



## VOCs系列讲座 (3)

# 泄漏检测与修复 (LDAR)

## 工作程序与技术要点

张清 0532-68972102

中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心

中石大HSE

### □ 泄漏检测与修复 leak detection and repair

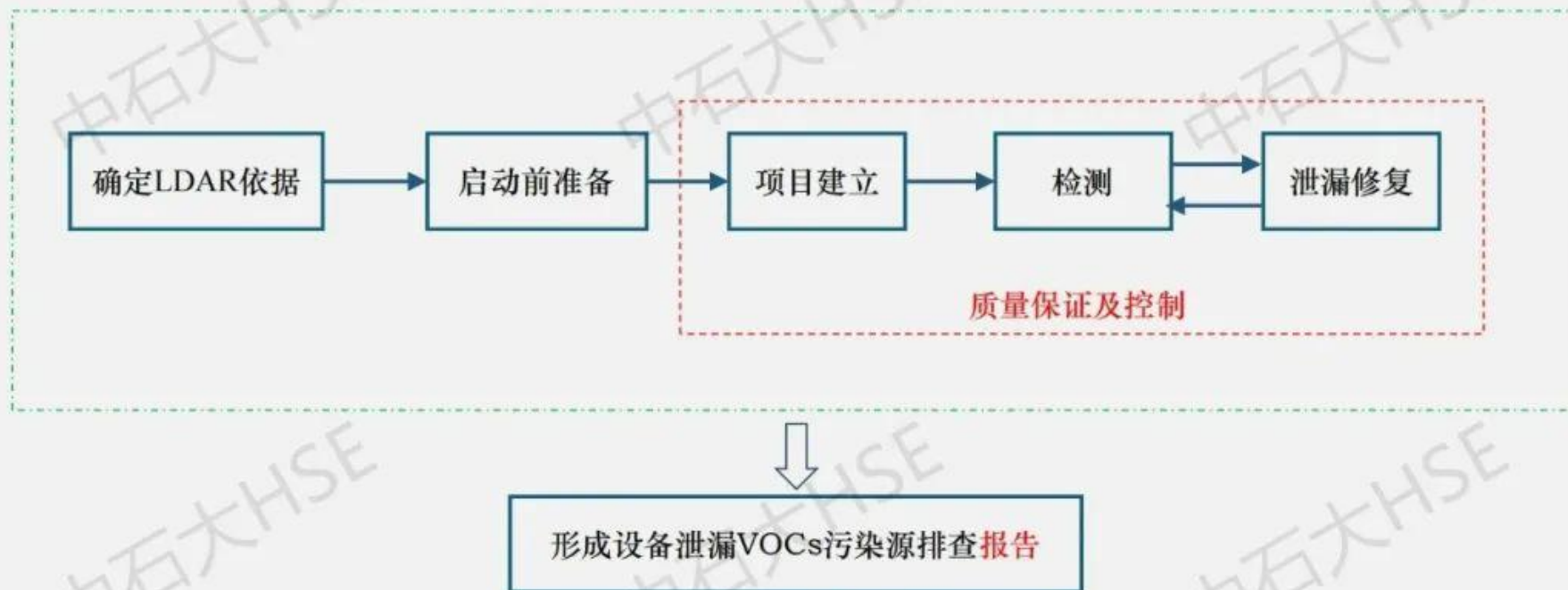
对工业生产全过程物料泄漏进行控制的系统工程。通过固定或移动式**检测仪器**，定量检测或检查生产装置中阀门等易产生VOCs泄漏的**密封点**，并在一定**期限**内采取有效措施**修复**泄漏点，从而控制物料泄漏损失，减少对环境造成的污染。简称LDAR。

