



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106199730 B

(45)授权公告日 2019.08.20

(21)申请号 201610506546.3

G08C 17/02(2006.01)

(22)申请日 2016.06.30

审查员 魏冬

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106199730 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(73)专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 聂利超 郭谦 刘斌 李术才

任玉晓 王传武 李兵 王厚同

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司

37221

代理人 赵敏玲

(51)Int.Cl.

G01V 3/02(2006.01)

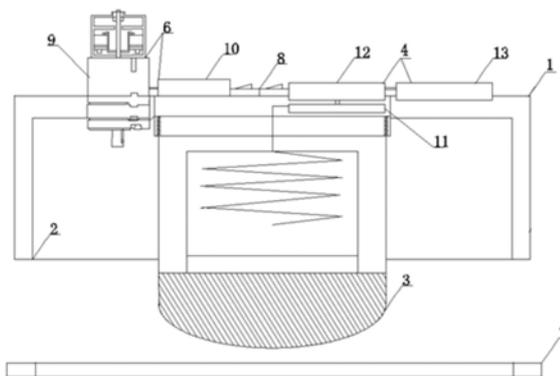
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

地下工程激发极化超前地质预报无线快速采集系统及方法

(57)摘要

本发明公开了地下工程极化超前地质预报无线快速采集系统,包括支架,在支架的一侧安装不极化电极,另一侧设有用于将支架吸附到掌子面的真空发生模块;密封圈,设于掌子面表面用于支撑支架;无线采集及通讯模块,设于支架上,包括无线传输模块和数据采集模块,数据采集模块与不极化电极连接;本发明提出的快速采集系统通过无线通讯控制切换电极避免了人工跑极,实现了探测电极采集传输切换的自动化控制,同时各电极由各自独立的单路采集模块并行采集,改进了传统的顺序采集方式,极大地缩短了采集时间;本发明提出的快速采集系统探测全过程速度快,效率高,即安即测,可在隧道各施工工序间隙完成,不影响正常施工。



1. 地下工程极化超前地质预报无线快速采集系统,其特征在于,包括:

支架,在支架的一侧安装不极化电极,另一侧设有用于将支架吸附到掌子面的真空发生模块;

密封圈,设于掌子面表面用于支撑支架;

无线采集及通讯模块,设于支架上,包括无线传输模块和数据采集模块,数据采集模块与不极化电极连接;

所述不极化电极的一端部为导电布封装的电极接触端,电极接触端与电极筒连接,电极筒内储存有硫酸铜溶液,硫酸铜溶液渗入电极接触端后,形成泥状导电介质,使得整个电极接触端为柔性;电极筒内自底部向上固定有螺旋状铜丝,铜丝浸润于硫酸铜溶液内;电极筒底端外侧末端设有套丝,铜丝在电极筒底露出与外接线缆连接;

数据处理模块,其与数据采集模块连接并通过无线传输模块将采集的信息传送到测试主机;

所述支架为内部空心的筒体,所述不极化电极嵌于筒体内且端部从支架突出,所述电极筒与电极接触端之间设有用于硫酸铜溶液通过的多孔陶瓷材料盖板;

所述数据采集模块与数据处理模块之间设有隔离滤波模块,所述数据采集模块为单通道电信号数据采集卡;

在支架上设多个模块集成卡槽,不极化电极、真空发生模块、数据采集模块、隔离滤波模块、无线传输模块与数据处理模块均经由模块集成卡槽安装于支架上,形成一个独立探测装置;

数据采集模块一端与不极化电极连接,用以采集电极电位信息,一端连接隔离滤波模块,数据采集模块中的单通道采集卡所采集的电位信息进行去噪处理,经过处理后的电位信息在数据处理模块的控制下,经由无线传输模块进行收发操作。

