水体、凹地、绿地、水池等设施应有标高及做法。
8. 居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施用地，可采用绿化屋顶、生物滞留设施、植草沟、透水路面、雨水调蓄设施和初期雨水弃流设施等，并应符合下列规定：

**1** 居住（9层及以下）应采取雨水立管断接，多层公共、商服宜采取雨水立管断接，大型公共建筑的屋面雨水宜经调节沉淀池后排入雨水管渠；

**2** 人行道、非机动车道及广场庭院等应优先采用透水路面，其透水铺装率不应小于70%；工业和物流仓储用地中无污染区域的人行道宜采用透水路面；

**3** 居住、公建、商服绿地中下凹式绿地率不应小于50%，工业、物流仓储绿地中下凹式绿地不应小于 70%；

**4** 公建和商服的裙房宜结合当地气候条件采用绿化屋顶；

**5** 工业和物流仓储用地等有污染区域收集的雨水，应经过初期雨水弃流设施后排放；

**6** 公用设施用地中雨水应以收集回用为主，经适当处理后宜用于绿化灌溉或冲洗路面；

**7** 与建筑相连的下沉庭院的雨水调蓄设施的容积应满足50年一遇降雨时其外排雨水量不大于市政管网接纳能力的要求；当与地下交通直接相连时，其雨水调蓄容积宜按100年一遇24 h降雨量校核。

1. 居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施用地中的地下空间应适度开发利用，并应符合下列规定：

**1** 应合理控制用地的不透水面积；

**2** 应留足雨水自然渗透、净化所需的海绵空间；

**3** 地下空间覆土厚度应满足海绵城市建设设施布置要求，地下室顶板设置透水铺装时覆土厚度不宜小于1000mm，设置雨水花园等滞留设施时覆土厚度不宜小于1500mm。

1. 居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施的地下建筑曾被淹或不满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108的有关要求时，应按要求建设防淹设施。
2. 既有居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施用地改造海绵城市建设设计应以管控单元为基础，在充分调研的基础上进行；应注重连片化效应，杜绝碎片化改造建设；对近期无法达到海绵城市建设设计目标的区域，可先进行易涝点整治等重点治理，再进行整体改造，分阶段达到目标。
3. 既有居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施用地改造的设计，应符合下列规定：

**1** 老旧小区的现状调研应确定地面易涝点位置、地下管线混接、排水不畅、管道破损的位置，并应对其进行改造和更新；

**2** 已建项目海绵城市改造宜结合现状条件通过优化竖向设计解决地块积水和内涝问题，不宜进行大范围调整，必要时可增设排水设施；

**3** 排水体制在满足上位规划的基础上，位于分流制排水系统的合流制用地，应开展雨污分流改造；存在雨污混接的，应优先开展雨污混接改造。

## 5.5 道路与交通设施用地

1. 城市道路设计应根据规划要求，在满足道路基本功能的前提下，综合考虑环境因素，营造有利于雨水分散控制的总体布局和竖向设计。
2. 新建城市道路设计目标应以削减地表径流与控制面源污染为主、雨水收集利用为辅。已建城市道路海绵改造设计应以解决道路积水和径流污染等突出问题为导向，结合道路大中修改造、绿化景观提升等工程开展。
3. 城市道路的总体布局和竖向设计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确定源头减排设施，并应符合下列规定：

**1** 城市道路排水宜采用生态排水的方式，城市道路雨水径流宜通过有组织的汇流和转输，经截污等预处理后排入源头减排设施内；

**2** 城市道路海绵改造设计应充分分析道路下垫面、现有排水系统建设运行现状，评估海绵改造的难度，因地制宜地选择增加源头减排设施，并对排水系统进行改造；

**3** 城市道路应坡向雨水设施一侧，当道路设置超高时，雨水设施应按道路超高坡向的位置设置，保证道路安全行驶；

**4** 当城市道路中出现凹点时，应校核其排水设计能力和排水出路，有必要时应通过周边绿地或改变竖向为其预留出路；交叉口处宜设置跨越流通道，保证径流有组织排放；

**5** 机非、人非绿化隔离带中宜设置生物滞留设施等雨水调蓄或渗透设施；

**6** 高架下绿化隔离带宜设置生物滞留设施、延时调节设施或雨水回用设施，经雨水回用设施处理后可用于绿化灌溉；

**7** 城区内已建下穿式立交、低洼地等严重积水点的改造，应充分利用周边现有绿地空间，建设分散式调蓄设施；

**8** 应建设有效的溢流排放设施，并应与雨水管渠和排涝除险设施有效衔接，宜将雨水口设置在绿化隔离带；

**9** 应采取必要的防渗措施，防止雨水下渗破坏车行道路面、路基的强度和稳定性；

**10** 城市道路设计应协调相关附属设施，不得影响现有地下管线安全。

1. 城市道路设计中海绵城市建设设施，可采用生物滞留设施、植草沟、透水铺装、生态树池、延时调节设施、雨水调蓄设施、植被缓冲带等，并应符合下列规定：

**1** 符合透水地质要求的新建、改建和扩建人行道、自行车道、步行街、停车场应采用透水路面，且透水铺装率不应小于70%；

**2** 道路隔离带内宜根据地势和景观绿化方案设置下凹式绿地，下凹式绿地率不宜低于50%。

1. 人行道的设计，应符合下列规定：

**1** 人行道宜采用透水路面；

**2** 人行道设置的树池，宜采用生态树池；

**3** 人行道和专用非机动车道间设置的绿化隔离带，宜设置生物滞留设施，使人行道和专用非机动车道分别坡向绿化隔离带。

1. 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，宜结合周边地块条件设置植草沟和生物滞留设施等设施，控制径流污染；污染严重的道路径流在进入绿地前，应利用沉淀等方式进行处理，避免对绿地环境和生物滞留设施造成破坏；

**2** 当公共绿地设计标高高于人行道时，可在绿地下设置浅层蓄渗、延时调节等设施，控制人行道和绿地的雨水径流。

1. 城市道路濒临河道时，路面径流宜通过地表漫流或暗渠等就近排入河道。宜在道路与河道之间设置植被缓冲带、生态护岸等措施，控制径流量、径流污染和径流峰值。
2. 中央隔离带内宜设置生物滞留设施，隔离带内部宜设置由防水层、纵向排水渗沟、集水槽和横向排水管等组成的防排水系统。
3. 非机动车道与机动车道间设置的绿化隔离带，宜通过土壤改良来增加其入渗率，采用生物滞留设施收集道路雨水时，应符合下列规定：

**1** 综合考虑绿化相关规划要求和生物滞留设施占地需求，设置生物滞留设施的机非绿化隔离带宽度宜大于1.5m；

**2** 机非绿化隔离带内的生物滞留设施宜分段设置，设施宽度应根据道路机非隔离绿化带宽度确定，每段长度应根据服务道路的径流控制要求确定；

**3** 道路立缘石应设置开口、开孔形式或间断设置，以满足雨水通过立缘石流入绿化带的要求。立缘石尺寸、开孔形状或间断设置的距离应根据汇水量计算确定，立缘石处宜设置消能、净化等设施。

1. 高架道路下绿化带内设置生物滞留设施，应符合下列规定：

**1** 高架道路下绿化带宽度宜大于2.5m；

**2** 宜采用局部下凹形式，在绿化带沿道路方向的两侧保留一定宽度的高势绿地，中间部分下凹设置生物滞留设施，处理经雨落水管收集的高架道路路面雨水。

1. 应对城镇内涝风险进行评估，内涝风险大的地区宜结合其地理位置、地形特点等设置雨水行泄通道。
2. 城镇易涝区域可选取部分道路作为超过源头减排设施和排水管渠承载能力雨水的行泄通道，并应符合下列规定：

**1** 应选取排水系统下游的道路，不应选取城镇交通主干道、人口密集区和可能造成严重后果的道路；

**2** 应与周边用地竖向规划、道路交通和市政管线等情况相协调；

**3** 行泄通道上的雨水应就近排入水体、管渠或调蓄设施，设计积水时间不应大于12h，并应根据实际需要缩短；

**4** 达到设计最大积水深度时，周边居民住宅和工商业建筑物的底层不得进水；

**5** 不应设置转弯；

**6** 应设置行车方向标识、水位监控系统和警示标志；

**7** 宜采用数学模型法校核道路作为行泄通道时的积水深度和积水时间。

1. 当道路表面积水超过路缘石，延伸至道路两侧的人行道、绿地、建筑物或围墙时，其过水能力应符合下列规定：

**1** 过水断面沿道路纵向发生变化时，应根据其变化情况分段计算；

**2** 当过水断面变化过于复杂时，可对其简化，简化过程应遵循保守原则估算断面的过水能力；

**3** 对于每个过水断面，其位于道路两侧的边界，应选取离道路中心最近的建筑物或围墙；

**4** 每个复合过水断面应细分为矩形、三角形和梯形等标准断面，分别按曼宁公式计算后确定。相邻过水断面之间的分界线不应纳入湿周的计算中。

## 5.6 绿地与广场

1. 城市绿地与广场应按照上位规划确定的范围设置，其平面布局应满足下列规定：

**1** 绿地的地下空间利用不应超过总面积的10%，并应考虑在不影响雨水渗、滞、蓄的条件下设置一定深度的覆土；

**2** 在竖向关系适宜时，应采用源头减排措施处理外来客水；

**3** 具有一定水体面积的绿地或广场应优先利用雨水作为水源，宜采取措施使水体可调蓄雨水；

**4** 绿地平面布置应满足规划要求，坚守城市绿线的原则，广场、商用空间等不应占用城市功能型绿地。具备雨水调蓄功能的绿地应能有调蓄净化雨水。

1. 绿地竖向设计应有利于雨水滞留、传输、收集与蓄存。场地设计结合汇水区划分，利用地形组织雨水自然汇集、调蓄利用与安全排放，雨水溢流设施宜设置在汇水区下游或高程低点，并应符合下列规定：

**1** 应以平面布局和控制高程为依据，营造有利于雨水就地消纳的地形，并应与相邻用地标高相协调；

**2** 应最大限度地保持利用现有场地内的湖、渠和地形高低起伏等自然条件，充分利用绿地水体枯、丰水期水资源；

**3** 应保持地形稳定性、安全性，并做好坡面雨水径流的引导传输。不得在地质灾害易发区进行深挖高填，坡度在25°以上的陡坡地，应设置水土保持和次生灾害防护措施；

**4** 非机动车道路广场和绿化场地宜设计一定的高差，便于道路广场雨水自然排入。

1. 绿地接纳客水的水量应依据规划确定，并应及时错峰排放，保障场地安全。
2. 绿地以外区域或广场的雨水径流进入绿地前，应满足相关水质要求，并评估测算绿地雨水消纳能力，在不影响绿地自身功能的前提下，采用有组织方式传输，就地消纳、就地转输。
3. 城市绿地中的海绵城市建设设施设计，可采用土地保护与修复、生物滞留设施、植草沟、下凹式绿地、透水铺装、生态树池、湿塘、人工湿地和植被缓冲带等，应符合下列规定：

