

欧委会执行决定

2014年9月26日

根据《欧洲议会与欧盟理事会第2010/75/EU号指令》确立纸浆、纸张和纸板生产最佳可行技术（BAT）结论

(根据C(2014)6750号文件发出通知)

(本文件的规定适用于欧洲经济区)

(2014/687/EU)

欧盟委员会,

考虑到《欧洲联盟运行条约》,

考虑到《欧洲议会与欧盟理事会2010年11月24日第2010/75/EU号工业排放（综合污染预防和控制）指令》¹, 尤其是其中第13(5)条,

鉴于:

- (1) 《第2010/75/EU号指令》中第13(1)条要求欧委会组织安排与成员国、相关产业以及促进环保的非政府组织就工业排放进行信息交换, 以便于起草该指令中第3(11)条中定义的最佳可行技术(BAT)的参考文件。
- (2) 根据《第2010/75/EU号指令》第13(2)条, 信息交换应重点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), 涵盖相关参考条件、原材料消耗和性质、水耗、能源使用和所产生废物、所用技术、相关监测、跨介质的影响、经济和技术可行性及其发展, 以及在考虑到该指令第13(2)条(a)和(b)项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》第3(12)条所定义的最佳可行技术结论是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、最佳可行技术相关排放水平、相关监测、相关消耗水平及将酌情采取的相关现场补救措施。
- (4) 根据《第2010/75/EU号指令》第14(3)条, 最佳可行技术结论应在为该指令第二章所涵盖设施制定许可条件时作为参考。
- (5) 《第2010/75/EU号指令》的第15(3)条要求主管部门设定的排放限值应确保在正常运行条件下, 排放量不超过在《第2010/75/EU号指令》第13(5)条所指涉及最佳可行技术结论的决定中规定的与最佳可行技术相关的排放水平。
- (6) 《第2010/75/EU号指令》第15(4)条规定, 只有在因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相关排放水平的相关成本大大超过环境收益时, 方可克减第15(3)条中的要求。

¹ 《欧盟官方公报》L 334, 17.12.2010, 第17页。

- (7) 《第 2010/75/EU 号指令》第 16 (1) 条规定, 该指令第 14 (1) 条 (c) 项所指许可中的监测要求应基于最佳可行技术结论中所述的监测结论。
- (8) 根据《第 2010/75/EU 号指令》第 21 (3) 条, 在涉及最佳可行技术结论的决定发布后 4 年内, 主管部门应重新考虑并在必要时更新所有许可条件, 并确保设施满足这些许可条件。
- (9) 《欧委会 2011 年 5 月 16 日决定》依照《第 2010/75/EU 号工业排放指令》第 13 条规定, 设立一个工业排放信息交流论坛², 该论坛由成员国、相关产业以及促进环保非政府组织的代表组成。
- (10) 依照《第 2010/75/EU 号指令》第 13 (4) 条规定, 欧委会于 2013 年 9 月 20 日就纸浆、纸张和纸板生产最佳可行技术参考文件提案内容征求并公布了该论坛的意见³。
- (11) 本决定中规定措施符合按《第 2010/75/EU 号指令》第 75 (1) 条成立的委员会的意见,

通过本决定:

第 1 条

纸浆、纸张和纸板生产最佳可行技术结论见本决定附件。

第 2 条

本决定适用于各成员国。

2014 年 9 月 26 日订于布鲁塞尔

代表欧委会
亚内兹·波托奇尼克 (Janez POTOČNIK)
欧委会成员

² 《欧盟官方公报》C 146, 17.05.2011, 第 3 页。

³ <https://circabc.europa.eu/w/browse/6516b21a-7f84-4532-b0e1-52d411bd0309>

纸浆、纸张和纸板生产最佳可行技术结论

适用范围	4
总体说明	5
最佳可行技术相关排放水平	5
排放至水中污染的平均周期	5
大气排放的参考条件	5
大气排放的平均周期	6
定义	6
1.1 纸浆和造纸工业最佳可行技术一般性结论	9
1.1.1 环境管理体系	9
1.1.2 物料管理及良好的内务管理	10
1.1.3 水及废水管理	11
1.1.4 能耗和效率	13
1.1.5 异味排放	14
1.1.6 监测关键工艺参数和排放至水和空气中的污染	15
1.1.7 废物管理	18
1.1.8 排放至水中污染	18
1.1.9 噪声排放	19
1.1.10 停用	20
1.2 牛皮纸制浆工艺最佳可行技术结论	22
1.2.1 废水与排放至水中污染	22
1.2.2 大气排放	23
1.2.3 废物产生	31
1.2.4 能耗和效率	32
1.3 亚硫酸盐制浆工艺最佳可行技术结论	33
1.3.1 废水与排放至水中污染	33
1.3.2 大气排放	35
1.3.3 能耗和效率	37
1.4 机械制浆及化学机械制浆最佳可行技术结论	39
1.4.1 废水与排放至水中污染	39
1.4.2 能耗和效率	40
1.5 加工纸张回收利用最佳可行技术结论	41
1.5.1 物料管理	41
1.5.2 废水与排放至水中污染	41
1.5.3 能耗和效率	43
1.6 造纸和相关工艺最佳可行技术结论	44
1.6.1 废水与排放至水中污染	44
1.6.2 大气排放	46
1.6.3 废物产生	46
1.6.4 能耗和效率	48
1.7 技术描述	49
1.7.1 防止和控制大气排放的技术描述	49
1.7.2 减少淡水使用 / 废水流量以及废水中污染量的技术描述	51
1.7.3 防止废物产生和废物管理技术描述	56

适用范围

本最佳可行技术结论涉及《第 2010/75/EU 号指令》附件一第 6.1(a) 和第 6.1(b) 节中规定的活动，即工业设施中一体化和非一体化生产：

- a) 木材或其他纤维材料纸浆；
- b) 纸张或纸板，日生产能力超过 20 吨。

本最佳可行技术结论尤其涵盖以下工艺流程和操作：

- i. 化学制浆：
 - a. 牛皮纸 (硫酸盐) 制浆工艺；
 - b. 亚硫酸盐制浆工艺。
- ii. 机械和化学机械制浆；
- iii. 加工纸张，以便于脱墨和不脱墨时回收利用；
- iv. 造纸和相关工艺流程；
- v. 在纸浆厂和造纸厂运行的所有回收锅炉和石灰窑。

本最佳可行技术结论不涉及以下情形：

- i. 利用非木材纤维原材料 (如一年生植物纸浆) 生产纸浆；
- ii. 固定式内燃机；
- iii. 除回收锅炉外，用于蒸汽和发电的燃烧装置；
- iv. 配有内部燃烧器的干燥机，用于造纸机和涂料器。

与本最佳可行技术结论所涵盖活动有关的其它参考文件如下：

参考文件	操作
工业冷却系统 (ICS)	工业冷却系统，如冷却塔和板式热交换器
经济因素和跨介质影响 (ECM)	技术的经济因素和跨介质影响
储存阶段的排放 (EFS)	来自储罐、管道和储存化学品的排放
能源效率 (ENE)	一般能效
大型燃烧装置 (LCP)	纸浆厂和造纸厂燃烧装置生产蒸汽和电力
监测通用原则 (MON)	排放监测
废物焚化 (WI)	现场焚烧及协同焚烧废物
废物处理工业 (WT)	废燃料制备

总体说明

本最佳可行技术结论中列出和描述的技术既非强制规定也非包罗万象。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，本最佳可行技术结论具普遍适用性。

最佳可行技术相关排放水平

如果在相同的平均期内以不同的单位表达最佳可行技术相关排放水平 (例如浓度和特定载荷值 (即每吨净生产量))，则最佳可行技术 BAT-AELs 的不同表达方式应视为同等替代。

对于一体化和多产品纸浆厂和造纸厂，针对单个工艺 (粉碎及造纸) 及 / 或产品定义的最佳可行技术 BAT-AELs 需根据混合规则进行组合，该规则基于其排放的添加剂份额。

排放至水中污染的平均周期

除非另有说明，排放至水中污染的 BAT-AELs 相关平均周期定义如下。

日平均值	采样周期为 24 小时的平均值，为流气式正比复合样品 ⁽¹⁾ ，或者，如显示足够的流气稳定性，时间比样品亦可 ⁽¹⁾
年平均值	一年内所有日平均值的平均值，根据日产量加权，以每单位生产或加工产品 / 物料质量的排放物质质量表示

⁽¹⁾ 特殊情况下，可能需采用不同的采样程序 (如：抓样)

大气排放的参考条件

大气排放最佳可行技术 BAT-AELs 排放标准指标准条件：干燥气体，温度为 273.15K，压力为 101.3 kPa。如最佳可行技术 BAT-AELs 为浓度值，则参考 O₂ 水平 (按容积计算的百分比)会显示。

换算为参考氧浓度

计算参考氧气水平排放浓度的公式如下所示：

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

其中：

- E_R (mg/Nm³): 排放浓度指参考氧气水平 O_R ;
 O_R (vol%): 参考氧气水平;
 E_M (mg/Nm³): 测出排放浓度指测出氧气水平 O_M ;
 O_M (vol%): 测量氧气水平。

大气排放的平均周期

除非另有说明，大气排放的 BAT-AELs 相关平均周期定义如下：

日平均值	基于连续测量获得的有效小时平均值的 24 小时周期平均值
采样周期平均值	每次至少 30 分钟、三次连续测量的平均值
年平均值	如为连续测量：所有有效小时平均值的平均值。如为定期测量：一年内获得的所有“抽样周期平均值”的平均值

定义

以下定义适用于本最佳可行技术结论：

所用术语	定义
新装置	在本最佳可行技术结论发布之后于设施中首次允许使用的装置或是现有设施中全套装置的替换
现有装置	非新装置的装置
重大整修	装置 / 减排系统的设计或技术发生了重大变化，并对工艺机组和相关设备进行了重大调整或替换
新的除尘系统	本最佳可行技术结论发布之后于设施中首先运行的除尘系统
现有除尘系统	非新系统的除尘系统
不可凝臭气 (NCG)	不可凝臭气指牛皮纸浆恶臭气体

所用术语	定义
浓缩不可凝臭气 (CNCG)	浓缩不可凝臭气 (或“强烈臭气”)： 蒸煮、蒸发和冷凝水剥离产生的含 TRS 的气体
强烈臭气	不可凝臭气 (CNCG)
微弱臭气	稀释不可凝臭气：含 TRS 的非强烈臭气 (例如来自储罐、洗涤过滤器、木片仓、石灰泥过滤器及干燥机的的气体)
微弱气体残留	回收锅炉、石灰窑或 TRS 燃烧器以外的其他方式排放的微弱气体
连续测量	使用长久安装在现场的自动测量系统 (AMS) 进行测量
定期测量	以自动或手动方式按规定的时段测定特定量待测物 (待定量被测物) 的属性
扩散性排放	正常作业条件下挥发性物质或粉尘与环境直接 (非直接) 接触而产生的排放
一体化生产	纸浆和纸张 / 纸板均于同一地点生产, 生产纸张 / 纸板前通常不干燥纸浆
非一体化生产	(a) 在不运行造纸机的工厂中生产市场纸浆 (出售), 或者 (b) 仅使用其他装置生产的纸浆 (市场纸浆) 生产纸张 / 纸板
净产量	(i) 造纸厂: 转换前最后一部分切卷绕机之后未包装、可销售的产量 (ii) 脱机式涂料器: 涂料后产量 (iii) 纸巾厂: 在任何回卷工艺之前, 纸巾机之后生产的可销售产量, 但不包括任何核心 (iv) 市场纸浆厂: 包装后产量 (ADt) (v) 一体化工厂: 净纸浆产量指包装后产量 (ADt) 加上转移到造纸厂的纸浆 (纸浆干度计为 90%, 即空气干燥)。纸张净产量: 同 (i)
特种纸厂	生产各种特种级别 (工业及 / 或非工业) 纸张和纸板的工厂, 特点是具有特定性能、相对较小的最终用途市场或专为特定客户或终端用户群体设计的专门用途, 如香烟纸、过滤纸、金属纸、热敏纸、自动复写纸、粘贴标签、铸涂纸、石膏衬垫及特种纸张, 用于打蜡、绝缘、屋顶材料、防潮沥青纸和其他特定应用或处理。上述级别皆不属于标准纸张类别
硬木	包括白杨、山毛榉、桦树和桉树在内的一组木材物种。硬木一词与软木相对
软木	针叶林木材, 包括松树和云杉。软木一词与硬木相对
苛化	石灰循环工艺, 反应 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{OH}^-$ 重新生成氢氧化物 (白液)

