

动态基准温度对回热系统加热器焓效率影响分析

李永华, 刘伟庭

(华北电力大学 能源与动力工程学院, 河北 保定 071003)

摘 要: 以随时空变化的环境温度(即动态基准温度)为基准点, 对国内 300 MW 亚临界机组、600 MW 及 1 000 MW 超临界机组回热系统的相关焓值进行了计算, 在此基础上利用焓效率矩阵方程对回热系统加热器的焓效率进行了计算, 分析了动态基准温度对回热系统加热器焓效率变化影响: 随着基准温度升高, 各加热器焓效率均降低, 而抽汽压力越低焓效率降低的越多, 各机组 8 号加热器焓效率降低的最大; 对于各机组的 8 号加热器, 当 $\Delta T_{jz} = 20\text{ }^\circ\text{C}$ 时, $\Delta\eta$ 分别等于 -37.12% (300 MW 机组)、 -32.6% (600 MW 机组)、 -20.51% (1 000 MW 机组), 随机组容量增大呈现出降低的趋势。这可为回热系统乃至整个机组焓分析的动态基准点的选择提供参考。

关 键 词: 汽轮机组; 回热系统; 动态基准温度; 焓效率

中图分类号: TK264; O241 文献标识码: A

符号说明

- D_i ——进入第 i 级控制体的抽汽量/ $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$;
- e_i ——进入第 i 级控制体的抽汽比焓/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- D_{di} ——流出第 i 级控制体的疏水流量/ $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$;
- e_{di} ——流出第 i 级控制体的疏水比焓/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- D_{ik_i} ——进出第 i 级控制体的第 k_i ($k_i = 1, 2, 3, \dots$) 股第 1 类辅助汽水的流量/ $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$;
- e_{ik_i} ——进出第 i 级控制体的第 k_i ($k_i = 1, 2, 3, \dots$) 股第 1 类辅助汽水的比焓/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- E_{ik_i} ——进出第 i 级控制体的第 k_i ($k_i = 1, 2, 3, \dots$) 股第 1 类辅助汽水的焓降/ kJ ;
- $E_{Q_{jk_i}}$ ——进出抽汽管路和疏水管路的纯热量的焓流/ kJ ;
- $E_{W_{jk_i}}$ ——进出抽汽管路和疏水管路的纯功量的焓流/ kJ ;
- D_{wi} ——流出第 i 级控制体的给水(或凝结水)流量/ $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$;
- e_{wi} ——流出第 i 级控制体的给水(或凝结水)比焓/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- D_{0im_i} ——进出第 i 级控制体的第 m_i ($m_i = 1, 2, 3, \dots$) 股第 2 类辅助汽水的流量/ $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$;
- e_{0im_i} ——进出第 i 级控制体的第 m_i ($m_i = 1, 2, 3, \dots$) 股第 2 类辅助汽水的比焓/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- E_{0im_i} ——进出第 i 级控制体的第 m_i ($m_i = 1, 2, 3, \dots$) 股第 2 类辅助汽水的焓降/ kJ ;
- $E_{Q_{\beta m_i}}$ ——进出凝结水管路和给水管路的纯热量的焓流/ kJ ;
- $E_{W_{\beta m_i}}$ ——进出凝结水管路和给水管路的纯功量的焓流/ kJ ;
- ΣE_{it_i} ——进出控制体的总辅助焓流, 为 $\Sigma E_{ik_i} + \Sigma E_{Q_{jk_i}}$ 、

- $\Sigma E_{W_{jk_i}} + \Sigma E_{0im_i} + \Sigma E_{Q_{\beta m_i}} + \Sigma E_{W_{\beta m_i}}$ 的代数和/ kJ ;
- η_i ——第 i 级控制体的焓效率, ($i = 1, 2, 3, \dots, \mu$);
- φ_i ——第 i 级控制体抽汽的比焓降/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- β_i ——第 i 级控制体疏水的比焓降/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- μ_i ——第 i 级控制体给水(或凝结水)的比焓升/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

