

绿色超低碳炼铁工艺对低碳经济发展的助推作用

詹 娟 (宣化钢铁集团有限责任公司技术中心, 河北 张家口 075061)

摘 要: 为适应社会发展的新形势要求, 积极推进国家低碳环保工作, 钢铁企业承担起环境保护的主体责任, 坚持绿色、长效、创新、节能、增收的发展理念, 加大对冶铁技术绿色低碳化改进的力度, 在提升低碳经济发展方面, 发挥出积极的作用。基于此, 本文就超低碳炼铁技术应用的相关内容展开讨论, 以及绿色超低碳炼铁技术应用对低碳经济发展的作用予以总结, 以供参考。

关键词: 绿色超低碳; 炼铁工艺; 低碳经济发展; 产能效益

0 引言

近年来, 我国钢铁工业实现了突飞猛进的发展。2020年, 我国粗钢产量 10.65 亿 t, 占全球产量的 56.7%。钢铁工业的工艺技术装备、高端产品研发与供给、产品自主供给能力在全球已处于先进水平, 尤其是单体设备的生产效率和绿色环保水平更是居于全球领先, 钢铁产业成为名副其实的中国最具全球竞争力的产业。

由于我国钢铁工业生产规模和生产流程特点, 2020年钢铁行业能源消费总量约 5.75 亿 t 标准煤, 占全国能耗总量比例达 11.6%; 碳排放量接近全球钢铁碳排放总量的 60% 以上, 是我国碳排放量最高的制造行业; 全年钢铁行业产生高炉渣、钢渣和含铁尘泥量分别约为 3.1 亿 t、1.3 亿 t 和 0.8 亿 t, 固废产生量巨大。展望“十四五”乃至到 2035 年, 钢铁行业面临的能源、环境和碳达峰压力仍然很大, 超低排放改造要向全行业推广普及, 走绿色发展之路是钢铁行业发展必然趋势。

1 “一带一路”引领下我国炼铁工艺发展现状

在我国国民经济建设中最基础也是最重要的产业钢铁工业是其中之一, 钢铁行业的有序发展使我国工业发展更加强大, 中国钢铁年产量当前已经跃居世界第一名, 并且年产量总值已经占据世界总产量的一半以上。在“一带一路”建设引领下, 钢铁装备制造以及工程建设带领着钢铁工业取得可喜的成果, 我国把相关经验和设备输送给“一带一路”区域内的 65 个国家, 钢铁产量和销量稳居世界第一名。

我国高炉冶炼技术能够取得良好的发展的原因主要在于以下几点:

①高炉全部大型化, 最大容积可达 5000m³;

②风的温度高以及高富氧的喷煤技术, 风温大约在 1250℃以上, 煤的比率可达 20kg 以上;

③可以在高压下进行操作;

④拥有布袋除尘技术以及电除尘技术, 统称为煤气全干法除尘;

⑤可以把炉顶煤气上的多余压力进行回收;

⑥采用高炉长寿结构设计方法;

⑦对高炉采取智能操作方法。

虽然我国高炉冶炼技术无论是在能源利用率上还是冶炼效率上都位居于世界之首, 但在高炉冶铁过程中铁水的基数过大, 因此就要消耗大量的化石能源煤炭, 在能耗上就占据全世界总能耗的 15% 以上, 其中占据钢铁总能耗最高的要属铁烧焦工序, 导致这种现象发生的原因有两种:

一是中国社会的发展需要大量的钢铁, 所以钢铁产量就逐年增高。

二是中国没有积累大量的废铁, 而且钢铁工业化石能消耗量又大, 导致不能根据现代社会的发展需要进行冶铁技术。

结合“碳达峰”要求, 使中国现有的钢铁企业发挥出它在产能上的优势, 争取在未来的十年之内使粗铁总产量再上新台阶。为了能够满足“碳中和”要求, 通过合理的减碳、节碳和用碳, 使技术得到全面提升, 从而使中国的钢铁行业满足“碳中和”的要求。

2 低碳绿色高炉炼铁的技术优势特点

高炉冶铁工艺已经拥有将近 200 年的发展历史, 因此无论是在技术上还是质量上都取得了突破性的进展, 接下来我们将对高炉炼铁功能做一个简单的说明。

第一, 还原器和渗碳器。由于高炉的主要燃料是焦炭, 所以就要用到渗碳器, 然后再利用还原器将铁氧化物还原成液态生铁。

第二, 溶化器及质量调控器, 由于高炉主要的作用是将铁液化以后传送到转炉中去, 为了能够把铁能

够溶化,所以就高炉中设计上了溶化器。为了使铁水中的成分和质量能够保持在合理的范围内,就需要通过高炉上的质量调控器对其进行调控。

第三,能源转换器,这个装置能有效的提供给高炉在冶铁过程中所消耗的能源,因为只有这样高炉才能把物体进行转化。

第四,消纳处理器,这个装置就是对废弃物进行消纳处理,由于在高炉冶铁的过程中会有大量的废弃物产出,为了能够使资源被合理利用,就需要对其进行消纳处理,从而使经济效益提高。因此,可以在高炉冶铁技术中融入低碳环保理念,使冶铁技术更符合现代化需要。

