

ICS

T/CAQI

中国质量检验协会团体标准

T/CAQI**-2018

污（废）水生物处理
高负荷内循环厌氧反应器

Biological treatment for sewage and wastewater

High-loading internal circulation anaerobic reactor

（报批稿）

全国团体标准信息平台

2018-**-**发布

2018-**-**实施

中国质量检验协会

发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写》的规定编写。

本标准由中国质量检验协会水环境工程技术与装备专业委员会提出并归口。

本标准起草单位：南京大学、江苏三强环境工程有限公司、南京大学宜兴环保研究院、河北天友环保工程有限公司、北京恩菲环保股份有限公司、深圳市澳洁源环保科技有限公司、江苏蓝必盛化工环保股份有限公司、江苏中宜金大环保产业技术研究院有限公司。

本标准主要起草人：任洪强、许柯、吕锡元、王秀学、卢东昱、曾杰、蒋伟群、王庆、李伟、姜阅、全新路。

污（废）水生物处理 高负荷内循环厌氧反应器

全国团体标准信息平台

1 范围

本标准规定了污（废）水生物处理 高负荷内循环厌氧反应器的术语和定义、分类与命名、技术要求、试验方法、检验规则、标志、标牌、随行文件、包装及运输。

本标准适用于采用厌氧生物技术处理高浓度有机废水的反应器装置，厌氧反应器的负荷为 4~20 kgCOD_{Cr}/(m³·d)。

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）适用于本文件。

GB/T 191	包装储运图示标志
GB 3836.1	爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
GB/T 8923.1	涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
GB/T 9969	工业产品使用说明书 总则
GB/T 11899	水质 硫酸盐的测定 重量法
GB 11901	水质 悬浮物的测定 重量法
GB/T 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB/T 13306	标牌
GB/T 14436	工业产品保证文件 总则
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
GBZ 2.2	工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素
HJ 505	水质 五日生化需氧量（BOD ₅ ）的测定 稀释与接种法
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

JB/T 8635 防腐密封型低压成套开关设备和控制设备

NB/T 47003.1 钢制焊接常压容器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

高负荷厌氧反应器 high-loading anaerobic reactor

无氧条件下，利用高浓度、高活性的兼性或专性厌氧菌在高有机物负荷（4~20 kg COD/(m³·d)）和短水力停留时间（10 h~40 h）下将有机物转化为甲烷和二氧化碳的废水处理装置。

3.2

内循环 internal the circle

将未通过顶层三相分离器的出水经动力提升，与进水相混合的一种循环方式。

3.3

三相分离器 three-phase separator

安装于厌氧污泥床中上部，收集反应区产生的沼气，并使悬浮物沉淀、出水排放，实现气体、固体、液体分离的装置。

3.4

容积负荷 volumetric loading rate (VLR)

反应器单位容积每日接受废水中有机污染物的质量，一般以kg COD_{Cr}/(m³·d)表示。

3.5

高浓度有机废水 high-strength organic wastewater

COD_{Cr}在2000 mg/L 以上的生活污水和工业废水。

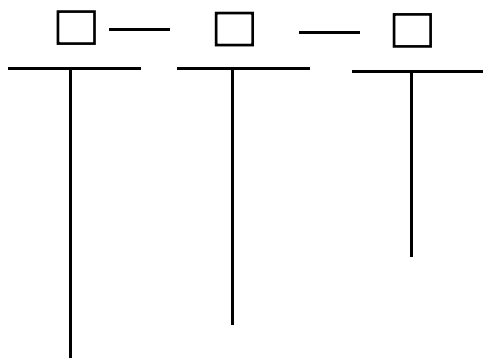
4 分类与命名

4.1 分类

4.1.1 按照反应器是否回流可分为回流和非回流两种。

4.2 命名

4.2.1 型号以高负荷内循环厌氧反应器装置的英文字头和回流类型代号及容积代号构成，型号采用大写汉语拼音字母和阿拉伯数字表示。



—— 反应器容积代号 (单位为: m³)

———— 回流 (HL) /非回流 (FHL)

