

# 300 MW 机组滑压运行若干问题的研究

徐宝山<sup>1</sup>, 辛志明<sup>1</sup>, 李国军<sup>2</sup>, 程革新<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨锅炉厂有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150046; 2. 铁岭电厂, 辽宁 铁岭 112000)

**摘要:** 简要介绍了 300 MW 机组定、滑压运行方式的经济性比较, 分析了滑压运行对锅炉内部过程的影响, 并就锅炉滑压运行的限制因素进行了讨论。

**关键词:** 滑压运行; 经济性分析; 限制因素

中图分类号: TM621.2 文献标识码: B

## 1 引言

当前, 电网负荷的峰谷差日益增大, 要求大容量火电机组也参与调峰运行。国内现有的 300 MW 亚临界机组都是按基本负荷设计的, 不能适应频繁的启停, 因此通常采用低负荷调峰方式。

众所周知, 滑压运行方式在低负荷下具有较好的经济性, 并使汽轮机各部件承受较低的热应力, 因此调峰运行就有必要改变传统的定压运行方式, 寻求滑压运行的优化方式。但滑压运行时, 由于主汽压力较大的变化, 对锅炉内部过程产生了复杂的影响。一些电厂在探索滑压运行规律时也证实, 滑压调峰运行的能力主要受到锅炉运行安全性的限制。

## 2 定滑压运行方式的经济性比较

铁岭电厂于 1998 年 4 月, 在 300 MW 亚临界自然循环锅炉机组上进行了定滑压运行方式的优化试验, 对四种汽轮机负荷调节方式进行了比较<sup>[1]</sup>, 即:

单阀定压运行—在变负荷时六个调节阀同步开启或关小;

顺序阀定压运行—各调节阀在负荷变化时依次开启或关小;

复合变压运行—顺序阀定压运行和四阀开启的滑压运行相结合;

三阀滑压运行—在低负荷下采用三阀开启的滑压运行方式。

经济性比较试验按 GB8117—87 标准进行。根据实测数据计算出各种运行方式下汽轮机的经济性指标。

### 2.1 高压缸效率

图 1 为各种运行方式下汽轮机高压缸效率与负荷的关系曲线。

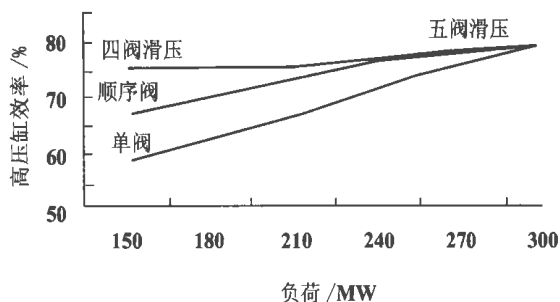


图 1 高压缸效率与负荷的关系曲线

单阀定压运行时, 在额定负荷以下主蒸汽要受到不同程度的节流损失, 而顺序阀调节在负荷变化

收稿日期: 2001-03-12; 修订日期: 2001-04-24

作者简介: 徐宝山(1964—), 男, 辽宁朝阳人, 哈尔滨锅炉厂有限责任公司副总工程师, 锅炉研究所所长。

[2] 徐春荣. 引进机组再热器布置方式的技术经济比较[J]. 电站系统工程, 1997, 13(5): 18—19.

[3] 张圣伟. 燃烧器摆动结构的设计和改造[J]. 锅炉技术, 1997, 28(7): 17—21.

[4] 李道林. 国产电站锅炉再热汽温调节实用技术探讨[J]. 动力工程, 1999, 19(1): 17—22.

[5] 刘林华. 电站锅炉汽温问题的现状及应采取的对策[J]. 热能动

力工程, 1996, 11(5): 297—300.

[6] 浙江大学热能工程研究所. 摆动式燃烧器锅炉试验研究[J]. 电站系统工程, 1995, 11(3): 38—42.

[7] 吕薇. 电站燃煤锅炉对流受热面的安全烟速计算方法[J]. 节能技术, 1995(6): 10—12.

