

综合环境保护与控制
(IPPC)

钢铁生产 最可行的技术参考文献

2006年10月

出版者序言

2002 年中国金属学会理事长翁宇庆教授率领的冶金环保考察团赴欧洲考察钢铁工业环保的现状、技术标准、检测手段以及装备等。考察过程中获赠欧盟 1999 年出版的《综合环境保护与控制——钢铁生产最可行的技术参考文献》[integrated pollution prevention and control (IPPC) best available techniques reference document on the production of iron and steel July 99]。这本资料总结了欧盟钢铁联合企业中钢铁生产(烧结、球团、焦炉、高炉、碱性氧气顶吹转炉包括连铸和模铸)、电弧炉炼钢和轧钢的环境情况,特别是钢铁生产过程中气态、液态和固态废弃物的排放和处理及所应用的新的流程和技术。为了使国内冶金行业的同仁更好地了解世界钢铁生产环境问题以及环保技术的最新信息,中国金属学会领导决定翻译出版这本资料。

中国金属学会自 2002 年底开始组织有关专家首先翻译了除轧钢部分外的全部内容(即本次出版的内容);2003 年年底翻译完成后又从网上看到了 2001 年欧盟修改后的《综合环境保护与控制——钢铁生产最可行的技术参考文献》。为此又根据新的版本重新进行了校对和重新翻译。目前大家看到的就是根据 2001 年的版本翻译的。我们希望这本资料能够在促进我国钢铁工业的可持续发展方面、在推动企业节能、节水、环境保护方面起到一点借鉴作用,以促进我国钢铁工业的技术进步。

参加翻译的人员有:卢树忠、李伟立、宋波、王福明、李长荣等;参加审校的人员有:李文秀、苏天森、程建华、李京社、张兴中、徐竹青、李育杰、沈晓琳等;最后由北京科技大学的孔令坛教授、黄务涤教授和姜均普教授对全书进行了审核;最终由《中国冶金》杂志社编辑出版。在此,我们对上述人员的辛勤工作一并表示感谢。限于时间和水平,书中肯定会有疏漏和不足之处,我们真诚地希望读者予以批评和指正。

编者按

此份参考文献综合了钢铁领域中最可行的技术，体现了 96/61/EC 会议第 16（2）号文件的精神。本文件提出了目标及使用方法。

范围

它覆盖了在整个钢铁联合企业中钢铁生产（烧结车间、球团车间、焦炉车间、高炉、碱性氧气顶吹转炉包括连铸和模铸）和电弧炉炼钢的环境情况。文中并未涉及浇铸前的合金化处理。

提供的信息

在钢铁生产中最重要环境问题是气态和固态的废料/副产品的排放。从焦炉车间、高炉车间以及碱性氧气顶吹转炉中产生的废水是钢铁生产过程中对水最大的污染。

上述方面我们已经有了可行的方法，但在噪音/振动污染以及相应减少其污染的措施，我们的能力还十分有限。对于土壤污染、健康和安全，还有自然生态等方面也是同样。另外，取样方法、分析方法、时间间隔、计算标准条件尚缺少数据及基础方法。

文件结构

本文件主要由三部分组成：

1. 概要信息；
2. 钢铁联合企业的有关信息；
3. 电弧炉炼钢厂的有关信息。

总的概要信息概括了欧盟钢铁制造行业的统计数据、地理分布、经济和就业情况以及环境重要性的评价。由于钢铁联合企业的复杂性，在给出下列详细生产步骤前，我们会先对其进行概述。（第 3 章）。

◆ 烧结车间（第 4 章）

◆ 球团车间（第 5 章）

◆ 焦炉车间（第 6 章）

◆ 高炉车间（第 7 章）

◆ 碱性氧气顶吹转炉（第 8 章）

根据 IPPC BAT 的总纲，我们将介绍整个生产步骤中的相关信息。编写这样一系列“智能工厂”，是为了帮助这篇文件在实际中的应用。电弧炉炼钢完全不同于钢铁联合企业，所以将单独在第 9 章中说明。

