(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105756712 A
(43)申请公布日 2016.07.13

(21)申请号 201610240908.9

(22)申请日 2016.04.18

(71)申请人 长安大学
地址 710064 陕西省西安市碑林区南二环中段33号

(72)发明人 赖金星 程飞 邱军领 范爽 来弘鹏 刘禹阳 张玉伟 樊浩博 秦海洋

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 闵岳峰

(51)Int.Cl.
E21F 17/18(2006.01)

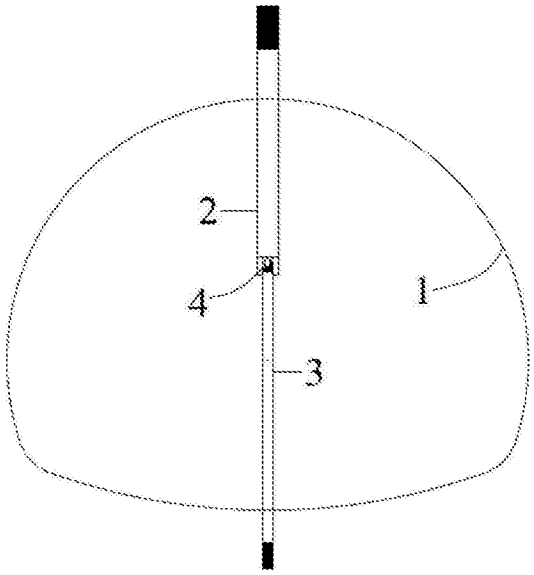
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种隧道开挖变形智能预警装置及预警方法

(57)摘要

一种隧道开挖变形智能预警装置及预警方法，该预警装置包括沿隧道轴线方向布置在隧道洞室的若干并联在一起的单体预警装置，其中，每个单体预警装置均包括报警器、沉降监测装置和伸缩杆，沉降监测装置包括标尺、两个调节器及两个触头，上触头通过固定截面与伸缩杆的上端连接，下触头与伸缩杆的下端连接；上触头与下触头组成电路开关的两个触头，电路开关、报警器以及报警灯组成闭合电路；该预警方法是，隧道洞室变形时带动伸缩杆缩短，随之带动上触头向下触头移动，当上触头与下触头接触时，电路开关闭合，使得报警器、报警灯通电，报警灯亮，报警器工作。本发明不仅避免了目前隧道工程监测方法的弊端，而且预报及时准确，简单易行，能有效的减少成本。



CN 105756712 A

1.一种隧道开挖变形智能预警装置，其特征在于，包括沿隧道轴线方向布置在隧道洞室(1)的若干并联在一起的单体预警装置，其中，

每个单体预警装置均包括报警器(10)、沉降监测装置(4)和伸缩杆，沉降监测装置(4)包括标尺(5)、第一调节器(6)、第二调节器(8)、上触头和下触头，上触头通过固定截面(7)与伸缩杆的上端连接，下触头与伸缩杆的下端连接；上触头与下触头组成电路开关的两个触头，电路开关、报警器(10)以及报警灯组成闭合电路；

工作时，隧道洞室(1)变形时带动伸缩杆缩短，随之带动上触头向下触头移动，当上触头与下触头接触时，电路开关闭合，使得报警器(10)、报警灯通电，报警灯亮，报警器(10)工作。

2.根据权利要求1所述的一种隧道开挖变形智能预警装置，其特征在于，若干单体预警装置等间距布置在隧道洞室(1)。

3.根据权利要求1所述的一种隧道开挖变形智能预警装置，其特征在于，所述伸缩杆包括上滑杆(2)和下滑杆(3)，上触头通过固定截面(7)与伸缩杆的上滑杆(2)连接，下触头与伸缩杆的下滑杆(3)连接。

