

300 MW 机组快速甩负荷初期主汽压力动态特性仿真

周云龙, 王 迪

(东北电力大学, 吉林 吉林 132012)

摘 要: 为了研究机组在 FCB(快速甩负荷)初期主蒸汽压力的动态特性, 比较不同特性设备在 FCB 初期对主蒸汽压力飞升的影响, 在合理的假设条件下, 采用机理建模的方法建立某 300 MW 机组过热器集总参数模型, 利用模型进行 FCB 仿真试验。分析 FCB 初期主蒸汽压力的变化特性, 并确定影响其变化的因素。结果表明: 在 FCB 初期, 减小旁路系统快开时间能够非常有效的控制主蒸汽压力的飞升; 具有较大的汽轮机转子时间常数的机组对于主蒸汽压力飞升的调节更有利; 快开型 PCV(压力控制阀门)对于主蒸汽压力的调节优于其它特性的阀门。

关 键 词: 快速甩负荷(FCB); 仿真; 过热器; 旁路

中图分类号: TK261

文献标识码: A

引 言

FCB 一般是指当机组与电网发生解列时快速切至厂用电, 待故障消除后能够迅速并网发电, 保障机组的安全运行。这种“停机不停炉”的方法既节约了资源, 又能够在电网故障修复后利用这“星星之火”快速恢复供电^[1]。所以说, 机组能否实现快速甩负荷对于电网和电厂的意义重大。一般来讲, 评价一台机组能否实现 FCB 功能, 要看其是否具备一套优良的控制系统; 以及是否具备必要的硬件设备。由于锅炉具有较大的蓄热能力和热惯性, 使得机组在进行甩负荷过程中, 势必对锅炉的主蒸汽压力、汽包压力、汽包水位等相关参数带来较大的影响, 使这些参数达到临界值甚至超出安全值, 进而导致 FCB 过程失败。因此, 研究机组在进行 FCB 过程中相关参数的动态特性的意义是十分重大的。一方面, 通过了解参数的动态变化进行控制系统的优化; 另一方面, 可以对机组的硬件设备进行改良, 使其能够更好地完成 FCB 功能。

现阶段, 对于 FCB 过程的研究大多数是在现场试验基础上进行的。广东珠海电厂, 上海外高桥电厂等都进行了相关的现场试验研究。冯伟忠通过对

上海外高桥二期 900 MW 超临界机组成功实现 FCB 的案例介绍^[2-3], 证明了火电大机组实现 FCB 的可行性, 同时结合外高桥三期工程, 进一步分析和讨论了实现 FCB 的相关条件。王立地通过珠海发电厂 FCB 试验结果^[4], 采用锅炉压力控制阀泄放、汽机旁路疏导的协调减压方案, 控制方式自动转换等控制策略解决了控制功能的难点。王海涛介绍了印尼电站 330 MW 机组快速甩负荷试验的过程^[5], 对高压旁路减温控制回路参数, FCB 时汽轮机联锁发电机跳闸控制逻辑等进行了优化。但是由于现场进行试验时对机组的损耗是相当大, 而且相关动态参数都在不断地被控制, 无法了解其开环动态特性, 进而很难通过试验结果对一些硬件设施进行改造。

随着热力系统仿真技术的逐步成熟, 利用建模仿真方法研究机组 FCB 过程的相关参数的动态变化是十分有意义的。本研究通过 Matlab/Simulink 仿真平台利用机理建模的方法建立某 300 MW 机组过热器模型, 研究在 FCB 初期不同特性设备对主蒸汽压力的影响。对电站机组进行 FCB 试验, 相关设备的改造以及控制系统的优化具有一定的指导意义。

1 模型的建立

根据以往现场快速甩负荷试验结果, 在 FCB 初期主蒸汽压力飞升的速度及幅度都是比较大的, 由于主蒸汽压力的飞升使得汽包出口蒸汽流量减少从而影响汽包压力, 水位等参数。这对 FCB 的过程控制系统提出了很高的要求, 对锅炉设备的损伤也是非常严重的。因此, 在 FCB 动作过程中, 锅炉侧参数的变化并不是“同步”的, 而是类似于“递进”关系。所以研究主蒸汽压力飞升过程是十分必要的。