2. 如权利要求1所述的无线快速采集系统,其特征在於,所述数据处理模块设于支架表面或内部。

3. 如权利要求1所述的无线快速采集系统,其特征在於,所述真空发生模块为真空泵,真空泵与调速器连接或为调速真空泵。

4. 如权利要求1所述的无线快速采集系统,其特征在於,电极接触端内材料为鳞片石墨。

5. 如权利要求1所述的无线快速采集系统,其特征在於,所述密封圈为乙醇基底瓜尔豆胶预制密封环。

6. 地下工程极化超前地质预报无线快速采集方法,其特征在於,采用如权利要求1-5中任一项所述的无线快速采集系统,具体使用方法如下:

1) 在地下工程的掌子面设置选择多个测点;

2) 将密封圈安置在测点上;

3) 通过真空发生模块将支架吸附通过密封圈吸附在掌子面上;

4) 由测试主机控制数据采集模块测量电极电位信息并反馈给测试主机;

具体步骤如下:

(1) 技术人员携带快速布置无线探测装置进入待探测隧道掌子面区域,根据实际掌子面情况选取测量点数目与位置;

(2) 根据选定测点数目取对应的独立探测装置,密封圈在湿润掌子面上将起伏不平处填充完全后将快速安装装置的装置集成模块吸附面向内按压于掌子面密封圈上,打开电源与开关后调速器控制真空发生模块工作,待真空泵工作完毕后,无线快速布置装置则被快速布置于掌子面指定位置,随即打开采集通讯设备处理模块开关等待接收测试主机单元的探测指令,之后依次布置其他掌子面上快速采集装置作为M测点,另外,在隧道后部边墙处以相同方式布置一个快速采集装置作为N测点;

(3) 打开测试主机单元的探测软件,隧道边墙供电后上位机传输模块发送采集指令,探测装置无线传输模块依次接收指令,处理模块控制采集模块采集所连接接触式不极化电极电位信息,采集数据经由隔离滤波模块处理后,数据反馈至工控机随即被工控机存储,各模块采集同步进行,极大提高探测速率;

(4) 数据采集完成后,对于可能出现的不良地质体进行三维反演定位成像,在正演计算的基础上经反演迭代得到工作面前方地质体的三维电阻率图像,实现含水体的三维定位。

地下工程激发极化超前地质预报无线快速采集系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道及地下巷道工程激发极化超前地质预报领域,具体说是地下工程极化超前地质预报无线快速采集系统及方法。

背景技术

[0002] 随着国民经济的飞速发展和国家建设的战略需求,我国隧道工程建设项目与日俱增,建设难度也越来越大,并成为了世界隧道及地下工程建设规模最大,建设速度最快的国家。截至2013年底,我国已建成公路隧道11359座,总长9606公里;我国已有运营铁路隧道11074座,总长8939公里;围绕多个世界级水利工程,建设各类水工隧道超过10000公里。

[0003] 然而在隧道施工过程中,隧址区沿线往往存在含水构造,导水通道,泥质夹层等不良地质体,形成易导致突水突泥等重大灾害的灾害源。特别是随着水利水电工程和交通工程建设重点向地形地质条件极端复杂的西部山区和岩溶地区转移,我国隧道工程大多具有洞线长、埋深大、地质环境复杂等特点,使得施工前期勘察难以确定沿线突水突泥灾害源。故而,在施工过程中对于掌子面前方不良地质体位置、形态、赋水情况的超前探测,对于此类事故的防控预警尤为重要。

[0004] 目前,在隧道施工中使用的地球物理勘探方法及设备主要有地震波反射法、电法和电磁法。电法类超前地质预报方法主要有矿井电阻率法与激发极化法,而激发极化法对水体的位置和估算水量方面有较好的优势,因而激发极化法被广泛应用于隧道突涌水灾害源的超前探测中,是最有前景的隧道工程超前地质探测方法之一。同时,在隧道中应用激发极化方法进行数据采集的过程中也存在着许多问题:

[0005] 1) 传统探测过程中,采用掌子面钻孔的方法布设电极,需要在掌子面进行大量的钻孔工作,费时费力;

[0006] 2) 掌子面所布设的大量探测电极(20个以上)带有大量线缆,不仅在探测过程中占据整个掌子面前方空间,也使得探测收线放线等过程都十分繁复,同时大量线缆与电极难以运输和携带;

[0007] 3) 传统电极本身具有较强的极化效应,而现有不极化电极与岩面又有较大的接地电阻,难以实现小接地电阻条件下的激发极化采集,此外,传统电极的测量跑极需要人工手动操作,操作不便、工作效率低下。

发明内容

[0008] 针对上述问题,为了解决现有技术的不足,本发明提供一种能实现快速安装的、可避免大量掌子面钻孔工作的、通过无线方式传输的适用于隧道等地下工程极化超前地质预报无线快速采集系统及方法。

[0009] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0010] 地下工程极化超前地质预报无线快速采集系统,包括:

[0011] 支架,在支架的一侧安装不极化电极,另一侧设有用于将支架吸附到掌子面的真

空发生模块,这样能将支架快速安装在掌子面上,简单方便;

[0012] 密封圈,设于掌子面表面用于支撑支架,通过密封圈的设置进一步保证了不极化电极的稳定安装;

[0013] 无线采集及通讯模块,设于支架上,包括无线传输模块和数据采集模块,数据采集模块与不极化电极连接;

[0014] 数据处理模块,其与数据采集模块连接并通过无线传输模块将采集的信息传送到测试主机。

[0015] 本发明的快速采集系统,能实现快速安装,并且通过无线传输模块与测试主机连接,无需钻孔、布线,安装方便。

[0016] 无线传输模块以单片收发芯片为集成基础,链路层集成于模块上以便于嵌入式应用。选用高速率传输以降低空中传输时间,提高探测效率的同时降低传输碰撞。集成高速信号处理部分,采用应答模式通信,自动产生应答信号并重发丢失数据包,避免通讯丢包产生的探测数据遗失。

[0017] 数据处理模块用以控制采集通讯设备各模块工作,处理模块上设按键开关,打开开关则无线传输模块工作。无线传输模块接收工控机指令信号后,控制采集模块与隔离滤波模块工作,随即控制无线传输模块将采集数据反馈给测试主机。

[0018] 测试主机单元由上位工控机与分时复用无线传输模块组成。其中,工控机安装专有采集软件,用以控制指令的发出以及探测数据的收集与存储;分时复用无线传输模块可实现探测指令与探测数据的同期发送与接收。

[0019] 进一步地,所述数据处理模块设于支架表面或内部,为了方便检修,优选设于支架表面。

[0020] 进一步地,为了方便拿取,所述支架为内部空心的筒体,因为支架要固定于掌子面上,所述不极化电极嵌于筒体内且端部从支架突出,安装时,不极化电极的突出端部穿过支撑圈与掌子面接触。

[0021] 进一步地,所述真空发生模块为真空泵,真空泵与调速器连接,或选用调速真空泵,并且真空泵与电源连接,电源为干电池并通过开关控制真空泵的动作。

[0022] 进一步地,所述数据采集模块与数据处理模块之间设有隔离滤波模块,所述数据采集模块为单通道电信号数据采集卡,所述信号采集模块为具有较高精度、分辨率以及采集频率的单通道电信号数据采集卡,数据采集模块与不极化电极相连接以不极化电极为被测单元,在数据处理模块控制下采集其中电信号,采集信息经由AD芯片转换后数据缓存,等待处理模块指令由无线传输模块发送。

