

热力系统补水方式热经济性的分析与改进*

张本林

(东南大学建筑设计研究院, 210096, 南京)

正常工况下热电厂生产过程中必然存在工质(蒸汽和凝结水)损失, 可分为内部损失和外部损失两类. 内部损失包括设备及管道不严密处的泄漏和一些必要的不可避免的工质损失, 如锅炉的排污、除氧器的排汽、汽水取样、锅炉蒸汽吹灰等, 锅炉排污率 1% ~ 2%, 汽水损失率一般小于 3%. 外部损失决定于对外供热的方式、工质的回收率. 所以电厂必须设置化学补水系统, 才能保持热力循环的汽水平衡.

化学补水进入热力系统通常有两类: 将化学补水直接补除氧器、从凝汽器补入, 而凝汽器补水又可分为两种方式: 补入凝汽器热井和补入凝汽器喉部接颈.

1 化学补水补入除氧器与补入凝汽器经济性比较分析

由于补水位置不同, 新蒸气做功的情况也不同. 补水进入凝汽器, 如暂不计凝汽器真空变化, 则不会产生新蒸气做功增益, 也不会产生做功的损失. 但是, 补水进入除氧器将引起新蒸气做功能力的变化: (1) 化学补水进入除氧器, 是吸热过程, 增加了除氧器的汽耗, 减少了新蒸气的做功; (2) 进入除氧器的补水替代了等量的凝结水, 又增加了新蒸气的做功能力, 在忽略漏汽损失时, 这两者的代数和就是补水进入除氧器引起的新蒸气做功的变化 ΔH , ΔH 为负值, 即补水进入除氧器, 新蒸气的做功能力相对减少 ΔH .

$$\Delta H = \alpha_{bs} \left[(E_m - E_{bs}) \eta_m - \sum_{r=1}^m \tau_r \eta_r \right] \quad [\text{kJ/kg}]$$

式中: α_{bs} —— 补水份额;

E_m —— 除氧器的出水焓, kJ/kg;

E_{bs} —— 补水焓, kJ/kg;

η_m —— 除氧器的抽汽效率;

τ_r —— 给水在 r 号加热器中的焓升, kJ/kg;

η_r —— r 号加热器的效率.

热效率的变化 $\delta\eta_1$:

$$\delta\eta_1 = \Delta H \times 100 / (H + \Delta H)$$

以上海汽轮机厂的 CC50-90/42/15-I 型汽轮发电机的参数计算, 补水率为 2% 时, 从除氧器补水改为凝汽器补水, 在不计算真空变化时, 热效率可提高 0.13%, 年耗标煤量按 45 万 t 计算, 则全年可以减少耗煤量 585t.

* 收稿日期: 2002-05-20.

作者简介: 张本林, 1965-, 工程师, 主要从事暖通工程设计研究.

2 凝汽器热井补水与凝汽器喉部补水的经济性比较分析

由于凝汽器补水方式热经济性好,大多数电厂在设计时首先考虑采用凝汽器补水系统,而不采用除氧器补水方式.

凝汽器热井补水:凝汽器下方设有热井,热井内设置鼓泡除氧器.将化学补水接入凝汽器的热井,利用低压缸的抽汽,对化学补水进行加热除氧,将引起新蒸气的作功损失为 ΔH :

$$\Delta H = \alpha_j (h_j - h_n) \quad [\text{kJ/kg}]$$

式中: α_j —— 抽汽份额;

h_j —— 抽汽焓, kJ/kg ;

h_n —— 排汽焓, kJ/kg .

凝汽器喉部补水:化学补水温度低于凝汽器的排汽温度,当补水以喷雾状态进入凝汽器喉部,直接与汽轮机进行传热传质交换过程.经雾化的补水,其水珠直径小,使得传热传质过程的总表面积变大,从而达到强制冷却排汽的作用,直接回收利用一部分排汽废热(另一部分排汽废热被循环水带走,在冷却塔散失),降低排汽温度,提高了凝汽器真空.而且,由于排汽对补水加热,使化学补水在凝汽器的喉部和汽侧通道内,已经进行真空除氧过程,这样可减少鼓泡除氧用汽量,使得新蒸气作功增加 ΔH :

$$\Delta H = \Delta \alpha_j (h_j - h_n) \quad [\text{kJ/kg}]$$

式中: $\Delta \alpha_j$ —— 鼓泡除氧器减少的汽耗.

仅以减少除氧器用汽量 1t/h 计算, 50MW 的汽轮机组的热效率将提高 0.15% , 则年可节约标煤约 680t . 此外, 还有因回收了部分排汽废热, 从而使凝汽器真空提高所产生的经济效益.

从本文计算分析以及补水改进的实际效益来看, 采用不同的补水方式时, 经济性影响不同; 与凝汽器喉部补水相比, 除氧器喉部补水方式经济性较差, 且设备投资大; 与凝汽器热井补水相比, 凝汽器喉部雾化的补水方式具有明显的经济效益. 因此, 凝汽器雾化喉部补水方式是一项非常好的节能措施.

[参考文献]

- [1] 王加璇. 热工基础及热力设备[M]. 北京: 水利电力出版社, 1988.