最后，新的/可替代的炼铁技术纳入第 10 章。

第 11 章包括结论及推荐意见。

概述

钢铁是被广泛使用的重要材料，欧盟 1999 年粗钢产量为 1.553 亿吨，占世界钢产量的 20%。

在欧盟，大约 2/3 的粗钢是在 40 个钢铁厂经过高炉转炉流程生产出来的，大约 1/3 钢是由 246 座电弧炉生产的。

1995 年，欧盟约有 33 万员工在钢铁工业工作，还有大量员工在相关行业工作，如建筑业、汽车制造业、机械工业等。

钢铁生产

钢铁工业是材料与能源高度密集的行业，材料投入一半以上的投入变成了气体与固体废料排出物或副产品，从烧结厂产生的这些东西大部份成为污染源。虽然已经在减少污染源排放方面做了大量工作，这部分的排放仍是欧盟大气污染的来源，尤其是某些重金属与产生 PCDD/F。固体废物与其他副产品的重新使用的比例正在明显增加，但仍有大量废料仍旧作为坑洼地的填充物。

关于大型钢铁联合企业以及电弧炉炼钢生产方面的信息，将对所应用的新的流程与技术作简明介绍，以便大家更好地了解环境问题以及其他有关的信息。

大规模生产流程所排放与消耗的数据资料，在表 4.1 中列出了空气、水、地面和噪声；表 5.1 列出了小颗粒；表 6.2 与 6.3 是关于焦炉的数据；表 8.2 为氧气炼钢与浇铸方面的数据。新有数据是根据现有设备得到的，而且对于评估新介绍的 BAT 技术是十分必要的。对于这些技术的介绍将随流程进行，最后作出什么是 BAT 的结论。对于技术的介绍，主要是关于达到的水平、适用性、与环境的交互作用、可参与的工厂、经营数据、经济效益、参考资料等。这些结论是基于专家对于 TWG 的判断。

烧结厂的 BAT（第 4 章）

烧结，作为含铁材料的块状产品，是高炉炉料的主要部分，最主要的环境问题是从烧结

厂排出的废气，其中含有大量污染物，如灰尘、重金属、SO₂、HCl、HF、PAHs、有机氯化物（如 PCB 和 PCDD/F）。这样，大部分在确定 BAT 中新介绍的技术是用来减少向大气中排放的，同样应用于结论之中。因此，最重要的参数是灰尘与 PCDD/F。

1. 应用于废气除尘的技术：

- 先进的静电沉淀法（ESP）（移动电极 ESP，ESP 脉冲系统，高电压下运行的 ESP）；
- 静电沉淀法加布袋除尘；
- 预除尘（例如 ESP 或旋风除尘器）加高压湿洗涤系统。

使用这些技术后，灰尘排放浓度为 <50 mg/Nm³，达到了正常工作状态。如果使用布袋除尘，排放可达到 10~20 mg /Nm³。

2. 在对烧结生产的产量与质量不受大影响的情况下，可应用以下废气循环技术：

- 从整个烧结机表面所产生的废气的循环；
- 局部废气循环。

3. 用以下方法进行 PCDD/F 排放最小化：

- 废气循环技术的应用；
- 烧结机废气处理
 - 使用良好的湿法洗涤除尘系统，已达到小于 0.4 ng I-TEQ/Nm³。
 - 在布袋除尘器前添加一道褐煤焦粉过滤也能达到低 PCDD/F 排放水平（降低 98%以上，0.1-0.5 ng I-TEQ/Nm³，这是基于稳定工作状态下 6 小时随机抽样得到的数据。）

4. 使重金属排放减到最小

-- 使用良好的湿法洗涤除尘系统来排除水溶性重金属氯化物，特别是氯化铅，去除效率可高达 90%，或在布袋除尘器前添加一道生石灰过滤。

-- 从烧结机循环的最后一个 ESP 除尘器中排出的灰尘，要进行安全地填埋（用水封，渗出液收集并加以处理），可能的话再进一步水洗，随后进行重金属沉淀，以减少废弃物的数量。

5. 使固体废物减到最少

- 钢铁联合企业中含铁与含碳副产品的循环，应重视每种副产品的含油量（<0.1%）；
- 对于降低固体废料的产生，以下技术是 BAT，按顺序排列：
 - 减少废物的产生；
 - 选择性的循环，回收用于烧结生产过程；
 - 在内部不方便再使用的话，应考虑在外部再使用；

