

# 发电机进油浅析与防范措施

伊学刚

山东魏桥创业集团有限公司

DOI:10.18686/btr.v1i3.1537

**[摘要]** 660MW 发电机组冷却方式为水-氢-氢方式,即定子绕组采用水内冷,转子绕组和定子铁芯采用氢气冷却。为了防止外界空气进入发电机以及机内氢气漏出,氢冷发电机组都装由“油密封”装置,实现转轴与端盖之间的密封。油密封是以压力油注入密封瓦与转轴之间的间隙,再静止部分间隙中形成一层油膜,以起到密封作用;同时也可作为密封瓦的润滑和冷却。但在密封油系统的投入和退出的过程中由于操作不当或系统设备存在故障等原因,极易引起发电机进油事故。

**[关键词]** 发电机; 双流环密封油; 进油

## 1 哈汽发电机双流环密封油系统工作原理

哈汽 660MW 发电机采用双流环式密封瓦。由于氢冷汽轮发电机的转子必须穿出发电机的端盖,因此,这部分成了氢内冷发电机密封的关键。密封油分空侧和氢侧两个油路,空侧密封油供给空侧环状配油槽,油流沿转轴轴向穿过密封瓦内侧与转轴之间的间隙流往轴承侧,并汇同轴承回油一起进入空侧回油密封箱,从而防止了空气与潮气侵入发电机内部,氢侧密封油流向环状配油槽,油流沿转轴和密封瓦之间的间隙流往消泡箱。

## 2 结合邹一二厂#5 机组调试期间发电机进油进行原因分析

2017年06月12日#5机进行各轴承冲洗,5-2大机交流油泵运行,主油箱油位 911mm,氢侧密封油箱油位 416.5mm,01:55 现场监督滤油人员巡视发现#5机电、励端轴承座油挡处向外滴油,立即停油泵检查处理。经检查发现电、励端消泡箱、氢侧密封油箱满油。针对此次异常暴露问题,结合哈汽发电机密封油说明书,对进油原因分析如下:

### 2.1 氢侧油箱满油

氢侧回油箱是氢侧油路的油源,运行中必须保持一定的油位(油箱中心线±60mm)。其油位的控制由补油阀和排油阀自动调节控制,当油箱油位高时,浮球将排油阀打开,使多余的油排到空侧油泵入口油路;当油位低时,浮球将补油阀打开,使空侧的油补入。如果浮球失效(如浮球破损、针阀卡涩等)时,将会出现油箱满油,通过消泡箱进入发电机。另外在发电机未充压前,由于氢侧油箱排油压力不足,油位控制将

无法由油箱补、排装置实现,进入氢侧油箱增加的油量将无法排出。为此,在氢侧油泵出口管路上加装了一路排油管,大大减少发电机进油的几率。

### 2.2 消泡箱满油

发电机的汽轮机端和励磁机端(简称汽、励端)分别装有一个消泡箱,它们之间的连接管道上装有一“U”形管,以防止两侧风扇差压不一致使油烟通过发电机内循环流动。从氢侧密封瓦出来的油先流入消泡箱中,此处气体得以从油中扩容逸出。密封油回到氢侧油箱继续循环。密封瓦处的空侧油压与氢侧油压则由装在氢侧进油侧的汽、励端平衡阀来自动调节,其信号分别取至各密封瓦的空、氢侧油压,通过空、氢侧油压的变化自动调节平衡阀的开度,从而实现空、氢侧密封油压差保持±490Pa。但若出现空侧密封油压远高于氢侧压力(如,氢侧密封油压力过低,主、备差压调节阀故障,旁路阀误开,密封瓦间隙过大等原因),空侧密封油大量窜至氢侧密封油,将直接导致消泡箱内油量大增,此时若排油压力不足或回油管有堵塞现象,将引起发电机进油。空、氢侧密封油差压表计为指针式差压表,投运过程极易损坏,同时在投运过程中需打开差压表的旁路门进行平衡调节,存在极大的隐患引起发电机进油。

### 2.3 油、氢差压过大

油、氢差压值是保证氢气密封性良好的根本因素。该系统装有两只差压阀,其信号分别取至机内氢压和密封油空侧入口油压,根据机内氢压自动调整主、备差压阀开度。主差

(4)隧道防雷系统。

(5)隧道应急预案管理系统。

## 4 总结

在隧道监控系统中引入BIM(建筑信息模型)对隧道进行三维建模,建立BIM系统与隧道监控系统的数据通道,实现将监控对象由原来的运营设备提升到对设备管线的监控,并将管线的运行状态在三维立体图像上进行显示,比较真实的反应了隧道运营状态,并实现了对隧道机电设备的仿真巡检,

提升了监控软件的监控能力,减轻了运维人员保养工作量。

## 参考文献

[1]贾冉旭.TBM 隧道工程三维信息管理平台研发与应用[D].中国矿业大学,2017,(7):25.

