

附件 3

深圳市储油库浮顶罐改造技术指引

2025 年 3 月

目 录

前言	1
第一章 范围与引用文件	2
第二章 术语与定义	4
第三章 控制要求	6
3.1 油品储存方式	6
3.2 浮顶罐运行要求	6
3.3 浮顶罐维护与记录	7
3.4 安全与环保要求	7
第四章 浮顶罐改造	9
4.1 基本规定	9
4.2 密封装置	9
4.3 检查与验收	10
第五章 排放限值	11
5.1 泄漏检测限值	11
5.2 罐顶通气孔排放限值	11
5.3 企业边界排放限值	11
第六章 污染物监测要求	12
第七章 实施与监督	13
附录：储油库浮顶罐检测记录表	14

前言

油品储存过程中，固定顶罐的呼吸损失与浮顶罐的边缘密封蒸发损失是储罐静态排放的主要来源，为减少储罐内油品损失，须对储罐密闭性作出较高要求。深圳作为华南地区重要成品油储运中心，年均气温较高，浮顶罐密封不严、设备老化等导致的油气无组织排放风险，相较国内大部分地区更为严重。

为进一步加强储油库浮顶罐油气排放控制，助力打好大气污染防治攻坚战，指导我市油库做好浮顶罐改造工作，特编写本指引。对于现有的国家或广东省（综合或行业）标准、规范，相关要求严于本指引的，按照从严要求的原则，执行相应的标准、规范。本指引未做规定的控制指标，且国家或广东省有相关标准的，按相关标准要求执行。

本指引起草单位：深圳市生态环境局、深圳市计量质量检测研究院。

第一章 范围与引用文件

本指引规定了深圳市储油库内浮顶罐的储油控制要求、改造及油气排放限值等方面的基本技术要求。

本指引适用于储油库内浮顶罐的设计、改造与油气排放管控的实施。

下列文件对于本指引的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本指引。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指引。

GB 20950	储油库大气污染物排放标准
GB 30871	危险化学品企业特殊作业安全规范
GB 37822	挥发性有机物无组织排放标准
GB 50058	爆炸危险环境电力装置设计规范
GB 50074	石油库设计规范
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
AQ 3058	内浮顶储罐检修安全规范
SH/T 3194	石油化工储罐用装配式内浮顶工程技术规范
SY/T 5921	立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范
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 819	排污单位自行监测技术指南总则
HJ 1118	排污许可证申请与核发技术规范 储油库、加油站
HJ/T 55	大气污染物无组织排放监测技术导则
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范

DB11/206 储油库油气排放控制和限值

《中华人民共和国大气污染防治法》

《环境监测管理办法》（国家环境保护总局令 第 39 号）

《企业事业单位环境信息公开办法》（环境保护部令 第 31 号）

第二章 术语与定义

下列术语和定义适用于本指引。

（1）储油库 Bulk petroleum terminal

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。

（2）油品 Petroleum

原油、汽油（包括含醇汽油、航空汽油）、航空煤油、石脑油的统称。也包括储油库内储存的与前述油品挥发性特征类似的循环油、组分油、凝析油、轻质油等。

（3）挥发性有机物 Volatile organic compounds（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。

