



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104279424 B

(45)授权公告日 2018.06.12

(21)申请号 201310275016.9

(22)申请日 2013.07.02

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104279424 A

(43)申请公布日 2015.01.14

(73)专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72)发明人 苏众庆 王强 成利 洪铭

(74)专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理

有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51)Int.Cl.

F17D 5/02(2006.01)

G01N 29/04(2006.01)

G01N 29/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 102426195 A,2012.04.25,说明书第
[0038]-[0071]段、附图1-8.

审查员 孙娇

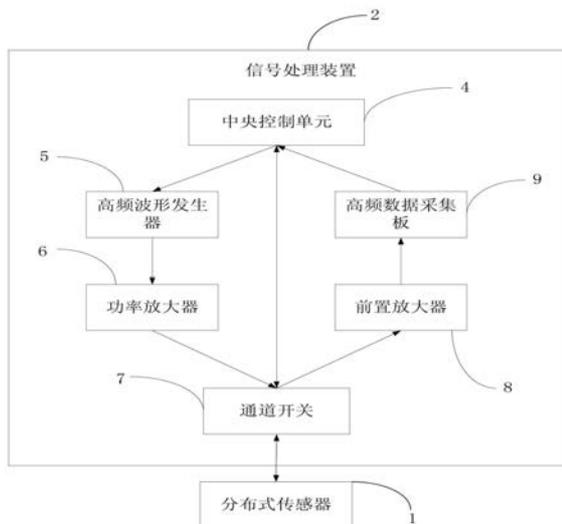
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

检测及显示管道结构破损情况的方法和系统

(57)摘要

本发明涉及一种检测及显示管道结构破损情况的方法和系统。该系统包括待测管道(10)、嵌入在待测管道(10)外表面的分布式传感器网络(1)、信号处理装置(2)和显示装置(3)。在本发明检测及显示管道结构破损情况的方法和系统中,先通过分布式传感器网络(1)来激发及接收Lamb波检测信号,再通过信号处理装置(2)对该分布式传感器网络(1)所收集的Lamb波检测信号进行采集、提取信号特征和数据融合处理,最后在显示装置(3)上对待测管道(10)的结构破损情况进行成像显示。本发明可有效避免待测管道(10)的检测盲区的存在,提高待测管道(10)的结构破损面的检测精度。



1. 一种检测及显示管道结构破损情况的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S100) 在待测管道外表面装设分布式传感器网络(1),用以产生激励信号,并接收Lamb波检测信号;

S200) 在激励信号的作用下,通过分布式传感器网络(1),在待测管道中激发Lamb波,产生Lamb波检测信号,同时接收被待测管道(10)传播和反射回来的Lamb波检测信号;

S300) 对接收到的Lamb波检测信号进行采样,在采样数据中提取用于表征待测管道(10)的结构破损情况的信号特征;

S400) 将提取的信号特征与预定的基准信号特征进行比较以确定待测管道(10)是否存在破损,再进行成像计算,以获取与该接收的Lamb波检测信号对应的待测管道(10)的结构破损面的图像数据;

S500) 对待测管道(10)的结构破损面的图像数据进行汇总,在显示装置(3)上显示待测管道(10)的结构破损面的图像;

所述步骤S200还包括:通过通道开关(7)对激励信号的信号流向进行控制,选择性地将该激励信号作用于所述分布式传感器网络(1)的多个传感器中的一个,以指定该传感器为激发传感器,该多个传感器中除该激发传感器外的其它传感器作为接收传感器,分别接收待测管道(10)的Lamb波检测信号;

所述步骤S500还包括:待完成对应待测管道(10)的一个激励点激励下的一组Lamb波检测信号的接收、采样和数据处理操作后,通过通道开关(7)来指定该分布式传感器网络(1)的多个传感器中的另一个为激发传感器,以获取对应待测管道(10)的另一个激励点激励下的另一组Lamb波检测信号,直至完成分布式传感器网络(1)中所有激励点的激励,如指定的激发传感器出现故障,则通过控制通道开关(7)将该传感器从分布式传感器网络(1)中摒弃,利用剩余的传感器完成上述Lamb波检测信号的获取;

在步骤S300中,所述用于表征待测管道(10)的结构破损情况的信号特征包括Lamb波检测信号的传播时间、时域波形、相位及幅值;

在步骤S400中,所述基准信号特征为Lamb波在无破损的管状结构中传播时形成的包括传播时间、时域波形、相位和幅值的波形信号特征;将所述提取的信号特征与该基准信号特征进行比较,如两者的信号特征差异在给定误差范围内,则判断待测管道(10)没有破损;否则,判断待测管道(10)存在破损,对该信号特征差异进行成像计算以获取与该接收的Lamb波检测信号对应的待测管道(10)的结构破损面的图像数据;

通过嵌入在待测管道(10)上的传感器来测量Lamb波检测信号在各自传播路径上的传播时间,即Lamb波检测信号由激发传感器传播到待测管道(10)的一个结构破损面后再经该结构破损面反射后由接收传感器进行接收的过程中所耗时间,及其传播速度,来实现对待测管道(10)的结构破损面进行定位。

