

T/SDEPI

团 体 标 准

T/SDEPI XXXX—2022

废活性炭微波再生技术规范

Technical Specification for Microwave regeneration of waste activated carbon

（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。

2022 – XX – XX 发布

2022 – XX – XX 实施

山东省环境保护产业协会 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 总体要求 2

5 预处理技术要求 3

6 微波再生技术要求 3

7 污染物排放控制要求 4

8 质量和管理要求 5

9 监测要求 6

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。

本文件由山东省环境保护产业协会提出并归口。

本文件起草单位：山东产研绿洲环境产业技术研究院有限公司、山东产研生态环境研究院有限公司……

本文件主要起草人：徐长有、张立芬、杜圣飞、吴际……

废活性炭微波再生技术规范

1 范围

本文件规定了废活性炭微波再生的总体要求、预处理、微波再生、污染物排放控制、质量管理、监测等要求。

本文件适用于水处理、气体净化、食品加工、制药制造、石油化工等行业产生的废活性炭采用微波再生技术再生处理，其他类型废活性炭进行微波再生参照执行。

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 50140	建筑灭火器配置设计规范
GB 15630	消防安全标志设置要求
GB 2894	安全标志及其使用导则
GB/T 11651	个体防护装备选用规范
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB 8978	污水综合排放标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB/T 13803.3-1999	糖液脱色用活性炭
GB/T 13803.4-1999	针剂用活性炭
GB/T 13803.2-1999	木质净水用活性炭
LY/T 1581-2000	化学试剂用活性炭
LY/T 1617-2004	双电层电容器专用活性炭
LY/T 1582-2000	柠檬酸脱色用活性炭
LY/T 1623-2004	木糖液脱色用活性炭
YC/T 265-2008	烟用活性炭
LY/T 3279-2021	工业水处理用活性炭技术指标及试验方法
LY/T 1971-2011	变压吸附精制氢气用活性炭
GB/T 37386-2019	超级电容器用活性炭
LY/T 3012-2018	室内空气净化用活性炭
LY/T 3014-2018	杏壳净水用活性炭
LY/T 3154-2019	气相光催化净化用活性炭
LY/T 3284-2021	工业有机废气净化用活性炭技术指标及试验方法
LY/T 3156-2019	车内空气净化用活性炭
GB/T 13803.1	木质味精精制用颗粒活性炭
LY/T 1281-1998	味精用粉状活性炭
GB/T 7701.1-2008	煤质颗粒活性炭 气相用煤质颗粒活性炭
GB/T 7701.2-2008	煤质颗粒活性炭 净化水用煤质颗粒活性炭
GB/T 7701.3-2008	煤质颗粒活性炭 载体用煤质颗粒活性炭
GB 34330	固体废物鉴别标准通则
HJ 1091	固体废物再生利用污染防治技术导则
GB 18484	危险废物焚烧污染控制标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 预处理 pretreatment

