

320 MW 机组锅炉再热器受热面改造实例分析

任 为, 牛金山, 张希光, 宁维云, 刘宝元
(太仓港协鑫发电有限公司, 江苏 苏州 215433)

摘 要:介绍了 320 MW 机组锅炉再热器受热面改造工程实例, 根据锅炉设计特性, 对比不同的改造方案, 选取合适的改造方案。通过减少再热器受面改造, 降低了再热汽温, 减少再热减温水量。对比改造前后锅炉实际运行数据, 分析了锅炉再热器受热面改造产生的经济效果和改造所带来影响, 值得同类型机组借鉴和分享。

关键词:再热器; 技术改造; 减温水; 节能增效

中图分类号:TK223.3

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2016)02-0098-03

太仓港协鑫发电有限公司 6 号炉是上海锅炉厂有限公司设计制造的配 320 MW 机组的锅炉。近几年电厂为降低发电成本, 采购煤炭越来越偏离原设计煤种, 掺烧劣质煤也成为主流。煤种变化、热值降低、制粉系统运行套数增加等因素, 造成锅炉运行中再热汽温偏高、再热器喷水量偏大, 给锅炉运行的安全性、经济性带来影响。因此提出通过调整再热器受热面积, 来降低再热汽温, 减少再热器的喷水量, 提高机组效率^[1]。公司在 2015 年 5 月 6 号机组大修中实施了再热器受热面调整改造, 对末级再热器割管, 减少受热面积, 改造后通过经运行参数分析, 达到了预期效果。

1 锅炉结构和设计参数

公司 6 号锅炉 2003 年制造, 2005 年 1 月投产, 型号为 SG-1036/17.47-M873, 亚临界参数控制循环汽包炉, 一次中间再热, 采用四角切圆燃烧方式, 配有 5 台中速磨煤机的直吹式制粉系统, 炉膛四角各布置 5 层一次风喷嘴, 燃烧器一、二次风喷嘴间隔布置, 过热汽温调节采用二级喷水减温, 再热汽温采用燃烧器喷嘴摆动调节汽温, 在再热器进口管道上设置事故喷水减温器。锅炉过热器受热面由 5 个部分组成: 炉顶包覆过热器、低温过热器、分隔屏过热器、后屏过热器、末级过热器。再热器受热面由 3 个部分组成: 墙式再热器、屏式再热器、末级再热器。尾部烟道下方分别布置省煤器和 2 台回转式三分仓空气预热器。省煤器由水平管束和尾部受热面悬吊管组成。烟气配有脱硫、脱硝装置, 设计煤种收到基低位发热量为 21 805 kJ/kg, 收到基碳元素 57.33%。

锅炉原设计受热面结构数据如表 1 所示。

2 锅炉运行情况分析

锅炉实际运行中燃用大量劣质煤, 由于劣质煤的水分增加, 发热量减少, 烟气量增大及不同煤种的分

表 1 锅炉原设计受热面结构数据

序号	受热面名称	外径/mm	面积/m ²	排数	每排根数/根
1	墙式再热器	54	369	—	408
2	分隔屏过热器	51	692	4	54
3	后屏过热器	60/54	980	20	14
4	屏式再热器	63	1419	30	14
5	末级再热器	63	1506	60	7
6	末级过热器	51	1883	81	4
7	低温过热器	51	10 562	99	5
8	省煤器	51	7270	103	3
9	空气预热器 (2台)	转子 D10 330 mm, 高度 1880 mm, 一次风分仓 50°, 反转			

磨需要, 磨煤机的投运台数比原设计增加 1 台, 使得再热汽出口温度偏高, 再热器进口喷水量偏大。300 MW 负荷工况下再热器喷水量为 20 t/h 以上; 200 MW 负荷下再热器喷水量 2.7 t/h。

锅炉再热器受热面经常超温, 再热器减温水量也偏大, 影响机组运行的安全经济性。为减少受热面超温和再热器的喷水量, 需要对再热器受热面进行改造, 受热面的改造既要考虑在额定负荷下再热器喷水量尽可能减少, 同时也要考虑低负荷运行时再热汽温易偏低的情况。锅炉受热面布置如图 1 所示。

