

兴证期货·研发中心

2019年2月26日 星期二

黑色研究团队

李文婧

从业资格编号： F3024409

投资咨询编号： Z0010649

韩惊

从业资格编号： F3010931

投资咨询编号： Z0012908

联系人

蒋馥蔚

021-68982745

jiangfw@xzfutures.com

内容提要

自2017年打击中频炉、取缔“地条钢”以来，废钢受到了广泛的关注，2018年在钢厂高利润又受环保限制生产的情况下，废钢成为钢厂提高产量的首选原料，废钢再一次成为市场热点。废钢系列专题（一）将从废钢的定义、分类、废钢加工设备以及废钢在长流程、短流程钢厂中的应用技术等方面，详细阐述废钢的基础知识与在钢厂中的应用。

1. 废钢的定义与分类

1.1 定义

废钢是金属回收中对黑色金属废料的统称，包括废钢、废铁、冶金废渣、氧化废料等。简要来说以下都属于废钢：钢铁厂生产过程中不能成为产品的钢铁废料（如切边、切头等生产性废钢，又称自产废钢）、下游加工企业生产过程中产生的边角料（又称加工废钢，属于社会废钢）以及失去使用价值的报废设备、构件中的钢铁材料（又称折旧废钢，属于社会废钢）。实际交易中材质成分为钢的叫废钢；成分为生铁的叫废铁。铁矿石和废钢是钢铁行业的两种主要原料，其中废钢属于可回收的再生资源。

1.2 分类

1.2.1 国家标准分类方法 GB4223/2017

废钢的材质与产生此种废钢的成材相同，总体来说可分为废铁和废钢两大类。废铁按照成分分类，碳含量一般大于 2.0%。I 类废铁的硫含量和磷含量分别不大于 0.07% 和 0.40%；II 类废铁、合金废铁的硫含量和磷含量分别不大于 0.12% 和 1.00%。高炉添加料的含铁量不小于 65.0%。按照用途分类，分为熔炼用废铁和非熔炼用废铁。熔炼用废铁按照尺寸可分为 I 类废铁、II 类废铁等具体细向，而非熔炼用废铁则不再分类，由供需双方协议确定。

废钢按照成分分类，碳含量一般小于 2.0%。硫含量、磷含量一般不大于 0.050%。废钢按其用途可分为熔炼用废钢和非熔炼用废钢，其中非熔炼用废钢也不再做分类，由供需双方协议确定。熔炼用废钢按其化学成分分为非合金废钢、低合金废钢和合金废钢，其中非合金废钢中残余元素应符合以下要求：镍的质量分数不大于 0.30%、铬的质量分数不大于 0.30%、铜的质量分数不大于 0.30%。除锰、硅以外，其他残余元素含量总和(质量分数)不大于 0.60%。废钢新国标 GB4223/2017 增加了熔炼用废钢的分类，由 5 类增加到 8 类 49 个钢组，同时修改了废钢的外形尺寸要求，废钢分类更加明确，更贴近目前钢厂标准，并明确了打包块及破碎料的质检方法。熔炼用废钢是按照外形尺寸以及单件重量划分为十个型号，如下表所示：

表 1：熔炼用废钢分类

型号	类别	外形尺寸及重量要求	供应形状	典型举例
重型废钢	I 类	1200mmx600mm 以下，厚度 $\geq 12\text{mm}$ ，单重 10kg~2000kg	块、条、板、型	钢锭和钢坯、切头、切尾、中包铸余、冷包、重

				机解体类、圆钢、板材、型材、钢轨头、铸钢件、扁状废钢等
	II类	800mmx400mm 以下, 厚度 \geq 6mm, 单重 \geq 3kg	块、条、板、型	圆钢、型钢、角钢、槽钢、板材等工业用料、螺纹钢余料、纯工业用料边角料、满足厚度单重要求的批量废料
中型废钢	-	600mmx400mm 以下, 厚度 \geq 4mm, 单重 \geq 1kg	块、条、板、型	角钢、槽钢、板型钢等单一的工业余料, 各种机器零部件、铆焊件、大车轮轴、拆船废、管切头、螺纹钢头/各种工业加工料边角料废钢
小型废钢	-	400mmx400mm 以下, 厚度 \geq 2mm	块、条、板、型	螺栓、螺母、船板、型钢边角余料、机械零部件、农家具废钢等各种工业废钢、无严重锈蚀氧化废钢及其他符合尺寸要求的工业余料
轻薄料废钢	-	300mmx300mm 以下, 厚度 $<$ 2mm	块、条、板、型	薄板、机动车废钢板、冲压件边角余料、各种工业废钢、社会废钢边角料、但无严重锈蚀氧化
打包块	-	700mmx700mmx700mm 以下, 密度 \geq 1000kg/m ³	块	各类汽车外壳、工业薄料、工业扁丝、社会废钢