**1** 应与周边地面高程、管渠系统相衔接，使雨水可通过重力流入或排出设施；

**2** 应与绿地要素统筹设计，地形坡度应与场地地形顺畅连接，在满足径流控制容积的同时，形成连续的微地形空间和近自然植被栽植区；

**3** 雨水塘、雨水湿地等海绵城市建设设施，应对进出水通道、调蓄空间、土壤介质、溢流口、导排层等进行设计，并保证暴雨时雨水可通过溢流口与城市雨水管渠系统、排涝除险系统相衔接。

1. 绿地的植物景观设计，应符合下列规定：

**1** 应优先选择乡土植物，以及抗逆性强、耐粗放管理的植物种类；

**2** 在土壤渗透性差、盐碱地、寒冷地区、坡地等场地条件下，应选择耐水湿、耐盐碱、耐寒、抗冲刷或耐干旱瘠薄的植物种类；

**3** 与道路、广场、水体交接缓冲带植物应选择根系发达、覆盖度高的植物种类；

**4** 滨水绿地应根据场地条件，选择既耐旱又耐水湿植物；

**5** 道路植被缓冲带，宜选择具有抗污染、抗粉尘、耐盐碱等抗逆性强且观赏性强的植物。

1. 广场及其周边区域的雨水径流宜通过有组织的汇流和转输，经截污等预处理后引入周边绿地进行消纳和滞蓄，必要时可增设线性排水沟。当广场周边无绿地时，可在广场下方或周围设置雨水调蓄池对雨水进行集中调蓄。
2. 广场中适宜的海绵城市建设设施，可采用透水铺装、生态树池、雨水调蓄设施、植草沟、生物滞留设施和雨旱两宜的下沉式调蓄空间广场的设计，并应符合下列规定：

**1** 当广场有水景需求时，宜结合雨水调蓄设施共同设计；

**2** 应在绿地内开展微地形设计，设置植草沟、生物滞留设施等设施，并使硬地铺装坡向绿地；

**3** 当位于地下空间上方时，设施应做防渗处理；

**4** 位于城市易涝点的广场，在满足自身功能的前提下，宜采取灰绿结合的方式，合理测算调蓄容积，消纳周边客水。

1. 广场排水的植草沟设计，应符合下列规定：

**1** 无透水铺装的广场，植草沟面积宜为广场面积的1/4，宽度宜为1.5m~2.0m；

**2** 设有透水铺装的广场，植草沟面积宜为广场面积的1/8~1/10，宽度不宜小于0.6m。

## 5.7 河湖水系

1. 城市河湖水系应尊重区域内自然生态本底，通过开展截污、疏拓、水系连通、径流污染治理、生态护岸、植被缓冲带、生态修复、水体净化等工程措施，提升城市河湖水系在雨洪调蓄、径流污染消减、水体净化、生物多样性等方面的功能，促进生态良性循环。
2. 城市河湖水系布置应充分利用自然水体，统筹上下游、左右岸、干支流等关系，在管控范围线内合理设置湿塘、湿地、植被缓冲带等海绵城市建设设施，并与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。
3. 城市河湖水系生态岸线恢复及保护，应达到相关规划的蓝线绿线管控要求，并应符合下列规定：

**1** 堤背水侧空间，应建设植被缓冲带；滨水带步行道与慢行道的透水铺装率不应小于70%；滨水带内的管理建筑物应符合绿色建筑要求；除特殊要求外，措施同城市绿地相关规定；

**2** 堤顶空间，在保证堤防安全的前提下，堤顶道路应参照城市道路进行海绵设计；无防洪墙的堤顶道路两侧应设置路肩并布置植草沟等生态排水设施；应避免路面雨水漫流冲刷河道边坡；

**3** 堤坡空间，应优先采用自然土坡，防护应尽量采用可植生的形式；堤坡坡面植物选择固坡、护坡效果好的本地生植物；堤坡坡面的地被覆盖率不应小于95%；

**4** 滩地空间，应优先选择坑、塘、湖等低洼区域进行雨水调蓄、消减径流；滩地植被种植应满足防洪排涝要求，地被覆盖率不应小于95%；

**5** 水陆过渡空间，在保证河道防洪排涝安全的前提下，应采用生态护岸结构，维持河流的横向连通性，生态护岸率不宜小于90%。应充分保证水生动植物和陆域动植物生物链在垂直空间领域的完整性和连续性，同时还应考虑岸坡的透水性和植被率，达到水、岸、陆三位一体的效果。

1. 生态护岸的设计，应符合下列规定：

**1** 应根据岸坡地质条件与土壤性质、边坡坡度、水位与水流、环境与景观需求等因素，护坡护岸结构型式应满足岸坡安全稳定和水位变动区堤岸抗冲的要求，保证水域陆域生态系统的连通，；

**2** 对于受水流、风浪和船行波等作用影响明显以及沿岸地面有承载要求的岸坡，护岸可部分采用硬质结构，并宜采取生态措施；可在硬质结构临水侧河底设置定植设施种植挺水、浮叶或沉水植物；硬质结构顶部有绿化空间的，可在绿化空间内种植攀援植物或具有垂悬效果的藤状灌木等植被；硬质结构顶部无绿化空间的，可在挡墙外沿墙面设置种植槽，槽内种植攀援植物或藤状灌木等植被；

**3** 应根据岸段条件，提出绿化率和透水性的要求。

1. 城市河湖水系断面设计，应符合下列规定：

**1** 河道断面应满足行洪排涝、航运和引排水等基本功能；

**2** 应避免河道断面单一化，并应优先保持天然河道断面；在保持天然河道断面有困难时，按复式断面、梯形断面、矩形断面的顺序选择；

**3** 应结合河岸生态景观，通过地形改造适当布置湿地、岛屿、浅滩、林荫、鱼礁等为生物提供不同的生境；

**4** 对于纵坡较大的河道，可设置堰以维持基本水深要求。

1. 滨水绿化控制线内的绿化带接纳雨水径流时，应建设为植被缓冲带，并应符合下列规定：

**1** 坡度宜为2%~6%，宽度不宜小于2m，并应根据污染削减要求进行布置；

**2** 植被缓冲带范围内布置的防汛通道、慢行道、游步道、休憩平台等设施宜采用透水铺装；

**3** 植被缓冲带种植结构应采用乔木、灌木和地被植物搭配结构。

1. 城市河湖水系生态修复设计应注意自然修复和生态工程修复相结合，营造水生植物、动物良好的生境。
2. 城市河湖水系水体净化设计可采取人工增氧、生态浮床净化、生物水处理、生物接触氧化等技术。
3. 城市河湖水系应统筹防洪排涝、雨洪调蓄、生态涵养、景观提升等综合性功能，充分利用蓝线和滨水绿化带之间的滞蓄空间，合理布局雨水行泄通道和滞蓄空间，形成坡向水体的雨水径流行泄通道，结合防洪和排水防涝等相关规划，确定河湖调蓄水位，并应与雨水管渠设施、排涝除险设施和下游水系相衔接。
4. 城市河湖水系排口衔接设计，应符合下列规定：

**1** 城市河湖水系禁止新增污水排口；

**2** 雨水排口标高应设置在常水位以上。特殊情况下可在满足水头线高于设计水位的条件下，设计为淹没式出流；

**3** 现有排口整治设计中，应结合汇水范围内的源头海绵性改造措施，根据不同排水体制的要求，设置初期雨水调蓄池、截污管涵等工程措施，并应进行水质监测，且不应超过受纳水体水质管理目标。合流制溢流排口处宜增设水力旋流、污染颗粒分离等设施，削减超标溢流污水中的污染。同时宜在排口入河处建设生物净化拦网、多级生态滤池、隔离式生态浮岛等原位排口净化设施。

## 5.8 市政排水设施

1. 海绵城市建设中市政排水设施设计应按规划确定的规模和布局，结合地形、土质、地下水位、道路情况、原有的和规划的地下设施、施工条件以及养护管理方便等因素，合理确定各项设施的平面布局、竖向高程和设施形式，提高雨水收集、转输、调蓄和处理排放效率。
2. 市政排水设施应包括雨水管渠、雨水泵站、调蓄设施和污水处理厂/站。
3. 雨水管渠应在平面和竖向与源头减排设施和排涝除险设施相互衔接。
4. 雨水口的形式、数量和布置，应按汇水面积所产生的流量、雨水口的泄水能力和道路形式确定；雨水口和雨水连接管流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的1.5 倍~3.0倍。
5. 下穿立交道路等低洼易涝地段的排水应加大雨水收集能力，并应设置独立的排水系统，且防止倒灌。当没有条件设置独立排水系统时，下游排水系统应能满足地区和立交排水设计流量要求。
6. 雨水管渠设施应确保雨水管渠设计重现期下雨水的转输、调蓄和排放，并应考虑受纳水体水位的影响。
7. 现有合流制排水系统应通过截流、调蓄和处理等措施，控制溢流污染；还应按城镇排水规划的要求，经方案比较后实施雨污分流改造。
8. 排涝调蓄设施应根据内涝防治目标，结合城市布局和用地情况，合理布置多功能调蓄设施和调蓄池、调蓄隧道等灰色基础设施。
9. 径流污染控制的截流调蓄设施建设应与下游污水处理厂的建设相匹配，或应建设就地处理设施。
10. 雨水泵站的设计流量，应按泵站进水总管的设计流量计算确定，当立交道路设有盲沟时，其渗流水量应单独计算。
11. 排水系统智能调度宜根据排水管网的的平面和竖向特征，在关键节点处设置可实时控制的挡水设施，并通过智慧调度平台根据运行调度方案进行启闭，挡水设施前后关键点处应设置液位监测。
12. 污水处理厂应通过扩容或增加调蓄设施，保证雨季设计流量下的达标排放。

#  设施设计

## 6.1 一般规定

1. 海绵城市建设设施按“渗、滞、蓄、净、用、排”的功能进行分类，兼有两种或多种功能的设施，其设计参数应根据所需功能选取。海绵城市建设设施兼具多种功能时宜参照附录A的有关规定。
2. 海绵城市建设设施的选择应根据项目控制目标，结合设施的主要功能、场地水文地质条件、投资和维护管理方便等进行综合比较后确定。
3. 设计参数应根据汇水面特点、设施的构造和材料以及水文地质条件等合理选择，有条件的项目应通过实测确定设计参数。
4. 海绵城市建设设施主体功能和材料应符合现行相关国家标准的规定。