———— 反应器代号 HICAR

4.2.2 命名示例: HICAR-HL-200 表示: 容积为 200m³的回流高负荷内循环厌氧反应器装置。

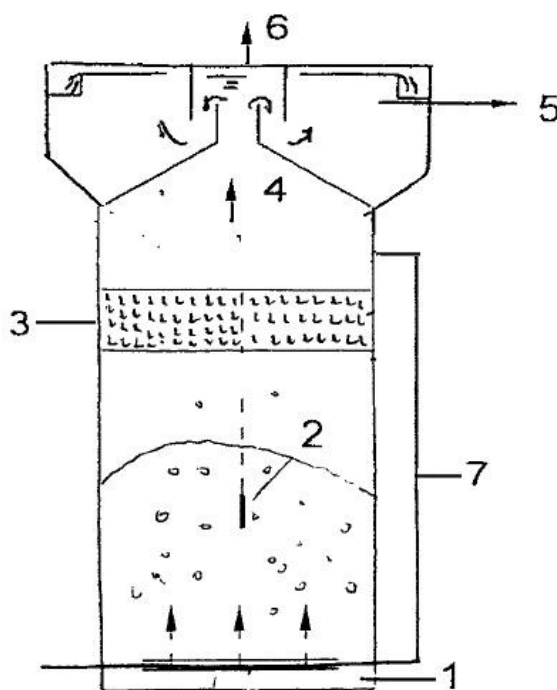
5 技术要求

5.1 基础要求

高负荷内循环厌氧反应器装置应符合本标准的规定, 并按照经规定程序批准的图样和技术文件制造、安装、调试及验收。如有特殊要求, 需在订货合同或技术协议上注明。

5.1.1 反应器组成

反应器从底部到顶部依次为: 进水管、布水装置, 厌氧反应区, 气、液、固三相分离区, 出水收集系统, 沼气收集系统。其中, 出水收集系统位于三相分离器上部, 其特征是三相分离器设有内循环回流装置。反应器结构示意图如图 1 所示。



1—布水装置, 2—厌氧污泥系统, 3—填料层, 4—气、液、固三相分离区,
5—出水收集系统, 6—沼气收集系统, 7—内循环回流装置

图 1 反应器结构示意图

5.1.2 工艺流程

反应器工艺流程如下: 污(废)水经布水装置均匀进入厌氧污泥系统, 在厌氧污泥系统中, 污(废)水中

的一部分有机物被厌氧污泥床中的微生物所降解，产生沼气。污（废）水继续向上流动，经填料层时一部分有机物被吸附在填料中的微生物所降解。处理后的污（废）水经三相分离器实现气、液、固三相分离，其中一部分污（废）水进入出水收集系统、另一部分则通过循环泵加压进入反应器底部的布水装置，形成出水回流。气体则进入沼气收集系统。

5.2 设计要求

5.2.1 结构要求

5.2.1.1 布水装置

布水装置采用大阻力布水方式的弯曲或环状管道。布水系统装置宜采用短管，每个短管布水面积为 $1\text{ m}^2\sim 3\text{ m}^2$ 。

5.2.1.2 厌氧污泥系统

厌氧污泥系统是可调节高度的厌氧污泥床，污泥床的高度可以根据进水有机物浓度和内循环回流比调整。

5.2.1.3 填料层高度 $\leq 300\text{ cm}$ 。

5.2.1.4 气、液、固三相分离区

宜采用整体式或组合式的三相分离器。整体式三相分离器斜板倾角范围 α 为 $55^\circ\sim 60^\circ$ ；分体式三相分离器反射板与隙缝之间的遮盖 Z_1 宜在 $100\text{ mm}\sim 200\text{ mm}$ ，层与层之间的间距范围 Z_2 宜为 $100\text{ mm}\sim 200\text{ mm}$ 。

5.2.1.5 内循环回流装置

内循环回流动力装置是回流循环泵，回流水通过内循环泵的加压从集水管进入布水装置。内循环回流装置可以进行回流调节。

5.2.2 沼气收集系统

沼气收集系统应具有安全性高、方便紧急处理、可远程控制及节省资源的优点。

5.2.3 电机应优先采用直接启动方式。当通过计算不能满足规范中规定的直接启动电压损失条件时才考虑采用降压启动方式。

5.2.4 电气设备的金属外壳均应采取接地或接零保护，钢结构、排气管、排风管和铁栏等金属物应采用等电位连接。

5.2.5 设计处理量应考虑 10% 的余量或设置调节装置。

5.2.6 反应器上应设有相应尺寸的孔、管道，用作排空清洗和维修。

5.2.7 反应器上应设置便利的取样口。

5.2.8 反应器应设置相应的沼气超压放空管，并在放空管末端设置金属防火网。

5.2.9 反应器应安装进水流量、温度和 pH 值的就地或在线显示的仪表。

5.3 制造要求

5.3.1 材料及外观要求

5.3.1.1 反应器的材料加工应符合 NB/T 47003.1 第 5 章的规定。

5.3.1.2 外表面的漆膜应平整、光滑、无气泡，色泽应均匀一致。

5.3.1.3 各部件在进行防腐涂装前，表面处理应符合 GB/T 8923.1 第 3 章规定的 Sa2^{1/2}级，防腐层应符合 JB/T8635 第 6 章的规定。

