

# 工业废水处理装置中的废气治理技术及应用研究

薄蕾

国能神东煤炭集团矿业服务公司

DOI:10.12238/jpm.v6i9.8430

**[摘要]** 目前,我国工业企业运营发展中,重点关注的内容就是废水废气处理。在科技水平提升的背景下,面对日益复杂的废气种类,也需要通过多种新技术的应用,有效治理废气。从当前来看,工业废水处理装置中的任意废气治理技术,都有优缺点存在,所以具体选用时要做好判断、分析方面的工作,以选用合理且适用的处理技术,达到有效处理和净化环境的目的,为我国工业走向可持续发展之路夯实基础。本文通过具体案例分析工业废气治理技术应用,期望能够为相关人员提供参考。

**[关键词]** 工业;废水处理;废气治理技术;应用

**[中图分类号]** TU318

## Research on Waste Gas Treatment Technology and Application in Industrial Wastewater Treatment Plant

Bo Lei

Guoneng Shendong Coal Group Mining Service Company

**[Abstract]** Currently, in the operation and development of industrial enterprises in China, the focus is on wastewater and exhaust gas treatment. Against the backdrop of technological advancement, facing increasingly complex types of exhaust gases, it is also necessary to effectively manage them through the application of various new technologies. From the current perspective, any waste gas treatment technology in industrial wastewater treatment facilities has its advantages and disadvantages. Therefore, when selecting, it is necessary to make good judgments and analyses in order to select reasonable and applicable treatment technologies, achieve effective treatment and purification of the environment, and lay a solid foundation for China's industrial development towards sustainable development. This article analyzes the application of industrial waste gas treatment technology through specific cases, hoping to provide reference for relevant personnel.

**[Key words]** industry; Wastewater treatment; Waste gas treatment technology; application

### 引言

工业化进程是衡量一个国家经济社会发展水平的参考指标。但是,在国家不断倡导可持续发展理念的形势下,在推进工业化进程的过程中,也需要对工业生产过程中产生的废气与废水进行妥善处理,实现工业发展与生态环境的协调发展。但是,工业生产过程中产生的废水成分异常复杂,净化难度非常大,因此工业企业应对废水处理装置中的废气治理给予高度重视。只有对废气进行针对性的分析,并选择出针对性的废气治理技术,提高废气治理效果,才能够提高工业废水处理装置的运行质量,为工业生产的可持续发展提供保证。

### 1 案例分析

炼焦行业的废气表现出多种特性。炼焦产生的有害气体,由于其形成时具有高温高压条件,因而含有大量热能及压力,必须进行适当的处理以降低环境污染影响,焦化作业排放的气体,其成分复杂引人注目,包括了一氧化碳、二氧化碳、硫化氢等有机及无机化合物,如氨、氢气等,其中部分成分对人的健康形成危害。某炼铁厂焦化分厂,目前在用的有7座顶装焦炉(3座6米焦炉、2座7米焦炉、2座7.63米焦炉),配套建设有新生化和老生化2座酚氰废水处理站。焦化废水处理过程中,VOCs主要是因为挥发和吹脱作用产生的,其废气成分大部分是芳香烃,以及少量烷烃、烯烃等,其中芳香烃含量占比

为 98.64%、烷烃占比为 0.03%、烯烃占比为 0.52%；在芳香烃中，苯是主要成分，其含量占芳香烃的 80.24%；同时在焦化废水处理过程的厌氧条件下，厌氧微生物的代谢活动会产生甲烷、氨、硫化氢、二氧化硫、硫醇、胺类等异味气体。这些排放物中污染物的浓度较高，可能对环境 and 人体健康构成威胁，同时，焦化过程中排放的气体一般具有高温高压的特性，并可能含有大量粉尘和有害气体，因此，对于焦化产业来说，实施有效管理控制焦炉废气排放，减少对环境 and 公共健康的负面影响，是确保环境安全 and 生产安全的重要问题<sup>[1]</sup>。

