

---

欧委会实施决定

2014年10月9日

根据《欧洲议会和欧盟理事会关于工业排放的第2010/75/EU号指令》确定

矿物油和天然气精炼的最佳可行技术（BAT）结论

（根据第C（2014）7155号文件通报）

（本文件的规定涉及欧洲经济区）

(2014/738/EU)

欧洲联盟委员会，

考虑到《欧洲联盟运作条约》，

考虑到《欧洲议会和欧盟理事会2010年11月24日关于工业排放（综合污染预防和控制）的第2010/75/EU号指令》<sup>1</sup>，尤其是其中的第13（5）条，

鉴于：

- (1) 《第2010/75/EU号指令》中的第13（1）条要求欧盟委员会组织安排其与成员国、相关行业以及促进环境保护的非政府组织之间就工业排放的信息交换，以便起草该指令中第3（11）条界定的最佳可行技术（BAT）的参考文件。
- (2) 根据《第2010/75/EU号指令》的第13（2）条，信息交换应涉及设施和技术在排放方面的性能（在合适的情况下，以短期和长期平均值表示），以及相关参考条件、原材料的消耗和性质、水耗、能源的使用和所产生的废物；以及所使用的技术、相关的监测、跨介质的影响、经济和技术可行性及其发展；以及在考虑了该指令第13（2）条（a）款和（b）款中提及的问题后所确定的最佳可行技术和新兴技术。
- (3) 《第2010/75/EU号指令》的第3（12）条界定的“最佳可行技术结论”是该最佳可行技术参考文件的关键要素，它制定了最佳可行技术结论及其描述、评估其适用性的信息、最佳可行技术的相关排放水平、相关监测、相关消耗水平以及（如果适用）相关地点的整治措施。
- (4) 根据《第2010/75/EU号指令》的第14（3）条，最佳可行技术结论应作为为该指令第二章所涵盖的设施制定许可条件的参考。
- (5) 《第2010/75/EU号指令》的第15（3）条要求主管当局制定排放限值，其确保在正常运行条件下，排放量不超过《第2010/75/EU号指令》第13（5）条所指的关于最佳可行技术结论的决定规定的最佳可行技术的相关排放水平。

---

<sup>1</sup> 《欧盟官方公报》L 334, 17.12.2010, 第17页。

- 
- (6) 《第 2010/75/EU 号指令》的第 15 (4) 条规定，仅在出现相关设施的地理位置、所在地环境条件或技术特征造成实现最佳可行技术的相关排放水平的相关成本大大超过环境收益的情况下，方可克减第 15 (3) 条中的要求。
  - (7) 《第 2010/75/EU 号指令》的第 16 (1) 条规定，该指令第 14 (1) 条 (c) 款所指的许可中的监测要求应基于最佳可行技术的结论中所述的监测结论。
  - (8) 根据《第 2010/75/EU 号指令》的第 21 (3) 条，在关于最佳可行技术的结论的决定发布后的 4 年内，主管当局应重新考虑并在必要时更新所有许可条件，并确保设施符合这些许可条件。
  - (9) 依照《欧委会 2011 年 5 月 16 日根据 <第 2010/75/EU 号工业排放指令> 第 13 条创建信息交流论坛的决定》<sup>2</sup>，欧委会创建了一个由成员国、相关行业以及促进环境保护的非政府组织的代表组成的论坛。
  - (10) 依照《第 2010/75/EU 号指令》第 13 (4) 条的规定，欧委会于 2013 年 9 月 20 日就矿物油和天然气精炼的最佳可行技术参考文件的草案内容征求了依照《欧委会 2011 年 5 月 16 日决定》成立的论坛的意见，并公布了征得的意见。
  - (11) 本决定中规定的措施符合依照《第 2010/75/EU 号指令》的第 75 (1) 条成立的委员会的意见，

通过本决定：

### 第 1 条

附件所列的矿物油和天然气精炼的最佳可行技术 (BAT) 结论获准通过。

### 第 2 条

本决定适用于各成员国。

2014 年 10 月 9 日订于布鲁塞尔

代表欧委会  
亚内兹·波托奇尼克 (Janez POTOČNIK)  
欧委会委员

---

<sup>2</sup> 《欧盟官方公报》 C 146, 17.05.2011, 第 3 页。

---

## 附件

### 矿物油和天然气精炼的最佳可行技术结论

范围	5
总则	7
空气污染物排放平均周期和参考条件	7
排放浓度换算成参考氧气水平	8
水体污染物排放的平均周期和参考条件	9
定义	9
1.1 矿物油和天然气精炼的最佳可行技术一般结论	10
1.1.1 环境管理体系	11
1.1.2 能源效率	12
1.1.3 固体材料的储存和搬运	12
1.1.4 空气污染物排放监测和关键过程参数	13
1.1.5 废气处理系统的运行	14
1.1.6 水体污染物排放的监测	15
1.1.7 水体污染物排放	16
1.1.8 废物的产生和管理	19
1.1.9 噪声	19
1.1.10 炼厂综合管理的最佳可行技术结论	21
1.2 烷基化工艺的最佳可行技术结论	21
1.2.1 氢氟酸烷基化工艺	21
1.2.2 硫酸烷基化工艺	22
1.3 基础油生产工艺的最佳可行技术结论	22
1.4 沥青生产工艺的最佳可行技术结论	23
1.5 流化催化裂化工艺的最佳可行技术结论	23
1.6 催化重整工艺最佳可行技术结论	28
1.7 焦化工艺最佳可行技术结论	29
1.8 脱盐工艺最佳可行技术结论	31
1.9 燃烧单元的最佳可行技术结论	31
1.10 醚化工艺的最佳可行技术结论	39
1.11 异构化工艺的最佳可行技术结论	39
1.12 天然气炼厂的最佳可行技术结论	39
1.13 蒸馏工艺的最佳可行技术结论	40
1.14 产品处理工艺的最佳可行技术结论	40
1.15 储存和搬运过程的最佳可行技术结论	41
1.16 减粘裂化和其他热工艺的最佳可行技术结论	43
1.17 工艺废气硫处理的最佳可行技术结论	43
1.18 放空燃烧的最佳现有技术结论	44
1.19 综合排放管理的最佳可行技术结论	45
1.20 预防和控制空气污染物排放的技术描述	50
1.20.1 粉尘	50
1.20.2 氮氧化物 (NO <sub>x</sub> )	51
1.20.3 硫氧化物 (SO <sub>x</sub> )	52
1.20.4 组合技术 (SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 、和粉尘)	53
1.20.5 一氧化碳 (CO)	54
1.20.6 挥发性有机化合物 (VOC)	55
1.20.7 其他技术	57
1.21 预防和控制水体污染物技术描述	58

---

1.21.1	废水预处理 .....	58
1.21.2	废水处理 .....	58

---

## 范围

本最佳可行技术结论涵盖《第 2010/75/EU 号指令》附件 I 第 1.2 节中指定的以下工业活动：

- 1.2 能源产业：矿物油和天然气精炼。

本最佳可行技术的结论特别包括以下过程和活动：

活动	包括的子活动或过程
烷基化	所有烷基化工艺：氢氟酸（HF）、硫酸（H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ）和固体酸
基础油生产	脱沥青、芳烃抽提、蜡加工和润滑油加氢精制
沥青生产	从储存到最终产品添加剂的所有技术
催化裂化	各种类型的催化裂化单元，如流化催化裂化单元
催化重整	连续式、循环再生式和半再生式催化重整
焦化	延迟焦化和流化焦化工艺焦炭煅烧
冷却	炼厂采用的冷却技术
脱盐	原油脱盐
能源生产燃烧单元	燃烧炼厂燃料的燃烧单元，不包括只使用传统燃料或商用燃料的单元
醚化	生产用作汽车燃料添加剂的化学品（例如，醇类和醚类，包括 MTBE、ETBE 和 TAME）
气体分离	原油轻馏分的分离，如炼厂燃料气（RFG）、液化石油气（LPG）
耗氢工艺	加氢裂化、加氢精制、加氢处理、加氢转化、加氢操作和氢化工艺
制氢	部分氧化、蒸汽重整、天然气自热重整和氢气提纯
异构化	碳氢化合物 C <sub>4</sub> 、C <sub>5</sub> 和 C <sub>6</sub> 的异构化
天然气装置	天然气（NG）加工，包括 NG 液化
聚合	聚合、二聚和缩合
初级蒸馏	常压和真空蒸馏

---

产品处理	脱硫醇和最终产品处理
炼厂物料的储存和搬运	炼厂物料的储存、混合、装载和卸载
减粘裂化和其他热转换	热处理，如减粘裂化或粗柴油热蒸馏过程
废气处理	减少或降低空气污染物排放的技术
废水处理	排放前对废水进行处理的技术
废物管理	防止或减少废物产生的技术

本最佳可行技术的结论不涉及以下活动或过程：

- 原油和天然气的勘探和生产；
- 原油和天然气的运输；
- 产品的营销和分配。

---

与本最佳可行技术结论所涉及的活动有关的其他参考文件如下：

参考文件	主题
化工行业通用废水和废气处理/管理系统 (CWW)	废水管理和处理技术
工业冷却系统 (ICS)	冷却工艺
经济和跨介质影响 (ECM)	技术的经济和跨介质影响
储存阶段的排放 (EFS)	炼厂物料的储存、混合、装载和卸载
能源效率 (ENE)	能源效率和炼厂综合管理
大型燃烧装置 (LCP)	传统燃料和商用燃料的燃烧
大批量无机化学品 - 氨、酸和肥料制造业 (LVIC-AAF)	蒸汽重整和氢气提纯
大批量有机化学品制造业 (LVOC)	醚化工艺 (MTBE、ETBE 和 TAME 生产)
废物焚化 (WI)	废物焚化
废物处理 (WT)	废物处理
监测通用原则 (MON)	监测空气和水体污染物排放

## 总则

本最佳可行技术结论中列出和描述的技术既不是强制性的也不是详尽无遗的。可使用任何其它能实现同等或更高环保水平的技术。

除非另有说明，否则本最佳可行技术结论普遍适用。

## 空气污染物排放平均周期和参考条件

除非另有说明，否则本最佳可行技术结论中给出的空气污染物排放的最佳可行技术的相关排放水平 (BAT-AELs) 是指浓度，以在下列标准条件下每单位体积废气中所排放物质的质量表示：温度为 273.15K、压力为 101.3kPa 的干燥气体。

对于连续测量	BAT-AELs 是指月平均值，即一个月内测量获得的所有有效小时平均数的平均值
对于定期测量	BAT-AELs 是指每次取样时长至少为 30 分钟的三次个别试样的平均值

燃烧单元、催化裂化工艺和工艺废气硫回收单元的氧气参考条件：见表 1。

**表 1： 空气污染物排放的 BAT-AELs 的参考条件**

活动	单位	氧气参考条件
使用液体或气体燃料的燃烧单元（燃气轮机和发动机除外）	mg/Nm <sup>3</sup>	氧气体积百分比为 3%
使用固体燃料的燃烧单元	mg/Nm <sup>3</sup>	氧气体积百分比为 6%
燃气轮机（包括联合循环燃气轮机 - CCGT）和发动机	mg/Nm <sup>3</sup>	氧气体积百分比为 15%
催化裂化工艺（再生器）	mg/Nm <sup>3</sup>	氧气体积百分比为 3%
工艺废气硫回收单元 <sup>(1)</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	氧气体积百分比为 3%

<sup>(1)</sup> 如果采用 BAT 58。

## 排放浓度换算成参考氧气水平

用于计算在参考氧气水平下排放浓度的公式 (见 表 1) 如下：

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

其中：

$E_R$  (mg/Nm<sup>3</sup>): 在参考氧气水平  $O_R$  下的排放浓度

$O_R$  (vol%): 参考氧气水平

$E_M$  (mg/Nm<sup>3</sup>): 参考测得的氧气水平  $O_M$  下的排放浓度

$O_M$  (vol%): 测得的氧气水平。



## 水体污染物排放的平均周期和参考条件

除非另有说明，否则本最佳可行技术结论中给出的水体污染物排放的最佳可行技术的相关排放水平（BAT-AELs）是指浓度（以每单位体积水中所含排放物质的质量表示），单位为 mg/l。

