

首钢迁钢2号高炉高风温热风炉应用技术

张志杰 杨东波

(首钢迁钢公司, 河北, 064400)

摘要 迁钢2#高炉从开炉达产以来, 各项经济技术指标达到国内领先水平, 焦比保持在300kg/t以下、煤比达180kg/t以上。因高炉的长期顺稳, 在首钢技术研究院的大力推动下, 结合迁钢2#高炉的生产实际, 制定高风温试验方案, 在目前1250℃的基础上实现1280℃的目标。经过技术的艰苦攻关, 09年9月份上旬, 小时平均风温达到1275℃, 中旬风温达到日平均1279℃, 最高到1285℃, 这标志着我公司高风温技术达到国内领先水平。1280℃高风温的实现, 为我公司进一步提高高炉冶炼能力、降低燃料比和焦比、改善铁水质量具有重要作用, 其节能减排效益显著。

关键词 内燃式热风炉 顶燃式热风炉 燃烧器 预热

1 引言

首钢迁钢2#高炉采用荷兰DC公司内燃式热风炉, 迁钢2#高炉热风炉于2007年1月份投产, 根据使用单一高炉煤气发热值低特点, 设计建造了双预热系统, 利用热风炉烟气余热煤气, 以提高热风炉理论燃烧温度; 助燃风采用首钢公司开发的高温预热助燃空气技术, 设计了两座预热炉、一座混风炉和配套设施, 热风炉主要技术性能及参数见表1所示, 预热炉主要技术性能及参数见表2所示。

表1 迁钢2#高炉热风炉主要性能及参数表

项目	单位	数值	项目	单位	数值
热风炉座数	座	3	燃烧器长度	m	4.4
热风炉直径	m	10.2	炉顶温度	℃	1400
热风炉全高	m	42.35	热风温度	℃	1250
煤气量流量	M3	143020	送风时间	min	45
烟气温度	℃	400	助燃空气温度	℃	600
烧炉时间	min	75			

表2 迁钢2#高炉预热炉主要性能及参数表

项目	单位	数值	项目	单位	数值
煤气环道尺寸	mm	2100*352	空气环道尺寸	mm	1400*352
热风炉数目	座	2	送风时间	min	60
拱顶设计温度	℃	1270	烧炉时间	min	45
拱顶设计温度	℃	1270	换炉时间	min	15
炉壳直径	mm	7800	蓄热室横断面积	M2	34.11

2 热风炉设计特点

2.1 热风炉炉壳

热风炉炉壳由直筒部分壳体及拱顶部分壳体两大部分构成。直筒部分炉壳与埋入基础混凝土螺栓相连接,直接固定在混凝土基础上;拱顶部分炉壳采用悬链线形结构,蘑菇状拱顶,拱顶炉壳与直筒炉壳间采用了能减小应力集中的圆弧过渡结构。由于热风炉拱顶温度最高按 1450℃设计,在炉壳热面(含热风出口短节)涂刷防腐涂料,防止炉壳晶间应力腐蚀的措施。

2.2 抛物线形拱顶结构

抛物线形拱顶结构比传统的半球形拱顶有更好的稳定性,还使气流在蓄热室断面上分布更均匀更合理。拱顶三层砌体分别坐落在三层环形钢板托板之上,使拱顶砌体与大墙砌体形成了两个独立的单元,拱顶砌体与大墙脱开,使大墙能够自由膨胀上升不触及拱顶。在拱顶内衬与墙体之间设有滑动缝,避免墙体与拱顶内衬因温度变化相对位移产生的阻力破坏。

热风炉拱顶部有一个 52 度稳定区,在 52 度角以外是非稳定区。拱顶部砌体采用铰接结构,使拱顶砌体能够整体扩张与收缩。从而避免了拱顶砌体在升温过程中膨胀产生的向外推力对结构的破坏。同时,在非稳定区砌筑环形板块结构,每块砌体周围留有一定距离的膨胀缝隙,使拱顶砌体这个封闭的独立单元有自己的膨胀空间。从而避免了拱顶砌体高温膨胀产生的破坏作用。实践证明,此种砌筑方法是一个耐高温的球顶结构,球顶温度从 1100℃升高到 1400℃,炉壳温度只上升了几度。

