

浙江省工程建设标准

DBJ

DBJ 33/T 12××-20××

海绵城市建设区域评估标准

Standards for sponge city construction area evolution

(报批稿)

20××-00-00 发布

20××-00-01 施行

浙江省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发〈2021年度浙江省建筑节能与绿色建筑及相关工程建设标准制修订计划〉（第二批）的通知》（浙建设函〔2021〕286号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合浙江省的实际情况，参考有关国家标准、国内外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分5章和3个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、评估内容、评估方法等。

本标准由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙江省城乡规划设计研究院负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送浙江省城乡规划设计研究院（地址：杭州市西湖区余杭塘路828号，邮编：310030，邮箱：1499035643@qq.com），以供修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人：

主 编 单 位：浙江省城乡规划设计研究院

杭州市城市基础设施建设管理中心

参 编 单 位：浙江省建筑设计研究院

杭州市规划设计研究院

长三角（嘉兴）城乡建设设计集团有限公司

宁波市规划设计研究院

宁波市城建设计研究院有限公司

温州设计集团有限公司

浙江工业大学

主要起草人：赵 萍 王 永 李国君 王思尧 程 江

冯一军	姚吉	冯国光	解明利	梁振凯	
谢明化	陈前虎	刘宏远	陈乙文	郝新宇	
黄屹	李孝安	罗昊进	王贤萍	陈鹏	
童昀	梁勇	康利民	司艺方	王浪	
郑明星	唐志儒	王建国	于俊赞	汤清泉	
胡红	汤泽和	沈炜彬	傅涵杰	刘付锟	
陈珂莉					
主要审查人：	任希岩	宫永伟	游劲秋	许峥	铁志收
	周永潮	许继良	毛立波		

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	5
4 指标体系	6
5 评估方法	7
5.1 核心指标	7
5.2 非核心指标	11
5.3 区域指标	15
附录 A 年径流总量控制率模型参数	16
附录 B 非低影响开发项目的年径流总量控制率本底值	18
附录 C 年径流污染总量削减率模型参数	24
本标准用词说明	26
引用标准名录	27
附：条文说明	29

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	5
4	Indexes system	6
5	Evaluation methods	7
5.1	Core indexes	7
5.2	Non-core indexes	11
5.3	Area indexes	15
Appendix A	Runoff control model parameters	16
Appendix B	Background volume capture ratios of annual rainfall of Non-LID project area	18
Appendix C	Runoff pollution reduction ratios model parameters	24
	Explanation of wording in this standard	26
	Lists of quoted standards	27
	Addition; Explanation of provisions	29

1 总 则

1.0.1 为规范海绵城市建设区域效果的评估，系统化全域推进浙江省海绵城市建设，改善城市生态环境、提升城市防灾减灾能力、扩大优质生态产品供给、增强群众获得感和幸福感，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于浙江省海绵城市建设区域效果的评估。

1.0.3 海绵城市建设区域效果的评估除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 海绵城市 sponge city

通过城市规划、建设的管控，从“源头减排、过程控制、系统治理”着手，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，统筹协调水量与水质、生态与安全、绿色与灰色、景观与功能、岸上与岸下、地上与地下等关系，有效控制城市降雨径流，最大限度地减少城市开发建设行为对原有自然水文特征和水生态环境造成的破坏，使城市能够像“海绵”一样，在适应环境变化、抵御自然灾害等方面具有良好的“弹性”，实现自然积存、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。

2.0.2 区域效果 region effect

以排水分区、城市建成区等区域为单位评估得出的海绵城市建设效果。

2.0.3 城市建成区 urban developed area

城市开发边界内实际已成片开发建设，市政公用设施和公共服务设施基本具备的地区。

2.0.4 海绵城市建设达标区域 sponge city built-up region

经海绵城市建设区域效果的评估，达到海绵城市建设要求的城市建成区，一般由若干排水分区组成。

2.0.5 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。

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

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

2.0.7 年径流污染总量削减率 annual runoff pollution reduction ratios

项目进行低影响开发建设后，相比不进行低影响开发建设所产生的地表面源径流污染物的削减比例，通常以悬浮物 SS、化学需氧量 COD、氨氮 NH₃-N、总磷 TP 等指标计。

2.0.8 低影响开发 lowimpactdevelopment

强调城镇开发应减少对环境的影响，其核心是基于源头控制和降低冲击负荷的理念，构建与自然相适应的排水系统，合理利用空间和采取相应措施削减暴雨径流产生的峰值和总量，延缓峰值流量出现时间，减少城镇面源污染。

2.0.9 内涝防治达标率 flooding-controlled arearatio

达到内涝防治标准的面积与评估区域面积的比例。

2.0.10 内涝积水区段消除比例 ponding points elimination ratio

在内涝防治设计重现期对应的暴雨情况下，海绵城市建设前存在的内涝积水区段，在海绵城市建设后消除的比例。

2.0.11 可透水地面 pervious surface

自然或者人工形成的透水性下垫面，包括绿地、透水铺装、砂石地面、水域等。

2.0.12 生态性岸线 ecological shoreline

为保护城市生态环境而保留的自然岸线或经过生态修复后具备自然特征的岸线。

2.0.13 城市热岛效应 urban heat island (UHI) effect

城市热岛效应指城市建成区的气温高于郊区气温，形成类似高温孤岛的现象。

2.0.14 绿色设施 greeninfrastructure

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。

2.0.15 灰色设施 grayinfrastructure

传统的工程化排水设施。

2.0.16 黑臭水体 black-odorous water

城市建成区内，呈现令人不悦的颜色或散发令人不适气味的
水体的统称。

2.0.17 城市水体 urban waterbody

城市规划区内的河流、湖泊、湿地、坑塘等自然或人工
水体。

3 基本规定

3.0.1 海绵城市建设区域效果的评估应遵循对象选取合理、数据采集详实、方法选用科学和验收评估客观的原则。

3.0.2 海绵城市建设区域效果的评估应以城市建成区为主要对象，对城市建成区范围内源头减排项目、过程控制和末端治理项目、排水分区及城市建成区整体的海绵城市建设效果进行评估。

3.0.3 海绵城市建设区域效果的评估结果应为按排水分区为单元进行统计，达到本标准要求的城市建成区面积占城市建成区总面积的比例。

3.0.4 海绵城市建设达标区域，应衔接国土空间规划，统筹流域区域，且宜在城市建成区内集中连片划定。

4 指标体系

4.0.1 海绵城市建设区域效果的评估指标应包括核心指标、非核心指标和区域指标。

4.0.2 海绵城市建设区域效果的评估指标体系构成应符合表 4.0.2 的要求。

表 4.0.2 海绵城市建设区域效果的评估指标体系

评估类别	序号	评估指标	备注
核心指标	1	年径流总量控制率	水生态
	2	年径流污染总量削减率	水环境
	3	内涝防治达标率	水安全
	4	内涝积水区段消除比例	水安全
	5	可透水地面面积比例	自然生态格局
非核心指标	6	生态性岸线比例	水生态
	7	地下水位控制	水生态
	8	热岛效应缓解	水生态
	9	城市生活污水集中收集率	水环境
	10	城市污水处理厂进水 BOD 平均浓度	水环境
	11	排水管网普查与 GIS 信息平台建设	水环境
	12	水体环境质量	水环境
	13	防洪达标率	水安全
	14	雨水资源化利用率	水资源
	15	污水再生利用率	水资源
	16	供水管网漏损率	水资源
	17	水面率	自然生态格局
	18	公共绿地率	自然生态格局
	19	滞洪区达标率	自然生态格局
区域指标	20	海绵城市建设达标区域	建设成效

注：项目层面重点关注年径流总量控制率、年径流污染总量削减率、可透水地面面积比例；排水分区层面和城市建成区层面关注各项指标。

5 评估方法

5.1 核心指标

I 年径流总量控制率

5.1.1 海绵城市建设达标区域的年径流总量控制率应达到海绵城市专项规划要求。

5.1.2 海绵城市建设项目的年径流总量控制率评估应采用数据监测法、数学模型法和容积规模核算法等方法与现场检查相结合进行，评估方式选择应符合下列要求：

1 当监测数据完整时，应采用数据监测法与现场检查相结合进行评估；

2 当监测数据不足时，应采用数学模型法与现场检查相结合进行评估，模型参数应采用监测数据进行率定，监测数据资料不足以率定模型参数时，模型参数宜按本标准附录 A 取值；

3 当不具备数学模型条件时，应采用容积规模核算法与现场检查相结合进行评估。

4 当不具备理论计算条件时，海绵城市建设项目的年径流总量控制率评估可采用综合雨量径流系数法按下式估算：

$$C_R = (1 - \Psi) \times 100\% \quad (5.1.2)$$

式中： C_R ——年径流总量控制率（%）；

Ψ ——综合雨量径流系数。

5.1.3 排水分区的年径流总量控制率评估应采用面积加权平均方法。

5.1.4 排水分区内未实施低影响开发的项目的年径流总量控制

率评估宜采用数学模型进行评估，也可按本标准附录 B 取值进行估算。

II 年径流污染总量削减率

5.1.5 海绵城市建设项目的年径流污染总量削减率评估水质指标应以 SS 为主；当条件具备时，也可对 COD、NH₃-N、TP 等水质指标进行评估。评估应采用数据监测法、数学模型法和去除率估算法等方法进行，评估方式选择应符合下列要求：

1 当监测数据完整时，应采用数据监测法进行评估；

2 当监测数据不完整，但具备数学模型条件时，应采用数学模型法进行评估，模型参数应采用监测数据进行率定，监测数据资料不足以率定模型参数时，模型参数宜按本标准附录 C 取值。

