(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210426413 U
(45)授权公告日 2020.04.28

(21)申请号 201921295308.8

(22)申请日 2019.08.09

(73)专利权人 基康仪器股份有限公司
地址 102488 北京市房山区良乡凯旋大街滨河西街3号

(72)发明人 谭斌 赵初林 雷霆 沈省三 赵营海

(74)专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理有限公司 11129
代理人 高丽萍

(51)Int.Cl.
G01B 7/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

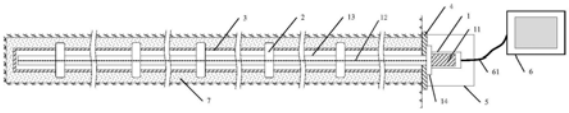
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

一种基于磁致位移传感器的多点位移测量系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种基于磁致位移传感器的多点位移测量系统，使用基于磁致位移原理的位移传感器，能够通过一支探测杆搭配任意所需数量磁体的方式实现钻孔内多个测点的位移变化测量，解决了现有技术单支传感器只能测量单一测点位移的问题，具有量程大、测量精度高、结构简单、易安装、免调试等优点。



CN 210426413 U

1.一种基于磁致位移传感器的多点位移测量系统,其特征在于,包括磁致位移传感器、若干磁体、保护管、孔口基座、保护罩和数据采集设备;

所述磁致位移传感器包括测量电路、内置波导丝的探测杆以及探测杆固定盘;所述测量电路连接波导丝;所述探测杆的长度匹配测量位置钻孔深度或匹配测量深度需要;所述探测杆固定盘一面固定连接探测杆,另一面固定连接测量电路,且探测杆固定盘直径大于探测杆外径;

所述磁体为磁性材料制作的磁环结构部件;各所述磁体分别布置在钻孔中各待测点位置且所述磁环结构外径小于测量位置钻孔内径,磁环结构内径匹配保护管外径;

所述保护管为顶部开口底部无开口的无磁性中空管;所述保护管外径匹配磁体磁环结构内径,保护管内径大于探测杆外径且保护管内部中空长度大于等于探测杆长度使探测杆插入保护管中空部分;

所述孔口基座为外径大于测量位置钻孔直径的薄片部件,且带有若干孔口固定螺栓孔、若干探测杆固定盘固定螺栓孔、磁致位移传感器固定孔以及保护罩安装位;所述孔口固定螺栓孔位于孔口基座靠近外延且大于测量位置钻孔直径;所述磁致位移传感器固定孔位于孔口基座中央位置,其开孔大小匹配探测杆外径且小于探测杆固定盘直径;

所述保护罩可拆卸的设置于孔口基座的保护罩安装位上并覆盖探测杆固定盘和测量电路;所述保护罩顶部还设有穿过电源线和信号传输电缆的开孔;

所述数据采集设备通过信号传输电缆与测量电路相连接。

2.如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述磁体为圆形磁环结构或多边形磁环结构或根据测量需要定制的非规则异形磁环结构。

3.如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述保护管还包括设置于管外壁的磁体定位点;所述磁体定位点为根据测量需要和/或测量经验所制定的钻孔内测量位置在保护管上的对应点。

4.如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述探测杆固定盘与孔口基座采用螺栓固定连接。

5.如权利要求1至4之一所述的系统,其特征在于,所述数据采集设备包括相互连接的数据记录存储电路和数据显示输出电路。

一种基于磁致位移传感器的多点位移测量系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及岩土安全监测技术领域，尤其涉及一种基于磁致位移传感器的多点位移测量系统。

背景技术

[0002] 传统用于土体分层位移(或分层沉降)的多点位移测量装置(即多点位移计)一般均采用位移传感器(如振弦式、电感式、电位计式、差动电阻式、差动变压器式)，为了测量钻孔内多个测点的位移，需要多组位移传感器、传递杆和锚固头的组合，通过在钻孔中不同深度安装锚固头并将锚固头固定在钻孔内实现对不同深度测点的位移测量。常规多点位移计的结构如图1所示，是由3-6支位移传感器、传感器安装基座及保护、位移传递杆及其保护管、锚固头等组成。通常埋设在土石坝、边坡、隧道等结构物内，测量结构物深层多个位置的相对位移、分层沉降、滑移等变形。在钻孔中不同深度安装多个锚固头(锚固头1、锚固头2、锚固头3)，锚固头包含灌浆式、液压式、弹性张弛式等类型用不同的方法锚固在钻孔内。各锚固头分别连接传递杆(位移传递杆1、位移传递杆2、位移传递杆3)及其保护管，并与位于孔口处的位移传感器连接，位移传感器均固定在传感器安装基座上，传感器安装基座被固定在孔口处。当任意锚固点处的岩土与孔口之间产生位移变化时，锚固点处的位移变化通过传递杆传递到孔口并经位移传感器感应，最终转换为电信号输出。用于土体分层位移(或分层沉降)时，一般采用一支或一支以上的位移传感器，通过在钻孔中安装锚头，连接在钻孔中，适用埋入安装的水管式沉降仪和适用于表面安装的静力水准仪，但这些设备均不能于水下环境工作，或因尺寸较大不适合狭小空间的安装。

