

9F 燃气轮机进气过滤系统升级改造

李立, 闵华山

(无锡西区燃气热电有限公司, 江苏 无锡 214151)

摘要:无锡西区燃气热电有限公司9F燃气轮机进气过滤系统滤网压差在短时间内快速增长至报警值,通过分析原设计存在的问题,提出了提高粗滤过滤精度、升级精滤滤料、改动油烟排烟口等措施。改造后,过滤系统运行良好,降低了运行维护成本,提高了机组的安全性和稳定性,经济效益显著。

关键词:燃气轮机;进气过滤系统;压差;粗滤;精滤;经济效益

中图分类号:TK 478

文献标志码:B

文章编号:1674-1951(2018)04-0025-03

1 燃气轮机进气过滤系统概况

燃气轮机运行时,进气系统的一系列过滤器会清除空气中的灰尘、花粉和悬浮颗粒,向燃气轮机提供符合要求的洁净空气,避免燃气轮机压气机叶片过早磨损。

无锡西区燃气热电有限公司配套燃气轮机为西门子SGT5-4000F(4+)型,其进气系统布置在燃气轮机发电房屋顶,进气过滤系统由二级进气过滤房组成,按基本功能分为折板除雾模块和脉冲过滤模块^[1]。折板除雾模块(含防雨罩、防鸟网、折板除雾器等)由8个竖向模块组成,在各个模块中配备防雨罩、防鸟网、除冰分配管道和除湿百叶窗。脉冲过滤模块(含凝聚式框式初滤、脉冲过滤器)竖直并立8个反吹过滤器模块,每个模块装88块板框式粗过滤器(过滤等级为G4)和104套脉冲精过滤器(过滤等级为F9)。

2016年11月,该公司燃气轮机完成168h满负荷试运行,12月8日,燃气轮机进气系统滤网压差在短时间内快速增长至报警值。停机后检查发现:进气系统粗滤的内部吸附有大量的灰尘并在表面板结,粗滤差压已达到失效值;精滤表面严重发黑,精滤压差上升较快。

2 原因分析

综合分析压差形成的原因,认为现场设计存在如下问题。

(1)江南地区多阴雨天气,空气湿度较大,加之近年来雾霾天气增多,空气含尘量较高,原始设计G4等级的板框式粗滤容尘量有限,导致燃气轮机运行时进气粗滤失效较快,缩短了精滤使用寿命^[2]。

(2)进气粗滤、精滤均布置在脉冲过滤模块中,运行期间若更换粗滤,未过滤的脏空气会对精滤造成一定程度的损害;同时,由于进气压差的存在,不宜进行粗滤的更换,运行期间粗滤压差过大时需停机进行处理,但作为供热机组,被迫停机会造成很大的经济损失。

(3)应急锅炉、机力通风冷却塔分别布置在燃气轮机房的东北角与正东边,且与燃气轮机房距离较近,偏东风时应急锅炉、机力通风冷却塔大量的排汽进入燃气轮机进气系统的吸风口,大湿度的空气对燃气轮机进气滤网是极大的考验。

(4)燃气轮机润滑油排油烟管道、燃气轮机发电机密封油排烟管道伸出厂房的排放口设计在燃气轮机进气系统进气弯头靠西处,油烟易积存在燃气轮机发电房屋顶。由于燃气轮机进气吸风口存在微负压,油烟被吸入进气系统污染滤网,油性物质黏附在精滤纸质滤筒上,极易造成堵塞,且难以用压缩空气反吹清理。

3 改造方案

对燃气轮机进气过滤系统进行升级改造,以减小过滤系统差压,延长更换周期,避免燃气轮机进气系统压差过快上升,保证机组安全、稳定、经济运行。

(1)将过滤房前端的折板除雾模块整体往前移动800mm,留出新增的粗滤安装空间,如图1所示。根据现场实际测量情况,将新增的粗滤模块布置在折板除雾模块的百叶窗后、脉冲过滤模块的粗滤前,在其内部安装一层固定新粗滤的网格框,然后根据网格框的尺寸定制新粗滤。新粗滤不但可以实现在线拆卸更换,同时,由于折板除雾模块原粗滤层的存在,在线更换时可以吸收新粗滤拆卸时落下的灰尘,起到保护精滤的作用。新增的粗滤层可选用过滤等级为G3的粗效过滤棉,初始压降为61Pa,仅

占进气系统压差保护值 1.3 kPa 的 4.7%；同时，因为该层粗滤布置在除冰管道的后侧，遇雾霾、湿度大的恶劣天气时，强制开启除冰管道，可以起到干燥该层粗滤的作用，有效防止粗滤表面板结，延长粗滤的使用寿命^[3]。由于新增粗滤模块布置在脉冲过滤模块之前，运行期间允许自由进出，可以实现粗滤在线拆卸更换，以保证机组的连续经济运行。

