

关于2×90t/h干熄焦电站汽轮机系统技术改进的相关实践研究

廖平

新余钢铁股份有限公司 338001

【摘要】众所周知钢铁工业是耗能大户，行业的节能减排工作意义重大。其中余热的有效回收和利用是主要的节能降耗手段，其直接表现为余热发电。而汽轮机则是发电系统中的主体设备。我们重点抓住提高主辅设备的运行稳定性、经济性，使设备技术状况保持良好，从而保证汽轮发电机组的安全稳定运行，保证自发电目标的顺利完成，保证公司节能增效工作的顺利实施，为此本次技术改进意义重大。基于此，笔者从自身的技术经验出发，探索相关的2×90t/h干熄焦电站汽轮机系统技术改进策略，以求促进行业汽轮机系统技术整体水平的发展。

【关键词】干熄焦电站；汽轮机；技术改进；实践研究

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.2253

一、2×90t/h干熄焦电站汽轮机系统技术改进项目的主要内容

（一）高压抗燃油EH系统技术改进

本次高压抗燃油EH控制系统改进，依靠我们现有的技术力量完成，液压系统本身存在三大顽疾（发热、泄漏特别是内漏、振动），从而对使用维护要求要有较高的技术水平，改进更是如此，供油装置如与油动机匹配不好，甚至会造成油压无法建立，机组无法启动的严重后果；另外汽轮机在工作中EH油系统要接受微机的指令才能正常运行，所以还会涉及到与微机的对接，具有较高的技术难度。

（1）油泵选型

油泵由间歇式运行改进为连续运行，我们选用恒压变量柱塞泵。根据公式 $p_p \geq p_1 + \sum \Delta p$ ，其中 p_1 为液压缸的工作压力其值为10.5~14MPa，管路简单，流速不大的取 $\sum \Delta p = (0.2-0.5 \text{ MPa})$ ，管路复杂，一般取 $\sum \Delta p = (0.5-1.5 \text{ MPa})$ ，考虑此系统的管路比较简单，我们取值 $\sum \Delta p = 0.5 \text{ MPa}$ 。最终系统油压（可调）运行值：11~14.5MPa。流量与原泵保持不变（泵流量为28ml/r）。从而根据 p_p 和流量，按照系统选取液压泵的形式，选取相应的液压泵，为使液压泵有一定的压力储备，所选泵的压力比最大工作压力大25%~60%，考虑系统油压的波动情况，按照经验在此选中间值42.5%，故 $14.5 \times (1+42.5\%) = 20.6625 \text{ MPa}$ ，可选用最大工作压力为21MPa，从而确定了油泵的选型（调试时将EH油压设定在14MPa，静态试验各方面工作均正常，后在此压力下运行也非常稳定，EH油压正常值为14MPa）。

（2）电机选型

按照功率公式 $p = \frac{p_p q_{vp}}{612 * \eta_p}$ 计算，式中 p 为功率（KW），

p_p 为泵的最大工作压力（ kg/cm^2 ）； q_{vp} 为泵的流量（ l/min ）； η_p 为泵的总效率，其中 η_p 柱塞泵一般取值0.9~0.95，在此取0.9（注：现在柱塞泵的制造工艺和技术改进很大，一些国产大厂柱塞泵和进口泵效率都能达到0.9以上），故 $p = \frac{p_p q_{vp}}{612 * \eta_p} = \frac{145 \times (28 \times 1450 \times 10^{-3})}{612 \times 0.9} = 10.688 \text{ KW}$ ，从而可选用电机功率为11KW。

（3）考虑到现场位置、环境、方便维护检修等因素，将油泵、电机、油箱布置在7.5米平台，现场位置开阔，给设备

运行创造一个良好的条件。

（4）每台油泵都安装进出口阀门，以便运行中可靠切断EH油，从而保障安全维护检修。

（5）汽机隔膜阀超速保护措施

鉴于汽机超速保护重要性的考虑，增加了一路隔膜阀机械保护，隔膜阀机械保护工作原理：工作时隔膜阀的顶部通主汽门的速关油，P口通OPC模块的OPC安全油，T口接回油箱，机组运行时，当速关油压下降至0.7MPa时，隔膜阀打开，OPC油压泄掉，油动机快速关闭，保护汽轮机安全停机（之前常用做法是速关油压力联锁，当系统检查速关油压低于一定值后，机组联锁跳机发出关闭调速汽门指令）。

