

Analysis of waste gas treatment technology in industrial wastewater disposal

Lili Zhu

Fistar Precision Industrial Parts (Suzhou) Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215129, China

Abstract

Industrial wastewater treatment processes often generate exhaust gases, particularly volatile organic compounds (VOCs), hazardous substances, and odorous emissions during the collection, regulation, sedimentation, flotation, biochemical treatment, and sludge disposal stages of oily wastewater such as mold release agents and cutting fluids. These exhaust gases contain complex components with both irritant and environmental hazards. Direct discharge may endanger personnel safety and disrupt ecosystems. An integrated exhaust gas treatment system can be established through the design and optimization of exhaust collection and containment systems, pre-treatment safeguards for exhaust conveyance, alkali spray pretreatment systems, and activated carbon adsorption purification systems. This approach enhances treatment efficiency and minimizes environmental impact during industrial operations and development.

Keywords

industry; wastewater treatment; associated waste gas; control measures

试析工业废水处置中的废气治理技术

朱丽丽

菲斯达精密工业部件(苏州)有限公司, 中国·江苏苏州 215129

摘要

在工业废水治理过程中很容易会产生废气,尤其是在脱模剂、切削液等相应含油废水在收集、调节、沉淀、气浮、生化及污泥处理环节很容易会产生挥发性有机废气、有害物和异味气体。废气的组成成分较为复杂,兼具刺激性和环境危害性,若直接排放则很容易会威胁相关工作人员的人身安全并破坏生态系统。可通过废气收集与密闭系统、废气输送与预处理前保障系统、碱喷淋预处理系统、活性炭吸附深度净化系统的设计和优化构建一体化废气治理系统,提高废气治理效能,最大化的降低工业产业运行及发展过程中对环境的破坏和影响。

关键词

工业; 废水治理; 伴生废气; 治理措施

1 引言

经济社会的迅速发展使得现代化工业生产规模日益扩大,在工业生产的过程中废水排放体量也是相对较大的。而工业废水在处理期间很有可能会产生伴生废气,若不及时加以处理则很容易会影响生态环境和周边居民的身心健康。可通过废气收集处理设施的有效应用提高废气治理成效,打造完善的废气治理系统,工业企业可以从如下几点着手进行系统设计,保障废水治理过程中伴生废气的治理效果。

2 废气收集与密闭系统设计

废气收集与密闭系统设计可以避免废气无组织扩散进

而带来更大的影响。在密闭与通风设计上需根据构筑物的形态特点对通风设计和密闭设计作出适当调整,通过构筑物封闭、局部包裹、区域隔离等多种方式有效避免废气自由扩散的问题。此外,在密闭形式设计的过程中还应当充分考量运行维护需求和检修需求,分析如何在保证密闭效果的同时确保药剂投加、日常巡检、排泥、设备维修等相应工作能够正常开展。一般情况下,固定池体可以采用防腐轻质板材整体密封,而移动设备或操作频繁区域则可采用柔性密闭,配合可拆卸密封模块和快开式检修口满足操作需求。在此之后则需要集气设计和分区配置,可根据不同构筑物废气释放强度和空间分布特点确定不同的集气子区并设置集气点和支管,避免出现互相干扰或风量匹配不均的问题。在集气配置上需根据不同处理单元来确定集气布置方式并针对性地优化密闭形式,如表1所示。

【作者简介】朱丽丽(1987-),女,中国江苏苏州人,硕士,安全高工,环境中级工程师,从事环境管理研究。

表 1: 不同处理单元集气配置效果

处理单元类型	主要密闭形式	集气布置方式	控制重点
调节/均质池	固定式整体盖板	多点均匀集气	减少液面扰动, 防止泡沫外溢
气浮/隔油装置	整体密闭罩	顶部集中集气	降低浮油黏附, 提高收集纯度
生化处理池	分段密闭盖板	沿池长方向分布式集气	匹配曝气强度, 均衡负压分布
污泥处理区域	局部密闭+围挡	重点点位定向集气	控制高异味区域扩散

最后还需要做好负压和风量设计, 确保风量和负压能够满足废气收集需求, 避免出现过度抽吸或增加能耗问题。这就需要通过历史数据收集整合, 精准估算废气排放量、构筑物开放空间换气需求、管道漏损补偿, 然后对设计风量作出适当调整, 配合变频风机, 根据季节变化、进水波动、运行工况实时调节风量。同时在管道系统设计的过程中还可通过流速与坡度的适当调整有效避免油雾、冷凝水沉积的问题, 规避系统堵塞与腐蚀风险。