[0003] 现有的多点位移计受工作原理的限制，存在如下缺点：1)测点数量受限，一个钻孔中最多只能布置6个测点，且测点数量越多钻孔直径要求越大；2)当有多个测点时需要多支位移传感器，钻孔中布置有多少个测点就需要多少支位移传感器；3)安装复杂。在一个钻孔需要布置对应测点数量的锚固头、传递杆及保护管；4)受使用条件及工作原理限制，用于常规多点位移计的位移传感器量程有限，量程仅有50～300mm，且传感器量程越大，相对精度越低，不能灵敏感应细微变化；5)位移传感器适应超量程能力差，当位移变化超过位移传感器量程后，需要重新调整或更换位移传感器，但大多数工程项目实际应用表明，无论是调整或是更换都难以实施或不可行。

实用新型内容

[0004] 为解决现有技术的不足，本实用新型提出一种基于磁致位移传感器的多点位移测量系统，使用基于磁致位移原理的位移传感器，实现在单根探测杆且不增加钻孔孔径的前提下布置多个测点，位移传感器测量精度高、方便调整及更换。

[0005] 为实现以上目的，本实用新型所采用的技术方案包括：

[0006] 一种基于磁致位移传感器的多点位移测量系统，其特征在于，包括磁致位移传感器、若干磁体、保护管、孔口基座、保护罩和数据采集设备；

[0007] 所述磁致位移传感器包括测量电路、内置波导丝的探测杆以及探测杆固定盘;所述测量电路连接波导丝并能够向波导丝发出激励脉冲信号;沿波导丝传播的所述激励脉冲信号在受到磁力作用下形成扭转波,所述扭转波沿波导丝传输回测量电路;所述探测杆的长度匹配测量位置钻孔深度或匹配测量深度需要;所述探测杆固定盘一面固定连接探测杆,另一面固定连接测量电路,且探测杆固定盘直径大于探测杆外径;

[0008] 所述磁体为磁性材料制作的磁环结构部件;各所述磁体分别布置在钻孔中各待测点位置且所述磁环结构外径小于测量位置钻孔内径,磁环结构内径匹配保护管外径使磁体套装在保护管上同时沿保护管轴向方向产生位移;

[0009] 所述保护管为顶部开口底部无开口的无磁性中空管;所述保护管外径匹配磁体磁环结构内径使磁体套装在保护管上,保护管内径大于探测杆外径且保护管内部中空长度大于等于探测杆长度使探测杆插入保护管中空部分;

[0010] 所述孔口基座为外径大于测量位置钻孔直径的薄片部件,且带有若干孔口固定螺栓孔、若干探测杆固定盘固定螺栓孔、磁致位移传感器固定孔以及保护罩安装位;所述孔口固定螺栓孔位于孔口基座靠近外延且大于测量位置钻孔直径;所述磁致位移传感器固定孔位于孔口基座中央位置,其开孔大小匹配探测杆外径且小于探测杆固定盘直径使探测杆插入同时稳定承载探测杆固定盘;

[0011] 所述保护罩可拆卸的设置于孔口基座的保护罩安装位上并覆盖探测杆固定盘和测量电路;所述保护罩顶部还设有穿过电源线和信号传输电缆的开孔;

[0012] 所述数据采集设备通过信号传输电缆与测量电路相连接,所述磁体相对于探测杆的位置变化被测量电路测量计算得到磁体位移测量数据进而通过信号传输电缆输出至数据采集设备。

