

凝结水泵变频改造运行控制解析

王福玉,张景红

(神华国华太仓发电有限公司,江苏 太仓 215433)

摘要:从安全、经济角度出发着重阐述了国华太仓 2×630 MW超临界直流机组凝结水泵改为变频控制所采取的控制方式、控制策略、控制方法和改造后所产生的经济效果和影响,为电力企业凝结水泵改造、试运和控制安全提供了借鉴作用。

关键词:凝结水泵;变频;工频;控制策略

中图分类号: TM621.7

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2010)05-0079-03

神华国华太仓发电有限公司 2×600 MW超临界直流发电机组,凝结水泵原设计为“一工一备”,系统采用传统的定速节流调节方式,出口压力在不同工况下基本处于 $2.8 \sim 3.4$ MPa之间,电流为180 A左右。在机组启动初期,由于凝结水需求量较小,除氧器上水调门开度受限,基本处于 $30\% \sim 80\%$ 之间,从而导致凝结水压力较大,使得除氧器上水调门和凝结水泵在循环调门及管道冲刷和现场噪音极大,同时对凝结水用户的调控品质产生了极为不利的影 响。既不利于设备的可靠运行,又影响电厂运行的经济性,基于此种情况,对凝结水泵进行变频运行改造。

1 凝结水泵变频改造控制分析

原设计凝结水泵为定速运行,凝结水经轴封加热器和除氧器上水主副调阀和低压加热器后进入除氧器,利用改变调阀开度来改变凝结水流量,以满足机组运行需要。其系统简图如图1所示。

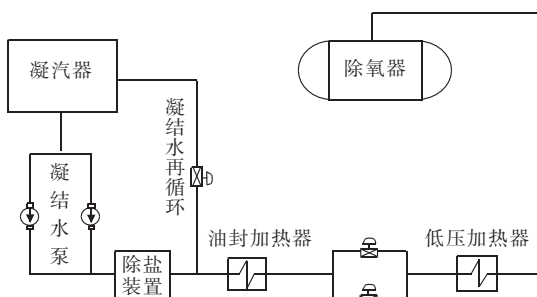


图1 凝结水系统简图

凝结水泵变频改造,常规有2种控制方式,一种为“一拖一”控制方式,即2台凝结水泵分别加装变频器。另外一种为“一拖二”控制方式,即2台凝结水泵加装1套变频器进行切换控制。由于变频凝

结水泵变频启动、加载至正常需10余秒时间,若保持备用泵为变频状态,异常情况下势必导致系统负载的波动和不稳定,所以,采用“一拖一”的控制方式,正常情况下也需保持备用泵为工频状态。该控制方式切换灵活性较好,但改造投资成本较高,维护工作量和维护成本也有所增大,故不采用此法。

采用“一拖二”控制方式,正常情况下变频泵运行工频泵备用,凝结水泵所带主要负荷为定冷水箱补水、低压旁路减温水、汽动给水泵密封水、凝结水泵密封水、主机轴封减温水、厂前区用汽减温水、低压缸喷水、凝汽器水幕喷水,受凝结水压力变化影响最大的为给水泵密封水和主机轴封减温水。变频改造后,为保证给水泵运行安全,增加了凝结水泵变频下限限制,控制凝结水泵出口压力不低于1.0 MPa,并将出口压力低联系定值设置为0.9 MPa,以保证变频凝结水泵异常情况下系统运行安全。同时,为增大凝结水泵节能效果,将给水泵密封水供水由轴封加热器出口凝结水用户母管供给,改为轴封加热器入口凝结水泵出口母管供给,此改造需在机组启动初期和机组停运后及时将给泵密封水切至凝结水用户母管供给,以避免凝结水杂质进入给泵轴封而引起的给泵动静碰磨。

凝结水泵改造后,除氧器水位控制由阀门控制变为依靠改变凝泵转速控制。为降低运行凝结水泵异常跳闸、备用工频泵联动过程对除氧器、轴封和给水泵密封水、低加疏水系统的影响,通过试验优化了给水泵密封水、低加疏水和主机轴封减温水门控制特性,并设置了变频凝结水泵跳闸后除氧器主辅调阀自动关小至对应负荷下开度的控制特性曲线(见图2、图3)。机组大负荷运行过程中如果突然触发RB,机组快速降负荷,除氧器水位因负荷下降而快速上升,此时变频凝结水泵会因除氧器水位上升而自动降转速,导致凝结水泵出口压力下降,进而导致