## 6.2 渗

**I** 透水路面

1. 透水路面宜分为半透水路面和全透水路面。
2. 半透水路面结构自上而下依次应为透水面层、不透水基层、地基，不透水基层和透水面层之间应设导水设施。
3. 全透水路面结构自上而下应为透水面层、透水找平层、透水基层、透水底基层、垫层、地基。
4. 在湿陷性黄土地区、高盐高寒地区、地下水位高地区使用透水路面时，应采取相应措施。
5. 透水路面应根据地质条件和路面用途选择透水面层材料，并应符合下列规定：

**1** 透水砖地面宜用于人行路、步行街、广场等非机动车道，并应符合现行国家标准《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993和行业标准《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188的有关规定；

**2** 透水沥青路面宜用于轻型荷载道路，并应符合现行行业标准《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190的有关规定；

**3** 透水混凝土路面、嵌草砖、嵌草混凝土透水路面、缝隙透水型地面宜用于人行路、步行街、广场、停车场和回转车道等轻型荷载道路，并应符合现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135和国家标准《混凝土实心砖》GB/T 21144、《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601、《天然大理石建筑板材》GB/T 19766、《天然砂岩建筑板材》GB/T 23452、《天然石灰石建筑板材》GB/T 23453、《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的有关规定。

1. 透水路面的透水性能应满足降雨强度不大于45mm/h条件下表面不产生径流的要求，并应符合下列规定：

**1** 透水面层的渗透系数应大于1×10-4m/s；透水面砖的有效孔隙率不应小于8%，透水混凝土的有效孔隙率不应小于10%；面层采用透水砖时，其抗压强度、抗折强度、抗磨强度、防滑性能、冻涨性能和透水性能等应符合国家现行有关标准的规定；

**2** 找平层的渗透系数和有效孔隙率不应小于面层，宜采用细石透水混凝土、干砂、碎石、石屑或干硬性水泥砂浆等；

**3** 基层和底基层的渗透系数应大于面层；底基层宜采用级配碎石、中、粗砂或天然级配砂砾料等，基层宜采用级配碎石或透水混凝土；透水混凝土的有效孔隙率应大于10%，砂砾料和砾石的有效孔隙率应大于20%；

**4** 铺装地面应满足承载力和抗冻要求。

1. 透水面层下的透水层和附属设施设计可参照表6.2.7的有关规定执行。

表6.2.7 透水面层下透水层和附属设施一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 组成和要求 | 备注 |
| 透水找平层 | 中粗砂或1:5~1:7干硬性水泥砂浆 | 可不设找平层 |
| 透水基层 | 排水式沥青稳定碎石、级配碎石、大力径透水性沥青混合料、多孔隙水泥稳定碎石基层和透水混凝土 | 半透水路面结构和承载较小的轻型透水路面不设透水基层 |
| 透水底基层 | 宜选用级配碎石、级配砾石、天然级配砂砾、部分砾石经轧制掺配而成的级配碎、砾石、填隙碎石 | 地下水位较高、严寒地区其内部应设渗排水管 |
| 地基 | 路基顶面设计回弹模量值，对快速路和主干路不应小于30MPa；对次干路和支路不应小于20MPa | 《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 |
| 垫层 | 粗砂、沙砾、碎石等透水性好的粒料类材、工业废渣 | 地下水位高、排水不良、路基经常处于潮湿、过湿状态的路段、土基为黏性土的地段 |
| 透水土工布 | 应采用短纤针刺非织造土工布，其标称断裂强度不应小于10 kN/m，顶破强力不应小于1.8 kN，等效孔径不应小于0.07mm，垂直透水系数不应小于0.1cm/s | 《土工合成材料短纤针刺非织造土工布》GB/T 17638 |
| 土工膜和复合土工膜 | 土工膜应采用高密度聚乙烯膜，厚度不应小于0.5mm，纵横向拉伸断裂强度不应小于10N/mm，抗刺穿强度不应小于120N；复合土工膜应采用一布一膜或两布一膜，厚度不应小于0.3mm，其标称断裂强度不应小于7.5kN/m，CBR顶破强力不应小于1.5kN，纵横向撕破强力不应小于0.25kN，剥离强度不应小于6N/cm，耐水静压不应小于0.5MPa。 | 《土工合成材料 非织造布复合土工膜》GB/T 17642、《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T17643 |
| 渗排水管 | 聚乙烯PE管、硬聚氯乙烯PVC-U管；开孔率不应超过3%，孔径宜为8mm~12mm；渗排水管环刚度不应小于4.8kN/m2 |  |

注：1 湿陷性黄土地区分布和海绵设计参照现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025的有关规定执行；

2 透水基层和透水底基层设计应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169的有关规定；

3 表中所列标准应参照现行标准的有关规定。

II 渗管/渠/井

1. 渗管/渠的设计，应符合下列规定：

**1** 宜采用塑料模块、穿孔塑料管、无砂混凝土管或排疏管等材料，外敷渗透层，渗透层宜采用砾石；渗透层外或塑料模块外应采用透水土工布包覆，土工布搭接宽度不应少于200 mm；

**2** 塑料管的开孔率宜为1.0%~3.0%，无砂混凝土管的孔隙率不应小于20%；

**3** 应设检查井或渗井，井间距不应大于渗透管管径的150倍。井的出水管口标高应高于入水管口标高，但不应高于上游相邻井的出水管口标高，渗透检查井应设0.3m沉沙室；

**4** 设在行车路面下时覆土深度不应小于700 mm；

**5** 地面雨水进入渗管/渠前宜设泥沙分离井渗透检查井或集水渗透检查井；

**6** 地面雨水集水宜采用渗透雨水口；

**7** 在适当的位置设置测试段，长度宜为2m~3m，两端设置止水壁，测试段应设注水孔和水位观察孔；

**8** 管径和布置间距应计算确定，渗排水管的排水能力不应小于地表入渗量和地下水入渗量；

**9** 储水空间应按积水深度内土工布包覆的容积计，有效储水容积应为储水空间容积与孔隙率的乘积。

1. 渗井的设计，应符合下列规定：

**1** 井壁外应配置砾石层，井底渗透面距地下水位的距离不应小于1.5m；硅砂砌块井壁外可不敷砾石；

**2** 底部和周边的土壤渗透系数应大于5×10-6m/s；

**3** 入渗井砾石层外应采用透水土工布或性能相同的材料包覆。

III 渗透塘

1. 渗透塘具有“渗”和“滞”的功能，入渗功能设计应满足本标准第6.2.11条的有关规定，滞蓄容积应根据溢流水位和设计水位之间的容积确定。
2. 渗透塘的设计，应符合下列规定：

**1** 入口应设置沉砂池或前置塘等预处理设施；

**2** 边坡坡度不宜大于1:3，表面宽度和深度的比例应大于6:1，塘底至溢流水位不宜小于0.6 m；

**3** 底部构造宜为厚度200mm~300 mm的种植土、透水土工布和厚度300mm~500 mm的过滤介质；

**4** 植物应在接纳径流之前成型，植物应既能抗涝又能抗旱，适应洼地内水位变化；

**5** 宜设置排空设施，排空时间不应大于24h；

**6** 应设有确保人身安全的措施。

IV 生物滞留设施

1. 雨水花园具有“渗”、“滞”和“净”的多种功能，入渗功能设计应满足本标准第6.2.13条的有关规定，滞蓄容积应根据溢流水位和设计水位之间的容积确定，同时可利用物理、水生植物和微生物等作用净化雨水。
2. 雨水花园的设计，应符合下列规定：

**1** 宜由蓄水层、覆盖层、种植土层、人工填料层、底部砾石层组成；当土基渗透系数小于或等于1×10-6m/s时，宜在底部砾石层中设置排水管，排入下游雨水管渠或受纳水体。

**2** 应低于相邻汇水面，便于雨水径流的汇入。

**3** 稳渗速率不宜低于10-5m/s，种植土层宜采用渗透系数较大的砂质土壤，种植土层宜选用渗透系数较大的砂质土壤，其中粘土含量不宜超过5%；

**4** 填料层宜选用渗透性较强的天然或人工材料，其厚度应根据当地的降雨情况、雨水花园的面积等确定，宜为0.5m~1.2m。

**5** 砾石层由直径不超过50mm的砾石铺成，厚度宜为200mm~ 300mm。

1. 下凹绿地具有“渗”和“滞”的功能，其滞蓄容积应根据溢流口高度和面积确定。
2. 下凹式绿地宜分布在道路、广场、建筑周边，应接纳硬化面的雨水径流，其设计应符合下列规定：

**1** 下凹式绿地下凹深度宜为5cm~20cm，下凹深度大于10cm时应满足排空时间要求；

**2** 下凹式绿地内应设溢流雨水口，溢流雨水口高度应根据汇水面高度和设计滞蓄水量确定；

**3** 周边雨水宜分散进入下凹绿地，当集中进入时应在入口处设置缓冲措施。

## 6.3 滞

I 绿化屋顶

1. 绿化屋顶应根据种植土厚度进行分类，并宜符合下列规定：

**1** 种植土厚度为100mm~300mm时，绿化屋顶宜种植地被植物、低矮灌木，种植土宜选择轻量化的改良土壤或无机种植土；

**2** 种植土厚度为300mm~600mm时，可种植乔灌木、地被植物，并可设置园路、坐凳、水池等休憩、观赏设施；种植土宜选用无机种植土、改良土壤或田园土，当种植大型乔木时，可局部加厚种植土；

**3** 在移动组合的容器、模块中种植植物，种植土厚度为100mm~ 300mm，种植土宜选用轻量化的改良土或无机种植土。

1. 绿化屋顶仅参与综合雨量径流系数的计算，其结构内的空隙容积不应计入总调蓄容积。计算时，应校核覆土的位置、范围和厚度，并应符合下列规定：

**1** 当基质层厚度大于等于300mm时径流系数宜为0.3~0.4；当基质层厚度小于300mm时径流系数宜为0.5；

**2** 应核减绿化屋顶中的非绿化部位。

1. 绿化屋顶基本构造层设计，应符合下列规定：

**1** 自上而下宜包括植被层、种植土、过滤层、排（蓄）水层、保护层、隔离层、耐根穿刺防水层、屋面基本构造层；

**2** 防水层应满足一级防水等级设防要求；

**3** 应至少设置一道具有耐根穿刺性能的防水材料，其应具有耐霉菌腐蚀功能；改性沥青类耐根穿刺防水材料应含有化学阻根剂；

**4** 耐根穿刺防水层上方应设保护层，当采用水泥砂浆和细石混凝土做保护层时，保护层下方应铺设隔离层。

1. 绿化屋顶的结构设计，应符合下列规定：

**1** 应计算种植荷载，并纳入屋面结构永久荷载；

**2** 既有建筑屋面改造为绿化屋顶时，应对原结构进行鉴定，应以结构鉴定报告为设计依据，确定种植形式；

**3** 既有建筑屋面改造为绿化屋顶时，宜选用轻质种植土、种植地被植物、选择容器种植；

**4** 既有防水层仍具有防水能力时，应在其上增加一层耐根穿刺防水层；既有防水层无防水能力时，应进行拆除；

**5** 既有屋面做绿化屋顶前应在原构造层上设保护层。

1. 排（蓄）水层可采用成品排（蓄）水板、级配碎石、卵石、陶粒等，并应具备通气、排水、储水、抗压强度大、耐久性好的性质，排（蓄）水层做法和主要技术要求可参照表6.3.5的有关规定执行。

