

## 第 (EU) 2016/1032 号欧委会实施决定

2016 年 6 月 13 日

### 根据《欧洲议会和欧盟理事会第 2010/75/EU 号指令》确立有色金属工业的最佳可行技术 (BAT) 结论

(根据第 C (2016) 3563 号文件通报)

(本文件的规定涉及欧洲经济区)

欧盟委员会,

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) 最佳可行技术 (BAT) 结论为《第 2010/75/EU 号指令》第二章所涵盖的设施制定许可条件提供参考标准, 主管部门制定的排放限值应确保在正常运行条件下, 排放量不超过最佳可行技术结论中规定的最佳可行技术相关排放水平。
- (2) 依照《欧委会 2011 年 5 月 16 日决定》<sup>2</sup>成立的由成员国、相关行业以及促进环境保护的非政府组织代表组成的论坛, 于 2014 年 12 月 4 日向欧委会提交了其对有色金属工业最佳可行技术参考文件草案内容的意见。该意见可供公众查阅。
- (3) 本决定附件中所列最佳可行技术 (BAT) 结论是该最佳可行技术参考文件的关键要素。
- (4) 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

附件中所列的有色金属工业最佳可行技术 (BAT) 结论获准通过。

#### 第 2 条

本决定适用于各成员国。

---

<sup>1</sup> 《欧盟官方公报》 L 334, 2010 年 12 月 17 日, 第 17 页。

<sup>2</sup> 《欧盟官方公报》 C 146, 2011 年 5 月 17 日, 第 3 页。

于 2016 年 6 月 13 日在布鲁塞尔签发。

代表欧委会  
卡梅奴·维拉 (Karmenu VELLA)  
欧委会成员

## 附件

### 有色金属工业最佳可行技术结论

#### 适用范围

本最佳可行技术结论涉及《第 2010/75/EU 号指令》附件 I 第 2.1、2.5 和 6.8 节中指定的以下活动：

- 2.1: 金属矿石（包括硫化矿石）的焙烧和烧结；
- 2.5: 有色金属加工：
  - (a) 通过冶金、化学或电解工艺用矿石、精矿或次生原料生产有色粗金属；
  - (b) 有色金属（包括回收的产品）的熔化（包括合金化）和有色金属铸造厂的运营（规模为熔化铅和镉的能力超过每天 4 吨或熔化所有其他金属的能力超过每天 20 吨）；
- 6.8: 通过焚烧或石墨化的方式生产碳（硬煤）或人造石墨。

本最佳可行技术的结论特别包括以下工艺和活动：

- 原生有色金属和再生有色金属的生产；
- 利用生产其他金属时产生的烟雾生产氧化锌；
- 利用金属生产过程中产生的液体生产镍化合物；
- 在生产硅铁的炉中生产硅钙（CaSi）和硅（Si）；
- 在生产原铝之前用铝土矿生产氧化铝，该环节是铝生产的组成部分；
- 铝盐渣的回收利用；
- 碳和/或石墨电极的生产。

本最佳可行技术的结论不涉及以下活动或工艺：

- 铁矿石烧结。该活动涵盖在钢铁生产的最佳可行技术结论中。
- 利用有色金属生产过程中产生的 SO<sub>2</sub> 气体生产硫酸。该活动涵盖在大批量无机化学品 - 氨、酸和肥料的最佳可行技术结论中。
- 铸造厂相关内容涵盖在冶炼和铸造行业的最佳可行技术结论中。

与本最佳可行技术结论所涉及的活动可能有关的其他参考文件如下：

参考文件	主题
能源效率 (ENE)	能源效率综述
化工行业通用废水和废气处理/管理系统 (CWW)	减少排入水体的金属污染物的废水处理技术
大批量无机化学品 - 氨、酸和肥料 (LVIC-AAF)	硫酸生产
工业冷却系统 (ICS)	用水和/或空气进行间接冷却
储存阶段的排放 (EFS)	物料的储存和处理
经济和跨介质影响 (ECM)	技术的经济和跨介质影响
监测“工业排放指令 (IED) 设施”的空气和水体污染物排放 (ROM)	监测空气和水体污染物排放
废物处理行业 (WT)	废物处置和处理
大型燃烧装置 (LCP)	生成蒸汽和/或发电的燃烧装置
使用有机溶剂 (STS) 进行表面处理	无酸酸洗
金属和塑料的表面处理 (STM)	酸洗

## 定义

以下定义适用于本最佳可行技术 (BAT) 结论：

使用的术语	定义
新装置	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装置或是用于完全替换设施现有基础上的装置的装置
现有装置	非新装置的装置
重大升级	对工艺单元和相关设备进行重大调整或替换的装置设计或技术方面的重大变化
初级排放	直接从熔炉排出、不会扩散到熔炉周边区域的排放物
次级排放	从炉衬逸出的或在装料或出料等操作过程中逸出的排放物，可用集气罩或封闭结构（例如，狗窝）收集

原生生产	使用矿石和精矿生产金属
再生生产	使用残渣和/或废料生产金属，包括重熔和合金化工艺
连续测量	使用永久安装在现场的“自动测量系统”进行测量，以连续监测排放
定期测量	以自动或手动的方式按规定的時間间隔测定特定被测量（拟测量的特定量）

## 总则

### 最佳可行技术

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。

### 空气污染物排放最佳可行技术相关排放水平

本最佳可行技术结论中规定的空气污染物排放最佳可行技术相关排放水平（BAT-AELs）采用下列标准条件：温度为 273.15K、压力为 101.3kPa 的干燥气体。

### 空气污染物排放的平均周期

以下定义适用于空气污染物排放的平均周期。

日平均值	通过连续测量获得的每半小时或每小时有效平均值的 24 小时周期的平均值
采样周期平均值	除非另有说明，否则为每次至少 30 分钟的三次连续测量的平均值 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 如果采用批处理，则可使用在批处理总时间内进行的若干具有代表性的测量的平均值或使用一次横跨批处理总时间进行的测量的结果。	

### 水体污染物排放的平均周期

以下定义适用于水体污染物排放的平均周期。

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，可以使用时间比例复合试样） <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 对于非连续流，可使用能产生代表性结果的不同采样方法（例如，个别采样）。	

## 首字母缩略词

术语	含义
BaP	苯并[a]芘
ESP	静电除尘器
I-TEQ	根据国际毒性当量因子计算得出的国际毒性当量，定义见《第 2010/75/EU 号指令》第 2 部分中的附件 VI。
NO <sub>x</sub>	一氧化氮（NO）和二氧化氮（NO <sub>2</sub> ）的总和，以 NO <sub>2</sub> 表示
PCDD/F	多氯二苯二恶英和二苯并呋喃（17 种同系物）
PAH	多环芳烃
TVOC	总挥发性有机碳量；通过火焰离子化检测器（FID）测得并以总碳量表示的总挥发性有机化合物量
VOC	挥发性有机化合物，定义见《第 2010/75/EU 号指令》第 3（45）条

## 1.1 最佳可行技术一般性结论

除了本节中的最佳可行技术一般性结论外，第 1.2 至 1.9 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(EMS)

**BAT 1.** 为了改善整体环境绩效，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）：

- a. 管理层（包括高级管理层）做出承诺；
- b. 管理层制定环境政策（内含对设施进行持续改善的内容）；
- c. 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；
- d. 程序的实施，应特别注意以下事项：
  - i. 结构与责任，
  - ii. 招聘、培训、认知程度和能力水平，
  - iii. 沟通；
  - iv. 员工参与，
  - v. 文件编制，
  - vi. 有效的过程控制，
  - vii. 维护方案，
  - viii. 应急准备和响应，
  - ix. 确保对环境法规的遵守；
- e. 核查绩效并采取纠正措施，应特别注意以下事项：
  - i. 监测和测量（另见《关于监测“工业排放指令（IED）设施”空气和水体污染物排放的参考报告 - ROM》），
  - ii. 纠正和预防措施，
  - iii. 保存记录，
  - iv. 进行（如果可行）独立的内部或外部审计，以确定环境管理体系（EMS）是否符合规划要求并且得到妥善的实施和维护；
- f. 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；
- g. 关注清洁技术的发展；
- h. 在新装置的设计阶段及其工作寿命的各个阶段，考虑该装置最终停用时对环境的影响；
- i. 定期实施工业标杆管理。



制定和实施扩散性粉尘排放行动计划（见 BAT 6）以及采用维护管理系统，该系统属于环境管理体系（EMS）的一部分，专门针对除尘系统的性能（见 BAT 4）。

### 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 能源管理

**BAT 2.** 为了有效使用能源，最佳可行技术是组合使用以下技术。

	技术	适用性
a	能效管理体系（例如，ISO 50001）	普遍适用
b	蓄热式或换热式燃烧器	普遍适用
c	废热回收（例如蒸汽、热水、热气）热	仅对火法冶金工艺适用
d	蓄热式热氧化器	仅在需要减少可燃污染物的情况下适用
e	使用从熔化阶段的热气体中回收的热量预热炉料、助燃空气或燃料	仅适用于焙烧或冶炼硫化矿石/精矿和其他火法冶金工艺
f	利用废热回收的蒸汽或热水提高浸出液的温度	仅对氧化铝或湿法冶金工艺适用
g	将来自溜槽的热气作为预热的助燃空气使用	仅适用于火法冶金工艺
h	在燃烧器中使用富氧空气或纯氧，通过促进自热熔炼或碳质物质的完全燃烧来减少能源消耗	仅对使用含硫或含碳原料的熔炉适用
i	使用低温烘干精矿和湿原料	仅适用于烘干处理
j	回收电热或竖/高炉产生的一氧化碳中的化学能，将该类熔炉产生的废气作为燃料使用，先去除废气中的金属，然后将其用于其他生产过程中或用于生产蒸汽/热水或电力	仅适用于 CO 含量>10vol-%的废气。适用性还受到废气成分和是否为连续排放（即批处理）的影响
k	将烟道气再循环回纯氧燃烧器以回收其中总有机碳所包含的能量	普遍适用
l	为蒸汽、热水管道等高温设备采用适当隔热	普遍适用
m	利用二氧化硫生产硫酸的工艺产生的热量来预热进入硫酸装置的气体或生产蒸汽和/或热水	仅适用于包括硫酸或液态 SO <sub>2</sub> 生产在内的有色金属装置
n	在风扇等设备中使用配备变频器的高效电动机	普遍适用
o	使用能自动激活抽气系统或根据实际排放调整抽气率的控制系统	普遍适用

## 1.1.3 过程控制

**BAT 3.** 为了提高整体环境绩效，最佳可行技术是采用一套过程控制系统并组合使用以下技术来确保稳定的过程运行。

	技术
a	根据工艺和所采用的减排技术拣选原料
b	对进料物料进行良好混合以实现最佳转化效率并减少排放和次品的产生
c	进料称重和计量系统
d	控制进料速度、关键工艺参数和条件（包括报警、燃烧条件和气体添加）的处理器
e	在线监测熔炉温度、炉压和气体流量
f	监测空气污染物减排装置的关键工艺参数，例如，气体温度、试剂计量、压降、ESP 的电流和电压、洗涤液流量以及 pH 值和气体成分（例如，O <sub>2</sub> 、CO、VOC）
g	在将废气输送至用于硫酸或液态 SO <sub>2</sub> 生产的硫酸装置前对废气中的粉尘和汞进行控制
h	进行在线振动监测以检测堵塞和可能的设备故障
i	对电解工艺中的电流、电压和电接触温度进行在线监测
j	对熔化炉和冶炼炉的温度进行监控，以防止因过热产生金属及金属氧化物烟雾
k	通过在线监测温度、浊度、pH 值、电导率和流量来控制试剂添加和废水处理装置性能的处理

**BAT 4.** 为了减少经管道排放至空气中的粉尘和金属污染物，最佳可行技术是采用专门针对除尘系统性能的维护管理系统，其属于环境管理体系（EMS）的一部分（见 BAT 1）。

## 1.1.4 扩散性排放

### 1.1.4.1 防止扩散性排放的一般方法

**BAT 5.** 为了防止（如不现实，则减少）扩散性排放至空气和水体中的污染物，最佳可行技术是在最接近源头处尽可能收集扩散性排放并对其进行处理。

**BAT 6.** 为了防止（如不现实，则减少）扩散性排放至空气中的粉尘，最佳可行技术是制定并实施一项关于扩散性粉尘排放的行动计划，并将其纳入环境管理体系（见 BAT1），该计划包括以下两项措施：

- a. 确定最相关的扩散性粉尘排放源（例如，使用 EN 15445）；
- b. 制定并实施适当的行动和技术，以防止或减少给定时间内的扩散性排放。

### 1.1.4.2 原材料在储存、处理和运输过程中的扩散性排放

**BAT 7. 为了减少原材料储存过程中的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用下列技术。**

	技术
a	使用封闭式的建筑物或筒仓/箱，储存会产生粉尘的物料（如某些精矿、助熔剂和细粒物料）
b	对不会产生粉尘的物料（例如，某些精矿、助熔剂、固体燃料、散装物料和焦炭以及含有水溶性有机化合物的再生原料）采用加盖储存
c	对会产生粉尘的物料或含有水溶性有机化合物的再生原料采用密封包装
d	使用加盖的储存库储存颗粒状或块状物料
e	对会产生粉尘的物料采用喷水和喷雾处理，其中可选择掺入添加剂（例如，乳胶）
f	将粉尘/气体抽气装置安装在会产生粉尘的物料的转移和卸载点
g	使用经过认证的压力容器储存氯气或含氯混合物
h	确保储罐的组建材料不会被其储存的物料腐蚀
i	为储罐配备可靠的泄漏检测系统和具有防止超量灌装报警系统的液位显示装置
j	将反应性物料储存在双壁储罐中或储存在具备耐化学性围堤（其容量与储罐相等）的储罐中，并存放在对储存物料具有防渗性和抗腐蚀性的存储区内
k	存储区的设计应满足以下条件： - 储罐和输送系统的任何泄漏均可被拦截和阻挡在围堤中，围堤的容量至少与围堤内最大储罐的容量相等； - 输送点位于围堤内，以便对任何泄漏的物料进行收集
l	使用惰性气体作为介质保护来储存会与空气产生反应的物料
m	使用专门为处理所存储化合物而设计的减排系统来收集和处理储存阶段的排放。对冲洗粉尘用水先进行收集和处理，然后再排放。
n	定期清洁存储区，并在需要时用水进行加湿处理
o	在户外存储时，确保物料堆的摆放纵轴与盛行风向平行
p	在户外存储时，通过防风种植、安装防风栅栏或逆风架来降低风速
q	在户外存储时，尽量将物料单堆堆放，而不分堆堆放
r	为开放式户外存储区排水系统安装油污和固体废物截留器。使用铺有路缘石或其他隔离装置的混凝土存储区来储存会释放油污的物料，例如切屑

### 适用性

对于需要使用干燥物料或矿石/精矿的工艺，其材料自身含有的湿度足以防止粉尘形成，BAT 7.e 则不适用。在水源匮乏或温度极低的地区，适用性可能会受到限制

**BAT 8.** 为了减少原材料在处理和运输过程中的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用下列技术。

	技术
a	使用封闭式输送机或气动系统来转移和处理会产生粉尘的浓缩物、助熔剂和细粒物料
b	使用带盖的输送机来处理不会产生粉尘的固体物料
c	在交货点、筒仓通风口、气动传送系统和输送机转运点对粉尘进行抽吸，并连接到过滤系统（用于会产生粉尘的物料）
d	使用封闭的袋子或桶来处理含有可分散或水溶性成分的材料
e	使用适当的容器处理颗粒状物料
f	在处理点洒水给物料加湿
g	最大限度地缩短运输距离
h	降低传送带、机械铲或抓斗的下落高度
i	调整开放式传送带的速度（<3.5 m/s）
j	最小化物料的下落速度或自由下落高度
k	将输送机和管道布置在安全、开放的区域的地面，该类布局有助于泄漏的快速检测，还能防止由车辆和其他设备造成的损坏。如果使用地下管道进行非危险物料的输送，应记录 and 标记其路线并采用安全开挖系统
l	用于处理液体和液化气体的输送接头处应采用自动再密封技术
m	将置换的气体输送回运输车辆以减少 VOC 的排放
n	清洗用于运输或处理易生尘埃物料的车辆的车轮子和底盘
o	有计划地进行道路清扫活动
p	将不相容的物料分开（例如，氧化剂和有机物料）
q	最大限度地减少工艺之间的物料转移

### 适用性

如何有可能会造成结冰，BAT 8.n 则可能不适用。

#### 1.1.4.3 金属生产产生的扩散性排放

**BAT 9.** 为了防止（如不现实，则减少）金属生产过程中的扩散性排放，最佳可行技术是通过组合使用以下技术来优化废气收集和处理的效率。

	技术	适用性
a	对次生原料进行预热处理或机械预处理，以尽量减少对炉料的有机污染	普遍适用
b	使用配有适当除尘系统的封闭炉或对熔炉和其他工艺装置进行密封，然后安装适当的通风系统	适用性可能会因为安全问题（例如，熔炉的类型/设计、爆炸风险）而受到限制
c	在进行装料和出料等熔炉操作时使用二次集气罩	适用性可能会因为安全问题（例如，熔炉的类型/设计、爆炸风险）而受到限制
d	在易生尘埃物料转移的地方进行粉尘或烟雾收集（例如，熔炉装料和出料点、带盖的溜槽）	普遍适用
e	优化集气罩和管道系统的设计和操作系统，以收集进料口、出料口、冰铜口或出渣口和带盖溜槽产生的烟雾	对于现有装置，适用性可能会受到空间和装置配置的限制
f	为熔炉/反应器进行出料和装料操作的场地搭建封闭结构，例如，“屋中屋”或“狗窝”	对于现有装置，适用性可能会受到空间和装置配置的限制
g	通过计算流体力学研究和示踪剂来优化熔炉排放的废气流量	普遍适用
h	为半封闭熔炉安装装料系统，以实现原料的多次少量添加	普遍适用
i	使用适当的减排系统对收集的排放物进行处理	普遍适用

