

# 电弧炉炼钢技术的发展趋势

王家胜<sup>1</sup> 张志明<sup>2</sup> 董光欣<sup>3</sup> 任兵<sup>4</sup>

河南省安阳钢铁股份有限公司第一炼轧厂 河南 安阳 455004

**[摘要]**随着钢铁行业发展进入新阶段,生产中环保意识逐渐受到人们的重视,为了推进环保事业的发展,电弧炉炼钢技术逐渐成为钢铁行业中的发展热点。该技术集操作、工艺和环保等技术于一体,能够有效提升炼钢水平。本文从电弧炉炼钢技术入手,分析了电弧炉技术发展方向,总结了电弧智能化的主要措施,希望能够推动国内电弧炉炼钢技术更快地发展。

**[关键词]**电弧炉;炼钢技术;发展趋势

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.380

电弧炉,是通过电弧的热效应,转化电能为热能,利用热辐射和产生的电弧,融化金属的一种设备。在当前钢铁行业中,电弧炉是钢铁行业重要的设备,随着时间的推移,电炉钢的生产占比将会越来越高。所以钢铁企业顺应电弧炉发展趋势,加强对相关技术的研究和掌握,就能抓住炼钢技术发展的脉络,优化钢铁产能。

## 一、电弧炉高效化炼钢技术

电弧炉的生产实现高效化需要同时具备全局协同和连续化的生产特点。高效化的电弧炉冶炼工艺是为了降低通电时长、减短冶炼周期和减少冶炼电耗的主要措施有:提高功率、提升化学能输入强度以及缩短非通电时操作时间。

### (一) 炉容朝着大型化方向发展

经实践发现,在生产技术以及经济指标影响方面,大型的电弧炉生产率以及能源的利用率都比中小型电弧炉的生产率和利用率要高。现阶段电弧炉正朝着炉容大型化方向发展,在环保措施限产和加快淘汰落后过剩产能的两大政策措施指导下,国内的大型钢厂在通过多种产能整合置换方式下,提高大型电弧炉生产效率能力方面仍然存在比较大的发展空间。中国的电弧炉正朝着装备大型化和现代化的趋势快速发展,但是现阶段与工业发达的国家之间还是存在着较大的差距。

### (二) 高功率发展趋势

通过供电功率的大小,电弧炉的变压器可以分为普通功率、高功率以及超高功率三种。从1960年至今,超高功率的电弧炉炼钢生产理念贯穿了整个电弧炉炼钢技术的不断发展,以发挥主变压器能力作为电弧炉炼钢技术的核心思想。大功率的电弧炉变压器基本充分满足了电弧炉炼钢的高效化、以及超高功率供电。科学合理的供电制度是实现超高功率供电的重要依据。可以起到协调电力波动以及稳定电弧的作用。

### (三) 搅拌集成技术

传统的电弧炉炼钢技术熔池搅拌的强度比较弱,电弧炉内部的物质及能量传递比较缓慢。即使利用超高的功率供电和高强度的化学能输入的技术,也很难解决熔池搅拌强度弱以及物质能量传递慢的根本问题。为使冶炼的节奏变快,可以进行研究增强供氧以及底吹搅拌的复合型吹炼技术和电磁搅拌技术。最新的池熔搅拌技术是综合增强供氧和底吹搅拌

以及电磁搅拌于一体的技术,可以充分满足多元炉料的情况下电弧炉冶炼技术需求。和复合吹炼技术对比,电弧炉电磁搅拌技术未得到了广泛普及,但是熔池搅拌的效果较好,在工业应用中效果较好。

