



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111272864 B

(45) 授权公告日 2023.05.23

(21) 申请号 202010129453.X

(22) 申请日 2020.02.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111272864 A

(43) 申请公布日 2020.06.12

(73) 专利权人 湖北工业大学
地址 430068 湖北省武汉市洪山区南李路
28号

(72) 发明人 李冬林 徐航 宋小春 陈涛
李雪敏

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222
专利代理师 许莲英

(51) Int. Cl.
G01B 7/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102132155 A, 2011.07.20

JP 2003051042 A, 2003.02.21

王亚午 等. 远场涡流检测传感器速度效应
仿真分析. 测控技术. 2015, 第34卷(第9期), 第
13-17页.

F Niese et al.. Wall thickness
measurement sensor for pipeline
inspection using EMAT technology in
combination with pulsed eddy current and
MFL. 9th European Conference on NDT. 2006,
第1-10页.

审查员 周桂芳

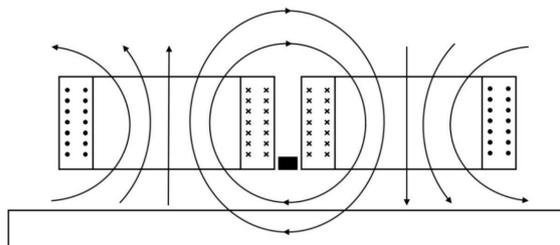
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于径向磁场的脉冲涡流检测系统及
方法

(57) 摘要

本发明提出了一种基于径向磁场的脉冲涡流检测系统及方法。本发明系统包括TMR磁传感器、激励模块、数据采集卡、计算机、信号发生器。本发明方法为信号发生器未工作时，TMR磁传感器位于被测试件上方，获取补偿信号，计算机保存补偿信号。第一激励线圈和第二激励线圈同时获得脉冲电流激励时，其组成的激励模块中央会产生可用于脉冲涡流检测的径向磁场。基于径向磁场对被测件进行脉冲涡流检测。脉冲电流激励为周期信号，数据采集卡以上升沿为触发采集多周期的径向磁场信号，多周期的径向磁场信号经过平均值滤波后，结合补偿信号，计算机分析，实现被测件厚度的定量。本发明的功能是进行钢板壁厚的大面积检测，且检测灵敏度高。



1. 一种基于脉冲涡流检测系统的径向磁场脉冲涡流检测方法,其特征在于,所述脉冲涡流检测系统包括:

TMR磁传感器、激励模块、数据采集卡、计算机、信号发生器;所述的TMR磁传感器、数据采集卡、计算机依次通过有线方式连接;所述信号发生器与所述激励模块通过有线方式连接;所述TMR磁传感器与所述激励模块连接;所述的TMR磁传感器、激励模块通过支撑骨架组合为检测探头;

所述TMR磁传感器位于第一激励线圈、第二激励线圈水平放置底部的中心,所述TMR磁传感器的敏感方向平行于被测钢板表面,指向主磁通方向向上的激励线圈所在的方向;

所述激励线圈工作时,主磁通方向垂直于被测钢板表面,且方向相反;

所述TMR磁传感器作为接收装置,敏感方向与被测钢板表面平行;

所述信号发生器向所述激励模块提供激励;

所述激励模块由第一激励线圈、第二激励线圈构成;所述的第一激励线圈、第二激励线圈结构相同、轴线平行、主磁通方向相反;所述的两个激励线圈均通过跑道型线圈构成;

所述的第一激励线圈、第二激励线圈均由直径为0.03m至0.1mm的漆包线空间螺旋密绕200匝至500匝而成,内长80mm,内宽30mm,厚度1.5mm;

所述激励停止后,被测钢板上产生逐渐衰减的径向磁场信号,所述TMR磁传感器用于采集逐渐衰减的径向磁场信号,并传输至所述数据采集卡;

所述计算机用于逐渐衰减的径向磁场信号分析;

所述径向磁场脉冲涡流检测方法,包括以下步骤:

步骤1:将所述脉冲涡流检测系统放置在钢板被测试件上方,TMR磁传感器工作,获得被测钢板和环境产生的静磁场信号;

步骤2:信号发生器每隔相同激励间隔时间将脉冲激励信号激励第一激励线圈,将反向的脉冲激励信号激励第二激励线圈;

