
浙江省挥发性有机物污染防治可行技术指南 油品、液体化工物料储存和运输

浙江省生态环境厅
2021年11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.....	9
6 污染治理技术.....	15
7 环境管理措施.....	18
8 VOCs 污染防治先进可行技术.....	24
附录 A.....	26

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，推动储存和运输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，可作为浙江省储存和运输行业 VOCs 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。

1 适用范围

本指南适用于油品、液体化工物料储存和运输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 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18564.1	道路运输液体危险货物罐式车辆 第1部分：金属常压罐体技术要求
GB 20950	储油库大气污染物排放标准
GB 20951	油品运输大气污染物排放标准
GB 20952	加油站大气污染物排放标准
GB 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB 50156	汽车加油加气站设计与施工规范
GB/T 4754	国民经济行业分类
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 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
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 501	水质 总有机碳的测定 燃烧氧化—非分散红外吸收法
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 1012	环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法
HJ 1013	固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法
HJ 1118	排污许可证申请与核发技术规范 储油库、加油站
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 1093	蓄热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
HJ/T 431	储油库、加油站大气污染治理项目验收检测技术规范
QC/T 653	运油车、加油车技术条件
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 942	排污许可证申请与核发技术规范 总则
DB33/T 310007	设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

3.1 储存和运输行业

本指南的储存和运输行业主要包括储油库、加油站、油罐车和液体化工码头。

3.2 加油站

为汽车油箱充装汽、柴油的专门场所。

3.3 储油库

用于开展 GB/T 4754—2017 中 G5941 类的原油、成品油仓储服务，由油品储罐组成并通过汽车罐车、铁路罐车、油船或管道等方式收发油品的场所，生产企业内罐区除外。

3.4 液体化工码头

存储、装卸液体化工产品的码头区。

3.5 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。

3.6 无组织排放

大气污染物不经过排气筒的无规则排放，例如开放式作业或者通过缝隙、通风口、敞开门窗和类似开口（孔）排放到环境中。

3.7 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。

3.8 VOCs 处理设施

净化 VOCs 的吸收装置、吸附装置、冷凝装置、膜分离装置、燃烧（焚烧、氧化）装置、生物处理设施或其他有效的污染处理设施。

3.9 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。

3.10 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。

3.11 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。

3.12 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

储存与运输行业 VOCs 的排放主要来源于各类液体化工品的存储和运输以及周转过程 VOCs 的无组织逸散，如存储过程中的储罐呼吸，运输过程的呼吸逸散，液体化工品周转过程涉及的装卸逸散和管道损耗等。大致可分为储油库、油罐车、加油站和液体化工码头四个部分，下面对此分别进行分析。

4.1 储油库

4.1.1 生产工艺

储油库主要涉及的物料是各类油品，包括原油、汽油（包括含醇汽油、航空汽油）、航空煤油、石脑油等。

储油库主要具有装油、发油和储存等功能，工艺流程示意图见附录 A—图 A.1。

4.1.2 VOCs 产排特征

排放特征：各类油品中汽油的挥发性最强，柴油因沸点较高，不易挥发，因此汽油挥发形成的油气是储油库产生的主要 VOCs，其特征因子为非甲烷总烃。

产排机制：

(1) 储油库中 VOCs 的挥发损耗主要来源于常压储罐。对于固定顶罐，油品储存时，油品蒸气充满储罐气体空间，随着外界气温、日照强度、压力等变化，储罐内气体空间温度、油品的蒸发速度、油品浓度和蒸气压力也随之变化，造成油气从罐中排出。对于外浮顶罐，油品储存时，油气会通过密封件与浮顶及罐壁之间的间隙泄漏。

(2) 储油库中另一部分 VOCs 的挥发损耗来自装油和发油过程的“大呼吸”。油罐装油时，由于油面逐渐升高，罐内压力增大，较高浓度 ($>100\text{g}/\text{m}^3$) 的油气从呼吸阀呼出。反之，油罐向外发油时，由于油面不断降低，储罐内压力逐渐降低，油罐通过呼吸阀吸入新鲜空气。由于油面上方空间的油气未达到饱和，将加速油品蒸发，使其重新达到饱和，此时罐内压力将再次上升，部分油气因压力过大，会从呼吸阀逸出，造成回逆呼出，大部分饱和油气将在下一次装油时被呼出。

(3) 储油罐开口及附件不严密或损坏，也会引起储存油品的蒸发损耗，泄漏的部位主要有真空阀、边缘呼吸阀、边缘密封（二次密封）、浮盘支腿等。

4.2 油罐车

4.2.1 生产工艺

油罐车主要涉及的物料是各类油品，包括原油、汽油（包括含醇汽油、航空汽油）、航空煤油、石脑油等。

油罐车主要承担的是油品运输功能。目前，我国石油化工厂和储油库的油品主要通过铁路罐车或汽车罐车运输，工艺流程见附录 A—图 A.2。

4.2.2 VOCs 产排特征

排放特征：油罐车的 VOCs 排放主要发生在装油、运输和卸油过程中。与储油库类似，汽油挥发形成的油气是油罐车产生的主要 VOCs，其特征因子为非甲烷总烃。

产排机制：

(1) 油罐车装油（尤其是顶部装油）时，油品从伸入罐内的鹤管中高速流出，引起罐

车内油品液面强烈搅动,加速油品表面的蒸发速度,高浓度油气迅速充满槽车内的气相空间,油品液面的上升驱使高浓度油气向罐外排放。

(2) 油罐车运输过程中,由于气压或温度的改变引起油品膨胀以及罐内汽油的剧烈扰动,造成油气排出油罐。

(3) 油罐车卸油时,汽油、油气按 1: 1 的比例占据油罐空间,汽油输入时会因液面震荡起伏而增加油气的溢散与挥发。当油罐压力超过设定值时,油气通过呼吸阀排入大气。

4.3 加油站

4.3.1 生产工艺

加油站主要涉及的物料是汽油和柴油。

加油站主要工艺流程包括油罐车经卸油软管将油卸至埋地油罐,加油时通过自吸泵把油品从埋地油罐中抽出,加到汽车油箱中,工艺流程见附录 A—图 A.3。

4.3.2 VOCs 产排特征

排放特征: 加油站中,汽油对 VOCs 排放的贡献最大,柴油因沸点较高、不易挥发,在车辆加注、装卸载和储罐过程虽有损耗,但对 VOCs 排放的贡献不大。因此加油站产生的 VOCs 主要以汽油油气形式排放,油气的特征因子为非甲烷总烃。

产排机制: 加油站主要有 5 项作业环节涉及到 VOCs 排放,分别是油罐车卸油排放、加油过程排放、储油罐呼吸排放、加油枪滴油和胶管渗透。其中卸油排放和加油排放是加油站 VOCs 的主要排放环节,其次是储油罐呼吸排放,下面对这 3 个环节进行分析。

