

附件

四川省挥发性有机物泄漏检测与 修复（LDAR）实施技术规范

四川省生态环境厅

二〇二〇年八月

目 录

1 适用范围	5
2 编制依据	5
3 术语与定义	5
4 技术要求	8
5 管理要求	13
附录 A 常见 VOCs 物质表	15
附录 B LDAR 检测方法与流程	22
附录 C LDAR 报表.....	28

前 言

为贯彻实施《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》及地方法规，加强因设备泄漏而产生的挥发性有机物（Volatile Organic Compounds，简称 VOCs）的排放管理与控制，减少污染，改善大气环境质量，制定本规范。

本规范规定了泄漏检测与修复（LDAR）项目建立、泄漏检测、泄漏修复、LDAR 管理要求。

本规范为首次发布。

本规范由四川省生态环境厅提出。

本规范自发布之日起实施。

本规范起草单位：四川省生态环境科学研究院。

本规范由四川省生态环境厅解释。

1 适用范围

本规范适用于四川省辖区内企业的涉挥发性有机物（VOCs）物料设备的泄漏排放管理，企业中载有气态 VOCs 物料、液态 VOCs 物料的设备与管线组件的密封点 ≥ 2000 个，应开展泄漏检测与修复工作，有行业标准规定的按行业标准执行。

2 编制依据

本规范内容引用了下列文件或其中的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

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

GB37822 挥发性有机物无组织排放控制标准

HJ 733 泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则

DB51/2377 四川省固定源挥发性有机物排放标准

《石化企业泄漏检测与修复工作指南》（环办〔2015〕104号）

《石化行业 VOCs 污染源排查工作指南》（环办〔2015〕104号）

GB/T 4754-2017 国民经济行业分类

3 术语与定义

3.1 挥发性有机化合物 Volatile organic compounds

挥发性有机化合物，指参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物，简称 VOCs。常见的 VOCs 物质参见附录 A。

3.2 涉 VOCs 物料 process fluid in VOCs service

VOCs 质量分数大于等于 10% 的物料，以及有机聚合物材料。主要包括：

- a) 气态 VOCs 物料，指在正常工艺条件下呈气态的涉 VOCs 物料；
- b) 挥发性有机液体，指在正常工艺条件下呈液体且蒸气压大于 0.3kPa（20℃ 时）的单一组分有机液体；或在正常工艺条件下，蒸气压大于 0.3kPa（20℃ 时）的组分总质量占比大于等于 20% 的有机液体；
- c) 重液体，指除气态 VOCs 物料和挥发性有机液体以外的液态涉 VOCs 物料。

3.3 泄漏排放源 **leak sources**

指内部含有涉 VOCs 物料，且可能泄漏排放的各种设备和管线，包括泵（轴封）、搅拌器（轴封）、压缩机（轴封）、阀门、连接件、法兰、开口阀或开口管线、泄压设备、取样连接系统等设备。

3.4 受控密封点 **affected seal**

指可能泄漏涉 VOCs 物料的密封点，包括动密封和静密封，简称密封点。

3.5 常规检测 **current work practice**

采用氢火焰离子化检测仪对密封点泄漏的定量检测。

3.6 不可达密封点 **inaccessable seals**

由于空间距离、埋地、设备阻挡或空间过于狭窄等物理因素以及由于辐射、隔离等安全因素，无法实施常规检测的密封点。

- a) 密封点不可达的物理因素包括但不限于：
 - 1) 空间因素，密封点所在部位超出操作人员触及范围 2m 以上；
 - 2) 埋地、设备阻挡或空间过于狭窄等物理隔离导致难以实施常规检测；

3) 其他致使常规检测在技术上难以实施的因素。

b) 密封点不可达的安全因素包括但不限于:

1) 密封点位于《化学品生产单受限空间安全规范》(AQ 3028-2008)

3.1 定义的受限空间内;

2) 密封点 5m 附近范围内或到达该密封点的路径上存在氧气浓度低于 19.5%或高于 23.5% (体积分数) 的环境, 可能导致 LDAR 实施人员暴露于缺氧或富氧环境;

3) 密封点 5m 附近范围内或到达该密封点的路径上存在有毒有害介质, 且按照《有毒作业场所危害程度分级》(AQ/T4208-2010), 上述环境中, “BTWA、BSTEEL 或 BMC”中至少一项超标;

4) 密封点 5m 附近范围内或到达该密封点的路径上, 可燃物质以气体、蒸气或薄雾与空气混合形成的长期存在、连续或频繁出现爆炸性环境(《爆炸危险场所防爆安全导则》(GB/T29304-2012));

5) 密封点 5m 附近范围内或到达该密封点的路径上存在电离辐射, 且超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) A2 规定的可豁免的源与豁免水平的环境;

6) 国家或地方政府明确规定, 或经过企业主管部门辨识确认, 其他不可接受风险。

3.7 泄漏检测值 **leakage detection value**

采用规定的检测方法, 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。

3.8 泄漏控制浓度 **leak definition concentration**

在泄漏排放源表面测得的, 表示有 VOCs 泄漏存在, 需采取措施进行控制的浓度限值 (基于经参考化合物校准的仪器的测定读数)。简称

LDC。

3.9 低泄漏设备 low-leakage equipment

阀门、法兰或其他连接件在至少 5 年使用期限内，密封点的泄漏检测值不超过 $200\mu\text{mol/mol}$ 。

3.10 重点地区 key regions

根据环境保护工作要求，对大气污染严重，或生态环境脆弱，或有进一步环境空气质量改善需求等，需要严格控制大气污染物排放的地区。

4 技术要求

4.1 LDAR 项目建立

4.1.1 建立密封点基本信息

根据工厂的工艺物料平衡图、管道仪表流程图（PID 图）、操作规程、装置平面布置图等内容，建立企业密封点基础信息台账，应包含如下信息项：

a) 企业及装置信息

企业名称、组织机构代码/社会信用代码、联系人、联系电话、所属行业、装置名称、类别、生产能力。

b) 密封点基础信息

装置、反应单元/工段、PID 图号、组件 ID、扩展号、密封点位置描述、密封点类型、密封点尺寸、介质状态（气态 VOCs 物料、挥发性有机物轻液、重液体）、是否为不可达密封点、不可达密封点原因、仪器检测频率等。