## 2 工业废水处理装置中的废气治理技术应用

### 2.1 废气收集系统

对焦化废水处理站的敞开液面进行加盖，设置废气收集管道。老生化水站加盖的敞开液面有：除油池、贮油池、事故池、HLA 池、缺氧池、好氧池、沉淀池；新生化水站加盖的敞开液面有：除氧预处理池、调整槽、缺氧槽、好氧槽、后置反硝化槽及再曝气槽。加盖改造采用“钢骨架支撑（内侧）+玻璃钢盖板”的形式进行密封，盖板可单独拆卸、安装，表层涂抗紫外线树脂防晒老化。在密封罩体上预留活动盖板，不影响水处理设备的正常运行并且方便观察、检修。玻璃钢盖板上安装集气口收集液面逸散气，废气通过玻璃钢管道进入处理系统。

### 2.2 活性炭吸附法

在工业生产领域中，很多企业都会选择吸附技术来处理废水。在吸附技术应用中，活性炭是最常用的一种吸附剂。活性炭内部存在着大量的孔隙，废气微小分子在穿越这些孔隙的过程中，就会被吸附在这些孔隙上。鉴于活性炭的独特结构，其会被安排到专门的废气治理环节中，通过废气的预处理，保证工业废水与工业废气的同步处理。但是，活性炭的孔隙数量决定了其吸附功能的高低。企业如果需要处理的废气量比较大，必然需要投入较多的活性炭数量。同时，为了保证活性炭对废气中有害物质的有效吸收，工作人员还需要对活性炭的使用情况予以实时观察，及时将达到饱和状态的活性炭替换下来，以此来保证废气的处理质量与处理效率。有研究显示，某工业废水处理装置中涉及的废气有硫醇、苯酚、甲苯等，且废气浓度较高，在处理废气中将 4 个活性炭吸附柱串联的情况下，就能够保障废气达到排放标准。这一过程，活性炭吸附柱的吸附能力处在 2649sou/kg-14003sou/kg 的范围内。对于大湿度的废气来说，应用该方法无法获取理想化的效果，尤其是使用中有局限性因素存在，所以该方法在干燥脂肪类、醇类废气等的治理中相对适用<sup>[2]</sup>。

### 2.3 微生物代谢法

微生物，也能够发挥一定的工业废气处理作用。该方法的原理是基于特殊筛选和驯化的工程菌的应用，有效去除废气内的污染物质，同时通过氧化分解，将污染物中有害物质、元素有效去除。一般情况下，在利用微生物处理工业废气的时候，需要先通过扩散处理手段，使异味污染物均匀地附着在生物填料表面，并逐步向微生物体内转移。这样，就可以利用微生物

自身的代谢功能，对异味进行分解。在微生物代谢技术的应用过程中，需要先后经过以下三类设备。第一，预处理塔，其主要功能有两个，即异味污染物的预处理与出油填料的设置。第二，水洗塔，其主要功能是对异味气体浓度的控制，并使废气达到允许排放的标准。第三，生物塔，其主要功能则是对异味气体进行治理，使其合法、合规地排放到大气环境当中。

### 2.4 废气燃烧处理法

这种处理方式强调的是先燃烧后排放，处理效果相对突出。常见的燃烧方式有催化燃烧、蓄热燃烧。从蓄热燃烧的角度进行分析，包含的构成部分主要有蓄热室、换向阀、燃烧装置等，原理是先设定燃烧装置，同时确保其处于工作状态，之后废气会通过换向阀向蓄热室内进入，进而转化为一种燃烧介质。而在蓄热室内进入高温体的情况下，控制燃烧介质温度并使其处在比炉温状态低的情况下，燃烧介质会通过火道向炉内进入，这样即可使弥散混合燃烧的得以良好实现。催化燃烧技术实际上就是一种纯粹的催化氧化技术，利用催化剂将 VOCs 与大气中的氧进行低温（350℃）氧化处理，目前最常见的催化剂为贵金属（如铂、钯等）。贵金属（如铂、钯等）具有良好的催化性能和较高的安全性能，而廉价的非贵金属催化剂，由于其价格低廉，成为研究热点。但是其催化活性相对较差，限制了其在实际中的应用。可以采用浸渍法制备 Pd-Pt-Ce/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 催化剂，发现增加催化剂用量可以显著改善其催化性能，且当 P、Pt、Ce 含量分别为 0.05%、0.005%、1% 时，该催化剂在较低温度下仍能获得较好的脱除效果。在催化燃烧技术的应用过程中，可以利用催化剂加速 VOCs 的氧化反应，将其转化为二氧化碳和水，相比于直接燃烧，这种方法可以在较低的温度下进行，大幅降低能源消耗并减少了氮氧化合物等副产品的生成。在技术应用过程中，为切实保证催化燃烧效果，应当选择适当的催化剂，提高反应效率，确保处理效果。同时，也应当有效控制催化剂反应情况，防止产生新的毒性物质。上述燃烧技术的应用中，虽然去除率和达标能力一致，但也有不同点（见表 1）。

