

# 一次风机电机轴承损坏原因分析及对策

倪 洲

(徐塘发电公司, 江苏 邳州 221300)

**摘 要:**为解决一次风机电机轴承经常损坏的问题, 针对电机运行中轴承的振动、发热、声音异常等现象, 从轴承的润滑脂使用、机械负载变化、工作环境温度等因素入手, 进行分析, 认为一次风机电机轴承还存在着轴电流的影响, 造成电机振动加剧, 轴承发热, 减少电机轴承的使用寿命。本文根据现场实际运行情况, 分析轴电流产生的原因, 采取了增加电源进线电缆的屏蔽、加强轴承通风冷却等措施起到了一定的作用, 最有效的方法是对电机改造, 使电机非负载端轴承座和支架绝缘, 或更换绝缘轴承, 彻底解决轴电流的危害, 减少电机轴承损坏。

**关键词:** 电机轴承; 损坏; 分析

## 0 引言

我公司 4 台 1025 t/h 锅炉的 8 台一次风机电机均为沈阳电机股份有限公司产品, 型号为 YFKK560-4, 额定容量为 1400 kW, 额定电压 6 kV, 额定转速 1490 r/min, 额定电流 160 A, F 级绝缘; 并配有罗宾康高压变频器, 节能调速运行, 自 2002 年 7 月投运后, 电机前后轴承经常出现异常, 夏季时温度更高, 最高温度达到 86 ℃, 电机测温点报警, 润滑脂大量以液体形式流出, 轴承使用寿命短, 且经常损坏。我们采取了一些措施, 比如选用其它类型油脂、夏季用轴流风机对电机轴承通风降温等, 但电机轴承异常情况仍然频频出现, 没能从根本上解决问题, 通过大量观察和数据记录, 并请相关专家现场分析研究, 观点如下。

## 1 轴电流是引起轴承故障的首要原因

### 1.1 一次风机电机的振动是由轴承引起的

2008 年 8 月 20 日, 52 号一次风机电机后轴承温度报警, 并伴有电机振动现象, 随后退出运行, 对电机轴承进行彻底检查。停运前电机前轴承振动 0.043mm, 后轴承 0.038mm(正常值不大于 0.02mm), 轴承温度 65 ℃, 达到报警值。打开轴承检查发现, 转子驱动端轴承 NU332ECM/C3、6232(驱动端双轴承)严重过热、变黑, 轴承内套轨道存在大量象搓衣板一样条纹, 非驱动端 NU332ECM/C3 轴承内套轨道上磨出多道划痕, 同

样有搓衣板状条纹。见图 1, 因此判断 52 号一次风机电机的振动是由轴承引起的。



图 1 52 号一次风机轴承套滚道磨损情况

### 1.2 轴承严重过热、变黑是由轴电流引起的

轴电流对轴承的危害是普遍的, 由于轴电流的大小、润滑油脂、运行环境等不同, 对轴承的损坏程度也不同。当轴电压较高、轴电流较大时, 轴电流将从轴承的滚珠或滚柱、内外套的金属接触部分通过, 由于该金属接触部分很小, 仅是一个点或线, 所以这些点(线)的电流密度大, 使局部瞬间产生高温, 融化轴承内圈、外圈或滚珠上许多转动接触部分微小区域, 在轴承滚道内表面上烧出小凹坑, 同时在转动的碾压力作用下, 飞溅被烧熔的轴承合金, 充分混合在润滑脂中, 使润滑脂颜色变黑, 性能变差, 轴承温度升高; 再者,

滚珠（滚柱）硬度及机械强度比烧熔合金高，通常使轴承内、外套产生条纹和麻点，轴承内表面被压出许多均匀横向条状电弧伤痕，这就是我们常说的“搓衣板”状现象，从而产生噪声、振动，摩擦阻力加大，若不能及时发现处理，将导致轴承失效，对生产带来极大影响。造成搓板样的烧痕是由于滚柱或滚珠在轴承圈的跑道上滚动和辗压时，在辗压接触地方，接触电阻很小，并将润滑脂挤向两侧，当滚动体将要离开原位置时，产生小间隙，这时会有放电现象产生，类似于电火花作用和影响，将跑道表面烧成线条状痕迹。线条的个数与轴电流频率、电机转速和轴承内状况有关。

### 1.3 轴电流的产生

轴电流的产生是由于存在轴电压，轴电压是电动机两轴端或电机转轴与轴承间的电压，其产生原因很多，影响数值大小因素也很多，主要有以下几种：

#### 1.3.1 磁路不平衡产生轴电压

大家知道电动机的铁芯是由许多硅钢片叠装而成，硅钢片上铁芯槽、通风孔，固定支架等的存在，造成磁路中存在不平衡的磁阻，加之转轴的几何中心同电机的对称磁场中心不完全重合，当电动机在正弦波电源驱动下运行时，通过电机轴的交变磁链产生轴电压。这些磁链是由转子和定子铁心之间的磁性材料决定，电机的设计制造中有一定的标准，磁路不平衡产生的轴电压正常是不至于影响电机运行。

