

ICS 13.060
CCS P 90

DB21

辽宁省地方标准

DB21/T 3704—2023

J XXXX—2023

智能化碳纤雨水收集模块系统应用技术规程

Technical specification for application of Intelligent carbon fiber rainwater
collection module system

2023—03—30发布

2023—04—30实施

辽宁省住房和城乡建设厅
辽宁省市场监督管理局

联合发布

辽宁省地方标准

智能化碳纤雨水收集模块系统应用技术规程

Technical specification for application of Intelligent carbon fiber rainwater collection
module system

DB21/T 3704—2023

主编部门：沈阳工业大学

批准部门：辽宁省住房和城乡建设厅

施行日期：2023年04月30日

2023沈阳

前言

本规程根据辽宁省住房和城乡建设厅《关于印发<2022年度辽宁省工程建设地方标准编制/修订计划>的通知》(辽住建科[2022]11号)的要求,由沈阳工业大学会同有关单位编制完成本规程。本规程编制过程中,编制组经广泛调查研究,参考国内外先进工作经验及其他相关标准,并广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程主要技术内容是:1总则;2术语;3基本规定;4系统组成及主体材料;5设计;6施工;7质量验收;8运行维护。

本规程的某些内容涉及用于海绵城市建设的地面雨水导流装置(ZL 2018 2 1123682.5)、具有排气口的无机纤维雨水蓄释导流系统(ZL 2018 2 1827191.9)、一种用于海绵城市建设的雨水快速收集利用系统(ZL 2019 2 0071936.1)、一种基于智能化碳纤雨水收集模块的海绵城市系统(ZL 2021 2 0880162.4)、用于海绵城市的雨水净化导流装置(ZL 2021 2 2712913.4)、分仓式雨水净化导流井(ZL 2021 2 2712920.4)、采用碳纤维蓄水板的绿色屋面结构及其系统(ZL 2022 2 2455862.6)等专利。涉及专利的问题,使用者可直接与主编单位及专利权人协商处理。除此之外,部分内容仍有可能直接或间接涉及其他专利,本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由辽宁省住房和城乡建设厅和辽宁省市场监督管理局批准,由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理,由沈阳市工业大学负责具体技术内容解释。

本规程执行过程中如有意见或建议,均可通过来电和来函等方式进行反馈,我们将及时答复并认真处理。
归口管理部门:辽宁省住房和城乡建设厅,地址:沈阳市和平区太原北街2号,邮编:110001,联系电话:024-23448611;规程起草单位:沈阳工业大学,地址:沈阳市经济技术开发区111号,邮编:110870,电子邮箱:yanglu515@163.com。

本规程主编单位:沈阳工业大学

本规程参编单位: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

沈阳建筑大学

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

中国建筑东北设计研究院有限公司

中国联合工程有限公司

黑龙江工程学院

辽宁省建筑设计研究院有限责任公司

辽宁省城乡建设规划设计院有限责任公司

辽宁省市政工程设计研究院有限责任公司

辽宁省交通规划设计院有限责任公司

辽宁中测建筑科技有限公司

沈阳市规划设计研究院有限公司

沈阳市市政工程设计研究院有限公司

辽宁广达工程质量检测有限公司
北京城建设计发展集团股份有限公司
大连市市政设计研究院有限责任公司
天津城建设计院有限公司
长春市市政工程设计研究院有限责任公司
华域建筑设计有限公司
沈阳都市建筑设计有限公司
沈阳天吴环保科技有限公司

本规程主要起草人员：杨璐 王庆辉 肖峻 杨宏旭 徐向飞 方琦 孙迎霞 聂长栋 刘鹏
刘宝玲 白舜文 李亚峰 董雷 邱蓉 肖新波 金鹏 王立东 张祥楠
张晓辉 刘超华 李刚 缪永刚 宁迎福 何琳 李松江 迟翔 宋奇 史永强
邹运 孙驰 王麒 方凯飞 陈海 杨昆 孙宏亮 郑威 王琪淳 杨添喆 隋义
谷超 朱未卜 尹强 姚聪

本规程主要审查人员：陈德龙 于永彬 吴成东 杜利军 夏志忠 于锋 管洪海

目录

1 总 则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 系统组成及主体材料	5
4.1 智能化碳纤雨水收集模块系统	5
4.2 碳纤雨水收集模块	5
4.3 雨水净化导流装置	7
4.4 雨水排气装置	8
4.5 数据传输装置	9
4.6 智能信息化平台	10
5 设计	13
5.1 一般规定	13
5.2 系统设计	13
5.3 系统节点构造设计	14
6 施工	24
6.1 施工准备	24
6.2 土方开挖	24
6.3 碳纤雨水收集模块安装	24
6.4 雨水净化导流装置及雨水排气装置安装	25
6.5 数据传输装置安装	25
6.6 回填	25
6.7 智能信息化平台建设	25
7 质量验收	26
7.1 一般规定	26
7.2 碳纤雨水收集模块安装分项工程主控项目	26
7.3 碳纤雨水收集模块安装分项工程一般项目	26
7.4 验收	27
8 运行维护	28
8.1 碳纤雨水收集模块调蓄设施运维	28
8.2 智能信息化平台运维	28
附录A 体积吸水率试验方法	29
附录B 雨水净化导流装置去除率测试方法	30
附录C 雨水净化导流装置流量测试方法	31
附录D 不同土壤环境碳纤雨水收集模块释水能力测试方法	32
本规程用词说明	33
引用标准名录	34
条文说明	35

Contents

1 General provisions	1
2 Terminology	2
3 Basic requirements	4
4 System components and body Materials	5
4.1 Intelligent carbon fiber rainwater harvesting module system	5
4.2 Carbon fiber rainwater harvesting module	5
4.3 Rainwater purification and flowtraining installation	7
4.4 Rainwater exhaust unit	8
4.5 Data transmission unit	9
4.6 Intelligent information platform	10
5 Design	13
5.1 General provisions	13
5.2 System design	13
5.3 Design nodes	14
6 Construction	24
6.1 Construction preparation	24
6.2 Earth excavation	24
6.3 Installation of carbon fiber rainwater harvesting module	24
6.4 Installation of rainwater purification and flowtraining device and rainwater exhaust device	25
6.5 Data transmission device installation	25
6.6 Earthwork backfilling	25
6.7 Intelligent information platform construction	25
7 Quality inspection and acceptance	26
7.1 General provisions	26
7.2 Main control items of carbon fiber rainwater collection module installation project	26
7.3 General control items of carbon fiber rainwater collection module installation project	26
7.4 System acceptance	27
8 Operation and maintenance	28
8.1 Operation and maintenance of carbon fiber rainwater collection module storage facilities	28
8.2 Operation and maintenance of intelligent system	28
Appendix A Test method for volumetric water absorption	29
Appendix B Test method for removal rate of rainwater purification diversion device	30
Appendix C Test method for flow rate of rainwater purification diversion device	31
Appendix D Test method for water release capacity of modules in different soil environments	32
Explanation of wording in this code	33
List of quoted standards	34
Explanation of provisions.....	35

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，做到安全适用、技术先进、节能环保、提高工程质量，结合海绵城市建设实际情况，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑与小区、公园与绿地、城市道路与广场等工业与民用建筑、区内新建、改建、扩建项目中采用智能化碳纤雨水收集模块系统调蓄设施的设计、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设计、施工与验收，除应符合本规程外，尚应符合现行国家及辽宁省有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 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组成。

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

由高强度耐酸碱滤透表层包裹布包裹碳纤雨水收集模块芯材形成的长方体产品。

2.0.3 碳纤雨水收集模块芯材 carbon fiber rainwater-harvesting module core material

采用复合交联技术工艺制造的褐色无机纤维，主要由天然岩石等无机材料经高温熔化后拉伸而成的纤维，经过缠绕加工而成的模块，将杂乱无章的纤维形成超薄的初始纤维毡，经三维打褶处理后，加热固化成型。

2.0.4 高强度耐酸碱滤透表层包裹布 high strength acid and alkali resistant filter-through surface wrap cloth

由高强度化学纤维和一定比例的碳纤混合编织而成的纤维布。

2.0.5 雨水净化导流装置 rainwater purification diversion device

由降雨产生的雨水径流导流至碳纤雨水收集模块内的通道，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，应具有良好的污染去除率功能。

2.0.6 雨水排气装置 rainwater exhaust system

由硬聚氯乙烯管制作而成，高出地面设置，用于排放模块内空气，利于地表雨水通过导流装置快速进入模块。

2.0.7 分仓式雨水净化导流井 separate bin type diversion well for rainwater purification

由道路收集汇入溢流式雨水口B格，经雨水口B格中的雨水净化导流装置导入碳纤雨水收集模块中，当碳纤雨水收集模块饱和后，雨水通过溢流堰口至A格，排入市政雨水管道。

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

由截污篮、泥沙分离器及复合材质微孔滤芯等组成的一体式设备，具有高效截污净化、防蚊防臭等功能。

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

根据多年日降雨量统计数据计算，雨水通过自然和人工强化的入渗、滞蓄、调蓄和收集回用，场地内累计一年得到控制(不外排)的雨水量占全年总降雨量的比值。

2.0.10 径流系数 runoff coefficient

是一定汇水面积地面径流量与降雨量的比值，是任意时段内的径流深度与同时段内的降水深度的比值，它综合反映了流域内自然地理要素对径流的影响。

2.0.11 面源污染 non-point sources pollution

通过降雨和地表径流冲刷，将大气和地表中的污染物带入受纳水体，使受纳水体遭受污染现象。

2.0.12 植草沟 grass furrow

是种有植被的地表浅沟，可收集、输送、排放并净化径流雨水。

2.0.13 下沉式绿地 sunken green

低于周边地面标高，可积蓄、下渗自身和周边雨水径流的绿地。

2.0.14 下垫面 underlying surface

降雨受水面的总称，包括屋面、绿地、水面、道路、广场及铺装等。

2.0.15 调蓄容积 detention and revaluating volume

雨水调蓄设施用于调蓄径流雨水的容积。

2.0.16 生物滞留带 biological retention zone

通过土壤的过滤和植物的根部吸收等作用，对径流雨水进行净化，去除大颗粒污染物并减缓流速的渗透设施。

2.0.17 城市热岛效应 urban heat island effect

城市因大量的人工发热、建筑物和道路等高蓄热体及绿地减少等因素，造成城市“高温化”的现象为城市热岛效应。

3 基本规定

3.0.1 智能化碳纤雨水收集模块系统，应符合现行国家和辽宁省建筑节能设计标准的规定，在正常使用和维护条件下，碳纤雨水收集模块设计使用年限不得低于25年。

3.0.2 智能化碳纤雨水收集模块系统与建设项目整体海绵专项方案的关系，确保基本功能，强化绿色海绵设施功能，实现功能与景观效果的有机统一。

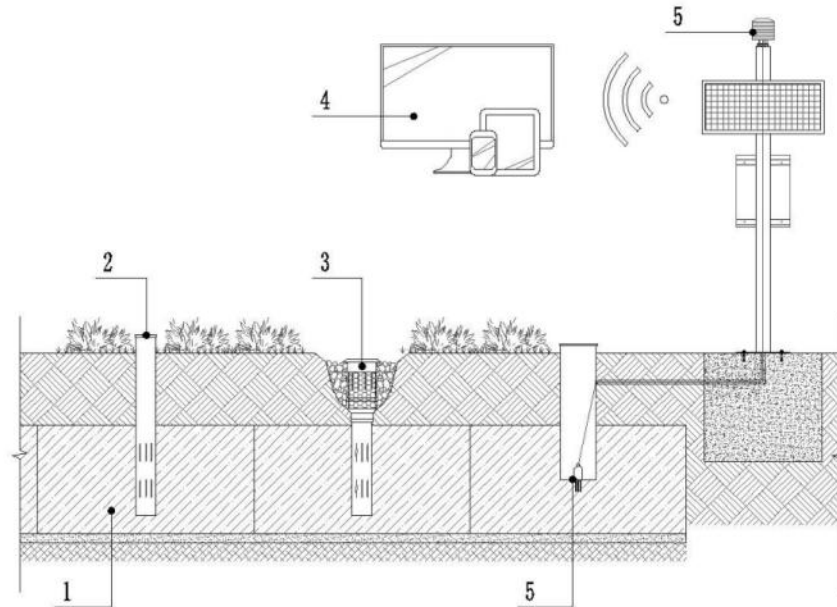
3.0.3 智能化碳纤雨水收集模块系统除应符合本规程的规定外，尚应符合现行国家和行业有关标准和规范的规定。