(何静芳 编辑)

时只有部分蒸汽在未全开的阀内受到节流, 只有滑压运行时没有调节阀的节流损失。滑压运行时主汽压力随着负荷的降低而降低, 但汽轮机调节级汽温大致沿等温线移动, 于是蒸汽比容变大, 使得进入高压缸的蒸汽容积流量基本不变。负荷由 100% ECR 降至 50% ECR 时, 高压缸效率仅降低的 5%, 而顺序阀运行降低了 13%, 单阀运行降低了 20%。

此外, 在高负荷下顺序阀定压运行和五阀滑压运行的高压缸效率的降低都很小, 而且十分接近, 只有在较低负荷下滑压运行的优越性才显现出来。

## 2.2 给水泵功耗

由于滑压运行在低负荷下主蒸汽压力降低, 相应给水压力也随之降低, 于是给水泵的功耗减小。图 2 给出了各种运行方式下给水泵的功率。试验结果表明: 单阀和顺序阀定压运行时给水泵的功耗较大, 滑压运行时给水泵的功耗降低, 负荷越低, 两者的差距越大。

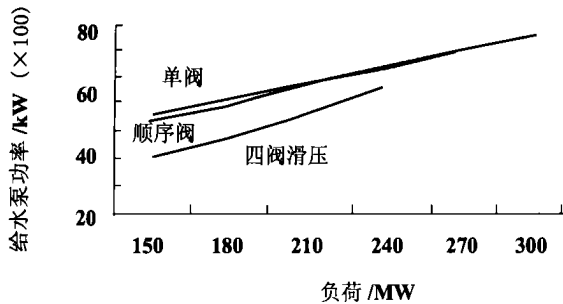


图 2 给水泵功率与负荷的关系曲线

## 2.3 汽轮机热耗和机组的供电煤耗

如前所述, 滑压运行时, 低负荷下汽轮机高压缸的效率提高, 保持再热汽温在额定值的负荷范围扩大, 同时给水泵的功耗减小, 因此, 在部分负荷下滑压运行的经济性要优于定压运行。

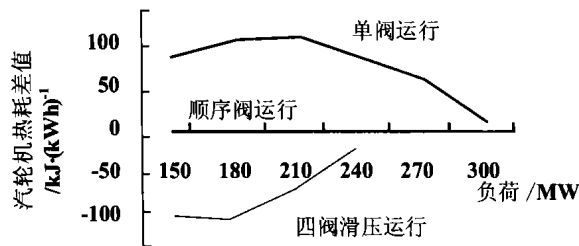


图 3 不同运行方式下汽轮机热耗的比较

图 3 给出了单阀定压运行和四阀滑压运行与顺序阀定压运行之间汽轮机热耗的比较。可见, 在额

定负荷下, 单阀与顺序阀定压运行汽轮机的热耗接近。随着负荷的降低, 两者热耗的差值增大, 但在负荷低于 180 MW 时, 差值又有所减小。同样, 在低负荷下, 四阀滑压的汽轮机热耗要比顺序阀运行低, 且随着负荷的降低经济性越好, 但在 180 MW 负荷以下, 经济性的改善也受到限制。

根据汽轮机热耗, 结合实测的厂用电率计算出机组的供电煤耗。计算结果表明: 在 150 ~ 210 MW 负荷范围内四阀滑压运行的供电煤耗比顺序阀定压运行降低 3 g/(kWh) 左右。根据定滑压运行经济性分析结果, 作出了汽轮机负荷在 300 ~ 250 MW 时采用顺序阀定压运行方式, 250 ~ 150 MW 时采用四阀滑压运行, 150 MW 以下采用单阀调节的推荐。

## 3 滑压运行对锅炉内部过程的影响

滑压运行时, 由于主汽压力和再热器进口汽温发生了与定压运行不同的变化, 因而对锅炉内部过程产生不同的影响。表 1 给出了定压和滑压运行试验参数的比较。

### 3.1 汽温汽压特性

由表 1 可见, 机组从 85% ECR 至 50% ECR 负荷范围内滑压运行时, 主汽压力从亚临界参数降到了高压参数。而再热蒸汽压力, 无论是定压运行还是滑压运行, 随负荷降低的趋势基本是一致的。