3 当不具备数学模型条件时，可采用去除率估算法按下式计算：

$$D_x = \sum D_i F_i \quad (5.1.5)$$

式中： D_x ——项目综合年径流污染总量削减率估算值（%）；

D_i ——项目中第 i 个汇水分区中低影响开发措施的去除率估算值（%），若无低影响开发措施，取值为 0；

F_i ——项目中第 i 个汇水分区面积占项目总面积的比例（%）。

5.1.6 海绵城市建设达标区域的年径流污染总量削减率评估应采用低影响开发项目的年径流污染总量削减率按面积加权后表征，按下式计算：

$$P_{wr} = \frac{\sum (P_i \times A_i)}{\sum A_i} \times 100\% \quad (5.1.6)$$

式中： P_{wr} ——区域的年径流污染总量削减率；

P_i ——各低影响开发项目的年径流污染总量削减率（%）；

A_i ——各项目的占地面积（m²）。

III 内涝防治达标率

5.1.7 海绵城市建设达标区域的内涝防治达标率应按下列公式计算：

$$P_{fb} = \frac{S_{fb}}{S_{jc}} \times 100\% \quad (5.1.7)$$

式中： P_{fb} ——内涝防治达标率（%）；

S_{fb} ——达到内涝防治标准的面积（ km^2 ）；

S_{jc} ——城市建成区面积（ km^2 ）。

5.1.8 海绵城市建设达标区域的内涝防治达标率所对应的内涝防治标准应符合现行国家标准《城镇内涝防治技术规范》GB 51222 与浙江省标准《内涝防治技术标准》DB33/T 1109 的规定。海绵城市建设达标区域的内涝防治应符合下列要求：

1 当遭遇雨水管渠设计重现期对应降雨情况时，不应有积水现象；

2 当遭遇内涝防治设计重现期对应降雨情况时，不应出现内涝。

5.1.9 内涝防治效果评估应采用数学模型模拟、水位或摄像监测资料查阅与现场观测相结合的方法进行，并应符合下列规定：

1 当具备数学模型模拟条件时，应优先采用数学模型模拟的方法进行评估，并应符合下列要求：

1) 模型模拟应具有地面产汇流、管道汇流、地面漫流、河湖水系等功能；

2) 模型模拟应采用管网拓扑、下垫面、地形数据，加载内涝防治设计重现期下的最小时间段为 5min 总历时为 1440min 的设计雨型数据，并利用重要易涝点积水监测数据与管渠缺陷数据进行率定；

3) 模型模拟的地面积水范围、积水深度和退水时间评估，应符合现行浙江省标准《内涝防治技术标准》DB33/T1109 的

规定；

2 当不具备数学模型模拟条件时，可查阅至少近 1 年的实际暴雨下的水位或摄像监测资料，当实际暴雨的最大 1h 降雨量不低于内涝防治设计重现期标准时，采用重要易涝点的积水范围、积水深度、退水时间等因素进行内涝风险评估，评估方法应符合现行浙江省标准《内涝防治技术标准》DB33/T 1109 的规定。

IV 内涝积水区段消除比例

5.1.10 海绵城市建设达标区域的内涝积水区段消除比例应按下式计算：

$$P_{nl} = \frac{N_{xc}}{N_z} \times 100\% \quad (5.1.10)$$

式中： P_{nl} ——内涝积水区段消除比例（%）；

N_{xc} ——城市建成区内已消除严重影响生产生活秩序的易涝积水区段数量（个）；

N_z ——城市建成区内全部严重影响生产生活秩序的易涝积水区段数量（个）。

5.1.11 内涝积水区段消除比例评估应采用设计施工资料结合水位或摄像监测资料查阅的方法进行，并应符合下列规定：

1 应查阅设计施工资料，城市重要易涝点的道路边沟和低洼处排水的设计径流水深不应大于 15cm；

2 应筛选最大 1h 降雨量不低于现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 规定的内涝防治设计重现期标准的降雨，分析该降雨强度下的水位或摄像监测资料，城市重要易涝点的道路边沟和低洼处的径流水深不应大于 15cm，且雨后退水时间不应大于 30min。

V 可透水地面面积比例

5.1.12 可透水地面面积比例应按下式计算：

$$P_{kt} = \frac{S_{kt}}{S_{jc}} \times 100\% \quad (5.1.12)$$

式中： P_{kt} ——可透水地面面积比例（%）；

S_{kt} ——具有渗透能力的地表（含水域）面积（ km^2 ）；

S_{jc} ——城市建成区面积（ km^2 ）。

5.1.13 可透水地面面积比例评估应结合自然资源与规划部门的地理普查数据、卫星影像图进行评估，并宜通过园林部门的绿地面积比例、水利部门的水面面积比例校核。

5.2 非核心指标

I 生态性岸线比例

5.2.1 水体生态性岸线比例应按下式计算：

$$P_s = \frac{L_s}{L_{ts}} \times 100\% \quad (5.2.1)$$

式中： P_s ——生态性岸线比例（%）；

L_s ——生态性岸线长度（km）；

L_{ts} ——水体岸线总长度（km）。

II 地下水位控制

5.2.2 地下水位控制的评估应符合下列规定：

1 地下水变化应重点监测城市建成区水位变化情况，海绵城市建设前的监测数据系列长度应不少于5年，海绵城市建设后的监测数据系列长度应不少于1年。

2 地下水水位监测应符合现行国家标准《地下水监测工程技术规范》GB/T 51040 的规定。

3 地下水水位监测应采用将海绵城市建设前建成区地下水水位的年平均降幅 Δh_1 与建设后建成区地下水水位的年平均降幅

Δh_2 进行比较的方式, Δh_2 应小于 Δh_1 ; 或海绵城市建设后建成区地下水水位应上升。

4 当海绵城市建设后监测资料年数只有 1 年时, 获取该年前 1 年与该年地下水水位的差值 Δh_3 , 与 Δh_1 比较, Δh_3 应小于 Δh_1 , 或海绵城市建设后建成区地下水水位应上升。

III 热岛效应缓解

5.2.3 城市热岛效应缓解的评估应符合下列规定:

1 应监测城市建成区与周边郊区的气温变化情况, 气温监测应符合现行国家标准《地面气象观测规范空气温度和湿度》GB/T 35226 的规定。

2 海绵城市建设前的监测数据应至少为近 5 年的 6 月~9 月日平均气温, 海绵城市建设后的监测数据应至少为 1 年的 6 月~9 月日平均气温。

3 应将海绵城市建设前建成区与郊区日平均气温的差值 ΔT_1 跟建成后建成区与郊区日平均气温的差值 ΔT_2 进行比较, ΔT_2 应小于 ΔT_1 。

IV 排水管网完善度

5.2.4 排水管网完善度采用城市生活污水集中收集率和城市污水处理厂进水 BOD 平均浓度进行表征。城市生活污水集中收集率和城市污水处理厂进水 BOD 平均浓度应达到海绵城市或排水相关规划的目标要求。相关规划未做要求时, 城市生活污水集中收集率宜大于 75%, 城市污水处理厂进水 BOD 平均浓度宜大于 100mg/L。

5.2.5 排水管网建设应合理衔接灰色设施和绿色设施, 发挥绿色设施控制径流污染、合流制溢流污染及净化水质等作用; 新建区域排水体制应采用分流制; 合流制区域宜增加海绵城市建设面积占比。

5.2.6 排水管网管理应完成管线普查，并建立地理信息系统平台。

V 水体环境质量

5.2.7 水体环境质量评估应符合下列要求：

1 评估水体环境改善情况应以水体不黑臭、水质不劣于海绵城市建设前为标准，并应达到水环境功能区划或海绵城市专项规划制定的水质目标。

2 旱季、雨季河流水系下游断面水质均不宜劣于上游来水水质；具有人工配水设施的河流水系，宜在非人工配水影响期进行评估。

VI 防洪达标率

5.2.8 防洪标准应由所在城市有效期内的防洪规划或流域规划确定；无可执行的城市防洪规划或流域规划时，应符合现行国家标准《防洪标准》GB50201 的规定。

5.2.9 防洪达标率应按下式计算：

$$P_{fh} = \frac{S_d}{S_{jc}} \times 100\% \quad (5.2.9)$$

式中： P_{fh} ——防洪达标率（%）；

S_d ——达到防洪标准的区域面积（ km^2 ）；

S_{jc} ——城市建成区面积（ km^2 ）。

5.2.10 防洪达标率应与洪水风险控制要求相协调。

VII 雨水资源化利用率

5.2.11 雨水资源化利用率应达到海绵城市、水资源或排水相关规划的要求。相关规划未做要求时，雨水资源化利用率取值宜符合表 5.2.11 的规定。

表 5.2.11 雨水资源化利用率取值 (%)

区域	雨水资源化利用率	
	近期	远期
缺水城市	2~3	3~5
其他城市	1~2	2~3

注：缺水城市为年均水资源量低于 1000m³或由于水质型缺水从外流域引水的城市。

VIII 污水再生利用率

5.2.12 污水再生利用率应达到海绵城市或排水相关规划的要求。海绵城市或排水相关规划未做要求时，污水再生利用率取值宜符合表 5.2.12 的规定。

表 5.2.12 污水再生利用率取值 (%)

区域	污水再生利用率	
	近期	远期
缺水城市	10~20	20~30
其他城市	5~10	10~20

注：缺水城市为年均水资源量低于 1000m³或由于水质型缺水从外流域引水的城市。

IX 供水管网漏损率

5.2.13 供水管网漏损率应达到海绵城市或供水相关规划的要求。海绵城市或供水相关规划未做要求时，可按不大于 10% 确定。

X 其他指标

5.2.14 其他自然生态格局评估指标包括水面率、公共绿地率和滞洪区达标率，均应达到相应水域保护规划、园林绿地规划、防洪排涝规划的要求。

5.3 区域指标

5.3.1 海绵城市建设达标区域的核心指标应达到海绵城市相关规划或实施方案确定的目标；海绵城市建设达标区域的非核心指标宜达到海绵城市相关规划或实施方案确定的目标。

5.3.2 当海绵城市建设达标区域的年径流总量控制率初评结果低于达标要求时，可按年径流总量控制率数值进行面积折算，但初评结果与达标要求的差距不应大于 15%（绝对百分数）。

$$F_{Z\text{达标}} = F_{C\text{达标}} \times \frac{C_{CR}}{C_{MR}} \times 100\% \quad (5.3.2)$$

