附件 2

《工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》（HJ 1230—2021）修改单

（征求意见稿）

一、修改前言第二段，内容为：本标准规定了工业企业设备与管线组件密封点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、排放量核算以及报告等技术要求。

二、修改前言第四段，内容为：本标准附录 A～附录 E 为规范性附录，附录 F 为资料性附录。

三、修改“1 适用范围”第一段，内容为：本标准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、排放量核算以及报告等技术要求。

四、修改“4 工作步骤”第一段第四句，内容为：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，应在下次周期性检测前重新对变更部分进行建档信息修订，形成密封点变更管理记录，并开展现场检测和泄漏修复工作。

五、修改 5.9.6 条，内容为：密封点台账包括密封点基础台账、密封点检测台账、未接触工艺介质密封点台账，密封点台账见附录 B。

六、修改“6.5 其他要求”，内容为：企业应将有机废气备用排空管线，以及储罐罐顶呼吸阀、紧急泄压阀（按泄压设备计）相

应密封点纳入台账管理，定期实施现场检测，发现问题及时查找原因，防止异常排放。正常工况下的有机废气备用排空管线，以及处于阀盘关闭状态时的储罐罐顶呼吸阀、紧急泄压阀密封点泄漏认定应遵从相关规定。

七、修改 9.2 条，内容为：企业完成 LDAR 后，应编制 LDAR 年度报告，LDAR 统计表见附表 D.3。报告内容包括正文和附件：

a）报告正文应包括但不限于：企业基本信息，各装置 LDAR 统计信息（包括受控密封点数、检测密封点次、泄漏点次、本年度平均泄漏率、累计修复泄漏点数量、累计延迟修复泄漏点数、排放量等）。

b）报告附件应包括但不限于：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、维修任务单、维修记录、延迟修复清单、密封点变更管理记录。

企业阶段性检测报告可参考年度报告编制。

八、增加“10 排放量核算”，内容为：

10.1 排放量核算要求

工业企业密封点实际排放量按年度进行核算统计。应按未泄漏可达点、泄漏可达点、不可达点分别核算各密封点实际排放量。对使用相关方程法核算排放量的，应确保泄漏检测周期、检测报告和数据符合相关标准要求，且仅采用周期性检测值及完成实质性修复后复测达标检测值，否则应使用平均排放系数法核算年度排放量。

10.2 实际排放量核算方法

核算周期实际排放量为未泄漏可达点、泄漏可达点、不可达点排放量之和。企业未记录检测值或检测报告不可采信的密封点，按10.2.3核算排放量。

企业核算周期排放量按式（6）计算。

$$E_{实际排放量}=E_{未泄漏可达点排放量}+E_{泄漏可达点排放量}+E_{不可达点排放量} \quad (6)$$

式中：$E_{实际排放量}$——核算周期实际排放量，kg；

$E_{未泄漏可达点排放量}$——核算周期未泄漏可达点排放量，kg；

$E_{泄漏可达点排放量}$——核算周期泄漏可达点排放量，kg；

$E_{不可达点排放量}$——核算周期不可达点排放量，kg。

10.2.1 未泄漏可达点排放量核算方法

未泄漏可达点排放量按式（7）计算。

$$E_{未泄漏可达点排放量}=\sum_{i=1}^{n}\left(e_i \times T_i \times \frac{WF_{TOC,i}-WF_{甲烷,i}}{WF_{TOC,i}}\right) \quad (7)$$

式中：e_i——核算周期第i个可达密封点排放速率，kg/h；

T_i——核算周期第i个可达密封点排放时间，h；

$WF_{TOC,i}$——流经密封点i的物料中总有机碳（TOC）的平均质量分数，待相关监测标准发布后实施，发布前按1计；

$WF_{甲烷,i}$——流经密封点i的物料中甲烷的平均质量分数。

10.2.2 泄漏可达点排放量核算方法

泄漏可达点排放量按式（8）计算。

$$E_{泄漏可达点排放量}=\sum_{i=1}^{n}\left(e_{i修复前} \times T_{i修复前}+e_{i修复后} \times T_{i修复后}\right) \times \frac{WF_{TOC,i}-WF_{甲烷,i}}{WF_{TOC,i}} \quad (8)$$

