

大型交流电机轴承座振动原因分析

王祖强¹ 张辉²

1.神华国华(北京)电力研究院有限公司 北京 100069 2.天津国华盘山发电有限责任公司 北京 100069

【摘要】大型交流电机运行过程中,经常会出现轴承座振动现象,并且有些振动是非常严重的。本文主要对“轴承座振动信号的周期平稳性”、“轴承座振动原因分析”、“大型交流电机轴承座振动处理措施的简单分析”进行了分析。

【关键词】大型交流 电动机 轴承座 振动原因

一、轴承座振动信号的周期平稳性

感应电机轴承的幅值调制振动信号模型为:

$$x(t) = A(1 + B \cos(2p f_b t)) \cos(2p f_a t + q), t = 0, 1, \dots, T-1. \quad (1)$$

上式中,载波幅值用A来表示;调幅因数用B来表示;载波频率用 f_a 来表示;调幅频率用 f_b 来表示;载波初相位用 q 来表示,且满足 $f_a > f_b$ 。根据一阶循环统计量的理论,给出模型式(1)的循环均值:

$$M_x^a = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^{T-1} x(t) \exp(-j2\pi at) dt, \quad (2)$$

将(1)式代入到(2)式中,得到调幅信号 $x(t)$ 的循环均值为:

$$M_x^a = \begin{cases} 0.5A \exp(\pm jq), a = \pm f_a \\ 0.25AB(\pm jq), a = \pm(f_a \pm f_b) \end{cases} \quad (3)$$

显然,(3)式中有不等于零的循环频率,使得 $M_x^a \neq 0$ 。(3)式明显的说明了轴承幅值调制振动信号 $x(t)$ 是一个循环平稳过程。

仿真验证:针对模型式(1)描述的幅值调制信号 $x(t)$,以下是各参数的具体数值: $A=1, B=1, f_a=800\text{Hz}, f_b=150\text{Hz}, q=0$ 。采样长度选取4096点,而5120Hz为选取的采样频率。如图1所示,其要把调幅信号的时域波形反映出来,从图1中可以看出信号的幅值调制现象较为明显。如图2所示,其呈现出了以800Hz的载波频率为中心,以150Hz的调幅频率为间隔,两边对称的两簇谱峰。因此,一个循环平稳过程的确可以由幅值调制信号来表示,或换句话说,非平稳信号具有周期平稳性;但是从图2中可以看出,对于调制信号从载波信号中解调出来的能力,循环均值根本不具备。

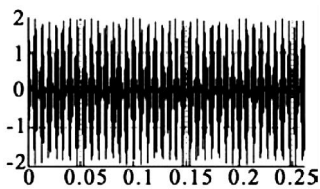


图1 时域波形图

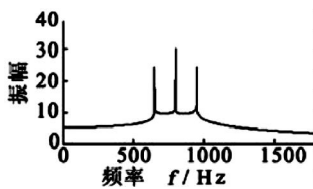


图2 循环均值图

二、轴承座振动原因分析

(一) 转子弯曲

大型交流电机转子前后轴颈之间的轴向距离比较长,还有就是材料的刚性和制造质量的因素,而且有时转子在工作过程中操作不当,从而使得转子存在一定的静弯曲,这是不可避免的。在交流电机的运作时,如果在转子和定子空气中存在不均匀的间隙,转子在不均匀的温度场或者在周期性的电磁力的作用下,这些都能够使力(热)的作用下使转子弯曲。在这样的情况下,转子的轴颈的变化时随着转速周期性地沿轴向进行的,并且转子的轴颈是在轴瓦内的油膜承力中心点。同时,在油膜承力中心点的作用下,且由于轴承座和基础组成的支承体的弹性特征,轴承座将沿着底边发生轴向偏移,且是周期性的,这种现象也是避免不了的。如果出现轴承座连接螺栓没有足够的刚度时,这种现象表现的更加突出。

