《设备泄漏挥发性有机物排放控制标准》

编制说明

（征求意见稿）

标准编制组

二〇二三年三月

目　录

1 背景情况和起草过程 1

1.1 任务来源 1

1.2 必要性说明 2

1.3 起草过程 3

2 国内外 VOCs 泄漏控制研究进展 4

2.1 LDAR 技术在我国的发展概况 4

2.2 LDAR 技术在其他国家和地区发展概况 9

3 制定基本原则与技术路线 11

3.1 基本原则 11

3.2 技术路线 12

4 标准主要条款说明 13

4.1 标准适用范围 13

4.2 术语和定义 13

4.3 设备泄漏控制要求 14

4.4 实施与监督 20

4.5 附录 21

5 与国家法律法规和相关标准的关系 21

5.1 标准制定所依据的国家法律法规 21

5.2 和国内标准的对比 22

5.3 与国外标准的对比 25

6 重大分歧意见的处理结果及理由 26

7 实施标准的措施建议 26

8 其他需要说明的情况 27

《设备泄漏挥发性有机物排放控制标准》

编制说明

1 背景情况和起草过程

1.1 任务来源

目前我国面临细颗粒物（$PM_{2.5}$）污染形势依然严峻和臭氧（O_3）污染日益突显的双重压力，特别是在夏季，O_3已成为导致部分城市空气质量超标的首要因子。研究表明，大气中的 VOCs 在紫外光照射条件下可与氮氧化物（NOx）发生光化学反应，是形成 O_3和 $PM_{2.5}$的关键前体物。随着我国对大气环境精细化管控要求的不断提高，VOCs 污染防治工作引起广泛关注，抓好 VOCs 治理已成为现阶段我国打赢蓝天保卫战及保障臭氧攻坚战的重要举措。

现阶段由设备及管线组件泄漏带来的 VOCs 排放量对无组织排放的贡献较大，是今后 VOCs 减排的重点领域。而目前对于设备及管线组件的 VOCs 泄漏采取的管控方式主要有源头削减和泄漏检测与修复（LDAR）两种，其中源头削减的措施相对较少，故 LDAR 成为企业长期采用的可持续性泄漏控制措施。LDAR 作为工业企业 VOCs 无组织管控的有力抓手，也是实现 VOCs 治理精细化的重要手段。它通过对设备组件泄漏浓度的定量检测，发现泄漏点并及时进行修复，从而实现减少 VOCs 泄漏排放的目的。美国早在 20 世纪 80 年代就通过实施 LDAR 来控制石化设备泄漏排放，之后欧盟在 90 年代根据美国经验也在石化行业开展 LDAR，并将 LDAR 列为 VOCs 管控最佳可行技术（BAT）。

上海市于 2010 年前后在石化企业开展 LDAR 试点，并于 2014 年率先发布《设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规程（试行）》。2018 年，该规程修订为《设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范》。2021 年，上海市与江苏省、浙江省、安徽省联合制定并发布长三角一体化《设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范》（DB31/T 310007-2021、DB32/T 310007-2021、DB33/T 310007-2021、DB34/T 310007-2021）。经过 10 余年的探索尝试，上海在 LDAR 方面积累了丰富的经验和工作基础，LDAR 也在上海市工业源 VOCs 减排工作中发挥了十分重要的作用。

随着臭氧污染攻坚的日益深入，国家已明确提出“十四五”期间将 VOCs

纳入总量指标，VOCs 持续减排的压力突增，VOCs 无组织排放的精细化管控已迫在眉睫。在此背景下，结合多年来上海市的 LDAR 实施经验和已有工作基础，开展上海市《设备泄漏挥发性有机物排放控制标准》研究、制定并发布地方强制性标准，可更好地保障 LDAR 工作的规范实施和有效减排，促进全市 VOCs 无组织治理工作不断深化，进一步削减 $PM_{2.5}$ 和 O_3 污染，持续改善空气质量，推动相关产业高质量绿色发展。

1.2 必要性说明

我国从 2012 年国家政策中首次提出对石化行业 VOCs 泄漏进行管控以来，已经走过了 10 余个年头，国内相关的标准体系建设也不断健全和完善，极大的推动了企业在 VOCs 泄漏管控方面的工作开展及 LDAR 项目的落地实施，实现了泄漏管控措施“从无到有”的跨越。

但通过编制组前期的调研发现，在国内系列标准的多年实施过程中，也陆续暴露出企业对标准要求落实不到位以及 VOCs 泄漏管控措施不足等问题。低成本的 LDAR 检测使得 VOCs 泄漏管控水平参差不齐，企业存在 LDAR 建档范围不完整、密封点分类不准确、密封点标识不合规、不可达点判定不准确、检测操作及泄漏标识不合规等问题，同时还发现对于泄漏点进行简易维修等现象，导致泄漏修复工作流于表面，无法实现有效减排的目标。

总体来看，相较于西方发达国家而言，目前国内企业的 LDAR 实施质量不高。一方面由于国内启动实施 LDAR 工作步伐较快，企业也处于适应期，对 LDAR 项目认识尚浅，技术上的掌握不够深入，需经过一段时间的经验积累方能做好、做精 LDAR 管控；另一方面是现行的标准规范主要侧重于 LDAR 实施的技术指导，而对实施的全过程管控约束力较弱，无法为生态环境管理部门在 LDAR 领域执法过程中提供有力抓手。

因此，针对以上 LDAR 实施与监管存在问题，在现有的基础上研究出台上海市的强制性 VOCs 泄漏控制标准十分迫切。不仅可以进一步帮助企业加强对厂区的 VOCs 泄漏管控，倒逼第三方服务商有效实施泄漏检测与修复；引导企业不断提升厂区泄漏检测仪器水平，建立完善的泄漏修复管理制度，促进行业整体向更高水平、更好质量迈进；同时也为生态环境执法部门进一步提升 VOCs 泄漏监管效能提供了更多强有力的依据与抓手。

1.3 起草过程

自 2021 年 11 月标准立项开始，在上海市生态环境局和上海市市场监督管理局的有力指导下，上海市环境科学研究院牵头并联合上海市生态环境监测中心成立了标准编制组，积极投入到标准的研究制定工作中。研究团队成员长期从事 VOCs 污染控制研究，在 VOCs 污染监测与治理等领域积累了丰富的科研实战经验，并前后牵头及参与了国家《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）、《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230—2021）以及长江三角洲区域一体化《设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范》（DB31/T 310007-2021、DB32/T 310007-2021、DB33/T 310007-2021、DB34/T 310007-2021）等相关标准的制定，为本标准的研究制定奠定了扎实的基础。

标准编制前期，编制组广泛查阅美国、欧盟、加拿大、韩国以及我国台湾省等众多国家和地区的相关法规、标准和专业文献，吸收先进理念和经验，为本标准制定广开思路。标准编制期间，编制组面向各级生态环境执法部门和监测部门、相关行业代表性企业、泄漏检测与修复第三方服务商、相关研究机构和行业专家等群体召开多次意见征询会，广泛听取各方意见，不断完善标准内容，进而形成目前的《设备泄漏挥发性有机物排放控制标准》（征求意见稿）。

（1）前期研究准备及调研

——资料研究：收集了美国、欧盟、加拿大、韩国以及我国台湾省等众多国家和地区的相关法规、标准和专业文献，并进行了深入系统的研究分享，充分吸收国内外 VOCs 泄漏管控的先进管理理念和经验。