### 1.1.5 空气污染物排放的监测

**BAT 10.** 最佳可行技术是至少按以下频率，根据欧洲标准（EN）监测烟囱的空气污染物排放。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。

参数	监测涉及	最低监测频率	标准
粉尘 <sup>(2)</sup>	<p><u>铜:</u></p> <p>BAT 38、BAT 39、BAT 40、BAT 43、 BAT 44、BAT 45</p> <p><u>铝:</u></p>	连续 <sup>(1)</sup>	EN 13284-2

参数	监测涉及	最低监测频率	标准
	BAT 56、BAT 58、BAT 59、BAT 60、 BAT 61、BAT 67、BAT 81、BAT 88 <u>铅、锡：</u> BAT 94、BAT 96、BAT 97 <u>锌、镉：</u> BAT 119、BAT 122 <u>贵金属：</u> BAT 140 <u>铁合金：</u> BAT 155、BAT 156、BAT 157、BAT 158 <u>镍、钴：</u> BAT 171 <u>其他有色金属：</u> 原材料预处理、装料、冶炼、熔化和出料等 生产阶段的排放		
	<u>铜：</u> BAT 37、BAT 38、BAT 40、BAT 41、 BAT 42、BAT 43、BAT 44、BAT 45 <u>铝：</u> BAT 56、BAT 58、BAT 59、BAT 60、 BAT 61、BAT 66、BAT 67、BAT 68、 BAT 80、BAT 81、BAT 82、BAT 88 <u>铅、锡：</u> BAT 94、BAT 95、BAT 96、BAT 97 <u>锌、镉：</u> BAT 113、BAT 119、BAT 121、 BAT 122、BAT 128、BAT 132 <u>贵金属：</u> BAT 140 <u>铁合金：</u> BAT 154、BAT 155、BAT 156、 BAT 157、BAT 158 <u>镍、钴：</u> BAT 171 <u>碳/石墨：</u> BAT 178、BAT 179、BAT 180、BAT 181	每年一次 <sup>(1)</sup>	EN 13284-1

参数	监测涉及	最低监测频率	标准
	<u>其他有色金属:</u> 原材料预处理、装料、冶炼、熔化和出料等生产阶段的排放		
锑及其化合物, 以 Sb 表示	<u>铅、锡:</u> BAT 96、BAT 97	每年一次	EN 14385
砷及其化合物, 以 As 表示	<u>铜:</u> BAT 37、BAT 38、BAT 39、BAT 40、 BAT 42、BAT 43、BAT 44、BAT 45 <u>铅、锡:</u> BAT 96、BAT 97 <u>锌:</u> BAT 122	每年一次	EN 14385
镉及其化合物, 以 Cd 表示	<u>铜:</u> BAT 37、BAT 38、BAT 39、BAT 40、 BAT 41、BAT 42、BAT 43、BAT 44、 BAT 45 <u>铅、锡:</u> BAT 94、BAT 95、BAT 96、BAT 97 <u>锌、镉:</u> BAT 122、BAT 132 <u>铁合金:</u> BAT 156	每年一次	EN 14385
六价铬	<u>铁合金:</u> BAT 156	每年一次	无可用的 EN 标准
铜及其化合物, 以 Cu 表示	<u>铜:</u> BAT 37、BAT 38、BAT 39、BAT 40、 BAT 42、BAT 43、BAT 44、BAT 45 <u>铅、锡:</u> BAT 96、BAT 97	每年一次	EN 14385
镍及其化合物, 以 Ni 表示	<u>镍、钴:</u> BAT 172、BAT 173	每年一次	EN 14385
铅及其化合物, 以 Pb 表示	<u>铜:</u> BAT 37、BAT 38、BAT 39、BAT 40、 BAT 41、BAT 42、BAT 43、BAT 44、	每年一次	EN 14385



参数	监测涉及	最低监测频率	标准
	BAT 45 <u>铅、锡:</u> BAT 94、BAT 95、BAT 96、BAT 97 <u>铁合金:</u> BAT 156		
铊及其化合物, 以 Tl 表示	<u>铁合金:</u> BAT 156	每年一次	EN 14385
锌及其化合物, 以 Zn 表示	<u>锌、镉:</u> BAT 113、BAT 114、BAT 119、 BAT 121、BAT 122、BAT 128、BAT 132	每年一次	EN 14385
其他金属 (如适用) <sup>(3)</sup>	<u>铜:</u> BAT 37、BAT 38、BAT 39、BAT 40、 BAT 41、BAT 42、BAT 43、BAT 44、 BAT 45 <u>铅、锡:</u> BAT 94、BAT 95、BAT 96、BAT 97 <u>锌、镉:</u> BAT 113、BAT 119、BAT 121、 BAT 122、BAT 128、BAT 132 <u>贵金属:</u> BAT 140 <u>铁合金:</u> BAT 154、BAT 155、BAT 156、 BAT 157、BAT 158 <u>镍、钴:</u> BAT 171 <u>其他有色金属</u>	每年一次	EN 14385
汞及其化合物, 以 Hg 表示	<u>铜、铝、铅、锡、锌、镉、铁合金、镍、 钴、其他有色金属:</u> BAT 11	连续或每年一次 <sup>(1)</sup>	EN 14884 EN 13211
SO <sub>2</sub>	<u>铜:</u> BAT 49 <u>铝:</u> BAT 60、BAT 69 <u>铅、锡:</u> BAT 100 <u>贵金属:</u> BAT 142、BAT 143 <u>镍、钴:</u> BAT 174	连续或每年一次 <sup>(1)(4)</sup>	EN 14791

参数	监测涉及	最低监测频率	标准
	<u>其他有色金属</u> <sup>(6)(7)</sup>		
	<u>锌、镉</u> : BAT 120	连续	
	<u>碳/石墨</u> : BAT 182	每年一次	
NO <sub>x</sub> , 以 NO <sub>2</sub> 表示	<u>铜、铝、铅、锡、FeSi、Si (火法冶金工艺)</u> : BAT 13 <u>贵金属</u> : BAT 141 <u>其他有色金属</u> <sup>(7)</sup>	连续或每年一次 <sup>(1)</sup>	EN 14792
	<u>碳/石墨</u>	每年一次	
TVOC	<u>铜</u> : BAT 46 <u>铝</u> : BAT 83 <u>铅、锡</u> : BAT 98 <u>锌、镉</u> : BAT 123 <u>其他有色金属</u> <sup>(8)</sup>	连续或每年一次 <sup>(1)</sup>	EN 12619
	<u>铁合金</u> : BAT 160 <u>碳/石墨</u> : BAT 183	每年一次	
甲醛	<u>碳/石墨</u> : BAT 183	每年一次	无可用的 EN 标准
苯酚	<u>碳/石墨</u> : BAT 183	每年一次	无可用的 EN 标准
PCDD/F	<u>铜</u> : BAT 48 <u>铝</u> : BAT 83 <u>铅、锡</u> : BAT 99 <u>锌、镉</u> : BAT 123 <u>贵金属</u> : BAT 146 <u>铁合金</u> : BAT 159 <u>其他有色金属</u> <sup>(5)(7)</sup>	每年一次	EN 1948 标准 第 1、2 和 3 部分
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<u>铜</u> : BAT 50 <u>锌、镉</u> : BAT 114	每年一次	无可用的 EN 标准
NH <sub>3</sub>	<u>铝</u> : BAT 89	每年一次	无可用的 EN

参数	监测涉及	最低监测频率	标准
	<u>贵金属</u> : BAT 145 <u>镍、钴</u> : BAT 175		标准
苯并[a]芘	<u>铝</u> : BAT 59、BAT 60、BAT 61 <u>铁合金</u> : BAT 160 <u>碳/石墨</u> : BAT 178、BAT 179、BAT 180、BAT 181	每年一次	ISO 11338 - 1 ISO 11338 - 2
气态氟化物, 以 HF 表示	<u>铝</u> : BAT 60、BAT 61、BAT 67	连续 <sup>(1)</sup>	ISO 15713
	<u>铝</u> : BAT 60、BAT 67、BAT 84 <u>锌、镉</u> : BAT 124	每年一次 <sup>(1)</sup>	
总氟化物	<u>铝</u> : BAT 60、BAT 67	每年一次	无可用的 EN 标准
气态氯化物, 以 HCl 表示	<u>铝</u> : BAT 84	连续或每年一次 <sup>(1)</sup>	EN 1911
	<u>锌、镉</u> : BAT 124 <u>贵金属</u> : BAT 144	每年一次	
Cl <sub>2</sub>	<u>铝</u> : BAT 84 <u>贵金属</u> : BAT 144 <u>镍、钴</u> : BAT 172	每年一次	无可用的 EN 标准
H <sub>2</sub> S	<u>铝</u> : BAT 89	每年一次	无可用的 EN 标准
PH <sub>3</sub>	<u>铝</u> : BAT 89	每年一次	无可用的 EN 标准
AsH <sub>3</sub> 和 SbH <sub>3</sub> 的总和	<u>锌、镉</u> : BAT 114	每年一次	无可用的 EN 标准

备注: “其他有色金属”是指第 1.2 到 1.8 节中未涉及有色金属的生产。

(1) 对于高排放源, 最佳可行技术是连续测量, 或者, 在连续测量不适用的情况下, 进行更频繁的定期监测。

(2) 针对原材料储存和处理过程中小排放源 (<10000Nm<sup>3</sup>/h) 排放粉尘的监测可以以测量替代参数 (例如, 压降) 的形式进行。

(3) 应监测的金属取决于所用原材料的成分。

(4) 对于 BAT 69(a), 可以对所消耗的每批阳极中的硫含量进行测量, 然后使用质量平衡定律计

参数	监测涉及	最低监测频率	标准
算 SO <sub>2</sub> 的排放。			
(5) 在对所用原材料中卤化有机化合物含量、温度曲线等因素加以考虑后认为适用的情况下才进行监测。			
(6) 当原材料中含有硫时，应进行相关监测。			
(7) 如果采用湿法冶金工艺，则可能无需进行监测。			
(8) 在对所用原材料中有机化合物含量加以考虑后认为适用的情况下才进行监测。			

### 1.1.6 汞排放

**BAT 11.** 为了减少火法冶金工艺向空气中排放的汞（被输送到硫酸装置的汞除外），最佳可行技术是使用以下一种或两种技术。

技术	
a	使用汞含量低的原材料，包括通过与供应商合作来去除再生原料中的汞。
b	将吸附剂（例如，活性炭、硒）与粉尘过滤结合使用 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 1。

**表 1:** 使用含汞原材料的火法冶金工艺向空气中排放汞（被输送到硫酸装置的汞除外）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1) (2)</sup>
汞及其化合物，以 Hg 表示	0.01 - 0.05
<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。	
<sup>(2)</sup> 该范围的下限与将吸附剂（例如，活性炭、硒）与粉尘过滤结合使用有关，但使用威尔兹回转窑的工艺除外。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.1.7 二氧化硫排放

**BAT 12.** 为了减少 SO<sub>2</sub> 含量高的废气排放的 SO<sub>2</sub>，以及避免烟道气净化系统产生废物，最佳可行技术是通过生产硫酸或液态 SO<sub>2</sub> 来回收硫。

## 适用性

仅适用于生产铜、铅、原锌、银、镍和/或钼的装置。

### 1.1.8 NO<sub>x</sub> 排放

**BAT 13.** 为了防止火法冶金工艺向空气中排放 NO<sub>x</sub>，最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术 <sup>(1)</sup>
a	低 NO <sub>x</sub> 燃烧器
b	纯氧燃烧器
c	烟道气再循环（在使用纯氧燃烧器时适用，将烟道气送回燃烧器以降低火焰温度）
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.1.9 水体污染物排放，及其监测

**BAT 14.** 为防止和减少废水的产生，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	适用性
a	对使用的淡水量和排放的废水量进行测量	普遍适用
b	重复使用清洁操作产生的废水（包括阳极和阴极冲洗水）以及在该操作过程中溢出的水	普遍适用
c	对湿式 ESP 和湿法洗涤器产生的弱酸流进行再利用	该技术的适用性可能会因废水中金属和固体的含量而受到限制
d	对炉渣粒化产生的废水进行再利用	该技术的适用性可能会因废水中金属和固体的含量而受到限制
e	对地表径流水进行再利用	普遍适用
f	使用闭路冷却系统	如果工艺要求低温，该技术的适用性则可能会受到限制

g	对经过废水处理装置处理的水进行再利用	该技术的适用性可能会受到水中盐含量的限制
---	--------------------	----------------------

**BAT 15.** 为了防止对水的污染以及减少水体污染物排放，最佳可行技术是将未受污染的废水与需要处理的废水分流。

### 适用性

分流未受污染的雨水可能对现有废水收集系统不适用。

**BAT 16.** 最佳可行技术是根据 ISO 5667 对水进行采样，并在设施排放废水处依照 EN 标准对水体污染物进行至少每月一次<sup>(1)</sup>的监测。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。

<sup>(1)</sup> 如果数据系列明确显示排放水平足够稳定，则可调整监测频率。

参数	适用于以下金属的生产 <sup>(1)</sup>	标准
汞 (Hg)	铜、铅、锡、锌、镉、贵金属、铁合金、镍、钴和其他有色金属	EN ISO 17852、 EN ISO 12846
铁 (Fe)	铜、铅、锡、锌、镉、贵金属、铁合金、镍、钴和其他有色金属	EN ISO 11885 EN ISO 15586 EN ISO 17294-2
砷 (As)	铜、铅、锡、锌、镉、贵金属、铁合金、镍和钴	
镉 (Cd)		
铜 (Cu)		
镍 (Ni)		
铅 (Pb)		
锌 (Zn)		
银 (Ag)	贵金属	
铝 (Al)	铝	
钴 (Co)	镍和钴	
总铬 (Cr)	铁合金	
六价铬 (Cr(VI))	铁合金	EN ISO 10304-3 EN ISO 23913
锑 (Sb)	铜、铅和锡	EN ISO 11885

锡 (Sn)	铜、铅和锡	EN ISO 15586 EN ISO 17294-2
其他金属 (如适用) (2)	铝、铁合金和其他有色金属	
硫酸盐 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	铜、铅、锡、锌、镉、贵金属、镍、钴和其他有色金属	EN ISO 10304-1
氟化物 (F <sup>-</sup> )	原铝	
悬浮固体总量 (TSS)	铝	EN 872
<p>(1) 备注：“其他有色金属”是指第 1.2 到 1.8 节中未涉及的有色金属的生产。</p> <p>(2) 应监测的金属取决于所用原材料的成分。</p>		

**BAT 17.** 为了减少水体污染物排放，最佳可行技术是通过组合使用以下技术，对储存时泄漏的液体和有色金属生产产生的废水（包括威尔兹回转窑工艺中洗涤阶段产生的废水）进行处理，并去除其中的金属和硫酸盐。

	技术 <sup>(1)</sup>	适用性
a	化学沉淀	普遍适用
b	沉积	普遍适用
c	过滤	普遍适用
d	浮选	普遍适用
e	超滤	仅对有色金属生产中的特定流适用
f	活性炭过滤	普遍适用
g	反渗透	仅对有色金属生产中的特定流适用
<p><sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。</p>		

### 最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

铜、铅、锡、锌、镉、贵金属、镍、钴和铁合金生产过程中直接排入受纳水体的污染物的最佳可行技术相关排放水平 (BAT-AELs) 见表 2。

BAT-AELs 适用于设施排放废水处的排放水平。

**表 2: 铜、铅、锡、锌（包括威尔兹回转窑工艺中洗涤阶段产生的废水）、镉、贵金属、镍、钴和铁合金生产过程中直接排入受纳水体的污染物的最佳可行技术相关排放水平（BAT-AELs）**

BAT-AEL (mg/l) (日平均)						
参数	生产下列金属					
	铜	铅和/或锡	锌和/或镉	贵金属	镍和/或钴	铁合金
银 (Ag)	NR			≤0.6	NR	
砷 (As)	≤0.1 <sup>(1)</sup>	≤0.1	≤0.1	≤0.1	≤0.3	≤0.1
镉 (Cd)	0.02 - 0.1	≤0.1	≤0.1	≤0.05	≤0.1	≤0.05
钴 (Co)	NR	≤0.1	NR		0.1 - 0.5	NR
总铬 (Cr)	NR					≤0.2
六价铬 (Cr(VI))	NR					≤0.05
铜 (Cu)	0.05 - 0.5	≤0.2	≤0.1	≤0.3	≤0.5	≤0.5
汞 (Hg)	0.005 - 0.02	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05
镍 (Ni)	≤0.5	≤0.5	≤0.1	≤0.5	≤2	≤2
铅 (Pb)	≤0.5	≤0.5	≤0.2	≤0.5	≤0.5	≤0.2
锌 (Zn)	≤1	≤1	≤1	≤0.4	≤1	≤1
NR: 不适用						
<sup>(1)</sup> 如果装置总输入量中砷含量高, BAT-AEL 最高可达 0.2 mg/l。						

