

附件3

《工业企业挥发性有机物泄漏检测
与修复技术指南（征求意见稿）》
编制说明

《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》编制组
二〇二〇年九月

目 录

1 标准编制背景	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
2 标准制订必要性	1
3 国内外工业企业 LDAR 实施概况	2
3.1 国内工业企业 LDAR 实施情况.....	2
3.2 国外工业企业 LDAR 实施情况.....	2
4 国内外相关标准情况	3
4.1 国内标准.....	3
4.2 国外标准.....	5
5 标准制订的基本原则和技术路线	7
5.1 基本原则.....	7
5.2 技术路线.....	7
6 标准主要技术内容	8
6.1 指南结构.....	8
6.2 引用、参考标准法规.....	8
6.3 本标准适用范围.....	8
6.4 术语和定义.....	8
6.5 项目建立.....	9
6.6 现场检测.....	9
6.7 泄漏维修.....	11
6.8 质量控制.....	11
7 本标准实施建议	11

《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南

（征求意见稿）》编制说明

1 标准编制背景

1.1 任务来源

根据《中华人民共和国大气污染防治法》《大气污染防治行动计划》《重点行业挥发性有机物综合治理方案》等文件的要求，挥发性有机物（VOCs）的治理已成为生态环境保护的重点工作。设备动静密封点泄漏是VOCs无组织排放的重要源项之一，《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822—2019）及相关行业标准中均明确要求企业中载有气态或液态VOCs物料的设备与管线组件的密封点大于等于2000个，应开展泄漏检测与修复工作。为进一步规范泄漏检测与修复的工作流程，实现科学监管，根据《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（国发〔2018〕22号）中的要求，生态环境部将出台《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》。

本标准的制订由生态环境部环境工程评估中心牵头，青岛中石大环境与安全技术中心有限公司、中石化青岛安全工程研究院及上海市环境科学研究院协作共同制订。

1.2 工作过程

（1）前期准备阶段

任务下达后，生态环境部环境工程评估中心立即组织成立标准编制组。按照《国家环境保护标准制修订工作管理办法》要求，制定工作计划开展标准编制工作。

（2）形成标准征求意见稿

2020年2-3月，对国家和各省环境管理规定、标准、文献等相关资料 and 情况开展调研工作，主要包括：国内外相关标准的查阅；国内外相关企业标准查阅；国内外相关文献及研究成果。在广泛查阅、调研的基础上，结合我国设备动静密封点泄漏与修复工作的实际情况，制订本标准的基本原则和技术路线，编制形成标准征求意见稿和编制说明。

（3）召开标准征求意见稿技术审查会

2020年6月19日，生态环境部大气环境司主持召开了标准征求意见稿技术审查会，审议委员会通过了本标准征求意见稿的审议，将标准名称修改为《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》，并提出修改建议。编制组对标准文本及编制说明进行了进一步的修改和完善，编制完成标准征求意见稿及编制说明。

2 标准制订必要性

为了落实和推进《大气污染防治行动计划》关于“在石化、有机化工、表面涂装、包装印刷等行业

实施挥发性有机物综合整治，在石化行业开展泄漏检测与修复技术改造”的要求，由原环境保护部环境工程评估中心组织编写的《石化企业泄漏检测与修复工作指南》（环办〔2015〕104号）（简称原指南）于2015年11月正式发布实施。广东、浙江、山东、江苏、上海等多个地方参照原指南，制定或修订了相应的技术规范或要求。经过5年的实际应用，中石化、中石油、中海油以及各地方石化企业，依据原指南，对可能排放VOCs的设备及管阀件全面开展了泄漏检测与修复，作业场所及周边的VOCs污染和异味得到了明显抑制。

《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》（环大气〔2017〕121号）要求在制药、农药、炼焦、涂料、油墨、胶粘剂、染料等行业逐步推广泄漏检测与修复工作。《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发〔2018〕22号）要求，实施VOCs专项整治方案，制定石化、化工、工业涂装、包装印刷等VOCs排放重点行业和油品储运销综合整治方案，出台泄漏检测与修复（LDAR）标准，编制VOCs治理技术指南。《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53号）要求加强设备与管线组件泄漏控制，企业中载有气态、液态VOCs物料的设备与管线组件，密封点数量大于等于2000个的，应按要求开展LDAR工作。另外《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822—2019）规定了所有涉及VOCs无组织排放的企业的管控要求，具体包含VOCs物料储存、VOCs物料转移和输送、工艺过程VOCs、敞开液面VOCs无组织排放控制要求及设备与管线组件VOCs泄漏控制要求等。因此，为了落实上述国家政策标准文件要求，统一规范各工业行业的LDAR项目，实现流程、操作和数据的标准化，亟需从国家层面上，统一LDAR的相关定义、术语和流程，将《石化企业泄漏检测与修复工作指南》修订扩展为《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（简称“新指南”），实现我国工业企业LDAR的项目建立、现场检测及泄漏修复的全程标准化。

