

篦冷机节能降耗升级改造

姚亚杰

铜陵海螺水泥有限公司 安徽铜陵 244000

摘要: 篦冷机是熟料生产过程中最重要的热量回收设备,其工作效果好坏直接影响了生产系统的消耗。篦冷机整体供风优化后,既消除了篦冷机两侧“红河”现象,又解决了风短路的问题。经过改造后,二次风温稳定提高,窑头煅烧能力加强,高温区熟料急冷效果明显好转,熟料强度显著提升。要达到技改目标,必须科学地确定技改方案,根据实际找到最合适的改造内容,还要结合一些改造经验,使用客观的运行效果评价方法。

关键词: 篦冷机;节能降耗;升级改造

Upgrade of grate cooler to save energy and reduce consumption

Yajie Yao

Tongling Conch Cement Co., LTD., Tongling 244000, China

Abstract: Grate cooler is the most important heat recovery equipment in the process of clinker production. Its working effect directly affects the consumption of the production system. After the overall air supply optimization of grate cooler, not only eliminates the “red river” phenomenon on both sides of grate cooler, but also solves the problem of wind short circuit. After the transformation, the secondary air temperature is increased stably, the calcining capacity of kiln head is strengthened, the quenching effect of clinker in high temperature area is obviously improved, and the clinker strength is significantly improved. In order to achieve the goal of technological transformation, we must determine the technological transformation plan scientifically, find the most appropriate transformation content according to the actual situation, but also combine some transformation experience, use the objective operation effect evaluation method.

Keywords: Grate cooler; Energy saving and consumption reduction; Upgrade and reform

引言:

本文以某公司为例,该公司设计规模5000t/d熟料的生产线烧成系统采用双系列五级预热器和TTF分解炉,配套 $\Phi 4.8\text{m} \times 72\text{m}$ 三档回转窑、TCFC5500第四代篦冷机(有效面积:136.2m²),于2010年5月投产。2021年熟料单位热耗2960kJ/kg,落后于先进水平。经过多方面考察比对和分析,公司将篦冷机升级改造列为重点。近几年,我们三代篦冷器的故障率逐步上升,维修费用不断增加,出篦冷器熟料温度偏高;存在着一些缺点,如整体性能较差,与回转窑的同步性较差等。

一、篦冷机改造内容

在改造之前,公司根据已有的四代篦冷机的使用经验,以及存在的缺陷,对其进行了多次的研究和论证,并与改造方进行了充分的沟通和讨论,最后,公司决定将原三代篦冷机整体拆除,并替换为四代篦冷机。

二、篦冷机节能降耗问题的主要表现

(1) 二次风温1050℃左右,三次风温850℃左右,均偏低;(2) 余热发电锅炉进风温度高达430℃;(3) 篦冷机两侧“红河”现象明显,出窑熟料温度高达189℃;(4) 篦冷机冷却风机风量不足,冷却风量仅1.73Nm³/kg.cl,急冷效果差,篦冷机热回收效率仅65.5%;(5) 篦冷机风室间隔大,每个风室配套两台风机,风室分仓分区不合理;(6) 篦冷机活动梁支撑形式为四连杆支撑,润滑点多达960个,日常维护量大,传动设备磨损后篦床沉降不均匀,运行阻力大,液压系统工作最高压力达到18MPa;(7) 液压系统无法满足工艺要求,无法实现厚料层操作,被迫采取薄料层操作(料层厚度500~600mm),导致系统换热效率低;(8) 熟料破碎机为锤式破碎机,在长期的高速连续运转中一直存在振动大、噪音大、锤头及锤盘磨损大问题,特别是遇到大块熟料时需要停机改由人

工破碎处理,存在极大的安全生产风险^[1]。

三、主要问题

篦冷机前端固定斜坡处熟料急冷效果差,冷却效率低,造成二、三次风温度均偏低,严重影响煤粉燃烧效果,影响熟料强度和熟料易磨性;由于设备润滑点较多,不但日常维修维护工作量大而且维护费用高;锤式破碎机振动大、噪音大、锤头及锤盘磨损大,设备的正常运行存在一定的隐患。

1. 机械问题

篦冷机四连杆机构关节磨损,活动篦床运行中“不平不直”,活动篦床推动负荷增大,液压系统工作压力达到18MPa,导致液压缸、液压管路及篦床系统故障率高。液压缸底座的关节轴承、轴销拆卸不方便,尤其是液压缸底座螺栓和篦板框架、加强梁连接在一起,螺栓断裂后需要停机、清料、拆除篦板才能更换,检修工作量大、周期长。由于设备存在的这些缺陷,篦冷机运行阻力大,液压系统工作最高压力过高,设备无法满足工艺要求,无法实现厚料层操作(料层厚度仅500~600mm),导致系统换热效率低。

