



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109765300 A  
(43)申请公布日 2019.05.17

(21)申请号 201910092873.2

(22)申请日 2019.01.30

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

(72)发明人 韩赞东 叶至灵 孟繁悦

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11201

代理人 张润

(51)Int.Cl.

G01N 29/07(2006.01)

G01N 29/24(2006.01)

G01N 29/44(2006.01)

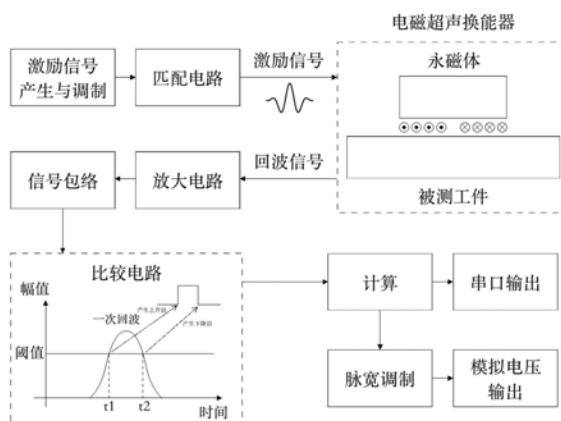
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

金属管道剩余壁厚的检测方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种金属管道剩余壁厚的检测方法及装置,其中,该方法包括以下步骤:根据通过汉宁调制的正弦函数信号生成电磁超声的激励信号,并对回波信号整流以获取对称的信号包络;提取信号包络电路在回波信号的带通滤波的基础上通过全波精密整流,反馈到一个低通滤波器;通过比较电路获取时间差以计算燃气管道的剩余壁厚,并将剩余壁厚通过串口输出。该方法解决了传统电磁超声对完整波形进行A/D采集和处理带来的数据量大、单通道成本高的问题,实现了快速的管道剩余壁厚检测,保证可靠的测量精度,同时能输出和厚度成正比的模拟电压值,易于匹配传统的管道漏磁检测记录设备。



1. 一种金属管道剩余壁厚的检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

根据通过汉宁调制的正弦函数信号生成电磁超声的激励信号,并对回波信号整流以获取对称的信号包络;

提取所述信号包络电路在所述回波信号的带通滤波的基础上通过全波精密整流,反馈到一个低通滤波器;

通过比较电路获取时间差以计算燃气管道的剩余壁厚,并将所述剩余壁厚通过串口输出。

2. 根据权利要求1所述的金属管道剩余壁厚检测方法,其特征在于,所述根据通过汉宁调制的正弦函数信号生成电磁超声的激励信号,并对所述回波信号整流以获取对称的信号包络,进一步包括:

将所述汉宁窗调制的正弦函数信号通过匹配电路后,进入所述电磁超声换能器以在管壁表面激发产生超声波;

采用同发同收的所述电磁超声换能器以将接收到的回波信号经过放大电路放大,从而提取信号包络。

3. 根据权利要求1所述的金属管道剩余壁厚检测方法,其特征在于,所述比较电路包括:

当所述回波信号达到预设阈值时记录时间,计算所述回波信号两次穿过预设阈值的平均时刻与原始回波的时间差,通过串口输出计算得到所述剩余壁厚;

当所述回波信号超过所述预设阈值时触发脉冲,通过脉宽调制和低通滤波,将所述剩余壁厚转换成模拟电压信号。

4. 根据权利要求3所述的金属管道剩余壁厚检测方法,其特征在于,所述比较电路还包括:

当所述信号包络小于所述预设阈值时,所述比较电路输出零电平;

当所述信号包络大于所述预设阈值时,所述比较电路输出高电平。

5. 根据权利要求3所述的金属管道剩余壁厚检测方法,其特征在于,所述两次时间的平均值是所述回波信号的到达时间,进一步包括:

$$T_1 = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

其中, $T_1$ 为所述回波信号的到达时间, $t_1$ 为第一次到达预设阈值的时间, $t_2$ 为第二次到达预设阈值的时间。

6. 根据权利要求3所述的金属管道剩余壁厚检测方法,其特征在于,所述剩余壁厚的计算公式为:

$$d = \frac{(T_1 - \frac{5}{4}T)v}{2}$$

其中, $d$ 为所述剩余壁厚, $T_1$ 为所述回波信号的到达时间, $\frac{5}{4}T$ 为所述回波信号到达峰值的延迟时间, $v$ 为所述燃气管道中声速。

7. 一种金属管道剩余壁厚的检测装置,其特征在于,包括:

生成模块,用于根据通过汉宁调制的正弦函数信号生成电磁超声的激励信号,并对回波信号整流以获取对称的信号包络;

提取模块,用于提取所述信号包络电路在所述回波信号的带通滤波的基础上通过全波精密整流,反馈到一个低通滤波器;