3 受热面改造方案选择

由于墙再与水冷壁组装成一体, 墙再受热面改造要影响到水冷壁吸热量的变化, 对炉膛水循环、炉膛水冷壁下集箱内的节流圈布置都有影响, 因而改造涉及的范围较大。屏再与末再依次布置在炉膛出口, 受热面管子数相同, 在设计中通常考虑末再受热面调整, 按热力计算情况可来调整受热面积。

综合再热器受热面的结构及目前锅炉运行情况, 为确保低负荷下的再热汽温, 考虑对末级再热器受热面进行调整, 原设计末再受热面炉内高度为 9000 mm, 将受热面高度割去 1000 mm, 受热面将减少约 11%。

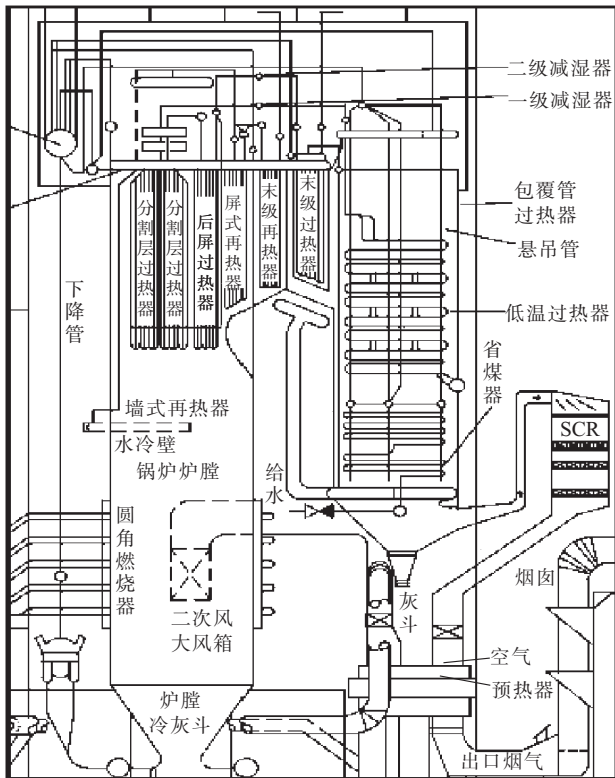


图1 锅炉受热面布置图

根据现有实际情况对末再受热面改造前后再次进行理论核算,核算结果如表2、表3所示。

表2 末再受热面改造前核算表

序号	项目	BMCR	ECR	75%ECR	50%ECR
1	过热蒸汽流量/(t·h ⁻¹)	1036	909	661	448
2	过热出口压力/MPa	17.47	07.3	14.4	9.9
3	过热出口温度/℃	541	541	541	541
4	再热蒸汽流量/(t·h ⁻¹)	834.1	741.4	550.9	383
5	再热进口压力/MPa	3.84	3.41	2.52	1.7
6	再热出口压力/MPa	3.64	3.23	2.4	1.6
7	再热进口温度/℃	329	317	310	315
8	再热出口温度/℃	541	541	541	541
9	给水温度/℃	281	273	254	233
10	燃煤消耗量/(t·h ⁻¹)	154.4	138	105	74
11	过热器喷水量/(t·h ⁻¹)	20.1	24	31	21
12	再热器喷水量/(t·h ⁻¹)	29.8	20	8.3	1.3

通过核算,机组最大负荷下,再热器喷水量减少平均6.5 t/h;额定负荷下喷水量减少5.3 t/h;75%ECR负荷下喷水量减少4.4 t/h;50%ECR负荷下,再热器喷水量为0 t/h,再热汽温为533℃。末再受热面改造后,除再热器喷水量减少外,过热器喷水量增加约1~4 t/h,其余的排烟温度、热风温度等热力数据基本不变。

