



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106762592 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201610986006.X

(22)申请日 2016.11.09

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 聂松林 黄叶青 郭曰伟

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 沈波

(51)Int.Cl.

F04B 51/00(2006.01)

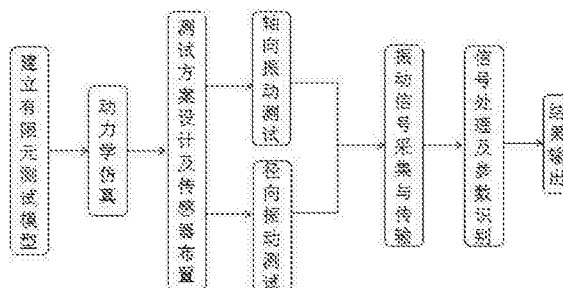
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法

(57)摘要

本发明提供了一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法,该方法针对现有舰船用泵谐振频率测试方法的不足,通过简便的操作,方便的数据输出以及更广的适用性满足科研和工程设计的需要。所述舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法首先确定合理的测点布置方案,采用外部激励的方式对系统进行激振,并采用加速度传感器来测试系统关键节点的振动响应。然后,通过数据采集系统对直驱式柱塞泵振动数据进行采集,利用后端服务器进行数据处理,确定直驱泵系统各阶谐振频率。为了适应大型舰船用泵设计、安全以及检测等需要,发展和建立操作简单、便捷的谐振频率测试方法具有重要的意义。



1. 一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法,其特征在于:

首先,确定测点布置方案,采用外部激励的方式对系统进行激振,并采用加速度传感器来测试系统关键节点的振动响应。然后,通过数据采集系统对直驱式柱塞泵振动数据进行采集,利用后端服务器进行数据处理,确定直驱泵系统各阶谐振频率。该测试方法包括以下步骤,

S1、确定直驱式柱塞泵谐振频率测试点;

在进行谐振频率测试之前,建立直驱式柱塞泵的有限元模型,对系统进行初步的动力学特性分析,确定系统振型模型曲线上位移大的部位作为测试点,并使测试点远离振动干扰源。

S2、安装布置振动信号测试系统;

振动信号测试系统包括振动信号传感器、数据采集系统以及数据处理系统等,振动信号传感器通过数据采集系统与数据处理系统进行采集的数据交互。在有限元模型分析确定相应的测试点上安装振动信号传感器,紧固并防止松动,将振动信号传感器与数据采集系统连接,数据采集系统与数据处理系统连接。

S3、激振直驱泵系统及振动信号采集;

采用高弹性力锤分别从径向和轴向激励被测试系统以及开启直线电机以额定工况运行,再利用加速度传感器对所述直驱式柱塞泵系统进行径向和轴向的时域测试,通过数据采集系统对振动信号进行采集,并将不同工况和激励模式下采集到的信号通过传输线路传输到后端服务器和数据分析系统。

S4、振动信号处理分析;

通过加速度传感器采集到不同工况和激励模式下的振动信号后,利用数据分析处理系统进行直驱式柱塞泵模态参数识别,确定该设备各阶固有频率。

2. 根据权利要求1所述的一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法,其特征在于:

S1中,确定直驱式柱塞泵谐振频率测试点包括测试点的个数和位置,原理是将测试点设置在系统振动位移较大的部位,并使测试点远离振动干扰源。模态振型通过ANSYS有限元分析对直驱式柱塞泵系统进行动力学特性分析初步确定,按照设备大小确定布置个数,布置个数为2个以上。

3. 根据权利要求1所述的一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法,其特征在于:

S2中,安装布置振动信号测试系统主要是将振动信号传感器装配完毕并安装在被测试直驱式柱塞泵系统上,连接上信号采集和处理系统。要保证信号传感器安装面清洁,连接紧密,无异物干扰;所述传感器与信号采集系统之间的连接线采用具有噪声屏蔽功能的连接线。

4. 根据权利要求1所述的一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法,其特征在于:

S3中激振直驱泵系统及振动信号采集采用力锤激励设备或者开启直线电机进入额定工况状态,以此激振直驱式柱塞泵系统,采用加速度传感器对被测试系统进行时域测试,通过数据采集系统采集振动信号。所谓时域测试是指直接在时间域中对系统进行分析测试,对采集到的时域数据通过快速傅里叶变换到频域中进行参数识别。

5. 根据权利要求1所述的一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法,其特征在于:

S4中,振动信号处理分析是通过后端服务器识别和分析加速度传感器测试得到的振动

信号,通过频域分析,最终得到直驱式柱塞泵系统的各阶谐振频率。所述后端服务器包括便携式计算机和振动信号测试软件。具体方法是通过测试软件对得到的振动信号的采样参数进行时域数据去除均值、快速傅里叶变换一系列处理,识别模态参数。

6.根据权利要求1所述的一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法,其特征在于:采样参数包括采样频率、分析频率、滤波频率和采样时间等。

一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法,主要用于直驱式柱塞泵固有频率振动模态特性验证和监测。

背景技术

[0002] 液压泵是舰船动力装置和舰船其他的相关设备系统的重要组成部分。通常要求舰船液压泵具有较低的运行振动和良好的耐振性能、小的机械噪声和流体噪声、足够的抗冲击能力、良好的耐腐蚀和耐磨蚀性能、可靠的密封结构和密封性能等。直驱式柱塞泵采用永磁同步直线电机作为动力单元直接驱动柱塞直线往复运动,配合高度集成化的配流阀完成吸水、排水工作。舰船用泵振动噪声的大小对船舶来说极其重要,为了防止舰船用泵使用过程发生严重共振,避免失效破坏,必须在设计和研发过程中削弱共振现象,以及对柱塞泵系统振动模态特性进行验证和监测分析。结构的模态特性包括结构的固有频率、振型及阻尼比,该参数与结构的材料特性、刚度、重量、约束等有关。虽然结构的固有频率、振型可以通过理论计算或者有限元仿真的方式求得,但通过测试得到的模态特性更为准确,仍然具有重要的意义。以试验测试方法不仅可以验证理论计算的结果,而且还是进行安全性评估和损伤识别的重要依据。

[0003] 通过试验将采集的系统输入与输出信号经过参数识别获得模态参数,成为试验模态分析。如果通过模态分析方法搞清楚了结构在受影响的频率范围内各阶主要模态的特性,就可能预言结构在此频段内在外部或内部各种振源作用下实际振动响应。因此,模态分析是结构动态设计及设备的故障诊断的重要方法。目前传统的试验模态测试分析方法可以分为频响函数法(测力法)和环境激励法(不测力法)两种。对于小型设备,易激励,测力简单,可以采用频响函数法进行测量,但是大型设备质量大,激励和测力困难,频响函数法不适宜此时工况。环境激励法受外界环境因素的干扰影响较大,既不可控又难以测量,而且随机性很大,采样时间要求较长。对于大型设备,得到的测试结果往往也偏差较大。

[0004] 为了适应大型舰船用泵设计、安全以及检测等需要,发展和建立操作简单、便捷的谐振频率测试方法具有重要的意义。

发明内容

[0005] 本发明目的在于提供一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法,该方法针对现有舰船用泵谐振频率测试方法的不足,通过简便的操作,方便的数据输出以及更广的适用性满足科研和工程设计的需要。

[0006] 所述舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法通过以下技术方案实现。首先,确定测点布置方案,采用外部激励的方式对系统进行激振,并采用加速度传感器来测试系统关键节点的振动响应。然后,通过数据采集系统对直驱式柱塞泵振动数据进行采集,利用后端服务器进行数据处理,确定直驱泵系统各阶谐振频率。该测试方法包括以下步骤,

[0007] S1、确定直驱式柱塞泵谐振频率测试点;

[0008] 在进行谐振频率测试之前,建立直驱式柱塞泵的有限元模型,对系统进行初步的动力学特性分析,确定系统振型模型曲线上位移大的部位作为测试点,并使测试点远离振动干扰源。

[0009] S2、安装布置振动信号测试系统;

[0010] 振动信号测试系统包括振动信号传感器、数据采集系统以及数据处理系统等,振动信号传感器通过数据采集系统与数据处理系统进行采集的数据交互。在有限元模型分析确定相应的测试点上安装振动信号传感器,紧固并防止松动,将振动信号传感器与数据采集系统连接,数据采集系统与数据处理系统连接。

[0011] S3、激振直驱泵系统及振动信号采集;

[0012] 采用高弹性力锤分别从径向和轴向激励被测试系统以及开启直线电机以额定工况运行,再利用加速度传感器对所述直驱式柱塞泵系统进行径向和轴向的时域测试,通过数据采集系统对振动信号进行采集,并将不同工况和激励模式下采集到的信号通过传输线路传输到后端服务器和数据分析系统。

