

上海市地方标准

DB 31/T XXXX—XXXX

化工装置开停工及检维修过程挥发性
有机物污染防治技术规范

Technical Specification for Prevention and Control of Volatile Organic
Compounds Pollution during Startup, Shutdown, Turnaround and Maintenance of
Chemical Units

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

上海市生态环境局 发布
上海市市场监督管理局

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	3
5 源头预防与控制	4
6 停工过程 VOCs 污染防治要求	4
7 设备打开及检维修过程 VOCs 污染防治要求	5
8 储罐清洗过程 VOCs 污染防治要求	7
9 开工过程 VOCs 污染防治要求	9
10 废气收集与治理要求	10
11 火炬运行管控要求	11
12 环境监测与排放量核算要求	12
13 台账记录与报送	12
附录 A （资料性） 化工装置开停工和检维修 VOCs 管控方案编写大纲	14
附录 B （资料性） 化工装置开停工和检维修 VOCs 管控方案回顾说明编写大纲	16
附录 C （资料性） 计划性重点作业判定参考方法	18
附录 D （资料性） 设备打开前 VOCs 检测记录表	19
附录 E （资料性） 火炬气净热值预估方法	21
参考文献	23

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海市生态环境局提出。

本文件由上海市生态环境保护标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件自202□年□□月□□日起实施。

化工装置开停工及检维修过程挥发性有机物污染防治技术规范

1 范围

本文件规定了化工装置开工、停工、检维修及储罐清洗过程中挥发性有机物（VOCs）污染防治的总体要求以及源头预防与控制、过程控制、废气收集与治理、火炬运行、环境监测、排放量核算、台账记录与报送等具体要求。

本文件适用于上海市行政区域内石油炼制、石油化工、合成树脂行业生产装置的计划性停工检修及开工过程，以及上述行业和仓储物流行业中单罐容积500 m³以上（含）VOCs物料储罐的清洗作业。

故障停车、应急抢修、临时检维修等非计划性作业，在满足安全生产和应急处置要求的前提下，可参照本文件开展VOCs污染防治、台账记录和回顾评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 31570 石油炼制工业污染物排放标准
- GB 31571 石油化学工业污染物排放标准
- GB 31572 合成树脂工业污染物排放标准
- GB 33372 胶粘剂挥发性有机化合物限量
- GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
- GB 38508 清洗剂挥发性有机化合物含量限值
- GB/T 38597 低挥发性有机化合物涂料产品技术要求
- GB 50160 石油化工企业设计防火标准
- HJ/T55 大气污染物无组织排放监测技术导则
- HJ 604 环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法
- HJ 733 泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则
- HJ 1012 环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法
- HJ 1230 工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南
- DB 31/933 大气污染物综合排放标准
- DB31/1025 恶臭（异味）污染物排放标准
- DB31/T 310007 设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规范
- DB31/T 310002 挥发性有机物走航监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

化工装置 chemical process unit

以化学反应、分离、精制、聚合、合成等工艺过程生产、加工或处理化学品、石油化工产品及其中间体的生产装置及其配套设施。

3.2

挥发性有机物 volatile organic compounds (VOCs)

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。

注：在表征 VOCs 总体排放情况时，根据适用行业特征和环境管理要求，采用非甲烷总烃（以 NMHC 表示）作为污染物控制项目。

[来源：DB31/933—2025,3.2]

3.3

VOCs 物料 VOCs-containing materials

VOCs 质量占比大于等于 10% 的物料，以及有机聚合物材料。

注 1：含 VOCs 原辅材料、含 VOCs 产品、含 VOCs 废料（渣、液）等术语含义与 VOCs 物料相同。

注 2：有产品质量标准规定的，按照标准规定的 VOCs 含量检测方法确定相应产品的 VOCs 含量。

注 3：未有产品质量标准规定的，确定 VOCs 含量时，将 20°C 时蒸气压不小于 10 Pa 或者 101.325 kPa 大气压下，沸点不高于 250°C 的有机化合物或者实际生产条件下具有相应挥发性的有机化合物纳入核算范围，甲烷除外。

[来源：DB31/933—2025,3.5]

3.4

开工 startup

化工装置由非生产状态转换为正常生产状态的过程，包括设备设施检查、系统气密试验、置换、进料、升温升压、建立循环、产品合格等阶段。

3.5

停工 shutdown

化工装置由正常生产状态转换为非生产状态的过程，包括降负荷、停止进料、退料、泄压、倒空、置换、吹扫、蒸煮、清洗、隔离等阶段。

3.6

检维修 maintenance and repair

为检查、维护、修理、更换、清洗或改造化工装置及其设备设施而开展的作业活动。

3.7

计划性作业 planned activity

可预见并可提前安排的开工、停工、检维修或储罐清洗作业。

3.8

重点作业 key activity

涉及 VOCs 物料量较大、设备打开数量较多、储罐清洗、恶臭物质释放风险较高、需集中排入火炬系统处理，或者可能对周边环境敏感目标产生明显影响的计划性作业。

3.9

非计划性作业 unplanned activity

因设备故障、工艺异常、安全风险、污染治理设施异常或其他突发情形临时实施的停车、检维修或应急处置作业。

3.10

储罐清洗作业 tank cleaning

为对储罐进行内部检验、维修、更换储存介质或清除残留物而实施的退料、置换、清洗及相关处置作业。

3.11

设备打开 equipment opening

因内部检查、清洗、检修等需要，将密闭设备或管道系统的人孔、法兰或其他封闭部位拆卸敞开，使设备内部与大气环境连通，以便人员进入受限空间或实施持续性敞开作业的操作。

3.12

密闭 airtight

污染物不与环境空气接触，或通过密封材料、密封设备与环境空气隔离的状态或作业方式。

[来源：GB 37822—2019,3.4]

3.13

废气收集系统 exhaust gas collection system

用于收集并输送开工、停工、检维修或储罐清洗过程中产生的VOCs废气的设施组合。

3.14

移动式 VOCs 处理设施 mobile VOCs treatment facility

能够移动至作业现场临时部署，对VOCs废气进行收集、回收或净化处理的设施。

3.15

火炬 flare

通过燃烧方式处理可燃气体的安全设施。

3.16

火炬系统 flare system

由火炬及其配套的排放管道、分液设备、阻火设备、火炬燃烧器、点火系统、火炬筒及其他部件等组成的完整设施。

[来源：GB 50160—2008,2.0.33,有修改]

3.17

净热值 net heating value (NHV)

气体燃料在标准状态（0℃、101.325kPa）下完全燃烧，其燃烧产物中的水蒸气仍以气态存在时，单位体积气体所释放的热量。单位为兆焦每标准立方米（MJ/Nm³）。

注：净热值也称低位发热量。本文件中所称“热值”均指净热值。

4 总体要求

4.1 企业应建立化工装置开工、停工、检维修及储罐清洗过程 VOCs 污染防治管理制度，明确各相关方职责，形成方案编制、措施落实、监测核查、台账记录和回顾评估的全过程管理流程。

4.2 开停工、检维修及储罐清洗过程产生的 VOCs 废气，应按源头减量、密闭操作、回收利用、收集治理、达标排放的优先顺序进行控制。不具备回收条件的，应送入废气治理设施处理；现有治理设施处理能力不足时，可采用移动式 VOCs 处理设施；确需火炬系统处理的，应执行本文件火炬运行管控要求。

4.3 企业开展计划性作业前，应识别作业过程中 VOCs 排放环节和废气去向；涉及重点作业的，应按附录 A 编制 VOCs 管控方案。作业结束后按附录 B 编制管控回顾说明。企业应建立管控台账，如实记录各阶段污染防治措施的执行情况。

4.4 企业应根据涉及 VOCs 物料数量及挥发性、设备打开数量及方式、废气去向、周边环境敏感程度等因素，对计划性作业实施分级管理。重点作业的判定可参考附录 C，并应按本文件要求加强管控。