相关监测见 BAT 16。

### 1.1.10 噪声

**BAT 18.** 为减少噪声排放, 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
a	使用路堤屏蔽噪声源;
b	用吸音结构封闭高噪声装置或组件
c	为设备配备隔振支架和接头



d	对发出噪音的机械设备的方向进行调整
e	改变声音的频率

### 1.1.11 异味

**BAT 19.** 为了减少异味排放，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	适用性
a	对有异味的物料进行妥善储存和处理	普遍适用
b	尽量减少对有异味的物料的使用	普遍适用
c	对任何可能产生异味的设备进行精心设计、操作和维护	普遍适用
d	加力燃烧室或过滤技术，包括生物过滤器	仅在有限的情况下适用（例如，碳和石墨行业的特种生产过程中的浸渍阶段）

## 1.2 生产铜的最佳可行技术结论

### 1.2.1 再生原料

**BAT 20.** 为了提高从废料中回收再生原料的回收率，最佳可行技术是使用以下一种或多种技术来分离非金属成分和铜以外的金属成分。

	技术
a	手动分离大的可见成分
b	对黑色金属进行磁选
c	对铝采用光学分离或涡电流分离
d	利用相对密度对不同的金属和非金属成分进行分离（使用不同密度的流体或空气）

### 1.2.2 能源

**BAT 21.** 为了在原铜生产时有效利用能源，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	适用性
a	使用闪速熔炼炉优化精矿中所含能源的使用	仅在使用新装置或对现有装置进行重大升级时适用
b	使用熔化阶段产生的热工艺气体加热炉料	仅对竖炉适用
c	在运输和储存期间对精矿加以覆盖	普遍适用
d	利用初步冶炼（或吹炼）阶段产生的多余热量来熔化含铜的再生原料	普遍适用
e	将阳极炉产生的气体中的热量用于其他工艺，例如，烘干	普遍适用

**BAT 22.** 为了在再生铜生产时有效利用能源，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	适用性
a	降低进料物料的含水量	如果物料中的水分源于采用了降低扩散性排放的技术，本技术的

		适用性则有限
b	从冶炼炉中回收多余的热量来生产蒸汽，利用该蒸汽加热炼厂的电解质和/或用于在热电联产装置中发电	如果对蒸汽存在经济上可行的需求，该技术则适用
c	使用冶炼或吹炼过程中产生的余热熔化废料	普遍适用
d	在不同加工阶段之间使用保温炉	仅对分批操作的熔炼炉适用，前提是该熔炼炉对熔融物缓冲容量有需求
e	使用熔化阶段产生的热工艺气体来预热炉料	仅对竖炉适用

**BAT 23.** 为了确保在电解精炼和电解沉积时有效利用能源，最佳可行技术是组合使用以下技术。

	技术	适用性
a	为电解槽加盖和进行隔热处理	普遍适用
b	向电解沉积池中添加表面活性剂	普遍适用
c	通过优化以下参数来改进电池设计以达到降低能耗的目的：阳极和阴极之间的空间、阳极的几何形状、电流密度、电解质成分和温度	仅在使用新装置或对现有装置进行重大升级时适用
d	使用不锈钢阴极板坯	仅在使用新装置或对现有装置进行重大升级时适用
e	采用阴极/阳极自动更换以确保电极在池中的准确置入	仅在使用新装置或对现有装置进行重大升级时适用
f	短路检测和质量控制，以确保电极平直、阳极重量准确	普遍适用

### 1.2.3 空气污染物排放

**BAT 24.** 为了减少原铜生产中熔炉和辅助设备次级排放的空气污染物并优化减排系统的性能，最佳可行技术是在集中式废气净化系统中收集、混合和处理次级排放。

#### 描述

将不同来源的次级排放收集在一个集中式废气净化系统中进行混合和处理，旨在有效地处理每个污流中存在的污染物。注意不要将化学上不相容的污流混合在一起，还应避免让所收集的污流之间发生有害化学反应。

#### 适用性

该技术对现有装置的适用性可能会受到其设计和布局的限制。

### 1.2.3.1 扩散性排放

**BAT 25.** 为了防止或减少原材料和再生原料预处理（例如，调配、烘干、混合、均化、筛分和粒化）过程中产生的扩散性排放，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	适用性
a	使用封闭式输送机或气动传送系统来转移易生尘埃物料	普遍适用
b	在封闭的建筑物中处理（例如，混合）易生尘埃物料	鉴于本技术对空间的要求，可能很难适用于现有装置
c	使用抑尘系统，例如，水枪或喷水器	对在室内进行的混合操作不适用。对需要使用干燥物料的工艺不适用。在缺水或温度极低的地区，适用性也会受到限制
d	对易生尘埃物料进行处理（例如，烘干、混合、粉磨、空气分离和粒化）时使用封闭设备，并将抽气系统连接到减排系统	普遍适用
e	使用抽气系统收集排放的粉尘和气体，例如，与粉尘和气体减排系统结合使用的集气罩	普遍适用

**BAT 26.** 为了防止或减少原铜和再生铜熔炼炉在装料、冶炼和出料操作过程中产生的扩散性排放，以及为了防止或减少保温炉和熔化炉产生的扩散排放，最佳可行技术是组合使用以下技术。

	技术	适用性
a	将原材料制团和粒化	仅对可以使用颗粒状原料的工艺和熔炉适用
b	采用封闭式装料系统，例如，单喷射燃烧器、炉门密封 <sup>(1)</sup> 、配备了与粉尘和气体减排系统结合使用的抽气系统的封闭式输送机或送料机	喷射燃烧器仅对闪速炉适用
c	在负压和足够的气体抽取率下操作熔炉和气体流程以防止增压	普遍适用
d	在装料和出料点将集气罩/封闭结构与废气减排系统结合使用（例如，在熔金属桶的出料操作期间使用外罩/隧道，并且为用于封闭该外罩/隧道的移动门/屏障配备通风和减排系统）	普遍适用

e	将熔炉置于配备了通风系统的封闭式外罩中	普遍适用
f	保持熔炉密封	普遍适用
g	将炉内温度保持在所需的最低水平	普遍适用
h	增压抽吸系统 <sup>(1)</sup>	普遍适用
i	使用封闭式建筑并结合其他技术来收集扩散性排放	普遍适用
j	为竖炉/高炉安装双钟式装料系统	普遍适用
k	根据熔炉类型和所用减排技术的特性选择和使用原材料	普遍适用
l	为回转式阳极炉炉口加盖	普遍适用
<sup>(1)</sup> 技术描述见 1.10 节。		

**BAT 27.** 为了减少原铜和再生铜生产中卧式侧吹转炉（PS 转炉）产生的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用以下技术。

技术	
a	在负压和足够的气体抽取率下操作熔炉和气体流程以防止增压
b	氧气富化
c	在转炉口上方使用主集气罩来收集初级排放并将其转移到减排系统
d	通过集气罩添加物料（例如，废料和助熔剂）
e	在主集气罩系统之上，额外配备二次集气罩系统，用于在装料和出料操作期间收集排放物
f	将熔炉置于封闭建筑内
g	使用由电机驱动的二次集气罩，让其随工艺流程的阶段移动，提高对次级排放的收集效率
h	采用增压抽吸系统 <sup>(1)</sup> 和自动控制以防止在转炉“转出”或“转入”时发生吹炼
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

**BAT 28.** 为了减少原铜生产中霍博肯转炉产生的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用以下技术。

技术	
a	进行装料、撇渣、出料操作时，让熔炉和气体流程处于负压状态
b	氧气富化

c	操作时给炉口加盖
d	增压抽吸系统 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

**BAT 29.** 为了减少冰铜转换过程中的扩散性排放，最佳可行技术是使用闪速吹炼炉。

适用性仅在使用新装置或对现有装置进行重大升级时适用。

**BAT 30.** 为了减少再生铜生产中顶吹转炉（TBRC）产生的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用以下技术。

	技术	适用性
a	在负压和足够的气体抽取率下操作熔炉和气体流程以防止增压	普遍适用
b	氧气富化	普遍适用
c	将熔炉置于封闭建筑内，并采用相关技术对装料和出料过程中产生的扩散性排放进行收集并转移到减排系统	普遍适用
d	在转炉口上方使用主集气罩来收集初级排放并将其转移到减排系统	普遍适用
e	使用集气罩或配备集气罩的起重机，对装料和出料过程中产生的扩散性排放进行收集并转移到减排系统	对于现有装置，使用配备集气罩的起重机仅在对熔炉车间进行重大升级时适用
f	通过集气罩添加物料（例如，废料和助熔剂）	普遍适用
g	增压抽吸系统 <sup>(1)</sup>	普遍适用
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。		

**BAT 31.** 为了减少使用矿渣浓缩器回收铜时产生的扩散性排放，最佳可行技术是使用以下技术。

	技术
a	抑尘技术，例如，在处理、储存和碾压炉渣时进行喷水操作
b	用水进行研磨和浮选

c	在封闭管道中使用水力运输将炉渣输送到最终储存区
d	始终在池塘中保持一层水层或在干燥地区使用石灰乳等抑尘剂

**BAT 32.** 为了减少富集铜熔渣炉处理过程中的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用下列技术。

	技术
a	抑尘技术，例如，在处理、储存和碾压终渣时进行喷水操作
b	让熔炉在负压状态下运行
c	使用封闭式熔炉
d	使用外罩、封闭结构和集气罩收集排放物并将其转移到减排系统
e	使用带盖溜槽

**BAT 33.** 为了减少原铜和再生铜生产中阳极铸造产生的扩散性排放，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
a	使用封闭式中间包
b	使用封闭式的中间熔金属桶
c	在浇铸桶和圆盘浇铸机上使用配备抽气系统的集气罩

**BAT 34.** 为减少电解池产生的扩散性排放，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	适用性
a	向电解沉积池中添加表面活性剂	普遍适用
b	使用盖或集气罩收集排放物并将其转移到减排系统	仅对电解沉积池或用于精炼低纯度阳极的电解精炼池适用。为将电解池池温保持在可行水平（约 65° C）而让电解池处于敞开状态时，该技术不适用
c	使用封闭式固定管道输送电解质溶液	普遍适用

d	为阴极剥片机和残阳极洗涤机所在的洗涤室配备抽气系统	普遍适用
---	---------------------------	------

**BAT 35.** 为减少铜合金浇铸过程中产生的扩散性排放，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	
a	使用封闭结构或集气罩收集排放物并将其转移到减排系统
b	为保温炉和铸造炉中的熔融物加盖
c	增压抽吸系统 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

**BAT 36.** 为了减少无酸酸洗和酸洗过程中的扩散性排放，最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术	适用性
a	以在封闭回路中运作的异丙醇溶液对酸洗线进行封闭处理	仅对铜线材的连续酸洗作业适用
b	对酸洗线进行封闭处理，收集排放物并将其转移到减排系统	仅对连续酸洗作业适用



### 1.2.3.2 粉尘经管道排放

本节中涉及的技术描述见第 1.10 节。

最佳可行技术相关排放水平见表 3。

**BAT 37.** 为了减少原材料在接收、储存、处理、运输、计量、混合、调配、碾压、烘干、切割、筛分过程中，以及减少在原铜和再生铜生产的铜屑热解处理过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

**BAT 38.** 为了减少原铜生产中精矿烘干过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

#### 适用性

如果精矿中的有机碳含量高（例如，约 10 wt-%），袋式过滤器则可能不适用（袋子会堵塞），可考虑使用其他技术（例如，ESP）。

**BAT 39.** 为了减少原铜熔炼炉和转炉向空气中排放的粉尘和金属（被输送到硫酸或液体 SO<sub>2</sub> 装置或发电装置的粉尘和金属除外），最佳可行技术是使用袋式过滤器和/或湿法洗涤器。

**BAT 40.** 为了减少再生铜熔炼炉和转炉以及再生铜中间体加工过程中向空气中排放的粉尘和金属（被输送到硫酸装置的粉尘和金属除外），最佳可行技术是使用袋式过滤器。

**BAT 41.** 为了减少再生铜保温炉向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

**BAT 42.** 为了减少富集铜熔渣炉加工过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是将袋式过滤器或洗涤器与 ESP 结合使用。

**BAT 43.** 为了减少原铜和再生铜生产过程中阳极炉向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是将袋式过滤器或洗涤器与 ESP 结合使用。

**BAT 44.** 为了减少原铜和再生铜生产过程中阳极铸造向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器，或者在废气含水量接近露点的情况下，使用湿法洗涤器或除雾器。

**BAT 45.** 为了减少铜熔化炉向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是根据熔炉类型和所使用的减排系统来选择和注入原材料，并使用袋式过滤器。

**表 3: 原铜生产过程中向空气中排放粉尘的最佳可行技术相关排放水平**

参数	最佳可行技术	工艺流程	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> )
粉尘	BAT 37	原材料的接收、储存、处理、运输、计量、混合、调配、破碎、烘干、切割和筛分，以及原铜和再生铜生产中的铜屑热解处理过程	2 - 5 <sup>(1)(4)</sup>
	BAT 38	原铜生产中的精矿烘干	3 - 5 <sup>(2)(4)(5)</sup>
	BAT 39	原铜熔炼炉和转炉（被输送到硫酸或液体 SO <sub>2</sub> 装置或发电装置的除外）	2 - 5 <sup>(3)(4)</sup>
	BAT 40	再生铜熔炼炉和转炉以及再生铜中间体加工（被输送到硫酸装置的除外）	2 - 4 <sup>(2)(4)</sup>
	BAT 41	再生铜保温炉	≤5 <sup>(1)</sup>
	BAT 42	富集铜熔渣炉加工	2 - 5 <sup>(1)(6)</sup>
	BAT 43	阳极炉（包括原铜和再生铜生产）	2 - 5 <sup>(2)(4)</sup>
	BAT 44	阳极铸造（包括原铜和再生铜生产）	≤5 - 15 <sup>(2)(7)</sup>
	BAT 45	铜熔化炉	2 - 5 <sup>(2)(8)</sup>

(1) 以采样周期平均值表示。  
 (2) 以日平均值或采样周期平均值表示。  
 (3) 以日平均值表示。  
 (4) 当重金属排放量高于以下水平时，预计粉尘排放量会接近该范围的下限：铅：1 mg/Nm<sup>3</sup>、铜：1 mg/Nm<sup>3</sup>、砷：0.05 mg/Nm<sup>3</sup>、镉：0.05 mg/Nm<sup>3</sup>。  
 (5) 如果使用的精矿有机碳含量高（例如，约 10wt-%），排放量预计最高可达 10 mg/Nm<sup>3</sup>。  
 (6) 当铅排放量高于 1mg/Nm<sup>3</sup> 时，预计粉尘排放量会接近该范围的下限。  
 (7) 该范围的下限与使用袋式过滤器有关。  
 (8) 当铜排放量高于 1mg/Nm<sup>3</sup> 时，预计粉尘排放量会接近该范围的下限。

相关监测见 BAT 10。

### 1.2.3.3 有机化合物排放

**BAT 46.** 为了减少铜屑热解处理以及次生原料的烘干、冶炼和熔化过程中向空气中排放的有机化合物，最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术 <sup>(1)</sup>	适用性
a	加力燃烧室或二次燃烧室或蓄热式热氧化器	适用性受需要处理的废气的能量含量限制，因为能量含量较低的废气耗用的燃料较高

b	注入吸附剂的同时使用袋式过滤器	普遍适用
c	根据可用的原材料对熔炉设计和减排技术进行选择	仅在使用新熔炉或对现有熔炉进行重大升级时适用
d	根据熔炉和所用减排技术的特性选择和使用原材料	普遍适用
e	使用高温 (>1000° C) 在熔炉中对 TVOC 进行热破坏	普遍适用
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。		

**最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平:** 见表 4。

**表 4: 铜屑热解处理以及次生原料的烘干、冶炼和熔化过程中向空气中排放的 TVOC 的最佳可行技术相关排放水平**

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)(2)</sup>
TVOC	3 - 30
<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。 <sup>(2)</sup> 该范围的下限与使用蓄热式热氧化器有关。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 47.** 为了减少使用湿法冶金生产铜的过程中溶剂萃取向空气中排放的有机化合物，最佳可行技术是使用以下两种技术并每年确定 VOC 的排放量（例如，通过质量平衡）。

	技术
a	处理试剂（溶剂）时使用较低的蒸汽压力
b	使用封闭式混合槽、封闭式沉淀池、封闭式储罐等封闭式设备

**BAT 48.** 为了减少再生铜生产中铜屑热解处理、冶炼、熔化、火法精炼和吹炼操作过程中向空气中排放的 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
a	根据熔炉和所用减排技术的特性选择和使用原材料
b	优化燃烧条件以减少有机化合物的排放

c	为半封闭熔炉配备装料系统，少量添加原料
d	使用高温 (>850° C) 在熔炉中对 PCDD/F 进行热破坏
e	向熔炉的上部注氧
f	内部燃烧器系统
g	二次燃烧室或加力燃烧室或蓄热式热氧化器 <sup>(1)</sup>
h	避免使用在温度>250° C 时会出现大量粉尘堆积的排气系统
i	急冷 <sup>(1)</sup>
j	将吸附剂与高效集尘系统结合使用 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 技术描述见 1.10 节。	

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平：见表 5。

表 5： 再生铜生产中铜屑热解处理、冶炼、熔化、火法精炼和吹炼操作过程中向空气中排放的 PCDD/F 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
PCDD/F	≤0.1
<sup>(1)</sup> 以至少为 6 小时的采样周期的平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

