

ICS 13.030.01

CCS Z 04

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T XXXXX—XXXX

化工工艺有机废气处理装置技术规范

Technical specification for treatment equipment of organic waste gas treatment plant from
chemical process

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国废弃化学品处置标准化技术委员会（SAC/TC294）归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

化工工艺有机废气处理装置技术规范

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 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 13347 石油气体管道阻火器

GB 14554 恶臭污染物排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18613 电动机能效限定值及能效等级

GB 20950 储油库大气污染物排放标准

GB 50140 建筑灭火器配置设计规范

GB 50160 石油化工企业设计防火标准(2018 年版)

GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范

GB 50650 石油化工装置防雷设计规范

HJ/T 387 环境保护产品技术要求 工业废气吸收净化装置

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低温等离子体有机废气处理装置 low temperature plasma organic exhaust gas treatment device
利用低温等离子体技术处理化工工艺中产生的有机废气，达到净化目的的装置。

3.2

膜分离 membrane separation

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，使不同化学物质通过膜达到分离效果。

3.3

净化效率 purification efficiency

化工工艺有机废气处理装置处理后与处理前有机废气量的比值，以百分数（%）表示。

4 一般要求

4.1 基本要求

4.1.1 化工工艺有机废气处理装置选择与工程设计前，应对废气的产生类别、产生量、组成及变化规律进行调查、分析和监测。

4.1.2 在选择化工工艺有机废气处理装置时，应首选回收和综合利用类装置，综合考虑油气回收和热量回收的可行性与经济性。

4.1.3 选用的化工工艺有机废气处理装置及技术应成熟、可靠、安全、节能、操作简便、经济适用。

4.1.4 在综合考虑污染源间距、废气组成及浓度、废气量、废气输送能耗、装置投资、运行成本等因素的基础上，同类废气宜集中处理，净化气宜高空达标排放。

4.1.5 化工工艺有机废气处理装置应考虑正常工况与最大污染物处理负荷，合理调整设计处理量；废气集中处理时的最大气量应按实际工况分析、叠加确定。

4.1.6 设计应考虑化工工艺有机废气处理装置异常和事故时的其他废气排放控制和处理措施。

4.1.7 当化工工艺有机废气中含有腐蚀性介质和颗粒物时，废气输送管道、阀门、过滤器及关键设备的废气过流部件等应满足防腐、耐磨损要求。

4.1.8 与化工工艺有机废气处理装置配套的废气处理工程中管道和设备的隔热、保温要求应满足 GB 50264 相关规定的要求。

4.1.9 对化工工艺有机废气处理装置配套的负荷变化较大的风机、压缩机、泵等大功率设备应配置相应的变频装置。电机能效满足 GB 18613 要求。

4.2 平面布置要求

4.2.1 化工工艺有机废气处理装置及配套设备的设备平面布置应满足工艺流程、安全生产、环境保护和经济合理的要求，兼顾操作、维修、施工的需要。

4.2.2 化工工艺有机废气处理装置及配套设施宜靠近废气产生源布置。当多个排放源产生的废气集中处理时，应兼顾辅助工程、配套工程等因素。

4.3 安全设计要求

4.3.1 风机、泵、压缩机等动设备和置于现场的电气仪表等应不低于现场防爆等级要求。

4.3.2 化工工艺有机废气处理装置及配套设备设施的防爆泄压设计应满足 GB 50160 相关规定的要求。

4.3.3 化工工艺有机废气处理装置应具备短路保护和接地保护。

4.3.4 室外化工工艺有机废气处理装置及配套设备设施应按照 GB 50650 相关规定的要求，设置避雷装置。

4.3.5 化工工艺有机废气处理装置及配套单元与主体生产装置之间的管道上应安装阻火器，阻火器性能应满足 GB/T 13347 相关规定的要求。

4.3.6 对有可能出现超温的情况，应设置超温报警，并设置能自动启动的降温措施。