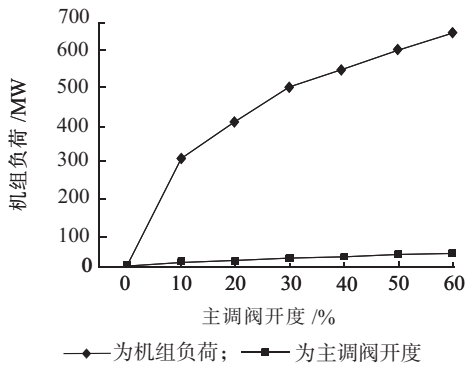


图2 变频凝结水泵跳闸时除氧器主调阀开度对应曲线

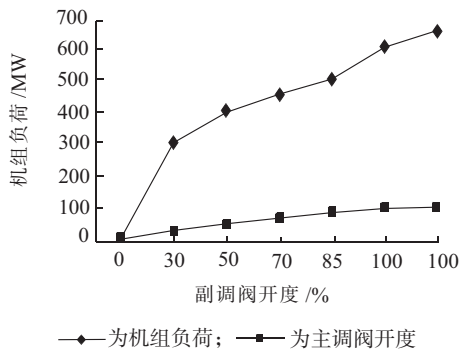


图3 变频凝结水泵跳闸时除氧器副调阀开度对应曲线

低加疏水、轴封减温水和给水泵密封水失调。为了规避此种风险,又对除氧器主调阀设置了另外一条变频凝结水泵运行,机组触发RB时,主调阀在2 min内自动关至10%的控制逻辑,尽量减缓凝结水泵出口压力变化,改善了系统稳定性。

凝结水泵变频改造后除了需进行变频器本身的试验检验,还要进行泵组变频运行状态参数测试,找出共振点,以期在运行过程中加以规避。

2 凝结水泵运行控制方式

机组正常运行时,变频泵为运行泵,另一台泵处于“工频”备用状态。备用泵出口门保持全开,联锁开关投入。由于凝结水泵控制方式在线切换极其复杂,操作量较大,且切换操作安全系数较低,具体切换方法以A凝结水泵“变频”运行,B凝结水泵“工频”备用为例。需首先启动B凝结水泵,停止A凝结水泵→将A凝结水泵停电,将其改为“工频”状态→启动A凝结水泵,停止B凝结水泵→将B凝结水泵停电,将其改为“变频”状态→启动B凝结水泵“变频”运行,停止A凝结水泵“工频”备用。机组正常运行时备用泵只做定期启停,不做轮换,只有在机组停运凝结系统停运后,才考虑进行控制方式的切换。

正常情况下备用凝结水泵启停试验的控制方法

是,备用泵启动前将除氧器上水主、辅调阀逐次缓慢关至当前负荷对应开度,待凝结水泵出口压力上升至变频器调整上限时(即达到工频运行状态50 Hz),将汽变频器切为手动控制,检查调整除氧器水位正常;启动备用泵。检查正常后重新停止工频凝结水泵并使之处于正常备用状态。然后,重新投入变频器自动控制,逐渐全开除氧器主辅调阀。

3 凝结水泵变频运行中注意事项

(1) 在负荷大于350 MW时视凝结水泵出口使除氧器水位控制器主、副调门开足并处于手动控制状态,负荷小于350 MW时视凝结水泵出口应及时关小除氧器上水主调阀,控制凝结水泵出口压力不低于1.2 MPa。除氧器水位通过自动改变凝结水泵变频器输出来控制除氧器水位。

(2) 变频泵跳闸时,备用泵“工频”启动。同时,除氧器主辅调门自动关至当前工况下凝结水泵“工频”运行情况下对应开度。运行人员要注意检查调整除氧器水位、低压加热器水位、给水泵密封水、轴封减温水,及时调整稳定后,可重新投入自动控制。

(3) 凝结水泵变频运行,在其共振转速区间要注意振动情况,若有异常,应及时通过调整除氧器主辅调门开度,避开该共振区段,防止造成电机或轴承损坏^[1]。

(4) 运行中要加强对凝结水泵振动、轴承温度、凝结水泵出口压力的检查,当凝结水泵出口压力降至1.1 MPa时,应及时通过改变除氧器上水调门开度,使之处于1.1 MPa以上工作。任何时候不得使凝结水泵处于出口压力低于1.1 MPa的情况下长期工作。若凝泵出口压力低于1.1 MPa时,应注意检查调整给水泵密封水、轴封减温水,使之工作稳定。另外,要加强凝汽器水位、除氧器水位、以及转速自动控制的监视调整。

