

# 制定《化工工艺有机废气处理装置技术标准》行业标准编制说明

## （征求意见稿）

### （一）工作简况

#### 1 任务来源

根据国家工业和信息化部工信厅科函〔2019〕276号文《工业和信息化部办公厅关于印发2019年第四批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》的要求，全国废弃化学品处置标准化技术委员会于2021年底完成《化工工艺有机废气处理装置技术规范》化工行业标准制定工作，计划编号：2019-1630T-HG。本标准由全国废弃化学品处置标准化技术委员会技术归口。

#### 2 主要工作过程

接到上级部门下达的制定《化工工艺有机废气处理装置技术规范》行业标准计划后，归口单位查阅了国内外相关标准及有关技术资料，并向相关单位发函，广泛征求对制定标准工作的意见，并对回函意见进行汇总，提出制定《化工工艺有机废气处理装置技术规范》行业标准文献小结。

2021年2月4日，全国废弃化学品处置标准化技术委员会在线召开了制定标准工作方案会，在会上制标工作小组对《化工工艺有机废气处理装置技术规范》行业标准的制定进行了认真仔细的讨论，对标准的框架提出了意见和建议。具体工作安排为：2021年2月～2021年3月底，继续对化工行业内工艺有机废气处理情况进行调研，收集相关资料；2019年4月～2019年5月底，完成标准征求意见稿及编制说明。2021年6月由中海油天津化工研究设计院有限公司负责将标准征求意见稿和编制说明，发给全国废弃化学品处置标准化技术委员会各位委员、相关企业及用户等，并在 [www.trici.com.cn](http://www.trici.com.cn) 网上公开，广泛征求行业内意见，汇总处理该标准的回函意见，并根据处理意见对标准征求意见稿进行修改，提出标准送审稿。

#### 3 主要参加单位及工作

主要起草单位有：中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院、中海油天津化工研究设计院有限公司等。中石化广州工程有限公司、北京华益高科膜工程技术有限公司、中国石油化工股份有限公司大连石油化工研究院、中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院、北京矿业大学、山东派力迪环保工程有限公司、南京苏曼等离子科技有限公司等。

### （二）标准编制原则和主要内容

#### 1 标准编制原则

- （1）积极采用国际标准和国外先进标准的原则；
- （2）有利于促进技术进步，提高化工工艺有机废气处理装置水平的原则；
- （3）利于保护生态环境、人身健康合理利用资源，提高经济效益的原则；
- （4）遵循科学性、先进性、统一性。

#### 2 标准主要解决的问题

随着《石油炼制工业污染物排放标准》、《石油化学工业污染物排放标准》、《合成树脂工业污染

物排放标准》和《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》的实施和发布，“十三五”期间我国的石化行业在有机污染物浓度达标排放上面临更高的要求。化工及石油化工 VOCs（挥发性有机化合物）也称为有机废气，排放环节多、组分复杂、浓度波动大、特征污染物排放限值低，尤其是排放量占 VOCs 排放总量的 50%以上的低浓度 VOCs 废气（包括废水集输、储存、处理过程逸散，工艺无组织，冷却循环水系统等过程产生的有机废气），及其废气处理技术实现稳定达标排放的难度极大。人体长期接触有机废气会引起肝、神经及造血系统的损伤，有致畸、致癌、致突变的危害。

根据有机废气特性目前的主要处理手段分为两类，一类是浓缩回收，一般指吸收、吸附、冷凝、膜分离等方法，主要适用于中低浓度的挥发性有机物；一类是分解消除，分解消除是指利用光、电、热、催化剂、等离子体或微生物等作用将有机废气彻底转化为水和二氧化碳等物质，达到去除毒性的目的。每种治理方法都存在一定的局限性和适用性，企业一般在统筹考虑有机废气的种类、性质、浓度以及排放要求等综合选择合理的处置装置及方法，很有必要有一项标准来规范目前的处置装置。鉴于以上，建立化工工艺有机废气处理装置，并形成标准，为化工工艺废气处理提供统一的规范操作要求，用标准指导和规范其处理处置和综合利用行为势在必行。本标准旨在结合国内石油化工工程的特点，使处理有机废气的工程建设标准化、统一化、规范化，达到提升安全管理水平、降低风险、连续稳定运行的目的。

