

# 超超临界二次再热直流锅炉水冷壁水动力特性研究

张威<sup>1</sup>, 闫凯<sup>2</sup>, 王欢<sup>3</sup>, 车得福<sup>1</sup>

(1. 西安交通大学 动力工程多相流国家重点实验室 陕西 西安 710049; 2. 上海锅炉厂有限公司 上海 200245;  
3. 西安建筑科技大学 环境与市政工程学院 陕西 西安 710055)

**摘要:** 针对超超临界二次再热直流锅炉水冷壁的结构特点, 将水冷壁划分为由压力节点和管组构成的汽水网络系统。根据质量守恒、动量守恒和能量守恒定律, 建立了超超临界二次再热直流锅炉水冷壁压降、流量及出口汽温的计算模型。在此基础上, 对某电厂 1 000 MW 超超临界二次再热螺旋管圈直流锅炉在不同负荷时上升系统的总压降、流量分配及上下炉膛水冷壁工质汽温进行了计算。计算结果表明: 下炉膛水冷壁流量分配较为均匀, 上炉膛水冷壁呈现出正流量响应特性, 低负荷时工质温度出现“吸热平坦区”, 各面墙中部出口汽温最高。

**关键词:** 二次再热; 部件压力法; 流量分配; 正流量响应

中图分类号: TK212. +2 文献标识码: A

DOI: 10.16146/j.cnki.rndlgc.2016.08.013

## 引言

近年来, 随着我国经济发展对电力需求快速增加, 使得对煤炭的消耗日愈剧增。然而, 当前燃煤发电技术面临着资源、环境和气候变化的挑战, 探索和推广高效清洁的煤电技术是解决未来煤电发展的主要途径<sup>[1]</sup>。

在不提高当前超超临界机组参数的基础上采用二次再热技术, 可在提高机组热效率的同时, 可有效控制和减少二氧化碳、氮氧化物等的排放量<sup>[2]</sup>。国外对超超临界二次再热机组的研究开展较早, 并已有多个机组投入运行, 具有代表性的为日本川越电厂和丹麦 Nordjylland 电厂, 其较好的运行经济性和可靠性得到了实践检验。我国对这方面的研究起步较晚, 但随着煤炭等化石燃烧成本的升高以及对环境保护的重视, 迫使我国开始考虑采用二次再热技

术, 以进一步提高机组整体效率, 减少燃料的消耗量和燃烧污染物的排放量<sup>[3]</sup>。

超临界锅炉水冷壁水动力特性研究是超临界锅炉的关键技术之一, 在锅炉设计和校核中具有十分重要的意义。很多学者对超临界锅炉水动力特性分析进行了大量研究。图解法是一种广泛使用的手工计算方法<sup>[4]</sup>, 该方法根据总压差特性曲线来确定回路工作点; 董芑提出了一种自然循环锅炉的压差计算方法<sup>[5]</sup>, 推导了压差分析计算方程组, 并详细分析了方程迭代求解过程; 赵振宁提出了一种把锅炉汽水系统中各部件抽象成“抽象管”的计算模型<sup>[6]</sup>, 并以其为单元描述了整个水动力“流量压力”平衡的结构, 给出了自动求解的算法与控制策略; 卢欢采用直接求解流动回路守恒方程的拟牛顿法<sup>[7]</sup>, 对建立的流动网络系统进行了求解; 车得福提出了一种基于部件压力法的计算模型<sup>[8]</sup>, 该模型不需要对锅炉汽水系统进行简化处理; 除此之外, Alstom、Foster Wheeler 和 Siemens 等一些公司均拥有自己的锅炉水动力计算软件, 但未对外公开。

一方面, 二次再热机组比一次再热机组结构更复杂, 锅炉的再热级数和再热蒸汽吸热量增加, 过热受热面的吸热量减少, 合理布置相应的辐射及对流受热面来满足各级吸热量要求具有难度; 另一方面, 二次再热锅炉与一次再热锅炉相比, 主蒸汽流量降低, 水冷壁入口水温提高, 水冷壁壁温和分离器温度相对上升, 对水冷壁的安全稳定运行提出了更高的要求。然而, 目前对超超临界二次再热直流锅炉水动力特性的研究较少, 本研究以泰州二次再热机组为研究对象, 采用部件压力法, 对锅炉水动力特性进行了计算和分析, 为超临界锅炉的设计和校核提供

