



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111562305 A
(43)申请公布日 2020.08.21

(21)申请号 201910114448.9

(22)申请日 2019.02.14

(71)申请人 爱科维申科技(天津)有限公司
地址 300000 天津市滨海新区自贸试验区
(空港经济区)航空路278号B座办公楼
1楼

(72)发明人 王琦 王忠强

(51)Int.Cl.
G01N 27/82(2006.01)

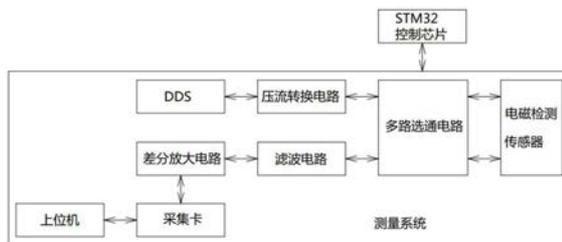
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法

(57)摘要

本发明公开基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法,STM32控制芯片与测量系统信号连接;上位机与采集卡信号连接;DDS通过激励端电路与电磁检测传感器信号连接;检测方法步骤:(1)将完好器件进行检测;(2)将已知缺陷分布的器件进行检测;(3)训练缺陷成像数学模型;获得已知缺陷分布的器件的缺陷真实分布图像;建立深度学习网络模型;(4)将未知缺陷分布的器件进行检测;(5)重建缺陷图像;使用步骤(3)中得到的深度学习网络模型通过表征映射关系,由低分辨率缺陷分布图像得到高精度缺陷分布图像。本发明可达到重建零件内部、表面缺陷分布图像,实现缺陷的可视化测量,提高测量精度和测量速度的有益效果。



1. 基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法, 其特征在于, 包括检测装置; 所述检测装置包括STM32控制芯片、测量系统, 所述STM32控制芯片与测量系统信号连接;

所述测量系统包括电磁检测传感器、激励端电路、测量端电路、多路选通电路、DDS和上位机; 所述上位机与采集卡信号连接; 所述DDS通过激励端电路与电磁检测传感器信号连接; 所述采集卡通过测量端电路与电磁检测传感器信号连接;

所述检测方法包括以下步骤:

(1) 将完好器件置于电磁检测传感器下方, 进行检测, 得到一组关于完好器件的测量数据, 并传输到上位机;

(2) 将已知缺陷分布的器件置于电磁检测传感器下方, 进行检测, 得到一组关于待检测器件的测量数据, 并传输到上位机;

(3) 训练缺陷成像数学模型;

获得已知缺陷分布的器件的缺陷真实分布图像;

将步骤(2)得到的测量数据与步骤(1)得到的测量数据相减, 形成有效测量数据, 并通过灵敏度系数法重建图像, 获得低分辨率缺陷成像结果; 将低分辨率缺陷成像结果与其对应的缺陷真实分布图像构成样本集合, 建立深度学习网络模型;

(4) 将未知缺陷分布的器件置于电磁检测传感器下方, 进行检测, 得到一组关于未知缺陷分布的器件的测量数据, 并传输到上位机;

(5) 重建缺陷图像;

将步骤(4)得到的测量数据与步骤(1)得到的测量数据相减, 形成有效测量数据, 并通过灵敏度系数法重建图像, 获得低分辨率缺陷分布图像;

使用步骤(3)中得到的深度学习网络模型通过表征映射关系, 由低分辨率缺陷分布图像得到高精度缺陷分布图像, 实现对未知缺陷分布的器件的缺陷高精度可视化检测。

2. 根据权利要求1所述的基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法, 其特征在于, 所述激励端电路包括压流转换电路和多路选通电路; 所述测量端电路包括差分放大电路、滤波电路、多路选通电路; 所述多路选通电路分别与电磁检测传感器、压流转换电路、滤波电路信号连接; 所述差分放大电路与采集卡信号连接。

3. 根据权利要求1所述的基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法, 其特征在于, 所述电磁检测传感器由6-10个带有铁芯且内径为1.2mm的线圈按照“0”型的方式均匀排列组成, 线圈由线径为0.25mm的漆包线缠绕且匝数为50。

4. 根据权利要求1-3所述的基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法, 其特征在于, 在步骤(1)(2)(4)中, 在检测时使用循环激励循环测量的方式, 每一次测量得到 $1 \times (1-1)$ 个测量数据, 其中1为线圈个数;