过热器是锅炉用于提高蒸汽温度的部件, 如图 1 所示, 其目的是提高蒸汽的焓值, 以提高电厂热力

收稿日期: 2013-09-02; 修订日期: 2013-11-29

作者简介: 周云龙(1960-), 男, 吉林扶余人, 东北电力大学教授。

循环效率,过热蒸汽温度是靠喷水减温来调节的。为了计算简单,所建立的过热器模型是在喷水减温后进行加热,从而由饱和蒸汽变化到过热蒸汽。

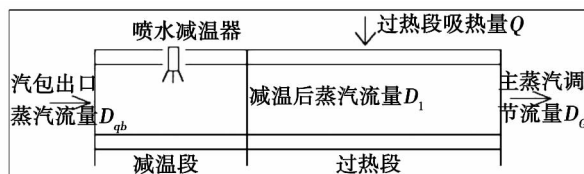


图1 过热器模型示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the model for superheaters

当前热力系统的建模方法有很多,但总的说来大体分为两类,一类是利用模式识别的方法构建“黑箱子”模型,建模方法相对简单直观,但是无法了解其内部动态变化,并且需要一定量的现场数据,显然这对于模拟 FCB 过程是不合适的;另一类是根据机理建立“白箱子”模型,这种建模方法虽然误差相对较大,但是能够充分了解系统内部的动态特性^[6-8]。所以本研究选择利用机理建模方法,对减温段和过热段分段建模,根据质量守恒,能量守恒建立非线性集总参数模型^[9-11]。

减温段质量守恒方程:

$$D_{qb} + D_{jw} = D_1 \quad (1)$$

减温段能量守恒方程:

$$D_{qb}H'' + D_{jw}H_{jw} = D_1H_1 \quad (2)$$

D_{jw} 为减温水质量流量; H_{jw} 为减温水焓值。

过热段质量守恒方程:

$$V \frac{d\rho_G}{dt} = D_1 - D_G \quad (3)$$

$$V \frac{d\rho_G}{dt} = V \left(\frac{\partial \rho_G}{\partial P_G} \frac{dP_G}{dt} + \frac{\partial \rho_G}{\partial T_G} \frac{dT_G}{dt} \right) \quad (4)$$

过热段能量守恒方程:

$$V \frac{d\rho_G H_G}{dt} + M_j c_j \frac{dT_G}{dt} = D_1 H_1 + Q - D_G H_G \quad (5)$$

$$V \frac{d\rho_G H_G}{dt} = V \left(\frac{\partial \rho_G H_G}{\partial P_G} \frac{dP_G}{dt} + \frac{\partial \rho_G H_G}{\partial T_G} \frac{dT_G}{dt} \right) \quad (6)$$

主蒸汽调节流量^[11]:

$$D_G = K_G u_G P_G^{\lambda-1} \quad (7)$$

式中: K_G —常系数,根据稳态计算; $\lambda = 0.7$; u_G —汽轮机前阀门开度。 D_{qb} —汽包出口蒸汽流量, kg/s; M_j —过热器有效金属质量, kg; H'' —饱和蒸汽焓, kJ/kg; c_j —过热器有效金属比容, kJ/(kg·°C);

V —过热器有效体积, m³; ρ_G 、 H_G 、 P_G 、 T_G —过热器出口蒸汽密度, kg/m³、焓值, kJ/kg、压力, MPa、温度, °C; Q —过热段吸热量, kJ。

2 仿真模型正确性的验证

为了验证模型的正确性,分别将汽包压力模型^[12],简化的燃料系统模型与本研究所建过热器模型组成简化的电站热力系统仿真模型^[13]。进行热量信号与主汽门开度扰动试验,其中相关参数设定与文献^[14]相同,并将仿真结果与文献^[14]中的扰动试验结果进行比较。由于文献^[14]中的模型是在大量现场试验的基础上建立起来的控制模型,在一定负荷范围内精度较高,所以比较结果具有实际意义。

