

多因素影响下的 MGGH 系统综合性能分析

陆海荣,王刚,刘刚
(苏州热工研究院有限公司,江苏 苏州 215004)

摘 要:低低温烟气处理(MGGH)系统节能效果备受关注,但对 MGGH 系统进行性能评价时仅考虑烟气温差、换热器烟气侧压降、水侧总压降等经济指标。投运 MGGH 后,系统阻力变化对其相关设备经济性有所影响,应同时考虑蒸汽消耗量、除盐水循环水量、电耗等指标对 MGGH 系统综合性能的影响,并对 MGGH 系统进行调整,以达到最佳状态。以某 1 000 MW 机组 MGGH 系统为例,结合热力试验,对性能评价指标进行完善,为机组运行提供技术支持。

关键词:低低温烟气处理系统;综合性能评价;系统阻力;经济性

中图分类号:TM 621 **文献标志码:**A **文章编号:**1674 - 1951(2018)02 - 0054 - 03

0 引言

随着国家对火力发电企业节能、环保要求的日趋严苛,超低排放技术的研发和应用得以快速发展^[1-4]。为了深度回收低品位的烟气余热,火力发电企业必须加装一系列的余热利用和余热转移设备。自 2014 年起,各火力发电企业对低低温烟气处理(MGGH)系统的需求呈井喷式增长。MGGH 的本质是两级烟气-水换热器,主要布置在锅炉空气预热器出口与干式静电除尘器之间的烟道上,主体由烟气放热器和烟气再热器组成,利用锅炉低品质烟气的余热加热脱硫后湿式电除尘器出口的湿烟气,抬升烟气温度,以消除烟囱冒白烟的现象。

目前,国内外已有很多学者对 MGGH 展开相关研究,主要集中在 MGGH 的热经济性理论分析、烟气系统的优化设计、运行事故分析等方面,而从工程实际应用角度,考察 MGGH 投运性能方面的分析则比较少,且性能评价中考虑外部影响因素较少^[4-7]。投运 MGGH 后,在进行性能评价时不仅要考虑烟气

温差、换热器烟气侧压降、水侧总压降等,同时还要将蒸汽消耗量、除盐水循环水量、电耗等指标纳入分析范围,对 MGGH 投运进行综合评价,并提出运行调整意见。

1 机组概况

本文所述机组锅炉系东方锅炉厂有限公司生产的 1 000 MW 超超临界参数、变压运行、单炉膛、一次中间再热、前后墙对冲燃烧、平衡通风、固态排渣、全钢悬吊结构 Π 型锅炉。机组同步新建热媒水管式 MGGH 及其附属设备,分别为安装在干式电除尘器(ESP)前的烟气放热器和安装在湿式电除尘器(WESP)与烟囱入口之间的烟气再热器及其辅助设备,系统如图 1 所示(图中:SCR 为选择性催化还原)。