[0013] 进一步地,所述磁体为圆形磁环结构或多边形磁环结构或根据测量需要定制的非规则异形磁环结构。

[0014] 进一步地,所述保护管还包括设置于管外壁的磁体定位点用以定位磁体套装在保护管上的位置;所述磁体定位点为根据测量需要和/或测量经验所制定的钻孔内测量位置在保护管上的对应点。

[0015] 进一步地,所述探测杆固定盘与孔口基座采用螺栓固定连接。

[0016] 进一步地,所述数据采集设备包括相互连接的数据记录存储电路和数据显示输出电路,所述数据记录存储电路用于存储记录磁体位移测量数据,再由数据显示输出电路输出显示各磁体位移方向和位移距离。

[0017] 本实用新型的有益效果为:

[0018] 采用本实用新型所述基于磁致位移传感器的多点位移测量系统对目标位置实施位移变化测量,能够通过一支探测杆搭配任意所需数量磁体的方式实现钻孔内多个测点的位移变化测量,解决了现有技术单支传感器只能测量单一位置位移故常规多点位移计需要多支位移传感器和等同数量的锚固件、等同数量的传递杆的问题;同时突破了现有技术同一钻孔内只能同时对6个测点进行测量的限制,根据实际测量需要增添磁体数量,可以轻松实现对单一钻孔10个以上测点的测量支持。本实用新型所述系统中的各组件均为硬件设备,各硬件设备相互协同工作,采用磁体位移产生的扭转波对位移进行测量,相较现有技术具有量程大、测量精度高的优点;由于磁体不直接与探测杆接触或连接,使其可以根据土体

位移自由移动，量程不受探测杆结构限制；使用扭转波回传时间计算位移大小，其测量分辨率接近无限大，能够满足各种精度的位移测量需求。本实用新型所述系统与现有技术相比，无需使用复杂的多至探测计结构，具有结构简单、易安装、免调试的特点，钻孔完成后安装磁体、保护管、孔口基座及回填灌浆，最后将磁致位移传感器推入固定即可，有效缩短安装时间及降低安装难度，同时结构的简化使得体积较常规多点位移计大大减小，也易于后期使用维护及维修，即使磁致位移传感器出现故障，只需将磁致位移传感器整体抽出更换即可，降低使用成本，可适用场景更广泛。不仅适应各种方向的钻孔安装，还可用于填土安装以测量土体的沉降。

附图说明

[0019] 图1为多点位移测量现有技术示意图。

[0020] 图2为本实用新型基于磁致位移传感器的多点位移测量系统示意图。

[0021] 图3为本实用新型孔口基座的一种实施例示意图。

[0022] 附图编号说明：1-磁致位移传感器、11-测量电路、12-波导丝、13-探测杆、14-探测杆固定盘、2-磁体、3-保护管、4-孔口基座、41-孔口固定螺栓孔、42-探测杆固定盘固定螺栓孔、43-磁致位移传感器固定孔、44-保护罩安装位、5-保护罩、6-数据采集设备、61-信号传输电缆、7-固定材料。

具体实施方式

[0023] 为了更清楚的理解本实用新型的内容，将结合附图和实施例详细说明。

[0024] 如图2所示为本实用新型基于磁致位移传感器的多点位移测量系统示意图，包括磁致位移传感器1、若干磁体2、保护管3、孔口基座4、保护罩5和数据采集设备6，其中磁致位移传感器1(也可称为是磁致伸缩位移传感器)具有量程大、测量精度高及无限分辨力的特点，包括测量电路11、内置波导丝12的探测杆13(探测杆也可称为是波导管)以及探测杆固定盘14。测量电路11连接波导丝12并能够向波导丝12发出激励脉冲信号，沿波导丝12传播的激励脉冲信号在受到磁力作用下形成扭转波，该扭转波沿波导丝12传输回测量电路11，通过测量激励脉冲发出至扭转波的回传时间，从而确定磁铁的位置；探测杆13的长度匹配测量位置钻孔深度或匹配测量深度需要；探测杆固定盘14一面固定连接探测杆13，另一面固定连接测量电路11，且探测杆固定盘14直径大于探测杆13外径。磁体2为磁性材料制作的磁环结构部件，具体可以为圆形磁环结构(如环形磁铁)或多边形磁环结构(如带孔的方形磁铁)或根据测量需要定制的非规则异形磁环结构(如不带孔的异形磁铁)；各磁体2分别布置在钻孔中各待测点位置(在钻孔中或埋入土体中的数量不受限制)且所述磁环结构外径小于测量位置钻孔内径，磁环结构内径匹配保护管3外径使磁体2可以套装在保护管3上同时能够沿保护管3轴向方向产生位移。利用一支磁致位移传感器1的探测杆13允许以一定间隔设置多个磁体2形成多个位置检测点的原理，在一个定长的探测杆13上设置两个以上的磁体2，从而形成多点位移检测装置。保护管3为顶部开口底部无开口的无磁性中空管，保护管3外径匹配磁体2磁环结构内径使磁体2套装在保护管3上，保护管3内径大于探测杆13外径且保护管3内部中空长度不小于探测杆13长度使探测杆13能够无障碍地插入保护管3中空部分。由于保护管3的内径大于探测杆13的外径，在水泥浆完全固化后方便将磁致位移传

