

浙江省石化行业挥发性有机物 污染防治可行技术指南

浙江省生态环境厅

2020年9月

目次

前言.....	1
1 适用范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	3
4 生产工艺与 VOCs 产排情况.....	4
5 污染预防技术.....	5
6 污染治理技术.....	8
7 环境管理措施.....	13
8 VOCs 污染防治可行技术.....	16
附录 A.....	19
附录 B.....	21

前 言

为贯彻《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》《浙江省大气污染防治条例》，防治挥发性有机物（VOCs）污染，推动石化行业污染防治技术进步，制定本指南。

本指南以当前技术发展和应用状况为依据，可作为浙江省石化行业污染防治工作的参考技术资料。

本指南由浙江省生态环境厅组织制定。

本指南起草单位：宁波市生态环境科学研究院、浙江省生态环境科学设计研究院、浙江省环境科技有限公司。

1 适用范围

本指南适用于石油炼制和石油化学工业企业生产过程中产生的挥发性有机物污染控制。

2 规范性引用文件

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本指南。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

- 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 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 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- GB/T 13347 石油气体管道阻火器
- HJ 853 排污许可申请与核发技术规范石化工业
- HJ 880 排污单位自行监测技术指南石油炼制工业
- HJ 947 排污单位自行监测技术指南石油化学工业
- HJ 1093 蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
- 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 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
- 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

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

QSH 0546 石化装置挥发性有机化合物泄漏检测规范

浙江省工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南

3.1 石油炼制工业

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、石油蜡、石油沥青和石油化工原料等的工业。

3.2 石油化学工业

以石油馏分、天然气等为原料，生产有机化学品（参照GB 31571附录A）、合成树脂（参照GB 31572附录A，包括聚氯乙烯树脂）、合成纤维、合成橡胶等的工业。

3.3 挥发性有机物（VOCs）

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据有关规定确定的有机化合物。

在表征VOCs总体排放情况时，根据行业特征和环境管理要求，可采用总挥发性有机物（以TVOC表示）、非甲烷总烃（以NMHC表示）作为污染物控制项目。

3.4 泄漏检测与修复（LDAR）

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。

3.5 挥发性有机液体

任何能向大气释放挥发性有机物的符合以下任一条件的有机液体：（1）20℃时，挥发性有机液体的真实蒸气压大于0.3kPa；（2）20℃时，混合物中，真实蒸气压大于0.3kpa的纯有机化合物的总浓度等于或者高于20%（重量比）。

3.6 真实蒸气压

有机液体气化率为零时的蒸气压，又称泡点蒸气压，根据GB/T 8017测定的雷德蒸气压换算得到。

3.7 泄漏检测值

采用规定的监测方法，检测仪器探测到的设备（泵、压缩机等）或管线组件（阀门、法

兰等) 泄漏点的挥发性有机物浓度扣除环境本底值后的净值(以碳计)。

3.8 非正常工况

生产设施生产工艺参数不是有计划地超过装置设计弹性变化的工况。

3.9 排气筒高度

自排气筒(或其主体建筑构造)所在的地平面至排气筒出口计的高度。

3.10 密闭

污染物质不与环境空气接触,或通过密封材料、密封设备与环境空气隔离的状态或作业方式。

3.11 密闭空间

利用完整的围护结构将污染物质、作业场所等与周围空间阻隔所形成的封闭区域或封闭式建筑物。该封闭区域或封闭式建筑物除人员、车辆、设备、物料进出时,以及依法设立的排气筒、通风口外,门窗及其他开口(孔)部位应随时保持关闭状态。

3.12 污染预防技术

为减少污染物排放,在生产过程中采用避免或减少污染物产生的技术。

3.13 污染治理技术

在污染物产生后,为了消除或者降低对环境的影响而采用的处理技术。

3.14 环境管理措施

企事业单位内,为实现污染物有效预防和控制而采取的管理方法和措施。

3.15 污染防治可行技术

根据一定时期内环境需求和经济水平,在污染防治过程中综合采用污染预防技术、污染治理技术、环境管理措施,使污染物排放稳定达到污染物排放标准、规模应用的技术。

4 生产工艺与 VOCs 产排情况

4.1 石油炼制

石油炼制行业的主要原料为原油、重油等;主要能源包括重油、液化石油气、燃料气等;主要产品包括汽油馏分、柴油馏分、燃料油、润滑油、石油蜡、石油沥青和石油化工原料。生产工艺主要包括分离工艺、石油转化工艺、石油精制工艺等,具体见附录A-图A.1。

