

“Y”型蒸汽雾化油喷嘴在电站蒸汽锅炉和舰艇锅炉中的运用

何佩敖(哈尔滨电站设备成套设计研究所)

〔摘要〕 本文介绍了“Y”型蒸汽雾化油喷嘴的主要特点、结构参数、设计计算方法以及在电站蒸汽锅炉和舰艇锅炉中的运用情况。

关键词 “Y”型喷嘴 结构参数 设计计算 分类号 TK223

1 概述

当前,随着我国国民经济的迅速发展,必须新建更多的大容量蒸汽锅炉燃煤机组,要求电站燃煤锅炉在点火启动、暖炉和低负荷助燃时投入的油喷嘴雾化粒度较细,对负荷调节性能良好,油粒燃烧完全,结构简单,运行维护费用较少。对舰艇动力装置,如发展核动力,系统较复杂、价格昂贵、安全、运行维护费用较高,还必须考虑防污染扩散,一些关键性的技术问题尚需研究解决。如发展常规的燃油蒸汽锅炉,则技术上比较成熟,可靠。对舰艇的动力装置而言,要求则比电站机组蒸汽燃煤锅炉更高,要求船用蒸汽燃油锅炉装置占空间较小,布置紧凑,热效率高,机组有较大的负荷调节能力,可以迅速地适应负荷变动要求,能保证舰艇快速启停,操作简单,便于自动控制。这就要求油喷嘴的调节比大,不论锅炉负荷如何变动,雾化质量都能保持良好,易于实现自动控制,形成的火焰短而宽,实用于炉膛截面较小的锅炉。近年来发展起来的“Y”型蒸汽雾化油喷嘴是利用有一定压力的蒸汽作为雾化介质,使油气混合物加速以便在喷口附近继续膨胀,在喷口处以类

似压力喷射雾化器的方式将油滴破碎雾化。与压力雾化式油喷嘴比较,它的负荷调节范围大、调节性能良好、雾化粒度细、出力大、油压低、汽耗小、噪声小,因而在电站蒸汽锅炉和舰艇锅炉中得到广泛运用。“Y”型蒸汽雾化油喷嘴与其它型式油喷嘴特性比较见表1^{〔1,12〕}。

2 “Y”型蒸汽雾化油喷嘴的特点

“Y”型蒸汽雾化油喷嘴头部典型结构见图1。

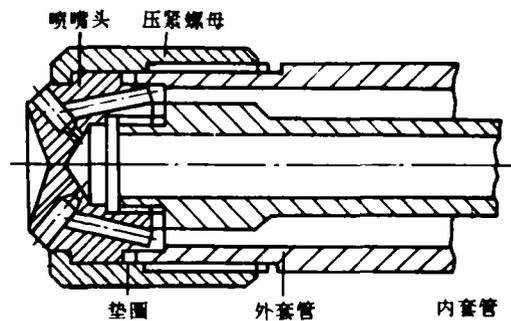


图1 “Y”型蒸汽雾化油喷嘴头部典型结构^{〔7〕}

表 1

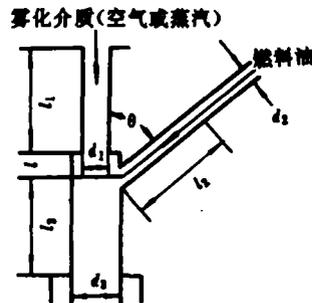
油喷嘴型式		压力雾化油喷嘴		蒸汽雾化油喷嘴			旋杯雾化油喷嘴	
		简单式	回油式	Y 型	蒸汽雾化式 (内混式)	蒸汽压力式		
特 性	单只喷油量 kg/h	120~4000		<6000	1200~1700		<500	
	适用油粘度 ^②	2~4		8~10			<10	
	工作 参数	油压 MPa	2.0~5.0		0.6~2.0	0.4~1.0	>2.0	转杯速度 3000~10000 r/min
		汽压 MPa			0.5~1.3			
	最大调节比 ^②	1:1.4	1:4	1:10			1:5	
	雾化粒度 μm	180~200		<100	<150		200~300	
	雾化角	60°~100°		70°~110°	40°~70°		50°	
特点和适用范围	系统简单,适用于带基本负荷的各种容量锅炉	调节方便,雾化角随回油压力的减小而增大,回油系统较复杂,适用于全自动快装锅炉和大、中容量电站锅炉	调节方便,雾化角不随负荷而改变,汽耗小(≈0.05kg/kg ^①),特别适用于大容量锅炉燃烧器及点火没枪	调节方便,雾化角不随负荷而改变,汽耗大(≈0.1~0.4kg/kg ^①),适用于各种类型锅炉	低负荷时采用蒸汽雾化,高负荷时蒸汽、压力并用	调节方便,适用于全自动快装油炉		

①指雾化每 kg 油的耗汽量。

②调节比—喷嘴稳定工作的最大出力
喷嘴稳定工作的最小出力。

表 2

1	孔数	n	6~15(注)
2	入口角	θ	65°~50°
3	预混段长度	l_1/d_1	≈ 0.75
4	混合室长度	l_2/d_2	2~4
5	汽孔长度	l_1/d_1	2~10
6	油孔长度	l_2/d_2	2~10
7	直径比	d_2/d_1	1.4~2.5
8	直径比	d_3/d_2	> 1
9	直径比	d_2/d_1	1.0~2.0



