

东营石大胜华新材料有限公司
泄漏检测与修复项目（LDAR）
2023 年第四季度总结报告

项目名称： 东营石大胜华新材料有限公司的挥发性有
机物泄漏检测项目

委托单位： 东营石大胜华新材料有限公司

单位地址： 山东省东营市垦利区同兴路 198 号

中国石油天然气集团公司环境工程研究开发中心

2023 年 12 月 5 日

前 言

挥发性有机物（Volatile Organic Compounds，简称“VOCs”）是大气中普遍存在的一类化合物，对于石化行业，VOCs即是指：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。

设备与管阀件泄漏是石化企业主要的 VOCs 排放源之一，一套装置的阀、泵、泄压阀、法兰等设备与管阀件数少则几千多则上万，由于松动、变形、腐蚀、密封填料失灵等原因引起的泄漏几乎不可避免，因此需要对其进行有效控制。国务院 2013 年通过的《大气污染防治行动计划》（国发〔2013〕37 号）明确在石化业开展“泄漏检测与修复（LDAR）”技术改造，石化行业正在所属企业推广 LDAR，并建立行业统一的设备与管阀件泄漏检测与维修技术规范与标准化程序。2015 年原环保部发布《石化行业挥发性有机物综合整治方案》（环发〔2014〕177 号），要求石化行业全面开展 VOCs 综合整治，严格控制工艺废气排放、生产设备密封点泄漏等 VOCs 排放量；同年，相继又发布了《石化行业 VOCs 污染源排查工作指南》《石化企业泄漏检测与修复工作指南》，从行业角度明确了 VOCs 的界定，规定了排放限值、控制措施要求和污染源排查及核算方法等；2017 年，发布《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》，要求全面开展泄漏检测与修复（LDAR），建立健全管理制度，重点加强搅拌器、泵、压缩机等动密封点，以及低点导淋、取样口、高点放空、液位计、仪表连接件等静密封点的泄漏管理。2018 年国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，要求实施 VOCs 专项整治方案，到 2020 年 VOCs 排放总量较 2015 年下降 10%以上。2019 年 6 月 26 日生态环境部印发《重点行业挥发性有机物综合治理方案》，进一步明确要求石化企业按相应的行业标准要求开展密封点的泄漏检测与修复工作。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），要求对以石油炼制、石油化工、合成树脂等石化行业，组织企业针对泄漏检测与修复（LDAR）等的关键环节，认真对照大气污染防治法、排污许可证、相关排放标准和等开展排查整治。2021 年 12 月生态环境部发布国家生态环境标准《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（2022 年 4 月 1 日实施），规定了工业企业挥发性有机物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。

目 录

1 项目概况	1
1.1 企业及装置概况	1
1.2 本次 LDAR 工作涉及装置	1
1.3 开展 LDAR 基本情况	1
1.4 项目组织	2
1.5 项目进度	3
2 工作依据	4
3 LDAR 工作介绍	5
3.1 LDAR 项目简介	5
3.2 LDAR 术语和定义	5
3.3 LDAR 工作流程	6
4 项目建立	7
4.1 项目建立流程	7
4.2 资料收集	8
4.3 装置适合性分析	8
4.4 设备与管线组件适合性分析	8
4.5 物料状态辨识	8
4.6 密封点计数	9
4.7 台账建立	10
4.7.1 群组划分	10

4.7.2 群组编号	10
4.7.3 群组现场信息采集	11
4.7.4 密封点标识与编号	11
4.7.5 密封点现场信息采集	11
5 现场检测	13
5.1 现场检测流程	13
5.2 检测仪器	14
5.3 现场作业安全检查	14
5.4 仪器准备	16
5.4.1 仪器开机预热	16
5.4.2 流量检查	16
5.4.3 仪器零点与示值检查	16
5.5 现场检测情况	16
5.5.1 现场环境条件	16
5.5.2 背景值检测	17
5.5.3 现场检测	17
5.5.4 不可达点检测	21
5.5.5 漂移修正	22
5.5.6 检测质量控制和质量保证	22
6 泄漏与维修	23

6.1 泄漏的认定	23
6.2 泄漏修复	23
6.3 泄漏控制策略	24
7 LDAR 检测基本情况	26
7.1 建档密封点信息统计	26
7.2 建档密封点类型信息统计	26
7.3 本轮 LDAR 泄漏情况统计	27
7.3.1 泄漏修复要求	27
7.3.2 检测情况统计	28
7.3.3 泄漏修复情况统计	29
7.4 装置泄漏点统计	32
7.5 常见泄漏点维修方法	33
7.5.1 泵轴封泄漏维修	33
7.5.2 阀门泄漏维修	34
7.5.3 法兰、连接件泄漏维修	34
7.5.4 开口阀或开口管线泄漏维修	34
7.5.5 泄压设备(安全阀) 泄漏维修	34
8 排放量核算	36
8.1 核算方法	36
8.2 核算结果	38
8.3 项目合规性分析	38

9 LDAR 项目成果	39
10 附件	40
附件 1 资质证书	40
附件 2 检验检测标准能力表	41
附件 3 仪器检定证书	42
附件 4 标准气体证书	48
附件 5 校准、环境背景及漂移记录示例	53

1 项目概况

1.1 企业及装置概况

东营石大胜华新材料有限公司（以下简称“石大胜华新材料”），该企业是中国石油大学(华东)的校办控股企业，是一家港澳台合资企业。成立于2008年12月，是以生物化工及电池电解液化工产品的生产、销售为主的高新技术企业。

东营石大胜华新材料有限公司现有4套涉VOCs装置，分别是5万吨/年碳酸甲乙酯装置、2万吨锂离子电池电解液溶剂装置、2万吨/年动力锂电池溶剂装置及新材料罐区，主要物料有碳酸甲乙酯和乙醇等产品。公司在积极发展和推进绿色化工产业的同时，高度重视环境保护工作，坚持污染防治、生态保护并重的方针，以改善环境质量为目标，全力抓好各项环保工作。

1.2 本次LDAR工作涉及装置

石大胜华新材料涉VOCs物料装置共计4套，其中5万吨/年碳酸甲乙酯装置停工，不在本次检测之列。本项目全厂LDAR检测需装置情况见表1.2-1。

表 1.2-1 本项目 LDAR 检测涉 VOCs 物料区域一览表

序号	装置	涉 VOCs 物料
1	5 万吨/年碳酸甲乙酯装置	碳酸酯、甲乙酯、乙醇等
2	2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	碳酸酯、甲乙酯、乙醇等
3	2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	碳酸酯、甲乙酯、二乙酯、乙醇等
4	新材料罐区	碳酸酯、甲乙酯、乙醇等

1.3 开展 LDAR 基本情况

石大胜华新材料公司于2023年委托中国石油天然气集团公司环境工程研究开发中心进行LDAR检测工作。具体开展情况见表1.3-1。

表 1.3-1 石大胜华新材料 LDAR 开展基本情况

填表日期：2023 年 12 月 5 日				
基本信息	企业名称	东营石大胜华新材料有限公司		
	联系人	杨鹏飞	电话	13954661790
	邮箱	sdshhb@sinodmc.com		
	受控装置套数	4	受控密封点总数	24324
	密封点数	泵	31	
		压缩机	0	
		搅拌器	1	
		阀门	6301	
		泄压设备	7	
		开口阀或开口管线	103	
		法兰	14991	

		连接件	2890	
		其他	0	
现场检测	起始日期	2023 年 11 月 4 日	完成日期	2023 年 11 月 20 日
	检测密封点数	4347	泄漏点数	55
	至今修复密封点数	55		
	除已修复的泄漏点, 6 个月内 (自发现泄漏之日起), 计划修复的泄漏点数	0		
	延迟修复			
	延迟修复点数	延迟修复严重泄漏点数	全厂下次停车检修日期	
	0	0	/	

1.4 项目组织

中国石油天然气集团公司环境工程研究开发中心 LDAR 项目组负责人负责项目总体协调以及质量、安全、进度总体控制, 检测人员负责设备动密封点检测及复检等现场工作, 对于检测发现泄漏的动密封点, 各装置人员负责组织维修, 维修后进行复检。

项目组于 2023 年 11 月 4 日开展本年度第四季度 LDAR 工作, 于 11 月 20 日完成所有运行装置检测工作。具体人员及工作内容见表 1.4-1。

表 1.4-1 中国石油天然气集团公司环境工程研究开发中心 LDAR 检测项目组

序号	人员	职务	主要工作内容
1	王歌	项目负责人	负责 LDAR 项目的总体指挥与调度, 确保项目的有序进行, 保证实施质量
2	张清	技术负责人	负责项目整体技术, 检查项目技术规范等
3	崔宁	现场负责人	负责现场工作总体安排, 沟通协调, 保证项目进度
4	田翠芳	质量负责人	负责项目质量监督检查等
5	宁尚奇	安全负责人	负责现场工作的安全问题, 保证项目安全合理进行
6	魏可玲	项目成员	负责现场检测及建库工作
7	陈永峰	项目成员	负责现场检测及建库工作
8	刘宗杰	项目成员	负责现场检测及建库工作
9	张永强	项目成员	负责现场检测及建库工作
10	刘重阳	项目成员	负责现场检测及建库工作
11	张爱国	项目成员	负责现场检测及建库工作
12	张广海	项目成员	负责现场检测及建库工作
13	蒋权	项目成员	负责现场检测及建库工作
14	宋维勇	项目成员	负责现场检测及建库工作
15	陈正豪	项目成员	负责现场检测及建库工作
16	刘冠杰	项目成员	负责现场检测及建库工作
17	岳振龙	项目成员	负责现场检测及建库工作

1.5 项目进度

本次 LDAR 工作大致可分为两个阶段,即现场检测阶段和数据整理阶段各阶段具体时间及工作内容见表 1.5-1。

表 1.5-1 石大胜华新材料 LDAR 检测项目具体进度

工作内容		工作时段
LDAR	设备动静密封点现场核对与检测	2023.11.4—2023.11.9
	泄漏密封点维修与复测、复检	2023.11.11-2023.11.20
	LDAR 报告出具	2023.11.25—2023.12.5

2 工作依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（自 2015 年 1 月 1 日起施行）；
- (2) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修订）；
- (3) 《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）；
- (4) 《泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则》（HJ733-2014）；
- (5) 《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）；
- (6) 《大气污染防治行动计划》（国发〔2013〕37 号）；
- (7) 《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》（国家环保部公告 2013 年第 31 号）；
- (8) 《石化行业挥发性有机物综合整治方案》（环发〔2014〕177 号）；
- (9) 《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》（环大气〔2017〕121 号）
- (10) 《生态环境部关于印发〈重点行业挥发性有机物综合治理方案〉的通知》（环大气〔2019〕33 号）；
- (11) 《关于印发〈2020 年挥发性有机物治理攻坚方案〉的通知》（环大气〔2020〕33 号）；
- (12) 《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）；
- (13) 《石化企业泄漏检测与修复工作指南》（环办〔2015〕104 号）；
- (14) 《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ1230-2021）；
- (15) 《石化企业 VOCs 污染源排查工作指南》（环办〔2015〕104 号）；
- (16) 《中华人民共和国大气污染防治法》（主席令第三十一号）；
- (17) 山东省重点行业挥发性有机物专项治理方案；
- (18) 《东营市挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）实施技术导则》。

3 LDAR 工作介绍

3.1 LDAR 项目简介

LDAR 范围确定基础依据为《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》(HJ 1230-2021) 及《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822-2019)。

3.2 LDAR 术语和定义

1) 挥发性有机物 volatile organic compound

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。

2) 涉 VOCs 物料 process fluid in VOCs service

VOCs 质量分数占比大于等于 10% 的物料。

3) 挥发性有机气体 volatile organic gas

在工艺条件下, 呈气态的 VOCs 物料, 简称气体。

4) 挥发性有机液体 volatile organic liquid

行业污染物排放标准对挥发性有机液体已作定义的, 按行业污染物排放标准执行。未发布行业污染物排放标准的, 执行 GB37822 规定的挥发性有机液体定义, 简称轻液。

5) 挥发性有机重液体 volatile organic heavy liquid

除轻液以外, 在工艺条件下呈液态的 VOCs 物料, 简称重液。

6) 受控装置 affected facility

载有 VOCs 物料的装置。

7) 受控设备与管线组件 affected equipment and pipeline components

载有 VOCs 物料的设备与管线组件。

8) 受控密封点 affected seal

受控设备与管线组件可能泄漏 VOCs 物料的动密封或静密封点, 简称密封点。

9) 泄漏检测与修复 leak detection and repair (LDAR)

通过常规或非常规检测手段, 检测或检查密封点, 并在一定期限内采取有效措施修复泄漏点, 对工业生产全过程物料泄漏进行控制的系统工程。

10) 泄漏认定浓度 leak definition concentration

在密封点规定的检测位置测得的, 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仪器的示值）。

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，单位通常为 $\mu\text{mol/mol}$ 。

12) 泄漏点 leak source

符合排放标准规定泄漏认定条件的密封点。

13) 首次尝试维修 first attempt at repair

发现泄漏后，在规定时限内，首次采取有效方法消除泄漏的维修作业（如压紧阀门、填料压盖、调整法兰螺栓等不需要更换密封部件的方法）。

15) 实质性维修 final repair

首次尝试维修未消除泄漏时，在规定时限内，通过采用但不限于更换垫片、加盲板、更换填料、更换设备与管线组件等方式的进一步维修作业。

16) 延迟修复 delayed repair

泄漏点不能在限定的时间内完成修复，需要延长维修时间的一种状态。

3.3 LDAR 工作流程

LDAR 工作流程主要包括项目建立、现场检测和泄漏维修三个步骤，见图 3.3-1。

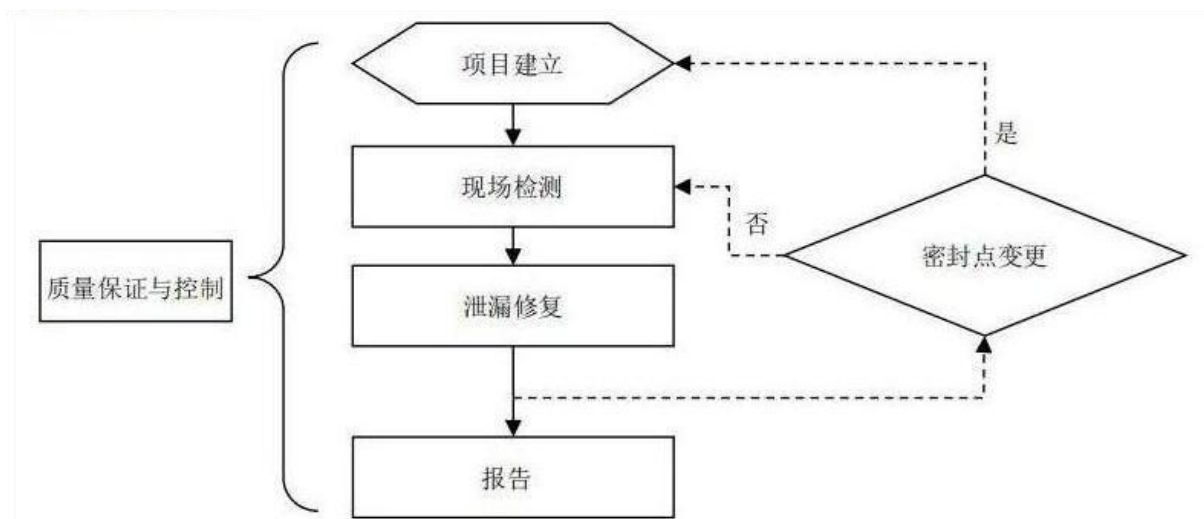


图 3.3-1 LDAR 工作主要流程

4 项目建立

4.1 项目建立流程

本次 LDAR 项目根据《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230-2021）进行项目建立工作。具体流程见图 4.1-1。