4.2 石油化学

指以石油馏分、天然气等为原料,生产有机化学品、合成树脂、合成橡胶等的工业企业。有机化学品主要为烯烃(乙烯、丙烯、丁二烯、异戊二烯)、芳烃(苯、甲苯、二甲苯)、

乙二醇、苯酚、丙酮等；合成树脂主要为聚乙烯、聚丙烯等；合成橡胶主要为顺丁橡胶、异戊橡胶、丁苯橡胶等。具体产品参照GB 31571和GB 31572中的附录A，不同产品的生产工艺差异较大。

4.3 VOC 产排特征

石化行业主要的VOC产排环节及特征见表4.1。

表 4.1 石化行业主要 VOCs 产排环节

序号	排放源项	主要产排环节	排放形式
1	工艺有组织排放 (石油炼制)	催化裂化催化剂再生烟气	有组织
		酸性气回收	
		烷基化催化剂再生烟气	
		催化裂化汽油吸附脱硫再生烟气	
	工艺有组织排放 (石油化工)	各生产装置工艺过程产生的工艺有机废气	有组织
2	火炬排放	火炬气	有组织
3	燃烧烟气排放	工艺加热炉	有组织
		锅炉	
4	废水收集及处理过程	废水处理有机废气	有组织
		废水收集逸散废气	无组织
5	工艺无组织排放	延迟焦化装置切焦过程	无组织
		安全阀、调压阀的临时放空等工艺无组织废气	无组织
6	冷却塔、循环冷却水系统	冷却塔、循环冷却水系统无组织逸散废气	无组织
7	设备动静密封点泄漏	有机液体介质的机泵、阀门、法兰等动、静密封泄漏排放	无组织
8	事故排放	生产事故排放	有组织
9	有机液体存储与调和挥发	挥发性有机液体储罐(固定顶罐、浮顶罐(内浮顶罐、外浮顶罐)、可变空间储罐(气柜)、压力储罐泄漏	无组织
10	有机液体装载挥发	液体有机原料及产品装车/船、灌装(小包装)环节产生的排放	无组织
11	采样过程	采样管线内物料置换和置换出物料的收集储存过程	无组织
12	非正常工况 排放	开停工及维修气体放空造成的排放	有组织
13	其他	物料储存、检修涂装、危废暂存等	无组织

5 污染预防技术

5.1 装置及密封点

(1) 推进使用先进生产工艺。通过采用全密闭、连续化、自动化等生产技术，以及高效工艺与设备等，减少工艺过程无组织排放。

(2) 采样口应采用密闭采样或等效设施。

(3) 企业内污染严重、服役时间长的生产装置和管道系统实施升级改造。

(4) 含溶解性油气物料（例如酸性水、粗汽油、粗柴油等），在长距离、高压输送进入常压罐前，宜经过脱气罐回收释放气，避免闪蒸损失。

(5) 石化重点推进使用低（无）泄漏的泵、管阀件、压缩机、过滤机、离心机、干燥设备等，推广采用油品在线调和技術、密闭式循环水冷却系统等。

(6) 石油炼制工业酸性气回收装置的加工能力应保证在加工最大硫含量原油及加工装置最大负荷情况下，能完全处理产生的酸性气。脱硫溶剂再生系统、酸性水处理系统和硫磺回收装置的能力配置应保证在一套硫磺回收装置出现故障时不向酸性气火炬排放酸性气。

(7) 延迟焦化宜采用冷焦水密闭循环、焦炭塔吹扫气密闭回收等技术；宜采用密闭除焦技术改造。

(8) 合成树脂企业推广使用密闭脱水、脱气、掺混等工艺和设备，配套建设高效治污设施。物料投加、分离、抽真空与干燥过程须采取控制措施：

①采用无泄漏泵或高位槽投加液体物料；采用管道自动计量并投加粉体物料，或者采用投料器密闭投加粉体物料；

②采用全自动密闭式（氮气或空气密封）的压滤机；采用全自动密闭或半密闭式的离心机；

③优先采用无油往复式真空泵、罗茨真空泵、液环泵，泵前与泵后均需设置气体冷却冷凝装置；

④采用密闭式的干燥设备。

5.2 储罐选型设计

(1) 储存真实蒸气压 $\geq 76.6\text{kPa}$ 的挥发性有机液体应采用压力储罐；

(2) 储存真实蒸气压 $\geq 5.2\text{kPa}$ 但 $< 27.6\text{kPa}$ 的设计容量 $\geq 150\text{m}^3$ 的挥发性有机液体储罐，以及储存真实蒸气压 $\geq 27.6\text{kPa}$ 但 $< 76.5\text{kPa}$ 的设计容量 $\geq 75\text{m}^3$ 的挥发性有机液体储罐，应符合以下规定之一：

