

扈云圈 编著

# 废钢铁 加工与设备



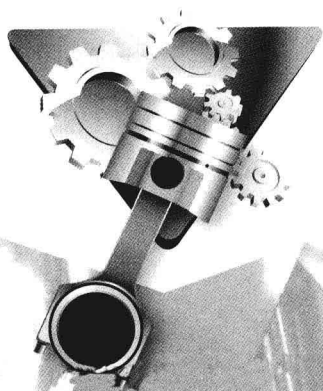
FEIGANGTIE  
JIAGONG YU SHEBEI



化学工业出版社

扈云圈 编著

# 废钢铁 加工与设备



**FEIGANGTIE  
JIAGONG YU SHEBEI**



化学工业出版社

·北京·

## 图书在版编目(CIP)数据

废钢铁加工与设备/扈云圈编著. —北京: 化学工业出版社, 2012.10

ISBN 978-7-122-15158-2

I. ①废… II. ①扈… III. 废钢-金属加工-机械设备  
②废铁-金属加工-机械设备 IV. ①TF31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 202884 号

---

责任编辑: 刘丽宏  
责任校对: 王素芹

文字编辑: 汲永臻  
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: 三河市延风印装厂  
787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 446 千字 2013 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: 68.00 元

版权所有 违者必究



## 序

目前，废钢铁加工配送在我国已经成为一个产业，一个不断扩大并日益增长的朝阳产业；已经成为钢铁工业实现清洁生产和可持续发展的重要循环利用资源；它既为钢铁工业解决了原料——“粮食”问题，又具有节能降碳功能，是我国发展循环经济的重要组成部分。为此，中国废钢铁应用协会在“十一五”期间制定了“废钢加工配送中心、示范基地准入标准及管理办法”，致力于解决长期以来废钢铁回收行业散乱无序，加工设备落后，供货不稳定和一些掺杂使假等不规范的现象。许多废钢铁企业通过行业自律，自我完善，自我发展，已经形成了规模化，有的已经成为企业集团，还有的成为上市公司。

废钢铁加工配送企业和小回收摊点相比具有以下优势：

1. 行为规范，管理人员素质高，一般都经过培训上岗；
2. 设备先进，配备了最先进的门剪机或粉碎机等废钢专用设备；
3. 管理规范，有严谨的各项规章制度和安全生产措施；
4. 遵纪守法，正常纳税，不搞违规、违法的不规范行为；
5. 质量可靠，不掺杂使假，供货稳定，对用户负责任；
6. 规模经营，有固定场地，加工能力一般在 10 万～30 万吨以上；
7. 设施齐全，检测手段和防二次污染等措施得力；
8. 布局合理，交通便利，物流优化，配送可靠。

我国的“十二五”规划，对钢铁工业提出要加快发展方式的转变，加大全行业节能减排的力度。废钢铁产业作为钢铁工业的前部工序，要向钢铁企业供应合格的成品原料——“精料”，从原料上为钢铁工业实现“十二五”规划提供有力的保障。

废钢铁质量的好坏与钢铁企业产品质量的高低与盈利水平息息相关。好的废钢铁原料质量是钢铁企业搞好生产的基础，也是盈利的基础。因此，作为废钢铁企业要努力为钢铁企业提供优质低价的废钢铁原料，才能与钢铁工业的发展相适应。

废钢铁质量的好坏与其加工技术和装备水平有着密切的关系。因此，我们在“废钢铁加工配送中心、示范基地准入标准及管理办法”中对废钢铁配送中心和示范基地的设备和场地做出了明确的规定。

我国废钢铁加工设备的生产与使用经历了四个阶段。

① 在 20 世纪 80 年代以前废钢铁的加工基本上是以落锤、爆破和氧割及小型打包为主。废钢铁回收数量少，生产效率低，爆破也是在少数大型的钢铁企业内部进行。国内尚无高水平、专业化生产废钢铁加工设备的厂家。

② 20 世纪 80～90 年代，国内开始有了专门生产废钢铁加工设备的企业，国产中型和大

型液压式打包机投放市场并在废钢铁企业开始使用，合盖锁紧式打包机是当时的主要使用机型。大型门式剪断机都是以进口设备为主，价格昂贵，仅有少数企业使用。

③ 20 世纪后十年，即 1990～2000 年随着国内钢产量的增加和钢铁企业对废钢铁数量需求的增大，国产的鳄鱼剪切机和液压门式剪断机进入国内市场。

④ 进入 21 世纪以后，随着我国钢产量的增加和钢铁企业对废钢铁质量的要求提高以及报废家电、报废机动车、报废轻型废钢的增多，开始使用破碎机，以为钢厂提供破碎料。最早的一台二手破碎机在广钢使用，五年前一台当时世界上最大最先进的一万马力破碎机在江苏丰立集团投产。

