



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104697734 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201510148103. 7

(22) 申请日 2015. 03. 31

(71) 申请人 哈尔滨理工大学

地址 150080 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 52 号

(72) 发明人 谢颖 刘海松 武鑫 刘海东

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 张宏威

(51) Int. Cl.

G01M 7/02(2006. 01)

G01R 31/34(2006. 01)

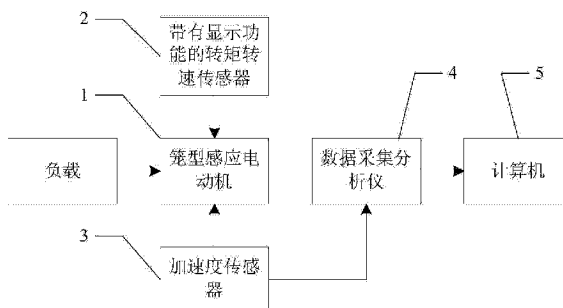
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法及实现该方法的装置

(57) 摘要

一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法及实现该方法的装置, 涉及笼型感应电机及其检测技术领域。解决了现有对笼型感应电动机转子断条故障的检测方法中易出现误判以及不能随时检测的问题。本发明检测笼型感应电动机断条故障采用非侵入式的方法, 即不需要拆卸和重新装配电机, 就可以对电机断条故障进行检测。当电机在稳定运行时, 不用停止工作, 就可以通过振动信号对转子断条故障进行检测, 而不受其他外界因素的影响, 该检测方法操作简单, 并且便于对断条故障进行定期的检修、维护, 能够及时发现问题并采取相应措施, 从而能够保证电机的正常运行。本发明适用于对笼型感应电动机转子断条故障进行检测。



1. 一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法,其特征在于,它包括以下步骤:

步骤一、通过两个联轴器将笼型感应电动机、带有显示功能的转矩转速传感器和负载连接在一起,且保持两个联轴器的轴线在一条直线上,并通过压板将整个装置固定在地台上;

步骤二、在笼型感应电动机上选取测试点,通过磁座将加速度传感器刚性安装在测试点的中心位置,并将加速度传感器连接到数据采集分析仪的输入通道,数据采集分析仪的输出端与计算机连接;

步骤三、通过计算机在数据采集分析仪上设置笼型感应电动机上的测试点的采样点数和分辨率;

步骤四、接通电源,调节负载大小,使笼型感应电动机稳定运行,通过带有显示功能的转矩转速传感器监测笼型感应电动机的输出转矩和转速,通过数据采集分析仪采集并存储测量到的测试点的振动信号,并在计算机上实时显示笼型感应电动机的振动位移频谱图,通过检测频谱图在 $(1-3s)f$ 和 $(1+s)f$ 频率处是否存在较大的振动峰值,从而实现对笼型感应电动机转子断条故障的检测。

2. 实现权利要求 1 所述的一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法的装置,其特征在于,它包括笼型感应电动机 (1)、负载、两个联轴器、带有显示功能的转矩转速传感器 (2)、加速度传感器 (3)、磁座、数据采集分析仪 (4)、地台和计算机 (5),

所述两个联轴器用于将笼型感应电动机 (1)、带有显示功能的转矩转速传感器 (2) 和负载连接在一起,且保持两个联轴器的轴线在一条直线上,笼型感应电动机 (1)、带有显示功能的转矩转速传感器 (2) 和负载均固定在地台上,带有显示功能的转矩转速传感器 (2) 用于监测笼型感应电动机 (1) 的输出转矩和转速,加速度传感器 (3) 通过磁座固定在笼型感应电动机 (1) 的测试点上,加速度传感器 (3) 的加速度信号输出端与数据采集分析仪 (4) 的加速度信号输入端连接,数据采集分析仪 (4) 的数据信号输出端与计算机 (5) 的数据信号输入端连接。

一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法及实现该方法的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及笼型感应电机及其检测技术领域。

背景技术

[0002] 笼型感应电机广泛应用于工农业生产,具有结构简单,便于维修等优点。特别是近年来随着交流调速技术的发展,笼型感应电动机在一些高性能传动领域也占有了一席之地。但电机在运行过程中难免会发生故障,转子断条故障是其常见的故障之一。这主要由于电磁力、热应力和机械应力等作用,使转子导条断裂。转子故障会造成电机振动、转速波动、功率下降,同时伴随着噪声、转子过热等现象,严重时电机无法工作。因此,对电机转子断条故障情况进行及时检测是很有必要的。