步骤3:在激励间隔时间内,被测钢板产生逐渐衰减的磁场并传输至TMR磁传感器,TMR磁传感器输出径向磁场衰减信号;

步骤4:径向磁场衰减信号通过样条插值得到径向磁场差值信号,径向磁场差值信号通过平均值滤波处理得到响应信号;

步骤5:响应信号根据信号补偿值进行信号补偿得到被测钢板的径向磁场信号,结合被测钢板的径向磁场信号计算壁厚特征值,根据壁厚特征值得到被测钢板的壁厚。

2. 根据权利要求1所述的径向磁场的脉冲涡流检测方法,其特征在于:步骤1所述静磁场信号的幅值作为信号补偿值,所述信号补偿值为M。

3. 根据权利要求2所述的径向磁场的脉冲涡流检测方法,其特征在于:

步骤2所述激励间隔时间的时长为T;

所述脉冲激励信号为: δ_j , $j \in [1, F]$,表示第j个脉冲激励信号,F表示脉冲激励数量;

所述反向的脉冲激励信号为: δ_j^* , $j \in [1, F]$,表示第j个反向的脉冲激励信号,F表示脉冲激励数量;

所述脉冲激励信号、所述反向的脉冲激励信号存在时,激励模块中间产生径向磁场用于持续磁化被测钢板。

4. 根据权利要求2所述的径向磁场的脉冲涡流检测方法,其特征在于:

步骤3所述径向磁场衰减信号为:

$$x_{i,j} \quad i \in [1, N], j \in [1, F]$$

其中, $x_{i,j}$ 为第 j 组脉冲激励信号、反向的脉冲激励信号激励下对应径向磁场衰减信号的第 i 个信号采样值, F 表示脉冲激励数量即径向磁场衰减信号的数量, N 表示径向磁场衰减信号的采样点数量, 每个径向磁场衰减信号在信号上升沿触发采样, 且通过相同采样间隔进行等间隔采样, 采样点的数量均为 N 。

5. 根据权利要求2所述的径向磁场的脉冲涡流检测方法,其特征在于:

步骤4所述径向磁场差值信号为:

$$x_{k,j} \quad k \in [1, L], j \in [1, F]$$

其中, $x_{k,j}$ 为第 j 组脉冲激励信号、反向的脉冲激励信号激励下对应径向磁场差值信号的第 k 个信号采样值, F 表示脉冲激励数量即径向磁场差值信号的数量, L 表示径向磁场差值信号的采样点数量, $L > N$, N 表示径向磁场衰减信号的采样点数量, 每个径向磁场差值信号在信号上升沿触发采样, 且通过相同采样间隔进行等间隔采样, 采样点的数量均为 N ;

所述平均值滤波得到响应信号为:

$$x_k^* = \sum_{j=1}^F x_{k,j} / F$$

$$k \in [1, L]$$

其中, x_k^* 为响应信号中第 k 个信号采样值。

6. 根据权利要求5所述的径向磁场的脉冲涡流检测方法,其特征在于:

步骤5所述根据信号补偿值进行信号补偿为:

$$x_k^* + M \quad k \in [1, L]$$

所述计算壁厚特征值为:

对所述被测钢板的径向磁场信号进行对数处理得到对数处理后被测钢板的径向磁场信号, 所述对数处理后被测钢板的径向磁场信号为:

$$Y_k = \ln(x_k^* + M)$$

$$k \in [1, L]$$

对数处理后被测钢板的径向磁场信号计算壁厚特征值为:

$$\lambda = \sum_{k=L/2}^L \frac{-Y_k + 4Y_{k-1} - 3Y_{k-2}}{2\left(\frac{1}{LF}\right)} \Bigg/ \frac{(L+1)}{2}$$

根据储存的壁厚特征值与钢板的壁厚对应列表, 得到被测钢板的壁厚。

一种基于径向磁场的脉冲涡流检测系统及方法

技术领域：

[0001] 本发明属于电磁无损检测技术领域，涉及一种基于径向磁场的脉冲涡流检测系统及方法。

背景技术：

[0002] 在石油、化工、电力、冶金等工业领域，大量使用金属管道来输送和存储具有高温、高压、腐蚀性的液体或气体介质。腐蚀将导致管道的承压性能下降，带来人员伤亡和经济损失，需要定期对管道的腐蚀情况实施无损检测和评估，确保管道的安全运行。脉冲涡流法是一种可以在包覆层外在役状态下检测金属管道壁厚的电磁无损检测方法。在研究中，由于工业管道管径较大，脉冲涡流检测管道腐蚀通常简化为检测钢板厚度。