注:单只油喷嘴出力为 3000~3500 kg/h,孔数 7~8 个,出力为 6500~10 000 kg/h,孔数 15 个。

根据国内外有关科研部门和电厂对“Y”型油喷嘴的试验和运行资料,设计合理的“Y”型油喷嘴尺寸比例见表2。

这种Y型油喷嘴具有如下优点^(1,2,5,6,7)

2.1 油压和蒸汽雾化压力都不高

与大出力的压力雾化式油喷嘴比较,不需要高压头的油泵(3.0~5.0 MPa以上),主要根据喷嘴的容量和管路阻力的需要,重油压力通常在0.69~2.0 MPa以内。对任何出力的油燃烧器,其油压都不大于2.0 MPa(即不大于300磅/英寸²)。据拔伯葛日立公司“Y”型油喷嘴资料介绍,当蒸汽压力为1.0 MPa(即150磅/英寸²)在运行时保持不变,使用油压最高可达1.96 MPa。

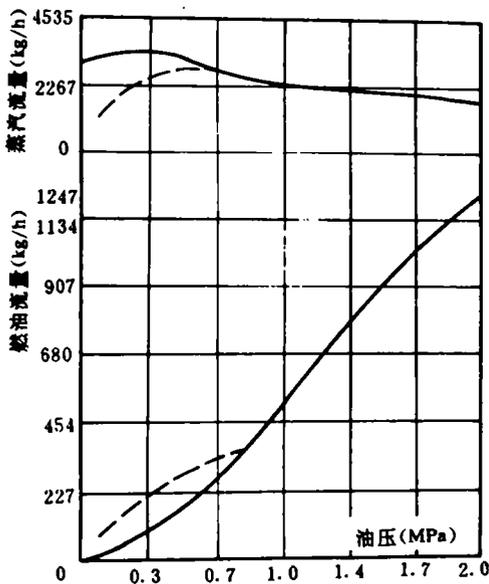


图2 “Y”型喷嘴油压与油量、汽量的关系⁽⁷⁾

2.2 不论在任何出力下雾化质量都能保持良好

“Y”型油喷嘴具有当负荷下降时蒸汽耗量反而增大,而雾化质量则进一步得到改善

的优点(见图2,实线是在蒸汽压力为1.0 MPa恒压时作出的;虚线则是在蒸汽压力比油压高0.2 MPa时作出的)。这个性能和无回油压力雾化油喷嘴刚好相反:因为它的调节方式是利用改变进油压力来调节喷嘴流量,而流量 Q 与油压 P 的平方根成正比(即 $Q \propto \sqrt{P}$),因此,流量调节范围较小,在调节负荷时油压的改变会影响到雾化质量,调节幅度受雾化最小压力的限制,一般只有80%~100%。低负荷时雾化不良。而“Y”型油喷嘴在负荷变化时,雾化角几乎不变,雾化质量仍可保持良好。

2.3 单只喷嘴的出力较大

根据日本资料,“Y”型油喷嘴出力增大时可增加孔数,例如喷嘴孔为7~8个时,出力为3000 kg/h~3500 kg/h;喷嘴孔为15个时,出力可提高到6500 kg/h~10000 kg/h。而无回油压力雾化油喷嘴在重油流量减少时,因调节比不大只好用切停喷嘴个数或用替换小孔径的喷嘴。

2.4 调节比较大(见表1)

船用锅炉(不控制炉内过剩空气系数时)采用平流式调节器和“Y”型油喷嘴,最大调节比可达1:20,这种特性对锅炉冷态启动十分有利,原因是“Y”型油喷嘴在低负荷时油粒雾化仍良好燃烧完全,锅炉尾部受热面上不会积存烟炱或油垢,引起尾部再燃。

2.5 蒸汽耗量不大

耗量一般只有燃油重量的(1.5~3)% ,当油喷嘴不用时,也可以得到很好的冷却。

2.6 “Y”型喷嘴雾化粒度较小(见表1)

尽管回油压力雾化喷嘴和“Y”型喷嘴的油粒雾化颗粒细度均能达到100微米左右,可以满足燃油锅炉完全燃烧需要,但“Y”型喷嘴雾化细度还有可能达50微米。因为油粒是从几个孔口同时喷出,喷孔还可以作任何排列布置方式,所以雾化较好,容易和空气及

时混合燃烧,易获得所要求的火焰形状.由于“Y”型喷嘴能产生非常细的油雾,这对冷炉启动时用冷风作为风源有相当大的好处.

2.7 “Y”型喷嘴对各种液体燃料的适应性较强

电厂运行时尽管供应的燃油会经常发生变化(如用轻质油,残渣油,高粘度重油等),该喷嘴都能适应,在一定范围内粘度与雾化特性关系不大.

2.8 “Y”型喷嘴的使用期限较长

喷嘴使用了一个时期以后,由于油粒和油中杂质的磨损,会使喷嘴孔径和精度发生变化,雾化质量降低,容量也会改变,必须定期检查拆换,图3和图4分别为“Y”型喷嘴和压力雾化喷嘴由于磨损使孔径增大,雾化角和喷油量也会发生变化,“Y”型喷嘴油孔面积若增大为103%,喷油量只会增大5%,而压力雾化喷嘴,若孔径 Δd 增大0.2 mm,对 $d=5$ mm而言,油孔面积约增大8%,喷油量将会增加6%以上,雾化角也将增大 $\sim 3^\circ$.一般压力雾化喷嘴,使用不到2~5个月就需更换,而“Y”型喷嘴,一年换一次的较多.而且,喷嘴的表面光洁度对雾化角也不太敏感.