[0013] S4、振动信号处理分析;

[0014] 通过加速度传感器采集到不同工况和激励模式下的振动信号后,利用数据分析处理系统进行直驱式柱塞泵模态参数识别,确定该设备各阶固有频率。

[0015] 上述测试方案中,步骤一:确定直驱式柱塞泵谐振频率测试点包括测试点的个数和位置,原理是将测试点设置在系统振动位移较大的部位,并使测试点远离振动干扰源。模态振型通过ANSYS有限元分析对直驱式柱塞泵系统进行动力学特性分析初步确定,按照设备大小确定布置个数,布置个数为2个以上。

[0016] 上述测试方案中,步骤二:安装布置振动信号测试系统主要是将振动信号传感器装配完毕并安装在被测试直驱式柱塞泵系统上,连接上信号采集和处理系统。要保证信号传感器安装面清洁,连接紧密,无异物干扰;所述传感器与信号采集系统之间的连接线采用具有噪声屏蔽功能的连接线。

[0017] 上述测试方案中,步骤三:激振直驱泵系统及振动信号采集采用力锤激励设备或者开启直线电机进入额定工况状态,以此激振直驱式柱塞泵系统,采用加速度传感器对被测试系统进行时域测试,通过数据采集系统采集振动信号。所谓时域测试是指直接在时间域中对系统进行分析测试,对采集到的时域数据通过快速傅里叶变换到频域中进行参数识别。

[0018] 上述测试方案中,步骤四:振动信号处理分析是通过后端服务器识别和分析加速度传感器测试得到的振动信号,通过频域分析,最终得到直驱式柱塞泵系统的各阶谐振频率。所述后端服务器包括便携式计算机和振动信号测试软件。具体方法是通过测试软件对得到的振动信号的采样参数进行时域数据去除均值、快速傅里叶变换等一系列处理,识别模态参数。

[0019] 上述测试方案中,采样参数包括采样频率、分析频率、滤波频率和采样时间等。

[0020] 上述测试方案中,应注意以下几点:

[0021] (1) 加速度传感器安装表面应清洁干净,无异物干扰,使之连接紧固,并在进行测试之前用数据采集系统检查安装状况,试采样,调整放大器增益到合适档位,检查无误后再开始采样。

[0022] (2) 要求传感器具有较高的灵敏度,振动信号经过高放大倍数的低噪声放大器再进行传输。

[0023] (3) 测试时,应从不同方向多角度分别采样,保证采样数据的全面性和准确性。

[0024] 本发明所述测试方法与现有谐振频率测试方法相比有如下优点:

[0025] 1. 本发明测试方法可采用自激振方式,不仅克服了大型设备难以激励的问题,也有效地解决了环境激励法易受外界环境因素影响的问题;

[0026] 2. 本测试方法不仅能够准确测量直驱式柱塞泵一阶固有频率,而且能够同时得到系统高阶谐振频率;

[0027] 3. 本发明采用人机交互软件,操作程序化,简单方便,减小了操作者的技术压力。数据采集及后续复杂的数据处理都能够通过程序化的方式来解决。

[0028] 本发明针对直驱式柱塞泵系统谐振频率测试方案进行研究,利用原有机机构和模块化的设备来简化模态参数测试的流程,简单易行,可有效应用于大型舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试。

附图说明

[0029] 图1是本发明所述的舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法的流程图。

[0030] 图2是本实施例中测试点的加速度时域采集图。

[0031] 图3是本实施例中对采集数据处理后的频谱数据图。

具体实施方式

[0032] 以下结合附图,对本发明的具体实施方式进行详细地说明。

[0033] 一种舰船用直驱式柱塞泵谐振频率的测试方法,首先确定合理的测点布置方案,采用外部激励或者自激励方式对系统进行激励,并采用加速度传感器来测试系统关键节点的振动响应。然后,通过数据采集系统对直驱式柱塞泵振动数据进行采集,利用后端服务器进行数据处理,确定直驱泵系统各阶谐振频率。所述舰船用直驱式柱塞泵谐振频率测试方法的流程如附图1所示,主要包括以下步骤:

[0034] S1、确定直驱式柱塞泵谐振频率测试点

[0035] 在进行谐振频率测试之前,建立直驱式柱塞泵的有限元模型,对系统进行初步的动力学特性分析,确定系统振型模型曲线上位移较大的部位作为测试点,并尽量使测试点远离振动干扰源。