4.1.2 标识与编码

密封点标识可采用电子标识或物理挂牌等方式，建立唯一且现场易识别的编码。

a) 采用电子标识时, 应使用可显示检测点位信息的手持移动终端(如 PDA)。

b) 物理挂牌应为防风化材质, 标签牌应具有在全厂范围内唯一的 ID 号。

4.1.3 不可达密封点

新建装置(包括改建、扩建)的不可达密封点数原则上不应超过同类泄漏排放源对应的密封点总数的 5%, 石油炼制、石油化工等行业按 3% 执行。

4.2 泄漏检测

4.2.1 检测方法

a) 氢火焰离子化(FID)检测仪: 在密封点交界面直接检测, 读取检测浓度(单位为 $\mu\text{mol/mol}$)。FID 检测所需的检测试剂和材料、检测仪器、仪器准备流程、现场检测操作规范、检测数据处理以及检测的质量控制和保证的具体要求按 HJ 733 规定执行。

b) 红外气体成像检测仪(OGI): 对不可达密封点进行扫描, 观察是否有 VOCs 逸散影像。

4.2.2 泄漏认定与标识

泄漏排放源出现了以下情况时, 认定发生了泄漏:

a) 采用氢火焰离子化(FID)检测仪对密封点进行检测时, 设备与管线组件密封点的 VOCs 泄漏检测值超过表 2 的泄漏控制浓度。

表 2 设备与管线组件密封点的 VOCs 泄漏控制浓度

单位: $\mu\text{mol/mol}$

行业	泄漏控制浓度		重点地区的泄漏控制浓度	
	气态 VOCs 物料和挥发性有机物液体	重液	气态 VOCs 物料和挥发性有机物液体	重液

石油炼制、石油化学、 合成树脂行业 ⁽¹⁾	2000	500	2000	500
其他行业	5000	2000	2000	500

注：（1）行业范围参照 GB 31570、GB 31571 、GB 31572 三项标准。

b) 采用红外气体成像检测仪检测或目测法观察时：

1) 观测到有 VOCs 逸散影像。

2) 目视观察：发现设备和管线组件存在渗液、滴液、气体逸出等可见的泄漏现象。

泄漏设备应即时系挂泄漏标识牌。泄漏检测值小于 10,000 $\mu\text{mol/mol}$ 时系挂黄色标识牌，泄漏检测值大于或等于 10,000 $\mu\text{mol/mol}$ 时系挂红色标识牌。

4.2.3 检测频率

涉 VOCs 物料设备密封点泄漏检测频率应按表 3 规定执行。

表 3 检测频次规定

行业	序号	设备	检测频率		
			每 3 个月	每 6 个月	每 12 个月
石油炼制、 石油化学、 合成树脂行 业 ⁽¹⁾	1	泵	1 次	/	/
	2	压缩机	1 次	/	/
	3	搅拌器	1 次	/	/
	4	阀门	1 次	/	/
	5	开口阀或开口管 线	1 次	/	/
	6	泄压设备	1 次	/	/
	7	取样连接系统	1 次	/	/
	8	法兰及其他连接 件	/	1 次	/
	9	其他密封设备	/	1 次	/
其他行业	1	泵	/	1 次	/
	2	压缩机	/	1 次	/
	3	搅拌器	/	1 次	/
	4	阀门	/	1 次	/

行业	序号	设备	检测频率		
			每 3 个月	每 6 个月	每 12 个月
	5	开口阀或开口管线	/	1 次	/
	6	泄压设备	/	1 次	/
	7	取样连接系统	/	1 次	/
	8	法兰及其他连接件	/	/	1 次
	9	其他密封设备	/	/	1 次

注：（1）行业范围参照 GB 31570、GB 31571、GB 31572 三项标准。

有关检测频次要求的补充说明：

a) 对设备与管线组件的密封点每周进行目视观察，检查其密封处是否出现可见泄漏现象；

b) 对于直接排放的泄压设备，在非泄压状态下进行泄漏检测。直接排放的泄压设备泄压后，应在泄压之日起 5 个工作日内，对泄压设备进行泄漏检测；

c) 初次开工以及检维修后开始运转的设备与管线组件，应在启用后 30 日内对其进行第一次检测；

d) 低泄漏设备每两年进行一次常规检测；

e) 不可达点可采用 OGI 检测，其余密封点均应开展常规检测；

f) 符合下列条件的设备可免于检测：

1) 正常工艺条件下系统处于负压状态（绝对压力低于环境大气压 5 kPa）；

2) 仅在开停工、故障检修、临时投用等期间接触涉 VOCs 物料且年接触时间不超过 15 日；

3) 采用屏蔽泵、磁力泵、隔膜泵、电磁泵、波纹管泵、密封隔离液所受压力高于工艺压力的双端面机械密封泵或具有同等密闭效能的泵；屏蔽压缩机、磁力压缩机、隔膜压缩机、密封隔离液所受压力高于工艺压

力的双端面机械密封压缩机或具有同等密闭效能的压缩机；屏蔽搅拌机、磁力搅拌机、密封隔离液所受压力高于工艺压力的双端面机械密封搅拌机或具有同等密闭效能的搅拌机；屏蔽阀、隔膜阀、波纹管阀或具有同等密闭效能的阀以及上游配有爆破片的泄压阀；配备密封失效检测和报警系统的设备与管线组件；浸入式（半浸入式）泵等因浸入或埋于地下及管道保温等原因无法测量的设备与管线组件。