仿真实验过程:第3 500 s 主汽门开度阶跃升高2%;第4 500 s 燃料量阶跃减少4%;第5 500 s 主汽门开度阶跃降低4%;第6 500 s 燃料量阶跃增大2%,仿真结果如图2所示。

通过比较两种模型的仿真结果,发现二者最大动态相对误差小于5%,所以充分的验证了模型在一定负荷内的正确性。又因为本研究模型为微分方程形式的机理模型,所以适合仿真 FCB 这种扰动大范围变化的过程。

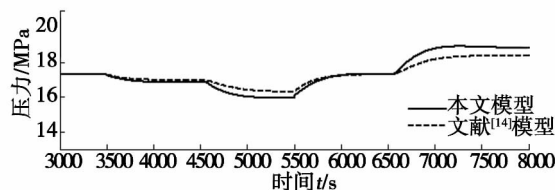


图2 小扰动下主蒸汽压力变化特性

Fig. 2 Variation characteristics of the main steam pressure under small disturbances

3 仿真试验

3.1 说明及假设

(1) PCV(即压力控制阀),主要作用是减少安全阀的动作次数,当主蒸汽压力升高时,PCV先打开泄压,PCV全开过程仅需零点几秒,动作快速,可保证锅炉安全门不动作,特别是为同时进行的快开汽机旁路、降低燃烧强度、维持汽包水位等一系列复杂控制赢得了宝贵的缓冲时间,PCV等效开启时间

中过热蒸汽排放损失远低于重新点炉的耗费。PCV 除了按设定压力动作以外,还可由运行人员进行远方操作,人工使其开启或回座,操作的灵活性要好得多。正因为如此,PCV 在 FCB 过程中起着重要的作用,所以在进行 FCB 仿真过程时加入 PCV 环节。

(2) 在 FCB 初期,汽轮机侧负荷迅速减小,仿真试验过程通过主蒸汽调节阀门开度变化来实现负荷的变化。

(3) 在 FCB 初期,给煤量迅速减少,但因其惯性比较大,所以在仿真试验过程将热量信号视为常数。

(4) 我国 300 MW 火电机组配备的旁路系统容量大部分集中在 30% - 60% BMCR 之间。一般而言,旁路系统全开所需时间为 30 s 左右,但是当接收到 FCB 信号时能够及时调节蒸汽流量需要对旁路系统进行快开,所以旁路必须要具有快开特性,假定旁路系统具有 3 s 快开特性。

3.2 仿真试验及其结果分析

以某 300 MW 机组锅炉过热段为研究对象,100% BMCR(锅炉最大蒸发量)下稳定运行时相关参数如表 1 所示。

表 1 300 MW 机组锅炉过热段参数

Tab. 1 Parameters of the superheating section of a 300 MW boiler

参数	取值
$Q_{gr} / \text{kJ} \cdot \text{s}^{-1}$	242 630
$D_{jw} / \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$	7.08
$H'' / \text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	2 541
$H_{jw} / \text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	1 086
P_G / MPa	16.65
$T_G / ^\circ\text{C}$	540
M_j / kg	250 000
$c_j / \text{kJ} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$	0.46
$D_{qb} / \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$	248
V / m^3	32

(1) 在锅炉全负荷稳定运行 1 000 s 后,在保持汽包出口蒸汽流量不变、旁路阀门开度为 0、PCV 开度为 0 的基础上,在 0.6 s 内分别将负荷快速降低 95%、90%、80% 和 70%,而后保持稳定。仿真结果如图 3 所示。通过观察可以发现,随着快速降负荷

幅度的增大,主蒸汽压力上升的速度越快,上升幅度也越大。

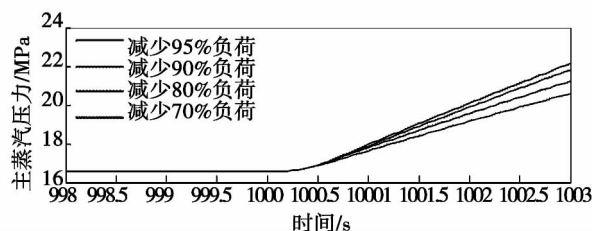


图 3 负荷快速降低时主蒸汽压力响应特性

Fig. 3 Response characteristics of the main steam pressure when the load declines quickly