(5) 凝结水泵变频运行过程中,若因出口压力低导致工频凝结水泵联启,应立即停止变频凝结水泵运行,防止出现变频凝结水泵闷泵运行,导致泵组损坏。

(6) 凝结水泵变频运行过程中,要注意其他凝结水用户监视与调整,避免因凝结水压力的下降,引起其他系统工作异常。

4 凝结水泵变频改造后所产生的效果

(1) 凝结水泵变频改造后可实现零转速启动,降低了泵组启动电流和起动力矩,提高了泵组启动安全性和使用寿命;实现了空系统启动目标,减少系

统启动操作,降低了对系统的冲击,提高了系统运行安全性;可以实现凝结水泵低速运行,降低耗电量,避免了系统阀门节流冲刷,消除了因阀门节流所产生的强烈运行噪音,改善了阀门的工作环境,延长了阀门维护周期和使用寿命。

(2) 提高了泵组工作效率,降低了系统节流损失和泵组使用能耗,避免了资源上的浪费,节能效果显著。实际工况试验表明,机组满负荷时,凝结水泵工作点为 45 Hz,以 2008 年上半年机组 66.35% 负荷率计算,半年可节电 296.06 万 kW·h。以 0.37 元/(kW·h) 计算,可节约 109.54 万元,全年节约 219 万元,单台机组当年可以回收全部成本。

(3) 凝结水泵变频改造后,充分考虑对相关系统的影响,因此进行了针对性的调整优化,通过试验,验证了凝结水泵变频改造后不会对系统及机组运行安全产生威胁,完全可满足系统安全运行需求。

Analysis on the Frequency Conversion Reform and the Control Strategy of the Condensate Pump

WANG Fu-yu, ZHANG Jing-hong

(Shenhua Guohua Taicang Power Generation Co., Ltd., Taicang 215433, China)

Abstract: The Control Strategy, specific control methods and economic benefits achieved after the reform of the condensate pumps in 630 MW supercritical once-through power plants of Guohua Taicang Power Generation Co., Ltd. are introduced in detail in the paper to provide reference for other electric power enterprises.

Key words: condensate pump; frequency conversion; power frequency; control strategy

(上接第 78 页)

可见,前期超超临界机组都选用了全进口的给水泵,而后期工程大部分选用国内厂家的产品,由于核心部件采用了进口泵芯,其产品的总体品质和运行可靠性与全进口产品无明显差别。可以考虑采用进口泵芯、国内成套的方式进行给水泵招标。

4 结束语

综上所述,建议公司二期工程采用 $2 \times 50\%$ BMCR 容量的汽动给水泵,不配置电动给水泵,汽泵前置泵与给水泵由给水泵汽轮机平行轴驱动。为降

5 结束语

凝结水泵变频改造其节能效果显著,但在实施改造后,要注意变频器本身和工作环境的维护和保养,同时要结合系统设置,从控制逻辑上进行优化,并在实际运行时,根据工况的变化由运行人员合理调整除氧器上水调门开度,以保证凝结水泵处于一个经济合理的运行工况,才能从根本上保证凝结水泵工作的可靠性,确保实现经济运行的目的。

参考文献:

[1] 李方园.变频器应用技术[M].北京:科学出版社,2008.

作者简介:

王福玉(1970-),男,黑龙江克山人,工程师,从事发电运行管理工作;

张景红(1968-),男,天津人,工程师,从事发电运行管理工作。

低一次性投资,建议选用国内知名企业引进国外技术生产的给水泵,完全符合安全可靠、经济适用、符合国情的电力建设总方针。

参考文献:

[1] 上海电力修造厂有限公司.1 000 MW 机组 HPT 给水泵[S]. 2009.

作者简介:

王 骏(1972-),男,江苏南京人,工程师,从事发电厂建设工作;

赵世明(1974-),男,山西阳泉人,工程师,从事发电厂建设工作。

Research on the Selection of Main Feed Water Pumps for Ultra Supercritical Power Plants

WANG Jun, ZHAO Shi-ming

(Zhangjiagang Shazhou Electric Power Co., Ltd., Suzhou 215624, China)

Abstract: As the important component of the thermodynamic system, the selection of the main feed water pump will not only affect the safety and efficiency of the whole plant, but also have great effect on both the initial investment of the construction project and the long-term production. The configuration of the main feed water pumps for different ultra supercritical power plants in China are introduced in the paper. The optimization of the selection of main feed water pumps for the ultra supercritical power plants adopted in the phase II project of Shazhou Electric Power Co., Ltd. is also carried out.

Key words: ultra supercritical power plant; main feed water pump; equipment selection