3.0.4 智能化碳纤雨水收集模块系统及采用原材料应具有安全无毒无害性，对土壤及地下水不造成二次污染，且应符合现行国家环境保护的有关规定。

4 系统组成及主体材料

4.1 智能化碳纤雨水收集模块系统

4.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统是由碳纤雨水收集模块、雨水净化导流装置、排气装置、数据传输装置及智能信息化平台组成，系统组成示意图见图4.1.1。



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

图4.1.1 系统组成示意图

4.1.2 系统应用方式可与雨水口、雨水检查井、市政管网、下沉式绿地、雨水花园、生物滞留带、植草沟、绿植屋面、透水铺装、绿地等设施结合应用。

4.2 碳纤雨水收集模块

4.2.1 碳纤雨水收集模块应包括高强度耐酸碱滤透表层包裹布和碳纤雨水收集模块芯材。

4.2.2 碳纤雨水收集模块芯材应满足以下规定：

1 芯材主要化学成分应按表4.2.2-1执行；

表4.2.2-1 芯材主要化学成分表

化学成分	质量比 (%)
二氧化硅	40~50
三氧化二铝	13~18
氧化铁	3~10
氧化钙	18~28
氧化镁	5~13

2 根据需求不同，可通过调整生产工艺，加工形成普通型、增强型、超强型、绿植屋面专用型四种类型的芯材，碳纤雨水收集模块芯材相关技术参数应符合表 4.2.2-2要求。

表4.2.2-2 芯材技术参数表

技术参数	普通型 1200*250*(40~1200)mm	增强型 1200*200*(40~1200)mm	超强型 1200*150*(40~1200)mm	绿植屋面专型 1200*250*(40~100)mm	检测标准
目测	褐色无机纤维块				
体积吸水率（%）	≥93	≥91	≥88	≥94	附录A
抗压强度（kPa）	≥75	≥90	≥145	≥60	GB/T 13480
25次冻融后体积吸水率（%）	≥80	≥75	≥70	≥80	GB/T 33011
25次冻融后抗压强度（kPa）	≥50	≥60	≥85	≥50	GB/T 33011
渗透性能（mm/s）	≥5				GB/T 25993
化学性能	酸度系数≥2.0				GB/T 5480
	钾离子+钠离子≤4%				GB/T 1549
重金属含量（mg/kg）	镉≤0.03				GB 15618
	汞≤0.08				
	砷≤2				
	铅≤30				
	铬≤300				
	铜≤50				
	镍≤60				
	锌≤150				
石棉	不含				HJ/T 206
甲醛释放量（ug/m³）	≤9				CDPH/EHLB/标准测试方法V1.2
TVOC（mg/m³）	≤0.5				CDPH/EHLB/标准测试方法V1.2
抗霉菌性能	不支持生长				ASTM C1338-19

4.2.3 高强度耐酸碱滤透表层包裹布具有一定耐酸性、抗冻融性能、强度和透水性，主要技术参数应符合表4.2.3技术要求及规定。

表4.2.3 高强度耐酸碱滤透表层包裹布技术参数表

	项目		单位	数值	测试方法
物理性能	单位面积质量		g/m²	110-140	GB/T13762
	断裂伸长率	纵向	%	≥70	GB/T15788
		横向	%	≥75	GB/T15788
	撕破强力	纵向	N	≥380	GB/T13763
		横向	N	≥370	GB/T13763
	CBR顶破强力		N	≥1100	GB/T14800
	等效孔径O ₉₀		mm	≥0.15	GB/T14799
化学性能 (抗酸碱性能) GB/T17632	垂直渗透系数		cm/s	≥0.15	GB/T15789
	质量变化率		%	±1	GB/T13762
	尺寸变化率		%	±1	GB/T 4667
	断裂强力保持率	纵向	%	≥85	GB/T15788
		横向	%	≥85	
	断裂伸长率保持率	纵向	%	≥85	GB/T15788
		横向	%	≥85	
抗冻融性能 (-20℃-室温, 反复冻融25次)	断裂强力保持率	纵横向	%	≥85	GB/T15788
	断裂伸长率保持率	纵横向	%	≥85	GB/T15788
	撕破强力保持率	纵横向	%	≥85	GB/T13763

	CBR顶破强力保持率	纵横向	%	≥85	GB/T14800
--	------------	-----	---	-----	-----------

4.2.4 不同的使用场景，碳纤雨水收集模块应选用不同类型的芯材，根据应用场景不同需要满足最小覆土深度要求。不同应用场景对覆土深度要求及芯材类型应参照表4.2.4执行。

表4.2.4 应用场景覆土深度芯材类型参照表

适用场景	模块规格 (mm)	覆土深度 (mm)	模块类型
绿地系统	1200×250× (40~1200)	150-3800	普通型
人行道下方	1200×200× (40~1200)	250-3500	增强型
停车场	1200×150× (40~1200)	250-3500	超强型
绿植屋面	1200×250× (40~200)	100-1000	屋面专用型

4.3 雨水净化导流装置

4.3.1 雨水净化导流装置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，应具有良好的污染去除率功能。

4.3.2 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份，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。

4.3.3 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 沉淀阶段为随着反应进行，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。

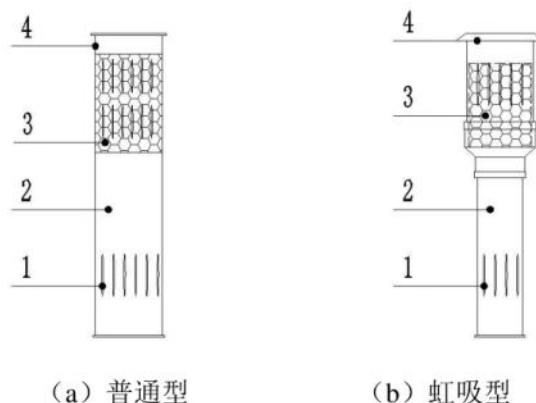
4.3.4 活性生物过滤填料脱氮型生物滤料，应通过化学沉淀、吸附等一系列物理/化学作用，微生物生化反应，持续去除污水的氨氮。

1 离子交换应为滤料晶格中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子与污水中的 NH_4^+ 离子发生共沉淀作用，生成不溶性盐类并附着于滤料表面；

2 吸附作用应为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 $8 \times 10^{-10} \sim 15 \times 10^{-10}\text{m}$ ，孔道为 $4 \times 10^{-10} \sim 10 \times 10^{-10}\text{m}$ ， NH_4^+ 离子直径为 $2.86 \times 10^{-10}\text{m}$ ，因此该滤料对 NH_4^+ 离子具有很好的选择吸附性；

3 微生物作用应在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。

4.3.5 雨水净化导流装置根据需求应分为普通型和虹吸型两种，普通型由一种管材组成，虹吸型由两种管材变径组成，做法按图4.3.5执行，其规格尺寸按表4.3.8执行。



1—雨水净化导流孔；2—硬聚氯乙烯管；3—磷、氮碳化去除层；4—雨水固体悬浮物去除层
图4.3.5 雨水净化导流装置示意图

4.3.6 普通型雨水净化导流装置应执行表4.3.6的技术要求。

表 4.3.6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	检测方法
总磷	≥70%	附录B
总氮	≥45%	
化学需氧量	≥80%	
固体悬浮物	≥90%	

注：普通型适用于水质去除率要求较高的场所。

4.3.7 虹吸型雨水净化导流装置应执行表 4.3.7 的技术要求。

表 4.3.7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	检测方法
总磷	≥65%	附录B
总氮	≥40%	
化学需氧量	≥70%	
固体悬浮物	≥80%	

注：虹吸型适用于下沉式绿地等对流速要求较高的场所。

4.3.8 雨水净化导流装置规格尺寸应执行表4.3.8的技术要求。

表 4.3.8 雨水净化导流装置规格尺寸表

型号	公称外径 (dn) (mm)	公称壁厚 (en) (mm)	执行标准
虹吸型	粗管160, 细管110	粗管4.0, 细管3.2	GB/T5836.1
普通型	160	4.0	GB/T5836.1

注：1 雨水净化导流装置管材应采用硬聚氯乙烯平壁管或聚乙烯平壁管，管材应满足相关产品标准；

2 雨水净化导流装置管材开孔率宜采用20-30%，开孔长径80-100mm，开孔短径5-10mm。

4.3.9 雨水净化导流装置流量应执行表4.3.9的技术要求。

表 4.3.9 雨水净化导流装置流量表

型号	长度 (mm)	竖向安装方式流量 (m³/min)	横向安装方式流量 (m³/min)
普通型	1200	---	0.065
虹吸型	1200	0.1	---

注：流量表数值为设计中雨水净化导流装置设置数量提供参考依据。

4.4 雨水排气装置

4.4.1 雨水排气装置应按图4.4.1执行。



1—雨水排气孔；2—硬聚氯乙烯

图4.4.1 雨水排气装置示意图

4.4.2 雨水排气装置规格尺寸应执行表4.4.2的技术要求。

表 4.4.2 雨水排气装置规格尺寸表

材质	公称外径 (dn) (mm)	公称壁厚 (en) (mm)	高出完成面 (mm)	执行标准
硬聚氯乙烯	110	3.2	50-100	GB/T5836.1

注：雨水排气装置管材开孔率宜采用20-30%，开孔长径80-100mm，开孔短径5-10mm。

4.4.3 雨水排气装置排气量应执行表4.4.3的技术要求。

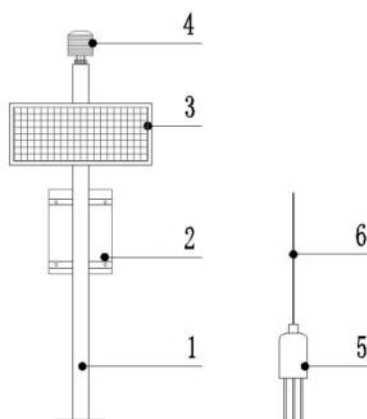
表4.4.3 雨水排气装置排气量表

材质	长度 (mm)	流量 (m³/min)
硬聚氯乙烯	1200	0.6

注：流量表数值为设计中雨水排气装置设置数量提供参考依据。

4.5 数据传输装置

4.5.1 数据传输装置应包括金属立杆、太阳能板、蓄电池、传输线、传感器、发射器，数据传输装置应按图4.5.1执行。



1—金属立杆；2—蓄电池；3—太阳能板；4—发射器；5—传感器；6—传输线

图 4.5.1 数据传输装置示意图

4.5.2 数据传输装置参数应符合以下规定：

1 供电电源电压需满足数据传输装置使用电压，电压过高时应设置电压转换器，将电压转换为符合数据传输装置使用的电压；

2 数据传输装置温度测量范围应在-40℃~80℃区间，测量精度±0.5℃；

3 数据传输装置水分测量范围应在0~100%，0~53%范围内精度应为±3%；53~100%范围内精度应为±5%；

4 传感器响应时间 $<1s$;

5 数据传输装置可采用4G或5G传输方式进行数据传输。

4.6 智能信息化平台

4.6.1 智能信息化平台监管系统数据架构应涵盖企业和行业两个层级的雨水资源数据资源体系。

4.6.2 智能信息化平台监管系统技术架构应根据系统的应用架构与数据架构，应在城市雨水资源收集和利用管理部门、雨水资源企业间合理配置相应的应用支撑平台、主机及存储系统、通信网络系统、信息安全系统、应用系统、数据采集终端系统等技术资源，还应考虑与部、省级雨水资源利用主管部门以及城市其他相关部门间的业务对接。

4.6.3 智能信息化平台监管系统功能架构可根据需求，应增加雨量器、水质在线监测系统、模型模拟器、平台展示仪表等附加智能系统，可有效反馈降雨雨情、内涝风险预估、水质指标等实时数据，指导绿化浇洒、应急处理等管理工作。

4.6.4 智能信息化平台终端系统应包括传感器、数据传输装置、信息化管理平台、移动终端等。

4.6.5 智能信息化平台终端系统检测平台应体现在对城市水环境的智慧化管控，系统应对自然降水、海绵体前后水质水量、排水管网重要节点水质水量等数据进行长时间全面监测，从而通过物联网将海绵城市中的水系、绿地与广场、道路、建筑与小区等基础设施进行有效连接，为城市水安全、水环境、水资源、水生态的管理提供有力的数据支撑。

4.6.6 智能信息化平台终端系统监测内容应符合以下规定：

1 雨量监测系统监测不同区域的降雨情况，应提供准确的降雨数据，分析不同时间段、不同地段区域的雨量数据变化规律；

2 海绵体监测系统通过压力水位和水质监测传感器应对人工湖、景观河、蓄水池等重要海绵体进行水位和水质监测，掌握雨水蓄积状况、确定再生利用方式，通过流量监测各个汇水区汇水面积变化，以起到提前预警、防治洪涝的作用；

