

团 体 标 准

T/CUWA *****—2022

雨水生物滞留技术规程

Technical regulations for stormwater bioretention

2022-**-**发布

2022-**-**实施

中国城镇供水排水协会 发布

目 次

前 言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原则	2
5 总体设计	2
5.1 选型	2
5.2 总体布置	4
5.3 水量水质	4
6 构造设计	5
6.1 蓄水层	5
6.2 进水口	6
6.3 预处理	8
6.4 覆盖层与土壤介质层	8
6.5 过渡层与排水层	9
6.6 隔离层与防渗层	9
6.7 溢流排水口	10
6.8 植物配置	10
7 施工验收	11
7.1 一般规定	11
7.2 施工	11
7.3 验收	13
8 检查维护	14
8.1 一般规定	14
8.2 检查	14
8.3 维护	14
附录 A 生物滞留工程验收记录表	16
附录 B 生物滞留检查维护记录表	18
编制说明	19
条文说明	20

前 言

本标准编制单位承诺该项标准不侵犯他人专利。若标准中涉及必不可少的专利，编制单位承诺确保专利权人或者专利申请人同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该规程时实施其专利。

本规程由中国城镇供水排水协会标准化工作委员会归口。

本规程由北京建筑大学负责技术内容的解释。如有意见或建议，请寄送至北京建筑大学（地址：北京市西城区展览馆路1号）。

本规程主编单位：北京建筑大学、长春市市政工程设计研究院有限责任公司。

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

雨水生物滞留技术规程

1 范围

为进一步加强城镇雨水源头减排设施的建设和管理质量，促进海绵城市建设标准化、产业化建设水平，编制了本规程。

本规程适用于雨水生物滞留设施的设计、施工、验收及运行与维护。

生物滞留技术的应用还应符合国家现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过稳重的规范性引用而构成本规程必不可少的条款。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 51403 生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术标准

GB 51222 城镇内涝防治技术规范

GB/T 50123 土工试验方法标准

GB/T 31755 绿化植物废弃物处置和应用技术规程

GB/T 28592 降雨量等级

GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料

CJ/T 340 绿化种植土壤

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

生物滞留 **bioretention**

收集、滞蓄径流雨水并通过土壤介质进行过滤净化的生态设施，包括生物滞留带（池）、雨水花园、高位花坛等形式。

3.2

表层排空时间 **drain time**

生物滞留蓄水层蓄满的雨水全部入渗所需时间。

3.3

完全排空时间 **drawdown time**

生物滞留蓄水层和结构层内部雨水经重力全部入渗至底部原有土层或全部由底部排

水管收集排出所需时间。

3.4

稳定入渗率 soil final infiltration rate

土壤水饱和或近饱和条件下单位时间通过单位面积表层土壤截面向下渗漏的水量。

3.5

饱和水力传导率 saturated hydraulic conductivity

土壤饱和条件下单位水力坡度、单位时间通过单位面积土壤截面的水量，也称饱和渗透系数。

3.6

在线式 on line

汇水面积上不同强度降雨产生的径流雨水全部汇入生物滞留，超量雨水通过溢流排水口溢流排放的一种径流雨水组织方式。

3.7

离线式 off line

汇水面积上不同强度降雨产生的径流雨水，仅设计降雨径流体积或径流流量汇入生物滞留，其他径流超越排放的一种径流雨水组织方式。

4 原则

4.1 问题导向：应在城市更新与新区建设过程中，充分利用生物滞留控制大量中小降雨事件带来的径流污染、合流制溢流及雨水资源流失问题，最大限度维系城市生态本底的水文特征。

4.2 安全高效：应通过精细化的场地竖向设计与地表径流组织，充分利用生物滞留高效收集处理不透水下垫面产生的径流雨水，且不得对土壤环境、地下水、公众健康和环境卫生造成危害。

