

## 某 1000 MW 机组一次风机变频后存在问题及解决方法

赵恒斌, 马剑宇

(国电谏壁发电厂, 江苏 镇江 212006)

**摘要:**针对某发电厂 1000 MW 机组轴流式一次风机变频改造后存在的问题,重点分析了风机容易发生失速和 2 起因控制逻辑不正确而引起了风机运行异常的原因,并提出了解决方法,为其他类似机组将变频方法应用于动叶可调风机提供了有益的参考。

**关键词:**轴流式一次风机;变频;失速;热控逻辑

**中图分类号:**TK223.26

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2014)01-0076-03

某发电厂 1000 MW 机组直流锅炉采用双动叶轴流式一次风机,单炉膛塔式布置,一次中间再热,四角切圆燃烧。制粉系统采用 HP1163/Dyn 型中速磨煤机正压直吹式制粉系统,5 台磨运行带锅炉 BMCR 工况,1 台磨备用。炉后尾部布置 2 台容克式空气预热器。自投产以来一次风机噪音较大,加装防护罩后降噪效果不明显。因此对一次风机进行了变频改造,改造后一次风机转速大幅度降低,噪音也随之显著降低,但存在风机容易发生失速和热控逻辑不正确等问题。文中对此进行了原因分析,并提出了解决方法。

## 1 风机失速问题及解决方法

### 1.1 风机特性曲线分析

厂家提供的风机特性曲线只有比压能、动叶角度、风机流量、风机效率参数;而在一次风机实际运行中,只能监测到风机的出口风压、转速、风机动叶等相关参数。根据厂家提供的风机特性曲线,针对不同转速下的工况,进行适当的修正,制成不同转速下、不同的风机动调开度对应的失速线<sup>[1]</sup>,如图 1 所示。该失速线的含义为风机出口风压如果大于该点,理论情况下都会失速,但是失速线还与其他因素有关,如动叶实际安装角度的偏差、叶片的磨损、环境温度等,因此不可能十分精确。运行人员可以通过查阅图 1,快速进行分析比较,从而避免风机进入失速区域。

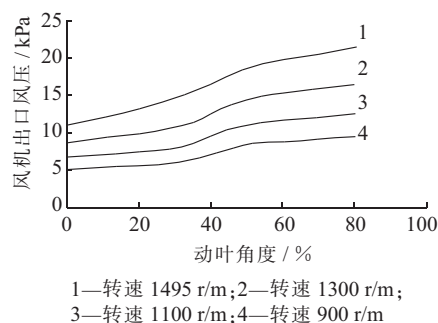


图 1 一次风机(变频)典型转速下对应的失速线

### 1.2 风机失速工况举例

一次风机变频改造后,在现场实际运行过程中,发生了 3 次风机失速事件,与图 1 比对,发现与理论失速点基本一致。下面将举一典型案例进行分析。

2012 年 6 月 7 日在机组启动过程中,6 台磨煤机中仅 B 磨运行,D、E、F 磨一次风通道部分开启。16:16:00,B 磨跳闸,导致一次风机通道遽然减小,2 台一次风机的风量迅速下降,出口风压迅速上升,最后 A 一次风机失速,具体现象及处理,见表 1。

表中,工况 1:B 磨跳闸前工况;工况 2:B 磨跳闸时的工况,A 风机出口风压由 7.1 kPa 迅速上升至 8.6 kPa 左右;工况 3:A 一次风机“失速”报警信号刚出现时的工况;工况 4:发现失速后的处理工况,迅速关小 A 一次风机动叶,3 s 后 A 一次风机“失速”信号消失,风压也

表 1 A 一次风机失速工况

工况	A 风机电流 / A	B 风机电流 / A	A 风机动叶角度 / °	B 风机动叶角度 / °	A 风机转速 / (r·min <sup>-1</sup> )	B 风机转速 / (r·min <sup>-1</sup> )	A 风机出口风压 / kPa
1	55	56	56	59	907	909	7.1
2	54	56	56	59	907	909	8.6
3	38	63	56	59	907	909	3.2
4	18	63	25	59	907	909	2.7
5	44	63	43	59	907	909	4.75
6	77	77	56	57	976	986	6.1

稍有上升;工况 5:逐渐提高 A 一次风机动叶至 43%, 电流及风压同步上升;基本稳定;工况 6:调平了 2 台一次风机电流、开度、转速,同时为了远离风机失速区域,适当提高了一次风机的转速,开大了磨煤机一次风通道,降低了一次风母管压力。

