

钢铁企业发展循环经济研究与实践  
钢铁企业发展循环经济研究与实践  
钢铁企业发展循环经济研究与实践  
钢铁企业发展循环经济研究与实践  
钢铁企业发展循环经济研究与实践  
钢铁企业发展循环经济研究与实践

# 钢铁企业发展循环经济

## 研究 与实践

《钢铁企业发展循环经济研究与实践》编辑部 编



冶金工业出版社

# 钢铁企业发展循环经济 研究与实践

《钢铁企业发展循环经济研究与实践》编辑部 编

北 京  
冶金工业出版社  
2008

## 内 容 提 要

本书分为六个部分:第一部分为受国家发展和改革委员会资源节约和环境保护司委托就我国钢铁企业发展循环经济模式的课题研究报告;第二部分为中国工程院院士有关钢铁企业发展循环经济、资源节约、环境保护等方面的学术论文;第三部分介绍了钢铁企业在发展循环经济、创建资源节约型和环境友好型钢铁企业的实践情况和经验;第四部分介绍了钢铁企业在发展循环经济、创建资源节约型和环境友好型钢铁企业的管理支撑和技术支撑的经典案例;第五部分为专家学者以及相关企业有关钢铁企业发展循环经济的学术论文及专题文章;第六部分为附录。

本书可作为从事冶金企业管理和工程技术人员的工作学习手册,也可作为从事节能、环保工作的科研院所的工作人员及大专院校师生的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

钢铁企业发展循环经济研究与实践/《钢铁企业发展循环经济研究与实践》编辑部编. —北京:冶金工业出版社,2008.12

ISBN 978-7-5024-4786-1

I. 钢… II. 钢… III. 钢铁工业-工业企业-自然资源-自然资源利用-研究-中国 IV. F426.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 190587 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 马文欢 美术编辑 于学敏 王 霞 版式设计 北京中钢优文化交流中心

责任校对 王贺兰

ISBN 978-7-5024-4786-1

北京达利顺捷印务有限公司印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2008 年 12 月第 1 版,2008 年 12 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 25 印张; 500 千字

80.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

# 《钢铁企业发展循环经济研究与实践》

## 编辑部人员名单

曹 真      王林森      柳克勋

黄 导      王维兴      陈丽云

# 序 言

《钢铁企业发展循环经济研究与实践》一书,采用理论与实践相结合的办法,系统地介绍了我国钢铁企业发展循环经济的理论、研究报告、企业的实践经验等内容。本书的出版,是我国钢铁行业的一件大事,对于推动我国钢铁企业发展循环经济具有重要的指导意义。

当前,我国处在工业化发展的中期阶段,随着工业化、城镇化的步伐加快,全社会消费结构升级,决定了全社会对钢铁产品的消费需求处在稳定增长期。过去多年来,我国钢铁工业发展,为国民经济和社会发展做出了十分重大的贡献,这是得到大家公认的。但我们也必须清醒地看到,钢铁工业在发展过程中也出现了一系列的矛盾和问题,包括生产力布局不合理、产业集中度低、自主创新能力不强、总体产能过剩、资源和环境的制约等等。总的来讲,钢铁工业发展呈现明显粗放型的特征。

针对上述发展中存在的矛盾和问题,我国钢铁工业发展必须全面贯彻落实科学发展观,大力推动结构调整和优化,大力推进科技进步和产业结构升级,实现发展方式的转变。落实这一发展目标的要求,大力发展循环经济,加大节能减排工作力度,建设资源节约型、环境友好型的钢铁工业,是当前全行业发展面临的重大战略任务。

从全行业发展循环经济和节能减排工作的实践来看,建设资源节约型、环境友好型的钢铁工业,重点应该做好以下工作。

## 一 转变发展观念,认真履行企业的社会责任

过去,我国钢铁工业的发展,基本属于传统的线性发展模式,以不断增加的资源消耗、环境负荷来支撑全行业的发展。转变发展方式,首先要求转变发展观念,要求全行业的发展要在资源投入、生产、消费及废弃物处理的全过程中,不断提高资源的有效利用率,把资源消耗、环境负荷的线性增加,转变为依靠科技进步,实现生态资源的循环利用来推进我国钢铁工业的发展。