-- 如果所有的再利用方法都不能实施,那么唯一能做的事情就是尽量控制与减少废弃物的排放量了。

6. 降低烧结喂料中碳氢化合物的含量,避免无烟煤作为燃料加入,那样,作为返矿的副产品/残余物中的油含量可以降到<0.1%。

7. 显热回收

可以通过烧结矿冷却废气来回收显热。在某些情况下,从烧结机炉篦出来的废气来回收显热也是可行的,应用废热循环也是回收显热的一种方法。

8. 减少富集鲜明的 H_2SO_4 排放的途径举例:

-- 降低硫的投入(使用低硫含量的焦炭粒、减少焦炭粒的使用量、利用低硫铁矿石),采用这些方法可使 SO_2 含量降到每立方米小于 $500mg SO_2/Nm^3$;

-- 采用废气湿法除硫技术,可使 SO_2 排放浓度达到 $<100mg SO_2/Nm^3$ 。

由于废气湿法除硫的成本高,它只能在环境质量不能达标的情况下才被采用。

9. 减少 NO_x 排放的例子:

-- 废气循环;

-- 应用以下技术来使废气除氮:

-- 蓄热式活性碳法除氮;

-- 选择性催化还原法。

由于废气除氮成本高,只能在环境质量不能达标的情况下才使用。

10. 非冷却水的排放

这些方法只在用水量上升时,或使用湿法处理废气的情况下才使用。在那些情况下,流向外部环境的水必须进行处理,可使用重金属沉淀法、中和法或砂滤法,使 TOC 浓度达到 $<20mg/l$, 重金属浓度 $<0.1mg/l$ (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)。

当接受的是清洁水时,应注意其中的盐含量。冷却水可循环使用。

原则上,上面所列举的 1-10 项技术既可应用于新设备,也可应用于已有设备。

球团厂的 BAT (第 5 章)

球团是含铁材料造块的另一种方法。由于多种原因,烧结矿在钢铁企业内生产,而球团则主要在矿区生产,或运输口岸。因此,欧盟只在一个钢铁联合企业中有一座球团厂以及 4 个独立的球团厂。对于这些企业,环境问题主要是向大气的排放。

对于球团厂，下面的技术或技术组合属于 BAT。

1. 从烧结机废气中有效地排除颗粒状物质、SO₂、HCl 和 HF，方法为：

-- 气体洗涤

-- 半干法去硫，随后除灰（如废气中悬浮物的吸除（GSA））或其他具有同等效率的装置；
这些装置可达到的除尘效率：

-- 颗粒物 >95%；相应浓度应达到 <10mg 灰尘/Nm³

-- SO₂ >80%；相应浓度应达到 <20mg SO₂/Nm³

-- HF >95%；相应浓度应达到 <1mg HF/Nm³

-- HCl >95%；相应浓度应达到 <1mg HCl/Nm³

2. 使用水循环封闭法、重金属沉淀法、中和法与砂滤法可以使洗涤塔的排水量大大减少。

3. 生产过程形成的 NO_x 的治理

工厂应进行最优化设计，在所有燃烧过程中（在研磨过程中进行干燥的烧结机）回收显热和实现低 NO_x 排放。

在一个应用链蓖机回转窑的工厂，使用锰矿石时的排放达到了 <150g NO_x/t 球团。在另外的工厂（现有的或新工厂，同样类型的或其他类型的工厂，使用相同的或其他原材料），必须具有专门定制的装置，其 NO_x 排放水平可能各不相同。