输出模块,用于通过比较电路获取时间差以计算燃气管道的剩余壁厚,并将所述剩余壁厚通过串口输出。

8.根据权利要求7所述的金属管道剩余壁厚检测装置,其特征在于,所述生成模块进一步包括:

生成单元,用于将所述汉宁窗调制的正弦函数信号通过匹配电路后,进入所述电磁超声换能器以在管壁表面激发产生超声波;

放大单元,用于采用同发同收的所述电磁超声换能器以将接收到的回波信号经过放大电路放大,从而提取信号包络。

9.根据权利要求7所述的金属管道剩余壁厚检测装置,其特征在于,所述比较电路包括:

当所述回波信号达到预设阈值时记录时间,计算所述回波信号两次穿过预设阈值的平均时刻与原始回波的时间差,通过串口输出计算得到所述剩余壁厚;

当所述回波信号超过所述预设阈值时触发脉冲,通过脉宽调制和低通滤波,将所述剩余壁厚转换成模拟电压信号。

10.根据权利要求7所述的金属管道剩余壁厚检测装置,其特征在于,所述比较电路还包括:

当所述信号包络小于所述预设阈值时,所述比较电路输出零电平;

当所述信号包络大于所述预设阈值时,所述比较电路输出高电平。

## 金属管道剩余壁厚的检测方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无损检测信号处理技术领域,特别涉及一种金属管道剩余壁厚的检测方法及装置。

### 背景技术

[0002] 目前金属管道的剩余壁厚检测在管道有效性监测中有重要意义。相关技术中通常采用无损检测的方法,对于传统的压电超声方法,需要耦合剂,不适合用来进行管道尤其是燃气管道的检测;涡流检测由于涡流的集肤效应,对于铁磁性管道的测厚范围有限;通常用于输油管道的漏磁检测方法,通过管壁表面磁场的变化来检测厚度变化、缺陷,由于需要强永磁体,不适合搭载在燃气管道内检测机器人上。

[0003] 电磁超声检测技术适合用于各种金属管道的剩余壁厚检测。电磁超声检测技术所涉及的电磁超声换能器由一个永磁体和圆形线圈组成。高频激励信号通过线圈,在管壁内表面产生高频感应电流,在永磁体提供的偏置磁场的作用下,在内表面产生洛伦兹力从而产生超声波。超声波在外表面反射,通过检测回波的时差,能够测定管壁的剩余厚度。由于是通过管壁激发超声波,所以不需要耦合剂、能够适用于较厚材料。电磁超声测厚通常的做法是对原始信号进行高速A/D采集和数据处理,对设备的速度和数据处理量要求较高,不适合多通道检测系统。

[0004] 另外,相关技术中针对金属管道的剩余壁厚检测的问题还无法解决,未能满足行业的需求,亟待解决。

### 发明内容

[0005] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0006] 为此,本发明的一个目的在于提出一种金属管道剩余壁厚的检测方法,该方法实现快速的管道剩余壁厚检测,保证可靠的测量精度,同时能输出和厚度成正比的模拟电压值,易于匹配传统的管道漏磁检测记录设备。

[0007] 本发明的另一个目的在于提出一种金属管道剩余壁厚检测装置。

[0008] 为达到上述目的,本发明一方面提出了金属管道剩余壁厚的检测方法,包括以下步骤:根据通过汉宁调制的正弦函数信号生成电磁超声的激励信号,并对回波信号整流以获取对称的信号包络;提取所述信号包络电路在所述回波信号的带通滤波的基础上通过全波精密整流,反馈到一个低通滤波器;通过比较电路获取时间差以计算燃气管道的剩余壁厚,并将所述剩余壁厚通过串口输出。

[0009] 本发明实施例的金属管道剩余壁厚的检测方法,通过对回波信号的包络采用比较电路的方法确定回波时间,记录一次回波和始波的时间之差结合超声波在管壁中传播的速度计算得到管壁的剩余壁厚,进而实现快速的管道剩余壁厚检测,保证可靠的测量精度,并提高了计算效率、降低了单通道的搭建成本,适用于一般的管道漏磁检测记录设备。

[0010] 另外,根据本发明上述实施例的金属管道剩余壁厚的检测方法还可以具有以下附

加的技术特征：

[0011] 进一步地，在本发明的一个实施例中，所述根据通过汉宁调制的正弦函数信号生成电磁超声的激励信号，并对所述回波信号整流以获取对称的信号包络，进一步包括：将所述汉宁窗调制的正弦函数信号通过匹配电路后，进入所述电磁超声换能器以在管壁表面激发产生超声波；采用同发同收的所述电磁超声换能器以将接收到的回波信号经过放大电路放大，从而提取信号包络。

