

污染综合防治最佳可行技术参考丛书

欧盟委员会
EUROPEAN COMMISSION



钢铁行业

污染综合防治最佳可行技术

Best Available Techniques
Reference Document on the Production of
Iron and Steel

欧洲共同体联合研究中心 编著
Joint Research Center, European Communities

环境保护部科技标准司 组织翻译

高志永 孔令坛 姜均普 等译



化学工业出版社

污染综合防治最佳可行技术参考丛书

欧盟委员会
EUROPEAN COMMISSION



钢铁行业

污染综合防治最佳可行技术

**Best Available Techniques
Reference Document on the Production of
Iron and Steel**

欧洲共同体联合研究中心 编著
Joint Research Center, European Communities

环境保护部科技标准司 组织翻译

高志永 孔令坛 姜均普 等译



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

钢铁行业污染综合防治最佳可行技术/欧洲共同体
联合研究中心编著; 环境保护部科技标准司组织翻译;
高志永, 孔令坛, 姜均普等译. —北京: 化学工业出
版社, 2013. 10

(污染综合防治最佳可行技术参考丛书)

书名原文: Best Available Techniques Reference
Document on the Production of Iron and Steel
ISBN 978-7-122-18290-6

I. ①钢… II. ①欧…②环…③高…④孔…⑤姜…
III. ①污染防治-钢铁工业-技术 IV. ①X757

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 203359 号

Best Available Techniques Reference Document on the Production
of Iron and Steel/by Joint Research Center

© European Communities, 2012

Chinese translation © Tsinghua University, 2012

翻译工作全面由清华大学负责。

本书中文简体字版由 European Communities 授权化学工业出版社独家出版发行。
未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分, 违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2013-8276



责任编辑: 宋湘玲
责任校对: 吴 静

文字编辑: 刘莉琳
装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 30¼ 字数 784 千字 2014 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 198.00 元

版权所有 违者必究

《污染综合防治最佳可行技术参考》丛书 翻译委员会

顾 问：吴晓青

主 任：赵英民

副主任：刘志全 王开宇

委 员：冯 波 张化天 王凯军 左剑恶

张鸿涛 胡华龙 刘睿倩 周岳溪

《钢铁行业污染综合防治最佳可行技术》 翻译人员

主译人员：高志永 孔令坛 姜均普

参译人员 (按姓氏笔划排列)：

王福明 卢树忠 邢 妍 李伟立

宋 波 汪翠萍 陈 坚 宫 徵

贾晨夜 蔡铭杰

◀序▶

中国的环境管理正处于战略转型阶段。2006年，第六次全国环境保护大会提出了“三个转变”，即“从重经济增长轻环境保护转变为保护环境与经济增长并重；从环境保护滞后于经济增长转变为环境保护与经济发展同步；从主要用行政办法保护环境转变为综合运用法律、经济、技术和必要的行政办法解决环境问题”。2011年，第七次全国环境保护大会提出了新时期环境保护工作“在发展中保护、在保护中发展”的战略思想，“以保护环境优化经济发展”的基本定位，并明确了探索“代价小、效益好、排放低、可持续的环境保护新道路”的历史地位。

在新形势下，中国的环境管理逐步从以环境污染控制为目标导向转为以环境质量改善及以环境风险防控为目标导向。“管理转型，科技先行”，为实现环境管理的战略转型，全面依靠科技创新和技术进步成为新时期环境保护工作的基本方针之一。

自2006年起，我部开展了环境技术管理体系建设工作，旨在为环境管理的各个环节提供技术支撑，引导和规范环境技术的发展和运用，推动环保产业发展，最终推动环境技术成为污染防治的必要基础，成为环境管理的重要手段，成为积极探索中国环保新道路的有效措施。

当前，环境技术管理体系建设已初具雏形。根据《环境技术管理体系建设规划》，我部将针对30多个重点领域编制100余项污染防治最佳可行技术指南。到目前，已经发布了燃煤电厂、钢铁行业、铅冶炼、医疗废物处理处置、城镇污水处理厂污泥处理处置5个领域的8项污染防治最佳可行技术指南。同时，畜禽养殖、农村生活、造纸、水泥、纺织染整、电镀、合成氨、制药等重点领域的污染防治最佳可行技术指南

