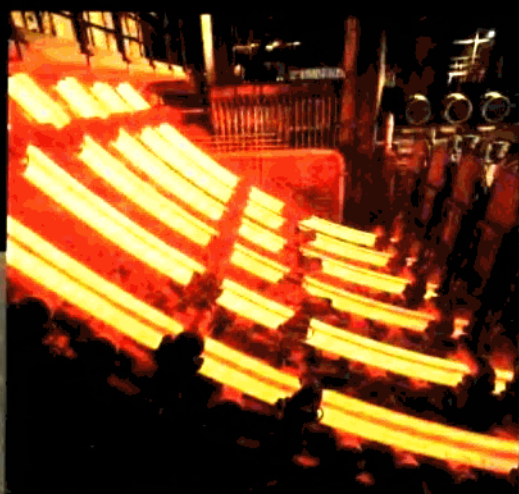


钢铁工业与环境 技术和管理问题



联合国环境规划署
工业与环境中心



国际钢铁协会

中国环境科学出版社

中 文 版 序

在《21 世纪议程》的推动下,联合国环境规划署工业与环境中心(UNEP IE)和国际钢铁协会(IISI),联合出版了这本对全球钢铁工业环境保护与管理具有重要指导意义的新书。

受联合国环境规划署工业与环境中心和国际钢铁协会的委托,联合国环境规划署全球环境信息交流网络(INFOTERRA)中国国家联络点,组织翻译出版该书中文版,目的是为了促进我国有关行业和部门对国际钢铁工业环境管理与技术的了解,从而推动国内钢铁工业环境保护工作的进一步发展。

该书中文版的翻译出版得到了国际钢铁协会的资助。北京科技大学冶金学院蔡开科教授和苍大强教授对译文进行了审校。此外,辽宁省本溪市 21 世纪议程办公室,也为中文版的出版作出了努力。在此,一并表示感谢。

由于译者水平所限,加之翻译和出版时间仓促,译文中不当之处在所难免,敬请读者指正。

INFOTERRA 中国国家联络点

执行副主任 张康生

1998.2.10

序 言

联合国环境与发展大会(UNCDE)于1992年在里约热内卢召开,大会呼吁工商业“把环境管理作为社团最优先考虑之事,以及作为可持续发展的一项关键性的决定因素”。这意味着:需要根本改变我们办事的方式——既在专业级又在个人级。

早在1984年,国际钢铁协会(IISI)就与联合国环境规划署(UNEP)联合编制了关于钢铁制造业环境问题的指导性文献。但由于出现了新的环境问题以及旧的环境问题增大,所以UNEP和IISI认为,需要有新的指导性文献。在《21世纪议程》的进一步推动下,钢铁工业再次与联合国环境规划署合作出版了这本新书,以便使钢铁工业牢牢位于可持续发展的道路上。

尽管钢铁工业在改善其环境性能方面已作出长期的努力,但为达到未来可持续的目标,即便是最现代化的工厂也需要进一步完善。尤其是那些仍在建厂的地区或需要采取行动来纠正过去不令人满意的做法的地区,更需要努力改善环境性能。在这份报告中,来自全世界钢铁公司的实例研究表明:最佳做法可带来环境效益和经济效益。

通过国际贸易和外国直接投资而不断增加的全球化,需要知识和技术转让。通过这一文献,钢铁工业——得到国际社会的支持——拥有一个确保最新工艺和技术转让的框架,从而可以避免过去的环境错误。

实施环境管理,需要不同行业的管理者同心协力地参与和承担义务。本书打算作为下列人士的指南:

- 工厂日常运作负责人,他们尤其可以通过关于原料消耗和废物排放、环境和职业卫生、清洁生产以及污染控制和副产品管理的建议而获益;
- 担任总体管理角色的人,在许多国家,他们对所造成的环境影响负最终责任,无论这些影响是否是故意造成的。他们会发现环境管理这一章中的建议特别有用,因为它强调以抢先行动而不是“管道末端”行动来减少环境影响;
- 政府、管理部门或标准制订部门的人(或那些试图影响他们的人,例如工业协会人员)。他们将会发现关于一些国家是如何采取环保措施以及采取这些措施的原因和影响的信息。

UNEP和IISI都认为,环境性能的改善可以通过下列方式来实现:资源消耗与排放物、当地和全球范围的相关环境影响和健康影响的综合评价;清洁生产方法的采用;新型管理方法和替代技术的实施。

我们希望所有参与或可能要参与这里所提及的合作关系的人将发现本书是大有裨益的,并期望共同为实现《21世纪议程》的目标而继续努力。

IISI 环境政策小组主席

荷兰 Koninklijke Hoogovens N. V.

管理委员会主席

Maarten C. van Veen

联合国环境规划署

工业与环境中心主任

Jacqueline Aloisi de Lardere

编 者 序

本报告中包含的信息和资料来自世界很多不同的出处。因此,联合国环境规划署和国际钢铁协会提醒广大读者注意:公布的资料和描述的环境与健康影响,未必反映所有国家的所有炼钢实践。

尤其是不应将所编辑的资料看作是以最佳做法或最差做法为基础,而应看作是代表使用特定技术和根据特定规则运作的特定钢铁公司。

不久的将来,连贯的资料将会问世。IISI目前正在编辑这些资料,作为“寿命周期清单”(LCI)方案的组成部分。

IISI 编辑小组主席

卢森堡 ProfilARBED S. A.