由于“Y”型喷嘴具有上述的各种优点,特别是它能在较广的调节范围内对空气过剩系数进行控制,并且在整个负荷变化范围内均能保持良好的雾化和完全燃烧,所以,尽管存在着汽孔易堵;汽、油的结合面加工精度要求较高;如喷嘴头与内外套管的结合面密封不良,则油泄漏量剧增以及运行参数不当,可能有噪声等问题,近年来在电站燃煤锅炉和船用锅炉中仍获得了广泛的运用,大大提高了锅炉机组运行的可靠性和经济性.油量控制方法一般是保持蒸汽和油的压差不变,调节供油供汽压力.也可以将蒸汽压力维持恒定.调节油压仍可获得很大的调节比.

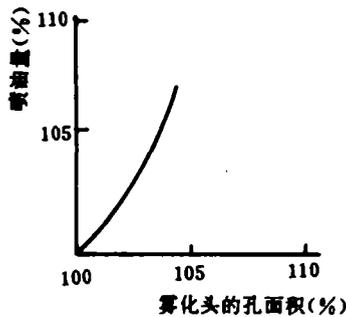


图3 Y型喷嘴特性

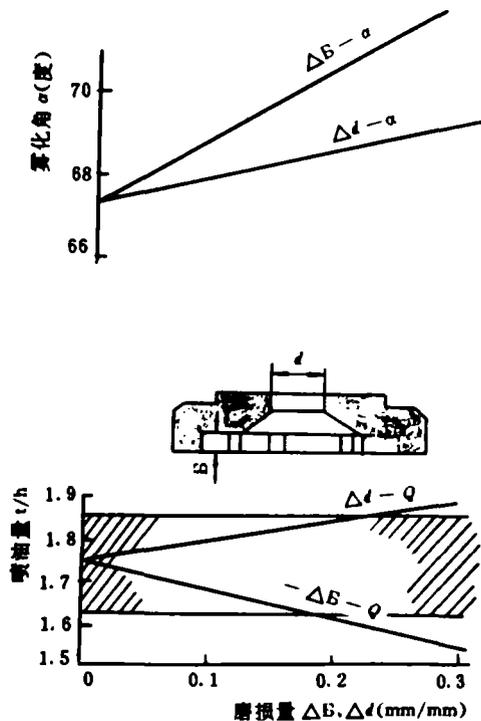


图4 雾化特性(压力雾化燃烧器)

3 “Y”型蒸汽雾化油喷嘴的运用^[2-4]

例如拔伯葛公司设计装置于 Drax 的 660 MW 燃煤锅炉就装了 12 只“Y”型油喷嘴,当每只油喷嘴出力为 1134 kg/h(2500 磅/时)

时,12只油喷嘴就能带到17%的额定负荷,点火启动时,为了点燃煤粉,只须调节油压将喷嘴出力减小到340 kg/h(750磅/时)就行了。英国一台300 MW燃油炉,在炉膛四角布置16只“Y”型喷嘴,每只油燃烧器都带有高压电器自动点火装置,点火前的丙烷压力为0.1 MPa,每只点火器的丙烷耗量为4.5 kg/h

(仅用几秒钟),每只“Y”型油喷嘴出力为5300 kg/h,炉前油压为3.1 MPa,炉前油温为144℃,油的粘度为 $15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (15厘沲),每只蒸汽耗量为368 kg/h,使用0.7 MPa压力的饱和蒸汽油枪可以自动缩回。喷头是软连接,可以随油燃烧器上下摆动。