在确定其中一个线圈作为激励线圈之后, 经过激励端电路对其施加一定频率和幅值的激励信号, 选取其余的线圈作为测量线圈, 感应信号通过测量端电路之后传输给采集卡, 由采集卡将测量数据传输给上位机, 之后由上位机进行数据处理和存储。

5. 根据权利要求1-3所述的基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法, 其特征在于, 在步骤(1)(2)(4)中, 在检测时把零件划分为 $1, 2 \cdots n$ 个区域, 采集得到 $1 \times (1-1)$ 个数据后, 改变器件与传感器线圈之间的相对位置再次检测, 重复该动作使零件的每个

区域都测得有效数据,其中1为线圈个数。

6.根据权利要求1所述的基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法,其特征在于,在步骤(5)中,使用步骤(3)中得到的深度学习网络模型表征低分辨率缺陷图像与缺陷真实分布图像之间的映射关系,通过给映射关系输入重建的低分辨率缺陷分布图像,得到高精度缺陷分布图像。

7.根据权利要求5所述的基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法,其特征在于,n为1的4倍。

基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于电学检测技术中的电磁层析成像技术领域,特别涉及基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法。

背景技术

[0002] 汽车内部由多种金属零件构成,在汽车生产、使用过程中,都会造成零件表面、内部缺陷。若不及时、准确对缺陷进行检测,将影响汽车整体性能,甚至存在安全隐患。

[0003] 目前已有的一些金属零件缺陷测量方案,多为平面金属零件检测,或其他物理原理的缺陷检测技术(X射线、超声等),缺乏对异形零件的检测方法与手段。

[0004] 汽车内部金属零件是典型的异形零件,目前缺乏有效的缺陷检测方法。传统的CT方法虽然精度较高,但速度较慢,且有一定的辐射危害。超声方式需要在零件表面涂抹耦合剂,也不适合在线测量。目前多依靠人工观察零件表面缺陷,而对于内部缺陷,一般采用抽样破坏的方式检测内部缺陷,检测精度较低。目前的电磁测量技术虽然已用于金属缺陷检测,但检测对象多为大型、规则金属构件。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术中存在的技术问题,提供基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法,可达到重建零件内部、表面缺陷分布图像,实现缺陷的可视化测量,提高测量精度和测量速度的有益效果。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法,

[0007] 包括检测装置;所述检测装置包括STM32控制芯片、测量系统,所述STM32控制芯片与测量系统信号连接;

[0008] 所述测量系统包括电磁检测传感器、激励端电路、测量端电路、多路选通电路、DDS和上位机;所述上位机与采集卡信号连接;所述DDS通过激励端电路与电磁检测传感器信号连接;所述采集卡通过测量端电路与电磁检测传感器信号连接;

[0009] 所述检测方法包括以下步骤:

[0010] (1) 将完好器件置于电磁检测传感器下方,进行检测,得到一组关于完好器件的测量数据,并传输到上位机;

[0011] (2) 将已知缺陷分布的器件置于电磁检测传感器下方,进行检测,得到一组关于待检测器件的测量数据,并传输到上位机;

[0012] (3) 训练缺陷成像数学模型;

[0013] 获得已知缺陷分布的器件的缺陷真实分布图像;

[0014] 将步骤(2)得到的测量数据与步骤(1)得到的测量数据相减,形成有效测量数据,并通过灵敏度系数法重建图像,获得低分辨率缺陷成像结果;将低分辨率缺陷成像结果与其对应的缺陷真实分布图像构成样本集合,建立深度学习网络模型;

[0015] (4) 将未知缺陷分布的器件置于电磁检测传感器下方,进行检测,得到一组关于未知缺陷分布的器件的测量数据,并传输到上位机;

[0016] (5) 重建缺陷图像;

[0017] 将步骤(4)得到的测量数据与步骤(1)得到的测量数据相减,形成有效测量数据,并通过灵敏度系数法重建图像,获得低分辨率缺陷分布图像;

[0018] 使用步骤(3)中得到的深度学习网络模型通过表征映射关系,由低分辨率缺陷分布图像得到高精度缺陷分布图像,实现对未知缺陷分布的器件的缺陷高精度可视化检测。

[0019] 作为优选,所述激励端电路包括压流转换电路和多路选通电路;所述测量端电路包括差分放大电路、滤波电路、多路选通电路;所述多路选通电路分别与电磁检测传感器、压流转换电路、滤波电路信号连接;所述差分放大电路与采集卡信号连接;压流转换电路使得激励信号以电流的形式施加在激励线圈上确保线圈激励信号的一致性。

