

团 体 标 准

T/ACEF XXX-2022

生活垃圾焚烧厂污染防治技术指南 酸性气体

Technical guidelines for pollution control of municipal solid waste
incineration power plants acid gas

(征求意见稿)

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 设计要求 2

6 运行要求 6

7 检修维护 7

参考文献 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。

本文件由中华环保联合会提出并归口。

本文件起草单位：深圳能源环保股份有限公司、上海环境集团再生能源运营管理有限公司、瀚蓝环境股份有限公司、无锡雪浪环境科技股份有限公司、国能合纵（北京）能源电力技术中心、中华环保联合会废弃物发电专业委员会、中标新（北京）标准化技术有限公司。

本文件参编单位：广州环保投资集团有限公司、苏州西热节能环保技术有限公司、旺能环境股份有限公司、深圳盈和环境物联科技有限公司、北京雪迪龙科技股份有限公司、北京清新环境技术股份有限公司、山东泰开环保科技有限公司、国能龙源环保有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司。

本文件主要起草人：

生活垃圾焚烧厂污染防治技术指南 酸性气体

1 范围

本文件规定了生活垃圾焚烧厂酸性气体污染防治工艺系统的总体要求、设计、运行及检修维护等要求。

本文件适用于生活垃圾焚烧厂酸性气体污染防治工艺系统的规划、设计、运行及检修维护。

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。

GBT 209 工业用氢氧化钠

GB 18485 生活垃圾焚烧污染控制标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

酸性气体 acid gas

指焚烧厂烟气中含有的硫氧化物（ SO_x ）、氯化氢（HCL）、氟化氢（HF）等气体。

3.2

脱酸剂 deacidification agent

用于脱除焚烧厂烟气中酸性气体的药剂，包括氧化钙（ CaO ）、氢氧化钙（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）、碳酸氢钠（ NaHCO_3 ）、氢氧化钠（ NaOH ）。

3.3

干法脱酸 dry deacidification

脱酸剂为固态粉末，脱酸反应产物处于干态的烟气脱酸技术。

3.4

半干法脱酸 semi-dry deacidification

脱酸剂为溶液或者浆液，脱酸反应产物处于干态的烟气脱酸技术。

3.5

湿法脱酸 wet deacidification

脱酸剂为溶液或者浆液，脱酸反应产物处于湿态的烟气脱酸技术。

4 总体要求

- 4.1 生活垃圾焚烧厂酸性气体污染防治工艺的选择，应考虑烟气中酸性气体成分及浓度、排放限值、工艺可靠性和经济性。
- 4.2 生活垃圾焚烧厂酸性气体污染防治工艺应满足 GB 18485、地方标准及项目环评批复的有关要求。
- 4.3 每台焚烧炉应单独配置一套酸性气体净化系统。
- 4.4 脱酸系统应配置脱酸剂流量及其他必要的在线测量仪表，能够依据烟气中酸性气体浓度自动调整脱酸剂投加量。
- 4.5 脱酸系统只有在满足相关条件时才能启停，运行中应定时检查系统的运行参数和设备的运行状况。
- 4.6 脱酸系统的相关设备应定期进行检修、维护。

5 设计要求

5.1 干法脱酸

5.1.1 一般要求

- 5.1.1.1 脱酸剂的投加点应在布袋除尘器之前，上游应配置烟气降温设施。
- 5.1.1.2 干法脱酸系统应配置脱酸剂储存、计量输送、投加等设备。
- 5.1.1.3 脱酸剂采用氢氧化钙的，氢氧化钙纯度应大于 95%，325 目过筛率应大于 90%，钙硫比宜为 2~5；脱酸剂采用碳酸氢钠的，碳酸氢钠纯度应大于 97%，800 目过筛率应大于 90%，钙硫比宜为 1.2~1.5。

5.1.2 脱酸剂储存

- 5.1.2.1 脱酸剂的储存应采用钢制储罐，储存能力宜为 4d~7d 的用量。
- 5.1.2.2 储罐上应设置进料除尘、破拱、料位测量等装置，储罐能承受各种荷载，包括储仓上的设备和管道的自重、介质满仓重以及地震荷载等。