3 排水管网监测系统通过对管网排口、泵站及易涝点水量水质的监测能力，应分析海绵建设与雨水管网的协调程度，有利于实现城市水安全系统的联合调度；

4 遥感影像监测系统通过局部空天地遥感地图影像、矢量地图的监测和收集，应实现遥感影像地图和矢量地图切换；重点区域用无人机采集的倾斜数据制作三维地图，可通过三维地图以及卫星遥感影像观察海绵体以及地表水资源的变化；

5 视频实时监测系统在各监测点安装视频监控设备，视频实时传送到指挥平台大屏幕上，应观测海绵体设备运行情况、进行远程指挥抢修、对7内日的视频进行回看，图像可同步到移动端APP，用于应急灾害处理。

4.6.7 智能信息化平台评估系统应符合以下规定：

1 水质分析应对海绵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、电导率等指标数值及年污染物总量削减率等评价指标；

2 水量分析应对海绵城市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、雨水利用用途占比等；

3 复合径流削减率分析应通过对多场次降雨的对比观察，计算和对比不同降雨场次的径流、污染物的复合削减率；

4 技术效果评价应构建评价指标体系，利用暴雨洪水管理模型和数学模型模拟测算指标值，基于主客观分析确定指标权重，获得最终雨洪治理效果；通过对管网负荷的模拟，获得海绵建设与城市排水系统匹配度；

5 多目标评价应基于生命周期影响评价法，对海绵设施的建设、运行、维护过程进行经济成本、环境影响和技术效用的测算；

6 其他指标可包括海绵体绿化植被成活率、城市洪涝预警等级、城市热岛效应定量化评价、河道关键断面的水量水质指标等海绵体系内的其它评价指标。

4.6.8 数据备份采用双机热备应对实时数据、报警信息和变量历史记录热备，主从机都正常工作时，主机从设备采集数据，并产生报警和事件信息，从机通过网络从主机获取实时数据和报警信息。

4.6.9 联网策略应根据城市雨水资源信息采集、传输及 应用的需求，完善现有通信信息网络系统，应包括雨水资源政务内网和外网、互联网、无线通讯网络。应遵循国家电子政务网络要求，雨水资源政务外网同政务内网物理隔离，雨水资源政务外网同互联网逻辑隔离。

4.6.10 主机与存储系统宜采用虚拟化、云计算等先进技术，提高主机与存储系统的经济性、可靠性和可扩展性。

1 数据库与服务器宜采用物理主机构建双机热备或高可用集群，支撑数据库系统可靠运行。数据库服务器通过交 换机与存储设备实现连接，配置多路径负载均衡；

2 应用服务器应根据实际业务需求和现有应用服务器的资源使用情况进行配置，应根据业务量的服务器考虑配置负载均衡，搭建可用环境。

4.6.11 智能信息化平台应围绕城市降雨、防洪、排涝、蓄水、用水等信息综合采集、实时监测和系统分析等业务需求，搭建智慧海绵城市监测平台、海绵城市智能评估系统、智慧海绵城市可视化管理平台三大业务平台，通过采集终端各种传感器数据汇总到业务平台，实现大数据监控。

4.6.12 智能信息化平台检测平台应对城市水环境的智慧化管控、自然降水、海绵体前后水质水量、排水管网重要节点水质水量等数据进行长时间全面监测，通过物联网将海绵城市中的水系、绿地与广场、道路、建筑与小区等基础设施进行有效连接，为城市水安全、水环境、水资源、水生态的管理提供有力的数据支撑。

4.6.13 智能信息化平台监测方法应符合以下要求：

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4.6.13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4G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率定验证， 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4.6.13 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

4.6.14 智能信息化平台可视化管理平台应包括项目信息、考核信息、规划信息、调度信息、实时监测统计信息等综合信息，应提供网络、数据中心、应用系统、基础设施等系统的实时监控服务、日常运行维护管理以及系统优化服务。

1 设备离线故障报警系统应对排口监测站、蓄水池监测站、内涝站点、雨量监测站以及视频监控站的所有传感器以及物联网在线状态进行实时动态监测。当设备发生离线或者故障时、平台发出红色故障提示；

2 气温、地下水预警系统应布设温度和地下水监测点并实施在线监测，对热岛效应进行定量化考核；

3 水质、水量、传感器信号强度应对可视化平台可显示各海绵设施及其他监测点位的水质、水量传感器信号强度数据；实时更新传感器接收数据；设定报警值，在达到报警值时，系统做出报警提示。

4.6.15 智能信息化平台工作管理APP应符合以下要求：

1 APP应提供遥感影像地图和矢量地图切换、放大、缩小、点击查询等；

2 APP应展示近7日海绵体的存水量、出水量、节水量统计数据；点击展示或关闭统计项；可进行每日数据分析，并形成报表；每日报表进行存档，可根据时间、类别查阅历史报表，可不受时间地点限制，为迅速决策提供支持。

4.6.16 智能信息化平台安全应保障平台的各系统安全运行，需与业务架构、应用架构和数据架构紧密结合，满足平台上各类的业务应用、数据整合标准及规范的同时，从物理、网络、主机、应用、数据、管理方面对关键的安全子要素进行防护。

4.6.17 智能信息化平台通讯保密应在通讯线路上实现数据加密传输，个体访问业务系统采用虚拟专用网加密机制，对于传输数据进行加密，对于发布在互联网侧的业务，采用以安全为目标的超文本传输协议通道加密方式进行数据加密，有效防止外网和网络横向访问的数据传输安全。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 落实海绵城市等相关规划，衔接排水防涝、绿地系统等相关要求，应协调智能化碳纤雨水收集模块系统与建设项目整体海绵专项方案的关系，确保基本功能，强化绿色海绵设施功能，实现功能与景观效果的有机统一。

5.1.2 根据建设项目周边环境和建设条件，坚持问题导向和目标导向相结合，合理确定智能化碳纤雨水收集模块系统化方案，应最大程度地发挥海绵城市系统设施的综合效益。

5.1.3 智能化碳纤雨水收集模块系统使用规模应结合项目实际需求计算确定。

5.1.4 智能化碳纤雨水收集模块规模应综合考虑项目下垫面类型、汇水面积、安全性能等要求条件，并结合综合径流系数、年径流总量控制率、年污染物去除率等海绵城市建设指标要求进行综合分析计算。

5.1.5 智能化碳纤雨水收集模块系统所用材料的技术性能指标，除应满足本规程的要求外，尚应符合设计要求和相关产品标准的规定。

5.1.6 碳纤雨水收集模块设计使用年限不得低于25年。

5.2 系统设计

5.2.1 智能化碳纤雨水收集模块系统应用方式可与雨水口、雨水检查井、市政管网、开孔路缘石、下沉式绿地、雨水花园、生物滞留带、植草沟、绿植屋面、透水铺装、绿地等设施结合应用。

5.2.2 智能化碳纤雨水收集模块系统与雨水口结合应用时，根据不同应用环境选用不同种类的雨水口，雨水口分为常规型雨水口、分仓式雨水净化导流井及旋流分离环保雨水口等。

5.2.3 智能化碳纤雨水收集模块系统与开孔路缘石结合应用时，采用的开孔路缘石数量需要通过流量计算确定，具体计算应按下式计算：

$$Q=VA \quad (5.2.3)$$

式中：

Q -溢流量（ m^3/s ）；

V -水流速（ m/s ）；

A -开孔截面积（ m^2 ）。

5.2.4 碳纤雨水收集模块按强度不同分成普通型、增强型、超强型、绿植屋面专用型四种类型。普通型适用于绿地；增强型或超强型适用于人行道、广场；超强型适用于停车场；绿植屋面专用型适用于屋面。

5.2.5 碳纤雨水收集模块应用场景处所选用的碳纤雨水收集模块类型及最小覆土深度应符合表4.2.4要求。

5.2.6 碳纤雨水收集模块埋设深度可根据地下水位进行设计，埋设深度高于地下水位300mm以上。

5.2.7 碳纤雨水收集模块可根据实际应用需求进行不同规格尺寸的拼接设计，施工面较大的区域可采用高度尺寸较小的规格，施工面较小的区域可采用高度尺寸较大的规格。

1 碳纤雨水收集模块普通型尺寸选用长度1200mm、宽度150mm、200mm、250mm，长度和宽度为固定尺寸，采用高度40mm-1200mm尺寸进行变化调整；

2 碳纤雨水收集模块绿植屋面专用型尺寸选用长度1200mm、宽度250mm，长度和宽度为固定尺寸，采用高度40mm-100mm尺寸进行变化调整；

3 碳纤雨水收集模块最大抗压强度受力面为长度*宽度面，长度*宽度面应朝上摆放。

5.2.8 碳纤雨水收集模块堆积高度应进行综合计算，最下层碳纤雨水收集模块承载能力应满足压在上方的饱和状态下碳纤雨水收集模块和覆土重量总和，碳纤雨水收集模块堆积高度应小于5m。

5.2.9 雨水净化导流装置设置方式：

1 普通型雨水净化导流装置应用于横向安装方式应符合表4.3.9要求，设置数量每1.3m³碳纤雨水收集模块安装不少于一套，每套雨水净化导流装置20min雨水导流量不少于1.3m³；

2 虹吸型雨水净化导流装置应用于竖向安装方式应符合表4.3.9要求，设置数量每2m³碳纤雨水收集模块安装不少于一套，每套雨水净化导流装置20min雨水导流量不少于2m³；

3 普通型雨水净化导流装置应低于雨水排口；

4 虹吸型雨水净化导流装置顶面安装高度低于完成面50mm-100mm；雨水净化导流装置周边应铺设碎石、消能坎等消能设施，碎石范围直径应大于300mm，防止水流冲刷和侵蚀。

5.2.10 雨水排气装置应根据表4.4.3，设置数量每12m³碳纤雨水收集模块安装不少于一套，每套雨水排气装置20min气体排出量不少于12m³。

5.2.11 雨水排气装置顶面安装高度应高出完成面50~100mm。雨水排气装置顶部应设置防水透气网，防止雨水倒灌现象发生。

5.2.12 数据传输装置布置方式及应用种类：3-4km半径内设置一套空气温度、空气湿度、光照度、二氧化碳、风速、风向、雨量、土壤温度、土壤湿度；20处及20处以下碳纤雨水收集模块应用区域设置一套模块湿度、化学需氧量、水质悬浮物、浊度传感器等种类。数据传输种类应根据项目的环境需求进行设计。