4.根据权利要求3所述的一种隧道开挖变形智能预警装置，其特征在于，所述上滑杆(2)的一端为空心结构，所述下滑杆(3)的一端套装在上滑杆(2)的空心结构中。

5.根据权利要求4所述的一种隧道开挖变形智能预警装置，其特征在于，所述空心结构中安装有弹簧(9)，所述下滑杆(3)与弹簧(9)连接。

6.根据权利要求1所述的一种隧道开挖变形智能预警装置，其特征在于，所述上滑杆(2)外部为长方形可打开式结构，沉降监测装置设置在其内部。

7.根据权利要求6所述的一种隧道开挖变形智能预警装置，其特征在于，所述上滑杆(2)上设置有两个刻度尺(5)，用于辅助设置初始沉降预警值。

8.根据权利要求7所述的一种隧道开挖变形智能预警装置，其特征在于，所述第一调节器(6)和第二调节器(8)均由依次外啮合的四个齿轮组成，中间两个齿轮中一个是固定齿轮，另一个是调节齿轮，两边的两个齿轮均为转动齿轮，第一调节器(6)的两个转动齿轮分别与上滑杆(2)内侧设置的齿条外啮合，第二调节器(8)的两个转动齿轮分别两个刻度尺(5)内侧设置的齿条外啮合。

9.根据权利要求8所述的一种隧道开挖变形智能预警装置，其特征在于，第一调节器(6)和第二调节器(8)的调节齿轮上还均设置有用于转动调节齿轮的手柄。

10.一种隧道开挖变形智能预警方法，其特征在于，该预警方法基于权利要求1至9中任一项所述的预警装置，包括以下步骤：

首先，在隧道拱顶位置钻孔，钻孔成型后喷射混凝土，待混凝土填满后，将伸缩杆的上端插入孔内，封闭孔并固定，其中伸缩杆的上端中间有两个金属片瓣膜，瓣膜处固定有弹簧(9)；

然后，在隧道仰拱上已确定的位置钻孔，钻孔成型后开始注浆，待水泥浆溢出钻孔后，将伸缩杆的下端插入孔内，并调整伸缩杆的下端插入深度，使其另一端插入伸缩杆的上端空腔内并挤压弹簧(9)；

最后，安装完毕后，打开伸缩杆外部窗口，对初始沉降预警值进行设置：转动第一调节器(6)使标尺(5)上端0cm刻度线与上触头下端处平齐，然后转动第二调节器(8)，设置沉降

预警值;正常状态下,上触头与下触头处于分离状态,电路处于断开状态,隧道发生拱顶沉降时,拱顶和仰拱之间的相对距离变小,弹簧(9)被压缩,上触头向下触头方向移动,当超过沉降预警值时,上触头与下触头接触,从而使电路开关闭合,报警喇叭发出报警声,同时,对应报警灯亮起。

一种隧道开挖变形智能预警装置及预警方法

技术领域：

[0001] 本发明属于隧道施工监测领域，具体涉及一种隧道开挖变形智能预警装置及预警方法。

背景技术：

[0002] 随着我国经济的飞速发展，我国的交通网建设也迅速增长。高速公路网络以及高速铁路大量建设，城市地铁也进入高速发展期，出现越来越多的隧道工程。隧道的开挖会对周边土体和环境产生影响，严重时将造成隧道主体坍塌，易造成人员伤亡和资金损失，在隧道工程建设中不乏这方面的惨重教训。

[0003] 隧道监控量测作为隧道新奥法施工的三大核心之一，对评价隧道施工方法的可行性、设计参数的合理性，了解隧道施工围岩变形特性能够提供准确、及时的依据，对隧道二次衬砌的施作时间具有决定性意义；因此，它是保障隧道建设成功的重要手段。在隧道运营过程中，持续的隧道结构变形监测是隧道运营安全的重要保障。

[0004] 目前隧道施工监测采用的方法主要为：常规仪器检测法和三角形量测法。常规仪器检测法即是通过钢尺式收敛计和挂钢尺抄平，该方法具有成本低、操作简单等优点，但这种接触法监测精度低、现场操作强度高、难度大，并且仅限测量固定时间点的沉降量，无法准确及时预测到隧道事故的发生。

[0005] 三角形量测法多按十字形、三角形和交叉形等布置，采用收敛计，量出各测点间距离，利用公式间接求出拱顶下沉量。采用三角法测量时，由于三角形量测法要求各测点在同一垂直平面内，且洞壁测点必须为水平，且该方法受温度及仪器因素影响较大，精确度不能得到有效保证，施工费用也相对较高，且同样不能进行实时变形预警。

