



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202018442 U

(45) 授权公告日 2011. 10. 26

(21) 申请号 201120076789. 0

(22) 申请日 2011. 03. 22

(73) 专利权人 江南大学

地址 214122 江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道  
1800 号

(72) 发明人 周德强 王平

(74) 专利代理机构 无锡华源专利事务所 32228

代理人 聂汉钦

(51) Int. Cl.

G01N 27/83(2006. 01)

G01L 1/12(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

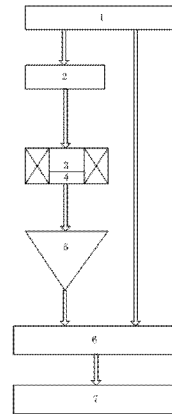
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

脉冲漏磁缺陷与应力的无损检测系统

(57) 摘要

本实用新型涉及一种脉冲漏磁缺陷与应力的无损检测系统,属于无损检测领域。包括信号发生器、功率放大器、激励线圈、霍尔传感器、信号放大电路、数据采集卡以及计算机。本实用新型在脉冲漏磁检测的基础上,针对铁磁性材料,根据脉冲激励瞬时上升段与上升后持续高电平两个阶段,分段进行信号处理,实现应力信号与缺陷信号分离,分别进行信号特征提取与数据融合,实现铁磁性材料表面、亚表面缺陷以及应力、微观结构状态的同时在线检测,并实现铁磁性材料隐性缺陷判别和尚未形成的缺陷的预估。可长期可靠工作、灵敏度高、抗干扰能力强、响应速度快、不受油水污染等介质的影响。



1. 一种脉冲漏磁缺陷与应力的无损检测系统,其特征在于:包括信号发生器(1)、功率放大器(2)、激励线圈(3)、霍尔传感器(4)、信号放大电路(5)、数据采集卡(6)以及计算机(7);其中信号发生器(1)的输出端分为两路,其中一路输出连接功率放大器(2)的输入端,功率放大器(2)的输出连接绕制在铁芯上的激励线圈(3),霍尔传感器(4)置于激励线圈(3)中间,霍尔传感器(4)与激励线圈(3)和铁芯组成探头置于被测试件上,霍尔传感器(4)的输出经信号放大电路(5)连接数据采集卡(6),信号发生器(1)的另一路输出直接连接数据采集卡(6),数据采集卡(6)的输出连接计算机(7)。

## 脉冲漏磁缺陷与应力的无损检测系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及无损检测领域,尤其涉及根据脉冲激励信号实现缺陷与应力信号分离,实现铁磁性材料缺陷与应力的无损检测系统。

### 背景技术

[0002] 漏磁检测技术是管道等铁磁性材料无损评估的一种重要方法。随着管线的增多、管龄的增长,由于腐蚀、磨损、意外损伤等原因导致的管线泄漏管道事件频发,而且日趋严重,由于所输介质的危险性和污染性,一旦发生事故会造成巨大的生命财产损失和环境污染。管道在线检测技术是目前应用最为广泛也是最有效的管道检测方法,它利用漏磁、超声波、射线等探伤原理,在不影响正常生产的情况下,通过智能检测器在管道内行走,对油气管道的管壁或涂层的缺陷:如变形、损伤、腐蚀、穿孔、管壁失重及厚度变化等,进行在线检测与分析,以获得准确可靠的检测数据。漏磁检测技术与 X 射线检测技术相比,对人体无辐射危害,能在恶劣环境下工作,设备价格较便宜,测试操作的技术水平要求也较低;与超声波检测技术相比,无需使用耦合剂。脉冲漏磁检测技术是一种新型的漏磁检测技术,可以用来对表面和近表面裂纹进行定量检测。由于它采用脉冲作为激励信号,激励信号中含有很宽的频谱,因此只需一次扫描就可以检测出被测试件上不同深度的裂纹。

