

高压电动机轴电流引起的轴承烧损分析及防范措施

梁晓静¹, 孙洪斌²

(1. 大唐淮南洛河发电厂, 安徽 淮南 232008;
2. 安徽电气工程职业技术学院, 安徽 合肥 230051)

摘 要:通过对大唐淮南洛河电厂三期 4 台凝泵电机轴承因轴电流频繁损坏的案例分析,着重了解采用滚动轴承的大中型高压电动机轴电流产生的原因及其对电动机轴承造成的损害,并结合实际情况和经验介绍了轴电流烧伤轴承的特征及防范措施。经改进后实际使用寿命大大提高,尤其对高压电动机轴电流的防范效果极佳,同时也减少了噪声污染,对安全生产具有积极作用,提高了经济效益。

关键词:电动机;轴电流;轴承烧损;防范措施

中图分类号: TM301.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-9706(2014)03-0036-04

Analysis and Preventive Measures of Bearing Damage Caused by Shaft Current of High Voltage Motor

LIANG Xiao-jing¹, SUN Hong-bin²

(1. Datang Huainan Luohe Power Plant, Huainan 232008, China;

2. Anhui Electrical Engineering Professional Technique College, Hefei 230051, China)

Abstract: According to the analysis of the frequent damages of four condensate pump motor bearing caused by shaft current in Datang Huainan Luohe Power Plant, the causes of the shaft current of the large and medium-sized high voltage motors which adopt rolling bearing and its damage to the motor bearing are understood, combined with the actual situation and experience, the characteristics of bearing damaged by the shaft current and the preventive measures are introduced. After improvement, the actual service life is greatly increased, especially the prevention effect of shaft current of high voltage motor is excellent, and also the noise pollution is reduced, with a positive effect on the safety production, to improve economic benefit.

Key words: motor; shaft current; bearing damage; preventive measures

0 引言

由于磁路磁场不对称、漏磁、剩磁和静电感应等原因,运行中的电动机会产生轴电流。现代大中型电机在制造时多采用滚动轴承。而轴电流将对电动机的轴承和轴瓦造成严重损坏,出现轴承和轴瓦温度高、振动或噪音的问题。同时由于轴承和轴瓦损坏及更换带来的直接和间接经济损失也不可低估。因此,必须高度重视和防范大中型电机的轴电流问题^[1-2]。

大唐洛河电厂三期 2×600MW 机组 4 台凝泵电机为湘潭电机股份有限公司生产,型号为 YKSL630-4,额定容量为 2000kW,额定电压 6kV,额定转速 1490r/min,额定电流 227.5A, F 级绝缘,立式电机。其电机驱动端导向轴承(下轴承)为 6236/C3(SKF)珠轴承 1 只,非驱动端(上轴承)为 7330BCBM(SKF)角

收稿日期:2014-03-20

作者简介:梁晓静(1967-),男,安徽芜湖人,安徽大唐淮南洛河发电厂,助理工程师,电机专责。

孙洪斌(1966-),男,浙江宁波人,安徽电气工程职业技术学院,讲师、工程师,研究方向:电力系统、继电保护。

轴承、6330/C3(SKF)球轴承。自2007年12月24日首次投运后,至2008年9月,4台凝泵电机驱动端、非驱动端轴承温度多次出现异常,其故障时主要现象表现为电机上、下轴承测点CRT显示温度由50℃左右缓慢上升,达到86℃,电机测温点报警,而且温度趋势继续上升,同时电动机本体振动增大,用远红外测温装置测量电机轴承室外壳温度为也在70℃左右,轴承排油孔大量过热、发黑的润滑脂以液体形式流出。紧急启动备用凝泵电机,停运故障电机,开始进行抢修。

文章通过大唐洛河电厂4台凝泵电机轴承因轴电流损坏的案例分析,得出了采用滚动轴承的大中型电动机轴电流产生的原因,并提出了轴电流的预防和消除措施。

1 检修及试运情况

据统计,2007年12月至2008年9月期间,两台机组4台凝泵电机共发生此类轴承故障达8次之多,除给机组安全运行造成严重危害外,还造成人力及物力的大量投入,检修人员为此疲惫不堪。8次抢修对电动机进行解体检查,都可以发现电动机转子非驱动端(上轴承)7330E、6330E(2套)或驱动端(下轴承)6236轴承严重过热、变黑,轴承及轴承室内因过热已无润滑油脂,轴承损坏的表现:轴承室大量磨损金属粉末;同时,轴承工作轨道表面及滚珠表面存在大量麻坑或搓板状摩擦痕迹,以下是几次比较典型故障记录。