3 标准主要内容

3.1 化工工艺有机废气来源

化工工艺有机废气主要来源如表 1：

表1 化工工艺有机废气主要来源

行 业	来 源
石油炼制、储存，油漆、化工行业的有机原料及合成材料，农药、染料、涂料等化工产品，固定燃烧装置	石油炼制过程。
	化工产品生产工艺中泄露、存储设施中蒸发。
	油墨、涂料中的有机物蒸发。
	消毒剂、农药、染料等加工过程中有机物的蒸发。
	废水有机物的蒸发。
	垃圾焚烧炉中的不完全燃烧，以及其他相关行业生产过程。

3.2 典型化工工艺有机废气污染源

通过对化工工艺过程进行调研等，典型的化工工艺有机废气污染源如下：

（1）中国石化橡胶装置及工艺路线

中国石化橡胶装置及产能情况如表2所示：

表2 中国石化橡胶装置产能及工艺

企业名称	产能（万吨/年）	工艺	备注
燕山石化	13	顺丁橡胶	
	9	丁苯橡胶	
	4	丁基橡胶	
	3	稀土橡胶	新建

齐鲁石化	7	顺丁橡胶	
	23	丁苯橡胶	
高桥石化	11	顺丁橡胶	
	10	丁苯橡胶	漕泾
巴陵石化	5	顺丁橡胶	

顺丁橡胶工艺有机废气污染源有脱水筛和热水罐排气、脱水挤压机机头排放点、固体产品风力输送排放点、干燥箱排气。丁苯橡胶工艺有机废气污染源有脱水挤压机进料口排放点、脱水挤压机机头排放点、固体产品风力输送排放点等。

#### (2) 中国石化PTA装置及工艺路线

精对苯二甲酸（简称PTA）工艺由氧化和精制两单元组成，氧化单元根据氧化反应温度不同分成高温氧化、中温氧化及低温氧化三种。现基本上已向反应条件温和的低温氧化工艺转变。中国石化PTA装置及产能情况如表3所示：

表3 中国石化PTA装置产能及工艺

企业名称	产能（万吨/年）	工艺选择	备注
上海石化	39.53	日本三井	
扬子石化	36	美国阿莫科	停工
	36	美国阿莫科	停工
	70	美国杜邦	
天津石化	33	日本三井	
洛阳石化	30	美国阿莫科	
仪征化纤	40	美国阿莫科	
	60	美国杜邦	

精对苯二甲酸（简称PTA）工艺有机废气污染源有氧化反应器排出废气，吸附尾气中微量对二甲苯、醋酸、醋酸甲酯等；氧化常压吸收塔与精制尾气洗涤器排出废气；吸附前直排废气和活性炭再生尾气，其排出的再生气中含有醋酸甲酯、对二甲苯、苯、溴甲烷等有机污染物。

#### (3) 中国石化己内酰胺装置及工艺路线

苯法原料主要是苯、环己烷、甲苯。苯法主要生产工艺流程是苯-环己烷-环己酮-环己酮肟-己内酰胺，该工艺是世界上主流的己内酰胺生产工艺，六氢苯甲酸-环己酮肟联产法主要原料为：甲苯、氢气、硫磺、氨、环己酮，该工艺包括甲苯氧化、苯甲酸加氢、氨氧化、酰胺化、硫铵结晶、双氧水、环己酮肟化、己内酰胺萃取、精制等单元组成。中国石化己内酰胺装置及产能情况如表4所示：

表4 中国石化己内酰胺装置产能

企业名称	产能（万吨/年）	工艺选择	备注
巴陵石化	30	苯法	
石家庄炼化	12	六氢苯甲酸-环己酮肟联产	

苯法工艺有机废气污染主要来自环己酮单元吸收塔，废气中主要含有环己烷、环己酮。六氢苯甲酸-环己酮肟联产法有机废气污染源为甲苯氧化单元氧化塔放空气，有机废气主要包含苯、甲苯、二甲苯；双氧水单元氧化塔尾气，有机废气主要包含各种烃类。

