

某机组燃气控制阀指令偏差原因分析与处理

施晓炜, 蒋敏杰
(江苏华电戚墅堰发电有限公司, 江苏 常州 213000)

摘 要: 109FA 燃气 - 蒸汽联合循环发电机组在运行中出现燃气控制阀 PM4 阀位的指令与反馈存在偏差, 威胁机组安全运行。针对该故障进行原因查找并最终解决了问题。
关键词: 液压油系统; PM4; 阀位偏差; 指令与反馈
中图分类号: TF 557 **文献标志码:** B **文章编号:** 1674 - 1951(2017)12 - 0035 - 02

0 引言

某公司 #1 机组是由 GE 公司生产的燃气 - 蒸汽联合循环发电机组, 型号为 S109FA。该机组为单轴联合循环发电机组, 于 2005 年 6 月正式投入运行, 整体运行状况良好。机组的燃烧室中含有 18 个低 NO_x 燃烧器, 由燃气控制阀 D5, PM1, PM4 联合控制, 其中燃气控制阀 PM4 直接控制燃烧室中 4 个燃气预混喷气口的燃气流量, 当其阀位指令与反馈发生偏差过大时, 可造成进入燃烧室的燃气流量与机组负荷不匹配, 从而引起燃烧不稳定。

1 故障现象

2016 年 7 月 18 日, #1 机在 270 MW 负荷下运行时出现 VGC - 3 阀位指令 (即 PM4) 与反馈偏差报警。通过查询机组控制系统, 得到阀位指令为 73.0%, 阀位反馈为 74.6%, 偏差为 -1.6%, 而指令与阀位偏差允许范围为 -0.30% ~ 0.30%。停机后, 对燃气控制模块的 PM4 进行试验检查, 发现燃气控制阀 PM4 的阀位指令与反馈偏差较大。

2 系统介绍

依据上述可知, 当时的机组负荷为满负荷的 70%, 此时运行状态处于 871.0℃ 基准燃烧温度 (TTF1) 至 1248.9℃ 之间^[1]。依据运行规程以及图 1 所示, 应使燃气与空气的燃烧比例增大, 故燃气控制阀 PM4 的阀位指令应不断增大。此时伺服阀电信号迅速转化为液压信号, 不断有液压油经过滤网、伺服阀、卸荷阀进入燃气控制阀 PM4 的油腔, 燃气控制阀 PM4 油腔内的油压不断增大, 不断平衡燃气控制阀 PM4 的弹簧的弹力, 使燃气控制阀的阀位开度逐渐增大以达到运行要求。

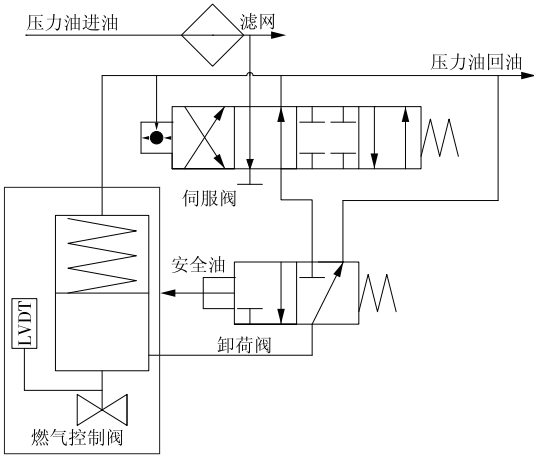


图 1 PM4 燃气控制系统

根据图 1 可知, 燃气控制阀 PM4 的控制方式主要采用液压油控制。PM4 燃气控制系统主要包含滤网、伺服阀、卸荷阀, 线性位移传感器 (LVDT) 以及燃气控制阀, 这些部件均是控制油阀位产生偏差的影响因素, 需逐个进行分析。

图 1 中方框为发生燃气控制阀 PM4 阀位指令与反馈偏差的直接设备, 燃气控制阀通过平衡弹簧压力控制阀门的阀位, 同时 LVDT 直接将燃气控制阀的当前阀位进行反馈^[2]。

