

附件3

四川省石化行业挥发性有机物 控制技术指南

目 录

1. 适用范围	70
2. 规范性引用文件	70
3. 术语和定义	72
4. 石化行业生产工艺及挥发性有机污染物排放	75
4.1 石化行业生产工艺及排污节点	75
4.2 挥发性有机污染物排放	76
5. 石化行业挥发性有机污染物控制技术	81
5.1 吸附法	81
5.2 吸收法	84
5.3 冷凝回收法	85
5.4 膜分离油气回收法	85
5.5 直接焚烧法	86
5.6 催化燃烧法	87
5.7 泄漏检测与修复技术	88
5.8 典型组合处理技术	89
5.9 各种处理技术的指标分析	90
6. 石化行业挥发性有机污染物最佳控制可行技术	90
6.1 最佳控制技术选择原则和方法	90
6.2 最佳可行控制技术选择	92
7. 控制技术监管要求	99
7.1 企业监管要求	99
7.2 环保部门监管要求	106

前 言

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》等法律法规，完善石化行业挥发性有机物控制技术支撑体系，指导和规范石化行业排污单位挥发性有机物控制，制定本指南。可作为四川省石化行业挥发性有机物治理工作的参考技术资料。

本指南起草单位：四川省环境保护科学研究院。

本指南主要起草人：叶 宏、钱 骏、陈军辉、姜 涛、孙 蜀、杨怡阁

四川省石化行业挥发性有机物控制技术指南

1. 适用范围

本指南适用于四川省石化行业企业生产全过程的挥发性有机物排放管理，主要包含石油炼制、石油化学工业企业。

2. 规范性引用文件

本指南引用下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB 8978 污水综合排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

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 20950 储油库大气污染物排放标准

GB 20951 汽油运输大气污染物排放标准

GB 31570 石油炼制工业污染物排放标准

GB 31571 石油化学工业污染物排放标准

GB 31572 合成树脂工业污染物排放标准

GB 38364 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的
的设备

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范

GB 50051 烟囱设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB 50187 工业企业总平面设计规范

GB 50726 工业设备及管道防腐蚀工程施工规范

GB 50727 工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范

GB/T 8017 石油产品蒸气压测定法（雷德法）

GB/T 13347 石油气体管道阻火器

GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范

HJ 38 固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定
气相色谱法

HJ 732 固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法

HJ 733 泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导
则

HJ 734 固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-
热脱附 / 气相色谱- 质谱法

HJ 2000 大气污染治理工程技术导则

HJ 2026 吸附法工业有机废气治理工程技术规范

HJ 2027 催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范

HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定位装置

HJ/T 386 环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置

HJ/T 389 环境保护产品技术要求 工业有机废气催化净化
装置

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

SH/T 3002 石油库节能设计导则

SH/T 3007 石油化工储运系统罐区设计规范

QSH 0546 石化装置挥发性有机化合物泄漏检测规范

DB 12/524 工业企业挥发性有机物排放控制标准

DB 13/2322 工业企业挥发性有机物排放控制标准

DB51/2377 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准
污染源自动监控管理办法

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

挥发性有机化合物 Volatile Organic Compounds (VOCs)

在293.15K条件下蒸气压大于或等于10Pa，或者特定适用条件下具有相应挥发性的除CH₄、CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵外，任何参加大气光化学反应的碳化合物。主要包括具有挥发性的非甲烷烃类（烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃）、含氧有机化合物（醛、酮、醇、醚等）、卤代烃、含氮有机化合物、含硫有机化合物等。

石油炼制工业 Petroleum Refinery Industry

以原油、重油等为原料，生产汽油馏分、柴油馏分、燃料油、润滑油、石蜡油、石油沥青和石油化工原料等的工业。

石油化学工业 Petroleum Chemistry Industry

以石油馏分、天然气为原料，生产有机化学品、合成树脂、合成纤维、合成橡胶等的工业。

无组织排放 Fugitive Emission

指大气污染物不经过排气筒的无规则排放。低矮排气筒（高

度低于15m的排气筒)的排放属有组织排放但在一定条件下也可造成与无组织排放相同的效果。

有机废气控制措施 Control System for Organic Waste Gas

任何有机废气的处理设备和回收设备，包括吸收器、活性炭吸附器、冷凝器、焚化炉、火炬、锅炉、工艺加热炉、膜分离等。

收集效率 Collection Efficiency

进入有机气体控制措施的VOCs量占理论挥发排放量的比例，等于二者的比值。

投用率 Use Efficiency

有机气体控制设施实际年投用时间占伴随油气装载过程理论运行时间的比例。

净化效率 Purification Efficiency

治理工程或净化设备捕获污染物的量与处理前污染物的量之比，以百分数表示。计算公式如下：

$$\eta = \frac{C_1 Q_{sn1} - C_2 Q_{sn2}}{C_1 Q_{sn1}} \times 100\%$$

式中：

η ——治理工程或净化设备的净化效率，%。

C_1 、 C_2 ——治理工程或净化设备进口、出口污染物浓度， mg/m^3 。

Q_{sn1} 、 Q_{sn2} ——治理工程或净化设备进口、出口标准状态下干气体流量， m^3/h 。

石油炼制工业废水 Petroleum Refining Industry Wastewater

石油炼制工业生产过程中产生的废水，包括工艺废水、污染雨水（与工艺废水混合处理）、生活污水、循环冷却水排污水、化学水制水排污水、蒸汽发生器排污水、余热锅炉排污水等。

石油化学工业废水 Petroleum Chemistry Industry Wastewater

石油化学工业生产过程中产生的废水，包括工艺废水、污染雨水（与工艺废水混合处理）、生活污水、循环冷却水排污水、化学水制水排污水、蒸汽发生器排污水、余热锅炉排污水等。

废水集输系统 Wastewater Collection and Transportation System

用于废水收集、储存、输送等设施的总和，包括管道、沟渠、连接井、集水池、废水储罐等。

逸散性挥发性有机物 Emissive Volatile Organic Compounds

室温下，水样中用气流（空气或氮气）吹扫可进入大气环境的VOCs，简称EVOCs。

泄漏检测与修复 Leak Detection and Repair

泄漏检测与修复是指对工业生产全过程物料泄漏进行控制的系统工程。通过固定或移动式检测仪器，定量检测或检查生

产装置中阀门等易产生VOCs泄漏的密封点，并在一定期限内采取有效措施修复泄漏点，从而控制物料泄漏损失，减少对环境造成的污染，简称LDAR。

爆炸极限 Explosive Limit

可燃气体或蒸气与空气混合后能发生爆炸的浓度范围称为爆炸极限。

爆炸极限下限 Lower Explosive Limit

爆炸极限的最低浓度值。

催化剂中毒 Catalyst Poisoning

由于某些物质的作用使催化剂的催化活性衰退或丧失的现象。

空速 Space Velocity

单位时间内单位体积催化剂处理的废气体积流量，称为空间速度，简称空速。单位为 $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^3)$ ，简写为 h^{-1} 。

