

延长铁合金矿热炉碳质炉衬寿命的技术措施

张书鸣

重庆第二师范学院旅游与服务管理学院 重庆 400060

摘要: 本文研究了铁合金矿热炉碳质炉衬寿命以及延长其寿命的技术措施。对于碳质炉衬运行中出现的主要问题, 包括出铁口局部烧穿、炉底局部贯通烧穿、炉底的碳质耐火材料大部分被渣铁侵蚀殆尽而出现热停等问题, 根据问题分析了炉衬烧穿的具体原因, 并且形成了3点能够延长铁合金矿热炉碳质炉衬寿命的可行性技术措施。该方法已在实践中取得较好的结果。

关键词: 铁合金; 矿热炉; 碳质炉衬

铁合金生产是一个高温物理化学反应过程, 由各种适合的耐火材料所构筑, 在具有特定几何形状炉膛内进行的。矿热炉炉衬承载着高温状态下反应产物对其的机械冲刷侵蚀、化学侵蚀、高温收缩、材料应力破坏等作用, 并为铁合金生产提供一个长期安全的高温物理化学反应区域, 完成氧化还原过程。^[1-2] 炉衬耐火材料的性能选择、砌筑技术、施工质量、工艺参数、使用维护等多种因素直接影响着炉衬的使用寿命, 哪一个环节控制不合理, 都将影响炉衬的使用寿命。^[3-4] 本文对影响炉衬使用寿命的各种因素进行分析, 在生产过程中规避这些因素对炉衬的影响, 使炉衬能够安全长期的运行, 为铁合金生产正常秩序及生产经济技术指标提供安全保障。

一、碳质炉衬在运行中出现的主要问题(见图1)

(一) 出铁口局部烧穿

在矿热炉生产过程中, 经常发生出铁口周围出现局部烧穿的生产事故, 而且大多数发生在出铁口的左右下角的部位, 碳质炉衬结构如图1所示, 溢出的渣铁将炉壳、炉体基础、出炉设备烧坏, 严重影响生产的正常运行。

(二) 炉底局部贯通烧穿

这种情况是电炉正常生产运行过程中, 炉底的碳质耐火材料基本完好, 炉底的某一缝隙被侵蚀严重形成从熔池至炉底钢板的贯通通道, 渣铁直接从炉底被侵蚀的通道漏出, 将炉底和炉体基础烧毁, 炉内的液态渣铁全部流出, 此事故发生部位处于炉底, 隐蔽性很强, 难以预判事故的发生, 一旦炉底烧穿事故发生, 破坏力极大, 直接导致停炉。

(三) 炉底的碳质耐火材料大部分被渣铁侵蚀殆尽而出现热停

由于各种原因, 炉底的碳质耐火材料被渣铁侵蚀消耗殆尽, 炉底碳质材料被侵蚀成一个凹形熔池, 各种耐火砖在巨大的高温旋转的渣铁作业下被迅速侵蚀而发生贯通性炉底烧穿导致停炉。

炉底碳质材料被渣铁消耗殆尽, 炉底熔池成倍的增大, 炉况经常出现不稳定, 电极正常压放量而电炉负荷不足, 炉底大面积温度升高而被迫停炉。

二、炉衬烧穿的因素分析

炉衬烧穿在铁合金生产过程中是重大事故, 轻则烧毁设备停产, 重则同时伴随人员伤亡, 二者都会给企业造成重大损失。炉衬烧穿的因素是多方面的, 结合生产实践进行论述。

(一) 耐火材料性能与电炉容量不匹配

矿热炉炉衬耐火材料主要由黏土砖、高铝砖, 碳素材料等组成, 每种耐火材料又分不同的级别, 耐火材料通过抗压强度、高温线性变化、荷软指标的不同以适应不同电炉的需要。16MVA以下容量的电炉与16MVA容量以上的电炉在各种耐火材料上的选择应该是不同的。25MVA以上的碳质炉衬炉底厚度基本在1400~1600mm左右, 以炉衬耐火材料炉墙厚度不变为前提, 而随着电炉容量的增加炉膛深度也在增加, 虽然炉底厚度也相应的增加, 但多数增加的厚度是炉底保护层的厚度, 碳素材料的厚度并没有增加。随着熔池的增大, 熔池内的熔体对炉底碳质材料的压力也随之增大, 熔池内的熔体在压力、热荷、化学反应等的作用下对炉衬的各种侵蚀强度也在增大, 各种耐火材料被侵蚀的速度加快, 炉衬寿命被缩短。

(二) 炉衬砌筑技术发展滞后

(1) 炉衬的发展

碳质炉衬从1953年铁合金行业在中国立足发展至今, 炉衬经历了碳砖加捣糊—碳砖无缝砌筑(自焙碳砖砌筑)—冷捣糊整体打结—水冷炉衬, 中国的炉衬砌筑技术滞后发达国家至少20年。