在 100% ECR 至 50% ECR 负荷范围内维持过热汽温在额定值, 对于定压和滑压运行都不是很困难, 但对再热汽温而言, 定压运行时由于高缸排气温度下降了近 40 °C, 再热器的焓增相应增加了 13%, 因而在低负荷下维持再热汽温比较困难, 此时运行应将燃烧器向上摆动, 以提高燃烧中心。而滑压运行时由于负荷降低时高缸排汽温度基本不变, 所以再热汽温可以在更宽的负荷范围内维持额定值。

### 3.2 过热器焓增比例的变化及喷水量

滑压运行时, 由于主汽压力下降, 它的焓值增大, 同时又由于锅筒压力的降低, 饱和蒸汽的焓值也增大, 而且比过热蒸汽的焓值增加得更多。因此, 过热器焓增占一次汽总焓增的比例随着负荷的降低而下降, 而且下降得比定压运行时大, 图 4。过热器焓增占一次汽总焓增比例的降低意味着过热汽温有升高的趋势, 具体反应在过热器喷水量的增加。

### 3.3 再热器焓增的变化

如前所述,定压运行时汽轮机高压缸排汽温度随着负荷的降低而下降,而滑压运行时则基本保持不变。因此,在同一负荷下,滑压运行时再热器入口汽温比定压运行时高,再热器所吸收的热量减少,再热器焓增在折算锅炉总焓增的份额也随着负荷的下降而下降。在这种情况下,滑压运行低负荷时,可将燃烧器向下摆,这对防止过热器和再热器超温都有利。