4.2.4 检测步骤

泄漏检测步骤主要包括环境本底值检测、检测与读数。具体 LDAR 检测流程及方法见附录 B。

4.3 修复及复测

4.3.1 泄漏修复

当检测到泄漏时，在发现泄漏之日起 5 日内应进行首次修复，并于 15 日内完成最终修复。

4.3.2 延迟修复

符合以下条件之一的泄漏密封点可延迟修复。

- a) 装置停车（工）条件下才能修复；
- b) 立即维修存在安全风险；
- c) 其他特殊情况

企业应建立延迟修复泄漏点台账，将延迟修复方案报属地生态环境主管部门备案，并于下次停车（工）检修期间完成修复。

延迟修复的泄漏点仍应执行本规范关于检测频率的规定，并记录检测浓度值，并悬挂延迟修复密封点标识牌。有条件的企业可每月开展一次延迟修复泄漏点的检测。

4.3.3 复测

修复作业后，应于 72 小时内进行检测，检测浓度低于泄漏控制浓度值后方认定修复完成。修复完成后应摘除泄漏标识牌。

4.4 数据记录

a) 仪器校准信息

校准日期、检测仪器序列号、校准人员、校准气编号、校准气相对扩展不确定度、校准气理论浓度 ($\mu\text{mol/mol}$)、校准读数 ($\mu\text{mol/mol}$)、是否通过校准。

b) 仪器检测信息

检测开始时间（年/月/日/时/分/秒）、检测结束时间（年/月/日/时/分/秒）、检测人员、检测仪器名称及代号、检测环境本底值、泄漏检测值、是否泄漏；

c) 用红外气体成像检测仪（OGI）检测，应保存检测原始视频。

d) 泄漏点维修数据

首次维修时间（年/月/日/时）、首次维修复测开始时间（年/月/日/时/分/秒）、首次维修复测结束时间（年/月/日/时/分/秒）、首次维修复测值、最终修复时间（天）、最终修复合测开始时间（年/月/日/时/分/秒）、最终修复合测结束时间（年/月/日/时/分/秒）、最终修复合测值、是否延迟维修、预计修复时间。

5 管理要求

5.1 LDAR 数据管理

企业可建立 LDAR 管理平台或采用第三方 LDAR 管理平台，对项目建立、泄漏检测、泄漏维修所收集的数据进行电子化管理，同时将数据接入省级统一搭建的 LDAR 管理平台。

企业 LDAR 数据保存时间不得少于 3 年。

5.2 建立企业 LDAR 管理制度

企业应建立 LDAR 管理制度，明确内部分工与职责，加强 LDAR 运行与管理。

5.3 开展 LDAR 项目评估

企业宜委托除实施检测修复单位外的第三方对 LDAR 实施情况开展评估。

5.4 LDAR 项目备案

实施 LDAR 项目的企业，应按生态环境管理部门的要求，向属地生态环境管理部门备案。申报内容包括但不限于附录 C。

5.5 LDAR 第三方管理

开展 LDAR 技术服务的机构，应向委托方提供下列材料备查：

- a) 法人公正性声明；
- b) 营业执照和组织机构代码证（复印件）；
- c) 法人身份证明（复印件）；非独立法人分支机构还须提供法人授权书和负责人身份证明（复印件）；
- d) 公司（或分支机构）办公场所房产证明或租赁合同，并附地理位置简图；
- e) LDAR 项目组人员清单、相关人员学历、任职经历及培训证明文件；
- f) 机构内部 LDAR 标准作业程序书（SOP）；
- g) 仪器设备清单（含仪器正面、反面、仪器序号张照片及文字信息，仪器购置或租赁证明）。

附录 A 常见 VOCs 物质表

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否是 VOCs
1.	1,1,1-三氯乙烷	74.0	13055.6	是
2.	1,1,2-三氯乙烷	113.7	2352.0	是
3.	1,2,3-三氯苯	218-219	32.6	是
4.	1,2-二氯乙烷	83.4	8220.0	是
5.	1,2-二苯肼	229.0	0.0	是
6.	1,3-丁二烯	-4.5	23883.8	是
7.	1,4 二恶烷	131.7	3905.9	是
8.	2,2,4-三甲基戊烷	99.2	5107.7	是
9.	2-硝基丙烷	119-122	1732.2	是
10.	茚	231.2	1.2	是
11.	乙醛	20.4	99156.7	是
12.	乙酰胺	221.2	4.0	是
13.	乙腈	81.6	9568.5	是
14.	苯乙酮 /乙酰苯	201.7	35.9	是
15.	丙烯醛	53.0	29485.5	是
16.	丙烯酰胺	231.7	0.2	是
17.	丙烯酸	116.4	372.1	是
18.	丙烯腈	77.3	11447.1	是
19.	3-氯丙烯	41.6	40226.0	是
20.	苯胺	184.3	42.7	是
21.	苯	80.1	9945.2	是
22.	三氯化苄	219-223	43.8	是
23.	苄基氯	179.4	123.1	是
24.	联苯	255.2	1.7	是
25.	双氯甲醚	182.4	2951.2	是
26.	三溴甲烷	149.0	538.2	是
27.	二硫化碳	46.2	39237.9	是
28.	四氯化碳	76.5	12057.8	是
29.	一氯乙酸	189.0	18.6	是
30.	氯苯	131.7	1197.9	是
31.	三氯甲烷	61.1	19416.3	是
32.	2-氯-1,3-丁二烯	59.1	23500.0	是
33.	间-甲酚	202.2	14.2	是
34.	对-甲酚	201.9	8.3	是
35.	异丙基苯	152.4	436.1	是
36.	硫酸二甲酯	188.0	61.8	是