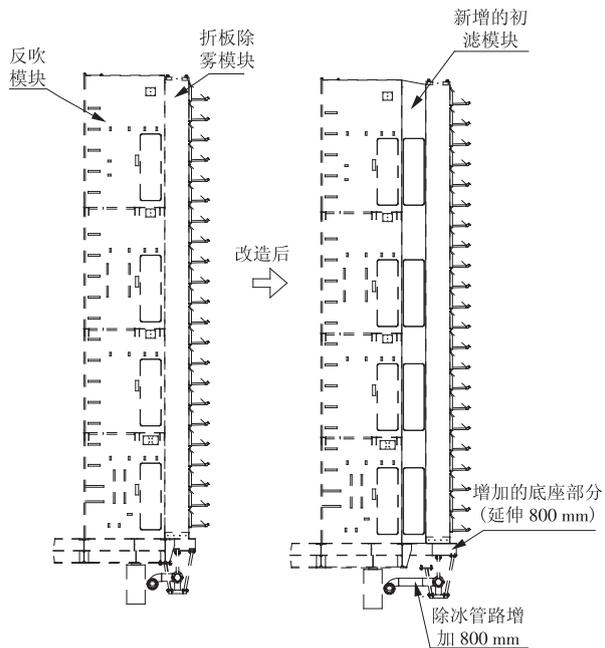


图 1 新增粗滤改造示意

由于进气过滤系统的框架结构已经定型，新增粗滤模块必然要对现有框架结构进行较大改动，需要较长的停机改造周期，由于目前单台机组连续对外供热运行，暂不考虑进行新增粗滤层的改造。

(2) 提高原粗滤过滤精度。对折板除雾模块的原粗滤进行改造升级，将原设计的板框式结构更改为布袋式结构，增加粗滤的容尘量^[4]。原折板除雾模块粗滤与新增粗滤模块粗滤设计参数对比见表 1。

表 1 原粗滤与新粗滤设计参数对比

项目	G4 板框式粗滤	M5 布袋式粗滤
规格/mm	535 × 500 × 95	535 × 500 × 500 - 8D
额定风量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	3000	3000
过滤面积/ m^2	1.45	5.68
初阻力/Pa	80	49
终阻力/Pa	180	450

袋式过滤器内部呈锥形结构，相较于板框式结构粗滤，极大地增大了过滤面积，提高了容尘量，降低了过滤器的阻力，延缓了燃气轮机进气系统压差的上升；同时，使用过程中滤袋不会相互挤压，保证通过过滤器的风速均匀。M5 的过滤等级能拦截大颗粒粉尘，有效保护末级精过滤，以延长其使用寿命。

命，确保机组安全可靠运行。

(3) 原精滤为合成纤维材料，现升级为采用 Polytech HE 混合滤料的康斐尔新精滤，对粒径 $\geq 0.5 \mu\text{m}$ 颗粒的初始过滤效率达到 99.995% 以上，表 2 为新精滤与原精滤的技术参数对比。

表 2 原精滤与新精滤设计参数对比

项目	原精滤	新精滤
过滤等级	F9	F9
材质	合成纤维	混合纤维
单组风量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	2500	2500
初始压差/Pa	180	150
等效运行小时数 (EOH)	8000	10000

由于“大圆筒 + 小圆筒”形式的过滤面积比“圆锥 + 圆筒”形式的过滤面积更大，将 624 组精滤由“圆锥 + 圆筒”形式更换为“大圆筒 + 小圆筒”形式（总共 832 组精滤，剩余 208 组受制于现场反吹气母管框架干涉）。改造升级后增大了实际进气的有效过滤面积，圆周进气使得进气更加均匀，阻力更低，反吹时除尘效果更好。Polytech HE 混合滤料材质的滤芯容尘量更大、抗湿性好，具有更长的使用寿命，延长了更换周期，降低了机组的运行成本。

(4) 将燃气轮机润滑油排油烟管道、燃气轮机发电机密封油排油烟管道伸出厂房的排放口延长至远离燃气轮机进气系统吸风口的另一侧，具体布置走向如图 2 所示。

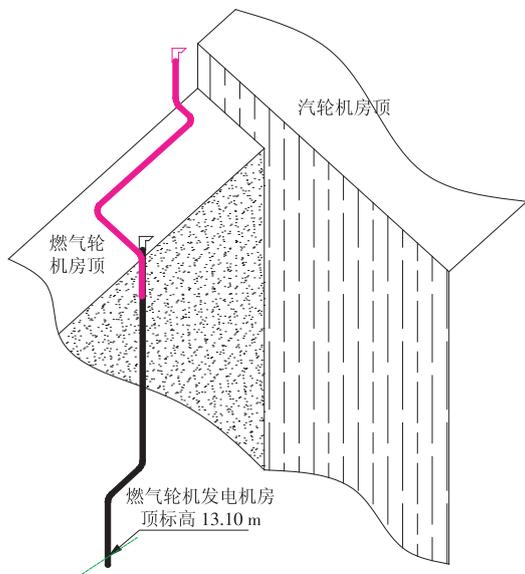


图 2 排油烟管道改造示意

将燃气轮机润滑油、发电机密封油的排油烟口改动后，远离了燃气轮机进气系统的吸风口，避免油烟被大量吸入进气道污染滤芯，延缓了进气系统各级滤芯差压的上升，从而延长了滤芯的使用寿命。