3 国内外工业企业 LDAR 实施概况

3.1 国内工业企业 LDAR 实施情况

据统计，目前国内大部分重点省份的石化企业都已经开展多轮LDAR，而化工、煤化工、制药、合成树脂、涂料油墨行业等也陆续开展了LDAR检测工作。

重点以石化行业为例，统计性讨论LDAR实施情况，经过近5年的努力，取得了良好的效果。据部分专业公司对多家石化企业检测数据统计，22家石化企业受控密封点总数365.51万个，检测336.85万个，泄漏率0.10%-2.87%。大部分企业或装置的设备泄漏减排在20%-40%，部分企业或装置减排达70%以上。不同地区、不同规模企业对LDAR的理解、项目标准化水平及完整性相差较大。央企大型石化企业LDAR开展的较早，而且做到了全覆盖。如中石化、中石油均有自己的VOCs管控数据平台，LDAR工作的检测结果及数据库均上传各自管控平台，中石油、中石化、中海油所属的78家石化企业均已完成首轮实施，部分企业已经开展多轮LDAR。LDAR工作已经融入企业的日常管理中，并建立了常态化的检测与修复机制。

3.2 国外工业企业 LDAR 实施情况

国外LDAR相关技术研究始于上世纪70年代，以美国为主的发达国家启动了炼油、化工企业的大气污染物排放特征研究，分析了来自设备泄漏产生的无组织排放量值和主要组分，提出用LDAR项目控制设备VOCs排放的策略。80年代起颁布了系列标准法规，将控制炼油、化工企业的设备泄漏纳入

法制化和标准化管理。欧盟于 1999 年起建议其成员国的炼油厂实施 LDAR。欧盟对 VOCs 的排放控制主要采用指令的形式，其发布的综合污染预防与控制（integrated pollution prevention and control, IPPC）指令将工业生产活动划分为能源工业、金属工业、无机材料工业、化学工业、废物管理以及其他活动等 6 大类共 33 个行业进行管理。

在政府监管方面，美国 EPA 要求炼油、化工企业的新开工装置在开工后半年内提交首次 LDAR 报告。后续每半年提交一次报告。内容包括：（1）受控装置标识、受控阀门、泵、连接件、压缩机等设备管件数量；（2）实施时间段（以月计）；（3）泄漏的阀门、泵、连接件、压缩机等设备管件数量；（4）未修复的泄漏的阀门、泵、连接件、压缩机等设备管件数量；（5）每一泄漏点的延迟修复理由；（6）实施时间段内装置的停车时间；（7）受控设备在实施时间段内的变更情况。其中首次报告需要提供上述（1）-（7）所有内容，后续报告只需提供（2）-（7）。通常主要通过报告审核企业 LDAR 运行的合规性，如果发现报告存疑，会进一步考虑到现场审核。1999 年 EPA（调查与执法中心）发布了对 17 家炼油企业的现场抽样测试结果，17 家企业申报的阀门平均泄漏率 1.33%，而 EPA 抽测结果为 4.99%。EPA 通过现场调查发现，检测过程中采样口距密封点距离不合规、检测速度过快等问题是差别明显的主要原因。

4 国内外相关标准情况

4.1 国内标准

4.1.1 国家层面

2012 年 10 月，原环境保护部、发改委和财政部联合印发了《重点区域大气污染防治“十二五”规划》（环发〔2012〕130 号），要求石化企业应全面推行 LDAR，加强石化生产、输送和储存过程挥发性有机物泄漏的监测和监管，对泄漏率超过标准的要进行设备改造。该规划首次将推行 LDAR 写入国家文件。

2013 年 9 月，《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37 号），要求推进 VOCs 污染治理，在石化行业开展“泄漏检测与修复”技术改造。

2014 年 12 月，原环境保护部发布《石化行业挥发性有机物综合整治方案》（环发〔2014〕177 号），要求 2015 年底前，全国石化行业全面开展 LDAR 工作。

2014 年 12 月，原环境保护部发布《泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则》（HJ 733—2014），规定了测定挥发性有机物泄漏和敞开液面排放源的技术要求。

2015 年 4 月，原环境保护部发布的《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570—2015）《石油化学工业污染物排放标准》（GB 31571—2015）《合成树脂工业污染物排放标准》（GB 31572—2015）三项标准中，均对 LDAR 实施的具体内容做出了明确要求。

