



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216206257 U

(45) 授权公告日 2022. 04. 05

(21) 申请号 202122651561.6

G01D 21/02 (2006.01)

(22) 申请日 2021.11.01

(73) 专利权人 中国三峡建工(集团)有限公司
地址 100038 北京市海淀区玉渊潭南路1号
B座5层
专利权人 长江水利委员会长江科学院

(72) 发明人 於三大 黄跃文 张锋 周芳芳
权录年 邹双朝 任大春 毛索颖
段杭 张乾 姚孟迪 张继楷
杜泽东 彭思唯

(74) 专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113
代理人 孔敏

(51) Int. Cl.
G01C 5/00 (2006.01)
G01C 15/00 (2006.01)

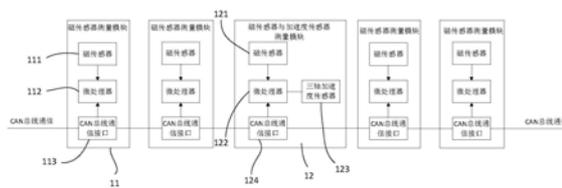
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置

(57) 摘要

本实用新型提供一种用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置,包括多个带滑轮的钢管,相邻两个钢管之间通过柔性关节连接,每一钢管内部安装有测量单元;所述测量单元包括相互串联通信的至少两个磁传感器测量模块和一个磁传感器与加速度传感器测量模块,测量装置置于边坡的测斜管或沉降管内,测斜管或沉降管上对应每个钢管位置安装有永磁体。本实用新型通过在装置中集成磁传感器与加速度传感器,整个装置实现了边坡滑移和沉降位移实时远程监测,使得一种测量装置同时实现测斜和沉降两种仪器的测量,解决了工程现场测斜仪和沉降仪需重复布设的繁琐、测量角度受限等问题,并且可实现自动化测量,无需人工参与,布设简单使用方便。



CN 216206257 U

1. 一种用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置,其特征在于:包括多个带滑轮的钢管,相邻两个钢管之间通过柔性关节连接,每一钢管内部安装有测量单元;所述测量单元包括相互串联通信的至少两个磁传感器测量模块和一个磁传感器与加速度传感器测量模块,测量装置置于边坡的测斜管或沉降管内,测斜管或沉降管上对应每个钢管位置安装有永磁体;所述磁传感器测量模块包括第一微处理器及与第一微处理器连接的第一磁传感器、第一CAN总线通信接口,第一微处理器用于第一磁传感器的数据采集、计算及通信协议处理,第一磁传感器用于实时检测当前位置的磁感应强度;所述磁传感器与加速度传感器测量模块包括第二微处理器及与第二微处理器连接的第二磁传感器、三轴加速度传感器和第二CAN总线通信接口,第二微处理器用于第二磁传感器的数据采集、计算及通信协议处理,以及三轴加速度传感器的数据采集、角度计算及坐标换算,第二磁传感器用于实时检测当前位置的磁感应强度,三轴加速度传感器用于输出传感器位于空间三维坐标系中三个方向的加速度值。

2. 如权利要求1所述的用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置,其特征在于:所述磁传感器测量模块和磁传感器与加速度传感器测量模块之间通过第一CAN总线通信接口和第二CAN总线通信接口使用CAN总线进行串联通信。

3. 如权利要求1所述的用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置,其特征在于:所述钢管采用无磁性的不锈钢、铝或铜。

4. 如权利要求1所述的用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置,其特征在于:所述第一磁传感器和所述第二磁传感器采用霍尔传感器、向异性磁阻传感器、巨磁阻传感器、隧道磁阻传感器中的一种。

一种用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及变形监测技术领域,具体是一种用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置。

背景技术

[0002] 常规的阵列式位移计是一种基于微电子机械系统测试原理测试加速度和位移的传感器,通过柔性关节连接相邻的钢管,钢管内放置传感器,可用于静态下岩土工程的变形测试。

[0003] 用于边坡滑移等变形监测时,需要放置到测斜管中,由于阵列式位移计无支撑结构,容易在测斜管中自由滑动,导致普通阵列式位移计变化的位移不能反应真实的边坡滑移;另外,目前测斜和沉降都是通过单独的仪器进行测量,单个测斜管中只能放入一种仪器,仪器布设繁琐,且增加成本;实用新型专利“201910507535.0”公开了一种土体分层沉降和水平位移复合测量装置、系统,是一种需要人工操作的测量装置,需要人工操作装置分别测量每层的沉降和水平位移,不能实现自动化实时测量。