——案例采集：收集了上海市不同行业企业 LDAR 实际案例，并进行了初步的整理及归一化处理。

（2）标准框架设计及案例数据分析

——框架设计：根据上海市 VOCs 泄漏管控源头替代及 LDAR 实施现状，结合管理的主要需求，借鉴国内外相关标准实施经验，构建了标准的总体技术框架。

——数据分析：对采集的 LDAR 实际数据进行了系统分析，从不同维度和指标对企业的泄漏检测与修复现状进行了定性和定量评估，为相关指标的设定提供了数据支撑。

（3）标准文本制定及意见征询

——初稿编制：形成标准文本和编制说明的初稿。

——意见征询：向各级生态环境执法部门和监测部门、相关行业代表性企业、泄漏检测与修复第三方服务商、相关研究机构和行业专家等群体征询意见。

——标准成稿：完善标准文本并形成征求意见稿。

2 国内外 VOCs 泄漏控制研究进展

在当前国内 O_3 问题日益突出的背景下，VOCs 的有效管控被认为是遏制 O_3 污染的重要手段，国家也因此将 VOCs 纳入“十四五”管控的重点大气污染物。石化行业是工业 VOCs 排放的重点行业，其中设备泄漏环节是石化企业 VOCs 无组织排放最重要的贡献者。因此，如何有效开展石化企业 VOCs 泄漏控制是国内外相关领域重点研究和探索的话题。目前国内石化企业均以 LDAR 作为 VOCs 泄漏控制的主流技术，因此本标准主要调研了国内外标准规范及政策文件中对于 LDAR 技术领域的相关规定。

2.1 LDAR 技术在我国的发展概况

2.1.1 国内政策文件对 LDAR 的要求

我国对 VOCs 控制工作起步较晚，但对 VOCs 减排的重视程度前所未有，随着一系列政策的陆续出台，VOCs 减排要求开始逐步加严。2010 年 5 月，国务院发布了《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见的通知》（国办发〔2010〕33 号），首次从国家层面上提出了开展 VOCs 污染防治工作的总体要求，将 VOCs 和 SO_2、NOx、颗粒物一起列为大气污染防控的重点污染物，并把 VOCs 防治工作作为大气污染联防联控的重要部分。这是我国首个从国家层面正式提出 VOCs 管控的政策文件，拉开了全国 VOCs 治理的序幕。此后，随着我国大气污染防治力度的不断加大，各种围绕 VOCs 污染控制的政策文件也相继出台，其中明确提出需要实施 LDAR 工作的主要政策文件包括：

（1）2012 年 10 月，国家环保部、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 技术，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 技术写入国家文件。

（2）2013 年 5 月，环保部下发《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政

策》（公告 2013 年第 31 号），其中规定：对泵、压缩机、阀门、法兰等易发生泄漏的设备与管线组件，制定 LDAR 计划。

（3）2013 年 9 月，国务院印发《大气污染防治行动计划》（国发〔2013〕37 号），明确要求实施挥发性有机物污染综合治理工程。到 2015 年，石化行业全面推行 LDAR 技术。

（4）2014 年 12 月，环保部发布《石化行业挥发性有机物综合整治方案》（环发〔2014〕177 号），进一步明确到 2015 年底，石化行业全面开展 LDAR 工作，使 VOCs 无组织排放得到基本控制。

（5）2017 年 9 月，环境保护部、国家发展和改革委员会、财政部、交通运输部、国家质量监督检验检疫总局和国家能源局联合发布《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》（环大气〔2017〕121 号）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 LDAR 工作。

（6）2018 年 6 月，国务院发布《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 LDAR 标准，编制 VOCs 治理技术指南。

（7）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）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。

（8）2020 年 7 月，生态环境部发布《2020 年挥发性有机物治理攻坚方案》（环大气〔2020〕33 号）要求全面执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019），强化无组织排放控制，督促指导企业对照标准要求开展设备与管线组件泄漏的排查整治，石油炼制、石油化工、合成树脂企业严格按照排放标准要求开展 LDAR 工作。

（9）2021 年 8 月，生态环境部发布《关于加快解决当前挥发性有机物治理突出问题的通知》（环大气〔2021〕65 号）要求各地组织企业针对 LDAR 开展排查整改工作，完成石化、化工、制药等重点行业 LDAR 质量核查，严厉打击 LDAR 检测数据质量差甚至弄虚作假行为。

（10）2022 年 11 月，生态环境部发布《臭氧污染防治攻坚行动方案》（环

大气〔2022〕68 号）要求强化 VOCs 无组织排放治理，全面排查无组织排放情况，整治石化、化工、工业涂装、包装印刷等重点行业 LDAR 不符合标准规范等问题。

2.1.2 国内 LDAR 相关标准和规范

为了规范 LDAR 工作，保证实施效果，我国也先后出台了众多标准和规范，对 LDAR 的具体实施提出明确的技术要求。其中既包括国家和地方的标准和规范，也包括企业内部制定的 LDAR 技术规章。

标准编制组详细梳理了我国国内迄今出台涉及 LDAR 领域的标准和规范，重点对比分析了不同标准和规范对 LDAR 泄漏定义以及检测频率等关键技术指标的异同，具体结果见表 1。

表 1　国内 LDAR 标准和规范对比

序号	标准/规范名称	发布单位	发布时间	泄漏定义（ppm）	常规检测频率*
国家标准					
(1)	工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南（HJ 1230-2021）	生态环境部	2021.12	1) 一般地区：①G/LL：5000；②HL：2000 2) 重点地区：①G/LL：2000；②HL：500	1) P、Y、A、V、O、R、S，每半年 1) F，C，Q，每年
(2)	农药制造工业大气污染物排放标准（GB 39727-2020）	生态环境部、国家市场监督管理局	2020.12	1) 一般地区：①G/LL：2000；②HL：500 2) 重点地区：①G/LL：2000；②HL：500	1) P、Y、A、V、O、R、S，每半年； 1) F，C，Q，每年
(3)	挥发性有机物无组织排放控制标准（GB 37822-2019）	生态环境部、国家市场监督管理局	2019.05	1) 一般地区：①G/LL：2000；②HL：500 2) 重点地区：①G/LL：2000；②HL：500	1) P、Y、A、V、O、R、S，每半年； 1) F，C，Q，每年
(4)	制药工业大气污染物排放标准（GB 37823-2019）				
(5)	涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准（GB 37824-2019）				
(6)	石油炼制工业污染物排放标准（GB31570-2015）	环境保护部、国家质量监督检验检疫总局	2015.04	1) G/L 密封：2000 2) 除 1)外：500	1) P,Y,V,O,R,S：每季度 2) F,C,OS：每半年
(7)	石油化学工业污染物排放标准（GB31571-2015）				
(8)	合成树脂工业污染物排放标准（GB31572-2015）				

地方标准					
(9)	固定污染源挥发性有机物综合排放标准（DB44/2367-2022）	广东省生态环境厅、广东省市场监督管理局	2022.06	1) G/LL：500 2) HL：100	1) P、Y、A、V、O、R、S，每半年 2) F，C，Q，每年
(10)	重点行业挥发性有机物治理环境管理技术规范（DB34/4230-2022）	安徽省市场监督管理局	2022.06	按照 GB 37822 执行	按照 GB 37822 执行
(11)	设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范（DB31/T 310007-2021）	上海市、江苏省、浙江省、安徽省市场监督管理局	2021.03	1) 涉 OHAPs、HRVOCs 物料：①G/LL：1000；②HL：200；其他：①G/LL：2000；②HL：500 2)输送管道组件密封点：500	1) P,Y,V,O,R,S：每季度 2) F,C,OS：每半年 3) 不可达密封：每两年
(12)	工业企业挥发性有机物排放控制标准（DB12/524-2020）	天津市环境保护局、天津市市场和质量监督管理委员会	2020.11	同 GB 37822	同 GB 37822
(13)	炼油与石油化学工业大气污染排放标准（DB11/447-2015）	北京市环境保护局、北京市质量技术监督局	2015.05	1) P,Y：1000[a] 2) 除 1)外：500[a]	1) P,Y,R：每季度 2) 除 1)外：每半年
技术规范					
(14)	四川省挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）实施技术规范	四川省生态厅	2020.08	石油炼制、石油化学、合成树脂：同(8) 其他行业：同(2)	石油炼制、石油化学、合成树脂：同(8) 其他行业：同(2)
(15)	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）	上海市环境保护局	2018.10	1)涉 OHAPs、HRVOCs 物料：①G/LL：1000；②HL：200； 2)其他：①G/LL：1500；②HL：300；	1) P、Y、A、V、O、R、S,每季度； 2) F,C,Q,每半年； 3) 不可达点、低泄漏设备：每两年
(16)	广东省泄漏检测与维修制度(LDAR)实施的技术要求（粤环函〔2013〕830 号）	广东省环境保护厅	2013.07	1) P,A,Y：2000[b] 2) 除 1)外：500[b]	1) G/L 动密封：每季度 2) G/L 阀门类静密封：每半年 3) G/L 法兰类静密封：每年
(17)	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（浙环办函〔2015〕113 号）	浙江省环境保护厅	2015.08	500	1) G/L 密封：每半年 2) G/L(U)：每年
(18)	嘉兴港区泄漏检测	嘉兴港区环	2014.04	200	每半年