4.3 低碳生态：生物滞留建设应积极采用经济实用、可再生的新材料、新产品，建设高质量、低碳的生态基础设施。

5 总体设计

5.1 选型

5.1.1 生物滞留建设场地应有详细的勘测资料，地质勘测资料应包括土壤质地与地下水潜

水位，并应收集地下建（构）筑物与管网位置、埋深，及雨水口、雨水检查井井底高程等资料。

5.1.2 生物滞留可设置于道路、停车场绿带与广场、建筑屋面周围绿地等位置。

5.1.3 生物滞留包括防渗型、部分入渗型、入渗型 3 种结构类型，功能结构图见图 5.1.3。

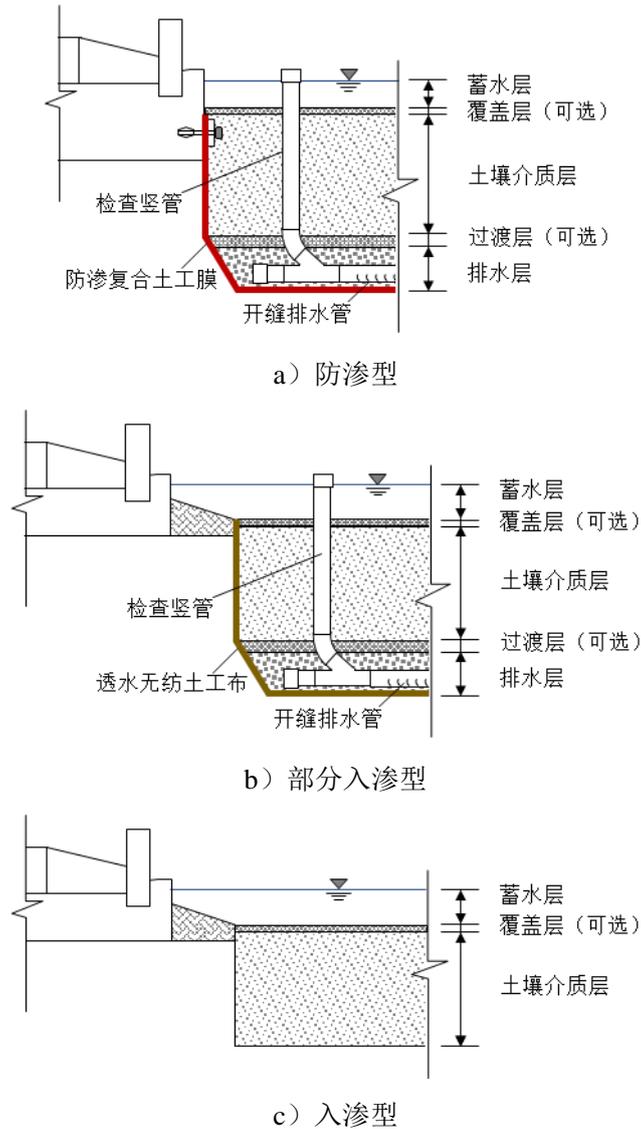


图 5.1.3 生物滞留功能结构图

5.1.4 生物滞留设置排水层时，排水管应能接入周围雨水口和雨水检查井。

5.1.5 生物滞留结构底部距离地下潜水最高水位应大于 1.0m。

5.1.6 防渗型生物滞留设置防渗和排水层，下列场地应选用防渗型生物滞留：

a) 径流雨水入渗对地下水造成污染的场地，包括加油站、车辆维修场所、垃圾转运或填埋场、有毒有害化学品储存场所、水泥或沥青生产场所等；

b) 径流雨水入渗造成污染物淋洗迁移的土壤污染场地；

- c) 自重湿陷性黄土、膨胀土等特殊土壤地质场地；
- d) 距离建筑物基础边缘小于 5m；
- e) 存在地下建筑且生物滞留结构底部距离地下建筑顶面大于 0.3m；
- f) 径流雨水入渗对道路路基造成影响的城市道路；
- g) 径流雨水入渗对地下管线造成影响的场地。

5.1.7 部分入渗型生物滞留不设置防渗但设置排水层，径流雨水经人工土壤介质净化后部分入渗，部分由排水管排出；入渗型生物滞留不设置防渗和排水层，径流雨水经人工土壤介质净化后入渗。选用部分入渗型与入渗型生物滞留时，应对场地土壤稳定入渗率进行实地勘测，具体应符合下列规定：

- a) 每个生物滞留建设范围内应至少设置 1 个土壤稳定入渗率勘测点；
- b) 应采用试坑双环法测试土壤稳定入渗率，并符合 GB/T 50123 的要求；
- c) 试坑开挖深度应至少达到生物滞留结构底部；
- d) 实测土壤稳定入渗率小于 10mm/h 的场地可选用部分入渗型生物滞留，选用入渗型生物滞留时，实测土壤稳定入渗率不应小于 10mm/h。

