

两种暖风器与低压省煤器联合系统 节能对比分析

周洲,刘楠
(徐州华润电力有限公司,江苏 徐州 221100)

摘 要:以 300 MW 机组为例,对暖风器与低压省煤器联合系统的两种典型布置方案的节能量进行了对比分析。通过理论计算,得出热耗率验收工况下两种布置方案的供电煤耗差异为 0.89 g/(kW·h),可为发电厂进行此类改造提供参考。
关键词:暖风器;低压省煤器;节能效果;供电煤耗
中图分类号:TK 228 **文献标志码:**B **文章编号:**1674 - 1951(2018)09 - 0070 - 02

0 引言

火力发电厂锅炉空气预热器普遍存在低温腐蚀导致的堵塞问题,严重影响机组的经济性和安全性,通过锅炉暖风器提高空气预热器冷端综合温度,是解决这一问题的有效手段^[1],但锅炉暖风器会导致锅炉排烟温度升高,降低了机组的经济性。为解决这一矛盾,需要在锅炉尾部烟道增加低压省煤器系统,以回收锅炉排烟余热。因此,暖风器与低压省煤器联合系统(以下简称联合系统)可以在解决锅炉空气预热器低温腐蚀和堵塞问题的同时,提高机组的热经济性。

联合系统可以采用多种布置方式,本文以 300 MW 机组数据为基础,对具有代表性的两种典型布置方式的节能效果进行对比分析,为发电厂进行此类改造提供参考。

1 联合系统典型布置方案

目前,联合系统有 2 种典型的布置方案^[2-3]。

(1)方案 1,低压省煤器出口的高温凝结水作为暖风器热源,部分或全部高温凝结水通过暖风器后回到汽轮机凝结水系统,其流程如图 1 所示,华能山东发电有限公司某机组即采用此布置方案。

低压省煤器凝结水取自 #8 低压加热器(以下简称低加)入口与 #7 低加出口,水温可调。暖风器热源来自低压省煤器出口高温凝结水,水量可调。最终凝结水回水引至 #6 低加进口。

(2)方案 2,低压省煤器出口高温凝结水直接回到汽轮机凝结水系统,暖风器设置单独回路,汽轮机凝结水作为暖风器热源,回水至汽轮机凝结水系统,

其流程如图 2 所示。

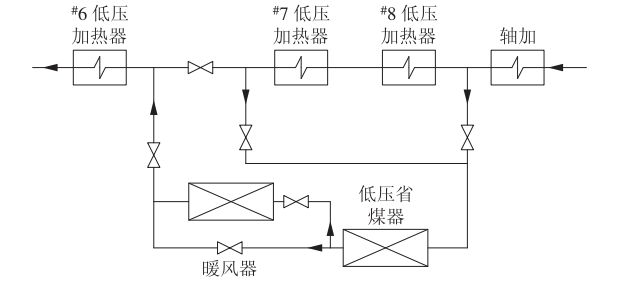


图 1 方案 1 流程

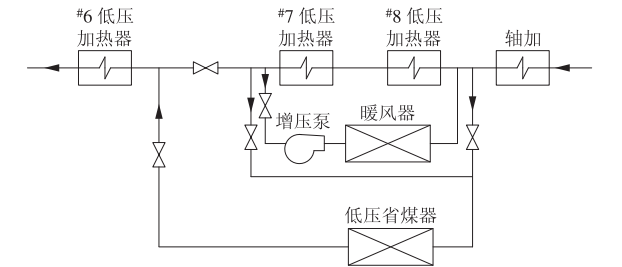


图 2 方案 2 流程

低压省煤器系统与方案 1 相同,凝结水取自 #8 低加入口与 #7 低加出口,水温可调,回水引至 #6 低加入口。暖风器热源取自 #7 低加出口凝结水,经增压泵加压后引至锅炉暖风器,回水至 #8 低加入口。

2 2 种典型布置方案节能对比

2.1 边界条件

(1)2 种方案控制低压省煤器进口水温、水量以及进、出口烟温相同。

(2)2 种方案控制暖风器温升相同。

(3)本文以某 300 MW 机组热耗率验收(THA)工况数据为基础进行对比分析。

对 2 种布置方案的节能差异分析如下。

(1)锅炉侧。因暖风器进、出口风温相同,低压省煤器前、后烟气温度相同,因此,2 种布置方案对

锅炉侧热经济性影响相同^[4]。

(2)汽机侧。凝结水通过低压省煤器从锅炉获得的热量相同,暖风器从凝结水吸收的热量相同,但因布置方式不同,暖风器消耗的热量能级不同,因此对汽轮机的热经济性影响存在差异。