式中： $F_{Z\text{达标}}$ ——城市建成区内达标的折算面积（ km^2 ）；

$F_{C\text{达标}}$ ——城市建成区内达标的初评面积（ km^2 ）；

C_{CR} ——年径流总量控制率初评结果（%）；

C_{MR} ——年径流总量控制率达标要求（%）。

5.3.3 海绵城市建设达标区域可包含少量具有滞蓄雨水和强排功能的河道以及具有主动调蓄功能的湖泊、湿地等水体。

附录 A 年径流总量控制率模型参数

A.0.1 土质渗透参数可按表 A.0.1 取值。

表 A.0.1 土质渗透参数

土壤组织类型	K	Ψ	φ	FC	WP
砂土	120.40	49.02	0.437	0.062	0.024
壤质砂土	29.97	60.96	0.437	0.105	0.047
砂质壤土	10.92	109.98	0.453	0.190	0.085
壤土	3.30	88.90	0.463	0.232	0.116
粉质壤土	6.60	169.93	0.501	0.284	0.135
砂质粘壤土	1.52	219.96	0.398	0.244	0.136
粘质壤土	1.02	210.06	0.464	0.310	0.187
粉质粘壤土	1.02	270.00	0.471	0.342	0.210
砂质粘土	0.51	240.03	0.430	0.321	0.221
粉质粘土	0.51	290.07	0.479	0.371	0.251
粘土	0.25	320.04	0.475	0.378	0.265

注：K——导水率，mm/hr； Ψ ——吸水头，mm； φ ——孔隙率，分数；FC——产水能力，分数；WP——萎蔫点，分数。

A.0.2 低影响开发设施与模型概化对应关系可按表 A.0.2 确定。

表 A.0.2 低影响开发设施与模型概化对应关系

低影响 开发设施 \ 模型概化 类型	生物滞 留设施	透水 铺装	渗渠	雨水罐	植草沟	雨水 花园	绿色 屋顶
透水砖铺装	—	√	—	—	—	—	—
透水水泥混凝土	—	√	—	—	—	—	—
透水沥青混凝土	—	√	—	—	—	—	—
绿色屋顶	—	—	—	—	—	—	√
下沉式绿地	√	—	—	—	—	—	—
简易型生物滞留设施	√	—	—	—	—	—	—
复杂型生物滞留设施	√	—	—	—	—	—	—
雨水花园	—	—	—	—	—	√	—
渗透塘	—	—	√	—	—	—	—
渗井	—	—	√	—	—	—	—
湿塘	—	—	√	—	—	—	—
雨水湿地	√	—	—	—	—	—	—
蓄水池	—	—	—	√	—	—	—
雨水罐	—	—	—	√	—	—	—
调节塘	—	—	—	—	—	√	—
调节池	—	—	—	√	—	—	—
转输型植草沟	—	—	—	—	√	—	—
干式植草沟	—	—	—	—	√	—	—
湿式植草沟	—	—	—	—	√	—	—
渗管/渠	—	—	√	—	—	—	—
植被缓冲带	—	—	—	—	√	—	—
初期雨水弃流设施	—	—	—	√	—	—	—
人工土壤渗滤	√	—	—	—	—	—	—

附录 B 非低影响开发项目的年径流 总量控制率本底值

B.0.1 不同类型、不同土质的用地地块年径流总量控制率本底可按表 B.0.1 取值。

**表 B.0.1 不同类型、不同土质的用地地块年径流
总量控制率本底值**

城市	序号	用地类型	不同土质下的年径流总量控制率		
			砂质粉土	粉质粘土	淤泥质土
杭州市主城区	1	居住	39%	37%	34%
	2	公建	31%	29%	27%
	3	商业办公	27%	25%	23%
	4	公园绿地	84%	79%	73%
	5	道路	19%	18%	17%
	6	工业	23%	22%	20%
	7	防护绿地	84%	79%	73%
	8	农田	89%	84%	78%
	9	空地	56%	53%	49%

续表B.0.1

城市	序号	用地类型	不同土质下的年径流总量控制率		
			砂质粉土	粉质粘土	淤泥质土
宁波市主城区	1	居住	40%	37%	34%
	2	公建	31%	30%	27%
	3	商业办公	27%	26%	24%
	4	公园绿地	84%	80%	74%
	5	道路	19%	19%	17%
	6	工业	23%	22%	21%
	7	防护绿地	84%	80%	74%
	8	农田	89%	85%	78%
	9	空地	57%	53%	49%
温州市主城区	1	居住	36%	34%	31%
	2	公建	28%	26%	24%
	3	商业办公	24%	23%	21%
	4	公园绿地	80%	74%	68%
	5	道路	17%	16%	14%
	6	工业	20%	19%	18%
	7	防护绿地	80%	74%	68%
	8	农田	85%	79%	72%
	9	空地	53%	49%	45%

续表B.0.1

城市	序号	用地类型	不同土质下的年径流总量控制率		
			砂质粉土	粉质粘土	淤泥质土
嘉兴市主城区	1	居住	41%	39%	36%
	2	公建	33%	31%	29%
	3	商业办公	29%	27%	25%
	4	公园绿地	85%	81%	75%
	5	道路	21%	20%	19%
	6	工业	25%	24%	22%
	7	防护绿地	85%	81%	75%
	8	农田	90%	85%	79%
	9	空地	58%	55%	51%
湖州市主城区	1	居住	40%	38%	35%
	2	公建	32%	30%	28%
	3	商业办公	28%	27%	25%
	4	公园绿地	85%	80%	75%
	5	道路	20%	19%	18%
	6	工业	24%	23%	22%
	7	防护绿地	85%	80%	75%
	8	农田	90%	85%	79%
	9	空地	57%	54%	50%

续表B.0.1

城市	序号	用地类型	不同土质下的年径流总量控制率		
			砂质粉土	粉质粘土	淤泥质土
绍兴市主城区	1	居住	40%	38%	35%
	2	公建	32%	30%	28%
	3	商业办公	28%	26%	24%
	4	公园绿地	85%	80%	74%
	5	道路	20%	19%	18%
	6	工业	24%	22%	21%
	7	防护绿地	85%	80%	74%
	8	农田	90%	85%	79%
	9	空地	57%	54%	50%
金华市主城区	1	居住	41%	38%	35%
	2	公建	32%	30%	28%
	3	商业办公	28%	27%	25%
	4	公园绿地	85%	80%	74%
	5	道路	20%	19%	18%
	6	工业	24%	23%	21%
	7	防护绿地	85%	80%	74%
	8	农田	90%	85%	79%
	9	空地	58%	54%	50%

续表B.0.1

城市	序号	用地类型	不同土质下的年径流总量控制率		
			砂质粉土	粉质粘土	淤泥质土
衢州市主城区	1	居住	38%	35%	32%
	2	公建	30%	27%	25%
	3	商业办公	26%	24%	22%
	4	公园绿地	83%	77%	70%
	5	道路	18%	17%	15%
	6	工业	22%	20%	19%
	7	防护绿地	83%	77%	70%
	8	农田	88%	82%	74%
	9	空地	55%	51%	46%
舟山市主城区	1	居住	39%	37%	34%
	2	公建	31%	29%	27%
	3	商业办公	27%	25%	24%
	4	公园绿地	83%	78%	72%
	5	道路	19%	18%	17%
	6	工业	23%	22%	20%
	7	防护绿地	83%	78%	72%
	8	农田	88%	83%	76%
	9	空地	56%	52%	48%

续表B.0.1

城市	序号	用地类型	不同土质下的年径流总量控制率		
			砂质粉土	粉质粘土	淤泥质土
台州市主城区	1	居住	37%	35%	32%
	2	公建	29%	28%	25%
	3	商业办公	26%	24%	22%
	4	公园绿地	80%	75%	68%
	5	道路	18%	17%	16%
	6	工业	22%	21%	19%
	7	防护绿地	80%	75%	68%
	8	农田	85%	79%	72%
	9	空地	54%	50%	45%
丽水市主城区	1	居住	41%	39%	36%
	2	公建	33%	31%	29%
	3	商业办公	29%	27%	25%
	4	公园绿地	86%	81%	75%
	5	道路	21%	20%	19%
	6	工业	25%	23%	22%
	7	防护绿地	86%	81%	75%
	8	农田	91%	86%	80%
	9	空地	58%	55%	51%

注：本表中的数值为根据一般地块的绿化率、建筑密度、容积率以及道路的绿化带宽度占比参数等进行模拟实验所获得的平均值，具体在参考过程中应根据实际项目的情况进行上下浮动取值。

附录 C 年径流污染总量削减率模型参数

C.0.1 雨水污染物 SS 指标积累和冲刷模型参数值可按表 C.0.1 取值。

表 C.0.1 雨水污染物 SS 指标积累和冲刷模型参数

序号	用地性质	增长 C_1	增长 C_2	冲刷 C_1	冲刷 C_2	SS 冲刷模型
		kg/ha	d^{-1}	$(mm/h)^{-C_2}/h$	—	EMC (mg/L)
1	公建	65	0.5	0.059	1.8	160
2	居住	77	0.5	0.032	2.2	200
3	商业	89	0.2	0.032	2.2	180
4	公园	232	0.5	0.309	1.2	120
5	道路	54	0.2	0.015	2.5	300
6	工业	120	0.2	0.014	2.5	250

C.0.2 雨水污染物 COD 指标积累和冲刷模型参数值可按表 C.0.2 取值。

表 C.0.2 雨水污染物 COD 指标积累和冲刷模型参数

序号	用地性质	增长 C_1	增长 C_2	冲刷 C_1	冲刷 C_2
		kg/ha	d^{-1}	$(mm/h)^{-C_2}/h$	
1	公建	44.75	0.49	31.25	1.8
2	居住	45	0.535	30.5	1.795
3	商业	45	0.525	31	1.78
4	公园	31.25	0.45	20.75	1.745
5	道路	63	0.525	35.5	2.005
6	工业	44.25	0.515	34.25	1.725