式中：$e_{i\ 修复前}$——核算周期第 i 个可达密封点修复前的排放速率,kg/h;

$T_{i\ 修复前}$——核算周期第 i 个可达密封点修复前排放时间，h;

$e_{i\ 修复后}$——核算周期第 i 个可达密封点修复后的排放速率,kg/h;

$T_{i\ 修复后}$——核算周期第 i 个可达密封点修复后排放时间，h;

$WF_{TOC,i}$——流经密封点 i 的物料中 TOC 的平均质量分数，待相关监测标准发布后实施，发布前按 1 计;

$WF_{甲烷,i}$——流经密封点 i 的物料中甲烷的平均质量分数。

10.2.3 不可达点排放量核算方法

不可达点排放量按式（9）计算。

$$E_{不可达点排放量}=\sum_{i=1}^{n}\left(e_i\times T_i\times\frac{WF_{TOC,i}-WF_{甲烷,i}}{WF_{TOC,i}}\right) \quad (9)$$

式中：e_i——第 i 个不可达密封点的排放速率，kg/h;

T_i——核算周期第 i 个不可达密封点排放时间，h;

$WF_{TOC,i}$——流经密封点 i 的物料中 TOC 的平均质量分数,待相关监测标准发布后实施，发布前按 1 计;

$WF_{甲烷,i}$——流经密封点 i 的物料中甲烷的平均质量分数,石油炼制工业最大取 10%。

10.3 密封点排放速率核算方法

可达点应采用相关方程法核算排放速率，不可达点以及其他无检测值或检测报告不可采信的各类密封点应采用平均排放系数法核算排放速率。

10.3.1 相关方程法

相关方程法规定了可达点的默认零值排放速率、限定排放速率和相关方程。当密封点的泄漏检测值小于 1 μmol/mol 时，用默认零值排放速率作为该密封点排放速率；当泄漏检测值大于等于 50000 μmol/mol 时，用限定排放速率作为该密封点排放速率。泄漏检测值在两者之间，采用相关方程计算该密封点的排放速率，排放速率按式（10）及附表 E.1 进行取值。

$$e_i=\begin{cases} e_0 & (0\leq SV<1) \\ e_p & (SV\geq 50000) \\ e_f & (1\leq SV<50000) \end{cases} \tag{10}$$

式中：e_i——第 i 个密封点的 TOC 排放速率，kg/h；

SV——泄漏检测值，μmol/mol；

e_0——密封点的默认零值排放速率，kg/h；

e_p——密封点的限定排放速率，kg/h；

e_f——密封点的相关方程核算排放速率，kg/h。

10.3.2 平均排放系数法

平均排放系数法规定了不可达点以及其他无检测值或检测报告不可采信的各类密封点的排放系数，可根据密封点的类型，按附表 E.2 选取排放系数，并按照式（11）或式（12）核算排放速率。

石油炼制工业排放速率计算公式：

$$e_i = F_i \times \frac{WF_{TOC,i}}{WF_{TOC,i}-WF_{甲烷,i}} \times WF_{TOC,i} \tag{11}$$

其他行业排放速率计算公式：

$$e_i = F_i \times WF_{TOC,i} \tag{12}$$

式中：e_i——第 i 个密封点的 TOC 排放速率，kg/h；

F_i——第 i 个密封点排放系数，见附表 E.2；

$WF_{TOC,i}$——流经密封点 i 的物料中 TOC 的平均质量分数，待相关监测标准发布后实施，发布前按 1 计；

$WF_{甲烷,i}$——流经密封点 i 的物料中甲烷的平均质量分数，最大取 10%。

10.4 密封点排放时间的确定

a）采用中点法确定密封点周期性检测的排放时间，即第 n 次周期性检测值代表时间段的起始点为第 n-1 次周期性检测至第 n 次周期性检测时间段的中点，终止点为第 n 次周期性检测至第 n+1 次周期性检测时间段的中点。当第 n 次周期性检测为本自然年内首次周期性检测，需符合 b）中规定；当第 n 次周期性检测为本自然年内末次周期性检测，需符合 c）中规定。

