

—— 扈云圈 编著

RECOVERY AND UTILIZATION
OF WASTE IRON AND STEEL



废钢铁 回收与利用



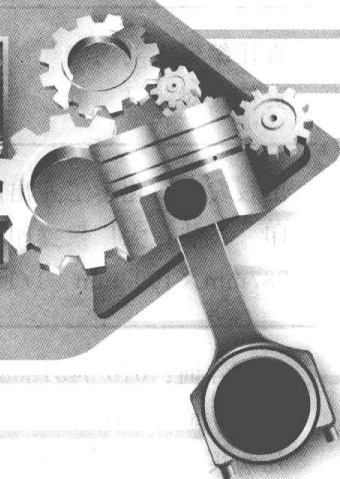
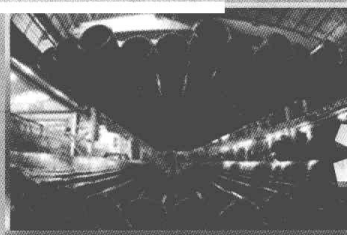
化学工业出版社

扈云圈 编著

RECOVERY AND UTILIZATION
OF WASTE IRON AND STEEL



废钢铁 回收与利用



图书在版编目 (CIP) 数据

废钢铁回收与利用/扈云圈编著. —北京: 化学工业出版社, 2011.1

ISBN 978-7-122-10095-5

I. 废… II. 扈… III. ①钢-金属废料-废物回收②钢-金属废料-废物综合利用③铁-金属废料-废物回收④铁-金属废料-废物综合利用 IV. X757.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 240497 号

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 丁建华

责任校对: 吴 静

装帧设计: 张 辉

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)

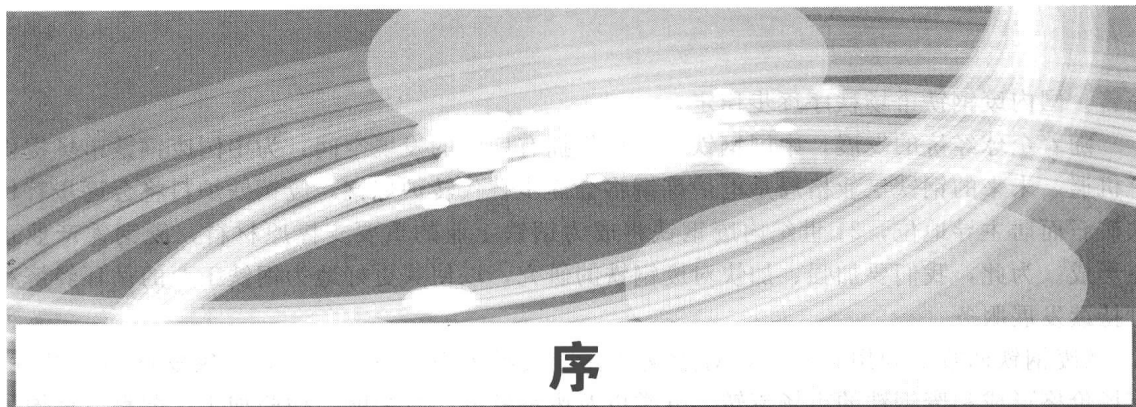
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 361 千字 2011 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。



序

发展循环经济，加强资源节约和管理，是转变经济发展方式建设资源节约型、环境友好型社会的重要组成部分。废钢铁本身是载能体，用废钢铁炼钢比用铁矿石炼钢，每吨可以节约 1t 标准煤，减少 2~3t 铁矿石开采和 4~5t 原生矿开采。从 18 世纪的工业革命开始，全球的钢产量每年都在增加，按照目前的钢铁生产速度，全球已探明的铁矿石基础储量仅够使用 200 年左右。但是，据不完全统计，自工业革命以来，全球已有 80% 的地下矿藏储量转移到了地上，其中，已报废的各种钢铁制品，变成了钢铁废弃物，堆积在人们的周围，有的已变成垃圾，在污染着环境。因此，做好废钢铁的回收与利用是实现低碳经济、循环经济和钢铁工业可持续发展的重要组成部分。

我国的废钢铁的回收利用与管理可分为三个阶段。

第一个阶段：从 1976 年到 1986 年，当时是计划经济时期的废钢铁管理模式，废钢铁回收数量少，加工设备简单落后，被称为是 6—9—20 项目，即：6 座爆破坑、9 座落锤、20 台轻薄料打包机。

第二个阶段：是从 1986 年到 1995 年，这一时期是废钢铁从计划经济管理向市场经济管理的转型期。为了适应改革开放和社会主义经济建设的需要废钢铁开始走向市场。这一时期我国钢产量大幅度增长，对废钢铁的需求量也不断加大。并且开始进行废旧船舶和废旧汽车的拆解与回收利用。

随着我国政治体制和经济体制的改革深入发展，国有企业改制、政府职能转变、计划经济向社会主义市场经济转变，国家旧的经济管理体制逐步向新的管理体制转变，全国废钢铁战线成立自己的行业组织——“中国废钢铁应用协会”。从此，全国的废钢铁行业在协会的指导下，以市场为导向，为钢铁工业的大发展做出了自己的贡献。