#### 1.2.3.4 二氧化硫排放

本节中涉及的技术的描述见第 1.10 节。

**BAT 49.** 为了减少原铜和再生铜生产过程中排放的 SO<sub>2</sub> (被输送到硫酸或液体 SO<sub>2</sub> 装置或发电装置的除外)，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	适用性
a	干式或半干式洗涤器	普遍适用

b	湿法洗涤器	在以下情况中，该技术的适用性可能会受到限制： - 废气流量非常高（因为有大量废物和废水产生） - 位于干旱地区（因为需要使用大量的水并且需要对废水进行处理）
c	聚醚型吸收/解吸系统	对再生铜生产不适用。 如果没有安装硫酸或液态 SO <sub>2</sub> 装置，该技术则不适用

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 6。

表 6： 原铜和再生铜生产过程中向空气中排放的 SO<sub>2</sub>（被输送到硫酸或液体 SO<sub>2</sub> 装置或发电装置的除外）的最佳可行技术相关排放水平：

参数	工艺流程	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
SO <sub>2</sub>	原铜生产	50 - 500 <sup>(2)</sup>
	再生铜生产	50 - 300

<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。  
<sup>(2)</sup> 如果使用湿法洗涤器或含硫量低的精矿，BAT-AEL 最高可达 350mg/Nm<sup>3</sup>。

相关监测见 BAT 10。

### 1.2.3.5 酸排放

**BAT 50.** 为了减少阴极剥片机和残阳极洗涤机所在的洗涤室、电解沉积池、电解精炼池产生的废气中的酸性气体向空气中的排放，最佳可行技术是使用湿法洗涤器或除雾器。

### 1.2.4 土壤和地下水

**BAT 51.** 为防止使用矿渣浓缩器回收铜时对土壤和地下水造成污染，最佳可行技术是为冷却区安装排水系统，并对终渣储存区进行适当设计，以收集溢流水和避免流体泄漏。

**BAT 52.** 为了防止原铜和再生铜生产过程中电解工艺对土壤和地下水造成污染，最佳可行技术是组合使用以下多种技术。

	技术
a	使用密封式排水系统

b	使用不透水和耐酸的地面
c	使用双壁槽或在具有不透水地面的围堤中进行作业

### 1.2.5 废水的产生

**BAT 53.** 为了减少原铜和再生铜生产中产生的废水，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
a	使用蒸汽冷凝物加热电解池、清洗电解铜，也可以将其送回蒸汽锅炉
b	从冷却区、浮选工艺、矿渣浓缩工艺的终渣水力运输操作中收集水并对其进行再利用
c	回收酸洗液和冲洗水
d	使用湿法冶金生产铜时，对溶剂萃取步骤的残留物（粗提物）加以处理以回收溶液中的有机成分
e	使用湿法冶金生产铜时，将溶剂萃取步骤中清洁产生的浆体和沉淀池中的浆体用离心机分离
f	使用电解沉积和/或浸出工艺时，在金属去除阶段后，对电解质排放物进行再利用

### 1.2.6 废物

**BAT 54.** 为了减少原铜和再生铜生产过程中产生的待处置废物量，最佳可行技术是组织操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术	适用性
a	从除尘系统中的粉尘和粘泥中回收金属	普遍适用
b	对通过减排 SO <sub>2</sub> 产生的钙化合物（例如，石膏）进行再利用或出售	该技术的适用性可能会受到金属含量和市场供需的限制
c	再生或再循环废催化剂	普遍适用
d	从废水处理粘泥中回收金属	该技术的适用性可能会受到金属含量和市场供需/可用工艺的限制
e	在浸出工艺或石膏生产中使用弱酸	普遍适用

f	从熔渣炉或炉渣浮选装置的富集渣中回收铜	
g	将熔炉的终渣作为磨料或（道路）建筑材料使用或用于其他可行用途	该技术的适用性可能会受到金属含量和市场供需的限制
h	将炉衬作为金属回收或作为耐火材料再利用	
i	将经过炉渣浮选的炉渣作为磨料或建筑材料使用或用于其他可行用途	
j	通过熔化炉的撇渣操作来回收金属	普遍适用
k	从废电解质排放中回收铜和镍。对剩余的酸进行再利用，用其制备新的电解质或生产石膏	
l	在火法铜精炼或重熔过程中将废阳极作为冷却材料使用	
m	使用阳极泥回收贵金属	
n	将废水处理装置产生的石膏用于火法冶金或将其出售	适用性可能会受生成的石膏质量所限制
o	从污泥中回收金属	普遍适用
p	将湿法冶金的铜工艺中产生的废电解质作为浸出剂再次使用	该技术的适用性可能会受到金属含量和市场需求/可用工艺的限制
q	对铜熔炼炉轧制产生的铜渣进行回收	普遍适用
r	从废酸洗液中回收金属并对净化过的酸性溶液进行再利用	

## 1.3 铝生产（包括氧化铝和阳极生产）的最佳可行技术结论

### 1.3.1 氧化铝生产

#### 1.3.1.1 能源

**BAT 55.** 为了确保在用铝土矿生产氧化铝时有效利用能源，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
a	板式热交换器	与其他技术（如闪蒸冷却装置）相比，板式换热器可以从流向沉淀区的液体中回收更高的热量	如果冷却液中的能量可以在工艺中重复使用，并且冷凝物平衡和液体条件支持重复使用，该技术则适用
b	循环流化床煅烧炉	循环流化床煅烧炉的能源效率比回转窑高得多，因为从氧化铝和烟道气中回收的热量更大	仅适用于冶炼级氧化铝。对于特种/非冶炼级氧化铝不适用，因其需要更高水平的煅烧，目前只能通过回转窑实现
c	单流法溶出设计	通过单回路给浆体加热，无需使用新鲜蒸汽，因此不会稀释浆体（与双流溶出设计相反）	仅适用于新装置
d	铝土矿的选择	含水量较高的铝土矿会将更多的水带入工艺中，从而增加蒸发所需的能量。此外，一水合物含量高的铝土矿（勃姆石和/或水铝石）在溶出过程中需要更高的压力和温度，从而导致更高的能耗	在装置特定设计的相关限制条件范围内适用，因为有些装置是专门为特定质量的铝土矿设计的，所以对替代性铝土矿资源的使用造成了限制

#### 1.3.1.2 空气污染物排放

**BAT 56.** 为了减少氧化铝煅烧排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器或ESP。

#### 1.3.1.3 废物

**BAT 57.** 为了减少产生的待处置废物量和改善对氧化铝生产中铝土矿残留物的处置，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术。

	技术
a	通过压实减少铝土矿残留物的体积，进而最小化其水分含量，例如，使用真空或高压过滤器



	将其制成半干饼
b	减少/最小化铝土矿残留物的碱度，以便将其送至垃圾填埋场进行填埋处理

## 1.3.2 阳极生产

### 1.3.2.1 空气污染物排放

#### 1.3.2.1.1 糊料装置排放的粉尘、PAH 和氟化物

**BAT 58.** 为了减少糊料装置向空气中排放的粉尘（去除焦炭储存和研磨等操作中的焦炭粉尘），最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 7。

**BAT 59.** 为了减少糊料装置（热沥青储存、糊料混合、冷却和成型）向空气中排放的粉尘和 PAH，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 <sup>(1)</sup>
a	使用采用焦炭吸附剂的干式洗涤器（带或不带预冷均可），然后再使用袋式过滤器
b	蓄热式热氧化器
c	催化热氧化器
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 7。

**表 7:** 糊料装置向空气中排放粉尘和 BaP（作为 PAH 的指标）的最佳可行技术相关排放水平

参数	工艺流程	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> )
粉尘	- 热沥青储存、糊料混合、冷却和成型 - 去除焦炭储存和研磨等操作中的焦炭粉尘	2 - 5 <sup>(1)</sup>
BaP	热沥青储存、糊料混合、冷却和成型	0.001 - 0.01 <sup>(2)</sup>
<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。		
<sup>(2)</sup> 以采样周期平均值表示。		

相关监测见 BAT 10。

### 1.3.2.1.2 焙烧装置排放的粉尘、二氧化硫、PAH 和氟化物

**BAT 60.** 为了减少与原铝冶炼装置相结合的阳极生产装置中的焙烧装置向空气中排放的粉尘、二氧化硫、PAH 和氟化物，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 <sup>(1)</sup>	适用性
a	使用含硫量低的原材料和燃料	对减少 SO <sub>2</sub> 排放普遍适用
b	使用采用氧化铝吸附剂的干式洗涤器，然后再使用袋式过滤器	对减少粉尘、PAH 和氟化物排放普遍适用
c	湿法洗涤器	在以下情况中，该技术对减少粉尘、SO <sub>2</sub> 、PAH 和氟化物排放的实用性可能会受到限制： - 废气流量非常高（因为有大量废物和废水产生） - 位于干旱地区（因为需要使用大量的水并且需要对废水进行处理）
d	蓄热式热氧化器与除尘系统结合使用	对减少粉尘和 PAH 排放普遍适用
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。		

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 8。

**表 8：** 与原铝冶炼装置相结合的阳极生产装置中的焙烧装置向空气中排放的粉尘、BaP（作为 PAH 的指标）和氟化物的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> )
粉尘	2 - 5 <sup>(1)</sup>
BaP	0.001 - 0.01 <sup>(2)</sup>
HF	0.3 - 0.5 <sup>(1)</sup>
总氟化物	≤0.8 <sup>(2)</sup>
<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。	
<sup>(2)</sup> 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 61.** 为了减少独立阳极生产装置中的焙烧装置向空气中排放的粉尘、PAH 和氟化物，最佳可行技术是先使用预过滤单元和蓄热式热氧化器，然后再使用干式洗涤器（例如，石灰床）。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 9。

表 9： 独立阳极生产装置中的焙烧装置向空气中排放的粉尘、BaP（作为 PAH 的指标）和氟化物的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> )
粉尘	2 - 5 <sup>(1)</sup>
BaP	0.001 - 0.01 <sup>(2)</sup>
HF	≤3 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 以日平均值表示。	
<sup>(2)</sup> 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.3.2.2 废水的产生

**BAT 62.** 为了防止阳极焙烧过程中产生的废水，最佳可行技术是使用闭式水循环。

#### 适用性

在使用新装置或进行重大升级时普遍适用。适用性可能会受到水质和/或对产品质量要求的限制。

### 1.3.2.3 废物

**BAT 63.** 为了减少产生的待处置废物量，最佳可行技术是从焦炭过滤器中回收碳尘作为洗涤介质。

#### 适用性

适用性可能会因碳尘的灰分含量而受到限制。

### 1.3.3 原铝生产

#### 1.3.3.1 空气污染物排放

**BAT 64.** 为了防止或收集使用索德别尔格技术生产原铝的电解池产生的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用以下技术。

	技术
a	使用沥青含量在 25% 和 28% 之间的糊料（干糊料）
b	通过升级歧管设计来实现封闭点给料操作和改善废气收集效率
c	采用氧化铝点给料
d	增加阳极高度并采用 BAT 67
e	使用高电流密度阳极时将集气罩置于阳极顶部，并结合 BAT 67

#### 描述

**BAT 64(c)：**采用氧化铝点给料可以避免频繁破壳（例如，手动侧面给料或打壳给料），从而减少相关的氟化物和粉尘排放。

**BAT 64(d)：**增加阳极高度有助于降低阳极顶部的温度，从而减少空气污染物的排放。

**最佳可行技术（BAT）相关排放水平：**见表 12。

**BAT 65.** 为了防止或收集使用预焙阳极生产原铝的电解池产生的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用以下技术。

	技术
a	采用氧化铝自动多点给料
b	在考虑到电解液产生的氟化物和碳阳极消耗的情况下，用集气罩完全覆盖池并保持适当的废气抽取率（然后使用 BAT 67 对废气进行处理）
c	使用增压抽吸系统并将其与 BAT 67 中列出的减排技术连接
d	尽量缩短更换阳极的时间和其他需要停用集气罩的活动的时间
e	使用高效的过程控制系统，避免可能导致气体逸出和排放增加的过程偏差

f	使用程序系统对池进行操作和维护
g	使用行之有效的方法来清洁组装装置，以回收氟化物和碳
h	将拆除的阳极储存在池附近的容器中，将该容器与 BAT 67 中列出的技术连接，或将废阳极储存在密闭箱中

### 适用性

对现有装置而言，BAT 65.c 和 h 不适用

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 12。

#### 1.3.3.1.1 粉尘和氟化物经管道排放

**BAT 66.** 为了减少原材料在储存、处理和运输过程中排放的粉尘，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 10。

**表 10:** 原材料在储存、处理和运输过程中排放的粉尘的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) (1)
粉尘	≤5 - 10
(1) 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 67.** 为了减少电解池向空气中排放粉尘、金属和氟化物，最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术 (1)	适用性
a	使用采用氧化铝吸附剂的干式洗涤器，然后再使用袋式过滤器	普遍适用
b	使用采用氧化铝吸附剂的干式洗涤器，然后再使用袋式过滤器和湿法洗涤器	在以下情况中，该技术的适用性可能会受到限制： - 废气流量非常高（因为有大量废物和废水产生） - 位于干旱地区（因为需要使用大量的水并且需要对废水进行

	处理)
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节	

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平: 见表 11 和表 12。

表 11: 电解池向空气中排放粉尘和氟化物的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> )
粉尘	2 - 5 <sup>(1)</sup>
HF	≤1.0 <sup>(1)</sup>
总氟化物	≤1.5 <sup>(2)</sup>
<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。 <sup>(2)</sup> 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.3.3.1.2 粉尘和氟化物的总排放量

电解室向空气中排放的粉尘和氟化物 (从电解池和屋顶通风口收集) 的总排放量的最佳可行技术相关排放水平: 见表 12。

表 12: 电解室向空气中排放的粉尘和氟化物 (从电解池和屋顶通风口收集) 的总排放量的最佳可行技术相关排放水平

参数	最佳可行技术	针对现有装置的 BAT-AELs (kg/t Al) <sup>(1)(2)</sup>	针对新装置的 BAT-AELs (kg/t Al) <sup>(1)</sup>
粉尘	组合使用 BAT 64、 BAT 65 和 BAT 67	≤1.2	≤0.6
总氟化物		≤0.6	≤0.35
<sup>(1)</sup> 电解室一年内排放的污染物质量除以同年生产的液态铝的质量。 <sup>(2)</sup> 该组 BAT-AELs 不适用于因配置原因而无法测量屋顶排放的装置。			

相关监测见 BAT 10。

**BAT 68.** 为了防止或减少原铝生产中熔化和熔融金属处理和铸造向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术。

技术	
a	使用电解的液态金属和未受污染的铝材料，即不含油漆、塑料或油等物质的固体材料（例如，因质量原因而被切除的坯料的顶部和底部）
b	袋式过滤器 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术相关排放水平：见表 13。

**表 13:** 原铝生产中熔化和熔融金属处理和铸造向空气中排放的粉尘和金属的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)(2)</sup>
粉尘	2 - 25
<sup>(1)</sup> 以一年中采样的平均值表示。	
<sup>(2)</sup> 该范围的下限与使用袋式过滤器有关。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.3.3.1.3 二氧化硫排放

**BAT 69.** 为了减少电解池排放的空气污染物，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术：

技术	适用性
a 使用低硫阳极	普遍适用
b 湿法洗涤器 <sup>(1)</sup>	在以下情况中，该技术的适用性可能会受到限制： - 废气流量非常高（因为有大量废物和废水产生） - 位于干旱地区（因为需要使用大量的水并且需要对废水进行处理）
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

## 描述

BAT 69(a)：通过适当组合使用原材料，可以生产出年均含硫量低于 1.5%的阳极。为了确保电解工艺可以正常进行，年均含硫量最低不能少于 0.9%。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 14。

表 14： 电解池向空气中排放 SO<sub>2</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (kg/t Al) <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>
SO <sub>2</sub>	≤2.5 - 15

(1) 一年内排放的污染物质量除以同年生产的液态铝的质量。  
(2) 该范围的下限与使用湿法洗涤器有关。该范围的上限与使用低硫阳极有关。

相关监测见 BAT 10。

### 1.3.3.1.4 全氟碳化物排放

BAT 70. 为了减少原铝生产向空气中排放的全氟碳化物，最佳可行技术是使用以下所有技术。

	技术	适用性
a	采用氧化铝自动多点给料	普遍适用
b	通过主动电解池数据库和对电解池运行参数的监测实现对电解工艺的计算机控制	普遍适用
c	自动阳极效应抑制	对索德别尔格电解池不适用，因为其阳极设计（仅一个）不能实现本技术所需的电解液流动水平

## 描述

BAT 70(c)：当电解液的氧化铝含量低于 1-2%时，就会发生阳极效应。发生阳极效应时，冰晶石电解液不再分解氧化铝，而是分解成金属和氟离子，后者形成气态全氟碳化物，与碳阳极反应。

### 1.3.3.1.5 PAH 和 CO 排放

BAT 71. 为了减少使用索德别尔格技术生产原铝时向空气中排放的 CO 和 PAH，最佳可行技术是燃烧电解池废气中的 CO 和 PAH。



### 1.3.3.2 废水的产生

**BAT 72.** 为防止废水的产生，最佳可行技术是在工艺中再利用或再循环冷却水和处理过的废水（包括雨水）。

#### 适用性

在使用新装置或进行重大升级时普遍适用。适用性可能会受到水质和/或对产品质量要求的限制。再利用或再循环的冷却水、处理过的废水和雨水的水量不能高于工艺所需的水量。

### 1.3.3.3 废物

**BAT 73.** 为了减少废弃的废槽内衬，最佳可行技术是组织现场操作，以促进对其的外部回收，例如，取决于最终消费者的要求，可将其用于盐渣回收工艺中的水泥制造，作为钢或铁合金行业中的增碳剂使用，或作为再生原料（例如，岩棉）使用。

## 1.3.4 再生铝生产

### 1.3.4.1 再生原料

**BAT 74.** 为了提高原材料的产量，最佳可行技术是根据所处理的材料的成分，使用以下一种技术或组合使用以下多种技术来分离非金属成分和铝以外的金属成分。

	技术
a	对黑色金属进行磁选
b	使用涡电流（使用移动电磁场）将铝与其他成分分离
c	利用相对密度对不同的金属和非金属成分进行分离（使用不同密度的流体）

### 1.3.4.2 能源

**BAT 75.** 为了有效使用能源，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	适用性
a	用废气预热炉料	仅对非旋转炉适用
b	将含有未燃烧的碳氢化合物的气体再循环回燃烧器系统	仅对反射炉和烘干机适用
c	将液态金属直接用于压型	适用性受运输时间的限制（最多 4 - 5 小时）