①采用内浮顶罐：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；

②采用外浮顶罐：外浮顶罐的浮盘与罐壁之间用采用双封式密封，且初级密封采用液体镶嵌式、机械式鞋形等高效密封方式；

③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。

5.3 运输装载

(1) 优先选择管道输送，减少罐车和油船装卸作业及中间罐区。

(2) 相近储罐之间输送挥发性有机液体，可采用气相平衡技术。

(3) 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200mm。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。

(4) 含VOCs物料应储存于密闭容器、包装袋，高效密封储罐，封闭式储库、料仓等。含VOCs物料转移和输送，应采用密闭管道或密闭容器、罐车等。

(5) 挥发性有机物输送采用无泄漏泵；挥发性物料装卸宜配置气相平衡管，卸料应配置装卸器，装运挥发性有机物的容器须加盖。

5.4 公用工程设计

(1) 防腐防水防锈涂装：采用低VOCs含量涂料替代溶剂型涂料。

(2) 废水收集及处理：含油污水应密闭输送，安装水封等控制措施。尽可能减少集水井、隔油池数量，将污水沟渠管道化。集水井或无移动部件隔油池可安装浮动盖板（浮盘）。优化气浮池运行，严格控制气浮池出水中的浮油含量。

(3) 循环水冷却塔：宜采用密闭式循环水冷却系统。

(4) 含VOCs废液废渣应密闭储存。

(5) 非正常工况排放的VOCs，应密闭收集，优先进行回收，不宜回收的吹扫至火炬系统或采用其他有效的处理方式；装置检维修过程宜采用数字化管理，控制计量吹扫气量、温度、压力等参数；宜通过辅助管道和设备等建立蒸罐、清洗、吹扫产物密闭排放管网。选用适宜的清洗和吹扫介质。

6 污染治理技术

6.1 总体要求

6.1.1 一般原则

石化行业工艺复杂，产品和生产工序多样，在实际生产过程中，各个工序VOCs废气风量、浓度和组分存在较大差异。因此VOCs治理技术的选择须结合废气的规模、污染物种类和浓度、企业经济状况等实际情况，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，分类收集处理，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（需符合固废相关法规要求），降低治理成本。

治理达标：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GB 31570、GB 31571、GB 31572中的相关规定。治理过程严格控制二次污染。

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。应考虑废气处理装置异常和事故时的VOCs排放控制和废气处理，可通过建立备用废气处理装置等措施对排放废气应急处理。

安全可靠：关注安全要求，应选用安全风险可控技术；尤其关注采用密闭空间收集、燃烧法治理等的收集治理方式，收集治理设施应符合行业各类安全设计规范，确保运行过程安全可靠。

6.1.2 工艺尾气收集

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。提升有组织工艺废气治理水平，工艺废气、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，难以利用的应采用催化燃烧、热力燃烧或送火炬系统焚烧等销毁措施。

（1）石油炼制企业

下列有机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GB 31570表4的规定：

- ① 空气氧化反应器产生的含挥发性有机物尾气；

- ② 有机固体物料气体输送废气；
- ③ 用于含挥发性有机物容器真空保持的真空泵排气；
- ④ 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；
- ⑤ 生产装置、设备开停工过程废气。

(2) 石油化工企业

下列有机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GB 31571表5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排放标准要求的废气。

(3) 合成树脂企业

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。根据生产工艺、操作方式以及废气性质、处理和处置方式，设置不同的废气收集系统，尽可能对废气进行收集，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。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。