当前,我国钢铁工业发展单纯追求数量扩张已经成为过去,必须把发展的重点转移到提高发展质量和增加效益上来,由发展方式的粗放型向集约型转变,实现全面协调可持续发展。

对钢铁企业的功能定位,应当由单纯生产钢铁产品和实现企业效益最大化,转移到一个钢铁企业必须同时承担三大功能上来:一是钢铁产品的生产制造功能;二是生产过程的能源转换和回收利用功能;三是消纳社会废弃物的处理功能。

转变发展观念的一项重要内容,就是要求企业自觉履行自己应当承担的社会责任。对于一个钢铁企业而言,不仅要考虑自身的利益和发展需要,而且还要考虑全社会的整体利益和发展需要,自觉地履行企业应当承担的社会责任,包括企业资源节约和环境保护、诚信守法与回馈社会、回报股东与资产增值、关爱员工与共同发展等等,并以企业社会责任报告书的形式定期(譬如每年)向社会公布,自觉接受社会公众和各级政府部门的监督和检查。

## 二 优化和调整结构,推进结构性资源节约和环境保护

从我国钢铁工业的发展现状来看,在工艺技术装备和钢铁产能构成方面存在明显的结构性矛盾,突出的表现是:

钢协统计 2005 年底,全行业有 1131 座高炉,其中 1000m<sup>3</sup> 以上高炉只有 81 座,产能占总产能的 31.96%;300~999m<sup>3</sup> 高炉 340 座,产能占总产能的 41.97%;300m<sup>3</sup> 以下的小高炉 710 座,产能占总产能的 26.08%。

全行业有转炉 553 座,其中 120t 以上转炉 54 座,产能占总产能的 24.74%;21~119t 转炉 337 座,产能占总产能的 64.62%;20t 及以下小转炉 162 座,产能占总产能的 10.64%。

上述状况说明,我国钢铁工业的工艺技术装备水平,同全球钢铁工业发展呈现现代化、自动化、大型化的发展趋势,存在很大的差距。一方面是世界一流的工艺技术装备和产能不足;另一方面是落后和低水平的装备和产能比重过大。这种结构性的矛盾存在,严重制约了全行业节约能源和环境保护工作的开展。

针对上述情况,一是要加大淘汰落后和低水平产能的工作力度,建立并落实淘汰落后产能的退出机制,特别是落实淘汰落后产能的配套政策措施;

二是要调整全行业的生产力布局,在沿海和临港地区建设 21 世纪世界一流的先进钢铁产能;

三是充分发挥现有特大型钢铁企业集团的综合优势,推进全行业的企业兼并联合重组,提高全行业的产业集中度,建设几个具有国际竞争能力的世界级特大型钢铁企业集团。

## 三 加大科技支撑力度,提高节能减排先进工艺技术的普及率

首先是要提高“三干、三利用”先进工艺技术在全行业的普及率,具备条件的企业和设施均应当装备和使用,属于落后和低水平的设施应当加快实施淘汰;

二是以钢铁企业实现“零排放”为目标,通过自主创新和集成创新,研究开发和推广应用节约、替代、循环利用资源及治理污染的先进适用工艺技术;

三是实施重大技术项目和节能减排示范工程。

纳入国家“十一五”规划纲要和国家科技发展规划纲要的“新一代可循环钢铁流程工艺技术”项目,技术研发和创新内涵十分丰富,其内容几乎涉及钢铁生产全流程的主要工序,既有主体工序的重大技术攻关,也包括各主要工序间有机衔接的

“界面”技术,还包括钢铁产业与相关产业之间的“衔接”技术,其目标是实现传统钢铁厂发展方式的根本转变,建设 21 世纪绿色的环境友好的全新型钢铁厂,实现与现代社会互融和协调发展,这一项目应当引起大家的关注和借鉴。

#### 四 广泛深入地开展创建清洁生产、环境友好企业活动

这一活动从 2006 年在全行业开展以来,已经初见成效。活动的根本目的是推进全行业节约能源、环境保护工作的扎扎实实开展,对钢铁企业来讲,关键在于不断强化和完善自己的工作。

主要包括:实现企业长期稳定的清洁生产、环境友好各项指标达标;建立和健全科学、规范、全面的清洁生产、环境友好保障体系;各项措施行之有效,投入产出的效果显著;企业生产布局合理,工艺技术装备及企业发展环境符合国家产业政策要求,等等。

两年一次的评审工作,重在总结全行业及企业开展活动的情况,推广先进工艺技术和先进管理经验,明确行业和企业开展节约能源、环境保护工作的主要目标、发展方向、工作措施、进度要求等,推进活动的广泛深入开展。