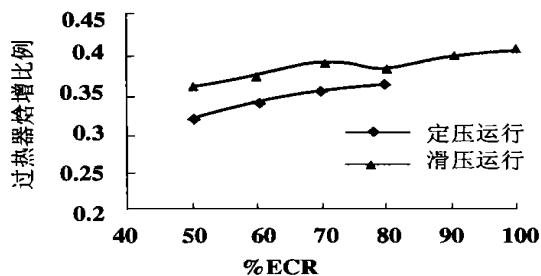


图4 过热器焓增比例与负荷的关系

表1 定滑压运行试验参数的比较

	300 MW		270 MW		240 MW		250 MW		210 MW		180 MW		150 MW	
	定压	定压	定压	定压	定压	滑压	定压	滑压	定压	滑压	定压	滑压	定压	滑压
发电功率/MW	289.31	269.66	234.95	250.93	209.47	208.41	179.12	179.68	147.82	150.69				
过热蒸汽压力/MPa	16.18	16.27	16.13	15.15	16.69	14.32	16.88	12.2	16.73	10.45				
过热蒸汽温度/°C	533.7	534.6	532.9	536.5	535.9	536.4	535.3	538.3	541.7	535.6				
过热蒸汽焓/kJ·kg <sup>-1</sup>	3390.8	3392.3	3389.4	3410.4	3391.3	3419.3	3387.3	3447.3	3407.1	3459.4				
锅筒压力/MPa	18.41	18.34	17.84	16.91	18.26	15.75	17.93	13.43	17.24	11.48				
饱和蒸汽焓/kJ·kg <sup>-1</sup>	2497.5	2497.8	2521.9	2554.6	2503.8	2590.2	2517.1	2652.3	2542.2	2695.7				
过热器焓增/kJ·kg <sup>-1</sup>	893.3	894.5	867.5	855.8	887.5	829.1	870.2	795.0	865.2	763.7				
给水压力/MPa	19.47	19.57	18.36	17.76	18.44	16.24	18.22	13.95	17.73	11.93				
给水温度/°C	269.0	264.3	255.63	260.7	248.14	248.6	239.0	240.9	228.9	232.0				
给水焓/kJ·kg <sup>-1</sup>	1177.3	1154.5	1113.1	1137.4	1077.8	1079.9	1035.3	1043.3	988.8	1001.5				
总焓增/kJ·kg <sup>-1</sup>	2213.5	2237.8	2276.3	2273.0	2313.5	2339.4	2352.0	2404.0	2418.6	2457.9				
定压与滑压总焓增之差/kJ·kg <sup>-1</sup>						-25.9		-52.0						
过热焓增占总焓增的比例	0.404	0.4	0.381	0.377	0.384	0.354	0.370	0.331	0.358	0.311				
高缸排汽压力/MPa	3.97	4.0	3.18	3.45	2.84	2.84	2.46	2.46	2.05	2.10				
高缸排汽温度/°C	341.12	342.2	321.5	338.9	314.04	329.2	304.27	335.0	302.57	335.4				
高缸排汽焓/kJ·kg <sup>-1</sup>	3073.3	3075.3	3044.3	3080.5	3035.2	3072.0	3022.1	3094.6	3029.8	3103.7				
再热蒸汽压力/MPa	3.57	3.60	2.88	3.11	2.57	2.57	2.24	2.24	1.87	1.92				
再热蒸汽温度/°C	532.6	535.3	528.8	540.1	523.6	536.5	522.4	538.3	529.9	538.9				
再热蒸汽焓/kJ·kg <sup>-1</sup>	3523.3	3529.1	3521.9	3544.8	3513.4	3542.2	3514.1	3549.4	3535.4	3553.8				
再热器焓增/kJ·kg <sup>-1</sup>	450.0	453.8	477.6	464.3	478.2	470.2	492.0	454.8	304.6	450.1				
过热减温水流量/t·h <sup>-1</sup>	18.11	22.69	28.9	46.73	45.84	60.08	50.59	63.39	48.35	60.49				
再热减温水流量/t·h <sup>-1</sup>	5.98	6.4	1.81	2.8	0	0	0	2.6	0	0				
过热蒸汽流量/t·h <sup>-1</sup>	938.1	871.8	752.3	806.2	678.3	661.4	590.1	525.6	491.6	494.9				
再热蒸汽流量/t·h <sup>-1</sup>	769.5	723.5	628.6	678.5	573.7	561.7	504.0	497.6	424.1	430.0				
再热过热汽量之比/kJ·kg <sup>-1</sup>	0.820	0.829	0.836	0.846	0.846	0.849	0.854	0.865	0.863	0.869				
折算锅炉总焓增/kJ·kg <sup>-1</sup>	2582.5	2614.5	2675.6	2718.1	2718.1	2738.6	2772.2	2792.4	2854.1	2849.0				
再热焓增占总焓增的比例	0.174	0.174	0.178	0.172	0.176	0.172	0.177	0.163	0.177	0.153				

注:定压运行方式为顺序阀方式,滑压运行250MW为五阀运行,其余为四阀滑压。

### 4 滑压运行的主要限制因素

对于低负荷调峰方式,通常希望有较大的调峰幅度和较高的变负荷速率。在一般情况下,最低负荷主要受燃烧稳定性的限制,与滑压运行方式并无直接关系。此外是循环系统的水动力安全性。滑压降负荷时,在负荷的降低和压力的降低两个因素的综合作用下,循环流速的变化不大,水循环是安全的。

运行实践表明,定压运行时机组的变负荷速率主要受汽轮机热应力的限制,而滑压运行时关键在锅炉,要考虑的问题主要是厚壁部件的低周疲劳损

耗和过热器的温度工况。

由表1可见,当机组从250MW至150MW负荷范围内滑压运行时,锅筒压力由16.9MPa降至11.48MPa,相应饱和温度由352°C降至321°C。通常锅筒内壁温度随饱和温度变化,而外壁温度变化较小,因而锅筒内外壁的温差大,上下温差小,造成锅筒低周疲劳损耗。根据CE公司的推荐,饱和温度的极限允许变化率为2.7°C/min。如果取允许的饱和温度变化率为2.5°C/min,那么可以推算出根据锅筒低周疲劳损耗确定的滑压运行的允许负荷变化率为2.7%ECR/min,而短时间的允许负荷变化率可以达到3%ECR/min。