(1) 在卸油环节,油罐车通过输油管线向地下储油罐内卸油,地下储油罐内的液面上升而形成正压,罐内的饱和油气通过排气管向大气中排出(大呼吸)。

(2) 成品油在储油罐内静置储存过程中,储油罐温度昼夜有规律地变化,白天温度升高,热量使油气膨胀,压力升高,造成油气的挥发。晚间温度降低,罐内气体压力降低,吸入新鲜空气,为平衡蒸汽压,油气从液相中蒸发,直至油液面上的气体达到新的饱和蒸汽压,造成油气的挥发。上述过程昼夜交替进行,形成油气排放(小呼吸)。

(3) 在加油环节,加油站在向汽车等耗油设备加油过程中,油箱内的饱和油气会因液态油占据了油箱内部空间而外溢到大气中。

储油库、油罐车、加油站汇总 VOCs 产生的主要环节,如下表所示。

表 4.1 VOCs 产生的主要环节汇总表

序号	源项	描述
1	油品储存环节	储油库、加油站储油罐的呼吸损耗（小呼吸）以及密封点泄露，造成油气排放
2	发油环节	油罐向外发油时，部分油气回逆呼出
3	运输环节	油罐车运输时，由于气压或温度的改变引起油品膨胀，或者由于密封不严，造成油气排放
4	卸油环节	油罐车向加油站的地下储油罐卸油时产生的呼吸损耗（大呼吸）
5	加油环节	加油站向汽车油箱加油过程中，油气外溢

4.4 液体化工码头

4.4.1 生产工艺

液体化工码头涉及的主要进出物料，与 VOCs 排放有关的主要包括：

1、非甲烷烃类（烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃等）：如甲苯、正十二烷、间二甲苯、苯乙烯、正十一烷、正癸烷、乙苯、邻二甲苯、1,3-丁二烯、甲基环己烷、正壬烷、乙烯、丙烯、1,3-丁二烯等。

2、含氧有机物（醛、酮、醇、醚等）：如甲醛、乙醛、乙醇、丙醇、丁醇、辛醇、丙二醇、苯甲醇、糠醇、辛醇、二甘醇、丙酮、丁酮、甲基异丁基酮、环己酮、乙酸甲酯、醋酸乙酯、乙酸丁酯、甲基叔丁基醚、聚醚、乙二醇丁醚、乙酸乙二醇醚等。

3、含氯有机物：如氯仿、二氯甲烷、二氯乙烷、苜基氯、氯苯、氯甲苯、氯化石蜡、四氯化碳等。

4、含氮有机物：己二腈、乙腈、吡啶、硝基苯、乙醇胺、苯胺、己二胺、1,2-乙二胺、N,N-二甲基甲酰胺等。

5、含硫有机物：甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫等。

液体化工码头装卸工艺流程见附录 A—图 A.4。液体化工产品进罐一般有三种途径：货轮到港，利用泊位上设置的金属管，将液体化工品送至各罐区储罐内储存待发；通过长输管线从其他企业送至对应储罐内暂存；通过火车槽车或汽车槽车装车进厂，泵输入相应的储罐。液体化工产品出罐同样一般有三种途径：通过罐区机泵，将液体化工品泵送至火车栈台或汽车栈台装车外运；通过罐区机泵，经管线送往下游厂家；通过罐区机泵，将液体化工品泵送至货轮装船外运。

4.4.2 VOCs 产排特征

液体化工品码头废气来源主要包括储罐大小呼吸、装车/船废气和清罐废气。

(1) 储罐大小呼吸

卸船/卸车时物料进入储罐，储罐内原有气体被顶出，每次产生的废气总量为进料体积，此过程产生的废气为储罐大呼吸废气。废气通过废气总管进入各企业对应的环保设施集中处理，若无相应的环保设施，则直接排放。气温或压力等外界条件的变化导致储罐内温度变化，当温度上升时，储罐内压力上升，向外呼出废气。此过程产生的废气为储罐的小呼吸废气。

(2) 装车/船废气

装车/船时，物料从储槽泵入槽车或轮船，槽车或轮船内残余的物料饱和蒸汽被置换出，产生装车/船废气。

(3) 清罐废气

清罐废气主要指清罐前利用蒸汽或空气吹扫而出的罐内挥发气。由于清罐属于非正常工况作业，且频率较低，因此不论采用何种清罐方式，废气年平均挥发总量处于较低水平。

(4) 其他废气

其他废气包括储罐、管线和泵等设备的动静密封点泄漏，场地含油废水收集治理过程中的排放。

4.5 产排特征汇总

储存和运输行业总体的 VOCs 产排情况汇总如下表：

表 4.2 储存和运输行业的 VOCs 产排情况汇总表

序号	源项	描述
1	设备动静密封点泄漏	储存等装置或设施的动、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（内浮顶和外浮顶）的静止呼吸损耗和工作损耗
3	有机液体装卸挥发	挥发性有机液体在装卸过程中逸散进入大气的 VOCs
4	废水集输/储存/处理过程逸散	废水在收集、储存及处理过程中从水中挥发的 VOCs
5	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废气

5 污染控制技术

5.1 储油库

5.1.1 发油

(1) 油气处理装置应开启并能正常运行，因故障停用时不得进行发油作业，应急排空口应采用压力/真空阀(P/V 阀)密封。

(2) 采用底部发油，上装发油鹤管应当拆除，未拆除的需封闭。

(3) 与油罐车连接的发油鹤管和回气管应紧密连接，油气、油品不得泄漏。

(4) 向汽车罐车发原油应采用顶部浸没式或底部发油方式，顶部浸没式灌装鹤管出口距离罐底高度应小于 200 mm。向汽车罐车发其他油品应采用底部发油方式；向铁路罐车发油应采用顶部浸没式或底部发油方式，顶部浸没式灌装鹤管出口距离罐底高度应小于 200 mm。

(5) 底部发油结束并断开快速接头时，油品滴洒量不应超过 10 mL，滴洒量取连续 3 次断开操作的平均值。

(6) 向汽车罐车发油时，底部发油快速接头和油气回收快速接头应采用自封式快速接头；向铁路罐车发油时，除拆装灌装鹤管之外的时段，灌装鹤管与铁路罐车灌装口(人孔)应密闭。

