

提高#6机汽泵运行稳定性

田世煜

国电投新乡豫新发电有限责任公司 河南新乡 453011

摘要: 汽动给水泵是火力发电厂的主设备, 保证锅炉持续供水, 维持汽包水位正常, 它的运行状况直接关系到机组能否安全稳定运行。本论文介绍了豫新发电公司#6机汽泵运行中的不正常现象, 无法满足机组满负荷运行及并泵困难, 并对其进行原因分析, 找出了影响汽动给水泵稳定运行的主要原因, 采取相应措施, 最终解决了#6机汽泵运行稳定性差的问题, 保证了#6机的安全经济运行。

关键词: 给水泵; 再循环; 并泵

1 设备简介

豫新发电公司#6机为C330/310-16.7/0.4/537/537型亚临界、中间再热、高中压合缸、两缸两排汽、单轴、单抽采暖凝汽式汽轮机, 八段非调整抽汽(三高加, 四低加, 一除氧), 由东方汽轮机厂生产。汽缸本体高中压合缸, 通流部分反向布置, 高压缸为双层缸结构, 低压缸为双缸双排汽对称分流, 也采用双层缸结构, 内缸为通流部分, 外缸为排汽部分。高中压转子及低压转子均为整段结构, 高中压转子材料30Cr1Mo1V, 其脆性转变温度121℃, 低压转子30Cr2Ni4MoV。高中压转子与低压转子, 低压转子与发电机转子之间均采用刚性联接, 通流部分级数: 共27级。其中: 高压缸: 1+9级, 中压缸: 7级, 低压缸: 2×5级。给水泵为小汽轮机拖动运行, 型号为CHTC5/6SPC-3筒式多级离心泵, 流量633.5m³/h, 扬程2543m, 额定转速5450r/min, 吸入压力1.108MPa, 出口压力22.7MPa, 转速5600r/min。

给水泵汽轮机型式为单缸、单轴、新汽内切、凝汽式汽轮机, 型号G3.6-0.78(8)-1型, 名牌功率3600KW, 额定功率3392KW(主机额定工况, 配KSB给水泵), 低压主汽阀前/高压主汽阀前进汽压力0.786/16.67MPa, 低压主汽阀前/高压主汽阀前进汽温度339/537℃, 最大功率3825KW(主机最大工况), 低压汽源能力功率5388KW(主机最大工况), 额定汽耗5.345kg/KW.H, 内效率81.6%, 额定转速5337r/min, 跳闸转速6327±100r/min(机械)、6327r/min(电气), 一阶临界转速: 2620r/min, 二阶临界转速: 9233r/min, 制造厂为东方汽轮机厂。

2 前言

机组运行中, 两台汽泵设计值能满足锅炉330MW负荷的汽包供水需求, 而在实际运行中, 锅炉负荷达

250MW时, 小机调门全开, 两台汽泵无法满足机组安全运行要求, 需并入电泵运行, 才能保证汽包上水。低负荷状态下汽泵不易并泵, 易出现汽包水位变动大, 易造成停机事故, 需启用电泵, 一汽一电运行。电泵运行电流约350A, 由于电泵运行将大大增加厂用电率, 不利于机组经济运行。为此, 尽快查找和解决影响汽泵运行稳定性问题, 确保机组安全经济运行。^[1]

3 现状调查

3.1 2020年1~3月份, 对汽泵进行检查, 调查发现, #6机组运行中, 汽泵存在以下问题, 影响了两台汽泵出力: ①汽泵再循环: 检查发现, 汽泵再循环门温度高, 80℃左右, 就地能听到明显的过流声, 判断汽泵再循环漏流, 造成汽泵出力下降; ②汽泵进汽压力: 在供暖期间, 供热抽汽量较多, 造成汽泵进汽压力低。③汽泵中间抽头: 汽泵中间抽头温度高, 有一定的过流量, 造成汽泵出力减小。

结论: #6机汽泵再循环阀门漏流、汽泵进汽压力低、中间抽头漏流, 造成汽泵出力降低。

3.2 2020年7~9月份, 对给水系统进行检查, 调查发现, #6机组运行中, 存在以下问题, 影响了两台汽泵出力: ①锅炉减温水量: 检查发现, #6炉锅炉减温水量较#7炉锅炉减温水量设定值大, 造成同等负荷工况下, 给水流量增加。②汽机、锅炉疏水阀门: 检查发现, 汽机、锅炉疏水阀门存在内漏现象。

结论: #6机锅炉减温水量较大、机炉侧疏水阀门内漏, 造成同等负荷工况下, 给水流量增加。

4 原因分析

4.1 运行人员技术水平低

公司及运行部制定有详细的培训计划, 通过考评, 人员素质不差。

4.2 汽动给水泵再循环门内漏

现场调查发现同负荷段汽泵出力不足，就地测温阀门温度高；通过关闭6B汽泵再循环阀前手动门，6B汽泵流量上涨30t/h。

4.3 检修人员消缺不及时

经过查看运行记录和现场调查发现，机组有许多缺陷存在，有消缺不及时现象，如锅炉减温水量偏大、机炉疏水阀门内漏等，为此我们加强了与检修人员的联系，积极督促其消缺，这种局面得到了改善。

