

广东省“泄漏检测与修复 (LDAR)”

实施技术规范

广东省环境保护厅

二〇一六年九月

目 次

前 言	ii
1. 适用范围.....	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	1
4. 技术要求.....	3
4.1 项目建立.....	3
4.2 泄漏检测	4
4.3 泄漏维修.....	5
4.4 LDAR 管理系统	6
5. LDAR 管理要求	6
5.1 建立企业 LDAR 管理制度.....	6
5.2 开展 LDAR 项目评估.....	6
6. 数据报送.....	6
附录 A LDAR 检测方法与流程	7
附录 B 常见 VOCs 及 OHAPs 物质表	14

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》等法律法规，加强广东省挥发性有机物（Volatile Organic Compounds，简称 VOCs）污染排放控制，改善区域大气环境质量，制定本规范。

本规范规定了广东省辖区内企业“泄漏检测与修复（LDAR）”项目建立、泄漏检测、泄漏维修、LDAR 管理系统和 LDAR 管理的要求。

广东省“泄漏检测与修复（LDAR）”实施技术规范

1. 适用范围

适用于广东省辖区内原油加工及石油制品制造（国民经济行业代码：2511）、有机化学原料制造（国民经济行业代码：2614）、化学药品原药制造（国民经济行业代码：2710）企业应用 LDAR 技术。

合成材料（国民经济行业代码：2650）、初级形态的塑料及合成树脂制造（国民经济行业代码：2651）、合成橡胶制造（国民经济行业代码：2652）、合成纤维单（聚合）体制造（国民经济行业代码：2653）企业 LDAR 技术应用可参照执行。

适用于内部蕴含的挥发性有机化合物（VOCs）质量分数不低于 10%或有机毒性大气污染物（OHAPs）质量分数不低于 5%的工艺设备和管线。

2. 规范性引用文件

本标准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标准。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
HJ 733	泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则

3. 术语和定义

3.1

挥发性有机化合物 volatile organic compounds

简称 VOCs，指参与大气光化学反应的有机化合物，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 B。

3.2

有机毒性大气污染物 organic hazardous air pollutants

已知或疑似引起癌症或其他严重影响身体健康，如生殖影响和生理缺陷及严重恶化环境的有机空气污染物。简称 OHAPs。常见的 OHAPs 物质参见附录 B。

3.3

泄漏排放源 leak sources

指各种内部含有挥发性有机物料的装置和设备，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

有机气体/蒸气 Organic gas

工艺条件下，设备管线中的工艺流体为气态的有机物料。

3.5

轻液 light liquid

设备管线内工况条件下，工艺流体为液体，满足以下任一条件的介质服务状态定义为轻液：

- 1) 20℃时，有机液体的真实蒸气压大于 0.3 kPa；
- 2) 20℃时，真实蒸气压大于 0.3KPa 有机物组分在所有介质中的质量分数不低于 20%。
- 3) 采用《石油产品常压蒸馏特性测定法》(GB/T 6536-2010) 进行实沸点蒸馏，蒸馏流出 10%时的温度小于 150℃的组分。

3.6

重液 heavy liquid

除气体/蒸气或轻液以外的涉 VOCs 物料。

3.7

泄漏控制浓度 leak definition concentration

指在相关排放标准或法规中规定的，在泄漏排放源表面测得的 VOCs 浓度值，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。

3.8

响应因子 response factor

指 VOCs 化合物的实际浓度值与仪器（经标准规定的参考化合物校准后）检测值的比值。

3.9

响应时间 response time

指仪器测定 VOCs 浓度时，从仪器接触被测气体至达到稳定指示值的 90%的时间。

3.10

恢复时间 recovery time

指仪器测定 VOCs 读数稳定后，将探头瞬间切至零气，仪器读数降至稳定读数的 10%所需的时间。

3.11

不可达点 inaccessible components

由于空间距离、隔离等物理因素或安全因素，难以或无法实施氢火焰离子化（FID）检测的密封点。

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

- d) 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));
- e) 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;
- f) 由于工作环境因素(如环境温度过高)导致 FID 检测设备无法进行检测的场合。
- g) 国家或地方政府明确规定, 或经过企业主管部门辨识, 地方政府确认, 其他不可接受风险。

4. 技术要求

4.1 项目建立

4.1.1 建立密封点基础信息

通过审核装置的物料平衡表、工艺流程图(PFD)及管道仪表图(P&ID)、设备台账等资料, 建立企业密封点基础信息台账, 应包含如下信息项:

1) 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。

2) 密封点基础信息

装置、反应单元/工段、P&ID 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(气体/蒸气、轻液、重液)、是否不可达点、不可达点原因、仪器检测频率、巡检频率等。

4.1.2 组件定位描述要求

可通过挂牌或挂牌与拍照编码相结合方式对组件进行定位描述。

- 1) 组件标签牌应为防风化的金属牌, 标签牌需刻有 ID 号, 该 ID 号在全厂范围内是唯一的。
- 2) 使用挂牌与拍照编码相结合方式时, 应使用可显示检测点位信息图片的手持移动终端(如 PDA)。
- 3) 密封点位置描述规则应全厂统一, 如: 参照物 1-方向-距离-参照物 2-方向-距离-设备名称-具体位置-楼层。