### 1.3.4.3 空气污染物排放

**BAT 76.** 为了防止或减少空气污染物排放，最佳可行技术是在冶炼之前使用离心分离和/或烘干去除切屑中的油和有机化合物<sup>(1)</sup>。

<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。

#### 适用性

离心分离仅对油污含量高的切屑适用，应在烘干前进行。如果熔炉和减排系统所采用的设计可以处理有机物质，则可能不需要去除油和有机化合物。

#### 1.3.4.3.1 扩散性排放

**BAT 77.** 为防止或减少废料预处理过程中产生的扩散性排放，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术。

	技术
a	使用配备抽气系统的封闭式或气动式输送机
b	在装料点和出料点使用配备抽气系统的封闭结构或集气罩

**BAT 78.** 为防止或减少熔化炉装料和出料过程中产生的扩散性排放，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	适用性
a	将集气罩置于炉门顶部和出料口处，并将废气抽取系统与过滤系统链接	普遍适用
b	使用能覆盖装料和出料区的烟雾收集封闭结构	仅对固定式鼓形炉适用

c	密封炉门 <sup>(1)</sup>	普遍适用
d	对装料小车进行密封	仅对非旋转炉适用
e	可根据相关工艺需求进行改进的增压抽吸系统 <sup>(1)</sup>	普遍适用
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。		

## 描述

BAT 78(a)和(b)：包括使用带有抽气功能的盖来收集和处理工艺废气。

BAT 78(d)：出废料时，应确保料斗与打开的炉门形成密封，并在该操作过程中保持熔炉密封。

**BAT 79.** 为减少撒渣/浮渣处理产生的扩散性排放，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
a	撒渣/浮渣从熔炉中撤出后，立即将其置入填充了惰性气体的密封容器中进行冷却
b	防止撒渣/浮渣与水接触
c	使用抽气和除尘系统对撒渣/浮渣进行压实处理

### 1.3.4.3.2 粉尘经管道排放

**BAT 80.** 为了减少再生铝生产过程中以下操作排放的粉尘和金属：切屑烘干和切屑中油和有机化合物的去除；非金属成分和铝以外的金属成分的破碎、研磨和干选；以及储存、处理和运输，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 15。

**表 15：** 再生铝生产过程中以下操作向空气中排放粉尘的最佳可行技术相关排放水平：切屑烘干和切屑中油和有机化合物的去除；非金属成分和铝以外的金属成分的破碎、研磨和干选；以及储存、处理和运输。

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) ( <sup>1</sup> )
粉尘	≤5
(1) 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 81.** 为了减少再生铝生产过程中装料、熔化、出料和熔融金属处理等熔炉工艺向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式除尘器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 16。

**表 16:** 再生铝生产过程中装料、熔化、出料和熔融金属处理等熔炉工艺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 (mg/Nm <sup>3</sup> ) ( <sup>1</sup> )
粉尘	2 - 5
(1) 以日平均值或采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 82.** 为了减少再生铝生产中重熔过程向空气中排放的粉尘和金属，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。

	技术
a	使用未受污染的铝材，即不含油漆、塑料或油等物质的固体材料（例如，坯料）
b	优化燃烧条件以减少粉尘的排放
c	袋式过滤器

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 17（表 17）。

**表 17:** 再生铝生产中重熔过程排放粉尘的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) ( <sup>1</sup> )( <sup>2</sup> )
粉尘	2 - 5

(<sup>1</sup>) 以采样周期平均值表示。

(<sup>2</sup>) 对于受其设计约束只能使用未受污染的原材料的熔炉而言，如果其粉尘排放量低于 1kg/h，该范围的上限则为 25mg/Nm<sup>3</sup>，以年采样平均值表示。

相关监测见 BAT 10。

### 1.3.4.3.3 有机化合物排放

**BAT 83.** 为了减少熔化炉和对受污染的再生原材料（例如，切屑）进行热处理时向空气中排放的有机化合物和 PCDD/F，最佳可行技术是将袋式过滤器与以下（至少）一种技术结合使用。

	技术( <sup>1</sup> )
a	根据熔炉和所用减排技术的特性选择和使用原材料
b	使用配备了内部燃烧器系统的熔化炉
c	加力燃烧室
d	急冷
e	活性炭注入

(<sup>1</sup>) 技术描述见第 1.10 节。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 18。

**表 18：** 熔化炉和对受污染的再生原材料（例如，切屑）进行热处理时向空气中排放的 TVOC 和 PCDD/F 的最佳可行技术相关排放水平

参数	单位	BAT-AEL
TVOC	mg/Nm <sup>3</sup>	≤10 - 30( <sup>1</sup> )
PCDD/F	ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup>	≤0.1 ( <sup>2</sup> )

(<sup>1</sup>) 以日平均值或采样周期平均值表示。  
(<sup>2</sup>) 以至少为 6 小时的采样周期的平均值表示。

相关监测见 BAT 10。

#### 1.3.4.3.4 酸排放

**BAT 84.** 为了减少熔化炉、重熔和熔融金属处理以及对受污染的再生原材料（例如，切屑）进行热处理时向空气中排放的 HCl、Cl<sub>2</sub> 和 HF，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
a	根据熔炉和所用减排技术的特性选择和使用原材料 <sup>(1)</sup>
b	注入 Ca(OH) <sub>2</sub> 或碳酸氢钠的同时使用袋式过滤器 <sup>(1)</sup>
c	控制精炼过程，根据熔融金属中存在的污染物调整用于对其进行去除的气体量
d	在精炼工艺中使用稀氯和惰性气体
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

#### 描述

BAT 84(d)：使用用惰性气体稀释的氯代替纯氯，以减少氯的排放。也可仅使用惰性气体进行精炼。

**最佳可行技术（BAT）相关排放水平：**见表 19。

**表 19：** 熔化炉、重熔和熔融金属处理以及对受污染的再生原材料（例如，切屑）进行热处理时向空气中排放的 HCl、Cl<sub>2</sub> 和 HF 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> )
HCl	≤5 - 10 <sup>(1)</sup>
Cl <sub>2</sub>	≤1 <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>
HF	≤1 <sup>(4)</sup>
<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。对于使用含氯化学品进行的精炼，BAT-AEL 是指氯化过程中的平均浓度。 <sup>(2)</sup> 以采样周期平均值表示。对于使用含氯化学品进行的精炼，BAT-AEL 是指氯化过程中的平均浓度。 <sup>(3)</sup> 仅对使用含氯化学品的精炼工艺的排放适用。 <sup>(4)</sup> 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.3.4.4 废物

**BAT 85.** 为了减少再生铝生产中产生的待处置废物量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术
a	在使用盐盖的熔化炉或盐渣回收工艺中重复使用从工艺中收集的粉尘
b	对盐渣进行全循环；
c	在不使用盐盖的熔化炉中，采用撇渣/浮渣处理来回收铝

**BAT 86.** 为了减少再生铝生产中产生的盐渣量，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	适用性
a	在铝与其他成分混合的废料中，通过分离非金属成分和铝以外的金属成分，提高所用原材料的质量	普遍适用
b	从受污染的切屑中去除油和有机成分然后再进行熔化	普遍适用
c	用泵输送金属或对其进行搅拌	对回转炉不适用
d	倾斜回转炉	取决于进料物料的尺寸，该炉的使用可能会受到限制

### 1.3.5 盐渣再循环工艺

#### 1.3.5.1 扩散性排放

**BAT 87.** 为防止或减少盐渣再循环工艺产生的扩散性排放，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术。

	技术
a	将配备了抽气系统的封闭式设备与过滤系统连接
b	将配备了抽气系统的集气罩与过滤系统连接

### 1.3.5.2 粉尘经管道排放

**BAT 88.** 为了减少盐渣再循环工艺中破碎和干磨过程向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 20。

**表 20:** 盐渣再循环工艺中破碎和干磨过程向空气中排放的粉尘的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) ( <sup>1</sup> )
粉尘	2 - 5
(1) 以日平均值或采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.3.5.3 气体化合物

**BAT 89.** 为了减少盐渣再循环工艺中湿磨和浸出过程排放的空气污染物，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：

	技术 ( <sup>1</sup> )
a	活性炭注入
b	加力燃烧室
c	湿法洗涤器（使用 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 溶液）
(1) 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 21。

**表 21:** 盐渣再循环工艺中湿磨和浸出过程排放的空气污染物的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) ( <sup>1</sup> )
NH <sub>3</sub>	≤10



PH <sub>3</sub>	≤0.5
H <sub>2</sub> S	≤2
(1) 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

## 1.4 铅和/或锡生产的最佳可行技术结论

### 1.4.1 空气污染物排放

#### 1.4.1.1 扩散性排放

**BAT 90.** 为了防止或减少原材料和再生原料（电池除外）的制备（如计量、混合、调配、破碎、切割、筛分）过程中产生的扩散性排放，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	适用性
a	使用封闭式输送机或气动传送系统来转移易生尘埃物料	普遍适用
b	使用封闭式设备。使用易生尘埃物料时，对排放物进行收集并输送到减排系统	仅对使用配料箱或失重式给料系统制备的进料混合物适用
c	在封闭式建筑中进行原料混合	仅对易生尘埃物料适用。鉴于本技术对空间的要求，可能很难适用于现有装置
d	使用抑尘系统，例如，喷水	仅对在户外进行的混合操作适用。
e	将原材料粒化	仅对可以使用颗粒状原料的工艺和熔炉适用

**BAT 91.** 为了防止或减少原铅和再生铅（和/或原锡和再生锡）生产中材料预处理（例如，烘干、拆解、烧结、制团、粒化和电池破碎、筛分和分类）产生的扩散性排放，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术。

	技术
a	使用封闭式输送机或气动传送系统来转移易生尘埃物料
b	使用封闭式设备。使用易生尘埃物料时，对排放物进行收集并输送到减排系统

**BAT 92.** 为了防止或减少铅和/或锡生产中装料、冶炼和出料操作产生的扩散性排放，以及原铅生产中预除铜操作产生的扩散性排放，最佳可行技术是适当组合使用以下技术。

	技术	适用性
a	使用配备抽气系统的封闭式装料系统	普遍适用

b	对于不需要连续进给和输出的工艺，应使用配备炉门密封 <sup>(1)</sup> 的密封或封闭式熔炉	普遍适用
c	在负压和足够的气体抽取率下操作熔炉和气体流程以防止增压	普遍适用
d	在装料和出料点使用集气罩/封闭结构	普遍适用
e	封闭式建筑	普遍适用
f	使用配备了抽气系统的集气罩完全覆盖	鉴于本技术对空间的要求，可能很难适用于现有装置，也很难在对现有装置进行重大升级时适用
g	保持熔炉密封	普遍适用
h	将炉内温度保持在所需的最低水平	普遍适用
i	在出料点、熔金属桶和浮渣区使用配备了抽气系统的集气罩	普遍适用
j	对易生尘埃原料进行预处理，例如，粒化	仅对可以使用颗粒状原料的工艺和熔炉适用
k	在装料时，为熔金属桶配备狗窝	普遍适用
l	在装料和出料区使用连接到过滤系统上的抽气系统	普遍适用
(1) 技术描述见第 1.10 节。		

**BAT 93.** 为了防止或减少原铅和再生铅（和/或原锡和再生锡）生产中重熔、精炼和铸造过程中产生的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用以下技术。

	技术
a	将配有抽气系统的集气罩置于坩埚炉或釜上
b	在精炼反应和添加化学品时关闭釜盖
c	在溜槽和出料点使用配备了抽气系统的集气罩
d	熔体温度控制
e	使用封闭式机械撇渣器去除易生尘埃的浮渣/残留物的

### 1.4.1.2 粉尘经管道排放

**BAT 94.** 为了减少原铅和再生铅（和/或原锡和再生锡）生产中原材料制备（例如，接收、处理、储存、计量、混合、调配、烘干、破碎、切割和筛分）过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 22。

**表 22：** 原铅和再生铅（和/或原锡和再生锡）生产中原材料制备过程中向空气排放粉尘的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
粉尘	≤5
<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 95.** 为了减少电池制备（破碎、筛分和分类）过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术将使用袋式过滤器或湿法洗涤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 23。

**表 23：** 电池制备（碾压、筛分和分类）过程中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 (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
粉尘	≤5
<sup>(1)</sup> 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 96.** 为了减少原铅和再生铅（和/或原锡和再生锡）生产中装料、冶炼和出料过程中向空气中排放的粉尘和金属（被输送到硫酸或液体 SO<sub>2</sub> 装置的除外），最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 24。

**表 24:** 原铅和再生铅（和/或原锡和再生锡）生产中装料、冶炼和出料过程中向空气中排放的粉尘和铅（被输送到硫酸或液体 SO<sub>2</sub> 装置的除外）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> )
粉尘	2 - 4 <sup>(1)(2)</sup>
Pb	≤1 <sup>(3)</sup>
<p>(1) 以日平均值或采样周期平均值表示。</p> <p>(2) 当排放量高于以下水平时，预计粉尘排放量会接近该范围的下限：铜：1mg/Nm<sup>3</sup>、砷：0.05mg/Nm<sup>3</sup>、镉：0.05mg/Nm<sup>3</sup>。</p> <p>(3) 以采样周期平均值表示。</p>	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 97.** 为了减少原铅和再生铅（和/或原锡和再生锡）生产中重熔、精炼和铸造过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用以下技术。

	技术
a	对于火法冶金工艺：根据工艺阶段将熔融态电解液的温度保持在尽可能低的水平，并结合使用袋式过滤器
b	对于湿法冶金工艺：使用湿法洗涤器

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 25。

**表 25:** 原铅和再生铅（和/或原锡和再生锡）生产中重熔、精炼和铸造过程中向空气中排放的粉尘和铅的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> )
粉尘	2 - 4 <sup>(1)(2)</sup>
Pb	≤1 <sup>(3)</sup>
<p>(1) 以日平均值或采样周期平均值表示。</p> <p>(2) 当排放量高于以下水平时，预计粉尘排放量会接近该范围的下限：铜：1mg/Nm<sup>3</sup>、铋：1mg/Nm<sup>3</sup>、砷：0.05mg/Nm<sup>3</sup>、镉：0.05mg/Nm<sup>3</sup>。</p> <p>(3) 以采样周期平均值表示。</p>	

相关监测见 BAT 10。

### 1.4.1.3 有机化合物排放

**BAT 98.** 为了减少再生铅和/或锡生产中原材料烘干和冶炼过程中向空气中排放的有机化合物，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 <sup>(1)</sup>	适用性
a	根据熔炉和所用减排技术的特性选择和使用原材料	普遍适用
b	优化燃烧条件以减少有机化合物的排放	普遍适用
c	加力燃烧室或蓄热式热氧化器	适用性受需要处理的废气的能量含量限制，因为能量含量较低的废气耗用的燃料较高
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。		

**最佳可行技术（BAT）相关排放水平：** 见表 26。

**表 26：** 再生铅和/或锡生产中原材料烘干和冶炼过程中向空气排放 TVOC 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
TVOC	10 - 40
<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 99.** 为了减少再生铅和/或锡原料冶炼过程中向空气中排放的 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
a	根据熔炉和所用减排技术的特性选择和使用原材料 <sup>(1)</sup>
b	为半封闭熔炉配备装料系统，少量添加原料 <sup>(1)</sup>
c	使用配备了内部燃烧器系统 <sup>(1)</sup> 的熔化炉
d	加力燃烧室或蓄热式热氧化器 <sup>(1)</sup>

e	避免使用在温度>250° C时会出现大量粉尘堆积的排气系统 <sup>(1)</sup>
f	急冷 <sup>(1)</sup>
g	将吸附剂与高效集尘系统结合使用 <sup>(1)</sup>
h	使用高效的集尘系统
i	向熔炉的上部注氧
j	优化燃烧条件以减少有机化合物的排放 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 27。

表 27： 再生铅和/或锡原料冶炼过程中向空气中排放 PCDD/F 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
PCDD/F	≤0.1
<sup>(1)</sup> 以至少为 6 小时的采样周期的平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

#### 1.4.1.4 二氧化硫排放

**BAT 100.** 为了防止或减少原铅和再生铅（和/或原锡和再生锡）生产中装料、冶炼和出料过程向空气中排放的 SO<sub>2</sub>（被输送到硫酸或液体 SO<sub>2</sub> 装置的除外），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	适用性
a	对含硫（以硫酸盐形式存在）原料进行碱法浸出	普遍适用
b	干式或半干式洗涤器 <sup>(1)</sup>	普遍适用
c	湿法洗涤器 <sup>(1)</sup>	在以下情况中，该技术的适用性可能会受到限制： - 废气流量非常高（因为有大量废物和废水产生） - 位于干旱地区（因为需要使用大量的水并且需要对废水进行处理）
d	在冶炼阶段进行固硫	仅对再生铅生产适用