引 言

在我国经济高速发展的过程中, 能源短缺问题越来越突出。这使火电机组的节能降耗工作变得非常必要。从能量转化的角度, 节能降耗的研究方法主要有焓分析方法和能分析方法, 焓分析方法更能真实反映能量利用的本质, 真实反映能损分布的实际规律, 对节能降耗工作具有更客观的指导意义。

对于运行的机组, 影响加热器焓效率的主要因素有环境温度、不凝结气体聚集、泄露、结垢等。其中环境温度会因时空条件的变化, 即机组所处的地理位置的不同、季节的变换和昼夜的更替发生较大的变化。选取随时空变化的环境温度(即动态基准温度)为基准点, 计算回热系统的相关焓值^[1-3], 可得到最实际的加热器的焓效率。

本研究在动态基准温度的基础上, 对国内 300 MW 亚临界机组、600 MW 及 1 000 MW 超临界机组回热系统的相关焓值进行了查值, 在此基础上利用焓效率矩阵方程对回热系统加热器的焓效率进行了计算^[4-6], 分析了动态基准温度对回热系统加热器焓效率变化影响, 为回热系统乃至整个机组焓分析的动态基准点的选择提供参考, 同时也为运行人员与检修人员正确评价回热系统各加热器的能效利用水平提供了依据, 为运行人员的优化运行和检修人员的合理检修提供了理论基础。

1 回热系统加热器焓效率的计算模型

回热系统加热器焓分析的通用物理模型如图 1

收稿日期: 2011-09-01; 修订日期: 2011-10-17

作者简介: 李永华(1961-), 女, 河北辛集人, 华北电力大学教授。

所示。

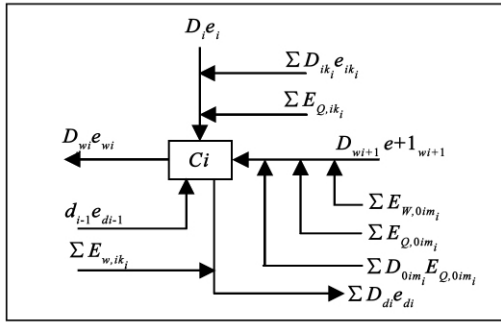


图1 回热加热器焓分析通用物理模型
Fig.1 General physical model for analyzing the exergy of a recuperator

根据该物理模型,分别建立各加热器的焓平衡方程,经整理得回热系统加热器焓效率的数学模型。

式(1)中左边的对角矩阵由各加热器焓效率组成,解此矩阵方程即可得到各加热器的焓效率^[7]。

$$\begin{bmatrix} \eta_1 & & & & & & & & \\ & \eta_2 & & & & & & & \\ & & \eta_3 & & & & & & \\ & & & \eta_4 & & & & & \\ & & & & \eta_5 & & & & \\ & & & & & \eta_6 & & & \\ & & & & & & \eta_7 & & \\ & & & & & & & \eta_8 & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_1 & & & & & & & & \\ \beta_2 & \varphi_2 & & & & & & & \\ \beta_3 & \beta_3 & \varphi_3 & & & & & & \\ \beta_4 & \beta_4 & \beta_4 & \varphi_4 & & & & & \\ & & & & \varphi_5 & & & & \\ & & & & & \beta_6 & \varphi_6 & & \\ & & & & & \beta_7 & \beta_7 & \varphi_7 & \\ \beta_8 & \beta_8 & \beta_8 & \varphi_8 & & & & & \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \\ D_4 \\ D_5 \\ D_6 \\ D_7 \\ D_8 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \sum D_{1k_1} \\ \sum D_{2k_2} \\ \sum D_{3k_3} \\ \sum D_{4k_4} \\ \sum D_{5k_5} \\ \sum D_{6k_6} \\ \sum D_{7k_7} \\ \sum D_{8k_8} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \sum E_{1l_1} \\ \sum E_{2l_2} \\ \sum E_{3l_3} \\ \sum E_{4l_4} \\ \sum E_{5l_5} \\ \sum E_{6l_6} \\ \sum E_{7l_7} \\ \sum E_{8l_8} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 & & & & & & & & \\ & \mu_2 & & & & & & & \\ & & \mu_3 & & & & & & \\ & & & \mu_4 & & & & & \\ & & & & \mu_5 & & & & \\ & & & & & \mu_6 & & & \\ & & & & & & \mu_7 & & \\ & & & & & & & \mu_8 & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{w1} \\ D_{w2} \\ D_{w3} \\ D_{w4} \\ D_{w5} \\ D_{w6} \\ D_{w7} \\ D_{w8} \end{bmatrix} \quad (1)$$