b）自然年内密封点首次周期性检测值代表时间起始点为本自然年 1 月 1 日。

c）自然年内密封点末次周期性检测值代表时间终止点为本自然年 12 月 31 日。

d）发生泄漏的情况下，泄漏时间段的终止点为完成实质性修复并复测合格时间。

e）延迟修复情况下，排放时间与周期性检测值的对应关系应符合 a）规定。

f）无工艺介质流经密封点组件的时间区间不计入密封点排放时间。

九、删除附录 B（资料性附录），并增加附录 B（规范性附录）。

附　录　B
（规范性附录）
LDAR 基本信息表

表 B.1　密封点基础台账

序号	装置单元名称	装置类型（石化[a]或其他）	区域名称	楼层	密封点群组编号	密封点扩展号	密封点类型	物料名称	物料温度（℃）[b]	物料状态	是否保温	是否不可达	不可达原因[c]	定位设备	定位设备方位	定位距离（m）	工艺描述	公称直径(mm)	建档时间	是否永久移除	永久移除日期	永久移除原因	TOC 平均质量分数（%）	甲烷平均质量分数（%）

[a] 指执行 GB 31570、GB 31571 和 GB 31572 的石油炼制、石油化学（含合成树脂）工业。
[b] 仅适用于根据工作（储存）温度判断物料是否为挥发性有机液体的行业。
[c] 不可达原因应满足 5.7 条中关于不可达密封点的认定规定。

表 B.2　密封点检测台账

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	检测开始时间（精确至秒）	检测结束时间（精确至秒）	检测人姓名	检测设备型号	检测设备编号	仪器示值（μmol/mol）	响应因子	环境本底值（μmol/mol）	泄漏检测值（μmol/mol）	修复完成时间(精确至小时)	复测时间（精确至秒）	复测值（μmol/mol）	是否延迟修复	延迟修复原因

表 B.3　未接触工艺介质密封点台账[a]

序号	装置单元名称	密封点群组编号	密封点扩展号	未接触工艺介质开始时间（精确至小时）	未接触工艺介质停止时间（精确至小时）

[a] 仅适用于受控密封点因停工、检修等原因暂时不接触工艺介质的情形。

十、将附录D（资料性附录）修改为“附录D（规范性附录）”，在表D.3“修复统计”栏右侧增加“排放量统计”，在“累计延迟修复泄漏点数”栏右侧增加“实际年排放量（kg）”。

十一、增加附录E（规范性附录），内容为：

附 录 E
（规范性附录）

表E.1 石油炼制和其他行业设备组件的密封点排放速率

设备类型 （所有物质类型）	默认零值排放速率 （kg/h）	限定排放速率 （kg/h）	相关方程 （kg/h）
石油炼制的排放速率（炼油、营销终端和油气生产）			
泵	2.4E-05	0.16	$5.03E\text{-}05\times SV^{0.610}$
压缩机、搅拌器、泄压设备	4.0E-06	0.11	$1.36E\text{-}05\times SV^{0.589}$
阀门	7.8E-06	0.14	$2.29E\text{-}06\times SV^{0.746}$
法兰	3.1E-07	0.084	$4.61E\text{-}06\times SV^{0.703}$
连接件	7.5E-06	0.030	$1.53E\text{-}06\times SV^{0.735}$
开口阀、开口管线	2.0E-06	0.079	$2.20E\text{-}06\times SV^{0.704}$
其他	4.0E-06	0.11	$1.36E\text{-}05\times SV^{0.589}$
其他行业的排放速率			
泵、压缩机、搅拌器、泄压设备	7.5E-06	0.62	$1.90E\text{-}05\times SV^{0.824}$
气体阀门	6.6E-07	0.11	$1.87E\text{-}06\times SV^{0.873}$
液体阀门	4.9E-07	0.15	$6.41E\text{-}06\times SV^{0.797}$
法兰、连接件	6.1E-07	0.22	$3.05E\text{-}06\times SV^{0.885}$
开口阀、开口管线	2.0E-06	0.079	$2.20E\text{-}06\times SV^{0.704}$
其他	4.0E-06	0.11	$1.36E\text{-}05\times SV^{0.589}$