C.0.3 雨水污染物 $\text{NH}_3\text{-N}$ 指标积累和冲刷模型参数值可按表 C.0.3 取值。

表 C.0.3 雨水污染物 $\text{NH}_3\text{-N}$ 指标积累和冲刷模型参数

序号	用地性质	增长 C_1	增长 C_2	冲刷 C_1	冲刷 C_2
		kg/ha	d^{-1}	$(\text{mm/h})^{-C_2/\text{h}}$	
1	公建	3.85	0.28	10.95	1.865
2	居住	3.85	0.32	12	1.81
3	商业	3.95	0.295	11.1	1.84
4	公园	2.95	0.18	7.65	1.8
5	道路	4.4	0.43	12	1.885
6	工业	4.05	0.29	14.25	1.83

C.0.4 雨水污染物 TP 指标积累和冲刷模型参数值可按表 C.0.4 取值。

表 C.0.4 雨水污染物 TP 指标积累和冲刷模型参数

序号	用地性质	增长 C_1	增长 C_2	冲刷 C_1	冲刷 C_2
		kg/ha	d^{-1}	$(\text{mm/h})^{-C_2/\text{h}}$	
1	公建	0.395	0.2	6.35	1.675
2	居住	0.395	0.2	6.3	1.685
3	商业	0.4	0.2	6.05	1.69
4	公园	0.355	0.205	5.65	1.63
5	道路	0.445	0.2	7.4	1.69
6	工业	0.39	0.2	6.65	1.685

C.0.5 雨水污染物降解模型参数 K 值可按表 C.0.5 取值。

表 C.0.5 雨水污染物降解模型参数 K 值

地形	山区	平原	
COD	(d^{-1})	0.5	0.15
$\text{NH}_3\text{-N}$	(d^{-1})	0.2	0.15
TP	(d^{-1})	0.07	0.07

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：

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：

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：

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，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《室外排水设计标准》 GB 50014
- 《防洪标准》 GB 50201
- 《城镇内涝防治技术规范》 GB 51222
- 《海绵城市建设评价标准》 GB/T 51345
- 《地下水监测工程技术规范》 GB/T 51040
- 《地面气象观测规范空气温度和湿度》 GB/T 35226
- 《内涝防治技术标准》 DB33/T 1109

浙江省工程建设标准

海绵城市建设区域评估标准

Standards for sponge city construction area evolution

DBJ 33/T 12××-20××

条文说明

目 次

1 总 则	33
2 术 语	34
3 基本规定	36
4 指标体系	38
5 评估方法	39
5.1 核心指标	39
5.2 非核心指标	46
5.3 区域指标	55
附录 A 年径流总量控制率模型参数	57
附录 B 非低影响开发项目的年径流总量控制率本底值	59
附录 C 年径流污染总量削减率模型参数	62

1 总 则

1.0.1 海绵城市是落实生态文明建设理念、践行绿色发展要求的重要举措之一，有利于推进城市基础设施的系统性建设，有利于将城市建成人与自然和谐共生的生命共同体。海绵城市列入2020年省政府重点工作，浙江省第十三届人民代表大会第三次会议要求启动实施一批海绵城市示范性工程，为高质量推动浙江省海绵城市建设工作，科学指导全省海绵城市示范性工程建设，急需出台适合浙江省特点的海绵城市建设区域效果的评估标准，本标准正是在此背景下应运而生。

1.0.2 海绵城市建设是涉及到建筑、园林、道路等不同的专业，因此相关的屋面构造、植物种植、道路结构等方面的标准也需要遵循；目前，海绵城市建设所涉及的其他不同专业的主要标准罗列如下，当标准修订或有新的相关标准实施时，应按最新标准执行：《屋面工程技术规范》GB 50345、《种植屋面工程技术规程》JGJ 155、《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400、《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174、《模块化雨水储水设施技术标准》CJJ/ T 311、《模块化雨水储水设施》CJ/ T 542、《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/ T 135、《透水砖路面技术规程》CJJ/ T 188、《透水沥青路面技术规程》CJJ/ T 190、《绿化种植土壤》CJ/ T 340。

2 术 语

2.0.1 海绵城市涉及到水安全、水环境、水资源、水生态等体系，是多方面工作的统筹；而低影响开发是其中一项核心措施，污水提质增效、雨污分流、排水防涝、污水再生利用、水面率保护等各项工作已在浙江省“五水共治”中得到贯彻落实，较为薄弱的是低影响开发建设方面；国办发〔2015〕75号文提出的全国范围内将70%降雨就地消纳，也需要开展低影响开发建设，同时提出的2020年20%的建成区面积、2030年80%的建成区面积也与之密切相关；因此本标准在评估中注重补短板，充分关注低影响开发理念。

2.0.2 区域效果的评估包括项目、排水分区、建成区三个层面。

2.0.3 城市建成区一般以自然资源与规划部门核实的范围为准。

2.0.5 排水分区强调输送和排放，末端排放口为下游排水管渠或河道、湖泊等水域，其中下游排水管渠的容纳能力或水域的水位为其边界条件。汇水分区强调排水管渠或水体为容纳主体，以排水管渠或河道等水域的承载能力为其边界条件。

2.0.11 可透水地面包括的范围根据住房和城乡建设部办公厅《关于开展2020年度海绵城市建设评估工作的通知》（建办城函〔2020〕179号）确定。与可透水地面（pervious surface）相对的概念为硬化地面（impervious surface），硬化地面指通过人工行为使自然地面硬化形成的不透水地面；硬化汇水面面积包含评估范围内所有的非绿化屋面、不透水地（表）面等，不含绿地、水面、透水铺装地面或常年径流系数约小于0.30的下垫面，也不含地下室顶板上的绿地、透水铺装。

2.0.12 河道岸线类型可分为生态性岸线、生产性岸线、生活性

岸线和防洪岸线。生态性岸线首先是有明显生态特征的自然岸线，需要加强原生态保护；经过生态修复后具备自然特征的生态性岸线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，以及边坡稳定且防止水流侵袭、淘刷的自然堤岸。生产性岸线指工程设施和工业生产使用的岸线；生产性岸线主要为满足城市正常的交通、船舶制造、取水、排水等工程和生产需要，包括港口、码头、趸船、船舶停靠、桥梁、高架路、泵站、排水闸等设施。生活性岸线指提供城市游憩、居住、商业、文化等日常活动的岸线；生活性岸线主要满足城市景观、市民休闲、娱乐和展现城市特色的需要。防洪岸线是指根据国家规定的防洪标准确定的洪水水面与陆域的交接线。

2.0.13 城市热岛效应成因一般包括城市下垫面性质的改变、大气污染以及人工废热排放等。

2.0.15 灰色设施包括钢筋混凝土排水管渠、泵站等生产或运行耗能较高的排水工程设施。

2.0.16 根据住房城乡建设部和环境保护部 2015 年发布的《城市黑臭水体整治工作指南》，黑臭水体消除的标准为，透明度应大于 25cm，当水深小于 25cm 时，该指标按水深的 40%取值，溶解氧应大于 2.0mg/L，氧化还原电位应大于 50mV，氨氮应小于 8.0mg/L；否则列为黑臭水体。

3 基本规定

3.0.2 城市建成区面积以中国城市统计年鉴中评估年的数据为准。海绵城市建设评估对象分为三个层面：源头减排、过程控制和末端治理项目，排水分区及建成区整体。根据国家标准《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345-2018，海绵城市建设的评估应为城市建成区范围，考虑到浙江山地、丘陵、平原河网地区的特殊性，水环境和水安全体系的建设效果评估范围应兼顾排水分区范围。按照系统化全域推进海绵城市建设的思路，要体现从区域流域、城市、设施、社区的不同层级。

3.0.3 海绵城市建设是一种理念，应通过海绵城市建设同步改善水生态、水环境、水安全、水资源等方面存在的问题。海绵城市建设评估的结果应按排水分区为单元进行统计，即以排水分区为基础，对评估范围内的水生态、水环境、水安全、水资源、自然生态格局等指标进行综合评估，设立综合指标体系，按排水分区为单元进行海绵城市建设达标情况评估，形成评估总分，判断达标面积。达到海绵城市建设要求的排水分区全部计入海绵城市建成区面积。区域效果的综合评估可按公式表征：

$$P_E = F_{\text{达标}} / F_{\text{建成区}} \quad (3-1)$$

式中： P_E ——区域效果的综合评估指标（%）。

$F_{\text{达标}}$ ——城市建成区内达到本标准要求的面积（ km^2 ）。

$F_{\text{建成区}}$ ——城市建成区面积（ km^2 ）。

海绵城市建设达标区域应包含于城市建成区范围内，宜由完整的排水分区组成。

3.0.4 海绵城市建设达标区域应着眼于流域区域，体现全域建设的新理念，从流域特征分析，从区域带动考虑，将系统化全域

推进海绵城市建设的思路贯穿到评估的过程中。海绵城市建成区域作为各地考核的主要对象，首先应进行内涵界定。实际评估过程中，一般先根据低影响开发建设项目的分布情况，划定一定的范围作为区域边界；区域范围原则上属于同一汇水流域，或者包含若干完整的排水分区；可考虑纳入与海绵城市建设区相邻的成片的绿地、农田，以及经过改造提升完善的公园绿地等；人工开挖的河道、湖泊等水体亦可纳入区域范围。城市建成区面积一般可依据统计年鉴，具体范围可通过自然资源与规划部门的地理国情普查数据获取。

4 指标体系

4.0.1 设置核心、非核心指标的主要目的是要重点突出：海绵城市建设区域内核心指标一般均应达标，以项目和排水分区的尺度评估为主，聚焦低影响开发和内涝防治以及下垫面控制，评估范围小、要求高从而容易实现；海绵城市建设区域内非核心指标尽量达标，非核心指标效果设置多为考虑到广义的海绵城市的情形，往往涉及其他部门、行业的核心工作，经常以城市建成区或者流域区域尺度进行评估。

