

DB 3402

芜湖市地方标准

DB3402/T 87—2024

海绵城市建设设计规范

Specification for the design of sponge city construction

2024 - 12 - 16 发布

2025 - 01 - 01 实施

芜湖市住房和城乡建设局
芜湖市市场监督管理局

发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

 4.1 总体要求 2

 4.2 目标和指标 3

5 项目设计 4

 5.1 一般规定 4

 5.2 设计计算 5

 5.3 建筑与小区 7

 5.4 城市道路 8

 5.5 绿地和广场 9

 5.6 市政排水 10

 5.7 城市水体 11

6 设施设计 11

 6.1 一般规定 11

 6.2 绿色雨水设施 11

 6.3 市政排水设施 17

 6.4 城市水体设施 17

 6.5 其他设施 18

附录 A（资料性） 年径流总量控制率与设计降雨量之间的关系 21

附录 B（资料性） 径流系数 22

附录 C（资料性） 海绵城市设计有关基本参数 23

参考文献 31

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司芜湖分公司提出。

本文件由芜湖市住房和城乡建设局归口。

本文件起草单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司芜湖分公司、芜湖市排水管理服务中心、上海市政工程设计科学研究所有限公司、中铁城市规划设计研究院有限公司、中铁时代建筑设计院有限公司、江苏省城市规划设计研究院有限公司、安徽深渡规划设计研究有限公司、合肥市市政设计研究总院有限公司、北京雨人润科生态技术有限责任公司、安徽省气象灾害防御技术中心、芜湖市公共水环境治理项目管理有限公司、安徽亚井雨水利用科技有限公司、安徽宏华科技发展有限公司、安徽芊源环境工程有限公司。

本文件主要起草人：陈建、芮道宏、郭斌、谢磊、李运杰、程锐辉、宋延伟、任自强、余雪松、高文乔、鲁俊、冯博、卢蓉、刘强、徐永鹏、陶丰收、朱建国、伍亮、刘唯、罗玉俊、张雯越、谢胜、李明将、许智贤、黄煜金、孙金昭、吉驰、王拥军、刘振善、李茂、王文韬、吴杨芳、徐传磊、阮磊磊、刘宏、司启、孙静、雷水红、刘晨辰、胡雪雨。

海绵城市建设设计规范

1 范围

本文件规定了海绵城市建设设计的基本规定、项目设计、设施设计等内容。
本文件适用于新建、改建、扩建项目的海绵城市建设设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 21144 混凝土实心砖
- GB/T 25993 透水路面砖和透水路面板
- GB/T 40224 雨水渗透、调蓄、储存用塑料模块
- GB 50014 室外排水设计标准
- GB 50108 地下工程防水技术规范
- GB 50137 城市用地分类与规划建设用地标准
- GB 50318 城市排水工程规划规范
- GB 50345 屋面工程技术规范
- GB/T 50805 城市防洪工程设计规范
- GB 51174 城镇雨水调蓄工程技术规范
- GB 51222 城镇内涝防治技术规范
- GB 55027 城乡排水工程项目规范
- CJ/T 400 再生骨料地面砖和透水砖
- CJJ/T 135 透水水泥混凝土路面技术规程
- CJJ 169 城镇道路路面设计规范
- CJJ/T 188 透水砖路面技术规程
- CJJ/T 190 透水沥青路面技术规程
- JGJ 155 种植屋面工程技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海绵城市设施 **sponge city facilities**

具有“渗、滞、蓄、净、用、排”功能的绿色雨水设施、市政排水设施、城市水体设施等的统称。

注：绿色屋顶、透水路面、植草沟、下凹式绿地、生物滞留设施、滞留塘、调节塘、雨水湿地等技术措施。

3.2

绿色雨水设施 **green facilities for stormwater storage or utilization**

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。

3.3

市政排水设施 municipal wastewater facilities

市政排水工程中的管道、构筑物和设备等的统称，即灰色设施。

3.4

城市水体 urban water body

城市规划区内的河流、湖泊、湿地、坑塘等自然或人工水体。

3.5

下凹式绿地 sunken green area

低于周边汇水地面，且可渗透、滞蓄和净化雨水径流的绿地。

3.6

生物滞留设施 bioretention facility

通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、渗滤、净化径流雨水的设施。

注：雨水花园、高位花坛和生态树池等。

3.7

多功能调蓄设施 multifunctional facilities for stormwater storage

能够在暴雨产生积水时发挥调蓄功能的城市绿地、下沉式广场、室外体育场、景观水体等设施。

4 基本规定

4.1 总体要求

4.1.1 海绵城市建设应遵守规划引领、生态优先、安全为重、因地制宜和统筹建设的原则，做到安全可靠、技术先进、经济合理。

4.1.2 海绵城市建设设计除应符合本规范的规定外，还应符合国家、省、市现行相关标准的规定。

4.1.3 海绵城市设施应与建设项目主体工程同步设计、同步施工、同步验收、同步交付使用。

4.1.4 海绵城市建设应按照源头减排、过程控制、系统治理的理念，在充分调研的基础上，因地制宜利用蓝色、绿色和灰色设施，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和指标。

4.1.5 海绵城市建设设计宜综合考虑地块功能要求、下垫面类型、土壤渗透性、地下水位、地形坡度和空间条件等建设条件，按照目标和指标，坚持绿色优先、蓝绿灰结合原则，合理设计雨水径流排放路径。统筹考虑项目可行性和综合效益，制定经济合理的方案，减少运行成本和难度。

4.1.6 海绵城市建设项目应落实海绵城市建设专项规划及相关规划的要求，并应根据建设特点开展海绵城市建设专项设计或编制海绵城市建设设计专篇。

4.1.7 海绵城市建设设计中，规划、排水、建筑、道路、风景园林、水利和环境等专业应相互配合、相互协调。

4.1.8 当降雨小于年径流总量控制率对应设计降雨时，新建项目和设有海绵城市设施的改建、扩建项目，雨水径流应经过海绵城市设施调蓄或净化后与市政排水设施衔接。

4.1.9 污染程度较高的初期雨水径流在进入绿地前，应采取沉淀或弃流等预处理措施。

4.1.10 海绵城市设施不应应对建筑、道路、绿地的安全和功能造成影响；滞留塘、调节塘、雨水湿地、多功能调蓄设施等大型海绵城市设施周围应设置警示标识和防护设施，警示牌和防护栏等设施的位置应醒目且安装牢固。

4.1.11 海绵城市建设项目可根据运行维护、效果评估、应急管理需求合理设置监测设施，并应满足以下要求：

- 涉及监测的海绵城市设施，设计时考虑满足海绵城市监测条件；
- 涉及排水防涝安全的重要海绵城市设施进出水口安装监测设备，且接入海绵城市智慧管理平台；
- 低洼地、下穿立交道路、行泄通道、地下空间等易涝区域设置在线水位监测和视频监控等装置。

4.1.12 对纳入《芜湖市海绵城市建设豁免清单》的项目，由建设单位根据项目特点，因地制宜落实海绵城市建设要求。

4.2 目标和指标

4.2.1 海绵城市建设目标应包括增强城市排水防涝能力、改善水环境、涵养水资源、修复城市水生态等，并符合下列规定：

- 建筑与小区优先利用绿地空间进行雨水就地消纳、利用，在内涝防治设计重现期降雨量发生的情况下，建筑底层不发生进水，有效控制建筑与小区外排雨水的峰值流量和污染物总量；
- 城市道路优先考虑利用道路红线内外绿地空间进行雨水的就地消纳，采用蓝绿灰融合措施排除道路范围内的雨水，不出现积水点。可根据条件设置为排涝除险行泄通道，将道路雨水就近排入末端水体或公共调蓄空间；
- 绿地在消纳自身径流的同时统筹考虑周边雨水消纳，无法消纳周边雨水的绿地有合理性论证。

4.2.2 海绵城市建设指标应包括内涝防治设计重现期、雨水管渠设计重现期、年径流总量控制率、径流峰值控制、年径流污染控制率、地表水环境质量标准、非常规水资源利用率等指标。

4.2.3 内涝防治设计重现期，应根据国土空间规划、排水防涝规划、区域类型、积水影响程度等因素，通过技术经济比较后确定，并应不低于表 1 的规定。

表1 内涝防治重现期标准

城区类型	市区			
	非中心城区	中心城区	中心城区重要地区	交通枢纽
内涝防治设计重现期（年）	30			
最大允许退水时间（h）	3.0	2.0	0.5～1.0	0.5
注1：无为市、南陵县内涝防治重现期标准按市县的国土空间规划和排水防涝规划确定。				
注2：对超过内涝防治设计重现期的降雨，采取应急措施。				
注3：最大允许退水时间为雨停后的地面积水的最大允许排干时间。				

4.2.4 雨水管渠设计重现期标准应满足国土空间规划、排水防涝规划要求，并应不低于表 2 的规定。

表2 雨水管渠设计重现期标准

城区类型	市区			
	非中心城区	中心城区	中心城区重要地区	中心城区地下通道和下沉式广场
雨水管渠设计重现期 (年)	3		5~10	5~10
注1：无为市、南陵县内涝防治重现期标准按市县的国土空间规划和排水防涝规划确定。				
注2：中心城区下穿立交道路的雨水管渠设计重现期按表2中“中心城区地下通道和下沉式广场等”的规定执行，非中心城区下穿立交道路的雨水管渠设计重现期不小于10年，高架道路雨水管渠设计重现期不小于5年。				

4.2.5 不同用地类别项目雨水年径流总量控制率指标，应根据海绵城市建设专项规划，现状和开发强度等因素综合确定，并应不低于表 3 的规定。

表3 各类用地年径流总量控制率要求

用地分类	类别代码	新建（%）	改、扩建（%）
居住用地	07	80	70
公共管理与公共服务用地	08	80	70
商业服务业用地	09	70	60
工业用地	1001	65	55
仓储用地	11	65	55
交通运输用地	12	60	50
公用设施用地	13	70	60
公园绿地	1401	85	85
广场用地	1403	70	65
注1：表中控制指标均为下限值。			
注2：老旧小区改造类项目年径流总量控制率指标根据现场实际情况，经专家论证后，确定指标要求。			

4.2.6 当降雨量小于年径流总量控制率所对应设计降雨量时，不应向市政雨水管渠排放未经控制的雨水。当地区整体改、扩建时，对于相同的设计重现期，改、扩建后的径流峰值流量不得超过原有径流峰值流量。