实用新型内容

[0004] 本实用新型提供一种用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置,整个装置实现了边坡滑移和沉降位移实时远程监测,解决了工程现场测斜仪和沉降仪需重复布设的繁琐、测量角度受限等问题。

[0005] 一种用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置,包括多个带滑轮的钢管,相邻两个钢管之间通过柔性关节连接,每一钢管内部安装有测量单元;所述测量单元包括相互串联通信的至少两个磁传感器测量模块和一个磁传感器与加速度传感器测量模块,测量装置置于边坡的测斜管或沉降管内,测斜管或沉降管上对应每个钢管位置安装有永磁体;所述磁传感器测量模块包括第一微处理器及与第一微处理器连接的第一磁传感器、第一CAN总线通信接口,第一微处理器用于第一磁传感器的数据采集、计算及通信协议处理,第一磁传感器用于实时检测当前位置的磁感应强度;所述磁传感器与加速度传感器测量模块包括第二微处理器及与第二微处理器连接的第二磁传感器、三轴加速度传感器和第二CAN总线通信接口,第二微处理器用于第二磁传感器的数据采集、计算及通信协议处理,以及三轴加速度传感器的数据采集、角度计算及坐标换算,第二磁传感器用于实时检测当前位置的磁感应强度,三轴加速度传感器用于输出传感器位于空间三维坐标系中三个方向的加速度值。

[0006] 进一步的,所述磁传感器测量模块和磁传感器与加速度传感器测量模块之间通过第一CAN总线通信接口和第二CAN总线通信接口使用CAN总线进行串联通信。

[0007] 进一步的,所述钢管采用无磁性的不锈钢、铝或铜。

[0008] 进一步的,所述第一磁传感器和所述第二磁传感器采用霍尔传感器、向异性磁阻传感器、巨磁阻传感器、隧道磁阻传感器中的一种。

[0009] 本实用新型在钢管外侧设计滑轮,但并不影响整个结构的一体性,整个装置连接成一个整体,只有一条线缆引出,方便现场安装;本实用新型通过在装置中集成磁传感器与加速度传感器,整个装置实现了边坡滑移和沉降位移实时远程监测,使得一种测量装置同时实现测斜和沉降两种仪器的测量,解决了工程现场测斜仪和沉降仪需重复布设的繁琐、测量角度受限等问题,并且可实现自动化测量,无需人工参与,布设简单使用方便。

附图说明

[0010] 图1是本实用新型用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置其中一个实施例的结构示意图;

[0011] 图2是本实用新型其中一个测量单元的内部电路结构图;

[0012] 图3是本实用新型中测量单元与永磁体环的位置布置示意图;

[0013] 图4是现有技术采用磁传感器阵列的磁通量测量方法测量位移的原理图;

[0014] 图5是本实用新型用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量方法的结构原理图。

具体实施方式

[0015] 为使本实用新型实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本实用新型的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本实用新型保护的范围。

[0016] 请参阅图1,为本实用新型用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量装置其中一个实施例的结构视图,所述装置包括多个串联连接的带滑轮的钢管1,相邻两个钢管之间通过柔性关节2连接,每一钢管1内部安装有测量单元,测量时所述装置置于边坡的测斜管或沉降管内,测斜管或沉降管上对应每个钢管位置安装有永磁体。