5.2.13 碳纤雨水收集模块容积应按式计算：

$$Q=V/p \quad (5.2.13)$$

式中：

Q -碳纤雨水收集模块容积（ m^3 ）；

V -设计调蓄容积或需蓄水容积（ m^3 ）；

P -碳纤雨水收集模块体积吸水率，0.88-0.97，具体参数按表5.2.13进行计算。

表5.2.13 碳纤雨水收集模块体积吸水率

技术参数	普通型	增强型	超强型	绿植屋面专用型
体积吸水率（%）	93~97	91~94	88~92	94~97

5.2.14 当采用多种技术措施组合控制雨水径流总量时，碳纤雨水收集模块容积计算：

$$Q=(V-V_e)/p \quad (5.2.14)$$

式中：

Q -碳纤雨水收集模块容积（ m^3 ）；

V -设计调蓄容积或需蓄水容积（ m^3 ）；

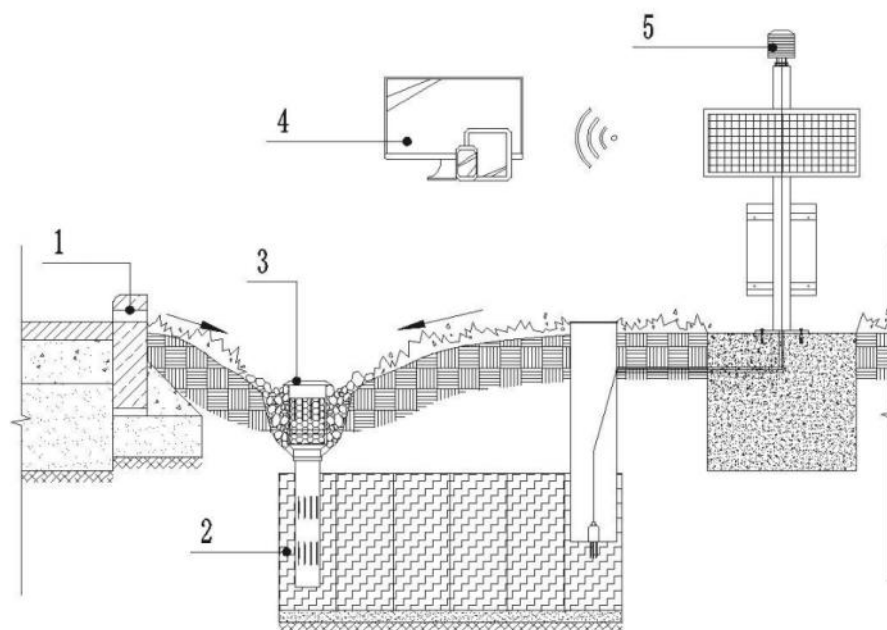
V_e -除碳纤雨水收集模块外各类技术措施控制的径流雨水总量（ m^3 ）；

P -碳纤雨水收集模块体积吸水率，0.88-0.97，具体参数按表5.2.13进行计算。

5.3 系统节点构造设计

5.3.1 路面及铺装雨水收集节点应满足以下要求：

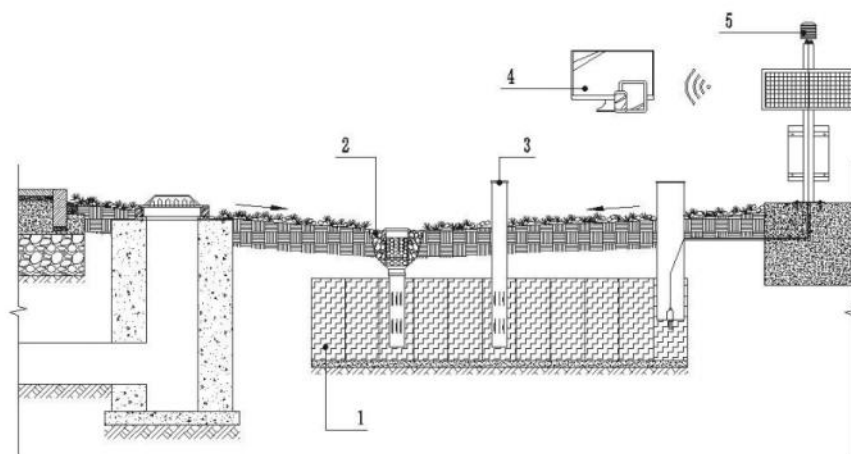
1 系统与植草沟结合应用，可用于路面及铺装雨水收集，也可用于绿化内雨水的收集。应满足以下要求：收集路面及铺装雨水时，路缘石可做开孔处理；应在植草沟沟底设置雨水净化导流装置，将雨水净化后快速导入碳纤雨水收集模块内部，应按5.3.1-1构造示意图设计；



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—智能信息化平台；
5—数据传输装置

图5.3.1-1 系统与植草沟结合应用节点构造示意图

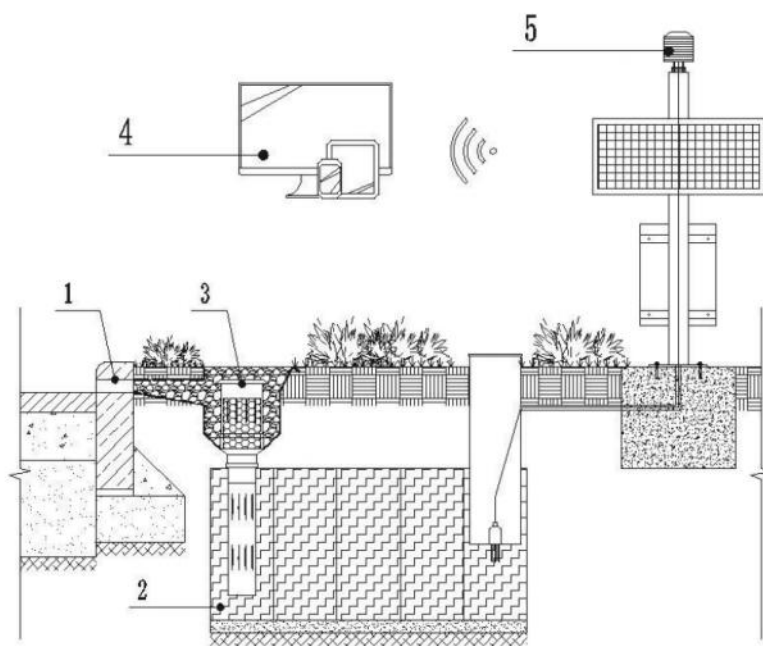
2 系统与下沉式绿地结合应用，可用于路面及铺装雨水收集，也可用于绿化内雨水的收集。应满足以下要求：紧邻铺砌地面或道路处的下沉式绿地要低于铺砌地面或道路 50-100mm，保证铺砌地面或道路的雨水能有效快速的进入下沉式绿地内；应在下沉式绿地低点设置雨水净化导流装置，将雨水净化后快速导入碳纤雨水收集模块内，应按5.3.1-2构造示意图设计；



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—智能信息化平台；
5—数据传输装置

图5.3.1-2 系统与下沉式绿地结合应用节点构造图示意图

3 系统与开孔路缘石结合应用，可用于路面及铺装雨水收集。应满足以下要求：进水口与碳纤雨水收集模块间隙处设置碎石层，应按5.3.1-3构造示意图设计；

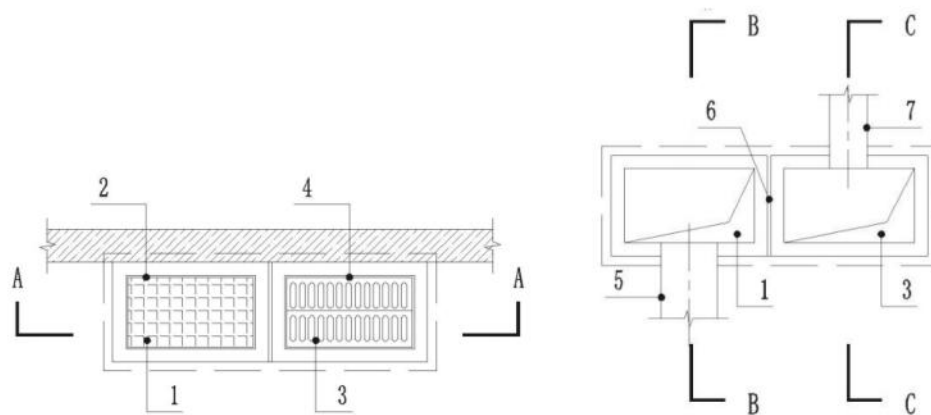


1—开孔路缘石；2—碳纤雨水收集模块；3—雨水净化导流装置；4—智能信息化平台；
5—数据传输装置

图5.3.1-3 系统与开孔路缘石结合应用节点构造示意图

4 系统与雨水口结合应用，可用于路面及铺装雨水收集。雨水口种类分为分仓式雨水净化导流井、旋流分离环保型雨水口；

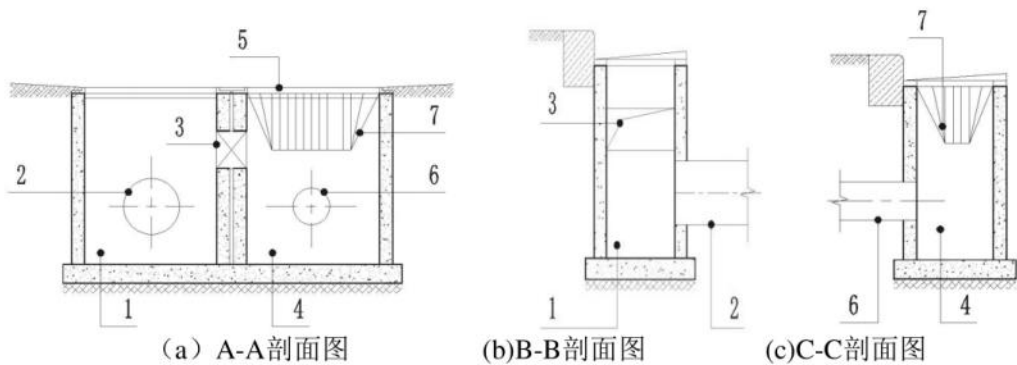
1) 分仓式雨水净化导流井，雨水由道路收集汇入溢流式雨水口B格，经雨水口B格中的雨水净化导流装置导入碳纤雨水收集模块中，当碳纤雨水收集模块饱和后，雨水通过溢流堰口至A格，排入市政雨水管道，应按5.3.1-4、5.3.1-5、5.3.1-6构造示意图设计；



(a) 分仓式雨水净化导流井上层平面图 (b) 分仓式雨水净化导流井下层平面图

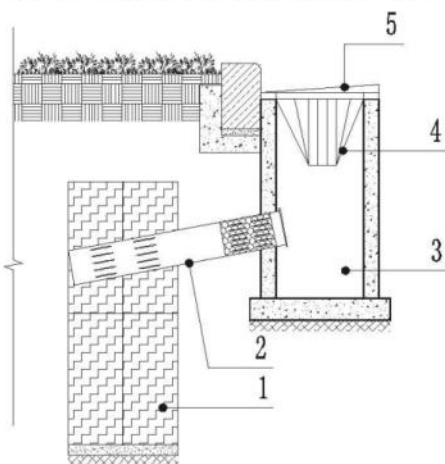
1—A格；2—铸铁盖板；3—B格；4—进水口；5—市政雨水管；6—溢流堰；
7—雨水净化导流装置

图5.3.1-4 系统与分仓式雨水净化导流井型雨水口结合应用节点构造示意图1



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；

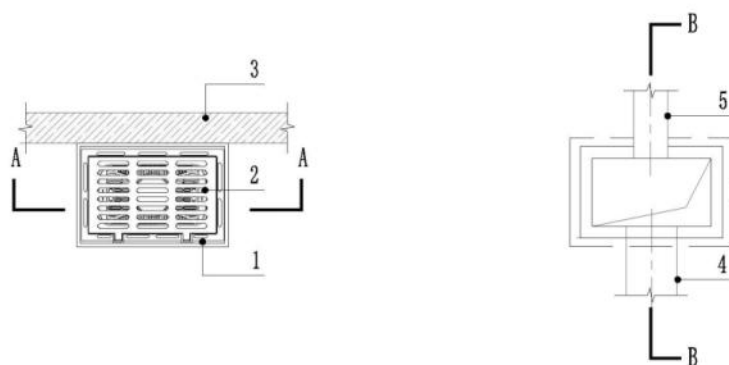
图5.3.1-5 系统与分仓式雨水净化导流井结合应用节点构造示意图2



1—碳纤雨水收集模块；2—雨水净化导流装置；3—B格；4—截污框；5—设计路面

图5.3.1-6 系统与分仓式雨水净化导流井结合应用节点构造示意图3

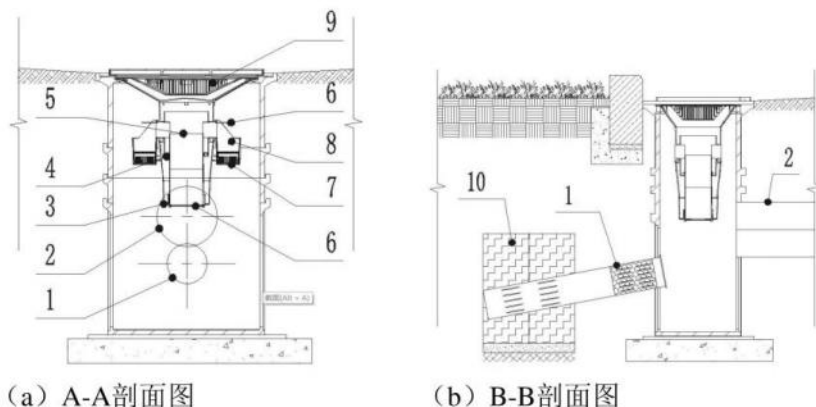
2) 旋流分离环保型雨水口，雨水由道路收集汇入篦子，经截污挂篮初步过滤后进入泥沙分离器，在强制导流器作用下，沿内部筒体旋流而下；泥沙收集器水位上涨后溢流至两侧滤芯模块进行深度过滤，出水由管道导入碳纤雨水收集模块中，当碳纤雨水收集模块饱和后，雨水通过溢流管口，排入市政雨水管道，应按 5.3.1-7、5.3.1-8构造示意图设计。