2015 年 11 月，原环境保护部发布《石化企业泄漏检测与修复工作指南》（环办〔2015〕104 号），对石化企业实施 LDAR 的工作流程、项目建档、常规检测、非常规检测、泄漏确认与标识、检测频次、泄漏修复、项目质量保证与控制、报告等内容做了规定。

2017 年 9 月，原环境保护部等六部委联合发布《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》（环大气〔2017〕121 号），提出石化行业 and 现代煤化工行业全面实施 LDAR，制药、农药、炼焦、涂料、油墨、胶粘剂、染料等行业逐步推广 LDAR 工作。

2018年6月,《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》(国发〔2018〕22号),明确提出实施VOCs专项整治方案,并要求出台泄漏检测与修复标准,编制VOCs治理技术指南。

2019年5月,生态环境部发布《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822—2019)《制药工业大气污染物排放标准》(GB 37823—2019)《涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准》(GB 37824—2019)等三项国家大气污染物排放标准,其中GB 37822首次明确了LDAR实施的三种典型违法情景。

2019年6月,生态环境部发布《重点行业挥发性有机物综合治理方案》(环大气〔2019〕53号),明确要求石化行业深化LDAR工作。

由上可见,从2012年起,在国家层面上对LDAR实施的要求逐步深入,相关配套政策和规范逐步完善。

4.1.2 地方层面

地方各省也先后出台了大量的相关标准规范,对LDAR实施提出了更加具体和本地化的要求。具体见表4-1。

由表4-1可以看出,从受控范围看国家标准GB 31570—2015等标准未给出VOCs物料定义,《石化企业泄漏检测与修复工作指南》和部分地标给出LDAR实施范围。控制分类方法有所不同,有的以泄漏组件中的流体介质类型为依据进行分类,给出不同分类的泄漏控制浓度值。有的直接以密封类型为依据进行分类并给出泄漏控制浓度值,而不考虑流体介质类型;有的不区分泄漏组件类型和流体介质类型,给出统一的泄漏控制浓度值。泄漏控制浓度在100 μmol/mol至2000 μmol/mol之间。

检测频次在每3个月至每年1次之间,除《排污单位自行监测技术指南 石油炼制工业》(HJ 880—2017)外,检测频次与泄漏率没有关联。

表 4-1 国内 LDAR 标准和规范对比

序号	标准/规范	发布日期	检测频次
1	挥发性有机物无组织排放控制标准 (GB 37822—2019)	2019/5/29	(1) P、Y、A、V、O、R、S, 每半年; (2) F、C、Q, 每年。
2	制药工业大气污染物排放标准 (GB 37823—2019)	2019/5/29	按照 GB 37822 执行
3	涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准 (GB 37824—2019)	2019/5/29	按照 GB 37822 执行
4	石化企业泄漏检测与修复工作指南 (环办〔2015〕104号)	2015/11/17	执行国家或地方标准、规范较严格的指标
5	石油炼制工业污染物排放标准 (GB 31570—2015)	2015/4/16	(1) P、Y、V、O、R、S, 每季度; (2) F、C、Q, 每半年。
6	石油化学工业污染物排放标准 (GB 31571—2015)	2015/4/16	(1) P、Y、V、O、R、S, 每季度; (2) F、C、Q, 每半年。
7	合成树脂工业污染物排放标准 (GB 31572—2015)	2015/4/16	(1) P、Y、V、O、R、S, 每季度; (2) F、C、Q, 每半年。
8	上海市设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范 (沪环保防〔2018〕369号)	2018/10/18	(1) P、Y、A、V、O、R、S, 每季度; (2) F、C、Q, 每半年; (3) 不可达密封、低泄漏设备: 每两年。
9	上海市设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规程 (试行) (沪环保防〔2014〕327号)	2014/8/1	(1) P (LL)、A (LL), Y, R (G, OHAP) 每季度; (2) O (G/LL), V (G/LL); (3) 其它, 每年。
10	广东省泄漏检测与修复 (LDAR) 实	2016/9/18	(1) P、Y、A、V、O、R、S, 每季度;