除非另有说明，否则 BAT-AELs 的相关平均周期定义如下：

日平均值	以 24 小时为采样周期采集的流量比例复合试样的平均值，或者，在证明具有足够流动稳定性的情况下，可使用时间比例试样
年/月平均值	根据日流量加权计算后得到一年/一个月内所有日平均值的平均值

## 定义

以下定义适用于本最佳可行技术结论：

使用的术语	定义
单元	设施中进行特定处理操作的的阶段/子部分
新单元	在本最佳可行技术结论发布之后，首次获准在设施现场使用的单元或是用于完全替换设施现有基础上的单元的单元
现有单元	非新单元的单元
工艺废气	收集后需要进行处理（例如，使用酸性气体脱除单元和硫回收单元（SRU））的工艺过程所产生的气体。
烟道气	单元（如再生器、克劳斯单元）完成氧化步骤（通常是燃烧）后排出的废气
尾气	SRU（通常是克劳斯法）所产生的废气的通用名称
VOC	挥发性有机化合物，定义见《第 2010/75/EU 号指令》第 3（45）条
NM VOC	不包括甲烷的 VOC
VOC 扩散性排放	不是通过特定排放点（如烟囪）释放的非引导性 VOC 排放，既可以来自“区域”源（如池），也可以来自“点”源（如管道法兰）
以 NO <sub>2</sub> 表示的 NO <sub>x</sub>	以 NO <sub>2</sub> 表示的一氧化氮（NO）和二氧化氮（NO <sub>2</sub> ）的总和

使用的术语	定义
以 SO <sub>2</sub> 表示的 SO <sub>x</sub>	以 SO <sub>2</sub> 表示的二氧化硫 (SO <sub>2</sub> ) 和三氧化硫 (SO <sub>3</sub> ) 的总和
H <sub>2</sub> S	硫化氢不包括氧硫化碳和硫醇
以 HCl 表示的氯化氢	所有气态氯化物均以 HCl 表示
以 HF 表示的氟化氢	所有气态氟化物均以 HF 表示
FCC 单元	流化催化裂化：一种升级重质烃的转换工艺，通过加热和使用催化剂将较大的烃分子分解成较小的分子
SRU	硫回收单元见第 1.20.3 节中的定义
炼厂燃料	原油炼制过程中蒸馏和转化步骤产生的固体、液体或气体可燃物。 如炼厂燃料气 (RFG)、合成气、炼厂油和石油焦
RFG	炼厂燃料气：作为燃料使用的来自蒸馏或转化单元的废气
燃烧单元	位于炼厂的、通过只使用炼厂燃料或混合使用其他燃料来生产能源的单元，如锅炉 (CO 锅炉除外)、熔炉和燃气轮机。
连续测量	使用长期安装在相关地点的“自动测量系统” (AMS) 或“连续排放监测系统” (CEMS) 进行测量
定期测量	使用手动或自动参考方法按指定的时间间隔确定被测量
空气污染物排放的间接监测	通过替代参数适当组合的测量结果 (如 O <sub>2</sub> 含量、进料/燃料中的硫或氮含量)、计算和排放定期测量结果来估算烟道气中特定污染物的排放浓度。例如，使用基于燃料中硫 (S) 含量的排放比率属于间接监测。此外，使用 PEMS 也属于间接监测。
预测排放监测系统 (PEMS)	根据特定污染物与若干连续监测的过程参数 (如燃料气消耗、空燃比) 以及燃料或进料质量数据 (如硫含量) 之间的关系来确定排放源中该污染物排放浓度的系统
挥发性液体碳氢化合物	雷德蒸气压 (RVP) 大于 4kPa 的石油衍生物，如石脑油和芳烃
回收率	从流中回收的输送到蒸气回收单元 (VRU) 的非甲烷挥发性有机化合物 (NMVOC) 百分比

## 1.1 矿物油和天然气精炼的最佳可行技术一般结论

除了本节中的最佳可行技术一般性结论外，第 1.2 至 1.19 节中包含的特定工艺的最佳可行技术结论同样适用。

---

### 1.1.1 环境管理体系

**BAT 1.** 为了改善矿物油和天然气精炼装置的整体环境绩效，最佳可行技术是建立并实施包含以下所有方面的环境管理体系（EMS）：

- i. 管理层（包括高级管理层）做出承诺；
- ii. 管理层制定环境政策（内含对设施进行持续改善的内容）；
- iii. 规划和建立必要的程序、目标和指标，并将其与财务计划和投资相结合；
- iv. 程序的实施，应特别注意以下事项：
  - (a) 结构与责任
  - (b) 培训、认知程度和能力水平
  - (c) 沟通
  - (d) 员工参与
  - (e) 文件编制
  - (f) 有效的过程控制
  - (g) 维护方案
  - (h) 应急准备和响应
  - (i) 确保对环境法规的遵守；
- v. 核查绩效并采取纠正措施，应特别注意以下事项：
  - (a) 监测和测量（另见参考文件《监测通用原则》）
  - (b) 纠正和预防措施
  - (c) 保存维护记录
  - (d) 在可行的情况下，进行独立的内部和外部审计，以确定环境管理体系（EMS）是否按计划实施并且得到适当的贯彻和执行；
- vi. 高级管理层审查环境管理体系（EMS）是否持续具备适用性、充分性和有效性；
- vii. 关注清洁技术的发展；
- viii. 在新装置的设计阶段及其工作寿命的各个阶段，考虑该设施最终停用时对环境的影响；
- ix. 定期实施行业标杆管理。

#### 适用性

环境管理体系（EMS）的范围（如详细程度）和性质（如标准化或非标准化）通常与设施的性质、规模和复杂性及其可能产生的环境影响有关。

## 1.1.2 能源效率

**BAT 2.** 为了有效使用能源，最佳可行技术是适当组合使用以下技术。

技术	描述
i. 技术设计	
a. 夹点分析	通过热力学能源目标系统计算的方法，以实现工艺中能源消耗的最小化。该分析可被用于对整体系统设计的评估
b. 热集成	工艺系统的热集成是通过热物流和冷物流之间的热交换来确保能够提供各种工艺所需的一大部分热量
c. 热回收和功率回收	使用能量回收设备，例如： <ul style="list-style-type: none"><li>• 废热锅炉</li><li>• FCC 单元中的功率回收/膨胀机</li><li>• 在区域供热中利用废热</li></ul>
ii. 过程控制和维护技术	
a. 优化工艺	自动控制燃烧以减少每吨进料加工的燃料消耗，通常与热集成结合使用以提高熔炉效率
b. 管理和减少蒸汽消耗	为排水阀系统进行系列制图以减少蒸汽消耗并优化其使用
c. 使用能源基准	参与排名和标杆管理活动以学习最佳实践做法并不断改进
iii. 节能生产技术	
a. 使用热电联产	使用同样燃料时可同时生产（或者联产）热量（如蒸汽）和电力的系统
b. 整体煤气化联合循环（IGCC）	旨在通过各种燃料（如重油或焦炭）以高转换效率生产蒸汽、氢气（可选）和电力的技术

## 1.1.3 固体材料的储存和搬运

**BAT 3.** 为了防止（如不现实，则减少）易生尘埃物料在储存和搬运过程中造成的粉尘排放，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术：

- i. 将散装粉状材料储存在配有除尘系统（如织物过滤器）的封闭筒仓中；
- ii. 将精细材料储存在封闭容器或密封袋内；
- iii. 确保粗粒易生尘埃物料库存于湿润状态，用结壳剂稳定其表面或在储存时将其覆盖；
- iv. 使用道路清洁车辆。

### 1.1.4 空气污染物排放监测和关键过程参数

**BAT 4.** 最佳可行技术是至少按照以下最低频率，使用监测技术根据欧洲标准（EN）监测空气污染物排放。如果没有相关欧洲标准（EN），最佳可行技术则是使用能确保提供同等科学质量数据的国际标准化组织（ISO）、国家或其他国际标准。

描述	单元	最低频率	监测技术
i. SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 和粉尘排放	催化裂化	连续 <sup>(1,2)</sup>	直接测量
	燃烧单元 ≥ 100 MW <sup>(3)</sup> 以及煅烧单元	连续 <sup>(1,2)</sup>	直接测量 <sup>(4)</sup>
	燃烧单元 50-100MW <sup>(3)</sup>	连续 <sup>(1,2)</sup>	直接测量或间接监测
	燃烧单元 < 50 MW <sup>(3)</sup>	一年一次以及燃料发生重大变化后 <sup>(5)</sup>	直接测量或间接监测
	硫回收单元（SRU）	仅对 SO <sub>2</sub> 持续	直接测量或间接监测 <sup>(6)</sup>
ii. NH <sub>3</sub> 排放	所有配备 SCR 或 SNCR 的单元	连续	直接测量
iii. CO 排放	催化裂化和燃烧单元 ≥ 100 MW <sup>(3)</sup>	连续	直接测量
	其他燃烧单元	每 6 个月一次 <sup>(5)</sup>	直接测量
iv. 金属排放：镍（Ni）、锑（Sb） <sup>(7)</sup> 、钒（V）	催化裂化	每 6 个月一次以及单元发生重大变化后 <sup>(5)</sup>	基于催化剂粉末中以及燃料中的金属含量的直接测量或分析
	燃烧单元 <sup>(8)</sup>		
v. 多氯二苯二恶英/多氯二苯并呋喃（PCDD/F）的排放	催化重整单元	每年一次或每次再生后，以时间较长者为准	直接测量

- (<sup>1</sup>) 可用基于燃料或进料中硫含量测量结果的计算来替代对 SO<sub>2</sub> 排放的连续测量，前提是能够证明该计算可达到同等水平的精确度。
- (<sup>2</sup>) 对于 SO<sub>x</sub> 而言，只对 SO<sub>2</sub> 进行连续测量，而对 SO<sub>3</sub> 只进行定期测量（例如，在 SO<sub>2</sub> 监测系统校准期间）。
- (<sup>3</sup>) 指所有与产生排放的烟囱相连接的燃烧单元的总额定热输入。
- (<sup>4</sup>) 或对 SO<sub>x</sub> 进行间接监测。
- (<sup>5</sup>) 一年后，如果数据系列明确显示参数足够稳定，则可调整监测频率。
- (<sup>6</sup>) 可采用连续的物料平衡或其他相关过程参数监测替代 SRU 的 SO<sub>2</sub> 排放测量，前提是对 SRU 效率的测量是基于适当的定期（如每两年一次）装置性能测试。
- (<sup>7</sup>) 只在催化裂化单元需要注入锑（Sb）时（例如，用于金属钝化），才对 Sb 进行监测。
- (<sup>8</sup>) 仅使用气体燃料燃烧的燃烧单元除外。

**BAT 5.** 最佳可行技术是使用适当技术和至少以下列的频率，对催化裂化单元和燃烧单元与污染物排放有关的过程参数进行监测。

描述	最低频率
监测与污染物排放有关的参数，如烟道气中 O <sub>2</sub> 含量、燃料或进料中的 N 和 S 含量 ( <sup>1</sup> )	连续监测 O <sub>2</sub> 含量。 定期监测 N 和 S 含量，定期取决于燃料/ 进料出现重大改变的频次
( <sup>1</sup> ) 如果对 NO <sub>x</sub> 和 SO <sub>2</sub> 连续进行烟囱排放测量，则可不用对燃料或进料中的 N 和 S 进行监测。	

