

三明市海绵城市建设工程材料 应用技术导则

三明市住房和城乡建设局

2025 年9月

前 言

根据三明市海绵城市建设工作开展的需要，中国市政工程华北设计研究总院有限公司受三明市城市管理局委托，在总结三明市海绵城市建设的相关实践经验和研究成果，结合现行国家、福建省和三明市相关的标准及文件，借鉴省内外海绵城市建设先进经验，并在广泛征求意见的基础上编制而成。

本导则的主要内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 渗透设施；5. 存储和回用设施；6. 调节设施；7. 转输设施；8. 截污净化设施。

本导则由三明市住房和城乡建设局负责管理，由中国市政工程华北设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。各单位在执行过程中，如有意见和建议，请寄送三明市住房和城乡建设局（地址：福建省三明市新市中路 208 号，邮编：365001）和中国市政工程华北设计研究总院有限公司（地址：天津市河西区气象台路 99 号，邮编：300074），以供今后修订时参考。

本 导 则 批 准 单 位：三明市住房和城乡建设局

本 导 则 主 编 单 位：中国市政工程华北设计研究总院有限公司
福建省建研工程顾问有限公司

本 导 则 参 编 单 位：福建一建集团有限公司
三明市沙县区建设工程质量安全服务站
福建澳工新材料有限公司

本导则主要起草人员：揭小锋 黄浩智 罗嘉伟 蓝王诚
李 岩 罗一晶 邹 颖 林忠东

罗从双 周 媛 蒋锦汉
本导则主要审查人员：张向军 严孝彩 高庆强 陈 强
张兵兵

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
4	渗透设施	6
4.1	一般规定	6
4.2	透水铺装	7
4.3	下沉式绿地	10
4.4	绿色屋面	13
4.5	生物滞留设施	17
4.6	渗透塘	18
4.7	渗井	19
5	存储和回用设施	20
5.1	一般规定	20
5.2	湿塘	20
5.3	雨水湿地	22
5.4	蓄水池及雨水罐	22
5.5	处理及回用设施	25
6	调节设施	27
6.1	一般规定	27
6.2	调节塘	27
6.3	调节池	28
6.4	延时调节设施	28
7	转输设施	29

7.1	一般规定	29
7.2	植草沟	29
7.3	渗管及渗渠	30
8	截污净化设施	32
8.1	一般规定	32
8.2	植被缓冲带	32
8.3	初期雨水弃流设施	33
8.4	人工土壤渗滤设施	34
	本导则用词说明	36
	引用标准名录	37
	附：条文说明	41

1 总 则

1.0.1 为推进三明市海绵城市建设，指导海绵城市建设工程中相关材料的科学合理使用，确保海绵城市建设工程质量，制订本导则。

1.0.2 本导则适用于三明市海绵城市建设工程材料指标的选择和应用。

1.0.3 三明市海绵城市建设工程材料的选择和应用除应执行本导则外，尚应符合国家、行业、福建省和三明市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 生态护岸 ecological slope protection

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

2.0.2 聚合物透水混凝土 polymer pervious concrete

由粗集料及反应型树脂胶黏剂经拌合、成型、养护形成的具有连续孔隙结构的混凝土。

2.0.3 植草格 grass planting grid

用于停车场、人行道等场所绿化的具有一定的承压能力并能使草皮在踏压条件下仍然能正常生长的网状或板状植草介质。

2.0.4 透水土工布 geotextile

在岩土工程和土木工程中与土壤和(或)其他材料相接触使用的一种平面状、可渗透的、由聚合物组成的纺织材料。

2.0.5 防渗土工膜 geosynthetic barrier

用于岩土工程和土木工程中,减少或防止液体透过建筑结构体的一种低渗透性的土工合成材料。

2.0.6 细度模数 fineness module

衡量砂粗细程度的指标。

2.0.7 生态浮床 ecological floating bed

利用浮床浮力承托水生植物生长,并由水生植物通过生态作用提高水体自净能力的系统。

2.0.8 植被缓冲带 vegetation buffer zone

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

2.0.9 延时调节设施 storage and extended detention device

在雨水存储和径流峰值削减的基础上,通过缓释排水延长雨水停留时间,沉淀净化污染物质,再通过排污装置排除底部沉污的方式实现延时排放和雨水净化的设施。

2.0.10 微生态滤床 microbial ecological filter bed

是一种人工构建的生态系统,集物理过滤和生物降解等多种功能于一体的水处理设施,通常由滤料层、微生物群落和水生植物等部分组成。

3 基本规定

3.0.1 海绵城市建设应结合三明市的气候、资源、生态环境、地理条件、经济、人文等特点，依据城市总体规划、详细规划、场地规划等要求，遵循生态优先、因地制宜、便于管理维护的原则，选用合理的工程材料。

3.0.2 海绵城市建设方案设计阶段，应针对项目进行基础条件调研，提出相应的技术措施及选用材料的基本要求。

3.0.3 海绵城市建设的施工图设计文件中，应明确提出选用材料的性能指标要求，并注明施工与运维的要求。

3.0.4 海绵城市设施生态护岸采用的材料应结合现场条件和景观设计等要求合理选用，且应符合下列规定：

1 自然生态护岸采用的植物、置石、叠石等相关材料应满足设计要求；

2 生物有机材料生态护岸采用的树桩、树枝插条、竹篱、草袋等材料应满足设计要求；

3 生态护岸采用的植草砖等材料应符合现行行业标准《植草砖》NY/T 1253 的有关规定。

3.0.5 当海绵城市工程设施设计有在线水质、水量等监测系统时，采用的相关材料、仪器、设备等应符合现行行业标准《超声波明渠污水流量计技术要求及检测方法》HJ 15、《pH 水质自动分析仪技术要求》HJ/T 96、《氨氮水质自动分析仪技术要求》HJ/T 101、《总磷水质自动分析仪技术要求》HJ/T 103、《化学需氧量（COD_{cr}）水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》HJ 377 的有关规定。

3.0.6 当采用与海绵城市工程设施相结合的高效节水灌溉方式时，相关材料应符合下列规定：

1 喷灌工程相关材料应符合现行国家标准《喷灌工程技术标准》GB/T 50085 的有关规定；

2 微灌工程相关材料应符合现行国家标准《微灌工程技术规范》GB/T 50485 的有关规定；

3 滴灌工程相关材料应符合现行国家标准《塑料节水灌溉器材 第1部分：单翼迷宫式滴灌带》GB/T 19812.1、《塑料节水灌溉器材 第2部分：压力补偿式滴头及滴灌管》GB/T 19812.2、《塑料节水灌溉器材 第3部分：内镶式滴灌管及滴灌带》GB/T 19812.3 等的有关规定。

3.0.7 海绵城市设施所用材料，不得引起地质灾害、生态环境污染、损害或降低建筑物的使用性能，不得有碍人体健康和生活环境。

3.0.8 当采用的海绵城市工程设施应设置安全措施时，相关材料应符合下列规定：

1 安全警示牌的材料应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894 的有关规定；

2 防护栏可采用不锈钢、铝合金、铸铁、锌钢、防腐木等材料，护栏高度不应小于 1.05m，顶部水平荷载不应小于 0.5kN/m。

3 人孔或检查井井盖应具备防坠落和防盗功能，并应符合现行国家标准《检查井盖》GB/T 23858 的有关规定。

4 渗透设施

4.1 一般规定

4.1.1 透水铺装、下沉式绿地、绿色屋面、生物滞留设施、渗透塘、渗井等渗透设施的材料除应符合设计文件要求外，还应分别符合本导则第 4.2 节～第 4.7 节的规定。

4.1.2 渗透设施相关植物应选择适应三明市气候和土壤条件的植物，并应符合下列规定：

1 应选择易维护、耐淹、耐旱的植物，不应选择易产生飞絮、有异味、有毒、有刺等对人体健康不利的植物；

2 种植区域覆土深度和排水能力应符合植物生长的需求；

3 种植设计引入新植物种类及品种时，应避免有害物种入侵。

4.1.3 渗透设施的种植土壤宜选用原始土壤，当原始土壤不能符合土壤渗透系数规定时宜换土，并应符合下列规定：

1 原始土壤的土壤渗透系数宜大于 $2.78 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ，有机质含量宜为 $12\text{g/kg} \sim 80\text{g/kg}$ ，pH 宜为 $5.0 \sim 8.0$ ，阳离子交换量宜大于 $10\text{cmol}(+)/\text{kg}$ ，无法达到要求时应对原始土壤进行换填；

2 所换土壤渗透系数应大于 $2.78 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ，并应符合现行行业标准《绿化种植土壤》CJ/T 340 的有关规定；

3 各种土壤渗透系数宜以项目所在地土壤的实际调查结果为准。

4.1.4 渗透设施周边采用立缘石时，宜采用开口立缘石或平缘石，并应符合下列规定：

1 混凝土路缘石应符合现行行业标准《混凝土路缘石》JC/T 899 的有关规定；

2 石材路缘石应符合国家现行标准《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601、《天然大理石建筑板材》GB/T 19766、《人造石》JC/T 908 的有关规定。

4.1.5 渗透塘周边应设置安全措施，要求同本导则第 3.0.8 条的规定。

4.2 透水铺装

4.2.1 透水铺装材料应包括透水面层、透水基层材料，透水面层可采用透水路面砖或路面板、透水混凝土、透水沥青、植草砖、缝隙透水砖等。

4.2.2 透水路面砖或路面板、透水混凝土、透水沥青、植草砖、缝隙透水砖应符合下列规定：

1 透水路面砖或路面板和缝隙透水砖的性能应符合国家现行标准《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993 和行业标准《砂基透水砖》JG/T 376、《再生骨料地面砖和透水砖》CJ/T 400、《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188 的有关规定；

2 透水混凝土的性能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、《再生骨料透水混凝土应用技术规程》CJJ/T 253 的有关规定；

3 透水沥青的性能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；

4 植草砖性能应符合现行行业标准《植草砖》NY/T 1253 和《橡胶植草砖》HG/T 4902 的有关规定；

4.2.3 透水铺装采用聚合物透水混凝土时，聚合物透水混凝土的等级应按设计要求选用，且主要性能应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 聚合物透水混凝土主要性能

项 目		抗压强度等级				
		Cs5.0	Cs7.5	Cs10	Cs15	Cs20
抗压强度 (MPa)	平均值	≥5.0	≥7.5	≥10.0	≥15.0	≥20.0
	单块最小强度	≥4.3	≥6.4	≥8.5	≥12.8	≥17.0
透水系数 (mm/s)		≥1.0				

4.2.4 透水铺装采用生态植草格时，应符合下列规定：

1 植草格抗压强度宜大于 1MPa；

2 植草格应性能稳定，具备抗紫外线、耐酸碱腐蚀、抗磨压等性能，耐候性能应符合-40℃～90℃的要求；

3 植草格草皮宜选用马尼拉草等耐践踏、易生长的草种。

4.2.5 透水铺装构造下的土基应稳定、密实、均质，应具有足够的强度、稳定性、抗变形能力和耐久性，并符合下列规定：

1 土基应有一定的透水性能，土壤渗透系数不宜小于 $1.16 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ；

2 土基回弹模量值不宜小于 15MPa，压实度不应小于 90%。

4.2.6 透水铺装级配碎石层的压实度不应小于 95%，压碎值不应大于 26%；公称最大粒径不宜大于 26.5mm；集料中不大于 0.075mm 颗粒含量不应超过 3%。碎石集料级配可按表 4.2.6 采用。