感器1推入到保护管3内，直至全部推入为止，最后将磁致位移传感器1末端用螺栓固定在孔口基座4上。或利用沉降盘将磁体2固定在保护管3上侧随土石体填筑安装，按照预定的间隔嵌套套在保护管3上，按照预定的间隔通过回填砂石料被固定在土体中。保护管3为非导磁材料的金属或非金属管，用于隔离探测杆13，使得探测杆13在保护管3中是自由的，即探测杆13不因各测点磁铁的位置变化被拉长或压缩。进一步优选地，保护管5还可以包括设置于管外壁的磁体定位点用以定位磁体2套装在保护管3上的位置；该磁体定位点为根据测量需要或者是根据测量经验所制定的钻孔内测量位置在保护管3上的对应点。

[0025] 孔口基座4用于固定磁致位移传感器1，固定方式为可拆卸的螺栓，孔口基座4为外径大于测量位置钻孔直径的薄片部件，且如图3(截面图和正视图)所示带有若干孔口固定螺栓孔41、若干探测杆固定盘固定螺栓孔42、磁致位移传感器固定孔43以及保护罩安装位44；孔口固定螺栓孔41位于孔口基座4靠近外延且大于测量位置钻孔直径，磁致位移传感器固定孔43位于孔口基座4中央位置且其开孔大小匹配探测杆13外径且小于探测杆固定盘14直径使探测杆13能够无障碍地插入同时稳定承载探测杆固定盘14。保护罩5可拆卸的设置于孔口基座4的保护罩安装位44上并能够完整覆盖探测杆固定盘14和测量电路11；保护罩5顶部还设有穿过电源线和信号传输电缆的开孔。数据采集设备6通过信号传输电缆61与测量电路11相连接，当孔内的任何磁体2即测点相对孔口方向产生轴向位移时，磁体2相对探测杆13的位置变化，其位置变换量被磁致位移传感器1内置的测量电路11测量计算得到磁体位移测量数据进而通过信号传输电缆61输出至数据采集设备6完成数据的记录及显示。

[0026] 进一步地，数据采集设备优选包括相互连接的数据记录存储电路和数据显示输出电路，数据记录存储电路用于存储记录磁体位移测量数据，再由数据显示输出电路输出显示各磁体位移方向和位移距离。

[0027] 安装所述系统过程中，首先根据预先确定的磁体2的安装位置，各磁体2分别布置在钻孔中各待测点位置，将所需磁体2按照安装位置套装在保护管3上并将设置有磁体3的保护管3装入钻孔，或使用液压膨胀环/膨胀卡将磁体固定于钻孔内，或使用非磁性沉降盘将磁体2按照安装位置预先固定在保护管3上并将设置有磁体2的保护管3装入钻孔；使用固定材料7对保护管3与钻孔之间的空隙进行回填固定，使用的固定材料可以是水泥砂浆、砂石料、沙土等；使用螺栓将如图3所示的孔口基座4通过孔口固定螺栓孔41固定安装于钻孔孔口并确保孔口基座4上的磁致位移传感器固定孔43与保护管顶部开口对齐；将探测杆13从磁致位移传感器固定孔43插入保护管3内直至探测杆固定盘14与孔口基座4相接触，使用螺栓将探测杆固定盘14固定于孔口基座4上的探测杆固定盘固定螺栓孔42；将电源线与电源相连接，将数据采集设备6通过信号传输电缆61与测量电路11相连接，保护罩5对应安装在孔口基座保护罩安装位44上。