(7) 采用管道方式发油时，管道应保持密闭。

(8) 储油库发油系统应采用防溢流控制系统。

5.1.2 收油

(1) 采用顶部浸没式或底部装油方式，顶部浸没式装油管出油口距离罐底高度应小于 200 mm。底部装油接口应采用 DN100 mm 的密封式快速接头。

(2) 底部装油结束并断开快接头时，汽油泄漏量不应超过 10ml，泄漏检测限值为泄漏单元连续 3 次断开操作的平均值。

(3) 通过油船收油，输油臂应与油船输油管线法兰密闭连接，油船油仓保持密闭。

(4) 通过管道收油，管道应保持密闭。

5.1.3 储存

(1) 储油库储存汽油应按照规定采用内浮顶罐储油。

(2) 新、改、扩建的内浮顶罐，浮盘与罐壁之间应采用浸液式、机械式鞋形、双封式

等高效密封方式，新、改、扩建的外浮顶罐，浮盘与罐壁之间应采用双封式密封，且初级密封采用浸液式、机械式鞋形等高效密封方式。

(3) 浮顶罐所有密封结构不应有造成漏气的破损和开口，浮盘上所有可开启设施在非需要开启时都应保持密封状态。

(4) 除储罐排空作业外，浮顶应始终漂浮于储存油品的表面。

(5) 自动通气阀在浮顶处于漂浮状态时应关闭且密封良好，仅在浮顶处于支撑状态时开启。

(6) 边缘呼吸阀在浮顶处于漂浮状态时应密封良好。

(7) 除自动通气阀、边缘呼吸阀外，浮顶的外边缘板及所有通过浮顶的开孔接管均应浸入液面下。

5.1.4 油气回收系统

(1) 储油库收油时产生的油气应进行密闭收集和回收处理；向汽车罐车和铁路罐车发油时产生的油气应密闭收集，并送入油气处理装置回收处理；具有万吨级及以上油品泊位的码头对应的储油库应密闭收集向 GB 20951 管控的油船发油时产生的油气，并送入油气处理装置回收处理。

(2) 当油罐车底部装油时，随着油罐内液面的上升，油气通过安装在油罐车人孔顶部的油气回收阀排出，流经密闭的油气回收管道，进入地面储油罐油气回收装置接受处理，避免装油过程中油气的直接排放。

(3) 油气回收处理装置的油气排放浓度 $\leq 25 \text{ g/m}^3$ ，油气处理效率 $\geq 95\%$ ，排放口距地平面高度应不低于 4 m。

5.2 油罐车

(1) 油罐车往返运输过程中能够保证油品和油气不泄漏，任何情况下不应因操作、维修和管理等方面的原因发生汽油泄漏。

(2) 油罐车应具备底部装卸油系统。在装卸油时，管路应紧密连接，人孔盖严格密封，禁止油气泄漏。

(3) 油罐车卸油后、道路行驶过程中，禁止人为开启人孔盖，防止油气泄漏。人孔盖为保证油罐车的运输安全、环保而设计。具有倾翻防溢、防爆功能。并且具有当罐内外压差过大时的呼吸功能达到内外压力平衡。设有内置式呼吸阀和紧急排气装置。

(4) 油罐车应具备油气回收系统。装油时能够将汽车油罐内排出的油气密闭输入储油库回收系统；卸油时能够将产生的油气回收到汽车油罐内。

5.3 加油站

5.3.1 加油

- (1) 需使用油气回收型加油枪，有密封罩，且密封罩完好无损。
- (2) 应采用真空辅助方式密闭收集加油油气，加油时油气回收泵需正常工作。
- (3) 需将密封罩紧密贴在汽车油箱加油口进行加油作业。
- (4) 当汽车油箱油面达到自动停止加油高度时，不应再向油箱内加油。
- (5) 应配备具有拉断截止阀的加油软管，加油时不得溢油、滴油。
- (6) 油气回收管线上的开关应常开，检测口开关应常闭。
- (7) 加油机内油气回收相关管路、接头不得有跑冒滴漏现象。
- (8) 油气回收检测口安装合理，有控制开关、堵头，周围空间方便检测操作。
- (9) 给摩托车加油时，应由加油枪直接为摩托车加油，禁止使用油壶或油桶等容器。
- (10) 油气回收管线应坡向油罐，坡度不应小于 1%。
- (11) 新、改、扩建的加油站在油气管线覆土、地面硬化施工之前，应向管线内注入 10 L 汽油并检测液阻。

5.3.2 卸油

- (1) 采用浸没式卸油方式，卸油管出油口距罐底高度应小于 200 mm。
- (2) 卸油口和油气回收接口应安装 DN100 mm 的截流阀(或密封式快速接头)和帽盖，现有加油站已采取卸油油气排放控制措施但接口尺寸不符的可采用变径连接。
- (3) 连接软管应采用 DN100 mm 的密封式快速接头与卸油车连接，卸油后连接软管内不能存留残油。
- (4) 所有油气管线排放口应按 GB 50156 的要求设置压力/真空阀。
- (5) 连接排气管的地下管线应坡向油罐，坡度不应小于 1%，管线直径不小于 DN50 mm。
- (6) 未采取加油和储油油气回收技术措施的加油站，卸油时应将量油孔和其他可能造成气体短路的部位密封，保证卸油产生的油气密闭置换到油罐汽车罐内。
- (7) 卸油时应保证卸油油气回收系统密闭。卸油前卸油软管和油气回收软管应与油罐汽车和埋地油罐紧密连接，然后开启油气回收管路阀门，再开启卸油管路阀门进行卸油作业。

(8) 卸油后应先关闭与卸油软管及油气回收软管相关的阀门，再断开卸油软管和油气回收软管，卸油软管和油气回收软管内应没有残油。

(9) 卸油全过程要在视频监控下进行，视频角度应能观测到两根管道的连接状况。

(10) 卸油完毕后，应确保油气回收阀及卸油阀关严关实。

5.3.3 储存

(1) 埋地油罐应采用电子式液位计进行油气密闭测量，避免人工量油的情况，应选择具有测漏功能的电子式液位测量系统。

(2) 所有影响储油油气密闭性的部件，包括油气管线和所连接的法兰、阀门、快接头以及其他相关部件应保证在小于 750 Pa 时不漏气。

(3) 对于未安装油气处理装置的加油站，应将顶部安装了真空/压力阀（P/V 阀）的油气排放管上的阀门保持常开，原顶部安装了防火罩的油气排放管上的阀门应保持常闭；对于安装油气处理装置的，原有真空/压力阀（P/V 阀）和防火罩的有油气排放管上的阀门仍需保持常开。

(4) 应采用符合相关规定的溢油控制措施。

5.3.4 油气回收系统

(1) 加油站卸油、储油和加油时排放的油气，应采用以密闭收集为基础的油气回收方法进行控制。加油站油气回收系统由卸油油气回收系统、汽油密闭储存、加油油气回收系统、在线监控系统和油气排放处理装置组成。

(2) 卸油油气回收系统：当油罐车卸油时，将油罐车与地下储油罐采用输油管和油气回收管连接成密闭系统，地下储油罐中同体积的油气被回收油罐车中，通过油罐车将各加油站排放的油气送到储油库，进行集中、高效回收并处理。

(3) 加油油气回收系统：汽车加油过程中，将原来油箱口向外散溢的油气，通过油气回收专用加油枪收集，利用动力设备（真空泵）经油气回收管线输送至汽油储罐。加油过程中，回收油气的体积略大于加油量（气液比 1-1.2），储罐内有一定的增压，超过压力值 P/V 阀打开，部分高浓度油气向大气排放，P/V 阀的工作正压力为 2 kPa ~ 3 kPa，工作负压为 1.5 kPa ~ 2 kPa。