表 4.2.6 碎石集料级配

筛孔尺寸 (mm)	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.075
通过质量百分率 (%)	100	85~95	65~80	55~70	55~70	0~2.5	0~2

4.2.7 采用透水砖作为面层时，透水路面砖的接缝宽度不宜大于 3mm，接缝用砂的含泥量应小于 3%，泥块含量应小于 1%，含水率宜小于 3%，透水路面砖接缝用砂级配应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 透水路面砖接缝用砂级配

筛孔尺寸 (mm)	10.0	5.0	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16
累计筛余量 (%)	0	0	0~5	0~20	15~75	60~90	90~100

4.2.8 采用缝隙透水砖作为面层时, 面层拼接缝隙宽度不应小于 5mm, 宜为 7mm~10mm, 路面缝隙率不宜小于 7%, 且应保证面层的整体强度与稳定性。路面砖之间的缝隙应用填缝料均匀填充, 填缝料集配应符合表 4.2.8 的规定。

表 4.2.8 集料级配

筛孔尺寸 (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.3
通过质量百分率 (%)	100	85~100	10~40	0~10	0~5

4.2.9 透水土工布的主要性能指标应符合表 4.2.9 的规定。

表 4.2.9 透水土工布主要性能指标

项目		标称断裂强度/（kN/m）								
		3	5	8	10	15	20	25	30	40
1	纵横向断裂强度/（kN/m）≥	3.0	5.0	8.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	40.0
2	标称断裂强度对应伸长率/%	20~100								
3	顶破强力/kN≥	0.6	1.0	1.4	1.8	2.5	3.2	4.0	5.5	7.0
4	垂直渗透系数/（cm/s）	K×（10 ⁻¹ ~10 ⁻³ ）其中：K=1.0~9.9								
5	纵横向撕破强力/kN≥	0.10	0.15	0.20	0.25	0.40	0.50	0.65	0.80	1.00

4.2.10 当透水铺装设有渗管时, 渗管应符合本导则第 7.3.2 条的规定。

4.3 下沉式绿地

4.3.1 下沉式绿地材料应包括种植植物、种植土层、渗透层、溢流管、溢流井、溢流井算子等材料。

4.3.2 下沉式绿地植物宜选用耐渍、耐淹、耐旱的品种，植物群落配置应注重乔、灌、草等的层次搭配。

4.3.3 采用可渗透型下沉式绿地时，种植土层下面的中粗砂的细度模数应为 2.3~3.7，并应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的规定。碎石公称最大粒径不宜大于 26.5mm；集料中不大于 0.075mm 颗粒含量不宜大于 3%；小于 2.36mm 的颗粒含量不宜大于 5%；并宜符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 的有关规定。

4.3.4 溢流管宜选用埋地塑料管，管材有硬聚氯乙烯（PVC-U）、聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）和玻璃纤维增强塑料夹砂管（RPM 管）等，应符合下列规定：

1 在抗震设防烈度 ≥ 8 度、设计地震加速度 $\geq 0.3g$ ，场地土类别为 IV 类的地区应按《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB-50032-2003 第 5.5 节对埋地塑料管材进行抗震验算，验算时可仅考虑剪切波行进时对不同接口的管道产生的变位或应变。变位或应变的取值为：对承插式橡胶圈密封的 PVC-U、PE、PP 和 RPM 管、管道单个接头设计允许位移量为 10mm；对熔接式 PE 管道，管道允许弯曲应变为 4.0%；

2 设计人员应根据管顶覆土厚度、地面荷载等级、路面结构情况、回填材料及其密实度和管侧原状土的变形模量等通过验算来综合选定设计所需管材的环刚度大小。管材环刚度选择应符合图集《埋地塑料排水管道施工》04S520 相关要求。

4.3.5 溢流井按井体材料分为砖砌体溢流井、混凝土模块砌体溢流井、预制混凝土溢流井和成品塑料溢流井，并应符合下列规定：

1 砖砌体材料

1) 应选用烧结普通砖（实心砖）或混凝土普通砖（实心砖）
砖砌体材质应满足国家和当地环保要求；

2) 烧结普通砖强度等级为 MU15，砌筑砂浆为 M10 水泥砂浆；

3) 混凝土普通砖强度等级为 MU20，砌筑砂浆为 M10 水泥砂浆。

2 混凝土模块砌体

1) 强度等级为 MU15，砌筑砂浆为 M10 水泥砂浆；

2) 灌孔混凝土应采用高流动性低收缩性混凝土，其骨料最大粒径应控制在墙厚 $1/5 \sim 1/10$ （墙厚较小者取下限，墙厚较大者取上限）且不宜超过 30mm，塌落度应控制在 $160 \pm 20\text{mm}$ 范围内，混凝土强度等级为 C25。

3 钢筋混凝土预制构件

1) 混凝土强度等级为 C30、F150（根据需要选用）；

2) 混凝土最大水胶比 0.5，最大氯离子含量 0.15%，最大碱含量 3kg/m^3 ；

3) 钢筋应为 ϕ -HPB300、 Φ -HRB400；

4) 除设计特别注明外，钢筋搭接长度 42d，钢筋搭接接头百分率不大于 50%；

5) 混凝土预制构件混凝土净保护层厚度 20mm。

4 成品塑料溢流井

1) 溢流井井座质量应符合现行行业标准《建筑小区排水用塑料检查井》CJ/T 233 的有关规定；

2) 检查井井筒采用埋地排水管材时，如采用平壁实壁管，则管材应符合现行国家标准《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 20221 的有关规定；

3) 检查井井筒采用埋地排水管材时，如采用双壁波纹管，则应采用外径系列的管材，且应符合现行国家标准《埋地排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）双壁波纹管》GB/T 18477 和《埋地用聚乙

烯（PE）结构壁管道系统 第 1 部分：聚乙烯双壁波纹管材》GB/T 19472.1 的有关规定。

5 底板混凝土强度等级为 C20。

4.3.6 溢流井算子宜采用球墨铸铁、球墨铸铁复合树脂、不锈钢等材料，并应符合下列规定：

1 球墨铸铁复合算子技术指标应符合现行行业标准《球墨铸铁复合树脂水算》CJ/T 328 的有关规定。球墨铸铁水算及不锈钢水算承载能力应符合表 4.3.6 的规定：

表 4.3.6 承载能力主要性能

水算等级	试验载荷/kN	允许残留变形/mm
A15	125	(1/500)D _i
B125	125	(1/500)D _i
C250	250	(1/500)D _i
D400	400	(1/500)D _i
E600	600	(1/500)D _i

2 算子排水孔宽度不应大于 25mm，所有排水孔面积之和不小于算子净面积的 25%。

4.3.7 屋面雨水断接管宜与单体排出管管材及要求一致，雨水口断接管选用埋地塑料管，要求同溢流管 4.3.4 要求。

4.3.8 半地面工程或地下工程上的下沉式绿地采用排（蓄）水板，宜优先选用聚乙烯塑料类凹凸型排（蓄）水板和聚丙烯类网状交织排水板。凹凸型排（蓄）水板主要性能应符合表 4.3.8 的规定，网状交织排水板主要性能应符合表 4.3.9 的规定。

表 4.3.8 凹凸型排（蓄）水板主要性能

项目	伸长率 10%时拉力 (N/100mm)	最大 拉力 (N/100mm)	断裂伸 长率 (%)	撕裂 性能 (N)	压缩性能		低温 柔度	纵向通水量 (侧压力 150kPa) (cm ³ /s)
					压缩率为 20%时最大 强度 (kPa)	极限 压缩 现象		
性能 要求	≥350	≥600	≥25	≥100	≥150	无破 裂	-10℃ 无裂纹	≥10

表 4.3.9 网状交织排水板主要性能

项目	抗压强度 (kN/m ²)	表面开孔率 (%)	空隙率 (%)	通水量 (cm ³ /s)	耐酸性
性能要求	≥50	≥95	85~90	≥380	稳定

4.3.9 下沉式绿地所采用的材料除应符合本导则的规定外,还应符合现行国家标准《城市绿地设计规范》GB 50420 和行业标准《城市道路绿化设计标准》CJJ/T 75 的有关规定。

4.4 绿色屋面

4.4.1 绿色屋面材料应包括结构层、保护(耐穿刺、防水等)层、排(蓄)水层、过滤层、种植土层、植被层等材料。

4.4.2 绿色屋面防水层应符合一级防水等级要求,且必须至少设置一道具有耐根穿刺性能的防水材料,耐根穿刺层及防水材料应符合下列规定:

1 弹性体改性沥青防水卷材的厚度不应低于 4.0mm,产品包括聚酯毡、玻纤毡、玻纤增强聚酯毡卷材,应含有化学阻根剂,其主要性能指标应符合现行国家标准《弹性体改性沥青防水卷材》GB 18242 及表 4.4.2-1 的规定;

表 4.4.2-1 弹性体改性沥青防水卷材主要性能

项目	耐根穿刺性能试验	可溶物含量 (g/m ²)	拉力 (N/50mm)	延伸率 (%)	耐热性 (°C)	低温柔性 (°C)
性能要求	通过	≥2900	≥800	≥40	105	-25

2 塑性体改性沥青防水卷材的厚度不应小于 4.0mm,产品包括聚酯毡、玻纤毡、玻纤增强聚酯毡卷材,应含有化学阻根剂,其主要性能指标应符合现行国家标准《塑性体改性沥青防水卷材》GB 18243 及表 4.4.2-2 的规定;

表 4.4.2-2 塑性体改性沥青防水卷材主要性能

项目	耐根穿刺性能试验	可溶物含量 (g/m ²)	拉力 (N/50mm)	延伸率 (%)	耐热性 (℃)	低温柔性 (℃)
性能要求	通过	≥2900	≥800	≥40	130	-15

3 聚氯乙烯防水卷材的厚度不应小于 1.2mm，其主要性能应符合现行国家标准《聚氯乙烯（PVC）防水卷材》GB 12952 及表 4.4.2-3 的规定；

表 4.4.2-3 聚氯乙烯防水卷材主要性能

类型	耐根穿刺性能试验	拉伸强度	断裂伸长率 (%)	低温弯折性 (℃)	热处理尺寸变化率 (%)
匀质	通过	≥10MPa	≥200	-25	≤2.0
玻纤内增强	通过	≥10MPa	≥200	-25	≤0.1
织物内增强	通过	≥250N/cm	≥15 (最大拉力时)	-25	≤0.5

4 热塑性聚烯烃防水卷材的厚度不应小于 1.2mm，其主要性能应符合现行国家标准《热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材》GB 27789 及表 4.4.2-4 的规定；

表 4.4.2-4 热塑性聚烯烃防水卷材主要性能

类型	耐根穿刺性能试验	拉伸强度	断裂伸长率 (%)	低温弯折性 (℃)	热处理尺寸变化率 (%)
匀质	通过	≥12MPa	≥500	-40	≤2.0
织物内增强	通过	≥250N/cm	≥15 (最大拉力时)	-40	≤0.5

5 高密度聚乙烯土工膜的厚度不应小于 1.2mm，其主要性能应符合现行国家标准《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643

及表 4.4.2-5 的规定；

表 4.4.2-5 高密度聚乙烯土工膜主要性能

项目	耐根穿刺性能试验	拉伸强度(MPa)	断裂伸长率(%)	低温弯折性(℃)	尺寸变化率(%, 100℃, 15min)
性能要求	通过	≥25	≥500	-30	≤1.5

6 三元乙丙橡胶防水卷材的厚度不应小于 1.2mm，其性能应符合现行国家标准《高分子防水材料 第 1 部分：片材》GB 18173.1 及表 4.4.2-6 的规定；三元乙丙橡胶防水卷材搭接胶带的主要性能应符合表 4.4.2-7 的规定；