表6.3.5 排（蓄）水层做法选用表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 编号 | 材料做法 | 技术要求 |
| 1 | 凹凸型排（蓄）水层 | 压缩率为20%时最大强度不应小于≥150 kPa |
| 纵向通水量（侧压力150kPa）不应小于10cm3/s |
| 2 | 网状交织型排水板 | 抗压强度不应小于50kN/m2 |
| 表面开孔率不应小于95% |
| 通水量不应小于380 cm3/s |
| 3 | 级配碎石 | 粒径宜为10mm~25mm，铺设厚度不应小于100mm |
| 4 | 卵石 | 粒径宜为25mm~40mm，铺设厚度不应小于100mm |
| 5 | 陶粒 | 粒径宜为10mm~25mm，铺设厚度不应小于100mm |

1. 绿化屋顶无纺布过滤层空铺与排（蓄）水层之上，可采用粘合或缝合固定方式搭接，搭接宽度不应小于150mm；边缘沿种植挡墙上翻时应与种植土高度一致。
2. 屋面防水层的泛水高度应高出种植土250mm；地下建筑顶板防水层的泛水高度应高出种植土500mm。

II 生物滞留设施

1. 生物滞留池和高位花坛具有“滞”和“渗”的功能，其设计应符合下列规定：

**1** 自下而上可为素土层、砾石层、土工布、种植土、覆盖层、蓄水层；

**2** 溢流口应与下游城市雨水排水管道合理衔接，其高度应根据汇水面高度和设计滞蓄水量确定；

**3** 调蓄水深不宜超过300mm；

**4** 应按需设计底层排水设施。

III 植草沟

1. 植草沟宜分布在道路、广场的周边，具有“滞”、“渗”和“排”的功能，其设计应符合下列规定：

**1** 自下而上宜为素土层、砾石层、土工布、种植土、蓄水层；

**2** 浅沟断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形；

**3** 当以转输作用为主时可不设碎石层和渗排水管；

**4** 坡度宜为0.3%，当坡度大于1%时，宜设水堰或水砍，靠路基一侧应采取防渗措施；

**5** 当地下水位较高时，砾石层内应设渗排水管；当地下水位较低时可不设渗排水管；

**6** 当以转输为主、入渗为辅时，应在其末端设溢流雨水口接至下游；

**7** 植被高度宜为50mm~200mm，植草沟内最大有效水深宜为植被高度的1/2；

**8** 流入植草沟系统的设计降雨径流量的计算公式按本标准式（5.3.5）计算。

IV 水体调蓄设施

1. 调节塘的设计，应符合下列规定：

**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** 调节区深度一般为0.6m~3m，塘中可以种植水生植物以减小流速、增强雨水净化效果；

**4** 应设置排空设施，排空时间不应大于24h；

**5** 应设有确保人身安全的措施；

**6** 大型调节塘应设置机械清淤的进出通道。

## 6.4 蓄

I 水体调蓄设施

1. 湿塘具有“蓄”和“滞”的功能，其设计应符合下列规定：

**1** 进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等设施；

**2** 前置塘为池底宜采用混凝土或块石结构；前置塘应设置清淤通道和防护设施，驳岸形式宜采用生态驳岸，边坡坡度宜为1:2~1:8；前置塘沉泥区容积应根据清淤周期和径流污染负荷确定；

**3** 主塘宜设计常水位以下的永久容积和储存容积，永久容积水深宜为0.8m~2.5 m；储存容积应根据所在区域相关规划提出的“单位面积控制容积”确定；设有径流峰值削减功能的湿塘还应包括调节容积，其设计排空时间应为24h~48h；主塘与前置塘间宜设置水生植物种植区，主塘驳岸宜为生态驳岸，边坡坡度不宜大于1:6；

**4** 溢流口应与下游城市雨水排水管道合理衔接；

**5** 应设有确保人身安全的措施。

II 调蓄设施

1. 调蓄池的设置位置和与雨水管渠的连接形式应根据调蓄目的确定，并应符合现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174的有关规定。

## 6.5 净

I 水体净化设施

1. 雨水湿地兼有“净”、“蓄”和“滞”的多种功能，净化功能设计应满足本标准第6.5.2条的有关规定，滞蓄容积应根据溢流水位和设计水位之间的容积确定。
2. 雨水湿地的设计，应符合下列规定：

**1** 进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等设施；

**2** 应设置前置塘；

**3** 沼泽区宜包括浅沼泽区和深沼泽区，其中浅沼泽区水深范围宜为0m~0.3 m，深沼泽区水深范围宜为0.3m~0.5 m，应根据水深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** 出水池水深宜为0.8m~1.2m，出水池容积宜为总容积（不含调节容积）的10%。

1. 生态护岸材料应满足结构安全、稳定、耐久性和植物生长等相关要求。
2. 植被缓冲带宜用于道路等不透水面周边，可作为生物滞留设施等的预处理设施或河湖水系的滨水绿化带，其设计应符合下列规定：

**1** 可采用道路林带与湿地沟渠相结合的形式；

**2** 坡度宜为2%~6%，宽度不宜小于2m；

**3** 植被缓冲带应包含岸坡带、防护林带、河岸带和湿地。

II 弃流设施

1. 初期雨水弃流设施的设计，应符合下列规定：

**1** 初期弃流设施类型的选择应根据汇水面条件、降雨特点和雨水收集利用的用途等因素确定；

**2** 屋面雨水收集系统宜采用容积式弃流装置，当弃流装置埋于地下时，宜采用渗透弃流装置；

**3** 地面雨水收集系统宜采用渗透弃流井或弃流池；

**4** 初期弃流量应根据雨水回用水质要求、降雨间隔、汇水面污染特征等因素整合确定；

**5** 弃流装置及其设置应便于清洗和运行管理。

## 6.6 用

1. 雨水回用系统应设收集、截污（净）、储存（蓄）、处理与回用等设施。
2. 雨水回用系统的规模，应根据下列条件确定：

**1** 可收集的雨量；

**2** 回用水量、回用水用水时间与雨季降雨规律的吻合程度和回用水的水质要求；

**3** 水量平衡分析；

**4** 经济合理性。

1. 雨水回用系统应设置水质净化设施，净化设施应根据出水水质要求，经过经济技术比较后确定。回用于景观水体时宜选用生态处理设施；回用于一般用途时，可采用过滤、沉淀、消毒等设施；当出水水质要求较高时，也可采用混凝、深度过滤等处理设施。
2. 雨水回用系统的设计，应符合下列规定：

**1** 应设置备用水源，并能自动切换；

**2** 应设水表计量各水源的供水量；

**3** 供水管网应采取防止回流污染措施，水质标准低的水不得进入水质标准高的水系统。

## 6.7 排

I 附属设施

1. 雨落水管断接就是通过将雨水立管改变流向，使屋面雨水拦截到地面透水设施中，通过渗透、储存等方式达到削减径流、净化水质的效果。多层建筑与小区应做雨水立管断接，大屋面、高层屋面排水不宜做雨水立管断接。
2. 开孔路缘石的设计，应符合下列规定：

**1** 开孔可沿着路缘石集中布置，也可在满足行车安全的前提下分散布置；

**2** 开孔的类型可结合路缘石类型采用门洞型、敞口型；

**3** 开孔的构造设计应满足路缘石功能一定强度要求；

**4** 开孔的过流能力应不小于雨水口的排水量。

II 雨水管渠系统

1. 项目排放口应采取溢流排放设施，并与雨水管渠设施和排涝除险设施有效衔接。

#

# 附录A 海绵城市建设设施汇总表

表A.0.1 海绵城市建设设施汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设施分类/功能 | 设施种类 | 设施名称 |
|  | 渗 | 绿化屋顶 | 绿化屋顶 |
|  | 透水路面 | 透水砖路面 |
|  | 透水水泥混凝土路面 |
|  | 透水沥青路面 |
|  | 嵌草砖、嵌草混凝土路面 |
|  | 缝隙透水型路面 |
|  | 渗管/渠/井 | 渗管/渠 |
|  | 渗井 |
|  | 渗透塘 | 渗透塘 |
|  | 生物滞留设施 | 雨水花园 |
|  | 生物滞留池 |
|  | 高位花坛 |
|  | 生态树池 |
|  | 下凹式绿地 |
|  | 植草沟 | 转输型植草沟 |
|  | 湿式植草沟 |
|  | 干式植草沟 |
| —— | 滞 | 绿化屋顶 | 绿化屋顶 |
| —— | 生物滞留设施 | 雨水花园 |
| —— | 生物滞留池 |
| —— | 高位花坛 |
| —— | 生态树池 |
| —— | 下凹式绿地 |
| —— | 植草沟 | 转输型植草沟 |
| —— | 湿式植草沟 |
| —— | 干式植草沟 |
|  | 水体调蓄设施 | 湿塘 |
|  | 调节塘 |
| —— | 渗透塘 |
|  | 延时调节设施 |
|  | 雨水湿地 |
|  | 调蓄设施 | 多功能调蓄设施，即下沉式广场、绿地等空间，暴雨产生积水时发挥调蓄功能的设施 |
|  | 过程调蓄隧道 |
|  | 深层调蓄隧道 |
| —— | 蓄 | 水体调蓄设施 | 湿塘 |
| —— | 雨水湿地 |
|  | 调蓄设施 | 雨水桶（罐） |
|  | 调蓄池 |
|  | 过程调蓄隧道 |
|  | 深层调蓄隧道 |
| —— | 净 | 生物滞留设施 | 雨水花园 |
| —— | 生物滞留池 |
| —— | 高位花坛 |
| —— | 生态树池 |
| —— | 水体净化设施 | 雨水湿地 |
|  | 生态护岸 |
|  | 植被缓冲带 |
|  | 生态浮床、生物挂膜 |
|  | 水生动/植物 |
|  | 曝气系统 |
|  | 底泥原位生物修复 |
|  | 弃流设施 | 雨水旋流分离器 |
|  | 初期雨水弃流设施 |
|  | 雨污水处理厂/站及其附属设施 | 雨污水处理厂/站及其附属设施 |
|  | 用 | 雨水回用系统 | 雨水回用系统 |
| —— | 调蓄设施 | 雨水桶（罐） |
| —— | 调蓄池 |
| —— | 排 | 植草沟 | 转输型植草沟 |
|  | 附属设施 | 雨落水管断接 |
|  | 溢流雨水口/井 |
|  | 开孔路缘石 |
|  | 雨水管渠系统 | 雨水口、线性排水沟 |
|  | 雨水管渠 |
|  | 检查井 |
|  | 跌水井 |
|  | 沉泥井 |
|  | 截流井 |
|  | 排放口 |
|  | 倒虹管 |
|  | 防倒灌井 |
|  | 雨水泵站 | 雨水泵站 |
|  | 行泄通道 | 行泄通道 |
|  | 排涝泵闸 | 排涝泵闸 |