我们希望,全行业有更多的企业,通过自己的工作和努力,尽快成为中国钢铁行业的清洁生产、环境友好企业,为全行业节能减排工作的深入开展做出更大的贡献。

#### 五 强化和完善节约能源、环境保护指标体系和目标责任制

首先是要强化和完善全行业的节能减排指标统计管理体系,解决指标的科学性、可比性及统计的真实性等问题。2006 年以来通过各企业和协会统计部门的共同努力,已经见到成效。

从全行业的实际出发,当前节约能源工作的重点,是控制能源消耗总量的增长,降低吨钢综合能耗和万元增加值能耗。

万元增加值能耗是 2008 年新设立的一项重要指标,其特点是能够比较科学地反映企业能源消耗的现状,对不同的企业具有可比性。

从今年 1~8 月统计结果看,纳入统计的 65 户大中型钢铁企业,综合平均万元工业增加值能耗 4.28t 标煤,而企业之间的差距很大。工艺技术装备水平高,产品技术含量和附加值高的企业,比如太钢为 2.09t 标煤、宝钢为 2.34t 标煤、天津钢管为 1.68t 标煤,而有的企业高达 10t 标煤以上。

这种差距是不同企业产品技术含量和产品深加工程度差异的反映,同时也指出了企业产品结构调整的发展方向。

当前,全行业环境保护和污染物减排工作的重点,是降低外排废水中的 COD 和外排废气中的 SO<sub>2</sub>、烟尘、粉尘的排放总量。

从全行业的实际出发,在继续做好 COD、烟尘、粉尘减排的同时,应当把减少 SO<sub>2</sub> 排放作为工作的重点,要研究和推广烧结机烟气、自备电站烟气的脱硫先进工

艺技术和装备,推进全行业降低 SO<sub>2</sub> 排放总量工作实现新的重大突破,同时要认真启动和做好 CO<sub>2</sub> 减排工作。

对节约能源和环境保护的各项指标和工作要求,在贯彻落实过程中,各钢铁企业要实行严格的目标责任制度,企业主要领导人是第一责任人。

在企业内部,要实行逐级分解落实,将每一项任务落实到人、落实到岗位,并通过严格的考核,建立和健全奖励惩罚机制,保证节约能源和环境保护各项目标、任务的认真落实和全面完成。

中国钢铁工业协会常务副会长



2008 年 10 月 20 日

# 目 录

|           |                     |
|-----------|---------------------|
| 序 言 ..... | 中国钢铁工业协会常务副会长罗冰生(1) |
|-----------|---------------------|

## 第一部分 研究报告

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 前 言 .....               | (1)  |
| 长流程钢铁企业发展循环经济模式研究 ..... | (3)  |
| 短流程钢铁企业发展循环经济模式研究 ..... | (17) |
| 冶金矿山企业发展循环经济模式研究 .....  | (27) |

## 第二部分 院士论文

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| 钢铁工业是发展循环经济的优先切入点              |          |
| ——钢铁工业发展循环经济的有效模式与途径 .....     | 殷瑞钰 (36) |
| 我国钢铁工业(流程制造业)发展循环经济的若干问题 ..... | 张寿荣 (47) |
| 谈企业发展循环经济 .....                | 陆钟武 (55) |

## 第三部分 企业实践情况与经验

### 第一批国家循环经济试点单位

|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| 探索发展循环经济 建设资源节约型         |                   |
| 环境友好型企业 .....            | 济南钢铁(集团)有限公司 (65) |
| 发展循环经济 建设生态文明 .....      | 莱芜钢铁集团有限公司 (74)   |
| 实施循环经济 建设环境友好型钢铁企业 ..... | 鞍山钢铁集团公司 (79)     |
| 依靠科技创新发展循环经济 全面建设        |                   |
| 资源节约型、环境友好型企业 .....      | 攀枝花钢铁(集团)公司 (83)  |
| 大力推进循环经济 生态建设 节能减排       |                   |
| 全力打造绿色包钢 .....           | 包头钢铁(集团)公司(95)    |

### 第二批国家循环经济试点单位

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| 大力发展循环经济 追求可持续发展 ..... | 宝山钢铁股份有限公司(102)   |
| 发展循环经济 推动节能减排          |                   |
| 实现又好又快发展 .....         | 太原钢铁(集团)有限公司(110) |