#### 1.3.2 电源不对称产生轴电压

电机的三相绕组是对称分布在定子铁芯槽中，运行中通入三相对称电源，定子产生三相对称磁场，转子在三相对称磁场作用下转动，当某种原因使电源电压不对称时，定子磁场也相应不对称，在转轴上能够产生轴电压，比如在工频电压下启动的瞬间，每台电机都存在这种情况，只是短时影响。

#### 1.3.3 静电感应产生轴电压

电动机附近高压电气设备的强电场作用、静电荷的积累等因素都能在转轴的两端感应出轴电压，但对一次风机电机来说静电感应产生轴电压数值不会太大，影响有限。

电机运行时，以上几种情况往往同时存在，

几种因素共同作用在轴的两端感应出轴电压，一般情况转轴与轴承间有润滑油膜的存在，起到绝缘的作用，对于较低的轴电压，这层润滑油膜能保护其绝缘性能，不会产生轴电流。但是当轴电压增加到一定数值时，尤其在电动机启动时，轴承内的润滑油膜还未稳定形成，轴电压将击穿油膜而放电，构成回路，电机产生严重的轴电流，轴承温度迅速上升，内外轨道滚珠之间烧伤、电机振动，影响电机运行。

### 1.4 高压变频器产生轴电流

我公司一次风机投运不久就进行变频节能改造，使用高压变频器节能调速运行。对于使用高压变频器的电机而言，还有另一种原因产生轴电流，那就是变频器输出的电源含有高次的谐波分量，在电压脉冲分量的作用下分布电容的影响。电机在运行中轴承的润滑油对轴电压可以看做绝缘体，轴承由外滚道、内滚道与滚珠（柱）等组成，当电机转动时，轴承中的滚珠（柱）被润滑油包裹，由于润滑油的绝缘，在变频器输出的高频脉冲电压作用下，轴承滚道与滚珠（柱）之间存在着电容，同时高压变频器的输出回路也有分布电容，这两个电容在转子和定子回路中以串联形式存在，各个滚珠（柱）与滚道之间的电容以并联形式存在。当滚珠（柱）不与滚道接触时，轴电压回路断开，轴电压建立；当轴电压超过油膜击穿电压时，轴电压迅速放电，在轴承内形成较大放电电流，根据电容串联回路特点，电容越大承受的电压越小。形成轴承电流有两种基本途径：一部分经铁心传到大地的，由于分布电容的存在，当绕组输入电压为变频器的高频 PWM 脉冲电压时，电容耦合回路势必产生  $dv/dt$  电流；另一部分经轴承电容传到大地的，即所谓的  $dv/dt$  轴承电流，其大小与输入电压、电机内分布参数有关，由于轴承电容的存在，当轴电压超过轴承油层的击穿电压时，轴承内外滚道相当于短路，在轴承上形成很大的放电电流，称电火花加工电流。一般情况下， $dv/dt$  电流对轴承寿命影响较小，火花加工电流密度很大，影响较大，大大降低轴承寿命。

## 2 解决的方法

以上轴电压都能产生轴电流，但对一次风机电机的影响程度不同，高压变频器供电产生轴电

流影响最大。

针对以上问题,采取了如下对策:

### 2.1 彻底杜绝轴电流

杜绝轴电流的影响,最有效的办法是轴的一端与定子机体绝缘,目前有二种方式,一是使用绝缘轴承,绝缘轴承最主要的一个特征就是外套表面有 50um 厚的复合有机材料涂层,担负电绝缘功能,可以抵抗 500V~1000V 电压放电。二是电机非轴伸端轴承座绝缘改造,在轴承座和轴承支架处加绝缘隔板,同样可以切断轴电流回路。

### 2.2 增加运行维护管理

重新修订加油周期,夏天每运行 10 天,冬天每运行 20 天定量补充润滑脂,发现微小振动、温度异常应引起足够的重视,经常使用红外测温设备测温,观察变化趋势;

### 2.3 减少高压变频器电源的影响

高压变频器对轴电流影响最大,因此高压变频器输出、输入电缆使用屏蔽电缆,屏蔽层二端接地,减少通过电机流入大地的高次谐波电流,减少  $dv/dt$  轴承电流;

### 2.4 加强运行时轴承的冷却,尽量降低轴承运行的温度

在夏季温度较高时增加临时冷却风扇,避开电

机风冷器吹出的热风吹到轴承上,有条件可以将电机的风冷器改为水冷,或在轴承座上增加水冷降温装置。

## 3 结论

一次风机电机轴承经常损坏的一个重要原因是轴电流的影响,轴电流的产生除了电机本身因素以外,和使用高压变频器有一定关系,根据实际情况采取相应的对策措施,使用绝缘轴承、非轴伸端轴承座绝缘改造等,都可以减小和杜绝轴电流对电机轴承的影响,加强维护、增加轴承冷却,保持电机良好的工作状态,是防止电机轴承损坏的重要手段。

### 参考文献:

- [1] 张佳兴,潘国顺.浅析变频电机轴电流对电机轴承的影响[J].防爆电机,2007,42(2):18-20.
- [2] 黄立培,浦志勇.大容量PWM逆变器对交流电机的轴电压和轴承电流的影响[J].电工电能新技术,2000(4).

### 作者简介:

倪 洲(1955-),男,高级工程师,江苏邳州人,长期从事发电厂电气技术工作。