

汽轮机主油泵故障分析及处理

付刚朝

宝武集团鄂城钢铁有限公司, 湖北 鄂州 436000

摘 要： 对鄂钢能源环保部 1#–3# 汽轮鼓风机组汽轮机主油泵多次故障进行分析处理，找出造成故障的关键因素，明确整改方案将不利于检测、观察，稳定性差的主油泵改为电动油泵，同时优化控制逻辑，完善保护功能和监控模式，彻底消除了油系统隐患，实现机组在运行过程中润滑油泵组切换不超压、不断油、不跳机的目的，机组运行稳定性大幅提高。为汽轮机此类故障的处理提供参考。

关 键 词： 汽机；主油泵；不间断供油；润滑油

Fault Analysis and Treatment of Turbine Main Oil Pump

Fu Gangchao

Baowu Group Echeng Iron and Steel Co., LTD. Ezhou, Hubei 436000

Abstract： Multiple failures of the main oil pump of the 1#–3# turbine blower group of Esteel Energy and Environmental Protection Department were analyzed and dealt with, the key factors causing the failure were found out, and the rectification plan was made clear to change the main oil pump which was not easy to detect and observe and had poor stability into an electric oil pump. At the same time, the control logic was optimized, the protection function and monitoring mode were improved, and the hidden dangers of the oil system were completely eliminated. To realize the purpose of lubricating oil pump group switching without overpressure, continuous oil, and no jumping during the operation of the unit, the operation stability of the unit is greatly improved. It provides reference for the treatment of this kind of turbine fault.

Keywords： turbine; main oil pump; uninterrupted oil supply; lubricating oil

引言

2019年以来，我部三台中温中压汽轮鼓风机组故障频发（汽轮机为 NK 系列），特别是汽轮机主油泵（与机组同轴用膜片联轴器连接）的膜片联轴器，膜片多次破裂故障造成机组跳机、高炉慢风。经过技术攻关，将主油泵改为电动油泵，优化控制逻辑，实现了电动油泵的不间断供油，故障得到排除。

一、系统原理

汽轮机润滑油采用单台电动辅助油泵 + 主油泵 + 直流油泵 + 高位油箱的供油模式。其系统分为润滑、保安和调节油三个部分，均由该油泵供给。三种油压相互影响，且各自有联锁保护。在机组达到额定转速时，辅助油泵和主油泵需要实现不断油切换，由启机时的辅助油泵供油切换至与汽轮机同轴运行的主油泵供油。

在机组的油泵切换及运行过程中存在较多影响机组稳定运行的因素。切换过程中如果出现油压设定不合理、阀门内漏或注油器堵塞等问题时，将会切换异常，造成油压波动不能停辅助油泵，此时机组将被迫停机检修，或者切换时油压降低至联锁值机

组联锁停机，均给生产造成很大的影响。

运行过程中如果联轴器故障，将会造成系统瞬间断油，若电动辅助油泵不能在短时间内启动供油，也将会造成系统油压低联锁保护停机。若辅助油泵同时故障不能启动，则润滑油中断，系统将存在轴瓦烧坏的风险。

二、问题分析

据统计，三台机组近三年来出现联轴器膜片故障共计 11 次，造成停机进而高炉慢风的共有 8 次，每次检修后联轴器膜片长的使用周期有 2 年，短的只有 3 个月，且处理膜片故障必须停机 72 小时，给生产造成很大风险，给公司也造成较大损失。

分析其在机组的运行过程中存在的问题和风险,有以下几类:

1.主油泵的膜片联轴器故障率高。其联轴器膜片连续使用周期很不稳定,对安装要求较高,受机组沉降等影响较大,且问题难以排查和处理。且因安装在罩壳内,无法直管观察检测,无法预测。