5.2 总体布置

5.2.1 应结合场地竖向与景观设计进行生物滞留的总体布置，建设与景观相结合的生态基础设施。

5.2.3 生物滞留总体布置应根据不透水下垫面布局，充分考虑地形、高程等因素，精细组织地表径流，高效收集处置雨水。

5.2.2 生物滞留应与排水管网、排涝除险设施统筹布置、合理衔接，构建完善的雨水系统，便于雨水安全溢流排放。

5.3 水量水质

5.3.1 生物滞留径流设计径流体积控制量可按下列公式计算：

$$V = 10DF\Psi \quad (4.3.1)$$

式中：V——设计径流体积控制量（m³）；

D——生物滞留设计年径流总量控制率对应的设计降雨量（mm）；

F——汇水面积（hm²）；

Ψ——径流系数。

5.3.2 生物滞留完全排空时间不应大于 48h。选用入渗型生物滞留时，应采用下式校核完全排空时间：

$$T_D = \frac{d_s n_s + d_g n_g + d_p}{f_D} \quad (4.3.2)$$

式中： T_D ——完全排空时间（h）；

d_s ——土壤介质层厚度（mm）；

n_s ——土壤介质层孔隙率；

d_g ——排水层厚度（mm）；

n_g ——排水层孔隙率；

d_p ——蓄水层蓄水深度（mm）；

f_D ——生物滞留结构底部原有土层的稳定入渗率（mm/h），不小于 10mm/h。

5.3.3 生物滞留设计年径流污染总量（以 SS 计）削减率可按下列公式计算：

$$L = 10^{-6} EMC \cdot V_y \quad (4.3.2-1)$$

$$L' = 10^{-6} EMC \cdot \omega \cdot V_y \quad (4.3.2-2)$$

$$V_y = 10 D_y \alpha F \Psi \quad (4.3.2-3)$$

式中： L ——年进水污染物总量（t）；

EMC ——生物滞留汇水面径流雨水 SS 平均浓度（mg/L）；

V_y ——年进水体积（ m^3 ）；

L' ——年出水污染物总量（t）；

ω ——生物滞留 SS 去除率，不应低于 80%；

D_y ——年均降雨总量（mm）；

α ——生物滞留设计年径流总量控制率；

β ——年污染物总量削减率（%）。

6 构造设计

6.1 蓄水层

6.1.1 蓄水层蓄水深度应为溢流面与生物滞留表面之间的高度，宜为 100mm~300mm，蓄水层应设 100mm 的超高。

6.1.2 蓄水层边坡可采用植被缓坡或硬质护坡，植被缓坡边坡系数不宜小于 3，硬质护坡可采用道路路缘石、浆砌块石或混凝土结构。

6.1.3 生物滞留表面积应为蓄水层除边坡外的底面积，并按下式计算：

$$A_f = \frac{V}{d_s n_s + d_g n_g + d_p} \quad (6.4.4)$$

式中： A_f ——生物滞留表面积（ m^2 ）；

V ——设计径流体积控制量（ m^3 ）；

d_s ——土壤介质层厚度（ mm ）；

n_s ——土壤介质层孔隙率；

d_g ——排水层厚度（ mm ）；

n_g ——排水层孔隙率；

d_p ——蓄水层蓄水深度（ mm ）。

6.2 进水口

6.2.1 进水口可采用集中进水和漫流进水两种方式，集中进水可采用路缘石开口、雨落管、盖篦沟等形式。

6.2.2 路缘石开口进水口处路路面标高应比周围路面标高低 3cm~5cm，便于径流雨水汇入生物滞留。

6.2.3 在线式生物滞留进水口设计流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的 1.5 倍~3 倍，离线式生物滞留进水口的雨水管渠设计重现期不宜小于 1 年。

6.2.4 位于道路纵向坡上的路缘石开口（图 6.2.4）长度可按下列公式计算：

$$L = 0.82Q^{0.42} S_L^{0.3} \left(\frac{1}{nS_e} \right)^{0.6} \quad (6.2.4-1)$$

$$S_e = S_x + S_w \frac{Q_w}{Q} \quad (6.2.4-2)$$

式中： L ——路缘石开口宽度（ m ）；

Q ——设计流量（ m^3/s ）；

S_L ——道路边沟纵向坡度（ m^3 ）；

n ——糙率，可取 0.016；

S_e ——等效横向坡度；

S_x ——道路横向坡度；

S_w ——边沟横向坡度；

Q_w ——边沟宽度范围内纵向流量（ m^3/s ），按 GB 51222 计算。

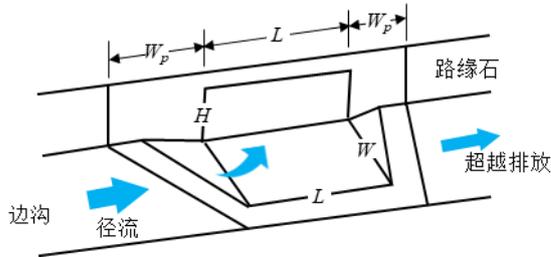


图 6.2.4 坡上路缘石开口

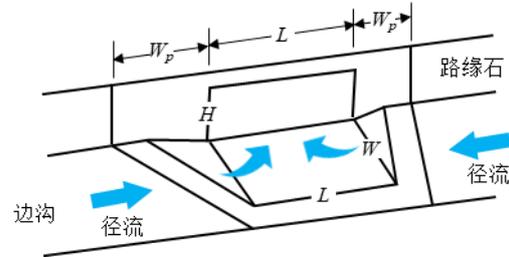


图 6.2.5 低点路缘石开口

6.2.5 位于道路纵向低点处的路缘石开口（图 6.2.5）长度可按下列公式计算：

$$Q_e = \frac{2}{3} m \sqrt{2g} W_e H_e^{1.5} \quad (6.2.5-1)$$

$$H_e = (1 - C)(L + kW_p) + 2W \quad (6.2.5-2)$$

$$Q_o = mA_e \sqrt{2g(H_o - 0.5H)} \quad (6.2.5-3)$$

$$A_e = (1 - C)HL \quad (6.2.5-4)$$

$$\min\{Q_e, Q_o\} \geq Q \quad (6.2.5-5)$$

式中： Q_e ——堰流流量（ m^3/s ）；

m ——流量系数，可取 0.6；

g ——重力加速度（ m/s^2 ），可取 9.81；

W_e ——有效堰宽（m）；

H_e ——堰上水头（m）；

C ——堵塞系数，可取 0.1；

L ——路缘石开口宽度（m）；

k ——进水口处局部变坡宽度系数，可取 1.8~2；

W_p ——进水口处局部变坡宽度，可取 0.15m~0.3m；

W ——边沟宽度（m），可取 0.5m~0.6m；

Q_o ——孔口流量（ m^3/s ）；

A_e ——过流面积 (m^2)；

H_o ——孔流水位高度 (m)；

H ——路缘石开口高度 (m)；

Q ——设计流量 (m^3/s)。

6.3 预处理

6.3.1 进水口处必须设置具有沉淀和消能功能的预处理设施，预处理设施占生物滞留表面积的比例宜为 5%~10%。

6.3.2 集中进水口处应设置沉泥池，雨落管进水口处应设置消能池；漫流进水口处可设置带状碎石沟、带状沉泥池及植被缓冲带；径流污染严重的区域，应选用沉泥池。

6.3.3 预处理设施设计应符合下列规定：

a) 预处理设施应便于清淤维护；

b) 沉泥池宜为混凝土槽式结构，池壁应间隔设置孔或缝，避免积存死水；碎石沟底部应采用不小于 $200g/m^2$ 的无纺透水土工布衬底，碎石沟应采用边石收边；

c) 沉泥池、碎石沟深度宜为 100mm~150mm 且池(沟)底宜低于进水口 50mm~100mm，植被缓冲带宜低于进水口 50mm；

d) 雨落管消能池可选用透水石笼槽式结构，池深不宜小于 150mm，池底及外部侧壁位于土壤介质内的部分应采用不小于 $200g/m^2$ 的无纺透水土工布进行包裹。

