

不定形耐火材料新技术在高炉中的应用

本文介绍了几种炼铁系统相关的耐火材料新技术,包括:
①采用金属陶瓷材料制作的一种预挂渣皮的新型冷却壁镶砖,其强度可达150MPa以上,代替传统镶砖,能够避免从燕尾部分断裂,延长使用寿命。导热率较高,利于形成稳定渣皮层。
②替代传统半干法喷注技术的高炉内衬湿法喷注造衬技术的优点是喷注内衬强度高、反弹低、寿命长。
③铁口修补用纳米SiO₂结合浇注料能够解决铁口热态修复问题,该材料可实现快速烘烤、不爆裂、施工工期短、使用寿命长、一次修复可使用半年以上。
④炉缸整体泵送浇注维修技术能够对风口组合砖及炉缸陶瓷杯及陶瓷垫进行快速修复,工期一般不超过一周,整体浇注陶瓷杯可安全使用2年以上。

1 预挂渣皮的新型水冷壁

新高炉必须砌筑耐火砖或浇注料来保护冷却壁。耐火材料内衬同时起到隔热保温的作用,减少能量损失。但高炉经过一两年使用后,冷却壁镶砖通常会从燕尾部分断裂,使冷却壁表面衬砖脱落,冷却壁裸露,造成焦炭消耗增加,冷却壁也存在安全隐患。实际上,没了耐火材料后,炉渣会冷却粘附到冷却壁上,并充当隔热和保护层。但由于渣与金属的热膨胀系数差异极大,渣皮层会经常脱落,使渣层无法作为稳定的保护层和隔热层。为解决上述问题,北京联合荣大工程材料有限公司研发了一种钢纤维含量很高的金属陶瓷材料作为冷却壁内衬,固定在冷却壁的燕尾槽上,作为一种永久层起到保护和隔热作用。

1.1 金属陶瓷内衬特性

金属陶瓷RCL含有大约30%~40%重量分数的耐热钢纤维,与一般的纤维含量在3%以内的钢纤维增强浇注料不同,使RCL在具有良好耐火性能的同时兼具了部分金属材料的特性,特别是导热性能、高强

度性能及塑性变形性能。观察RCL折断和压碎以后的形貌,可以看出,传统材料表现为脆断,而RCL则表现出类似于金属材料的极高韧性。其抗压强度达到150MPa以上,抗折强度则高达75MPa。

1.2 应用展望

冷却壁耐火材料的破坏主要是在燕尾槽部位的脆性断裂。采用RCL可望根本解决此问题。由于RCL导热系数极高,这保证了冷却壁燕尾槽部位的耐火材料所处温度与冷却壁一样低温,从而保证耐火材料保持高抗折特性。这意味着RCL在使用期间将不会从燕尾槽处断裂,并长期存在于冷却壁表面。也许内衬表面会因为熔渣侵蚀或磨损,但温度梯度将使侵蚀磨损和熔渣凝固粘附达到一个平衡。这就保证了冷却壁始终有一层保护材料,达到保温隔热和降低焦炭消耗的效果。

2 高炉内衬湿法喷注技术

高炉内CO导致耐火材料内部C沉积,会对材料造成破坏,主要表现为崩裂及材料强度显著降低,崩裂试样如图1所示。C沉积反应式如(1)式。



尤其在有Fe存在的条件下,Fe对上述反应能够起到催化作用,使得该反应速率进一步提高。耐火原料中不可避免会含有极少量Fe₂O₃,它们会和CO反应生成Fe。这些Fe恰好充当了碳沉积反应所需的催化剂。

在高炉正常使用条件下,这些反应的发生不可避免。为了获得抗碳沉积性能优异的高炉内衬喷注料,对使用的每种材料做了抗碳沉积性能的检测,部分结果如图2所示。选择抗碳沉积性能优异的材料作为喷注料主要原料。新型的喷注设备能力达到平均每小时8吨,峰值可达12吨。工程记录显示,喷注过程无流淌、无