[0023] 所述隔离滤波模块嵌入数据采集模块,对采集信号进行隔离并通过八阶巴特沃斯滤波器滤波,降低噪声,提高信噪比。

[0024] 进一步地,所述不极化电极的一端部为导电布封装的电极接触端,电极接触端与电极筒连接,电极筒内储存有硫酸铜溶液,硫酸铜溶液渗入电极接触端后,形成泥状导电介质,使得整个电极接触端为柔性,当安装完成后挤压于掌子面的电极接触端可随凹凸不平的掌子面形态变形,从而与掌子面良好耦合;电极筒内自底部向上固定有螺旋状铜丝,铜丝浸润于硫酸铜溶液内,通过硫酸铜溶液与铜丝间的离子交换导电从而减小了极化电位差,满足了激发极化效应探测要求。电极筒底端外侧末端设有套丝,铜丝在电极筒底露出与外

接线缆连接。

[0025] 进一步地,电极接触端内材料为鳞片石墨。

[0026] 进一步地,所述电极筒与电极接触端之间设有用于硫酸铜溶液通过的多孔陶瓷材料盖板,该盖板与电极接触端固定连接。

[0027] 进一步地,所述密封圈为乙醇基底瓜尔豆胶预制密封环,使用时垫于掌子面与采集系统之间,密封圈材料在湿润掌子面上呈固体凝胶状,可完全填充吸附面与粗糙掌子面间缝隙,且密封圈材料为天然制剂,不会污染施工环境。

[0028] 地下工程极化超前地质预报无线快速采集方法,采用所述的无线快速采集系统,具体使用方法如下:

[0029] 1) 在地下工程的掌子面设置选择多个测点;

[0030] 2) 将密封圈安置在测点上;

[0031] 3) 通过真空发生模块将支架吸附通过密封圈吸附在掌子面上;

[0032] 4) 由测试主机控制数据采集模块测量电极电位信息并反馈给测试主机。

[0033] 具体的说,具体步骤如下:

[0034] (1) 技术人员携带快速布置无线探测装置进入待探测隧道掌子面区域,根据实际掌子面情况选取测量点数目与位置。

[0035] (2) 根据选定测点数目取对应的独立探测装置,密封圈在湿润掌子面上将起伏不平处填充完全后将快速安装装置的装置集成模块吸附面向内按压于掌子面密封圈上,打开电源与开关后调速器控制真空发生模块工作,待真空泵工作完毕后,无线快速布置装置则被快速布置于掌子面指定位置,随即打开采集通讯设备处理模块开关等待接收测试主机单元的探测指令。之后依次布置其他掌子面上快速采集装置作为M测点。另外,在隧道后部边墙处以相同方式布置一个快速采集装置作为N测点。

[0036] (3) 打开测试主机单元的探测软件,隧道边墙供电后上位机传输模块发送采集指令,探测装置无线传输模块依次接收指令,处理模块控制采集模块采集所连接接触式不极化电极电位信息,采集数据经由隔离滤波模块处理后,数据反馈至工控机随即被工控机存储。各模块采集同步进行,极大提高探测速率。

[0037] (4) 数据采集完成后,对于可能出现的不良地质体进行三维反演定位成像,在正演计算的基础上经反演迭代得到工作面前方地质体的三维电阻率图像,实现含水体的三维定位。

[0038] 本发明的有益效果是:

[0039] 1) 本发明提出的快速采集系统实现了测量电极在隧道掌子面快速便捷的布置与可靠的固定,避免了传统探测过程的大量钻孔,大幅缩短了隧道激发极化超前预报的探测电极安置时间,简化了布置过程,提高了探测效率。

[0040] 2) 本发明提出的快速采集系统实现了主机与各个探测电极间传输指令与探测数据的无线传输,避免了大量线缆繁复布置的同时也使得整个探测过程不必占据整个工作面前方空间。

[0041] 3) 本发明提出的快速采集系统通过不极化耦合电极配合空气负压挤压于掌子面的方式克服了传统金属电极本身极化的不足和现有不极化电极接地电阻较大的缺点,实现的激发极化数据的接触式采集。