(2) 由于 FCB 动作初期,主蒸汽压力变化引起汽包出口蒸汽流量变化,为了研究汽包出口蒸汽流量对主蒸汽压力的影响,在锅炉全负荷稳定运行 1 000 s 后,在保持主蒸汽调节阀门开度不变,旁路系统阀门与 PCV 开度均为 0 的基础上,在 1 s 内分别将主蒸汽流量降低 10、15、20 和 30 kg/s,而后保持稳定。通过图 4 发现随着汽包出口流量的降低,主蒸汽压力降低到最后稳定,并且随着汽包出口蒸汽流量降低幅度的升高,主蒸汽压力降低幅度增大。

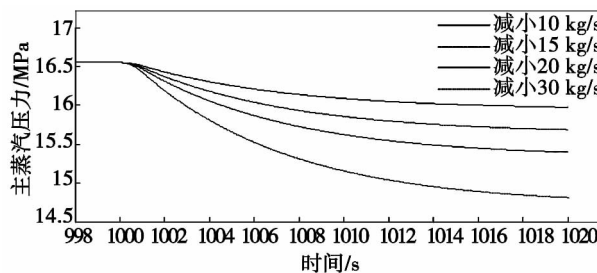


图 4 汽包出口流量快速变化时主蒸汽压力响应特性

Fig. 4 Response characteristics of the main steam pressure when the flow rate at the outlet of the steam drum changes at a high speed

(3) 将高压旁路系统容量设定为 40% BMCR,在锅炉全负荷稳定运行 1 000 s 后,保持汽包出口流量不变、PCV 开度为 0、主蒸汽调节阀门开度不变的基础上,在 3 s 内将阀门开度分别增大至 100%、80%、60% 和 50%,而后保持稳定不变。通过观察图 5 可以发现,主蒸汽压力随着旁路系统阀门开度的增大而逐渐降低,并且随着开度幅度的增大,主蒸汽压力下降的速率增大。

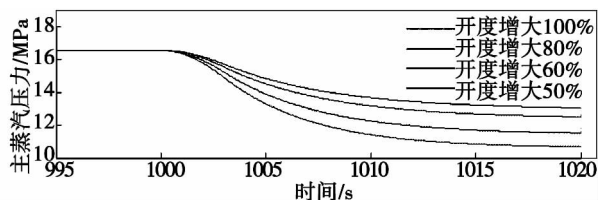


图5 旁路阀门快速开启时主蒸汽压力响应特性
Fig. 5 Response characteristics of the main steam pressure when the bypass valve is opened at a high speed

4 不同特性设备的 FCB 仿真试验

在 FCB 动作初期,影响主蒸汽压力飞升的因素除了相关的闭环控制系统,还有机组设备的特性。为了研究机组设备特性对主蒸汽压力的影响,本研究模拟试验了主蒸汽阀门不同关闭特性,旁路系统不同快开时间,PCV 不同流量特性 3 种因素对主蒸汽压力的影响。

根据 FCB 现场试验经验,FCB 运行方式是机组在异常工况下的负荷控制,是集模拟量与开关量控制于一体的复杂控制。一般而言,当 FCB 信号发生后,当汽轮机转速飞升后,OPC 汽轮机超速保护控制保护动作。高、低压旁路阀门快速打开,随后转为压力控制。负荷大于一定值时打开 PCV。

根据以往试验经验和结果,在快速甩负荷初期,由于汽包出口蒸汽流量降低,所以设定汽包出口流量在 1 s 内降低 10 kg/s;将机组高压旁路系统容量设定为 40% BMCR,并且具有 3 s 快开特性;PCV 排放量设定为 96 kg/s;由于 FCB 动作开始时,一般主蒸汽调节阀门并不直接动作,而是在汽轮机转速飞升至约 3 090 r/min 后,触发 OPC(汽轮机超速保护控制)动作,该段转速飞升时间大约为 0.4 s^[3]。所以设定主蒸汽调节阀门开度在 FCB 信号开始后为一段延迟环节和一段积分环节组成。