表E.2 石油炼制和其他行业平均组件排放系数

设备类型	介质	石油炼制排放系数（kg/h）	其他行业排放系数（kg/h）
阀门	气体	0.0268	0.00597
	轻液体	0.0109	0.00403
	重液体	0.00023	0.00023
泵	轻液体	0.114	0.0199
	重液体	0.021	0.00862

设备类型	介质	石油炼制排放系数（kg/h）	其他行业排放系数（kg/h）
压缩机	气体	0.636	0.228
搅拌器	所有	0.114	0.0199
泄压设备	气体	0.16	0.104
法兰、连接件	所有	0.00025	0.00183
开口阀、开口管线	所有	0.0023	0.0017
取样连接系统	所有	0.0150	0.0150
其他	所有	0.0268	0.00597

十二、增加附录F（资料性附录），内容为：

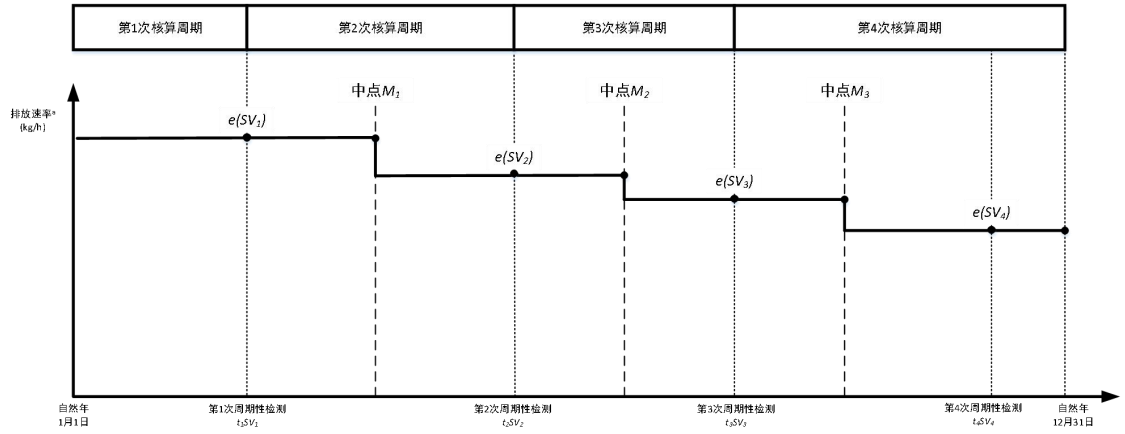
附 录 F
（资料性附录）
密封点排放时间确定示例

F.1 概述

本附录以图示给出10.4条规定的密封点排放时间，包括全年未发现泄漏、发现泄漏并完成实质性修复、纳入延迟修复三种情形。示例中密封点均为可达点，自然年内开展4次周期性检测。

F.2 示例一：全年周期性检测未发现泄漏

各周期性检测的SV_n均小于泄漏认定浓度。检测值SV_1的排放时间为自然年1月1日至第1、2次周期性检测时间的中点M_1；检测值SV_2的排放时间为第1、2次周期性检测时间的中点M_1至第2、3次周期性检测时间的中点M_2；检测值SV_3的排放时间为第2、3次周期性检测时间的中点M_2至第3、4次周期性检测时间的中点M_3；检测值SV_4的排放时间为第3、4次周期性检测时间的中点M_3至自然年12月31日，见图F.1。