4.5 企业应关注本市空气质量预报信息。在空气质量预报显示未来 48 h 将出现以臭氧为首要污染物的连续两日中度及以上污染，或因臭氧污染发布重污染天气橙色及以上预警时，不宜实施设备打开、储罐

清洗以及其他可能造成 VOCs 集中排放的计划性作业；确需实施的，应采取强化收集治理、加密监测和错峰作业等措施。

4.6 开工、停工、检维修及储罐清洗过程 VOCs 污染防治措施应在满足安全生产、消防和职业健康要求的前提下实施。

4.7 非计划性作业应在确保安全生产和应急处置要求的前提下，采取可行的 VOCs 污染防治措施。作业结束后，企业应记录作业原因、作业过程、VOCs 控制措施、废气去向、监测检测结果、异常排放情况和后续整改措施。

5 源头预防与控制

5.1 工艺设计与系统配置

5.1.1 新改扩建化工装置在工艺流程设计和装置布置时，应统筹考虑开停工、检维修及储罐清洗过程 VOCs 污染防治需求，合理设置物料回收、密闭置换、密闭吹扫、密闭清洗和废气收集与治理设施，并预留与固定式废气治理设施、火炬系统或移动式 VOCs 处理设施连接的接口。

5.1.2 现有化工装置应具备开停工、检维修及储罐清洗过程中 VOCs 废气有效收集、回收或治理条件。尚不具备条件的，应采取临时收集处理措施，并结合最近一次装置检修或技术改造完善永久性设施。

5.1.3 涉及 VOCs 物料的排凝点、采样点、放空口等易产生 VOCs 逸散的部位，宜具备密闭收集或接入废气治理设施的条件；液态排放部位应采用密闭容器收集。

5.2 设备与连接部件选用

5.2.1 开停工、检维修及储罐清洗过程中涉及 VOCs 物料输送的泵、压缩机、阀门等设备，宜采用低泄漏或无泄漏型式。常见低泄漏或无泄漏型式包括屏蔽泵、磁力泵、隔膜泵、双端面机械密封泵、屏蔽压缩机、磁力压缩机、隔膜压缩机、屏蔽阀、隔膜阀、波纹管阀等。

5.2.2 临时收集管线、软管、接头、密封件、收集容器和移动式 VOCs 处理设施连接部件，应与所接触物料的温度、压力、腐蚀性、溶胀性和可燃性相适应，并保持密闭状态。

5.3 低 VOCs 含量产品使用

5.3.1 检维修过程中应优先采用水基清洗工艺，通过高压水射流、循环喷淋、超声波清洗等物理方式提高清洗效率。确需使用有机溶剂清洗的，应优先采用符合 GB 38508 要求的低 VOCs 含量清洗剂。

5.3.2 检维修过程中使用的涂料宜选用符合 GB/T 38597 要求的低 VOCs 含量涂料，胶粘剂宜选用符合 GB 33372 要求的低 VOCs 含量胶粘剂。

6 停工过程 VOCs 污染防治要求

6.1 停工前准备

6.1.1 企业应在停工前明确各阶段退料去向、吹扫置换方案、废气收集方式和废气处理路径，确认接收设施容量满足退料需求，废气收集、治理及监测等相关设施处于可用状态且处理能力满足需求。

6.1.2 接收含 VOCs 物料的污水罐、废水缓冲罐、事故罐（池）、污油罐及临时储存设施，应具备 VOCs 废气收集、回收或治理条件；作业前宜提前降低液位，满足停工退料和清洗废液接收需求。

6.1.3 采用密闭吹扫、密闭置换或密闭蒸煮的，应在作业前确认相关固定管线、临时管线、柔性连接、冷凝分离、废气收集和处理设施连接可靠、密闭有效。

6.1.4 停工期间需使用火炬系统处理废气的，应提前确认火炬系统及其运行监控设施处于可用状态。

6.1.5 利用生产设施协同处理废气的，应在协同处理设施停用前，将废气切换至其他 VOCs 处理设施，确保废气持续有效处理。

6.2 退料与倒空

6.2.1 停工退料应遵循应退尽退、优先回收、密闭转移的原则，装置内各设备设施中的 VOCs 物料应尽可能退净，并优先退至已配置 VOCs 废气治理设施的储罐或回收容器。

6.2.2 液态 VOCs 物料退料过程中，应控制退料速度，减少物料扰动和蒸发损失。退料进入储罐的，应持续关注储罐液位及罐压变化，将罐压控制在呼吸阀起跳压力以下。

6.2.3 真实蒸气压较高、易挥发或易产生异味的 VOCs 物料，宜采取降温、控制退料速度、分批退料、气相平衡、油气回收或接入废气治理设施等措施，减少 VOCs 集中排放。

6.2.4 采用氮气、蒸汽或其他介质压送退料的，压送废气应通过密闭管道收集并送入回收、治理或火炬系统处理，不应直接排放。

6.2.5 气态 VOCs 物料应优先通过压缩回收、燃料气系统回收、气柜回收或其他方式回收利用。不具备回收条件且符合火炬系统接入要求的，可送入火炬系统处理。

6.2.6 退料和倒空过程中产生的残液、排凝液、污油、废溶剂及其他含 VOCs 废液，应采用密闭容器或密闭管道收集、转移和暂存，不应直接排放至地面、雨水系统或敞开式沟渠。

6.3 置换与吹扫

6.3.1 置换与吹扫作业应采用密闭方式，产生的 VOCs 废气应收集后送入回收、治理或火炬系统处理。

6.3.2 液相物料置换应符合下列要求：

——重质油系统退料后宜采用蜡油、柴油等相对轻质油品进行置换清洗，置换介质不应轻于柴油。置换后的油品应送入已配置 VOCs 废气治理设施的储罐或高效密封的浮顶罐；

——轻质油管线宜采用水顶方式将物料推至装置内回收装置，不宜直接用蒸汽向罐区吹扫。

6.3.3 临氢系统、含硫系统及其他含可燃、有毒或恶臭物质系统的气相置换废气，应优先回收利用或送入相应处理系统；不具备条件且符合火炬系统接入要求的，可送入火炬系统处理。多套装置气相置换应统筹协调、顺序进行，避免短时间集中排放。

6.3.4 蒸汽吹扫废气进入储罐、废气治理设施或火炬系统前，宜经冷凝冷却和气液分离处理。冷凝液、分离液应密闭收集并妥善处理。

6.3.5 吹扫作业应配备专人现场负责，控制吹扫介质用量、压力、流量和持续时间，避免废气集中排放。

6.4 蒸煮与清洗

6.4.1 设备蒸煮宜采用密闭方式进行，蒸煮废气宜经冷凝回收，不凝气优先排入废气治理设施，不具备条件时可排入火炬系统。冷凝液应进行收集治理。

6.4.2 设备清洗应优先采用浸泡、循环喷淋、高压水射流、机械清洗等低 VOCs 或无 VOCs 清洗方式。采用有机溶剂清洗的，应采取密闭清洗、密闭转移和废气收集治理措施。

6.4.3 常减压、催化、焦化、重整、加氢及酸性水汽提、甲醇洗等装置中接触硫化物、氨、胺类、醛酮类或其他恶臭物质的设备和系统，在打开或清洗前应根据物料特性采取预处理措施，减少恶臭及 VOCs 排放。

6.4.4 蒸煮和清洗过程中产生的冷凝液、清洗液、排凝液及其他含 VOCs 废液，应分类收集、密闭转移并妥善处理。含油、含溶剂或含高浓度 VOCs 的清洗废水，宜先进行隔油、回收、预处理或密闭暂存，其逸散废气应收集处理。

7 设备打开及检维修过程 VOCs 污染防治要求

7.1 检维修前准备

7.1.1 企业应在检维修作业前识别涉及 VOCs 物料的设备、管线、储罐、排凝点、采样点、放空口、清洗口、拆卸点和临时作业区域，明确可能产生 VOCs 排放的作业环节、废气去向和控制措施。