4.0.2 评估体系分为 20 小项，其中海绵城市建设区域主要由前面的 5 项核心指标评估结果确定，并参考后续 14 项非核心指标的评估结果。海绵城市建设的评估中，具体打分组成、指标权重区分由各地相应的办法进行规定。按照《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），包括了水生态、水环境、水安全、水资源以及自然生态格局的各方面要求，因此备注给出其评估范畴。

5 评估方法

5.1 核心指标

I 年径流总量控制率

5.1.2 项目评估应结合多种方法综合评估，现场检查可发现部分问题，从而对监测、模型、计算误差予以纠正。

监测方法和要求可参考现行国家标准《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345。

模型评估过程一般通过建立降雨、蒸发、入渗、低影响开发耦合的数学模型进行。模型相关参数、设施概化等是建模的关键，对最关键的土质渗透参数、低影响开发措施概化对应关系进行梳理后形成附录 A。此外，模型的搭建详尽程度、降雨时间步长等也对模型准确性有较大影响。

就模型而言，详尽程度不一：有从河道到管网、汇水区全过程的模型；有只包含管网和汇水区两者的模型；也有只包含汇水区的模型，即到项目排出口为止。针对年径流总量控制率的评估，关键在于源头减排，因此汇水区是核心，在条件具备时，可延长建模链条至雨水全过程，条件所限时至少包括核心板块。而对于汇水区，也有不同详尽程度的概化方式，以 SWMM 建模为例，由于要加载低影响开发模块，有两种概化方式可以选用：

1 把每种低影响开发设施占据的部分作为独立的汇水子流域，该子流域上只有某一种低影响开发措施，例如雨水花园，然后通过出口连接将不同的汇水子流域连接，因此就形成

设施内部的低影响开发措施与场地的串联相接，由此形成分散概化。

2 对于地块整体作为一个汇水子流域，将每种低影响开发措施直接加载，输入面积以及特征宽度、处理不渗透面积百分比、是否流入渗透地面等特征参数，进行整体概化。

一般而言，对于具体设施概化越仔细，计算越精确，相应的建模工作量也会因概化详细程度加大而增加，因此需要取得一个平衡。

降雨时间步长至关重要。作为年径流总量控制率的输入条件，降雨可看做低影响开发设施建模的“引擎”，因此其重要性不言而喻。按照住房和城乡建设部《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（2014年版）要求，通常需要获取连续30年的降雨资料。实践中，经常能够获取到30年的降雨多为日间隔的降雨资料，而小时间间隔的降雨资料一般能获取到10年左右，分钟间隔的降雨资料则更为稀缺。建模过程中，采用的降雨时间步长不同，建模结果自然有所不同。理论上而言，降雨步长越小，越接近于实际，所以看似分钟降雨更为精确；但另一方面，实践过程中总结发现，越小步长，其中包含的错误可能越多，因此这方面反而有损于其准确性。而对于日降雨系列，实际计算过程中常采用小时作为计算步长，这实际相当于将现实降雨进行了拉平处理；这对于年径流总量控制结果的准确性是有影响的，通常不少观点认为拉平实际上是削峰，因此年径流控制率计算结果将会有所上升。但实际计算中情况会有些出入，不能一概而论；一般而言，采用小时间间隔降雨步长的资料，基本可以满足模拟要求。

当限于条件，无法用理论计算年径流总量控制率时，可采用简易的综合雨量径流系数法进行初步估算：即将建设项目分解成不同类型的下垫面，可参考相关规范规定的分类雨量径流系数，以面积进行加权平均，获得综合雨量径流系数，年径流控制率就

近似等于“1-综合雨量径流系数”；对于设置了低影响开发措施的项目，需要将低影响开发设施对雨量径流系数的削减考虑进去，绿色屋顶、透水铺装一般可以直接查找规范获取其对雨量径流系数的削减，而下沉式绿地等需要折算。需要说明的是：由于雨量径流系数比多年平均径流系数值高，前者按照大约 24h 的降雨历时，后者则是考虑多年来所有的降雨，而年径流控制率实际应为“1-多年平均径流系数”，因此按此简易估算的年径流控制率值偏高，即偏于保守。雨量径流系数可参考表 5-1 确定。

**表 5-1 浙江省《民用建筑雨水控制与利用设计规程》
DB33/T 1167-2019 规定的雨量径流系数**

下垫面种类	雨量径流系数 ψ_c	流量径流系数 ψ_m
绿化屋面	0.30~0.40	0.40
硬质屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.80~0.90	1.00
铺石子的平屋面	0.60~0.70	0.80
混凝土或沥青路面及广场	0.80~0.90	0.90~0.95
大块石铺砌路面及广场	0.50~0.60	0.70
沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45~0.55	0.65
级配碎石路面及广场	0.40	0.50
干砌砖石或碎石路面及广场	0.40	0.4~0.5
非铺砌的土路面	0.30	0.40
绿地	0.15	0.25
水面	1.00	1.00
地下建筑覆土绿地 ($\geq 500\text{mm}$)	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地 ($< 500\text{mm}$)	0.30~0.40	0.40
透水铺装地面	0.29~0.36	0.40

5.1.3 在评估区域是否完成海绵城市建设工作时，年径流总量

控制率评估成为最重要的指标。一般单个项目如果未实施低影响开发，则直接评估在传统开发模式下的年径流总量控制率；若实施了低影响开发，则评估低影响开发模式下的年径流总量控制率。对于区域评估，则将区域内已建项目的年径流总量控制率与其他非项目区域的年径流总量控制率本底值通过加权平均，得出评估年份末的区域年径流总量控制率。

本标准采用将不同项目与区块的年径流总量控制率按面积加权、获得区域面积内的年径流总量控制率值的方法具有合理性。有观点认为，应该采用年径流总量控制率对应的设计降雨量按面积进行加权平均后再反算最终的年径流总量控制率。但由于年径流总量控制率在本质上是控制总降雨量的概念，通常为百分数；而年径流总量控制率对应的设计降雨量是控制能力的概念，通常以毫米数为单位，不是每场雨都能达到设计降雨量，控制能力的加权不代表控制总雨量的加权，因此按设计降雨量加权后反算年径流总量控制率是不合适的，而按照年径流总量控制率加权实质就是质量守恒定律的体现。年径流总量控制率定义为根据多年日降雨量统计数据计算，通过自然和人工强化的渗透、储存、蒸发（腾）等方式，场地内累计全年得到控制（不外排）的雨量占全年总降雨量的百分比。根据定义，场地内累计全年得到控制的雨量与面积相乘代表场地控制降雨体积，而年径流总量控制率对应的设计降雨量表征了控制能力，将其与面积相乘并无实际意义。举例而言，两个排水独立的场地，面积均为 1ha，年径流总量控制率分别为 1%和 99%，分别对应 0.15mm 和 94.13mm 降雨。以年径流总量控制率直接加权后的结果为 50%，也符合控制年降雨总量 50%的实际情况；但以年径流总量控制率对应的设计降雨量的加权结果为 47.13mm，对应的年径流总量控制率为 93%。从实际达到的控制效果而言，加权后的年径流总量控制率应为 50%，而非 93%。因此，不同地块、项目、区域的年径流总量控制率直接按面积加权方法具有合理性。

5.1.4 无低影响开发措施的地块项目的本底年径流总量控制率并不为 0，因为地块本身的入渗、蒸发、截流均发挥了径流控制作用。对未实施低影响开发措施的地块，若无条件建模评估时，可根据经验参考值进行估算，参考结果见附录 B。模拟实验形成杭州各县（市、区）区控制率本底值参数库，可供各县市评估参考。由于不同地区的土质、降雨、蒸发、坡度、地块特征等不同，因此结果也不尽相同，应视具体情况而定。

II 年径流污染总量削减率

5.1.5 年径流污染总量削减率是指项目采用海绵城市低影响开发建设理念建设后，相对于未采用该理念的情况下，多年平均污染物的减少比例，通常用悬浮物 SS、COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 等表征。可按建成区域在传统开发模式、实施低影响开发模式两种情况下评估 SS 削减率。一方面由于 SS 具有与其他污染物的协同处理作用，去除 SS 的同时，一般可有效去除颗粒态的 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 等污染物；另一方面，SS 的在线监测也相对容易，并且 SS 也在一定程度上反映了水体的感官程度，对应了“水体不黑臭”，因此为简化评估，常进行 SS 削减率表征总体污染物。但针对浙江省实际情况，水体黑臭的问题在大部分地区已得到解决，下一步重点解决的还是 N、P 富营养化问题，尤其是一些水环境敏感区，如水源保护区、风景名胜区等，因此进一步关注 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 十分必要，因此建议有条件时对这些指标也进行评估。

当无条件监测、亦无条件建模分析时，可以采用各项目中的不同类型的低影响开发设施的 SS 去除率进行加权平均后粗略估算，典型去除率可借鉴《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（2014 年版）等相关标准、规范、指南、导则的建议值；但应注意部分未汇入低影响开发措施的汇水分区其 SS 去除率很低，应与其他低影响开发措施服务汇水分区加权平均，

即进行相应的折减，不过未汇入低影响开发措施的汇水分区去除率暂无相关文献参考，估算具有一定的随意性，因此建议尽量优先考虑“监测+模型”法。

5.1.6 若当地未制定 SS 削减率目标，可按 SS 削减率达到国家标准《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345-2018 的目标值以上者评估合格，即道路、公园除外的新建区按 70%、改造区按 40% 确定目标；在新建、改造项目类型均具备的情况下，可按项目面积加权平均确定目标值。各低影响开发项目的径流污染削减率按面积加权后作为区域完成的径流污染削减率数值。区域的年径流污染总量消减率只考察区域内的低影响开发项目的加权平均值。