(<sup>1</sup>) 技术描述见第 1.10 节。

## 描述

BAT 100(a): 使用碱式盐溶液在冶炼前去除再生原料中的硫酸盐。

BAT 100(d): 在冶炼阶段进行固硫是在熔炼炉中加入铁和纯碱 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 使其与原料中所含的硫反应生成  $\text{Na}_2\text{S-FeS}$  炉渣。

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平: 见表 28。

表 28: 原铅和再生铅 (和/或原锡和再生锡) 生产中装料、冶炼和出料过程向空气中排放的  $\text{SO}_2$  (被输送到硫酸或液体  $\text{SO}_2$  装置的除外) 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ) ( <sup>1</sup> )( <sup>2</sup> )
$\text{SO}_2$	50 - 350

(<sup>1</sup>) 以日平均值或采样周期平均值表示。  
(<sup>2</sup>) 如果湿法洗涤器不适用, 该范围的上限为  $500\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

相关监测见 BAT 10。

## 1.4.2 土壤和地下水保护

BAT 101. 为了防止电池储存、碾压、筛分和分类操作对土壤和地下水造成污染, 最佳可行技术是使用耐酸地面和酸液溢出收集系统。

## 1.4.3 废水的产生和处理

BAT 102. 为防止碱法浸出工艺产生废水, 最佳可行技术是对碱式盐溶液的硫酸钠结晶水进行再利用。

BAT 103. 当酸雾被送到废水处理装置时, 为了减少电池制备过程中排放的水体污染物, 最佳可行技术是使用设计合理的废水处理装置, 以减少该流中所含的污染物。



#### 1.4.4 废物

**BAT 104.** 为了减少原铅生产中产生的待处置废物量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术	适用性
a	对铅生产工艺中除尘系统收集的粉尘进行再利用	普遍适用
b	从湿法或干式洗涤粉尘/污泥中回收 Se 和 Te	适用性可能会受到当中汞含量的限制
c	从精炼浮渣中回收 Ag、Au、Bi、Sb 和 Cu	普遍适用
d	从废水处理的污泥中回收金属	直接冶炼废水处理装置的污泥可能会因其中含有 As、Tl 和 Cd 等元素而受到限制
e	添加助熔剂，使炉渣更适合外用	普遍适用

**BAT 105.** 为了使铅蓄电池中的聚丙烯和聚乙烯可以被回收，最佳可行技术是在冶炼前将其与蓄电池分离。

#### 适用性

该技术可能因未拆解的（整个）电池的气体渗透性而对竖炉不适用，这是熔炉操作的必要条件。

**BAT 106.** 为了再利用或回收从电池回收工艺中收集的硫酸，最佳可行技术是组织现场操作，以促进对其的内部或外部再利用或回收，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术	适用性
a	作为酸洗剂重复使用	取决于当地条件（例如，是否拥有酸洗工艺以及酸中存在的杂质与工艺的相容性）普遍适用
b	作为原料在化工装置中进行再利用	该技术的适用性可能会因当地是否有可用化工装置而受到限制
c	通过裂化实现酸再生	该技术的适用性取决于是否有可用的硫酸或液体二氧化硫装置
d	生产石膏	如果回收的酸中存在的杂质对石膏质量不产生影响，或质量较低的石膏具备其他用途（例如，助熔剂），该技术则适用

e	生产硫酸钠	仅对碱法浸出工艺适用
---	-------	------------

**BAT 107.** 为了减少再生铅和/或锡生产中产生的待处置废物量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术
a	对冶炼过程的残留物进行再利用以回收铅和其他金属
b	通过专门装置处理残留物和废物以进行材料回收
c	对残留物和废物进行处理，以便将其用于其他用途

## 1.5 锌和/或镉生产的最佳可行技术结论

### 1.5.1 原锌生产

#### 1.5.1.1 使用湿法冶金生产锌

##### 1.5.1.1.1 能源

**BAT 108.** 为了有效利用能源，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从焙烧炉产生的废气中回收热量。

	技术	适用性
a	使用废热锅炉和汽轮机发电	适用性可能会因能源价格和成员国能源政策而受到限制
b	使用废热锅炉和汽轮机产生机械能，然后将其用于工艺中	普遍适用
c	使用废热锅炉产生热量，然后将其用于工艺和/或办公室供暖	普遍适用

##### 1.5.1.1.2 空气污染物排放

###### 1.5.1.1.2.1 扩散性排放

**BAT 109.** 为了减少焙烧炉进料制备和进料过程中扩散性排放至空气中的粉尘，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术。

	技术
a	采用湿法给料
b	使用完全封闭式工艺设备，并将其与减排系统连接

**BAT 110.** 为了减少煅烧加工过程中扩散性排放至空气中的粉尘，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术：

	技术
a	在负压状态下运行

b	使用完全封闭式工艺设备，并将其与减排系统连接
---	------------------------

**BAT 111.** 为了减少浸出、固液分离和纯化过程中扩散性排放的空气污染物，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：

	技术	适用性
a	给槽加盖	普遍适用
b	给工艺液体入口和出口处的溜槽加盖	普遍适用
c	将槽与中央机械通风减排系统或单槽减排系统连接	普遍适用
d	用集气罩盖住真空过滤器并将其与减排系统连接	仅对浸出和固液分离阶段的热液过滤适用

**BAT 112.** 为了减少电解沉积过程中扩散性排放的空气污染物，最佳可行技术是在电解沉积池中使用添加剂，尤其是发泡剂。

#### 1.5.1.1.2.2 经管道排放

**BAT 113.** 为了减少原材料处理和储存、焙烧炉干料制备、焙烧炉干式给料和煅烧加工过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 29。

**表 29：** 原材料处理和储存、焙烧炉干料制备、焙烧炉干式给料和煅烧加工过程中向空气中排放的粉尘的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
粉尘	≤5
<sup>(1)</sup> 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 114.** 为了减少浸出、纯化和电解过程中向空气中排放的锌和硫酸，以及减少纯化过程中排放的砷化氢和锑化氢，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 <sup>(1)</sup>
a	湿法洗涤器
b	除雾器
c	离心系统
(1) 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 30。

**表 30:** 浸出、纯化和电解过程中向空气中排放的锌和硫酸以及纯化过程中排放的砷化氢和锑化氢的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
Zn	≤1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	< 10
AsH <sub>3</sub> 和 SbH <sub>3</sub> 的总和	≤0.5
(1) 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

#### 1.5.1.1.3 土壤和地下水保护

**BAT 115.** 为了防止土壤和地下水污染，最佳可行技术是将用于浸出或纯化的槽置于水密围堤区内，并为其所在厂房安装二级围护系统。

#### 1.5.1.1.4 废水的产生

**BAT 116.** 为了减少对淡水的消耗和防止废水产生，最佳可行技术是组合使用以下多种技术。

	技术
a	将锅炉的泄放水和焙烧炉闭路冷却系统的水返回到湿法洗涤或浸出阶段
b	将焙烧炉、电解和铸造阶段的清洁操作产生的/溢出的废水返回到浸出阶段
c	将湿法洗涤、滤饼洗涤以及浸出和纯化清洁操作产生/溢出的废水返回到浸出和/或纯化阶段

#### 1.5.1.1.5 废物

**BAT 117.** 为了减少待处置废物量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术	适用性
a	将从精矿储存和处理过程中收集的粉尘（连同精矿进料一起）再用于工艺中	普遍适用
b	通过煅烧筒仓对从焙烧过程中收集的粉尘进行再利用	普遍适用
c	对含铅和银的残留物进行回收，然后作为外部装置的原料使用	该技术的适用性取决于金属含量和市场需求/可用工艺
d	对含有 Cu、Co、Ni、Cd、Mn 的残留物进行回收，然后作为外部装置的原料使用，用于生产可销售的产品	该技术的适用性取决于金属含量和市场需求/可用工艺

**BAT 118.** 为了使浸出产生的废物适于被最终处置，最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术	适用性
a	在威尔兹回转窑中进行火法冶金处理	仅适用于不含过多铁酸锌和/或不含高浓度贵金属的浸出产生的中性废物
b	Jarofix 除铁工艺	仅对黄钾铁矾铁渣适用。该技术受专利保护，因此适用性有限
c	硫化工艺	仅对黄钾铁矾铁渣和直接浸出的残留物适用
d	压实铁渣	仅对废水处理装置中的针铁矿残渣和富含石膏的污泥适用

#### 描述

BAT 118(b): Jarofix 工艺包括将黄钾铁矾沉淀物与波特兰水泥、石灰和水混合。

BAT 118(c): 硫化过程包括向硫化反应器和淘析槽中的残留物中添加 NaOH 和 Na<sub>2</sub>S。

BAT 118(d): 压实铁渣包括通过使用过滤器和添加石灰或其他试剂来降低水分含量。

### 1.5.1.2 使用火法冶金生产锌

#### 1.5.1.2.1 空气污染物排放

##### 1.5.1.2.1.1 粉尘经管道排放

**BAT 119.** 为了减少使用火法冶金生产锌向空气中排放的粉尘和金属（被输送到硫酸装置的除外），最佳可行技术是使用袋式过滤器。

#### 适用性

如果精矿中的有机碳含量高（例如，约 10 wt-%），袋式过滤器则可能不适用（袋子会堵塞），可考虑使用其他技术（例如，湿法洗涤器）。

**最佳可行技术（BAT）相关排放水平：**见表 31。

**表 31:** 使用火法冶金生产锌向空气中排放粉尘（被输送到硫酸装置的除外）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>
粉尘	2 - 5

(1) 以日平均值或采样周期平均值表示。  
(2) 如果袋式过滤器不适用，该范围的上限为 10mg/Nm<sup>3</sup>。

相关监测见 BAT 10。

**BAT 120.** 为了减少使用火法冶金生产锌向空气中排放的 SO<sub>2</sub>（被输送到硫酸装置的除外），最佳可行技术是使用湿法脱硫技术。

**最佳可行技术（BAT）相关排放水平：**见表 32。

**表 32:** 使用火法冶金生产锌向空气中排放 SO<sub>2</sub>（被输送到硫酸装置的除外）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
SO <sub>2</sub>	≤500
<sup>(1)</sup> 以日平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

## 1.5.2 再生锌生产

### 1.5.2.1 空气污染物排放

#### 1.5.2.1.1 粉尘经管道排放

**BAT 121.** 为了减少粒化和熔渣加工向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 33。

**表 33:** 粒化和熔渣加工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 (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
粉尘	≤5
<sup>(1)</sup> 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 122.** 为了减少金属和金属/氧化混合流在熔化过程中向空气中排放的粉尘和金属，以及减少熔渣烟化炉和威尔兹回转窑向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

#### 适用性

袋式过滤器可能不适用于使用熟料的操作（该操作需要减少氯化物而不是金属氧化物）。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 34。



**表 34:** 金属和金属/氧化混合流在熔化过程中向空气中排放粉尘的最佳可行技术相关排放水平以及熔渣烟化炉和威尔兹回转窑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 (mg/Nm <sup>3</sup> ) (1)(2)(3)
粉尘	2 - 5
(1) 以日平均值或采样周期平均值表示。 (2) 如果袋式过滤器不适用, 该范围的上限可以更高, 最高可达 15mg/Nm <sup>3</sup> 。 (3) 当砷或镉的排放量高于 0.05mg/Nm <sup>3</sup> 时, 预计粉尘排放量会接近该范围的下限。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.5.2.1.2 有机化合物排放

**BAT 123.** 为了减少金属和金属/氧化混合流在熔化过程中向空气中排放的有机化合物, 以及减少熔渣烟化炉和威尔兹回转窑向空气中排放的有机化合物, 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(1)	适用性
a	注入吸附剂 (活性炭或褐煤焦), 然后再使用袋式过滤器和/或 ESP	普遍适用
b	热氧化器	普遍适用
c	蓄热式热氧化器	出于安全原因, 本技术可能不适用
(1) 技术描述见第 1.10 节。		

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平: 见表 35。

**表 35:** 金属和金属/氧化混合流在熔化过程中向空气中排放 TVOC 和 PCDD/F 的最佳可行技术相关排放水平以及熔渣烟化炉和威尔兹回转窑向空气中排放 TVOC 和 PCDD/F 的最佳可行技术相关排放水平

参数	单位	BAT-AEL
TVOC	mg/Nm <sup>3</sup>	2 - 20(1)
PCDD/F	ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup>	≤0.1 (2)

- (1) 以日平均值或采样周期平均值表示。  
 (2) 以至少为 6 小时的采样周期的平均值表示。

相关监测见 BAT 10。

### 1.5.2.1.3 酸排放

**BAT 124.** 为了减少金属和金属/氧化混合流在熔化过程中向空气中排放的 HCl 和 HF，以及减少熔渣烟化炉和威尔兹回转窑向空气中排放的 HCl 和 HF，最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术 <sup>(1)</sup>	工艺流程
a	注入吸附剂，然后再使用袋式过滤器	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 金属和金属/氧化混合流的熔化过程</li> <li>- 威尔兹回转窑</li> </ul>
b	湿法洗涤器	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 熔渣烟化炉</li> </ul>
<p>(1) 技术描述见第 1.10 节。</p>		

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 36。

**表 36:** 金属和金属/氧化混合流在熔化过程中向空气中排放 HCl 和 HF 的最佳可行技术相关排放水平以及熔渣烟化炉和威尔兹回转窑向空气中排放 HCl 和 HF 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
HCl	≤1.5
HF	≤0.3
<p>(1) 以采样周期平均值表示。</p>	

相关监测见 BAT 10。

### 1.5.2.2 废水的产生和处理

**BAT 125.** 为了减少威尔兹回转窑工艺消耗的淡水，最佳可行技术是采用多级逆流洗涤。

## 描述

将上一级的洗涤用水过滤后用于下一级的洗涤。过滤后的水可供两级或三级洗涤使用，与单级逆流洗涤相比，最多可减少三倍的用水量。

**BAT 126.** 为了防止或减少威尔兹回转窑工艺中洗涤阶段向水体中排放的卤化物排，最佳可行技术是使用结晶。

## 1.5.3 锌锭的熔化、合金化和铸造以及锌粉生产

### 1.5.3.1 空气污染物排放

#### 1.5.3.1.1 扩散性粉尘排放

**BAT 127.** 为了减少锌锭熔化、合金化和铸造过程中扩散性排放至空气中的粉尘，最佳可行技术是在负压状态下使用设备。

#### 1.5.3.1.2 粉尘经管道排放

**BAT 128.** 为了减少锌锭熔化、合金化和铸造以及锌粉生产过程中扩散性排放至空气中的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 37。

**表 37:** 锌锭熔化、合金化和铸造以及锌粉生产过程中扩散性排放至空气中的粉尘的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
粉尘	≤5
<sup>(1)</sup> 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.5.3.2 废水

**BAT 129.** 为防止锌锭熔化和铸造过程中产生废水，最佳可行技术是对冷却水进行再利用。

### 1.5.3.3 废物

**BAT 130.** 为了减少锌锭熔化过程中产生的待处置废物量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括使用以下一种或两种技术。

	技术
a	使用焙烧炉中熔化炉（或使用湿法冶金生产锌过程中熔化炉）产生的锌浮渣和含锌粉尘的氧化部分
b	使用在熔化炉中进行阴极铸造产生的锌浮渣和金属浮渣中的金属部分，或在锌精炼装置中将其以锌粉或氧化锌形式回收

### 1.5.4 镉生产

#### 1.5.4.1 空气污染物排放

##### 1.5.4.1.1 扩散性排放

**BAT 131.** 为减少扩散性排放的空气污染物，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术。

	技术
a	使用中央抽气系统，并将其与湿法冶金生产中用于浸出和固液分离的减排系统相连；用于火法冶金生产中的制团/粒化和烟化；还可用于熔化、合金化和铸造工艺
b	给湿法冶金生产中使用的电解池加盖

##### 1.5.4.1.2 粉尘经管道排放

**BAT 132.** 为了减少使用火法冶金生产镉和镉锭熔化、合金化和铸造过程中向空气中排放的粉尘和金属，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。

	技术 <sup>(1)</sup>	适用性
a	袋式过滤器	普遍适用
b	静电除尘器	普遍适用
c	湿法洗涤器	在以下情况中，该技术的适用性可能会受到限制： - 废气流量非常高（因为有大量废物和废水产生）

	- 位于干旱地区（因为需要使用大量的水并且需要对废水进行处理）
(1) 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 38。

**表 38：** 使用火法冶金生产镉和镉锭熔化、合金化和铸造过程中向空气中排放粉尘和镉的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) (1)
粉尘	2 - 3
Cd	≤0.1
(1) 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

#### 1.5.4.2 废物

**BAT 133.** 为了减少使用火法冶金生产镉产生的待处置废物量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括使用以下一种技术。

	技术	适用性
a	将锌工艺中的镉作为富镉渗碳物在纯化段中萃取，经过进一步浓缩和精炼（通过电解或火法冶金工艺），最后将其转化为可销售的镉金属或镉化合物	只有存在经济上可行的需求时，该技术方适用
b	将锌工艺中的镉作为富镉渗碳物在纯化段中萃取，然后采用湿法冶金操作，以获得富镉沉淀物（例如，水泥（Cd 金属）、Cd(OH) <sub>2</sub> ）用于填埋处理，而所有其他工艺流则在镉装置或锌装置的流程中再循环	仅在适当的垃圾填埋场可用的情况下适用

## 1.6 贵金属生产的最佳可行技术结论

### 1.6.1 空气污染物排放

#### 1.6.1.1 扩散性排放

**BAT 134.** 为减少预处理操作（例如，碾压、筛分和混合）过程中扩散性排放的空气污染物，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。

	技术
a	封闭易生尘埃物料的预处理区和传送系统
b	进行易生尘埃物料的预处理和处理操作时使用集气罩，而且该集气罩通过管道系统与除尘器或集尘器连接
c	将预处理和处理设备与其除尘器或集尘器进行电气联锁，以确保相关设备只有在除尘器和过滤系统处于工作状态时方可运行