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装置整体同类密封点总数的 3%。

4.1.4 豁免要求

符合以下条件的工艺设备或管线可以提出豁免申请, 经地市级以上环境保护主管部门技术审查和批准后予以豁免(豁免申请应包括: 工艺设备或管线的名称、所属的装置和区域、工艺编号、豁免原因以及相应的证明材料, 如中文设计说明书):

- 1) 工艺设备或管线作业负压(指绝对压力低于 96.3kPa);
- 2) 仅在开停工、故障、应急响应期间接触涉 VOCs 物料的设备, 或仅在临时投用期间才接

触上述物料的设备，且一年接触时间不超过 15 日；

- 3) 双端面机械密封，且满足以下条件之一：
 - a) 密封液为非 VOCs 物料，且双端面之间的密封液压力始终大于填料密封腔的压力；
 - b) 配置的密封液吹扫注压进入工艺流体的系统；
 - c) 密封系统配置气液分离罐，分离后的气体进入回收装置或空气污染控制装置。

4.2 泄漏检测

4.2.1 检测方法

- 1) 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 检测仪应配备手持移动终端（如 PDA），采用全过程电子化方式记录检测数据。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见附录 A。
- 2) 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 扩散影像。
- 3) 目视观察：观察密封点处是否有液滴滴落现象。

4.2.2 泄漏控制浓度

- 1) FID 检测仪：净检测值超过泄漏控制浓度值，泄漏控制浓度值应执行表 1 的规定。

表 1 泄漏控制浓度值 单位： $\mu\text{mol/mol}$

设备和管线组件	泄漏控制浓度	
	技术规范实施之日起至 2018 年 12 月 31 日止	自 2019 年 1 月 1 日起
有机气体/蒸气和轻液流经的密封点	1000	500
重液流经的密封点	250	100

- 2) OGI 检测仪：观测到有 VOCs 扩散影像。
- 3) 目视观察：发现设备和管线组件泄漏液滴频率大于每分钟 3 滴。

4.2.3 检测频率

泄漏检测频率应执行表 2 的规定。

表 2 泄漏检测频率表

序号	设备	检测频率（FID 检测仪定量检测）		不可达密封点
		每 3 个月	每 6 个月	
1.	泵	1 次	/	每三个月用 OGI 检测一次（发现泄漏点后，需采用 FID 检测仪定量确认）。新建装置或现有装置大修后应用 FID 检测仪进行一次定量检测。
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.	气体/蒸气泄压设备	1 次	/	
7.	取样连接系统	1 次	/	

序号	设备	检测频率 (FID 检测仪定量检测)		不可达密封点
		每 3 个月	每 6 个月	
8.	法兰及其他连接件	/	1 次	
9.	其他密封设备	/	1 次	
备注： (1) 对于挥发性有机物流经初次开工转动的设备和管线的密封点，应在开工 30 日内对其进行一次检测； (2) 每周，对挥发性有机液体流经的密封点进行一次目视检查，观察是否有液体滴落。				

4.2.4 检测数据收集

检测时应收集如下信息：

- 1) 仪器校准信息
校准日期、检测仪器序列号、校准人员、标准气编号、标准气相对扩展不确定度、标准气理论浓度 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)、校准读数 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)、校准相对标准偏差、是否通过校准。
- 2) 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、检测背景值、净检测值、是否泄漏；
- 3) 用 OGI 检测，应保存检测原始视频。

4.3 泄漏维修

4.3.1 首次尝试维修

检测过程中，发现有密封点净检测值超过泄漏控制浓度，企业必须在发现泄漏之日起 5 日内采取首次尝试维修措施，维修后立即进行检测，确认是否修复。若泄漏浓度超过 $10000\mu\text{mol}/\text{mol}$ ，企业必须在 48 小时内进行首次尝试维修。

4.3.2 实质性维修

在首次尝试维修后泄漏仍未消除，需进行实质性维修。实质性维修的期限为自发现泄漏之日起 15 天内，维修后立即进行检测，确认是否修复。

若仍未修复，企业可将密封点移入延迟维修清单中，并及时向所在辖区的环境保护行政主管部门报备。

4.3.3 延迟维修

符合以下条件之一的泄漏点可延迟修复：

- 1) 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；
- 2) 立即维修存在安全风险；
- 3) 泄漏密封点立即维修引发的 VOCs 排放量大于泄漏点延迟修复造成的排放量。应尽可能回收泄漏点延迟修复过程中排放的涉 VOCs 物料。

延迟修复的泄漏点应在最近一次检修完成前完成修复。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。

4.3.4 维修数据收集

维修时应收集得到信息包括：首次维修时间 (天)、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、实质性维修时间 (天)、实质性维修复测开始时间 (年/月/日/时/分/秒)、实质性维修复测结束时间 (年/月/日/时/分/秒)、实质性维修复