2. 一种检测及显示管道结构破损情况的系统,其特征在于,包括:由装设在待测管道(10)的外表面的多个传感器所构成的分布式传感器网络(1)、与该分布式传感器网络(1)通过输入/输出接口进行连接的信号处理装置(2)、以及与该信号处理装置(2)相连的,用于显示待测管道(10)的结构破损面的图像的显示装置(3);

所述信号处理装置(2)包括:用于产生激励信号的高频波形发生器(5)、与该高频波形发生器(5)相连的,用于对激励信号进行放大处理的功率放大器(6)、用于对该激励信号的

信号流向进行控制的通道开关(7)、与该通道开关(7)相连的前置放大器(8)、用于对接收到的Lamb波检测信号进行采样的高频数据采集板(9)、以及通过总线与上述各部件相连的,用于提取Lamb波检测信号的信号特征,并将提取的信号特征与基准信号特征进行比较,判断待测管道(10)是否存在破损,再进行成像计算,以获取与该接收到的Lamb波检测信号对应的待测管道(10)的结构破损面的图像数据的中央控制单元(4);所述分布式传感器网络(1)的所述多个传感器均嵌入在待测管道(10)的外表面,且该多个传感器之间的间隔相等;

所述分布式传感器网络(1)用于在所述信号处理装置(2)产生的激励信号的作用下,激发Lamb波,产生Lamb波检测信号,以及用于接收待测管道(10)中的Lamb波检测信号;所述信号处理装置(2)用于产生激励信号,选择性地该激励信号作用于所述分布式传感器网络(1)的多个传感器中的一个,使该传感器在待测管结构中激发Lamb波,产生Lamb波检测信号;所述信号处理装置(2)还用于对所述分布式传感器网络(1)所接收的Lamb波检测信号进行采样和提取信号特征,并将提取的信号特征和预定的基准信号特征进行比较,以及根据比较结果进行成像计算,获取与接收到的Lamb波检测信号对应的待测管道(10)的结构破损面的图像数据;

所述中央控制单元(4)还用于通过通道开关(7)对所述高频波形发生器(5)产生的激励信号的信号流向进行控制,选择性地将该激励信号作用于所述分布式传感器网络(1)的多个传感器中的一个,以指定该传感器为激发传感器,所述分布式传感器网络(1)的多个传感器中除该激发传感器外的其它传感器作为接收传感器,用于接收被待测管道(10)传播和反射回来的Lamb波检测信号;

通过嵌入在待测管道(10)上的传感器来测量Lamb波检测信号在各自传播路径上的传播时间,即Lamb波检测信号由激发传感器传播到待测管道(10)的一个结构破损面后再经该结构破损面反射后由接收传感器进行接收的过程中所耗时间,及其传播速度,来实现对待测管道(10)的结构破损面进行定位。

检测及显示管道结构破损情况的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种管道结构破损检测方法,更具体地说,涉及一种检测及显示管道结构破损情况的方法和系统。

背景技术

[0002] 埋入地下的各种输送管道在恶劣的使用环境下,极易出现破损、蚀穿,分层等情况,对人们的生产和生活造成重大影响。由于管道结构的复杂性,为实现对管道结构的破损面的有效检测,检测仪器需与管道待测区域保持有效接触。因此,常用的无损检测技术并不适用于在线复杂管状结构的破损面的定位及损伤程度的检测。在现有技术中,基于导波方法的结构损伤检测系统被大量应用于管道结构破损面的检测。该结构损伤检测系统通过在待测管道表面安装大量的传感器,使这些传感器在管道表面形成一个圆环。该结构破损检测系统通过这些环状分布的传感器来产生和接收用于表征管道结构破损情况的导波检测信号,进而通过对收集到的导波检测信号进行数据提取和处理,以实现管道结构破损情况的检测。

[0003] 但是,该结构破损检测系统通常的缺陷在于:由于传感器组在待测管道的外表面呈环状分布,其可探测的传感范围较小。为实现整个待测管道的结构破损检测,管道检测人员需要频繁地更换管道的检测区域。且检测人员在对管道进行结构破损检测的过程中,需确保传感器组被牢牢固定在待测管道的目标检测区域。而检测人员对待测管道的不同区域进行结构破损检测时,需在待测管道表面来回移动已固定好的环形传感器组。显然,由于环形传感器组可移动的距离有限,现有的结构损伤检测系统仅适用于短距离管道的结构破损检测。此外,使用该结构破损检测系统进行管道结构破损检测时,待测管道的检测区域中会出现大量检测盲区,大大降低了检测精度,监测效率低下,无法满足当今社会对长距离管道的结构破损检测的高精度要求。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种检测精度高、应用范围广的高效、在线检测及显示管道结构破损情况的方法和系统。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种检测及显示管道结构破损情况的方法,该方法包括以下步骤:

[0006] S100) 在待测管道外表面装设分布式传感器网络,用以产生激励信号并接收Lamb波检测信号;

[0007] S200) 在激励信号的作用下,通过分布式传感器网络,在待测管道中激发Lamb波,产生Lamb波检测信号,同时接收被待测管道传播和反射回来的Lamb波检测信号;

[0008] S300) 对接收到的Lamb波检测信号进行采样,在采样数据中提取用于表征待测管道的结构破损情况的信号特征;

