

# 燃煤锅炉测试过程中运行负荷测定方法探讨

毕勇

(葫芦岛市环境监测中心站, 辽宁 葫芦岛 125000)

**摘要:** 锅炉运行负荷是锅炉监测获得准确数据的重要条件, 但实际监测过程中受各种条件制约, 许多锅炉房不具备测试的计量条件。通过一些理论经验公式推导出一个简单的计算锅炉负荷的公式, 经过验证, 该公式计算值与实测值有较好的一致性。

**关键词:** 燃煤锅炉; 运行负荷; 探讨

中图分类号: X830.2

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2014)03-0024-02

## Study about the Problem of the Operating Load Monitoring in Coal-fired Boiler Monitoring

BI Yong

(Huludao Environmental Monitoring Central Station, Huludao, Liaoning 125000, China)

**Abstract:** Boiler operating load is the important condition for accurate Boiler Monitoring, but many boiler rooms do not have test measurement conditions constrained by various factors. This paper derived a simple formula to calculate the boiler load by some theoretical empirical formulas. At last, it is verified that the calculated value has good coherence to measured values.

**Key words:** Coal-fired boiler; Operating load; Study

锅炉监测是日常环境监督管理、工程验收监测过程中的重要组成部分, 而锅炉负荷率是锅炉监测中最为关键的一个参数, 据有关资料介绍, 当负荷为 60% 时, 烟尘排放浓度仅为额定负荷的 30%; 当负荷为 80% 时, 烟尘排放浓度上升到额定负荷的 65%<sup>[1]</sup>。

《锅炉烟尘测试方法》(GB 5468-91) 是指导锅炉监测的标准。此标准规定了锅炉监测的最低负荷为 70%, 在不同负荷下的影响系数  $K$  是不同的。而且在此标准的“4.1 锅炉负荷的测定”中也规定了“锅炉负荷的测定应采用流量孔板法、水表法或水箱法。当所测锅炉不具备上述设备时, 方可采用耗煤量法。”但在实际监测过程中, 由于锅炉种类繁多, 热工测试繁琐, 时间周期长, 许多小锅炉房不具备测试的计量条件, 加之大部分环境监测人员对锅炉的知识了解有限, 因此, 大部分情况下, 只能由厂家来提供运行负荷, 这无形中增加了监测数据的不确定性。因此, 研究一种通用、简便、快捷、准确的估算方法来替代上述受条件制约的方法已具有现实意义。通过锅炉热工测试的一些理论经验公式推导出一个简单的公式, 经过验证, 该公式与实测值有较好的一致性。

### 1 公式推导

根据文献可知锅炉负荷率可由下式表示

$$E = B/B_0 \quad (1)$$

式中:  $B$ ——监测期间耗煤量, kg/h;  $B_0$ ——额定负荷下耗煤量, kg/h。

监测期间耗煤量  $B$  可由下式表示

$$B = V_{nd}/V_0 \alpha \quad (2)$$

式中:  $V_{nd}$ ——实测烟气流量,  $\text{Nm}^3/\text{h}$ ;  $V_0$ ——燃烧 1 kg 煤产生的理论烟气量,  $\text{Nm}^3/\text{kg}$ ;  $\alpha$ ——空气过量系数。

额定负荷下耗煤量  $B_0$  可由下式表示

$$B_0 = V_{理}/V_0 \quad (3)$$

将(2)(3)式代入(1)中得

$$E = V_{nd}/V_{理} \alpha \quad (4)$$

式中:  $V_{理}$ ——理论烟气流量,  $\text{Nm}^3/\text{h}$ ;

由(3)可知

$$V_{理} = B_0 \cdot V_0 \quad (5)$$

$$B_0 = Q_0 D / \eta Q_L \quad (6)$$

式中:  $Q_0$ ——锅炉额定负荷下的有效利用热,

收稿日期: 2013-02-16; 修订日期: 2014-03-16

作者简介: 毕勇(1975—), 男, 高级工程师, 本科, 从事环境监测工作。

$\text{kJ/kg}$  (蒸汽锅炉),  $\text{kJ/MW}$  (热水锅炉);  $\eta$ ——锅炉的热效率;  $Q_L$ ——燃煤的低位发热值,  $\text{kJ/kg}$ ;  $D$ ——锅炉蒸发量。

$$V_0 = 2.91 Q_L / 10\,000 \quad (7)$$

则将(6)(7)式代入(5)中,得  $V_{\text{理}}$

$$V_{\text{理}} = B_0 V_0 = Q_0 D / \eta Q_L \cdot 2.91 Q_L / 10\,000 = 2.91 Q_0 D / 10\,000 \eta \quad (8)$$

将(8)代入(4)中得

$$E = V_{nd} / V_{\text{理}} \alpha = 10\,000 V_{nd} \eta / 2.91 \alpha Q_0 D \quad (9)$$

