

某电站 3 号机调速器油泵频繁启动原因及处置

陈宇, 赵传啸, 刘昆, 黄星

(雅砻江流域水电开发有限公司, 四川成都 610051)

摘要:调速器是水电站的重要设备,调速器压油泵频繁启动威胁机组正常运行。通过对某水电站 3 号机调速器压油泵频繁启动的现象进行收集,分析出频繁启动的原因,给出相应处置建议,成功保障机组的安全稳定运行,也为其他水电站处置类似故障提供借鉴。

关键词:调速器油泵;启动间隔;主配压阀;内泄

中图分类号:TM622

文献标志码:A

文章编号:1001-2184(2023)增 1-0079-03

Causes and Countermeasures for Frequent Start-up of the Governor Oil Pump of Unit #3 in a Hydropower Station

CHEN Yu, ZHAO Chuanxiao, LIU Kun, HUANG Xing

(Yalong River Hydropower Development Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610051)

Abstract: The governor is an important equipment in hydropower stations, and frequent start-up of the governor oil pump poses a threat to the normal operation of the unit. By collecting the phenomenon of frequent start-up of the governor oil pump of Unit #3 in a hydropower station, the cause for frequent start-up is analyzed and corresponding disposal suggestions are proposed, which successfully ensure the safe and stable operation of the unit, and provide reference for other hydropower stations to handle similar faults.

Keywords: Governor oil pump; Start interval; Main control valve; Inner leaking

0 引言

某水电站 4 台机组均为投产仅 2 年的新机组,机组各设备尚处于磨合期,设备故障时有发生,其中以调速器相关故障最为频繁。调速器作为水轮发电机组最重要的设备之一,其运行状况直接影响机组的安全稳定运行。目前电站主要通过日常巡视检查来确定调速器运行状况,该举措较难发现调速器内部隐蔽问题,甚至有时在故障发生后才能注意到调速器的明显变化。不符合电站提前发现缺陷,提前消除缺陷的要求。

基于提前发现缺陷的要求,可通过调取计算机监控系统相关设备的主要特征值,分析数据变化趋势,完成特征值变化预警,进一步分析出数据变化的原因和可能导致的故障,从而提前进行防范。通过对各类已发生的故障进行故障前数据统计,发现故障发生前均伴随着主要特征值的变化,如机组振动加大前,轴线数据已出现偏差;再比如水泵卡涩前,电机电流已经增大。这些都说明只

要全面进行数据统计,认真进行数据分析,是可以提前发现故障,判断原因和进行处置的。

某日工作人员在对电站调速器系统画面进行监视时发现,3 号机调速器压油泵启动间隔时间明显短于同负荷下的其他机组,进一步调取近期 3 号机调速器压力油罐油压变化数据,结合 3 号机调速器检修数据,判断出 3 号机调速器压油泵频繁启动原因,并据此给出处置建议,保证了 3 号机调速器安全稳定运行。

1 事件概述

2023 年,工作人员在对 3 号机组运行状况进行监视时发现,3 号机调速器油泵启动间隔时间缩短,且间隔时间已越过下限,同时启动间隔时间也小于其他机组。

查阅与调速器压油泵启动间隔时间有关的规定,《水轮机调速系统技术条件》GB/T 9652.1—2019 中 4.4.14 条款明确要求,“在调节系统稳定状态下,对于间歇运行的油压装置,油压从正常操作油压上限降至正常操作油压下限的间隔(油泵

启动间隔)时间应大于30 min”。

在对3号机调速器压油泵最近几次启动间隔时间进行统计后发现,在3号机调速器开机运行和停机备用工况下,启动时间间隔均小于30 min,低于技术条件中的要求。

调取3号机调速器辅助油泵动作次数和运行时间,与1、2、4号机组进行对比,发现在4台机组并网时间和并网负荷相近情况下,其9377次的运行次数和500 h的运行时间均高于其他机组(其他机组平均为5309次和275 h)。

2 数据整理

为了解这一现象的成因,工作人员立即调取3号机调速器油压装置2023年1月—2月,4月—5月(3月3号机组检修,无压油泵启停记录)中典型日(日期跨度过大时油压曲线过密,无法分析)的油压数据进行纵向对比,按运行和备用工况进行区分,绘制下列曲线图(见图1—图4)。