### (四) 铁水的热装技术

这几年电力资源较为紧张,优质的废钢资源也比较少,一些电弧炉炼钢厂在炼钢的过程中会加入一些铁水,来完成铁水热装的炼钢工艺技术,这项工艺可以有效地缩减电弧炉冶炼的周期,也为钢铁企业面临废钢市场的价格波动提供了帮助,促进良好的经济效益。经实践证明,现阶段电弧炉热装铁水针对减短冶炼周期以及降低电耗的效果较为明显。由此可见,若废钢冶炼的成本和转炉冶炼具有一定的竞争力,电弧炉冶炼在生产普通碳素钢时就不用利用加入铁水来提高电炉的经济技术标准,但是当电弧炉冶炼一些高品质的特殊钢时,仍然需要添以加铁水的方法稀释钢液里的有害杂质。

### (五) 高比例铁水冶炼

热兑高比例的铁水不仅可以使入炉铁水的物理热能增大,同时也可以使铁水中的碳含量和硅含量以及锰含量升高,从而导致钢水冶炼的操作过程中产生的泡沫渣较多,产生的钢渣极易出现乳化状态。为了有效解决高比例铁水操作时产生的一系列问题,可以在操作的过程中,各项铁水操作控制有别于全废不锈钢以及中低温高比例入炉铁水的传统操作。

## 二、电弧炉炼钢朝着绿色生产方向发展

电弧炉的绿色化生产是为了减少能源的消耗和污染的物排放以及提高资源循环利用的效率。为了可以促进电弧炉的绿色化生产,自主研发了锅炉余热资源回收、焦炭余热替代、二噁英防治以及大型废钢高温预热连续加料等关键技术。

### (一) 提高余热利用率

电弧炉在冶炼钢铁时会出现大量的高温含尘烟气,这些烟气可以带走的热量占电弧炉输入总能量的11%-20%,由此可见,电弧炉在炼钢时的余热回收对于节能降耗不仅具有重要的意义,同时还具有重要的经济效益。特诺恩公司自主研发的iRecovery技术把电弧炉在炼钢过程中出现的高温烟气温余热转化成了蒸汽,通过冷却后的水利用电弧炉废气管道来回收热能与其他传统热交换回收处理系统不同之处主要在于

irecovery, 该技术分别使用了低温高压和中度高温的冷热水技术作为两种热交换回收介质用来回收存在高温烟气含尘燃料废气中的热量, 从而大大降低了由于蒸发热和分离含尘废气热量导致的热交换损失。

### (二) 利用新燃料

在进行传统的电弧炉冶炼时, 需要通过配碳的方式来满足熔池的升温、搅拌以及制造泡沫渣埋弧的需求。在电弧炉的绿色化生产过程中, 一定要减少不可再生的化石能源消耗。现阶段使用可以替代燃料的方法来减少焦炭消耗, 比如使用橡胶轮胎或塑料制品等燃料, 这些“废料”不仅是电弧炉炼钢的替代品, 还可以尽量避免由“废料”堆积而产生的环保问题。

### (三) 减少二噁英的产生

二噁英拥有超长的降解期, 使其在水体的沉淀物以及食物链中占据较高的含量。二噁英进入人体后, 会严重伤害人体的系统环境。对工业环境和整体人类健康危害巨大。如何预防二噁英的污染问题是冶金工业的环境保护中特别重要的课题。在钢铁生产的过程中, 除了烧结工序, 电弧炉炼钢也是产生二噁英的主要烟气来源。形成二噁英主要条件为两点: 一是燃烧时必须要有有机物, 二是燃烧反应时必须要有氯气。对于电弧炉炼钢时产生的二噁英排放问题, 可采用的主要措施有: (1) 废钢预先处理, (2) 用急冷处理一次烟气, (3) 加入抑制剂。

### (四) 连续加料技术

现阶段电弧炉炼钢多为采取废钢预热连续加料方式, 通过高温烟气进行预热废钢, 可以有效地解决传统的电弧炉冶炼时产生的烟尘问题。此外, 采用大留钢量进行操作, 废钢熔化效率较高, 完成平熔池冶炼, 可以充分满足现阶段电弧炉炼钢的高效率、高产率、低成本以及低有害气体排放的需求。在电弧炉废钢预热的连续加料方面, 先后研发并且使用了料篮式废钢预热电弧炉、竖式电弧炉、双炉壳、电弧炉以及电弧炉等。