FID监测设备 Flame Ionization Detector

火焰离子化检测仪，对低浓度气体和有机蒸气具有很好灵敏度的检测器，优化的配置可以测不同的气体和有机蒸气。

4. 石化行业挥发性有机污染物排放

4.1 石化行业排污节点

根据石油炼制工业和石油化学工业工艺环节污染源归类解析的理论基础，同时参考《石化行业VOCs污染源排查工作指南》的分类方法，本指南将VOCs产生源项分为设备动静密封点泄漏污染源，挥发性有机液体储存挥发污染源、调和污染源，挥发

性有机液体装卸挥发污染源，废水集输、储存、处理过程污染源，其他源项五大部分，各部分按照工艺特点，又细分为12个子源项，其每个源项描述如下：

表4-1 石化行业VOCs产生源项表

序号	源项	描述
1	设备动静密封点泄漏	石化装置或设施的动、静密封点排放的 VOCs
2	有机液体储存与调和挥发损失	VOCs 排放来自于挥发性有机液体固定顶罐（立式和卧式）、浮顶罐（内浮顶罐和外浮顶罐）的静止呼吸损耗和工作损耗
3	有机液体装卸挥发损失	挥发性有机液体在装卸、分装过程中散逸进入大气的 VOCs
4	废水集输、储存、处理处置过程逸散	废水在收集、储存及处理过程中从废水中挥发的 VOCs
5	工艺有组织排放	主要指生产过程中装置有组织排放的工艺废气，其 VOCs 的排放受生产工艺过程的操作形式（间歇、连续）、工艺条件、物料性质限制
6	冷却塔、循环水冷却系统释放	由于设备泄漏，导致有机物料和冷却水直接接触，冷却水将物料带出，冷却过程由于凉水塔的汽提作用和风吹散逸，从冷却水中进入大气的 VOCs。
7	非正常工况（含开停工及维修）排放	开停工及检维修过程中由于泄压和吹扫等工序而排放的 VOCs
8	工艺无组织排放	指非密闭式工艺过程中的无组织、间歇式的排放，在生产材料准备、工艺反应、产品精馏、萃取、结晶、干燥、卸料等工艺过程中，污染物通过生产加注、反应、分离、净化等单元操作过程，通过蒸发、闪蒸、吹扫、置换、喷溅、涂布等方式散到大气中，属于正常工况下的无组织排放。
9	火炬排放	用于热氧化处理、处置区域内生产设备所排放的各类具有一定热值气体的焚烧净化装置，火炬气通过焚烧可去除大部分的烃类，但其排放废气中仍包括未燃烧的 VOCs
10	燃烧烟气排放	主要是指锅炉、加热炉、内燃机和燃气轮机等设施燃烧燃料过程排放的烟气
11	采样过程排放	采样管线内物料置换和置换出物料的收集储存过程中，散逸的部分 VOCs
12	事故排放	由于泄漏、火灾、爆炸等事故情况导致的 VOCs 污染事故

4.2 挥发性有机污染物排放

根据石化企业挥发性有机污染物产生源项分析，其主要挥发性有机污染物排放来自于12个子源项的有组织排放和无组织排放。

（1）设备动静密封点泄漏

设备内的物料可通过设备动静密封点泄漏到环境中，这是石化行业普遍存在的小型无组织排放源，属于正常工况下的无组织或有组织排放，以无组织排放为主，个别设备密封点可将废气收集将其转为有组织排放。其排放的挥发性有机污染物种类根据企业使用物料有关系。目前设备动静密封点泄漏源项是石化企业挥发性有机污染物排放的四个主要源项之一。

（2）有机液体储存与调和挥发损失

在储存与调和过程中，随着物料的进出，大小呼吸会产生大量的物料损失，排放大量的挥发性有机污染物，属于正常工况下的排放，通常为间歇性排放，在静置过程中，罐体和浮盘之间等处也存在物料的挥发损失。有机液体储存与调和挥发损失是石化企业挥发性有机污染物排放的四个主要源项之一。

（3）有机液体装卸挥发损失

汽油、柴油、石脑油、苯等有机液体在车、船装卸作业过程中，由于置换了车厢或船舱中的物料蒸气以及物料本身的挥发，从而产生挥发性有机物的排放，属于正常工况下的排放，通常为间歇性排放，属于石化企业挥发性有机污染物排放的四个主要源项之一。

（4）废水集输、储存、处理处置过程逸散

石化企业正常生产过程中产生的废水、废液中含有的有机成分随着温度变化，可能释放到大气中，不同类型的废水在收集系统中发生化学反应可能释放出新的污染物进入大气，这属于正常工况下的无组织排放，当采取废气收集处理措施后，可

将其转化为有组织排放。该源项是石化企业挥发性有机污染物排放的四个主要源项之一。

(5) 工艺有组织排放

有组织工艺废气是指除热源供给设施燃烧烟气和火炬外，所有15m以上排气筒的排放，包括工艺装置排气筒，如催化裂化尾气、连续重整尾气、硫磺回收尾气等，也包括面源经收集后的集中排放，可能是连续性的，也可能是间歇性的。其排放的污染物主要是挥发性有机污染物、烟粉尘、二氧化硫、氮氧化物等。

(6) 循环冷却水系统释放

由于回用水处理不彻底，添加水质稳定剂或工艺物料泄漏将污染物带入循环冷却水中，污染物通过循环冷却水塔的闪蒸、汽提和风吹等作用释放到大气中，该源项通过15m高以上的冷却塔顶排放视为有组织排放源，其余方式逸散的视为无组织排放源，这是一种正常工况下连续不稳定的排放。其排放的大气污染物主要是挥发性有机污染物。

(7) 非正常工况排放

石化企业装置或设施处在开工、停工、抢修、小修、大检修及工艺参数超出设计阈值和工艺、设备等运行不稳定的生产状态时，物料泄放、喷溅和设备吹扫、清洗过程产生和排放的污染物，以及三废处理设施运转不正常时排放的污染物，有无组织排放也有有组织排放，是一种无规律排放源。该工况排放的挥发性有机污染物控制，暂不纳入本指南。

(8) 火炬排放

火炬是通过燃烧方式处理排放无法回收和再加工的可燃有毒气体及蒸气的特殊燃烧设施，气体主要来自石化企业正常生产以及非正常生产过程中工艺装置无法回收的工艺可燃气、过量燃料气以及吹扫废气中的可燃有毒气体及蒸气等，属于有组织排放。火炬排放的污染物主要受火炬系统处理能力、异常工况类型与延续的时长、物料性质等因素影响。

(9) 燃烧烟气排放

燃烧烟气是石化企业为了给物料直接或间接提供热源，燃烧燃料造成的排放，属于正常工况下的有组织排放。其排放的污染物主要有烟粉尘、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机污染物等。由于该源项排放主要污染物为烟粉尘、二氧化硫和氮氧化物等常规污染物，仅少量为挥发性有机污染物，故该源项暂不纳入本指南。

(10) 工艺无组织排放

指非密闭式工艺过程中的无组织、间歇式的排放，在生产材料准备、工艺反应、产品精馏、萃取、结晶、卸料等工艺过程中，污染物通过生产加注、反应、分离、净化等单元操作过程，通过蒸发、闪蒸、吹扫、置换、喷溅、涂布等方式逸散到大气中，属于正常工况下的无组织排放。其排放的挥发性有机污染物主要受物料性质、生产工艺、末端处理技术等因素影响。