7.1.2 涉及设备打开、管线拆卸、泄漏点修复、涂装防腐、设备清洗或含 VOCs 废料转移的检维修作业，应在作业前明确污染防治责任人、作业边界、控制措施、监测检测要求和台账记录要求。

7.1.3 检维修现场应根据作业需要配备接液盘、密闭收集容器、临时收集管线、堵头、盲板、吸附材料等应急收集物资和必要的 VOCs 检测设备。

7.1.4 设备或管线打开前，应完成退料、倒空、置换、吹扫、蒸煮、清洗等前处理措施，并确认残余 VOCs 物料、清洗废液、冷凝液、污油、油泥等已按要求收集、转移或处置。

7.2 设备打开前 VOCs 检测

7.2.1 涉及 VOCs 物料的设备、管线或储罐在打开前，应开展设备打开前 VOCs 检测。检测结果符合本文件规定的打开条件后，方可实施打开作业。设备打开前 VOCs 检测用于判定 VOCs 污染控制条件，不替代受限空间、动火等特殊作业所需的可燃气体、氧含量和有毒有害气体检测。

7.2.2 设备打开前应采用表 1 规定的检测方式确认设备内部 VOCs 浓度满足与大气联通条件。

表 1 设备打开前的 VOCs 检测方式及要求

序号	检测方式	操作要求	合格指标	记录要求
1	FID 或 PID 检测仪	检测前应在前处理结束并静置不少于 15 min，每次检测不少于 3 min，每隔 30 s 记录一个读数，取平均值。	VOCs 浓度 < 200 μmol/mol	以视频或照片方式记录
2	光学气体成像仪（OGI）	应覆盖设备打开及测试的全过程，每个检测点位影像记录时长不少于 3 min。	无明显 VOCs 逸散	全过程记录红外影像

注：不同检测方式适用性参见附录 D。

7.2.3 设备打开前 VOCs 检测点位应根据设备结构、物料性质和残留物可能积聚位置确定，并至少包括下列位置：

- 设备（塔、容器、反应器等）顶部打开处或与设备顶部连通的排放口；
- 设备底部导凝口、冷凝液排放口、低点排放口等可能积液部位；
- 拟拆卸管线的低点、盲端、阀门两侧或其他可能残留 VOCs 物料的部位；
- 储罐清洗作业中的罐顶通气口、清洗废气收集口或其他代表性检测位置。

7.2.4 设备打开前，各 VOCs 检测点位应至少检测 1 次，检测结果符合表 1 规定的合格指标后方可实施打开操作。任一检测点位不合格的，应对该设备继续吹扫、水洗或蒸煮处理后重新检测，直至均合格。

7.2.5 设备底部与顶部均需打开的，应在设备内部 VOCs 浓度检测合格后，优先打开底部或低点部位进行残余液体确认和收集；顶部打开前，应对顶部打开部位或连通排放口开展检测，检测合格后方可打开。

7.2.6 设备打开前 VOCs 检测应形成记录。记录内容应包括设备名称、设备编号、检测点位、检测时间、检测仪器、检测结果、检测人员、判定结论及不合格点位处理情况。

7.3 设备打开作业控制

7.3.1 设备打开应在完成检测确认、残液收集准备和废气控制措施落实后实施。打开过程中应采用分步、分段、逐点打开方式，减少 VOCs 集中逸散。

7.3.2 设备打开过程中发现明显异味、可见油气、VOCs 检测高值、残液外溢等异常情况，应暂停打开作业，重新开展置换、吹扫、蒸煮、清洗等前处理或密闭收集、局部抽风等控制措施，确认满足作业条件后方可继续。

7.3.3 设备打开后需持续敞开作业的，宜采取局部围挡、负压抽风等措施收集 VOCs 废气，送入移动式 VOCs 处理设施处理或其他治理设施处理，减少 VOCs 逸散。

7.3.4 设备打开后产生的残液、油污、油泥、废溶剂、废吸附材料和其他含 VOCs 废料，应采用密闭容器分类收集、暂存和转移，不应敞口存放或随意倾倒。

7.4 设备拆卸及清洗

7.4.1 涉及 VOCs 物料的设备、管线、阀门、法兰、过滤器、泵、压缩机、采样系统、排凝系统等拆卸前，应确认内部物料已退净或采取有效隔离、收集和处置措施。

7.4.2 拆卸作业前，应在拆卸点下方预置接液盘或密闭收集容器。拆卸过程中产生的残余物料、排凝液和清洗液应及时收集，不应排放至地面、雨水系统、明沟或敞开式沟渠。

7.4.3 低点排放口、排凝口和盲端管线排液时，应采用软管、临时管线或其他密闭方式引入收集容器，不应敞开排放。

7.4.4 拆卸过程产生含 VOCs 残留物的设备、部件、管段、滤芯、填料、密封件等，应在指定区域暂存，并采取封堵、遮盖、密闭包装或废气收集处理等措施。

7.5 检维修清洗作业

7.5.1 涉及 VOCs 物料的设备、部件和管线清洗应在指定区域进行。清洗区域应采取地面防渗、围挡或围堰、废液收集和废气控制措施。围堰区域应设置顶棚，清洗废气宜收集处理。无法设置顶棚的，作业期间围堰边界外 1 m、距地面 1.5 m 处 VOCs 浓度不应超过 100 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 。

7.5.2 清洗过程中产生的清洗废液、油污、油泥、废溶剂、废擦拭材料和废包装物，应分类密闭收集、暂存和处置。

7.5.3 无法实施密闭清洗或废气收集处理的，应优化作业时间、缩短敞开时间、控制清洗面积，并加强现场 VOCs 检测和异味巡查。

7.6 泄漏点修复

7.6.1 检维修前，企业应结合 LDAR 检测记录、日常巡检记录、延迟修复记录和异常泄漏记录，制定泄漏点修复计划。泄漏点修复和复测应符合 HJ 1230、DB31/T 310007 等相关标准要求。

7.6.2 检维修过程中应对延迟修复点位和重复泄漏点位进行维修、更换或升级改造，减少装置重新投运后的 VOCs 泄漏风险。

7.6.3 装置重新投运后，应对检维修期间完成修复的泄漏点开展复测，验证修复效果。复测不合格的，应继续维修并记录原因和处理情况。

7.7 涂装及防腐作业

7.7.1 涂料、稀释剂、固化剂、胶粘剂、清洗剂等含 VOCs 材料在施工现场应密闭存放，按作业需要取用，使用后及时封闭。涂料调配应在指定区域进行，调配容器在非取用时应保持密闭。

7.7.2 剩余涂料、废涂料桶、废稀释剂、废擦拭材料等应密闭收集、分类暂存并妥善处置。

7.7.3 露天涂装及防腐作业宜避开高温、强日照、大风等气象条件不利时段，臭氧污染预警期间按 4.5 执行。

8 储罐清洗过程 VOCs 污染防治要求

8.1 一般要求

8.1.1 企业开展涉及 VOCs 物料的储罐清洗作业前，应识别储罐类型、储存介质、残余物料量、物料挥发性、恶臭物质释放风险、清洗方式、废气去向、废水及污泥处置方式，明确 VOCs 污染防治措施。

8.1.2 储罐清洗作业前，应确认物料回收设施、废气收集与治理设施、清洗废水收集处理设施、含油污泥暂存设施、移动式 VOCs 处理设施及相关安全设施处于可用状态。

8.1.3 储罐清洗作业宜采用机械化、密闭化、自动化清洗方式，减少人工进入、敞开清洗和 VOCs 无组织逸散。

8.1.4 储罐清洗过程中产生的废气、废水、残液、油泥、废吸附材料及其他含 VOCs 废物，应明确收集、暂存、转移和处置去向，不应直接排放或敞口存放。

8.2 退料与气体置换

8.2.1 储罐退料和倒空按 6.2 执行。浮顶罐清洗前应将浮盘降至罐底支柱固定位置，控制液位下降速度，减少罐壁挂液和呼吸排放。

8.2.2 储罐底部残液、油污和沉积物应采用密闭方式收集，残余 VOCs 物料、清洗废液和含油污泥临时暂存时，应采用密闭容器存储并采取防渗、防泄漏和废气收集治理措施。