(二) 轴承座支承刚度分布不对称

轴承座的轴向偏移现象的发生也有可能是由于轴承做支承刚度不对称所造成的,并且可能引起更大的轴向振动。如果在安装或者检

修电机时,轴承座底部与台板的接触与标准要求不符,接触面积没有达到四分之三,而且接触点还不能够均匀分布,这样会加剧轴承座轴向振动的发生。如果交流电机长期在振动中工作,会使得各连接紧固件的紧力松弛,这里尤其要指出基础台板地脚螺栓,从而随着时间的增加,振动幅值越来越大。

(三) 轴承盖紧力偏大

交流电机工作时,不可避免的会出现轴弯曲和轴振动,已经发生轴弯曲的转子在运行时,一个劲的想使轴瓦及轴承座进行偏转,但是没有实现偏转,那么轴承座的轴向振动就会进一步加强。但是在实际的检修时,往往会认为轴承紧力越大轴承的振动越能被抑制,这种观点是不正确的,实际上,如果轴承不能追随轴颈的偏转运动时,那么此时轴振动就会直接由轴承传给轴承座,反而使轴承座的轴向振动幅值增加了。因此,必须根据每个轴承所处的工作环境和条件来定其轴承外盖的紧力。

(四) 轴承座轴向共振

轴承座产生轴向共振是在轴承座轴向的自振频率接近转子的工作频率时发生的,引起明显的轴向振动。

(五) 轴承阻油边的影响

要想使轴向推力减少甚至消失,按照检修规程规定,轴承阻油边应该比乌金接触面低0.02~0.03mm。但是在实际工作中,这个规定并没有引起工作人员的重视。

(六) 没有建立起理想轴承内油膜

如果油膜建立的不够理想,加之具有较大的摩擦系数,并且转子膨胀也不畅时,此时轴向振动很容易发生。

三、大型交流电机轴承座振动处理措施的简单分析

交流电机轴承的故障可以通过分析循环自相关特性及其调谐性进行检测。本文对大型交流电机轴承座振动原因进行了分析,在本章的最后笔者简单的提出了几点处理措施:(1)对轴承座接触处的台板要进行重新研磨,保证轴承座与台板的接触面积到达要求;(2)复紧台板地脚螺栓,并且用电焊加固,例如,TS1发动机不仅利用发动机每个缸体轴承座上的两个固定螺栓,实现缸体轴承座在缸体上垂直方向的固定;又在此基础上增加了六个横向螺栓,增加了缸体轴承座在缸体上的横向固定。这种结构设计不仅能减小缸体轴承座的径向窜动,而且增加了发动机的刚性,从而减小发动机振动,降低噪音;(3)把轴瓦与轴颈的接触角修刮到标准状态。并且对轴瓦阻油边进行修刮,使其与轴瓦接触面低0.02mm;(4)把电机负荷端轴承座换掉,研配各轴瓦,找正各连接轴,对电机转子进行动平衡。最终消除轴承座振动,电机正常运行。

参考文献

- [1]李辉.滚动轴承和齿轮振动信号分析与故障诊断方法[D].西北工业大学,2001.
- [2]杨万里,许敏,邓晓龙,刘国庆.发动机主轴承座结构强度分析研究[J].内燃机工程,2007,(01).
- [3]田铭兴,励庆孚,王曙鸿.交流电机坐标变换理论的研究[J].西安交通大学学报,2002,(06).
- [4]杨萍.电动机轴电流的危害及消除轴电流的措施[J].包钢科技,2005,(04).
- [5]董玉培.大型发电机组轴向振动产生的原因及消除对策[J].汽轮机技术,2005,47(3).
- [6]丁康,孔正国,何志达.振动调幅信号的循环平稳解调原理与应用[J].振动工程学报,2005,18(3):304-308.
- [7]IEEE Motor Reliability Working Group.Report on large motor reliability survey of industrial and commercial installations[J].IEEE Trans. on Industry Applications,1985,21(4):853-872.