②挥发性物料抽真空如采用水喷射泵和水环泵，须配置循环冷却设备（盘管冷却或深冷换热）和水循环槽（罐），对挥发性废气进行收集、处理，并执行GB 31572表5规定。

③挥发性物料干燥过程中挥发的有机废气须收集、处理，并执行GB 31572表5规定。

6.1.3 装置与密封点

(1) 挥发性有机物流经以下设备与管线组件时，应进行泄漏检测与控制：泵、压缩机、阀门、开口阀或开口管线、法兰及其他连接件、泄压设备、取样连接系统、其他密封设备。

(2) 泄漏检测周期

①泵、压缩机、阀门、开口阀或开口管线、气体/蒸汽泄压设备、取样连接系统每3个月检测一次；

②法兰及其他连接件、其他密封设备每6月检测一次；

③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。

④挥发性有机液体流经的设备和管线组件每周应进行目视观察，检查其密封处是否出现滴液迹象。

(3) 泄漏的认定

泄漏的认定出现以下情况，则认定发生了泄漏：挥发性有机物流经的设备与管线组件，采用氢火焰离子化检测仪（以甲烷或丙烷为校正气体），泄漏检测值大于等于500 $\mu\text{mol/mol}$ 。

(4) 泄漏修复

①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。

②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。

③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。

6.1.4 储罐与装载

(1) 石油炼制企业：油品装卸栈桥对铁路罐车进行装油，发油台对汽车罐车进行装油，油品装卸码头对油船（驳）进行装油的原油及成品油（汽油、煤油、喷气燃料、化工轻油、有机化学品）设施，应密闭装油并设置油气回收或处理装置，其大气污染物排放应符合GB31570表4的规定。

(2) 石油化工企业：挥发性有机液体装卸栈桥对铁路罐车、汽车罐车进行装载，挥发性有机液体装卸码头对船（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GB31571表5的规定。

(3) 鼓励重点区域对真实蒸气压大于等于2.8kPa的有机液体采取控制措施。

(4) 推进船舶装卸采用油气回收系统，试点开展火车运输底部装载工作。

(5) 储罐和有机液体装卸采取末端治理措施的，要确保稳定运行。

6.1.5 公用工程

(1) 全面加强废水系统高浓度VOCs废气收集与治理，集水井（池）、调节池、隔油池、气浮池、曝气池、浓缩池等应采用密闭化工艺或密闭收集措施，密闭材料应具有防腐性能，密闭盖板应接近液面，负压收集，回收或处理。生化池、曝气池等低浓度VOCs废气应密闭收集，实施脱臭等处理，确保达标排放。

(2) 石化企业每六个月至少开展一次循环水塔和含VOCs物料换热设备进出口总有机碳

(TOC)或可吹扫有机碳(POC)监测工作,出口浓度大于进口浓度10%的,要溯源泄漏点并及时修复。

(3)采取措施回收排入火炬系统的气体和液体。在任何时候,挥发性有机物和恶臭物质进入火炬都应能点燃并充分燃烧。

(4)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。

(5)在确保安全前提下,非正常工况排放的有机废气严禁直接排放,宜优先考虑回收利用;不能利用的应送火炬系统或其他焚烧系统处理,禁止熄灭火炬长明灯;无火炬或其他焚烧系统的,应采用冷凝、吸收、吸附等处理措施,降低排放。

(6)检修过程产生的物料分类进入瓦斯管网和火炬系统,以及带有废气处理装置的污油罐、酸性水罐和污水处理场。

(7)推进船舶装卸采用油气回收系统、火车运输底部装载等工作。

6.2 吸附法

VOCs气体吸附剂包括活性炭、硅胶、分子筛等;设备有固定床、移动床(含转轮)等,饱和吸附剂再生方式包括惰性气热再生(如水蒸漆再生、热空气再生、热氮气再生等)和抽真空再生等。吸附法对于浓度和气量变化适应性强,在VOCs处理上应用广泛。技术参数应满足HJ 2026的相关要求。

存在的缺点是无再生系统时吸附剂更换频繁;沸点较高的VOCs需要热再生,热再生费用较高;部分情况下活性炭吸附有自燃风险。

不宜将吸附法用于高沸点有机物(如重油、沥青烟、辛醇等)废气、易聚合有机物(如苯乙烯等)、复杂组分(如含硫化氢、氨、有机硫化物、油气)的废气处理。

6.3 吸收法

VOCs气体吸收剂可根据具体组分选用水基吸收剂、油基吸收剂、碱液等;一般醛、醇类可溶组分可用水吸收,汽油油气、炼油厂含硫油气等可用低温柴油吸收,有机酸气体可用碱液吸收。吸收设备有填料塔、板式塔、喷淋塔、文丘里洗涤器等。