控制及OPC保护工作过程：控制系统给伺服放大器一个阀位信号，该信号与位移传感器反馈给伺服放大器的当前阀位信号作比较，伺服放大器将此差值经运算放大后发送给伺服阀，由伺服阀控制油的流动方向，从而控制阀门运行于某个位置。P431测油缸上腔压力，P432测油缸下腔压力。当控制系统发出快关指令时，快关电磁阀卸掉安全油，高压油迅速通过卸荷阀XHF1进入油缸下腔，油缸上腔的油迅速从卸荷阀XHF2进入回油管，从而油动机迅速关闭。

（二）汽封系统改进

汽轮机内部是高温高压蒸汽，为了防止蒸汽从汽缸内部漏出，汽机设有汽封装置，主要包括高压汽封与低压汽封。而汽封间隙就是指汽封与汽轮机转子之间的间隙，间隙过小容易造成动静摩擦，间隙过大会造成漏汽量增加。

汽轮机轴瓦里面的润滑油由油挡密封，转子旋转时润滑油会沿着转子与油挡之间的间隙渗出，造成漏油；同时由于油侧是微负压运行，由油雾风机形成负压。轴封漏汽很容易进入油侧，使得润滑油带水，影响油质，轴封漏汽越大油中带水情况越严重，给机组安全运行带来重大隐患。

在油挡上开孔增设压缩空气，加装一个阀门以调节压缩空气的大小。工作时此压缩空气一路流向大气侧（外侧），另一路流向油侧（内侧）。从而可以封堵润滑油向外渗漏、蒸汽向内流入的通道。而油侧本就是与大气联通的，故而压缩空气不会对系统油质造成影响。此举一方面可以防止漏油，另一方面可以防止蒸汽窜入油中，一举两得。不但减少了油的消耗，而且减少了油中带水，可使油质得到改善。从而增加了机组润滑、调节、保安系统的工作可靠性，确保了

机组稳定、安全运行。

我们现场使用新钢公司压力为0.5MPa左右的压缩空气，投入时，边开阀门边观察油挡外挡渗油情况，直至无明显油迹渗出，即为压缩空气投入正常。

（三）汽封检查调整

运行中发现汽封漏汽量较大，通过调整均压箱压力无明显改善，分析认为这是因为汽封可能存在老化受损的情况，汽封间隙变大导致的。通过检查测量，将部分老化受损，弹簧弹性不足，汽封间隙得不到保证的部分予以更换解决。并严格按照说明书调整好汽封间隙。

（四）汽机平衡管改进

之前电负荷达到1.2~1.3万kw·h时推力瓦温度高点会超过报警点（90℃），制约了机组带负荷能力。推力瓦是汽轮机的重要部件，其主要是确定转子的轴向位置，从而保证转子和定子之间的间隙；并在运行中起着承载克服转子轴向推力的作用。

机组主推力瓦瓦块温度在加负荷后普遍偏高，而润滑油供油压力、温度均在正常范围之内，甚至为了降低推力瓦温度，运行中有意识的将润滑油温度调整在温度范围的下限运行（35~45℃）；并从回油窥视孔观察，回油量正常，没有不足的迹象，从而排除了润滑油压力、温度，推力瓦油楔过小或者异物堵塞的问题（在检修维护中推力瓦也曾检查过并未发现明显异常）。

通过上述判断分析，确定了造成推力瓦温度偏高这一问题的主因是轴向推力偏大。在这次技术改进中，着重从减小轴向推力着手，并在改进过程中保留了原工艺管路的完整性，在平衡管上开孔增设一个阀门，接至送除氧抽汽管道，运行中可根据机组负荷及参数变化情况调节此阀门开度。