注：表内海绵城市建设设施重复出现时不再次给予编号。

# 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词；

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4） 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本标准中指明按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1. 《室外排水设计标准》GB 50014
2. 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025
3. 《地下工程防水技术规范》GB 50108
4. 《城镇内涝防治技术规范》GB 51222
5. 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
6. 《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345
7. 《土工合成材料短纤针刺非织造土工布》GB/T 17638
8. 《土工合成材料 非织造布复合土工膜》GB/T 17642
9. 《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643
10. 《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601
11. 《天然大理石建筑板材》GB/T 19766
12. 《混凝土实心砖》GB/T 21144
13. 《天然砂岩建筑板材》GB/T 23452
14. 《天然石灰石建筑板材》GB/T 23453
15. 《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993
16. 《城镇道路路面设计规范》CJJ 169
17. 《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135
18. 《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188
19. 《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190

**中华人民共和国国家标准**

**海绵城市建设专项规划与设计标准**

**GBXXXXX-20XX**

条文说明

**目 次**

[1 总则 60](#_Toc51275375)

[2 术语 61](#_Toc51275376)

[3 基本规定 62](#_Toc51275377)

[3.1 总体要求 62](#_Toc51275378)

[3.2 目标和指标 62](#_Toc51275379)

[4 规划 64](#_Toc51275380)

[4.1 一般规定 64](#_Toc51275381)

[4.2 区域流域 66](#_Toc51275382)

[4.3 城市 66](#_Toc51275386)

[4.4 片区 67](#_Toc51275390)

[5 项目设计 73](#_Toc51275395)

[5.1 一般规定 73](#_Toc51275396)

[5.2 总体设计 73](#_Toc51275397)

[5.3 设计计算 74](#_Toc51275398)

[5.4 居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施 76](#_Toc51275399)

[5.5 道路与交通 76](#_Toc51275400)

[5.6绿地与广场 77](#_Toc51275401)

[5.7河湖水系 78](#_Toc51275402)

[5.8市政排水设施 80](#_Toc51275403)

[6 设施设计 82](#_Toc51275404)

[6.1 一般规定 82](#_Toc51275405)

[6.2 渗 82](#_Toc51275406)

[6.3 滞 83](#_Toc51275407)

[6.4 蓄 83](#_Toc51275408)

[6.5 净 84](#_Toc51275409)

# 总则

* + 1. 海绵城市是我国落实生态文明建设理念、绿色发展要求的重要举措，有利于推进城市基础建设的系统性，有利于将城市建成人与自然和谐共生的生命共同体。本标准的制定旨在规范和系统化推进海绵城市建设，改善城市生态环境质量、提升城市防灾减灾能力、扩大优质生态产品供给、增强广大人民群众的获得感和幸福感。
		2. 2016年3月住房和城乡建设部发布的《海绵城市专项规划编制暂行规定》（建规[2016]50号）要求各城市结合实际编制海绵城市专项规划。
		3. 2015年10月国务院办公厅发布的《关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）提出海绵城市建设应坚持生态为本、自然循环，坚持规划引领、统筹推进，坚持政府引导、社会参与的基本建设原则。
		4. 海绵城市建设专项规划与设计相关标准包括：现行国家标准《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345、《室外排水设计标准》GB 50014、《城镇内涝防治技术规范》GB 51222、《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174、《城市绿地设计规范》GB 50420和《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400等。

# 术语

1. 日降雨量以mm表示。
2. 城市内部的水系、绿地同城市外围的河湖、森林、耕地形成完整的生态网络。区域流域主要指城市所在的自然地理空间中，山水林田湖草生态系统的降雨径流汇水有直接关系的城市及其上下游空间，如果是平原河网地区，即指城市所在河网地区具有河道水位变化而引发的水的流动产生水量水质变化的空间区域。
3. 从降雨径流系统性角度，片区成为城市全域推进海绵城市建设的一个单元空间，通常要从流动性空间规律角度出发研究系统的指标关系和对雨水水量峰值水质的削减作用，涵盖一个或几个排水分区，从排水分区系统角度将相关指标落实到用地空间上，并结合控制性详细规划的管控单元用地和指标进行规划管控。
4. 海绵空间应包括自然和人工模拟自然系统形成的，具有自然积存、自然渗透、自然净化功能，利用自然力量控制城市降雨径流的空间统称。
5. 生物滞留设施包括生物滞留带（池）、雨水花园、生态树池、高位花坛等。
6. 下凹式绿地用于源头减排时，主要功能为径流污染控制，兼有削减峰值流量的作用；用于排涝除险时，主要功能为削减峰值流量。

# 基本规定

**3.1 总体要求**

1. 2015年10月国务院办公厅发布的《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）明确要求，海绵城市建设应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。
2. 城市涉水相关专项规划指与城市水务系统相关的专项规划，包括水系规划、蓝线规划、防洪防潮规划、排水防涝规划、污水处理规划、再生水系统规划、景观水系规划等。
3. 海绵城市建设应因地制宜，既有城区以问题为导向，新建城区以目标为导向。目标和指标应结合本底评估和相关规划，合理制定。
4. 海绵城市建设专项设计是建设项目工程设计的设计组成部分，应与主体工程设计同时开展。

**3.2 目标和指标**

1. 海绵城市建设应综合采取渗、滞、蓄、净、用、排等措施，最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，通过修复城市水生态、涵养水资源，增强城市防涝能力，丰富城市水文化，扩大公共产品有效投资，提高新型城镇化质量，促进人与自然和谐发展。
2. 雨污混错接消除率和源头雨污分流改造率属于规划层级指标，年径流总量控制率、年径流污染控制率和源头径流峰值控制指标和硬化地面率为规划和设计共有指标。
3. 雨水管渠设计重现期标准为规划和设计共有指标。合流制溢流污染控制率、污水管网覆盖率和污水集中收集率为规划层级指标。
4. 地表水环境质量标准、水面率、水体生态岸线率和地下水埋深变化为规划层级指标，绿地率、污水再生利用率、雨水资源利用率或雨水资源替代率为规划和设计共有指标。

# 规划

**4.1 一般规定**

1. 海绵城市专项规划主要是解决城市开发建设带来的雨水径流的水量、峰值和水质变化等问题，涉及所在区域流域水的系统性问题，因此需要在区域流域层面梳理清楚上下游与城市开发建设空间、以及山水林田湖草生态系统之间的关系，城市空间能够容许的上游来水情况，城市开发建设之后通过海绵城市建设实现的雨洪增量、减量的情况，以及对下游地区或者城市的影响，因此需要在区域流域层面对城市作为一个整体有所判断，同时城市也是区域流域的一个重要的空间组成部分和系统组成部分，只是在土地利用方式方面发生了变化，要分析这些变化对区域流域的山水林田湖草生态系统的影响。

城市开发建设空间是海绵城市建设的主要载体，其所在的市域在一定程度上和空间尺度上与区域流域联系紧密，城市集中开发建设区域的水量峰值、水质变化最大，是需要开展海绵城市建设最核心的区域，但随着城市范围变大，往往覆盖几十甚至上百个排水分区，因此需要将降雨径流最为密切的若干个排水分区合并研究和规划，在一个或几个排水分区层面将降雨径流规律研究清楚，并将对地表空间的不同土地利用类型的分配比例要求在用地规划中进行落实，采用片区这个空间层次将连片且有密切流动性或降雨径流影响的一个或几个排水分区集成起来做规划方案，就形成了片区，根据其空间范围大小往往覆盖多个管控单元，比较大的片区甚至会包含多个分区规划空间。

片区空间范围内的相关指标和建设要求，将返回至控制性详细规划的管控单元，予以规划管控和落实。城市片区中包含了海绵城市建设的项目，这些项目在城市片区中对于水的流动性有关联，并且具有降低径流总量、削减峰值流量和减少径流污染物，项目之中包含所采取的各类海绵城市建设设施。城市片区同时还包括这一空间中未开展海绵城市建设的相关区域。

1. 模型构建过程描述包括模型选取、基础数据获取、模型概化、模型参数选取过程。模拟工况过程和结果为模型模拟专题研究报告的核心部分，应按照现状能力评估、海绵城市指标分解、水安全治理、水环境提升、溢流污染控制等不同模拟应用，分别详细阐述模拟方法选择、参数选择、模拟工况设置、各工况结果分析等内容。
2. 海绵城市建设专项规划应提出建立海绵城市建设、调度、运维、监测一体化的信息管控平台，并能够支撑海绵城市建设效果评价，规范海绵城市建设监测工作，进一步完善城市排水基础设施的规划建设，保障并优化其运行、维护和管理。

**3**城市内涝防治系统和水生态环境治理系统应根据运维和系统功能性需要，设置在线监测系统和人工监测矫正；雨水源头径流控制和非常规水资源保护利用系统宜在城市海绵建设重点区域设置在线监测系统，评估效果、积累数据以支撑海绵建设全域推广。

1. 海绵城市建设应通过城市排水防汛的智能决策技术、排水系统污染控制智能决策技术、排水模型与大数据和人工智能集成技术研究，建立基于河网管网和神经网络模型一体化在线模拟优化技术的城市排水智能管控决策支持平台，实现集成气象预报的城市内涝智能预警预报、多目标优化的排水管网污染削减、基于大数据与人工智能的排水设施智能规划设计调度，创造排水智能管控平台创新应用多场景验证环境，提高城市排水管网基础设施安全智能防控能力，促进排水智能管理深度应用，助力智慧城市建设。
2. 城市统一规划建设的海绵监测管控平台，借助平台对排水系统进行孪生数字化 ，在此基础上充分利用模型算法分析各工况条件下，排水系统收集、转输和调蓄能力，结合在线控制系统实时调控、协调、平衡各系统的收纳量和处理量。

2008年，美国印第安纳州南本德市在排水系统中设置了120个传感器，以此构建了实时监测系统（real-time monitoring system）。2012年，该市将在线监测探头增加至152个，并在部分区域增设雨量计，构建了全覆盖的实时控制系统（real-time control system, RTC）以最大化地发挥城市排水系统的收集和处理能力。南本德市进一步于雨水调蓄池处设置了自动控制闸门，以控制雨水向下游排水系统转移的时间和排空速度。2008年~2014年间，南本德市在消除了旱天溢流的基础上，更进一步削减了约70%的合流制溢流污染排放量，约合计109 gal/年。