图F.1　全年周期性检测未发现泄漏情形排放时间确定

t_n——自然年内第 n 次周期性检测的时间；

SV_n——第 n 次周期性检测的泄漏检测值；

M_n——第 n 次与第 n+1 次周期性检测时间的中点；

e（SV）——按 10.3.1 由 SV确定的密封点 TOC 排放速率，kg/h。

注：无工艺介质流经密封点组件的时间区间不计入排放时间，见 10.4 f），图中未标出。

[a] 排放速率的相对高低仅为示意，不代表实际数值。

F.3 示例二：周期性检测发生泄漏并完成实质性修复

第 2 次周期性检测（t_2）发现泄漏，SV_2大于等于泄漏认定浓度，$t_{复测}$完成实质性修复并复测合格，$SV_{复测}$小于泄漏认定浓度。

检测值 SV_1的排放时间为自然年 1 月 1 日至第 1、2 次周期性检测初测时间的中点 M_1；检测值 SV_2的排放时间为第 1、2 次周期性检测初测时间的中点 M_1至完成实质性修复并复测合格时间 $t_{复测}$；检测值 $SV_{复测}$的排放时间为完成实质性修复并复测合格时间 $t_{复测}$至 $t_{复测}$到第 3 次周期性检测时间的中点 M_2；检测值 SV_3的排放时间为 $t_{复测}$到第 3 次周期性检测时间的中点 M_2至第 3、4 次周期性检测时间的中点 M_3；检测值 SV_4的排放时间为第 3、4 次周期性检测时间的中点 M_3至自然年 12 月 31 日，见图 F.2。

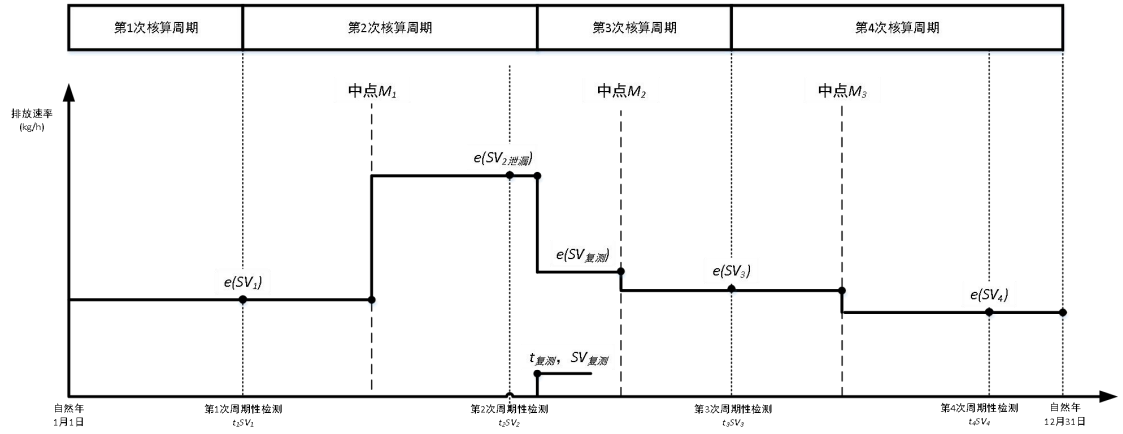


图 F.2　周期性检测发生泄漏并完成实质性修复情形排放时间确定

$t_{复测}$、$SV_{复测}$——完成实质性修复并复测合格的时间及复测的泄漏检测值。

注 1：t_n、SV_n、M_n、$e(SV)$、排放速率同图 F.1。

注 2：无工艺介质流经密封点组件的时间区间不计入排放时间，见 10.4 f），图中未标出。

F.4 示例三：周期性检测发生泄漏并纳入延迟修复

第 2 次周期性检测（t_2）发现泄漏，SV_2大于等于泄漏认定浓度；经评估无法在规定期限内完成实质性修复，纳入延迟修复，至自然年 12 月 31 日尚未完成修复。