第三个阶段：从 1996 年到现在，是废钢铁行业快速大发展时期，行业管理日益规范。这一时期，我国钢铁工业取得了巨大发展。1949 年我国的钢产量仅 100 万吨左右，1996 年我国钢产量首次突破 1 亿吨大关，实现了中国历史上的大跨越。2003 年迈上 2 亿吨台阶，2005 年又突破 3 亿吨，2006 年超过 4 亿吨，2008 年达到 5 亿吨，2009 年达到 5.6 亿吨，约占世界钢产量的 40%。成为世界上最大的钢铁生产大国。钢铁工业的蓬勃发展，带来对废钢铁原料需求的大幅度增长。全国废钢铁的总消耗量从 2001 年的 3440 万吨，增长到 2009 年的 8100 万吨，增长了 2.4 倍。废钢铁行业对我国钢铁工业的发展做出了重大的贡献。这一时期的主要特征是：废钢铁需求量不断增长，废钢铁资源日益紧张，市场价格不断上扬。新的废钢铁加工技术、加工工艺、加工设备被广泛推广使用，废钢铁质量不断提高。国家于 2004 年出台了新的废钢铁标准，使行业的管理逐步规范，废钢铁回收利用体系逐步

完善，国内废钢铁市场秩序逐步稳定。

随着全球经济的发展，中国钢铁工业仍将拥有广阔的发展空间，为中国废钢铁市场提供了机遇。未来的钢铁工业格局是电炉炼钢将会逐步替代转炉炼钢，废钢铁炉料将会逐步替代铁矿石而居主导地位，21 世纪内废钢铁将成为钢铁工业的重要支撑原材料，废钢铁产业正在形成。为此，我们要加强、加快对废钢铁的研究，以使其更好地为钢铁工业的循环经济和可持续发展服务。

《废钢铁回收与利用》一书，对废钢铁在国民经济中的重要作用，废钢铁的经济特性、市场价格形成和废钢铁的市场流转、分类以及废钢铁的回收采购、检验加工、配料冶炼做了深入的理论研究和探索，是当前废钢铁行业一本难得的参考书。我相信《废钢铁回收与利用》的出版，无疑会对当前的废钢铁行业和市场起到一定的帮助和参考作用。本书既有理论又有实践，具有非常强的可读性。可以作为钢铁企业和废钢铁经营企业的工作参考书和工具书，也可以作为高等院校、职业技术学院、职业技术学校的教学参考书，同时也可以作为其他产业部门和投资部门的参考书。

相信本书的出版会对废钢铁产业的健康发展起到一定的助推作用，对钢铁工业发展循环经济、实现节能环保和清洁生产发挥积极的作用。

中国废钢铁应用协会常务副会长 王镇武



目 录

第一章 废钢铁概述	1
第一节 废钢铁及其在国民经济中的重要作用	1
一、钢铁工业是国民经济发展的重要基础	1
二、废钢铁是钢铁工业实现可持续发展的主要原材料	4
三、废钢铁是经济发展的战略资源	6
四、废钢铁行业的劳动力就业和对人员的要求	7
第二节 废钢铁的来源	8
一、折旧性废钢铁	8
二、生产性废钢铁	11
第三节 废钢铁的经济特性及风险规避	12
一、废钢铁商品的特殊性和价格形成	12
二、废钢铁市场价格的“风向标”	13
三、把握采购价格时机和规避风险	14
四、日本废钢铁期货简介	16
第四节 废钢铁市场简析	17
一、废钢铁市场分布	17
二、废钢铁回收利用的四级市场	18
三、不锈钢市场	19
四、废钢铁回收点的经营和市场差距	22
第二章 废钢铁采购与库存	24
第一节 废钢铁采购	24
一、废钢铁供应商选择和确立	24
二、废钢铁采购的适当数量控制	27
三、废钢铁采购的价格控制	28
四、废钢铁采购的质量控制	29
五、废钢铁采购的交货期控制	30
六、对废钢铁采购人员的考核管理	31

第二节 废钢铁库存	32
一、库存管理的重要性及所遵循的原则	32
二、废钢铁的安全库存量	34
三、废钢铁库存管理的通病及改善方法	35
四、废钢铁料场（库房）的位置选择及规划	36
五、废钢铁入库接收步骤	38
六、废钢铁料场（库内）倒运	39
七、废钢铁保管、储存要求	40
八、废钢铁盘点	41
九、呆废料管理	43
 第三章 废钢铁品质（质量）检验	46
第一节 废钢铁检验机构和程序	46
一、IQC 概念	46
二、IQC 部门创建	46
三、废钢铁检验作业控制	48
四、废钢铁检验中不合格品的控制	49
五、废钢铁进货检验中的紧急放行控制	49
六、货源地验证	50
七、特采废钢铁检验处理	50
第二节 废铁分类、标准及常见用途	51
一、废铸铁分类和常见用途	52
二、国家废钢铁标准中对废铁的规定	55
第三节 废钢分类、标准及常见用途	55
一、废钢的分类和常见用途	55
二、国家废钢铁标准中对废钢的规定	56
第四节 废钢铁检验的要求和企业标准	57
一、对废钢铁的一般要求	57
二、废钢铁品质检验	58
三、国家废钢铁标准的技术要求、检验项目、方法及运输要求	59
四、企业废钢铁标准	61
第五节 废钢铁的检验方法	68
一、理化和仪器检验	69
二、感官和经验检验	69
三、比较检验鉴别	70
四、火花检验鉴别	71
五、不锈钢、合金废钢检验鉴别	74
六、废钢铁检验设备研发的必要性	74
第六节 废钢铁中的放射性物质检验	75
第七节 废钢铁检验当中的违禁品、违规品、危险品、不明物 and 不同行业、不同季节的重点 检验物品	78