[0028] 本实用新型基于磁致位移传感器的多点位移测量系统基于磁致伸缩原理的磁致位移传感器1结合多个磁体2，以测量土石体内部多个位置的位移变化，可作为岩土、土石石体分层位移或沉降变化测量装置，如用于边坡、隧道、地下硐室、土石坝体等的深部位移变化和分层沉降变化的测量。在不增加钻孔孔径等要求的前提下，该系统可以布置7个以上的测点，最多可达20个测点或更多。并且该多点位移测量系统具有结构简单、相对精度更高、方便更换等优点。

[0029] 使用本实用新型所述系统进行多点位移测量的具体方法优选包括如下步骤：

[0030] A、在需要测量的钻孔安装设置基于磁致位移传感器的多点位移测量系统；该步骤具体可优选为下述步骤A1-A6：

[0031] A1、根据测量需要确定要使用的磁体数量n，即确定钻孔内的测量点数量为n，同时确定n个测量点分别所处的位置以确定磁体安装位置；

[0032] A2、在需要测量的钻孔内依据预先确定的磁体数量n以及各磁体安装位置设置并固定n个磁体和保护管；该步骤进一步具体地，包括将n个磁体按照安装位置预先套装在保护管上并将设置有磁体的保护管装入钻孔，或使用液压膨胀环/膨胀卡将磁体固定于钻孔内，或使用非磁性沉降盘将n个磁体按照安装位置预先固定在保护管上并将设置有磁体的保护管装入钻孔；所述液压膨胀环/膨胀卡是一种在坚硬岩石钻孔中直接安装的一种固定部件，液压膨胀环/膨胀卡是用磁体结合液压的膨胀部环/膨胀卡，安装时连接液压管加压使膨胀环膨胀后产生永久变形或利用专用工具将膨胀卡释放，就可以将磁体固定在钻孔内，使用这种方法不必须灌注水泥浆，也是锚固头常用的方法之一。

[0033] A3、使用固定材料对保护管与钻孔之间的空隙进行回填固定；采用的固定材料可以是水泥砂浆、砂石料、沙土等；

[0034] A4、使用螺栓将孔口基座固定安装于钻孔孔口并确保孔口基座上的磁致位移传感器固定孔与保护管顶部开口对齐；

[0035] A5、将探测杆从磁致位移传感器固定孔插入保护管内直至探测杆固定盘与孔口基座相接触，使用螺栓将探测杆固定盘固定于孔口基座；

[0036] A6、将电源线与电源相连接，保护罩对应安装在孔口基座保护罩安装位上。

[0037] B、分别设定每个磁体的基准扭转波回传时间及其所对应的磁体基准位置；该步骤具体可优选为下述步骤B1-B4：

[0038] B1、在系统设置到位后，测量电路向波导丝发送一次激励脉冲信号；

[0039] B2、激励脉冲信号在波导丝内以固定速度传播过程中受磁体影响产生扭转波，扭转波以固定速度回传至测量电路；由于系统内n个磁体相对测量电路距离有远近差异使每个磁体所产生扭转波回传到测量电路的所需时间有长短差异；

[0040] B3、测量电路记录每个磁体所产生扭转波回传到测量电路的所需时间并将所需时间与各磁体安装位置相对应，即得到钻孔内各测量点分别所处的位置的扭转波回传时间；

[0041] B4、重复执行若干次分步骤B1至B3，取有效记录的平均值为每个磁体的基准扭转波回传时间；所述有效记录为各次记录中相对偏差小于正负5％的所有回传时间的集合。

[0042] C、测量电路连续向波导丝发送激励脉冲信号并持续接收对应各磁体的反馈扭转波。

[0043] D、测量电路比对接收到的各磁体的反馈扭转波回传时间与该磁体的基准扭转波回传时间之间的相对误差，并依据相对误差计算各磁体的位移方向和位移距离；反馈扭转波回传时间大于该磁体基准扭转波回传时间，即该磁体沿保护管/探测杆轴向远离或接近测量电路方向发生位移；反馈扭转波回传时间小于该磁体基准扭转波回传时间，即该磁体沿保护管/探测杆轴向向靠近测量电路方向发生位移；位移大小与反馈扭转波回传时间以及基准扭转波回传时间之间相对误差的绝对值成正比。

[0044] E、测量电路将计算得到的各磁体位移方向和位移距离发送至数据采集设备，通过数据采集设备存储记录并输出显示各磁体位移方向和位移距离。

[0045] 以上所述仅为本实用新型较佳的具体实施方式，但本实用新型的保护范围并不局限于此，任何熟悉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等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书的保护范围为准。