吸收液处理方法包括:作为废水、废液处理,通过汽提、精馏回收有机物,或作为气体生产工艺的原料等。

吸收法在高浓度有机气体回收、水溶性VOCs气体处理和含硫化物油气回收上有广泛应用。油基吸收剂吸收过程受汽液相平衡限制,难以达到较高的VOCs去除率,且需要考虑吸收液的合理经济处置;吸收法较少用于治理工艺的末端处置。

6.4 冷凝法

冷凝法是利用物质在不同温度下具有不同的饱和蒸气压的性质使混合气体得以分离的方法。冷却剂包括水、低温盐水、空气、液氮、液氨、制冷剂，冷凝器形式可分为直接接触式冷凝器和表面换热式冷凝器。多用于高浓度或高沸点VOCs气体回收，例如炼厂瓦斯气液化回收、聚丙烯和聚乙烯尾气VOCs回收、汽油油气回收等。

存在的缺点是受汽液相平衡限制，难以达到较高的VOCs去除率；需要定期停车进行除霜作业或设置在线融霜；制冷压缩机作为动设备故障率较高。吸收法较少用于治理工艺的末端处置。

6.5 膜分离法

膜分离技术是利用膜表面超薄功能层材质，在膜两侧压力差、浓度差的驱动下，利用不同气体分子透过膜的速度差异，实现VOCs在膜透过侧的富集，并实现气相主体的净化。

膜分离技术具有过程连续、无放热安全性好、不产生二次污染，适用性广，可高效回收有价值产物等优点。膜组件的填充密度大，单位体积处理能力强，适用于高浓度油气回收与复杂VOCs处理。尤其适用于对安全性要求较高的炼化企业VOCs回收处理项目的应用。用于低浓度废气的深度处理时较为不经济。

6.6 燃烧法

通过热力燃烧或催化燃烧的方式，使废气中的VOCs污染物反应转化为二氧化碳、水等物质，简称燃烧技术，石化行业常用的燃烧技术包括热力燃烧技术（TO）、蓄热燃烧技术（RTO）、催化燃烧技术（CO）、蓄热催化燃烧技术（RCO）、锅炉/工艺炉热力燃烧技术等。处理含腐蚀性废气，应采用高效水喷淋装置、酸/碱喷淋吸收装置等进行预处理。应控制进入燃烧系统的废气中卤化物的含量，可采用大孔树脂吸附等工艺进行预处理。

6.6.1 热力燃烧技术（TO）

常见的热力燃烧设备是焚烧炉，结构简单、投资小，气体净化效率高；缺点是操作温度高，处理低浓度废气时运行成本高、能耗高，可产生二次污染物NO_x；不适合含硫、卤化物等化合物的治理等。

6.6.2 蓄热燃烧技术（RTO）

蓄热燃烧技术是采用燃烧的方法使废气中的VOCs污染物反应转化为二氧化碳、水等物质，并利用蓄热体对燃烧产生的热量蓄积、利用。正常工作时，废气不断变换通过蓄热室的流向，实现废气被蓄热体加热升温和将燃烧热传导给蓄热体。

RTO可处理各类有机废气，处理气量大，使用浓度低。存在的缺点是常压操作、占地面积大；陶瓷蓄热体床层压损大且易阻塞；在处理易自聚化合物（苯乙烯等）时，会发生自

聚现象，产生高沸点交联物质，造成蓄热体堵塞；不适合处理硅烷类物质，燃烧生成固体尘灰会堵塞蓄热陶瓷或切换阀密封面。技术参数应满足 HJ 1093 要求。

6.6.3 催化燃烧技术（CO）

催化燃烧是在催化剂作用下，废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质。该技术反应温度低、能耗低、不产生热力型氮氧化物。

当废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等可能致催化剂中毒物质时，不宜采用此技术。技术参数应满足 HJ 2027 要求。

6.6.4 蓄热催化燃烧技术（RCO）

蓄热催化燃烧技术是在催化剂作用下，废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质，并利用蓄热体对反应产生的热量蓄积、利用。该技术反应温度低、不产生热力型氮氧化物。

当废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等可能致催化剂中毒物质时，不宜采用此技术；此技术也不适合处理易自聚、宜反应等物质（苯乙烯），其会发生自聚现象，产生高沸点交联物质，造成蓄热体堵塞；不适合处理硅烷类物质，燃烧生成固体尘灰会堵塞蓄热陶瓷或切换阀密封面。技术参数应满足 HJ 2027 要求。