[0009] S400) 将提取的信号特征与预定的基准信号特征进行比较以确定待测管道是否存

在破损,再进行成像计算,以获取与该接收的Lamb波检测信号对应的待测管道的结构破损面的图像数据;

[0010] S500)对待测管道的结构破损面的图像数据进行汇总,在显示装置上显示待测管道的结构破损面的图像。

[0011] 在本发明上述检测及显示管道结构破损情况的方法中,所述步骤S200还包括:通过通道开关对激励信号的信号流向进行控制,选择性地将该激励信号作用于所述分布式传感器网络的多个传感器中的一个,以指定该传感器为激发传感器,该多个传感器中除该激发传感器外的其它传感器作为接收传感器,分别接收待测管道的Lamb波检测信号。

[0012] 在本发明上述检测及显示管道结构破损情况的方法中,在步骤S300中,所述用于表征待测管道的结构破损情况的信号特征包括Lamb波检测信号的传播时间、时域波形、相位及幅值。

[0013] 在本发明上述检测及显示管道结构破损情况的方法中,在步骤S400中,所述基准信号特征为Lamb波在无破损的管状结构中传播时形成的包括传播时间、时域波形、相位和幅值的波形信号特征;将所述提取的信号特征与该基准信号特征进行比较,如两者的信号特征差异在给定误差范围内,则判断待测管道没有破损;否则,判断待测管道存在破损,对该信号特征差异进行成像计算以获取与该接收的Lamb波检测信号对应的待测管道的结构破损面的图像数据。

[0014] 在本发明上述检测及显示管道结构破损情况的方法中,所述步骤S500还包括:待完成对应待测管道的一个激励点激励下的一组Lamb波检测信号的接收、采样和数据处理操作后,通过通道开关来指定该分布式传感器网络的多个传感器中的另一个为激发传感器,以获取对应待测管道的另一个激励点激励下的另一组Lamb波检测信号,直至完成分布式传感器网络中所有激励点的激励,如指定的激发传感器出现故障,则通过控制通道开关将该传感器从分布式传感器网络中摒弃,利用剩余的传感器完成上述Lamb波检测信号的获取。

[0015] 本发明还构造一种检测及显示管道结构破损情况的系统,该系统包括:由装设在该待测管道的外表面的多个传感器所构成的分布式传感器网络、与该分布式传感器网络通过输入/输出接口进行连接的信号处理装置、以及与该信号处理装置相连的,用于显示待测管道结构破损面的图像的显示装置;

[0016] 所述分布式传感器网络用于在所述信号处理装置产生的激励信号的作用下,激发Lamb波,产生Lamb波检测信号,以及用于接收待测管道中的Lamb波检测信号;

[0017] 所述信号处理装置用于产生激励信号,选择性地将该激励信号作用于所述分布式传感器网络的多个传感器中的一个,使该传感器在待测管结构中激发Lamb波,产生Lamb波检测信号;所述信号处理装置还用于对所述分布式传感器网络所接收的Lamb波检测信号进行采样和提取信号特征,并将提取的信号特征和预定的基准信号特征进行比较,以及根据比较结果进行成像计算以获取与接收到的Lamb波检测信号对应的待测管道的结构破损面的图像数据。

[0018] 在本发明上述检测及显示管道结构破损情况的系统中,所述信号处理装置包括:用于产生激励信号的高频波形发生器、与该高频波形发生器相连的,用于对激励信号进行放大处理的功率放大器、用于对该激励信号的信号流向进行控制的通道开关、与该通道开关相连的前置放大器、用于对接收到的Lamb波检测信号进行采样的高频数据采集板、以及

通过总线与上述各部件相连的,用于提取Lamb波检测信号的信号特征,并将提取的信号特征与基准信号特征进行比较,判断待测管道是否存在破损,再进行成像计算,以获取与该接收到的Lamb波检测信号对应的待测管道的结构破损面的图像数据的中央控制单元。

[0019] 在本发明上述检测及显示管道结构破损情况的系统中,所述中央控制单元还用于通过通道开关对所述高频波形发生器产生的激励信号的信号流向进行控制,选择性地将该激励信号作用于所述分布式传感器网络的多个传感器中的一个,以指定该传感器为激发传感器,所述分布式传感器网络的多个传感器中除该激发传感器外的其它传感器作为接收传感器,用于接收被待测管道传播和反射回来的Lamb波检测信号。

[0020] 在本发明上述检测及显示管道结构破损情况的系统中,所述分布式传感器网络的所述多个传感器均嵌入在待测管道的外表面,且该多个传感器之间的间隔相等。

[0021] 实施本发明的检测及显示管道结构破损情况的方法和系统,具有以下有益效果: 1) 本发明通过分布式传感器网络和信号处理装置的协同工作,可有效避免待测管道的检测盲区的存在,提高了待测管道的结构破损面的检测精度; 2) 本发明系统既适用长距离管道的结构破损检测,又适用于短距离管道的结构破损检测; 3) 本发明检测及显示管道结构破损情况的系统中,当分布式传感器网络中的激发传感器发生故障时,可通过信号处理装置来自动指定待测管道外表面的另一个传感器为激发传感器,代替该发生故障的激发传感器,以保证系统处于连续稳定的工作状态,实现对待测管道的结构破损面的全自动在线监测; 4) 在本发明检测及显示管道破损情况的系统中,构成分布式传感器网络的各个传感器均由低成本的压电陶瓷制成,在待测管道上装设分布式传感器网络的成本被大大降低,故本发明系统具有较低的使用成本; 5) 本发明的信号处理装置与现有的各种信号处理设备通用,且在该信号处理装置被替换后,本发明检测及显示管道破损情况的系统对待测管道的结构破损的检测精度不会受到任何影响,故本发明检测及显示管道破损情况的系统具有很强的实用性和通用性,可广泛地应用于各种管道的结构破损检测及成像显示。