4. 应用端管技术来降低端管的 NO_x 排放；选用催化还原或使 NO_x 降低，效率至少大于 80% 的其它技术。

由于废气除氮的成本高，因此，只有在环境质量标准达不到的情况下才使用。目前，尚无任何无 de-NO_x 系统商业性的球团工厂在运行。

5. 减少固体废物/副产品排放

下面的技术可作为 BAT，按顺序排列如下：

-- 减少废物的产生；

-- 固体废物/副产品的有效利用（循环或再使用）；

-- 不可避免废物/副产品的控制处置。

6. 显热回收

大多数球团厂能量回收率都比较高了。为了进一步提高，必须具有专门设计的装置。

上面列出的第 1~6 项技术，既可以应用于新的，也可用于现有的装置。

炼焦厂的 BAT（第 6 章）

焦炭是高炉的燃料，也是主要的还原剂，焦炉对大气的排放也是十分重要的。然而，许多排放来自炉盖的泄漏、炉门、平煤小门、煤气上升管，以及某些操作，例如装煤、出焦、熄焦过程中排放出来的。此外，焦炉煤气也从焦炉煤气处理工厂泄漏出来。向大气排放的主要来源是下加热系统的废气。由于这种排放的特殊性，为此，这里编辑了更为详细的信息，以便读者能了解得更清楚一些。因此，大多数确定为 BAT 的技术是指减少向大气排放的技术，重点放在焦炉的维护以保证焦炉的顺行操作。焦炉煤气除硫的首要措施是尽可能减少 SO_2 ，这不但在炼焦厂运用，而且，在其他以焦炉煤气作为燃料的工厂也运用。

废水处理是炼焦厂另一个主要问题：在提供减少水排放技术的同时，也提供了详细的信息，在结论部分总结了上述问题。因此，必须注意到，在某些情况下，干熄焦不列为 BAT 范围。

对于焦炉，某些技术或技术组合是 BAT。

1. 通常情况

— 炭化室、炉门和密封框架、烟气上升管、装煤孔以及其他设备的大修（由专门培训过的维修人员进行）。

— 炉门、密封框架、装煤孔与盖、煤气上升管等在操作以后的清扫；

— 维持焦炉内烟气的顺利流动。

2. 装煤

— 用装煤车来装料

从总体来看，用带有双煤气上升管或跨接管的设施来进行“无烟”装煤或顺序装煤是比较常用的方法，因为所有煤气中的细颗粒都要在焦炉煤气处理过程中得到处理。如果焦炉煤气被抽出，以后在焦炉外进行处理，那末，带有手动控制煤气抽出的装煤方法是比较好的。这种煤气处理应该由有效的抽气、然后燃烧，以及细颗粒物的纤维过滤等装置，可使颗粒物达到 $<5\text{g/t}$ 焦炭。

3. 炼焦

由以下方法综合组成：

— 稳定、不受干扰的炼焦操作、避免大的温度波动；

— 使用弹簧—负载可调的一密封炉门，或刀状炉门（在焦炉高度 ≤ 5 米，并良好维护的

情况下)可以达到:

在新工厂的所有炉门的可见泄漏率小于 5% (出现泄漏的炉门数与总炉门数之比);

对于现有旧炉子, 出现泄漏的炉门数<10%;

-- 水封的煤气上升管, 可见泄漏率达到<10% (出现泄漏的上升管数与上升管总数之比);

-- 用粘土泥浆进行泥封的装煤孔 (或其他合适的密封材料进行密封), 可见泄漏率<1% (泄漏的孔数与总孔数之比);

-- 装有密封装置的水平门的可见泄漏率<5%。

4. 燃烧

-- 使用脱硫的 COG;

-- 用常规的焦炉操作方法来防止焦化室与加热室之间的泄漏;

-- 修补焦化室与加热室之间的泄漏;

-- 在新炉子建设时应用低 NO_x 技术, 如分段燃烧 (stage combustion) (在新型工厂排放可分别达到 450~700g/t 焦炭, 500~770mg/Nm³);

-- 由于成本高, 不使用烟道气除氮 (如 SCR), 除非在新建工厂, 在环境质量标准达不到的情况下才使用。

5. 推焦

出焦时使用带有烟罩的出焦机, 并有安装在地面上的装有纤维过滤器的负压煤气处理设备和单点熄焦车, 这样排放水平可达到小于 5g 颗粒物/t 焦炭。(对整个炉子而言。)

6. 熄焦

-- 湿熄焦排放物可以减少到小于 50g 颗粒物/t 焦炭 (用 VDI 方法测定), 应避免使用含高有机物的生产用水, (比如新焦炉的废水、含有高碳氢化合物的废水作为熄焦水);

-- 使用干熄焦 (CDQ), 熄焦设备带有显热回收装置, 在装料、处理、装卸、筛分过程中都有布袋除尘器除尘的装置;