第八节 对 22 种假废钢铁的检验查处	81
第九节 对质检人员的考核管理	89
第四章 废钢铁加工	94
第一节 氧气切割	94
一、切割枪切割	94
二、吹大氧切割	95
三、切割中需注意的问题	97
第二节 机械加工	98
一、液压金属打包机	98
二、液压金属剪切机	103
三、破碎机	109
四、落锤	113
五、移动式液压剪切机	116
六、自制废钢铁加工设备	117
七、金属屑压块机	117
第三节 其他加工废钢铁的方法	117
第四节 对废钢铁加工人员的考核管理	120
第五章 废钢铁拆解	123
第一节 废旧汽车回收拆解与再利用	123
一、废旧汽车回收拆解的意义和现状	123
二、对报废汽车回收拆解企业的要求	126
三、报废汽车拆解工艺	128
四、日本等四国报废汽车回收拆解简介	134
第二节 废旧家用电器回收拆解再利用	138
一、废旧家用电器分类	138
二、废旧家用电器的价值、拆解步骤和分类回收	138
三、我国回收拆解、利用废旧家电的现状和政策	140
四、其他国家废旧家电的回收治理政策和现状	142
五、国外废家电拆解回收工艺简介	143
第三节 废旧船舶拆解再利用	144
一、废旧船舶拆解的意义、现状和前景	144
二、船舶常识和拆船工艺	147
第六章 废钢铁进口和部分国家废钢铁标准	152
第一节 进口废钢铁的审核机构、工作程序、常见问题	152
一、审核机构——环境保护部固体废物管理中心	152
二、工作程序	152
三、常见问题	153
第二节 国家环境保护部的规定	153

一、进口废钢铁的定义	153
二、加工利用企业类型	153
三、一般规定	154
四、钢铁冶炼企业的特殊规定	154
五、进口废钢铁加工配送中心的特殊规定	154
六、进口废五金定点单位的特殊规定	155
七、外籍设备修理企业的特殊规定	155
八、特钢铸件出口回收企业的特殊规定	155
九、申请材料及相关证明材料要求	155
第三节 有关进口废钢铁检验检疫监督管理的法律法规	157
一、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的相关规定	157
二、进口废钢铁相关的检验检疫法律法规条款	158
三、对进口废钢铁处罚的相关法律法规	159
四、进口废汽车压件拆解、破碎处理的特殊规定	159
第四节 国外废钢铁标准介绍	160
一、美国废钢铁一般标准介绍	160
二、前苏联的废钢铁分类、要求和标准（摘要）	161
三、日本废钢铁分类标准（摘要）	164
第五节 国外废钢铁市场简介和进口实践	165
第七章 废钢铁配料	168
第一节 炼钢的基本任务和对配料的要求	168
一、脱碳 C	168
二、脱硫 S	168
三、脱磷 P	169
四、脱氧 O	169
五、去气（氢 H、氮 N）	169
六、去除非金属夹杂	170
七、调整和控制钢的成分	170
八、调整钢水温度	170
第二节 废钢铁配料的基本要求和操作	171
一、基本要求	171
二、操作要求	173
第三节 配料模型	174
一、配料所用的主要金属原料	174
二、主要金属原料的成本比较和配料模型	176
第八章 废钢铁冶炼基本知识	178
第一节 钢的分类、炼钢方法及其他原材料	178
一、钢中常用化学元素符号	178
二、钢和铁的区别	178

三、钢的分类	179
四、主要炼钢方法	180
五、炼钢用其他原材料	181
第二节 高炉炼铁	181
一、主要生产工艺	182
二、炼铁简史	182
三、主要技术经济指标	183
四、原料及其作用	183
第三节 转炉炼钢	183
一、氧气顶吹转炉炼钢法	183
二、氧气底吹转炉炼钢法	184
三、氧气顶底复吹转炉炼钢法	184
第四节 电炉炼钢	185
一、补炉	185
二、熔化期	186
三、氧化期	187
四、还原期	187
五、出钢	187
第九章 废钢铁企业和料场的 5S 管理与 PDCA 循环管理方法	189
第一节 5S 管理	189
一、5S 的基本知识	189
二、整理实施的重点	194
三、整顿实施的重点	196
四、清扫实施的重点	197
五、清洁实施的重点	198
六、素养实施的重点	200
七、推行 5S 管理的几种实用工具	202
第二节 PDCA 循环管理	205
一、PDCA 循环的含义及循环阶段	205
二、PDCA 循环的主要特点	206
三、PDCA 循环的科学工具	207
四、案例	209
附录	216
附录 A 报废汽车回收管理办法	216
附录 B 中华人民共和国物资管理行业标准绿色拆船通用规范（择要摘编）	219
参考文献	226