8.2.3 储罐打开前，应对罐内残余气体进行置换、收集和处理。置换废气应接入固定式废气治理设施、移动式 VOCs 处理设施、油气回收设施或符合接入条件的火炬系统处理，不应直接排放。

8.2.4 储罐气体置换应根据储罐容积、结构形式、储存介质、残余物料量和清洗方式确定置换方式、置换气量和置换时间。置换气体总体积宜不低于储罐气相空间体积的 3 倍。固定顶罐可按储罐设计容积或实际气相空间体积计算；浮顶罐可按清洗前浮盘固定位置下方空间体积计算。

8.2.5 置换过程中应保持废气收集系统密闭有效，避免因人孔、透光孔、量油孔、排凝口、呼吸阀或临时连接部位敞开造成 VOCs 逸散。

8.2.6 置换结束后，宜对罐内 VOCs 浓度或逸散情况进行检测，评估置换效果。

8.3 清洗作业控制

8.3.1 储罐清洗宜采用高压水射流、旋转喷头、密闭循环冲洗、机器人清洗或其他机械化清洗方式。采用人工清洗的，应采取通风废气收集、局部密闭、移动式 VOCs 处理设施处理等控制措施。

8.3.2 清洗过程中产生的 VOCs 废气应持续收集处理。采用机械化密闭清洗的，应保持清洗系统、废气收集系统和废液收集系统密闭运行。

8.3.3 重质油、含硫物料、含氮有机物、胺类、醛酮类或其他易产生恶臭的物料储罐，清洗前宜根据物料特性采取蒸汽蒸煮、水洗、碱洗、氧化、吸收、除臭或其他预处理措施，预处理过程的废气和冷凝液处置按 6.4 执行。

8.3.4 储罐清洗废水按 6.4 执行。含油废水、含溶剂废水和其他高浓度含 VOCs 清洗废水，宜先经隔油、回收或预处理，其逸散废气应收集处理。

8.3.5 储罐清洗产生的油泥、沉渣、废吸附材料和其他含 VOCs 废物，应按相关规定分类收集、密闭暂存、转移和处置。

8.4 开罐及作业结束管理

8.4.1 储罐开罐前，应按 7.2 要求开展设备打开前 VOCs 检测。检测不符合打开条件的，应继续采取置换、蒸煮、清洗、废气收集处理等措施，并重新检测。

8.4.2 储罐清洗废气治理按第 10 章执行。采用燃烧、催化氧化等破坏性治理技术的，应确保废气浓度、热值、含氧量和流量满足设施安全稳定运行要求。

8.4.3 储罐清洗结束后，应对清洗废气治理设施运行情况、清洗废水和污泥处置情况、设备打开前检测结果、异常情况及整改措施进行记录。

8.4.4 储罐重新投用前，应确认储罐附件、密封设施、呼吸阀、废气收集处理设施、液位计、排凝口、采样口等恢复正常状态，防止投用后发生 VOCs 泄漏或异常排放。

9 开工过程 VOCs 污染防治要求

9.1 开工前准备

9.1.1 企业应在化工装置开工前逐项检查确认检维修期间涉及的设备、管线及其附件已恢复密闭状态，废气收集系统和废气治理设施已恢复至可用状态。

9.1.2 VOCs 废气治理设施应在化工装置投料、升温、升压或产生 VOCs 废气前启动运行，并保持稳定运行。采用吸附、吸收、冷凝、燃烧、催化氧化等治理工艺的，应确认其运行条件满足处理要求。

9.1.3 开工过程中需使用火炬系统处理废气的，应在开工前确认火炬系统及其运行监控设施处于可用状态，并满足第 11 章要求。

9.1.4 开工前应明确开工各阶段可能产生 VOCs 废气的排放节点、预计排放时段、废气去向、治理设施运行方式和异常情况下的处置措施。

9.2 置换、进料和升温过程控制

9.2.1 开工过程中系统置换、气密试验、进料、升温、升压、建立循环等阶段产生的 VOCs 废气，应收集后送入回收、治理或符合接入条件的火炬系统处理，不应直接排放。

9.2.2 进料和升温过程中应控制进料速度、升温速率和系统压力变化，减少因物料扰动、压力波动、密封失效或异常放空造成的 VOCs 排放。

9.2.3 加热炉、裂解炉、反应器、再生器、干燥器、脱附装置等设备开工或升温过程中产生的含 VOCs 废气，应根据废气特性收集后送入废气治理设施或符合接入条件的火炬系统处理。

9.2.4 催化剂再生、吸附剂再生、干燥置换、系统脱气、溶剂置换等过程中产生的 VOCs 废气，应收集处理；含恶臭物质的，应采取除臭、吸收、氧化或其他适宜措施。

9.2.5 开工过程中因工艺调整、产品切换、压力平衡、气相置换等产生的间歇性放空气，应优先回收利用；不具备回收条件的，应接入废气治理设施或符合接入条件的火炬系统处理。

9.3 密闭性检查与泄漏控制

9.3.1 装置进料前，应确认检维修期间打开、拆卸、维修或更换的设备、管线、阀门、法兰、盲板、排凝口、采样口、放空口等部位已恢复密闭状态。

9.3.2 开工过程中应加强对检维修部位、易泄漏部位、延迟修复点位、重复泄漏点位和新更换设备与管线组件的巡检，发现 VOCs 泄漏或明显异味的，应及时采取紧固、隔离、收集处理、降负荷或停车处理等措施。

9.3.3 开工初期废气治理设施入口浓度、风量或组分波动较大的，应加强治理设施运行调节，防止处理效率下降、吸附材料穿透、燃烧不稳定或出口浓度超标。

9.4 不合格产品及异常物料控制

9.4.1 开工初期产生的不合格产品、中间物料、置换物料、过渡物料和其他含 VOCs 物料，应优先回收至生产系统、中间储罐、回炼罐或其他具备 VOCs 废气收集处理条件的设施。

9.4.2 不合格产品或异常物料需临时储存的，应采用密闭储罐、密闭容器或其他具有等效控制效果的设施，产生的废气应收集治理。

9.4.3 不合格产品、异常物料、置换废液、清洗废液和其他含 VOCs 废液不应排放至地面、雨水系统、明沟或敞开式沟渠。

9.4.4 开工过程中产生的废吸附材料、废催化剂、废溶剂、废包装物、污油、油泥等含 VOCs 废物，应密闭收集、分类暂存、转移和处置。

9.5 开工异常情况处置

9.5.1 开工过程中发生跑料、冒料、泄漏、治理设施故障、火炬燃烧异常、厂界 VOCs 高值、明显异味或其他异常情况的，企业应及时采取控制措施，减少 VOCs 排放。

9.5.2 异常情况可能造成 VOCs 集中排放的，应根据实际情况采取暂停进料、降低负荷、切换废气去向、启用备用治理设施、启用移动式 VOCs 处理设施、加强现场检测和厂界监测等措施。

10 废气收集与治理要求

10.1 总体要求

10.1.1 开停工、检维修及储罐清洗过程中产生的 VOCs 废气，按 4.2 确定的优先顺序进行处理。

10.1.2 企业应根据开停工、检维修及储罐清洗期间的废气排放特点，评估现有治理设施的处理能力，必要时应提前配置移动式 VOCs 处理设施或采取其他补充措施。

10.1.3 废气收集与治理措施应与安全生产、消防、职业健康等要求相协调。涉及可燃、有毒、腐蚀性或高浓度 VOCs 废气收集治理的，应采取防火、防爆、防静电、防腐蚀、防中毒和防窒息等措施。

10.1.4 废气收集系统及治理设施发生故障、处理能力不足或排放异常的，应根据实际情况采取暂停相关作业、降低作业强度、切换废气去向、启用备用或移动式 VOCs 处理设施等措施。