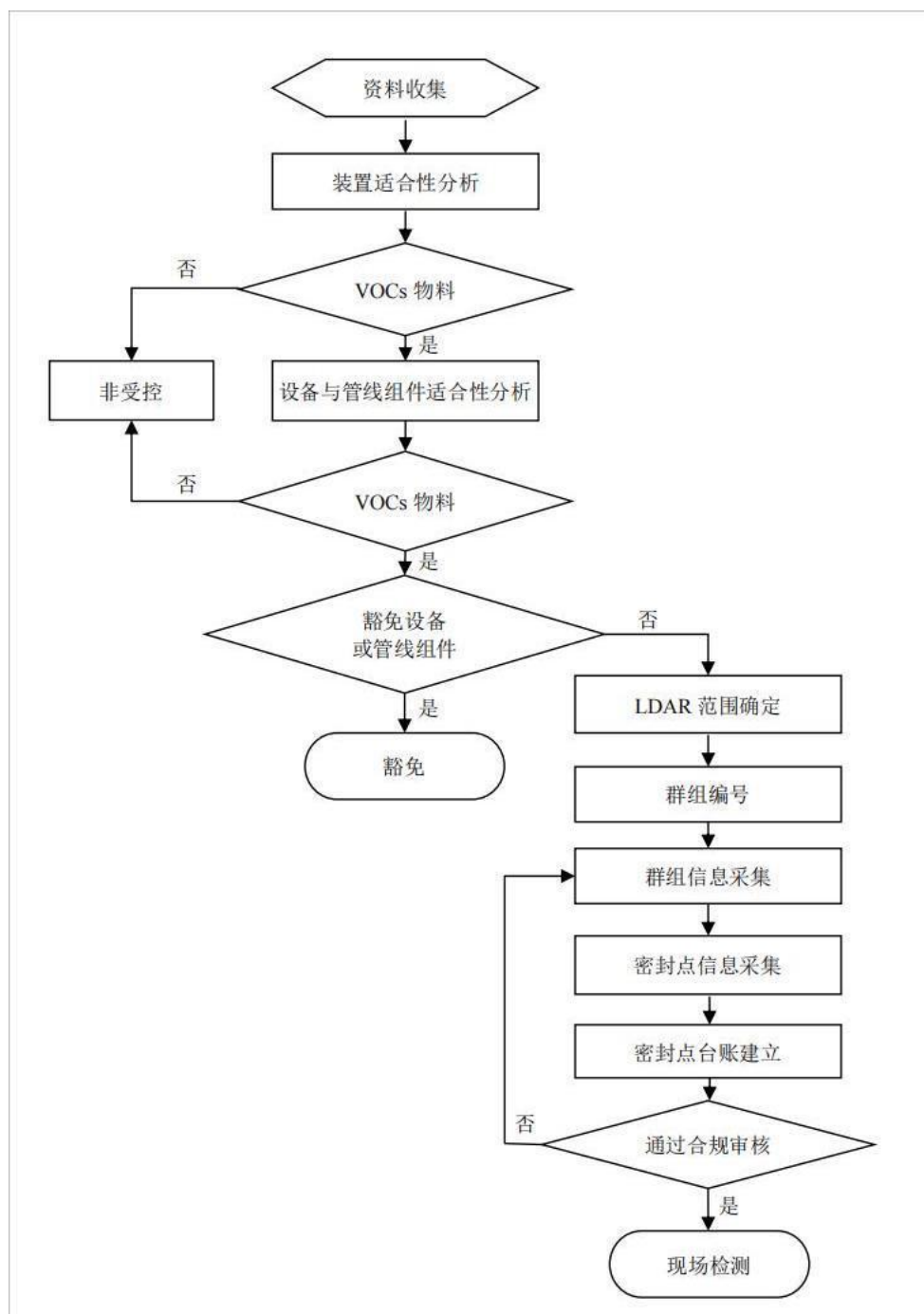


图 4.1-1 项目建立工作流程图

4.2 资料收集

根据《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230-2021），对石大胜华新材料进行资料收集与分析。需要收集的资料包括但不限于工艺流程图（PFD）、管道仪表图（P&ID）、物料平衡表、工艺操作规程、装置平面布置图、设备台账等。

4.3 装置适合性分析

分析装置涉及的原料、中间产品、最终产品和各类助剂的组分和含量，建立受控装置清单。

4.4 设备与管线组件适合性分析

分析各受控装置内设备与管线组件的物料，核算设备与管线组件内 VOCs 质量分数，辨识受控设备与管线组件。对于组分含量随时间变化的，宜取最近一个生产周期内质量分数的平均值。符合以下条件的受控设备与管线组件可以豁免：

- 正常工作处于负压状态；
- 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；
- 采用屏蔽泵、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或具有同等效能的泵；
- 采用屏蔽压缩机、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效能的压缩机；
- 采用屏蔽搅拌器、磁力搅拌器、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器或具有同等效能的搅拌器；
- 采用屏蔽阀、隔膜阀、波纹管阀或具有同等效能的阀，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密封点；
- 车间内安装了 VOCs 废气收集处理系统，可捕集、输送动静密封点泄漏的 VOCs 至处理设施；
- 采取了其他等效措施的设备与管线组件。

4.5 物料状态辨识

基于 PFD、P&ID 辨识物料状态，根据工艺参数将受控设备与管线组件内的 VOCs 物料按气体、轻液、重液进行分类。VOCs 物料在工艺条件下呈液态，现有数据不足以进一步辨识其状态的宜按轻液计。

不同状态的物料由阀门或其他设备隔离，边界阀门或其他密封点按如下原则划分：
——VOCs 物料与其他介质（如氢气、氮气、蒸汽、水等）交界，按 VOCs 物料计；
——气体与轻液或重液交界，按气体计；
——轻液与重液交界，按轻液计。

4.6 密封点计数

根据《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230-2021）的要求，对组件进行信息采集，包括密封点类型（泵、压缩机、搅拌器、阀门、泄压装置、取样连接系统、开口阀或开口管线、法兰、连接件）、可达性、公称直径、密封点工艺描述、密封点位置描述、物料状态（有机气体、挥发性有机液体、重液体）等。

密封点计数执行《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230-2021）中的要求：

（1）泵、压缩机和搅拌器

泵、压缩机和搅拌器的轴封按“泵”、“压缩机”和“搅拌器”计数，设备的机壳密封、冲洗管路等附件按照实际的密封方式计数。

（2）阀门

阀门阀杆填料密封和阀盖密封以及阀体本身各部件之间的所有密封，计为一个“阀门”，上下游连接法兰单独计数。

（3）泄压设备

泄压设备分两种情况；

1) 泄放口接入装置管网（如瓦斯管网），则不按“泄压设备”记录。但泄压设备上放空丝堵，以“连接件”计数。阀体各部件之间的连接，按“法兰”计数。

2) 泄放口敞开对大气，则按“泄压设备”计数，同时取消阀座到泄放口之间的阀体各部件之间的“法兰”计数。

（4）取样连接系统

取样连接系统可分为密闭取样和开口取样两种；

1) 密闭取样：取样瓶长期与取样口连接，按“连接件”、“法兰”实际数量计数；取样口除取样操作外不与取样瓶连接，按系统开口数量以“开口阀或开口管线”计数；

2) 开口取样：取样口没有丝堵，按“取样连接系统”和“开口阀或开口管线”分别计数。取样口带有丝堵，则按“取样连接系统”和“连接件”计数。

（5）开口阀或开口管线

“开口阀或开口管线”包括机泵进出管线排凝，调节阀组排凝，取样连接系统，压力容器放空等，末端阀门下游法兰或连接件不计数。开口阀或开口管线末端安装有盲板或丝堵，不再计“开口阀或开口管线”，末端阀门下游法兰或连接件以及封堵盲板或丝堵均按“法兰”或“连接件”计数。

(6) 法兰、连接件

管线法兰、过滤器、止回阀、换热器封头、塔器人孔、机泵壳体等按“法兰”计。所有螺纹连接，如空冷器丝堵，压力表接头、仪表箱内连接件、加热炉燃料气连接软管接头等，按“连接件”计数。活结接头本体按一个“连接件”计数，与管线螺纹相连的两部分按“连接件”分别计数。弯头螺纹管件按两个“连接件”计数。三通螺纹连接按三个“连接件”计数，以此类推。

(7) 其他

对于无法纳入以上 9 类密封点计数的设备连接按“其他”计数，如储罐泡沫发生器、检尺口等。

4.7 台账建立

4.7.1 群组划分

按照空间位置和工艺流程可将受控设备与管线组件划分为多个群组。如将分液罐划分为罐顶安全阀群组、压力表群组、放空及人孔群组、液位计群组等，除空冷器外，每一群组包含的受控密封点宜控制在 1~30 个范围内，且在同一操作平台可以实施检测。

4.7.2 群组编号

赋予每个群组唯一性编码，通常采取“装置代码”+“数字”的组合方式。装置代码共六位字符，其中前五位宜由装置名称拼音简称或英文首字母大写组合或现有管理代码。不足五位时，前面用“X”占位。超过五位，可省略第五位后面字符。第六位为数字，表示同名称装置的序列号，如果某类只有一套，则该数字取“0”。

“数字”共八位，其中前两位代表装置的区域或单元，从 01 依次排序，企业可以根据装置管理现有划分方法自行定义区域或单元，自行定义应有相应的文件说明。第三、四位数字代表群组所在平台（地面用 01，依次排序），第五至八位数字代表上述位置群组的编码（每个区域的各层平台均从 0001 依次编码），编码顺序采取最短路径原则，避免重复同一路径。

群组编码在企业内部应具有唯一性，同一装置内群组的后 8 位数字应有唯一性。例

如 2 万吨/年动力锂电池溶剂装置，其塔区定义为“03”，其 2 层平台的第 1 个群组可表示为：XXXDL003020001。

4.7.3 群组现场信息采集

现场采集的群组信息包括但不限于：

- 装置名称；
- 区域或单元；
- 平台；
- P&ID 图号；
- 群组位置描述；
- 群组工艺描述。

4.7.4 密封点标识与编号

密封点标识通过其唯一性编号实现，格式可为“群组编号-密封点扩展号”。其中扩展号由 3 位数字构成。一般编辑顺序如下：按照群组内从上游到下游，从入口到出口，先主管线后支线、副线；先主设备后附件的规律编排。

4.7.5 密封点现场信息采集

密封点现场采集信息包括但不限于：

- 密封点类型（泵、压缩机、搅拌器、阀门、泄压设备、取样连接系统、开口阀或开口管线、法兰、连接件等）；
- 可达性；
- 公称直径（mm）；
- 密封点定位描述；
- 物料状态。

对管线排查识别出的纳入 LDAR 程序的管线上的组件，采用拍照法对组件在装置的实际位置进行标识。

通过对每个合规组件利用防爆 PAD 进行拍照并在照片上标记检测点作为密封点标识建档照片见图 4.7-1。



图 4.7-1 密封点标识示意图

5 现场检测

5.1 现场检测流程

本次 LDAR 项目根据《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230-2021）进行项目建立工作。具体流程见图 5.1-1。

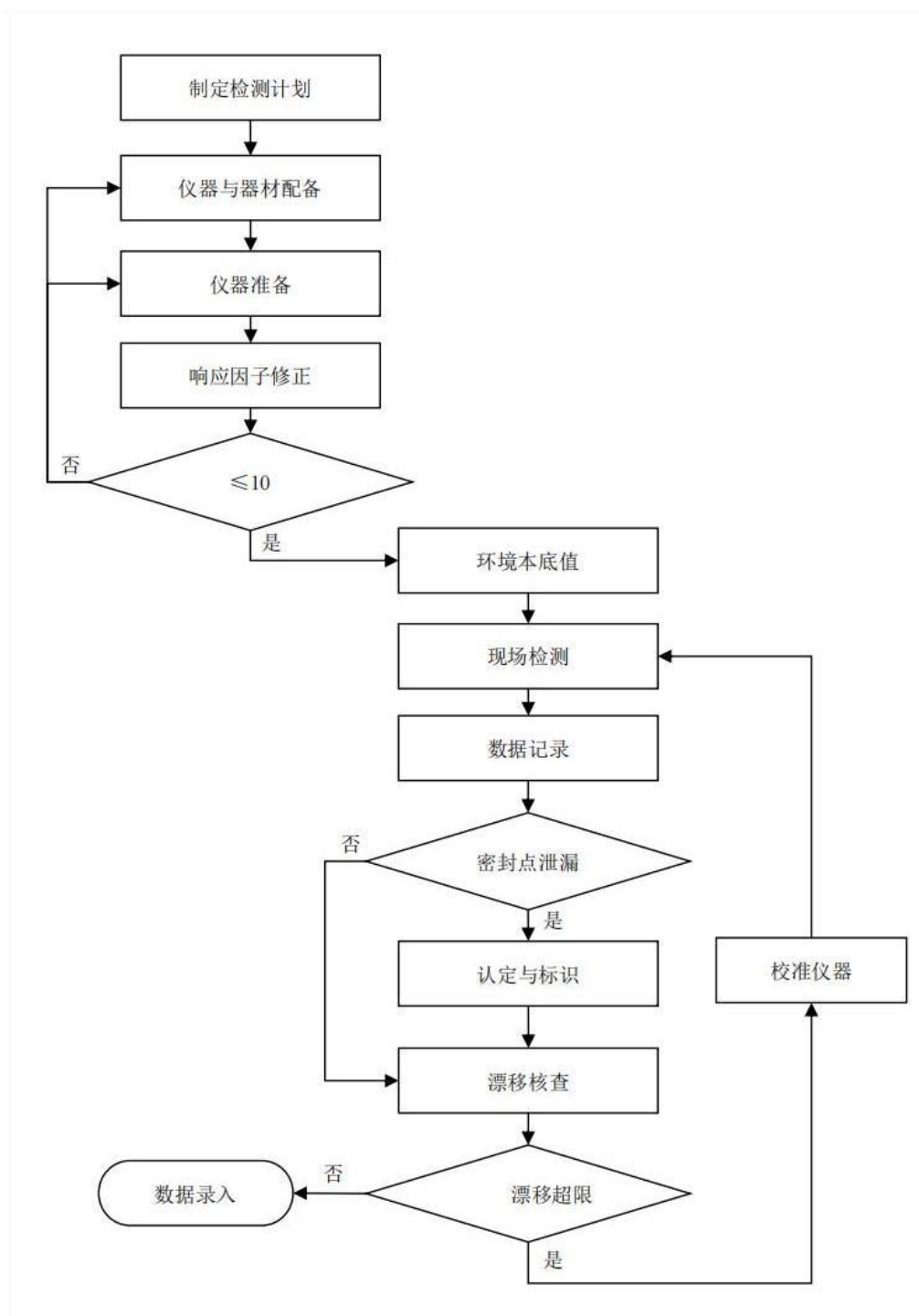


图 5.1-1 现场检测流程

5.2 检测仪器

本项目检测所用仪器符合《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)及《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》(HJ 1230-2021)要求,检测程序符合规定,检测结果达标。主要设备见表 5.2-1。