附图说明

[0022] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0023] 图1是本发明较佳实施例提供的检测及显示管道结构破损情况的方法流程图;

[0024] 图2是本发明较佳实施例提供的检测及显示管道结构破损情况的系统的结构示意图;

[0025] 图3是图2所示的信号处理装置的结构框图。

具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0027] Lamb波作为一种导波,具有传播距离长、穿透力强、低衰减、以及对各种结构类型的破损面敏感的优点,适用于管道结构的破损检测。Lamb波在管道结构内传播时,遇到管道结构组织发生显著变化的情况(类似裂纹、腐蚀或分层等缺陷),会发生反射或信号衰减。Lamb波检测信号的波形幅值、频率等波形信号特征会发生变化。在本发明检测及显示管道

结构破损情况的方法中,先通过嵌入在待测管道10外表面的分布式传感器网络1来激发及接收Lamb波检测信号,再通过信号处理装置2对该分布式传感器网络1所收集的Lamb波检测信号进行采集、提取信号特征和数据融合处理,最后在显示装置3上对待测管道10的结构破损情况(包括该结构缺陷的分布位置、大小及缺陷类型)进行成像显示。将Lamb波作为导波用于管道结构的破损检测,具有较高的检测精度和灵敏度。

[0028] 如图1所示,本发明基于分布式传感器网络的结构破损表征方法包括如下步骤:

[0029] S100) 在待测管道外表面装设分布式传感器网络1,用以产生激励信号,并接收Lamb波检测信号;

[0030] S200) 在激励信号的作用下,通过分布式传感器网络1,在待测管道10中激发Lamb波,产生Lamb波检测信号,同时接收被待测管道10传播和反射回来的Lamb波检测信号;

[0031] S300) 对接收到的Lamb波检测信号进行采样,在采样数据中提取用于表征待测管道10的结构破损情况的信号特征;

[0032] S400) 将提取的信号特征与预定的基准信号特征进行比较以确定待测管道10是否存在破损,再进行成像计算,以获取与该接收的Lamb波检测信号对应的待测管道10的结构破损面的图像数据;

[0033] S500) 对待测管道10的结构破损面的图像数据进行汇总,在显示装置3上显示待测管道10的结构破损面的图像。

[0034] 如图2所示,本发明检测及显示管道结构破损情况的系统包括:由嵌入在待测管道10外表面且等间隔分布的多个传感器构成的分布式传感器网络1、与该分布式传感器网络1互为输入端与输出端的,用于对Lamb波检测信号进行采集和处理以生成图像数据的信号处理装置2、以及由该信号处理装置2提供输入端的,用于显示待测管道10的结构破损面的图像的显示装置3。其中,该分布式传感器网络1与信号处理装置2通过输入/输出接口进行电连接。

[0035] 如图3所示,在本发明检测及显示管道结构破损情况的系统中,所述信号处理装置2包括:用于产生激励信号的高频波形发生器5、由该高频波形发生器5提供输入,用于对产生的激励信号进行放大处理的功率放大器6、由该功率放大器6提供输入,用于对激励信号的信号流向进行控制的通道开关7、由该通道开关7提供输入,用于对接收到的Lamb波检测信号进行放大处理的信号前置放大器8、由该信号前置放大器8提供输入,用于对分布式传感器网络1接收到的Lamb波检测信号进行采样的高频数据采集板9、以及通过总线与上述各部件电连接的,用于提取Lamb波检测信号的信号特征,将提取的信号特征和预定的基准信号特征进行比较,以及根据比较结果进行成像计算,生成与该接收到的Lamb波检测信号对应的待测管道10的结构破损面的图像数据的中央控制单元4。

[0036] 在本发明检测及显示管道结构破损情况的系统中,构成该分布式传感器网络的多个传感器均由低成本的压电陶瓷制成,具有较低的使用成本。该中央控制单元4可以是现有的计算机系统。该中央控制单元4对高频数据采集板9采集的多组信号特征数据进行融合处理,以及在显示装置3上显示待测管道10的结构破损图像的操作由安装在计算机上的管道结构破损在线诊断及预测软件进行控制。所述显示装置3可以是现有的平板显示器。

[0037] 本发明检测及显示管道结构破损情况的系统的工作原理如下:在本发明检测及显示管道结构破损情况的系统中,由高频波形发生器5产生的激励信号经功率放大器6进行信