测值、是否维修成功、是否延迟维修、预计修复时间。

4.4 LDAR 管理系统

4.4.1 基础数据库

企业应建立 LDAR 管理系统平台，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。

4.4.2 基本功能

企业 LDAR 管理系统应具有以下功能：

- 1) 可进行现场管理：检测任务分配、组件信息下载上传、校准管理、暂时移除管理、检测路径管理等；
- 2) 可进行信息查看：密封点基础信息、校准信息、检测信息、泄漏信息、维修信息等；
- 3) 可自动生成相关报告：日清报告、季度报告、年度报告，排放量计算报告等；
- 4) 工具栏管理：检测周期设置、法规管理等。

4.4.3 数据保存

企业 LDAR 数据应长期保存和管理，保存时间不得少于 5 年。

5. LDAR 管理要求

5.1 建立企业 LDAR 管理制度

企业应建立本厂 LDAR 管理制度，明确内部分工与职责，建立内部 LDAR 操作规程，加强 LDAR 运行与管理。

5.2 开展 LDAR 项目评估

企业可委托第三方机构开展 LDAR 项目评估。

6. 数据报送

实施 LDAR 项目的企业，应定期向环境保护行政主管部门上报 LDAR 数据。

附录 A LDAR 检测方法与流程

1 现场检测工作流程

企业应依照以下工作流程（见图 1）对受控密封点实施现场检测。

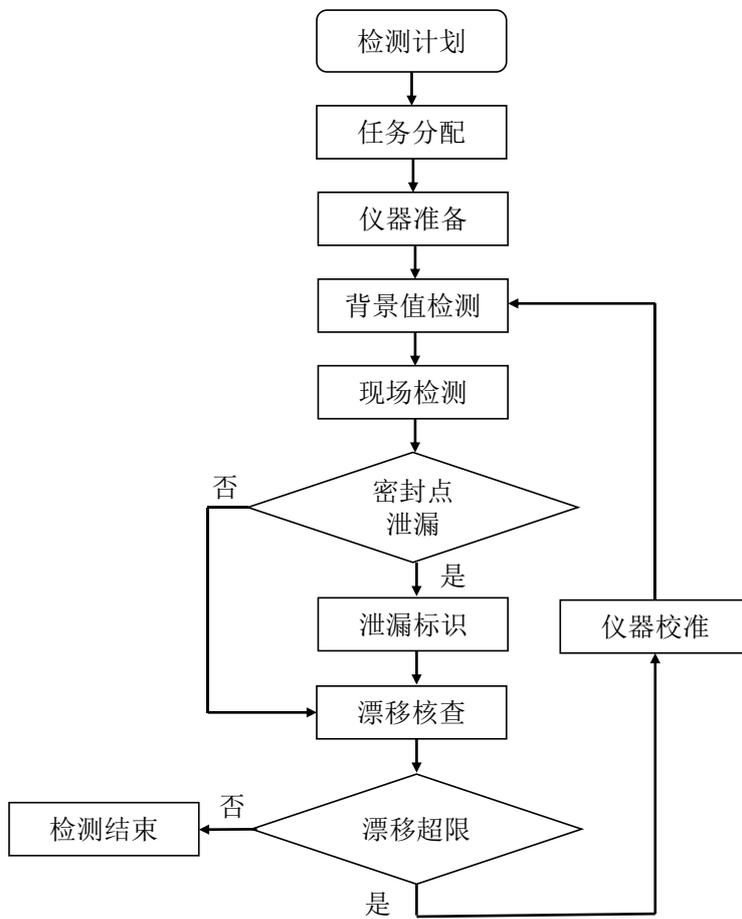


图 1 LDAR 现场检测流程图

2. 检测试剂和辅助材料

2.1 检测试剂

检测用的试剂包括但不限于以下种类：

- 1) 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);

- 2) 零气: VOCs 浓度小于 10 $\mu\text{mol/mol}$ 的洁净空气 (以甲烷计);
- 3) 标准气: 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)。标准气应至少包含两种浓度: 一种为与泄漏控制浓度相接近, 一种为与仪器量程的 80%相接近。

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:

- 1) 根据实际需要准备足量的低吸附、气密性好的气袋;
- 2) 与仪器采样探头适配的聚四氟乙烯管;
- 3) 流量计 (检测量程在 0-5.0 L/min);
- 4) 可测风速风向的气象仪;
- 5) 泄漏牌。

3. 检测仪器

适用的 FID 检测仪应具有以下特点:

- 1) 由于仪器是在有爆炸危险性的环境中操作, 因此首先必须具有防爆认证;
- 2) 采样探头外径不大于 6mm;
- 3) 仪器要求能读出泄漏定义浓度的 $\pm 2.5\%$;
- 4) 仪器的响应时间不大于 10s, 并具有自动读取最大检测读数功能;
- 5) 仪器配置的手持移动终端, 对现场检测过程及结果进行记录、上传。使用挂牌与拍照编码结合方式, 手持移动终端应具有显示组件检测点位信息图片的功能。

4. 仪器准备

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。随后用流量计进行流量检测, 检查结果应符合说明书要求。

4.2 仪器零点与示值检查

预热完成后, 反复通入零气和校准气体 3 次 (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。

$$\Delta A = \frac{\bar{A}_i - A_s}{A} \times 100\%$$

式中: ΔA —示值误差, %;