也将分批发布。上述工作已经开始为重点行业的污染减排提供重要的技术支撑。

在开展工作的过程中，我部对国际经验进行了全面、系统的了解和借鉴。污染防治最佳可行技术是美国和欧盟等进行环境管理的重要基础和核心手段之一。20 世纪 70 年代，美国首先在其《清洁水法》中提出对污染物执行以最佳可行技术为基础的排放标准，并在排污许可证管理和总量控制中引入最佳可行技术的管理思路，取得了良好成效。1996 年，欧盟在综合污染防治指令（IPPC 96/61/CE）中提出要建立欧盟污染防治最佳可行技术体系，并组织编制了 30 多个领域的污染防治最佳可行技术参考文件，为欧盟的环境管理及污染减排提供了有力支撑。

为促进社会各界了解国际经验，我部组织有关机构翻译了欧盟《污染综合防治最佳可行技术参考》丛书，期望本丛书的出版能为我国的环境污染综合防治以及环境保护技术和产业发展提供借鉴，并进一步拓展中国和欧盟在环境保护领域的合作。

环境保护部副部长

吴晓青

◀ 前言 ▶

本书是最佳可行技术参考系列文件之一，是欧盟成员国和各行业之间就最佳可行技术、相关监测以及进展进行交流的成果。

中国金属学会自 2002 年开始组织有关专家翻译和校核了 1999 年版和 2001 年修改版的《综合环境保护与控制——钢铁生产最可行的技术参考文献》，作为内部学习资料。中国金属学会前期所做的大量翻译和校核工作使国内冶金行业的同仁更好地了解了世界钢铁生产环境问题以及环保技术的最新信息。

欧盟根据行业和技术发展情况对钢铁工业最佳可行技术参考文献进行了调整和更新，本书是《Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel》2010 版的中文译本，考虑到内容与 2001 年版本有较大的变化，清华大学环境学院组织相关人员在金属学会所翻译的 2001 年版本的基础上，对 2010 年版本进行了翻译和校核工作。

本书的主要内容包括：第 1 章介绍了欧洲和世界钢铁生产的基本信息以及所产生的环境问题；第 2 章介绍了钢铁生产的通用过程和技术；第 3~8 章详细介绍了烧结厂、粒化厂、炼焦炉厂、高炉、碱性氧气转炉炼钢和浇铸、电弧炉炼钢与铸造的应用过程与技术、现有排放与消耗水平和确定最佳可行技术考虑的技术；第 9 章介绍了钢铁生产最佳可行技术的结论；第 10 章和第 11 章分别介绍了可替换的炼铁技术以及新兴技术；第 12 章是结论与未来工作建议；第 13 章的五个附录提供了在采用的数据和信息。

本书系统介绍了欧盟钢铁生产的最佳可行技术，能够紧密结合实际，具有内容翔实、操作性强等特点，适用于环境技术评估管理人员、企业环境部门及钢铁生产一线工作人员。本书的编译获得了欧盟综合污染与预防控制局的许可与支持，与此同时还得到了环境保护部科技标准司领导的帮助与关怀。

我们本着忠实原文、对读者负责的原则进行翻译、校对工作。但是该书覆盖内容广泛，涉及多种学科，限于译者能力和时间，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

译者
2013 年 3 月

◀ 目录 ▶

0	绪论	1
0.1	相关情况介绍	1
0.2	前言	3
0.2.1	文件状态	3
0.2.2	信息交换参与者	3
0.2.3	本文件结构与内容	3
0.2.4	信息来源与最佳可行技术来源	4
0.2.5	最佳可行技术参考文件审查（简章）	4
0.2.6	联系方式	4
0.3	范围	5
1	基本信息	7
1.1	欧洲与世界钢铁生产	7
1.2	欧盟钢铁生产地理分布	8
1.3	欧盟钢铁企业经济与就业	13
1.4	炼钢法	14
1.5	钢铁生产的主要环境问题	16
2	通用工艺流程与技术	22
2.1	炼钢行业能源管理	22
2.1.1	综合钢厂能量流与工业气体使用	22
2.1.2	综合钢厂蒸汽与热量管理	24
2.1.3	电弧炉炼钢能量流	26
2.2	钢铁厂中的电厂	26
2.2.1	应用过程与技术	27
2.2.2	现有排放物与消耗水平	28