表 5.2-1 检测用仪器清单

序号	仪器设备名称	型号规格	仪器编号	国别产地	用途	备注
1	挥发性有机气体分析仪	EXPEC 3100	611P2190021	国产	检测挥发性有机物含量	1 台
2	挥发性有机气体分析仪	EXPEC 3100	611P219002A	国产	检测挥发性有机物含量	1 台
3	EyeCGas 便携式红外气体成像仪	/	/	以色列	检测不可达点挥发性有机物	1 台
4	数字式温湿度计	GM1362	2286524	国产	检测现场环境条件	1 台
5	数字大气压力表	BY-2003P	20080556	国产	检测现场环境条件	1 台
6	数字式风速计	GM816A	030538	国产	检测现场环境条件	1 台
7	四合一气体报警仪	GASALERT MICROCLIP XT	KA416-10052 40	美国	气体检测报警	1 台
8	四合一气体报警仪	GASALERT MICROCLIP XT	KA416-10052 31	美国	气体检测报警	1 台

5.3 现场作业安全检查

(1) 现场检测前的安全防护准备

现场作业人员除需掌握相关的技术规范,了解检测任务外,还需要对现场的自然环境、气候、工况、企业的生产工艺流程等有所了解,备好相应的人员安全防护装备,如防静电工作服、护目镜、耳塞、防砸鞋、手套等。入场前进行体格检查,患有恐高症、心脏病、高血压、精神病、癫痫病等不适合从事高处作业的人员,不可安排他们从事此项作业。现场作业员工应严格遵守企业规章制度,始终贯彻“安全第一,预防为主”的工作方针,接受企业安全环保培训,在取得作业许可后进行现场作业。

(2) 现场检测过程中的安全防护

1) 化学性防护

有害物质的伤害途径主要有吸入、飞溅、粘附、误食等引起体内器官或皮肤伤害,易燃、易爆引发的火灾事故。一般无挥发性化学污染物,主要进行手防护、身体防护;挥发性化学污染物除做好必要的手防护、身体防护外,还要对呼吸系统、视力器官进行保护。检测过程中严禁吸烟、饮食。

2) 物理性防护

高处作业人员的衣着要灵便,但不可赤膊裸身。脚下要穿软底防滑鞋,不能穿着拖

鞋、硬底鞋和带钉易滑的靴鞋；操作时要严格遵守各项安全操作规程和劳动纪律；高处作业中所用的设备应摆放平稳，传递物件时不能抛掷；各施工作业场所内，凡有坠落可能的任何物料，都要一律先行撤除或者加以固定，以防跌落伤人。检测过程中若发现高处作业的安全设施有缺陷或隐患，务必及时报告并立即处理解决；冬天攀爬梯子的时候注意手脚并用，防止滑落；手上有水或潮湿时，不可接触电器或电气设备；搬运仪器过程中，防止玻璃仪器磕碰，划伤人员；现场用到气瓶时，一定要轻拿轻放，气体不要用尽，防倒灌，开启气门时，不可对准人。

（3）现场检测后的防护

检测结束后，应进行必要的清洗和消毒，做好个人卫生，避免将有毒有害物质带进自己的生活场所。

（4）紧急情况处理措施、预案以及抵抗风险的措施

1）皮肤划伤

用消毒过的镊子取出玻璃碎片，用蒸馏水冲洗，涂上碘酒，创可贴或绷带包好，送医就诊。

2）灼伤处理

普通伤口以生理食盐水清洗伤口后，可用胶布固定；烧烫伤以冷水冲洗 15~30 min 至散热止痛，以生理盐水擦拭，如发现皮肤起泡的，不可自行刺破，灼伤严重的，应急送医院治疗；化学药物灼伤以大量清水冲洗，以消毒纱布或消毒的布块覆盖伤口，紧急送至医院处理。

3）火灾应急处理

发生火灾时，应立刻拨打企业火警电话，描述清晰个人信息、所处位置、着火物质、着火程度等信息，根据实际情况可到主要路口接应消防车。

作业人员应严格按照入厂培训安全作业要求行动，听从企业人员指挥，紧急疏散、撤离至安全区域。

4）触电

人体的安全电压为 36 V，人体通过 1mA 的电流，会产生发麻或针刺的感觉，10mA 以上电流，人体肌肉会强烈收缩，25 mA 以上的电流，会导致人呼吸困难，有生命危险。万一触电，应先及时断电，马上将受伤人员送往医院救治。

5）中毒

急性中毒的症状：恶心、呕吐、心跳加速、眩晕、口吐白沫、嘴唇发紫、痉挛抽搐

等。遇到以上症状应尽快切断毒物来源；吸入刺激性毒物中毒者，应立即转移出中毒现场施救；口服毒物中毒者，应立即引吐、洗胃及导泻，及时送医院救治。

5.4 仪器准备

5.4.1 仪器开机预热

仪器预热期间应保持仪器点燃，管路、探杆连接完好。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。

5.4.2 流量检查

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。

5.4.3 仪器零点与示值检查

预热完成后，通入零气，仪器示值不应超过 $\pm 10 \mu\text{mol/mol}$ ，否则应调零；依次通入两种浓度的气体标准物质，记录仪器示值。示值误差按（公式 5-1）计算，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。

$$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}} \times 100\% \quad (\text{公式 5-1})$$

式中： ΔA_i —仪器示值误差，%；

A_i —仪器示值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

A_{si} —气体标准物质浓度， $\mu\text{mol/mol}$ 。

5.5 现场检测情况

中国石油天然气集团公司环境工程研究开发中心 LDAR 项目组人员按照《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》(HJ 1230-2021)，对石大胜华新材料进行 LDAR 检测区域的划分；按照《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822-2019)、《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)和《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》(HJ 1230-2021)的标准要求进行检测，并按照《石化行业 VOCs 污染源排查工作指南》中的方法进行数据核算，最后出具检测报告。

5.5.1 现场环境条件

现场检测在仪器使用说明书规定的能正常工作的环境条件下实施，并对现场检测环

境温度和风速进行实时记录。在温度超过仪器工作范围或雨雪或大风天气（地面风速超过 8m/s）停止检测。

5.5.2 背景值检测

检测过程中，开放环境中的每套装置至少每天进行 1 次环境本底值测试。每次测试至少取 5 点，测试点宜位于地面，如图 5.5-1 所示。其中 1 点位于装置地面中心附近，其余 4 点位于装置单元 4 条边的中点附近。测试点距密封点应不小于 25cm，将各点示值取平均，作为当日装置环境本底值；对于不规则边界的装置，可以分割成多个矩形区域，按照上述方法分别测试，再对多个矩形区域环境本底值取平均，作为装置单元的当日环境本底值。

在距密封点不小于 25cm 的位置，检测过程中发现仪器示值与已测得的环境本底值有显著不同（仪器示值与环境本底值的差值达到或超过环境本底值的 $\pm 300\%$ ），应按照 HJ 733 规定的方法，测试该密封点或群组的环境本底值。

装置单元设置在封闭环境中的（如车间或厂房）按照 HJ 733 规定的方法，测试密封点或群组的环境本底值，在确保安全的条件下，方可实施检测。

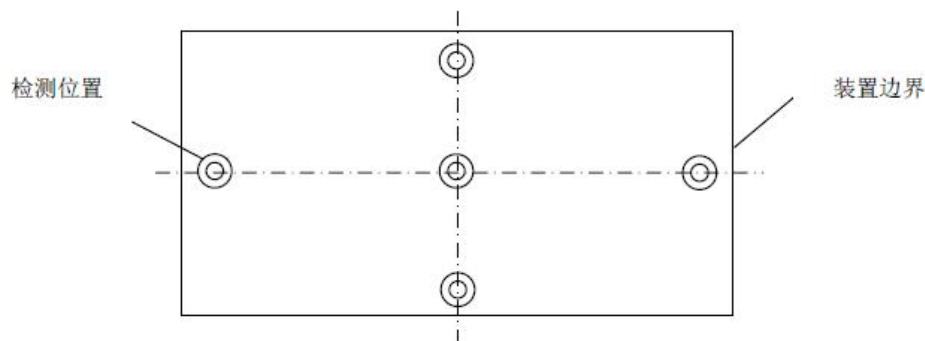


图 5.5-2 环境本底值检测位置示意图

5.5.3 现场检测

中国石油天然气集团公司环境工程研究开发中心于 2022 年 11 月 4 日开始，依据《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230-2021）等相关要求在仪器使用说明书规定的正常工作环境条件下开展检测，并对现场检测环境温度和风速进行实时记录。

5.5.3.1 检测与读数

将仪器采样探头在密封点表面移动，采样探头与密封点边线保持垂直，采样探头移

动速度不超过 10cm/s。如果发现指示值上升或仪器报警，放慢采样探头移动速度直至测得最大读数，并将采样探头保持在出现最大读数的位置，在该位置的检测时间不少于 2 倍仪器响应时间。

对于两个及两个以上位置需要检测的密封点，按最大净检测值记录。

5.5.3.2 延迟修复泄漏点及预警点检测

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。

5.5.3.3 检测位置

各密封组件检测位置如下：

静密封检测，在确保人员安全和仪器不吸入油污、液体的前提下，采样探头尽可能靠近被测密封点表面；动密封（泵轴等）检测，采样探头距轴封不超过 1 厘米。对于采取保温措施的密封点，可通过保温材料接缝或密封点暴露在保温材料之外的部位进行检测。

（1）阀门

闸阀如图 5.5-3 所示，通常应检测的部位：

阀杆与填料压盖之间密封、填料压盖或压板与阀盖之间密封、阀盖与阀体之间的密封、其它可能泄漏涉 VOCs 物料的部位。

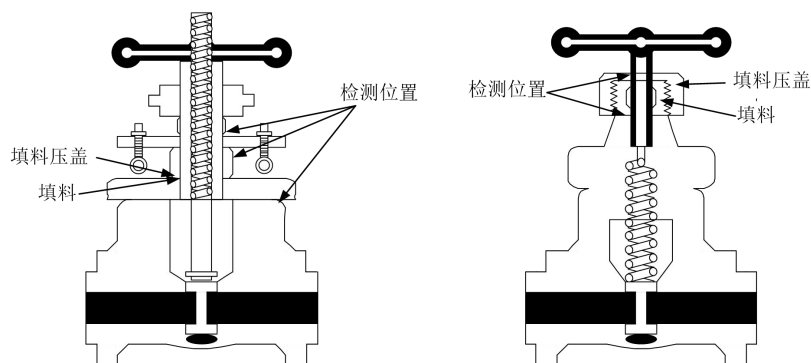


图 5.5-3 闸阀检测位置

其它阀门检测位置如图 5.5-4 所示。

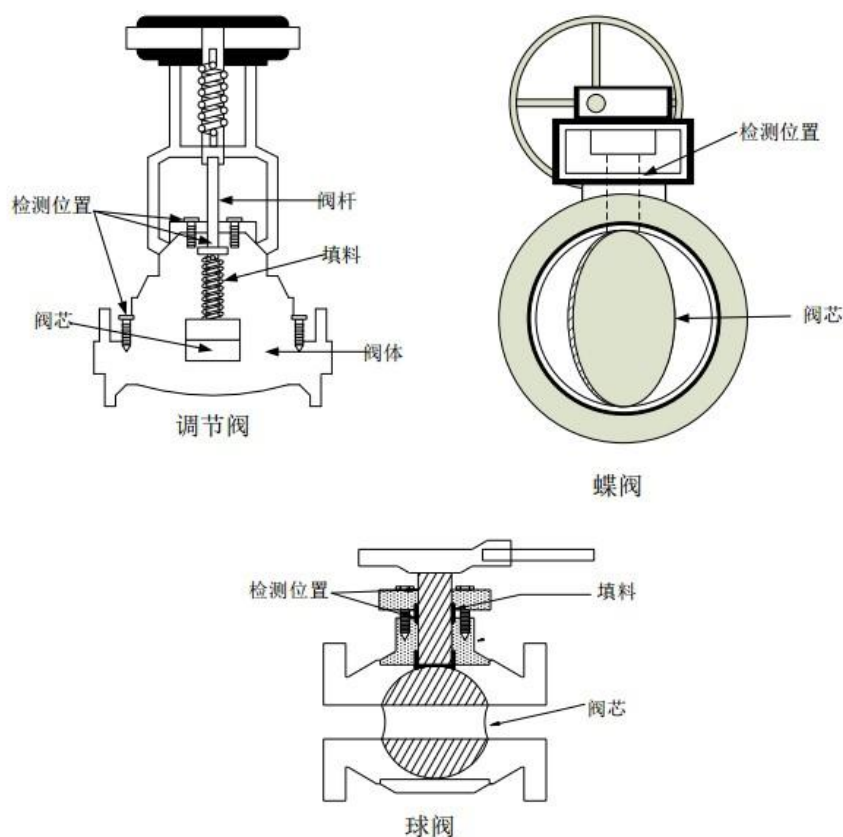


图 5.5-4 调节阀、球阀和蝶阀检测位置

(2) 泵、压缩机、搅拌器

按照动密封的检测要求对泵、压缩机或搅拌器的轴封实施检测。其中泵的位置如图 5.5-5 所示。如果由于其构造、外壳或周围设备设施阻碍而无法完整地对轴封进行检测，则应对所有可以采样的轴封部位进行检测。另外，还应检测泵、压缩机或搅拌器其它受控密封点（如机壳密封等）。

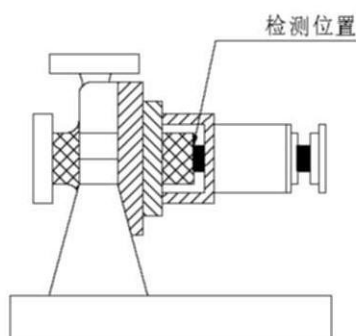


图 5.5-5 离心泵轴检测位置

(3) 泄压设备（安全阀）

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 2 米或以上的泄压设备（安全阀），可选择泄放管线的排

凝口检测，检测位置见图 5.5-6。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）的泄压设备（安全阀），无法按图中位置检测判断阀座泄漏的，可以免于检测。但需要检测泄压装置上的其他受控密封点。

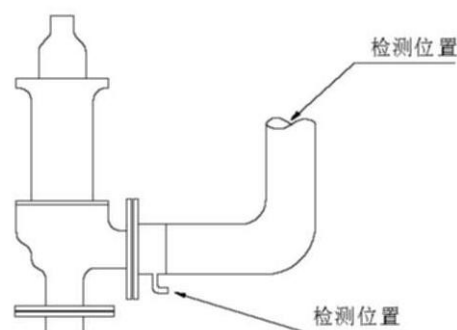


图 5.5-6 安全阀检测位置

（4）法兰和连接件

法兰连接：采样探头应尽可能插入两法兰之间的缝隙进行检测。如果采样探头直径超过缝隙宽度，则应将采样探头紧贴两法兰之间的缝隙，并与两法兰侧面垂直；连接件（螺纹接头）：采样探头与密封边线垂直，并于管线呈 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，紧贴密封边线。对于活接头，接头两侧都应检测。

