



团 体 标 准

T/SOFIDPA XXXX—2023

智能控制生物滤池反应器的异位除臭技术

Intelligent control of biofilter reactor with isotopic deodorization technology

（征求意见稿）

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

四川省有机肥料产业发展促进会 发布

目次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 型号规格 2

5 生物滤池除臭工艺流程 3

6 技术要求 6

7 试验方法 7

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。

本文件由四川省有机肥料产业发展促进会提出、归口并解释。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本次为首次发布。

智能控制生物滤池反应器的异位除臭技术

1 范围

本文件规定了智能控制生物滤池反应器的术语和定义、型号与规格、技术要求、高效微生物除臭菌剂、试验方法等。

本文件适用于对堆肥厂、垃圾填埋厂、污水处理厂、垃圾中转站、畜禽养殖场、有机肥发酵厂等单位产生的恶臭气体进行异位除臭处理。

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 2894-2008 安全标志及其使用导则
GB 16297-1996 大气污染物综合排放标准
GB 14554-93 恶臭污染物排放标准
GB/T 14675-1993 空气质量恶臭的测定、三点比较式臭袋法
GB/T 14676 空气质量 三甲胺的测定 气相色谱法
GB/T 14678-1993 空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫的测定 气相色谱法
GB/T 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 3836.1-2010 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
GB 755-2008 旋转电机定额和性能
GB/T 21603-2008 化学品 急性经口毒性试验方法
GB T 21605-2008 化学品急性吸入毒性试验方法
GB/T 1604-1995 商品农药验收规则
GB/T 1615 工业二硫化碳
GB 20287-2006 农用微生物菌剂
HJ 534 环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法
HJ 583 环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法
JB/T 2932-1999 水处理设备技术条件
JB/T 12581-2015 生物除臭滤池
CJ/T 516-2017 生活垃圾除臭技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生物滤池 biological deodorization filter

以含营养成分的固定载体为填料，依靠生长在填料表面的特定微生物，吸收代谢气体恶臭污染物以达到去除气体异味的一种装置。

[来源：JB/T 12581-2015, 3.1]

3.2

恶臭 odor

一切刺激嗅觉器官引起人们不愉快感觉及损害生活环境的异味气体。

[来源：GB 14554-93, 3.1]

3.3

臭气浓度 odor concentration

用无臭空气对臭气样品连续稀释至嗅辨员阈值的稀释倍数。

[来源：GB 14554-93, 3.2]

3.4

生物型除臭剂 biological deodorizer

利用微生物对臭气组分的代谢或生物酶催化降解臭气组分，降低臭气组分浓度的产品。

[来源：CJ/T 516-2017, 3.4]

3.5

异位除臭技术 Ectopic Bio-Deodorization Technology

异位生物除臭技术是通过负压系统将恶臭气体进行收集，输送进入生物反应器中集中去除的技术，生物除臭主要由水相溶解、微生物吸附吸收、生物降解3个阶段对污染气体进行净化。根据微生物在除臭作用中的存在形式可将生物除臭法分为生物过滤法、生物滴滤池法和生物洗涤法，其中生物过滤法最为常用。

3.6

高效生物除臭菌剂 Highly effective microbial deodorizer

由中科院成都生物研究所研发的微生物除臭菌剂，利用生物技术从自然界中筛选出具有抑制腐败菌等有害微生物生长、除臭功能强、对环境友好的多个专利微生物，经过特殊的混合发酵工艺培养浓缩而成，有效活菌数大于 20×10^8 CFU/mL。菌剂富含脱氮硫杆菌属、脱氮副球菌属、粪产碱菌属等，是纯生物的高效除臭菌剂。

3.7

智能控制生物滤池反应器的异位除臭技术 Intelligent Biofilter Ectopic Bio-Deodorization Technology

以生物滤池为主体，固体组合载体（竹炭、火山岩、树皮、聚氨酯泡沫（纳米））为填料，通过接种高效的除臭微生物菌剂（HN-AD菌种），并根据进气浓度、进气量、出口浓度等智能的调节喷淋量以及循环液的pH值，最终通过微生物的吸收代谢，氧化分解，将恶臭气体降解为简单无害的小分子化合物（如： CO_2 、 H_2O 等），以达到去除恶臭气体的一种除臭技术。

