

锅炉效率的影响因素分析及节能改造技术

杨天虎

大唐东营发电有限公司 山东 东营 257000

[摘要]在对节能减排和环境保护日益重视的大背景下,作好锅炉等高能耗设备的监管,提升锅炉等特种设备的能源利用率,对实施能源发展战略具有重要意义。本文先从不同方面对锅炉效率影响因素进行分析,并对能效评价指导下的锅炉改造进行研究,最后对节能效果进行讨论。

[关键词]锅炉能效;因素;改造;技术

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.812

1 引言

锅炉能效测试与评价规则给出了测试与评价办法,热效率测试是对锅炉在额定工况下能开展的热效率测试,要求测试结果不可以低于锅炉节能管理规程的限定值,能效测试可以采取正平衡测量法或反平衡测量法,前者通过对输入、输出热量进行监测来确定热效率,是对锅炉出力的直接考核,多应用于中小型锅炉,后者是对燃烧产物热损失及锅炉散热损失进行确定,可以判断出锅炉热效率影响原因,确定出锅炉缺陷与提升热效率的措施,多应用于大中型锅炉,本文主要对锅炉效率影响因素进行分析,再对如何进行锅炉改造进行研究

2 能效评价指导下的锅炉改造

某蒸汽锅炉改造为热水锅炉,但由于没有完全改造,汽改水后的额定热功率为29MW,循环水量为418m³/h,出水温度130℃,回水温度70℃。

2.1 改造前锅炉能效指标

2.1.1 测点布置

对该锅炉进行改造前设置的能效测试点如图1所示:

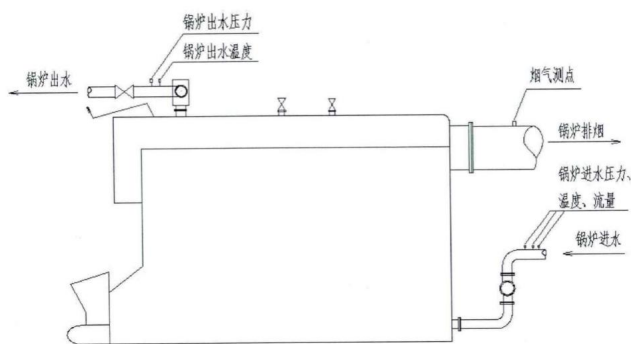


图1 锅炉改造前测点布置示意图

2.1.2 燃料特性

表1 煤样化验统计数据表

序号	化验项	工况1	工况2	来源
1	C_{ar} (%)	58.34	56.25	化验
2	H_{ar} (%)	3.12%	3.22	化验
3	O_{ar} (%)	8.77%	8.69	化验
4	S_{ar} (%)	0.57%	0.57	化验
5	N_{ar} (%)	0.86%	1.02	化验
6	A_{ar} (%)	13.86%	14.83	化验
7	M_{ar} (%)	13.78%	15.28	化验
8	V_{ar} (%)	36.39%	35.36	化验
9	$Q_{net.ar}$ (kJ/kg)	22327	20698	化验

2.1.3 试验数据采集

表2 试验数据采集统计表

序号	采集项	工况1	工况2	来源
1	进水量 (m ³ /h)	615	614.5	试验
2	进水温度 (℃)	50	50	试验
3	出水温度 (℃)	80	80	试验
4	进水密度 (kg/m ³)	988.25 ³	988.25	查表
5	循环水流量 (kg/h)	608657.2	608453.5	计算
6	进水压力 (MPa)	0.73	0.73	试验
7	出水压力 (MPa)	0.66	0.66	试验
8	h_{js} (kJ/kg)	211.05	211.05	计算
9	h_{cs} (kJ/kg)	315.37	315.37	计算
10	锅炉出力 (MW)	21.16	21.16	计算
11	燃料消耗量 (kg/h)	4936	5325	试验
12	排烟RO ₂ (%)	10.1	10.2	试验
13	排烟O ₂ (%)	9.5	9.4	试验
14	排烟CO (%)	0.002	0.002	试验
15	t_{lk} (℃)	7.0	7.0	试验
16	t_{py} (℃)	350.2	350.5	试验
17	t_{lz} (℃)	600	600	试验
18	h_{lz} (kJ/kg)	559	559	查表

2.1.4 炉灰渣取样化验数据

表3 炉灰渣取样数据统计表

序号	化验项	工况1	工况2	来源
1	W_{lz} (%)	15.98	13.75	化验
2	C_{lz} (%)	13.34	13.13	化验
3	C_{fh} (%)	25.26	21.27	化验
4	C_{lm} (%)	0	0	化验