表 4.4.2-6 三元乙丙橡胶防水卷材主要性能

项目	耐根穿刺性能试验	断裂拉伸强度(MPa)	扯断伸长率(%)	低温弯折性(℃)	加热伸缩量(mm)
性能要求	通过	≥7.5	≥450	-40	+2, -4

表 4.4.2-7 三元乙丙橡胶防水卷材搭接胶带主要性能

项目	持粘性(min)	耐热性(80℃, 2h)	低温柔性(-40℃)	剪切状态下黏合性(卷材)(N/mm)	剥离强度(卷材)(N/mm)	热处理剥离强度保持率(卷材, 80℃, 168h)(%)
性能要求	≥20	无流淌、龟裂、变形	无裂纹	≥2.0	≥0.5	≥80

7 聚乙烯丙纶防水卷材和聚合物水泥胶结料复合耐根穿刺防水材料，其中聚乙烯丙纶防水卷材的聚乙烯膜层厚度不应小于 0.6mm，其主要性能应符合表 4.4.2-8 的规定；聚合物水泥胶结料的厚度不应小于 1.3mm，其主要性能应符合表 4.4.2-9 的规定；

表 4.4.2-8 聚乙烯丙纶防水卷材主要性能

项目	耐根穿刺性能试验	断裂拉伸强度(N/cm)	扯断伸长率(%)	低温弯折性(℃)	加热伸缩量(mm)
性能要求	通过	≥60	≥400	-20	+2, -4

表 4.4.2-9 聚合物水泥胶结料主要性能

项目	与水泥基层黏结强度 (MPa)	剪切状态下的黏合性		抗渗性能 (MPa, 7d)	抗压强度 (MPa, 7d)
		卷材-基层	卷材-卷材		
性能要求	≥0.4	≥1.8	≥2.0	≥1.0	≥9.0

8 喷涂聚脲防水涂料的厚度不应小于 2.0mm，其主要性能应符合现行国家标准《喷涂聚脲防水涂料》GB/T 23446 及表 4.4.2-10 的规定。喷涂聚脲防水涂料的配套底涂料、涂层修补材料和层间搭接剂的性能应符合现行行业标准《喷涂聚脲防水工程技术规程》JGJ/T 200 的有关规定；

表 4.4.2-10 喷涂聚脲防水涂料主要性能

项目	耐根穿刺性能试验	拉伸强度 (MPa)	断裂伸长率 (%)	低温弯折性 (℃)	加热伸缩率 (%)
性能要求	通过	≥16	≥450	-40	+1.0, -1.0

9 当采用其他形式的防水材料时，其主要性能应符合相应产品的现行国家标准或行业标准的有关规定，并符合耐根穿刺性能要求。

4.4.3 绿色屋面的排（蓄）水层可选用凹凸型排（蓄）水板等材料，其性能指标应符合本导则第 4.3.3 条的规定。

4.4.4 种植土可选用田园土、改良土或无机种植土，其主要性能应符合表 4.4.4 的规定。

表 4.4.4 常用种植土性能

种植土类型	饱和水密度 (kg/m³)	有机质含量 (%)	总孔隙率 (%)	有效水分 (%)	排水速率 (mm/h)
田园土	1500~1800	≥5	45~50	20~25	≥42
改良土	750~1300	20~30	65~70	30~35	≥58
无机种植土	450~650	≤2	80~90	40~45	≥200

4.4.5 绿色屋面选用的植物应符合下列规定：

1 在植物类型上应以草坪、花卉为主，可穿插配置适量的花灌木、小乔木；

2 植物品种宜以阳性喜光、耐寒、抗旱、抗风力强、根系浅的为主，并优先采用须根、冠幅饱满的植物。

4.4.6 当绿色屋面采用容器种植形式时，种植容器材料应符合下列规定：

1 容器材质可采用耐久性较好的工程塑料或玻璃钢制品；

2 容器的外观质量、物理机械性能、承载能力、排水能力、耐久性能等应符合相应产品标准的要求，并由专业生产企业提供产品合格证书；

3 容器材质的使用年限不应低于 10 年；

4 容器应具有排水、蓄水、阻根和过滤功能；

5 容器高度不宜小于 200mm。

4.4.7 绿色屋面所采用的材料除应符合本导则的规定外，还应符合现行行业标准《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 的有关规定。

4.5 生物滞留设施

4.5.1 生物滞留设施材料应包括种植植物、种植土层、隔离层、卵石垫层等材料。

4.5.2 生物滞留设施与道路、广场相连，且汇水面坡度大于 1% 时，进水口应设置卵石或碎石作为消能措施，卵石或碎石的粒径宜为 9.5mm~26.5mm。

4.5.3 生物滞留设施的植物应选择根系发达、耐旱、耐涝的植物品种。种植土壤层厚度应依据植物类型确定，草坪、花卉、草本地被植物的种植土壤层厚度不应小于 150mm，灌木不宜小于 450mm，乔木不宜小于 800mm。

4.5.4 生物滞留设施的隔离层可采用透水土工布或厚度不小于100mm的粗砂或细砂层。透水土工布的主要性能指标应符合本导则第4.2.9条的规定。

4.5.5 生物滞留设施的卵石垫层可采用洗净的卵石，卵石层的厚度不宜小于300mm，当生物滞留设施底部铺设渗管时，卵石粒径不应小于底部渗管的开孔孔径且不宜小于20mm。渗管材料及相关技术指标应符合本导则第7.3.2条的规定。

4.5.6 当采用覆盖层时，树皮覆盖层宜采用经过粉碎、低营养高温发酵处理的松树皮，材料吸水性宜大于80%，粒径规格宜为10mm~100mm，pH宜为5~8。

4.5.7 当采用底部防渗的复杂型生物滞留设施时，防渗土工膜可采用聚乙烯土工膜，其相关性能指标应符合现行国家标准《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643的有关规定。

4.6 渗透塘

4.6.1 渗透塘材料应包括进水口、前置塘、溢流堰、主塘、出水口及其配套管材等材料。

4.6.2 前置塘进水处应设置消能石、碎石等措施减缓水流冲刷。当水流较快时，消能石宜选用较大的石块，并深埋浅露。

4.6.3 前置塘与主塘之间的溢流处宜铺设碎石、卵石等保护层，防止水流冲刷破坏溢流堰。碎石、卵石的粒径宜为9.5mm~26.5mm，含泥量不宜大于1.5%，泥块含量不宜大于0.5%。

4.6.4 渗透塘底部构造应采用透水良好的材料，可采用200mm~300mm的种植土、透水土工布及300mm~500mm的过滤介质层，并应符合下列规定：

- 1 透水土工布性能指标应符合本导则第4.2.9条的规定；
- 2 过滤介质可采用含泥量小于1.0%、粒径范围为16.0mm~31.5mm、孔隙率为35%~40%的碎石或卵石。

4.6.5 渗透塘宜种植草本植物，植物应选择耐涝、耐旱的品种。

4.7 渗井

4.7.1 渗井材料应包括井体、井体周边填充材料、井算、隔离层材料等。

4.7.2 渗井宜采用聚乙烯（PE）成品渗井，井壁及井底均应开孔，具有渗透功能，开孔率宜为 3%~5%，井口公称直径宜为 600mm~800mm，井深宜为 1000mm~1400mm。

4.7.3 渗井宜与渗管配套使用，渗管的材料及相关技术指标应符合本导则第 7.3.2 条的规定。

4.7.4 渗井的井坑或井底填充用粗砂应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 中Ⅲ类的技术要求。

4.7.5 渗井的井体周边填充用卵石的含泥量宜小于 1%，粒径范围宜为 16.0mm~63.0mm。

4.7.6 渗井的卵石层应外包透水土工布，透水土工布性能指标应符合本导则第 4.2.9 条的规定。

4.7.7 渗井井算应符合现行行业标准《再生树脂复合材料水算》CJ/T 130、《聚合物基复合材料水算》CJ/T 212、《球墨铸铁复合树脂水算》CJ/T 328 及《钢纤维混凝土水算盖》JC/T 948 的有关规定。

5 存储和回用设施

5.1 一般规定

5.1.1 湿塘、雨水湿地、蓄水池、雨水罐等存储、处理和回用设施的材料除应符合设计文件要求外，还应分别符合本导则第 5.2 节～第 5.5 节的规定。

5.1.2 湿塘、雨水湿地等敞开式雨水存储设施，水域周边应设置安全措施，并应符合下列规定：

1 安全警示牌和防护栏的材料要求同本导则第 3.0.8 条的规定；

2 当设置浅水亲水平台等设施时，池底宜用硬质材料留缝铺底；

5.1.3 雨水回用系统的供水管道可采用塑料和金属复合管、塑料水管或其他给水管，但不得采用非镀锌钢管。

5.2 湿塘

5.2.1 湿塘材料应包括进水口、前置塘、配水石笼、主塘及水生植物及相关配套管材等材料。

5.2.2 湿塘进水口和溢流出水口应设置碎石、卵石、消能坎等消能设施，并应符合下列规定：

1 当采用碎石、卵石消能时，碎石、卵石的粒径宜为 9.5mm～26.5mm；

2 当采用消能坎时，宜用硬质材料留缝铺底。

5.2.3 前置塘池底沉泥区宜为混凝土或石材铺底，且应设置清淤通道及防护设施，并便于清淤。当沉泥区采用混凝土铺底时，混凝

土强度等级宜在 C15 以上；当沉泥区采用石材铺底时，石材规格尺寸宜大于 100mm×100mm。

5.2.4 主塘与前置塘间宜设置配水石笼，其材料应符合下列规定：

1 配水石笼的填料宜采用抗风化、坚硬的石块或碎石等，以保证良好的渗透性能；

2 石笼网宜采用耐腐蚀、高强度低碳钢丝网或者包覆 PVC 的钢丝网，且应保证填料的直径在钢丝网网目尺寸的 1.5 倍左右。

5.2.5 主塘与前置塘间的区域宜设置水生植物种植区，并种植耐冲刷的植物品种。主塘宜种植生命力较强的水生植物，水生植物可参考表 5.2.5 选用。

表 5.2.5 水生植物

类 型	典型植物列表
挺水植物	荷花、水葱、再力花、梭鱼草、花叶芦竹、香蒲、旱伞草、芦苇等
浮叶植物	浮叶眼子菜、萍蓬草、中华萍蓬草、亚马逊王莲、白睡莲、柔毛齿叶睡莲、延药睡莲、水皮莲、金银莲花、荇菜等
沉水植物	竹叶眼子菜、微齿眼子菜、篦齿眼子菜、眼子菜、苦菜、密齿苦菜、穗花狐尾藻、黑藻，大茨藻等
漂浮植物	大漂、水鳖、满江红、槐叶萍、水禾、野菱等

5.2.6 湿塘未带算子的溢流管管口应设置格栅，其网格尺度应以小于种植的水生植物形体、能阻止枯叶、垃圾等进入溢水管为宜，格栅材料应采用耐腐蚀材料或经防腐处理的材料，其强度应视设计要求而定。

5.2.7 当湿塘采用生态浮床时，其材料应符合下列规定：

1 生态浮床框体可采用 PVC 管、不锈钢管、木材、毛竹等坚固、耐用、抗风浪的材料；

2 浮床床体可采用质轻耐用的聚乙烯（PE）材料一次成型制作的模块式成品，且应保证无漏水等问题；

3 浮床基质宜采用弹性足、固定力强、易吸附水分的海绵、椰子纤维等材料，同时应具有不腐烂、不污染水体等特点；

4 浮床植物应选择根系发达、生长快、植株优美的水生植物，可依据水体水质条件和景观要求选用美人蕉、芦苇、荻、水稻、香根草、香蒲、菖蒲、石菖蒲、水芹菜、水雍菜等植物；