-- 鉴于目前欧盟的能源价格, 考虑到“设备/运行与成本—环境效益”, 我们强烈地建议限制干熄焦 CDQ 的应用, 此外, 必须采用能源回收技术。

7. 焦炉煤气除硫

-- 使用吸收系统来除硫 (煤气中 H₂S 含量 500~1000mg H₂S/Nm³);

-- 若使用氧化除硫 (<500mg H₂S/Nm³), 则有毒成分很大程度上会得到减少。

8. 煤气处理工厂的煤气气密性操作

在煤气处理工厂所采取的保证煤气气密性操作的措施，应该考虑到以下几点：

- 尽可能减少联结焊管的法兰盘数量；
- 使用气密性好的煤气泵（如磁性泵）；
- 避免储气罐高压阀的泄漏，其方法是使高压阀出口与焦炉煤气集气总管相连（或是采用收集焦炉煤气以后燃烧的办法）。

9. 废水预处理

- 使用强碱来有效地分离出氨；
- 提氨效率应与随后的废水处理一并考虑，除氨后排出液中 NH_3 的浓度可达到 20mg/l；
- 焦油去除。

10. 废水处理

综合使用氮的硝化工程/脱氮来进行生物法废水处理，可达到：

- COD 除去 >90%
- 硫化物 <0.1 mg/l
- PAH (6 Borneff) <0.05 mg/l
- CN <0.1 mg/l
- 酚 <0.5 mg/l
- HH^+ , HO_3^- 与 NO_2^- 总量 <30 mg N/l
- 悬浮颗粒 <40 mg N/l

以上浓度是在废水流量为 0.4 m³/t 焦炭 的情况下取的。

上面所列举的第 1~10 项技术，除了低 NO_x 技术外（只能用在新厂）既可以用在新工厂，也可以使用于老厂。

高炉 BAT（第 7 章）

高炉是从含铁原料生产生铁的最主要途径。由于大量的还原剂（主要是焦炭和煤）投入，高炉冶炼过程在钢铁联合企业中的总能源消耗是最大的。其排放种类多，因此，必须进行详细的讨论。在讨论决定 BAT 的技术时，涉及到降低能源投入的各个方面。在随后的结论中，将主要讨论降低出铁场灰尘、高炉煤气洗涤的废水处理、炉渣、炉尘/灰泥的再利用，以及最后讨论能源投入的最小化的高炉煤气的利用。

对于高炉，以下技术或技术组合是 BAT。

1. 高炉煤气回收;
2. 还原剂的直接喷射。

例如, 现在的粉煤喷吹已达到 180 kg/t 生铁, 还可以达到更高的喷吹量;

3. 炉顶煤气压力的能源回收
4. 热风炉

-- 煤气含灰尘排放浓度可达到 10 mg/Nm^3 , $\text{NO}_x < 350 \text{ mg/Nm}^3$ (当氧气含量为 3%时);
-- 设计允许时, 应尽可能节能。

5. 使用无焦油的出铁槽内衬
6. 不同效率的高炉煤气处理

通过干式分离技术对粗颗粒粉尘先进行处理 (例如导向挡板), 然后, 细颗粒粉尘通过下面的技术进行处理:

-- 一个洗涤器;
-- 一个湿静电除尘器;
-- 任何可以达到同样除尘效率的其他技术。

残余颗粒物浓度 $< 10 \text{ mg/Nm}^3$ 是可能达到的。

7. 出铁场 (出铁口、出铁槽、撇渣器、铁水罐注入口) 除尘

通过在出铁槽上面加盖、对上面提到的排放源处抽风, 以及使用布袋除尘器或静电除尘器等方法来进行除尘。灰尘排放浓度可达到 $1 \sim 15 \text{ mg/Nm}^3$, 有时短暂的排放可能高达 $5 \sim 15 \text{ g 灰尘/t 生铁}$, 因此, 煤气的除尘效率是很重要的。可以采用氮气来除尘 (在特殊情况下, 如出铁场许可并且有氮气供应时)。