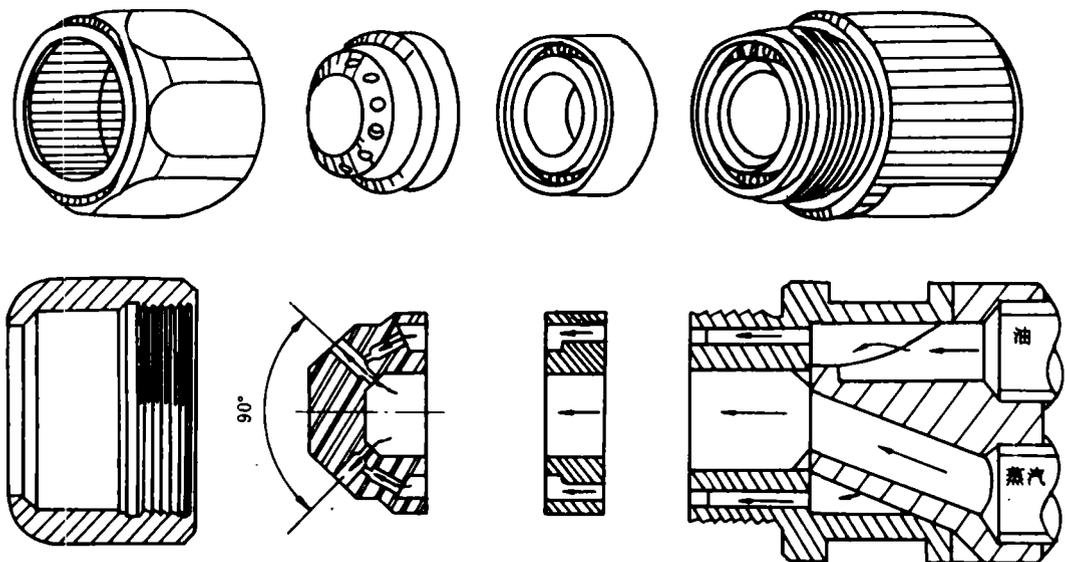


图5 “Y”型喷嘴雾化零件

我国安装于安徽平圩电厂的第一台600 MW引进型考核机组燃煤锅炉引进美国燃烧工程公司(CE公司)专利由哈锅厂设计制造,燃烧器设计采用高能电弧点火系统,用重油作为锅炉启动、暖炉和助燃,每个角的燃烧器各装有三根油枪,沿高度方向分别插装在各个二次风喷口中,四个角共有12根油枪,总出力为锅炉最大连续出力的15%,单只油枪的热功率约为 $70 \times 10^6 \text{ Btu/h}$ ($\sim 20.5 \times 10^6 \text{ W}$),油喷嘴采用CE公司标准的蒸汽雾化外混式J-16喷嘴(见图5),喷嘴的最大出力为1800 kg/h,相应最大出力的油枪入口油压

力为1.27 MPa,蒸汽压力为0.86 MPa。对于点火和稳燃所要求的最小油喷嘴出力为780 kg/h,相应出力的入口压力为0.49 MPa,油孔数为6孔,油孔直径 $\Phi 2 \text{ mm}$,汽孔直径 $\Phi 3 \text{ mm}$,混合孔直径 $\Phi 4.4 \text{ mm}$ (即 $d_{\text{油}} : d_{\text{汽}} : d_{\text{混}} = 1 : 1.5 : 2.2$)。雾化蒸汽耗量约为喷油量的10%,蒸汽耗量较大的原因是油径和混合孔径都较小,防止堵孔。为了火焰的稳燃,在油枪喷嘴中设有专门的稳燃叶轮,油枪头部用金属软管连接,可随二次风喷嘴作向上或向下摆动30°。油枪采用高能点火器直接引燃重油。高能点火系统激发器的储能量较大,

一次为 12 焦耳,发火频率最少 4 次/秒。12 个高能点火器装置在燃油风喷口中,靠近油喷头的部位,具有遥控、手动启动、自动停切和伸缩器自动操作等功能。为了确保锅炉安全可靠地启停和正常运行,四组角置燃烧器共装有 20 只火焰检测器,其中:3 只×4 角=12 只为油火焰检测器,分别装置于每只油枪的风室中,紧靠在油枪的旁边。这 12 只油火焰检测器通过检测信号指令的切换,也可同时用它来监视全炉膛火焰,起到双重检测作用。另外还有 2 只×4 角=8 只为全炉膛火焰检测器,布置在上下两个煤粉喷嘴之间的二次风室之中。

吴泾热电厂曾于 1975 年在 SG-400-1 型 400 t/h 锅炉上改装过“Y”型喷嘴和平流式调风器^[10]。试验结果:当 $d_{\text{汽}}=1.6 \text{ mm}$, $d_{\text{油}}=2.6 \text{ mm}$, $d_{\text{混}}=3.2 \text{ mm}$, 混合孔交角 $\alpha=90^\circ$, 雾化质量最佳,较压力雾化喷嘴燃烧工况要好,喷嘴火焰根部白亮,调节负荷幅度较大,锅炉出口含氧量由以前的(3~4)%降至 1.8% 以下。汽耗为 3.5%,稍大于先进水平,调风器采用阻力较小的中心辐向前切式,调风器出口风速~44 m/s,叶轮直径 d 与筒直径 D 之比 $d/D=0.65$,叶片覆盖度=1.31,叶片数 16 片,(图 6),存在问题是:油、汽孔易堵塞;油系统调节阀泄漏量较大。

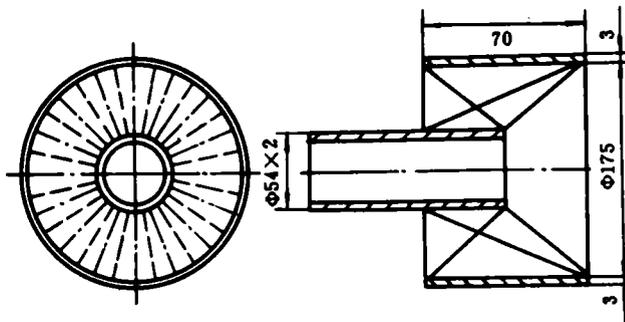


图 6 中心辐向前切式

国内某个五万吨油船的“Y”型喷嘴结构和设计数据见图 7 和图 8。

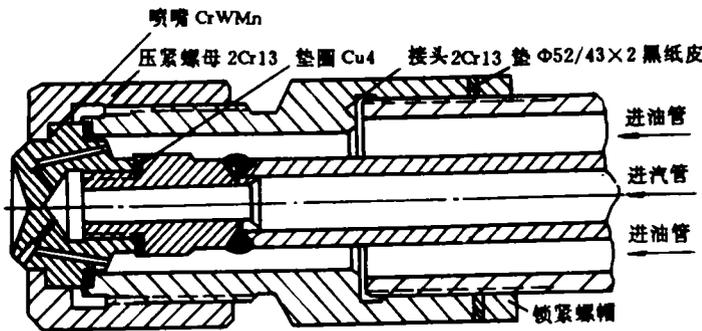


图 7 Y 型喷嘴结构图

设计数据:燃料 残渣油;最大喷油量 ~700 kg/h;燃料粘度 不大于雷氏粘度 80 秒;进油压力 0.21 MPa;
调节比 ~1:10;雾化角 60°~90°;雾化蒸汽压力 0.105 MPa