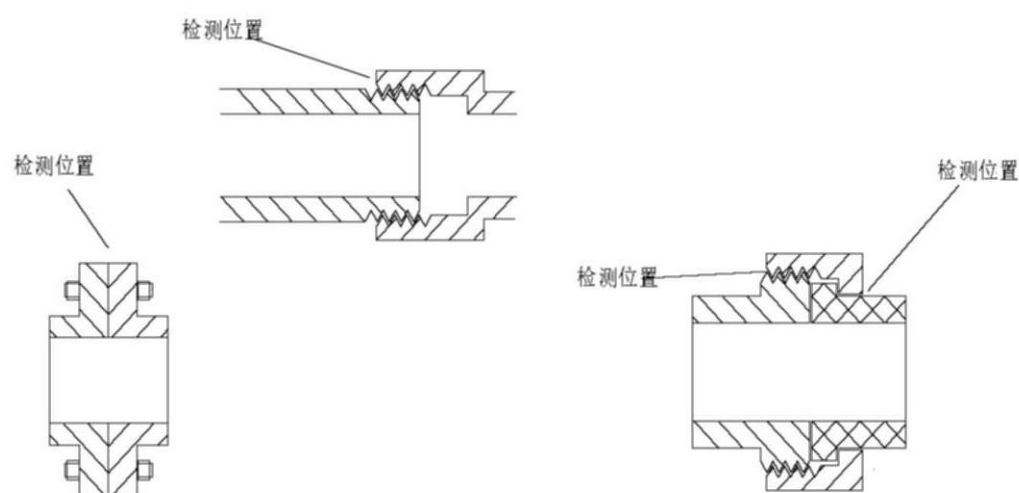


图 5.5-7 法兰和连接件检测位置

（5）开口管线

开口管线检测时，探杆应与开口面垂直。依据管线的公称直径分为三种情况（见图 5.5-8）。①公称直径 $\leq$ DN25，检测开口中心位置；②DN25 $<$ 公称直径 $\leq$ DN150，检测开口中心，并检测开口边缘，取最大值；③公称直径 $>$ DN150，除检测中心和边缘外，还应在径向每 7cm $\sim$ 8cm 检测一圈，取最大值。

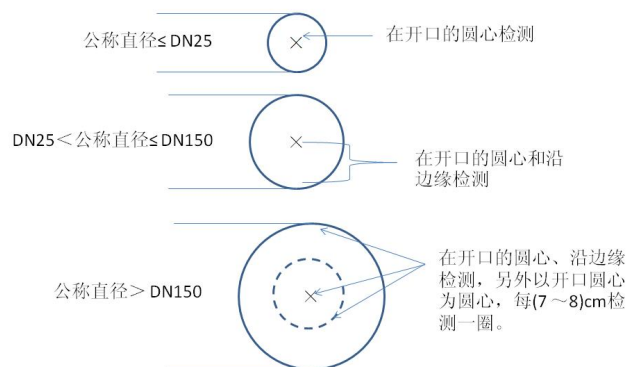


图 5.5-9 开口管线检测位置

(6) 保温或保冷密封点

检测有保温或保冷层隔离的密封点时，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 GB 37822 或相关标准规定的泄漏确认条件），在确保安全的前提下，宜通过拆卸疑似泄漏点的保温或保冷层，确认泄漏点。

5.5.3.4 常规检测适用条件

除不可达密封点外，应对接触有机气体或挥发性有机液体的受控密封点采用常规检测方式进行检测。

5.5.3.5 泄漏标识

发现泄漏点，应及时悬挂泄漏牌。对于结构复杂或尺寸较大泄漏点，可采取在密封点上作标记、利用防爆相机拍照或其他方式记录泄漏具体位置。

泄漏标识示意图见图 5.5-10。

LDAR 泄漏标签			
标识号码		密封类型	
检测日期		检测值	
维修日期		维修措施	
复测日期		复测值	

未经同意，不得移除该标签。

图 5.5-10 泄漏标识示意图

5.5.4 不可达点检测

对于无法进行常规检测的难以检测（不可达）密封点，使用便携式红外气体泄漏成

像仪进行检测。

5.5.5 漂移修正

每天检测工作结束后，在不对仪器进行调节的条件下，通入当天检测前检查仪器示值所用的同一气体标准物质（浓度为 LDC 附近），待仪器稳定后，记录仪器示值。。按（公式 5-2）计算仪器漂移。

$$D_r = \frac{\dot{A}_i - A_{si}}{\dot{A}_i} \times 100\% \quad (\text{公式 5-2})$$

式中：Dr—仪器漂移，%；

$\dot{A}_i$ —漂移核查检测仪器示值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

A_{si} —气体标准物质浓度， $\mu\text{mol/mol}$ 。

示值漂移绝对值 $|Dr| > 10\%$ 时，应重新校准仪器后，检测以下范围的密封点：

—— $Dr < 0$ （负向漂移），重新检测当日泄漏检测值在（ $LDC + Dr \times LDC$ ， LDC ）范围的密封点；

—— $Dr > 0$ （正向漂移），重新检测当日泄漏检测值在（ LDC ， $LDC + Dr \times LDC$ ）范围的密封点。

5.5.6 检测质量控制和质量保证

1) LDAR 检测质量保证严格按照《东营市挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）实施技术导则》、《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230-2021）和《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）等标准实施全过程的质量控制；

2) 检测方法采用国家颁布的标准分析方法，检测人员经过考核上岗，所有检测仪器经计量部门校准合格并在有效期内；

3) 仪器投入使用前必须进行校准，使用后进行漂移校准；

4) 相关 LDAR 检测记录按照要求进行规定保存。

6 泄漏与维修

6.1 泄漏的认定

根据《东营市挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）实施技术导则》要求，出现下列情况之一，则认定发生了泄漏：

- （a）用常规检测方法测得的净检测值超过泄漏定义浓度值的现象；
- （b）用非常规检测或检查发现的泄漏现象。

表 6.1-1 设备与管线组件密封点的 VOCs 泄漏认定浓度

设备	泄漏认定浓度(μmol/mol)	
	第一时段	第二时段
有机气体或挥发性有机液体（轻液体）流经的设备管线	1000	500
其它物料流经的设备管线	500	200

自《东营市挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）实施技术导则》发布之日起至 2020 年 12 月 31 日止，现有项目执行第一时段泄漏定义浓度值；自 2021 年 1 月 1 日起，现有项目执行第二时段泄漏定义浓度值。自本要求发布之日起，新建项目执行第二时段泄漏定义浓度值。东营石大胜华新材料有限公司本次检测执行第二时段泄漏定义浓度值。

6.2 泄漏修复

1、泄漏修复要求

一般泄漏点的首次维修不得迟于自检测到泄漏之日起 5 日内。首次维修未修复的一般泄漏点，应在自检测到泄漏之日起 15 日内进行实质性维修以修复泄漏。严重泄漏点必须立即采取维修措施，48 小时内完成修复；较大泄漏点 5 日之内完成修复。修复后应立即进行复测，复测采用常规现场检测的方法，确认是否修复合格，并在自修复合格后两周内进行复检。除非符合延迟修复条件，修复不应迟于上述规定。企业应根据本技术要求制定内部维修管理方法和流程。

2、延迟修复要求

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;

(4) 若泄漏密封点处属于内泄漏的形式(如截止阀的内泄漏)。

本要求规定的检测周期, 定期检测延迟修复泄漏点。应在下次停工检修结束前完成延迟修复泄漏点修复。

3、复测要求

泄漏点首次维修或实质性维修后, 在 5 日内完成复测。停工检修期间维修的延迟修复泄漏点, 在装置开工稳定后 15 日内复测。

泄漏点维修后, 泄漏标识牌上记录已维修并保持在原位置, 直到复测表明该泄漏点修复后方可取下。延迟修复的泄漏标识牌一直保留至修复为止。

完成维修的泄漏点按照要求进行复测。复测泄漏点过程中, 检测仪器的采样探头移动速度不超过 3cm/s。

6.3 泄漏控制策略

检测设备与管阀件泄漏, 修复泄漏; 跟踪设备与管阀件, 防止泄漏; 设计防泄漏设备与管阀件, 测试其可靠性, 逐步更新为防泄漏设备与管阀件。

(1) 泵: 泵类的设备改进包括设置密闭尾气系统、采用填充阻隔介质的双向机械密封, 或者用无泄漏型泵替换现有泵。

A、双向机械密封

双向机械密封为两层密封, 在两层密封间填充循环的阻隔介质, 阻隔介质可维持比泵内介质或高或低的压力。如果阻隔介质的压力比泵内介质高, 泵内介质就不会向外环境泄漏。带有双向机械密封的泵类设备, 若阻隔介质的压力比泵内介质高, 在内外密封不同时失效的前提下, 其对泄漏的控制效率实际上为 100%。

如果阻隔介质的压力比泵内介质低, 内层密封的泄漏会导致泵内介质进入阻隔介质。为防止泵内介质进入大气, 应采用阻隔介质存贮系统。在阻隔介质存贮槽内, 泵内介质经脱气进入密闭尾气系统。

双向机械密封实际上可达到的泄漏控制效率取决于密封失效的频率。内外双层密封的同时失效会导致工艺介质相当大的泄漏。为对密封失效做出快速反应, 对阻隔介质进行压力检测可用于判别密封是否失效。

B、无泄漏型泵

当输送高危、高毒、非常昂贵的介质, 或不得产生任何泄漏的场合, 可使用无泄漏型泵。无泄漏型泵操作得当时, 工艺介质不会逸散到大气, 因此不发生泄漏, 控制效率

为 100%。但如果发生灾难性的失效，将会导致大量泄漏。

(2) 压缩机：压缩机可通过收集和控制从密封处的泄漏气体或提高密封性能来减少泄漏。用于压缩机的轴密封有多种不同型式，但都不能消除泄漏。在一些场合，压缩机可以通过在密封处加装贮槽抽出泄漏气体，再进入密闭尾气系统。对于某些压缩机密封型式，泄漏可通过阻隔介质加以控制，其方式与泵类似。

(3) 压力安全阀：压力安全阀（PRV's）的泄漏来自以下两种情况：安全阀释放后的错误复位，或是工艺操作压力太接近于 PRV 的设定值使 PRV 不能维持密闭。由于超压而从 PRV 中的释放泄漏不被视为设备泄漏。压力泄放设备有两种基本的泄漏控制措施：采用爆破片（RD）与 PRV 相联，或者采用密闭尾气系统。

A、爆破片+压力安全阀（RD/PRV）

爆破片也属于压力泄放设备，但它们可装于 PRV 的上游以防止通过 PRV 的无组织排放。爆破片+压力安全阀二者的结合需要依据专门的设计规范以避免潜在的安全风险，这些将不在本文介绍。如果爆破片失效须更换。RD/PRV 的结合的控制效率被认为是 100%，当然前提是一切操作与维护正常。

B、密闭尾气系统

密闭尾气系统系将设备泄漏气体输送到控制设备（如火炬）中。用于压力泄放设备的密闭尾气系统的泄漏控制效率要比用于其它设备的低。这是因为从压力泄放设备中的排出的泄漏气体流量不是在超压事故时很高，就是在设备泄漏时很低，设计一个能高效地处理忽高忽低流量的控制设备是困难。

(4) 阀门：如果工艺介质与阀杆隔离，就可以消除工艺阀门泄漏。隔膜阀和波纹管密封阀这二类阀门的泄漏控制率都是 100%。

连接件：若由于安全、维修、工艺改进或阶段性设备移除等原因不需连接件的情况下，可以通过将连接件焊接起来而消除泄漏。

(5) 开口管线：开口管线泄漏出的气体可以通过在开口端正确安装管帽、管堵或者二次阀进行控制。如果安装了二次阀，当用阀门对阀门间的介质进行捕集时，上游阀门应先行关闭。该措施的控制效率实际上为 100%。

(6) 取样管线：取样管的泄漏来自于为得到有代表性的工艺介质样品而对取样管进行扫线。减少取样管泄漏的措施有两种：一是采用闭路循环采样系统，二是收集扫线的工艺介质并送至控制设施或返回工艺系统中。节流阀等设施可用于产生取样管回路的压力降。闭路循环采样系统的控制效率可认为是 100%。

7 LDAR 检测基本情况

7.1 建档密封点信息统计

表 7.1-1 各装置密封点统计表（单位：个）

序号	生产单位	密封点总数	不可达点数量	可达点数量	备注
1	5 万吨/年碳酸甲乙酯装置	5205	404	4801	停工,不在本次检测之列
2	2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	4990	224	4766	/
3	2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	7244	672	6572	/
4	新材料罐区	6885	332	6553	/
合计		24324	1632	22692	/

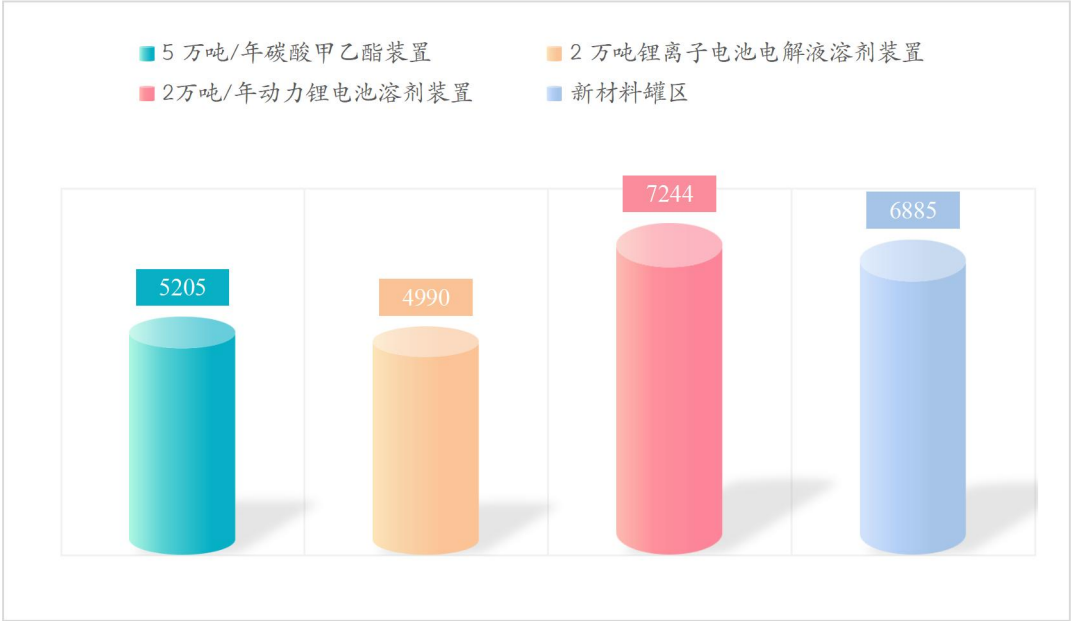


图 7.1-1 各装置密封点分布图

7.2 建档密封点类型信息统计

表 7.2-1 各装置可达密封点类型统计表（单位：个）

装置名称 \ 组件名称	法兰	阀门	连接件	开口管线	泵	搅拌器	泄压设备	取样连接系统	合计
5 万吨/年碳酸甲乙酯装置	3107	1272	413	9	0	0	0	0	4801
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	2866	1250	602	27	14	0	7	0	4766
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	3975	1724	830	28	14	1	0	0	6572
新材料罐区	3958	1677	878	37	3	0	0	0	6553

