

某330 MW机组发电机氢气干燥器改进

钱毅

(南通天生港发电有限公司,江苏南通 226003)

摘要:针对某330 MW汽轮发电机组发电机氢气干燥器冷却效果差,出口氢气温度超标等问题,在介绍该氢气干燥器结构和工作原理的基础上,对设备运行现状和故障进行了深入分析,并设计了具体改进优化措施,改进实施后氢温数据说明了该方案的合理性和有效性。

关键词:汽轮发电机组;氢气干燥器;制冷压缩机;热力膨胀阀

中图分类号:TK263.2

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2013)05-0077-02

某电厂2台330 MW汽轮发电机组采用QFSN2-330-2发电机,采用水氢氢冷却方式,即发电机采用定子绕组水内冷、转子绕组氢内冷、定子铁心及其结构件为氢气表面冷却。其氢气干燥器型号为LQS-II CFA,采用压缩机冷凝式干燥器,压缩机型号为400S2-FW。2005年机组投产以来,由于氢气干燥器出现制冷效果不佳的问题,虽经多次维护、检修,出口氢温仍未好转。按照电力行业标准要求,对300 MW发电机,要求氢气干燥器出口氢温在额定氢压下,露点 $\leq -5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[1]。该厂氢气干燥器的上述状态使发电机面临严重的安全隐患,其在安全性、稳定性和可靠性上的欠缺已经严重影响发电机的正常安全运行。因此需对现有的干燥器进行改进。

1 设备原理和结构

氢气干燥器设备的工作原理是利用压缩机压缩制冷剂,高压释放吸收热量,对氢气进行冷凝除湿工作,从而达到干燥氢气,降低湿度的目的。氢气干燥器设备的结构主要有制冷系统、氢气去湿系统、电气控制系统组成。制冷系统主要有制冷压缩机组、热力膨胀阀、蒸发器(盘管式结构)组成;去湿装置主要有回热器、冷却器、贮水箱等组成。电气控制系统有电气控制箱、化霜电磁阀、温度仪、水位控制器、氢路防爆控制阀等组成。系统流程如图1所示,其工作过程可分两部分。

(1) 制冷系统。制冷压缩机吸入从蒸发器来的低压制冷剂气体经压缩后,成为高温高压气体,进入冷凝器与水进行热交换,把制冷剂在蒸发器内所吸收的热量和压缩机做功的热量释放出来,使高温高压蒸汽冷凝为高压液态制冷剂;经供液阀、干燥过滤器及热力膨胀阀节流减压,进入蒸发器吸收冷却器内氢气的热量,使制冷剂沸腾蒸发为气态,经低压管再进入压缩机压缩。如此周而复始,不断吸收氢气的热量,使氢

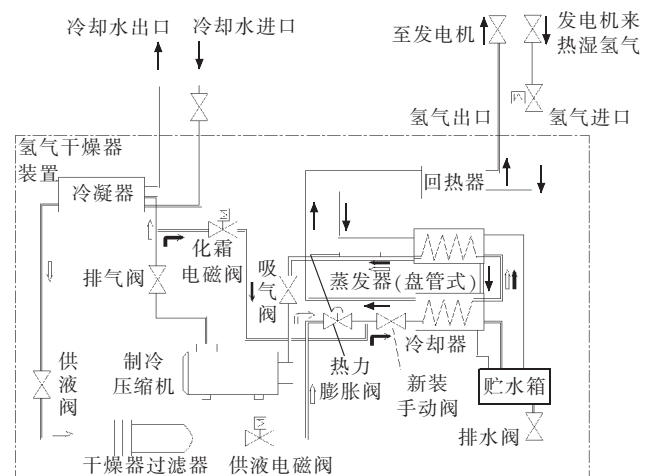


图1 氢气干燥器系统流程

气中的水蒸气的温度降到露点温度以下,析出水分,从而达到制冷去湿的目的。

(2) 氢气去湿系统。来自发电机的热湿氢气从去湿装置进口进入回热器与冷却去湿后的冷氢气进行热交换。通过回热器的热湿氢气进入冷却器,与制冷系统的蒸发器表面进行热交换,氢气温度下降到露点温度以下致使氢气中的水蒸气凝结成水和霜,去湿后的氢气再经过回热器从去湿装置出口进入发电机。冷却器排除的凝结水经排水导管进入贮水箱,当贮水箱的水达到一定量时,水位控制器便输出信号报警,此时应开启放水阀排水。

2 设备运行现状及分析

2.1 压缩机工作不正常

由于氢气干燥器设备为制造厂配供产品,2005年机组投产时质量不佳;运行维护人员对系统亦不甚了解,设备维护不到位,压缩机机械部分长时间运转磨损严重,振动增大,压缩机的效率变差。2009年更换了1台装置的制冷压缩机,厂家也多次维修仍未有明显好转。因此有必要对压缩机进行彻底检修、更换。

