

## 水煤浆制备装置 VOCs 治理总结

李 锦

兖州煤业榆林能化甲醇厂, 陕西 榆林 719000

**[摘要]** 我公司两套甲醇项目配备的水煤浆制备装置磨煤液体均采用下游系统有机废水回用参与磨煤, 来实现减少污水处理负荷和降低处理水外排量。在磨煤过程中有机物挥发产生的严重异味损害操作人员健康, 针对此情况甲醇厂采取磨煤中挥发的有机气体洗涤回收, 增加活性炭吸附去除尾气异味的方式治理磨煤液挥发产生的异味问题。治理后实现了去除异味, 排放气检测非甲烷总烃 $<50\text{mg}/\text{Nm}^3$  达标排放。

**[关键词]** 煤浆制备; 有机废水; 非甲烷总烃; 活性炭

DOI: 10.33142/sca.v4i3.3998

中图分类号: X786

文献标识码: A

## Summary of VOCs Treatment in Coal Water Slurry Preparation Plant

LI Jin

Yulin Energy Chemical Methanol Plant of Yanzhou Coal Industry Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

**Abstract:** The coal pulverizing liquid in the coal water slurry preparation unit of our company's two sets of methanol projects adopts the reuse of organic wastewater in the downstream system to participate in coal pulverizing, so as to reduce the sewage treatment load and the discharge of treated water. In the process of coal grinding, the serious odor caused by organic matter volatilization damages the health of operators. In view of this situation, methanol plant adopts the method of washing and recovering volatile organic gas from coal grinding and increasing activated carbon adsorption to remove the odor of tail gas to treat the odor caused by coal grinding liquid volatilization. After treatment, the odor can be removed and the total non methane hydrocarbon detected by exhaust gas is less than  $50\text{mg} / \text{nm}^3$  discharge up to standard.

**Keywords:** coal slurry preparation; organic wastewater; non methane hydrocarbons; activated carbon

### 1 项目背景

兖州煤业榆林能化有限公司甲醇厂一期 60 万吨甲醇项目和二期 90 万吨甲醇项目的两套煤浆制备装置使用的磨煤水源均为下游装置中的生产废液回用进行磨制煤浆, 含有有机物的废水回用到煤浆制备是因为这部分有机物在煤气化反应中能够重新生成碳氧化物为生产甲醇所用, 生产废水回用另一个主要原因是减少污水处理装置处理有机废水的环保压力。进磨煤机的水源状况如下表 1:

表 1 煤浆制备的水源状况如下

磨煤水源	项目	正常	最大	单位	备注
自低温甲醇洗废水	流量	8.146	8.961	t/h	连续
	温度	40	65	℃	
	CH <sub>3</sub> OH	0.0005	0.001	% (wt)	
	H <sub>2</sub> O	99.9995	99.999	% (wt)	
自甲醇精馏废水	流量	20.925	49.220	t/h	连续
	温度	40	65	℃	
	CH <sub>3</sub> OH	0.01	0.2	% (wt)	
	H <sub>2</sub> O	98.71	97.75	% (wt)	
	NaOH	0.48	0.85	% (wt)	
	其他有机物	0.8	1.2	% (wt)	

含有多种有机物的生产废水温度 40~65℃、流量 30~58t/h 进入煤浆制备装置中参与磨煤。磨煤制浆过程中有机

易挥发组分导致煤浆制备厂房及周边挥发性有机物超标。厂内煤浆制备挥发出来的异味非常严重，操作人员劳动环境恶劣，需要佩戴空气呼吸器进入现场操作。异味主要是磨煤液体中多种有机物挥发产生的，这些挥发性有机物统称为 VOCs。VOCs 中包括非甲烷烃类、含氧有机物、含氮有机物、含硫有机物等，是形成臭氧 (O<sub>3</sub>) 和细颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>) 污染的重要前体物<sup>[1]</sup>。

榆林能化公司已是建厂达 10 余年的化工企业，建设过程中环保要求不高、环保设施配置不齐全，煤浆制备中产生的 VOCs 主要是醇、醚、醛、酮类的气相挥发混合物。混合气排放无法通过原有工艺调整达到排放标准，必须进行系统改造治理方能保证工作环境安全环保的运行。为了确保作业场所职业健康和环境保护达到要求，针对两套煤浆制备装置实施 VOCs 治理是非常必要的。

## 2 VOCs 治理工艺选择

榆林能化公司本着去除异味改善劳动环境的目的寻求对 VOCs 的治理办法。国家能源局《关于“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》的通知》中明确要求逸散废气采用密闭收集措施，并回收利用，难以利用的应安装高效治理设施。加强有组织工艺废气治理，工艺弛放气、酸性水罐工艺尾气、氧化尾气、重整催化剂再生尾气等工艺废气优先回收利用，难以利用的，应送火炬系统处理，或采用催化焚烧、热力焚烧等销毁措施<sup>[2]</sup>。