环境事务经理

Charles Werner

联合国环境规划署

工业与环境中心高级顾问

Hugh Carr-Harris

目 录

中文版序	(I)
序言	(III)
编者序	(IV)
第 1 章 引言	(1)
1.1 《21 世纪议程》	(1)
1.2 清洁生产	(1)
1.3 钢铁工业	(2)
1.4 本文献的结构	(2)
第 2 章 工艺说明、资源消耗和排放	(3)
2.1 概述	(3)
2.2 炼铁	(5)
2.2.1 原料装运/准备	(5)
2.2.2 烧结/造球	(6)
2.2.3 炼焦	(7)
2.2.4 高炉	(8)
2.3 炼钢、二次精炼和铸造	(9)
2.3.1 碱性氧气炼钢	(9)
2.3.2 电弧炉炼钢	(11)
2.3.3 二次精炼	(12)
2.3.4 铸造	(12)
2.4 热轧	(13)
2.5 酸洗、冷轧、退火和回火	(14)
2.6 涂镀	(14)
2.7 可选择的炼铁法	(16)
2.7.1 直接还原	(16)
2.7.2 熔炼还原	(17)
第 3 章 环境影响	(18)
3.1 引言	(18)
3.2 大气影响	(19)
3.2.1 颗粒物	(19)
3.2.2 地面臭氧	(20)

3.2.3 氮氧化物	(21)
3.2.4 二氧化硫	(21)
3.2.5 重金属	(22)
3.2.6 酸性排放物	(22)
3.2.7 有机排放物	(22)
3.2.8 放射性	(23)
3.2.9 其他	(23)
3.3 水生影响	(23)
3.3.1 悬浮固体	(23)
3.3.2 重金属	(24)
3.3.3 油及油脂	(24)
3.3.4 需氧量	(24)
3.3.5 有机化合物	(24)
3.4 陆生影响	(24)
3.5 其他影响	(25)
第4章 职业卫生与安全问题	(26)
4.1 引言	(26)
4.2 关系重大的污染物	(26)
4.2.1 颗粒物	(27)
4.2.2 重金属(铅、铬、镍、锰、六价铬)	(27)
实例研究——钢铁厂铅处理预防措施	(28)
4.2.3 石棉	(28)
4.2.4 氰化物	(28)
4.2.5 硫化氢(H ₂ S)	(29)
4.2.6 油雾	(29)
4.2.7 苯	(29)
4.2.8 一氧化碳(CO)	(29)
4.2.9 多环芳烃(PAH)	(29)
4.3 化学剂的控制	(29)
4.3.1 控制引入钢铁厂的化学品	(30)
4.3.2 公司风险评价	(30)
4.3.3 信息处理	(31)
4.4 物理介质的控制	(31)
4.4.1 噪声	(31)
4.4.2 其他物理因素	(33)
4.5 钢铁厂火灾、爆炸和主要危害	(33)
4.5.1 火灾和爆炸	(33)
4.5.2 主要危害	(34)
4.5.3 应急计划	(34)
4.6 钢铁工业中的人体工程学	(34)
4.6.1 人体工程学的应用	(34)
4.6.2 钢铁工业中人体工程学的应用前景	(35)
实例研究——新型熄焦车驾驶室的人体工程学设计	(35)

4.7 卫生监督.....	(35)
4.7.1 公司组织和政策.....	(35)
4.7.2 职业卫生计划.....	(36)
4.7.3 卫生监督.....	(36)
插入图片	(37)
第5章 清洁生产	(49)
5.1 引言.....	(49)
5.2 大气污染预防.....	(49)
5.2.1 炼铁.....	(50)
实例研究——波兰焦化厂排放物消除	(51)
5.2.2 炼钢、二次精炼和铸造	(52)
实例研究——用 CO ₂ 覆盖层来控制粉尘排放	(53)
5.2.3 热轧.....	(54)
5.2.4 酸洗、冷轧、退火和回火.....	(54)
5.2.5 涂镀.....	(54)
5.2.6 其他.....	(54)
5.3 水和废水管理.....	(54)
实例研究——POSCO 浦项钢铁公司的水平衡.....	(55)
5.3.1 炼铁.....	(55)
5.3.2 炼钢、二次精炼和铸造	(57)
5.3.3 热轧.....	(57)
5.3.4 酸洗、冷轧、退火和回火.....	(57)
实例研究——酸洗废液的回收和再生	(58)
5.3.5 涂镀.....	(58)
5.3.6 其他.....	(58)
5.4 节能.....	(58)
5.4.1 炼铁.....	(60)
5.4.2 炼钢、二次精炼和铸造	(62)
实例研究—Hoogovens 钢铁公司排放最佳化的烧结	(63)
5.4.3 热轧.....	(64)
实例研究——高炉喷煤	(66)
实例研究——带钢铸造	(67)
实例研究——淬火与自回火工艺	(68)
5.4.4 酸洗、冷轧、退火和回火.....	(68)
5.4.5 涂镀.....	(69)
5.4.6 其他.....	(69)
5.5 节约原料.....	(69)
5.5.1 炼铁.....	(71)
5.5.2 炼钢、二次精炼和铸造	(71)
5.5.3 热轧.....	(72)
5.5.4 酸洗、冷轧、退火和回火.....	(72)
5.5.5 涂镀.....	(72)