**BAT 135.** 为了减少冶炼和熔化（包括金银双金属和非金银双金属操作）过程中扩散性排放的空气污染物，最佳可行技术是使用以下所有技术。

	技术
a	封闭建筑物和/或冶炼炉区
b	在负压状态下运行
c	进行熔炉操作时使用集气罩，而且该集气罩通过管道系统与除尘器或集尘器连接
d	将熔炉设备与其除尘器或集尘器进行电气联锁，以确保相关设备只有在除尘器和过滤系统处于工作状态时方可运行

**BAT 136.** 为了减少浸出和电解金过程中扩散性排放的空气污染物，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：

	技术
a	使用封闭罐/容器和封闭管道输送溶液
b	给电解池配备集气罩和抽气系统
c	在黄金生产过程中使用水幕，以防止在用盐酸或其他溶剂浸出阳极泥时产生氯气

**BAT 137.** 为了减少湿法冶金操作产生的扩散性排放，最佳可行技术是使用以下所有技术。

	技术
a	隔离措施，例如，密封或封闭式的反应容器、储罐、溶剂萃取设备和过滤器、装有液位控制的容器和槽、封闭式管道、密封式排水系统和定期维护计划
b	将反应容器和槽连接到装有废气抽取系统（配有故障时可自动启用的备用单元）的共用管道系统

**BAT 138.** 为了减少焚烧、煅烧和烘干过程中扩散性排放的空气污染物，最佳可行技术是使用以下所有技术。

	技术
a	将所有煅烧炉、焚化炉和烘干箱连接到能抽取工艺废气的管道系统
b	将洗涤装置连接到优先电路上，停电时备用发电机可支持其继续工作
c	通过自动控制系统来进行启动和停机操作、废酸处置和洗涤器的新鲜酸补充

**BAT 139.** 为了减少精炼过程中最终金属产品熔化时扩散性排放的空气污染物，最佳可行技术是使用以下两种技术。

	技术
a	使用封闭式熔炉，并让其在负压状态下运行
b	适当使用配备了高效抽气/通风系统的外罩、封闭结构和集气罩

### 1.6.1.2 粉尘经管道排放

**BAT 140.** 为了减少所有易生尘埃操作（例如，碾压、筛分、混合、熔化、冶炼、焚烧、煅烧、烘干和精炼）向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术 <sup>(1)</sup>	适用性
a	袋式过滤器	可能对含有大量挥发性硒的废气不适用
b	将湿法洗涤器与 ESP 结合使用，可回收硒	仅对含有挥发性硒的废气适用（例如，金银双金属的生产）

(<sup>1</sup>) 技术描述见第 1.10 节。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 39。

表 39： 所有易生尘埃操作（例如，碾压、筛分、混合、熔化、冶炼、焚烧、煅烧、烘干和精炼）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 (mg/Nm <sup>3</sup> ) ( <sup>1</sup> )
粉尘	2 - 5
( <sup>1</sup> ) 以日平均值或采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.6.1.3 NO<sub>x</sub> 排放

BAT 141. 为了减少涉及使用硝酸溶解/浸出的湿法冶金操作向空气中排放的 NO<sub>x</sub>，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术。

	技术( <sup>1</sup> )
a	使用添加烧碱的碱性洗涤器
b	使用添加氧化剂（例如，氧气、过氧化氢）和还原剂（例如，硝酸、尿素）的洗涤器洗涤湿法冶金操作中可能产生高浓度 NO <sub>x</sub> 的容器。该技术通常与 BAT 141(a) 结合使用
( <sup>1</sup> ) 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 40。

表 40： 涉及使用硝酸溶解/浸出的湿法冶金操作向空气中排放 NO<sub>x</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) ( <sup>1</sup> )
NO <sub>x</sub>	70 - 150
( <sup>1</sup> ) 以每小时平均值或采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。



#### 1.6.1.4 二氧化硫排放

**BAT 142.** 为了减少金银双金属生产过程中熔化和冶炼操作（包括相关焚烧、煅烧和烘干操作）向空气中排放的 SO<sub>2</sub>（被输送到硫酸装置的除外），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 <sup>(1)</sup>	适用性
a	注入石灰的同时使用袋式过滤器	普遍适用
b	湿法洗涤器	在以下情况中，该技术的适用性可能会受到限制： - 废气流量非常高（因为有大量废物和废水产生） - 位于干旱地区（因为需要使用大量的水并且需要对废水进行处理）
(1) 技术描述见第 1.10 节。		

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 41。

**表 41:** 金银双金属生产过程中熔化和冶炼操作（包括相关焚烧、煅烧和烘干操作）向空气中排放 SO<sub>2</sub>（被输送到硫酸装置的除外）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
SO <sub>2</sub>	50 - 480
(1) 以日平均值或采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 143.** 为了减少湿法冶金操作（包括相关焚烧、煅烧和烘干操作）向空气中排放的 SO<sub>2</sub>，最佳可行技术是使用湿法洗涤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 42。

**表 42:** 湿法冶金操作（包括相关焚烧、煅烧和烘干操作）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	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
SO <sub>2</sub>	50 - 100
(1) 以日平均值或采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.6.1.5 HCl 和 Cl<sub>2</sub> 排放

**BAT 144.** 为了减少湿法冶金操作（包括相关焚烧、煅烧和烘干操作）向空气中排放的 HCl 和 Cl<sub>2</sub>，最佳可行技术是使用碱性洗涤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 43。

**表 43：** 湿法冶金操作（包括相关焚烧、煅烧和烘干操作）向空气中排放 HCl 和 Cl<sub>2</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
HCl	≤5 - 10
Cl <sub>2</sub>	0.5 - 2
(1) 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.6.1.6 NH<sub>3</sub> 排放

**BAT 145.** 为了减少使用氨或氯化铵的湿法冶金操作向空气中排放的 NH<sub>3</sub>，最佳可行技术是使用添加硫酸的湿法洗涤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 44。

**表 44：** 使用氨或氯化铵的湿法冶金操作向空气中排放 NH<sub>3</sub> 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
NH <sub>3</sub>	1 - 3
(1) 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.6.1.7 PCDD/F 排放

**BAT 146.** 为了减少煅烧操作、焚烧操作和使用含有有机化合物、卤素或其他 PCDD/F 前体的原料的烘干操作向空气中排放的 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
a	加力燃烧室或蓄热式热氧化器 <sup>(1)</sup>
b	将吸附剂与高效集尘系统结合使用 <sup>(1)</sup>
c	优化燃烧或工艺条件以减少有机化合物的排放 <sup>(1)</sup>
d	避免使用在温度>250° C 时会出现大量粉尘堆积的排气系统 <sup>(1)</sup>
e	急冷 <sup>(1)</sup>
f	使用高温 (>850° C) 在熔炉中对 PCDD/F 进行热破坏
g	向熔炉的上部注氧
h	内部燃烧器系统 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 45。

**表 45:** 煅烧操作、焚烧操作和使用含有有机化合物、卤素或其他 PCDD/F 前体的原料的烘干操作向空气中排放 PCDD/F 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
PCDD/F	≤0.1
<sup>(1)</sup> 以至少为 6 小时的采样周期的平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

## 1.6.2 土壤和地下水保护

**BAT 147.** 为了防止土壤和地下水污染，最佳可行技术是组合使用以下技术。

	技术
a	使用密封式排水系统
b	使用双壁槽或在围堤中进行作业
c	使用不透水和耐酸的地面
d	使用配备自动液位控制的反应容器

## 1.6.3 废水的产生

**BAT 148.** 为防止废水的产生，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术：

	技术
a	对浸出和其他精炼操作过程中产生的废洗涤液/回收的洗涤液和其他湿法冶金试剂进行再循环
b	从浸出、萃取和沉淀操作中回收溶液

## 1.6.4 废物

**BAT 149.** 为了减少待处置废物量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术	工艺流程
a	从湿式除尘系统中的炉渣、过滤粉尘和残留物中回收金属成分	金银双金属的生产
b	对从湿式除尘系统产生的含有挥发性硒的废气中收集的硒进行回收	
c	从废电解液和废粘泥洗涤液中回收银	银的电解精炼
d	从电解液纯化的残留物中回收金属（例如，银水泥、碳酸铜基的残留物）	

e	从金浸出工艺中的电解液、粘泥和溶液中回收金	金的电解精炼
f	从废阳极中回收金属	银或金的电解精炼
g	从富含铂族金属的溶液中回收铂族金属	
h	从工艺终端液的处理中回收金属	所有工艺流程

## 1.7 铁合金生产的最佳可行技术结论

### 1.7.1 能源

**BAT 150.** 为了有效利用能源，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从封闭式埋弧炉或封闭式等离子粉尘工艺产生的富含 CO 的废气中回收能量。

	技术	适用性
a	使用蒸汽锅炉和汽轮机从废气中回收能量并发电	适用性可能会因能源价格和成员国能源政策而受到限制
b	在工艺中直接使用废气作为燃料（例如，用于烘干原材料、预热装料物料、烧结、加热熔金属桶）	仅在对工艺用热有需求的情况下适用
c	将废气作为邻近装置的燃料使用	只有对该类燃料存在经济上可行的需求时，该技术方适用

**BAT 151.** 为了有效利用能源，最佳可行技术是使用以下一种或两种技术从半封闭式埋弧炉产生的热废气中回收能量。

	技术	适用性
a	使用废热锅炉和汽轮机从废气中回收能量并发电	适用性可能会因能源价格和成员国能源政策而受到限制
b	使用废热锅炉生产热水	只有存在经济上可行的需求时，该技术方适用

**BAT 152.** 为了有效利用能源，最佳可行技术是从敞开式埋弧炉产生的废气中回收能量以生产热水。

#### 适用性

只有对热水存在经济上可行的需求时，该技术方适用。

### 1.7.2 空气污染物排放

#### 1.7.2.1 扩散性粉尘排放

**BAT 153.** 为了防止或减少以及收集在出料和铸造过程中扩散性排放的空气污染物，最佳可行技术是使用以下一种技术或两种技术。

	技术	适用性
a	使用集气罩系统	对于现有装置，适用性取决于该装置的配置
b	通过使用液态铁合金来避开对铸造工艺的使用	只有在消费者（例如，钢铁生产商）与铁合金生产商整合生产时才适用

### 1.7.2.2 粉尘经管道排放

**BAT 154.** 为了减少以下过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器：固体物料的储存、处理和运输过程，以及计量、混合、调配和脱脂等预处理操作过程，以及出料、铸造和包装过程。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 46。

**BAT 155.** 为了减少碾压、制团、粒化和烧结过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器或将袋式过滤器与其他技术结合使用。

#### 适用性

在环境温度较低（-20°C 至 -40°C）和废气湿度过高的情况下，袋式过滤器的适用性可能会受到限制，以及出于安全考虑（即爆炸性），其对 CaSi 碾压操作的适用性也可能受到限制。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 46。

**BAT 156.** 为了减少敞开式或半封闭式埋弧炉向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 46。

**BAT 157.** 为了减少封闭式埋弧炉或封闭式等离子粉尘工艺向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术 <sup>(1)</sup>	适用性
a	将湿法洗涤器与 ESP 结合使用	普遍适用

b	袋式过滤器	普遍适用，除非存在与废气中 CO 和 H <sub>2</sub> 含量相关的安全问题
(1) 技术描述见第 1.10 节。		

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 46。

**BAT 158.** 为了减少用于生产钼铁和钒铁的具有耐火衬里的坩埚向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 46。

**表 46：** 铁合金生产过程中向空气中排放粉尘的最佳可行技术相关排放水平

参数	工艺流程	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> )
粉尘	- 固体物料的储存、处理和运输 - 计量、混合、调配和脱脂等预处理操作 - 出料、铸造和包装	2 - 5 <sup>(1)</sup>
	碾压、制团、粒化和烧结	2 - 5 <sup>(2)(3)</sup>
	敞开式或半封闭式埋弧炉	2 - 5 <sup>(2)(4)(5)</sup>
	- 封闭式埋弧炉或封闭式等离子粉尘工艺 - 用于生产钼铁和钒铁的具有耐火衬里的坩埚	2 - 5 <sup>(2)</sup>
<p>(1) 以采样周期平均值表示。</p> <p>(2) 以日平均值或采样周期平均值表示。</p> <p>(3) 在不能使用袋式过滤器的情况下，该范围上限最高可达 10mg/Nm<sup>3</sup>。</p> <p>(4) 在生产 FeMn、SiMn、CaSi 时，该范围的上限最高可达 15mg/Nm<sup>3</sup>，因为粉尘的粘性（由其吸湿能力或化学特性等造成）会影响袋式过滤器的效率。</p> <p>(5) 当金属排放量高于以下水平时，预计粉尘排放量会接近该范围的下限：铅：1mg/Nm<sup>3</sup>、镉：0.05mg/Nm<sup>3</sup>、六价铬：0.05mg/Nm<sup>3</sup>、铈：0.05 mg/Nm<sup>3</sup>。</p>		

相关监测见 BAT 10。

### 1.7.2.3 PCDD/F 排放

**BAT 159.** 为了减少生产铁合金的熔炉向空气中排放的 PCDD/F，最佳可行技术是注入吸附剂并使用 ESP 和/或袋式过滤器。



最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 47。

表 47： 生产铁合金的熔炉向空气中排放 PCDD/F 的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> )
PCDD/F	≤0.05 <sup>(1)</sup>
(1) 以至少为 6 小时的采样周期的平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

#### 1.7.2.4 PAH 和有机化合物排放

**BAT 160.** 为了减少在回转窑中进行钛切屑脱脂时向空气中排放的 PAH 和有机化合物，最佳可行技术是使用热氧化器。

#### 1.7.3 废物

**BAT 161.** 为了减少待处置的炉渣量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对炉渣的再利用，如不可行，则促进对炉渣的再循环，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术	适用性
a	将炉渣用于建筑用途	仅适用于生产高碳 FeCr 和 SiMn 过程中产生的炉渣、从钢厂残渣中回收合金的炉渣和生产 FeMn 和 FeMo 过程中产生的标准废渣
b	将炉渣作为喷砂工艺的砂粒使用	仅对生产高碳 FeCr 时产生的炉渣适用
c	将炉渣作为耐火浇注料使用	仅对生产高碳 FeCr 时产生的炉渣适用
d	将炉渣用于冶炼工艺	仅对生产硅钙时产生的炉渣适用
e	将炉渣作为生产硅锰或其他冶金用途的原料	仅适用于生产锰铁时产生的富渣（MnO 含量高）

**BAT 162.** 为了减少待处置的过滤粉尘和污泥量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对过滤粉尘和污泥的再利用，如不可行，则促进对过滤粉尘和污泥的再循环，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术	适用性 <sup>(1)</sup>
a	将过滤粉尘用于冶炼工艺	仅对生产 FeCr 和 FeMo 时产生的过滤粉尘适用
b	将过滤粉尘用于不锈钢生产	仅对高碳 FeCr 生产过程中碾压和筛分操作产生的过滤粉尘适用
c	将过滤粉尘和污泥作为精矿进料使用	仅对 Mo 焙烧废气净化过程中产生的过滤粉尘和污泥适用
d	将过滤粉尘用于其他行业	仅对 FeMn、SiMn、FeNi、FeMo 和 FeV 的生产适用
e	将微硅粉作为水泥工业中的添加剂使用	仅对生产 FeSi 和 Si 时产生的微硅粉适用
f	将过滤粉尘和污泥用于锌工业	仅适用于钢厂残渣中回收合金时产生的炉尘和湿法洗涤器中的污泥
<p>(1) 无法对高度污染的粉尘和污泥进行再利用或回收。再利用和回收也可能会受到堆积问题的限制（例如，对生产 FeCr 时产生的粉尘进行再利用可能会导致熔炉中 Zn 的堆积）。</p>		

## 1.8 镍和/或钴生产的最佳可行技术结论

### 1.8.1 能源

**BAT 163.** 为了有效使用能源，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
a	在冶炼炉和氧气转炉中使用富氧空气
b	使用余热回收锅炉
c	在工艺中使用熔炉产生的烟道气（例如，烘干）
d	使用热交换器

### 1.8.2 空气污染物排放

#### 1.8.2.1 扩散性排放

**BAT 164.** 为了减少熔炉装料过程中扩散性排放至空气中的粉尘，最佳可行技术是使用封闭式输送系统。

**BAT 165.** 为了减少冶炼过程中扩散性排放至空气中的粉尘，最佳可行技术是使用连接到减排系统的有盖和带罩的溜槽。

**BAT 166.** 为了减少吹炼过程中扩散性排放至空气中的粉尘，最佳可行技术是在负压状态下进行操作并将集气罩与减排系统连接。

**BAT 167.** 为了减少常压浸出和加压浸出过程中产生的扩散性排放，最佳可行技术是使用以下两种技术。

	技术
a	密封或封闭式反应器、沉淀池和高压釜/容器
b	在浸出阶段使用氧气或氯气代替空气

**BAT 168.** 为了减少溶剂萃取精炼过程中产生的扩散性排放，最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术
a	使用低或高剪切混合器混合溶剂/水性混合物
b	为混合器和分离器加盖
c	使用完全密封的槽，并将其与减排系统连接

**BAT 169.** 为减少电解沉积过程中产生的扩散性排放，最佳可行技术是组合使用以下多种技术。

	技术	适用性
a	对氯气进行收集和再利用	仅对氯化物的电解沉积适用
b	使用聚苯乙烯珠粒覆盖池	普遍适用
c	使用发泡剂用稳定的泡沫层覆盖池	仅对硫酸盐的电解沉积适用