(1)2008年6月9日,#5机B凝泵电机上推力轴承温度升高,办票检查电机上推力轴承及导向轴承润滑脂过热变色,推力轴承内环推力轨道有明显磨损痕迹,在推力轴承及导向轴承外环轨道上明显的搓板状摩擦痕迹。

(2)2008年5月24日和2008年6月18日,#6机B凝泵电机下导向轴承运行中杂音大,温度异常升高,解体检查下导向轴承润滑脂过热变色,导向轴承外环轨道上有很明显的搓板状摩擦痕迹,轴承内环有8mm²大小、深约2mm疤痕两处(该电机三次检修中类似现象出现两次)。

(3)2008年1月24日晚20:00 6A凝泵电机下轴承温度由44度缓慢上升,20:42温度缓慢上升到64.24度且有继续上升趋势,电机班随即办理电气工作票对6A凝泵电机进行检查。检查及处理情况:解体检查发现电机下导向轴承室内润滑脂变黑,轴承内圈轨道上有一块10mm²大小的凹坑(并非轴承磨损所致),上推力轴承及上导向轴承油脂变色,保持器有轻微磨损。

每次抢修,电机更换损坏轴承,投运后,运行不久(最长不过40天),电机轴承又会出现轴承温度异常,直至过热损坏。由于电机轴承损坏,同时运行中电动机伴有振动现象,轴承保持架磨损也非常严重,所以,检修人员侧重于从转子轴承机械配合或轴承装配工艺不好等方面分析,更换不同品牌轴承及润滑脂等方式,试图改善凝泵电机轴承损坏的状况,但收效甚微。

2 电机轴承烧损原因分析及消除措施

鉴于凝泵电机运行状况,厂部组织包括湘潭电机股份有限公司技术人员等专业技术力量进行分析、攻关,通过几次凝泵电机轴承损坏的现象分析,判断轴承频繁损坏的原因是由于轴电流导致,属厂家设计疏忽,未对该YKSL630-4型电动机加装防轴电流措施,未安装理由:YKSL630-4型高压电动机,安装形式为立式,大轴两端不同时接地,即使有轴电流也形成不了环流。但未考虑到电动机安装辅助冷却水管等附件也能造成电机大轴两点接地,形成环流即轴电流。电动机经转轴、轴承、定子基座或辅助装置与大地构成了闭合回路,持续不断的轴电流会击穿轴承内、外环及滚珠表面的油膜对其金属表面放电、烧蚀,在轴承工作面及滚珠表面产生点状或搓板状烧蚀疤痕,使轴承迅速损坏,一般烧蚀、损坏经历以下几个过程:(1)在放电区域熔化金属粒子,在金属表面形成极微小的电蚀凹坑。(2)凹坑的积聚使表面变得粗糙,失去光泽,如果发生在轴瓦上则会产生纯机械磨损。(3)熔化的金属微粒进入润滑系统,使润滑剂受到污染,整个润滑系统的润滑性能变坏,而且含有大量金属微粒的润滑剂会降低油膜电阻,加速电火花侵蚀的进展。(4)在轴承承载区产生局部高温,破坏油膜,烧坏金属,增加磨损,最终造成严重的磨擦损坏。(5)长期严重放电运行下,轴承小盖及轴承盒磨损非常严重,电动机运行噪声大,

振动很大,最后导致轴承烧损。

分析结果得到了湘潭电机股份有限公司技术人员的认可,并进一步采取了消除措施,紧急制作四套具有防轴电流功能的绝缘端盖,利用机组检修,对三期4台凝泵电机驱动端端盖进行更换,其目的是彻底切断电动机在运行中所产生转轴与轴承之间的轴电流回路,避免轴电流电蚀对轴承的损伤。同时要求检修人员要经常检查端盖与转轴间的绝缘强度,用兆欧表测量,绝缘值不得低于 $0.5\text{M}\Omega$,以保证绝缘垫的绝缘作用。另外,轴承润滑脂,选择粘稠度及熔点较高的复合锂基脂作为轴承润滑油,不仅对轴承有润滑及散热作用,而且金属表面形成的油膜还具有一定绝缘作用。

自此,困扰洛河电厂三期4台凝泵电机轴承频繁损坏事件得以终结,改进后的凝泵电机在非轴伸端的轴承座和轴承支架处加装绝缘隔板,切断转轴与轴承之间的轴电流回路,所收到的成效是电机轴承不但能够保证一轮检修周期(达上万小时)的使用,而且,改进前电机运行中的振动及噪音明显降低或消除。