2.2 系统泄漏点多致制冷剂不足

由于氢气干燥器压缩机振动大,造成铜管焊接口破裂,接头松动造成系统泄漏点增多,由于制冷剂氟利昂的渗透性特别强,其存在泄漏。而蒸发器结霜太厚,运行时未能及时化霜,再加上干燥过滤器由于系统杂质也存在堵塞,干燥器达不到预期的效果,制冷效果差。因此有必要对制冷系统管路进行检修、改进。

2.3 热力膨胀阀故障

热力膨胀阀通过感受蒸发器出口气态制冷剂的过热度来控制进入蒸发器的制冷剂流量。热力膨胀阀体积虽小,但作用巨大,其工作好坏直接决定整个系统的工作质量。热力膨胀阀原理如图 2 所示,感温包感受到蒸发器出口温度对应的饱和压力为 P_b ,在膨胀阀压力腔上部的膜片仅有 P_b 存在,膜片的下方有调整弹簧的弹簧力 P_t 和蒸发压力 P_e ,三者处于平衡时有 $P_b = P_t + P_e$ 。

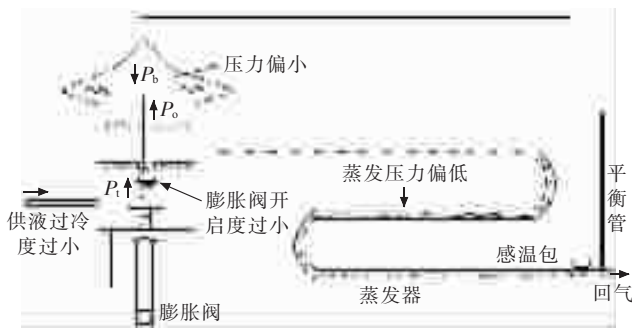


图 2 热力膨胀阀的原理图

干燥器设备刚投入运行时,热力膨胀阀不用调整,出厂已经进行了最佳匹配,设备连续使用几年后,由于阀针磨损、系统杂质、阀孔堵塞及弹簧弹力减弱等原因影响了开启度,使热力膨胀阀偏离了工作点。当 $P_b < P_t + P_e$,热力膨胀阀顶杆、阀芯上移,开启度过小,造成供液不足,蒸发器不能充分发挥效能,制冷量不足;当 $P_b > P_t + P_e$,开启度过大,供液量大于蒸发器负荷,部分制冷剂来不及在蒸发器内蒸发,压缩机功耗增加会损坏压缩机。因此有必要定期检查调整热力膨胀阀,尽量让热力膨胀阀工作在最佳匹配点。

3 改进优化措施

通过市场调研和专题分析,决定在 2012 年 10 月机组大修中对制冷压缩机进行改进,主要内容有:

(1) 制冷压缩机解体大修,更换阀板组件 1 套,连杆组件 1 套(含活塞部件 2 套),曲轴组件 1 套,同时更换润滑油。

(2) 对制冷管道进行改进,如图 1 所示,在原化霜管路跟热力膨胀阀后连接处后端加装了 1 只手动阀门,这样运行中可以将制冷系统与冷却器可靠隔离,在线进行检修,更换膨胀阀。

(3) 制冷剂由氟利昂 -12(代号 R12)改用氟利昂

-22(代号 R22)。R22 的单位容积制冷量比 R12 大得多,且 R12 制冷剂对臭氧层有破坏,存在温室效应,我国在 2007 年已停止了 R12 制冷剂的生产和新制冷空调设备的初装使用,所以此次干燥器改进后不再使用 R12 制冷剂,消除了制冷剂泄漏污染环境的可能性,增大了最大产冷量。同时将原 R12 热力膨胀阀也更改为进口 R22 膨胀阀。

(4) 热力膨胀阀的型式由内平衡式改为外平衡式,由于蒸发器内压降比较大,造成蒸发器进出口温度各不相同,采用内平衡式膨胀阀会因蒸发器出口温度过低而造成热力膨胀阀过度关闭,以致膨胀阀丧失对蒸发器的供液调节功能。所以采用外平衡式膨胀阀能避免膨胀阀过度关闭的情况,保证在蒸发器内压降大的工况下,蒸发器能得到正常的供液。

(5) 将原筒式过滤器更改为墨西哥进口的 D84 过滤器,有效过滤杂质,增加了去湿效果,确保了管路系统畅通和制冷效果。

4 改进后的效果

整个系统经大修改进后进行 1.8 MPa 的保压试验,在 24 h 内压力下降未超过 0.05 MPa,系统无泄漏;系统调试时进行抽真空试验,并加 R22 氟利昂制冷剂进行调试运行,2 台氢气干燥器出口氢气温度均达到 -9°C 。改进后压缩机转动部件工作正常,无噪音、无震动、无磨损,运行安全、稳定可靠。制冷管道改进后,运行中可以将制冷系统与冷却器可靠隔离,在线进行检修,更换膨胀阀,给检修维护带来便利。制冷剂无泄漏,减少了对周边环境污染,减少了运行操作。

5 结束语

某 330 MW 汽轮发电机组发电机氢气干燥器实施改进优化措施后,目前该设备一直运行良好,该设备的可靠运行成功解决了一直困扰该厂氢气干燥器出口氢气温度超标的难题,满足了机组运行的要求,避免了发电机因氢气湿度大而对主设备造成的影响,不但为发电机的安全运行提供了保证,也大大减少了氢气干燥器的维护和检修费用,其在安全性和经济性方面卓有成效。现场泄漏量减少,满足了环保要求。建议在以后的运行和维护中还应定期检查和调整,尽量延长制冷设备的运行寿命,节约能源,降低运行成本。

参考文献:

[1] DL/T651—1998,氢冷发电机氢气湿度的技术要求[S].