2 MGGH 热经济性计算

MGGH 设计参数见表 1、表 2,表中数值为标态下最大连续出力(BMCR)工况参数,除注明外均为湿基、实际含氧量。

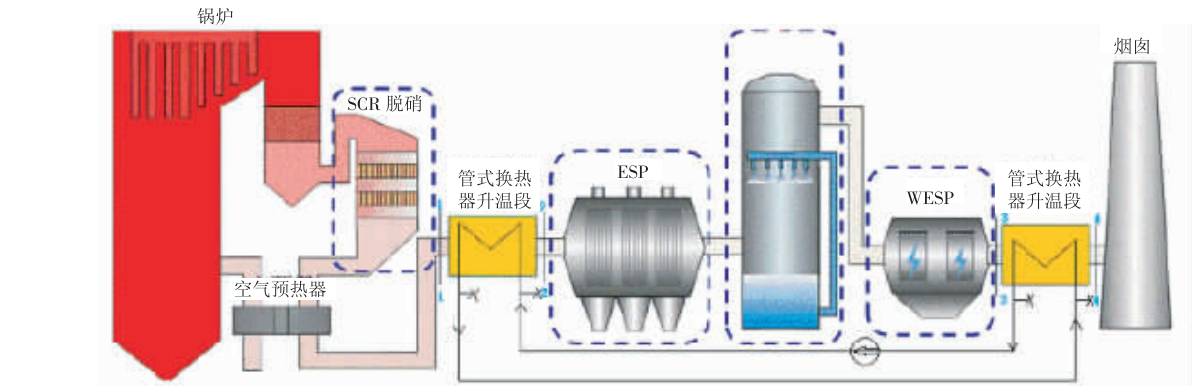


图 1 MGGH 系统示意

2.1 烟气流量计算

基于烟气放热器和烟气再热器进、出口烟道直

表 1 烟气放热器设计参数

项目	单位	设计煤种	校核煤种 1	校核煤种 2
入口实际烟气量	m ³ /s	1 221. 1	1 175. 9	1 208. 4
入口烟气量(干基,6% O ₂)	m ³ /s	854. 7	828. 4	863. 4
入口烟气质量流量	kg/s	1 092. 0	1 069. 1	1 105. 5
入口烟气温度	℃	127	120	118
出口烟气温度	℃	85	85	85
入口烟气压力	kPa	-4. 095	-3. 930	-4. 150
入口烟尘质量浓度	g/m ³	≤30	≤30	≤30
入口 SO ₃ 质量浓度	mg/m ³	≤50	≤50	≤50
除尘器入口烟气露点	℃	97. 07	98. 80	97. 55

表 2 烟气再热器设计参数

项目	单位	设计煤种	校核煤种 1	校核煤种 2
入口实际烟气量	m ³ /s	1 040. 9	1 175. 9	1 208. 4
入口烟气量(干基,6% O ₂)	m ³ /s	877. 6	852. 5	886. 2
入口烟气温度	℃	48	48	48
出口烟气温度	℃	≥80	≥80	≥80
入口烟气压力	Pa	≤1 000	≤1 000	≤1 000
入口烟尘质量浓度	mg/m ³	≤10	≤10	≤10
入口 SO ₃ 质量浓度	mg/m ³	≤15	≤15	≤15
雾滴质量浓度	mg/m ³	≤500	≤500	≤500

段长度不满足速度场法测量流量的现状,拟采用锅炉烟风量平衡计算方法来确定烟气流量。

2.2 烟气成分、烟气温度测量

用标定合格的烟气分析仪,按网格法测量烟气放热器出口截面各测点的烟气成分(O₂, CO₂, CO等)。根据烟气组分确定烟气流量;根据烟气放热器和再热器的进、出口烟道截面尺寸,确定烟气温度分布场测量网格,并利用热电偶进行测量。其他测量参数不再一一叙述,试验测量结果见表 3(THA 工况为额定出力工况)。

2.3 节能性评价

BMCR 工况下,烟气放热器出口烟气温度为 84.3℃,烟气再热器出口烟气温度为 80.4℃,烟气放热器和再热器烟气侧压降分别为 360 Pa 和 616 Pa,热媒水侧总压降为 0.870 MPa,除热媒水侧总压降外,实测各项考核指标均达到设计保证值。

75% THA 工况下,烟气放热器出口烟气温度为 86.6℃,烟气再热器出口烟气温度为 80.6℃,烟气放热器和再热器烟气侧压降分别为 245 Pa 和 443 Pa,热媒水侧总压降为 0.916 MPa,除热媒水侧总压降和辅助加热蒸汽流量外,其他各项考核指标均达到设计保证值。

50% THA 工况下,烟气放热器出口烟气温度为 84.9℃,烟气再热器出口烟气温度为 80.2℃,烟气放热器和再热器烟气侧压降分别为 180 Pa 和 320 Pa,热媒水侧总压降为 0.907 MPa,除热媒水侧总压降外,其他的各项考核指标均达到设计保证值。

综上所述,各试验工况下,除水侧总压降稍大于保证值外,其他性能指标均达到设计标准,满足使用需求。

3 MGGH 系统蒸汽消耗、电耗统计分析

MGGH 改造安装投运后,引风机与增压风机新

表 3 MGGH 运行试验测量结果

项目	单位	BMCR 工况		75% THA 工况		50% THA 工况	
		设计值	试验值	设计值	试验值	设计值	试验值
烟气放热器出口烟温	℃	85. 0	84. 3	85. 0	86. 6	85. 0	84. 9
烟气再热器出口烟温	℃	≥80. 0	80. 4	≥80. 0	80. 6	≥80	80. 2
烟气放热器烟气侧压降	Pa	≤500	360	—	245	—	180
烟气再热器烟气侧压降	Pa	≤650	616	—	443	—	320
水侧总压降	MPa	≤0. 800	0. 870	≤0. 800	0. 916	≤0. 800	0. 907

增烟气总阻力增加,势必导致机组整体的能耗增加;同时,由于排烟温度降低,引风机与增压风机入口体积流量会相应减少。通过计算,采用 MGGH 之后,由于风量减少导致的引风机电耗下降完全可以抵消引风机因为阻力增加所带来的电耗增加,因此增加受热面后不会影响引风机、增压风机的正常出力。