5.5.6 其他	(72)
第6章 污染控制和副产品管理	(73)
6.1 引言	(73)
6.2 大气污染控制	(73)
6.2.1 炼铁	(74)
实例研究——焦炉副产品回收作业	(75)
6.2.2 炼钢、二次精炼和铸造	(76)
6.2.3 热轧	(77)
6.2.4 酸洗、冷轧、退火和回火	(77)
6.2.5 涂镀	(77)
6.2.6 其他	(77)
6.3 废水管理	(77)
6.3.1 炼铁	(80)
6.3.2 炼钢、二次精炼和铸造	(80)
6.3.3 热轧	(81)
6.3.4 酸洗、冷轧、退火和回火	(81)
6.3.5 涂镀	(81)
6.3.6 其他	(81)
6.4 副产品管理	(82)
6.4.1 炼铁	(82)
6.4.2 炼钢、二次精炼和铸造	(84)
实例研究——英国钢铁公司氢气处理高炉泥浆	(86)
实例研究——德国 Thyssen Stahl 钢铁公司热压 BOF 过滤粉尘	(87)
6.4.3 热轧	(87)
6.4.4 酸洗、冷轧、退火和回火	(88)
实例研究——瑞典不锈钢冶炼粉尘的加工处理	(88)
6.4.5 涂镀	(88)
6.4.6 其他	(88)
实例研究——轧钢铁鳞污泥的热处理	(89)
第7章 环境管理	(90)
7.1 管理政策	(90)
7.1.1 环境原则	(90)
公司环境规划的某些要素	(91)
7.1.2 环境政策与目标	(91)
7.2 组织环境保护	(91)
7.2.1 组织结构	(92)
7.2.2 工作程序	(92)
英国钢铁公司环境政策声明	(92)
7.3 环境管理手段	(93)
7.3.1 评价和风险管理	(94)
实例研究——Hoogovens 钢铁公司的环境管理	(94)
7.3.2 环境影响评价(EIA)	(95)

环境影响评价的步骤	(96)
实例研究——南非的环境影响评价	(97)
7.3.3 清洁生产(CP)评价	(97)
实例研究——环境影响评价(EIA)目录样本	(98)
7.3.4 寿命周期评价	(99)
国际钢铁协会(IISI)供进行或使用产品寿命周期评价者用的实用指南	(99)
7.3.5 监测	(99)
实例研究——日本钢铁公司的环境控制	(100)
7.3.6 通讯和报告	(100)
实例研究——Det Danske Slalvalsevaerk A/S 的环境宣言”	(101)
实例研究——Dofasco 钢铁股份有限公司的环境审计	(102)
实例研究——墨西哥 Altos Hornos 钢铁公司(AHMSA)	(103)
政策声明	(103)
7.3.7 环境审计	(105)
7.4 培训与发展	(105)
7.5 工业合作动议	(105)
7.5.1 钢铁工业的“环境声明”	(105)
第8章 行政管理方法和国际公约	(106)
8.1 环境规则	(106)
8.1.1 综合方法	(106)
8.1.2 厂址选定与批准	(106)
8.1.3 环境释放规则	(106)
实例研究——欧盟污染综合防治指令	(107)
实例研究——污染综合控制(IPC)许可证	(107)
实例研究——韩国大气排放标准	(109)
8.1.4 现场补救和责任	(112)
实例研究——联合钢铁厂土壤和地下水评价与补救	(112)
8.1.5 职业卫生与安全	(113)
8.1.6 作业与材料规则	(113)
8.1.7 环境审计和报告	(113)
实例研究——美国环保局钢铁工业毒物排放清单	(113)
8.2 环境守法	(114)
实例研究——美国环保局(EPA):钢铁工业的守法	(115)
8.2.1 制定可实施的法律和规则	(116)
8.2.2 确定被管理的社团	(116)
8.2.3 促进守法	(116)
8.2.4 设施的许可或许可证颁发	(116)
8.2.5 监督守法	(116)
8.2.6 对违法行为的反应	(116)
8.2.7 协商的作用	(117)
8.3 自愿的/协商的协议	(117)
8.3.1 示范项目	(117)
实例研究——加拿大苯排放量的减少	(117)

实例研究——法国温室气体排放量的减少.....	(118)
8.3.2 立法趋势	(118)
8.4 国际、国家或地区公约.....	(118)
8.4.1 气候变化	(118)
“使大气变清”.....	(119)
8.4.2 危险废物的越境转移	(119)
8.4.3 其他	(120)
鸣谢.....	(121)
附录 1 关于联合国环境规划署工业与环境中心	(122)
附录 2 关于国际钢铁协会	(123)

