

生态多孔纤维棉

Eco-porous Fiber Wool

(征求意见稿)

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料流通协会提出并归口。

本标准负责起草单位：中国建筑材料流通协会生态多孔纤维棉委员会、天津沃佰艾斯科技有限公司、湖南华晔善水环境科技有限公司。

本标准参加起草单位：沈阳市政集团有限公司；中冶建筑研究总院有限公司；国家化学建筑材料测试中心；泛华建设集团有限公司；深圳市建筑科学研究院股份有限公司；北京中环通源环保科技有限公司；常州市政建设工程公司；扬州市政建设工程公司；江苏丹阳市政建设有限公司。

本标准主要起草人：

生态多孔纤维棉

1 范围

本标准规定了生态多孔纤维棉的术语和定义、分类和标记、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于海绵城市建设、水生态治理、土壤修复等领域使用的生态多孔纤维棉及制品。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 5480 矿物棉及其制品试验方法

GB/T 11835 绝热用岩棉、矿物棉及制品

GB/T 13480 建筑用绝热制品压缩性能的测定

GB/T 17141 土壤质量 铅、镉的测定 石墨原子吸收分光光度法

GB/T 22105 土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法

GB/T 25993 透水路面砖和透水路面板

HJ 491 土壤 总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

生态多孔纤维棉 eco-porous fiber wool

由有机或无机纤维，通过一定的工艺固化为具有稳定三维结构和一定强度的块状亲水性材料。

3.2

渣球 shot

矿物棉中未被制成纤维的粒状、块状及棒状物。

3.3

有效孔隙率 effective porosity

生态多孔纤维棉材料在工况下能够被水充满的孔隙体积与几何体积之比,用于表征生态多孔纤维棉的蓄水能力。

3.4

密度负荷比 density load

在垂直于工作面方向上施加压力，试样 10%变形时的压缩强度与试样密度的比值。

3.5

纤维的生物持久性 biopersistence of fibres

纤维进入动物或人肺内后，能够被溶解和去除的能力。

4 分类和标记

4.1 分类

生态多孔纤维棉以公称密度作为产品特征，分为标密（密度 $<80\text{kg/m}^3$ ），高密（ $80\text{kg/m}^3 \leq \text{密度} \leq 150\text{kg/m}^3$ ），超高密（密度 $>150\text{kg/m}^3$ ）三个产品等级。

4.2 标记

产品标记由产品名称、标准号和产品技术特征三部分组成。

产品技术特征包括：

- a) 公称密度，单位为 kg/m^3 ；
- b) 尺寸，长度 \times 宽度 \times 厚度，单位均为 mm ；
- c) 其它标记，放在尺寸后面的括号内，如制造商标记，外敷层等。

示例：

公称密度为 120kg/m^3 ，长度、宽度、高度分别为 1200mm 、 300mm 、 100mm ，产品外敷层为无纺布的生态多孔纤维棉标记为：

生态多孔纤维棉 T/CBMCA 00X-2018 120-1200 \times 300 \times 100（无纺布）。

5 要求

5.1 通用要求

5.1.1 外观

生态多孔纤维棉块的表面应平整，不得有妨碍使用的伤痕、污迹、破损。

5.1.2 尺寸允许偏差

尺寸允许偏差应符合表1的要求。

表1 尺寸要求

单位为 mm

项目	规格	要求
长度、宽度允许偏差	长度或宽度 ≤ 600	± 12
	长度或宽度 $600 \sim 1500$	± 15
	长度或宽度 > 1500	± 20
厚度允许偏差	全品类	± 8

5.1.3 密度允许偏差

生态多孔纤维棉公称密度允许偏差 $\pm 5\%$ 。

5.1.4 渣球含量

生态多孔纤维棉的渣球含量（粒径大于 0.25mm ）应不大于 5.0% 。

5.2 物理性能要求

生态多孔纤维棉的物理性能应符合表2的规定。

表2 生态多孔纤维棉的物理性能要求

项目	指标		
	标密	高密	超高密
有效孔隙率	≥92%	≥90%	≥90%
密度负荷比/kPa/(kg/m ³)	≥0.6	≥1.0	≥1.2
渗透系数/cm/s	≥0.6	≥0.3	≥0.2