6.6.5 锅炉/工艺炉热力燃烧技术

该技术是将产生的 VOCs 直接引入到现有供电锅炉、供热锅炉、工艺加热炉或其它非废气处理专用的焚烧炉，采用燃烧的方法使废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质。

锅炉/工艺炉热力燃烧技术应充分考虑生产工艺需求及安全性。需要通过预处理稳定 VOCs 废气流量和浓度，采取周密的安全控制措施应对 VOCs 废气或加热炉可能出现的异常工况，还应考虑停炉时废气的去向。

7 环境管理措施

7.1 储罐装载

（1）罐体应保持完好，不应有漏洞、缝隙或破损。

（2）固定顶罐附件开口（孔）除采样、计量、例行检查、维护和其他正常活动外，应密闭；应定期检查呼吸阀的定压是否符合设定要求。

（3）浮顶罐浮顶边缘密封不应有破损，支柱、导向装置等附件穿过浮盘时，应采取密封措施。应定期检查边缘呼吸阀定压是否符合设定要求。

（4）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下应保持密闭。若检测到密闭设施不能密闭，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，则可延迟维修，但不应晚于最近一个停工期。

(5) 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，记录应保存1年以上。

(6) 加强人孔、清扫孔、量油孔、浮盘支腿、边缘密封、泡沫发生器等部件密封性管理。

(7) 宜采取平衡控制进出罐流量、减少罐内气相空间等措施。

(8) 储罐和有机液体装卸采取末端治理措施的，要确保稳定运行。

7.2 泄漏检测管理

(1) 应严格按照6.1.3节中规定的泄漏检测周期开展检测工作。

(2) 记录要求

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，记录应保存3年以上。

(3) 重点加强搅拌器、泵、压缩机等动密封点，及低点导淋、取样口、高点放空、液位计、仪表连接件、泄压装置、储罐呼吸口、检修口密封处等静密封点的泄漏管理。

(4) 鼓励对泄漏量大的密封点实施布袋法检测，对不可达密封点采用红外法检测；鼓励建立企业密封点LDAR信息平台，全面分析泄漏点信息，对易泄漏环节制定针对性改进措施。

7.3 非正常工况控制

(1) 企业应制定开停车、检维修、生产异常等非正常工况的操作规程和污染控制措施。加强操作管理，减少非计划停车及事故工况发生频次。

(2) 对事故工况，企业应开展事后评估，及时向当地环境保护主管部门报告。企业应做好检维修记录，及时向社会公开非正常工况相关环境信息，接受社会监督。

(3) 禁止熄灭火炬系统长明灯，设置视频监控装置。

(4) 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），并保存记录1年以上。

(5) 合理安排停检修计划，在确保安全的前提下，尽可能不在7-9月期间安排全厂开停车、装置整体停工检修和储罐清洗作业等，减少非正常工况VOCs排放；确实不能调整的，要加强启停机期间以及清洗、退料、吹扫、放空、晾干等环节VOCs排放管控，确保满足标准要求。

7.4 装置及其他

(1) 催化重整应优化调整催化剂再生温度、供风量等。

(2) 采用全密闭集气罩或密闭空间的，除行业有特殊要求外，应保持微负压状态，并根据相关规范合理设置通风量。

(3) 采用局部集气罩的，距集气罩开口面最远处的VOCs无组织排放位置，控制风速应不低于0.3米/秒，有行业要求的按相关规定执行。

(4) 严格执行《排污许可证申请与核发技术规范石化工业》（HJ 853）、《排污单位自行监测技术指南石油炼制工业》（HJ 880）和《排污单位自行监测技术指南石油化学工业》（HJ 947）规定的自行监测管理要求。

(5) 鼓励重点区域对无组织排放突出的企业，在主要排放工序安装视频监控设施。自动监控等数据至少要保存一年，视频监控数据至少保存三个月。

(6) 鼓励企业配备便携式VOCs检测仪和红外气体成像仪（OGI），及时了解掌握排污状况。

(7) 具备条件的企业，通过分布式控制系统（DCS）等，自动连续记录环保设施运行及相关生产过程主要参数。DCS监控等数据至少要保存一年。

8 VOCs 污染防治可行技术

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 13 个主要产污源项，考虑其在总排放中的占比，提升排放控制效率的空间等因素，重点对其中 8 个源项分别介绍 VOCs 污染防治可行技术；末端治理技术的选择，应根据 VOCs 成分、浓度、性质，企业可依托的条件，安全要求等，进行最优化的选择。VOCs 污染防治可行技术见表 8.1。