(a) 旋流分离环保型雨水口上层平面图 (b) 旋流分离环保型雨水口下层平面图

1—铸铁雨水篦子；2—进水口；3—路缘石；4—市政雨水管；5—导流管

图5.3.1-7 系统与旋流分离环保型雨水口结合应用节点构造示意图1



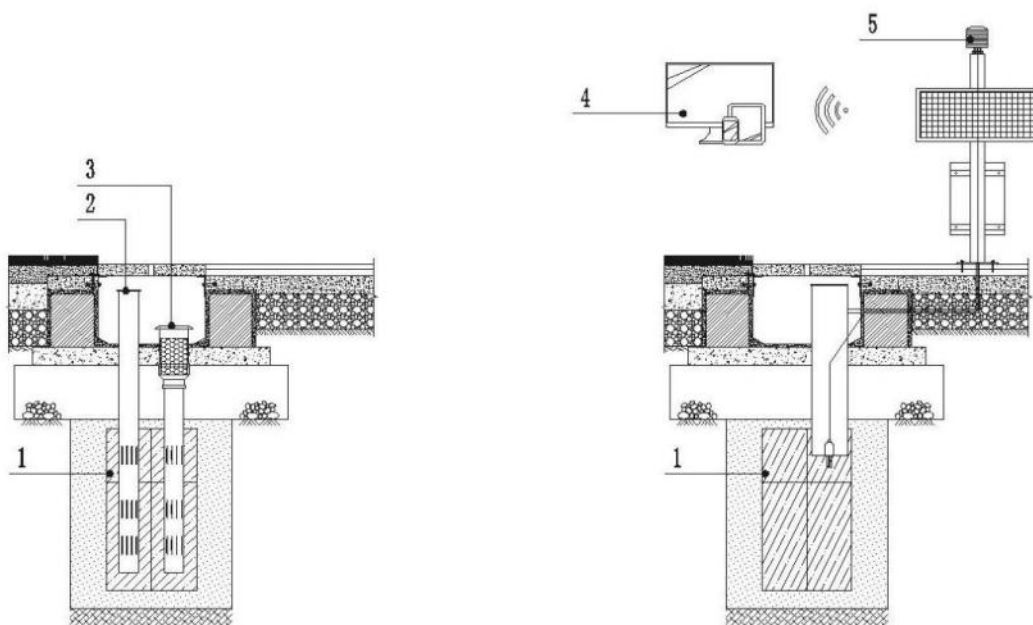
(a) A-A剖面图

(b) B-B剖面图

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；10—碳纤雨水收集模块

图5.3.1-8系统与旋流分离环保型雨水口结合应用节点构造示意图2

5 系统与截水沟结合应用，可用于运动跑道区的路面及铺装雨水收集。应满足以下要求：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，便于日后设施维护和更换；雨水净化导流装置应高出沟底50-100mm，完成前期弃流；雨水排气装置排口位置应高于截水沟内溢流高度50-100mm；碳纤雨水收集模块四周需做撼砂处理，应按5.3.1-9构造示意图设计。



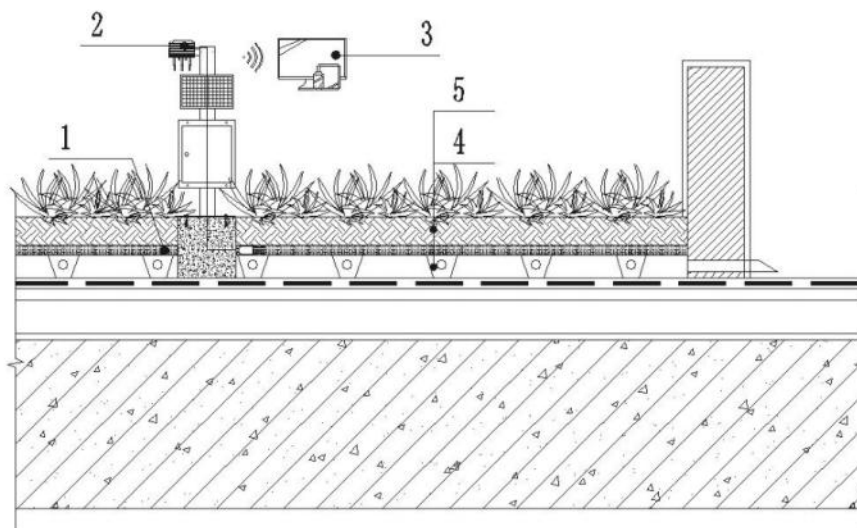
(a) 雨水净化导流装置及雨水排气装置构造示意图 (b) 传感器检修口构造示意图

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

图5.3.1-9 系统与截水沟结合应用节点构造示意图

5.3.2 屋面雨水收集节点应满足以下要求：

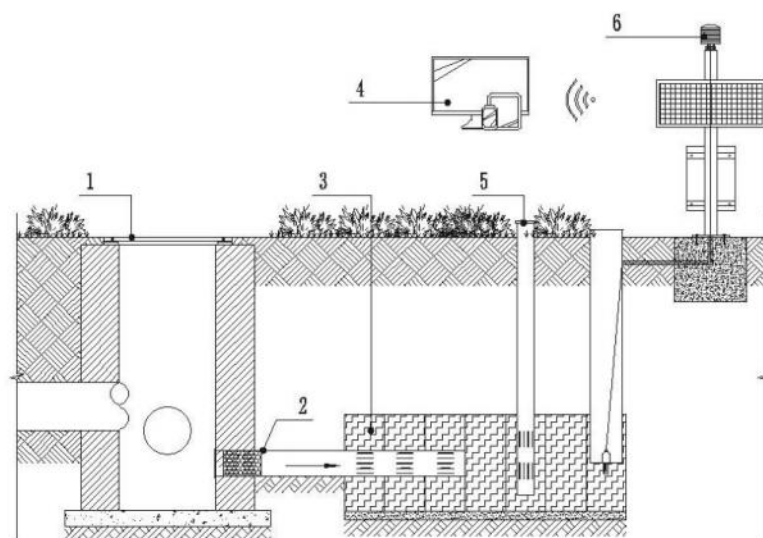
1 系统与绿色屋面结合应用，可用于建筑屋面雨水收集。应满足以下要求：屋面种植应根据种植土深度、荷载等因素，选择耐候性好的植物；排水板上方直接接触碳纤雨水收集模块，碳纤雨水收集模块需做固定处理，可采用强力胶将碳纤雨水收集模块包裹布与蓄排水板粘结在一起形成一个完整体，碳纤雨水收集模块安装可按3-6米规格做分格固土，应按5.3.2-1构造示意图设计；



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5.3.2-1 系统与绿色屋面结合应用节点构造示意图

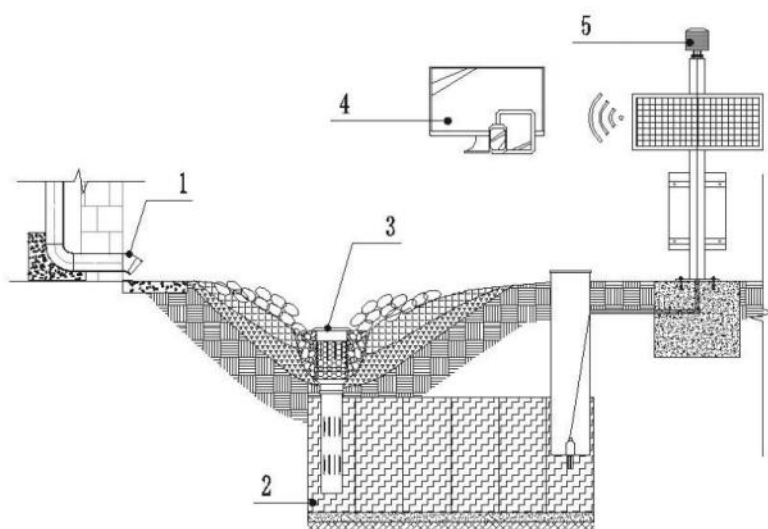
2 系统与建筑内排水做法应用，可用于建筑屋面雨水收集。建筑排水为内排水形式，可采用该种方式，应满足以下要求：雨水净化导流装置进水口应低于雨水管网排管，雨水净化导流装置导管坡度需 $\geq 3\%$ ，应按5.3.2-2构造示意图设计；



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

图5.3.2-2 系统与建筑内排水做法应用节点构造示意图

3 系统与建筑外排水做法应用，可用于建筑屋面雨水收集。建筑排水雨水断接形式，可采用该种方式，应满足以下要求：生物滞留带底部设置雨水净化导流装置；雨水净化导流装置进水口周边应设置碎石，应按5.3.2-3构造示意图设计。

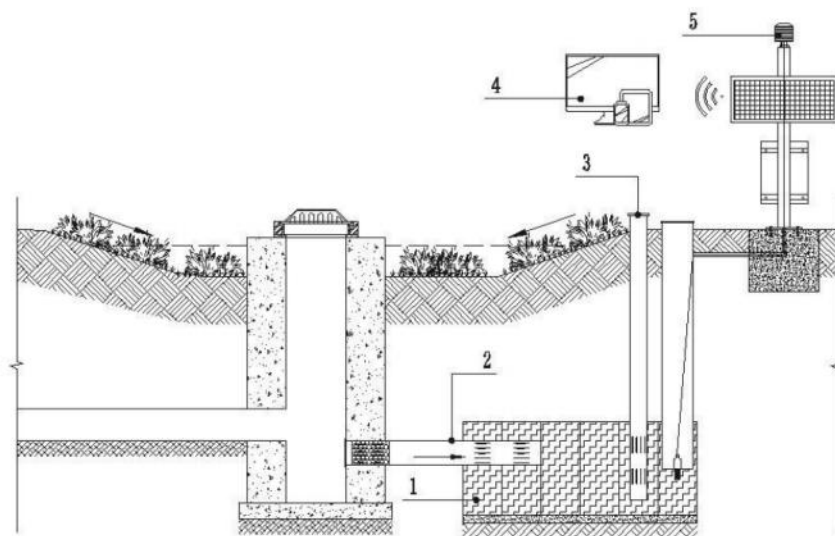


1—建筑雨水排管；2—碳纤雨水收集模块；3—雨水净化导流装置；4—智能信息化平台；
5—数据传输装置

图5.3.2-3 系统与建筑外排水做法应用节点构造示意图

5.3.3 绿地雨水收集节点应符合以下要求：

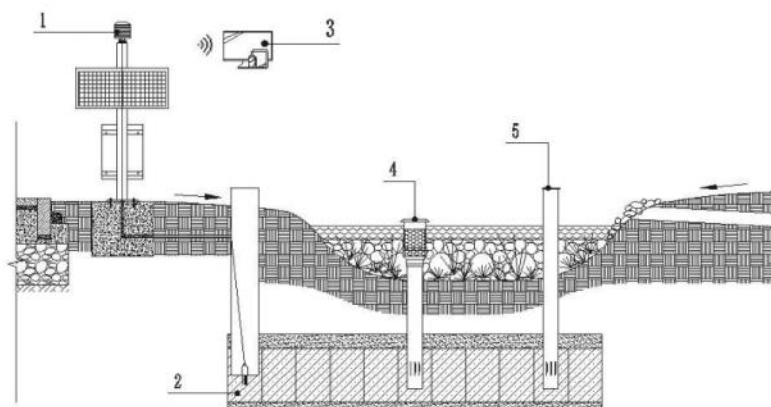
1 系统与雨水花园结合应用，可用于绿地雨水收集，应满足雨水净化导流装置应高出溢流雨水口底200-250mm，应按5.3.3-1构造示意图设计；



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—智能信息化平台；
5—数据传输装置

图5.3.3-1 系统与雨水花园结合应用节点构造示意图

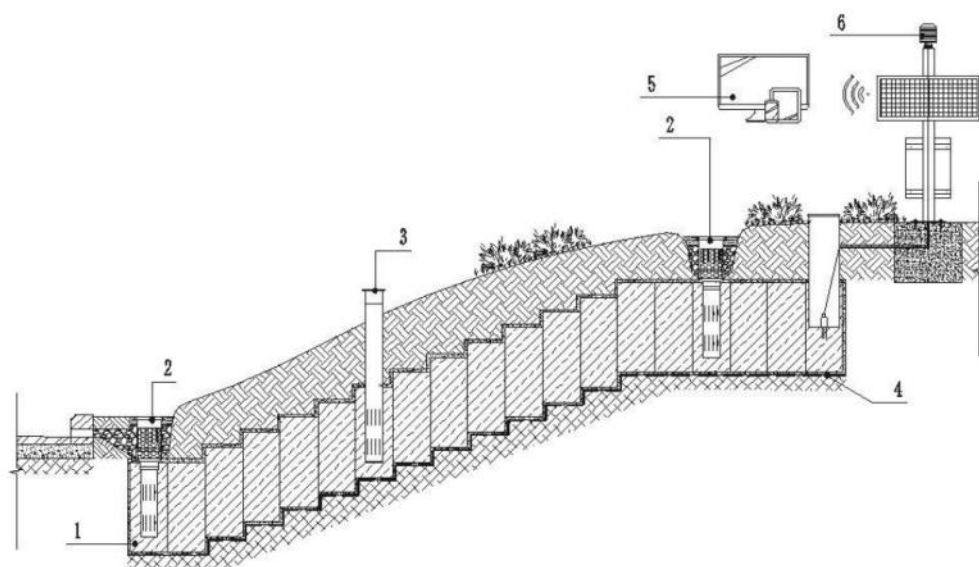
2 系统与生物滞留带相结合应用，可用于绿地雨水收集。应满足以下要求：生物滞留带低点设置雨水净化导流装置，应按5.3.3-2构造示意图设计；