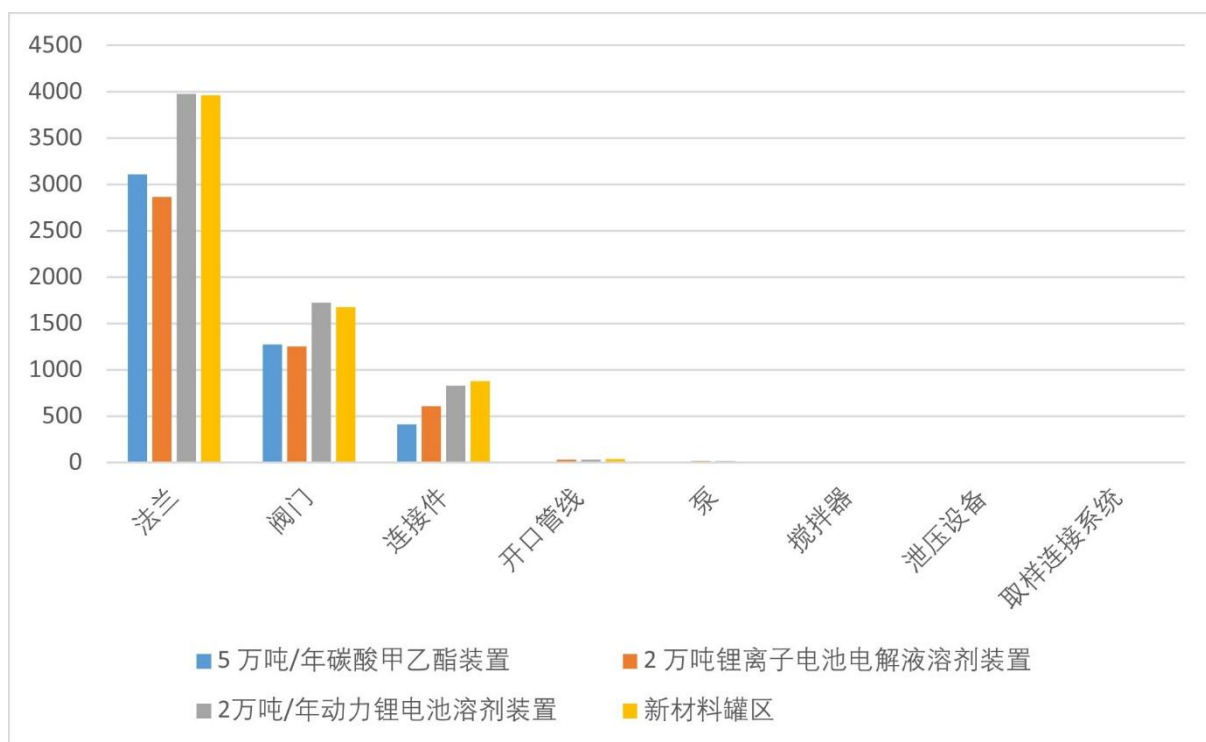


图 7.2-1 各装置可达密封点分布情况

7.3 本轮 LDAR 泄漏情况统计

7.3.1 泄漏修复要求

根据《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）要求：企业应该按照下列频次对设备与管线组件的密封点进行 VOCs 泄漏检测：

——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。

——法兰及其他连接件、其他密封设备至少每 12 个月检测一次。

根据《东营市挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）实施技术导则》对泄漏修复的要求：

1、泄漏修复要求

一般泄漏点的首次维修不得迟于自检测到泄漏之日起 5 日内。首次维修未修复的一般泄漏点，应在自检测到泄漏之日起 15 日内进行实质性维修以修复泄漏。严重泄漏点必须立即采取维修措施，48 小时内完成修复；较大泄漏点 5 日之内完成修复。修复后应立即进行复测，复测采用常规现场检测的方法，确认是否修复合格，并在自修复合格后两周内进行复检。除非符合延迟修复条件，修复不应迟于上述规定。企业应根据本技术要求制定内部维修管理方法和流程。

2、延迟修复要求

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；

(4) 若泄漏密封点处属于内泄漏的形式(如截止阀的内泄漏)。

本要求规定的检测周期，定期检测延迟修复泄漏点。应在下次停工检修结束前完成延迟修复泄漏点修复。

现场检测过程中，发现有密封点检测值超过泄漏控制值（气态 VOCs 物料及挥发性有机液体 $500\mu\text{mol/mol}$ ，其他 $200\mu\text{mol/mol}$ ），现场检测人员悬挂泄漏标识牌，并与装置联系人取得联系，安排设备维修。严重泄漏点 48 小时内完成首次修复；较大泄漏点 5 日之内完成首次修复，在首次尝试维修后泄漏仍未消除，需进行再次维修，最终维修期限为自发现泄漏之日起 15 天内。本次 LDAR 检测胜华新能源泄漏点均在 15 日之内进行修复。

7.3.2 检测情况统计

本次检测工作，共检测装置 3 个，检测总密封点数 4347 个，可达密封点 4095 个，本次检测发现漏点 55 个；不可达密封点 252 个，本次不可达点采用便携式红外成像仪进行检测，未发现漏点。本次检测各组件密封点统计信息见表 7.3-1。

表 7.3-1 本轮常规检测各组件密封点类型一览表（单位：个）

组件名称 装置名称	法兰	连接件	阀门	开口管线	泵	搅拌器	泄压设备	取样连接系统	合计
2 万吨锂离子电池 电解液溶剂装置	0	0	1250	27	14	0	7	0	1298
2 万吨/年动力锂电池 溶剂装置	0	0	1065	3	12	0	0	0	1080
新材料罐区	0	0	1677	37	3	0	0	0	1717
合计	0	0	3992	67	29	0	7	0	4095

表 7.3-2 本轮不可达点检测各组件密封点类型一览表（单位：个）

组件名称 装置名称	法兰	连接件	阀门	开口管 线	泵	搅拌器	泄压设备	取样连接系统	合计
2 万吨锂离子电池 电解液溶剂装置	0	0	43	1	0	0	0	0	44

2万吨/年动力锂电池溶剂装置	0	0	140	0	0	0	0	0	40
新材料罐区	0	0	67	1	0	0	0	0	68
合计	0	0	250	2	0	0	0	0	252

7.3.3 泄漏修复情况统计

各装置泄漏修复情况如下。

(1) 2万吨锂离子电池电解液溶剂装置

2万吨锂离子电池电解液溶剂装置检测可达点 1298 个，泄漏 16 个，维修成功 16 个，无延迟修复；不可达点 44 个，经红外扫描未发现漏点。

表 7.3-3 2万吨锂离子电池电解液溶剂装置泄漏修复情况一览表

装置名称	2万吨锂离子电池电解液溶剂装置				
密封点类型	可达点个数	不可达点个数	泄漏点个数	修复个数	延迟修复个数
阀门	1250	43	14	14	0
开口管线	27	1	0	0	0
泵	14	0	0	0	0
泄压设备	7	0	0	0	0
合计	1298	44	14	14	0



图 7.3-1 2万吨锂离子电池电解液溶剂装置不同组件泄漏情况

(2) 2万吨/年动力锂电池溶剂装置

2万吨/年动力锂电池溶剂装置检测可达点 1080 个，泄漏 16 个，维修成功 16 个，无延迟修复；不可达点 140 个，经红外扫描未发现漏点。

表 7.3-4 2万吨/年动力锂电池溶剂装置泄漏修复情况一览表

装置名称	2万吨/年动力锂电池溶剂装置				
密封点类型	可达点个数	不可达点个数	泄漏点个数	修复个数	延迟修复个数
阀门	1065	140	16	16	0

开口管线	3	0	0	0	0
泵	12	0	0	0	0
合计	1080	140	16	16	0

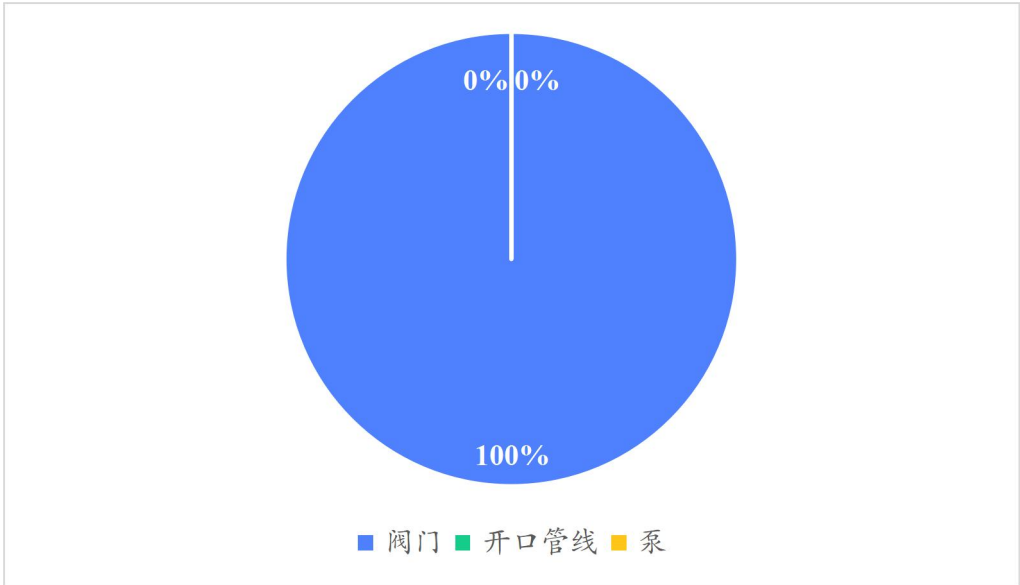


图 7.3-2 2 万吨/年动力锂电池溶剂装置不同组件泄漏情况

(2) 新材料罐区

新材料罐区检测可达点 1717 个，泄漏 25 个，维修成功 25 个，无延迟修复；不可达点 68 个，经红外扫描未发现漏点。

表 7.3-5 新材料罐区泄漏修复情况一览表

装置名称	新材料罐区				
密封点类型	可达点个数	不可达点个数	泄漏点个数	修复个数	延迟修复个数
阀门	1677	67	23	23	0
开口管线	37	1	2	2	0
泵	3	0	0	0	0
合计	1717	68	25	25	0

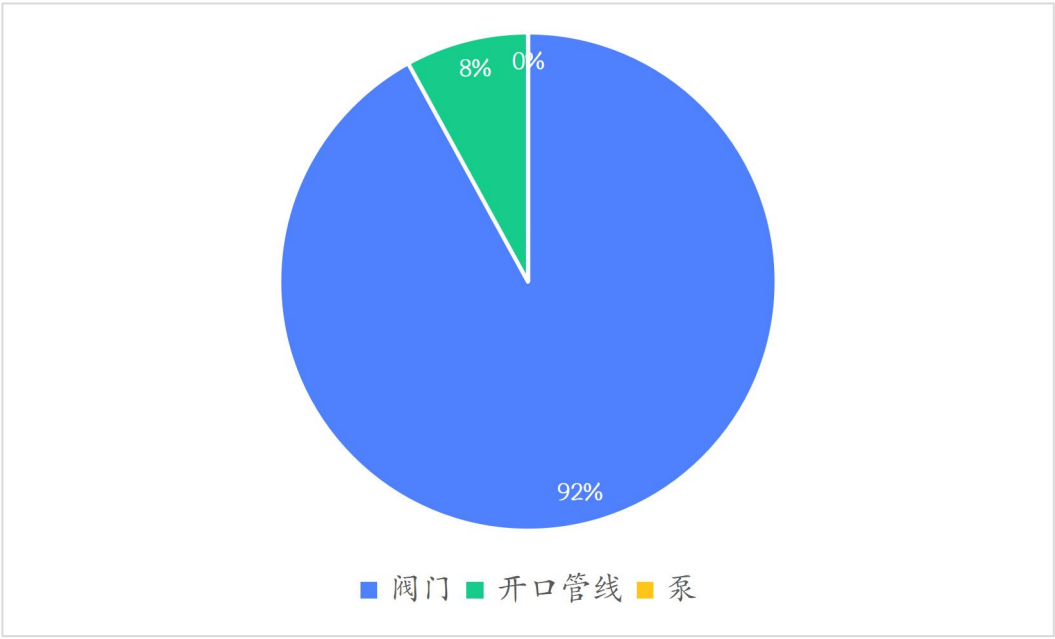


图 7.3-3 新材料罐区不同组件泄漏情况

(4) 各装置泄露修复汇总

表 7.3-6 各装置修复情况统计表

序号	装置名称	检测密封点总数 (个)	泄漏点数 (个)	泄漏率 (%)	修复数量 (个)	修复率 (%)
1	2 万吨锂离子电池 电解液溶剂装置	1342	14	1.04	14	100.0
2	2 万吨/年动力锂电 池溶剂装置	1220	16	1.31	16	100.0
3	新材料罐区	1785	25	1.40	25	100.00
合计		4347	55	1.27	55	100.00

7.4 装置泄漏点统计

2023 年第四季度共发现 55 处泄漏密封点，泄漏密封点具体分布及类型见表 7.4-1。

表 7.4-1 密封点泄漏统计

装置	标签号	组件类型	泄漏阈值	位置描述
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC001010012005	阀门	500	P620B 上方 0.5m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC001010013005	阀门	500	P620B 上方 0.5m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC001010014002	阀门	500	P620A 南 0.5m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC001010016008	阀门	500	P620A 上方 0.5m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC001010016012	阀门	500	P620A 上方 0.5m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC002010017002	阀门	500	P601A 北 2m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC002010019002	阀门	500	P601A 北 2m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC002010020004	阀门	500	P601A 北 2m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC002010036010	阀门	500	P601A 北 2m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC002010055005	阀门	500	P612B 北 2m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC002010109008	阀门	500	P624 下方 m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC002010149002	阀门	500	P617A 下方 m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC002020067014	阀门	500	V612 北 1m
2 万吨锂离子电池电解液溶剂装置	XXEMC002020070006	阀门	500	V612 北 1m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL001010013007	阀门	500	P722 上方 0.5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL001010017002	阀门	500	P712A 北 0.5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL001010046002	阀门	500	P706A 北 0.5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL001010050007	阀门	500	P706B 北 0.5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL001010053004	阀门	500	P707A 上方 0.5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL001010054002	阀门	500	P707B 北 0.5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL001010063008	阀门	500	P704A 上方 0.5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL001010065002	阀门	500	P704B 北 0.5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL001010066007	阀门	500	P704B 上方 0.5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL002010063003	阀门	500	P708A 南 5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL002010094001	阀门	500	P703A 南 5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL002010094006	阀门	500	P703A 南 5m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL002030047003	阀门	500	V706 上方 m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL002040042005	阀门	500	R702 下方 0m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL002050025005	阀门	500	E726 南 0m
2 万吨/年动力锂电池溶剂装置	XXXDL002050036002	阀门	500	R701A 北 0m
新材料罐区	XXXGQ001010015002	阀门	500	P215A 上方 3m
新材料罐区	XXXGQ001010023011	阀门	500	P213A 南 3m
新材料罐区	XXXGQ001010025002	阀门	500	P213A 南 3m
新材料罐区	XXXGQ001010031002	阀门	500	P215A 上方 0.5m
新材料罐区	XXXGQ001010087002	阀门	500	G107 上方 0.5m
新材料罐区	XXXGQ001010087005	阀门	500	G107 上方 0.5m
新材料罐区	XXXGQ001010088005	阀门	500	G107 上方 0.5m
新材料罐区	XXXGQ001010105004	开口管线	500	P702C 西 0.5m