(11) 采样过程排放

石化企业生产过程中为保证生产出合格产品，需要对各工

艺阶段的物料、中间品以及成品进行取样分析，样品通过一个采样管线/井上的阀门开启并收集一定体积的液体或气体，将样品采入特定的取样容器中，这一过程也会排放挥发性有机污染物，属于正常工况下的无组织排放。其排放的污染物与采样物料性质及采样方式，持续时间等有关。

（12）事故排放

生产装置一旦发生泄漏、火灾、爆炸等事故，企业的首要任务是应急与撤离人员，各种物料均可能直接排空，造成污染是无法避免的，同时泄漏的物料可能发生化学反应，形成次生污染，这是属于事故工况下的排放，不纳入本指南范畴。

其各个源项污染物排放形式见表4-2。

表4-2 石化企业废气污染源排放形式

序号	源项	排放形式	排放工况
1	设备动静密封点泄漏	无（有）组织	正常
2	有机液体储存与调和挥发损失	无（有）组织	正常
3	有机液体装卸挥发损失	无（有）组织	正常
4	废水集输、储存、处理处置过程逸散	无（有）组织	正常
5	工艺有组织排放	有组织	正常
6	冷却塔、循环水冷却系统释放	无（有）组织	正常
7	非正常工况（含开停工及维修）排放	无（有）组织	非正常
8	工艺无组织排放	无组织	非正常、正常
9	火炬排放	有组织	正常
10	燃烧烟气排放	有组织	正常
11	采样过程排放	无组织	正常
12	事故排放	无组织	事故

各个源项按照工艺流程划分，其废气主要排污节点见图4-1所示。

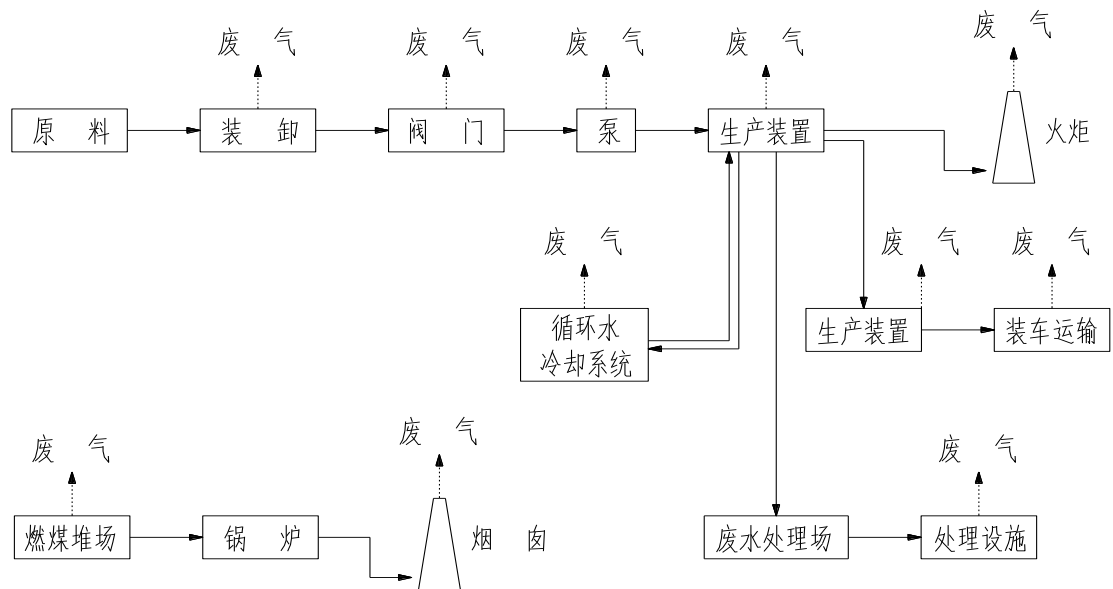


图4-1 典型石化企业废气污染物产污节点图

5. 石化行业挥发性有机污染物控制技术

目前我国针对石化行业生产的实际情况以及挥发性有机污染物污染源排放特点，主要采用吸附、吸收、冷凝、膜分离油气回收、催化燃烧、热力焚烧、泄漏检测与修复等技术对VOCs开展治理，现分别对目前各种常用的处理技术进行介绍。

5.1 吸附法

吸附浓缩技术是利用各种固体吸附剂（如活性炭（包括活性炭纤维）、分子筛、活性氧化铝和硅胶等）对排放废气中的VOCs进行吸附浓缩，同时达到净化废气的目的。吸附工艺主要分为吸附段和脱附段。

（1）吸附段需要注意的事项

1) 采用活性炭吸附工艺，进入吸附系统的废气温度应控制

在40℃以内，废气中颗粒物浓度低于1mg/m³。同时，进入吸附系统的易燃、易爆有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的25%以下。对于含有混合有机化合物的废气，其控制浓度P应低于最易爆炸组分或混合气体爆炸极限下限值的25%，即 $P < \min(P_e, P_m) \times 25\%$ ， P_e 为最易爆炸组分极限下限值（%）， P_m 为混合气体爆炸极限下限值（%）， P_m 按照下式进行计算：

$$P_m = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) / (V_1/P_1 + V_2/P_2 + \dots + V_n/P_n)$$

式中：

P_m ——混合气体爆炸极限下限值，%；

$P_1, P_2, \dots, P_n$ ——混合气体中各组分的爆炸极限下限值，%；

$V_1, V_2, \dots, V_n$ ——混合气体中各组分所占的体积百分数，%；

n ——混合有机废气中所含有机化合物的种类数量。

2) 在理想状态下，中低浓度VOCs（一般在<1000mg/m³）净化效率能达到90%以上，但吸附材料吸附能力接近饱和时，吸附效率显著降低，无法保证处理后废气稳定达标排放，同时，目前没有成熟可靠、经济实用的技术对吸附材料的吸附能力变化情况进行实时监测分析，因此吸附工艺一般与其他处理工艺组合使用。

3) 在不施用深冷、高压的手段下，可以有效回收有价值的有机物组分。

4) 吸附剂应选择具有大比表面和孔隙率的；具有良好选择性的；吸附能力强，吸附容量大的；易于再生；机械强度、化学稳定性、热稳定性好；使用寿命长的。

5) 更换填料或是运行维护过程中产生的固废以及危险废物按照国家固体废物污染环境防治法有关要求进行管理、处置。

6) 固定床吸附器应符合《环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置》(HJ/T 386) 的规定。吸附层的风速应根据吸附剂的材质、结构和性能共同确定。

7) 常用的吸附剂有两类，分别为活性炭吸附剂和沸石分子筛吸附剂。

①活性炭吸附剂特点：操作简单，吸附能力强，吸附效果好，可以对活性炭进行再生，重新使用。

②沸石分子筛吸附剂特点：作为离子型吸附剂，吸附选择性强，吸附能力强，是不燃材料，因此在较高的温度下，吸附效率仍然比较高，同时，脱附温度也相应较高。

③固定床吸附器应符合《环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置》(HJ/T 386) 的规定。吸附层的风速应根据吸附剂的材质、结构和性能共同确定；采用颗粒状活性炭时，宜取0.20-0.60m/s，采用蜂窝状活性炭时，宜取0.70-1.20m/s。对于废气浓度特别低或有特殊要求的场合，风速可适当增加。

