

Y- 130/ 39- 2 锅炉负荷不足原因分析^{*}

徐生荣

(南京师范大学动力工程学院, 南京, 210042)

[摘要] 某石化厂 1[#] 锅炉(Y- 130/ 39- 2) 长期处于低负荷运行, 根据现场测试数据, 分析了其负荷不足的原因, 提出了改进意见. 实践证明, 提出的措施是可行的.

[关键词] 燃料特性; 漏风; 空气预热器; 锅炉负荷

[中图分类号]TK229.91; [文献标识码]B; [文章编号]1008- 1925(2001)04- 0018- 04

某石化总厂 1[#] 炉和 2[#] 炉为北京锅炉厂 70 年代初设计制造的, 锅炉型号为 Y- 130/ 39- 2. 原设计燃用重油, 现改烧炼油过程中产生的渣油和瓦斯气. 燃用的渣油成分和热值与设计取值基本相符, 但瓦斯气因来自不同的工段和原油分为低压瓦斯气和高压瓦斯气, 其成分和热值变动较大, 与原设计取用的燃料差别就更大. 表 1 给出了这 3 种燃料的特性指标.

表 1 锅炉燃料特性指标

项目	符号	单位	燃料油	低压瓦斯气	高压瓦斯气
低位热值 [*]	Q_{dw}^v	kJ/kg	4.0×10^4	2.29×10^4	3.11×10^4
燃料特性系数	β	-	0.302	0.857	0.643
腐蚀成分含量	S ^v 或 H ₂ S	%	1.38	0.027	-
理论空气量 [*]	V_k^0	N m ³ /kg	10.93	6.064	10.306

^{*} 瓦斯气以标准立方米(N m³) 计

由表 1 可知, 低压瓦斯气、燃料油和高压瓦斯气 3 种燃料的燃料性质相差较大, 根据燃料测试数据分析, 其原因是 H₂、碳氢化合物含量差异较大: 燃料油中 C 为 86.55%, H 为 11.31%; 低压瓦斯气中 H₂ 为 48.24%, 碳氢化合物为 50%; 高压瓦斯气中 H₂ 为 76.74%, 碳氢化合物为 22.3%.

该锅炉配置送风机的型号为 Y4- 73- 11No. 14D, 风量为 $9.05 \times 10^4 \sim 16.9 \times 10^4$ m³/h, 风压为 $4.02 \times 10^3 \sim 2.85 \times 10^3$ Pa; 引风机型号为 Y4- 73- 11No. 20D, 风量为 $17.5 \times 10^4 \sim 32.6 \times 10^4$ m³/h, 风压为 $3.5 \times 10^3 \sim 2.49 \times 10^3$ Pa.

在实际运行中发现, 即使送、引风机挡板开到最大量, 仍不能满足额定负荷的需要, 根据设计说明书, 不应当出现这种状况, 表 2 给出了该锅炉的主要设计参数和运行参数, 以便对比.

造成锅炉出力不足原因是多方面的, 针对实际状况, 最有可能的主要影响因素有:

(1) 燃料的种类及特性发生变化, 使得入炉的理论空气量有所增加; 空气预热器低温腐蚀严重, 造成该处严重漏风, 使得入炉的实际空气量有所减少; 这两个因素使得送风机不能满足

该锅炉在额定负荷下运行.

(2) 空气预热低温段严重漏风. 冷灰斗密封不严使得大量冷空气掺入烟气中, 造成引风机负荷过大, 不能满足额定负荷的要求.

表 2 锅炉的主要参数

项 目	单位	设计值	运行实测值
燃料种类	—	重油	油、气混烧
蒸发量	t/h	130	100 ~ 118
过热蒸汽温度/ 压力	/ M Pa	450/ 3. 92	450/ 3. 72
给水温度		173	170 ~ 173
热空气温度		200	196 ~ 203
送风量	N m ³ / h	11. 3 × 10 ⁴	15 × 10 ⁴
排烟温度		160	140
空气预热器后过量空气系数	—	1. 25	1. 50

1 负荷不足原因分析

1. 1 燃料特性改变对锅炉负荷的影响

该锅炉正常运行时以燃用高、低压瓦斯气为主, 辅以渣油. 根据工艺中所产瓦斯气的气源情况尽可能多使用瓦斯气以节省燃料油的耗量. 按照记录统计的平均结果, 瓦斯气的热输出约占总热输出的 80%, 高、低压瓦斯气各占一半. 根据这一数据, 以燃料油、低压瓦斯气、高压瓦斯气的热量比为 2 4 4 计算理论上入炉所需的空气量, 其计算结果列于表 3.