3 废气输送与预处理前保障系统

首先需科学选择材质, 尤其是输送管道应保障其抗粘附、耐温和防腐蚀性。一般情况下, 工程塑料、防腐金属材质都是较为常用且应用效果相对较好的材料, 其内壁光滑, 可以有效减少阻力, 避免废气沉积的问题。在管道布置中应确保管道顺直, 尽可能减少弯头和变径的使用, 这也可以有效降低系统阻力, 确保其负压传递稳定。可在主干管和支管处设置阀门或检修口及取样口, 为后续的分段调试、维护和监测提供更多的帮助^[1]。

在此之后, 可通过预分离与储水设计为后续废气处理提供更多帮助。一般情况下, 废气在运输期间可能会携带大量水汽或冷凝液, 若这些水汽和冷凝液直接进入处理设备则会影响到后续废气治理效果。例如, 若采用碱喷淋处理则会影响到碱喷淋的传质效果, 加重活性炭负荷, 因此做好预分离和储水设计是十分必要的, 可以在预处理的前端设计中借助重力沉降或惯性分离等多种方式有效去除废气中的大颗粒液滴、游离水和部分粘附性油雾, 进而有效降低后续处理环节的负担, 确保系统整体的稳定性和可靠性。需注意, 在废气输送与预处理前保障系统设计的过程中不需要添加复杂的动力设备, 应以扩容减速、流道优化为核心, 通过导流板的合理布设确保输送平稳, 避免出现涡流、夹带液滴等相应问题, 这也可以更好地降低系统投入使用以后的能耗和维护成本^[2]。

4 碱喷淋预处理系统

碱喷淋预处理系统的主要功能是完成油雾捕集, 做好酸性气体中和, 同时需要去除废气中的颗粒物完成废气的降温增湿, 为后续活性炭吸附提供良好的条件, 避免因油雾、酸性物质、颗粒物等相应物质进入后续处理环节致使活性炭微孔堵塞或吸附点位失效等相应情况的出现, 同时酸性物质和油雾的出现也会引发设备腐蚀, 降低设备寿命, 必须引起关注和重视。碱喷淋系统可以设置立式塔体, 其主要构成包含进气段、喷淋段、填料或传质构件、除雾端、集液端等等。

在废气输送中废气先从塔底进入向上蔓延, 塔顶部会向下喷洒吸收液, 通过逆向接触保障接触效果和吸收效果。在此基础上可通过内部构件的适当优化和调整进一步推动气液接触, 减少压力损失。在喷淋系统设计中需保证布水均匀, 能够有效覆盖截面, 尤其需要注意规避偏流、沟流等相应问题。同时还需要设置循环系统, 借助循环泵、管路、加药口、过滤器、排液口等相应组件为吸收液的循环使用提供更多的帮助, 确保系统整体运行的稳定性和可靠性。在吸收液选择上可以以碱性溶液为主, 保障其对废气的 pH 值中和效果。为了更好地提高废气治理成效, 还可以通过自动控制逻辑的设计根据废气实际情况及系统运行状态对药剂投加量和排泥量做出适当调节, 始终保障吸收液性能。在吸收液循环系统设置中应添加过滤环节, 避免在塔内累积杂质和油泥, 进一步降低管路和喷嘴的堵塞概率。塔顶部可通过除雾结构的设置将细小液滴截留, 避免液体进入活性炭单元, 进而降低湿度对吸附过程所产生的影响和冲击^[3]。

5 活性炭吸附深度净化系统

经过碱喷淋预处理系统处理后的废气其内部仍旧存在挥发性有机物和异味物质, 还需要进一步处理才能够达到排放标准, 这时则需要构建活性炭吸附系统达成最终净化的目标。在吸附系统设计中可采用箱式或塔式结构设置气流分布板、支撑结构、装填区、检修更换口等相应组件, 废气会通过水平或垂直的方式匀速流入到吸附结构当中, 保障其停留时间充足, 进而确保吸附效率。在进气分布区、活性炭装填层、支撑和格栅、检修更换口等不同组件设计中主要设计内容及目标存在一定差异^[4]。例如, 进气分布区应设计中以保障气流均匀、避免偏流与短流问题为核心进行设计。在活性炭装填层设计中需要关注吸附容量和接触时间问题。在支撑与格栅层设计中需关注能否稳定承托、能否有效减少阻力。在检修更换口设计中则需着重关注能否为后续更换、维护及作业提供帮助, 具体设计内容如表 2 所示。

