

DOI: 10.3969/j.issn.1674-1951.2020.01.016

1 000 MW 二次再热机组给水温度优化实施

Optimization of feedwater temperature of 1 000 MW double reheat units

徐江,赵志发,李军

XU Jiang,ZHAO Zhifa,LI Jun

(国家能源集团泰州发电有限公司,泰州 江苏 225327)

(China Energy Group Taizhou Power Generation Company Limited, Taizhou 225327, China)

摘要:提高给水温度是提高机组运行循环热效率的重要手段。以某电厂 1 000 MW 二次再热机组为例,通过全开 #1 高压加热器进汽调节阀及其旁路电动阀可提高各负荷段的给水温度,同时提高低负荷段脱硝装置入口的烟气温度。该运行调节不仅提升了机组运行的经济性,还有利于降低脱硝装置投运的负荷下限。

关键词:给水温度;经济性;高压加热器;进汽调节阀;旁路电动阀;部分负荷运行

中图分类号:TK 229 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2020)01-0078-03

Abstract: Increasing feedwater temperature is an important means to improve the thermal efficiency of unit operation cycle. Taking a 1 000 MW double reheat unit in a power plant as an example, by fully opening the steam admission control valve and bypass electric valve for the No.1 high pressure heater, the feedwater temperature at each load increased, and so did the flue gas temperature at denitrification device inlet. This operation mode can not only improve the economy of the unit, but also reduce the lower load limit of the denitration device.

Keywords: feedwater temperature; economy; high pressure heater; steam admission control valve; bypass electric valve; partial load mode operation

0 引言

近年来,随着光伏、风电等新能源发电设备装机容量的不断增大,火电机组的负荷率明显下降,提高机组在非额定工况下的经济性已成为一个重要课题。而给水温度直接影响热力循环的平均吸热温度,进而影响循环热效率,是表征回热循环热经济性的重要指标。常规大型火电机组部分负荷运行时,给水温度下降会导致机组循环热效率变低、机组热经济性变差,因此提高部分负荷运行时的给水温度是提高机组经济性的重要手段^[1]。本文通过全开 #1 高压加热器(以下简称高加)抽汽调节阀及其旁路电动阀,提高了给水温度和机组运行的热经济性。

1 设备简介

某电厂 1 000 MW 二次再热机组采用超超临界、二次中间再热、五缸四排汽、单背压、反动式汽轮机。机组采用十级抽汽,一、二、三、四级抽汽分别向 #1, #2, #3, #4 高加供汽,五级抽汽供汽至除氧器和给水

泵汽轮机,六、七、八、九、十级抽汽分别向 #6, #7, #8, #9, #10 低压加热器供汽。其中 #1 高加抽汽取至超高压缸排汽,抽汽管道上设置抽汽调节阀和旁路电动阀。

锅炉为 SG-2710/33.03-M7050 型、二次再热超超临界变压运行螺旋管圈塔式直流炉,单炉膛布置、四角切向燃烧、摆动喷嘴调温、平衡通风、采用固态排渣。省煤器受热面位于锅炉上部第一烟道出口处,前烟道和后烟道各布置一部分,两者并联。水流方向为从上向下,故省煤器进口集箱布置在锅炉上部烟道出口处,出口集箱布置在一次低温再热器和二次低温再热器的出口烟道上部。在锅炉最大连续蒸发量(BMCR)工况下,省煤器设计出口温度为 353℃。

2 旁路电动阀全关状态下的运行工况分析

#1 高加抽汽调节阀开度可控制给水温度,当调节阀出现故障时,可开启旁路电动阀并将调节阀隔离后进行检修。在机组正常运行时,#1 高加抽汽调节阀全开,旁路电动阀保持全关状态。这种运行方式下,给水温度随负荷变化趋势如图 1 所示,省煤器