[0036] S2、安装布置振动信号测试系统

[0037] 振动信号测试系统包括了振动信号传感器,数据采集系统以及数据处理系统等。在有限元模型分析确定相应的测试点上安装振动信号传感器,并紧固防止松动,将传感器与数据采集系统连接。

[0038] S3、激振直驱泵系统及振动信号采集

[0039] 采用高弹性力锤分别从径向和轴向激励被测试系统以及开启直线电机以额定工况运行,再利用加速度传感器对所述直驱式柱塞泵系统进行径向和轴向的时域测试,通过数据采集系统对振动信号进行采集,并将不同工况和激励模式下采集到的信号通过传输线路传输到后端服务器和数据分析系统。

[0040] S4、振动信号处理分析

[0041] 通过加速度传感器采集到不同工况和激励模式下的振动信号后,利用数据分析处理系统进行直驱式柱塞泵模态参数识别,确定该设备各阶固有频率。

[0042] 上述测试方案中,步骤一:确定直驱式柱塞泵谐振频率测试点包括测试点的个数和位置,原理是尽量将测试点设置在系统振动位移较大的部位,并使测试点远离振动干扰源。模态振型可以通过ANSYS有限元软件对直驱式柱塞泵系统进行动力学特性分析初步确定,按照设备大小确定布置个数,个数优选为2个以上。

[0043] 上述测试方案中,步骤二:安装布置振动信号测试系统主要是将振动信号传感器装配完毕并安装在被测试直驱式柱塞泵系统上,连接上信号采集和处理系统。要保证信号传感器安装面清洁,连接紧密,无异物干扰;所述传感器与信号采集系统之间的连接线采用具有噪声屏蔽功能的连接线。

[0044] 上述测试方案中,步骤三:激振直驱泵系统及振动信号采集采用力锤激励设备或者开启 直线电机进入额定工况状态,以此激振直驱式柱塞泵系统,采用加速度传感器对被测试系统进行时域测试,通过数据采集系统采集振动信号。所谓时域测试是指直接在时间域中对系统进行分析测试,对采集到的时域数据通过快速傅里叶变换到频域中进行参数识别。

[0045] 上述测试方案中,步骤四:振动信号处理分析是通过后端服务器识别和分析加速度传感器测试得到的振动信号,通过频域分析,最终得到直驱式柱塞泵系统的各阶谐振频率。所述后端服务器包括便携式计算机和振动信号测试软件。具体方法是通过测试软件对得到的振动信号进行时域数据去除均值、快速傅里叶变换等一系列处理,识别模态参数。

[0046] 上述测试方案中,采样参数包括采样频率、分析频率、滤波频率和采样时间等。

[0047] 上述测试方案中,应注意以下几点:

[0048] (1) 加速度传感器安装表面应清洁干净,无异物干扰,使之连接紧固,并在进行测试之前用数据采集系统检查安装状况,试采样,调整放大器增益到合适档位,检查无误后再开始采样。

[0049] (2) 要求传感器具有较高的灵敏度,振动信号经过高放大倍数的低噪声放大器再进行传输。

[0050] (3) 测试时,应从不同方向多角度分别采样,保证采样数据的全面性和准确性。

[0051] 实施例:

[0052] 本实施例中所需的测试是被及基本性能要求如下:

[0053] 表1测试仪器列表

[0054]

序号	仪器名称	仪器型号	备注
1	信号采集仪	INV3060S	16通道
2	加速度传感器	INV9821	测量范围0.5Hz~5kHz
3	测试软件	DASP V10.0	/
4	便携式计算机	/	/
5	连接线	/	噪声屏蔽

[0055] 具体测试方法如下:

[0056] S1、确定直驱式柱塞泵谐振频率测试点

[0057] 建立直驱式柱塞泵有限元模型,分析其动力学特性,据此确定振动测试点;第一个测试点布置在基体底座上,底座四个机脚均可,第二个测试点布置在设备第二层承重板上,此测试点受摆振较为严重。