	与修复体系建设管理办法	境保护局			
(19)	宁波市环保局关于在化工企业开展泄漏检测与修复工作通知（甬环发〔2014〕112 号）	宁波市环境保护局	2014.11	200	1) P,Y,R,S,O,V：每季度 2) F,C：每半年
(20)	石化装置挥发性有机化合物泄漏检测规范（Q/SH 0546-2012）	中国石油化工集团公司	2012.02	500	1) 动密封：每季度 2) 阀门类静密封：每半年 3) 法兰类静密封：每年
说明： a:取第Ⅱ时段（自 2017 年 1 月 1 日起）的排放限值 b:取 2016 年 1 月 1 日后执行的排放限值 c:取新建源（即自 2014 年 8 月 1 日起环境影响评价文件通过审批的新建、改建、扩建项目）的排放限值 *:本表未将个别标准和规范中规定的采用红外成像技术进行快速检测的频次要求列入统计范围 密封点类型简写对照：泵-P；压缩机-Y；搅拌器-A；阀门-V；泄压设备-R；采样连接系统-S；开口管线-O；法兰-F；连接件-C；难以检测（不可达）设备-U 物料类型简写对照：气体-G；轻质液-L；重质液-H；有机毒性物质-OH					

2.1.3 LDAR 在国内的实施情况

“十三五”以来，我国在 VOCs 污染治理方面取得积极成效，但较西方发达国家还存在一定差距。“十四五”期间，VOCs 管控仍是大气污染防治工作的核心工作，国家也在不断加强对 LDAR 工作的指导和约束。从时间节点来看，我国大陆地区对 LDAR 的引入相对较晚，上海是大陆地区最早开展 LDAR 工作的城市之一。2010 年前后，上海市生态环境局就组织开展了 LDAR 相关研究，并于 2011 年启动了对上海石化、高桥石化、赛科石化和上海华谊（集团）的 LDAR 试点工作。进入“十二五”以来，国家层面出台的众多政策文件和标准规范逐步加入了对 LDAR 的实施要求。2019 年，《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）正式发布实施，明确要求企业密封点数量超过 2000 个（含）需开展 LDAR 工作，并对 LDAR 实施的技术要点、管理要求以及违法行为都作出了明确规定。

据了解，目前国内大部分重点省份的石化企业都已经开展多轮 LDAR。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。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。央企石化大型企业 LDAR 开展的较早，而且做到了全覆盖。

以石化、化工行业为例，对 LDAR 的实施情况进行初步讨论。通过对多家

石化、涂料、制药企业检测数据的统计分析可知（见表 2），近 20 家石化企业受控密封点总数约 188.85 万个，其中严重泄漏点（检测值超过 10000 μmol/mol）占全厂受控密封点总数的比例最高可达 0.67%，而对于检测发现的泄漏点还存在着无法及时修复故申请延迟修复的情况，延迟修复点占泄漏点总数的比例最高可达 73.85%，由此可见目前国家对于延迟修复点的管控相对较少，而且延迟修复点中超过半年未修复的比例最高可达 41.61%。因此，亟需提高企业对严重泄漏点和延迟修复点的重视，并且加强相关管控以减少 VOCs 泄漏。

表 2　石化、涂料、制药等企业泄漏及延迟修复情况

企业	受控密封点数量（个）	严重泄漏点比例	延迟修复点比例	延迟修复点超过半年未修复的比例
炼油 1	1298000	0.07%	1.90%	0.76%
炼油 2	330000	0.13%	14.62%	5.85%
化工 1	27860	0.01%	14.29%	13.26%
化工 2	45811	0.02%	4.42%	18.54%
化工 3	37613	0.67%	46.94%	19.28%
化工 4	16932	0.04%	6.08%	11.11%
化工 5	12567	0.14%	47.92%	0.00%
化工 6	12191	0.01%	0.00%	0.00%
化工 7	11005	0.01%	1.79%	0.00%
化工 8	19902	0.00%	0.00%	0.00%
合成树脂 1	16510	0.08%	73.85%	0.00%
合成树脂 2	8068	0.05%	15.38%	41.61%
制药 1	32036	0.01%	19.05%	0.00%
制药 2	12232	0.05%	3.03%	0.00%
涂料制造 1	4147	0.00%	0.00%	0.00%
涂料制造 2	3606	0.03%	30.77%	0.00%

2.2 LDAR 技术在其他国家和地区发展概况

国外 LDAR 的实施起步较早，已经有 30~40 年的经验积累。在长期的应用和发展过程中，国外的 LDAR 工作已经形成了较为完整的实施体系，并已进入法制化、标准化和专业化的轨道。

2.2.1 美国 LDAR 发展现状

上世纪 80 年代初起，美国联邦法典对石化炼油行业的设备 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 工作。此后 LDAR 技术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。经过 10 年发展取得了良好的减排措施。目前已有超过 50 个联邦法规强制要求企业开展 LDAR 工作，涉及行业从最初的石化，扩大到制药、涂料油墨等。更为重要的是，许多地方性法规关于 LDAR 技术实施的规定比美国联邦政府法规更为严格，以满足当地的空气质量要求。如果存在监管重叠，则企业必须使用最严格的泄漏认定浓度，确保符合泄漏法规。

2008 年，EPA 法规发布了红外气体相机开展 Smart-LDAR 的替代性实践方案（Alternative Work Practice），与传统的 Method 21 相比，Smart-LDAR 可以通过远距离光学成像（Optical Gas Imaging，OGI）同时检查若干个泄漏组件，进一步提升了检测效率，扩大了检测范围。2012 年，EPA 修订了现有的 NSPS 陆上天然气加工厂 LDAR 要求，将阀门的泄漏定义从 10,000 ppm 收严至 500 ppm，并要求对连接器、泵、泄压装置和开放式阀门或管路进行监控。2020 年，EPA 逐步修订了相关的无组织逸散性排放标准，包括加密检测频率、优化术语定义、完善维修相关的检测计划等。目前，EPA 一直在研发人工智能化泄漏检测，尝试对传感器和计算机算法进行耦合，从而实现实时检测与预警、精准定位、记录保存、数据分析与可视化，加强对 LDAR 全过程的管理与监督。

2.2.2 欧盟 LDAR 发展现状

欧盟于 1999 年起建议其成员国的炼油厂实施 LDAR。2008 年，欧洲标准化委员会（European Committee for standardization，CEN）发布了《工业部门共同关注的逸散性排放-从设备和管道泄漏产生的蒸气挥发性排放测量》（EN 15446：2008），规定了石油行业 LDAR 的检测方法、密封点定位以及估算逸散性 VOCs 排放量。2010 年欧盟颁布了工业排放指令 2010/75/EU（The Industrial Emissions Directive，IED），指出无组织逸散是 VOCs 控制的重点，并在储罐、设备、管线泄漏等无组织逸散 VOCs 的控制方法中，明确将 LDAR 作为最佳可行技术（Best Available Technology，BAT），强调 LDAR 与工艺排放控制同等重要。2016 年，欧盟根据 IED 指令为化工行业常见废水和废气处理/管理系统建立 BAT，指出可以从工厂设计、工厂设备建造/装配/调试和工厂运营三个方面控制逸散性 VOCs 排放。2022 年，欧盟颁布了《工业部门共同关注的逸散性和扩散性排放-确定挥发性有机化合物向大气中扩散排放的标准方法》（EN 17628：2022）作为对 EN