III 内涝防治达标率

5.1.7 内涝防治达标率应达到内涝防治主管部门的相关要求。对城市现状内涝防治达标情况一般存在两种评判模式：一种认为如果达不到规划标准的重现期，例如 50 年一遇，那么现状应该给予明确的能够达到的重现期，例如 5 年一遇，但要求覆盖面积为评估范围的 100%，这种情况下按某一重现期衡量，例如 10 年一遇，只要有一处达不到标准，即认为整体是达不到该标准的，就形成短板理论；另一种认为可以按照达标面积占比来衡量，即按“（达到内涝防治标准的面积/建成区总面积）×100%”确定。从现实情况来看，在建成区内，可能存在部分空地、荒地，即使有内涝风险，影响也有限，若据此评判城市整体内涝防治水平低下不够客观；因此推荐按照面积占比法来评判。

5.1.8 对各种重现期降雨的水安全提出控制要求。积水是指由于管渠无法承受地表的径流，导致地面存留雨水径流的现象；内涝则是指强降雨或连续性降雨超过城镇排水能力，导致城镇地面产生积水灾害的现象；即积水不一定产生灾害形成内涝，但内涝必然由积水不断累积引起。超标暴雨产生的径流可控制在预留行洪通道中排放。海绵城市建设应灰绿结合，充分发挥绿色设施滞

峰、错峰、削峰等作用。

5.1.9 模型参数的率定与验证，选择至少 1 个典型的排水分区，在重要易涝点设置水位或摄像等监测设备，在市政管网末端排放口及上游关键节点处设置流量计，与分区内的监测项目同步进行连续自动监测，获取至少 1 年的重要易涝点积水范围、积水深度、退水时间水位或摄像监测资料分析数据，及市政管网排放口“时间-流量”或泵站前池“时间-水位”序列监测数据。筛选至少 2 场最大 1 h 降雨量不低于管渠设计重现期标准降雨对应的监测数据分别进行模型参数率定和验证。

IV 内涝积水区段消除比例

5.1.10 内涝积水区段消除比例应达到内涝防治主管部门的相关要求。城市重要易涝点位置见《住房城乡建设部关于公布 2018 年全国城市排水防涝安全及重要易涝点整治责任名单的通知》（建城函〔2019〕40 号）。各城市应通过现场调研和模型模拟相结合的方法动态确定新增易涝点。内涝积水区段消除比例也列入了国家城市体检的要求。

5.1.11 易涝点的道路积水深度及允许淹没的路幅宽度按照国家和浙江省的相关标准规定进行明确，一般重要易涝点的道路边沟及低洼处的排水设计中，用于水力计算的设计径流水深或水头不大于 15cm，并据此对实际暴雨下重要易涝点的积水情况进行评估。

V 可透水地面面积比例

5.1.12 可透水地面，有时称为可渗透地面，包括了自然或者人工形成的透水性下垫面，如绿地、透水铺装、砂石地面、水域等，将水域纳入，有助于引导更多营造水面，增强调蓄功能。可透水地面面积比例指标是水生态、水安全的融合，更接近于自然的下垫面，既能够体现恢复自然的理念，又能削减峰值、降

低径流系数，起到缓解内涝的作用。海绵城市建设达标区域的可透水地面面积比例应达到海绵城市实施方案或主管部门的相关要求。

5.1.13 可透水地面面积比例评估时，可结合自然资源与规划部门的“三调”数据进行估算；当条件所限，无具体数据时，可以用园林部门提供的绿地率、水利部门提供的水面率，进行粗略估算，即可透水地面面积比例与“1-绿地率-水面率”大致相当。

5.2 非核心指标

I 生态性岸线比例

5.2.1 生态性岸线比例是指新建、改建、扩建为生态性岸线的长度与除必要的生产性岸线及防洪岸线长度外的水体岸线总长度的比值。应以单边岸线计算，即若左岸为生态性岸线、右岸为非生态性岸线，则生态性岸线比例为 50%，而非 100%。

生态性岸线长度、比例一般通过查阅城市水体项目的设计竣工资料，并结合地形图、卫星影像图资料和实地踏勘调查得出。《浙江省海绵城市规划设计导则（试行）》（浙建规发〔2017〕1号）确定的生态性岸线目标如表 5-2。

表 5-2 生态性岸线控制目标一览表（%）

区域建成区	生态性岸线比例	
	近期	远期
杭州、宁波	40~50	80
其他地级市	30~40	60
县级市、县城和其他建制镇	30	50

生态性岸线的评估要求可参考表 5-3 规定。

表 5-3 生态性岸线建设评估内容与要求

评估内容	评估要求	备注
水体生态性岸线保护	城市规划区内除码头等生产性岸线及必要的防洪岸线外，需将适宜改造的“三面光”岸线基本改造完成，恢复其生态功能，适宜改造的生活性岸线宜改造为生态性岸线。新建、改建、扩建城市水体的生态性岸线率需达到控制目标。	控制目标为海绵城市专项规划或实施方案、建设规划确定的目标值，若专项规划或实施方案、建设规划未明确目标值，可参考《浙江省海绵城市规划设计导则（试行）》（浙建规发〔2017〕1号）确定的生态性岸线目标值。

II 地下水位控制

5.2.2 地下水包括潜水和承压水，本条规定针对与雨水补给直接相关的潜水。城市化进程初期，地面沉降量、地下水位、地下水开采量之间具有较强的相关性，但随着城市建设的发展，地面沉降与地下水开采量的相关性逐渐减弱。20 世纪 90 年代以来，大规模的高层建筑建设、地下空间开发利用和其他重大工程设施的建设、运行等工程建设活动逐渐成为城市新的地面沉降影响因素。因此不再评估地面沉降因素。海绵城市建设效果应从项目建设与实施的有效性、能否实现海绵效应等方面进行评估，评估内容与要求应符合表 5-4 的规定。

表 5-4 地下水水位评估内容与要求

评估内容	评估要求	备注
地下水水位	年均地下水水位下降趋势应得到遏制。	地下水水位监测与地面沉降速率数据从自然资源与规划部门获取资料，各监测点数值取平均值。监测数据要求符合现行国家标准《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345 的规定。

III 热岛效应缓解

5.2.3 建成区与郊区日平均气温的差值 ΔT 亦叫做城市热岛强

度，目前，城市热岛强度的计算主要有两种方法：一是基于气象观测站气温资料的统计计算；二是基于卫星遥感资料的地表温度反演，具体可参考《城市热岛效应评估技术指南》（2014年版）。这两种方法从技术法和采用的资料不同，其计算结果适用范围也不一样。第一种方法是采用气象观测站的气温资料直接计算出热岛强度，其所表现的是城区和郊区两个点的实际气温差值。如果要反映热岛强度的空间分布，需在各个点之进行插值，其误差决定于测点密度和下垫面的性质。一般情况，这种方法难以反映小气候复杂的城区热岛强度空间分布。第二种方法是利用 MODIS 卫星遥感数据反演城市不同时间尺度的地表温度，并用自动气象站数据对卫星遥感反演的地表温度进行了订正和比较，从地表温度空间差异获得城市热岛强度连续分布。这种方法也很直接，技术方法也比较成熟，但资料的连续获取有困难，需要取决于当地天气状况。因此，在做城市热岛强度评估时，尽可能把两种方法结合起来，这样可以起到互补和互校检的作用。海绵城市建设效果应从项目建设与实施的有效性、能否实现海绵效应等方面进行评估，评估内容与要求应符合表 5-5 的规定。日平均气温影响因素较多，海绵城市建设是促进热岛效应减缓的措施之一。

表 5-5 城市热岛效应缓解评估内容与要求

评估内容	评估要求	备注
城市热岛效应缓解	夏季按 6 月~9 月的城郊日平均温差与历史同期相比应呈现下降趋势，需扣除自然气温变化影响	自然气温变化影响主要为大气运动造成的非周期性变化，如季节性台风等。

IV 排水管网完善度

5.2.4 结合浙江省住房和城乡建设厅、浙江省生态环境厅、浙江省发展和改革委员会关于印发《浙江省城镇污水处理提质增效三年行动方案（2019-2021 年）》的通知（浙建城发〔2019〕

210号)以及《城镇生活污水处理设施补短板强弱项实施方案》，将生活污水集中收集率和污水厂BOD进水浓度纳入，反映排水管网完善程度。

依据《住房和城乡建设部办公厅关于开展城市生活污水集中收集率统计工作的通知》(建办城函〔2018〕625号)，2018年住建部门采用城市生活污水集中收集率进行统计。计算方式如下：

1 城市生活污水集中收集率 = 建成区向污水处理厂排水的城区人口/城区用水人口；

2 建成区向污水处理厂排水的城区人口 = 污水处理厂收集的生活污染物总量/人均生活污染物排放量；

3 污水处理厂收集的生活污染物总量 = 污水处理厂进厂水量×污水处理厂进厂的生活污染物浓度；

4 人均日生活污染物排放量根据现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014确定。

污水厂BOD进水浓度根据区域污水厂监测数据进行评估。

5.2.5 通过海绵城市建设，排水管网建设成效主要体现在：旱天无污水、废水直排；市政体系排水管网与设施建设完善；规划体系完整，与周边开发相匹配，并适度超前。因此排水管网建设效果包括三个方面：

1 根据国家标准《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345-2018，雨天径流污染、分流制雨污混接污染及合流制溢流污染是城市水体污染的主要污染源之一，通过海绵城市建设措施控制降雨径流，一方面可以缓解径流污染、分流制雨污混接污染、合流制溢流污染控制的压力，另一方面也有利于从源头解决混接、合流管网雨污分流难的问题。另外，相对分流制区域，在合流制区域建设海绵城市，对体现海绵城市控制径流污染效果更加明显，在区域评估时，评估海绵城市建设项目建在合流制区域时面积或者个数越多，说明其对区域水环境提升的效果越好。

2 从海绵城市区域建设角度，大市政排水管网与设施建设完善，规划体系完整，是水环境改善的基础之一。大市政排水管网与设施建设完善应采用现场检查的方法进行评估，不存在地块开发与市政排水管网不衔接情况，规划体系完整通过查阅相关规划进行评估，不存在无排水相关规划的情况。