A_s —标准气体浓度, $\mu\text{mol/mol}$;

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

仪器校准时, 向采样探头通入参照化合物的标体, 按标准值来调节仪器读数。若仪器无法调整到合适的浓度, 表明仪器有故障, 在使用前必须排除。

4.3 仪器响应因子的确定

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。石油化学工业生产装置应根据物料中 VOCs 组分确定响应因子。

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。

若 $RF_m \leq 3$, 检测值无需修正; 若 $3 < RF_m \leq 10$, 则根据以公式进行修正。

$$SV_m = SV * RF_m$$

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

SV—密封点净检测值 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)。

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, 按本技术指南“响应因子确定”得出响应因子, 直到物料响应因子 $RF_m \leq 10$, 按照 b) 应用。不能实现物料响应因子 $RF_m \leq 10$, 可采取非常规检测或检查的方法辨识密封点泄漏。

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 $10\text{m}/\text{s}$) 应禁止作业。

5.2 环境背景值检测

在每套装置或单元检测前需进行一次环境背景值检测, 每次测试至少取 5 点, 测试点如图 2 所示, 其中一点位于装置地面中心附近, 其余四点位于四条边的中心附近。测试点距密封点最近不小于 25cm , 将 5 个检测值取平均值作为本次环境背景检测值; 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次的环境背景值。

在检测过程中发现密封点的检测值与装置环境背景值无明显变化 (读数低于 3 倍装置背景值) 以装置环境背景值作为该检测组件的背景值。反之, 若有明显变化 (读数达到或高于 3 倍装置背景值) 则按照 HJ733 中 4.2.3.1 获取该密封点的环境背景值。

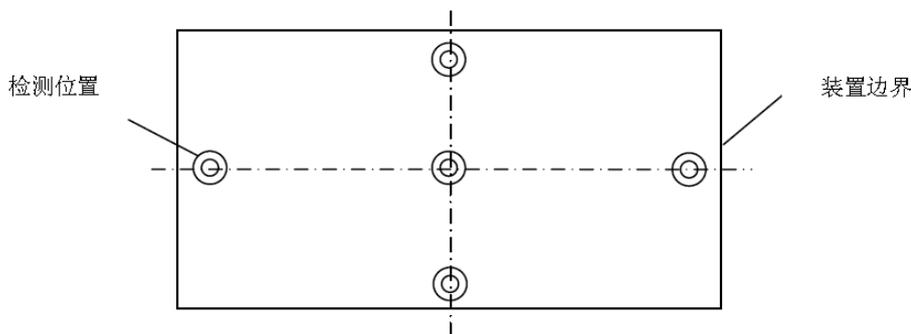


图 2 环境背景值检测示意图

5.3 检测与读数

将采样探头放置于可能发生泄漏排放的密封点界面 1cm 以内，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。

若采样探头无法置于密封点界面 1cm 以内检测时，在确保仪器不吸入油污、液体的前提下，采样探头应置于最接近密封点界面处检测。

相邻密封点检测的时间间隔不应低于仪器响应时间和恢复时间之和。

5.4 检测位置

不同类型组件的检测位置规定如下：

阀门：阀门最可能发生泄漏的地方是阀杆和阀体的密封垫。将采样探头置于阀杆填料函压盖处，沿其界面周围移动进行采样，然后将采样探头置于填料函压盖下的法兰连接部位，在其外围移动进行采样。对阀体可能发生泄漏的其它连接处界面也应进行检测，详见见图 3。