15446 的补充。该文件基于 VOCs 无组织排放特征，规定了工业源无组织 VOCs 的检测、识别、量化方法，包括 OGI、差分吸收激光雷达（Differential Absorption Lidar，DIAL）、红外掩日通量（Solar Occultation Flux，SOF）等，明确了执行上述所有工作的方法、性能、对结果及其测量不确定度的要求。目前比利时、荷兰、瑞典等国家均出台了 LDAR 实施的相关要求和规定。

2.2.3 加拿大 LDAR 发展现状

加拿大环境署制定的环境保护法案中明确提出了有害化工气体泄漏的防治规定，要求建立并实施完善泄漏检测与修复技术。1993 年 10 月，加拿大环境部长理事会（Canadian Council of Ministers of the Environment，CCME）发布的《设备泄漏无组织排放检测与控制实施法规》（Environmental Code of Practice for the Measurement and Control of Fugitive VOC Emissions from Equipment Leaks）中明确提出了对相关企业管道及设备实施 LDAR 的具体要求。同时，加拿大清洁空气战略联盟（Clean Air Strategic Alliance，CASA）要求上游油气行业于 2005 年 12 月 31 日前制定一套针对逸散性排放的最佳管理方法。相关部门颁布并实施 LDAR 许可证制度，并于 2007 年由 CASA 对上游石化行业进行复查考核。2015 年，考虑到 LDAR 技术的发展，加拿大政府与多方代表磋商制定新的减少逸散排放标准。2020 年，CCME 发布《减少挥发性有机化合物排放法规（石油部门）》（Reduction in the Release of Volatile Organic Compounds Regulations (Petroleum Sector): SOR/2020-231），进一步完善 LDAR 要求，聚焦基于等效的替代方法和新技术。新增了苯系物的区域监测和对安装固定式在线泄漏监测的要求，规定了替代方法的仪器指标、检测要求和性能评估标准等。该法规执行后预计将在 2021 年至 2037 年将减少约 90 千吨的 VOCs 无组织排放。

3 制定基本原则与技术路线

3.1 基本原则

（1）兼顾源头控制与过程管控

标准针对设备 VOCs 泄漏的源头控制、泄漏检测与修复（过程控制）两个方面，分别提出具体措施。尤其是在泄漏检测与修复方面，从项目建立、泄漏检测、修复与复测、台账记录及报告等环节提出全过程的实施规定，同时就影响实施效果和质量的重点环节提出管控指标要求。

（2）与现行标准规范相衔接

标准制定力求与长三角一体化技术规范（DB31/T 310007）等现行标准规范充分衔接，继承核心理念的同时增设若干关键控制指标，体现控制标准在环境管理中的基础性和全面性作用，有利于形成完整、协调的环境保护标准体系。

（3）强调实施过程规范性

为保障企业密封点台账规范编写、检测数据准确可靠，标准聚焦项目建档和现场检测两大重点环节，提出新增建档过程受控密封点数量的误差比例要求，明确了现场检测操作的规范性要求。

（4）充分考虑技术经济可达性

充分考虑现有企业达标过程，制定合理过渡期，与本市地区经济、技术发展水平和相关方的承受能力相适应，新老污染源执行相同标准，从而保证技术上可行、经济上合理、效益上突出。

3.2 技术路线

通过对涉 VOCs 泄漏排放的典型行业（炼油、石化、化工、制药、涂料油墨制造等）进行调研，梳理归纳典型企业的 LDAR 实施现状及存在问题，并收集企业历年的 LDAR 检测数据开展分析，同时参考国外相关法规标准、国家相关产业政策要求以及环境效益分析，最终确定相关指标和相关技术管理规定，技术路线如图 1 所示。

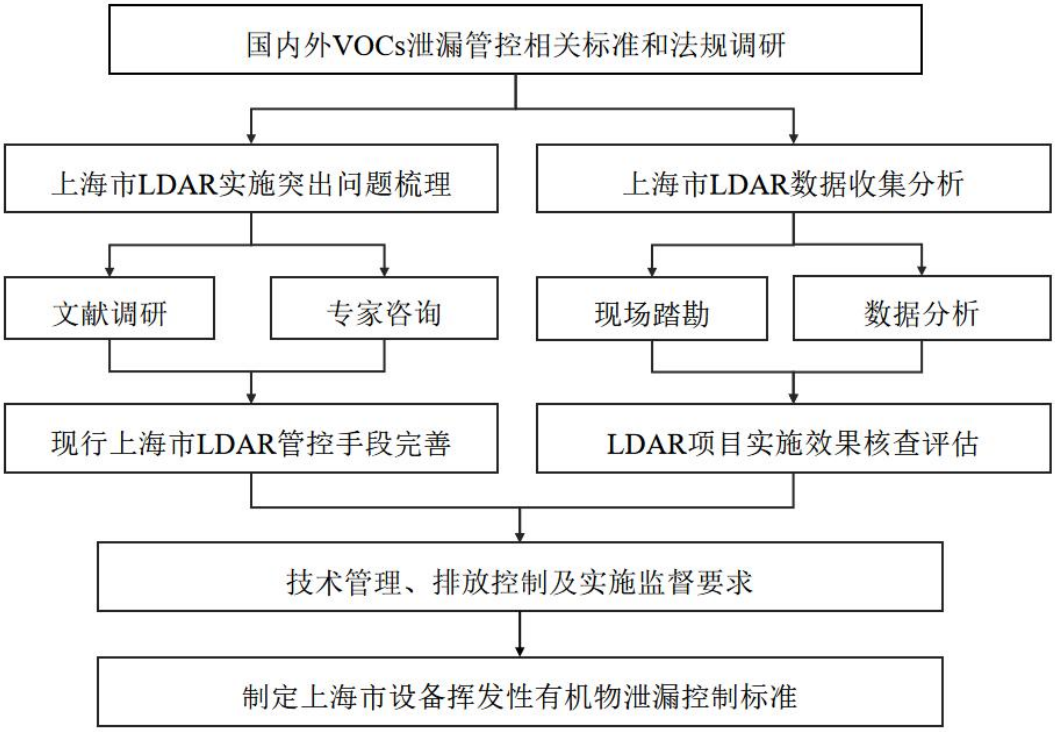

图 2　标准制订技术路线

4 标准主要条款说明

4.1 标准适用范围

本标准规定了工业企业设备与管线组件挥发性有机物泄漏的控制要求以及实施监督等内容。

本标准适用于石油炼制、石油化学、合成树脂行业及受控密封点数量超过2000个（含）的其他行业开展生产装置及配套设施中设备与管线组件的挥发性有机物泄漏控制与管理。

本标准是上海市设备泄漏挥发性有机物排放控制的基本要求，发布实施后国家出台相应技术标准涉及本标准未做规定的要求和控制要求严于本标准时，执行国家标准要求。适用于法律允许的污染物排放行为。新设立污染源选址和特殊保护区域内现有污染源的管理，按照《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国环境影响评价法》《上海市环境保护条例》《上海市大气污染防治条例》等法律、法规、规章的相关规定执行。

4.2 术语和定义

标准定义了挥发性有机物、有机毒性大气污染物、高反应性挥发性有机物、

VOCs 物料、受控密封点、泄漏检测与修复、常规检测、非常规检测、光学气体成像检测、泄漏检测值、泄漏点、严重泄漏点、滴率、首次尝试维修、实质性修复、延迟修复等 16 个术语。