				薄料、扁丝、镀锌板、镀锌板冷轧边料等加工（无锈蚀、无包芯、夹什）成型
破碎废钢	I类	150mmx150mm 以下，堆比重 $\geq 1000\text{kg/m}^3$		各类汽车外壳、箱板、摩托车架、电动车架、大桶、电器柜壳等经破碎机加工而成
	II类	200mmx200mm 以下，堆比重 $\geq 800\text{kg/m}^3$		各种龙骨、各种小家电外壳、自行车架、白铁皮等经破碎机加工而成
渣钢	-	500mmx400mm 以下或单重 $\leq 800\text{kg/m}^3$	块	炼钢厂钢包、翻包、渣罐内含铁料等加工而成（含渣 $\leq 10\%$ ）
钢屑	-			团状、碎切屑及粉状

数据来源：GB4223/2017，兴证期货研发部

1.2.2 主流钢厂采购废钢标准

以山东日照钢厂废钢采购标准为例：

表 2：主流钢厂采购废钢标准表

分类	厚度 (mm)	尺寸 (mm)	描述
工厂废料	厚度 ≥ 8	长 ≤ 500	加工余料，无锈、无杂。为从坯料、原材加工后的余料。如报废的钢锭、钢坯、初轧坯、切头、切尾、铸造冲压料、边丝、钢筋头、钢绞线等。
	6 \leq 厚度 < 8	宽 ≤ 400	
	4 \leq 厚度 < 6	高 ≤ 300	
	2 \leq 厚度 < 4		
重型废钢	厚度 ≥ 8	长 ≤ 500	切割的工角槽、结构件、车轴、重型机械零件；如拆解的废旧工业设备、厂房钢构件、
	6 \leq 厚度 < 8	宽 ≤ 400	

	4≤厚度<6	高≤300	铸钢件等。不得有含锌料。
统料废钢	3≤厚度<4		切割的工角槽、结构件、车轴、重型机械零件；如拆解的废旧工业设备、厂房钢构件、铸钢件、拆解的钢筋、钢绞线等。
	2≤厚度<3		
钢筋压块	直径≥5	长≤1500 宽、高：400-800	以钢筋为原料生产的压块类。
	直径≥5	长≤1000 宽、高：400-800	
统料压块	2≤厚度<4	长≤1500 宽、高：400-800	以角钢、方管、打包、LED灯基板钢片、旧电器外壳、旧电机外壳带等统料废钢为原料生产的压块类。
	2≤厚度<4	长≤800 宽、高：200-600	
工厂压块	厚度≥1	长≤1200	以冷（热）轧板、花料等纯净的工厂余料为原料生产的压块类。
	0.2≤厚度<1	宽、高：400-800	
	厚度≥1	长≤800	
	0.2≤厚度<1	宽、高：200-400	
次新压块	厚度≥0.2	长≤1200 宽、高：400-800	以打包带、冷轧板包装物、未使用的报废管类、报废电器壳等次新料为原料压制成的压块，要求无锈。
		长≤800 宽、高：200-400	
破碎废钢	堆比重≥1.2	-	钢模板、废旧汽车、车架等但不局限于以上料源。
	堆比重≥0.9		轻钢龙骨、油桶、油桶盖等但不局限于以上料源。
	堆比重≥0.7		彩钢瓦、铁皮料等但不局限于以上料源。
冲豆	厚度≥6	长度、直径≤	

	4≤厚度<6	100	低碳钢、碳素钢、低合金钢等材质的工业加工料、冲片新材料等。不得含有镀锌料。
	2≤厚度<4		
钢筋切头	直径≥6	长度<100	以纯钢筋剪切加工的切头。
轻薄压块	厚度≥1	长≤1500 宽、高:400-800	以彩钢瓦、废旧电器壳板等轻薄料废钢为原料生产的压块类。
	厚度<1		
	厚度≥1	长: ≤800 宽、高: 200-600	
	厚度<1		
08 铝块	厚度≥0.5	长≤1200 宽、高:400-800	以汽车板等08铝材质钢为原料生产的压块类。需整车为同一类型，不得与其他类型混装。
	厚度≥0.5	长≤800 宽、高: 200-600	
刨花压块	密度≥3.5	长≤300 直径≤300	以车、削、刨、铣碎钢屑为原料压制而成的密实压块。
硅钢片组	-	-	整体的电器转子芯硅钢片组材料、变压器芯硅钢片组材料等。
硅钢片	-	最大方向对角尺寸≤300	硅钢加工产生的边角余料、冲子、冲片，外表无镀层、无锈蚀。

数据来源：兴证期货研发部

1.2.3 按来源分类废钢

按照来源分类，废钢可以分为：折旧废钢铁（属于“社会废钢”），生产性钢铁（包括“自产废钢”和“加工废钢”，其中加工废钢同属于“社会废钢”）和进口废钢。

折旧废钢指在钢铁使用过程中被淘汰更新的设备，包括农用器具等民用设备，也包括各建筑设施拆除中的废旧设备。具体可以分为以下7类：

(1) 工业废钢铁。大部分工业废钢铁来自于机械设备的报废和生产过程中的边角料等，这些废钢铁质量好，钢水回收率高，属于优质钢铁。但其中封闭性物质较多，类似于瓶、罐等，封闭内如有气体存在，遇热会膨胀发生爆炸。

(2) 农业废钢铁。来源于报废的农业机械，农具等，但目前数量较少。

(3) 基建废钢铁。主要来源于公路建设，铁路建设，市政建设等，一是建设过程中的下脚料，二是拆除过程中的废钢铁。其中，随着中国高铁事业发展，铁路建设更新换代，从旧车身、旧轨道替换下来的废钢铁，属于优质