10.2 废气收集系统

10.2.1 VOCs 废气收集系统应保持密闭、完整、有效。采用临时管线、软管或柔性连接收集 VOCs 废气的，应确保连接部位密闭可靠，并与废气温度、压力、腐蚀性、可燃性和流量条件相适应。

10.2.2 废气收集系统需要切换废气去向的，应按管控方案或操作规程执行，避免切换过程中废气直接排放。发现收集系统泄漏、堵塞、积液或其他异常的，应及时停止或调整相关作业。

10.3 固定式废气治理设施

10.3.1 开工、停工、检维修及储罐清洗过程中产生的 VOCs 废气，宜优先接入企业现有固定式废气治理设施处理。固定式废气治理设施应在 VOCs 废气产生前启动运行，并在相关作业结束、残留气态污染物处理完毕后方可停运。

10.3.2 固定式废气治理设施排放浓度应符合 GB 31570、GB 31571、GB 31572、DB 31/933 等国家和本市相关污染物排放标准要求。涉及恶臭物质的，还应符合 DB 31/1025 等标准要求。

10.4 移动式 VOCs 处理设施

10.4.1 移动式 VOCs 处理设施接入前，应确认其处理能力、适用工况、防爆等级和安全防护措施满足作业要求。处理可燃性 VOCs 废气的，应根据废气爆炸下限、含氧量等条件采取相应安全控制措施。

10.4.2 移动式 VOCs 处理设施应设置便于监测的采样口。排放浓度应符合 GB 31570、GB 31571、GB 31572、DB 31/933 等国家和本市相关污染物排放标准要求。

11 火炬运行管控要求

11.1 总体要求

11.1.1 开停工、检维修及储罐清洗过程中产生的 VOCs 废气，应优先采取源头减量和物料回收措施，最大限度减少进入火炬系统的废气量。

11.1.2 确需通过火炬处理废气的，火炬系统应处于连续可用状态，长明灯应保持常燃。长明灯应使用独立稳定的燃料气供应，不应使用工艺废气作为长明灯燃料。

11.1.3 企业应在 VOCs 管控方案中明确各作业阶段排入火炬系统的废气来源、预计气量、持续时间、净热值变化和燃料气补充措施。

11.1.4 火炬系统出现长明灯熄灭、点火失败、低热值、回火风险、冒黑烟或燃烧不稳定等异常情况的，企业应及时采取暂停相关作业、补充燃料气、切换废气去向或启用备用处理设施等措施。

11.2 火炬系统接入控制

11.2.1 多套装置或多个作业点同时向火炬系统排放废气的，应统筹安排作业时序，避免短时间集中排放造成火炬系统超负荷运行。

11.2.2 含液、含尘或含高浓度水蒸气的废气，进入火炬系统前应采取气液分离、冷凝冷却或除雾等预处理措施。

11.2.3 含卤代烃、含硫、含氮或强腐蚀性废气接入火炬系统前，应评估火炬系统适用性，必要时采取预处理或切换其他治理路径等措施。

11.3 燃烧稳定性与热值控制

11.3.1 进入火炬筒体的混合气体净热值应满足下列要求：

- 蒸汽助燃、空气助燃型火炬，净热值应 $\geq 12 \text{ MJ/Nm}^3$ （300 Btu/scf）；
- 无助燃型火炬、压力助燃型火炬，净热值应 $\geq 8 \text{ MJ/Nm}^3$ （200 Btu/scf）。

具备在线热值监测条件的，以实测数据判断；未安装在线热值监测设备的，以火炬气组分分析测算值或工艺条件预估值判断。热值预估方法见附录 E。

11.3.2 火炬系统应设置燃料气补充管线。火炬气净热值低于 11.3.1 规定的限值时，应及时补充天然气或其他清洁燃料气，并满足下列要求：

- 具备在线热值监测条件的，应根据实测热值数据自动控制及时补充燃料气，采用手动补充的应安排专人负责；
- 未安装在线热值监测设备的，应在管控方案中预估各作业阶段火炬气热值变化趋势，识别低热值作业阶段，提前制定燃料气补充方案，明确补充时间、预估补充量和操作责任人，并按方案执行。

11.3.3 使用蒸汽助燃型火炬的，应控制蒸汽与废气的质量流量比例，并随火炬气流量变化及时调整蒸汽供给量。具体控制范围可根据火炬设计文件确定。

11.4 监测与运行记录

11.4.1 火炬系统应安装流量计，监测火炬气总管气体流量、燃料气补充流量和长明灯燃料气流量；具备条件的宜同时监测助燃蒸汽流量和助燃空气流量。火炬气流量计精度应满足：

- 当火炬气流速 $\geq 0.03 \text{ m/s}$ 且 $\leq 0.3 \text{ m/s}$ 时，流量计最大允许误差不超过量程的 $\pm 20\%$ ；
- 当火炬气流速 $> 0.3 \text{ m/s}$ 时，流量计最大允许误差不超过量程的 $\pm 5\%$ 。

11.4.2 设有水封槽的火炬系统，应在水封槽入口管线处安装压力监测装置。

11.4.3 火炬系统运行期间，应记录火炬启用时间、停用时间、废气来源、火炬气流量、燃料气补充量、长明灯运行状态、火炬气净热值或预估结果、助燃介质使用情况、异常燃烧情况及处置措施。采用火炬系统处理开停工、检维修及储罐清洗过程 VOCs 废气的，应在管控回顾说明中说明火炬实际运行情况及与管控方案的偏差。

12 环境监测与排放量核算要求

12.1 总体要求

12.1.1 企业应根据作业类型和 VOCs 排放风险，制定环境监测计划；涉及计划性重点作业的，宜同步制定排放量核算计划。

12.1.2 监测因子应根据 VOCs 物料特征和周边环境敏感性确定。表征 VOCs 总体排放情况时，采用非甲烷总烃作为监测因子；涉及特征污染物或异味扰民风险的，宜开展特征污染物或臭气浓度监测。

12.2 厂界及环境监测

12.2.1 开停工、检维修及储罐清洗作业期间，企业应在厂区边界开展非甲烷总烃监测。监测点位应按 HJ/T 55 的规定设置，监测方法按 HJ 604 执行。计划性重点作业期间，厂界监测每日不应少于 1 次；排放强度较大、异味风险较高或出现厂界高值的，应加密监测。

12.2.2 厂界非甲烷总烃任意 1 h 平均浓度应符合表 2 的规定。监测结果超过表 2 限值的，应及时排查排放源并采取针对性控制措施。

表 2 厂界 VOCs 无组织排放监控限值

控制类别	排放项目	监控点限值	限值含义
区域环境	NMHC	4 mg/m ³	监控点处 1 h 平均浓度值

12.2.3 涉及恶臭物质释放风险或周边存在环境敏感目标的，宜在厂界下风向或敏感点周边开展臭气浓度监测。作业期间出现明显异味、厂界高值、群众投诉等异常情况的，应增加监测点位和频次。

12.2.4 具备条件的企业宜采用移动浓度监测、移动通量监测或其他快速监测技术开展 VOCs 排放筛查和高值识别。发现 VOCs 浓度高值区域且特征组分与本次作业物料一致的，应对相应作业环节的 VOCs 控制措施进行复核，必要时采取加强密闭、调整作业时序等措施。

12.2.5 移动浓度监测应符合 DB31/T 310002 的要求。采用移动通量监测应记录监测方法、监测路径、气象条件、模型参数、数据处理方法和结果不确定性说明。

12.3 排放量核算

12.3.1 计划性重点作业结束后，企业宜对开工、停工、检维修及储罐清洗过程 VOCs 排放量及减排效果进行核算，核算结果纳入管控回顾说明。

12.3.2 排放量核算应覆盖有组织排放、无组织排放、火炬系统处理排放、治理设施削减量、物料回收量和异常排放量等内容。具备实测数据的，应优先采用实测数据核算。核算方法、数据来源和计算过程应在回顾说明中记录。