现有常见有机废气处理工艺主要有以下几种：

### 2.1 液体吸收法

吸收法是以液体为吸收剂，通过洗涤吸收装置使废气中的有害成分被液体吸收，从而达到净化废气的目的。

### 2.2 活性炭吸附

利用活性炭多微孔的吸附特性吸附有机废气。活性炭吸附床采用新型活性炭，该活性炭比表面积和孔隙率大，吸附能力强，具有较好的机械强度、化学稳定性和热稳定性，净化效率高。有机废气通过吸附床，与活性炭接触，废气中的有机污染物被吸附在活性炭表面，从而从气流中脱离出来，达到净化效果。

### 2.3 低温等离子法

利用高压静电的特殊脉冲方式产生高密度的高能活性氧，迅速与污染分子碰撞，激活有机分子，并直接将其破坏；或者高能活性氧激活空气中的氧分子产生二次活性氧，与有机分子发生一系列链式反应，并利用自身反应产生的能量维系氧化反应，进一步氧化有机物质，生成二氧化碳和水以及其它小分子，而且可以在极短的时间内达到很高的处理效率。

### 2.4 光催化氧化法

该方法的原理是产生大量 C 波段高能紫外光，由于上述光子能量大于部分结合能较低的化合物键能，故能对部分污染物裂解。如硫化氢、三甲胺、甲硫醇、甲硫醚、氧气等，利用高能紫外光子可将上述分子的化学键打开，进而生成无臭物质，达到废气除臭的目的。

### 2.5 催化燃烧法

利用活性炭棉或者柱状活性炭吸附有机气体，当吸附饱和时，用热蒸汽吹脱，废气在催化剂的作用下无明火燃烧变成二氧化碳和水。

榆林能化公司分析回用的精馏废水和低温甲醇洗废水中含有的醇、醛、酮类物质均易溶于水，根据该物理特性选择水吸收法具有投资小、效果好、不引入新污染物等优点。水洗涤能使废气中的有害成分被水吸收，洗涤后的废气再通过活性炭多微孔的吸附特性使废气中的有机污染物被吸附在活性炭表面，从而实现排放气体净化。榆林能化公司采用脱盐水双塔冷却水洗工艺。洗涤吸收有机气体再结合活性炭吸附尾气除异味的配套装置能改善煤浆制备厂房内外工作环境使尾气能达到排放要求：非甲烷总烃 $\leq 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。用此方法去除 VOCs 是技术上可靠、易于操作、投资最少的方案。我公司采取的工艺设计方案是将一期、二期 VOCs 治理装置进出口进行连通，实现两套装置互为备用<sup>[3]</sup>。

## 3 VOCs 治理装置流程简介

流程简介：

煤浆制备挥发性有机物洗涤吸收采用双旋流塔冷却水洗吸收工艺，塔的工作原理为气相旋流加液相喷淋。

(1) 一级洗涤：在治理前煤浆制备装置空间内挥发性有机物分析检测甲醇含量： $600\sim 1000\text{mg}/\text{m}^3$ 。废气经收集管道进入一级旋流塔，废气在旋流板作用下，在塔内旋转向上，空塔流速 $< 2.4\text{m}/\text{s}$ ，塔内停留时间 $> 3\text{s}$ ，与喷淋而下的洗涤液在塔板进行三次接触吸收，保证废气与喷淋而下的洗涤液在塔板进行充分接触吸收，旋流塔系统阻力 $\leq 1800\text{Pa}$ 。

一级旋流塔目的是去除粉尘，降温和吸收甲醇等有机气体。(2) 二级洗涤：废气经离心风机（风量 45000m<sup>3</sup>/h）做功，进入二级旋流塔，再次吸收剩余溶于水的有机气体，增加去除率；经旋流塔洗涤后的废气含有水汽，避免水汽中会有少量甲醇混杂，防止甲醇的带出，设计除雾层 2 道，第一道为除雾板，第二道为空心球。洗涤用脱盐水连续少量加入洗涤塔中，洗涤水连续少量排入污水处理。考虑到冬季运行及防冻要求，室外设备管道进行保温，室外水管线设置了伴热及低点放净导淋。(3) 后置活性炭：二次洗涤后气体经后置活性炭吸附尾气中剩余的有机气体，深度处理后排气筒高度大于周边最高建筑物 10m 处高空达标排放。每层活性炭吸附板采用抽屉式安装，以便于检修及更换，活性炭须采用防水型活性炭，碘吸附值 ≥500，活性炭吸附装置阻力 ≤800Pa。需要在吸收能力达到饱和前更换。(4) 分析小屋：高空排气筒出口设置连续在线监测装置及分析小屋。在线监测非甲烷总烃质量浓度。排气口排放满足环保要求：非甲烷总烃 ≤50mg/Nm<sup>3</sup>。

