

转炉炼钢终点控制技术分析

刘 超

中冶赛迪工程技术股份有限公司 重庆 401122

【摘 要】：随着能源管理水平和节能减排技术的不断提高，目前中国钢铁行业能源消耗水平已经大幅下降，尤其是在炼钢工序。转炉炼钢生产现场，国内的多数大中型钢铁企业均已实现，SD 在冶炼时所回收的能量大于所消耗的各种能量，也就是炼钢工序能耗为负数。全世界范围内的主要炼钢方法是氧气顶吹转炉炼钢法和电炉炼钢法。在历史上还有平炉炼钢法；另外当前还有冶炼特种钢的感应炉、真空感应炉、各种炉外精炼法等。转炉主要用于生产碳钢、合金钢及铜和镍的冶炼。钢是由生铁炼成的。钢的许多性能均远优于生铁，希望为相关人员提供参考。

【关键词】：转炉炼钢；终点控制；智能控制

转炉炼钢终点控制主要是炼钢后期的重要操作，从化学成分来看，生铁和钢都是铁碳合金，另外还含有少量的硅、锰、磷、硫等元素。炼钢的基本任务：脱碳、脱磷、脱硫、脱氧；去除有害气体和夹杂；提高温度；调整成分。炼钢过程通过吹氧、升温、造渣、合金化、搅拌等手段完成炼钢的基本任务。炼钢过程是一个升温的过程是以铁水、废钢、铁合金和其它渣料为主要原料，无需借助外加能源，靠铁水本身的物理热和铁水成分间化学反应产生热量而在转炉中完成炼钢过程。转炉炼钢按照耐火材料可以分为酸性和碱性；按照气体吹入炉内的部位有顶吹、底吹和侧吹；按照吹入气体的种类为分空气转炉和氧气转炉。转炉炼钢的原材料分为金属料、非金属料和气体。金属料包括铁水、废钢、铁合金；非金属料包括造渣料、熔剂、冷却剂；气体包括氧气、氮气、氩气、二氧化碳等。非金属料是在转炉炼钢过程中为了去除磷、硫等杂质，控制好过程温度而加入的材料。

1 转炉炼钢终点控制技术的发展

传统的转炉炼钢过程是将高炉来的铁水经混铁炉混匀后兑入转炉，并按一定比例装入废钢，然后降下水冷氧枪以一定的供氧（纯度大于 99% 的高压氧气流）、枪位和造渣制度吹氧冶炼。使氧气直接跟高温的铁水发生氧化反应，除去杂质。用纯氧代替空气可以克服由于空气里的氮气的影响而使钢质变脆，以及氮气排出时带走热量的缺点。当达到吹炼终点时，提枪倒炉，测温 and 取样化验成分，如钢水温度和成分（主要是碳含量，其它如硫、磷等）达到目标值范围就出钢。否则，降下氧枪进行再吹。出钢时，转动转炉炉体，使炉体倾斜，钢水从出钢口注入钢水包里，同时向钢包中加入脱氧剂和铁合金进行脱氧、合金化。然后，钢水送模铸车间或连铸车间铸锭。转炉生产工艺流程，炼钢吹炼过程。兑入铁水加废钢后，供氧的同时加入大部分渣料。也称硅锰氧化期，任务是早化渣，多去磷，同时去硫，均匀升温。也称碳氧化期，碳激烈氧化。任务是控制脱碳反应均衡进行，再脱碳的同时继续去磷、去硫。装入制度就是确定转炉各种炼钢

原料合理的装入量，合适的铁水、废钢比。转炉的装入量是指铁水和废钢的装入数量。实践证明每座转炉都必须有合适的装入量，装入量过大或过小都不能得到好的经济技术指标。装入制度是保证转炉有一定的熔池深度，确定合理的装入数量，合适的铁水废钢比例。

2 转炉炼钢的终点控制

2.1 炼钢过程 终点控制方法

2.1.1 炼钢过程拉碳补吹法

控制方法主要是控制炼钢过程中钢水中的含碳量，在拉准碳的同时确保钢中的 P、S 含量合乎要求；钢水的温度达到所炼钢种的要求；控制好熔渣的氧化性；其它成分合格。拉碳后，测温、取样。若成分、温度合格，便可以出钢，出钢的同时，进行脱氧合金化。炼钢法的特点是：吹炼速度快、生产率高；冶炼钢种多、质量好；原材料消耗少、热效率高、成本低；基建投资省、建设速度快；易于连续铸钢相匹配炼钢用原料包括金属料和非金属料两大类。金属料主要是指铁水生铁、废钢和铁合金。非金属料主要是指造渣料、冷却剂、氧化剂和增碳剂。铁水是转炉炼钢的主要原料，一般占入炉量的 70%~100%。铁水的物理热和化学热是转炉炼钢的基本热源。铁水物理热约占转炉热量收入。