### □ 为何要实施LDAR



## 引言

# LDAR 基本流程



## 目录

Part 1

LDAR工作依据

Part 2

启动前准备

Part 3

LDAR建立

Part 4

LDAR检测

Part 5

泄漏修复

Part 6

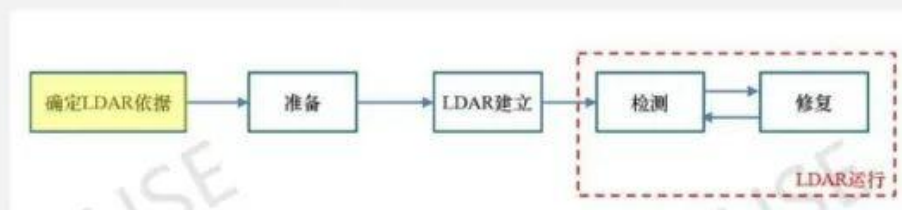
LDAR报告





# 01 PART ONE

## LDAR工作依据



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

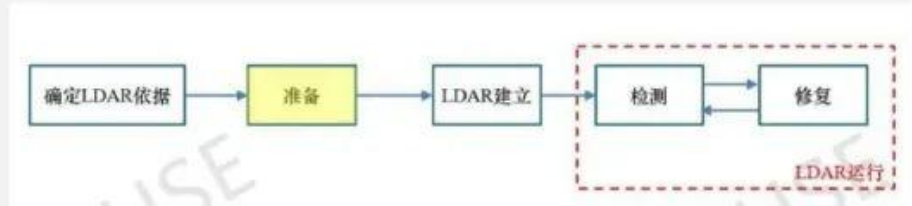
## Part 1

## LDAR工作依据

文件	发布机构	相关要求
《中华人民共和国大气污染防治法》	全国人民代表大会常务委员会	将挥发性有机物列为区域大气污染联合防治的目标污染物，加强联防联控。
《大气污染防治行动计划》	国务院	要求在石化行业开展“ <b>泄漏检测与修复</b> ”技术改造。
《石化行业挥发性有机物综合整治方案》	生态环境部	明确提出设备 <b>泄漏检测与修复</b> 为石化行业的VOCs的管控手段，并提出到2017年，石化行业VOCs排放总量较2014年削减30%以上。
《挥发性有机物排污收费试点办法》	财政部、国家发展改革委、生态环境部	将石油化工列为挥发性有机物排污收费试点行业，并列举了12类源项的计算方法
《石化行业VOCs污染源排查工作指南》	生态环境部	针对十类设备动静密封点，引入了实测法、相关方程法、筛选范围法和平均排放系数法 <b>四种估算方法</b> （国家层面认可的唯一方法）
《石化企业泄漏检测与修复工作指南》	生态环境部	规定了从台账建立、现场检测、泄漏认定及修复、报告编制全过程的LDAR工作流程
《泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则》	生态环境部	规定了对设备泄漏无组织排放源的VOCs的检测方法、仪器设备要求、质量保证与控制等
《石油炼制工业污染物排放标准》	生态环境部、国家质量监督检验检疫总局	对设备动静密封点管控范围、检测周期、泄漏认定、泄漏修复、记录保存做了规定。
《石油化学工业污染物排放标准》		
“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案	生态环境部、发改委、财政部、交通部等六部委	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。
重点行业挥发性有机物综合治理方案	生态环境部	现场随机抽查，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，属于违法行为
《挥发性有机物无组织排放控制标准》	生态环境部、国家市场监督管理总局	载有VOCs物料的密封点≥2000个，应开展 <b>泄漏检测与修复</b> 工作。
《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（近期发布）	生态环境部	规定了LDAR工作项目建立、现场检测、泄漏修复、质量保证及控制、报告等技术要求

# 02 PART TWO

## 启动前准备



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 2 启动前准备

- 法规标准;
- 检测仪器及方法;
- LDAR信息管理

- 确定主管部门;
- 职责分工;
- 根据企业管理现状, 成立组织机构

- 检测仪器及配件;
- 校准气体;
- 防爆相机;
- 维修工具和备件





# PART THREE

## LDAR建立



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 3 LDAR建立

### □ 装置分析

原料、产品、中间产品是否涉VOCs物料。

涉VOCs物料：VOCs质量分数 $\geq 10\%$ 的物料。



### □ 资料收集

PFD、P&ID、操作规程、装置平面布置图、设备台账、物料平衡表等信息

### □ 设备分析

根据物流信息，分析设备是否涉VOCs物料。

组分及含量随时间变化的设备管线，宜取受控期间质量分数的平均值

### □ 豁免分析

- (1) 工作状态
- (2) 设备选型



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司



## Part 3 LDAR建立

设备豁免（《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）》）

工作状态豁免

——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；

设备选型豁免

——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；

管控措施豁免

——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



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心

中石大HSE

中石大HSE

## Part 3 LDAR建立





## Part 3 LDAR建立



### 物料状态辨识

#### □ 气体

在工艺条件下，呈气态的含VOCs物料。

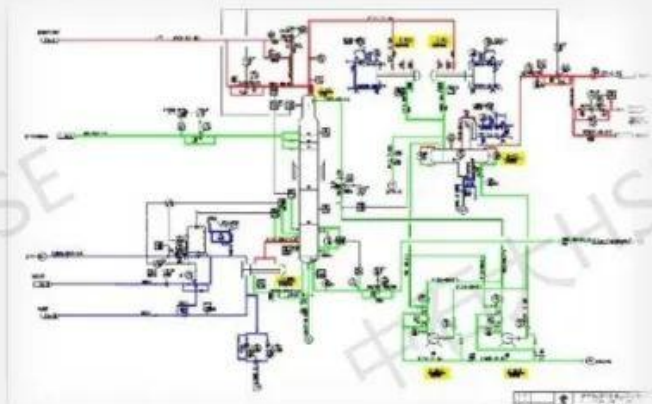
#### □ 轻液体/挥发性有机液体

- (1) (20°C时) 有机液体的真实蒸气压大于0.3 kPa;
- (2) (20°C时) 混合物中，真实蒸气压大于0.3 kPa的纯有机化合物的总浓度等于或者高于20% (质量分数)。