4.3 设备泄漏控制要求

4.3.1 源头控制

编制组通过前期对上海典型企业的调研发现，现有企业中已采用源头控制措施的企业占 85.71%，已采取的措施中采用精简密封点数量的占 16.67%、采用低泄漏设备的占 35.42%、采用防泄漏措施的占 22.92%、采用负压等其他措施的占 25.00%。因此本标准在长三角一体化技术规范（DB31/T 310007）的源头控制要求基础上，考虑到 DB31/T 310007 提到的部分鼓励引导性的源头控制措施作为强制性要求实施存在难度，将现有企业可执行的措施设置为强制性要求，主要包含新建或更换设备时宜采用低（无）泄漏设备、精简设备或组件的密封点数量，同时宜结合实际采用负压生产工艺，减少 VOCs 泄漏。

4.3.2 泄漏检测与修复

（1）项目建立

建档是LDAR工作有效开展的基础。企业作为实施LDAR的主体，应按照《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230-2021）规定开展项目建立工作并形成独立的建档报告。

同时为保证建档工作的规范性，标准新增了建档过程受控密封点数量的误差比例要求，主要建档报告应根据企业实际情况进行规范编制，其中因漏建（如遗漏保温/保冷包覆法兰、泵冲洗管线，或涉VOCs但因识别错误而遗漏等）、错建（如密封点分类及计数不准确、纳入冷却水/蒸汽等非受控管线、台账信息与装置现场不一致等）等原因造成与实际情况不符的受控密封点数不应超过受控密封点总数的5%。

对于受控密封点的管控范围，标准在HJ 1230的基础上，单独设立了“免予建档”章节，明确了“VOCs质量分数占比低于10%的设备与管线组件”作为豁免条件；收严了“除双端面机械密封设备外，符合4.1规定的低（无）泄漏设备”作为豁免条件；保留了“正常工作时始终处于负压状态的设备与管线组件”“仅

在开停工、故障、应急响应或临时投用期间载有VOCs物料的设备与管线组件，且1年内接触时间不超过15日”作为豁免条件。

对于HJ 1230提到的“若企业因开停工、检维修以及改扩建等原因发生密封点变更的，应重新对变更部分进行建档信息修订，并开展现场检测和泄漏修复工作”要求，本标准中依据不同的密封点变更场景明确了台账变更的时限要求：

①由于厂区改扩建等原因发生变更的，应在装置实际投产前完成；

②由于设备或管线组件新增、改造等原因发生变更的，应在设备或管线组件运行前完成。

确因安全等原因无法按时完成信息修订的，应编制受控密封点建档信息延迟修订情况说明书，报生态环境主管部门确定，延迟时长不应超过30日。。

（2）泄漏检测

①检测方法

由于在泄漏检测方面国家的《泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则》（HJ 733）详细规定了LDAR检测的具体操作和仪器设备要求且HJ 1230在HJ 733的基础上做了更加细化的规定，故本标准明确在泄漏检测方面按照HJ 1230的现场检测要求进行仪器校准、操作及维护等。

同时为保证现场检测中检测数据质量准确可靠，标准结合HJ 733和HJ 1230的检测规定，明确了现场检测操作的规范性要求，提出“在确保安全的前提下，常规检测仪器的采样探头与被测密封点边缘或轴封的距离应小于1 cm，移动速度应小于10 cm/s，停留时间应大于2倍的仪器响应时间，并按最大泄漏检测值记录”。

②检测频次

标准在DB/T 310007的基础上，保留了现有常规密封点执行的泄漏检测频次，企业应按表3规定的频次要求对受控密封点进行检测，对于泄压设备泄压后、设备与管线组件检修后等其他特殊情景，应按国家或行业标准规定的时间要求进行检测，新发布的国家标准中如有更加严格的要求时，按新标准规定实施。目前GB 37822中明确规定“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个工作日之内，对泄压设备进行泄漏检测”“设备与管线组件初次启用或检维修后，应在90d内进行泄漏检测”。

结合新增的“建档信息变更”要求，标准明确“对于5.1.2中涉及建档信息变更的受控密封点，应在运行或投产后立即开展泄漏检测并于90日内完成”。同时基于GB31570等行业标准规定的设备与管线组件初次启用或检维修后的情景，标准规定“石油炼制、石油化学及合成树脂企业中VOCs流经的初次开工开始运转的设备和管线组件，应按照GB31570、GB31571、GB31572规定在开工后30日内对其进行首次泄漏检测”。

表 3　密封点泄漏检测频次

序号	检测对象		检测频次
1	可达密封点	泵、压缩机、搅拌器（机）、阀门、开口阀或开口管线、泄压设备、取样连接系统	每季度进行一次常规检侧
2		法兰及其他连接件、其他密封设备	每半年进行一次常规检侧
3	不可达密封点	所有密封点类型	每季度进行一次非常规检测或每2年进行一次常规检测

③泄漏认定

基于臭氧攻坚和保护健康的目标导向，本标准继续延用了DB31/T 310007中对79种OHAPs、12种HRVOCs的差别化管控要求，同时泄漏认定浓度值与标识要求与DB31/T 310007保持不变（见表4），保留了“存在渗液、滴液等可见的泄漏现象”“受控密封点的泄漏检测值超过规定的泄漏认定浓度”的要求。其中对于涉OHAPs、HRVOCs的VOCs物料主要指的是OHAPs或HRVOCs质量分数不低于5%的VOCs物料，若无法证明含量低于5%，则按涉OHAPs、HRVOCs的VOCs物料泄漏认定浓度执行。

此外，对于DB31/T 310007提出的“红外热成像泄漏检测仪发现有来自密封点的明显烟羽”泄漏认定要求，本标准做了相关优化，规定“光学气体成像检测仪发现有来自受控密封点的明显烟羽，且无法于48 h内证明其泄漏检测值低于规定的泄漏认定浓度”则认定为发生泄漏，故企业若采用光学气体成像检测仪开展检测后，可在48 h内采用搭配延迟杆的氢火焰离子化检测仪进行泄漏浓度检测，若泄漏检测值低于规定的泄漏认定浓度，则无须开展维修工作；若泄漏检测值超过规定的泄漏认定浓度，按不同泄漏浓度对应的修复时限和标识牌系挂要求开展维修工作；若未在48 h内进行氢火焰离子化检测，视为严重泄漏点开展泄漏标识与修复。

表 4　密封点泄漏认定浓度

适用对象	泄漏认定浓度（μmol/mol）	
	涉 OHAPs、HRVOCs 的 VOCs 物料 [1]	其他 VOCs 物料
挥发性有机气体[2]、挥发性有机液体	1000	2000
挥发性有机重液体	200	500
注1：指OHAPs或HRVOCs质量分数不低于5%的VOCs物料，OHAPs和HRVOCs物质清单分别见DB/T 310007的附录B和附录C。 注2：废气收集系统中处于正压状态下输送管道的受控密封点，按照GB 37822的规定执行，检测值不应超过500 μmol/mol，亦不应有感官可察觉泄漏。		

（3）修复与复测

目前国内现有的相关标准规范针对LDAR体系中的“泄漏检测”技术和要求进行了详细、明确的规定，但对“泄漏修复”仅提出了修复的时间要求，然而真正的VOCs减排主要是通过修复实现的，检测只是发现问题的手段，修复才是解决问题的核心。因此，本标准聚焦泄漏修复措施时限、延迟修复闭环管控、反复泄漏点的低泄漏设备替代等方面展开探索。

①泄漏修复

及时、有效的修复是LDAR工作的关键。编制组收集了国内外众多国家和地区的相关法规及标准并进行了深入系统的研究，其中关于修复时限的要求如表5所示。

表 5　国内外泄漏修复时限对比

序号	标准名称	发布单位	首次尝试维修	实质性维修
1	工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南（HJ 1230—2021）	生态环境部	5日内（所有泄漏点）	15日内
2	设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范（DB31/T 310007—2021）	上海市、江苏省、浙江省及安徽省市场监督管理局	48h内（检测值>10000ppm）；5日内（其他）	15日内
3	挥发性有机物空气污染管制及排放标准	中国台湾省环境保护署	48h内（所有泄漏点）	15日内
4	控制挥发性有机物造成的空气污染（Subpart H HRVOCs）	德克萨斯州环境质量委员会	24 h内（检测值>10000ppm）；5日内（其他）	7日内（检测值>10000ppm）；5日内（其他）
5	石化行业标准	加拿大安大略省环境部	5日内（所有泄漏点）	7日内（检测值>25000ppm）；