**BAT 6.** 最佳可行技术是使用以下所有技术监测整个场地 VOC 扩散排放空气污染物：

- i. 嗅探法以及关键设备的相关性曲线；
- ii. 光学气体成像技术；
- iii. 根据定期（每两年一次）测量验证的排放因子计算长期排放量。

通过定期使用以光学吸收为原理的技术（如微分吸收光探测和测距（DIAL）或红外掩日通量法（SOF））对场地的排放进行筛查和量化是一种有效的补充技术。

**描述**

见第 1.20.6 节

**1.1.5 废气处理系统的运行**

**BAT 7.** 为了防止或减少空气污染物排放，最佳可行技术是确保酸性气体脱除单元、硫回收单元和所有其他废气处理系统具备高可用性并以最佳容量运行。

---

## 描述

可为非正常运行条件制定特殊程序，特别是：

- i. 在启动和停机操作期间；
- ii. 其他可能影响系统正常运行的情况（如单元和/或废气处理系统的清洗操作以及常规和非常规维护工作）；
- iii. 由于废气流或温度不足而无法充分使用废气处理系统的情况。

**BAT 8.** 为了防止和减少在使用选择性催化还原（SCR）或选择性非催化还原（SNCR）技术时向空气中排放氨气（NH<sub>3</sub>），最佳可行技术是确保 SCR 或 SNCR 废气处理系统在适当的运行条件下工作，以限制未进行化学反应的 NH<sub>3</sub> 的排放。

最佳可行技术相关排放水平：见表 2。

表 2： 使用 SCR 或者 SNCR 技术的燃烧或加工单元向空气排放氨气（NH<sub>3</sub>）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
以 NH <sub>3</sub> 表示的氨气	<5 - 15 <sup>(1)</sup> ( <sup>2</sup> )
<sup>(1)</sup> 该范围的上限与入口 NO <sub>x</sub> 浓度较高、NO <sub>x</sub> 还原率较高和催化剂老化有关。	
<sup>(2)</sup> 该范围的下限与 SCR 技术使用有关。	

**BAT 9.** 为了防止和减少在使用含硫污水蒸汽汽提单元时出现空气污染物排放，最佳可行技术是将该单元中的酸性废气输送到 SRU 或任何相似的气体处理系统。

直接焚烧未经处理的酸性水汽提气体不是最佳可行技术。

### 1.1.6 水体污染物排放的监测

**BAT 10.** 最佳可行技术是至少按照表 3) 给出的频率，根据欧洲标准（EN）使用监测技术监测水体污染物排放。如果没有相关欧洲标准（EN），最佳可行技术则应使用能确保提供同等科学质量数据的国际标准化组织（ISO）、国家或其他国际标准。

### 1.1.7 水体污染物排放

**BAT 11.** 为了减少用水量以及受污染的废水量，最佳可行技术是使用以下所有技术。

技术	描述	适用性
i. 水流整合	对用于冷却、冷凝等的水流进行内部再利用（尤其适用于原油脱盐），以减少排放前在单元级产生的工艺用水	普遍适用于新单元。对于现有单元，可能需要对单元或设施进行完全重建方可适用
ii. 对受污染水流进行分流的给排水系统	优化工业场地的水管理设计，对每条水流进行适当处理，例如，将产生的酸性水（来自蒸馏、裂化、焦化单元等）输送到适当的预处理装置（如汽提单元）	普遍适用于新单元。对于现有单元，可能需要对单元或设施进行完全重建方可适用
iii. 对未受污染的水流进行分流（如直流冷却水、雨水）	场地所采用的设计应避免将未受污染的水流输送到一般废水处理系统中，应对该类水流进行可能的再利用，然后将其单独排放	普遍适用于新单元。 对于现有单元，可能需要对单元或设施进行完全重建方可适用
iv. 防止溢漏	处理特殊情况时（如外溢、泄漏等），为维持性能而采取的做法（例如，使用特殊程序和/或临时设备）	普遍适用

**BAT 12.** 为减少废水中污染物排放至受纳水体的排放量，最佳可行技术是使用下列所有技术去除不溶性和可溶性污染物质。

技术	描述	适用性
i. 通过回收油以去除不溶物	见第 1.21.2 节	普遍适用
ii. 通过回收悬浮固体和分散油以去除不溶物	见第 1.21.2 节	普遍适用
iii. 去除可溶物，包括生物处理和澄清技术	见第 1.21.2 节	普遍适用

最佳可行技术相关排放水平：见表 3。



---

**BAT 13.** 如需进一步去除有机物或氮，最佳可行技术是使用第 1.21.2 节所描述的额外处理步骤。

**表 3: 矿物油和天然气精炼产生的直接废水排放的最佳可行技术相关排放水平以及最佳可行技术相关监测频率<sup>(1)</sup>**

参数	单位	BAT-AEL (年平均值)	监测 <sup>(2)</sup> 频率和分析方法 (标准)
烃油指数 (HOI)	mg/l	0.1-2.5	每天 EN 9377-2 <sup>(3)</sup>
悬浮固体总量 (TSS)	mg/l	5-25	每天
化学需氧量 (COD) ( <sup>4</sup> )	mg/l	30-125	每天
BOD <sub>5</sub>	mg/l	无 BAT-AEL	每周
总氮量 <sup>(5)</sup> , 以 N 表示	mg/l	1-25 <sup>(6)</sup>	每天
铅, 以 Pb 表示	mg/l	0.005-0.030	每季度
镉, 以 Cd 表示	mg/l	0.002-0.008	每季度
镍, 以 Ni 表示	mg/l	0.005-0.100	每季度
汞 (水银), 以 Hg 表示	mg/l	0.0001-0.001	每季度
钒	mg/l	无 BAT-AEL	每季度
酚类指数	mg/l	无 BAT-AEL	每月 EN 14402
苯、甲苯、乙苯、二甲苯 (BTEX)	mg/l	苯: 0.001-0.050 对于 T、E、X, 无 BAT-AEL	每月

(1) 并非所有参数和取样频率都适用于天然气精炼场地排放的废水。

(2) 指以 24 小时为周期采集的流量比例复合试样, 或者在能够证明具有足够流动稳定性的情况下, 可以使用时间比例试样。

(3) 从使用当前方法转为使用 EN 9377-2 可能需要适应期。

(4) 如果存在现场相关性, 可使用 TOC 代替 COD。COD 和 TOC 之间的相关性应视情况而定。监测 TOC 应为首选方案, 因为该监测不使用剧毒化合物。

(5) 总氮量是指凯氏氮 (TKN)、硝酸盐和亚硝酸盐的总和。

(6) 使用硝化/反硝化时, 可实现低于 15 mg/l 的水平。

### 1.1.8 废物的产生和管理

**BAT 14.** 为了防止废物的产生（如不现实，则减少），最佳可行技术是采用并实行废物管理计划，以确保按下列优先顺序处理废物：处理以便再利用、再循环、回收或处置。

**BAT 15.** 为了减少待处理或处置的污泥量，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

技术	描述	适用性
i. 污泥预处理	在对污泥进行最终处理之前（如在流化床焚烧炉中燃烧），需要对其进行脱水和/或脱油处理（如通过滗析离心机或蒸汽干燥机），从而缩小其体积并从污水设备中回收油	普遍适用
ii. 在加工单元中对污泥进行再利用	某些类型的污泥（如含油污泥），由于其含油量，可作为进料的一部分在单元中（焦化单元）进行加工	仅适用于能够满足相关要求可在具有适当处理能力的单元中进行加工的污泥

**BAT 16.** 为了减少废固体催化剂废物的产生，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

技术	描述
i. 废固体催化剂管理	有计划、安全地处理用作催化剂的材料（例如，交由承包商处理），以便场外设施对其进行回收或再利用。上述操作取决于催化剂和工艺的类型
ii. 从澄清油油浆中去除催化剂	加工单元（如 FCC 单元）中产生的澄清油油泥可能含有高浓度的催化剂粉末。在将澄清油作为进料进行再利用之前，需要将这些粉末分离出来

### 1.1.9 噪声

**BAT 17.** 为防止和降低噪声，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术：

- 
- i. 进行环境噪声评估，并制定适合当地环境的噪声管理计划；
  - ii. 将嘈杂的设备/操作封闭在单独的结构/单元内；
  - iii. 使用堤防来屏蔽噪声源；
  - iv. 使用隔音墙。

### 1.1.10 炼厂综合管理的最佳可行技术结论

**BAT 18.** 为了防止或减少 VOC 扩散性排放，最佳可行技术是使用下列技术。

技术	描述	适用性
I. 与装置设计有关的技术	<ul style="list-style-type: none"><li>i. 限制潜在排放源的数量</li><li>ii. 最大化过程固有的隔离功能</li><li>iii. 选择高完整性设备</li><li>iv. 将有可能泄漏的部件置于便于监测和维护的位置</li></ul>	对于现有单元，适用性可能有限
II. 与装置的安装和调试有关的技术	<ul style="list-style-type: none"><li>i. 制定明确的建造和组装程序</li><li>ii. 稳健的调试和移交程序以确保装置的安装符合设计要求</li></ul>	对于现有单元，适用性可能有限
III. 与装置运行有关的技术	采用基于风险的泄漏检测与修复（LDAR）计划来识别泄漏部件并进行维修。 见第 1.20.6 节	普遍适用

## 1.2 烷基化工艺的最佳可行技术结论

### 1.2.1 氢氟酸烷基化工艺

**BAT 19.** 为了防止氢氟酸（HF）烷基化工艺向空气中排放氢氟酸，最佳可行技术是使用碱性溶液进行湿法洗涤来处理不凝性气流，再排气进行放空燃烧。

#### 描述

见第 1.20.3 节。

#### 适用性

该技术普遍适用。由于氢氟酸具有危险性，应考虑安全需求。

**BAT 20.** 为了减少氢氟酸烷基化工艺排放的水体污染物，最佳可行技术是组合使用下列技术。

技术	描述	适用性
i. 沉淀/中和步骤	沉淀（使用钙或铝基添加剂等）或中和（使用氢氧化钾（KOH）间接中和废水）	普遍适用。 由于氢氟酸（HF）具有危险性，应考虑安全需求
ii. 分离步骤	在沉淀池或其他设备中分离第一步操作中产生的不溶性化合物（如 CaF <sub>2</sub> 或 AlF <sub>3</sub> ）	普遍适用

### 1.2.2 硫酸烷基化工艺

**BAT 21.** 为了减少硫酸烷基化工艺排放的水体污染物，最佳可行技术是通过废酸再生来减少硫酸的使用，并中和该工艺产生的废水，然后再将中和后的废水输送到废水处理系统。

## 1.3 基础油生产工艺的最佳可行技术结论

**BAT 22.** 为了防止或减少基础油生产工艺向空气和水体排放有害物质，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

技术	描述	适用性
i. 具备溶剂回收能力的封闭工艺	该工艺中用于基础油制造的溶剂（如在提取、脱蜡单元中使用的），在使用后可以通过蒸馏和汽提步骤进行回收。 见第 1.20.7 节	普遍适用
ii. 溶剂多效提取法	溶剂提取法包括多级蒸发(如双效或三效)以降低泄漏	普遍适用于新单元。 可以仅对未受污染的进料使用三效法
iii. 使用危险性较低的物质提取法	设计(新装置)或改进(现有装置)，使装置可以使用危险性较低的物质来进行溶剂提取：例如，将糠醛或苯酚提取物转化为 N-甲基吡咯烷酮(NMP)的提取法	普遍适用于新单元。 将现有单元所使用的方法转换为另一种具有不同物理化学特性的溶剂提取法可能需要进行实质性修改
iv. 基于氢化的催化工艺	通过类似加氢处理的催化氢化作用转化有害化合物的工艺。 见第 1.20.3 节(加氢处理)	普遍适用于新单元

## 1.4 沥青生产工艺的最佳可行技术结论

**BAT 23.** 为了防止和减少沥青生产工艺排放的空气污染物，最佳可行技术是使用以下一种技术处理气态塔顶。

技术	描述	适用性
i. 温度超过 800° C 时气态塔顶的热氧化	见第 1.20.6 节	普遍适用于沥青氧化单元
ii. 气态塔顶的湿法洗涤	见第 1.20.3 节	普遍适用于沥青氧化单元