[0003] 常规脉冲涡流检测中一般没有使用全部的磁场分量，通常只利用激励模块的线圈的轴向磁场分量。对于用线圈作为接收装置的情况，线圈接收轴向磁通；对于用磁传感器作为接收装置的情况，磁传感器接收轴向磁场强度。要获取全部的磁场分量在激励模块结构和信号分析上均有困难，一般用线圈作为激励模块时，较难获取到有效的径向磁场分量，文献中也较少研究若在脉冲涡流中获取了径向磁场分量后应如何进行分析处理。

[0004] 本发明设计了能在脉冲涡流中获取有效径向磁场分量的探头，并基于脉冲涡流解析模型，设计算法对径向磁场分量信号进行分析。其获取的信号在经过系统处理和分析后，在进行大面积钢板厚度检测时表现出了更高的灵敏度，这将提高脉冲涡流进行大面积管道腐蚀检测的效率和精度

发明内容：

[0005] 为了解决上述现有技术存在的问题，本发明的目的在于提供一种基于径向磁场的脉冲涡流检测系统及方法。

[0006] 为达到以上目的，本发明采用如下技术方案：

[0007] 一种基于径向磁场的脉冲涡流检测系统，包括：TMR磁传感器、激励模块、数据采集卡、计算机、信号发生器；所述的TMR磁传感器、数据采集卡、计算机依次通过有线方式连接；所述信号发生器与所述激励模块通过有线方式连接；所述TMR磁传感器与所述激励模块连接；所述的TMR磁传感器、激励模块通过支撑骨架组合为检测探头；

[0008] 作为优选，所述TMR磁传感器位于所述的第一激励线圈、第二激励线圈水平放置底部的中心，所述TMR磁传感器的敏感方向平行于被测钢板表面，指向主磁通方向向上的激励线圈所在的方向；

[0009] 作为优选，所述激励线圈工作时，主磁通方向垂直于被测钢板表面，且方向相反；

[0010] 作为优选，所述TMR磁传感器作为接收装置，敏感方向与被测钢板表面平行；

[0011] 作为优选，所述信号发生器向所述激励模块提供激励；

[0012] 作为优选，所述激励模块由第一激励线圈、第二激励线圈构成；所述的第一激励线圈、第二激励线圈结构相同、轴线平行、主磁通方向相反；所述的两个激励线圈均通过跑道

型线圈构成；

[0013] 作为优选,所述的第一激励线圈、第二激励线圈均由直径为0.03m至0.1mm的漆包线空间螺旋密绕200匝至500匝而成,内长80mm,内宽30mm,厚度1.5mm;

[0014] 作为优选,所述激励停止后,被测钢板上产生逐渐衰减的径向磁场信号,所述TMR磁传感器用于采集逐渐衰减的径向磁场信号,并传输至所述数据采集卡;

[0015] 作为优选,所述计算机用于逐渐衰减的径向磁场信号分析。

[0016] 作为优选,所述基于径向磁场的脉冲涡流检测系统工作步骤如下:当信号发生器未工作时,检测探头的TMR磁传感器位于被测试件上方,获取补偿信号,计算机保存补偿信号。第一激励线圈和第二激励线圈同时获得脉冲电流激励时,其组成的激励模块中央会产生可用于脉冲涡流检测的径向磁场。因为TMR磁传感器工作方向平行于被测件表面,所以能够获取径向磁场信号。脉冲电流激励为周期信号,数据采集卡以上升沿为触发采集多周期的径向磁场信号,多周期的径向磁场信号经过平均值滤波后,结合补偿信号,计算机分析,实现被测件厚度的定量。

[0017] 本发明方法的步骤为一种基于径向磁场的脉冲涡流检测方法,包括以下步骤:

[0018] 步骤1:将所述基于磁场切向分量的脉冲涡流检测系统放置在钢板被测试件上方,TMR磁传感器工作,获得被测钢板和环境产生的静磁场信号;