#### □ 重液体

除有机气体和挥发性有机液体以外的涉VOCs物料。

- VOCs物料与其他介质（如氢气、氮气等）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。

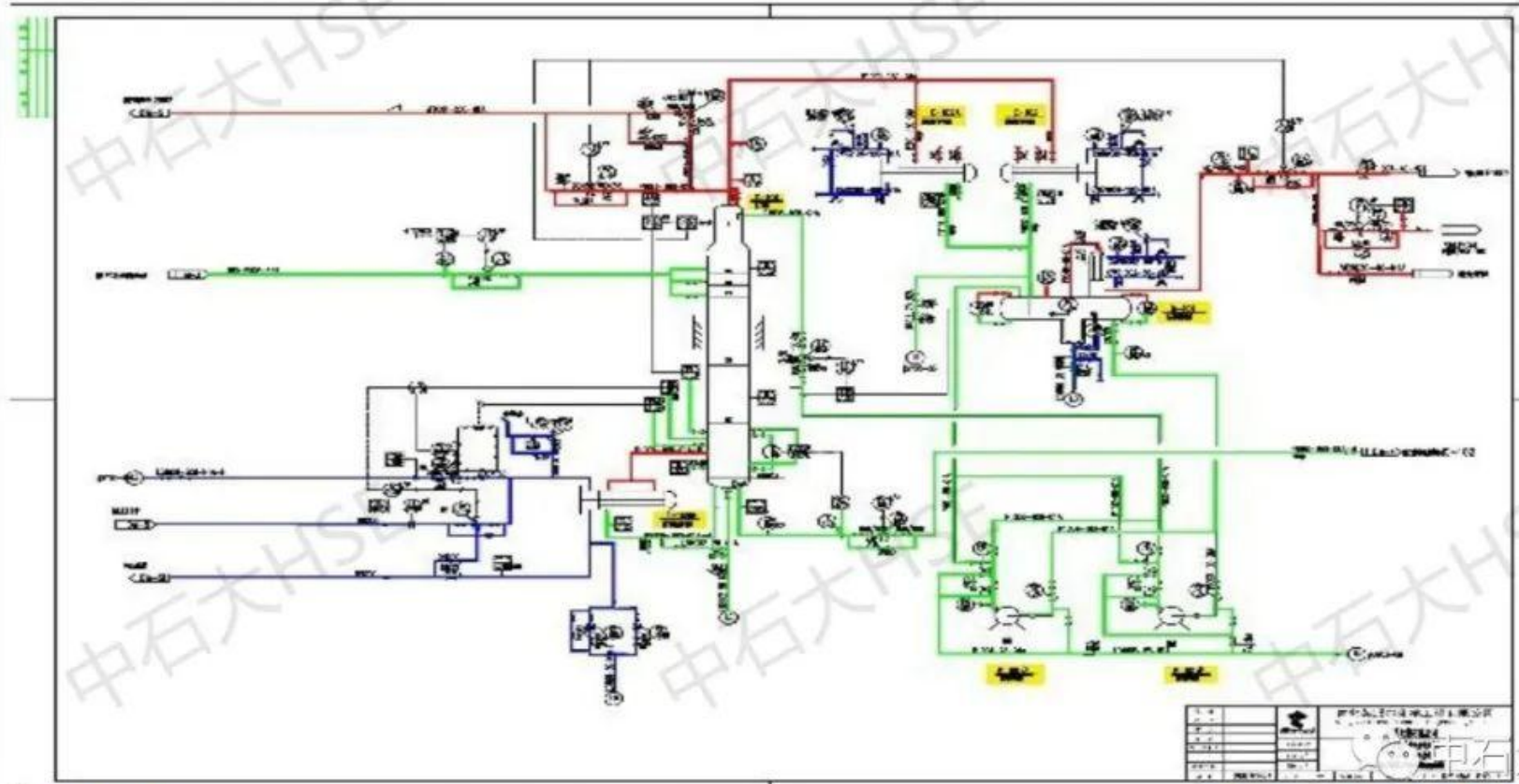


中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众平台

# Part 3 LDAR建立

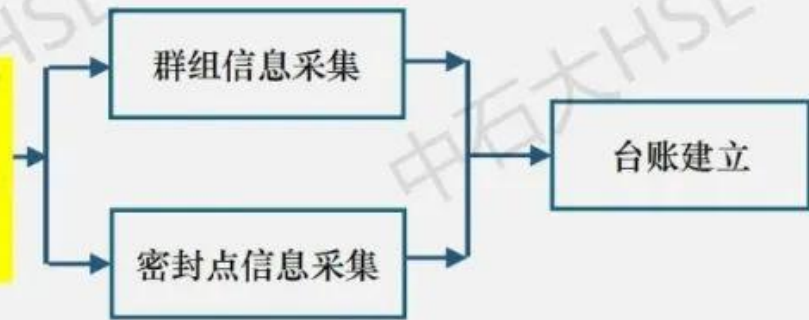


可与其所连接的元件及附件不致发生泄漏

2010年10月10日

## Part 3 LDAR建立

目的是为了更好的管理控制动静密封点的泄漏；  
参照地方标准，根据企业需求，选择挂牌法、照片法  
或挂牌+照片法均可。



- 唯一
- 有序
- 易定位



装置代码+X套

区域

平台



点号

XXXXXX  
XXXZL2

XX  
01

XX  
01

XXXX  
0001

XXX  
001

**优点：**仪器配备手操器后可以实现1人检测；

**缺点：**不直观、难定位，成本高，管理困难，易丢失、  
易污损，不可达点难以悬挂、不利于环保执法部门检查、  
受第三方检测单位限制、对日常操作影响

群组号

**优点：**形象直观，成本低，更适合变更管理。

**缺点：**需要配备防爆相机。

中石大HSE

中石大HSE公众号



## Part 3 LDAR建立—基本流程

### 群组划分

按照空间位置和工艺流程受控设备，除空冷器外，每一群组包含的受控密封点应控制在1~30个范围内，且在同一操作平台可以实施检测。





## Part 3 LDAR建立—信息采集

### 定位设备

应在拍摄区域周围选择一个**具有代表性的设备**作为基准：  
例如泵、压缩机、塔、罐、换热器、空冷器等，将其位号即为定位设备编号。

以所选设备为参考物对照片中所要采集的密封点进行定位。

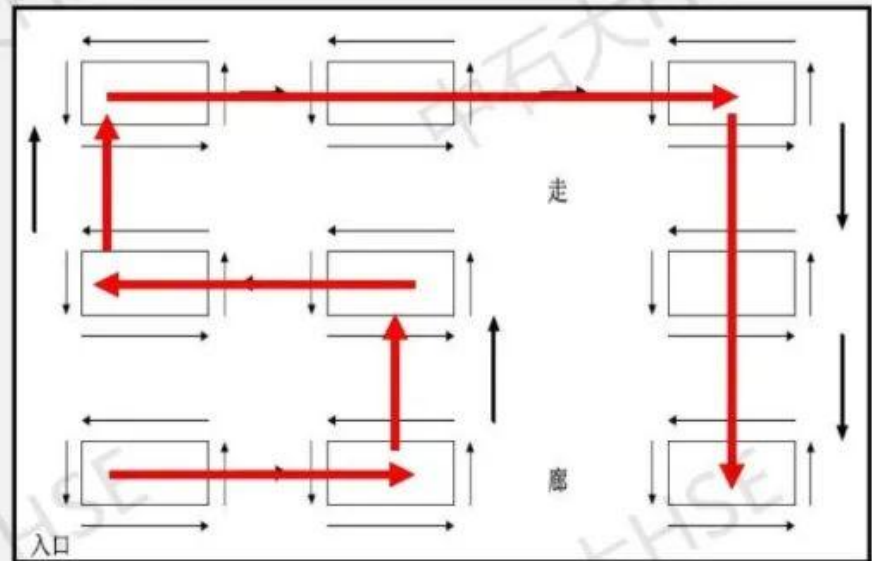
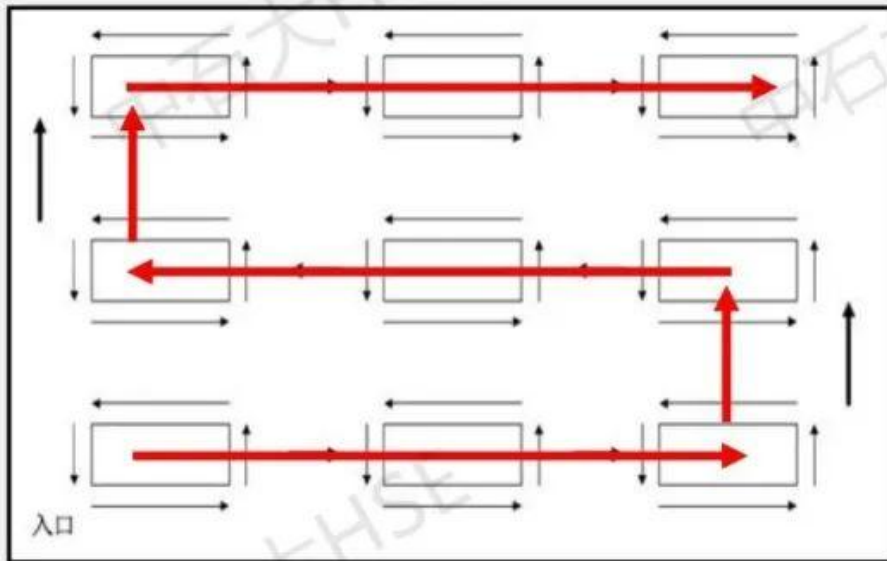