序号	标准/规范	发布日期	检测频次
	施技术规范（粤环函〔2016〕1049号）		(2) F, C, Q, 每半年。
11	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（试行）（浙环办函〔2015〕113号）	2015/8/4	(1) 接触 G/LL 的所有密封点，每半年； (2) 不可达点，每年。
12	江苏省泄漏检测与修复（LDAR）实施技术指南（苏环办〔2013〕318号）	2013/10/21	(1) P、Y、A、V、O、R、S 每季度； (2) F、C、Q 每半年。
13	新疆维吾尔自治区工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）技术要求（试行）（新环发〔2015〕600号）	2015/12/28	(1) 接触 G/LL 的所有密封点，每半年； (2) 不可达点，每年。
14	山东省石油炼制工业泄漏检测与修复实施技术要求（征求意见稿）	2018/1/12	(1) P、Y、R 泄漏率<3%，每季度；≥3%，每月； (2) V 泄漏率≤2%，每季度；>2%，每月； (3) S、O，每季度；F、C，每半年。
15	淄博市挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）实施技术要求	2019/7	(1) P、Y、A、V、O、R、S，每季度； (2) F、C、Q，每半年。
16	北京市炼油与石油化学工业大气污染物排放标准（DB11/477—2015）	2015/5/13	(1) P、Y、R，每季度； (2) 其他，每半年。
17	河北省工业企业挥发性有机物排放控制标准（DB13/2322—2016）	2016/2/24	(1) P、Y、V、O、R（G）、S，每季度； (2) F、C、Q，每半年。
18	天津市工业企业挥发性有机物排放控制要求（DB12/524—2014）	2014/7/31	(1) P、A、Y 等动密封，介质为 G/LL，每季度； (2) V、O、C、Q 等静密封，介质为 G/LL；每年； (3) 不可达密封；每两年。

注：1.G、LL、HL 分别表示设备接触的介质在工艺条件下为气态、轻液体重液体，OHAP 表示有机有害空气污染物；
2.P-泵，A-搅拌器，Y-压缩机，R-泄压设备，V-阀门，F-法兰，C-连接件，O-开口阀或开口管线，Q-其它。

4.2 国外标准

4.2.1 美国

20 世纪 80 年代初起，美国联邦法典对炼油、化工行业的设备 VOCs 泄漏排放提出严格的作业要求，规定必须对石化企业实施 LDAR 作业。此后 LDAR 被美国许多州和地方政府所采纳，将其作为空气质量达标的主要措施之一；1990 年，美国的《清洁空气法》修正案正式将 LDAR 纳入其中，作为最大可行控制技术，规定必须对石化和化工企业实施 LDAR 作业，以控制管线组件的无组织排放。

美国多数标准（表 4-2 的 1、2、3、4 标准）从两个方面规定了明确的 LDAR 受控范围，一是 VOCs 通常以质量分数 10% 为边界，达到或超过 10%，进入受控；二是接触时间大于等于 300h，或以产品产量给出受控边界，例如 1102t/a。即美国 EPA 至今主要是控制达到一定生产规模的工业企业的污染物排放。

4.2.2 欧盟

欧盟综合污染防治（IPPC）指令 9661CE 中规定，采用最佳可用技术（BAT）作为能达到对整个环境进行高水平保护的重要工具，其中最佳可行性技术（VOCs 控制部分）从企业装置设计、试运行、运行等进行全过程 VOCs 排放控制等重要环节，均提出了明确采用的可行性技术以及技术要求，该标准适用于设备中 VOCs 的逸散排放。泄漏源包括但不限于阀门、法兰和其他连接件、泄压装置、过程排放口、开口阀、泵和压缩机密封系统、搅拌器密封件以及检修门密封件等。

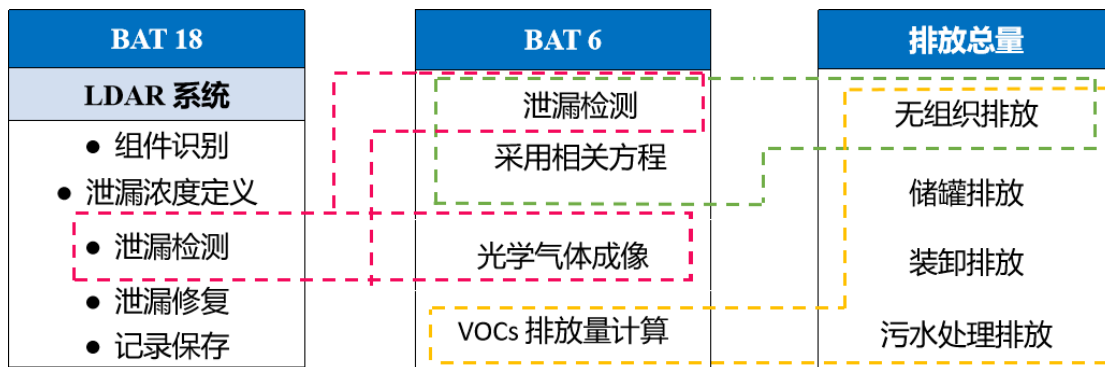


图 4-1 BAT 文件中确定 VOCs 排放量的定性和定量的相关性

1999 年，根据美国经验，欧盟建议其成员国的炼化企业开展 LDAR 工作；2001 年，通过“欧盟指令”，对 VOCs 排放限值具体进行规定。欧盟各国的技术专家普遍认为无组织排污是 VOCs 控制的重点方向，LDAR 是对管线、设备泄漏等无组织排放的最有效控制方法。