图5和图6示出了铁岭电厂300MW机组在

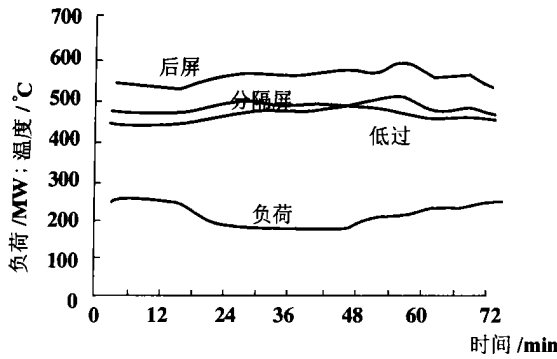


图 5 投 B、C、D 磨时负荷与温度曲线

85%ECR 至 55%ECR 负荷范围内以 1.5% ECR/min 速率滑压升降负荷时投 B、C、D 磨和投入 A、B、C 磨, 分隔屏、后屏和低过过热器的温度工况<sup>[2]</sup>。由图 5 和图 6 可见, 在投 B、C、D 磨时, 在低负荷下滑压升负荷时出现了“超温”现象, 而在投 A、B、C 磨时, 由于燃烧中心降低, 过热器温度工况是安全的。

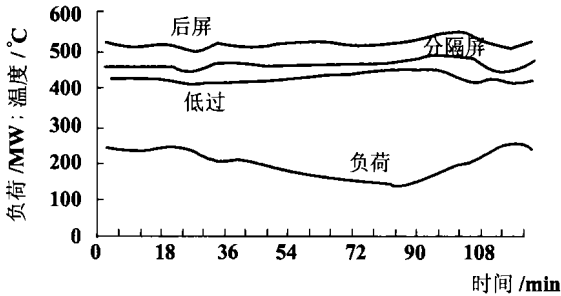


图 6 投 A、B、C 磨时负荷与温度曲线

在滑压升负荷初期, 投入炉膛燃料的放热, 一方面用于工质的升温升压, 另一方面还用于增加金属的蓄热。由于低压下蒸发潜热较大和锅炉具有较大的蓄热能力, 所以开始升温时, 实际投入炉膛的燃料量要超过同一负荷下不考虑金属蓄热的设计计算燃料量, 从而造成炉膛出口烟温和烟气量急剧增加。由于过热器吸热的增加比通过它的工质流量的增加要快, 热负荷的增加和工质冷却能力的不匹配使得管壁温度升高。同样, 在滑压降负荷过程中, 由于金属蓄热的释放和炉膛热负荷的降低滞后于蒸汽流量的减少, 也引起管壁温度的升高。所以, 过热器的温度工况成为提高机组允许负荷变化率的主要限制因素。

应当指出的是, 这里所说的超温是指这些过热器区段炉外监测点的壁温超过了制造厂给出的相应的报警温度, 而这些报警温度是依据 MCR 工况的设

计参数计算得出的。在滑压运行时, 由于运行参数的变化, 报警温度值也相应变化。表 2 给出了根据实测运行参数计算得出的不同负荷阶段各级受热面的报警温度值。由表 2 可见, 在滑压运行负荷下的报警温度比额定负荷下的报警温度有所提高, 这意味着允许有较高的负荷变化率。

表 2 不同负荷阶段各级受热面的报警温度 °C

受热面名称	MCR	150 MW	180 MW	210 MW
低温过热器	473	509	514	496
后屏	565	579	591	589
分隔屏	484	519	529	513
末级过热器	584	599	602	605

此外, 在滑压升负荷过程中, 随着负荷的升高, 超温现象逐渐消失。这是因为: 随着负荷的增加, 运行压力逐渐提高, 此时用于增加金属蓄热的热量减少, 蒸发吸热的份额也减少, 实际投入的燃料量与设计计算燃料量逐渐接近, 过热器的吸热和工质的冷却能力趋于新的平衡。所以在不同的负荷阶段, 应有不同的允许负荷变化率。