6.4 覆盖层与土壤介质层

6.4.1 覆盖层厚度宜为 50mm，应优先在表层易冲刷范围内铺设，不宜满铺。应优先选用再生骨料等材料，不应选择易漂浮、易冲刷材料，并应避免材料暴晒升温导致的土壤介质水分蒸发流失。

6.4.2 土壤介质层厚度应符合植物种植和雨水净化要求，宜为 450mm~600mm。

6.4.3 土壤介质在压实度 80%时的饱和水力传导率应为 50mm/h~150mm/h。土壤介质可由骨料、壤土、有机基质构成，控制指标应符合表 1 的规定，土壤介质障碍因子、环境质量要求、检测方法应符合 CJ/T 340 的规定。骨料可选用砂，应优先选用建筑垃圾再生骨料；有机基质应优先采用绿化植物废弃物堆肥产品，植物废弃物堆肥后的技术指标应符合 GB/T 31755 的规定。

表 6.4.3 土壤介质控制指标技术要求

控制指标		技术要求	
质地		壤土或砂质壤土	
有机质/(g/kg)		30~50	
pH 值		5.5~8.3	
阳离子交换量 (CEC) /[cmol (+) /kg]		≥10	
有效磷 (P) / (mg/kg)		≤15	
含 盐 量	EC 值/(mS/cm) (适用于一般绿化)	5:1 水土比	0.15~0.9
		水饱和浸提	0.3~3.0
	质量法/(g/kg) (适用于盐碱土)	基本种植	≤1.0
		盐碱地耐盐植物种植	≤1.5

6.5 过渡层与排水层

6.5.1 过渡层厚度宜为 100mm，材料可选用粒径为 0.5mm~1.0mm 的粗砂。排水层材料的颗粒级配可防止上层土壤介质堵塞排水层时应取消过渡层。

6.5.2 排水层厚度不宜小于 250mm，材料可选用粗砂、砾石或碎石，含泥量按质量计不应大于 1%。

6.5.3 应优先选用建筑垃圾再生骨料作为粗砂、砾石与碎石的替代材料，再生骨料坚固性、压碎指标应符合 GB/T 25176 的规定。

6.5.4 排水层应埋置管径为 100mm~150mm 的开缝或开孔 PVC 排水管，开缝（孔）面积率宜为 1%~2%，环刚度不应小于 4KN/m²。排水层材料不得由缝（孔）进入排水管内，排水管开孔时，应采用不小于 200g/m² 的无纺透水土工布包裹。

6.5.5 排水管应在生物滞留长度方向上通畅铺设，生物滞留宽度大于 12m 时应增设排水管，相邻排水管之间的距离、单根排水管与生物滞留表层边缘之间的距离不应大于 6m。排水管应坡向并接入溢流排水口、雨水口或雨水检查井，坡度宜为 0.5%，排水管底部材料垫层厚度不应小于 50mm，排水管超出排水层部分不得开缝（孔）。

6.5.6 每根排水管起始端应设置密封管帽，靠近起始端应按 Y 形或 T 形连接与排水管同管径的检查竖管，检查竖管不应开缝（孔），高度不应小于溢流面标高且管口并应设置可拆卸管帽。

6.6 隔离层与防渗层

6.6.1 部分入渗型生物滞留应在底部和侧面铺设不小于 200g/m² 的无纺透水土工布作为隔

离层。

6.6.2 防渗层可采用两布一膜复合土工膜或采用土工膜并在膜上膜下分别铺设土工布作为保护层，并应符合下列要求：

- a) 应选用高密度聚乙烯（HDPE）膜，膜厚度不应小于 0.5mm；
- b) 无纺土工布规格不应小于 200g/m²；

6.6.3 土工合成材料搭接方式和搭接宽度应符合下列要求：

a) HDPE 土工膜应采用热熔焊接，搭接宽度应为（100±20）mm，局部修补可采用胶粘；

- b) 无纺土工布应采用缝合连接，搭接宽度应为（75±15）mm。

6.6.4 防渗材料连接应符合下列要求：

a) 与周边自然环境连接应设置锚固沟，沟宽沟深均不应小于 0.4m，并应采用粘土回填锚固；

b) 与道路路缘石、混凝土结构之间的连接应采用不锈扁钢或型钢和其他不锈钢锚固件及密封件进行锚固；

- c) 防渗材料不应外露，应采用土壤介质或骨料覆盖，且覆盖厚度不应小于 150mm；

- d) 排水管穿过防渗层应采用管靴连接。

6.7 溢流排水口

6.7.1 溢流排水口可采用路缘石开口、堰、盖篦雨水口。

6.7.2 在线式生物滞留溢流排水口应按雨水管渠设计重现期计算排水流量，应按内涝防治设计重现期计算行泄流量。

6.7.3 离线式生物滞留溢流排水口设计流量不应小于进水口设计流量。

6.7.4 溢流排水口流量按本规程式（(5.2.5-1)）、式(5.2.5-3)和式(5.2.5-5)计算。

6.8 植物配置

6.8.1 应选择乡土植物，以及抗逆性强、耐粗放管理的植物种类，不应选用多毛、多果、多流胶、多病虫害的植物。

6.8.2 植物配置应考虑所处环境和功能定位，应与周围绿地的生态、美化、游憩等功能相协调，可将植物造景和溢流排水口、路缘石等空间元素综合考虑，共同营造美好的景观效果。