装置	标签号	组件类型	泄漏阈值	位置描述
新材料罐区	XXXGQ001010125002	阀门	500	P208A 南 0.5m
新材料罐区	XXXGQ001010126005	阀门	500	P208A 东 0.5m
新材料罐区	XXXGQ002010010005	阀门	500	V60 西 5m
新材料罐区	XXXGQ002010012005	阀门	500	V60 西 5m
新材料罐区	XXXGQ002010018003	阀门	500	V060C 下方 m
新材料罐区	XXXGQ003010071002	阀门	500	V500C 北 1m
新材料罐区	XXXGQ004010011008	阀门	500	V301A 西 5m
新材料罐区	XXXGQ004010013014	阀门	500	V301A 西 5m
新材料罐区	XXXGQ005010014003	阀门	500	P207A 上方 1m
新材料罐区	XXXGQ006010108004	阀门	500	V100O 南 0m
新材料罐区	XXXGQ006010121011	阀门	500	V100P 西 2m
新材料罐区	XXXGQ007010002005	阀门	500	1 # 南 5m
新材料罐区	XXXGQ007010067005	阀门	500	1 # 西南 5m
新材料罐区	XXXGQ008010060006	阀门	500	P101B 上方 m
新材料罐区	XXXGQ008010078004	阀门	500	P103A 上方 m
新材料罐区	XXXGQ008010083006	阀门	500	P103A 上方 m
新材料罐区	XXXGQ008010092007	开口管线	500	P103B 南 3m

7.5 常见泄漏点维修方法

7.5.1 泵轴封泄漏维修

泵轴封常见泄漏与处理方式见表 7.5-1。

表 7.5-1 泵轴常见泄漏维修方法

故障现象	故障原因	处理方法
进料或静压时泄漏	密封端面损坏	修理或更换动静环
	密封圈损坏	更换损坏的密封圈
	动静环端面有异物	清理密封腔体，去除异物；检查密封面是否损伤，若损伤则更换
	动、静环“V”形圈方向装反	按正确方向重新装配
	动、静环密封面未完全贴合	重新安装
	弹簧力不均	更换弹簧
	密封端面与轴的垂直度不符合要求	调整
运转时经常性泄漏	端面比压过大引起的密封端面变形	减小压缩量
	摩擦热引起动、静环变形	保证封液充足，密封辅助系统畅通
	摩擦副磨损	修理或更换动、静环
	弹簧比压过小或封液压力不足	增加端面比压
	密封圈老化、溶胀	更换密封圈
	有方向性要求的弹簧其旋向不对	更换弹簧
	动、静环与轴或轴套间结垢或结晶，影响补偿密封面磨损	清理

故障现象	故障原因	处理方法
	安装密封圈处的轴或轴套配合面有划伤	清理或更换划伤设备
运转时周期性泄漏	转子组件轴向窜动量过大	调整,使轴向窜量符合要求,重新找正
	联轴节找正不好,造成周期性振动	检查清洗叶轮
	转子不平衡	叶轮及转子进行静、动平衡
运转时突发性泄漏	弹簧断裂	更换弹簧
	防转销脱落	重新装配
	封液不足,密封件损坏	检查封液系统,更换密封件
	因结晶导致密封面损坏	更换密封件,调整工艺
停用一段时间再开动时发生泄漏	端面比压过大,石墨环损坏	减小比压,更换石墨环
	弹簧锈蚀	更换弹簧
	弹簧卡死	清洗或更换弹簧
	介质在摩擦副附近凝固或结晶	检修

7.5.2 阀门泄漏维修

阀门阀杆与填料压盖或压板之间泄漏的修复,通常可以通过适当扭紧压盖或压板螺栓上的螺母消除泄漏。采用压盖直接压紧填料的阀门,需要注意两侧螺母应平衡扭紧。在上紧螺母的同时,应监测泄漏点,直到净检测值低于泄漏控制浓度。对于通过扭紧螺母无法消除泄漏的阀门,则需要退出阀门上下游物料,打开阀门填料压盖或压板(取出压套),检查并更换阀门填料或阀杆。

7.5.3 法兰、连接件泄漏维修

法兰泄漏维修,首先应对称逐步扭紧螺栓螺母,同时检测泄漏点,直到净检测值低于泄漏定义浓度。通过扭紧螺栓螺母,无法消除泄漏,则需要退出法兰上下游物料,更换垫片。连接件泄漏维修,首先应适当扭紧螺帽。通过扭紧螺母,无法消除泄漏,则需要退出连接件上下游物料,在确保螺纹无损的前提下,重新缠绕密封生料带或涂抹密封胶,将螺母上紧。在扭转螺母过程中,软管不应联动而使螺母受到反向扭矩。

7.5.4 开口阀或开口管线泄漏维修

开口阀或开口管线泄漏,首先应检查末端阀门是否关紧。在阀门关紧情况下,泄漏依然存在,则可以通过加装一道阀门或根据阀门、管线的末端实际状况安装盲板或丝堵。

7.5.5 泄压设备(安全阀) 泄漏维修

泄压设备(安全阀) 泄漏维修,应切换到备用泄压设备(安全阀),检查整定压力、实

际工况压力是否符合相关设计规范要求。拆下有问题的泄压设备，应由具有相关资质的机构检查、维修并重新设定整定压力。

8 排放量核算

8.1 核算方法

密封点排放速率核算方法主要包括实测法、相关方程法、筛选范围法和平均排放系数法。本次 VOCs 检测密封点泄漏速率计算主要采用相关方程法，不可达点中的法兰及连接件采用筛选范围法。

当密封点的净检测值小于 1 时，用默认零值排放速率作为该密封点排放速率；当净检测值大于 50000 $\mu\text{mol/mol}$ ，用限定排放速率作为该密封点排放速率。净检测值在两者之间，采用相关方程计算该密封点的排放速率。

表 8.1-1 石油炼制和石油化工设备组件的设备泄漏率^a

设备类型（所有物质类型）	默认零值排放速率 （kg/h/排放源）	限定排放速率 （kg/h/排放源）	相关方程 ^b （kg/h/排放源）
		>50000 μmol/mol	
石油化工的泄漏率			
轻液体泵	7.5E-06	0.62	1.90E-05×SV ^{0.824}
重液体泵	7.5E-06	0.62	1.90E-05×SV ^{0.824}
压缩机	7.5E-06	0.62	1.90E-05×SV ^{0.824}
搅拌器	7.5E-06	0.62	1.90E-05×SV ^{0.824}
泄压设备	7.5E-06	0.62	1.90E-05×SV ^{0.824}
气体阀门	6.6E-07	0.11	1.87E-06×SV ^{0.873}
液体阀门	4.9E-07	0.15	6.41E-06×SV ^{0.797}
法兰或连接件	6.1E-07	0.22	3.05E-06×SV ^{0.885}
开口阀或开口管线	2.0E-06	0.079	2.20E-06×SV ^{0.704}
其它	4.0E-06	0.11	1.36E-05×SV ^{0.589}

注：表中涉及的 kg/h/排放源 = 每个排放源每小时的 TOC 排放量（千克）。

a：美国环保署，1995b 报告的数据。

b：SV 是检测设备测得的测量值（SV， $\mu\text{mol/mol}$ ）。

不可达密封点采用筛选范围法进行 VOCs 排放量核算。采用筛选范围法核算某套装置不可达法兰或连接件排放速率时，需要检测至少 50%该装置的法兰或连接件，并且至少包含 1 个净检测值大于等于 10000 $\mu\text{mol/mol}$ 的点，以检测值 10000 $\mu\text{mol/mol}$ 为界，分析比例，并认为未检测组件有相同比例，用筛选范围法计算。

表 8.1-2 筛选范围排放系数^a

设备类型	介质	石油炼制系数 ^b		石油化工系数 ^c	
		≥10000μmol/mol 排放系数 kg/(h·排放源)	<10000 μmol/mol 排放系数 kg/(h·排放源)	≥10000 μmol/mol 排放系数 kg/(h·排放源)	<10000 μmol/mol 排放系数 kg/(h·排放源)
法兰或连接件	所有	0.0375	0.00006	0.113	0.000081

注：a：EPA，1995b 报告的数据。

b：这些系数是针对非甲烷有机化合物排放。

c：这些系数是针对总有机化合物排放。

对不适用筛选范围法的密封点，采用平均排放系数法进行核算。

表 8.1-3 石油炼制和石油化工平均组件排放系数^a

设备类型	介质	石油化工系数 (kg/h/排放源) ^c
阀门	气体	0.00597
	轻液体	0.00403
	重液体	0.00023
泵	轻液体	0.0199
	重液体	0.00862
压缩机	气体	0.228
搅拌器	轻液体	0.0199
泄压设备	气体	0.104
法兰、连接件	所有	0.00183
开口阀或开口管线	所有	0.0017
取样连接系统	所有	0.0150
其他	所有	0.00597

a：摘自 EPA.1995b。

b：石油炼制排放系数用于非甲烷有机化合物排放速率

c：石油化工排放系数用于 TOC（包括甲烷）排放速率。

根据《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230-2021），影响因子大于 3 的物料需考虑影响因子的影响响应因子获取方法如下：

a) 物料为单一组分，则可查阅检测仪器说明书或通过 HJ 733 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 500μmol/mol、10000μmol/mol）。采用最大响应因子。

b) 物料为多组分，采用方法 a) 获得各组分的响应因子，按公式 8-1 计算该物料的反应因子。

$$RF_m = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{RF_i} \right)} \quad (\text{公式 8-1})$$

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。

8.2 核算结果

按本次 LDAR 工作检测结果计算，第四季度初测排放量为 1.807t，修复后第四季度排放量为 1.691t，减排量为 0.116t。

8.3 项目合规性分析

本项目与《石化企业泄漏检测与修复工作指南》、《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ1230-2021）的符合性分析见表 8.3-1。

表 8.3-1 项目合规性分析表

检查项目	检查内容	检查结果	达标判定依据
密封点检测台账建立	受控密封点信息完整	达标●	建立完整受控密封点信息
		不达标○	
现场检测	检测前校准	达标●	每天检测前，校准仪器，记录完整。
		不达标○	
	漂移记录	达标●	每天检测结束后，进行漂移检查，记录完整。
		不达标○	
	检测频次	达标●	检测频次符合 GB37822-2019
		不达标○	
	泄漏标识	达标●	检测或检查过程中发现泄漏点，应及时悬挂泄漏牌。泄漏牌至少记录密封点编码，净检测值，检测或检查时间，检测人员。
		不达标○	
现场检测	检测记录	达标● 不达标○	检测数据包括但不限于：密封点编码、净检测值、检测时间、检测人员、仪器型号/编号）
泄漏维修	首次维修	达标●	首次维修不得迟于自发现泄漏之日起 5 日内。并有维修单记录
		不达标○	
	延迟修复	达标●	符合《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ1230-2021）规定的“延迟修复”条件，并建档（电子或纸质）
		不达标○	
	复测	达标●	泄漏密封点首次维修或实质性维修后，应在 5 日内完成验证检测（复测）。停工检修期间修复的延迟修复泄漏点，应在装置开工稳定后 15 日内复测。

8.4 LDAR 项目成果

石大胜华新材料 2023 年第四季度 LDAR 项目对设备动静密封点进行了检测，对发现的泄漏密封点全部进行了修复与复测，修复率 100.00%。

（1）石大胜华新材料通过每年定期持续对设备动静密封点进行检测和修复，对挥发性有机物（VOCs）无组织排放取得良好的控制效果，减少对环境的污染，削减 VOCs 无组织排放，满足相关法律法规的要求。

（2）通过对泄漏点的修复完成，主动管理企业的设备，加强设备的维护、保养，提高工艺可靠性；提前发现设备泄漏，降低现场工人暴露在有害化学品中的危险；降低物料损耗；整体上降低风险并彰显企业社会责任，提升企业品牌形象。

（3）在 VOCs 管控力度不减、双碳行动持续推进的背景下，如何拓展绿色可持续发展思路，成为“十四五”期间甚至更远的将来公司践行生态环境保护政治责任重大课题。为在统筹环境污染治理、实现 VOCs 有效管控的基础上，延伸深度、拓宽广度，实现高质量污染防治与环境保护。

-----以下为附件-----

9 附件

附件 1 资质证书



附件 2 检验检测标准能力表

二、批准中国石油天然气集团公司环境工程研究开发中心检验检测的能力范围

证书编号：220012242668

地址：山东省青岛市黄岛区萧山路7号惠城广场9层

第22页共 77页

序号	类别(产品/项目/参数)	产品/项目/参数		依据的标准(方法)名称及编号(含年号)	限制范围	说明	生效时间
		序号	名称				
		3.95	三溴甲烷	《环境空气 挥发性卤代烃的测定 活性炭吸附-二硫化碳解析/气相色谱法》 HJ 645-2013			2023-05-22
		3.96	1-溴-2-氯乙烷	《环境空气 挥发性卤代烃的测定 活性炭吸附-二硫化碳解析/气相色谱法》 HJ 645-2013			2023-05-22
		3.97	1,2,3-三氯丙烷	《环境空气 挥发性卤代烃的测定 活性炭吸附-二硫化碳解析/气相色谱法》 HJ 645-2013			2023-05-22
		3.98	六氯乙烷	《环境空气 挥发性卤代烃的测定 活性炭吸附-二硫化碳解析/气相色谱法》 HJ 645-2013			2023-05-22
		3.99	挥发性有机物	《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》 HJ 1230-2021			2023-05-22
		3.100	臭气浓度	《环境空气和废气 臭气的测定 三点比较式臭袋法》 HJ 1262—2022		迁址+标准变更	2023-05-22

附件 3 仪器检定证书



中国认可
国际互认
校准
CALIBRATION
CNAS L9002



23SA049470031



安正计量检测有限公司
ANZHENG METROLOGY AND TEST CO., LTD.

校 准 证 书
Calibration Certificate

证书编号: Y20235023102
Certificate No.

委 托 单 位	中国石油天然气集团公司环境工程研究开发中心
Client	
委 托 地 址	山东省青岛市黄岛区萧山路7号惠城广场
Address	
器 具 名 称	挥发性有机气体分析仪
Description	
制 造 厂 家	杭州谱育
Manufactory	
型 号 / 规 格	EXPEC 3100
Type or size	
器 具 编 号	611P219002A
Number of sample	
校 准 结 果	依校准结果使用
Calibration Conclusion	



批 准 人:	李明祥
Authorized by	
核 验 员:	李丹
Checked by	
校 准 员:	李宇
Calibrated by	

接收日期	2023	年	04	月	16	日
Date of Receipt	Year	Month	Day			
校准日期	2023	年	04	月	16	日
Date of Calibration	Year	Month	Day			
发布日期	2023	年	04	月	17	日
Date of Publication	Year	Month	Day			

地 址: 福建省福州市仓山区仓山科技园1区02号1#楼101室
ADD: Room 101, Building 1#, No 02, District 1, cangshan Science and Technology Park, cangshan district, Fuzhou city, Fujian province
邮 编(Post Code): 350026 传 真(Fax): 0591-83591276
服 务 电 话(Tel): 0591-88030652 网址(Web): www.fjazjl.com



校准说明

DIRECTIONS OF CALIBRATION

1、本实验室出具的数据均可溯源至国家计量基（标）准和国际单位制（SI）。

All data issued by this laboratory are traceable to national primary standards and International System of Units (SI) .