总之, 由于燃料种类、结构形式、运行方式、汽温调节手段的差异, 对于不同类型和容量的机组, 允许负荷变化率是不同的。即使同类机组, 通过扩大汽温调节手段的有效范围, 提高初始负荷, 优化运行方式等, 也可以提高允许负荷变化率, 但应通过实际运行试验来确定。

## 5 结论

(1) 滑压运行时, 在部分负荷下, 汽轮机高缸效率较高, 给水泵功耗减少, 滑压运行的经济性要优于定压运行。

(2) 对于 300 MW 机组, 提高滑压运行允许负荷变化率的主要限制因素是过热器温度工况, 应通过扩大汽温调节手段的有效范围和优化运行方式来提高允许负荷变化率。

(3) 滑压运行时, 在不同的负荷阶段, 各级过热器的报警温度是变化的。因此, 允许负荷变化率也将是不同的, 应通过实际运行试验来确定。

## 参考文献:

[1] 张敏, 董刚. 铁岭发电厂 4 号机组定滑压运行试验分析报告 [R]. 沈阳: 东北电力科学研究院, 1998.  
 [2] 辛志明. 铁岭发电厂 300 MW 机组变压运行时过热器温度工况的研究 [R]. 哈尔滨: 哈尔滨锅炉厂有限责任公司, 2000.

(何静芳 编辑)

It is noted that pH value and dew point temperature control and the relevant component design of the desulfurization unit are the key factors ensuring the stable and high-efficiency operation of the integrated device. In connection with relevant engineering practice some technical measures are proposed to ameliorate and solve existing issues related to the wet desulfurization method. **Key words:** wet method, desulfurization, dust removal

用于电站热交换管检测的四频涡流检测仪 = **Four-frequency Eddy-current Detecting Device for the Detection Testing of Power Plant Heat Exchange Tubes** [刊, 汉] / LIN Jie-dong (Guangdong Electric Power Testing Research Institute, Guangzhou, China, Post Code: 510600) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17 (2). — 189 ~ 190, 194

The working principles and technical features of a four-frequency eddy-current detecting device are described in detail. Some specific requirements concerning the manufacture of detection coils are also presented. **Key words:** power station, heat exchange tube, eddy current, detection

高压变频技术在火电厂吸风机中的应用与研究 = **Application and Research of High-voltage Frequency Conversion Technology in Thermal Power Plant Induced-draft Fans** [刊, 汉] / ZHANG Zhen-yang (Shengli Power Plant, Dongying, Shandong Province, China, Post Code: 257087), LIU Jun-xiang (Beijing Zhongneng Great Wall Automation Equipment Co. Ltd., Beijing, China, Post Code: 100071), LIN Zun-ji (North China Electric Power University, Baoding, China, Post Code: 071003) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(2). — 191 ~ 194

Based on the analysis of the present operating condition of a thermal power plant induced draft fan and the study of high-voltage frequency conversion technology the authors present a specific example of using a Robicon Perfect Harmony frequency converter for the modification of a thermal power plant induced draft fan. Also described is the control of the power plant main auxiliaries based on the use of high-voltage frequency conversion technology. The usage example cited above has proved that such frequency conversion technology has excellent prospects of applications in the pursuit of energy savings and higher automation control level. **Key words:** high-voltage frequency conversion technology, auxiliary equipment, energy savings, decrease of power consumption

大型机组再热汽温调节手段研究 = **A Study of the Reheat Steam Temperature Regulation Methods for Large-sized Boiler Units** [刊, 汉] / ZHANG Wen-jing, ZHANG Shu-jin, HUANG Yu-ming (Zhejiang Provincial Electric Power Test Research Institute, Hangzhou, China, Post Code: 310014) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(2). — 195 ~ 197

With the electric power market steadily taking shape power plant owners are paying increased attention to the cost-effectiveness of boiler plant operation. In this regard the guarantee of a required reheat steam temperature represents one of the major links in achieving the above-cited aim. Meanwhile, there emerged a variety of problems regarding the methods used for reheat steam temperature regulation. Factors having an influence on the reheat steam temperature regulation are discussed, and the issues relating to the two most widely used methods for temperature regulation addressed. They are the regulation by flue-gas dampers and swinging burners. Based on the test results obtained on boiler No. 8 of Taizhou Power Plant and boiler No. 3 of Beilun Plant the authors give the relationship between the opening degree of two different types of flue-gas damper and the superheater and reheater-side flue-gas speed ratio. **Key words:** reheater, steam temperature, regulation method