(2) 炉衬使用维护观念滞后

一个比较先进的炉衬砌筑技术推广困难, 原因在于企业或使用者对先进砌筑技术交流不深入、不全面, 对核心技术点认识不清, 不敢应用新技术。

(3) 炉衬改进缓慢

铁合金企业或使用者对炉衬的使用情况分析总结不细致不科学, 不能客观针对原有炉衬存在的缺陷进行有针对性的分析及改进方案。

(4) 墨守成规

一个先进的新的砌筑技术在推广过程中最大的阻力是使用者的观望态度。由于对新技术不了解, 都不愿意第一个使用新技术, 以至于影响炉衬寿命的延长。

(三) 电炉设计隐患

由于中国铁合金行业在近十年中快速增容, 电炉的容量越来越大, 电炉设计中的隐患也逐步暴露出来。从电炉炉衬方面来讲, 为了匹配大电炉增产延时出炉熔炼的目的, 电炉的炉膛深度被增大了, 而炉底的厚度没有增加, 膛底高度比被增大了, 从原来的1:1减至1:0.65, 相同厚度的耐火材料承受的压力增大了, 耐火材料抵抗熔体的侵蚀能力被人为降低了, 从而影响炉衬的

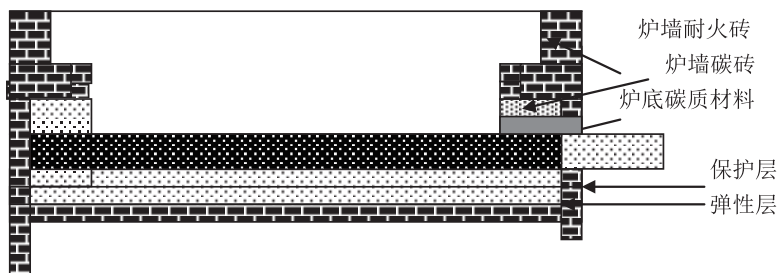


图1 炉衬结构示意图

寿命。

三、延长碳质炉衬寿命的技术措施

(一) 耐火材料与电炉容量匹配

在生产实践过程中,有些铁合金企业为了控制炉衬成本,20MVA以上大型电炉炉底碳质还是用12.5MVA级的碳砖,拆炉时,炉底碳砖已经全部消耗殆尽。这样的炉衬寿命多数不到一年。

针对不同容量和不同炉膛深度的电炉,使用不同性能的耐火材料,其中碳砖和耐火砖的性能都要有所不同。电炉容量从12.5MVA提高到30MVA,不仅碳砖要使用抗压强度高的、线性变化小的微孔碳砖,还要提高碳素材料抵抗渣铁的侵蚀能力,防止渣铁将炉底碳砖全部消耗殆尽,进而侵蚀高铝质的保护层,阻止形成贯通侵蚀通道而导致炉底烧穿。也要做到保护层耐火材料耐侵蚀性能与电炉容量相匹配,以防保护层耐火材料在高温和重压下出现软化变形塌陷,诱发碳砖炉底出现裂缝而造成炉底损坏。

(二) 提高炉衬的整体性

在生产实践过程中,在拆炉时发现,有相当一部分炉衬的炉底烧穿不是因为炉底碳质消耗殆尽了,而是碳砖之间缝隙过大,渣铁从较大的缝隙钻进去,进而向横向和纵向双向侵蚀,最终将炉底烧穿。

发生这样的情况有以下几种原因:

(1) 碳砖的线性收缩偏大

虽然碳砖总体上的抗渣铁能力还不错,在生产过程中没有发生横向大面积侵蚀的情况,但是由于碳砖高温线性收缩过大,在高温的作用下,碳砖收缩严重,导致碳砖之间的缝隙过大,渣铁在高温和极强流动性的作用下,渗入碳砖缝隙中进而扩大侵蚀。碳砖线性收缩偏大是由于碳砖在生产过程中,成型压力、焙烧温度、碳素材料等不达标所致。

(2) 碳砖缝打结材料线性收缩大

在拆炉过程中,看到有很多还没有形成贯通侵蚀的碳砖缝里,缝隙打结材料的一侧已经有渣铁渗入的情况发生了,打结材料没有把碳砖的线性收缩抵消掉。碳砖砌筑的炉衬,不论是宽缝打结的还是无缝粘接的形式,由于碳砖的线性收缩是客观存在的,是不可避免的,打结材料的抗收缩性能就显得尤为重要了。

