

改变补水方式的节能效益解析

(西安交通大学) 陈国慧 林万超 邢秦安 严俊杰 刘继平

摘要: 主要论述以深度除盐水作为补充水的中小型火电厂, 尤其是热电厂改变补水方式所带来的双重经济效益; 补充水进入凝汽器可利用排汽余热, 适当减少冷源损失; 将补充水入口从除氧器改为凝汽器, 可提高回热经济性。

关键词: 火电厂; 排汽余热利用; 补充水系统; 改进; 节能

中图分类号: TM621.7

文献标识码: B

1 前言

火电厂生产过程的实质是将燃料中的化学能经一系列过程转变为电能。然而, 在这些转换过程中, 总是存在着数量不等、原因不同的各项热损失, 最终导致燃料中的化学能只能部分转变为电能。在这些损失中, 以冷源损失为最大, 例如中型汽轮机组冷源损失高达 60%。因此, 减少冷源损失或把冷源损失加以适当利用, 是十分有益的工作。本文主要针对以深度除盐水作为补充水的中小型火电厂, 尤其是热电厂, 来谈谈改变补水方式所带来的双重经济效益: 其一是采用补充水进入凝汽器的方式来达到利用排汽的余热, 适当减少冷源损失的目的, 改善凝汽器的真空; 其二是将补充水入口从除氧器改为凝汽器, 提高了回热经济性。

2 排汽余热的合理利用

随着化学水处理技术的进步, 目前大多数电厂都采用化学深度除盐水做为补充水。一些老电厂的补充水也由软化水逐渐改为深度除盐水。而问题在于, 部分中小型火电厂虽说水质变好了, 却仍旧沿袭过去的补水方式。例如有的热电厂仍是让补充水先进入低压除氧器, 再经中继泵打入高压除氧器而汇入热力系统。这种补水方式弊端是明显的, 首先是经济性差, 同时还存在溶解氧经常不合格的问题。

而只要改变这种补水方式, 将补充水直接打入凝汽器, 经低压加热器进入除氧器, 则会改善这种情况。

以深度除盐水作为补充水, 其温度一般都低于汽轮机的排汽温度。尤其当夏季来临, 排汽温度逐渐升高, 有的机组高达 40℃以上, 影响到机组不能满负荷运行。而将温度低的补充水以雾化状态喷入凝汽器的喉部, 使其大量的吸收排汽的余热, 能够起到冷却排汽的作用。补充水雾化后喷入凝汽器, 增大补充水水滴的表面积与体积之比, 以强化补充水与排汽之间的换热, 使补充水很快达到饱和状态。同时, 为气体从水滴中逸出, 扩散出来创造了有利条件。尤其对回水率低、补充水量大的热电厂起到一定的作用。

补充水进入凝汽器应注意的问题是: (1) 补充水应从凝汽器喉部喷出, 使其与排汽迅速混合; (2) 雾化程度要高; (3) 补充水应均匀地充满凝汽器空间。为此应在凝汽器喉部均匀布置一组雾化程度高的喷嘴。以便让补充水充分吸收排汽热量, 达到利用排汽的余热, 适当降低冷源损失的节能目的。

另外, 补水量的确定也是应注意的问题。补水量主要受到两个因素的制约, 其一是凝结水泵、主抽气器、低压加热器通流能力的限制。补入凝汽器的水量过大时, 凝结水泵不能及时将凝汽器中的水抽走, 将会导致凝汽器满水, 威胁机组的安全运行。因此, 补入凝汽器中的水量就不能超过凝结水泵的出力。主抽气器、低压加热器均有一额定的通流量。当流过的水量超过其额定的通流量时, 因其加热能力不足, 将使出口水温降低, 回热效果减弱。所以, 补入凝汽器中水量不能超过主抽气器、低压加热器的额定通流量与凝结水量的差值; 其二是受到除氧能力的限制。对于一确定的机组与凝汽器补充水装置, 其除氧能力有一定限制。若补充水量超过限额, 将会造成因凝结水含氧量超标腐蚀设备的新问题。