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

图5.3.3-2 系统与生物滞留带相结合应用节点构造示意图

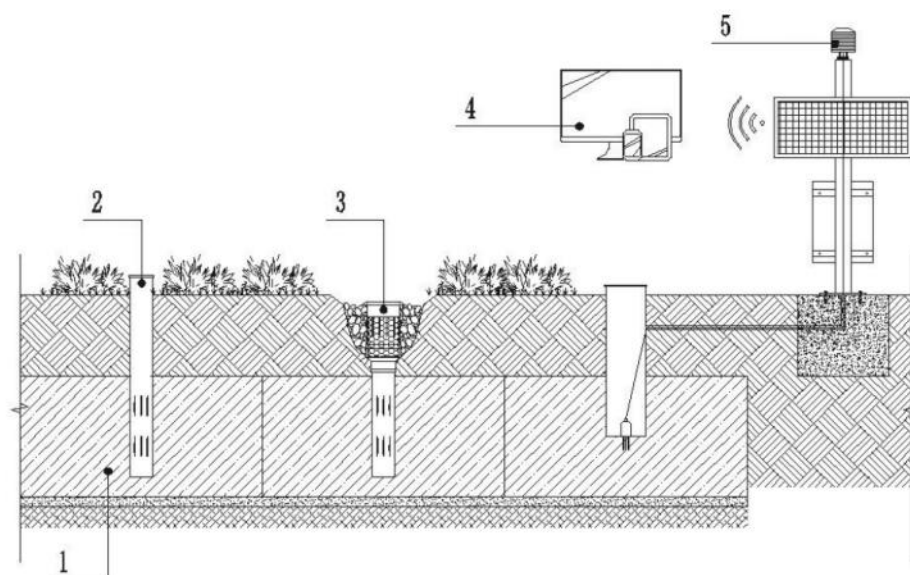
3 系统与立体种植结合应用，可用于立体种植雨水收集。应满足以下要求：碳纤雨水收集模块底部可做防水土工布进行阻隔，防水土工布开孔率20—50%；雨水净化导流装置可设置在立体种植的高处和低处，雨水排气装置应高出所在位置100mm及以上，应按5.3.3-3构造示意图设计；



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—防水阻隔层；
5—智能信息化平台；6—数据传输装置

图5.3.3-3系统与立体种植结合应用节点构造示意图

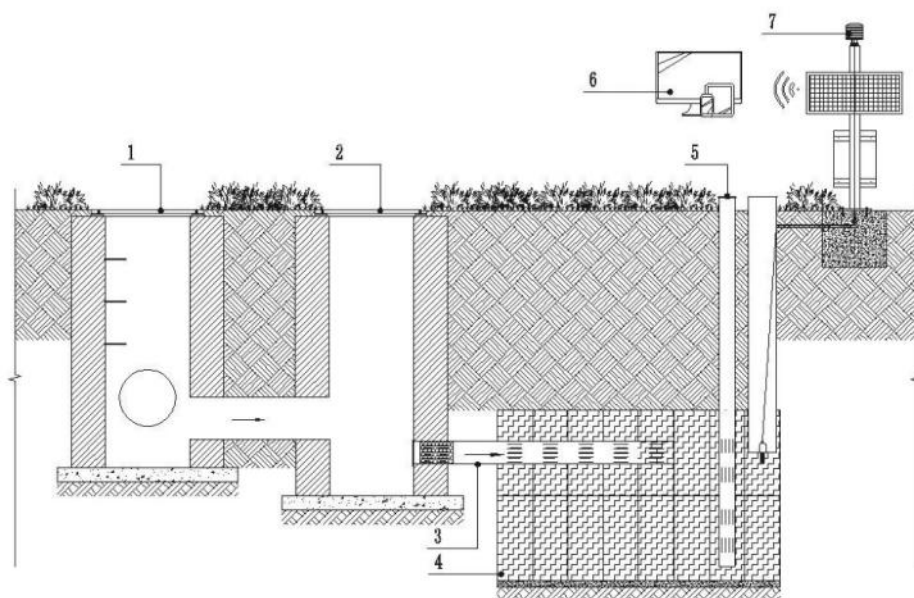
4 系统与普通绿地结合应用，可用于绿地内雨水收集。应满足以下要求：碳纤雨水收集模块设置时应避开乔木主根系；应在绿地低点设置雨水净化导流装置，应按5.3.3-4构造示意图设计。



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

图5.3.3-4 系统与普通绿地结合应用节点构造示意图

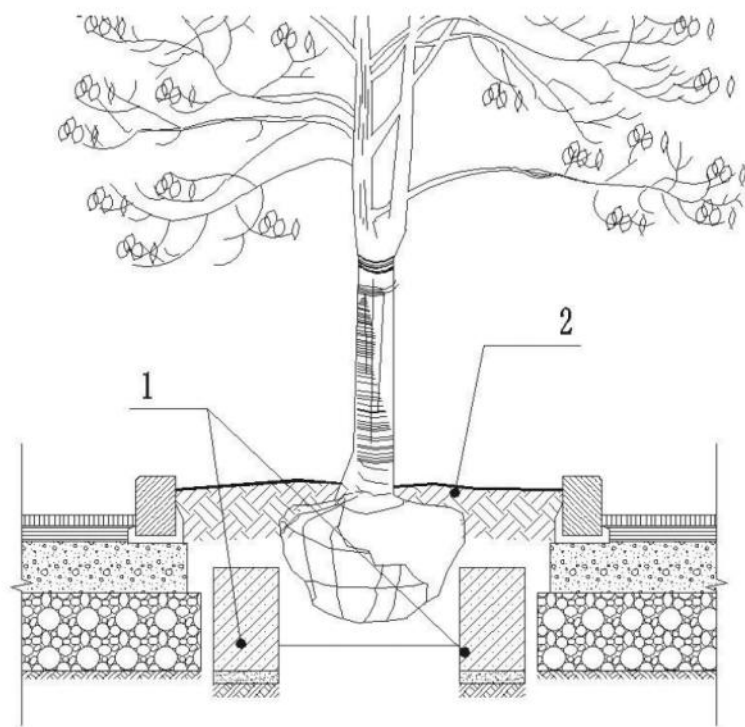
5.3.4 雨水管网雨水收集节点应满足以下要求：碳纤雨水收集模块采用集中布置时，可采用该种方式；雨水净化导流装置进水口应低于雨水管网排管；雨水净化导流装置导管坡度需 $\geq 3\%$ ；雨水排气装置高出地面50-100mm，应按5.3.4构造示意图设计。



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

图5.3.4 系统与雨水井结合应用节点构造示意图

5.3.5 碳纤雨水收集模块与生态海绵树池结合应用，可用于生态海绵树池雨水收集，应满足以下要求：碳纤雨水收集模块设置时应避开乔木主根系，应按5.3.5构造示意图设计。



1—碳纤雨水收集模块；2—树池

图5.3.5碳纤雨水收集模块与生态海绵树池结合应用节点构造示意图

6 施工

6.1 施工准备

6.1.1 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按照施工图纸设计用量进场，附带全套的型式检测报告、并应具有产品标准、出厂检验合格证、质量保证书和使用说明书等形成的内业资料提交建设单位和监理单位。

6.1.2 现场材料抽样复试，生产厂家应及时配合建设单位、监理单位、施工单位三方共同对碳纤雨水收集模块进行抽样工作，抽样产品送至检测机构，对所需主控项目进行复试检验，复试结果符合设计指标要求方可开始施工。

6.1.3 碳纤雨水收集模块及附件型式检验报告中性能内容应符合设计和本规程的要求，验证真实、齐全方可施工。

6.1.4 碳纤雨水收集模块及附件应进场复验的项目：

- 1 碳纤雨水收集模块芯材颜色、单片规格尺寸、化学性能、抗压强度及冻融性能；
- 2 碳纤雨水收集模块高强度耐酸碱滤透表层包裹布的撕破强力、抗酸碱性能及冻融性能；
- 3 雨水净化导流装置的污染物去除率。

6.1.5 碳纤雨水收集模块及附件进场复验的项目复试结果，应符合设计和本规程的要求方可施工。

6.1.6 现场勘察需复核施工图纸，对比现场实际勘察结果，确定具备施工条件的作业面。

6.1.7 现场施工遇到与实际环境冲突，不能按图施工时，需与建设部门、设计单位协调变更设计。

6.2 土方开挖

6.2.1 按照施工图纸进行施工作业面画线，沟槽开挖一般采取机械作业，无法进行机械作业的，采取人工开挖，开挖过程中应尽量避免管线，避免对已建管线造成破坏。

6.2.2 开挖的宽度和深度应根据设计图纸而定。

6.2.3 沟槽开挖至设计标高后，进行人工清槽、素土夯实，压实度不低于83%。

6.2.4 针对淤泥质土或地下水位较高的施工场地，开挖至设计标高后，模块四周宜加铺30~100mm砂土并夯实。

6.2.5 土壤形成冻层，冬季施工应采用机械方式土方进行挖掘、模块安装、土方回填，对于冬季施工部分在春季会出现塌陷现象，应在塌陷后重新回填。

6.3 碳纤雨水收集模块安装

6.3.1 碳纤雨水收集模块铺设前，将基层的平整度采用铺设30~50mm的细砂做平整度调整处理，碳纤雨水收集模块最大抗压强度受力面为长度*宽度面，长度*宽度面应朝上摆放，严禁倒置或其他方向放置模块。

6.3.2 碳纤雨水收集模块埋设深度应高于地下水位300mm以上。

6.3.3 碳纤雨水收集模块堆积高度应进行综合计算，最下层碳纤雨水收集模块承载能力应满足压在上方的饱和状态下碳纤雨水收集模块和覆土重量总和，碳纤雨水收集模块堆积高度应小于6m。

6.3.4 碳纤雨水收集模块摆放时，模块与模块之间需完全接触，摆放后的模块严禁踩踏或挤压模块。

6.3.5 铺设的模块宜居中摆放，两侧均有留缝，有利于回填及夯实效果。

6.3.6 碳纤雨水收集模块连接管道系统时，应在施工前清洁管道连接处，确保连接紧密。

6.4 雨水净化导流装置及雨水排气装置安装

6.4.1 雨水净化导流装置及雨水排气装置安装前，检查开孔式碳纤雨水收集模块孔内是否受到泥土污染，及时清理干净后将雨水净化导流装置、雨水排气装置插入开孔式碳纤雨水收集模块孔内，并且采用临时措施封闭雨水净化导流装置、雨水排气装置的开口处。

6.4.2 雨水净化导流装置安装时需复核施工图纸，按照要求确定雨水净化导流装置设置位置及应用方式，雨水净化导流装置应用于横向安装方式采用普通型雨水净化导流装置，施工时控制坡度不能低于设计要求，雨水净化导流装置应用于竖向安装方式采用虹吸型雨水净化导流装置；雨水净化导流装置顶面安装高度低于完成面，低于完成面深度符合设计；雨水净化导流装置周边铺设的碎石范围直径应符合设计要求。

6.4.3 雨水排气装置安装时需复核施工图纸，按照要求确定雨水排气装置设置位置及应用方式，竖向设置雨水排气装置时，出完成面高度必须符合设计要求，防止雨水通过雨水排气装置进入模块。

6.5 数据传输装置安装

6.5.1 数据传输装置施工前备货，检查到现场的金属立杆、太阳能板、蓄电池、传输线、传感器、发射器等各部分产品是否有质量隐患，数量是否匹配。

6.5.2 数据传输装置立杆安装前需根据设计施工图纸确定数据传输装置的设置位置，开始混凝土基座施工，基座混凝土具备可靠强度后进行立杆安装，立杆应安装稳固、确保安全。

6.5.3 数据传输装置传感器安装需根据设计施工图纸确定设置位置，根据施工图纸要求、品种及数量应匹配不同性能的传感器，施工时需要考虑环境要求铺设传感器，在数据传输装置检修口内安装操作，并与传输端连接。