4.1 主汽阀门不同关闭特性对主蒸汽压力的影响

为了研究主汽阀门开度变化对主汽压力的影响,将 FCB 信号开始至触发 OPC 的延迟时间线性地设定为从 0.1~0.4 s 内的 16 个时间点,然后进行仿真。并将延迟时间 ζ 与所对应的主蒸汽最大飞升压力进行最小二乘拟合,拟合特性曲线如图 6 所示,拟合公式如式(8)所示。

$$P_{\max} = 0.536 5 \zeta^4 - 1.311 8 \zeta^3 + 6.338 3 \zeta^2 -$$

$$6.613 3 \zeta + 20.199 \quad (8)$$

式中: $P_{\max}$ — 最大飞升压力,MPa。

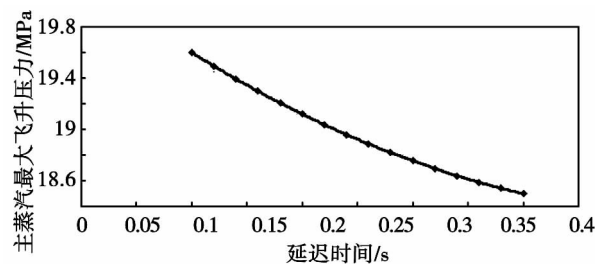


图6 延迟时间与主蒸汽最大飞升压力关系曲线
Fig. 6 Time delayed vs. maximum main steam soaring pressure

仿真结果表明,随着延迟时间的增大,主蒸汽最大飞升压力降低。在主蒸汽阀门调节过程中,由于延迟时间的存在,使得 PCV 阀门以及旁路系统能够“提前”疏放流量,通过提前减小压力的方式缓解压力飞升,所以延迟时间越长,疏放流量的时间越长,缓解压力飞升效果越明显。

事实上,该段延迟时间是由汽轮机转子飞升时间常数决定的,如式(9)所示。汽轮机转子飞升时间常数越大,延迟时间 ζ 越大,汽轮机转子飞升时间常数越小,延迟时间 ζ 越小。所以,在 FCB 动作初期,汽轮机转子飞升时间常数越大的汽轮机对于主蒸汽压力飞升的控制越有好处。

$$\zeta = \Delta n \frac{T_r}{n_0} \quad (9)$$

式中: Δn — 转速飞升量 90 r/min; T_r — 汽轮机转子飞升时间常数; n_0 — 额定工况下汽轮机转速 3 000 r/min。

4.2 旁路系统不同快开时间对主蒸汽压力的影响

本研究分别仿真试验了旁路系统 2、3 和 4 s 快开对主蒸汽压力的影响。仿真结果如图 7 所示,通过观察发现其影响压力飞升分别为 1、2 和 3 MPa 左右。

为了具体研究旁路系统快开时间 τ 与主蒸汽压力关系特性,在其他设备特性不变的条件下,线性选定 2~s 旁路快开时间内 20 个点,并与其相应的主蒸汽最大飞升压力进行最小二乘拟合,拟合特性如图 8 所示,拟合公式如式(10)所示。

仿真结果表明:随着旁路系统快开时间的减小,主蒸汽最大飞升压力减小,并且其影响比较大。换言之,在现场实际应用当中,减小旁路系统的快开

时间对于减小 FCB 过程主蒸汽压力的飞升是行之有效的办法。

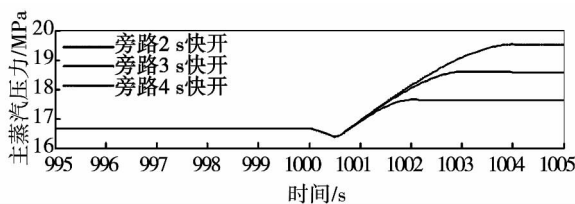


图7 旁路系统不同快开时间对主蒸汽压力的影响

Fig. 7 Influence of various quick opening times of the bypass system on the main steam pressure