[0042] 4) 本发明提出的快速采集系统通过无线通讯控制切换电极避免了人工跑极,实现了探测电极采集传输切换的自动化控制,同时各电极由各自独立的单路采集模块并行采集,改进了传统的顺序采集方式,极大地缩短了采集时间。

[0043] 5) 本发明提出的快速采集系统探测全过程速度快,效率高,即安即测,可在隧道各施工工序间隙完成,不影响正常施工。

[0044] 6) 本发明提出的快速采集系统各设备与模块间相互独立,便于维修保养,且不会在作业现场因个别模块问题影响整个探测过程。

附图说明

[0045] 图1是本发明无线快速采集装置工作示意图;

[0046] 图2是本发明无线快速采集装置剖面示意图;

[0047] 图3是本发明无线快速采集设备示意图;

[0048] 图4是本发明采集通讯设备示意图;

[0049] 图5是本发明接触式不极化电极设备示意图;

[0050] 其中,1.无线快速采集装置,2.支架,3.不极化电极,4.无线采集及通讯单元,5.泥状导电介质,6.真空发生模块,7.密封圈,8.电源与开关,9.真空泵,10.调速器,11.电信号采集模块,12.隔离滤波模块,13.无线传输与数据处理模块,14.单通道采集卡,15.隔离模块,16.滤波模块,17.无线通讯模块,18.数据处理模块,19.电极筒,20.陶瓷盖板,21.硫酸铜溶液,22.螺旋状铜丝,23.电极接触端,24.导电布。

具体实施方式

[0051] 下面结合说明书附图和具体实施例对本发明作进一步的描述:

[0052] 本发明提供的地下工程极化超前地质预报无线快速采集系统,由支架2,接触式不极化电极3,无线采集及通讯单元4和测试主机组成。

[0053] 如图2和图3所示,在支架2上设多个模块集成卡槽,接触式不极化电极3,真空发生模块6,数据采集模块即电信号采集模块11,隔离滤波模块12,无线传输与处理模块13均经由模块集成卡槽安装于支架2上,这样就形成一个独立探测装置。其中,真空发生模块6包括真空泵9与调速器10,调速器10一端连接真空泵9以控制其启动以及工作速率,真空发生模块另一端与电源与开关8连接,手动打开电源按钮后,电源可提供真空发生模块6工作所用电量。无线采集及通讯单元4所包含的电信号采集模块11,隔离滤波模块12,无线传输与数据处理模块13安装于支架的对应卡槽之上,电信号采集模块11一端与接触式不极化电极3连接,用以采集电极电位信息,一端连接隔离滤波模块12,电信号采集模块11中的单通道采集卡14所采集的电位信息经由隔离模块15和八阶巴特沃斯滤波模块16去噪,经过处理后的探测信息在数据处理模块18的控制下,经由无线通讯模块17进行收发操作,如图4所示。

[0054] 支架2为碳纤维制成的中空圆柱状外壳,支架2内表面设有连接螺纹,螺纹与接触式不极化电极3底端套丝对应,用于接触式不极化电极3的拆装,快速布置时支架2的空心面面向掌子面安置。

[0055] 真空泵9为微型隔膜真空泵,其中,微型隔膜真空泵内含直流电机,电机驱动隔膜往复运动配合单向阀的张开闭合形成真空效果。真空泵电机线接入调速器内的调速电位

器,用以控制真空泵启动及其工作速率,调速器电源线外接于电源电池。

[0056] 如图5所示,所述不极化电极的一端部为导电布封装的电极接触端23,电极接触端23与电极筒19连接,电极筒19内储存有硫酸铜溶液21,硫酸铜溶液21渗入电极接触端23后,形成泥状导电介质5,使得整个电极接触端23为柔性,当安装完成后挤压于掌子面的电极接触端可随凹凸不平的掌子面形态变形,从而与掌子面良好耦合;电极筒19内自底部向上固定有螺旋状铜丝22,铜丝浸润于硫酸铜溶液21内。