## 淘汰落后产能 实施环保搬迁

- 建设新的绿色重钢 ..... 重庆钢铁(集团)有限责任公司(116)
- 发展循环经济 打造绿色马钢 ..... 马鞍山钢铁股份有限公司(124)
- 创建节能减排型钢铁企业的实践与思路 ..... 福建省三钢(集团)有限公司(130)

## 其他单位

- 推进节能减排 发展循环经济 ..... 武汉钢铁(集团)公司(136)
- 以科学发展观为指导 建设资源节约型、环境友好型企业 ..... 首钢总公司(144)
- 发展循环经济 建设绿色沙钢 ..... 江苏沙钢集团有限公司(148)

## 第四部分 企业管理支撑和技术支撑案例

- 济钢发展循环经济的管理支撑及实践 ..... 济南钢铁(集团)有限公司(154)
- 建立能源中心 ..... 马鞍山钢铁股份有限公司(158)
- 围绕中心 服务大局 深入开展“个百千万”竞赛活动

- ..... 武汉钢铁(集团)公司工会(161)
- 炼焦煤调湿技术 ..... 济南钢铁(集团)有限公司(166)
- 负能炼钢技术 ..... 首钢总公司(169)
- 转炉控渣出钢工艺技术 ..... 福建省三钢(集团)有限公司(175)
- 高效能产品和绿色产品的生产与研发 ..... 武汉钢铁(集团)公司(178)
- 热镀锌无铬耐指纹板的特点及生产工艺 ..... 谈軼文 杨 林(185)
- 发展绿色环保建材 延伸钢铁产业链条 ——莱钢发展

- 钢结构绿色节能住宅建筑体系概述 ..... 莱钢技术资源部、公司办公室(195)
- 300m<sup>2</sup> 烧结机带冷烟气余热发电 ..... 汪保平 吴朝刚 顾云松(197)
- 烧结机低温余热发电项目 ..... 济南钢铁(集团)有限公司(204)
- 高炉煤气发电技术 ..... 首钢总公司(207)
- 烧结烟气半干法选择性脱硫新技术应用 ..... 李奇勇(215)
- 三千多串零排放 节蓄并举破难题——莱钢积极创建

- 节水型企业 ..... 莱钢技术资源部、环境保护部、公司办公室(221)
- 焦化废水处理 ..... 武汉钢铁(集团)公司(226)
- 生活污水处理项目 ..... 济南钢铁(集团)有限公司(229)
- 以循环经济理念构建水资源利用新模式 ..... 李奇勇(232)
- 三干技术在包钢的应用 ..... 包头钢铁(集团)公司(237)
- 努力实现固体废弃物 100%回收利用 ..... 武汉钢铁(集团)公司(241)
- 20 万 t/a 含锌尘泥转底炉脱锌项目 ..... 马鞍山钢铁股份有限公司(244)
- 粉末冶金——变废为宝的经典之作

- ..... 莱钢技术资源部、环境保护部、公司办公室(247)
- 城市清道夫——铬渣无害化处理技术 ..... 济南钢铁(集团)有限公司(249)

|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| 利用焦炉处理废塑料技术 .....        | 首钢总公司 (252)       |
| 黄石国家矿山公园建设及工业旅游的发展 ..... | 武汉钢铁(集团)公司 (258)  |
| 发挥资源特色 坚持自主创新            |                   |
| 做强做大中国钒产业 .....          | 攀枝花钢铁(集团)公司 (265) |
| 立足攀西资源的高效利用 加快           |                   |
| 攀钢钛产业发展 .....            | 攀枝花钢铁(集团)公司 (273) |
| 设备备件修复再造技术与实践 .....      | 武汉钢铁(集团)公司 (281)  |
| 努力建设国内第一个钢铁生态工业园 .....   | 包头钢铁(集团)公司 (285)  |
| 京唐钢铁厂发展循环经济简介 .....      | 首钢总公司 (291)       |

## 第五部分 专题文章

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| 钢铁工业节能减排思路及技术 .....     | 王维兴 (293)             |
| 高炉煤气压差发电技术装备(TRT) ..... | 陕西鼓风机(集团)有限公司 (316)   |
| 开源节流 污染治理 循环利用 努力实现     |                       |
| 钢铁工业节水目标 .....          | 黄 导 (321)             |
| 干熄焦技术装备(CDQ) .....      | 徐 列 (325)             |
| 钢铁炉渣科学利用技术 .....        | 朱桂林 张淑苓 杨景玲 孙树杉 (330) |
| 钢铁企业创建生态工业园的思考与建议 ..... | 柳克勋 (344)             |