首字母缩写语

所用术语	定义
ADt	(纸浆)空气干燥吨, 表示为 90%干燥度
AOX	根据 EN ISO 测定的可吸附有机卤化物: 9562 废水标准处理方法
BOD	生物化学需氧量, 微生物分解废水中的有机物质所需的溶解氧量
CMP	化学机械纸浆
CTMP	化学热磨机械浆
COD	化学需氧量, 废水中可化学氧化有机物的含量 (通常指重铬酸盐氧化分析)
DS	干固体, 以重量百分比表示
DTPA	二乙烯三胺五乙酸 (用于过氧化物漂白的络合剂 / 螯合剂)
ECF	无元素氯
EDTA	乙二胺四乙酸 (络合剂 / 螯合剂)
H ₂ S	硫化氢
LWC	轻量级铜版纸
NO _x	一氧化氮 (NO) 和二氧化氮 (NO ₂), 以 NO ₂ 表示
NSSC	中性亚硫酸盐半化学
RCF	再生纤维
SO ₂	二氧化硫
TCF	全无氯
总氮 (Tot-N)	总氮 (Tot-N) 以 N 表示, 包括有机氮、游离氨和铵 (NH ₄ ⁺ -N)、亚硝酸盐 (NO ₂ ⁻ -N) 和硝酸盐 (NO ₃ ⁻ -N)
总磷 (Tot-P)	以 P 表示的总磷 (Tot-P) 包括溶解磷以及任何以沉淀物形式被带入废水中或存在于微生物内的不溶性磷
TMP	热磨机械浆
TOC	总有机碳 (TOC)
TRS	总还原硫, 制浆工艺中产生的以下还原恶臭硫化物总量: 硫化氢、甲硫醇、二甲硫醚和二甲基二硫化物, 以硫表示
TSS	悬浮固体总量 (废水中), 悬浮固体包括小纤维碎片、填充物、细粉、非沉淀生物质 (微生物聚集) 和其他小颗粒

所用术语	定义
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 纸浆和造纸工业最佳可行技术一般性结论

除本节中最佳可行技术一般性结论适用外，第 1.2 至 1.6 节涵盖的工艺特定最佳可行技术结论也适用。

1.1.1 环境管理体系

BAT 1. 为改善纸浆、纸张和纸板生产装置的整体环境绩效，最佳可行技术应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）承诺；
- b) 管理层制定持续改善设施环境绩效等环境政策；
- c) 规划和设立必要程序、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. 培训、宣传和能力的培养；
 - iii. 沟通；
 - iv. 员工参与；
 - v. 文件资料归档；
 - vi. 高效的工艺流程管理；
 - vii. 维护程序；
 - viii. 应急准备和应对；
 - ix. 确保遵守环境法规。
- e) 核查绩效并采取纠正措施，应特别注意以下方面：
 - i. 监测和测量（另见《一般性监测原则参考文件》）；
 - ii. 纠正和预防措施；
 - iii. 保存更新记录；
 - iv. 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）是否符合规划要求并且妥善得到实施与维护。
- f) 高级管理层对环境管理体系及其持续适用性、充足性和有效性进行审查；

- g) 关注清洁技术的发展；
- h) 在新装置的设计阶段及其整个运行寿命期间，考虑该设施最终停用时对环境的影响；
- i) 定期实行业务标杆管理。

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）通常会与设施的性质、规模和复杂性及其可能产生的环境影响有关。

1.1.2 物料管理及良好的内务管理

BAT 2. 最佳可行技术应运用良好的内务管理原则并使用以下几种技术，最大限度地减少生产工艺对环境造成的影响。

	技术
a	谨慎选择和控制化学品及添加剂
b	使用化学品库存进行输入输出分析，包括数量和毒理学特性
c	根据最终产品质量规格的要求，将化学品的使用量降至所需的最低水平
d	避免使用有害物质 (如含壬基酚聚氧乙烯醚的分散剂、清洁剂或表面活性剂)，并使用有害性小的替代品
e	最大限度地减少物质通过泄漏、空中沉积和不当储存原材料、产品或残留物而进入土壤
f	制定溢漏管理方案并扩大对相关来源的控制，从而防止土壤和地下水受到污染
g	正确设计管道和存储系统，以保持表面清洁并减少洗涤和清洁需求

BAT 3. 为减少过氧化物漂白释放不易生物降解有机螯合剂 (如 EDTA 或 DTPA)，最佳可行技术应使用以下几种技术。

	技术	适用性
a	定期测量并确定释放到环境中的螯合剂总量	不适用于不使用螯合剂的工厂
b	优化工艺，以减少不易生物降解螯合剂的消耗和排放	不适用于在废水处理装置或工艺中消除 70%或 70%以上 EDTA / DTPA 的装置
c	优先使用可生物降解或可消除的螯合剂，逐步淘汰不可降解产品	适用性取决于是否具有合适的替代品 (可满足纸浆亮度要求的可生物降解剂)

1.1.3 水及废水管理

BAT 4. 为减少木材储存及制备所产生的废水及废水污染量，最佳可行技术应使用下列几种技术。

	技术	适用性
a	干法剥皮 (相关描述见第 1.7.2.1 节)	使用 TCF 漂白要求高纯度及高亮度时，适用性受到限制
b	以此方式搬运木材原木，以避免树皮和木材受沙石污染	普遍适用
c	铺砌堆木场区，尤其是储存小木片的表面	适用性可能因堆木场及储存区的大小而受到限制
d	控制洒水量并最大限度地减少来自堆木场的表面径流水；	普遍适用
e	收集堆木场的受污染径流水，对其进行生物处理前从废水中分离悬浮固体	径流水(低浓度)污染程度及 / 或废水处理装置的规模 (大容量)可能会限制适用性

最佳可行技术相关干法剥皮所产生的废水量为 0.5 - 2.5 m³/ADt。

BAT 5. 为减少淡水的使用和废水的产生，最佳可行技术应使用以下几种技术，根据所生产的纸浆和纸张等级，在技术允许的情况下关闭水系统。

	技术	适用性
a	监测和优化用水	普遍适用
b	评估水再循环的不同措施	
c	平衡水路关闭程度和潜在缺陷；如必要，添加附加设备	
d	将污染较小的密封水从泵中分离，用于真空生成及重复使用	
e	将清洁的冷却水与受污染的工艺用水分离并重复使用	
f	重复使用工艺用水，以替代淡水 (水再循环并关闭水回路)	适用于新装置及重大整修 适用性可能因水质及 / 或产品质量要求、技术限制 (如水系统中的沉淀 / 水垢) 或异味加重的干扰而受到限制

g	联机处理（部分）工艺用水，以改善水质，以便再循环或重复使用	普遍适用
---	-------------------------------	------

废水处理后排放点最佳可行技术相关废水年均流量为：

行业	最佳可行技术相关废水流
漂白牛皮纸	25 - 50 m ³ /ADt
未漂白牛皮纸	15 - 40 m ³ /ADt
漂白鸡皮纸级纸浆	25 - 50 m ³ /ADt
亚硫酸镁法纸浆	45 - 70 m ³ /ADt
溶解纸浆	40 - 60 m ³ /ADt
NSSC 纸浆	11 - 20 m ³ /ADt
机械纸浆	9 - 16 m ³ /t
CTMP 和 CMP	9 - 16 m ³ /ADt
无脱墨 RCF 纸厂	1.5 - 10 m ³ /t (上限主要与折叠纸板生产相关)；
脱墨 RCF 纸厂	8 - 15 m ³ /t
脱墨 RCF 纸巾厂	10 - 25 m ³ /t
非一体化纸厂	3.5 - 20 m ³ /t

1.1.4 能耗和效率

BAT 6. 为减少纸浆厂和造纸厂的燃料和能源消耗，最佳可行技术应使用技术 (a) 和以下其他几种技术。

	技术	适用性
a	使用具有以下所有功能的能源管理体系： i. 评估工厂的整体能源消耗和生产 ii. 确定、量化和优化能源回收潜力 iii. 监测并保障最佳能源消耗	普遍适用
b	通过焚烧有机含量和热值较高的纸浆和纸张生产中产生的废物和残留物来回收能源，同时考虑到最佳可行技术 12	仅适用于生产有机含量高的纸浆和纸张时产生的废物和残留物的回收或回收利用，热值高的纸浆和纸张不适用

	技术	适用性
c	尽可能通过热电联产 (CHP) 满足生产工艺的蒸汽和电力需求	适用于所有新装置和能源装置的重大整修, 而现有装置的适用性可能受到工厂布局和可用空间的限制
d	使用余热干燥生物质和污泥、加热锅炉给水和工艺用水, 并加热建筑物等	热源和位置相隔很远时, 本技术的适用性可能会受到限制
e	使用热压缩机	只要有中压蒸汽, 适用于所有级别纸张的新装置和现有装置, 亦适用于涂料机
f	蒸汽和凝结水管接头绝缘	普遍适用
g	使用节能真空系统进行脱水	
h	使用高效电动机、泵和搅拌器	
i	对风扇、压缩机和泵使用变频器	
j	将蒸汽压力水平与实际压力需求进行匹配	

描述

技术 (c) : 单一工艺中同时生产热能、电能及 / 或机械能, 称为热电联产装置 (CHP)。纸浆和造纸工业热电联产装置通常使用蒸汽轮机及 / 或燃气轮机。经济可行性 (可实现的节约和收回成本时间) 将主要取决于电力和燃料成本。

1.1.5 异味排放

关于牛皮纸和亚硫酸盐纸浆厂排放的含硫恶臭气体, 请参见 1.2.2 及 1.3.2 节所述工艺专用最佳可行技术。

BAT 7. 为防止和减少废水系统产生的臭味化合物排放, 最佳可行技术应使用下列几种技术。

	技术
I. 适用于与水系统关闭有关的异味	
a	设计纸厂工艺流程、储水罐、管道和储水箱, 应避免过长保留时间、死区或水回路和相关装置混合不良的区域, 以避免不可控沉积以及有机和生物物质的腐烂和分解
b	使用生物杀虫剂、分散剂或氧化剂 (如使用过氧化氢进行催化消毒) 控制异味和腐烂细菌生长

c	安装内部处理工艺流程（“肾脏”），以减少有机物质的浓度，从而减少水系统中可能存在的异味问题
II. 适用于与废水处理和污泥搬运相关的异味，以避免废水或污泥厌氧	
a	在某些情况下，使用化学品减少下水道系统中硫化氢的形成并使其氧化，使用带有受控通风口的封闭下水道系统
b	避免均衡槽过度曝气，但要保持充分的混合
c	确保曝气池有足够的曝气能力和混合性能，定期修正曝气系统
d	确保二次澄清池的污泥收集及回流污泥泵送正常运行
e	将污泥连续输送到脱水装置，以限制污泥储存中的污泥保留时间
f	避免在溢流池中存放废水的时间超过必要的时间，使溢流池保持空池
g	如使用了污泥干燥机，则通过洗涤及 / 或生物过滤 (如堆肥过滤器) 处理热污泥干燥机的通风气体
h	使用板式热交换器，避免未经处理的废水进入空气冷却塔

1.1.6 监测关键工艺参数和排放至水和空气中的污染

BAT 8. 最佳可行技术应根据下表监测关键工艺参数。

I. 监测大气排放相关关键工艺参数	
参数	监测频率
用于燃烧工艺的废气压力、温度、氧气、CO 和水蒸汽含量	连续
II. 监测排放至水中污染相关关键工艺参数	
参数	监测频率
水流、温度和 pH 值	连续
生物质中的 P 和 N 含量、污泥体积指数、废水中的过量氨和正磷酸盐，以及生物质显微镜检查	定期
厌氧废水处理中所产生沼气的体积流量和 CH ₄ 含量	连续
厌氧废水处理中所产生沼气中 H ₂ S 和 CO ₂ 含量	定期