[0006] 综上所述，现有的检测方法的主要缺点为监测时间不灵活，不能做到实时监测，认为影响因素较大，所需费用较大。

发明内容：

[0007] 本发明的目的是针对现有技术的缺陷和不足，提供了一种隧道开挖变形智能预警装置及预警方法，可以对隧道开挖工程的周边土体变形进行实时监测。通过这种变形智能监测装置不仅给工程的安全进行提供保障，同时减少隧道监测的工程费用，降低检测人员的工作量，保证了监测工作的有序、有效的开展。

[0008] 为达到上述目的，本发明采用如下技术方案予以实现的：

[0009] 一种隧道开挖变形智能预警装置，包括沿隧道轴线方向布置在隧道洞室的若干并联在一起的单体预警装置，其中，

[0010] 每个单体预警装置均包括报警器、沉降监测装置和伸缩杆，沉降监测装置包括标尺、第一调节器、第二调节器、上触头和下触头，上触头通过固定截面与伸缩杆的上端连接，下触头与伸缩杆的下端连接；上触头与下触头组成电路开关的两个触头，电路开关、报警器以及报警灯组成闭合电路；

[0011] 工作时，隧道洞室变形时带动伸缩杆缩短，随之带动上触头向下触头移动，当上触头与下触头接触时，电路开关闭合，使得报警器、报警灯通电，报警灯亮，报警器工作。

[0012] 本发明进一步的改进在于，若干单体预警装置等间距布置在隧道洞室。

[0013] 本发明进一步的改进在于，所述伸缩杆包括上滑杆和下滑杆，上触头通过固定截面与伸缩杆的上滑杆连接，下触头与伸缩杆的下滑杆连接。

[0014] 本发明进一步的改进在于，所述上滑杆的一端为空心结构，所述下滑杆的一端套装在上滑杆的空心结构中。

[0015] 本发明进一步的改进在于，所述空心结构中安装有弹簧，所述下滑杆与弹簧连接。

[0016] 本发明进一步的改进在于，所述上滑杆外部为长方形可打开式结构，沉降监测装置设置在其内部。

[0017] 本发明进一步的改进在于，所述上滑杆上设置有两个刻度尺，用于辅助设置初始沉降预警值。

[0018] 本发明进一步的改进在于，所述第一调节器和第二调节器均由依次外啮合的四个齿轮组成，中间两个齿轮中一个是固定齿轮，另一个是调节齿轮，两边的两个齿轮均为转动齿轮，第一调节器的两个转动齿轮分别与上滑杆内侧设置的齿条外啮合，第二调节器的两个转动齿轮分别两个刻度尺内侧设置的齿条外啮合。

[0019] 本发明进一步的改进在于，第一调节器和第二调节器的调节齿轮上还均设置有用于转动调节齿轮的手柄。

[0020] 一种隧道开挖变形智能预警方法，该预警方法基于上述的预警装置，包括以下步骤：

[0021] 首先，在隧道拱顶位置钻孔，钻孔成型后喷射混凝土，待混凝土填满后，将伸缩杆的上端插入孔内，封闭孔并固定，其中伸缩杆的上端中间有两个金属片瓣膜，瓣膜处固定有弹；

[0022] 然后，在隧道仰拱上已确定的位置钻孔，钻孔成型后开始注浆，待水泥浆溢出钻孔后，将伸缩杆的下端插入孔内，并调整伸缩杆的下端插入深度，使其另一端插入伸缩杆的上端空腔内并挤压弹簧；

[0023] 最后，安装完毕后，打开伸缩杆外部窗口，对初始沉降预警值进行设置：转动第一调节器使标尺上端0cm刻度线与上触头下端处平齐，然后转动第二调节器，设置沉降预警值；正常状态下，上触头与下触头处于分离状态，电路处于断开状态，隧道发生拱顶沉降时，拱顶和仰拱之间的相对距离变小，弹簧被压缩，上触头向下触头方向移动，当超过沉降预警值时，上触头与下触头接触，从而使电路开关闭合，报警喇叭发出报警声，同时，对应报警灯亮起。