5 岸边或水下固定生态浮床的绳索应符合现行国家标准《渔用绳索通用技术条件》GB/T 18674 的有关规定。

5.3 雨水湿地

5.3.1 雨水湿地材料应包括进水口、前置塘、配水石笼、湿地沼泽区及水生植物及相关配套管材等材料。

5.3.2 进水口和溢流水口消能设施的材料相关技术指标应符合本导则第 5.2.2 条的规定。

5.3.3 雨水湿地应设置前置塘对径流雨水进行预处理，主塘与前置塘间宜设置配水石笼，配水石笼的材料相关技术指标应符合本导则第 5.2.4 条的规定。

5.3.4 沼泽区应根据水深条件选择不同类型的水生植物，宜以生命力强、净化能力高、生长量较小的耐冲刷水生植物为主。

5.3.5 雨水湿地的土壤层应为未压实的天然土，在沼泽区宜覆盖 50mm~150mm 的土壤过滤层，过滤层的材料宜按 50%的中粗砂、20%的腐殖层、30%的表土配比。

5.4 蓄水池及雨水罐

5.4.1 蓄水池及雨水罐应根据实际需要，与收集、弃流、雨水回用等其他配套设施及材料相结合，形成综合雨水收集或回用系统。

5.4.2 蓄水池宜采用钢筋混凝土、玻璃钢、塑料雨水储水模块、模块式生态多孔纤维棉、硅砂砌块等材料作为池体材料。

5.4.3 当采用钢筋混凝土蓄水池时，应按现行国家标准图集《圆

形钢筋混凝土蓄水池》22S803 及《矩形钢筋混凝土蓄水池》22S804 选用。

5.4.4 当采用玻璃钢蓄水池时，应满足使用年限不低于 50 年、安全等级不低于二级的要求，应符合现行行业标准《玻璃钢化粪池技术要求》CJ/T 409 的有关规定。

5.4.5 当采用塑料雨水储水模块水池时，应符合下列规定：

1 当采用聚丙烯（PP）树脂模块时，其材质应符合现行国家标准《聚丙烯（PP）树脂》GB/T 12670 中注塑类聚丙烯（PP）树脂的技术要求；

2 当采用聚乙烯（PE）树脂模块时，其材质应符合现行国家标准《聚乙烯（PE）树脂》GB/T 11115 中注塑类聚乙烯（PE）树脂的技术要求；

3 塑料储水模块性能应符合表 5.4.5 的规定。

表 5.4.5 塑料储水模块性能表

测 试 项 目		要求（限值）		
		轻型	中型	重型
单组垂直抗压强度 (kN/m ²)	断裂强度	≥140	≥210	≥350
	屈服强度	≥100	≥150	≥240
单组侧向抗压强度 (kN/m ²)	断裂强度	≥70	≥90	≥150
	屈服强度	≥50	≥60	≥100
多组装配垂直抗压强度（断裂）（kN/m ² ）		≥140	≥210	≥350
多组装配水平抗压强度（断裂）（kN/m ² ）		≥70	≥90	≥150
氧化诱导时间		温度 200℃，≥20 min		
抗化学腐蚀		质量变化率≤0.5%、尺寸变化率≤0.5%		

续表 5.4.5

测 试 项 目		要求（限值）		
		轻型	中型	重型
抗冲击试验		无开裂或破损、严重变形		
50 年长期蠕变性能		50 年变形率减去 10h 后的变形率<1%		
储水率 (%)	支柱型塑料储水模块单体储水率	4 支柱~8 支柱：≥92，16 支柱以上：≥90		
	支撑板型塑料储水模块单体储水率	≥93		

5.4.6 当采用模块式生态多孔纤维棉作为雨水存储介质时，多孔纤维棉渗透系数宜大于 5mm/s，孔隙度宜大于 95%，抗压强度宜大于 60kPa。

5.4.7 当采用硅砂砌块蓄水池时，硅砂雨水井室砌块的抗压强度、抗折强度等应符合现行行业标准《砂基透水砖》JG/T 376 的有关规定。

5.4.8 塑料雨水储水模块蓄水及硅砂砌块蓄水池外层应采用防渗土工膜或性能相同的材料包覆。当采用防渗土工膜时，可采用聚乙烯土工膜，其性能指标应符合现行国家标准《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643 的有关规定。

5.4.9 雨水罐宜结合景观工程要求，采用塑料、玻璃钢、金属、陶瓷、石材、木桶等材质的成品雨水罐。

5.4.10 室外地下蓄水池的人孔或检查井井盖应当具备防坠落和防盗功能，并应符合现行国家标准《检查井盖》GB/T 23858 的有关规定。

5.4.11 蓄水池、雨水罐等组成的雨水回用系统采用的材料除应符合本导则的规定外，还应符合现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400 的有关规定。

5.5 处理及回用设施

5.5.1 雨水回用系统应针对不同的回用用途及回用水质要求，对雨水进行处理。当对回用水质有细菌学指标要求时，应进行消毒，并符合下列规定：

1 用于绿地浇洒和景观水体补水的回用水宜采用紫外线消毒措施，紫外线消毒装置应符合现行行业标准《环境保护产品技术要求 紫外线消毒装置》HJ 2522 的规定；

2 当采用氯消毒且回用水规模不大于 $100\text{m}^3/\text{d}$ 时，可用氯片作为消毒剂，氯片应符合现行行业标准《三氯异氰尿酸》HG/T 3263 的规定；

3 当采用氯消毒且回用水规模大于 $100\text{m}^3/\text{d}$ 时，可用次氯酸钠或其他消毒剂消毒。次氯酸钠应符合现行国家标准《次氯酸钠》GB 19106 的有关规定。

5.5.2 微生态滤床由净化装置、蓄水池、清水池、动力设备和配套装置等组成，并应符合下列规定：

1 微生态滤床净化装置中的滤料应符合现行行业标准《水处理用滤料》CJ/T 43 和《人工湿地污水处理工程技术规范》HJ2005 的有关规定；

2 蓄水池、清水池可参照 5.4 节要求；

3 动力设备和配套装置应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231 中的有关规定，雨水提升泵设备参数根据日处理量而定，供水泵参数根据具体用水情况而定；

4 水质应符合现行标准《城市污水再生利用——城市杂用水水质》GB/T18920 的有关规定。

5.5.3 雨水回用供水管网宜选用硬聚氯乙烯（PVC-U）、抗冲改性聚氯乙烯（PVC-M）、氯化聚氯乙烯（PVC-C）、聚乙烯（PE）和钢丝网骨架塑料等塑料给水管道，应符合现行国家标准《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 10002.1、《给水用聚乙烯（PE）

管材》GB/T 13663、《钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管材及管件》CJ/T 13663 的有关规定。

6 调节设施

6.1 一般规定

6.1.1 调节塘、调节池、延时调节设施等雨水调节设施材料除应符合工程设计要求外，还应分别符合本导则第 6.2 节～第 6.4 节的规定。

6.1.2 对于敞开式雨水调节设施，应设置安全警示牌、防护栏等安全措施，要求同本导则第 3.0.8 条的规定。

6.2 调节塘

6.2.1 调节塘材料应包括进水口、前置塘及相关配套管材、防护设施等。

6.2.2 进水口和溢流水口消能设施的材料相关技术指标应符合本导则第 5.2.2 条的规定。

6.2.3 调节塘底设计成可渗透时，底部构造应采用透水良好的材料，可采用 200mm～300mm 的种植土、透水土工布及 300mm～500mm 的过滤介质层，并应符合下列规定：

- 1 透水土工布性能指标应符合本导则第 4.2.9 条的规定；
- 2 过滤介质可采用含泥量小于 1.0%、粒径范围为 16.0mm～31.5mm、孔隙率为 35%～40%的碎石或卵石。

6.2.4 调节塘出水设施应设计成多级出水口形式，多级出水口格栅其网格尺度应以小于种植的水生植物形体、能阻止枯叶、垃圾等进入溢水管为宜，格栅材料应采用耐腐蚀材料或经防腐处理的材料，其强度应视设计要求而定。

6.3 调节池

6.3.1 调节池材料应包括池体及相关配套管材等材料。

6.3.2 调节池可采用混凝土水池、成品模块式水池。成品模块的材料技术指标应符合本导则第 5.4.3 条～第 5.4.5 条的规定。

6.3.3 调节池应设置便于检查和清淤的检查井，检查井盖应符合现行国家标准《检查井盖》GB/T 23858 的有关规定。

6.3.4 调节池检查井井盖应设置防坠落和防盗的设施，要求同本导则 3.0.8 条的规定。

6.4 延时调节设施

6.4.1 延时调节设施材料应包括蓄水设施及相关配套管材等材料。

6.4.2 工程采用材料、设备的品种、规格、性能等应符合现行国家标准《聚丙烯（PP）树脂》GB/T 12670、《聚乙烯（PE）树脂》GB/T 11115、《埋地排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）双壁波纹管材》GB/T 18477 的有关规定，满足设计使用年限的要求。

6.4.3 蓄水设施应符合现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400 的有关规定。

6.4.4 设备缓释出水流量误差应不大于 5%，排污流量大于 0.55L/s，排污系统渗透量小于 0.5%。

7 转输设施

7.1 一般规定

7.1.1 植草沟、渗管及渗渠等雨水转输设施的材料除应符合工程设计要求外，还应分别符合本导则第 7.2 节、第 7.3 节的规定。

7.1.2 当海绵城市工程雨水转输设施采用成品排水沟时，其承压性能应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 排水沟承压性能

使用场所	承压性能（kN）
只用于步行和自行车的交通区域，以及小型绿化区域等	≥ 15
人行道，步行交通区域，轿车停车位等	≥ 125
公路和人行道的路缘石区域等	≥ 250
公路和步行街的行车区域，停车场，以及允许各种车辆进入的区域等	≥ 400
非公共交通区域，车辆承载要求特别高的道路等，如：工业场地运输路线	≥ 600
特殊区域，如：飞机制造，维护保养设施，民用和军用飞机场	≥ 900

7.2 植草沟

7.2.1 植草沟材料应包括种植植物、种植土层、卵石垫层材料等。

7.2.2 植草沟的入流进水口应设置卵石或碎石作为消能措施，卵

石或碎石的粒径宜为 9.5mm~26.5mm。

7.2.3 植草沟卵石层采用的卵石，其空隙率宜为 35%~45%，粒径宜为 9.5mm~26.5mm，泥含量宜不大于 1.0%，泥块含量宜不大于 0.2%。

7.2.4 当植草沟考虑雨水下渗时，其表层土的土壤渗透系数宜大于 $5.79 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 。

7.2.5 当采用干式植草沟时，其表层种植土可选用田园土、改良土，且应符合本导则第 4.4.5 条的规定。种植土层下面采用的砂质土的土壤渗透系数宜大于 $1.16 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 。