				15日内（检测值在10000~25000ppm） 30日内（其他）

本标准规定企业在认定发生泄漏点后应评估修复风险，对于可及时修复的泄漏点需采取适当方法或措施（如压紧阀门填料压盖、调整法兰螺栓等）尝试消除泄，其中泄漏检测值超过25000 μmol/mol（超严重泄漏）的需在发现泄漏后24 h内开展首次尝试维修，泄漏检测值超过10000 μmol/mol（严重泄漏）的需在发现泄漏后48 h内开展首次尝试维修，其他泄漏情况首次尝试维修应不迟于自发现泄漏之日起5日内。企业在发现泄漏（尤其是严重泄漏及超严重泄漏）后，应在第一时间采取措施尽可能降低环境及安全风险。

同时在认定发生泄漏后应按表6规定的泄漏标识与修复时限要求及时系挂标识牌和进行修复作业。泄漏标识牌信息按照DB/T 310007的规定填写，包括识牌应注明密封点编码、密封点介质、净检测值、泄漏认定浓度、泄漏发现时间、是否属于延迟修复等基本信息。泄漏标识牌应系挂至完成修复，在此期间不应出现信息填写不完整、漏挂、错挂以及标识牌损坏或遗失等情况。

表 6　泄漏点标识与修复时限

序号	泄漏水平（μmol/mol）	泄漏标识	首次尝试维修	实质性维修
1	≥25000	红色标识牌	认定发生泄漏后24 h内	认定发生泄漏之日起15日内
2	≥10000 且 ＜25000		认定发生泄漏后48 h内	
3	＜10000	黄色标识牌	认定发生泄漏之日起5日内	
注：a.光学气体成像检测仪发现受控密封点存在明显烟羽且未于48 h内证明其泄漏检测值低于本标准泄漏认定浓度的，应按序号2进行标识与修复；b.受控密封点存在可见渗液、滴液现象的，应按序号3进行标识与修复。				

②延迟修复

目前现有的国家及各地区的泄漏管控要求中，对延迟修复点主要以明确延迟修复条件及在下次停工检修完成修复前按照规定的检测频次进行定期检测。本标准结合企业实际延迟修复情况及管控现状的调研结果，分别在“列入延迟修复时的审批制度”“列入延迟修复后完成修复的时限及动态跟踪VOCs泄漏数据”等方面提出明确要求。

其中延迟修复条件在HJ 1230的基础上细化了相关要求，具体为：符合以下条件之一的泄漏点可申请延迟修复：①需在装置停车（工）条件下才能修复；②在

表3限定时限内修复存在安全风险；③其他可证明延迟修复必要性的特殊情况。强调了延迟修复的上报要求，且企业应优先采取换垫片、加盲板、更换填料、更换设备与管线组件等方式或采用带压堵漏技术进行维修后，仍无法完成修复的密封点方可申请延迟。同时泄漏点申请延迟修复前，应经企业生产、安全及环保部门负责人审批通过，并在认定发生泄漏之日起20日内编制泄漏点延迟修复情况说明书，报生态环境主管部门确定。

对于列入延迟修复的泄漏点，企业也应尽快采取措施修复，若维修不需要完全关闭整套装置的，应在发现泄漏后60日内完成修复，且延迟修复期间需每30日开展一次常规检测；若维修需要完全关闭整套装置，应在下次停车（工）检修结束前完成修复，且延迟修复期间需每30日开展一次常规检测或安装具有泄漏浓度实时检测功能的仪器设备对泄漏趋势进行监控及报警。有助于企业提高泄漏点延迟修复的管理水平，实时掌握延迟修复点VOCs泄漏浓度，一旦发现存在影响装置安全生产或带来环境污染风险等情况时立即停工检修。

对于延迟修复点，标准要求编制独立的延迟修复年度报告，包括但不限于年度延迟修复点信息台账；每30日开展的常规检测数据记录或泄漏浓度实时检测及报警记录；延迟修复期间泄漏点每月VOCs排放量统计。

③复测

国内现有的相关标准规范中通常认为，泄漏点复测后VOCs泄漏浓度低于认定浓度值则表示修复完成。编制组在实际调研中发现，存在部分设备总是修不好，或采用抹黄油、裹密封胶带等简易措施进行维修，带来反复泄漏的情况，使得企业无法有效保障泄漏修复质量。

故本标准要求泄漏点维修作业（包括首次尝试维修和实质性维修）后，企业除了按HJ 1230规定开展复测并保存记录外，还需对修复成功的严重泄漏点，开展连续3个月每月一次的复测工作，以此帮助企业及时发现反复泄漏点。若连续3月的每月复测浓度均低于泄漏认定浓度，则检测频次恢复本标准表1规定的频次要求，否则应重新进行修复和复测，直到修复后连续3个月复测浓度均低于泄漏认定浓度。

④反复泄漏

对于反复泄漏点，本标准聚焦在连续24个月的常规检测中出现三次严重泄漏的密封点，并从泵、压缩机、搅拌机、阀门着手，探索低泄漏设备替代的源头控制措施减少VOCs泄漏，应于第三次认定发生泄漏之日起90日内更换为本标准4.1规定的低泄漏设备或采取其他等效措施。

（4）台账记录及报告

本标准规定记录内容应按照HJ 1230规定开展，主要包括检测记录（检测仪器台账、校准气体台账、仪器准备记录、常规检测记录、环境本底值检测记录、非常规检测或检查记录、零点与示值检查记录、漂移核查记录、校准报告）和维修记录（维修任务单、维修记录）。同时台账管理应满足HJ 944《排污单位环境管理台账及排污许可证执行报告技术标准 总则（试行）》要求，实施过程涉及的数据和资料应有效记录并保存5年以上。

（5）泄漏水平控制要求

基于GB 37822中提到的对于设备与管线组件VOCs泄漏控制的违法行为——现场随抽查，在检测不超过100个密封点的情况下，发现有2个以上（不含）不在修复期内的密封点出现可见泄漏现象或超过泄漏认定浓度的，结合上海市目前LDAR实施的实际情况，明确企业应严格按照规定实施LDAR，保证全过程实施质量，最大限度控制VOCs泄漏，本标准提出“在现场随机抽检不超过100个受控密封点的情况下，发现符合本标准5.2.3泄漏认定条件且不在泄漏修复期内的密封点数量应不超过2个”。

4.4 实施与监督

本标准主要对企业提出相应的LDAR管理要求，对生态环境主管部门提出实施监督要求。新建企业自202X年X月X日实施，现有企业自202X年X月X日实施。

对于企业而言，作为泄漏控制的责任主体，应采取措施保证设备VOCs泄漏控制符合本标准规定。按生态环境主管部门的要求进行申报，并按照有关法律与《企业环境信息依法披露管理办法》等规定，依法披露VOCs泄漏与修复等相关环境信息。

对于生态环境主管部门而言，本标准由市、区生态环境主管部门负责监督实施。若企业未遵守本标准规定的措施性控制要求，构成违法行为的，依照法律法规等有关规定予以处理。

4.5 附录

考虑到目前企业主要以光学气体成像检测技术为主开展不可达点的非常规检测，且《生态环境保护综合行政执法装备配备标准化建设指导标准（2020年版）》（环办执法〔2020〕35号）要求“现场执法辅助设备中根据执法工作需要配备红外热成像气体泄漏检测仪”；《关于加快解决当前VOCs治理突出问题的通知》（国发〔2021〕65号）中明确“重点针对泄压设备、阀、泵等动密封点开展随机抽测，可使用红外成像仪等辅助手段进行筛查；定期采用红外成像仪等对不可达密封点进行泄漏筛查”；《臭氧污染防治攻坚行动方案》（环大气〔2022〕68号）提出“臭氧污染突出的省级生态环境部门及石化、化工企业集中的市、县级生态环境部门加快配备红外热成像仪”。