[0012] 进一步地，在本发明的一个实施例中，所述比较电路包括：当所述回波信号达到预设阈值时记录时间，计算所述回波信号两次穿过预设阈值的平均时刻与原始回波的时间差，通过串口输出计算得到所述剩余壁厚；当所述回波信号超过所述预设阈值时触发脉冲，通过脉宽调制和低通滤波，将所述剩余壁厚转换成模拟电压信号。

[0013] 可选地，在本发明的一个实施例中，所述比较电路还包括：当所述信号包络小于所述预设阈值时，所述比较电路输出零电平；当所述信号包络大于所述预设阈值时，所述比较电路输出高电平。

[0014] 进一步地，在本发明的一个实施例中，所述两次时间的平均值是所述回波信号的到达时间，进一步包括：

$$[0015] \quad T_1 = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

[0016] 其中， $T_1$ 为所述回波信号的到达时间， $t_1$ 为第一次到达预设阈值的时间， $t_2$ 为第二次到达预设阈值的时间。

[0017] 进一步地，在本发明的一个实施例中，所述剩余壁厚的计算公式为：

$$[0018] \quad d = \frac{(T_1 - \frac{5}{4}T)v}{2}$$

[0019] 其中， $d$ 为所述剩余壁厚， $T_1$ 为所述回波信号的到达时间， $\frac{5}{4}T$ 为所述回波信号到达峰值的延迟时间， $v$ 为所述燃气管道中声速。

[0020] 为达到上述目的，本发明另一方面提出了一种金属管道剩余壁厚检测装置，包括：生成模块用于根据通过汉宁调制的正弦函数信号生成电磁超声的激励信号，并对回波信号整流以获取对称的信号包络；提取模块用于提取所述信号包络电路在所述回波信号的带通滤波的基础上通过全波精密整流，反馈到一个低通滤波器；输出模块用于通过比较电路获取时间差以计算燃气管道的剩余壁厚，并将所述剩余壁厚通过串口输出。

[0021] 本发明实施例的金属管道剩余壁厚检测装置，通过对回波信号的包络采用比较电路的方法确定回波时间，记录一次回波和始波的时间之差结合超声波在管壁中传播的速度计算得到管壁的剩余壁厚，进而实现快速的管道剩余壁厚检测，保证可靠的测量精度，并提高了计算效率、降低了单通道的搭建成本，适用于一般的管道漏磁检测记录设备。

[0022] 另外，根据本发明上述实施例的金属管道剩余壁厚检测装置还可以具有以下附加的技术特征：

[0023] 进一步地，在本发明的一个实施例中，所述生成模块进一步包括：生成单元，用于将所述汉宁窗调制的正弦函数信号通过匹配电路后，进入所述电磁超声换能器以在管壁表

面激发产生超声波;放大单元,用于采用同发同收的所述电磁超声换能器以将接收到的回波信号经过放大电路放大,从而提取信号包络。

[0024] 进一步地,在本发明的一个实施例中,所述比较电路包括:当所述回波信号达到预设阈值时记录时间,计算所述回波信号两次穿过预设阈值的平均时刻与原始回波的时间差,通过串口输出计算得到所述剩余壁厚;当所述回波信号超过所述预设阈值时触发脉冲,通过脉宽调制和低通滤波,将所述剩余壁厚转换成模拟电压信号。

[0025] 可选地,在本发明的一个实施例中,所述比较电路还包括:当所述信号包络小于所述预设阈值时,所述比较电路输出零电平;当所述信号包络大于所述预设阈值时,所述比较电路输出高电平。

[0026] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

## 附图说明

[0027] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0028] 图1为根据本发明实施例的金属管道剩余壁厚的检测方法流程图;

[0029] 图2为根据本发明实施例的金属管道剩余壁厚检测原理框图;

[0030] 图3为根据本发明实施例的金属管道剩余壁厚检测过程中激励信号调制前后波形图;

[0031] 图4为根据本发明实施例的金属管道剩余壁厚检测过程中包络检波器电路原理图;

[0032] 图5为根据本发明实施例的金属管道剩余壁厚检测过程中回波信号包络结果示意图;

[0033] 图6为根据本发明实施例的金属管道剩余壁厚检测过程中比较电路原理图;

[0034] 图7为根据本发明实施例的金属管道剩余壁厚检测过程中比较电路升降沿的变化图;

[0035] 图8为根据本发明实施例的金属管道剩余壁厚检测装置结构示意图。

## 具体实施方式

[0036] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0037] 下面参照附图描述根据本发明实施例提出的金属管道剩余壁厚的检测方法及装置,首先将参照附图描述根据本发明实施例提出的金属管道剩余壁厚的检测方法。

[0038] 图1是本发明一个实施例的金属管道剩余壁厚的检测方法流程图。

[0039] 如图1所示,该金属管道剩余壁厚的检测方法包括以下步骤:

[0040] 在步骤S101中,根据通过汉宁调制的正弦函数信号生成电磁超声的激励信号,并对回波信号整流以获取对称的信号包络。

[0041] 也就是说,电磁超声的激励信号使用经过汉宁调制的正弦函数信号,经过整流后

能形成对称的信号包络。

[0042] 其中,步骤S101进一步包括:将汉宁窗调制的正弦函数信号通过匹配电路后,进入电磁超声换能器以在管壁表面激发产生超声波;采用同发同收的电磁超声换能器以将接收到的回波信号经过放大电路放大,从而提取信号包络。其中,电磁超声换能器结构精简,具有了很好的鲁棒性。

[0043] 在步骤S102中,提取信号包络电路在回波信号的带通滤波的基础上通过全波精密整流,反馈到一个低通滤波器。

[0044] 具体而言,通过包络检波器提取包络后,交流信号输入先通过全波精密整流,然后再通过一个包络检波器提取信号包络。

[0045] 在步骤S103中,通过比较电路获取时间差以计算燃气管道的剩余壁厚,并将剩余壁厚通过串口输出。

[0046] 简单来讲,计算回波时间的方法,通过比较电路记录包络信号达到阈值的时刻,平均时刻认为是回波的到达时间,从而实现高速采集和计算,降低单通道成本。

[0047] 另外,计算所得的剩余壁厚不仅可以通过串口输出,还能通过脉宽调制和低通滤波输出模拟电压信号,进而方便兼容传统管道漏磁检测方案。

[0048] 需要说明的是,比较电路进行过程为:当回波信号达到预设阈值时记录时间,计算回波信号两次穿过预设阈值的平均时刻与原始回波的时间差,通过串口输出计算得到剩余壁厚;当回波信号超过预设阈值时触发脉冲,通过脉宽调制和低通滤波,将剩余壁厚转换成模拟电压信号。其中,当信号包络小于预设阈值时,比较电路输出零电平;当信号包络大于预设阈值时,比较电路输出高电平。

[0049] 进一步地,在本发明的一个实施例中,两次时间的平均值是回波信号的到达时间,计算公式为

$$[0050] \quad T_1 = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

[0051] 其中, $T_1$ 为回波信号的到达时间, $t_1$ 为第一次到达预设阈值的时间, $t_2$ 为第二次到达预设阈值的时间。

[0052] 然后,将相关数据带入剩余壁厚的计算公式:

$$[0053] \quad d = \frac{(T_1 - \frac{5}{4}T)v}{2}$$

[0054] 其中, $d$ 为剩余壁厚, $T_1$ 为回波信号的到达时间, $\frac{5}{4}T$ 为回波信号到达峰值的延迟时间, $v$ 为燃气管道中声速。

[0055] 为使本发明实施例更加清楚,下面对本发明实施例的检测原理进行详细描述。

[0056] 本发明实施例经过汉宁调制的正弦激励信号通过匹配电路后进入电磁超声换能器,在管壁表面激发产生超声波。再采用同发同收的电磁超声换能器,接受到的回波信号经过放大电路放大,并提取信号包络。包络信号采用比较电路来获取一次回波的到达时间,计算与始波的时差得到厚度。同时将不同厚度通过脉宽调制成占空比不同的脉冲信号,再通过低通滤波器输出模拟电压信号。

[0057] 具体地,如图2所示,激励信号产生与调制电路,与匹配电路相连以产生与调制正弦激励信号。如图3所示,激励信号产生电路产生2.5个周期为T的正弦波,同时通过汉宁窗调制成的激励信号,进而有利于提取对称的信号包络并用于后续的信号检测。当发出始波信号时,打开定时器,开始计时。需要注意的是,该信号到达峰值的延迟时间为 $\frac{5}{4}T$ 。

[0058] 匹配电路,与电磁超声换能器相连,提高换能器的转换效率。

[0059] 电磁超声换能器,把高频电信号转换成管壁中传输的超声波,同时接受到的超声波转换成电信号接入放大电路。

[0060] 放大电路,与信号包络提取电路相连,提高信号信噪比。

[0061] 信号包络提取电路,与比较电路相连,提取回波信号的包络特征。首先将回波信号通过一个发射频率附近的带通滤波器,再通过包络检波器提取包络。

[0062] 需要说明的是,如图4所示,交流信号输入先通过一个全波精密整流电路,再通过一个包络检波器提取信号包络。这样做的目的在于避免二极管带来的压降、有利于提取信号包络。

[0063] 如图5所示,回波信号的包络结果为对称的形状有利于提高后续计算回波到时的准确性。

[0064] 进一步地,比较电路包括两个方面,一方面,当信号达到阈值时记录时间,两次时间的平均认为是回波的到达时间,从而得到与始波的时差,从而计算得到厚度,通过串口输出;另一方面,超过阈值时触发脉冲,通过脉宽调制并转换成模拟电压信号。也就是说,仅需对信号包络和阈值进行比较处理,进而提高比较过程的计算效率。