4 受热面改造需要考虑的因素

锅炉负荷变化的影响。根据锅炉运行情况,高负荷时再热器喷水量较大,通常20~30 t/h,但低负荷时喷水量较小,通常只有约2 t/h。通过核算50%ECR负荷,

表3 末再受热面改造后核算表

序号	项目	BMCR	ECR	75%ECR	50%ECR
1	过热蒸汽流量/(t·h ⁻¹)	1036	909.3	661.2	448.7
2	过热出口压力/MPa	17.47	17.29	14.41	9.93
3	过热出口温度/℃	541	541	541	541
4	再热蒸汽流量/(t·h ⁻¹)	834.1	741.4	550.9	382.8
5	再热进口压力/MPa	3.84	3.41	2.52	1.7
6	再热出口压力/MPa	3.64	3.23	2.39	1.6
7	再热进口温度/℃	329	317	310	315
8	再热出口温度/℃	541	541	541	533
9	给水温度/℃	281	273	254	233
10	燃煤消耗量/(t·h ⁻¹)	153.8	137.6	104.4	73.47
11	过热器喷水量/(t·h ⁻¹)	24.3	27.8	33.4	21.1
12	再热器喷水量/(t·h ⁻¹)	23.3	14.2	3.9	0

再热器将没有喷水,同时再热汽温将低于额定值。低负荷时,再热汽温偏低也影响机组效率,影响机组的安全运行,因此还需要根据机组全年的负荷运行负荷区段综合进行考虑。按目前的运行情况,仅靠调整受热面难以同时满足高低负荷的不同汽温情况。

锅炉燃煤变化的影响。通过对锅炉燃用实际煤种与原设计煤种进行核算,额定负荷下,相比掺烧褐煤,燃用原设计煤时,再热器喷水量将减少约18 t/h。目前锅炉的实际燃煤由多种不同的煤种组成,需要考虑燃煤及运行变化,对汽温造成的影响。锅炉的汽温变化受燃煤特性和负荷率变化影响较大,所以锅炉受热面改造要考虑长期燃用的煤种组成情况和负荷率变化区间。由于受热面改造的不可逆性,如实际燃煤发生较大的变化,将对再热汽温产生影响,尤其是低负荷下,再热器热面减少后,将难以达到额定汽温。

5 再热器受热面改造后效果分析

公司利用4月份6号锅炉大修,对锅炉再热器受热面进行了割管改造。并且在2015年9月24日由江苏方天电力技术有限公司进行了改造后锅炉效率试验。在电负荷为320 MW工况下,对6号机组进行了2次锅炉热效率试验。试验结果表明:实测锅炉热效率为94.26%,修正到设计条件下的热效率为94.14%。

锅炉受热面改造后,对改造前后汽温变化及减温水情况进行了比较,改造后末再入口汽温升高12.7℃,末再出口汽温升高2.4℃,减温水量减少13.8 t/h。再热减温水减少,按耗差经验数据每减少1 t,煤耗下降0.066 g/(kW·h)计算,改造后平均煤耗下降约0.91 g/(kW·h)。改造主汽温度也带来变化情况,低过、屏过、末过吸热量增加汽温升高,主汽温度升高3.3℃,过热器减温水增加1.9 t/h,过热器减温水增加量可以直接变为主蒸汽,作为新蒸汽在汽轮机中做功,对热力循环影响可以忽略不计,如表4所示。