作者简介:

钱毅(1976),男,江苏南通人,高级工程师,从事汽轮机设备技术管理工作。

机 D 仅有 705 kPa, 这种情况下, 一旦参与运行, 空压机 D 就会带至最高电流运行, 当系统用户减少, 压力升高时, 空压机 D 就会关进口门、开旁路门。目前主要的问题是旁路门开启速度偏慢, 从而引起该空压机的喘振, 而又未发现解体阀门有任何异常, 分析应为控制软件老化, 需升级改造。

根据公司实际运行情况, 1 台空压机满载气量不够, 2 台空压机嫌多, 因此在空压机 D 控制软件未升级的情况下, 尽量减少空压机 D 的调节, 将空压机 D 的设定压力比另外 3 台空压机高约 25 kPa, 让其始终带满载, 从而减少空压机 D 的喘振机率。从调整效果看, 仪用空压机 D 喘振情况有所好转。

若要完全解决仪用空压机 D 的喘振问题, 需将空压机 D 控制系统软件升级成 AMB 控制, 该控制软件的优点可以使其根据系统压力变化计算分析, 其旁路阀与进口阀能够同时调节到某一开度, 缩短调节时间, 减少喘振机会。空压机 D 在感受到系统压力变化时, 可迅速调节阀门, 从而避免喘振。

公司一期仪用空压机使用单台空压机进行控制,

为减少喘振, 提高了各台空压机马达电流低限值, 电流调整后虽然解决了空压机的喘振问题, 但是增加了厂用电, 提高了成本。因此为进一步均衡分配 4 台空压机的带载能力, 建议一期 4 台空压机安装负荷分配 (ASC) 集中控制系统, 通过安装该系统可实现 4 台空压机联合控制, 根据系统压力自动实现空压机的启动、加载、卸载、停机功能; 自动实现运行空压机的负荷均分。还可对空压机的运行数据实行实时监控, 并记录所有运行数据曲线。这样既可节省厂用电, 又能延长马达及空压机的寿命。

参考文献:

- [1] 常鑫, 傅行军. 某 600 MW 汽轮机发电机组振动故障分析与处理[J]. 江苏电机工程, 2011, 30(6): 13-16.

作者简介:

柳扣林(1968), 男, 江苏泰州人, 高级工程师, 从事火电厂运行管理工作;

路景春(1970), 男, 江苏扬州人, 工程师, 从事发电厂汽机技术监督管理工作。

Failure Analysis on Surge Phenomena of Instrument Air Compressor and Solution Measures

LIU Kou-lin, LU Jing-chun

(Jiangsu Guoxin Yangzhou Power Generation Co. Ltd., Yangzhou 225131)

Abstract: In this paper, formation mechanism of surge phenomena occurred in air compressors is briefly introduced. The related reasons are analyzed, and the solution methods as well as preventive measures are subsequently proposed. Through analyzing the surge phenomena encountered by one instrument air compressor, this work also propose several optimization suggestions for the operation of instrument air compressors.

Key words: air compressor; surge; prevention; control

(上接第 78 页)

Improvement of Hydrogen Dryer Installed on One Generator of 330 MW Power Unit

QIAN Yi

(Nantong Tianshenggang Power Generation Co. Ltd., Nantong 226003, China)

Abstract: The low cooling performance of the hydrogen dryer and the substandard temperature of the outlet hydrogen are analyzed in this work. The structure and operating principle of the hydrogen dryer are firstly introduced, and then through deeply analyzing the operating condition and the fault, some detailed optimization measures are proposed. The proposed measures are proved to be reasonable and effective by the experimental data.

Key words: steam power unit; hydrogen dryer; refrigeration compressor; thermodynamic expansion valve

核电站对环境有什么影响

核电站的动力是利用铀-235 或-239 的核, 在中子轰击下发生裂变, 同时释放出核能, 将水加热成蒸气, 驱动汽轮发电机组, 发出电力。核裂变反应的反应堆就是核电站的“锅炉”。

用核燃料代替煤或石油等化石燃料, 免去了火力发电大量用煤和用油的运输问题, 无空气污染, 无漏油问题, 发电成本低于火电厂。核电站对环境的影响主要是有可能溢出放射性气体及核废料的处置较困难。当前, 世界各国大都采取浅部临时掩埋处理核废料的措施, 但到现在为止, 没有任何国家找到安全、永久处理高放射、胜核废料的办法。