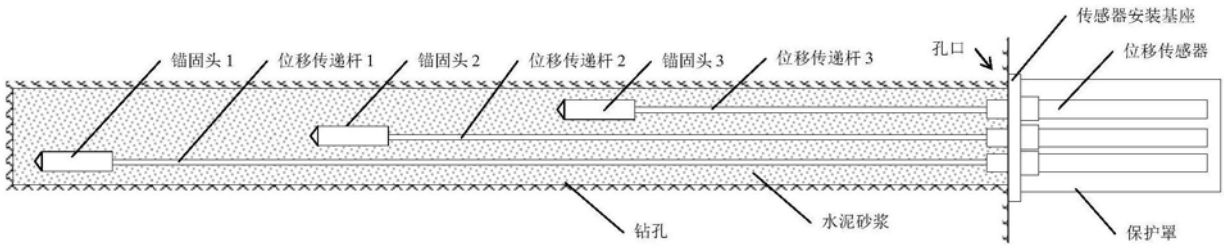

锚固头 1
位移传递杆 1
锚固头 2
位移传递杆 2
锚固头 3
位移传递杆 3
孔口
传感器安装基座
位移传感器
钻孔
水泥砂浆
保护罩

图1

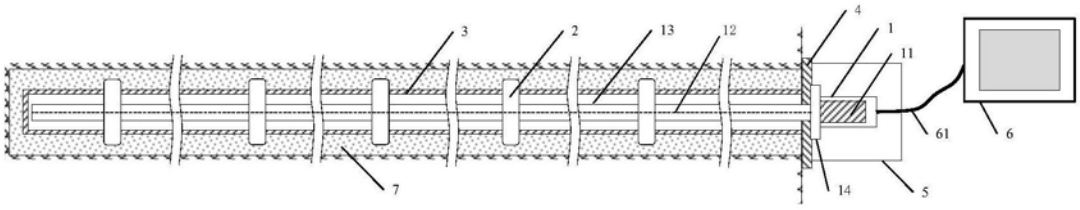

3
2
13
12
4
1
11
61
6
7
14
5

图2

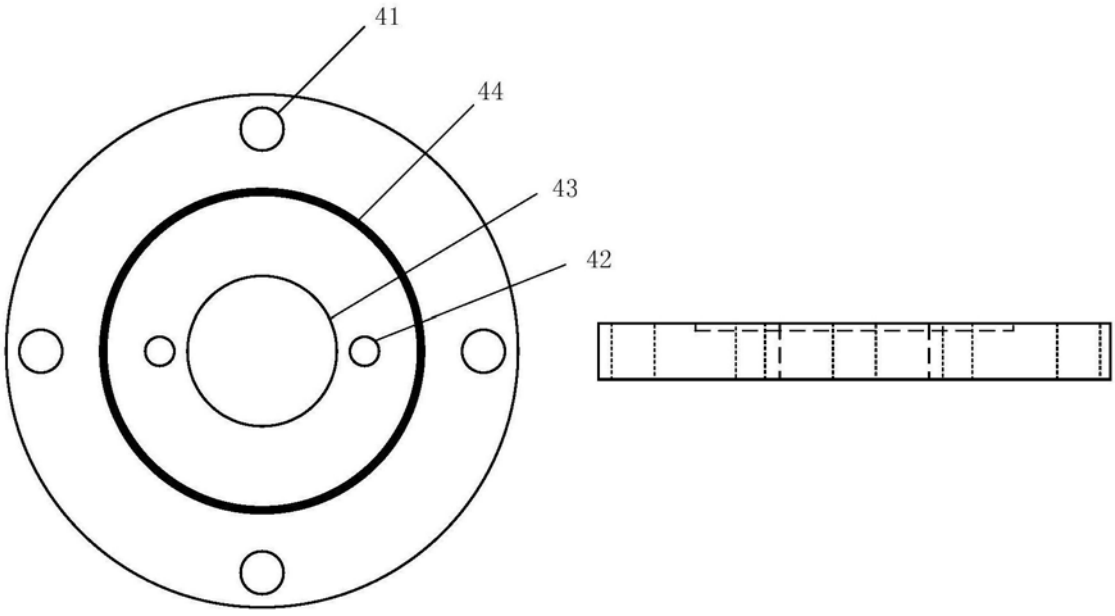

41
44
43
42

图3