300 MW 机组滑压运行若干问题的研究 = **A Study of Some Issues Regarding the Sliding-pressure Operation of a**

300 MW Boiler Unit [刊, 汉] / XU Bao-shan, XIN Zhi-ming (Harbin Boiler Co. Ltd., Harbin, China, Post Code: 150046), LI Guo-jun, et al (Tielin Power Plant, Tielin, Liaoning Province, China, Post Code: 112000) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(2). — 198 ~ 201

The cost effectiveness of the constant pressure operation of a 300 MW boiler unit is compared with that of its sliding-pressure operation. The influence of the sliding-pressure operation on the boiler internal processes is analyzed. In addition, also discussed are the limiting factors of the boiler sliding-pressure operation. **Key words:** sliding-pressure operation, economic analysis, limiting factor

船用主机减速器大齿轮 40CrNiMoA 轮缘的焊接 = **Welding of the 40CrNiMoA Alloy Wheel Rim of a Bull Gear for a Marine Main Steam Turbine Reduction Gear Unit** [刊, 汉] / JI Hai-dong (Shaungyashan No. 1 Power Generation Co. Ltd., Shuangyashan, Heilongjiang Province, China, Post Code: 155136), WANG Qing, XU Tao, et al (Harbin Steam Turbine Works Co. Ltd., Harbin, China, Post Code: 150046) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(2). — 202 ~ 203, 206

Concerning the welding of 40CrNiMoA alloy wheel rim of a bull gear for a marine main steam turbine reduction gear conducted are the analysis and testing of welding procedures, the selection of a welding method and its technological parameters, and the production welding of the bull gear. On this basis a whole set of feasible welding procedures for the bull gear is presented. **Key words:** large-sized gear, welding, automatic welding

蒸汽管网凝结水闭式回收装置原理及应用 = **Working Principle of Model NSQ-20III Condensate Recovery Tank and Its Use** [刊, 汉] / NIE Yue-qiang, HUANG Shi-wei (Fushan City Energy Source Utilization Monitoring Center, Fushan, Guangdong Province, China, Post Code: 528000), CHEN Yong-gen (Fushan Dongya Shareholding Co. Ltd., Fushan, Guangdong Province, China, Post Code: 525000) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(2). — 204 ~ 206

An analysis of Model NSQ-20III condensate recovery tank working principle and its practical use at Dongya Co. prove that the tank is relatively advanced in respect of energy savings and environmental protection when industrial boilers are used. In addition, it also can bring about significant social and economic benefits and is rated as a practical type of patent product. **Key words:** condensate, energy savings, environmental protection

热电站 130 t/h 锅炉蒸汽系统存在的隐患及处理对策 = **Hidden Peril of the Safety Valve System of a Thermal Power Station 130 t/h Boiler and Measures Taken for their Elimination** [刊, 汉] / XE Ke-jun (Zhenhai Petrochemical Refinery Co. Production Department, Ningbo, China, Post Code: 31520) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(2). — 207 ~ 208

An analysis of the abnormal actuation of a U-130/39-1 boiler safety valve installed at the refinery thermal power station of Zhenhai Petrochemical Co. Ltd. has exposed the hidden peril of this type of boiler safety valve system. To cope with this, proper modification measures are proposed. **Key words:** safety valve, hidden peril, countermeasures

75 t/h 锅炉刚性梁振动原因及处理 = **Underlying Causes of the Vibration of a 75 t/h Boiler Rigid Girder and Its Treatment** [刊, 汉] / LIAO Di-yu (Guangzhou Municipal Boiler Inspection Institution, Guangzhou, China, Post Code: 510080) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(2). — 209 ~ 210

The causes leading to the vibration of a boiler rigid girder is analyzed and proper measures for its elimination are presented. **Key words:** boiler, rigid girder, vibration, cause, treatment