2.3 “眼睛形”燃烧室配矩形陶瓷燃烧器

为了保证燃烧稳定,确保高温烟气在蓄热室断面上的均匀分布,设计采用了眼睛形燃烧室,极大提高了蓄热室的有效面积。同时设计配置矩形陶瓷燃烧器,矩形燃烧器设有一个矩形煤气通道,四周由助燃空气槽形通道环绕。为使燃烧器煤气通道内燃气分配均匀,特在煤气槽形通道内设置一个挡墙-煤气导流板,使通过煤气槽通道长度的煤气均匀分配达到最佳化,并模拟燃烧器及管道模型,确定获得最佳煤气分布的挡墙形状。煤气从陶瓷燃烧器底部进入煤气槽通道,空气进入空气通道,煤气和助燃空气在燃烧前通过特殊结构格栅式均布孔洞使之混合均匀,将煤气和空气混合后在赤热的耐火材料表面燃烧,实现快速强化燃烧及热交换。陶瓷燃烧器使用高温性能优良的耐火材料,上部采用耐热性、耐剥落性良好的红柱石砖,下部采用致密粘土砖。矩形陶瓷燃烧器的合理结构确保了煤气和空气的混合均匀,使燃烧更加合理,并避免燃烧时的爆震及脉动,确保燃烧过程稳定。

2.4 独特的稳定长寿型板块式墙体结构

热风炉墙体采用稳定的自立式板块墙体结构,在全部构筑的炉墙砌体中,留有滑动缝和伸缩缝(膨胀缝),各段之间的间隙允许各段可独立活动。由于耐火砌体中的径向和纵向膨胀缝,设置滑动伸缩缝,墙体不会向炉壳传递任何力。通过设置合理的膨胀缝和滑动节点,使墙体成为板块结构。既保持砌体的独立性和密封性,又不产生破坏性应力。

2.5 热风总管垂直管路内衬结构

水平管道和垂直管道交接的孔口处采用了组合砖,提高了孔口的稳定性。水平管路与垂直管路交接的孔口处采用各自独立的砖层,使两者之间的膨胀不互相干扰,解决了因孔口砖层膨胀造成的串风现象。将热风环管直接与热风总管垂直管下部相接的结构改为与热风总管垂直管下部出管相接的形式,减少了热风总管垂直管下部的开孔,提高了结构稳定性。热风总管的垂直管路顶部填充耐火纤维棉,一方面可以在一定程度上吸收热风总管的垂直管路的热膨胀,另一方面可以有效封闭垂直管路顶部串气通道,避免垂直管路顶部温度升高。

2.6 热风炉的炉体和管道增加喷涂层

迁钢 2#高炉热风炉的炉体(不包括炉顶)和热风管道的增加了一层 50mm 厚的喷涂层,加强了耐火衬的严密性和保温效果,有效降低了炉壳温度。热风炉在使用过程中可以看成是一个高温气体压力容器,因此保证整个热风系统的气密性就显得非常重要,在热风系统紧临钢结构采用散状耐火材料可以有效提高热风系统的气密性。在热风炉炉壳内侧喷涂一层约 50mm 的陶瓷内喷涂料,热风炉投产后在高温作用下,喷涂料可与钢壳结成一体,有保护钢壳和绝热的双重作用,延长热风炉使用寿命。

2.7 高效格子砖及组合砖技术

根据热风炉控制废气温度的要求,蓄热室炉篦子支柱设计按热风炉拱顶最高温度 $\leq 1450^{\circ}\text{C}$,选择材质为中硅耐热铸铁。蓄热室采用高效蜂窝式 7 孔格子砖,为了充分发挥蓄热室格子砖的蓄热能力,迁钢高炉 DC 热风炉蓄热室采用了较小孔径的 7 孔格子砖,格子砖热工特性如表 1。同时设计 3 个定位孔上下交错连锁结构,砌筑成整体格子砖室。这种砌筑方式使蓄热室成为整体结构,耐高温高速气流的冲刷而不变形。