收稿日期: 2015-08-03; 修订日期: 2016-08-28

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2012BAA12B02)

作者简介: 张威(1988-), 男, 宁夏中卫人, 西安交通大学博士研究生。

通讯作者: 车得福(1962-), 男, 西安交通大学教授。

参考。

### 1 锅炉结构

国电泰州发电厂 1 000 MW 超超临界二次再热直流锅炉引进了美国 ALSTOM 公司超临界锅炉技术并结合上海锅炉厂有限公司燃用神华煤的经验，而设计的超超临界变压运行螺旋管圈直流锅炉。采用了单炉膛、二次中间再热、四角切圆燃烧、平衡通风、塔式露天布置、固态排渣和全钢架悬吊结构。锅炉炉膛尺寸为 21.480 m × 21.480 m。炉膛由管子膜式壁组成，水冷壁下部采用螺旋管布置，上部采用垂直管布置。锅炉上部沿着烟气流动方向依次布置低温过热器和组合式高温受热面，然后将烟道分割成前后烟道。前烟道先后布置一次低温再热器和前烟道省煤器，后烟道布置二次低温再热器和后烟道省煤器。锅炉给水进入省煤器入口集箱，流经省煤器管组汇合在省煤器出口集箱，再由连接管引入水冷壁前后墙入口集箱，然后螺旋进入炉膛四面墙水冷壁进行吸热，经水冷壁过渡连接管引至水冷壁中间集箱混合后再由连接管引出，经过渡段形成垂直水冷壁。此后，四面墙的工质分别流入出口集箱，通过引出管引入汽水分离器。锅炉受热面布置如图 1 所示。

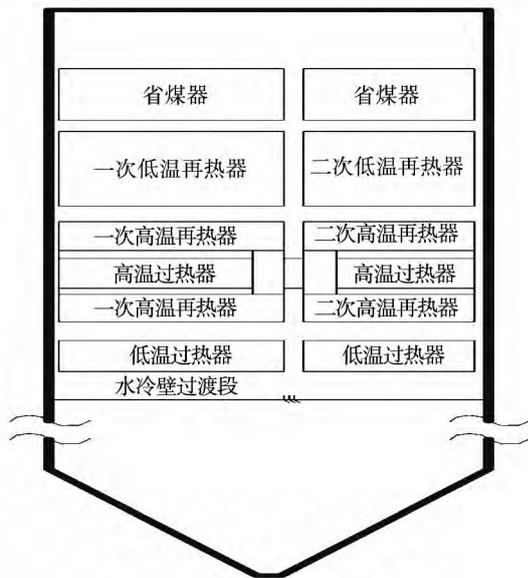


图 1 塔式锅炉受热面布置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the arrangement of heating surfaces

### 2 数学模型

#### 2.1 部件压力法

锅炉汽水系统涉及的部件可分成两类，集箱型部件和管型部件。集箱型部件具有多个进口和出口，包括汇合和分配流体的集箱、汽水分离器等，管型部件只有唯一的进口和出口，包括管组、节流阀等。基于集箱型部件特殊的结构特点，将集箱型部件定义为用于本模型计算的目标部件。目标部件进出口压降  $\Delta p$  表示为

$$\Delta p = p_{in} - p_{out} \tag{1}$$

压降  $\Delta p$  MPa 由摩擦阻力压降  $\Delta p_{mc}$ ，局部阻力压降  $\Delta p_{jb}$ ，加速压降  $\Delta p_{js}$  和重位压降  $\Delta p_{zw}$  四部分组成，可由下式表示

$$\Delta p = \Delta p_{mc} + \Delta p_{jb} + \Delta p_{js} \pm \Delta p_{zw} \tag{2}$$