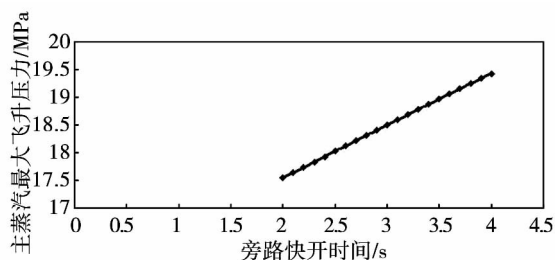


图8 旁路快开时间与主蒸汽最大飞升压力关系曲线

Fig. 8 Quick opening time of the bypass system vs. maximum main steam soaring pressure

$$P_{\max} = -0.0054\tau^4 + 0.0687\tau^3 - 0.3367\tau^2 + 1.6842\tau + 15.0546 \quad (10)$$

4.3 PCV 不同流量特性对主蒸汽压力的影响

电站中阀门种类比较多,对于 FCB 初期,选择合适的 PCV 对于控制压力的飞升是必要的。不同特性的阀门对于压力的调节也是不同的,根据阀门的流量特性,可分为线性、等百分比、抛物线、双曲线、快开和平方根等不同类型。不同流量特性的阀门都具有各自的流量特性公式。

为了比较不同流量特性的 PCV 对主蒸汽压力的影响,本研究分别模拟试验了 4 种特性阀门对压力的影响,设定阀门可调比 $R=40$ 。仿真结果如图 9 所示。

4 种阀门影响压力曲线趋势大体相同,虽然 PCV 对于压力的影响没有旁路系统快开特性的效果明显,但在比较 4 种特性阀门调节效果后,不难发现快开型阀门调节压力飞升过程相对缓慢并且飞升幅度较小,可以定性的判断出快开型阀门对于压力调节效果优于其它阀门。原因是在甩负荷刚开始时

快开型压力控制阀能够及时控制流量,并且效果明显,弥补了旁路系统全开相对较慢的缺点。而其它阀门由于在汽轮机快速甩负荷的初期所排放的蒸汽流量不能使压力及时缓解,所以造成之后压力的飞升相对较高。

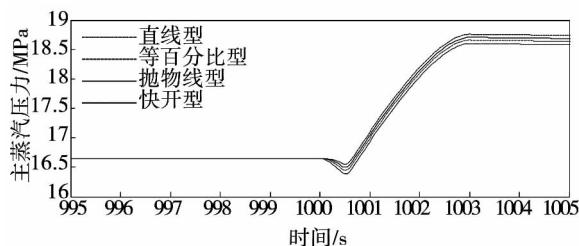


图9 不同特性 PCV 阀门对主蒸汽压力的影响

Fig. 9 Influence of the PCV valve with various characteristics on the main steam pressure

5 结 论

(1) 利用建模仿真的方法对 FCB 初期主蒸汽压力飞升过程进行研究,既省去了现场试验带来的损失,又可以通过模拟不同设备参数对主蒸汽压力变化的影响,从而给控制系统优化提供依据。

(2) 汽轮机侧转子飞升时间常数对于主蒸汽压力是有影响的,主蒸汽最大飞升压力随着汽轮机侧转子时间常数的增大而减小。在 FCB 动作初期,具有较大汽轮机转子时间常数的机组对于主蒸汽压力飞升的调节更有利。

(3) 在 FCB 动作初期,旁路系统快开时间对于主蒸汽压力的飞升影响较大,通过减小旁路系统快开时间来解决主蒸汽压力的飞升是非常有效地办法。

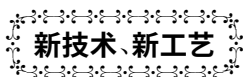
(4) FCB 开始时,最大流量相同的 PCV 对于主蒸汽压力飞升过程的影响较小。但相比而言,快开型 PCV 对于主蒸汽压力飞升的调节优于其他特性 PCV。

参考文献:

- [1] 冯伟忠. 大机组实现快速甩负荷的现实性和技术分析 [J]. 动力工程, 2008, 28(4): 532-547.
- FENG Wei-zhong. Reality and technical analysis of the accomplishment of a quick load ejection of a large-sized unit [J]. Journal of Power Engineering, 2008, 28(4): 532-547.
- [2] 冯伟忠. 900 MW 超临界机组 FCB 试验 [J]. 中国电力, 2005, 38(2): 74-77.

