

三分仓空气预热器漏风控制装置常见问题分析及改进

何俊松

(江苏新海发电有限公司,江苏 连云港 222012)

摘 要:针对空气预热器机械传感器漏风控制系统的常见故障进行详细分析,并提出具体解决方案,通过机组大修对漏风控制装置进行技术改造后,消除影响漏风控制装置正常运行的重大故障,解决空预器漏风控制系统运行时对于间隙测量的准确性问题,完善漏风控制系统的远程监视和多重保护,提高系统运行的可靠性和安全性,而且降低设备维护成本,该空气预热器漏风控制装置技术改造取得了预期效果。

关键词:限位开关;间隙测量;激光传感器;漏灰;过电流

中图分类号:TK223.3

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2015)04-0024-04

江苏新海发电有限公司七期扩建工程 1 号机组为 1000 MW 超超临界燃煤发电机组,锅炉尾部布置 2 台转子直径为 $D16\ 379\text{ mm}$ 的三分仓容克式空气预热器,空气预热器配有上海东方海事工程技术有限公司机械传感器漏风控制系统(LCS)。它是结合温度数据采集技术、可编程序控制器(PLC)和触摸屏一体化的控制设备,采用人性化的人机控制界面。既可以提供详细的报警信息,多重保护的自动控制模式,又可以提供具体到每块扇形板的控制信息。从而保证相关设备的安全性,显著降低空气预热器的漏风率。其设计原理是使扇形密封板与热变形的转子形状紧密贴合,在各种工况下,控制扇形板与转子径向密封片的间隙在规定范围内,从而使空预器漏风率控制在较小范围内。

1 系统设备简介

机械传感器漏风控制系统主要设备包括加载机构、漏风系统控制柜、就地控制箱、机械传感器、热电偶温度辅助控制装置、转子测速停转报警装置。其中每套 LCS 系统配有 3 套扇形板控制装置,每套扇形板控制装置配有独立的加载机构和机械传感器。加载机构配有力矩保护装置;机械传感器包括行程限位开关、初级限位开关、次级限位开关、传感器探头;热电偶温度辅助控制装置主要包括 2 只热电偶测量烟气进口处温度;转子测速停转报警装置主要包括 3 个转速监测接近开关。

2 漏风控制装置存在的问题

江苏新海发电有限公司 1 号机组整套 LCS 漏风控制装置自 2012 年 12 月投入运行以来,总体运行情况良好,节能效果明显,但是运行几个月以后设备故障明显增多,且很多故障不好在线处理,导致一些扇形板控制装置退出运行,严重影响漏风控制系统的投运率。

经过对 2013 年来出现的故障问题进行统计分析,发现主要有以下几个方面问题:机械传感器故障,扇形板加载提升机构密封不严,运行期间经常发生现场标尺间隙数据与触摸屏棒图值不一致,控制系统保护逻辑不够全面等。

2.1 机械传感器故障

(1) 机械传感器探头故障。机械传感器的探头安装在空气预热器的内部,由于空气预热器是高温、高腐蚀和高粉尘的恶劣现场环境,一旦传感器损坏,无法在线更换,从而造成此块扇形板没有调整依据,直接影响相应扇形板漏风控制系统的自动运行。比如 B2 扇形板,热态调试时就发现传感器有问题,但是无法在线更换,只好投入温控模式。

(2) 机械传感器限位开关故障。由于传感器的限位开关离热源比较近,环境温度太高,使限位开关元器件的使用寿命很短,再加上现场位置狭小,检修人员无法对损坏的传感器开关进行及时更换,造成漏风控制系统无法正常运行。例如 2012 年 6 月 21 日 A2 扇形板传感器初级限位开关故障,由于现场环境温度太高及位置狭小,检修人员无法对损坏的传感器开关进行更换,只好把 A2 扇形板控制由间隙控制改为温度控制,漏风控制效果大大降低。

(3) 机械传感器安装位置受限。原有机电接触式传感器为当初空预器标配产品,但是受到空预器结构和现场管路布置的影响,安装在空预器夹缝内,环境温度过高且散热不好,在实际调试和维护中存在较多不合理,不方便的地方;特别是热态调试时“传感器支撑箱体”操作空间较小;现场的高温和高空环境很大程度上制约了维护人员的正常检修工作。

