

西门子 9F 燃机 IGV 反馈装置改造优化

卢璐 李昕

浙江浙能长兴发电有限公司

DOI:10.32629/hwr.v4i4.2939

[摘要] 燃机进口可调导叶(IGV)作为燃烧控制的关键部件,直接参与机组的燃烧控制,其位置反馈装置测量失准会造成燃烧异常,影响机组经济效益、排放水平甚至安全运行。通过西门子9F燃机IGV位置反馈测量装置的改造实践,实现IGV角度变送器测量的冗余配置,提高IGV位置反馈信号的可靠性,提高机组稳定运行的安全性,为燃气轮机的重要参数测量优化提供借鉴。

[关键词] IGV; 角度变送器; 燃烧控制

引言

某燃机电厂两台联合循环热发电机组为435MW西门子F级单轴燃气蒸汽联合循环机组,由SGT5-4000F(X)型燃气轮机、TCF1型三压再热系统的双缸双流式汽轮机、THDF108/53型氢冷发电机和SG-273.1(61.3)(53.8)/12.91(3.28)(0.29)-Q8102型三压再热无补燃卧式的自然循环余热锅炉组成。其中,燃气轮机主要由压气机、燃烧室和燃气透平三大部件组成。压气机将空气压缩到一定压力后,连续不断地供应给燃烧室。压气机配有进口可调导叶(以下简称“IGV”),通过在规定的范围内调节IGV倾斜角度来控制压气机的空气流量。IGV不仅能在燃机低转速下限制空气流量,减少压气机喘振概率,同时在开启时维持燃空比几乎保持恒定,使得燃气轮机可以在限定的负荷范围内维持一个恒定的修正排气温度,由此,联合循环机组的效率得到提高。根据燃气轮机修正排气温度与IGV开度的关系,使用IGV角度变送器测量其角度值参与燃烧控制,达到控制燃机排气温度恒定的目的。

本文通过对该燃机电厂多次IGV位置反馈测量故障引起的机组跳闸的原因分析,说明IGV位置反馈测量装置优化改造的必要性,并详细介绍现场改造方法和测量信号处理逻辑的优化,为同类型机组的IGV位置反馈测量装置的改造提供经验借鉴。

1 IGV 运行状况

1.1 故障案例

该燃机电厂#1机IGV角度变送器测量值自2016年初开始发生小幅波动引起燃烧稳定性变差,燃烧加速度acc出现波动;#2机于2016年连续发生2次由于IGV角度变送器测量故障引发的机组跳闸事件。