2.3	材料管理	31
2.3.1	原料存放与处理	32
2.3.2	生产残留物管理	34
2.4	水与废水管理	36
2.5	最佳可行技术确定过程中的通用技术方法	38
2.5.1	环境管理体系	39
2.5.2	能源管理	42
2.5.3	减少工业气体燃料电厂的氮氧化物	47
2.5.4	物料管理	51
2.5.5	钢铁厂监测	61
2.5.6	减少噪声	72

3 烧结厂 73

3.1	应用过程与技术	73
3.1.1	煅烧工艺	73
3.1.2	原料调配与混合	73
3.1.3	煅烧机操作	75
3.1.4	热烧结筛选与冷却	76
3.2	现有排放与消耗水平	77
3.2.1	质量流概述与投入/产出数据	77
3.2.2	烧结过程环境问题	80
3.3	烧结厂最佳可行技术确定过程中的技术方法	93
3.3.1	过程优化	94
3.3.2	烧结厂废气排放的减少技术	95
3.3.3	次级来源粉尘排放收集与减排	129
3.3.4	使用诸如烧结厂废物与副产品等生产残留物	130
3.3.5	烧结过程的热回收	131

4 球团厂 146

4.1	应用过程与技术	146
4.1.1	研磨与干燥/脱水	146
4.1.2	绿球制备	148
4.1.3	硬化	148
4.1.4	筛选与处理	150
4.2	现有排放与消耗水平	150
4.2.1	质量流概述与投入/产出数据	150
4.2.2	颗粒制造过程	150
4.3	粒化厂最佳可行技术确定过程中的技术方法	155
4.3.1	研磨机(干磨)静电沉淀	156
4.3.2	干燥与硬化区的个别或组合固体和气体污染物减排	156

4.3.3	气体悬浮吸收器	157
4.3.4	工艺集成氮氧化物减少	158
4.3.5	选择性催化还原	159
4.3.6	球团厂水处理	160
4.3.7	除砷厂	161
4.3.8	硬化机显热回收	162
5	炼焦炉厂	164
5.1	应用过程与技术	164
5.1.1	煤炭处理与准备	165
5.1.2	焦炉组操作	166
5.1.3	焦炭处理与准备	170
5.1.4	焦炉煤气处理	170
5.1.5	焦炉的水流向和设备的副产物	175
5.2	现有排放与消耗水平	176
5.2.1	质量流概述与投入产出数据	176
5.2.2	炼焦工艺的环境问题	178
5.3	炼焦炉厂最佳可行技术确定过程中的技术方法	186
5.3.1	选碳	187
5.3.2	炉料排放最小化	188
5.3.3	封闭提升管与装料孔	190
5.3.4	焦炉厂顺利稳步操作	191
5.3.5	炼焦炉维护	192
5.3.6	较大碳化室	193
5.3.7	改进炉门和炉门框密封	195
5.3.8	清扫炉门和炉门框密封	196
5.3.9	保持碳化室内气流畅通	196
5.3.10	焦炉在炼焦过程中的变压力调节	197
5.3.11	热回收炼焦	199
5.3.12	减少焦炉加热排放	202
5.3.13	推焦除尘	209
5.3.14	干熄焦	211
5.3.15	湿法熄焦	213
5.3.16	减少焦炭处理排放物	216
5.3.17	封闭式皮带输送机	216
5.3.18	煤气净化装置的密闭操作	218
5.3.19	剩余氨水除焦油（和 PAH）	219
5.3.20	从废水中提取氨	219
5.3.21	废水处理	220