6.5.4 数据传输装置安装完成及时试运行，检查传感器传出的数据是否正常、确保调试运行应符合使用功能。

6.5.5 室外智能显示系统安装应满足需求，且不影响周边其他功能需求。

6.6 回填

6.6.1 碳纤雨水收集模块系统安装完毕并验收合格后，应进行回填。

6.6.2 回填介质宜为素土、砂，不得夹有大块砖石等棱角硬块物体。

6.6.3 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，同时应注意对模块的保护，免遭破坏。

6.6.4 回填至完成面后，根据区域整体设计要求，应进行铺装施工或绿化植被栽种。

6.6.5 为保证产品周边土壤总孔隙度与碳纤雨水收集模块总孔隙度接近，有利于释水通畅，也可铺设掺杂有絮状碳纤维的专用种植土。

6.7 智能信息化平台建设

6.7.1 海绵模块设施智能信息化平台建设应根据信息安全规程和行业标准开展系统的部署与环境搭建。

6.7.2 智能信息化平台建设应按照需求部署功能以及配置对应的特定业务流程，网络环境链接系统传感器并获取数据，布置数据安全和备灾工作。对所有的平台功能调试及压力进行测试，最终实施完成系统平台建设。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统工程应按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300和《海绵城市建设工程施工及验收标准》T/CMEA7的规定进行施工质量验收。

7.1.2 建设项目中的海绵城市建设工程只有智能化碳纤雨水收集模块系统的，智能化碳纤雨水收集模块系统工程应按单位工程进行验收。

7.1.3 智能化碳纤雨水收集模块系统作为建设项目中的海绵城市建设工程其中一部分时，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。

7.1.4 智能化碳纤雨水收集模块系统工程按分部工程进行验收时，分为土方工程、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。

7.1.5 智能化碳纤雨水收集模块系统工程中的土方工程、雨水净化导流装置及雨水排气装置安装分项工程的施工质量验收，应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268、《海绵城市基础设施施工与质量验收标准》T/CCIA0014及其它现行有关标准的要求。

7.1.6 智能化碳纤雨水收集模块系统工程中数据传输装置安装及智能信息化平台建设分项工程的施工质量验收《智能建筑工程质量验收规范》GB50339。

7.1.7 智能化碳纤雨水收集模块系统中数据传输装置及智能信息化平台应符合设计要求验收，数据传输信息应在手机移动端或其它可视化设备中正常运行。

7.1.8 智能化碳纤雨水收集模块系统安装分项工程检验批划分应符合下列规定：相同安装方法的模块每100m³划分为一个检验批，不足100m³也应划分一个检验批。每个检验批每10m³应至少抽查一处。

7.2 碳纤雨水收集模块安装分项工程主控项目

7.2.1 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；核查质量证明文件；

检查数量：按进场批次，每批随机抽取三个试样进行检查；质量证明文件应按照其出厂批次进行核查。

7.2.2 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抽检一次，低于300m³也应抽检一次。

7.2.3 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。

7.2.4 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。

7.3 碳纤雨水收集模块安装分项工程一般项目

7.3.1 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。

7.3.2 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50mm；长度大于50m的，允许偏差80mm。

检验方法：尺量检查；

检查数量：全数检查。

7.3.3 碳纤雨水收集模块安装表面平整度允许偏差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。

7.3.4 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小于3m时，允许偏差为30mm，当碳纤雨水收集模块安装高度大于3m时，允许偏差为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。

7.4 验收

7.4.1 智能化碳纤雨水收集模块工程各分项的施工质量，验收合格应符合下列规定：

1 所含的检验批均应合格；

2 所含的检验批质量验收记录应完整。

7.4.2 智能化碳纤雨水收集模块工程检验批的质量验收合格：

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 具有完整的施工工艺、质量验收记录。

7.4.3 智能化碳纤雨水收集模块工程验收时应对下列资料核查：

1 设计文件、图纸会审记录、设计变更和洽商记录；

2 有效期内智能化碳纤雨水收集模块工程中的模块等主要产品的型式检验报告及其主要组成材料的产品合格证、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；

4 隐蔽工程验收记录；

5 其他对工程质量有影响的重要技术资料。

8 运行维护

8.1 碳纤雨水收集模块调蓄设施运维

8.1.1 碳纤雨水收集模块使用寿命长，日常不需要特殊维护管理工作，若发现碳纤雨水收集模块应用场地出现沉降隐患，应及时开挖并查明原因。

8.1.2 日常运维时应结合监测系统数据进行碳纤雨水收集模块蓄水能力评估，如蓄水能力下降至初始的20%，须查明原因。

8.1.3 对碳纤雨水收集模块施工过的区域，遇到后期地下工程施工开挖导致的碳纤雨水收集模块受损，挖出的碳纤雨水收集模块进行检测分析，在恢复过程中对没受损部分继续应用，对受损部分进行更新，受损部分的碳纤雨水收集模块可进行再利用措施消耗；建议现场进行粉碎处理后与密实度较高的土壤混合，作为改良土壤的外加剂，有效增大土壤渗透系数。

8.1.4 雨水净化导流装置内应设置固体悬浮物去除层，磷、氮去除层，当设置于碳纤雨水收集模块的传感器数据显示水质不达标时，需更换雨水净化导流装置的净化芯；若未设置在线监测系统，建议宜每年对水质进行1次定期人工化验检测，判断是否更换净化芯。

8.2 智能信息化平台运维

8.2.1 应对智能信息化平台进行数据传输、太阳能光伏电板、远传装置、管理平台等系统进行日常维护管理，确保信息采集及传输的稳定、可靠。

8.2.2 对部分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，辅助日常运维管理。

附录A 体积吸水率试验方法

A.0.1 试验原理

碳纤雨水收集模块试样为圆柱体，直径为36mm，试样厚度可选100mm、150mm、200mm或250mm，试样数量3块。试样状态为完全干燥，将规定尺寸的试样浸泡于水中，充分吸水，计算出试样中水分所占的体积比，以此来表示体积吸水率。

A.0.2 试验仪器

钢直尺：分度值为1mm；容器：350ml量筒，分度值1ml。

A.0.3 试验试剂

自来水

A.0.4 试验方法与步骤

1 试样应在样品的中部切取，表面应清洁平整，无裂缝。直径在试样的端面测量。厚度沿圆周方向测量。试样采用钢直尺测量，读数精确到1mm。

2 全浸试验试样体积 V_1 ，容器中放入比试样高度多20%的水，体积 V_2 。缓慢将试样放入容器中，试样应全部浸没在水中，静置30分钟，记录体积 V_3 。

A.0.5 计算公式

$$W=(V_1+V_2-V_3)/V_1*100\% \quad (\text{A.0.5})$$

式中：W -- 体积吸水率（%）；

V_1 -- 试样体积，单位为毫升（ml）；

V_2 -- 注入水的体积，单位为毫升（ml）；

V_3 -- 容器中吸水后试样和水的体积，单位为毫升（ml）。

试验结果为所有试样的算术平均值。

附录B 雨水净化导流装置去除率测试方法

B.0.1 试验原理

将测试溶液从雨水净化导流装置上端垂直浇灌，测试溶液经过导流装置内部的吸附材料分层净化、检测经雨水净化导流装置过滤前后的水体，以此表示雨水净化导流装置的净化能力。

B.0.2 试验仪器

2000mL量杯、100mL量筒、500mL量筒、紫外可见分光光度计、50mL酸式滴定管、10mL移液管、25mL比色管、鼓风干燥箱、分析天平。

B.0.3 试验试剂

1500mL测试溶液，其中化学需氧量浓度约300mg/L、悬浮物浓度约1800mg/L、磷浓度约5.0mg/L、氮浓度约50mg/L。

B.0.4 试验方法与步骤

1 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；

2 对过滤前后的液体分别进行检测，化学需氧量检测按照HJ 828-2017执行，悬浮物检测按照GB 11901-1989执行，总磷检测按照GB 11893-1989执行，总氮检测按照HJ 636-2012执行。

B.0.5 计算公式

$$W=(C_1-C_2)/C_1*100\% \quad (B.0.5)$$

式中：W-- 去除率（%）；

C_1 -- 测试溶液净化前浓度，单位为（mg/L）；

C_2 -- 测试溶液净化后浓度，单位为（mg/L）。

试验结果为所有试样的算术平均值。

附录C 雨水净化导流装置流量测试方法

C.0.1 试验原理

设定100L的水，雨水净化导流装置分别采用竖向安装方式和横向（坡度3%）安装方式，测试100L的水流过雨水净化导流装置所需要的时间，得到雨水净化导流装置的竖向或横向（坡度3%）两种方式不同流量。

C.0.2 试验仪器

试验仪器上方采用100L容器、下方采用100L容器、中间设置雨水净化倒流装置，在雨水净化导流装置末端设置闭水阀门、秒表。

C.0.3 试验试剂

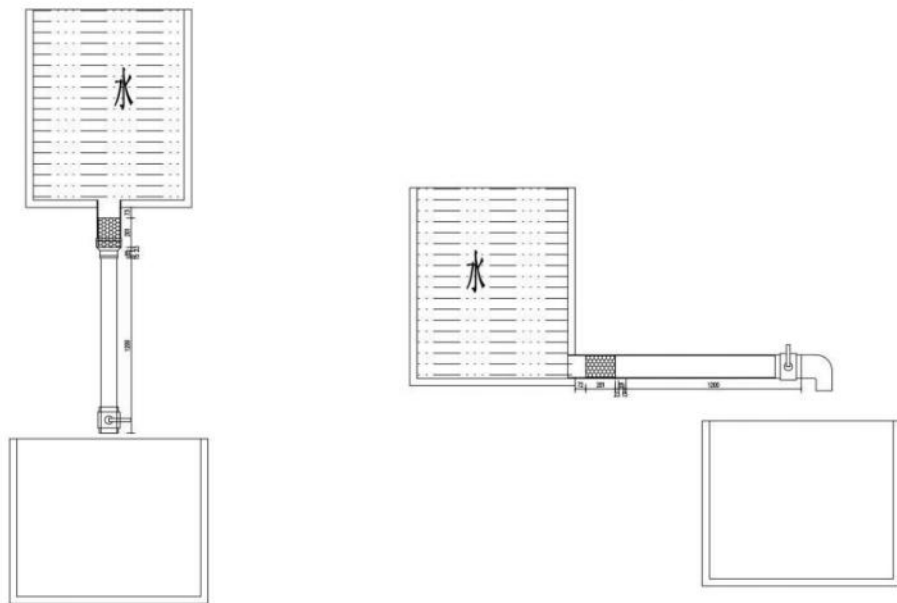
100L水。

C.0.4 试验方法与步骤

实验方法分为两种形式，一种是测试雨水净化导流装置的竖向安装方式的导流速度；第二种是测试雨水净化导流装置横向（3%斜度）安装方式的导流速度。

1 雨水净化导流装置末端设置的闭水阀门为关闭状态，将实验仪器上方100L容器注满100L水；

2 打开竖向（或横向）雨水净化导流装置末端闭水阀门，同时秒表进行计时，测试100L的水流过雨水净化导流装置所需要的时间，做实验结果记录，以上步骤连续做3次，取平均值。



(a)竖向安装方式雨水净化导流装置流量测试 (b)横向安装方式雨水净化导流装置流量测试

C.0.4 试验步骤流程图

C.0.5 计算公式

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

式中: Q -- 流量 (m^3/S) ;

Q_1 -- 第一次测试流量 (m^3/S) ;

Q_2 -- 第二次测试流量 (m^3/S) ;

Q_3 -- 第三次测试流量 (m^3/S) ;

试验结果为所有试样的算术平均值。

附录D 不同土壤环境碳纤雨水收集模块释水能力测试方法

D.0.1 试验原理

实验设定碳纤雨水收集模块规格为1200mm*250mm*400mm，实验用量为1.08m³，最低蓄水能力为1004.4L，集中埋入实验场地，覆土厚度250mm-500mm，安装雨水净化导流装置和雨水排气装置，通过雨水净化导流装置将水注入碳纤雨水收集模块，碳纤雨水收集模块蓄水达到饱和状态，间隔1小时后继续将水注入碳纤雨水收集模块，碳纤雨水收集模块蓄水达到饱和状态，共计6次；通过注水量计算分析，测试碳纤雨水收集模块在该土壤环境下6小时的释水能力。

D.0.2 试验仪器

公斤称、容器。

D.0.3 试验试剂

自来水。

D.0.4 试验方法与步骤

实验方法为通过雨水净化导流装置将水注入碳纤雨水收集模块，碳纤雨水收集模块蓄水达到饱和状态，记录注水量；间隔1小时后继续将水注入碳纤雨水收集模块至饱和状态，共计6次，计算总计注水量。