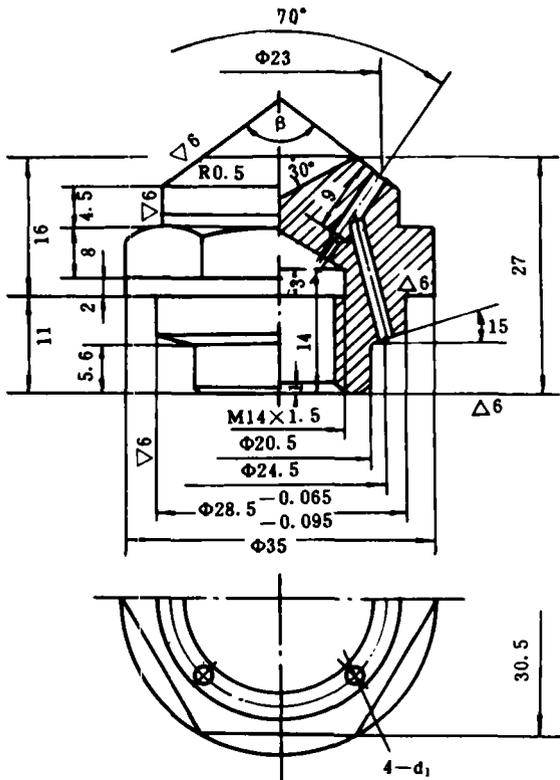


图8 Y型喷嘴头

- 注: 1. 锻造后进行 770~790℃退火处理, 在 700~730℃保温 3~4 小时, 机械加工后进行淬火处理, 820~840℃油淬, 低温退火 160~180℃, HRC≥61。
2. 机械加工自由尺寸公差按 GB159 59 8 级精度;
3. 喷嘴材料: CrWMn

4 “Y”型蒸汽雾化油喷嘴防止漏油和油孔堵塞的某些改进措施

70年代中期,国内一些单位加工制造“Y”型喷嘴发现:如按图9所示,两个铜垫的厚薄公差只要有1~2微米,则喷嘴螺母只会

使得稍厚的那个垫圈压紧,而稍薄的另一个垫圈会因压不紧而大量漏汽。而后,有的改为图8所示结构,将两个垫圈都放置在同一平面上,一刀车出,避免上述缺点。

1992年初,哈锅厂为南京扬子石化公司设计制造的一台35t/h,“D”型油炉,配置有“Y”型喷嘴,投运不久,发现喷嘴大量漏油,引起残油再燃而烧坏锅炉内某些设备,哈锅厂经过现场调查,多次调整试验,改进了设计,才将此问题彻底解决,主要的改进措施有:

- 4.1 将压紧用的铜垫片改为 $\delta=4.5\text{ mm}$ 的柔性膨胀石墨金属缠绕垫片;
- 4.2 雾化片、分流片、喷嘴体的结合面都要研磨抛光,表面光洁度要达到 $\nabla 0.64$ ($\sim \nabla 7$),表面不平度 $\leq 0.001^\circ$,孔的中心偏差不大于0.01;
- 4.3 为使喷嘴螺帽和喷嘴体的螺纹连接处不致因热态膨胀时松开,将原设计的线性膨胀系数 α 大的[20~220℃, $\alpha=17 \times 6\text{ mm}/(\text{mm} \cdot \text{C})$], 3Cr13 压紧螺帽改为线性膨胀系数 α 较小的[20~200℃时, $\alpha=12.12 \times 10^6\text{ mm}/(\text{mm} \cdot \text{C})$]35号碳钢。
- 4.4 为增加压紧轴向力,将压紧螺帽内的斜面改为直角,相应也将“Y”型雾化片与压紧螺帽接触的斜面也同时改成直角(如图7和图9中的头部压紧螺帽与“Y”型雾化片的结合面)。
- 4.5 CE公司对“Y”型喷嘴雾化片、分流片的热处理规范为:

预热——将零件放入 $829.5 \pm 11.5^\circ\text{C}$ 盐浴炉中预热10~15分钟(不是临界温度)

加热——将零件放入 $1246 \pm 5.5^\circ\text{C}$,盐浴炉中加热4~6分钟(不要超过)

淬火——将零件淬入 $565.5 \pm 5.5^\circ\text{C}$,保温2小时空冷至室温,硬度HRC 64~68。

哈锅厂要求HRC不小于48~52(对3Cr13)