[0057] 在实际探测过程中,技术人员根据实际探测隧道掌子面情况选定探测点布置的布置位置与探测点数量,如图1所示,以在隧道掌子面布设两条测线,每条测线各十个测点为例,依次取二十个无线快速采集装置1进行布置。单个快速布置无线快速采集装置1布置时,取出密封圈7置于选定的测点,无线快速采集装置1吸附面朝向隧道掌子面按压于掌子面上铺垫的密封圈7,密封圈7在湿润掌子面上将起伏不平的掌子面与吸附面间孔隙填充完全后,打开电源与开关8的左侧真空发生开关,如图2所示,真空发生模块6中的调速器10控制真空泵9工作,迅速在吸附面内形成负压同时,接触式不极化电极3的柔性电极接触端23也被紧压于掌子面并与之紧密耦合,电极筒19内贮存的硫酸铜溶液21经多孔陶瓷盖板20渗入导电布24包裹的泥状导电介质5,无线快速采集装置1在气压作用下完成在掌子面上的快速布置,以上无线快速采集装置1作为测量电极M测点。此外,在隧道后部边墙处以相同方式布置一个快速采集装置作为无穷远采集电极作为测量电极N测点。

[0058] 布置完成后打开电源与开关8的右侧采集开关,如图2所示,无线采集及通讯模块4开始工作,等待测试主机单元的探测指令。对隧道边墙供电后,技术人员操作主机设备探测软件,工控机传输模块发送探测指令,探测装置1中无线通讯模块17接收探测指令,数据处理模块18控制电信号采集模块11采集所连接的接触式不极化电极3的电位信息,采集信号经隔离滤波模块12去噪后在电信号采集模块11中缓存,在数据处理模块18的控制下由无线通讯模块17传输回工控机,工控机接收测点M与测点N电位信息,将采集信号V减去参考电位d后进行存储,从而完成隧道等地下工程激发极化超前地质预报的数据采集。

[0059] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不是本发明的全部实施例,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、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0060] 除说明书所述技术特征外,其余技术特征均为本领域技术人员已知技术,为了突出本发明的创新特点,上述技术特征在此不再赘述。