[0019] 步骤2:信号发生器每隔相同激励间隔时间将脉冲激励信号激励模块中的第一激励线圈,将反向的脉冲激励信号激励第二激励线圈;

[0020] 步骤3:在激励间隔时间内,被测钢板产生逐渐衰减的磁场并传输至TMR磁传感器,TMR磁传感器输出径向磁场衰减信号;

[0021] 步骤4:径向磁场衰减信号通过样条插值得到径向磁场差值信号,径向磁场差值信号通过平均值滤波处理得到响应信号;

[0022] 步骤5:响应信号根据信号补偿值进行信号补偿得到被测钢板的径向磁场信号,结合被测钢板的径向磁场信号计算壁厚特征值,根据壁厚特征值得到被测钢板的壁厚;

[0023] 作为优选,步骤1所述静磁场信号的幅值作为信号补偿值,所述信号补偿值为M。

[0024] 作为优选,步骤2所述激励间隔时间的时长为T;

[0025] 所述脉冲激励信号为: δ_j , $j \in [1, F]$,表示第j个脉冲激励信号,F表示脉冲激励数量;

[0026] 所述反向的脉冲激励信号为: δ_j^* , $j \in [1, F]$,表示第j个反向的脉冲激励信号,F表示脉冲激励数量;

[0027] 所述脉冲激励信号、所述反向的脉冲激励信号存在时,激励模块中间产生径向磁场用于持续磁化被测钢板;

[0028] 作为优选,步骤3所述径向磁场衰减信号为:

[0029] $x_{i,j}$, $i \in [1, N]$, $j \in [1, F]$

[0030] 其中, $x_{i,j}$ 为第j组脉冲激励信号、反向的脉冲激励信号激励下对应径向磁场衰减信号的第i个信号采样值,F表示脉冲激励数量即径向磁场衰减信号的数量,N表示径向磁场衰减信号的采样点数量,每个径向磁场衰减信号在信号上升沿触发采样,且通过相同采样间隔进行等间隔采样,采样点的数量均为N;

[0031] 作为优选,步骤4所述径向磁场差值信号为:

[0032] $x_{k,j}$ $k \in [1, L], j \in [1, F]$

[0033] 其中, $x_{k,j}$ 为第 j 组脉冲激励信号、反向的脉冲激励信号激励下对应径向磁场差值信号的第 k 个信号采样值, F 表示脉冲激励数量即径向磁场差值信号的数量, L 表示径向磁场差值信号的采样点数量, $L > N$, N 表示径向磁场衰减信号的采样点数量, 每个径向磁场差值信号在信号上升沿触发采样, 且通过相同采样间隔进行等间隔采样, 采样点的数量均为 N ;

[0034] 所述平均值滤波得到响应信号为:

$$[0035] \quad x_k^* = \sum_{j=1}^F x_{k,j} / F$$

[0036] $k \in [1, L]$

[0037] 其中, x_k^* 为响应信号中第 k 个信号采样值;

[0038] 作为优选, 步骤5所述根据信号补偿值进行信号补偿为:

$$[0039] \quad x_k^* + M \quad k \in [1, L]$$

[0040] 所述计算壁厚特征值为:

[0041] 对所述被测钢板的径向磁场信号进行对数处理得到对数处理后被测钢板的径向磁场信号, 所述对数处理后被测钢板的径向磁场信号为:

$$[0042] \quad Y_k = \ln(x_k^* + M)$$

[0043] $k \in [1, L]$

[0044] 对数处理后被测钢板的径向磁场信号计算壁厚特征值为:

$$[0045] \quad \lambda = \frac{\sum_{k=L/2}^L \frac{-Y_k + 4Y_{k-1} - 3Y_{k-2}}{2\left(\frac{1}{LF}\right)}}{(L+1)/2}$$

[0046] 根据储存的壁厚特征值与钢板的壁厚对应列表, 得到被测钢板的壁厚。

[0047] 本发明和现有技术相比, 具有如下优点:

[0048] 本发明对钢板壁厚进行大面积检测, 对于同样大小的钢板壁厚变化量, 信号扰动较传统磁传感器脉冲涡流探头的扰动量更大, 检测结果通过处理与计算机中储存的壁厚特征值与壁厚的关系曲线对照, 可以量化钢板壁厚。解决了探头面积较大时, 传统磁传感器探头变得不敏感、壁厚检测灵敏度较低的问题。