第1章 引言

1.1 《21 世纪议程》

1992 年 6 月,在里约热内卢举行的联合国环境与发展大会——“地球峰会”——将全世界的注意力集中在环境与社会经济发展之间所存在的紧密联系上。这次大会论及全球环境问题,并产生两项公约(《气候变化框架公约》和《生物多样性公约》)以及《里约宣言》和《21 世纪议程》。《21 世纪议程》的中心要旨是跨部门合作关系的重要性,它还概述了全世界所面临的广泛的社会经济挑战和环境挑战。

在环发大会期间,从全球角度提出了多年来一直被个别解决的各种不同的环境问题,《21 世纪议程》是这样一种结构的文件:它简单地提出问题,以便鼓励国家级行动。

《21 世纪议程》中有关钢铁工业的环境问题如下:

《21 世纪议程》中与钢铁制造有关的环境问题

- | | |
|---------------|--------------|
| · 保护大气层 | · 安全使用有毒化学品 |
| · 以可持续的方式管理土地 | · 管理有害废弃物 |
| · 保护生物多样性 | · 管理固体废弃物和污水 |
| · 保护和管理海洋 | · 管理放射性废弃物 |
| · 保护和管理淡水 | |

《21 世纪议程》列出了引起国际响应的明确的建议,并确定了主要伙伴的作用。这些响应包括:加强信息交流;增加环境无害化技术的转让;尤其是加强发展中国家的能力建设,以便让它们解决国内问题。这些问题都包括在本指南中。

1.2 清洁生产

过去,清洁环境方面的进步很大程度上依赖于一种污染控制哲学。这有时涉及到费用高昂的措施和有争议的政治决策。因此,许多国家尤其是发展中国家已认为,环境是一种会把资金从更直接的生产性用途转移开的、昂贵的奢侈。这一看法现正在让位于清洁生产的新范例。清洁生产是指:将环境综合预防战略不断应用于生产过程和产品。清洁生产的采用正在越来越被认为是发展中国家工业“蛙跳般地跃过”既定老工业的一次机会,这些老工业仍陷入费钱的污染控制技术之中。但清洁生产不仅是关于技术,而且还关于管理。环境管理系统可以利用共同动力来不断实施清洁生产,从而产生环境效益和经济效益。

1.3 钢铁工业

钢是现代世界经济的一种重要材料。它多方面的物理特性和化学抗性,使之成为当今主要的建筑材料和工程材料,而且是轿车、卡车、轮船、石油和天然气装置和管线、电力和机械设备、环境控制设备、家用设备、建筑物、工厂、公路和桥梁建造中必不可少的组成部分。

钢铁工业还认识到,它在可持续发展中发挥着关键性作用;它可以提高发达国家和发展中国家人民的生活水平,而不破坏环境。钢在很多方面具有一种积极的环境形象,尤其是它的重复利用性(每年约有3亿t废钢被加工和重新熔炼),但这种生产过程可能会造成污染。

钢铁工业面临的环境问题可能是局部性的和全球性的,它们包括:大气排放物、生态保护和生物多样性、废水排放、安全事故以及土壤和地下水污染。钢铁工业已对这些问题作出反应,而且已取得很多成绩,但需要完成更多的任务,以便应付未来的可持续性问题。

1994年,全世界共生产了7.1亿t钢(图1.1);预计本世纪末将增加到7.4亿t吨以上。预计消费和生产方面的增长大多出现在东南亚、中国和拉美发展中地区,因为这些地区需要新增加的钢来满足日益扩大的基础建设和商业发展的需求。

