



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105673356 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201610112210.9

(22)申请日 2016.02.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105673356 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(73)专利权人 新疆金风科技股份有限公司  
地址 830026 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市经济技术开发区上海路107号

(72)发明人 田锋 杨建勇

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 罗满 陕芳芳

(51)Int.Cl.  
F03D 17/00(2016.01)

(56)对比文件

US 8577504 B1,2013.11.05,  
CN 104019000 A,2014.09.03,  
CN 102865191 A,2013.01.09,  
CN 102980651 B,2015.05.27,

审查员 孙中勤

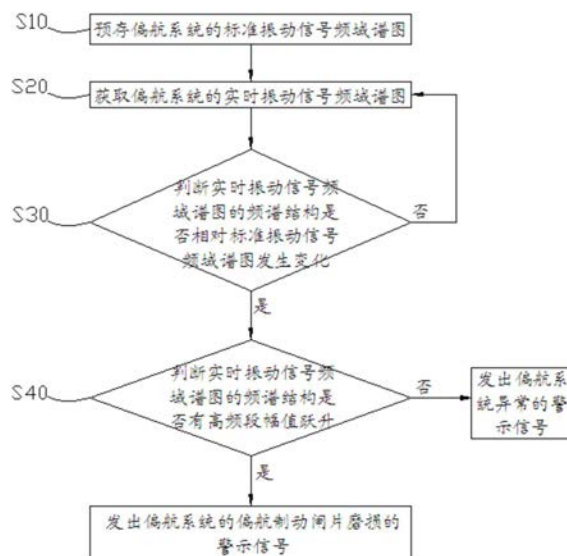
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法

(57)摘要

本发明公开了一种监测风电机组偏航系统运行状态的方法、装置及系统;所述方法包括下述步骤:获取偏航制动系统的实时振动信号频域谱图;将所述实时振动信号频域谱图与预存的偏航制动系统的标准振动信号频域谱图进行对比,根据对比结果判断是否发出警示信号。该方法通过监测偏航制动闸片和偏航制动盘相对滑动摩擦产生的振动信号,并对该振动信号的频谱结构进行分析判别,得到偏航制动闸片的状态,从而对偏航制动闸片进行及时修理维护,规避因偏航制动闸片磨损导致的偏航制动盘磨损,进而避免因偏航制动盘磨损需要更换带来的经济损失。



1. 监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法,其特征在于,包括下述步骤:  
获取偏航制动系统的实时振动信号频域谱图;  
将所述实时振动信号频域谱图与预存的偏航制动系统的标准振动信号频域谱图进行对比,根据对比结果判断是否发出警示信号;  
判断所述实时振动信号频域谱图相对所述标准振动信号频域谱图的频谱结构是否发生变化,若发生变化,进一步判断所述实时振动信号频域谱图的频谱结构是否有高频段幅值跃升,若有,发出偏航制动系统的偏航制动闸片磨损的警示信号,若没有,发出偏航制动系统异常的警示信号。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述警示信号发送至风电机组的主控系统。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述风电机组的主控系统在接收到偏航制动系统的偏航制动闸片磨损的警示信号后,发出停机的控制信号。
4. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,通过安装于偏航制动系统的振动传感器实时获取偏航制动系统在偏航过程中的时域振动信号,再对所述时域振动信号进行转换得到所述实时振动信号频域谱图。

## 监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电技术领域,特别是涉及一种监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法、装置及系统。

### 背景技术

[0002] 风电机组在现场运行中,风机机头根据风向标的反馈不断调整机头对风方向,以便有效吸收风能;通常,采用偏航系统来调整风机机头并使其对准来风方向。

[0003] 通常,偏航制动系统包括偏航制动盘、偏航制动闸片及偏航制动闸体,其中,偏航制动闸片设置在偏航制动闸体上,根据需要可以设置单个偏航制动闸片,也可设置多个偏航制动闸片。

[0004] 工作时,偏航制动盘相对偏航制动闸片转动,随着运转时间的累积,偏航制动闸片会发生磨损,若偏航制动闸片被磨损后,未及时发现就会导致偏航制动盘和偏航制动闸体被磨损,当偏航制动盘磨损严重无法修复时,则需要拆下整个机舱及叶轮更换偏航制动盘,然后重新吊重机舱和叶轮,此过程既浪费人力,又浪费财力,给机组运营造成巨大的经济损失。