为契合国家智能化监管手段方向，规范非常规检测的操作要求，本标准在附录A中给出《挥发性有机物泄漏光学气体成像检测技术要求》。共分为8个部分内容，适用于工业企业设备与管线组件挥发性有机物泄漏的手持式可视化识别检测。但受光学气体成像技术原理的限制，未检测出烟羽成像的密封点，不代表无VOCs泄漏。

附录A分别就仪器条件、仪器准备、现场检测、记录保存、安全防护要求、质量保证和质量控制及其他要求等方面做出了相关规定。明确了仪器组成及10项技术指标，规定仪器热机与功能验证等要求，明确现场检测观察距离、观察角度、停留时间及气象条件等总体要求。明确常见密封点类型（如阀门、泵、法兰等）和场景（如保温、保冷）的检测要求，提出烟羽影像保存、泄漏点相关信息等内容，就人员防护安全、现场检测安全、仪器防爆安全进行细化，提出非均匀性校正、避免漏检密封点、避免疲劳检测等要求，并要求在使用光学气体成像检测仪器前，操作人员应接受对应的培训并进行实操练习。

5 与国家法律法规和相关标准的关系

5.1 标准制定所依据的国家法律法规

本标准是依据《中华人民共和国大气污染防治法》《上海市环境保护条例》《上海市大气污染防治条例》等环境保护法律相关条款的规定制定的。本标准既是下述环境保护法律的组成部分，又是环境执法必不可少的依据。

5.1.1 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018）

该法第一百零八条规定：“石油、化工以及其他生产和使用有机溶剂的企业，未采取措施对管道、设备进行日常维护、维修，减少物料泄漏或者对泄漏的物料未及时收集处理的，由县级以上人民政府生态环境主管部门责令改正，处二万元以上二十万元以下的罚款；拒不改正的，责令停产整治”。

5.1.2 《上海市环境保护条例》（2022）

该法第八十二条违反本条例第五十条第一款规定：“未按照规定建立、保存环境管理台账或者台账记载内容不完整、弄虚作假的，由市或者区生态环境部门责令改正，处二万元以上二十万元以下的罚款；拒不改正的，责令停产整治”。

5.1.3 《上海市大气污染防治条例》（2018）

该条例的第九十五条规定：“违反本条例第五十二条第二款、第三款、第四款规定，未配备或者未正常使用挥发性有机物回收装置，或者未在密闭空间或者设备中进行产生含挥发性有机物废气的生产经营活动，或者未设置废气收集和处理系统，或者发生泄漏未按照规定及时修复的，由生态环境部门责令改正，处二万元以上二十万元以下罚款；拒不改正的，责令停产整治”。

5.2 和国内标准的对比

目前涉及 LDAR 排放控制及实施的已经发布的国家标准共有 9 项，其中 7 项为综合排放标准，2 项为技术标准。生态环境部于 2021 年 12 月发布的 HJ 1230 统一规范了各工业行业的 LDAR 项目，实现流程、操作和数据的标准化，规定了 VOCs 泄漏检测与修复的项目建立、现场检测、泄漏修复、质量保证与控制以及报告等技术要求。

为持续改善空气质量，上海市加强对 VOCs 无组织排放控制和管理，分别与 2014 年、2018 年发布上海 LDAR 技术规范，并在 2021 年与江苏省、浙江省、安徽省联合发布的长三角一体化技术规范《设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范》（DB31/T 310007-2021），规定了长三角区域内设备泄漏 VOCs 排放控制的基本要求，首次提出源头控制要求，严格 LDAR 泄漏浓度限值要求，加强对设备泄漏无组织 VOCs 管控。

本标准着眼于从不同角度提高泄漏管控的规范性，提升实施质量，在充分吸收 HJ 1230 与 DB31/T 310007 的核心理念的基础上，紧扣关键的管理性指标，强

调对泄漏管控质量的全过程有效约束。三个标准的主要异同如表 8 所示。可以看出，本标准在泄漏检测、修复管理与另外两个标准互相衔接，同时增加了泄漏水平控制要求、延迟修复点的加频检测要求、反复泄漏点的低泄漏设备替代要求，既具领先性，又体现科学性与实用性。

表 8　本标准与 HJ 1230-2021、DB31/T 310007-2021 标准的对比

本标准条款	HJ 1230-2021 相关条款	DB31/T 310007-2021 相关条款
5.2.3 泄漏认定 1）存在渗液、滴液等可见泄漏现象； 2）涉 OHAPs、HRVOCs 物料： ①气体、轻液：1000μmol/mol； ②重液：200μmol/mol； 3）其他： ①气体、轻液：2000μmol/mol； ②重液：500μmol/mol； 4）光学气体成像检测仪发现有来自受控密封点的明显烟羽，且无法于 48 h 内证明其泄漏检测值低于泄漏认定浓度	6.3.1 泄漏认定 1）密封点存在渗液、滴液等可见的泄漏现象； 2）VOCs 泄漏检测值超过以下规定的泄漏认定浓度：①气态、轻液：5000 μmol/mol；2000μmol/mol（重点地区）；②重液：2000 μmol/mol；500μmol/mol（重点地区）；3）行业标准另有规定除外	4.2.2.3 泄漏认定 1）涉 OHAPs、HRVOCs 物料：①气体、轻液：1000μmol/mol；②重液：200μmol/mol；其他：①气体、轻液：2000μmol/mol；②重液：500μmol/mol； 2）密封点存在渗液、滴液等可见的泄漏现象； 3）红外热成像泄漏检测仪发现有来自密封点的明显烟羽。
5.2.2 检测频次 1）泵、搅拌器、压缩机、阀门、开口阀或开口管线、泄压设备、取样连接系统等，每季度进行一次常规检测； 2）法兰及其他连接件、其他密封设备等，每半年进行一次常规检测； 3）对于不可达点，应每季度进行一次非常规检测或每二年进行一次常规检测； 4）对于泄压设备泄压后、设备与管线组件检修后等其他特殊情景，应按国家或行业标准规定的时间要求进行检测，新发布的国家标准中有更加严格的要求时，按新标准规定实施。 5）涉及建档信息变更的受控密封点，应在投产或投用后立即开展泄漏检测并于90日内完成。 6）石油炼制、石油化学及合成树脂行业企业中VOCs物料流经的初次开工运转的设备和管线组件，应在开工后30日内完成首次泄漏检测。	6.4 检测频次 1）泵、压缩机、搅拌器（机）、阀门、开口阀或开口管线、泄压设备、取样连接系统至少每 6 个月检测一次； 2）法兰及其他连接件、其他密封设备等，每 12 个月检测一次； 3）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 个工作日之内，对泄压设备进行泄漏检测。 4）设备与管线组件初次启用或检维修后，应在 90d 内进行泄漏检测。	4.2.2.2 检测频次 1）泵、搅拌器、压缩机、阀门、开口阀或开口管线、泄压设备、取样连接系统等，每季度进行一次常规检测； 2）法兰及其他连接件、其他密封设备等，每半年进行一次常规检测； 3）对于不可达点，应每季度进行一次非常规检测或每二年进行一次常规检测； 4）对于泄压设备泄压后、设备初次启用或检修后等其他特殊情景，对应密封点的检测频次按照 GB 37822 要求执行。 5）对于重液介质，若同一密封点连续三个周期检测无泄漏情况，其检测周期可延长一倍。
5.3.1 泄漏标识与修复 1）首次尝试维修： ①泄漏检测值超过 25000μmol/mol：24h 内； ②泄漏检测值超过 10000μmol/mol 或	7.1 泄漏修复 1）首次尝试维修：5 日内； 2）实质维修：15 日内。	4.2.3.1 泄漏修复 1）首次维修： ①严重泄漏点：48h 内； ②其他：5 日内； 2）实质维修：15 日内。