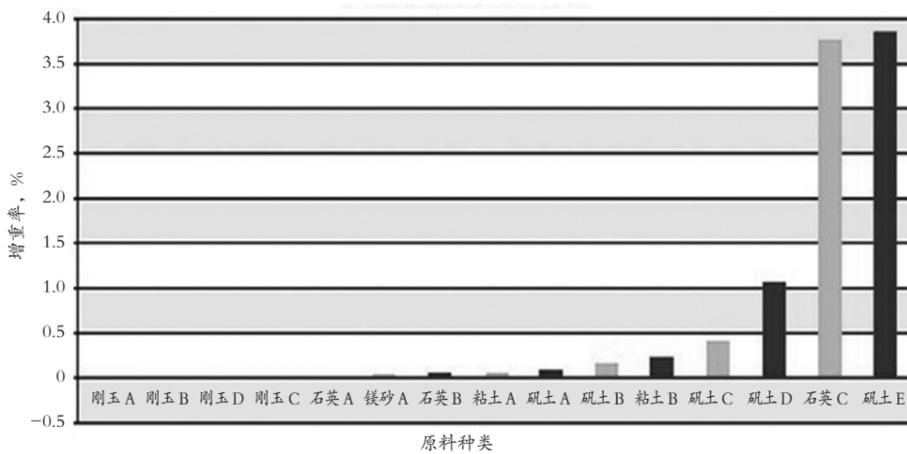


图2 几种耐火原料CO环境C沉积导致增重对比

粉尘,实测反弹普遍低于5%,远低于干法喷涂15%~30%的反弹率。喷注内衬表面平整、材料密实。

高炉内衬喷注修补技术已经被市场普遍接受。截至2015年上半年,仅北京联合荣大工程材料有限公司一家已经在国内外成功完成高炉内衬喷注工程160多例,喷注料量近3万吨,高炉容积从350m³到3200m³不等。该技术已经成为高炉内衬维修维护的主要方案。

经喷注造衬后的高炉煤气利用率、燃料比、冷却水温差、利用系数及富氧率等运行指标均得到了较大幅度改善。

3 铁口维修用纳米SiO₂结合浇注料

3.1 材料特性及其应用

很多高炉的铁口经过几年使用后都会出现铁口直径变大和铁口深度变浅的问题。传统的维护方式是用水泥炮压入超量的炮泥。这既增加了炮泥消耗量,又不能从根本上解决问题。有人尝试使用磷酸盐浇注料来恢复铁口直径,但结果并不理想。高铝水泥结合刚玉浇注料也被用于铁口修复,但使用效果依然不能令人满意。

纳米SiO₂结合浇注料是专门开发用于铁口维修的。采用刚玉和碳化硅为主要原料, SiO₂溶胶为结合剂。该浇注料为热硬性材料,可快速烘烤而无爆炸危险。即使在高温环境施工浇注并迅速干燥后,该材料也能保持高强度和可靠的抗侵蚀性能。

纳米SiO₂结合浇注料已用于多座高炉的铁口直径与深度修复。某高炉休风实施铁口维修时,先清理铁口内的渣铁,然后用现场搅拌的纳米SiO₂结合浇注料进行浇注。用一根钢管作为出铁口模具。维修使用了1吨多浇注料。由于铁口周边温度很高,材料硬化速度很快。没有刻意烘烤,铁口在浇注结束一小时后投入使用。使用9个多月后,更换铁口泥套护板时发现,铁口内修补的材料依然保持良好强度,没有粉化开裂现象,仅在铁口上方及局部有少量蚀损,略有点状煤气火出现。用炮泥简单修补后继续使用。较之前使用的普通铁口维修材料寿命延长了8~9个月。

