

电机故障诊断中电流信号采集的研究

雷宏峰 王朝晖 郭存杰

石油大学 (102200)

Research on the Current Signal Acquisition for Diagnosis on Asynchronous Motors

Lei hongfeng Wang chaohui Guo chunjie

China University of Petroleum

摘要 :对异步电机常见故障及电机故障诊断中常用的定子电流频谱分析法作了简单介绍,分析了常见中小型异步电机故障特征频率的分布范围,以及不同的电机故障对频率分辨率的不同要求,并提出用双采样频率对电机的电流信号进行采样的新方法。

关键词 :异步电机 故障诊断 信号采集

Abstract: This paper first simply introduces the universal faults of an asynchronous motor and the frequently-used methods of diagnosis—analyzing the spectrum of the stator inductive current and then states the distributing range of the characteristic frequency of fault and the different resolution of frequency required to diagnose. Finally, this paper gives a new method of current signal acquisition of double sampling of frequency.

Keywords: Asynchronous motor Fault diagnosis Signal acquisition

1 引言

异步电动机的故障监测和诊断方法有多种,如感应电压检测法、轴向磁通检测法、定子电流频谱分析法等。而定子电流频谱分析法具有不需对电机进行改造,只要增加一个成本低廉的电流传感器,可在配电室内进行遥测等优点。因此,定子电流的频谱分析是最常用的,也是研究得最多的一种监测方法。定子电流频谱分析诊断法基本原理是:转子故障是作用于转子的各种压力综合作用引起的,所以故障发展过程中电机的各种物理化学表征就成为检测故障特征信号与判断电机状态的依据。当存在转子断条或静、动态偏心时,气隙中会产生谐波磁通量,它在定子线圈中产生感应电流,对电源频率进行调制,然后对被调制电流信号进行采集,利用频谱细化、小波变换和希尔伯

特变换等信号处理技术来检测电机的特征故障频率。本文针对异步电机故障特征频率的特点,阐述了电流信号的采集方法。

2 电机故障特征频率及特点

异步电动机常见的转子故障包括转子断条和气隙偏心。气隙偏心又分动态偏心和静态偏心两种形式。各种转子故障都会在定子电流中产生相应的特征谐波分量,对应的特征谐波分量如下:

转子断条特征频率:

$$f = (1 \pm 2s) f_1 \quad (1)$$

动态偏心特征频率:

$$f_{ag2} = [Z(1-s)p \pm (1-s)p \pm 1] f_1 \\ = (Z \pm 1) f_r \pm f_1 \quad (2)$$

静态偏心特征频率:

$$f_{ags} = [Z(1-s)p \pm 1] f_1 = Z f_r \pm f_1 \quad (3)$$

式中: s ——转差率,一般约为0.5%~4% ;

p ——极对数;

Z ——转子槽数,我国普遍应用的Y系列电动机的转子槽数如表1:

表1 Y系列异步电机转子槽数

电机型号	转子槽数	电机型号	转子槽数
Y100-2	20	Y280-2	34
Y100-4	32	Y280-4	50
Y200-2	28	Y315-2	40
Y200-4	44	Y315-4	64
Y250-2	28	Y355-2	40
Y250-4	44	Y355-4	64

f_r ——对应电机实际转速的频率,

$$f_r = f(1-s)p;$$

f_1 ——电源频率,一般为50Hz ;

由式(1)(2)(3)及表1可以得出:中小型异步电机的断条特征频率范围在46Hz~54Hz之间;动、静态偏心的特征频率在3 500Hz以下。

定子电流频谱分析诊断法的缺点是:与供电频率分量相比,电机的故障特征频率成份的幅值都较小,通常相差两个数量级以上,而且与50Hz基频间隔很小,较难检测到,尤其是在轻载和空载时,这些频率成份与供电频率靠得更近,有时甚至只相差零点几赫兹,使分析更加复杂。