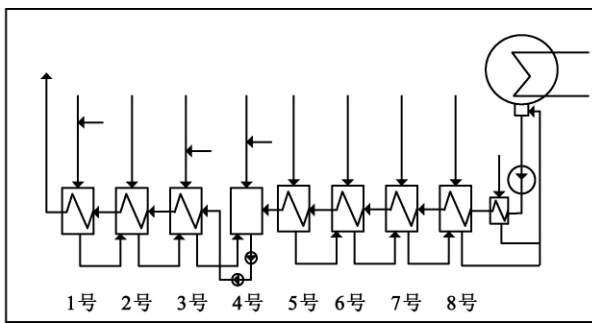


图2 300 MW 机组回热系统图
Fig.2 Diagram of the recuperation system of a 300 MW unit

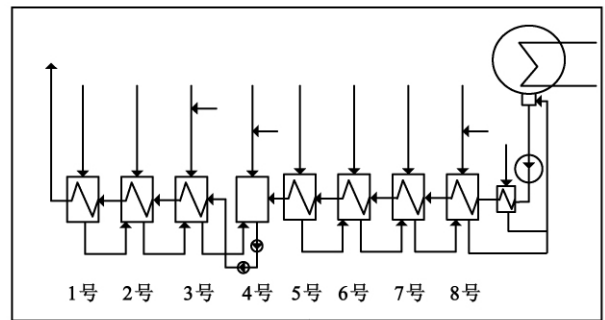


图3 600 MW 机组回热系统图
Fig.3 Diagram of the recuperation system of a 600 MW unit

2 回热系统加热器焓效率的实例计算

2.1 国内典型机组的回热系统

300 MW 亚临界机组与 600 MW 及 1 000 MW 超临界机组是国内目前在役的典型机组,其回热系统如图 2 ~ 图 4 所示。

2.2 回热系统加热器焓效率实例计算结果

基于式(1)的回热系统加热器焓效率实例计算结果如图 5 ~ 图 7 及表 1 和表 2 所示。图 5 ~ 图 7 是加热器焓效率随基准温度变化的关系图。表 1 和表 2 反映了加热器焓效率的绝对变化量 $\Delta \eta$ 和相对变化量 δ_η 随基准温差 ΔT_{jz} 变化的关系,这里加热器焓效率的绝对变化量 $\Delta \eta$ 等于基于动态基准温度的加热器焓效率减去基于固定基准温度(25 °C)的加热器焓效率;而加热器焓效率的相对变化量 δ_η 等于绝对变化量除以基于固定基准温度(25 °C)的加热器焓效率;基准温差等于动态基准温度减去固定基准温度(25 °C)。