BAT 9. 最佳可行技术应根据所示频率及相关欧洲标准（EN）定期对大气排放进行监测和测量，如下所示。若无相关欧洲标准（EN），则最佳可行技术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）、国家或其它国际标准。

	参数	监测频率	排放源	监测涉及的技术
a	NO _x 及 SO ₂	连续	回收锅炉	BAT 21 BAT 22 BAT 36 BAT 37
		定期或连续	石灰窑	BAT 24 BAT 26
		定期或连续	专用 TRS 燃烧器	BAT 28 BAT 29
b	粉尘	定期或连续	回收锅炉 (牛皮纸) 和石灰窑	BAT 23 BAT 27
		定期	回收锅炉 (亚硫酸盐)	BAT 37
c	TRS (包括 H ₂ S)	连续	回收锅炉	BAT 21
		定期或连续	石灰窑和专用 TRS 燃烧器	BAT 24 BAT 25 BAT 28
		定期	不同来源 (如纤维线、储罐及木片仓等) 的扩散性排放及残留弱气体	BAT 11 BAT 20
d	NH ₃	定期	配备 SNCR 的回收锅炉	BAT 36

BAT 10. 最佳可行技术应根据所示频率及相关欧洲标准（EN）对排放至水中的污染进行监测，如下所示。若无相关欧洲标准（EN），则最佳可行技术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）、国家或其它国际标准。

	参数	监测频率	监测涉及的技术
a	化学需氧量（COD）或 总有机碳（TOC） ⁽¹⁾	每日 ⁽²⁾⁽³⁾	BAT 19 BAT 33 BAT 40 BAT 45 BAT 50
b	BOD ₅ 或 BOD ₇	每周 (每周一次)	
c	总悬浮固体量（TSS）	每日 ⁽²⁾⁽³⁾	
d	总氮量	每周 (每周一次) ⁽²⁾	
e	总磷量	每周 (每周一次) ⁽²⁾	
f	EDTA， DTPA ⁽⁴⁾	每月 (每月一次)	
g	AOX (根据 EN ISO 9562 : 2004) ⁽⁵⁾	每月 (每月一次)	BAT 19: 漂白牛皮纸
		每两个月一次	BAT 33: TCF 和 NSSC 厂除外 BAT 40: CTMP 和 CMP 厂除外 BAT 45 BAT 50
h	相关金属 (如 Zn, Cu, Cd, Pb, Ni)	每年一次	

(1) 由于经济和环境原因， TOC 有取代 COD 的趋势。如 TOC 已作为关键流程参数进行了测量，则无需测量 COD，然而，应为特定排放源和废水处理步骤确定两个参数之间的关联。

(2) 也可使用快速测试法，快速测试的结果应定期 (如每月) 对照相关欧洲标准（EN）进行检查，若无相关欧洲标准（EN），则应对照能确保提供同等科学质量数据的国际标准化组织（ISO）、国家或其它国际标准。

(3) 对于每周运行少于 7-天的工厂，可降低 COD 和 TSS 的监测频率，以涵盖工厂运行的天数，或者将采样周期延长至 48 或 72 小时。

(4) 适用于工艺流程中使用 EDTA 或 DTPA (螯合剂) 的情况。

(5) 不适用于提供证据证明未通过化学添加剂和原材料生成或添加 AOX 的装置。

BAT 11. 最佳可行技术应定期监测和评估相关来源的扩散性总还原硫排放。

描述

可通过直接测量对不同来源 (如纤维线、储罐和木片仓等) 所排放的扩散性排放进行定期测量和评估，从而评估扩散性总还原硫排放。

1.1.7 废物管理

BAT 12. 为减少废物弃置量，最佳可行技术应实施废物评估 (包括废物清单) 和管理体系，以促进废物重复使用，否则，废物回收利用，否则，使用“其他回收方式”，包括使用下列几种技术。

	技术	描述	适用性
a	单独收集不同的废物组 (包括危险废物的分离和分类)	请 参 阅 第 1.7.3 节	普遍适用
b	合并适当的残留物组，以获得更易利用的混合物		普遍适用
c	重复使用或回收利用前对工艺残留物进行预处理		普遍适用
d	对现场工艺残留物进行物料回收和回收利用		普遍适用
e	现场或场外回收有机含量高的废物能源		场外使用时，适用性取决于第三方的工作时间
f	外部物料利用		取决于第三方的工作时间
g	弃置前对废物进行预处理		普遍适用

1.1.8 排放至水中污染

纸浆和造纸厂废水处理及工艺特定最佳可行技术 BAT-AEL 的更多信息见第 1.2 至第 1.6 节。

BAT 13. 为了减少进入承受水域的营养物质 (氮和磷) 排放，最佳应有技术应用氮和磷含量低的添加剂替代氮和磷含量高的化学添加剂。

适用性

如化学添加剂中的氮不易生物利用 (即在生物处理中不能用作营养物质) 或营养平衡过剩，则适用。

BAT 14. 为减少污染物排放进入承受水域，最佳可行技术应使用下列所有技术。

	技术	描述
a	一次 (物理化学) 处理	请 参 阅 第 1.7.2.2 节
b	二次 (生物) 处理 ⁽¹⁾	
(1) 不适用于一次处理后废水的生物负荷非常低的装置，如一些生产特种纸的纸厂。		

BAT 15. 需进一步去除有机物质、氮或磷时，最佳可行技术应使用第 1.7.2.2 节中所述的三级处理。

BAT 16. 为减少生物废水处理装置的污染物排放进入承受水域，最佳可行技术应使用下列所有技术。

	技术
a	适当设计并运行生物处理装置
b	定期控制活生物质
c	调节营养供应 (氮和磷)，以满足活生物质的实际需要

1.1.9 噪声排放

BAT 17. 为减少纸浆和纸张生产噪声排放，最佳可行技术应使用以下几种技术。

	技术	描述	适用性
a	降噪方案	降噪方案包括确定噪声来源和受影响地区、计算及测量噪声级别，以便根据噪声级别对噪声源进行排序，并确定最经济高效的技术组合及这些技术的实施和监测	普遍适用
b	设备、机组和厂房位置的战略规划	可通过增加噪声源和接收者之间距离以及将建筑物用作噪声屏障来降低噪声水平	普遍适用于新装置。就现有装置而言，设备和生产单元的迁移可能会受到空间不足或成本过高的限制

	技术	描述	适用性
c	在有嘈杂设备的建筑物中使用操作和管理技术	包括： <ul style="list-style-type: none"> 改善设备的检查和维护，以防止故障 关闭覆盖区域门窗 由经验丰富的人员操作设备 避免夜间开展噪声大的操作 维护时采取噪声控制措施 	普遍适用
d	封闭嘈杂设备和机组	将木材搬运设备、液压装置和压缩机等嘈杂设备封闭于单独的结构体中，如建筑物或隔音机柜，内外衬垫由耐冲击材料制成	
e	在设备和管道上使用低噪声设备和降噪器		
f	隔振	机器隔振，噪声源和可能产生共振的部件分离	
g	建筑物隔音	可使用： <ul style="list-style-type: none"> 墙壁和天花板上的吸音材料 隔音门 双层玻璃窗 	
h	降噪	可在噪声源和接收者之间设置障碍物以减少噪声传播。适用的障碍物包括防护墙、堤和建筑物，合适的降噪技术包括将消音器和减音器安装到嘈杂设备上，如蒸汽释放和干燥机通风设备	普遍适用于新装置。就现有装置而言，添加障碍物可能会受到空间不足的限制
i	使用更大的木材搬运机来减少提升和运输时间以及原木掉入原木堆或送料盘时产生的噪声		普遍适用
j	改进工作方式，如将原木从较低高度送到原木堆或送料盘上，尽快向工人反馈噪声水平		

1.1.10 停用

BAT 18. 为了在停用装置时防止污染风险，最佳可行技术应使用以下普遍技术。

	技术
a	确保在设计阶段避免使用地下储罐和管道系统，或确保其位置众所周知并记录在案。

b	制定清空工艺设备、容器和管道的相关说明。
c	确保设施关闭时彻底清洁，如清理并修复现场。应尽量保护自然土壤功能。
d	利用监测方案，特别是与地下水有关的监测方案，以发现未来可能对工厂或邻近地区产生的影响。
e	根据风险分析制定并维护工厂关闭或停产计划，包括一个透明的停工组织，同时考虑到当地相关的特定条件。

1.2 牛皮纸制浆工艺最佳可行技术结论

对于一体化牛皮纸浆和造纸厂，除了本节中的最佳可行技术结论外，第 1.6 节中的造纸工艺最佳可行技术结论亦适用。

1.2.1 废水与排放至水中污染

BAT 19. 为减少整个工厂排放到承受水域的污染物，最佳可行技术应使用 TCF 或现代 ECF 漂白 (见第 1.7.2.1 节描述)，以及 BAT 13 BAT 14 BAT 15 BAT 16 所述技术和以下技术的适当组合。

	技术	描述	适用性
a	漂白前改良蒸煮	请参阅第 1.7.2.1 节	普遍适用
b	漂白前氧脱木素		
c	封闭粗浆筛选，高效的粗浆清洗		
d	回收利用漂白装置部分工艺用水		漂白水垢可能会限制水的回收利用
e	使用合适的回收系统进行有效的溢漏监测和控制		普遍适用
f	保持足够的黑液蒸发和回收锅炉容量，以应对峰荷		普遍适用
g	分离受污染 (恶臭) 冷凝水并重复用于工艺中		

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

见表 1 及表 2。这些最佳可行技术相关排放水平不适用于溶解牛皮纸浆厂。

牛皮纸厂参考废水量见 BAT 5。

表 1: 漂白牛皮纸浆厂直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 kg/ADt ⁽¹⁾
化学需氧量 (COD)	7 - 20
总悬浮固体量 (TSS)	0.3 - 1.5
总氮量	0.05 - 0.25 ⁽²⁾

总磷量	0.01 - 0.03 ⁽²⁾ 桉树: 0.02 - 0.11 kg/ADt ⁽³⁾
可吸附有机结合卤素 (AOX) ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	0 - 0.2
<p>⁽¹⁾ 最佳可行技术 BAT-AEL 范围指市场纸浆生产和一体化工厂的纸浆生产部分 (不包括造纸产生的排放)。</p> <p>⁽²⁾ 紧凑的生物废水处理装置可能导致排放水平稍高。</p> <p>⁽³⁾ 该范围上限指使用来自磷含量较高地区桉树的工厂 (如伊比利亚桉树)。</p> <p>⁽⁴⁾ 适用于使用含漂白化学品的氯的工厂。</p> <p>⁽⁵⁾ 对于生产高强度、刚度和高纯度纸浆的工厂 (如液体包装板及 LWC), AOX 的排放水平可能高达 0.25 kg/ADt。</p>	

表 2: 未漂白牛皮纸浆厂直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 kg/ADt ⁽¹⁾
化学需氧量 (COD)	2.5 - 8
总悬浮固体量 (TSS)	0.3 - 1.0
总氮量	0.1 - 0.2 ⁽²⁾
总磷量	0.01 - 0.02 ⁽²⁾
<p>⁽¹⁾ 最佳可行技术 BAT-AEL 范围指市场纸浆生产和一体化工厂的纸浆生产部分 (不包括造纸产生的排放)。</p> <p>⁽²⁾ 紧凑的生物废水处理装置可能导致排放水平稍高。</p>	

处理废水中的 BOD 浓度预计将较低 (24 小时复合样品, 约 25 mg/l)。

1.2.2 大气排放

1.2.2.1 减少强烈和微弱臭气的排放

BAT 20. 为减少来自强烈和微弱臭气的臭味排放及总还原硫排放, 最佳可行技术应采用以下所有技术捕获所有含废气的工艺硫, 包括所有含硫排放气体, 以防止扩散性排放。