燃煤电厂锅炉排烟大部分采用 MGGH 工艺,将

除尘器入口烟气温度降到 90 ℃ 左右,结合湿法脱硫,可实现烟尘超低排放。实践证明,机组 MGGH 运行以来,电除尘器及下游设备的低温腐蚀问题一直存在,影响设备的可靠运行,建议不仅要追求烟温的降低,同时要关注后续设备腐蚀问题。加装 MGGH 后蒸汽消耗、除盐水循环水量、总电耗均有所改变,见表 4。

表 4 MGGH 经济性指标

项目	单位	BMCR 工况		75% THA 工况		50% THA 工况	
		设计值	试验值	设计值	试验值	设计值	试验值
热媒水加热用蒸汽耗量	t/h	0.00	0.00	≤6.00	9.96	≤12.60	5.75
除盐水循环水量	t/h	≤1 200.0	1 007.0	≤1 200.0	928.2	≤1 200.0	879.6
热媒水管式 MGGH 电耗	(kW·h)/h	≤400.0	355.9				
换热器噪声	dB(A)		≤70				
辅助设备噪声	dB(A)		≤85				

BMCR 工况下,除盐水循环水量为 1 007 t/h,热媒水管式 MGGH 总电耗为 355.9 (kW·h)/h,均低于初始设计值,经济性达到了考核要求;同时,在 BMCR 工况下,换热器噪声、辅助设备噪声均符合 GB/T 50087—2013《工业企业噪声控制设计规范》。75% THA 工况下,除盐水循环水量为 928.2 t/h,热媒水加热用蒸汽耗量(即辅助蒸汽加热流量,主要用于特殊工况或环境下辅助加热尾部湿烟气)为 9.96 t/h。50% THA 工况下,除盐水循环水量为 879.6 t/h,热媒水加热用蒸汽耗量为 5.75 t/h。因此,综合考虑 MGGH 各项指标,某些特殊工况运行时可适当调整烟气放热器进水流量和旁路流量,以降低热媒水加热用蒸汽耗量至保证值,保证系统经济运行。

4 结束语

(1)加装 MGGH 系统后,烟气温差、换热器烟气侧压降、水侧总压降满足设计要求;同时,对蒸汽量消耗、除盐水循环水量、电耗等性能指标进行综合评价,并考虑 MGGH 系统整体投运对机组设备的影响,相关数据和评价结论可为同类型机组的改造提供参考。

(2)运行过程中需控制烟速,以提高 MGGH 设备运行的可靠性和使用寿命。

(3)通过 MGGH 系统改造,可实现烟气零泄漏,提高系统的脱硫效率;MGGH 系统阻力较低,有助于降低机组能耗,同时还能消除烟囱尾翼,减少视觉污染。但加装 MGGH 后将导致烟气最终排放温度下降,需要采取对应的防腐措施以降低烟气对烟囱的腐蚀。

参考文献:

[1]陈文理. MGGH 技术在 1 000 MW 机组中应用的技术、经济性分析[J]. 电力建设,2014,35(5):103-107.

[2]王中伟,李超,于丽新. 350 MW 燃煤机组加装 MGGH 系统设计方案的制定[J]. 环境保护与循环经济,2014,34(2):42-47.

[3]张锐,信丹丹,孙晓菲. 热管技术在降低电站锅炉排烟温度中的应用[J]. 电站系统工程,2011,27(3):23-25.

[4]刘宇钢,罗志忠,陈刚,等. 低温省煤器及 MGGH 运行中存在典型问题分析及应对措施探讨[J]. 东方锅炉,2015(2):32-36.

[5]刘宇钢,罗志忠,陈刚,等. 低温省煤器及 MGGH 运行中存在典型问题分析及对策[J]. 东方电气评论,2016,30(2):31-35.

[6]王斌斌,仇性启. 热管换热器在烟气余热回收中的应用[J]. 通用机械,2006(3):61-65.

[7]郭永华. 烟气温度对 SCR 脱硝催化剂的影响[J]. 能源研究与利用,2013(4):38-40.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

陆海荣(1986—),男,江苏苏州人,工程师,工学硕士,从事电厂仪控系统维护、设备性能监测及技术改造等工作(E-mail:437922909@qq.com)。

王刚(1988—),男,江苏苏州人,工程师,工学学士,从事核电站实保、消防等系统维护工作。

刘刚(1983—),男,江苏苏州人,工程师,工学硕士,从事核电站生产技术支持与管理工作。