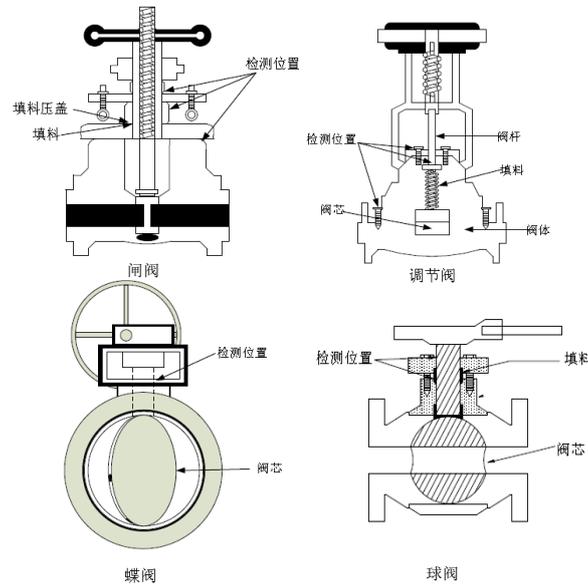


图 3 各类阀门检测位置

法兰：对焊接的法兰将采样探头放在法兰垫圈外缘界面处并在法兰周围采样。其它非永久连接的法兰（如螺纹连接）采样，以类似的横向方法采样，详见图 4。

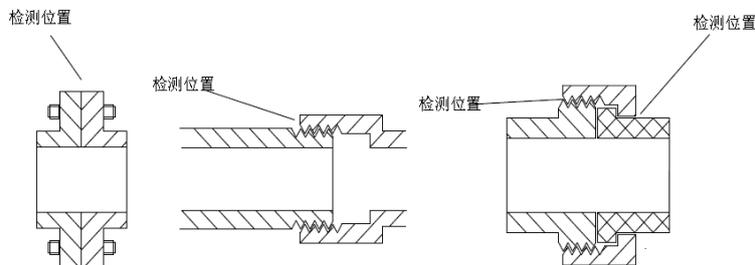


图 4 法兰和连接件检测位置

泵、搅拌设备、压缩机：在泵外侧表面或搅拌设备、压缩机轴和轴封交界面周围进行横向采样。若泄漏源是转动轴，将采样探头距轴封交界面 1cm 内的地方进行检测。若架构外形妨碍在轴封周围进行检测工作，则在所有可接近的地方进行检测。同时也在泵或压缩机架构可能发生泄漏的所有其它接合点进行检测，详见图 5。

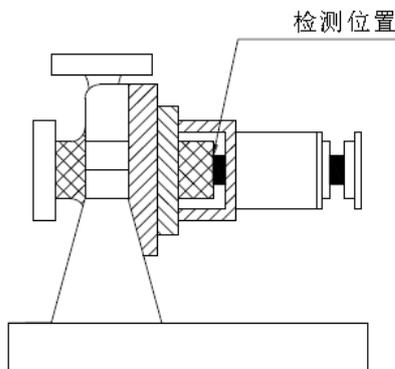


图 5 离心泵轴封检测位置

泄压装置：直接泄放到大气的泄压设备（安全阀），在泄放管开口的中央位置进行检测。泄放口高度超过检测人员触及范围 2m 以上的泄压设备（安全阀），可选择泄放管线的排凝口检测，图 6 为弹簧安全阀的检测点位。同时需要检测泄压装置上的其他受控密封点。

对于泄放口接入装置（如瓦斯管网），无法按图中位置检测判断阀座泄漏的泄压设备（安全阀），可以免于检测上述位置。但需要检测泄压装置上的其他受控密封点。

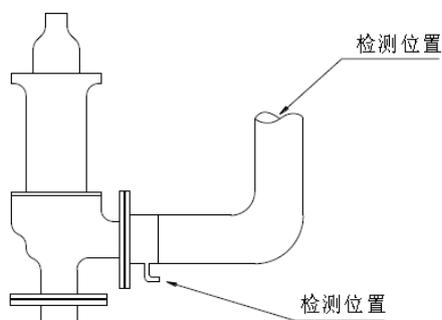


图 6 安全阀检测位置

开口管线：检测开口阀门或开口管线时，采样探头应与开口末端端面（简称“端面”）垂直，在端面检测。依据管线的公称直径分为三种情况，详见图 7：

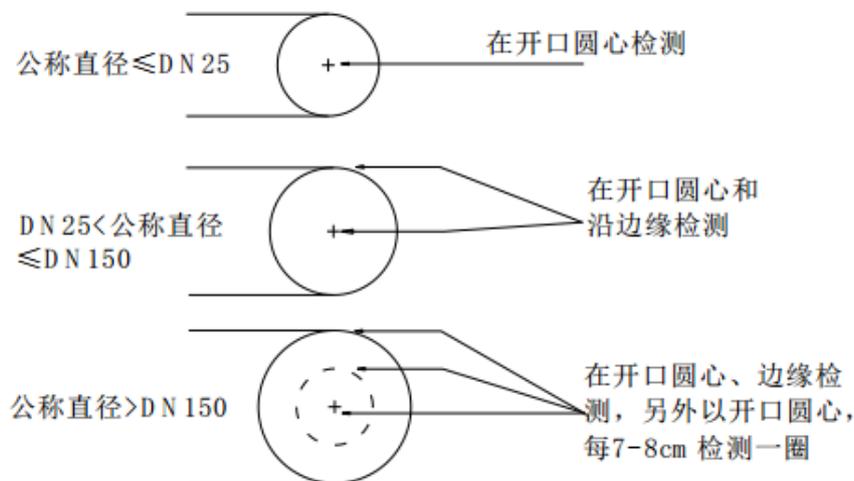


图 7 开口阀或开口管线检测

其他连接管件（线）：将采样探头放于可能裂缝或锈蚀区采样。

保温或保冷组件：检测有保温或保冷层隔离的组件时，可对保温、保冷材料接缝或密封点暴露在保温、保冷材料之外的部位进行检测。发现疑似泄漏点（净检测值达到或超过标准规定的泄漏控制浓度），在确保安全的前提下，当轮检测中，宜通过拆卸疑似泄漏点的保温或保冷层，或其他方式，确认泄漏点。

6. 检测数据处理

数据处理应采取以下方式：

- 1) 检测时，仪器读数小于 $1\mu\text{mol/mol}$ ，则净检测值以 $0\mu\text{mol/mol}$ 处理；
- 2) 检测时，仪器检测值超出量程，或者浓度太高而熄火，应通过稀释等方法测定。

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，应按照本技术方案要求，进行“开机预热”和“零点和示值检测”，具体流程参见 3.1 和 3.2。