4 型号规格

4.1 设备型号

设备的型号规格由企业名称、设备类型和处理风量所组成。定制设备、新开发设备等按照其相关规则确定型号和规格。

4.2 设备型号规格表示如图1所示

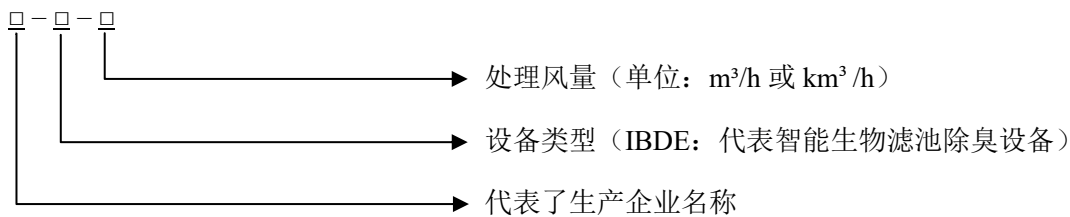


图1 设备型号规格示意图

4.3 型号规格示例

x-IBDE-001: 表示x公司生产的气量为100 m³/h的智能生物除臭设备。

5 生物滤池除臭工艺流程

生物滤池除臭系统工艺流程图如图1所示,主系统由离心风机、喷淋加湿系统和微生物填料床组成。在处理过程中,恶臭首先经过喷淋预洗加湿,除去部分易溶恶臭分子和颗粒粉尘,同时提高恶臭湿度,而后进入生物填料床与喷淋液自下而上相接触,在此过程中恶臭物质从气相转移至液相,从而进一步被微生物降解代谢,同时微生物得到生长繁殖,恶臭气体达标排放。生物滤池除臭系统具有工艺简单,维护方便,运行成本低,对恶臭气体适应性强等特点。

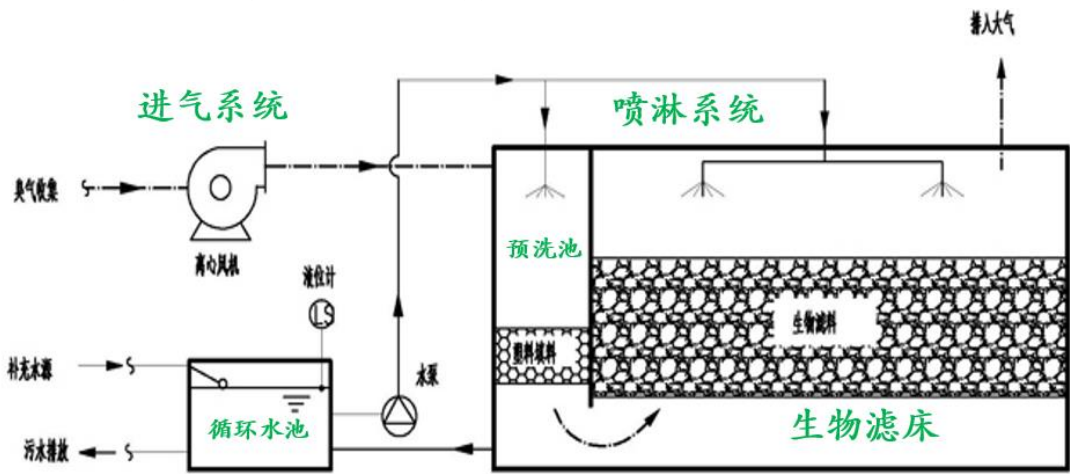


图2 生物滤池除臭系统工艺流程图

6 技术要求

6.1 工作环境要求

生物滤池运行环境温度范围为25℃~40℃,相对湿度≤85%(25℃时),大气压力为常压状态。运行过程空床停留时间(EBRT)的范围为20s~50s,循环营养液的pH为6~8,电源的电压为(220±10%)V或(380±10)V。

6.2 滤池部件要求

6.2.1 填料要求

预洗段填料材质可采用聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）或聚氯乙烯（PVC）等高分子材料，如多面空心球或者拉西环等。脆化温度 -10°C ，比表面积 $380\text{ m}^2/\text{m}^3\sim 800\text{ m}^2/\text{m}^3$ ，液体在填料表面有较好的均匀分布性能，气流能在填料层中均匀分布。

生物滤池选用混合填料（有机填料的比例不低于总填料质量的50 %），无机填料采用火山岩、竹炭填料，填料粒径为 $50\text{ mm}\sim 80\text{ mm}$ ，应具有比表面积大（滤料比表面积 $\geq 108\text{ m}^2/\text{m}^3$ ）、过滤阻力小、持水能力强、不板结、接触面积大、气液接触效果好、使用寿命最少不低于10年。有机填料采用采用落叶松树片为主的天然有机材料为原材料，经粉碎、分级筛选等工序加工而成，具有坚韧的纤维结构，使用寿命不低于5年，树皮填料外形规格尺寸为 $50\text{ mm}\sim 100\text{ mm}$ ，厚度 $\geq 10\text{ mm}$ ；堆积密度小、营养成分含量高、具有良好的保湿性和透气性，有利于微生物的生长代谢，总空隙率高达70 %，其容纳微生物生活空间及吸附污染物空间大，可有效的将异味气体中产生异味的成分截留下来，并吸附在树皮上。填料的安装高度不得超过设计高度 $\pm 10\text{ cm}$ 。