## 1.5 流化催化裂化工艺的最佳可行技术结论

**BAT 24.** 为了防止或减少催化裂化工艺（再生器）向空气中排放 NO<sub>x</sub>，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

I. 主要技术或工艺相关技术，例如：

技术	描述	适用性
优化工艺和使用促进剂或添加剂		
i. 优化工艺	旨在减少 NO <sub>x</sub> 产生的运行条件或做法的组合，例如，减少完全燃烧模式下烟道气中的过量氧气；部分燃烧模式下对 CO 锅炉进行空气分级燃烧（前提是 CO 锅炉设计得当）	普遍适用
ii. 低 NO <sub>x</sub> CO 氧化促进剂	使用一种选择性仅促进 CO 燃烧并防止含有中间体的氮气氧化至 NO <sub>x</sub> ：例如，非铂催化剂	对于铂基 CO 促进剂的替代物而言，本技术仅在完全燃烧模式下适用。 再生器中的空气可能需要适当分布方可获得最大效益
iii. 用于还原 NO <sub>x</sub> 的特定添加剂	使用特定的催化添加剂提高 CO 对 NO 还原的作用	仅在设计适当、可实现氧气过剩的完全燃烧模式下适用。铜基还原 NO <sub>x</sub> 的添加剂适用性可能会受到气体压缩机容量的限制。

II. 辅助或末端治理技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 选择性催化还原 (SCR)	见第 1.20.2 节	为了避免下游的潜在污染，可能需要在 SCR 上游进行额外过滤。 对于现有单元，其适用性可能会受到可用空间的限制
ii. 选择性非催化还原 (SNCR)	见第 1.20.2 节	对于配备 CO 锅炉的部分燃烧型 FCC，需要确保在适当的温度下有充足的停留时间。 对于未配备辅助锅炉的完全燃烧型 FCC，可能需要注入额外的燃料（如氢气）以对应较低的温度范围
iii. 低温氧化	见第 1.20.2 节	需要额外的洗涤能力。 需要妥善处理臭氧生成及其相关风险管理。 适用性可能会受到下列因素的限制：需要进行额外的废水处理和相关的跨介质影响（如硝酸盐排放），以及液氧供应不足（用于臭氧生成）。 该技术的适用性可能会受到可用空间的限制

最佳可行技术相关排放水平：见表 4。

表 4： 催化裂化工艺中再生器向空气排放 NO<sub>x</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

参数	单元类型/燃烧模式	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> , 以 NO <sub>2</sub> 表示	新单元/所有燃烧模式	<30-100
	现有单元/完全燃烧模式	<100-300 <sup>(1)</sup>
	现有单元/部分燃烧模式	100-400 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> 如果进行金属钝化时注入锑 (Sb)，NO<sub>x</sub> 水平最高可达 700 mg/m<sup>3</sup>。使用 SCR 技术可达到该范围的下限。

相关监测见 BAT 4。



**BAT 25.** 为了减少催化裂化工艺（再生器）向空气中排放粉尘和金属，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

I. 主要技术或工艺相关技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 使用耐磨催化剂	选择不易磨损和破碎的催化剂物质以减少粉尘排放	在催化剂活性和选择性充分的情况下普遍适用
ii. 使用低硫进料（例如，对进料加以选择或者对进料进行加氢处理）	在单元可加工的进料来源中尽可能选择低硫进料。 加氢处理旨在减少进料中的硫、氮和金属成分。 见第 1.20.3 节	需要有足够的低硫进料、氢气生产和硫化氢(H <sub>2</sub> S)处理能力（如：胺单元和克劳斯单元）

II. 辅助或末端治理技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 静电除尘器（ESP）	见第 1.20.1 节	对于现有单元，适用性可能会受到可用空间的限制
ii. 多级旋风分离器	见第 1.20.1 节	普遍适用
iii. 第三级反吹过滤器	见第 1.20.1 节	适用性可能会受到限制
iv. 湿法洗涤	见第 1.20.3 节	在下列情况下适用性可能会受到限制：场地位于干旱地区；处理操作所生成的副产品（如含盐量高的废水）无法得到再利用或适当处置。 对于现有单元，适用性可能会受到可用空间的限制

最佳可行技术相关排放水平：见表 5。

**表 5： 催化裂化工艺中再生器向空气中排放粉尘的最佳可行技术相关排放水平**

参数	单元类型	BAT-AEL (月平均值) (1) mg/Nm <sup>3</sup>
粉尘	新单元	10-25
	现有单元	10-50 <sup>(2)</sup>

- (1) 不包括 CO 锅炉内的吹灰和通过气体冷却器的吹灰。
- (2) 可以通过四电场静电除尘器（ESP）实现 BAT-AEL 范围的下限。

相关监测见 BAT 4。

**BAT 26.** 为了防止和减少催化裂化工艺（再生器）向空气中排放  $\text{SO}_x$ ，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

I. 主要技术或工艺相关技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 使用还原 $\text{SO}_x$ 的催化剂添加剂	用一种物质将焦炭产生的硫从再生器送回反应器。 见第 1.20.3 节中的描述	适用性可能会受到再生器设定条件的限制。 需要适当的硫化氢减排能力（如：SRU）
ii. 使用低硫进料（例如，对进料加以选择或者对进料进行加氢处理）	在单元可加工的进料来源中尽可能选择低硫进料。 加氢处理旨在减少进料中的硫、氮和金属成分。 见第 1.20.3 节中的描述	需要有足够的低硫进料、氢气产量和硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ )处理能力（如胺单元和克劳斯单元）

II. 辅助或末端治理技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 非再生洗涤	湿法洗涤或海水洗涤。 见第 1.20.3 节	在下列情况下适用性可能会受到限制：场地位于干旱地区；处理操作所生成的副产品（如含盐量高的废水）无法得到再利用或适当处置。 对于现有单元，适用性可能会受到可用空间的限制
ii. 再生洗涤	使用特定的 $\text{SO}_x$ 吸收试剂（如吸收溶液），在可再生循环过程中以副产品的方式对硫进行回收。该试剂在该可再生循环过程中可重复使用。 见第 1.20.3 节	仅在再生副产品可以出售的情况下适用。 对于现有单元，适用性可能会受到现有硫回收能力和可用空间的限制

最佳可行技术相关排放水平：见表 6。

表 6： 催化裂化工艺中再生器向空气中排放 SO<sub>2</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

参数	单元/模式类型	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	新单元	≤ 300
	现有单元/完全燃烧	<100-800 <sup>(1)</sup>
	现有单元/部分燃烧	100-1200 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 如果选用了低硫（如 <0.5% w/w）进料（或进行了加氢处理）和/或采用洗涤技术，对于所有燃烧模式而言：BAT-AEL 范围的上限则为 ≤600 mg/Nm <sup>3</sup> 。		

相关监测见 BAT 4。

**BAT 27.** 为了减少催化裂化工艺（再生器）向空气中排放一氧化碳（CO），最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

技术	描述	适用性
i. 燃烧操作控制	见第 1.20.5 节	普遍适用
ii. 含有一氧化碳（CO）氧化促进剂的催化剂	见第 1.20.5 节	仅对完全燃烧模式普遍适用
iii. 一氧化碳（CO）锅炉	见第 1.20.5 节	仅对部分燃烧模式普遍适用

最佳可行技术相关排放水平：见表 7。

表 7： 部分燃烧模式下催化裂化工艺中再生器向空气中排放一氧化碳的最佳可行技术相关排放水平

参数	燃烧模式	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
一氧化碳，以 CO 表示	部分燃烧模式	≤100 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 未在满负荷状态下运行 CO 锅炉时可能无法实现。		

相关监测见 BAT 4。

## 1.6 催化重整工艺最佳可行技术结论

**BAT 28.** 为了减少催化重整单元向空气中排放多氯二苯二恶英/多氯二苯并呋喃 (PCDD/F)，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

技术	描述	适用性
i. 选择助催化剂	使用助催化剂最大限度地减少再生过程中多氯二苯二恶英/多氯二苯并呋喃 (PCDD/F) 的形成 见第 1.20.7 节	普遍适用
ii. 再生烟道气的处理		
a. 使用吸附床的再生气体回收循环	对再生步骤产生的废气进行处理以去除氯化物 (如二恶英)	普遍适用于新单元 对于现有单元，适用性可能取决于该再生单元的设计
b. 湿法洗涤	见第 1.20.3 节	不适用于半再生重整单元
c. 静电除尘器 (ESP)	见第 1.20.1 节	不适用于半再生重整单元

## 1.7 焦化工艺最佳可行技术结论

**BAT 29.** 为了减少焦化生产工艺中排放的空气污染物，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术：

主要技术或工艺相关技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 收集和回收焦粉	系统地收集和回收整个焦化工艺流程（钻孔、搬运、破碎、冷却等）所产生的焦粉	普遍适用
ii. 根据 BAT 3 搬运和储存焦炭	见 BAT 3	普遍适用
iii. 使用封闭式放空系统	用来释放焦炭转鼓压力的制动系统	普遍适用
iv. 以炼厂燃料气（RFG）的组分形式回收气体（包括打开转鼓前的排气）	将排气从焦炭转鼓运送到气体压缩机回收，然后作为 RFG 使用，而非将其放空燃烧  如果采用的是灵活焦化工艺，在处理焦化单元产生的气体前则需进行转化步骤（将氧硫化碳（COS）转化为 H <sub>2</sub> S）	对于现有单元，该技术的适用性可能会受到可用空间的限制

**BAT 30.** 为了减少生焦煅烧工艺向空气中排放 NO<sub>x</sub>，最佳可行技术是使用选择性非催化还原（SNCR）。

### 描述

见第 1.20.2 节。

### 适用性

SNCR 技术的适用性（尤其是在停留时间和温度范围方面）可能会因煅烧工艺的特异性而受到限制。

**BAT 31.** 为了减少生焦煅烧工艺向空气中排放 SO<sub>x</sub>，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

技术	描述	适用性
i. 非再生洗涤	湿法洗涤或海水洗涤。  见第 1.20.3 节	在下列情况下适用性可能会受到限制：场地位于干旱地区；处理操作所生成的副产品（如含盐量高的废水）无法得到再利用或适当处置。  对于现有单元，适用性可能会受到可用空间的限制
ii. 再生洗涤	使用特定的 SO <sub>x</sub> 吸收试剂（如吸收溶液），在可再生循环过程中以副产品的方式对硫进行回收。该试剂在该可再生循环过程中可重复使用。  见第 1.20.3 节	该技术的适用性受限于再生副产品是否可以出售。  对于现有单元，适用性可能会受到现有硫回收能力和可用空间的限制

**BAT 32.** 为减少生焦煅烧工艺向空气中排放粉尘，最佳可行技术是组合使用以下技术。

技术	描述	适用性
i. 静电除尘器（ESP）	见第 1.20.1 节	对于现有单元，适用性可能会受到可用空间的限制。  对于用于石墨和阳极焦炭煅烧生产，适用性可能会受到焦炭颗粒高电阻率的限制
ii. 多级旋风分离器	见第 1.20.1 节	普遍适用

最佳可行技术相关排放水平：见表 8。

**表 8:** 生焦煅烧单元向空气中排放粉尘的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
粉尘	10-50 <sup>(1,2)</sup>
<p>(1) 如果使用四电场静电除尘器（ESP），则可实现该 BAT-AEL 范围的下限。 (2) 如果 ESP 不适用，该数值最高可达 150 mg/Nm<sup>3</sup>。</p>	

