

T/EJCCCSE

团 体 标 准

T/EJCCCSE 270—2024

含氯有机废气冷凝回收与催化燃烧处理技术

Condensation recovery and catalytic combustion treatment technology for chlorine containing organic waste gas

2024 - 12 - 26 发布

2024 - 12 - 31 实施

中国商业股份制企业经济联合会 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 1

4 总体要求 1

5 含氯有机废气的收集、输送与排放 2

6 工艺要求 3

7 安全与职业卫生 5

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。

本文件由南昌航空大学提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：南昌航空大学、浙大宁波理工学院、东华理工大学、江西理工大学、湖州学院、中国环境科学研究院、生态环境部环境规划院、北京化工大学、江苏桐叶工业科技有限公司、河北先进环保产业创新中心有限公司、赣州市生态环境技术服务中心。

本文件主要起草人：谢宇、洪小伟、章金兵、戴荧、李金辉、罗永平、谢德援、侯诗宇、王猛、吴亚兵、浦亮、王春迎、易鑫、张振忠、罗文忠、陈少波、虞硕涵、秦文贞、叶皓、凌云。

含氯有机废气冷凝回收与催化燃烧处理技术

1 范围

本文件规定了含氯有机废气冷凝回收与催化燃烧处理技术的总体要求、含氯有机废气的收集、输送与排放、工艺要求、安全与职业卫生。

本文件适用于含氯有机废气冷凝回收与催化燃烧处理技术。

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 4387 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 13347 石油气体管道阻火器
- GB 15577 粉尘防爆安全规程
- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB 20101 涂装作业安全规程 有机废气净化装置安全技术规定
- GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50040 动力机器基础设计标准
- GB/T 50051 烟囱工程技术标准
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范
- GB 50187 工业企业总平面设计规范
- GBZ 1 工业企业设计卫生标准
- 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 75 固定污染源烟气(SO₂、NO_x、颗粒物)排放连续监测技术规范
- HJ 76 固定污染源烟气(SO₂、NO_x、颗粒物)排放连续监测系统技术要求及检测方法
- JB/T 8690 通风机 噪声限值
- JGJ 79 建筑地基处理技术规范
- TSG 21-2016 固定式压力容器安全技术监察规程
- YBJ 52 钢铁企业总图运输设计规范

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 总体要求

- 4.1 应遵循综合治理、循环利用、达标排放和总量控制的原则。
- 4.2 应采取各种有效措施，控制污染源有组织排放，减少含氯有机废气的处理量。

4.3 含氯有机废气处理过程中应减少二次污染。对产生的二次污染，应执行国家和地方环境保护法规和标准的有关规定，进行处理后达标排放，满足总量控制要求。二次污染的处理方案宜与企业生产中的相关处理工艺相结合，充分利用企业已有资源。

4.4 含氯有机废气处理的净化系统、主体设备和辅助设施等的总图布置应符合 GBZ 1、GB 50016、GB 50187、GB 4387、YBJ 52 和 JGJ 79 等国家和行业相关标准的规定。

4.5 含氯有机废气处理工程不宜靠近、穿越人口密集的区域，布置于主导风向的下风侧。

4.6 净化系统的位置应靠近污染源集中的位置，充分利用地形条件，便于灰渣、浆、污水和净化后气体的排放。

4.7 净化系统的主体设备之间应留有足够的安装和检修空间。主体设备应按工艺流程紧凑、合理布置，主体设备周边应设有运输通道和消防通道，防火、安全、运行维护等应满足设计规范的要求，并应保证起吊设施作业要求。主体设备布置应考虑强烈震动和噪声对周边环境的影响，厂区噪声应符合 GB 12348 的规定。

4.8 易燃易爆及其他化学危险品应按相关标准和规范分类布置，设定安全卫生防护距离。

4.9 含氯有机废气处理工程应安装大气污染物排放连续监测装置，并与环保部门监控中心联网。连续监测装置应符合 HJ 76 的规定，运行和维护应符合 HJ 75 的规定，排放监测的样品采集方法应符合 GB/T 16157 的规定。

4.10 催化燃烧处理技术所用催化剂应无毒无害，且能有效抗氯中毒。

5 含氯有机废气的收集、输送与排放

5.1 收集

5.1.1 对产生逸散粉尘或有害气体的设备，宜采取密闭、隔离和负压操作措施。在确定密闭罩的吸气口位置、结构和风速时，应使罩口呈微负压状态，罩内负压均匀，防止粉尘或有害气体外逸，并避免物料被抽走。