3 应用绿色超低碳炼铁工艺对低碳经济发展的助推作用

炼铁企业应坚持可持续发展的理念,倡导绿色环保,积极践行经济效益与环保并重同行的管理理念,全力推动作业区向着更高、更好的发展目标前进,助力企业发展目标的顺利实现。

3.1 应用铁氧化物熔融电解炼铁节约能耗

铁氧化物熔融电解冶铁其实就是将把氧化铁以加热的方式将其进行溶化,并把它放到合适的电解质体系中去,然后再对其进行通电,从而电解出液态铁。和氧化铝变成液态铝的过程是一样的。通常情况下把熔融电解冶铁这种工艺称之为 MOE 工,早在 1990 年开始就有人提出可以从废弃物中冶炼出金属出来,后来这种研究拓展到月球上的月壤中提取出氧气和铁,而且这种工艺研发还获得美国能源部以及国际航天局的支持与赞助。MOE 冶铁不仅可以用公式进行表示,还可以利用焓变对其理论进行计算。由于在高温散热的过程中会损失一定的能量,所以实际能耗与计算所得数值存在着一定的差异。因此,在对实际能耗进行计算时,可以惰性阳极氧化铝的电解过程进行计算,它的功率大约为 50%,根据这个数值就可以对实际氧化铁熔融电解过程中所消耗的能源大概是多少了。虽然熔融电解冶铁与电解铝的过程是一样的,但他们之间也是有差别的,因为铁的熔点比铝的熔点要高很多,大约得需要 1600℃ 以上的高温,因此使用电解体制和开发电极材料的时候就会面临许多问题和挑战,这些挑战有:

①找到能够在 $\geq 1600^{\circ}\text{C}$ 高温下还能发挥出稳定作用的电解质体系,不仅要使 FeO 和 FeO_2 有足够的溶解度,还要铁离子足够快的扩散速度等,这样可以使

所得铁矿不用载进行提纯;

②阳极材料铱铂合金,这种材料可以在 $\geq 1600^{\circ}\text{C}$ 的高温电解质融盐中依然保持稳定的状态,为了能够更好地抗氧化,铬合金正在研发的过程中;

③阴极材料和阳极材料一样,都必须能在温度 $\geq 1600^{\circ}\text{C}$ 的高温下依然稳定的进行导电。该类技术的应用,在节约能源与余温热能利用方面都取得了较大的实际效益。

3.2 应用高炉炉顶煤气循环工艺提升能源利用率

在高炉炉顶的煤气中 CO 占体积的 20%–28% 之间,而氢占体积的 1%–6% 之间,高炉煤气发热的最低值大概为 $3000\text{kJ}/\text{m}^3$ 。通常情况下,高炉中的煤气只是用作于气体燃料,比如:热风炉的时候会用到高炉煤气、焦炉以及加热炉也会用到高炉煤气作为燃料,因此导致高炉煤气中 CO 经过燃烧最终会形成 CO_2 排出,如果能把高炉炉顶煤气中 CO_2 去除,这样,不仅可以对 CO_2 进行分离捕集,还可以有效的使煤气中的原势和热值得到显著的提高。因此,俄罗斯和日本就通过这种方法成功的使 CO_2 脱离出去,然后再由风口和炉身喷口进入高炉内,这样就可以使高炉煤气能够被循环再利用,这种技术广泛应用于气基竖炉的工艺中,技术已经很成熟,主要原因在于气基竖炉的顶压比高炉顶压要高,为此,我们已经做好关于高炉炉顶煤气的分离处理工艺路线:首先要利用变压吸附装置把 CO 吸附出来,当体积分数保持在 70% 到 95% 的时候,再把分离出来的 CO 气体从炉身经过再到高炉中去,这样就保持高炉内的原有体积数值。不仅抑制碳素溶解,还使焦炭得到保护。不仅如此,在提取 CO 的过程中所产生的一些尾气可以通过变压吸附进行处理,使里面的 CO_2 分离出来,这样又大大的提高了还原体积分数值,这样,对于油田驱油等行业都可以发挥出良好的作用,从而使 CO_2 被合理利用。

3.3 减少碳排放提升企业绿色环保经济效益

为了能够减少 CO_2 的排放量,就需要利用喷吹富氢介质个全氢介质去取代焦炭和煤,因为氢气是被公认的清洁能源,它的特点是,零排放、无污染、还原率高。但是,我国对于制氢技术、成本以及利用率上还存在着很多问题,对于钢铁工业中的还原剂还不能依靠氢来完成,从而不能使全氢对铁进行冶炼。因此,为了能够满足低碳环保,节能降耗理念,就需要在目前的钢铁企业中融入高炉富氢冶炼技术,从而使钢铁行业长久发展下去。在国内外,针对高炉喷吹焦炉煤