5.3.1.4 反应器的尺寸按照规定程序批准的图纸及文件制造，并符合本标准的规定。

5.3.2 反应器的结构应具有足够的刚度和强度，并符合 NB/T 47003.1 第 5 章的规定，且盛水试验不得有渗漏、变形等现象。

5.3.3 三相分离器应密封良好，在气压试验中不漏气。

5.3.4 反应器在负荷试验中能够正常启动并运行。

5.4 性能要求

在符合设计工况条件下及产品规定的技术范围内，高负荷内循环厌氧反应器主要技术性能应符合下列要求。

表 1 反应器的性能要求

序号	性能参数	要求	
1	进水条件	pH 值	宜为 6.0~8.0
		容积负荷	4~20 kgCOD/(m ³ ·d)
		营养组合比 (COD _{Cr} :氨氮:磷)	宜为 (100~500):5:1
		BOD ₅ /COD _{Cr}	宜 > 0.3
		进水中悬浮物含量	宜 < 1500 mg/L
		进水中氨氮浓度	宜 < 2000 mg/L
		进水中硫酸盐浓度	宜 < 1000 mg/L
2	反应器高度	≤ 20 m	
3	高径比	2 ~ 3	
4	上升流速	0.5 m/h ~ 2 m/h	
5	填料	填料类型	纤维填料、弹性填料及混合填料
		填料高度	≤300 cm
		填料的比表面积	≥600(m ² /m ³)
		填料的空隙率	≥85%
		填料的填充比	30%~50%
6	沼气压力	0.002 MPa ~0.003 MPa	
7	反应器回流比（如涉及回流）	50 %~200 %	
8	净化效率	进水 COD _{Cr} 浓度为 4000 mg/L ~20000 mg/L、B/C > 0.3 时， COD _{Cr} 去除率： >80 %	
9	工作温度	常温： 20 °C ~ 25 °C； 中温： 35 °C ~ 40 °C； 高温： 50 °C ~	

5.5 安全要求

- 5.5.1 反应器所在区域应有“严禁烟火”等警示标志。
- 5.5.2 配套的电气设备应采用防爆电气设备，并符合 GB 3836.1 第 4 章的规定。
- 5.5.3 应设有防雷、接地措施，并符合 GB 50057 第 4 章的规定。
- 5.5.4 反应器的设计、建设、运行过程中应该高度重视职业卫生和劳动安全，应严格执行 GBZ 2.1 的第 4 章的规定；严格执行 GBZ 2.2 的第 4~12 章以及第 13、第 15 章的规定；严格执行 GB/T 12801 第 6 章的规定。

6 试验方法

- 6.1 反应器所用材料及加工制造按 NB/T 47003.1 第 9 章的规定进行。
- 6.2 外观检查：装配完毕后的反应器，外表面的漆膜应光洁、平整、均匀，无严重流挂、脱落、漏涂等影响使用的缺陷。
- 6.3 防腐层的检验按照 JB/T 8635 第 7 章的规定进行。
- 6.4 主要尺寸检查：反应器的主要尺寸应符合设计图样和工艺文件要求。
- 6.5 反应器的结构刚度和强度检验按照 NB/T 47003.1 第 9 章 9.7 的规定进行。

6.6 盛水试验

- 6.6.1 将反应器注满水，4 h 后观察有无渗漏。
- 6.6.2 对管路进行水压试验，试验压力不低于设计压力的 1.5 倍。金属管路在试验压力下稳定 30 min 后，不应渗漏；塑料管路在试验压力下稳定 1 h，各连接处不应渗漏。
- 6.7 气压试验：在正常工作水位的情况下，从罐体下部进水管中充入压缩空气，保持工作压力为 0.003 MPa，从反应器顶部观察有无气泡溢出，有气泡为漏气，无气泡为不漏气。
- 6.8 负荷试验：根据反应器的设计要求，对装置进行空转试验和带负荷试验以检查其运转是否正常。