指在微波再生前对废活性炭进行除杂、干化等过程。

3.2 废活性炭微波再生 microwave regeneration of waste activated carbon

利用微波能加热，将使用过的吸附能力达不到工艺要求的活性炭进行处理，恢复其吸附活性的过程。

3.3 微波再生设备 microwave regeneration equipment

指微波再生废活性炭的设备，包括进料装置、再生反应装置、尾气净化装置、出料及产物收集装置、制氮系统、控制系统、报警系统等。

3.4 再生温度 regeneration temperature

活性炭进行再生处理的工作温度。

3.5 炭损率 ashing rate

活性炭经再生处理后损失的干活性炭百分率。

3.6 再生活性炭 regenerated activated carbon

将吸附饱和的活性炭经过物理、化学或生物等方法脱除吸附在活性炭上的物质后制得的多孔吸附剂。

3.7 吸附容量 adsorption capacity

单位重量干活性炭吸附特定物质的最大量。

3.8 吸附容量恢复率 recovery rate of adsorption capacity

吸附容量恢复率为再生活性炭的吸附容量与新炭的吸附容量的比率。即：
吸附容量恢复率=再生活性炭的吸附容量/新炭的吸附容量×100%

4 总体要求

4.1 一般要求

4.1.1 废活性炭微波再生应根据废活性炭种类、特性和产生数量，实施分级分类收集和管理，利用废活性炭微波再生技术处理前，应确定预处理和微波再生工艺。

4.1.2 废活性炭微波再生过程中，应采用二次污染少、环境风险低、自动化程度高、安全可靠的微波再生设备以及其他辅助设施。

4.1.3 废活性炭微波再生后的活性炭优先回用原工艺，当无法满足原工艺要求时，实施梯级利用。

4.1.4 废活性炭贮存设施、再生处理装置应采用耐酸碱、抗腐蚀材料。

4.2 场地要求

4.2.1 作业场地应为封闭或半封闭空间，且地面应硬化。

4.2.2 再生作业厂区应配备消防设施和器材，灭火器材应按 GB 50140 的规定配备，并应定期检查。

4.2.3 再生作业区域应按 GB 15630 的规定设置消防安全标志，按 GB 2894 的规定设置安全标志。

4.2.4 禁止将活性炭以外的易燃易爆物品存放在热解作业厂区。

4.3 人员要求

4.3.1 操作人员应实行培训上岗制度，并定期进行安全操作和应急处理培训。

- 4.3.2 操作人员在作业过程中应按 GB/T 11651 的规定穿戴防护装备。
- 4.3.3 操作人员应熟悉微波再生设备运行原理，具备设备设施操作与检修技能。
- 4.3.4 微波再生设备启动、运行时应至少保证 2 名操作人员进行操作、巡检和监控。

4.4 作业安全要求

- 4.4.1 再生作业前，应检查设备设施，确定设备设施功能正常后方可操作；每次上料前应确保设备运转正常，必要时应先进行预处理。
- 4.4.2 操作人员应按规划路线到达操作平台，并应按操作规程操作。
- 4.4.3 设备检修周期不应超过 1 年。检修前应确保设备处于完全关闭状态，温度恢复至室温。
- 4.4.4 再生设备操作位置应具备良好的可视性，确保操作人员安全。

5 预处理技术要求

- 5.1 预处理后的废活性炭应该具备以下特性：
 - a) 无明显其他杂质，理化性质较为均匀，保证工况连续稳定运行。
 - b) 废活性炭含水率 $<20\%$ 。
- 5.2 应根据入厂废活性炭的种类、特性和微波再生处理的要求，选择性的对废活性炭进行除杂、干化等预处理。

6 微波再生技术要求

6.1 技术原理

废活性炭微波再生技术是以连续化微波阶梯式加热为核心，在控温和控氧条件下，利用微波能量，使活性炭吸附的极性物质分子（如水分子、有机物等）在微波场中会受到诱导而产生偶极转向极化，短时间内将微波能迅速转化为热能，从而使吸附在活性炭孔隙内部的有机物分子和水分子达到高温活化条件，发生有机物的分解、炭化及与高温水分子间的活化反应，活性炭的吸附性能得以恢复，同时一部分有机物受热分解成二氧化碳和水蒸气，产生的蒸气压从原料内部向外部爆炸般的喷出，产生强烈的扩散作用，使得活性炭的大部分孔隙得到恢复，形成显著的多孔结构，从而使活性炭吸附性能恢复甚至有所提升。

6.2 技术特点

- a) 只需用电，无需化石燃料。
- b) 不引入二次污染。
- c) 升温速度快，再生效率高。
- d) 尾气产生量少。

6.3 工艺流程

- 6.3.1 根据分类收集的废活性炭特性，选择性的对分类收集的废活性炭进行预处理，预处理过程需符合本标准规定的预处理技术要求，再由上料系统将废活性炭输送至微波再生设备进行再生处理，处理后的再生活性炭通过出料系统排出，冷却系统对微波再生设备以及再生活性炭进行冷却降温处理，微波再生过程产生的尾气经过尾气治理装置后达标排放，微波再生过程中所需的氮气由制氮系统提供。
- 6.3.2 废活性炭微波再生技术工艺流程见图 1。