钢铁，从属重废类型。

(4) 矿山废钢铁。中国矿产资源非常丰富，多种矿产如稀土，钨矿等储备量位列世界第一，矿山行业的钢铁设备较多，设备更新淘汰速度也比较快，比如各种采掘工具，运输设备等。

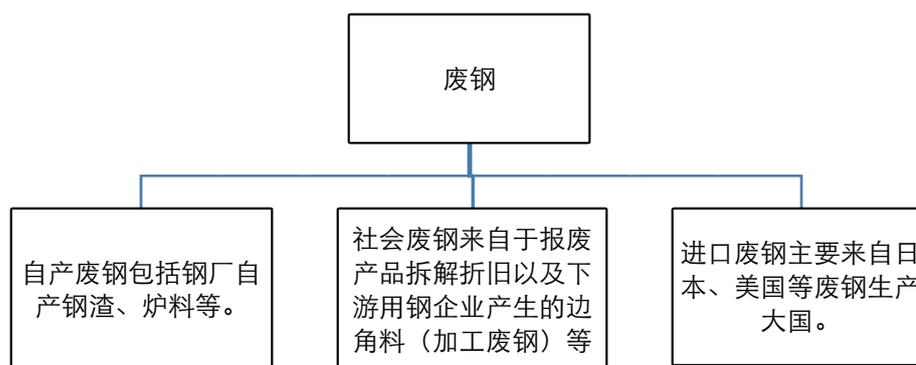
(5) 民用废钢铁。民用废钢铁在废钢总量中占的比重至少占到 40%，来源于各类家电，家具，办公用具，健身器材等等，属于轻薄料和小型料。

(6) 军用废钢铁。中国军事涉及保密条例，报废的军事设备必须有军事人员监管，由指定的钢铁工厂销毁，数量较少。

生产性废钢包含两类，一类是自产废钢，自产废钢是指在钢厂生产过程中产生的废钢铁，通过钢铁冶炼和轧制中产生，其中小部分销售出去，大部分作为废钢铁炉料再度被钢铁企业利用，这类废钢极好的炉料；另一类是加工废钢，是制造机械设备过程中产生的车屑、切屑、边角料等（也称加工废钢），这些废钢铁质量较好，方便回收。

进口废钢。我国钢铁工业起步较晚，废钢量较少，每年需进口大量废钢。据海关统计数据显示，自 2015 年以来，我国每年平均进口废钢 227 万吨，2018 年 1-12 月累计进口废钢 134 万吨，较以往大幅减少，主要是由于我国国内废钢质量越来越高，并且国家政策对于进口废旧物的把控更加严格，进口废钢的阻力越来越大。值得注意的是，2017 年是一个废钢进出口的特殊年份，往年废钢年进口量远超出出口量。2017 年由于取缔地条钢政策，中频炉被关停，导致作为原材料的废钢大量囤积，出口增加消化过剩资源，根据钢协公布数据 2016 年废钢出口仅为 1000 吨，而 2017 年累计出口 220.3 万吨，同比增加了数千倍。市场普遍认为废钢的井喷出口现象是短暂的，因为国家对于出口废钢征收 40% 关税的政策并没有改变，但这种井喷现象会更有利于中国接轨国际废钢市场。

图 1：废钢来源分类



资料来源：《废钢铁加工与设备》，兴证期货研发部

一般来说，主要来源于百姓生活的折旧废钢，质量较差，一般归类到中废或以下等级；来源于钢厂生产中淘汰的自产废钢以及来自加工工厂生

产中淘汰的折旧废钢切边，质量优异，一般被划分到重废，精炉料、优质废钢、水洗废钢、特优、纯净废钢。中国进口废钢主要来源于美国、日本，据海关统计数据显示，2017 年中国 183 万吨进口废钢来自日本，占中国废钢进口总量的 79%，还有 22.3 万吨进口废钢来自美国，占进口总量的 9.6%。美国主要提供 HMS#1 号废钢、破碎料、优质废钢，日本主要提供 HS 号废钢、H1 号废钢、H2 号废钢、H1：H2（50:50）混合废钢。

1.2.4 常见废钢外观

边角料：指加在生产制造产品的过程中，在原定计划、设计的生产原料内、加工过程中没有完全消耗掉的，且无法再用于加工该产品项下制成品的数量合理的剩余废、碎料及下脚料。



钢筋头：一般长指钢筋的切头，有时候一些废旧钢筋切段，也称之为钢筋头。



冲花料：冲花料就是冲压件的余料，来自冷轧板，热轧板，一般是低碳和低合金钢，碳、硅含量比较低。有的地方把冲花料打包压块，因此价格略高于边角料。



机件生铁：机件生铁是报废的铸铁零件，碳、硅含量比较高。



铁屑：铁屑是生铁经过机床加工生产下来的末屑，一般我们称之为生铁屑。



废钢屑是圆钢或铸钢经过机床加工生产下来的弹簧形状的，(南方叫刨花)。



2. 废钢的加工方法

基于熔炼工艺的要求，生产生活中产生的废钢大都不能直接作为炉料入炉，必须经过不同的加工方法，使废钢达到一定的重量、粒度和堆比度要求，同时还要保证废钢本身洁净不含杂质，方可入炉。在加工的同时要把能够直接利用的型材、钢板等挑选出来，经过剪切、气割加工以后，作为直接生产用料。

