

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01N 29/24

G01N 29/04



[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 03246797.4

[45] 授权公告日 2004 年 7 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 2624208Y

[22] 申请日 2003.4.25 [21] 申请号 03246797.4

[73] 专利权人 北京工业大学

地址 100022 北京市朝阳区平乐园 100 号

[72] 设计人 何存富 吴 斌 于海群

[74] 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司

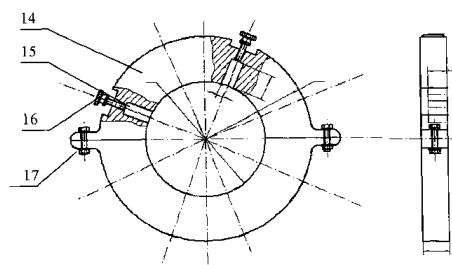
代理人 张 慧

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 实用新型名称 管道超声导波检测专用探头及其固定装置

[57] 摘要

管道超声导波检测专用探头及其固定装置，用于使用中的管道缺陷的定位检测。特征在于探头的固定装置做成环状，根据探头固定环直径尺寸，在其圆周方向上均匀地铣出若干个槽以放置对应数量的单个探头，每个探头槽的后部加工出螺纹孔，用顶丝对单个探头施加压力，从而使每个探头都能够牢固地耦合在管道上；共有两个探头固定环，两部分之间用销连接；使用时在探头上施加激励电压，可在管道中产生沿轴向传播的超声导波用于检测管道缺陷。探头是由压电陶瓷、及镀在其上的导电电极构成的压电元件，置于压电陶瓷之上的背衬层、及置于压电陶瓷之下的保护层构成。本实用新型不仅可对管道缺陷进行有效的定位检测，并且可以方便安装和拆卸。



ISSN 1008-4274

1、一种管道超声导波检测专用探头，包括有压电元件及其配装壳体，本实用新型的特征在于，所述的压电元件是由可伸缩材料制成的压电陶瓷(7)，及在其上下表面镀上的导电电极(6)构成；所述的探头 18 是由配装在壳体内的压电元件(5)，置于压电陶瓷之上的背衬层(12)、及置于压电陶瓷之下的保护层(13)构成，壳体上设置有压电陶瓷元件的电极引线(11)的连接部件(9)。

2、根据权利要求1所述的管道超声导波检测专用探头，其特征在于，所述的压电元件中采用的是长方体状的可伸缩材料制成的压电陶瓷，压电陶瓷下表面的电极经过一侧端部延伸到上表面，表面所镀的电极的引线是从长方体六个面中唯一的自由面(19)引线，该引线与外壳(10)上设置的同轴电缆(9)连接；采用环氧树脂与钨粉按公知技术混合并在常温下固化制成置于压电陶瓷之上背衬层(12)。

3、一种专用于管道超声导波检测专用探头的固定装置，其特征在于，它主要由两个在直径方向带有可连接的伸出部位的、环形壳体状的探头固定环(14)构成，探头固定环在圆周方向上设置有槽(15)，以放置管道超声导波检测专用探头(18)，并且在每个放置检测专用探头槽的后部、加工出螺纹孔来配置对检测专用探头施加压力的常规压紧部件(16)，两个探头固定环之间采用常规连接件(17)连接。

4、根据权利要求3所述的一种专用于管道超声导波检测专用探头的固定装置，其特征在于，根据所选用的探头固定环直径的大小，在圆周方向均匀布置至少两个以上的管道超声导波检测专用探头，形成一个分离的压电环。

管道超声导波检测专用探头及其固定装置

技术领域:

管道超声导波检测专用探头及其固定装置,用于使用中的管道缺陷的定位检测,该技术属于无损检测领域。

背景技术:

目前,管道无损检测的常规方法主要有:超声、射线、磁粉、渗透和涡流技术。但是这些常规的无损超声检测技术都有其无法克服的缺点,例如:必须逐点检测,检测速度慢,并且必须剥离外包层等。这些缺点使这些常规检测几乎不可能用于当前工业中广泛使用的上万公里管道检测。而超声导波技术可以在很大程度上克服这些缺点,它实质上是一种线检测,可以大大提高检测效率;而且不仅可以检测管道两表面缺陷,还可以检测两表面缺陷。国内外有很多学者致力于研究导波的激励与接收,其中有板波、柱面导波的激励和接收、在管线中激励与接收柱面兰姆波、在平板中产生窄带、单模的兰姆波等。

