

浅谈油气田行业“十四五”期间 VOCs 治理技术

丁新军（中国石油化工股份有限公司西北油田分公司，新疆 乌鲁木齐 830011）

摘要：油气田“十四五”期间环保工作首要是打好蓝天、碧水、净土三大保卫战，加快生态保护与修复，改革完善生态环境治理体系。VOCs 作为重中之重，要进行集中整治。现阶段各个企业的生产设施均已建成，原油储罐、污水池等轻烃类物质无组织排放到大气中，造成站场内异味刺激，既不满足国家和地方环保要求，又不符合职业健康要求。油气田各个企业均将 VOCs 污染源普查及达标治理工程列入了环境保护“十四五”发展重点。

关键词：VOCs；油气田“十四五”；储罐；污水池；环境保护

臭氧、PM_{2.5} 等污染物可能引发霾、光化学烟雾等严重大气环境问题，因此臭氧与 PM_{2.5} 污染防治是打赢蓝天保卫战需要攻克的“两座大山”，而挥发性有机物（VOCs）是形成臭氧、PM_{2.5} 的重要前体物，近年来针对臭氧浓度不降反升的严峻形势，国家相继出台了相应政策文件，要求强化多污染物的协同控制。联合站内储罐、污水池是主要的 VOCs 排放位置，也是“十四五”期间环保治理改造的重点。近些年江苏、山东环保工作开始展开油气田行业 VOCs 治理，但是设计规范的更新未能及时跟上政策发布，相关的改造设计需要及时的集思广益、总结归纳。本文主要针对油气田行业“十四五”期间 VOCs 治理提出合理地设计方法。

1 政策环境

我国 VOCs 治理工作已有 30 多年，但由于长期以来把废气治理重点放在除尘、脱硫和脱硝工作上，VOCs 的减排与控制工作进展并不快。这些年 VOCs 已经逐渐被重视，成为大气治理的重要内容。

2010 年 5 月国务院办公厅转发了生态环境部等部委《关于推进污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见》（国办发〔2010〕33 号），首次将 VOCs 和颗粒物、SO₂ 和 NO_x 一起列为重点控制的大气污染防治污染物。

2010 年 10 月生态环境部等部委公布了《重点区域大气污染防治“十二五”规划》，首次提出了减排 VOCs 的目标，提出了开展重点行业治理，完善 VOCs 污染防治体系的相关 VOCs 的治理措施。

2013 年 9 月国务院发布《大气污染防治行动计划》，首次提出将 VOCs 纳入排污费征收范围。

2015 年 6 月 18 日，财政部、国家发展改革委和生态环境部联合发布了《挥发性有机物排污收费试点办法》，规范挥发性有机物排污收费管理，改善环境质量。

2016 年 1 月 1 日新实施的《中华人民共和国大气污染防治法》，对重点大气污染物排放实行总量控制，并逐步推行重点大气污染物排污权交易；对产生挥发性有机物废气的生产和服务单位做了明确的技术要求和责任划分。

2017 年 9 月 13 日，生态环境部、发展改革委、财政部、交通运输部、质检总局、能源局联合发布了《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》（环大气〔2017〕

121 号），要求全面加强挥发性有机物（VOCs）污染防治工作，强化重点地区、重点行业、重点污染物的减排。

2018 年 6 月 27 日，国务院印发了《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（国发〔2018〕22 号），要求大幅减少主要大气污染物排放总量，协同减少温室气体排放，进一步明显降低细颗粒物（PM_{2.5}）浓度，明显减少重污染天数，明显改善环境空气质量，明显增强人民的蓝天幸福感。推进重点行业污染治理升级改造。重点区域二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物（VOCs）全面执行大气污染物特别排放限值。

2019 年 6 月 26 日，生态环境部印发了《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53 号），要求到 2020 年，建立健全 VOCs 污染防治管理体系，重点区域、重点行业 VOCs 治理取得明显成效，完成“十三五”规划确定的 VOCs 排放量下降 10% 的目标任务，协同控制温室气体排放，推动环境空气质量持续改善。

2019 年，《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）发布实施，该标准是首次发布的国家标准，要求新建企业自 2019 年 7 月 1 日起，现有企业自 2020 年 7 月 1 日起，VOCs 无组织排放控制按照该标准的规定执行。同时，各地可根据当地环境保护需求和经济与技术条件，由省级人民政府批准提前实施本标准。

2020 年，生态环境部在充分调研基础上制定了《2020 年挥发性有机物治理攻坚方案》。2020 年 7 月 1 日起，全面执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019），重点区域应落实无组织排放特别控制要求。要求强化无组织排放控制，严格排查含 VOCs 物料储存、转移和输送、设备与管线组件泄漏、敞开液面逸散以及工艺过程等五类排放源，督促企业通过采取设备与场所密闭、工艺改进、废气有效收集等措施，削减 VOCs 无组织排放。

2 油气田行业 VOCs 控制标准及要求

根据《挥发性有机物无组织排放控制标准》GB37822-2019 第 10.3.1 条的要求，VOCs 废气收集处理系统污染物排放应符合《大气污染物综合排放标准》GB16297、《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-