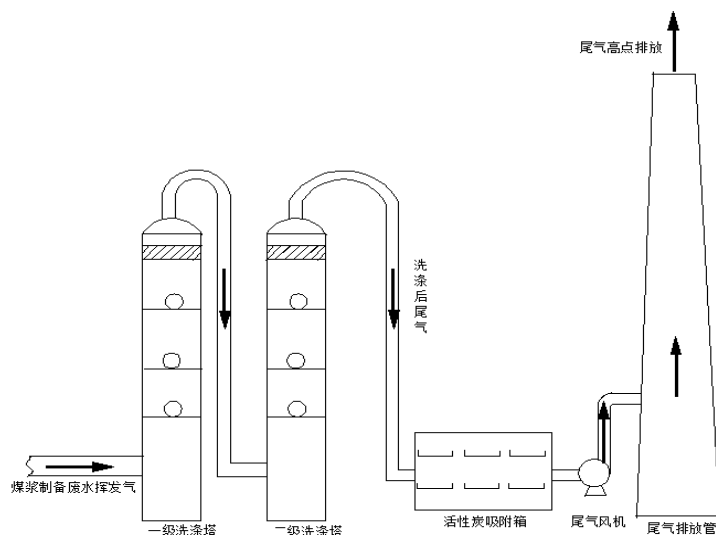


图 1 流程示意图

#### 4 装置投资

二期煤浆制备 VOCs 装置均设计有 30% 余量，装置规模相同，投资费用一致。双旋流洗涤塔、管道和管件在设计上选用耐腐蚀的玻璃钢材质制造。配备 VOCs 分析小屋，以“非甲烷总烃”分析值作为甲醇挥发物监测指标。玻璃钢材料使用在常压下对密封性要求不高的装置中，具有普通金属材料不具备的优势。玻璃钢装置制造成本低、见效快、施工灵活简单易改造、耐酸碱有机物腐蚀，是我公司在有机挥发物治理项目上特殊采用的材料。整体设备服务寿命不小于 20 年。单套煤浆制备 VOCs 装置设备数据表和投资情况如下表 2。

表 2 水煤浆制备 VOCs 装置设备数据表

序号	项目内容	单位	技术参数	备注	单套投资
旋流塔+旋流塔+除雾					95 万
一、旋流塔（含除雾）2 套					
1	工作原理		旋流+喷淋	三级喷淋	
2	制造厂、形式/型号		YF-PL		
3	外形尺寸 D×H	mm	2600×9700	厚度：底板 15，塔身 12	
4	处理风量	m <sup>3</sup> /h	45000		
5	空塔流速	m/s	≤2.355		
6	塔内停留时间	s	≥3		
7	除雾层填料	m <sup>3</sup>	2.2		

序号	项目内容	单位	技术参数	备注	单套投资
旋流塔+旋流塔+除雾					95 万
二、循环水泵 (3 台,2 用 1 备) 兼顾排水					
1	气液比		1.5L/m <sup>3</sup>		
2	水量	m <sup>3</sup> /h	68		
3	扬程	m	23		
4	电机额定功率	kW	7.5		
三、离心风机 (1 台)					
1	厂家		江苏华盛		
2	风量	m <sup>3</sup> /h	45000		
3	风压	Pa	2200		
5	电机额定功率	KW	45	普通电机, 变频控制	
6	驱动设备供电电源	V	380		
四、活性炭吸附箱					
1	外形尺寸 D×H	mm	2600×9700		
2	处理风量	m <sup>3</sup> /h	45000		
3	活性炭	m <sup>3</sup>	计划 18 个月更换 1 次活性炭		更换 1 次活性炭 6 万元
五、配套分析小屋					
1	非甲烷总烃	(mg/m <sup>3</sup> )	<50	气象色谱氢火焰离子化检测器有明显响应的除甲烷外碳氢化合物总量, 以碳计, 主要是 (C2~C8) 的总称	通过非甲烷总烃的监测值表征 VOCs 治理情况

## 5 运行状况

一期煤浆制备 VOCs 治理装置在 2019 年 4 月安装调试投用至今, 处理后非甲烷总烃得到有效控制, 现场作业环境也明显改善。二期 VOCs 治理装置在 2020 年 1 月投入运行, 二期现场异味情况立刻得到缓解。装置投入运行后随机抽取 4 组满负荷时排放气分析数据如下表 3。

表 3 煤浆制备尾气排放数据

	非甲烷总烃分析 mg/m <sup>3</sup>	排放气异味
2 月份平均	2.40	无
4 月份平均	2.50	无
7 月份平均	3.10	无
10 月份平均	3.20	无

## 6 结束语

投用 VOCs 治理装置后煤浆制备厂房内外区域实现了: (1) 非甲烷总烃下降至 5mg/Nm<sup>3</sup> 以下, VOCs 排放非常合格。(2) 现场异味基本消失, 操作人员在厂房内不因空气质量而影响操作。劳动环境质量提升, 职业健康得到保障。以上两点社会效益显著。

### [参考文献]

[1] 崔留印. 化工装置挥发性有机物的处理研究[J]. 化肥工业, 2015, 42(5): 46-49.

[2] GB31571-2015, 石油化学工业污染物排放标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 11.

[3] 陈永献. 挥发性有机物甲醇气的回收[J]. 化肥工业, 2019, 46(1): 42-44.

作者简介: 李锦, (1979. 4-), 女, 陕西榆林, 汉族, 大学本科, 兖州煤业榆林能化有限公司甲醇厂, 工程师, 技术员, 从事甲醇净化、合成生产管理。