[0024] 与现有技术相比，本发明的优点如下：

[0025] (1)本发明设计结构合理，根据标尺能准确的读出隧道拱顶沉降数值，简单易行，可以有效的节约人力成本和物力成本。

[0026] (2)本发明的预警方法，主要是通过隧道拱顶的沉降引起伸缩杆的缩短，进而带动上触头向下触头移动，以此控制智能预警电路系统的闭合，从而有效的对隧道工程事故进行预警，使得对于隧道的拱顶沉降预警及时准确，简单易行，而且还可以有效的减少成本。

附图说明：

[0027] 图1为隧道开挖变形智能预警装置的横断面结构图；

[0028] 图2为沉降监测装置的结构参考示意图；

[0029] 图3为沉降监测装置的内部结构参考示意图；

[0030] 图4为隧道变形智能预警装置电路示意图。

[0031] 图中：1为隧道洞室，2为上滑杆，3为下滑杆，4为沉降监测装置，5为标尺，6为第一调节器，7为固定截面，8为第二调节器，9为弹簧，10为报警器。

具体实施方式：

[0032] 以下结合说明书附图和实施例对本发明做进一步的说明。

[0033] 考虑到隧道的监测步距，本发明提供的隧道开挖变形智能预警装置，沿着隧道的轴线方向，等间距(以10m为宜)布设变形预警单体装置，所有的装置进行并联连接。滑动电路开关固定在伸缩杆的一侧，线圈两边分别为导体段和绝缘段。

[0034] 实施例：

[0035] 遵从本发明的技术方案，该实施例的隧道开挖智能预警装置如图1至4所示，包括伸缩杆、沉降监测装置4和报警器10。

[0036] 伸缩杆包括上滑杆2和下滑杆3，上滑杆2为大直径杆件，下滑杆3为小直径杆件，上滑杆2的一端和下滑杆3的一端分别固定在隧道洞室1内的拱顶和仰拱上，上滑杆2空心结构的内径为5cm，下滑杆3的外径和3cm。

[0037] 如图2所示，一种隧道工程事故预警设备，是图1中核心部位——沉降监测装置4的放大图，图3为图2的细部装置示意图，包括上触头N、下触头M、滑动控制电路开关K、报警器10和报警灯L。

[0038] 在隧道中布置该预警装置的方式为：首先用电钻在隧道拱顶合适位置钻大孔，钻孔成型后喷射混凝土，待混凝土填满后，及时将上滑杆2端部插入孔内，封闭大孔并固定。其中上滑杆2中间有两个金属片瓣膜，瓣膜处固定有10cm的弹簧4。接着，用电钻在隧道仰拱上已确定的位置钻小孔，钻孔成型后开始注浆，待水泥浆溢出钻孔后，及时将下滑杆3端部插入孔内，并立刻调整下滑杆3插入深度，使其另一端插上滑杆2空腔内并略微挤压弹簧4。

[0039] 布置好预警装置后，打开伸缩杆外部窗口，即可对初始沉降预警值进行设置：转动第一调节器6使标尺上端0cm刻度线与上触头N下端处平齐，然后转动第二调节器8，设置沉降预警值。

[0040] 如图4所示，为隧道变形预警网络的电路图，开关K两端分别接通上触头N下端和下触头M上端。正常状态下，上触头N与下触头M处于分离状态，电路处于断开状态，隧道洞室发生拱顶沉降时，拱顶和仰拱之间的相对距离变小，弹簧被压缩，上触头N向下触头M方向移动，当超过沉降预警值时，上触头N与下触头M接触，金从而使电路闭合，报警喇叭发出报警声，同时，对应报警灯亮起。

[0041] 在隧道沉降过程中，结合仪器不定时检测，如果发现伸缩杆的沉降值与仪器测定不一致时，可进行确认，如若确定伸缩杆的沉降值有误，则可通过第一调节器6进行重置。