6.2.2 滤池结构

滤池整体应密闭，顶部设置人孔，便于排空清洗和维护。池体应设置便利的取样口、检修爬梯及玻璃视窗。池体底部应设置排空管道，排空管道还应设置水封，防止臭气外溢。滤池的结构应具有足够的刚度和强度，以承受运行中可能出现载荷的影响。设备上的零部件、紧固件以及结构部件应尽可能采用标准件，并应符合相应的标准。

6.2.3 水箱与喷淋液

于预洗段和生物段降解段分别设计水箱，水箱采用玻璃钢、不锈钢或硬塑料制作。水箱应及时的补充水和排水，使得水箱中储水满足喷淋水量和水质的设计要求。水箱应严密无泄漏，满水实验应24h无渗水漏水现象。水箱中喷淋液pH值应控制在4~9的范围内。

6.2.4 循环水泵与风机

循环水泵一备一用，应耐酸、碱腐蚀，适合全天24 h连续或间歇工作。水泵及辅助设备应安装牢固，运行时应平稳，不得有异常振动和噪声。风机应耐酸、碱和盐雾腐蚀，适合24 h连续或间歇工作。水泵风机防护等级应为IP55，E级绝缘，接地保护应符合GB 755的规定。

6.3 智能化反馈要求

智能化控制系统应采用PLC进行控制，通过人机画面实现自动控制和手动控制。预留RS485通信端口，可远程控制。于进气口、出气口和循环水泵中安装探头，可智能反馈给PLC系统，当排放口浓度超过设计范围时，系统会反馈给预洗池和生物滤池，循环水泵会自动增大液体喷淋量，直至出口排放达标为止。当检测到生物滤池循环液体的pH过低时，循环泵启动，补充营养液，达到合适的pH范围后停止。滤池除臭系统具有自动声光报警，故障时人机画面显示故障设备及故障原因。各操作开关、按键应灵活、准确、可靠、安全、方便。控制柜外壳应选用SUS304不锈钢材质，厚度 $\geq 1.5\text{ mm}$ 。

6.4 高效微生物菌剂要求

生物菌种采用中科院成都生物研究所研发的高效微生物除臭菌剂（HN-AD），是利用生物技术从自然界中筛选出除臭功能强、对环境友好的多个专利微生物，有效活菌数大于 $20\times 10^8\text{ CFU/mL}$ 。产品富含脱氮硫杆菌属、脱氮副球菌属和粪产碱菌属等，是纯生物的高效除臭菌剂。将微生物高效除臭菌剂添加至

填料上，高效除臭菌种依附在多孔的填料上，依赖恶臭气体提供营养碳源和氮源，菌种快速生长繁殖，在极短的时间内将恶臭气体转化降解为无毒无害的水和二氧化碳等小分子化合物，从而净化气体，达到除臭目的。且由于异养硝化-好氧反硝化（HN-AD）菌株的存在，可以降解循环液中的氨氮、硝酸盐和亚硝酸盐，从而减少二次污染，降低后端处理成本。

6.5 性能要求

6.5.1 生物滤池去除恶臭气体性能要求

生物滤池气体排放控制项目与最高允许浓度应满足 GB 18918 规定，该标准中未覆盖的气体排放要求应按 GB 14544 的规定。

恶臭污染物排放标准 GB 14544 排放限值如表 1 所示。

表1 恶臭污染物排放标准 GB 14544 排放限值

序号	控制项目	排气筒高度，m	最高允许排放速率， kg/h	污染物排放监控位置
1	氨	15/20/≥30	0.60/1.0/3.5	车间或生产设施排气筒
2	三甲胺	15/20/≥30	0.15/0.25/0.90	
3	硫化氢	15/20/≥30	0.06/0.10/0.35	
4	甲硫醇	15/20/≥30	0.006/0.01/0.03	
5	甲硫醚	15/20/≥30	0.06/0.10/0.35	
6	二甲二硫	15/20/≥30	0.15/0.25/0.90	
7	二硫化碳	15/20/≥30	1.5/2.5/6.0	
8	苯乙烯	15/20/≥30	3.0/5.0/17	
9	臭气浓度	排气筒高度，m	标准值，无量纲	
		≥15	1000	

周界恶臭污染物浓度水平应符合表 2 规定的限值。

表2 周界恶臭污染物浓度水平

序号	控制项目	单位	浓度限值	污染物排放监控位置
1	氨	mg/m³	0.2	周界
2	三甲胺	mg/m³	0.05	
3	硫化氢	mg/m³	0.02	
4	甲硫醇	mg/m³	0.002	
5	甲硫醚	mg/m³	0.02	
6	二甲二硫	mg/m³	0.05	
7	二硫化碳	mg/m³	0.5	
8	苯乙烯	mg/m³	1.0	
9	臭气浓度	无量纲	20	