## 三、电弧智能化

这几年, 如智能配料、电极智能调控、智能化取样测温、泡沫渣智能化监测与控制等一系列的智能化监测技术以及控制模型应用在电弧炉炼钢过程中, 应用监测和控制的技术可以大幅度提升电弧炉在炼钢过程的智能化水平。

### (一) 自动电极调节

电弧炉完成智能化的供电重要技术之一是电极调节控制技术, 它的控制效果可以直接影响电弧炉的用电耗能以及冶炼周期的长短等重要的经济性能标准。现阶段, SIMETAL电极控制系统是新一代的电弧炉智能化电极控制系统, 它可以根据实际的工艺需要发出动态响应, 大大地提高了工艺效率。

### (二) 智能化测温

电弧炉在炼钢时, 若要控制电弧炉的电能消耗和生产效

率, 关键在于钢液的温度测量以及取样时消耗的时间。相对于安全性差的传统人工测温取样方式和成本较高的问题, 研发及推广一系列的自动化测温取样新技术尤为重要。到现在为止, 机器人全自动测温和非接触式测温是现在比较先进的测温方式。奥钢联研发的一种非接触式的温度测量系统, 它根据超音速氧气射流的技术, 在加料时对废钢预热, 使废钢熔化速度变快, 在精炼时以超音速的射流喷吹氧气, 当温度达到规定的均匀性水平时, 系统会切换到温度模式, 通过很短的时间间隔进行对温度的分析。

### (三) 泡沫渣测量

电弧炉泡沫渣技术是利用人工观察和喷碳操作相融合的方式进行操作。电流信号以及谐波含量的半自动系统只可以协助操作人员完成泡沫渣工艺的过程。完善泡沫渣智能化监测和控制的方案, 可以保障电弧和熔池全部被泡沫渣覆盖, 既可以节约资源、降低电耗, 还可以减少生产成本和热损失。

## 结束语

综上所述, 钢铁企业在现阶段的发展中, 要把握电弧炉的发展趋势, 从预热、燃料、有害物质和加料等生产内容提高电弧炉的使用效率。通过自动调节电极, 智能测温和智能泡沫检查, 实现电弧智能化发展, 让钢铁企业顺应发展趋势, 实现电弧环保、智能、高效率的发展, 迎合国家提出的钢铁产能发展新战略, 在市场中占据有利位置, 提高企业竞争能力。

## 参考文献

- [1]段卫平, 杨树峰, 李京社, 张福君, 习小军, 王田田. 中国现代电弧炉炼钢废钢快速熔化技术进展[J]. 中国冶金, 2021, 31(09): 78-84+109.
- [2]陈浩然, 赵振宙. 电弧炉电极控制系统的研究进展[J]. 山东电力技术, 2021, 48(07): 43-48.
- [3]李海波. 电弧炉炼钢绿色及智能化技术分析研究[J]. 中国设备工程, 2021(12): 219-220.
- [4]胡航, 杨凌志, 易娟, 张盟, 宋景凌, 郭宇峰. 电弧炉炼钢能量优化与节能技术研究现状与展望[J]. 工业加热, 2021, 50(03): 1-7+12.
- [5]姜周华, 姚聪林, 朱红春, 潘涛. 电弧炉炼钢技术的发展趋势[J]. 钢铁, 2020, 55(07): 1-12.
- [6]张伯影, 田博涵, 魏光升. 电弧炉炼钢流程氮含量变化及控制技术新进展[J]. 工业加热, 2020, 49(06): 19-24.

## 作者简介:

王家胜, 男, 1976年6月。汉, 四川省达州市。1996年毕业于重庆钢铁高等专科学校。大专学历。炼钢工程师。研究方向。炼钢, 连铸。