[0005] 因此,如何对偏航制动系统的运行状态进行监测,以便实时掌握偏航制动闸片的状态,及时对其进行维护和更换,是本领域技术人员目前需要解决的技术问题。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法、装置及系统,能够实时监测偏航制动系统的运行状态,以此实时掌握偏航制动闸片的状态,从而及时对偏航制动闸片进行修理维护,进而避免因偏航制动闸片磨损导致的偏航制动盘磨损。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供一种监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法,包括下述步骤:

[0008] 获取偏航制动系统的实时振动信号频域谱图;

[0009] 将所述实时振动信号频域谱图与预存的偏航制动系统的标准振动信号频域谱图进行对比,根据对比结果判断是否发出警示信号。

[0010] 可选地,判断所述实时振动信号频域谱图相对所述标准振动信号频域谱图的频谱结构是否发生变化,若发生变化,进一步判断所述实时振动信号频域谱图的频谱结构是否有高频段幅值跃升,若有,发出偏航制动系统的偏航制动闸片磨损的警示信号,若没有,发出偏航制动系统异常的警示信号。

[0011] 可选地,所述警示信号发送至风电机组的主控系统。

[0012] 可选地,所述风电机组的主控系统在接收到偏航制动系统的偏航制动闸片磨损的警示信号后,发出停机的控制信号。

[0013] 可选地,通过安装于偏航制动系统的振动传感器实时获取偏航制动系统在偏航过程中的时域振动信号,再对所述时域振动信号进行转换得到所述实时振动信号频域谱图。

- [0014] 本发明还提供一种监测风电机组偏航制动系统运行状态的装置,包括:
- [0015] 存储单元,用于预存偏航制动系统的标准振动信号频域谱图;
- [0016] 获取单元,用于获取偏航制动系统的实时振动信号频域谱图;
- [0017] 分析报警单元,用于判断所述实时振动信号频域谱图的频谱结构相对所述标准振动信号频域谱图发生变化时,发出警示信号。
- [0018] 可选地,所述警示信号包括偏航制动系统异常的警示信号和偏航制动系统的偏航制动闸片磨损的警示信号。
- [0019] 可选地,所述获取单元具体包括:
- [0020] 采集单元,用于采集偏航制动系统在偏航过程中的时域振动信号;
- [0021] 信号处理单元,用于对所述时域振动信号进行转换以得到所述实时振动信号频域谱图。
- [0022] 可选地,所述采集单元设置于偏航制动系统的偏航制动盘或偏航制动闸体。
- [0023] 本发明还提供一种监测风电机组偏航制动系统运行状态的系统,包括:
- [0024] 上述任一项所述的监测风电机组偏航制动系统运行状态的装置;警示信号输出端口,用于连接风电机组的主控系统;
- [0025] 所述装置通过所述警示信号输出端口将警示信号发送至风电机组的主控系统。
- [0026] 该监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法、装置及系统,通过监测偏航过程中,偏航制动系统的偏航制动闸片和偏航制动盘相对滑动摩擦产生的振动信号,并对该振动信号的频谱结构进行分析判别,以得到偏航制动闸片的状态,实现对偏航制动闸片磨损的监测和报警,从而能够对偏航制动闸片进行及时修理维护,规避因偏航制动闸片磨损导致的偏航制动盘磨损,进而避免因偏航制动盘磨损需要更换带来的经济损失。

### 附图说明

- [0027] 图1为本发明所提供监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法一种具体实施例的流程图;
- [0028] 图2为本发明所提供监测风电机组偏航制动系统运行状态的装置一种具体实施例的结构框图;
- [0029] 图3示出了具体实施例中偏航制动系统的标准振动信号频域谱图;
- [0030] 图4示出了具体实施例中偏航制动系统的偏航制动闸片出现异常时的振动信号频域谱图;
- [0031] 图5示出了具体实施例中偏航制动系统的偏航制动闸片磨损后的振动信号频域谱图;
- [0032] 图6为本发明所提供监测风电机组偏航制动系统运行状态的系统一种具体实施例的构成示意图。
- [0033] 附图标记说明:
- [0034] 智能系统10,警示信号输出端口10a,与振动传感器连接的信号输入端口10b,存储单元101,振动传感器102,信号处理单元103,分析报警单元104,风电机组的主控系统200,警示信号输入端口200a。