2.1.5 固体未完全燃烧热损失 q_4

表4 固体未完全燃烧损失数据统计表

序号	化验项	工况1	工况2	来源
1	α_{lz} (%)	90	90	计算
2	α_{lm} (%)	10	0	计算
3	α_{fh} (%)	10	10	计算

固体未完全燃烧损失计算公式:

$$q_4 = \left(\alpha_{lz} \frac{C_{lz}}{100 - C_{lz}} + \alpha_{lm} \frac{C_{lm}}{100 - C_{lm}} + \alpha_{fh} \frac{C_{fh}}{100 - C_{fh}} \right) \times \frac{328.664 A_{ar}}{Q_r} \quad (4)$$

工况1条件下 $q_4 = 3.55$ 工况2条件下 $q_4 = 3.89$

3.1.6 其他损失计算

气体未完全燃烧损失:

$$q_3 = \frac{V_{gy} K_{q4}}{Q_r} \times 126.36 CO \times 100 \quad (5)$$

工况1条件下 $q_3 = 0.011$ 工况2条件下 $q_3 = 0.011$

排烟热损失:

$$q_2 = \frac{K_{q4}}{Q_r} (H_{py} - H_{lk}) \quad (6)$$

工况1条件下 $q_2 = 23.03$ 工况2条件下 $q_3 = 1.16$

散热损失:

$$q_5 = q_{5ed} \frac{D_{ed}}{D_{sc}} \quad (7)$$

工况1条件下 $q_5 = 1.16$ 工况2条件下 $q_3 = 1.16$

灰渣物理损失:

$$q_6 = \frac{A_{ar}}{Q_r} \left[\frac{\alpha_{lz} c_{t_{lz}}}{100 - C_{lz}} + \frac{\alpha_{lm} c_{t_{lm}}}{100 - C_{lm}} + \frac{\alpha_{lh} c_{t_{lh}}}{100 - C_{lh}} \right] \quad (8)$$

工况1条件下 $q_5 = 0.39$ 工况2条件下 $q_3 = 0.45$

锅炉反平衡效率:

工况1条件下 $\eta_1 = 71.86$ 工况2条件下 $\eta_2 = 71.27$, 总效率

$$\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2}{2} = 71.57\%$$

2.2 测试数据分析

锅炉热功率为21.21MW, 总热效率为71.57%, 平均耗煤5120kg/h, 平均过量空气系数1.8, 已经超过节能管理规程要求的不超过1.65. 平均排烟温度为350.1℃, 超过规定要的170℃, 没有安装省煤器, 存在着较大的排烟损失, 锅炉效率整体偏低。

3.3 改进方案

原回水管径为DN250, 左侧进水存在水动力不平衡, 出水管径为DN300, 无法达到29MW循环水量要求, 可将DN250管道右侧回水管打开, 并安装相应口径法兰和阀门, 出水管道DN300改造为DN400; 调整循水量、出水温度、回水温度; 烟道安装节能改造, 对排烟余热进行回收利用。

3 结语

综上所述, 从对比数据来看, 锅炉改造达到了理想的效果, 出力增加了13.28MW, 热效率增加了16.98%, 具有很好的节能效果, 排烟热损失、固体未完全燃烧损失、散热损失比较大, 是进行节能改造的重要对象。

参考文献

- [1] 李平姣, 钟文琪, 陈晓乐, 刘雪娇. 600MWS-CO-2循环燃煤流化床锅炉热量分布及锅炉效率[J]. 中国电机工程学报, 2019, 39 (07): 2080-2093.
- [2] 杨倩玉, 姜阳, 王雷. 影响燃气-蒸汽联合循环余热锅炉效率因素分析[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版), 2018, 14 (03): 209-215.
- [3] 靳森嘉. 影响燃煤锅炉效率的因素和解决方法[J]. 电力设备管理, 2021 (01): 125-126+140.
- [4] 吴运凯, 苏胜, 王中辉, 任强强, 于鹏峰, 黄海舟, 徐俊, 汪一, 胡松, 向军. 燃煤锅炉CO生成特性对锅炉效率及NO_x生成的影响机制[J]. 燃烧科学与技术, 2021, 27 (05): 553-561.
- [5] 华心果, 陈时熠, 曹启威, 向文国. 联合循环机组余热锅炉效率敏感性分析[J]. 热力发电, 2020, 49 (07): 130-136.