[0058] S2、安装布置振动信号测试系统

[0059] 在有限元模型分析确定相应的测试点上安装振动信号传感器,并紧固防止松动,将传感器与数据采集系统连接。

[0060] S3、激振直驱泵系统及振动信号采集

[0061] 设置采样参数:包括采样频率,分析频率,滤波频率,采样时间,频谱分析频率分辨率。启动直线电机推力输出激振被测试的直驱式柱塞泵系统,并将采集到的信号通过传输线路传输到后端服务器和数据分析系统。测试点的加速度时域采集图如附图3所示。

[0062] S4、振动信号处理分析

[0063] 通过计算机上的测试软件对得到的不同方向频率测试振动信号进行重采样、时域数据去除均值和快速傅里叶变换等一系列处理,识别模态参数。最后确定被测试设备各阶谐振频率。

[0064] 本实施例中,仅以0.8~1.5kHz作为分析范围。

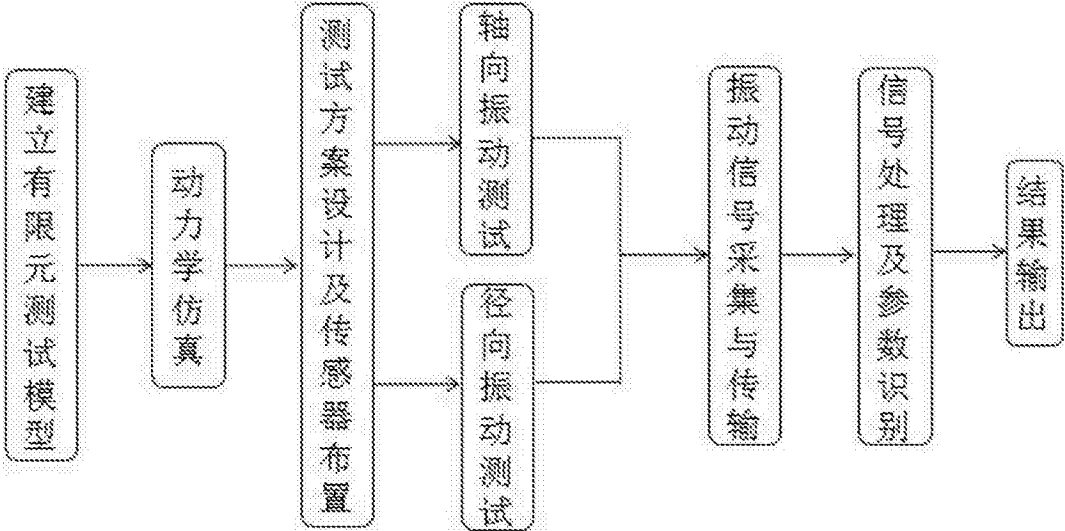
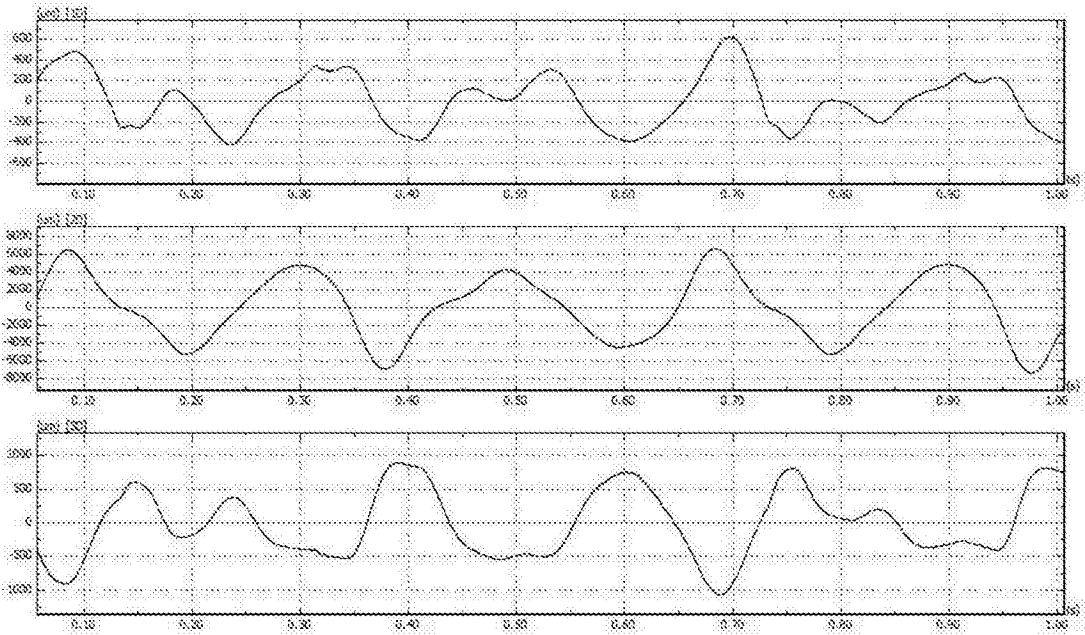
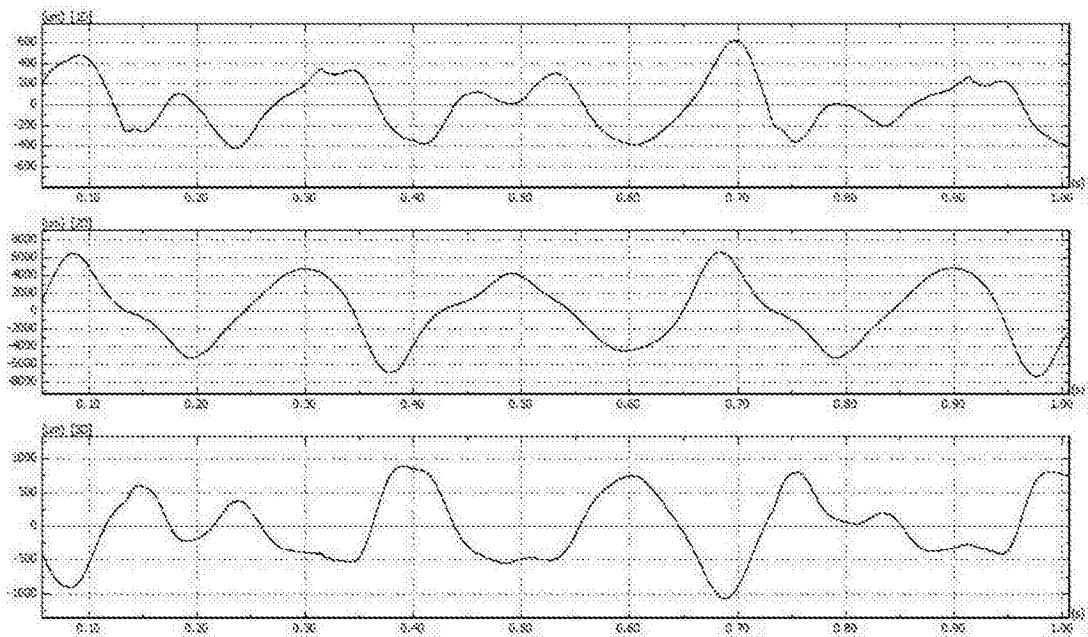


