

设计与制造

汽动给水泵流量摆动原因分析及处理

郭江涛 韦青峰 唐震 崔富慧

(大唐山西发电有限公司太原第二热电厂 山西省太原市 030041)

摘要: 大容量高参数汽轮发电机组采用先进的 DEH 控制系统达到转速控制、超速保护控制 (OPC)、主汽压力补偿和限制,并具有阀门管理功能。电液伺服执行机构是 DEH 控制系统的重要组成部分,而电液伺服执行机构的动作是通过高压抗燃油系统来实现的。本文章对高压抗燃油系统故障引起的汽动给水泵流量摆动进行了深层次原因分析,并提出了解决方案和相关建议,具有重要参考意义。

关键词: 高压抗燃油系统 汽动给水泵流量摆动 伺服阀

Analysis of the reasons for the swing of the steam feed pump flow and treatment

Guo Jiangtao; Wei Qingfeng; Tang Zhen; Cui Fuhui

Taiyuan Second Thermal Power Plant of Datang Shanxi Power Generation Co.

Province and city of the unit: Taiyuan, Shanxi Province

Unit zip code: 030041

Abstract

The large-capacity, high-parameter turbine generator sets use advanced DEH control systems to achieve speed control, overspeed protection control (OPC), main steam pressure compensation and limitation, and valve management functions. The electro-hydraulic servo actuator is an important part of the DEH control system, and the action of the electro-hydraulic servo actuator is realized by the high-pressure anti-fuel system. This article analyzes the deep-seated causes of the vapor feed pump flow oscillation caused by the failure of the high-pressure anti-fuel system, and proposes solutions and related suggestions, which are of great reference significance.

Key words: High pressure anti-fuel system, vapor feed pump flow oscillation, servo valve

1. 前言

在国家节能减排的政策之下,给国内电力企业带来了挑战,根据最新的全国电力企业设备报告可以看出已经有超过百分之九十的电力企业对传统的驱动方式进行科学合理的更新和改革,将在建机组的容量和品质进一步提升并形成汽动给水泵作为电力企业必备的机组组成结构模式。

该厂配备两台 50%容量的小汽轮机驱动给水泵,外另配一台 30%容量的电动机驱动给水泵,正常运行时,汽动泵投入正常运行,电动给水泵作为起动或备用给水泵。

小汽轮机工作汽源使用双汽源,低压调速汽门和中压调速汽门由同一个油动机通过提板式配汽机构控制。汽轮机低压汽源使用主机四段抽汽作为工作汽源,高压汽源使用主机高压缸排汽即再热冷段蒸汽,汽轮机正常运行时使用低压蒸汽,在高负荷下,当低压蒸汽不能满足主给水泵的功率需要时,使用高压蒸汽。在 60%主机额定负荷以下时可为单泵运行;在 60%主机额定负荷以上时为双泵运行。

2. 汽动给水泵流量摆动现象

2022 年 12 月 20 日 0 时 0 分,该厂因电网要求,13 号机负荷由 257MW 降到 180MW, A 小机低压调门阀位由 31.1%下降到 22.1%, A 汽泵给水流量由 521t/h 下降到 404t/h,此时,负荷保持稳定, B 汽泵低压调门阀位和给水流量基本保持不变, A 汽泵低压调门阀位在 21.8%~23.20% 摆动,给水流量在 379.8t/h~407t/h 之间摆动,并有逐步增大趋势,9 时 23 分,给水流量在 374t/h~472t/h 之间摆动,摆幅达到 98t/h,严重影响汽包水位,为保证机组运行安全,开始准备降负荷,停运 A 小机,10 时 22 分,主机负荷由 180MW 降到 160MW, A 小机打闸停运。在降负荷停运 A 小机过程中, A 小机给水流量摆幅最大达到 164t/h,已严重影响机组运行安全。

3. 原因分析

(1) 小机执行机构故障

该厂小汽轮机采用提板式配汽机构,通过同一个油动机控制中、低压调速汽门。油动机由调节系统控制其运动量,油动机向下运动时,通过配汽机构杠杆先打开低压调节阀,低压调节阀开到一定程度再打开中压调节阀,四个低压调节阀分别对应四个低压喷嘴组。配汽机构的阀碟杆与横担之间有足够间隙,以防止卡涩。横担冷态安装时必须保证所有阀门处于关闭位置,但横担不直接压在各阀碟上,横担和各阀碟间必须留有间隙(约 1~2mm)。