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标准气和零气，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}_{ie} —每天检测结束后，对校准气平均示值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

\bar{A}_i —每天开始检测前，对同一校准气的平均示值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

漂移 Dr 负漂超过“-10%”，则应重新校正仪器并重新检测单日净检测值高于 $LDC \times (1 + Dr)$ 的检测点。

附录 B 常见 VOCs 及 OHAPs 物质表

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否 OHAPs
1.	1,1,1-三氯乙烷	74	13055.56	是
2.	1,1,2-三氯乙烷	113.7	2351.98	是
3.	1,2,3-三氯苯	218-219	32.63	是
4.	1,2-二氯乙烷	83.4	8219.95	是
5.	1,2-二苯肼	229	4.54E-02	是
6.	1,3-丁二烯	-4.5	238833.78	是
7.	1,4 二恶烷	131.7	3905.94	是
8.	2,2,4-三甲基戊烷	99.238	5107.68	是
9.	2-硝基丙烷	119-122	1732.22	是
10.	茈	231.2	1.2	是
11.	乙醛	20.4	99156.72	是
12.	乙酰胺	221.15	4.04	是
13.	乙腈	81.6	9568.53	是
14.	苯乙酮 / 乙酰苯	201.7	35.92	是
15.	丙烯醛	53	29485.54	是
16.	丙烯酰胺	231.7	0.166	是
17.	丙烯酸	116.4	372.08	是
18.	丙烯腈	77.3	11447.11	是
19.	3-氯丙烯	41.6	40226.01	是
20.	苯胺	184.3	42.74	是
21.	苯	80.1	9945.23	是
22.	三氯化苄	219-223	43.76	是
23.	苄基氯	179.4	123.1	是
24.	联苯	255.2	1.69	是
25.	双氯甲醚	182.4	2951.24	是
26.	三溴甲烷	149	538.24	是
27.	二硫化碳	46.2	39237.87	是
28.	四氯化碳	76.5	12057.8	是
29.	一氯乙酸	189	18.58	是
30.	氯苯	131.7	1197.9	是
31.	三氯甲烷	61.1	19416.34	是
32.	2-氯-1,3-丁二烯	59.1	23499.98	是
33.	间-甲酚	202.2	14.22	是
34.	对-甲酚	201.9	8.25	是

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否 OHPAs
35.	异丙基苯	152.392	436.12	是
36.	硫酸二甲酯	188	61.77	是
37.	环氧氯丙烷	116.1	1655.43	是
38.	丙烯酸乙酯	100	3909.83	是
39.	乙苯	136.186	950.87	是
40.	氯乙烷	12.2	133708.04	是
41.	1,2-二溴乙烷	130.2	1346.05	是
42.	乙二醇	197.2	7.57	是
43.	环氧乙烷	10.3	145672.57	是
44.	亚乙基二氯	183.7	24288.18	是
45.	甲醛	-19.5	440037.99	是
46.	六氯丁二烯	231	19.61	是
47.	六氯乙烷	185.6	61.94	是
48.	正己烷	121.24	16214.88	是
49.	异佛尔酮	215.2	40.88	是
50.	马来酸酐	119.3	33.64	是
51.	甲醇	64.6	12758.04	是
52.	甲乙酮(2-丁酮)	202	9970.24	是
53.	甲基异丁基酮	94.2	1966.95	是
54.	基异氰酸盐	35	49747.5	是
55.	甲基丙烯酸甲酯	100.3	3915.44	是
56.	甲基叔丁基醚	55.2	26768.56	是
57.	溴甲烷	3.5	183474.29	是
58.	氯甲烷	-24.3	492691.51	是
59.	二氯甲烷	39.8	46735.69	是
60.	N,N-二甲基苯胺	193.5	66.2	是
61.	N,N-二甲基甲酰胺	153	372.03	是
62.	硝基苯	210.6	22.17	是
63.	邻甲酚	191	25.87	是
64.	邻二甲苯	144.411	647.14	是
65.	对-二氯苯	174.1	166.4	是
66.	四氯乙烯	121.1	1870.84	是
67.	苯酚	181.8	47.45	是
68.	氯代甲酰氯	8.2	158376.42	是
69.	对苯二胺	267.4	0.34	是
70.	β-丙内酯	162	158.43	是