4.2.7 年径流污染控制率指标应根据用地类别、流域水环境质量、径流污染特征等因素确定，应满足海绵城市建设专项规划等相关规划的管控要求，并不应低于表4的规定。

表4 各类用地年径流污染控制率要求（以悬浮物SS计）

用地种类	类别代码	新、改、扩建（%）
居住用地	07	50
公共管理与公共服务用地	08	50
商业服务业用地	09	45
工业用地	1001	40
仓储用地	11	40
交通运输用地	12	40
公用设施用地	13	45
公园绿地	1401	60
广场用地	1403	45
注1：表中控制指标均为下限值。		
注2：老旧小区改造类项目年径流污染控制率指标根据现场实际情况，经专家论证后，确定指标要求。		

4.2.8 地表水环境质量标准应根据重要外江外河水质情况、本底条件、开发建设需求和地表水环境功能区划等因素合理确定，治理后水体水质不宜低于现状水质，不应低于地表Ⅴ类水标准；未明确水环境质量标准的地表水体应根据流域内水质要求和城市规划确定的水体用途合理确定治理后的水质目标。

4.2.9 非常规水资源利用主要包括雨水和再生水利用，主要用于绿化浇灌、道路冲洗、河道补水等，应根据场地条件、经济状况、运维管理水平和实际需求等确定非常规水资源利用率。

5 项目设计

5.1 一般规定

5.1.1 依据 GB 50137 的有关规定,结合城市建设项目特征和分类,海绵城市建设项目宜分为建筑与小区、城市道路、绿地和广场、市政排水和城市水体五类,并应符合下列规定:

- 建筑与小区类项目包括居住、公共管理与公共服务设施、商业服务业和公用设施项目,工业和仓储物流项目按建筑与小区类项目的有关规定执行;
- 城市道路类项目包括城市和居住区道路、对外交通场站用地、公共交通场站用地、社会停车场用地等;
- 绿地和广场类项目包括公园绿地、防护绿地和广场等项目;
- 市政排水类项目包括雨水系统和污水系统项目;
- 城市水体类项目包括河流、湖泊、水库、坑塘和沟渠等项目。

5.1.2 海绵城市设施布局和规模应遵循分散为主、集中为辅的形式合理布局与组合应用,并符合下列规定:

- 应利用现有河湖、湿地、洼地、坑塘、沟渠、绿地和广场等的调蓄作用,并明确设计标高及有效调蓄能力;
- 应根据场地分析结果,结合海绵城市建设的目标和指标,因地制宜地选择海绵技术措施,并确定设施规模和具体位置,汇水分的雨水径流量宜与海绵城市设施的规模相匹配;
- 设施布局应与综合管线、地下空间、景观绿化和建筑相协调,明确各个设施的汇水范围、控制径流量和径流组织路径,确保径流雨水能汇入海绵城市设施,并满足目标和指标要求;
- 海绵城市设施布局避免对其周边建(构)筑物、道路、卫生环境、居民等产生不利影响,并根据需要设置警示标识和防护设施;
- 污染严重的工业区、加油站、传染病医院和水源保护地等特殊区域,不采用渗透设施,如需建设海绵城市设施的,应开展环境影响评价,避免对地下水和水源地造成污染。

5.1.3 平面布局应通过竖向优化,合理组织雨水的汇流、调蓄、处理、利用和排放,并应符合下列规定:

- 场地内原有河湖、湿地、坑塘和沟渠在满足建设要求的基础上,予以保留和利用;
- 控制场地内不透水下垫面比例,将来自不透水下垫面的雨水径流引入海绵城市设施;
- 不破坏场地与周边原有水体的竖向关系,维持原有水文特征,保护区域生态环境和排水防涝安全。

5.1.4 竖向设计符合下列规定:

- 应满足建设项目内涝防治的要求,并与市政排水设施衔接;
- 应设置防止雨水径流进入地下空间的措施;
- 应有利于雨水径流汇入海绵城市设施;
- 当汇流距离较远或竖向无法保证有效汇流时,宜通过植草沟、线性排水沟、雨水明沟等使雨水径流优先汇入海绵城市设施;
- 超标降雨时,场地内径流应及时进入周边水体或大型调蓄空间。

5.1.5 汇水分区划分符合下列规定:

- 宜综合考虑竖向标高和雨水径流组织路径,以及雨水管渠、水系和海绵城市设施的布局,合理划分汇水分区;
- 由调蓄池控制的区域宜单独划分。

5.1.6 项目应对各汇水分区控制指标进行计算校核,建设用地规模超过 10 ha 的项目,应采用模型对径流峰值控制、雨水管渠排水能力及内涝防治标准等进行计算校核。

5.2 设计计算

5.2.1 设计计算应包括年径流总量控制率及达标校核计算、年径流污染控制率、雨水管网设计流量、

雨水利用量等。

5.2.2 项目的年径流总量控制率应由各设施的年径流总量控制率按设施汇水面积加权平均后得到。对应的设计调蓄容积，宜采用容积法按下列公式计算：

$$W = 10\Psi_Z h F \dots\dots\dots (1)$$

$$\Psi_Z = \frac{\sum F_i \Psi_i}{F} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- W——设计调蓄容积，单位为立方米（m³）；
- Ψ_z——综合径流系数；
- h——设计降雨量，可按照附录A根据年径流总量控制率要求选取，单位为毫米（mm）；
- F——汇水面积，单位为公顷（hm²）；
- F_i——汇水区内第i类下垫面的面积，单位为公顷（hm²）；
- Ψ_i——第i类下垫面的径流系数，宜按附录B取值。

5.2.3 年径流污染控制率应以年固体悬浮物（SS）的总量去除率计算。

$$\beta = \frac{\sum (F_j \Psi_j C_j \alpha_j)}{F \Psi_Z} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- β——项目年径流污染控制率；
- F_j——各单体设施汇水面积，单位为平方米（m²）；
- Ψ_j——各单体设施汇水面的综合径流系数；
- C_j——各单体设施固体悬浮物去除率；
- α_j——各单体设施年径流总量控制率；
- F——汇水面积，单位为平方米（m²）；
- Ψ_z——综合径流系数。

海绵城市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，可按照表5的规定。

表5 海绵城市设施径流污染控制率

设施	径流污染去除率（以SS计，%）
绿色屋顶	70～80
透水路面	80～90
植草沟	35～90
生物滞留设施	70～90
滞留塘	70～90
调节塘	70～90
植被缓冲带	50～75
雨水桶（罐）	50～70
初期雨水弃流设施	40～60
调蓄池	80～90
注1：单位面积的海绵城市设施的汇水区较大时，径流污染去除率取低值；	
注2：转输型植草沟的径流污染去除率取低值，转输兼入渗型植草沟的径流污染去除率取高值。	

5.2.4 在雨水设计流量计算中需要流量过程线的项目，可采用模型进行计算（有关基本参数见附录C）；设计重现期下的雨水设计流量应按下式计算：

$$Q = \Psi_z q F \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- Q——雨水设计流量，单位为升/秒（L/s）；
- Ψ_z ——综合径流系数；
- q——设计暴雨强度，单位为升/（秒·公顷）（L/（s·hm²））；
- F——汇水面积，单位为公顷（hm²）。

5.2.5 雨水利用量为雨水收集并用于道路浇洒、绿化浇灌、市政杂用、工农业生产、冷却、景观补水等的年雨水利用总量。

5.3 建筑与小区

5.3.1 建筑与小区项目的设计，应符合下列规定：

- 新建建筑与小区设施以雨水径流总量、径流污染和径流峰值控制为主要目标；
- 现有建筑与小区项目，近期无法满足设计目标要求的，首先解决雨污混接和内涝积水等问题，再整体改造，分阶段达标；
- 现有工业、物流仓储项目以径流污染控制为主要目标。

5.3.2 老旧小区改造应明确现状内涝积水点、雨污混接、排水不畅和管道破损等情况，解决内涝积水、雨污混接等问题，因地制宜布置绿色雨水设施。

5.3.3 历史文化街区应以保护文物和历史风貌为前提，优先保护利用古街区的古排水方式，解决内涝积水和市政排水设施不完善等问题。

5.3.4 成片开发区和城市更新片区应进行片区海绵城市系统化方案设计，合理确定海绵城市建设指标分配和设施布局。

5.3.5 建筑与小区项目可采用绿色屋顶、透水路面、植草沟、生物滞留设施、调蓄池等海绵城市设施，并符合下列规定：

- 公建和商服的裙房宜采用绿色屋顶；
- 居住、公建、商服项目人行道、非机动车道和广场庭院等符合透水要求的区域采用透水路面。工业、物流仓储用地中无污染区域的人行道宜采用透水路面；
- 工业和物流仓储用地等有污染区域的雨水，应进行预处理后进入海绵城市设施或水体；
- 公用设施用地中的雨水宜以径流污染控制为主，兼顾收集回用，经处理后可用于绿化灌溉或冲洗路面；
- 宜采用旱溪、植草沟或线性排水沟等排水设施，减少雨污混接；
- 沿河建筑小区优先和沿河绿化带统筹设计，并设置超标雨水行泄通道排除涝水。

5.3.6 与建筑相连的下沉庭院，应符合下列规定：

- 周边汇水区的雨水径流不汇入下沉庭院中；
- 下沉庭院的雨水设计重现期不小于 50 年一遇，并校核下游管网的接纳能力，当不能满足设计重现期要求时设调蓄和应急措施；
- 当与地下交通直接相连时，内涝防治设计重现期不小于 100 年一遇。

5.3.7 建筑与小区项目的地下空间应适度开发利用，并符合下列规定：

- 宜预留雨水调蓄空间；
- 塑料蓄水模块设置应满足承载力要求，进行结构荷载计算，并不设于地下室或地下车库内，不应设在机动车停车位和机动车道等荷载较大区域的下方；
- 海绵城市设施的选择与布置应结合地下空间顶板覆土厚度和范围，并符合下列规定：
 - 地下空间顶板覆土厚度1200 mm的，生物滞留设施等结构层厚度、调蓄深度、超高深度可适当减少；