(3) 提高碳砖炉衬的整体性

碳砖型碳质炉衬减小缝隙提高整体性的途径有两个方向:其一是缩小碳砖的高温线性收缩,通过改变碳素材料的性能、压型

压力,复浸复烧,提高真密度来达到目的;其二是改变打结材料的性能,通过技术手段,改变碳素材料性能,使其具有微膨胀功能,在打结材料使用过程中,让打结材料的微膨胀性能抵消碳砖的线性收缩来实现碳砖炉衬的整体性。打结材料用料少,即使是变相增加了成本,但炉衬寿命延长了,整个炉衬的性价比反而提高了。

(三) 提高炉底渣铁冷凝等温线

碳砖炉底整体在铁合金生产过程中都是处于高温状态的,长期处于1000~1650℃范围之间,这个温度范围涵盖渣铁的流动和熔融状态,单纯依靠碳质材料来实现炉衬长寿,炉衬成本必大幅度提高,就国内目前的碳素定型产品的生产技术来说难度很大。

渣铁是从上至下对炉底碳砖逐步侵蚀的,随着炉底的增厚,炉衬所处的温度降低,渣铁的侵蚀能力也随之降低,当渣铁处于冷凝等温线时,渣铁将丧失侵蚀能力。

有资料表明,保温炉衬的渣铁冷凝等温线处于碳砖表面下800mm左右,通过技术手段使等温线提升200mm,那么渣铁在碳砖表面下300~600mm之间是熔融和凝固的混合态,对炉衬的侵蚀能力就大为降低,如果再加上碳砖上200mm的留铁层,最上层的碳砖就不会形成贯通侵蚀,只要初始碳砖工作层没有形成贯通侵蚀,碳砖炉衬的寿命就会延长。

四、结语

影响炉衬寿命的有多种因素,炉衬从设计、选材、施工、使用、维护等各个环节都要采取合理的技术措施,才能延长炉衬寿命。炉衬的使用者针对自己的电炉操作特点制定合理的操作方法,协调生产和炉衬寿命的关系,要对炉衬的侵蚀情况进行科学合理的总结,对存在问题进行改进。风冷炉衬从材料、砌筑、防护等方面能有效防止高温铁水对炉底形成贯通侵蚀,预防炉底烧穿事故的发生,有利于炉衬寿命的延长。

参考文献:

- [1] 高精度全自动供料系统在铁合金生产中的应用[J].董兵斌,段望春,张兴,等.中国冶金,2017(07).
- [2] 矿热炉炉衬结构的温度场分析[J].张官正,段望春,董兵斌,等,中国冶金,2017(11).
- [3] 高炉炉缸内衬三维传热降维法及其实现[D].吴爱建.沈阳:东北大学,2011.
- [4] 铁合金矿热炉放大设计模型的讨论[J].章俊,储少军,李忠思,等.中国冶金,2014(11).

上接(第75页)

会以及公众对PPP的深入理解,引导更多人群能全面转变发展理念,推动PPP项目良好的发展环境中全面发展。

(三) 突出各个科研院所与中介机构力量

随着PPP项目全面发展,各个科研机构应运而生。当前需要全面突出不同科研机构的重要作用,将科研工作与各项发展问题紧密连接。发挥大数据应用价值,通过大数据分析,对项目风险合理分配,判定项目风险基本概率,对项目折现以及收益情况进行整合,这样能提升项目测算科学性,促使市场化与社会资本利润更加规范。PPP行业覆盖范围较广,单方面通过政府部门人员具有局限性,当前可以发挥不同中介结构应用价值,做好法律法规以及政策咨询,为PPP项目落地提供动力。

四、结语

当前为了保障PPP项目能有效落地,需要整合PPP项目落地的限制性因素。强化制度设计,完善PPP项目合同内容。从PPP模式全面推广到实践应用需要经过不断修复调节,保障此项模式能全面发展,对推动我国社会主义现代化建设具有重要

意义。

参考文献:

- [1] 周兰萍.PPP项目落地难成因分析及对策建议[J].中国建筑装饰装修,2016(7):114-116.
- [2] 张丽.PPP融资项目落地难问题及对策研究[J].长春大学学报(社会科学版),2017,27(3):22-27.
- [3] 李爱民,杨世芳.基于粗糙集的PPP产业基金投资项目风险评价[J].会计之友,2018(10):81-87.
- [4] 河南省财政学会课题组.PPP项目实施中的难点与对策研究[J].财政科学,2016(12):117-133.
- [5] 许光东,管治华.当前PPP模式推行中的难点、成因及对策[J].经济研究参考,2017(14):24-30.
- [6] 王均山.PPP项目市场需求风险与分担机制研究[J].铁道工程学报,2017,34(11):95-98.
- [7] 夏塑杰,袁竞峰,邱作舟等.PPP项目社会风险涌现的影响因素分析[J].科技管理研究,2018,38(8):216-223.