

回热加热器的散热 对机组热经济性的影响

李录平

(长沙电力学院)

[摘要] 本文用等效热降法分析回热加热器的散热对汽轮发电机组热经济性的影响, 提出了有效抽汽系数的概念, 用有效抽汽系数来评价加热器的散热损失对机组热经济性影响的大小。

关键词 汽轮发电机组 回热加热器 等效热降 有效抽汽系数

分类号 TK112

0 前言

现代大容量火力发电厂都是采用具有蒸汽中间再热的回热循环。在汽轮发电机组的回热系统中, 一般都有 6~8 级抽汽压力不等的回热加热器。加热器在运行过程中, 都存在散热损失, 这些散热损失将导致机组的热经济性下降。以往, 人们只以“量”的角度来分析散热对机组热经济性的影响, 没有同时从“量”和“质”两个方面来分析散热对机组热经济性的影响。事实上, 不同抽汽压力的回热加热器, 其散热损失对机组的热经济性的影响程度是不相同的。本文用等效热降法建立一个评价加热器的散热对机组热经济性影响程度的指标——有效抽汽系数, 可以用该指标来分析各加热器的散热对机组热经济性影响程度, 也可以用该指标来确定加热器的隔热层的厚度。

1 机组的抽汽效率(η_j) 计算

对于大容量再热式机组, “冷”段抽汽的等效热降为:

(1) 若“冷”段抽汽的加热器是疏水放流型时

$$H_j = (h_j - h_{j-1}) + (1 - \frac{\eta_{j-1}}{q_{j-1}})H_{j-1} + q_{sr}(1 - \eta_j) \quad (1)$$

(2) 若“冷”段抽汽的加热器是汇集式时

$$H_j = (h_j - h_m) - \sum_{r=m}^{j-1} \frac{\tau_r}{q_r} H_r + q_{sr}(1 - \eta_j) \quad (2)$$

式中, m 是汇集式加热器的编号

“热”段抽气的等效热降为:

(1) 若“热”段抽汽的加热器是疏水放流型时

$$H_j = (h_j - h_{j-1}) + (1 - \frac{\eta_{j-1}}{q_{j-1}})H_{j-1} \quad (3)$$

(2) 若“热”段抽汽的加热器是汇集式时

收稿日期 1994-11-15

本文联系人 李录平 男 33 副教授 动力系副主任 410077 湖南长沙金盆岭长沙电力学院动力系

$$H_j = (h_j - h_m) + H_m - \sum_{r=m}^{j-1} \frac{\tau_r}{q_r} H_r \quad (4)$$

以上各式中,加热器的编号是根据抽汽压力由低向高排列的。

各级抽汽的抽汽效率为:

$$\eta_i = H_i/q_i \quad (5)$$

式中 q_i 是抽汽放热量。

新蒸汽的等效热降为:

$$H^0 = (h_0 + q_{zr} - h_n) - \sum_{r=1}^z \tau_r \eta_r \quad (6)$$

循环吸热量为:

$$Q_0 = h_0 + q_{zr} - \bar{t}_m \quad (7)$$

汽轮机装置效率为:

$$\eta_n = H^0/Q_0 \quad (8)$$

2 散热损失对机组热经济性的影响

对于任何一级加热器,如果加热器效率为 η_m ,则相对于 1 公斤新蒸汽的散热损失为:

$$q_l = \Delta a_j q_i = a_i \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) q_i \quad (9)$$

因散热而损失的做功为:

$$\Delta H = q_l \eta_i \quad (10)$$

散热损失使装置效率相对降低:

$$\delta \eta_i = \frac{\Delta H}{\lambda H_0 - \Delta H} \times 100 \quad (11)$$

式(11)中, λ 是转换系数, $\lambda = Q'/Q_0$ 。若加热器在再热“热”段,则 $\lambda = Q/Q_0$ 。这里

$$Q' = Q - \Delta Q_{zr}$$

$$Q = h_0 + a_{zr} q_{zr} - h_n$$

$$\Delta Q_{zr} = \Delta a_j q_{zr} = a_j \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) q_{zr}$$

在式(11)中, ΔH 与 λH_0 相比很小,又各级的抽汽放热量 q_i 相差不大,我们假定各加热器的效率相等,那么有:

$$\delta \eta_i \doteq \frac{K' a_j \cdot \eta_i}{\lambda H_0} \quad (12)$$

对于再热“冷”段和再热“热”段来说,转换系数 λ 的变化不大,这里假定为常数,则 $\lambda H_0 = H$ 。从而可得:

$$\delta \eta_i = K a_j \cdot \eta_i \quad (13)$$

式中的系数 $K = \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) q_i / (\lambda H_0)$,它是与机组的结构特性、加热器效率及加热器在回热系统中的位置有关。一般来说,对于特定的机组, K 值随加热器效率变化而发生变化。 K 与 η_m 的关系可用图 1 表示。