对于热电厂来说, 多数都有横向联系的母管, 因此某一机组所需的补水量可以不必与工质损失一致。在保证全厂补水量一定的情况下可以多于或少

收稿日期: 1998-11-12; 修订日期: 1999-08-02

作者简介: 陈国慧(1954-), 女, 河北人, 高工, 所长, 主要从事工业领域热系统优化、火电厂热系统及设备经济性诊断理论及应用研究。

通讯处: 西安咸宁西路 28 号西安交大能动学院

于所需的补水量。这个多补或少补的部分水量通过除氧器的横向联系母管得到平衡,保证了各机组的锅炉所需的给水量。也就是说,全厂的补水量是可以通过统一调度和合理分配,从而达到节能的目的。

3 回热经济性提高

补充水进入凝汽器的另一益处是提高回热经济性。图 1 中实线是补入凝汽器,虚线是补入除氧器。从图中可看出补水进入除氧器的方式主要是利用高压除氧器的抽汽来加热补充水。而补充水改从凝汽器进入,首先在凝汽器中加热升温,然后流经轴封加热器、抽气器、一级或几级低压加热器后到达除氧器,在这一过程中,补充水吸收了一定的热量,以比补充水温度高出 60℃~100℃左右的温度进入高压除氧器,增加了低加系统抽汽量,使高品位抽汽量减少,增加了这部分蒸汽在汽轮机内的做功。同时,还减少了补充水吸热过程中的传热偏差,降低了传热过程中的不可逆损失,提高了热功转换效率,回热效果明显提高。

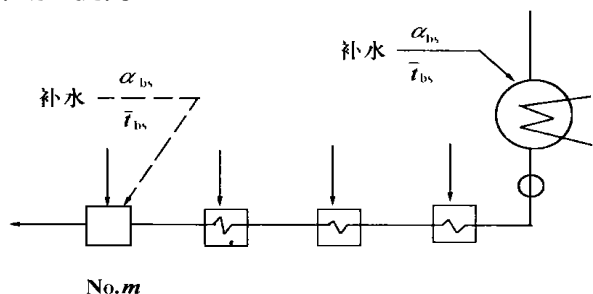


图 1 系统图

4 补充水系统改进的经济效益分析

下面用等效热降来定量分析供热机组改变补水方式的回热经济性。

供热机组改补水方式后的做功变化

$$\Delta H = K \cdot \Delta H^* \quad (\text{kJ/kg})$$

$$\Delta H^* = \alpha_{bs} [(t_m - t_{bs}) \eta_m - \sum \tau_r \eta_r] \quad r = 1$$

式中: α_{bs} ——补水份额; t_{bs} ——补水焓, kJ/kg; t_m ——除氧器的出口水焓, kJ/kg; η_m —— N_{om} 加热器的抽汽效率; τ_r ——1 公斤给水在加热器 N_{or} 中的焓升, kJ/kg; η_r —— N_{or} 加热器的抽汽效率

供热机组做功转换系数 K (凝汽机组 $K = 1$)

$$K = \frac{H_o + \tau_b}{H_o + \tau_b + (\Pi_{sg} + \Pi_{cn})}$$

式中: H_o ——新蒸汽净等效热降, kJ/kg

τ_b ——给水焓升, kJ/kg

$$\Pi_{sg} + \Pi_{cn} = \frac{D_{sg}}{D_o} (h_4 - h_n) + \frac{D_{cn}}{D_o} (h_2 - h_n)$$

D_{sg} ——生产用汽量, t/h

D_{cn} ——采暖用汽量, t/h

h_2, h_4 ——生产抽汽和采暖抽汽焓, kJ/kg

h_n ——汽轮机排汽焓, kJ/kg

新蒸汽量

$$D_o = \frac{3600 \cdot N_d \cdot 10^{-3}}{\eta_{jx} \cdot \eta_d \cdot (H_o + \tau_b)} \quad (\text{t/h})$$

式中: N_d ——机组电功率, kW;

η_{jx} ——机械效率;

η_d ——电机效率

年耗标准煤量

$$B_y = \frac{D_o \cdot Q_o \cdot n}{29308 \cdot \eta_{gd} \cdot \eta_{gl}} \quad (\text{t/a})$$

式中: Q_o ——循环吸热量, kJ/kg;

n ——机组年利用小时, h/a;

η_{gl} ——锅炉效率;