第一章 废钢铁概述

第一节 废钢铁及其在国民经济中的重要作用

废钢铁就是使用钢铁材料制成的各种机械设备、交通工具、农用机械、机具、建筑物钢材、军事用品、生活用品等经过一定使用年限后的报废品；或者是在生产这些产品当中产生的废品、边角余料及含铁废弃物；再者因技术进步及经济指标落后而更新替代下来的淘汰品。像报废的机动车、各种报废的铁路器材、废船、损坏的机器设备、废旧自行车、各种废旧家电、拆毁的建筑物钢材、各类工程下来的钢材下脚料等，其范围之广、数量之大、品种之多不胜枚举。但是，它们都有一个共同特点那就是失去了原有的使用价值。所以，换句话说，失去原有使用价值的钢铁制品，就是废钢铁。

广义的废钢铁就是报废的各种钢铁制品。狭义的废钢铁是指符合冶炼标准的原材料。



一、钢铁工业是国民经济发展的坚实基础

钢铁工业及其产品是国民经济发展的坚实基础，是全面建设小康社会，发展国家现代化和加强国防现代化的保障性原材料。钢铁产品以其优良的性能被其他行业广泛采用。迄今还没有一个行业的发展是不需要钢铁的，钢铁工业为其他行业的发展提供了不可替代的金属材料，反过来，其他行业的发展又促进了钢铁工业的发展。钢铁工业的生产水平，反映了一个国家的工业化水平。钢铁工业的强大乃是国家强盛的重要标志之一。

我国的钢铁产量已连续十四年位居世界第一，成为真正名副其实的钢铁大国，但并不是钢铁强国，与世界上发达国家相比尚有很大差距。什么是钢铁强国，每个人都有各自不同的看法但是普遍认为有以下五个方面可以进行衡量。

(1) 钢的产量和人均占有量。钢的产量越大，人均占有越多，国家的钢铁实力就越强。以2008年为例，中国钢产量5.01亿吨，0.38吨/人均占有，美国钢产量0.90亿吨，0.3吨/人均占有；日本钢产量1.2亿吨；0.93吨/人均占有；德国钢产量0.46亿吨，0.6吨/人均占有。

(2) 钢的质量。一个国家所生产的高质量钢数量越大、高附加值钢所占的比例越高，那么这个国家的钢铁生产水平就越高。我国目前虽说钢的产量达到世界第一，但是绝大部分是粗钢，一些高技术含量，高附加值的钢材尚需进口。每年我国要花100多亿美元，进口1000多万吨高技术含量、高附加值钢材。以2007年为例，我国出口钢坯643万吨，平均单价454美元/吨，而进口钢坯24万吨，平均单价1808美元/吨；出口钢材6265万吨，平均

单价 704.43 美元/吨, 进口钢材 1687 万吨, 平均到岸价 1218.28 美元/吨。我们用高价购买国外的矿石, 消耗自己的能源, 增加自己的环境污染和环境成本, 却生产出低技术含量, 低附加值的钢材去出口, 是非常不划算的, 这种大而不强的现状, 一定要改变。

(3) 工艺、装备水平。我国钢铁工业的工艺、装备是先进与落后并存。以日本为例, 2004 年日本产粗钢 1.12 亿吨, 全国拥有的高炉为 28 座, 转炉 62 座, 电炉 100t 以上的 22 座。2004 年我国产粗钢 2.8 亿吨, 我国拥有的有高炉 1131 座, 其中: 1000m³ 以上的 18 座, 1000m³ 以下的 1113 座。转炉 300t 以上的 3 座, 120~299t 的 51 座, 120t 以下的 499 座。电炉 100t 以上的 13 座。据统计 2004 年我国有钢铁企业 871 家, 平均每家企业年钢产量不足 40 万吨, 年产钢 600 万吨以上的企业集团只有 11 家, 仅占全国钢产量的 37%, 全国最大的宝钢集团年产钢 2141 万吨, 仅占全国的 8%。由此看来, 我国钢铁企业的现状是小规模大分散, 这样不利于采用新技术、不利于节能降耗、不利于减少环境污染和提高生产率。同发达国家集中的大规模化生产相比尚有很大差距。

(4) 创新能力。钢铁强国应当在钢铁生产(包括冶金设备制造)领域有创新意识和创新能力, 有自己独特的领先之处, 而不能跟在别人后面亦步亦趋。我国古代是一个钢铁强国, 据文字记载和文物证实, 我国在战国时期就已经可以制造钢, 西汉时期已经采用煤作燃料进行冶炼, 并且炼成渗碳钢这在当时是世界上最伟大的冶炼成就, 比欧洲早 1700 年。张骞出使西域传到中亚和欧洲的不仅有丝织品还有钢铁和炼钢术。罗马博物学者普林尼(公元 27~79 年)在其著作中, 对中国铁器曾大加称赞, 认为是优良的卓越的产品之一。可见当时中国的钢铁制品在当时世界上是质量最好的。