气建立了相应的工业试验区,比如奥钢联林茨厂、法国索尔梅厂晋南等国家,都对高炉上的喷吹焦炉煤气进行试验,不仅使高炉煤气的利用率得到提高,还焦比和燃料比都有效的得到改善并降低,不仅如此,高炉的运行状态还很稳定,没有出现任何波动现象。由此可见,利用喷吹富氢气体可以有效的降低 CO_2 排放。在用氢气还原铁氧化物时会吸收热量,如果过多的使用氢进行还原,就会对高炉上的温度场的分布和热交换造成影响,而且,利用氢气还原氧化铁的时候会产生水蒸气,那样和 CO_2 造成的影响来比较,水蒸气的影响更大,特别是对炉身下部和炉的腹部,会使焦炭的性能变差,因此,在对焦炉进行煤气喷吹时不能过量,否则就会降低 CO_2 的排放空间。由于焦炭拥有支撑的作用,所以能把焦比降太多,进而使用喷吹富氢气体根本无法使 CO_2 的排放得到解决。

3.4 降低粉尘污染促进绿色经济目标实现

钢铁企业作业区认真落实环保工作部署,运用科技手段、科学管理、绿化等方法措施加强对环境的保护,在发展和对环境保护方面,采取积极的治理措施,使经济效益与生态环境共同发展。应用进一步降低了生铁成本,增加了企业的成本竞争力。但是在原煤上料系统,尤其是原煤在皮带输送之间的转运会产生大量无机粉尘,存在着较重的粉尘污染现象。为了进一步提高效率、降低成本,需要控制粉尘对环境的污染,让经济效益与环保协同发展,是炼铁作业区不懈努力的目标。

为控制粉尘污染,一是,全方位封堵干燥棚,二是,原煤运输应用管带机,在下料口设置雾炮机,利用喷射的水雾与空气中的粉尘颗粒结合凝聚成团,在重力作用下降落到地面,从而达到除尘目的。增加微米级干雾抑尘设备,利用超声波产生的微细水雾捕集凝聚微细粉尘,将粉尘直接抑制在起尘点,避免出现扬尘,使粉尘得到了有效控制。为进一步控制可逸性粉尘,作业区使用帆布将原先裸露的皮带、机械滚筒转动部位等也进行了全面有效的封堵,解决了粉尘污染。并进行整体绿化规划,增加绿化的面积和密度,充分利用植物降噪和吸附有害气体。并对不同区域有相应针对性设计,关注局部细节建设,真正做到了让绿化为生产服务,为职工服务,实现效益与生态环境的密切结合。

3.5 高炉长寿技术推进企业可持续发展前景

目前我国的大型高炉使用寿命大概在 15 年以上,

为了能够使高炉使用寿命更长,就需要对其使用长寿技术,而且还要定期做好维护检查工作,使高炉一直具备着良好的性能,这样就可以高炉的运行状态得到保障。

首先,对高炉内型的操作方法进行优化,只有操作规范才可以使高炉冶铁去优化更多的目标,不仅如此,内型的设计好坏直接影响着高炉的使用寿命,所以必须加以重视。目前,对于高炉技术已经有了新的突破,不仅操作水平有了明显的提高,而且还取得了一定的效果。为了能够延长高炉的使用寿命,都会把炉体长寿结构以及冷却技术融入到高炉的设计中去。为了能够对死铁层深度进行有效的控制,就需要采用炉缸炉底内衬结构的方式,而且还要结合高导热炭砖以及冷却系统,使高炉的使用寿命得到延长。因此就要按照要求设计炉缸炉底,从而提高设计质量。由于高炉冶铁的环境不是稳定的,会有很多问题出现,不仅对炉体本身造成影响还会影响到生产,所以就要确保高炉的质量,才能使经济效益得到提高。

4 结束语

随着科学技术的不断发展,高炉生产技术也在断进步与改善,面向未来,国家的钢铁产业将会发生重大变革,高效率、低能耗的高炉炼铁技术将成为钢铁生产行业的主力军。因此,高炉炼铁技术必将不断更新换代,迈向现代化、绿色化和智能化。

参考文献:

- [1] 张付昌. 低碳绿色高炉炼铁技术发展方向 [J]. 冶金与材料, 2020, 41(04): 113-114.
- [2] 罗晔. 国外氢还原炼铁工艺进展 [J]. 上海节能, 2020 (08): 813-823.
- [3] 杨天钧, 张建良, 刘征建, 李克江. 低碳炼铁势在必行 [J]. 炼铁, 2020, 40(04): 1-11.
- [4] 朱宏任. 企业向绿色低碳转型, 实现高质量发展 [J]. 企业观察家, 2020(06): 26-27.
- [5] 耿源. 钢铁企业低碳转型升级研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2020.
- [6] 任荣霞. 节能减排低碳炼铁实现中国高炉生产的科学发展 [J]. 冶金管理, 2020(09): 153-154.
- [7] 马印亭. 未来的低碳绿色高炉炼铁技术发展思考 [J]. 中国金属通报, 2020(05): 5-6.

作者简介:

詹娟 (1985-), 女, 汉族, 河北张家口人, 本科, 工程师, 研究方向: 冶金工程。