[0065] 如图6所示,当包络小于所设定的阈值时,比较电路输出零电平;当包络大于所设定的阈值时,比较电路输出高电平。如图7所示,分别记录上升沿和下降沿的时刻,由于包络信号的对称性回波到时 $T_1$ ,

$$[0066] \quad T_1 = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

[0067] 管壁中声速已知为v,则可以得到管壁的剩余厚度d,

$$[0068] \quad d = \frac{\left(T_1 - \frac{5}{4}T\right)v}{2}$$

[0069] 同时,通过输出脉宽正比于d的PWM信号,然后通过低通滤波,将串口输出厚度的同时能输出与厚度相关的模拟电压信号,从而可以直接采用传统管道漏磁检测相匹配对其进行采集和记录。

[0070] 下面结合具体示例对本发明实施例的检测原理进一步表述。

[0071] 如图2所示,激励信号产生电路产生2.5个周期为T的正弦波,同时通过汉宁窗调制成图3的激励信号,以便提取到对称的信号包络。之后经过匹配电路通入电磁超声换能器的线圈。

[0072] 本具体示例对于回波到时的计算是通过STM32F103ZET6实现的,其中,STM32F103ZET6是一款32位的微控制器,可采用其内部中定时器外设的输入捕获功能来对输入信号的上升沿,下降沿和双边沿进行捕获,从而确定脉冲信号边沿到来的时间。

[0073] STM32F103ZET6内部共有8个定时器,包括2个基本定时器,4个通用定时器和2个高



级定时器。其中,只有通用定时器和高级定时器可以进行输入捕获。每个定时器包含4个通道,总计24个通道。

[0074] 在始波信号发出时,打开定时器,开始计时。

[0075] 线圈在管壁表面激发出同频的涡流,在永磁体磁场的作用下产生洛伦兹力,在表面产生超声波。超声波在管壁传播并通过另一侧反射,产生回波。电磁超声换能器的圆形线圈使用印刷电路板制成,偏置磁场由方形磁铁提供。

[0076] 回波信号经过放大电路提高信噪比并提取包络。

[0077] 提取的包络特征通过比较电路,进行相关比较电路信号处理,其中,比较器电路主要由LM339实现。

[0078] 始波发送之后,在一定延迟后,比较器开始比较回波包络幅值与所设阈值大小,并检测输出的上升沿和下降沿。检测到上升沿时,计数器CNT的值会被锁存到捕获寄存器的CCR中,并产生中断,在中断服务函数中,将捕获寄存器CCR的值读出并储存,记为 $t_1$ 。检测到下降沿时,计数器的值会被锁存在捕获寄存器CCR中,并产生中断,在中断服务函数中,将捕获寄存器CCR中储存的值读出,记为 $t_2$ 。由于信号的对称性,可以近似认为一次回波的时刻 $T_1 = (t_1 + t_2) / 2$ 从而计算得到厚度 $d$ ,

$$[0079] \quad d = \frac{\left(T_1 - \frac{5}{4}T\right)v}{2}$$

[0080] 同时,为了与传统管道漏磁检测的方法相匹配,比较电路的输出通过脉宽调制为占空比不同的脉冲信号进行输出,并根据不同的占空比,转化成与厚度直接相关的模拟电压信号。

[0081] 综上,根据本发明实施例提出的金属管道剩余壁厚检测方法,通过对回波信号的包络采用比较电路的方法确定回波时间,记录一次回波和始波的时间之差结合超声波在管壁中传播的速度计算得到管壁的剩余壁厚,进而实现快速的管道剩余壁厚检测,保证可靠的测量精度,并提高了计算效率、降低了单通道的搭建成本,适用于一般的管道漏磁检测记录设备。

[0082] 其次参照附图描述根据本发明实施例提出的金属管道剩余壁厚检测装置。

[0083] 图8是本发明一个实施例的金属管道剩余壁厚的检测装置结构示意图。

[0084] 如图8所示,该金属管道剩余壁厚的检测装置10包括:生成模块100、提取模块200和输出模块300。

[0085] 其中,生成模块100用于根据通过汉宁调制的正弦函数信号生成电磁超声的激励信号,并对回波信号整流以获取对称的信号包络。

[0086] 进一步地,在本发明的一个实施例中,生成模块100具体包括:生成单元用于将汉宁窗调制的正弦函数信号通过匹配电路后,进入电磁超声换能器以在管壁表面激发产生超声波。放大单元用于采用同发同收的电磁超声换能器以将接收到的回波信号经过放大电路放大,从而提取信号包络。

