

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T XXXXX—XXXX

# 废（污）水处理生物膜载体好氧处理性能测定方法

Determination method for performance of aerobic wastewater treatment with biofilm carrier

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件全国化学标准化技术委员会水处理剂分技术委员会（SAC/YC63/SC5）归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：

# 废（污）水处理生物膜载体好氧处理性能测定方法

## 1 范围

本文件描述了废（污）水处理生物膜载体好氧处理性能测定的检测用水、接种污泥、检测装置、测定步骤、分析方法及污水处理性能测定结果计算等内容。

本文件适用于生物膜法工艺进行废（污）水好氧处理的各种生物膜载体处理性能的测定。

## 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。

CJ/T 299 水处理用人工陶粒滤料

HJ/T 245 环境保护产品技术要求 悬挂式填料

HJ/T 246 环境保护产品技术要求 悬浮式填料

HJ 506-2009 水质 溶解氧的测定 电化学探头法

HJ 535 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法

HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

GB 6920 水质 pH 的测定 玻璃电极法

GB 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法

GB 13195 水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**生物膜载体** biofilm carrier

污（废）水处理过程中，能为微生物（生物膜）提供附着生长空间的载体（填料、滤料），以下简称“载体”。按照生物膜载体在装置中的状态，分为悬浮载体、悬挂载体和堆积载体。

注：改写HG/T 5924-2021，定义3.1。

### 3.2

**堆积载体** stacking carrier

在污水处理过程中，始终沉积在反应器底部、不能随水流运动的载体，其密度大于污水密度。常见的有陶粒、陶瓷、沸石、焦粉、微孔道填料、无烟煤、矿渣、蜂窝式滤料等。

### 3.3

**处理性能指数** performance index of treatment

挂膜载体反应器对污水中某一污染指标在单位水力停留时间内的去除效率的累计值（ $I_E$ ）。

## 3.4

综合性能指数 comprehensive index of treatment

挂膜载体反应器对污水中主要污染指标的处理性能指数的加权平均值 ( $I_c$ )。

## 4 载体样品

## 4.1 质量要求

4.1.1 悬浮载体质量符合 HJ/T 246-2006 和其他相应标准的要求。

4.1.2 悬挂载体质量符合 HJ/T 245-2006 和其他相应标准的要求。

4.1.3 堆积载体陶粒质量符合 CJ/T 299 和其他相应标准的要求。

## 5 测定用水

## 5.1 人工配水

载体处理性能测定用水为人工配制,主要水质指标见表 1,配方见表 2,采用 0.1 mol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ - $\text{NaHCO}_3$  缓冲溶液、0.05 mol 盐酸溶液调节测定用水的 pH 到 7.0~8.0。

表1 测定用水主要水质指标

水质参数	COD / (mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ / (mg/L)	TP / (mg/L)	pH
数值	200~600	10~30	2~6	7.0~8.0

表2 测定用水配制配方

成分	葡萄糖 / (g)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ / (g)	$\text{KH}_2\text{PO}_4$ / (g)	自来水 / (gmL)
用量	0.2~ 0.6	0.038~0.114	0.009~0.027	1000
分级	分析纯	分析纯	分析纯	符合饮用水标准

注：配制表1的中间浓度用水时，通过插值法计算获得各药品用量，自来水用量均为1000 mL。

## 5.2 现场水

从市政污水厂进水口采集现场水，COD浓度为  $(200 \pm 20 \text{ mg/L}) \sim (400 \pm 40 \text{ mg/L})$ ，测定其中的  $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP含量。如果不符合5.1的要求，按照C：N：P为100：5：1的比例，添加  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$  配制所需浓度。

## 5.3 存放要求

测定用水存放时间不超过8 h。低温 ( $\leq 4^\circ\text{C}$ ) 及硫酸酸化 ( $\text{pH} < 2$ ) 条件下存放时间不超过24h。。

## 6 接种污泥

## 6.1 来源

检测反应器的载体挂膜启动所需的接种活性污泥，从运行正常的市政污水处理厂的好氧池中采集。

## 6.2 质量要求

6.2.1 活性污泥浓度为 1000 mg/L，SV 为 15%~30%，污泥絮体结构均匀，存在钟虫、盖虫、累枝虫等固着型微型动物；不能采集恶化活性污泥，如膨胀污泥、腐化污泥、解体污泥等。

6.2.2 如果采集的活性污泥不符合要求，需在实验室培养驯化到符合 6.2.1 要求；驯化时，进水 COD 浓度从 200 mg/L 开始逐步提高到 600 mg/L，控制水温为 25℃、溶解氧 2 mg/L~4 mg/L。