- FENG Wei-zhong. FCB test of a 900 MW supercritical unit [J]. China Electric Power, 2005, 38(2): 74 - 77.
- [6] 冯伟忠. 1 000 MW 超超临界机组 FCB 试验 [J]. 中国电力, 2008, 41(10): 62 - 66.
- FENG Wei-zhong. FCB test of a 1 000 MW ultra-supercritical unit [J]. Electric Power, 2008, 41(10): 62 - 66.
- [7] 王立地, 姚金环. FCB 功能的成功应用与一种新的实现方案 [J]. 自动化仪表, 2004, 25(6): 48 - 52.
- WANG Li-di, YAO Jin-huan. Successful application of the FCB functions and a new version for its realization [J]. Automation Instrumentation, 2004, 25(6): 48 - 52.
- [8] 王海涛. 印尼 INDRAMAYU 电站 330 MW 机组 FCB 控制功能的优化 [J]. 热力发电, 2012, 41(11): 59 - 66.
- WANG Hai-tao. Optimization of the fast cut-back (FCB) control functions of a 330 MW unit in an Indonesia power station [J]. Thermal Power Generation, 2012, 41(11): 59 - 66.
- [9] Åström K J, Bell R. D. Drum-boiler dynamics [J]. Automatica, 2000, 36(3): 363 - 378.
- [10] 夏国清, 赵为光, 杨莹, 等. 一种通用的非线性汽包炉模型的研究 [J]. 动力工程学报, 2011, 31(6): 454 - 462.
- XIA Guo-qing, ZHAO Wei-guang, YANG Ying, et al. Research of a universally-purposed non-linear model for drum boilers [J]. Journal of Power Engineering, 2011, 31(6): 454 - 462.
- [11] 靳涛, 付忠广, 刘刚, 等. 反向建模方法在火电厂关键参数建模中的应用 [J]. 动力工程, 2009, 29(11): 1008 - 1012.
- JIN Tao, FU Zhong-guang, LIU Gang, et al. Applications of the method for modeling in the reverse direction in modeling of key parameters in thermal power plants [J]. Journal of Power Engineering, 2009, 29(11): 1008 - 1012.
- [12] 卓旭升, 周怀春, 文忠林, 等. 火电机组过热器压力和温度的动态研究 [J]. 中国电机工程学报, 2007, 27(14): 72 - 76.
- ZHUO Xu-sheng, ZHOU Huai-chun, WEN Zhong-lin, et al. Dynamic study of the pressure and temperature in the superheaters in a thermal power plant unit [J]. Proceedings of the China Electric Machinery Engineering, 2007, 27(14): 72 - 76.
- [13] 田亮, 刘鑫屏, 刘吉臻. 汽包锅炉负荷-压力-水位简化非线性动态模型 [J]. 动力工程, 2009, 29(10): 926 - 940.
- TIAN Liang, LIU Xin-ping, LIU Ji-zhen. Simplified nonlinear dynamic model for the load-pressure-water levels of a drum boiler [J]. Journal of Power Engineering, 2009, 29(10): 926 - 940.
- [14] Leva A, Maffezzoni C, Benelli G. Validation of drum boiler models through complete dynamic tests [J]. Control Engineering Practice, 1999, 7(2): 11 - 26.
- [15] 章臣樾. 锅炉动态特性及其数学模型 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1987.
- ZHANG Chen-yue. Dynamic characteristics of a boiler and its mathematical model [M]. Beijing: Water Conservation and Electric Power Press, 1987.
- [16] 卓旭升. 亚临界燃煤机组动态建模及非线性控制应用研究 [J]. 武汉: 华中科技大学, 2008.
- ZHUO Xu-sheng. Study of the applications of the dynamic modeling and nonlinear control of a subcritical coal-fired unit [J]. Wuhan: Central China University of Science and Technology, 2008.
- [17] 田亮, 曾德良, 刘吉臻, 等. 简化的 330 MW 机组非线性动态模型 [J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(8): 180 - 184.
- TIAN Liang, ZENG De-liang, LIU Ji-zhen, et al. A simplified nonlinear dynamic model for 330 MW units [J]. Proceedings of China Electric Machinery Engineering, 2004, 24(8): 180 - 184.
- [18] 熊超. 300 MW 火电机组 FCB 试验仿真研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2010.
- XIONG Chao. FCB experimental and simulation study of a 300MW unit in a thermal power plant [D]. Chongqing: Chongqing University, 2010.