6	高炉	228
6.1	实用工艺	228
6.1.1	配料	230
6.1.2	原料输送和装料	230
6.1.3	高炉操作	230
6.1.4	热风炉操作	233
6.1.5	出铁	233
6.1.6	炉渣冷却和处理	234
6.2	现有的消耗/排放水平	237
6.2.1	物流图与输入/输出数据	237
6.2.2	高炉冶炼过程中的环境问题	241
6.3	最佳可行技术确定过程中的技术方法	250
6.3.1	出铁场除尘(出铁口,铁水沟,撇渣器,鱼雷式铁水罐)	251
6.3.2	出铁过程中烟气的排除	254
6.3.3	无焦油铁水沟内衬的使用	256
6.3.4	高炉废气处理	257
6.3.5	用于顶部漏斗排放的气体回收系统	258
6.3.6	洗涤水处理与再利用	261
6.3.7	高炉沉淀物水力旋流处理	264
6.3.8	残渣处理工艺中的烟气冷凝	265
6.3.9	优质矿的利用	266
6.3.10	高炉能源效率的提高	266
6.3.11	高炉煤气的回收及利用	267
6.3.12	还原剂的直接喷射	268
6.3.13	炉顶气体压力的能量回收	275
6.3.14	热风炉的节能	276
7	碱性氧气转炉炼钢和浇铸	279
7.1	所用工艺和技术	280
7.1.1	铁水的运输和储存	280
7.1.2	铁水的预处理	281
7.1.3	碱性氧气转炉(BOF)中的氧化	282
7.1.4	二次冶炼	286
7.1.5	浇铸	287
7.2	现有排放和消耗水平	289
7.2.1	物质流图和输入/输出数据	289
7.2.2	碱性氧气炼钢的环境问题	289
7.3	最佳可行技术确定过程中的技术方法	303
7.3.1	一次除尘	304
7.3.2	二次除尘	306

7.3.3	湿法除尘中所产生废水的处理	317
7.3.4	连续铸造所产生废水的处理	318
7.3.5	用回收的含外部再利用高锌浓缩颗粒的粉尘的热压与回收	320
7.3.6	降低废料中的锌含量	323
7.3.7	碱性氧气转炉气体能量回收	324
7.3.8	在线抽样与钢分析	326
7.3.9	增加自动化钢铁车间能量效率	327
7.3.10	碱性氧气转炉直接出渣	329
7.3.11	近终形薄带连铸	330

8 电弧炉炼钢与铸造 333

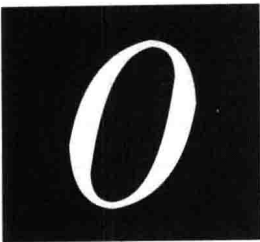
8.1	应用过程与技术	333
8.1.1	原料处理与存储	335
8.1.2	废钢预热	335
8.1.3	装料	336
8.1.4	电弧炉熔化和精炼	336
8.1.5	出钢和出渣	337
8.1.6	二次冶金	337
8.1.7	炉渣处理和加工	338
8.1.8	连铸	339
8.2	现有的消耗/排放水平	339
8.2.1	物流图和输入/输出数据	339
8.2.2	电弧炉炼钢过程的环境问题	341
8.3	最佳可行技术确定过程中的技术方法	355
8.3.1	电弧炉运行优化	356
8.3.2	废钢预热	358
8.3.3	减少废渣处理过程总粉尘排放	362
8.3.4	先进的排放收集系统	363
8.3.5	从电弧炼钢炉排入空中的一级和二级排放物减排技术	365
8.3.6	来自连铸的废水处理	373
8.3.7	闭环冷却水系统	374
8.3.8	重金属回收的电炉粉尘处理	375
8.3.9	EAF 炉渣处理	376
8.3.10	高合金钢和不锈钢电炉渣的处理	377
8.3.11	近终形薄带连铸	379
8.3.12	预防噪声排放的技术	379