式(2)中，“±”代表了流体的流动方向，与重力方向相同为负，反之则反。为了便于表述，选取“+”用于公式推导。在亚临界的湿蒸汽区域及超临界压力的大比热区，工质比容剧烈变化使得加速压降增大，尤其是在热负荷较高的管内。因此，需要对  $\Delta p_{js}$  给予考虑。四部分压降  $\Delta p$  可改写为：

$$\Delta p = RG^2 + \bar{\rho}gh \tag{3}$$

式中： $R$ —流动阻力系数， $1/(kg \cdot m)$ ； $G$ —流量， $kg/s$ ； $\bar{\rho}$ —工质的平均密度， $kg/m^3$ 。 $RG^2$ — $\Delta p_{mc}$ 、 $\Delta p_{jb}$ 、 $\Delta p_{js}$ 之和； $\bar{\rho}gh$ — $\Delta p_{zw}$ 的表达式。而单相流动和两相流动中系数  $R$  差别很大，与流体热状态参数有关，计算前未知，需要迭代计算。

为了迭代计算，将式(3)改写为式(4)为压力—流量方程。

$$G = \frac{\Delta p - \bar{\rho}gh}{RG^0} \tag{4}$$

式中： $G^0$ — $G$ 的上次迭代值。

每个部件都需要满足质量守恒，即  $\sum G_{in} = \sum G_{out}$ ，如图 2 所示，假设目标部件分别有  $m$  个入口  $n$  个出口，将第  $i$  个入口定义为  $G_{1-i}$ ，第  $j$  个出口定义为  $G_{0-j}$ 。若系统中存在流体源项，质量守恒方程中需要加入  $G_s$ 。

推导如下：

$$\sum_{i=1}^m G_{1-i} = \sum_{j=1}^n G_{0-j} + G_s \quad (5)$$

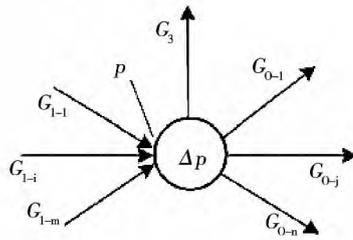


图 2 目标部件质量守恒示意图

Fig. 2 Schematic diagram of target-component mass conservation

将式(4) 带入式(5) 中可得:

$$\sum_{i=1}^m \frac{p_i - \Delta p_i - p - (\bar{\rho}gh)_{1-i}}{R_{1-i}G_{1-i}^0} = \sum_{j=1}^n \frac{p - \Delta p - p_j - (\bar{\rho}gh)_{0-j}}{R_{0-j}G_{0-j}^0} + G_s \quad (6)$$

$\Delta p_{1-i} = p_i - \Delta p_i - p$ ,  $\Delta p_{0-j} = p - \Delta p - p_j$ 。考虑到工质流动方向的影响, 将式(6) 变形为:

$$p \sum_{k=1}^{m+n} \frac{1}{R_k G_k^0} - \sum_{k=1}^{m+n} \frac{p_k}{R_k G_k^0} = [\Delta p \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_{0-j} G_{0-j}^0} - \sum_{i=1}^m \frac{\Delta p_i}{R_{1-i} G_{1-i}^0}] - [\sum_{j=1}^n \text{sgn}(flow)_j \frac{(\bar{\rho}gh)_j}{R_{0-j} G_{0-j}^0} - \sum_{i=1}^m \text{sgn}(flow)_i \frac{(\bar{\rho}gh)_i}{R_{1-i} G_{1-i}^0}] - G_s \quad (7)$$

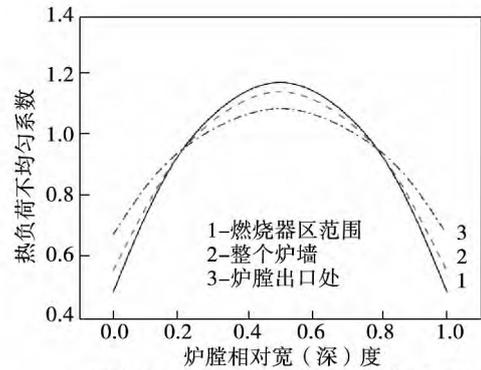
式中:  $p$ 、 $p_k$ —目标部件和相邻部件的进口压力, MPa;  $\Delta p$ 、 $\Delta p_i$ —目标部件和上游相邻部件的压降, MPa。式(7) 中, 左侧为目标部件和相邻部件压力项, 右侧分别为目标部件的附加压力项、重力压降项及流体源项。最终推导得到的式(7) 为部件压力方程组<sup>[8]</sup>。