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否是 VOCs
37.	环氧氯丙烷	116.1	1655.4	是
38.	丙烯酸乙酯	100.0	3909.8	是
39.	乙苯	136.2	950.9	是
40.	氯乙烷	12.2	133708.0	是
41.	1,2-二溴乙烷	130.2	1346.1	是
42.	乙二醇	197.2	7.6	是
43.	环氧乙烷	10.3	145672.6	是
44.	亚乙基二氯	183.7	24288.2	是
45.	甲醛	-19.5	440038.0	是
46.	六氯丁二烯	231.0	19.6	是
47.	六氯乙烷	185.6	61.9	是
48.	正己烷	121.2	16214.9	是
49.	异佛尔酮	215.2	40.9	是
50.	马来酸酐	119.3	33.6	是
51.	甲醇	64.6	12758.0	是
52.	甲乙酮(2-丁酮)	202.0	9970.2	是
53.	甲基异丁基酮	94.2	1967.0	是
54.	基异氰酸盐	35.0	49747.5	是
55.	甲基丙烯酸甲酯	100.3	3915.4	是
56.	甲基叔丁基醚	55.2	26768.6	是
57.	溴甲烷	3.5	183474.3	是
58.	氯甲烷	-24.3	492691.5	是
59.	二氯甲烷	39.8	46735.7	是
60.	N,N-二甲基苯胺	193.5	66.2	是
61.	N,N-二甲基甲酰胺	153.0	372.0	是
62.	硝基苯	210.6	22.2	是
63.	邻甲酚	191.0	25.9	是
64.	邻二甲苯	144.4	647.1	是
65.	对-二氯苯	174.1	166.4	是
66.	四氯乙烯	121.1	1870.8	是
67.	苯酚	181.8	47.5	是
68.	氯代甲酰氯	8.2	158376.4	是
69.	对苯二胺	267.4	0.3	是
70.	β -丙内酯	162.0	158.4	是
71.	丙醛	47.9	34003.0	是
72.	1,2-二氯丙烷	96.3	16723.2	是
73.	环氧丙烷	34.3	58030.9	是

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否是 VOCs
74.	对二甲苯	138.4	874.6	是
75.	苯乙烯	145.1	592.3	是
76.	1,1,2,2-四氯乙烷	146.2	436.0	是
77.	甲苯	110.6	2887.9	是
78.	三氯乙烯	87.2	7688.7	是
79.	三乙胺	89.5	7125.3	是
80.	醋酸乙烯酯	73.0	11932.9	是
81.	氯乙烯	-13.4	339701.8	是
82.	氟利昂-113	47.5	35856.2	是
83.	1,2,3-三氯丙烷	156.8	355.3	是
84.	1,2,4-三氯苯	211.4	40.4	是
85.	1,3,5-三氯苯	211.3	49.9	是
86.	1,3-丁二醇	207.0	1.5	是
87.	正丁烯	-6.3	255858.5	是
88.	1-戊烯	30.0	70783.3	是
89.	2-乙基己醇	184.6	10.5	是
90.	乙二醇单丙醚	258.2	294.6	是
91.	1,1-二乙氧基乙烷	103.6	2732.4	是
92.	乙酸	117.9	1559.4	是
93.	乙酸酐	139.0	330.4	是
94.	丙酮	56.2	24390.6	是
95.	丙酮氰醇	167.3	104.8	是
96.	乙酰氯	51.0	30793.5	是
97.	乙炔	-84.0	4328141.9	是
98.	丙烯醇	54.3	2537.2	是
99.	α -甲基苯乙烯	165-169	252.4	是
100.	羟乙基乙二胺	216.0	0.1	是
101.	乙酸戊酯	149.2	330.7	是
102.	1-氨基戊烷	105.5	3018.6	是
103.	1-氯戊烷	107-108	3356.6	是
104.	苯甲醚	153.6	344.9	是
105.	苯甲醛	178.7	110.3	是
106.	苯甲酸	250.0	0.4	是
107.	苯甲腈	191.0	71.4	是
108.	苯甲醇	204.7	6.7	是
109.	二氯苄	214.0	48.2	是
110.	苄胺	185.0	59.3	是

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否是 VOCs
111.	3-甲基吡啶	143.5	587.7	是
112.	丁酸	163.3	85.0	是
113.	丁酸酐	198.3	24.3	是
114.	丁腈	118.0	1959.2	是
115.	己内酰胺	180.0	0.5	是
116.	四溴化碳	181.2	85.7	是
117.	一氯二氟甲烷	-40.8	893928.8	是
118.	氯三氟甲烷	26.8	3178608.5	是
119.	过氧化羟基异丙苯	253.7	0.3	是
120.	氯化氟	13.8	134561.6	是
121.	环己烷	80.7	10367.2	是
122.	环己醇	159.6	65.5	是
123.	环己酮	155.6	345.0	是
124.	环己烯	83.0	9295.6	是
125.	环己胺	134.5	990.8	是
126.	1,5-环辛二烯	125.0	479.2	是
127.	1-癸醇	230.0	0.6	是
128.	甲基戊酮醇	168.1	162.3	是
129.	氟里昂-12	-29.8	560905.1	是
130.	二环己胺	256.1	2.8	是
131.	二甘醇	246.0	0.4	是
132.	二乙二醇二乙醚	190.2	47.3	是
133.	二乙二醇二甲醚	159.8	282.0	是
134.	乙二醇一甲醚	221.8	13.1	是
135.	乙二醇一甲醚	162.7	13.1	是
136.	二乙二醇单甲醚	226.9	14.8	是
137.	1,1-二氟乙烷	-25.0	563101.6	是
138.	二乙烯酮	106.6	1055.5	是
139.	二甲基硫	38.0	53488.1	是
140.	二甲基亚砷	189.0	56.5	是
141.	二苯醚	258.0	3.8	是
142.	一缩二丙二醇	230.5	2.7	是
143.	乙醇	78.3	5830.3	是
144.	乙醚	34.5	0.6	是
145.	乙酸乙酯	73.9	9632.2	是
146.	乙酰乙酸乙酯	236.3	71.9	是
147.	溴乙烷	38.3	51046.7	是