## 具体实施方式

[0035] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。

[0036] 为便于理解和描述简洁,下文结合监测风力发电机组偏航制动系统运行状态的方法和装置一并描述,有益效果不再重复论述。

[0037] 请参考图1-2,图1为本发明所提供监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法一种具体实施例的流程图;图2为本发明所提供监测风电机组偏航制动系统运行状态的装置一种具体实施例的结构框图。

[0038] 该监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法,包括下述步骤:

[0039] S10、预存偏航制动系统的标准振动信号频域谱图;

[0040] 本实施例提供监测风电机组偏航制动系统运行状态的装置,该装置可设置存储单元101,该步骤中偏航制动系统的标准振动信号频域谱图可预存在存储单元101内,以备调用。

[0041] S20、获取偏航制动系统的实时振动信号频域谱图;

[0042] 风电机组的偏航制动系统在偏航过程中,偏航制动闸片和偏航制动盘相对滑动摩擦会产生振动,偏航制动闸片的状态不同,其与偏航制动盘相对滑动摩擦产生的振动也必然不同,也就是说,通过对该振动的监测能够实时掌握偏航制动闸片的状态。

[0043] 显然,步骤S10中的标准振动信号频域谱图,是风电机组的偏航制动系统在完好状态下,偏航过程中产生的振动信号的频谱,不同机型或者不同的偏航制动结构都可能有不同的用于参考的标准振动信号频域谱图,也就是说对于不同的机组,标准振动信号频域谱图是有差异的,该标准频域图谱的建立是监测系统安装调试完毕后通过对特定机组偏航制动系统的偏航振动特性进行自学习建立的。

[0044] 可以理解,这里偏航制动系统的完好状态指偏航制动系统的各部件均未发生摩擦磨损。

[0045] 所述装置中可以设置获取单元,用于获取偏航制动系统的实时振动信号频域谱图,以备后述的分析报警单元104采用。

[0046] S30、判断所述实时振动信号频域谱图的频谱结构是否相对所述标准振动信号频域谱图发生变化,是,进入步骤S40,否,返回步骤S20;

[0047] S40、发出警示信号。

[0048] 所述装置可设置分析报警单元104,分析报警单元104与存储单元101、获取单元信号连接,获得偏航制动系统的实时振动信号频域谱图后,从存储单元内调取标准振动信号频域谱图,并将两者比较。

[0049] 若实时振动信号频域谱图的频谱结构相对标准振动信号频域谱图未发生变化时,表明偏航制动系统运转正常,偏航制动闸片状态良好。

[0050] 若实时振动信号频域谱图的频谱结构相对标准振动信号频域谱图发生变化时,表明偏航制动系统运转处于非正常状态,此时分析报警单元可发出警示信号,以提醒工作人员。

[0051] 该监测风电机组偏航制动系统运行状态的方法及装置,通过监测偏航过程中,偏航制动系统的偏航制动闸片和偏航制动盘相对滑动摩擦产生的振动信号,并对该振动信号

的频谱结构进行分析判别,以得到偏航制动闸片的状态,实现对偏航制动闸片磨损的监测和报警,从而能够对偏航制动闸片进行及时修理维护,规避因偏航制动闸片磨损导致的偏航制动盘磨损,进而避免因偏航制动盘磨损需要更换带来的经济损失。

[0052] 具体的方案中,在步骤S40中,即在判断实时振动信号频域谱图的频谱结构相对标准振动信号频域谱图发生变化后,还分析该频谱结构发生了怎样的变化,通过频谱结构的不同变化发出不同的警示信号。

[0053] 具体地,步骤S40具体包括:

[0054] 判断实时振动信号频域谱图的频谱结构是否有高频段幅值跃升,是,发出偏航制动系统的偏航制动闸片磨损的警示信号,否,发出偏航制动系统异常的警示信号。

[0055] 请同时结合图3至图5理解,其中,图3示出了具体实施例中偏航制动系统的标准振动信号频域谱图;图4示出了具体实施例中偏航制动系统的偏航制动闸片出现异常时的振动信号频域谱图;图5示出了具体实施例中偏航制动系统的偏航制动闸片磨损后的振动信号频域谱图。