表 3 锅炉理论空气量

项 目	符号	单位	燃料油	低压瓦斯气	高压瓦斯气
输入的有效热量 [*]	Q	kW	$1. 86 \times 10^4$	$3. 72 \times 10^4$	$3. 72 \times 10^4$
理论空气量 ^{**}	V_K^0	Nm ³ /kg	10. 93	6. 064	10. 306
燃料消耗量 ^{**}	B	kg/s	0. 51	1. 78	1. 31
理论入炉空气量 ^{***}	V_K	Nm ³ /s	6. 41	12. 41	15. 53
按热量比值	V_K/Q	Nm ³ /kJ	$3. 45 \times 10^{-4}$	$3. 34 \times 10^{-4}$	$4. 17 \times 10^{-4}$

* 锅炉热效率按设计值 91. 25% 计; ** 瓦斯气以标准立方米计; *** 炉膛出口过量空气系数 α_1 按 1. 15 计.

由表 3 可知, 锅炉入炉理论上所需的空气量为 $12. 4 \times 10^4$ Nm³/h(34. 35 Nm³/s) 与设计值($11. 3 \times 10^4$ Nm³/h) 相比增加了大约 10%, 现有的送风量参数应能满足这一变化的要求.

1. 2 空气预热器漏风的影响

由于该锅炉燃用渣油的收到基含硫量为 1. 4%, 对钢管空气预热器而言, 低温腐蚀是不可避免的. 该锅炉采用两级空气预热器与两级省煤器交叉布置, 其低温腐蚀及漏风主要发生在低温级空气预热器. 根据现场测试, 高温级空气预热器漏风系数为 0. 07, 低温级空气预热器漏风系数为 0. 18, 两段合计为 0. 25, 比设计值高出 0. 19, 相应地从空气预热器渗漏到烟气中的空气量超出设计值约为 $2. 36 \times 10^4$ Nm³/h, 比实际入炉空气量的设计值高 20%.

1. 3 冷灰斗漏风的影响

该锅炉原采用钢珠除灰系统, 后弃置不用, 但保留了冷灰斗. 由于冷灰斗长年失修, 使得该

处密封较差,又接近引风机,负压大,漏风严重,经测试其漏风系数高达 0.12,相应地烟气量增加近 10%,加上前述的两项原因,使得引风机负荷增加较大.

1.4 锅炉热效率的影响

该锅炉设计热效率为 91.25%,实测热效率为 88%.主要损失为排烟热损失,约占 8.2%.对油、气混烧锅炉,其机械不完全燃烧损失可略去不计,由于锅炉热效率的降低,在同样的负荷下,入炉燃料量以及空气量势必有所增加,相应地送、引风机的负荷亦应有所增加,据估算,由于锅炉效率的下降,使得送、引风机风量增加约 3~4%.

由于上述原因,使得锅炉实际送风量增加了 30~35%,引风量增加了 40~45%,偏离了该锅炉所配置的送、引风机压头—流量的工作点,因而造成了锅炉不能在满负荷下运行.

2 改进措施

根据锅炉设计的原始资料,该锅炉的结构设计参数是按照前苏联的锅炉热力计算标准选用的,其炉膛容积热强度 q_v 为 264 kW/m^3 ,截面热强度为 225 kW/m^2 ,符合前苏联的推荐值.可以认为造成该锅炉负荷不足的主要原因是入炉空气量不足.因此,要保证锅炉能在满负荷下运行首先应解决这一问题.