2.主油泵故障造成机组润滑和保安油降低,电动辅助油泵自启速度太慢,油压跟不上降低速度,不能满足机组运行要求,造成只要出现主油泵故障就会油压低保护跳机。

3.主油泵故障后其破碎的联轴器膜片会影响甚至损伤周围的探头,出现振动、位移异常连锁跳机。

4.机组在运行过程中,电动辅助油泵长期处于备用状态,不便于确认泵组的备用状态是否可靠。可能在需要运行时不能运行,造成机组断油事故。

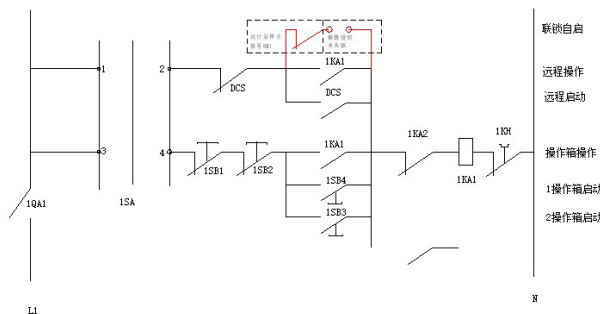
5.在机组转速到达额定转速时,电动辅助油泵供油需倒换至主油泵供油,油路系统较复杂,若切换不成功将导致油压瞬间降低,机组连锁跳机。

我们经过调研,咨询了汽轮机厂家以及其他钢铁企业,发现该机型的机组联轴器基本均存在类似问题,为彻底解决此问题,从2020年底开始组织系统整改^[1]。

三、问题处理

针对上述问题,经过综合比较,我们决定将供油模式由主油泵+一台电动油泵的模式改为2台电动油泵互为备用的模式,取消原有主油泵,同时针对系统程序进行优化,消除潜在隐患。通过电气连锁、控制连锁、延时保护、优化监控等手段保证两台泵的互为备用、稳定供油,实现切换过程中不超压、不断油、不跳机的目的。措施如下:

为解决备用油泵自启动速度慢及可靠性的问题,增加电气互锁功能,即两台泵组的电气互锁,一台停运则另一台启动,两台泵组分别由两段不同线路供电。电气控制图如下(见图1电气互锁电路图)

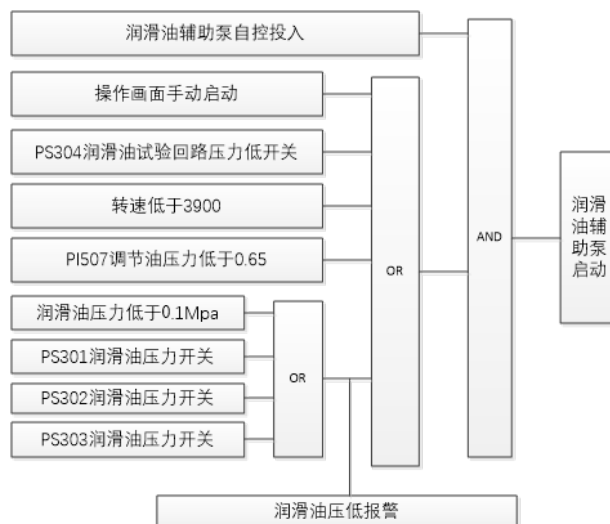


>图1电气互锁电路图

1.在系统处于远程控制状态,且连锁投切开关处于自控状态时,当运行泵因故障停止运行时(主接触器断开),备用泵启泵继电器得电,启动备用泵。当备用泵组处于机旁位置或连锁解除时,备用泵不会自启动。电气互锁动作时间快,通过取消软启动

后只需要0.5S至1S就能够达到正常压力,大大提高了机组油压稳定性。两台泵组分置两路不同电源,系统供电的可靠性能够得到保障^[2]。

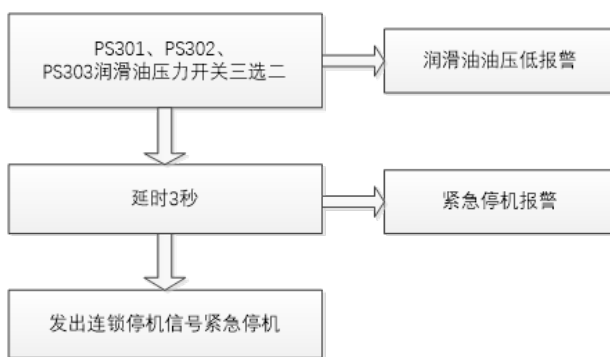
2.优化两台油泵的控制连锁,通过压力开关和模拟量的连锁控制备用泵的启动。控制逻辑如下(图2汽机润滑油泵连锁启泵保护)



