



T/CECS 1272-2023

中国工程建设标准化协会标准

智能化碳纤雨水收集模块系统 技术规程

Technical specification for intelligent carbon fiber rainwater harvesting
module system



统一书号: 15112 · 40505

定价: 38.00 元



中国建筑工业出版社



1 5 1 1 2 4 0 5 0 5

中国工程建设标准化协会标准

智能化碳纤雨水收集模块系统
技术规程

Technical specification for intelligent carbon fiber rainwater harvesting
module system

T/CECS 1272 - 2023

主编单位：沈 阳 工 业 大 学

沈阳天吴环保科技有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 2 3 年 8 月 1 日

中国建筑工业出版社

2023 北 京

中国工程建设标准化协会公告

第 1462 号

关于发布《智能化碳纤雨水收集模块系统 技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2022〕13 号）的要求，由沈阳工业大学、沈阳天昊环保科技有限公司等单位编制的《智能化碳纤雨水收集模块系统技术规程》，经本协会建筑与市政工程产品应用分会组织审查，现批准发布，编号为 T/CECS 1272-2023，自 2023 年 8 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
2023 年 3 月 6 日

中国工程建设标准化协会标准
智能化碳纤雨水收集模块系统
技术规程

Technical specification for intelligent carbon fiber rainwater harvesting
module system

T/CECS 1272 - 2023

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路 9 号）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本：850 毫米×1168 毫米 1/32 印张：2 $\frac{1}{2}$ 字数：61 千字

2023 年 5 月第一版 2023 年 5 月第一次印刷

印数：1—2500 册

定价：38.00 元

统一书号：15112·40505

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社图书出版中心退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2022〕13 号)的要求,编制组经过广泛调查研究,认真总结实践经验,并在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程共分 7 章和 4 个附录,主要内容包括:总则,术语和符号,系统、材料及性能,设计,施工,质量验收,运行维护等。

本规程某些内容可能涉及一种基于智能化碳纤雨水收集模块的海绵城市系统专利(专利号:ZL 2021 2 0880162.4)、用于海绵城市的雨水净化导流装置专利(专利号:ZL 2021 2 2712913.4)等专利的使用。涉及专利的具体技术问题,使用者可直接与专利持有人沈阳天吴环保科技有限公司协商处理。除上述专利外,本规程的某些内容仍可能涉及专利,本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理,由沈阳工业大学负责具体技术内容的解释。执行过程中,如有意见或建议,请反馈给沈阳工业大学(地址:辽宁省沈阳市经济技术开发区 111 号,邮编:110870,邮箱:yanglu515@163.com)。

主 编 单 位:沈阳工业大学

沈阳天吴环保科技有限公司

参 编 单 位:辽宁省建设科学研究院有限责任公司

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司

同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司

哈尔滨工业大学

重庆大学环境与生态学院

沈阳建筑大学

黑龙江工程学院

上海建筑设计研究院有限公司

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

中国建筑东北设计研究院有限公司

中国建筑西北设计研究院有限公司

中国中铁二院地铁院机电分院

中国联合工程有限公司

核工业西南勘察设计研究院

华南理工大学建筑设计研究院

悉地(苏州)勘察顾问有限公司

上海江欢成建筑设计有限公司

辽宁省建筑设计研究院有限责任公司

辽宁中测建筑科技有限公司

北京城建设计发展集团股份有限公司

天津城建设计院有限公司

大连市市政设计研究院有限责任公司

长春市市政工程设计研究院有限责任公司

桂林市城市规划设计研究院

广东斐舟环保科技有限公司

苏州大乘环保新材有限公司

天津普霖环境科技有限公司

江苏绿源海绵城市科技有限公司

主要起草人:杨 璐 杨宏旭 肖 骏 王庆辉

邱 蓉 徐向飞 方 琦 孙迎霞

聂长栋 刘宝玲 白舜文 张 智

李亚峰	董 雷	李 刚	郑 威
杨添喆	肖新波	杨 霄	金 鹏
许为民	莫 云	王东政	张子峰
刘超华	植 堰	潘 虹	王 伟
缪永刚	宁迎福	曹倩男	李松江
方凯飞	杨 昆	陈 海	孙宏亮
张惋综	邱 峰	穆健鹏	龚希博
主要审查人: 归谈纯	刘西宝	栗心国	陈德龙
于永彬	杜立军	吴成东	

目 次

1 总则	(1)
2 术语和符号	(2)
2.1 术语	(2)
2.2 符号	(2)
3 系统、材料及性能	(4)
3.1 智能化碳纤雨水收集模块系统	(4)
3.2 碳纤雨水收集模块	(5)
3.3 雨水净化导流装置	(9)
3.4 雨水排气装置	(10)
3.5 数据传输装置	(11)
3.6 智能信息化平台	(12)
4 设计	(13)
4.1 一般规定	(13)
4.2 系统设计	(13)
4.3 节点设计	(15)
4.4 智能信息化设计	(25)
5 施工	(27)
5.1 施工准备	(27)
5.2 土方开挖	(27)
5.3 碳纤雨水收集模块安装	(28)
5.4 雨水净化导流装置及雨水排气装置安装	(28)
5.5 数据传输装置安装	(28)
5.6 回填	(29)
5.7 智能信息化平台建设	(29)

6 质量验收	(30)
6.1 一般规定	(30)
6.2 主控项目	(32)
6.3 一般项目	(32)
7 运行维护	(34)
附录 A 碳纤雨水收集模块体积吸水率试验方法	(35)
附录 B 雨水净化导流装置污染物去除率试验方法	(36)
附录 C 雨水净化导流装置过水流量试验方法	(38)
附录 D 碳纤雨水收集模块释水能力试验方法	(41)
用词说明	(43)
引用标准名录	(44)
附: 条文说明	(47)

Contents

1 General provisions	(1)
2 Terms and symbols	(2)
2.1 Terms	(2)
2.2 Symbols	(2)
3 Systems, materials and performance	(4)
3.1 Intelligent carbon fiber rainwater harvesting module system	(4)
3.2 Carbon fiber rainwater harvesting module	(5)
3.3 Rainwater purification and flowtraining installation	(9)
3.4 Rainwater exhaust unit	(10)
3.5 Data transmission unit	(11)
3.6 Intelligent information platform	(12)
4 Design	(13)
4.1 General requirements	(13)
4.2 System design	(13)
4.3 Design nodes	(15)
4.4 Intelligent information design	(25)
5 Construction	(27)
5.1 Preparation for construction	(27)
5.2 Earth excavation	(27)
5.3 Installation of carbon fiber rainwater harvesting module	(28)
5.4 Installation of rainwater purification diversion and exhaust device	(28)
5.5 Data transmission device installation	(28)
5.6 Earthwork backfilling	(29)
5.7 Intelligent information platform construction	(29)

6	Quality inspection and acceptance	(30)
6.1	General requirements	(30)
6.2	Main control items	(32)
6.3	General control items	(32)
7	Operation and maintenance	(34)
Appendix A	Test method for volumetric water absorption of carbon fiber rainwater harvesting module	(35)
Appendix B	Test method for pollutant removal rate of rainwater purification diversion device	(36)
Appendix C	Test method for flow rate of rainwater purification diversion device	(38)
Appendix D	Test method for water release capacity of carbon fiber rainwater harvesting module	(41)
	Explanation of wording	(43)
	List of quoted standards	(44)
	Addition: Explanation of provisions	(47)

1 总 则

1.0.1 为规范智能化碳纤雨水收集模块系统的工程应用,做到技术先进、安全适用、绿色环保,结合海绵城市建设实际情况,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建、扩建的建筑与小区、公园与绿地、城市道路与广场等项目中智能化碳纤雨水收集模块系统调蓄设施和雨水资源利用的设计、施工、质量验收、运行维护等。

1.0.3 智能化碳纤雨水收集模块系统的设计、施工及验收,除应符合本规程规定外,尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统 intelligent carbon fiber rainwater harvesting module system

由碳纤雨水收集模块、雨水净化导流装置、雨水排气装置、数据传输装置及智能信息化平台等有机组合形成,具有生态仿自然方式实现雨水吸纳、释放、净化、收集利用功能。

2.1.2 碳纤雨水收集模块 carbon fiber rainwater harvesting module

由高强度耐酸碱滤透包裹布包裹碳纤雨水收集模块芯材形成的长方体产品。

2.1.3 旋流分离环保雨水口 cyclone separation rainwater inlet

由截污篮、环形导流槽、泥沙分离器及复合材质微孔滤芯等组成的一体式雨水口,其进水经导流槽形成旋流状态,达到泥沙高效分离效果,同时还具有高效截污净化及防蚊、防臭等功能。

2.2 符 号

C_1 ——测试溶液净化前浓度;

C_2 ——测试溶液净化后浓度;

E —— 1m^3 碳纤雨水收集模块 6h 释水量;

E_1 ——首次灌注水量;

E_2 ——第 2 小时灌注水量;

E_3 ——第 3 小时灌注水量;

E_4 ——第 4 小时灌注水量;

E_5 ——第 5 小时灌注水量;

E_6 ——第 6 小时灌注水量;

E_7 ——试验 6h 结束时模块含水量;

P ——碳纤雨水收集模块体积吸水率;

Q ——流量;

Q_1 ——第 1 次测试流量;

Q_2 ——第 2 次测试流量;

Q_3 ——第 3 次测试流量;

V ——设计调蓄容积;

V_c ——除碳纤雨水收集模块系统外的调蓄容积;

V_w ——碳纤雨水收集模块容积;

V_1 ——试样体积;

V_2 ——注入水的体积;

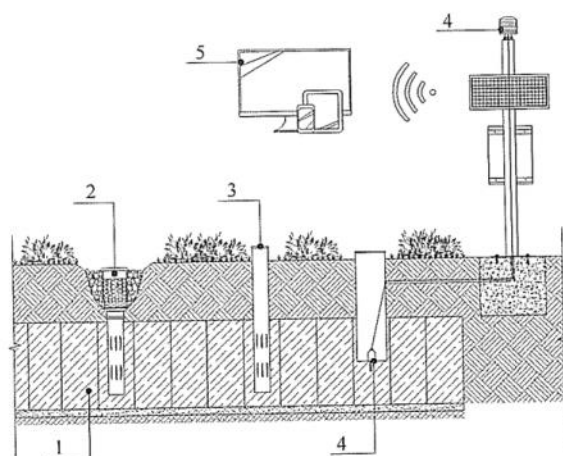
V_3 ——容器中吸水后试样和水的体积;

W ——体积吸水率。

3 系统、材料及性能

3.1 智能化碳纤雨水收集模块系统

3.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统应包括碳纤雨水收集模块、雨水净化导流装置、雨水排气装置、数据传输装置及智能信息化平台（图 3.1.1）。