从(9)可知,锅炉负荷率与实测烟气体积  $V_{nd}$ 、锅炉热效率  $\eta$ 、过量空气系数  $\alpha$ 、锅炉额定负荷下的有效利用热  $Q_0$ 、锅炉蒸发量  $D$  有关。由于节能部门每年都要对锅炉进行热工测试,因此锅炉热效率  $\eta$  可以在检测报告中查出。根据监测经验和文献[1][5]可知,对于蒸汽锅炉,其  $Q_0$  可按  $1\text{ kg}$  蒸汽需要  $2\,512\text{ kJ}$  的热量计算,则  $1\text{ t/h}$  锅炉的  $Q_0$  为

$2\,512 \times 1\,000 = 2\,512\,000\text{ kJ/h}$ 。对于热水锅炉其  $Q_0$  可按每  $1\text{ MW}$  需要  $3\,600\,000\text{ kJ/h}$  热量计算,则  $0.7\text{ MW}$  的锅炉  $Q_0$  为  $3\,600\,000 \times 0.7 = 2\,520\,000\text{ kJ/h}$ 。目前大部分的蒸汽锅炉已改为水暖炉进行取暖,  $1\text{ t/h}$  的汽炉其热工率相当于  $0.7\text{ MW}$ 。因此对于此公式中  $Q_0$  可认为  $1\text{ t/h}$  ( $0.7\text{ MW}$ ) 锅炉的  $Q_0$  为  $2\,512\,000\text{ kJ/h}$  ( $2\,520\,000\text{ kJ/h}$ )。由此可知,只要知道实测烟气体积  $V_{nd}$ 、过量空气系数  $\alpha$ 、锅炉蒸发量  $D$  就可以算出锅炉负荷率。而实测烟气体积  $V_{nd}$ 、过量空气系数  $\alpha$  是锅炉监测的必要参数,可以在锅炉监测中从仪器中直接读出。由此,锅炉负荷率可以简单地计算出来。

## 2 实例监测

应用烟气参数确定锅炉负荷与标准方法数据见表1。

表1 应用烟气参数确定锅炉负荷与标准方法数据

锅炉型号	实测烟气参数			锅炉热效率 $\eta/\%$	公式计算负荷率/ $\%$	标准方法测试负荷率		相对误差/ $\%$
	烟气体积 $V_{nd}$	过量空气系数 $\alpha$	锅炉蒸发量 $D$			标准方法	负荷率/ $\%$	
DZL 2-0.98-A II	5 684	3.2	2	60	73	量水箱法	76	-4.1
KZL 4-13W II	7 089	2.2	4	70	77	耗煤量法	75	2.5
SZL 10-1.25-A II	17 698	2.4	10	75	76	水表法	79	-3.9
SZL 20-1.25/-A II	31 658	2.0	20	80	87	蒸汽流量表法	84	3.4

## 3 小结

(1)在锅炉烟气污染物测试过程中,应用烟气参数通过计算得锅炉的负荷率,公式计算值与实测值具有较好的一致性,公式计算负荷率的相对误差为  $-4.1\% \sim 3.4\%$ 。

(2)摆脱了标准方法测试所要求的一些条件限制,此法在监测的同时可以随时测出负荷率,从而更好地监督锅炉运行状态,及时调整,从而达到《锅炉烟尘测试方法》中要求锅炉的最低负荷为  $70\%$  的要求。避免了由于条件不具备,而由厂家提供负荷率的错误方法。

(3)实测烟气体积  $V_{nd}$  和过量空气系数  $\alpha$  是计算锅炉负荷率的关键参数,为了减少测试值的误差影响。要保证做到定期检测仪器的动静压传感器;严格按照《锅炉烟尘测试方法》选取测试断面;准确量取测试断面烟道面积;适当增加断面的测点,适当增加含氧量的测定频率,取平均值。排除由

于引(鼓)风机匹配不合理、漏风、不规则烟道、几台锅炉共用一烟筒等引起的风量和过量空气系数过大的现象。

(4)建议《锅炉烟尘测试方法》修订时,细化关于锅炉负荷的测定方法,对于不具备监测条件的,可否将该理论方法加入其中,从而简化对锅炉负荷的测定方法。

### [参考文献]

[1] 锅(窑)炉运行管理及测试技术实用手册[M]. 北京:中国环境科学出版社,1993.  
 [2] GB/T10180-2003 工业锅炉热工性能试验规程[S].  
 [3] 天津市锅炉压力容器学会,机械工业沈阳教材编委会. 工业锅炉技术管理手册[M]. 沈阳:东北工学院出版社,1987: 156-181, 850-919.  
 [4] GB 5468-1991 锅炉烟尘测试方法[S].  
 [5] HJ/T 373-2003 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范[S].