- 地下室顶板上部设置透水路面时覆土厚度不宜小于600 mm。

5.3.8 地下建筑应进行防淹设计，并应符合下列规定：

- 明确出入口的汇水区，防止汇水区外雨水汇入；
- 满足内涝治理要求；
- 根据应急管理预案的要求设置挡水或排水防涝设施。

5.3.9 小区内的景观水体应设溢流口，有雨水调蓄功能。超过设计标准的雨水可溢流至市政雨水系统，并校核下游管网的排水能力。

5.4 城市道路

5.4.1 城市道路海绵城市建设设计目标应以削减道路地表径流、控制面源污染和排水能力达标为主，合适条件下可将道路作为片区的行泄通道或者设置道路超标降雨通道。

5.4.2 城市道路可采用透水路面、下凹式绿地、植草沟、生物滞留设施等海绵城市设施，并符合下列规定：

- 具备透水地质条件的新建、改建和扩建人行道、专用非机动车道、步行街宜采用透水路面；
- 道路分隔带内宜根据地形和景观绿化方案设置下凹式绿地或生物滞留设施；
- 道路纵坡大于4%时，分隔带内不宜采用植草沟、下凹式绿地等海绵城市设施，选用时设置为阶梯型并设置消能设施；
- 高架道路下绿化带宜设置生物滞留设施、延时调节装置或雨水回用设施，经雨水回用设施处理后可用于绿化灌溉；
- 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。

5.4.3 城市道路项目应结合红线内外绿地空间、道路纵坡和标准断面、雨水管渠位置等，充分利用现有条件确定海绵城市设施，并符合下列规定：

- 城市道路排水宜采用生态排水的方式，径流雨水应经截污等预处理后汇入海绵城市设施；
- 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，因地制宜地选择海绵城市设施，宜分散设置，并对排水系统进行改造；
- 生物滞留设施、下凹式绿地等海绵城市设施应建设有效的溢流排放设施，应与排水管渠和排涝除险设施有效衔接；
- 应采取防渗措施防止雨水径流下渗破坏车行道和人行道路面、路基的强度和稳定性；
- 城市道路海绵城市设施应与其他附属设施协调，不应影响地下管线安全。

5.4.4 城市道路的竖向设计应有利于道路地表径流控制，并应符合下列规定：

- 城市道路坡向雨水排水设施一侧，利于排水，保证道路安全行驶；
- 当城市道路中出现凹点时，校核其设计排水能力和排水出路，必要时通过周边绿地或改变竖向为其预留出路，保证雨水径流排放；
- 对具有行泄通道功能的道路，保障其排水行泄功能。

5.4.5 人行道和专用非机动车道的设计，宜符合下列规定：

- 采用透水路面；
- 人行道设置的树池，采用生态树池，可设置成连体树池形式；
- 人行道和专用非机动车道间设置的绿化分隔带，设置生物滞留设施。

5.4.6 城市道路红线外公共绿地的设计，符合下列规定：

- 绿地设计标高宜低于人行道，宜结合周边地块设置植草沟和生物滞留设施等，控制径流污染；污染严重的道路雨水径流在进入绿地前，应利用沉淀或弃流等方式进行预处理；

- 当现状公共绿地设计标高高于人行道时，可在绿地下设置调蓄池、延时调节装置等，控制人行道和绿地的雨水径流。
- 5.4.7 城市道路濒临河道时，路面径流宜优先通过地表排水方式等就近排入河道，并宜在道路与河道之间设置植被缓冲带、生态护岸等海绵城市设施，控制径流量、径流污染和径流峰值。
- 5.4.8 当中央分隔带宽度大于 2 m，且道路有坡向中央分隔带时，宜设置生物滞留设施等，分隔带内应设置由防水层、纵向排水渗沟、集水槽和横向排水管等组成的排水设施。
- 5.4.9 机非绿化分隔带内的生物滞留设施，符合下列规定：
 - 设置生物滞留设施的机非绿化分隔带宽度一般不宜小于 2 m，内部设置溢流口；
 - 生物滞留设施宜分段设置，设施宽度应根据绿化分隔带宽度确定，每段长度应根据服务道路的雨水径流控制要求确定；
 - 道路立缘石应设置开口或间断布置，以满足雨水通过立缘石流入绿化带的要求。立缘石尺寸、形状或间断布置的距离应根据汇水量计算确定，立缘石开口或间断布置处应采取消能、净化等措施。
- 5.4.10 高架道路下绿化带内设置生物滞留设施，符合下列规定：
 - 高架道路下绿化带宽度宜大于 2 m；
 - 采用局部下凹形式，并宜在下凹部分设置生物滞留设施等，处理经雨落水管收集的高架道路路面雨水；
 - 雨落水管接入生物滞留设施前应设置消能、净化措施。
- 5.4.11 利用城市道路作为排涝除险的行泄通道时，符合下列规定：
 - 应选取排水系统下游的道路，避开城市交通主干道、人口密集区和可能造成严重后果的道路；
 - 应和周边用地竖向规划、城市道路、市政管线等情况相协调；
 - 行泄通道上的雨水应就近排入水体、管渠或调蓄设施，设计积水时间不大于 12 h，并应根据实际需要缩短；
 - 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；
 - 应设置行车导向标识、水位监控系统 and 警示标识；
 - 宜采用数学模型校核道路作为行泄通道时的积水深度和积水时间；
 - 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，过流能力设计应符合 GB 51222 的规定。
- 5.4.12 纵坡大于 1% 的路段宜在道路绿化分隔带内的生物滞留设施内设置挡水堰/台坎等设施，防止“高水低排”，挡水堰高度及间距应根据道路纵坡及蓄存水量要求确定。
- 5.4.13 城市道路若无条件设计生物滞留设施等，雨水仍通过路面雨水口排放，路面雨水口可采用截污雨水口、沉泥井、雨水口过滤装置等，对雨水进行净化。
- 5.4.14 立交道路应采用高水高排、低水低排的排水系统，并应采取设置驼峰、横截沟等措施封闭汇水范围，避免客水汇入。下穿立交道路应按 GB 50014 的规定设置警示标识；位于内涝风险大的地区时，应设置积水自动监测、报警装置和隔离措施，并宜设置车道信号灯，避免在暴雨或极端天气条件下行人或机动车进入。

5.5 绿地和广场

5.5.1 绿地和广场类项目的设计目标，应符合下列规定：

- 接纳周边地块或道路的雨水径流，无法消纳周边雨水的绿地有合理性论证；
- 利用绿地和广场内的水体调蓄雨水径流；
- 利用雨水进行绿地灌溉、景观用水和道路冲洗。

5.5.2 绿地和广场应符合下列规定：

- 城市绿地和广场消纳周边地块或道路的雨水径流，并明确需消纳雨水径流的汇水范围、水量，以及雨水径流汇入方式和位置；
- 周边地块或道路的雨水径流进入绿地和广场前，采取径流污染前处理措施；
- 当绿地建设地下空间时，满足绿地建设的总体要求，覆土厚度应根据植物种植要求确定，且不影响雨水径流的渗透和调蓄。

5.5.3 绿地竖向设计应有利于雨水转输、收集和调蓄。场地设计应结合汇水区划分，利用地形组织雨水自然汇集、调蓄利用和安全排放，溢流设施宜设置在汇水区下游或高程低点，应控制关键点标高保障场地安全，并应符合下列规定：

- 以平面布局和高程控制为依据，营造有利于雨水径流就地消纳的地形，使雨水径流有组织排入合适的滞蓄空间，并与相邻用地标高相协调；
- 最大限度地保持利用现有场地内的水体和地形等自然条件收集、调蓄雨水径流；
- 保持地形稳定性、安全性，并做好坡面雨水径流的引导转输。不在地质灾害易发区进行深挖高填，坡度在 25° 以上的坡地设置防护措施，避免发生次生破坏。

5.5.4 城市绿地可采用生物滞留设施、植草沟、下凹式绿地、透水路面、滞留塘、人工湿地和植被缓冲带等设施，并应符合下列规定：

- 与周边地面高程、排水管渠相衔接，使雨水尽可能通过重力流入或排出设施；
- 与绿地地形、土壤性质和植物等要素统筹设计，在满足雨水径流控制要求的同时，营造连续的微地形空间；
- 雨水塘、雨水湿地等海绵城市设施，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排水管渠和排涝除险设施相衔接。

5.5.5 植物选型设计应满足景观效果要求，并应符合下列规定：

- 优先选耐旱、耐水湿的乡土植物，并考虑维护成本；
- 与道路、广场、水体交接的绿地，选择根系发达的植物种类，并满足植被覆盖率；
- 滨水绿地应根据场地条件，选择耐水湿的植物；
- 受纳的雨水径流存在污染时，选择抗逆性强的植物。

5.5.6 广场和周边区域的雨水径流宜通过有组织的汇流和转输，经截污等处理后，根据场地周边条件，选择适宜的海绵城市设施进行消纳和滞蓄。

5.5.7 广场中的海绵城市设施，可包括透水路面、雨水调蓄设施、植草沟、生物滞留设施和下沉式调蓄空间广场，并符合下列规定：

- 当广场有水景需求时，宜结合雨水调蓄功能及污染削减功能共同设计；
- 广场铺装宜采用透水路面；
- 应通过竖向设计使硬化铺装坡向其绿化空间，并宜设置植草沟、生物滞留设施等设施，消纳硬化铺装产生的雨水径流；
- 当位于地下空间上方时，海绵城市设施应做防渗处理；
- 位于城市易涝点的广场，在满足自身功能的前提下，宜采取蓝绿灰相结合的方式，合理计算调蓄容积，并应与城市排水管渠衔接，消纳周边雨水；
- 当与地下交通直接相连时，其雨水调蓄容积宜按 100 年一遇降雨量校核；
- 具有雨水调蓄功能的下沉式广场，应设置安全警示标识。不具备直排条件的，应设置限时排空措施，排空时间不宜大于 12 h。

5.6 市政排水

5.6.1 新建片区应采用分流制，已雨污分流的地区应确保雨污分流彻底。合流制区域难以分流的应设置源头减排措施，完善合流污水截流设施，控制溢流污染。

5.6.2 雨水系统应包括源头减排、排水管渠和排涝除险等工程性措施和应急管理非工程性措施，以实现内涝防治的目标，兼顾径流污染控制。

5.6.3 排水管渠设计流量应根据雨水管渠设计重现期确定，易受河水顶托的排水管渠出水口需采用避免对排涝产生影响的措施。

5.6.4 排涝除险设施的设计水量应根据内涝防治设计重现期和对应的最大允许退水时间确定，内涝防治设计重现期对应的降雨强度范围内，不应出现内涝。

5.6.5 源头减排设施、排水管渠设施和排涝除险设施应作为整体系统校核，满足内涝防治设计重现期的设计要求。当汇水面积超过 200 ha 时，宜用数学模型法进行整体校核。