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否是 VOCs
148.	乙胺	16.5	114501.2	是
149.	氯乙酸乙酯	206.0	5.1	是
150.	乙烯	-103.7	6261415.6	是
151.	2-氯乙醇	128.6	692.9	是
152.	乙二醇二乙酸酯	168.0	5.7	是
153.	乙二醇二甲醚	63.0	7916.4	是
154.	乙二醇乙醚醋酸酯	156.4	217.7	是
155.	乙二醇单丁醚	151.6	77.6	是
156.	乙二醇单乙醚	221.0	499.7	是
157.	乙二醇甲醚	124.6	853.2	是
158.	乙二胺	117.2	1162.8	是
159.	甲酰胺	210.5	5.0	是
160.	甲酸	100.6	4402.7	是
161.	糠醛	161.8	208.6	是
162.	甘油	98.3	0.0	是
163.	1,6-己二醇	239.7	0.1	是
164.	1,6-己二胺	226.4	10.0	是
165.	氰化氢	25.7	81251.2	是
166.	乙酸异戊酯	142.0	510.2	是
167.	异丁醇	107.8	947.8	是
168.	乙酸异丁酯	116.8	1766.5	是
169.	异丁烯	-6.9	262095.6	是
170.	异丁醛	67.1	18299.2	是
171.	异丁酸	154.7	167.3	是
172.	异癸醇	213.4	1.6	是
173.	2-甲基丁烷	30.0	76218.3	是
174.	异戊二烯	34.0	60574.7	是
175.	异丙醇	82.2	4409.2	是
176.	乙酸异丙酯	88.2	6199.1	是
177.	2-氯丙烷	35-36	58495.6	是
178.	异丙胺	48.6	62683.4	是
179.	乙烯酮	-56.0	1214927.6	是
180.	3-氯苯胺	227.8	5.6	是
181.	3-氯甲苯	161.6	307.5	是
182.	1,3-二氯苯	173.0	206.0	是
183.	4-甲基-3 戊烯-2-酮	132.7	1085.5	是
184.	甲基丙烯酸	162~163	87.8	是

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否是 VOCs
185.	3-氯-2-甲基丙烯	72.5	11237.6	是
186.	醋酸甲酯	56.9	22648.5	是
187.	乙酰乙酸甲酯	169.4	80.7	是
188.	甲酸甲酯	31.7	63434.4	是
189.	4-甲基-2-戊醇	133.5	489.1	是
190.	甲胺	-6.4	294402.3	是
191.	甲基环己烷	100.9	4753.2	是
192.	仲丁胺	62.9	18839.9	是
193.	吗啡啉	128.9	986.9	是
194.	甲醚	-24.9	507144.6	是
195.	1-戊醇	137.8	218.5	是
196.	乙酸丁酯	126.6	1022.2	是
197.	丙烯酸丁酯	221.9	530.8	是
198.	正丁醇	117.7	649.0	是
199.	正丁胺	77.4	9456.6	是
200.	丁醛	77.6	11626.3	是
201.	特戊酸	166.2	52.7	是
202.	硝基乙烷	109.2	2081.7	是
203.	硝基甲烷	100-102	3640.1	是
204.	N-甲基苯胺	200.4	41.1	是
205.	正戊烷	30.1	56259.5	是
206.	正丙醇	97.2	1973.2	是
207.	邻氯苯胺	208.8	17.7	是
208.	邻氯硝基苯	245.5	1.8	是
209.	邻氯甲苯	159.5	339.4	是
210.	1,2-二氯苯	180.4	127.3	是
211.	三聚乙醛	233.9	1072.5	是
212.	对氯苯胺	208.8	6.4	是
213.	对硝基氯苯	242.0	2.3	是
214.	对氯甲苯	162.2	264.4	是
215.	哌嗪	149.3	330.1	是
216.	对氨基苯乙醚	254.0	0.8	是
217.	丙酸	140.8	348.0	是
218.	1-氯丙烷	46.6	37183.8	是
219.	丙胺	48.6	32792.6	是
220.	丙烯	-47.7	1015268.2	是
221.	1,2-丙二醇	187.3	10.6	是

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否是 VOCs
222.	吡啶	115-116	2080.7	是
223.	水杨酸	211.0	0.1	是
224.	仲丁醇	99.5	1719.8	是
225.	丁二酸	236.1	0.0	是
226.	叔丁醇	82.4	3977.9	是
227.	叔丁胺	44.4	40154.8	是
228.	1,2,3,4-四氢萘	210.3	33.3	是
229.	甲苯-2, 4-二异氰酸酯	115-120	1.1	是
230.	三氯氟甲烷	26.8	88844.6	是
231.	三乙二醇二乙醚	197.2	3.3	是
232.	三甲胺	2.9	182229.2	是
233.	过氯乙烯	31.6	65938.6	是