号放大处理后,信号处理装置2通过通道开关7对该激励信号的信号流向进行控制,以选择性地将该激励信号作用于该分布式传感器网络1的多个嵌入式传感器中的其中一个,以指定该传感器为激发传感器。该指定的激发传感器在激励信号的作用下,在待测管道10结构中激发Lamb波,产生Lamb波检测信号。Lamb波检测信号在待测管道10内传播的过程中,经过待测管道10的结构破损面并进行反射。由待测管道10反射回来的Lamb波的传播波形发生改变。该分布式传感器网络1的多个传感器中除该指定的激发传感器外的其它传感器则作为接收传感器,用于接收被待测管道10传播和反射回来的Lamb波检测信号。待完成对应待测管道10的一个激励点激励下的一组Lamb波检测信号的接收和处理操作后,该信号处理装置2再通过该通道开关7来指定该分布式传感器网络1的多个传感器中的另一个为激发传感器,以获取对应待测管道10的另一个激励点激励下的另一组Lamb波检测信号。

[0038] 信号处理装置2可通过重复执行上述操作来获取多组Lamb波检测信号,直至获取到所有独立的检测信号,以提高待测管道10的结构破损的检测精度。在对Lamb波检测信号进行收集的过程中,信号处理装置2中的前置放大器8对该分布式传感器网络1所收集的Lamb波检测信号进行放大处理,并经由高频数据采集板9对放大处理后的Lamb波检测信号进行采样,将Lamb波检测信号采集到中央控制单元4中。待分布式传感器网络1停止对所有Lamb波检测信号的采集后,中央控制单元4在高频数据采集板9采样得到的信号数据中提取用于表征待测管道10的结构破损状况情况的信号特征,并将提取的信号特征与预定的基准信号特征进行比较,计算两者的信号特征差异,进而判断待测管道10是否存在破损。如该信号特征差异在给定误差范围内,则中央控制单元4判断待测管道10不存在破损;否则,该中央控制单元4判断待测管道10存在破损,并根据该信号特征差异执行下一步的成像计算,生成与接收到的Lamb波检测信号对应的待测管道10的结构破损面的成像数据。

[0039] 即本发明检测及显示管道结构破损情况的系统是先通过装设在待测管道10的外表面的分布式传感器网络1对该待测管道10的结构破损面进行多路扫查,以获取多组与该待测管道10的破损面对应的Lamb波检测信号,再由信号处理装置2对该多组Lamb波检测信号进行采样及数据融合处理,以获取待测管道10的结构缺损面的图像数据,最后对待测管道10的结构破损面的图像数据进行汇总,在显示装置3上全方位地显示出待测管道10的结构破损面的图像。

[0040] 在本发明检测及显示管道结构破损情况的系统中,可通过嵌入在待测管道10上的传感器来测量Lamb波检测信号在各自传播路径上的传播时间(即Lamb波检测信号由激发传感器传播到待测管道10的一个结构破损面,经该结构破损面反射后由接收传感器进行接收的过程中所耗时间)及其传播速度,来实现对待测管道10的结构破损面进行定位。本发明检测及显示管道结构破损情况的系统可大大提高管道结构破损面检测的准确性和可靠性。

[0041] 下面将对本发明检测及显示管道结构破损情况的系统判断待测管道10是否存在结构破损的步骤作进一步说明:

[0042] 本发明检测及显示管道结构破损情况的系统中,所述信号处理装置2通过高频数据采集板9,以一定的采样频率对分布式传感器网络1所接收的Lamb波检测信号进行采样,提取波包。中央处理单元4再提取波包中用于表征待测管道破损情况的信号特征,并将该提取的信号特征与预定的基准信号特征进行比较。所述Lamb波检测信号的信号特征包括Lamb波检测信号在待测管道10中形成的传播波形的传播时间和传播速度、时域波形、波形幅值

和相位。所述基准信号特征为Lamb波检测信号在无破损管道中形成的传播波形的包括传播时间、传播速度、时域波形、波形幅值和相位的信号特征。Lamb波检测信号在待测管道10中传播的过程中,会受到待测管道10的结构破损面、周围噪音、环境温度以及待测管道10的结构边界形成的反射信号的影响。该分布式传感器网络1的多个接收传感器收集到的Lamb波检测信号不仅包含由待测管道10反射回来的回波信号,还包含待测管道10结构边界产生的反射信号。周围环境噪声也对用于表征待测管道10的结构缺损情况的回波信号造成一定干扰。该分布式传感器网络1在待测管道中所接收的Lamb波检测信号的传播波形与理想条件下(完好无损的管道)所接收到的Lamb波的检测信号的传播波形相比,存在幅值上的改变,时域上的延迟和相位偏差等信号特征差异。而该信号特征差异恰恰突出了与该分布式传感器网络1所接收到的Lamb波检测信号对应的待测管道10的结构破损面的信息,包括结构破损尺寸、破损类型等基本信息。其中,该分布式传感器网络1所接收的Lamb波检测信号的传播波形的幅值越小,则该Lamb波检测信号所表征的管状结构破损状况就越严重。

