

WGZ1100 自然循环锅炉再热汽温偏低问题的解决措施

顾卫东

(江苏新海发电有限公司,江苏连云港 222023)

摘要:针对某 330 MW 汽包锅炉存在再热汽温偏低的问题,从设计燃煤特性、供热量大小分析了产生问题的原因,总结了以往改造的实际效果,在此基础上提出了增加再热器面积的改造方案,实施改造后取得了预期效果。

关键词:锅炉;再热汽温;改造

中图分类号:TK223.3

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2015)05-0072-03

锅炉再热汽温偏低问题具有一定普遍性,对发电机组安全经济性有很大影响。江苏新海发电有限公司 15 号锅炉是 WGZ1100/17.45-4 型亚临界(330 MW)自然循环汽包炉,中速磨正压直吹式制粉系统,直流式百叶窗水平浓淡燃烧器,四角布置,切向燃烧方式,尾部双烟道布置,烟气挡板调节再热汽温,喷水减温控制过热汽温,容克式三分仓回转式空气预热器,固态出渣,一次再热,平衡通风,全钢构架,露天岛式布置。炉膛上方布置分隔屏过热器、后屏过热器,炉膛折焰角上方布置高温过热器,水平烟道布置高温过热器。尾部竖井烟道分隔为两个平行烟道,前烟道布置低温再热器,后烟道布置低温过热器和省煤器。平行烟道下方分别布置烟气调节挡板。2005 年投运后,15 号炉再热汽温长期在 525 °C 左右,严重影响机组经济性,并加速汽轮机末级叶片水蚀^[1]。分析了 15 号炉再热汽温偏低的原因,并据此提出对应的解决方案,2014 年方案实施后取得了良好的效果。

1 再热汽温偏低问题分析

1.1 锅炉原设计煤种和主要参数

该锅炉按贫煤设计,设计煤种和校核煤种均为山西贫煤,其煤质分析结果列于表 1,这些煤种具有典型贫煤的特性。锅炉设计主要参数见表 2。

1.2 锅炉再热汽温偏低的原因分析

1.2.1 锅炉设计特点的影响

15 号炉设计炉膛容积为 7750 m³,TMCR(汽轮机的最大出力)工况下设计炉膛出口烟气温度为 1120.6 °C,设计排烟温度为 120.9 °C(修正后)。该炉炉膛容积比一般同等级的贫煤锅炉大,水冷壁布置多,炉内吸热量多,加选用的排烟温度较低,燃煤量减少,造成炉膛出口烟温降低,辐射吸热百分比多,对流吸热百分比少,导致对流受热面包括再热器的吸热性能、调节性能、变工况特性、热力参数和受热面布置等受影响。

1.2.2 燃用煤种变化的影响

设计煤种为贫煤,干燥无灰基挥发分为 15.64%,

表 1 锅炉设计用煤质数据

项目名称	设计煤种	校核煤种
收到基碳分 Car/%	58.95	58.73
收到基氢分 Har/%	3.16	3.21
收到基氧分 Oar/%	2.13	6.44
收到基氮分 Nar/%	0.93	1.13
收到基硫分 St,ar/%	1	0.51
收到基灰分 Aar/%	26.80	23.48
收到基水分 Mt/%	7.03	6.5
干燥无灰基挥发分 Vdaf/%	15.64	17.69
收到基低位发热量 Qnet,ar/(MJ·kg ⁻¹)	21.77	23.29
可磨度 HGI	86	107
变形温度 DT/°C	1330	1260
软化温度 ST/°C	1400	1500
流动温度 FT/°C	1450	1500

表 2 锅炉设计主要参数

序号	项目	BMCR	高加切除	40%BMCR
1	主蒸汽流量/(t·h ⁻¹)	1100	867.12	440
2	主蒸汽压力/MPa	17.45	17.45	7.81
3	主蒸汽温度/°C	541	541	528
4	再热蒸汽流量/(t·h ⁻¹)	915.0	850.8	346.4
5	再热蒸汽压力/MPa	3.6	3.5	1.6
6	再热蒸汽温度/°C	540	540	499
7	再热器入口压力/MPa	3.8	3.7	1.7
8	再热器入口温度/°C	330.9	327	327.5
9	给水温度/°C	280.4	188.5	227.6
10	减温水温度/°C	186.3	184.9	153.1
11	空预器一次风入口/°C	28.9	28.9	50.6
12	空预器一次风出口/°C	337.2	327.0	310.7
13	空预器二次风入口/°C	23.3	23.3	50.6
14	空预器二次风出口/°C	356.5	344.2	314.6
15	排烟温度/°C	128.4	123.1	124.4
16	排烟温度(修正后)/°C	123.2	117.8	117.7
17	锅炉效率/%	92.81	93.03	94.11

而实际使用的煤干燥无灰基挥发分在 25% 以上,锅炉火焰中心相对降低,对再热汽温造成负面影响。

1.2.3 中压供热低于设计值的影响

原机组设计有压力 3.541 MPa、流量 20 t/h 的中压

供热,由高压缸排汽(再热冷段)抽取。但实际运行中,中压供热负荷只有 5 t/h 左右,且为间断供应。因此,造成额定工况下经过再热器的蒸汽流量相对原设计工况多了约 15 t/h,导致再热汽温降低了 3 ℃左右。