1.2 原因分析

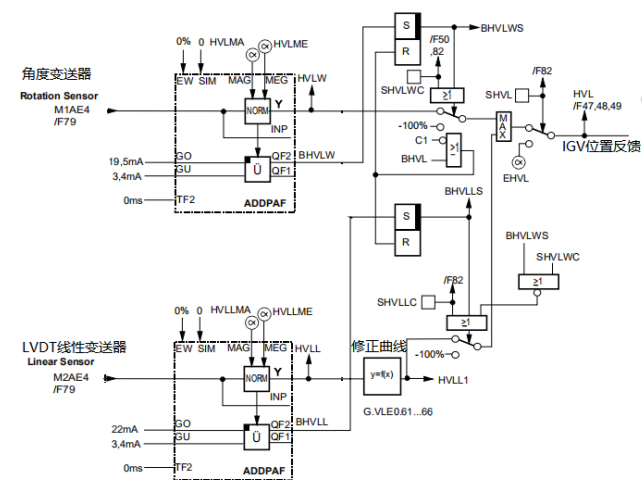


图1-1 IGV位置反馈信号处理逻辑

国内西门子9F级燃机均采用IGV角度变送器和LVDT线性变送器相结合的方式,角度变送器反馈信号与修正后的LVDT线性反馈信号取大值参与燃烧控制,但均采用单个变送器进行测量控制,如图1-1所示。依据测量原理的不同,角度变送器测量更加精确且能更快速反应测量对象的变化情况,因此机组正常时参与燃烧控制的反馈信号主要取自于角度变送器,线性位移变送器辅助监测,角度变送器信号未被作为故障信号剔除时,线性反馈信号基本不参与燃烧控制。IGV作为燃气轮机关键部件之一,其位置反馈信号在燃气轮机模拟量控制系统起着非常关键的作用,IGV的开度直接反映着进入燃烧室的空气量,当角度变送器测量失准偏大且未被作为故障信号剔除时,失准的测量信号仍参与机组燃烧控制,可能造成燃空比失衡,严重时引发机组跳闸。

分析该燃机电厂当时的历史曲线后知道,当IGV角度变送器信号出现小幅波动甚至跳变时,信号电流只要不超出3.4~19.5mA区间,控制逻辑未判别为故障信号,该信号未被剔除,此时IGV角度变送器测量值比修正后的LVDT线性变送器测量值大,控制器仍选择IGV角度变送器测量值参与闭环控制。此时,因为IGV位置测量值变化后,燃气轮机预混阀和值班阀都进行了调节,燃烧室天然气量发生改变,而IGV实际开度未变化,燃烧室空气量未改变,燃烧室燃空比发生变化,燃烧稳定性被打破,燃烧室发生燃烧振荡,燃烧加速度acc出现波动,严重时直接触发机组跳闸。

1.3 故障处理与效果

为解燃眉之急,技术人员采取临时措施,屏蔽该角度测量信号,切换到LVDT线性测量控制,确保机组继续运行。此方案虽暂时解决机组运行问题,但舍弃了IGV角度变送器原有的设计效果和基本功能,角度调节的精度上降低,进而影响燃烧控制,同时LVDT线性变送器作为单一信号运行,安全风险增加。

经分析,采用临时措施后,由于采用LVDT线性位移变送器作为控制信号,燃烧室燃烧情况一直不理想,出现过两次由于燃烧室振动大而引起的机组减负荷,严重影响了机组运行的安全、经济性。由此,优化IGV位置反馈测量装置,提高测量可靠势在必行。

2 IGV 位置反馈装置改造优化方案

根据《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求实施细则》中关于防止分散控制系统控制保护失灵的要求:重要参数测点、参与机组或设备保护的测点应冗余配置,冗余I/O测点应分配在不同的模块上。因此,IGV位置反馈测量装置优化从增加冗余角度测量测点和优化信号处理两个方面进行。

2.1 配置冗余测点

位置反馈测量装置由原来单个角度变送器增加到3个变送器,将三个变送器均布置于IGV进口导叶下半部,原有角度变送器A位置不变,与IGV竖

直中心线的夹角为 7.2° 。其余新增两个角度变送器B/C位置按照IGV竖直中心线对称，与中心线的夹角为 21.6° ，与原角度变送器分别间隔3个摇臂与1个摇臂。合理安排结构布局，优化安装方式，同时实现燃气轮机压气机进口导叶角度的精准测量。

新增角度变送器位置如图2-1所示。原有角度变送器位置不变，其余新增两个角度变送器位置按照IGV竖直中心线对称，与中心线的夹角为 21.6° ，与原角度变送器分别间隔3个摇臂与1个摇臂。