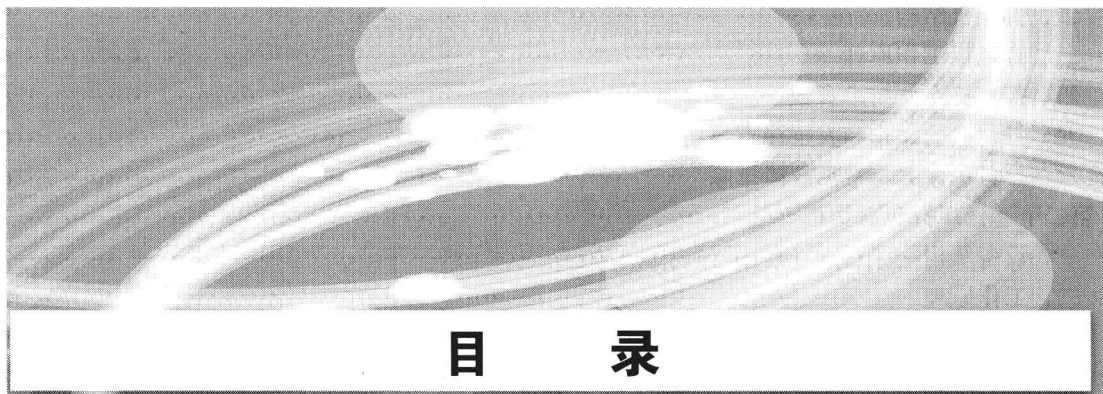
现在我国的废钢铁加工设备已经形成了以国产设备为主的打包机、鳄鱼剪切机、门式剪断机、破碎机、钢削挤压机、缸体破碎机、抓钢机、移动剪切机、除尘设备、辐射监测设备等品种齐全、种类繁多、功能多样的设备格局。它有力地促进了废钢铁质量的提高，满足了钢铁企业“精料入炉”的需求。

“加快建立适应我国钢铁工业发展要求的废钢循环利用体系。依托符合环保要求的国内废钢加工配送企业，重点建设一批废钢加工示范基地，完善加工回收配送产业链，提高废钢加工技术装备水平和废钢产品质量。积极研究制定进口废钢的优惠政策措施，鼓励在海外建立废钢回收加工配送基地。”这是国家“十二五”钢铁规划，对废钢铁行业提出的要求和我们的工作方向。废钢铁加工配送企业，要实现工业化水平的提升，要进行废钢铁产品化的生产工艺流程改造，如山东玉玺集团首先实现了废钢铁的破碎生产线工艺流程、剪切生产线工艺流程和打包生产线工艺流程。因此，我们要不断地研发环保、节能和高效率的加工设备，以满足废钢铁产品化生产工艺流程和钢铁企业对废钢铁质量和数量的需求。

《废钢铁加工与设备》一书，对目前废钢铁企业所使用设备的结构组成、操作方法、维修保养方法和废钢铁设备管理进行了较详尽的论述。它与作者已经出版的《废钢铁回收与利用》构成姊妹篇。该书对于废钢铁的加工操作和管理以及降低废钢铁的加工成本具有一定的参考价值。对于提高废钢铁质量，实现精料入炉，为钢铁工业实现可持续发展尤其在我国“十二五”期间实现回收体系和加工配送体系建设可发挥积极的作用，也可供国家产业部门和投资公司在投资时借鉴参考，同时推荐给高等院校、职业技术学院、职业技术学校作为教学参考书。

中国废钢铁应用协会名誉会长 **王镇武**





# 目 录

## 第一章 概 述

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一节 废钢铁基本知识 .....      | 1  |
| 一、废钢铁的概念、来源和分类 .....   | 1  |
| 二、废钢铁与循环经济和可持续发展 ..... | 4  |
| 三、废钢铁的加工原则 .....       | 7  |
| 四、废钢铁加工设备的配置 .....     | 10 |
| 第二节 设备通用元件 .....       | 11 |
| 一、液压传动 .....           | 11 |
| 二、常用低压电器 .....         | 27 |

## 第二章 废钢铁切割

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一节 手动氧-燃切割 .....    | 38 |
| 一、割炬切割 .....         | 38 |
| 二、吹大氧切割 .....        | 41 |
| 三、切割中需注意的问题 .....    | 43 |
| 第二节 自动氧-燃切割 .....    | 43 |
| 一、自动切割机的结构组成 .....   | 44 |
| 二、自动切割机操作和安全要求 ..... | 47 |
| 三、自动切割机的维护和保养 .....  | 50 |
| 第三节 空气等离子弧切割 .....   | 51 |
| 一、工作原理 .....         | 51 |
| 二、切割机操作 .....        | 52 |
| 三、切割机安全使用 .....      | 55 |
| 四、常见故障原因及排除方法 .....  | 55 |

## 第三章 废钢铁打包

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第一节 液压合盖双向挤压打包机 ..... | 57 |
| 一、打包机特点 .....         | 58 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 二、打包机结构 .....         | 58 |
| 三、打包机工作原理 .....       | 62 |
| 四、打包机主要技术参数 .....     | 65 |
| 五、打包机的操作和安全注意事项 ..... | 66 |
| 六、打包机保养与常见故障排除 .....  | 68 |
| 第二节 液压打包剪切机 .....     | 70 |
| 一、设备结构 .....          | 70 |
| 二、工作原理 .....          | 74 |
| 三、操作和安全注意事项 .....     | 75 |
| 四、保养润滑与故障排除 .....     | 77 |

**第四章 废钢剪切**

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一节 液压鳄鱼式剪切机 .....   | 79  |
| 一、液压鳄鱼式剪切机结构 .....   | 80  |
| 二、工作原理 .....         | 85  |
| 三、操作和安全注意事项 .....    | 87  |
| 四、调整维护保养和故障排除 .....  | 89  |
| 第二节 门式液压剪切机 .....    | 92  |
| 一、门式液压剪切机总体结构 .....  | 92  |
| 二、主要技术参数 .....       | 111 |
| 三、工作原理 .....         | 112 |
| 四、剪切机操作 .....        | 114 |
| 五、剪切机的安全 .....       | 119 |
| 六、保养与维护 .....        | 121 |
| 第三节 移动式液压剪切机 .....   | 124 |
| 一、剪刀头结构 .....        | 126 |
| 二、剪刀刀片的检查和调整更换 ..... | 127 |
| 三、剪刀头润滑和常见故障检修 ..... | 129 |