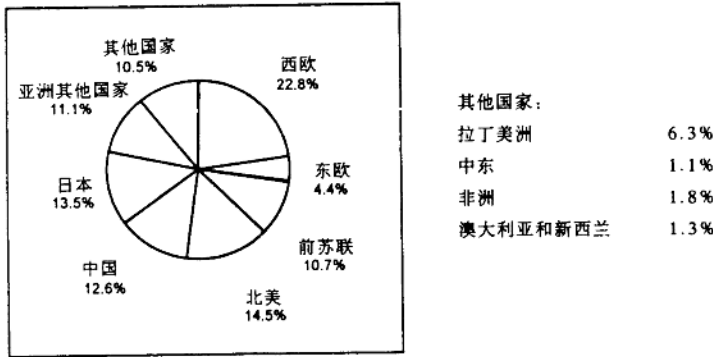


图 1.1 1994 年按国家划分的全球钢产量

1.4 本文献的结构

本指南提供了钢铁工业环境问题和和管理方法的最初来源和总的看法,并以工业和联合国环境规划署所编制的现有资料为背景,确定了环境管理框架。

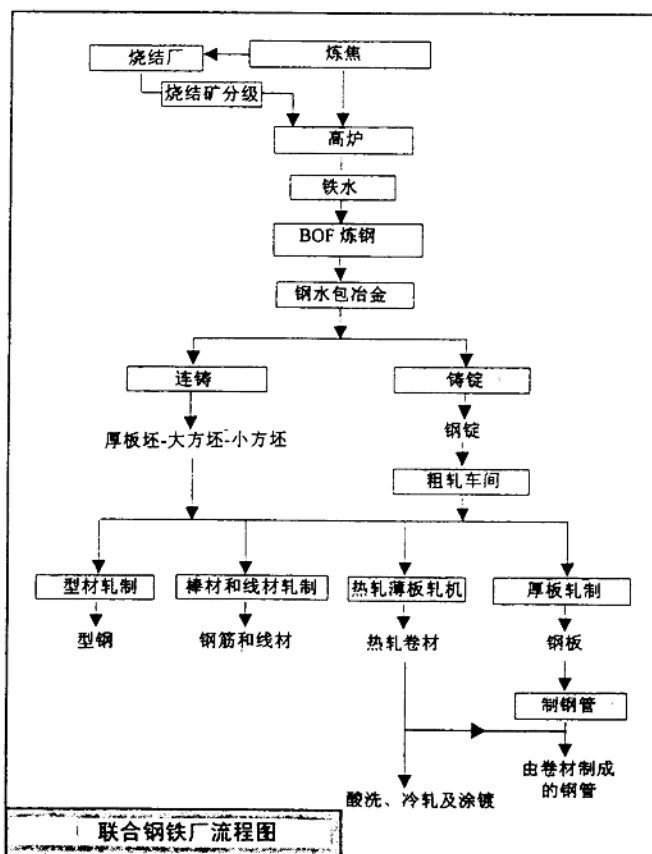
正文详细阐述了包括资源消耗和产量在内的钢铁制造过程。这一方法提供了一个凸显重要污染物和资源监控的框架。在这些污染物的基础上,第3章和第4章考虑了环境与健康影响以及需要解决的职业卫生问题。第5章阐明了可供不同单元流程使用的清洁生产技术。第6章是关于现有可选择的污染控制方法。第7章集中论述可供公司经理用来提高钢铁厂环境性能的环境管理。第8章是政府能够采用的方法。

第2章 工艺说明、资源消耗和排放

2.1 概述

目前,有两种工艺路线支配全球钢铁工业,虽然还存在着这两种工艺路线的变异和组合。这两种工艺路线是“联合”法和电弧炉(EAF)法,后者有时是指“短流程”。两者之间的主要差异是它们所用的含铁原料和类型不同。联合钢铁厂主要使用铁矿石以及少量废钢铁,而电弧炉钢厂则主要使用废钢或越来越多地使用其他来源的金属铁,例如直接还原铁(DRI)。

联合钢铁厂首先必须炼铁,随后将铁炼成钢。这一工艺流程所用的原料包括:铁矿石、煤、石灰石、回收的废钢、能源和其他数量不同的多种材料,例如油、空气、化学品、耐火材料、合金、精炼材料、水等。正如下面的工艺流程图所示,来自高炉的铁在氧气顶吹转炉(BOF)中被吹炼成钢,在浇铸和固化之后,在专用轧钢车间被制成线材、板材、型材或棒材。高炉/BOF法现约占世界钢产量的60%。



联合钢铁厂很大,例如年产 300 万 t 钢的钢厂可能占地 4~8km²(见图片 1)。

联合钢铁厂的钢生产涉及到一系列工序,每道工序都带有不同的投料,并排出各种各样的残料和废物。主要成分的能源/物质总平衡见图 2.1。应注意:下面的数字和本章其他数字是通过不同来源获得的,所以它们只是象征性的。它们不是也不打算成为好方法、坏方法和最佳方法的代表,而且也不应如此认为。IISI 以及它的一些成员公司,目前正在对钢铁工业产品的寿命周期清单(LCI)进行定稿,当清单结果公布时,它们将取代这里所示的数值。