中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 3 LDAR建立—信息采集



原则：根据企业自身情况，节省工作量。推荐按照“S”形路线采集信息



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 3 LDAR建立—密封点信息采集

目的：便于定位检测，保证下一步计算的准确性。

### □ 基本信息：

装置名称、区域名称、平台；

### □ 工艺属性：

P&ID图号、物料状态、物料名称、工艺温度、工艺压力、是否保温/保冷、TOC质量分数、甲烷质量分数、VOCs质量分数、各VOCs的摩尔分数、受控起始时间、运行时间；

### □ 设备属性：

设备管线名称、管线工艺编号、群组位置/工艺描述、密封点位置/工艺描述、公称直径、不可达原因；

### □ LDAR属性：

群组编码、扩展编码、密封点类型。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 3 LDAR建立—信息采集

设备密封点泄漏是一种遍布在石化、化工企业整个生产区域的小型排放源，是指各种设备组件和连接处工艺介质泄漏进入大气的过程。

### 静密封

- 法兰
- 连接件

### 动密封

- 机泵
- 压缩机
- 搅拌器
- 阀门
- 泄压设备
- 采样连接系统
- 开口管线

合理设备选型

泄漏检测与修复





## Part 3 LDAR建立—信息采集

### 密封点记数:

- 泵 (轴封) (P)
- 压缩机 (轴封) (Y)
- 搅拌器 (轴封) (A)
- 阀门 (V)
- 泄压设备 (安全阀) (R)
- 取样连接系统 (S)
- 开口阀或开口管线 (O)
- 法兰 (F)
- 连接件 (C)
- 其他 (Q)

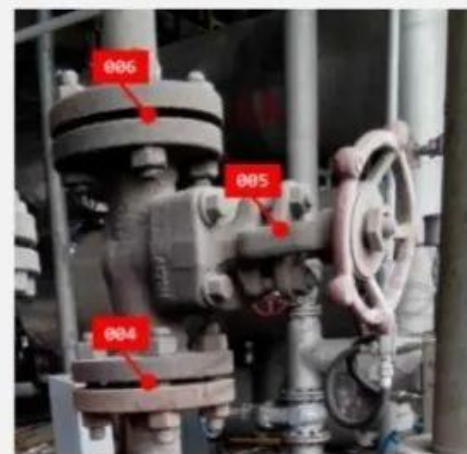


## Part 3 LDAR建立—信息采集

### 密封点记数:

- 泵（轴封）（P）
- 压缩机（轴封）（Y）
- 搅拌器（轴封）（A）
- 阀门（V）
- 泄压设备（安全阀）（R）
- 取样连接系统（S）
- 开口阀或开口管线（O）
- 法兰（F）
- 连接件（C）
- 其他（Q）

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”。



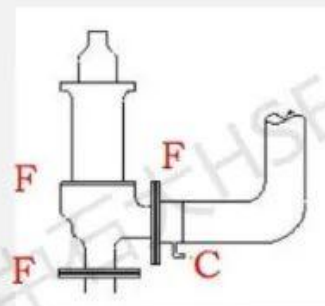
## Part 3 LDAR建立—信息采集

### 密封点记数:

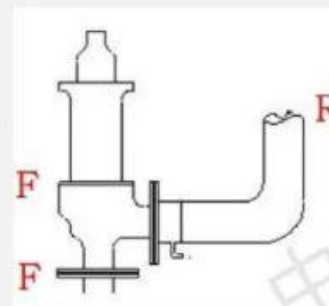
- 泵（轴封）（P）
- 压缩机（轴封）（Y）
- 搅拌器（轴封）（A）
- 阀门（V）
- 泄压设备（安全阀）（R）
- 取样连接系统（S）
- 开口阀或开口管线（O）
- 法兰（F）
- 连接件（C）
- 其他（Q）

1) 泄放口接入装置管网（如火炬管网），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。



接入管网



敞开对大气





## Part 3 LDAR建立—信息采集

### 密封点记数:

- 泵（轴封）（P）
- 压缩机（轴封）（Y）
- 搅拌器（轴封）（A）
- 阀门（V）
- 泄压设备（安全阀）（R）
- 取样连接系统（S）
- 开口阀或开口管线（O）
- 法兰（F）
- 连接件（C）
- 其他（Q）

1) **密闭取样**。取样瓶长期与取样口连接，按“连接件”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) **开放取样**。取样口没有丝堵，系统按“取样连接系统”和“开口阀或开口管线”分别计数。（即开放取样的取样口计2个点）