## 第六部分 附 录

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 中华人民共和国循环经济促进法 ..... | (350) |
| 中华人民共和国节约能源法 .....   | (359) |
| 中国节水技术政策大纲 .....     | (369) |
| 后 记 .....            | (383) |

## 第一部分

# 研 究 报 告

课题负责人: 王林森

课题组顾问: 罗冰生 陆钟武

课题组成员: 柳克勋 王维兴 陈国康 黄 导

---

## 前 言

钢铁产业是国民经济的重要基础产业,也是我国资源、能源消耗和环境污染的重点产业。进入 21 世纪以来,钢铁工业又处于一个大发展的时期,2006 年钢产量达到 4.2 亿 t,我国连续 11 年居于世界第一产钢大国的地位。但我国总体资源、能源相对不足,环境形势十分严峻,目前钢铁产业能源消耗已占全国能源的 15%以上,铁矿石资源对外依存度已经超过 50%,国内资源、能源和环境容量都难以支撑钢铁产业仍按原有增长方式去发展。因此转变增长方式,大力发展循环经济已经成为钢铁工业发展的当务之急。根据“国务院关于加强发展循环经济的若干意见”和“钢铁产业发展政策”的精神,为推进钢铁行业循环经济的研究,2006 年 11 月,国家发改委资源节约和环境保护司委托北京现代循环经济研究院和中国钢铁工业协会联合开展“钢铁企业发展循环经济模式的研究”。

钢铁企业发展循环经济模式研究是一个大课题,我们根据钢铁行业的实际情况,把它分解成三个子课题进行研究:一是以高炉、转炉为主的长流程钢铁企业发展循环经济模式研究;二是以电炉为主的短流程钢铁企业发展循环经济模式研究;三是以铁为主的冶金矿山企业发展循环经济模式研究。

研究工作遵照资源节约和环境保护司领导要求在调查总结钢铁企业实践经验,特别是国家循环经济试点钢铁企业实践经验的基础上,研究提出不同类型钢铁企业发展循环经济模式的意见。课题组先后调查总结了济钢、莱钢、鞍钢、攀钢、包钢、东北特钢、宝钢及其特钢公司、武钢、首钢等多家企业发展循环经济的情况和经验,并经过同企业反复研究,征求行业内有关专家的意见后,分别提出了长流程钢铁企业发展循环经济模式研究、短流程钢铁企业发展循环经济模式研究和冶金矿山企业发展循环经济模式研究等三份研究报告。

这三份研究报告的内容,基本上是总结现有以试点为主钢铁企业发展循环经济做

法和经验的基础上形成的,只是依据现有企业的实践,提出了一个发展的思路。目前钢铁行业发展循环经济工作的形势很好,但就总体看仍然处于起步阶段,有待进一步深入发展。我们这次的研究工作也只能是初步的,钢铁企业发展循环经济的模式还有待企业在实践中进一步发展和完善。

