

给水泵汽轮机油泵连锁故障研究

葛 勇

(国投宣城发电有限责任公司,宣城 242052)

摘 要:介绍了 600MW 超临界机组给水泵汽轮机通过系统、设备改进后实现油泵正常连锁情况。通过方案和试验的对比分析,经过比较论证选定最终方案,对系统进行了设计改进、增加配件。试验及现场长期运行表明,设计改进是成功的,该方案的实际效果完全满足油泵正常连锁要求。

关键词:给水泵汽轮机;油泵;连锁故障;设计改进

中图分类号:TK267

文献标识码:A

文章编号:1672-5549(2010)02-0141-03

Research on Fault of Oil Pump Linkage for BFPT

GE Yong

(SDIC Xuancheng Electric Power Co. Ltd., Xuancheng 242052, China)

Abstract: It is presented that the normal linkage is realized by improving the system and equipment for BFPT in 600MW supercritical units. Through the analysis of scheme and test contrast, the design is updated and fittings are added. The test and long-term operation indicate that the advanced design is successful, so the scheme's actual effect can entirely satisfy the requirements for normal linkage of the oil pump.

Key words: BFPT; oil pump; linkage failure; design improvement

在 600MW 超临界大容量新机组中,由于参数的提高,制造厂家要进行新的设计。设计时鉴于经济性等方面的考虑,配置上可能不够全面成熟;加之时间仓促未进行有关实验,有些新设计不一定能满足安全稳定要求。如某汽轮机厂设计的给水泵汽轮机润滑油系统,配置 2 台交流润滑油泵与 1 台直流润滑油泵。在交流润滑油泵进行连锁试验时,发生油压大幅度波动而引起跳给水泵汽轮机现象,直接影响到整个汽轮机组的经济性和安全性。电厂就此与汽轮机厂相关部门联系协商,并经过多次现场共同实验、排查,通过改进系统设计、增加配件等,实现了油泵正常连锁。

电厂中给水泵汽轮机的地位至关重要,其油泵若不能连锁,将会引起给水泵汽轮机跳机,严重时甚至引起汽轮机跳机,对电厂的安全性、可靠性带来严重影响。本文介绍的小机油泵连锁中出现的两大问题——系统配置简单及设备不合格(未按要求校验),通过改造完善后消除了因小机油泵连锁故障而可能导致跳闸的重大隐患,保证了小机乃至主机的安全稳定运行。

1 故障现象及可能原因

某电厂配置 A、B 2 台给水泵汽轮机(简称小机,下同),每台小机分别配置 1、2 号交流主油泵和 1 台直流泵。泵出口分两路:一路到润滑油母

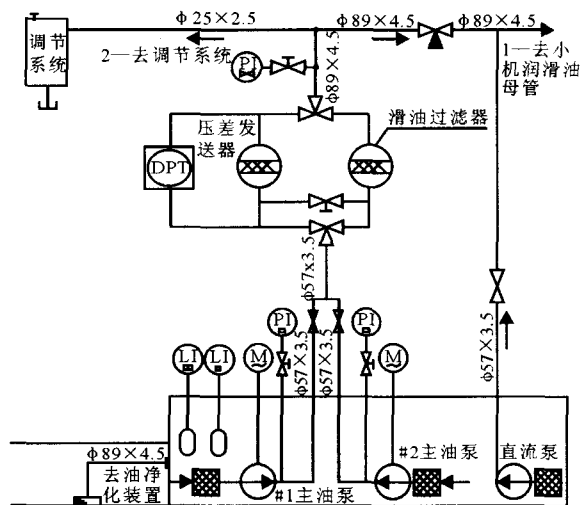


图 1 小机油系统简图

收稿日期:2009-11-04

作者简介:葛勇(1966),男,安徽理工大学,大学文化,高级工程师、高级技师,汽机专业主管。

管,一路去调节系统。在运行中发生油泵跳闸时,另一台油泵虽及时启动但保安油压(调节系统)及油泵出口母管油压大幅度下降,从而引起小机跳机的严重事故。小机油系统简图如上图所示。

分析认为可能有以下原因引起小机跳机:

第一种可能:2 台泵的停-启间隔时间过长,造成油泵连锁动作响应迟缓,引起了透平保安油压下降超限,使机组跳机;第二种可能:在一台交流泵停止的瞬间,造成透平保安油压的瞬间降低,而恰好此时危急遮断器滑阀的活塞在弹簧力的作用下被提前开启(危急遮断器滑阀未按规定压力——定值为 0.088 MPa 动作),使透平油失压薄膜阀动作;第三种可能:油泵质量不好,在油泵启动时压力建立太慢,引起油压下降超限,使机组跳机;第四种可能:仪控元件(比如电磁阀 20/RS、20/TT 或压力开关 63/TVO 等)动作迟缓或异常动作引起机组跳机;第五种可能是薄膜阀异常动作使油压波动引起机组跳机;第六种可能:系统本身存在缺陷,切换油泵(或跳泵联启另一台)瞬间,维持不了正常工作油压而引起机组跳机。

调节系统图如图 2 所示。

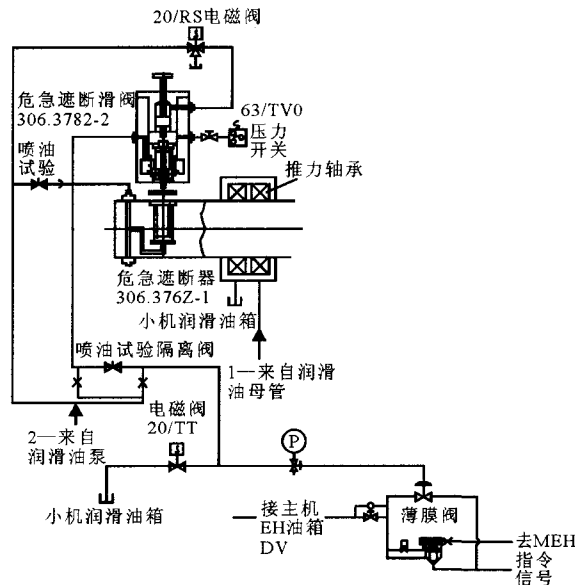


图 2 调节系统图

2 现场实验及原因分析

(1) 现场实验

鉴于此种严峻情况,我们怀疑汽轮机厂的小机油系统可能存在以下问题,为此与汽轮机厂的

专家在现场进行了如下实验。(请参考小机润滑油系统图和小机调节系统图):

1) 不做油泵切换——单独启动 1 号交流泵,机组可实现正常挂闸;单独启动 2 号交流泵,机组同样可以实现正常挂闸。

2) 小机主油泵联锁切换实验。

① 开启电泵运行,将小机负荷切换至电泵。

② 进行小机主油泵联锁切换(突然停止工作油泵,观察另一台备用油泵自启动情况):

检查、记录低油压停机是否发出信号。确认发出信号;检查、记录小机主油泵联锁启动时间。实际观察两泵连锁间隔时间约 0.8 秒,保证在 1 秒钟以下。排除第一种“停-启间隔时间过长”可能跳机的情况;检查、记录薄膜阀上腔油压变化数值。现用滑阀 0.3~0.4 MPa 就已动作,而规定到定值为 0.088 MPa 才能动作。第二种“危急遮断器滑阀提前开启泄压”引起跳机情况存在;另一台备用油泵自启动时,就地观察油泵出口母管压力情况,压力建立较为正常。排除第三种“油泵质量不好”可能跳机的情况;确认压力开关 63/TVO 数值,确认电磁阀 20/RS、20/TT 动作正常。排除第四种“仪控元件动作迟缓或异常动作”可能跳机情况;检查、记录直流油泵是否启动。直流油泵能启动。

③ 将润滑油泵通向危急遮断器滑阀管路上节流孔板取出,用普通钢板替换试验(主要排除节流孔板孔径原因),并关闭喷油实验隔离阀,屏蔽低油压停机实验装置,切断直流事故油泵,小机跳机依然发生。存在第六种可能跳机情况。

④ 再次进行主油泵联锁切换。

检查、记录薄膜阀上腔油压变化数值。

⑤ 恢复系统。

3) 正常开启任一交流泵,建立起稳定的透平保安油压后,关闭薄膜阀上腔的一只手动截止阀,使薄膜阀上腔压力始终保持 0.6 MPa 不动作状态,然后再做油泵连锁切换试验,此时在这个截止阀前的就地压力表上仍可见油压由 0.6 MPa 降至 0.15 MPa。基本排除第五种“薄膜阀异常动作”可能跳机的情况。

4) 分别对 A、B 2 台小机的 1、2 号交流泵做连锁试验,当 1 号泵在开启状态下停止马上自动切换 2 号泵时,出现薄膜阀上保安油压由原 0.6 MPa 降至 0.15 MPa 而导致机组跳闸现象,改变

交流泵的切换顺序,重复以上试验时,此现象仍然存在。此现象在 2 台小机上同时出现,据了解在别的同类型电厂也出现过类似问题,说明“系统本身存在缺陷,瞬间油压维持不住”引起机组跳机的可能存在。