5.3 有机物含量

由无机纤维制成的生态多孔纤维棉中有机物含量（质量分率）不大于 5%。

5.4 生态环境友好性

5.4.1 支持植物生长

生态多孔纤维棉对植物无毒害作用，能够支持植物正常生长。

5.4.2 纤维的生物持久性

生态多孔纤维棉纤维在动物和人体内的生物半衰期 < 40天。

5.4.3 重金属含量

生态多孔纤维棉中重金属含量符合表3的规定。

表 3 生态多孔纤维中重金属含量控制指标

重金属检测项目	镉	汞	砷	铅	铬
控制指标/mg/kg	≤2.0	≤1.0	≤30	≤170	≤250

5.5 选做性能

生态多孔纤维棉用于负载路面的下垫层时，需要进行土工试验进行评估。具体试验条件和参数要求，需根据使用工况，由业主和生产商协商确定。

6 试验方法

6.1 试验环境

测试方法对试验室环境条件有特殊要求时，按照试验方法执行。未标明试验室环境条件的均可于试验室内自然环境下进行。推荐采用的环境条件为室温16~28℃，相对湿度30~80%，体积密度测试时应记录下试验室环境的温度和湿度。

6.2 状态调节

样品应在试验室环境下放置不少于24h。

6.3 外观

目测。

6.4 尺寸和密度

按GB/T 5480的规定，结果修约至小数点后一位。

6.5 渣球含量

按GB/T 5480的规定，试样数量3个，结果取3个试样的平均值，修约至整数位。

6.6 有效孔隙率

按附录A的规定，试样数量3个，结果取3个试样的平均值，修约至小数点后一位。

6.7 10%变形时的压缩强度

按GB/T 13480的规定，试样数量3个，试样受力方向垂直于工作面，结果取3个试样的平均值，修约至小数点后一位。

6.8 渗透系数

按GB/T 25993的规定，试样数量3个，纤维导水方向垂直于工作面，结果取3个试样的平均值，修约至小数点后两位。

6.9 有机物含量

按GB/T 11835的规定，试样数量3个，结果取3个试样的平均值，修约至小数点后一位。

6.10 支持植物生长

按附录B的规定，平行测定3组。

6.11 纤维的生物持久性

按附录C的规定执行。

6.12 重金属含量

镉和铅按GB/T 17141的规定执行。

砷和汞按GB/T 22105的规定执行。

铬按HJ 491的规定执行。

7 检验规则

7.1 总则

检验分为出厂检验和型式检验。出厂检验和型式检验的项目见表4。

7.1.1 出厂检验

产品出厂时，应进行出厂检验。

7.1.2 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验。

- a) 新产品定型鉴定；
- b) 正式生产后，原材料，工艺有较大的改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，除纤维的生物持久性试验外，每2年至少进行一次；纤维的生物持久性试验，可每5年至少进行一次；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

表 4 生态多孔纤维棉检测项目

项目	出厂检验	型式检验
外观	√	√
尺寸	√	√
密度	√	√
渣球含量	*	√
有效孔隙率	√	√
密度负荷比	√	√
渗透系数	√	√
有机物含量(无机纤维制成的生态多孔纤维棉)	-	√
纤维的生物持久性	-	√
重金属含量	-	√

注：“√”代表应检项目，“*”代表选做项目，“-”代表不检项目。

7.2 组批

以同一种原料、同一生产工艺、同一品种，稳定连续生产的产品为一个检查批。同一批的生产时限不得超过15天。

7.3 抽样和判定

7.3.1 总则

单位产品应从检查批中随机抽取。样品可以由一个或几个单位产品构成。所有的单位产品被认为是质量相同的，所需试样可随机从单位产品中切取。

7.3.2 抽样方案

抽样方案见表5，对于出厂检验，批量大小可根据生产量或生产时限确定，取较大者。

表5 抽样方案

型式检验			出厂检验		
批量大小	样本大小		批量大小	样本大小	
m2	第一样本	总样本	m2	第一样本	总样本
≤1 500	2	4	≤3 000	2	4
2 500	3	6	5 000	3	6
5 000	5	10	10 000	5	10
9 000	8	16	18 000	8	16
1 5000	13	26	>18 000	13	26
28 000	20	40			
>28 000	32	64			

7.3.3 判定规则

7.2.3.1 所有的性能应看作独立的。产品品质以测定结果的修约值进行判定。

7.2.3.2 外观、尺寸、密度、渣球含量性能采用计数判定，一项性能不合格，计一个缺陷。其判定规则见表6。合格质量水平（AQL）为15。

表6 计数检查的判定规则

样品大小		第一样本		总样本	
第一样本	总样本	Ac	Re	Ac	Re
I	II	III	IV	V	VI
2	4	0	2	1	2
3	6	0	3	3	4
5	10	1	3	4	5
8	16	2	5	6	7
13	26	3	6	9	10
20	40	5	9	12	13
32	64	7	11	18	19