η_{gd} ——管道效率

供热机组改补水方式后的新蒸汽量

$$D_o' = D_o \cdot (1 - \delta_{li}) \quad (\text{t/h})$$

$$\delta_{li} = \frac{D_o - D_o'}{D_o} = \frac{\Delta H}{H_o + \tau_b + \Delta H}$$

供热机组改补水方式后的年煤耗量

$$B_y' = \frac{D_o' \cdot Q_o \cdot n}{29308 \cdot \eta_{gd} \cdot \eta_{gl}} \quad (\text{t/a})$$

供热机组改补水方式后的年节煤量

$$\Delta B_y = B_y - B_y' \quad (\text{t/a})$$

全厂煤耗率下降

$$\Delta b = \frac{\Delta B_y}{N_d \cdot n} \quad (\text{g/(kW} \cdot \text{h)})$$

5 结论

从以上分析中看出改变补水方式可达到节能的目的。补充水在凝汽器中吸收排汽热量,减少了一定份额的热损失,强化了热交换。补充水温度与排汽温度差越大,效果就越明显,尤其有利于夏季负荷带不满的中小机组。改变补水方式使回热经济性明显提高,一台 50 MW 的供热机组煤耗率可下降 2~3 g/(kW·h),具有较大的节能效果。另外,消除了原系统由于大量补水进入除氧器带来的溶解氧不合格的问题。

参考文献

[1] 林万超. 火电厂热系统节能理论. 西安交通大学出版, 1994.

(复 编辑)

This paper describes several types of self-made, simple and applicable equipment items, such as tube bending machines, collector tube closing-up machines and boiler head edge cutters, etc. The use of these machines is conducive to lowering the fabrication cost of boilers, thus enhancing the competitive edge of boiler makers and their products in the world market. **Key words:** boiler manufacture, equipment, development and fabrication

改变补充水方式的节能效益解析 = **An Analysis of the Economic Benefits Derived from Energy-saving through a Change in a Make-up Water Supply Mode** [刊, 中]/Chen Guohui, Ling Wandao, Xing Qinan (Xi'an Jiaotong University), et al // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 2000, 15(1). — 69 ~ 70

This paper discusses the economic benefits enjoyed by small and medium-sized thermal power plants using extra-pure demineralized water. Specially noted are the dual economic benefits realized by cogeneration power plants through a change in a make-up water supply mode. In this case when the make-up water is fed into a condenser the exhaust steam waste heat can be utilized, resulting in a reduction of the cold source loss. Moreover, heat regeneration economy may be enhanced when the make-up water inlet is relocated from a deaerator to the condenser. **Key words:** thermal power plant, exhaust steam waste heat utilization, make-up water system, improvement, energy-saving

PFBC 烟气中碱金属的脱除 = **Removal of Alkali Metal in PFBC Flue Gases** [刊, 中]/Han Chunli, Zhang Jun, Liu Kunlei (Southeastern University), et al // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 2000, 15(1). — 71 ~ 74

The presence of alkali metal in coal may cause corrosion of a flue gas-fired turbine in a PFBC unit. The present paper expounds the alkali metal removal mechanism and method, providing a realistic basis for the further study of such a removal process. **Key words:** alkali metal, removal, additive

汽轮机抗燃油的运行管理和监督 = **Operation Management and Supervision of Turbine Fire-resistant Oil** [刊, 中]/Li Zhi (Test Research Institute of Guangdong Electrical Power Bureau), Wei Qiang (Chemical Division of Shenzhen Energy Source Group Company Power Generation Subsidiary), Pan Riming (Zhanjiang Power Generation Plant), et al // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 2000, 15(1). — 75 ~ 77, 79

The operation supervision of fire-resistant oil for a large-sized turbine electro-hydraulic control system pertains to a new and weak link in power plant management. The authors in a systematic summing-up of their work experiences have given a detailed account of the above-mentioned supervision. **Key words:** steam turbine, electro-hydraulic control system, fire-resistant oil, operation supervision, purification device

由屏过爆管看集箱隔板损坏及处理 = **Analysis of the Failure of a Collector Partition Plate from the Perspective of a Platen Superheater Tube Explosion and its Treatment** [刊, 中]/Zhao Weiqing (Jinling Petrochemical Co. Thermal Power Plant) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 2000, 15(1). — 78 ~ 79