钢铁企业发展循环经济模式课题研究组

# 长流程钢铁企业发展循环经济模式研究

钢铁企业发展循环经济模式课题研究组

目前我国钢产量 88%左右是用长流程生产的。本研究报告主要探讨长流程钢铁企业发展循环经济模式研究,大体上分以下三个部分来论述。

## 一 钢铁行业发展循环经济的重要性及探索历程

钢铁产业是原材料工业,是国民经济的重要基础产业,是实现工业化的支撑产业。它发展的质量和水平,直接关系到国民经济发展、国防现代化建设和人民生活水平的提高。

改革开放以来,我国钢铁工业有了很大发展,仅“十五”期间,钢产量就由 1.29 亿 t 上升到 3.53 亿 t,增长了 174%,为国民经济持续快速发展做出了重大贡献,并对世界钢铁工业发展产生了十分重要的影响。2006 年我国钢产量达到 4.22 亿 t,连续第 11 年居世界首位,占世界钢产量的 34%,相当于第 2~7 名的日本、美国、俄罗斯、韩国、德国、印度这 6 个国家钢产量之和,是名副其实的世界钢铁大国。但还称不上是世界钢铁强国,其主要问题是工艺、装备同先进国家比尚有一定差距,自主创新能力不足,最终表现在钢材品种结构不完全适应我国现代化建设的需要,高技术含量、高附加值钢材供给不足,不仅在数量上满足不了需要,而且在质量上也满足不了需要,依靠进口来解决。每年要花 100 多亿美元,进口 1000 多万 t 高技术含量、高附加值钢材。特别是资源、能源消耗高、环境污染严重,因此钢铁工业进一步发展又遇到资源、能源短缺和环境保护方面的制约。我国自然资源储存总量比较大,而人口众多,人均资源拥有量就比较少。如我国铁矿资源人均拥有量仅为世界人均拥有量的 42%,目前铁矿消费量的对外依存度已达 53%左右,而且进口铁矿石价格仍不断上升。再如我国能源人均拥有量仅为世界人均拥有量的 50%,全国重点钢铁企业吨钢能耗比世界先进水平高 10%~15%,一年多消耗约 3000 万 t 标准煤。又如我国水资源人均拥有量只是世界人均拥有量的 25%左右,钢铁企业吨钢消耗新水量比世界先进水平高 1 倍左右,一年多消耗约十几亿 t 水。再如,国家对环保要求越来越高、越来越严,由于钢铁企业环境治理历史欠账较多,落后产能淘汰缓慢,仍是污染物排放大户,据国家统计局统计,钢铁工业废气、SO<sub>2</sub>、烟尘、粉尘、废水的排放量,分别占全国工业排放量的 21.3%、7.4%、8.3%、15.6%和 8.5%。所有这些都严重制约着钢铁工业的发展。

循环经济是按生态学规律进行物质运行的一种方式,它以“减量化、再利用、资源

化”为原则,以“低消耗、低排放、高效率”为特征,是对“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统增长模式的根本变革。这既非常适合钢铁工业发展中缓解资源、能源短缺的需要,又非常适合钢铁工业进一步发展必须加强环境治理的需要。

循环经济有小循环、中循环、大循环等不同层次,即既有企业层次,又有企业之间层次和企业与社会之间层次,这非常适合钢铁企业与上下游企业之间、与社会之间物质与能源进行循环再利用的需要,也非常有利于钢铁企业转变增长方式,在资源高效利用、环境不断改善、成本有效降低、效益双赢多赢等方面实现良性循环。

从生态经济的角度来看,钢铁工业与循环经济之间确实存在着相互促进的关系。钢铁工业是国家发展循环经济的优先切入点,是打造循环型产业的重点,是实现循环型社会的重要组成部分;循环经济又是钢铁工业转变增长方式的优先切入点,是打造资源节约型和环境友好型钢铁企业的重要手段,是钢铁工业实现可持续发展的必由之路。

回顾钢铁工业发展循环经济的历程,有一个从不认识到逐步认识的过程,从不自觉到逐步自觉的过程,从遇到一个问题研究解决一个问题到逐步重视系统研究解决问题的过程,大致走过了五个阶段:一是从 20 世纪 70 年代开始,开展环境治理工作,一方面要求老企业治理“三废”对环境的污染,另一方面要求新建企业把环保工程与主体工程做到“三同时”,即同时设计、同时施工、同时投产。二是从 20 世纪 70 年代末开始,狠抓节能降耗工作。先是加强管理扫浮财,由考核吨钢综合能耗细化到考核工序能耗,后是强调依靠科技进步节能降耗,全行业推行节能关键技术四十例,还狠抓降低铁钢比,大力提高以连铸为中心的钢坯成材率。三是从 20 世纪 80 年代开始,狠抓了资源综合利用和开发具有中国资源特色的低合金钢、合金钢工作。一方面突出抓了攀枝花、包头两大共生矿的资源综合利用,另一方面着力建立具有中国资源特色的低合金钢、合金钢产品系列,在开发的新产品中,有含钒、钛、铌、稀土等元素的钢材,提高了资源利用效率和钢材使用效率,对国民经济发展起到了很好的作用。四是从 20 世纪 90 年代末开始,推进清洁生产工作。强调从源头抓起,把预防污染贯穿于生产全过程,末端排放物要无害化。五是从 21 世纪初开始,大力开展资源节约活动和发展循环经济工作。强调树立节约意识,抓住资源开采、资源消耗、废物产生、再生资源、钢材消费等五个重要环节,提高资源利用效率。