## 7 检测装置

### 7.1 组成

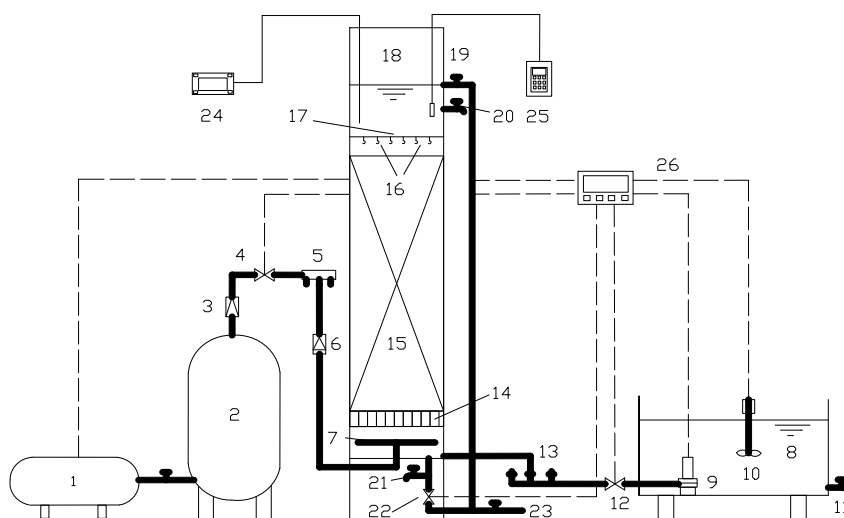


图1 载体检测装置系统图

标引序号说明：

- 1——空压机；
- 2——贮气罐；
- 3——减压阀；
- 4——进气电磁阀；
- 5——进气分配器；
- 6——流量计；
- 7——曝气器；
- 8——配水箱；
- 9——进水泵；
- 10——搅拌机；
- 11——水箱排空阀；
- 12——进水电磁阀；
- 13——配水器；
- 14——多孔承托板；
- 15——载体；
- 16——挂钩；

- 17——载体拦截网;
- 18——单体反应器;
- 19——出水阀;
- 20——水样阀;
- 21——泥样阀;
- 22——排空电磁阀;
- 23——总排管;
- 24——温控器;
- 25——DO监测仪;
- 26——控制箱。

## 7.2 单体反应器

单体反应器组成部分要求如下:

- 总高度 1800 mm, 内径 220 mm, 高径比 8:1, 有效容积为 50 L;
- 多孔承托板厚 20 mm, 距反应器底部 100 mm, 下面按照曝气头, 上面为载体区;
- 载体区高度 1300 mm, 顶部设有载体拦截网, 其上有挂钩;
- 出水管距单体反应器顶部 180 mm, 水样阀设于载体拦截网上 100 mm、出水管下 100 mm 处, 排空管设于反应器底部, 泥样阀设于排空管上;
- 单体反应器由透明的有机玻璃柱构成。有机玻璃的热变形温度应大于 80℃, 耐冲击性不小于 80 Mpa, 透光率大于 90%, 防腐;
- 单体反应器内的温控器温控范围 15℃~40℃, 精度 0.1℃;
- DO 监测仪的检测范围 0.00~19.99 mg/L, 分辨率 0.01 mg/L, 准确度±0.15 mg/L, 饱和度 0.0~200.0%。

检测装置中设置 3 个相同的单体反应器。

## 7.3 进水系统

进水系统各参数要求如下:

- 配水箱为圆柱状, 总容积为 1.0 m<sup>3</sup>;
- 进水泵扬程不小于 10.0 m, 流量不小于 1.0 m<sup>3</sup>/h;
- 搅拌机搅拌容量不小于 1.0 m<sup>3</sup>, 功率不小于 0.50 kW, 转速不小于 60 rpm;
- 配水器长度 0.5 m~1.0 m, 其上等间距分布出水管。

## 7.4 曝气系统

曝气系统各参数要求如下:

- 空压机功率大于 0.75 kW, 排气压力大于 0.7 MPa, 排气量大于 0.1 m<sup>3</sup>/min;
- 贮气罐工作压力大于 0.8 MPa, 容积 1.5 m<sup>3</sup>, 工作温度小于 150℃;
- 流量计精度不小于 1.0, 最低压力不小于 0.2 MPa, 介质温度为-20℃~60℃。
- 曝气器的技术性能应符合 HJ/T 252 的规定。