注：Ac—接受数；Re—拒收数。

7.2.3.3 其他性能指标以第一样本的测定值判定。若第一样本的测定值合格，则判定上述性能合格，若第一样本不合格，则判定该批产品上述性能不合格。

7.2.3.4 合格批次的所有品质指标，应同时符合 7.2.3.2 和 7.2.3.3 的规定，否则判该批产品不合格。

8 标志

在标志、标签和使用说明书上应标明：

- a) 产品标记和商标；
- b) 生产企业或经销商名称、详细地址；
- c) 产品的净重或数量；
- d) 生产日期或批号；
- e) 按GB/T 191的规定，标明“怕雨”等标志；
- f) 注明产品使用的范围、不适用的场合等指导安全使用的警语。
- g) 产品出厂时，应提供产品质量合格证。

9 包装、运输及贮存

9.1 包装

产品应有适宜可靠的包装，避免挤压、划伤和碰坏。

9.2 运输

应用干燥防雨的工具运输，避免雨淋；运输过程中应避免机械碰撞、挤压；搬运时应轻拿轻放。

9.3 贮存

应在干燥通风的库房里贮存，并按品种、规格单独堆放，避免重压。

露天堆放时，应有遮盖措施，防止雨淋，底部采用方木支撑，防潮同时保证产品不至变形。

附录 A
(规范性附录)
有效孔隙率测定

A.1 原理

将规定尺寸的试样浸泡于水中，充分蓄水，此时试样蓄收水的体积与试样几何体积的比值即为有效孔隙率。

A.2 试验仪器

- A.2.1 电子天平：精度不低于0.1g。
- A.2.2 1000ml量筒：最小分度10ml。
- A.2.3 圆筒形取样器：内径小于量筒内径。

A.3 试样制备

- A.3.1 试样应使用圆筒形取样器从全厚度的样品上垂直切取，试样数量为3个。
- A.3.2 标准试样为圆柱形，边缘清晰。

A.4 试验步骤

A.4.1 试样高度和直径的测量

对试样的高度和直径进行测量，测量3次，取平均值。

A.4.2 全浸试验

用一个1000ml量筒（A量筒）量取1.5倍试样高度的水，体积 V_1 。将试样缓慢放入另一个1000ml量筒（B量筒）中。将A量筒中的水全部缓慢注入B量筒中，保证试样全部浸没在水中，静置30分钟，记录B量筒显示体积 V_2 。

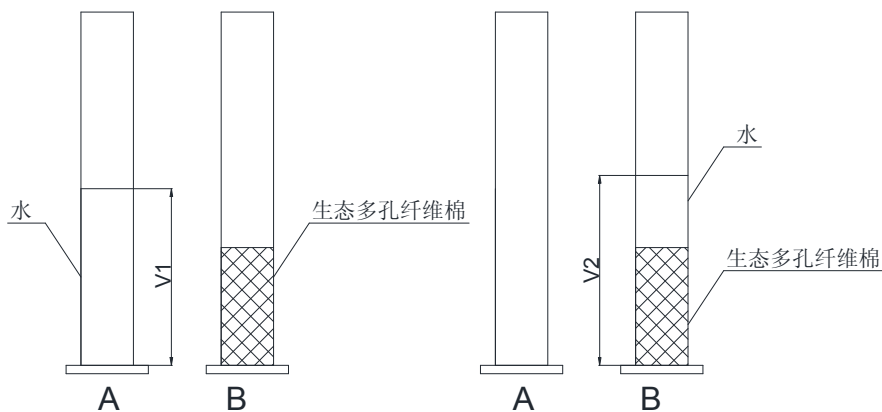


图 A.1 有效孔隙率试验示意图

A.5 结果的计算

按照式 (A.1) 计算试样有效孔隙率。

$$s = 1 - \left[\frac{4(V2 - V1)}{\pi D^2 h} \right] \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

s——有效孔隙率，%；

V1——注入水的体积，ml；

V2——水注入生态多孔纤维棉量筒后的测量体积，ml；

D——取样器内径，cm；

h——试样高度，cm；

附录 B
(规范性附录)
植物生长测试

B.1 原理

在相同条件下分别利用生态多孔纤维棉和海绵作为基质，分别培育果类蔬菜和草本植物（羊草），对比发芽率、植株生长情况等，用以判断生态多孔纤维棉是否支持植物生长。

B.2 试验仪器

B.2.1 测量工具：精度不低于1mm。

B.2.2 电子天平：精度不低于0.1g。

B.2.3 标准育苗穴盘。

B.2.4 透明长方形树脂盒，长×宽×高=100mm×100mm×100mm。

B.3 试样

将生态多孔纤维棉和海绵分别切成符合育苗盘孔径的相同大小小块后打孔，用于测试茄果类和叶类植物的生长。

在整块生态多孔纤维棉上切取100mm×100mm×90mm的生态多孔纤维棉块，同时制取相同大小的海绵块，用于测试草本植物的生长。

B.4 试验步骤

B.4.1 试验环境控制

植物生长试验环境控制指标为白天温度 $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，夜间为 $18\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，光照强度为 $350\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，空气相对湿度60~80%。