相关监测见 BAT 4。

## 1.8 脱盐工艺最佳可行技术结论

**BAT 33.** 为减少脱盐工艺的用水量和水体污染物排放，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

技术	描述	适用性
i. 水循环利用和脱盐工艺的优化	一套旨在提高脱盐器效率、减少洗涤用水使用的良好的脱盐做法（例如，使用低剪切力搅拌设备、低水压），包括管理冲洗步骤关键参数（如均匀的混合）和分离步骤关键参数（如PH值、密度、黏度、电场电势聚结）	普遍适用
ii. 多级脱盐器	多级脱盐器通过二级或多级重复加水和脱水操作来实现更高效分离，从而减少后续过程中的腐蚀现象	适用于新单元
iii. 额外分离步骤	一个额外、强化的油/水和固体/水分离步骤，旨在减少排入废水处理装置的油，并可将其回收，再次供工艺使用。本技术包括，例如沉降鼓、使用最佳界面液位控制器	普遍适用

## 1.9 燃烧单元的最佳可行技术结论

**BAT 34.** 为了防止和减少燃烧单元向空气中排放 NO<sub>x</sub>，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

I. 主要技术或工艺相关技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 燃料的选择或处理		
(a) 用气体燃料替代液体燃料	与液体燃料相比，气体燃料中含有的氮气较少，其燃烧导致的 NO <sub>x</sub> 排放水平也较低。 见第 1.20.3 节	适用性可能会受到低硫气体燃料可用性的限制，这主要受到成员国能源政策的影响
(b) 使用低氮炼厂燃料油（RFO），例如通过 RFO 选择或者 RFO 加氢处理	在单元可能来源中，炼厂燃料油选择更倾向于低氮液体燃料。 加氢处理旨在减少燃料中的硫、氮和金属含量。 见第 1.20.3 节	适用性受低氮液体燃料的可用性、氢气产量和硫化氢（H <sub>2</sub> S）处理能力（如胺单元和克劳斯单元）的限制
ii. 燃烧改进		

(a) 分级燃烧 • 空气分级 • 燃料分级	见第 1.20.2 节	混合或液体燃烧的燃料分级可能需要专用的燃烧器设计
(b) 燃烧优化	见第 1.20.2 节	普遍适用
(c) 烟道气再循环	见第 1.20.2 节	适用于使用具有烟道气内部再循环能力的专用燃烧器 对于通过改造安装烟道气外部再循环系统的使用强制/诱导通风操作模式的单元而言，适用性可能有限
(d) 注入稀释剂	见第 1.20.2 节	普遍适用于能使用适当惰性稀释剂的燃气轮机
(e) 使用低 NO <sub>x</sub> 燃烧器 (LNB)	见第 1.20.2 节	普遍适用于新单元，但应考虑到特定燃料（如重油）所带来的限制。 对于现有单元，适用性可能会受到特定场地条件引起的复杂性（如熔炉设计、周边设备）的限制。 在极特殊情况下，可能需要做出大量改进方可采用本技术。 对于采用延迟焦化工艺的熔炉，由于熔炉内可能生成焦炭，所以适用性可能会受到限制。 在燃气轮机中，本技术仅适用于低氢燃料（一般 <10%）

II. 辅助或末端治理技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 选择性催化还原 (SCR)	见第 1.20.2 节	普遍适用于新单元。 由于该技术在空间和最佳反应剂注射方面有特定要求，所以对于现有单元而言，适用性可能会受到限制
ii. 选择性非催化还原 (SNCR)	见第 1.20.2 节	普遍适用于新单元。 对于现有单元，适用性可能会受到温度范围和反应剂注射应达到的停留时间的限制



iii. 低温氧化	见第 1.20.2 节	适用性可能会受到以下因素的限制：需要额外的洗涤能力；需要妥善处理臭氧生成及其相关风险管理。 适用性可能会受到下列因素的限制：需要进行额外的废水处理和相关的跨介质影响（如硝酸盐排放）；液氧供应不足（用于臭氧生成）。 对于现有单元，本技术的适用性可能会受到可用空间的限制
iv. SNO <sub>x</sub> 组合技术	见第 1.20.4 节	仅适用于需要经过 NO <sub>x</sub> 和 SO <sub>x</sub> 组合减排的高流量烟道气体（例如，流量 > 800000 Nm <sup>3</sup> /h）

最佳可行技术相关排放水平：见表 9、表 10 和表 11。

表 9： 燃气轮机向空气中排放 NO<sub>x</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

参数	设备类型	BAT-AEL <sup>(1)</sup> (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup> (O <sub>2</sub> 水平为 15%)
以 NO <sub>2</sub> 表示的 NO <sub>x</sub>	燃气轮机（包括联合循环燃气轮机-CCGT）和整体煤气化联合循环轮机(IGCC)	40 - 120 (现有轮机)
		20 - 50 (新轮机) <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> BAT-AEL 是指燃气轮机和补燃型余热回收锅炉（如有）的组合排放。  
<sup>(2)</sup> 对于 H<sub>2</sub> 含量高的燃料（即高于 10%），该范围上限为 75 mg/Nm<sup>3</sup>。

相关监测见 BAT 4。

表 10： 燃气的燃烧单元（燃气轮机除外）向空气排放 NO<sub>x</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

参数	燃烧类型	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
以 NO <sub>2</sub> 表示的 NO <sub>x</sub>	燃气	30 - 150 对于现有单元 <sup>(1)</sup>
		30 - 100 对于新单元

---

(<sup>1</sup>) 对于使用高温预热空气（即 > 200°C）或使用 H<sub>2</sub> 含量高于 50% 的燃气的现有单元，BAT-AEL 范围的上限为 200 mg/Nm<sup>3</sup>。

相关监测见 BAT 4。

**表 11: 使用多种燃料的燃烧单元（燃气轮机除外）向空气排放 NO<sub>x</sub> 的最佳可行技术相关排放水平**

参数	燃烧类型	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
以 NO <sub>2</sub> 表示的 NO <sub>x</sub>	使用多种燃料的燃烧单元	30 - 300 现有单元 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>
<p><sup>(1)</sup> 对于 &lt;100MW 的现有单元而言，如果所燃烧的是含氮量高于 0.5% (w/w) 的燃料油或使用液体燃料燃烧 &gt;50% 或使用空气预热，该数值最高可达 450mg/Nm<sup>3</sup>。</p> <p><sup>(2)</sup> 使用 SCR 技术可达到该范围的下限。</p>		

相关监测见 BAT 4。

**BAT 35.** 为了防止和减少燃烧单元向空气排放粉尘和金属，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

I. 主要技术或工艺相关技术，例如：

技术	描述	适用性
<b>i. 燃料的选择或处理</b>		
(a) 用气体燃料替代液体燃料	燃烧气体燃料（而不是液体燃料）可以降低粉尘排放 见第 1.20.3 节	适用性可能会受到低硫燃料（如天然气）可用性的限制，可能会受到成员国能源政策的影响
(b) 使用低硫炼厂燃油 (RFO)，例如通过 RFO 选择或者 RFO 加氢处理	在单元可用的炼厂燃料油来源中尽可能选择低硫液体燃料。 加氢处理旨在减少燃料中硫、氮和金属的含量。 见第 1.20.3 节	适用性可能会受低硫液体燃料的可用性、氢气产量和硫化氢 (H <sub>2</sub> S) 处理能力（如胺单元和克劳斯单元）的限制
<b>ii. 燃烧改进</b>		
(a) 燃烧优化	见第 1.20.2 节	普遍适用于所有类型的燃烧
(b) 液体燃料雾化	使用高压来降低液体燃料的液滴粒度。 较新的最佳燃烧器设计通常包括蒸汽雾化	普遍适用于液体燃料燃烧

II. 辅助或末端治理技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 静电除尘器 (ESP)	见第 1.20.1 节	对于现有单元，适用性可能会受到可用空间的限制
ii. 第三级反吹过滤器	见第 1.20.1 节	普遍适用
iii. 湿法洗涤	见第 1.20.3 节	在下列情况下适用性可能会受到限制：场地位于干旱地区；处理操作所生成的副产品（如含盐量高的废水）无法得到再利用或适当处置。对于现有单元，本技术的适用性可能会受到可用空间的限制
iv. 离心式洗涤器	见第 1.20.1 节	普遍适用

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平：见表 12。

表 12： 使用多种燃料的燃烧单元（燃气轮机除外）向空气中排放粉尘的最佳可行技术相关排放水平

参数	燃烧类型	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
粉尘	多种燃料燃烧	5 - 50 对于现有单元 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>
		5 - 25 对于 <50MW 的新单元
<sup>(1)</sup> 采用末端治理技术的单元可达到该范围的下限。 <sup>(2)</sup> 该范围的上限是指使用油燃烧比例高并且仅采用主要技术的情况。		

相关监测见 BAT 4。

**BAT 36.** 为了防止和减少燃烧单元向空气中排放  $SO_x$ ，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

I. 基于燃料选择或处理的主要技术或工艺相关技术，例如：

技术	描述	适用性
i. 用气体燃料替代液体燃料	见第 1.20.3 节	适用性可能会受到低硫燃料（如天然气）可用性的限制，可能会受到成员国能源政策的影响
ii. 炼厂燃料气（RFG）的处理	RFG 中的残余 $H_2S$ 浓度取决于处理过程参数，如胺洗涤压力。 见第 1.20.3 节	在对焦化单元等排放的含有氧硫化碳(COS)的低热值气体进行 $H_2S$ 脱除之前，可能需要先对其进行转化
iii. 使用低硫炼厂燃料油（RFO），例如通过 RFO 选择或者 RFO 加氢处理	在单元可用的炼厂燃料油来源中尽可能选择低硫液体燃料。 加氢处理旨在减少燃料中的硫、氮和金属含量。 见第 1.20.3 节	适用性受低硫液体燃料的可用性、氢气产量和硫化氢（ $H_2S$ ）处理能力（如胺单元和克劳斯单元）的限制

II. 辅助或末端治理技术：

技术	描述	适用性
i. 非再生洗涤	湿法洗涤或海水洗涤。 见第 1.20.3 节	在干旱地区和处理产生的副产品（包括例如含盐量高的废水）不能重复利用或适当处置的情况下，适用性会受到限制。 对于现有单元，本技术的适用性可能会受到可用空间的限制
ii. 再生洗涤	使用特定的 $SO_x$ 吸收试剂（如吸收溶液），在可再生循环过程中以副产品的方式对硫进行回收。该试剂在该可再生循环过程中可重复使用。 见第 1.20.3 节	该技术的适用性受限于再生副产品是否可以出售。 如果通过对现有单元进行改造来采用本技术，适用性可能会受到现有硫回收能力的限制。 对于现有单元，本技术的适用性可能会受到可用空间的限制
iii. $SNO_x$ 组合技术	见第 1.20.4 节	仅适用于需要经过 $NO_x$ 和 $SO_x$ 组合减排的高流量烟道气体（例如，流量 $> 800000 Nm^3/h$ ）

---

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 13 和表 14。

**表 13:** 使用炼厂燃料气（RFG）的燃烧单元（燃气轮机除外）向空气排放 SO<sub>2</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	5 - 35 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> 如果 RFG 处理操作的特定配置为洗涤器处于低压运行并且炼厂燃料气的氢/碳（H/C）摩尔比高于 5，BAT-AEL 范围的上限则最高可达 45mg/Nm<sup>3</sup>。