按照主机负荷的需要,通过控制油动机的运动量,从而控制各调节阀的开度,控制汽轮机的进汽量。油动机布置在蓄能器罩壳顶部,蓄能器罩壳通过 4 条螺栓固定于小汽轮机基础台板上,该厂曾发生过蓄能器罩壳固定螺栓松动导致油缸摆动,从而引起调门摆动。经检查,蓄能器罩壳固定螺栓和油动机固定螺栓紧固无松动,配汽机构其他部件动作灵活无卡涩,排除执行机构故障。

(2) 控制系统故障

小机 MEH 系统能接受来自锅炉模拟量控制系统的给水流量需求信号,实现给水泵汽轮机转速的自动控制。其热工控制系统采用和利时公司 holymacs VI 系统, A、B 小机 MEH 系统分设不同 PCU 控制柜。控制器为 SM220,伺服卡采用 SM461,小机阀位采用双 LVDT 选低。

小汽轮机 LCV 阀调门指令及反馈可见等幅同周期摆动, LCV 反馈滞后其指令 15~30s 不等,随时间滞后时间变长,摆动幅度增强,给水泵转速、入口流量随 LCV 阀同步呈现等幅周期性摆动现象。给水自动控制系统对两台小汽轮机均为遥控状态,第一次发生 LCV 阀摆动时为单小机发生该现象,排除给水自动参数及逻辑问题。进一步对 LCV 阀摆动的小机转速自动控制系统进行排查,将 LCV 阀切手动后手动对 LCV 阀指令进行调节(上调 2%),可见明显 LCV 阀反馈滞后现象,滞后时间 10~20s 不等,就地 LCV 阀滞后时间相同,排除转速自动调节回

路逻辑。进一步对 LCV 阀指令控制回路进行检查,停运小机后对 LCV 阀就地 LVDT 紧固情况进行检查,其连杆及 LVDT 固定螺母均紧固。之后对伺服阀阻值、LVDT 初级线圈、次级线圈等进行组织测量,并与当年检修记录进行对比,无劣化趋势。进一步对 LVDT 反馈及伺服指令电缆进行检查,绝缘测量符合要求,两侧及中间端子接线紧固。继续对伺服卡及伺服端子卡输出电压进行检查,伺服卡所有状态灯正常,小机停运时手动输入 LCV 阀指令对其指令输出电压进行测量,其伺服卡电压放大系数满足使用要求,且指令输出电压变化与手动输入 LCV 阀指令时间一致,无滞后现象。小机启动后,使用精度等级达标的钳形电流表对指令输出电压变化进行测量,可见与 DCS 系统显示的 LCV 阀指令同步变化,由此排除给水自动控制系统故障引起的流量摆动。

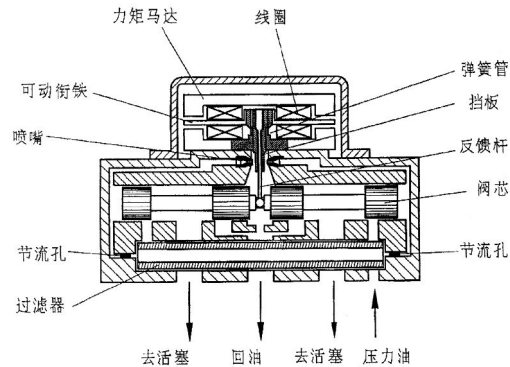
(3) 小机低压调门伺服阀故障

小机 MEH 系统接受 4~20mA 锅炉给水信号和来自油动机 LVDT 的位移反馈信号,MEH 产生的控制信号作用于电液伺服阀,使电液伺服阀开启或关闭,进而控制油动机的行程,最终实现低压调速汽门和中压调速汽门开度的调节,以控制进入汽轮机的蒸汽量,从而改变汽轮机的工作转速。伺服阀故障会使油缸进油量发生改变,从而改变小机低压调节阀阀位,导致汽轮机转速波动,引起给水流量摆动。

伺服阀是由一个电力矩马达以及带有机械反馈的二级液压功率放大所组成。第一级是由一个双喷嘴及一个单挡板组成,此挡板固定在衔铁的中点,并且在二个喷嘴之间穿过,使在喷嘴的端部与挡板之间形成了二个可变的节流间隙。由挡板及喷嘴控制的油压作用在第二级滑阀两端的端面上。第二级滑阀是四通滑阀结构,在这种结构中,在相同的压差下,滑阀的输出流量与滑阀开口成正比。一个悬臂反馈针固定在衔铁上,穿过挡板嵌入滑阀中心的一个槽内。在零位位置,挡板对流过二个喷嘴的油流的节流相同,因此就不存在引起滑阀位移的压差。当有信号作用在力矩马达上时,衔铁及挡板就会偏向某一个喷嘴,使得滑阀两端的油压不同,从而推动滑阀移动,使高压油进入油缸高压腔或将油缸高压腔中的高压油泄放回回油,油动机的动作使 LVDT 的反馈信号与阀位指令信号趋向一致。此时,作用在力矩马达上的电流消失,挡板在喷嘴作用下回到中间位置,滑阀两端的压差为零,滑阀就在反馈针的作用下回到原始位置,直到输入另一个信号电流为止。