6.9 性能试验

- 6.9.1 化学需氧量（ COD_{Cr} ）按 HJ 828 的方法检测。
- 6.9.2 生化需氧量（ BOD_5 ）按 HJ 505 的方法检测。
- 6.9.3 悬浮固体浓度（SS）按 GB 11901 的方法检测。
- 6.9.4 氨氮浓度按 HJ 535 的方法检测。
- 6.9.5 硫酸盐浓度按 GB/T 11899 的方法检测。

7 检验规则

检验规则分为出厂检验和型式检验。

7.1 出厂检验

每台反应器出厂前，质量检验部门应按本标准进行出厂检验，出厂检验项目、要求、方法见表1，产品经检验合格并发给产品合格证后方可出厂。

表2 出厂检验和型式检验项目

序号		检验项目	要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	制造要求	反应器材料	5.3.1.1	6.1	×	√
2		外观检查	5.3.1.2	感官检验	√	√
3		防腐涂装	5.3.1.3	6.3	√	√
4		尺寸检查	5.3.1.4	钢卷尺测量	√	√
5		结构强度	5.3.2	6.5	√	√
6		盛水试验	5.3.2	6.6	√	√
7		气压试验	5.3.3	6.7	√	√
8		负荷试验	5.3.4	6.8	√	√
9	性能要求	COD _{Cr}	5.4	6.9.1	×	√
10		BOD ₅	5.4	6.9.2	×	√
11		SS	5.4	6.9.3	×	√
12		氨氮浓度	5.4	6.9.4	×	√
13		硫酸盐浓度	5.4	6.9.5	×	√
14		反应器高度	5.4	通用量具	√	√
15		高径比	5.4	通用量具	√	√
16		上升流速	5.4	流量计测量	×	√
17	工作温度	5.4	温度计测量	×	√	
18	安全要求	警示标志	5.5.1	目测	√	√
19		电气设备防爆	5.5.2	—	√	√
20		防雷、接地	5.5.3	—	√	√
21		职业卫生和劳动安全	5.5.4	—	×	√
注：“√”为应检验项目；“×”为可不检验项目。						

7.2 型式检验

7.2.1 当有下列情况之一时，一般应进行型式检验：

- 1) 新产品定型的型式试验；
- 2) 首制产品鉴定（包括转厂生产的首制产品）；
- 3) 因产品的结构、工艺或主要材料的更改影响产品性能要求；
- 4) 每隔一年的批量生产产品；

5) 产品停产两年以上重新恢复生产。

7.2.2 检验项目、要求、方法见表 2。

7.3 判定规则

7.3.1 全部检验项目符合要求的，判定为合格品；有一项或一项以上检验项目不符合要求的，初步判定为不合格品；

7.3.2 对初步判为不合格品的，允许作必要改进，仍有不符合项的，则判定为不合格品。

7.4 反应器稳定运行三个月，工况达 75%，则完成验收。

8 标志、标牌、随行文件

8.1 标志、标牌

出厂合格的反应器应在醒目位置设置标牌，并应符合 GB/T 13306 中第 3 章和第 5 章的规定，需标明下列内容：

- a) 制造厂名称、地址；
- b) 产品名称、型号；
- c) 主要技术参数；
- d) 制造日期、出厂编号；
- e) 执行标准代号。

8.2 随行文件

随行文件密封在防水袋内，包括：

- 产品合格证，参见 GB/T 14436 第 4 章 4.3 和第 5 章；
- 产品说明书，参见 GB/T 9969 中第 4 章；
- 装箱单；
- 随机备附件清单；
- 安装图；
- 试验报告；
- 搬运说明；
- 其他有关资料。

9 包装及运输

9.1 包装

9.1.1 装置包装应符合 GB/T 191 中第 4 章的规定。

9.1.2 设备配品、备件、随机出厂技术文件应放置在包装箱内，技术文件应用塑料袋封装。

9.1.3 随机出厂技术文件应包括：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用维护手册；
- c) 发货清单；
- d) 主要配套件合格证及使用说明书。

9.2 运输

9.2.1 装置在运输时应轻装轻卸，途中不得拖拉、摔碰，应有遮蓬覆盖。

9.2.2 装置在运输过程中应有防潮、防雨措施。