#### (4) 化工工艺有机废气监测情况

根据对各装置有机废气的污染源调查结果，通过便携式气质联用仪（GC-MS）和实验室气质联用仪，对燕山石化橡胶废气，齐鲁石化橡胶废气、氧化脱硫醇废气，扬子石化PTA装置废气、上海石化PTA装置废气、巴陵石化己内酰胺装置废气的采样及组分进行定性定量分析。同时，对大通量等离子体示范装

置现场，荆门石化污水处理厂有机废气进行分析加以补充，根据现场分析结果和企业历史监测数据，各污染源有机尾气污染因子及浓度结果如下：

表5 橡胶装置尾气成分及浓度

样品名称	中文名称	浓度(mg/Nm³)
丁苯橡胶干燥箱尾气	非甲烷总烃	318-1698
	二硫化碳	60.8-129
	丁二烯	0.5-74.3
	正己烷	14.2-23.6
	环己烷	25.2-48.3
	甲苯	10.7-13.2
	乙苯	31.6-44.1
	苯乙烯	143-1422.8
顺丁1#筛闪蒸气	非甲烷总烃	1610-5397
	正己烷	6487.4-12444.8
	环己烷	1615.6-2573.1
	苯乙烯	1.4-61.2
	二硫化碳	0.1-1.8
	丁二烯	9.2-201.7
顺丁橡胶干燥箱尾气	非甲烷总烃	1625-8095
	正己烷	3010.3-4990.1
	环己烷	510.6-1021.2
	甲苯	31.9-42.8
	乙苯	68.6-207.6
	二硫化碳	0.2-1.1
	丁二烯	11.3-112.8
	苯乙烯	2.3-119.6
顺丁脱水挤压机闪蒸气	非甲烷总烃	2537-4776
	苯乙烯	16.1-54.2
	二硫化碳	3.5-6.1
	丁二烯	11.3-71.4
	正己烷	5698.2-9444.8
	环己烷	1536.7-2264.9

顺丁橡胶、丁苯橡胶装置废气主要为来自热风干燥尾气、脱水筛和热水罐排气、脱水挤压机机头排放气。丁苯橡胶的污染物主要包含苯乙烯、二硫化碳、丁二烯、正己烷、环己烷、甲苯、乙苯；顺丁橡胶干燥箱尾气的污染物主要包含丁二烯、二硫化碳、苯乙烯、正己烷、环己烷、甲苯、乙苯等。

表6 PTA装置尾气成分及浓度

样品名称	中文名称	浓度(mg/Nm³)
氧化反应尾气	非甲烷总烃	1462-2046
	溴甲烷	28.5- 74.3
	苯	5.8-17.9
	甲苯	0.61-13.3
	对二甲苯	0.25-85.6
	乙酸甲酯	61.3-129.5
活性炭解吸气	非甲烷总烃	169-24366
	溴甲烷	72.1- 146.4

	苯	123.2-199.5
	甲苯	473.5-893.8
	对二甲苯	176.8-651.2
	乙酸甲酯	1025-2274.3

PTA装置产生的有机废气主要为氧化反应尾气,其中采用三井工艺的还有活性炭脱附的解析气,PTA尾气的主要污染物包含溴甲烷、乙酸甲酯、苯、甲苯、对二甲苯。

苯法己内酰胺有机废气组成及浓度数据如表7所示:

表7 己内酰胺装置监测分析表

样品名称	中文名称	浓度(mg/Nm³)
环己酮吸收塔尾气	非甲烷总烃	1035.6-1643.5
	环己烷	685.4-1082.5
	环己酮	16.5-19.3

苯法己内酰胺有机废气主要为环己酮吸收塔尾气,主要污染物为环己烷和环己酮。

表8 其他废气监测分析表 (mg/Nm³)