[0042] 所述的隧道开挖变形智能预警方法，包括以下步骤：首先，用电钻在隧道拱顶合适

位置钻大孔，钻孔成型后喷射混凝土，待混凝土填满后，及时将上滑杆2端部插入孔内，封闭大孔并固定。其中上滑杆2中间有两个金属片瓣膜，瓣膜处固定有10cm的弹簧9。然后用电钻在隧道仰拱上已确定的位置钻小孔，钻孔成型后开始注浆，待水泥浆溢出钻孔后，及时将下滑杆3端部插入孔内，并立刻调整下滑杆3插入深度，使其另一端插上滑杆2空腔内并略微挤压弹簧9。安装完毕后，打开伸缩杆外部窗口，即可对初始沉降预警值进行设置：转动第一调节器6使标尺上端0cm刻度线与上触头N下端处平齐，然后转动第二调节器8，设置沉降预警值。正常状态下，上触头N与下触头M处于分离状态，电路处于断开状态，隧道发生拱顶沉降时，拱顶和仰拱之间的相对距离变小，弹簧9被压缩，上触头N向下触头M方向移动，当超过沉降预警值时，上触头N与下触头M接触，从而使电路开关K闭合，报警喇叭发出报警声，同时，对应报警灯亮起。

[0043] 在隧道沉降过程中，结合仪器不定时检测，如果发现伸缩杆的沉降值与仪器测定不一致时，可进行确认，如若确定伸缩杆的沉降值有误，则可通过第一调节器6进行重置。