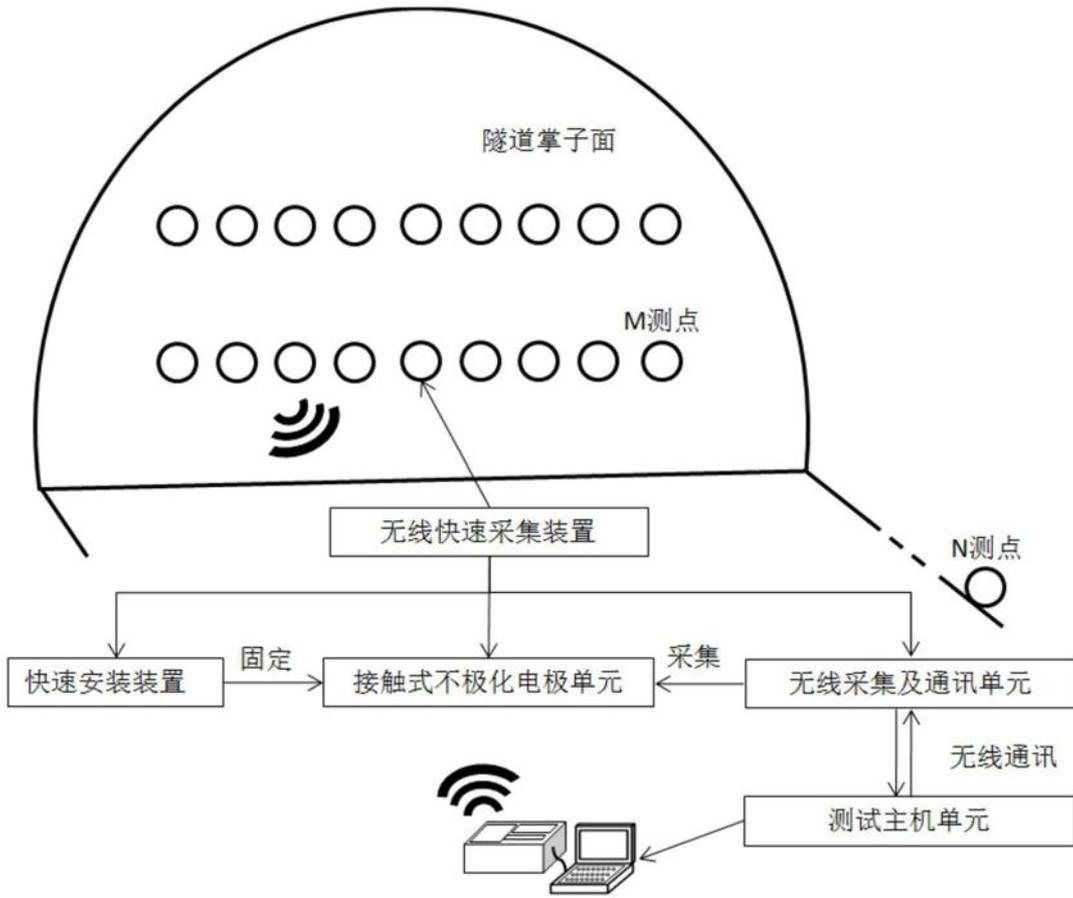


图1

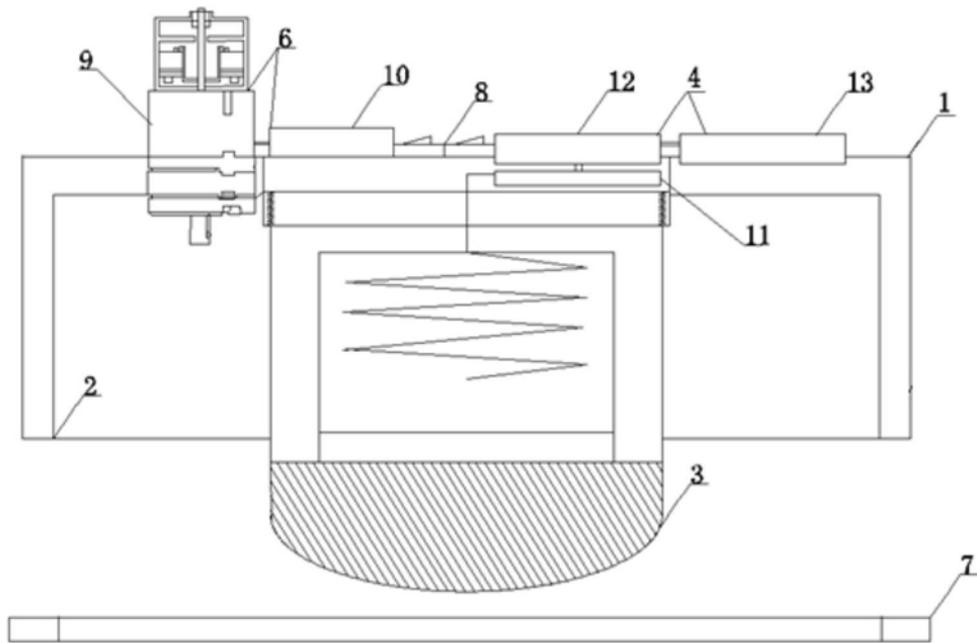


图2

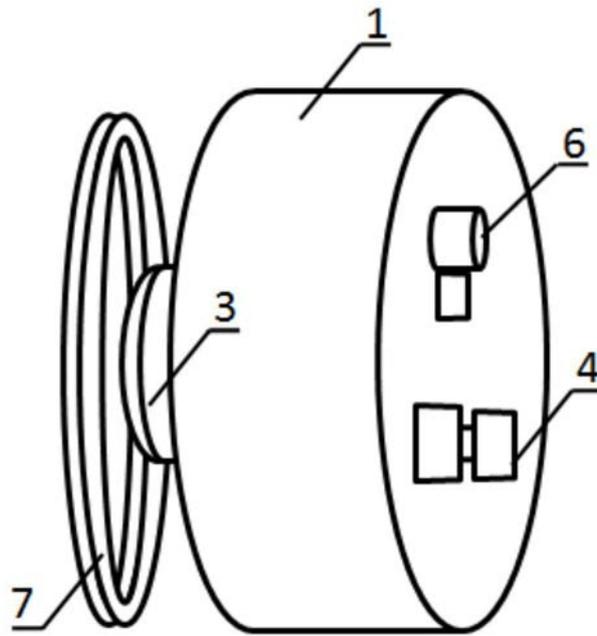