2.1.2 一吹到底增碳法

此方法最主要的是“增碳”，在钢铁产品的冶炼过程中，常常会因为冶炼时间、保温时间、过热时间较长等因素，使得铁液中碳元素的熔炼损耗量增大，造成铁液中的含碳量有所降低，导致铁液中的含碳量达不到炼制预期的理论值。碳化硅增碳剂具有含碳量高、抗氧化性强的优点，但生产工艺比较复杂，成本高。以焦炭粉、石墨为增碳材料，生产成本比较低，但所含灰分、硫含量高，碳含量较低，增碳效果不佳。钢水中含碳量一律由吹氧氧化去除到 0.05~0.08% 时停止吹氧并出钢，然后根据所炼钢种规格，在钢包中增碳。增碳法的优点是：终点控制容易，吹炼终渣含量较高，化渣好，

脱磷率高,操作简化,但终点含量过高,给脱氧工作带来困难,同时对钢质量有一定影响。在生产实际中,对钢水中含氧量的控制主要是控制终点钢水的含碳量和渣中。冶炼镇静钢时,把含炭量控制在规格的中上限;吹炼后期采用低枪位操作,以降低渣中,减少和消除补吹次数。冶炼沸腾钢时,把含炭量控制在规格的中下限;吹炼后期采用高枪位操作,以保证钢水中具有合适的氧含量,以利浇注时沸腾良好。

2.1.3 气相(质谱仪)定碳法

除受吹炼过程中钢水和炉渣的侵蚀外,而且还受到气流的冲刷和氧化,其表面无渣层覆盖,因此衬砖中的碳极易被氧化,此外损坏后又不太好修补,所以侵蚀严重,砌筑时应采用抗氧化性高,而且碳含量稍高的镁炭砖。熔渣长时接触,是受熔渣侵蚀的严重部位。出钢侧渣线随出钢时间而变化,损坏不够明显;但排渣侧,由于强烈的熔渣侵蚀作用,再加上吹炼过程中转炉腹部遭受的其他作用,所以侵蚀较为严重。质谱仪吹炼过程中虽然受钢水的冲蚀作用,但与其他部位相比,损伤较轻,而且转炉的溅渣护炉操作往往会使转炉炉底上涨,转炉熔池部分可以使用普通镁炭砖。在以氩气为质谱仪主要原料进行数据分析,对所排出的烟气进行相关数据有效整合,在数据比对分析得出如气流量的准确性与标准度,经过精准化分析,对预测钢水的含量与控制进行对比与划分,使操作人员根据相应的方法进行有效比对。

2.2 转炉终点的静态控制

2.2.1 机理模型

机理模型在使用过程中,需要根据相应数据进行使用分析,通过平衡数据业态关系,使相应的模型得到精准化计算,对废钢铁、水等模型进行高标准、高要求的计算参数,使转如炼钢过程得到有理化深入化的决定性分析,借助人工经验,使该炼钢技术,通过机理模型转换得出良好的运用结果。

2.2.2 增量模型

增量模型的建立需要有一定的经验,社会经验导致。工厂靠近原料地,因为原料不方便运输易腐烂、易变质或体积重量大或运输原料成本高。例如制糖企业、水产品加工、水果罐头。现代全球产业链中都是互通互补的,只有那些难以运输的产业才会在原料产地建工厂。

而钢铁产业所用的铁矿石或者废钢是可以进行长途运输的,目前国内50%以上的铁矿石是由巴西淡水河谷和澳大利亚的必和必拓来供货的,原产地都远在南美洲和澳洲。

2.2.3 统计模型

假设模型中参数的值,因此需要一些方法去测量。参数测量值将会生成产生数据的方程,在重复采样之后,能够定

义一些模型的特征:

无偏性,低方差即低不确定性其理解可参考。理想化,想要一个一般化的规则去建立一个好的测试值对于任何模型。经常做一些假设:数据产生的过程能够被描述为一个概率分布并且能够被一些参数所定义,比如正态分布就是由均值和方差所定义。模型从中的取值就会更加精确和严格的。这些假设需要被仔细的检查,如果出错那么可能会影响的结论。

2.2.4 人工神经网络模型

科技网络模型的发展也越来越快速,人工神经网络是目前国际上一门发展迅速的前沿交叉学科。为了模拟大脑的基本特性,在现代神经科学研究的基础上,人们提出人工神经网络的模型。人工神经网络是在对人脑组织结构和运行机制的认识理解基础之上模拟其结构和智能行为的一种工程系统。生物神经元的组成包括细胞体、树突、轴突、突触。树突可以看作输入端,接收从其他细胞传递过来的电信号;轴突可以看作输出端,传递电荷给其他细胞;突触可以看作I/O接口,连接神经元,单个神经元可以和上千个神经元连接。细胞体内有膜电位,从外界传递过来的电流使膜电位发生变化,并且不断累加,当膜电位升高到超过一个阈值时,神经元被激活,产生一个脉冲,传递到下一个神经元。生物神经元结构神经元是多输入、单输出的信息处理单元,具有空间整合性和阈值性,输入分为兴奋性输入和抑制性输入。