[0020] 作为优选,所述电磁检测传感器由6-10个带有铁芯且内径为1.2mm的线圈按照“0”型的方式均匀排列组成,线圈由线径为0.25mm的漆包线缠绕且匝数为50,测试不同尺寸的零件时需要综合考虑缺陷信息来设计不同的传感器阵列。

[0021] 作为优选,在步骤(1)(2)(4)中,在检测时使用循环激励循环测量的方式,每一次测量得到 $1 \times (1-1)$ 个测量数据,其中1为线圈个数;n为1的4倍,即1个线圈将零件分为1个区域,其中每个区域又被划分为4个子区域。线圈阵列每测量完一次后,旋转一定角度,扫描下一个阵列所对应的子区域,直到与原始的检测位置对应。

[0022] 在确定其中一个线圈作为激励线圈之后,经过激励端电路对其施加一定频率和幅值的激励信号,选取其余的线圈作为测量线圈,感应信号通过测量端电路之后传输给采集卡,由采集卡将测量数据传输给上位机,之后由上位机进行数据处理和存储;上位机根据测量数据实现对器件缺损的判定检测。

[0023] 作为优选,用于检测不规则零件时,零件结构具有不规则性和复杂性不同于板材或铁轨这类的均匀结构,当线圈位于零件的空洞处时会导致测量数据不精确,在步骤(1)(2)(4)中,在检测时把零件划分为 $1, 2 \cdots n$ 个区域,采集得到 $1 \times (1-1)$ 个数值后,改变器件与传感器线圈之间的相对位置再次检测,重复该动作使零件的每个区域都测得有效数据避免空洞处导致测量结果不准确的情况,其中1为线圈个数。

[0024] 作为优选,在步骤(5)中,使用步骤(3)中得到的深度学习网络模型表征低分辨率缺陷图像与缺陷真实分布图像之间的映射关系,通过给映射关系输入重建的低分辨率缺陷分布图像,得到高精度缺陷分布图像。

[0025] 与现有技术相比,本发明所具有的有益效果是:本发明针对目前汽车减震器活塞由于结构复杂,无法实现在线自动测量的问题,根据汽车减震器活塞结构,设计电磁传感器阵列,通过多频测量数据序列,以电导率分布图像的方式,重建零件内部、表面缺陷分布图像,实现缺陷的可视化测量,提高测量精度和测量速度。

附图说明

[0026] 图1为本发明中的检测装置的系统结构框图。

具体实施方式

[0027] 为使本领域技术人员更好的理解本发明的技术方案,下面结合附图和具体实施例对本发明作详细说明。

[0028] 本发明的实施例公开了基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法,如图所示,其基于电磁层析成像技术的汽车减震器活塞缺陷检测方法,

[0029] 包括检测装置;检测装置包括STM32控制芯片、测量系统,STM32控制芯片与测量系统信号连接;

[0030] 测量系统包括电磁检测传感器、激励端电路、测量端电路、多路选通电路、DDS和上位机;上位机与采集卡信号连接;DDS通过激励端电路与电磁检测传感器信号连接;采集卡通过测量端电路与电磁检测传感器信号连接;

[0031] 检测方法包括以下步骤:

[0032] (1) 将完好器件置于电磁检测传感器下方,进行检测,得到一组关于完好器件的测量数据,并传输到上位机;

[0033] (2) 将已知缺陷分布的器件置于电磁检测传感器下方,进行检测,得到一组关于待检测器件的测量数据,并传输到上位机;

[0034] (3) 训练缺陷成像数学模型;

[0035] 获得已知缺陷分布的器件的缺陷真实分布图像;

[0036] 将步骤(2)得到的测量数据与步骤(1)得到的测量数据相减,形成有效测量数据,并通过灵敏度系数法重建图像,获得低分辨率缺陷成像结果;将低分辨率缺陷成像结果与其对应的缺陷真实分布图像构成样本集合,建立深度学习网络模型;

[0037] (4) 将未知缺陷分布的器件置于电磁检测传感器下方,进行检测,得到一组关于未知缺陷分布的器件的测量数据,并传输到上位机;

[0038] (5) 重建缺陷图像;

[0039] 将步骤(4)得到的测量数据与步骤(1)得到的测量数据相减,形成有效测量数据,并通过灵敏度系数法重建图像,获得低分辨率缺陷分布图像;

[0040] 使用步骤(3)中得到的深度学习网络模型通过表征映射关系,由低分辨率缺陷分布图像得到高精度缺陷分布图像,实现对未知缺陷分布的器件的缺陷高精度可视化检测。