表 1 两种燃烧方法异同点对比

| 项目                   | ROT（蓄热燃烧）  | ROC（催化燃烧） |
|----------------------|------------|-----------|
| 反应温度                 | 800℃~1000℃ | 300℃~500℃ |
| 是否产生 NO <sub>x</sub> | 产生         | 不产生       |
| 是否产生二噁英              | 处理含氯废气时产生  | 不产生       |
| 技术投入                 | 高          | 低         |
| 运行投入                 | 高          | 低         |
| 反应停留时长               | 长          | 短         |

### 2.5 光催化法

光催化废气处理工艺原理：采用特定紫外线波段，并在特定催化氧化剂的作用下，将氧气催化转化为负氧离子，进而对废气分子进行氧化还原反应的特殊处理方法。在国内广泛应用的光化学反应清除污染的装置，一般配备有双重波长紫外光灯管，并以二氧化钛作为化学反应的促进剂。光催化是一种常温

下将 VOCs 直接转化为非有毒有害物质的技术。利用风道式反应器,以甲醛、甲苯和苯三种典型气体作为试验气体,研究其在光催化过程中各种成分之间的相互作用。试验结果表明,该方法对单组分 VOCs 均有较好的去除作用,且在 72 分钟之内对废气成分的去除率可达 60%~75%;对双组分有机物进行光催化反应时,目标组分的转化率会受到另一组分的影响。光催化法处理 VOCs 因其高效、适用范围广、反应条件温和等优势,特别适用于小风量、低浓度有机污染物的处理,且在处理恶臭气体方面具有良好的应用前景。当前市场上,光催化氧化法被广泛应用于处理挥发性有机化合物(VOCs)的设备中,采用的是紫外光管来进行降解,然而,这种方法受到诸多因素的影响,包括催化材料的性能、粉尘的干扰、反应时间的限制、湿度和废气浓度等条件的制约。此外,该过程还会产生中间副产物,不仅降低了处理效果,还可能加剧污染的排放,带来了巨大的环保责任风险<sup>[3]</sup>。

## 2.6 液体吸收法

吸收法主要利用吸收剂对 VOCs 组分的溶解性,通过气液接触实现对污染物的吸收,常用的吸收剂有水及柴油等有机溶剂,该法适用于中高浓度的有机废气,因处理效率不高,难以实现尾气达标排放,同时存在污染物从吸收液中二次挥发造成污染及吸收液的处理等二次污染问题较难解决,目前该法主要用于预处理工艺使用。近年来,通过吸收剂的优化及吸收装置的改进等研究,吸收法的处理效率有一定地提高,二次污染等问题有望得到更好的解决。液体吸收法是一种基于废气中的有机物与吸收液之间的相似相溶性原理,通过接触使有机物从气相转移到液相中,从而达到净化废气的目的。吸收液的选择是液体吸收法的关键步骤,通常吸收液需要具备与废气中的有机物良好的相容性,以便能够有效地吸收和转移有机物,常见的吸收液包括液体石油类物质、表面活性剂和水组成的混合液。近年来,环糊精作为有机卤化物的吸收材料也取得了良好的效果。为了确保废气与吸收液充分接触,需要设计合理的吸收设备,如喷淋塔、填料塔等,这些设备通常具有较大的接触面积和良好的气流分布,以提高吸收效率,