### 2.2 回路划分法

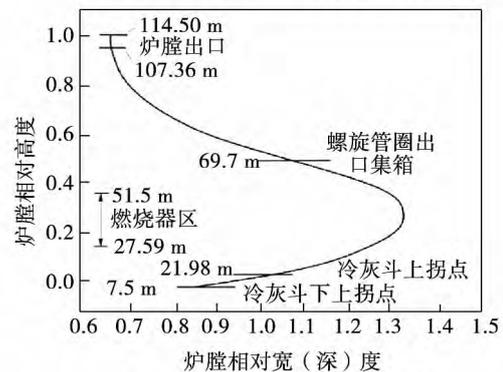
在锅炉汽水回路划分之前需要选取合适的热负荷分布曲线。根据锅炉燃烧器布置方式、排渣方式等确定了炉膛热负荷不均匀系数, 如图 3 所示。沿炉膛宽(深)度方向热负荷分布呈现中间高两侧低, 沿炉膛高度方向在燃烧器区域热负荷达到最大值。

锅炉炉膛呈正方形, 每面墙划分的回路数均相同。各回路中的管子根数划分原则为<sup>[9]</sup>: 根据热负荷沿炉宽、炉深方向的分布特点, 在热负荷变化剧烈

处回路划分较为稠密, 而在热负荷变化平缓处回路划分较为稀疏。这样, 在计算中能充分反映热负荷分布的不均匀性。图 4 为炉膛水冷壁的回路划分示意图。



(a) 沿炉膛宽(深)度热负荷不均匀系数



(b) 沿炉膛高度热负荷不均匀系数

图 3 热负荷不均匀系数

Fig. 3 Heating flux coefficient

## 3 计算结果分析

### 3.1 系统压降

从水冷壁入口集箱到汽水分离器之间的压降称为上升系统压降, 包括下炉膛水冷壁压降、上炉膛水冷壁压降及各部分连接管压降。水冷壁压降的计算值如表 1 所示。

从表 1 可以看出, 相较于上炉膛水冷壁, 下炉膛水冷壁压降占主蒸汽压降的份额较大, 随着负荷的降低, 比例不断增加。这是由于螺旋管圈水冷壁以小倾角围绕炉膛周界上升, 质量流速高, 螺旋长度大, 致使流动阻力较大, 使得压降要比垂直水冷壁大。而随着负荷的降低, 流动工质从过热状态变为饱和状态, 工质的比容不断减小, 使得流动压降和重

位压降都有所增加。另一方面,随着运行负荷的降低,下炉膛水冷壁与上炉膛水冷壁压降之比减小,认为这是由于在低负荷情况下,重位压降对主蒸汽压降的影响要比流动压降更为显著。

表 1 水冷壁压降计算值

Tab. 1 Pressure drop of water wall

工况	主蒸汽压降/MPa	下炉膛占主蒸汽压降比例/%	上炉膛占主蒸汽压降比例/%	下炉膛压降/上炉膛压降
BMCR	4.05	37.41	8.76	4.27
THA	3.76	38.58	9.17	4.21
75% THA	3.69	37.36	9.03	4.14
50% THA	2.02	45.60	12.67	3.60
30% THA	1.00	59.92	17.43	3.44