但是, 近现代我国基本上是学习和借鉴国外先进技术和经验。特别是改革开放以来, 引进了国外大量的先进技术, 缩短了和国外的差距, 但是, 要知道任何一个国家也不会把自己最新、最先进的技术教给别人的。因此, 我国必须要有自己的创新技术, 特别在原始创新方面, 这样才能成为一个钢铁强国。

(5) 可持续发展能力。钢铁工业的可持续发展能力强不强, 是反映一个国家是不是钢铁强国的重要标志。一个国家钢生产所用的铁矿石和其他原生矿消耗量越小, 废钢铁消耗量越大, 表明生产钢的能耗越小, 污染排放量和对环境的污染越小, 可持续发展能力越强。

我国钢铁工业的特点是: 资源能源消耗高, 能源消耗占国民经济总能源消耗的 15%。水资源消耗占 9% 以上。生产过程中废弃物及污染物排放量大。约占工业总排放量的 14% 以上, 在生产过程中使用一次性利用资源铁矿石量大, 使用可循环利用资源废钢铁量小, 转炉钢比例高, 电炉钢比例小。

而美国现在生产的钢材其使用的原料有 58% 来自于废钢铁, 42% 来自于铁矿石。而我国生产的钢材其使用的原料 80%~85% 来自于铁矿石, 15%~20% 来自于废钢铁。2008 年我国生产粗钢 5.01 亿吨, 但全国应用废钢总量为 7200 万吨, 占粗钢产量的 14.4%。用废钢炼钢比用铁矿石炼钢可节省 2/3 能源, 并且消除开矿过程中产生的污染和对环境的破坏。因此钢铁工业要发展循环经济, 实现可持续发展, 要更新转变观念, 不断进行技术创新, 采用清洁生产工艺, 降低资源、能源消耗, 减少废弃物排放, 实现综合利用和循环再利用, 使钢铁工业成为资源节约型和环境友好型产业。表 1-1 是我国自 1996 年钢产量突破 1 亿吨大关到 2006 年实现 4 亿吨钢产量, 在电炉钢方面和其他国家的差距。

表 1-1 1996~2006 年我国与其他国家电炉钢占总钢产量的比例

单位：%

国家 年份	世界	日本	美国	韩国	德国	印度	中国
1996	32.9	33.3	42.1	39.5	26.0	25.9	18.7
1997	33.7	32.8	43.2	43.1	26.4	31.6	17.6
1998	33.9	31.9	44.6	40.3	27.5	31.8	15.8
1999	33.5	30.5	46.2	41.6	29.2	32.1	15.7
2000	33.7	28.8	46.8	42.8	28.7	32.1	15.9
2001	35.1	27.6	47.4	43.6	29.3	42.5	15.9
2002	33.9	27.1	50.7	45.2	29.3	42.7	16.7
2003	34.0	26.4	48.9	44.8	30.0	45.6	17.6
2004	33.2	26.4	53.6	43.9	30.7	43.8	14.3
2005	31.7	25.6	55.0	44.1	30.7	44.9	11.7
2006	32.0	26.0	56.9	45.7	33.1	50.5	9.7

注：“世界”一列数据为全世界电炉钢产量占总钢产量的比例。

针对钢铁工业的状况，我国曾确定了钢铁工业要坚持三个“重在”和实现一个“根本转变”，即重在增加高附加值产品，提高质量，不能片面追求数量扩张；重在提高产业集中度，加强现有企业的改组改造，不能单纯依靠铺新摊子，上新项目；重在降低消耗，提高企业和产品的竞争力，不能依赖消耗资源污染环境。坚持走新型工业化道路，实现我国从钢铁大国向钢铁强国的根本转变。

我国有关钢铁专家也提出：我国钢铁工业应该积极推进循环经济。钢铁企业不仅仅要生产钢，而且应发挥钢铁产品制造，能源转换，废弃物（尤其是社会大宗废弃物）消纳、处理、再资源化三个功能。只有这样做，我国钢铁工业才能有效地切入到循环经济。钢铁企业发展循环经济不能局限在钢厂内部“循环”，必须与外部社会、上下游企业发生循环关系，否则只是清洁生产的层次，不能称其为循环经济。此外，钢铁企业发展循环经济应该是有效益的经济（不能为循环而循环），它应该成为企业有力的经济增长点。我国钢铁工业要切实转变增长方式、增强竞争力，大力发展循环经济是一个重要的切入点。

什么是循环经济？循环经济就是在物质的循环、再生、利用的基础上发展经济。是一种建立在资源回收和循环再利用基础上的经济发展模式。其原则是资源使用的减量化、再利用、资源化再循环。其生产的基本特征是低消耗、低排放、高效率。