2. 工艺问题

固定斜坡是二次风温高低的关键区域,固定斜坡为12°且固定篦板为上吹风形式,容易造成料层流动速度过快,停留时间短,料流快(经过多次现场实际测试,熟料在篦冷机内冷却停留35min)^[2]。固定斜坡周围区域料层偏薄,冷却风容易穿透,急冷效果差,换热效率低,使得二、三次风温偏低,同时也影响熟料质量和易磨性。冷却风在熟料层中行程及停留时间偏短,出窑熟料随着回转窑转动,落在篦床上存在粗细颗粒离析现象,料层粗细颗粒分布不均匀,冷却风容易从粗料侧穿过,细料侧及芯部料层冷却风不足;配置的往复推动篦式冷却机篦板上的料层不容易摊开,篦床上料层厚度不均匀。这些因素导致篦冷机换热效率低,不仅易造成篦冷机“红河”现象发生,还会导致较高温熟料入库。

四、改造情况

1. 液压系统

篦冷机水力站的整体结构由两大部分组成,一是主动式,二是自环式过滤器冷却。主工作系统共有11个回路,其中10个是与相应的执行器气缸相连的工作回路。另外1个是备用的。在主工作回路工作时,油泵从油箱中抽油,经插装单向阀、比例换向阀与油缸相连,通过比例换向阀的换向来改变油路的方向,进而由执行油缸带动相应的运动通道单元的前进后退。在水泵的出口处设置了一个平板减压阀,起到了泄压阀的作用^[3]。在泵的出口,连接油缸的有杆与无杆的空穴的回路,以及负载感应回路,均装有一个压力表来表示压力。备用回路运行时:如果工作系统中的水泵出现故障,必须进行维

修,必须开启与备用回路相对应的高压球阀,并将负荷感应回路中的三通阀与备用回路中的三通阀进行切换,确保上述操作全部完成后,备用水泵才能投入运行。自环式过滤冷却系统的工作原理是:由叶轮抽吸油罐内的液体,经过止回阀,冷却装置冷却,过滤后再返回到油罐内。在水泵的出水口设置了一个安全阀,以确保系统的安全运行。在电路中安装了一个用来指示压力的压力表^[4]。自循环线主要用于对油品进行冷却、过滤,以保持油品在油品中的洁净,从而确保油品在油品中的正常运行。(1)扩大现有液压缸的规格,在相同的产量、相同的料层厚度条件下,篦床最大工作压力降低20%~50%,极大地提高了装置的运行可靠性,降低了事故发生率。(2)将油泵马达组的原材料从75千瓦增加到90千瓦,将油泵从141升/分钟增加到180升/分钟,并增加了比例阀,保证了油路的通过性,使新的油压系统所能达到的最大运转频率从原来的6.5升/分钟增加到8升/分钟。(3)新的活塞泵为五用一备,为五个主泵提供了两个篦子,在备品泵的出口处安装了一个备品阀门,可以与五个主泵中的任何一个进行转换;开关完成后,可以在不停车的情况下对所开关的主泵及比例阀组的液压阀件进行维修或替换^[5]。(4)修改电子控制程序,当两个相邻的炉子同时发生故障时,或者十个炉子中的任何三个炉子发生故障时,系统仍能在产量下降的情况下正常工作,十个炉子的冲程可以任意一排调节。

2. 更换全部密封条

从我公司现有的炉膛和炉膛的情况来看,炉膛的密封性不佳,炉膛的漏气和红河现象经常出现。对现有的密封条进行了更新,它的性能得到了较大的提高,可以达到不漏料或基本不漏料(不会对正常的操作造成影响)。

3. 更换高温段篦板形式

由于目前的篦板通风面积已经不能满足为了进一步增加熟料产量和强化熟料淬火来改善熟料品质的需求,所以必须将其全部换成为本项目所使用的特别设计的篦板,从而增大了篦板的通风面积^[6]。这也是提高制冷效率,提高发电量的主要原因。

4. 更换全部刮料板/挡料板

因为已经完全换了密封圈,而且因为产量的提高,所以为了提高运输效率,我们把所有的刮刀/挡刀都换了,并且把它们的高度提高到了10厘米。

五、篦冷机改造的措施

1. 固定斜坡篦床改造

固定斜坡篦床(7排)的斜度由12°改为10°,全部采用科恩达效应固定篦板,一风室采用芯部和四周分区供风的方式,同时优化马蹄口浇注料尺寸,固定床面积由原来的9.88m²缩小到8.92m²,在减小堆“雪人”概

率的同时,延长冷却风与出窑熟料热交换的时间,以此提高二次风温,增强对熟料的急冷效果。

2.二、四风室分区供风改造,新增细料侧风机

二、四室增加风室分区隔板(带检修门)及隔板密封钢刷,以此保证风室间的相对独立^[7]。为强化熟料急冷效果,降低熟料温度,提升熟料品质,提高热回收效率,新增细料侧风机,沿水平侧吹冷却风,杜绝“红河”现象的发生。

3.篦床系统性升级

3.1 支撑系统升级

全部四连杆改托轮支撑、传动加强梁、更换液压缸底座,更换新型液压缸横梁,整体结构采用最新的四代篦冷机托轮装置结构形式,重新设计托轮底座。原支塔横梁保留,增加斜撑,斜撑采用拆下的原连接横梁及塔间支撑现场改制。