5.6.6 雨水系统应与防洪设施衔接，保证受纳水体在设计洪水过境最不利条件下，仍能满足城市内涝防治的排水要求。

5.6.7 雨水系统设计应采取工程性和非工程性措施相结合的方式增强城市应对超标降雨的韧性，灾后应迅速恢复城市正常秩序。

5.6.8 雨水系统的智慧化控制宜根据排水管渠、排涝除险设施的平面和竖向特征，在关键节点处设置实时控制设施、水位监测装置等，并根据运行调度方案进行启闭。

5.7 城市水体

5.7.1 城市水体应以区域内自然生态本底为基础，通过截污、拓宽疏浚、水系连通、径流污染治理、岸线生态修复、水体净化等措施，提升城市的调蓄能力、水环境质量、生物多样性等，并应满足 GB/T 50805、GB 50318、GB 50014 等的要求。

5.7.2 城市水体应合理确定基本生态水位、正常水位、汛限水位、堤顶高程等特征水位，在枯水期应保证城市水体的基本生态水量。发挥调蓄功能的城市水体应明确调蓄水位，汛前需提前降水位的城市水体应明确预降水位；汛期应保障标准内洪涝水的安全排泄，并应与排水管渠、排涝除险设施和上下游水系相衔接。

5.7.3 城市水体布置应充分利用天然水体，注重自然蜿蜒的平面形态，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滞留塘、湿地、植被缓冲带、生态护岸等海绵城市设施，并与雨水出水口、相关河道水系出入口相衔接。

5.7.4 城市水体生态修复应结合自然修复和生态工程，营造水生动植物多样化的生境。

5.7.5 城市水体净化可采取曝气增氧、雨水湿地、生态浮床、生物接触氧化等措施，并应充分论证对环境的影响，避免产生二次污染或生态风险。

6 设施设计

6.1 一般规定

6.1.1 海绵城市设施包括绿色雨水设施、市政排水设施、城市水体设施和其他设施。

6.1.2 设计参数应根据汇水区特点、水文地质条件及设施的构造和材料等合理确定，有条件时应通过实测确定。

6.2 绿色雨水设施

6.2.1 绿色屋顶

6.2.1.1 绿色屋顶宜包括种植层、排（蓄）水层、防护层、防水层、找坡（找平）层和绝热层等，其设计应符合 GB 50345、GB 50108、JGJ 155 的规定。

6.2.1.2 绿色屋顶的结构设计，符合下列规定：

- 新建建筑绿色屋顶结构设计时应计算种植荷载，并纳入屋面结构永久荷载；
- 现有建筑屋顶改造为绿色屋顶时，应对原结构进行鉴定，并应以结构鉴定报告为设计依据，应在原构造层上设保护层，宜选用轻质种植土、种植地被植物、选择容器种植。

6.2.1.3 种植层应具有质量轻、清洁无毒、养分适度和安全环保等特性。

6.2.1.4 绿色屋顶的排（蓄）水层应结合找坡泛水和排水沟分区设置，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、耐久性好等性质。

6.2.1.5 绿色屋顶防水层设计，应符合下列规定：

- 满足一级防水等级设防要求，防水设防不少于两层，上层为耐根穿刺防水材料，两层防水层相邻铺设，防水层的材料相容；
- 耐根穿刺性能的防水材料具有耐霉菌腐蚀功能，改性沥青类耐根穿刺防水材料含有化学阻根剂；
- 改建项目检查屋面防水层性能，当现有防水层仍具有防水能力时，在其上增加一层耐根穿刺防水层；现有防水层无防水能力时，进行拆除。

6.2.1.6 当屋面坡度大于 20% 时，其保温隔热层、防水层、蓄排水层、种植土层应采取防滑措施。屋面坡度大于 50% 时，不宜做绿色屋面。

6.2.1.7 绿色屋顶结构内的空隙容积不应计入总调蓄容积，其径流系数应根据覆土厚度、种植土类型和绿色屋顶铺装、种植形式等因素取值，并符合下列规定：

- 当种植层厚度大于等于 300 mm 时，径流系数宜为 0.3~0.4；
- 应核减绿色屋顶中园路、座椅、机房、太阳能、光伏等非绿化面积对应的调蓄容积。

6.2.1.8 绿色屋顶安全措施设计，应符合下列规定：

- 屋面树木定植点与边墙的安全距离大于树高；
- 防止造成高空坠物。

6.2.1.9 绿色屋顶植物选择，符合下列规定：

- 应选择符合 JGJ 155 及国家、省、市相关规范要求；
- 可采用复合型花园式绿色屋顶，选择易存活、耐干旱、耐低温又耐高温、抗风性强、生长慢的乡土植物；
- 坡度较大的屋面或高层建筑的屋面宜以种植草坪或“灌+草”为主。

6.2.2 透水路面

6.2.2.1 透水路面宜优先采用结构型透水路面，包括面层、透水找平层或结构层、透水基层、透水垫层和路基；找平层或结构层、基层和垫层的透水率应大于面层。

6.2.2.2 透水路面应根据地质条件和路面用途等因素选择透水面层材料，并符合下列规定：

- 透水混凝土路面宜用于人行道、步行街、广场和停车场等轻型荷载道路，并应符合 CJJ/T 135 的规定；
- 透水沥青路面宜用于轻型荷载道路，并应符合 CJJ/T 190 的规定；
- 透水砖地面宜用于人行道、步行街、广场等，并应符合 GB/T 25993、CJJ/T 188 等有关规定；
- 缝隙式透水路面、结构性透水路面宜用于人行道、步行街、广场和停车场等，嵌草砖宜用于停车场，并应符合 GB/T 21144、CJ/T 400 的有关规定。

6.2.2.3 透水找平层的设计，符合下列规定：

- 宜优先采用细石透水混凝土；
- 厚度宜为 20 mm~50 mm；
- 找平层和透水基层之间需设透水土工布分隔。

6.2.2.4 透水基层的设计，符合下列规定：

- 可选用透水混凝土；
 - 厚度应根据行车荷载强度确定。
- 6.2.2.5 透水垫层的设计，符合下列规定：
- 符合 CJJ 169 的规定；
 - 可采用级配碎石、级配砾石、天然砂砾和填隙碎石等；
 - 透水垫层内设置渗透管，其材质满足地面承压和抗冻胀的要求；
 - 渗透管接至附近雨水口、雨水检查井或单独收集至雨水收集池；
 - 厚度根据地下水水位、抗冻等级确定，不小于 150 mm，有效孔隙率大于 20%；
 - 当透水路面设置在地下室顶板上时，其覆土厚度不小于 600 mm。
- 6.2.2.6 透水砖接缝宜采用级配填缝砂，且含泥量不应大于 1%（按质量计），接缝用砂级配应符合表 6 的规定。

表6 透水砖接缝用砂级配

筛孔尺寸（mm）	10.000	5.000	2.500	1.250	0.630	0.315	0.315
通过质量百分率（%）	0	0	0~5	0~20	15~75	60~90	90~100

- 6.2.2.7 嵌草砖地面的设计，应符合下列规定：
- 嵌草砖、缝隙透水砖采用混凝土砖；
 - 嵌草砖之间的土壤为黄土粗砂（砂：土=1：1）；
 - 缝隙透水砖缝采用粗砂或碎石屑填缝。
- 6.2.2.8 透水路面结构内的空隙容积不应计入总调蓄容积，其径流系数取值应根据铺装形式经试验确定，当不具备条件时，宜按下列规定取值：
- 半透水地面径流系数不小于 0.40；
 - 全透水地面径流系数不小于 0.35；
 - 全透水地面透水垫层内设有疏排水管时，径流系数不小于 0.30。
- 6.2.2.9 透水路面的透水水泥混凝土的性能应符合表 7 规定，透水砖的抗压强度应符合表 8 的规定，透水砖物理性能应符合表 9 的规定。

表7 透水水泥混凝土的性能

项目		性能要求		
耐磨性（磨抗长度）		≤30 mm		
透水系数（15℃）		≥0.5 mm/s		
抗冻性	25次冻融循环后抗压强度损失率	≤20%		
	25次冻融循环后质量损失率	≤5%		
连续孔隙率		≥10%		
强度等级		C20	C25	C30
抗压强度（28 d）		≥20.0 MPa	≥25.0 MPa	≥30.0 MPa
弯拉强度（28 d）		≥2.5 MPa	≥3.0 MPa	≥3.5 MPa

表8 透水砖的物理性能

抗压强度等级	平均值不小于	单块最小值不小于
Cc30	30.0	25.0
Cc35	35.0	30.0

表 8 透水砖的物理性能（续）

抗压强度等级	平均值不小于	单块最小值不小于
Cc40	40.0	35.0
Cc50	50.0	42.0
Cc60	60.0	50.0

表9 透水砖的物理性能

项目	要求
耐磨性	磨抗长度 $\leq 35\text{ cm}$
保水性	$\geq 0.6\text{ g/cm}^2$
透水系数（15℃）	$\geq 1.0 \times 10^{-2}\text{ cm/s}$
抗冻性	25次冻融循环后外观质量符合表8的规定，且抗压强度损失率 $\leq 20.0\%$

6.2.3 植草沟

6.2.3.1 植草沟宜分布在道路、广场的周边。应结合生物滞留设施布局分散布置，且不宜过长。

6.2.3.2 植草沟的设计，符合下列规定：

- 宜包括素土层、砾石层、透水土工布、种植土、蓄水层；
- 断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形；
- 坡度应满足排水量要求，边坡坡度不宜大于 1:3。纵向坡度宜为 0.3%~4%，且当植草沟坡度大于 4%时，沿植草沟的横断面应设置挡水堰/台坎；
- 靠路基一侧应采取防渗措施；
- 种植土厚度宜为 100 mm~250 mm，蓄水层厚度宜为 50 mm~300 mm。

6.2.3.3 植草沟渗排水管设计，应符合下列规定：

- 以转输作用为主时可不设砾石层和渗排水管；
- 发挥滞蓄作用根据地下水位情况，设置砾石层和渗排水管。

6.2.3.4 滞蓄型植草沟的末端应设溢流口，并应与下游排水管路衔接。

6.2.3.5 转输型植草沟容积不应计入总调蓄容积。

6.2.3.6 传输型植草沟应选择满铺草坪；滞蓄型植草沟应选择耐水湿、耐涝、耐旱等生长习性的植物。

6.2.4 下凹式绿地

6.2.4.1 下凹式绿地宜用于建筑、广场、停车场、非机动车道或径流污染负荷小的机动车道周边绿地。

6.2.4.2 下凹式绿地的设计，符合下列规定：

- 竖向设计应与周边硬化地面相衔接；
- 土壤渗透系数宜位于 $10^{-3}\text{ m/s} \sim 10^{-5}\text{ m/s}$ 之间；
- 下凹深度应根据汇水区的产流量或调蓄需求，计算后确定，宜为 100 mm~200 mm；
- 雨水径流宜分散进入，当集中进入时应在入口处设置缓冲措施；
- 应在绿地低洼处设置溢流式雨水口，雨水口间距根据汇水面积计算确定；溢流口顶标高根据海绵城市设施的调蓄容积需求经计算确定，一般应高于绿地 50 mm~150 mm，但不得高于周边路面；
- 排空时间根据土壤渗透系数和当地蒸发条件经计算确定，并符合下列规定：
 - 应不大于绿地内植物的耐淹时间；
 - 下凹深度大于 100 mm 时，不宜超过 12 h。