（4）油气 Vapor

储油库储存、收发油品过程中产生的 VOCs，本指引采用非甲烷总烃作为油气排放控制项目。

（5）非甲烷总烃 Non-methane hydrocarbon（NMHC）

采用规定的监测方法，氢火焰离子化检测器有响应的除甲烷外的气态有机化合物的总和，以碳的质量浓度计。

（6）罐顶通气孔 Fix-roof center vent

设置在内浮顶罐固定顶中心最高位置上的通气装置。

（7）浸液式密封 Liquid-mounted seal

浮顶的边缘密封浸入储存物料液面的密封形式，又称液体镶嵌式密封。

(8) 机械式鞋形密封 Mechanical shoe seal

通过弹簧或配重杠杆使金属薄板垂直紧抵于储罐罐壁上的密封形式。

(9) 双重密封 Double seals

浮顶边缘与储罐内壁间设置两层密封的密封形式，又称双封式密封。下层密封称为一次密封，上层密封称为二次密封。

(10) 排放浓度 Emission concentration

标准状态下（温度 273.15 K, 压力 101.325 kPa），排气筒中每 m^3 干排气中所含污染物的质量，单位 g/m^3 。

(11) 泄漏检测值 Leakage detection value

采用规定的监测方法，检测仪器探测到的设备与管线组件泄漏点的 VOCs 浓度扣除环境本底值后的净值，以碳的摩尔分数表示。

第三章 控制要求

3.1 油品储存方式

(1) 储存真实蒸气压 $< 76.6 \text{ kPa}$ 的油品应采用内浮顶罐、外浮顶罐或其他措施。

(2) 储存真实蒸气压 $\geq 76.6 \text{ kPa}$ 的油品应采用低压罐、压力罐或其他等效措施。

(3) 储存汽油应采用内浮顶罐，储存航空煤油应采用内浮顶罐、外浮顶罐或其他措施。

3.2 浮顶罐运行要求

(1) 内浮顶罐的浮顶与罐壁之间应采用浸液式密封、机械式鞋形密封等高效密封方式。

(2) 内浮顶罐罐体应保持完好，不应有孔洞（通气孔除外）和裂隙，浮顶边缘密封不应有破损。

(3) 浮盘附件开口（孔），除采样、计量、例行检查、维护和其他正常活动外，均应密闭；浮盘边缘密封不应有破损。

(4) 支柱、导向装置等储罐附件穿过浮盘时，其套筒底端应插入油品中并应采取密封措施。

(5) 除储罐排空作业外，浮盘应始终漂浮于油品的表面。

(6) 自动通气阀在浮盘处于漂浮状态时应关闭且密封良好，仅在浮盘处于支撑状态时可开启。

(7) 边缘呼吸阀在浮盘处于漂浮状态时应密封良好，并定期检查定压是否

符合设定要求。

（8）除自动通气阀、边缘呼吸阀外，浮盘外边缘板及所有通过浮盘的开孔接管均应浸入油品液面下。

3.3 浮顶罐维护与记录

（1）在每个停工检修期内对浮顶罐的完好情况进行检查。发现有不符 3.2 条规定的，应在该停工检修期内完成修复；若延迟修复，应将相关方案报生态环境主管部门确定。

（2）储罐的维护与改造应满足《立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范》（SY/T 5921）要求。

（3）未实行密闭收集处理的浮顶罐，应定期对浮顶罐 VOCs 的泄漏进行检测。

（4）编制检查与修复记录。

3.4 安全与环保要求

（1）编制浮顶罐改造施工方案，明确浮盘落底作业、清罐作业、浮盘安装作业及现场应急处置的步骤和要求，进行 JSA 风险分析，完善施工采取的安全措施；方案经专家论证后单位盖章确认。

（2）企业应按照危险化学品企业安全生产标准化的要求严格落实外来施工人员管理，并做好各种档案的记录备查。

（3）浮盘落底作业应符合《广东省油气储存企业内浮顶储罐浮盘落底作业安全指引（试行）》的要求。

（4）浮顶罐改造施工中涉及爆炸危险环境作业时，应使用不发火的防爆工具，电气线路及设备（如照明、电动工具、风机等）必须符合《爆炸危险环境电

力装置设计规范》（GB 50058）的要求，并取得防爆合格证。

（5）改造施工期间应严格执行《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871），动火作业、受限空间作业等需办理作业许可证，许可证不得超期使用。

（6）清罐作业时，应对内浮顶部件、支柱、密封装置、静电导出装置、自动通气阀、人孔等各部件的完好情况进行全面检查，并做好记录。

（7）储罐蒸汽吹扫时，应在密闭的情况下控制好蒸汽温度与压力，并对吹扫尾气进行收集治理。

（8）现场应急处置方案应进行演练并做好记录。

第四章 浮顶罐改造

4.1 基本规定

(1) 内浮顶罐改造前首先应考虑储罐是否能够继续利用,核算合格后才可进行相关改造,对于储罐内浮顶改造的设计、选型、制造及验收等应符合设计文件要求。

(2) 改造后的储罐内浮顶宜选用全液面接触式内浮顶+高效密封结构。

(3) 高效密封宜采用浸液式泡沫软密封、浸液式充液管式密封、弹性大补偿密封、机械式鞋形密封或其他更好的密封形式,有双重密封要求的,二次密封可选舌型刮板密封或其他密封结构。