废钢加工方法一般采用人工分选、机械加工(剪切、破碎和打包压块)，火焰切割(氧气切割、等离子切割)等方法，因此必须要有相匹配的废钢加工设备对原料进行加工处理，使其变成合格的废钢产品。目前主要的废钢加工设备有废钢打包压块设备、废钢剪断设备及废钢破碎设备等，其中废钢破碎线是公认的最先进的废钢加工设备，对于废钢资源的循环利用起着至关重要的作用。

2.1 废钢加工设备介绍

2.1.1 打包压块设备

打包压块设备主要用来处理薄板、钢筋及机械加工过程中产生的切屑

等轻薄料，以方便运输和提高堆比重（堆比重=堆存物的重量/堆存物的体积），提高堆比重能够使废钢经过加工内部空隙减少，密度增加，缩短废钢装炉时间和冶炼时间。

表 3：打包压块设备分类

打包机分类方式	类型举例
按动力方式分类	重力式、机械式、液压式打包机等
按挤压方式分类	单、双向打包机、三项打包机
按挤压力大小分类	小型、中型、大型、巨型打包机等
按用途分类	轻薄废钢打包、报废轿车、专用打包
按工艺分类	冷打包机、热打包机

资料来源：《废钢铁加工与设备》，兴证期货研发部

打包机的工作原理是将需要打包的废钢加入打包机料箱内，经过初级预压，次级压缩，最后达到终极压缩并翻出包块，最终包块的大小取决于所加入的废钢铁的重量、材质和几何形状。

图 2：立式液压打包机



资料来源：华宏科技官网，兴证期货研发部

2.1.2 剪断设备

剪断设备主要用来处理重型废钢和大型构件，使其达到国家或企业的入炉标准，便于入炉，其后也可配套相应的分拣磁选设备，达到剔除异物、净化产品的目的。剪断设备多种多样，包括鳄口式、门式、铡刀式等。鳄口式剪切工作原理是首先通过液压油推动活塞运动完成压料动作，压料回程，而后液压油进入剪切油缸后腔，活塞杆带动刀架绕刀架轴完成剪切动作，

压料和剪切可以经过单独工作进行剪切，也可以连续循环动作进行剪切。这类剪断设备的优点是机械化程度较高，损耗小，没有大气污染。

图 3：鳄鱼式剪切机



资料来源：华宏科技官网，兴证期货研发部

图 4：重型液压剪切机



资料来源：华宏科技官网，兴证期货研发部

2.1.3 破碎设备

破碎设备用来处理未分类混杂的低质废钢，一般配备先进的磁选和分选设备，达到剔除非金属杂物、选出有色金属、净化产品以及增大堆比度的目的。目前我国由于轿车的普及带动了薄型钢材的大量生产，轿车报废后有大量轻薄料可回收利用，因此废钢中轻薄材料数量大，导致对废钢铁破碎设备需求大量增加。破碎设备的工作原理是通过适宜旋转的类似“钟型”的锤子，将废钢击碎。在高速大扭矩电机的驱动下，锤子高速运转，轮流击打容腔内的废钢，通过砸、撕、破碎的处理，将原料废钢加工成块状或

者团状，之后经过磁选，获得合格的能够入炉的废钢铁，同时通过人工挑选非金属杂物得到有色金属，提高回收率。破碎后的废钢铁由于堆比重大，易于配料，可以增加配料装入量，具有冶炼时熔化快，金属回收率高，节省能源消耗等优点。但由于破碎生产线需要大量资金支持，微型加工企业一般不购买大型加工设备，只需采购火焰切割装备、鳄鱼式剪切机、小型打包机等即可生产。

图 5：PSX 废钢破碎生产线主机



资料来源：华宏科技官网，兴证期货研发部

2.1.4 火焰切割设备

一般存在两种火焰切割设备，一是氧-燃切割（包括割炬切割和吹大氧切割），利用预热火焰，把需要切割的废钢铁加热到燃烧熔化，在喷出高压氧气射流助燃并吹掉熔化后的渣子。这是一种快捷的加工方法，能够切割任何形状的废钢铁，应用最广，其小巧灵活方便快捷的特点是其他设备无法比拟的。二是空气等离子弧切割，其工作原理是接入交流电后，由 IGBT 功率模块逆变为高频交流电，再经过变压器降压，成为可满足等离子弧切割所需要的直流电输出，对废钢铁进行切割，输出电流是连续可调的，比较稳定，切割口窄，损耗小。这种切割方式具有体积小、重量轻、噪声小、移动方便灵活、操作简单等优点。

但总的来说，火焰切割能耗高、金属烧损严重、效率低、加工成本高、劳动强度大、工况恶劣，并且杂质掺杂多、环境污染大。这种设备处理出来的钢材质量较差难以进入主流钢厂，全部流向“地条钢”企业，但由于该设备初始投资小、操作灵活，一般小作坊普遍配备。