2、证书未经本机构书面授权，不得部分复制此证书。

The certificates can not be partly copied without approval of the institute.

3、本次校准结果只对此被测样品有效。

The results are only responsible for the calibrated items.

4、本次校准所使用的主要测量仪器

Main measurement standards used in this calibration

名称&编号 Name and No.	型号 / 规格 Type or size	不确定度/准确度等级/最大允许误差 Uncertainty, Accuracy or Maximum permissible error	溯源单位&证书编号 Calibration Agency and Certificate No.	有效期至 Valid until
空气中甲烷气体标准物质	$2.00 \times 10^{-2} \text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=1\%, k=2$	四川中测标物科技有限公司 /420201013522	2023-07-13
空气中甲烷气体标准物质	$0.500 \times 10^{-2} \text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=1\%, k=3$	中国测技术研究院试 /820220530031	2023-08-08
空气中甲烷气体标准物质	$1.00 \times 10^{-2} \text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=1\%, k=2$	四川中测标物科技有限公司 /820220803005	2023-09-20
电子秒表	/	$U=0.07\text{s}, k=2$	安正计量检测有限公司 /C20220250007	2023-05-24

5、校准地点及环境条件

Location and environmental condition for the calibration

地点: Location	客户现场		
温度: Temperature	20.2 °C	相对湿度: Relative Humidity	56 %
		其它: Others	/

6、本次校准所依据的技术文件(代号、名称)

Reference documents for the calibration (code、name)

参照JJG 693-2011《可燃气体报警器检定规程》

7、敬告:

Suggestions

1)本测量设备修理后，请立即进行校准。

Recalibrate the instrument immediately after it has been repaired.

2)在使用过程中，如对被校准测量设备的计量特性产生怀疑，请重新校准。

Recalibrate the instrument when any suspicion about its performance arises.

8、备注(Comments): /



校准结果

Result of Calibration

1、外观、标识以及通电等一般性检查: 符合要求

In view of External and Generality check:

2、示值误差校准: 标准气体 甲烷

Calibration of Indication:

标气浓度	测量平均值	示值误差	允差	结论	不确定度
Reference	Average	Error	MPE	Conclusion	Uncertainty
($\mu\text{mol/mol}$)	($\mu\text{mol/mol}$)	(%)	(%)	(P/F)	$U_{\text{rel}}(k=2)$
5000	5007	+0.1	± 5	P	3%
10000	9985	-0.2	± 5	P	3%
20000	19963	-0.2	± 5	P	3%

3、响应时间校准:

Calibration of the response time:

响应时间平均值 (s)	不确定度	结论 (P/F)
Average Time	Uncertainty	Conclusion
(s)	$U, k=2$	(P/F)
1.8	0.3s	P

4、重复性校准:

Repeatability:

标气浓度	重复性	技术要求	结论
Reference	Repeatability	Specification	Conclusion
($\mu\text{mol/mol}$)	---	----	(P/F)
5000	0.3%	$\leq 2\%$	P

备注:

Notes:

1、为确保校准结果的可信度, 通常情况下建议再校周期为12个月。

To ensure the credibility of the calibration results, it is generally recommended to have a recalibration period of 12 months.

2.单位换算: $1\mu\text{mol/mol}=10^{-6}\text{mol/mol}$

(以下空白)

(The below is blank)



中国认可
国际互认
校准
CALIBRATION
CNAS L9002



23SA049470036



安正计量检测有限公司
ANZHENG METROLOGY AND TEST CO., LTD.

校准证书

Calibration Certificate

证书编号: Y20235023107
Certificate No.

委托单位	中国石油天然气集团公司环境工程研究开发中心
Client	
委托地址	山东省青岛市黄岛区萧山路7号惠城广场
Address	
器具名称	挥发性有机气体分析仪
Description	
制造厂家	杭州谱育
Manufactory	
型号/规格	EXPEC 3100
Type or size	
器具编号	611P2190021
Number of sample	
校准结果	依校准结果使用
Calibration Conclusion	



批准人:	李明祥
Authorized by	
核验员:	李丹
Checked by	
校准员:	李宇
Calibrated by	

接收日期	2023	年	04	月	16	日
Date of Receipt		Year		Month		Day
校准日期	2023	年	04	月	16	日
Date of Calibration		Year		Month		Day
发布日期	2023	年	04	月	17	日
Date of Publication		Year		Month		Day

地址: 福建省福州市仓山区仓山科技园1区02号1#楼101室
ADD: Room 101, Building 1#, No 02, District 1, cangshan Science and Technology Park, cangshan district, Fuzhou city, Fujian province
邮编(Post Code): 350026
服务电话(Tel): 0591-88030652
传真(Fax): 0591-83591276
网址(Web): www.fjazjl.com



校准说明

DIRECTIONS OF CALIBRATION

1、本实验室出具的数据均可溯源至国家计量基（标）准和国际单位制（SI）。

All data issued by this laboratory are traceable to national primary standards and International System of Units (SI) .

2、证书未经本机构书面授权，不得部分复制此证书。

The certificates can not be partly copied without approval of the institute.

3、本次校准结果只对此被测样品有效。

The results are only responsible for the calibrated items.

4、本次校准所使用的主要测量仪器

Main measurement standards used in this calibration

名称&编号 Name and No.	型号 / 规格 Type or size	不确定度/准确度等级/最大允许误差 Uncertainty, Accuracy or Maximum permissible error	溯源单位&证书编号 Calibration Agency and Certificate No.	有效期至 Valid until
空气中甲烷气体标准物质	$2.00 \times 10^{-2} \text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=1\%, k=2$	四川中测标物科技有限公司 /420201013522	2023-07-13
空气中甲烷气体标准物质	$0.500 \times 10^{-2} \text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=1\%, k=3$	中国测技术研究院试 /820220530031	2023-08-08
空气中甲烷气体标准物质	$1.00 \times 10^{-2} \text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=1\%, k=2$	四川中测标物科技有限公司 /820220803005	2023-09-20
电子秒表	/	$U=0.07\text{s}, k=2$	安正计量检测有限公司 /C20220250007	2023-05-24

5、校准地点及环境条件

Location and environmental condition for the calibration

地点: Location	客户现场		
温度: Temperature	20.2 °C	相对湿度: Relative Humidity	56 %
		其它: Others	/

6、本次校准所依据的技术文件(代号、名称)

Reference documents for the calibration (code、name)

参照JJG 693-2011《可燃气体报警器检定规程》

7、敬告:

Suggestions

1)本测量设备修理后，请立即进行校准。

Recalibrate the instrument immediately after it has been repaired.

2)在使用过程中，如对被校准测量设备的计量特性产生怀疑，请重新校准。

Recalibrate the instrument when any suspicion about its performance arises.

8、备注(Comments): /



校准结果

Result of Calibration

1、外观、标识以及通电等一般性检查: 符合要求

In view of External and Generality check:

2、示值误差校准: 标准气体 甲烷

Calibration of Indication:

标气浓度	测量平均值	示值误差	允差	结论	不确定度
Reference	Average	Error	MPE	Conclusion	Uncertainty
($\mu\text{mol/mol}$)	($\mu\text{mol/mol}$)	(%)	(%)	(P/F)	$U_{\text{rel}}(k=2)$
5000	5014	+0.3	± 5	P	3%
10000	9979	-0.2	± 5	P	3%
20000	19953	-0.2	± 5	P	3%

3、响应时间校准:

Calibration of the response time:

响应时间平均值 (s)	不确定度	结论 (P/F)
Average Time	Uncertainty	Conclusion
(s)	$U, k=2$	(P/F)
1.8	0.3s	P

4、重复性校准:

Repeatability:

标气浓度	重复性	技术要求	结论
Reference	Repeatability	Specification	Conclusion
($\mu\text{mol/mol}$)	---	----	(P/F)
5000	1.2%	$\leq 2\%$	P

备注:

Notes:

1、为确保校准结果的可信度, 通常情况下建议再校周期为12个月。

To ensure the credibility of the calibration results, it is generally recommended to have a recalibration period of 12 months.

2.单位换算: $1\mu\text{mol/mol}=10^{-6}\text{mol/mol}$

(以下空白)
(The below is blank)

附件 4 标准气体证书

国家标准物质 (NCRM)		
标准物质编号: GBW (E) 062615		
Code		

标准物质证书

Reference Material Certificate

氮中氧气 气体标准物质

批次编号: 2205704134
Batch Number
定值日期: 2023年8月1日
Certification Date
有效期: 12个月
Period of Validity

研制 (生产) 单位: (盖章) 山东特检标物技术有限公司
Reference Material Producer
单位地址: 山东省泰安市岱岳区卧虎山北街21号光阳工业园
Address
联系电话: 400-801-9177
Telephone
电子邮箱: sdzqtq@163.com
Email
版本号: 2.0
Version

概述

本气体标准物质是进行气体分析量值传递的计量器具，用于校准气体分析仪器，评价和检验分析方法，仲裁分析结果，保证测量结果的溯源性和可靠性的国家级标准物质。

一、标准物质制备

本气体标准物质以纯度经过准确定值的纯气作为原料，采用称量法制备。

二、定值方法与溯源性

本气体标准物质以称量法配制值作为标准物质的标准值，采用分析仪进行量值核验。各组分的物质质量分数为该组分的摩尔数与所有组分摩尔数总和之比。制备定值过程中所使用的全部分量器具均经过鉴定或校准，保证溯源至国家计量基标准。

三、特性量值及不确定度

样品编号	组分名称	标准值 (mol/mol)	相对扩展不确定度 (%) ($k=2$)
2205704134	O ₂	21.0×10^{-2}	2
	N ₂	余量	

标准值的不确定度由原料气纯度检测、称量过程、稳定性考察等引入的不确定度分量合成。

四、均匀性和稳定性考察

本标准物质在研制过程中对其均匀性和稳定性进行评价，考察结果良好。本标准物质自定值日期起，有效期12个月。

五、包装、贮存和使用

本气体标准物质包装于8升气瓶中，充填压力为 (9.5 ± 0.5) MPa。使用压力下限为1.0MPa，使用中应选用适当的压力调节器。使用温度不低于20摄氏度。严格防止系统的泄漏和沾污。气瓶应远离热源，避免阳光直射，防止撞击。

声明:

1. 本标准物质仅供实验室研究与分析测试工作使用，因用户使用不当或储存不当所引起的投诉，不予承担责任。
2. 收到后请立即核对品种、数量和包装，相关赔偿只限于标准物质本身，不涉及其他任何损失。
3. 仅对加盖“山东特检标物技术有限公司标准物质专用章”的完整证书负责，请妥善保管此证书。
4. 如需获得更多与应用有关的信息，请与技术咨询部门联系。

国家标准物质 (NCRM)

标准物质编号: GBW(E) 062617

Code



标准物质证书

Reference Material Certificate

空气中甲烷
气体标准物质

批次编号: 2200302138

Batch Number

定值日期: 2023年8月1日

Certification Date

有效期: 12个月

Period of Validity

研制(生产)单位: (盖章) 山东特检标物技术有限公司

Reference Material Producer

单位地址: 山东省泰安市岱岳区卧虎山北街21号光阳工业园

Address

联系电话: 400-801-9177

Telephone

电子邮箱: sdzqtq@163.com

Email

版本号: 2.0

Version

概述

本气体标准物质是进行气体分析量值传递的计量器具，用于校准气体分析仪器，评价和检验分析方法，仲裁分析结果，保证测量结果的溯源性和可靠性的国家级标准物质。

一、标准物质制备

本气体标准物质以纯度经过准确定值的纯气作为原料，采用称量法制备。

二、定值方法与溯源性

本气体标准物质以称量法配制值作为标准物质的标准值，采用分析仪进行量值核验。各组分的物质质量分数为该组分的摩尔数与所有组分摩尔数总和之比。制备定值过程中所使用的全部分量器具均经过鉴定或校准，保证溯源至国家计量基标准。

三、特性量值及不确定度

样品编号	组分名称	标准值 (mol/mol)	相对扩展不确定度 (%) ($k=2$)
2200302138	CH ₄	500×10^{-6}	2
	O ₂	20.8×10^{-2}	
	N ₂	余量	

标准值的不确定度由原料气纯度检测、称量过程、稳定性考察等引入的不确定度分量合成。

四、均匀性和稳定性考察

本标准物质在研制过程中对其均匀性和稳定性进行评价，考察结果良好。本标准物质自定值日期起，有效期12个月。

五、包装、贮存和使用

本气体标准物质包装于8升气瓶中，充填压力为 (9.5 ± 0.5) MPa。使用压力下限为1.0MPa，使用中应选用适当的压力调节器。使用温度不低于20摄氏度。严格防止系统的泄漏和沾污。气瓶应远离热源，避免阳光直射，防止撞击。

声明：

1. 本标准物质仅供实验室研究与分析测试工作使用，因用户使用不当或储存不当所引起的投诉，不予承担责任。
2. 收到后请立即核对品种、数量和包装，相关赔偿只限于标准物质本身，不涉及其他任何损失。
3. 仅对加盖“山东特检标物技术有限公司标准物质专用章”的完整证书负责，请妥善保管此证书。
4. 如需获得更多与应用有关的信息，请与技术咨询部门联系。

国家质量监督检验检疫总局批准

GBW(E)060327

标准物质认定证书

样品编号: L202703087

定值日期: 2023 年 2 月 3 日

有效期限: 2024 年 2 月 2 日

研制单位: 安丘恒安气体厂

销售单位: 青岛顺嘉安工贸有限公司

地 址: 山东·安丘

经销电话: 13793212986

一、概述

本标准物质用于校准气体分析仪器, 评价和检验方法, 也可作为仲裁的依据。

二、原材料来源和制备工艺

该标准物质采用重量法制备, 在充入一定质量的已知纯度的气体组份之后, 分别称量气瓶, 充入的气体组份的质量由两次称量的质量之差确定。混合气体中组份含量由下式计算:

$$X_i = m_i/n$$

三、认定值和不确定度

组 分 名 称	标准值(mol/mol)	组 分 名 称	标准值(mol/mol)
甲烷	10008.5ppm	空气	平衡

四、标准物质均匀性、稳定性考察

本标准物质参照 GB/T 5274-2008 气体分析-校准用混合气体的制备-称量法, 对该标准物质均匀性进行了检验, 稳定性进行了考察, 结果表明均匀性和稳定性良好。

五、特性量值测量方法与溯源性描述

通过采用计量学特性要求的制备方法, 测量方法和计量器具, 保证了标准物质量值的溯源性, 其总相对不确定度是由称量法定值的不确定度与均匀性、稳定性的不确定度合成的, 计算包含扩展系数 $k=2$, 扩展相对不确定度结果等于 2%。

六、正确使用说明

标准物质的贮装、运输及使用注意事项: 该气体标准物质包装于 4L 或 8L 铝合金气瓶中, 使用温度 20℃, 充装压力为 9.5MPa, 使用压力下限为 0.2MPa, 使用中应选用适当的压力调节器, 严格防止系统的泄露和沾污。气瓶应远离热源, 避免阳光直射, 防止撞击。