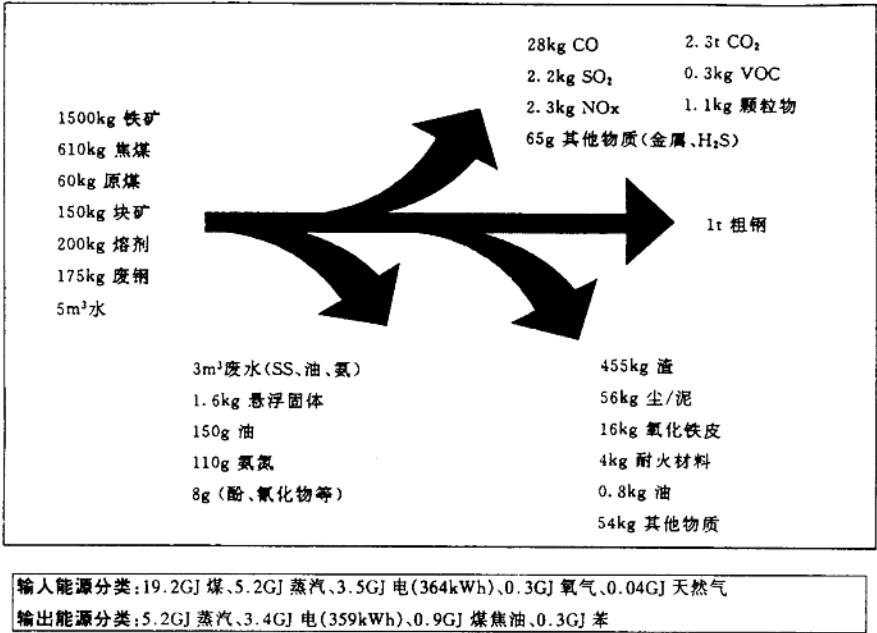
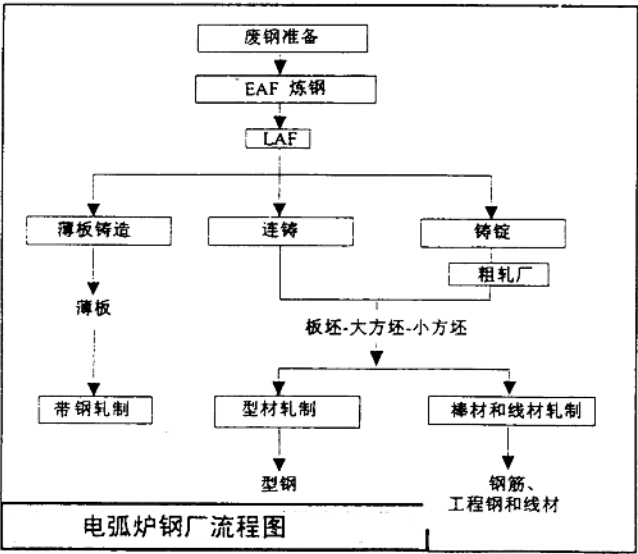


图 2.1 联合钢铁公司的能源/物质平衡



EAF 炼钢厂是通过以下方式炼钢的:在电弧炉内熔炼回收的废钢铁,并通过通常在功率较小的钢包炉(LF)中添加合金元素,来调节金属的化学成分。工艺流程图表明,不需要联合钢铁厂所采用的炼铁工艺流程。用于熔炼的能源主要来自电力,虽然存在着这种不断增长的趋势,即以直接喷入电弧炉的

氧气、煤和其他矿物燃料,来代替或补充电能。图 2.2 示出了该流程主要投入和产出的能源/物质平衡。正如上面所说,所采用的这些数字取自不同的来源,所以不一定代表好的、坏的或最佳的做法。

与联合钢铁厂相比,年产 100 万 t 钢的 EAF 炼钢厂依据工厂布局可能最多占地 2km²。

除了废钢之外,在那些废钢铁有限、废钢铁杂质含量高或可获得当地原料资源的地方,金属替代物如直接还原铁正在变得越来越重要。下游工艺步骤如浇铸、再加热和轧制,与联合法的步骤类似。

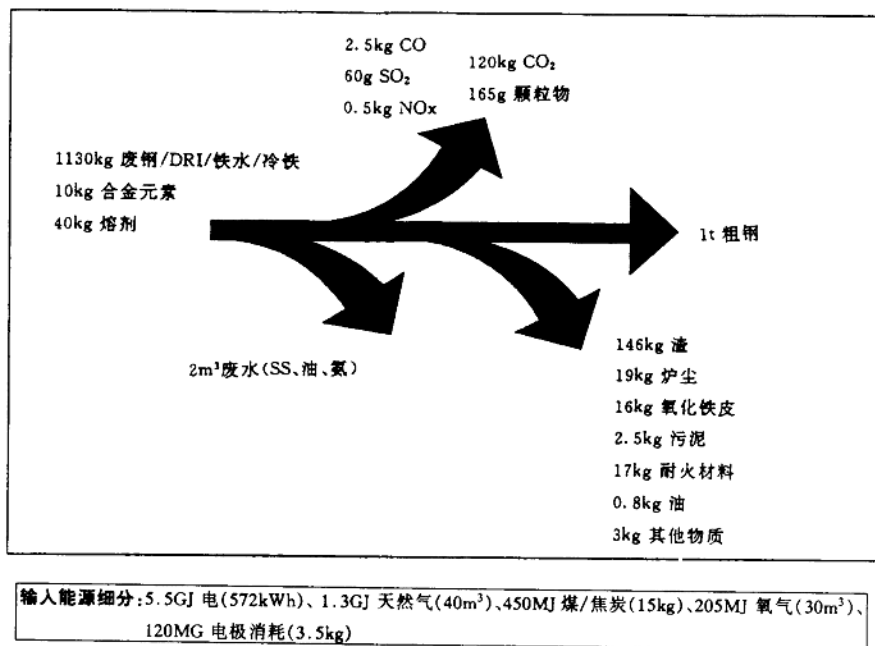


图 2.2 电炉炼钢厂的能源/物质平衡

2.2 炼 铁

2.2.1 原料装运/准备

由于需要运输和装卸数量极大的原料,所以原料运输费用是选择联合钢铁厂位置时的一项主要因素。因此,厂址大多位于易利用当地矿石或其他原料的地区,或更为常见的是,位于拥有必要港口设施的地区。这些设施还可以为出口成品提供便利。所以随着大型、高效远洋运矿巨轮(最大吨位可达 32 万 t)的出现,联合钢铁厂的厂址不一定为了节省成本的运行而非要位于供矿地附近。