循环经济的实施有三个层面可分为：小循环（企业内部）、中循环（企业之间）、大循环（社会化）。

循环经济的实施必须有五大体系支撑。

① 国家政策和法律法规的支撑。

② 技术的支撑。

③ 资金的支撑。

④ 管理和监督的支撑。

⑤ 循环经济链条中的企业必须有经济效益的支撑，必须盈利，必须不断地增值扩大。才能保证循环经济持久广泛地开展下去。

高效利用和循环利用资源是循环经济的核心。废钢铁作为钢铁工业的原材料可以无限地

循环使用,最大限度地循环利用铁元素。符合循环经济发展的原则和特征,能够在循环经济的三个层面上广泛实施。例如,各企业自产的切头、切尾、渣钢、铸余、包底的回收再利用(小循环);机械制造业、建筑业等企业的钢铁下脚料、废弃物、折旧报废物等回收钢铁企业再利用(中循环);社会废钢的循环再利用(大循环)。支撑废钢铁无限循环利用的体系,已经建立,国家的《钢铁产业发展政策》明确规定“鼓励采用以废钢为原料的短流程工艺”和“逐步减少铁矿石比例增加废钢比重”。废钢铁循环利用的法律法规已经建立。支撑技术已经成熟,如电炉、转炉的废钢冶炼技术;废钢预热技术;废钢分选加工技术。另外,企业的盈利和对废钢铁的社会化、市场化管理与监督,使得支撑废钢铁循环利用的资金能够平稳良性周转运行。因此,废钢铁是钢铁工业进入循环经济和实现可持续发展的最佳切入点和起点。



二、废钢铁是钢铁工业实现可持续发展的主要原材料

循环经济的最终目的是经济的可持续发展。钢铁工业走循环经济的道路,其最终目的是实现钢铁工业的可持续发展。钢铁工业可持续发展的重要标志是:

- ① 最小化地消耗自然资源,即不可再生资源铁矿石等;
- ② 最小化地消耗由不可再生资源煤转化而来的能源的消耗。
- ③ 钢铁生产过程中 CO_2 等有害气体和固体废弃物排放最小化。

要实现这三个最小化,无疑废钢铁是炼钢的最佳原材料。

1. 废钢铁是炼钢生产的主要原材料

目前炼钢生产的主要原材料有两大类。一类是源自于铁矿石。它从选矿、采矿、烧结、再到生铁或铁水最后炼成钢坯,轧制成钢制品。这一类原材料主要有:

- ① 热铁水。以前转炉使用,现在电炉也开始使用。
- ② 生铁。用于电炉炼钢配料工艺。
- ③ 直接还原铁(DRI、HBI)。用于电炉炼钢,与废钢铁和生铁配合使用,价格较高。
- ④ 脱碳粒铁。一种新的原料,用于电炉,但未形成商品。

这类原材料来自于自然界,采自于矿山,它就像“人的肝脏不断地造出新鲜血液,供给人类社会使用,因此,我们把它类比于动脉造供血过程”。

另一类是废钢铁,它来自于人类社会,是人类社会使用过的废弃物,这些废弃物经过整理、分类、加工又回到人类社会,它就像“静脉血液回流再供血过程”,再次被人类社会所利用。

2. 生铁和废钢铁比较

(1) 前者有害残余元素含量较少,但其生产流程长,投资大,能耗高,消耗自然资源多。后者生产流程较短,基建投资少、建设周期短、综合能耗低、工艺灵活,消耗自然资源少,但其主要问题是残余元素在废钢循环中积累,影响产品的性能和质量(这些问题可以在冶炼时采用一些方法解决。例如,天津××公司在生产无缝钢管时,利用废钢中的残余元素Cu、Ni、Cr、Mo、V替代部分合金,配以价格便宜的废钢作原料,既降低成本,又提高了产品附加值。另外,也可以用海绵铁、生铁、热铁水等稀释。对废钢入炉前进行按化学成分分拣、分类整理,分别按所炼不同钢种的化学成分加入)。

(2) 前者是有限资源,后者是无限资源。铁矿石从地下采出经过选矿、采矿、烧结,到铁水,再到钢水、轧制成钢制品,即耗完它的有用价值,进入人类社会,不会再回到

自然界变成矿石。目前全世界已探明的铁矿石基础储量约 3500 亿吨。可供开采储量约为 1500 亿吨,近年来,全球铁矿石开采量每年都在 10 亿吨以上,2008 年全球粗钢产量 13 亿吨,消耗铁矿石超过 15 亿吨,以此计算全球铁矿石,可供开采 100~200 年,铁矿石前景备受世界人类的关注和忧虑。我国的铁矿石资源基础储量为 500 亿吨左右,可开采储量 210 亿吨左右。我国铁矿石每年开采量按 7~8 亿吨计算,依此我国的铁矿石仅供开采 30~50 年,面临的形势非常严峻。用废钢来代替铁矿石进行炼钢生产,是唯一的选择!