二、项目实施的具体步骤

（一）改进前将设备采购计划报设备材料部采购，利用2017年3月底4月初焦化1#、2#干熄焦大修没有蒸汽的停机机会，组织实施改进。

（二）更换油泵连续运行的高压抗燃油EH控制系统，原系统供油装置位于3.5m平台，此平台布置拥挤，现场空间狭小相对封闭，散热条件不好，检修不便。为此将新系统供油装置放在汽机运转层（7.5米），以方便点检、维护保养及检修。

（三）因新的EH控制系统比原系统有较大的改变，自动化部重新做了控制程序；现场EH油站及其附件管道等安装完毕后，进行EH油系统冲洗，取样化验合格，耐压试验、联锁试验、调试合格。

（四）汽封改进、检查调整，汽机平衡管改进，按照前述方法实施。

（五）针对低压单母线双电源自动切换的现状，在乙线自动切换装置前布置一台EH油泵电源，此泵常用乙线电，另外一台利用低压母线原EH油泵电源（正常运行用甲线电），降低了电源切换时油泵启动不及时停机风险。

三、项目改进的运行效果及效益分析

（一）运行效果

（1）2017年4月2日开始实施改进，4月13日开机运行至今高压抗燃油EH控制系统运行正常稳定，未出现一次故障。其中5月14日因外部电源故障，造成低压电源切换，过程中EH控制系统正常稳定。到目前为止未出现过一次因EH系统故障停机的情况，当然仍需时间的检验。

（2）汽封系统冒汽正常，油中带水情况大大好转，改进前一天两班放水，每班放水量约为150L左右，现在一周放水一次，放水量约为50L左右。

6.1.3推力瓦温度正常，改进前电负荷达到1.2~1.3万kw·h时推力瓦温度高点会超过报警点（90℃），目前就在65℃左右，至今未出现过一次因为推力瓦温度高报而影响机组加负荷的情况。

（二）效益分析

（1）直接经济效益

改进前机组效率：2017年3月份发电量为960万kw·h，所消耗的蒸汽量为42891t，其效率为

$$\frac{960 \times 10^4 \text{ kw} \cdot \text{h}}{42891 \text{ t}} = 223.82 \text{ kw} \cdot \text{h} / \text{t}。$$

改进后机组效率：2017年5月份发电量为1059.35万kw·h，所消耗的蒸汽量为44722t，其效率为

$$\frac{1059.35 \times 10^4 \text{ kw} \cdot \text{h}}{44722 \text{ t}} = 236.87 \text{ kw} \cdot \text{h} / \text{t}。$$

年效益：按2016年全年用于发电的蒸汽649921t计算，可多发电（236.87-223.82）kw·h/t×649921t=848.15万kw·h。以0.6元/kw·h电费计算，可增效：848.15万kw·h×0.6元/kw·h=508.88万元。汽封系统的改进，减少了漏油，按照目前来看，每年可减少补充油23桶左右（改进前一年补油约为24桶，改进后半年补了半桶油），一桶油约为3700元，每年可直接节约：3700元×23=8.51万元；两项每年可直接增效508.88+8.51=517.39万元。

（2）间接效益

汽机平衡管的改进消除了推力瓦温度偏高这一影响机组带负荷能力的制约因素，从而减少了干熄焦蒸汽放散；汽封系统的改进，使得油中带水的情况大大好转，油质好转了，安全效益随之提高；通过本次汽轮机系统性的改进，大大提高了机组的运行稳定性，这些都会给将来的运行带来效益。

（3）社会效益

机组改进前汽封漏汽量较大，漏汽不但降低了机组效率，其所带出的热量还会造成厂房内部环境温度偏高，给员工身心健康带来不利影响，改进后现场环境大大好转，员工上班也更加身心愉悦。良好的工作环境，对员工工作积极性的提高及其对社会企业发展的正确认识，必将产生积极的影响。

参考文献

[1]林峰,陈显华,凌宇.90t/h干熄焦发电机组推力瓦温过高故障处理[J].江西冶金,2014,34(6):3.

[2]肖忠东,胡晟,冯世军,等.90t/h干熄焦斜道支撑砖损坏原因的分析及预防改进措施[C]//中国炼焦行业协会五届三次会员(理事)大会.2010.