8. 高炉煤气洗涤废水的处理

a. 尽可能最大限度地重复使用洗涤水;
b. 悬浮颗粒的凝结/沉降 (年平均残余悬浮颗粒可达到 $< 20 \text{ mg/l}$, 某一天的值可能高达 50 mg/l);
c. 在颗粒分布允许合理分级时, 进行沉积灰泥的水力旋转分级, 并使用粗颗粒。

9. 尽量减少颗粒废物/副产品

对于粗颗粒废料, 下面的技术属于 BAT, 并按顺序叙述如下:

a. 减少颗粒废料的产生;
b. 有效地利用 (循环或再利用) 颗粒废料/副产品; 应特别重视高炉煤气处理时以及出

铁场除尘时所得粗颗粒的循环使用，还有炉渣的完全使用（如用于水泥工业或修路）；

c. 控制不可避免产生的废物/副产品的排放（从高炉煤气处理所产生的细颗粒以及部分大颗粒）。

原则上，上面所列举的第 1~10 项技术，都可以使用在新建的或现有的设备上。

碱性氧气炼钢和浇铸的 BAT（第 8 章）

氧气炼钢的目的是为了除去在高炉炼铁所得到的铁水中的不需要的、有害杂质，它包括铁水的预处理、在碱性氧气炉内的氧化、二次冶金处理和浇铸（连铸或锭铸）等过程。主要的环境问题是向大气排放的各种来源，以及各种固体废物/副产品，将对这些问题进行讨论。此外，还有从湿法除尘和烧铸过程中产生的废水，所要讨论的 BAT 技术将讨论这些问题，以及碱性氧气炼钢炉气的回收问题。结论部分主要关心各种来源的灰尘排放的最小化，以及从湿除尘所得到的固体废物/副产品的再利用/回收，和碱性氧化炼钢炼炉气的回收问题。

对于碱性氧气炼钢和烧铸，下面的技术或技术组合是属于 BAT。

1. 热金属预处理产生的颗粒物的处理（包括金属状态的转换过程、脱硫与除渣过程），使用方法为：

- 有效地抽真空；
- 随后用布袋除尘或 ESP 进行净化。

使用布袋式除尘器排出浓度可达到 $5\sim 15\text{ mg/Nm}^3$ ，ESP 可达到 $20\sim 30\text{ mg/Nm}^3$ 。

2. 氧气顶吹转炉煤气回收和初步除尘，应用方法为：

- 抑制燃烧；
- 干法静电除尘（在新建或现有工厂情况下）；
- 气体洗涤（在现有工厂内）。

所收集的转炉煤气清洁以及储存起来，供以后使用。在某些情况下，它可能是不经济的，或者从合适的能源管理的角度来看，回收转炉煤气是不现实的。在这些情况下，可以用来燃烧，这样的燃烧（完全燃烧或抑制燃烧）取决于当地的能源管理。

灰尘或泥尘应该尽可能多地回收，注意所收集到的灰尘/泥尘中高的锌含量，应特别注意防止从喷枪孔排放烟尘。喷枪孔在吹氧过程中应该盖上，必要的话，往孔内喷入惰性气体密封防止烟尘的排放。

3. 二次除尘应用于：

-- 有效地在装料与出钢时进行抽气、随后采用布袋除尘器、ESP 或其他相同除尘效率的技术进行净化，净化率应达到 90%；

-- 残余灰尘浓度在使用布袋式除尘时为 $5\sim 15\text{ mg/Nm}^3$ ，在使用 ESP 时可达到 $20\sim 30\text{ mg/Nm}^3$ 。这些操作时排放系数可达到低于 5 g/t Ls 。