6.8.2 应根据湿水环境将生物滞留分为表面、边坡和外围 3 个空间区域，植物配置应符合下列要求：

- a) 表面应选择耐淹与耐旱能力较强的植物，寒冷地区城市道路生物滞留还应选择耐盐碱植物；应选择多年生须根系植物，不应选择乔木和高大灌木；草皮自带泥土不得影响表层土壤介质的入渗能力；种植密度应适中，避免植物对蓄水层空间侵占，影响滞蓄能力；
- b) 边坡应选择耐湿、耐旱、地表覆被能力和抗冲刷能力强的植物；
- c) 外围植物选择应注重与边坡、表面植物搭配，选择乔木、高大灌木时，应与生物滞留保持适当距离，避免根系对生物滞留结构造成影响。

7 施工验收

7.1 一般规定

7.1.1 施工工序应考虑防渗材料连接方式等因素综合确定，存在交叉施工时应做好施工组织。

7.1.2 土壤介质、排水层材料、防渗材料、管材应在现场进行抽样检查，土壤介质饱和水力传导率应送专业机构进行检测。

7.1.3 工程材料应在施工现场分别摆放整齐，土壤介质、排水层材料及场地内其他材料之间不得掺混，并应做好苫盖。

7.1.4 生物滞留各单项施工完成后应及时进行验收，并在下一阶段施工时对以前的工程予以保护。

7.1.5 施工过程应做好水土流失控制，不得对既有管网及周边环境造成影响。

7.1.6 验收应分为质量验收和竣工功能验收。

7.2 施工

7.2.1 施工前应严格控制生物滞留进水口、超越排放通道、溢流排水口、上游与下游地表径流组织路径上关键节点的标高，确保径流雨水收集、超越排放、溢流排放路径顺畅。

7.2.2 基础层施工应满足下列要求：

- a) 基础开挖前应进行施工放线，边坡坡顶线与破脚线、生物滞留表面范围线及进水口、预处理设施、溢流排水口均应放线确定位置；

- b) 应核准坑底标高、溢流排水口基础标高，确保生物滞留结构层厚度，确保排水管按设计标高和坡度接入溢流排水口；

c) 坑底、边坡坡面应平整、密实、无松土、无积水，并应无明显凹凸不平，以及无石头砖块、树根、杂草、淤泥等杂物，坑底、边坡及锚固沟之间应过渡平缓；

d) 坑底平整度应达到 $\pm 10\text{mm}$ 。

7.2.3 溢流排水口采用盖篦雨水口时，应在基础层施工完成后安装。

7.2.4 隔离层与防渗层施工应满足下列要求：

a) 土工布应铺设平顺，无破损、无褶皱、无跳针、无漏接现象，不得有石块、土块、水和过多的灰尘进入土工布；

b) 土工布缝合宜采用双线缝合；

c) 土工膜铺设应一次展开到位，不易展开后再拖动；

d) 应为土工膜热胀冷缩、土壤介质回填及进水运行后承载产生的拉伸预留尺寸变化量；

e) 土工膜展开完成后，应及时焊接，应无明显损伤、无褶皱、无隆起、无悬空现象；

f) 土工膜边坡上的接缝应与坡面的坡向平行，坑底横向接缝距坡脚应大于 1.5m；

g) 土工布与防渗膜的铺设、连接，及锚固沟的施工应符合 GB/T 51403 的规定。

7.2.5 过渡层与排水层施工应符合下列要求：

a) 回填排水层材料以前，应先清除基坑内全部杂物，并应在基坑内壁按各层设计顶高画水平线，作为铺装高度标记；

b) 排水层材料应均匀轻撒，严禁由高到低将材料倾倒至下一层材料之上；

c) 底层料回填至约 100mm 高度时，应定位、整平找坡，安装排水管和检查竖管；排水管上缝（孔）的朝向有特殊要求时应调整到位，回填上层材料时不得造成排水管移动。

7.2.6 土壤介质层施工应符合下列要求：

a) 应在排水层、过渡层分层回填至设定高度后回填土壤介质；

b) 土壤介质应分 2 次~3 次回填，每次回填后应采用人工夯实均匀，不得采用机械夯实或碾压。

7.2.6 不得改变生物滞留表层设计标高，边坡与外围植物种植不得将杂土带入生物滞留表层。

7.2.7 施工场地水土流失控制应符合下列要求：

a) 施工期间进水口应临时封堵；

b) 边坡在覆盖前及养护期间，应压实并应沿坡脚设置挡土袋；

- c) 施工场地周边雨水口应设置挡土袋。

7.3 验收

7.3.1 生物滞留施工质量验收应至少包括下列内容：

- a) 雨水收集、超越排放、溢流排放效果；
- b) 表层排空时间应为 1h~4h；
- c) 表面积；
- d) 覆盖层；
- e) 进水口、预处理、表层、溢流排水口标高；
- f) 边坡与护坡；
- g) 竖管与排水管、排水管与溢流排水口连接情况；
- h) 植物存活情况；
- i) 土壤介质层、过渡层、排水层厚度；
- j) 隔离层、防渗层连接情况。

7.3.2 验收前应准备下列资料：

- a) 设计文件、设计修改及变更文件和竣工图纸；
- b) 材料供应商的材料质量合格证书及专业机构的检验合格报告；
- c) 单项工程验收报告；
- d) 监理单位的相关资料和记录；
- e) 预制构件质量合格证书；
- f) 基础层开挖、防渗层施工、排水层回填与排水管安装、溢流排水口安装、土壤基质层回填等隐蔽工程验收合格文件；
- g) 土工膜焊接自检记录。