表 8.1 VOCs 污染防治可行技术

排放源项	预防技术	治理技术
设备动静密封点泄漏	减少或优化设备密封点	密封点泄漏与检测（LDAR）
	在工艺和安全符合要求的前提下，对开口管线或开口阀门加装丝堵或盲板	
	饱和蒸汽压高的物料采用无动密封的屏蔽泵	
有机液体储存与调和挥发损失	依据储存物料的真实蒸汽压选择适宜的储罐罐型。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。比如含硫含氮污水、冷焦水和加热油品（如蜡油和渣油）	可采用吸收、吸附、冷凝、膜分离等A类回收组合技术以及与蓄热式燃烧、蓄热式催化燃烧、催化燃烧等B类破坏技术的组合技术，有条件的企业建议采用A+B，A+A+B等组合技术
	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	
	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	
	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	
	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。	
	宜采用油品在线调和技术	
	宜采取平衡控制进出罐流量、减少罐内气相空间等措施	

排放源项	预防技术	治理技术
有机液体装卸挥发	优先采用管道输送	可采用吸收、吸附、冷凝、膜分离等A类回收组合技术以及与蓄热式燃烧、蓄热式催化燃烧、催化燃烧等B类破坏技术的组合技术,有条件的企业建议采用A+B, A+A+B等组合技术
	宜采用快速干式接头; 根据物料特征,选择适宜合规的装载方式;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	甲醇、乙醇、环氧丙烷等易溶于水的化学品装载作业排气,宜采用水吸收或吸收+催化燃烧处理
废水集输、储存、处理处置过程散逸	输送、储存、处理含 VOCs、恶臭污染物的废水设施应密闭	隔油池、气浮池等高浓度废气宜采用催化燃烧、燃烧法等处理技术
	尽可能减少集水井、隔油池数量,将污水沟渠管道化;集水井或无移动部件隔油池可安装浮动盖板(浮盘)	曝气池等低浓度废气宜采用生物法、燃烧法等
	优化气浮池运行,严格控制气浮池出水中的浮油含量。	
工艺有组织排放	通过采用全密闭、连续化、自动化等生产技术,以及高效工艺与设备等,减少工艺过程无组织排放	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
	含溶解性油气物料(例如酸性水、粗汽油、粗柴油等),在长距离、高压输送进入常压罐前,宜经过脱气罐回收释放气,避免闪蒸损失;	不能回收利用的有机废气宜根据废气的浓度、性质、风量等特征,选取吸附、吸收、燃烧等合适的技术
	提高单体的聚合率,降低聚合反应成品中的单体残留量	重整催化剂再生烟气、离子液法烷基化装置催化剂再生烟气脱氯后可采用燃烧、催化燃烧等处理技术
	尽量使用挥发性低的溶剂、催化剂、发泡剂	氧化脱硫醇尾气可进克劳斯尾气燃烧炉处理,或采用低温柴油吸收等处理技术;
	合成树脂企业推广使用密闭脱水、脱气、掺混等工艺和设备	氧化沥青尾气宜采用燃烧等处理技术
	提高原料投入、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	
非正常工况排放	制定开停车、检维修、生产异常等非正常工况的操作规程和污染控制措施。加强操作管理,减少非计划停车及事故工况发生频次	装置停工退料、吹扫时产生的可燃、有毒气体,包括安全阀排出的含挥发性有机物废气,应采取排至低压瓦斯系统等方式进行回收,不宜回收的至火炬等焚烧处理装置焚烧
	装置检维修过程管理宜数字化,计量吹扫气量、温度、压力等参数;宜通过辅助管道和设备等建立蒸罐、清洗、吹扫产物密闭排放管网	检修产生的液体物料应进入带有废气处理装置的污油罐、酸性水罐和污水处理场
	选用适宜的清洗和吹扫介质	在难以建立密闭蒸罐、清洗、吹扫产物密闭排放管网的情况下,采用移动式设备处理检修过程排放废气

排放源项	预防技术	治理技术
冷却塔、循环水冷却系统	宜采用密闭式循环水冷却系统	石化企业每六个月至少开展一次循环水塔和含VOCs物料换热设备进出口总有机碳（TOC）或可吹扫有机碳（POC）监测工作，出口浓度大于进口浓度10%的，要溯源泄漏点并及时修复
	<p>为避免影响循环水质，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</p> <p>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</p>	
采样过程排放	采用密闭式采样	<p>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。</p> <p>（1）收集并及时、有效处理冲洗管线的有机液体或气体；</p> <p>（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；</p> <p>（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</p>
	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	