	技术	描述
a	强烈和微弱臭气收集系统包括以下功能：	<ul style="list-style-type: none"> 容量足够大的盖子、吸气罩、管道和抽吸系统 连续泄漏检测系统 安全措施及设备
b	不可凝强弱气体的焚烧	焚化可通过 ([方式进行： <ul style="list-style-type: none"> 回收锅炉 石灰窑⁽¹⁾ 配有湿法洗涤器的专用 TRS 燃烧器，用于去除 SO_x 或 动力锅炉⁽²⁾ 为保持持续焚烧强烈臭气，安装了备用系统。石灰窑可作为回收锅炉备用系统，其他备用设备包括照明系统和快装锅炉
c	记录不可使用焚烧系统的情况以及由此产生的任何排放 ⁽³⁾	
<p>⁽¹⁾ 向窑中注入强烈不可凝气体且不使用碱性洗涤器时，石灰窑的 SO_x 排放水平会显著上升。</p> <p>⁽²⁾ 适用于处理微弱臭气。</p> <p>⁽³⁾ 适用于处理强烈臭气。</p>		

适用性

普遍适用于新装置和现有装置的重大整修。由于布局 and 空间限制，现有装置可能难以安装必要设备。出于安全原因，焚烧适用性可能受到限制，在此情况下，可使用湿法洗涤器。

排放残留微弱气体中总还原硫 (TRS) 最佳可行技术相关排放水平为 0.05 - 0.2 kg S/ADt。

1.2.2.2 减少回收锅炉排放

SO₂ 和 TRS 排放

BAT 21. 为减少回收锅炉 SO₂ 及 TRS 排放，最佳可行技术应使用以下几种技术。

	技术	描述
a	增加黑液中干固体 (DS) 的含量	黑液可于燃烧前通过蒸发工艺浓缩
b	优化燃烧	可通过良好混合空气和燃料、控制炉负荷等方式改善燃烧条件
c	湿法洗涤器	请参阅第 0 节

最佳可行技术（BAT）相关排放水平

请参阅表3。

表3: 回收锅炉所产生 SO₂ 和 TRS 排放最佳可行技术相关排放水平

参数		日平均值 ⁽¹⁾⁽²⁾ 6 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	年平均值 ⁽¹⁾ 6 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	年平均值 ⁽¹⁾ kg S/ADt
SO ₂	DS < 75 %	10 - 70	5 - 50	-
	DS 75 - 83% ⁽³⁾	10 - 50	5 - 25	-
总还原硫(TRS)		1 - 10 ⁽⁴⁾	1 - 5	-
气态 S (TRS-S + SO ₂ -S)	DS < 75 %	-	-	0.03 - 0.17
	DS 75 - 83% ⁽³⁾			0.03 - 0.13
<p>⁽¹⁾ 增加黑液中 DS 的含量会导致 SO₂ 排放减少，NO_x 排放增加，因此，SO₂ 排放水平低的回收锅炉可能居 NO_x 范围上限，反之亦然。</p> <p>⁽²⁾ 最佳可行技术 BAT-AEL 不包括因关闭或维护黑液浓缩装置而使回收锅炉以远远低于正常 DS 含量的 DS 含量运行的时段。</p> <p>⁽³⁾ 如回收锅炉燃烧的黑液 DS>83%，则应按具体情况重新考虑 SO₂ 和气态 S 的排放水平。</p> <p>⁽⁴⁾ 该范围适用于不焚烧强烈臭气时。</p> <p>DS = 黑液中干固体的含量。</p>				

NO_x 排放

BAT 22. 为减少回收锅炉 NO_x 排放，最佳可行技术应使用优化燃烧系统，包括以下所有功能。

	技术
a	计算机控制燃烧
b	燃料和空气良好混合
c	分级进气系统，如使用不同的调风器和进气口

适用性

(c) 技术适用于新的回收锅炉及对回收锅炉进行重大整修时，因为本技术需对进气系统和窑炉进行大量改造。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平
请参阅表4。

表 4: 回收锅炉所产生 NO_x 排放最佳可行技术相关排放水平

参数		年平均值 ⁽¹⁾ 6 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	年平均值 ⁽¹⁾ kg NO _x /ADt
NO _x	软木	120 - 200 ⁽²⁾	DS < 75 %: 0.8 - 1.4 DS 75 - 83% ⁽³⁾ : 1.0 - 1.6
	硬木	120 - 200 ⁽²⁾	DS < 75 %: 0.8 - 1.4 DS 75 - 83% ⁽³⁾ : 1.0 - 1.7

⁽¹⁾ 增加黑液中 DS 的含量会导致 SO₂ 排放减少，NO_x 排放增加，因此，SO₂ 排放水平低的回收锅炉可能居 NO_x 范围上限，反之亦然。

⁽²⁾ 回收锅炉的实际 NO_x 排放水平取决于黑液中的 DS 含量和氮含量，以及焚烧的 NCG 和其他含氮流量（如溶解罐排放气体、冷凝水中分离的甲醇及生物污泥）的含量和总量。DS 含量、黑液中的氮含量以及焚烧的 NCG 和其他含氮流量的数量越高，排放量就越接近最佳可行技术 BAT-AEL 范围的上限。

⁽³⁾ 如回收锅炉燃烧的黑液 DS>83%，则应按具体情况重新考虑 NO_x 的排放水平。

DS = 黑液中干固体的含量。

粉尘排放

BAT 23. 为减少回收锅炉的粉尘排放，最佳可行技术应使用静电除尘器 (ESP) 或静电除尘器和湿法洗涤器的组合。

描述

请参阅第 1.7.1.1 节。

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

请参阅表 5。

表 5: 回收锅炉所产生粉尘排放最佳可行技术相关排放水平

参数	除尘系统	年平均值 6 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	年平均值 kg 粉尘/ADt
粉尘	新装置或重大整修	10 - 25	0.02 - 0.20
	现有	10 - 40 ⁽¹⁾	0.02 - 0.3 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ 对于现有回收锅炉，如果该锅炉装有接近其运行寿命的静电除尘器，其排放水平可能会随着时间的推移而增加，最高可达 50 mg/Nm³ (相当于 0.4 kg/ADt)。

1.2.2.3 减少石灰窑排放

SO₂ 排放

BAT 24. 为减少石灰窑 SO₂ 排放，最佳可行技术应使用以下一种或几种技术。

	技术	描述
a	燃料选择 / 低硫燃料	请参阅第 0 节
b	限制在石灰窑中焚烧含硫强烈臭气	
c	控制石灰泥进料中的 Na ₂ S 含量	
d	碱性洗涤器	

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

请参阅表 6。

表 6: 石灰窑所产生 SO₂ 和硫排放最佳可行技术相关排放水平

参数 ⁽¹⁾	年平均值 6 % O ₂ 时为 mg SO ₂ /Nm ³	年平均值 kg S/ADt
石灰窑中强烈气体未燃烧时的 SO ₂	5 - 70	-
石灰窑中强烈气体燃烧时的 SO ₂	55 - 120	-
石灰窑中强烈气体未燃烧时的气态 S (TRS-S + SO ₂ -S)	-	0.005 - 0.07
石灰窑中强烈气体燃烧时的气态 S (TRS-S + SO ₂ -S)	-	0.055 - 0.12

(¹): “强烈气体” 包括甲醇和松节油

TRS 排放

BAT 25. 为减少石灰窑 TRS 排放，最佳可行技术应使用以下一种或几种技术。

	技术	描述
a	控制过量氧气	请参阅第 0 节

b	控制石灰泥进料中的 Na ₂ S 含量	
c	组合使用静电除尘器和碱性洗涤器	请参阅第 1.7.1.1 节

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

请参阅表 7。

表 7: 石灰窑所产生 TRS 排放最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 6 % O ₂ 时为 mg S/Nm ³
总还原硫(TRS)	< 1 - 10 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ 对于燃烧强烈气体 (包括甲醇和松节油) 的石灰窑, AEL 范围上限可达 40 mg/Nm ³ 。	

NO_x 排放

BAT 26. 为减少石灰窑 NO_x 排放, 最佳可行技术应混合使用以下几种技术。

	技术	描述
a	优化燃烧及燃烧控制	请参阅第 1.7.1.2 节
b	燃料和空气良好混合	
c	低 NO _x 燃烧器	
d	选择燃料 / 低 N 燃料	

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

请参阅表 8。

表 8: 石灰窑所产生 NO_x 排放最佳可行技术相关排放水平

参数		年平均值 6 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	年平均值 kg NO _x /ADt
NO _x	液体燃料	100 - 200 ⁽¹⁾	0.1 - 0.2 ⁽¹⁾
	气体燃料	100 - 350 ⁽²⁾	0.1 - 0.3 ⁽²⁾

- (¹) 使用植物液体燃料 (如松节油、甲醇及妥尔油), 包括制浆工艺副产品液体燃料时, 排放水平可能高达 350 mg/Nm³ (相当于 0.35 kg NO_x/ADt)。
- (²) 使用植物气体燃料 (如不可凝气体), 包括制浆工艺副产品液体燃料时, 排放水平可能高达 450 mg/Nm³ (相当于 0.45 kg NO_x/ADt)。

粉尘排放

BAT 27. 为减少石灰窑的粉尘排放, 最佳可行技术应使用静电除尘器 (ESP) 或静电除尘器和湿法洗涤器的组合。

描述

请参阅第 1.7.1.1 节。

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

请参阅表 9。

表 9: 石灰窑所产生粉尘排放最佳可行技术相关排放水平

参数	除尘系统	年平均值 6 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	年平均值 kg 粉尘/ADt
粉尘	新装置或重大整修	10 - 25	0.005 - 0.02
	现有	10 - 30 (¹)	0.005 - 0.03 (¹)

(¹) 对于现有石灰窑, 如果该窑装有接近其运行寿命的静电除尘器, 其排放水平可能会随着时间的推移而增加, 最高可达 50 mg/Nm³ (相当于 0.05 kg/ADt)。

1.2.2.4 减少燃烧器产生的强烈臭气排放 (专用 TRS 燃烧器)

BAT 28. 为减少专用 TRS 燃烧器焚烧强烈臭气时所产生的 SO₂ 排放, 最佳可行技术应使用碱性 SO₂ 洗涤器。

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

请参阅表 10。

表 10: 专用 TRS 燃烧器焚烧强烈臭气时所产生的 SO₂ 和 TRS 排放最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 9 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	年平均值 kg S/ADt

SO ₂	20 - 120	-
TRS	1 - 5	
气态 S (TRS-S + SO ₂ -S)	-	0.002 - 0.05 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ 本最佳可行技术 BAT-AEL 基于 100-200 Nm ³ /ADt 范围内的气流。		

BAT 29. 为减少专用 TRS 燃烧器焚烧强烈臭气时所产生的 NO_x 排放，最佳可行技术应使用以下一种或几种技术。

	技术	描述	适用性
a	燃烧器 / 燃烧优化	请 参 阅 第 1.7.1.2 节	普遍适用
b	分级焚烧	请 参 阅 第 1.7.1.2 节	普遍适用于新装置和重大整修。对于现有装置，有足够空间插入设备时才适用

最佳可行技术（BAT）相关排放水平

请参阅 表 11。

表 11: 专用 TRS 燃烧器焚烧强烈臭气时所产生的 NO_x 排放最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 9 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	年平均值 kg NO _x /ADt
NO _x	50 - 400 ⁽¹⁾	0.01 - 0.1 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ 如现有装置不能改用分级焚烧，则排放水平可能高达 1000 mg/Nm ³ (相当于 0.2 kg/ADt)。		