假设燃气控制阀 PM4 的指令为 $\alpha(\%)$, LVDT 的反馈为 $\beta(\%)$, 燃气控制阀的最大变化量为 $\Delta X(\text{mm})$, 燃气控制阀的弹簧刚度为 $K(\text{N/mm})$, 进入燃气控制阀液压油的压力值为 $F(\text{N})$, 指令与反馈偏差为 $\gamma(\%)$ 。公式分析如下

$$\beta = F / (K \Delta X), \tag{1}$$

$$\gamma = \alpha - \beta. \tag{2}$$

由以上公式可知, 当 γ 居于 -0.30% ~ 0.30% 之外, 可判定发生阀位指令与反馈偏差的故障。

3 原因分析

根据图 1, 可推断可能引起燃气控制阀 PM4

的指令与阀位反馈偏差过大的故障的原因主要有以下几种:滤网堵塞、伺服阀故障、卸荷阀故障。

3.1 滤网

滤网处于压力油进入 PM4 的入口处,其作用能对即将进入 PM4 的压力油进行过滤,保护 PM4 设备管道上的配件免受磨损,防止堵塞。

如果滤网发生堵塞,产生压降,造成压力油的压力低于运行要求,直接引起 LVDT 的反馈偏小,进而造成指令与反馈偏差增大。滤网前后压力分析见表 1。

表 表 1 滤网前后压力分析表 MPa

进入滤网前压力	进入滤网后压力	前后压降
11.5	11.4	0.1
11.4	11.4	0
11.4	11.3	0.1

分析表 1 可知,3 次测量,滤网前后压降控制在 0.1 MPa 左右,均满足运行要求,可排除其对 PM4 的影响。

3.2 伺服阀

从滤网出来的压力油随后进入伺服阀,PM4 中的伺服阀为典型的电液伺服阀,工作方式主要通过将小功率的电信号转换为大功率的液压能输出,实现对 PM4 燃气控制阀的指令控制^[3]。

针对此伺服阀,主要采取以下措施:更换新的伺服阀;将此伺服阀与 #2 同位置的伺服阀更换。更换结束后,应调整对应伺服阀零偏使其能自关,并对其进行重新标定,保证均能处于零位无误状态,接着对 PM4 再次进行试验,试验结果变化不大,可排除伺服阀的影响。

3.3 卸荷阀

进入 PM4 燃气控制阀的最后的设备为卸荷阀,卸荷阀出故障后,卸荷阀中通道不利于经过伺服阀的压力油进入,造成 PM4 燃气控制阀无法及时对来自伺服阀的指令信号作出反馈。

为排除是否为卸荷阀原因造成的反馈偏差,更换卸荷阀后调取运行曲线如图 2 所示,发现 PM4 指令与反馈的偏差为 -0.25%,同时 PM1 指令与反馈的偏差为 +0.21%,问题由此确认。

经过解体,发现卸荷阀的外环第 1 级与第 2 级的 O 型圈有明显的破损,造成安全油可通过破损处渗透。卸荷阀中的 O 型圈属于轴用 YX 型 O 形圈,主要用于往复运动液压油缸中活塞杆的密封,基本制作材料为橡胶。

造成 O 型圈破损主要原因为摩擦和磨损^[4],磨损程度主要取决于摩擦力,而摩擦力的大小直接与

工作液体承受压力的大小相关。卸荷阀安全油的压力一般为 11.0 MPa,故产生的摩擦力比较大。由于橡胶本身导热性能较差,当摩擦力增大时摩擦热随之增大,引起橡胶老化,引起 O 型圈失效乃至破损。

