新型篦冷机提产降耗改造

杜勇乐1, 谭厚章1, 刘鹤欣1, 陈立新2, 张永谋2

(1.西安交通大学,陕西西安710049; 2.北京汉能清源科技有限公司,北京100070)

中图分类号: TQ172.622.4 文献标识码: B 文章编号: 1671-8321(2019)07-0110-03

0 引言

作为现代水泥行业发展的瓶颈,产能过剩问题已严重限制了水泥企业的生产发展,在去产能的大背景下,现存水泥企业为提高竞争力必须解决"三个降低"问题,即降低能耗、降低排放、降低成本。目前,新型干法水泥生产线中,篦冷机主流机型为第三代和第四代篦冷机,第三代篦冷机长期运行后,磨损严重,易出现机型故障率高、热回收率低、电耗高等问题,而第四代篦冷机具有高冷却率、高输送率和高运转率等优良性能,故第三代机改第四代篦冷机是有效的提产降耗方案之一。

1 改造背景

吉林白山某新型干法水泥生产线是由传统立窑生产 线进行改建完成,于2007年7月投产。技术改造扩建完成 后,生产线水泥熟料设计产量为3200t/d,年生产能力为 60万吨水泥。

随着生产工艺改进与生产需要,后期水泥日产量稳定超额生产,已达4000t/d,较原设计产量提高了25%,原三代篦冷机机械故障率较高,冷却性能不足,无法满足生产需要,具体表现为出篦冷机熟料温度过高,各部位冷却风机配风不合理,冷却风机整体效率低下,系统能耗较高。由于熟料温度过高,后续熟料处理设备工作温度提高,熟料库输送带易烧坏,工作寿命受损,后续水泥磨工作温度也超过预警值,导致频繁停窑降温检修,使整条生产线生产效率严重受损。篦冷机的带病运行严重制约着生产,影响熟料产量质量及余热锅炉发电量。针对此种情况,厂方于2016年12月冬季停窑期间对窑头篦冷机系统进行检修改造,于2017年2月完成安装调试工作,并在技改完成后邀请第三方检测中心在2017年8月对厂内进行全方位能效测试标定。

1.1 设备主要问题

水泥生产线整体超额生产,使得篦冷机系统长期处于超负荷运行,且由于第三代篦冷机其固有的

结构特点,导致生产中出现漏料和磨损等问题,熟料冷却效果差,出篦冷机熟料温度过高;设备故障频发,维护维修工作量大,因此造成诸多不利影响,主要包括:

- (1) 篦冷机篦床总面积不足,料层过厚,易发生"雪人"甚至"红河"现象,导致高温段篦床寿命降低甚至烧毁,致使篦冷机发生漏风、窜风等故障。
- (2) 篦床采用机械传动, 机械故障率高, 水平标高偏差, 整体框架变形, 两侧运行不同步, 导致设备故障率较高。具体地, 篦床整体弯曲变形, 两根主梁断裂, 无法修复, 篦板间隙无法调整, 其中, 一段篦板梁变形的有7根; 二段梁共36根, 断裂修复的有20根, 严重变形基本无法使用的有5根。
- (3)出篦冷机熟料温度过高,达200~220℃,影响后 续熟料破碎机及输送机寿命,增大电耗。
- (4)熟料冷却效果差,熟料热量未充分置换至冷却风,窑头排烟温度偏低,且波动较大,影响AQC余热锅炉发电量及发电效率。

1.2 原因分析

生产线熟料冷却机采用天津水泥工业设计研究院有限公司第三代TC-1270型篦冷机,设备规格见表1,各部位风机设备参数见表2。

表1 TC-1270型第三代篦冷机设备规格					
篦冷机技术参数	设计数据	运行数据			
规格型号	TC-1270	TC-1270			
投产年份	2007.02	2007.02			
能力/(t/d)	3 500	4000			
熟料进料温度/℃	1 371	1350			
熟料出料温度/℃	环境温度+65	200			
单位冷却风量/(Nm³/kg)	2.33	11.09			
配备电机/kW	Z4-200-11 45	Z4-200-11 45			
篦床面积/m²	80.4	80.2			
单位面积负荷/(t/d/m²)	44.6	49.75			
热效率/%	74	72			