某种意义上来说，取样连接系统并不能称为“密封点”。为了计算方便，叫此名称。（密闭取样可用相关方程计算，开放取样则需用系数法计算）





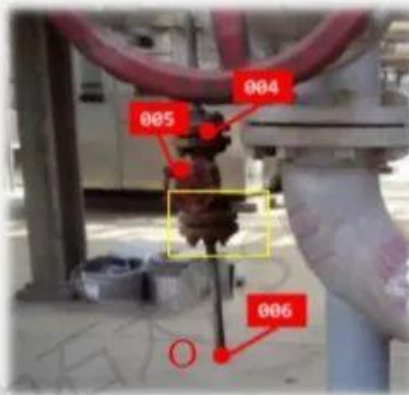
## Part 3 LDAR建立—信息采集

### 密封点记数:

- 泵（轴封）（P）
- 压缩机（轴封）（Y）
- 搅拌器（轴封）（A）
- 阀门（V）
- 泄压设备（安全阀）（R）
- 取样连接系统（S）
- 开口阀或开口管线（O）
- 法兰（F）
- 连接件（C）
- 其他（Q）

1) 末端阀门下游法兰或连接件不计数。

2) 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与封堵盲板或丝堵均按“法兰”或“连接件”计数。



阀座一侧接触VOCs物质，另一侧接触大气的阀门，但不包括卸压装置。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 3 LDAR建立—信息采集

### 密封点记数:

- 泵（轴封）（P）
- 压缩机（轴封）（Y）
- 搅拌器（轴封）（A）
- 阀门（V）
- 泄压设备（安全阀）（R）
- 取样连接系统（S）
- 开口阀或开口管线（O）
- 法兰（F）
- 连接件（C）
- 其他（Q）



丝堵、管帽、仪表三通等均记为连接件。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

## Part 3 LDAR建立—信息采集

	点数	泵	压缩机	搅拌器	阀门	泄压装置 (安全阀)	开口管线	法兰	连接件	其他
A全厂 (炼油)	149667	0.40	0.00	0.00	25.85	0.41	7.32	39.22	26.80	0.00
B全厂 (炼油+化工)	596222	0.47	0.02	0.00	21.68	0.04	2.03	37.77	37.44	0.56
B炼油	301601	0.27	0.00	0.00	14.50	0.06	1.63	27.01	56.39	0.14
A+B炼油	451268	0.31	0.00	0.00	18.26	0.18	3.51	31.06	46.58	0.10
B化工	294621	0.67	0.04	0.00	29.03	0.02	2.44	48.78	18.03	0.98
煤化工	41928	0.19	0.03	0.00	20.10	0.08	1.74	29.47	48.39	0.00

B化工

A+B炼油



中国石油大学 (华东) 安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号



## Part 3 LDAR建立—信息采集

### □ 不可达点的确定:

#### (1) 物理因素不可达

- 空间因素，密封点所有部位超出操作人员触及范围2m以上；
- 埋地或空间过于狭窄等物理隔离导致难以实施常规检测；
- 其它致使常规检测在技术上难以实施的因素。

#### (2) 安全因素不可达

- 受限空间《化学品生产单位受限空间安全规范》（AQ 3028-2008）；
- 密封点5m附近范围内或到达该密封点的路径上的O<sub>2</sub>浓度、有毒有害介质、可燃物质、存在电离辐射、或其它安全受限因素。

不可达点对企业的计算结果有显著影响：某企业受控密封点共149499个，其中高于平台2m或高于地面5m的密封点8421个，如将所有密封点按照相关方程法计算，则全厂年排放量约157.295 t，如将8421个难检点按照不可达点计算，则全厂年排放量约458.322 t。





## Part 3 LDAR建立—信息采集

### □ 不可达点控制指标:

标准	指标
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）	新、改、扩建装置不可达密封点数量不应超过本生产装置密封点数量的3%。
石化企业泄漏检测与修复工作指南（环办[2015]104号）	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%



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 3 LDAR建立

表 B-1 密封点检测台账（基本信息）

序号	装置单元名称	密封点群组编号	密封点扩展号	密封点类型	介质类别	是否保温或保冷	是否不可达点	不可达原因*	是否豁免检测	豁免检测原因*	检测时间	仪器检测值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	环境本底浓度 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	净检测值 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	首次修复时间	修复完成时间	复测时间	复测浓度 ( $\mu\text{mol/mol}$ )	是否延迟修复	延迟修复原因

注：  
 \*不可达原因应满足“5.7 不可达密封点辨识”中关于不可达点的认定规定  
 \*豁免检测原因应满足“5.3 设备与管线组件适合性分析”中关于豁免检测的认定规定  
 \*延迟修复原因应满足“7.2 延迟修复要求”中关于延迟修复的认定规定

表 B-2 密封点检测台账（辅助信息）续表

工艺温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	工艺压力 (MPa)	运行时间	甲烷质量分数	VOCs质量分数	设备型号	生产厂家	物料名称	VOCs组分1	VOCs组分1摩尔分数	...	VOCs组分n	VOCs组分n摩尔分数	备注