3 合流制溢流污染年均溢流频次是指降水典型年情况下，在1年周期内，合流制排水系统随着降雨量增加，流量超过截流干管的输送能力时，雨污混合水经过溢流井或泵站排入受纳水体的次数。参考国家标准《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345-2018，有监测条件的城市，可将溢流情况纳入监测，雨天分流制雨污混接污染和合流制溢流污染控制应采用资料查阅、监测、模型模拟与现场检查相结合的方法进行评估。

5.2.6 按照国家部委要求，需要借助数字化平台一方面结合排水管网普查摸清底数，另一方面需要建立地理信息系统，让数据可查询，同时为智慧水务提供数据支撑。

V 水体环境质量

5.2.7 水体不黑臭，要求水体无漂浮物、无明显异味、感官良好，可通过现场查看和查看相关资料来评估，同时水体黑臭及水质监测评估参考现行国家标准《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345 的要求。

水环境评估时，考虑对水体的 COD、NH₃-N、TP 等指标进行评估，海绵城市建成后水质不应劣于海绵城市建设前的水质，并达到水环境功能区划或海绵城市专项规划的水质目标。水环境功能区划遵从环保部门划定的水环境质量等级目标。

断面达标情况可按照“水质监测断面达标率=（按月统计的达标断面总个数/按月统计的达标监测断面总个数）×100%”评判，这里的水质监测断面包括评估范围市控及以上断面，本指标数据以所在城市生态环境部门监测数据为准。之所以建议采用月

均监测数据，是考虑到年均监测数据有可能掩盖枯水季的水质变差的情况，未反映出人民群众感知度较高的水体环境质量不佳的迫切需求。

VI 防洪达标率

5.2.10 根据防洪界的新理念：一方面防止防洪标准一味提高，形成以邻为壑的结果；另一方面，部分区块适当降低防洪标准，可以促进整体的防洪风险降低，反而是更为系统的洪水风险控制方式；因此要处理好左右岸、上下游的关系，妥善衔接城市建成区、防洪保护区、城乡结合部等不同区位的关系。防洪标准一般依据当地的防洪规划，由于种种原因，可能防洪规划未曾编制，或者编制后期限已过，无有效执行的防洪规划时，可通过国家标准进行查询。

VII 雨水资源化利用率

5.2.11 对雨水资源化利用率也纳入评估体系，以促进已建成的雨水利用设施发挥功能。按照《关于开展 2020 年度海绵城市建设评估工作的通知》（建办城函〔2020〕179 号），雨水资源化利用率定义为雨水经收集净化后用于工业企业、市政及生活杂用、灌溉、景观、河道生态补水的雨水总量占年降雨量的比例。雨水资源化利用情况从城管、水务等相关部门获取资料。

海绵城市专项规划或实施方案、建设规划未做雨水资源化利用要求的，其目标可参考《浙江省海绵城市规划设计导则（试行）》（浙建规发〔2017〕1 号），根据城镇水资源现状、水系现状、经济状况等因素按实际需要确定，按不低于正文表的数值取值，表中的近期为 2025 年，远期为 2035 年。

VIII 污水再生利用率

5.2.12 按照《关于开展 2020 年度海绵城市建设评估工作的通

知》（建办城函〔2020〕179号），污水再生利用率定义为污水再生后用于工业企业、市政杂用、灌溉、景观、河道生态补水的总量占污水处理厂污水处理量的比例。污水再生利用情况从城管、水务等相关部门获取资料。

海绵城市专项规划或实施方案、建设规划未做雨水资源化利用要求的，其目标可参考《浙江省海绵城市规划设计导则（试行）》（浙建规发〔2017〕1号），根据城镇水资源现状、经济状况等因素按实际需要确定，表中的近期为2025年，远期为2035年。

根据《国家节水型城市考核标准》（建城〔2012〕57号）要求，对缺水城市，要求再生水利用率 $\geq 20\%$ ；对其他地区，要求城市非常规水资源替代率 $\geq 20\%$ 或年增长率 $\geq 5\%$ 。

IX 供水管网漏损率

5.2.13 供水管网漏损率是指管网漏损水量与供水总量之比。供水管网漏损情况从供水、水务等相关部门获取资料，可结合各供水区域的分区计量DMA数据分析评估。“水十条”中明确指出：到2020年，供水管网漏损率控制在10%以内，而国家节水型城市考核要求供水管网漏损率 $\leq 10\%$ ，因此，当海绵城市或供水相关规划未确定供水管网漏损率控制目标时，可按不高于10%确定。

按照《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ92-2016（2018年版）规定，漏损率应按下列公式计算：

$$R_{BL} = R_{WL} - R_n \quad (5-1)$$

$$R_{WL} = (Q_s - Q_a) / Q_s \times 100\% \quad (5-2)$$

式中： R_{BL} ——漏损率（%）；

R_{WL} ——综合漏损率（%）；

R_n ——总修正值（%）；

Q_s ——供水总量（万 m^3 ）；

Q_a ——注册用户用水量（万 m^3 ）。

修正值应符合下列规定：

1 修正值应包括居民抄表到户水量的修正值、单位供水量管长的修正值、年平均出厂压力的修正值和最大冻土深度的修正值。

2 总修正值应按下列公式计算：

$$R_n = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \quad (5-3)$$

式中： R_1 ——居民抄表到户水量的修正值（%）；

R_2 ——单位供水量管长的修正值（%）；

R_3 ——年平均出厂压力的修正值（%）；

R_4 ——最大冻土深度的修正值（%）。

X 其他指标

5.2.14 水域和绿地是城市重要的生态空间，在城市雨水管理中发挥重要作用。滞洪区一般位于城市开发边界之外，在流域洪涝治理规划中划定。评估方法可结合现状调研、影像分析、规划符合性分析等多种方式进行综合评估。

水面率评估主要为了检验评估范围内水域建设的落实程度。按照《浙江省市级国土空间总体规划编制技术要点（试行）》（2020年版）相关规定，现状水域包括河道、湖泊和水库等陆地水域，现状水面率为现状水域面积占评估范围面积的比例。控制性详细规划或河网水系、蓝线规划等相关规划对评估范围内的河道、湖泊、水库的位置和规模进行明确，水面率目标为规划确定的水域面积占评估范围面积的比例。若评估范围涉及两个及以上流域，则应根据各个流域内对应的面积进行加权计算流域水面率控制指标。流域水面率控制指标应按照该流域的防洪及内涝治理等相关规划内容执行。

公共绿地率是指城市公共绿化用地面积占总面积的比例，公共绿化用地包括公园绿地和防护绿地；以检验城市发展区内公共绿地的落实程度和建设水平，鼓励绿地建设分布均衡、结构合

理、功能完善、景观优美，达到人居生态环境清新舒适、安全宜居的城市生态环境；城市发展区是城市开发边界围合的范围，是城市集中开发建设并可满足城市生产、生活需要的区域。国家标准《城市用地分类与规划建设用地标准》GB 50137-2011 中将绿地与广场用地合并设立大类（G），包括公园绿地（G1）、防护绿地（G2）、广场用地（G3）。建成区中的城市绿化除了上述3类外，还包括其他建设用地中的附属绿地。本评估标准中公共绿地率的计算包括公园绿地（G1）和防护绿地（G2），不包括其他绿地。一般城市开发边界内的公共绿地作为城市重要的生态空间，同时与广场用地作为开放空间，主要满足市民日常公共活动需求。结合城市雨水管理，公共绿地除满足市民日常公共活动需求之外，还可作为应对超标降雨时的雨洪设施建设的主要载体；至于附属绿地，通常位于地块之内，可作为地块低影响开发设施的主要载体，是地块年径流总量控制率实现的重要条件。公共绿地在雨水管理中所对应的空间范围主要为城市建成区或所在的流域，地块内附属绿地所对应的空间则主要为地块本身范围。对于自然生态空间格局中的绿地建设的评估应首先考虑绿地的生态功能和公共属性，其次结合海绵城市理念可考虑绿地作为绿色基础设施的可行性。因此选择公共绿地率作为指标进行评估，包括公园绿地和防护绿地，而不包含其他用地及其附属绿地。控制性详细规划或绿地系统规划、绿线规划等相关规划对评估范围内的公园绿地、防护绿地的规模和位置会进行明确。现状公共绿地率为已建成的公园绿地和防护绿地的总面积占建成区面积的比例。公共绿地率目标为公共绿地面积占评估范围内的建设用地面积的比例。公共绿地率目标值应根据控制性详细规划或绿地系统规划、绿线规划等相关规划进行确定。

滞洪区达标率是指现状滞洪区蓄滞空间占流域防洪治涝规划中确定的滞洪区蓄滞空间的比例。对部分有滞洪区要求的城市要进行此项评估。

5.3 区域指标

5.3.2 初步评估后，将面积与要求的目标进行对比，若不足可能需要进行折算。进行折算的原因是考虑了建设难度的实际情况。假设地区海绵城市建设的目标控制率为 $P_s\%$ ，建成区域在评估年份末的区域控制率 $P\%$ ；若 $P\% \geq P_s\%$ ，则认为评估达标；但往往由于海绵城市建设的近期项目数量不足、面积偏小，会出现 $P\% < P_s\%$ 的情况，若评估不合格，则挫伤各地建设海绵城市的积极性，若评估合格，但控制率又不能达标，影响海绵城市的建设成效；因此综合考虑，按照 $P_s\% - P\% > 15\%$ 时，视为海绵城市建设区域工作未达标；但年径流总量控制率距离目标值还差 15% 的绝对值以内的，容许达标面积折算。折算系数按控制率达标比例确定，例如目标 75% 情况下的不同控制率折算系数如表 5-6：

表 5-6 不同年径流总量控制率折算参考值

实际控制率	75%	74%	73%	72%	71%	70%	69%	68%
折算系数	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.92	0.91
实际控制率	67%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%
折算系数	0.89	0.88	0.87	0.85	0.84	0.83	0.81	0.80