(4) 加油油气回收系统的气液比均应在 1.0~1.2 范围内，处理装置的油气排放浓度应 $\leq 25 \text{ g/m}^3$ ，排放口距地平面高度应不低于 4 m。油气回收系统、处理装置、在线监测系统应采

用标准化连接。在进行包括加油油气排放控制在内的油气回收设计和施工时，无论是否安装处理装置或在线监测系统，均应同时将各种需要埋设的管线事先埋设。

5.4 液体化工码头

5.4.1 设备动静密封点泄漏

推进设备改良，采用减少或改变设备密封点的方法，从源头控制 VOCs 的无组织排放，比如泵类采用无轴式泵、双机械轴封、密闭抽气系统等高效控制技术，气体阀门、挥发性有机液体阀门推荐采用隔膜阀，释压阀采用破裂盘、密闭集气系统，管线尽量采用焊接，减少法兰连接，压缩机采用隔膜阀、止漏流体密封并密闭抽气，含 VOCs 的采样应采用密闭采样或等效设施。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)对液体化工品易产生 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。

5.4.2 有机液体储存与调和挥发损失

建议企业依据储存物料的真实蒸气压选择适宜的储罐罐型。罐体应保持完好，不应有漏洞、缝隙或破损。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。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。内浮顶罐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。外浮顶罐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。加强人孔、清扫孔、量油孔、浮盘支腿、边缘密封、泡沫发生器等部件的密封性管理，强化储罐罐体及废气收集管线的动静密封点检测与修复。宜采用油品在线调和。宜采取平衡控制进出罐流量、减少罐内气相空间等措施。不同装载物料的储罐控制要求具体见下表：

表 5.1 不同物料储罐污染预防控制要求表

序号	判断条件	罐型要求
1	储存真实蒸气压 ≥ 76.6 kPa 的挥发性有机液体	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 m ³ 的挥发性有机液体	1、采用内浮顶罐；内浮顶的浮盘与罐壁之间应采用液体镶嵌式、机械式鞋形、双密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应采用双封

序号	判断条件	罐型要求
3	储罐真实蒸气压 ≥ 27.6 kPa 但 < 76.6 kPa 的设计容积 ≥ 75 m ³ 的挥发性有机液体储罐	式密封, 且初级密封采用液体镶嵌式密封、机械式鞋式等高效密封方式 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
4	苯、甲苯、二甲苯等危险化学品	采用内浮顶罐并安装油气回收装置

企业根据应储存物料的真实蒸气压和设计容积选择最合理的罐型; 罐区 VOCs 治理优先采用压力罐、低温储存、高效密封的内浮顶罐、储罐增加隔热等源头控制措施, 无法满足排放标准时, 采用罐顶油气连通集中处理; VOCs 排放量较大的储罐采取安装气相平衡、油气回收或处理设施的方法控制排放; 同时及时实施泄漏检测与维修计划。

5.4.3 有机液体装卸挥发

液体产品优先采用管道输送, 减少罐车、火车装卸作业。相近储罐之间收发挥发性有机液体, 可采用气相平衡技术。含溶解性油气、硫化氢、氨的物料, 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。

挥发性有机液体装车优先采用底部装载方式; 底部装载结束并断开快接头时, 滴洒量不应超过 10 mL, 滴洒量取连续 3 次断开操作的平均值。无法实现底部装载的应采用带有机械锁紧式密封鹤管的顶部浸没式装载方式, 出口距离罐底高度应小于 200 mm; 并定期检测密封部件, 保障废气收集效率。不同装载物料控制要求具体见下表:

表 5.2 装载物料污染预防控制要求

判断条件	装载控制要求
装载物料真实蒸气压 ≥ 27.6 kPa 且单一装载设施的年装载量 ≥ 500 m ³ , 以及装载物料真实蒸气压 ≥ 5.2 kPa 但 < 27.6 kPa 且单一装载设施的年装载量 ≥ 2500 m ³	符合下列规定之一: 排放的废气应收集处理并满足相关行业排放标准的要求 (无行业排放标准的应满足 GB 16297 的要求), 或者处理效率不低于 90%; 排放的废气连接至气相平衡系统。

5.4.4 废水集输/储存/处理过程逸散

废水废液收集、储存、处理处置过程中, 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顶盖或固定顶盖。废水集输系统污染控制要求见下表:

表 5.3 废水集输系统污染控制要求

废水集输系统	废水储存、处理设施
<p>对于工艺过程排放的含 VOCs 废水，集输系统应符合下列规定之一：</p> <p>a) 采用密闭管道输送，接入口和排出口采取与环境空气隔离的措施；</p> <p>b) 采用沟渠输送，若敞开液面上方 100 mm 处 VOCs 检测浓度 $\geq 100 \mu\text{mol/mol}$，应加盖密闭，接入口和排出口采取与环境空气隔离的措施。</p>	<p>含 VOCs 废水储存和处理设施敞开液面上方 100 mm 处 VOCs 检测浓度 $\geq 100 \mu\text{mol/mol}$，应符合下列规定之一：</p> <p>a) 采用浮动顶盖；</p> <p>b) 采用固定顶盖，收集废气至 VOCs 废气收集处理系统；</p> <p>c) 其他等效措施。</p>

5.4.5 非正常工况（含开停工及维修）排放

(1) 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。

(2) 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。选用适宜的清洗和吹扫介质。检修过程产生的物料分类进入回收或者处理系统。

(3) 做好检维修记录，并及时向社会公开非正常工况相关环境信息，接受社会监督。

(4) 非计划性操作应严格控制污染，杜绝事故性排放，事后及时评估并向生态环境主管部门报告。

6 污染治理技术

6.1 一般原则

储运行业涉及物质多为易燃易爆，首先应关注安全要求，选用本质安全或安全风险可控技术；尤其关注采用密闭空间收集、燃烧法去除等的收集治理方式，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。

应加强对储存和运输行业废气的收集，减少 VOCs 无组织排放。VOCs 无组织废气的收集和控制应符合 GB 37822 的要求。

储运行业 VOCs 宜优先采用冷凝（冷冻）、吸附等技术进行回收利用。不宜回收时，采用吸收、吸附、燃烧（焚烧、氧化）、生物等技术或组合技术进行净化处理。

6.2 吸附法

吸附法是利用吸附剂（活性炭、活性碳纤维、分子筛等）吸附废气中的 VOCs 污染物，使之与废气分离，简称吸附技术，主要包括固定床吸附技术、移动床吸附技术、流化床吸附技术、旋转式吸附技术。该技术的技术参数应满足 HJ 2026 的相关要求。

吸附法具有低能耗、工艺成熟、流程简单、操作简便、轻烃回收率高、净化彻底、装置适用性强、易于推广等优点，主要适用于低浓度、高通量的油气处理，但使用寿命短，会产生二次污染，多用于净化工艺的末级处理或与其他废气治理技术组合使用。