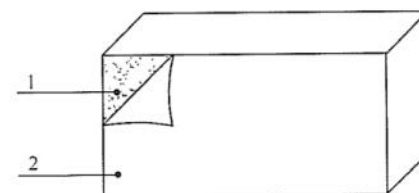
1—碳纤雨水收集模块；2—雨水净化导流装置；3—雨水排气装置；
4—数据传输装置；5—智能信息化平台

图 3.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统组成示意

3.1.2 智能化碳纤雨水收集模块系统可用于路面、绿地及屋面的雨水收集利用工程。

3.2 碳纤雨水收集模块

3.2.1 碳纤雨水收集模块应包括碳纤雨水收集模块芯材和高强力耐酸碱滤透包裹布（图 3.2.1）。



1—碳纤雨水收集模块芯材；2—高强力耐酸碱滤透包裹布

图 3.2.1 碳纤雨水收集模块示意

3.2.2 碳纤雨水收集模块芯材可分为普通型、增强型、超强型及绿植屋面专用型，并应符合下列规定：

- 1 主要化学成分应包括碳元素、二氧化硅、三氧化二铝、氧化铁、氧化钙、氧化镁；
- 2 碳纤雨水收集模块芯材技术参数应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 碳纤雨水收集模块芯材技术参数

技术参数	普通型	增强型	超强型	绿植屋面专用型	试验方法
规格尺寸 (长×宽×高) (mm)	1200×250 ×(40~ 1200)	1200×200 ×(40~ 1200)	1200×150 ×(40~ 1200)	1200×250 ×(40~ 100)	现行国家标准《矿物棉及其制品试验方法》GB/T 5480
外观	褐色				目测
体积吸水率 (%)	≥93	≥91	≥88	≥94	本规程附录 A
抗压强度 (kPa)	≥75	≥90	≥145	≥60	现行国家标准《建筑用绝热制品 压缩性能的测定》GB/T 13480

续表 3.2.2

技术参数	普通型	增强型	超强型	绿植屋面 专用型	试验方法
25次冻融后 体积吸水率 (%)	≥80	≥75	≥70	≥80	现行国家标准《建筑 用绝热制品 抗冻融性 能的测定》GB/T 33011
25次冻融后 抗压强度 (kPa)	≥50	≥60	≥85	≥50	
渗透性能 (mm/s)	≥5				现行国家标准《透 水路面板和透水路面板》GB/T 25993
化学性能	酸度系数≥2.0				现行国家标准《矿 物棉及其制品试验方 法》GB/T 5480
	(钾离子+钠离子) ≤4%				现行国家标准《纤 维玻璃化学分析方法》 GB/T 1549
重金属含量 (mg/kg)	镉 ≤0.03				现行国家标准《土 壤环境质量 农用地 土壤污染风险管控标 准（试行）》GB 15618
	汞≤0.08				
	砷≤2				
	铅≤30				
	铬≤300				
	铜≤50				
	镍≤60				
	锌≤150				
石棉	不含				现行行业标准《环境 标志产品技术要求 无 石棉建筑制品》HJ/T 206

续表 3.2.2

技术参数	普通型	增强型	超强型	绿植屋面 专用型	试验方法
甲醛释放量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 0.02				现行国家标准《人造板及其制品中挥发性有机化合物释放量试验方法 小型释放舱法》GB/T 29899
TVOC (mg/m^3)	≤ 0.50				
抗霉菌性能	不生长 (0级)				现行国家标准《建筑木塑复合材料防霉性能测试方法》GB/T 35469

3.2.3 高强度耐酸碱滤透包裹布技术参数应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 高强度耐酸碱滤透包裹布技术参数

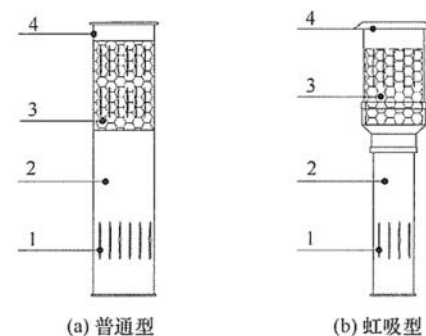
项目			单位	数值	测试方法
物理性能	单位面积质量		g/m ²	110~140	现行国家标准《土工合成材料 土工布及土工布有关产品单位面积质量的测定方法》GB/T 13762
	断裂伸长率	纵向	%	≥70	现行国家标准《土工合成材料 宽条拉伸试验方法》GB/T 15788
		横向	%	≥75	
	撕破强力	纵向	N	≥380	现行国家标准《土工合成材料 梯形法撕破强力的测定》GB/T 13763
		横向	N	≥370	
	断裂强度	纵向	kN/m	≥6	现行国家标准《土工合成材料 宽条拉伸试验方法》GB/T 15788
		横向	kN/m	≥6	

续表 3.2.3

项目		单位	数值	测试方法
物理性能	CBR 顶破强力	N	≥ 1100	现行国家标准《土工合成材料 静态顶破试验 (CBR 法)》GB/T 14800
	等效孔径 (90)	mm	≥ 0.15	现行国家标准《土工布及其有关产品 有效孔径的测定 干筛法》GB/T 14799
	垂直渗透系数	cm/s	≥ 0.15	现行国家标准《土工布及其有关产品 无负荷时垂直渗透特性的测定》GB/T 15789
化学性能 (抗酸碱性能)	质量变化率	%	± 1	现行国家标准《土工布及其有关产品 抗酸、碱液性能的试验方法》GB/T 17632
	尺寸变化率	%	± 1	现行国家标准《纺织品 织物长度和幅宽的测定》GB/T 4666
	断裂强力保持率	纵向	%	现行国家标准《土工合成材料 宽条拉伸试验方法》GB/T 15788
		横向	%	
	断裂伸长率保持率	纵向	%	
		横向	%	
抗冻融性能 (-20℃~ 室温, 反复 冻融 25 次)	断裂强力保持率	纵横向	%	现行国家标准《土工合成材料 宽条拉伸试验方法》GB/T 15788
	断裂伸长率保持率	纵横向	%	
	撕破强力保持率	纵横向	%	现行国家标准《土工合成材料 梯形法撕破强力的测定》GB/T 13763
	CBR 顶破强力保持率	纵横向	%	现行国家标准《土工合成材料 静态顶破试验 (CBR 法)》GB/T 14800

3.3 雨水净化导流装置

3.3.1 雨水净化导流装置可分为普通型和虹吸型 (图 3.3.1), 总长度应为 1200mm, 管材应符合现行国家标准《建筑排水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材》GB/T 5836.1 的有关规定。



1—导流孔; 2—硬聚氯乙烯管; 3—磷、氮、碳去除层;
4—固体悬浮物去除层

图 3.3.1 雨水净化导流装置示意

3.3.2 普通型雨水净化导流装置应符合下列规定:

- 1 管材公称外径应为 $dn160$, 公称壁厚应为 4.0mm;
- 2 过水流量不应小于 $0.065\text{m}^3/\text{min}$, 试验方法应符合本规程附录 C 的规定;
- 3 污染物去除率应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 普通型雨水净化导流装置污染物去除率

污染物	污染物去除率	试验方法
总磷	$\geq 70\%$	本规程附录 B
总氮	$\geq 45\%$	
化学需氧量	$\geq 80\%$	
固体悬浮物	$\geq 90\%$	

3.3.3 虹吸型雨水净化导流装置应符合下列规定：

- 1 粗管公称外径应为 $dn160$ ，公称壁厚应为 4.0mm；细管公称外径应为 $dn110$ ，公称壁厚应为 3.2mm；
- 2 过水流量不应小于 $0.1\text{m}^3/\text{min}$ ，试验方法应符合本规程附录 C 的规定；
- 3 污染物去除率应符合表 3.3.3 的规定。

表 3.3.3 虹吸型雨水净化导流装置污染物去除率

污染物	污染物去除率	试验方法
总磷	$\geq 65\%$	本规程附录 B
总氮	$\geq 40\%$	
化学需氧量	$\geq 70\%$	
固体悬浮物	$\geq 80\%$	

3.4 雨水排气装置

3.4.1 雨水排气装置应设置排气孔（图 3.4.1），管材应符合现行国家标准《建筑排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 5836.1 的有关规定。



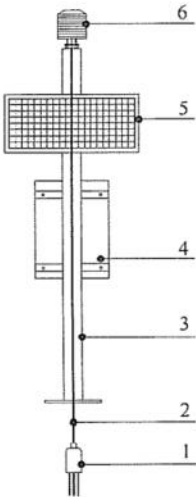
1—排气孔；2—硬聚氯乙烯管
图 3.4.1 雨水排气装置示意

3.4.2 雨水排气装置管材公称直径应为 $dn110$ ，公称壁厚应为 4.0mm。

- 3.4.3 雨水排气装置管材开孔率宜为 20%~30%，开孔长径宜为 80mm~100mm，开孔短径宜为 5mm~10mm。
- 3.4.4 雨水排气装置排气量应大于 $0.6\text{m}^3/\text{min}$ 。

3.5 数据传输装置

3.5.1 数据传输装置应包括传感器、传输线、金属立杆、蓄电池、太阳能板及发射器（图 3.5.1）。



1—传感器；2—传输线；3—金属立杆；4—蓄电池；5—太阳能板；6—发射器
图 3.5.1 数据传输装置示意

- 3.5.2 数据传输装置可采用 4G 或 5G 制式传输数据。
- 3.5.3 传感器响应时间应小于 1s。
- 3.5.4 温度传感器测量范围宜为 $-40^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ ，测量精度应为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。
- 3.5.5 湿度传感器测量范围应为 0~100%。测量范围为 0~53% 时，其测量精度应为 $\pm 3\%$ ；测量范围为 53%~100% 时，其测量精度应为 $\pm 5\%$ 。

3.6 智能信息化平台

3.6.1 智能信息化平台终端系统应衔接物联网传感器、数据传输装置、信息化管理平台、移动终端等。

3.6.2 智能信息化平台系统应用架构宜包括环境层、核心接口层、应用终端层、业务层及产品层（图 3.6.2）。



图 3.6.2 智能信息化平台系统架构

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统应落实海绵城市规划及专项方案，衔接排水防涝及绿地系统功能，智能化碳纤雨水收集模块系统作为雨水资源化利用的一种有效形式，确保基本功能，并能实现海绵功能与景观效果的有机统一。

4.1.2 设计应坚持问题导向和目标导向相结合原则，合理确定智能化碳纤雨水收集模块系统方案，并应有效结合建设项目周边环境 and 建设条件。

4.1.3 智能化碳纤雨水收集模块系统规模应综合考虑项目安全性能、汇水面积、下垫面类型等，并结合项目综合径流系数、年径流总量控制率、年污染物去除率等指标，经计算确定。