## Part 3 LDAR建立

公司自主开发了一套用于现场拍照、  
建立密封点台账的软件—LDAR助手

### 主要功能:

- 密封点群组照片采集
- 照片编辑
- 自动导出标注照片
- 自动生成密封点台账

### 主要优势:

- 操作简单
- 准确性高
- 标识方式清晰易懂
- 灵活性强
- 提高工作效率



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众平台

## ● LDAR助手

LDAR 助手

默认设置

群组号码: XXXCH101

区域: 分馏泵区

装置: 200万吨/年催化裂化装置

楼层: 01

确定 取消

默认  
清理  
修改  
用户退出

图标标识 系统设置

默认设置界面

图片编号: 0002

区域: 反再区

平台: 05

装置: 催化裂化

定位设备: 提升管

设备编号: R2101A

方位: 北

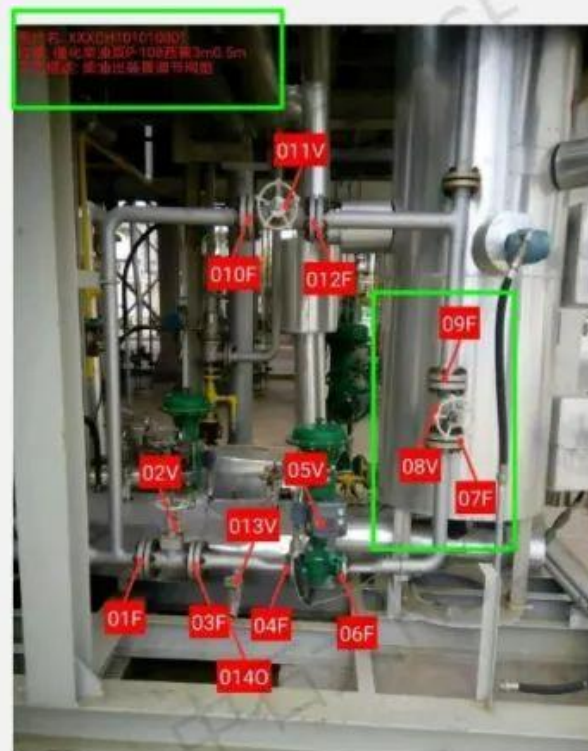
距离(m): 4

PID 图号:

工艺描述: 干气进提升管控制阀组FV52107

保存

照片信息编辑界面



照片导出结果



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心  
 青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司





## ● 密封点台账

LDAR助手可自动将已编辑完成的群组图片信息导出，生成密封点台账。

密封点编码	标记名	物料	密封点类	组件子类	物料状态	温度	压力(kpa)	公称直径	保温	不可达	不可达原区域	定位设备	设备编号	方位	距离	工艺描述	
XXCJY001010001	001	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	25	是	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐入口跨
XXCJY001010001	002	原油	阀门	闸阀	重液	122	1.4	350	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐入口跨
XXCJY001010001	003	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	350	是	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐入口跨
XXCJY001010001	004	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	350	是	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐入口跨
XXCJY001010001	005	原油	阀门	闸阀	重液	122	1.4	25	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐入口跨
XXCJY001010001	006	原油	开口管线	开口管线	重液	122	1.4	25	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐入口跨
XXCJY001010002	001	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	400	是	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	002	原油	阀门	闸阀	重液	122	1.4	400	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	003	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	400	是	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	004	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	400	是	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	005	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	400	是	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	006	原油	阀门	闸阀	重液	122	1.4	15	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	007	原油	连接件	丝扣连接	重液	122	1.4	15	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	008	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	20	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	009	原油	阀门	闸阀	重液	122	1.4	20	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	010	原油	开口管线	开口管线	重液	122	1.4	20	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	011	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	300	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	012	原油	阀门	闸阀	重液	122	1.4	300	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	013	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	300	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010003	001	原油	法兰	法兰	重液	122	1.4	150	是	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010003	002	原油	阀门	闸阀	重液	122	1.4	150	否	否		电脱盐三	一级电脱	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀

LDAR助手密封点台账导出格式



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE



## Part 3 LDAR建立——台账审核

### 合规审核内容

- 编码唯一性
- LDAR范围
- 豁免设备
- 物料状态
- 不可达点
- 密封点类型
- ...

### 合规审核时间

- 密封点检测台帐建立后，首次检测前
- 装置检维修后的首次检测前
- 生产工艺或设备变更后的首次检测前
- ...



# 04 PART FOUR

## LDAR检测



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 4 LDAR检测



TVA2020C (FID)



phx21 (FID)



红外成像仪



PGM-7320 (PID)



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众平台



## Part 4 LDAR检测——仪器准备

### 检测所需气体

- 零气：挥发性有机物浓度小于 $10\mu\text{mol/mol}$ 的洁净空气（以 $\text{CH}_4$ 计）；
- 校准气体，较泄漏控制浓度略高和75%~85%仪器量程的两种浓度。（LDAR指南）
- 校准气体，对于氢火焰离子化检测仪，需配备泄漏认定浓度（1~1.1）倍（以执行标准中较高泄漏认定浓度为准）和（10000~11000） $\mu\text{mol/mol}$ 两种浓度的 $\text{CH}_4/\text{Air}$ 有证气体标准物质。相对扩展不确定度不大于2%，包含因子 $k=2$ ，且在有效期之内。对于其他行业标准规定的其他类型检测仪器，按相关标准要求配备；（《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）》）
- 燃料气：高纯氢气

### 其他辅助材料

- 标示牌、泄漏牌、扎带、防爆相机、气袋、减压阀等



## Part 4 LDAR检测（常规检测——phx21）

### 仪器要求

#### □ HJ 733-2014

- 量程满足相关标准要求；
- 持续流量 (0.10~3.0)L/min；
- 采样探头外径<7mm；

#### □ LDAR指南

- 响应时间<10s；
- 具有自动读取最大值的功能；
- 宜有超限报警功能；
- 通过防爆认证。

#### □ phx21

- ✓ 量程50000ppm，满足2000ppm的要求；
- ✓ 流量1L/min左右；
- ✓ 采样探头外径5 mm；
- ✓ 3s达到T90；
- ✓ 具备自动读取最大值的功能；
- ✓ 防爆认证：Class 1 Division 1; Groups A,B,C,D, Exia, T4



## Part 4 LDAR检测——仪器准备

### □ 开机预热

仪器预热时间不少于30min;

### □ 流量检查与气密性检查

检查仪器采样管路的气密性与流量;

### □ 零点和示值检查 (记录响应时间和恢复时间)

零点检查 (反复通入3次), 要求零气读数平均值不应超过  $\pm 10\mu\text{mol/mol}$  ;

标气检查 (反复通入3次), 标气要求: 较泄漏控制浓度略高 (以相关标准中较高泄漏控制浓度为  
准) 和75%~85%仪器量程 (FS) 的两种浓度 $\text{CH}_4/\text{Air}$ 有证气体标准物质, 误差要求: 小于  $\pm 10\%$ 。;