[0017] 如图2所示,所述测量单元1包括多个磁传感器及一个三轴加速度传感器,磁传感器的数量与布置根据每个测量单元的钢管长度决定,每个传感器都配备微处理器及通信模块(例如CAN总线通信接口),用于数据采集、处理、存储及通信,并配有电源模块,确保电路板上各模块稳定供电。每个传感器及其他模块组成单个测量模块,测量模块在钢管内均匀分布。例如一个磁传感器111、一个微处理器112及一个CAN总线通信接口113组成磁传感器测量模块11,其中磁传感器111和CAN总线通信接口113分别与微处理器112连接;一个磁传感器121、一个三轴加速度传感器123、一个微处理器122及一个CAN总线通信接口124组成磁传感器与加速度传感器测量模块12,磁传感器121、三轴加速度传感器123和CAN总线通信接口124分别与微处理器122连接,磁传感器测量模块11和磁传感器与加速度传感器测量模块12之间通过各自的CAN总线通信接口使用CAN总线进行通信。所述磁传感器测量模块11用于通过检测的磁感应强度来确定永磁体的位置,进而确定测量装置的相对位移值;所述磁传感器与加速度传感器测量模块12用于通过三轴加速度传感器测量装置倾斜的角度并确定空间三维坐标,从而确定测量装置在空间三维中的变化位移,还通过磁传感器检测的磁感应强度来确定永磁体的位置,进而确定测量装置的相对位移值。

[0018] 在现场测量时,整个柔性阵列位移测量装置放置在边坡的测斜管内,测斜管在不

同的高程处布置永磁体,一节钢管的位置对应一个永磁体,例如永磁体磁环,每节钢管内部就是单个测量单元。

[0019] 每个测量单元安装时,先将磁传感器及三轴加速度传感器组成的单个传感器测量模块电路板均匀固定到半圆筒形的结构件上,固定完毕后再一起安装到钢管内。钢管采用无磁性的不锈钢、铝、铜等材料,不然会影响磁传感器的测量,磁传感器可采用Ha11(霍尔传感器)、AMR(向异性磁阻传感器)、GMR(巨磁阻传感器)、TMR(巨磁阻传感器)等中的一种类型。

[0020] 本实用新型采用磁传感器阵列的磁通量测量方法,来测量外置永磁体磁环的位置,结合三轴加速度传感器测量每个测量单元的三维姿态,运用CAN总线完成多个测量单元及阵列磁传感器的稳定通信。

[0021] 现有技术采用磁传感器阵列的磁通量测量方法测量位移的原理介绍如下:

[0022] (1) 每节测量单元都布置一个永磁体磁环,如图3所示,永磁体磁环置于整个阵列位移测量装置的外部,永磁体附近的磁传感器处将会有磁通量产生。

[0023] (2) 磁传感器测量磁路中磁感应强度,获取直流信号的电压值,最靠近磁传感器的磁通量最大,上面位置或者下面位置稍靠近的磁传感器也会有一定的磁通量。

[0024] (3) 磁传感器的磁感应强度会随永磁体的位置下降而产生变化,磁传感器输出的电压值经过放大器再经过滤波器,通过微处理器的A/D采集后变成数字信号,微处理器根据磁感应强度与永磁体和磁传感器之间位移的对应关系计算出永磁体的下沉位移,再将位移计算值通过CAN总线传输到数据采集设备。

[0025] 如图4所示,当某点位于永磁体磁环的中轴线上,与永磁体磁环的距离为X时,磁感应强度公式为:

$$[0026] \quad B(X) = \frac{Br}{2} \left[\left(\frac{L+X}{\sqrt{R^2+(L+X)^2}} - \frac{L+X}{\sqrt{r^2+(L+X)^2}} \right) - \left(\frac{X}{\sqrt{R^2+X^2}} - \frac{X}{\sqrt{r^2+X^2}} \right) \right]$$

[0027] 其中,Br为永磁体的剩磁,表示磁体所能提供的最大磁通值,R为永磁体磁环的外径,r为永磁体磁环的内径,X为某点与永磁体磁环的距离。

[0028] 虽然有对应的计算公式,但是微处理器直接根据磁传感器测量的磁感应强度来求出与永磁体磁环的距离,并不方便,而且磁传感器并不是刚好安装在磁环的中轴线上。本实用新型采用预先测量拟合曲线的方式,拟合磁传感器测量值与永磁体磁环位置值的对应曲线,再通过对应曲线计算距离值,详细说明如下。

[0029] 本实用新型实施例提供一种用于边坡滑移及沉降监测的阵列位移测量方法,其采用上述装置进行,所述方法包括如下步骤:

[0030] 步骤一、安装好每节测量单元后,将测量单元放置在电动标定台上,在测量单元外围安装永磁体磁环,为了保持数据的一致性,现场安装时也需要用同样的永磁体磁环;