4.1.4 智能化碳纤雨水收集模块系统所使用的材料应符合国家现行标准、设计文件及本规程的规定。

4.1.5 碳纤雨水收集模块设计工作年限不得低于 25 年。

4.2 系 统 设 计

4.2.1 智能化碳纤雨水收集模块系统可应用于绿地，道路、广场、停车场，建筑屋面等海绵建设工程。

4.2.2 智能化碳纤雨水收集模块系统可与雨水检查井、雨水口、雨水花园、生物滞留带、植草沟、截水沟、开孔路缘石等便利结合。

4.2.3 智能化碳纤雨水收集模块的布置可根据场地条件集中布置或分散布置。

4.2.4 碳纤雨水收集模块的应用应符合下列规定：

- 1 普通型碳纤雨水收集模块适用于绿地，当其上种植草坪

时,最小覆土深度不应小于 100mm;当其上种植灌木时,最小覆土深度不应小于 400mm;

2 增强型碳纤雨水收集模块适用于人行道及广场;

3 超强型碳纤雨水收集模块适用于人行道、广场、停车场;

4 绿植屋面专用型碳纤雨水收集模块适用于屋面,其最小覆土深度不应小于 60mm。

4.2.5 碳纤雨水收集模块容积应按下列公式计算:

$$V_w = (V - V_c) / P \quad (4.2.5)$$

式中: V_w ——碳纤雨水收集模块容积 (m^3);

V ——设计调蓄容积 (m^3);

V_c ——除碳纤雨水收集模块系统外的调蓄容积 (m^3);

P ——碳纤雨水收集模块体积吸水率,见本规程表 3.2.2。

4.2.6 碳纤雨水收集模块埋设底标高应高于常年地下水位 300mm 以上。

4.2.7 碳纤雨水收集模块堆积高度应小于 5m。

4.2.8 碳纤雨水收集模块承载能力应能满足其使用的荷载条件。

4.2.9 碳纤雨水收集模块应进行拼接设计,施工面较大区域宜采用高度较小的模块,施工面较小区域宜采用高度较大的模块。

4.2.10 智能化碳纤雨水收集模块系统与开孔路缘石结合应用时,开孔路缘石的数量应通过计算确定。

4.2.11 普通型雨水净化导流装置的设置应符合下列规定:

1 应横向安装,敷设坡度不应小于 3%;

2 装置进水口应低于雨水溢流排水口;

3 每 $1.3m^3$ 碳纤雨水收集模块应至少配置 1 套;

4 每套雨水净化导流装置 20min 雨水导流量不应小于 $1.3m^3$ 。

4.2.12 虹吸型雨水净化导流装置的设置应符合下列规定:

1 应竖向安装;

2 每 $2m^3$ 碳纤雨水收集模块应至少配置 1 套;

3 每套雨水净化导流装置 20min 雨水导流量不应小于 $2m^3$;

4 装置顶面安装高度应低于场地完成面 50mm~100mm;

5 装置周边 300mm 范围内应铺设碎石或消能坎等消能设施。

4.2.13 雨水排气装置的设置应符合下列规定:

1 每 $12m^3$ 碳纤雨水收集模块应至少配置 1 套;

2 每套雨水排气装置 20min 排气量不应小于 $2m^3$;

3 装置顶部应设置防水透气网;

4 装置顶标高应高于场地完成面 50mm~100mm。

4.2.14 传感器的设置应符合下列规定:

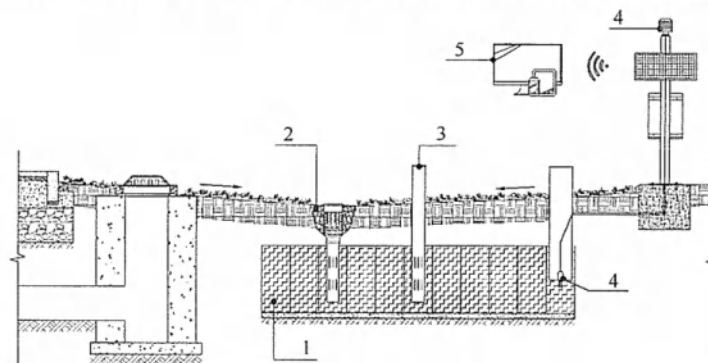
1 应设置模块湿度、化学需氧量、水质悬浮物、浊度等传感器,每 10 处分散布置的碳纤雨水收集模块区域应至少设置 1 套;

2 宜设置雨量、土壤湿度、空气温度、土壤温度、空气湿度、光照度、风速、风向传感器;每个传感器控制的半径宜为 3km~4km。

4.3 节点设计

4.3.1 智能化碳纤雨水收集模块系统与下沉式绿地结合应用时(图 4.3.1),应符合下列规定:

1 下沉式绿地应低于周边铺砌地面或道路 50mm~100mm;



1—碳纤雨水收集模块; 2—雨水净化导流装置; 3—雨水排气装置;

4—数据传输装置; 5—智能信息化平台

图 4.3.1 系统与下沉式绿地结合应用示意

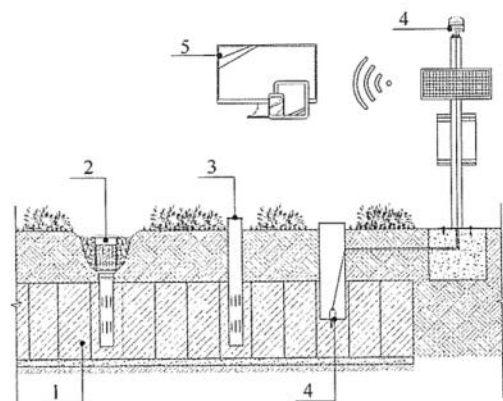
2 下沉式绿地低点应设置雨水净化导流装置;

3 下沉式绿地内植物宜选用耐水湿植物,乔木主干和碳纤雨水收集模块距离应不小于 2m。

4.3.2 智能化碳纤雨水收集模块系统与普通绿地结合应用时(图 4.3.2),应符合下列规定:

1 绿地低点应设置雨水净化导流装置;

2 碳纤雨水收集模块埋设区域内宜选用地被花卉及花灌木,乔木主干和碳纤雨水收集模块距离应不小于 2m。



1—碳纤雨水收集模块; 2—雨水净化导流装置; 3—雨水排气装置;
4—数据传输装置; 5—智能信息化平台

图 4.3.2 系统与普通绿地结合应用示意

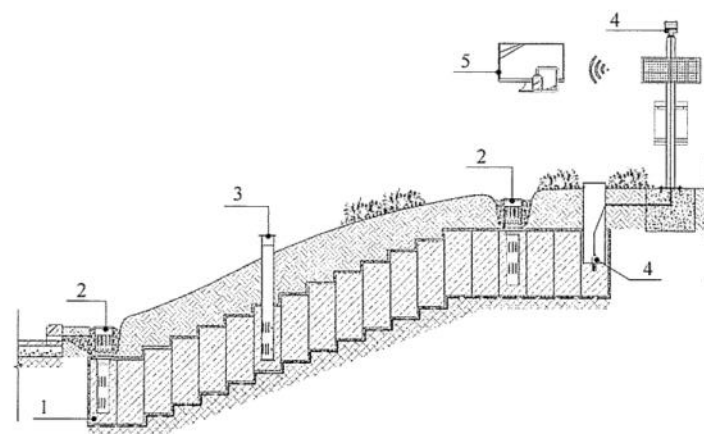
4.3.3 智能化碳纤雨水收集模块系统与立体种植结合应用时(图 4.3.3),应符合下列规定:

1 立体种植最高处与最低处均应设置雨水净化导流装置;

2 雨水排气装置高出周边地面不应小于 100mm;

3 设计目标为绿化节水时,碳纤雨水收集模块底部应设置防水土工布,防水土工布开孔率宜为 20%~50%;

4 立体种植坡度大于或等于 30%时,碳纤雨水收集模块摆放形式应采用阶梯式;立体种植坡度小于 30%时,碳纤雨水收

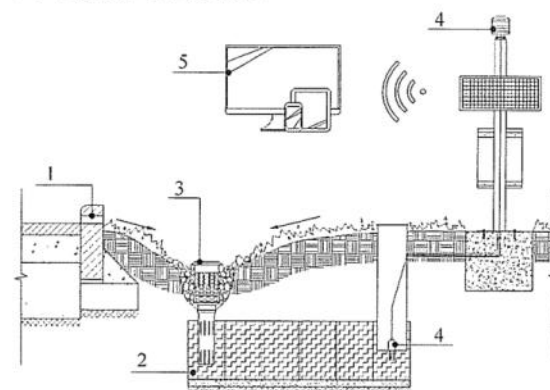


1—碳纤雨水收集模块; 2—雨水净化导流装置; 3—雨水排气装置;
4—数据传输装置; 5—智能信息化平台

图 4.3.3 系统与立体种植结合应用示意

集模块摆放形式应采用平行式。

4.3.4 智能化碳纤雨水收集模块系统与植草沟结合应用时(图 4.3.4),应符合下列规定:



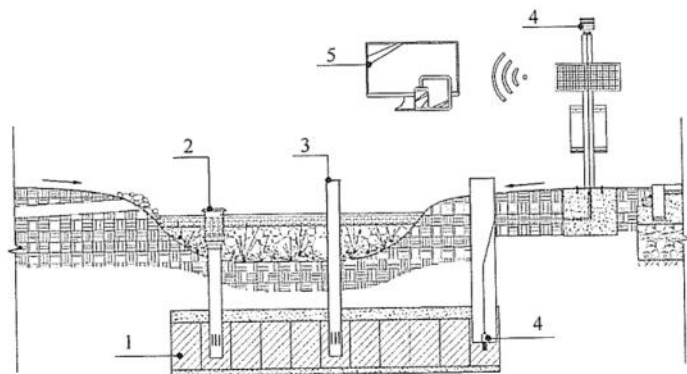
1—开孔路缘石; 2—碳纤雨水收集模块; 3—雨水净化导流装置;
4—数据传输装置; 5—智能信息化平台

图 4.3.4 系统与植草沟结合应用示意

- 1 植草沟底部应设置雨水净化导流装置;
- 2 路缘石应开孔;
- 3 开孔路缘石设置数量应通过过水流量计算;
- 4 植草沟顶部宜低于开孔路缘石开孔处底部。

4.3.5 智能化碳纤雨水收集模块系统与生物滞留带结合应用时(图 4.3.5),应符合下列规定:

- 1 生物滞留带内应设置雨水净化导流装置;
- 2 生物滞留带内植物宜选用耐水湿植物,乔木主干和碳纤雨水收集模块距离应不小于 2m;
- 3 生物滞留带内应设置雨水排气装置,雨水排气装置排气口应高于生物滞留带顶部 100mm。