9 钢铁生产最佳可行技术结论 381

9.1	最佳可行技术总体结论	382
9.1.1	环境管理系统	382

9.1.2	能耗管理	383
9.1.3	材料管理	385
9.1.4	工艺产物副产物和废弃物管理	385
9.1.5	原材料和（中间）产物的储存、处理和运输过程中的粉尘排放	386
9.1.6	水和废水管理	387
9.1.7	监测	388
9.1.8	停运	389
9.1.9	噪声	389
9.2	烧结厂最佳可行技术结论	390
9.3	粒化厂最佳可行技术结论	395
9.4	焦炉厂最佳可行技术结论	396
9.5	高炉最佳可行技术结论	400
9.6	碱性氧气炼钢和铸造的最佳可行技术结论	403
9.7	电弧炉炼钢和铸造的最佳可行技术结论	406
10	可替换的炼铁技术	408
10.1	直接还原铁法（DR）	409
10.2	熔融还原（SR）	411
10.2.1	熔融还原与熔融还原炼铁工艺	411
10.2.2	发展中的工艺	413
10.3	传统高炉流程与直接还原和熔融还原流程的比较	416
11	新兴技术	418
11.1	常规能源技术	418
11.1.1	CO ₂ 减排战略	418
11.1.2	CO ₂ 捕获和储存	421
11.1.3	陶瓷颗粒过滤器和氮减排	422
11.1.4	燃烧和回收利用干粉尘	423
11.2	烧结厂的新兴技术	424
11.2.1	吸附 PCDD/F 的碳浸渍塑料	424
11.2.2	氮抑制 PCDD/F 的形成化合物的烟道气	425
11.2.3	淬火	426
11.3	炼焦炉新技术	426
11.3.1	超级焦炉	426
11.3.2	单炉压控制技术	427
11.3.3	熄焦	429
11.4	高炉新兴技术	429
11.4.1	减少内燃室热风炉的一氧化碳排放	429
11.4.2	炉渣热回收	430
11.4.3	高炉废气注入	430

11.5 碱性氧气转炉与铸造新技术	430
11.5.1 提高扩大使用的碱性氧气转炉炉渣稳定性	430
11.5.2 通过升级到水力混合过滤器提高以湿式除尘器为基础的碱性氧气转炉厂 净煤气含尘量	431
11.5.3 二次除尘旋转罩	432
11.5.4 用作电炉炼钢助溶剂的碱性氧气转炉与电弧炉钢包渣回收	432
11.6 电弧炉新兴技术	433
11.6.1 连续电弧炉	433
11.6.2 使粉尘、二噁英/呋喃和重金属低排放的袋式除尘器	434
11.6.3 电弧炉中的旧轮胎回收	435
11.6.4 用作电炉炼钢助溶剂的（碱性氧气转炉与电弧炉）炉渣回收	435
12 结论与未来工作建议	436
13 附录	439
13.1 附录 I 废水中一些环境敏感元素的测定	439
13.2 附录 II	440
13.3 附录 III WHO-12PCB	441
13.4 附录 IV 连续监测质量流量的阈值实例	442
13.5 钢铁行业中环境数据的模板	443
参考文献	445
词汇表	460



绪论

欧盟联合研究中心-前瞻技术研究所（JRC-IPTS）的任务是通过制定以科学为基础的社
会经济与科学技术层面的政策挑战来为欧盟的决策过程提供导向支持。

0.1 相关情况介绍

本报告在 Serge Roudier（欧洲综合污染防治局局长）和 Luis Delgado（可持续生产与消
费单位会长）监管下，由欧洲综合污染防治局（EIPPCB）于欧洲委员会联合研究中心-前瞻
技术研究所制作而成。

本简章的主要欧洲综合污染管理局作者是 Rainer Remus。Miguel Aguado-Monsonet 开
始了这项工作。

本项目报告以工业排放物法令（2010/75/EU）执行框架起草，是第十三章钢铁生产法
令规定信息交换的产物。

信息交换主要参与者如下。

- 欧盟成员国：奥地利、比利时、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、意大利、
荷兰、波兰、瑞典、英国、挪威。
- 欧洲钢铁工业联合会，代表大多数欧洲钢铁制造商的工业协会。
- 德国生态与政策研究所（Ökopol），代表环境非政府组织。