7.2.6 植草沟宜种植密集的草皮，不宜种植乔木及灌木植物，植被高度宜小于 0.2m。

7.3 渗管及渗渠

7.3.1 渗管或渗渠材料应包括渗管或渗渠本体、周边填充材料、隔离层材料等。

7.3.2 渗管宜与渗井配合使用，渗管宜采用穿孔塑料管、无砂混凝土管等透水材料，并应符合下列规定：

1 穿孔塑料管材质可采用硬聚氯乙烯(PVC-U)、聚乙烯(PE)实壁管、聚乙烯(PE)双壁波纹管、聚乙烯(PE)缠绕结构管、软式透水管、缝隙式渗透管等材料，且应符合现行国家和行业标准《埋地排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)双壁波纹管材》GB/T 18477、《埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统 第1部分：聚乙烯双壁波纹管材》GB/T19472.1、《软式透水管》JC 937、《海绵型建筑与小区雨水控制及利用》17S705 的有关规定；

2 渗管的管径不宜小于 100mm。穿孔塑料管的开孔率宜为 1%~3%，开孔孔径宜为 8mm~12mm；无砂混凝土管的孔隙率不宜小于 20%；

3 渗管的环刚度指标应符合设计文件和国家现行有关标准的

规定。

7.3.3 渗渠宜采用聚乙烯（PE）、树脂混凝土等材质的成品渗透式排水沟，开孔率宜为 3%~5%，深度和宽度宜为 300mm~500mm。

7.3.4 渗管或渗渠周边宜填充空隙率为 35%~45%的卵石或其他多孔材料，并采用透水土工布与压实度 92%左右的回填土隔离。透水土工布性能指标应符合本导则第 4.2.9 条的规定。

8 截污净化设施

8.1 一般规定

8.1.1 植被缓冲带和人工土壤渗滤设施等截污净化设施的材料应符合工程设计要求外，还应分别符合本导则第 8.2 节～第 8.4 节的规定。

8.1.2 截污净化设施的材料应结合雨水径流污染控制要求进行选择，并应便于维护和运行管理。

8.2 植被缓冲带

8.2.1 植被缓冲带材料应包括消能渠、种植植物及相关配套设施材料等。

8.2.2 汇水面自身坡度小于 6% 时，宜采用碎石消能渠整流消能，碎石消能渠内满填碎石，粒径宜为 9.5mm～26.5mm，压实度宜大于 85%。

8.2.3 当植被缓冲带需配置渗管时，渗管的材料及相关技术指标应符合本导则第 7.3.2 条的规定。

8.2.4 植被缓冲带与生物滞留设施、湿地等配合使用时，相关材料应符合下列规定：

1 下游水系水质要求不高或场地限制时，净化区可选用生物滞留设施，生物滞留设施材料相关技术指标应符合本导则第 4.5 节的规定；

2 下游水系水质要求高时，净化区可采用雨水湿地等设施，雨水湿地材料相关技术指标应符合本导则第 5.3 节的规定。

8.2.5 植被缓冲带的植被应优先选择耐冲刷、耐浸渍的植被，宜

以草本植物为主，乔木和灌木为辅。

8.3 初期雨水弃流设施

8.3.1 初期雨水弃流设施材料应包括分流井、弃流井、弃流池、弃流控制设施、雨水沉淀过滤装置等材料。

8.3.2 雨水沉淀过滤装置由多层缓流沉淀系统及过滤系统两部分组成，雨水经沉淀、过滤后排入雨水收集、调蓄系统。水位超过沉淀系统直通出水管内底的雨水，直接排入雨水收集、调蓄系统，产品应符合现行图集《建筑小区塑料排水检查井》08SS523 的规定。

8.3.3 初期雨水弃流设施雨水进水口宜设置格栅，栅条间距宜为3mm 左右，且应便于清理。

8.3.4 当采用自动控制弃流装置时，宜采用成套设备或系统。设备或系统应符合下列规定：

1 电动阀、计量装置宜设在室外，控制箱宜集中设置，并宜设在室内；

2 应具有自动切换雨水弃流管道和收集管道的功能，并具有控制和调节弃流间隔时间的功能；

3 流量控制式雨水弃流装置的流量计宜设在管径最小的管道上，产品应符合现行图集《海绵型建筑与小区雨水控制及利用》17S705 的有关规定；

4 雨量控制式雨水弃流装置的雨量计应有可靠的保护措施。

8.3.5 当采用渗井弃流时，渗井相关技术指标还应符合本导则第4.7 节的规定。

8.3.6 初期雨水弃流设施所用的材料除应符合本导则的规定外，还应符合现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400 的有关规定。

8.4 人工土壤渗滤设施

8.4.1 人工土壤渗滤设施材料应包括种植植物、种植土层、覆盖层、隔离层、卵石排水层等材料。

8.4.2 人工土壤渗滤设施的种植植物选择应符合下列规定：

1 可选择一种或多种植物作为优势种搭配栽种，增加植物的多样性并具有景观效果；

2 宜选用耐污能力强、根系发达、去污效果好、具有抗冻及抗病虫害能力、有一定经济价值、容易管理的本土植物，宜选择芦苇、蒲草、荸荠、莲、水芹、水葱、茭白、香蒲、千屈菜、菖蒲、水麦冬、风车草、灯芯草等挺水植物。

8.4.3 人工土壤渗滤设施的植物的种植土层应符合下列规定：

1 表层土壤应由较肥沃的耕作土壤组成，表层可用 50mm～100mm 的树皮、落叶等腐质覆盖；

2 土壤层厚度宜为 250mm～1200mm，并应采用团粒结构发达、渗透速率高、毛细作用强、吸附容量大、通透性较好的土壤；

3 当原土不符合上述规定时，应更换土壤。换土层土质相关技术指标应符合本导则第 4.1.3 条的规定。

8.4.4 树皮覆盖层宜符合本导则第 4.5.6 条的规定。

8.4.5 人工土壤渗滤设施的隔离层可采用透水土工布或砂层，并符合下列规定：

1 透水土工布相关技术指标应符合本导则第 4.2.9 条的规定；

2 砂层厚度不应小于 100mm，宜选用细度模数为 1.6～3.0 的中砂或细砂，且含泥量不宜大于 3.0%，泥块含量不宜大于 1.0%。

8.4.6 人工土壤渗滤设施底部设置的渗管相关技术指标应符合本导则第 7.3.2 条的规定。

8.4.7 卵石层的卵石含泥量宜小于 1.0%，粒径范围宜为 16.0mm～31.5mm，孔隙率宜为 35%～40%。

8.4.8 当人工土壤渗滤设施底部采用防渗层时，防渗层可采用黏

土层、防渗土工膜及其他建筑工程防水材料，并应符合下列规定：

1 防渗土工膜可采用聚乙烯土工膜，其性能指标应符合现行国家标准《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643 的有关规定；

2 当采用黏土层及其他工程防水材料作为防渗层时，其渗透系数不应大于 $1.00 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 。

本导则用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待，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

- 1 《安全标志及其使用导则》 GB 2894
- 2 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》 GB 50032
- 3 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB 50231
- 4 《聚氯乙烯（PVC）防水卷材》 GB 12952
- 5 《高分子防水材料 第1部分：片材》 GB 18173.1
- 6 《弹性体改性沥青防水卷材》 GB 18242
- 7 《塑性体改性沥青防水卷材》 GB 18243
- 8 《次氯酸钠》 GB 19106
- 9 《热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材》 GB 27789
- 10 《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》 GB 50400
- 11 《城市绿地设计规范》 GB 50420
- 12 《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》 GB/T 10002.1
- 13 《聚乙烯（PE）树脂》 GB/T 11115
- 14 《聚丙烯（PP）树脂》 GB/T 12670
- 15 《给水用聚乙烯（PE）管材》 GB/T 13663
- 16 《建设用砂》 GB/T 14684
- 17 《建设用卵石、碎石》 GB/T 14685
- 18 《土工合成材料 聚乙烯土工膜》 GB/T 17643
- 19 《天然花岗石建筑板材》 GB/T 18601
- 20 《渔用绳索通用技术条件》 GB/T 18674
- 21 《城市污水再生利用——城市杂用水水质》 GB/T 18920
- 22 《天然大理石建筑板材》 GB/T 19766
- 23 《塑料节水灌溉器材 第1部分：单翼迷宫式滴灌带》
GB/T 19812.1

- 24 《塑料节水灌溉器材 第2部分：压力补偿式滴头及滴灌管》GB/T 19812.2
- 25 《塑料节水灌溉器材 第3部分：内镶式滴灌管及滴灌带》GB/T 19812.3
- 26 《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 20221
- 27 《喷涂聚脲防水涂料》GB/T 23446
- 28 《检查井盖》GB/T 23858
- 29 《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993
- 30 《喷灌工程技术标准》GB/T 50085
- 31 《城市道路绿化设计标准》CJJ/T 75
- 32 《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135
- 33 《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188
- 34 《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190
- 35 《再生骨料透水混凝土应用技术规程》CJJ/T 253
- 36 《水处理用滤料》CJ/T 43
- 37 《再生树脂复合材料水箅》CJ/T 130
- 38 《聚合物基复合材料水箅》CJ/T 212
- 39 《建筑小区排水用塑料检查井》CJ/T 233
- 40 《球墨铸铁复合树脂水箅》CJ/T 328
- 41 《绿化种植土壤》CJ/T 340
- 42 《再生骨料地面砖和透水砖》CJ/T 400
- 43 《玻璃钢化粪池技术要求》CJ/T 409
- 44 《钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管材及管件》CJ/T 13663
- 45 《三氯异氰尿酸》HG/T 3263
- 46 《橡胶植草砖》HG/T 4902
- 47 《超声波明渠污水流量计技术要求及检测方法》HJ 15
- 48 《pH水质自动分析仪技术要求》HJ/T 96
- 49 《氨氮水质自动分析仪技术要求》HJ/T 101

- 50 《总磷水质自动分析仪技术要求》 HJ/T 103
- 51 《水污染源在线监测系统安装技术规范》 HJ/T 353
- 52 《化学需氧量（COD_{cr}）水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》 HJ 377
- 53 《人工湿地污水处理工程技术规范》 HJ 2005
- 54 《环境保护产品技术要求 紫外线消毒装置》 HJ 2522
- 55 《混凝土路缘石》 JC/T 899
- 56 《人造石》 JC/T 908
- 57 《软式透水管》 JC 937
- 58 《钢纤维混凝土水算盖》 JC/T 948
- 59 《种植屋面工程技术规程》 JGJ 155
- 60 《喷涂聚脲防水工程技术规程》 JGJ/T 200
- 61 《植草砖》 NY/T 1253
- 62 《埋地塑料排水管道施工》 04S520
- 63 《建筑小区塑料排水检查井》 08SS523
- 64 《海绵型建筑与小区雨水控制及利用》 17S705
- 65 《圆形钢筋混凝土蓄水池》 22S803
- 66 《矩形钢筋混凝土蓄水池》 22S804

三明市海绵城市建设工程材料应用技术 导则

条文说明

制定说明

在本导则制订过程中，编制组进行了充分的调研，总结了三明市开展海绵城市建设工作以来相关海绵城市建设工程材料的使用经验，并结合新型海绵城市建设工程材料的试用情况进行了阐述。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本导则时能正确理解和执行条文规定，《三明市海绵城市建设工程材料应用技术导则》编制组按章、节、条顺序编制了本导则的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行说明，条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则	49
3 基本规定	51
4 渗透设施	50
4.1 一般规定	50
4.2 透水铺装	51
4.3 下沉式绿地	52
4.4 绿色屋面	53
4.5 生物滞留设施	58
4.6 渗透塘	59
4.7 渗井	60
5 存储和回用设施	57
5.1 一般规定	57
5.2 湿塘	57
5.3 雨水湿地	59
5.4 蓄水池及雨水罐	60
5.5 处理及回用设施	61
6 雨水调节设施	62
6.1 一般规定	62
6.2 调节塘	62
6.3 调节池	62
6.4 延时调节设施	63
7 雨水转输设施	69
7.1 一般规定	69
7.2 植草沟	69
7.3 渗管及渗渠	69