表 5-1 活性炭物性参数

性质	单位	颗粒活性炭	粉状活性炭	活性炭纤维
真密度	g/cm ³	2.0-2.2	1.9-2.2	0.2-0.8
粒密度	g/cm ³	0.6-1.0	/	/
堆积密度	g/cm ³	0.35-0.6	0.15-0.6	0.03-0.05
孔隙率	%	33-45	45-75	50-80
细孔容积	cm ³ /g	0.5-1.1	0.5-1.4	0.6-1.1
平均孔径	Å	1.2-4.0	1.5-4.0	5.0-14.0
比表面	m ² /g	700-1500	700-1600	800-2000

9) 吸附装置用于处理易燃、易爆气体时,应符合安全生产及事故防范的相关要求。除控制处理气体的浓度外,在管道系统的适当位置,应安装符合《石油气体管道阻火器》(GB/T 13347)规定的阻火装置。接地电阻应小于 2Ω 。

(2) 脱附段需要注意的事项主要有:

1) 脱附操作可采用升温、降压、置换、吹扫和化学转化等脱附方式或几种方式的组合。

2) 脱附气源可采用热空气、热烟气和低压水蒸气。

3) 当回收脱附产物时,应保证脱附后气体达到设计要求的冷却水平。

4) 有机溶剂的脱附宜选用水蒸气和热空气,当回收的有机溶剂沸点较低时,冷凝水宜使用低温水;对不溶于水的有机溶剂冷凝后直接回收,对溶于水的有机溶剂应进一步分离回收。

5) 采用活性炭作为吸附剂时,脱附气体的温度宜控制在 120°C 以下;采用沸石分子筛作为吸附材料时,脱附气体的温度宜控制在 220°C 以下。

5.2 吸收法

吸收法是利用相似相溶原理,常采用沸点较高、蒸气压较低的低挥发或不挥发液体(如柴油、煤油等)为吸收剂,吸收废气中的VOCs组分,VOCs从气相转移到液相中,从而达到净化废气的目的。在石化企业VOCs废气处理中,吸收法适用于炼油行业高压、低温、高浓度的VOCs废气处理,设施运行费用低。可用于原油、半成品、成品油储罐呼吸气、以及常减压装置初、常顶废气处理。储罐灌顶呼吸气可采用低温柴油吸收,

减少废气排放；常减压装置不凝气可采用轻烃回收装置进行处理。轻烃回收装置主要包括瓦斯气升压系统、汽油吸收系统、柴油回收系统、脱吸系统、稳定系统、脱硫系统六大系统组成。常减压装置瓦斯气经压缩、冷凝、吸收、脱吸、分馏等过程，得到液化石油气产品，可显著降低VOCs 排放。

5.3 冷凝回收法

废气中的VOCs在冷凝器中冷凝，通过降低气体温度使VOCs达到过饱和后从气体中液化出来而得到净化，冷凝下来的有机物可以回收利用。

使用冷凝法时，应注意：

（1）主要用于处理高浓度废气，特别是组分比较单纯的、有一定回收经济价值的废气，净化效率为50%-80%；

（2）冷凝法吸收效率波动幅度大，可作为燃烧或吸附处理的预理工段，特别是VOCs含量较高时，可通过冷凝回收降低后续净化装置的操作负担；

（3）可处理含有大量水蒸气的高温蒸汽。

（4）冷凝法对废气的处理程度受到冷凝温度限制，要处理效率高或处理低浓度废气时，需要将废气冷却到非常低的温度，经济上不合算。

5.4 膜分离油气回收法

膜分离油气回收法是采用一系列并联安装于管道上的膜组件构成的膜分离器，将油蒸气/空气混合物在膜的渗透侧的真空作用下分成含有少量烃类的截留物流和富集烃类的渗透流。截留物流再经吸附剂吸附净化后，VOCs 浓度低于排放标准可以

直接排入大气，而渗透流循环至膜法油气回收装置的压缩机口，与收集的排放油气相混合，混合气体经过喷淋塔，通过蒸气带压，使得富集物流在喷淋塔中分成烃蒸气和液态烃两相流，经喷淋吸收塔后液态烃以液体的形式返回罐区，实现油气回收。而烃蒸气则进入膜分离器，再次进行上述循环。膜分离油气回收法可用于轻质油品、苯类、混芳类装车过程以及乙烯粗裂解产品汽油储罐释放的挥发油气处理。

5.5 直接燃烧法

直接燃烧法分为常规直接燃烧(TO)和蓄热式燃烧(RTO)。是利用辅助燃料燃烧所发生热量，把可燃的有害气体的温度提高到700-900℃的反应温度，从而发生氧化分解。由于燃烧炉可于较短时间内进入工作状态，非常适合用于高浓度废气及间歇性排放工艺。蓄热式燃烧(RTO)处理系统中加温和氧化分解产生的热能利用具有高热容量的陶瓷蓄热体作为蓄热系统，实现换热效率达到90%以上的节能效果。

使用燃烧时，应注意：

(1) 处理净化效率高，能达到95%以上，连续运行稳定，技术成熟且安全可靠、操作维护简单，使用寿命长。

(2) 一次性投资成本高，运行成本较高；

(3) 严格控制进口有机物的浓度，使其入口浓度必须远低于爆炸下限，控制在一个安全的水平。

(4) 不适宜处理小于8000m³/h以下风量的废气，对含有机硅成分较多的废气容易造成蓄热体堵塞，更换蓄热材料费用较高。

5.6 催化燃烧法

催化燃烧分为常规催化燃烧（CO）和蓄热式催化燃烧（RCO）。利用结合在高热容量陶瓷蓄热体上的催化剂，使有机气体在300~400℃的较低温度下，氧化为水和二氧化碳。蓄热式催化燃烧（RCO）的处理系统加热和氧化产生的热量被蓄热体储存并用以加热待处理废气，以提高换热效率。

催化燃烧法的关键因素是催化剂的选择。已有多种可供选择的催化剂：按其活性分，有钯、铂、稀土和过渡金属氧化物催化剂；按其形状分，有无定形颗粒状、球形颗粒状、整体蜂窝状、网状、丝蓬状和透气板状等催化剂。催化剂的载体一般以氧化铝和陶瓷为主，此外还有天然沸石、镍铬丝和不锈钢丝等。

（1）催化燃烧工艺具有如下特点：

1）处理净化效率较高，能达到95%以上，燃烧温度较低，较少产生NO_x和SO_x。

2）催化剂的选择需要与处理对象相吻合，严格避免催化剂的中毒。在汞、铅、锡、锌等金属蒸气和磷、磷化物、砷等存在时，随使用时间的延长，这些物质覆盖在催化剂表面，催化剂将失去活性。卤素和大量的水蒸气存在时，催化剂活性暂时衰退；当这些物质不存在时，其活性在短期内即可恢复。尘埃、金属锈、煤灰、硅和有机金属化合物等覆盖在催化剂表面上，将影响废气中可燃成分与催化剂表面接触，从而使催化剂活性降低。