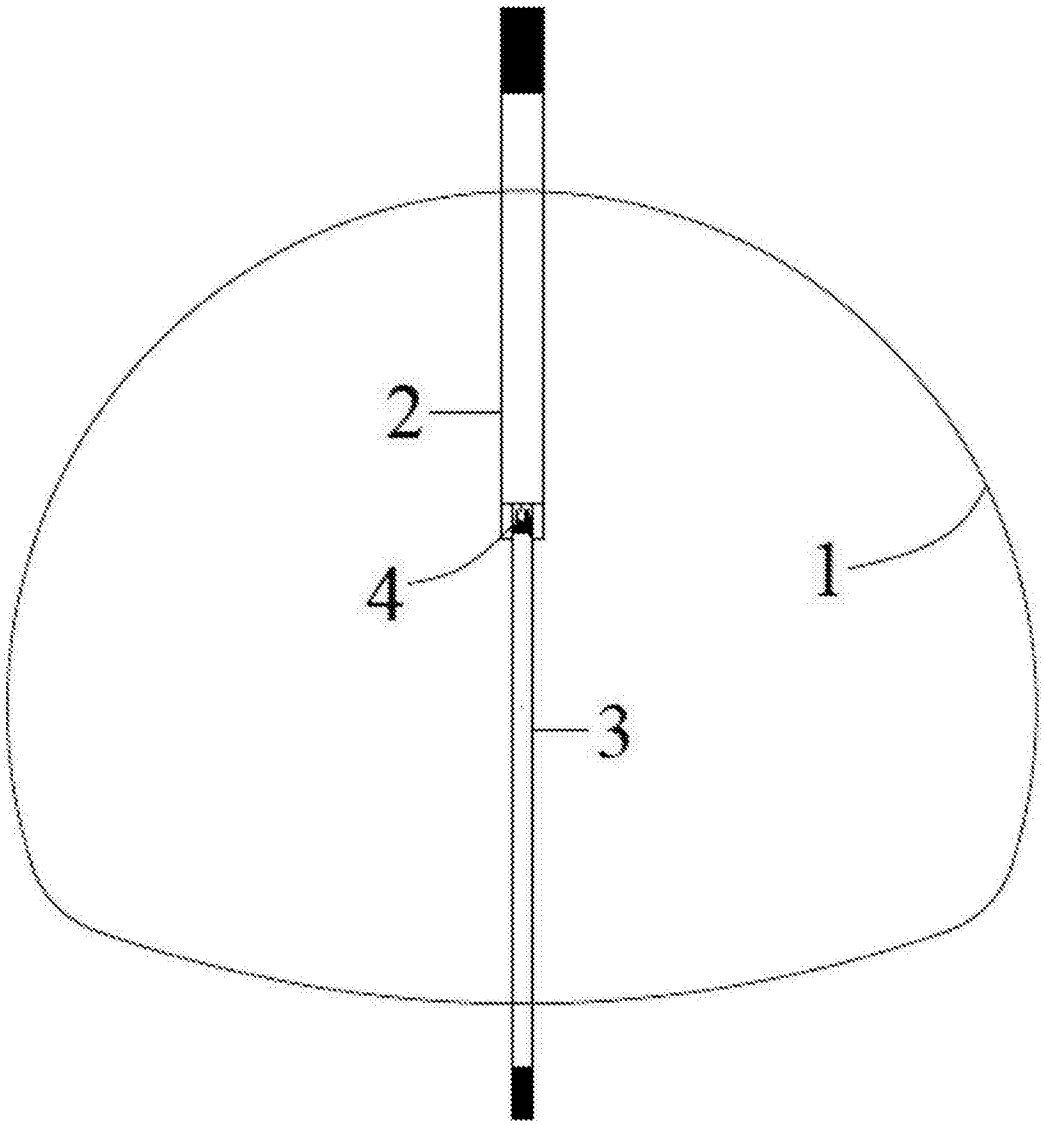


图1

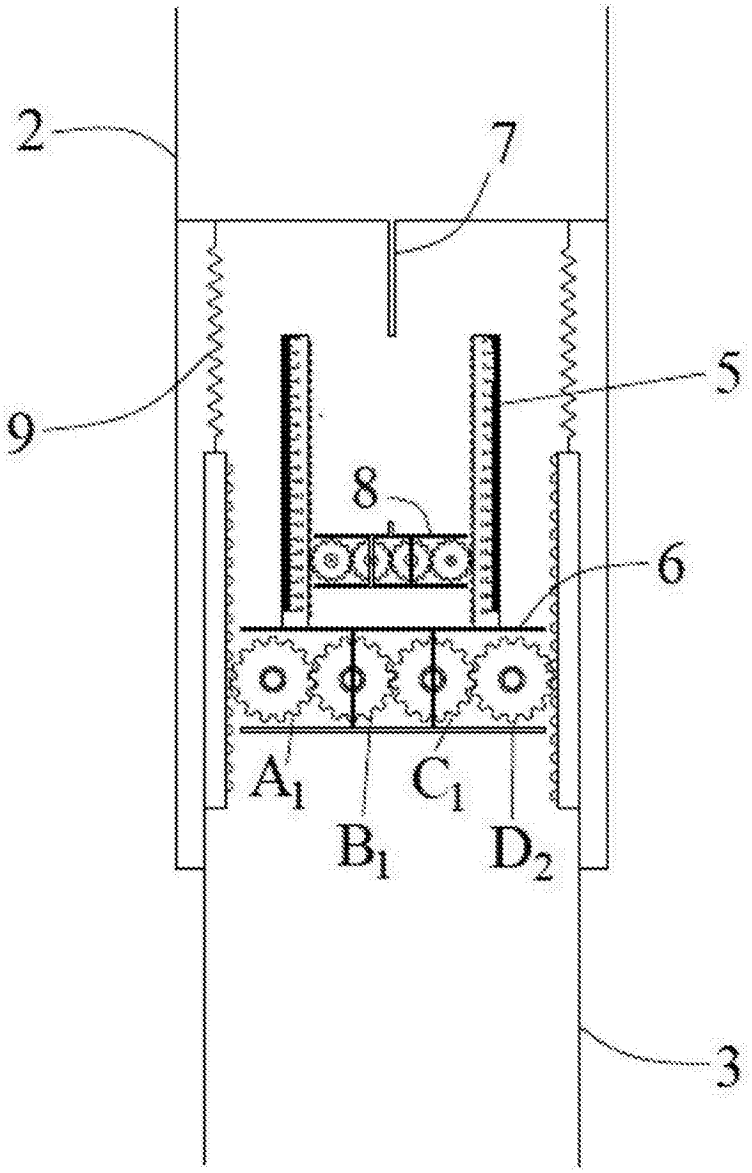


图2