图3

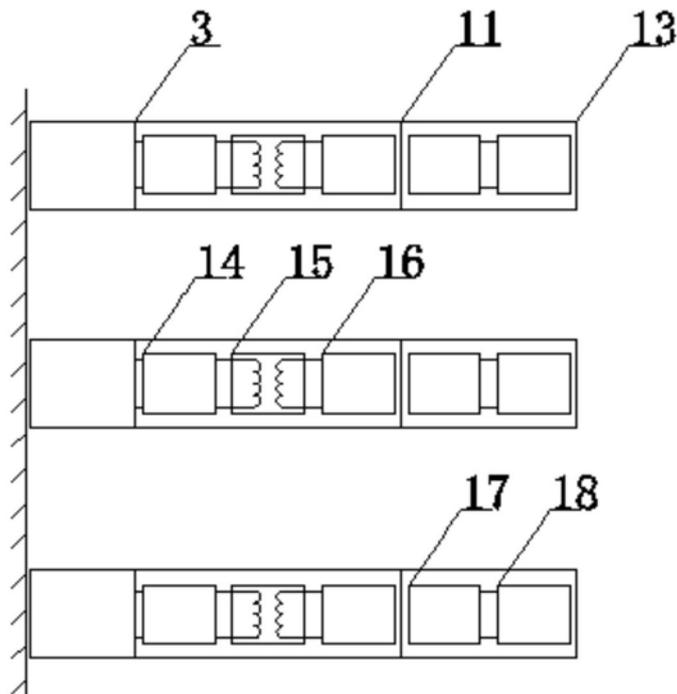


图4

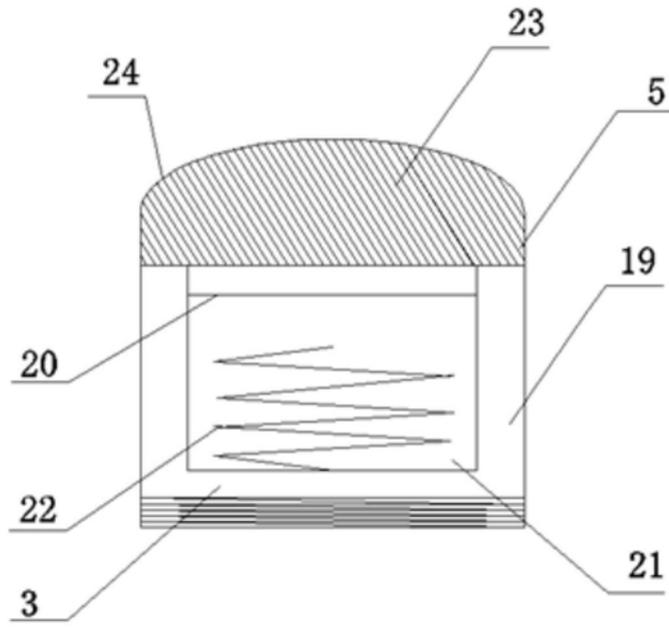


图5