[0003] 为了获得完整的管道结构健康检测和寿命估计的所需信息,除了需要对结构中具有的缺陷进行检测和评估,另一个需要获得的重要参数是结构所受的应力状态以及微观组织状态。传统的漏磁检测理论依据是铁磁性材料在外磁场感应作用下被磁化,在材料缺陷处,由于磁导率变化,致使磁力线发生弯曲,一部分磁力线泄漏出材料表面形成漏磁,一般用于缺陷的检测。采用脉冲漏磁检测技术,由于脉冲能够在管道内形成交变的磁场,因此,脉冲漏磁检测技术能够在管道内形成涡流。通过大量的材料拉伸实验,加载时应力应变和涡流信号间的关系表明,弹性范围内,涡流信号和应力应变有较好的线性关系。因此采用脉冲漏磁检测技术能够有效检测管道缺陷与应力,根据脉冲信号的上升阶段与高电平阶段,采用信号分离技术,将漏磁信号与涡流信号分离,实现管道的隐性缺陷和寿命评估。

### 实用新型内容

[0004] 针对现有利用漏磁检测技术对测试信号采用稳态分析的方法,使得信号在时域的一些重要信息被忽略,且只能检测管道缺陷,不能检测管道应力,不能实现对管道的寿命进行评估的问题,申请人进行了改进研究,提供一种利用脉冲漏磁技术进行无损检测,达到对管道缺陷进行定量和寿命评估的脉冲漏磁缺陷与应力的无损检测系统。

[0005] 本实用新型的技术方案如下:

[0006] 一种脉冲漏磁缺陷与应力的无损检测系统,包括信号发生器、功率放大器、激励线圈、霍尔传感器、信号放大电路、数据采集卡以及计算机;其中信号发生器的输出端分为两路,其中一路输出连接功率放大器的输入端,功率放大器的输出连接绕制在铁芯上的激励线圈,霍尔传感器置于激励线圈中间,霍尔传感器与激励线圈和铁芯组成探头置于被测试

件上,霍尔传感器的输出经信号放大电路连接数据采集卡,信号发生器的另一路输出直接连接数据采集卡,数据采集卡的输出连接计算机。

[0007] 本实用新型的有益技术效果是:

[0008] 本实用新型针对铁磁性材料(如管道等),利用激励脉冲信号的特点,即脉冲上升阶段与高电平两个阶段,融合了涡流技术与漏磁技术的优势,将涡流技术与漏磁技术相结合,通过脉冲信号的两个不同阶段,将涡流信号与漏磁信号分离,其中,涡流信号能够有效评估管道的应力状态,漏磁信号能够实现缺陷的定量评估,因而应用脉冲漏磁检测技术不仅可以检测到管道裂纹的大小,还可以检测管道的应力状态。因此该系统可以定量检测出管道结构不同深度的裂纹,同时可以检测出管道的应力及残余应力,可以及早对管道进行预测。

### 附图说明

[0009] 图1是本实用新型的原理框图。

[0010] 图2是功率放大电路原理图。

[0011] 图3是信号放大电路原理图。

[0012] 图1中附图标记说明:1、信号发生器;2、功率放大电路;3、激励线圈;4、霍尔传感器;5、信号放大电路;6、数据采集卡;7、计算机。

### 具体实施方式

[0013] 下面结合附图对本实用新型的具体实施方式做进一步说明。

[0014] 如图1所示,本实用新型包括信号发生器1、功率放大电路2、激励线圈3、霍尔传感器4、信号放大电路5、数据采集卡6以及计算机7,其中信号发生器1的输出分两路相连,一路连于功率放大电路2的输入,功率放大电路2的输出连于绕制在铁芯上的激励线圈3,霍尔传感器4的输出经信号放大电路5连于数据采集卡的输入;另一路直接与数据采集卡6相连。两路信号通过数据采集卡6进入计算机7,利用计算机7强大的数据处理能力实现涡流信号与漏磁信号的分离,达到对管道的隐性缺陷和寿命评估的目的。