图1

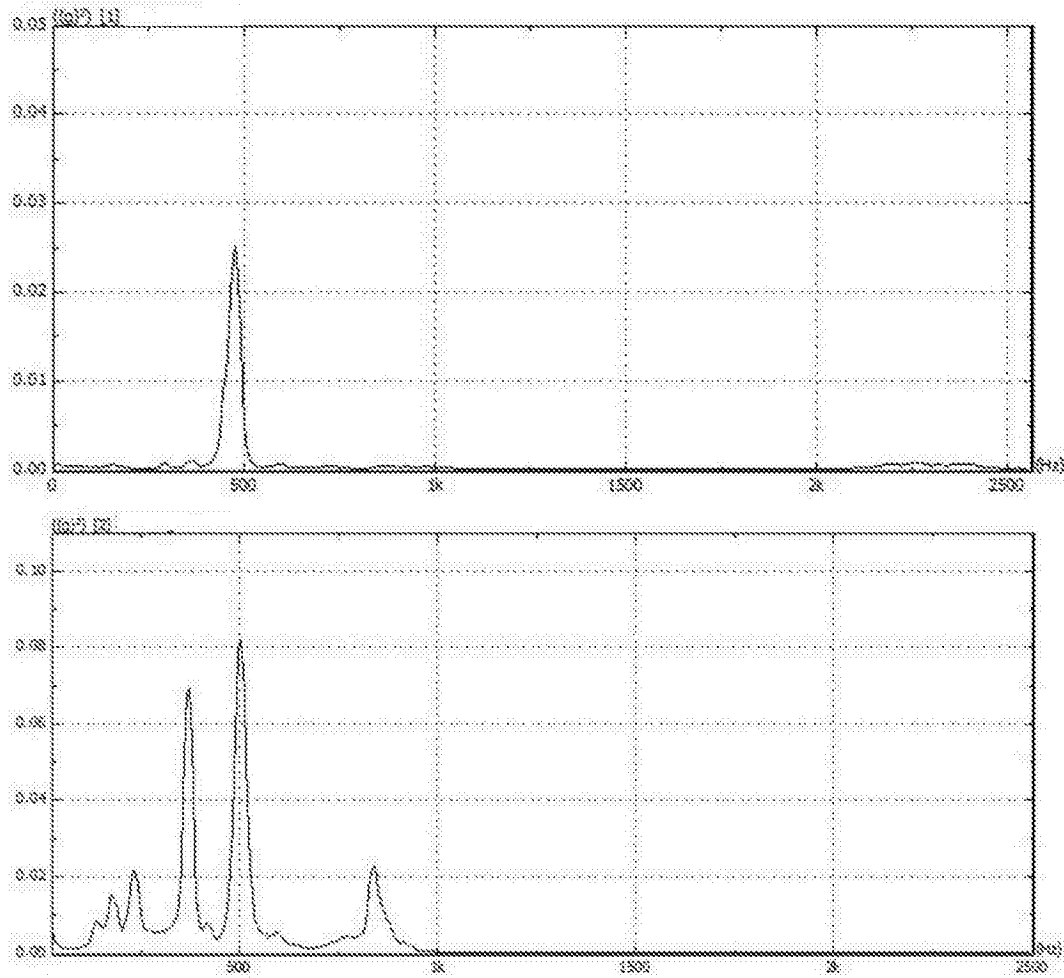


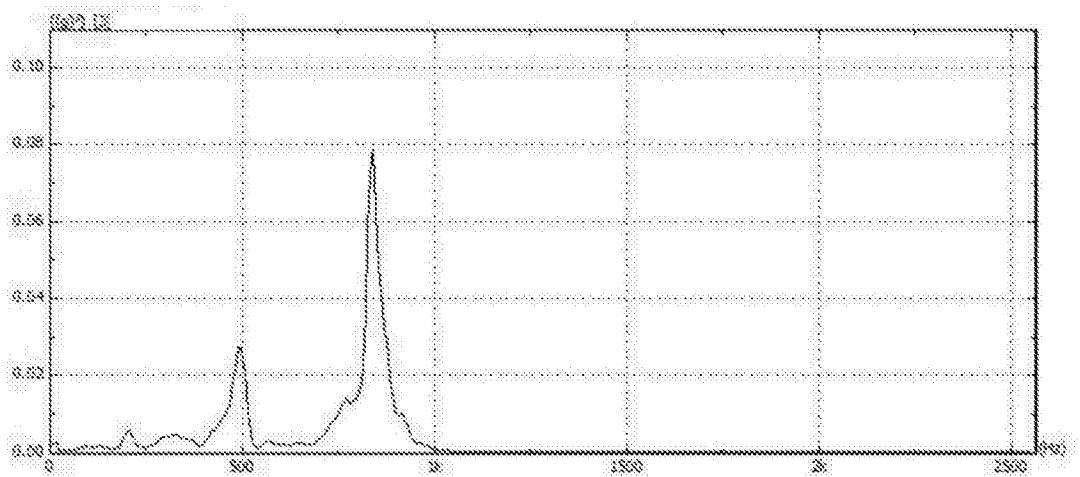
(a) 一号测试点采集数据



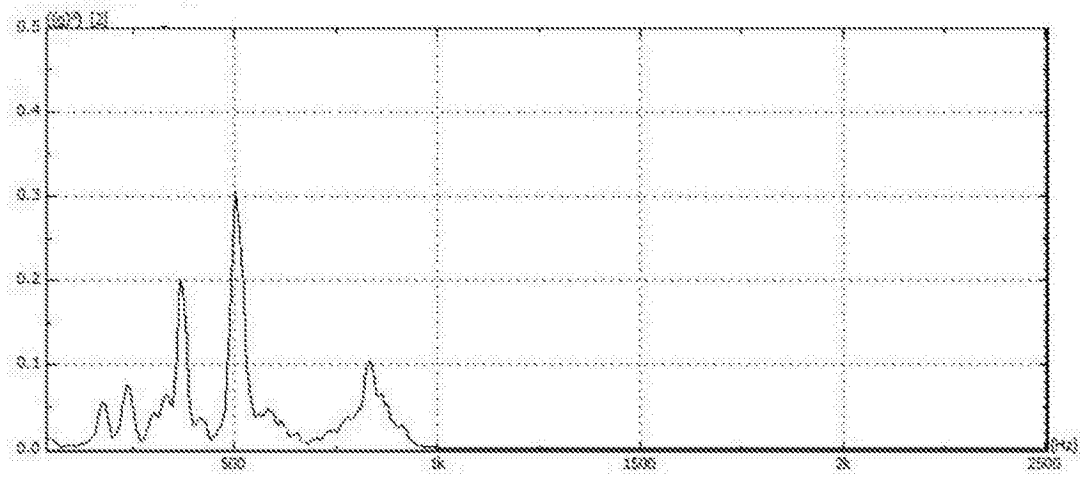