(2) 原因分析

根据实验现象分析,基本可以排除以下 4 种可能跳机的原因:(1)2 台泵的停一启间隔时间过长;(2)油泵质量不好,在油泵启动时压力建立太慢,引起油压下降超限,使机组跳机;(3)仪控元件(比如电磁阀 20/RS、20/TT 或压力开关 63/TVO 等)动作迟缓或异常动作引起机组跳机;(4)薄膜阀异常动作使油压波动引进小机跳机。

综合判断,危急遮断滑阀定值为 0.088 MPa 才能动作,而现用危急遮断滑阀 0.3~0.4 MPa 就已动作,危急遮断器滑阀提前开启泄压,致使油压维持不了,是小机跳机的原因之一;另一种根本原因可能是系统本身存在设计缺陷,瞬间油压维持不住,从而引起小机跳机。

3 解决方案

通过不断的排查、实验和调研,提出解决方案

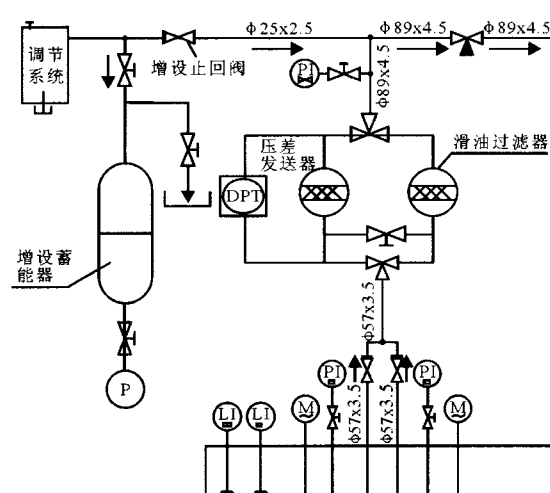


图3 改进方案一

3.2 方案选定

方案二为调研同类型电厂改造成功方案,无风险,但现场布置困难,占用空间大,且费用昂贵。方案一原理可行,但未经检验。

综合研究后,按方案一执行。这样,系统改动较少,又节约改造成本。同时,如一次改造不彻

如下:

(1)请厂家重新加工能够满足现场需要的小机危急遮断滑阀 306.378Z-2 组件并按参数要求校验合格,现场具备条件时更换;

(2)请厂家系统增设蓄能器,以维持瞬间油压不变,弥补系统本身存在设计缺陷;

(3)系统增设止回阀(加装在给水泵汽轮机交流油泵出口的润滑油至调速系统油管上),以缓解瞬间油压过快下降问题。

3.1 改造方案一

(1)拟采用每组一只 40L 蓄能器及组件,安装在交流油泵出口至调速系统油管上,以缓解油泵联锁时带来的安全油压力波动。采用立式地面安装,管路部件采用不锈钢管件。位置在 6.9 米层。另在调节系统上增设止回阀。

(2)改造方案一系统图见图 3。

3.2 改造方案二

(1)拟采用每组 4 只 40L 蓄能器及组件,安装在一台给水泵汽轮机交流油泵出口的润滑油母管上,以缓解油泵联锁时带来的压力波动。采用立式地面安装,管路部件采用不锈钢管件。位置在 0 米层。

(2)改造方案二系统图见图 4。

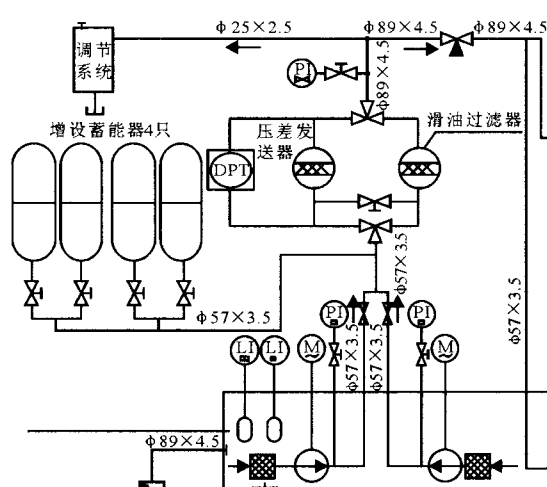


图4 改进方案二

底,可为二次改造铺垫基础,或另在交流油泵出口润滑油母管上再加装一只蓄能器。

3.3 实际效果

执行方案一。同时,更换了新滑阀组件(厂家重新加工小机危急遮断滑阀 306.378Z-2 组件,并按满足现场需要的参数要求(下转第 137 页)