收稿日期:2019-05-24;修回日期:2019-08-30

进/出口过冷度变化如图 2 所示。

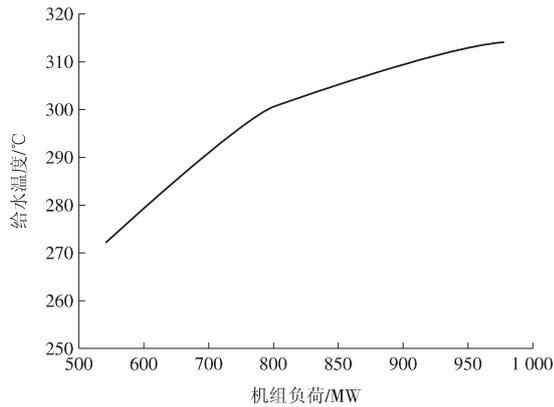


图 1 给水温度随负荷变化趋势

Fig. 1 Feedwater temperature changing with load

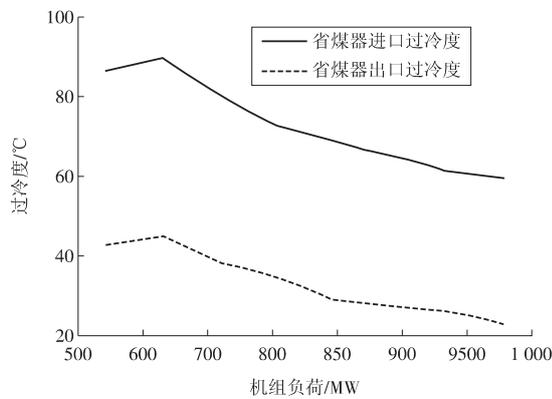


图 2 省煤器进/出口过冷度变化

Fig. 2 Change of supercooling degree at economizer inlet/outlet

由图 1—2 可以看出,机组正常运行时给水温度随负荷升高而升高,省煤器进/出口过冷度随着负荷升高而逐渐降低,省煤器和水冷壁的安全裕量都较大。

3 提高给水温度对锅炉安全性的影响

从锅炉设计及运行安全角度看,锅炉出口过热蒸汽压力为 33.3 MPa 的二次再热超超临界机组可以接受的最高给水温度约为 330 °C^[2]。

虽然提高给水温度会使工质蒸发段提前,可能导致省煤器工质汽化和水冷壁管道超温。但从图 2 可以看出,省煤器进口始终有 60 °C 以上的过冷度,不存在省煤器汽化的风险,且随着负荷的降低,水冷壁入口工质过冷度增大,安全裕量增大。因此,在现有运行方式下适当提高给水温度不会对锅炉安全造成危害。