**第五章 废钢铁破碎及其生产线**

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第一节 废钢铁破碎生产线的主机结构和工作原理 ..... | 131 |
| 一、主机结构 .....                 | 131 |
| 二、工作原理 .....                 | 131 |
| 第二节 废钢铁破碎生产线的主要部件组成和作用 ..... | 132 |
| 一、上料输送系统 .....               | 133 |
| 二、进料双滚筒碾压系统 .....            | 134 |
| 三、破碎主机系统 .....               | 136 |
| 四、下游输送系统 .....               | 137 |
| 五、磁选系统 .....                 | 141 |
| 六、液压系统 .....                 | 144 |
| 七、润滑油系统 .....                | 145 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 八、电气及其控制系统 .....             | 145 |
| 九、管路系统 .....                 | 146 |
| 第三节 液压系统、喷淋水系统的设定和动作原理 ..... | 147 |
| 一、液压系统 .....                 | 147 |
| 二、喷淋水系统 .....                | 149 |
| 第四节 破碎机的操作 .....             | 150 |
| 一、开机前检查 .....                | 150 |
| 二、开机操作 .....                 | 152 |
| 三、操作应注意的事项 .....             | 155 |
| 第五节 破碎生产线的检查维护与修理 .....      | 159 |
| 一、上料输送系统 .....               | 159 |
| 二、双滚筒进料碾压系统 .....            | 160 |
| 三、破碎主机 .....                 | 162 |
| 第六节 安全要求和安全操作 .....          | 177 |

## 第六章 废钢铁落锤破碎和爆破破碎

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一节 落锤破碎 .....           | 180 |
| 一、落锤破碎装置的基本结构和工作过程 ..... | 180 |
| 二、落锤破碎装置的主要类型 .....      | 182 |
| 三、落锤的主要零部件 .....         | 185 |
| 第二节 爆破破碎 .....           | 188 |
| 一、爆破破碎的工作过程 .....        | 189 |
| 二、爆破坑 .....              | 189 |
| 三、爆破坑坑盖 .....            | 190 |
| 四、爆破坑坑盖移动机构 .....        | 190 |
| 第三节 石钢锤破碎 .....          | 191 |
| 一、石钢锤的先进特点 .....         | 192 |
| 二、石钢锤破碎的范围 .....         | 192 |
| 三、石钢锤破碎的工作过程 .....       | 192 |

## 第七章 废钢铁装卸和垂直运输设备

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一节 装载机 .....           | 195 |
| 一、装载机的主要部件和工作原理 .....   | 195 |
| 二、装载机对废钢铁的操作和安全要求 ..... | 202 |
| 三、装载机的保养润滑和常见故障 .....   | 209 |
| 第二节 抓钢机 .....           | 215 |
| 一、抓钢机结构和各部件组成 .....     | 215 |
| 二、抓钢机操作 .....           | 219 |
| 三、抓钢机的维护和保养 .....       | 226 |
| 四、润滑和油液及滤芯更换 .....      | 238 |
| 第三节 起重机 .....           | 239 |



一、起重机的结构 ..... 240

二、操作 ..... 244

三、天车的安全要求 ..... 247

四、维护和保养 ..... 249

第八章 废钢铁加工设备的全面生产维护（TPM）

第一节 TPM 的起源、发展和定义 ..... 252

一、预防维修 ..... 252

二、改进维修 ..... 253

三、维修预防 ..... 253

四、生产维修 ..... 253

五、全面（员）生产维护 ..... 253

第二节 实行 TPM 的好处 ..... 253

一、TPM 是设备正常运行的保障 ..... 253

二、TPM 可以消灭设备的六大损失 ..... 255

第三节 建立 TPM 的五大支柱 ..... 258

一、自主保全 ..... 259

二、个别改善 ..... 262

三、计划保全 ..... 266

四、初期管理 ..... 267

五、教育培训 ..... 268

第四节 TPM 与其他方面的关系 ..... 269

一、TPM 与产品质量的关系 ..... 269

二、TPM 与现场安全卫生的关系 ..... 270

三、TPM 与非生产人员的关系 ..... 271

附录 废钢铁加工设备生产企业概览

一、液压打包机系列 ..... 274

二、鳄鱼口液压剪切机 ..... 275

三、废钢破碎生产线 ..... 276

四、门式剪切机 ..... 276

参考文献 ..... 278

# 第一章 概 述

## 第一节 废钢铁基本知识

### 一、废钢铁的概念、来源和分类

#### （一）废钢铁的概念

“废钢铁”一词迄今在各种词典里均未见任何解释，之所以有这种现象，是因为在 21 世纪以前由于中国的钢铁生产能力低，钢铁积蓄量少，废钢铁的积蓄量和产生率就更少，废钢铁在国民经济发展和钢铁工业生产中所占的比重不大，其重要性尚未显现。在 20 世纪末随着中国连续 14 年钢产量位居世界第一，成为名副其实的世界钢铁大国，中国的钢铁积蓄量和废钢铁积蓄量急剧增长，特别是我们要实现由钢铁大国向钢铁强国的转变和钢铁工业的可持续发展，废钢铁的重要性日益凸显出来，废钢铁收集与加工已由过去的小摊点和小摊贩发展成为新兴的具有旺盛生命力的朝阳产业。废钢铁一词在人们的生产、生活和金融、贸易、流通甚至服务领域中出现和使用的频率越来越高，因此，我们要加强对废钢铁的研究和探讨以使其更好地为钢铁工业的可持续发展和国民经济的发展服务。首先，我们就要对废钢铁一词下一个准确的定义。