[2]施永泉,胡珉,吴惠明,段创峰.基于BIM的上海大连路隧道运维管理[J].中国市政工程,2016,(06):62-64+68+98-99.

[3]孙森.M 公司电力隧道运行环境分析及风险管控平台构建研究[D].华北电力大学(北京),2016,(7):31.

压阀保证密封油压始终高于机内氢压 0.084MPa; 备差压阀保证备用密封油压始终高于机内氢压 0.056MPa。若差压阀调节存在故障, 将造成油氢差压超过规定值, 密封油直接沿转轴窜入, 发电机进油的机率将大增。

### 3 结合机组调试及试运过程总结发电机可能进油的几个阶段

(1) 机组启动过程, 初投密封油系统。此时段由于运行人员监视参数(如, 油位、差压等)不到位, 系统重要阀门状态不对, 设备投运顺序及调整不符合要求等, 导致发电机进油。

(2) 机组停运过程, 退出密封油系统。此时发电机进油原因也主要是运行人员操作速度过快、关键参数监视不到位、设备退出顺序及调整不符合要求等, 导致发电机进油。

(3) 机组运行时, 设备故障。机组运行中主差压调节阀、消泡箱回油管或回气管堵塞、氢侧密封油箱补油或排油装置等设备发生故障, 需加强维修质量验收把关工作。

### 4 发电机进油的防范措施

从上述进油原因分析来看, 发生发电机进油主要由运行人员的操作及设备是否存在故障两个方面原因, 所以若要有效地防止发电机进油, 应好如下几点:

(1) 制定完善的投运操作票, 并严格按照操作票要求执行各步骤。密封油系统投运过程, 氢侧油箱油位应保持可见油位, 否则应打开氢侧油至空侧油箱排油阀, 提高氢侧油泵压力进行处理。若氢侧油箱已满时, 不得启动空侧油泵。

(2) 主机油循环时, 应确认空侧油泵进口门、平衡阀前至空侧油箱排油阀位置正确。充油操作应缓慢, 以防油、氢差压突增, 发电机进油。

(3) 空侧油泵启动后, 应检查油、氢差压正常回复, 若差压大持续较长时间, 将会因进入消泡箱的油无法及时排除导致发电机进油。

(4) 投运过程应及时检查空、氢侧平衡差压正常, 防止消泡箱油位满油。

(5) 系统投运后, 应对各冷却器, 各调节门信号管进行排气, 以避免正常运行中出现差压波动, 调节性能不良。

(6) 整个密封油系统投运及退出过程, 应有专人监视氢

侧油箱油位、消泡箱油位、主机油箱油位, 发现异常时及时分析处理。

(7) 调整氢侧密封油压时, 应跟踪观察空、氢侧平衡差压调节是否正常。在机内未充压前, 为了保证氢侧密封油压能有足够的调节能力, 应维持氢侧油泵压力在 0.4MPa 以上, 并且维持氢侧油泵压力始终大于空侧密封油压。

(8) 应保持正常的油氢差值, 避免密封油量过大。

(9) 检修时应应对主、备差压调节阀、氢侧密封油箱补油及排油调节装置进行效验, 各相关的报警系统, 尤其是各液位报警应调试合格。

(10) 气体置换时, 应严格控制置换速度, 机内低气压时, 除监视油、氢差压、空、氢侧密封油差压、氢侧回油箱油位及消泡箱油位外, 还应注意空、氢侧密封油泵出口油压及主油箱油位, 以防进油。

### 5 结语

通过对哈汽 660MW 发电机密封油系统的特点及发电机进油的机理进行分析, 并在系统投运中采取必要的防范措施, 加强对平衡阀、差压阀、补排油阀的检查和试验, 以及密封油系统实施一定的改进, 为发电机及密封油系统的安全运行提供了必要的保障。

### [参考文献]

[1] 卢春燕, 章声杰. 600MW 发电机本体进油处理及防范措施[J]. 科技创新与应用, 2015, (25): 139-140.

[2] 罗全生. 一起国产 350MW 发电机进油事件分析[J]. 电力安全技术, 2015, 17(10): 51-53.

[3] 张国情. 氢冷发电机进油的原因分析及预防措施[J]. 科技与企业, 2015, (06): 20.

[4] 赵国钦, 郑桂波. 发电机两端气压不平衡引起定子进油问题研究[J]. 山东电力技术, 2018, (11): 27.

[5] 王利强, 赖月生. 简谈 600MW 发电机进油原因分析及预防措施[J]. 能源研究与管理, 2017, (10): 25.

[6] 白云, 薛佼, 周坤胜. 640MW 超临界机组发电机进油原因分析及处理[J]. 内蒙古电力技术, 2016, (09): 30.