2.3 转炉终点的动态控制

转炉终点的动态控制主要是指过程温度控制和终点温度控制。吹炼任何钢种,对其出钢温度都有要求。控制好终点温度是转炉吹炼工艺的重要环节之一。控制好过程温度是确保终点温度合格的关键。控制转炉炼钢过程的进行时间,以保证钢水温度和成分在吹炼结束时符合要求的操作制度。动态控制在出钢前或者在出钢及其以后的过程中,根据钢种要求选择合适的脱氧剂及其加入量,加入到钢水中使其达到合乎规定的脱氧程度,这个操作称作脱氧。通过对转炉终点所需要的钢水碳含量进行相应的提炼,在进行参与调试与调整的过程中,使炉气动态控制对整个炼钢转炉在检测过程中的数据标准进行实时化分析,使检测标准与检测方法得出更有效结论,在炼钢过程中不会使其产品产生杂质,更有效的帮助。炼钢过程与炼钢环节进行有效调整,提高整体炼钢的效率。钢中的碳含量达到所炼钢种的控制范围。钢中磷、硫含量低于规格下限以下一定的范围。出钢温度能保证顺利进行精练、浇铸。对于沸腾钢,钢水应有一定的氧化性。出钢的时机主要是依据钢水的碳含量和温度,所以终点也称作“拉碳”。终点控制不准确,会带来一系列的危害。影响终

点温度的因素在生产条件下,影响终点温度的因素很多。入炉铁水的温度、成份和装入量;炉龄、炉与炉的间隔时间;终点碳含量;枪位;喷溅;石灰用量等等。从热平衡计算可以知道,转炉炼钢的热量有富余,必须加入适量的冷却剂。

2.4 转炉终点的自动控制

转炉炉衬的损毁机理非常复杂,总的来说,氧气转炉炉衬在物理、化学和热应力的共同作用下,发生机械磨损、冲刷、熔蚀和热剥落等现象,最终导致炉衬损毁。由于转炉炉衬各部分的工作条件相差很大,所以造成转炉炉衬各部分的损毁情况不同。炉口和炉帽部位:主要受到高温炉气的冲刷,炉渣的喷溅,常附有炉渣和金属,清理附着物时受到机械的撞击,因此,此部位的耐火砖要求具有较高的抗热震性和抗渣性,耐熔渣和高温炉气冲刷性,并且要求耐火材料不易粘钢易清理。此部位多使用高温强度高的镁炭砖。

3 转炉终点控制技术的展望

目前,模块锅炉是通过多台锅炉联控,根据设定好的供热温度曲线等有关参数,并参考室外温度智能的自动判断应启动、停运的锅炉台数,自动实现近无人值守模式。采暖或多用途热源控制核心是通过四个温感采集时时系统负荷控制锅炉的启动台数和单台达到系统高效运行。热水系统重要的是使用温度,系统控制要通过流量和温差准确快速控制热水器的出力。保证热水的稳定,区别采暖系统中央控制反应速度及设备动态调整要更快。随着中国经济的发展,对如何

环保、高效的提供采暖及生活热水的方式越来越紧迫的提了出来。尤其在“煤改气”工程更是推进了为燃气锅炉的发展,推波助澜的数年内,在全国众多城市已开始广泛应用模块组合式燃气热水锅炉全新的设计理念、卓越的技术品质、优异的性能、环保高效的形象得到众多客户的广泛认可和高度评价。

4 结束语

综上所述,国内经济正处在新旧动能转换的艰难进程中,面对经济放缓和下行压力,调结构稳增长是中国经济进入新常态和十三五规划的重要战略举措。在此背景下,钢铁行业作为支撑国民经济发展重要的传统支柱产业,也必将迎来一轮新的洗礼。以钢铁行业常用的炼钢转炉为例,在生产中占据着至关重要的作用,日常的维护和操作十分关键,但即使如此,磨损也在所难免。一般来说,传统工艺包括了如补焊加工、打麻点、刷镀、喷涂等,这些虽在一定程度上解决了问题,但是也会遗留一系列安全隐患,对后续工作造成严重影响。通过现场快速施工即可对炼钢转炉轴承位磨损实现在线修复,只要露出磨损面即可,修复快速并且能有效避免设备的二次磨损提高设备使用寿命。可以使企业在第一时间快速有效的现场修复,有效避免因设备的长期停机、停产而带来的效益损失;有效的避免运输成本、吊装费用及施工安全等方面的综合因素,确保人身安全和企业损失,为企业发展节省了宝贵的生产时间。

参考文献:

- [1] 付道宏.试论转炉炼钢终点控制技术应用现状[J].冶金与材料,2020,40(1):121+190.
- [2] 敖翔.转炉炼钢终点控制技术应用浅析[J].冶金与材料,2019,39(5):110+112.
- [3] 温宏愿,周木春.转炉终点控制技术方法现状及应用[J].现代工业经济和信息化,2019,9(2):79-81.
- [4] 李仕龙,郭红娟.转炉炼钢终点控制技术应用现状探讨[J].中国金属通报,2018(12):22+24.
- [5] 李雷.转炉炼钢终点控制技术研究[J].中国金属通报,2018(12):112-113.