什么是废钢铁？抽象地讲废钢铁就是钢铁制品失去原有使用价值的报废品或因各种原因被更新淘汰的钢铁制品以及在钢铁冶炼当中和使用钢铁材料生产当中产生的废品、边角余料、含钢铁废弃物等。

为了更好地对废钢铁进行研究和利用，把废钢铁细分为原始废钢铁和原料废钢铁，广义废钢铁和狭义废钢铁。

#### 1. 原始废钢铁

原始废钢铁就是废钢铁的初始状态，具体地说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（或其他灾害原因）的报废品；或是因技术进步及经济指标落后而更新替代下来的淘汰品，如火车机车和各种铁路器械器材，各种机器设备，旧家电等。各冶金企业在冶炼当中产生的铸余、切头、切尾、废品、含钢铁元素废弃物；其他行业在使用钢材进行加工制作过程中产生的边角余料等。这部分废钢铁未经过任何的加工和整理，有的甚至是垃圾和障碍物。

#### 2. 原料废钢铁

失去原有使用价值的钢铁制品（包含更新淘汰和生产中产生的边角余料），在经过加工

整理后具备改制成其他钢制品条件或具备重新回炉冶炼条件的废钢铁称为原料废钢铁。原料废钢铁是再生资源，它经过转炉、电炉等冶炼设备的冶炼，再生产出各种钢坯，轧制成钢材，制造出各种钢铁产品。简单地说，经过加工整理符合标准（国家标准和企业标准）具备再加工条件的废钢铁称为原料废钢铁。

### 3. 广义废钢铁和狭义废钢铁

广义废钢铁就是报废和淘汰的各种钢铁制品及生产当中的下脚料。狭义废钢铁是指符合入炉冶炼标准的原材料。

原始废钢铁和原料废钢铁的关系如图 1-1 所示。

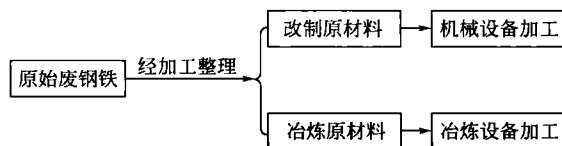


图 1-1 原始废钢铁和原料废钢铁的关系图

原始废钢铁是原料废钢铁的来源和基础，原料废钢铁是对原始废钢铁整理和加工的结果。原料废钢铁的产生率一般是原始废钢铁的 80%~98%。加工期间损失大小的比率根据其原始废钢铁的状况和加工方法、设备及技术的不同而不同。

本书主要探讨的就是如何将原始废钢铁加工整理成冶炼用原料废钢铁，并把加工损失降到最小。对于改制废钢铁本书不做讨论。

为了叙述方便，无论是原始废钢铁还是原料废钢铁以下均简称“废钢铁”，读者根据文意不难将两者区分开。

## （二）废钢铁的来源和分类

废钢铁和钢铁在化学成分的本质是一样的，都是由铁元素、碳元素和其他合金元素所构成，区别主要只在于它们各自的物理形态、规格、使用性能、用途和应用场合的不同。例如，外形几何形状的改变，性能的下降，使用场所和用途的改变。应当说，废钢铁是由钢铁转化而来的，钢铁与废钢铁的关系是“生产→消费→使用→报废→再生产→再消费→再使用→再报废”的循环周过程。钢铁的生产、消费、使用（加工制造）和报废过程就是钢铁转化成废钢铁的过程。而废钢铁的回收、储运、加工和再冶炼就是废钢铁转化成钢铁的过程。钢铁转化成废钢铁的过程是废钢铁的生成过程，废钢铁转化成钢铁是废钢铁的再生过程。

废钢铁按其来源可以划分为三大类，一类是社会上各行各业因报废折旧产生的废钢铁（简称折旧性废钢铁）。另一类是各行各业在使用钢材的生产过程中，所产生的钢铁下脚料和钢铁废品；再一类是进口废钢铁。

### 1. 折旧性废钢铁

折旧性废钢铁实际上是钢铁产（制）品在消费使用过程中产生的废钢铁。钢铁凭借自身优良的性能在现今世界得到了广泛的使用，现在到处都在使用钢材和钢铁制品，整个社会在物质上构成了一个以钢铁为基础的世界，由此支撑起社会的物质文明。但是随着社会的进步和科学技术的发展，各种新的钢铁产品不断涌现。老的钢铁产品由于经济技术指标落后或使用成本增高需要淘汰和更新换代；那么淘汰下来的钢铁产品或因使用寿命期满报废的钢铁产品，如各种机械设备、汽车、船舶、铁路设备和器材、矿山设备和器材、农用设备和器材、

各种各类民用设备和汽车等，城市的扩建、拆迁改造、工厂的改造搬迁扩充、停业倒闭，各种建筑物的拆除和改造与新建等都要拆除原有的建筑与设施、厂房、管道和通信设施；各种各类的机械设备、设施在平时维修维护当中更换下来的零部件，使用当中损坏的各种工具等。这些都生成各种各样的废钢铁，由于这些废钢铁的生成与原有设备资产的折旧和新投资建设有关，所以称为折旧性废钢铁。