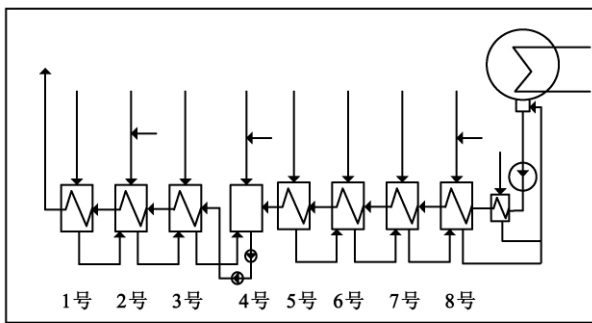


图 4 1000 MW 机组回热系统图

Fig. 4 Diagram of the recuperation system of a 1000 MW unit

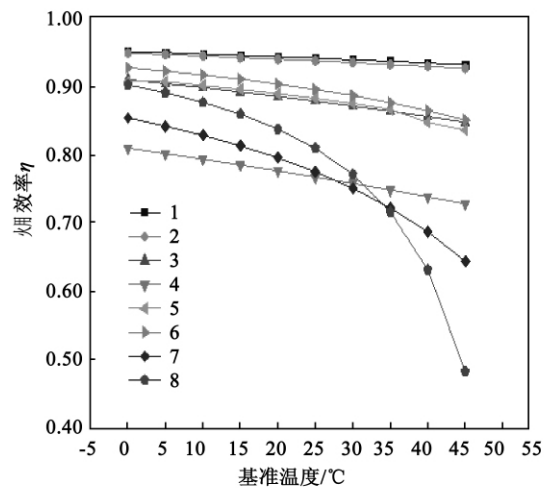


图 6 600 MW 机组加热器焓效率与基准温度的关系

Fig. 6 Relationship between the exergy efficiency and reference temperature of the heater of a 600 MW unit

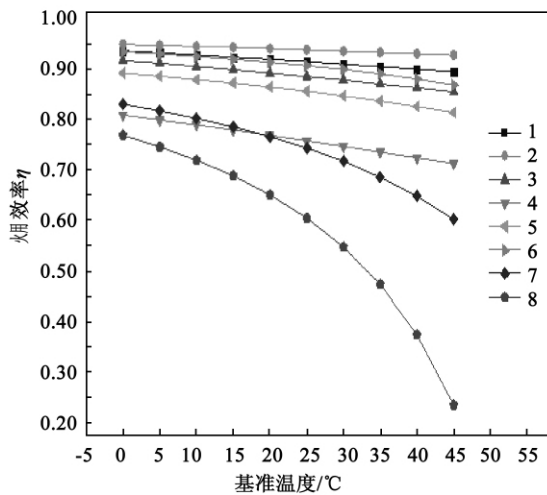


图 5 300 MW 机组加热器焓效率与基准温度的关系

Fig. 5 Relationship between the exergy efficiency and reference temperature of the heater of a 300 MW unit

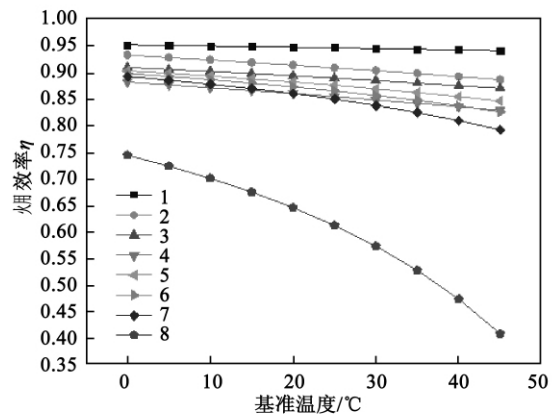


图 7 1000 MW 机组加热器焓效率与基准温度的关系

Fig. 7 Relationship between the exergy efficiency and reference temperature of the heater of a 1000 MW unit

3 动态基准温度对焓效率的影响分析

由图 5 ~ 图 7 可以看出: 随着基准温度升高, 各加热器焓效率均降低, 但加热器的抽汽压力越高焓效率降低的越少, 而抽汽压力越低焓效率降低的越多, 各机组 8 号加热器焓效率降低的最大; 当抽汽压力很高时, 加热器焓效率与基准温度呈线性关系。当抽汽压力很低时, 加热器焓效率与基准温度呈二次抛物线关系。

由表 1 可以看出: (1) 对于同一个加热器, 当 $\Delta T_{jz} > 0$, 即动态基准温度比固定基准温度 (25 °C) 高时, 焓效率绝对变化量 $\Delta \eta < 0$, 即基于动态基准温度的加热器焓效率低于基于固定基准温度 (25 °C) 的加热器焓效率, 且随着 ΔT_{jz} 的增大, 降低的幅度也逐渐增大; 对于不同的加热器, 在 ΔT_{jz} 相同时,