[0087] 提取模块200用于提取信号包络电路在回波信号的带通滤波的基础上通过全波精密整流,反馈到一个低通滤波器。

[0088] 输出模块300用于通过比较电路获取时间差以计算燃气管道的剩余壁厚,并将剩余壁厚通过串口输出。

[0089] 进一步地,在本发明的一个实施例中,比较电路包括:当回波信号达到预设阈值时记录时间,计算回波信号两次穿过预设阈值的平均时刻与原始回波的时间差,通过串口输出计算得到剩余壁厚;当回波信号超过预设阈值时触发脉冲,通过脉宽调制和低通滤波,将剩余壁厚转换成模拟电压信号。其中,当信号包络小于预设阈值时,比较电路输出零电平;当信号包络大于预设阈值时,比较电路输出高电平。

[0090] 需要说明的是,前述对金属管道剩余壁厚检测方法实施例的解释说明也适用于该装置,此处不再赘述。

[0091] 根据本发明实施例提出的金属管道剩余壁厚检测装置,通过对回波信号的包络采用比较电路的方法确定回波时间,记录一次回波和始波的时间之差结合超声波在管壁中传播的速度计算得到管壁的剩余壁厚,进而实现快速的管道剩余壁厚检测,保证可靠的测量精度,并提高了计算效率、降低了单通道的搭建成本,适用于一般的管道漏磁检测记录设备。

[0092] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0093] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0094] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0095] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0096] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