通过以上分析,尝试调整 #1 高加抽汽的运行方式,在机组正常运行时全开旁路阀来提高给水温度。

4 旁路电动阀全开工况分析

2018 年 3 月,机组正常运行时进行给水温度调

整试验,全开 #1 高加抽汽调节阀和旁路电动阀,机组给水温度随负荷变化如图 3 所示,省煤器进/出口过冷度变化如图 4 所示。

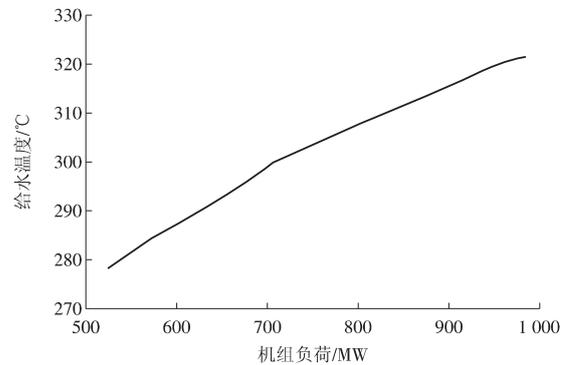


图 3 调整后给水温度随负荷变化趋势

Fig. 3 Feed water temperature changing with load after adjustment

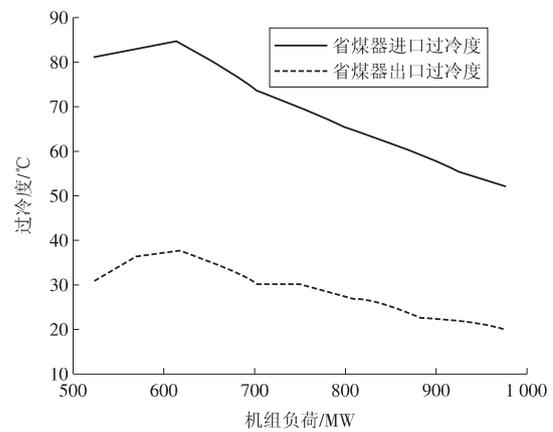


图 4 调整后省煤器进/出口过冷度变化

Fig. 4 Change of supercooling degree at economizer inlet/outlet after adjustment

5 旁路电动阀全关/全开参数对比分析

对比 #1 高加抽汽调节阀和旁路电动阀运行方式调整前后(全关/全开)的给水温度(如图 5 所示)和各个负荷下省煤器进/出口过冷度(如图 6—7 所示)。

经过对比分析可以看出:在机组正常运行时,全开 #1 高加抽汽调节阀和旁路电动阀后,给水温度在各负荷段提高约 6 °C。根据 1 000 MW 二次再热机组主要参数对热耗率和煤耗的影响计算得出:汽轮机热耗率下降 13.3 kJ/(kW·h),机组煤耗降低约 0.48 g/(kW·h),节能效果较明显。

机组的电除尘后烟道安装了低温省煤器来加热凝结水。给水温度的提高提升了排烟温度,可减少部分低压加热器的回热抽汽,提高机组的热经济性^[3-4]。

调整后,低温省煤器后烟气温度未出现升高现象,所以认为调整对锅炉的效率没有明显影响。给

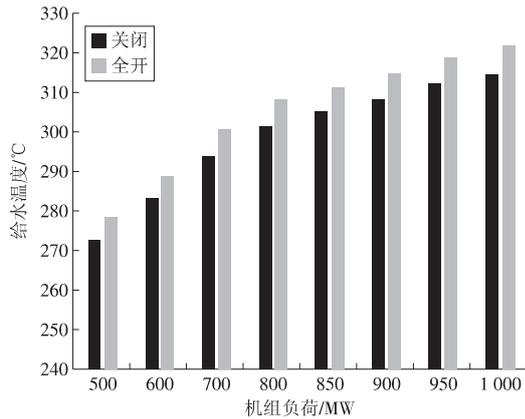


图 5 旁路电动阀全关/全开时给水温度对比
Fig. 5 Feedwater temperature with fully-closed/fully-open bypass electric valve

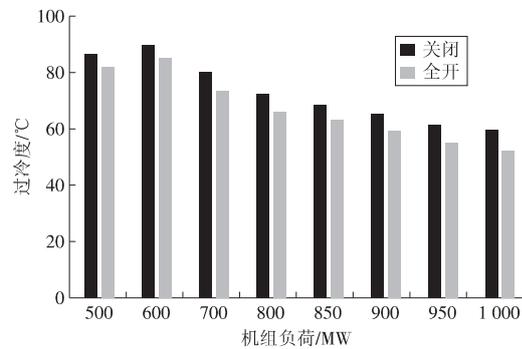


图 6 旁路电动阀全关/全开时的省煤器进口过冷度
Fig. 6 Supercooling degree at economizer inlet with fully-closed/fully-open bypass electric valve