6.3 冷凝法

冷凝法适用于储存和运输行业中油气等废气的治理。将废气降温至 VOCs 露点以下，使 VOCs 凝结为液态，并与废气分离，简称冷凝技术。

冷凝法简单，受外界温度、压力影响小，也不受气液比的影响，回收效果稳定，可在常压下直接冷凝，工作温度皆低于油气各成分的闪点，安全性好；可以直接回收到有机液体，无二次污染；适用于常温、高湿、高浓度的场合，尤其适合于处理高浓度、中流量的油气。冷凝法要达到较高的回收率，需采用低温度的冷凝介质或采用高压措施，这会增加设备投资和提高处理成本，因此该技术一般是作为一级处理技术并与其它技术结合使用。

6.4 喷淋吸收法

喷淋吸收法是使废气中的污染物与吸收剂充分接触，从而达到污染物去除的目的，根据吸收原理的不同，喷淋吸收法可以分为物理吸收和化学吸收。储存和运输行业常采用的喷淋吸收技术包括水喷淋吸收与化学喷淋吸收。

吸收法一般用于处理中高浓度的 VOCs 污染物，具有成本及运行费用较低、操作简单、设计弹性大等优点，主要缺点是回收率较低、操作压降较高，不利于间歇操作，对吸收剂与吸收设备要求较高，需要较大的占地面积。

6.4.1 水喷淋吸收法

该技术适用于液体化工码头水溶性废气的治理。利用醇类、酸类等组分易溶解于水的特点，在废气通过水喷淋塔时，吸收易溶解组分，达到净化目的。

6.4.2 化学喷淋吸收法

该技术适用于液体化工码头废气、储罐呼吸废气的治理。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。

吸收法一般用于处理中高浓度的 VOCs 污染物，具有成本及运行费用较低、操作简单、设计弹性大等优点，主要缺点是回收率较低、操作压降较高，不利于间歇操作，对吸收剂与吸收设备要求较高，需要较大的占地面积。

6.5 膜分离法

膜分离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。

膜分离法适用于中高浓度、小流量和有较高回收价值的废气处理。膜分离法技术先进、工艺相对简单，但不足的是初期投资费用较高，特别是液环压缩机和膜组件。目前膜分离法主要与吸收、冷凝和氧化法等其他处理技术组合使用。

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，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）。采用燃烧法处理含卤化物废气时，应采用高效大孔树脂吸附装置等进行预处理。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。

储存和运输行业废气采用燃烧法处理时，应首先考虑满足各项安全规范的要求。

6.6.1 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）。

TO 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 °C 的反应温度，从而使废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质。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处理。

RTO 将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。RTO 处理气量大，使用浓度低，可以处理含少量灰尘和固体颗粒的气体，多数 RTO 的 VOCs 去除率 >99%。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；不适合处理易自聚化合物（苯乙烯等），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。该技术的技术参数应满足 HJ 1093 的相关要求。

6.6.2 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）。CO 是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 °C 的较低温度下，氧化为水和二氧化碳。RCO 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，以提高换热效率。催化燃烧法反应温度低、不产生热力型氮氧化物。该技术的 VOCs 去除效率通常可达 80% 以上。当废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等致催化剂中毒物质时，不宜采用此技术。该技术的技术参数应满足 HJ 2027 的相关要求。

7 环境管理措施

7.1 储油库

（1）定期对浮顶罐的浮盘进行检查，并记录检查过程与结果。定期检查浮顶罐呼吸阀的定压是否符合设定要求。

（2）油气密闭收集系统任何泄漏点油气泄漏检测值应小于等于 500 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 。

（3）每年至少检测 1 次油气回收处理装置的油气排放浓度，并对检测结果、过程进行记录。

（4）企业应依法建立企业监测制度，制订监测方案，对污染物排放状况开展自行监测，保存原始监测记录，并依法公布监测结果。

（5）储油库油气收集系统应设置测压装置，收集系统在收集油罐车罐内的油气时对罐内不宜造成超过 4.5 kPa 的压力，在任何情况下都不应超过 6 kPa。

（6）按要求对防溢流控制系统定期进行检测，并记录检测过程及结果。

（7）应对进、出处理装置的气体流量计进行监测，流量计应具备连续测量和数据至少保存 1 年的功能，并符合安全要求。

（8）应建立燃油供销台账、油气回收装置每日运行检查记录台账，后台监控应正常使用，并可调取近期装油、发油的监控视频。

（9）应建立油气收集系统和处理装置的运行规范，每天记录气体流量、系统压力、发油量，记录防溢流控制系统定期检测结果，记录油气收集系统和处理装置的维修事项与结果。应编写年度运行报告并附带上述原始记录，作为储油库环保检测报告的组成部分。

7.2 油罐车

(1) 油罐车油气回收系统密闭性，多仓油罐车的每个油仓都应进行检测。油罐车油气回收管线气动阀门密闭性检测。

(2) 检查维修记录：每天出车前至少检查 1 次，并填写日常记录。发现油气回收系统工作异常后，应立即报修并填写维修记录。

(3) 防溢流探头应按专业检测技术规范，采用国家有关部门认证的检测仪器进行检测，并同时检测探头安装高度。

(4) 油罐车罐体及各种阀门和管路系统渗透检测应按 GB 18564.1 和 QC/T 653 执行。

(5) 油罐车油气回收系统应采用 DN100 mm 的密封式快速接头和相应的气动底阀、无缝钢管、阀门、过滤网、弯头、胶管和帽盖等。

(6) 油罐车油气进出口、底部装卸油口的密封式快速接头应集中放置在管路箱内，油管路和气管路应安装固定支架，以增加强度。多仓油罐车应将各仓油气回收管路在罐顶并联后进入管路箱。

(7) 油罐车应配备与仓数对应的油气回收管线气动阀门、压力/真空阀和防溢流探头。

(8) 油罐汽车和铁路罐车应符合相关标准的技术规定。

(9) 企业应依法建立企业监测制度，制订监测方案，对污染物排放状况开展自行监测，保存原始监测记录，并依法公布监测结果。

7.3 加油站

7.3.1 技术评估

(1) 加油油气回收系统应进行技术评估并出具报告，评估工作主要包括：调查分析技术资料；核实应具备的相关认证文件；评估多个流量和多枪的气液比；检测至少连续 3 个月的运行情况；给出控制效率 $\geq 90\%$ 的气液比范围；列出油气回收系统设备清单。

(2) 油气排放处理装置和在线监测系统应进行技术评估并出具报告，评估工作主要包括：调查分析技术资料；核实应具备的相关认证文件；在国内或国外实际使用情况的资料证明；检测至少连续 3 个月的运行情况。