1 将1.08m³碳纤雨水收集模块集中埋入实验场地，覆土厚度250mm-500mm，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1小时再注水一次，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。

D.0.5 碳纤雨水收集模块在该土壤环境下的释水量计算应按下列公式计算：

$$L=(L_1+L_2+L_3+L_4+L_5+L_6)-L_7 \quad (D.0.5)$$

式中：L -- 6小时释水量；

L_1 -- 首次灌注水量，单位为升（L）；

L_2 -- 二次灌注水量，单位为升（L）；

L_3 -- 三次灌注水量，单位为升（L）；

L_4 -- 四次灌注水量，单位为升（L）；

L_5 -- 五次灌注水量，单位为升（L）；

L_6 -- 六次灌注水量，单位为升（L）；

L_7 -- 模块自身容积。

本规程用词说明

1 为了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，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，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) 《纤维玻璃化学分析方法》 | GB/T 1549 |
| (2) 《矿物棉及其制品试验方法》 | GB/T 5480 |
| (3) 《建筑用绝热制品压缩性能的测定》 | GB/T 13480 |
| (4) 《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 |
| (5) 《土工合成材料梯形法撕破强力的测定》 | GB/T 13763 |
| (6) 《土工布及其有关产品有效孔径的测定干筛法》 | GB/T 14799 |
| (7) 《土工合成材料静态顶破试验（CBR法）》 | GB/T 14800 |
| (8) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》 | GB 15618 |
| (9) 《土工布及其有关产品抗酸、碱液性能的试验方法》 | GB/T 17632 |
| (10) 《土工合成材料宽条拉伸试验方法》 | GB/T 15788 |
| (11) 《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 |
| (12) 《透水路面砖和透水路面板》 | GB/T 25993 |
| (13) 《建筑用绝热制品抗冻融性能的测定》 | GB/T 33011 |
| (14) 《给水排水管道工程施工及验收规范》 | GB 50268 |
| (15) 《建筑工程施工质量验收统一标准》 | GB 50300 |
| (15) 《智能建筑工程质量验收规范》 | GB 50339 |
| (15) 《海绵城市建设工程施工及验收标准》 | T/CMEA7 |
| (15) 《海绵城市基础设施施工与质量验收标准》 | T/CCIAT0014 |
| (16) 《环境标志产品技术要求 无石棉建筑制品》 | HJ/T 206 |
| (17) 《使用环境仓测试和评估室内挥发性有机化学物质的标准方法》 | |

CDPH/EHLB/标准测试方法V1.2

- | | |
|----------------------------|---------------|
| (18) 《绝热材料及其饰面抗霉菌生长性能测试方法》 | ASTM C1338-19 |
|----------------------------|---------------|

辽宁省地方标准

智能化碳纤雨水收集模块系统应用技术规程

DB21/ 3704-2023

条文说明

目录

1 总 则.....	37
2 术语.....	38
3 基本规定.....	39
4 系统组成及主体材料.....	40
4.1 智能化碳纤雨水收集模块系统.....	40
4.2 碳纤雨水收集模块.....	40
4.6 智能信息化平台.....	41
5 设计.....	42
5.1 一般规定.....	42
5.3 系统节点构造设计.....	42
6 施工.....	44
6.2 土方开挖.....	44
6.3 碳纤雨水收集模块安装.....	44
7 质量验收.....	45
7.1 一般规定.....	45

1 总 则

1.0.1 海绵城市建设已经在国内全面铺开，智能化碳纤雨水收集模块系统产品在国内海绵城市建设市场大量应用，同时智能化碳纤雨水收集模块系统具备优越的雨水调蓄能力和雨水收集利用能力，是海绵城市建设的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规范。

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的区域。

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。

1.0.3 智能化碳纤雨水收集模块系统设计、施工与验收，除应符合本规程外，尚应符合现行国家标准、行业标准和辽宁省有关地方标准的规定。智能化碳纤雨水收集模块系统是多年可持续城市雨水管理背景基础下，吸收国外先进技术经验，进行研发、优化、创新雨水收集技术，应用智慧海绵城市系统，致力于雨水的高效收集与利用，运用自然生态海绵的绿色设施方式去还原城市的生态海绵系统，具有较强的推广价值。

2 术语

2.0.1 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、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，服务器上将城市中所有的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面城市的运行状态，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。

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

雨水年径流总量控制率是海绵城市建设的核心评价指标。中小降雨事件发生的频率高，累计降雨量占年均总降雨量的比例大，带来一定的雨水径流冲击和大量的污染负荷。雨水年径流总量控制率指标能体现对大量中小降雨事件的控制水平，对维系生态本底水文特征的原真性，实现海绵城市建设的综合目标具有重要意义。

2.0.17 城市热岛效应 urban heat island effect

城市建设通过增加可渗透地面与自然植被、修复水文循环、增加生态基流，对缓解城市热岛效应有重要作用。

3 基本规定

3.0.2 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（LID）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 径流贮存。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。

我国城市人口密度大，建筑密度大，城市用地紧张，经济财力有限，不宜建设大规模的蓄水池、雨水利用设施和大规模绿地，而应充分发挥有限的绿地的蓄渗能力。我国的“海绵城市”建设的起步相较国外稍晚，并且我国城市面临洪涝灾害和水资源紧缺的挑战范围更大更广，需要通过整体、综合的合理规划，制定多目标、多范围的利用方式，而非单一目标的或工程的利用方式。

首先，因地制宜是建设海绵城市的核心，要保证海绵工程与城市管道的和谐性和衔接性。其次，渗滤系统是海绵城市建设的关键，要解决大雨天的内涝积水，在设计中应着重考虑绿地土壤渗透性及雨水口、渗井、渗管、渗滤系统等绿色基础设施的排泥和堵塞的问题。再次，粗放式施工是海绵城市建设的大忌，其需要精细化施工从而降低后期维护的成本，施工过程中在材料、方案、质量等方面须严格按照设计规划进行，否则就可能前功尽弃。另外，管养维护是海绵城市建设的保障，如透水材料、排泥设施、淤泥清理、植物修护和管养等后期使用中的运维也是需要考虑的问题。最后，全生命周期的投资是海绵城市建设的根本，海绵城市的初衷在于利用自然生态的力量对城市水系统进行管理，其系统的建设成本要比其他工程低许多，因此不能因盲目节省成本而制造“面子工程”，要考虑到系统的周期性使用。

2017 年，《全国城市市政基础设施规划建设“十三五”规划》正式发布，其中关于“海绵城市”建设方面提出：全面治城市黑臭水体，建立城市排水防涝工程，加快推进海绵城市建设，实现城市建设模型转型。“海绵城市”建设的目标是：在到 2020 年，城市建成区 20% 以上的面积要达到将 70% 的降雨就地消纳和利用这个要求；到 2030 年，城市建成区 80% 以上的面积达到目标要求。

4 系统组成及主体材料

4.1 智能化碳纤雨水收集模块系统

4.1.1 智能化碳纤雨水收集模块系统5年内已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6项的国家专利。

4.2 碳纤雨水收集模块

4.2.2 重金属以元素总量计，其他重金属指标不得高于《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》表1最低值。

表1 农用地土壤污染风险筛选值 (基本项目)

单位: mg/kg						
序号	污染物项目 ^{①②}		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300
注: ①重金属和类金属砷均按元素总量计。 ②对于水旱轮作地, 采用其中较严格的风险筛选值。						

4.2.3 高强度耐酸碱滤透表层包裹布应满足以下规定:

1 高强度耐酸碱滤透表层包裹布化学性能主要体现为耐酸性; 耐酸性检测实验试液参照《土工布及其相关产品抗酸、碱液性能的试验方法》4.2试液。

4.2 试液

使用两种类型的液体:

a)无机酸:0.025mol/L的硫酸;

国家质量技术监督局 1998-12-24批准

1999-03-01实施

GB/T 17632-1998

b)无机碱:氢氧化钙[Ca(OH)₂]饱和悬浮液, 例如可用约2.5g/L的Ca(OH)₂。

应使用化学纯的试剂, 试验用水为3级水。

注：在浸渍试验期间，应保持媒介的组成不变，在有效元素浓度降低，或者相态体系发生变化的情况下，按常规方法调节浓度或更换液体。

2 高强度耐酸碱滤透表层包裹布抗冻融性能项中第1-3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。“断裂伸长率保持率”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，单位为千牛每米（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；撕破强力保持率即梯形撕破强力，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，单位为千牛（kN）。

4.3.1 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。

1 竖向安装的雨水净化导流装置与地表结合处，采用直径 300mm 的碎石层形成保护，重要的是对初期雨水进行一遍净化，该部分裸漏在外部，便于后期维护；

2 横向安装的雨水净化导流装置与雨水口或检查井连接，采用高于井底 200mm 的方案，初期雨水沉淀后通过雨水净化导流装置流入碳纤雨水收集模块；

3 雨水净化导流装置内设置净化胆囊，该胆囊与雨水净化导流装置分体，便于后期维护更换，更换时间跟各个区域的气候环境设定，通过测试数据，采取及时更换。

4.6 智能信息化平台

4.6.7 海绵城市建设对于缓解地下水位下降与城市热岛效应具有重要作用，但同时由于城市地下水位与热岛效应受到多重因素的影响，存在一定的不确定性，因此将其作为引导性的考察内容。

海绵城市建设增加城市可渗透地面面积，回补地下水，可以有效缓解部分城市存在的地下水位下降的问题。但地下水位的变化同时受到水文地质条件、人类活动、气候变化、季节等多重因素的影响。

城市热岛效应形成的主要影响因素包括城市硬化下垫面的增加，自然植被的减少，机动车尾气排放等人类活动产生的热排放，区域气候变化的影响等。海绵城市建设引导在城市开发过程中更好的保护自然植被，增加可渗透下垫面，可以对城市热岛效应产生有效的缓解，但仍受到人为活动、气候等其他因素的影响。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.2 智能化碳纤雨水收集模块规模综合考虑现场检查措施实际控制的径流体积，核算其所对应的降雨深度，通过查阅“雨水年径流总量控制率与设计降雨深度关系曲线图”得到实际的年径流总量控制率。将各设施的雨水年径流总量控制率按相应控制范围加权平均，得到项目实际雨水年径流总量控制率，比较是否达到规定的设计要求。

5.3 系统节点构造设计

5.3.1 路面及铺装雨水收集节点应满足以下要求：

2 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时间的积水，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，同时智能化碳纤雨水收集模块内的空气排出

3 与下沉式绿地结合应用方案，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，其原因为植物休眠后复苏阶段，根系需要在土壤中吸收水分，下沉式绿地形式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，不能满足规范要求，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。

4 与下沉式绿地结合应用应方案，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的进入到下沉式绿地内。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当中，减少路面积水，晴天时智能化碳纤雨水收集模块当中的水分补给植物生长。

5.3.2 屋面雨水收集节点应满足以下规定：

2 与绿色屋面结合应用方案，绿色屋面是最直接有效的屋面雨水收集利用方案，传统绿色屋面的做法，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；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4升/天，可满足12天不下雨不需要浇灌，显著降低浇灌频率和提高植物存活率。同时碳纤雨水收集模块还具有保温、降低建筑热度、吸收噪音的作用。这也是未来4.0建筑屋面垂直种植最有效的方案之一。

5.3.3 绿地雨水收集节点应符合以下规定：

6 与立体种植结合应用方案，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；采用智能化碳纤雨水收集模块技术的立体种植，灌入式将水灌到植物根系下方100mm处的智能化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，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。

5.3.4 雨水管网雨水收集节点应满足以下要求：

4 与雨水井结合应用方案，系统可通过雨水井，将雨水迅速的导入智能化碳纤雨水收集模块内，在雨水井内市政排管的下方设置管路通到模块，小雨和中雨的情况下，雨水会不断的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的释放给土壤；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。

6 施工

6.2 土方开挖

6.2.1 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。

6.2.2 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。

6.2.3 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、铺设50mm厚细砂等相关工序，合格后方可进行下道工序施工。

6.3 碳纤雨水收集模块安装

6.3.1 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。

6.3.4 碳纤雨水收集模块之间是通过毛细效应进行的水运动，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。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.8 智能化碳纤雨水收集模块系统安装分项工程检验批划分应符合下列规定：

1 酸度系数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 ≥ 2 的同时，钾离子+钠离子含量 $\leq 4\%$ ，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：海绵块在冻层处理设，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 $> 50\text{kPa}$ ，体积吸水率 $> 80\%$ 。

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、高强度耐酸碱滤透表层布，可提高产品的耐候性，保证和延长模块的使用寿命。