B.4.2 茄果类植物生长试验。

茄果类植物直接播种在育苗盘孔内的生态多孔纤维棉和海绵内，播种量大于100颗。植物生长期间，7~10天浇水一次，并添加育苗专用营养液，记录植物发芽率等，90%以上幼苗长出四叶一心，停止试验。

B.4.3 草本植物生长试验。

在两个透明树脂盒内分别放置90mm的生态多孔纤维棉和海绵作为基层，基层上覆盖10mm营养土，后将2g羊草种子直接播种在树脂盒内。植物生长期间，7~10天浇水一次水。对比观察记录羊草植株的生长情况和根系在基质中的生长情况。种植时间大于6个月。

B.5 试验结果判定

试验结束后对生态多孔纤维棉作为基质和海绵作为基质的茄果类植物的出芽率、株高、茎粗、叶长、叶宽和根长进行统计，取平均值，并列表对比。生态多孔纤维基质栽培的植物的各项参数与海绵基质栽培的植株基本相同（偏差低于5%）或优于海绵基质栽培的植株，即可判定生态多孔纤维棉能够支持茄果类植物生长。

如果羊草能够在生态多孔纤维棉上正常发芽，生长健壮、叶色正常、根系发达，目测生长情况与海绵基质基本相同或优于海绵基质，则可判定生态多孔纤维棉能够支持草本植物生长。

附录 C

(规范性附录)

纤维的生物持久性试验（气管内滴注法）

C.1 原理

反复向大鼠气管滴注人造纤维后，定期处死，检测肺部的人造纤维的数量、尺寸分布，并与对照组对比，用于评价人造纤维在大鼠肺部的生物持久性。本试验特定使用长度超过20微米的纤维，反映纤维是否能在肺部通过溶解和分解除去，认为人类与大鼠在肺部的纤维清除行为是类似的。

C.2 试验仪器及材料

C.2.1 仪器

注射器，最小分度0.001ml。

扫描电子显微镜：放大倍数 $\geq 10,000$ 倍。

电子天平：精确至0.001mg。

带磁力搅拌器悬浮液配制容器。

C.2.2 试验动物

健康大鼠，Fischer 344或Wistar，8~10周龄，不少于56只，雌雄各一半。

C.3 试样

生态多孔纤维棉纤维。

C.4 试验步骤

C.4.1 动物准备和分组

试验用大鼠应在试验开始前，在试验环境下至少正常饲养5天，保证大鼠是健康的，且体重范围是平均值的 $\pm 20\%$ ，应确切记录年龄和体重。

将大鼠分为试验组（32只）和对照组（24只），雌雄分布等一致。

C.4.2 试验过程

纤维配成悬浊液，通过气管内滴注麻醉的试验室大鼠，一天一次，连续四天施用。在滴注结束后第2天、14天、28天和90天对试验大鼠进行处死，通过扫描电子显微镜观察统计长度大于20微米的纤维在处死大鼠肺部的去除率。并记录所有动物的死亡率。

试验组的每个时间点的处死量为7只大鼠，对照组的每个时间点的处死量为5只。

C.4.3 滴注规则

纤维样品应用0.9%的氯化钠蒸馏水溶液配制成悬浮液，用于气管滴注。

滴注液体的量为0.4ml/次。

每只大鼠滴注的总量为0.5mg。

滴注时应从配制的标准溶液中抽取所选体积的悬浮液（在磁力搅拌器持续搅拌下），通过插管轻轻注入气管内。每次滴注的悬浮液应该进行单独配制。

C.4.4 停止规则

在处死时间点的检测发现大于20微米的纤维的去除率 $\geq 50\%$ ，即可停止试验。

C.5 结果判定

a) 如果在滴注后28天之前发现大于20微米的纤维的去除率 $\geq 50\%$ ，即可判定所测试纤维的生物半衰期 < 40 天。

b) 在不满足a)条的情况是，则对统计数据进行统计回归，推算测试纤维的生物半衰期，判断是否 < 40 天。