1.2.3 废物产生

BAT 30. 为防止产生废物并最大限度地减少待弃置固体废物量，最佳可行技术应将从黑液回收锅炉静电除尘器中回收的粉尘循环利用到工艺流程中。

适用性

粉尘中的非工艺部分可能会限制粉尘再循环。

1.2.4 能耗和效率

BAT 31. 为减少热能消耗 (蒸汽), 以最大限度地利用所使用能源载体的优势, 并减少电力消耗, 最佳可行技术应使用以下几种技术。

	技术
a	使用高效压力机或高效干燥, 提高树皮中干固体的含量
b	高效蒸汽锅炉, 如废气温度低
c	高效二次加热系统
d	封闭水系统, 包括漂白装置
e	高纸浆浓度 (中浓或高浓技术)
f	高效蒸发装置
g	通过通气洗涤器等方式回收溶解罐中的热量
h	回收来自废水和其他废热源的低温蒸汽, 并用以加热建筑物、锅炉给水和工艺用水
i	适当使用二次热和二次冷凝水
j	使用高级控制系统监测和控制工艺流程
k	优化一体化热交换器系统
l	从静电吸尘器和风扇之间的回收锅炉中回收废气热量
m	在纸浆筛选和清洁中确保最高浓稠度
n	使用各种大型电机速度控制
o	使用高效真空泵
p	正确调整管道、泵和风扇尺寸
q	优化储罐液位

BAT 32. 为提高发电效率, 最佳可行技术应使用下列几种技术。

	技术
a	黑液干固体高含量 (提高锅炉效率及蒸汽产生, 从而提高发电)
b	回收锅炉压力和温度高, 在新的回收锅炉中, 压力至少可达 100 巴, 温度 510 ° C
c	背压涡轮机排气孔蒸汽压力低至技术上可行

d	多余蒸汽发电冷凝涡轮机
e	高效涡轮机
f	将给水预热至接近沸腾温度
g	预热注入锅炉的助燃空气及燃料

1.3 亚硫酸盐制浆工艺最佳可行技术结论

对于一体化亚硫酸盐纸浆和造纸厂，除了本节中的最佳可行技术外，第 1.6 节中的造纸工艺最佳可行技术结论亦适用。

1.3.1 废水与排放至水中污染

BAT 33. 为防止和减少整个工厂排放到承受水体的污染物，最佳可行技术应使用 **BAT 13 BAT 14 BAT 15 及 BAT 16** 所述技术和以下技术的适当组合。

	技术	描述	适用性
a	延长漂白前改良蒸煮	请参阅第 1.7.2.1 节	适用性可能因纸浆质量要求 (高强度) 而受到限制
b	漂白前氧脱木素		普遍适用
c	封闭粗浆筛选，高效的粗浆清洗		溶解浆厂适用性有限，因为对废液的多级生物处理可提供更有利的整体环境状况
d	热碱萃取阶段以及碱锅炉中焚烧浓缩物产生的废水蒸发		对生产高亮度纸浆的市场纸浆厂以及生产化学应用特种纸浆的工厂的适用性有限
e	TCF 漂白		仅适用于使用相同碱进行蒸煮和漂白 pH 值调整的装置
f	闭环漂白		适用性可能受产品质量 (如纯度、清洁度及亮度)、蒸煮后卡帕值、设施水流容量和储罐、蒸发器及回收锅炉的容量，以及清洗设备的可能性等因素的限制
g	从预漂到粗浆洗涤 MgO 质洗涤剂预漂和再循环		普遍适用于镁工业装置。回收锅炉和灰烬回路中需要备用容量
h	蒸发装置之前 / 之内调整稀液的 pH 值		

i	蒸发器冷凝水的厌氧处理		普遍适用
j	从蒸发器的冷凝水中剥离和回收 SO ₂		如需保护厌氧废水处理，则适用
k	也使用化学和能源回收系统进行有效的溢漏和污染监测		普遍适用

最佳可行技术（BAT）相关排放水平

见表 12 及表 13。本最佳可行技术相关排放水平不适用于溶解浆厂和用于化学应用的特种纸浆制造。

亚硫酸盐厂参考废水量见 BAT 5。

表 12: 纸浆厂生产漂白亚硫酸盐和亚硫酸镁法纸级纸浆直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	漂白鸡皮纸级纸浆 ⁽¹⁾	亚硫酸镁法纸级纸浆 ⁽¹⁾
	年平均值 kg/ADt ⁽²⁾	年平均值 kg/ADt
化学需氧量（COD）	10 - 30 ⁽³⁾	20 - 35
总悬浮固体量（TSS）	0.4 - 1.5	0.5 - 2.0
总氮量	0.15 - 0.3	0.1 - 0.25
总磷量	0.01 - 0.05 ⁽³⁾	0.01 - 0.07
	年平均值 mg/l	
可吸附有机结合卤素（AOX）	0.5 - 1.5 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	

⁽¹⁾ 最佳可行技术 BAT-AEL 范围指市场纸浆生产和一体化工厂的纸浆生产部分 (不包括造纸产生的排放)。
⁽²⁾ 最佳可行技术 BAT-AEL 不适用于天然防油纸浆厂。
⁽³⁾ COD 和总磷最佳可行技术 BAT-AEL 不适用于桉质市场纸浆。
⁽⁴⁾ 亚硫酸盐市场浆厂可能会使用温和的 ClO₂ 漂白段来满足产品要求，从而导致 AOX 排放。
⁽⁵⁾ 不适用于 TCF 工厂。

表 13: 生产 NSSC 纸浆的亚硫酸盐纸浆厂直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 kg/ADt ⁽¹⁾
----	-------------------------------

化学需氧量 (COD)	3.2 - 11
总悬浮固体量 (TSS)	0.5 - 1.3
总氮量	0.1 - 0.2 ⁽²⁾
总磷量	0.01 - 0.02
⁽¹⁾ 最佳可行技术 BAT-AEL 范围指市场纸浆生产和一体化工厂的纸浆生产部分 (不包括造纸产生的排放)。 ⁽²⁾ 由于工艺特定排放量较高, 用于总氮的最佳可行技术 BAT-AEL 不适用于铵质 NSSC 制浆。	

处理废水中的 BOD 浓度预计将较低 (24 小时复合样品, 约 25 mg/l)。

1.3.2 大气排放

BAT 34. 为防止和减少 SO₂ 排放, 最佳可行技术应收集来自酸液生产、蒸煮器、扩散器和卸料桶的所有高度浓缩 SO₂ 气体, 并回收硫成分。

BAT 35. 为防止和减少清洗、筛选和蒸发器中扩散性含硫气体及臭气的排放, 最佳可行技术应收集这些微弱气体, 并使用以下技术之一。

	技术	描述	适用性
a	在回收锅炉中焚烧	请参阅第 0 节	不适用于使用钙质蒸煮的亚硫酸盐浆厂, 这些工厂不运行回收锅炉
b	湿法洗涤器	请参阅第 0 节	普遍适用

BAT 36. 为减少回收锅炉 NO_x 排放, 最佳可行技术应使用优化燃烧系统, 包括以下一种或几种技术。

	技术	描述	适用性
a	通过控制燃烧条件优化回收锅炉	请参阅第 1.7.1.2 节	普遍适用
b	分级注射废液		适用于新的大型回收锅炉和大型回收锅炉的重大整修
c	选择性非催化还原(SNCR)		由于功能升级问题以及相关清洁和维护要求增加, 现有回收锅炉的改装可能会受到限制。对于铵质厂, 未报告任何适用性, 但是, 由于废气的特定条件, 预计 SNCR 将不会产生效果。由于存在爆炸风险, 不适用于钠质厂

最佳可行技术（BAT）相关排放水平

请参阅表 14。

表 14: 回收锅炉所产生 NO_x 和 NH₃ 排放最佳可行技术相关排放水平

参数	日平均值	年平均值
	5 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	5 % O ₂ 时为 mg/Nm ³
NO _x	100 - 350 ⁽¹⁾	100 - 270 ⁽¹⁾
NH ₃ (SNCR 氨泄漏)	< 5	

⁽¹⁾ 铵工业厂可能会出现较高的 NO_x 排放水平：日平均最高为 580 mg/Nm³，年平均最高为 450 mg/Nm³。

BAT 37. 为减少回收锅炉产生的粉尘和 SO₂ 排放，最佳可行技术应使用以下技术之一，并限制洗涤器的“酸化作业”，确保其正常运行所需的最低限度。

	技术	描述
a	静电除尘器或多管气旋除尘器，带多级文丘里洗涤器	请参阅第 0 节
b	静电除尘器或多管气旋除尘器，带多级双进口下游洗涤器	

最佳可行技术（BAT）相关排放水平

请参阅表 15。

表 15: 回收锅炉所产生粉尘和 SO₂ 排放最佳可行技术相关排放水平

参数	采样周期平均值	
	5 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	
粉尘	5 - 20 ⁽¹⁾⁽²⁾	
	日平均值	年平均值
	5 % O ₂ 时为 mg/Nm ³	5 % O ₂ 时为 mg/Nm ³
SO ₂	100 - 300 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	50 - 250 ⁽³⁾⁽⁴⁾

- (1) 使用 25% 以上富含钾硬木原材料的工厂中运行的回收锅炉可能会产生更高的粉尘排放，高达 30 mg/Nm³。
- (2) 粉尘最佳可行技术 BAT-AEL 不适用于铵质厂。
- (3) 由于工艺特定排放物较高，SO₂ 最佳可行技术 BAT-AEL 不适用于在“酸性”条件下长期运行的回收锅炉，即在部分亚硫酸盐回收工艺中使用硫酸盐废液作为湿法洗涤介质。
- (4) 对于现有多级文丘里洗涤器，平均日排放量可能会上升到 400 mg/Nm³，平均年排放量可能会上升到 350 mg/Nm³。
- (5) 不适用于“酸化作业”期间，即在洗涤器中进行预防性冲洗及除垢清洁期间，在这些时间段，清洁其中一个洗涤器时的排放最高可达 300 - 500 mg SO₂/Nm³ (5% O₂)，清洁最终垫圈时最高可达 1200 mg SO₂/Nm³ (半小时平均值，5 % O₂)。

最佳可行技术相关环境性能水平为：洗涤器每年酸化作业持续约 240 小时，最后一个 monosulphite 洗涤器每月作业少于 24 小时。

1.3.3 能耗和效率

BAT 38. 为减少热能消耗 (蒸汽)，以最大限度地利用所使用能源载体的优势，并减少电力消耗，最佳可行技术应使用以下几种技术。

	技术
a	使用高效压力机或高效干燥，提高树皮中干固体的含量
b	高效蒸汽锅炉，如排气温度低
c	高效二次加热系统
d	封闭水系统，包括漂白装置
e	高纸浆浓度 (中浓或高浓技术)
f	回收来自废水和其他废热源的低温蒸汽，并用以加热建筑物、锅炉给水和工艺用水
g	适当使用二次热和二次冷凝水
h	使用高级控制系统监测和控制工艺流程
i	优化一体化热交换器系统
j	在纸浆筛选和清洁中确保最高浓稠度
k	优化储罐液位

BAT 39. 为提高发电效率，最佳可行技术应使用下列几种技术。

	技术
a	回收锅炉压力和温度高
b	背压轮机排气孔蒸汽压力低至技术上可行
c	多余蒸汽发电冷凝轮机
d	高效轮机
e	将给水预热至接近沸腾温度
f	预热注入锅炉的助燃空气及燃料

1.4 机械制浆及化学机械制浆最佳可行技术结论

本节中最佳可行技术结论适用于所有一体化机械浆、纸张和纸板厂以及机械浆厂、CTMP 和 CMP 浆厂。除本节中最佳可行技术结论外，BAT 49, BAT 51, BAT 52c 及 BAT 53 亦适用于一体化机械浆、纸张和纸板厂中的造纸。

1.4.1 废水与排放至水中污染

BAT 40. 为减少淡水使用、废水量及污染量，最佳可行技术应使用 BAT 13 BAT 14 BAT 15 及 BAT 16 所述技术和以下技术的适当组合。

	技术	描述	适用性
a	工艺水对向流及水系统分离	请参阅第 1.7.2.1 节	普遍适用
b	高浓漂白		
c	用木片预处理对软木机械浆进行精炼之前的清洗阶段		
d	将 NaOH 替换为 Ca(OH) ₂ 或 Mg(OH) ₂ ，作为过氧化物漂白碱		最高亮度级别适用性可能受到限制
e	纤维和填料回收及白液处理 (造纸)		普遍适用
f	设计和结构最佳的储罐和储箱 (造纸)		