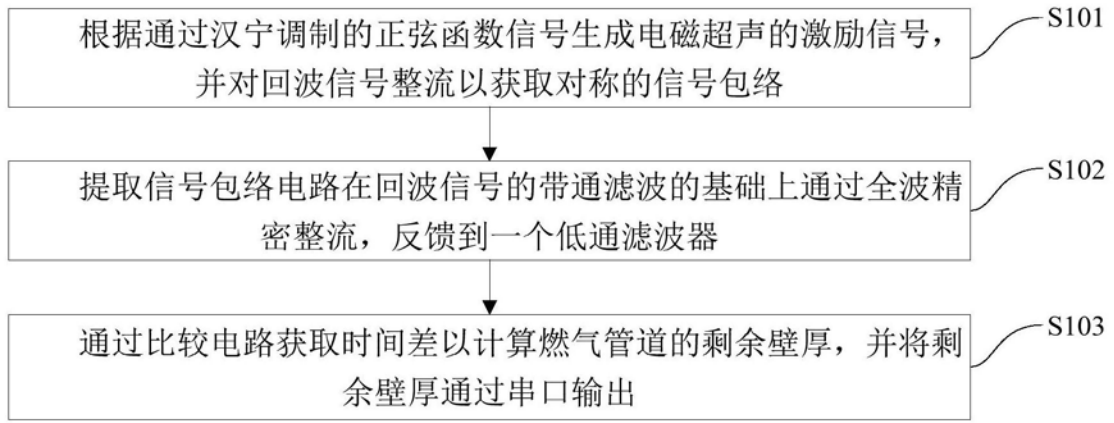


图1

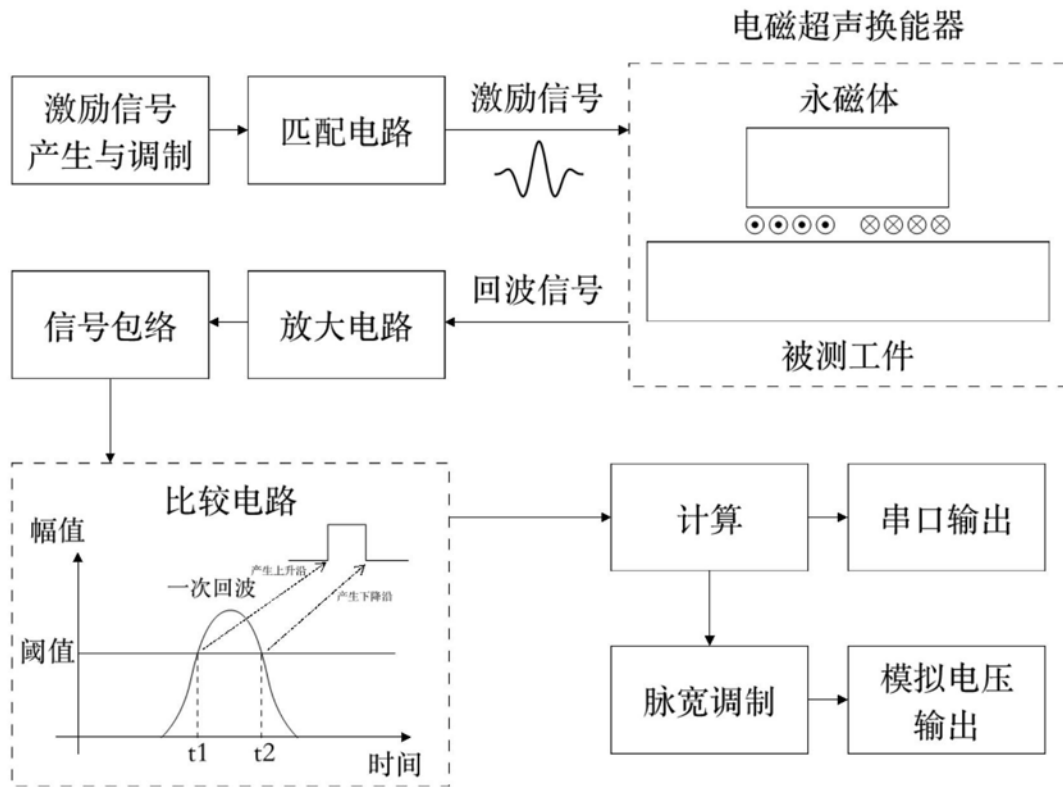


图2

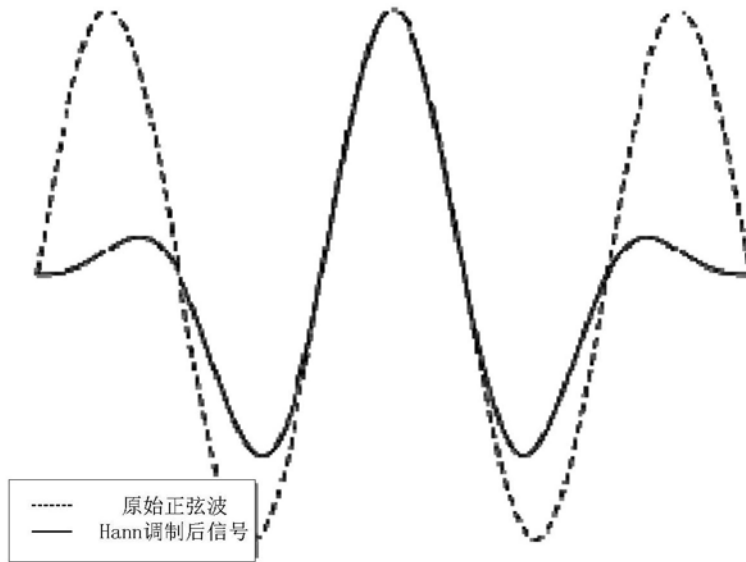


图3

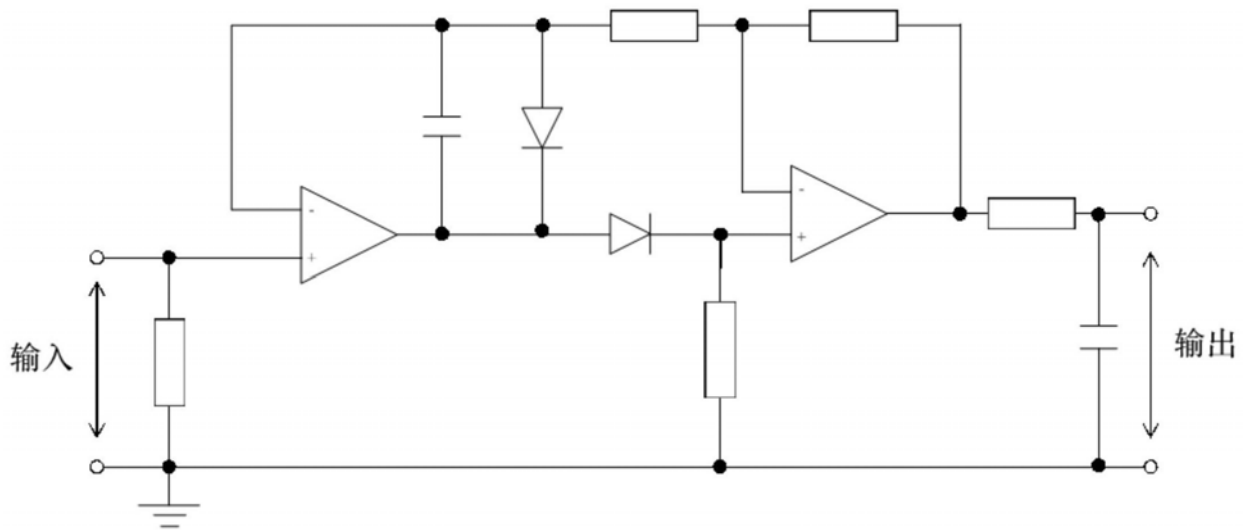


图4

