

# 俄罗斯全自动化船用辅锅炉装置

徐 岩, 张海燕, 梁海东, 陈文德

(哈尔滨·第七〇三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036)

关 键 词: 船用辅锅炉; 自动化; 构造; 调试

中图分类号: TK223 文献标识码: B

## 1 前 言

俄罗斯现设计建造的各种型号船用辅锅炉装置可用于各种船级和无限航区的船舶, 其辅锅炉装置与西方典型的立式圆筒形、采用针刺管的奥勃 (Al-bory) 和施洛得 (Sunrod) 的船用辅锅炉不同, 沿用俄罗斯传统的圆形炉膛, 通常是光管, 机械基地式自动调节装置。整台锅炉装置平均使用寿命 125 000 h, 锅炉到中修前平均使用寿命 50 000 h, 自动控制和调节装置器件到中修前平均使用寿命 25 000 h, 锅

炉自动控制和调节装置在连续平均寿命期内工作失灵概率为 0.7。辅锅炉装置整体调试方法简单, 由于采用全自动化运行, 操作简便。本文将介绍辅锅炉装置结构、工作方式和调试。

## 2 全自动化辅锅炉装置型号、系列、技术特性及成套性

俄罗斯特种锅炉设计局 (СКБК) 所设计的自动化辅锅炉装置有 KAB、KCB、KBBA 三个系列。KAB、KCB 系列又分 6 种型号, 而 KBBA 系列只有一种型号。KAB 系列辅锅炉装置的技术特性、外形尺寸和重量见表 1。

表 1 KAB 系列辅锅炉装置技术特性

	KAB1.6/7M	KAB2.5/7M	KAB4/7M	KAB6.3/7M	KAB10/7M	KAB16/16M
蒸发量/t·h <sup>-1</sup>	1.6	2.5	4.0	6.3	10	16
蒸汽压力/MPa	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.6
燃油量/kg·h <sup>-1</sup>	124	195	315	503	792	1 311
受热面积/m <sup>2</sup>	47.7	67.9	97.8	129.7	173.3	234
给水温度/°C	50	50	50	50	50	50
炉膛容积热负荷/MW·m <sup>-3</sup>	1.67	1.57	1.89	2.37	2.47	2.9
空气量/kg·s <sup>-1</sup>	0.61	0.965	1.48	2.48	3.9	6.46
锅炉效率/%	83.5	83	83.8	82	79.1	77.5
烟气压力/Pa	2 220	2 225	3 180	2 900	2 775	4 452
锅炉外形 尺寸/mm	宽度	2 222	2 407	2 610	2 780	2 836
	长度	2 590	2 780	3 160	3 630	4 070
	高度	3 250	3 712	3 820	4 350	4 560
质量/t	干重	5.3	6.4	8.2	12.2	12.5
	湿重	6.2	7.6	9.6	13.9	14.8

KCB 与 KAB 相比较区别在于: KCB 锅炉炉膛采用膜式水冷壁结构, 因此完全避免使用耐火材料; 此

外它具备燃用劣质的高粘度燃料 (在 50 °C 时, 燃料粘度不高于 700 mm<sup>2</sup>/s) 的能力。KBBA 系列船用

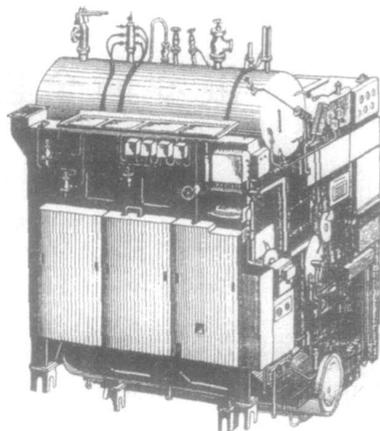
辅锅炉仅有 12/28M 一种型号, 锅炉总蒸发量为 12 t/h, 其中过热蒸汽量为 8 t/h, 压力为 2.6 MPa, 温度为  $340 \pm 10^\circ\text{C}$ ; 饱和蒸汽量为 4 t/h, 汽包压力为 3.0 MPa, 它的负荷变化范围 7%~100%。

按燃用燃料的性质不同, 上述各种型号的船用辅锅炉又区分为液体燃料辅锅炉和气体燃料辅锅炉。

自动化辅锅炉装置成套包括: 锅炉和船体基础连接件、各种阀门、管、自动化装置设备组合撬块; BAV 自动控制箱及操纵板; 电动鼓风机; 给水泵; 电动燃油泵组; 成套备件, 专用工具, 器具和技术文件。

