

浅谈危险废物收储仓库废气治理工程研究

王丹

徐工（邳州）环保科技有限公司 江苏 徐州 221300

【摘要】：危险废物收储过程中物料散发的无组织废气成分复杂，物性差异大、浓度低。为促进环境友好型、和谐型工厂建设，对危险废物处置中心仓储废气分类有效收集，采用组合式工艺“干式过滤+喷淋+除雾+活性炭”进行净化治理，以最经济的投资和运行成本，达到最好的去除效率。

【关键词】：危险废物；收储；废气

引言

危险废物集中处置中心，在物料收储、配伍、上料等多环节会有成分较为复杂的废气产生，大多处置中心厂内异味明显，不仅污染大气环境，员工舒适度也明显降低。以仓库为例，其体积大，物料成分复杂，因此产生的废气具有气量大、气质复杂的特点。江苏某新建危险废物焚烧企业，针对物料收储仓库产生的无组织废气经多方论证和研究，制定了较为科学和完整的废气治理方案，为大气污染防治攻坚战和蓝天保卫战助力。

1 基本情况

1.1 废气产生源

以项目中1#仓库为例（下文同），建筑面积1800.0m²，净高7.0m，内部设置四层重型危险废物货架，物料主要以桶装、吨袋形式包装上架。初步核算1#仓库最大储存量为1395吨。

1.2 废气成分预测和排放限值

根据服务区域主要危险废物类型和类似项目经验，综合考虑风险最大原则，推测1#仓库内产生的废气情况如表1所示。同时，综合国家和地方对废气污染物的管控要求制定了更严格的排放标准，各指标排放限值如下表：

表1 废气主要成分预测和排放限值要求

污染因子	废气产生情况		废气排放情况	
	浓度 (mg/m ³)	产生量 (吨/年)	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	最高允许排放速率 (kg/h)
颗粒物	6.65	4.078	16	0.8
NH ₃	5.7	3.495	48	1.6
H ₂ S	0.618	0.379	/	0.8
VOCs	20	12.264	/	0.08

1.3 风量设计

根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》关于通风的要求，换气次数按每小时5次计，设计风量为70000m³/h。

2 废气收集系统

针对危险废物处置企业的生产特点，推行清洁生产理念是提高废气收集和治理效果的有效手段，一是可以从源头上削减废气污染物排放量，另外也可以减少有效物料挥发损失。

所以，本项目废气收集遵循“应收尽收，分质收集”和清洁生产的基本原则，根据1#仓库内物料及存放的特点，废气排放以面源排放方式为主，所以仓库内采用整体换气，导管导出的方式。

2.1 通风风管设计

参照《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》和《通风管技术规程》等相关通风技术规范，并从空间布局、风阻、经济等方面进行综合比较，选择较为科学合理的气体流速，进而确定风管的尺寸。

$$\text{计算公式: } D=2\sqrt{\frac{Q}{3600\pi u}}$$

式中：D-风管直径，m；Q-风量，m³/h；U-风速，m/s。

其中，风速（U）取值干管为6-14m/s，支管2-8m/s^[1]。

2.2 吸风口的的设计

本项目参照国标《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》和《风口选用及安装》等相关技术规范进行吸风口的的设计。吸风口的面风速根据距离货架和物料距离不同在1-4m/s取值设计。

主管道上吸风口布置间隔在4-6m一个，支管上吸风口以下部为主，均匀合理布置，控制抽风空间的风量流动，保

持整个空间的微负压。

3 废气处理工艺方案

3.1 工艺方案比选

目前常用的废气治理工艺及其适宜条件如表 2 所示：

表 2 不同废气净化工艺的综合比较

废气处理工艺	工作主体	适宜气体成分	优点	缺点
吸收法	物理吸收：水	水溶性气体	针对特定组分，去除效率较好	耗水量大，有二次污染
	化学吸收：酸碱	碱酸气体	去除效率高，反应快	有二次污染，气体浓度高时，需采用多级吸收
	化学吸收：氧化剂	含微生物，易氧化气体		
活性炭/纤维吸附法	活性炭	低浓度各类有机/无机气体	设备简单，一般用于末端废气治理，为提高处理效率，可在前端配预处理	二次污染，运行维护工作量大，运行成本高 ^[2]
蓄热燃烧法	蓄热焚烧炉	中高浓度有机气体	处理效率 95% 以上，应用性广	设备和运行费用高，温度控制复杂，需添加辅助燃料燃烧
等离子法	高压电场发生器	低浓度、性质相对活泼的气体	占地面积小、后期运行便捷和初期投资及运行费用低	废气去除效率不高，一般需要组合其他工艺，有安全风险
UV 光解催化法	特定紫外线灯管	低浓度、性质相对活泼气体	占地面积小、后期运行便捷和初期投资及运行费用低	去除效率不高，通常需要组合其他工艺进行废气处理
生物法	微生物菌群	低浓度有机气体	针对特定有机恶臭有较好效果，处理效率 80% 左右	占地广、投入高，运行管理复杂，成分浓度需稳定