最常用激励和接收板波的探头是基于一致性原理的楔形压电陶瓷探头。一致性原理示意图如图1所示。发射探头在耦合介质中产生波长为 λ_c 的标称平面波,则在板中欲激励波的波长为 $\lambda_p = \lambda_c / \sin \theta$ 。这里 $\lambda_c = c/f$, $\lambda_p = c_p/f$ 。 c 和 c_p 分别为耦合介质的纵波速度和兰姆波的相速度, f 为激发频率。因此可以通过改变入射角来产生具有不同频率的兰姆波。如要接收这一兰姆波,接收探头类似于发射探头,相对于板也要位于同一角度。

柱面导波的激励与接收方法主要有电磁声、脉冲激光式以及压电式等探

头。*EMATS*（电磁声探头）已由许多研究者用于在管线中激励和接收柱面兰姆波。*EMATS*的主要优点是它的非接触性，无需耦合剂，这在高温管道系统中的检测是非常重要的。同时*EMATS*在管道中既可以方便地产生纵向超声导波，又可以产生周向超声导波。但是，*EMATS*有其本质上的缺点：

- 1、*EMATS*需要强磁场来激励。这使得实验装置庞大笨重。尽管随着大功率的稀土族永久磁铁的出现这一问题已有所减小。
- 2、*EMATS*与管道表面的间隙要求精确控制。此间隙稍有变大，其探测灵敏度急剧下降，甚至导致没有接收信号。
- 3、*EMATS*的输出通常比压电陶瓷探头的输出要小好多。
- 4、在现场实验中，通常是将*EMATS*与一个运动电机（称为爬机）相连接。在工作过程中，该爬机既要沿管线运动，又要绕轴线转动。在运动过程中探头与管壁距离必须保持不变，否则会导致测试数据丢失。而实际管道中的不规则部位，如凹凸处以及连接部位又是难免的。这给检测带来很大不便。

美国一位学者利用脉冲激光矩阵法激励柱面兰姆波，研究了兰姆波的激励和接收效率、模式的能量分布以及波的速度散射问题，给出了探测管道缺陷的初步实验结果。由于激光超声的非接触性，这一技术理应得到很好的研究，但由于这类装置的庞大、昂贵以及技术复杂，至今还没有得到广泛应用。

压电式探头以其方便、价廉、灵敏度较高、技术完善等特点被广泛使用。无论是体波、表面波，还是板波，利用压电陶瓷探头来激励和接收这些波是最常见的方法。但是，目前国内还没有专用的压电探头用于管道的超声导波检测，

只能把压电晶片粘贴在管道上，如图 2 所示。这样不但费时费力，而且这种方法的可移植性和可重复性差。对于不同的管道，只能重新粘贴压电晶片，因此会浪费大量的人力物力。

技术方案：

本发明的目的是研制一种压电探头来代替粘贴在管道上的压电陶瓷，并且设计制造一种用于在管道表面固定探头，使其可以方便安装和拆卸的机械装置，进而对管道缺陷进行方便有效的检测和定位。

本发明的技术方案参见图 3—图 6。技术设计中管道超声导波检测专用探头，包括有压电元件及其配装壳体，其特征在于，所述的压电元件是由可伸缩材料制成的压电陶瓷 7，及在其上下表面镀上的导电电极 6 构成；所述的探头 18 是由配装在壳体内的压电陶瓷元件 5，置于压电陶瓷之上背衬层 12、及置于压电陶瓷之下的保护层 13 构成，壳体上设置有压电陶瓷元件的电极引线 11 的连接部件 9。

这种管道超声导波检测专用探头中的压电元件，采用的是长方体状的可伸缩材料制成的压电陶瓷，压电陶瓷下表面的电极经过一侧端部延伸到上表面，表面所镀的电极的引线是从长方体六个面中唯一的自由面（参见图 6 中 19 所示）引线，该引线与外壳 10 上设置的同轴电缆连接；并采用环氧树脂与钨粉按公知技术混合并在常温下固化制成置于压电陶瓷之上的背衬层 12。

本设计中专用于管道超声导波检测专用探头的固定装置，其特征在于，它主要由两个在直径方向带有可连接的伸出部位的、环形壳体状的探头固定环 14 构成，其中的一个探头固定环在圆周方向上设置有槽 15、以放置管道超声导波检测专用探头 18，并且在每个放置检测专用探头槽的后部、加工出螺纹孔来配置对检测专用探头施加压力的常规压紧部件 16，两个探头固定环之间