(4) 浸液式密封浸没深度不宜低于 50 mm,设计寿命不宜低于 6 年,可以补偿 ± 100 mm 环向间隙尺寸偏差;大补偿密封弹力板插入液面的深度不宜低于 100 mm,设计寿命不宜低于 15 年,可以补偿 $-100 \sim +350$ mm 范围内的环向间隙尺寸偏差。二次舌型刮板密封,其密封材料宜选用橡胶类或新型的 XPE(具有伸缩弹性的聚乙烯发泡材质)。

4.2 密封装置

(1) 内浮顶外缘与罐壁的环形间隙处应设置一次密封,也可附加二次密封。密封结构的形式与内浮顶的承载能力和边缘构件相适应,内浮顶下降时密封结构应完整。

(2) 一次密封装置及二次密封装置至少补偿 ± 100 mm 环向间隙尺寸偏差,且具有良好的密封性能。

(3) 密封材料应具有耐温、耐磨、耐腐蚀、阻燃、抗渗透、抗老化性能并

具有良好的耐介质性，且不污染罐内介质。

（4）一次密封为软泡沫密封时，其材料应符合 GB/T 10802 的规定。

（5）一次密封为滑动弹力板式密封时，滑动弹力板应始终插入液面 100 mm 以下。弹力板厚度及材料应符合 GB/T 3280 的要求，且整个密封圈只允许搭接一次。滑动弹力板与浮顶应有电气连接。

（6）二次密封可选用舌形刮板密封或其他密封结构，舌形带有足够的柔性，能与罐壁很好贴合，无明显的间隙和透光现象。

（7）立柱通过装置、防旋转装置等穿过内浮盘时应具有可靠的密封设施。

（8）侧壁存在开孔的导管穿过浮顶时需使用整体包裹伸缩囊套对导管进行密封处理，阻绝油气散逸。

4.3 检查与验收

（1）改造后内浮顶及其附件的安装应按照设计文件和安装说明书的要求进行，安装完成后的总体要求可参照 SH/T 3194 执行。

（2）内浮顶的外观和形位尺寸等检查合格后，应对连接处、边缘构件结合处以及环形密封空间等，采用大功率电筒或防爆灯等进行 100%光照法检查，光照度不宜低于 100 lx（勒克斯），以不透光为合格。

（3）内浮顶及密封改造完成后，要确保储罐在整个运行周期内 VOCs 控制泄漏量满足《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822）及《储油库大气污染物排放标准》（GB 20950）的要求。

第五章 排放限值

5.1 泄漏检测限值

呼吸阀泄漏检测限值不应超过 2000 $\mu\text{mol/mol}$ 。（参考依据为《石油化学工业污染物排放标准》(GB 31571-2015)）

5.2 罐顶通气孔排放限值

罐顶通气孔三次测量 VOCs 平均浓度值不宜超过 4000 $\mu\text{mol/mol}$ 。（参考依据为《储油库油气排放控制和限值》(DB11/ 206-2023)）

5.3 企业边界排放限值

企业边界任意 1 小时 NMHC 平均浓度值按 GB 20950 执行，不应超过 4 mg/m^3 。（参考依据为《储油库大气污染物排放标准》(GB 20950-2020)）

第六章 污染物监测要求

企业应按照有关法律、《企业事业单位环境信息公开办法》《环境监测管理办法》和 HJ 1118、HJ 819 等规定，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。

企业应按照环境监测管理规定和技术规范的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台和排污口标志。

监测采样按 GB/T 16157、HJ/T 397、HJ 732 以及 HJ 38 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气排放强度大的时段。