## 7.5 排水排泥系统

单体反应器的出水管与总排水管相连, 排空管与总排水管相连。

## 7.6 控制系统

7.6.1 水箱排空阀、进气电磁阀、进水电磁阀、排空电磁阀均采用多位电磁阀, 最低压力不小于 0.3 MPa, 滴漏等级 V 以上, 防水。

7.6.2 电源电线、水泵、搅拌机、电池阀接线安装在控制箱中。

## 7.7 测定环境

7.7.1 整个载体检测装置安置于单独设立的检测室中。

7.7.2 检测室安装空调，温度控制在 15℃～40℃。

7.7.3 检测室墙壁上安装换气扇。

## 8 测定步骤

### 8.1 载体装载

#### 8.1.1 清洗

用自来水将待测生物载体浸泡24 h，清洗干净，自然晾干。

#### 8.1.2 装载

8.1.3 待测载体为悬浮生物载体或下沉生物载体，直接将其装入反应柱中多孔承托板上；待测载体为悬挂生物载体，将其上端系在挂钩，下端系在多孔承托板，固定于反应器内，载体串外缘之间留出 3 cm～4 cm 的空间。

8.1.4 按照 40%的填充率进行载体在反应器中的装载。

8.1.4.1 在 3 个单体反应器中装载相同体积的待测生物载体，进行平行试验。

### 8.2 系统检查

8.2.1 在配水箱中装入自来水，启动检测装置各系统进行清水运行调试。

8.2.2 检查单体反应器、进出水系统是否漏水、曝气系统是否漏气。

8.2.3 检查气阀、水阀、取样阀是否可以灵活起闭，不漏气漏水。

8.2.4 检查设备、仪表是否达到各自的精度与准确度要求，自制系统是否能实现其功能要求。

8.2.5 检测装置各系统均达到要求，进行启动运行。达不到要求，则需进行各系统的维修、设备仪表的调整或更换。

### 8.3 启动运行

#### 8.3.1 装置进料

8.3.1.1 在 3 个平行单体反应器中，投加符合要求的接种活性污泥，投加量为反应器有效容积的 20%。投入接种污泥，闷曝 24 h，将接种污泥全部排出。

8.3.1.2 按照 5.1 的要求，配制 COD 浓度 200 mg/L、NH<sub>3</sub>-N 浓度 10mg/L、P 为 2mg/L 的测定用水，泵入 3 个平行运行的单个反应器中，水量达到反应器的有效容积时，停止进水。

#### 8.3.2 装置运行

8.3.2.1 采用间歇进水的方式运行，每天运行 2 个周期，每个周期 12 h，按“进水 0.5 h、曝气 8 h、沉淀 2.5 h、排水 0.5 h、待机 0.5 h”的程序依次循环进行。

8.3.2.2 进水时，采集进水水样。反应器换水时，从水样阀采集出水，沉淀 0.5 h，取上清液为出水水样。分析进、出水水样的各项水质指标。

#### 8.3.3 控制

8.3.3.1 控制装置的单体反应器中 DO 为 2 mg/L～4 mg/L，水温为 25℃。

8.3.3.2 运行第 1 d 每周期的排水量为单体反应器有效容积的 10%。运行第 3 d～9 d，每天增加 10% 排水量，第 10 d 排水量为有效容积的 100%。排水排泥后，在单体反应器中补充测定用水，水量达到有效容积时，停止进水。

#### 8.3.4 生物膜观察

- 8.3.4.1 当载体上可以明显看到生长的生物膜时，采集载体，将附着生物膜剥离到烧杯中，加少量水搅拌成混合液，用载玻片制作标本，在显微镜下进行镜检，观察生物膜特征与微型动物，鉴定微型动物优势种。
- 8.3.4.2 当载体上生物膜同时满足下列条件时，标志载体挂膜成功：
- 肉眼观察到载体上长出褐色的生物膜，覆盖了载体整个表面；
  - 生物膜中出现钟虫、盖虫、累枝虫等固着型原生动物；
  - 污水中的 COD 去除效率大于 80%、氨氮去除效率大于 70%。

8.4 测定运行

8.4.1 进水

按照5.1要求，将各化学药剂加入到配水箱中，搅拌溶解配制COD浓度为200 mg/L、NH<sub>3</sub>-N浓度10mg/L、TP为2mg/L的的检测用水，取样分析进水水质指标。启动进水泵将配水箱中的污水通过配水管输送到3个平行单体反应器中。