采用常规连接件 17 连接。并且根据所选用的探头固定环直径的大小，在圆周方向均匀布置至少两个以上的管道超声导波检测专用探头 18，形成一个分离的压电环。

下面将结合附图对具体实施方式进行详细说明。

附图说明：

图 1 现有技术中兰姆波激发和接收示意图

1、发射探头，2、接受探头，3、钢板；

图 2 现有技术中管道上粘贴压电陶瓷的示意图

4、实验管道，5、压电元件；

图 3 本发明的压电元件示意图

6、电极，7、压电陶瓷；

图 4 本发明的管道超声导波检测专用探头结构示意图

8、后盖，9、同轴电缆接头，10、外壳，11、压电陶瓷引线 12、背衬层，

13、保护层；

图 5 本发明的探头固定装置结构示意图

14、换能器固定环，15、换能器槽，16、顶丝，17、连接装置；

图 6 在管道上固定探头的结构示意图

18、超声导波探头，19、超声导波探头唯一自由面示意

具体实施方案：

参照图 3—图 5 进行设计、装配和调试。实施过程中具体考虑如下：

1、 管道超声导波检测专用探头的设计。

对于单个探头的研制，主要考虑到采用柱面超声导波的 $L(0,2)$ 模态（一

种纵向导波)来对管道进行检测,由于 $L(0,2)$ 模态是轴对称的,而且其主要的应变分量是沿轴向的。因此,为了激励和接收 $L(0,2)$ 模态波,采用一种长度伸缩型的压电陶瓷来激励和接收 $L(0,2)$ 波,如图3所示。根据实际应用中的布置,确定探头的外型尺寸后,在上下表面镀以电极,并使下表面的电极经过一侧端部延伸到上表面以便引线连接。又由于在实际应用中需要对每个探头施加压力,探头的引线不能从顶部,只能从压电陶瓷长方体六个面中唯一的自由面(图6中19所示)引线,为了使用方便与美观,采用同轴电缆连接引线,在压电陶瓷长方体的自由面设置接线座固定引线,接线座在探头内部采用螺母固定。

压电陶瓷的强度不高,较大的挤压或磨损可能会导致断裂,因此在压电陶瓷与管道的接触面必须采用保护层,保护层的要求比较高,既要能够保护压电陶瓷不受破坏,而且还要能够最大限度的透射声波,使超声导波在其中的损失要尽可能的小,为了达到这两个要求,本发明采用100微米到200微米的铁片或铜片制作保护层。

压电陶瓷在振动时要向前后两个方向同时辐射声波,但是向后辐射的声波对探头的性能会产生非常不利的影晌,因此要用吸声层来吸收这部分声波。吸声层是采用环氧树脂与钨粉按公知技术混合,并在常温进行固化制成的背衬层12,可以较好地吸收向后辐射的声波。由于每个探头需要承受较大的压力,因此在探头后部还需要有强度较大的硬质材料来承受这些压力(图4中8所示)。探头结构如图4所示。

2、专用于管道超声导波检测专用探头固定装置的设计,

通常若将压电陶瓷沿管道轴向方向粘在管道外表面,由于压电元件沿管道轴线方向伸缩,理论上不会产生扭转模式。但是由于激励源的非对称性,则将产生两种模态即 $L(0,m)$ 和 $F(n,m)$ 。如果在圆周方向均匀布置一系列压电陶瓷,形成一个分离的压电环,则可能抵消非对称的模式 $F(n,m)$ 。因此需设置一定数量的探头,把它们均匀地固定在管道周围。

考虑到研制探头系统主要是用于管道等柱状设备的缺陷检测,而且探头系统在检测过程中应易于安装和拆卸。本发明中探头的固定装置做成环状,并且在圆周方向上均匀地铣出一定数量的槽以放置单个探头,每个探头槽的后部加工出螺纹孔,利用顶丝对单个探头施加压力,从而使每个探头都能够牢固地耦合在管道上;为了便于探头系统可以方便地安装个拆卸,把探头固定环沿直径方向分为两部分,两部分之间采用销连接,如图5所示。

如图6所示,本实施例中设置了24个管道超声导波检测专用探头18,在探头固定装置的环周围均匀分布24个矩形槽15放置探头,固定装置上沿环周围均匀分布的24个顶丝16所产生的压力,把24个探头18紧密地干耦合(中间不加耦合剂)在被检测管道4上;固定装置从中间分为两部分,两部分之间通过销和销孔16连接,使用时在24个探头上施加激励电压可以在管道中产生沿轴向传播的超声导波。