附图说明

[0049] 图1: 是基于径向磁场的脉冲涡流检测方法检测时磁场示意图。

[0050] 图2: 是用于连接激励模块和磁传感器的骨架结构示意图。

[0051] 图3: 是基于径向磁场的脉冲涡流检测方法装置的总体结构图。

[0052] 图4: 是本发明方法流程框图。

[0053] 图5: 是本发明与传统磁传感器脉冲涡流探头对大面积钢板壁厚检测的信号图对比。

[0054] 图6: 是本发明测得的壁厚特征值和钢板壁厚的关系曲线。

[0055] 具体实施方法:

[0056] 为了便于本领域普通技术人员理解和实施本发明,下面结合附图及实施例对本发明作进一步的详细描述,应当理解,此处所描述的实施例示例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0057] 如图1所示,本实施例为一种基于磁场切向分量的脉冲涡流检测系统,包括:TMR磁传感器、激励模块、数据采集卡、计算机、信号发生器;所述的TMR磁传感器、数据采集卡、计算机依次通过有线方式连接;所述信号发生器与所述激励模块通过有线方式连接;所述TMR磁传感器与所述激励模块连接;所述的TMR磁传感器、激励模块通过支撑骨架组合为检测探头;

[0058] 所述信号发生器向所述激励模块提供激励;

[0059] 所述激励模块由第一激励线圈、第二激励线圈构成;所述的第一激励线圈、第二激励线圈结构相同、轴线平行、主磁通方向相反;所述的两个激励线圈均通过跑道型线圈构成;

[0060] 进一步地,所述的第一激励线圈、第二激励线圈均由直径为0.035m的漆包线空间螺旋密绕200匝而成,内长80mm,内宽30mm,厚度1.5mm;

[0061] 所述激励线圈工作时,主磁通方向垂直于被测钢板表面,且方向相反;

[0062] 所述TMR磁传感器型号为TMR2905,作为接收装置,敏感方向与被测钢板表面平行;

[0063] 激励停止后,被测钢板上的感生磁场不会立刻消失,而是逐渐衰减,磁传感器接收被测钢板上逐渐衰减的径向磁场信号,输出端通过数据采集卡与计算机连接;

[0064] 所述TMR磁传感器位于所述的第一激励线圈、第二激励线圈水平放置底部的中心,所述TMR磁传感器的敏感方向平行于被测钢板表面,指向主磁通方向向上的激励线圈所在的方向。

[0065] 所述的NI usb-6002型号数据采集卡的计算机用于信号分析;

[0066] 所述的信号发生器的型号为DG-812;

[0067] 所述基于径向磁场的脉冲涡流检测系统工作步骤如下:当所述信号发生器未工作时,所述TMR磁传感器位于被测试件上方,获取补偿信号,所述计算机保存补偿信号。所述第一激励线圈和所述第二激励线圈同时获得脉冲电流激励时,其组成的所述激励模块中央会产生可用于脉冲涡流检测的径向磁场。因为所述TMR磁传感器工作方向平行于被测件表面,所以能够获取径向磁场信号。基于径向磁场对被测件进行脉冲涡流检测。脉冲电流激励为周期信号,所述数据采集卡以上升沿为触发采集多周期的径向磁场信号,多周期的径向磁场信号经过平均值滤波后,结合补偿信号,计算机分析,实现被测件厚度的定量。

[0068] 本发明具体实施方式中将被测件选定为钢板。

[0069] 如图1所示,通过一对主磁通相反的激励线圈,可以产生可位置及幅值较为稳定的径向磁场,所述TMR磁传感器通过检测径向磁场来检出被测钢板的厚度。

[0070] 如图2所述,支撑骨架为TMR提供安装位置,为线圈提供缠绕磨具,并将线圈与TMR磁传感器组合固定,作为基于径向磁场的检测探头。

[0071] 如图3所示,基于径向磁场的脉冲涡流检测系统流程如下:由所述信号发生器提供脉冲电压给所述激励模块;所述TMR磁传感器将检测到的径向磁场以感应电压形式输出到所述数据采集卡,所述数据采集卡将感应电压信号传递至所述计算机。