3.2 传动系统升级

传动加强梁组件结构兼顾了液压支座连接和原隔室密封结构,拆卸方便,优化了液压缸底座安装位置,不再使用长螺栓连接。

3.3 液压缸系统升级

液压缸底座保留原有传动位置不变,中心高度不变。液压传动组件采用锁紧形式+新款销轴。新设计液压横梁取代原固定横梁^[8]。双向斜撑加固(液压横梁斜撑在底框架上增加斜撑位置,调整后焊接)。80液压油缸全部改90液压油缸(加厚液压缸对应的加强梁、修改新液压缸支座、固定支座螺栓由长螺栓改为短螺栓,同时更换高压软管、软管与液压缸间的活接头),液压油缸升级后出口压力达到96bar。

3.4 冷却供风系统的改造

冷却供风系统的改造包括二、四室风机叶轮的改造和一、三风室风机的改造。改造后,篦冷机装机风量由571225m³/h上升到586225m³/h。

3.5 锤式破碎机升级为后置辊式破碎机

用后置辊式破碎机替代锤式破碎机,配置4个破碎辊,其中1#辊沿着料流方向运动,4#辊沿着料流的逆向运动,中间的2#、3#辊可以切换运动方向,依靠辊子之间的碾压和齿辊咬合的相互作用来破碎熟料,粒度≤25mm的熟料占比可达到90%以上^[9]。

六、技改效果

篦冷机改造升级后,二、三次风温分别上升100~150℃、50~100℃,二次风温稳定在1150~1200℃;三次风温稳定在900~950℃,实物煤耗下降5.95kg/t,熟料单位热耗由2960kJ/kg下降到2826kJ/kg,即熟料标准煤耗下降:4.51kg/t。篦冷机整体供风优化后,既消除了篦冷机两侧“红河”现象,又解

决了风短路的问题;风量增加后篦冷机热回收效率提高,窑头AQC锅炉入口温度稳定在360~380℃,窑头AQC锅炉蒸发量总体上升1t/h,吨熟料发电量提高0.5kWh/t。熟料生产工序电耗由24.0kWh/t下降至22.7kWh/t。改造后,二次风温稳定提高,窑头煅烧能力加强,高温区熟料急冷效果明显好转,熟料强度显著提升,3d抗压强度由29.1MPa提高到31.5MPa,28d抗压强度由52.7MPa提高到55.6MPa,同时熟料小磨时间缩短100~113s,熟料易磨性提升,水泥磨台时上升7.0~10.0t/h^[10]。改造后,篦冷机篦速6.0次/min,液压系统工作压力在12MPa以下,出篦冷机熟料粒度≤25mm的占比在90%以上。改造于2022年2月结束,投运至今,篦冷机实现无故障连续运行。

七、结束语

总之,篦冷机前端固定斜坡处熟料急冷效果差,冷却效率低,造成二、三次风温度均偏低,不仅影响窑头和分解炉煤粉燃烧效果,还影响熟料强度和熟料易磨性;由于设备润滑点较多,日常维修维护工作量大而且维护费用高;锤式破碎机振动大、噪音大、锤头及锤盘磨损大,设备的正常安全运行存在一定的隐患。从工艺及机械两方面着手实施技术升级改造,不仅解决了熟料急冷效果差、冷却效率低的问题,还降低了设备的维护成本。

参考文献:

- [1]游磊,薛继佳.水泥厂熟料篦冷机冷却小风管的优化设计[J].新世纪水泥导报,2022,28(06):36-38.
- [2]刘磊,张红波,李云杨,陈佳辉.第四代篦冷机升级改造的应用经验[J].中国水泥,2022,(10):107-110.
- [3]张传仁,郭红军.纵向控制流固定床在篦冷机改造中的应用[J].水泥技术,2022,(04):27-33.
- [4]游磊,程宏伟,孙野,宋谦,杨腾飞,刘国岐.PLUS篦冷机在三代机升级改造中的应用[J].新世纪水泥导报,2022,28(04):34-37.
- [5]黄志文,孟宁,李辉.智能控制系统在篦冷机的应用[J].中国水泥,2022,(06):93-95.
- [6]侯振光,许龙旭,刘占元,鞠召会,胡必珍.5000t/d水泥熟料生产线篦冷机的升级改造[J].水泥技术,2022,(02):13-17.
- [7]宋亮亮,尚丽平,冯凯,王安伟.棒式篦冷机的节能改造[J].水泥技术,2021,(06):32-36.
- [8]邓诗荣,印秋风,封辉亮.第四代尾置辊破篦冷机的升级改造[J].新世纪水泥导报,2021,27(06):30-33.
- [9]田艺.2500t/d带尾辊四代篦冷机升级改造案例[J].中国水泥,2021,(11):73-76.
- [10]谢鸿源,齐砚勇,柯盛强.论篦冷机“风短路”的危害、判据与对策[J].新世纪水泥导报,2019,25(05):27-32+6.