5.1.2 污染气体应尽可能利用生产设备本身的集气系统进行收集，逸散的污染气体采用集气(尘)罩收集。配置的集气(尘)罩应与生产工艺协调一致，尽量不影响工艺操作。在保证功能的前提下，集气(尘)罩应力求结构简单，造价低廉，便于安装和维护管理。

5.1.3 当不能或不便采用密闭罩时，可根据工艺操作要求和技术经济条件选择适宜的其他敞开式集(尘)罩。集气(尘)罩应尽可能包围或靠近污染源，将污染物限制在较小空间内，减少吸气范围，便于捕集和控制污染物。

5.1.4 集气(尘)罩的吸气方向应尽可能与污染气流运动方向一致，利用污染气流的动能，避免或减弱集气(尘)罩周围紊流、横向气流等对抽吸气气流的干扰与影响。

5.1.5 吸气点的排风量应按防止粉尘或有害气体扩散到周围环境空间为原则确定。

5.2 输送

5.2.1 集气(尘)罩收集的污染气体应通过管道输送至净化装置。管道布置应结合生产工艺，力求简单、紧凑、管线短、占地空间少。

5.2.2 管道布置宜明装，并沿墙或柱集中成行或列，平行敷设。管道与梁、柱、墙、设备及管道之间应按相关规范设计间隔距离，满足施工、运行、检修和热胀冷缩的要求。

5.2.3 管道宜垂直或倾斜敷设。倾斜敷设时，与水平面的倾角应大于 45°，管道敷设应便于放气、放水、疏水和防止积灰。

5.2.4 管道材料应根据输送介质的温度和性质确定，所选材料的类型和规格应符合相关设计规范和产品技术要求。

5.2.5 管道系统宜设计成负压，如必须正压时，其正压段不宜穿过房间室内，必须穿过房间时应采取措施防止介质泄漏事故发生。

5.2.6 含尘气体管道的气流应有足够的流速防止积尘，其流速应符合 GB 50019 的规定。对易产生积尘的管道，应设置清灰孔或采取清灰措施。

5.2.7 输送含尘浓度高、粉尘磨琢性强的含尘气体时，除尘管道中易受冲刷部位应采取防磨措施，可加厚管壁或采用碳化硅、陶瓷复合管等管材。

- 5.2.8 输送含湿度较大、易结露的污染气体时，管道必须采取保温措施，必要时宜增设加热装置。
- 5.2.9 输送高温气体的管道，应采取热补偿措施。
- 5.2.10 输送易燃易爆污染气体的管道，应采取防止静电的接地措施，且相邻管道法兰间应跨接接地导线。
- 5.2.11 管道的漏风量应根据管道长短及其气密程度，按系统风量的百分率计算。一般送、排风系统管道漏风率宜采用 3%~8%，除尘系统的漏风率宜采用 5%~10%。
- 5.2.12 通风、除尘管网应进行阻力平衡计算。一般系统并联管路压力损失的差额不应超过 15%，除尘系统的节点压力差额不应超过 10%，否则应调整管径或安装压力调节装置。
- 5.2.13 输送污染气体的管道应设置测试孔和必要的操作平台。

5.3 排放

- 5.3.1 污染气体通过净化设备处理达标后由排气筒排入大气。
- 5.3.2 排气筒的高度应按 GB 16297 和行业、地方排放标准的规定计算出的排放速率确定，排气筒的最低高度应同时符合环境影响报告批复文件要求。
- 5.3.3 排气筒结构应符合 GB/T 50051 的规定。
- 5.3.4 应根据使用条件、功能要求、排气筒高度、材料供应及施工条件等因素，确定采用砖排气筒、钢筋混凝土排气筒或钢排气筒。
- 5.3.5 排气筒的出口直径应根据出口流速确定，流速宜取 15 m/s 左右。当采用钢管烟囱且高度较高时或烟气量较大时，可适当提高出口流速至 20 m/s~25 m/s。
- 5.3.6 应当根据批准的环境影响评价文件的要求在排气筒上建设、安装自动监控设备及其配套设施或预留连续监测装置安装位置。排气筒或烟道应按 GB/T 16157 设置永久性采样孔，必要时设置测试平台。
- 5.3.7 排放有腐蚀性的气体时，排气筒应采用防腐设计。
- 5.3.8 大型除尘系统排气筒底部应设置比烟道底部低 0.5 m~1.0 m 的积灰坑，并应设置清灰孔，多雨地区大型除尘系统排气筒应考虑排水设施。
- 5.3.9 非防雷保护范围的排气筒，应装设避雷设施。
- 5.3.10 对于可能影响航空器飞行安全的烟囱，应按 GB/T 50051 设置航空障碍灯和标志。

