

ICS 13.020

CCS A 01

# 团 体 标 准

T/ACEF 0\*\*—20\*\*

## 污水处理用亲水性聚氨酯生物载体

Hydrophilic Polyurethane Biocarrier for Wastewater Treatment

(征求意见稿)

2026-□□-□□发布

2026-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发布



## 目次

前 言 .....	- 1 -
1 范围 .....	- 2 -
2 规范性引用文件 .....	- 2 -
3 术语和定义 .....	- 2 -
4 型号 .....	- 2 -
5 技术要求 .....	- 3 -
6 试验方法 .....	- 4 -
7 检验规则 .....	- 7 -
8 标志、包装、运输与贮存 .....	- 9 -



## 前言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由华北电力大学提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：华北电力大学

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

# 污水处理用亲水性聚氨酯生物载体

## 1 范围

本文件规定了污水处理用亲水性聚氨酯生物载体的型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等。

本文件适用于污水处理过程中使用的亲水性聚氨酯生物载体。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 6342 泡沫塑料与橡胶 线性尺寸的测定
- GB/T 6344 软质泡沫聚合材料 拉伸强度和断裂伸长率的测定
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 6670 软质泡沫聚合材料落球法回弹性能的测定
- GB/T 12811 硬质泡沫塑料平均泡孔尺寸试验方法
- GB/T 19587 气体吸附BET法测定固态物质比表面积
- CJ/T 461 水处理用高密度聚乙烯悬浮载体填料
- HG/T 5924 废（污）水处理用生物膜载体

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

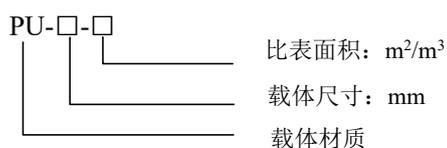
**亲水性聚氨酯生物载体 hydrophilic polyurethane biocarrier**

通过化学接枝，共聚改性等特定工艺处理，使表面具有亲水性，适合污水处理中微生物附着、生长和繁殖的多孔聚氨酯材料。

## 4 型号

### 4.1 型号组成

产品型号应由载体材质、载体尺寸和比表面积组成，应采用下列表示方法：



## 4.2 型号含义

亲水性聚氨酯生物载体型号含义见表 1。

表 1 亲水性聚氨酯生物载体型号含义

序号	含义	表示方式
1	载体材质	以材料名称聚氨酯 (Polyurethane) 的英文缩写 “PU” 表示
2	载体尺寸	以阿拉伯数字表示载体最具代表性的尺寸，立方体表示边长 (单位: mm)。
3	比表面积	以阿拉伯数字表示比表面积 (单位: $\text{m}^2/\text{m}^3$ )

**示例:** 载体尺寸为 30 mm, 比表面积为  $5500 \text{ m}^2/\text{m}^3$  的亲水性聚氨酯生物载体, 表示为: PU-30-5500。

## 5 技术要求

### 5.1 外观和形状

5.1.1 载体表面颜色均匀一致, 无明显色差、色斑或杂色。

5.1.2 机械切面应平整, 无显著凹凸或破损; 载体边缘应光滑, 无毛刺、裂痕等缺陷, 切割面应与载体轴线保持垂直。

5.1.3 形状宜为规则立方体 (偏差不大于 10%)。

### 5.2 物理性能

亲水性聚氨酯生物载体物理性能应符合表 2 的规定。

表 2 亲水性聚氨酯生物载体物理性能

项目	指标
尺寸	10, 20, 30 mm (偏差 $\leq$ 10%)
比表面积	$\geq 5000 \text{ m}^2/\text{m}^3$
填料密度	$1000 \pm 200 \text{ kg}/\text{m}^3$
堆积密度	$13 \pm 3 \text{ kg}/\text{m}^3$
空隙率	$\geq 95 \%$
孔径	0.2 - 2 mm
压缩回弹率	$\geq 90\%$
拉伸强度	$\geq 150 \text{ kPa}$
亲水性	接触角 $\leq 60^\circ$