(陈 滨 编辑)



新技术、新工艺

蓄能式太阳能热水器研制

据《Теплоэнергетика》2013 年 4 月刊报道,俄罗斯科学院信息学、计算技术和自动化分部的专家列出了完全由聚合和合成材料制成的蓄能式太阳能热水器研制和初步试验的结果。

由俄罗斯科学院信息学、计算技术和自动化分部和“Политермо”有限股份工程公司共同完成的探索性研究和研制项目论证了完全由聚合和合成材料制成的强化太阳能热水器的合理性和效率。制造了这种热水器的样品并进行了初步试验。

无论在改进太阳能热水器的结构、提高工作压力方面,还是在优化制造工艺方面该研究项目都具有相当大的潜力。

经济性估算表明,在批量生产(1 年超过 5 000 台)时,这种热水器的成本将不超过 7 000 卢布,这将是已知的传统太阳能热水器成本的三分之一到五分之一。

(吉桂明 摘译)

300 MW 机组快速甩负荷初期主汽压力动态特性仿真 = Simulation of the Dynamic Characteristics of the Main Steam Pressure During the Initial Stage of the Fast Cut-back of a 300 MW Unit 刊, 汉 ZHOU Yun-long, WANG Di (Northeast University of Electric Power, Jilin, China, Post Code: 132012) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014, 29(4) . - 391 - 396

To study the dynamic characteristics of the main steam pressure during the initial stage of the fast cut-back of a unit and compare the influence of the equipment items with different characteristics on the skyrocketing of the main steam pressure during the initial stage of the FCB, under the condition of a certain rational assumption, a lumped parameter model for the superheater of a 300 MW unit was established by using the mechanism-based modeling method and a FCB simulation test was performed by employing the model. In addition, the variation characteristics of the main steam pressure was analyzed during the initial stage and the factors influencing such changes were determined. It has been found that during the initial stage, to reduce the quick-open time of the bypass system can very effectively control the skyrocketing of the main steam pressure and a unit with a relatively large rotor time constant of its steam turbine is instrumental to the regulation of the skyrocketing of the main steam pressure. The quick-open type pressure control valves (PCV) are superior to those valves with other characteristics in controlling the main steam pressure. **Key Words:** fast cut back (FCB) , simulation, superheater, bypass

基于变工况分析的供热机组初压优化 = Optimization of the Initial Pressure of a Heat Supply Unit Based on an Analysis of the Off-design Operating Conditions 刊, 汉 LI Hui-jun, YU Qiao (College of Energy Source, Power and Mechanical Engineering, North China University of Electric Power, Baoding, China, Post Code: 071003) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014, 29(4) . - 397 - 401

For a heat supply unit, when the power and thermal load are constant and the parameters of steam extracted are ensured within the range requested by the heat end-users, the main steam pressure corresponding to various steam distribution modes used has a relatively big influence on the thermal cost-effectiveness of the unit. With a C300-16.7/0.43/537/537 type unit serving as an example and only the industrial steam extraction being taken into account, the authors have established a model for optimizing the initial pressure of the unit and performed a verification calculation of its correctness. It has been found that the model in question can meet the actual requirements in engineering projects. When the thermal load is constant, under the condition of the limitation of the minimum and maximum steam quantity admitted by the unit, the authors have obtained the minimum and maximum power load through the thermal calculation and performed an optimization calculation by choosing various power load operating conditions and also acquired the optimum initial pressure under various operating conditions, thus offering an underlying basis for a safe and economic operation of units of the same kind. **Key Words:** industrial steam extraction, heat supply unit, optimum initial pressure, optimization calculation