观察图中数据,曲线波峰为正常操作油压上

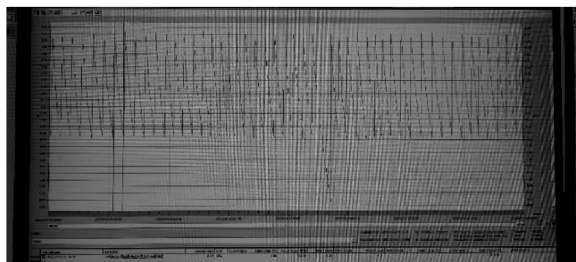


图1 1—2月3号机调速器运行时油压曲线图

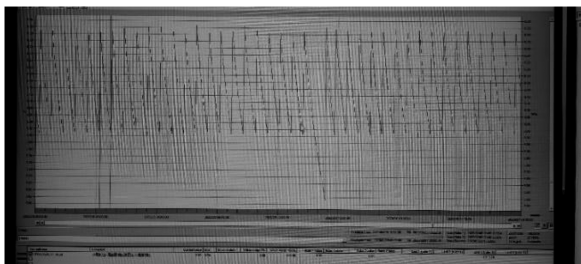


图2 1—2月3号机调速器备用时油压曲线图

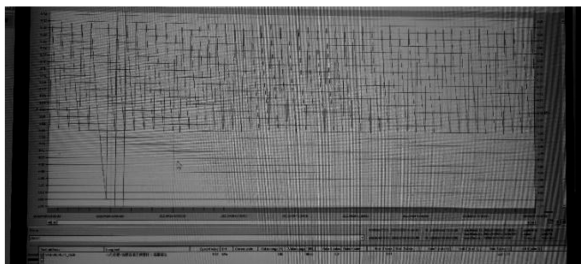


图3 4—5月3号机调速器运行时油压曲线图

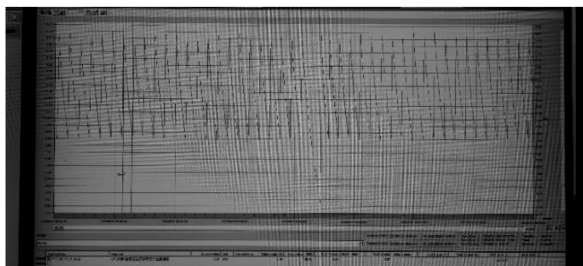


图4 4—5月3号机调速器备用时油压曲线图

限(对应辅助油泵停止运行时刻),曲线波谷为正常操作油压下限(对应辅助油泵开始运行时刻),拾取运行和备用状态下油压曲线波峰与波谷间的时间数据,可得到辅助油泵启动间隔时间。

考虑在运行状态下,曲线突然降低为开停机瞬间或者一次调频期间,此时调速器动作消耗油压,导致油压突然下降,时间间隔变短,为正常现象。此类情况仅在调速器运行时出现,分析时需进行剔除。

在剔除影响因素后,求取典型日辅助油泵启动间隔时间的平均值,1—2月3号机调速器运行时油泵启动间隔时间为29 min,4—5月为24 min;1—2月3号机调速器备用时油泵启动间隔时间为31 min,4—5月为27 min。考虑到3月份进行3号机调速器检修,可看出检修之后3号机调速器油泵启动间隔时间有了明显的缩短,且调速器运行和备用工况下油泵启动间隔时间均已突破技术文件要求的下限。

工作人员另拾取位置相邻、工况相近的4号机调速器油压数据,绘制相同负荷下调速器开机运行和停机备用时的典型日油压曲线图(见图5—图6)进行横向对比,可明显看出4号机调速器两种方式下油泵的启动间隔时间均大于3号机。在进行求取均值计算后,得出4号机调速器运行时油泵启动间隔为60 min,备用时为90 min,均远大于3号机调速器,与曲线表现一致。

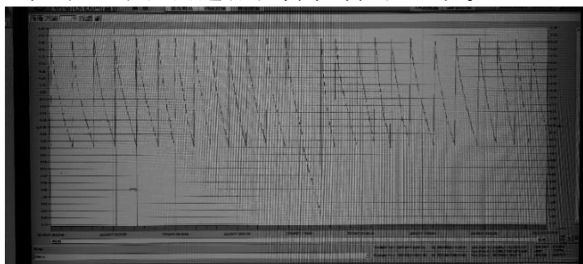


图5 4号机调速器运行时油压曲线图

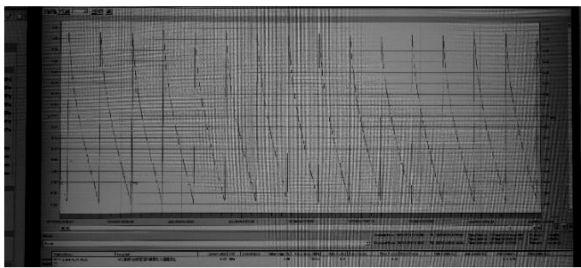


图 6 4 号机调速器备用时油压曲线图

通过 3 号机调速器各工况下历史油压曲线的纵向对比,同相邻 4 号机调速器各工况下油压曲线横向对比,可看出 3 号机调速器确实存在压油泵频繁启动的现象,且该现象在 3 号机调速器进行检修后明显严重。