3.2 研发方向

该纳米SiO₂结合铁口专用修补料的施工,仍存在支模、现场搅拌及拆模等操作,施工劳

动强度依然较大。为进一步解决施工强度问题,北京联合荣大工程材料有限公司正在研发一种可塑料,可通过泥炮挤入施工。新的铁口修补用可塑料目前已在某钢厂进行了应用,并取得了初步成果。

4 炉缸整体浇注维修技术

为了延长高炉寿命,采用了许多新技术、新工艺和新材料,取得了显著的效果,使高炉寿命不断提高。但近年来,高炉相继发生了大型高炉炉缸侧壁烧穿事故,而且国内有许多高炉存在开炉不久就出现炉缸侧壁温度大幅度上升的现象,严重威胁着高炉安全生产和一代炉役寿命。

高炉炉缸整体泵送浇注修复技术是一项快速重造陶瓷杯的新技术。其特征是紧贴炉缸炭砖直接进行支模泵送浇注,浇注体与炭砖紧密贴合,炉缸结构更加紧密;不存在传统砌筑陶瓷杯与炭砖间的填充层,所以避免了因填充层而造成“间隙热阻”及其他隐患的问题;使炉缸整体传热效率得以有效保证和提高,1150℃铁水凝固等温线向炉内自然偏移,炉缸内形成自生渣铁保护层;炉缸长寿得以实现。

该技术是一套完整系统的解决方案,其中包括材料+装备+施工工艺。

材料 溶胶结合刚玉碳化硅质泵送浇注料。该材料是专门针对高炉炉缸工艺环境特点设计;以优质刚玉与碳化硅为主要原料,以纳米溶胶为结合剂;材料不仅具有优良的抗渣铁侵蚀、抗冲刷及快干防爆等应用性能,而且具有优异自流泵送的施工性能。

装备 采用专用的连续搅拌机与泵送系统集成系统,现场一用一备,可实现搅拌泵送连续作业,作业效率约15t/h。

5 结语

以上是北京联合荣大工程材料有限公司针对炼铁系统开发的几项耐材新技术,有的已推广应用并得到客户的好评,有的仍在推广试用中,还有的还处于研发改进阶段。相信通过耐火材料企业和使用方的共同努力,能够使新型的具有节能降耗、绿色环保特性的新材料、新技术及新工艺在更加广泛的范围得到推广及应用。

(章荣会 徐吉龙 刘贯重于 运祥 邓乐锐)

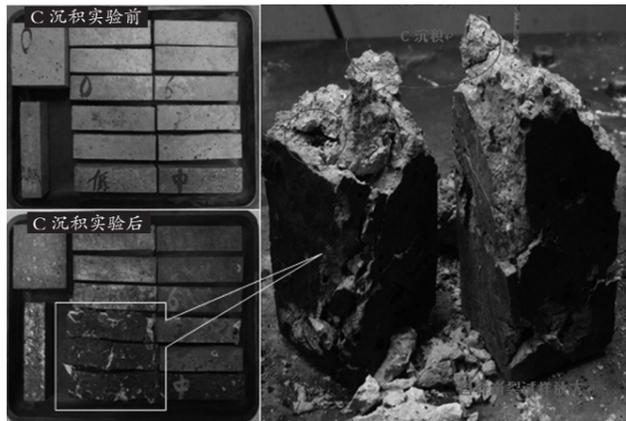


图1 抗C沉积试验前后试样对比



北京联合荣大工程材料技术研究院协办

主营产品: 耐火材料工程总包、筑炉工程总包、地坪工程总包、墙体保温工程总包、耐火材料、灌浆料、防腐砂浆、水泥自流平、环氧地坪、混凝土外加剂、保温砂浆、界面剂

地址: 北京市怀柔区北房工业开发区(101400) 电话: 010-61685636 61685766 传真: 010-61685703
http://www.alliedrongda.com.cn Email: rongda@rongda.com.cn 免费咨询: 800-8109575/400-6509912