光学气体成像检测仪发现受控密封点存在明显烟羽且未于 48h 内证明其泄漏检测值低于本标准泄漏认定浓度的：48h 内； ③泄漏检测值低于 10000μmol/mol 或受控密封点存在可见渗液、滴液现象的：5 日内； 2）实质性维修：15 日内。		
5.3.3 复测 1）泄漏点维修作业后，应按 HJ1230 规定开展复测并保存记录； 2）严重泄漏点修复成功后应连续 3 个月每月开展一次复测。	7.3 复测要求 1）泄漏点首次尝试维修或实质性维修后，应在 5 日内完成复测。 2）停工检修期间维修的延迟修复泄漏点，应在装置开工稳定后 15 日内复测。	4.2.3.2 复测 修复作业后应于 5 日内进行复测，检测浓度低于泄漏认定浓度值后认定为修复。如检测后仍为泄漏，应再次采取修复措施进行实质性修复。
5.3.2 符合以下条件之一的泄漏点可申请延迟修复： 1）需在装置停车（工）条件下才能修复； 2）在本标准限定时限内立即修复存在安全风险； 3）其他可证明延期修复必要性的特殊情况。	7.2 符合以下条件之一的泄漏点可延迟修复： 1）需在装置停车（工）条件下才能修复； 2）立即修复存在安全风险； 3）其他特殊情况。	4.2.3.2 符合以下条件之一的泄漏点可延迟修复： 1)在不关闭工艺单元的条件下，在 15 日内完成修复技术上不可行； 2）维修存在安全风险； 3)维修引发的 VOCs 排放量大于泄漏点延迟修复产生的排放量。
5.3.2.2 泄漏点申请延迟修复前，应经企业生产、安全及环保部门负责人审批通过，在认定发生泄漏之日起 20 日内编制泄漏点延迟修复情况说明书，报生态环境主管部门确定。 5.3.2.3 泄漏点列入延迟修复后，应按以下要求完成修复：若维修不需要完全关闭整套装置，应在发现泄漏后 60 日内完成修复，且延迟修复期间需每 30 日开展一次常规检测；若维修需要完全关闭整套装置，应在下次停车（工）检修结束前完成修复，且延迟修复期间需每 30 日开展一次常规检测或安装具有泄漏浓度实时检测功能的仪器设备对泄漏趋势进行监控及报警。	无相关要求	无相关要求
5.3.4 反复泄漏 在连续 24 个月的常规检测中出现三次严重泄漏的泵、压缩机、搅拌机、阀门，应于第三次认定发生泄漏之日起 90 日内更换为本标准4.1的低泄漏设备或采取其他等效措施。	无相关要求	无相关要求
5.5 泄漏水平控制要求 在现场随机抽检不超过100个受控密封点的情况下，发现符合5.2.3泄漏认定条件且不在泄漏修复期内的密封点数量	无相关要求	无相关要求

应不超过2个。		

5.3 与国外标准的对比

美国在研发及实施 LDAR 计划方面有着丰富的历史，20 世纪 80 年代，EPA 颁布 NSPS 49 CFR 63 Subpart VV，主要针对有机化学制造企业（SOCMI）的设备泄漏 VOCs 管控提出相应要求。该标准对化工企业不同设备密封件（如泵，压缩机，泄压装置，采样连接系统，开口管线，阀门和法兰或其他连接器等）提出了相应的 LDAR 实施规定，明确使用 Method 21 方法对泄漏点进行定期检测和维修，最大程度减少化工企业 VOCs 泄漏，该方法后来也成为全球 VOCs 泄漏检测所遵循的经典技术范式，欧洲、加拿大以及我国在 LDAR 检测方面都沿用了该方法体系控制 VOCs 的无组织泄漏。本标准结合我市 LDAR 工作实施的具体情况制定，在国外法规标准的基础上提出了更加具体和本地化的要求。

在源头控制方面，美国与加拿大对反复泄漏点的质量改进计划都有详细的管理要求，本标准参照上述标准，率先规定了反复泄漏点的改进时限，并明确等效措施，详细内容见表 9。在 LDAR 检测技术方面，美国、加拿大先后发布了 OGI 仪器、固定式泄漏检测系统等规范及管理要求，本标准首次提出《设备泄漏挥发性有机物红外热成像检测技术要求》，在不可达密封点的泄漏辨识标准方法做出了先驱性工作。在泄漏修复的管理方面，本标准从工艺、安全和环保三个方面考虑把首次修复时间根据泄漏认定浓度分为三个梯度。本标准较国外目前的首次修复时间上略有不同，与德克萨斯州行政法规相比，本标准稍有放宽，对检测值超过 25000μmol/mol 的泄漏点提出 24h 内首次维修的要求且实质性修复仍然是 15 日，与 NESHAP Subpart H 相比，本标准在首次维修的时限上做了相应收严，尽可能地降低企业安全风险，有效控制 VOCs 无组织排放。

表 9　本标准与国外标准在源头控制方面的对比

标准名称	源头控制措施
本标准	4.1.1 采用低泄漏设备 新建或更换设备时应优先考虑采用低（无）泄漏设备，包括但不限于： ①屏蔽泵、磁力泵、隔膜泵、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； ②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； ③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； ④屏蔽阀、隔膜阀、波纹管阀，以及上游配有爆破片的泄压阀。 4.1.2 其他措施 企业应在确保生产安全的条件下，通过新建装置的工艺设计优化或现有装置检修时的系统优化，精简设备或组件的密封点数量，同时宜结合实际采用负压生产工艺，减少 VOCs 泄漏。 4.2.3.4 反复泄漏 在连续 24 个月的常规检测中出现三次严重泄漏的泵、压缩机、搅拌机、阀门，应更换为 GB 37822 中对应的免予泄漏检测类设备或其他等效措施。
设备泄漏有机有害空气污染物国家排放标准（NESHAP Subpart H）	1）若工艺装置中有超过 10%的泵或三个以上泵发生泄漏：更换性能优越的泵、更换低泄漏率的泵或密封系统； 2）阀门泄漏率大于 2%：安装低排放阀门以及使用低排放阀门填料。
加拿大《石化行业标准》	部件在 24 个月内已经维修过两次，且要进行第三次维修，则应确保用新的部件进行更换，例如阀门应更换为低排放阀门或用符合以下标准的低排放阀门填料。

6 重大分歧意见的处理结果及理由

征集的反馈意见中无重大分歧意见。

7 实施标准的措施建议

（1）本标准是企业在实施 VOCs 泄漏控制的基础要求，本市石油炼制、石油化学、合成树脂行业企业，以及受控密封点数量超过 2000 个（含）的其他行业企业应全面执行。

（2）本标准宜与《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230—2021）、《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）、《设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范》（DB/T 310007—2021）配套使用。

（3）对新污染源企业审批应严格按本标准的要求实施，必须着重审核把关，尤其针对密封点发生变更时，应当及时依据不同时限要求开展变更部分的建档信息修订，鼓励优先采用无/低泄漏设备组件，或通过工艺优化精简设备或组件的密封点数量，宜结合实际采用负压工艺，从源头上减少泄漏产生。

（4）企业需强化责任主体意识，加强日常的泄漏管理，确保 VOCs 泄漏控制符合本标准规定，按生态环境主管部门要求进行申报。政策鼓励企业探索智能化泄漏在线监测技术，以提升泄漏预测预警及污染溯源能力与管理水平，降低 VOCs 无组织排放。

（5）定期开展 LDAR 质量审核与评估，发挥相关审核评估机构作用，建立以相关审核评估机构提供审核报告为主，环保部门抽查为辅的监管机制，同时企业也可委托专业机构开展 LDAR 实施效果评估，加强对 LDAR 第三方服务机构的培训和监督管理，提升泄漏管控实施质量，引领行业绿色高质量发展。

8 其他需要说明的情况

本标准实施后，上海市各区生态环境主管部门要依据标准规定的建档要求、检测操作要点、泄漏认定条件、泄漏修复时限、延迟修复、复测、反复泄漏以及泄漏水平控制要求等开展执法检查，也可以通过委托第三方机构对 LDAR 项目实施效果进行评估。