表 4-2 美国、欧盟 LDAR 标准和规范对比

序号	标准/规范	实施日期	检测频次
1	新固定源标准 NSPS: 有机化工企业设备泄漏排放标准 40 CFR 60 subpart VVa	2007-11-16	(1) V (G, LL), P (LL) 每月; (2) C (G, LL) 每年; (3) V (G, LL) 泄漏率连续 2 个季度不超过 2.0%, 每季度; V (G, LL) 泄漏率连续 5 个季度不超过 2.0%, 每年; (4) 1) C (G, LL) 泄漏率低于 0.5%, 不低于 0.25%, 则可每 2 年内完成 40% 的连接件检测, 并在 4 年内完成检测; 2) C (G, LL) 泄漏率低于 0.25%, 起始 4 年检测 50% 的连接件。如果泄漏率达到 0.35%, 应在 6 个月内, 完成剩余连接件检测。并按 (4) 1) 执行检测计划; 如果泄漏率低于 0.35%, 应在 8 年内完成剩余连接件的检测。
2	国家有害空气污染物分类排放标准 NESHAP: 设备泄漏排放有机有害空气污染物标准 40 CFR 63 subpart H	1994-04-22	(1) V (G, LL): 泄漏率大于等于 2.0%, 每月; 泄漏率小于 2.0%, 且大于等于 1.0%, 每季; 泄漏率小于 1.0%, 且大于等于 0.5%, 每 2 季; 泄漏率小于 0.5%, 每年; (2) P (LL) 每月; (3) C (G, LL): 泄漏率大于等于 0.5%, 每年; 上一周期泄漏率低于 0.5%, 每两年; 上一周期 (两年) 泄漏率低于 0.5%, 则每 4 年; 上一周期 (4 年) 泄漏率大于等于 0.5%, 且低于 1.0%, 每两年; 上一周期 (4 年) 泄漏率大于等于 1.0%, 每年。
3	国家有害空气污染物分类排放标准 NESHAP: 制药工业排放标准	1998-09-21	(1) V (G, LL): 泄漏率大于等于 2.0%, 每月; 泄漏率小于 2.0%, 且大于等于 1.0%, 每季; 泄漏率小于 1.0%, 且大于等于 0.5%, 每 2 季; 泄漏率小于 0.5%, 且大于等于 0.25%, 每年; 泄漏率小于 0.25%, 每 2 年; (2) P、A: 每季; 如果泵泄漏率高于 10%, 或泄漏泵超过 3 台, 则应每月; (3) C: 起始泄漏率达到或超过 0.5%, 每年; 起始或上一周期泄漏率低于 0.5%, 不低于 0.25%, 每 4 年; 上一周期泄漏率低于 1.0%, 不低于 0.5%, 每 2 年。如果第 2 年末的泄漏率依旧大于等于 0.5%, 则应每年检测 1 次。
4	资源节约和恢复法案 (RCRA): 有害废物处理、储存和处置的经营商-设备泄漏	1990-06-21	(1) V (G, LL)、P (LL) 每月; (2) 发现 V (HL)、P (HL)、F、C 疑似泄漏, 在 5 日内检测; (3) V (G, LL): 泄漏率连续 2 个季度不超过 2.0%, 每半年; V (GG, LL) 泄漏率连续 5 个季度不超过 2.0%, 每年; 泄漏率超过 2.0%, 每月。

序号	标准/规范	实施日期	检测频次
	排放标准 (40 CFR 264、265)		
5	《EN15446- 2008》	2008	/

5 标准制订的基本原则和技术路线

5.1 基本原则

以《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》为指导，在《石化企业泄漏检测与修复工作指南》（环办〔2015〕104号）《重点行业挥发性有机物综合治理方案》基础上，根据石油炼制、石油化学、煤化工、制药、农药、炼焦、涂料、油墨、胶粘剂、染料等行业实际设备泄漏排污特点，细化泄漏检测与修复的基本原则和方法。