7.3.3 生物滞留施工质量验收合格后，应选择 2 场降雨量等级达到中雨的实际降雨，降水量等级按照 GB/T 28592 的规定进行划分，对生物滞留收水、蓄水、超越排放、溢流排放、排空时间、出水水质、结构安全情况进行抽验，验收内容全部合格方可通过竣工功能验收。

7.3.4 生物滞留验收记录可参考附录 A 表 A.1。

8 检查维护

8.1 一般规定

8.1.1 生物滞留运行与维护应明确工作主体和监管责任主体，并应配备运行维护人员，运行维护人员应定期参加安全和专业技术培训，并建立培训档案。

8.1.2 作业人员日常巡视和定期检查中，如发现设施溢流排水口缺失、损坏，或存在人员跌落等安全隐患的，应立即设置警示标志，并及时修补恢复。

8.1.3 设施运行与维护宜结合人工智能、大数据、物联网等新技术，实现运行与维护工作信息化、自动化、智慧化。

8.1.4 生物滞留检查维护记录可参考附录 B 表 B.1。

8.2 检查

8.2.1 生物滞留运行检查应包括日常巡视与定期检查。日常巡视应在中雨及以上级别降雨后进行，降水量等级按照 GB/T28592 的规定进行划分；定期检查应在每年雨季前、后各进行 1 次。

8.2.2 日常巡视应包括下列对象和内容：

- a) 进水口、溢流排水口；
- b) 预处理设施；
- c) 边坡和护坡；
- d) 表层垃圾杂物；
- e) 表层土壤介质；
- f) 表层蓄水深度；
- g) 检查竖管；
- h) 底部排水管；
- i) 植物病虫害等。

8.2.3 定期检查应包括日常巡视的对象和内容，还应采用规定方法检查以下内容：

- a) 采用雨后目视观测方法检查表层排空时间；
- b) 采用雨中目视观测辅助管道潜望镜检测方法检查底部排水管堵塞情况。

8.3 维护

8.3.1 生物滞留存在以下情形时应进行维护检修：

- a) 表层土壤介质局部塌陷或整体沉降深度超过 100mm，同时底部排水管排水能力明

显下降，或持续有泥砂排出；

b) 表层土壤介质自然沉降超过 50mm，或存在人为倾倒种植土占用表层蓄水空间现象；

c) 表层排空时间超过 12h；

d) 检查竖管管帽丢失、竖管损坏、堵塞；

e) 进水口、溢流排水口堵塞、损坏、丢失；

f) 边坡或护坡局部冲蚀形成冲沟、塌陷，或出现水土流失、坍塌面积覆盖度超过 50%；

g) 预处理区剩余沉泥高度不足 30mm，或预处理设施损坏；

h) 表层垃圾杂物堆积严重；

i) 植被覆盖度不足设计值的 80%，或植物出现较多病虫害、枯死株。

8.3.2 生物滞留的维护检修方法应符合下列要求：

a) 土壤介质层塌陷或整体沉降超过 100mm，同时底部排水管堵塞或持续有泥砂排出时，应进行整体翻修；

b) 表层土壤介质自然沉降超过 50mm，应补填土壤介质至设计高度；存在人为侵占表层蓄水空间现象，应及时清理并恢复原样；

c) 表层排空时间超过 12h，应将表层 200mm~300mm 土壤介质进行换填或全部换填，并使表层排空时间恢复至 1h~4h；

d) 检查竖管管帽丢失应及时补换，损坏、堵塞应采用推杆疏通辅助射水疏通等方式疏通或换新；

e) 进水口、溢流排水口堵塞应采用推杆疏通、转杆疏通等方式疏通，损坏、丢失应更换同规格产品并采取必要的防盗措施；

f) 边坡或护坡冲蚀、塌陷，应进行局部翻修加固或选用更加稳定的做法进行整体翻修；

g) 预处理区应采用人工方式清淤，预处理设施损坏应进行修补或更换同规格产品；

h) 表层垃圾应采用人工方式清理；

i) 植物覆盖度不足应补种或替换抗逆性更强、更耐粗放管理的植物，并应符合本规程第 6.8 节的规定。

附录 A

(资料性)

生物滞留工程验收记录表

表 A.1 工程质量验收与竣工功能验收记录表

生物滞留编号:

降雨量:

降雨量等级:

记录人:

验收子项		验收内容与标准	验收方法	验收结果 (验收内容全合格为合格)
①汇水面		<input type="checkbox"/> 汇水范围不明确、径流组织路径不清晰, 汇水范围与设计偏差超过 $\pm 10\%$	现场检查, 根据进水口位置、场地竖向综合判断	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
②分项工程	蓄水层	<input type="checkbox"/> 生物滞留表面积与设计不符; <input type="checkbox"/> 蓄水深度与设计不符; <input type="checkbox"/> 边坡与护坡存在冲蚀、塌陷、植被覆盖度不够问题	现场检查	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	进水口	<input type="checkbox"/> 局部未下凹或未在低点设置, 导致收水不足、径流雨水大量超越排放	现场检查	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	预处理	<input type="checkbox"/> 预处理设施面积比例、与进水口标高关系与设计不符, 沉淀和效能效果不足, 不便于清淤	现场检查	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	覆盖层	<input type="checkbox"/> 覆盖层未在易冲刷范围内铺设	现场检查	
	土壤介质表层	<input type="checkbox"/> 表层标高与设计不符; <input type="checkbox"/> 表层存在明显不均匀沉降现象; <input type="checkbox"/> 表层排空时间大于 4h 或小于 1h	现场检查、资料查阅	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	溢流排水口	<input type="checkbox"/> 溢流面标高与设计不符; <input type="checkbox"/> 溢流面未设置超高或高度不足 50mm; <input type="checkbox"/> 在线式生物滞留池, 溢流排水口尺寸明显未达到雨水管渠设计重现期标准, 或未设置溢流行泄通道, 存在内涝积水问题; <input type="checkbox"/> 离线式生物滞留池, 溢流排水口能力明显小于进水口, 或未设置超越排放	现场检查	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格