### 1.3 风机运行安全评估

对照图 1,机组正常运行时,分析 3 个典型工况下一次风机变频改造前后的安全性能情况如表 2 所示。变频改动后,一次风机安全余量下降较多,特别是在工况 3 运行时,达到了最危险区域,很容易进入失速区域,因为在该工况下,风机通流量相对较小,且风道阻力基本未改变。

表 2 典型工况下一次风机参数

工况	负荷 /MW	磨台数	转速 / (r·m <sup>-1</sup> )	动叶角 度 /%	出口风 压 /kPa	失速点 /kPa
1	1000	6	1493	50	11.0	20.0
2	1000	6	1200	80	11.0	14.5
3	770	4	1030	80	10.4	11.2

同时针对某些特殊工况下,进行一次风机的安全性能评估。2012 年 06 月 15 日 16:30:00,进行吸、送风机快速减负荷(RB)试验,一次风机在变频工况且动叶角度保持 80%时,吸送风机 RB 动作前、中、后 3 种不同工况下的参数如表 3 所示。

表 3 吸送风机 RB 动作前后工况

工况	转速 / (r·m <sup>-1</sup> )	出口风压 /kPa	失速点 /kPa
RB 动作前	1130	9.5	13.0
RB 跳磨时	1130	11.5	13.0
RB 稳定后	980	8.7	10.6

查图 1 可知, RB 动作前后一次风机能够保证在安全区域运行。但如果表 2 中的工况 3 发生 RB 动作事件,将导致一次风机失速。

### 1.4 变频改动后并一次风机

并一次风机时,待并一次风机动叶必需从 0 开始,由图 1 可知,如果待并一次风机转速为 900 r/m、动叶角度为 0 时,失速点为 5 kPa,即如果此时一次风母管压力高于 5 kPa 以上,待并一次风机会发生失速。

避免发生一次风机失速的方法是:维持动叶 0 开度不变,提高待并一次风机转速至失速点以上后(为了安全起见,尽量提高待并一次风机转速,保证一次风机安全余量),再逐步开大动叶,调整另一台一次风机出力,维持一次风母管压力不变,直至 2 台一次风机出力基本一致。

### 1.5 变频改造后防失速措施

风机经过变频改造后,其安全余量下降较多,特别是在某些特殊工况。而且如果日后一次风机管道特性

发生改变(如预热器堵塞)、风机本身特性改变(如风机动叶磨损),都会将导致风机的安全性能下降,因此必须充分了解其一次风机的特性曲线,做好防止风机失速相关工作。

(1) 机组正常运行时,需尽量降低一次风机管道阻力(如适当开大磨煤机热风调整门等),使一次风机的运行工况点比失速点至少小 2.5 kPa 左右,以便发生 RB 时,一次风机有充足的安全余量。

(2) 加强磨煤机的维护,降低磨煤机压差;做好预热器维护工作,防止预热器严重堵塞。

(3) 做好一次风机检修维护工作,防止因一次风机自身原因而发生安全余量下降。

(4) 在机组启动初期,2 台一次风机运行时,可以适当关小风机动叶且提高一次风机转速运行,从而提高风机的安全余量。

(5) 并一次风机时,注意转速、风压控制,防止一次风机进入失速区域。

(6) 特别要注意某些特殊工况,如 1.3 中的工况 3,在类似工况运行时,需尽量降低一次风母管压力;磨煤机停运时,小心缓慢关小磨煤机通道,防止一次风压突升<sup>[2]</sup>;必要时可以开大备用磨通道,从而增加风机通风量。

### 1.6 一次风机(变频)发生失速后的处理方法

一次风母管压力和失速侧的风机电流下降较多,且“一次风机失速”信号报警时,可采取以下方法及时处理。

(1) 迅速关小失速风机的动叶角度,提高失速风机的转速,待“失速”信号消失,且一次风母管压力稳定后,再逐渐调整风机转速和动叶角度,切忌迅速开大,以免压力波动而再次进入失速区域。

(2) 检查另一台一次风机运行情况;注意调整给水流量,控制中间点温度,防止过热器进水;控制主再汽温,防止跌汽温。

(3) 处理正常后,查找失速原因,调整一次风机运行工况,使之在安全区域内运行。

## 2 热控逻辑引起的问题分析

### 2.1 热控逻辑问题简介

一次风机变频改造后,大量的热控逻辑需重新构架。这些热控逻辑涉及很多方面,在风机变频改造前,虽已反复讨论修订过,但是在实际运行中,仍然存在一些问题。现针对 2 起典型案例,进行分析。