5.2 技术路线

本标准编制技术路线如图 5-1 所示：

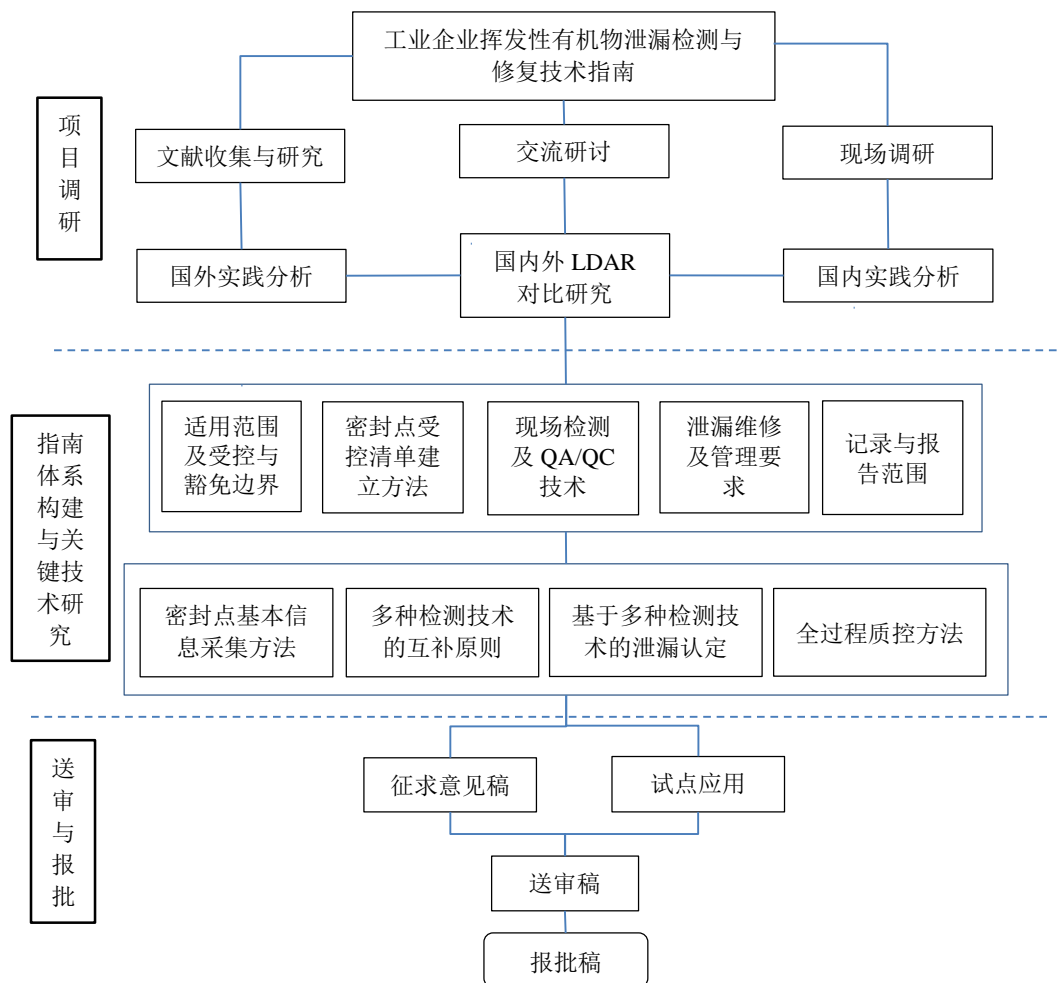


图 5-1 本标准编制技术路线

6 标准主要技术内容

6.1 指南结构

指南由工业企业 LDAR 工作流程、项目建立、现场检测、泄漏修复和质量保证与控制等构成等 9 部分构成。为了更好地指导企业有序、规范开展 LDAR 工作，工作组编制了各类型密封点的检测位置等作为规范性附录，LDAR 基本信息表等作为资料性附录，可供相关人员参考。

6.2 引用、参考标准法规

因此本标准除引用国家或行业相关标准外，主要参考了 EPA40 CFR60、61、63。

6.3 本标准适用范围

根据国外 LDAR 的实施经验，项目建立是规范后期检测、维修以及数据分析的基础，美国炼油企业在 LDAR 初期阶段数据不统一造成后期许多数据无法进行统计，因此本标准特别提出了 LDAR 项目建立、数据格式的要求。同时为了指导企业或第三方机构采取统一 LDAR 流程，本标准涵盖了泄漏检测与修复全流程的多个要素。包括项目建立、常规检测、非常规检查、泄漏确认与标识、检测频次、数据处理、泄漏修复和质量保证与控制等内容。

本标准适用于工业企业开展设备与管线组件密封点挥发性有机物泄漏检测与修复工作。

6.4 术语和定义

本标准引用了 GB 37822、GB 31570 等标准给出的挥发性有机物、VOCs 物料等定义。

6.4.1 挥发性有机气体、轻液、重液

目前世界上多数国家轻液体的定义源于美国 EPA《设备泄漏排放估算协议》，而国内的定义主要为 GB 31570—2015 和 GB 37822—2019，表述见表 6-1。