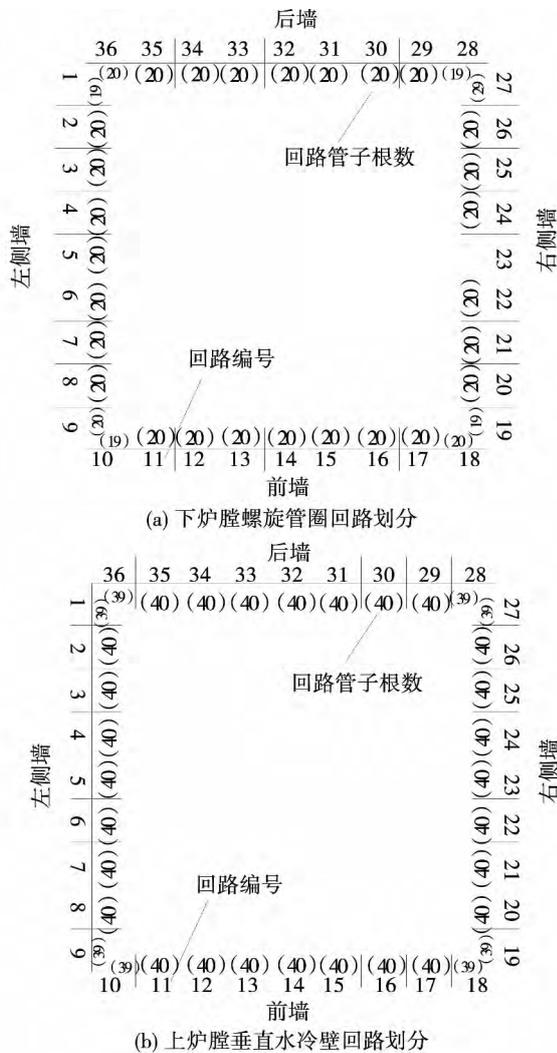


图 4 炉膛水冷壁回路划分示意图

Fig. 4 Schematic diagram of furnace water wall

### 3.2 流量分配

由于炉膛下部为螺旋管圈水冷壁,各根管以相同的上升倾角和结构尺寸盘绕炉膛周界上升,所以对炉膛燃烧或局部结渣引起的热负荷偏差不敏感,各根管受热均匀,使得下炉膛水冷壁各根管流量偏差不大。

不同工况下,炉膛上部垂直水冷壁流量分布如图 5 所示。由图 5 可以看出,垂直水冷壁各面墙均有明显的流量偏差,流量分配呈现出正流量响应特性。左侧墙、前墙、右侧墙和后墙都是中间位置受热最强,质量流速最大。较之于 BMCR(最大负荷)工况下的垂直水冷壁流量分配,75% THA(负荷)工况下的水冷壁流量分配要均匀。这是由于管内工质在受热过程中,工质重位压降的减小量大于摩擦压降的增加量,从而导致管内总阻力减小,质量流速增大所致。由管间热负荷偏差引起的正流量响应特性,能够很好地抑制管间的壁温差异,从而减小热应力对水冷壁管的破坏作用。而当管内工质远离大比热区域或者干度较大时,工质重位压降减小的趋势变缓,此时垂直并联管组的自补偿特性弱化<sup>[10]</sup>。