(3) 完成技术评估的单位应具备相应的资质，所提供的技术评估报告应经由国家有关主管部门审核批准。

(4) 油气回收系统供应商应向有关设计、管理和使用单位提供技术评估报告、操作规

程和其他相关技术资料。

7.3.2 检查维护

指定专人负责油气回收设施，组织日常检查，如实填写检查、维修记录。

(1) 检查记录

每天至少检查油气回收系统 1 次，并填写记录，检查内容至少应包括以下内容：

- 1) 加油枪集气罩应完好无损。
- 2) 油气回收泵应能正常工作。
- 3) 油气回收相关管路无跑冒滴漏。
- 4) 加油枪胶管无裂纹、破损。
- 5) 卸油口、人井口、量油口、潜泵无油气泄漏。
- 6) 后处理设备（如有）应能正常运行。
- 7) 地下罐呼吸阀排空管手动阀应当常闭，PV 阀和油气处理装置阀门应常开。

(2) 维修维护记录

- 1) 维修日期、维修内容、维修人、验收结果等。
- 2) 加油枪集气罩、管路连接法兰橡胶垫、地下罐回气管盖帽密封垫等易损易耗件定期更换情况。

3) 油气回收系统工作异常后的报修记录。

4) 其他施工记录。

7.3.3 油气回收系统检测

(1) 系统气液比、密闭性、液阻、油气处理装置（如有）油气排放浓度等指标进行委托检测。

(2) 检测报告到期前需重新进行检测，鼓励加油站加密自检频次。企业应依法建立企业监测制度，制订监测方案，对污染物排放状况开展自行监测，保存原始监测记录，并依法公布监测结果。

7.3.4 在线监控系统和处理装置

符合下列条件之一的加油站应安装在线监测系统：

- (1) 2022 年 1 月 1 日起，依法被确定为重点排污单位的加油站应安装在线监测系统。
- (2) 其他需要安装在线监测系统的加油站。

对于安装了在线监控系统的日常管理:

(1) 应定期对线监控系统进行校准(应按照评估或认证文件的规定进行校准检测,每年至少校准检测1次),并和检测报告进行比对。

(2) 在线监测系统应能够监测气液比和油气回收系统压力,具备至少储存1年数据、远距离传输和超标预警功能,通过数据能够分析油气回收系统的密闭性、油气回收管线的液阻和处理装置的运行情况。

(3) 在线监测系统对气液比的监测:超出0.9至1.3范围时轻度警告,若连续7d处于轻度警告状态应报警;超出0.6至1.5范围时重度警告,若连续24h处于重度警告状态应报警。在线监测系统对系统压力的监测:超过300Pa时轻度警告,若连续30d处于轻度警告状态应报警;超过700Pa时重度警告,若连续7d处于重度警告状态应报警。

(4) 处理装置压力感应值宜设定在超过+150Pa时启动,停止运行的压力感应值宜设在0—50Pa,或根据加油站情况自行调整。

(5) 处理装置应符合国家有关噪声标准。

7.3.5 台账记录

按照附录A.2的要求,建立台账记录。

7.3.6 非正常工况

(1) 制定加油站区域内油气浓度气味突然异常增高等非正常工况的操作规程和污染控制措施。

1) 发现加油站区域内或局部区域内油气浓度气味突然异常增高工况,应立即停止对外营业,对相应设备开展排查维修。

2) 出现其他异常状况时,亦应立即停止对外营业,对相应设备开展排查维修。

(2) 做好非正常工况相关记录。

(3) 事故工况开展事后评估并及时向生态环境主管部门报告。

7.4 液体化工码头

7.4.1 废气监测

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。

7.4.2 采样管理

对于挥发性有机液体储罐、挥发性有机液体装载设施以及废气收集处理系统的VOCs

排放，监测采样和测定方法按 GB/T 16157、HJ/T 397、HJ 732 以及 HJ 38、HJ 1012、HJ 1013 的规定执行。对于储罐呼吸排气等排放强度周期性波动的污染源，污染物排放监测时段应涵盖其排放强度大的时段。

对于设备与管线组件泄漏、敞开液面逸散的 VOCs 排放，监测采样和测定方法按 HJ 733 的规定执行，采用氢火焰离子化检测仪（以甲烷或丙烷为校准气体）。对于循环冷却水中总有机碳（TOC），测定方法按 HJ 501 的规定执行。

7.4.3 环保管理制度

（1）一般要求：污染物控制设施不得超负荷运行；企业应该建立健全的各项规章制度，以及运行、维护和操作规程，建立运行状况的台账制度；按照三级管理的要求，做好设备失效更换的记录，至少 3 年可查；污染物控制设施的维护应该纳入到全厂的设备维护计划中，定期按时维护保养，做好维修保养记录，至少 3 年可查。

（2）监督管理：建造储罐的业主，应在建造完工之前，向主管部门提交一份检查及维护计划，该计划包括：标准或规范要求的储罐信息、计划自检日程、专门负责自检的资格证持有人员人数、自检程序及安全作业手册。储罐信息指储罐的识别编号、最大设计容量、浮顶类型、建造日期和地点。受规范管制的储罐，需在外壁上有可见的、清晰的识别标志，便于校对储罐信息、检查和记录保存；对储罐的辨识标志进行改动前，需有主管部门的书面批准。

（3）报告与记录保存：记录初始记录相应条件，真实蒸气压，存储物料类型，并记录每次变化以及储罐清空及再注入的周转量；设备检查或测量应做成记录，包括储罐编号、检查或测量日期、检查或测量结果、设备检测时状况；储罐检查或测量结果不满足本规范要求时，应记录：储罐编号、检查日期、不符合规定内容、预定维修日期等相关资料，并于 15 日内报备主管部门，并在修护完成后 30 日内通知主管部门；记录确保正常运行的参数；储罐清洗作业气体收集、处理应作成纪录，储罐清洗作业日起 5 日前报备主管部门；所有记录必须维持 5 年可查。

7.4.4 台账记录

环境管理台账一般按日或按批次进行记录，异常情况应按次记录。

（1）泄漏检测与修复

生产装置名称、密封点类型、密封点编号或位置、检测时间、检测初值、背景值、净检

测值、介质、检测人等设备与管线组件密封点挥发性有机物泄漏检测记录表。

是否修复、是否延迟修复、修复时间、修复手段、修复后检测初值、修复后背景值、修复后净检测值、介质、修复后检测人等设备与管线组件密封点挥发性有机物泄漏修复记录表。

(2) 储罐

罐型、公称容积、内径、罐体高度、浮盘密封设施状态、储存物料名称、物料储存温度和年周转量等以及储罐维护、保养、检查等运行管理情况、储罐废气治理台账。

(3) 装载

装载物料名称、设计年装载量、装载温度、装载形式（火车/汽车/轮船/驳船）、实际装载量等以及装载废气治理台账。

(4) 废水集输、储存与处理系统

废水量、废水集输方式（密闭管道、沟渠）、废水处理设施密闭情况、敞开液面上方VOCs检测浓度等。

(5) 非正常工况

生产装置和污染治理设施非正常工况应记录起止时间、污染物排放情况（排放浓度、排放量）、异常原因、应对措施、是否向地方生态环境主管部门报告、检查人、检查日期及处理班次等。