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否 OHPAs
71.	丙醛	47.93	34003.01	是
72.	1,2-二氯丙烷	96.3	16723.19	是
73.	环氧丙烷	34.3	58030.9	是
74.	对二甲苯	138.351	874.56	是
75.	苯乙烯	145.14	592.25	是
76.	1,1,2,2-四氯乙烷	146.2	436.03	是
77.	甲苯	110.625	2887.93	是
78.	三氯乙烯	87.2	7688.74	是
79.	三乙胺	89.5	7125.31	是
80.	醋酸乙烯酯	73	11932.88	是
81.	氯乙烯	-13.4	339701.76	是
82.	氟利昂-113	47.5	35856.15	否
83.	1,2,3-三氯丙烷	156.8	355.31	否
84.	1,2,4-三氯苯	211.4	40.43	否
85.	1,3,5-三氯苯	211.3	49.92	否
86.	1,3-丁二醇	207	1.53	否
87.	正丁烯	-6.26	255858.48	否
88.	1-戊烯	29.968	70783.29	否
89.	2-乙基己醇	184.6	10.54	否
90.	乙二醇单丙醚	258.2	294.59	否
91.	1,1-二乙氧基乙烷	103.6	2732.41	否
92.	乙酸	117.9	1559.41	否
93.	乙酸酐	139	330.42	否
94.	丙酮	56.2	24390.56	否
95.	丙酮氰醇	167.3	104.77	否
96.	乙酰氯	51	30793.48	否
97.	乙炔	-84	4328141.93	否
98.	丙烯醇	54.3	2537.19	否
99.	α -甲基苯乙烯	165-169	252.44	否
100.	羟乙基乙二胺	215.98	0.11	否
101.	乙酸戊酯	149.2	330.72	否
102.	1-氨基戊烷	105.5	3018.55	否
103.	1-氯戊烷	107-108	3356.58	否
104.	苯甲醚	153.6	344.88	否
105.	苯甲醛	178.7	110.26	否
106.	苯甲酸	250	3.58E-01	否

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否 OHPAs
107.	苯甲腈	191	71.42	否
108.	苯甲醇	204.699	6.66	否
109.	二氯苄	214	48.22	否
110.	苄胺	185	59.32	否
111.	3-甲基吡啶	143.5	587.67	否
112.	丁酸	163.27	84.98	否
113.	丁酸酐	198.3	24.27	否
114.	丁腈	118	1959.2	否
115.	己内酰胺	180	0.5	否
116.	四溴化碳	181.2	85.65	否
117.	一氯二氟甲烷	-40.8	893928.81	否
118.	氯三氟甲烷	26.8	3178608.49	否
119.	过氧化羟基异丙苯	253.7	3.49E-01	否
120.	氯化氰	13.8	134561.55	否
121.	环己烷	80.738	10367.19	否
122.	环己醇	159.6	65.46	否
123.	环己酮	155.6	345.04	否
124.	环己烯	82.979	9295.6	否
125.	环己胺	134.5	990.8	否
126.	1,5-环辛二烯	125	479.23	否
127.	1-癸醇	230	6.22E-01	否
128.	甲基戊酮醇	168.1	162.33	否
129.	氟里昂-12	-29.8	560905.07	否
130.	二环己胺	256.1	2.82	否
131.	二甘醇	246	4.39E-01	否
132.	二乙二醇二乙醚	190.2	47.3	否
133.	二乙二醇二甲醚	159.8	281.95	否
134.	乙二醇一甲醚	221.8	13.14	否
135.	乙二醇一甲醚	162.7	13.14	否
136.	二乙二醇单甲醚	226.927	14.84	否
137.	1,1-二氟乙烷	-25	563101.62	否
138.	二乙烯酮	106.6	1055.46	否
139.	二甲基硫	38	53488.09	否
140.	二甲基亚砷	189	56.54	否
141.	二苯醚	258	3.75	否
142.	一缩二丙二醇	230.5	2.72	否

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否 OHPAs
143.	乙醇	78.3	5830.29	否
144.	乙醚	34.48	0.58	否
145.	乙酸乙酯	73.9	9632.17	否
146.	乙酰乙酸乙酯	236.3	71.87	否
147.	溴乙烷	38.3	51046.7	否
148.	乙胺	16.5	114501.22	否
149.	氰乙酸乙酯	206	5.05	否
150.	乙烯	-103.71	6261415.6	否
151.	2-氯乙醇	128.6	692.93	否
152.	乙二醇二乙酸酯	168	5.68	否
153.	乙二醇二甲醚	63	7916.43	否
154.	乙二醇乙醚醋酸酯	156.4	217.71	否
155.	乙二醇单丁醚	151.579	77.6	否
156.	乙二醇单乙醚	221	499.68	否
157.	乙二醇甲醚	124.6	853.24	否
158.	乙二胺	117.2	1162.75	否
159.	甲酰胺	210.5	4.95	否
160.	甲酸	100.6	4402.66	否
161.	糠醛	161.8	208.58	否
162.	甘油	98.3	1.17E-02	否
163.	1,6-己二醇	239.7	7.01E-02	否
164.	1,6-己二胺	226.4	10	否
165.	氰化氢	25.7	81251.18	否
166.	乙酸异戊酯	142	510.23	否
167.	异丁醇	107.8	947.81	否
168.	乙酸异丁酯	116.8	1766.52	否
169.	异丁烯	-6.9	262095.58	否
170.	异丁醛	67.1	18299.2	否
171.	异丁酸	154.7	167.34	否
172.	异癸醇	213.4	1.62	否
173.	2-甲基丁烷	30	76218.33	否
174.	异戊二烯	34	60574.73	否
175.	异丙醇	82.2	4409.22	否
176.	乙酸异丙酯	88.2	6199.08	否
177.	2-氯丙烷	35-36	58495.57	否
178.	异丙胺	48.6	62683.39	否