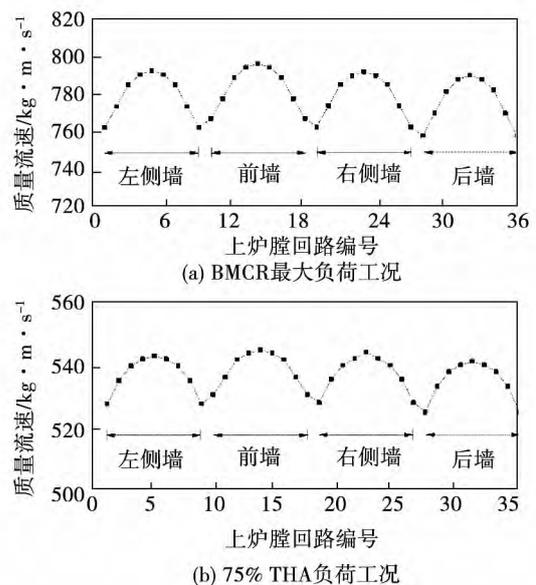


图 5 BMCR,75% THA 工况下炉膛垂直水冷壁流量分配

Fig. 5 Flow distribution of vertical water wall under BMCR,75% THA loads

### 3.3 水冷壁工质温度

不同工况下垂直水冷壁工质温度如图 6 所示。由图 6 可知, 在 75% 负荷工况以下运行时, 沿流动方向工质温度先保持不变, 然后单调增加, 并随着运行负荷的降低, 温度基本保持不变的“吸热平坦区”有所扩大。这是由于在低负荷工况下, 工质经历湿蒸汽区, 在此区域内工质温度与压力呈单调性, 而压力越低, 工质的汽化潜热越大, 当跨过“吸热平坦区”之后, 工质温度继续上升。在 BMCR、THA、75% THA 工况下, 由于工质为超临界状态, 在整个水冷壁加热过程中, 均未出现湿蒸汽区。

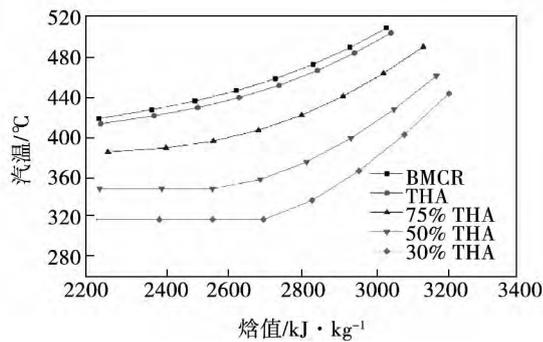


图 6 不同工况下上炉膛水冷壁工质温度  
Fig. 6 Working fluid temperature of upper water wall under various loads

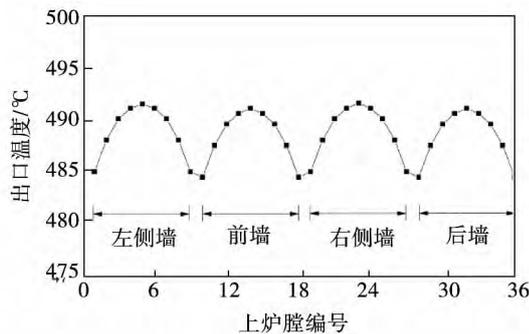


图 7 BMCR 负荷时上炉膛水冷壁出口汽温  
Fig. 7 Outlet steam temperature of upper water wall under BMCR load

BMCR 负荷时上炉膛水冷壁出口汽温如图 7 所示。由图可知, 垂直水冷壁各面墙出口汽温均为中间管组工质汽温最高, 炉膛墙角管组工质出口汽温最低, 工质汽温计算值的最大值 491.5 °C, 最小值 484.7 °C, 平均值 488.1 °C。水冷壁出口汽温分布规律与炉膛热负荷的分布规律一致, 即吸热强的

管组出口汽温偏高, 吸热弱的管组出口汽温偏低。在 BMCR 负荷下, 并联管组最大吸热偏差为 131.72 kW。

## 4 结 论

针对超超临界二次再热直流锅炉水冷壁结构特点, 根据质量守恒、动量守恒和能量守恒定律, 建立了超临界二次再热直流锅炉水冷壁的水动力计算数学模型。在此基础上, 对泰州电厂 1 000 MW 超超临界二次再热螺旋管圈直流锅炉在不同负荷时水冷壁总压降、流量分配及上下炉膛水冷壁工质温度进行了计算。螺旋水冷壁压降占主蒸汽压降的份额较大, 随着运行负荷的降低, 份额不断增加, 下炉膛水冷壁与上炉膛水冷壁压降之比有所减小。螺旋管圈水冷壁流量分配较为均匀, 垂直水冷壁各墙均呈现出正流量响应特性, 低负荷时工质温度出现“吸热平坦区”, 各面墙中部出口汽温为最高。由此表明, 所建立的 1 000 MW 超超临界二次再热直流锅炉水动力计算模型和所开发的程序是正确可靠的, 可用于实际工程计算, 为超临界锅炉的设计和校核提供参考。