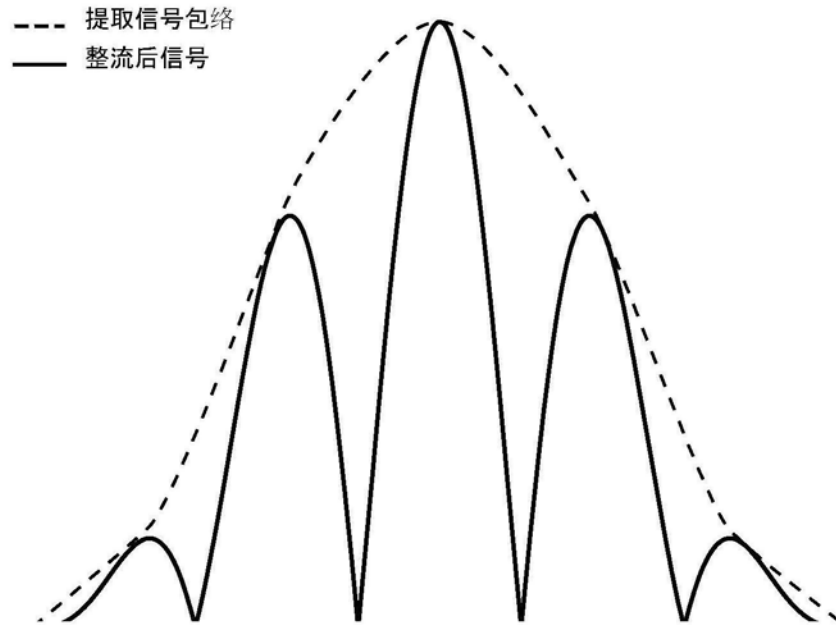


图5

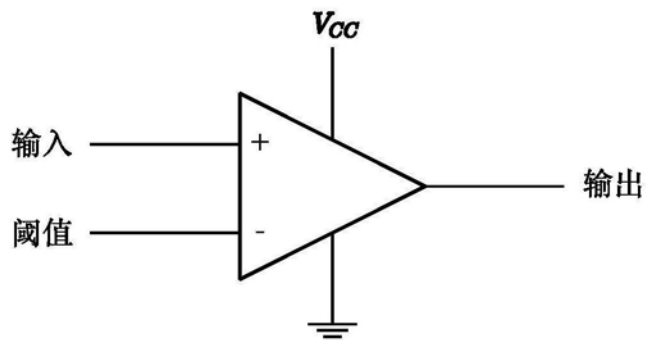


图6

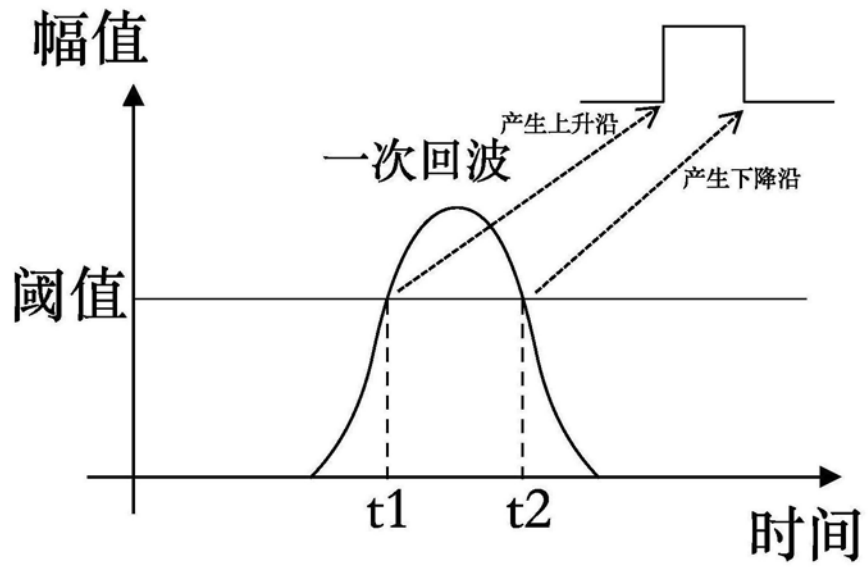


图7

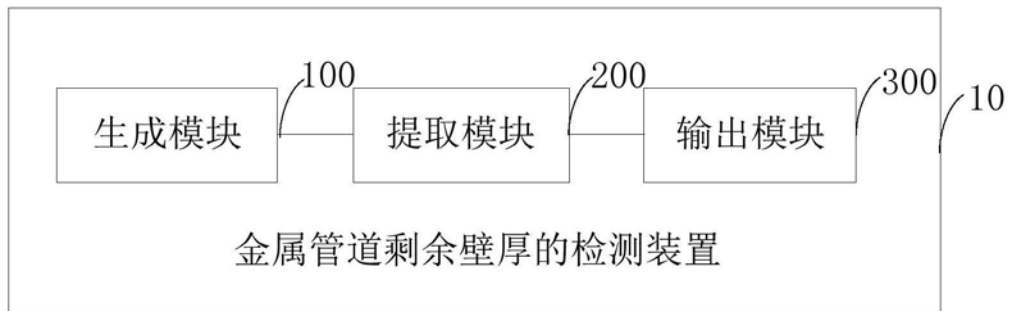


图8