13 台账记录与报送

13.1 企业应建立开停工和检维修过程 VOCs 管控台账，如实记录各阶段污染防治措施的执行情况。台账保存期限不少于 5 年。

13.2 开停工、检维修及储罐清洗过程中发生的异常情况，企业应及时记录并纳入管控台账。记录内容应包括异常发生时间和持续时间、异常发生部位或涉及设施名称、异常现象和涉及废气来源或物料、原因分析、VOCs 控制措施和废气去向、监测检测结果、整改措施等。

13.3 涉及计划性大修或储罐清洗作业的企业应分别在作业正式启动前 30 日和结束后 60 日内，将管控方案和管控回顾说明报送所在地生态环境主管部门备案。

附录 A

(资料性)

化工装置开停工和检维修 VOCs 管控方案编写大纲

A.1 企业概况

A.1.1 企业名称、统一社会信用代码、厂区地址、联系人及电话、方案编制日期等基本信息。

A.1.2 厂区平面图及相关位置图（标注实施本次开停工装置的位置、固定式废气治理设施位置、启火炬位置、厂界监测点位、移动式VOCs处理设施预设安放位置等）。

A.1.3 计划开停工或储罐清洗作业时间（含各阶段预计时间节点）。

A.2 装置、储罐及物料信息

A.2.1 涉及开停工和检维修的装置名称、生产能力、主要工艺、原料种类、主要产品及中间体种类等。涉及清洗的储罐名称、类型、容积、储存介质、运行状态等。

A.2.2 装置或储罐内VOCs物料清单：物料名称、主要VOCs组分及含量、饱和蒸气压等理化参数等。

A.2.3 废气收集和处理设施现状：现有治理设施名称、设计处理能力、处理工艺；是否需要配置移动式VOCs处理设施及其处理能力等。

A.2.4 火炬系统基本信息（如启用）：火炬类型、设计能力、是否具备在线热值和流量监测条件等。

A.3 作业流程及排放节点识别

A.3.1 以流程图形式说明本次作业各阶段的操作内容和时间安排。流程图应反映各阶段的先后顺序，标注各阶段预计起止日期。

A.3.2 识别本次作业可能产生VOCs排放的环节，包括退料、倒空、置换、吹扫、蒸煮、清洗、设备打开、管线拆卸、储罐清洗、开工进料、升温升压、不合格产品处置、火炬排放、废液和废料暂存等。

A.4 各阶段 VOCs 控制措施

A.4.1 退料阶段：VOCs物料退料去向、接收设施名称及废气处理配置情况、退料速度控制措施、压送废气的收集方式及废气去向、残液和排凝液收集处置方式等。

A.4.2 置换及吹扫阶段：置换介质和吹扫介质种类及用量、预计持续时间、废气收集方式及废气去向、冷凝回收措施、多套装置置换的协调安排（如有）等。

A.4.3 蒸煮及清洗阶段：密闭蒸煮方式、蒸煮废气的收集方式及废气去向、清洗废气收集方式、恶臭预处理方案（如有）、清洗废水处置方式等。

A.4.4 储罐清洗阶段（如有）：清洗方式（机械化密闭清洗/人工清洗）、气体置换方案及置换体积计算、废气治理设施类型及去除效率目标、废水及污泥处置方案等。

A.4.5 设备打开阶段：拟打开设备及管线清单、设备打开顺序、设备打开前VOCs检测点位和合格判定要求、残液和含VOCs废料收集措施、局部废气收集或移动式VOCs处理设施配置等。

A.4.6 检维修阶段：泄漏点修复计划（对照LDAR检测记录需修复的点位数量及计划安排）、涂装作业涂料品种及用量、含VOCs废料的收集处置方式等。

A.4.7 开工阶段：废气治理设施启动时序、进料升温过程废气收集方式及废气去向、不合格产品处置方案、密闭性检查和泄漏点复测安排等。

A.5 设备打开检测方案

A.5.1 编制本次作业需打开的设备、管线和储罐清单。设备清单应明确各设备的名称及位号、打开目的、计划打开部位、对应检测点位和拟使用的检测仪器（格式见表A.1）。检测点位设置应符合7.2.3要求，检测仪器选型可参考附录D。

表 A.1 设备打开清单及检测安排

序号	设备名称及位号	打开目的	计划打开部位	检测点位	检测仪器

A. 5.2 需分步打开的大型设备或储罐，应说明分步打开顺序。

A. 5.3 检测方法和合格判定要求按7.2执行。检测发现不合格点位的，应明确补充控制措施（如继续吹扫、水洗或蒸煮处理）和重新检测安排。

A. 5.4 设备打开过程中的VOCs污染防治措施，包括残液和含VOCs废料收集安排、局部废气收集或移动式VOCs处理设施配置方案，以及发现明显异味、VOCs检测高值或残液外溢时的处置预案。

A. 6 废气收集与治理设施配置方案

A. 6.1 本次作业涉及的固定式废气治理设施情况，包括设施名称、对应排放口编号、本次作业对应的废气来源、预计处理负荷及运行时段安排。

A. 6.2 本次作业使用的移动式VOCs处理设施情况（如使用），包括设施名称、处理工艺、设计处理能力、布设位置、接入方式（固定管线/临时管线/软管）、采样口设置和安全控制措施。

A. 6.3 处理能力匹配性评估：说明废气收集与治理设施处理能力与本次作业VOCs废气产生量、排放强度和排放时序的匹配情况。预计可能出现治理设施超负荷或处理能力不足的，应说明应对措施（如调整作业时序、配置移动式VOCs处理设施、增设备用治理路径等）。

A. 7 火炬运行管控方案（如启用）

A. 7.1 各作业阶段排入火炬系统的废气来源、预计气量、持续时间、主要组分、温度、压力、含氧量、含液情况和热值变化趋势（按附录E方法计算，附计算过程）。

A. 7.2 火炬系统类型、设计能力、点火系统、长明灯、分液设施、燃料气补充设施、流量监测、热值监测或预估条件。

A. 7.3 识别可能出现低热值、含液、含氧、集中排放、异常燃烧或冒黑烟风险的阶段，并提出控制措施。明确燃料气补充方案，包括补充时段、补充方式、预估补充量、控制方式和责任人员。

A. 8 环境监测计划

A. 8.1 厂界无组织排放监测计划包括监测点位（在厂区平面图上标注）、监测因子、监测方法、采样时段（应覆盖主要排放时段）和监测频次。

A. 8.2 涉及恶臭物质释放风险或周边存在环境敏感目标的，应在管控方案中说明臭气浓度或恶臭特征污染物的监测点位、监测时段和监测频次。

A. 8.3 治理设施监测安排包括固定式废气治理设施、移动式VOCs处理设施及储罐清洗废气治理设施（如使用）的出口浓度监测因子、监测频次、监测方法和运行参数记录要求。。

A. 8.4 具备条件开展移动浓度监测或通量监测的，应说明监测路线、监测时段、监测因子、数据分析方法和高值区域处置要求。

A. 9 VOCs 排放量预估

A. 9.1 企业宜按排放节点和作业阶段预估本次作业VOCs产生量、回收量、治理削减量、火炬处理量和最终排放量。

附录 B

(资料性)

化工装置开停工和检维修 VOCs 管控方案回顾说明编写大纲

B.1 基本信息

B.1.1 企业名称、装置名称、实际开停工或储罐清洗作业起止时间、与原计划时间的偏差说明。

B.1.2 实际作业内容、设备打开范围、废气去向、治理设施使用、火炬系统使用、环境监测安排等与 VOCs 管控方案不一致的，说明变更内容、变更原因和采取的补充控制措施。