表4 受热面改造前后对比分析表

序号	项目	改后	改前	差值	序号	项目	改后	改前	差值
1	负荷 / MW	300	300	0.0	17	二级减温水量 / (t·h ⁻¹)	3.1	2.0	1.2
2	低过出口汽温 1/°C	409.9	405.2	4.7	18	墙再进口汽温 A1/°C	293.0	268.3	24.7
3	低过出口汽温 2/°C	413.2	406.2	7.1	19	墙再进口汽温 A2/°C	298.6	270.2	28.4
4	分隔屏进汽温 1/°C	406.5	402.0	4.5	20	墙再进口汽温 B1/°C	291.1	259.0	32.2
5	分隔屏进汽温 1/°C	405.8	401.5	4.3	21	墙再进口汽温 B2/°C	292.1	260.6	31.5
6	分隔屏进汽温 3/°C	407.1	402.3	4.8	22	屏再出口汽温 A1/°C	490.9	482.0	8.9
7	后屏出口汽温 1/°C	509.2	507.8	1.4	23	屏再出口汽温 B1/°C	493.7	477.2	16.5
8	后屏出口汽温 2/°C	511.7	507.3	4.5	26	末再出口汽温 A1/°C	539.5	537.9	1.6
9	高过进口汽温 1/°C	508.9	507.4	1.5	27	末再出口汽温 A2/°C	541.1	537.9	3.2
10	高过进口汽温 2/°C	505.2	506.4	-1.2	28	末再出口汽温 A3/°C	540.8	537.2	3.5
11	高过进口汽温 3/°C	506.8	506.6	0.2	29	末再出口汽温 B1/°C	541.4	538.1	2.3
12	高过出口汽温 1/°C	542.0	538.3	3.7	30	末再出口汽温 B2/°C	539.8	537.9	2.0
13	高过出口汽温 2/°C	541.6	537.6	4.0	31	末再出口汽温 B3/°C	540.3	538.5	1.8
14	高过出口汽温 3/°C	539.1	536.9	2.2	34	再热减温水量 A / (t·h ⁻¹)	4.5	12.2	-7.0
15	高过出口汽压 / MPa	16.6	16.6	0.0	35	再热减温水量 B / (t·h ⁻¹)	4.4	11.1	-6.8
16	一级减温水量 / (t·h ⁻¹)	6.8	4.2	2.6					

6 结束语

再热器受热面改造后,各级受热面吸热均衡,主再热汽温特性未发生变化,再热汽温超温及管壁超温情况得到改善,再热器减温水量减少,机组运行经济性提高。改造后过热汽温有所升高,减温水量略增加。能够满足各工况下运行要求。

参考文献:

[1] 高小涛. 江苏电力节能减排的技术途径[J]. 江苏电机工程, 2015, 34(1): 65-68.

作者简介:

任 为(1981),男,湖南岳阳人,工程师,从事发电厂管理工作;
牛金山(1968),男,江苏苏州人,工程师,从事发电厂管理工作;
张希光(1968),男,江苏苏州人,高级工程师,从事节能管理工作;
宁维云(1970),男,山西太原人,工程师,从事发电厂管理工作;
刘宝元(1980),男,江苏苏州人,工程师,从事发电厂运行工作。

Analysis on Retrofit of Boiler Reheater Heating Surface in One 320 MW Power Unit

REN Wei, NIU Jinshan, ZHANG Xiguang, NING Weiyun, LIU Baoyuan
(Taicanggang Xiexin Power Generation Co. Ltd., Suzhou 215433, China)

Abstract: The case of retrofitting the boiler reheater heating surface in one 320 MW power unit was introduced in this paper. Through seriously comparing various potential retrofit schemes and carefully analyzing the boiler's design characteristics, one most appropriate scheme was finally determined. After reducing the reheater heating surface, the reheated steam temperature was decreased, and the amount of attemperating water was also reduced. The operating data obtained before and after retrofit were compared, and the economic benefits achieved through performing retrofit were also analyzed. This work can provide reference for similar power units.

Key words: reheater; technical retrofit; attemperating water; energy saving and efficiency improvement

(上接第 97 页)

作者简介:

唐 伟(1982),男,江苏泰州人,工程师,从事锅炉运行技术管理工作。

Analysis and Retrofit of Dynamic Separators in Coal Pulverizing Systems

TANG Wei

(Sinopec Yizheng Chemical Fibre Co. Ltd., Yizheng 211900, China)

Abstract: Focusing on the issues encountered by the dynamic separators in Yizheng Chemical Fibre Production Centre, we proposed several measures to optimize the structure and parameters of the original separators. After performing these measures, the separators' performance was analyzed by using field testing data. The results indicated that both the separation efficiency and the uniformity of the pulverized coal had been significantly improved; also, the output capacity of the separators had been increased.

Key words: storage coal pulverizing system; dynamic separator; structural optimization