[0072] 如图4所示,为本发明方法流程图,测得的径向磁场信号与采集的静磁场补偿信号

即信号补偿值进行差分,对补偿后的径向磁场信号取对数,其平均值可视为钢板的壁厚特征值,由此可通过特征值与壁厚的关系曲线,对被测钢板壁厚进行定量评估。

[0073] 下面结合图1至图6介绍本发明具体实施方式的方法为一种基于磁场切向分量的脉冲涡流检测的方法,包括以下步骤:

[0074] 步骤1:将所述基于磁场切向分量的脉冲涡流检测系统放置在钢板被测试件上方,TMR磁传感器工作,获得被测钢板和环境产生的静磁场信号;

[0075] 所述静磁场信号的幅值作为信号补偿值,所述信号补偿值为M,为TMR磁传感器此时输出的电压值500mv, $M=500\text{mv}$ 。

[0076] 步骤2:信号发生器每隔相同激励间隔时间将脉冲激励信号激励模块中的第一激励线圈,将反向的脉冲激励信号激励第二激励线圈;

[0077] 所述激励间隔时间的时长为 $T=25\text{ms}$;

[0078] 所述脉冲激励信号为: δ_j $j \in [1, F]$,表示第j个脉冲激励信号, $F=20$ 表示脉冲激励数量;

[0079] 所述反向的脉冲激励信号为: δ_j^* $j \in [1, F]$,表示第j个反向的脉冲激励信号, $F=20$ 表示脉冲激励数量;

[0080] 所述脉冲激励信号、所述反向的脉冲激励信号存在时,激励模块中间产生径向磁场用于持续磁化被测钢板;

[0081] 步骤3:在激励间隔时间内,被测钢板产生逐渐衰减的磁场并传输至TMR磁传感器,TMR磁传感器输出径向磁场衰减信号;

[0082] 所述径向磁场衰减信号为:

[0083] $x_{i,j}$ $i \in [1, N]$, $j \in [1, F]$

[0084] 其中, $x_{i,j}$ 为第j组脉冲激励信号、反向的脉冲激励信号激励下对应径向磁场衰减信号的第i个信号采样值, $F=20$ 表示脉冲激励数量即径向磁场衰减信号的数量, N 表示径向磁场衰减信号的采样点数量,每个径向磁场衰减信号在信号上升沿触发采样,且通过相同采样间隔进行等间隔采样,采样点的数量均为 $N=1000$;

[0085] 步骤4:径向磁场衰减信号通过样条插值得到径向磁场差值信号,径向磁场差值信号通过平均值滤波处理得到响应信号;

[0086] 所述径向磁场差值信号为:

[0087] $x_{k,j}$ $k \in [1, L]$, $j \in [1, F]$

[0088] 其中, $x_{k,j}$ 为第j组脉冲激励信号、反向的脉冲激励信号激励下对应径向磁场差值信号的第k个信号采样值, $F=20$ 表示脉冲激励数量即径向磁场差值信号的数量, $L=1500$ 表示径向磁场差值信号的采样点数量, $N=1000$ 表示径向磁场衰减信号的采样点数量,每个径向磁场差值信号在信号上升沿触发采样,且通过相同采样间隔进行等间隔采样,采样点的数量均为 N ;

[0089] 所述平均值滤波得到响应信号为:

[0090] $x_k^* = \sum_{j=1}^F x_{k,j} / F$

[0091] $k \in [1, L]$

[0092] 其中, x_k^* 为响应信号中第 k 个信号采样值;

[0093] 步骤5: 响应信号根据信号补偿值进行信号补偿得到被测钢板的径向磁场信号, 结合被测钢板的径向磁场信号计算壁厚特征值, 根据壁厚特征值得到被测钢板的壁厚;

[0094] 所述根据信号补偿值进行信号补偿为:

$$[0095] \quad x_k^* + M \quad k \in [1, L]$$

[0096] 所述计算壁厚特征值为:

[0097] 对所述被测钢板的径向磁场信号进行对数处理得到对数处理后被测钢板的径向磁场信号, 所述对数处理后被测钢板的径向磁场信号为:

$$[0098] \quad Y_k = \ln(x_k^* + M)$$

$$[0099] \quad k \in [1, L]$$

[0100] 对数处理后被测钢板的径向磁场信号计算壁厚特征值为:

$$[0101] \quad \lambda = \frac{\sum_{k=L/2}^L \frac{-Y_k + 4Y_{k-1} - 3Y_{k-2}}{2\left(\frac{1}{LF}\right)}}{(L+1)/2}$$