### 2.2 典型案例一

2012 年 4 月 30 日,A 一次风机运行,待并 B 一次风机。就地检查 B 一次风机不倒转后,启动 B 一次风机(变频),发现变频器二次电流过大且不返回,立即停

用B一次风机,就地检查发现B一次风机正在倒转。

经分析认为,是一次风机出口门热控逻辑不合理所致。一次风机变频改造前,出口挡板逻辑为:一次风机“工频开关合闸”,延时10s后,开启出口挡板。一次风机变频改造后,出口挡板逻辑修改为:一次风机“变频运行”,延时10s后,开启出口挡板。而该变频器装置内部设定为:变频器启动后按750 r/m自动加至最低转速600 r/m。当变频运行延时10s后,一次风机转速才达到125 r/m,甚至更低,出口挡板开启后,大量高压风倒流,迫使该一次风机无法继续升速,导致一次风机倒转。

因此对一次风机出口挡板逻辑再次进行了修改,即当一次风机转速达到850 r/m以上,联开出口挡板。该逻辑修改后,数次并一次风机,未发生倒转事件。

### 2.3 典型案例二

2012年06月17日,一次风机RB试验动作时,B一次风机跳闸后,A一次风机转速先下降,6s后才上升;导致一次风母管压力从8.8 kPa最下降至2 kPa,严重影响了机组的安全。

在原先热控逻辑中,RB动作时,快增另一台风机转速模块,“一次风机停运信号”取自“一次风机变频器停运”信号,而非“一次风机工频开关停运”信号。这两者有很大区别。“变频器停运”信号说明:任何情况下,当“停止变频器”信号发出时(包含一次风机热控故障

跳闸),变频器将控制转速自动降至600 r/m后,变频器装置才停运,“变频器停运”信号发出。因此在一次风机热工保护跳闸时,“一次风机变频器停运”信号比“一次风机QF开关停运”信号要慢6s左右。这样才会导致一次风机RB动作后,A一次风机转速模块接受的指令先下降至45.5%(RB动作时,自动给定指令),6s后才接受到 $45.5 \times 2\% = 91\%$ 的指令,导致A一次风机转速先下降后上升。

### 3 结束语

一次风机变频改造虽然达到了预期的效果,但也存在一些问题,主要表现在风机失速及热控逻辑方面。经过比较分析,制定了相关解决方案及措施,确保了一次风机变频改造后的安全运行。

#### 参考文献:

- [1] 张志福,苏宜强,曹海猛. 负荷优化运行模型及其算法研究[J]. 江苏电机工程,2013,31(1):20-24.
- [2] 岑可法,周昊,池作和. 大型电站锅炉安全及优化运行技术[M]. 北京:中国电力出版社,2007:370-371.

#### 作者简介:

赵恒斌(1962),男,江苏镇江人,工程师,从事火电发电厂运行管理工作;

马剑宇(1979),男,江苏镇江人,工程师,从事火电发电厂锅炉运行管理工作。

## Issues Associated with Performing Frequency Conversion on Primary Air Fan in 1000 MW Power Unit

ZHAO Hengbin, MA Jianyu

(Guodian Jianbi Power Generation Company, Zhenjiang 212006, China)

**Abstract:** This work analyzes the issues that appeared after axial fan transducer reconstruction in one 1000 MW ultra-supercritical once-through boiler. The change of the fan characteristics and the problems associated with thermal control logic are introduced respectively. To solve these problems, we firstly analyze the obtained test data and then propose several measures to ensure the safety and economy of the fan. Meanwhile, this paper also aims to supply certain reference for similar fans.

**Key words:** axial fan; frequency transducer; stall; thermal control logic

### 下 期 要 目

- 电厂开式循环水系统水藻堵塞的原因及解决措施
- 一起 SVC 一相可控硅全部击穿的原因分析
- 基于 EMS 的地区电网合环风险评估系统
- 真空断路器投切并联电抗器过电压故障分析
- SVC 预防电压失稳的快速控制方法
- 基于 WEB 的省级能效管理平台的设计与应用
- 660 MW 汽轮机组轴瓦温度异常的分析与处理
- 基于 MAS 服务的有序用电信息发布研究与应用