### 5.3 化学性能

亲水性聚氨酯生物载体化学性能应符合表 3 的规定。

表 3 亲水性聚氨酯生物载体化学性能

项目	指标
酸失量	≤1 %
碱失量	≤1 %
紫外损失	≤3 %

### 5.4 生物性能

亲水性聚氨酯生物载体生物性能应符合表 4 的规定。

表 4 亲水性聚氨酯生物载体生物性能

项目	指标
挂膜后生物量（按 6.14 所述方法测定）	≥15 kg/ m <sup>3</sup> 填料
硝化速率	≥0.6 kg NO <sub>3</sub> -N/（m <sup>3</sup> 填料·d）
有机物去除速率	≥3.0 kg COD <sub>Cr</sub> /（m <sup>3</sup> 填料·d）

## 6 试验方法

### 6.1 外观和形状

在光线充足的条件下，采用目测法进行检验。

### 6.2 尺寸

测定应按 GB/T 6342 的规定执行。测量工具采用精度不低于 0.05 mm 的游标卡尺。

### 6.3 比表面积

测定应按 GB/T 19587 的规定执行。

### 6.4 填料密度

测定应按 CJ/T 461 的规定执行。

### 6.5 堆积密度

测定应按 CJ/T 461 的规定执行。

### 6.6 空隙率

测定应按 CJ/T 461 的规定执行。

### 6.7 孔径

测定应按 GB/T 12811 的规定执行，需沿三个相互正交的方向分别制备试片，并分别测定各方向的平均泡孔尺寸。

### 6.8 回弹率

测定应按 GB/T 6670 的规定执行。

### 6.9 拉伸强度

测定应按 GB/T 6344 的规定执行。

### 6.10 亲水性

亲水性的试验应按下列步骤执行：

- 1) 样品固定：将样品平整地固定在样品台上，确保测试区域无应变或变形。
- 2) 液滴滴加：使用微量注射器将一滴去离子水轻柔地滴加于样品表面。
- 3) 接触角测定：液滴稳定后，使用接触角测量仪迅速捕获其图像，并分别记录左、右接触角。取同一次滴液的左、右接触角的算术平均值，作为该测量点的接触角值。
- 4) 结果计算：在同一样品中，选择至少 10 个不同表面位置重复上述步骤，取其算术平均值作为该样品的接触角。最后按式（1）进行计算，试验重复 3 次，计算其算术平均值。

$$\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3}{3} \quad (1)$$

式中：

$\theta$ ——亲水聚氨酯的接触角，单位为度（°）；

$\theta_1, \theta_2, \theta_3$ ——分别为第一、第二、第三个样品测得的接触角，单位为度（°）。

### 6.11 酸失量

测定应按 CJ/T 461 的规定执行。

### 6.12 碱失量

测定应按 CJ/T 461 的规定执行。

### 6.13 紫外损失

测定应按 CJ/T 461 的规定执行。

### 6.14 挂膜后的生物量

挂膜后的生物量试验应按下列步骤执行：

- 1) 挂膜培养：使用规格尺寸 0.5 m（长）×0.5 m（宽）×0.65 m（高）的反应器置于恒温室内，进行填料挂膜试验；填料挂膜试验的人工试验用水配方见表 5，试验过程中所需营养液配方见表 6。投加填料体积为 0.125 m<sup>3</sup>，同时接种 1.25 kg 处理生活污水的城市污水处理厂污泥，装置每天进水量为 0.15 m<sup>3</sup>，溶解氧控制在 2.0 mg/L~5.0 mg/L，水温控制在

20℃左右，每日观测填料挂膜情况。

表 5 人工试验用水配方

物质	浓度 (mg/L)	物质	浓度 (mg/L)
葡萄糖	400	氯化钙	2.5
碳酸氢钠	720	硫酸铵	260
氯化钾	4.71	磷酸二氢钾	24
硫酸镁	27.5	营养液 (见表 6)	60