至于密封垫片,也不需要两个(图9),可

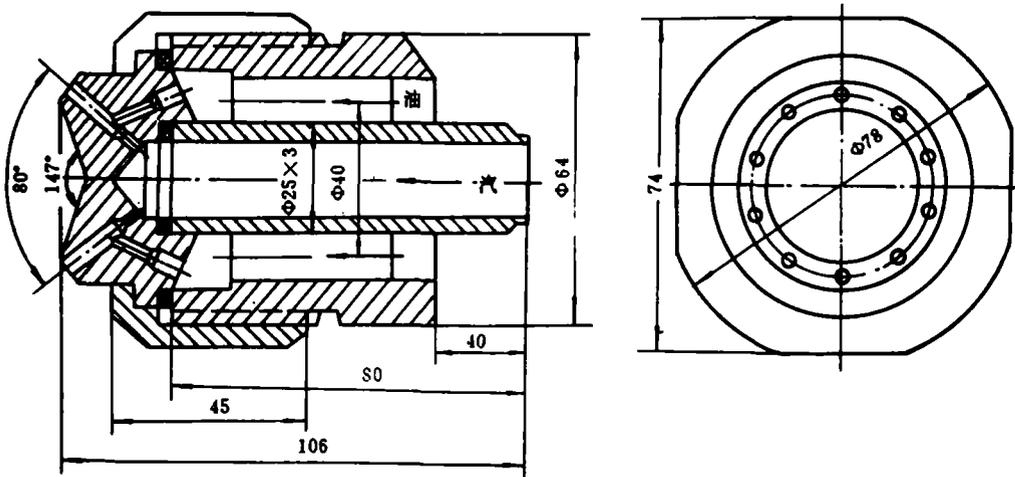


图9 国内一些单位研究的“Y”型喷嘴

采用图5所示的喷嘴体的结构,将油管与蒸汽管与喷嘴体焊接,这样,减少了一个垫片,只需要一个垫片放置于喷嘴体所示位置即可。

为了防止“Y”型喷嘴油孔堵塞,可采取以下措施:

4.6 改进油孔管和喷头结构:即仅在与蒸汽相交处才将油孔径缩小到设计值,在“Y”型喷头的其它部位的油管径则可适当放大,这样,可减小油管阻力,油中杂质也不易在油管

中堵塞。

4.7 适当提高炉前油压。

4.8 为了除去重油中的砂子,灰尘及其它图形夹杂物,防止堵塞油孔,在油泵的出口端应装设油过滤器。油过滤器的清扫,至少每日一次,当过滤器进出口压力差大于0.02 MPa以上时,必须立即进行清扫^[1]。

关于“Y”型喷嘴的设计和改进措施,哈锅厂已有较成熟的经验可以借鉴,需用“Y”型喷嘴单位可以向该厂咨询。

表3 “Y”型喷嘴的计算

序号	名称	符号	单位	计算	结果
	原始数据				
1	喷嘴出力	Q	kg/h		
2	喷嘴入口处蒸汽压力	P_K	MPa		
3	汽温	t_K	°C		

续表 3

序号	名称	符号	单位	计 算	结果
4	喷嘴入口处蒸汽比容	V_{π}	m^3/kg		
5	喷嘴前油压	$P_{油}$	MPa		
6	汽耗率	ξ	$\frac{kg(汽)}{kg(油)}$	对“Y”型蒸汽雾化油喷嘴, 额定出力下的汽耗率, 通常选用 $\xi = 0.015 \sim 0.13$ 油压大时选用偏低值; 汽压小时选用偏低值。 美国 CE 公司推荐选用的 $\xi = 0.10$, 经济性稍差, 但可提高雾化质量, 防止喷嘴堵塞。	
	计算				
7	汽槽流量系数	μ_{π}	/	当混合孔截面积接近汽孔和油孔的截面积之和时, 流量系数 $\mu = 0.45 \sim 0.7$ (油孔出口速度 $W = 30 m/s \sim 15 m/s$); 当混合孔和油孔截面积之差小于汽孔截面积时, 因混合孔大部份截面被油占据, 雾化介质流通截面缩小, 流量系数较小, 当混合孔截面积大于汽孔和油孔截面积之和时, 流量系数较大	
8	蒸汽速度系数	ζ	/	对饱和蒸汽 $\zeta = 1.99$; 对压缩空气 $\zeta = 2.14$; 对过热蒸汽 $\zeta = 2.09$	
9	蒸汽流量	G	kg/h	$G = Q\xi$	
10	汽槽面积	F_{π}	mm^2	$F_{\pi} = 2.8 \frac{G}{\mu_{\pi} \cdot \zeta \cdot \sqrt{\frac{P_{\pi}}{V_{\pi}}}}$ 如 μ 取 0.8, 对饱和蒸汽, 上式可写成 $F_{\pi} = 1.76 \frac{G}{\sqrt{\frac{P_{\pi}}{V_{\pi}}}}$ 对于过热蒸汽 $F_{\pi} = 1.67 \frac{G}{\sqrt{\frac{P_{\pi}}{V_{\pi}}}}$	
11	油孔流量系数	$\mu_{油}$	/	一般取 $\mu_{油} \approx 0.7$	
12	系数	β	/	β 值和汽孔、油孔、混合孔的截面比有关, $\beta \approx 0.94$	
13	混合室压力	$P_{混}$	MPa	$P_{混} = \beta \cdot P_{\pi}$	
14	燃油重度(炉前)	γ	kg/m^3		
15	油孔面积	$F_{油}$	mm^2	$F_{油} = \frac{Q}{3.6 \rho_{油} \sqrt{2 \rho_{油} (P_{E} - P_{混})}}$	

续表 3

序号	名 称	符号	单 位	计 算	结 果
16	$d_{汽} : d_{油} : d_{混}$	/	/	英国拔伯葛公司推荐为 1 : 2 : 2.5 ^(6,7) 美国燃烧工程公司(CE)推荐为 1.5 : 1 : 2.2 ^(3,4) 富拉尔基电厂推荐为 1 : 1.4 : 1.6 ⁽⁸⁾ 西安热工所推荐为 1 : 1.8 : 2.5 ⁽⁸⁾	
17	混合室喷孔面积	$F_{混}$	mm ²	按上述比例换算,一般而言, $d_{混}$ 过小雾化介质的流动受到阻碍,为了保证气耗,则需要有更高的介质压力; $d_{混}$ 过大会影响雾化质量,因此,混合物的截面积应当接近气孔和油孔的截面积之和。	