2.1.5 人工爆破

最后一种加工方法是人工爆破，适用于加工一些大块的重型钢坨、大注余、和其他难以进行加工的重型废钢块，在地下爆破坑或山洞进行爆破。这些废钢经过爆破破碎后，80%-90%可以合格入炉，加工成本低，入炉料

非常洁净。但由于需要使用炸药，涉及到安全申报问题，因此近年来很少有人使用。

2.1.6 废钢加工原则

废钢样式和加工设备多样化，选择最适合的才是最好的，关于废钢材料和加工设备的选择，需要遵循以下两个原则。

首先是“精料”原则。精料原则要将钢水收得率最大化，冶炼成本最小，废钢要能符合炼钢设备的要求。从外形尺寸上来说，转炉对于外形尺寸要求相对宽泛，电炉要求就比较严格；不同容积的电炉对外形尺寸要求也不一样，小容积的电炉对于废钢的尺寸外形要求更加严格。从废钢所含化学成份上来说，对于不同的冶炼钢种要求也不同。比如在冶炼铝合金时加入含铝元素的废钢就会大大降低成本，而冶炼非铝合金类的钢种加入含铝元素的废钢就会提升成本。因此要引导废钢加工行业健康发展，建设专业废钢加工配送体系，降低加工成本，简化运作流程，为炼钢行业提供优质原料。

其次是加工成本最小化原则。对于不同废钢适用不同的加工设备。比如3mm以下的薄型废钢应当采用破碎生产线进行加工效果最好，破碎生产线加工可以去除薄型废钢上10%-20%的杂质，提高冶炼钢水收得率；3mm-6mm的废钢可以采用大型门式剪切机，效率高，可以去除2%-3%的杂质，提高废钢堆密度；6-12mm的废钢可以采用鳄鱼剪切机，加工更为适宜，12mm以上废钢可以用氧气切割或等离子切割更合适。

表 4：废钢处理设备及配对企业类型

企业类型	加工设备类型	客户类型
微型加工企业	火焰切割+鳄鱼剪切机+打包机	地条钢厂
常规加工企业	破碎机+剪切机+打包机+抓钢机+落锤机等	主流钢厂

资料来源：中国报告网，兴证期货研发部

2.2 废钢其他回收处理方式

废钢在经过以上设备处理时,也结合了其他三种回收处理方式,使得废钢更加洁净,能够达到入炉标准,分别是磁选,清洗,预热。

磁选是分选铁基金属最有效的方法。将固体废物输入磁选机后,磁性颗粒在不均匀磁声作用下被磁化,从而受到磁场吸引力的作用,使磁性颗粒吸进圆筒上,并随圆筒进入排料端,而非磁性颗粒由于所受的磁场作用力很小,仍留才废物中。

清洗是用各种不同的化学溶剂或热的表面活性剂,清除钢件表面的油污、铁锈、泥沙等。常用来处理受切削机油、润滑脂、油污或其他附着物污染的发动机、轴承、齿轮等。

预热是由于废钢经常粘有油和润滑脂之类的污染物，不能立刻蒸发，会对金属造成污染。露天存放的废钢受潮后，夹杂的水分和其他润滑脂等易汽化物料，会因炸裂作用而在炉内膨胀，不宜加入炼钢炉。为此采用预热的方法，烧去水分和油脂，再将废钢投入钢炉。

2.3 废钢产业流通结构及准入条件

废钢资源之前流通是“散户-贸易商-钢厂”的形式，主要参与者只是废钢收集者、分销商，只提供简单的加工，运输服务。近年来由于钢厂对废钢质量要求逐渐提高，需要废钢加工商将废旧钢铁拆分处理，分离出不同的废钢、废旧有色金属等，分离出的废钢还需要剪切、打包处理，因此对专业废钢加工厂的需求也越来越高，票税方面的问题也将刺激大中型废钢加工回收企业尽快向准入基地发展，提升废钢行业的集中度。加工配送基地能够将废钢毛料进行精加工，提供满足消费主体需求的服务，逐渐形成了“散户-加工配送基地-钢厂”的产业链。

专业废钢公司具有更高的行业壁垒，要求有配套的加工处理工业设备。工信部 2012 年发布了《废钢铁加工行业准入条件》，其中要求：

1) 生产规模。新建废钢铁加工配送企业年废钢铁加工能力必须在 15 万吨以上;改造、扩建废钢铁加工配送企业年废钢铁加工能力应达到 10 万吨以上;废旧不锈钢及其它废旧特种钢加工配送企业年加工能力应达到 3 万吨以上。

2) 厂区面积：新建废钢铁加工配送企业要求厂区面积不小于 3 万平米，作业场地硬化面积不小于 1.5 万平米;改造扩建废钢铁加工配送企业要求厂区面积不小于 2 万平米，作业场地硬化面积不小于 1 万平米;废旧不锈钢及其它废旧特种钢加工配送企业厂区面积不小于 1 万平米，作业场地硬化面积不小于 5 万平米。

3) 生产设备：废钢铁加工配送企业应配有打包设备、剪切设备或破碎设备以及配套设备等，必须配备辐射监测仪器、电子磅和非钢铁类夹杂物分类设备等。废旧不锈钢及其他废旧特种钢加工配送企业应配备成分检测设备。