附件 5 校准、环境背景及漂移记录示例

编号: LDAR-HJ1230-2021

实施日期: 2023-11-03

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P219002A	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6 时 55 分		18 时 53 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
/ s	/ s	/ s	/ s		
仪器校准					
校准开始时间	/ 时 / 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	/		
500	GBW(E)062617	2200302138	/		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	/		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	/	/	/	/	/
500	/	/	/	/	/
10008	/	/	/	/	/

检测者: 刘冠林 复核者: 宋维勇 审核者: 魏可欣 检测日期: 2023.11.8

第 1 页 共 10 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	25吨/罐解电电 解液 溶剂		装置编码	XXEMCO		
风向	风速(m/s)	环境温度(°C)	环境湿度(%RH)			
东北	14	17.2	35.2			
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3
检测时间	13点49分37秒	13点50分24秒	13点51分13秒	13点52分4秒	13点53分34秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{Si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		520.7		4.1		
10008		9672.8		-3.3		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{Si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者:

刘冠杰

复核者:

宋维男

审核者:

魏子玲

检测日期:

2023.11.8

第 2 页 共 10 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P219002A	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6 时 58 分		18 时 59 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.6 s	1.6 s	1.7 s	1.6 s		
仪器校准					
校准开始时间	7 时 47 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	2.6		
500	GBW(E)062617	2200302138	2164		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	9816		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.2	0.2	0.3	/	/
500	493.4	509.9	495.6	2.0	2.0
10008	9829.0	10047.1	9824.1	-1.8	

检测者: 刘冠杰 复核者: 宋维勇 审核者: 魏玲 检测日期: 2023.11.9

第 1 页 共 5 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	25吨锂电池 电解液调配		装置编码	XXEMCO		
风向	风速(m/s)	环境温度(℃)		环境湿度(%RH)		
东	6.5	11.8		83.2		
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2
检测时间	8点22分13秒	8点33分01秒	8点34分27秒	8点35分33秒	8点36分41秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{Si} (μmol/mol)	测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)			
500						
10008						
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{Si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者: 刘建东 复核者: 宋维勇 审核者: 魏可玲 检测日期: 2023.11.9

第 2 页 共 5 页

编号: LDAR-HJ1230-2021

实施日期: 2023-11-03

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P2190021	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6 时 53 分		18 时 51 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
\ s	\ s	\ s	\ s		
仪器校准					
校准开始时间	\ 时 \ 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	\		
500	GBW(E)062617	2200302138	\		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	\		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 ΔA_i (%)	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	\	\	\	/	/
500	\	\	\	\	\
10008	\	\	\	\	

检测者: 梁维勇

复核者: 刘冠东

审核者: 魏可玲

检测日期: 2023.11.08

第 1 页 共 11 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	25吨锂离子电池拆解装置			装置编码	XXEMC0	
风向	风速(m/s)		环境温度(℃)		环境湿度(%RH)	
东北	1.4		17.2		35.2	
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
检测时间	11点17分04秒	11点17分54秒	11点18分40秒	11点19分53秒	11点20分36秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{Si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		472.3		-5.5		
10008		10306.9		3.0		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{Si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者: 宋维勇

复核者: 刘冠杰

审核者: 魏可珍

检测日期: 2023.11.08

第2页共11页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P2190021	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6 时 56 分		18 时 52 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.5 s	1.5 s	1.6 s	1.5 s		
仪器校准					
校准开始时间	7 时 39 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	4.6		
500	GBW(E)062617	2200302138	1989		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	9801		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.1	0.2	0.1	/	/
500	501.7	490.9	494.5	-1.8	2.9
10008	9851.0	10297.5	10158.3	2.9	

检测者: 梁维勇

复核者: 刘冠

审核者: 魏子玲

检测日期: 2023.11.09

第 1 页 共 6 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	25吨锂离子电池正极材料挥发			装置编码	XXEMC0	
风向	风速(m/s)	环境温度 (°C)		环境湿度 (%RH)		
东	6.5	11.8		83.2		
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
检测时间	8点21分24秒	8点32分24秒	8点33分41秒	8点34分17秒	8点35分17秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{Si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		—		—		
10008		—		—		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{Si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者: 宋维勇

复核者: 刘冠东

审核者: 魏子玲

检测日期: 2023.11.09

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P2190021	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6 时 50 分		18 时 55 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.6 s	1.7 s	1.8 s	1.7 s		
仪器校准					
校准开始时间	7 时 28 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	3.3		
500	GBW(E)062617	2200302138	1967		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	10170		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.2	0.3	0.1	1	1
500	500.6	506.5	506.8	1.4	2.4
10008	10246.1	10242.3	9934.5	2.4	

检测者: 宋维勇

复核者: 刘冠书

审核者: 魏了

检测日期: 2023.11.07

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	2号动力解池培训装置			装置编码	XXXDL0	
风向	风速(m/s)		环境温度(°C)		环境湿度(%RH)	
西北	2.0		13.3		35.8	
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5
检测时间	14点17分24秒	14点18分26秒	14点19分37秒	14点20分49秒	14点24分32秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{Si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		498.5		-0.3		
10008		10436.1		4.3		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{Si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者: 宋维勇

复核者: 刘冠青

审核者: 魏子玲

检测日期: 2023.11.07

第2页 共10页

编号: LDAR-HJ1230-2021

实施日期: 2023-11-03

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P2190021	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6 时 53 分		18 时 51 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.5 s	1.7 s	1.6 s	1.6 s		
仪器校准					
校准开始时间	7 时 33 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	4.4		
500	GBW(E)062617	2200302138	1961		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	9966		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.2	0.2	0.3	1	1
500	504.0	502.9	499.6	0.8	1.6
10008	10165.7	9986.8	10140.2	1.6	

检测者: 宋维勇

复核者: 刘冠生

审核者: 魏子玲

检测日期: 2023/11/08

第 1 页 共 7 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	丙酮储罐呼吸气排放装置		装置编码	XXXDLD		
风向	风速(m/s)	环境温度 (°C)		环境湿度 (%RH)		
西	1.8	11.6		56.3		
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6
检测时间	8点59分41秒	8点59分58秒	9点01分49秒	9点03分21秒	9点03分57秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		—		—		
10008		—		—		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者: 宋维勇

复核者: 刘冠群

审核者: 魏子玲

检测日期: 2023.11.08

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P21902A	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6 时 52 分		18 时 58 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.5 s	1.5 s	1.6 s	1.5 s		
仪器校准					
校准开始时间	7 时 31 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	2.2		
500	GBW(E)062617	2200302138	2170		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	10011		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.3	0.1	0.3	/	/
500	497.0	493.9	492.2	-1.6	2.2
10008	10162.2	9857.7	10224.8	2.2	

检测者: 刘冠杰 复核者: 宋维勇 审核者: 魏了玲 检测日期: 2023.11.7

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	25吨/年动力锂电池 涂布		装置编码	XXXD20		
风向	风速(m/s)	环境温度(°C)	环境湿度(%RH)			
西北	2.0	13.3	35.8			
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	2.4	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4
检测时间	14点17分46秒	14点18分33秒	14点19分21秒	14点20分11秒	14点21分32秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		522.2		4.4		
10008		9762.3		-2.5		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者: 刘冠华

复核者: 宋维强

审核者:

检测日期: 2023.11.7

第 2 页 共 7 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P219002A	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6 时 55 分		18 时 53 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.6 s	1.7 s	1.8 s	1.7 s		
仪器校准					
校准开始时间	7 时 37 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	4.5		
500	GBW(E)062617	2200302138	2250		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	9794		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.1	0.3	0.3	/	/
500	502.7	497.6	500.7	0.5	2.7
10008	9842.6	10280.6	10272.2	2.7	

检测者: 刘延书 复核者: 宋维勇 审核者: 魏子玲 检测日期: 2023.11.8

第 1 页 共 5 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	2万吨/年动力锂电池 溶剂		装置编码	XXXD20		
风向	风速(m/s)	环境温度(°C)	环境湿度(%RH)			
西	1.8	11.6	56.3			
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.3	0.5	0.8	0.9	0.6	0.6
检测时间	9点02分13秒	9点03分27秒	9点04分21秒	9点05分07秒	9点06分11秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{Si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		/		/		
10008		/		/		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{Si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者: 刘建勇 复核者: 梁维勇 审核者: 魏可玲 检测日期: 2023.11.8

第2页共5页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P2190021	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		7 时 04 分		18 时 43 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.5 s	1.6 s	1.7 s	1.6 s		
仪器校准					
校准开始时间	7 时 42 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	3.9		
500	GBW(E)062617	2200302138	2122		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	10118		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.3	0.2	0.1	/	/
500	501.9	507.8	503.7	1.6	2.9
10008	10298.8	9906.6	10201.2	2.9	

检测者:

宋维勇

复核者:

刘建

审核者:

魏子欣

检测日期: 2023.11.04

第 1 页 共 15 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	新材料罐区			装置编码	XXX6Q0	
风向	风速(m/s)	环境温度 (°C)		环境湿度 (%RH)		
西	1.1	15.3		66.3		
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
检测时间	8点45分26秒	8点46分51秒	8点47分42秒	8点48分57秒	8点49分41秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		523.1		4.6		
10008		10427.2		4.2		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者: 宋维男

复核者: 刘建生

审核者: 魏了玲

检测日期: 2023.11.04

第 2 页 共 15 页

编号: LDAR-HJ1230-2021

实施日期: 2023-11-03

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P2190021	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6时 58分		18时 56分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.7 s	1.8 s	1.7 s	1.7 s		
仪器校准					
校准开始时间	7时 34分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	2.8		
500	GBW(E)062617	2200302138	1905		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	9827		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.3	0.2	0.1	1	1
500	502.6	491.7	492.4	-1.7	-1.7
10008	10079.2	10085.2	9884.6	-1.2	

检测者: 梁维勇

复核者: 刘建芳

审核者: 魏子玲

检测日期: 2023.11.06

第 1 页 共 6 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	新材料罐区		装置编码	XXXC00		
风向	风速(m/s)	环境温度(°C)	环境湿度(%RH)			
西	2.6	64	57.3			
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
检测时间	8点40分51秒	8点43分01秒	8点47分58秒	8点44分53秒	8点46分04秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{Si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		505.9		1.2		
10008		9697.7		-3.1		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{Si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{Si}}{A_{Si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者:

宋维真

复核者:

刘建

审核者:

魏子玲

检测日期: 2023.11.06

第 2 页 共 6 页

编号: LDAR-HJ 1230-2021

实施日期: 2023-11-03

HJ 1230-2021工业企业挥发性有机物泄漏检测原始记录表 (附页)

密封点编码	密封类型	检测值($\mu\text{mol/mol}$)	检测时间
XXXGQ008010092007	开口管线	1540.5	2023/11/6 10:18:24
XXXGQ008010092008	阀门	13.5	2023/11/6 10:19:40
XXXGQ008010095003	阀门	9	2023/11/6 10:20:00

设备编号: 611P2190021

检测者: 宋维勇

复核者: 刘延生

审核者: 魏可玲

检测日期: 2023.11.06

第 6 页, 共 6 页

签字负责的范围: 第 3 页-第 6 页

编号: LDAR-HJ1230-2021

实施日期: 2023-11-03

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P219002A	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		7 时 05 分		18 时 32 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.6 s	1.8 s	1.7 s	1.7 s		
仪器校准					
校准开始时间	7 时 45 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	2.2		
500	GBW(E)062617	2200302138	2216		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	9804		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.2	0.1	0.3	/	/
500	503.1	493.4	494.9	-1.3	2.5
10008	10258.0	9898.5	9876.6	2.5	

检测者:

刘冠华

复核者:

宋维

审核者:

魏子玲

检测日期:

2023.11.4

第 1 页 共 15 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	新材料罐区		装置编码	XXXG20		
风向	风速(m/s)	环境温度 (°C)		环境湿度 (%RH)		
西	1.1	15.3		66.3		
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
检测时间	8点46分2秒	8点47分23秒	8点49分11秒	8点50分33秒	8点51分13秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		509.8		2.0		
10008		10086.1		0.8		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者: 刘冠豪

复核者: 宋维勇

审核者: 魏可欣

检测日期: 2023.11.4

编号: LDAR-HJ 1230-2021

实施日期: 2023-11-03

HJ 1230-2021工业企业挥发性有机物泄漏检测原始记录表 (附页)

密封点编码	密封类型	检测值($\mu\text{mol/mol}$)	检测时间
XXXGQ006020009017	阀门	0.5	2023/11/4 17:20:30
XXXGQ006020010002	阀门	0.9	2023/11/4 17:21:06
XXXGQ006020011002	阀门	0.7	2023/11/4 17:21:33

设备编号: 611P219002A

检测者: 刘冠生

复核者: 梁维勇

审核者: 魏可玲

检测日期: 2023.11.4

第 15 页, 共 15 页

签字负责的范围: 第 3 页-第 15 页

编号: LDAR-HJ1230-2021

实施日期: 2023-11-03

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

仪器准备记录					
仪器名称		设备型号		设备编号	
挥发性有机气体分析仪		EXPEC 3100		611P219002A	
气密性		开机时间		关机时间	
☒ 良好 ☐ 异常		6 时 59 分		19 时 01 分	
仪器响应					
所用气体浓度			500 $\mu\text{mol/mol}$		
响应时间 1	响应时间 2	响应时间 3	平均响应时间		
1.7 s	1.8 s	1.7 s	1.7 s		
仪器校准					
校准开始时间	7 时 37 分	校准气类别	CH ₄ /Air		
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	标气证书编号	标气证书批号	响应值		
零气	GBW(E)062615	2205704134	2.0		
500	GBW(E)062617	2200302138	2191		
10008	GBW(E) 062509	L202703087	9796		
仪器零点与示值检查					
标气证书浓度 $A_{Si}(\mu\text{mol/mol})$	测试数据 $A_i(\mu\text{mol/mol})$			示值误差 $\Delta A_i(\%)$	示值误差 (%)
	测试 1	测试 2	测试 3		
零气	0.1	0.3	0.1	/	/
500	497.5	507.1	493.9	1.4	2.0
10008	9850.6	10213.1	9943.6	2.0	

检测者: 刘廷书 复核者: 梁维勇 审核者: 魏可玲 检测日期: 2023.11.6

第 1 页 共 6 页

HJ 1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测 原始记录表

现场环境情况						
装置名称	新材料罐区		装置编码	XXXGQ0		
风向	风速(m/s)	环境温度(°C)	环境湿度(%RH)			
西	2.6	6.4	57.3			
环境本底值记录(μmol/mol)						
方位	东侧	南侧	西侧	北侧	中部	环境本底值
检测值	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6
检测时间	8点43分27秒	8点44分03秒	8点45分21秒	8点46分11秒	8点47分01秒	
漂移核查						
标气证书浓度 A_{si} (μmol/mol)		测试数据 A_i (μmol/mol)		仪器示值漂移 D_r (%)		
500		500.7		0.1		
10008		9760.6		-2.5		
备注	(1) 计算公式: 不同浓度标气示值误差计算时, 选择偏离标气证书浓度A_{si}最大的测试数据A_i计算, 公式为$\Delta A_i = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$, 取绝对值最大的$\Delta A_i$为仪器的示值误差。 (2) 仪器示值漂移$D_r = \frac{A_i - A_{si}}{A_{si}}$。					

具体检测结果见后续附页。

检测者:

刘廷伟

复核者:

梁维勇

审核者:

魏子玲

检测日期:

2023.11.6