3）催化剂的工作温度应低于700℃，并能够承受900℃短

时间的高温冲击，设计工况下催化剂使用寿命应大于 8500h。

4) 催化燃烧装置预热室的预热温度宜控制在 250-350℃，不宜超过 400℃。

5) 催化剂床层的设计空速应考虑催化剂的种类、载体的型式、废气的组分等因素，宜大于 10000h⁻¹，但不宜大于 40000h⁻¹。

(2) 使用蓄热催化燃烧时，应注意：

1) 处理净化效率较高，能达到95%以上，比蓄热式燃烧节约25% ~ 40% 运行费用，其热回收效率可达90%以上；很少产生NO_x和SO_x，不受水气含量影响。

2) 废气的成分复杂，起始燃烧温度随废气成分不同而有所差异。预热温度过低，不能进行催化燃烧；预热温度过高，浪费能源。催化燃烧法最大的缺点是必须注意催化剂的中毒。在汞、铅、锡、锌等的金属蒸气和磷、磷化物、砷等存在时，随使用时间的延长，这些物质覆盖在催化剂表面，催化剂将失去活性。卤素和大量的水蒸气存在时，催化剂活性暂时衰退；当这些物质不存在时，其活性在短期内即可恢复。尘埃、金属锈、煤灰、硅和有机金属化合物等覆盖在催化剂表面上，影响废气中的可燃成分与催化剂表面接触，从而使活性降低；

3) 废气浓度过高时会导致催化剂超温；

4) 不能处理温度高于 450℃的废气。

5.7 泄漏检测与修复技术（LADR）

泄漏检测与修复技术通常采用固定或移动检测设备（如火焰离子化、光离子化、非分散红外等）对石化企业易产生VOCs泄漏源进行定期监测，以确认发生泄漏的设备并进行修复，从

而达到控制原料泄漏对环境造成的污染。其典型步骤包括：确定程序、组件检测、修复泄漏、报告闭环等环节。LDAR技术是目前国际上较先进的石油化工废气检测技术，不仅能降低企业物料损失，有效减少因泄漏造成的VOCs排放，还可以提高工艺安全性和可靠性，可用于石化生产装置和储存罐区装置、管道、阀门、法兰等位置泄漏废气的有效跟踪和处理。

5.8 典型组合处理技术

1) 典型组合处理技术介绍

根据石化行业VOCs排放特点，针对具有较高回用价值的有机废气，建议优先采取回收组合工艺对有机物最大限度回收。对没有回收价值的有机废气，建议优先采取具有销毁工艺的组

合处理技术进行处置，保证有机废气稳定达标排放。

2) 典型组合处理技术的优缺点分析

表5-2 典型组合工艺特点比较

典型组合工艺	优点	缺点
冷凝回收+膜分离+水吸收+活性炭吸附	能对有机物最大限度回收,具有较高的经济效益	投入较大,管理要求较高,吸附后的活性炭属于危险废物。
活性炭吸附浓缩+蓄热式燃烧	造价相对较低,前期投入较少 蓄热式燃烧有一定的自我调节能力,抗干扰能力强,热回收效率90%以上	脱附时有燃烧危险,风险相对较高,燃烧温度高,产生NO _x ,吸附后的活性炭属于危险废物。
活性炭吸附浓缩+蓄热催化燃烧	造价相对较低,前期投入较少 起燃温度低,节约能源,处理效率高,无二次污染	催化剂成本高,其存在中毒和寿命问题,脱附时有燃烧危险,风险相对较高,吸附后的活性炭属于危险废物。
沸石转轮吸附+蓄热式燃烧	沸石不具备可燃性,不会引发溶剂反应 吸收VOCs产生的压降低,电耗少	造价高,维护成本高 容易发生高沸点VOCs残留,必须进行预处理 脱附温度较高,脱附出的VOCs容易与氧气反应
沸石转轮吸附+蓄热催化燃烧	沸石不具备可燃性,不会引发溶剂反应 吸收VOCs产生的压降低,电耗少 起燃温度低,节约能源,处理效率高,无二次污染	造价高,维护成本高 容易发生高沸点VOCs残留,必须进行预处理 脱附温度较高,脱附出的VOCs容易与氧气反应

5.9 各种处理技术的指标分析

几种治理技术的各项经济和技术指标列表于下，供企业选取时参考之用。

表5-3 治理技术经济、技术参数简表

类型	治理技术	净化效率	建设成本	运行成本	安全系数	自动化程度	监控难度	占地面积
单一技术	直接燃烧	> 95% (仅限高浓度)	**	****	****	*****	*	**
	催化燃烧	> 95% (仅限高浓度)	**	***	****	*****	*	**
	LDAR	—	**	****	****	*	****	*
组合技术	冷凝回收+膜分离+水吸收+活性炭吸附	> 90% (仅限高浓度)	*****	****	****	***	***	*****
	活性炭吸附+蓄热式燃烧	> 90%	****	***	***	****	*	*****
	活性炭吸附+蓄热催化燃烧	> 90%	****	***	****	****	*	***
	活性炭吸附+直接燃烧	> 90%	***	*****	***	****	*	***
	活性炭吸附+催化燃烧	> 90%	***	****	****	****	*	***
	沸石转轮吸附+蓄热催化燃烧	> 90%	*****	***	****	*****	*	***
	沸石转轮吸附+蓄热式燃烧	> 90%	*****	***	****	*****	*	****

说明：“*”越多，代表建设成本越高，运行成本越高，安全系数越高，自动化程度越高，监控难度越高，占地面积越大。

6. 石化行业挥发性有机污染物最佳控制可行技术

6.1 最佳控制技术选择原则和方法

6.1.1 最佳控制技术选择原则

由于石化行业具有工艺复杂，生产工序多样的特点，其排放的挥发性有机污染物涉及的物质种类、排放环节众多，以无组织排放为主等特点，导致在实际生产过程中，各个工序有机废气产生的风量、浓度和所含有机物种类存在较大差异。因此

有机废气处理工艺的选择必须结合废气的规模、污染物种类和浓度、企业经济状况等实际情况选择适合的处理工艺，总体应该遵循以下四个原则。

资源回收利用。结合有机废气的浓度和实际成分，尽量提高废气收集率，优先选择能够对废气中有机物质进行回收利用的技术方案。回收的有机物可以用于生产或出售，降低治理成本。

处理达标。项目建设应按国家相关的基本建设程序或技术改造审批程序进行，总体设计应满足《建设项目环境保护设计规定》和《建设项目环境保护管理条例》的规定。经过治理后的废气排放应符合《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB 31571）、《四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准》（DB51/2377）中的相关规定。治理过程避免产生二次污染。治理设施噪声控制应符合《工业企业噪声控制设计规范》（GB50087）和《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348）的规定。

效率稳定。生产企业应把治理设施作为生产系统的一部分进行管理，应根据待处理废气的参数和要求，选用适合企业实际、处理效率稳定的废气处理技术。尽量选择运行、操作、维护及管理简便易行，自动化程度高的技术方案，减少人为操作导致处理效果不稳定的可能性。