折旧性废钢铁由于来源广泛，其化学成分与几何形状差异较大，因此，折旧性废钢铁又可以分为如下7种。

(1) 工业废钢铁 工业废钢铁绝大部分是报废的机械设备和装备及其他产品制造过程中产生的下脚料。这种废钢铁的质量好，来源清楚，化学成分易检测，钢水回收率高，属优质废钢铁。但是，工业废钢铁里的封闭性物质较多，如瓶、罐、釜等，在封闭性物质里面如有气体遇热时能形成爆炸气体，对人员和设备造成危害。

(2) 农业废钢铁 农业废钢铁来源于损坏的各种农业设施如闸、坝、桥、涵、洞，报废的农业机械、农具、工器具等，由于中国农业现代化起步较晚，尚不发达，这部分废钢铁相对来说数量较少，成分绝大部分是废铸铁和工具钢。

(3) 基建废钢铁 近几年，随着中国经济的发展铁路建设、公路建设、市政建设、工业与民用建筑的发展，基建过程产生的废钢铁很多，基建废钢铁有两个生成来源，一个是在建设建造过程中所用的钢材下脚料。如各种型号的钢筋、角、槽、板的下脚料，报废的建筑设备和工器具。另一个是在拆迁过程中，由各种建筑物上拆下来的废钢铁。

(4) 铁路废钢铁 目前中国的铁路建设发展较快，随着高铁、动车组、铁路提速的大发展，原有的铁路设施与之越来越不相适应。因此，淘汰了许多的铁路设施，如机车、车厢、轨道等。这部分废钢铁质量优越，绝大部分是重型料。随着铁路事业的发展，这方面的废钢铁会越来越多。

(5) 矿山废钢铁 中国矿产资源丰富，特别是煤的产量居世界第一，煤的储存量位居世界第三，产煤的历史较长，因此，矿山行业积蓄的钢铁制品较多，采矿是高风险行业，设备淘汰更新较快，例如各种液压支架、巷道支架、运输车辆、各种采掘机械工器具等。

(6) 民用废钢铁 民用废钢铁在整个废钢铁市场中占有相当大的比重。至少应占到总数的40%左右，民用废钢铁绝大部分是轻薄料和小型料以及铸铁，如家电外壳、钢铁制桌椅家具、办公家具、灶具、厨具、上下水管道、钢制门窗、脚踏工具、健身器材、饮料容器、自行车、摩托车等。民用废钢铁应进行加工，例如，使用打包机、剪切机、破碎机，以增加堆比重。另外，尽快使用以减少氧化，变不利为有利。民用废钢要注意各种含有锌、锡的废钢，如易拉罐、罐头盒、各种筒体等。

(7) 军用废钢铁 军用废钢铁数量较少。在中国，销毁淘汰报废的军事武器装备时必须要有军事人员监管，并到指定的钢铁企业销毁。

折旧废钢铁生成量主要取决于一个国家的钢铁制品积蓄量、设备的平均使用寿命。折旧废钢铁一般占废钢铁总量的40%左右。

## 2. 生产性废钢铁

生产性废钢铁是在各种生产过程中产生的废钢铁（简称生产性废钢铁）。

(1) 钢铁冶炼和轧制过程中产生的废钢铁 各冶金企业在炼铁、炼钢、浇（连）铸、铸造、轧制等生产过程中，所产生的一些残渣、铸余、炉尘、汤道、中注管、浇冒口、短锭、切头、切尾、废次材、板边等都是废钢铁。其中，一小部分可作为非正式产品销售，其余绝

大部分经厂内返回和加工处理后，作为废钢铁炉料重新冶炼。因此，这部分废钢铁又称为钢铁企业厂内返回废钢铁。

返回废钢铁质量较好，是炼钢的极好炉料。返回废钢铁随着钢铁企业实现转炉（电炉）+全连铸以来，成材率提高，趋于减少趋势。

（2）装备制造和机械加工制造过程中产生的废钢铁 装备制造和机械制造企业在钢材的使用和铸锻件的加工制造过程中所产生的车屑、切屑、边角料、钻屑、铁末、氧化铁皮、废次品等工业废钢铁。这些废钢铁的生成与钢材加工有关，即是生产性废钢铁又可称为加工后废钢铁。

这类废钢铁一般易于回收采集、处理工艺相对简单。质量较好，成分清晰。加工后废钢铁一般占钢铁材和铸锻件耗用量的 12%~18%，在废钢铁总量中约占 15%~20%。但是，随着各个行业的技术进步和对节能降耗降低成本的追求，这类废钢铁也在不断地减少。

（3）特殊事件过程中产生的废钢铁（简称特殊性废钢铁） 废钢铁的生成除上述几种正常方式外，在一些特殊事件发生过程中也会产生大量废钢铁，如地震、洪水、火山爆发、泥石流、台风等天灾造成工业、民用建筑、各种设施、设备等的损坏，由此产生大量的废钢铁。另外交通事故、爆炸事故、战争等人为因素造成的灾难产生的废钢铁。历史上的每次战争都留下了巨大的废钢铁资源。