8 截污净化设施	71
8.1 一般规定	67
8.2 植被缓冲带	67
8.3 初期雨水弃流设施	67
8.4 人工土壤渗滤设施	68

1 总 则

1.0.1 建设“海绵城市”，不仅能减少城市内涝风险，还可以缓解我市水资源缺乏的现实问题。城市本身对雨水的积存、渗透和净化能力提升，自然水文特征得到保护，会在客观上提升城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统的服务能力。2023 年底，三明市成功入选全国第三批全域海绵城市建设示范。由于“海绵城市”是一种新型的城市建设理念，相关配套技术文件尚待完善和健全。因此，在三明市住房和城乡建设局等单位的组织下，编制组对本导则进行了编制，以更好地适应三明市海绵城市建设工作的开展。

1.0.2 规定了本导则的适用范围。在海绵城市工程实施过程中，对材料的要求可能涉及设计、施工、验收等环节，在设计环节中，应提出相应的设计指标供施工采购，在施工、验收环节中，相关指标可作为产品进场验收和复检等活动的依据。本导则主要规范的是源头减排相关工程材料。

1.0.3 由于三明市现行标准化指导性文件《三明市海绵城市建设图集》《三明市海绵城市建设工程施工与质量验收技术导则》和本导则均是指导三明市海绵城市建设的主要技术文件，分别侧重于设计、施工验收及材料选择应用，故在海绵城市建设过程中，上述文件应配套使用。

3 基本规定

3.0.1 由于单项设施往往具有多个功能，如：生物滞留设施的功能除渗透补充地下水外，还可削减峰值流量、净化雨水，实现径流总量、径流峰值和径流污染控制等多种功能。因此应根据设计目标灵活选用低影响开发设施及其组合系统，根据主要功能按相应的方法进行设施规模设计和计算，并对单项设施及其组合系统的材料和设备选型进行优化。

3.0.2 海绵城市工程方案设计是开展海绵城市建设的关键阶段，该阶段工作不仅应关注海绵城市各项技术的合理使用，同时也应关注海绵城市工程材料的相关技术要求，从而为后期的施工图设计和工程施工、验收等提供依据。

3.0.4 本条列出了常用的生态护岸工程材料要求。

护岸是水体与周边的过渡区，起着非常重要的作用。护岸最初以浆砌挡土墙为主，但是随着海绵城市建设工作的推进，不同形式的生态护岸在工程中逐步得到应用。生态护岸不仅具有浆砌挡土墙的功能，也有更好的景观效果，最重要的是发挥了巨大的生态功能，被越来越多的人所接受和采用。

最好的生态护岸是接近自然状态的生态护岸，当采用工程材料生态护岸时，所用的工程材料应符合相应的技术标准要求。

3.0.5 排水管网监测能为“海绵城市”提供基础监测数据，切实提高海绵城市工程管理的综合能力和管理水平，实现向动态管理、精细管理、定量管理和科学管理的转变。同时用实际监测数据来反映海绵城市的建设成果，为城市水资源、水环境、水安全的综合管理和海绵城市建设成效的评定提供数据支撑。

3.0.6 由于三明市夏季炎热，与景观绿化设施在暴晒的情况下，

种植层的水分容易散发，如果不及时浇灌，将严重影响种植植物生长状态和海绵城市设施的功能。配置滴灌、喷灌和微灌系统，并实施自动控制，能较好解决这一问题。

目前普遍采用的绿化节水灌溉方式是喷灌，其比地面漫灌要省水 30%~50%。微灌比地面漫灌省水 50%~70%，比喷灌省水 15%~20%。其中微喷灌射程较近，一般在 5m 以内，喷水量为 200L/h~400L/h。浇洒方式应根据水源、气候、地形、植物种类等因素综合确定，其中喷灌适用于植物集中连片的场所，微灌系统适用于植物小块或零碎的场所。

绿化灌溉除采用喷灌、微灌、滴灌等节水灌溉方式外，同时还可采用土壤湿度控制或根据气候变化的调节控制器，自动控制浇洒系统的启停，可以提高浇洒效率，减少人工喷洒的维护成本，节约用水。

4 渗透设施

4.1 一般规定

4.1.1 渗透技术是一种投资少、见效快、能发挥综合效益的雨水间接利用的技术措施，降雨通过各种天然或人工的渗透方式，渗入地表、渗入的水分一部分被植物的根系吸收，一部分回补地下水或回补天然河道，使得雨水资源被间接利用，雨水资源的这种自然循环方式符合自然界的循环平衡法则。这对于水土的保持、生态环境的保护有着重要意义。所以，渗透技术是一种节水型排水设施。渗透技术一般通过透水铺装、下沉式绿地、绿色屋面、生物滞留设施、渗透塘、渗井等设施实现。本导则第 4.2 节～第 4.7 节分别列出了相应的材料要求。

4.1.2 由于植物品种也是渗透设施必须考虑的材料问题，对渗透设施是否能够实现预期效果十分关键，本条提出植物的种植设计的要求。本条的技术内容参考了《三明市海绵城市建设绿地设计导则》等文件的相关内容。

4.1.3 本条提出的土壤渗透系数、有机质含量、pH、阳离子交换量等要求参考了现行行业标准《绿化种植土壤》CJ/T 340 的有关规定。三明市土壤渗透系数应以实测资料为准。

4.1.4 路缘石是设在路面与其他构造物之间的标石。在城市道路的分隔带与路面之间、人行道与路面之间一般都需设路缘石，在公路的中央分隔带边缘、行车道右侧边缘或路肩外侧边缘常需设路缘石。

现有路缘石通常有普通混凝土预制路缘石、石材加工路缘石等。海绵城市工程中常用的路缘石是带开孔的路缘石，能够保证多

余的雨水从开口流入道路中央的绿化带或周边其他的雨水滞蓄设施。本条对混凝土和石材路缘石提出了相关的技术要求。

4.2 透水铺装

4.2.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了透水铺装中的主要材料种类或组成。

城市道路人行道、人行广场、建筑小区人行道等荷载较小的区域宜采用透水路面砖、透水混凝土等透水铺装系统，小型车的停车场宜采用植草砖等透水铺装系统。园林绿地等场所也可采用鹅卵石、碎石铺地等透水铺装系统。

4.2.2 本条提出了透水路面砖或路面板、透水混凝土、植草砖等材料的技术指标要求。由于现行国家标准和行业标准对这些材料有较为详细的规定，本条直接引用了这些标准，相关材料符合相应的技术标准要求即可。

4.2.3 本条提出了聚合物透水混凝土主要性能指标。聚合物透水混凝土又称为透水树脂混凝土、彩石彩胶透水混凝土等，其工程做法通常是：采用天然彩石、陶瓷颗粒、玻璃珠、彩砂等高级装饰性骨料搅拌摊铺于透水混凝土、普通混凝土及沥青等结构层之上，具有美观、耐久、强固、免维护、防滑、铺装灵活等特点，可根据创意铺设标志性图案或个性化图形。主要应用于城市广场、市政人行道（步行街）、自行车道、轻型机动车道、停车场、园路、树池、小区、庭院、学校、高尔夫球场、网球场、游乐场等露天公共场所，在三明市海绵城市工程中常有采用。

透水系数和抗压强度可参照现行行业标准《聚合物透水混凝土》CJ/T 544 和《聚合物透水混凝土路面技术规程》DBJ/T 13-316 执行。

4.2.4 本条提出了植草格的主要使用要求。由于草格可以提供超过 95%的植草面积，可达到类似于完全的绿化效果，三明不少停车

场、消防车道、消防登高面、会展中心、生活社区、屋顶花园等场所均可酌情采用。本条不仅提出了植草格产品的基本要求，而且对种植的草种提出了要求。

值得注意的是，如果植草砖铺装用于车辆的主要通道，由于车辆行驶频繁，且速度较快，这对植草格的使用及草皮的正常生长不利，反而影响绿化率和美观。

4.2.5 本条对透水铺装下的土基给出了基本要求。渗入道路内的雨水主要有三个去向：入渗、横流和蒸发。透水铺装的设计应保证各结构层透水性能的连续，避免某些层次成为透水能力的瓶颈。影响降水的入渗量最主要是土基的透水系数，在设计施工中、通常对于不符合路基用土规定的土类予以置换，当各方面条件不符合时，可增加排水设计内容。参照现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37 的有关规定，土基的最小回弹模量应达到 15MPa 的规定。因此，透水性人行道的土基在雨水下渗浸泡一段时间后，其回弹模量不应小于 15MPa。

4.2.6 由于级配碎石作为基层的主要功能是透水、储水，且本导则的透水铺装主要用于城市人行道、人行广场、建筑小区人行道等荷载较小的区域或场所，使用级配碎石简单易行。采用其他材料时，应按照设计要求另行选择符合要求的材料。

4.2.7 本条提出的接缝用砂级配要求参考了行业标准《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188-2012 第 5.2.3 条的规定。

4.2.9 为符合基层对抗压强度和透水性、保水性要求，透水土工布质量起着至关重要的作用，其技术指标主要参考《土工合成材料短纤针刺非织造土工布》GB/T 17638 的有关要求。

4.3 下沉式绿地

4.3.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了下沉

式绿地的主要材料种类或组成。

下沉式绿地透水性能良好，建设成本与常规绿地相近，可减少绿化用水并改善城市环境，是三明市海绵城市工程中最适宜采用的技术之一。城市道路后排绿地、建筑小区以及城市广场绿地的宽度大于2m时，宜采用下沉式绿地。在绿地建设时，使绿地高程低于周围地面，以利于周边雨水径流的汇入。

4.3.2 下沉式绿地的植物应同时具备耐渍、耐淹、耐旱的特征，保证在暴雨和干旱时仍能够存活，同时可节约灌溉用水并易于维护。植物的配置数量和种类要求是结合绿色建筑的要求提出的，三明市气候条件和植物资源完全能够符合该要求，同时也能为实现绿色建筑和改善室外环境提供有利条件。

4.3.3 本条提出中粗砂和碎石料的粒径等基本要求，可渗透型下沉式绿地的中粗砂、碎石主要用于做透水基层，其粒径、颗粒含量对透水性能有影响，在本条中进行明确，其他要求不作为重点考虑。但为了采购方便，本条列出《建设用砂》GB/T 14684、《建设用卵石、碎石》GB/T 14685作为参照标准。

4.3.8 本条提出了排（蓄）水板的基本要求。本条参考了《种植屋面工程技术规程》JGJ 155的相关指标要求。地下工程采用排（蓄）水板排出基础周围的渗漏水，使底板避免侵蚀，是保证地下室顶板延续正常使用功能的有效措施。此外，凹凸型排（蓄）水板在排水的同时，还能把一部分的水分存储起来，给植物提供水分和营养，保证其良好的生长。

4.4 绿色屋面

4.4.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了绿色屋面的主要材料种类或组成。

多层建筑及面积较大的建筑裙楼的平屋顶、坡度不大于15°的坡屋顶等屋顶形式，宜采用绿色屋面。

4.4.2~4.4.4 提出绿色屋面主要结构材料的基本要求,各种材料的性能指标参考了国家标准《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 的相关内容。

4.4.5 本条对保证绿色屋面的安全和防水性能十分关键。由于三明地区经常遭受台风等灾害天气的侵袭,植物不宜采用高大植物。同时为避免植物根系对屋面防水层的破坏,除了设置耐根穿刺防水层外,还需在植物品种的选择上优先采用浅根、须根植物。