2.2 扇形板加载提升机构密封不严

漏风控制系统加载机构提升杆密封性不好,漏风漏灰严重^[1]。漏风漏灰把空预器内部高温空气带出也容易造成环境温度升高,烧坏开关和信号电缆等。

2.3 现场标尺间隙数据与触摸屏棒图值不一致

运行人员巡回检查时经常发现,空气预热器漏风控制系统触摸屏棒图值和现场就地标尺显示值不一致,随着时间推移偏差值越来越大,需经常人为进行位移标定。

2.4 控制系统保护逻辑不够全面

现在只有空预器停转保护没有空预器电机过电流保护,而且 DCS 不能实时监视扇形板状态,也没有远控紧急提升等功能,不利于运行人员实时掌握调整漏风控制系统的运行状态。

3 漏风控制装置改进方案

3.1 机械传感器换型为激光传感器

3.1.1 传感器换型原因

机械传感器的探头安装在空预器的内部,由于空预器恶劣、高温、高腐蚀和高粉尘的现场环境,一旦传感器损坏,无法在线更换,造成此块扇形板没有调整依据,直接影响系统运行;其二机械传感器的初级“限位开关”和“次极限位开关”等元器件因安装位置处环境温度过高且散热不好,容易出现故障,而且由于现场位置狭小且环境温度过高,个别情况能出现 100℃ 以上,检修人员无法对出现故障的传感器开关等元器件进行及时更换;其三每块扇形板都需要安装独立的机械传感器,造价高,安装复杂,维修成本高。故将机械传感器更换为激光传感器,每台空预器共用一套激光传感器。

3.1.2 激光传感器简介

(1) 激光传感器组成。激光传感器采用的是上海东方海事工程技术有限公司研制的最新产品,主要由高频激光器、激光检测器、测量电路、传感器气动控制阀、传感器气源流量等设备组成。

(2) 激光传感器测距原理。激光传感器采用红外激光检测转子的变形量来控制扇形板与转子径向密封片之间的距离。它采用激光测距的原理,采用相对比较方法进行测量,激光传感器发出已调制的高频率激光束,接受从被测物返回的有相对位移的光,与参考信号进行比较,根据相对差而得到测量结果,再把测量的结果转换成 4~20 mA 电信号发出给 PLC 系统运算处理,通过计算得出转子热态过程中的形变量从而调节扇形板位置。使用激光测距传感器测量到的结果可达到毫米级的测量精度。

3.1.3 激光传感器的优点

改造后的激光传感器,使 LCS 系统关键部件远离了高温区等恶劣工作环境,现场调试和日常维护变得相当方便,减少了维护人员的工作量,提高了工作效率。而且激光传感器采用一主一备布置,保证了设备

的可靠性和安全性,具有精度高,测量数据稳定可靠,可在线更换,造价低,寿命长等优点。

(1) 激光传感器为非接触式测距传感器。激光传感器无须和扇型板固定在一起,只需要使激光束正对转子平面就可以。

(2) 激光传感器测量精度高。激光传感器采用相对比较方法进行测量,发出一调制高频率激光束,接受从被测物返回有相对位移的光,与参考信号进行比较,根据相对差而得到测量结果。测量精度可达到毫米级。

(3) 激光传感器安全性高。每台空预器漏风控制 LCS 装置采用两套激光传感器,2 套激光传感器为一主一备布置,保证了设备的可靠性和安全性。

(4) 激光传感器故障率低,几乎不需要维护。

3.2 波纹管密封座

原有提升杆密封座漏灰积灰严重经分析发现其结构及焊接方面存在弊端,所以易导致漏灰。决定改造为 MFZ-B-I-100 波纹管密封座。更换的新型波纹管密封座底部与底板焊接,上法兰与提升杆焊接,这种安装方式,直接保证了波纹管密封座具有良好的密封性。同时波纹管自身的补偿作用可以很好地保证提升杆上下运行具有足够的行程空间。改造后的波纹管密封座密封性能好;结构简单,无卡塞现象;无需维护,方便检修。

3.3 传动反馈装置换型为电位器

触摸屏上棒图值与实际标尺正常情况下数值是一致的,触摸屏上棒图值是传动反馈开关采用光电式信号采集,送到 PLC 中进行计算所得,原理就是 PLC 通过控制电机的运行时间来计算,而电机的运行时间又是通过光电式传动反馈开关累积动作次数运算而来。当电机控制扇形板上、下行时,通过反馈信号得知扇形板在动作,程序通过光电开关动作次数来计算扇形板的位置。经常发生偏差主要是由于光电式传动反馈装置信号采集不准确所致,本次改造取消原来的光电式传动反馈装置,改用准确度更高的电位器,电位器直接安装于电机驱动轴上,采用电压值变化来反映当前位置,此方式精度较高,不易产生偏差。

