

经验交流

轧钢铁鳞的综合利用技术

郭寿鹏¹, 李晓桐¹, 李梅广², 卢新宇¹, 崔明¹

(1 山东省冶金科学研究院, 山东 济南 250014; 2 济钢集团有限公司, 山东 济南 250101)

摘要:综述了轧钢铁鳞这种原来的钢铁废弃物近年来出现的综合利用技术。通过铁鳞在磁性材料、还原铁粉、钢铁冶炼短流程回用等技术中的应用,实现了轧钢铁鳞变废为宝和循环利用。

关键词:铁鳞;综合利用;循环经济

中图分类号:X756

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2013)05-0071-02

1 前言

轧钢铁鳞(又称氧化铁皮)是在钢铁材料锻造和热轧热加工时,由于高温的钢铁和空气中氧的反应,必然产生的产物。虽然各钢铁企业在减少轧钢铁鳞的产生,提高成材率方面做了大量的工作,但是仍然有约1.3%左右的铁鳞产生。全国钢铁企业每年产生的氧化铁皮约1 000万t,仅济钢每年就有十几万吨,对其综合利用、变废为宝是一个有意义的课题。

分析轧钢铁鳞的成分和物相,可充分证明铁鳞的形成过程也是氧和铁两种元素的扩散过程,氧由表面向铁的内部扩散,而铁则向外部扩散。外层氧的浓度大,铁的浓度小,生成铁的高价氧化物;内层铁的浓度大,而氧的浓度小,生成氧的低价氧化物,所以氧化铁皮的结构是分层的。一般情况是最外一层为Fe₂O₃,约占整个氧化铁皮厚度的10%,其性质是细腻有光泽、松脆、易脱落,并且有阻止内部继续剧烈氧化的作用;第二层是Fe₂O₃和FeO的混合物,通常写成Fe₃O₄,约占全部厚度的50%;与金属本体相连的第三层是FeO,约占氧化铁皮厚度的40%,FeO的性质发黏,粘到钢料上不易除掉^[1-3]。

由于钢铁材料的不同,产生铁鳞的成分除了Fe₂O₃、Fe₃O₄、FeO外,在Si、Mn、P等元素的含量上还有差异,因此在综合利用上也略有差异。

2 轧钢铁鳞的综合利用

2.1 利用轧钢铁鳞制造永磁铁氧体材料

永磁材料是对于磁感应强度以及磁极化强度具有高矫顽性的磁性材料,现在普遍应用的是稀土永磁和永磁铁氧体。永磁铁氧体是以氧化铁(质量分数占85%)及碳酸锶、碳酸钙等添加剂为原料,通过

陶瓷工艺(预烧、破碎、制粉、压制成型、烧结和磨加工)制造而成,具有宽磁滞回线、高矫顽力、高剩磁,一经磁化即能保持恒定磁性的功能性材料。由于其原料便宜、容易取得,在国民经济的各个领域广泛应用,用于如家电(微波炉、空调、电动小家电)、办公用品(复印机、传真机)、高保真音响、仪表传感器件、扬声器、吸附磁体、玩具电机、磁选器等。2012年中国永磁铁氧体市场的总体需求为77万t。

铁鳞原料的成分和成分一致性对于永磁铁氧体产品的质量有重要影响。一般碳钢和低合金钢的轧钢铁鳞可用于制造永磁铁氧体材料。为保证最终材料质量,铁鳞原料成分必须满足表1要求。

表1 铁鳞原料成分要求 %

TFe	MnO	SiO ₂	FeO
≥71	≤0.5	<0.6	≥60

在冶金企业利用轧钢铁鳞作为原料制造永磁铁氧体材料,还可以利用其富余的焦炉煤气作为烧结用气,可以减少成本实现冶金副产物资源通过循环利用创造效益远超主业的绿色循环经济新模式。图1是冶金废弃物用于永磁铁氧体项目的生态循环模式,从图1可以看出,在这一工艺过程中实现了铁鳞、富余煤气、富余电能、生产废水的循环利用。

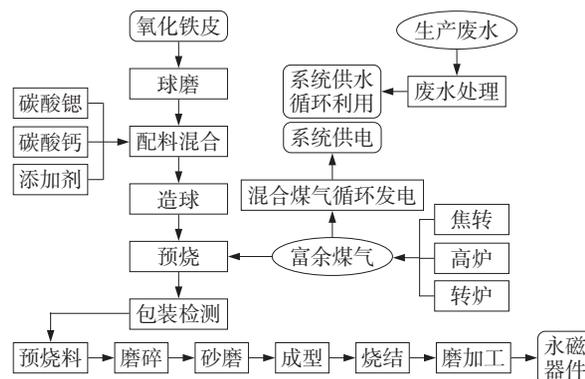


图1 钢铁企业轧钢铁鳞综合利用

2.2 利用轧钢铁鳞制造还原铁粉

还原铁粉用途广泛,可用于制作设备的关键部件。使用粒度细的粉末,通过压模即可一次成型,获

收稿日期:2013-04-22

作者简介:郭寿鹏,男,1971年生,2005年毕业于山东大学分析化学专业,硕士。现为山东省冶金科学研究院高级工程师,从事标准样品研究以及其他新产品开发工作。

得强度高、耐磨、耐腐的部件。用于国防工业、航空制造、交通运输、石油勘探等重要行业,这一用途目前占到还原铁粉总量的60%~80%。电焊条用还原铁粉,在药皮中加入10%~70%铁粉可改进焊条的焊接工艺并显著提高熔敷效率。化工用还原铁粉,主要用于化工催化剂、贵金属还原、合金添加、铜置换等。还原铁粉能够吸收空气中的水分和氧气,常用于食品保鲜。在化工生产及实验室作业中常用作优质还原剂。