废气来源	甲烷	乙烷	丙烷	异丁烷	异丁烯	丁二烯	异戊烷	异戊二烯	正戊烷	苯	甲苯	二甲苯	三甲苯
一级隔油	52.33	2.8	18	16.9	5.2	50.9	421.6	216	24.85	10	10.9	---	3.2
二级隔油	191.25	---	14.85	72.01	129.66	512.44	429	1496	54.7	44.26	35.06	5.12	3.26
二级浮选	67	8.9	65.8	55	21.67	180	798	461	27.9	35.1	17.74	---	3.37
污泥池	228	---	7.8	51	71	282	1162	836	37	28.9	26.34	3.34	2.59

经过系统分析检测,得出污水场挥发的有机废气组份、浓度及气量。废气主要成分为丙烷、异丁烷、丁烷、二甲基丁烷、1,3-丁二烯、戊烷/异戊烷、1-甲基戊烷、1-甲基环戊烷、环己烷、正己烷、1,3-二甲基环戊烷、2-甲基己烷、甲基环己烷、庚烷、1,4-二甲基环己烷、苯。

### 3.3 标准内容

#### (1) 范围

本文件规定了化工工艺有机废气处理装置技术规范的一般要求、低温等离子体装置技术要求、吸收法处理装置技术要求、膜法回收处理装置技术要求。

本文件适用于化工工艺有机废气处理装置的设计及运行。

#### (2) 术语

术语部分根据标准内容具体确定,如:低温等离子体有机废气处理装置、净化效率等。

#### (3) 一般要求

一般要求是对有机废气处理装置的基础要求,如基本要求、平面布置要求、安全设计要求、有机废气收集与输送系统要求、自动控制要求、消防要求等。

a 基本要求中对装置设计前的背景调查、装置设置的经济合理性、技术选择、负荷范围、异常情况考虑以及隔热保温、防腐耐磨等均提出了相关要求。

b 平面布置要求中要求有机废气处理设施与主体工程应互相协调一致等。

c 由于化工有机废气处理装置的安装和使用场地场合均有防爆和防火要求，安全设计要求对设备设施的防爆、接地保护、避雷设施以及阻火器和安全报警等提出要求。

d 有机废气收集与输送系统对引风机、仪器仪表设置等提出要求。

e 自动控制要求中要求自控系统经济可靠，对自动控制要求提出了具体的如现场操作箱的设置，与全厂自控系统的协调等。

#### (4) 方法要求

根据现有技术发展以及各类化工工艺产生的有机废气处理装置应用情况，本标准拟规范三种处置装置，包括低温等离子体法装置、膜分离法装置、吸收法装置。

每种装置从装置处理的原理和适用范围、设备装置的组成以及要求、设备设计要求、环境条件要求、运行参数控制以及处理结果及性能要求等方面来规范三类化工工艺有机废气处理装置。

##### 1、低温等离子体有机废气处理装置技术要求

低温等离子体有机废气处理装置的原理是利用低温等离子体技术实现非甲烷总烃和挥发性有机物的去除。低温等离子体技术是通过放电产生的高活性粒子与污染物分子发生碰撞，使其解离和氧化，从而达到废气净化的目的。

a 适用范围：由于不同种类的化合物被解离和氧化所需要的能量不同，低温等离子体技术对于不同种类的有机物和恶臭污染物的净化效果存在差异，在具体的工艺设计时应根据各种工况下废气的成分和浓度，确定低温等离子体净化技术的适应性。目前多数装置设置低温等离子体装置，而对其适用范围并不明确。

在标准中对装置的适用条件进行了明确规范，烷烃：如异丁烷、异戊烷、环己烷等。设计总烃浓度（以甲烷计）应低于 200 mg/m<sup>3</sup>，设计去除率不小于 60 %；烯烃：如乙烯、丙烯、丁二烯、异戊二烯等。设计总烃浓度（以甲烷计）应低于 2000 mg/m<sup>3</sup>，设计去除率不小于 90 %；苯系物：如苯、甲苯、二甲苯等。设计总烃浓度（以甲烷计）低于 100 mg/m<sup>3</sup>，设计去除率不小于 90 %；硫化氢：设计浓度应低于 200 mg/m<sup>3</sup>，设计去除率大于 99%。在此规范条件下，提供了去除率，便于工程和设计单位参考使用，解决了工程应用中不分类别与量，盲目安装的情况。