6 工艺要求

6.1 冷凝回收

6.1.1 一般规定

- 6.1.1.1 冷凝法适用于处理高浓度、高沸点的含氯有机废气，且可以达到回收原料的目的。
- 6.1.1.2 冷凝法一般要求废气浓度较高，无法处理低浓度废气，且处理低沸点低饱和蒸汽压气体时能耗较大。
- 6.1.1.3 废气经冷凝法处理后一般达不到排放标准，所以只作为车间预处理使用。

6.1.2 原理

冷凝法处理废气的原理基于不同物质在不同温度下的饱和蒸汽压。当高温废气经过冷却后，其中的水蒸气或有机物的蒸汽压会降低，达到饱和温度而冷凝成为液滴。通过冷却和冷凝过程，液滴和颗粒物得到分离，从而实现了废气的净化。

6.1.3 处理步骤

6.1.3.1 冷却

气进入冷凝设备后，首先经过冷却器，冷却器通常采用管换热器或板换热器等形式。冷却器内部通常装有冷却介质，如水或制冷剂，通过与废气接触，将其温度降低到较低的水平。冷却后的废气温度降低，使得其中的液体或固体成分能够从气相中分离出来。

6.1.3.2 冷凝

冷却后的废气流入冷凝器，冷凝器内部设有冷凝设备。冷凝器的选择根据废气中所含的成分来确定。常见的冷凝设备有冷凝管、冷凝罐、冷凝塔等，可以根据需要进行组合使用。冷凝器内部温度低于废气

中的饱和温度，使废气中的水蒸气液体有机物或其他成分冷凝成液滴或颗粒。这些冷凝的液滴或颗粒会在冷凝器内部积聚并下沉，由冷凝设备的排液系统排出。

6.2 催化燃烧

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 催化燃烧法净化气态污染物是利用固体催化剂在较低温度下将废气中的污染物通过氧化作用转化为二氧化碳和水等化合物的方法。

6.2.1.2 催化燃烧系统应由气体收集装置、催化燃烧装置、管道、风机、排气筒和控制系统等组成。

6.2.1.3 催化燃烧装置宜用于由连续、稳定的生产工艺产生的固定源气态及气溶胶态有机化合物的净化。

6.2.2 预处理

6.2.2.1 进入反应器的含氯有机废气应进行预处理，去除废气中的颗粒物和催化剂毒物，并调整废气中有机物的浓度和废气的温度湿度，以满足催化燃烧的要求。

6.2.2.2 颗粒物去除宜采用过滤及喷淋等方法，进入催化燃烧装置中的废气颗粒物质量浓度应低于 10 mg/m^3 。

6.2.2.3 废气中催化剂毒物的去除宜采用喷淋及吸收等方法。

6.2.2.4 进入催化燃烧装置的废气温度应加热到催化剂的起燃温度。

6.2.2.5 催化燃烧装置的进气温度宜低于 400°C ，否则应进行降温处理。

6.2.3 性能要求

6.2.3.1 经过催化燃烧净化后排放的废气应达到国家或地方排放标准，净化效率不应低于 95%。

6.2.3.2 选择换热器时应进行热平衡计算。当废气中有机物燃烧产生的热量不足以维持催化剂床层自持燃烧所需要的热量时，应在进入催化燃烧反应器前对废气进行加热升温到催化剂的起燃温度。

6.2.3.3 当废气中含有腐蚀性气体时，反应器内壁和换热器主体应选用防腐等级不低于 316L 的不锈钢材料。

6.2.3.4 选择的催化剂使用温度宜为 $200^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ ，并能承受 900°C 短时间高温冲击，正常工况下使用寿命应大于 8 500 h。