[0031] 步骤二、永磁体磁环在校准平台上沿着测量单元的方向移动,每移动一小段记录此时测量单元中每个磁传感器的磁感应强度,通过每个磁传感器的位移及磁感应强度的测量数据,拟合成多项式校准曲线,如下所示;

$$[0032] \quad X = a \times B(X)^2 + d \times B(X) + e \times B(X)^{-1} + f \times B(X)^{-2} + c$$

[0033] a、d、e、f、c是校准后的系数,X为磁传感器距离永磁体磁环的位移值,B(X)为该距

离磁传感器的磁感应强度。根据磁传感器的性能不同,校准曲线的公式也会对应进行调整。

[0034] 校准平台采用电机带动轴承从而使永磁体磁环在装置的轴心方向移动,永磁体磁环与光栅尺的读数头相对固定,因此永磁体磁环移动的距离可根据光栅尺的数据得出,在校准时,先让永磁体磁环沿整个测量单元移动,每移动一个固定长度记录此时测量单元内各磁传感器的磁感应强度。

[0035] 如图5所示,两个磁传感器的距离为 L ,每个测量单元位于第一个磁传感器处,确定为当个测量单元的测量原点,但是此处是估计位置,需要以磁传感器测量值,即磁感应强度来确定,设定 B_{01} 是磁环沿整个测量单元移动时第一个磁传感器的最大值, B_{01} 值的确定是通过永磁体靠近第一磁传感器附近时运用位移值最小分辨率,永磁体每移动一步最小分辨率的位移值,记录第一磁传感器的磁感应强度的测量值,其中最大的磁感应强度测量值,即为 B_{10} 。当第一个磁传感器的测量值 $B_1=B_{10}$ 时,确定为测量原点,由于磁环沿整个测量单元移动时是按照一定的间隔量进行测量的,不可能刚好找到第一个磁传感器真正的最大值处,此时磁环会略高于或者略低于磁传感器真正的最大值处,因此要筛选出磁环到底是位于哪一位置处,需根据第二磁传感器的值来判断, $B_1=B_{10}$ 时,第二磁传感器有两个测量值, $B_2=B_{2i}$ 或者 $B_2=B_{2j}$, (其中 $B_{2i}>B_{2j}$),选择磁环在第二磁传感器较大值 B_{2i} 时为测量原点,也就是确保测量原点介于第一磁传感器与第二磁传感器的区间内。当 $B_1<B_{10}$,且 $B_2>B_{2i}$ 时,磁环向第二磁传感器移动,此时通过位移值和第一磁传感器的测量值形成多项式校准曲线。

[0036] 磁环位于第一磁传感器与第二磁传感器中间时,需确定一个位置,当从此位置再向第二磁传感器移动时,就需要第二磁传感器的值为位移的标定值,当 $B_1=B_{1k}$, $B_2=B_{2f}$ 时,把此处作为第一磁传感器与第二磁传感器的交接点,当 $B_1<B_{1k}$, $B_2>B_{1f}$ 时,通过位移值和第二磁传感器的测量值形成校准曲线,直到 $B_2=B_{2k}$, $B_3=B_{3f}$ 。

[0037] 由于位于第二传感器上下两个位置距离相等时, B_2 的值一致,因此需根据 B_1 和 B_3 的值来确定是位于具体的位置。当 $B_1>B_3$ 时,位于第二磁传感器的上方,当 $B_1<B_3$ 时,位于第二磁传感器的下方。

[0038] 磁环往第三磁传感器移动时,界定方法类推。

[0039] 因为单个磁传感器对靠近的永磁体磁环有将强的磁通量,所以其他测量单元对应的永磁体磁环对其产生的磁通量可以忽略掉,不受其影响。

[0040] 步骤三、将各测量单元所在钢管1通过柔性关节2连接,安装到测斜管或者沉降管中,虽然现场的环境产生了变化,但是磁环的安装位置与阵列位移测量装置的相对位置不变,且现场土质对磁感应强度的影响很小,因此,可根据实验室拟合的多项式校准曲线,根据磁传感器实时测量的磁感应强度,计算永磁体磁环的位移值,也就通过磁传感器的磁感应强度来确定永磁体磁环的位置,进而确定测量装置的位移值。