5.1.3 给料计量输送

- 5.1.3.1 给料输送系统包括给料计量、输送等设备管道。
- 5.1.3.2 脱酸剂宜采用螺旋给料计量，风力输送，气料比满足《粉粒体气力输送设计手册》，质量比不宜低于 3:1。
- 5.1.2.3 给料计量应准确，系统密封良好，管道铺设应尽量平直，采用大弯头，以减少阻力、防止堵塞。

5.1.4 脱酸剂投加

5.1.4.1 脱酸剂的投加喷入口位置应满足烟道前 4 倍、后 2 倍烟道当量直径，如不满足宜在喷入口后设置扰动装置。

5.1.4.2 脱酸剂喷嘴应考虑投加点烟气流场特点进行设计，保证脱酸剂和烟气充分混合。

5.2 半干法脱酸

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 半干法脱酸设备应配置在布袋除尘器之前，应配备有应急烟气降温设施。

5.2.1.2 半干法脱酸系统包括半干法脱酸反应塔系统和脱酸剂制备系统。

5.2.1.3 半干法反应塔系统应与焚烧炉一对一配置，包括脱酸塔本体、脱酸剂和工艺水雾化系统、烟气应急降温系统、输灰系统、加热保温系统。

5.2.1.4 脱酸剂制备系统可多条脱酸系统共用，包括脱酸剂储存、脱酸剂制备等系统设备。制浆用的粉料纯度和粒度应符合要求。

5.2.1.5 半干法脱酸剂可采用氧化钙或氢氧化钙，氧化钙（CaO）含量不应小于 90%，80 目过筛率不应小于 90%，3 分钟温升不应小于 70℃；氢氧化钙（Ca(OH)₂）含量不应小于 95%，325 目过筛率不应小于 95%。