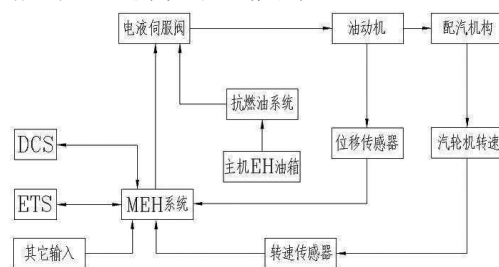
伺服阀故障通常表现在两个方面,一是滑阀卡涩,伺服阀是一种很精密的原件,对油质颗粒度的要求很严格,抗燃油颗粒度增加,极易造成伺服阀滑阀动作阻塞、卡涩;二是主滑阀内漏大,伺服阀在使用一段时间后,由于油质颗粒磨损、酸性腐蚀及电腐蚀原因,使阀芯间隙变大,发生内泄。

检修人员更换了小机伺服阀后,给水流量恢复正常。由此初步判断,给水流量摆动是伺服阀故障造成。更换新伺服阀第二天,给水流量又出现轻微摆动现象,且有增大趋势,摆动达到 50t/h 时,为了保证机组运行安全,再次停运小机更换伺服阀。由于上次更换的是新伺服阀,第二天就发生故障,可以排除伺服阀内泄引起的摆动,而是滑阀发生了卡涩,所以同时对油动机上的滤芯进行了更换,更换后再次投运小机,小机运行正常,给水流量稳定。运行 5 天后,小机再次发生摆动。



(4) 抗燃油油质不合格

抗燃油系统主要由抗燃油、高低压蓄能器、油动机、过滤器、伺服阀和管道等组成,小机油动机调节油来自主机抗燃油站。小机调速系统的组成框图如下:



根据现象是伺服阀发生卡涩,检修人员随即对抗燃油油质进行监督,发现抗燃油油质颗粒度为 4 级,且其他参数均在合格范围内。但是仍不能排除抗燃油中存在取样时采集不到的少量颗粒杂质。为了查明油质污染源,检修人员对小机故障伺服阀进行解体,在伺服阀滤网上发现存在疑似胶状微小颗粒,检修人员随即对抗燃油泵出口滤芯进行更换,拆开抗燃油泵出口滤芯发现滤芯接缝用胶有脱落,随即更换了新滤芯后投运,投运后机组运行稳定。

4. 结束语

按照汽轮机厂家技术要求,高压抗燃油系统滤芯应当定期更换,更换周期一般为 6 个月。如期进行滤芯的更换工作有利于保证 EH 油清洁度,对各伺服机构可靠动作具有重要意义,从该厂此次高压抗燃油系统故障事件来看,油质监督尤为关键,但有一些少的、大的颗粒,在采样时不易捕捉到,且由于采样门位于油站有压回油管路上,而此次产生杂质的源头位于抗燃油泵出口的压力油母管上,压力油经过各进汽阀门油动机滤芯进行了一次过滤,在伺服阀的滤网和流道进行了二次过滤,所以真正到达有压回油管上的颗粒极少,从而给油质监督带来了假象。对于此次事件,主机和小机抗燃油共用一趟系统,问题又出在小机调门上,而主机各进汽阀门运行较为稳定,也容易给技术人员带来迷惑,分析原因是主机油动机比小机油动机滤芯的安装方式更为可靠,能够过滤掉油绝大部分杂质颗粒,小机的油动机会有部分油不通过滤芯而直接进入伺服阀,存在伺服阀卡涩隐患,建议对小机油动机滤芯的安装位置进行改造,保证抗燃油系统的稳定运行。

参考文献:

- [1]黄建龙.电动给水泵和汽动给水泵的经济性比较探讨[J].电力设备,2016,22
- [2]于海航.抗燃油油质对汽轮机调速系统的影响及处理方法[J].技术与市场,2020,27(06)
- [3]程洋 汪君奇 蒋威.火电厂给水流量晃动因素分析[J].上海节能,2022,10