b 设备装置组成及要求：本章节对低温等离子体处理装置的主要设备组成以及要求进行了规范。对风机风量、缓冲塔的设计、低温等离子体反应器的防爆和安全、臭氧分解塔等进行技术规范。

c 由于有机废气本身或处理系统积累的有机物浓度高，达到了被净化物质（或混合物）的爆炸极限值，电极放电时会造成设备爆炸。废气的预处理不到位，废气中的油雾或漆雾等颗粒物进入低温等离子体净化设备，沉积在电极或器壁上，积累到一定程度后会引起设备着火。某些化合物在低温等离子体环境中发生聚合反应，在电极或器壁沉积结焦，积累到一定程度也会引起设备着火。鉴于以上因素设备设施设计要求中，重点对安全保障、电气电路防爆设计等提出要求。

d 为了保证装置的经济与有效运行，本章节还对运行参数提出了控制要求。

e 处理结果：本章节对装置运行的去除率要求，排放要求，能耗要求，水耗要求等提出具体指标，增加标准的使用性能。

##### 2、吸收法有机废气处理装置技术要求

气体吸收是气体混合物中一种或多种组分溶解于选定的液体吸收剂中，或者与吸收剂中的组分发生选择性化学反应，从而将其从气流中分离出来的操作过程。从大气污染控制的角度看，用吸收法净化气态污染物，不仅是减少或消除气态污染物向大气排放的重要途径，而且还能将污染物转化为有用的产品。吸收法有机废气处理装置采用低挥发或不挥发的溶剂做吸收剂，利用不同 VOCs 分子之间或 VOCs 分子与

其他组分之间与吸收剂物理性质的差异进行分离。所用的吸收剂可以为有机溶剂，如柴油、汽油、丙酮、甲醇等，也可以为无机溶液，如氢氧化钠水溶液、水、氨水等。按照吸收过程的性质不同，可分为物理吸收和化学吸收。

**a 适用范围：**吸收法适合高浓度以及含有复杂组分的有机废气的处理，本章节中对于典型的分类别的化工工艺有机废气的处理适用情况进行了说明，并给出了处理效率，醛、醇类气体：如甲醛、甲醇、乙醇等。设计去除率不小于 95 %；烃类：如烷烃、烯烃、芳烃等。设计总烃浓度（以甲烷计）大于 30000 mg/m<sup>3</sup>，设计去除率（采用低温柴油吸收处理）不小于 95 %；有机硫化物：如甲硫醇、甲硫醚、乙硫醇、乙硫醚、二甲二硫、噻吩等。设计浓度范围 10 mg/m<sup>3</sup>~3000 mg/m<sup>3</sup>，设计去除率（采用低温柴油吸收处理）可达到 99 %以上。

**b 设备装置组成及要求：**吸收法有机废气处理装置一般由废气收集、压缩配套装置，喷淋塔设备等，根据使用的场合不同，还可以配套制冷机组，换热设备等。标准中对主要设备的主要运行参数进行了规范。对关键设备喷淋塔的空塔气速、停留时间以及塔内液气比等均做出要求。

**c 设备设计要求：**用于化工工艺有机废气的吸收法有机废气处理装置推荐用效率较高的气液相反应器，要求接触面积大，气液湍流程度高，设备压力损失小，易于操作和维修。标准中对设备的防腐设计、防爆设计以及节能设计、火灾应急设计等，均进行了规范。

**d 运行参数控制：**运行参数控制，主要对影响吸收效果的参数进行了规范，包括吸收塔的运行压力，典型吸收剂如柴油的最低控制温度、控制吸收温度以及装置的经济处理规模等作出详细的说明。

**e 处理结果及性能要求：**本小节对不同种类废弃吸收法处理的吸收率进行了规范，设备压力降不应超过 2kPa，对作为常用吸收剂的柴油提出了质量以及性能要求。

### 3、膜法回收有机废气处理装置技术要求

膜是指分隔两相界面，并以特定的形式限制和传递各种化学物质的阻挡层。它可以是均相的或非均相的，对称的或非对称的，固体的或液体的，中性的或电荷的。其厚度可从几微米到几毫米。膜分离技术基于化学物质通过膜的传递速度的不同，以膜两侧的化学势梯度为推动力，从而使不同化学物质通过膜而达到分离效果。膜法油气回收技术的基本原理是利用了特殊的高分子膜对油气优先透过性的特点，让油气/空气的混合气在一定的压差推动下，经选择性透过膜，使混合气中的油气优先透过膜得以富集回收，而空气则被选择性的截留。