相关监测见 BAT 4。

**表 14:** 使用多种燃料的燃烧单元（燃气轮机和固定式燃气发动机除外）向空气中排放 SO<sub>2</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

下列 BAT-AEL 是指炼厂内现有使用多种燃料的燃烧单元（燃气轮机和固定式燃气发动机除外）的加权平均排放量。

参数	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	35 - 600

相关监测见最佳可得技术 4。

**BAT 37.** 为了减少燃烧单元向空气排放一氧化碳（CO），BAT 是使用燃烧操作控制。

**描述**

见第 1.20.5 节。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 15。

**表 15:** 燃烧单元向空气排放一氧化碳的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (月平均值) mg/Nm <sup>3</sup>
一氧化碳，以 CO 表示	≤100

相关监测见 BAT 4。

## 1.10 醚化工艺的最佳可行技术结论

**BAT 38.** 为了减少醚化工艺排放的空气污染物，最佳可行技术是将工艺废气输送至炼厂燃料气系统以确保对其进行适当处理。

**BAT 39.** 为了防止生物处理受到干扰，最佳可行技术是在进行最终处理之前使用储罐和适当的单元生产计划管理来控制废水流中有毒成分的溶解量（如甲醇、甲酸、醚类）。

## 1.11 异构化工艺的最佳可行技术结论

**BAT 40.** 为减少向空气中排放氯化化合物，最佳可行技术是对工艺中保持催化剂活性的氯化有机化合物的使用进行优化，或使用非氯化催化系统。

## 1.12 天然气炼厂的最佳可行技术结论

**BAT 41.** 为减少天然气炼厂向空气排放二氧化硫，最佳可行技术是采用 BAT 54。

**BAT 42.** 为减少天然气炼厂向空气排放氮氧化物（NO<sub>x</sub>），最佳可行技术是采用 BAT 34。

**BAT 43.** 为了防止粗天然气中可能存在汞排放，最佳可行技术是除汞并回收含汞污泥以对其进行废物处理。

---

## 1.13 蒸馏工艺的最佳可行技术结论

**BAT 44.** 为了防止或减少蒸馏工艺产生废水流，最佳可行技术是使用液环真空泵或表面冷凝器。

### 适用性

可能不适用于某些改造单元。对于新单元，可能需要通过使用真空泵（单独使用或与蒸汽喷射器配合使用）来实现高真空（10mm Hg）。还应配备备用真空泵，以防主用设备出现故障。

**BAT 45.** 为了防止或减少蒸馏工艺造成水污染，最佳可行技术是将酸性水输送到汽提单元。

**BAT 46.** 为了防止或减少蒸馏单元向空气排放污染物，最佳可行技术是确保在进一步利用工艺废气之前通过酸性气体脱除对工艺废气（尤其是不可冷凝废气）进行适当处理。

### 适用性

普遍适用于原油和真空蒸馏单元。可能不适用于硫化物排放量低于 1 吨每天的独立的润滑剂炼厂和沥青炼厂。某些炼厂由于配置原因，可能需要大型管道、压缩机或额外的胺处理能力等；对于该类炼厂，本技术的适用性可能会受到限制。

## 1.14 产品处理工艺的最佳可行技术结论

**BAT 47.** 为减少产品处理工艺排放的空气污染物，最佳可行技术是确保对废气（尤其是脱硫单元产生的恶臭废气）进行适当销毁处置（如焚烧）。

### 适用性

普遍适用于所产生的气体流可以被安全地输送到销毁单元的产品处理工艺。出于安全原因，本技术可能不适用于脱硫单元。

**BAT 48.** 如果产品处理工艺使用氢氧化钠，为了减少该工艺产生的废物和废水，最佳可行技术是使用阶式渗透氢氧化钠溶液和对废氢氧化钠进行整体管理，包括在适当处理后进行回收（例如，通过汽提）。



---

## 1.15 储存和搬运过程的最佳可行技术结论

**BAT 49.** 为了减少挥发性液态碳氢化合物在储存过程中向空气中排放的 VOC，最佳可行技术是使用配备高效密封装置的浮顶储罐或连接到蒸气回收系统的固定顶储罐。

### 描述

高效密封装置是限制蒸气损失的特定装置，例如改进的初级密封装置、附加的多重（二级或三级）密封装置（根据排放量而定）。

### 适用性

对于需要经过改造方可安装三级密封装置的现有储罐而言，高效密封装置的适用性可能会受到限制。

**BAT 50.** 为了减少挥发性液态碳氢化合物在储存过程中向空气中排放的 VOC，最佳可行技术是使用以下一种或组合使用以下多种技术。

技术	描述	适用性
i. 手动清洗原油罐	由工人进入油罐手动清除污泥来实施的油罐清洗工作	普遍适用
ii. 使用闭环系统	为了进行内部检查，定期清空储罐，对其进行清洗并排气。上述清洗包括溶解罐底物质。可与末端移动减排技术结合的闭环系统，用于防止或减少 VOC 的排放	适用性可能会受到残留物类型、罐顶结构或罐体材料等因素的限制

**BAT 51.** 为减少液态碳氢化合物在储存过程当中向土壤和地下水中排放污染物，最佳可行技术是使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

技术	描述	适用性
i. 维护方案，包括腐蚀监测、预防和控制	一套涵盖下列措施的管理系统：泄漏检测和防止填充过度的操作控制、库存控制和旨在确保储罐完整性的定期风险检查程序，以及旨在改善储罐密封性的维护工作。该方案还包括对泄漏事件的响应系统，旨在在泄漏到达地下水之前采取行动。应专门在维护期间强化该系统	普遍适用
ii. 双罐底储罐	具备第二层防渗罐底，为第一层罐底可能出现的泄漏提供额外保护	普遍适用于新储罐和大修后的现有储罐 (1)
iii. 防渗膜衬垫	铺装在整个罐底表面下部的不间断防漏层	普遍适用于新储罐和大修后的现有储罐 (1)
iv. 充足的储罐区围堤	储罐区围堤旨在控制可能由外壳破裂或填充过度引起的大量泄漏（出于环境和安全原因）。当地法规通常会对围堤的大小和相关的建筑规则做出规定	普遍适用
(1) 对于特定专用储罐，如果储存的是需要进行液体加热处理的产品（如：沥青），并且因为凝固作用而不太可能会发生泄漏，技术 ii 和 iii 则可能不适用。		

**BAT 52.** 为了防止或减少挥发性液态碳氢化合物的装卸作业向空气排放 VOC，最佳可行技术是通过使用以下一种技术或组合使用以下多种技术来实现至少 95% 的回收率。

技术	描述	适用性 <sup>(1)</sup>
蒸气回收方式： i. 冷凝 ii. 吸收 iii. 吸附 iv. 膜分离 v. 混合系统	见第 1.20.6 节	普遍适用于年吞吐量 >5000 立方米每年的装卸作业 不适用于年吞吐量 <1 百万立方米每年的海轮装卸作业
<sup>(1)</sup> 如果蒸气回收不安全或由于蒸气回收量在技术上不可行，则可以用蒸气销毁单元（例如，通过焚化）代替蒸气回收单元。		

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 16。

**表 16:** 装卸挥发性液态碳氢化合物的有关作业向空气排放非甲烷 VOC 和苯的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (每小时平均值) <sup>(1)</sup>
NM VOC	0.15 - 10g/Nm <sup>3</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>
苯 <sup>(3)</sup>	< 1mg/Nm <sup>3</sup>
<sup>(1)</sup> 根据《第 94/63/EC 号指令》的规定表示和测量的连续运行状态下的每小时数值。	
<sup>(2)</sup> 使用两级混合系统可达到较低的数值。使用单级吸附或膜系统可达到上限值。	
<sup>(3)</sup> 如果 NM VOC 的排放量处于范围的下限，则可能不需要对苯进行监测。	

## 1.16 减粘裂化和其他热工艺的最佳可行技术结论

**BAT 53.** 为了减少减粘裂化和其他热工艺排放水体污染物，最佳可行技术是采用 BAT 11 对废水流进行适当处理。

## 1.17 工艺废气硫处理的最佳可行技术结论

**BAT 54.** 为了减少含硫化氢（H<sub>2</sub>S）的废气向空气排放硫，最佳可行技术是采用下列所有技术。

技术	描述	适用性 <sup>(1)</sup>
i. 脱除酸性气体，如通过胺处理	见第 1.20.3 节	普遍适用
ii. 硫回收单元（SRU），如通过克劳斯法	见第 1.20.3 节	普遍适用
iii. 尾气处理单元（TGTU）	见第 1.20.3 节	如果通过对现有 SRU 进行改造，适用性可能会受到 SRU 的大小、单元配置以及现有硫回收工艺类型的限制
(1) 可能不适用于硫化物排放低于 1 吨每天的独立润滑剂炼厂和沥青炼厂。		

最佳可行技术相关环境绩效水平（BAT-AEPL）：见表 17。

表 17： 废气硫（H<sub>2</sub>S）回收系统的最佳可行技术相关环境绩效水平

	最佳可行技术相关环境绩效水平 (月平均值)
酸性气体脱除	脱除经处理的 RFG 中的硫化氢（H <sub>2</sub> S）以达到 BAT 36 的燃气 BAT-AEL
硫回收效率 <sup>(1)</sup>	新单元：99.5 - >99.9%
	现有单元：≥98.5%
<p>(1) 硫回收效率是基于整个处理链（包括 SRU 和 TGTU）计算的，是指从排入收集坑中的硫流中回收的硫和进料中硫的份比。</p> <p>如果采用的技术不包括硫回收（如海水洗涤器），硫回收效率是指硫脱除效率，即整个处理链脱除的硫的百分比。</p>	

相关监测见 BAT 4。

## 1.18 放空燃烧的最佳现有技术结论

**BAT 55.** 为了防止放空燃烧向空气中排放污染物，最佳可行技术是确保仅在出于安全目的情况下或在非常规运行条件下进行放空燃烧（如启动和停机）。

**BAT 56.** 在无法避免放空燃烧出现的情况下，为减少该过程排放的空气污染物，最佳可行技术是使用下列技术。

技术	描述	适用性
i. 正确设计装置	见第 1.20.7 节	适用于新单元。 可为现有单元安装火炬气回收系统
ii. 装置管理	见第 1.20.7 节	普遍适用
iii. 正确的放空燃烧设备设计	见第 1.20.7 节	适用于新单元
iv. 监测和报告	见第 1.20.7 节	普遍适用

## 1.19 综合排放管理的最佳可行技术结论

**BAT 57.** 为了实现燃烧单元和流化催化裂化（FCC）单元排放至空气中的 NO<sub>x</sub> 的整体下降，最佳可行技术是用综合排放管理技术替代 BAT 24 和 BAT 34。

### 描述

本技术包括对炼厂场地的多个或全部燃烧单元和 FCC 单元排放的 NO<sub>x</sub> 进行综合管理，为不同的单元实施和采用最适当的最佳可行技术组合并监测该做法的有效性。该做法产生的总排放量应等于或低于逐一为每个单元采用 BAT 24 和 BAT 34 中指定的 BAT-AEL 所能达到的排放量。

本技术特别适合具有下列特征的炼油场地：

- 场地具公认复杂性，使用多个燃烧和工艺单元，而且单元之间在进料和能源供应方面相互关联；
- 经常需要根据所获得的原油的质量调整工艺；
- 基于技术原因需要将部分工艺残留物用作内部燃料，导致需要根据工艺要求频繁调整燃料组合。

**最佳可行技术（BAT）相关排放水平：**见表 18。

此外，对于综合排放管理系统中包括的任何新燃烧单元或新 FCC 单元，BAT 24 和 BAT 34 中列出的 BAT-AELs 仍然适用。

**表 18: 采用 BAT 57 时, 向空气排放 NO<sub>x</sub> 的最佳可行技术相关排放水平**

BAT 57 所涉及的单元排放的 NO<sub>x</sub> 的 BAT-AEL, 是以 mg/Nm<sup>3</sup> 表示的月平均值, 应等于或小于为每个所涉单元实际采用能让其达到下列排放水平技术而实现的 NO<sub>x</sub> 浓度加权平均值 (以 mg/Nm<sup>3</sup> 表示的月平均值):

- (a) 对于催化裂化工艺 (再生器) 单元: 表 4 (BAT 24) 中列出的 BAT-AEL 范围;
- (b) 对于只使用炼厂燃料或混合使用炼厂燃料和其他燃料进行燃烧的燃烧单元: 表 9、表 10 和表 11 (BAT 34) 列出的 BAT-AEL 范围。

本 BAT-AEL 以下列公式表示:

$$\frac{\sum [(\text{所涉单元的烟道气流量}) \times (\text{该单元可达到的 NO}_x \text{ 浓度})]}{\sum (\text{全部所涉单元的烟道气流量})}$$

注释:

1. 适用的氧气参考条件是表 1 中列出的条件。
2. 单个单元排放水平的权重是根据该单元的烟道气流量来计算的, 以每月平均值 (Nm<sup>3</sup>/h) 表示, 对该单元在炼厂设施内的正常运作具有代表性 (使用注释 1 中的参考条件)。
3. 如果燃料使用出现了重大和结构性的变化, 而该变化会影响某一单元适用的 BAT-AEL 和导致各相关单元的性质或功能出现了其他重大和结构性的变化, 或者在单元被更换、扩建或添加燃烧单元或 FCC 单元的情况下, 则需要对表 18 中界定的 BAT-AEL 进行相应调整。

---

## **BAT 57 的相关监测**

用于监测使用综合排放管理技术时 NO<sub>x</sub> 排放的最佳可行技术是 **BAT 4**，辅以下列活动：

- 制定一项监测计划，内容包括：被监测工艺的描述、每项工艺中被监测的排放源和源流（产品、废气）的清单、监测方法（计算、测量）描述以及基本假设和相关置信水平的描述；
- 通过直接测量或使用等效方法连续监测相关单元的烟道气流量；
- 建立数据管理系统，收集、处理和报告所有用于确定综合排放管理技术所涵盖排放源的排放的监测数据。

**BAT 58.** 为了实现燃烧单元、流化催化裂化（FCC）单元和工艺废气硫回收单元排放至空气中的 SO<sub>2</sub> 总量下降，最佳可行技术是使用综合排放管理技术替代 BAT 26、BAT 36 和 BAT 54。

### 描述

本技术包括对炼厂场地的多个或全部燃烧单元、FCC 单元和工艺废气硫回收单元排放的 SO<sub>2</sub> 进行综合管理，为不同的单元实施和采用最适当的最佳可行技术组合并监测该做法的有效性。该做法产生的总排放量应等于或低于逐一为每个单元采用 BAT 26 和 BAT 36 中指定的 BAT-AEL 和 BAT 54 中列出的 BAT-AEPL 所能达到的排放量。

本技术特别适合具有下列特征的炼油场地：

- 场地具公认复杂性，使用多个燃烧和工艺单元，而且单元之间在进料和能源供应方面相互关联；
- 需要根据所获得的原油的质量经常调整工艺；
- 基于技术原因需要将部分工艺残留物用作内部燃料，导致需要根据工艺要求经常调整燃料组合。

**最佳可行技术（BAT）相关排放水平：**见表 19。

此外，对于综合排放管理系统中的任何新燃烧单元、新 FCC 单元或新废气硫回收单元，BAT 26 和 BAT 36 中列出的 BAT-AEL，以及 BAT 54 中列出的 BAT-AEPL 仍然适用。

**表 19： 采用 BAT 58 时，向空气排放 SO<sub>2</sub> 的最佳可行技术相关排放水平**

BAT 58 所涉及的单元所排放的 SO<sub>2</sub> 的 BAT-AEL，是以 mg/Nm<sup>3</sup> 表示的月平均值，应等于或小于每个所涉单元实际采用能使其达到下列排放水平技术而实现的 SO<sub>2</sub> 浓度的加权平均值（以 mg/Nm<sup>3</sup> 表示的月平均值）：

- 对于催化裂化工艺（再生器）单元：表6（BAT 26）中列出的 BAT-AEL 范围；
- 对于只使用炼厂燃料或混合使用其他燃料燃烧的燃烧单元：表13和表14（BAT 36）中列出的BAT-AEL范围；以及
- 对于工艺废气硫回收单元：表17（BAT 54）中列出的 BAT-AEPL 范围。

本 BAT-AEL 以下列公式表示：

$$\frac{\sum[(\text{所涉单元的烟道气流量}) \times (\text{该单元应能达到的 SO}_2 \text{ 浓度})]}{\sum(\text{全部所涉单元的烟道气流量})}$$

注释：

1. 适用的氧气参考条件是表 1 中列出的条件。
2. 单个单元排放水平的权重是根据该单元的烟道气流量来计算的，以每月平均值（Nm<sup>3</sup>/h）表示，对该单元在炼厂设施内的正常运作具有代表性（使用注释 1 中的参考条件）。
3. 如果燃料使用出现了重大和结构性的变化，而该变化会影响某一单元适用的 BAT-AEL 和导致各相关单元的性质或功能出现了其他重大和结构性的变化，或者在单元被更换、扩建或添加燃烧单元、FCC 单元或工艺废气硫回收单元的情况下，则需要对表 18 中界定的 BAT-AEL 进行相应调整。



---

## BAT 58 的相关监测

用于监测使用综合排放管理方法时 SO<sub>2</sub> 排放的最佳可行技术是 BAT 4，辅以下列活动：

- 制定一项监测计划，内容包括：被监测工艺的描述、每项工艺中被监测的排放源和源流（产品、废气）的清单、监测方法（计算、测量）描述以及基本假设和相关置信水平的描述；
- 通过直接测量或使用等效方法连续监测相关单元的烟道气流量；
- 建立数据管理系统，收集、处理和报告所有用于确定综合排放管理技术所涵盖排放源的排放的监测数据。

---

## 词汇表

### 1.20 预防和控制空气污染物排放的技术描述

#### 1.20.1 粉尘

技术	描述
静电除尘器 (ESP)	<p>静电除尘器的工作原理是利用电场作用使颗粒带电并分离。静电除尘器能在多种条件下运行。</p> <p>除尘效率取决于电场数量、停留时间（粒度）、催化剂性能和上游颗粒去除设备。</p> <p>流化催化裂化 (FCC) 单元通常使用三电场 ESP 和四电场 ESP。</p> <p>ESP 可在干模态下运行，或通过注入氨来提高颗粒收集率。</p> <p>煅烧生焦时，由于焦炭颗粒难以带电，ESP 捕获效率可能会降低。</p>
多级旋风分离器	<p>安装在两级旋风除尘器下游的旋风收集设备或系统。一般被称为第三级分离器，常规配置为含有数个传统旋风除尘器的单个风筒或采用改进的涡流管技术。FCC 的性能主要取决于再生器内部旋风除尘器下游催化剂粉末的颗粒浓度和粒度分布。</p>
离心式洗涤器	<p>离心式洗涤器利用旋风原理以及与水的剧烈接触作用，例如文丘里洗涤器。</p>
第三级反吹过滤器	<p>可以倒流（反吹）的陶瓷或烧结金属过滤器，能通过倒流将积聚在其表面的固体滤饼移除。然后，将被移除的固体从过滤器系统中清除。</p>

## 1.20.2 氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)

技术	描述
燃烧改进	
分级燃烧	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 空气分级 - 首先进行亚化学计量燃烧，随后将剩余的空气或氧气注入熔炉来实现完全燃烧</li> <li>• 燃料分级 - 在炉颈形成低脉冲一级火焰；二级火焰覆盖主火焰根部，从而降低其核心温度。</li> </ul>
烟道气再循环	<p>将熔炉产生的废气重新输送至火焰以减少氧气含量，从而降低火焰温度。</p> <p>专用燃烧器通过燃烧气体的内部再循环来冷却火焰根部并减少火焰最炽热部分的氧气含量。</p>
使用低 NO <sub>x</sub> 燃烧器 (LNB)	<p>该技术（包括超低 NO<sub>x</sub> 燃烧器）的工作原理是降低火焰峰值温度，延迟但最终实现完全燃烧并增加热传递（增加火焰的热发射率）。该技术的使用可能涉及对熔炉燃烧室的设计进行改进。超低 NO<sub>x</sub> 燃烧器 (ULNB) 的设计包括燃烧分级（空气/燃料）和烟道气再循环。燃气轮机则使用干式低 NO<sub>x</sub> 燃烧器 (DLNB)。</p>
燃烧优化	<p>通过对适当燃烧参数进行常久监测 (如 O<sub>2</sub>、CO 含量、空(或氧)燃比、未燃烧成分)，该技术使用控制技术来实现最佳燃烧条件。</p>
注入稀释剂	<p>通过将惰性稀释剂（如烟道气、蒸汽、水、氮气）注入燃烧设备来降低火焰温度，从而降低烟道气中 NO<sub>x</sub> 的浓度。</p>
选择性催化还原(SCR)	<p>该技术采用以下流程：在大约 300 - 450° C 的最佳运行温度下，在催化剂床层中，让 NO<sub>x</sub> 与氨反应（在一般水溶液中），将其还原为氮。</p> <p>可使用一层或两层催化剂。使用更多的催化剂（两层）可实现更高的 NO<sub>x</sub> 还原率。</p>
选择性非催化还原(SNCR)	<p>该技术通过让 NO<sub>x</sub> 与氨或尿素在高温下反应将其还原为氮。</p> <p>为实现最佳反应，应将操作温度范围保持在 900° C 至 1050° C 之间。</p>
低温 NO <sub>x</sub> 氧化	<p>低温氧化是在低于 150° C 的最佳温度下将臭氧注入烟道气流中，从而将具有不溶性 NO 和 NO<sub>2</sub> 氧化成具有高溶性的 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。可通过湿法洗涤器去除 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>，该过程所产生的稀硝酸废水可再用于生产过程或中和后排放，但可能需要额外的脱氮操作。</p>

### 1.20.3 硫氧化物 (SO<sub>x</sub>)

技术	描述
炼厂燃料气 (RFG) 的处理	有些炼厂燃料气可能从源头上不含硫 (如来自催化重整和异构化过程), 但大部分其他过程都会产生含硫气体 (如来自减粘裂化单元、加氢处理单元、或催化裂化单元的废气)。该类气体流需要经过适当的气体脱硫处理 (如通过去除酸性气体以去除 H <sub>2</sub> S - 见下), 方可释放到炼厂燃料气系统中。
炼厂燃料油 (RFO) 加氢脱硫	除选择低硫原油外, 燃料脱硫可通过加氢处理实现 (见下), 在该过程中会发生氢化反应从而减少硫含量。
用气体燃料替代液体燃料	减少液体炼厂燃料的使用 (通常指含硫、氮、金属等的重质燃料油), 改用现场液化石油气 (LPG)、炼厂燃料气 (RFG)、或由外部供应的含硫和其他有害物质较少的气体燃料 (如天然气)。就个别燃烧单元而言, 如果使用多种燃料进行燃烧, 则需燃烧一定量 (应为最小量) 的液体燃料, 以确保火焰稳定性。
使用还原 SO <sub>x</sub> 的催化剂添加剂	用一种物质 (如金属氧化物催化剂) 将焦炭产生的硫从再生器送回反应器, 该过程在完全燃烧模式 (而不是深度部分燃烧模式) 下效率最高。 注意: 还原 SO <sub>x</sub> 的催化剂添加剂可能会造成粉尘排放, 因为其会加剧因磨损而导致的催化剂损失, 也可能造成 NO <sub>x</sub> 排放, 因其会促进 CO 的生成, 同时还会将 SO <sub>2</sub> 氧化为 SO <sub>3</sub> 。
加氢处理	加氢处理的主要目的是通过氢化反应制造低硫燃料 (如 10ppm 的汽油和柴油), 并优化工艺配置 (重渣油转化和中间馏分油制造)。该处理方法能减少进料中的硫、氮和金属含量。因为处理过程中需要使用氢气, 所以需要有足够的生产能力。此外, 该技术还会将进料中的硫转变为过程气体中的硫化氢 (H <sub>2</sub> S), 所以处理能力 (如胺单元和克劳斯单元) 也可能成为瓶颈。
脱除酸性气体, 如通过胺法处理	将酸性气体 (主要是硫化氢) 溶于化学溶剂 (吸收) 中, 从而使其与燃料气分离。常用的溶剂是胺类。该过程通常是在通过 SRU 回收元素硫之前需要进行的第一步处理。
硫回收单元 (SRU)	通常指通过克劳斯法对胺法处理单元和酸性水汽提器产生的富含硫化氢 (H <sub>2</sub> S) 的气流进行脱硫处理的特定单元。 SRU 的下游通常配备尾气处理单元 (TGTU), 用来脱除剩余的 H <sub>2</sub> S。
尾气处理单元 (TGTU)	SRU 之外的一系列技术, 用来加强硫化合物的脱除。根据应用原理, 可分为四类: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 直接氧化脱硫</li> <li>• 延续克劳斯反应 (亚露点条件)</li> <li>• 氧化成 SO<sub>2</sub>, 然后从 SO<sub>2</sub> 中回收硫</li> <li>• 还原成 H<sub>2</sub>S, 然后从 H<sub>2</sub>S 中回收硫 (如胺处理)</li> </ul>