**BAT 170.** 在生产镍粉和镍团（加压工艺）时，为了减少氢还原工艺中产生的扩散性排放，最佳可行技术是使用密封或封闭的反应器、沉淀池和高压釜/容器、粉末输送机 and 成品筒仓。

### 1.8.2.2 粉尘经管道排放

**BAT 171.** 在加工硫化矿石时，为了减少原材料处理和储存、物料预处理工艺（例如，矿石预备和矿石/精矿烘干）、熔炉装料、冶炼、吹炼、热精炼和镍粉和镍团生产过程中向空气中排放的粉尘和金属，最佳可行技术是使用袋式过滤器或将 ESP 和袋式过滤器结合使用。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 48（表 48）。

**表 48:** 在加工硫化矿石时，原材料处理和储存、物料预处理工艺（例如，矿石预备和矿石/精矿烘干）、熔炉装料、冶炼、吹炼、热精炼和镍粉和镍团生产过程中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 (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
粉尘	2 - 5
<sup>(1)</sup> 以日平均值或采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.8.2.3 镍和氯排放

**BAT 172.** 为了减少常压浸出和加压浸出过程中向空气中排放的镍和氯，最佳可行技术是使用湿法洗涤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 49。

**表 49：** 常压浸出和加压浸出过程中向空气中排放镍和氯的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
Ni	≤1
Cl <sub>2</sub>	≤1
(1) 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 173.** 为了减少使用三氯化铁和氯的镍冰铜精炼工艺向空气中排放的镍，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 50。

**表 50:** 使用三氯化铁和氯的镍冰铜精炼工艺向空气中排放镍的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
Ni	≤1
<sup>(1)</sup> 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

#### 1.8.2.4 二氧化硫排放

**BAT 174.** 在加工硫化矿石时，为了减少冶炼和吹炼向空气中排放的 SO<sub>2</sub>（被输送到硫酸装置的除外），最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术 <sup>(1)</sup>
a	注入石灰，然后再使用袋式过滤器
b	湿法洗涤器
<sup>(1)</sup> 技术描述见第 1.10 节。	

#### 1.8.2.5 NH<sub>3</sub> 排放

**BAT 175.** 为了减少镍粉和镍团生产过程中向空气中排放的 NH<sub>3</sub>，最佳可行技术是使用湿法洗涤器。

### 1.8.3 废物

**BAT 176.** 为了减少待处置废物量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括使用以下一种技术或组合使用以下多种技术。

	技术	适用性
a	将（用于冶炼的）电弧炉产生的粒状炉渣作为磨料或建筑材料使用	适用性取决于炉渣的金属含量
b	将从（用于冶炼的）电弧炉中回收的废气粉尘作为生产锌的原料	普遍适用
c	将从（用于冶炼的）电弧炉中回收的冰铜粒化产生的废气粉尘作为镍精炼/二次冶炼的原料	普遍适用
d	将氯化物浸出工艺中冰铜过滤后收集的硫残留物作为生产硫酸的原料	普遍适用
e	将硫酸盐浸出工艺产生的铁残留物作为镍熔炼炉的进料	适用性取决于废物的金属含量
f	将溶剂萃取精炼工艺产生的碳酸锌残留物作为生产锌的原料	适用性取决于废物的金属含量
g	将硫酸盐浸出和氯化物浸出工艺产生的铜残留物作为生产铜的原料	普遍适用

## 1.9 碳和/或石墨生产的最佳可行技术结论

### 1.9.1 空气污染物排放

#### 1.9.1.1 扩散性排放

**BAT 177.** 为了减少液体沥青在储存、处理和运输过程中扩散性排放至空气中的 PAH，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
a	液体沥青储罐使用回排气
b	通过使用空气和/或水系统（例如，增湿塔）的外部和/或内部冷却进行冷凝，然后再采用过滤技术（吸附式洗涤器或 ESP）
c	将收集的废气收集和输送到工艺其他阶段（例如，混合和成型或焙烧）可用的减排技术（干式洗涤器或热氧化器/蓄热式热氧化器）

#### 1.9.1.2 粉尘和 PAH 排放

**BAT 178.** 为了减少在焦炭和沥青的储存、处理和运输过程中，以及减少在机械工序（例如，研磨）和石墨化和机械加工过程中向空气中排放的粉尘，最佳可行技术是使用袋式过滤器。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 51。

**表 51:** 在焦炭和沥青的储存、处理和运输过程中，以及在机械工序（例如，研磨）和石墨化和机械加工过程中向空气中排放粉尘和 BaP（作为 PAH 的指标）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
粉尘	2 - 5
BaP	≤0.01 <sup>(2)</sup>
<sup>(1)</sup> 以采样周期平均值表示。	
<sup>(2)</sup> 只有在处理固体沥青时才会出现 BaP 颗粒。	

相关监测见 BAT 10。



**BAT 179.** 为减少生糊和/或生品生产过程中向空气中排放的粉尘和 PAH，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 <sup>(1)</sup>
a	使用采用焦炭吸附剂的干式洗涤器（带或不带预冷均可），然后再使用袋式过滤器
b	焦炭过滤器
c	蓄热式热氧化器
d	热氧化器

(<sup>1</sup>) 技术描述见第 1.10 节。

**最佳可行技术（BAT）相关排放水平：** 见表 52。

**表 52：** 生糊和/或生品生产过程中向空气中排放粉尘和 BaP（作为 PAH 的指标）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
粉尘	2 - 10 <sup>(2)</sup>
BaP	0.001 - 0.01

(<sup>1</sup>) 以采样周期平均值表示。  
<sup>(2)</sup> 该范围的下限与使用下列技术有关：使用采用焦炭吸附剂的干式洗涤器，然后再使用袋式过滤器。该范围的上限与使用热氧化器有关。

相关监测见 BAT 10。

**BAT 180.** 为了减少焙烧向空气中排放的粉尘和 PAH，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 <sup>(1)</sup>	适用性
a	使用 ESP。如果预计有高挥发性化合物，则将 ESP 与热氧化步骤（例如，蓄热式热氧化器）结合使用	普遍适用
b	使用蓄热式热氧化器。如果废气中的粉尘含量高，则将蓄热式热氧化器与预处理（例如，ESP）	普遍适用

	结合使用	
c	热氧化器	对连续式环形炉不适用
(1) 技术描述见第 1.10 节。		

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 53。

表 53： 焙烧和二次焙烧向空气中排放粉尘和 BaP（作为 PAH 的指标）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
粉尘	2 - 10 <sup>(2)</sup>
BaP	0.005 - 0.015 <sup>(3)(4)</sup>
<p>(1) 以采样周期平均值表示。</p> <p>(2) 该范围的下限与将 ESP 和蓄热式热氧化器结合使用有关。该范围的上限与使用热氧化器有关。</p> <p>(3) 该范围的下限与使用热氧化器有关。该范围的上限与将 ESP 和蓄热式热氧化器结合使用有关。</p> <p>(4) 对于阴极生产，该范围的上限为 0.05mg/Nm<sup>3</sup>。</p>	

相关监测见 BAT 10。

**BAT 181.** 为了减少浸渍向空气中排放的粉尘和 PAH，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 <sup>(1)</sup>
a	使用干式洗涤器，然后再使用袋式过滤器
b	焦炭过滤器
c	热氧化器
(1) 技术描述见第 1.10 节。	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平：见表 54。

表 54： 浸渍向空气中排放粉尘和 BaP（作为 PAH 的指标）的最佳可行技术相关排放水平

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>
----	--

粉尘	2 - 10
BaP	0.001 - 0.01
(1) 以采样周期平均值表示。	

相关监测见 BAT 10。

### 1.9.1.3 二氧化硫排放

**BAT 182.** 当工艺中添加硫时，为了减少向空气中排放的 SO<sub>2</sub>，最佳可行技术是使用干式和/或湿法洗涤器。

### 1.9.1.4 有机化合物排放

**BAT 183.** 为了减少向空气中排放的有机化合物（包括使用树脂和生物可降解溶剂等特殊浸渍剂的浸渍阶段排放的苯酚和甲醛），最佳可行技术是使用以下一种技术。

	技术(1)
a	在混合、焙烧和浸渍阶段使用蓄热式热氧化器和 ESP
b	在使用树脂和生物可降解溶剂等特殊浸渍剂的浸渍阶段使用生物过滤器和/或生物洗涤器
(1) 技术描述见第 1.10 节。	

**最佳可行技术（BAT）相关排放水平：**见表 55。

**表 55： 混合、焙烧和浸渍过程中向空气中排放 TVOC 的最佳可行技术相关排放水平**

参数	BAT-AEL (mg/Nm <sup>3</sup> ) (1)(2)
TVOC	≤10 - 40
(1) 以采样周期平均值表示。	
(2) 该范围的下限与将 ESP 和蓄热式热氧化器结合使用有关。该范围的上限与使用生物过滤器和/或生物洗涤器有关。	

相关监测见 BAT 10。

## 1.9.2 废物

**BAT 184.** 为了减少待处置废物量，最佳可行技术是组织现场操作以促进对工艺残留物的再利用，如不可行，则促进对工艺残留物的再循环，包括在当前工艺或其他外部工艺中再利用或再循环当前生产过程中产生的碳和其他残留物。

## 1.10 技术描述

### 1.10.1 空气污染物排放

下列技术描述根据其各自主要针对的污染物排列。

#### 1.10.1.1 粉尘排放

技术	描述
袋式过滤器	袋式过滤器，常被称为织物过滤器，由多孔机织物或毡织物制成，气体中所含的颗粒在气体通过该过滤器时被去除。使用袋式过滤器时需选用适合废气特性和最高作业温度的织物材料。
静电除尘器 (ESP)	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。可在多种条件下运行干式 ESP 采用机械方式（例如，通过摇动、振动、压缩空气）移除收集的物质，而湿式 ESP 则通过使用特定液体（通常是水）冲洗收集的物质进行移除。
湿法洗涤器	湿法洗涤通过将进入的气体与水剧烈混合来分离粉尘，通常还结合使用离心力来去除粗颗粒。去除后的粉尘被收集在洗涤器底部。此外，湿式洗涤器还可去除诸如 SO <sub>2</sub> 、NH <sub>3</sub> 一类的物质，某些 VOC 以及重金属

#### 1.10.1.2 NO<sub>x</sub> 排放

技术	描述
低 NO <sub>x</sub> 燃烧器	低 NO <sub>x</sub> 燃烧器通过降低火焰峰值温度来减少 NO <sub>x</sub> 的形成，延迟但完成燃烧并增加热传递（增加火焰发射率）。超低 NO <sub>x</sub> 燃烧器包括燃烧分级（空气/燃料）和烟道气再循环
纯氧燃烧器	该技术使用氧气替代助燃空气，从而消除/减少由进入熔炉的氮气所产生的热 NO <sub>x</sub> 。炉内残留的氮含量取决于所供应氧气的纯度、燃料质量和潜在的空气入口
烟道气再循环	将熔炉产生的烟道气重新输送至火焰以减少氧气含量，从而降低火焰温度。使用基于燃烧气体的内部再循环的专用燃烧器，从而冷却火焰的根部并减少火焰最炽热部分中的氧气含量

### 1.10.1.3 SO<sub>2</sub>、HCl 和 HF 排放

技术	描述
干式或半干式洗涤器	<p>向烟道气流中注入和散布碱性试剂悬浮液/溶液或干粉（例如，石灰或碳酸氢钠）。该物质与酸性气态物质（例如，SO<sub>2</sub>）发生反应形成固体，然后通过过滤（袋式过滤器或静电除尘器）将其除去。使用反应塔可提高洗涤系统的去除效率。也可以通过使用填料塔（例如，焦炭过滤器）进行吸附。</p> <p>对于现有装置而言，该技术的性能与多项工艺参数有关，如温度（最低 60 °C）、水分含量、接触时间、气体波动，以及可应对额外粉尘负荷的粉尘过滤系统（如袋式过滤器）的能力等。</p>
湿法洗涤器	<p>在湿式洗涤过程中，气态化合物在洗涤液（例如，含有石灰、NaOH 或 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的碱性溶液）中溶解。在湿法洗涤器的下游，废气处于水饱和状态，因此在排放废气之前需要进行液滴分离。由此产生的液体经过进一步废水处理，不溶物通过沉淀或过滤收集。</p> <p>对于现有装置而言，采用该技术可能需要大量空间</p>
使用低硫燃料	使用天然气或低硫燃料油能减少燃烧过程中因燃料中硫的氧化而产生的 SO <sub>2</sub> 和 SO <sub>3</sub> 的排放量
聚醚型吸收/解吸系统	使用聚醚型溶剂选择性吸收废气中的 SO <sub>2</sub> 。然后在另一个塔中对吸收的 SO <sub>2</sub> 进行汽提，使溶剂得到完全再生。汽提的 SO <sub>2</sub> 可以用于生产液态 SO <sub>2</sub> 或硫酸

### 1.10.1.4 汞排放

技术	描述
活性炭吸附	该工艺基于活性炭对汞的吸附。当表面充分吸收后，被吸附物受到解吸，作为吸附剂再生过程的一部分
硒吸附	该工艺为在填充床中使用外层涂有硒的球体。红色、无定形的硒与气体中的汞产生反应形成 HgSe。然后对过滤器进行处理以再生硒。

### 1.10.1.5 VOC、PAH 和 PCDD/F 排放

技术	描述
加力燃烧室或热氧化器	使废气流中的污染物与氧气在温度可控的环境下进行氧化反应的燃烧系统
蓄热式热氧化器	采用再生工艺的燃烧系统，通过使用耐火支撑床来利用气体和碳化合物中的热能，需要使用歧管系统来改变气流方向，以便清洁支撑床。该燃烧系统也被称为再生加力燃烧室

催化热氧化器	在较低温度（通常为 350° C 至 400° C）下，在金属催化剂表面进行分解的燃烧系统，也被称为催化加力燃烧室
生物过滤器	由有机或惰性物质组成的床层，废气流通过时其所含的污染物被床层中的微生物生物氧化
生物洗涤器	结合了湿法气体洗涤（吸收）和生物降解的洗涤器，所使用的洗涤水中含有大量能氧化有害气体成分的微生物
根据熔炉和所用减排技术的特性选择和使用原材料	适当选择原材料，使用于实现所需减排性能的熔炉和减排系统能够妥善处理进料中所含的污染物
优化燃烧条件以减少有机化合物的排放	确保空气或氧气与碳含量达到良好混合，控制气体温度和高温下的停留时间，以氧化含有 PCDD/F 的有机碳。也可以使用富氧空气或纯氧
为半封闭熔炉配备装料系统，少量添加原料	为半封闭炉内添加原料时，每次少量添加，以减少装料时的炉冷效应。该方法可以保持较高的气体温度并防止 PCDD/F 的再形成
内部燃烧器系统	废气直接通过燃烧器火焰，有机碳与氧气一起转化为 CO <sub>2</sub>
避免使用在温度 >250° C 时会出现大量粉尘堆积的排气系统	温度高于 250° C 时粉尘的存在会促进 PCDD/F 通过从头合成途径形成
将吸附剂与高效集尘系统结合使用	PCDD/F 可能会吸附在粉尘上，因此可以使用有效的粉尘过滤系统来减少排放。添加特定吸附剂能促进该过程并减少 PCDD/F 的排放
急冷	将气体从 400° C 快速冷却到 200° C 能阻止 PCDD/F 的从头合成

### 1.10.2 水体污染物排放

技术	描述
化学沉淀	通过添加化学沉淀剂将溶解的污染物转化为不溶的化合物。形成的固体沉淀物随后通过沉积、浮选或过滤分离。如有必要，还可再进行超滤或反渗透。金属沉淀常用的化学品有石灰、氢氧化钠和硫化钠。
沉积	通过重力沉降分离悬浮颗粒和悬浮物质
浮选	通过让固体或液体颗粒附着在细小的气泡（通常是空气）上来实现其从废水中的移除。该类颗粒会上浮并积聚在水面，随后由撇渣器收集
过滤	通过让废水穿过多孔介质来实现从废水中移除固体。砂是最常用的过滤介质
超滤	使用孔径约为 10μm 的膜作为过滤介质的过滤工艺
活性炭过滤	以活性炭为过滤介质的过滤工艺

反渗透	一种膜分离工艺，将溶液置于容器中，中间用膜阻隔，对膜一侧的溶液加压，两侧之间的压力差导致水从浓度较高的溶液流向浓度较低的溶液
-----	--

### 1.10.3 其他类

技术	描述
除雾器	除雾器是从气流中去除夹带液滴的过滤装置，通常由金属或塑料丝网组成，具有高比表面积。气流中的小液滴借着惯性撞击丝网，聚结成更大的液滴
离心系统	离心系统利用惯性通过施加离心力从废气流中去除液滴
增压抽吸系统	在装料、熔化和出料周期中，烟雾来源会发生变化，该系统的设计根据烟雾源头调整抽风机容量。在装料期间采用燃烧器速率自动化控制，确保在敞开炉门的操作期间维持气体的最小流量
切屑离心法	离心技术是一种将油与切屑分离的机械方法。为了增加沉淀过程的速度，对切屑施加离心力，以实现脱油
切屑烘干	切屑的烘干工艺使用的是间接加热的转鼓。为了实现脱油，在 300° C 至 400° C 的温度下采用热解工艺
已密封炉门或对炉门进行密封	炉门设计旨在提供有效的密封，以防止逸出的扩散性排放，同时确保在冶炼/熔化阶段炉内保持正压