6.5.2 高效微生物除臭菌剂性能要求

6.5.2.1 安全性指标

高效微生物除臭菌剂其安全性应符合表 3 规定。

表3 高效微生物除臭菌剂安全型指标

项目	指标
急性经口毒性	LD ₅₀ >5000 mg/kg 体重
急性吸入毒性	LC ₅₀ >2000 mg/m ³
急性皮肤刺激性	无
闪点	≥60 ℃
需要稀释使用时，其稀释后样品应满足以上安全指标	

6.5.2.2 感官指标

高效微生物除臭菌剂感官指标应符合表 4 的要求。

表4 高效微生物除臭剂的感官要求

项目	要求		
形态	颗粒	粉状	液体
色泽	黄褐色/乳白色	黄褐色/乳白色	乳白色至黄褐色
气体	菌剂特有发酵的气味，无腐败 无异味	菌剂特有发酵的气味，无腐 败无异味	菌剂特有发酵的气味，无腐败 无异味
杂质	无正常视力可见杂质	无正常视力可见杂质	无正常视力可见杂质

6.5.2.3 技术指标

高效微生物除臭菌剂应具备将恶臭污染物质降解为无臭无害物质的能力，技术指标应符合表 5 规定。

表5 高效微生物除臭技术指标

项目	指标
外观	沉淀≤5%
有效活菌	≥20*10 ⁸ CFU/mL
杂菌率	≤1%
保质期	≥12 个月
硫化氢去除率	≥95%
氨去除率	≥95%
甲硫醇去除率	≥85%
甲硫醚去除率	≥85%

6.6 安全环保要求

各种管路、管道及其连接处不得有泄漏现象。正常操作时人员可接触到的外露部分应平整光滑，不应有可能导致人员伤害的尖锐棱角、凸出部分。设备附带的电气设备应采用防爆电气设备，并符合GB

3836.1的要求。危险部位必须有明显的安全防护标志，安全防护标志应符合GB 2894 的规定。应设置紧急停止开关和意外起动的预防。电气控制箱内各元件的标记符号和各回路线号与电气控制图应准确对应。导线在各电器端子处应连接牢固、可靠，接触良好，并标有清晰的线号。在工作运转条件下，设备运行噪声应满足GB 12348-2008的要求。

6.7 运转实验

空运转试验，设备经12h的连续空运转试验，各运动部件应运动灵活、顺畅，无卡阻、干涉及异常声响；各部件连接应牢固，无松动、断裂和变形现象。电机启动和换向时不应有明显打滑和冲击现象，电机运转应平稳，不允许有异常的振动和异响等，电机最高温度不得超过80℃，温升不得大于60℃。

7 试验方法

7.1 试验条件

工作运转试验前宜进行调整运转，调整最佳工艺参数。

7.2 技术及性能要求检测

7.2.1 控制系统

控制系统性能通过人机对话和实际操作对相关反馈功能进行验证。控制柜外壳厚度通过游标卡尺进行检测。材质由材料供应商进行检测，并向我方提供检测结果，我方不定期随机抽样并送第三方检测机构进行检测。

7.2.2 生物除臭装置主体

生物除臭主体相关尺寸采用钢卷尺进行检测。材质由材料供应商进行检测，并向我方提供检测结果，我方不定期随机抽样并送第三方检测机构进行检测。生物填料和洗涤增湿填料按照填料的种类送相关检测机构进行检测。

7.2.3 微生物菌剂指标及检验方法

高效微生物除臭菌剂检测指标及方法见表 6。

表6 检测指标及方法

序号	项目	检测方法
1	急性经口毒性测定	GB/T 21603
2	急性吸入毒性测定	GB/T 21605
3	急性皮肤刺激性测定	GB/T 1604
4	闪点测定	GB/T 1615
5	杂菌率测定	GB/T 20287
6	外观测定	目视法测定
7	气味测定	嗅觉法测定
8	生物型除臭剂性能测定	CJ/T 516

7.2.4 除臭效果排放指标及检验方法

智能生物除臭设备排放指标及检验方法见表 7。

表7 排放指标及其检验方法

序号	项目	检验方法
1	硫化氢	GB/T 14678
2	氨	HJ 534
3	三甲胺	GB/T 14676
4	甲硫醇	GB/T 14678
5	甲硫醚	GB/T 14678
6	二甲基二硫醚	GB/T 14678
7	苯乙烯	HJ 583
8	臭气浓度	GB/T 14675