4.4 有机废气收集与输送系统要求

4.4.1 排放源压力较低，不能满足废气处理装置的进气要求时，应设置引风机进行升压。引风机宜设置在靠近泄放源端。

4.4.2 化工工艺有机废气输送管道上烃含量分析仪或氧含量分析仪应设置在靠近排放源处，联锁切断阀宜设置在靠近处理设施处。

4.4.3 化工工艺有机废气输送管道和设备应考虑防静电积聚措施。

4.5 自动控制要求

4.5.1 自动控制系统应在满足工艺要求的前提下，运行可靠、经济、节能、安全，便于日常维护和管理。

4.5.2 工艺过程控制参数、技术要求和自动化控制水平应根据废气种类、处理规模等因素合理确定，并符合以下要求：

——现场在线检测设施应设置现场操作箱，同时设置运行、停机和故障状态显示。

——当采用成套设备但不配套控制系统时，成套设备控制系统应并入全厂控制系统进行检测、显示和控制。

——当采用成套设备且配套控制系统时，设备配套的控制系统应预留通讯接口，以实现与全厂控制系统的通讯和数据交换。

4.5.3 化工工艺有机废气处理工程应先于废气排放源装置开启，后于废气排放源装置停机，并实现联锁控制。

4.6 消防要求

4.6.1 化工工艺有机废气处理装置及配套设施的消防设计应纳入工厂的消防系统总体设计。

4.6.2 化工工艺有机废气处理装置及配套设施的消防通道、防火间距、安全疏散的设计和消防栓的布置应满足 GB 50160 相关规定的要求。

4.6.3 化工工艺有机废气处理装置及配套的移动式灭火器的配置应按照 GB 50140 相关规定的要求。

5 低温等离子体有机废气处理装置技术要求

5.1 原理

低温等离子处理装置利用外加电压，使气体分子被击穿，产生包括电子、离子、原子和自由基在内的混合物。利用这些高能电子、自由基等活性粒子和废气中的污染物作用，使污染物分子在极短的时间内发生分解，并发生后续的各种物理化学反应以达到降解污染物的目的。

5.2 适用范围

5.2.1 适用有机废气类别为低浓度有机废气。适用于中高沸点的 VOCs(挥发性有机物: Volatile Organic Compounds) 组分。

5.2.2 经济适用范围及代表性污染物去除率:

——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/m³, 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/m³, 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/m³, 设计去除率不小于90 %。

——硫化氢: 设计浓度应低于200 mg/m³, 设计去除率大于99 %。

5.3 设备装置组成及要求

5.3.1 收集化工工艺有机废气用风机: 单机风量不小于 3000 Nm³/h。

5.3.2 气体过滤器(VOCs 用及空气用): 规格为进、出口不小于 DN400, 过滤网孔径 ϕ 不大于 0.30 mm。

5.3.3 缓冲塔: 宜设计为立式, 设备规格尺寸不小于 $\phi 2500$ mm \times 3500 mm, 设计工作介质为 VOCs 气体, 设计压力不小于 0.3 MPa (G), 设计温度不低于 60 °C。

5.3.4 低温等离子体反应器: 注入能量达到 30 J/L 以上, 反应风速不得高于 2 m/s。装置反应器内温升不大于 30 °C。

5.3.5 低温等离子体发生器: 均匀稳定放电, 高压侧应有效绝缘。

5.3.6 低温等离子体电源: 防爆等级应达到或高于 Ex d e IIC T4~T6 Gb, 防爆腔体内温升控制在 30 °C 以内。

5.3.7 高频高压电传输器件: 高频高压电传输线不应暴露在易燃易爆环境, 高频高压电传输器件应具有良好的体相绝缘和爬电间距。

5.3.8 臭氧分解塔: 采用氧化锰、氧化钴或其他催化剂对等离子体段反应后的有机废气深度氧化。反应空塔速度宜低于 4000 m³/h。宜设计为立式设备, 设备规格尺寸不小于 $\phi 2000$ mm \times 2750 mm, 设计工作介质为甲烷、乙烷、丙烷、二氧化碳、氮气、二氧化硫、臭氧, 设计压力不小于 0.3 MPa (G), 设计温度不低于 140 °C。

5.3.9 放空筒：宜设计为立式设备，设备规格尺寸不小于 $\Phi 1500/700 \times 15000$ mm，设计工作介质为空气、少量油气，设计压力为常压，设计温度不低于 100 °C。

5.4 设备设计要求

5.4.1 安全保障设计：应设置安全联锁系统。控制装置中可燃气体浓度低于爆炸下限数值的 25 %。

5.4.2 电气电路设计：设计输入整流滤波、功率因数校正电路，实现整流、滤波、功率因数校正。设计防浪涌电路，防止因瞬时电流过大造成烧损。设计降压式变换电路实现电压调节。设置全桥逆变电路，所用芯片要求最高耐压不低于 1000 V，最大电流不低于 250 A，可在不超过 30 kHz 的条件下长期使用。