[0102] 根据储存的壁厚特征值与钢板的壁厚对应列表, 得到被测钢板的壁厚。

[0103] 对 $250\text{mm} \times 250\text{mm}$, 壁厚分别为 5mm , 8mm , 10mm , 15mm , 20mm 的 Q235 钢板进行脉冲涡流壁厚检测, 本发明系统与传统脉冲涡流磁传感器探头系统在相同检测面积及检测条件下的检测结果对比如图 5, 对于同样大小的钢板壁厚变化量, 本发明发生的信号扰动更大, 这在检测管道腐蚀时将表现为可检出更小的腐蚀量。检测结果通过处理, 并与计算机中储存的壁厚特征值与壁厚的关系曲线对照, 可以量化钢板壁厚, 参见图 6。

[0104] 应当理解的是, 上述针对较佳实施例的描述较为详细, 并不能因此而认为是对本发明专利保护范围的限制, 本领域的普通技术人员在本发明的启示下, 在不脱离本发明权利要求所保护的范围情况下, 还可以做出替换或变形, 均落入本发明的保护范围之内, 本发明的请求保护范围应以所附权利要求为准。

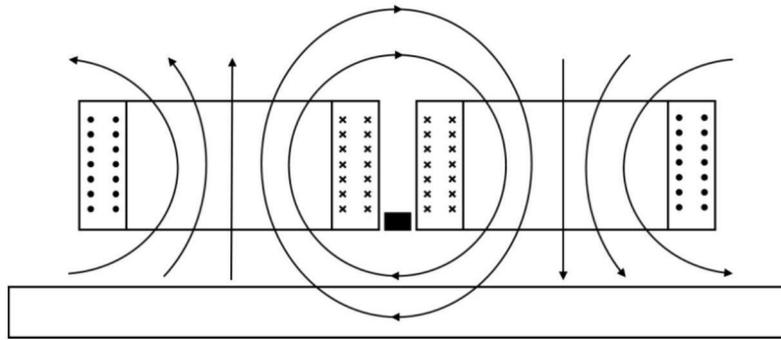


图1

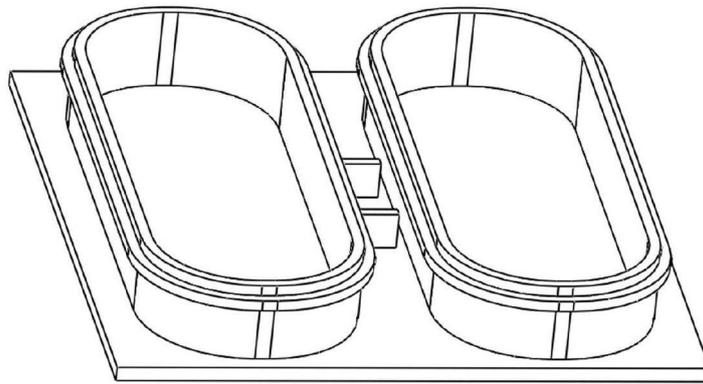


图2

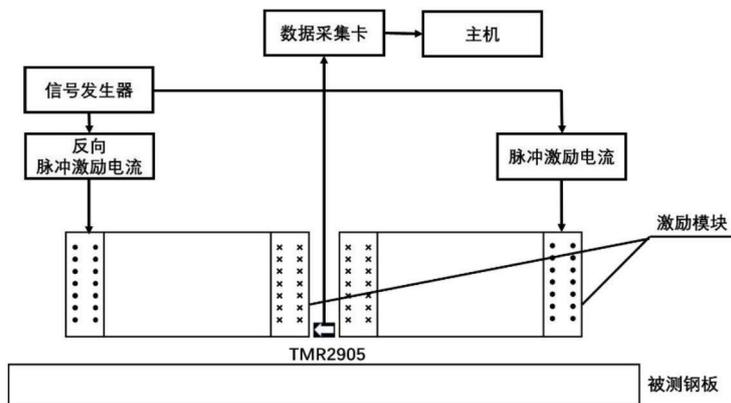


图3

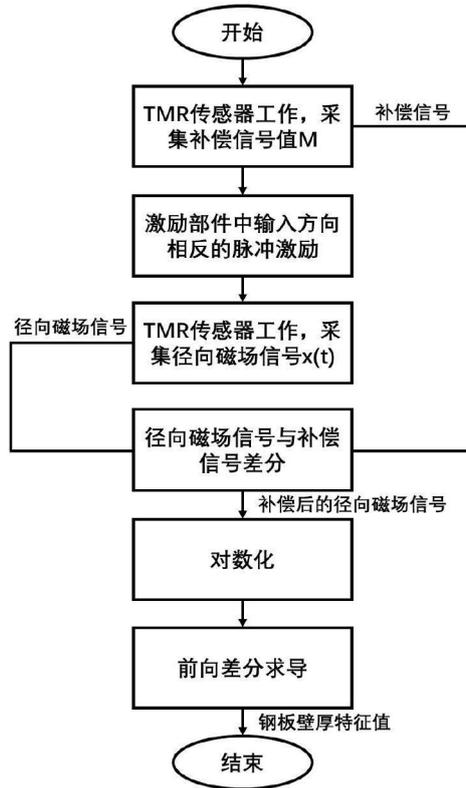


图4

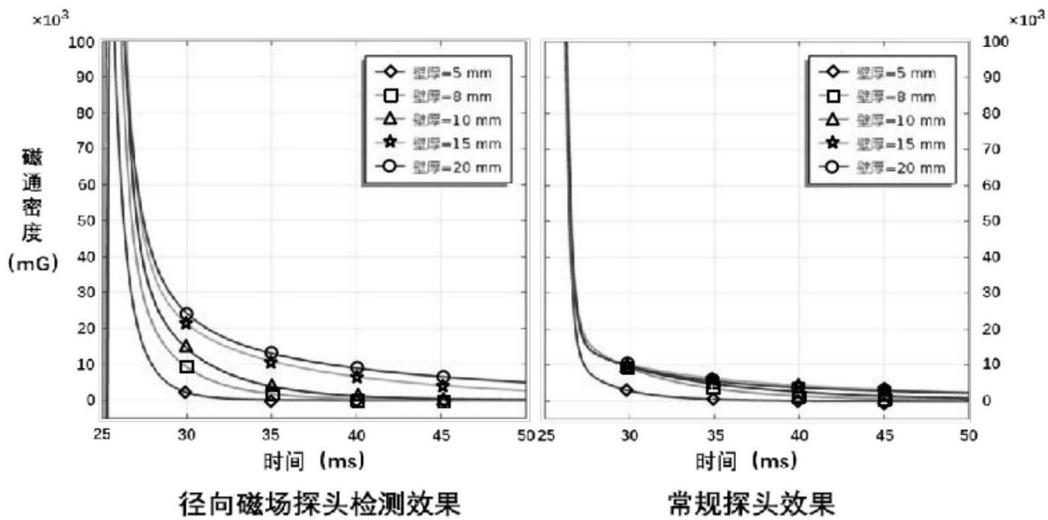


图5

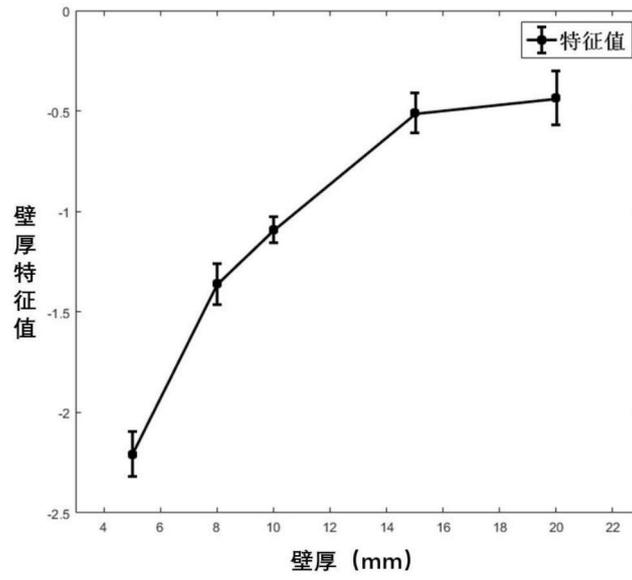


图6