6.2.5 生物滞留设施

6.2.5.1 生物滞留设施宜用于建筑、绿地、广场、机动车道或工业厂房等周边绿地。

6.2.5.2 生物滞留设施的设计，符合下列规定：

- 宜包括素土层、砾石层、透水土工布、种植土、蓄水层，径流污染较重的地区可根据需要在砾石层之上设置填料层，其上宜采用透水土工布与种植土进行分隔；
- 土壤渗透系数宜位于 10^{-3} m/s \sim 10^{-5} m/s 之间；
- 雨水径流宜分散进入，当集中进入时在入口设置缓冲和沉泥措施；
- 砾石层厚度宜为 200 mm \sim 300 mm，可适当加深，孔隙率不宜小于 30%；
- 地下室顶板或地下水位高等地区，宜在砾石层中设置排水管，排入下游排水管渠或接纳水体；
- 种植土厚度应根据植物类型确定，当种植草本植物时不宜低于 250 mm，种植灌木时不低于 500 mm，种植乔木时不宜低于 1000 mm；
- 蓄水层深度应根据径流控制目标确定，深度宜为 200 mm \sim 300 mm，不应超过 400 mm，并应设 50 mm \sim 100 mm 的超高；
- 砾石层应设渗透管，并与溢流井衔接，下方应设置防渗膜等防渗措施；
- 设施溢流口应与下游排水管渠衔接，其高度和过水断面应根据径流控制要求的汇水区高度和设计调蓄水量确定；
- 排空时间不宜超过 24 h。

6.2.5.3 生物滞留设施调蓄容积应根据溢流水位和设计断面形式计算确定。

6.2.5.4 溢流设施的设计，应符合下列规定：

- 溢流排水能力不低于海绵城市设施的最大进水量；
- 可采取溢流竖管、盖篦溢流井或雨水口等；
- 溢流水位保证海绵城市设施的有效水深；
- 溢流设施不正对进水口；
- 溢流口周围铺设鹅卵石等截污装置，过滤树叶、泥草等杂质。

6.2.6 滞留塘

6.2.6.1 滞留塘宜在用地条件许可的前提下设置，可结合绿地、开放空间等设计为多功能调蓄设施。

6.2.6.2 滞留塘宜包括进水口、前置塘、主塘、溢流口、护坡等。

6.2.6.3 进水口和溢流口应设置砾石、卵石或消能坎等。

6.2.6.4 前置塘的设计，符合下列规定：

- 池底宜采用混凝土或块石结构；
- 应设置清淤通道和防护设施；
- 宜采用生态护岸，边坡坡度宜为 1:2 \sim 1:8；
- 沉泥区容积应根据清淤周期和径流污染负荷确定；
- 应与周边景观统一。

6.2.6.5 主塘的设计，符合下列规定：

- 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 0.8 m \sim 2.5 m；
- 储存容积应根据所在区域相关规划单位面积控制容积要求确定；
- 具有径流峰值控制功能的滞留塘应包括调节容积，设计排空时间为 24 h \sim 48 h；
- 前置塘和主塘间宜设置水生植物种植区；
- 宜采用生态护岸，边坡坡度不宜大于 1:6。

6.2.6.6 溢流口应与下游排水管渠合理衔接。

6.2.7 调节塘

- 6.2.7.1 调节塘宜用于汇水区面积较大的硬化下垫面周边绿地。
- 6.2.7.2 调节塘宜包括进水口、前置塘、调节区、出口设施、护岸等。
- 6.2.7.3 调节塘的设计，符合下列规定：
- 进水口应设置砾石、卵石或消能坎等；
 - 应设置前置塘对雨水径流进行处理，前置塘设计按本文件 6.2.6.4 的规定执行；
 - 调节区的深度宜为 0.6 m～3 m，可种植水生植物，塘底设计成可渗透时，塘底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于 1 m，距离建筑物基础不应小于 3 m（水平距离）；
 - 应设置排空设施，排空时间不大于 24 h；
 - 应设有确保人身安全的警示标识和防护措施；
 - 大型调节塘应设置清淤机械的进出通道。
- 6.2.7.4 滞涝池作为调节塘的一种，宜用于城市公园、广场等开放空间，应包括进水口、前池、小流槽、微型池、调蓄空间、出水构筑物 and 溢水道等，并符合下列规定：
- 进水口一般包括管道进水口和地表进水口，设计标准应分别为 3 年～10 年一遇和 30 年～100 年一遇；
 - 进水应流入前池，漫过前池堰顶水平扩散至调蓄空间，可在前池内增设消能墙；
 - 小流槽具有转输高频率、污染较严重径流的作用，转输能力应为 100 年一遇，入流峰值流量的 1.0%～3.0%；
 - 调蓄空间应分为底部、中间层、超高层，底部调蓄水量宜在 6 h～24 h 内排空，100 年一遇调蓄水量应在 24 h～72 h 内排空；
 - 出水构筑物应有开孔板、垂向孔及水平孔，收集低流量到高流量的雨水。

6.2.8 雨水湿地

- 6.2.8.1 雨水湿地宜用于具有空间条件的绿地、河湖水体的滨水空间等区域。
- 6.2.8.2 表流湿地宜包括进水口、前置塘、沼泽区、护岸和缓冲带、出水塘、出水和溢流设施、植物等。
- 6.2.8.3 表流湿地的设计，符合下列规定：
- 宜设计常水位、滞留水位和峰值控制水位；
 - 宜在进口处设置前置塘，并按文件 6.2.6.4 的规定执行；
 - 常水位应保证在 30 d 干旱期内不会干涸，35%及以上的面积水深宜小于 150 mm，65%及以上的面积水深宜小于 450 mm；
 - 水深应满足景观及水生植物生长的要求；
 - 单池长度宜为 20 m～50 m，单池长宽比宜为 3:1～5:1，水深宜为 0.3 m～0.6 m，底坡宜为 0.1%～0.5%。
- 6.2.8.4 表流湿地应设置深水通道，在常水位下的水深不宜小于 1.2 m，沿水流长度不宜小于其进、出水口直线距离的 2 倍。
- 6.2.8.5 表流湿地出水口应设出水塘，出水塘的有效水深宜为 1.2 m～1.8 m。
- 6.2.8.6 表流湿地护岸应高于紧急泄流通道的 0.3 m 以上。
- 6.2.8.7 表流湿地外宜设缓冲带，缓冲带应进行景观设计，并采取保护现有植物的措施。
- 6.2.8.8 表流湿地植物种植，符合下列规定：
- 选择根系发达的本地水生植物，种类不宜少于 3 种；
 - 水生植物应根据各区域的常水位水深配置；
 - 应满足景观设计的要求。

- 6.2.8.9 潜流湿地宜包括配水设施、填料层、集水系统、存水和植物区、溢流设施。
- 6.2.8.10 潜流湿地深宜为 0.4 m~1.6 m, 调蓄深度宜为 0.3 m, 边坡应小于 1:2。
- 6.2.8.11 潜流湿地地形坡度不宜大于 2%, 潜流湿地长宽比不宜大于 3:1, 单个潜流湿地的面积不宜大于 1500 m²。
- 6.2.8.12 当雨水径流水质较差时, 应采用预处理设施。
- 6.2.8.13 当潜流湿地底部土壤渗透系数大于 1×10^{-7} m/s 且高于地下水位时, 应设置防渗层。
- 6.2.8.14 潜流湿地配水设施可采用穿孔管或配水槽配水。
- 6.2.8.15 潜流湿地宜地下穿孔管集水, 并符合下列规定:
 - 管径宜为 150 mm~300 mm;
 - 坡度宜为 1%~2%;
 - 周边应包裹砾石, 砾石外包裹土工布;
 - 沿潜流湿地的宽度方向, 每 3 m~5 m 宜设置一根穿孔管, 每根穿孔管应设置清淤立管。

6.2.9 多功能调蓄设施

多功能调蓄设施应结合规划要求和开放空间本身的建设进行设计, 并应符合下列规定:

- 设置雨水进出口, 在进水口设置拦污和消能设施;
- 利用城市绿地作为多功能调蓄设施的, 设施排空时间不大于绿地中植被的耐淹时间和蚊虫繁殖的最小周期;
- 设置清淤、检修通道和疏散通道。

6.3 市政排水设施

- 6.3.1 市政排水设施应包括排水管渠、沟渠、雨水调蓄设施、排水泵站和行泄通道等。
- 6.3.2 排水管渠相关设计应符合 GB 55027、GB 50014、GB 51222 和 GB 51174 等规定。
- 6.3.3 宜将雨水口设置在绿色海绵城市设施内, 雨水口的高程、位置和数量应根据现有汇水区地形和绿色海绵城市设施的布置综合确定。
- 6.3.4 调蓄池的形式应充分考虑周边荷载、建筑及地质条件等因素, 其位置、规模、尺寸及与排水管渠的连接形式等应根据调蓄目的确定, 宜兼顾多种功能。
- 6.3.5 排水泵站宜设在地势低洼、易汇集区域雨水的低点, 且宜靠近受纳水体, 服务范围和泵站排出口位置应与排水管渠系统设计流量相匹配。用地紧张的地区可采用一体化泵站, 泵站格栅应便于清理, 进水稳定。
- 6.3.6 可选择地势低洼的道路作为行泄通道, 与受纳水体或其它调蓄空间有效衔接, 相关设计应符合 GB 55027、GB 50014 和 GB 51222 的规定。
- 6.3.7 排涝泵站的规模、设计和站址选择应与城镇内涝防治系统及相关用地规划相协调, 根据需要及时启闭。相关设计应符合 GB 55027、GB 50014 和 GB 51222 的规定。
- 6.3.8 市政雨水调蓄设施应设置液位计和超高液位报警装置, 排水泵站应设置流量计, 应纳入城市生命线系统, 并应符合下列规定:
 - 具备径流量、管网流量、设备功率和蓄水量等智能感知功能;
 - 能实现智能调度、设备动态监控等功能。