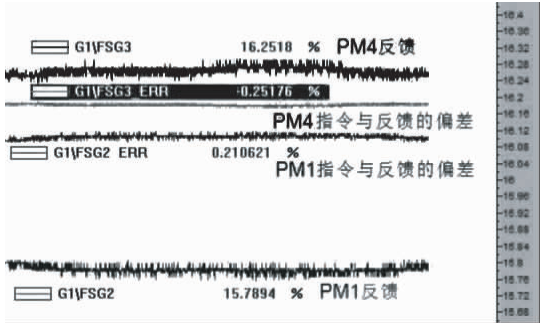


图 2 更换卸荷阀后的试验结果

当卸荷阀处于工作状态,安全油注入,平衡卸荷阀设定的压力,卸荷阀内部通道右移,卸荷阀由闭路状态切换为通路状态。如果伺服阀处于打开状态,经过滤网的压力油可快速穿过伺服阀及卸荷阀,作用于燃气控制阀。因此,针对伺服阀的指令能很快在燃气控制阀的位置处得到反馈。

但是,由于卸荷阀的 O 型圈(图中用黑色椭圆标注)损坏,使安全油可渗透进入通道内部,造成卸荷阀通道内部的压力油与安全油汇集在一起。进入燃气控制阀的油的流量发生偏差,从而来自燃气控制阀的反馈与指令产生偏差。

4 结论

当 #1 机燃气控制模块的 PM4 发生指令与燃气控制阀阀位反馈偏差较大的故障时,经过分析,可得到以下几点结论。

(1)当 PM4 中的滤网压降过大时,易造成压力油的压力低于运行要求,直接引起 LVDT 的反馈偏小,建议定期安排检修人员检查滤网的前后压差,一旦发现压差过大,应及时更换滤网。

(2)当 PM4 输入伺服阀的电信号与液压信号不匹配,可造成指令偏差,建议定期安排对伺服阀进行现场校验,使其电信号与液压信号一致,保证指令偏差在安全范围以内。

(3)当卸荷阀的 O 型圈存在破损或者卸荷阀内漏时,造成挂闸状态安全油渗透,同样可造成伺服阀的动作指令信号与燃气控制阀 PM4 的反馈信号偏差。为避免卸荷阀出现破损及内漏影响机组运行,建议定期安排检修人员检查更换 O 型圈。

参考文献:

[1]焦树建,孙守林,张艳春,等.燃气轮机与燃气-蒸汽联合循环装置[M].北京:中国电力出版社,2007.(下转第 55 页)

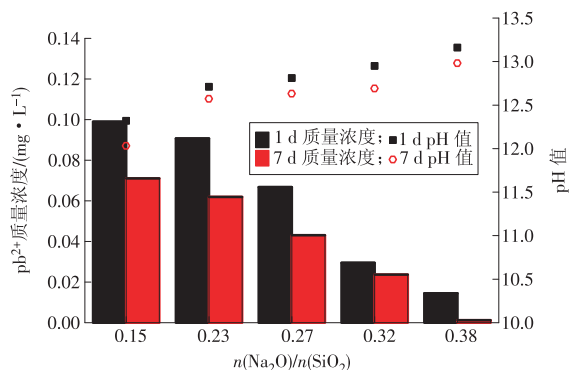


图 5 固硫灰地质聚合物固化 Pb^{2+} 性能合[8]。相关研究表明^[12-14],地质聚合物中的 Pb^{2+} 主要靠化学形式被固化在不定形相中,但具体的固化机理尚需进一步研究。

3 结论

(1) 固硫灰地质聚合物强度随激发剂掺量的增加而增加,当 $n(\text{Na}_2\text{O})/n(\text{SiO}_2)$ 大于 0.27 时,固硫灰地质聚合物抗压强度呈现平稳发展趋势。