### 3. 进口废钢铁

废钢铁的产生量是由钢铁产量和社会积蓄量决定的。我国的钢铁工业由于历史上的各种原因发展缓慢，因此，钢铁的积蓄量和废钢铁的产生量就目前而言是不多的，国内的废钢铁产生量与钢产量非常不相适应。例如，每年有大约 15% 的废钢铁需要从国外进口才能满足钢铁工业的生产。“十一五”期间，我国进口废钢总量为 3191 万吨。因此，进口废钢铁也是目前我国废钢铁的主要来源。

## 二、废钢铁与循环经济和可持续发展

国家“十二五”规划提出要大力发展循环经济，推进生产、流通、消费各环节循环经济发展，推动产业循环式组合，构筑链接循环的产业体系。加快构建覆盖全社会的资源循环利用体系。

### （一）什么是循环经济

所谓循环经济是一种以资源的高效利用和循环利用为核心，以减量化、再利用、资源化为原则，以低消耗、低排放、高效率为基本特征，符合可持续发展理念的经济增长模式，是对“大量生产，大量消耗，大量废弃”的传统经济增长模式的根本变革。传统经济与循环经济的不同之处在于：传统经济是一种利用资源→生产产品→排放污染→产品报废遗弃再次污染的经济生产模式，其特点是资源开采量大、利用率低、污染排放量大，对资源的利用是粗放型的和一次性的，通过不断地利用资源生产消费然后变成为废物来实现经济数量的增长。循环经济与之相反。它是承接传统经济的一种与环境和谐共生的经济发展模式。是传统经济生产链条的再延伸和循环。其特点是资源开采量小、利用率高、污染排放量小。图 1-2 是传统经济和循环经济的比较。在图中可以清晰地看出循环经济生产模式减少了对原始资源的开采和在开采过程中所消耗的能源。物质产品经多次循环利用能对环境的污染影响降低到尽可能小的程度。资源和能源在不断的循环中能得到合理与持久的利用。

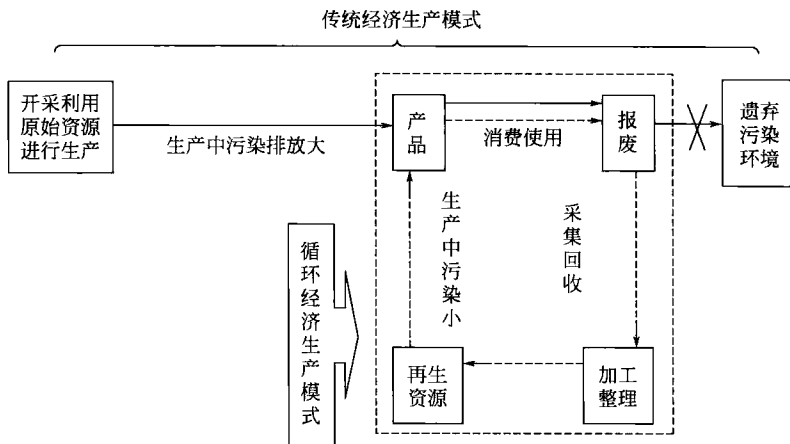


图 1-2 传统经济和循环经济的比较

## （二）循环经济的“3R 原则”

① 减量化原则（Reduce）要求用较少的原料和能源投入，达到既定的生产目标，在生产活动的源头就要做到节约资源和减少污染物排放。减量化的核心是提高资源利用效率。在生产中，可以通过设计制造工艺、减少每个产品的原料使用量和能源资源使用量，来节约资源和减少排放。

② 再利用原则（Reuse）要求生产出来的产品及包装容器能够以初始的形式被多次重复使用，而不是用过一次后就废弃。也就是要求产品能多次使用或修复、翻新或再制造后能继续使用，尽可能延长产品的使用周期，防止产品过早地成为垃圾。要求生产过程中剩余、残存的有用资源和能源能够继续回收利用。

③ 资源化再循环原则（Resources & Recycle）要求生产出来的物品在完成其使用功能后，能重新变成可以利用的资源而不是无用的垃圾。也就是要求废弃物最大限度地转化为资源，变废为宝、化害为利，既可减少自然资源的消耗，又可减少污染物的排放，减少最终处理量。资源化有两种，一是原级资源化，即将消费者遗弃的废弃物资源化后形成与原来相同的新产品，例如将废钢铁重新回炉生产钢铁等；二是次级资源化，即将废弃物变成不同类型的新产品。原级资源化在形成产品的过程中一般可以减少 20%~90% 的原生材料使用量，而钢铁废弃物资源化甚至可以达到减少 90% 以上原生材料使用量的水平。而次级资源化减少的原生材料使用量只有 25%。

## （三）循环经济的三个层面

循环经济在“3R 原则”的指导下，其资源、产品、废弃物、排放物等物质在三个层面上进行合理流动。

① 小循环（企业内部的循环），例如下道工序产生的废品、下脚料、废弃物，返回到上道工序作为原料，重新进行加工生产。企业内部的节能减排的技术工艺能达到减少排放和零排放的目的，以保护环境。

② 中循环（企业与企业之间的循环），例如一家工厂在生产当中产生的废品、下脚料、废弃物作为另一家工厂的生产原料进行加工而生产新的产品。由此而形成互惠互利的共生产业链，如电厂的余热送到供热站，通过管道送到居民家中进行取暖。

③ 大循环（企业与社会之间的循环），主要是各个不同企业生产出来的产品在经社会各行各业使用报废后，经回收重新返回到相关的企业作为原料进行再生产。如再生橡胶、再生塑料等。