6.2.3.5 催化剂床层的设计空速应考虑催化剂的种类、载体的型式、废气的组分等因素，宜大于 10 000/h，但不宜高于 40 000 /h。

6.2.3.6 催化燃烧装置预热室的预热温度宜在 $250^\circ\text{C} \sim 350^\circ\text{C}$ 不宜超过 400°C 。

6.2.4 控制要求

6.2.4.1 催化燃烧工艺应装设自动控制系统，采用 PLC 或 DCS 控制。

6.2.4.2 催化燃烧工艺的控制内容包括：风机、阀门的开启与关闭，加热室、热交换室、反应室的温度控制等。

6.2.4.3 加热室和反应室内部应设具有自动报警功能的多点温度监测装置，并与温度调节装置联锁。所用温度传感器应按相关的技术标准和规范进行标定后使用。

6.2.5 安全要求

6.2.5.1 催化燃烧装置的进、出口处宜设置废气浓度检测装置，定时或连续检测进、出口处的气体浓度。进入催化燃烧装置的有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的 25% 以下。对于混合有机化合物，其控制浓度根据不同化合物的浓度比例和其爆炸下限值进行计算与校核。

6.2.6 催化床应设置防爆泄压装置，防爆泄压装置的设计、制造、运行和检验应符合 TSG 21-2016 的规定。

6.2.6.1 催化燃烧装置前应安装符合 GB/T 13347 规定的阻火器。

6.2.6.2 催化燃烧装置应整体保温，外表面温度不大于 60°C 。

6.2.6.3 催化燃烧装置前应设置事故应急排空管，排空装置与冲稀阀、报警联动，用排空放散防止爆炸。

- 6.2.6.4 催化燃烧工艺应采用具有防爆功能的风机、电机和电控柜。
- 6.2.6.5 其他安全要求应符合 GB 20101 的规定。
- 6.2.6.6 催化燃烧工艺应远离油库、储油槽、溶剂存放地以及其他可以引起爆炸的化学品存放地，满足消防、安全、环保的安全保护距离要求，消防安全保护距离应该按相关的技术标准和规范进行核定。

7 安全与职业卫生

7.1 一般规定

- 7.1.1 废气处理工程在设计、建设和运行过程中，应高度重视劳动安全和职业卫生，采取相应措施，消除事故隐患，防止事故发生。
- 7.1.2 安全和职业卫生设施应与废气处理工程同时设计、同时施工和同时投产使用。
- 7.1.3 应对劳动者进行劳动安全与职业卫生培训，提供所需的防护用品，定期进行健康检查。
- 7.1.4 废气处理工程的设计、建设，应采取有效的隔声、消声、绿化等降低噪声的措施，噪声和振动控制的设计应符合 GB/T 50087 及 GB 50040 的要求，风机噪声应符合 JB/T 8690 的要求。室内噪声和振动应符合 GBZ 1 的要求。

7.2 安全

- 7.2.1 废气处理工程在设计、安装、调试、运行和维修过程中应始终贯彻“安全第一、预防为主”的原则，遵守安全技术规程和相关设备安全性要求的规定。
- 7.2.2 废气处理工程的防火、防爆设计应符合 GB 50016、GB 50058、GB 15577 的要求。
- 7.2.3 建立并严格执行经常性和定期性的安全检查制度，制定安全事故应急预案。
- 7.2.4 可能突然放散大量有害气体或爆炸危险气体的建筑物，应设置事故通风装置。
- 7.2.5 输送和储存易燃、易爆物质的设备和管道应设置泄爆装置，并采取防静电接地措施，不得使用易积累静电的绝缘材料。
- 7.2.6 处理易燃易爆气体时，除控制处理气体的浓度、温度之外，在管道系统的适当位置，应安装符合相关规定的阻火装置。
- 7.2.7 电除尘器的壳体应可靠接地，接地电阻应不大于 $2\ \Omega$ 。
- 7.2.8 输送、处理高温气体的管道和设备应设置保温层或安全防护距离，防止烫伤。
- 7.2.9 外表面温度高于 $60\ ^\circ\text{C}$ 的管道和输送有爆炸危险物质的管道，其外表面之间及与建筑物之间应按规定设计安全距离。

7.3 职业卫生

- 7.3.1 职业卫生体系应符合 GB/T 45001 的要求。职业卫生设计应符合 GBZ 1、GBZ 2.1、GBZ 2.2 的要求。
- 7.3.2 操作(控制)室和工作岗位应采取采暖、通风、防尘和隔声等措施，防止职业病发生，保护劳动者健康。