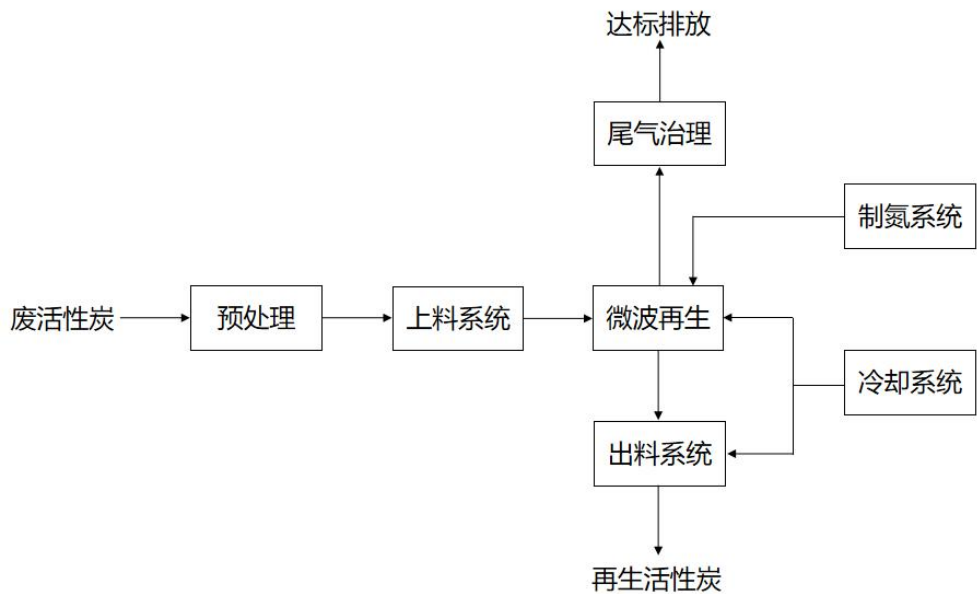


图 1 废活性炭微波再生技术工艺流程框图

6.4 控制条件

- a) 再生温度：200℃～800℃。
- b) 再生时间：10min～60min。
- c) 微波功率密度：≥100W/kg。
- d) 吸附容量恢复率：≥95%。

6.5 主要工艺设备和材料

6.5.1 一般规定

- a) 微波再生设备宜优先选择自动化程度高、安全、节能、环保的设备。
- b) 采用微波再生工艺的设备材质应根据防腐要求选择。

6.5.2 设备

- a) 微波再生设备宜采用可实现自动化连续运行控制的设备。微波设备选型与处理规模相匹配。
- b) 微波再生设备为专门再生处理废活性炭的设备，应具有耐酸碱、抗腐蚀、密封性能好的特点。
- c) 微波再生设备应配置微波屏蔽装置或结构，并应配置具有自动报警功能的监测装置。
- d) 微波再生设备应具备以下功能：
 - 1) 应具有废气净化系统，同时配备尾气在线监测功能，尾气排放应符合 GB 16297 的规定。
 - 2) 具备自动化水平，一键开关机功能及自动报警功能。
 - 3) 设备集成化、模块化，方便施工。
 - 4) 再生过程炭损率<10%。
 - 5) 设备耐酸碱、抗腐蚀、密封性能好，可连续化稳定运行。

6.5.3 材料

- a) 微波再生设备主体应采用具有反射性和吸收性的材料，设备内腔应采用耐高温、耐酸碱、抗腐蚀的材料。
- b) 微波再生设备保温材料应优先采用无铬耐火材料。

7 污染物排放控制要求

7.1 大气污染控制

- 7.1.1 贮存、再生过程中有组织及无组织废气应按 GB 37822 的规定收集和处理后达标排放。
- 7.1.2 微波再生产生的废气排放应达到地方大气污染物排放标准或 GB 16297 的规定和要求。

7.2 废水污染控制

微波再生处置过程中回收的冷凝水、车间清洗等环节产生的废水收集处理后应符合GB 8978 和地方污染物排放标准要求。

7.3 噪声污染控制

- a) 物料输送泵、风机、空压机等机械设备，宜选用低噪音设备，并采取降噪、减噪措施，设备运转时厂界噪声应符合GB 12348 的规定。
- b) 搬运、车辆运输等非机械噪声产生环节，应采取减少固体振动和碰撞过程噪声的管理措施。