（四）废钢铁的循环经济特征

由循环经济的“3R 原则”和三个层面的物质流动，可以看出废钢铁是钢铁工业冶炼生产最具其特征的原材料。

首先，减量化原则（Reduce），用废钢铁炼钢比用铁矿石炼钢每吨可以节约能源 60%，减少二氧化碳等气体排放量的 86%，减少废水排放量的 76%，减少废渣排放量的 72%。减少 3~4t 铁矿石原生矿开采，减少 1~1.5t 的焦炭。可以实现清洁生产，节能减排，保护环境和保护原生矿资源。

其次，再利用原则（Reuse），钢铁产品在完成自己的使用周期后都是要报废的，但是，一些钢铁产品在丧失自身原有的使用功能后，在其他领域仍然可以使用（这部分使用可以称为“改制再利用”，“改制再利用”不作为本书讨论的课题）。例如，船舶报废后一些拆解下来的钢板仍然可以在其他行业作为材料使用。美国环保局确认，用从废家电中回收的废钢铁代替通过采矿、运输、冶炼得到的新钢材，可减少 97% 的矿废物，减少 86% 的空气污染，76% 的水污染，减少 40% 的用水量，节约 90% 的原材料，74% 的能源，而且废钢材与新钢材的性能基本相同。

再次，资源化再循环原则（Resources & Recycle），钢铁制品在丧失使用功能或报废折旧后，除了在使用过程中的磨损、修理时的金属剔除等永久性损失和使用寿命结束时因锈蚀或难于分离的杂质或散落而造成的永久性损失，不能收回外，其他的均能重新变成可以炼钢的原材料，而不是无用的垃圾。中国 2006~2010 年共生产钢铁 26.24 亿吨，消耗废钢铁 3.8 亿吨，平均每年消耗 7 600 万吨，据统计 2010 年消耗废钢铁 8 670 万吨，2011 年消耗废钢铁近一亿吨。预计未来十年之内中国的废钢铁产生量将成倍增长。

废钢铁作为物质载体在循环经济三个层面上的具体表现如下。

① 小循环，各钢铁企业内部的返回废钢铁即各炼铁分厂、炼钢分厂、轧钢分厂等在冶炼、轧制生产过程中产生的废品、切头、切尾、铸余、渣钢等。这类返回废钢铁在钢铁企业内部经回收、加工处理后，又直接返回炼钢分厂作为原料重新冶炼再生。构成了废钢铁的小循环。如图 1-3 所示。

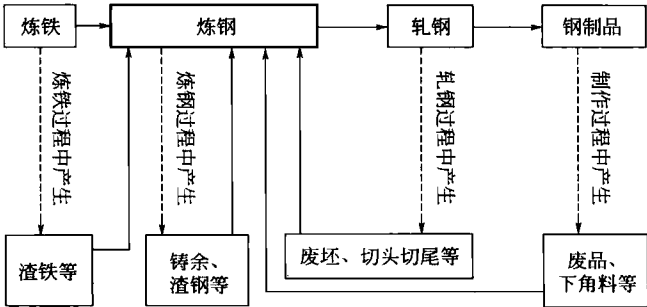


图 1-3 废钢铁小循环示意图

② 中循环，机械制造业、各装备制造业、汽车制造业、造船业、建筑业等各个企业在生产过程中产生的钢材下脚料、钢材废品、钢屑等，都要返回到钢铁企业作为炼钢原材料进



行重新冶炼再熔生产钢铁。如图 1-4 所示。

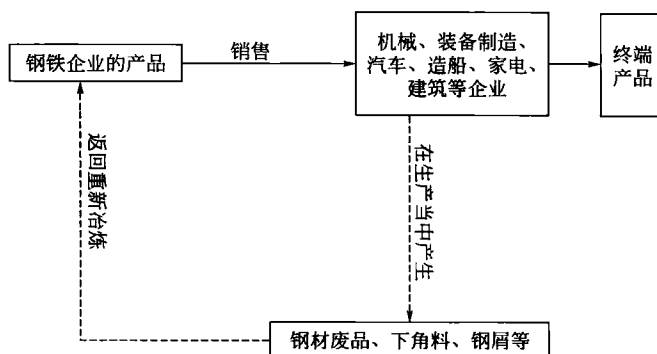


图 1-4 废钢铁中循环示意图

③ 大循环，社会上各行各业报废折旧的机械设备、各种车辆、交通设施、民用钢制品、建筑物等，其中的钢铁物质绝大部分都能回收起来，返回到各钢铁企业作为炼钢原材料进行冶炼重熔，进行钢铁制品的再生产。钢铁制品的大循环是中循环的延伸。如图 1-5 所示。

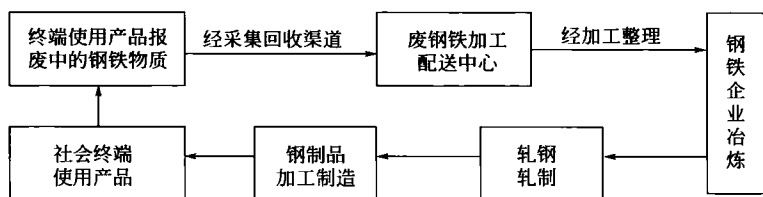


图 1-5 废钢铁大循环示意图

因此，钢铁工业开展循环经济，实现可持续发展，废钢铁作为原材料是最佳的切入点。目前钢铁工业炼钢生产的主要工艺分为两个流程：一是长流程，即原生铁矿经采矿、选矿、烧结、高炉炼铁、转炉炼钢、连铸（模铸）、轧钢；另一个是短流程，即废钢铁和部分铁水或铁块等，经电炉炼钢、连铸、轧钢。