6.4 城市水体设施

- 6.4.1 城市水体设施应实现雨水调蓄、径流污染削减、生态岸线修复等目标, 并应包括河、湖和景观水体、植被缓冲带、生态护岸、生态浮床、水生动植物、曝气系统和排涝泵闸等。
- 6.4.2 植被缓冲带的设计, 符合下列规定:

- 坡度宜为 2%~6%，宽度不宜小于 2 m，并根据径流污染削减要求进行布置；
- 植被缓冲带范围内布置的慢行道、游步道、休憩平台等设施宜采用透水路面；
- 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。

6.4.3 生态护岸的设计，符合下列规定：

- 顺应城市河道的自然岸坡断面形态，不宜进行过多的人工干预而改变原有河流岸坡断面形态；
- 岸坡结构型式应根据岸坡地质条件和土壤性质、边坡坡度、水位和水流流速、环境和景观需求等因素确定，并应满足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；
- 对于受水流、风浪和船行波等作用影响明显和沿岸地面有承载要求的岸坡，在满足承载要求的前提下，应优先采取生态措施，可部分采用硬质结构；
- 根据岸带条件提出绿化率和透水性的要求。

6.4.4 浮床浮岛的设计，符合下列规定：

- 种类和型式应根据水体污染程度、净化要求、水体规模和使用功能等情况确定，并应满足安全稳定、抗老化、无污染和耐腐蚀的要求；
- 拼装单元宽度不宜大于 1.5 m；对于宽阔水面，对生态浮床宽度要求较大的场合，可将多拼装单元进行软连接；
- 浮床植物应以沉水植物为主，浮岛植物应以挺水植物为主。

6.4.5 水生动植物的设计，应符合下列规定：

- 水生植物应根据水深、水质、流速和风浪等实际状况，遵循乡土植物优先和提高生物多样性的原则；
- 水生植物种植区覆盖比例应经科学论证后确定，对于易蔓延的水生植物品种采取定植等措施加以控制，避免泛滥繁殖；
- 水生植物栽种以植株移栽为主，同一批种植的植物植株应大小均匀，部分沉水植物可通过播种、分株或扦插方式种植；
- 各类水生动物需考虑自身的繁殖能力，确定合理的投放数量；
- 浮游动物的投放应以河道中藻类控制为目标，底栖动物的投放应以河道中藻类和有机碎屑控制为目标；
- 水生动物不应投放外来物种，并根据水体生态情况选用滤食性和碎屑食性为主的鱼类和底栖动物，可适当配置肉食性鱼类；种植沉水植物的水体，在生态系统尚未稳定前，应控制草食性鱼类的投放。

6.4.6 曝气系统应避免形成有害气溶胶或水雾，对周边环境产生不利影响。

6.4.7 排涝泵闸的设置应保证河湖行洪排涝、航运和引排水等功能不受影响，并符合现行国家标准的有关规定。

6.5 其他设施

6.5.1 其他设施应包括屋面雨水立管断接、雨水桶（罐）、初期雨水弃流设施、溢流口、路缘石、渗排水管、物理分离设施、雨水口截污过滤装置、蓄水模块等。

6.5.2 屋面雨水立管断接应将屋面雨水拦截到地面海绵城市设施中，控制径流产生量、减少径流污染，设计时应符合下列规定：

- 居住小区和办公建筑采取建筑屋面雨水立管断接，大型公共和商服建筑的屋面雨水经收集、净化后综合利用，可采用间接断接，污染严重工业园区不用雨水立管断接；
- 高层建筑的断接设置布水消能消音措施；
- 雨水立管断接处的地表坡度不超过 10%，确保断接处地面能使降雨径流远离建筑基础。

- 6.5.3 雨水桶（罐）的容积应满足调蓄和回用要求，一般由塑料、玻璃钢或金属等材料制成，适用于单体建筑屋面雨水的收集回用，设置时应采取防止误接、误饮、误用的措施，设计时符合下列规定：
- 雨水桶（罐）设计前充分考虑其与周围环境的协调性，并充分听取周围居民的意愿；
 - 有条件的区域可将雨水桶（罐）建在较高位置，易于自流供水；
 - 以雨水收集利用为主要功能的雨水桶（罐），宜设置过滤和初期雨水弃流装置；
 - 雨水桶（罐）应设置溢流口和通气设施，并在溢流口和通气口处设防虫措施；
 - 雨水桶（罐）用于种植植物时，宜具备给上层植物补水的自吸功能，有雨水径流调节功能时应能实现自动缓排。
- 6.5.4 初期雨水弃流设施设计符合下列规定：
- 弃流方式应根据汇水面条件、降雨特征和雨水回用用途等因素确定；
 - 屋面雨水的收集宜采用容积式弃流装置，地面雨水的收集可采用小管弃流或弃流池等形式；
 - 初期弃流量应根据雨水回用水质要求、降雨间隔、径流污染特征等因素综合确定。
- 6.5.5 溢流口设计应符合下列规定：
- 溢流口的设置在年径流总量控制率对应的设计降雨条件下不出现溢流现象，其过流能力保证在雨水管渠设计重现期条件下设计服务范围内不出现积水现象；
 - 溢流口尺寸形式结合周边景观绿化适当设置，避免突兀或不协调，建筑与小区类项目采用微型溢流口；
 - 溢流雨水口的顶标高低于海绵城市设施汇水范围内地面（含建筑周边散水坡），尤其是硬化地面（散水坡）的标高。
- 6.5.6 路缘石设计符合下列规定：
- 建筑与小区宜采用平缘石；
 - 开口路缘石宜采用成品；
 - 高出路面的路缘石开口应满足雨水径流的汇流需求，路缘石开口位置应设置在道路雨水汇流的低点，不宜与设施内溢流口位置相近，不应正对溢流口；
 - 雨水集中汇入口附近应设后期方便运维的沉泥或简易过滤装置，如砾石槽、碎石过滤缓冲带等。
- 6.5.7 渗排水管的设计，符合下列规定：
- 宜采用成品开孔或开缝的渗排水管；
 - 塑料管的开孔率宜为 1%~3%开孔后塑料管的环刚度不应小于 4 kN/m²，玻璃钢管的环刚度不应小于 5 kN/m²；
 - 渗排水管应采用透水土工布包覆，土工布搭接宽度不应少于 200 mm，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 0.07 mm，垂直透水系数不应小于 0.1 cm/s。
- 6.5.8 宜根据汇水区产生的径流量、雨水汇流方式、径流污染 特性、应用环境和运行维护管理要求等因素选择附属设施，包括截污雨水口、沉泥井、雨水口过滤装置等。
- 6.5.9 雨水口截污过滤装置符合下列规定：
- 截污过滤装置安装后不应降低雨水口原有的过水能力；
 - 截污过滤装置应设置溢流口，溢流口总面积应不小于 0.2 m²；
 - 对径流颗粒污染物的去除率（以 SS 计）应不低于 50%，SS 去除率按照下式计算：

$$SS = \frac{SS_1 - SS_2}{SS_1} \dots\dots\dots (5)$$

式中：
SS——SS去除率；

SS_1 ——进水SS浓度，单位为毫克/升（mg/L）；

SS_2 ——出水SS浓度，单位为毫克/升（mg/L）。

——截污过滤装置宜结合雨水口新建及更新改造实施，尺寸长度宜 500 mm~550 mm，宽度宜 200 mm~250 mm，高度宜 250 mm~350 mm，过滤箱箱体壁厚宜在 4 mm~10 mm 之间，过滤介质厚度宜低于 50 mm；

——载重负荷应不小于 50 kg，净重宜小于 20 kg；

——过滤箱出水孔开孔率宜在 50%~70%之间，开孔位置应根据过滤介质与过滤箱的贴合位置确定。

6.5.10 塑料蓄水模块应符合 GB/T 40224 的要求，并应符合下列规定：

——轻型模块适用于地面最大承重不超过 10 t 车辆，中型模块适用于地面最大承重不超过 20 t 车辆，重型模块适用于地面最大承重不超过 40 t 车辆；

——模块颜色均匀一致，无明显色差；

——模块表面完整无裂损、光滑平整、无分层、无脱皮、无缺口、无气泡，边沿和端部无毛刺及挠曲，无明显白印；注塑浇口不影响箱体水平平整置放和竖向累积组装。

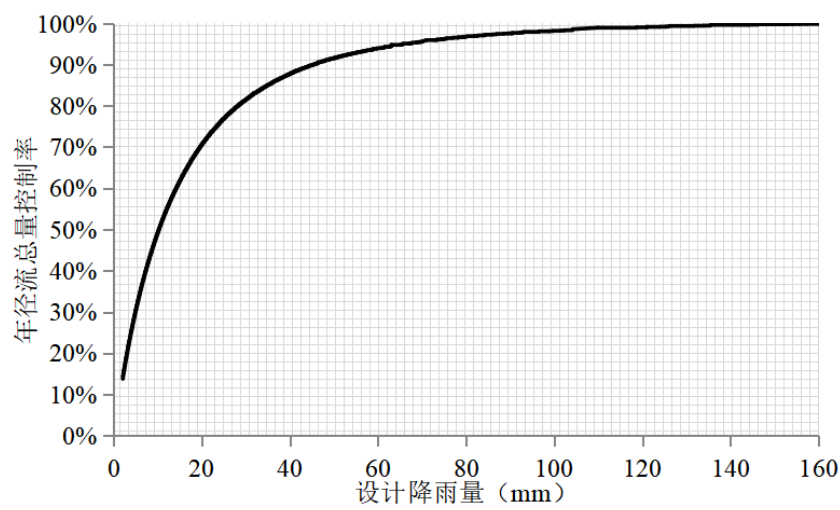
附 录 A
(资料性)

年径流总量控制率和设计降雨量之间的关系

表A. 1和图A. 1给出了芜湖市市区年径流总量控制率和设计降雨量的关系。

表A. 1 芜湖市市区年径流总量控制率和设计降雨量的关系

年径流总量控制率	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
设计降雨量 (mm)	10.1	11.8	13.9	16.3	19.1	22.6	27.2	33.5	42.9



注：数据为1991年至2020年的日降水资料。

图A. 1 芜湖市市区年径流总量控制率对应的设计降雨量关系图

附录 B
(资料性)
径流系数

表B. 1给出了径流系数汇总表。

表B. 1 径流系数汇总表

下垫面种类		径流系数
屋面	绿化屋面（基层厚度≥300 mm）	0.30～0.40
	绿化屋面（100 mm≤基层厚度≤300 mm）	0.50
	硬屋面	0.80～0.95
混凝土或沥青路面		0.80～0.95
石砌路面和广场		0.50～0.65
干砌砖石或碎石路面		0.35～0.40
非铺砌的土路面		0.25～0.30
水面		1.00
实土型绿地或覆土≥500 mm的绿地		0.10～0.20
地下室覆土绿地（≥300 mm，<500 mm）		0.30～0.40
透水路面		0.30～0.45
注：透水路面径流系数中，当采用全透水路面且透水底基层内设有疏排水管时，径流系数≥0.30；普通全透水地面径流系数≥0.35；半透水地面径流系数≥0.45。		