魁北克Westerly排水系统从1999年建成之初就是一个多目标的全局优化实时控制调度系统。通过截污干管、深隧和污水处理厂流量的优化，实时控制系统在2000年单场降雨的单体设施溢流量削减率可达40%～100%。又如在丹麦的伦多特，实时控制系统可以削减10%以上的合流制溢流，提升调蓄设施利用率，在同一控制目标下，建设投资降低了83.2%。西班牙的巴达洛纳，通过实时控制过程中对系统流量和水质的同时考量，不仅使污水厂的处理能力提高33%，城市内涝减少28%，并且使污染负荷减少20%，从而更好保护水体环境。在奥地利维也纳，利用闸门和泵站对合流制系统的调蓄区域进行全局优化控制，不但稳定了污水厂厂前泵站流量，也削减了全系统的合流制溢流。在区域性降雨条件下可实现13.26%溢流量削减，大范围降雨条件下可实现2.4%溢流量削减。

1. 特殊污染源地区主要包括：地面易累积污染物的化工厂、制药厂、金属冶炼加工厂、传染病医院、油气库、加油加气站等。新建、改建、扩建建设项目如需建设海绵城市相关设施时，除适用本标准外，还应开展环境影响评价，避免对地下水等水体环境造成污染。

湿陷性黄土区域开展海绵城市建设，原则上应避免采用深层、大型入渗设施，采用浅层、小型入渗设施时，应采取防渗措施。具体应视黄土厚度等工程地质条件，经详细论证后确定建设方案。我国湿陷性黄土地区分布详见现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025附录B和附录C的有关规定。

**4.2 区域流域**

1. 城市建设要以自然为美，把好山好水好风光融入城市，使城市内部的水系、绿地同城市外围的河湖、森林、耕地形成完整的生态网络。

**4.3 城市**

Ⅰ城市蓝绿空间布局

1. 基于水文循环内在规律，综合生态系统的系统性、完整性、连续性特征，构建城市建设开发区域内的海绵空间格局，并将其纳入生态安全格局空间开发管制要素之一，支撑城市非建设用地（禁建区、限建区）范围。划定为禁建区的，不得布置城市建设用地。划定为限建区的，应在明确限制因素的前提下，尽可能减小开发量。

**4.4 片区**

Ⅰ 片区划定与特征分析

1. 通过划定片区，细化目标和指标体系，并充分与现有城乡建设、管控的分区结合，以用融入现有管控体系当中。在进行片区划分时，由于雨水径流组织的特性，排水分区是其重要的划分依据。
2. 说明了排水分区划分的原则。参考现行国家标准《城市排水工程规划规范》GB 50318的规定：排水分区应根据片区水脉格局、地势、用地布局，结合道路交通、竖向规划和雨水受纳水体位置，遵循高水高排、低水低排的原则确定，宜与河流、湖泊、沟塘、洼地等天然流域分区相一致。
3. 现状调查的方法可采用：查阅资料法、现状调研踏勘法、座谈会法、现场询问法、勘察实验法、监测法、数据分析法、层次分析法、专家判定德尔菲法、类似地区比较法、相似条件参照法、模型计算法、监测与模型相互比较法。

区位条件分析应包括片区内河流的流域位置和上下游关系。

自然条件应包括降雨、蒸发、河流水系、地形地貌、土壤下渗、地下水位和多年平均径流深等内容。

社会经济概况应包括行政区划、人口规模、生产总值、产业结构和发展概况等内容。

用地情况分析应包括土地利用现状及规划情况分析，明确现状和规划的各类用地面积、占比。

水务系统分析应包括对流域、排水体制、雨污水管网系统、排口和污水处理设施的分析。

建设情况分析应包括建设情况、土地利用情况和下垫面情况，并应提出源头可改造、可实施的条件和需求。

内涝与积水分析应包括水利和排水工程设施建设情况、历史积水点分布与影响程度，明确在内涝防治标准对应的降雨量下，内涝积水点的位置、积水时问、积水深度、积水面积等，分析内涝成因。

水生态环境分析应包括下垫面情况、降雨产汇流特征、河湖护岸、生态基流、河湖生态和景观、地表水体水质情况、水体流动性情况、河道底泥淤积情况和雨污水排放情况等。

水资源供需平衡分析应包括水资源量、蓄水动态、供用水情况和非常规水资源利用情况。

1. 片区建设指引应在系统治理思路的基础上，突出区域建设重点方向和内容，同时要落实绿色优先的海绵城市建设理念。

Ⅱ 片区目标

1. 不同片区的海绵城市建设目标制定时，可根据区域特点和需求，在水安全、水环境、水生态、水资源等方面有所侧重。
2. 片区的具体指标应对照编制区具体的水问题，如突出的内涝积水或水体黑臭等问题，制定近远期切实可行的指标。对具体指标确定的依据应进行阐述，可依据上位城市总体要求、相关技术规范和导则、现状本底条件等进行确定。

片区指标不仅是规划区海绵城市指标的细化，也集中体现了片区的特点和所面临的问题，因此需要综合片区内内涝风险、水环境功能区划、下垫面类型、片区建设状态、发展定位、建设强度等涉水特征综合确定，避免一刀切。

III 片区规划方案

1. 一是以城市尺度的海绵空间布局为基础；二是以满足城市涉水功能为基础，从海绵空间层面落实片区规划中雨水源头径流控制、内涝防治、水生态环境治理和非常规水资源保护利用的功能要求，明确的重大基础设施规模和涉水空间布局。

涉水空间布局不能仅考虑涉水功能，而是要对接竖向、水系、绿地、道路等相关规划，综合进行技术经济比选，明确可落实到国土空间规划中的设施。

重大基础设施规模的确定是按照已明确城市涉水基础设施布局，结合片区规划，确定其在片区内落位、规模、控制指标和服务范围。

对于建设情况复杂片区应结合片区内存在的问题和近远期片区城市规划，制定近远期规划目标和近远期规划方案。

1. 核心理念为“源头减排、过程控制、系统治理”相结合，提高海绵城市建设专项规划的指导作用。源头减排主要指建筑和小区、道路与交通、广场、公园绿地等建设用地，排入市政系统之前，采用自然或人工模拟自然的设施，实现雨水径流在源头渗透、滞蓄和净化作用，此外还包括小区雨污水分流和混接改造等。过程控制主要是指利用排水管渠及其附属设施等，实现雨污水的合理组织和排放。系统治理是指融合源头和末端设施、绿色和灰色基础设施、工程性和非工程性措施、水安全和水环境等，系统实现海绵城市建设要求。

片区规划方案的主要内容是从雨水径流的全过程规划管理控制角度出发，制定应对内涝、水环境污染、水生态破坏等水问题的系统工程方案和非工程方案，系统指导海绵城市建设。片区规划方案中老城区以问题为导向，解决内涝积水、黑臭水体或水环境污染、非常规水资源利用不足，新城区以目标为导向，优先对自然生态本底进行保护与恢复，对开发建设提出径流控制要求。为了提高片区规划的科学性和合理性，宜使用水动力、水环境等海绵城市系统性模型，通过模拟验证，辅助优化规划方案，提高规划的科学性和合理性。

1. 本条规定了雨水源头径流控制规划的编制原则和编制内容，即坚持问题导向和目标导向相结合，以片区目标和指标为基础，结合地块本底条件、新改建条件、片区空间重大基础设施和涉水空间，因地制宜将源头建设指标进行分解落实，与控制性详细规划结合，融入规划管理体系，确保指标落地。老城区结合老旧小区改造、道路建设和改造，落实海绵城市建设理念，通过生物滞留设施、植草沟、绿化屋顶、调蓄设施和透水路面等源头减排措施控制降雨期间的水量和水质，减轻排水管渠设施的压力；新建区域将年径流总量控制率等海绵城市建设指标纳入片区的地块开发建设，实现开发前后径流特征基本不变。
2. 内涝防治规划方案的基本内容包括：排水能力和内涝风险评估、目标确定、源头雨水径流削减、排水管渠和排涝除险等内容，并提出这些内容的相关编制要求。
3. 本条文规定了水生态环境治理规划方案的原则和主要内容，并规定了相关内容的编制要求，着重强调了源头治污、合流制排水地区溢流污染控制、生态修复等内容，突出海绵城市的自然净化功能。
4. 本条文规定了片区规划中，非常规水资源综合利用的主要内容和编制要求，重点为雨水的资源化利用，从水的健康循环角度出发，制定非常规水源保护和利用方案，并与源头雨水径流控制、水生态环境治理相协调。
5. 对接片区规划，落实水资源、水安全、水环境、水生态等专业规划中海绵城市建设设施的具体要求，整合形成海绵城市建设设施的功能需求和指标控制要求。

恢复水系的自然连通，不得为了连通而连通，需要在流域层面对水资源、水安全、水生态、水环境进行充分论证，避免因不合理的连通、调水对水资源造成不可逆的影响。

按照片区涉水空间规划的用地布局特征和竖向规划的要求，分析片区开发前后的水文状况，提出海绵城市建设设施功能要求，并对不合理的用地规划和竖向规划进行优化调整。

IV 分区建设方案

1. 分区建设方案编制要协调相关规划近期建设内容、对接国土空间规划、衔接总体设计等多方面，解决近期和远期实施之间的矛盾，协调各规划近期实施内容的矛盾，协调城市现状涉水问题和城市发展的矛盾。系统协调、厘清主次，进行多方案比选、可达性分析、效果评估等明确近期实施计划，实现综合统筹，防止系统的碎片化，保障海绵城市建设有效实施。
2. 分区建设方案使用的模型多应用于内涝风险评估、水环境目标可达性分析以及源头径流污染控制等，基础数据、模型参数、边界条件等较多，因此宜编制模型模拟专题研究报告，详细介绍模型构建、率定、边界条件设置等过程，方便模型的验证和更新维护。
3. 分区建设方案是对片区规划方案的进一步深化，在片区规划方案的基础上，实现规划的细化落实和设计的综合统筹，实现措施和效果的统筹，实现规划到设计的指导。
4. 源头雨水径流控制项目既会对源头径流实现削峰错峰，对径流污染实现有效削减，还会影响地块对雨水资源的调蓄利用，因此源头雨水径流控制既与恢复地块的自然径流特征的水生态要求有关，也与内涝防治、水生态环境治理和非常规水资源保护利用密切相关。同时应对源头地块和道路进行充分调研，对现状地块和道路实施雨水径流控制的改造条件、改造需求和改造难度等进行分析，明确雨水径流控制可建设工程项目清单。该清单是指导建成区和新建区实施源头减排工程的基础。