附录 A

(资料型附录)

石油炼制工艺流程及主要产污环节

表 A.1 石油炼制行业主要生产工艺

序号	级别	工艺	子工艺
1	石油炼制工业	分离工艺	常压蒸馏
			减压蒸馏
			轻烃回收
2		石油转化工艺	热裂化和催化裂化
			重整
			烷基化
			聚合
			异构化
			焦化
	减粘裂化		
3	石油精制工艺	加氢脱硫	
		加氢精制	
		化学脱硫	
		酸气脱除	
		脱沥青	
4	公用单元	原料和产品储运	储存
			调和
			装载
			卸载
5	公用单元	辅助设施	锅炉
			危废焚烧炉
			废水处理
			制氢
			硫回收
			冷却塔
			脱硫系统
			脱硝系统
			油气回收系统
			泄放系统
火炬			

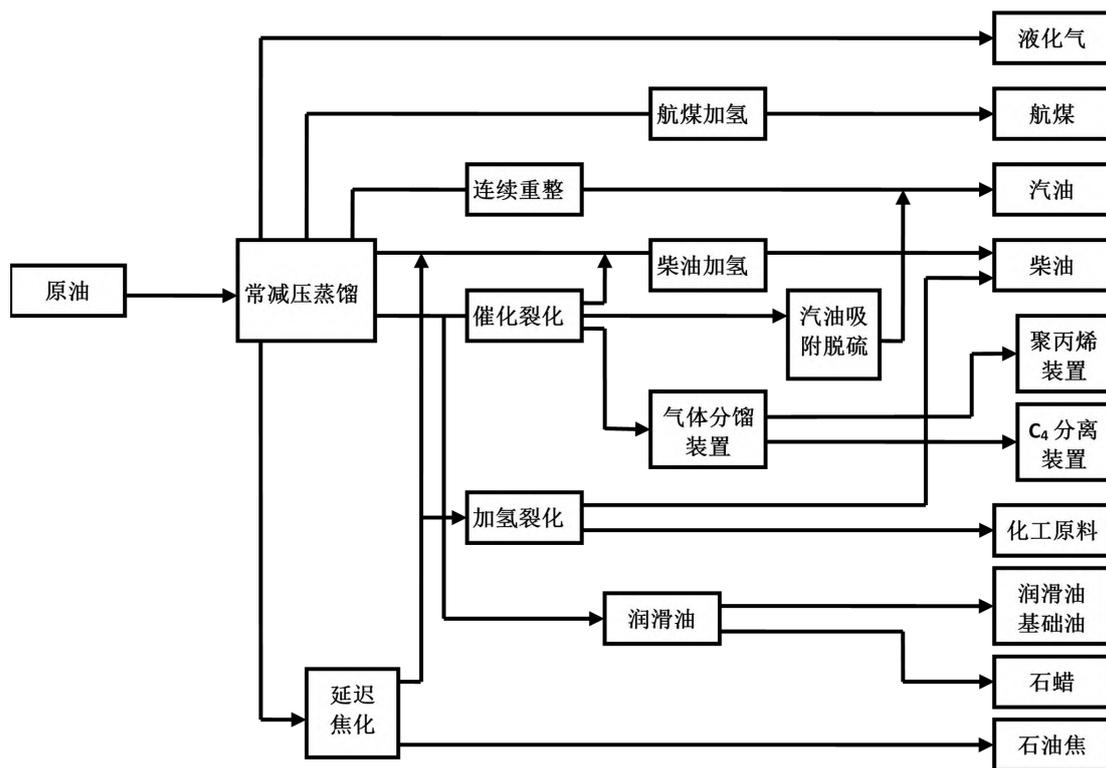


图 A.1 石油炼制系统工艺流程图

附录 B

(资料型附录)

非正常工况及异常情况记录要求

表 B.1 非正常工况及异常情况记录信息

序号	主要内容	具体指标
1	设备异常起止时间	异常开始时刻
2		异常停止时刻
3	污染物排放情况	污染物名称
4		排放浓度
5		排放量
6	事件原因	/
7	是否向当地生态环境主管部门报告	/
8	处理、维修、整改情况	/