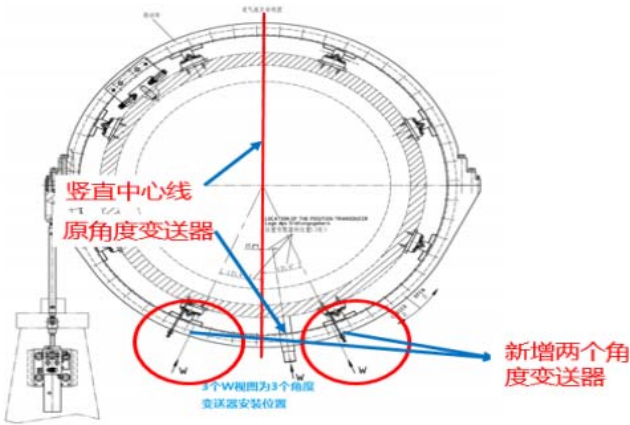
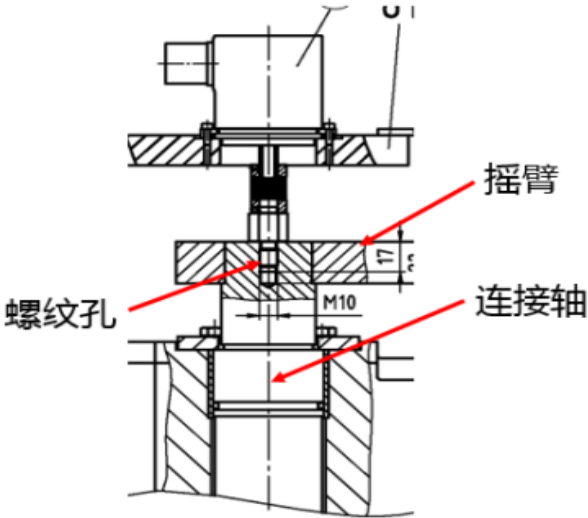


图 2-1 新增角度变送器位置示意图



2-2 角度变送器安装示意图

为了配合角度变送器的安装需在对应增加角度变送器位置处摇臂的连接轴顶部开螺纹孔，具体尺寸见图2-2：角度变送器安装支架包括端面以及与端面垂直连接的周向部，端面部与法兰螺栓连接，角度变送器安装于周向部。周向部设有通孔，角度变送器设有偏心法兰，偏心法兰的内孔与通孔的中心重合，偏心法兰通过内六角圆柱头螺钉与周向部固定。

2.2 测量信号的优化

IGV进口导叶下半部增加两个角度变送器后，接入新增的两块SSI智能表计，通过仪表输出4~20mA信号至不同的AddFEM卡件中。测量信号采用三个角度变送器测量值三取中来替换原单个角度变送器测量值参与燃烧控制，但若单个角度变送器故障或者与另两个信号偏差大于3%将自动将其剔除，选用剩下两个正常测量的角度变送器平均值参与控制，即单个角度变送器故障不会影响燃气轮机安全稳定运行，提高角度变送器的容错性能。

3 结论

IGV角度变送器的优化改造实现了IGV角度测量的冗余配置，提高测量可靠性，降低机组跳闸的风险，为机组安全生产提供有力保障，减少了机组异常启动，降低了机组总体排放量。同时，该装置具有很强的通用性，对于同类型燃机机组IGV位置反馈测量装置有良好的借鉴作用。目前该装置的成功经验已推广到同类型燃机机组中，并且运行良好，得到了认可推广价值，成功解决了其隐患。

国内重型燃机主要引进国外的技术，机组的保护措施本着宁可误动，不可拒动的理论设置，但重要信号的冗余性非常差甚至没有，机组保护误动的可能性较大，需要我们不断的消纳国外的技术，从本国的国情出发，完善燃机机组的测点布置，逻辑优化、保护设置等，切实提高燃气轮机机组的运行安全性，稳定性。

[参考文献]

[1]袁亮亮.E级燃机IGV机械故障诊断及处理[J].电工技术,2017,(11):103-104.
[2]许森,周长德,吴尚泽.西门子SGT5-4000F型燃机启动及转速负荷控制解析[J].东北电力技术,2019,40(09):59-62.
[3]王本强.炉排炉燃烧控制措施及策略[J].中国设备工程,2020,(06):245-246.

作者简介：

卢璐(1990--),女,浙江台州人,汉族,大学本科,助理工程师,研究方向：仪控专业。