[0056] 经研究表明,偏航制动系统在偏航过程中,若偏航制动盘上进入异物或被油污等杂质污染时,其与偏航制动闸片相对滑动摩擦产生的振动信号的频谱结构会发生改变,如图4所示,会存在在新的频点幅值升高的现象,通常该新的频点为低频段;若偏航制动闸片磨损严重时,则会出现部分偏航制动闸体与偏航制动盘发生钢铁对钢铁的摩擦,这时偏航制动闸片的磨损部分的相对滑动摩擦由原来的复合材料对钢铁的摩擦变成了钢铁对钢铁的摩擦,钢铁对钢铁的摩擦过程中会产生比正常摩擦更高频率的振动信号,也就是说,实时采集到的摩擦振动信号的频谱结构也发生相应的较大变化,即出现高频段幅值突然跃升的现象,如图5所示,应当理解,由于摩擦加剧,此时各频点的幅值也会发生变化。

[0057] 这里需要说明的是,上述所指的低频段和高频段是个相对概念,以图3至图5中所示的具体实施例而言,低频段为0~2500Hz,高频段为3000~4500Hz,可以理解,图3至图5只是示例性地说明,对于不同结构的偏航制动系统而言,其低频段、高频段并不绝对一致,实际操作过程中,可事先针对不同偏航制动系统对应的振动频段进行标定。

[0058] 鉴于此,实际操作中,可根据监测到的实时振动信号的频域谱图是否发生高频段幅值跃升,来判断偏航制动系统是处于异常还是偏航制动闸片发生磨损,当分析报警单元104发出偏航制动系统异常的警示信号后,工作人员可在正常停机阶段对偏航制动系统进行检查维护,当分析报警单元104发出偏航制动系统的偏航制动闸片磨损的警示信号后,则需立即停机,工作人员需要及时更换偏航制动闸片。

[0059] 具体地,步骤S40中的警示信号可发送至风电机组的主控系统200,继而通过风电机组的主控系统200发送至风电场中央监控系统;如此便于对风电场各风电机组的集中管理和维护。

[0060] 更具体地,当风电机组的主控系统200接收到偏航制动闸片磨损的警示信号后,还发出停机的控制信号,以避免磨损扩大化。

[0061] 具体的方案中,偏航制动系统在偏航过程中的实时振动信号频域谱图可通过下述方式获取:

[0062] 通过安装于偏航制动系统的振动传感器实时获取偏航制动系统在偏航过程中的时域振动信号,再对该时域振动信号进行转换得到实时振动信号频域谱图。

[0063] 需要说明的是,预存在存储单元101内的标准振动信号频域谱图也可通过上述类似方式获取后保存。

[0064] 相应地,所述装置的获取单元具体可包括以下部件:

[0065] 采集单元,该具体方案中,采集单元为振动传感器102,用于采集偏航制动系统在偏航过程中的时域振动信号;

[0066] 信号处理单元103,用于对振动传感器102采集到的时域振动信号进行转换以得到实时振动信号频域谱图。

[0067] 应当理解,根据实际需求,该信号处理单元103还可对振动传感器102采集到的时域振动信号进行放大或滤波处理。

[0068] 更具体的方案中,通过对时域振动信号进行傅里叶转换来得到实时振动信号频域谱图。

[0069] 其中,转换方法如下式所示:

$$[0070] \quad f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega_0 t + b_n \sin n\omega_0 t), \quad n=1, 2, 3 \dots \dots;$$

[0071] 式中,  $a_0 = \frac{1}{T_0} \int_{t_0}^{t_0+T_0} f(t) . dt$ , 为直流分量;

[0072]  $a_n = \frac{2}{T_0} \int_{t_0}^{t_0+T_0} f(t) . \cos n\omega_0 t . dt$ , 为余弦分量系数;

[0073]  $b_n = \frac{2}{T_0} \int_{t_0}^{t_0+T_0} f(t) . \sin n\omega_0 t . dt$ , 为正弦分量系数;

[0074]  $\omega_0$ 为基频;

[0075]  $T_0 = 2\pi / \omega_0$ , 为周期。

[0076] 傅里叶转换的方式简便可靠,当然,实际应用中,也可采用其他转换方式,如小波变换等。

[0077] 此外,本发明还提供一种监测风电机组偏航制动系统运行状态的系统,可参考图6理解,该系统为智能系统10,具体包括上述所述的监测风电机组偏航制动系统运行状态的装置,另外,该智能系统10还具有与采集单元连接的信号输入端口10b,并具有警示信号输出端口10a;该智能系统10中,可将前述装置的存储单元101、信号处理单元103及分析报警单元104集成为一个模块。