[0043] 考虑到上述影响因子对分布式传感器网络1所接收到的Lamb波检测信号的传播波形的影响,信号处理装置2中的中央控制单元4先将提取的Lamb波检测信号的信号特征与预定的基准信号特征进行比较,进而判断待测管道10是否存在结构破损情况。中央控制单元4计算后得到的信号特征差异数据(包括相位差、时域上的延迟和幅值变化)抵消了上述影响因子对Lamb波检测信号的传播波形的影响,突出了待测管道10的结构破损面的破损尺寸和破损类型等信息。如上述信号特征差异在允许误差范围内,即表明分布式传感器网络1所接收到的Lamb波检测信号是由上述影响因子产生的,或者表明与该Lamb波检测信号对应的待测管道10的结构破损面的损伤程度非常小,可忽略不计。该中央控制单元4判断待测管道10不存在结构破损。如上述信号特征超出允许的误差范围,则该中央控制单元4判断该待测管道10存在结构破损。在计算机软件即结构缺损在线诊断及预测软件的控制下,该中央控制单元4依成像算法对上述信号特征差异执行成像计算,以生成与接收到的Lamb波检测信号对应的待测管道10的结构破损面的图像数据,再将生成的图像数据进行汇总,在显示装置3上全方位地显示待测管道10的结构破损图像。

[0044] 即在本发明检测及显示管道结构破损情况的系统中,中央控制单元4先判断提取的Lamb波检测信号的信号特征与预定的基准信号特征的信号特征差异是否超出允许误差范围,即判断待测管道10是否存在结构破损的情况。如待测管道10存在结构破损,则该中央控制单元4针对该用于突出待测管道10的结构破损面情况的信号特征差异执行下一步的成像计算,获取与接收到的Lamb波检测信号对应的待测管道10的结构破损面的图像数据,进而对图像数据进行汇总,在显示装置3上直观地显示待测管道10的结构破损面的分布区域、破损尺寸和破损类型。

[0045] 在现有技术的管道结构破损检测系统中,固定在待测管道10外表面的传感器的分布过于集中或过于分散。当待测管道10的结构破损面位于激发传感器与接收传感器所构成的监测通道附近时,接收传感器所接收的、由待测管道10反射的Lamb波检测信号会受到在该监测通道上传播的Lamb波检测信号的干扰。而当待测管道10的结构破损面位于传感器所在区域的外侧时,由待测管道10反射的Lamb波检测信号将会被该待测管道10边界反射的回波信号所湮没。在上述两种情况下,待测管道10上的接收传感器所接收到的Lamb波检测信号的信号特征不能有效地突出待测管道10的结构破损面的情况。待测管道10表面分布的传

传感器过于集中或过于分散所导致的问题是：待测管道10的结构破损面处于激发传感器与接收传感器所构成的监测通道附近，或待测管道10的结构破损面处于传感器所在区域的外侧的情况大大增加，致使待测管道10出现大量检测盲区，待测管道10上的接收传感器所接收到的回波信号受到严重干扰，该回波信号的表征管道结构破损情况的有效性被大大降低。因此，现有技术的管道结构破损检测系统无法实现对待测管道10的结构破损面的精确测量。

[0046] 为避免上述检测盲区的出现，以及由检测盲区所导致的管道结构破损面的测量不精准的问题，下面将对本发明检测及显示管道结构破损面的系统如何有效地避免检测盲区的出现作进一步说明：

[0047] 在本发明检测及显示管道结构破损面的系统中，在待测管道10的外表面嵌入有大量的分布式传感器。信号处理装置2通过通道开关7对这些传感器进行功能配置。由于待测管道10上的传感器数量较多，且分布合理，该待测管道10上出现检测盲区的可能性被大大降低。在本发明检测及显示管道结构破损面的系统中，为获取多组Lamb波检测信号，提高待测管道10的结构破损情况的检测精度，任何一个嵌入在待测管道10上的传感器均可被指定为激发传感器。每当激发传感器被另一传感器所替代时，待测管道10的各个结构破损面和激发传感器的位置都会发生变化，使得待测管道10的结构破损面位于待测管道10的检测盲区的可能性被大大降低。故在本发明检测及显示管道结构破损面的系统中，对激发传感器进行替换不仅能获取多组Lamb波检测信号，提高待测管道10的结构破损的检测精度，还可以减少在待测管道10上出现的检测盲区。

[0048] 在本发明检测及显示管道破损情况的系统中，先通过嵌入在待测管道10外表面的分布式传感器网络1来产生及收集多组Lamb波检测信号，再通过信号处理装置2对该分布式传感器网络1获取的多组Lamb波检测信号进行采样和数据融合处理，最后在显示装置3上显示待测管道10的结构破损面的图像。因此，本发明可有效避免待测管道10的检测盲区的存在，提高待测管道10的结构破损面的检测精度。

[0049] 本发明检测及显示管道结构破损情况的系统通过分布式传感器网络1和信号处理装置4的协同工作来实现对待测管道10的结构破损面的实时在线监测，同时将监测的待测管道10的结构破损状况在显示装置3上进行成像显示。当分布式传感器网络1的激发传感器发生故障时，信号处理装置2可通过通道开关7对激励信号的信号流向进行控制，自动指定待测管道10的外表面的多个传感器中的任意一个传感器来代替该发生故障的激发传感器，以此来保证本发明系统处于连续稳定的工作状态，实现对待测管道10的结构破损面的全自动在线监测。