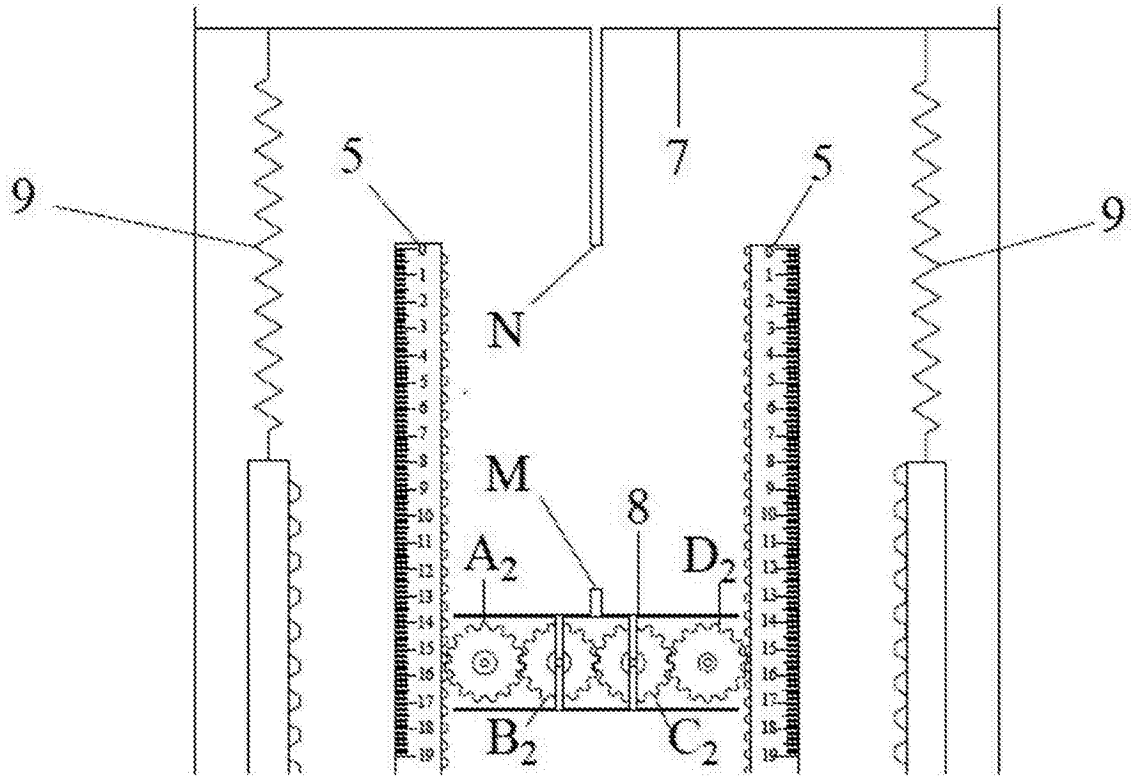


图3

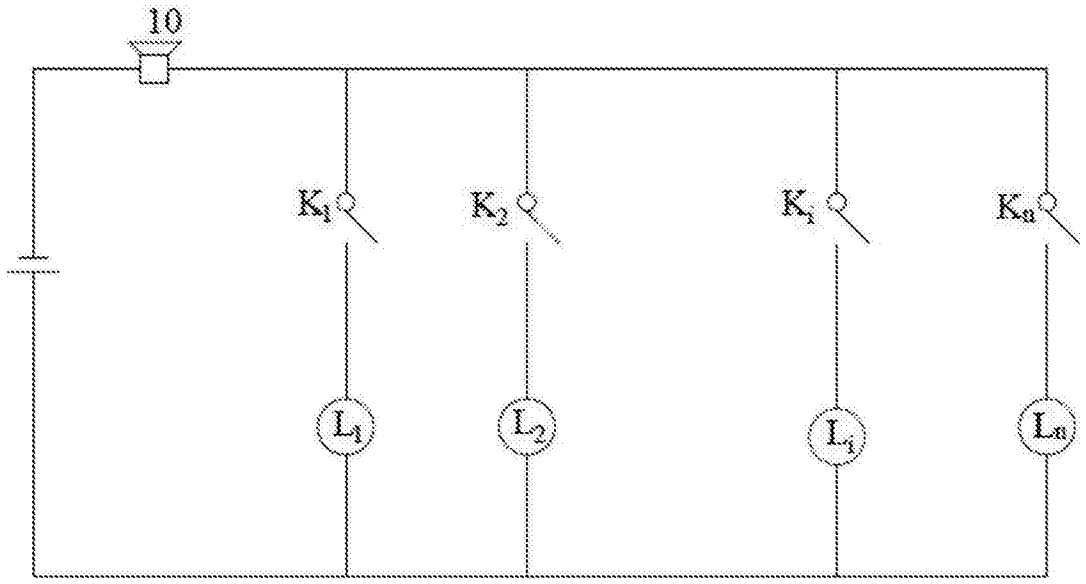


图4