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

请参阅表 16。本最佳可行技术 BAT-AEL 也适用于机械浆厂。BAT 5 中列出了一体化机械浆、CTM 和 CTMP 浆厂的参考废水量。

表 16: 纸张和纸板一体化生产中现场生产机械纸浆直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 kg/t
化学需氧量 (COD)	0.9 - 4.5 ⁽¹⁾
总悬浮固体量 (TSS)	0.06 - 0.45
总氮量	0.03 - 0.1 ⁽²⁾
总磷量	0.001 - 0.01

- (1) 高度漂白机械纸浆 (最终纸张中含纤维 70-100%) 排放水平可能高达 8 kg/t。
- (2) 当由于纸浆质量要求 (如高亮度) 而无法使用可生物降解或可消除的螯合剂时, 总氮排放量可能高于本最佳可行技术 BAT-AEL, 应根据具体情况进行评估。

表 17: CTMP 或 CMP 纸浆厂直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 kg/ADt
化学需氧量 (COD)	12 - 20
总悬浮固体量 (TSS)	0.5 - 0.9
总氮量	0.15 - 0.18 ⁽¹⁾
总磷量	0.001 - 0.01

(1) 当由于纸浆质量要求 (如高亮度) 而无法使用可生物降解或可消除的螯合剂时, 总氮排放量可能高于本最佳可行技术 BAT-AEL, 应根据具体情况进行评估。

处理废水中的 BOD 浓度预计将较低 (约 25 mg/l, 24 小时复合样本)。

1.4.2 能耗和效率

BAT 41. 为减少热能和电能的消耗, 最佳可行技术应使用下列几种技术。

	技术	适用性
a	使用节能精炼机	适用于替换、改造或升级工艺设备时
b	从 TMP 和 CTMP 精炼厂大量回收二次热, 并在纸张或纸浆干燥中重复使用回收蒸汽	普遍适用
c	使用高效废品精炼系统, 最大限度减少纤维损耗 (二级精炼厂)	
d	安装节能设备, 包括自动工艺控制, 而不是手动系统	
e	通过内部工艺水处理和再循环系统减少淡水使用	
f	使用夹点分析等进行谨慎工艺集成, 以减少直接使用蒸汽	

1.5 加工纸张回收利用最佳可行技术结论

本节中最佳可行技术结论适用于所有一体化 RCF 厂及 RCF 纸浆厂。除本节中最佳可行技术结论外，**BAT 49, BAT 51, BAT 52c 及 BAT 53** 亦适用于一体化机械浆、纸张和纸板厂中的造纸。

1.5.1 物料管理

BAT 42. 为防止土壤和地下水受到污染，或减少污染风险，并为了减少回收纸的风积及回收纸场的散尘排放，最佳可行技术应使用以下一种或几种技术。

	技术	适用性
a	用于回收的纸张储存区表面硬化	普遍适用
b	从回收纸张储存区收集受污染径流水，并于废水处理装置进行处理 (未受污染雨水，如来自屋顶的雨水可单独排放)	径流水(低浓度)污染程度及 / 或废水处理装置的规模 (大容量) 可能会限制适用性
c	用围栏围住回收纸场，以防止风积	普遍适用
d	定期清洁储存区域、清扫相关道路、清空沟槽，以减少散尘排放，这可减少现场流量过大而导致风吹碎纸片、纤维和纸张挤压，这些可能导致更多的粉尘排放，尤其是在干燥季节	普遍适用
e	将包捆或松散的纸张存放在屋顶下，以保护物料免受天气影响 (潮湿及微生物降解工艺等)	区域大小可能会限制适用性

1.5.2 废水与排放至水中污染

BAT 43. 为减少淡水使用、废水量及污染量，最佳可行技术应使用以下几种技术。

	技术	描述
a	水系统分离	请参阅第 1.7.2.1 节
b	工艺水对向流及水再循环	
c	生物处理后部分回收利用处理废水	许多 RCF 纸厂将部分生物处理废水回收至水回路，特别是生产瓦楞原纸或强韧箱纸板的纸厂
d	澄清白液	请参阅第 1.7.2.1 节

BAT 44. 为保持回收纸加工厂高级水回路闭合，并避免增加工艺用水回收利用可能带来的负面影响，最佳可行技术应使用以下一种或几种技术。

	技术	描述
a	监测并连续控制工艺用水质量	请 参 阅 第 1.7.2.1 节
b	尽量降低生物杀虫剂排放，以预防和消除生物膜	
c	通过受控碳酸钙沉淀去除工艺用水中的钙	

适用性

技术 (a) - (c) 适用于具有高级水回路闭合功能的 RCF 纸厂。

BAT 45. 为防止和减少整个工厂排放到承受水域的废水污染量，最佳可行技术应使用 **BAT 13, BAT 14, BAT 15, BAT 16, BAT 43 及 BAT 44** 所述技术的适当组合。

对于一体化 RCF 纸厂，最佳可行技术 BAT-AEL 包括造纸产生的排放，因为纸机的白液回路与浆料制备回路紧密相连。

最佳可行技术（BAT）相关排放水平

见表 18 及表 19。

表 18 中最佳可行技术相关排放水平也适用于无脱墨浆厂 RCF，而表 19 中最佳可行技术相关排放水平也适用于有脱墨浆厂 RCF。

RCF 厂参考废水量见 BAT 5。

表 18: 纸张和纸板一体化生产中现场无脱墨生产再生纤维纸浆直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 kg/t
化学需氧量（COD）	0.4 ⁽¹⁾ - 1.4
总悬浮固体量（TSS）	0.02 - 0.2 ⁽²⁾
总氮量	0.008 - 0.09
总磷量	0.001 - 0.005 ⁽³⁾
可吸附有机结合卤素（AOX）	0.05 用于湿强纸张

- (1) 全闭合水回路工厂不排放 COD。
- (2) 对于现有装置，由于再生纸质量持续下降，且难以持续更新废水装置，该水平可能高达 0.45 kg/t。
- (3) 对于废水流量在 5 至 10 m³/t 之间的工厂，该范围上限为 0.008 kg/t。

表 19: 纸张和纸板一体化生产中现场脱墨生产再生纤维纸浆直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 kg/t
化学需氧量 (COD)	0.9 - 3.0 0.9 - 4.0 用于纸巾
总悬浮固体量 (TSS)	0.08 - 0.3 0.1 - 0.4 用于纸巾
总氮量	0.01 - 0.1 0.01 - 0.15 用于纸巾
总磷量	0.002 - 0.01 0.002 - 0.015 用于纸巾
可吸附有机结合卤素 (AOX)	0.05 用于湿强纸张

处理废水中的 BOD 浓度预计将较低 (约 25 mg/l, 24 小时复合样本)。

1.5.3 能耗和效率

BAT 46. 为减少 RCF 加工造纸厂的电能消耗，最佳可行技术应使用以下几种技术。

	技术	适用性
a	用于碎纸并将其回收利用于分离纤维的高浓制浆	普遍适用于新装置和现有装置重大整修
b	通过优化转子设计、筛选屏幕和筛选作业，实现高效的粗筛和细筛，以便使用更小的设备，降低特定能耗	
c	节能型纸料制备使用更少且优化的机器组件，在重新制浆工艺中尽早萃取杂质，从而限制高能耗加工纤维	

1.6 造纸和相关工艺最佳可行技术结论

本节中最佳可行技术结论适用于所有非一体化造纸厂和纸板厂，以及一体化牛皮纸、亚硫酸盐、CTMP 和 CMP 厂的纸张及纸板制造部分。

BAT 49, BAT 51, BAT 52c 及 BAT 53 适用于所有一体化纸浆和造纸厂。

对于一体化牛皮纸、亚硫酸盐、CTMP 及 CMP 纸浆和造纸厂，除了本节中的最佳可行技术结论外，造浆工艺特定最佳可行技术亦适用。

1.6.1 废水与排放至水中污染

BAT 47. 为减少废水的产生，最佳可行技术应组合使用下列技术。

	技术	描述	适用性
a	设计和结构最佳的储罐和储箱	请参阅第 1.7.2.1 节	适用于新装置和现有装置重大整修
b	纤维和填料回收及白液处理		普遍适用
c	水再循环		普遍适用。溶解的有机、无机和胶体材料可能会限制网部重复使用水
d	优化造纸机喷淋装置		普遍适用

BAT 48. 为减少淡水使用及特种纸厂排放至水中的污染，最佳可行技术应使用以下几种技术。

	技术	描述	适用性
a	改进纸张生产规划	改进规划，以优化生产批次组合和长度	普遍适用
b	管理水回路，以适应变化	调整水回路，以适应纸张等级、颜色和所用化学添加剂的变化	
c	应有现成的废水处理装置，以适应变化	调整废水处理，以应对各种流量、低浓度以及各种类型和数量的化学添加剂	
d	调整损纸系统及储箱容量		

e	尽量减少释放含有或有利于形成全氟化合物或多氟化合物的化学添加剂 (如防油 / 防水剂)	仅适用于生产具有防油或防水特性纸张的装置
f	切换至含 AOX 低的产品辅助物 (如用以替代环氧氯丙烷树脂质湿强度剂的使用)	仅适用于生产高湿强度级纸张的装置

BAT 49. 为减少能干扰生物废水处理装置的涂层颜色和粘合剂排放量，最佳可行技术应使用下列技术 (a)，如果此技术不可行，则使用下列技术 (b)。

	技术	描述	适用性
a	涂层颜色回收 / 颜料回收利用	含涂层颜色的废液单独收集。涂层化学品通过以下方式回收： i). 超滤法； ii). 筛选 - 絮凝 - 脱水工艺，将颜料返回涂层工艺。澄清后的水可重复用于该工艺	对于超滤法，在以下情况下适用性可能会受到限制： <ul style="list-style-type: none"> • 废水量非常小 • 工厂的不同位置产生涂层流出物 • 涂层发生许多变化或 • 不同的涂层颜色配方不兼容
b	预处理含有涂层颜色的流出物	含有涂层颜色的流出物通过絮凝等方式进行处理，以保护随后的生物废水处理	普遍适用

BAT 50. 为防止和减少整个工厂排放到承受水域的废水污染量，最佳可行技术应使用 BAT 13 BAT 14 BAT 15 BAT 47 BAT 48 及 BAT 49 所述技术的适当组合。

最佳可行技术 (BAT) 相关排放水平

见表 20 及表 21。

表 20 及表 21 中最佳可行技术 BAT-AELs 亦适用于一体化牛皮纸、亚硫酸盐、CTMP 和 CMP 纸浆厂和造纸厂的纸张及板材生产工艺。

非一体化造纸和纸板厂参考废水量见 BAT 5。

表 20: 非一体化造纸和纸板厂 (特种纸除外) 直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均 kg/t
化学需氧量 (COD)	0.15 - 1.5 ⁽¹⁾
总悬浮固体量 (TSS)	0.02 - 0.35
总氮量	0.01 - 0.1 0.01 - 0.4 用于纸巾

总磷量	0.003 - 0.012
可吸附有机结合卤素 (AOX)	0.05 用于装饰纸及湿强纸
⁽¹⁾ 对于图纸厂, 范围上限指涂层工艺中使用淀粉的造纸厂。	

处理废水中的 BOD 浓度预计将较低 (24 小时复合样品, 约 25 mg/l)。

表 21: 非一体化特种纸厂直接向承受水域排放废水的最佳可行技术相关排放水平

参数	年平均值 kg/t ⁽¹⁾
化学需氧量 (COD)	0.3 - 5 ⁽²⁾
总悬浮固体量 (TSS)	0.10 - 1
总氮量	0.015 - 0.4
总磷量	0.002 - 0.04
可吸附有机结合卤素 (AOX)	0.05 用于装饰纸及湿强纸
⁽¹⁾ 具有特殊性质的工厂, 如等级变化频繁 (如平均每年 ≥ 5), 或生产极轻量特种纸 (平均每年 ≤ 30 g/m ²), 其排放量可能高于该范围上限。 ⁽²⁾ 最佳可行技术 BAT-AEL 范围的上限指 生产需大量精炼的高度粉碎纸的工厂, 以及纸质等级经常变化的工厂 (如年平均 $\geq 1 - 2$ 次变化 / 天)。	