>图2汽机润滑油泵连锁启泵保护

在润滑油泵自控投入时,在油压低时(由0.08MPa调整为0.1MPa),触发泵连锁自启条件。连锁启泵。

3.调整保护停机的延时,避开跳机时间。控制逻辑如下(图3汽机润滑油油压低停机保护)



>图3汽机润滑油油压低停机保护

通过反复实验,调整低油压连锁停机延时由1秒延长到3秒。泵组的控制连锁启动时间约1秒(从泵组启动到油压正常),电气连锁启泵的时间约0.5秒。3秒的时间能够在保证运行安全及机组润滑安全的情况下,合理的避开倒泵时的油压波动。防止油泵倒换时油压低连锁跳机^[3]。

4.为保证油泵稳定运行,改变油泵监控手段,集成电流、出口油压和振动的监控指示,引出报警及指示灯,提高泵组的隐患发现、判断的效率。

通过对泵组的电流、出口油压、振动的综合判断机组是否正常运行。在电脑上输出报警,并控制系统接出指示灯到主操作柜,便于直观监控。泵组运行电流和出口油压有一定的对应关系,特别是油泵润滑工况较好,磨损较轻,其运行曲线相对更稳

定。通过实际经验判断总结，当油压高，电流相对较小时，表明其出口滤芯有堵塞情况应更换滤芯；当油压较低，电流相对较高，则表明泵组有卡涩或出口有泄漏的情况需要进一步现场确认；当有电流，无出口压力时，则可能是联轴器或泵轴有问题；无电流也无压力时，可能是电气系统中间继电器的问题等。通过电流、出口压力的相对变化，结合泵组振动情况，可以快速判断出泵组的运行情况，及时发现并处理泵组问题。为安全稳定供风提供重要保障。

四、改造效果

经过改造，我们解决了该系统问题。从调试结果看，3台机组的油泵切换能够达到设计要求（4重连锁保护，电气1种，控制系统3种，综合考虑了各种极限情况及误操作可能），满足现场实际需要，并留有足够的安全余量，调试结果良好。从运行上看，自2020年1月第一台改造完成投运以来，未再出现油压异常停机问题。我们同时从系统的可靠性上下功夫^[4]，每次停机必须进行系统实验，泵组定期倒换，确保设备正常。综合来说取得了以下有益成效：

1.两台电动油泵运行，可以及时检测泵组的振动、电流、温度、出口压力等运行状态，可以及时发现异常并及时处理，提高了油系统可靠性。

2.电气互锁，取消软启动，备用泵启动安全快速。在控制系统故障时，也能保证备泵及时自启。保证油压稳定可靠。

3.控制系统的连锁，优化了控制逻辑和运算模式，提高了执行速度，在0.5s内，可以实现执行逻辑指令启动备泵。保证油压稳定可靠。

4.低油压保护，调整连锁值和延时时间，可以实现在线切换泵组时油压波动小于10%，保证泵组切换时不会因为油压降低造成机组保护停机。经过3年运行，多次实验均可实现既定功能。

5.泵组正常运行模块，突破以前的单纯监控泵组是否运行的局限，实现泵组是否正常运行的监控。利于及时发现泵组问题，提高系统可靠性^[5]。

此处改造取得了成功，提高了系统的可靠性。但是对电气系统及泵组的稳定性要求更高，我们一方面致力于采取各种措施保持系统的稳定可靠，另一方面，加强设备的点巡检，及时发现并处理隐患也是日常工作的重要部分。

参考文献

[1] 李成. 小型汽轮机结构特点及其抗摆能力分析 [J]. 机电工程技术, 2023(12).
[2] 段舒宇. 论热电厂电气设备的管理及维修养护策略 [J]. 当代化工研究, 2022(01).
[3] 白宇; 邓春琰; 何立东. 黏滞性阻尼器在浆态床渣油加氢装置应用总结 [J]. 炼油技术与工程, 2023(08).
[4] 刘振; 张小军; 潘俊; 叶茂; 苗扬. 基于最大均值差异迁移学习的飞机燃油泵故障诊断 [J]. 液压与气动, 2023(10).
[5] 许佳; 胡建村; 秦慈伟; 陆宁云; 姜斌; 金江善. 基于参数优化 VMD 和散布熵的高压油泵故障诊断 [J]. 内燃机学报, 2023(02).