表 6-1 挥发性有机液体或轻液体定义比对表

标准	定义	描述	条件
GB 37822	挥发性有机液体	任何能向大气释放 VOCs 的符合下列条件之一的有机液体： (1) 真实蒸气压大于等于 0.3kPa 的单一组分有机液体； (2) 混合物中，真实蒸气压大于等于 0.3kPa 的组分总质量占比大于等于 20%的有机液体。	工作（储存）温度下
本标准	挥发性有机轻液体（轻液）	在工艺条件下呈液态且符合以下任一条件的 VOCs 物料： (1) 20°C时，VOCs 物料的真实蒸气压大于 0.3kPa； (2) 20°C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%。简称轻液。	20°C时
GB 31570 GB 31571 GB 31572 等	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°C时，挥发性有机液体的真实蒸气压大于 0.3kPa； (2) 20°C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）。	20°C时
EPA	轻液体	设备内流体为液体，且蒸气压大于 0.3kPa（20°C时）的挥发性有机化合物组分占比不低于 20%（重量百分比）。	20°C时

为了与国标相一致，本标准提出了包含“挥发性有机液体”的“VOCs 物料”的定义：VOCs 质量

分数 $\geq 10\%$ 的物料，主要包括有机气体、挥发性有机液体和重液体。同时明确了有机气体和重液体的定义，为 LDAR 受控边界划分提供了基础。

6.4.2 严重泄漏点

根据 API 对炼油企业多年累积的显示，检测值大于等于 $10000\mu\text{mol/mol}$ 的数据占比只有 0.128%，然而其排放量却占到了 83.91%，即检测值大于等于 $10000\mu\text{mol/mol}$ 的极少数密封点排放量明显高于检测值低于该值的密封点排放量。

6.5 项目建立

6.5.1 不可达密封点

本标准将一些地方标准定义的难于（物理因素）和险于检测（安全因素）密封点统一归于不可达密封点。

6.5.2 不可达密封点数量比例的控制

对于不可达密封点数量占比为装置同类密封点还是总密封点数要求国内有不同的规定：《石化企业泄漏检测与修复工作指南》《广东省泄漏检测与修复(LDAR)实施技术规范》要求新建装置（包括改建、扩建）的不可达密封点不应超过同类密封点的 3%；上海市《设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范》指出不可达点总数应不多于含涉 VOCs 物料设备密封点总数的 3%。结合已开展 LDAR 行业的工作经验，部分类型密封点总数较少，难以满足不超过同类密封点 3%的数量要求，因此本标准对不可达密封点数量比例的控制要求规定为不可达密封点不应超过生产装置密封点的 3%。

6.5.3 群组的划分

为了提高密封点管理效率，提出了以设备或设备某一部分为中心的多个受控密封点集成的“群组”概念。群组是 LDAR 数据管理和 LDAR 标识的基本单元。每个群组通常以阀、泵和压缩机等设备为核心，包含一个或者多个管阀件。

6.5.4 密封点定位描述

项目建立阶段，群组、密封点信息的采集，需描述位置，以方便检测、维修人员精确定位目标密封点。目前国内普遍采用拍照或挂牌的方式进行群组和密封点信息的采集。现场信息采集，带有密封点标识的图片可以直观地表现密封点位置，无须进行定位地描述。

6.6 现场检测

6.6.1 仪器的选择

从理论上讲，可以定量检测 VOCs 泄漏浓度的仪器很多，据美国 EPA 推荐，有氢火焰离子化(FID)、光离子化 (PID)、催化燃烧式和红外吸收等工作原理的检测仪器可以检测 VOCs。四类仪器具体性能指标可简要归结为表 6-2。

表 6-2 常见 VOCs 检测器性能比对

项目	催化燃烧检测器	红外吸收检测器	光离子化检测器	氢火焰离子化检测器
灵敏度	1%爆炸下限 (LEL), ($10^2 \mu\text{mol/mol}$ 数量级)	1%LEL, ($10^2 \mu\text{mol/mol}$ 数量级)	(10^{-1} - 10^{-3}) $\mu\text{mol/mol}$	(0.1-0.5) $\mu\text{mol/mol}$
检测范围	(0-100%) LEL, 由于各种气体的爆炸下限不同, 对不同的气体检测范围不同, 例如, 对于甲烷, 检测范围为 (0-44000) $\mu\text{mol/mol}$, 对于戊烷为: (0-22000) $\mu\text{mol/mol}$	(0-100) %LEL 或 (0-100) %VOL	(0-10000) $\mu\text{mol/mol}$	(0-50000) $\mu\text{mol/mol}$
检测对象	可以检测绝大多数 VOCs	根据仪器带通滤波器, 检测的气体存在较大差异	只能检测 IP 低于入射紫外光光子能量的气体	可以检测绝大多数 VOCs
响应时间	30s	30s	15s	3.5s
环境影响	基本不受环境 CO_2 、水蒸气影响。检测过程需要一定量的氧气	在湿度不高的情况下, 不受影响。检测不需要氧气存在	湿度可以导致读数漂移达 30%。检测不需要氧气存在	基本不受环境温度和湿度影响。需要氢气燃料, 检测需要一定量的氧气
费用	低	中等	中等	高
重量	轻便	轻便	轻便	较重