5.2.1.6 半干法脱酸钙硫比宜为 1.8。

5.2.2 脱酸剂存储

5.2.2.1 脱酸剂料仓容量宜按 4d~7d 的用量设计。

5.2.2.2 脱酸剂料仓应设置准确的料位检测和计量装置。

5.2.2.3 脱酸剂料仓应设置破拱装置和扬尘收集装置。

5.2.3 脱酸剂浆液制备输送系统

5.2.3.1 浆液制备系统应能实现自动化制备，且应能实现浓度调整，应有备用系统。浆液储罐应有搅拌装置并能连续运行。

5.2.3.2 浆液输送泵泵体应易拆卸清洗，泵入口端应设置过滤装置且不得妨碍管路系统的正常工作。

5.2.3.3 浆液输送泵应不少于 2 台，并应有备用。

5.2.3.4 浆液输送管路中的阀门宜选择脱酸剂浆液不易沉淀的直通式球阀、隔膜阀，不宜选择闸阀、截止阀。

5.2.3.5 管道应有坡敷设，坡度应不小于 5%，在水平管段上不得出现两边不同坡向的管道最低点，也不得出现类似存在水弯的管道段。

5.2.3.6 管道内浆液流速宜保持在 1.5~3.0m/s。

5.2.3.7 浆液输送管道应设置便于定期清洗的管道和设备冲洗口。

5.2.3.8 经常拆装和易堵的管段，应采用法兰连接，易堵、易磨的设备部件宜设置旁通。

5.2.4 反应塔系统

5.2.4.1 反应塔系统宜采用高速旋转雾化工艺，系统包括烟气进口蜗壳、烟气分配器、反应塔本体、高速旋转雾化器。

5.2.4.2 烟气进口蜗壳、烟气分配器、反应塔本体的结构和尺寸的设计需要考虑进口烟气参数、雾化器类型。

5.2.4.3 反应塔进口烟气温度不宜低于 190℃，反应塔出口烟气温度应高于酸露点温度 10℃~15℃。

5.2.4.4 逆流式和顺流式反应塔内烟气停留时间分别不宜低于 10S 和 16S。

5.2.4.5 反应塔灰斗倾角应 $\geq 60^\circ$ ，灰斗应设置人孔、料位检测、加热、破拱装置。

5.2.4.6 雾化器石灰浆液管道应设有过滤器，雾化器应设置冲洗水。

5.2.4.7 雾化器浆液的雾化细度应为 50 μm ~100 μm 。

5.3 湿法脱酸

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 湿法脱酸设备应配置在布袋除尘器之后。

5.3.1.2 湿法脱酸系统包括湿式洗涤塔系统和脱酸剂储存、制备系统。

5.3.1.3 湿式洗涤塔系统应与焚烧炉一对一配置，包括湿式洗涤塔本体、吸收液循环系统、减湿液循环系统、除雾器、烟气换热器、减湿液冷却等系统设备。

5.3.1.4 脱酸剂制备系统包括脱酸剂储存、脱酸剂制备等系统设备。

5.3.1.5 脱酸剂应采用氢氧化钠溶液，质量应满足 GBT 209 的要求。

5.3.1.6 湿法脱酸钙硫比应为 1.0。

5.3.2 湿式洗涤塔

5.3.2.1 湿式洗涤塔包括冷却吸收部及减湿部两个部分，配置吸收液喷淋、减湿液喷淋、减湿液收集、烟气除雾等部件和管道。

5.3.2.2 湿式洗涤塔应为密封性结构，尽可能使用焊接连接，法兰和螺栓连接仅在必要时使用。塔体上的人孔、通道、连接管道等需要在壳体穿孔的地方应进行密封，防止泄漏。

5.3.2.3 塔体的设计应尽可能避免形成死角，应能完全排空吸收液和减湿液，方便塔内部件的检修和维护，湿式洗涤塔内部的导流板、喷淋系统和支撑等应尽可能不堆积污物和结垢，并且应设有通道以便于清洁。

5.3.2.4 塔壳体能承受各种荷载，包括湿式洗涤塔及作用在湿式洗涤塔上的设备和管道的自重、介质重以及地震荷载等。

5.3.2.5 湿式洗涤塔内结构、部件应能耐受烟气、吸收液、减湿液的温度、流速、腐蚀性冲击，并考虑配管的膨胀要求。烟道入口段应采用适当措施，防止烟气倒流和固体物堆积，并考虑冲洗措施。

5.3.2.6 湿式洗涤塔应配备有足够数量和大小合适的人孔门和观察孔，且设计合理，严密不漏，而且在附近应设置适当的楼梯或平台。人孔门应易于开关，在人孔门上应装有手柄。

5.3.2.7 洗涤塔外部应设置必要的扶梯、检修平台，并合考虑与前后烟气净化设备连通。

5.3.2.8 洗涤塔进出口应配置烟气温度、压力、压差及冷却部液位在线检测仪表，冷却部吸收液还应配置盐度计。

5.3.2.9 减湿液应配置冷却器以控制减湿液温度，保证烟气减湿效果。

5.3.3 吸收液和减湿液喷淋系统

5.3.3.1 吸收液和减湿液喷淋系统包括湿式洗涤塔外部分和塔内部分。

5.3.3.2 塔外部分应包括水箱、水泵、阀门、循环管道，分别设置 1 个吸收液液箱，1 个减湿液箱，配置 2 台吸收液循环水泵（一用一备）、2 台减湿液循环水泵（一用一备），循环管上应设置流量、压力、温度、PH 等测点。

5.3.3.3 湿式洗涤塔内部应设置吸收液和减湿液分配管网和喷嘴，确保吸收液和减湿液分布均匀，能够与烟气充分接触和反应。

5.3.3.4 吸收液和减湿液喷淋配管应采用耐腐蚀材料，有足够的耐温强度和任性，不易变形、断裂，配管两端的支架应能满足温度变化的自由膨胀；配管的结构应能保证不与烟气流产生共振。