附录 C
(资料性)
海绵城市设计有关基本参数

C.1 芜湖市江南区暴雨强度总公式如下所示：

$$q = \frac{3966.630 (1+0.529\lg P)}{(t+21.374)^{0.813}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：
q——设计暴雨强度，单位为升/（秒·公顷）（L/（s·hm²））；
P——设计重现期，单位为年（a）；
t——降雨历时，单位为分钟（min）。

C.2 芜湖市江北区暴雨强度总公式如下所示：

$$q = \frac{1911.979 (1+0.880\lg P)}{(t+10.993)^{0.718}} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：
q——设计暴雨强度，单位为升/（秒·公顷）（L/（s·hm²））；
P——设计重现期，单位为年（a）；
t——降雨历时，单位为分钟（min）。

C.3 芜湖市单一重现期暴雨强度公式见表 C.1。

表C.1 芜湖市单一重现期暴雨强度数据

重现期 P（年）	江南区	江北区
P=1	2216.090/(t+10.755) ^{0.778}	1487.97/(t+5.594) ^{0.724}
P=2	3688.529/(t+15.489) ^{0.803}	2189.871/(t+8.117) ^{0.719}
P=3	4516.849/(t+17.677) ^{0.813}	2575.14/(t+9.010) ^{0.718}
P=5	5541.895/(t+20.189) ^{0.824}	3046.414/(t+9.971) ^{0.716}
P=10	6878.897/(t+23.443) ^{0.836}	3641.769/(t+11.177) ^{0.720}
P=20	8628.222/(t+27.595) ^{0.852}	4608.866/(t+13.219) ^{0.734}
P=30	9629.721/(t+29.437) ^{0.860}	5128.904/(t+13.928) ^{0.739}
P=40	10334.628/(t+30.636) ^{0.865}	5486.618/(t+14.368) ^{0.743}
P=50	10879.048/(t+31.527) ^{0.868}	5759.663/(t+14.688) ^{0.746}
P=60	11322.600/(t+32.235) ^{0.871}	5980.604/(t+14.939) ^{0.748}
P=70	11696.847/(t+32.824) ^{0.873}	6165.974/(t+15.146) ^{0.749}
P=80	12020.660/(t+33.328) ^{0.875}	6325.96/(t+15.322) ^{0.751}
P=90	12305.896/(t+33.768) ^{0.877}	6466.407/(t+15.476) ^{0.752}
P=100	12560.905/(t+34.158) ^{0.879}	6591.657/(t+15.611) ^{0.753}

C.4 芜湖市各频率长历时降雨时段分配表（江南片）见表 C.2。

表C.2 芜湖市各频率长历时降雨时段分配表（江南片）

频率	1%	2%	3.3%	5%	10%	20%	33%	50%	99.9%
5（min）	19.8	18.2	17.6	16.2	14.5	12.9	11.5	10.3	8.2
10（min）	31.3	28.8	27.1	25.5	23.0	20.3	18.2	16.4	13.0
15（min）	43.6	40.0	38.3	35.2	31.4	27.6	24.5	21.7	16.8
20（min）	53.0	48.4	45.6	42.4	37.7	32.8	29.0	25.5	19.3
30（min）	68.4	62.2	58.1	53.9	47.5	40.8	35.5	30.8	22.4
45（min）	78.1	71.1	66.3	61.8	54.6	47.1	41.1	35.7	26.2
60（min）	84.4	77.1	71.4	67.3	59.8	52.0	45.7	40.1	30.2
90（min）	101.1	92.1	86.6	80.1	70.9	61.2	53.5	46.7	34.5
120（min）	117.0	106.3	97.2	91.9	80.7	69.1	59.9	51.6	37.0
150（min）	124.5	116.5	108.1	101.0	91.5	72.0	61.2	52.8	38.1
180（min）	152.8	151.2	138.3	122.4	99.0	77.4	67.2	57.6	39.5
240（min）	172.2	161.7	149.1	136.4	112.8	87.2	76.5	65.1	47.3
360（min）	200.2	180.0	162.8	144.0	126.7	99.9	87.7	72.8	50.6
720（min）	235.1	216.8	193.5	173.6	152.2	111.5	92.0	85.9	58.3
1440（min）	267.1	257.4	222.7	202.1	182.6	139.8	117.2	96.8	62.0

C.5 芜湖市各频率长历时降雨时段分配表（江北片）见表 C.3。

表C.3 芜湖市各频率长历时降雨时段分配表（江北片）

频率	1%	2%	3.3%	5%	10%	20%	33%	50%	99.9%
5（min）	25.5	23.0	21.6	19.7	17.2	14.6	12.8	11.3	8.8
10（min）	37.9	34.1	32.0	29.1	25.3	21.5	18.7	16.5	12.7
15（min）	47.8	43.0	40.4	36.6	31.7	26.8	23.3	20.4	15.6
20（min）	59.5	53.3	49.8	45.0	38.7	32.5	27.9	24.2	17.9
30（min）	77.6	69.0	62.7	57.7	49.2	40.6	34.4	29.4	20.8
45（min）	98.4	87.3	80.3	72.6	61.5	50.4	42.2	35.7	24.6
60（min）	109.5	97.1	89.5	80.7	68.3	55.9	46.7	39.4	27.0
90（min）	123.5	109.7	100.2	91.4	77.5	63.7	53.5	45.4	31.5
120（min）	137.2	121.9	116.8	101.7	86.3	71.0	59.7	50.7	35.4
150（min）	164.4	146.2	138.2	122.0	101.0	81.8	67.5	56.8	38.0
180（min）	180.0	159.9	143.1	133.1	110.0	88.8	73.0	61.2	40.6
240（min）	192.2	169.6	154.7	140.1	119.4	95.6	81.7	71.0	44.2
360（min）	207.3	183.4	167.3	156.3	130.5	110.8	93.3	82.5	47.6
720（min）	218.9	196.8	181.4	168.4	144.2	121.3	101.9	91.4	50.7
1440（min）	230.4	209.0	193.8	180.3	158.2	135.1	116.8	100.3	53.1

C.6 芜湖市各频率短历时降雨时段分配表（江南片）见表 C.4。

表C.4 芜湖市各频率短历时降雨时段分配表（江南片）

频率	1%	2%	3.30%	5%	10%	20%	33%	50%	99.90%
5（min）	17.1	15.8	14.8	14.0	12.7	11.4	10.4	9.6	8.3
10（min）	29.7	27.4	25.7	24.3	22.0	19.8	18.1	16.7	14.4
15（min）	39.5	36.4	34.2	32.4	29.3	26.3	24.0	22.2	19.2
20（min）	47.4	43.7	41.0	38.9	35.2	31.5	28.8	26.7	23.0
30（min）	59.6	55.0	51.6	48.9	44.3	39.7	36.3	33.6	29.0
45（min）	72.6	67.0	62.9	59.6	54.0	48.3	44.2	40.9	35.3
60（min）	82.0	75.7	71.0	67.3	61.0	54.6	49.9	46.2	39.9
90（min）	95.4	88.0	82.5	78.2	70.8	63.5	58.0	53.7	46.3
120（min）	104.7	96.6	90.7	85.9	77.8	69.7	63.7	59.0	50.9
150（min）	112.0	103.3	96.9	91.8	83.2	74.5	68.1	63.1	54.4
180（min）	117.8	108.7	102.0	96.7	87.5	78.4	71.7	66.4	57.3

C.7 芜湖市各频率短历时降雨时段分配表（江北片）见表 C.5。

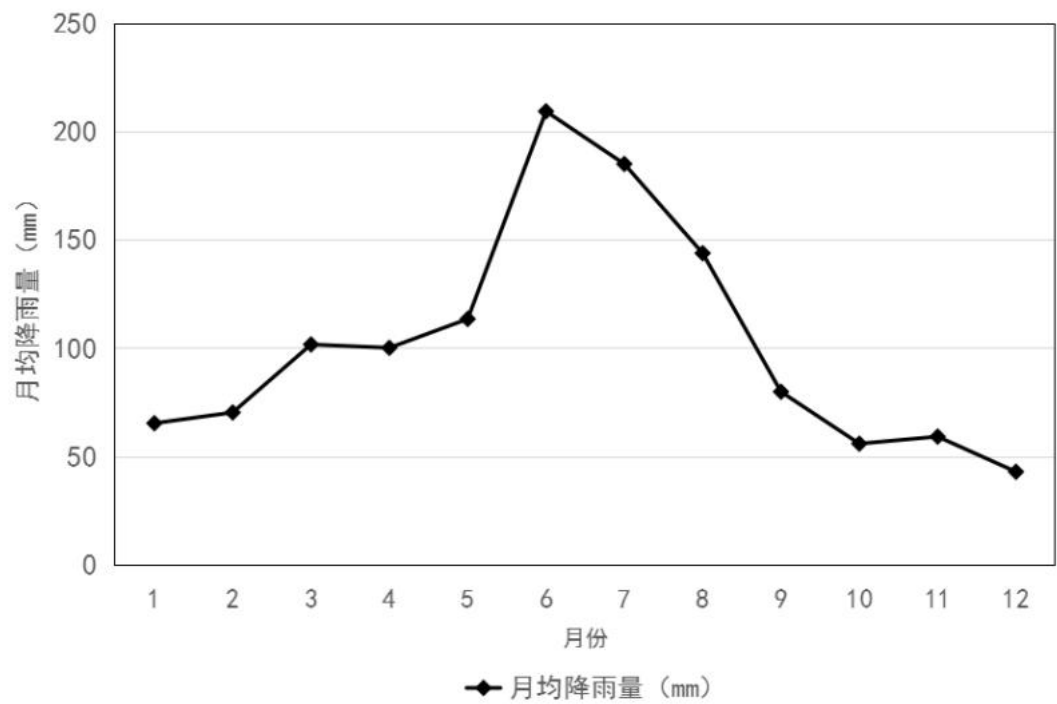
表C.5 芜湖市各频率短历时降雨时段分配表（江北片）

频率	1%	2%	3.30%	5%	10%	20%	33%	50%	99.90%
5（min）	21.6	19.5	18.0	16.8	14.7	12.6	11.1	9.9	7.8
10（min）	35.5	32.1	29.6	27.6	24.2	20.8	18.3	16.3	12.9
15（min）	45.7	41.3	38.1	35.5	31.1	26.7	23.5	20.9	16.6
20（min）	53.7	48.5	44.7	41.7	36.6	31.4	27.6	24.6	19.5
30（min）	65.9	59.6	54.9	51.2	44.9	38.6	33.9	30.2	23.9
45（min）	79.0	71.4	65.8	61.4	53.8	46.2	40.7	36.2	28.6
60（min）	88.8	80.3	74.0	69.0	60.5	52.0	45.7	40.7	32.2
90（min）	103.5	93.5	86.2	80.4	70.5	60.6	53.2	47.4	37.5
120（min）	114.5	103.5	95.4	89.0	78.0	67.0	58.9	52.5	41.5
150（min）	123.4	111.5	102.8	95.9	84.0	72.2	63.5	56.5	44.7
180（min）	131.0	118.4	109.1	101.8	89.2	76.6	67.4	60.0	47.5