[0041] 步骤四、每个测量单元的磁传感器在测量下沉位移的同时,三轴加速度传感器也在测量三轴加速度传感器的空间三维姿态,通过微处理器进行数据处理后,输出传感器的三维坐标,从而定位整个测量单元的实时姿态,当传感器产生倾斜时,可以通过与初始状态坐标值的对比,确定倾斜的角度和位移值。尽管三轴加速度传感器可以算出空间三维坐标,但由于初始值是传感器的三个轴与重力方向的加速度值,所以当装置只沿重力方向向下移动时,是无法计算出沿重力方向的位移,此时可结合磁传感器测量出来的沉降位移,补偿此方法的位移,重新计算坐标值。

[0042] 通过采用CAN总线通信技术,可支持150个传感器串联接入。

[0043] 以上所述,仅为本实用新型的具体实施方式,但本实用新型的保护范围并不局限于此,任何属于本技术领域的技术人员在本实用新型揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。因此,本实用新型的保护范围应该以权利要求要求的保护范围为准。

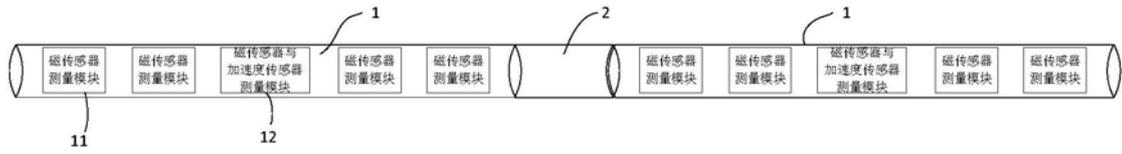


图1

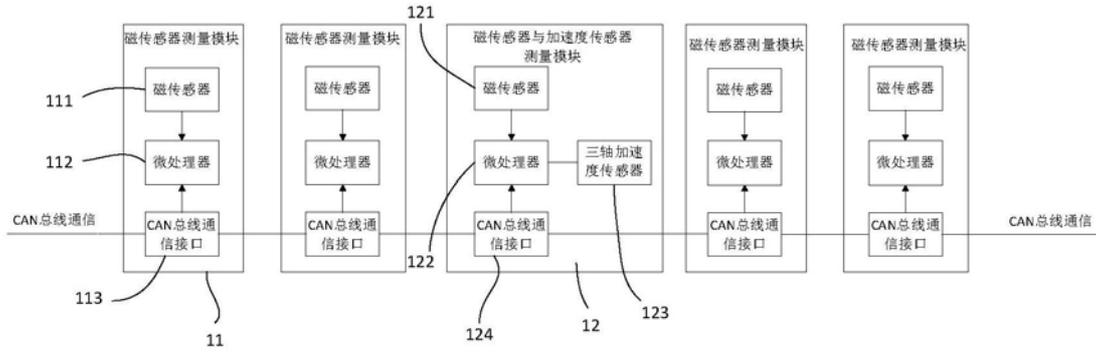


图2

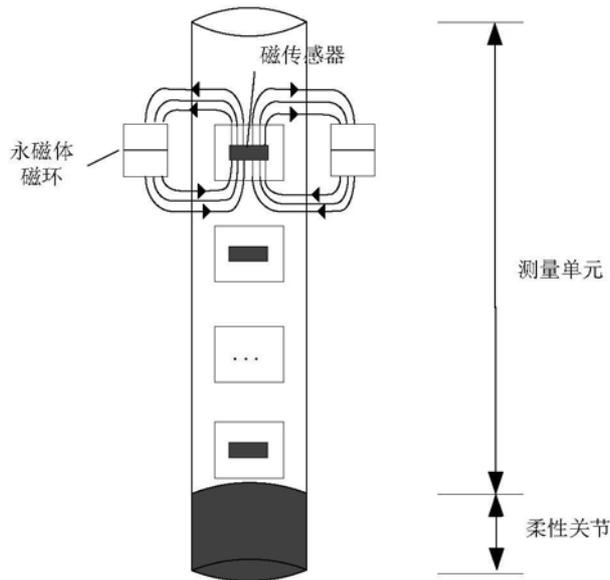


图3

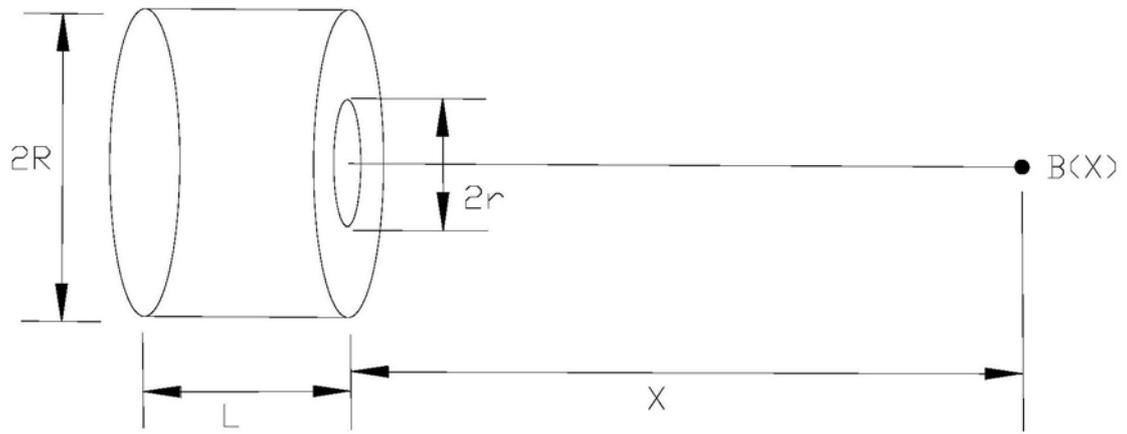


图4

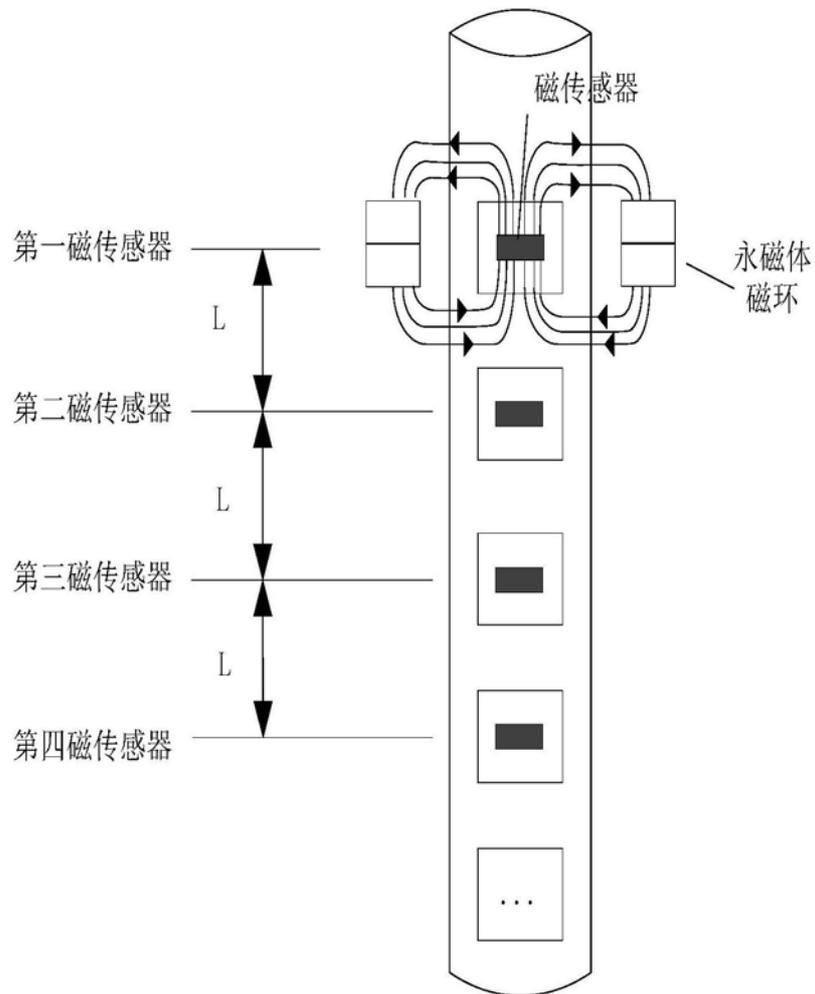


图5