1—碳纤雨水收集模块; 2—雨水净化导流装置; 3—雨水排气装置;
4—数据传输装置; 5—智能信息化平台

图 4.3.5 系统与生物滞留带结合应用示意

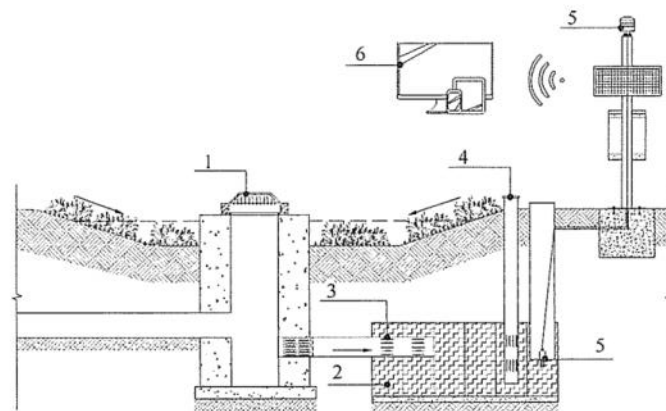
4.3.6 智能化碳纤雨水收集模块系统与雨水花园结合应用时(图 4.3.6),应符合下列规定:

- 1 采用横向雨水净化导流装置时,雨水净化导流装置进水口应低于雨水管网排水管,并应高于溢流井底部 200mm~300mm;

2 采用竖向雨水净化导流装置时,雨水净化导流装置顶标高应低于溢流雨水口;

3 雨水花园内植物宜选用耐水湿植物,乔木主干和碳纤雨水收集模块距离应不小于 2m;

4 雨水花园内应设置雨水排气装置,雨水排气装置排气口应高于雨水花园顶部 100mm。

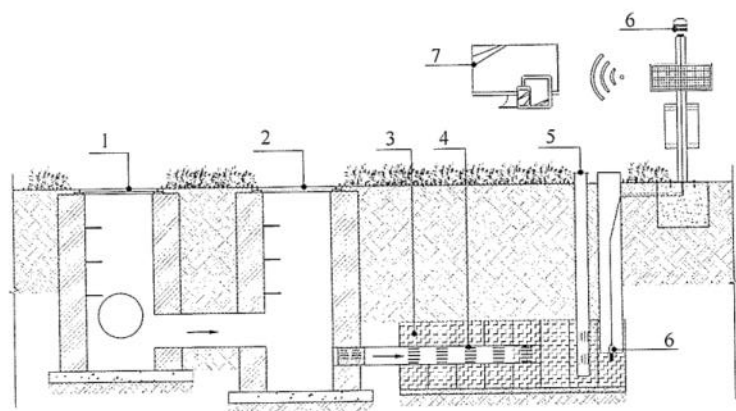


1—溢流井; 2—碳纤雨水收集模块; 3—雨水净化导流装置;
4—雨水排气装置; 5—数据传输装置; 6—智能信息化平台

图 4.3.6 系统与雨水花园结合应用示意

4.3.7 智能化碳纤雨水收集模块系统与雨水排水管网结合应用时(图 4.3.7),应符合下列规定:

- 1 横向雨水净化导流装置进水口应低于雨水管网排水管,并应高于溢流井底部 200mm~300mm;
- 2 雨水排气装置顶标高应高出周边地面 50mm~100mm;
- 3 横向雨水净化导流装置应高于雨水分流截污井底部 200mm~300mm。

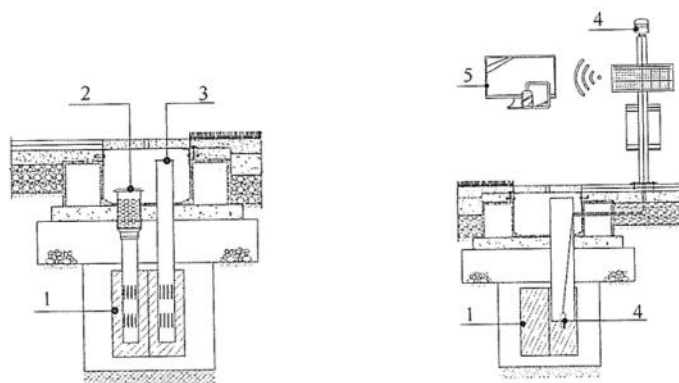


1—雨水检查井；2—雨水分流截污井；3—碳纤雨水收集模块；4—雨水净化导流装置；5—雨水排气装置；6—数据传输装置；7—智能信息化平台

图 4.3.7 系统与雨水排水管网结合应用示意

4.3.8 智能化碳纤雨水收集模块系统与截水沟结合应用时 (图 4.3.8), 应符合下列规定:

- 1 雨水净化导流装置及雨水排气装置应放置在截水沟检修口处;



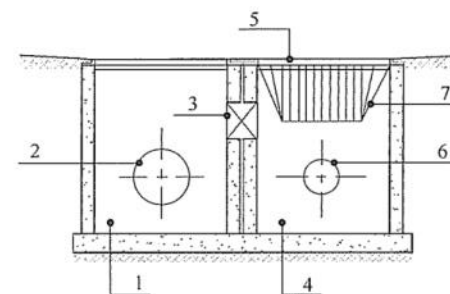
(a) 雨水净化导流装置及雨水排气装置构造示意 (b) 传感器检修口构造示意

- 1—碳纤雨水收集模块；2—雨水净化导流装置；3—雨水排气装置；
4—数据传输装置；5—智能信息化平台

图 4.3.8 系统与截水沟结合应用示意

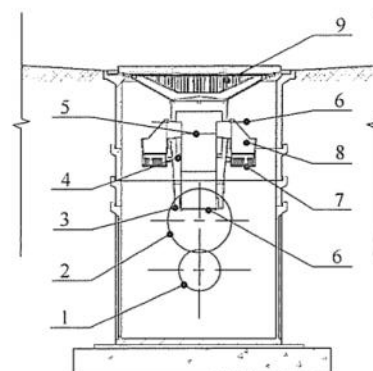
- 2 雨水净化导流装置应高出沟底 50mm~100mm;
- 3 雨水排气装置顶标高应高于截水沟内溢流高度 50mm~100mm;
- 4 碳纤雨水收集模块四周应做撼砂处理。

4.3.9 智能化碳纤雨水收集模块系统与雨水口结合应用时, 可设置分仓式雨水净化导流井 (图 4.3.9-1) 或旋流分离环保型雨水口 (图 4.3.9-2), 应符合下列规定:



- 1—A 格；2—市政雨水管；3—溢流堰；4—B 格；5—进水口；
6—雨水净化导流装置；7—截污框

图 4.3.9-1 分仓式雨水净化导流井示意



- 1—雨水净化导流装置；2—市政雨水管；3—泥沙收集沉降室；4—旋流泥沙分离器；
5—溢流口；6—防蚊盖板；7—复合滤材；8—净化篮；9—截污篮

图 4.3.9-2 旋流分离环保雨水口示意

1 分仓式雨水净化导流井应设置 2 格, 收集仓处应设置雨水净化导流装置; 当碳纤雨水收集模块饱和后, 收集口雨水应能溢流至排出仓, 排出仓应设置排出管接至市政雨水排水管道;

2 旋流分离环保型雨水口应具有截污、泥沙分离、导流及溢流功能;

3 旋流分离环保型雨水口设置数量应通过过水流量计算。

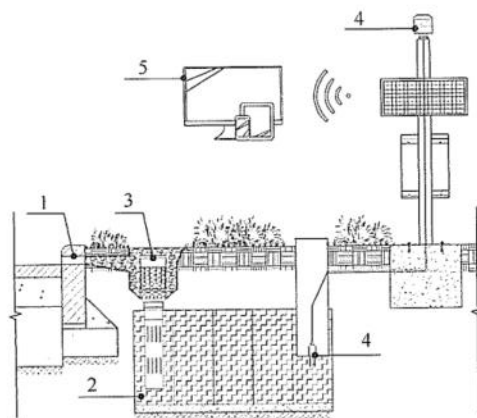
4.3.10 智能化碳纤雨水收集模块系统与开孔路缘石结合应用时 (图 4.3.10), 应符合下列规定:

1 雨水净化导流装置进水口与碳纤雨水收集模块间隙处应设置碎石层;

2 路缘石应开孔;

3 开孔路缘石设置数量应通过过水流量计算;

4 雨水净化导流装置进水口应低于开孔路缘石开孔处底部。



1—开孔路缘石; 2—碳纤雨水收集模块; 3—雨水净化导流装置;
4—数据传输装置; 5—智能信息化平台

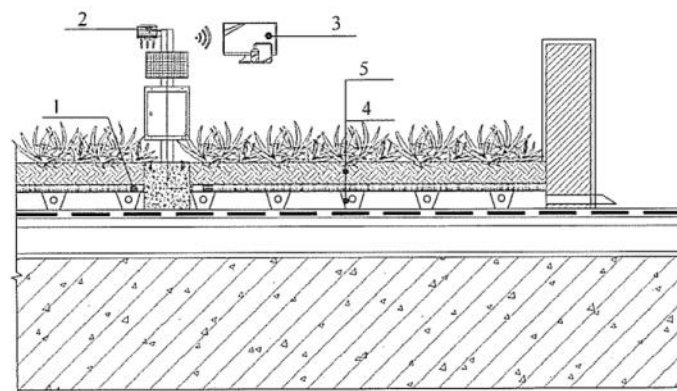
图 4.3.10 系统与开孔路缘石结合应用示意

4.3.11 智能化碳纤雨水收集模块系统与绿植屋面结合应用时 (图 4.3.11), 应符合下列规定:

1 碳纤雨水收集模块宜做 3m~6m 分格固土;

2 碳纤雨水收集模块应直接敷设在排水板上, 并应采用强力胶等方式固定;

3 屋面种植应结合种植土深度、荷载等因素, 选择耐候性好的植物。



1—碳纤雨水收集模块; 2—数据传输装置; 3—智能信息化平台;
4—排水板; 5—土壤

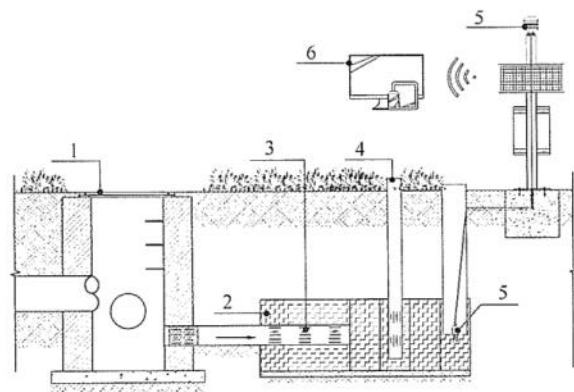
图 4.3.11 系统与绿植屋面结合应用示意

4.3.12 智能化碳纤雨水收集模块系统与建筑内排水做法结合应用时 (图 4.3.12), 应符合下列规定:

1 横向雨水净化导流装置进水口应低于雨水管网排管, 并应高于雨水分流井底部 200mm~300mm;

2 雨水分流井内应设置踏步;