对新建区雨水径流控制的径流控制要求，以目标为导向，根据相关规划、实际建设条件和自然的产汇流特征，通过地块指标分解对开发建设各地块和道路提出径流控制要求，达到恢复自然降雨径流特征的目的。

对建成区雨水径流控制的要求，以问题为导向，为实现水生态环境整治、内涝积水治理等提出地块径流水量和水质控制需求，以及未来开发建设地块对恢复自然径流特征的控制需求，从可建设项目清单中确定雨水径流控制项目，并合理核算各目标所需的工程规模和内容。达到各目标所需的工程项目、工程规模和内容不尽相同，因在各目标方案完成后通过多目标统筹确定最终的雨水径流控制项目、规模和内容，实现工程项目体系的效益最大化。

通过对径流控制目标结合实际条件和建设需求进行指标分解，科学核算源头减排工程规模，统筹雨水径流控制项目之间的相互联系，综合利用绿地、公园、景观水体、调蓄空间和设施作用科学分配，综合实现径流总量控制要求。

1. 控源截污方案中明确近期采取的措施包括：完善改造排水口和管网、沿河截污入污水处理厂、消灭混接错接、临时就地处理、设置合流溢流污染控制调蓄池、生态湿地处理、地块雨水源头减排、雨水口在线处理等，在定量数据分析的基础上，多方案比较、系统考虑，确定近期工程与建设规模。内源治理应保证河道内好氧区、兼性区、厌氧区生态平衡。利用河道水位消落带处理低污染合流溢流污水和初期雨水，利用人工湿地进一步净化再生水，恢复河道生态基流，构建河道内部良好生态系统，充分利用沉水植物，提高水体自净能力，提升河道景观。地面做为休闲游憩空间，地下做为生态处理空间。
2. 非常规水资源保护利用方案应结合当地用水需求，在区域供水规模、雨水资源、再生水资源等情况分析基础上，以就近利用、经济合理为原则，统筹配置雨水资源、再生水资源，保障区域水资源供需平衡。

雨水和再生水水资源配置方案，应根据建筑小区内绿化浇灌和道路浇洒、市政绿化和道路杂用、生态补水等生活、生产及生态方面的用水水量与水质需求，以及可利用雨水、再生水水源水量、水质和分布等条件，统筹制定雨水资源化利用方案和污水再生利用方案，明确回用方式、回用规模和回用水质要求。

1. 为实现多目标体系下的工程融合，采用合理的方法综合统筹各部分方案中的工程措施，确定各个项目的改造内容和要求，并按照源头减排、过程控制和系统治理项目进行分类，最终形成综合项目清单和项目分布图。根据多目标统筹形成的综合项目清单，明确近期建设项目清单，包括项目名称、主要工程措施、工程量、投资估算和建设时序。
2. 指导项目落地：分区建设方案中确定的工程的位置、建设规模、服务范围等主要技术指标应达到能够指导工程设计的深度。

评估目标可达性：具体工程建设项目一般只关注自身效果是否达到，不关注其在系统中发挥的作用，较为碎片化，分区建设方案应统筹评估各类工程项目实施后海绵城市相关指标的可达性，对于不能达标的应及时对工程体系进行优化调整。

项目类型：源头减排类项目包括地块改造、源头雨污管网分流改造及混错接改造等项目；过程控制类项目包括市政雨污管网改造和建设、截污井、泵站及调蓄池等项目；系统治理类项目包括污水厂的建设、河道治理、生态驳岸、生态补水、闸站和堤坝等项目

# 项目设计

**5.1 一般规定**

1. 新建或设有海绵城市建设设施的建设用地，应通过溢流排水措施与市政排水设施衔接，雨水外排设计标准不应低于规划要求。当地区整体改建时，对于相同设计重现期，改建后的径流量不得超过原有径流量。
2. 可行性研究报告根据海绵城市专项规划要求，论证项目建设的必要性和可行性，确定海绵城市控制目标及技术战略，提出总体设计方案。方案设计或初步设计阶段应根据海绵城市建设要求，划分排水分区，分析下垫面和控制目标所需调蓄容积，因地制宜确定技术路线，两个或两个以上的海绵城市建设技术方案进行比选论证后，提出推荐方案，技术方案的比选内容主要包括：技术是否绿色优先、技术的可靠程度、投资规模（包括全生命周期投资）、实施难易、运维繁简等。施工图设计阶段应根据各类项目特点提供详细的施工图设计图纸，以指导具体工程项目建设，主要包括：设计和施工说明、排水分区图、海绵城市建设设施平面布置图、排水管网平面图和高程表、各海绵城市建设设施做法详图等。
3. 雨水通过溢流措施与市政排水设施衔接，可以充分利用建设用地内海绵设施的功能，实现源头减排。
4. “分质分段”是指对源头减排设施接纳的径流水质特征进行水质和时段上的区分，针对不同水质和时段的雨水径流采用具有不同技术优势的设施进行有效控制，提高综合效益，延长系统寿命、降低维护难度。
5. 监测计量设备井宜安装于直线井内，不宜有其他支线汇入。
6. 池、塘等具有调蓄功能的设施应具备液位信号上传的条件。调蓄池、泵站、排放口的设计应能满足实时监测条件。
7. 排水管渠的关键节点可根据实时监测点位进行选取，并应包括泵站、闸站、调蓄池等。

**5.2 总体设计**

1. 汇水面应根据场地可滞纳雨水量进行合理划分。
2. 根据各排水分区内下垫面条件和竖向，合理布局源头分散型海绵城市建设设施。当排水分区内源头分散型海绵城市建设设施无法满足控制要求时，可在排水下游较开阔的公共区域设置集中型海绵城市建设设施，集中型海绵城市建设设施的规模应根据控制指标确定，以“自然积存、自然渗透、自然净化”为核心，充分利用现有河道、池塘、人工湖、景观水池和绿地等空间或设施，遵从自然地形地貌，保留天然低洼地，有机融合蓝绿空间，构建绿灰结合的雨水调蓄空间。当有雨水回用需求时，调蓄设施容积还应满足雨水回用的要求。

绿色海绵城市建设设施的位置、线型应与绿地的景观布局、地形竖向、植物组团有机结合，植物配置应与周边植物融为一体，实现了景观效果与生态功能的双重目标。

海绵城市建设设施布局应与各类管线、建（构）筑物综合考虑，避免产生冲突。

1. 专业软件一般可选用暴雨洪水管理模型（Storm Water Management Model, SWMM）、地理信息系统（Geographic Information System, GIS）或InfoWorks ICM等。

**5.3 设计计算**

1. 设施的径流体积控制规模应与汇水面产生的径流量对应。渗透时间在评价标准中取值2h~12h，本标准从设计安全角度取2h。
2. 年径流污染控制率=年径流总量控制率×设施对SS的平均去除率。年径流控制总量=年均降雨量×综合雨量径流系数×汇水面积。
3. 本条文的规定不适用于组合调蓄设施。
4. 溢流口的过流能力与其水力特征和安全超高相关，随着溢流口上部水深的增加，从堰流过渡到孔口出流，如图1所示。

 

1. 堰流 (b) 孔口出流

图1 溢流口水力特征变化

堰流可采用下式计算：

 （1）

式中：*Q*——泄水量（m3/s）；

*m*——流量系数；

*d*——溢流口半径（m）；

*H*——堰上水头高度（m）；

*g*——重力加速度（m/s2）。

孔口出流可采用下式计算：

 （2）

式中：——孔口流系数，一般取0.67；

——过流断面面积（m2）；

*K*——孔口堵塞系数，一般取2/3。

如在实际设计过程中，缺少计算数据，溢流口的过流能力可参照现行国家标准图集《雨水口》16S518中平箅式雨水口选取。

1. 污水集中收集率反映一个地方污水集中收集、处置设施的配套程度，是现行评价一个城市或地方污水处理工作的标志性指标。
2. 绿化、道路及广场浇酒、车库地面冲洗、车辆冲洗、循环冷却水补水等的最高日用水量应按现行国家标准《建筑给水排水设计标准》 GB 50015 的有关规定执行，平均日用水量应按现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555 的有关规定执行。

景观、水体补水量应根据当地水面蒸发量和水体渗透量、水处理自用水量等因素综合确定。

1. 雨水直接利用途径包括道路浇洒、园林绿地灌溉、市政杂用、工农业生产、冷却、景观补水等。

**5.4 居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施**

1. 居住、公建、商服、公用设施用地分类参照了现行国家标准《城市用地分类与规划建设用地标准》GB 50137的居住用地、公共管理与公共服务设施用地、商业服务设施用地、公共设施用地。

居住、公建、商服、公用设施用地应注重源头减排，实现雨水的自然入渗、自然净化、自然排放。

1. 建筑平面布局要反映源头减排设施、参数等有关内容。竖向设计要体现地表雨水径流排放路径，有利于雨水从不透水设施流向透水设施。
2. 在一个汇水分区内，海绵城市建设设施的选择与布置应统筹考虑景观设计以及对周边环境的影响等多种因素。海绵城市建设设施应注明其规模，并附相关做法以及与周边设施的高程衔接关系。
3. 说明了居住、公建、商服、工业、物流仓储、公用设施适宜海绵城市建设设施及其指标要求。
4. 既有片区海绵改造应注重连片效应，统筹安排区域海绵城市改造计划，重点解决片区存在的突出问题，分步实施，循序渐进，保证项目的整体性和系统性，保证实现区域海绵指标。

**5.5 道路与交通设施用地**

1. 道路与交通设施的海绵城市建设设计需要在满足相关规划、道路交通通行功能和道路承载能力的要求前提下，重点进行海绵城市建设设施的总体布局和设施间竖向衔接设计。
2. 新建和改建道路设计不同的侧重点，新建道路以目标为导向，主要为削减地表径流和控制面源污染；改建道路以问题为导向，主要解决道路积水问题和控制径流污染，其实施可结合道路改造和绿化景观提升。

**1** 道路雨水径流污染较重，污染物以SS为主，且其它污染物（如重金属、磷等）主要附着在SS上，SS以≤250μm的为主。道路雨水在汇水面源头初期效应显著，前4mm~8mm降雨产生的径流中污染物占总量的60%~80%，合适的截污预处理能够有效提升源头减排设施综合效能、延长其使用寿命，降低运维难度。

**2** 城市道路海绵改造设计应充分了解工程本底，包括道路下垫面、现有排水系统建设运行现状，在此基础上，因地制宜地进行设计。

**8** 道路车行道承受车辆荷载的反复作用，要求具有较好的耐久性，而雨水会降低车行道路面、路基强度和耐久性，因此应做好防渗或采取避免雨水损害的措施。

**9** 目前城市中很多地下管线都设置在城市道路下面，尤其很多老城区，地下管线埋深较浅，在道路中设置渗透设施时，应避免雨水下渗对管线的影响。

1. 本条规定了海绵城市建设道路人行道设计可以采取的技术措施，包括透水路面、生态树池、生物滞留设施。
2. 本条规定了海绵城市建设道路红线外公共绿地的设计可以采取的技术措施，包括植草沟、生物滞留设施、浅层蓄渗装置等，同时要求对污染严重的雨水进行净化处理。
3. 本条规定了濒临河道的道路设计可采取的技术措施，包括植被缓冲带、生态护岸等。
4. 本条规定了机非绿化隔离带中生物滞留设施的设计要求，包括隔离带宽度、长度、开口立缘石形式和间距。
5. 本条规定了高架下绿化带内设置生物滞留设施设计要求，包括绿化带宽度、下凹形式。