还原铁粉通常是利用固体或气体还原剂(焦炭、木炭、无烟煤、水煤气、转化天然气、分解氨、氢等)还原铁的氧化物(铁精矿、轧钢铁鳞等)来制取海绵状的铁。目前较为典型的制造还原铁粉的工艺流程是:一次还原,轧钢铁鳞→烘干→磁选→粉碎→筛分→装罐→隧道窑还原→海绵铁;二次精还原,海绵铁→清刷→破碎→磁选→氢气还原炉→粉块→解碎→磁选→筛分→分级→混料→包装→成品。用还原法所生产的优质铁粉,各项参数达标, $Fe \geq 98\%$, $C \leq 0.01\%$, P 和 S 都小于0.03%, H 损为0.1%~0.2%。一次还原一般使用焦炭粉末作为还原剂,控制温度1100℃,二次精还原控制温度800~1000℃。

2.3 钢铁冶炼回用

铁鳞中亚铁含量较高,使得全铁含量高于70%,是很好的钢铁冶炼原料。

2.3.1 直接在炼钢转炉内利用

在转炉中使用可提高炉内化渣及成渣速度、提高脱磷效率、降低氧耗和钢铁料消耗,降低炼钢成本。利用轧钢氧化铁皮作转炉炼钢化渣剂,只需建1条氧化铁皮烘干生产线,将氧化铁皮烘干,使其水分含量下降到1%以下,即可满足炼钢要求。存在的问题:在由炉顶料仓加入炉内时,会被转炉烟气除尘风机吸走一部分,降低了氧化铁的收得率;湿氧化铁皮还有一定的水分,因而不能直接入炉,必须经过处理将其烘烤干燥,这样就会增加一部分费用。

2.3.2 球团造球用于高炉

球团法利用铁鳞主要有金属化球团法和冷固结球团法。金属化球团法是将氧化铁皮与其他含铁粉尘混合后通过圆盘造球机造球,干燥之后装入环形炉,加入一定量焦末,经煤气点火燃烧至1350℃,还原成为金属化球团,成品金属化球团直接入高炉。金属化球团法的优点是氧化铁皮及其他含铁粉尘能被全面利用,还原过程中能够使大部分 ZnO 还原成为锌,锌气化随烟气一起排出,从而使 ZnO 去除率 $>90\%$,减少了锌在高炉内的循环富集和结瘤情况的发生。其缺点是工艺条件要求较高,造块设备复杂,所需投入较大,且要求入炉球团有一定的机械

强度和较高的金属化率。

冷固结球团法是将氧化铁皮与其他含铁粉尘混合,加入有机或无机添加剂及水,通过压球机压球,生球经自然养护或低温焙烧形成成品球。成品球直接入高炉。冷固结球团法的优点是不需添加燃料就能生产较高强度的冷固结球团,可降低能耗,起到节能减排的作用。其缺点是设备投资大、生产周期较长、产量不高,无法去除含铁废料中的锌,使锌在高炉内循环富集,导致结瘤,影响高炉使用寿命^[4]。

不管是直接在炼钢转炉内利用还是通过造球技术用于高炉,对于铁鳞的杂质含量没有太多的要求,只是直接在炼钢转炉内利用要求全铁的含量最好达到70%以上。

2.4 铁鳞用于化工行业

氧化铁皮可用于化工厂来生产氧化铁红、氧化铁黄、三氯化铁、硫酸亚铁等。其中,采用氧化铁皮为主要原料的液相沉淀法,可以生产从黄相红到紫相红各个色相的铁红^[5]。

2.5 铁鳞用于制造硅铁合金

冶炼硅铁合金的主要原料是钢屑,全国每年冶炼硅铁合金消耗的钢屑在200万t左右,用氧化铁皮替代钢屑冶炼硅铁合金的工艺已经成熟并得以应用。以硅石、冶金焦炭粒、氧化铁皮为原料,在还原气氛下生成硅铁^[6]。

3 结 语

铁鳞的应用已取得了长足的进展,已经从一个需要处理的钢铁废弃物变成一种资源。相信随着人们对铁鳞认识的逐步加深和研究的深入,铁鳞在金属材料中的应用也将不断拓展。当前,冶金行业面临产能过剩的极大压力,各企业都在积极进行降成本和转型发展的探索,对其富余资源充分利用,发挥钢铁企业的资源优势,最大限度提高效益,不失为一条很好的途径。

参考文献:

- [1] 张清东,黄纶伟.热轧带钢表面氧化层实测分析[J].上海金属,2000,22(5):32-34.
- [2] 吴祝民.热轧带钢氧化铁皮的成因及对策[J].轧钢,2007,24(3):56-58.
- [3] 魏天斌.热轧氧化铁皮的成因及去除方法[J].钢铁研究,2003,133(4):54-58.
- [4] 田颖,李运刚.热轧氧化铁皮综合利用的发展[J].冶金能源,2010,29(5):54-57.
- [5] 颜秋,孟令和.利用氧化铁皮生产铁红颜料和软磁铁氧体用氧化铁的可行性分析[J].冶金环境保护,2001(2):40-42.
- [6] 王维东,苏义祥.氧化铁皮替代钢屑冶炼硅铁合金的新工艺[J].机械研究与应用,2003,16(16):36-39.