“十五”以来,特别在节能方面取得了显著成绩,全国重点钢铁企业吨钢综合能耗(标准煤)从 2000 年的 920kg/t 下降到 2005 年的 747 kg/t,下降幅度为 20.3%;相应钢铁生产的烧结、焦化、转炉、电炉、轧钢等工序能耗均有不同程度的降低(见表 1)。

2004 年鞍钢、宝钢参与了六家央企发起的创建资源节约型企业的倡议,2005 年济钢、莱钢、鞍钢、攀钢、包钢等钢铁企业被列为国家循环经济示范试点工程单位,宝钢、武钢、马钢、邯钢、唐钢、太钢等一大批钢铁企业在“十一五”规划中编制了发展循环经济的规划,并付诸实施。这一系列的探索与实践,使钢铁企业越来越感受到,钢铁企业发展循环经济是一项系统工程,它要求按生态学规律,把环境保护、清洁生产、节能降耗、资源综合利用、开发新钢种等融为一体,即以可持续发展为目标,以环境治理为切入点,以清洁生产为前提和基础,以提高钢材品种质量为重点,以提高资源利用效率为核心,以循环经济为基本途径,坚决走科学发展、创新发展、节约发展、清洁发展、可持续发展

表 1 全国重点钢铁企业能耗(标准煤)变化情况

单位:kg/t

| 项 目              | 吨钢综合能耗 | 烧结    | 焦化     | 炼铁     | 转炉    | 电炉     | 轧钢     |
|------------------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 2000 年           | 920    | 68.9  | 160.20 | 466.07 | 28.88 | 265.59 | 117.95 |
| 2005 年           | 747    | 64.83 | 142.21 | 456.79 | 36.34 | 201.02 | 88.52  |
| 2005 年与 2000 年相比 | -20.3  | -5.9  | -11.2  | -2.0   | 25.8  | -24.3  | -25.0  |
| 2007 年上半年        | 626.63 | 54.98 | 132.82 | 428.16 | 6.67  | 79.77  | 66.48  |

注:2007 年上半年数值受电力折标系数从 0.404 kg/kW·h 调为 0.1229 kg/kW·h 影响。

的道路。

## 二 长流程钢铁企业发展循环经济的“四四”模式

至于钢铁企业发展循环经济有没有可供借鉴的模式呢?如上所述,钢铁企业发展循环经济是一项系统工程,经过实践探索,可以总结出一个可供借鉴的模式来。为此,我们以济钢、莱钢、鞍钢、攀钢、包钢等参加国家循环经济示范试点工程的钢铁企业为对象,对他们进行了调查了解和研究发现,他们在试点中把循环经济原则与钢铁企业实际相结合,把学习他人与自主创新相结合,不仅取得了显著成效,而且积累了许多经验,已初步形成了一个可供借鉴的模式。简要地说,这个模式体现在四个方面,每个方面有四个要点,即要发挥钢铁生产流程的四个功能,推动四个方面物质和能源的循环,依靠四个支撑,实现四个提高,可称之为“四四”模式。

### (一) 钢铁企业发展循环经济拓展四个功能

按传统看法,长流程钢铁企业就是由炼焦、烧结、炼铁、炼钢、轧钢等工序组成,一环扣一环,串联作业,集成制造,最终产品是钢材,其主要功能就是制造钢铁产品。

如图 1 所示为钢铁生产工艺流程图、图 2 所示为钢铁企业主要物质流程图。

让这样的企业发展循环经济,怎样重新认识钢铁制造流程的功能,就成为一个时代性的命题。早在 100 多年前,马克思在《资本论》第三卷中,就专门讨论过“生产排泄物的利用”问题,他说:“科学的进步,特别是化学的进步,发现了那些废物的有用性质”,“使那些在原有形式上本来不能利用的物质,获得一种在新的生产中可以利用的形式”,“通过这个过程,这种所谓的排泄物就再回到生产、消费的循环中”。如今科学发展日新月异,新技术层出不穷,交叉学科的进一步发展,推动了钢铁产品制造流程的优化,使其向可循环钢铁制造流程和绿色钢铁制造发展,把生产排泄物转化成新的生产要素。如在炼焦工序中,把以前只作燃料使用的煤焦油转化为化工原料,形成化工产业链;在焦化、冶炼工序中,把以前放散的煤气回收利用发电,形成了电力产业链;在炼钢工序中,前面加铁水预处理,后面加钢水精炼,提升了钢的质量,形成了洁净钢生产线;还把过去难以利用的钢渣制成微粉,用作混凝土掺和料,形成了建材产业链;在轧钢工序中,搞激光拼焊钢板配送中心,搞钢结构、生产装配式住宅用料,形成了钢材深加工产业链;还把回收的