3.4 保护逻辑进一步优化

3.4.1 原有的保护逻辑

(1) 电机过载保护。系统任何状态下,出现电机过载,则停止动作。该过载信号与接触器联锁,直接切断电机的接触器线圈电源。

(2) 传感器保护。当系统检测到激光传感器或电位器故障信号后时,如果此时系统在自动模式下,则系统会将自动模式切换为温控模式,此时系统将以温控模式来调整扇形板移动。当传感器恢复正常时,系统不会回到自动模式,必须先将人机界面中“紧急停机”旋钮置 ON,让系统先停止,再把“紧急停机”旋钮置

OFF,然后再将“自动跟踪”旋钮置 ON,重新投入使用即可。

(3) 转子停转保护。如果发生转子停转报警,系统在声光报警的同事中断原来的工作模式,自动将扇形板提升至完全恢复,确保安全。

(4) 电机力矩保护。力矩保护动作时,系统停止原来的工作模式,上行力矩保护时就地停机,下行力矩保护时先停机 2 s,然后将扇形板提升至完全恢复位置处停机。

3.4.2 增加保护逻辑

(1) 空预器主辅电机电流过载保护^[2]。当空预器主辅电机电流过载信号触发时,如果系统在工作模式为就地模式,则在人机界面中会显示响应的报警状态,需要通过就地柜面板上的提升按钮来将扇形板进行提升。如果系统工作在 PLC 模式,分 2 种情况。第一种情况当系统控制模式为自动时,触发电流过载,则先将电机停止,然后开始上行,直到电流过载信号消失为止,之后系统再重新进行自动检测功能。第二种情况当系统控制模式为温控时,触发电流过载,则先将电机停止,然后开始上行直到电流过载信号消失为止,之后系统再重新进行温控检测功能。

(2) 下行连锁保护。当空预器主辅电机电流过载信号出发,DCS 强提信号出发和人机界面上强制提升按钮置 ON 时,下行联锁保护继电器动作,切断下行控制回路,防止下行误动作。

(3) 温控运行模式逻辑优化。机械传感器漏风控制系统的温控模式需要传动反馈信号参与扇形板上、下行调节,而激光传感器漏风控制系统温控模式则不需要电位器信号来参与调节。激光传感器漏风控制系统温控模式是按照间隙控制热态调试时保存的线性曲线来自行调整的,这样减少了参与因数,提高了温控模式的可靠性。




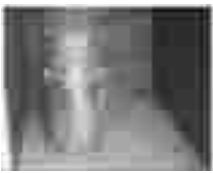
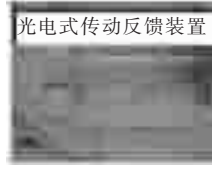

(4) 在 DCS 增加空预器漏风控制系统状态画面。实现远程监视,并增加远控紧急提升等功能,便于实时掌握和调整扇形板状态。

4 漏风控制装置改进后效果

空气预热器漏风控制装置技术改造于 2014 年 2 月 3 日结束,整套机组于 2014 年 2 月 9 日启动,2014 年 2 月 15 日 LCS 厂家人员进行空气预热器漏风控制装置热态调试,整套 LCS 设备于 2014 年 2 月 15 日 16:32 投入自动运行。运行 3 个月后通过对其故障缺陷进行统计,发现设备故障率明显降低,期间只出现 2 次激光测量间隙数值波动,原因是由于激光传感器测量装置一颗螺丝松动造成。本次改进主要针对的是常见故障的彻底消除,它达到了以下效果:降低设备故障

率,提高整套装置的投运率;优化传感器的工作环境,降低故障率;减少加载机构提升杆和中心筒密封座漏灰。虽然本次 LCS 技术改造后空气预热器的漏风率与改造前刚投运时降低不明显,但是设备故障率大大降低,投运率明显提高,所以相对来说空气预热器漏风率降低仍然明显,节能效果非常可观。空气预热器漏风控制装置改进前后的效果对比如表 1 所示。