综合以上废气处理工艺优缺点和本项目废气气量大、成分复杂的特点，拟用“干式过滤→逆流喷淋→除湿除雾→活性炭吸附→引风机→排放”工艺处理。

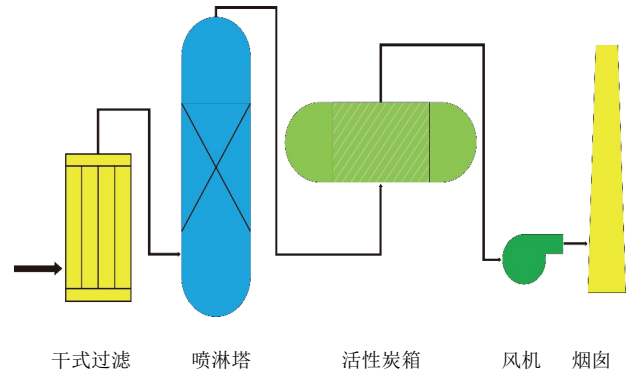


图 1 废气处理工艺流程图

第一步：通过干式过滤器预处理，去除颗粒物；

第二步：通过碱喷淋塔预处理，去除氨气、硫化氢、酸性及可溶性有机气体，降低后续活性炭的吸附压力；

第三步：通过除湿除雾塔，去除水汽液滴或含有水雾的异物，保证活性炭的吸附效率；

第四步：通过活性炭吸附，去除大部分废气污染物；

第五步：通过节能风机，高空排放。

3.2 工艺方案说明

3.2.1 干式过滤

废气中会含有粉尘，方案中设置 G4 初级过滤器对废气进行过滤，降低后端废气处理设备的负荷。G4 级初效过滤器以无纺布、玻璃纤维等为滤料，设置成楔型折叠型以加大过滤面积，金属丝网夹紧或内置金属龙骨架支撑，配以金属外框，制成板式结构的专用过滤器设备。

当含尘空气通过过滤器后，过滤器前后压差随滤尘增加会上升，当上升到终阻值时，压差变送器即输送信号到 PLC 报警。

3.2.2 喷淋塔

喷淋塔是以塔内的填料作为气液两相间接接触构件的传质设备（图 2 所示），气体从塔底送入，经气体分布装置分布后，与液体呈逆流连续通过填料层的空隙，在填料表面气液两相密切接触进行传质^[3]。

填料塔属于连续接触式气液传质设备，两相组成沿塔高连续变化，在正常操作状态下，气相为连续相，液相为分散相^[4]。

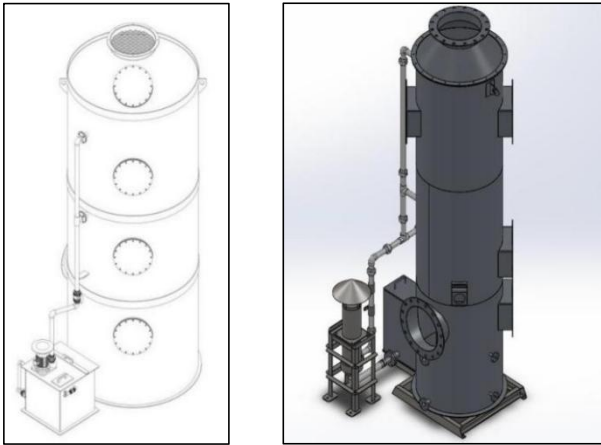


图2 喷淋塔结构图

本项目喷淋塔的主要设计参数包括空塔气速 $\leq 1.8\text{m/s}$, 填料停留时间约2s, 液气比 2.5L/m^3 。

3.2.3 除雾除湿系统

除雾除湿系统主要用于去除喷淋塔出口的水雾, 采用丝网除雾器, 丝网除雾器主要是由丝网、丝网格栅组成丝网块和固定丝网块的支承装置构成, 丝网为各种材质的气液过滤网, 气液过滤网是由金属丝或非金属丝组成^[5]。丝网除雾器对雾沫去除效率高, 可有效吸收经过吸收塔气体中夹带的液滴, 降低气体中的含水量, 减少后续活性炭吸附效率的衰减和延长装置及风机等的使用寿命。

本方案中采用的是将除雾器内置于喷淋塔的顶部, 以节

参考文献:

- [1] 冯可.面向通风需求的涡簧储能装置设计及性能仿真[D].西南交通大学,2017.
- [2] 岳战林.含汞污泥制作路砖的研究[J].石化技术与应用,2009,27(4):340-342.
- [3] 曲艺强,伍桂梅,徐永.二号白油汽提塔液位波动原因及解决措施[J].广东化工,2015,042(023):177,179.
- [4] 傅昊.液控压缩空气储能系统原理及运行策略研究[D].华北电力大学(北京).
- [5] 黄彬杰.丝网除沫器分离性能及流动阻力实验研究[D].天津大学.
- [6] 谢一乐.丝网除沫器的设计与计算[J].医药工程设计,1986(02):9-17.

省处理系统的整体占地面积。

3.2.4 活性炭吸附系统

活性炭的吸附能力就在于它具有巨大的比表面积, 以及其精细的多孔表面结构。废气穿过活性炭吸附床层后, 废气中的污染因子在活性炭吸附力作用下, 吸附于活性炭的微孔中。

活性炭吸附的过程示意如下图所示:

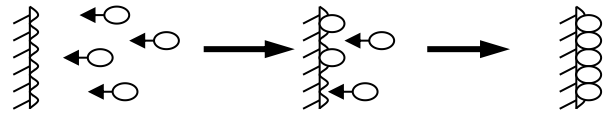


图3 活性炭吸附过程

目前, 国内废气治理主流工艺中, 活性炭吸附工艺应用范围较广。一般情况下, 各工艺除了结构形式不同之外, 最主要的是填料装填量、填料性能等方面的因素导致处理效果有不同。本项目所选用填料为优质柱状颗粒活性炭, 吸附面气速按 0.6m/s , 吸附停留时间按 0.7s 设计, 可充分保证活性炭系统的吸附性能。

4 总结

目前废气污染控制技术各有千秋, 针对危险废物治理行业物料来源广泛, 成分复杂的特点, 在实际应用过程中, 可以使用多种技术相结合, 以此寻求稳定、高效、经济的治理技术, 而非追求所谓的高端技术带来的“负环境”效应。