技术	描述
湿法洗涤	<p>在湿法洗涤过程中，气态化合物在适当的液体（水或碱性溶液）中溶解。可同时去除固体和气体化合物。在湿法洗涤器的下游，烟道气处于水饱和状态，因此在排放烟道气之前需要分离液滴。由此产生的液体需经过废水处理，通过沉淀或过滤收集不溶物。</p> <p>根据清洗液的类型，可分为：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 非再生技术 (如钠或镁基)</li> <li>• 再生技术 (如胺或苏打液)</li> </ul> <p>因为接触方式的不同，不同的技术可能需要以下设备：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 文丘里管（利用入管气体能量，向其喷洒溶液）</li> <li>• 填料塔、板式塔、喷雾室。</li> </ul> <p>如果洗涤器主要用于 SO<sub>x</sub> 脱除，则还需采用适当的设计来有效去除粉尘。</p> <p>指导性 SO<sub>x</sub> 脱除效率标准为 85-98%。</p>
非再生洗涤	<p>使用钠或镁基溶液作为碱性试剂来吸收 SO<sub>x</sub>（通常形成硫酸盐）。技术通常采用，如：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 湿石灰石</li> <li>• 氨水</li> <li>• 海水 (见下文)</li> </ul>
海水洗涤	<p>利用海水的碱度，将其作为溶剂的一种特定类型的非再生洗涤方法。通常需要上游除尘。</p>
再生洗涤	<p>使用特定的 SO<sub>x</sub> 吸收试剂（如吸收溶液），在可再生循环过程中以副产品的方式对硫进行回收。该试剂在该可再生循环过程中可重复使用。</p>

#### 1.20.4 组合技术 (SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、和粉尘)

湿法洗涤	见 1.20.3 节
SNO <sub>x</sub> 组合技术	<p>用于去除 SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 和粉尘的组合技术：首先是除尘阶段 (ESP)，然后是特定的催化过程。硫化合物回收后成为商品级浓缩硫酸，而 NO<sub>x</sub> 则还原成 N<sub>2</sub>。</p> <p>SO<sub>x</sub> 的总体脱除率范围：94 - 96.6%</p> <p>NO<sub>x</sub> 的总体脱除率范围：87 - 90%</p>

---

### 1.20.5 一氧化碳 (CO)

技术	描述
燃烧操作控制	采用燃烧改进 (主要技术) 来减少 NO <sub>x</sub> 排放而导致的 CO 排放增加, 是可以通过严格控制操作参数来加以限制的。
含有一氧化碳 (CO) 氧化促进剂的催化剂	使用一种能够选择性地促进 CO 氧化成 CO <sub>2</sub> 的物质 (燃烧)。
一氧化碳 (CO) 锅炉	一种特定的二次燃烧设备, 可以在催化剂再生器下游消耗烟道气中的 CO 以回收能量。 该设备通常只在部分燃烧的 FCC 单元中使用。

## 1.20.6 挥发性有机化合物（VOC）

<p>蒸气回收</p>	<p>由挥发性产品（特别是原油和轻质油产品）的装卸作业而导致的挥发性有机化合物排放，大多可以通过不同的技术加以缓解，例如：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>吸收：</b>将蒸气分子在适当的吸收液中溶解（如乙二醇或是煤油、重整油等馏分矿物油）。然后，将含有溶解物的清洗液重新加热解吸。解吸气还须经过冷凝、进一步加工和焚烧、或重新吸收到适当的气流中（如被回收的产品）。</li> <li>• <b>吸附：</b>蒸气分子被吸附在固体吸附剂材料（如活性炭（AC）或沸石）表面的活性点上。吸附剂会定期再生。产生的解吸物会被吸收到下游洗涤塔中被回收产品的循环流中。洗涤塔中的残余气体则转至下游进行进一步处理。</li> <li>• <b>气体膜分离：</b>使用选择性透过膜对蒸气分子进行处理，将蒸气/空气混合物分离为富碳氢化合物的相态（渗透物）和贫碳氢化合物的相态（保留物），然后对富碳氢化合物的相态进行冷凝或吸收处理。</li> <li>• <b>两级制冷/冷凝：</b>通过对蒸气/空气混合物进行冷却，实现蒸气分子冷凝，并以液体状态分离。湿度变化会造成热交换器结冰，因此需要两级冷凝过程来提供交替操作。</li> <li>• <b>混合系统：</b>可行技术的组合</li> </ul> <p><i>注意：</i>吸收和吸附处理不能显著减少甲烷排放。</p>
<p>蒸气销毁</p>	<p>如果回收 VOC 并非简单可行，则可通过<b>热氧化</b>（焚化）或<b>催化氧化</b>将其销毁。需要制定相关安全要求（例如阻火器）以防止发生爆炸。</p> <p><b>热氧化</b>通常在具有耐火材料衬里的单室氧化器中进行，该氧化器还配有燃气燃烧器和烟囱。如果含有汽油，热交换器的效率会受到限制，预热温度要保持在 180°C 以下以减少点燃风险。操作温度范围为 760°C 至 870°C 之间，停留时间通常为 1 秒。如果没有专用焚烧炉，可使用现有熔炉，操作时使用所需温度和停留时间。</p> <p><b>催化氧化</b>需要使用催化剂，催化剂通过吸附其表面的氧气和 VOC 来加快氧化率。催化剂让氧化反应能够在低于热氧化所需温度的条件下进行：通常在 320°C 至 540°C 之间。首先进行的预热步骤（用电或气预热）是为了达到 VOC 催化氧化的必要温度。随后，让气体通过固体催化剂床层产生氧化反应。</p>
<p>LDAR（泄漏检测与修复）计划</p>	<p>LDAR（泄漏检测与修复）计划是一种通过检测和修复或更换泄漏组件来减少 VOC 散逸性排放的结构化方法。嗅探法（见 EN 15446）和光学气体成像法目前可用于识别泄漏。</p> <p><b>嗅探法：</b>第一步是使用手持式 VOC 分析仪（如利用火焰电离或光致电离）进行检测，测量设备周边的浓度。第二步是将特定组件用气袋包好，在排放源处进行直接测量。上述第二步有时可被数学对比曲线取代，该对比曲线是通过相似组件前期的大量测量结果进行统计得出的。</p> <p><b>光学气体成像法：</b>光学成像使用小型轻便的手持式摄像机，使气体泄漏实时可视化，以“烟”的形式与相关组件的正常图像一起出现在视频记录仪中，操作者能轻易并迅速地发现主要 VOC 泄漏。有源系统成像是利用组件及其周围环境反射的反向散射红外激光。无源系统利用设备及其周围环境产生的自然红外辐射。</p>

VOC 扩散排放监测	<p>可以通过适当组合使用具有互补功效的方法来对现场排放进行全面筛查和量化，如红外掩日通量法（SOF）或微分吸收激光雷达（DIAL）技术。上述结果可用于进行趋势评估、交叉检查以及对现有 LDAR 计划进行更新/验证。</p> <p><u>红外掩日通量法 (SOF)</u>：该技术基于对给定地理路线上宽带红外线或紫外线/阳光可见光光谱的记录和傅里叶变换光谱分析，测量时应横跨风向，穿过 VOC 烟羽。</p> <p><u>微分吸收激光雷达 (DIAL)</u>：DIAL 在激光技术的基础上使用微分吸附激光雷达（光探测和测距），即声波无线电雷达的光学模拟。该技术利用大气气溶胶对激光光束脉冲的反向散射，通过望远镜收集返回的光束，对其进行光谱特性分析。</p>
高完整性设备	<p>高完整性设备包括，例如：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 双重填料密封阀门</li> <li>• 磁力驱动的泵/压缩机/搅拌器</li> <li>• 采用机械（而非填料）密封的泵/压缩机/搅拌器</li> <li>• 用于关键应用的高完整性垫片（如螺旋型、环垫接头）</li> </ul>



## 1.20.7 其他技术

防止或减少放空燃烧排放的技术	<p><b>正确设计装置</b>包括配备具有足够容量的火炬气回收系统，使用高完整性减压阀，以及采用将放空燃烧仅作为非正常运行条件（启动、停机、应急）下的安全系统的其他措施。</p> <p><b>装置管理</b>包括通过平衡 RFG 系统和使用先进过程控制等来减少放空燃烧事件的组织和控制措施。</p> <p><b>放空燃烧设备设计：</b>包括高度、压力、助燃类型（蒸汽、空气或天然气）、火炬头类型等。旨在实现无烟和可靠的运行，并确保在非常规运行中过剩气体的有效燃烧。</p> <p><b>监测和报告：</b>连续监测（测量气体流量并估算其他参数）用于放空燃烧的气体和相关燃烧参数（例如，气流混合物和热含量、助燃比、速度、吹扫气体流量、污染物排放）。报告放空燃烧事件，记录该类数据有助于日后在 EMS 中对放空燃烧比率做出规定，并防止未来燃烧事件的发生。</p> <p>在放空燃烧期间，可使用彩色电视监视器对放空燃烧进行可视化远程监测。</p>
使用助催化剂以避免二恶英的形成	<p>在重整催化剂的再生过程中，通常需要使用有机氯化物来实现催化剂性能的有效重整（重新为催化剂建立适当的氯化物平衡并确保金属的分散度正确）。选择适当的氯化化合物能限制二恶英和呋喃的排放。</p>
基础油生产过程的溶剂回收	<p><b>溶剂回收</b>单元包括两个步骤：第一步是蒸馏，从油流中回收溶剂，第二步是在分馏器中进行汽提（借助蒸汽或惰性气体）。</p> <p>使用的溶剂可能是 1,2-二氯乙烷（DCE）和二氯甲烷（DCM）的混合物（DiME）。</p> <p>在蜡加工单元中，溶剂回收（如 DCE）通过两套系统进行：一套用于脱油蜡，另一套用于软蜡。两套系统均由多个热集成式闪蒸罐和一个真空汽提器组成。通过对脱蜡油和蜡产品产生的液体流进行汽提以去除溶剂痕量。</p>

## 1.21 预防和控制水体污染物技术描述

### 1.21.1 废水预处理

在重复使用或处理酸性水流前对其进行的预处理	将产生的酸性水（如来自蒸馏、裂化、焦化单元的）输送至适当的预处理装置（如汽提单元）。
在处理前对其他废水水流进行的预处理	为保持处理性能，需要进行适当的预处理。

### 1.21.2 废水处理

通过回收油以去除不溶物	通常包括以下技术： <ul style="list-style-type: none"><li>• 平流式隔油池（APIs）</li><li>• 波纹斜板式隔油池（CPIs）</li><li>• 平行板式隔油池（PPIs）</li><li>• 斜板式隔油池（TPIs）</li><li>• 缓冲池和/或均衡池</li></ul>
通过回收悬浮固体和分散油以去除不溶物	通常包括以下技术： <ul style="list-style-type: none"><li>• 溶气浮选（DGF）</li><li>• 诱导气浮（IGF）</li><li>• 砂滤</li></ul>
去除可溶物，包括生物处理和澄清技术	生物处理技术可包括： <ul style="list-style-type: none"><li>• 固定床系统</li><li>• 悬浮床系统</li></ul> 炼厂废水处理装置（WWTP）最常用的悬浮床系统之一是基于活性污泥法的处理系统。固定床系统可能包括生物过滤器或滴滤池。
额外处理步骤	对上述处理步骤加以补充的特定废水处理步骤，例如，进一步减少氮化合物或碳化合物。一般适用于对节水有特殊规定的地方。