表 1 空气预热器漏风控制装置改进前后效果对比表

改造位置	改造前	改造后(一个月后)
传感器	<div><p>机械传感器</p><p>改造前的机械传感器安装位置环境恶劣,容易出现传感器故障,且不好在线维护。</p></div>	<div><p>激光传感器</p><p>改造后的激光传感器安装位置环境好、测量精度高、故障率低,而且可以在线维护。</p></div>
提升杆密封座	<div><p>改造前的密封座由于焊接方面存在弊端,漏灰积灰严重。</p></div>	<div><p>改造后的波纹管密封座密封性能好、结构简单、无需维护。</p></div>
传动反馈装置	<div><p>光电式传动反馈装置</p><p>改造前的光电式传动反馈装置由于光电开关信号采集不准确容易导致数据偏差。</p></div>	<div><p>电位器传动反馈装置</p><p>改造后的电位器直接安装于电机驱动轴上,采用电压值变化来反映当前位置,此方式精度较高,不易产生偏差。</p></div>

5 结束语

空气预热器机械传感器漏风控制装置经过此次技术改造,消除影响 LCS 系统正常运行的诸多故障,特别是通过对传感器的换型改造解决扇形板密封面到热变形转子外侧端的间隙测量的准确性和稳定性问题,在逻辑中完善 LCS 系统的多重保护,实现空预器漏风控制系统的自动密封跟踪,形成间隙控制为主负荷温度控制为辅的控制模式,保证漏风控制装置在任何工况下投入自动运行的可靠性,而且降低故障率,降低维护成本。自 2014 年 1 月 LCS 装置改造以来,设备故障率大大降低,再也没有出现漏风控制装置由于设备原因退出运行的现象,充分证明本次改造的成功性,达到预期的效果,同时也给同类型的空气预热器漏风控制装置类似问题提供有益的参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 刘冬炎,顾宏伟. 空气预热器的漏风因素及密封改造[J]. 中国电力,2011,44(7):53-56.
- [2] 舒茂龙,陈 钦,孙仁龙. 百万机组空预器漏风控制系统可靠性分析[J]. 电力科学与工程,2013,29(3):69-73.

作者简介:

何俊松(1981),男,江西宜春人,工程师,从事火电厂热控设备维护管理工作。

Air Leakage of Tri-sectional Rotary Air Preheaters and Solution Measures

HE Junsong

(Jiangsu Xinhai Power Generation Co. Ltd., Liangyungang 222012, China)

Abstract: Analysis on the typical faults encountered in the leakage control system of air preheaters was performed, and then detailed solution measures were proposed. Through performing technical reform to the leakage control system, serious faults affecting the normal operation of the control system were eliminated, and issues associated with the clearance measurement accuracy were also solved. The reliability and safety of the leakage control system were significantly improved, while the maintenance cost was reduced. The desired results were finally achieved.

Key words: limit switch; clearance measurement; laser sensor; ash leakage; overcurrent

(上接第 23 页)

作者简介:

王 晨(1990),男,江苏盐城人,助理工程师,从事输变电设备状态检测技术及故障诊断技术研究工作;

陶加贵(1984)男,江苏南京人,工程师,从事输变电设备状态检测

技术及故障诊断技术研究工作;

施景垒(1986),男,江苏盐城人,助理工程师,从事开关类设备状态检测与评价方面研究工作;

肖 雷(1987),男,江苏盐城人,助理工程师,从事开关类设备状态检测与评价方面研究工作。

2 Case Studies for Defects Inspection Using IR Temperature Measurement Technology

WANG Chen, TAO Jiagui, SHI Jinglei, XIAO Lei

(Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing 211103, China)

Abstract: As one important defects inspection technique, IR temperature measurement technology has the advantages of no contact, no sampling, no blackout, convenience, intuition and accuracy. The main problem found by IR temperature measurement technology is poor contact joints which is not paid enough attention to. In this paper, 2 case studies are provided with reason analysis and countermeasures for poor contact joints.

Key words: online inspection; IR temperature measurement; bolt looseness; defect closed loop management

下 期 要 目

- 基于分层推理架构的牵引变电站智能报警专家系统设计
- 江苏省 220 kV 保护装置定值自动校核系统的研究
- 江苏电网 2014 年输电线路雷击跳闸分析
- 计及距离空间的电网参数误差支路选取方法
- 电力碳排放权区域分配指标体系研究
- 高压串联电抗器在南京 220 kV 电网中的应用分析
- 多时间尺度相协调的电力市场价值评估

广 告 索 引

江苏射阳港发电有限责任公司

封一

江苏南瑞帕威尔电气有限公司

(黑白) 文前

南京苏逸实业有限公司

封二

远东电线电缆有限公司

封三

南京南瑞继保电气有限公司

前插 1

南瑞科技股份有限公司

封四

《江苏电机工程》协办单位

前插 2