力瑞管道服务号

江爱伟，尉永波，秦兴中
（山东华聚能源公司济二分公司，山东 济宁 272072）

摘要：分析汽轮机高压加热器处于停用状态的原因，介绍改造方案及改造后的效果和效益。

关键词：高压加热器；疏水；保护系统

高压加热器疏水及保护系统的优化改造

华聚能源济二分公司目前有两台次高温、次高压75t/h锅炉，配两台武汉汽轮机厂生产的次高温、次高压调整抽汽式机组，1#和2#机组分别于2001年和2002年投产发电。由于保护、监视系统不完善及疏水系统运行不可靠等原因造成高压加热器一直未能投运，其带来的直接影响是锅炉给水温度低，后果一是经济效益差；二是锅炉尾部烟温低，造成锅炉省煤器、空预器以及SO_2在线监测仪器、仪表的低温腐蚀，严重缩短设备的使用寿命。因此，分公司利用2005年5月份停产检修期间对2#机高加系统进行了改造。

1 运行现状分析

原高压加热器无旁路自动保护系统、无安全阀、无电接点液位计，所有进出水阀门、旁路阀门、进汽阀门均为手动，唯一的保护装置是汽侧危急泄水器。高压加热器水侧设计压力为8.5MPa，实际运行压力亦在7.6MPa左右，若一旦出现水侧泄露爆管现象，由于无自动切换旁路系统，且热控室内无法监视高加水位，运行人员将不能及时发现，并且发现以后因上述阀门均为手动，处理亦不及时，有可能会引发汽轮机水冲击事故。

高压加热器疏水器是老式机械式浮球疏水器，因设计老化，结构复杂，经常出现卡涩、汽蚀现象，造成疏水不能及时疏出，运行非常不稳定，水位无法保持，特别是在热控室无法监视水位的情况下，严重影响高加的安全经济运行。

由于以上各种原因，高加基本上处于停用状态，因而造成锅炉给水温度低，锅炉尾部烟温低于SO_2的露点，造成金属腐蚀，因低温腐蚀严重，已造成1#锅炉省煤器、空预器大面积泄露，严重影响锅炉的出力和经济运行；同时造成了SO_2在线监测室的仪器、仪表、管路、接头、滤网的腐蚀，在运行不到1年的时间，已因腐蚀问题更换了管路接头3个，滤网1个，致使SO_2在线监测设施停运5天。

另外，加热器无水位运行是指疏水控制器发生故障，本级抽汽向下一级窜汽，排挤了下一级的抽汽，其一是高能级抽汽贬为低能级使用；其二是加热器的热传导恶化造成加热器出口水温降低。由于要处理加热器无水位运行而带来的一系列缺陷，导致了加热器的经常启停，降低了加热器的投入率，也造成了人力物力的浪费，最终造成机组热经济性大幅度降低。

2 安全技术研究与方案确定

为了高压加热器的安全投运，避免事故的发生，根据以上问题，并结合实际运行需求，进行了安全技术研究分析，确定方案如下：

高压加热器保护系统所要达到的最根本的要求和最终的保护目的，是防止高压水通过高压加热器进汽

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

门进入汽轮机，引发汽轮机水冲击事故。所以只要将进汽门改为电动阀门，同时加装电接点液位计引至热控室，汽侧装安全阀，保证运行人员能时时监测水位，并且通过在热控室遥控，关闭进汽门；同时打开危急泄水门，相对原有系统（只有危急泄水门，且无法监视水位）可大大缩短事故的处理时间。

通过机组各工况热力特性计算，特别是最大工况的热力特性计算和疏水器位置与除氧器的高差计算，根据流体力学原理和汽液两相流的流动特性，确定智能式自调节液位控制器的缩孔尺寸进行加工制造。智能式自调节液位控制器具有技术创新、结构简单、运行安全可靠、免维护、使用寿命长等特点。应用汽液两相流自调节水位控制器后，无需热工及电气人员，现场检修和运行维护工作量大幅度下降，节省了检修费用，降低了劳动强度，同时也提高了运行管理水平。此疏水器改造后运行良好，提高了疏水系统运行稳定性和可靠性。最重要的是大大提高了高压加热器设备的利用率，高压加热器投用前后，汽机循环热效率可提高近1.1%，具体计算如下：

由于矿方用汽量达不到机组额定供汽量，所以机组运行属低负荷运行，计算数据按机组实际运行值计算（表1）。

表1

	压力（MPa）	温度（℃）	焓值（kJ/kg）	流量（t/h）
新蒸汽	4.9	470	3365.3	81.91
一级抽汽	0.937	300.8	3053.8	7.2
二级抽汽	0.49	236.7	2932.9	10.21
三级抽汽	0.0762	91.2	2654.1	6.47
排汽	0.0045	30.72	2378.8	58.03
凝结水		35.81	149.93	58.03

投入高加机组热效率 η_1＝[7.2×（3365.3－3053.8）＋10.21×（3365.3－2932.9）＋6.47×（3365.3－2654.1）＋58.03×（3365.3－2378.8）]÷[58.03×（3365.3－149.93）＋7.2×（3365.3－3053.8）＋10.21×（3365.3－2932.9）＋6.47×（3365.3－2654.1）]＝34.625%

不投入高加机组热效率 η_2＝[10.21×(3365.3－2932.9）＋6.47×（3365.3－2654.1）＋65.2×(3365.3－2378.8)]÷[65.2×(3365.3－149.93)＋10.21×（3365.3－2932.9）＋6.47×（3365.3－2654.1)]＝33.53%

投入高加机组热效率提高 $\Delta\eta=\eta_1-\eta_2$＝34.625%－33.53%＝1.1%

所以综合考虑机组的安全性和经济性及改造投资的技术经济性，确定改造方案如下：

（1）不采用自动切换旁路系统，此系统需增加3个电动阀门，将进汽门改为电动阀门，紧急状态下，可电动关闭进汽门，防止汽轮机水冲击事故，较自动切换旁路系统减少2个电动阀门，既节约了投资，又保证了安全。

（2）在原有玻璃管水位计进口管路开孔，安装电接点液位计，引线至热控室监测台，运行中监视高加水位，一旦出现异常，立即采取措施处理，掌握设备运行状况，缩短事故处理时间。

（3）在高加汽侧安装安全阀，增加安全系数。

（4）更换老式机械式浮球疏水器为汽液两相流智能式自调节液位控制器，提高高加利用率，同时降低运行与检修工人的劳动强度。

3 效益分析

（1）高加正常投入运行后，汽机效率提高1.1%，按锅炉效率86%，发电机效率97%计算，全厂效率可提高 $\Delta\eta$＝1.1%×86%×97%＝0.917%

全厂每小时发电量可提高 ΔW＝30×0.917%＝0. 2751MW

全年按运行7200小时计算发电量可提高 ΔW＝0.2751×7200＝198.072万kW

每千瓦时电利润按0.24元计算，则可增加利润0.24×198.072＝47.5万元

（2）改造后运行稳定，安全设施齐全，提高了汽轮机系统安全系数，同时维护方便可大量减轻检修工人的工作量，加大安全系数，为机组安全运行和职工人身安全提高了保障。

（3）提高了锅炉尾部烟温，使锅炉烟温由原来的低于SO_2的结露点提高到高于结露点，有效地避免了低温腐蚀，特别是避免了低温腐蚀对锅炉空预器、省煤器及SO_2在线监测仪器仪表设施的腐蚀，大大提高了设备的使用寿命，上述设施以前运行不到1年就因腐蚀严重进行更换。■

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net