**5.6 绿地与广场**

1. 这部分用地是城市开放空间的重要组成部分，一要强调空间的纯粹性，二要明确必要的竖向协调进而适度分担客水的可能性。
2. 以平面布局和控制高程为依据，营造有利于雨水就地消纳的地形，超过绿地受纳能力的水量应及时溢流排放。现有湖泊、渠等自然水体要保证枯水位和基本生态肌理；常水位保证景观、市民休憩与城市慢行的需求；防洪水位保证洪水能安全排出。
3. 海绵城市建设设施应用于城市绿地时，可提升绿地的海绵功能，主要包括：植草沟、生物滞留设施、雨水塘、雨水湿地、延时调节设施和绿色屋顶等。
4. 规定了海绵城市建设广场及其周边区域雨水径流的组织原则，可以通过周边绿地或调蓄设施进行消纳和滞蓄。
5. 规定了海绵城市建设广场设计可以采用的技术措施，可选择透水铺装、生态树池、雨水调蓄设施、植草沟、生物滞留设施、下沉式广场等，并应做好防渗处理以避免对周边地下空间的影响。

**5.7 河湖水系**

1. 城市河湖水系海绵设计的重点是河湖雨洪调蓄、径流污染入河的消减、河湖水质的提升和自然生态功能的修复。
2. 生态岸线的范围从陆域至水域主要包含堤背水侧、堤顶、堤坡、滩地和水陆过渡空间五个部分。每个空间区域的设计应符合绿色发展理念和海绵城市建设要求，满足雨水渗透、净化和调蓄功能需求，增大各空间的植被覆盖率，创造良好的自然生态环境。

生态岸线恢复及保护，应达到各类规划的蓝线绿线等管控要求。岸线控制线是指沿河流水流方向或湖泊沿岸周边为加强岸线资源的保护和合理开发而划定的管理控制线。岸线控制线分为临水控制线和外缘控制线。临水控制线是指为稳定河势、保障河道行洪安全和维护河流健康生命的基本要求，在河岸的临水一侧顺水流方向或湖泊沿岸周边临水一侧划定的管理控制线。外缘控制线是指岸线资源保护和管理的外缘边界线，一般以河（湖）堤防工程背水侧管理范围的外边线作为外缘控制线，对无堤段河道以设计洪水位与岸边的交界线作为外缘控制线。



1. 有堤防河道控制线



(b) 无堤防平原河道控制线

图2 岸线控制线示意图

**1** 生态护岸首先应满足岸坡安全稳定要求，同时兼顾河道生态性，为水生动植物提供良好生境条件等功能。当河流出现大洪水或大流量时，水下部分河床和岸坡坡脚极易受淘刷导致岸坡失稳，因此生态护岸的基础结构部分应根据挡土安全稳定要求确定。考虑水下部分损坏后难以维修，部分行洪河道以及地质条件较差的护岸基础结构应适当加强，必要时可以采用刚性结构。水位变动区因河水涨落、雨淋沟等原因，岸坡极易受冲刷，其防护结构应以防冲刷为主；该部位也是水生生物群落多样性的重要生境，应尽量通过种植根系发达的植物达到固土护坡左右，减少岸坡冲刷。护坡护岸结构型式包括纯植物类材料护坡护岸、植物与土工合成材料相结合、植物与非土工合成材料相结合的护坡护岸等。

**2** 生态护岸的核心理念是在保证岸坡稳定的前提下，以营造岸坡的生物多样性为目标，实现河水与土壤间的相互渗透，以提高河流自净能力，并改善人居环境。本条文亦可指导硬质护岸的生态化改造设计。

**3** 生态护岸的两项主要生态指标为绿化率和透水性。绿化率注重评价是否有利于生态植物的自然生长；透水性注重评价是否有利于河道水岸间的水循环和物质交换、自然界的水生动植物生存与繁衍。

1. 即在满足行洪排涝、航运和引排水等基本功能的基础上，选择合适、多样化的断面形式，通过适当的地形改造为生物提供良好生境，保证水、岸、陆的生物连续性。
2. 植被缓冲带为坡度较缓的植被区，经植被拦截及土壤作用减缓地表径流流速，并去除径流中的部分污染物。为保证其效果，缓冲带的坡度和宽度应满足相应要求。植被选择方面，不同植被类型组合对植被缓冲带的起到的影响程度不同，应针对不同的河段现状及目标生态功能科学配置植被缓冲带群落。种植结构应乔木、灌木和草搭配选择，以丰富植被缓冲带结构和层次。

表1 不同植被类型对缓冲带作用的影响

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 作用 | 地被 | 灌木 | 乔木 |
| 稳定河岸 | 低 | 高 | 高 |
| 过滤沉淀物、营养物质、杀虫剂以及附着在它们上面的病原体 | 高 | 中 | 高 |
| 从地表径流中过滤营养物质、杀虫剂和微生物 | 中 | 低 | 中 |
| 保护地下水和饮用水的供给 | 低 | 中 | 高 |
| 改善水生生物栖息地 | 低 | 中 | 高 |
| 为牧场动物改善栖息地 | 高 | 中 | 低 |
| 为森林动物改善栖息地 | 低 | 中 | 高 |
| 提供经济作物的生产 | 中 | 中 | 高 |
| 提供景观视觉影响 | 低 | 中 | 高 |
| 抵制洪水 | 低 | 中 | 高 |

1. 水生态系统修复应顺应自然规律，以自然修复和生态工程修复相结合的方式开展。通过营造水生植物、动物良好的生境，调节陆地生态系统和水生生态系统之间的物质和能量流动，维护生态系统的稳定，促进流域生态系统的良性循环。
2. 以水质目标为前提，结合河流功能定位、河流规模、水流条件等因素，进行相关净化技术的选择和布置。
3. 明确城市河湖水系与管渠系统、超标雨水径流系统、下游水系的衔接要求。河湖水系应结合周边地势特点，合理确定道路及滨水绿化控制线范围内的竖向标高，滨水绿化控制线范围内的区域宜作为超标雨水的短时蓄滞空间。
4. 生态处理可选用雨水塘、雨水湿地、生物浮岛等形式。

**5.8 市政排水设施**

1. 调蓄设施包括排涝调蓄设施和径流污染控制的截流调蓄设施。
2. 径流污染控制是海绵城市建设的一个重要指标。因此，污水系统的设计也应将受污染的雨水径流收集、输送至污水厂处理达标后排放，以缓解雨水径流对河道的污染。在英美等国家，无论排水体制采用合流制还是分流制，污水干管和污水厂的设计中都有在处理旱季流量之外，预留部分雨季流量处理的能力，根据当地气候特点、污水系统收集范围、管网质量，雨季设计流量可以是旱季设计流量的3~8倍。

# 设施设计

**6.1 一般规定**

1. 海绵城市建设单项设施往往具有多种功能，设计应同时满足相关要求。为了方便选取，将设施按“渗、滞、蓄、净、用、排”的功能进行分类如下：

1、以“渗”为主要功能的海绵城市建设设施宜包括透水路面、渗管/渠/井、渗透塘、生物滞留设施（雨水花园、下凹式绿地）等；

2、以“滞”为主要功能的海绵城市建设设施宜包括绿化屋顶、生物滞留设施（生物滞留池、高位花坛、生态树池）、植草沟、水体调蓄设施（调节塘）等；

3、以“蓄” 为主要功能的海绵城市建设设施宜包括水体调蓄设施（湿塘）、调蓄设施等；

4、以“净” 为主要功能的海绵城市建设设施宜包括水体净化设施、弃流设施等；

5、以“用” 为主要功能的海绵城市建设设施宜包括雨水回用系统等；

6、以“排” 为主要功能的海绵城市建设设施宜包括附属设施和雨水管渠设施等。

1. 应根据项目控制目标灵活选用海绵城市建设设施及其组合系统，根据主要功能按相应的方法进行设施规模计算，并对单项设施及其组合系统的设施选型和规模进行优化。
2. 透水路面、绿化屋顶等设施均应符合相关技术和产品标准。

**6.2 渗**

I透水路面

1. 我国大部分地区适合推广使用透水路面，其做法在不同地区、不同地质条件下其做法有所不同。
2. 地面水只能渗透至不透水基层的地面结构体系为半透水路面结构。
3. 地面水能够直接通过面层和基层向下渗透至地基中的地面结构体系为全透水路面结构。
4. 透水面距地下水水位小于1m的地区即为地下水位高地区。
5. 透水找平层起到找平和粘贴作用；透水基层起承载和透水作用；透水底基层的作用为防止渗入地基的水或地下水因毛细现象上升，缓解含水土基冻胀对路面结构整体稳定的影响；地基起承载作用；垫层可以改善土基的湿度和温度状况，保证面层和基层的强度稳定性和抗冻胀能力，扩散由基层传来的荷载应力，以减小土基所产生的变形；透水土工布起到分离和过滤的作用；土工膜和复合土工膜起阻水和防渗漏作用；渗排水管起导水、输水和排盐作用。

IV 生物滞留设施

1. 下凹式绿地以滞蓄雨水为主，道路、广场、建筑屋面要采取措施使雨水流向下凹式绿地。

**6.3 滞**

I 绿化屋顶

**2**绿化屋顶往往存在机房等非绿化部位，花园式屋顶绿化还有园路、座椅和园林小品等硬化铺装，在进行海绵指标校核的时候，应注意对这些指标进行核减计算。

1. 屋面基本构造层包括通防水层、找平层、找坡层、保温隔热层等，可根据气候特点、屋面形式、植物种类。增减屋面构造层次。

耐根穿刺防水材料应通过耐根穿刺性能试验，试验方法应符合现行行业标准《种植屋面用耐根穿刺防水卷材》JC/T 1075的有关规定。

**6.4 蓄**

I 水体调蓄设施

**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，池底宜采用混凝土或块石结构，便于清淤。

**6.5 净**

I 水体净化设施

1. 雨水湿地利用物理、水生植物和微生物等作用净化雨水，以悬浮物和磷污染去除为主，如采用阔叶植物等时可考虑氮污染去除。前置塘能够起到雨水径流预处理的作用。出水池主要起防止沉淀物的再悬浮和降低温度的作用。沼泽区是雨水湿地主要的净化区。