4.4.6 移动式容器种植技术集生态种植容器、植物培植工艺、营养基质及种植施工工艺于一体,种植容器具有完善的蓄水、排水、通风、保温、隔热、阻根等功能,可根据建筑物的特点将其灵活机动地拼接成一个完整的绿化系统,且施工方便快捷,是当前三明市屋顶绿化的主要形式之一。本条提出了种植容器的基本要求,其中种植容器高度提出要求不宜低于 200mm,是基于植物生长的需要、雨水渗透和滞蓄效果以及后期便于维护管理等因素的综合考虑提出的。

4.5 生物滞留设施

4.5.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则,本条提出了生物滞留设施的主要材料种类或组成。对于设有覆盖层的生物滞留设施,覆盖层材料要求可参照本导则第 4.5.6 条人工土壤渗滤设施覆盖层的要求执行。

建筑与小区内道路及停车场等的周边绿地,以及城市道路绿化带等城市绿地,宜采用生物滞留设施。生物滞留设施是一种具有景观效果的自然生态处理设施,在维持自然水文循环的同时达到控制径流污染的目的。生物滞留设施主要通过腐殖质、土壤、微生物、植物、填料等物理、化学和生物的综合作用净化雨水,包括过滤沉淀、物理吸附、离子交换化学吸附、微生物吸收转化与降解、植物同化吸收、挥发、蒸发等复杂过程,在三明市海绵城市建设工程中

较为常见。

4.5.3 植物的作用非常重要，尤其是较为发达的根系，可以促进污染物的吸收、吸附，而且根系可以提供微生物生长附着的载体，旺盛的微生物活动也可以大大提高对污染物的降解去除。有研究表明，在长期的高负荷进水后，未种植植物的系统其去除能力会逐渐衰减甚至完全消失，而种有植物的系统即使有部分吸附饱和现象发生，也可以维持较好的除污能力。土壤层厚度不仅能够为植物生长提供良好条件，同时也能加强过滤、吸附及蓄水功能。种植土壤层厚度参考了现行国家标准《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82 的有关规定。

4.5.6 松树皮易于获得，且具有高有机质含量、高空隙率、总截流面广、良好的吸附效果、稳定的 pH、使用时间长等特点，用于覆盖层可以实现保水、保肥、透水、透气性好的要求。低营养高温发酵处理的目的是脱去部分油脂，除去有害物质和杀死虫卵，做到无病害、无污染、安全可靠。

4.6 渗透塘

4.6.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了渗透塘的主要材料种类或组成。

汇水面积大于 1hm^2 、地势较低的低洼地带等具有一定空间条件的区域，宜采用渗透塘。渗透塘最大优点是渗透面积大，能提供较大的渗水和储水容量，净化能力强，对水质和预处理要求低，管理方便，具有渗透、调节、净化、改善景观、降低雨水管系负荷等多重功能。缺点是占地面积大，在拥挤的城区应用受到限制；设计管理不当会造成水质恶化，蚊虫孳生和池底的堵塞，渗透能力下降等问题。渗透塘一般与绿化、景观结合起来设计，充分发挥城市宝贵土地资源的效益。

4.6.3 溢流堰的碎石、卵石主要作用是避免溢流堰受水流的直接冲刷，所以碎石、卵石的粒径应适中，既要确保自身不被水流冲走，也要保证碎石、卵石下面的土质结构不被洗刷塌陷。

4.6.4 渗透塘底部的透水构造是渗透塘设计的关键。种植土、透水土工布符合通用要求即可，过滤介质层可采用碎石、卵石等。

4.7 渗井

4.7.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了渗井的主要材料种类或组成。

建筑、道路及停车场的周边绿地等区域，在土壤渗透条件较好的情况下宜设置渗井。渗井指通过井壁和井底进行雨水下渗的设施，为增大渗透效果，可在渗井周围设置水平渗管，并在渗管周围铺设卵石。

4.7.2 采用成品渗井有利于保障工程质量。规定渗井的开孔率和尺寸规格，有利于保证渗透效果和渗井规模的大小。

4.7.5 填充卵石的作用主要是利于渗透和净化水质，所以应控制含泥量。为了防止卵石漏进渗井或渗管，需控制卵石的粒径，本条给出推荐值，具体操作时应视渗井或渗管的开孔大小而定，一般可按照开孔大小的 1.5 倍选择。

5 存储和回用设施

5.1 一般规定

5.1.1 建立雨水存储和回用设施是雨水直接利用的最有效措施。雨水存储可以减少城市街道雨水径流量、减轻城市排水的压力，同时还能有效降低径流污染。当雨水存储设施与回用设施配套采用时，还能减轻城市供水压力，提高水资源利用效率。本导则第 5.2 节～第 5.4 节分别列出了这些设施的材料要求。

5.1.2 敞开式湿塘、雨水湿地等设施在管理不善的情况下，有可能发生溺水等事故，因此，应完善相应的安全设施，危险地带除要设置警示牌和防护栏等。当设有亲水平台和戏水区等场所时，应采用硬质材料构造池底，一方面是为了保证较好的水质，另一方面是为了保障安全。

5.1.3 通常情况下，雨水和自来水相比，腐蚀性较大，宜优先选用管道内表面为非金属的管材。

5.2 湿塘

5.2.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了湿塘的主要材料种类或组成。

建筑与小区、城市绿地、广场等区域的低洼水塘或其他具有空间条件的场地，宜设置湿塘。湿塘可有效削减较大区域的径流总量、径流污染和峰值流量，是城市内涝防治系统的重要组成部分，但对场地条件要求较严格、建设和维护费用较高。

5.2.3 湿塘作为雨水径流汇集后的存储和调节设施，一般情况下，水量较大，为了便于泥沙沉淀，需设置沉泥区。沉泥区采用混凝土

或石材铺底主要目的在于清淤方便，便于维护。

5.2.4 配水石笼结构具有良好的透水性，起到输配雨水并控制流速的作用。为了保证石笼在长期浸水状态下不易破坏，本条提出了石笼网的技术要求。

5.2.5 本条提出了湿塘的植物选用要求。值得注意的是，当湿塘出水直接排入河流、湖泊时，应谨慎选择“风眼莲”等外来入侵物种。

5.2.7 本条对生态浮床的基本组成材料提出了要求。典型的湿式有框浮床组成包括浮床的框体、浮床床体、浮床基质、浮床植物等部分。

1 从浮床选材和结构组合方面考虑，浮床框体要求坚固、耐用、抗风浪，目前一般用PVC管、不锈钢管、木材、毛竹等作为框架。PVC管无毒无污染，持久耐用，价格便宜，重量轻，能承受一定冲击力。不锈钢管、镀锌管等硬度更高、抗冲击能力更强，持久耐用，但缺点是质量大，需要另加浮筒增加浮力，价格较贵。木头、毛竹作为框架比前两者更加贴近自然，价格低廉，但常年浸没在水中，容易腐烂，耐久性相对较差。故浮床框体材料应在综合考虑经济、技术条件的情况下合理选用。

2 浮床床体是植物栽种的支撑物，同时是整个浮床浮力的主要提供者。浮床床体的技术更新大致可以分为几个阶段：第一代，主要以竹子、土工网搭建，其造价低、效果差、寿命短、不利于维护，随着人工成本的提升，目前该方式在造价上也没有优势；第二代，主要是泡沫或泡沫加金属固定件产品，具有造价低、制造工艺简单等优点，但强度不足、金属泡沫容易分离，且泡沫本身属于白色污染，目前采用也不多；第三代，主要是PE产品，有类似面包圈的浮体和分体的种植篮，是目前国内的主流产品，虽然克服以上两代的缺点，但是不同厂商生产的产品质量和寿命不一，行业标准有待建立，待相关技术标准出台后，还应符合相应的国家标准要求；第四代，主要是新材料浮床体，植物根系和浮床材料可融为一体，

且材料本身为中空管状结构，能够形成很好的水体微动力循环，目前代表产品为美国产品，由于材料专利壁垒，在国内很少应用，且售价较高。当然，对于以漂浮植物进行浮床栽种，可以不用浮床床体，依靠植物自身浮力而保持在水面上，利用浮床框体、绳网将其固定在一定区域内，这种方法也是可行的。

3 浮床基质用于固定植物植株，同时要保证植物根系生长所需的水分、氧气条件及能作为肥料载体，应保证植物直立与正常生长。目前使用的浮床基质多为海绵、椰子纤维等。另外也有直接用土壤作为基质，但缺点是重量较重，同时可能造成水质污染，目前应用较少，不推荐使用。

4 植物是浮床净化水体主体，需要符合以下要求：适宜当地气候、水质条件，成活率高；根系发达、根茎繁殖能力强；植物生长快、生物量大；植株优美，具有一定的观赏性；具有一定的经济价值等。本条列出三明市可用的一些植物，在实际工作中要根据现场条件进行植物筛选。

5.3 雨水湿地

5.3.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了雨水湿地的主要材料种类或组成。

建筑与小区、城市道路、城市绿地、滨水带等区域内的地势较低的地带或有水体自然净化需求的区域，宜设置雨水湿地。雨水湿地是与沼泽地类似的地面，将污水、污泥有控制地投配到雨水湿地上，污水与污泥在沿一定方向流动的过程中，主要利用土壤、植物、微生物的物理、化学、生物三重协同作用，对污水、污泥进行处理的一种技术。其作用机理包括吸附、滞留、过滤、氧化还原、沉淀、微生物分解、转化、植物遮蔽、残留物积累、蒸腾水分和养分吸收及各类动物的作用。通过雨水湿地净化后，水质一般能达到较好的水平，与传统污水处理厂相比具有投资少、运行成本低等明显优势。

5.3.5 本条提出的要求对雨水湿地的效果十分重要。湿地中的各类植物和微生物等是否能够存活并发挥正常生态功能,与土壤品质关系密切,所以土壤宜松散并适宜植物生长。

5.4 蓄水池及雨水罐

5.4.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则,本条提出了蓄水池、雨水罐及回用系统的主要材料种类或组成。

有绿化、道路喷洒、景观补水等雨水回用需求的建筑与小区、城市绿地等,宜根据雨水回用用途及用量设置蓄水池。蓄水池及雨水罐是常见的雨水回用存水设施。蓄水池的容量一般由径流系数、回用水量及调蓄要求等参数计算确定,水面景观水体宜作为雨水储存设施可降低建设成本,并可与地面景观相结合,一举多得。当地面场地受限时,可设置埋地式水池,但应尽量避免设置在地下室,防止暴雨时雨水溢流而造成损失。当小规模利用雨水进行绿化、道路喷洒等用途时,可采用雨水罐。

5.4.5 塑料模块水池具备设计灵活、施工简单、工期短等特点,越来越多地被行业认可和接受。本条参考现行行业标准《模块化雨水储水设施》CJ/T 542 列出了塑料雨水储水模块的关键指标。

5.4.6 本条对多孔纤维棉基本组成材料提出了要求。多孔纤维棉是一种新型雨水缓冲、渗透和排放材料,由玄武岩及其他天然矿石等经高温熔融后通过离心机高速离心或高压气体喷吹成纤维,同时喷入一定量黏结剂和添加剂后,经压制、固化、切割制成的多孔纤维棉块。

海绵城市工程中多孔纤维棉可参照现行团体标准《生态多孔纤维棉》T/CBMCA 006 的规定,在抗压强度指标检测时可参照现行国家标准《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》GB/T 8813 执行,渗透系数、孔隙度等指标检测可参照相应的产品生产厂家的企业标准执行。