表2 改造前篦冷机风机配置参数							
风机编号	规格	风量/(m³/h)	功率/kW				
15.05-1	PCF0534逆135	17 700	90				
15.05-2	PCF0534逆135	17 700	90				
15.06-1	PCF0353顺90	31 600	132				
15.06-2	PCF0353逆90	25 200	132				
15.07	PCF0554顺90	25 800	110				
15.08	PCF0555逆135	39000	110				
15.09	PCF0555顺135	39000	132				
15.10-1	PCF0556逆90	31 800	132				
15.10-2	PCF0556逆90	31 800	132				
15.11	PCF0849顺135	51 000	132				
15.12	PCF0845逆135	51 000	110				
15.13	PCF1343逆135	69400	90				

改造前, 篦床有效冷却面积不足, 超负荷生产导致料层过厚, 冷却效果欠佳; 配备风机铭牌总风量为431000m³/h, 总风量偏低, 风量配比不合理, 高温区风量不足, 达不到急冷效果, 造成二次风温、三次风温偏低, 影响窑炉煅烧效率。

2 改造方案

基于原有篦冷机及冷却机系统存在的问题,将 原篦冷机拆除更换成第四代篦冷机,采用行走地板式 (Walking-floor)输送原理,实现熟料的错列水平输运。 第四代篦冷机具有独特的密封结构,保证篦床的少漏料 甚至无漏料运行;采用模块化设计,有效降低运输和安 装成本;固定篦床部分采用双风机可控冷却系统,实现熟 料骤冷,提高余热回收效率。

2.1 改造目标

- (1) 篦冷机产量: 4000~4200t/d;
- (2)提高运行可靠性、稳定性,篦冷机年运转率95%以上:
 - (3) 出料温度: 65+环境温度(4000~4200t/d);
 - (4) 二次风温1100℃, 三次风温900℃。

2.2 篦冷机设备改造

结合现场生产线具体情况和厂内需求,改造旨在提高篦冷机的机械性能和工艺性能,降低综合熟料烧成成本。综合各种改造方案,最终则优为:原篦冷机壳体不变,将原篦床拆除更换为第四代篦床,采用新的篦床液压驱动系统及电控装置,使得改造尽可能利用原有部件(底框架、空气炮、高温摄像头、楼梯平台部分等)或在原部件基础上进行升级改造,从而节省制造和安装成

本,减少改造工期和停窑时间。

改造后篦冷机由丹麦开发的新型冷却机,是在第四代ACROSS BAR COOLER的基础上开发研制的,具体规格及技术参数见表3。改造选型具体方案为:拆除原篦床本体(包括固定篦床、活动篦床、列间密封、传动装置、篦床支撑框架)、润滑部分、土建部分(破碎机基础、风机基础、液压站基础),将原三代篦冷机全面升级改造为步进式第四代篦冷机,安装新的驱动、润滑、控制系统。

考虑到降低风机电耗及窑头头排风机的引风能力, 改造冷却风机运行时将适当调整风量,部分熟料细粉会 下漏累计,故保留原三代篦冷机的熟料细粉输运系统,避 免篦下室积累过多熟料细粉。

传统锤式破碎机占地面积过大,熟料破碎效率较低,相比锤破的冲击式破碎,新型辊式破破机为挤压式破碎,具有运动转速低、运行平稳、辊圈寿命长、装机功率低等一系列优点,故将锤式破碎机改为尾置辊式破碎机,并增加对应壳体。

表3 新型篦冷机改造参数表				
篦冷机技术参数	改造参数			
产量/(t/d)	4200			
冷却机外形尺寸/m	长 29.5×宽4.5			
平均熟料粒度/mm	€25			
熟料平均密度/(t/m³)	1.45			
正常熟料入冷却机温度/℃	1400			
正常熟料出冷却机温度/℃	65+环境温度			
单位熟料冷却风量/(Nm³/kg.cl)	1.85			
篦床总面积/m²	93.58			
单位面积负荷/(t/d/m²)	44.88			
冷却效率/%	75			

2.3 冷却风机改造

第四代篦冷机的篦床运行机理、冷却风风室划分均与三代机不同,对各部位风机参数要求也不相同,考虑到原风机的风压风量不匹配及高故障率,故将冷却风机全部进行置换,并增设一台新风机。原冷却风机铭牌总风量为431000m³/h,按照原定生产线产量,风量足够,冷却效果达标。实际运行中,生产线超负荷生产,按4000t/d产量折算,单位熟料冷风量偏少,各风室风量分配不合理,一段风机参数选型明显偏小,出窑熟料达不到骤冷效果,二次风温偏低,导致熟料温度较高。因此,在增加篦冷机篦床面积的同时,适当增大高温区风量,但增量不可过多,防止因风量剧增而引起二次风、三次风温度降低,影响窑炉煅烧效率。