经济实用。在保证稳定达到排放要求的基础上，选择与企业经济承受能力相适应，建设成本和运行成本较低，经济实用的技术工艺；建设中充分利用地形和可用场地面积，缩短废气

管网长度，降低废气处理能耗，节约成本。尽量采用经济节能型工艺设备，减少处理设施的数量。

6.1.2最佳可行控制技术选择基本方法

首先对石化企业产生的有机废气来源进行分析，按照本指南确定的12个污染源项，对各源项产生气量、浓度及主要污染物成分进行分析，作为处理工艺选择的基础资料。

其次，根据《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB 31571）、《四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准》（DB 51/2377）等石化行业污染物国家排放标准和地方排放标准要求，确定经过处理后有机废气的排放浓度，再根据测量的浓度，计算有机废气处理工艺需要达到的处理效率，将可达到该处理效率的处理工艺作为备选。

最后，以适宜温度范围作为条件，再根据企业的实际情况，从备选方案中筛选建设成本、运行成本、自动化程度以及占地等各方面都适宜的有机废气处理工艺。

6.2 最佳可行控制技术选择

根据石化企业的具体特点，依照石化行业VOCs处理技术选择原则和方法，按照12个主要产污源项，重点对其中9个源项分别介绍最佳可行控制技术。

6.2.1 设备动静密封点泄漏 VOCs 最佳可行控制技术

针对石化企业设备动静密封点泄漏VOCs，目前应用最广泛的控制技术为泄漏检测与修复技术（LDAR）。对尚未开展LDAR工作的企业，尽快开展LDAR工作。对于已开展LDAR工作的企

业，可根据企业生产情况，采用减少或改变设备密封点的方法来控制VOCs的无组织排放，比如对管线尽量采用焊接方法，减少法兰连接，并采用高等级密封点；对饱和蒸气压高的物料采用无动密封的屏蔽泵；只要工艺符合要求，在确保安全的前提下，对所有开口管线或开口阀门加装丝堵或盲板等措施。

6.2.2 有机液体储存与调和挥发损失 VOCs 最佳可行控制技术

目前石化企业的储罐主要有固定顶罐、浮顶罐（内浮顶罐、外浮顶罐）、压力储罐等类型。有机液体储存与调和挥发损失的VOCs排放主要受物料理化性质、储罐类型、附件选型、物料周转量、物料温度、环境条件、表面涂层等因素影响。针对其排放特点，可通过优化罐型、优化罐体设计等源头控制措施和末端收集回收或处置措施等手段共同控制VOCs的排放。

（1）源头控制措施

1）合理选择罐型

对于一些特殊有机液体的罐型选择应根据储存物料的特性，采用浮顶储罐储存。比如含硫含氨污水、冷焦水和加热油品（如蜡油和渣油）。

2）选择高品质配件

选择焊接型浮盘和双层板全接液式浮盘等先进结构的浮盘。焊接型浮盘不存在缝隙损耗，全接液式浮盘的构造形式可直接与有机液体表面接触，无挥发空间，浮盘的密封性较好，可有效减少VOCs的产生。

对目前内浮顶储罐的边缘密封进行升级改造，改单级密封

为多级密封，同时对罐体结构合理安装边缘密封，消除边缘密封和液面气相空间，减少损耗。

3) 合理使用涂漆

储罐涂漆对于VOCs损耗的影响主要是基于涂料的颜色对太阳热能辐射接收的程度。颜色越深，反射热效应性能越差，其接收太阳能热量的能力越强，罐内温度就越容易升高，导致蒸发损耗加大。因此在选择罐型涂料颜色时，应尽可能在满足相关规范要求的前提下，选择白色罐壁涂料，同时选用不易由于化学变化而降低其反射太阳辐射性能的涂料。另外，储罐涂层应定期重刷，以保护罐体不被腐蚀，并保持良好的反射阳光的性能。

(2) 末端控制

末端控制是指在储罐区增设VOCs回收处理设施，并对控制效率和尾气中VOCs排放浓度提出限值要求。在《石油炼制工业污染物排放标准》中规定罐区末端回收设施的非甲烷总烃的控制效率需大于95%。

针对石化行业的特点，为保证液体储罐区废气处理后达标排放，根据企业实际情况，优先选择冷凝回收法+膜分离技术+水吸收法+吸附法的组合工艺对有机物尽可能回收，降低挥发性有机污染物的排放。

6.2.3 有机液体装卸挥发 VOCs 最佳可行控制技术

输送系统、放空系统的动静密封点损失纳入动静密封点污染源泄漏VOCs治理技术；装卸系统内所有储罐VOCs损失纳入有机液体储存与调和挥发损失VOCs治理技术；罐车清洗过程排

放中随清洗废水排入的VOCs纳入废水集输、储存、处理处置过程散逸VOCs治理技术；物料装卸过程所置换出的VOCs、油气回收系统排放的VOCs为有机液体装卸挥发的主要VOCs排放源。

有机液体装卸挥发损失的VOCs，可通过优化装载方式、提高装载系统密闭性以及采取末端收集回收或者处理措施等手段进行有效控制。

（1）操作方式

挥发性有机液体装卸优先推荐采取全密闭装卸方式，严禁喷溅式装卸，优先采用底部装卸或液下装卸的方式。

（2）收集、处理措施

整个装卸过程中应密闭装油并设置油气收集、回收或处置装置，油气回收设施宜优先采用冷凝法、吸附法、膜分离法、吸收法等至少两种以上工艺形成组合工艺，对装卸过程中产生的挥发性有机污染物进行控制。

6.2.4 废水集输、储存、处理处置过程散逸 VOCs 最佳可行控制技术

废水集输、储存、处理处置过程散逸VOCs处理技术主要从全过程密闭运输和末端处置相结合考虑。用于输送、储存、处理含VOCs、恶臭污染物的废水设施应密闭，产生的废水应接至废水回收或处理装置集中处置。根据废气的产生量、污染物的组分和性质、温度、压力等因素，优先选择活性炭吸附+脱附+燃烧法组合工艺对收集的有机废气进行处置，以保证废气的稳定达标排放。

6.2.5 工艺有组织排放 VOCs 最佳可行控制技术

石油炼制装置工艺有组织排放的VOCs中大部分为烷烃、烯烃和芳烃，是烃类有机混合物，其治理工艺主要从清洁生产和末端治理两个方面对其排放的VOCs进行控制。

（1）清洁生产工艺

采用清洁的生产工艺，减少工艺过程VOCs的排放，比如提高单体的聚合率，降低聚合反应成品中的单体残留量；尽量使用挥发性低的溶剂、催化剂、发泡剂等，弃用破坏大气臭氧层的物质作为发泡剂；生产过程特别是原料投入、产品卸出以及废气收集和冷却冷凝等环节提高密闭性、自动化、连续化水平等清洁生产措施。

（2）污染治理措施

1) 下列工艺废气应采取措施加以控制，避免直接进入大气

①空气氧化反应器产生的含挥发性有机物尾气；

②序批式反应器原料装填过程、气相空间保护气置换过程、反应器升温过程和反应器清洗过程排出的废气；

③有机固体物料气体输送废气；

④含挥发性有机物容器保持真空的真空泵排气；

⑤非生产工况下设备通过安全阀排出的含挥发性有机物的废气。

2) 污染物处理措施

在选择工艺有机废气处理措施时，优先选择在装置内回收利用，或设置冷凝、吸收、吸附设施对未反应单体和溶剂进行回收并循环使用，不能回收利用的有机废气采用焚烧方法削减VOCs排放。