[0050] 在本发明检测及显示管道破损情况的系统中，由于构成分布式传感器网络1的各个传感器均由低成本的压电陶瓷制成，在待测管道10上装设该分布式传感器网络1的成本被大大降低。此外，在使用本发明检测及显示管道破损情况的系统对待测管道10进行结构破损检测时，由于本发明的信号处理装置4与现有的信号处理设备通用，可以使用现有的各种信号处理设备来替换本发明的信号处理装置4，且在该信号处理装置4被其它信号处理设备替换后，本发明检测及显示管道破损情况的系统对待测管道10的结构破损的检测精度不会受到任何影响。因此，本发明检测及显示管道破损情况的系统不仅结构简单，使用成本低廉，还具有很强的实用性和通用性，可广泛地应用于各种管道的结构破损检测及成像显示。

[0051] 本发明检测及显示管道破损情况的方法和系统不仅适用于管状结构破损检测,也适用于板状等其它结构类型的结构破损检测及成像显示。

[0052] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

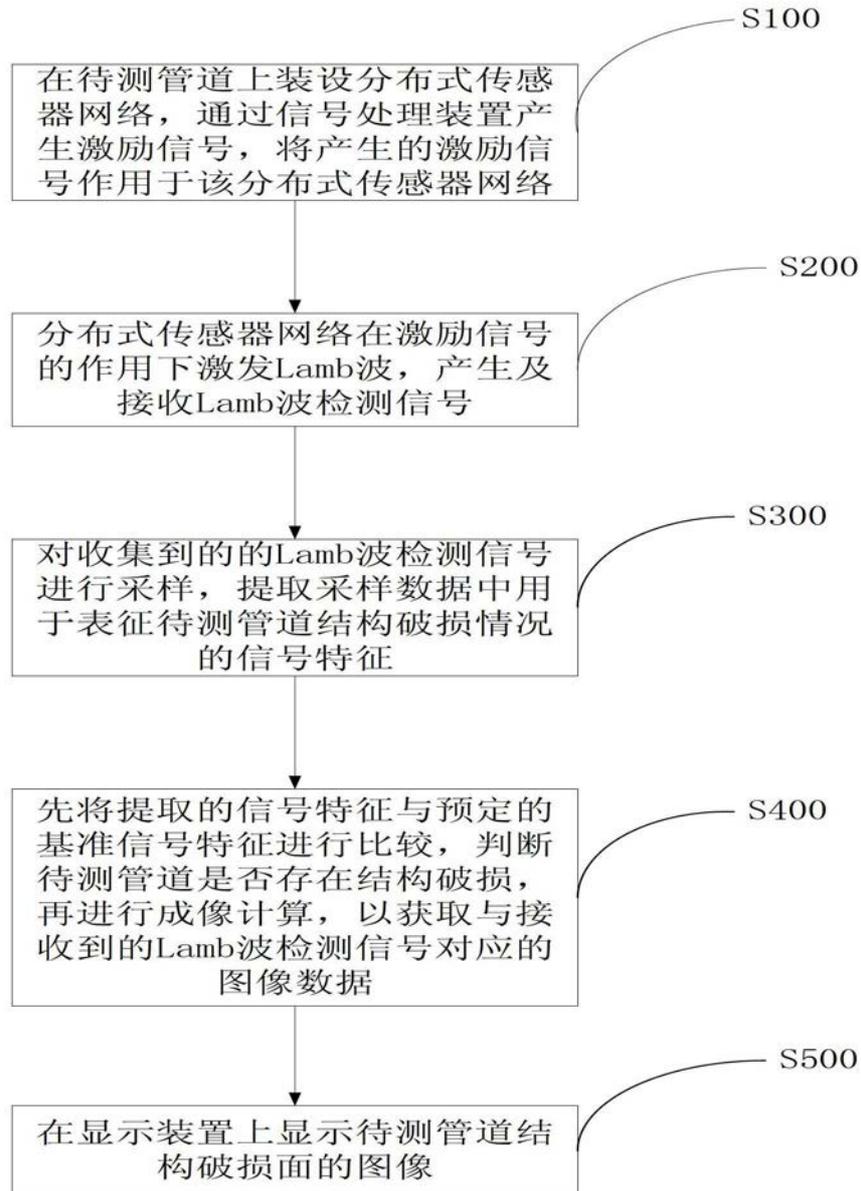


图1

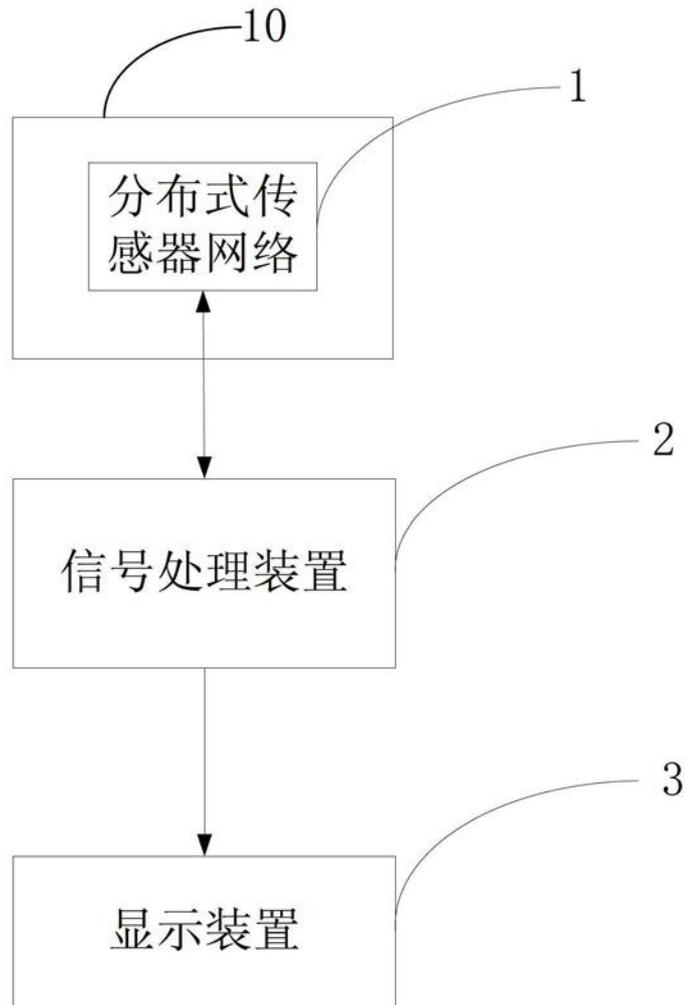


图2

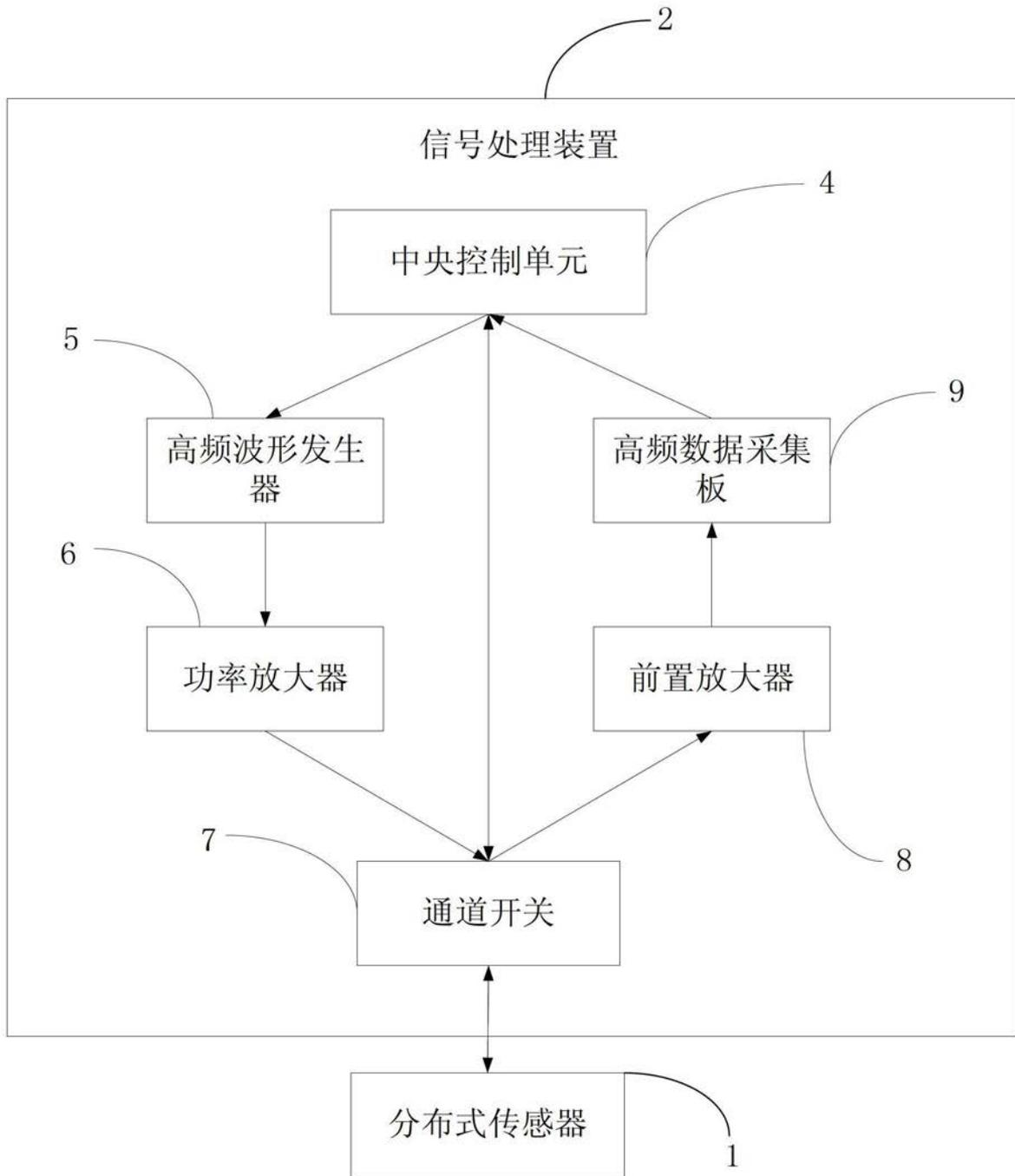


图3