原料主要通过海运运送到炼钢厂,其次是通过公路、铁路或河运。细铁矿粉(直接从远洋货轮或从铁路货车/公路货车/河运货船)卸下、贮存,然后露天混合。通过让含铁原料有效地返回生产线(否则可能会被填埋处置),混合可以提供更为均一的进料,以便提高生产效率和减少浪费。混合过的矿石通过焙烧成烧结块或烧结成球团,以供高炉之用。选用烧结矿还是球团作为高炉进料,取决于当地情况,例如原料可得性、费用、操作要求、环境法规等。煤的准备包括“清洗”以去除矿物杂质,然后在炼焦炉中炼成焦炭,以供高炉之用。非焦煤可以粉化,作为焦炭的代替物直接喷入高炉。石灰石可以直接送入高炉,或在特殊炉窑中转化为煅烧石灰,用于烧结矿或球团生产,或用作炼钢的添加剂。废钢的准备包括:切碎、分类和筛选,以便大量去除不需要的有色金属,以及部分去除有机涂料和其他杂质。

与原料装运有关的主要环境问题是,卸料过程中产生的粉尘、来自贮料堆的粉尘以及车辆运输产生的粉尘和噪声。这些问题通常通过下列方法来加以控制:向贮料堆喷水或结壳剂;确保车轮和道路保持清洁;以及使装卸作业区远离居民区。

来自原料装卸场的径流通常被收集和处理,以便去除其中的悬浮固体物和油(见图片 2)。

2.2.2 烧结/造球

烧结矿和球团的物理特性和化学特性,是决定高炉运作好坏的极为重要的因素,所以这些原料是炼铁过程的关键性组成部分。烧结过程指的是对带有助熔剂和焦炭粉的细铁矿粉加热,生产一种半熔状物质,这种物质再固化成具有作为高炉进料所必需的大小和强度特性的、多孔烧结物。烧结层厚度最大为 600mm 的湿料被传送到不停运行的炉篦上(一般宽 4m,长 50m)。在炉篦起始处料层表面被煤气喷嘴点燃,空气通过移动床抽吸,从而导致焦炭燃烧。对炉篦速度和气流加以控制,以确保“烧透”,燃烧的焦炭层到达炉篦底部的瞬间,刚好出现在烧结物排放之前。固化的烧结物在破碎机中破碎,并通过空气冷却。不符合尺寸要求的产品被筛分出来,若太大,就重新破碎;若太小,就返回这一工艺流程(见图片 3)。

图 2.3 和图 2.4 分别示出烧结作业和造球过程的能源/物质平衡。

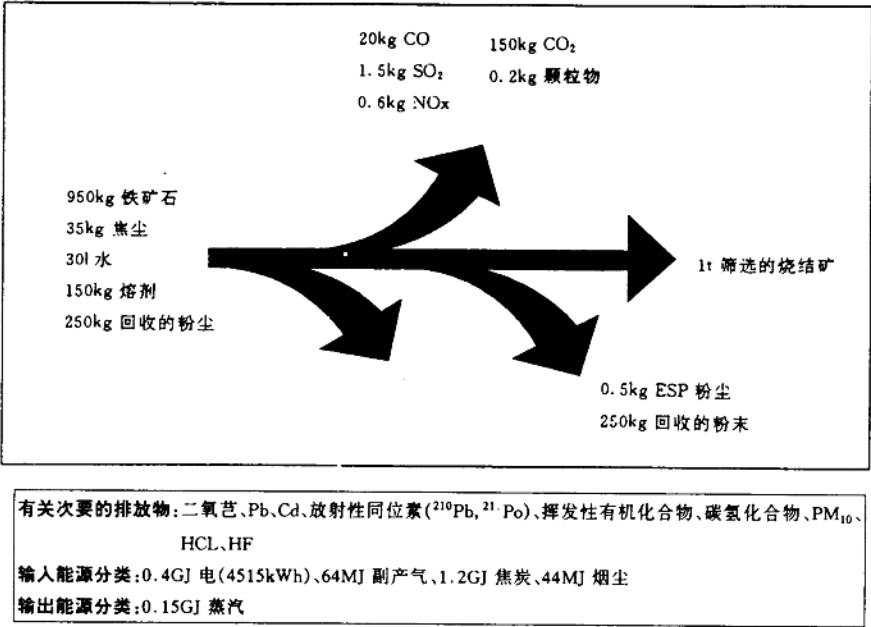


图 2.3 烧结厂的能源/物质平衡

烧结过程的排放主要来自于原料装卸作业(导致空气含尘)和炉篦上的燃烧反应。后一来源的燃烧气体含有直接由炉篦产生的粉尘以及其他燃烧产物,如 CO、CO₂、SO_x、NO_x 和颗粒物。它们的浓度取决于燃烧条件以及所用的原料。其他排放物包括:由焦炭屑、含油轧制铁鳞中的挥发物生成的挥发性有机物质(VOCs);在某些操作条件下由有机物生成的二恶英;从所用原料中挥发出的金属(包括放射性同位素);以及由所用原料的卤化成分生成的酸蒸汽(如 HCl 和 HF)。