B.2 管控方案执行情况

B.2.1 对照 VOCs 管控方案，说明本次作业各阶段污染防治措施总体执行情况，包括已落实措施、未落实措施、调整措施及原因。

B.2.2 源头控制措施执行情况：低 VOCs 产品使用情况、清洁生产措施落实情况。

B.2.3 过程控制措施执行情况（逐阶段对照管控方案说明）：

——退料实施情况：实际退料去向、退料量、废气实际处理方式；

——置换及吹扫实施情况：实际使用介质、用量、废气去向；

——蒸煮及清洗实施情况：实际作业方式、废气收集处理情况；

——储罐清洗实施情况（如有）：实际清洗方式、置换体积、废气治理设施运行情况和监测结果；

——设备打开检测情况：检测结果汇总表（检测点位/检测值）、高值处理情况及原因分析；

——检维修实施情况：低 VOCs 材料使用情况、泄漏点修复情况、含 VOCs 废物处置情况；

——开工实施情况：废气治理设施启动情况、不合格产品处置情况、泄漏点复测结果。

B.2.4 废气收集与治理设施运行情况

——固定式废气治理设施实际运行情况，包括设施名称、实际运行时段、对应废气来源、处理风量、关键运行参数、出口浓度监测结果及达标情况，以及异常情况及处置措施；

——移动式 VOCs 处理设施实际运行情况，包括设施名称、处理工艺、实际运行时段、对应废气来源、处理风量、出口浓度监测结果以及异常情况及处置措施；

——出现治理设施超负荷、废气切换不及时、废气未经处理排放或排放异常的，应说明原因、持续时间、影响范围和整改措施。

B.2.5 火炬运行实际情况：

——各阶段实际火炬气流量和热值监测（或预估）数据；

——低热值时段实际燃料气补充情况；

——蒸汽/废气比控制情况（蒸汽助燃型火炬）；

——与管控方案预估的偏差说明。

B.3 环境监测与检测结果

B.3.1 厂界监测结果汇总，包括各监测点位、监测因子、监测时间、监测方法、监测结果、是否符合表2限值要求，以及超标或高值情况的原因分析及处置措施。

B.3.2 涉及恶臭物质释放风险或周边存在环境敏感目标的，应汇总臭气浓度或恶臭特征污染物监测结果，以及异常情况分析和处置措施。

B.3.3 治理设施监测结果汇总，包括固定式废气治理设施、移动式 VOCs 处理设施、储罐清洗废气治理设施（如使用）的出口浓度监测结果或运行参数记录。

B.3.4 开展移动浓度监测、通量监测或其他快速监测的，应说明监测时间、气象条件、监测路线或区域、监测因子、浓度分布或排放通量结果、高值区域及对应作业环节、原因分析和处置措施。

B.4 VOCs 排放量核算

B.4.1 按作业阶段和排放途径核算本次作业VOCs排放量，核算范围包括VOCs产生量、物料回收量、治理设施削减量、火炬系统处理量、有组织排放量、无组织排放量、异常排放量和最终排放量。

B.4.2 VOCs排放量核算可采用实测数据法、物料衡算法、治理设施运行参数核算法、火炬气流量与组分核算法、通量监测法或排放系数法。具备实测数据的，应优先采用实测数据核算。。

B.5 存在问题及改进措施

B.5.1 实施过程中发现的问题和不足。

B.5.2 改进措施及建议。

B.6 附件

B.6.1 附件材料宜包括VOCs管控方案、作业记录、设备打开前VOCs检测记录、固定式废气治理设施运行记录、移动式VOCs处理设施运行记录、火炬系统运行记录、环境监测报告、移动监测或通量监测记录、VOCs排放量核算资料、异常情况处置记录、含VOCs废液和废料的收集暂存转移处置记录、现场照片或视频，以及其他支撑材料。

附录 C

(资料性)

计划性重点作业判定参考方法

C.1 判定原则

C.1.1 企业可根据作业类型、涉及VOCs物料特性、设备打开规模、储罐清洗、废气治理设施负荷、火炬使用、周边环境敏感程度及历史排放情况等因素，判定计划性作业是否属于重点作业。判定情形可参考表C.1。

C.1.2 符合表C.1所列情形之一的，应作为重点作业加强管控。同时满足多项判定情形的，宜按更高管控要求实施。企业可结合装置规模、物料特性和历史运行情况，对重点作业判定条件进行细化。

C.2 计划性重点作业判定表

C.2.1 计划性重点作业判定表可参考表C.1。

表 C.1 计划性重点作业判定表

序号	判定因素	判定内容	是否涉及	说明
1	作业类型	是否涉及整套装置、主要工艺单元或多台关键设备开工、停工、检维修	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
2	VOCs 物料	是否涉及真实蒸气压较高、易挥发或易产生恶臭的 VOCs 物料	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
3	特征污染物	是否涉及苯系物、卤代烃、醛酮类、硫化物、胺类等特征污染物释放风险	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
4	设备打开	是否涉及设备打开数量较多、大型设备打开或持续敞开作业	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
5	储罐清洗	是否涉及单罐容积 500 m ³ 及以上 VOCs 物料储罐清洗	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
6	废气治理	是否可能造成固定式废气治理设施负荷明显波动或超负荷运行	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
7	移动设施	是否使用移动式 VOCs 处理设施处理高浓度、可燃性、腐蚀性、含油雾或恶臭废气	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
8	火炬使用	是否需将废气集中排入火炬系统处理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
9	作业时序	是否涉及多套装置、多个系统或多个储罐同步作业	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
10	敏感目标	作业区域是否靠近厂界或周边环境敏感目标	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
11	历史情况	近一年内是否发生过相关厂界 VOCs 高值、异味投诉或异常排放	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
12	作业季节	是否在夏季（5月-9月）高温时段实施的开停工、检维修或储罐清洗	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

判定结论：作为计划性重点作业管理 不作为计划性重点作业管理

判定依据说明：

判定人员： 审核人员： 日期：

附录 D

(资料性)

设备打开前 VOCs 检测记录表

D.1 一般规定

D.1.1 涉及VOCs物料的设备、管线或储罐在打开前，应按本附录格式记录设备打开前VOCs检测情况。

D.1.2 设备打开前VOCs检测应根据装置物料特性和应用场景选用合适的便携式检测仪器，常用便携式VOCs检测仪器的适用性见表D.1。

表 D.1 便携式 VOCs 检测仪器适用性

设备	适用组分	适用场景
氢火焰离子化检测器 (FID)	适用范围广，对绝大多数烷烃、烯烃、芳香烃、含氧烃、卤代烃响应较好	适用于工业过程总烃以及于浓度跨度广的检测
光离子化检测器 (PID)	对苯系物等芳香烃响应较好；对短链烷烃和含氧烃响应较差	适用于苯系物的低浓度筛查
光学气体成像 (OGI)	中波红外对于含碳氢键的轻质烷烃、芳烃响应较好	适用于甲烷、天然气泄漏及烯烃泄漏的高处/受限空间/危险区可视化检测。
	长波红外对于烯烃响应较好	

D.1.3 同一设备存在多个打开部位，或大型设备、储罐、结构复杂设备需分区、分步打开的，应分别记录各检测点位检测结果。

D.1.4 设备打开前VOCs检测用于判定VOCs污染控制条件，不替代受限空间、动火等特殊作业所需的可燃气体、氧含量和有毒有害气体检测。

D.2 检测记录表

D.2.1 设备打开前VOCs检测记录表可参考表D.1。

表 D.2 设备打开前 VOCs 检测记录表

一、作业基本信息

项目	记录内容
企业名称	
作业类型	<input type="checkbox"/> 停工 <input type="checkbox"/> 检维修 <input type="checkbox"/> 储罐清洗 <input type="checkbox"/> 开工 <input type="checkbox"/> 其他：
所属装置/系统	
设备/管线/储罐名称	
涉及 VOCs 物料名称	
计划打开部位	
计划打开时间	
作业负责人	
环保负责人	

二、打开前处理措施

打开前处理措施	是否完成	说明
退料、倒空	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不涉及	
泄压	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不涉及	
置换	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不涉及	

吹扫	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不涉及	
蒸煮	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不涉及	
清洗	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不涉及	
残液收集及废气收集处理措施	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不涉及	