5.3.3.5 所有喷嘴应能避免快速磨损、结垢和堵塞，在设计压力下，应保证其颗粒度、颗粒分布、扩散角一定。

5.3.3.6 喷嘴与配管的设计应便于检修，冲洗和更换。

5.3.3.7 洗涤塔的填料层使用 PP 或 PTFE 材质制造的填充物。

5.3.4 除雾器

5.3.4.1 应在塔内冷却吸收部出口和塔顶减湿部出口处分别设置除雾器。

5.3.4.2 除雾器应有较高的可利用性和良好的去除液滴效果，经过除雾后烟气中的雾滴浓度应不大于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 。

5.3.4.3 除雾器的布置方式应方便检修维护。

5.3.5 烟气换热器

5.3.5.1 烟气换热器应采用管式换热器，阻力不应大于 2000Pa，漏风率应小于 0.05%。

5.3.5.2 烟气换热器工作温度低于烟气露点温度，需采用耐腐蚀管材；外壳宜由碳钢制作，壁厚 $\geq 6\text{mm}$ ，与烟气有接触的壳体内壁需要防腐，外壳需要保温。烟气换热器原烟气走管程，净烟气走壳程，管程与壳程之间的密封应良好，防止洁净烟气被原烟气污染，壳程应设有冷凝水收集、排放管。

5.3.5.3 烟气换热器原烟气进出口温度、净烟气进出口应设置温度和压力检测仪表。

5.3.5.4 烟气换热器应设置必要的人孔和检查孔，人孔、检查口应有良好的密封性能。

5.3.6 脱酸剂储存制备系统

5.3.6.1 储存设备包括卸料泵、储存罐、输送泵，储存罐储存量不宜低于7天，输送泵1用1备，寒冷地区需考虑氢氧化钠溶液储存、输送管道保温措施。

5.3.6.2 制备设备包括稀释罐、稀释液输送泵，将氢氧化钠溶液稀释后，通过稀释液输送泵分别送到吸收液、减湿液中。

5.3.7 防腐

5.3.7.1 洗涤塔内壁及部件宜采用鳞片树脂防腐。

5.3.7.2 烟气换热器可采用耐腐蚀合金材料防腐，管程可采用PTFE材质，壳程可采用内衬PTFE。

5.3.7.3 洗涤塔外部的吸收液和减湿液管道可采用碳钢衬胶管道。

6 运行要求

6.1 干法脱酸

6.1.1 干法脱酸系统投运前确认布袋除尘器已投入运行，确认系统各阀门位置正确，系统无泄漏现象，存储仓没有低料位报警，风机绝缘合格并已送电，各仪表正常投用。

6.1.2 投运时先启动风机确认出口风压正常，管道通畅无堵塞，再启动给料系统观察系统给料是否正常。

6.1.3 定期监视烟囱酸性气体排放浓度，出现异常及时调整给料量。

6.1.4 喷嘴要定期清理防止堵塞。

6.1.5 系统停运时，先停止给料，待管道内脱酸剂吹扫完后再停止风机。

6.2 半干法脱酸

6.2.1 启动前检查管道系统无泄漏，阀门位置正确，各仪器仪表正常且投入，各转动设备油位正常，各电气设备正常送电试运正常，脱酸剂浆液储备罐液位处于高液位。

6.2.2 投运时先将反应器伴热及输灰系统启动，启动雾化器，再启动浆液泵，调节雾化器进浆流量，控制反应塔出口温度保证后段烟气不结露。

6.2.3 应及时监视烟囱酸性气体排放浓度，出现异常及时调整。

6.2.4 运行中浆液储罐液位应高于 0.8m，浓度根据实际情况宜为 8%~15%，监视好浆液流量，定期清理过滤网。

6.2.5 应定期检查试运烟气应急冷却系统，检查喷枪雾化是否正常。

6.2.6 浆液储罐搅拌器应保证连续运行防止储罐发生沉淀。

6.2.7 正常停运反应塔入口温度不宜低于 190℃，停运时应先停止供浆系统，并对雾化器进行冲洗后再停止雾化器，对停运管道及设备应用工艺水进行冲洗，防止管道和设备内结垢。