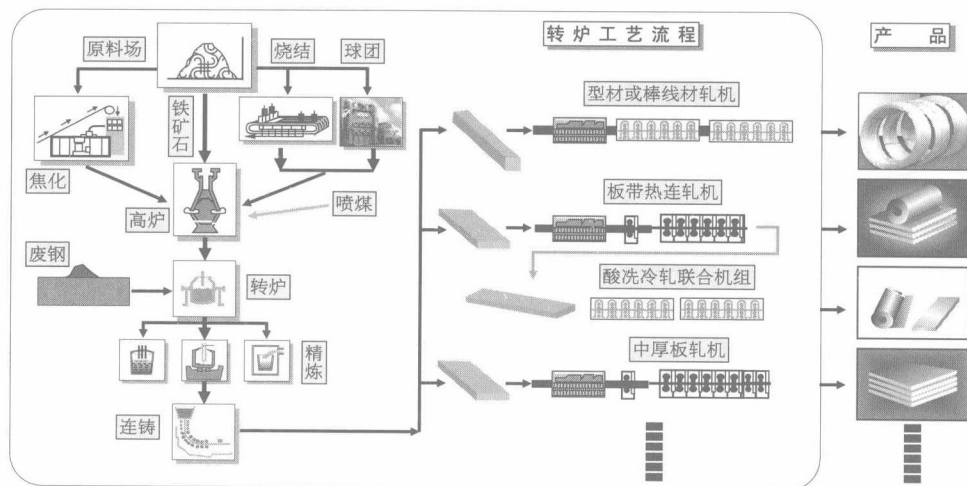


图1 钢铁生产工艺流程图

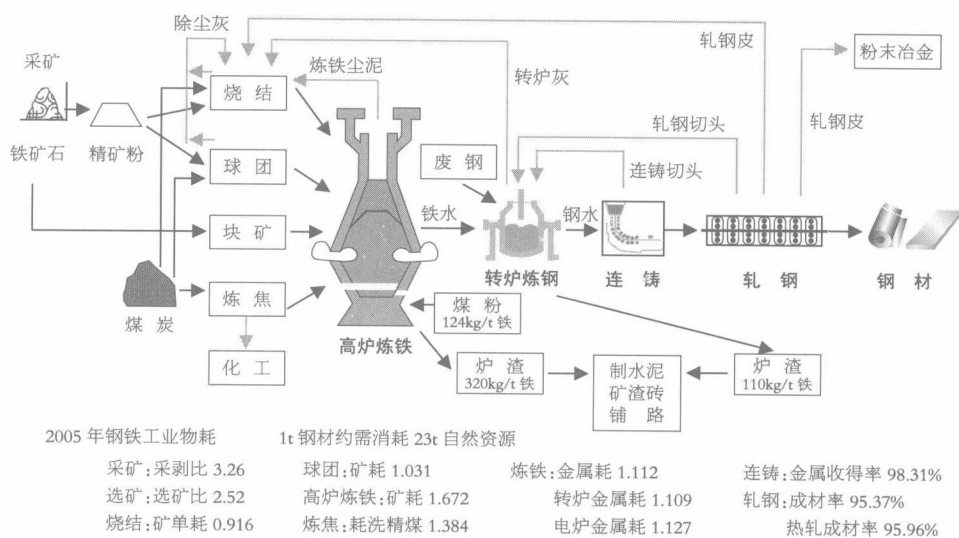


图2 钢铁企业主要物质流程图

轧钢氧化铁皮经酸洗加工成磁性材料,形成了高新技术产业链等等。这些转化、延伸、循环,使资源能源得到高效利用,从而提高了企业经济效益、环境效益和社会效益。据对济钢、莱钢、鞍钢、攀钢、包钢等企业的考察,钢铁企业集成创新的可循环钢铁生产流程,具有以下四个功能:

如图3所示为钢铁企业铁元素、能源、水、废弃物四个循环图。

#### 1. 钢铁产品制造功能

这是钢铁企业的基本功能,即将铁矿加工制造成可供各行业生产和生活消费的钢