表 6 营养液配方

物质	浓度 (mg/L)	物质	浓度 (mg/L)
三氯化铁	375	碘化钾	45
正硼酸	37.5	硫酸锌	30
硫酸铜	7.5	氯化锰	30

2) 样品制备与处理：取与挂膜填料同批次、同材质的新鲜空白填料数份，清洗、105℃下烘干至恒重，精确称重，记录平均质量作为  $m_0$ ，平均体积为  $V_1$ 。在挂膜实验运行 7 天后，从反应器中取出与上述平均体积一致的挂膜填料，用无菌水轻轻漂洗，去除非附着杂质。

3) 烘干称重与生物量计算：将清洗后挂膜的填料放入鼓风干燥箱中，在 105℃温度下烘干至恒重，记录称重后的质量为  $m_1$ ，则挂膜后亲水聚氨酯载体的生物量可以按照如下

(2) 公式进行计算。试验重复 3 次，通过 (3) 计算算术平均值。

$$B_x = \frac{m_1 - m_0}{V_1} \quad (2)$$

$$B = \frac{B_1 + B_2 + B_3}{3} \quad (3)$$

式中：

$m_1$ ——填料挂膜后的质量，单位为千克 (kg)；

$m_0$ ——填料挂膜前的质量，单位为千克 (kg)；

$V_1$ ——测定挂膜生物量所用亲水聚氨酯的体积，单位为立方米 ( $m^3$ )；

$B_x$ ——第  $x$  次测定的亲水聚氨酯挂膜后生物量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )；

$B_1, B_2, B_3$ ——分别为第一、第二、第三次实验测得的挂膜后生物量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )；

$B$ ——计算所得亲水聚氨酯挂膜后的生物量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

### 6.15 硝化速率

根据 6.14 规定的试验条件挂膜培养 30 天后，排空反应器系统内的污泥混合液，将不

含有营养物和氨氮的自来水注满反应器系统后开始曝气，反应器系统内水温控制在 20℃左右，溶解氧控制在 2.0 mg/L~5.0 mg/L，COD 浓度控制在 50 mg/L 以下，5 min 后加入分析纯氯化铵固体约 25 g，待混合均匀（约 5 min）后计时开始试验。分别在 0 min、15 min、30 min、60 min、90 min、150 min、210 min、270 min 时取约 50 mL 混合水样过滤后测定其 NO<sub>3</sub>-N 浓度，根据测定结果绘制 NO<sub>3</sub>-N 浓度-时间变化曲线，利用该曲线斜率和投加填料体积，按照（4）式计算挂膜后填料的硝化速率。

$$v = \frac{\gamma}{V} \quad (4)$$

式中：

v——硝化速率，单位为千克每立方米填料每日[kg/（m<sup>3</sup>填料·d），以 NO<sub>3</sub>-N 计]；

γ——NO<sub>3</sub>-N 浓度 - 时间变化曲线的斜率，单位为千克每日（kg/d，以 NO<sub>3</sub>-N 计）；

V——试验过程所用载体的体积，单位为立方米（m<sup>3</sup>）。

#### 6.16 有机物去除速率

根据 6.14 所规定试验条件挂膜培养 30 天后，排空反应器系统内的污泥混合液，将不含有有机营养物和氨氮的自来水注满反应器系统，并加入 200 g 葡萄糖后开始曝气，反应器系统内水温控制在 20℃左右，溶解氧控制在 2.0 mg/L~5.0 mg/L，10 min 后计时开始试验。分别在 0 min、15 min、30 min、60 min、90 min、150 min、210 min、270 min 时取约 50 mL 混合水样过滤后测定其 COD 浓度，根据测定结果绘制 COD<sub>Cr</sub> 浓度和时间变化曲线，按照式（5）计算求得填料挂膜后的有机物去除速率。

$$u = \frac{\delta}{v} \quad (5)$$

式中：

u——有机物去除速率，单位为千克每平方米填料每日（kg/（m<sup>3</sup>填料·d），以 COD<sub>Cr</sub> 计）；

δ——COD<sub>Cr</sub> 浓度和时间变化的曲线的斜率，单位为千克每日（kg/d，以 COD<sub>Cr</sub> 计）；

v——试验过程所用载体的体积，单位为立方米（m<sup>3</sup>）。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