否则应按照说明书给出的步骤实施零点和示值校准。

$$\Delta A = \frac{\overline{A_i} - A_s}{A_s} \times 100\%$$

仪器需吸标气10s左右, 待仪器燃烧室内  
气体被充分置换后, 再进行仪器的标定。

气象条件适合仪器工作 (无大风、雨雪天气)



中国石油大学 (华东) 安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

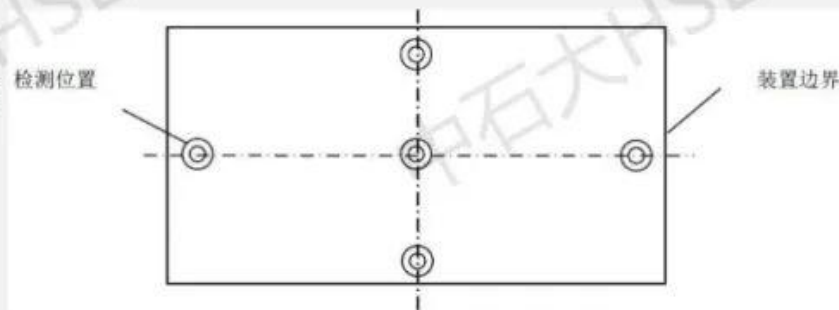


## Part 4 LDAR检测——现场检测

### □ 环境本底值的测定

每套装置或单元至少每天进行一次环境本底值测试；

- 每次测试至少取5点；
- 测试点距受控密封点最近不小于25cm；
- 将5点测试值取平均值。



? 对于不规则边界的装置，可以分割成多个矩形区域分别检测，再取各矩形的平均值作为当日装置环境本底值。

? 受控密封点或群组附近的仪器示值与装置环境本底值有显著不同（采样箱，仪器示值与环境本底值的差值达到或超过 $\pm 300\%$ ），应测试该密封点或群组的环境本底值。





## Part 4 LDAR检测——现场检测

### 检测规范

- 紧贴密封点边缘；
- 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（多个检测部位只取一个最大值）；
- 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。
- 复测的过程中，仪器采样探头移动速度不宜超过3cm/s；
- 延迟修复的泄漏点，仪器采样探头移动速度不宜超过3cm/s；
- 静密封检测，采样探头尽可能靠近被测密封点密封边缘；
- 动密封（泵轴等）检测，采样探头距轴封不超过1cm。



## Part 4 LDAR检测——现场检测

### 检测规范

- 泵（轴封）（P）
- 压缩机（轴封）（Y）
- 搅拌器（轴封）（A）
- 阀门（V）
- 泄压设备（安全阀）（R）
- 取样连接系统（S）
- 开口阀或开口管线（O）
- 法兰（F）
- 连接件（C）
- 其他（Q）



出于安全考虑，在探针头部套胶管。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众平台

## Part 4 LDAR检测——现场检测

### 检测规范

- 泵（轴封）（P）
- 压缩机（轴封）（Y）
- 搅拌器（轴封）（A）
- 阀门（V）
- 泄压设备（安全阀）（R）
- 取样连接系统（S）
- 开口阀或开口管线（O）
- 法兰（F）
- 连接件（C）
- 其他（Q）



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

中石大HSE

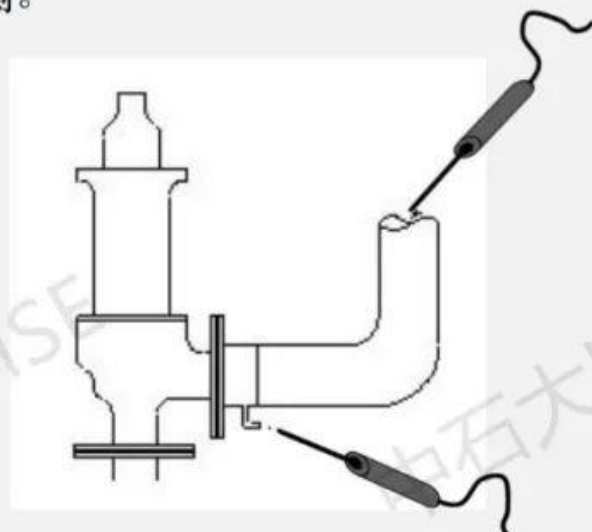
中石大HSE公众号

## Part 4 LDAR检测——现场检测

### 检测规范

- 泵（轴封）（P）
- 压缩机（轴封）（Y）
- 搅拌器（轴封）（A）
- 阀门（V）
- 泄压设备（安全阀）（R）
- 取样连接系统（S）
- 开口阀或开口管线（O）
- 法兰（F）
- 连接件（C）
- 其他（Q）

泄放管开口的**中央位置**进行检测。泄放口高度超过检测人员触及范围2m以上的泄压设备可选择泄放管线的**排凝口**检测。

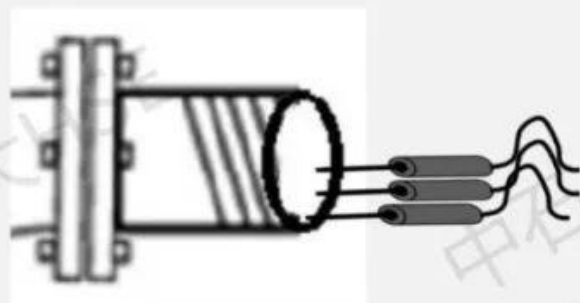




## Part 4 LDAR检测——现场检测

### 检测规范

- 泵（轴封）（P）
  - 压缩机（轴封）（Y）
  - 搅拌器（轴封）（A）
  - 阀门（V）
  - 泄压设备（安全阀）（R）
  - 取样连接系统（S）
  - 开口阀或开口管线（O）
  - 法兰（F）
  - 连接件（C）
  - 其他（Q）
- 公称直径 $\leq$ DN25，检测中心；
  - $\text{DN}25 < \text{公称直径} \leq \text{DN}150$ ，检测端面中心，并检测其边缘，取最大值；
  - 公称直径 $>$ DN150，除检测中心和边缘外，从端面中心起径向每递增7-8cm环形检测一圈，取最大值。