4 经济效益评估

2016年12月10日(EOH为1667),第1次更换为G4级板框式粗滤;2017年3月,压差上升至建议更换值,3月10日(EOH为3643),粗滤升级更换为M5级袋式粗滤;使用至7月24日(EOH为5879),最大压差为0.09 kPa,效果良好。

2016年12月21日(EOH为1885),将原精滤更换为康斐尔精滤,使用至7月24日(EOH为5879),精滤最大压差为0.171 kPa,压差上升较慢,效果良好。

进气过滤系统升级改造之后,压气机水洗频率明显降低,停机时检查可转导叶(IGV)叶片清洁程度,比之前有所好转。将改造升级后的进气系统与改造前的运行维护数据进行对比,发现粗滤的更换周期由原来的EOH不足2000增加到4000以上,精滤的更换EOH由2000增加到10000,每年至少可少停机3次。每次停机24 h,直接损失发电量为28800 MW·h,按平均供电气耗 $0.18 \text{ m}^3/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 、天然气价格2.3元/ m^3 、上网电价0.55元/ $(\text{kW}\cdot\text{h})$ 计算,可挽回直接经济损失391万元以上^[5]。

5 结束语

燃气轮机进气过滤系统升级改造后,保证了燃

(上接第24页)调节阀,以保证系统水平衡。

(3)对于同类型的改造项目,可采用相同的方法,在系统设计时合理设置管路,保证系统稳定运行,避免二次改造。

参考文献:

- [1]叶江明. 电厂锅炉原理及设备[M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [2]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.
- [3]何慕春,赵伶俐,周强泰. 综合考虑除尘及锅炉效率的节能技术[J]. 锅炉技术,2006,37(1):72-76.
- [4]陈瑶姬,孟炜,胡达清. 燃煤电厂烟气超低排放技术对三氧化硫脱除影响的研究[J]. 上海节能,2015(12):657-660.
- [5]陆军,刘永强,周飞,等. 高硫煤机组低低温省煤器 SO_3 协同脱除试验研究[J]. 热力发电,2016,45(12):

气轮机进气的洁净,提高了机组的安全性和稳定性,有效降低了进气过滤系统的压差,延长了精滤、粗滤的更换周期,减少了运行维护成本,提升了机组的经济效益。

参考文献:

- [1]韩超. 9F燃气轮机进气系统优化改造[J]. 内蒙古电力技术,2015,33(S2):29-32.
- [2]杨环宇,李晶,陈志鑫,等. 9F燃气轮机进气过滤系统的优化改造[J]. 科技创新与应用,2016(36):63.
- [3]谢亚军. 燃气轮机进气过滤系统的改造[J]. 华电技术,2013,35(7):64-65.
- [4]李俊. M701F燃气轮机进气过滤系统改进[J]. 热力发电,2015,44(7):121-124.
- [5]赵允鹏. 燃气轮机进气过滤装置的运行及改进探讨[J]. 中国高新技术企业,2016(21):35-36.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

李立(1991—),男,湖北潜江人,助理工程师,从事燃气轮机电厂机务专业管理方面的工作(E-mail:lili_0193@163.com)。

闵华山(1987—),男,江苏淮安人,助理工程师,从事燃气轮机电厂生产技术管理方面的工作(E-mail:mhs_123998@126.com)。

30-35.

- [6]花秀峰,李晓明. 火力发电厂烟气余热利用的分析与应用[J]. 节能,2011(351):89-91,146.
- [7]赵亮,高峰. 600 MW机组加装低低温省煤器改造[J]. 内蒙古电力技术,2016,34(2):59-62.
- [8]赵亮,高峰. 低低温省煤器联合暖风器系统在300 MW机组的应用[J]. 华电技术,2016,38(10):22-24.
- [9]张方炜. 锅炉烟气余热利用研究[J]. 电力勘测设计,2010(4):48-52,75.
- [10]张润盘,董丽娟,辛建华,等. 锅炉烟气余热利用方案研究[J]. 热力发电,2013,42(11):107-109.
- [11]赵恩婵,张方炜,赵永红. 火力发电厂烟气余热利用系统的研究设计[J]. 热力发电,2008,37(10):66-70.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

张燕(1987—),女,黑龙江绥化人,工程师,工学硕士,从事电力及工业节能环保技术研究与应用等方面的工作(E-mail:zhangyan_0407@139.com)。