6.2.6 冷却塔、循环水冷却系统释放 VOCs 最佳可行控制技术

对于该类污染源，优先推荐从管理措施控制其VOCs 的排放。如加强泄漏检查，在最短时间内发现漏点，避免影响循环水质，查找出的泄漏设备应立即从系统中切出，如确实无法切出的，应让循环回水排入废水处理系统，对废水进行处理达标后排放，避免影响其它换热设备和整个循环水系统；对于由于泄漏后水质恶化严重的，为了尽量降低微生物黏泥在循环水中的浓度，减轻水质恶化对水冷器的危害，同时应增大排污水量和新水补充量。

6.2.7 火炬排放 VOCs 最佳可行控制技术

火炬排放的污染物主要受火炬系统处理能力、异常工况类型与延续时长、物料性质等因素影响，可以采用装置排放控制、设置可燃气回收设施、加强消烟设施、提高火炬无烟处理等手段有效控制。针对火炬排放VOCs，优先推荐设置火炬墙技术，采用多个火炬串联工作，根据实际工况，合理选择火炬的开启和关闭，以保证VOCs的达标排放。

6.2.8 工艺无组织排放 VOCs 最佳可行控制技术

工艺无组织污染源指石油化工企业的工艺生产装置在运行和操作过程中产生的污染物（VOCs）不通过工艺排放口或排放口高度低于15m的工艺过程和设备，属于面源的一种。石油化工生产装置的工艺过程大部分为密闭的生产工艺，但在延迟焦化装置的切焦过程，聚酯、橡胶装置的产品后处理过程、自动化生产水平不高的操作过程以及设备清洗过程等存在间歇式生

产、人工加料、敞开式操作的方式，其污染特征是挥发性有机物在生产过程中的散逸。企业的实验化验区在分析化验过程中，也会有样品、反应废气等散逸，也可纳入工艺无组织排放。

工艺无组织排放VOCs治理技术优先选择管理措施控制，如优先选择密闭的生产工艺，减少生产过程中VOCs的无组织排放；含挥发性有机物的物料，其采样口选用密闭采样器；对于目前工艺技术无法达到密闭生产工艺的，对存在VOCs散逸的环节，设置局部或整体的气体收集系统和净化处理设施，变无组织排放为有组织排放，尽可能高的收集效率和处理效率；对无组织排放变有组织排放的尾气，应对废气的处理进行综合分析，优先选择回收利用，不能回收利用时，再采取焚烧等处理措施。其处理工艺优先选择冷凝回收法、吸附法、吸收法等处理工艺与焚烧法组成组合工艺。

6.2.9 采样过程排放 VOCs 最佳可行控制技术

在石化生产过程中，需要对各工艺阶段的物料、中间产品以及成品进行取样分析。由于采样阀门使用频繁，石化企业生产装置的采样口一般都会设置在接近地面高度的位置以方便采样人员操作，因此，经常需要使用很长的采样管线。按照采样的方式可将采样过程分为开放式采样和密闭式采样。常压取样口采样主要的污染源是打开取样口封盖导致的VOCs挥发，采样过程中的排放量与采样时间长短有关；密闭采样过程基本无介质泄漏和向大气环境中排放VOCs的问题，只在采取采样容器时产生少量VOCs逸散。

采样过程排放VOCs控制技术推荐采用密闭式采样。根据实

际情况对开口管线采样系统进行改造，加装或更换为闭式冲洗、闭式循环、闭式排气、在采样系统或无须置换残留液的密闭式采样系统。开口管线采样系统不能采用密闭式采样方式改造时，可采用以下做法减少VOCs的排放。

（1）收集并及时、有效处理冲洗管线的有机液体或气体；

（2）附近有火炬管线时，可考虑连接辅助冲洗管线进入火炬管线，一并处置；

（3）将开放式或密闭式采样点纳入**LDAR**的管控范围内，按照**LDAR**管控要求进行管理。

7. 控制技术监管要求

7.1 企业监管要求

7.1.1 企业管理要求

污染治理设施应和正常的生产设施一并管理，并配备专业管理人员和技术人员，定期进行培训，使管理人员和技术人员掌握治理设备及其它附属设施的具体操作。

每月应记录VOCs 排放量（废溶剂、废弃物、废水或其他方式输出生产工艺的量）、污染控制设备处理效率、排放监测等数据。

采用蓄热燃烧装置处理排气时，燃烧室温度应控制在700-900℃范围，应记录并保留运行时间及燃烧室的在线温度数据备查。

采用蓄热催化燃烧或催化燃烧装置处理排气时，燃烧室温度应控制在300-400℃范围，应记录并保留运行时间及燃烧室的在线温度数据备查。

采用催化燃烧装置的设备其运行记录中必须包括催化剂种类、去除效率和空速、催化剂的装填、更换时间和数量。每日记录催化剂床进出口温度、压降等参数。

吸附装置应记录吸附剂种类、更换/再生周期、更换量，并每日记录操作温度等参数，同时还应记录更换下来后的吸附材料的处置方式。

其他污染控制设备，应记录保养维护事项，并每日记录主要操作参数。

应根据实际生产工况和治理设施的设计标准，建立相关的各项规章制度以及运行、维护和操作规程，明确耗材的更换周期和设施的检查周期，建立主要设备运行状况的台账制度，保证设施正常运行。

7.1.2 企业废气排放控制要求

(1) 一般要求

1) 治理设施应先于产生废气的生产工艺设施开启、后于生产工艺设施停机，并实现连锁控制。

废气收集系统或污染治理设施发生故障或检修时，应停止运转对应的生产工艺设备，待检修完毕后共同投入使用。

2) 加强挥发性有机污染物处理设施的巡检，消除设备隐患，保证正常运行。采用有活性炭吸附工艺的，应定期更换活性炭，保证活性炭有充足的吸附能力。

3) 对于特殊时段，石化行业排污单位应满足《重污染天气应急预案》以及各地市州人民政府制定的冬防措施等文件规定的污染防治要求。

4) 按照国家和地方相关污染源监测要求，企业定期自行或委托第三方监测机构，对厂区有组织排放废气和无组织排放废气开展监测，并对治理设施的治理效率定期进行评估，同时要满足监测频次的相关要求。