在从鱼雷式铁水罐到装料罐进行倒罐时，使用惰性气体来排除烟气，以减少烟气灰尘的产生。

4. BOF 煤气初次湿法除尘排水的减少/治理，可以应用以下措施：

-- 在空间允许的情况下，可以使用 BOF 煤气的干法除尘；

-- 洗涤水尽可能多地循环使用（例如在抑制燃烧的系统采用 CO_2 喷射法）；

-- 悬浮颗粒的凝结与沉降，可达到 20 mg/l 悬浮颗粒。

5. 连铸机直接冷却的节水措施

-- 冷却水尽可能地循环使用；

-- 悬浮固体颗粒的凝结与沉淀；

-- 使用撇油池或其他有效的装置来除油。

6. 固体废物最小化

下面的技术是固体废物的 BAT，按顺序排列如下：

-- 减少废物的产生；

-- 固体废物/副产品的有效利用，特别要重视 BOF 炉渣和 BOF 煤气处理所得到的粗、细灰尘的使用；

-- 控制不可避免产生的废物的排放。

原则上，以上第 1~6 项技术均适应用于新建的或现有的装置（如没有其他说明）。

电炉炼钢与浇铸的 BAT（第 9 章）

含铁材料，主要是废钢的直接熔炼通常在电炉内进行，它需要大量电能，并产生大量向空中排放的废气和固体废物/副产品——主要是炉渣和需过滤的灰尘。从炉子向大气的排放物中含有多多种无机物（氧化铁灰尘与重金属）以及有机物，例如，重要的有机氯化物氯苯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ 、PCB 和 PCDD/F。确定 BAT 技术时考虑了这个问题，并集中讨论这些问题。在结论部分，向大气排放、灰尘与 PCDD/F 是最相关的参数，废钢的预热与炉渣与灰尘的再利用/循环一样，也是 BAT。

对于电炉炼钢与烧铸，下面的技术或技术组合是 BAT。

1. 灰尘收集效率

- 直接抽出废气（4 孔或 2 孔），与烟罩系统相结合使用；
- 炉罩与烟罩系统；
- 整个建筑物抽气。

可达到 98% 以上的 EAF 的初次与二次排放的收集效率。

2. 应用下面的方法对废气进行除尘：

设计良好的布袋除尘器，对新建工厂可达到小于 5 mg/Nm^3 ，这些数字是每日的平均值。排放灰尘的成份的减少与重金属排放的减少是相互有关的，除非重金属存在于气相如汞蒸汽中。

3. 以下技术可以减少有机氯化物，特别像 PCCD/F 与 PCB 等有机物。

-- 适度的在废气排出管道进行二次燃烧，或在单独的二次燃烧室进行二次燃烧，并在以后快速熄火以防止诺瓦综合效应（de novo synthesis）；

- 在布袋除尘器之前喷入褐煤粉。

排放 PCCD/F 的浓度可以达到 $0.1 \sim 0.5 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3$ 。

4. 废钢预热（与第 3 项一起使用）以回收排放废气的显热

-- 部份废钢进行预热，每吨钢可节约用电 60 kWh/t ，在废钢全部预热的情况下，可节约 100 kWh/t 。废钢预热的适用性取决于当地的条件，并经过工厂的试验。在应用废钢预热时，必须注意增加有机物污染排放的可能性。

5. 减少固体废物/副产品

对于固体废物，下面的技术是 BAT，按顺序排列如下：

- 减少废物的产生；

-- EAF（电弧炉）炉渣与过滤器灰尘的循环使用来减少废物；根据当地的条件，过滤器灰尘循环用于电弧炉可以使锌富集至 30%。锌含量大于 20% 的过滤器灰尘可用于有色冶金工业；

- 生产高合金钢的过滤器灰尘经过处理，用于回收合金金属；

-- 应减少不可避免产生的，或不可以循环使用的固体废物的产生或生成量，如果所有减少/再利用工作都做了，那么控制处理是唯一选择了。

6. 水的排放

- 电炉冷却设备、水冷系统闭路运行；
- 连铸产生的废水；
- 尽可能多地循环使用冷却水；
- 悬浮固体的凝结/沉降；
- 用撇油或其他有效装置除油。

原则上，第 1~6 项所列技术既可以应用于新建工厂，也可应用于现有工厂。

一致性

本 BREF 的一致性很高，在 TWG 与 IEF 的讨论中没有不同意见，因此，本文件的认同度很高。

译者注：BREF, TWG, IEF 原文中没有标注。

序 言

文件说明

除非特别指出，文中所出现的“指南”是指综合污染防治的委员会指南 96/61/EC。

此文件是欧洲 IPPC 局的最终稿。它不是欧洲委员会的官方出版物，不代表欧洲委员会的立场。

IPPC 指南的相关法律义务和 BAT 的定义

为了帮助读者理解此文件起草的法律背景，在序言中会介绍一些相关的 IPPC 指南的条款，包括术语“最可行的技术”的定义。这些介绍不可避免的存在不完整性，只是提供信息参考。它并不具有法律意义，不会任意的改变或损害指南的现行条款。