1.6.2 大气排放

BAT 51. 为减少脱机或联机涂料器产生的 VOC 排放, 最佳可行技术应选择能降低 VOC 排放的涂层颜色配方 (成分)。

1.6.3 废物产生

BAT 52. 为最大限度地减少待处置的固体废物量, 最佳可行技术应使用以下几种技术来防止产生废物并开展回收利用作业 (见一般性最佳可行技术 20)。

	技术	描述	适用性
a	纤维和填料回收及白液处理	请参阅第 1.7.2.1 节	普遍适用
b	损纸再循环系统	收集造纸工艺不同位置 / 阶段的损纸, 重新制浆并返回纤维原料中	普遍适用

c	涂层颜色回收 / 颜料回收利用	请参阅第 1.7.2.1 节	
d	重复使用一次废水处理中的纤维污泥	一次废水处理中纤维含量高的污泥，可重复使用于生产工艺	产品质量要求可能会限制适用性

1.6.4 能耗和效率

BAT 53. 为减少热能和电能消耗，最佳可行技术应使用下列几种技术。

	技术	适用性
a	节能筛选技术 (优化转子设计、筛选屏幕和筛选作业)	适用于新工厂和现有工厂重大整修
b	利用精炼机热回收进行精炼的最佳实践	
c	优化造纸机 / 宽压区压榨的压榨部脱水	不适用于纸巾和许多特种纸等级
d	回收蒸汽冷凝水，使用高效排气热回收系统	普遍适用
e	使用夹点分析等进行谨慎工艺集成，以减少直接使用蒸汽	
f	高效精炼机	适用于新装置
g	优化现有精炼机作业模式 (如减少“空载功率要求”)	普遍适用
h	优化泵设计、泵变速传动控制及无齿轮传动	
i	尖端精炼技术	
j	加热纸幅蒸汽箱，以提高排水性能 / 脱水容量	不适用于纸巾和许多特种纸等级
k	优化真空系统 (如涡流风扇替代水环泵)	普遍适用
l	优化发电优，维护配电网	
m	优化热回收、空气系统和绝缘	
n	使用高效电机 (EFF1)	
o	使用热交换器预喷淋水	
p	使用废热干燥污泥或升级脱水生物质	
q	回收轴流鼓风机 (如使用) 热量，用于机罩供气	
r	使用滴滤塔对杨克机罩排气进行热回收	
s	回收红外热排气中的热量	

1.7 技术描述

1.7.1 防止和控制大气排放的技术描述

1.7.1.1 粉尘

技术	描述
静电除尘器 (ESP)	静电除尘器利用电场作用使颗粒带电并分离, 可在多种条件下运行
碱性洗涤器	请参阅第 0 节 (湿法洗涤器)

1.7.1.2 NO_x

技术	描述
降低空气/燃料比	本技术主要基于以下性能: <ul style="list-style-type: none">• 小心控制助燃空气 (低度过量氧气)• 尽量减少进入熔炉的空气泄漏• 改进炉燃烧室的设计
优化燃烧及燃烧控制	根据对适当燃烧参数的永久监测 (如 O ₂ 、CO 含量、燃料 / 空气比及未燃烧成分), 本技术使用控制技术实现最佳燃烧条件。 通过调整运行参数、空气分配、过量氧气、火焰异形加工及温度曲线, 可减少 NO _x 的形成和排放
分级焚烧	分级焚烧使用两个燃烧层, 第一个燃烧室的空气比和温度均受控制。第一个燃烧区在亚化学计量条件下运行, 在高温下将氮化合物转化为元素氮。在第二个区域, 额外供气在较低温度下完成燃烧。两级焚烧后, 废气流向另一个炉室, 以回收气体中的热量, 从而产生工艺蒸汽。
选择燃料 / 低 N 燃料	使用低氮燃料减少燃烧期间燃料中硫的氧化所产生的 NO _x 排放。 与石油和天然气相比, 燃烧 CNCG 或生物质燃料增加 NO _x 排放, 因为 CNCG 和所有木材衍生燃料含氮量都高于石油和天然气。 由于燃烧温度较高, 气体燃烧导致 NO _x 水平高于石油燃烧
低 NO _x 燃烧器	低 NO _x 燃烧器基于降低火焰峰值温度的原理, 延迟但完成燃烧并增加热传递 (增加火焰发射率)。该技术的使用可能涉及对熔炉燃烧室的设计进行改进

技术	描述
分级注射废液	在不同垂直阶段向锅炉中注入废亚硫酸盐液可防止 NO _x 形成，并提供完全燃烧
选择性非催化还原(SNCR)	该技术基于以下流程：使 NO _x 与氨或尿素在高温下发生反应，将其还原为氮。向助燃空气中注入氨水 (最高为 25% NH ₃)、氨前体化合物或尿素溶液，以将 NO 还原为 N ₂ 。该反应在温度范围约 830 °C 至 1050 °C 时效果最佳，必须提供足够的保留时间让注射剂与 NO 反应，必须控制氨水或尿素的剂量率，以使 NH ₃ 泄漏率保持在较低水平。

1.7.1.3 防止和控制 SO₂/TRS 排放

技术	描述
高干固体黑液	黑液中的干固体含量升高，燃烧温度也会升高，这会蒸发更多的钠 (Na)，与 SO ₂ 结合在一起形成 Na ₂ SO ₄ ，从而减少回收锅炉的 SO ₂ 排放。温度升高的缺点之一是 NO _x 的排放会增加
选择燃料 / 低硫燃料	使用含硫量约为 0.02 - 0.05 % (按重量) 的低含硫量燃料 (如森林生物质、树皮、低硫油及气体) 可减少燃烧期间燃料中硫氧化所产生的 SO ₂ 排放
优化燃烧	高效的燃烧率控制系统 (空气 - 燃料、温度及停留时间)、控制过量氧气并良好混合空气和燃料等技术
控制石灰泥进料中的 Na ₂ S 含量	高效清洗和过滤石灰泥可降低 Na ₂ S 的浓度，从而在再燃烧工艺中减少窑炉里硫化氢的形成
收集和回收 SO ₂ 排放	收集来自酸液生产、蒸发器、扩散器或卸料桶的高浓度 SO ₂ 气流。将 SO ₂ 回收到有不同压力水平的吸附罐中，这既是出于经济原因，也是出于环境原因
焚烧臭气和 TRS	收集到的强烈气体可通过在回收锅炉、专用 TRS 燃烧器或石灰窑中燃烧进行销毁。收集到的微弱气体适合在回收锅炉、石灰窑、动力锅炉或 TRS 燃烧器中燃烧。溶解罐排出气体可在现代回收锅炉中燃烧
在回收锅炉中收集和焚烧微弱气体	燃烧微弱气体 (体积大、SO ₂ 浓度低)，并使用后备系统 同时收集微弱气体和其他异味成分，以便在回收锅炉中燃烧。回收锅炉废气中的二氧化硫随后由对向流多级洗涤器回收，再用作蒸煮用化学品。使用后备系统洗涤器
湿法洗涤器	气态化合物在适当液体 (水或碱性溶液) 中溶解，可同时去除固体和气体化合物。在湿法洗涤器下游，废气处于水饱和状态，因此在排放废气前需将液滴进行分离处理，产生的液体必须经废水处理，通过沉淀或过滤收集不溶物质

技术	描述
静电除尘器或多管气旋除尘器，带多级文丘里洗涤器或多级双进口下游洗涤器	在静电除尘器或多级气旋分离器中除尘。对于亚硫酸镁工艺，静电除尘器中的粉尘主要由 MgO 组成，但也有少量 K、Na 或 Ca 化合物。回收的 MgO 灰由水悬浮，并通过清洗和熟化进行清洁并形成 Mg(OH) ₂ ，然后用作多级洗涤器中的碱性洗涤溶液，以回收蒸煮用化学品中的硫成分。在亚铵工艺中，氨基 (NH ₃) 不被回收，而是在氨燃烧工艺中分解。除尘后，废气经过水冷却洗涤器被冷却，然后进入一个三级或三级以上废气洗涤器，在亚硫酸镁工艺中，SO ₂ 排放物被 Mg(OH) ₂ 碱性溶液洗涤，而在亚铵工艺中，则为 100% 的新鲜 NH ₃ 溶液

1.7.2 减少淡水使用 / 废水流量以及废水中污染量的技术描述

1.7.2.1 工艺整合技术

技术	描述
干法剥皮	在干燥的滚筒中对原木进行干法剥皮 (水仅用于清洗木材，然后回收利用，只需最低净化即可排放到废水处理装置)
全无氯漂白 (TCF)	在 TCF 漂白过程中，完全避免使用含漂白化学品的氯，以此可完全避免漂白过程中产生的有机物质和有机氯化物质的排放
现代无元素氯 (ECF) 漂白	通过使用以下一个或几个漂白阶段，现代 ECF 漂白可最大限度地减少二氧化氯的消耗：氧气、热酸水解阶段、中高浓臭氧阶段、大气过氧化氢和加压过氧化氢阶段或使用热二氧化氯阶段
延长脱木素	通过 (a) 改良蒸煮或 (b) 氧脱木素来延长脱木素，可在漂白前增强纸浆的脱木素程度 (降低卡帕值)，从而减少漂白化学品的使用和废水的 COD 量。漂白前将卡帕值降低一个单位可将漂白装置释放的 COD 减少约 2 kg COD/ADt。可回收取出的木质素并将其送到化学品和能量回收系统
(a) 延长改良蒸煮	延长蒸煮时间 (配合料或连续系统) 包括在最佳条件下加长蒸煮时间 (如将蒸煮液中的碱浓度调整为蒸煮过程开始时较低，蒸煮过程结束时较高)，以便在漂白前萃取最大数量的木质素，避免导致碳水化合物过度降解或纸浆强度过度损失。因此，在随后的漂白阶段可减少使用化学品，亦可减少漂白装置废水的有机负荷
(b) 氧脱木素	如必须使用更高的卡帕值操作蒸煮装置，则可选择氧脱木素，以去除蒸煮后剩余的大量木质素。纸浆在碱性条件下会与氧气产生反应，以去除部分残留木质素

技术	描述
封闭而高效的粗浆筛选和清洗	<p>在多级闭合循环中使用开槽压力屏幕进行粗浆筛选，这样，杂质和浆块会在工艺流程的早期阶段被清除</p> <p>粗浆清洗将溶解的有机和无机化学品与纸浆纤维分离。粗纸浆可先在蒸煮器中清洗，然后在氧脱木素之前和之后（即漂白前）在高效洗涤器中清洗，漂白过程中的延滞、化学消耗及废水排放量都将降低。此外，这样做还能从清洗液中回收蒸煮用化学品。通过使用过滤器和压力机的对向流多级清洗进行高效清洗。粗浆筛选装置的水系统完全闭合</p>
回收利用漂白装置部分工艺用水	<p>酸性和碱性滤液在漂白剂装置中以对向流的方式回收利用至纸浆流，水被净化到废水处理装置，少数情况下净化到后氧气清洗</p> <p>中间清洗阶段的高效清洗器是低排放的先决条件。高效工厂(牛皮纸)能实现漂白装置污水流量为 12 - 25 m³/ADt</p>
也使用化学和能源进行有效的溢漏和污染监测	<p>有效的溢漏控制、集水和回收系统可防止意外释放高有机负荷，以及有时有毒的负荷或 pH 峰值 (至二级废水处理装置)，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在战略地点监测电导率或 pH 值，以发现损耗和溢漏 • 收集被转移或溢出的液体，使其达到最高液固浓度 • 将收集到的液体和纤维返还至适当地点工艺 • 防止来自关键工艺区的浓缩或有害流出物(包括妥尔油和松节油) 溢漏入生物废水处理 • 为收集和储存有毒或热浓缩液配备容积足够的缓冲罐
保持足够的黑液蒸发和回收锅炉容量，以应对峰荷	<p>足够的黑液蒸发装置和回收锅炉容量能确保处理因收集溢出物或漂白装置废水而产生的额外液体和干固体负荷，这可减少稀黑液、其他浓缩工艺废水甚至漂白装置滤液的损失。</p> <p>多效蒸发器浓缩粗浆清洗中的稀黑液，在某些情况下，还有从废水处理装置产生的生物污泥及 / 或 ClO₂ 装置产生的芒硝。超过正常作业的额外蒸发容量可提供足够的应急能力，以回收溢出物并处理可能产生的漂白剂滤液环流</p>