由前述,造成入炉空气量不足的原因有 3 个,且相互之间存在影响.空气预热器的低温腐蚀造成的漏风,是锅炉出力不足的首要原因.该锅炉曾对空气预热器作过数次改造,其中包括加装暖风器,将低温段由立式改成卧式,这些措施虽然对提高金属管壁温度、减缓低温腐蚀有一定的作用,但从根本上还不能解决漏风问题,运行一段时间后,漏风仍然十分严重.该锅炉也曾改用过硼硅玻璃管式空气预热器,虽然解决了低温腐蚀问题,但由于玻璃管易损坏,引起更严重的漏风,甚至运行 2~3 个月后被迫进行停炉检修,最后又恢复成钢管式.锅炉采用热管式空气预热器取代低温段钢管式空气预热器基本上解决了其漏风问题,漏风几乎为零.其测试对比数据如表 4 所示.

表 4 测试结果对比

项 目	改进前	改进后
进气过剩系数	1.32	1.29
出口空气过剩系数	1.50	1.30
空预器漏风系数	0.18	0.01
空气侧阻力降(Pa)	290	250
烟气侧阻力降(Pa)	480	250

对热管式空气预热器,由于采用的是扩展受热面,因此与钢管式相比,其钢材耗量并未增加,由于冷、热流体用隔板隔开,杜绝了由于低温腐蚀造成的漏风现象.自该热管空预器投运后,运行状况一直良好,因此对具有较高低温腐蚀倾向的燃油或油、气混烧、油煤混烧炉,采用热管作为低温级空气预热器更为合适.

该锅炉设计的炉膛出口过量空气系数为 1.15,按照现有的经验和控制水平应该在 1.05~1.10 较为合理,实测量达到 1.25(包括炉膛漏风),去除炉膛漏风,达到 1.2 左右.较高的入炉空气量对燃烧组织并不利,且降低了锅炉热效率.根据经验^[1],过量空气系数每增加 0.15,锅炉热效率将降低 1%(排烟热损失增加 1%),其次过高的过量空气还加剧低温腐蚀.根据低温

腐蚀机理, 燃料中的硫在燃烧过程中将产生 SO_2 , 而部分 SO_2 将转化为 SO_3 , 其转化率与烟气中的 O_2 成正比, 亦即与过量空气成正比, 试验也表明 SO_2 向 SO_3 的转化与 α 成明显的正比关系, 而造成低温腐蚀就是烟气中的 SO_3 和水蒸汽在较低的管壁温度下冷凝所致. 因此, 将过量空气系数控制在合理水平, 既减少送、引风机的负荷, 又可降低空气预热器的漏风, 也是提高该锅炉负荷的有效措施之一.

3 问题关键与改进结果

造成 Y-130/39-2 锅炉负荷不足的主要原因是空气预热器漏风严重以及较高的炉膛出口过量空气系数, 使得该锅炉的送、引风机的参数偏离了原设计的工况点, 不能满足锅炉在额定负荷下的需要.

经过改造和调试, 将该锅炉实际的 α 降低 0.05, 空气预热器漏风减少约 0.2, 以及将冷灰斗拆除, 使得送、引风机负荷明显降低(现场表计显示送、引风机功率各降低了 30~40kW), 锅炉效率提高约 1.5%, 同时保证了锅炉能在满负荷下运行, 这对锅炉的经济性和正常运行十分有利^[2]. 经估算每年节约的燃料费用和电费近 150 万元, 投资费用一年即可回收.

[参考文献]

[1] 林宗虎, 徐通模. 实用锅炉手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1996

[2] 徐生荣, 李来所. 控制锅炉过量空气系数, 提高热效率[J]. 能源研究与利用, 1995, (4)

Analysis of Insufficient Output of Y-130/39-2 Boiler

Xu Shengrong

(College of Power Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing, 210042, PRC)

Abstract: The output power of No. 1 boiler(Y-130/39-2) in a petrochemical plant is lower than expected for a long time. Based on the data from site measurement, this paper analyzes the causes for the low output and puts forward measures to improve the boiler operation. The practical results show that the analyses are reasonable.

Key words: Characteristics of fuel, Air leakage, Air preheater, Boiler output

[责任编辑: 严海琳]