此外，信息由德国、意大利和瑞士的一些设备供应商提供。

整个欧洲综合污染防治局团队提供出资进行同行评审。

本文件为下列预见性文件系列的一份（书写时，所有文件并非已经起草）：

最佳可行技术参考文件	简称
陶瓷制造业	CER
化工行业共同的废水和废气处理/管理系统	CWW

续表

最佳可行技术参考文件	简称
存储排放物	EFS
能源效率	ENE
有色金属加工业	FMP
食品、饮料和牛奶产业	FDM
工业冷却系统	ICS
家禽和猪的集约化饲养	IRPP
钢铁生产	IS
大型燃烧工厂	LCP
大容量无机化学品——氨、酸和化肥行业	LVIC-AAF
大容量无机化学品——固体及其他行业	LVIC-S
大容量有机化工行业	LVOC
采矿中尾矿和废岩石管理	MTWR
玻璃制造	GLS
有机精细化学品制造	OFC
有色金属工业	NFM
水泥、石灰和氧化镁生产	CLM
氯碱生产	CAK
聚合物生产	POL
专业无机化学品生产	SIC
纸浆和造纸工业	PP
精炼矿物油和天然气	REF
屠宰场和动物产品行业	SA
锻造和铸造行业	SF
金属和塑料的表面处理	STM
用有机溶剂进行表面处理	STS
鞣皮和兽皮	TAN
纺织品行业	TXT
垃圾焚烧	WI
废物处理行业	WT
用化学品保存木材和木制品	WPC
人造板生产	WBP
参考文献	
经济和跨介质影响	ECM
监测的一般原则	MON

可以使用的草稿与公开发行的最终文件电子版可以从 <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/> 下载。

0.2 前言

0.2.1 文件状态

除非另作说明，本文件提到的“法令”指欧洲议会和理事会工业排放物法令 2010/75/EU（综合污染预防与控制）（修订）。

钢铁生产的原始最佳可行技术参考文件（简章）于 2001 年由欧洲委员会采纳。2005 年 11 月开始审查。

本钢铁生产最佳可行技术参考文件是代表欧盟成员国、相关行业、促进环境保护的非政府组织与委员会之间信息交换结果系列文件的组成部分，文件按照法令第十三章（1）要求进行起草、审查，必要时更新最佳可行技术参考文件。本文件由欧洲委员会依据法令第十三章（6）发布。

如法令第十三章（5）所述，委员会执行第九章包含的最佳可行技术总结决议（2012/135/EU）于 2012 年 2 月 28 日采纳，2012 年 3 月 8 日发行。

0.2.2 信息交换参与者

按照法令第三章（3）规定，委员会已经建立论坛促进信息交换，论坛由成员国、相关行业与促进环境保护的非政府组织代表组成 [按照 2010/75/EU 法令第三章工业排放物规定（2011/C146/3），2011 年 5 月 16 日的委员会决议成立了信息交换论坛，OJC 146, 17.05.2011, p. 3]。

论坛成员提名技术专家组成作为起草本文件信息主要来源的技术工作小组（TWG）。技术工作小组的工作由欧洲综合污染防治局（委员会联合研究中心）领导。

0.2.3 本文件结构与内容

本文件描述了每章提供的信息类型。

第 1 章提供钢铁部门基本信息。

第 2 章提供该部门内使用的一般工业生产方法与技术信息数据。这些信息数据为横向关系或比活性，与某种钢铁活性无关。

第 3 章至第 8 章提供下列特殊钢铁生产方法（烧结厂、粒化、炼焦炉、高炉、碱性氧气炼钢与铸造、电弧炼钢与铸造）的以下信息。X 可用对应章节数 3~8 替换。

X1 部分，应用过程与技术信息。

X2 部分，提供部门内设施环境性能相关的数据信息，并且依据现有排放物、原材料消耗与性质、耗水量、能源使用与废物生成在书写过程中生效。

X3 部分，详细描述本部门认为决定最佳可行技术的预防，或者如果不可行时减少操作装置的环境影响的技术。本信息包括用技术、相关监测、费用以及与技术相关的跨介质问题能够获得的相关环境性能水平（比如排放物与消耗水平）。

第 9 章提出法令第 3 章（12）确定的最佳可行技术总结。

第 10 章提供已经使用的选择性炼铁技术信息。