[0003] 目前常用的笼型感应电动机转子断条故障检测方法有:

[0004] 1、通过检测定子电流来判断电机是否发生断条故障,即考察电流中故障频率分量 $(1-2s)f$ 的存在与否。当电机拖动波动负载时,其定子电流中除含有基波频率分量 f ,还包括以 f 为中心频率的各种调制分量,这些调制分量有可能被错误当成 $(1-2s)f$ 频率分量,易造成误判。

[0005] 2、在装配过程中对转子断条故障进行检测,该方法是在电机装配前或者装配过程中对转子断条故障进行检测,当装配完成就不进行检测了,而当电机的异常情况较明显时,已经是比较严重的情况,这种办法不能及时的对电机进行维护和检查,会带来一定的经济损失及存在安全隐患。

发明内容

[0006] 本发明为了解决现有对笼型感应电动机转子断条故障的检测方法中易出现误判以及不能随时检测的问题,提出了一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法及实现该方法的装置。

[0007] 一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法包括以下步骤:

[0008] 步骤一、通过两个联轴器将笼型感应电动机、带有显示功能的转矩转速传感器和负载连接在一起,且保持两个联轴器的轴线在一条直线上,并通过压板将整个装置固定在地台上;

[0009] 步骤二、在笼型感应电动机上选取测试点,通过磁座将加速度传感器刚性安装在测试点的中心位置,并将加速度传感器连接到数据采集分析仪的输入通道,数据采集分析仪的输出端与计算机连接;

[0010] 步骤三、通过计算机在数据采集分析仪上设置笼型感应电动机上的测试点的采样点数和分辨率;

[0011] 步骤四、接通电源,调节负载大小,使笼型感应电动机稳定运行,通过带有显示功能的转矩转速传感器监测笼型感应电动机的输出转矩和转速,通过数据采集分析仪采集并

存储测量到的测试点的振动信号,并在计算机上实时显示笼型感应电动机的振动位移频谱图,通过检测频谱图在 $(1-3s)f$ 和 $(1+s)f$ 频率处是否存在较大的振动峰值,从而实现笼型感应电动机转子断条故障的检测。

[0012] 实现上述的一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法的装置,其特征在于,它包括笼型感应电动机、两个联轴器、带有显示功能的转矩转速传感器、加速度传感器、磁座、数据采集分析仪、地台和计算机,

[0013] 所述两个联轴器用于将笼型感应电动机、带有显示功能的转矩转速传感器和负载连接在一起,且保持两个联轴器的轴线在一条直线上,笼型感应电动机、带有显示功能的转矩转速传感器和负载均固定在地台上,带有显示功能的转矩转速传感器用于监测笼型感应电动机的输出转矩和转速,加速度传感器通过磁座固定在笼型感应电动机的测试点上,加速度传感器的加速度信号输出端与数据采集分析仪的加速度信号输入端连接,数据采集分析仪的数据信号输出端与计算机的数据信号输入端连接。

[0014] 有益效果:本发明检测笼型感应电动机断条故障采用非侵入式的方法,即不需要拆卸和重新装电机,就可以对电机断条故障进行检测。当电机在稳定运行时,不用停止工作,就可以通过振动信号对转子断条故障进行检测,而不受其他外界因素的影响,该检测方法操作简单,并且便于对断条故障进行定期的检修、维护,能够及时发现问题并采取相应措施,从而能够保证电机的正常运行,直观准确,方便实用。本发明能够减少和避免由于转子的断条故障造成的经济损失,对保证安全生产具有重要意义。

附图说明

[0015] 图 1 为具体实施方式二所述的实现基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法的装置的原理示意图;

[0016] 图 2 为健康笼型感应电动机的电磁力波的频谱图;

[0017] 图 3 为笼型感应电动机转子断一根导条时电磁力波的频谱图;

[0018] 图 4 为笼型感应电动机转子断两根导条时电磁力波的频谱图;

[0019] 图 5 为健康笼型感应电动机机壳顶部水平处的一点在垂直方向的振动位移频谱图;

[0020] 图 6 为笼型感应电动机转子断一根导条时,机壳顶部水平处的一点在垂直方向的振动位移频谱图;

[0021] 图 7 为笼型感应电动机转子断两根导条时,机壳顶部水平处的一点在垂直方向的振动位移频谱图。

具体实施方式

[0022] 具体实施方式一、结合图 2- 图 7 说明本具体实施方式,本具体实施方式所述的一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法包括以下步骤:

[0023] 步骤一、通过两个联轴器将笼型感应电动机、带有显示功能的转矩转速传感器和负载连接在一起,且保持两个联轴器的轴线在一条直线上,并通过压板将整个装置固定在地台上;

[0024] 步骤二、在笼型感应电动机上选取测试点,通过磁座将加速度传感器刚性安装在

测试点的中心位置,并将加速度传感器连接到数据采集分析仪的输入通道,数据采集分析仪的输出端与计算机连接;

[0025] 步骤三、通过计算机在数据采集分析仪上设置笼型感应电动机上的测试点的采样点数和分辨率;

[0026] 步骤四、接通电源,调节负载大小,使笼型感应电动机稳定运行,通过带有显示功能的转矩转速传感器监测笼型感应电动机的输出转矩和转速,通过数据采集分析仪采集并存储测量到的测试点的振动信号,并在计算机上实时显示笼型感应电动机的振动位移频谱图,通过检测频谱图在 $(1-3s)f$ 和 $(1+s)f$ 频率处是否存在较大的振动峰值,从而实现笼型感应电动机转子断条故障的检测。

[0027] 本实施方式检测笼型感应电动机断条故障的原理是:当笼型感应电动机发生转子断条故障时,由于断条的影响,产生了一附加磁势叠加在主磁势上,使气隙磁密的分布有所改变,即在断条的一边为助磁,另一边为去磁,以致磁密不平衡,产生磁拉力,从而产生振动和噪声。

[0028] 当笼型感应电动机转子发生断条时,产生的附加磁场为:

$$[0029] \quad b_r(\theta, t) = B_r \cos \left\{ r\theta - \left[\frac{r}{p}(1-s) + s \right] \omega_1 t \right\}$$

[0030] 式中: B_r 为附加磁场幅值, r 为附加磁场次数, s 为转差率, p 为极对数, ω_1 为电源角频率。

[0031] 把该附加磁场叠加到气隙磁场上,然后求出气隙磁场产生的径向力波 $p_n = \frac{b_r^2}{2\mu_0}$ 。

[0032] 附加磁场与定子磁场相互作用产生的力波频率为: $f_n = f_1 [s \pm 1 + (1-s) \frac{r}{p}]$;

[0033] 附加磁场与定子磁场相互作用产生的力波阶数为: $n = r \pm v$;

[0034] 式中: v 为定子磁场的次数, f_1 为电源频率, μ_0 为真空磁导率。

[0035] 通过有限元软件的仿真计算,可以得出电机所受电磁力波的频谱图,如图 2- 图 4 所示,从图中发现正常电机只有在 0Hz 和 100Hz 时有力波幅值,而断条故障时由于附加磁场的影响,除了 0Hz 和 100Hz 时有力波幅值以外,在其他频率也会产生加大的力波幅值,且产生力波幅值的频率与解析法得到的频率一致,证明了仿真计算的准确性。通过有限元软件将电磁力波作为载荷条件进行振动位移计算,得到了电机垂直向上方向的振动位移频谱图,如图 5- 图 7 所示,可以发现当转子发生断条故障时,频谱图中频率为 $(1-3s)f$ 、 $(1-s)f$ 、 $(1+s)f$ 处有振动峰值,而健康电机的频谱图在相应频率没有振动峰值。考虑将一阶力波的频率 $(1-3s)f$ 、 $(1-s)f$ 、 $(1+s)f$ 作为故障特征量,但是电机在实际运行过程中,由于转子不平衡、不对中等原因都会导致 $(1-s)f$ 频率出现振动幅值。因此,可以通过在振动位移谱图中找寻 $(1-3s)f$ 和 $(1+s)f$ 频率分量的存在与否,即可判断电机是否发生转子断条故障。

[0036] 具体实施方式二、结合图 1 说明本具体实施方式,本具体实施方式所述的实现具体实施方式一所述的一种基于振动信号检测笼型感应电动机转子断条故障的方法的装置,其特征在于,它包括笼型感应电动机 1、负载、两个联轴器、带有显示功能的转矩转速传感器