3 横向雨水净化导流装置应高于雨水分流井底部 200mm~300mm。

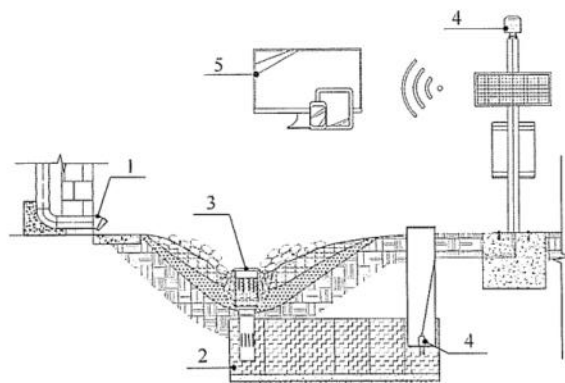


1—雨水分流井; 2—碳纤雨水收集模块; 3—雨水净化导流装置;
4—雨水排气装置; 5—数据传输装置; 6—智能信息化平台

图 4.3.12 系统与建筑内排水做法结合应用示意

4.3.13 智能化碳纤雨水收集模块系统与建筑外排水做法结合应用时 (图 4.3.13), 应符合下列规定:

- 1 建筑排水雨水断接形式应与生物滞留设施结合；
- 2 生物滞留设施内应设置雨水净化导流装置；



1—建筑雨水排管; 2—碳纤雨水收集模块; 3—雨水净化导流装置;
4—数据传输装置; 5—智能信息化平台

图 4.3.13 系统与建筑外排水做法结合应用示意

- 3 雨水净化导流装置进水口周边应设置碎石；
- 4 生物滞留设施内植物宜选用耐水湿植物，乔木主干和碳纤维雨水收集模块距离应不小于 2m；
- 5 生物滞留设施内应设置雨水排气装置，雨水排气装置排气口应高于生物滞留设施顶部 100mm。

4.4 智能信息化设计

4.4.1 智能信息化平台应能衔接政府、行业和企业雨水资源数据资源体系。

4.4.2 智能信息化平台系统网络构架应能采集、分析、输出、查询等信息 (图 4.4.2)。

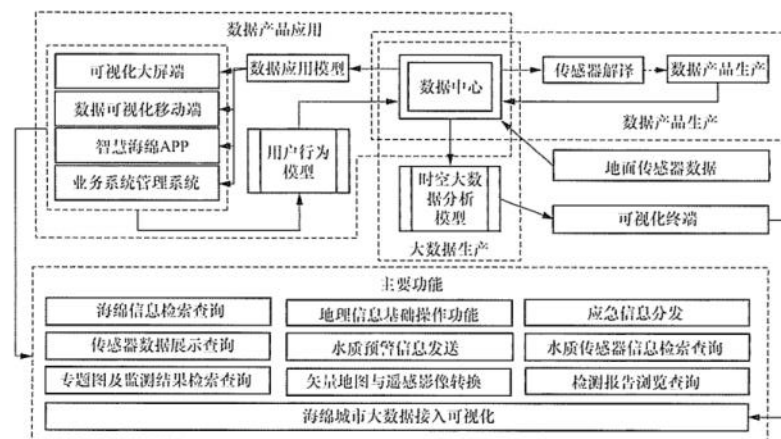


图 4.4.2 系统网络构架

4.4.3 智能信息化平台应具备下列功能:

- 1 智能信息化平台收集数据应包括流量、流速、浊度、水体 pH、氧化还原度、电导率、降雨量、风速、温度、湿度、总磷、总氮、化学需氧量、固体悬浮物等指标；
- 2 智能信息化平台所具备的功能应包括监测雨量、水质水

量模拟计算、内涝风险预估、绿化浇洒决策分析、应急处理预案自动生成、水资源运行态势管理、水安全预警分析、不同时间地段雨量数据变化规律分析、雨水蓄积状况分析、遥感影像和矢量地图功能与空间分析、海绵模块运行效果分析、实时视频访问调取、传感器数据采集回传、综合数据可视化展示、移动端数据应用和分析；

3 智能信息化平台输出的数据应包括：海绵模块运行效果数据、地表水资源的变化数据、雨情分析数据、洪涝风险评估数据、绿化浇洒决策数据、海绵模块及地下管网二维和三维数据、传感器实时采集的水质水情数据、视频数据等；

4 智能信息化平台可对接工程外的智慧水务系统、生态环境及生态安全系统、环境污染管理系统、海绵城市系统、智慧城市系统、绿化城管系统、综合气象系统、海绵城市系统等。

4.4.4 智能信息化平台评估系统应符合下列规定：

1 水质分析应对海绵模块设施建设前后径流水质控制效果进行评价，评价指标应包括水体 pH、氧化还原度、浊度、电导率及年污染物总量削减率；

2 水量分析应对海绵模块设施建设前后径流量控制效果进行评价，评价指标应包括年径流总量控制率、径流峰值、地下水补给百分比、雨水回用率、雨水利用率等；

3 海绵模块设施复合径流削减率应计算和对比不同降雨场次的径流、污染物削减率；

4 海绵模块设施雨洪治理效果及与城市排水系统匹配度评价应利用暴雨洪水管理模型和数学模型模拟测算；

5 海绵模块设施的经济成本、环境影响和使用效果应采用生命周期影响评价法评价；

6 海绵模块设施综合评价应包括海绵体绿化植被成活率、城市洪涝等级、城市热岛效应定量评价、河道关键断面的水量水质等。

5 施 工

5.1 施 工 准 备

5.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统施工应编制施工方案。

5.1.2 施工前应现场勘察复核施工图纸，确定具备施工作业面。

5.1.3 施工前应明确按图施工，需变更时应由设计单位出具变更通知单。

5.1.4 施工前应对施工人员进行技术交底，并应检查施工机具。

5.1.5 碳纤雨水收集模块、雨水净化导流装置、雨水排气装置及数据传输装置应按设计施工图纸用量进场。产品及材料应提供型式检测报告、出厂检验合格证、质量保证书和使用说明书等，并应归入工程档案。

5.1.6 碳纤雨水收集模块进场应进行产品复验，指标合格方可施工。

5.2 土 方 开 挖

5.2.1 土方开挖前应按照施工图纸进行施工作业面画线，土方开挖宜采用机械作业，当无法进行机械作业时，可采用人工开挖，且开挖过程中应尽量避免管线。

5.2.2 场地开挖的宽度和深度应根据设计图纸确定。

5.2.3 开挖至设计标高后，应进行人工清槽，素土夯实的压实度不应低于 83%。

5.2.4 淤泥质土或地下水位较高的施工场地，开挖至设计标高后，坑体四周宜加铺 30mm~100mm 砂土并夯实。

5.2.5 冬期施工应采用施工机械开挖。

5.3 碳纤雨水收集模块安装

- 5.3.1 碳纤雨水收集模块铺设前,应在基层铺设 30mm~50mm 的细砂调整平整度,碳纤雨水收集模块安装时其长度×宽度面应朝上,不应倒置或其他方向朝上。
- 5.3.2 碳纤雨水收集模块埋设底标高应位于常年地下水位 300mm 以上。
- 5.3.3 碳纤雨水收集模块堆积高度应小于 6m。
- 5.3.4 碳纤雨水收集模块安装时,模块与模块之间应完全接触,安装后的模块严禁踩踏或挤压。
- 5.3.5 碳纤雨水收集模块外边缘四周应预留 200mm 宽缝。
- 5.3.6 碳纤雨水收集模块连接管道前,应清洁其与管道连接的接口处。

5.4 雨水净化导流装置及雨水排气装置安装

- 5.4.1 雨水净化导流装置及雨水排气装置安装前,应清洁开孔式碳纤雨水收集模块连接孔,并应采取临时措施临时封闭雨水净化导流装置及雨水排气装置的开口处。
- 5.4.2 雨水净化导流装置安装时,应按施工图纸复核安装位置。普通型雨水净化导流装置安装坡度应符合设计要求;虹吸型雨水净化导流装置顶面标高的安装高度应低于完成面,并应符合设计要求。
- 5.4.3 雨水净化导流装置周边应按设计要求铺设碎石。
- 5.4.4 雨水排气装置安装时应按施工图纸复核安装位置,雨水排气装置顶面标高的安装高度应低于完成面,并应符合设计要求。

5.5 数据传输装置安装

- 5.5.1 数据传输装置施工前备货应检查金属立杆、太阳能板、

蓄电池、传输线、传感器及发射器质量及数量。

- 5.5.2 金属立杆安装前应按施工图纸复核安装位置,其混凝土基座强度满足要求后方可进行金属立杆安装,金属立杆安装应牢固、稳定。

- 5.5.3 传感器安装前应按施工图纸复核安装位置、规格及数量,并应设置检修口。

- 5.5.4 数据传输装置安装后应进行试运行,并应测试传感器检测数据能否满足设计要求。

5.6 回 填

- 5.6.1 回填应在智能化碳纤雨水收集模块系统验收合格后方可进行。

- 5.6.2 回填土宜为素土、砂,且不得夹有大块砖石等有棱角的硬块物体。

- 5.6.3 碳纤雨水收集模块与沟槽之间的空隙应采用粒径大于 0.25mm 的浸湿砂土回填,同时应对碳纤雨水收集模块进行保护。

- 5.6.4 回填土亦可采用掺杂絮状碳纤维的专用种植土。

- 5.6.5 回填至完成面后,应按设计要求进行铺装或绿化种植。

5.7 智能信息化平台建设

- 5.7.1 智能信息化平台建设应符合现行国家标准《软件工程 产品评价》GB/T 18905 的有关规定。

- 5.7.2 智能信息化平台建设后应进行调试,测试系统网络环境、数据获取、数据安全、备灾功能等。

6 质量验收

6.1 一般规定

6.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定。

6.1.2 智能化碳纤雨水收集模块系统工程验收时应检查下列文件和记录：

- 1 设计文件、图纸会审记录、设计变更和洽商记录；
- 2 碳纤雨水收集模块型式检验报告，产品合格证、出厂检验报告、进场复验报告和现场验收记录；
- 3 专项施工方案和施工技术交底记录；
- 4 隐蔽工程验收记录；
- 5 对工程质量有影响的其他重要技术资料。

6.1.3 当建设项目中的海绵设施只有智能化碳纤雨水收集模块系统时，系统工程应按单位工程进行验收。

6.1.4 当建设项目中的海绵设施除有智能化碳纤雨水收集模块系统外，还包括其他海绵设施时，智能化碳纤雨水收集模块系统工程应按分部工程进行验收，且应包括土方工程、碳纤雨水收集模块安装、雨水净化导流装置安装、雨水排气装置安装、数据传输装置安装及智能信息化平台建设 6 个分项工程。

6.1.5 智能化碳纤雨水收集模块系统工程检验批质量验收合格应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量经抽样检验均应合格；
- 2 一般项目的质量经抽样检验应合格；当采用计数抽样时，至少应有 90% 以上的检查点合格，且其余检查点不得有严重缺陷；

3 主要材料的进场验收和复验应合格；

4 质量保证资料等应齐全、正确；应具有完整的施工工艺、质量检查记录。

6.1.6 智能化碳纤雨水收集模块系统工程分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 分项工程所含的检验批质量验收均应合格；
- 2 分项工程所含的检验批质量验收记录应完整。