C.8 芜湖市市区（1991 年～2020 年）月均降雨量见表 C.6，芜湖市市区（1991 年～2020 年）月均降雨量见图 C.1。

表C. 6 芜湖市市区（1991～2020 年）月均降雨量

月份	月均降雨量（mm）
1	65.6
2	70.6
3	101.9
4	100.4
5	113.7
6	209.6
7	185.3
8	144.1
9	80.1
10	56.1
11	59.4
12	43.2
合计	1230.0



图C. 1 芜湖市市区（1991～2020 年）月均降雨量图

C. 9 表 C. 7～表 C. 13 给出了典型下垫面径流污染浓度。

表C. 7 不同降雨强度下居住小区（路面）径流污染浓度

降雨时间（min）	小雨		中雨		大雨	
	老城区	新城区	老城区	新城区	老城区	新城区
5	123	77	146	105	156	129

表 C.7 不同降雨强度下居住小区（路面）径流污染浓度（续）

降雨时间（min）	小雨		中雨		大雨	
	老城区	新城区	老城区	新城区	老城区	新城区
10	90	53	138	95	140	109
20	73	46	94	79	90	44
30	59	48	64	52	63	44
60	49	35	55	45	49	35
注：小雨：2023年11月5日（日降雨量6.2 mm，前期晴天数17天）；中雨：2023年9月13日（日降雨量20.3 mm，前期晴天数10天）；大雨：2023年8月20日（日降雨量41.2 mm，前期晴天数8天）和2023年9月20日（日降雨量40.4 mm，大雨，前期晴天数7天）的均值。						

表C.8 不同降雨强度下居住小区（屋面）径流污染浓度

降雨时间（min）	小雨		中雨		大雨	
	老城区	新城区	老城区	新城区	老城区	新城区
5	64	65	69	69	58	48
10	54	51	65	51	56	46
20	60	39	49	38	41	36
30	57	45	42	33	46	36
60	54	41	48	38	41	37
注：小雨：2023年11月5日（日降雨量6.2 mm，前期晴天数17天）；中雨：2023年9月13日（日降雨量20.3 mm，前期晴天数10天）；大雨：2023年8月20日（日降雨量41.2 mm，前期晴天数8天）和2023年9月20日（日降雨量40.4 mm，大雨，前期晴天数7天）的均值。						

表C.9 不同降雨强度下道路径流污染浓度

降雨时间（min）	小雨		中雨		大雨	
	老城区	新城区	老城区	新城区	老城区	新城区
5	135	129	163	123	167	152
10	70	72	86	65	86	67
20	54	56	46	46	43	43
30	40	43	32	35	34	28
60	26	36	20	22	17	20
注：小雨：2023年11月5日（日降雨量6.2 mm，前期晴天数17天）；中雨：2023年9月13日（日降雨量20.3 mm，前期晴天数10天）；大雨：2023年8月20日（日降雨量41.2 mm，前期晴天数8天）和2023年9月20日（日降雨量40.4 mm，大雨，前期晴天数7天）的均值。						

表C.10 不同降雨强度下公共建筑径流污染浓度

降雨时间（min）	小雨		中雨		大雨	
	老城区	新城区	老城区	新城区	老城区	新城区
5	146	128	169	144	176	152
10	86	88	77	65	73	79
20	49	47	53	42	66	56
30	41	46	42	42	28	44

表 C.10 不同降雨强度下公共建筑径流污染浓度（续）

降雨时间（min）	小雨		中雨		大雨	
	老城区	新城区	老城区	新城区	老城区	新城区
60	34	34	29	24	21	21
注：小雨：2023年11月5日，日降雨量6.2 mm，前期晴天数17天；中雨：2023年9月13日，日降雨量20.3 mm，前期晴天数10天；大雨：2023年8月20日，日降雨量41.2 mm，前期晴天数8天和2023年9月20日，日降雨量40.4 mm，大雨，前期晴天数7天的均值。						

表C.11 不同降雨强度下商业地块径流污染浓度

降雨时间（min）	小雨		中雨		大雨	
	老城区	新城区	老城区	新城区	老城区	新城区
5	113	108	116	119	105	93
10	97	92	59	100	64	79
20	63	57	45	62	45	57
30	41	44	29	52	27	40
60	34	40	23	41	19	27
注：小雨：2023年11月5日（日降雨量6.2 mm，前期晴天数17天）；中雨：2023年9月13日（日降雨量20.3 mm，前期晴天数10天）；大雨：2023年8月20日（日降雨量41.2 mm，前期晴天数8天）和2023年9月20日（日降雨量40.4 mm，大雨，前期晴天数7天）的均值。						

表C.12 不同降雨强度下绿地径流污染浓度

降雨时间（min）	小雨		中雨		大雨	
	老城区	新城区	老城区	新城区	老城区	新城区
5	97	40	98	51	95	37
10	55	28	56	43	56	32
20	45	27	24	26	30	22
30	35	21	23	25	25	11
60	27	17	20	16	18	9
注：小雨：2023年11月5日（日降雨量6.2 mm，前期晴天数17天）；中雨：2023年9月13日（日降雨量20.3 mm，前期晴天数10天）；大雨：2023年8月20日（日降雨量41.2 mm，前期晴天数8天）和2023年9月20日（日降雨量40.4 mm，大雨，前期晴天数7天）的均值。						

表C.13 不同降雨强度下工业地块径流污染浓度

降雨时间（min）	小雨	中雨	大雨
5	139	124	111
10	88	97	91
20	61	87	65
30	53	62	38
60	54	51	33
注：小雨：2023年11月5日（日降雨量6.2 mm，前期晴天数17天）；中雨：2023年9月13日（日降雨量20.3 mm，前期晴天数10天）；大雨：2023年8月20日（日降雨量41.2 mm，前期晴天数8天）和2023年9月20日（日降雨量40.4 mm，大雨，前期晴天数7天）的均值。			

C. 10 表 C. 14、表 C. 15 给出了模型常用参数推荐表。

表C. 14 水文水力参数本地化取值推荐

类别	参数类型	取值范围
地表注蓄参数	不渗透面积注蓄量	0.2 mm~10 mm
	渗透面积注蓄量	2 mm~10 mm
	无注蓄量不渗透面积比例	5%~85%
渗透模型参数	最大入渗率	25 mm·h ⁻¹ ~80 mm·h ⁻¹
	稳定入渗率	0 mm·h ⁻¹ ~10 mm·h ⁻¹
	衰减系数	2 h ⁻¹ ~7 h ⁻¹
	干燥时间	1d~7 d
曼宁粗糙率参数	不渗透区曼宁粗糙率	0.011~0.033
	透水区曼宁粗糙率	0.05~0.8
	管道曼宁粗糙率	0.011~0.25

表C. 15 低影响开发设施模块参数取值

设施类型	设施结构	设施参数	取值	数据来源
透水路面	表面层	存水高度	0 mm	设计
		地表曼宁系数	0.01~0.1	文献
		表面坡度	0.06%~1.0%	文献
	路面层	路面厚度	10 mm~180 mm	设计
		孔隙率	0.15~0.25	文献
		不透水地表比例	0~0.5	设计
		渗透率	10 mm/h~100 mm/h	文献
	土壤层	土壤厚度	0 mm~180 mm	设计
		存水高度	0 mm	设计
		地表曼宁系数	0.01~0.1	文献
		表面坡度	0.06%~1.0%	文献
		路面厚度	10 mm~180 mm	设计
		孔隙率	0.15~0.25	文献
		不透水地表比例	0~0.5	设计
		渗透率	10 mm/h~100 mm/h	文献
		土壤厚度	0 mm~180 mm	设计
透水路面	土壤层	孔隙率	0.25~0.5	文献
		田间持水量	0.2	文献
		萎蔫点	0.1	文献
		传导性	0.5 mm/h	文献
		水力传导坡度	10	文献
		吸水水头	3.5	文献
	蓄水层	蓄水厚度	60 mm~300 mm	设计
		孔隙率	0.11~0.75	文献
		渗透率	0 mm/h~0.5 mm/h	文献

表C.15 低影响开发设施模块参数取值（续）

设施类型	设施结构	设施参数	取值	数据来源
雨水花园	表面层	存水高度	300 mm	设计
		绿化比例	0.2	设计
		地表曼宁系数	0.02	文献
		表面坡度	0.06%	文献
	土壤层	土壤厚度	300 mm	设计
		孔隙率	0.5	文献
		田间持水量	0.2	文献
		萎蔫点	0.1	文献
		传导性	0.5 mm/h	文献
		水力传导坡度	10	文献
		吸水水头	3.5	设计
	蓄水层	蓄水厚度	200 mm	设计
		孔隙率	0.75	文献
		渗透率	0.5 mm/h	文献
	排水层	排水系数	0.086	文献
		排水指数	0.5	文献
		出口偏移	6 mm	设计
植草沟	表面层	存水高度	200 mm	设计
		地表曼宁系数	0.006	文献
		表面坡度	0.01%	文献
		边坡系数，水平距离/高度差	1	设计

参 考 文 献

- [1] 国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南 （自然资办发〔2023〕234号）
 - [2] 关于发布芜湖市暴雨强度公式的通知 （芜气发〔2023〕2号）
 - [3] 芜湖市（江南、江北）设计降雨雨型技术报告 （2014版）
 - [4] 芜湖市暴雨强度公式编制及设计降雨雨型技术报告 （2023版）
 - [5] 芜湖市典型区域地表降雨径流污染特征研究
 - [6] 芜湖市海绵城市建设豁免清单 （芜海绵〔2022〕2号）
-