7.4 其他污染控制

厂界恶臭污染物限值应按GB 14554执行。

8 质量和管理要求

废活性炭经微波再生处理后的再生活性炭质量指标达到或接近表1中对应的质量指标要求时宜进行原工艺回用或作为产品销售，否则宜进行梯级利用。

表 1 再生活性炭质量指标要求

序号	用途	质量指标要求	检测方法
1	糖液脱色用活性炭	参照 GB/T13803.3-1999 中表 1	参照 GB/T13803.3-1999 中第 4 部分-检验方法
2	针剂用活性炭	参照 GB/T13803.4-1999 中表 1	参照 GB/T13803.4-1999 中第 4 部分-检验方法
3	木质净水用活性炭	参照 GB/T13803.2-1999 中表 1	参照 GB/T13803.2-1999 中第 4 部分-检验方法
4	化学试剂用活性炭	参照 LY/T1581-2000 中表 1	参照 LY/T1581-2000 中第 4 部分-检验方法
5	双电层电容器专用活性炭	参照 LY/T1617-2004 中表 1	参照 LY/T1617-2004 中第 4 部分-检验方法
6	柠檬酸脱色用活性炭	参照 LY/T1582-2000 中表 1	参照 LY/T1582-2000 中第 4 部分-检验方法
7	木糖液脱色用活性炭	参照 LY/T1623-2004 中表 1	参照 LY/T1623-2004 中第 4 部分-检验方法
8	烟用活性炭	参照 YC/T265-2008 中表 1	参照 YC/T265-2008 中第 6 部分-检验方法
9	工业水处理用活性炭	参照 LY/T3279-2021 表 1	参照 LY/T3279-2021 中第 5 部分-检验方法
10	变压吸附精制氢气用活性炭	参照 LY/T1971-2011 表 1	参照 LY/T1971-2011 中第 4 部分-检验方法
11	超级电容器用活性炭	参照 GB/T37386-2019 表 3	参照 GB/T37386-2019 中第 6 部分-检验方法
12	室内空气净化用活性炭	参照 LY/T3012-2018 表 1	参照 LY/T3012-2018 中第 4 部分-检验方法
13	杏壳净水用活性炭	参照 LY/T3014-2018 表 1	参照 LY/T3014-2018 中第 4 部分-检验方法
14	气相光催化净化用活性炭	参照 LY/T3154-2019 表 1	参照 LY/T3154-2019 中第 5 部分-检验方法
15	工业有机废气净化用活性炭	参照 LY/T3284-2021 表 1、2	参照 LY/T3284-2021 中第 5 部分-检验方法
16	车内空气净化用活性炭	参照 LY/T3156-2019 表 1	参照 LY/T3156-2019 中第 4 部分-检验方法
17	木质味精精制用颗粒活性炭	参照 GB/T13803.1-1999 表 1	参照 GB/T13803.1-1999 中第 4 部分-检验方法
18	味精用粉状活性炭	参照 LY/T1281-1998 表 1	参照 LY/T1281-1998 中第 4 部分-检验方法
19	气相用煤质颗粒活性炭	参照 GB/T7701.1-2008 表 1、2、3、4	参照 GB/T7701.1-2008 中第 5 部分-检验方法
20	净化水用煤质颗粒活性炭	参照 GB/T7701.2-2008 表 1	参照 GB/T7701.2-2008 中第 5 部分-检验方法
21	载体用煤质颗粒活性炭	参照 GB/T7701.3-2008 表 1	参照 GB/T7701.3-2008 中第 5 部分-检验方法

a) 再生活性炭作为产品的，应符合GB 34330中要求的国家、地方制定或行业通行的产品质量标准，以及国家相关污染控制标准或技术规范要求。

b) 再生活性炭可采用“点对点”定向利用的方式，直接销售给工业企业作为替代原料。

c) 在不满足上述2种情况时，应按HJ 1091 的相关要求，根据再生活性炭的用途实施梯级利用，同时确定环境保护目标，开展环境风险定性、定量评价，识别其特征污染物或有害成分并判断其环境风险影响。

梯级利用的再生活性炭不应用于与人体直接接触产品的替代原辅料，或流向饮用水、食品、药品及养殖行业等。

9 监测要求

9.1 应按照有关法律和排污单位自行监测技术指南等规定，建立企业监测制度，制定监测方案，对污染物排放状况及对周边环境质量的影响开展自行监测，保存原始监测记录，并公布监测结果。

9.2 应按照环境监测管理规定和技术规程要求，设计、建设、维护永久采样口、采样测试平台和排污口标志。

9.3 气体污染物监测项目及检验方法可参照 GB 18484 执行。

9.4 微波辐射监测、微波辐射检测应符合 GB 5959.6 的规定。