2004年6月,我们受塔里木油田项目部的委托,对塔里木油田的100多台电机进行故障诊断,如塔中作业区的Y560-2型注水高压电机,其实际旋转频率与电源频率只差0.2Hz,要想识别出电机的转子断条故障,必须提高信号低频段内的频域分辨率。而其偏心故障的特征频率为高频率,可达3 403Hz。通过对电机的故障特征频率及塔里木电机的实际参数进行分析发现,中小型电机的转子断条、轴承故障等特征频率都分布在250Hz以下,但要求较高的频率分辨率,而电机的主齿波、偏心特征频率通常比较高,但要求的频率分辨率不高。

3 电流采样频率的研究

为满足上述特性,在现场数据采集集中,根据香农采样定律,我们分别用500Hz和8 000Hz两种不同的采样频率对电流波形信号进行数据采集,数据采集长度都为 $1\,024 \times 20$ 点。其中500Hz段的数据用来诊断电机的转子和轴承故障,而8 000Hz段的数据用来诊断电机的动、静态偏心故障及估算电机的实际转速。根据频率分辨率计算公式,8 000Hz段的电流数据经过频谱细化后的最高频率分辨率可达 $8\,000 / (1\,024 \times 20) = 0.4\text{Hz}$,500Hz段的电流数据经过频谱细化后的频率分辨率最高可达 $500 / (1\,024 \times 20) = 0.025\text{Hz}$,如图1、图2所示。用这两种采样频率所得到的频谱图已经能清楚的反映出电机的故障特征频率点p1、p2。

通过计算可以发现,如果不用两种频率进行采样,而只用8 000Hz的单一频率,要达到0.025Hz的频率分辨率,则采样长度要达到160段,占用的存储空间为 $160 \times 1\,024 = 160\text{k}$,而采用两种频率进行采样所占用的存储空间为 $20 \times 1\,024 + 20 \times 1\,024 = 40\text{k}$,两者相差4倍之多。这对于存储容量

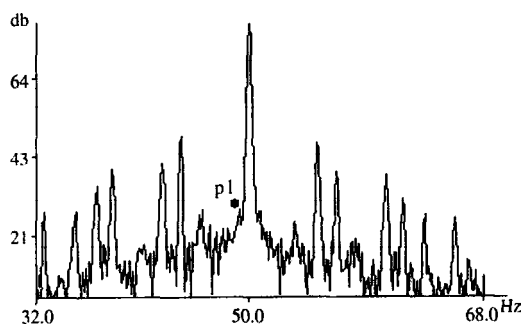


图1 500Hz低频采样频谱图

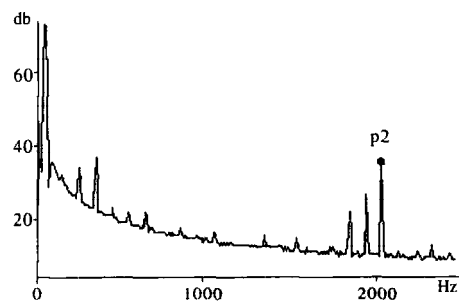


图2 8 000Hz高频采样频谱图

相对较小的便携式数据采集仪来说,意味着使用双采样频率,每次采集的电机数量可以多3倍,而分析精度保持不变。

4 结论

本文研究了常见中小型异步电机故障特征频率的分布范围,分析了不同故障对频率分辨率的不同要求,提出了用双采样频率对电机的电流信号进行采样的新方法。

参 考 文 献

- 董国艳,张春喜,时献江.笼型异步电动机转子故障诊断技术.中小型电机.2001.
- 董建园等.异步电动机定子绕组故障分析及其诊断方法.中国电机工程学报.1999.3.
- 时献江.设备故障诊断的电动机电流法.哈尔滨电工学院学报.1992.1.
- 刘振兴,张哲,尹项根.异步电动机的状态检测与故障诊断技术综述.武汉科技大学学报.2001.3.

(收稿日期 2005-04-10)



作者简介:雷宏峰,男,1971年生,1993年毕业于江汉石油学院机电系,1993-2001年在湖北潜江江汉油用石化厂从事仪器设备检修技术工作,现为石油大学机电学院硕士研究生,研究方向为电机智能监测与故障诊断。已开发完成的项目有:超低功耗GSM远程抄表系统,煤矿井下CF卡数据采集仪,二线制智能流量变送器,油井数据综合采集及无线传输系统。