2019)、《石油炼制工业废气治理工程技术规范》(HJ 1094-2020)或者相关行业排放标准的规定。

3 储罐密闭改造

实施储罐 VOC 治理的主要方法,是把呼出排放的 VOC 收集起来,进行处理。简言之,就是要在罐顶“安装密闭排气系统至有机废气回收或处理装置”。简而言之,实施储罐 VOCs 治理的方法,主要就是“罐顶联通”。将罐区多个储罐罐顶 VOCs 呼出排放口,用气相管路密闭联通,并汇集到一起,然后在气相管路汇集的末端安装 VOCs 气体回收治理设备。对于联合站储罐改造时的收集系统的连接方法上,对于不需要设置氮封的原油储罐。对于多个管顶联通,集气管线中的 VOCs 是易燃易爆气体,在设计的时候需要考虑到其中一个储罐发生火灾意外而殃及其他储罐的不利情况。每个储罐集气管线上均需要设置防爆型阻火器,且两端宜设置切断阀。同时对储罐顶部的各个附件的动作压力进行调整,保证其动作区间不能有交集。

4 污水池密闭改造方案

联合站现有的污水池为方便使用大部分是敞口的,我们在改造中首先考虑将污水池进行封闭。但又考虑到由于污水池需要定期用热水进行扫线清理和收油操作,改造设计时考虑将池体封闭结构做成可开合形式。本文提出三个解决方案:

方法一:全密封。采用采用 50mm 厚细石混凝土罩面,保留设备出入口和检查井的情况下将池子全密封。增设卸车鹤管,实现全密闭装车。

方法二:侧边开门。将污水池整体进行固定式封闭,立面四周开门,方便作业。另根据现场情况保留设备管道接口和预留废气输送接口。该方法在密闭结构四周开设可全开启的推拉门,保证了扫线作业时的作业面和操作场地,同时方便人员进出。

方法三:可开合顶盖。顶部滑动式封闭形式,带滑道,滑轨,可滑动开启;该方式结构复杂,封闭的密闭性不是很好,优点是上部可以开启。四周用膜封闭只留人员进出通道和废气输送通道接口。该方法在密闭结构顶部设置滑轨式可开合顶盖,保证了扫线作业时的作业面,方便扫线作业操作。由于污水池现场设备情况复杂,采用顶部可开合盖结构,施工复杂,设备避让、留洞困难,实施难度较大。

5 VOCs 处理方式

废气处理工艺和方法归纳起来有两种,一种是物理法,一种是化学法。物理法利用膜、纤维、孔板、丝网和型材等介质阻挡了废气分子或颗粒物的排放,没有从根本上把物质处理掉,优势是可以实现废物再利用,如冷凝法、吸附法回收有机溶剂等,可带来二次经济价值;化学法的根本是改变物质的成分,通过氧化还原反应、聚合反应和能量转换等手段,把物质破坏掉,生成新的物质,彻底消除污染物,如燃烧法、酸碱吸收法、UV 法、等离子法、光触媒法以及复合工艺的协同氧化法等。

目前常见的 VOCs 治理技术有吸附、冷凝、膜分离、低温等离子体技术、光催化氧化、生物处理等。

5.1 吸附法

吸附法是目前应用最广、技术最成熟的方法。吸附法去除 VOCs 的原理是利用比表面积非常大的粒状活性炭、碳纤维、沸石等吸附剂的多孔结构,将 VOCs 分子截留。当废气通过吸附床时,VOCs 就被吸附在孔内,使气体得到净化。

5.2 焚烧法

焚烧法有焚烧炉法和火炬法。焚烧炉法是将废气通入焚烧炉内燃烧,恶臭气体一般采用此法处理,其焚烧温度不高,且停留时间不超过 1s;通常焚烧后的高温烟气经废热锅炉回收热量,产生蒸汽。火炬法常在石油化工厂使用,以处理那些高热值(4178kJ/m^3 以上)、能维持高温燃烧的废气,废气在高空大气中燃烧。近年来,为了节约能源和减少污染,石化厂的火炬逐步被消灭,代之以气柜回收、储存气体。

5.3 冷凝法

冷凝法的原理是利用气态污染物不同的蒸汽压,通过调节温度和压力使目标污染物过饱和而发生凝结作用,从而实现净化和回收。通常使用的冷却介质主要有冷水、冷冻盐水和液氨。该技术仅用于 VOCs 含量高、气体量较小的有机废气的回收处理。其回收率与有机物的沸点有关,沸点较高时,回收率高;沸点较低时,回收率低。在具体设计的时候,不同的联合站具体采用哪种处理方式,应根据联合站现有的条件、处理标准、自动化要求、占地面积及处理规模等选择。

6 结论

未来较长一段时间,VOCs 防治将成为我国污染控制重要工作,将成为“十四五”期间空气质量的进一步改善的重要控制指标。油气田行业作为 VOCs 治理的重点部位,接下来如何治理也是我们需要主要研究的问题。本文主要在典型位置处,对构筑物的密闭提出合理的办法,同时提出适用于油气田行业的处理技术。目前 VOCs 治理技术仅在个别地区应用,处理效果参差不齐。VOCs 治理缺乏系统的指导和实践经验,急需发展和完善治理的新理论、新方法和新技术。技术水平不高也是目前 VOCs 污染防治的一大挑战,而油气田企业因所处的环境不同,使用工艺不同,处理指标不同等各种因素,又使设计的难度升级。设计人员在工作中,需要不断地摸索进步,总结前期的治理经验,完善治理技术路线,提升设备水平,才能提升和强化治理效果。

参考文献:

- [1] GB/37822-2019. 挥发性有机物无组织排放控制标准 [S]. 生态环境部,国家市场监督管理总局,2019.
- [2] GB/16297-1996. 大气污染物综合排放标准 [S]. 国家环境保护部,1996.
- [3] GB/31571-2015. 石油化学工业污染物排放标准 [S]. 国家环境保护部,国家质量监督检验检疫总局,2015.