废钢是可再生资源,可无限循环使用。用 1t 废钢铁炼钢,可节约 2~3t 铁矿石,可减少 4~5t 原生矿的开采量。废钢铁是一种再生资源,从炼钢→轧钢→钢材→制品→使用→报废→回炉炼钢→轧钢,每 8~30 年左右一个周期轮回不断积蓄(一般钢铁制品的报废周期是 8~30 年),不断产生,无限循环使用,且自然耗损少,利用率高,特别是我国不但铁矿石资源数量少,而且,贫矿多,在已探明的储量中 97% 是贫矿,平均铁品位在 30% 左右,比世界平均铁品位低 20 个百分点;有些已探明的储量因条件复杂很难开采利用;再有有些铁矿的成分复杂,伴生的有害元素多。但是,建国以后,随着钢铁工业发展,作为废弃物的废钢铁埋入地下和堆成渣山的约有几亿吨。而且,今后每年仍有相当数量的钢铁生产和加工工业的废弃物、报废设备、拆毁建筑物、家用电器和生活器皿等要更新,仍将继续产生废钢铁。同时,国外工业发达的国家每年都出口一定数量的废钢铁。发展我国自己的废钢铁产业,充分利用国内外废钢铁资源,是今后钢铁工业发展的方向。

(3) 前者是高能耗高污染资源,后者是低能耗环保资源。钢铁工业是消耗能源的大户,我国的水、电、油等能源很紧张,因此,节能是我国的国策。废钢铁本身是载能体。钢铁生产从选矿、采矿、烧结、炼铁到炼钢、轧钢,70% 以上的能源消耗主要集中在炼钢工序以前。用废钢铁炼钢,可以节省大量能源。每用 1t 废钢铁就可以节约 1t 标准煤。用废钢铁直接炼钢比用铁矿石炼铁后再炼钢可节约能源 60%,节水 40%。利用废钢铁炼钢不仅降低能耗,还可以节省大量的合金元素,降低成本,提高经济效益。

钢铁工业是重工业生产,从采矿到轧钢整个生产环节中可产生大量的废气、废水、废渣及其他废弃物。而废钢铁是一种环保资源,用废钢铁炼钢比用铁矿石炼铁后再炼钢可减少产生废气 86%、废水 76% 和废渣 70%,明显地有利于清洁生产,有利于减少“三废的产生”。另外,废渣及其他废弃物的排放要占用大面积土地,而且污染环境。再有废渣和废弃物中也含有大量废钢铁,用废钢铁炼钢既减少废渣的排放又能回收废渣中的废钢,变废为宝,减少占地,改善环境,增加社会效益。因此,要努力实现“少吃铁矿石,多吃废钢铁”,减少原生资源开采,增加再生资源利用,实现资源科学配置,这是实现钢铁工业可持续发展的重大战略决策。也是建设环境友好型,资源节约型社会的必由之路。

在钢铁工业发展方向上,电炉炼钢的比例会逐步超越转炉炼钢而成为主导地位,废钢铁炉料也将会逐步替代铁矿石而成为主要原材料,21 世纪内废钢铁将成为钢铁工业的重要原料支撑,少量铁矿石的开采和应用将作为废钢铁资源消耗的补充或添加剂和稀释剂,使我们的钢铁工业真正成为自然和谐、绿色环保的生态工业,钢铁工业真正走向循环经济和可持续发展道路。如图 1-1 所示。

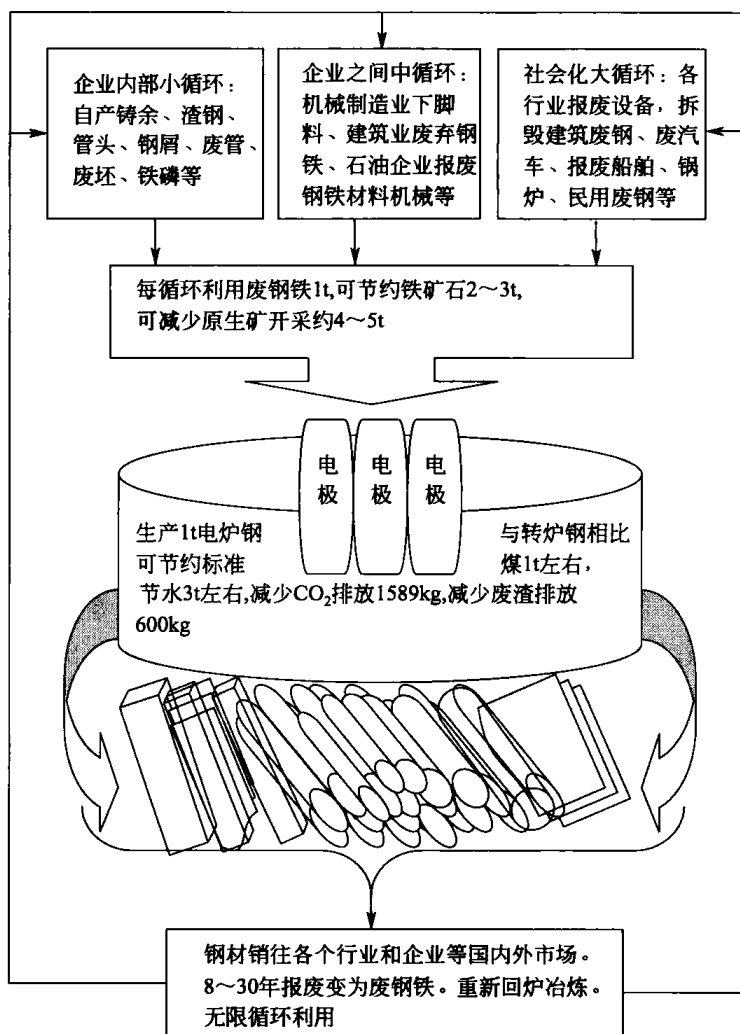


图 1-1 废钢铁循环利用示意图

三、废钢铁是经济发展的战略资源

1. 需求量越来越大

我国目前是世界第一钢铁生产大国，同时也是世界最大的废钢需求市场。从 1996 年起我国的钢产量和废钢铁使用量始终是在逐年增加，2009 年，我国粗钢产量为 5.6 亿吨，同年废钢使用总量约为 8000 万吨。预计将来中国废钢铁需求量还将大幅度增加。