3 电动机产生轴电流的原因

大型交流异步电动机因各种原因产生的轴电压很低,一般在 $0.5\text{V} \sim 2\text{V}$,但因电流回路阻抗($Z = r + j\omega L$)很小而使产生的轴电流很大,对电动机滚动轴承危害很大。电动机轴电压沿轴向产生,轴电压是其两轴承或电动机转轴与轴承间所产生的电压,经电动机转轴、轴承、定子基座或辅助装置与大地构成了闭合回路,在电动机中就会有轴电流产生。其产生原因有以下几种。

3.1 磁阻不平衡产生轴电压

电动机是在正弦交变的电压下运行的,电动机转子是在正弦交变的磁场中运行。电动机由于扇形冲片与极对数关系不正确,硅钢片铁芯材料的方向性等叠装因素,铁芯槽、通风孔等存在产生的剩余磁通,使磁路中产生不平衡的磁阻,电动机中便产生与轴相交链的交变磁通,在轴的两端感应出轴电压。该电压是沿轴向产生的,如果与轴两侧的轴承直接接触形成闭合回路,将有轴电流产生^[3]。

3.2 逆变电源供电运行产生轴电压

电动机采用逆变电源供电运行时,由于电源电压含有较高次的谐波分量,在电压脉冲分量的作用下,定子绕组线圈端部、接线部分及转轴之间产生电磁感应,使转轴的电位发生变化,从而产生轴电压。

3.3 静电感应产生轴电压

在电动机运行的现场周围有较多的高压设备,在强电场的作用下,在转轴的两端感应出轴电压。

3.4 外部电源的介入产生轴电压

由于运行现场接线比较繁杂,尤其大型电动机的保护,测量元件接线较多,只要接线头搭接在转轴上,就会产生轴电压。

3.5 其他原因

电动机在运行过程中,负载方面的流体与转体运行摩擦而在旋转体上产生静电荷,电荷逐渐积累便产生轴电压,如静电荷的积累、测温元件绝缘破损等因素都有可能产生轴电压的产生。此时若转轴、机座、壳体间形成闭合回路就会产生轴电流。一般静电电流很小,影响较小。

4 轴电流的预防措施

针对轴电流形成的不同原因,应采取有效的防范措施。

(1)由静电荷引起的轴电压可在电动机轴伸端安装接地电刷,且使接地电刷可靠接地,并且与转轴可靠接触,将电动机轴电流引入大地,保证转轴为零电位,避免电荷放电形成瞬间轴电流。

(2)为防止磁阻不平衡等原因产生轴电流,通常在非轴伸端的轴承座和轴承支架处加装绝缘隔板,切断转轴与轴承之间的轴电流回路。检修人员要经常检查轴承座的绝缘强度,用兆欧表测量,绝缘不得低于 $0.5\text{M}\Omega$,以保证绝缘垫的绝缘作用。

(3)为了避免其他电动机附件导线绝缘层破损造成的轴电流,检修运行人员要细致检查并加强导

线或垫片绝缘,以消除不必要的轴电流隐患。

(4)转轴与轴承之间的耐高温润滑油,起绝缘、散热及润滑的作用,必须对其保质保量地定期检查,若发现油中带水必须过滤处理,保证润滑油的绝缘性能,对轴电流起到绝缘作用。

(5)对新投入运行或运行一年左右的大型交流异步电动机要加强巡检。若发现电动机异常现象,应及时采取措施,避免轴电流对电动机轴承产生损坏故障。

(6)采用一些先进的轴电流测量或监测装置,测量或在线监测轴电流,可实时反映轴电流变化情况,在轴电流超过额定值时可报警。

5 结束语

通过大唐淮南洛河电厂三期4台凝泵电机投产初期发生多次轴承因轴电流损坏案例分析,使笔者重新认识到轴电流对于大型异步电动机的危害性很大。实践证明,只要有轴电流存在,电动机轴承的使用寿命就加剧缩短。因此,必须高度重视大型电动机的轴电流问题,根据具体原因预先采取针对性的措施,可靠预防轴电流对电动机造成的危害。

参考文献:

- [1] 涂义元,刘建峰.大型立式电动机轴电流产生原因分析及处理[J].湖南电力,2010,30(2):54-55,59.
- [2] 柴永金.对电动机轴电流的分析及防范[J].云南电力技术,2001(3):22-23.
- [3] 刘斌,赵齐.浅谈电动机轴电流产生的原因及防范[J].江苏水利,2007(10):24,26.

[责任编辑:吴明]