此外，废钢铁加工产品不得销售给生产建筑用钢的工频炉、中频炉企业，以及使用 30 吨及以下电炉(高合金电炉除外)等落后生产设备的企业。截至 2018 年底，工信部公布的专业企业名单中，共有 264 家准入企业。

表 5：废钢铁生产行业准入企业分布情况

批次	一	二	三	四	撤销	五	六	累计
北京	1		1				0	2
天津	2	2				1	2	7
河北	4	6	1			3	2	16
山西	3						2	5

内蒙古	2		1				2	5
辽宁	3		2	1	-2	1	8	13
吉林						1	3	4
黑龙江			1			3	5	9
上海	1	3					0	4
江苏	10	5	7	3	-2	4	6	33
浙江		1	2	2		2	4	11
安徽	4	5	2	2	-1	3	3	18
福建							2	2
江西		6	2	1	-1	4	2	14
山东	3	3	3	4		1	6	20
河南	3	3	2	3	-1	1	4	15
湖北	3	2	5	3	-1	4	6	22
湖南		1	2		-1	2	2	6
广东	4	2	2				1	9
广西			1	1			2	4
海南		1					0	1
重庆	1		1				1	3
四川						4	1	5
贵州			2			2	4	8
云南						2	2	4
西藏							0	0
陕西		2					3	5
甘肃		1					0	1
青海							0	0
宁夏				1			0	1
新疆		6					0	6
总数	44	49	37	21	-9	38	73	253

资料来源：中国废钢铁应用协会，兴证期货研发部

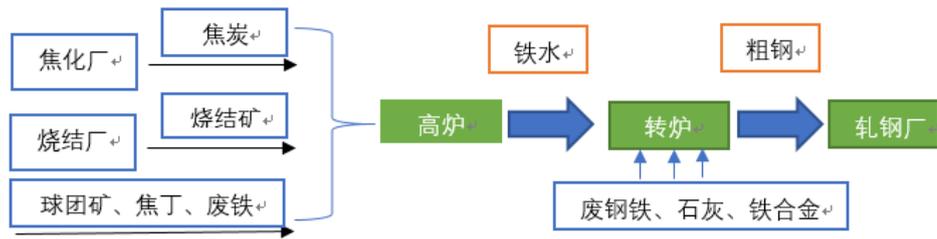
目前，我国废钢加工处理行业重点企业既有美欧式的综合性大型废旧金属回收集团公司，如葛洲坝、中再生、大连环嘉；也有日本式稳定供货商型企业，如中节能、诚通、宝钢资源等。

3. 废钢在三种炼钢设备上的应用

目前大规模工业化钢铁生产主要有两个流程：一是矿石-高炉炼铁-氧气转炉炼钢-连铸-轧制，称之为长流程。主要是将铁矿石等原燃料入高炉经还原冶炼得到液态铁水，随后进入转炉经吹炼去除杂质，将钢水倒入钢包中，经二次精炼使钢水纯洁化，然后钢水经凝固成型（连铸）成为钢坯，再经轧

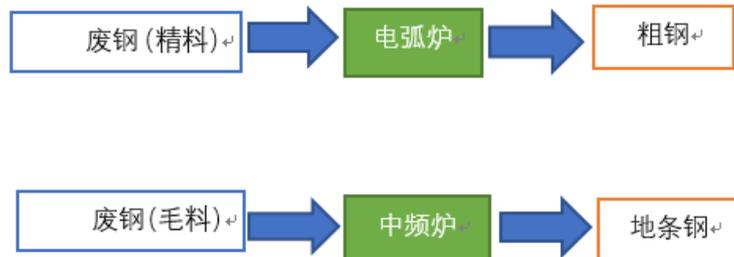
制工序最后成为钢材。长流程以铁矿石为原料，废钢为辅；二是电弧炉炼钢-连铸-轧制流程，又称短流程，将废钢经加工后，加入到电弧炉中利用电能熔化废钢，去除杂质后出钢，再经二次精炼获得合格钢水，之后连铸轧制工艺与长流程一样，但是短流程则以废钢为主原料，生铁为辅。其中,短流程又分为电炉炼钢和中频炉炼钢，小钢厂以废钢为原料通过中频炉产出的通常被称为地条钢。由此可以看出废钢主要用于长流程转炉中的炼钢添加料或短流程电炉的炼钢主料，是可以替代铁矿石炼钢的唯一原料。

图 6：长流程钢厂流程图



数据来源：兴证期货研发部

图 7：短流程钢厂流程图



数据来源：兴证期货研发部

各种炼钢方法利用废钢的程度是不同的，氧气转炉炼钢一般可用 15~25%的废钢，采用预热废钢技术则可用废钢 30~40%；废钢在电弧炉炼钢中的利用率几乎是 100%。废铁一般作高炉炼铁或铸铁原料，少量干净废铁也用作炼钢原料。长流程钢厂炼钢原料以生铁为主，以废钢为辅。2017 年以前，北方钢厂添加废钢的目的并不是作为原料而是作为冷却剂，因此添加比例非常少，只有 5%-7%。2017 年上半年以后，由于废钢价格下降，作为原料的成本优势凸显，再加上限产能政策，废钢作为提产的优势也逐渐发挥出来，因此 2017 年上半年钢厂添加废钢的比例提升至 15%-18%，甚至可以达到 20%，而添加废钢的环节也从转炉添加料变成转炉前添加废钢以及高炉直接添加废钢。