5.4.3 高电压电气绝缘设计：设计高压绝缘四氟套管或具有同等绝缘效果的其他材料。要求套管绝缘不低于 50 kV，接口沿面耐压水平不低于 40 kV。

5.4.4 总烃浓度在线监测设计：要求设计对进入装置的待处理有机废气中的 VOCs 等可燃组分含量进行准确的测定，响应时间不大于 6 s。若总烃浓度在线监测仪器位于室外，仪器置于不低于 50 °C 的环境温度下应达到正常状态连续运行至少 15 d。数据偏差应不大于 5 %。

5.4.5 电源防爆散热设计：防爆箱主腔体设计防护等级应不低于 IP65。防爆电源的进出线应采用符合防爆结构的电缆进入装置，进线宜采用填料函式引入装置，出线宜采用胶封过线的电缆引出方式。

5.4.6 反应器整体防爆设计：整体反应器最高设计压力不小于 0.1 MPa (G)，泄爆压力不小于 0.03 MPa (G)，应在反应器顶部设计泄爆口。

5.4.7 火灾应急处理设计：应设计报警系统，并应包括报警提示单元、报警灯、蜂鸣器、触摸式开关、可燃气体探测器、有毒气体探测器、火焰探测器、信号采集处理装置和终端仪表。应设计现场紧急处理设施，并包括紧急切断系统以及现场水喷淋系统。

5.5 环境条件要求

5.5.1 装置现场地势要求：地势平整，不易积水。

5.5.2 装置现场气候要求：现场昼夜温差不得超过 30 °C，环境中大气湿度不高于 95 %。

5.6 运行参数控制

5.6.1 装置空塔气速：应不低于 0.5 m/s。反应气速在 0.5 m/s 与 2 m/s 之间。

5.6.2 单反应器处理量：应达到 1500 Nm³/h 以上。

5.6.3 整体装置处理规模：整体装置处理能力应不小于 6000 Nm³/h。

5.6.4 装置运行功率：低温等离子体高频高压电源配置应不小于 6 kW。

5.6.5 反应器注入能量：单位低温等离子体反应器注入能量应不小于 30 J/L。

5.7 处理结果及性能要求

5.7.1 排放要求：低温等离子有机废气处理装置处理化工工艺有机废气尾气排放指标应达到地方、行业或 GB 16297、GB 14554 的各项排放限值要求。

5.7.2 压力降要求：整体装置压力降不超过 20 kPa。

5.7.3 能耗要求：低温等离子体放电单元能耗小于 130 kWh/10000 Nm³。

6 吸收法有机废气处理装置技术要求

6.1 原理

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。

6.2 适用范围

6.2.1 适用于高浓度和含复杂组分有机废气的处理，如非甲烷总烃浓度大于 30000 mg/m³ 的有机废气，或者非甲烷总烃浓度低于 30000 mg/m³ 但是含硫化合物等的有机废气。

6.2.2 经济适用范围及代表性污染物去除率：

——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/m³，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/m³～3000 mg/m³，设计去除率（采用低温柴油吸收处理）可达到 99 % 以上。

6.3 设备装置组成及要求

6.3.1 收集废气用风机：应选择防爆、防腐、防静电壳体风机。

6.3.2 收集废气用液环压缩机：排气压力不小于 0.1 MPa（G）。

6.3.3 制冷机组：当吸收剂需要进行冷却时使用，或低温盐水循环代替。

6.3.4 吸收剂泵：可与富液泵互为备用。

6.3.5 喷淋塔：填料塔，装有鲍尔环、拉西环等填料，控制空塔气速 1.0 m/s～1.5 m/s、停留时间 3 s～5 s、塔内液气比 3 L/m³～20 L/m³。

6.3.6 换热器：板式换热器或其它形式换热器（液～液），316 不锈钢以上材质。

6.3.7 放空筒：宜设计为立式设备，高度 15000 mm 以上，设计工作介质为空气、少量油气，设计压力常压，设计温度不低于 100 ℃。

6.4 设备设计要求

6.4.1 设备的选择和配置应考虑装置长周期可靠运行的要求，对风机、泵等连续工作的动设备应配置备用设备。

6.4.2 冷源设计：低温吸收液吸收装置吸收液降温宜优先采用现有循环水、低温盐水等冷源，新建制冷系统宜采用螺杆式压缩机蒸发制冷系统。

6.4.3 吸收法其他装置设计的要求应满足 HJ/T 387 的要求。

6.5 环境条件要求

同 5.5。

6.6 运行参数控制

6.6.1 吸收塔压力：0 MPa（G）～0.5 MPa（G）。

6.6.2 吸收剂温度：最低控制温度高于凝固点（柴油）5℃～10℃，一般控制吸收温度为-5℃～15℃。

6.6.3 整体装置处理规模：要求整体装置处理能力大于等于 100 Nm³/h。

6.6.4 低温柴油作为吸收剂要求：选用柴油凝固点应低于-5℃，闪点大于 75℃，初馏点大于 160℃，常压 15℃在柴油含量 60 %以上的密闭容器中平衡气相 VOCs 浓度小于 6000 mg/m³。