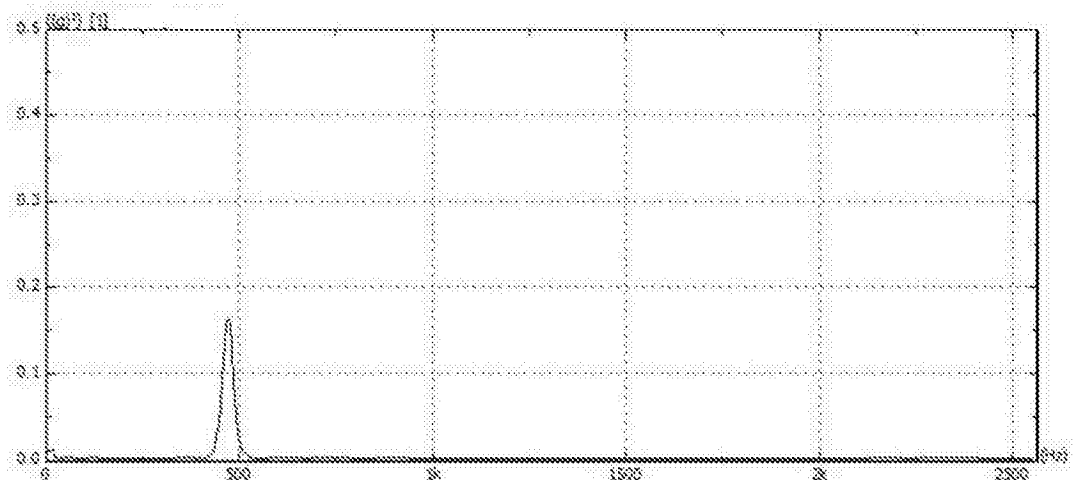
(b)二号测试点采集数据

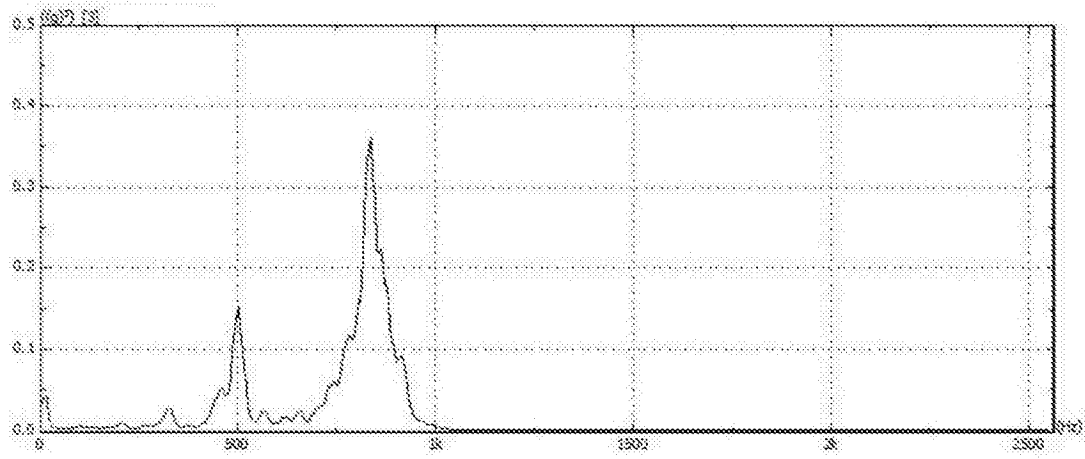
图2





(a)一号测试点频谱图





(b) 二号测试点频谱图

图3