2 改造前采取的提高再热汽温措施

2.1 人为增大低温再热器侧烟气份额

15 号炉投运初期,为了保证再热汽温达到额定值,经常采用低温再热器侧烟气挡板门全开、低过侧烟气挡板门开度 15%~20%的运行方式,结果一方面造成再热器烟道的烟速过快,磨损加快,另一方面导致低过侧和低再侧静压差过大,局部位置有烟气从过热器烟道流向再热器烟道,形成烟气射流冲刷受热面管子。因此,在机组投运的最初一年内,低再侧受热面多次出现爆管。为了解决初期锅炉爆管的问题,除采取增装阻流板、防磨护瓦等措施外,控制过热器挡板开度不低于 40%。由于限制了过热器挡板开度不低于 40%,通过人为增大低温再热器侧烟气份额来达到提高再热汽温无可操作性。

2.2 调整磨煤机运行方式

采用上 4 台磨运行方式,使炉膛火焰中心上移,对提高再热汽温有一定效果,但排烟温度也随之升高。

2.3 调整各层燃烧器倾角

燃烧器从下至上依次调整如下:A、B 层燃烧器倾角调为 15°,D 层燃烧器倾角调为 15°,E、C 层燃烧器倾角调为 5°,以实现炉膛火焰中心上移。

2.4 高过出口末段管束喷涂 KR 系列隔热涂料

2007 年 15 号炉高过出口末段管束喷涂隔热涂料,以提升高温再热器入口烟气温度,实现再热汽温提升。涂料使用初期效果较好,但一年后逐渐失效。

采取上述措施后,再热汽温虽有一定改善,但一直在 525 ℃左右徘徊,严重低于设计值。

3 提高再热汽温的其他可能措施

(1) 在再热器入口参数一定的条件下,增加再热器的受热面,使烟气中的热量更多地传递给再热蒸汽,以提高再热蒸汽出口温度^[2]。

(2) 增加高温再热器入口烟气温度,增大传热温差,以提高再热器出口温度。就目前的条件,需要减少高温再热器前其他受热面(如高温过热器、后屏过热器等),但是效果不大,排烟损失也会随之增加,并且过热器受热面的余量不大。

(3) 减少再热蒸汽流量,以提高再热器出口温度。经计算即使利用高压缸排汽的中压供热量达到 50 t/h,也只能提高再热蒸汽温度约 9 ℃,提升幅度有限,并且电厂实际中压供热量只有 5 t/h 左右。

综上所述,增加再热器受热面积以提高再热汽温是治本的方法。

4 改造方案

4.1 设计条件

(1) 设计煤质。根据实际来煤情况,该改造锅炉煤种由原贫煤改为烟煤,改造设计煤种和校核煤种如表 3 所示。

表 3 改造设计煤种和校核煤种

项目名称	设计煤种	校核煤种
收到基碳分 Car/%	54.26	53.48
收到基氢分 Har/%	3.45	3.20
收到基氧分 Oar/%	8.14	6.50
收到基氮分 Nar/%	0.98	0.88
收到基硫分 St,ar/%	0.50	0.67
收到基灰分 Aar/%	14.97	20.27
收到基水分 Mt/%	17.7	15.0
干燥无灰基挥发分 Vdaf/%	36.61	30.63
收到基低位发热量 Qnet,ar/(MJ·kg ⁻¹)	20 350	20 070
可磨度 HGI	87	106
变形温度 DT/℃	1080	1280
软化温度 ST/℃	1220	1500
流动温度 FT/℃	1280	1500

(2) 锅炉低氮改造。方案设计时,考虑同期锅炉低氮燃烧改造的影响,对锅炉进行了相应的热力计算和校核计算。该次锅炉低氮改造后,燃烧器共有 18 层喷口,5 层一次风喷口,一次风喷口位置与改造前相同,9+4(燃尽风)层二次风喷口,主燃区从上至下布置为 2-2-1-2-1-2-2-1-2-2-1-2-1-2。在主风箱上部 32 400 mm 和 35 700 mm 标高布置燃尽风燃烧器(共分 2 组,每组 2 层,可上下及水平摆动),经主风箱顶部的燃尽风喷嘴送入炉膛。燃尽风喷口上下摆动±30°(电动),水平摆动±15°(手动)。一二次风喷口及燃尽风喷口上下摆动可以参与气温调节,燃尽风喷口水平摆动可以调节炉膛出口烟温偏差。

4.2 改造性能技术要求

(1) 在锅炉低温再热器垂直段增加受热面积,保证在燃用设计煤种、下 4 层磨煤机运行方式、75%~100%BMCR 工况下,主、再热汽温能达到设计值。

(2) 保证新增受热面安全悬吊。

(3) 受热面改造后,各段受热面的金属壁温在正常范围内。

(4) 新增受热面不得造成锅炉各受热面烟气磨损。

(5) 尽可能减少对机组现有系统、设施的影响。

(6) 受热面改造后,在燃煤煤质变化范围内,能保证锅炉长期、安全、稳定运行。

(7) 改造后,需核算选择性催化还原法脱硝(SCR)