6.3 湿法脱酸

6.3.1 湿法脱酸投运前需检查系统严密无泄漏，阀门位置正确，冷却水箱和减湿水箱液位不宜低于 2m，防止冷却水泵、减湿水泵启动后水箱液位过低，损坏水泵。

6.3.2 投运时，先启动冷却液循环泵，再打开湿法脱酸进口门，湿法塔中部温度达到 50℃ 以上后，启动减湿循环泵。

6.3.3 定期监视烟囱酸性气体排放浓度，出现异常及时调整。

6.3.4 运行中冷却水箱和减湿水箱液位不宜低于 1.2m，调整冷却液 PH 值宜在 6.00-6.90，减湿液 PH 值宜在 7.00，偏低时应及时补充氢氧化钠溶液。

6.3.5 冷却液盐度超过 4%或氯离子浓度超过 15000mg/L 时，需要排污。

6.3.6 烟气温度的、压力（差）、洗涤塔冷却液液位、冷却液和减湿液流量、减湿液温度等指标保持稳定。

6.3.7 定期巡检，检查洗涤塔及各箱、罐、管道、阀门是否泄露，吸收液、减湿液等箱体内液位，各泵压力、温度、振动、声音，PH 计水槽液位是否正常。

6.3.8 定期校验 PH 计、盐度计、温度、压力等在线仪表。

6.3.9 系统停止进烟气后，系统宜保持运行 10 分钟，待塔内剩余烟气完全吸收，依次停止减湿循环泵，减湿循环停止，停止冷却循环泵，冷却循环停止。

7 检修维护

7.1 干法脱酸系统设备检修维护

7.1.1 干法脱酸系统长期停运，应将称重仓、管道内脱酸剂吹扫干净。

7.1.2 应定期检查系统管道是否有裂纹，泄漏损坏的需要及时修补；定期检查喷嘴是否堵塞腐蚀，及时清理更换。

7.1.3 应定期检查风机进口滤网及时清理，各转机油质油位是否正常，及时加油或更换。

7.2 半干法脱酸系统设备检修维护

7.2.1 系统长时间停运应将管道、浆泵冲洗干净，制备罐放干，将挂壁脱酸剂清理干净。

7.2.2 应定期检查转机设备油质油位是否正常，及时加油或更换。

- 7.2.3 应将反应器内挂壁积灰及时清理干净。
- 7.2.4 应定期检查反应器腐蚀情况并及时修复损坏部分。
- 7.2.5 应定期检查烟气应急冷却系统喷枪腐蚀情况并及时更换受损喷枪。

7.3 湿法脱酸系统设备检修维护

- 7.3.1 湿式洗涤塔若长期停机，应将洗涤塔内溶液排放干净，并使用冲洗水冲洗，待 PH 呈中性且盐浓度较低时，即可停止冲洗。
- 7.3.2 应定期检查洗涤塔内防腐层是否完整，及时修补损坏的部分。
- 7.3.3 应定期检查清理洗涤塔内吸收液和减湿液分配装置管道、喷嘴，及时更换或修补损坏的部分。
- 7.3.4 应定期检查清理除雾器填料层脏污。
- 7.3.5 应定期检查烟气加热器防腐层、管程和壳程密封性，及时修补损坏的部分。
- 7.3.6 应定期检查减湿液集水槽、减湿液箱、吸收液箱，及时清理脏污、修补泄漏处。
- 7.3.7 应及时更换洗涤塔、烟气加热器、减湿液箱、吸收液箱人孔门密封。
- 7.3.8 应定期检查清理系统中各泵体、阀门，及时更换修补损坏的设备和部件。

参考文献

- [1] CJJ 90 生活垃圾焚烧处理工程技术规范
 - [2] CJJ 128 生活垃圾焚烧厂运行维护与安全技术标准
 - [3] CJJT 137 生活垃圾焚烧厂评价标准
 - [4] CJJ 212 生活垃圾焚烧厂运行监管标准
 - [5] CJJ 231 生活垃圾焚烧厂检修规程
 - [6] 粉粒体气力输送设计手册
-