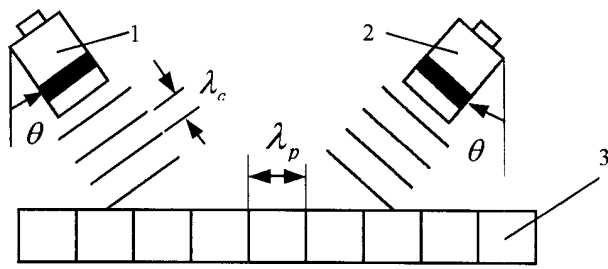


图 1

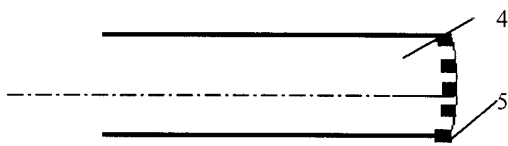


图 2

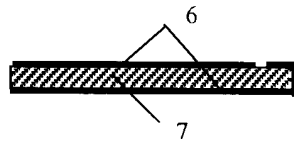


图 3

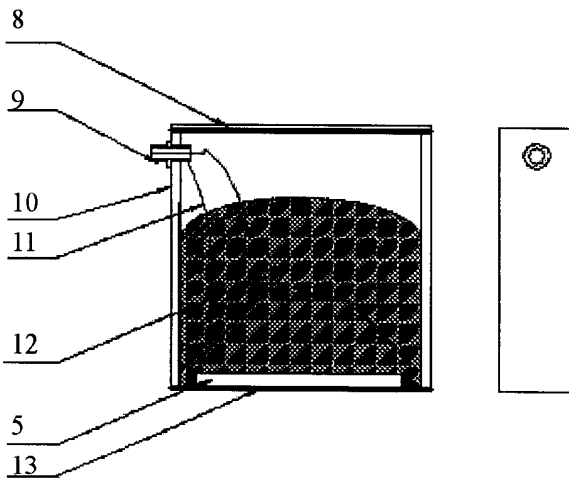


图 4

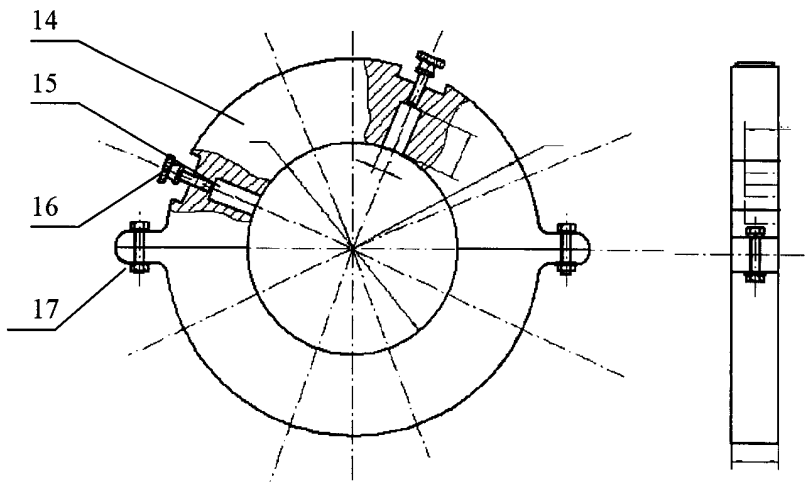


图 5

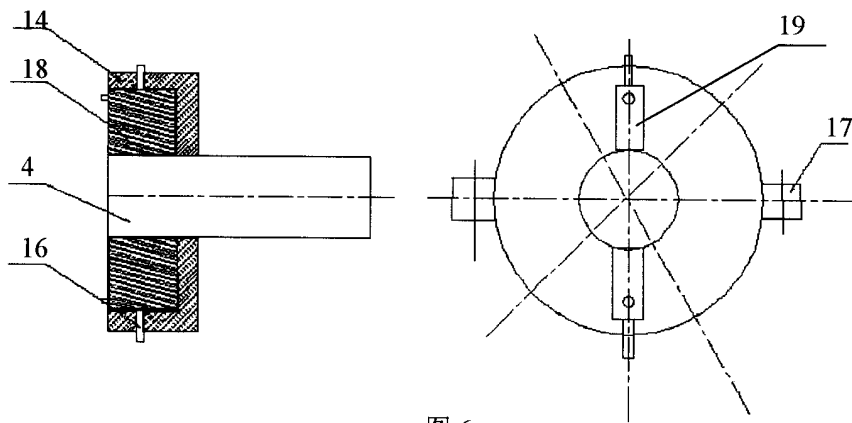


图 6