检测值 SV_1的排放时间为自然年 1 月 1 日至第 1、2 次周期性检测时间的中点 M_1；检测值 SV_2

的排放时间为第 1、2 次周期性检测时间的中点 M_1至第 2、3 次周期性检测时间的中点 M_2；检测值 SV_3的排放时间为第 2、3 次周期性检测时间的中点 M_2至第 3、4 次周期性检测时间的中点 M_3；检测值 SV_4的排放时间为第 3、4 次周期性检测时间的中点 M_3至自然年 12 月 31 日，见图 F.3。

该延迟修复点于次年完成修复，排放时间确定原则同前，见图 F.4。

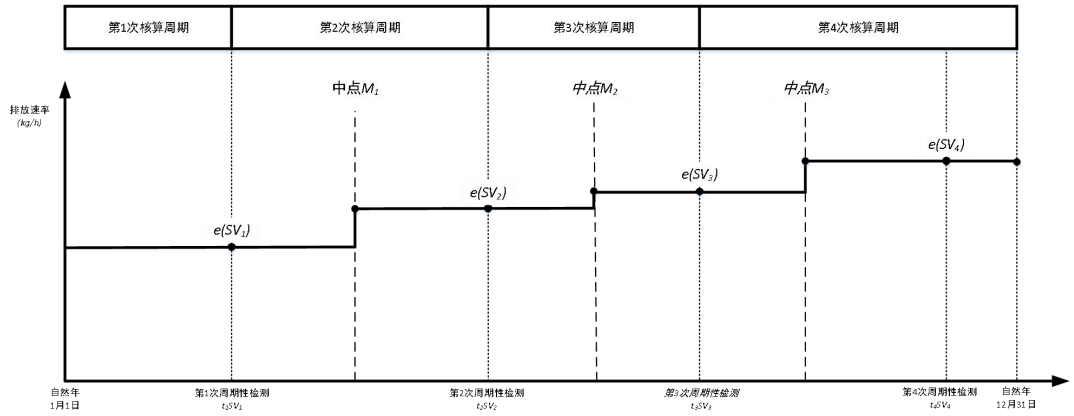


图 F.3　纳入延迟修复情形排放时间确定

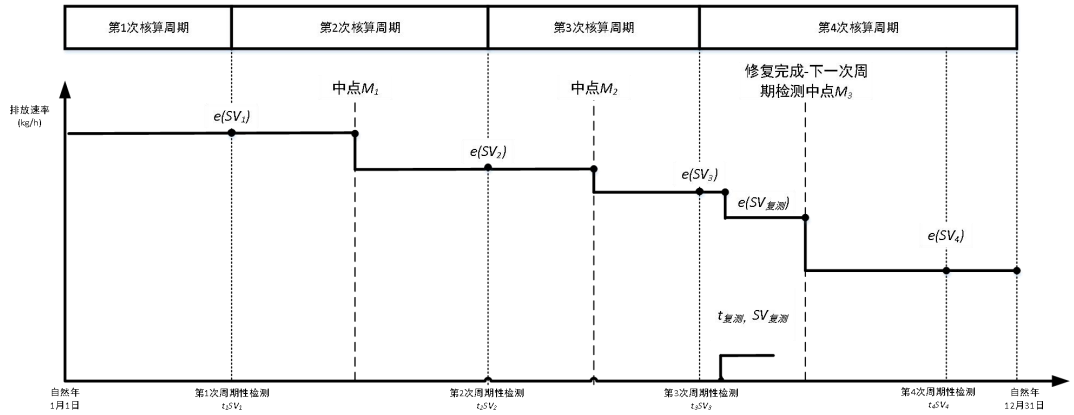


图 F.4　纳入延迟修复点于次年完成修复情形排放时间确定

注 1：t_n、SV_n、M_n、$e(SV)$、排放速率同图 F.1，$t_{复测}$、$SV_{复测}$同图 F.2。

注 2：无工艺介质流经密封点组件的时间区间不计入排放时间，见 10.4 f），图中未标出。

注 3：泄漏时段延续至完成实质性修复并复测合格；跨自然年的，按各自然年的时间区间分别核算。