3.1 废钢在高炉中的应用方法与特点

高炉炼铁是将铁矿石还原成生铁连续生产过程。整个生产工艺流程是将铁矿石、焦炭、和熔剂等固体原料按照规定配料比送入高炉，经过预热的空气去除铁矿石中的氧，从而还原得到铁。炼出的铁水从铁口放出，其余生成炉渣从渣口排出，煤气从炉顶排出。如今高炉在喷煤工艺方面有了很大改进，但在入炉料方面，仍旧采用块矿、烧结矿等。随着取缔“地条钢”的实施，废钢作为原料需求下降，2017年废钢价格一度大跌，使得废钢作为原料成本优势显现，部分高炉开始添加少量废钢。

废钢在高炉中的应用原理是：首先由于废钢块属于充分还原后的金属，因此其仅需能量来加热和融化为铁水即可；其次在高炉中提高废钢配比，能够提高高炉生产率以及降低燃料比，通过调整废钢的粒度大小，可以调节料床的气孔率，透气性，也可以抵消高炉在高喷煤比下发生气孔减小的情况。高炉添加废钢的方式分为铁前添加废钢和铁后添加废钢两种。

3.1.1 铁前添加废钢

高炉废钢布料方式分为三种，中心废钢布料、均匀废钢布料、炉墙废钢布料。经过实验证明，炉墙布料并不会降低高炉稳定性。废钢的透气性虽然小于焦炭，但大于矿石，所以入炉料透气性会增加，从而增加反应速度。经过试验认证，采用炉墙布料，将废钢布到仅超过高炉半径外侧的一半，是最适宜的布料方案，会有明显的产量提升和燃料比的降低。

铁前添加废钢方式分为两种：一是烧结添加，主要使用两种原料，分别是成本较低品位不高的氧化铁皮和优质的钢砂钢粒原料，均在配料时填入，经烧结机生产出高品位的烧结矿，供高炉使用。二是高炉槽下添加，此方法需选取一个小称量斗，添加的位置分为高炉两侧上料皮带机尾该方式需另外增加皮带秤进行称量，成本增加较多。

3.1.2 铁后添加废钢方式

铁后添加废钢的方式主要是在出水沟或者铁水罐内加入废钢轻薄料。铁水罐加废钢最大的问题在于加入废钢会造成铁水温度下降，还可能造成铁水包底部结底。因此在没有烤包器对铁水罐内部废钢进行预加热的情况下，废钢材料的选择一般轻薄料为主，且体积不超铁水罐容积的4%。有试验证明，铁水沟内部布满轻薄料时，无明显结底影响。此种方式效率较低，且只能采用粒度较小的钢砂最为适宜。有钢厂在铁后添加废钢的方式上进行了创新，采用抓钢机直接抓轻薄具有柔性的硅钢废料平铺在铁水罐底部，之后又投入大块废钢料，底部硅钢平铺料可缓解大块废钢对铁水罐的冲击，又可以加大废钢的投入，是一项降本提效的新方法。

3.2 废钢在转炉中的应用方法与特点

以往钢厂只把转炉添加废钢作为降低钢水温度的一种手段。一般来说，转炉生产过程是负能炼钢，在转炉炼钢过程中吹氧会氧化铁水中的硅和碳，产生大量的化学能，再加上铁水的物理热，会导致出钢温度更高。为了控制出钢温度，通常在冶炼过程中加入冷料，比如废钢、矿石等。因此，在转炉过程加入部分废钢不会额外增加生产成本，但添加的废钢较多，则会降低钢水温度，对后续连铸造成影响，在转炉熔炼过程中采取预热技术和二次燃烧技术利于提高转炉中废钢配比。随着城市废钢铁的大量产生，尤其是中频炉取缔以来，大量城市废钢浮出水面，钢铁工厂将废钢作为炼钢原料的比例提升。转炉在冶炼普通炼钢生铁时的废钢比可达 25%，发达国家的转炉废钢比大多稳定在 20% 左右，国内的平均水平仅在 16% 左右。

3.2.1 转炉废钢预热技术

转炉一般采用炉内预热法，为防止铁氧化，一般温度限定在 1000°C 以下。废钢预热技术通常包括四种：一是通过供给燃料预热废钢的技术。预热的燃料供给分为上部烧嘴式和下部烧嘴式，燃料为天然气或粉煤，通过转炉喷嘴喷入炉内，上部烧嘴式热效率最多 50%，而下部烧嘴式由于有充填层的效果，热效率可达到 70% 以上。这种技术以缩短预热时间为目标，要高速供给燃料，必须在设置有顶底复吹喷嘴的转炉中进行，同时也要防止氧化铁对耐火材料的浸蚀。

二是利用炉内产生的气体预热废钢的技术。通过在炉子上部设置有废料预热带工艺，转炉利用熔炼法产生大量高温的气体进行预热。转炉利用废钢冶炼时，输入能量的 21% 是作为排出炉气由显热带带走，48% 转化为炉气的化学热。

三是铁水包中预热废钢技术。铁水包给转炉兑完铁水后，立即加入轻废钢，并将其放置在烘烤器下进行预热，一段时间后，废钢温度可达 $700-1000^{\circ}\text{C}$ ，随机去混铁炉接铁，再向转炉兑铁。