3 高温热风炉燃烧技术

迁钢 2#高炉热风炉通过选择合理的热工参数,及时调整控制变量,实行优化热风炉操作参数的措施,合理安排送风-燃烧周期,提高热交换系数、提高热风炉热效率,改进热风炉燃烧状况,缩短燃烧期、送风期的时间,采用强化燃烧快速烧炉制度充分发挥助燃风机和煤气管网的能力,最大限度的缩短初、末温差,增加热风炉的蓄热量,做到燃烧完全、热效率高、降低能量消耗,使风温保持在一个有序稳定的高水平状态。

3.1 操作优化技术

努力实现“高温,低故障,创一流”目标做到合理控制指标。具体要做到“三勤一快”“三勤”是勤联系,经常与高炉值班室、煤气调度联系,及时掌握高炉炉况、风温使用情况,煤气压力变化波动情况,勤调节,对燃烧炉根据风温需要及时调节煤气量(特别是焦炉煤气量)合理的控制过剩空气系数。勤检查,发现问题果断及时处理。一快;在风压、风温波动不超规定的前提下,准确、迅速的换炉,以获得较长的燃烧时间,提高热风炉效率。

3.2 快速燃烧技术

迁钢 2#高炉热风炉考虑热风炉换炉时风压波动对高炉操作制度的影响,将冷均手动截门调整延长均压时间,但换炉时间被迫延长至 30min 左右,按班次计算,全天影响燃烧时间 315min。操作手段改进为实行快速燃烧,在保证完全燃烧的情况下,燃烧初期加大空气量和煤气量,在燃烧初始 15-20min 内炉顶温度达到最佳状态,及时观察顶温、烟温变化进行保温期操作。

3.3 优化送风制度

迁钢 2#高炉热风炉通过改进送风制度,调整燃烧、送风周期,保持蓄热平稳均衡收支,顶温始终保持在 1360℃以上,燃烧中混合煤气压力控制为 700mm 水柱以上,及时调整空气、煤气配比,注意观察顶温、烟温变化,提高炉顶末温,增加换炉次数,在风压、风温波动不超规定的前提下,准确、迅速的换炉,获得较长的燃烧时间,增加了保温期,延长送风期,减少周期风温降落,提高了热效率。

3.4 合理确定操作参数

迁钢 2#高炉热风炉参考煤气换热器的技术设计参数范围,结合生产实际根据工艺制定管束温度控制在 130℃~270℃,烟道温度控制在 >390℃,单炉燃烧烟道温度控制 <330℃,烟气进口温度控制在 >320℃,管束温度过高过低,将影响煤气的预热温度。烟气的这一温度区间能获得最佳预热煤气温度在 180℃~210℃。

迁钢 2#高炉预热炉预热空气温度波段控制,300℃—650℃使用范围时每 30 min 提高 50℃,避免了助燃管道升降温过快造成对空气管道砌体的破坏。采用一烧一送工作方式,2 小时一换炉,预热炉初、末温差在 80~100℃,预热空气温度控制在 600~650℃,形成良性循环的工作周期。

迁钢 2#高炉热风炉在高炉稳定使用风温 1200~1250℃时,送风周期控制为 55min。炉顶温度控制 1400℃,初、末温差在 30~50℃,最大限度的缩小了顶温与风温差值,得以保持热风炉中下部的热交换及热平衡,使风温供给保持更加稳定。

4 结论

4.1 首钢迁钢 1250℃高风温热风炉,通过对热风炉结构改进和完善、砌筑耐火材料精心施工、不断探索热风炉燃烧操作技术和加强维护等技术研究工作,使热风炉具有满足 1250℃高风温的长期使用条件;高炉操作为降低焦比、提高经济技术指标努力用足用好风温,使首钢迁钢 1#高炉和 2#高炉风温供给可以长期稳定在 1250℃左右,高炉风温达到国际先进水平。

4.2 2#高炉热风炉不用焦炉煤气,采用双预热,就是对高炉煤气和助燃空气分别预热;用热管换热器来预热高炉煤气(160—200℃),用热风炉将助燃空气预热到 600℃使风温达到 1250℃,两种技术在首钢迁钢应用都是成功的。