综上所述, FID 更加适合工业企业的设备 VOCs 泄漏浓度的定量检测。因此, 本标准选择 FID 作为常规检测仪器, 同时考虑到 PID 可以补偿 FID 对个别 VOCs 组分响应差 (如三氯苯等) 的特点, 选择 PID 等仪器为非常规检测仪器。

6.6.2 响应因子的确定与应用

FID 检测仪的响应因子均可通过制造商提供, 由于已知的 VOCs 有上千种, 制造商难以提供每种物质的响应因子, 因此企业需要购买或制备部分校准气体, 测定仪器的响应因子。部分物质的校准气体可能难以获取或制备, 企业可以采用特性相近 (结构) 物质作为校准气体的替代品。由于 EPA 采用真空包装袋和载气吹扫法获取相关方程时, 泄漏物料包含的组分基本在 $\text{RF}_m \leq 3$ 范围内, 因此, 运用 EPA 相关方程, 通过检测值估算排放量, 无需修正检测值。如果 $\text{RF}_m > 3$ 时, 直接采用检测值, 相关方程不成立或会产生统计意义上的偏差。因此需要先修正检测数据, 使 $\text{RF}_m \leq 3$ 成立。

6.6.3 仪器准备

删除了流量检查要求条款, 在实际应用过程中, 只需每年进行一次检定校准即可。

增加了异常处理要求条款, 存在发生检测的异常情况有多方面的原因, 主要分为仪器原因和物料原因。

6.6.4 泄漏认定

国家行业标准以及上海市、北京市、浙江省和广东省等地方管理部门出台了相应标准, 给出了泄漏认定浓度。在泄漏浓度认定时, 采用甲烷校准与采用丙烷校准, 检测其他 VOCs 的结果会有一定差别, 考虑到排污许可的排放量核算, 本标准采用甲烷校准后的泄漏控制浓度。

6.7 泄漏维修

6.7.1 泄漏修复时限

首次维修时限与 EPA 标准一致即：首次维修不得迟于自发现泄漏之日起 5 日内。首次维修未修复的泄漏点，应在自发现泄漏之日起 15 日内进行实质性维修以修复泄漏。除非符合延迟修复条件，修复不应迟于自发现泄漏之日起 15 日内。企业应根据本标准的要求制定维修管理方法和流程。

6.7.2 延迟修复条件

本标准把泄漏点归入延迟修复主要从工艺、安全和环保三个方面考虑，参照 EPA 标准，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，则可以延迟修复；（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。

6.8 质量控制

本标准对原指南中的漂移修正进行了修订。

增加了零点漂移核查的要求：通入零气，3 次读数平均值不应超过 $\pm 10 \mu\text{mol/mol}$ ；零点漂移 D_z 超过 $\pm 10 \mu\text{mol/mol}$ 范围的，应重新校正仪器并重新检测当日净检测值高于 $LDC - |D_z|$ 的受控密封点。

修改了示值漂移核查内容：通入检测前检查仪器示值所用的同一校准气体（浓度为 LDC 附近），待仪器稳定后（稳定时间至少为 2 倍响应时间），记录仪器示值。

本标准漂移评估指标由原来的仪器现场实施检测前后示值差改为完成检测后的示值与标准气体标称浓度差，这更能反映仪器示值与标准气体浓度之间的偏差。统一了检测仪器准备阶段的示值检查方法和质量控制阶段的示值检查方法，将单向漂移溯源修正为双向漂移溯源，全面提高了示值溯源的准确性。

7 本标准实施建议

（1）本标准是企业实施 LDAR 工作的技术指南，废气收集处理系统参考本标准执行。

（2）政策鼓励工业企业采用先进检测技术（OGI），探索不可达密封点的泄漏辨识标准方法，提高工业企业 LDAR 绩效。

（3）本标准宜与《泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则》（HJ 733—2014）、行业排放标准等配合使用。