**a 适用范围：**适用于绝大多数有机挥发组分的分离。尤其适用于汽油、石脑油、烷烃、苯系物等挥发气体的回收。0%~饱和浓度的有机废气均可使用膜组件进行分离。包括烃类、苯系物、醇、酯酮醚等。

经济适用范围内代表性污染物及去除率应满足以下要求，烷烃：叠片式膜组件对 C<sub>4</sub> 以上的烷烃具有较高的选择透过性，以饱和浓度计，分离去除率可达 95 %以上。C<sub>3</sub> 以下的烷烃的分离则通过高压膜组件或卷式膜组件来实现。烯烃：如乙烯、丙烯、丁二烯、异戊二烯等。以饱和浓度计，分离去除率可达 95%以上。苯系物：如苯、甲苯、二甲苯等。以饱和浓度计，设计去除率不低于 95%。

**b 设备装置组成及要求：**本小节主要对收集废气用的压缩机，真空泵进行了规范，其中对膜组件进行了重点要求。

**c 设备设计要求：**本章节对设备的安全保障、运行保障、防爆设计等提出要求。

**d 运行参数控制：**主要对膜组件的运行压力，单个膜组处理量等提出要求。

**e 处理结果及性能要求：**有机废气去除率及排放要求：1）设计工况下，膜法油气回收组合工艺对有机废气的去除率达到 97 %（以饱和浓度计）以上。2）装置出口废气非甲烷总烃≤50 mg/m<sup>3</sup>，苯≤2 mg/m<sup>3</sup>、甲苯≤8 mg/m<sup>3</sup>、二甲苯≤10 mg/m<sup>3</sup>。3）有机废气排放指标能够达到 GB 31570 的各项排

放限值要求。压力降要求：整体装置压力降不超过 30 kPa。

### （三）标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明

本标准文件不涉及专利问题。

### （四）采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况

目前没有查阅到相关的国际和国外标准，拟制定标准参照国内已有标准，采用有机废气集中收集、就地处理、合理经济、技术先进、达标排放、防止二次污染的处理原则。根据企业现有处置装置及技术，化工工艺有机废气处理装置的累积数据等制定本标准。

### （五）与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

与有关的现行法律、法规和强制性国家标准不存在冲突，协调一致。

目前国内查询到的有机废气处理处置类相关标准如下：

蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范 HJ 1093-2020

吸附法工业有机废气治理工程技术规范 HJ 2026-2013

催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范 HJ 2027-2013

环境保护产品技术要求 工业有机废气催化净化装置 HJ/T 389-2007

工业有机废气蓄热催化燃烧装置 JB/T 13733-2019

工业有机废气蓄热热力燃烧装置 JB/T 13734-2019

以上标准规范了蓄热燃烧法、吸附法、催化燃烧法、催化净化法的工程技术规范；两项装置标准对目前有机废气的蓄热催化和热力燃烧装置进行了规范。拟制定的标准与上述标准互为补充，协调一致。

### （六）重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。征求意见稿在网上公开征求意见，意见的处理见《标准征求意见稿意见汇总处理表》。

### （七）标准性质的建议说明

本标准为你推荐性化工行业标准。

### （八）贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

建议尽快发布实施本标准。建议标准实施后组织标准宣贯，使企业了解标准内容，促进标准顺利实施。

### （九）废止现行相关标准的建议

本标准为首次制定。无废止现行有关标准的建议。

### （十）其他应予说明的事项。



无。

《化工工艺有机废气处理装置技术规范》化工行业标准起草小组

2021.06