6.7 处理结果及性能要求

6.7.1 排放要求：吸收法有机废气处理装置处理化工工艺有机废气尾气排放指标应达到地方、行业或 GB 16297、GB 14554 的各项排放限值要求。

6.7.2 压力降要求：整体装置压力降不超过 2 kPa，高压文丘里氏吸收器不受此限制。

7 膜法回收有机废气处理装置技术要求

7.1 原理

利用高分子膜对有机气体优先透过性的特点，让有机气体/空气的混合气在一定的压差推动下，经选择性透过膜，使混合气中的有机气体优先透过膜得以富集回收，而空气则被选择性的截留。

7.2 适用范围

7.2.1 适用于绝大多数有机挥发组分的分离，如烃类、苯系物、醇，酯酮醚等。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。

7.2.2 经济适用范围及代表性污染物去除率：

——烷烃：叠片式膜组件对C4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。C3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%。

7.3 设备装置组成及要求

7.3.1 收集废气用液环式压缩机：液环压缩机满足防爆要求，排气压力不小于 0.22 MPa（G）。

7.3.2 真空泵：渗透侧使用液环式或旋片式真空泵，满足防爆要求。真空泵进气压力不大于 0.015MPa（A）。

7.3.3 装置运行温度要求：控制压缩机工作液温度不超过 35℃，膜组件使用温度不超过 50℃。

7.3.4 分离膜组件：

- 1) 分离膜组件的进口或压缩机的出口应设温度仪表，进出口应设压力仪表。
- 2) 分离膜对正丁烷的透过选择性不应低于对氮气的 20 倍。
- 3) 分离膜组件进出口应设置切断阀。
- 4) 分离膜组件渗透侧压力应就地指示及远传控制室，并宜设置压力控制联锁措施；
- 5) 膜组件的设计压力不应低于 1.0 MPa（G）。
- 6) 膜组件要满足防静电要求，对于有机材料分离膜，膜组件的操作温度不应超过 50℃。
- 7) 分离膜组件的数量应能满足设计规模，并联安装的膜组件应至少设置一个预留备用口。
- 8) 分离膜组件设计正常使用寿命不应低于 5 年。

7.4 设备设计要求

7.4.1 安全保障设计：液环压缩机和液环真空泵应设置出口温度联锁；如使用旋片式真空泵，则旋片式真空泵应设置润滑油油温联锁、润滑油液位联锁、泵背压联锁、出口温度联锁；膜组件渗透侧应设置压力联锁。

7.4.2 膜组件不能进入液体介质，当气体中含有雾状颗粒状液体及气溶胶等时应设置气液分离聚结装置，滤芯精度不低于 0.01 μm。

7.4.3 防爆设计：防爆区域废气治理设施使用电机应使用室外型防腐防爆电机，防爆等级不低于 DIIBT4，防护等级不低于 IP55。现场仪表的防爆等级不低于 DIIBT4，防护等级不低于 IP65。现场防爆接线箱及仪表电气进线设计应满足现场防爆要求。防爆接线箱防爆等级不低于 DIIBT4，防护等级不低于 IP65。

7.4.4 压缩机、真空泵，在用于调节气量时宜采用变频防爆电机。

7.4.5 当使用液环真空泵时，应设置降低真空泵工作液温度的设备，如空冷器等。

7.5 环境条件要求

同 5.5。

7.6 运行参数控制

7.6.1 装置使用压力：要求膜组件进气侧压力不小于 0.2 MPa(G)，膜组件渗透侧压力不高于 0.02 MPa(A)。

7.6.2 单个膜组件处理量：应达到 100 Nm³/h 以上。

7.6.3 整体装置处理规模：装置设计处理量为实际使用量的 100 %~110 %。

7.6.4 压缩机出口温度：应小于 60℃。

7.6.5 膜组件渗透侧压力不能高于进气侧压力。

7.7 处理结果及性能要求

7.7.1 有机废气去除效果：装置出口废气非甲烷总烃 ≤ 50 mg/m³，苯 ≤ 2 mg/m³、甲苯 ≤ 8 mg/m³、二甲苯 ≤ 10 mg/m³。

7.7.2 压力降要求：整体装置压力降不超过 30 kPa。