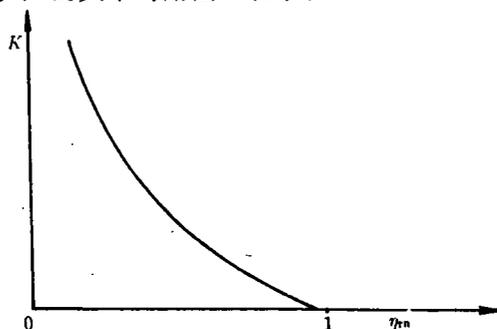


图 1 $K-\eta_m$ 关系示意图

在式(13)中,令 $\mu_i = a_j \eta_i$ 。 μ_i 是各级抽汽的抽汽系数 a_j 与其抽汽效率 η_i 的乘积,将 μ_i 定义为有效抽汽系数。 μ_i 既从能量的“量”的角度又从能量的“质”的角度描述了散热损失的大小。 μ_i 的大小能真正反映出散热损失的大小。在加热器效率为一定的情况下,各级回热加热器的散热损失使得机组效率的相对降低值 $\delta \eta_i$ 与 μ_i 成正比。

在机组的回热系统中,各级回热抽汽效率随着抽汽压力的提高而提高。所以,高压加热器的散热损失与低压加热器的散热损失对机组的热经济性的影响程度是有差异的。从这一点也可以说明,能量是有等级差别的。

3 实例分析

国产 N125-135/550/550 型机组,其回热系统有 7 级不调整抽汽。如果加热器的编号依照抽汽压力由低向高排列,则第 7 级加热器的出口水进入锅炉省煤器。高压缸的排汽

中,一部分进入再热器进行再热,一部分进入第 6 级回热加热器。第 5 级加热器是除氧器。该机组的等效热降计算数据如表 1 所示。

表 1

№	项目	H_j	η_j	α_j	τ_j	q_j	μ_j
1		121.2	0.052 341	0.023 777	74.6	2315.6	
2		328.5	0.129 41	0.038 295	150.0	2538.5	314.8
3		518.2	0.211 16	0.052 597	152.2	2454.1	87.2
4		640.0	0.255 28	0.033 147	95.8	2507.1	
5		755.2	0.285 71	0.010 783	58.1	2643.2	107.8
6		828.8	0.350 41	0.110 71	286.2	2365.2	270.0
7		815.4	0.374 66	0.021 802	46.5	2176.4	

$Q = 2891.9$ $Q_0 = 2960.5$ $\alpha_{zx} = 0.860 89$ $H = 1280.5$

$H_0 = 1310.9$ $q_{zx} = 492.9$ $\eta = 0.4428$ $\alpha_{nn} = 0.723 28$

现假定各级加热器效率相等,则计算出当 η_{rn} 分别为 0.98 和 0.97 时,各加热器的散

热损失使得装置效率相对降低的值 $\delta\eta$ 如表 2 所示。

表 2

项目		1	2	3	4	5	6	7
α_j		0.023 777	0.038 295	0.052 597	0.033 147	0.010 783	0.011 071	0.021 802
η_j		0.052 341	0.129 41	0.211 16	0.255 28	0.285 71	0.350 41	0.374 66
$\mu_j = \alpha_j \cdot \eta_j (\times 10^3)$		1.244 5	4.955 8	11.106 4	8.461 8	3.080 8	38.794	8.168
$\delta\eta$ (%)	$\eta_{rn} = 0.98$	0.004 6	0.020 1	0.043 4	0.033 8	0.013 0	0.146 2	0.028 3
	$\eta_{rn} = 0.97$	0.006 9	0.030 5	0.065 7	0.051 2	0.019 7	0.221 5	0.042 8

从表 2 可以看出,N125-135/550/550 型机组的回热系统中,第 6 级抽汽的有效抽汽系数 μ_j 最大,故该级的散热损失对机组的热经济性影响最大。其次是第 3、4、7 级抽汽的有效抽汽系数也比较大,这三级加热器的散热对机组的热经济性影响也较大。而第 1、2 级抽汽的有效抽汽系数很小,其散热损失

对机组的热经济性的影响较小。因此,对 N125-135/550/550 型机组来说,要特别做好第 6 级及第 3 级抽汽管路与加热器的隔热工作。如果由于隔热不良,使加热器的效率由 0.98 下降到 0.97,光第 6 级加热器的散热将使机组的效率下降 0.075 3%。但是, η_{rn} 从 0.98 下降到 0.97 时,第 1 级抽汽的散热损失仅

使机组的效率下降 0.000 3%。由此可知,从技术经济方面来讲,各加热器的隔热层的厚度应该是不一样的。对于有效抽汽系数较大的第 6、3 两级加热器,其隔热层的厚度应该适当地厚一些,而对于有效抽汽系数较小的第 1、2 级加热器,其隔热层的厚度可适当薄一些。