5) 按照国家相关要求，石化行业企业需定期开展全厂泄漏检测修复工作。

(2) 有组织排放控制要求

1) 石化行业排污单位有机废气排放口按照 GB31570、GB31571、DB51/2377、HJ853等国家或地方新标准执行。

2) 产生大气污染物的生产工艺和装置需设立局部或整体气体收集系统和净化处理装置，达标排放。排气筒高度应按环境影响评价要求确定，且至少不低于15 m。

3) 废气收集系统需满足以下要求：

①生产设施应采用密闭式，并具有与废气收集系统有效连接的部件或装置；

②根据生产工艺、操作方式以及废气性质、处理和处置方法，设置不同的废气收集系统，尽可能对废气进行分质收集，各个废气收集系统均应实现压力损失平衡以及较高的收集效率；

③废气收集系统应综合考虑防火、防爆、防腐蚀、耐高温、防结露、防堵塞等问题。

4) 焚烧设施运行过程中要保证系统处于负压状态，避免 VOCs 逸出。焚烧设施的焚烧效率应大于95%。

5) 采取措施回收排入火炬系统的气体和液体，在任何时候，

挥发性有机物进入火炬都应能点燃并充分燃烧。应连续监测、记录引燃设施和火炬的工作状态（火炬气流量、火炬头温度、火种气流量、火种温度等）。

（3）无组织排放

无组织排放的控制管理按照 GB31570、GB31571、DB51/2377以及HJ853中的要求执行。

1）挥发性有机液体储罐应符合下列要求：

①储存真实蒸气压 ≥ 76.6 kPa 的挥发性有机液体应采用压力储罐。

②储存真实蒸气压 ≥ 5.2 kPa 但 < 27.6 kPa 的设计容积 ≥ 150 m³的挥发性有机液体储罐，以及储存真实蒸气压 ≥ 27.6 kPa 但 < 76.6 kPa的设计容积 ≥ 75 m³的挥发性有机液体储罐应符合下列规定之一：

a）内浮顶罐

内浮顶罐的浮盘与罐壁之间应采用液体镶嵌式、机械式鞋形、双封式等高效密封方式。

b）外浮顶罐

外浮顶罐的浮盘与罐壁之间应采用双封式密封，且初级密封采用液体镶嵌式、机械式鞋形等高效密封方式。

c）采用固定顶罐，应安装密闭排气系统至有机废气回收或处理装置。

③浮顶罐浮盘上的开口、缝隙密封设施，以及浮盘与罐壁之间的密封设施在工作状态应密闭。

若检测到密封设施不能密闭，在不关闭工艺单元的条件下，

在15日内进行维修技术上不可行，则可以延迟维修，但不应晚于最近一个停工期。

④对浮盘的检查至少每6个月进行一次，每次检查应记录浮盘密封设施的状态。

2) 设备与管线组件泄漏污染控制应符合以下要求：

①对于挥发性有机物流经的初次开工开始运转的设备和管线组件，应在开工后 30 日内对其进行第一次检测。

②挥发性有机液体流经的设备和管线组件每周应进行观察，检查其密封处是否出现滴液现象。

③根据 GB 31570、GB 31571认定是否泄漏。

④当检测到泄漏时，在可行条件下应尽快维修，一般不晚于发现泄漏后 15 日。若检测到泄漏后，在不关闭工艺单元的条件下，在15日内进行维修技术上不可行，则可以延迟维修，但不应晚于最近一个停工期。首次（尝试）维修不应晚于检测到泄漏后5日。首次尝试维修应当包括（但不限于）以下描述的相关措施：拧紧密封螺母或压盖、在设计压力及温度下密封冲洗。

⑤泄漏检测应记录检测时间、检测仪器读数；修复时应记录修复时间和确认已完成修复的时间，记录修复后检测仪器读数。

⑥用于集输、储存和处理含挥发性有机物、恶臭物质的废水设施应密闭，产生的废气应接入有机废气回收或处理装置，其大气污染物排放应符合相应排放标准的规定。密闭设施上的开口应设置封盖，封盖与密闭体应设密封垫，开口在不使用时

应密封。

4) 挥发性有机液体装载栈桥对铁路罐车、汽车罐车进行装载，挥发性有机液体装载码头对船（驳）进行装载的设施，以及把挥发性有机液体分装到较小容器的分装设施，应密闭并设置有机废气收集、回收或处理装置，其大气污染物排放应符合 GB 31570 或 GB 31571 中相应标准限值的规定。装车、船应采用顶部浸没式或底部装载方式，顶部浸没式装载出油口距离罐底高度应小于200 mm。底部装油结束并断开快接头时，油品滴洒量不应超过10mL，滴洒量取连续 3 次断开操作的平均值。

5) 对于含挥发性有机物、恶臭物质的物料，其采样方式应采用密闭采样或等效采样。

6) 石油炼制工业、石油化工工业排污单位的下列有机废气应接入有机废气回收或处理装置，有机废气收集、传输设施的设置和操作条件应保证被收集的有机气体不通过收集、传输设施的开口向大气泄漏，其大气污染物排放应符合 GB 31570、GB 31571和DB51/2377 中标准限值的规定：

①空气氧化反应器产生的含挥发性有机物尾气；

②序批式反应器原料装填过程、气相空间保护气置换过程、反应器升温过程和反应器清洗过程排出的废气；

③有机固体物料气体输送废气；

④用于含挥发性有机物容器真空保持的真空泵排气；

⑤非正常工况下，生产设备通过安全阀排出的含挥发性有机物的废气；

⑥生产装置、设备开停工过程不满足 GB 31570 或 GB

31571 要求的废气；

⑦用于输送、储存、处理含挥发性有机物、恶臭物质的生产设施，以及水、大气、固体废物污染控制设施在检维修时清扫气；

⑧做好开（停）工及检（维）修期间的环境因素识别和环境影响评估，合理安排各装置的开停工及检维修的时间和次序，优化停工退料工序，合理使用各类资源、能源，生产装置吹扫过程应优先采用密闭吹扫工艺，最大程度回收物料，减少排放。

7.1.3 企业安全要求

制定污染治理设施突发环境事件应急演练方案，熟悉紧急情况下的处理措施。由于紧急事故或设备维修等原因造成治理设备停止运行时，应立即报告当地环境保护行政主管部门。

治理措施应该设置事故自动报警装置，并符合安全、事故防范的相关规定。

电力系统设计应满足《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058）的要求。

治理系统与主体生产装置之间、治理系统与收集系统之间应安装阻火器（防火阀），阻火器的性能应符合《石油气体管道阻火器》（GB/T 13347）和《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）的规定。

燃烧装置、吸附装置等的电气仪表不低于现场防爆等级，宜选用符合《爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设 备》（GB3836.4）要求的本安型防爆器件。

燃烧装置应该设置有机废气浓度检测和报警连锁装置，当

气体浓度达到有机废气爆炸下限的25%时，立即发出报警信号，启动安全放散装置，应该具有过热保护功能。

催化装置应该设置事故应急排空管，排空装置与冲稀阀、报警联动，用排空放散防止爆炸。

吸附装置应该设置吸附床层温度控制系统，具体要根据处理对象确定临界温度，一般应该低于40℃，当吸附装置超过临界温度时候，应能自动报警，并立即启动降温装置。

燃烧装置的温度传感器应按照《温度传感器动态响应校准》（JJF 1049）的要求进行标定后使用。

直接燃烧和催化燃烧装置应进行整体保温，外表面温度应低于60℃。

直接燃烧和催化燃烧系统的管路系统和燃烧装置的防爆泄压设计以及消防通道、防火间距、安全疏散的设计和消防栓的布置应符合《石油化工企业设计防火规范》（GB 50160）的要求。

治理工程应按照《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140）的规定配置移动式灭火器。

治理工程统应具有短路保护和接地保护功能，接地电阻小于2Ω。

治理工程应该安装符合《建筑物防雷设计规范》（GB50057）规定的避雷装置。

7.2 环保部门监管要求

各级环境保护部门依法依规对石化企业生产全过程的VOCs收集、治理及排放进行监督管理，督促企业达标排放。