5 “Y”型蒸汽雾化油喷嘴计算⁽¹⁻³⁾

国外一些公司采用的“Y”型蒸汽雾化油喷嘴的计算方法是建立在大量试验数据资料的基础上,都有各自独特的计算方法,他们整理出各自有关的曲线和图表可供设计者查阅选型。例如选用美国 CE 公司的“Y”型喷嘴结构,则必须查用该公司推荐的曲线和图表,并没有通用的计算公式。作者推荐的下述“Y”型喷嘴计算方法(表 3)仅供设计者参考或校核用,不能用它作为设计的唯一依据。

另一种简易的计算方法:

5.1 单位油孔面积流量

$$Q/F_{油} = 6 \times (P_{油} - 0.577P_{汽}) + 6$$

[$\frac{\text{升/时}}{\text{毫米}^2}$]

5.2 油孔面积

$$F_{油} = Q/(Q/F_{油}) \quad [\text{毫米}^2]$$

5.3 汽槽面积 $F_{汽}$ 与 $F_{油} \cdot F_{混}$

参考表 3 选取

在某些内混式喷嘴中,混合室内油和蒸汽形成乳状物,然后从混合室前的小孔喷出,乳状物喷射时的流量可按下式计算:

$$Q = 3600 \cdot \mu \cdot f \cdot \psi \cdot \sqrt{(\xi + 1)/\xi} \sqrt{P/V}$$

(kg/h.)

式中: μ ——流量系数,0.8 ~ 0.9
 ψ ——对重油和过热蒸汽形成的乳状物, $\psi = 1.97$
 ξ ——汽耗率 [kg(汽)/kg(油)]
 P, V ——混合室内压力(MPa)和比容[m³/kg]
 f ——油孔面积(m²)

在进行“Y”型喷嘴计算时,应特别注意以下几点:

5.4 蒸汽压力通常选用 ~ 1.0 MPa,常用的入口油压为 0.7 ~ 2.1 MPa,由于有蒸汽的加热和雾化,故油泵压力可以低些。英国一台 300 MW 锅炉“Y”型喷嘴的炉前油压为 3.1 MPa,汽压为 0.7 MPa。美国燃烧工程公司设计的 600 MW 锅炉“Y”型喷嘴的炉前油压为 1.27 MPa,汽压为 0.86 MPa,适当提高油压是为了防止油孔堵塞。

5.5 “Y”型喷嘴混合室喷孔夹角可根据混合雾化性能及对火焰形状要求而定:英国拔伯葛公司一般采用 100° ~ 115°,美国燃烧工程公司采用 90°,国内富拉尔基电厂采用 80°,哈锅厂采用 90°,西安热工所采用 70 ~ 86°,小型油嘴也有用 95°的。当“Y”型喷嘴配有平流式调风器时,喷孔夹角可选小一些,瘦长形火焰应与所选用的炉型相适应。当油燃

烧器采用旋流强度较大的旋流式调风器时,应选用喷孔夹角较大的“Y”型喷嘴。当油燃烧器采用四角切圆布置时,一般采用直流式调风器,要求气流刚度大,火焰长,应选用的喷孔夹角小些。

5.6 当采用饱和蒸汽作雾化介质时:

5.6.1 汽体膨胀后,成为湿蒸汽,使密度增加,对雾化有利。

5.6.2 饱和蒸汽的温度低,湿度大,因此,用来加热蒸发这部份水分和蒸汽的热量就要增加,不利于燃烧,对锅炉尾部的腐蚀也有一定影响。所以一般希望采用干饱和蒸汽和过热蒸汽。

5.6.3 如有条件,Y型喷嘴可采用较高的雾化介质压力。因为增加雾化介质的密度可以减少油雾的索太尔平均滴径,降低汽耗率。

6 结论

1 “Y”型蒸汽雾化油喷嘴具有负荷调节比大、雾化粒度细、出力大、油压低、汽耗小、使用期限较长、喷嘴的表面光洁度对雾化角也不太敏感等优点,近年来,在电站蒸汽锅炉和舰艇锅炉中得到广泛运用。