“指南”的目的是实现综合污染防治，这些污染由列在附件 1 中的活动不断产生，所以在整体上保护环境刻不容缓。“指南”的法律基础与环境保护完全相联系，它的实施应同时考虑欧盟的其他目标，如保证欧盟工业的竞争性等以保证可持续发展。

更重要的是，它提供了对一个特定的行业装置普遍承认的系统，要求操作者和管理者都用一种综合的、全局的方式来看待生产中所存在的污染和浪费问题。这种综合方法的目标是要提高生产流程中的管理和控制，从而来确保环境保护在总体上维持较高的水平。这种方法的核心将在第 3 章的一般原则中给出，操作者应该采取所有适当的防止污染的措施。特别通过最可行的技术，将能使它们提高生态环境的质量。

一术语“最可行的技术”将在第 2 章（11）中被定义为“在各种活动及其操作方法中最有效和最先进的阶段，即这些特定技术原则上对实现防治污染的排放限量上行之有效，若不是最有效，也在总体上尽可能的减少排放，以及对环境的损害。”文章还进一步说明此定义：

--“技术”包括所使用的技术和设计、建设、维护、操作和淘汰设备时所用的方法。

--“可行的”技术是那些在经济和技术可行的条件下，考虑成本和优势，允许在相关部门中实施的，并发展到一定规模的技术，不管这些技术已使用或成员国内部开发的，只要他们能被操作者们合理使用。

--“最佳的”是指对于在总体上能最为有效的实现高标准的环保。

另外，“指南”的附件 4 指出“要充分考虑情况，并适当地使用最可行的技术，牢记每项

措施可能的成本和收益，以及环境保护和预防的宗旨。”这些注意事项包含了委员会 16（2）号文件中的相关信息。

发行许可证的正式机构在制定许可证条款时必须遵守第 3 章中的基本原则。这些条款包括排放物的限制量，在适当的地方用相关的参数和技术标准来补充或替换。根据“指南”的第 9 章（4），这些排放物限制量、相关参数和技术标准必须无条件的遵守环境质量标准，基于最可行的技术，不用规定任何技术的使用，但要考虑到相关安装操作的技术特点，其地理位置以及当地的环境条件。所有情况下，许可证的条款必须包括远距离和周边的污染最小值的条款，必须保证环境保护总体上维持在一个高的标准。

根据“指南”的第 11 章，成员国有义务保证其正式机构实行或了解最可行的技术的发展。

此份文件的目标

“指南”的第 16（2）中要求委员会来组织“在成员国和相关行业组织就最可行的技术的信息的交流，并对其进行监督和发展”，并公开其信息发展的成果。

信息交流的目的在“指南”中有所体现，“在共同体内进行最可行的技术的信息发展和交流将有助于弥补在共同体内部的技术不平衡，推动在共同体中使用的技术和限制标准在全球的共享，将使成员国更有效的实施该指南”。

委员会（Environment DG）建立了一个信息交流论坛（IEF）来帮助 16（2）文件的执行，在 IEF 下还成立了很多的技术工作小组。IEF 和这些技术工作小组包括各成员国和在 16（2）文件中要求的部门的代表。

这一系列文件的的目的都是要准确的反映信息的交换，并给许可证机构制定许可证条款时提供参考信息。通过提供最可行的技术信息，这些文件将对推动环境保护起到重要的作用。

信息来源

此文件的信息来源于多种渠道，尤其包括在协助委员会工作而建立的小组内的专家，并由委员会来核实。所有的贡献都会给予报酬。

怎样理解和使用此文件

此文件所提供的信息是用来确定特定条件下的 BAT，以此作为许可条件的基础。在确定 BAT，及设定 BAT 基础上的许可条件时，还需时刻注意要实现高标准的环保水平的总体目标。在文件的其他部分会介绍信息的类型。

第 1~3 章介绍了钢厂的总体信息，第 4~9 章的第 1 部分介绍了在钢厂内部的工业流程