[0041] 本实施例中,激励端电路包括压流转换电路和多路选通电路;测量端电路包括差分放大电路、滤波电路、多路选通电路;多路选通电路分别与电磁检测传感器、压流转换电路、滤波电路信号连接;差分放大电路与采集卡信号连接;压流转换电路使得激励信号以电流的形式施加在激励线圈上确保线圈激励信号的一致性。

[0042] 本实施例中,电磁检测传感器由6个带有铁芯且内径为1.2mm的线圈按照“0”型的方式均匀排列组成,线圈由线径为0.25mm的漆包线缠绕且匝数为50,测试不同尺寸的零件时需要综合考虑缺陷信息来设计不同的传感器阵列。

[0043] 本实施例中,在步骤(1)(2)(4)中,在检测时使用循环激励循环测量的方式,每一次测量得到30个测量数据;

[0044] 在确定其中一个线圈作为激励线圈之后,经过激励端电路对其施加一定频率和幅值的激励信号,选取其余的线圈作为测量线圈,感应信号通过测量端电路之后传输给采集卡,由采集卡将测量数据传输给上位机,之后由上位机进行数据处理和存储;上位机根据测

量数据实现对器件缺损的判定检测。

[0045] 本实施例中,用于检测不规则零件时,零件结构具有不规则性和复杂性不同于板材或铁轨这类的均匀结构,当线圈位于零件的空洞处时会导致测量数据不精确,在步骤(1)(2)(4)中,在检测时把零件划分为1,2...24个区域,采集得到30个数值后,改变器件与传感器线圈之间的相对位置再次检测,重复该动作使零件的每个区域都测得有效数据避免空洞处导致测量结果不准确的情况。

[0046] 本实施例中,在步骤(5)中,使用步骤(3)中得到的深度学习网络模型表征低分辨率缺陷图像与缺陷真实分布图像之间的映射关系,通过给映射关系输入重建的低分辨率缺陷分布图像,得到高精度缺陷分布图像。

[0047] 根据汽车减震器活塞几何结构,设计电磁传感器阵列。电磁传感器阵列可以根据零件的复杂程度,设计一个或多个,排布于零件的不同位置。且使电磁线圈产生的电磁场能覆盖整个零件,以实现零件的整体测量。每个电磁传感器阵列由多个电磁线圈组成,将电磁线圈置于零件光滑平面或弧面部分。以下以6个线圈构成的传感器阵列,检测汽车减震器活塞上表面缺陷方法为例进行说明。

[0048] 电磁检测传感器是由固定在模具中的以 60° 的角度均匀分布的6个带有铁芯的线圈组成的,传感器采用相同的缠绕方式顺时针每一层两圈的方式进行制作,测试线圈的一致性确保测量数据的有效性。

[0049] 压流转换电路采用TDA2030芯片实现电压—电流的转换,使激励信号以电流的方式施加在激励线圈上,多路选通电路由主控芯片进行控制确定传感器阵列中激励线圈的选择。

[0050] 测量端电路是由差分放大电路、滤波电路和多路选通电路组成,其中前两者均由双运放芯片搭建而成,对感应信号进行处理提高感应信号的信噪比。

[0051] STM32作为该系统的主控芯片,为多路选通电路提供了控制信号从而实现对传感器阵列的循环激励循环测量。

[0052] 采集卡对感应电压进行数据采集并完成数据的传输。

[0053] 在上位机软件中编写与主控芯片进行通信的串口程序、测量数据采集与存储程序和基于深度学习的成像算法程序实现图像重建。

[0054] 深度学习成像模型训练过程中,对已知缺陷位置零件的电磁测量数据,采用灵敏度系数算法进行成像,获得分辨率较低的缺陷图像,将低分辨率图像与缺陷真实分布图像建立映射关系,训练缺陷成像模型;测试过程中,对未知缺陷位置的零件,通过传感器采集测量数据,并采用灵敏度系数算法进行低分辨率成像后,结合缺陷成像模型,重建高分辨率缺陷分布图像,从而实现对缺陷精确可视化测量。

[0055] 电磁层析成像技术,工作过程如下:由信号源模块产生一个频率为50KHz的正弦波作为激励信号,在通过激励端模块和多路选通模块,然后在选定的激励线圈上施加该激励。由电磁感应原理可知,被测敏感场空间将会产生激励磁场,而位于敏感场空间中具有电导率的媒质在激励磁场的作用下,会在位于敏感场空间边界上的检测线圈中产生感应信号。产生的感应信号经过信号端模块和多路选通模块由采集卡进行数据采集并把感应信号传送到上位机上,最终上位机根据得到的采集数据,通过训练所得的深度学习电磁层析成像数学模型,重建缺陷图像,求得被测器件各个部分的电导率,最终实现零件的三维图像重