具体地,风机改造主要从两方面入手,一是置换原有风机,重新布置各风室风量配比;二是新增设一台冷风机,增大三段冷却风量。图1为冷却风机布置示意图,图2为技改后冷却风机风量风压标定参数。原冷却系统采用充气梁风管供风系统,共6室12台风机;改造后新增1台风机F8,用于增强三段风机出口熟料冷却;表4为改造前后风机风量对比图,改造后总冷却铭牌风量增大至457700m³/h,一段风机更换为冷却风量更大的风机,更有效地冷却出窑高温熟料。

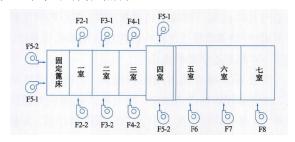


图1 改造篦冷机风机布置示意图

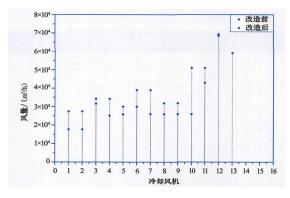


图2 改造前后风机风量对比图

表4 第四代篦冷机冷却风机改造后标定数据						
风机编号	温度 /℃	压力 /kPa	实际风量 /(m³/h)	标准风量 /(Nm³/h)	单位熟料风量 /(Nm³/kg·cl)	
F1-1号风机	36	7.3	18 129	16 171	0.1031	
F1-2号风机	35	7.6	16289	14620	0.0932	
F2-1号风机	37	7.7	19 085	17 035	0.1086	
F2-2号风机	37	7.3	22895	20356	0.1298	
F3-1号风机	35	7.7	23 954	21 520	0.1373	
F3-2号风机	33	7.5	24571	22 176	0.1414	
F4-1号风机	33	7.5	20866	18 832	0.1201	
F4-2号风机	35	7.4	20 049	17 960	0.1145	
F5-1号风机	31	7.1	24287	21 978	0.1402	
F5-2号风机	34	7.4	22906	20586	0.1313	
F6号风机	32	3.1	17 296	14 988	0.0956	
F7号风机	33	1.8	29 536	25 175	0.1605	
F8号风机	30	1.1	25 280	21 603	0.1378	
总风量	34		285 143	253 000	1.6134	

3 效果分析

改造完成后,为测试改造效果,厂方于2017年8月对水泥生产线进行了全方位能效测试标定。根据标定与测试结果,改造前后效果如下:

改造后, 生产线稳定水泥产量4 000t/d, 日产提高800t, 出篦冷机熟料温度降低80~90℃, 篦冷机高温段内"红河"现象消失, 熟料结粒状况得到改善, 质量明显提高。

一段风机改进后,新出熟料骤冷效果增强,二次风、三次风风温升高,现二次风温1 120℃,三次风温 910℃。

篦冷机冷却风机进行降耗提产改造后,熟料热量得到充分置换,窑头排烟温度明显升高,日平均烟温由373.79℃提高至403.29℃,温度波动减小,入AQC余热锅炉烟温日变化如图3所示,AQC锅炉主蒸汽温度由332.42℃提高至363℃,从而提高余热锅炉效率,增大发电量。

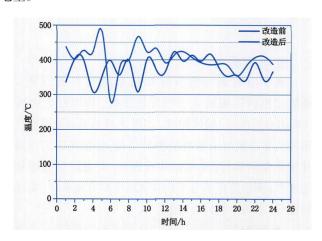


图3 改造前后入AQC余热锅炉日烟温变化

4 结束语

本次改造所用第四代熟料冷却机在技术性能和运行指标方面均优于原第三代篦冷机,主要体现在提高设备运转率,减少设备维护费用;性能上,采用步进式输送熟料,篦床各个熟料输送通道独立水平运动,更有利于保证料层上方的温度梯度和强化冷却效果,因而热交换率较高,热回收率高,降低系统综合能耗。

技改完成后,熟料产量与窑头二次风、三次风温均稳定得到提高;出篦冷机熟料温度明显降低,熟料结粒状况得到改善,熟料质量明显提高;窑头排气烟温升高,余热发电量增大,篦冷机及风机总电耗基本不变,经济效益提升显著。