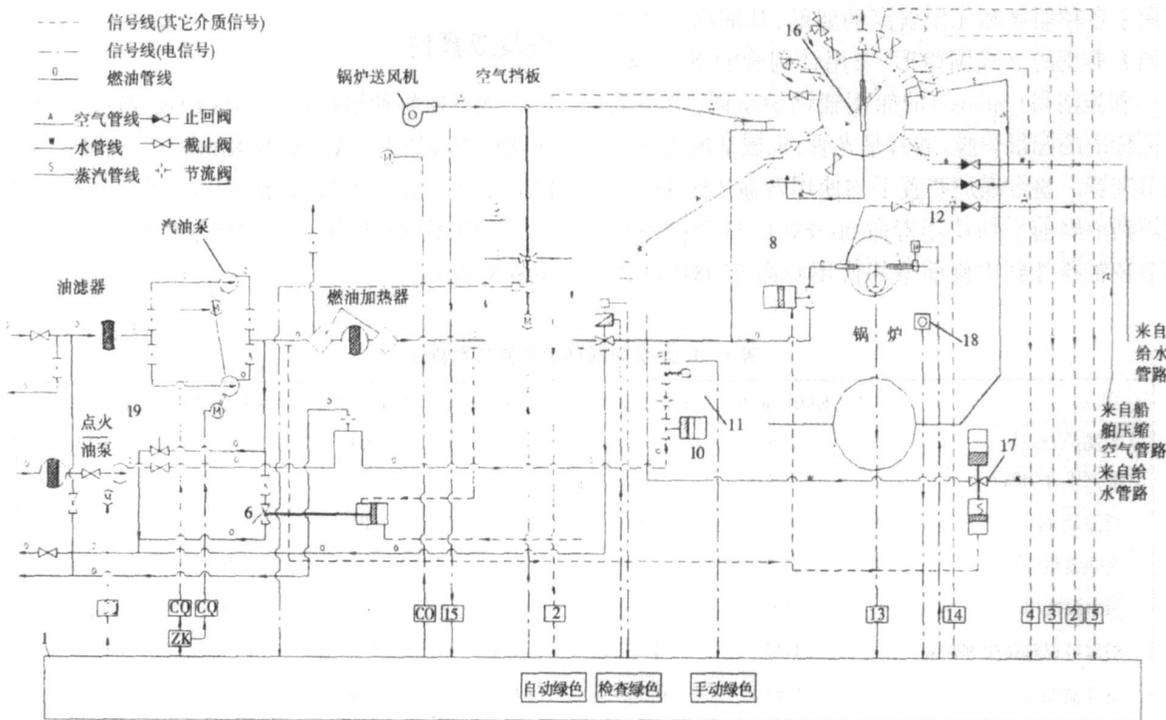
### 3 锅炉结构和工作方式

锅炉型式为立式、双锅筒、自然循环、圆型炉膛、单烟道(分左、右型)锅炉。



锅炉装置的外型结构见图 1 所示。

图 1 辅锅炉装置外形图



1—自动控制箱(BAV), 由电子和电子机械组合的数字式控制电路组成, 是辅锅炉装置实现全自动化的核心装置; 2—蒸汽压力传感器; 3—蒸汽压力调节器接通; 4—两位蒸汽压力调节器; 5—极限蒸汽压力继电器; 6—燃油量调节滑阀后压力降调节器; 7—燃油再循环阀; 8—快速切断阀, 在燃油泵启动时开启, 停泵时快速切断; 9—燃油、空气量比例调节机构, 通过调节其凸轮曲面可以使锅炉在整个负荷运行范围内达到最佳配比关系; 10—定压阀, 使锅炉柴油系统中的油量定为 20% 负荷下的相应油压; 11—截止止回阀; 12—高压点火变压器; 13—火焰检测器; 14—雾化蒸汽压力继电器; 15—锅炉送风压力继电器, 它在锅炉送风量不足时, 发出保护讯号; 16、17—由电脉冲发生器和给水调节阀组成的水位调节器, 只是在燃油泵启动后实现正常调节作用, 停泵时, 能保证调节阀处于全开状态; 18—点火按钮; 19—燃油压差手动调节阀