		通道； <input type="checkbox"/> 溢流排水口未与下游排水系统连接		
	排水层	<input type="checkbox"/> 检查竖管高度低于溢流面； <input type="checkbox"/> 检查竖管堵塞； <input type="checkbox"/> 排水管未接入溢流排水口，或排水管底标高与设计高度偏差±50mm <input type="checkbox"/>排水管堵塞或持续有泥砂排出	现场检查	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	植物	<input type="checkbox"/> 植物存在死亡现象； <input type="checkbox"/> 整体景观效果差	现场检查	
③隐蔽工程		<input type="checkbox"/> 基础层开挖验收不合格 <input type="checkbox"/> 防渗层施工验收不合格 <input type="checkbox"/> 排水层回填与排水管安装验收不合格 <input type="checkbox"/> 溢流排水口安装验收不合格 <input type="checkbox"/> 土壤基质层回填验收不合格	验收文件查阅	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
注：加粗显示的内容为竣工功能验收内容，选择2场降雨量等级达到中雨的实际降雨				

附录 B

(资料性)

生物滞留检查维护记录表

表 B.1 生物滞留检查维护记录表

生物滞留编号:

降雨量:

降雨量等级:

记录人:

序号	检查内容	检查方法	维护标准	维护方法
1	表层土壤介质局部塌陷或整体沉降深度 _____mm	目视观测	>100mm	整体翻修
	底部排水管排水能力明显下降, 或持续有泥砂排出? 是___否___	雨中目视观测辅助望远镜检测	是	
2	表层土壤介质自然沉降 _____mm	目视观测	>50mm	补填土壤介质至设计高度
3	表层蓄水空间存在人为侵占现象? 是___否___	目视观测	是	清理并恢复原样
4	表层排空时间 _____h	雨后目视观测	>12h	将表层 200mm~300mm 土壤介质进行换填或全部换填, 并使表层排空时间恢复至 1h~4h
5	检查竖管管帽丢失? 是___否___	目视观测	是	补换
6	检查竖管损坏、堵塞? 是___否___	目视观测	是	推杆疏通辅助射水疏通等方式疏通或换新
7	进水口、溢流排水口堵塞? 是___否___	目视观测	是	推杆疏通、转杆疏通等方式疏通
8	边坡或护坡冲蚀、塌陷? 是___否___	目视观测	是	局部翻修加固或选用更加稳定的做法进行整体翻修
9	预处理区剩余污泥高度 _____mm	目视观测	<30mm	人工清淤
	预处理设施损坏? 是___否___	目视观测	是	修补或更换同规格产品
10	表层垃圾杂物堆积严重? 是___否___	目视观测	是	人工清理
1	植被覆盖度 _____mm	目视观测	是	补种或替换抗逆性更强、更耐粗放管理的植物
	植物出现较多病虫害、枯死株? 是___否___	目视观测	是	

编制说明

《雨水生物滞留技术规程》T/CUWA ****-2022 经中国城镇供水排水协会 年 月 日以第 号公告批准、发布。

本标准编制过程中,编制组主要围绕我国海绵城市建设雨水生物滞留设施如何规范建设和管理而编制,通过参与雨水生物滞留设施案例总结和实验研究,总结了大量实践经验和成熟理论,从设计、施工和验收、运行和维护全生命建设周期等方面作出了规定。

为便于广大设计、施工验收、运维单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《雨水生物滞留技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

雨水生物滞留技术规程

条文说明

1 范围

源头减排设施是海绵城市建设工程技术体系的重要组成部分，雨水生物滞留是源头减排设施中最典型、应用最普遍的设施。在我国，海绵城市建设已成为城市雨洪管理的代名词，成为城市建设的必备内容，但以生物滞留为代表的源头减排设施在标准化、产业化方面仍存在较大不足，直接影响工程建设和运行管理质量和效果。

3 术语和定义

3.1 除生物滞留带（池）、雨水花园、高位花坛外，还有树池，但在我国应用不多，因为树池往往种植行道树，多为高大乔木，生物滞留的典型结构并不适宜种植乔木，故本规程未纳入树池。

3.2 表层排空时间直接反映土壤介质表层的淤堵情况，便于通过实际降雨进行日常观测，有助于及时掌握生物滞留的运行状况。美国丹佛市规定表层排空时间不得大于 12h，否则应换填土壤介质。

3.3 为了及时排空土壤介质中的重力水，为滞蓄下一场降雨产生的径流雨水腾出滞蓄空间，提出完全排空时间这一参数。美国哥伦比亚特区规定完全排空时间为 72h，明尼苏达州为 48h，纽约州为 48h，美国费城市为 72h，洛杉矶市为 48h。

3.4 土壤稳定入渗率一般通过野外实测获得，多采用双环法进行监测，具体方法可参照《土工试验方法标准》GB/T 50123。

3.5 饱和水力传导率通过实验室测试获得，可采用常水位或变水头法进行测试，并根据达西渗流基本公式计算得到。

3.6 在线式生物滞留易受到极端暴雨径流的冲刷，应用时应加强消能和表层防冲刷措施。

3.7 离线式生物滞留相对在线式不易受暴雨径流冲刷。

4 原则

4.1 源头减排主要设计标准为年径流总量控制率，针对大量的中小降雨事件，而径流污染、合流制溢流、雨水资源利用恰恰针对的就是中小降雨事件，因此，各地应因地制宜的建设生物滞留，以问题为导向，因地制宜解决上述问题。