(3)忽略方案 1 暖风器引起的凝结水泵功耗与方案 2 增压泵功耗的差异。

综上所述,分析 2 种方案对机组的热经济性影响,即分析 2 种方案的暖风器消耗热量对汽轮机回热系统的热经济性影响。

2.2 暖风器消耗热量对汽轮机回热系统热经济性影响

根据锅炉燃煤成分、过量空气系数、空气湿度、暖风器前后空气温度,参考 GB/T 10184—2015《电站锅炉性能试验规程》进行计算^[5]。以某 300 MW 机组为例,锅炉额定(BRL)工况下,取暖风器进、出口风温分别为 20,60℃。经计算得

$$\Delta q = \frac{\Delta Q}{q_v} = 47.3 \text{ kJ/kg},$$

式中: $\Delta Q, q_v$ 为锅炉 BRL 工况下的暖风器吸热量、主蒸汽流量。

依据汽轮机热平衡图,计算汽轮机 100% THA 工况下等效焓降相关参数,见表 1。

表 1 机组等效焓降相关参数

项目	符号	单位	数值
主蒸汽等效焓降	h_m	kJ/kg	1 180
1 kg 凝结水在 #7 低加中的焓升	τ_7	kJ/kg	85.20
1 kg 凝结水在 #8 低加中的焓升	τ_8	kJ/kg	99.70
#6 低加抽汽效率	η_6		0.163
#7 低加抽汽效率	η_7		0.125
#8 低加抽汽效率	η_8		0.062

(1)方案 1。凝结水从低压省煤器获得的热量通过排挤机组 #6 抽汽,提高了单位主蒸汽做功能力,增加了回热系统热经济性,而该热量被暖风器消耗了部分,因此,暖风器消耗的热量本应利用在 #6 抽汽的能级上。由等效焓降理论可得,暖风器消耗热量对汽机主蒸汽等效焓降影响为

$$\Delta h_1 = \Delta q \eta_6 = 7.71 \text{ kJ/kg},$$

折算到机组供电煤耗的影响为

$$\Delta B_1 = \frac{\Delta h_1}{h_m - \Delta h_1} B = 2.01 \text{ g/(kW} \cdot \text{h)},$$

式中: B 为汽轮发电机组供电煤耗,取 305 g/(kW·h)。

此计算结果仅为暖风器消耗热量对机组供电煤耗的影响,并非暖风器对供电煤耗的全部影响。增加暖风器后锅炉排烟温度、效率、低压省煤器吸热量

等将发生变化^[6],而 2 种方案这部分变化相同,因此,未进行相关计算。

(2)方案 2。汽轮机凝结水加热锅炉暖风器,增加了汽轮机 #7, #8 低加凝结水流量,相当于消耗了汽轮机 #7, #8 低压抽汽热量。由等效焓降理论可得,暖风器对主蒸汽等效焓降影响为

$$\Delta h_2 = \Delta q \eta_{7-8}, \tag{1}$$

折算到机组供电煤耗的影响为

$$\Delta B_2 = \frac{\Delta h_2}{h_m - \Delta h_2} B, \tag{2}$$

式中: η_{7-8} 为汽轮机第 7,8 段抽汽的等效抽汽效率。

η_{7-8} 可根据凝结水在 #7, #8 低加中的焓升及 #7, #8 低加抽汽效率得出,即

$$\eta_{7-8} = \frac{\tau_7 \eta_7 + \tau_8 \eta_8}{\tau_7 + \tau_8} = 0.091。$$

将 η_{7-8} 代入式(1),(2)得

$$\Delta h_2 = 4.3 \text{ kJ/kg}, \Delta B_2 = 1.12 \text{ g/(kW} \cdot \text{h)}。$$

同样,为进行对比分析,此计算结果并非暖风器对机组供电煤耗的全部影响。

综上所述,2 种方案对机组供电煤耗影响的差值为 0.89 g/(kW·h)。即方案 2 与方案 1 相比,机组供电煤耗多降低 0.89 g/(kW·h),根本原因是方案 2 中加温暖风器的热源能级较低,造成的损失较小。

3 结论

300 MW 机组在 THA 工况下,暖风器进、出温度为 20,60℃时,利用 #7 低加出口凝结水加温暖风器的联合系统,与利用低压省煤器出口凝结水加温暖风器的联合系统相比较,可多降低机组供电煤耗 0.89 g/(kW·h)。

参考文献:

[1] 火力发电厂燃烧系统设计计算规程:DL/T 5240—2010[S].
[2] 张华东,张知翔,贾兆鹏,等. 低温省煤器与暖风器联合系统应用[J]. 热力发电,2016,45(10):127-131.
[3] 张知翔,周岩,贾兆鹏,等. 分离式低温省煤器与暖风器系统经济性分析[J]. 热力发电,2017,46(11):7-12.
[4] 范庆伟,董怀托,牟春华,等. 暖风器对锅炉热效率的影响特性分析[J]. 热能动力工程,2016,31(3):70-74.
[5] 电站锅炉性能试验规程:GB/T 10184—2015[S].
[6] 丁兴武,范庆伟,苏永宁,等. 抽汽加温暖风器系统机组能耗指标计算方法分析[J]. 热能动力工程,2016,31(10):50-53.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

周洲(1984—),男,江苏徐州人,助理工程师,工学硕士,从事电厂锅炉技术管理工作(E-mail:279395241@qq.com)。