抽汽压力越低,焓效率绝对变化量 $\Delta\eta$ 也越大(降低的幅度越大);对于各机组的8号加热器,当 $\Delta T_{jz} = 20\text{ }^\circ\text{C}$ 时, $\Delta\eta$ 分别等于 -37.12% (300 MW 机组)、 -32.6% (600 MW 机组)、 -20.51% (1 000 MW 机组), $\Delta\eta$ 随机组容量增大呈现出降低的趋势。(2)对于同一个加热器,当 $\Delta T_{jz} < 0$,即动态基准温度比固定基准温度($25\text{ }^\circ\text{C}$)低时,焓效率绝对

变化量 $\Delta\eta > 0$,即基于动态基准温度的加热器焓效率高于基于固定基准温度($25\text{ }^\circ\text{C}$)的加热器焓效率,且随着 ΔT_{jz} 的减小(绝对值在增大),提高的幅度也逐渐增大;对于不同的加热器,在 ΔT_{jz} 相同时,抽汽压力越低,焓效率绝对变化量 $\Delta\eta$ 也越大(增加的幅度越大)。

表1 典型机组回热系统加热器焓效率绝对变化量 $\Delta\eta(\%)$

Tab.1 Absolute variation $\Delta\eta(\%)$ of the exergy efficiency of a heater in a typical unit recuperater system

加热器编号	基准温差 $\Delta T_{jz}/^\circ\text{C}$									
	-25	-20	-15	-10	-5	+5	+10	+15	+20	
1 000 MW 机组	1	0.55	0.45	0.34	0.23	0.12	-0.13	-0.26	-0.40	-0.54
	2	2.43	1.98	1.50	1.02	0.52	-0.53	-1.08	-1.64	-2.23
	3	1.98	1.62	1.24	0.85	0.43	-0.45	-0.93	-1.43	-1.95
	4	2.82	2.28	1.73	1.17	0.59	-0.61	-1.23	-1.87	-2.52
	5	2.72	2.25	1.74	1.19	0.62	-0.67	-1.38	-2.15	-2.98
	6	3.32	2.76	2.15	1.49	0.77	-0.85	-1.77	-2.79	-3.91
	7	4.31	3.61	2.84	1.99	1.04	-1.18	-2.51	-4.02	-5.75
	8	13.27	11.21	8.91	6.32	3.37	-3.91	-8.50	-13.94	-20.51
600 MW 机组	1	0.99	0.81	0.62	0.42	0.21	-0.22	-0.46	-0.70	-0.95
	2	1.14	0.93	0.71	0.49	0.25	-0.26	-0.53	-0.82	-1.12
	3	3.15	2.57	1.97	1.34	0.68	-0.72	-1.46	-2.25	-3.07
	4	4.23	3.43	2.61	1.77	0.90	-0.92	-1.88	-2.87	-3.89
	5	3.21	2.67	2.08	1.45	0.76	-0.82	-1.73	-2.74	-3.86
	6	3.18	2.67	2.11	1.48	0.78	-0.89	-1.91	-3.09	-4.46
	7	7.85	6.66	5.32	3.79	2.04	-2.40	-5.27	-8.74	-13.04
	8	9.30	8.13	6.73	5.00	2.82	-3.82	-9.29	-17.74	-32.60
300 MW 机组	1	2.21	1.79	1.37	0.92	0.47	-0.48	-0.97	-1.48	-2.01
	2	1.09	0.89	0.68	0.47	0.24	-0.24	-0.50	-0.78	-1.06
	3	3.18	2.59	1.98	1.34	0.68	-0.72	-1.47	-2.25	-3.07
	4	5.10	4.12	3.13	2.11	1.06	-1.10	-2.22	-3.37	-4.55
	5	3.57	2.96	2.31	1.60	0.83	-0.91	-1.91	-3.01	-4.23
	6	2.77	2.32	1.83	1.29	0.68	-0.78	-1.66	-2.67	-3.85
	7	8.73	7.40	5.90	4.20	2.25	-2.64	-5.76	-9.52	-14.14
	8	16.41	14.14	11.49	8.36	4.60	-5.76	-13.19	-23.13	-37.12