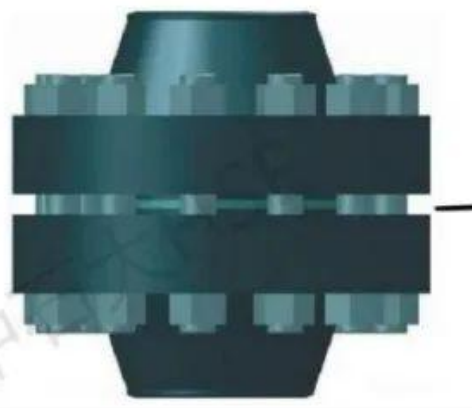


## Part 4 LDAR检测——现场检测

### 检测规范

- 泵（轴封）（P）
- 压缩机（轴封）（Y）
- 搅拌器（轴封）（A）
- 阀门（V）
- 泄压设备（安全阀）（R）
- 取样连接系统（S）
- 开口阀或开口管线（O）
- 法兰（F）
- 连接件（C）
- 其他（Q）

- 法兰：尽可能插入/紧贴两法兰之间的缝隙、与密封边缘垂直；
- 连接件：采样探头同样应与密封边缘垂直，并与管线走向呈 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。活接头两侧都应检测。



将采样探头置于法兰垫圈处，沿其外围移动进行采样



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE研究中心

## Part 4 LDAR检测——现场检测

### 检测规范

#### 保温/保冷材料检测



- 保温、保冷材料**接缝**；暴露在材料**之外**的密封部位。
- 发现疑似泄漏点，在确保安全的前提下，宜通过拆卸保温或保冷层确认泄漏点。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE研究中心

## Part 4 LDAR检测——现场检测

### ▣ 漂移修正

#### ➤ 原因:

电源、过滤器灰尘、温度或其它条件、检测器或管路污染等原因会导致仪器检测结果减小。

#### ➤ 方法:

**每天检测**工作结束后，应检查仪器示值漂移。通入零气和检测前检查仪器示值所用的同一校准气体，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。

每天检测结束后，对同一校准气体的平均示值

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

仪器漂移

每天开始检测前，对同一校准气体的平均示值

漂移 $D_r$  超过“-10%”，则应重新校正仪器并重新检测当日净检测值高于泄漏控制浓度 $\times (1+D_r)$ 的受控密封点。





## Part 4 LDAR检测——现场检测

### □ 检测周期

#### ➤ 连续生产装置或设备：

有行业标准的依据行业标准（HJ880、HJ947等）；

无行业标准的，依据GB37822的要求执行；

当气象条件超出仪器使用温度范围时，向生态环境主管部门申请变更相邻两轮检测时间间隔，全年检测频次不变，企业按申请答复意见开展检测。

#### ➤ 间歇生产装置或设备：

装置或设备含有涉VOCs物料期间，参照“连续生产装置检测周期要求”；

装置或设备停产期间不含涉VOCs物料，则可免于检测（比如：备用泵）。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

# 05 PART FIVE

## 泄漏修复



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 5 泄漏修复

### □ 泄漏认定

- 石油化学工业污染物排放标准 (GB31571-2015)
- 石油炼制工业污染物排放标准 (GB31570-2015) :  
气体、轻液泄漏检测值大于等于 $2000 \mu\text{mol/mol}$ ;  
重液泄漏检测值大于等于 $500 \mu\text{mol/mol}$ 。

- 挥发性有机物无组织排放控制标准 (GB37822-2019) :  
气体、轻液泄漏检测值大于等于 $5000 \mu\text{mol/mol}$   
( $2000 \mu\text{mol/mol}$ -重点地区) ;  
重液泄漏检测值大于等于 $2000 \mu\text{mol/mol}$  (  $500 \mu\text{mol/mol}$ -重点地区 ) 。

### ➤ 泄漏标识

密封点编码、净检测值、检测或检查时间、  
检测人、修复时间、复测结果、复测时间



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众平台

## Part 5 泄漏修复

### □ 泄漏修复时限

#### ➢ LDAR指南/GB37822-2019：

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。

#### ➢ 石油化学工业污染物排放标准（GB31571-2015）

#### ➢ 石油炼制工业污染物排放标准（GB31570-2015）：

若在不关闭工艺单元的条件下，15日内进行维修技术上不可行，则可延迟修复，但不应晚于最近一个停工期。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

附录 C  
(资料性附录)  
常见泄漏点维修方法

#### C.1 泵轴封泄漏维修

泵轴封常见泄漏与处理方式见表 C.1。

表 C.1 泵轴常见泄漏维修方法

故障现象	故障原因	处理方法
送料或增压时泄漏	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	清理密封端面，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
运转时经常性泄漏	密封端面与轴的垂直度不符合要求	调整
	端面比压过大引起的密封端面变形	减小比压量
	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装向不对	更换弹簧
动、静环与轴或轴套间结垢或结晶，影响补偿密封	清理	

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂



## Part 5 泄漏修复

### □ 延迟修复

- 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；
- 维修存在安全风险；
- 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；
- 其他特殊情况无法完成实质性维修的。

依据规定的检测周期，

- 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
- 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
- 符合3次以上（包含3次）实质性维修后检测仍存在泄漏条件的延迟修复泄漏点，优先更换豁免设备与管线组件。



中石大HSE

中石大HSE

中石大HSE



# LDAR报告

中石大HSE

中石大HSE

中石大HSE



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE



## Part 6 LDAR报告



### 首轮LDAR报告

现有装置应按照国家或地方政府要求的期限内，完成[首轮LDAR报告](#)。



### 后续LDAR报告

完成首轮LDAR后，应依据国家或地方政府颁布的标准、规范，制定常规检测计划。  
每年至少提交一次[LDAR报告](#)。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众号

## Part 6 LDAR报告

### LDAR基本流程



形成设备泄漏VOCs污染源排查报告



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心  
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公众平台





# 谢谢!

Thanks for your attention!

张清 131-7323-2972

中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心

青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

 中石大HSE