8 VOCs 污染防治先进可行技术

表 8.1 VOCs 污染防治可行技术

工艺类型	预防技术	治理技术	技术适用条件
储油库、加油站、油罐车	LDAR技术、油气回收技术	吸附技术+吸收技术	适用于油气回收系统的油气处理，进系统的废气需满足不含粉尘、低湿、低粘度，温度低于40℃。典型治理技术路线为“活性炭吸附+脱附再生+吸收”。
		吸附技术+冷凝技术	适用于油气回收系统的油气处理，典型治理技术路线为“活性炭吸附+脱附再生+冷凝回收”。采用该技术能够产生经济效益。
		膜分离技术+吸收技术	适用于油气回收系统的油气处理，针对不同油品的分子大小选择合适孔径的膜，膜分离后浓缩的油气送入吸收塔进行反复喷淋吸收，未吸净的油气送回膜分离重复处理。
液体化工码头	LDAR技术	吸附技术+燃烧技术	适用于低浓度、不具回收价值的有机废气治理，进系统的废气需满足不含粉尘、低湿、低粘度，温度低于40℃。若采用催化燃烧，废气需不含一切使催化剂中毒的物质。典型治理技术路线为“活性炭吸附+脱附再生+燃烧”。使用该技术时，应充分评估安全规范的符合性。
		水吸收技术	适用于中浓度、水溶性高、具回收价值的有机废气治理，典型治理技术路线为“多级水喷淋吸收”。
		吸附技术	适用于中、低浓度、具回收价值的有机废气治理，典型治理技术为“活性炭吸附+回收”。
		冷凝技术+吸附技术	适用于高浓度、具回收价值的有机废气治理，典型治理技术路线为“冷凝+活性炭吸附”。

附录 A

(资料型附录)