三、检测仪器信息

项目	记录内容
检测方法	<input type="checkbox"/> FID <input type="checkbox"/> PID <input type="checkbox"/> OGI <input type="checkbox"/> 其他：_____
仪器名称及型号	
检测单位及人员	
检测日期	
停止吹扫后静置时间	

四、检测点位及结果

序号	检测点位	检测点位类型	检测方式	检测结果	判定结论
		<input type="checkbox"/> 顶部打开处 <input type="checkbox"/> 底部低点 <input type="checkbox"/> 导凝口 <input type="checkbox"/> 排凝口 <input type="checkbox"/> 盲端 <input type="checkbox"/> 阀门两侧 <input type="checkbox"/> 储罐通气口 <input type="checkbox"/> 清洗废气收集口 <input type="checkbox"/> 其他：_____	<input type="checkbox"/> 连续读数 <input type="checkbox"/> 间隔读数 <input type="checkbox"/> OGI影像判断 <input type="checkbox"/> 其他：_____	<input type="checkbox"/> ____μmol/mol <input type="checkbox"/> ____mg/m ³ <input type="checkbox"/> OGI未见明显逸散 <input type="checkbox"/> OGI发现明显逸散 <input type="checkbox"/> 其他：_____	<input type="checkbox"/> 符合打开条件 <input type="checkbox"/> 不符合打开条件
注：采用 FID 或 PID 检测并按正文规定执行时，每个检测点位检测时间不少于 3 min，每隔 30 s 记录一个读数，取平均值作为检测结果。					

五、不合格点位处置情况

项目	记录内容
是否存在不合格点位	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
不合格点位编号	
补充控制措施	<input type="checkbox"/> 继续置换 <input type="checkbox"/> 继续吹扫 <input type="checkbox"/> 蒸煮 <input type="checkbox"/> 清洗 <input type="checkbox"/> 密闭收集 <input type="checkbox"/> 废气处理 <input type="checkbox"/> 其他：_____
重新检测时间	
重新检测结果	
重新检测判定结论	<input type="checkbox"/> 符合打开条件 <input type="checkbox"/> 不符合打开条件

六、打开作业确认

项目	记录内容
是否允许打开	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
允许打开部位	
打开控制要求	<input type="checkbox"/> 分步打开 <input type="checkbox"/> 分段打开 <input type="checkbox"/> 低点优先 <input type="checkbox"/> 局部收集 <input type="checkbox"/> 现场巡检 <input type="checkbox"/> 其他：_____
现场环保确认人	
作业负责人确认	
确认时间	

附 录 E
(资料性)
火炬气净热值预估方法

E.1 一般规定

E.1.1 企业在开停工和检维修过程中需使用火炬系统处理VOCs废气的，可根据火炬气组分、各组分体积分数及组分净热值，预估火炬气混合气体净热值。具备在线热值监测条件的，应优先采用在线监测数据判断；未安装在线热值监测设备的，可采用本附录方法预估。

E.1.2 火炬气净热值预估应覆盖低热值废气集中排放、氮气置换、蒸汽吹扫、空气混入、燃料气补充、装置开工进料和异常放空等可能影响火炬稳定燃烧的阶段。

E.1.3 火炬气净热值预估应按作业阶段分别进行，并在管控方案中说明数据来源、计算方法。

E.1.4 企业在作业过程中可根据实际工况条件对预估值进行修正。

E.2 火炬气组分预估

E.2.1 企业应根据检维修作业流程，按工艺操作顺序（如退料、蒸汽吹扫、氮气置换等）划分火炬气排放阶段，根据装置内物料的种类、数量和各阶段的工艺操作条件（温度、压力、吹扫介质流量等），分阶段预估火炬气的主要组分及其体积分数。

E.2.2 已定期开展火炬气组分取样分析的企业，宜利用历史组分数据校验和优化预估结果。

E.2.3 各纯组分的标准净热值可按 GB/T 11062 或 ISO 6976 查取。化工装置火炬气中常见可燃组分的标准净热值参考值见表 E.1。

表 E.1 常见可燃气体组分标准净热值

序号	组分名称	化学式	净热值 (MJ/Nm ³)	序号	组分名称	化学式	净热值 (MJ/Nm ³)
1	甲烷	CH ₄	35.88	9	1-丁烯	C ₄ H ₈	113.06
2	乙烷	C ₂ H ₆	63.75	10	乙炔	C ₂ H ₂	55.91
3	丙烷	C ₃ H ₈	91.18	11	氢气	H ₂	10.78
4	正丁烷	n-C ₄ H ₁₀	118.53	12	一氧化碳	CO	11.97
5	异丁烷	i-C ₄ H ₁₀	117.94	13	硫化氢	H ₂ S	23.37
6	正戊烷	n-C ₅ H ₁₂	145.92	14	氮气	N ₂	0 (不可燃)
7	乙烯	C ₂ H ₄	59.06	15	水蒸气	H ₂ O	0 (不可燃)
8	丙烯	C ₃ H ₆	85.97	16	二氧化碳	CO ₂	0 (不可燃)

注：标准净热值指标准状态（0℃、101.325kPa）下燃烧产物中的水以气态存在时的发热量，即低位发热量。

表 E.2 常用补充燃料气的典型净热值

燃料气名称	净热值 (MJ/Nm ³)	备注
天然气（管输）	34~36	因气源和组成不同有所差异，实际值以供气方提供的气质报告为准
液化石油气（LPG）	88~95	以丙烷和丁烷为主要组分，按实际组成计算

E.3 混合气体净热值计算

E.3.1 火炬废气的净热值按式 E.1 计算。

$$NHV_{vg} = \sum_{i=1}^n x_i NHV_i \quad \text{式 E.1}$$

式中：

- NHV_{vg} 为火炬废气的净热值 (MJ/Nm^3)，即本文件正文所述的混合气体热值；
- NHV_i 为第 i 种可燃组分的标准净热值 (MJ/Nm^3)；
- x_i 为第 i 种可燃组分的体积分数 (无量纲)；
- n 为混合气体中气体构成物质的个数 (无量纲)。

E.3.2 补充燃料气后的混合气体净热值按式E.2估算。

$$NHV'_{vg} = \frac{Q_1 \times NHV_{vg} + Q_2 \times NHV_{NG}}{Q_1 + Q_2} \quad \text{式 E.2}$$

式中：

- NHV'_{vg} 为补充燃料气后的混合气体净热值 (MJ/Nm^3)；
- Q_1 为火炬气流量 (Nm^3/h)；
- Q_2 为补充燃料气流量 (Nm^3/h)；
- NHV_{NG} 为补充燃料气的净热值 (MJ/Nm^3)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 11651—2008 个体防护装备选用规范
 - [2] GB 20950—2020 储油库大气污染物排放标准
 - [3] GB 20951—2020 油品运输大气污染物排放标准
 - [4] GB 20952—2020 加油站大气污染物排放标准
 - [5] GB 30871—2022 危险化学品企业特殊作业安全规范
 - [6] GB 50160—2008 石油化工企业设计防火标准
 - [7] HJ 664—2013 环境空气质量监测点位布设技术规范
 - [8] HJ/T 397—2007 固定源废气监测技术规范
 - [9] SH/T 3009—2017 《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》
 - [10] GB/T 11062—2020 《天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法》
 - [11] 上海市生态环境局关于加强石化化工企业开停工和检维修挥发性有机物排放管控的通知（沪环大气〔2024〕48号）
 - [12] 台湾地区行政院环境保护署《挥发性有机物空气污染管制及排放标准》
 - [13] 40 CFR Part 63 Subpart CC. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants From Petroleum Refineries.
 - [14] Texas Administrative Code. Title 30 Part 1 Chapter 115 Subpart F. Degassing of Storage Tanks, Transport Vessels, and Marine Vessels.
 - [15] South Coast Air Quality Management District. Rule 1149—Storage Tank and Pipeline Cleaning and Degassing.
-