3 机组振动原因分析和诊断

(1) 机组冲转不顺利的原因之一就是碰磨。机组经过大修中对轴封和汽封系统改造及其间隙的重新调整, 出现碰磨是正常的; 但机组这次的碰磨还掺杂了诸多的激化因素, 包括转子的质量不平衡、原始晃度大和轴封间隙和汽封间隙的调整把握不当等^[2]。

(2) 高、中压转子存在质量不平衡。通过转子的高速动平衡确保了机组带负荷和超速试验的完成。同时, 高速动平衡后, 转子的轴振降低也大大降低了碰磨几率(表 3)^[3]。

(3) 机组的原始晃动值较大。通过对比机组各阶段启动前的偏心 and 机组低转速下的振动数据, 确认机组偏心的降低有助于机组轴振的降低; 同时轴振的大幅降低减小了轴承的激振力, 增加了轴承的稳定性^[5]。表 4 给出了机组 1200r/min 时振动数据。

表 4 低转速时振动情况对比(μm)

| 轴承 | 1X | 1Y | 2X | 2Y | 3Y |
|------|------|------|------|------|------|
| 动平衡前 | 43.3 | 63.3 | 88.3 | 126 | 50.0 |
| 动平衡后 | 35.3 | 87.2 | 70.3 | 87 | 40.0 |
| 铰孔后 | 52.8 | 63.5 | 49.3 | 37.1 | 23.9 |

(4) 系统的滑销系统工作不正常、汽封和轴封系统的间隙调整把握不足也是机组启动不顺利的原因之一。滑销系统工作不正常抑制了缸体的正常膨胀, 导致动静碰磨的加剧^[4]; 同时, 在转子原始晃度较大和检修前机组振动较大的情况下, 为了追求经济效益, 将汽封间隙按照设计值的中偏下调整, 大大增加了碰磨的几率。再次揭缸后, 根据汽封和轴封碰磨情况, 将碰磨严重部位间隙增大 0.2~0.25mm 后, 机组的启动明显顺利许多。

(上接第 143 页) 校验合格)。试验表明, 设计改进是成功的, 这个方案的实际效果完全满足油泵正常连锁要求。运行近一年来, 现场未发生因小机油泵连锁故障而引起跳机事故, 小机运行十分平稳。

4 结论

小机油泵连锁中出现的两大问题——系统配

(5) 机组轴承稳定性差。机组在升降负荷试验、单阀切换、轴封汽调整时均出现了轴振波动; 从轴承角度看, 椭圆瓦的稳定性差是很难改变的^[3], 只有通过降低激振力和调整运行方式才能有效避免振动的大幅激发。

4 结论

(1) 检修方面: 机组在正常检修和改造时, 要在保证安全性的基础上, 提高经济性; 对于机组检修前状况和存在的问题如原始晃度大、滑销系统情况要早发现和早解决。同时对系统的改造特别是汽封系统, 除了汽封体本身的材质外, 还要注意间隙的调整情况要依据机组的检修前状况确定。

(2) 运行方面: 机组在正常运行时要注意严格控制启动时蒸汽参数, 保证暖机时间和效果; 在暖机时, 要对缸胀、偏心和缸温等重要参数进行重点监测, 遇见异常时及时处理; 机组带负荷时, 注意参数控制, 防止参数波动过大, 对机组轴振形成负面影响; 机组调整时, 对潜在的问题做好事故预想, 遇到故障时要有条不紊的处理。

参考文献:

- [1] 陆颂元. 320MW 机组轴系汽流诱发非稳定低频振动的试验研究及计算分析[J]. 动力工程, 2001, 21(2): 1093-1098.
- [2] 陆颂元. 汽轮机组现场动静碰磨故障的振动特征及分析诊断方法[J]. 动力工程, 2002, 22(6): 2020-2024.
- [3] 陆颂元. 汽轮发电机组振动[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
- [4] 王家胜, 邓彤天, 冉景川. 某 300MW 汽轮机组振动原因分析诊断和处理[J]. 热力透平, 2008, 37(3): 197-201.
- [5] 何成兵. 质量偏心对碰磨转子弯振和扭振特性的影响[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(7): 105-110.

置不成熟及小机危急遮断滑阀不合格(未按要求校验), 通过采用系统增设蓄能器、止回阀及更换新小机危急遮断滑阀组件 306.378Z-2 两种措施, 弥补了系统本身存在设计及设备缺陷, 维持了瞬间油压不变。实践证明, 解决了因小机油泵连锁故障而引起跳闸的重大设备隐患, 能保证小机乃至发电厂主机的安全稳定运行。