8.4.2 运行方式

按照连续流的方式运行装置，水力停留为6 h，其他工艺条件与载体挂膜启动相同。

8.4.3 排泥与反冲洗

- 8.4.3.1 测定悬浮载体时，每天从反应器中采集泥水混合物，分析活性污泥浓度，保持污泥浓度为 150 mg/L 以下，超过 150 mg/L 及时进行排泥。
- 8.4.3.2 测定悬挂载体时，当载体纤维上出现生物膜结块聚集时，将进气量调节到 0.1 m<sup>3</sup>/min，按照先曝气 10 s、后停曝 5 s 的运行方式，进行 5 次脉冲气流反冲洗。
- 8.4.3.3 测定堆积载体时，每运行 3 d 进行 1 次脉冲气流反冲洗。将进气量调节到 0.2 m<sup>3</sup>/min，按照先曝气 10 s、后停曝 5 s 的运行方式，进行 10 次脉冲气流反冲洗。

注：3 个平行单体反应器同时进行排泥或反冲洗。

8.4.4 取样分析

- 8.4.4.1 每天每隔 3 h 从单体反应器的水样阀采集 1 个水样，将 1 d 采集的 8 个时段水样混匀为 1 个混合水样。分析水样中的 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 浓度，每个指标取 3 个单体反应器稳定出水水质浓度的均值为装置出水水质浓度。
- 8.4.4.2 每天采集水样进行水质分析，连续运行 10 d，结束 COD 浓度为 200 mg/L 的检测用水运行。

8.4.5 改变进水运行

- 8.4.5.1 分别配制 COD 浓度为 300 mg/L、400 mg/L、500 mg/L、600 mg/L 三个浓度段的人工配水为检测用水，并按照 5.1 要求配制检测用水中相应的 NH<sub>3</sub>-N、TP 的浓度，依次对各个浓度段检测用水进行处理运行。
- 8.4.5.2 分别对 COD 浓度为 200 mg/L、300 mg/L、400 mg/L 左右的三个浓度段的实际污水进行处理运行。
- 8.4.5.3 按照 8.4.1～8.4.4 的步骤进行每一个 COD 进水浓度的载体测定运行。

9 水质指标及其测定方法

载体处理性能测定中的主要水质指标及测定方法按照表3执行。

表3 主要水质指标及测定方法

水质指标	测定方法
------	------

COD	HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法
NH <sub>3</sub> -N	HJ 535 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法
TP	GB 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
pH值	GB 6920 水质 pH 的测定 玻璃电极法
水温	GB 13195 水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法
DO	HJ 506-2009 水质 溶解氧的测定 电化学探头法

## 10 结果计算

### 10.1 处理性能指数

将人工配水与实际污水处理运行测定分析的水质指标值，按照公式（1）计算检测载体的处理性能指数。

$$I_E = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_e) / C_i}{n \cdot HRT} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$I_E$ ——载体对污水的某一指标的处理性能指数，单位为小时倒数（ $h^{-1}$ ）；

$C_i$ ——载体处理污水的某一指标进水浓度，单位为毫克每升（ $mg/L$ ）；

$C_e$ ——载体处理污水的某一指标进水浓度 $C_i$ 所对应的出水浓度，单位为毫克每升（ $mg/L$ ）；

$n$ ——载体处理污水的进水（出水）浓度样本个数，单位为个（个）， $n=8$ ；

$HRT$ ——污水水力停留时间，单位为小时（ $h$ ）。

### 10.2 综合性能指数

将单个载体的不同污染指标的污水处理性能指数（ $I_E$ ）代入公式（2）计算综合性能指数。

$$I_C = \frac{I_{EO}}{1} + \frac{I_{EN}}{0.8} + \frac{I_{EP}}{0.25} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$I_C$ ——测定载体的综合性能指数，单位为小时倒数（ $h^{-1}$ ）；

$I_{EO}$ ——载体去除COD的处理性能指数，单位为小时倒数（ $h^{-1}$ ）；

$I_{EN}$ ——载体去除NH<sub>3</sub>-N的处理性能指数，单位为小时倒数（ $h^{-1}$ ）；

$I_{EP}$ ——载体去除TP的处理性能指数，单位为小时倒数（ $h^{-1}$ ）。

### 参 考 文 献

- [1] HG/T 5924—2021 废（污）水处理用生物膜载体
  - [2] HJ 2009—2011 生物接触氧化法污水处理工程技术规范
  - [3] HJ 2014—2012 生物滤池法污水处理工程技术规范
-