6.1.7 智能化碳纤雨水收集模块系统工程分部工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 分部工程所含的分项工程质量验收均应合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 安全、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合规定；
- 4 外观质量验收应符合要求。

6.1.8 智能化碳纤雨水收集模块系统工程单位工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 单位工程所含的分部工程质量验收均应合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 单位工程所含的安全及使用功能检测资料应完整；
- 4 外观质量验收应符合要求。

6.1.9 智能化碳纤雨水收集模块系统工程验收检验批划分、检查数量应符合下列规定：

- 1 相同安装方法的模块每 100m³ 应划分为一个检验批，不足 100m³ 也应划分一个检验批；
- 2 每个检验批每 10m³ 应至少抽查 1 处。

6.1.10 土方工程、雨水净化导流装置及雨水排气装置的质量验收应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

6.1.11 数据传输装置及智能信息化平台的质量验收应符合现行

国家标准《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 的有关规定。

6.2 主控项目

6.2.1 碳纤雨水收集模块的品种规格应符合设计和本规程的要求。

检验方法：观察、尺量检查；检查质量证明文件；

检查数量：按进场批次，每批随机抽取 3 个试样进行检查；质量证明文件应按照其出厂批次进行核查。

6.2.2 碳纤雨水收集模块的芯材和包裹布的性能应符合设计和本规程的要求。

检验方法：检查型式检验报告和进场复验报告；

检查数量：同一厂家同一品种的产品每 300m³ 抽检 1 次，低于 300m³ 也抽检 1 次。

6.2.3 碳纤雨水收集模块的安装应牢靠，安装的位置和数量应符合设计和本规程的要求。

检验方法：观察、尺量检查；

检查数量：全数检查。

6.2.4 碳纤雨水收集模块的安装接缝应严密，施工过程中不得移位、变形。

检验方法：观察检查；

检查数量：全数检查。

6.3 一般项目

6.3.1 进场的碳纤雨水收集模块其外观和包装应完整无破损。

检验方法：观察检查；

检查数量：全数检查。

6.3.2 碳纤雨水收集模块安装轴线尺寸允许偏差，长度小于 50m 的，允许偏差应为 50mm；长度大于 50m 的，允许偏差应为 80mm。

检验方法：尺量检查；

检查数量：全数检查。

6.3.3 碳纤雨水收集模块安装表面平整度允许偏差应为 10mm。

检验方法：2m 靠尺和塞尺量测；

检查数量：每个检验批抽查不应少于 10 处。

6.3.4 碳纤雨水收集模块安装垂直度允许偏差，当碳纤雨水收集模块安装高度不大于 3m 时，允许偏差应为 30mm；当碳纤雨水收集模块安装高度大于 3m 时，允许偏差应为 50mm。

检验方法：经纬仪或吊线、尺量；

检查数量：每个检验批抽查不应少于 10 处。

7 运行维护

附录 A 碳纤雨水收集模块体积吸水率试验方法

7.0.1 智能化碳纤雨水收集模块系统场地出现地面沉降时,应及时开挖并查明原因。

7.0.2 碳纤雨水收集模块的碳纤雨水收集模块芯材或高强度耐酸碱滤透包裹布受外力破坏时,应及时进行更换。

7.0.3 每1个月宜通过监测系统数据对碳纤雨水收集模块蓄水能力进行评估,发现蓄水能力下降时,应查明原因并及时维修。

7.0.4 雨水净化导流装置净化芯日常运行应符合下列规定:

1 当设置在线监测系统时,应通过传感器监测运行数据是否异常,并应经巡检人员现场察看,确定是否需要更换净化芯;

2 当不设置在线监测系统时,宜每3个月对净化芯的去除率能力进行1次人工检测,判断是否需要更换净化芯。

7.0.5 数据传输装置及智能信息化平台宜每3个月进行一次日常维护管理。

7.0.6 未安装智能监测系统的区域,可采用手持终端进行人工定时监测,巡检周期可根据项目运行经验确定。

7.0.7 传感器巡检维护应符合下列规定:

1 传感器应具有自我数据巡行管理能力及自动报警功能,宜定期进行自检,网络故障和电压不稳时,应能够输出故障报告;

2 每3个月人工检查传感器运行状态,及时检查排除故障或更换传感器。

A.0.1 试验应包括下列仪器:

1 钢直尺:分度值1mm;

2 量筒:量程350mL,分度值1mL。

A.0.2 试样制备应符合下列规定:

1 试样数量应为3块,试样应干燥;

2 试样应在样品的中部切取,其表面应清洁平整,无裂缝;

3 试样应为圆柱体,直径应为36mm,高度应为250mm。

A.0.3 试验应按下列步骤进行:

1 用3个量筒分别量取300mL自来水;

2 将3个试样分别缓慢完全浸没在3个量筒的水中;

3 静置30min,读取量筒读数。

A.0.4 碳纤雨水收集模块体积吸水率应按下式计算:

$$W = (V_1 + 300 - V_3) / V_1 \times 100\% \quad (\text{A.0.4})$$

式中:W——体积吸水率(%);

V_1 ——试样体积(mL);

V_3 ——容器中吸水后试样和水的体积(mL)。

A.0.5 试验结果应取3组试样计算值的算术平均值。

附录 B 雨水净化导流装置污染物 去除率试验方法

B.0.1 试验应包括下列仪器：

- 1 量杯：量程 2000mL，分度值 1mL；
- 2 量筒：量程 100mL，分度值 1mL；
- 3 量筒：量程 500mL，分度值 1mL；
- 4 紫外可见分光光度计；
- 5 酸式滴定管：量程 50mL；
- 6 移液管：量程 10mL；
- 7 比色管：量程 25mL；
- 8 鼓风干燥箱；
- 9 分析天平。

B.0.2 试样制备应符合下列规定：

- 1 测试溶液中化学需氧量浓度宜为 300mg/L、悬浮物浓度宜为 1800mg/L、磷浓度宜为 5.0mg/L、氮浓度宜为 50mg/L；
- 2 雨水净化导流装置应清洁干燥，无损坏。

B.0.3 试验应按下列步骤进行：

- 1 检测测试溶液，记录溶液净化前浓度；
- 2 将测试溶液以垂直浇灌的方式迅速倒入雨水净化导流装置；
- 3 检测净化后的溶液浓度：化学需氧量检测应符合现行行业标准《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》HJ 828 的有关规定，悬浮物检测应符合现行国家标准《水质 悬浮物的测定 重量法》GB 11901 的有关规定，总磷检测应符合现行国家标准《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》GB 11893 的有

关规定，总氮检测应符合现行行业标准《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》HJ 636 的有关规定。

B.0.4 雨水净化导流装置污染物去除率应按下式计算：

$$P_c = (C_1 - C_2) / C_1 \times 100\% \quad (\text{B.0.4})$$

式中： P_c ——污染物去除率（%）；

C_1 ——测试溶液净化前浓度（mg/L）；

C_2 ——测试溶液净化后浓度（mg/L）。

B.0.5 试验结果应取过滤后液体 3 次测定结果的算术平均值。

附录 C 雨水净化导流装置过水流量试验方法

C.0.1 试验应包括下列仪器：

- 1 上方容器：100L；
- 2 下方容器：100L；
- 3 雨水净化导流装置；
- 4 闭水阀门；
- 5 秒表。

C.0.2 试件制备应符合下列规定：

- 1 上下方容器应清洁干燥；
- 2 雨水净化导流装置应清洁干燥，无损坏；
- 3 雨水净化导流装置与上方容器连接处应密闭、无漏点；
- 4 闭水阀门应完好无损。

C.0.3 竖向安装方式雨水净化导流装置流量试验应按下列步骤（图 C.0.3）进行：

- 1 竖向安装雨水净化导流装置末端设置的阀门为关闭状态，将实验仪器上方 100L 容器注满 100L 水；
- 2 打开竖向雨水净化导流装置末端阀门，同时用秒表进行计时，测试 100L 水流过竖向雨水净化导流装置所需要的时间，记录实验结果，以上步骤连续做 3 次。

C.0.4 横向安装方式雨水净化导流装置流量试验应按下列步骤（图 C.0.4）进行：

- 1 横向安装雨水净化导流装置末端设置的阀门为关闭状态，将实验仪器上方 100L 容器注满 100L 水；
- 2 打开横向雨水净化导流装置末端阀门，同时秒表进行计时，测试 100L 水流过竖向雨水净化导流装置所需要的时间，记

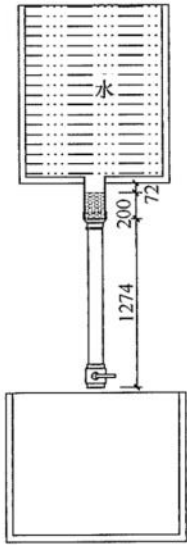


图 C.0.3 竖向安装方式雨水净化导流装置流量试验示意

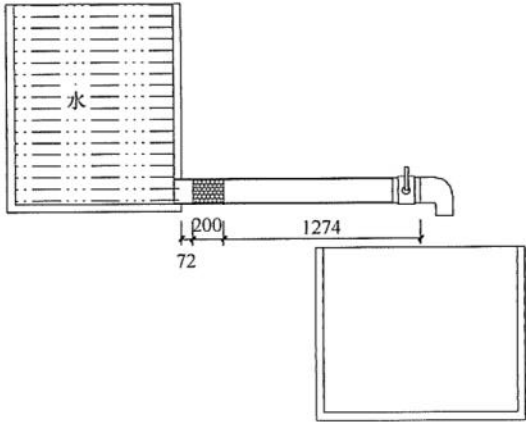


图 C.0.4 横向安装方式雨水净化导流装置流量试验示意

录实验结果，以上步骤连续做 3 次。

C.0.5 雨水净化导流装置流量应按下式计算:

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3) / 3 \quad (\text{C.0.5})$$

式中: Q ——流量 (m^3/s);

Q_1 ——第1次测试流量 (m^3/s);

Q_2 ——第2次测试流量 (m^3/s);

Q_3 ——第3次测试流量 (m^3/s)。

C.0.6 试验结果应取过滤后液体3次测定结果的算术平均值。

附录D 碳纤雨水收集模块释水能力试验方法

D.0.1 试验应包括下列仪器:

- 1 公斤称;
- 2 盛水容器。

D.0.2 试样制备应符合下列规定:

- 1 试样应干燥,其表面清洁应平整、无损坏;
- 2 试样体积应为 1.08m^3 ;
- 3 雨水净化导流装置应清洁干燥、无损坏。

D.0.3 试验应按下列步骤进行:

- 1 将 1.08m^3 碳纤雨水收集模块集中埋入试验场地,覆土厚度 $250\text{mm} \sim 500\text{mm}$,安装雨水净化导流装置和雨水排气装置;
- 2 首次通过雨水净化导流装置注水到碳纤雨水收集模块,碳纤雨水收集模块蓄水达到饱和状态,记录注水量;
- 3 每间隔1h再注水1次,至碳纤雨水收集模块饱和状态,记录注水量;总计6次,计算总注水量;
- 4 试验6h结束模块含水量测试。