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否 OHPAs
179.	乙烯酮	-56	1214927.62	否
180.	3-氯苯胺	227.8	5.58	否
181.	3-氯甲苯	161.6	307.5	否
182.	1,3-二氯苯	173	206.04	否
183.	4-甲基-3 戊烯-2-酮	132.7	1085.48	否
184.	甲基丙烯酸	162~163	87.81	否
185.	3-氯-2-甲基丙烯	72.5	11237.64	否
186.	醋酸甲酯	56.9	22648.46	否
187.	乙酰乙酸甲酯	169.4	80.73	否
188.	甲酸甲酯	31.7	63434.35	否
189.	4-甲基-2-戊醇	133.5	489.07	否
190.	甲胺	-6.4	294402.28	否
191.	甲基环己烷	100.934	4753.23	否
192.	仲丁胺	62.9	18839.9	否
193.	吗啡啉	128.9	986.87	否
194.	甲醚	-24.9	507144.6	否
195.	1-戊醇	137.8	218.51	否
196.	乙酸丁酯	126.6	1022.21	否
197.	丙烯酸丁酯	221.938	530.83	否
198.	正丁醇	117.7	648.96	否
199.	正丁胺	77.4	9456.63	否
200.	丁醛	77.6	11626.26	否
201.	特戊酸	166.209	52.74	否
202.	硝基乙烷	109.2	2081.65	否
203.	硝基甲烷	100-102	3640.13	否
204.	N-甲基苯胺	200.4	41.06	否
205.	正戊烷	30.074	56259.46	否
206.	正丙醇	97.2	1973.21	否
207.	邻氯苯胺	208.8	17.67	否
208.	邻氯硝基苯	245.5	1.81	否
209.	邻氯甲苯	159.5	339.36	否
210.	1,2-二氯苯	180.4	127.32	否
211.	三聚乙醛	233.9	1072.52	否
212.	对氯苯胺	208.8	6.35	否
213.	对硝基氯苯	242	2.33	否
214.	对氯甲苯	162.2	264.38	否

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否 OHPAs
215.	呋嗪	149.324	330.13	否
216.	对氨基苯乙醚	254	8.49E-01	否
217.	丙酸	140.83	347.98	否
218.	1-氯丙烷	46.6	37183.82	否
219.	丙胺	48.6	32792.57	否
220.	丙烯	-47.7	1015268.19	否
221.	1,2-丙二醇	187.3	10.59	否
222.	吡啶	115-116	2080.71	否
223.	水杨酸	211	1.01E-01	否
224.	仲丁醇	99.5	1719.78	否
225.	丁二酸	236.1	5.14E-04	否
226.	叔丁醇	82.4	3977.91	否
227.	叔丁胺	44.4	40154.76	否
228.	1,2,3,4-四氢萘	210.3	33.25	否
229.	甲苯-2, 4-二异氰酸酯	115-120	1.08	否
230.	三氯氟甲烷	26.8	88844.64	否
231.	三乙二醇二乙醚	197.2	3.28	否
232.	三甲胺	2.9	182229.21	否
233.	过氯乙烯	31.6	65938.58	否
234.	1-硝基萘	—	—	是
235.	2,4,5-三氯苯酚	—	—	是
236.	2,4-甲苯二胺	—	—	是
237.	2-萘胺-1-磺酸	—	—	是
238.	2-氯苯乙酮	—	—	是
239.	4,4'-亚甲基二苯胺	—	—	是
240.	4-硝基苯酚	—	—	是
241.	1,2-二羟基蒽醌	—	—	是
242.	蒽	—	—	是
243.	蒽醌	—	—	是
244.	溴萘	—	—	是
245.	1,2-苯并菲	—	—	是
246.	3,3-对二氯联苯	—	—	是
247.	氯甲醚(二(2-氯乙基)醚)	—	—	是
248.	二氯丙烯	—	—	是
249.	乙醇胺	—	—	是
250.	硫酸二乙酯	—	—	是

序号	中文名	沸点 (°C)	蒸气压 (20°C下), Pa	是否 OHPAs
251.	苯二甲酸二甲酯	—	—	是
252.	3,3'-二甲基联苯胺	—	—	是
253.	1,1-二甲基肼	—	—	是
254.	2,4-二硝基苯酚	—	—	是
255.	二硝基甲苯(混)	—	—	是
256.	蒽蒽	—	—	是
257.	乙二醇醚系列	—	—	是
258.	六氯苯	—	—	是
259.	对苯二酚	—	—	是
260.	甲基联胺	—	—	是
261.	苯基甲烷二异氰酸酯	—	—	是
262.	β -萘磺酸	—	—	是
263.	α -萘磺酸	—	—	是
264.	α -萘酚	—	—	是
265.	β -萘酚	—	—	是
266.	1-萘酚-2-磺酸	—	—	是
267.	1-萘胺	—	—	是
268.	2-萘胺	—	—	是
269.	4-萘胺-1-磺酸	—	—	是
270.	邻-甲氧苯胺	—	—	是
271.	菲	—	—	是
272.	苯酐	—	—	是
273.	茈	—	—	是
274.	对苯醌	—	—	是