3 原因分析

为了寻找 3 号机调速器压油泵频繁启动的原因,结合 3 号机组 C 修报告,采取排除法逐一进行验证。一般情况下,与调速器压油泵频繁启动相关的因素主要集中在接力器、油管路、压力罐、油泵、主配压阀等设备,原因分析也主要从这几个方面入手。

3.1 接力器及相应油管路密封不严或密封失效,存在漏油现象

当接力器端盖密封、活塞杆密封、管路、阀门、接头、法兰、焊缝等部位出现漏油时,接力器进行动作将需要更大的能量,油压下降速度更快,油泵启动更频繁。

对调速器接力器各处密封、调速器油管路系统进行密闭性检查,未发现有漏油现象,排除接力器及管路漏油导致油泵频繁启动。

3.2 压力罐油气比例失调,气体占比减少

按照电站运行规程,调速器压力罐内油占罐内体积的 $1/3$,气体占罐内体积的 $2/3$ 。但在调速器运行过程中,接力器动作会使压力罐中的油位不断上升,直至达到自动补气油位,此时自动补气动作通入压缩气体将油位压低。若补气停止液位选择较高,气体所占比例减少时,将会使压力油罐储能降低,调速器动作使用油量体积一样,但压力将下降更快,导致油压达到启泵压力时间更短,油泵启动频繁^[1]。

对压力罐油位和气体进行检查,确认罐内油体积与气体体积之比仍为 $1:2$,且自动补气油位未进行更改,仍为标定值,排除压力罐油气比例失

调导致油泵频繁启动。

3.3 油泵启停压力值设置较小或存在漂移,油泵启停时间变化

油泵的启停压力信号有模拟量和开关量两种方式。当启停压力值设置的较小,将使油压区间变小,缩短油泵的启动间隔时间。模拟量和开关量也会存在不同程度的漂移,可能会导致启停压力区间进一步缩小,进而使油泵启动更为频繁。

对油泵进行手动启停泵,在压力罐油压降至正常油压下限时,手动启动油泵,在压力罐油压升至正常油压上限时,手动停泵。发现油泵启动间隔时间无变化,排除油泵启停压力值漂移导致油泵频繁启动。

3.4 主配压阀内泄大,或存在零位漂移

电站采用的主配压阀从机构原理上看是一个三位四通阀,主配压阀采用立式安装,与卧式安装相比阀芯在重力作用下阀芯和阀套间油膜均匀,不易发生卡涩。但如果液压油中含有杂质时,液压油进入主配压阀,将会对阀芯或阀套造成明显划痕,在开关导叶时,上下腔存在压差,将会在划痕处形成射流,导致磨损,加剧划痕深度和宽度;当液压油油质不合格时,会导致主配压阀内壁产生锈蚀或砂眼,造成阀芯和阀套的间隙增大超标,导致漏油加剧,最终造成油泵频繁启动补油^[2]。

该厂调速器带负荷情况下设定为开度模式运行,由调速器调节原理可知,调速器调节稳定后,未接收信号时,主配阀芯应保持在中间位置(即零位),接力器开度保持稳定。主配位移传感器的标定不准确会导致其零位失真,其反馈的主配位移信号会反应其阀芯偏离“零位”,故而控制器会不断给出修正指令直至其回到“零位”,此调整过程会导致压力油的损耗^[3]。最终导致主配阀芯反复动作,油泵频繁启动。

查阅 3 号机 C 修报告中调速器相关项目,发现主配压阀已进行机械零位和电气零位标定,但未进行主配压阀的拆卸清洗,排除零位漂移的因素,可确定主配压阀因油质不佳损伤阀体使内泄增大,导致油泵频繁启动。

4 处置措施

在机组停机检修时,将调速器主配压阀进行解体检修,检查清理杂质并修补划痕,并更换调速

(下转第 134 页)

一些对精度要求较高的元器件进行密切巡视,防止类似事故再次发生。

参考文献:

- [1] 赵冉.大型轴流转桨式水轮机导叶开度反馈装置故障分析与处理[J].水电站机电技术,2021,44(07):45-48+68.
- [2] 王远均,曹凯,陈晨.调速器主配压阀位移传感器反馈故障分析与处理[J].水电与新能源,2014(03):42-44.
- [3] 张中弛.两起水轮机调速器故障的分析与处理[J].水电站机电技术,2022,45(05):50-53.
- [4] 林广.浅谈岩滩水电站2号机调速器电气部分升级改造[J].红水河,2021,40(02):141-145+149.
- [5] 曹佳源.浅析一起导叶传感器故障引起逆功率事故停机[J].科技风,2017(12):160.
- [6] 许菲.提升水电站调速器导叶位移采样的可靠性研究[J].云南水力发电,2022,38(01):198-200.
- [7] 万雅男.水电站调速器常见故障及其维修检修处理方法[J].