附录 B LDAR 检测方法与流程

1 现场检测工作流程

应依照以下工作流程（见图 B.1）对受控密封点实施现场检测。

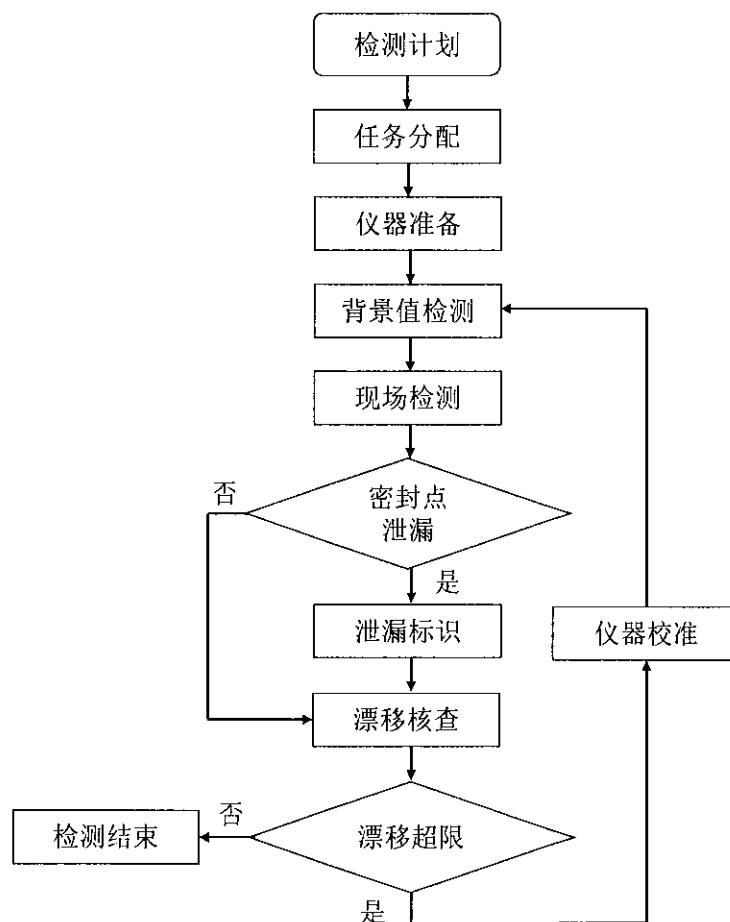


图 B.1 LDAR 现场检测流程图

2. 检测用气体和辅助材料

2.1 检测用气体

检测所需气体包括但不限于以下种类：

- a) 燃料气：氢火焰离子检测仪（FID）所使用的燃料气为高纯（99.999%）氢气（供气压力不低于 10MPa）；
- b) 零气：VOCs 浓度小于 10 μ mol/mol（以甲烷计）的洁净空气；
- c) 校准气体：指平衡气体为高纯空气、相对扩展不确定度不大于 2%

($k=2$) 的有证气体标准物质 (甲烷); 校准气体的浓度应至少包含略高于 VOCs 泄漏控制浓度和 75%~85% 仪器量程的浓度。

2.2 辅助材料

现场检测所需的辅助材料包括但不限于以下材料:

- a) 低吸附、气密性好的气袋;
- b) 与仪器采样探头适配的聚四氟乙烯管;
- c) 防爆工具包括斜口钳、尖嘴钳、10" 扳手和仪器自配工具;
- d) 流量计 (检测量程在 0-5.0 L/min);
- e) 可测风速风向的气象仪;
- f) 泄漏牌;
- g) 防爆相机;
- h) 个体防护器材。

3. 检测仪器

用于 LDAR 泄漏检测的氢火焰离子化检测仪 (FID) 和红外气体成像检测仪 (OGI) 应符合 HJ 733 相关规定。

4. 仪器准备

本节所指的仪器特指氢火焰离子化检测仪。

4.1 仪器开机预热与流量检查

仪器投入使用前, 先进行仪器预热。预热时间按说明书要求, 说明书无明确要

求的, 仪器预热时间不少于 30min, 仪器预热后, 将仪器设置为自动读取最大值。

按照说明书给出的方法, 检查仪器采样管路的气密与流量。检查结果应符合说明书的要求。

4.2 仪器零点与示值检查

仪器预热完成后,反复 3 次测定零气和同一浓度的校准气体(每次通气时间为仪器响应时间的 2 倍以上)。通入零气读数平均值不应超过 $\pm 10\mu\text{mol/mol}$; 通入校准气体,示值误差按以下公式计算,示值误差不应超过 $\pm 10\%$ 。否则,应按照说明书给出的步骤实施零点和示值校准。

$$\Delta D = \frac{\bar{C}_i - C_s}{C_s} \times 100\%$$

式中: ΔD —示值误差%;

C_s —标准气体浓度, $\mu\text{mol/mol}$;

$\bar{C}_i$ —与标准气体浓度对应的仪器平均示值, $\mu\text{mol/mol}$ 。

4.3 仪器响应因子的确定与使用

4.3.1 响应因子的确定

a) 若物料为单一组分,则可查阅检测仪器说明书或通过 HJ733 中 3.2.1 规定的方法,确定该组分 2-3 个浓度的响应因子(例如 $500\mu\text{mol/mol}$ 、 $10000\mu\text{mol/mol}$)。采用最大响应因子。

b) 若物料为多组分,采用 a) 以获得各组分的响应因子,按以下公式计算该物料的合成响应因子。

$$RF_m = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{X_i}{RF_i} \right]}$$

式中: RF_m —物料合成响应因子;

RF_i —组分 i 的响应因子(注意:应采用各组分相同浓度的响应因子);

X_i —组分 i 占物料中 TOC 的摩尔百分数;

n—物料组分数。

4.3.2 响应因子的使用

a) 石油炼制工业生产装置一般可不考虑响应因子对检测值的影响,其他行业生产装置应根据物料中 VOCs 组分确定响应因子。

b) 若响应因子 (RF_m) ≤ 3 , 检测值无需修正; 若 $3 < RF_m \leq 10$, 则根据以下公式进行修正。

$$SV_m = SV * RF_m$$

式中: SV_m —经过响应因子修正后的净检测值($\mu\text{mol/mol}$);

SV —密封点净检测值 ($\mu\text{mol/mol}$)。

若 $RF_m > 10$, 选择物料中 $RF_m > 10$ 的气体或响应特性相近的气体作为校准气体, 按本技术规范中“响应因子的确定”得出响应因子, 直到物料响应因子 $RF_m \leq 10$, 并按照 b) 应用。不能实现物料响应因子 $RF_m \leq 10$, 密封点泄漏辨识可采用 HJ733 中 4.2.4 规定的其他设备泄漏检测程序。

5. 现场检测步骤

5.1 检测环境条件

现场检测应在仪器使用说明书规定的能正常工作环境条件下实施。超出使用环境条件, 应获得仪器制造商对使用条件的书面认可。雨雪或大风天气 (地面风速超过 10m/s) 应禁止作业。

5.2 环境本底值检测

环境本地检测方法按照 HJ733 中 4.2.3.1 规定执行。每套装置或单元在检测时, 至少每天进行一次环境本底值检测, 每次测试至少取 5 点, 测试点如图 B.2 所示, 其中一点位于装置或单元地面中心附近, 其余四点位于四条边的中心附近。将 5 个检测值取平均值作为当日的环境本底检测值; 对于不规则边界的装置, 可分割成多个矩形区域分别检测, 再取各检测值求平均作为当日的环境本底值。