技术	描述
分离受污染 (恶臭) 冷凝水并重复用于工艺中	<p>在这一工艺中剥离受污染 (恶臭) 的冷凝水并重复使用于工艺中，可减少工厂的淡水摄入量和废水处理装置的有机负荷</p> <p>在汽提塔中，环流以对向流的方式导入先前过滤的工艺冷凝水，这些冷凝水中含有还原的硫化物、萜烯、甲醇和其他有机化合物。冷凝水中的挥发性物质作为不可冷凝气体和甲醇积聚在塔顶蒸汽中，并从系统中排出。净化冷凝水可于该工艺中重复使用，如用于漂白装置清洗、粗浆清洗及苛化区 (泥浆清洗和稀释、泥浆过滤喷淋)，用作石灰窑的 TRS 洗涤液或白液补给水。</p> <p>最浓缩冷凝液中剥离的非冷凝气体被送入强烈恶臭气体收集系统并被焚化。从中度污染的冷凝水中提取的废气收集到小体积高浓气体系统 (LVHC) 并被焚化</p>
热碱抽提阶段的废水蒸发和焚烧	<p>这些废水首先通过蒸发进行浓缩，然后在回收锅炉中作为生物燃料进行燃烧。含有粉尘并从熔炉底部熔化的碳酸钠溶解，以回收苏打溶液</p>
清洗液从预漂白再循环到粗浆清洗和蒸发，以减少 MgO 质预漂白产生的排放	<p>使用本技术的前提条件是蒸煮后的卡帕值相对较低 (如 14 - 16)、储罐容量足够大、用蒸发器和回收锅炉处理额外流量、可从沉积物中清洁清洗设备、纸浆亮度为 ($\leq 87\%$ ISO)，因为本技术在某些情况下可能会导致轻微的亮度损失</p> <p>市场纸浆生产商或其他必须达到极高亮度水平 ($>87\%$ ISO) 的纸浆生产商可能难以应用 MgO 预漂白</p>
工艺用水对向流	<p>在一体化工厂中，淡水主要通过纸机喷淋装置输入，并从喷淋装置向上输送至制浆区</p>
水系统分离	<p>不同工艺装置 (如制浆装置、漂白和造纸机) 的水系统通过清洗和纸浆脱水进行分离 (如清洗压力机)。此分离可防止污染物延滞至后续工艺流程，并可从较小体积中去除干扰物质</p>
高浓 (过氧化物) 漂白	<p>为实现高浓漂白，在添加漂白化学品之前，纸浆会通过双股线或其他压力机等方式脱水，因此，可更有效地使用漂白化学品，从而产生更清洁的纸浆，减少有害物质延滞到造纸机，并减少 COD。残留的过氧化物可再循环并重复使用</p>

技术	描述
纤维和填料回收及白液处理	<p>可使用以下技术处理来自造纸机的白液：</p> <p>a) 用“防溅”装置 (通常为滚筒或盘式过滤器或溶气浮选装置等) 将固体 (纤维和填充物) 与工艺用水分离。白液回路的溶气浮选将悬浮固体、细粉、小型胶体物及阴离子物质转化为絮凝物后被清除，回收的纤维和填料再循环到该工艺中，清澈的白液可在喷淋中重复使用，因其对水质的要求不太严格</p> <p>b) 预过滤白液的额外超滤会产生超清澈滤液，其质量足以用作高压喷淋水、密封水并稀释化学添加剂</p>
澄清白液	几乎完全用于造纸工业的水澄清系统基于沉淀、过滤 (盘式过滤器) 和浮选。最常用的技术是溶气浮选，使用添加剂可将阴离子垃圾和细粉结块为可物理处理的絮体高分子、水溶性聚合物或无机电解质被用作絮凝剂，随后，产生的结块 (絮体) 在澄清池中浮起。在溶气浮选 (DAF) 中，悬浮固体物质附着在气泡上
水再循环	澄清的水作为工艺用水在装置或一体化工厂内再循环，从造纸机到纸浆厂，从制浆到剥皮装置。废水主要从污染负载最高的地方排出 (如制浆及剥皮所用盘式过滤器的透明滤液)
设计和结构最佳的储罐和储箱 (造纸)	精心设计用于储存浆料和白液的储液罐，以便在开机和关机期间也可应对工艺波动和流量变动
精炼软木机械浆之前的清洗阶段	一些工厂通过结合使用加压预热、高压压缩和浸渍等方法预处理软木屑，以改善纸浆性能。通过去除可单独处理的小型但高度浓缩的废水流，精炼和漂白前的清洗阶段能显著减少 COD
将 NaOH 替换为 Ca(OH) ₂ 或 Mg(OH) ₂ ，作为过氧化物漂白碱	将 Ca(OH) ₂ 用作碱，导致 COD 排放量降低约 30%，同时能保持较高的亮度水平。此外，可用 Mg(OH) ₂ 替代 NaOH
闭环漂白	使用钠基盐蒸煮的亚硫酸盐浆厂中，漂白装置废水可通过超滤法、浮选和分离树脂和脂肪酸等方式进行处理，从而实现闭环漂白。漂白和清洗产生的滤液重复用于蒸煮后的第一个清洗阶段，并最终回收利用于化学回收装置
蒸发装置之前 / 之内调整稀液的 pH 值	中和于蒸发前或第一个蒸发阶段后进行，目的是保持浓缩液中的有机酸溶解，以便将这些有机酸与废液一起送到回收锅炉
蒸发器冷凝水的厌氧处理	请参阅第 1.7.2.2 节 (厌氧 / 好氧综合处理)
从蒸发器的冷凝水中剥离和回收 SO ₂	从冷凝水中剥离 SO ₂ ，浓缩物被生物处理，剥离的 SO ₂ 作为蒸煮化学品被送去回收。
监测并连续控制工艺用水质量	高级闭合水系统需优化整个“纤维 - 水 - 化学添加剂 - 能量系统”，需持续监测水质以及工作人员的积极性、知识，以及为确保所需水质必须采取的措施所实施的有关行动

技术	描述
尽量降低生物杀虫剂排放，以预防和消除生物膜	通过水和纤维连续输入微生物，可使每一造纸装置实现特定的微生物平衡。为防止微生物、水回路和设备中的结块生物质或生物膜沉积大量增长，通常使用生物分散剂或生物杀虫剂。使用过氧化氢催化消毒时，无需使用任何生物杀虫剂便可清除工艺用水和纸浆中的生物膜和游离细菌
通过受控碳酸钙沉淀去除工艺用水中的钙	通过受控去除碳酸钙 (如溶气浮选池) 降低钙浓度，可降低碳酸钙意外沉淀或水系统和设备功能升级所产生的风险，如截面辊、缆线、毛毡和喷淋装置喷头、管道或生物废水处理装置
优化造纸机喷淋装置	优化喷淋装置包括：a) 重复使用工艺用水 (如澄清的白液)，以减少淡水的使用； b) 为喷淋装置设计特殊的喷头

1.7.2.2 废水处理

技术	描述
一次处理	<p>物理化学处理，如均衡、中和和沉淀</p> <p>均衡 (如在平衡槽) 用于防止流速、温度和污染物浓度的重大变化，从而避免废水处理系统过载</p>
二次 (生物) 处理	<p>微生物处理废水的现有工艺为好氧和厌氧处理。在二次澄清流程中，固体和生物质通过沉淀从废水中分离，有时与絮凝结合使用</p>
a) 好氧处理	<p>在好氧生物废水处理中，水中可生物降解的溶解和胶体物质在空气中由微生物部分转化为固体细胞物质 (生物质)，部分转化为二氧化碳和水。所使用工艺为：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 一级或两级活性污泥 • 生物膜反应器工艺 • 生物膜 / 活性污泥 (小型生物处理装置)，本技术将移动床载体与活性污泥 (BAS) 相结合 <p>所产生的生物质 (过量污泥) 在水排放之前与废水分离</p>
厌氧 / 好氧综合处理	<p>厌氧废水处理在无空气时通过微生物将废水的有机成分转化为甲烷、二氧化碳、硫化物等。这一工艺在气密罐反应器中进行，微生物作为生物质 (污泥) 保留在储罐中。这一生物工艺形成的生物气包括甲烷、二氧化碳和其他气体，如氢气和硫化氢，适合产生能源。</p> <p>由于剩余的 COD 负荷，厌氧处理应被视为好氧处理前的预处理，厌氧预处理可减少生物处理产生的污泥量</p>

技术	描述
三次处理	高级处理技术包括可进一步去除固体的过滤、硝化及去除氮的脱氨，或絮凝 / 沉淀，然后过滤以去除磷。在一次处理和生物处理不足以达到低水平 TSS、氮或磷的情况下，通常使用三次处理，这可能是当地条件所需
适当设计并运行生物处理装置	适当设计和运行生物处理装置，包括根据液压和污染物负荷对处理罐 / 池 (如沉淀池) 进行适当的设计和尺寸标注。确保活性生物质良好沉淀，能实现 TSS 低排放。对废水处理装置的设计、尺寸标注和运行进行定期修正有助于实现这些目标

1.7.3 防止废物产生和废物管理技术描述

技术	描述
废物评估和废物管理体系	废物评估和废物管理体系被用以确定优化废物预防、重复使用、回收、回收利用及最终弃置的可行方案。废物清单可用于确定和区分每一废物组的类型、特性、数量和来源
单独收集不同废物组	在废物来源点单独收集不同的废物组，如条件允许，临时储存可增强重复使用或再循环的可能性。单独收集还包括对危险废物组进行分离和分类 (如油脂残留物、液压和变压器油、废电池、报废电气设备、溶剂、颜料、生物杀虫剂或化学残留物)
合并合适的残留物组	根据重复使用 / 回收利用、进一步处理和弃置的首选方案，合并适当的残留物组
重复使用或回收利用前对工艺残留物进行预处理	<p>预处理包括以下技术：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 为污泥、树皮或筛渣等脱水，有时进行干燥，以便使用前提高可重复使用性 (如焚烧前提高热值)，或 • 脱水以减轻运输重量和体积，使用压带机、螺旋压机、沉降离心机或箱式压滤机进行脱水 • 压碎 / 切碎来自 RCF 工艺和清除金属部件时产生的筛渣，以增强焚烧前的燃烧特性 • 如将用于农业，则脱水前进行生物稳定
对现场工艺残留物进行物料回收和回收利用	<p>物料回收工艺包括以下技术：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 将纤维与水流进行分离，并再循环为进料 • 回收化学添加剂和涂料颜料等 • 通过回收锅炉和苛化等方式回收蒸煮化学品
现场或场外回收有机含量高的废物能源	由于在焚烧炉或生物质发电装置进行能量回收时产生的热值，剥皮、切条、筛选等产生的残留物 (如树皮、纤维污泥或其他主要有机残留物) 被焚烧

技术	描述
外部物料利用	<p>纸浆和纸张生产中产生的适当废物，可作为物料用于其他工业行业，例如：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在水泥、陶瓷或砖块生产窑炉中进行燃烧，或与原料混合 (也包括能源回收) • 在农业中堆肥造纸污泥，或用适当的废物组扩大土地 • 将无机废物组 (沙子、石头、磨砂、灰烬及石灰) 用于建筑，如铺砌、道路及覆盖层等 <p>废物组是否适合场外使用取决于废物的成分 (如无机 / 矿物含量)，以及是否能证明将来的回收利用作业不会对环境或健康造成损害</p>
弃置前对废物组进行预处理	弃置前废物预处理措施包括减少运输或弃置的重量和体积 (脱水及干燥等)