(上接第81页)

器主配相应密封元件。当内泄较大主配压阀已无修复价值,则更换为新的主配压阀。

日常加强机组透平油取样检测,若发现透平油油质不合格,则对透平油进行过滤,滤除油中杂质和水分,保证颗粒度、含水量等指标满足要求,减少油中杂质对主配压阀的损害。

虽然此次并非接力器、油管路、压力罐、油泵等设备导致压油泵频繁启动,但在定期检查试验中也需根据环境温度、运行工况等合理调整压力罐油气比例。同时检测接力器及各管路、法兰、阀门是否存在“三漏”现象,发现问题及时处理,避免事态扩大。

5 结语

水轮机调速器油泵频繁启动危害很大,不仅缩短电机寿命,而且使油温升高,油质劣化,进而破坏各液压部件的密封,极端情况下会导致机组事故停机,因此应引起足够的重视。

本文借助监控画面监视和历史数据收集,提前发现3号机调速器压油泵频繁启动这一故障。

长江干流6座梯级电站单日发电今年首超10亿kW·h

北京时间2023年8月10日电 记者从中国长江三峡集团有限公司获悉:2023年8月8日,长江干流乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝、三峡、葛洲坝6座梯级电站单日发电量超10亿kW·h,相当于节约标准煤约30万t,减排二氧化碳约80万t,这也是2023年6座梯级电站单日发电量首次突破10亿kW·h大关。入夏以来,梯级电站受电区域用电负荷大幅攀升。三峡集团全力做好迎峰度夏能源保供工作,在上级调度部门的指导下,密切关注长江流域水雨情,优化调度方案,落实设备巡检维护,为受电区域提供安全稳定的清洁电能。2023年8月8日,梯级电站高峰运行机组达97台,最大出力超5600万kW,世界最大清洁能源走廊充分发挥能源保供骨干电源点作用。

(人民日报作者 王浩)

黑龙江水利科技,2020,48(04):178-180.

作者简介:

- 韩向阳(1996-),男,河南项城人,助理工程师,工学学士,从事水电站运行与维护工作;
- 杜沅枫(1994-),男,湖南常德人,工程师,工学学士,从事水电站运行与维护工作;
- 王家璇(1998-),男,陕西渭南人,工学学士,从事水电站运行与维护工作;
- 郭立永(1995-),男,江西赣州,工程师,工学学士,从事水电站运行与维护工作;
- 黄世乾(1997-),男,甘肃永靖人,助理工程师,工学学士,从事水电站运行与维护工作;
- 李伟(1995-),男,吉林德惠人,助理工程师,工学学士,从事水电站运行与维护工作;
- 李帅(1997-),男,河南新乡人,助理工程师,工学学士,从事水电站运行与维护工作. (责任编辑:吴永红)

通过数据分析和排除法,确定了油质不佳导致主配压阀内泄增大是油泵频繁启动的根本原因,并据此给出了处置建议。这对水电站调速器压油泵同类型故障诊断分析具有借鉴意义,也对故障早期发现早期处理提供了宝贵的实践经验。

参考文献:

- [1] 罗海龙.大朝山调速器油泵频繁启动原因分析及处理[J].水电站机电技术,2020,43(10):52-55.
- [2] 李彩丽.水轮发电机调速器油泵频繁启动原因分析及处理[J].城市建设理论研究,2014,29(1):1924-1925.
- [3] 王新乐,荣红.水电机组调速系统油压装置频繁启泵问题分析处理[J].云南水力发电,2013,29(4):141-144.

作者简介:

- 陈宇(1993-),男,四川德阳人,工学学士,工程师,长期从事流域化大型水电站电气一次设备维护、运行监控、流域电站调度等工作;
- 赵传啸(1986-),男,四川成都人,工学学士,高级工程师,从事水电站运维管理工作;
- 刘昆(1990-),男,四川成都人,工学学士,工程师,从事水电站运维管理工作;
- 黄星(1996-),男,四川眉山人,工学学士,助理工程师,从事水电站运维管理工作. (责任编辑:史心雨)