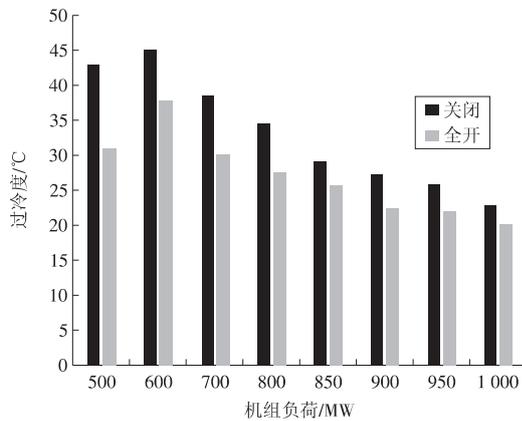


图 7 旁路电动阀全关/全开时的省煤器出口过冷度
Fig. 7 Supercooling degree at economizer outlet with fully-closed/fully-open bypass electric valve

水温度提高后各负荷段省煤器和水冷壁壁温均在正常范围内,未出现超温现象。

6 对深度调峰时脱硝的影响

给水温度的升高还提高了省煤器下游脱硝装置以及空气预热器入口的烟温^[5]。在相同负荷下,给水温度升高使得脱硝装置入口烟温升高有利于降低脱硝装置投运的负荷下限,可以满足更低负荷下脱硝装

置对于烟气温度的要求。经过运行方式调整,即使机组在进行深度调峰(例如负荷降为 400 MW)时,脱硝装置入口 A/B 侧的温度也能达 315.6/316.7 °C,完全满足脱硝装置投运对入口温度高于 303 °C 的要求。在机组深度调峰运行期间,脱硝装置运行正常,NO_x 排放浓度也可满足超低排放标准要求。

7 结论

(1) 在机组正常运行时,全开 #1 高加抽汽调节阀和旁路电动阀,各负荷段给水温度提高约 6 °C,汽轮机热耗率下降 13.3 kJ/(kW·h),机组煤耗降低约 0.48 g/(kW·h),节能效果较明显。

(2) 给水温度提高后满足了机组深度调峰时脱硝装置投运对烟气温度的要求,有利于机组的宽负荷脱硝运行。

(3) 此次给水温度提高实施未增加新设备,在原有设备基础上对 #1 高加抽汽运行方式进行调整,取得了较好的效果,可以为类似机组运行方式的优化调整提供参考。

参考文献:

[1] 武宇,颜士鑫,武华. 1000 MW 火电机组热力系统优化分析[J]. 能源与环境,2014(1): 45-47.
 [2] 樊晓茹,霍沛强. 超超临界二次再热机组给水温度对机组经济性及安全性的影响分析[J]. 锅炉技术,2017,48(6): 24-26.
 FAN Xiaoru, HUO Peiqiang. Analysis of double reheat cycle ultra-supercritical unit's feed water temperature on unit economy and safety [J]. Boiler Technology, 2017, 48(6): 24-26.
 [3] 马记. 1000 MW 超超临界机组加装低温省煤器改造及热经济性分析[J]. 华电技术,2018,40(10): 37-39.
 MA Ji. Transformation and thermal economy analysis on 1000 MW ultra supercritical unit with low-temperature fuel economizer [J]. Huadian Technology, 2018, 40(10): 37-39.
 [4] 梁福余,庄建华. 国产 600 MW 超临界机组全程给水控制策略[J]. 华电技术,2008,30(7): 64-67.
 LIANG Fuyu, ZHUANG Jiahua. The whole processes feedwater control tactics of domestic 600 MW supercritical unit [J]. Huadian Technology, 2008(7): 64-67.
 [5] 阎维平,董静兰. 超临界机组锅炉运行排烟温度偏高运行探讨[J]. 热力发电,2010(8): 33-37.
 YAN Weiping. An approach to the causes leading to high temperature exhaust flue gas in boiler operation of supercritical units [J]. Thermal Power Generation, 2010(8): 33-37.

(本文责编:陆华)

作者简介:

徐江(1982—),男,陕西汉中,工程师,从事大型火电机组集控运行工作(E-mail: tzsnaill@163.com)。