表 2: 活性炭单元结构与设计内容

结构组成	主要设计内容	设计目标
进气分布区	导流、均流、整流	气流均匀, 避免偏流与短流
活性炭装填层	厚度、孔隙率、装填密度	保证吸附容量与接触时间
支撑与格栅	强度、通透性、防漏料	稳定承托, 减少阻力
检修更换口	尺寸、密封、操作空间	便于更换、维护与安全作业

为了确保活性炭单元能够稳定运行,在系统设计中还需要通过防静电、防雷、阻燃、防爆等安全措施的有效应用更好地规避各类潜在安全风险,此外,活性炭的吸附能力会随着使用时间的增加逐渐变弱,因此在系统设计中还需要设置监测口,实时监测进出口的浓度、压差、温度等相应指标,判断吸附状态是否达到标准,若排放的废气无法达到相关文件要求则需要及时更换活性炭定期^[5]。

6 系统联动

在废气治理的过程中需通过各单元的有机融合形成完整的系统,进而提高废气治理效果,因此做好系统联动是十分必要的。而在系统联动上需要关注联动控制逻辑设计、防腐防堵和长效运行设计以及排放与末端管理设计等相应关键点。首先在联动控制逻辑设计上应以故障联锁保护、同步启停、风量联动调节为核心,明确不同设备的启停顺序,依次开启风机、循环泵、加药装置等相应设备,避免在系统运行的过程中出现气流冲击、液阀过载等相应情况。同时在系统运行期间可借助人工智能技术、传感器技术等相应现代化技术实时监测系统风压、pH值、液位、压差等相应参数,自动调整控制指令,为异常提醒、自动保护提供更多帮助,提高系统运行的安全性和智能化水平。在防腐、防堵和长效运行设计中需要考量到废气中可能含油、含水和酸性成分,因此必须通过防腐处理,延长系统使用寿命。在系统设计及构建的过程中需要从材质、涂层、结构、排水等多个维度分析如何提高耐久性,同时避免积液问题,这也可以延长仪器设备及系统的使用寿命。在此基础之上则需要关注系统结构,分析哪些位置为易堵塞位置,通过放大管径、流速控制、定期排污、自动冲洗、过滤保护等多种方式,减少对人工维

护的依赖性并保障系统设备运行的稳定性。此外,在设备布局的过程中还需充分考量后续的运行强度和运维需求,预留检修通道,为易损件的更换、耗材的补给提供更多便捷。最后在排放与末端管理设计中需要通过数据资料的收集整理明确相关文件要求,确定排气筒的高度、位置和出口,为日常监测与防护提供更多的帮助。在此基础之上可通过降噪、防风、防雨处理确保其运行的稳定性和可靠性^[6]。

7 结语

在工业废水处置中废气治理技术的合理应用可更好地保护生态环境,维护生态平衡,尤其是脱模剂、切削液等相应含油工业废水处置过程中会产生较大体量的挥发性气体,若不及时加以处置则很容易会威胁生态环境。可通过“密闭收集+碱喷淋+活性炭吸附”系统的构建为工业企业的废气治理提供更多的帮助,有效解决废水处理中伴生废气治理不达标的问题,提高治理成效。

参考文献

- [1] 吴永琼. 浅谈工业废气治理效率的主要影响因素及提升建议 [J]. 皮革制作与环保科技, 2025, 6 (23): 132-134.
- [2] 何伟,向瑾. 环境监测视角下的现代工业废水废气治理措施研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2025, 6 (19): 56-58.
- [3] 黄晓萍. 环保工程中活性炭吸附工艺在工业有机废气治理中的应用研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2025, 6 (16): 131-133.
- [4] 刘基华. 工业废水处置中的废气治理技术探究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2025, 6 (11): 98-100.
- [5] 王程. 工业化背景下工业废水处置中的废气治理技术研究 [J]. 清洗世界, 2024, 40 (06): 105-107.
- [6] 杨蕾英. 工业废水处置中的废气治理技术分析 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5 (08): 90-92.