图 1 所示为有机废气液体吸收法流程图。

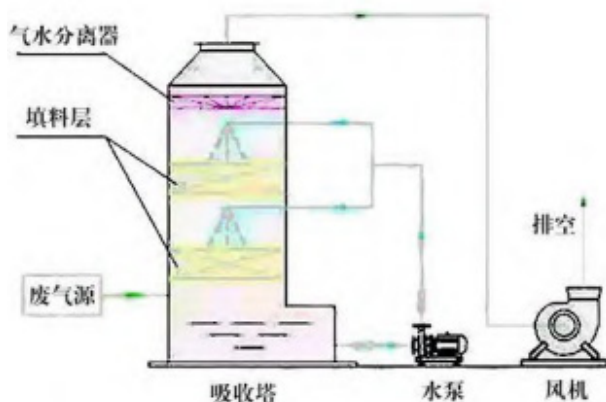


图 1 有机废气液体吸收法工艺流程图

## 2.7 低温等离子体法

作为废气管理领域一种拔地而起的新技术,低温等离子体处理法在焦化厂处理挥发性有机排放物方面展现出极大的发展潜力,然而,技术的深入探索与完善仍不可或缺。低温等离子体技术是一种有效的焦化厂挥发性有机废气(VOCs)治理方法,主要利用在电场作用下产生的高能电子与废气中的 VOCs 分子发生作用,引发一系列物理和化学反应,从而实现 VOCs 的去除或分解。低温等离子处理技术是指将有机废气在低温下通过高频电子源分解和氧化,进而将有机废气中的有机物转化为无害物质的过程。但由于各设备生产企业技术参差不齐,大部分低温等离子体设备处理效率极低,且存在较大的安全隐患,目前多地已禁止使用该技术。低温等离子法的原理是通过氧化剂的氧化作用净化废气。与其他技术相比低温等离子体有以下优点:等离子体反应器内的阻力微乎其微,因此该体系的动力损耗极低;设备为模块化组件构成,拆卸、安装、转移较为方便;设备可直接打开或停止,无需耗时的预热;占地面积小;机器抗颗粒物影响的能力较好,无需在进气口加装油雾过滤装置。针对工厂的废气,通常情况下会在低温等离子体时,也在工艺前后串联催化法,联用两种方法以增强污染物去除性能。在对等离子体发生器的设计与运行中,设计并安装合适的等离子体发生器,这些发生器通常通过电场、微波、高频等方式激发气体产生等离子体,在运行过程中,需要控制发生器的功率、频率和气体流量等参数,以产生稳定且高效的等离子体。在进入等离子体反应器之前,废气可能需要进行预处理,以去除其中的颗粒物、水分和其他杂质,有助于确保等离子体与有机物的有效接触,提高处理效果。经过预处理的废气进入等离子体反应器,与高能电子、离子和自由基等活性粒子发生碰撞和反应,这些反应包括氧化、还原、裂解等,能够将有机物转化为低毒性或无毒性的物质,如二氧化碳和水。为了确保废气中的有机物得到充分处理,需要有机物在反应器中保持一定的停留时间,通过优化反应器的设计和操作参数,提高等离子体与有机物的反应效率<sup>[4]</sup>。

## 3 结束语

综上所述,现代工业的不断发展引发了环境污染问题,企业在工业生产中会排放废水废气,所以相关企业务必要按照实际情况合理地选择治理方法,以防止工业废弃物破坏环境,并不断优化现代工业废水废气治理工作。

## [参考文献]

- [1]刘妍,朱蕾.简述工业废水处理装置中的废气治理技术[J].皮革制作与环保科技,2023,4(13):25-26+32.
- [2]周福彩.工业废水处理装置中的废气治理技术分析[J].中国高新科技,2023(13):110-112.
- [3]张舰伟.工业废水处理装置中的废气治理技术[J].化工设计通讯,2020,46(4):241+250.
- [4]唐小东.研究工业废水处理装置中的废气治理技术[J].化工设计通讯,2020,46(8):235+247.