(2) 固硫灰地质聚合物对 Pb^{2+} 有一定的固化作用,随着 $n(\text{Na}_2\text{O})/n(\text{SiO}_2)$ 和养护时间的增加,固化作用增强,但固化机理有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 陈仕国,王群英,应光伟,等. NaOH 掺量对固硫灰地质聚合物强度影响研究[J]. 硅酸盐通报,2016,35(10): 3362-3366,3372.
- [2] 王海龙. 固硫灰制备地质聚合物实验研究[J]. 硅酸盐通报,2015,34(5): 1392-1396.
- [3] XU Z, WU D, ZHENG L, et al. Experimental study on geopolymer synthesis from activated zeolite[J]. Disaster advances, 2014, 6(S3): 159-163.
- [4] LI Q, XU H, LI F, et al. Synthesis of geopolymer composites from blends of CFBC fly and bottom ashes[J]. Fuel, 2012, 97(7): 366-372.
- [5] 朱强,卢都友. 固化重金属离子地质聚合物基体的制备及其离子相容性[J]. 南京工业大学学报(自然科学版), 2010, 32(3): 61-66.
- [6] KRAUSOVA K, CHENG T W, GAUTRON L, et al. Heat treatment on fly and bottom ash based geopolymers: Effect

on the immobilization of lead and cadmium[J]. International journal of environmental science and development, 2012, 3(4): 350-353.

- [7] ZHANG Z H, YAO X, ZHU H J, et al. Role of water in the synthesis of calcined kaolin-based geopolymer[J]. Applied clay science, 2009, 43(2): 218-223.
- [8] 张媛,刘泽,王栋民. 粉煤灰地质聚合物固化重金属离子的研究进展[J]. 硅酸盐通报, 2016, 35(6): 1751-1755.
- [9] JAARVELD J G S V, DEVENTER J S J V, LORENZEN L. Factors affecting the immobilization of metals in geopolymerized flyash[J]. Metallurgical and materials transactions B, 1998, 29(1): 283-291.
- [10] KHALE D, CHAUDHARY R. Mechanism of geopolymerization and factors influencing its development: A review[J]. Journal of materials science, 2007, 42(3): 729-746.
- [11] 龙伏梅,胡明玉,丁再涛,等. 粉煤灰地质聚合物材料及性能研究[J]. 南昌大学学报(工科版), 2006, 28(2): 173-176.
- [12] FERNANDEZ-JIMENEZ A, MACPHEE D E, LACHOWSKI E E, et al. Immobilization of cesium in alkaline activated fly ash matrix[J]. Journal of nuclear materials, 2005, 346(2): 185-193.
- [13] FERNANDEZ-JIMENEZ A, PALOMO A, MACPHEE D E, et al. Fixing arsenic in alkali-activated cementitious matrices[J]. Journal of the American ceramic society, 2010, 88(5): 1122-1126.
- [14] ZHANG J, PROVIS JL, FENG D, et al. Geopolymers for immobilization of Cr^{6+} , Cd^{2+} , and Pb^{2+} [J]. Journal of hazardous materials, 2008, 157(2/3): 587.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

曹旺均(1973—),男,福建沙县人,工程师,从事燃煤、粉煤灰管理工作(E-mail: fz6666@139.com)。

陈宇肇(1970—),男,福建漳平人,高级工程师,工学硕士,从事火电厂生产、运行管理工作(E-mail: zpcyz@vip.163.com)。

陈仕国(1987—),男,山东临沂人,工程师,工学硕士,从事燃煤电厂固废利用研究工作(E-mail: hpuchenshiguo@163.com)。

(上接第 36 页)

- [2] 蒋华敏. LVDT 差动变压器式线性位移传感器的现状和动态[J]. 传感器技术, 1988, 2: 62-64.
- [3] 赵金阳,徐阳,张武军,等. 电液伺服控制装置的研发探讨[J]. 工业仪表与自动化装置, 2010, 2: 94-95.
- [4] 郑之盛. O 形密封圈密封性能影响因素分析[J]. 现代商贸工业, 2010, 22: 426-427.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

施晓炜(1993—),男,江苏南通人,助理工程师,从事燃气-蒸汽联合循环机组调速系统及燃气进气系统方面的工作(E-mail: 1433002984@qq.com)。

蒋敏杰(1985—),男,江苏武进人,助理工程师,从事燃气-蒸汽联合循环机组燃机汽机本体及调速系统方面的工作(E-mail: flpjmj@163.com)。