工艺流程及台账记录要求

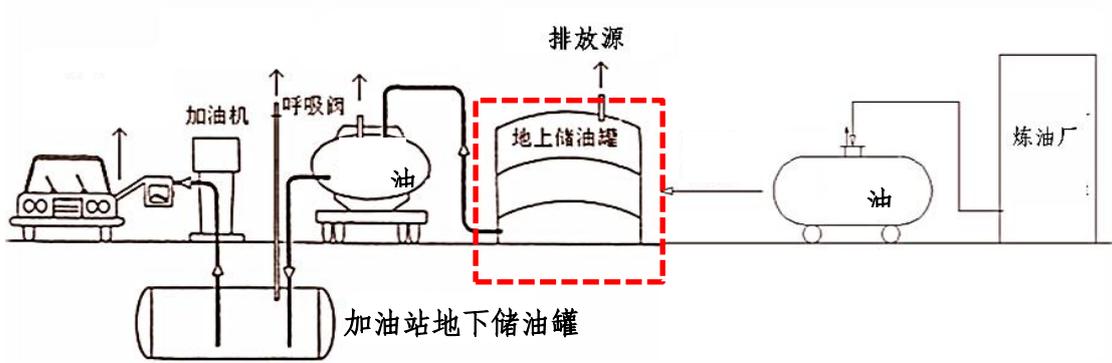


图 A.1 储油库工艺流程示意图

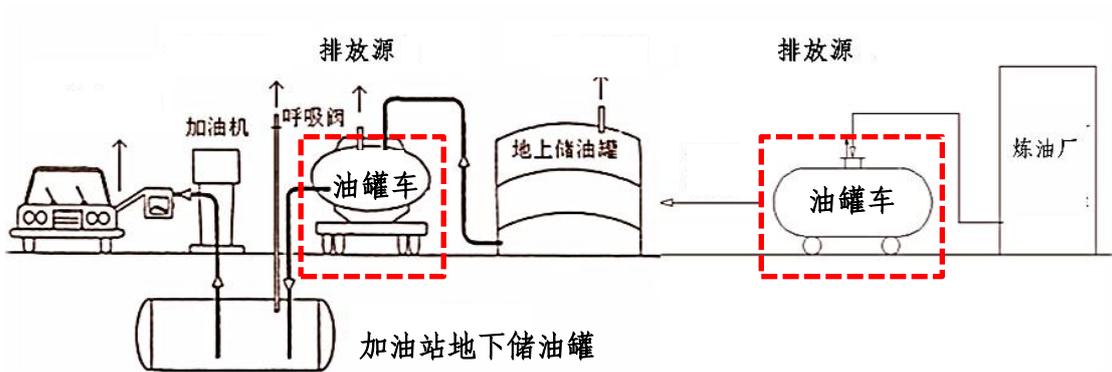


图 A.2 油罐车工艺流程示意图

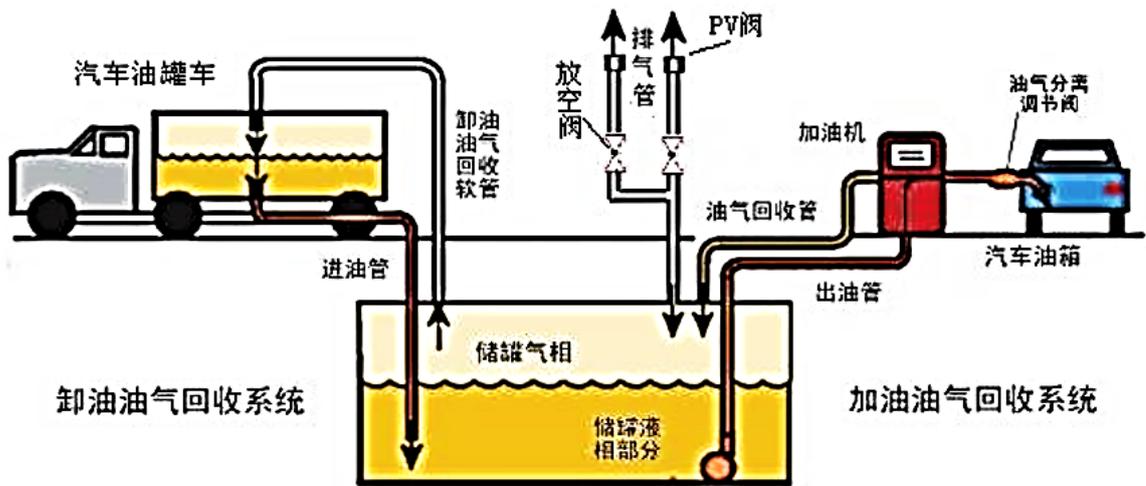


图 A.3 加油站卸油、加油工艺流程图

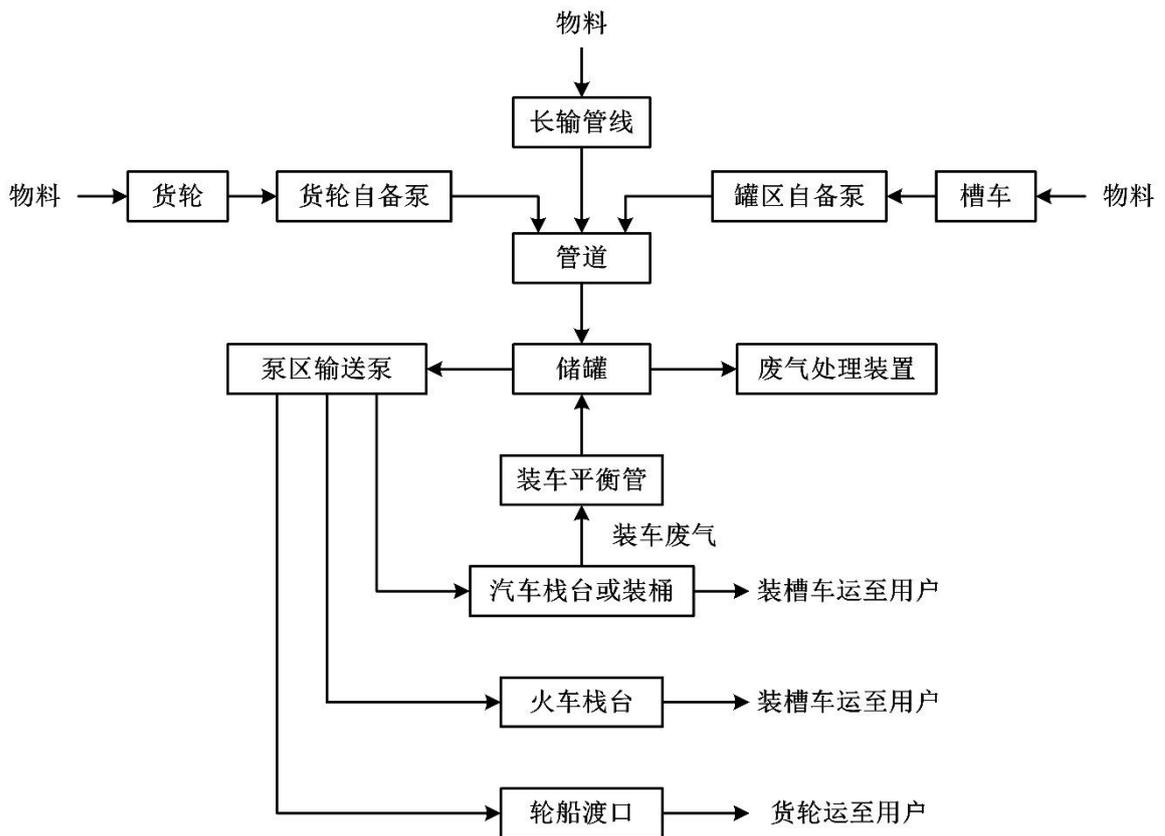


图 A.4 液体化工码头行业典型物料装卸工艺流程图

表 A.1 油品储运各环节台账记录要求

行业类别	重点环节	台账记录要求
加油站	基本信息	油品种类、周转量等。
	加油过程	气液比检测时间与结果, 修复时间、采取的修复措施等; 油气回收系统管线液阻检测时间与结果, 修复时间、采取的修复措施等; 油气回收系统密闭性检测时间与结果, 修复时间、采取的修复措施等。
	卸油过程	卸油时间、油品种类、油品来源、卸油量、卸油方式等。
	油气处理装置	一次性吸附剂更换时间和更换量, 再生型吸附剂再生周期、更换情况, 废吸附剂储存、处置情况等。
储油库	基本信息	油品种类、周转量等。
	收发油	收发油时间、油品种类、数量, 油品来源; 气液比检测时间与结果, 修复时间、采取的修复措施等; 油气收集系统压力检测时间与结果, 修复时间、采取的修复措施等。
	油气处理装置	废气处理设施进出口的监测数据(废气量、浓度、温度、含氧量等)。废气收集与处理设施关键参数。废气处理设施相关耗材(吸收剂、吸附剂、催化剂、蓄热体等)购买处置记录。
	泄漏点	检测方法、检测结果、修复时间、采取的修复措施、修复后检测结果等。

表 A.2 VOCs 处理设施检查内容

检查内容	检查要点	相关说明
治理效率	设备进出口浓度	判断设备运行是否正常、是否达到设计要求、是否达标排放
污染物排放	设施周边气味状况	气味大, 说明密闭性差
	旁路偷排情况	可能出现进出口风量(标准状态下)不一致、气味大等情况
	二次污染物情况	燃烧等技术容易造成氮氧化物、二氧化硫等二次污染; 吸收塔、洗涤塔等设备会产生废水
	排气筒排气情况	根据设备运行情况, 排气筒排气是否有颜色、携带液滴和颗粒物等判断, 且颜色越深、携带量越大, 处理效果越差
设备壳体、内部、零部件、仪表、阀门、风机等	排风调节阀开启位置	根据阀体位置变动情况判断; 阀体位置不固定或无规则变动, 处理风量波动大
	风机、泵、阀门运行情况	风机有无异常声音、震动, 叶轮是否锈蚀、磨损、物料粘附, 风机转向是否逆反, 电机及轴承座的温度是否正常; 泵体有无漏液、流量和扬程是否正常; 阀门有无泄露
	风机、阀门保养情况	风机、阀门是否及时加注机油
	仪表是否正常	仪表是否故障, 设备自控设计是否失效; 压力计、温度计、流量计、pH 计是否故障, 是否定期校准
	设备连接/密封处缝隙状况	设备是否存在可见缝隙、是否存在漏风情况
	设备壳体、管道、法兰或内部异常情况	设备壳体、管道、法兰或内部情况是否发生变形、脱落、损坏、锈蚀、结垢, 可能导致逸散严重, 净化效果差等问题; 活性炭蒸汽脱附凝结

检查内容	检查要点	相关说明
		液、溶剂回收液、含酸根的燃烧产物均可具腐蚀性，对设备本体或下游管道、部件造成锈蚀
	螺栓紧固件异常情况	螺栓紧固件有无松动、腐蚀、变形
	防腐内衬异常情况	防腐内衬有无针孔、裂纹、鼓泡和剥离
	绝热材料异常情况	绝热材料有无变形、脱落
	隔振/隔声材料异常情况	隔振/隔声材料有无变形、脱落
	设备及管道内杂质沉积	有无粉尘等物质沉积，沉积物过多，说明日常清理维护少，可能影响设备正常运行
设备管道安全	爆炸下限	有机废气入口浓度必须远低于爆炸下限（一般低于爆炸下限的 25 %）
	非电气设备防爆	应对设备及零部件进行危险分析，形成评价报告，需特别注意由设备形成的潜在点燃源，如热表面、静电放电、粉尘自燃等，防止爆炸
	设备防护及标识	护栏等是否锈蚀；是否设置气流走向、阀门开关方向、电源开关等标识；是否按要求设置警示牌或警示标识；是否设置排放口标志牌；是否有详细的设备操作规范；燃烧设备表面温度是否低于 60 ℃
设备所处环境	设备区域所处环境条件	是否积水，长时间积水可能导致潮气腐蚀设备；环境温度是否过高，影响设备正常运行等