循环经济为工业化以来的传统经济转向可持续发展的经济提供了战略性的理论指导，从而从根本上解决了长期以来环境与发展之间的尖锐冲突。

国家要求钢铁工业今后的主要工作目标是立足国内需求，严格控制总量扩张，优化品种结构，在产品研发、资源综合利用和节能减排等方面取得新进展。为了实现这一目标，我们要按照减量化、再利用、资源化的原则来进行生产，做好废钢铁的回收加工和利用是非常重要的。



### 三、废钢铁的加工原则

如前所述，废钢铁分为原始废钢铁和原料废钢铁，原始废钢铁是不能直接进入转炉或电炉进行冶炼的，必须经过加工方可成为原料入炉。如图 1-6 所示，图 1-6(a) 是未经加工的原始废钢铁，图 1-6(b) 是加工好的原料废钢铁。对于废钢铁的加工应当遵循以下几个原则，即为炼钢供应“精料”原则；加工成本最小化原则；节能减排原则。

#### （一）“精料”原则

所谓“精料”是指符合炼钢设备（转炉、电炉）要求，钢水收得率最大，冶炼成本最小

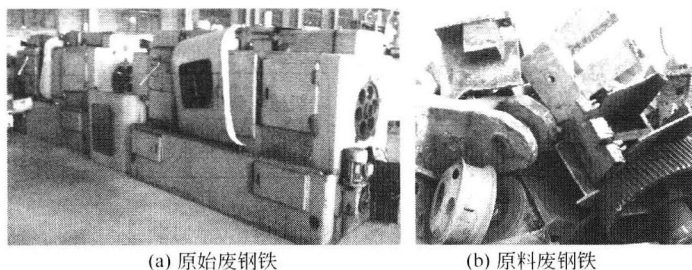


图 1-6 废钢铁

的废钢铁原料。对于“精料”有不同的要求和标准。拿外形尺寸来说，转炉对于外形尺寸要求相对较为宽泛。电炉要求相对较为严格，不同容积的电炉对外形尺寸要求也不尽相同，容积 100t 的电炉和容积 30t 的电炉对外形尺寸要求也不样，前者相对后者较为宽泛，后者较为严格。还有化学成分，由于冶炼的钢种不同要求也不同。拿“钼”来说，钼是冶炼的合金元素，价格昂贵，在冶炼含钼的钢种时如加入含钼的废钢，那么就会降低“钼”合金的加入量，从而降低成本，但是，在冶炼不含钼的钢种时如加入含钼的废钢，那么“钼”就是有害元素，应在冶炼当中剔除，延长了冶炼时间，增加了冶炼成本。

所以说，精料是有相对性和针对性的。对一种冶炼设备来讲是精料，对另一种冶炼设备来讲就不一定是精料。目前国家废钢铁标准所规定的各种要求，是各种冶炼设备均可以接受的“合格料”标准。符合国家废钢铁标准的废钢铁均是合格的废钢铁原料。

钢铁行业进入“高产量、高成本、低利润”时期。如何最大化地实现低成本运行，成为增强企业竞争力的一个重要基点。高炉-转炉炼钢生产主要原料是铁矿石，中国炼钢用的铁矿石中进口矿占 60% 左右，而进口矿中协议矿又占 70% 左右，进口矿石价格还在上涨。在这种形势逼迫下，中国应该借机大力整顿好再生物资回收系统，特别是废钢铁回收、加工、配送基地，使其布局合理，适时投产搞好“第二矿业”发展。

2009 年全国炼钢废钢消耗约 8 300 多万吨，其中只有 1 000 万吨是经由废钢铁加工配送基地提供的。废钢铁加工配送能力远跟不上钢铁生产的需求。特别是特殊钢厂电炉生产需要“精品废钢”、“纯净废钢”、“合格炉料”，市场还不能满足需求。在大力开展低碳经济、循环经济的时候，是废钢铁行业发展的机遇。为了引导废钢加工行业健康发展，在需求市场较发达地区建立废钢加工示范基地。专业废钢加工配送体系的建设有利于加工新技术、新工艺、新设备的推广和应用；有利于废钢质量的提高；有利于减低加工成本；有利于简化钢企的采购、验质管理；有利于废钢市场的稳定发展。今后应该合理布局广泛发展。为中国电炉多生产高附加特种钢产品提供精料，为电炉炼钢生产快速发展，为降低碳排放减少环境污染发展循环经济多做贡献。

## （二）加工成本最小化原则

要使加工成本最小化就要针对不同的废钢铁种类采取不同的加工方法。计算精确的加工定额，测算精确的加工损耗，测算相对较低的加工成本，确定综合效益最优的加工线路。比如，3mm 以下的薄型废钢应当采用破碎生产线进行加工的效果最好，3mm 以下的薄型废钢绝大部分是民用废钢和汽车用薄板，用火焰切割和剪切机加工生产的数量少、效率低，剪切机剪切薄型废钢容易卡刀，钢铁企业炼钢配料时由于堆密度小（大约在  $0.2 \sim 0.5 \text{ t/m}^3$ ）也不易配入。如果采用破碎生产线加工可以去除薄型废钢上 10%~20% 的杂质，可以提高冶炼钢水收得率。破碎后的堆密度（大约在  $0.8 \sim 1.5 \text{ t/m}^3$ ）在配料时容易加入，因此受到钢