[0015] 本实用新型的具体工作过程为:(a)信号发生器1产生一定频率的脉宽可调的脉冲电压,该电压经过功率放大器2驱动激励线圈3;(b)根据脉冲信号的特点,将信号分成上升段与高电平两个阶段;(c)在上升段,利用涡流的检测原理,施加在激励线圈3两端的瞬时上升电压会感生出涡流在被测管道中传播,由于涡流信号和应力应变有较好的线性关系,此感生的涡流信号中就包含管道的应力状态信息;霍尔传感器4拾取该信号,通过信号放大电路5将该信号放大;数据采集卡6采集放大后的信号,进入计算机7;(d)脉冲激励信号上升段后进入高电平阶段,该高电平为稳定电压值,由此恒定高电平信号在激励线圈3两端产生恒磁场,如果管道中存在缺陷,该恒磁场将从缺陷处漏出来,霍尔传感器4拾取该漏磁信号;该漏磁信号通过信号放大电路5及数据采集卡6后进入计算机7。(e)通过信号发生器1产生的脉冲信号另一方面直接进入数据采集卡6,此信号作为分段信号的基准,用以给放大后的信号进行信号分段。(f)利用计算机7强大的数据处理能力,通过第二路信号分段信号将第一路信号分离为涡流信号与漏磁信号,分别通过信号特征提取;(g)计算机7以图形形式显示应力及残余应力大小、缺陷大小,实现对管道的隐性缺陷和寿命的评估。

[0016] 图1中信号发生器1的频率可以在 $2\sim 100\text{MHz}$ 的范围内,功率放大器2如图2所示,功率放大器芯片LM1875有五个引脚,一号、二号引脚为信号输入端,三号引脚接负电压、五号引脚接正电压,四号引脚输出功率放大后的信号。功率放大后的信号与激励线圈3的两个输入端相接,用于驱动激励线圈3。霍尔传感器4接收变化的电压信号,该信号经过信号放大电路5输出,信号放大电路5如图3所示。数据采集卡6采集此信号,最后进入计算机7。计算机7记录数据并以文件的形式存入,然后对数据进行处理,最后以图形的形式显示缺陷的形状和大小、被测试件的应力及残余应力的大小。

[0017] 电路工作原理如下:当通电之后,计算机运行专为本系统编写的程序,点击计算机程序开始按钮后,系统开始工作。信号发生器1产生一定频率的方波电压,经过功率放大电路2驱动激励线圈3,由于产生的脉冲电压信号分为0到高电平间的瞬时电压与高电平两段电压信号。在瞬时电压阶段,通过激励线圈3中产生的瞬时电流在被测试件上感生出瞬时涡流,并与快速衰减的磁脉冲一并在管道材料中传播,形成一个衰减的感应场,霍尔传感器4则检测出一系列电压—时间信号,该信号通过信号放大电路5放大输出,数据采集卡6采集此信号,传送给计算机7;脉冲电压瞬时上升段后进入恒定高电平阶段,该高电平阶段在激励线圈3中产生恒定的磁场,如果管道试件中有缺陷存在,磁场信号就会通过缺陷处漏出来,霍尔传感器4就会检测到该磁场信号,该信号经过放大电路5后,通过数据采集卡6采集进入计算机7。信号发生器1产生的另一路的方波电压直接通过数据采集卡6进入计算机7,作为分段信号的基准。计算机7记录数据并以文件的形式存入,然后对数据进行处理,最后以图形的形式显示缺陷的形状和大小、被测管道试件的应力及残余应力大小。

[0018] 以上所述的仅是本实用新型的优选实施方式,本实用新型不限于以上实施例。可以理解,本领域技术人员在不脱离本实用新型的精神和构思的前提下直接导出或联想到的其他改进和变化,均应认为包含在本实用新型的保护范围之内。