一个国家废钢铁产生总量的多少是由钢铁产量（钢铁制品产量）和废钢积蓄量所决定的。废钢积蓄量是由历年的钢材和钢铁制品消费量的积累所形成的。而每年社会废钢的产生量又直接受到钢铁设备及钢铁设施的报废周期和钢材加工的综合利用率高低的影响。在铁矿石资源不断减少，废钢铁资源不断增多的时代，废钢铁已经成为国家重要的战略资源和国民经济发展的主要原材料。

2. 国内废钢铁积蓄量

表 1-2 是中国废钢铁应用协会测算的数据。据分析，2010 年我国的废钢铁社会积蓄量可达到 20 亿吨左右，产出量约为 8100 万吨，按 67% 废钢铁产生率测算，可产生废钢铁 5700 万吨左右，但是目前世界废钢铁产出率平均水平在 80% 以上，很多发达国家达 90%。

2000~2008 年我国废钢铁年应用量从 2900 万吨, 增长到 7200 万吨, 增长 4280 万吨, 增长 147%, 以平均每年 535 万吨的速度递增, 但是, 钢产量的增长比废钢铁应用量的增长要快得多。以对 2008 年的测算为例, 全年钢产量为 5 亿吨, 全年废钢铁总需求量为 7200 万吨, 国内废钢铁资源量为 7082 万吨。如果减去钢铁企业自产废钢铁中的废次材外销, 加上铸造业、设备制造业对废钢的需求和小电炉对废钢铁资源的消耗等因素, 全年废钢铁资源缺口约为 1000 万吨左右。废钢铁的资源量远远不能满足钢产量的需求。

表 1-2 2001~2010 年我国废钢铁社会积蓄量测算表

单位: 万吨

年份 项目	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
钢产量	15103	18225	22234	27297	34900	41900	48900	50049	51000	53000
社会积蓄量	94176	103069	111663	120926	129977	139617	150911	162897	177173	195019
废钢产出量	4095	4481	4855	5258	5651	6067	6561	7082	7703	8179
社会回收量	1900	2284	3216	3300	3800	4033	4367	4200	5153	5688
废钢产出率/%	46.9	51.5	67	63.4	67.86	67	67	59	67	67

我国钢产量是在 2003 年达到 2 亿吨, 2005 年达到 3 亿吨, 因此, 废钢铁积蓄量是在进入 21 世纪以后才得以大幅度增加。按照常规测算, 钢材使用后报废变成废钢铁是在 8~30 年之后。预计我国在 10 年之后才能逐步进入废钢铁高产期, 走上自给自足道路。届时废钢铁资源供应不足状况将有所缓解。但是, 目前废钢铁资源紧缺的市场供应局面是不会改变的。

社会废钢铁积蓄量测算依据:

社会废钢铁积蓄量是以前 8~30 年消耗的钢材量来测算, $\text{钢材消耗量} = \text{当年钢材产量} + \text{当年钢材进口量} - \text{当年钢材出口量}$ 。

社会废钢铁产出量指前 8~30 年间, 23 年当中废钢铁积蓄总量的年平均值。

$\text{废钢铁产出率} = \text{废钢铁社会采购量} / \text{废钢铁产出量}$



四、废钢铁行业的劳动力就业和对人员的要求

(1) 我国人口众多, 劳动就业岗位相对较少。废钢铁企业是近些年来的新型企业, 可以安排人员就业。一个小型的年吞吐量 1000t 左右的废钢铁回收点, 可以安排 5~10 人就业。一个中型的年吞吐量在 1 万吨左右废钢铁回收企业, 可以安排 50~60 人就业。一个年吞吐量在 10 万吨左右的大型废钢铁回收企业, 可以安排 100~500 人就业, 甚至可以带动一方地方经济的发展并形成地方的支柱产业。目前我国大约有大小钢铁企业 1200 多家, 有大小废钢铁回收企业十万家以上, 直接、间接从业人员千万人以上。

(2) 作为一个行业要想发展壮大“人”是第一重要的, 是最宝贵的“资源”。那么, 作为一个合格废钢铁从业人员, 他的主要工作是什么? 应当具备哪些科学知识? 换句话说, 废钢铁主要研究对象和工作对象及科学组成是什么? 主要有以下几方面。

① 废钢铁利用的工艺和设备。其主要研究对象是: a. 废钢铁来源、分类及特性; b. 废钢铁回收、分选、预处理及加工工艺、设备等; c. 炼钢的基本知识, 炼钢对废钢铁的要求, 废钢铁重熔工艺、设备等。应当具备的科学基础知识是物理学、化学、冶金学、炼钢工艺学、金属学、金属工艺学、机械制造与加工理论力学。