D.0.4 碳纤雨水收集模块释水能力应按下式计算:

$$E = [(E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6) - E_7] / 1.08 \quad (\text{D.0.4})$$

式中: E —— 1m^3 碳纤雨水收集模块6h释水量 (L);

E_1 ——首次灌注水量 (L);

E_2 ——第2小时灌注水量 (L);

E_3 ——第3小时灌注水量 (L);

E_4 ——第4小时灌注水量 (L);

E_5 ——第5小时灌注水量 (L);

E_6 ——第 6 小时灌注水量 (L);

E_7 ——试验 6h 结束时模块含水量 (L)。

D.0.5 试验结果应为测试算术值。

用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，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”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

- 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339
- 《纤维玻璃化学分析方法》GB/T 1549
- 《纺织品 织物长度和幅宽的测定》GB/T 4666
- 《矿物棉及其制品试验方法》GB/T 5480
- 《建筑排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 5836.1
- 《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》GB 11893
- 《水质 悬浮物的测定 重量法》GB 11901
- 《建筑用绝热制品 压缩性能的测定》GB/T 13480
- 《土工合成材料 土工布及土工布有关产品单位面积质量的测定方法》GB/T 13762
- 《土工合成材料 梯形法撕破强力的测定》GB/T 13763
- 《土工布及其有关产品 有效孔径的测定 干筛法》GB/T 14799
- 《土工合成材料 静态顶破试验（CBR 法）》GB/T 14800
- 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 15618
- 《土工合成材料 宽条拉伸试验方法》GB/T 15788
- 《土工布及其有关产品 无负荷时垂直渗透特性的测定》GB/T 15789
- 《土工布及其有关产品 抗酸、碱液性能的试验方法》

GB/T 17632

《软件工程 产品评价》GB/T 18905

《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993

《人造板及其制品中挥发性有机化合物释放量试验方法 小型释放舱法》GB/T 29899

《建筑用绝热制品 抗冻融性能的测定》GB/T 33011

《建筑木塑复合材料防霉性能测试方法》GB/T 35469

《环境标志产品技术要求 无石棉建筑制品》HJ/T 206

《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》

HJ 636

《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》HJ 828

中国工程建设标准化协会标准

智能化碳纤雨水收集模块系统
技术规程

T/CECS 1272 - 2023

条 文 说 明

制 定 说 明

在规程编制过程中，编制组对智能化碳纤雨水收集模块系统工程的实践经验进行了总结，对新建、改建、扩建的海绵城市建设项目中的绿地、屋顶和场地中智能化碳纤雨水收集模块系统工程设计、施工及验收等要求作了规定。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《智能化碳纤雨水收集模块系统技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总则	(51)
2 术语和符号	(52)
2.1 术语	(52)
3 系统、材料及性能	(53)
3.1 智能化碳纤雨水收集模块系统	(53)
3.2 碳纤雨水收集模块	(53)
3.3 雨水净化导流装置	(54)
3.6 智能信息化平台	(55)
4 设计	(57)
4.1 一般规定	(57)
4.3 节点设计	(58)
4.4 智能信息化设计	(60)
5 施工	(61)
5.1 施工准备	(61)
5.2 土方开挖	(61)
5.3 碳纤雨水收集模块安装	(61)
6 质量验收	(63)
6.1 一般规定	(63)

1 总 则

1.0.1 智能化碳纤雨水收集模块系统在国内海绵城市建设中大量应用,该系统具备优越的雨水收集、利用能力,是海绵城市建设可靠的技术措施之一。为了使该行业有序化发展,规范市场,防止假冒伪劣产品影响海绵城市建设效果,急需对该产品的行业应用编制一本技术标准。

1.0.2 本规程适用于建筑与小区、公园与绿地、城市道路与广场、公共停车场、园区内新建、改建、扩建项目中需采用雨水调蓄设施和雨水资源利用的设计、施工、质量验收、运行维护等。

(1) 建筑小区:建筑小区应结合地形地貌进行竖向设计,尽可能采用地面汇流方式恢复或畅通雨水径流,实现“渗、滞、蓄、净、用”径流过程,控制屋面、道路、停车场、广场等的雨水径流。对于湿陷性黄土、地下水位埋深不足 2m、渗透能力不足 0.001m/d 等区域,可渗透地面率指标不做硬性评价。

(2) 道路、停车场及广场:由于硬质铺装较多,是快速形成雨水径流,导致排水集中、内涝和径流污染的重要区域。因此应通过城市建设措施控制径流体积、峰值流量和污染,减轻对城市生态和环境的影响。

(3) 公园与绿地:新建与改扩建项目控制的径流体积不得低于雨水年径流总量控制率对应计算的径流体积。除城市建成区内的公园与防护绿地外,还应充分保护和利用湿地公园、郊野公园等区域绿地对区域雨水径流进行管控。山地公园及改扩建公园不具备接纳周边区域雨水径流时,不做硬性评价。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 由碳纤雨水收集模块、雨水净化导流装置、排气装置及数据传输装置、信息化平台软件功能系统组合而成。一种基于智能化碳纤雨水收集模块的海绵城市雨水系统，其包括若干个雨水收集单元以及用于管理雨水收集单元的服务器，所述的雨水收集单元包括，用于收集存储雨水的碳纤雨水收集模块，以及至少一个用于将地表雨水导入碳纤雨水收集模块的雨水净化导流装置，以及用于将雨水收集单元的信息发送至服务器的数据传输装置。本系统可以将碳纤雨水收集模块工作数据实时传输至服务器，服务器将城市中所有碳纤雨水收集模块的信息进行汇总、统计，水务人员或相关人员可以通过信息终端查看海绵城市的运行状态，评估运行效果，及时调整相关的施工建设，及时调整碳纤雨水收集模块的容量。

3 系统、材料及性能

3.1 智能化碳纤雨水收集模块系统

3.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统 5 年内经过国内众多应用案例的支撑，在实际应用中体现了优秀的雨水调蓄能力和雨水收集利用能力，其技术是成熟可靠的，智能化碳纤雨水收集模块系统获得多项国家专利。

3.2 碳纤雨水收集模块

3.2.3 高强度耐酸碱滤透包裹布化学性能和抗冻融性能说明：

(1) 高强度耐酸碱滤透包裹布化学性能主要体现为耐酸碱性；耐酸碱性能检测实验试液参照国家标准《土工布及其有关产品 抗酸、碱液性能的试验方法》GB/T 17632 - 1998 第 4.2 节试液。

(2) 高强度耐酸碱滤透包裹布抗冻融性能项中第 1 项～第 3 项“断裂强力保持率”“断裂伸长率保持率”“撕破强力保持率”是三个不同指标，代表不同的意义。“断裂强力”即断裂强度，是单位宽度试样在拉伸至断裂过程中能够承受的最大拉力 (kN/m)；“断裂伸长率保持率”即断裂伸长率，是试样拉伸至断裂时的应变，以 % 表示；“撕破强力”即梯形撕破强力，是试样沿规定的切缝逐渐扩展裂口至整个试样全部破坏过程中出现的最大撕破力 (kN)。

(3) CBR 是美国加州公路局测试公路承载力的测试方法，原理被使用到土工布的测试方法中，国家标准和国际标准的顶破强力都用 CBR 顶破强力来表示。

3.3 雨水净化导流装置

3.3.2 普通型雨水净化导流装置中磷、氮碳化去除层应用原理:

(1) 雨水净化导流装置是降雨产生的雨水径流导流至模块内的通道,由固体悬浮物去除层、活性生物过滤填料除磷脱氮层、雨水净化导流孔组成,应具有良好的净化功能。

(2) 磷、氮碳化去除层活性生物过滤填料除磷型活性生物滤料应呈现多孔网状结构,具有更大的比表面积;通过添加特种纳米活性成分,磷活性吸附点位更多,并缓慢释放功能性离子,与磷充分结合生成无害的磷酸盐沉淀;可有效去除污水中的磷元素,去除率可达95%以上。

(3) 磷、氮碳化去除层除磷型活性生物填料的除磷过程应具备吸附、反应及沉降三个阶段:

1) 吸附阶段为水中溶解性磷酸盐类,包括正磷酸盐、偏磷酸盐以及磷酸氢盐等,在毛细作用下进入填料孔隙,填料中活性物质将各种形式的磷酸盐吸附固定在孔隙表面;

2) 反应阶段为聚集在孔隙表面的磷酸盐类物质与填料所含活性物质结合并发生化学反应,将磷酸盐等锁定于滤料物质中;

3) 沉淀阶段是随着反应的进行,成团固体颗粒在外力(重力、冲刷等)作用下从填料表面脱落,填料表面活化点重新裸露,继续进行吸附—反应—沉降循环。由于本身仅有少量物质参与反应,所产污泥量可忽略不计,且滤料可长期保持活性。

(4) 磷、氮碳化去除层活性生物过滤填料脱氮型生物滤料,应通过化学沉淀、吸附等一系列物理/化学作用,微生物生化反应,持续去除污水中的氨氮:

1) 离子交换,滤料晶格中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与污水中的 NH_4^+ 发生共沉淀作用,生成不溶性盐类并附着于滤料表面;该滤料对 NH_4^+ 的交换容量可达 $6\text{mg/g} \sim 8\text{mg/g}$ 以上;

2) 吸附作用,滤料内部有大量大小均匀的孔穴和通道,并

具有很大的内表面积 ($800\text{m}^2/\text{g}$ 以上),因而产生较大的扩散力,可用作氨氮吸附材料;且内部孔穴直径一般为 $8 \times 10^{-10}\text{m} \sim 15 \times 10^{-10}\text{m}$,孔道为 $4 \times 10^{-10}\text{m} \sim 10 \times 10^{-10}\text{m}$, NH_4^+ 直径为 $2.86 \times 10^{-10}\text{m}$,因此该滤料对 NH_4^+ 具有很好的选择吸附性;

3) 微生物作用,有氧条件下微生物将氨氮氧化为硝态氮,硝态氮再经过后期反硝化作用转化为氮气,完成氨氮处理,且能通过硝化作用产生的 H^+ 溶解滤料中的钙离子,达到同时去除总磷之效果。

3.6 智能信息化平台

3.6.2 智能信息化平台系统应用架构主要目的有下列四点:

(1) 改进海绵城市建设与运维监管方式,通过城市雨水资源体系状态与数据采集机制,包括海绵城市建设项目的模型化分析,雨水径流数据、水质数据等指标参数的动态化采集,以及雨水在城市区域的积存、渗透和净化的数字化感知,实现城市雨水资源体系的建模、统计、收集和利用过程的数字化动态监测,实现地表水污染源和指标的实时监测。

(2) 通过一体化的业务监管平台,对海绵城市的建设、管理和运维的业务监管提供技术支撑,在全面数据感知的基础上,为宏观层面的指挥协调、服务监管、异常预警和辅助决策提供过程数字化、管理可视化、决策数据化的能力,并提供城市雨水资源数据共享能力,统筹和促进自然降水、地表水和地下水的系统性,协调给水、排水等水循环利用各环节。