四是转炉添加块状燃料技术。向转炉添加块状的煤或焦等含碳物质，相应延长了转炉吹氧时间，能够有效提高废钢比。

3.2.2 二次燃烧技术

利用碳氧化发热的转炉炼钢法主要利用 $\text{C}\rightarrow\text{CO}$ 的反应热，但实践表明 $\text{C}\rightarrow\text{CO}_2$ 过程中产生的反应热会更高，因此利用二次燃烧不但不会延长炼钢时间，而且热量可以用来提高废钢比，也可以降低燃料单耗，进而缩短熔炼时间。实践表明，二次燃烧率每增长 10%，转炉的废钢比可提高 3.4%-4%。

3.2.3 转炉加工工艺对废钢的要求

废钢的质量影响因素包括：堆积密度，非金属夹杂物量以及有色金属含量等。这些影响因素对转炉冶炼过程的各项指标都有重大影响。首先废钢的堆积密度对出钢量影响较大，有研究表明降低废钢堆积密度会引起转炉初期渣的过氧化，从而提高喷溅几率，降低出钢量。其次废钢的非金属夹杂物量会影响冶炼钢的质量。废钢非金属夹杂物存在非常普遍，比如杂废钢和薄钢片等，非金属夹杂量达 1%，钢包内的残钢、混杂炉渣等分别达 10%和 35%，非金属夹杂物的存在对冶炼优质钢的质量是一个巨大威胁。三是废钢中的有色金属含量也会影响炼钢质量。每一种废钢都有不同程度的有色金属含量。这些有色金属部分被视为有害元素，因此炼钢对有色金属含量是有严格控制的，尽可能搭配轻重废钢，以达到最好的经济效益。

表 6：废钢堆积密度举例

废钢类型	堆积密度
轻废钢	0.8t/m ³
杂废钢	1.3t/m ³
薄钢片	1.1-1.9t/m ³
转炉废钢	2.4-3.1t/m ³

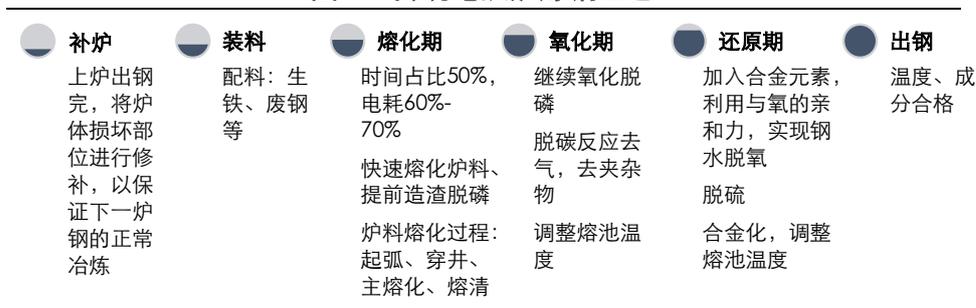
数据来源：兴证期货研发部

综上，用转炉炼废钢，能够节省成本，提高产量但也存在大量的问题。由于对钢材的苛刻要求，对废钢的筛选要求也非常高，而由于近年来钢材处理技术提高以及高品矿枯竭，钢厂多用低品矿生产，间接导致废钢质量下降，除了使炼钢工艺复杂外，还带来了大量的环境问题。

3.3 废钢在电炉中的应用方法

电炉炼钢能耗低、环境负荷轻，是一种较为清洁先进的炼钢方法。电炉炼钢的主要功能是将冷废钢加工成为成分和温度都合格的钢水。

图 8：传统电弧炉炼钢工艺



数据来源：兴证期货研发部

传统电弧炉炼钢操作（如图）集熔化、精炼和合金化为一炉，在电炉内要完成如熔化、脱磷、脱氧等一系列操作，因此冶炼周期很长，限制了电弧

炉生产率提高。而现代电弧炉炼钢工艺（如下图所示）得到精简，电弧炉中只保留了熔化、升温 and 必要的精炼（脱磷、脱碳），其他的精炼过程则转移到二次精炼中。工艺上的提升大大提高了电弧炉设备能力，进一步提高了钢液清洁度和严格的成分。

图 9：现代精简电弧炉炼钢工艺



数据来源：兴证期货研发部

长流程炼钢和短流程炼钢均可以消化废钢，现在很难精确地计算出两种流程各消耗多少废钢，从世界范围内钢生产形势分析看，电炉越来越普及，转炉废钢比相对提高，废钢需求将会逐年上升。

分析师承诺

本人以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了本人的研究观点。报告所采用的数据均来自公开资料，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断的得出结论，力求客观、公正，结论，不受任何第三方的授意影响。本人不曾因也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收到任何形式的报酬。

免责声明

本报告的信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。文中的观点、结论和建议仅供参考。兴证期货可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的独立判断。

客户不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的损失负任何责任。

本报告的观点可能与资管团队的观点不同或对立，对于基于本报告全面或部分做出的交易、结果，不论盈利或亏损，兴证期货研究发展部不承担责任。

本报告版权仅为兴证期货有限公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发，需注明出处兴证期货研究发展部，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。