4.4 负荷调峰深度大

根据现场调查得知：机组负荷调峰过于频繁，调峰幅度考虑汽泵运行情况，不影响机组运行。

4.5 小机汽源压力低

通过现场调研汽泵进汽调门满档，汽泵出力下降，造成锅炉汽包水位下降，影响机组安全。

4.6 汽泵前置泵出力不足

#6机检修期间将#6机前置泵检查并更换新泵，汽泵运行情况未见明显变化。

4.7 对外供汽量大

汽泵进汽调门开度扩大，进汽压力低。

4.8 汽泵最小流量再循环热工逻辑与实际不匹配

在不损害汽泵设备的前提下，优化再循环开关逻辑的条件，减少对汽泵正常运行的扰动。

4.9 进汽电动门卡涩

机组启动前，进行阀门开关试验，进汽电动门可以正常开关，不卡涩。

4.10 供热流量过大

机组供热量超过规定值，造成四段抽汽压力下降，从而使小机进汽压力过低，出力不足。

4.11 汽泵设备故障

经过查看运行记录和现场调查发现，设备有许多缺陷存在，为此我们加强了与检修人员的联系，积极督促其检修，这种局面得到了改善。

4.12 汽泵并泵困难

经过现场调查发现，机组在启动过程或锅炉灭火恢复过程中，并汽泵时，经常达到小机调门全开，小机转速指令高于实际转速过多，并泵时汽泵流量上不去，自动并不上等问题，威胁机组安全运行。

由此，我们的要因确定为汽泵再循环门内漏、汽泵汽源压力低、汽泵并泵困难。

5 采取措施

5.1 汽泵再循环门内漏

针对再循环内漏情况，采取加强与维护部汽机、热工专业联系，手动加关再循环门，由维护人员重新调整再循环调整门的下限，以减小再循环漏流，保障汽泵能够稳定运行，提高汽泵出力。

采取措施前阀门检漏表：

#5高加危急疏水调整门	#6低加危急疏水电动门	#6高加危急疏水调整门	A给水泵再循环后温度	B给水泵再循环后温度	电动给水泵再循环后温度	#5低加汽侧放水门(南侧)	#5低加汽侧放水门(北侧)
#6机	#6机	#6机	#6机	#6机	#6机	#6机	#6机
℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
42	37	37	89	86	41	38	34
			88	85			
35	33	33	102	94	41	40	33
			80	93			
36	32	32	71	73	41	40	32
			69	71			
37	32	31	72	71	41	41	32
			77	72			
38	35	32	75	77	40	37	33

采取措施后阀门检漏表：

#5高加危急疏水调整门	#6低加危急疏水电动门	#6高加危急疏水调整门	A给水泵再循环后温度	B给水泵再循环后温度	电动给水泵再循环后温度	#5低加汽侧放水门(南侧)	#5低加汽侧放水门(北侧)
#6机	#6机	#6机	#6机	#6机	#6机	#6机	#6机
℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
44	36	37	46	45	38	36	35
			48	43			
38	35	33	45	45	40	40	36
			47	41			
36	32	32	43	46	41	39	32
			44	44			
37	31	31	46	43	42	41	33
			43	44			
36	33	34	42	41	40	38	33

5.2 汽泵汽源压力低

针对汽泵汽源压力低情况，采取将其中一台小机汽源由四抽倒为辅汽，辅助汽源充分疏水之后，把辅助蒸汽到小机进汽一路投入后，全面检查正常，退出四抽至此小机进汽汽源，根据负荷和小机进汽调门开度，适当调整辅汽联箱压力，以保障小机进汽压力正常，两台小机调门控制在80%以下。^[2]

5.3 汽泵并泵困难

针对并泵困难情况，机组启动时，120MW 负荷并一台汽泵，主汽压保持在 11.0MPa 以下，当汽泵流量开始增加时，可以缓慢进行加负荷，增大汽轮机进汽量。并第二台汽泵时，适当减少二抽对外供汽流量，提高四抽压力，或负荷适当提高至 170MW 以上并泵。^[3]

6 效果检验

提高汽泵运行中的稳定性可提高机组的运行效率，降低厂用电，减少灭火停机次数，我们按高负荷状态下，全年高负荷时间段约 180h，启动电泵运行，我们每年将为公司节约：

电泵运行耗电量 = $350\text{A} \times 6\text{kV} \times 180\text{h} = 378000\text{kWh}$

节约约 $378000\text{kWh} \times 0.3875\text{元} = 14.6475\text{万元}$

7 结束语

经过我们采取一系列的措​​施，使公司 #6 机汽泵由对策实施前的在锅炉负荷 145MW 以下，由一台汽泵加电泵运行才能保证汽包水位，到目前两台汽泵能够满足汽包水位，并且两台汽泵在 330MW 时可以维持汽包水位。并泵过程稳定，汽包水位波动小，节约厂用电，保证机组安全经济运行。

参考文献：

[1] 蔡军林. 300MW 火电机组集控运行 [M]. 北京；中国电力出版社，2005.

[2] 郑体宽. 热力发电厂 [M]. 北京；中国电力出版社，1999.

[3] 吴季兰. 汽轮机设备及系统 [M]. 北京；中国电力出版社，2006.