设置 15% 的容许范围，是考虑到部分海绵城市项目由于建设条件限制，或者设计施工不到位，未达到相关指标要求，但是区域年径流总量控制率已经有了较大的提高，其付出的努力应予以肯定，同时鼓励其中远期继续推进建设，因此需设置 15% 的下浮空间；但另一方面，下浮空间也不宜太大，否则一般区域即使未按海绵城市理念建设时，其控制率本底也有 30%~40%，因此其近期考核可能会通过无限度地扩大区域面积，进行折算后达到目标要求，这不符合海绵城市建设初衷。以某区为例：该区块为老城区，其 2020 年的海绵城市建设区域面积目标为 4.7km²、控制

率达到 75% 以上；但其建设项目约 0.8 km²、控制率 77%，其他区域面积 5 km²、控制率 63%，经加权平均，5.8 km² 的区域整体控制率只达到 65%；由于绝对差距在 15% 以内，因此通过折算，该区满足 75% 控制率的面积为 $5.8 \times 65\% \div 75\% = 5\text{km}^2$ ，满足 4.7km² 的考核要求。

5.3.3 海绵城市建设达标区域中有可能既包含了部分低影响开发建设项目，也包括未进行低影响开发建设的地块、道路、水系、田地等用地。绿地、农田、水系划入多大范围常常存在争议，海绵城市建设区相邻的成片绿地、农田、水系可考虑合并纳入，但占比不宜过大，基本的限制条件为海绵城市建设达标区域内的天然水体比例不宜超过 20%；海绵城市建设达标区域内的非建设用地比例不宜超过 30%。

附录 A 年径流总量控制率模型参数

A.0.1 “渗、滞、蓄、净、用、排”六字方针中，渗透型设施在海绵城市中起到关键作用。人类开发建设过程中通过硬化下垫面切断了自然界水循环补给的关键环节，渗透设施则补偿了这一方面的不足，从而力争使自然生态恢复到新的平衡状态。渗透特性通常取决于下垫面的特征，一般可借助研究区域的工程地质勘察资料分析获取渗透参数，由于渗透型低影响开发设施一般建设在土地表层，并且多属于地下或者半地下设施，需要开挖施工，必然会除去部分或者全部表层原土，因此其渗透会穿透剩余的部分表层原土后，进入下一土层，表层原土在城市建设区域多为杂填土、素填土，一般开发前为人类活动过的建设区多为杂填土，而开发前为原始自然土多为素填土，所以渗透特征一般最主要取决于表层土下的紧邻土层，该层种类可能是易渗透的卵石、砂土，也可能是难渗透的黏土、淤泥土等。因此在确定渗透参数时，需详细工程地质勘察资料。

产流入渗模型方面包括霍顿公式、格林-安普特公式以及 SCS CN (Curve Number) 法等多种模式，目前国内规划设计实践中因参数经验积累等因素采用霍顿公式的案例较多，该公式考虑了入渗量随时间的衰减变化趋势，认为土壤入渗能力从某个初始入渗率（最大入渗率）以指数模式衰减至一定的稳定入渗率（最小/稳定入渗率），由此得到了入渗能力随时间呈指数变化的经验公式：

$$f = (f_0 - f_c) e^{-Kt} + f_c \quad (\text{B-1})$$

其中， f 为入渗能力 (mm/h)； t 为时间 (d)； f_0 、 f_c 分别为初始和稳定入渗率 (mm/h)； K 为入渗衰减指数 (d^{-1})。按照

Rawls, W. J. et al. , (1983) . J. Hyd. Engr. , 109: 1316. 给出的参考可以设置经验取值：砂土类 11mm/h，壤土类 3mm/h，粘土类 0.5mm/h，具体不同土壤的参数可参考 SWMM 帮助手册的形成附录 A。这些参数中，稳定入渗率最为敏感，取值需慎重。此外，若表层土层较厚，例如 5m~6m，一般低影响开发受纳的雨水可能不会渗透进入到更下层的土壤，此时可直接按表层壤土取稳定入渗率值，即 3mm/h。

A. 0. 2 对各类设施详细参数，根据各地实际情况确定，不宜规定过细，具体的土质分布需要评估单位进行调查研究，一般通过建设部门的地勘资料可以获得，因此不做详细规定。

附录 B 非低影响开发项目的年径流 总量控制率本底值

B.0.1 年径流总量控制率评估是海绵城市建设效果的重要指标。由于地块本身的人渗、蒸发、截流均属于控制范畴，因此无低影响开发措施地块的年径流总量控制率也存在本底值；本底值计算中，若无条件建模评估时，可根据典型参数模型模拟形成经验参考数据库值进行估算。根据全省各地级市主城区 1981-2015 年共计 35 年日降雨步长的连续降雨、蒸发数据，本附录通过模拟实验给出全省的各地级市的本底参考表。现以杭州为例，对参考表建立过程说明如下：

对杭州市主城区通过分析土质类型，加载降雨数据后，采用 SWMM 统一建模后通过模拟实验获得参数库；建模基础降雨数据为杭州 1981-2015 年共计 35 年连续日间隔降雨，采用杭州多年平均蒸发量数据，如表 B-1 所示，结合各地一般地块的建筑密度、绿地率等参数，以及各地的坡度、土质等情况，进行模拟实验。

表 B-1 杭州市平均每月蒸发量情况

月份	1	2	3	4	5	6
蒸发量 (mm)	34.4	39.1	55.4	74.0	91.8	82.4
月份	7	8	9	10	11	12
蒸发量 (mm)	131.6	123.4	88.4	75.0	52.4	43.3

具体的建模过程为：按照未建低影响开发设施的项目可能归属的砂质粉土、粉质粘土、淤泥质土等 3 类土质，以及居住用

地、公建用地、商业用地、公园绿地、道路用地、工业用地、防护绿地、农田、空地 9 类用地，进行 SWMM 模拟实验，通过 1ha 用地测试，如图 B-1 所示。

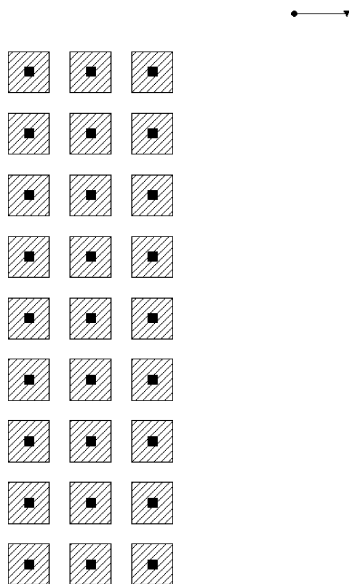


图 B-1 SWMM 模拟年径流总量控制率模型图

其基础模型参数如下：

1 地表坡度 1‰。

2 不透水率，即场地硬化部分面积比例，计算不透水率充分考虑绿地率、水面率、建筑密度等因素，不同用地类型的 不透水率主要参考杭州经济技术开发区数值，如表 B-2、表 B-3 所示。

表 B-2 模拟实验地块下垫面参数参考表

序号	用地性质	容积率	建筑密度 (%)	绿地率 (%)	建筑高度 (m)
1	居住用地 R21	2.2—2.5	25—28	30	100
2	幼儿园	0.7—0.9	25—30	35	15
3	中小学	1.1	25—30	35	24
4	商业	3.0—4.0	40—50	20—25	80—120
5	办公	2.0—3.0	35—40	25	80—120
6	居住用地	1.5—2.0	40	20—25	
7	工业用地	2.2	50	20	60

表 B-3 模型实验参数

序号	用地类型	不透水率			对应绿地率+水面比例
		下限	上限	取值	
1	居住	50%	70%	60%	40%
2	公建	60%	75%	70%	30%
3	商业办公	70%	80%	75%	25%
4	公园绿地	5%	15%	10%	90%
5	道路	75%	95%	85%	15%
6	工业	75%	85%	80%	20%
7	防护绿地	5%	15%	10%	90%
8	农田	2%	10%	5%	95%
9	空地	30%	50%	40%	60%

3 不透水面积的曼宁系数 0.011，透水面积的曼宁系数 0.24。

4 不透水面积的洼地蓄水量 3.5mm，透水面积的洼地蓄水量 6.5mm。

5 不同土质的最大-最小渗透速率：砂质粉土 127-11mm/h，粉质粘土 95-3.3mm/h，淤泥质土 64-1.52mm/h。

附录 C 年径流污染总量削减率模型参数

C.0.1 暂不具备监测条件时，建议通过建立降雨、蒸发、入渗、低影响开发耦合的数学模型进行年径流污染总量削减率评估。年径流污染总量削减率的计算可采用污染物积累模型和降雨冲刷模型。积累指数增长函数模型如下：

$$B = C_1 (1 - e^{-C_2 t}) \quad (C-1)$$

式中：B——污染物累积 (kg/ha)；

C_1 ——最大累积可能 (kg/ha)；

C_2 ——累积速率常数 (1/d)；

t——时间 (d)。

降雨冲刷指数模型如下：

$$W = C_1 q^{C_2} B \quad (C-2)$$

式中：W——冲刷负荷 (kg/h)；

q——单位面积的径流量 (mm/h)；

C_1 ——冲刷系数 [(mm/h)^{-C₂}/h]；

C_2 ——冲刷指数 (1/d)；

B——污染物总累积 (kg)。

SS 冲刷也可考虑 EMC (事件平均浓度) 模型。SS 不考虑降解，COD、NH₃-N、TP 考虑降解，降解模型如下：

$$C = C_0 e^{-Kt} \quad (C-3)$$

式中： C_0 ——初始浓度 (mg/L)；

C——降解后浓度 (mg/L)；

K——降解系数 (1/d)。

具体参数可结合监测实验研究确定；当缺乏数据资料时，可参考相关文献、结合项目实践研究获取，给出 SS、COD、NH₃-N、TP 模型参数库建议参见附录 C。