燃烧废气经常采用干式静电除尘器(ESP)来净化,这类除尘器能处理烧结过程中产生的大量含尘气体。它们虽然可以大大降低粉尘排放量,但对所提及的其他排放物产生的效果很差,这些排放物可以通过工艺参数和原料选择来加以控制。通常用单独的小型静电除尘器来净化来自不同输料点、破碎装置和筛分装置的充满粉尘的空气。这种静电除尘器收集的粉尘,通常通过混和场返回该流程,除非特殊操作限制阻止这么做。

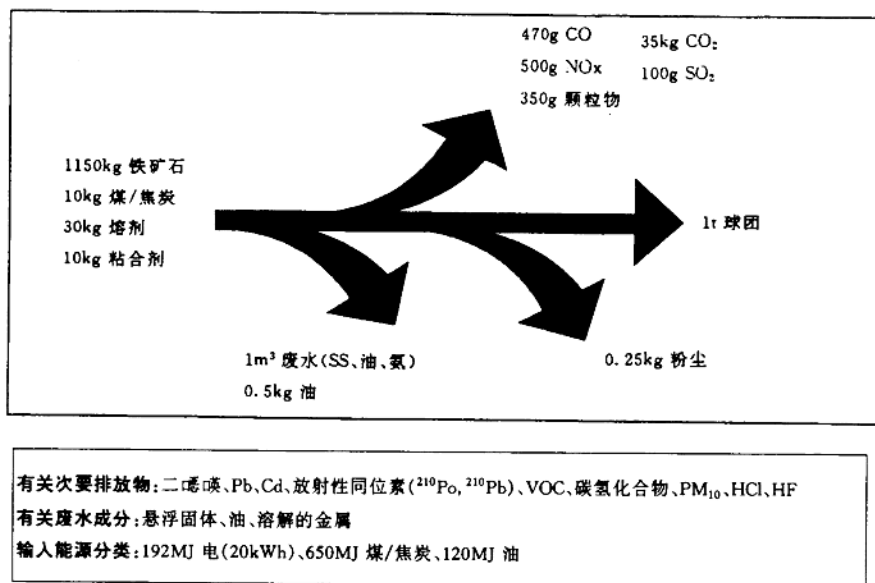


图 2.4 造球过程的能源/物质平衡

假如没有安装减噪器或没有对其进行适当维护,那么与烧结厂抽气系统有关的大型风机就会产生噪声问题。

球团是通过将磨碎的铁矿、水和粘合剂混合物在造球机中制成直径为 12mm 的小球而制成的。这种“湿球”通过干燥和在移动的炉篦上或在炉窑中加热到 1300℃ 而变硬。工序产生的细砂和炼钢厂附近的其他含铁粉尘,被返回烘干和研磨过程。

过程排放物产生于同烧结厂中差不多相同的来源,这些排放物也在很大程度上取决于生产操作条件和所用的原料。用于造球过程的铁矿准备以及造球的水大部分将会返回这一工艺过程,少量水在排放之前要经过处理,以便去除悬浮固体物、油和可能的溶解金属。

2.2.3 炼 焦

焦炭在高炉中的主要作用是将氧化铁化学还原成铁金属。焦炭还充当燃料,提供骨架作用以让气体自由通过高炉料层。由于煤在熔融条件下会软化和变得不透气,所以它无法发挥这些作用,因此,煤必须在无氧环境中加热到 1300℃ 达 15~21h 转化为焦炭。只有某些煤如焦煤或烟煤具有适当的可塑性,才能转化为焦炭,正如铁矿石那样,可以将几种煤混和,以便提高高炉生产率,延长焦炉组的使用寿命,等等。

一个焦炉组可能拥有 40 个或更多个被加热室隔开的、带有耐火墙的炼焦室。每个炼焦室一般宽 0.4~0.6m,高 4~7m,深 12~18m,两端都装有可移动的炉门。煤通过一辆沿焦炉组顶部运行的特殊车,从每个炼焦室上方 4 个最大直径为 300mm 的孔装填。一旦装满后,炼焦室门和装料盖即被密封,并开始加热(下部燃烧)。加热过程中干馏出的以焦油和焦炉气(COG)形式出现的蒸馏产物,被收集在焦炉组的总管中,并被送往蒸馏装置。当加热周期结束时,焦炉与总管分离开,端门被打开,固体焦炭被推入运焦车。运焦车沿焦炉组一侧行至冷却塔,在那里,将新水或循环水喷洒在炽热的焦炭上,使其温度降至 200℃ 以下。一种可选择的干熄焦法是:使一种惰性气体(N₂)重复循环地通过热焦炭;回收的热被用于发生蒸汽(见图片 5)。

炼焦厂的气体排放可能是间歇的和连续的,它们与下部燃烧、装料、推焦、冷却、运输和筛分等作业有关。一种排放物可能出自很多分散的来源,例如炉门、盖、出口、下部加热烟囱等。