2 “Y”型蒸汽雾化油喷嘴的结构、设计参数,混合室喷孔夹角、炉前油压和雾化介质压力应根据所配的调风器型式、风油混合情况、雾化性能以及炉型对火焰形状的要求而定。

3 雾化介质最好采用过热蒸汽或干饱

和蒸汽。

4 为防止喷嘴漏油、油孔堵塞事故,应采用本文介绍的改进措施。

5 本文介绍的“Y”型蒸汽雾化油喷嘴计算方法可供设计人员参考或校核计算用。

参 考 文 献

- 1 何佩敦编著. 油喷嘴. 湖北省电力设计院出版(原为“电厂燃油设计”上册第14章单行本. 1975. 12)
- 2 何佩敦. 大型燃油锅炉油喷嘴的设计. 东方锅炉厂, 1980
- 3 何佩敦. 300 MW 和 600 MW 燃煤机组燃烧器设计特点的探讨(一). 电站系统工程, 1992. (1)
- 4 李永堂. (燃烧技术学会论文), 平圩 600MW 机组切向摆动式燃烧器的设计. 哈尔滨锅炉厂, 1987. 5
- 5 锅炉与透平译丛. 燃油锅炉. 第一机械工业部汽轮机锅炉研究所, 1963. 10
- 6 The design and performance of internal mixing multijet twin fluid atomizers. Journal of the institute of fuel, 1974. 47(12); 393
- 7 Babcock & Wilcox. Steam its generation and use. 38th Edition. 1972
- 8 西安热工研究所. RG-Y 型燃油喷嘴冷态雾化试验报告, 1975
- 9 一机部燃油锅炉调查组. 燃油锅炉调查报告. 1974. 8
- 10 吴泾热电厂. 400t/h 锅炉 Y 型喷嘴平流式燃烧器改进阶段小结, 1975. 3
- 11 (日)国井大藏主编. 重油燃烧技术. 石油化学工业出版社, 1975. 12
- 12 机械工程手册. 电机工程手册编辑委员会. 《机械工程手册》第 71 篇. “锅炉”. 机械工业出版社, 1979 年

欢迎刊登广告

**JOURNAL OF ENGINEERING FOR THERMAL
ENERGY AND POWER**
1993 Vol. 8 No. 6

CONTENTS

- (283) New Developments in Gas Turbine Cycles Qiang Guofang (*Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute*)

Based on current foreign technical literature this paper presents a comprehensive and systematic overview and analysis of a variety of new techniques used in configuring various industrial and marine gas turbine cycles. **Key words:** *gas turbine, power plant cycle, overview*

- (290) Power Turbine Casing Cooling and Evaluation of Casing Temperature Field Zhang Longbao (*Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute*)

This paper deals with an integrated type of power turbine casing cooling system, presenting a method for the evaluation of the casing temperature field and also a test piece version. Practical examples are given for comparison and analysis. **Key words:** *casing load-bearing elements, cooling system, temperature field evaluation*

- (294) The structural Design of a Long-Life Power Turbine for a Light-Weight Gas Turbine Xiao Lide, Zhang Longbao, Li Yongqi (*Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute*)

The design method and research/development results of a long-life power turbine are given in the present paper. Two power turbines based on the proposed new design have been manufactured to replace the old turbines and have completed a 150-hour operation period to test their performance characteristics. The measured temperature and stress values of the main components are in basic agreement with the design and calculated ones. The operation parameters attained and the test results have shown that the power turbines have met the design requirements. The proposed power turbine construction is applicable to various kinds of stationary and mobile gas turbines, especially for power turbines of aeroderived gas turbines. **Key words:** *gas turbine, power turbine, construction, design*

- (297) The Application of Y-type Steam Atomizing Oil Burners on Utility and Naval Boilers He peiao (*Harbin power plant Equipment Design and Research Institute*)

The author presents the main specific features, structural parameters and design/calculation methods of Y-type steam atomizing oil burners. A brief account of their application on utility

and naval boilers is also given. **Key words:** *Y-type oil burners, structural parameters, design and calculation*

- (308) **An Analysis of the Cause of Deformation Found on the High-Pressure Superheater Tubes of an American Double-S Heat Recovery Boiler** Zhang Bin (*Shenzhen Mawan Electric Power Co. Ltd.*)

This paper deals with the occurrence after a 4-month operation period of serious deformation on the high-pressure superheater tubes of a heat recovery boiler imported from the USA for use on a gas turbine. The cause of the deformation has been analysed with countermeasures recommended for its alleviation. **Key words:** *heat recovery boiler, deformation analysis*

- (312) **An Experimental Study of Convective Heat Transfer in a Converging-Diverging Duct of Cast Iron Sectional Boilers** Wang Xiqing, Zheng Ying (*Harbin Institute of Technology*); Wu Zhigang (*Boiler & pressure Vessel Inspection and Research Institute of Harbin Labor Bureau*); Xu Keqing (*Harbin Xiaoxing Boiler Works*). Qiu Fuzhi (*Harbin Foundry Works*)

Through experiments the authors have identified the relationship governing the variation of convective heat transfer coefficient in a converging-diverging duct of cast iron sectional boiler with the following parameters: flue gas flow velocity, boiler section thickness and inlet section length. The flue gas is evaluated to have a velocity ranging from 3 to 14 m/s with the section thickness $L = 150 \sim 220$ mm. The experimental results have been compared with those obtained for bare smooth pipes and also those obtained through the use of the formula adopted by soviet designers for cast iron sectional boilers. The said results are readily applicable to the majority of cast iron sectional boilers currently manufactured in China. **Key words:** *converging-diverging duct, cast iron sectional boiler, convective heat transfer*

- (317) **The Selection and Optimization of Parameters for an Overflow Ash Cooler Cooled by Both Water and Air** Zhao Guangbo, ZHU Qunyi, Ruan Genjian and Dai Jian (*Harbin Institute of Technology*)

With a minimum value of Q_k/Q_h being taken as an optimization objective the authors have set up an optimization calculation model for an overflow ash cooler cooled by both water and air. Coupled with practical examples a solution and calculation of the model is made with the help of a variable error and polyhedron computation method. **Key words:** *fluidized bed boiler, overflow ash, ash cooler, optimization*

- (322) **A Treatise on the Regeneration Corrosion of Sodium Ion Exchange Water Treatment and Its Practical Solution** Hua Xiaoning (*Kunming Design and Research Institute of Nonferrous Metals*)