2、加速度传感器 3、磁座、数据采集分析仪 4、地台和计算机 5，

[0037] 所述两个联轴器用于将笼型感应电动机 1、带有显示功能的转矩转速传感器 2 和负载连接在一起，且保持两个联轴器的轴线在一条直线上，笼型感应电动机 1、带有显示功能的转矩转速传感器 2 和负载均固定在地台上，带有显示功能的转矩转速传感器 2 用于监测笼型感应电动机 1 的输出转矩和转速，加速度传感器 3 通过磁座固定在笼型感应电动机 1 的测试点上，加速度传感器 3 的加速度信号输出端与数据采集分析仪 4 的加速度信号输入端连接，数据采集分析仪 4 的数据信号输出端与计算机 5 的数据信号输入端连接。

[0038] 本实施方式采用观测振动信号来检测笼型感应电动机是否发生断条故障，通过数据采集分析仪接收加速度传感器采集到的振动信号，再对采集到的波形进行谐波分析，根据仿真结果和解析公式得到笼型感应电动机在有无断条故障运行时振动频谱随故障的程度而变化的规定，即转子导条断裂后振动频谱中对应 $(1-3s)f$ 和 $(1+s)f$ 频率的振动幅值明显增大，该现象随着导条断裂根数的增加而增加的规律，通过观察实际采集到的振动频谱图中 $(1-3s)f$ 和 $(1+s)f$ 频率分量来判断笼型感应电动机是否存在导条断裂故障。