4.3 生物滞留土壤介质对水力特性、水质净化特性要求较高，常规土壤难以同时达到要求，鼓励采用可再生的材料对土壤进行改良，或获得全再生的土壤介质。

5 总体设计

5.1 选型

5.1.2 生物滞留的主要形式中，生物滞留带、生物滞留池常用于道路、停车场绿带内，雨水花园、高位花坛多用于建筑小区建筑周边绿地内。

5.1.4 生物滞留设置排水层时，排水管应能接入周围雨水口和雨水检查井。

5.1.5 生物滞留结构底部距离地下潜水最高水位小于 1.0m 时，生物滞留会有地下水顶托风险，或影响生物滞留水量控制效果，或有污染地下水风险，这类场地不应建设生物滞留。

5.1.7 应选用防渗型生物滞留时，严禁选用部分入渗型和入渗型生物滞留。

6 构造设计

6.1 蓄水层

6.1.1 考虑超高 100mm，蓄水层总深度宜为 200mm~400mm。

6.1.2 边坡系数为水平：垂直。道路分隔带内生物滞留护坡为道路结构及路缘石，绿地内生物滞留也可采用混凝土界石作为护坡，落差较大的场地，可采用浆砌块石作为护坡。

6.1.2 《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174 规定生物滞留表面积计算公式形式为：

$$A_f = \frac{V}{f_s t + d_s n_s + d_g n_g + d_p (1 - n_z)} \quad (1)$$

上式中 f_s 为土壤介质稳定入渗率， t 为入渗时间，可采用降雨历时， n_z 为植物横截面积占比，因土壤介质与排水层孔隙滞蓄水量实际为表层入渗的雨水，故上式有重复计算问题。从保守计算考虑，本规程不考虑入渗项和植物影响。

美国部分州表面积计算公式为：

$$A_f = \frac{V d_s}{k_d T_D (d_s + d_p / 2)} \quad (2)$$

上式中 k_d 为表层设计排空时间 12h 对应的表层土壤平均稳定入渗率 $k_d = d_p / 12$ ， T_D 为设计完全排空时间 48h，该公式是根据达西渗流基本公式得来，与式（1）由本质不同，但并不矛盾，但计算结果小于式（1）。

6.2 进水口

6.2.4 当采用图 1 所示路缘石开口形式时，应采用堰流计算公式计算。典型进水口实景图如图 2 所示。

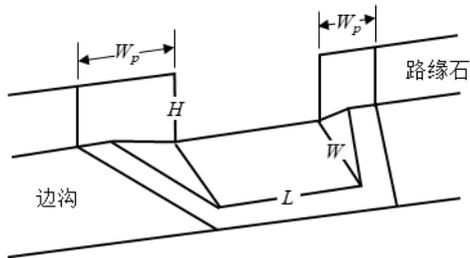


图 1 路缘石开口



图 2 路缘石开口实景图（长春某小区）

6.3 预处理

6.3.1 进水口处必须设置具有沉淀和消能功能的预处理设施，预处理设施占生物滞留表面积的比例宜为 5%~10%。

6.3.2 径流污染严重的区域包括市政道路等泥砂量较大的不透水下垫面。

6.3.3 预处理设施实景图如图 3 所示。



图 3 沉泥池实景图（左为长春某小区、右为白城某道路）

6.4 覆盖层与土壤介质层

6.4.2 土壤介质层厚度不易太厚，不便于后期更新维护。

6.4.3 研究表明，从水质净化角度考虑，土壤介质的饱和水力传导率应为 50mm/h~150mm/h，当蓄水层高度为 300mm 时，表层排空时间约为 2~6h。排空时间太短，直接影响水质净化效果，一般不得低于 1h，排空时间太长，随着运行，表层不断堵塞，很快达到设计排空时间 12h，需更换土壤介质以恢复建设初期的入渗性能，导致维护频繁，成本高，一般称排空时间不应大于 6h。

美国丹佛规定土壤介质的最小饱和水力传导率应为表层排空时间 12h 对应土饱和壤水力传导率的 2 倍，当蓄水层为 300mm 时，土壤介质饱和水力传导率最小值为 50mm/h，实际将达到 150mm/h，即表层排空时间为 2h。丹佛还提出，可以在底部排水管出口处安装阀门，人工控制生物滞留运行初期的表层排空时间。

美国哥伦比亚特区规定土壤介质的饱和水力传导率为 50mm/h~150mm/h，华盛顿州为 25mm/h~300mm/h，澳大利亚为 36mm/h~180mm/h。

土壤介质也可由其他介质组成，应按照以获取、低成本，满足本规程参数要求，有利于提高水质净化效果的介质均可采用。

6.5 过渡层与排水层

6.5.1 美国丹佛的经验表明，透水无纺土工布不应作为过渡层，容易堵塞。美国丹佛、华盛顿州均提出可取消过渡层，只要排水层骨料配比合适能确保上层土壤介质不会进入排水层即可，吉林长春某小区也采用了取消过渡层的做法，效果较好。

6.5.4 美国丹佛、华盛顿州、吉林长春均采用排水管开缝的方式，缝宽不大于 1mm，可取消土工布包裹。

6.6 隔离层与防渗层

6.6.2 防渗层设计还应符合《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术标准》GB/T 51403 的规定。

6.7 溢流排水口

6.7.4 平篦溢流排水口流量孔口计算水头即溢流面以上的水位高度。