### 参考文献:

- [1] 蒋敏华, 黄 斌. 燃煤发电技术发展展望[J]. 中国电机工程学报, 2012, 32(29): 1-8.  
JIANG Min-hua, HUANG Bin. Prospects of coal-fired power generation technology development [J]. Proceedings of the CSEE, 2012, 32(29): 1-8.
- [2] 高昊天, 范浩杰, 董建聪, 等. 超超临界二次再热机组的发展[J]. 锅炉技术, 2014, 45(4): 1-4.  
GAO Hao-tian, FAN Hao-jie, DONG Jian-cong, et al. Development of ultra supercritical unit with double reheat cycle [J]. Boiler Technology, 2014, 45(4): 1-4.
- [3] 张方炜, 刘原一, 谭厚章, 等. 超临界火力发电机组二次再热技术研究[J]. 电力勘测设计, 2013, 15(2): 34-39.  
ZHANG Fang-wei, LIU Yuan-yi, TAN Hou-zhang, et al. Study of secondly reheat technique of supercritical fire power generators [J]. Electric Power Survey & Design, 2013, 15(2): 34-39.
- [4] 车得福, 庄正宁, 李 军, 等. 锅炉[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2008: 451-454.  
CHE De-fu, ZHUANG Zheng-ning, LI Jun, et al. Boilers [M]. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Press, 2008: 451-453.
- [5] 董 芑, 徐艳英, 兰日华. 自然循环锅炉水动力回路分析法[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2007, 39(3): 462-466.

DONG Peng ,XU Yan-ying ,LAN Ri-hua. Loop analysis method for the numerical calculation of hydrodynamic characteristic of boiler with natural circulation [J]. Journal of Harbin Institute of Technology 2007 ,39( 3) : 462 - 466.

[6] 赵振宁. 水力计算的通用模型 [J]. 华北电力技术 2004 ,34( 12) : 1 - 4.

ZHAO Zhen-ning. Universal model for hydrodynamic calculation [J] ,North China Electric Power 2004 ,34( 12) : 1 - 4.

[7] 卢欢,杨冬,周旭等. 超临界直流锅炉水冷壁压降及出口汽温计算 [J]. 西安交通大学学报 2011 ,45( 1) : 38 - 42.

LU Huan ,YANG Dong ,ZHOU Xu ,et al. Calculation of pressure drop and outlet steam temperature of water wall pipes for supercritical once-through boiler [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University , 2011 ,45( 1) : 38 - 42.

[8] 车得福,闫凯,吉平等. 一种锅炉水力通用设计和校核的方法 [P]. 200710017379.7 2007 - 02 - 06.

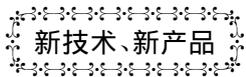
CHE De-fu ,YAN Kai ,JI Ping ,et al. A universal design and evaluation method of boiler hydrodynamics [P]. 200710017379.7 , 2007 - 02 - 06.

[9] 张魏静,杨冬,黄莺等. 超临界直流锅炉螺旋管圈水冷壁流量分配及壁温计算 [J]. 动力工程 2009 ,29( 4) : 342 - 347.

ZHANG Wei-jing ,YANG Dong ,HUANG Ying ,et al. Calculation on flow rate distribution and wall temperature of waterwall with spiral tube coils of supercritical once-through boilers [J]. Journal of Power Engineering 2009 ,29( 4) : 342 - 347.

[10] ZHU Xiao-jing ,BI Qin-cheng ,SU Qian-hua ,et al. Self-compensating characteristic of steam-water mixture at low mass velocity in vertical upward parallel internally ribbed tubes [J]. Applied Thermal Engineering 2010 ,30( 16) : 2370 - 2377.

( 姜雪梅 编辑)



## 2015 机械驱动用燃气轮机装置的价格

《Gas Turbine World》2014 ~ 2015 年年度手册发布了机械驱动用燃气轮机装置的价格。

GTW 发布的机械驱动用燃气轮机装置的价格是根据被设计成只使用天然气燃料(不是双燃料)运行的标准的筒装成套装置。

该价格指的是美元支付的离岸价。并且它们仅包括设备;不包括运输、工程、安装和选项。

OEM(原设备制造者)的范围

标准的供应范围包括燃气轮机、减速齿轮箱(在需要时)、进气过滤器、辅助系统。并且对于较新的燃气轮机设计,干式低 NO<sub>x</sub> 燃烧室:

- 成套机组

撬装的单燃料燃气轮机,输出驱动轴联轴节,启动电动机(电力的或液压的)和滑油系统。

- 输出齿轮箱

平行轴齿轮箱通常是应用于航改型机组的标准;行星齿轮箱更紧凑和有效,但是增加了价格。(大多数重型燃气轮机是直接传动。)

- 进口和出口

进口空气过滤器,管道和消音器加管道,消音器和烟囱,脉冲射流清洗;空气进口激冷和用于功率增加的喷水或减温器不包括。

- 辅助系统

振动监测系统,压气机清洗系统,速度和温度测量仪表,自动数字控制系统,典型地包括变速运行和防火系统。

表列了机械驱动用燃气轮机的价格,包括燃气轮机型号、额定功率、热耗率、效率、预算的装置价格和每轴马力装机容量的价格。

如同简单循环装置价格那样,燃气轮机的功率越小,效率越低,每轴马力装机容量的价格越高。燃气轮的功率越大,效率越高,每轴马力装机容量的价格越低。

( 吉桂明 摘译,徐立民 提供)

The combustion experiments of the Wucaiwan raw coals and the sol-treated coals were conducted. The contents of sodium contained in the raw coals and the coal ashes were measured respectively. The emission behaviors of the sodium contained in the raw coals and the treated coals during combustion and the influence of colloid additive were determined. Some of the coal ashes were examined by XRD. Results show that the emission of sodium increases with temperature, and the emission of sodium reach the maximum at 1 100 °C. The results of XRD show that adding appropriate amount of silica sol can transform the volatile sodium into sodium aluminum silicate to reduce the emission of sodium in wucaiwan coal during combustion. When the combustion temperature is 800 °C, adding appropriate amount of aluminum sol can also transform the volatile sodium into sodium silicate to reduce the emission of sodium in wucaiwan coal during combustion. However, when the combustion temperature is 1 000 °C, after adding aluminum sol to the corresponding sample, there are kaolinite and other substances generated rather than sodium aluminum silicate in the coal ashes. **Key words:** wucaiwan coal, sodium, combustion, colloid additive, emission behavior

超超临界二次再热直流锅炉水冷壁水动力特性研究 = **Research on Thermal hydrodynamic Performance of Water Wall Pipes for Ultra-supercritical Double Reheat Once-through Boiler** [刊 汉] ZHANG Wei (State Key Laboratory of Multiphase Flow for Power Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, Post Code: 710049), YAN Kai (Shanghai Boiler Works Co., Ltd., Shanghai, China, Post Code: 200245), WANG Huan (School of Environment and Municipal Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an, China, Post Code: 710055), CHE De-fu (State Key Laboratory of Multiphase Flow for Power Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, Post Code: 710049) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2016, 31(8). - 75 ~ 80

The water wall system can be equivalent to a boiler network consisting of pressure nodes and connecting pipe groups, considering the structure feature of ultra-supercritical double reheat once-through boiler. A mathematical model for calculating pressure drop, mass flow rate, and steam temperature was established on the basis of the mass, momentum, and energy conservation laws. Moreover, the thermal hydrodynamic performance of a 1 000 MW supercritical double reheat once-through boiler with spiral tube coils at Taizhou Power Plant was studied under different loads. The results show that the mass flow rate of lower-furnace has a uniform distribution, the mass flow rate of upper-furnace presents the positive flow response characteristics, the steam temperature undergoes the endothermic flat area, and the outlet steam temperature in middle wall of different furnaces is the highest. **Key words:** Double reheat, component-pressure method, mass flow distribution, positive flow response

660 MW 机组 SCR 喷氨策略的模拟研究 = **Simulation Study on SCR Injection Strategy of 660 MW Unit** [刊 汉] ZHAO Da-zhou, LI Yun-chao, ZHENG Wen-guang, HE Sheng (Huadian Electric Power Research Institute, Hangzhou Zhejiang, China, Post Code: 310030) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2016, 31(8). - 81 ~ 86