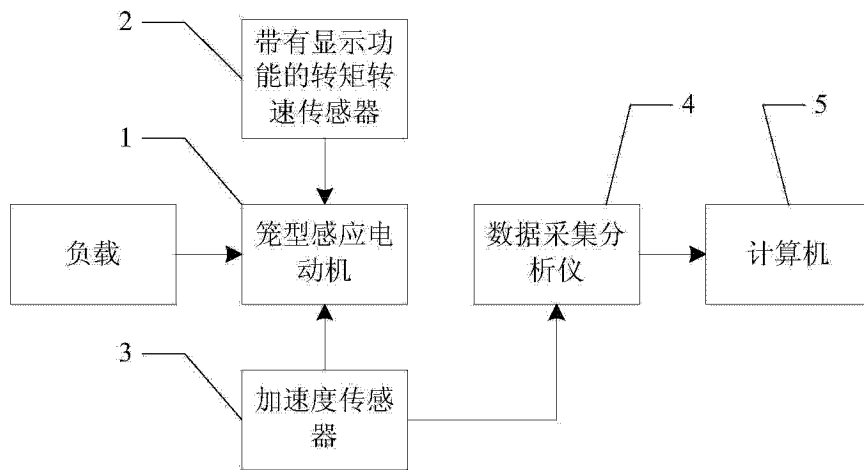


图 1

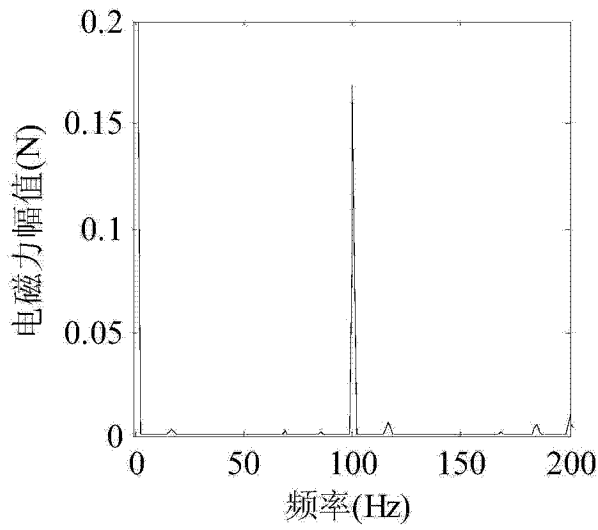


图 2

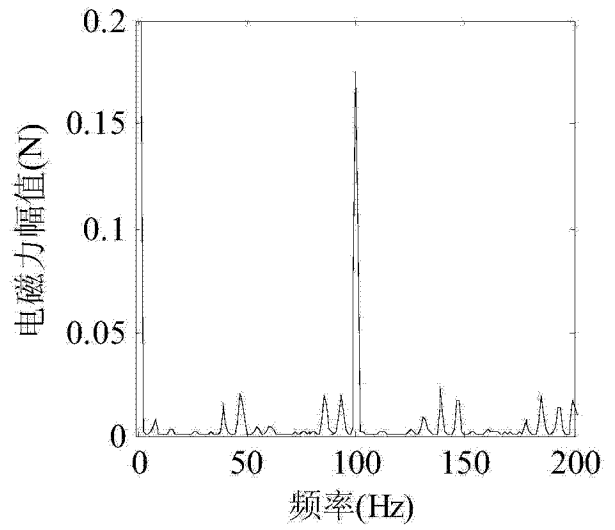


图 3

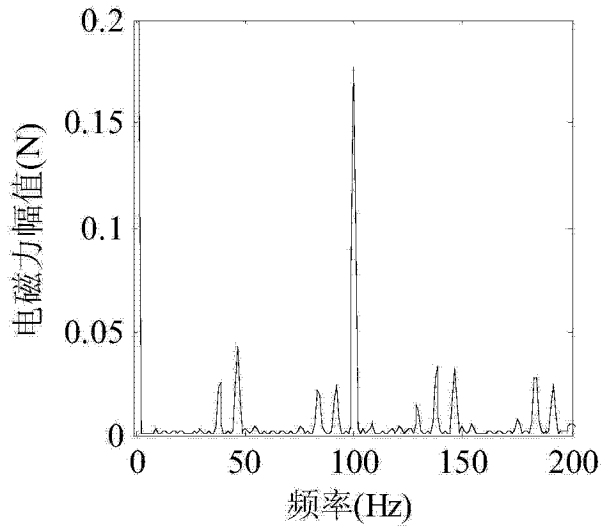


图 4

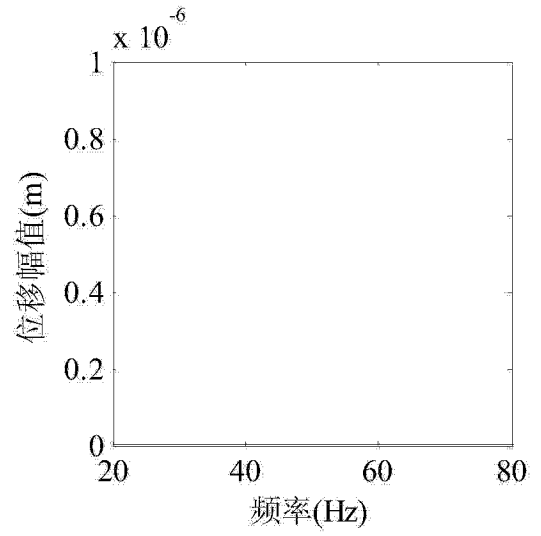


图 5

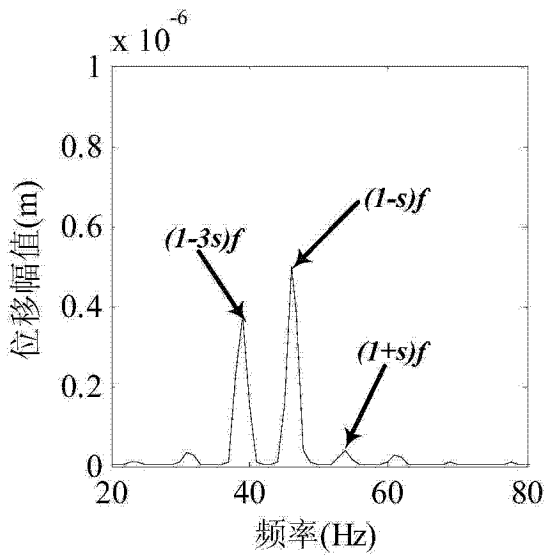


图 6

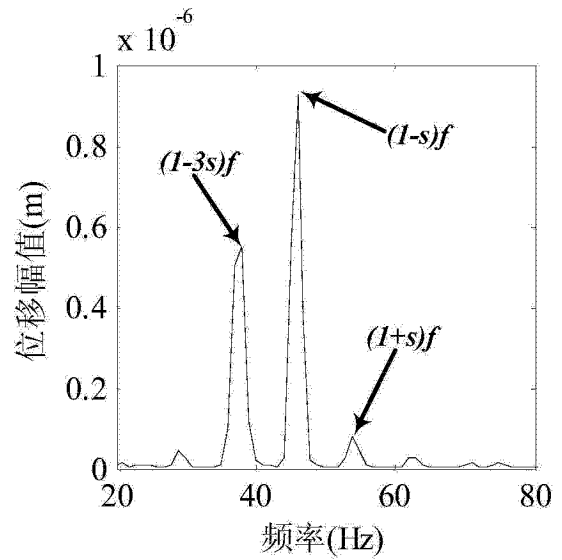


图 7