采用氢火焰离子化检测仪（以甲烷或丙烷为校准气体）对设备与管线组件泄漏、非收油时段罐顶通气孔进行检测，监测采样和测定方法按 HJ 733 的规定执行。

企业中载有油品的设备与管线组件，应按 GB 37822 开展泄漏检测与修复工作。

企业边界 NMHC 的监测采样和测定方法按 HJ/T 55 的规定执行。

储油库浮顶罐检测记录表参见附录。

第七章 实施与监督

企业是实施排放标准的责任主体，应采取必要措施，达到相关排放标准规定的污染物排放控制要求。

对于企业边界，采用手工监测时，按照监测规范要求测得的任意 1 小时平均浓度值超过本指引 5.3 的限值，判定为超标。

本指引其他内容为指导性意见。

附录：储油库浮顶罐检测记录表

表1 储罐呼吸阀泄漏检测记录表

检测目的：☐验收检测 ☐监督性检测 ☐企业自行检测 共 页 第 页

储油库名称					
检测设备名称		设备状态		校准有效期	
检测设备型号		设备编号		天气情况	
环境参数检测设备编号				环境温度	℃
相对湿度	RH%	大气压	kPa	风速	m/s
检测起止时间	年 月 日 时 分至 年 月 日 时 分				
检测地点					
检测依据					
序号	测点位置	环境本底值 ($\mu\text{mol/mol}$)	测试结果 (最大值) ($\mu\text{mol/mol}$)	泄漏检测值 ($\mu\text{mol/mol}$)	是否达标
					☐ 是 / ☐ 否
					☐ 是 / ☐ 否
					☐ 是 / ☐ 否
					☐ 是 / ☐ 否
					☐ 是 / ☐ 否
					☐ 是 / ☐ 否
					☐ 是 / ☐ 否
呼吸阀泄漏浓度 限值	$\leq 2000 \mu\text{mol/mol}$				
检测人		复核人		储油库陪检人	

注：1. 所有从事监测活动的人员应具备与其承担工作相适应的能力，接受相应的教育和培训。

2. 现场测试和采样应至少有 2 名检测人员在场。

3. 检测人：负责填写原始记录。

4. 复核人：应检查数据记录完整性、抄写或录入计算机时是否有误、数据是否异常等，并考虑以下因素：

监测方法、监测条件、数据的有效位数、数据计算和处理过程、法定计量单位和质量控制数据等。

表2 罐顶通气孔检测记录表

检测目的：☐验收检测 ☐监督性检测 ☐企业自行检测

共 页 第 页

储油库名称					
检测设备名称		设备状态		校准有效期	
检测设备型号		设备编号		天气情况	
环境参数检测设备编号				环境温度	°C
相对湿度	RH%	大气压	kPa	风速	m/s
检测起止时间	年 月 日 时 分 至 年 月 日 时 分				
检测地点					
检测依据					
储罐编号	样品编号	环境本底值 ($\mu\text{mol/mol}$)	测试结果 (最大值) ($\mu\text{mol/mol}$)	排放浓度 ($\mu\text{mol/mol}$)	是否达标
	1				☐ 是 / ☐ 否
	2				
	3				
	平均值				
	1				☐ 是 / ☐ 否
	2				
	3				
	平均值				
	1				☐ 是 / ☐ 否
	2				
	3				
	平均值				
罐顶通气孔浓度 限值	$\leq 4000 \mu\text{mol/mol}$				
检测人		复核人		储油库陪检人	

注：1. 所有从事监测活动的人员应具备与其承担工作相适应的能力，接受相应的教育和培训。

2. 现场测试和采样应至少有 2 名检测人员在场。

3. 检测人：负责填写原始记录。

4. 复核人：应检查数据记录完整性、抄写或录入计算机时是否有误、数据是否异常等，并考虑以下因素：

监测方法、监测条件、数据的有效位数、数据计算和处理过程、法定计量单位和质量控制数据等。

表3 企业边界NMHC检测记录表

检测目的：☐验收检测 ☐监督性检测 ☐企业自行检测 共 页 第 页

储油库名称					
检测设备名称		设备状态		校准有效期	
检测设备型号		设备编号		天气情况	
环境参数检测 设备编号		相对湿度	RH%	环境温度	℃
大气压	kPa	主导风向		风速	m/s
检测起止时间	年 月 日 时 分 至 年 月 日 时 分				
检测地点					
检测依据					
序号	测点位置		NMHC浓度 (mg/m ³)		是否达标
					☐ 是 / ☐ 否
					☐ 是 / ☐ 否
					☐ 是 / ☐ 否
					☐ 是 / ☐ 否
企业边界排放 限值	≤ 4.0 mg/m ³				
检测人		复核人		储油库陪检人	

注：1. 所有从事监测活动的人员应具备与其承担工作相适应的能力，接受相应的教育和培训。

2. 现场测试和采样应至少有 2 名检测人员在场。

3. 检测人：负责填写原始记录。

4. 复核人：应检查数据记录完整性、抄写或录入计算机时是否有误、数据是否异常等，并考虑以下因素：

监测方法、监测条件、数据的有效位数、数据计算和处理过程、法定计量单位和质量控制数据等。