4 结论

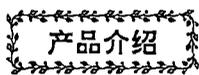
1. 加热器的散热损失对机组的热经济性有较大的影响;
2. 不同抽汽效率的加热器,其散热损失对机组的热经济性影响程度是不一样的;
3. 本文提出了有效抽汽系数的概念。有效抽汽系数 $\mu_1 = \alpha_1 \eta_1$, 是各级抽汽系数 α_1 与抽汽效率 η_1 的乘积。系数 μ_1 可以从“质”和“量”

两个角度来描述各级加热器的散热对机组热经济性的影响。 μ_1 越大,则散热损失对机组热经济性的影响就越大。及之亦然;

4. 国产 N125 — 135/550/550 型机组的第 6 级和第 3 级抽汽的有效抽汽系数较大,也就是说,这两级的散热损失对机组的热经济性影响较大;
5. 对于有效抽汽系数较大的抽汽管路和加热器,要特别做好隔热工作。

参 考 文 献

- 1 郑体宽编:热力发电厂. 水利电力出版社,1986年6月第1版
- 2 林万超著. 火电厂热系统定量分析. 西安交通大学出版社,1985年5月第一版
- 3 杨东华著. 焓分析和能级分析. 科学出版社,1986年1月第1版



产品介绍

ZZR 型全自动组合式燃烧枪

ZZR 型全自动组合式燃烧枪是集油枪、油泵、风机、点火器、火焰监视以及油加热器等为一体的燃烧设备。它具有结构紧凑、布置巧妙、点火迅速、燃烧完全、调节比大、噪音小、耗电省;同时配有自动点火和火焰监视装置、安全可靠、自动程序控制机电仪一体化等特点。

该燃烧枪容量从 3 公斤/时至 240 公斤/时,广泛适用于各型燃油锅炉,工业窑炉等设备,该燃烧枪价格比国外进口低(30~50)%,可替代进口产品。

该燃烧枪可燃用轻油、重油、天然气等燃料,采用整体组合型式,只需接通电源、油路、即可开机运行。

我厂热情为国内外用户提供该系列产品、配件、调试、维修及技术服务等。

联系单位 150030 哈尔滨市节能炉窑设备厂
地 址 哈尔滨市香坊区公滨路 93 号
电 话 5304280 5320512
联系人 于守智 张淑清 刘贵满

蒸汽供热系统对流水击研究=A Study on the Convection Water Hammer of a Steam Heat Supply System[刊,中]/Shang Demin, Chen Anbin, et al (Harbin Institute of Technology)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(4)-193~196

Convection hammering of water and steam often occurring in steam heat supply systems such as water/steam pipings, water storage vessels and steam drums is one of the most common malfunctions leading to the instable operation of boilers and steam supply equipment. The present paper analyses the thermodynamic cause of the convection water hammer and presents a method for calculating its speed and intensity with results of calculation being given for some specific examples. **Key words:** boiler, convection water hammer, thermodynamics

回热加热器的散热对机组热经济性的影响=The Effect of Heat Release of a Regenerative Heater on the Economics of a Steam-Electric Generating Set[刊,中]/Li Luping (Changsha Electrical Engineering Institute)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(4). -197~200

By the use of an equivalent heat drop method an analysis was performed of the effect of regenerative heater heat release on the thermodynamic economics of a turbine-electrical generating set with the conception of an effective steam extraction factor being proposed, The effective steam extraction factor can be employed to evaluate the effect of the heater heat release loss on the thermodynamic economics of the above-cited generating set. **Key words:** turbine-electrical generating set, regenerative heater, equivalent heat drop, effective steam extraction factor

热电联产热电分摊新概念=A New Conception on the Apportionment of Heat and Electricity for a Cogeneration Plant [刊,中]/ Wang Shizhong (Nantong Cogeneration Plant)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(4). -201~204

Proceeding from a calorimetry method and by way of multi-layer analysis the author has come up with a new conception of apportionment. Through a mathematical derivation obtained is the mathematical expression of an actual enthalpy drop method (also called internal work method), which features conception clarity, a clear-cut physical meaning and compliance with the principle of integrity, thus ensuring the economic benefits of both the heat and electricity producers. **Key words:** cogeneration, apportionment ratio of heat and electricity based on quality, steam extraction heat supply unit, steam extraction power generation

高效液力偶合器的动态特性分析=Dynamic performance Analysis of a High-efficiency Hydraulic Coupling [刊,中]/Wang Liwen, Xie Wenlan, et al (Harbin Institute of Technology)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(4). -205~208

This paper analyses the dynamic performance of a high-efficiency hydraulic coupling transmission system and studies the transfer function under three kinds of basic loading modes. Through the analysis of