5.4.7 该设施由硅砂定型设计的砌体拼装成六边形井室，形成蜂窝状储水空间，实现砌块净水与结构储水有机结合，结构稳定，储水率在 90%左右。雨水经过井壁渗透进入各个井室，实现净化。池底铺设透气防渗层，可提高水体溶解氧，延长雨水储存时间。相关产品及蓄水池的设计施工应符合本条提出的技术标准要求。

5.4.9 雨水罐一般由于容量较小、设置和更换较为简单，产品材质也有多种选择，符合使用要求即可。

5.5 处理及回用设施

5.5.1~5.5.3 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了处理及回用设施的主要材料种类或组成。

微生态滤床适用于缺少足够绿地或不宜实施生物滞留设施等场所的径流总量和径流污染控制。雨水收集进入蓄水池，提升至微生态滤床净化装置处理，处理后的清水自流至清水池，出水提升至用水点。蓄水池、清水池合建于地下，中间挡墙隔开，留一个溢流口，微生态滤床每天处理一定量的雨水，当天用不完的清水溢流至蓄水池，使蓄水池内雨水不会因为长时间存放而变质。整套系统在自动控制下运行。本方案中微生态滤床处理系统，设计两台雨水提升泵，雨水提升泵间歇性运行，约每天运行 4 小时。当系统检测到蓄水池水位低于设定工作水位时，系统自动停止运行，等待下一次降雨来临，系统自动启动。同时，系统设置自动补水装置当清水池水位低于设定水位时，系统进行补水，供日常杂用。清水池水体经过水泵提升，可供水至室外用水点。

6 雨水调节设施

6.1 一般规定

6.1.1 雨水调节是将雨水径流暂时性地储存在雨水调节设施中，对重现期较大暴雨时的峰值流量进行调节、削减，以达到控制峰值流量目的。此外，雨水调节设施也可兼具使污染物重力沉降的作用。调节塘、调节池是常见的雨水调节设施。本导则第 6.2 节、第 6.3 节分别列出了其材料要求。

6.2 调节塘

6.2.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了调节塘的主要材料种类或组成。

建筑与小区、城市绿地等具有一定空间条件的区域，宜设置调节塘。调节塘也称干塘，顾名思义，在大部分时间里，调节塘是不存蓄雨水的。其主要作用是暂时存蓄雨水，与城市雨水峰值流量形成时间差，从而实现径流峰值的控制。

6.3 调节池

6.3.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了调节池的主要材料种类或组成。

调节池适用于城市雨水管渠系统，当片区雨水管渠较难改造时，可采用调节池。调节池常见的形式包括溢流堰式或底部流槽式，应根据雨水管渠系统所在的地形条件选择合理的调节池形式：当地形坡度较大时，宜采用溢流堰式调节池；当地形平坦时，宜采用底

部流槽式调节池。

溢流堰式调节池通常设置在干管一侧，有进水管和出水管。进水较高，其管顶一般与池内最高水位持平；出水管较低，其管底一般与池内最低水位持平。底部流槽式调节池原理是：雨水从上游干管进入调节池，当进水量小于出水量时，雨水经设在池最底部的渐缩断面流槽全部流入下游干管而排走。池内流槽深度等于池下游干管的直径。当进水量大于出水量时，池内逐渐被高峰时的多余水量所充满，池内水位逐渐上升，直到进水量减少至小于池下游干管的通过能力时，池内水位才逐渐下降，至排空为止。其典型构造示意图见图 1。

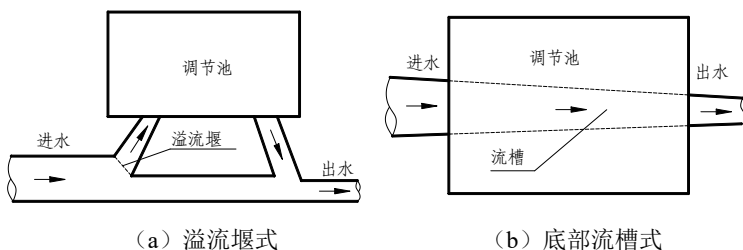
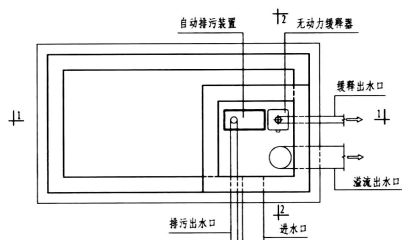


图 1 调节池典型构造示意图

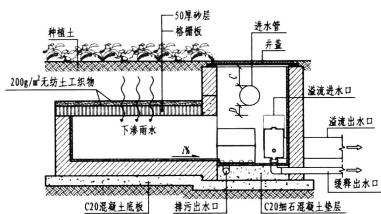
6.4 延时调节设施

6.4.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了延时调节设施的主要材料种类或组成。

延时调节设施适用于缺少足够绿地或不宜实施生物滞留设施等场所的径流总量和径流污染控制。调蓄容积应根据设施对应汇水区面积、设计降雨量及所需控制雨量等因素采用容积法计算确定，结构根据空间尺寸及覆土深度由结构专业设计确定，沟或管坡度不宜小于 1%。



(a) 平面图



(b) 1-1 剖面图

图2 延时调节设施构造示意图

7 雨水转输设施

7.1 一般规定

7.1.1 雨水转输设施是通常雨水汇集区域与排水或蓄水设施之间的连接通道，除了起到雨水传递的作用外，还可以在雨水流经这些设施时起到净化和入渗雨水的作用。本导则第 7.2 节、第 7.3 节分别列出了其材料要求。

7.1.2 本条提出了排水沟的基本承压要求，涵盖普通排水沟和海绵城市工程采用的渗渠等。由于我国尚未出台相关标准，本条承压要求参考了欧洲标准《车辆和行人区的排水通道分类、设计、试验要求、标记和合格评定》EN 1433: 2002 的有关规定，作为三明市海绵城市建设中成品排水沟承压要求。

7.2 植草沟

7.2.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了植草沟的主要材料种类或组成。

建筑与小区内道路、广场、停车场等不透水地面的周边，城市道路及城市绿地等区域，且坡度小于 15° 的地带，宜采用植草沟。植草沟也称为植被浅沟，在输送雨水的同时，能对雨水中污染物有一定的截留作用，与明沟、明渠等相比，植被浅沟具有生态、环保、经济、美观等优点，是三明市海绵城市工程中常用的设施。

7.3 渗管及渗渠

7.3.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了渗管

或渗渠的主要材料种类或组成。

建筑与小区及公共绿地内转输流量较小且土壤渗透情况良好的区域，可采用渗管或渗渠，地下水位较高、径流污染严重及易出现结构塌陷等区域不宜采用渗管或渗渠。地下水位较高时雨水不仅不能正常入渗，甚至可能造成地下水反渗；径流污染严重时，可能引起管渠堵塞，导致入渗效果不佳；易出现结构塌陷的区域，渗透可能会引发安全问题。所以，以上几种情况下，不宜采用渗管或渗渠。

7.3.2 本条给出了渗管的基本要求。由于国家和福建省目前尚未发布渗管的相关技术标准，本条要求以 PE 实壁管、PE 双壁波纹管、PE 缠绕结构管等为材质的渗管在穿孔前应符合相应标准的要求，如：现行国家标准《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663、《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统 第 1 部分：聚乙烯双壁波纹管》GB/T 19472.1、《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统 第 2 部分：聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T 19472.2 等。

环刚度是埋地排水管的关键性能指标。国际上目前都广泛应用环刚度这个数值指标来表示埋地排水管的抗外压负载能力。如果管材的环刚度太小，管材可能发生过大变形或出现压屈失稳破坏；反之，如果环刚度选择得太高，必然采用过大的截面惯性矩，将造成用材料太多，成本过高。渗管在不同使用条件下，对环刚度的要求是不一样的，通常情况下，需对环刚度进行设计计算。

8 截污净化设施

8.1 一般规定

8.1.1 雨水水质控制是现代城市雨水利用的重要组成部分和主要特征，也是海绵城市的重要内容。雨水水质源头控制是最有效和最经济的方法，植被缓冲带、初期雨水弃流设施和人工土壤渗滤设施等是较常用的截污净化设施。本导则第 8.2 节～第 8.4 节分别列出了这些设施的材料要求。

8.2 植被缓冲带

8.2.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了植被缓冲带的主要材料种类或组成。

道路等不透水面周边绿地、公园绿地、城市水系的滨水绿化带等区域，宜设置植被缓冲带，可作为低影响开发设施的预处理设施和城市水系的雨水径流污染控制措施。植被缓冲带具有生物栖息地、维护水域的完整性和生物多样性、拦截和降解地表径流污染、增强沿岸稳定性和景观美学等多重功能。

8.2.4 植被缓冲带通常情况下区域较大，是多种技术设施的集合。本导则提及的大多数海绵城市的设施均可在植被缓冲带中穿插使用，能够起到更综合的效果。

8.3 初期雨水弃流设施

8.3.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了初期雨水弃流设施的主要材料种类或组成。

屋面雨水的雨落管、径流雨水的集中入口等低影响开发设施的前端应设置初期雨水弃流设施。初期降雨时，前 2mm~5mm 的雨水一般污染严重，流量也比较小。在流经初期雨水弃流设施时，因重力的作用，雨水将首先通过低位的弃流管或排空管排放掉。弃流后的雨水水质相对较好，可流入其他雨水设施。初期雨水弃流设施是其他低影响开发设施的重要预处理设施，初期弃流方法包括小管弃流、容积法弃流等。

8.3.2 电动阀、计量装置可能存在漏水现象，检修时也会造成漏水，因此要求设在室外（一般在检查井内）。控制箱内为电器元件，设在室外易受风吹日晒的影响，因此要求设在室内；自动控制弃流装置能灵活及时地切换雨水弃流管道和收集管道，保证初期雨水弃流和雨水收集的有效性；流量控制式雨水弃流装置信号取自较小规格的主控电动阀，其造价较低，且能有效保证弃流信号的准确性；雨量控制式雨水弃流装置的雨量计可设在距主控电动阀较近的屋面或室外地面，有可靠的保护措施防止污物进入或人为破坏，并定期检查，以保证其有效工作。

8.4 人工土壤渗滤设施

8.4.1 为方便相关技术人员理解和使用本导则，本条提出了人工土壤渗滤设施的主要材料种类或组成。

具有一定场地空间的建筑与小区及城市绿地，宜采用人工土壤渗滤设施。人工土壤渗滤设施是一种人工强化的污水生态工程处理设施，它充分利用在地表下面的土壤中栖息的土壤动物、土壤微生物、植物根系以及土壤所具有的物理、化学特性将污水净化，属于小型的污水土地处理设施。人工土壤渗滤主要作为蓄水池等雨水储存设施的配套雨水设施。

8.4.2 本条提出了人工土壤渗滤设施的种植植物的选择要求。种植的植物是人工土壤渗滤设施形成良好生态功能的重要组成部分，

若植物生长状态不良，人工土壤渗滤设施不仅不能正常发挥功效，甚至还可能形成新的黑臭水体污染源。因此本条提出选用耐污能力强、根系发达、去污效果好、具有抗冻及抗病虫害能力等特点的植物要求。

8.4.7 卵石层是人工土壤渗滤设施的出水层，本条提出密度、含泥量、粒径等要求。一般采用洗净的卵石，粒径太大，不利于保证渗滤效果，粒径太小会进入渗管，所以本条提出适宜的粒径范围。