装置在 50%BMCR 工况入口烟温不低于 310℃。

4.3 方案实施

(1) 在原低再垂直段的前后增加再热器受热面积,前部为 3 根管绕 1 匝,横向间距 114 mm,纵向为 6 根管,管屏宽度为 580 mm;后部为 2 根管绕 1 匝,横向间距 114 mm,纵向为 4 根管,管屏宽度为 410 mm。原低再垂直段前部增加的受热面积为 1211 m²,后部增加 808 m²,共增加受热面积 2019 m²,增加的受热面为原垂直段的 1.98 倍。具体布置形式如图 1 所示。

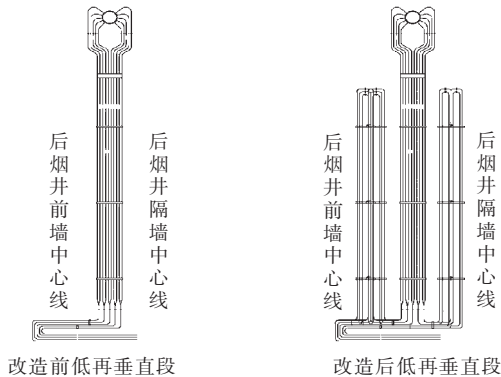


图 1 再热器改造示意图

(2) 垂直段焊口在原焊口上 150 mm(标高 50 630 mm),前部 3 根管子的水平段焊口距离后烟井前墙 600 mm(中间两排)及 1000 mm(其余管排),后部 2 根管子的水平段焊口为左侧管夹右侧 500 mm 处。

(3) 新增加的受热面悬吊在再热器的悬吊管上。

(4) 在左右包墙上增加人孔,可以满足安装和检修的需要。

(5) IK15、16 吹灰器孔位置改为检修人孔门。

4.4 实际效果

2014 年 6 月 15 日至 7 月 20 日完成改造工程,2014 年 7 月 27 日 15 号机组启动并网后,锅炉再热汽温可以达到设计值。9 月 23 日至 24 日,进行锅炉改造后性能试验,试验数据表明,改造后再热汽温达到了设计值,详见表 4。

4.5 经济效益分析

通常情况下,300 MW 机组再热蒸汽温度每降低 1

表 4 改造后性能试验再热汽温数值

项目	工况一	工况二	工况三
机组负荷 /MW	321.58	280.00	320.85
主汽压力 /MPa	16.79	16.41	16.70
主汽温度 /℃	543.40	539.90	542.72
再热蒸汽压力 /Mpa	3.40	2.94	3.40
再热蒸汽温度 /℃	546.73	542.04	543.59
再热挡板开度 /%	40	45	40
过热挡板开度 /%	100	100	100
排烟温度 /℃	141.31	136.28	142.12
锅炉效率 /%	92.26	92.91	92.75

℃,影响机组热耗 0.026 8%,影响机组煤耗约 0.079 g/(kW·h)^[3]。改造后,再热汽温由 525℃提高到设计值 540℃,升高了 15℃,因此对应的供电煤耗将降低 1.2 g/(kW·h)。15 号机组按年运行 5500 h,平均负荷 250 MW 计,改造后每年可节约标煤 1650 t;标煤按 700 元/t 计,每年可节约发电成本 115.5 万元,改造回收期约 3 年。改造后还可降低低温再热器侧烟气份额,达到减少低再侧磨损的目的。同时,降低了汽轮机低压缸排汽的湿度,使低压缸末级叶片水蚀速度减慢,有利于机组长期安全运行。

5 结束语

15 号炉低再通过垂直段增加受热面,成功地解决了锅炉投产以来再热汽温严重偏低问题,经济效益显著,可供存在相似问题的电厂借鉴。

参考文献:

- [1] 赵振宁,程亮,朱宪然. 300 MW 锅炉再热器汽温不足问题分析及对策[J]. 华北电力技术,2013(1):63-66.
- [2] 孟建国,曹建臣,严林博,等. 通过受热面改造解决再热汽温偏低问题[J]. 华北电力技术,2010(4):27-31.
- [3] 贾兆鹏,徐党旗,张广才,等. 低温再热器磨损泄漏及再热汽温偏低原因分析及改造[J]. 热力发电,2014(2):128-130.

作者简介:

顾卫东(1970),男,江苏连云港人,高级工程师,从事火力发电厂锅炉设备检修管理工作。

Countermeasures for Low Reheat Steam Temperature of WGZ1100 Natural Circulation Boiler

GU Weidong

(Jiangsu Xinhai Power Generation Co. Ltd., Lianyungang 222023, China)

Abstract: Analysis on the low reheat steam temperature encountered in one 330 MW drum boiler was performed from the aspects of coal characteristics and heat supply capacity. The countermeasures of increasing the heat transfer area of the reheater was then proposed, based on the detailed investigation of the practical effects of previous retrofit efforts. The anticipated effects were finally achieved.

Key words: boiler; temperature of reheat steam; retrofit