检验应分为出厂检验和型式检验，检验项目应符合表 7 的规定。

表 7 检验项目

检验项目	出厂检验	型式检验
外观和形状	√	√
尺寸	√	√
比表面积	√	√
填料密度	√	√
堆积密度	√	√
空隙率	√	√
酸失量	√	√
碱失量	√	√
挂膜后生物量	√	√
硝化速率	√	√
有机物去除速率	√	√
孔径	—	√
回弹率	—	√
拉伸强度	—	√
亲水性	—	√
紫外损失	—	√

## 7.2 检验内容

### 7.2.1 出厂检验

产产品出厂检验项目应符合表 7 的规定。

### 7.2.2 型式检验

产品在投产销售前，必须通过型式检验。除正常生产情况下每三年一次的例行检验外，当出现下列情形之一时，也必须按 7.1 节要求进行全部项目的型式检验：

- (1) 新产品及新规格产品定型或老产品转厂生产；
- (2) 产品的结构、工艺及主要材料有较大改变，可能影响产品性能；
- (3) 连续停产二年以上恢复生产；
- (4) 产品正常生产，每三年进行一次型式检验；
- (5) 国家质量监督机构提出型式检验要求。

只有按要求完成型式检验并合格后，产品方可正式出厂销售。

## 7.3 组批与抽样

### 7.3.1 组批

以同一原料、配方、工艺连续生产的同一规格产品为一个组批单位。按 7 d 和 500 m<sup>3</sup>

划分，在不超过 7 天的生产周期内，若同一批次产品的累计方量达到 500 m<sup>3</sup>，则以该 500 m<sup>3</sup>为一批。若在 7 天的生产周期结束时，累计填筑方量未满 500 m<sup>3</sup>，则将该 7 天内生产的全部产品合并为一批。

### 7.3.2 抽样

1) 外观和形状及物理、化学性能检验：从每批产品中随机抽取不少于 50 个载体作为样品。

2) 生物性能检验：从每批产品中随机抽取不少于 10 kg 作为样品。

注：对于堆积密度等需要在特定体积下测定的项目，按相应试验方法的规定单独取样。

## 7.4 判定规则

### 7.4.1 初次检验与分级

合格品：外观不合格率  $P \leq 20\%$ ，且 5.2 规定的填料的物理性能、5.3 规定的化学性能和 5.4 规定的生物性能指标均达到标准。

不合格品：外观不合格率  $> 20\%$ ，或 5.2 规定的填料的物理性能、5.3 规定的化学性能和 5.4 规定的生物性能指标有一项未达到相应标准。此类产品须进入复检程序。

### 7.4.2 复检判定

若复检后，外观  $P \leq 20\%$  且 5.2 规定的填料的物理性能、5.3 规定的化学性能和 5.4 规定的生物性能指标均达到相应标准，则定为“合格品”。

若仍未达到上述要求，则判为“不合格品”。

## 8 标志、包装、运输与贮存

### 8.1 标志

包装储运图示标志和运输包装收发货标志应分别按 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定执行。

每批产品应附有产品合格证，合格证上应标明：

- 1) 产品名称、规格尺寸；
- 2) 生产厂家、地址；
- 3) 生产日期、批号；
- 4) 执行标准编号；
- 5) 检验员代号或印章。

## 8.2 包装

产品应采用塑料编织袋、纸箱或其他足以保证产品在运输和贮存期内不受污染和损坏的包装形式。包装材料应坚固、清洁、干燥，内宜衬聚乙烯薄膜袋。

## 8.3 运输

运输过程中应防止暴晒、雨淋、重压和机械损伤，不得与有毒、有害或有腐蚀性的物品混运。

## 8.4 贮存

产品应贮存在通风、干燥、阴凉的室内，远离热源和火源，避免与腐蚀性物质接触，堆放高度不应大于 2 m；储存温度宜保持在 5℃~35℃，相对湿度不大于 75 %。