建。

[0056] 本发明基于电磁检测技术检测速度快、灵敏度高、无辐射、无接触的优势,设计符合汽车减震器零件结构的电磁传感器阵列,以及相应的测量系统,通过测量数据序列和经过深度学习建立的电磁层析成像数学模型,对缺陷进行成像,形成缺陷图像,实现零件内部、表面缺陷的可视化测量。

[0057] 不同深度的缺陷测量是由集肤深度理论实现的,即激励频率越高,激励信号越接近于金属表面,因此可以通过调节激励频率,获得不同深度金属缺陷分布的信息,进而重构金属缺陷分布三维图像。

[0058] 本发明不局限于汽车减震器活塞,可进一步为其他金属异形零件缺陷检测提供有效方法。

[0059] 本发明实现了对复杂器件的实时监测,具有高精度识别、成本低和内部监测等优点。

[0060] 汽车零部件缺陷检测属于无损检测范畴,无损检测技术是当下应用最普遍的缺陷检测技术,它在不破坏和不影响被测对象各方面性能的前提下,利用物理信号,例如声,光、电、磁等信号,检测被测对象是否存在缺陷或者分布不均匀的情况,根据检测信号推断出缺陷的大小、位置、形状、性质和数量等信息,进而判断被检测对象是否合格。无损检测技术具有非破坏性、全面性、全程性、可靠性等优点,在目前的检测技术中有着无可替代的地位。

[0061] 以上通过实施例对本发明进行了详细说明,但所述内容仅为本发明的示例性实施例,不能被认为用于限定本发明的实施范围。本发明的保护范围由权利要求书限定。凡利用本发明所述的技术方案,或本领域的技术人员在本发明技术方案的启发下,在本发明的实质和保护范围内,设计出类似的技术方案而达到上述技术效果的,或者对申请范围所作的均等变化与改进等,均应仍归属于本发明的专利涵盖保护范围之内。应当注意,为了清楚的进行表述,本发明的说明中省略了部分与本发明的保护范围无直接明显的关联但本领域技术人员已知的部件和处理的表述。

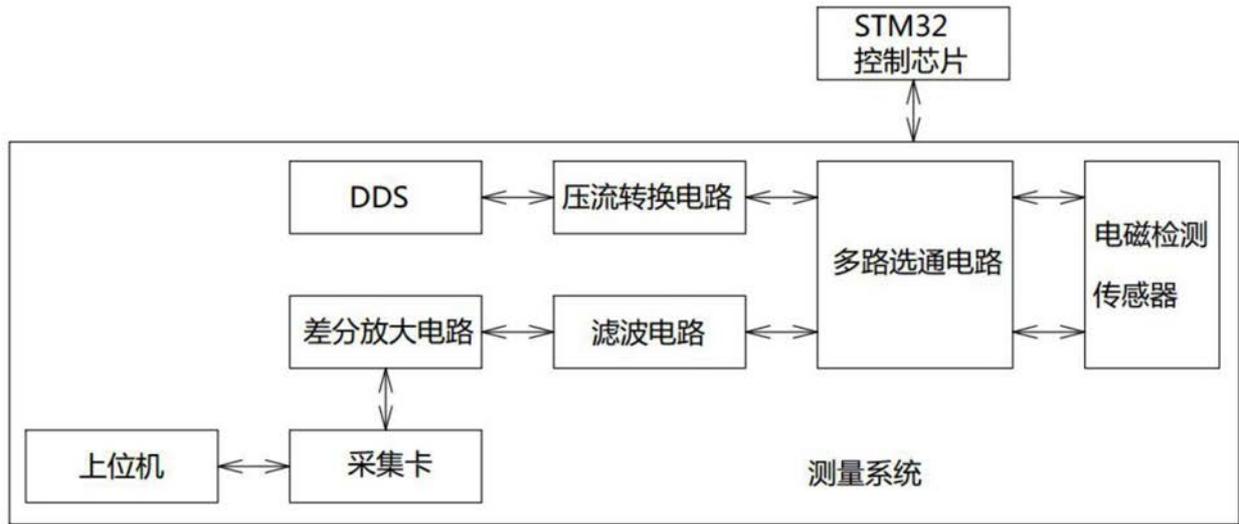


图1