由表2也可得出与表1类似的结论,但焓效率的相对变化幅度更大。例如对于各机组的8号加热

器,当 $\Delta T_{jz} = 20\text{ }^\circ\text{C}$ 时, $\Delta\eta$ 分别等于 -61.32% (300 MW 机组)、 -40.32% (600 MW 机组)、 -33.55%

(1 000 MW 机组)。

表 2 典型机组回热系统加热器焓效率相对变化量 $\delta\eta(\%)$

Tab.2 Relative variation $\delta\eta(\%)$ of the exergy efficiency of a heater in a typical unit recuperater system

加热器编号	基准温差 $\Delta T_{jz}/^{\circ}\text{C}$									
	-25	-20	-15	-10	-5	+5	+10	+15	+20	
1 000 MW 机组	1	0.58	0.48	0.36	0.24	0.13	-0.14	-0.28	-0.42	-0.57
	2	2.67	2.18	1.65	1.12	0.57	-0.58	-1.19	-1.81	-2.45
	3	2.23	1.82	1.39	0.96	0.48	-0.51	-1.05	-1.61	-2.19
	4	3.30	2.67	2.03	1.37	0.69	-0.71	-1.44	2.19	-2.95
	5	3.11	2.57	1.99	1.36	0.71	-0.77	-1.58	-2.45	-3.40
	6	3.84	3.19	2.49	1.72	0.89	-0.98	-2.05	-3.23	-4.52
	7	5.07	4.25	3.34	2.34	1.22	-1.39	-2.95	-4.73	-6.77
	8	21.70	18.34	14.57	10.34	5.51	-6.40	-13.90	-22.80	-33.55
600 MW 机组	1	1.05	0.86	0.66	0.45	0.22	-0.23	-0.49	-0.75	-1.01
	2	1.22	0.99	0.76	0.52	0.27	-0.28	-0.57	-0.88	-1.20
	3	3.59	2.93	2.25	1.53	0.77	-0.82	-1.66	-2.56	-3.50
	4	5.52	4.47	3.40	2.31	1.17	-1.20	-2.45	-3.74	-5.07
	5	3.67	3.06	2.38	1.66	0.87	-0.94	-1.98	-3.14	-4.42
	6	3.56	2.98	2.36	1.65	0.87	-1.00	-2.14	-3.45	-4.99
	7	10.14	8.60	6.87	4.90	2.64	-3.10	-6.81	-11.29	-16.84
	8	11.50	10.06	8.32	6.18	3.49	-4.73	-11.49	-21.94	-40.32
300 MW 机组	1	2.41	1.96	1.50	1.01	0.51	-0.52	-1.06	-1.62	-2.20
	2	1.16	0.95	0.72	0.50	0.26	-0.26	-0.53	-0.83	-1.13
	3	3.59	2.92	2.23	1.51	0.77	-0.81	-1.66	-2.54	-3.46
	4	6.72	5.43	4.12	2.78	1.40	-1.45	-2.93	-4.44	-6.00
	5	4.17	3.45	2.70	1.87	0.97	-1.06	-2.23	-3.51	-4.94
	6	3.05	2.56	2.02	1.42	0.75	-0.86	-1.83	-2.94	-4.24
	7	11.73	9.94	7.93	5.64	3.02	-3.55	-7.74	-12.79	-19.00
	8	27.11	23.36	18.98	13.81	7.60	-9.51	-21.79	-38.21	-61.32

4 结 论

(1) 当基准温度升高时,各加热器焓效率均降低,且抽汽压力越低焓效率降低的越多,这说明基准温度对回热系统热经济性分析有重要影响,说明了采用动态基准温度是合理的和必要的,这对于正确分析整个火电机组的热经济性也具有借鉴作用。

(2) 对于同一个加热器,当动态基准温度高于固定基准温度(25 $^{\circ}\text{C}$)时,基于动态基准温度的加热器焓效率低于基于固定基准温度的加热器焓效率,且随着动态基准温度的增大,加热器焓效率降低的