在检测过程中发现受控密封点或群组附近 (与排放源距离应大于 25cm) 的检测值低于 3 倍的装置或单元环境本底值时, 以装置环境本底值作为该受控密封点或群组的环境本底值。反之若检测值达到或高于 3 倍

装置或单元环境本底值时，则按照 HJ733 中 4.2.3.1 获取该受控密封点或群组的环境本底值。

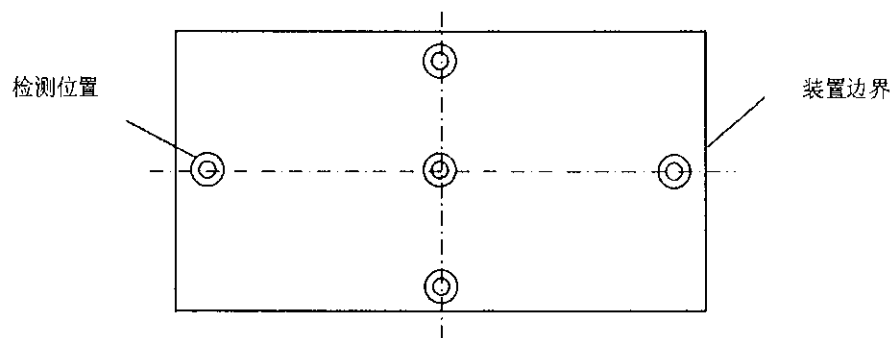


图 B.2 环境背景值检测示意图

5.3 检测与读数

将采样探头放置于可能发生泄漏排放的设备或装置的相关部位，并沿其外围以小于 10cm/s 的速度移动（延迟修复的泄漏点在 LDAR 周期检测过程中，仪器采样探头移动速度不宜超过 3cm/s），同时关注仪器读数。如果发现读数上升，放慢采样探头移动速度直至测得最大读数，并在最大读数处停住，停留时间约为仪器响应时间的 2 倍，记录最大读数。对于两个及两个以上位置需要检测的密封点，按最大检测值记录。不同类型的泄漏排放源对应的检测位置按照 HJ733 中 4.2.1.1~4.2.1.8 规定执行。

6. 检测数据处理

数据处理应采取以下方式：

a) 检测时，仪器读数小于 $1\mu\text{mol/mol}$ ，则泄漏检测值以 $0\mu\text{mol/mol}$ 处理；

b) 检测时，仪器检测值超出量程，或者浓度太高而熄火，可通过稀释等方法测定，

或按泄漏检测值大于或等于 $100000\mu\text{mol/mol}$ 处理。

7. 质量控制和保证

7.1 检测数据记录

现场检测数据及仪器校准数据应通过手持移动终端采用全过程电子化方式进行记录，避免纸质记录检测数据。

7.2 检测前准备

仪器开始检测前，应按照本技术规范要求，进行“开机预热”和“零点和示值检测”，具体流程参见 4.1 和 4.2。

7.3 漂移修正

在每日检测结束后，对 FID 检测仪进行漂移修正，使用的气体仍用当天的校准气和零气，按以下公式计算仪器漂移：

$$D_r = \frac{\bar{A}_{ie} - \bar{A}_i}{\bar{A}_i} \times 100\%$$

式中： D_r —仪器漂移，100%；

$\bar{A}_i$ —每天开始检测前，对校准气的平均示值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

$\bar{A}_{ie}$ —每天检测结束后，对同一校准气平均示值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

漂移 D_r 负漂超过“-10%”，则应重新校正仪器并重新检测当日净检测值高于 $LDC \times (1 + D_r)$ 的受控密封点，否则当天检测值无效。

附录 C LDAR 报表

表 C.1 企业及装置基础信息

企业信息			
企业名称		负责人	
组织机构代码 /社会信用代码		联系电话 邮箱	
经营地址	_____市(州) _____区(县) _____街道_____		
所属行业	☐ 精炼石油产品制造 ☐ 煤炭加工 ☐ 基础化学原料制造 ☐ 农药制造 ☐ 涂料、油墨、颜料及类似产品制造 ☐ 合成材料制造 ☐ 专用化学品制造 ☐ 日用化学产品制造 ☐ 医药制造业 ☐ 化学纤维制造业 ☐ 危险品仓储 ☐ 其他行业_____		
装置信息			
装置名称	类别	主要产品	生产能力
填表说明：			
1.组织机构代码/社会信用代码：任选其一填报即可。			
2.装置名称：工厂中有多台装置时，用于区别记录。企业可采用内部的名称和代码。			
3.类别：指装置属于新源或现有源。			
4.主要产品：指装置的主要生产产品。			
5.生产能力：指装置年实际的生产产品能力。			

表 C.2 市（州） （企业名称） 装置密封点及相关情况统计

1 装置名称	2 密封点类型	3 基础信息		4 泄漏检测		5 泄漏维修		
		受控密封点数	不可达点数	计划检测点数	实际检测点数	当前泄漏点数 (个)	严重泄漏点数 (个)	延迟维修点数 (个)

填表说明：

1 装置名称：工厂中有多台装置时，用于区别记录。企业可采用内部名称和代码。

2 密封点类型：包括（1）泵，（2）压缩机，（3）搅拌机，（4）阀门，（5）开口阀或开口管线，（6）法兰及其他连接件，（7）泄压设备，（8）取样连接系统，（9）其他密封设备。此处应填写密封点类型的名称而非序号。