图 2 KAB16/16M 锅炉装置控制和检测系统原理图

锅炉装置有两种工作方式: 一种是在 0%~20% 负荷范围内通过自动点火燃烧、自动熄火以产

生两级蒸汽压力的方式; 另一种是在 20%~100% 负荷范围内通过比例调节来产生恒定蒸汽压力方

式。

锅炉燃烧是通过配置在其前墙上的一只蒸汽机械雾化喷油器和由切向叶片式空气旋流器及风嘴组成,调风机构匹配以保证雾化油滴和燃烧空气良好混合。当锅炉点火启动时,自动控制装置能保证燃油泵供给喷油器的轻柴油,在燃料开始进入炉膛前,高压电点火器闪出电火花,点燃轻油,并当锅炉生产蒸汽加热重油到需要粘度时,自动切换到重油运行。

锅炉装置的自动调节装置是机械基地式,而自动控制采用电子和电子机械组合的数字式控制电路。全部电路板都按船用条件设计、制造,可抗摇、耐震、抗冲击振动,并抗海雾、油雾、盐雾。自动控制箱(Б АВ)电源为 380 V, 50 Hz 三相交流电,控制系统电源为 220 V, 50 Hz 单相交流电。它可实现无值班人员的锅炉自动运行工作状态、机炉舱中有值班人员的锅炉远程手动运行状态、检查正在运行锅炉和没有运行锅炉报警信号和保护电路的状态。其中无值班人员的锅炉自动运行状态是基本运行状态。

## 4 辅锅炉装置系统和调试

### 4.1 装置系统、控制和检测原理

装置系统、控制和检测原理见图 2。

图 2 所述这些辅锅炉装置器件与 Б АВ 及辅机和服务于主机的自动装置系统有机地连接就能实现本锅炉全自动化运行。图中省略了给水系统管路及设备,也没有表示出燃油粘度调节器。

### 4.2 锅炉装置的调试

#### 4.2.1 锅炉燃烧调试和热态检验

为了在整个负荷运行范围内都有较好的燃烧火焰,不冒黑烟,并获得有 100% 点火成功率,我们采取以下步骤:

(1) 将喷油器、扩散器、点火电极和导风装置之

间相互关系调到最佳位置;

(2) 将锅炉在 20% ~ 100% 负荷运行范围内喷油器前油压调到各点相应的设计值上,实际上就定了锅炉从 20% ~ 100% 负荷下相对应的燃油量;

(3) 将燃油量、空气比例关系凸曲面调到最佳曲面形状。

调试结果应在锅炉运行负荷范围内进行热态燃烧检验。

#### 4.2.2 自动控制系统在锅炉工作状态下调试

由于本锅炉装置的自动调节器是机械基地式,并不进行比例、积分、微分等参数整定,只要自动调节器件完好,安装、连接正确,按辅锅炉装置工艺参数要求进行静态调试和整定后,均能满足锅炉在工作状态下的使用要求即可。

锅炉装置自动点火启动程序控制,在 0% ~ 20% 负荷运行范围内蒸汽压力两位式工作,循环控制。炉膛熄火,汽包水位越限,燃烧空气不足,锅炉汽压越限,燃料雾化品质恶化等条件下热工报警及自动停炉保护都是在 Б АВ 中按类别制成单元插箱式结构,可以根据现场调试中出现故障的性质进行检修并解决。

## 5 结束语

俄罗斯 СББК 所设计、制造的全自动化船用辅锅炉装置可在无限航区中以全自动化方式实现安全可靠工作。该装置设计思路完整,调试简单、直观,体现了一定的设计技术水平,不足的是自动化装置及元器件的自动化程度还相对较低,但是从船用辅锅炉实用性角度,作者认为本装置设计合理,应用及发展前景看好。

(辉 编辑)

## 新 机 组

### 驱动压缩机列的工业 Trent 60DLE 燃气轮机

据《Gas Turbine World》2005 年 7~8 月号报道,去年 Dolphin Energy 公司与 Rolls-Royce 签订一项用于 6 个天然气压缩机列金额为 1.07 亿美元的合同,为把天然气从卡塔尔输送到阿拉伯联合酋长国的海底管线提供前端增压。工业 Trent 60DLE(千式低排放)燃气轮机是迄今为止从航空发动机改型得到的功率最大(52 532 kW)简单循环效率最高(42.9%)的一型发动机。具有如下特点:

启动:在不转动压缩机的情况下可以利用 240 kW 电动机启动,并且在 15 min 内达到满功率输出。

灵活性:能够在 70%~105% 基本负荷功率输出速度下连续运行,以便匹配预定的管道流量要求。

效率:在典型的管线运行情况下,它的高部分负荷效率预期每年可节省燃料费用 430 万美元。

利用率:在 24 h 工作内就可以在现场更换发动机,热部分大修寿命为 25 000 h。

(吉桂明 供稿)