幅度也逐渐增大,如表 1 中数据,对于 8 号加热器,当 $\Delta T_{jz} = 15^{\circ}\text{C}$ 时, $\Delta\eta$ 分别等于 -23.13% (300 MW 机组)、-17.74% (600 MW 机组)、-13.94% (1 000 MW 机组);当 $\Delta T_{jz} = 20^{\circ}\text{C}$ 时, $\Delta\eta$ 分别等于 -37.12% (300 MW 机组)、-32.6% (600 MW 机组)、-20.51% (1 000 MW 机组)。并且 $\Delta\eta$ 随机组容量增大呈现出降低的趋势。因此,在运行中应关注环境温度较高时对单个加热器热经济性的影响。

(3) 对于不同的加热器,当动态基准温度增大时(>25 $^{\circ}\text{C}$)加热器抽汽压力越低,基于动态基准温度的加热器焓效率相对于基于固定基准温度的加热器焓效率降低的幅度越大,如表 2 中数据:对

于 7 号加热器,当 $\Delta T_{jz} = 20^\circ\text{C}$ 时, $\delta\eta$ 分别等于 -19.00% (300 MW 机组)、 -16.84% (600 MW 机组)、 -6.77% (1 000 MW 机组);对于 8 号加热器,当 $\Delta T_{jz} = 20^\circ\text{C}$ 时, $\delta\eta$ 分别等于 -61.32% (300 MW 机组)、 -40.32% (600 MW 机组)、 -33.55% (1 000 MW 机组)。因此在运行中应关注环境温度较高时对抽汽压力较低加热器的热经济性影响。若太阳能加热装置成本合适,可在此加热器处并联太阳能加热装置,以抵消由于环境温度上升使 8 号加热器焓效率降低的影响,提高此加热器的焓效率。

参考文献:

[1] 李永华,吴洪浩.火电机组回热系统焓损矩阵方程的改进及应用[J].汽轮机技术,2010,52(4):244-246.
LI Yong-hua, WU Hong-hao, Improvement and application of an exergy loss matrix equation of a recuperator system in a thermal power unit [J]. Turbine Technology, 2010, 52(4): 244-246.

[2] 程超峰,姚秀平,张莉,等.基于回热系统分析的汽轮机变工况热力计算[J].上海理工大学学报,2010,32(6):515-518.
CHENG Chao-feng, YAO Xiu-ping, ZHANG Li, et al. Thermal calculation of a turbine at off-design conditions based on an analysis of the recuperator system [J]. Journal of Shanghai University of Science and Technology, 2011, 38(2): 52-55.

[3] 李永华,苗鑫华,李庚生,等.火电机组回热系统焓损分布的矩阵算法[J].热力发电,2007,(3):24-28.

LI Yong-hua, MIAO Xin-Hua, LI Geng-sheng, et al. Matrix algorithm for calculating the exergy loss of a recuperator system in a thermal power unit [J]. Thermal Power Generation, 2007, (3): 24-28.

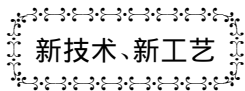
[4] 陈立新,李岩,田松峰.汽轮机热力系统热经济性焓分析[J].热力发电,2011,40(2):29-33.
CHEN Li-xin, LI Yan, TIAN Song-feng. Exergy analysis in thermoeconomics of the thermal system of a steam turbine unit [J]. Thermal Power Generation, 2011, 40(2): 29-33.

[5] 葛斌,张俊礼,殷戈.火电机组热力系统与设备焓损分布通用矩阵模型[J].东南大学学报(自然科学版),2009,39(5):1043-1048.
GE Bin, ZHANG Jun-li, YIN Ge. General matrix model for the exergy loss distribution in a thermodynamic system and its equipment items in a thermal power unit [J]. Journal of Southeast University (Natural science edition), 2009, 39(5): 1043-1048.

[6] 李永华,桂婷婷.火电机组热力系统与设备焓损通用矩阵方程[J].东北电力技术,2011,(2):9-12.
LI Yong-hua, GUI Ting-ting. General matrix equation for the exergy loss of the thermal system and equipment in a thermal power unit [J]. Northeast Electric Power Technology, 2011(2): 9-12.