(3) 将相关海绵城市信息化建设内容全面补充到城市综合管理平台中,从基础架构、数据信息、接口中间件、物联网,以及功能应用的不同层面进行集成。做到数据结构标准化,方便与城市综合管理信息平台的数据形成综合性城市管理大数据。将接口标准和平台融合中间件的标准与城市综合管理平台标准相互统一,实现数据共享。

(4) 应把城市信息模型以及空间基础信息平台进程深度融合, 扩展完善实时监控、模拟仿真、事故预警、管理决策等功能; 根据各相关部门的业务需求, 在省级统建、分级部署的共享应用系统基础上, 统筹进行项目共享应用系统二次开发, 满足设施规划、项目建设、运行服务、应急防灾等功能。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.2 根据建设项目周边环境和建设条件应考虑下列因素:

(1) 关于没有抗浮设计条款的说明, 因碳纤雨水收集模块整体是完全开放式结构, 渗透系数大于 5mm/s , 碳纤雨水收集模块埋设土壤中与土壤融为一体, 不属于密闭或船舱式结构, 若出现地下水向上流的情况, 地下水会直接侵入碳纤雨水收集模块内, 形成不了浮动状况, 因此在设计部分没有做抗浮设计条款。

(2) 面对着城市化带来的各种负面影响日益加剧, 基于削减城市雨洪的“海绵城市”建设理念应运而生。“海绵城市”这种绿色建设理念来源于国际上低影响开发理念。这些设计理念的基本思路就是从源头控制雨水径流, 技术方法包括:

- 1) 保护性设计: 减小不透水地面, 增加绿地等透水地面;
- 2) 渗透: 通过碳纤雨水收集模块、透水路面、渗水沟、绿地等渗透设施, 增加雨水下渗通道;
- 3) 径流储存: 修建蓄水池、池塘等调蓄洪峰;
- 4) 过滤与雨水利用: 通过滤料或多孔介质将雨水径流中的悬浮物质截留, 将净化后的雨水作为再生水水源利用;
- 5) 生物滞留: 通过树木、草坪滞留沟等措施降低雨水径流的汇流速度, 推迟洪峰;
- 6) 低影响景观: 根据当地气候和土壤条件, 选择合适的植物种类, 稳定土壤, 提高雨水下渗能力。

4.1.4 智能化碳纤雨水收集模块系统所使用的材料应经有资质的法定检测机构检测确认合格; 本规程中所指智能化碳纤雨水收集模块系统及其他原材料应符合国家现行环境保护的有关规定,

避免对环境造成污染,严禁使用对人体产生危害、对环境产生污染的材料。

4.3 节点设计

4.3.1 智能化碳纤雨水收集模块系统与下沉式绿地结合应用时:

(1) 下沉式绿地形式为普遍的海绵城市建设做法,目前该做法存在两大痛点:

1) 下沉式绿地内植物难以存活,每年都需要重新栽植植物,其原因是植物休眠后复苏阶段,根系需要在土壤中吸收水分,下沉式绿地的结构为一层土壤一层碎石和土壤,碎石层孔隙较大,将下方的土壤水分隔离,复苏期的植物得不到土壤水分而枯萎,智能化碳纤雨水收集模块可以连接传导上下土壤水分,供给植物根系;

2) 下沉式绿地收集雨水,经过一段时间会出现黑臭水、蚊虫滋生、环境污染等问题,重点是收集到的雨水利用率极低,不能满足标准要求,采用智能化碳纤雨水收集模块代替碎石层,可以将收集的雨水迅速释放给下方土壤,回补地下水,得以利用。

(2) 紧邻铺砌地面或道路处如果为立缘石,道路缘石需开孔处理,以保证雨水能有效快速地进入下沉式绿地内。结合雨水排气装置,降雨时通过开孔路缘石孔洞将路面雨水快速收集到智能化碳纤雨水收集模块中,减少路面积水,晴天时,智能化碳纤雨水收集模块中的水分补给植物生长。

4.3.3 智能化碳纤雨水收集模块系统与立体种植结合应用时:

(1) 立体种植的植物需要频繁的浇灌,浇灌水在坡上瞬间停留后流淌到坡下,出现极大水资源浪费现象,同时也需要大量的人工成本;

(2) 绿化浇灌采用滴灌式将水导入碳纤雨水收集模块内,为了防止模块水分向下方土壤分散,模块下方设置开孔 20% 的防水土工布,达到大量水分供给植物的目的;

(3) 通过模块容水量和植物需水量,计算出多少天的浇灌频率,同时下雨时的雨水通过坡底处收集回模块内。

4.3.4 智能化碳纤雨水收集模块系统与植草沟结合应用时:

1 系统与植草沟结合应用时应与雨水净化导流装置及排气装置结合应用。通常小雨和中雨的情况下,雨水可以通过植物根系传导到距离植物根系 100mm 下方的智能化碳纤雨水收集模块,急骤雨的情况下,土壤的渗透时间有限,地表同样会形成一定体积的积水,这种情况下,利用雨水净化导流装置可迅速将雨水导流到智能化碳纤雨水收集模块内,同时将智能化碳纤雨水收集模块内的空气排出。

4.3.9 智能化碳纤雨水收集模块系统与雨水口结合应用时:

(1) 系统可通过雨水井将雨水迅速导入智能化碳纤雨水收集模块内,在雨水口内市政排水管的下方设置管路通到模块;

(2) 小雨和中雨的情况下,雨水会不断地导入智能化碳纤雨水收集模块内,同时海绵块也将收集的雨水不断地释放给土壤;

(3) 急骤雨的情况下,大部分雨水被海绵块吸收,海绵块饱和后,多余的雨水在雨水井中通过水位上升经过市政管道排出。

4.3.11 智能化碳纤雨水收集模块系统与绿植屋面结合应用时:

(1) 传统绿植屋面的做法,屋面覆土厚度 300mm~900mm,加上水分的重量,需要考虑到屋面结构荷载问题,风吹日晒水分流失速度快,浇灌频率高;

(2) 采用智能化碳纤雨水收集模块技术的绿植屋面,结构简单、轻质、安全,40mm 厚度可按照草坪植物需水量 4L/d,满足 12d 不下雨不需要浇灌的需求,显著降低浇灌频率并提高植物存活率;

(3) 碳纤雨水收集模块还具有保温、降低建筑热度、吸收噪声的作用。这也是未来 4.0 建筑屋面垂直种植最有效的方案之一。

4.4 智能信息化设计

4.4.3 智能信息化平台终端系统监测内容方法应符合下列要求:

(1) 在线传感器法应通过布置各类监测感知设备并整合已有水雨情监测系统,建立全面的水务感知体系,实现对各类水务设施的实时在线监测,海绵城市监测指标体系应符合表1要求;

(2) 数据接入法应对已有的气象、水文、污水处理厂等监测数据进行接入,避免重复建设;

(3) 视频监控法应对于各河道、污水处理厂、调蓄池、排污口、积水隐患位置、湖泊、人工湿地、重点部位等视频监控设备自动采集的信息,通过采用自建光纤或移动5G的方式将数据上传至监控中心;

(4) APP人工填报法应对部分非传感器覆盖的区域,采用手持终端人工填报的方式,如人工水质采样数据、积水位置监测未覆盖区域、基础信息采集等工作内容;

(5) 模型模拟法应通过部分监测数据对所建立的模型进行参数率定和验证,保证模型可靠性后进行实测降雨数据的模拟分析,以达到非布点区域管网运行情况的分析。

表1 海绵城市监测指标体系

序号	监测节点	监测指标
1	降雨	雨量
2	净化设施	水位、固体悬浮物(化学需氧量、氨氮)
3	蓄水设施	水位、固体悬浮物(化学需氧量、氨氮)
4	处理设施	水位、固体悬浮物(化学需氧量、氨氮)
5	回收设施	水位、化学需氧量、氨氮、固体悬浮物、流量
6	排水设施	水位、化学需氧量、氨氮、固体悬浮物、流量、压力
7	遥感影像	卫星影像、无人机采集正射影像、倾斜模型
8	摄像头	实时监控视频

5 施 工

5.1 施 工 准 备

5.1.3 现场勘察应复核施工图纸:

(1) 工程开工前,施工单位应根据合同文件、相关单位提供的施工界域内地下管线等建(构)筑物资料、工程水文地质资料等踏勘施工现场,依据工程特点编制专项施工方案,并按其管理程序进行审批;

(2) 施工前应由建设单位组织设计单位会同勘察、测量单位向监理及施工单位交接,根据设计图纸的要求,复测各主要控制点,包括平面位置、开挖深度等。根据设计标高和设计宽度精确地放出样桩,用模线放出边线。

5.2 土 方 开 挖

5.2.3 为了防止沟槽底部有突出坚硬物刺穿碳纤雨水收集模块,影响其使用寿命,本条规定了在沟槽开挖至设计标高后,要进行人工清槽、素土夯实等相关工序,合格后方可进行下道工序施工。

5.3 碳纤雨水收集模块安装

5.3.1 碳纤雨水收集模块抗压特性与其受力面存在一定的物理关系,本条规定铺设时,应由厂家提供碳纤雨水收集模块铺设方向,施工单位应按照模块箭头标志方向铺设,严禁倒置或按照非箭头标志的其他方向放置模块。

5.3.4 碳纤雨水收集模块与碳纤雨水收集模块、土壤之间是通过毛细效应进行水运动，受力特性为面受力，点受力可能会对其造成一定的破坏，本条规定了铺设时，模块与模块之间需完全接触，严禁踩踏或挤压模块。

6 质量验收

6.1 一般规定

6.1.2 碳纤雨水收集模块型式检验报告，产品合格证、出厂检验报告、进场复验报告和现场验收记录：

(1) 酸度系数：其是产品化学稳定性的重要技术指标，酸度系数越高，钾钠离子含量越低，化学稳定性越好，使用寿命越长，智能化碳纤雨水收集模块的酸度系数不小于 2 的同时，钾离子和钠离子含量不大于 4%，能够保证模块在潮湿土壤中也具备稳定的使用性能和长期的使用寿命；

(2) 抗冻融性能：海绵块在冻层处埋设，必须考虑材料的耐冻融性能，智能化碳纤雨水收集模块普通型产品经过 25 次 -25℃冻融测试后，测试结果为抗压强度大于 50kPa，体积吸水率大于 80%；

(3) 表层包裹材料：耐酸碱性能是包裹材料耐候性和使用寿命的重要衡量指标。目前市场上通用的短纤维、耐酸碱性能不稳定的包裹布材料，埋设土壤中易破碎、腐烂，使用寿命短，甚至会堵塞海绵块的蜂孔，降低产品使用性能。使用长纤维、高强度耐酸碱滤透布可提高产品的耐候性，保证和延长模块的使用寿命。