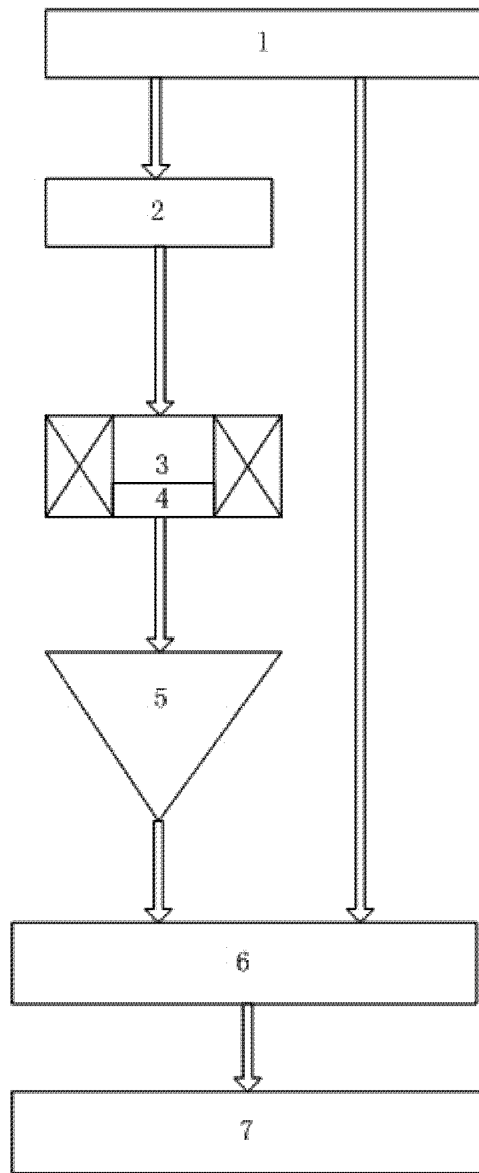


图 1

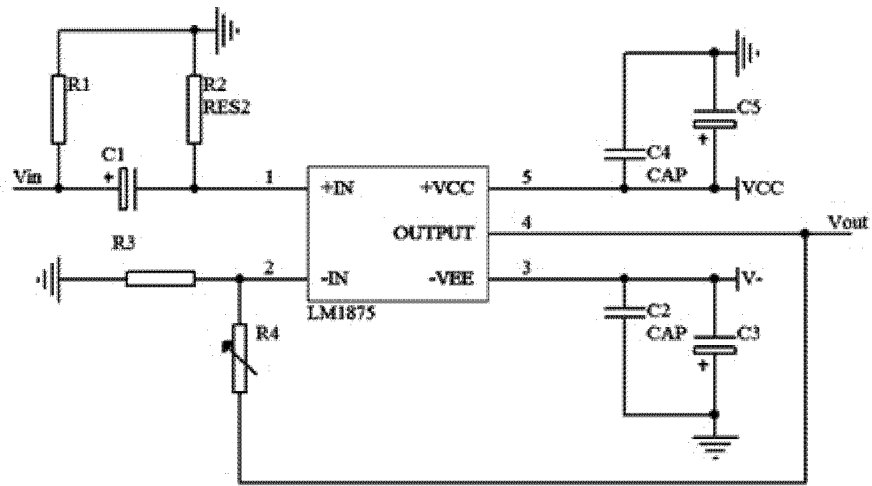


图 2

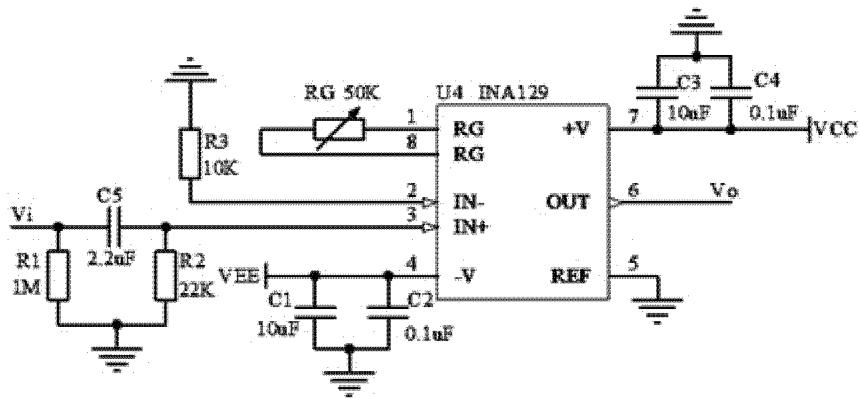


图 3