[7] 李永华.火电机组回热系统加热器焓损系数通用矩阵方程[J].华北电力大学学报,2011,38(2):52-55.
LI Yong-hua. General matrix equation for the exergy loss coefficient of a heater in a regenerator system in a thermal power unit [J]. Journal of North China University of Electric Power, 2011, 38(2): 52-55.

(丛敏 编辑)



大功率汽轮机和轴系振动状态的特点

据《Электрические станции》2011年2月刊报道,ЛМЗ(列宁格勒金属工厂)的专家对大功率汽轮机组过渡工况下叶片和轴系振动状态的特点进行了深入研究。

利用现代离散相方法完成了振动状态的测量。除了监测叶片的振动状态外,离散相方法可以有效地确定汽轮机组过渡工况下轴系的扭转振动强度。

测量表明,大功率汽轮机用负荷和并网没有引起叶片和轴系部件产生危险动应力,也没有造成末级叶片的任何弹性变形。这种情况与过渡过程“缓慢”有关,也与轴系扭转振动第一频率远低于叶栅组合振动的频率有关。

尽管轴系扭转振动的振幅和速度相当大,用负荷时扭转应力并没有危及轴系部件疲劳强度的程度。

在汽轮机组过渡工况下,可以合理地使用离散相方法,积累并统计和整理叶片及轴系振动状态数据。

(吉桂明 摘译)

Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2012 27(3) . - 282 ~ 286

With a large-sized warship-purposed main steam turbine serving as the object of study and its structural characteristics being fully considered, a lumped parameter dynamic-state simulation mathematic model was established for the characteristics of the steam turbine. On the Simu Works thermal system platform, built was a corresponding simulation model. A dynamic state simulation was performed of the steam turbine in various operating conditions including the steady state operating conditions, acceleration, deceleration and astern-going processes. The simulation results show that the model in question enjoys a relatively high precision and its dynamic tendency is rational, capable of reflecting the real working conditions of the parts and components. The model under discussion can also be used for simulating warship-purposed power systems. **Key words:** warship-purposed main steam turbine, steam turbine simulation, steady-state simulation, dynamic-state simulation

动态基准温度对回热系统加热器焓效率影响分析 = **Analysis of the Influence of the Dynamic-state Reference Temperature on the Exergy Efficiency of the Heater in a Recuperator System** [刊, 汉] LI Yong-hua, LIU Wei-ting (College of Energy Source and Power Engineering, North China University of Electric Power, Baoding, China, Post Code: 071003) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2012 27(3) . - 287 ~ 292

Exergy value is a variable relating to the environment temperature, which changes with time and space. With the environment temperature (i. e. dynamic-state reference temperature) serving as the reference point, the authors calculated relevant exergy values of the recuperator system of a domestically-made 300 MW subcritical unit, 600 MW and 1 000 MW supercritical unit. On this basis, the exergy efficiencies of the heaters in the recuperator systems were calculated by utilizing the exergy efficiency matrix equation and the influence of the dynamic-state reference temperature on the change in the exergy efficiency of the heater in the recuperator system was also analyzed. With an increase of the reference temperature, the exergy efficiencies of various heaters invariably decrease while the lower the steam extraction pressure, the more the exergy efficiency decreases. The exergy efficiencies of NO. 8 heaters of various units decrease maximally. For No. 8 heaters of various units, when $\Delta T_{jz} = 20^{\circ}\text{C}$, $\Delta\eta$ will be - 37. 12% (300MW unit) , - 32. 6% (600MW unit) , - 20. 51% (1000 MW unit) respectively. With an increase in the capacity of the units, $\Delta\eta$ assumes a descending tendency. This can offer reference for selecting the dynamic-state reference point of a recuperator system, even a whole unit for exergy analysis. **Key words:** steam turbine unit, recuperator system, dynamic-state reference temperature, exergy efficiency

某 600 MW 机组低压-发电机联轴节螺栓结构优化分析 = **Analysis of the Structural Optimization of Bolts Destined for the Coupling of a 600 MW Unit Low-voltage Generator** [刊, 汉] ZHANG Jun-jie, SUN Peng (Shenhua Guohua (Beijing) Electric Power Research Institute Co. Ltd., Beijing, China, Post Code: 100025) , LI