3 基础信息

——受控密封点数：指纳入 LDAR 项目建立范围的密封点数。

——不可达点数：指根据相关规定判定的不可达点数。

4 泄漏检测

——计划检测点数：装置当前检测周期内的计划检测点数。

——实际检测点数：装置当前检测周期内已完成检测的点数。

5 泄漏维修

——严重泄漏点数：指密封点检测浓度 $\geq 10,000\mu\text{mol/mol}$ 的点。

表 C.3 组件基础台账

1 市 (州)	2 企业 [※]	3 装置 [※]	4 反应单元/工段	5 组件 ID [※]	6 扩展号	7 密封点位置描述	8 密封点类型 [※]	9 介质状态 [※]	10 是否不可达 点 [※]	11 不可达点 原因
填表说明： [※] 为企业定期上报时的必填信息，其他信息可选填。 1 地市：填写企业所在地市； 2 企业：指企业名称； 3 装置：指组件所在的装置名称； 4 反应单元/工段：指组件所在的反应单元/工段的名称； 5 组件 ID：根据企业装置和设备特征，现场挂牌的编号； 6 扩展号：结合组件 ID 号使用，如 00、01、02 等； 7 位置描述：使用参照物（设备）、管线、组件功能等信息对该密封点的位置进行详细描述，可采用工艺位置描述或物理位置说明如“P101 泵入口管线导淋阀”、“明显标的物或柱号-方向或距离几米-楼层-设备编号”； 8 密封点类型：包括（1）泵，（2）压缩机，（3）搅拌器，（4）阀门，（5）开口阀或开口管线，（6）法兰及其他连接件，（7）泄压设备，（8）取样连接系统，（9）其他密封设备。此处应填写组件类型的名称而非序号。 9 介质状态：指工艺流体在管线中的存在形式，有机气体、轻液和重液； 10 是否不可达点：属于不可达点的，填写“是”，否则填“否”； 11 不可达点原因：由于空间距离、埋地、设备阻挡或空间过于狭窄等物理因素，导致难以实施常规检测的密封点，选择“难于检测点”；由于辐射、隔离等安全因素，无法实施常规检测的密封点，选择“险于检测点”。										

表 C.4 组件检测信息

1 企业 [*]	2 装置 [*]	3 组件 ID [*]	4 检测仪 器序列号	5 检测 人员 [*]	6 检测开 始时间 [*]	7 检测结束时间 [*]	8 检测环境本底 值 (μmol/mol) [*]	9 泄漏检测值 [*] (μmol/mol)	10 是否泄 漏 [*]

填表说明:

^{*}为企业定期上报时的必填信息, 其他信息可选填。

1 企业: 指企业名称;

2 装置: 指组件所在的装置名称;

3 组件 ID: 根据企业装置和设备特征, 现场挂牌的编号;

4 检测仪序号: 检测仪器的唯一标识, 可采用检测仪型号-序列号格式, 如 TVA2020C-001;

5 检测人员: 执行检测的技术人员;

6 检测开始时间: 开始检测该组件的时间, 同时包括年、月、日、小时、分钟、秒, 格式应如 2019-01-01 14:57

7 检测结束时间: 结束对该组件的检测的时间, 同时包括年、月、日、小时、分钟、秒, 格式应如 2019-01-01 14:59

8 检测环境本底值: 使用检测仪测得的环境本底浓度, 单位为 μmol/mol;

9 泄漏检测值: 使用检测仪测得的检测值扣除检测背景值后所得的浓度, 单位为 μmol/mol;

10. 是否泄漏: 指泄漏检测值是否超过规定的 VOCs 泄漏控制浓度。超过为“是”, 否则为“否”。

表 C.5 组件维修与复测信息

1 企业*	2 装置*	3 组件 ID*	4 扩展号*	5 首次维修*				6 最终维修*				7 是否修复*	8 是否延迟修复*	9 预计修复时间*
				首次维修时间*	首次复测开始时间	首次维修结束时间	首次复测值* (μmol/mol)	最终维修时间*	最终复测开始时间	最终维修结束时间	最终复测值* (μmol/mol)			

填表说明

*为企业定期上报时的必填信息，其他信息可选填。

1 企业：指企业名称；

2 装置：指组件所在的装置名称；

3 组件 ID：根据企业装置和设备特征，现场挂牌的编号

4 扩展号：结合组件 ID 号使用，如 00、01、02 等；

5 首次（最终）维修：

——首次维修时间：对组件进行首次尝试维修的时间，包括年、月、日；

——最终维修时间：在首次尝试维修后泄漏仍未消除，需进行实质性维修，经一次或多次实质性维修认为消除泄漏的，应将组件移入延迟维修清单中。实质性维修的期限为自发现泄漏之日起 15 天；

——首次（最终）维修复测开始时间：开始检测该组件的时间，同时包括年、月、日、小时、分钟、秒，格式应为 2019-01-01 14:57；

——首次（最终）维修复测结束时间：结束对该组件的检测的时间，同时包括年、月、日、小时、分钟、秒，格式应为 2019-01-01 14:57。

6 复测值：修复作业后执行复测作业时的净检值；

7 是否修复：每次修复过程是否为成功修复，成功修复指复测浓度低于泄漏阈值；

8 是否延迟修复：符合规定的延迟维修条件的泄漏点，可列入延迟修复。

表 C.6 检测仪器校准信息

1 校准日期 [*]	2 检测仪器序列号 [*]	3 校准人员 [*]	4 校准气编号 [*]	5 校准气理论浓度 [*] ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	6 校准读数 [*] ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	7 校准通过 [*] (是/否)	8 备注

填表说明:

1 校准日期: 进行校准的时间, 包括年、月、日;

2 检测仪器序列号: 检测仪器的唯一标识, 采用检测仪器型号-序列号格式, 如 TVA2020C-001;

3 校准人员: 现场校准检测仪器的操作人员;

4 标准气编号: 标准气钢瓶上的编号;

5 校准气理论浓度: 填写零气、500 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 、5000 $\mu\text{mol}/\text{mol}$, 接近 80%仪器量程浓度;

6 校准读数: 指用检测仪器读出来的标准气的浓度;

7 校准通过 (是/否): 指校准结果是否在规定的误差范围内, 填写是或否;

8 备注: 其他相关信息。