[0078] 前述装置通过警示信号输出端口10a将警示信号发送至风电机组的主控系统200,可以理解,风电机组的主控系统200具有与智能系统10的警示信号输出端口10a连接的警示信号输入端口200a。

[0079] 具体的方案中,可将作为采集单元的振动传感器102安装于偏航制动系统的偏航制动盘或偏航制动闸体,根据不同机组的现场安装条件,可以选用螺纹连接的安装方式,也可选用磁吸的安装方式。

[0080] 其中,智能系统10的分析报警单元104发出的警示信号可以以开关量信号的形式发送至风电机组的主控系统200。

[0081] 具体地,智能系统10具有两路开关量信号输出端口,对应连接风电机组的主控系统200的两路开关量信号输入端口,分别用于偏航制动系统异常的警示信号传递和偏航制

动闸片磨损的警示信号传递。

[0082] 通常,发出警示信号时,与警示信号类别相对应的开关量信号输出端口输出高电平。

[0083] 以上对本发明所提供的监测风电机组偏航系统运行状态的方法、装置及系统均进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。



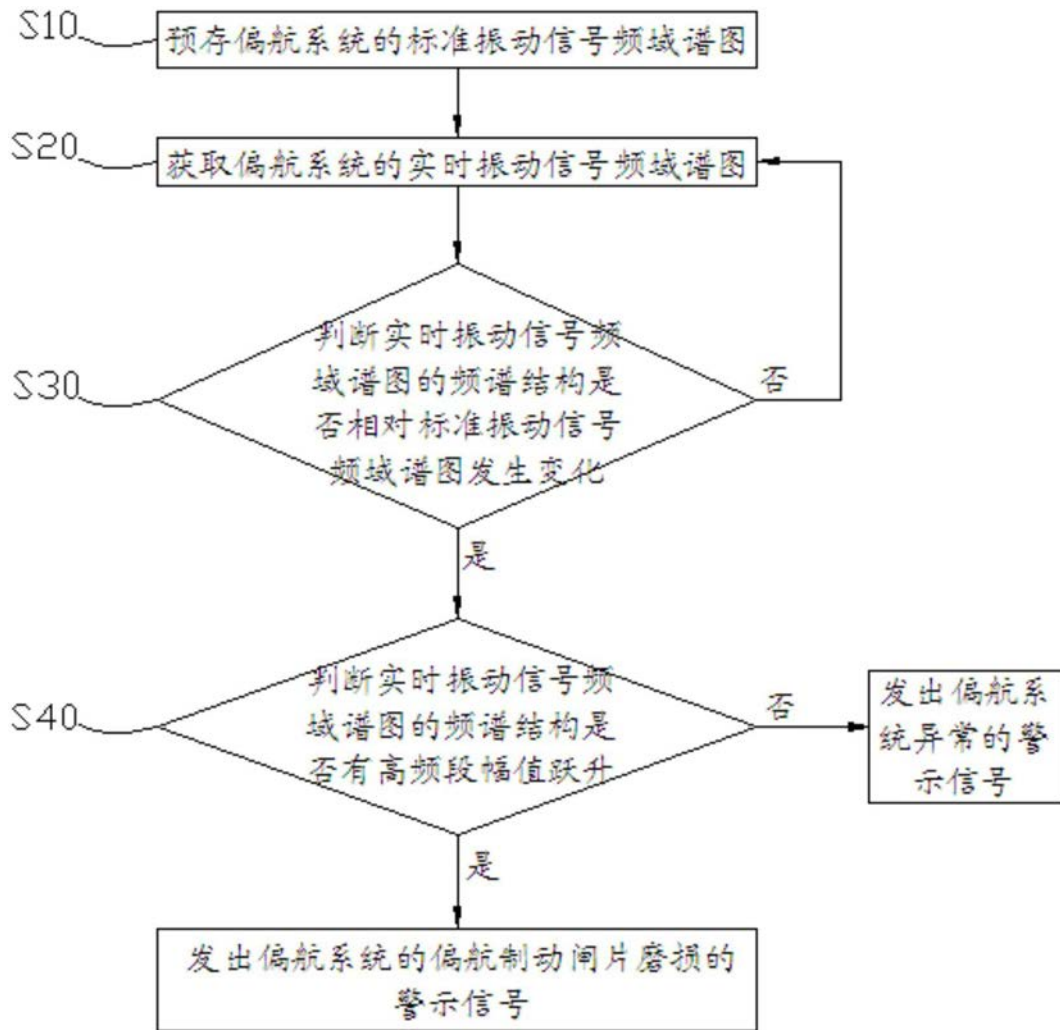


图1

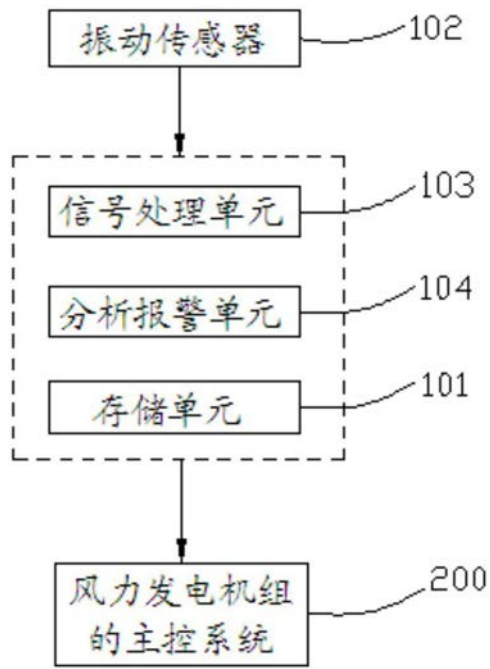


图2

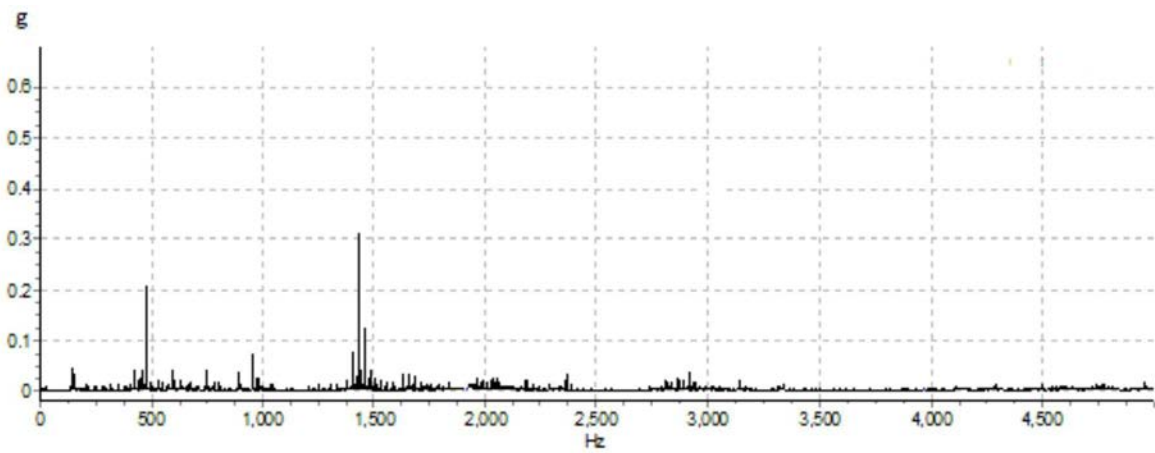


图3

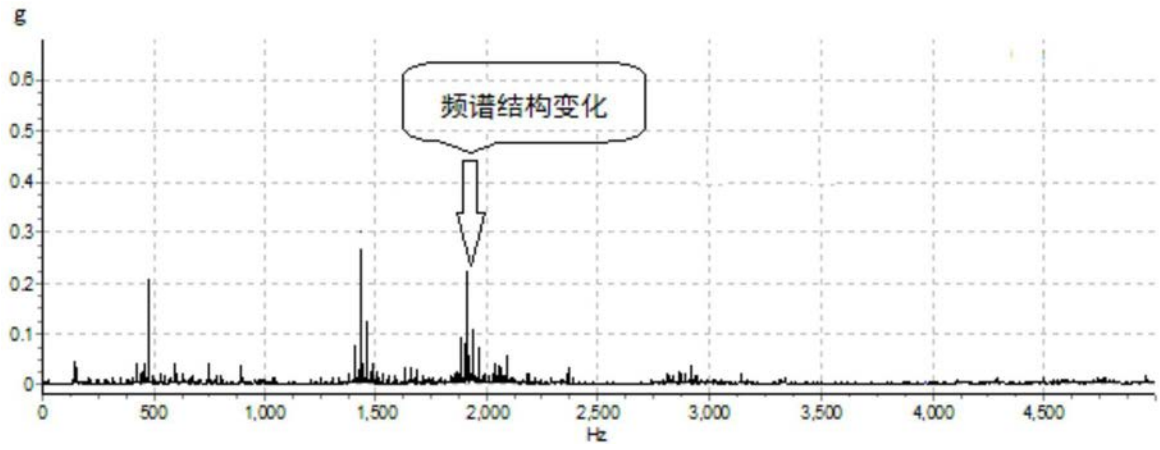


图4

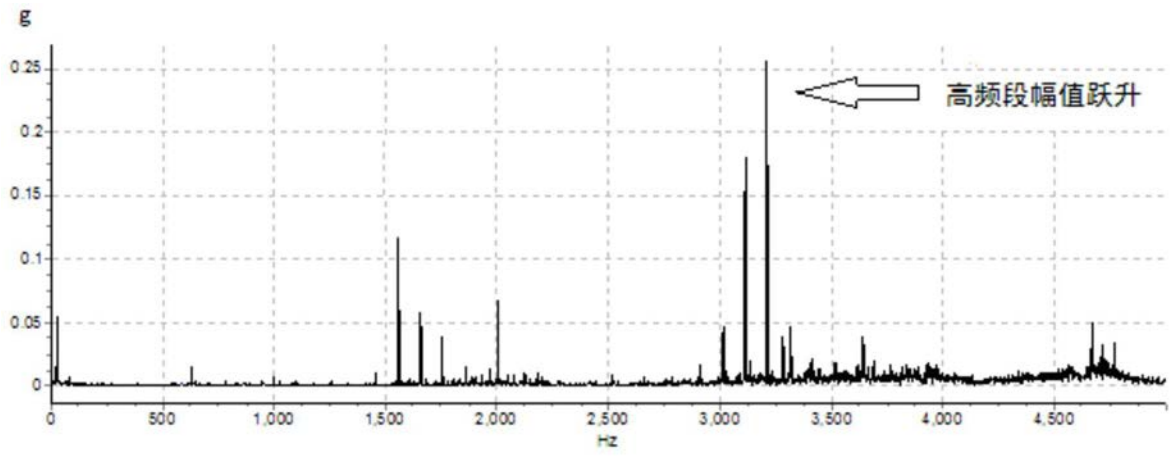


图5

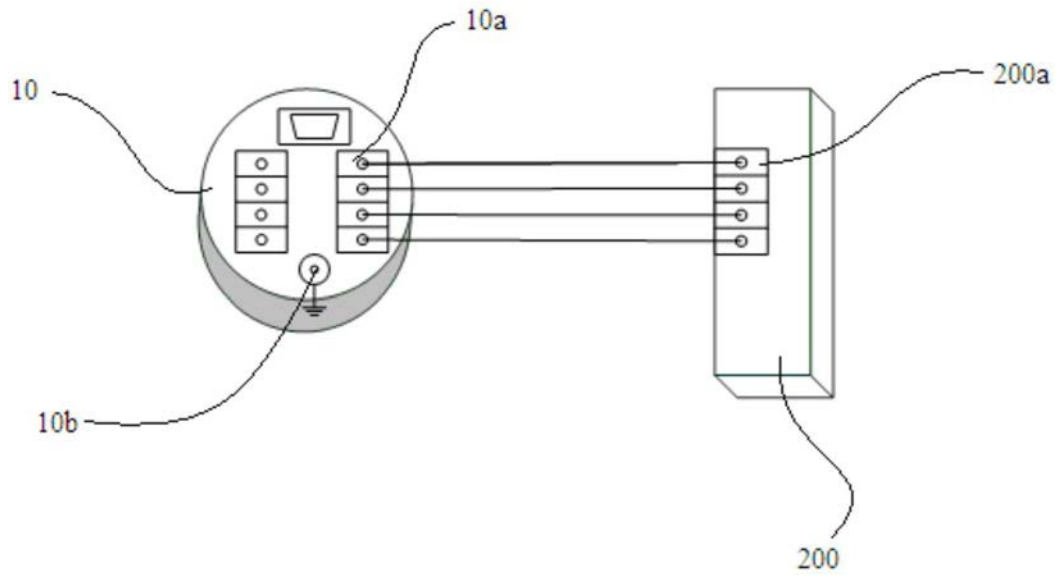


图6