



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110186420 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 08

(21) 申请号 201910429342.8

(22) 申请日 2019.05.22

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110186420 A

(43) 申请公布日 2019.08.30

(73) 专利权人 中国铁道科学研究院集团有限公司  
铁道建筑研究所

地址 100081 北京市海淀区大柳树路2号

专利权人 中国铁道科学研究院集团有限公司  
中国铁路总公司

(72) 发明人 马伟斌 许学良 郭小雄 马超峰  
付兵先 安哲立 王志伟 柴金飞  
邹文浩 程爱君 赵洪勇 赵鹏  
李尧 常凯

(74) 专利代理机构 北京聿华联合知识产权代理有限公司 11611

代理人 李哲伟 张文娟

(51) Int.Cl.  
G01B 21/32 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 109323682 A, 2019.02.12  
CN 104280051 A, 2015.01.14  
CN 102878975 A, 2013.01.16

审查员 张雪松

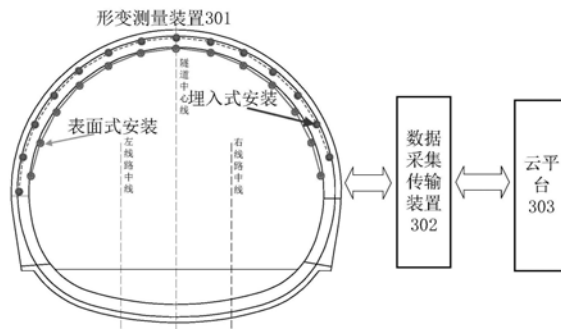
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种隧道断面收敛变形自动监测系统

(57) 摘要

一种隧道断面收敛变形自动监测系统,该系统包括形变测量装置,在对隧道断面形变进行测量时,形变测量装置设置在隧道衬砌表面或是隧道衬砌内部,包括:多个首尾相连的传感器短节,各个传感器短节能够测量得到三个相互垂直方向上与重力加速度方向上的夹角数据;形变数据生成模块,其与传感器短节连接,用于根据夹角数据确定隧道断面的形变数据。本装置结构简单、安装方便,其能够实现对隧道衬砌的多维度变形测量,相较于现有的监测装置,本装置重量轻、安装方式灵活,施工安全风险低,监测精度高,安装完毕即可获取初始监测数据。



1. 一种用于隧道断面监测的形变测量装置,其特征在于,在对隧道断面形变进行测量时,所述装置设置在隧道衬砌内部,在隧道施工期间采用埋入式安装的方式设置在隧道衬砌内部,可以监测施工期间以及运营期间隧道断面的形变数据,所述装置包括:

多个首尾相连的传感器短节,各个传感器短节能够测量得到三个相互垂直方向上与重力加速度方向上的夹角数据,所述传感器短节在安装时不受导轮或导槽方向限制,因此所述传感器短节可以直接埋入隧道衬砌内部;

形变数据生成模块,其与所述传感器短节连接,用于根据所述夹角数据确定所述隧道断面的形变数据,形变数据生成模块利用各个传感器短节所测量得到夹角 $\theta$ 和各个传感器短节的长度来生成各个传感器短节所对应的形变数据,形变数据生成模块根据如下表达式来生成各个传感器短节所对应的形变数据:

$$\Delta(x, y, z) = \theta(x, y, z) \times L$$

即存在:

$$\Delta x = \theta_x \times L$$

$$\Delta y = \theta_y \times L$$

$$\Delta z = \theta_z \times L$$

其中, $\Delta x$ 、 $\Delta y$ 和 $\Delta z$ 分别表示x、y和z方向上的形变,L表示传感器短节的长度;

形变测量装置所测量得到的隧道断面的形变数据包括水平收敛形变量大小和形变速率,其中,基于传感器对包含的两个传感器短节能够分别得到两个对应位置处的形变数据,根据这两个形变数据可以得到隧道衬砌水平收敛状况以及隧道断面的拱部下沉状况;

所述传感器短节包括:

固定部;

活动梁,其通过弹性件与所述固定部连接,所述活动梁的端部形成有凹槽,所述固定部与所述凹槽对应的位置处设置有档栓,所述凹槽与档栓能够配合地限制所述活动梁的位移幅度;

激发信号生成部,其与所述活动梁连接,用于生成激发信号并将所述激发信号传输至所述活动梁,以使得所述活动梁在所述激发信号的作用下产生运动。

2. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述传感器短节包括:

若干活动电极,其与所述活动梁连接并向所述活动梁两侧延伸形成“丰”形结构;

若干固定电极,其与所述若干活动电极配合地形成多个结构相同的电容结构。

3. 如权利要求2所述的装置,其特征在于,所述电容结构包括一个活动电极和两个固定电极,这两个固定电极分别位于该活动电极两侧。

4. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,相邻传感器短节之间采用可自由弯曲的柔性节连接。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

若干温度传感器,其与所述形变数据生成模块连接,用于采集所述传感器短节位置处的温度数据并传输至所述形变数据生成模块;

所述形变数据生成模块配置为根据所述温度数据对所述形变数据进行修正。

6. 如权利要求5所述的装置,其特征在于,首尾连接的预设数量的传感器短节形成一形变传感器模块,所述温度传感器的数量与所述形变传感器模块的数量一一对应,以测量与

之对应的形变传感器模块的温度数据。

7. 如权利要求5所述的装置,其特征在于,所述温度传感器的数量与所述传感器短节的数量相同,各个温度传感器用于分别测量其对应的传感器短节的温度数据。

8. 一种隧道断面环向连续变形自动监测系统,其特征在于,所述系统包括如权利要求1~7中任一项所述的形变测量装置。

9. 如权利要求8所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:

数据采集传输装置,其与所述形变测量装置连接,用于周期性地对所述形变测量装置所得到的隧道断面的形变数据进行数据采集,并将采样得到的数据进行上传。

10. 如权利要求9所述的系统,其特征在于,所述数据采集传输模块配置为根据所述传感器短节的安装位置对所述传感器短节进行配对,根据得到的传感器短节组进行隧道衬砌水平收敛的测量。

11. 如权利要求9或10所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:

云平台,其与所述数据采集传输装置通信连接,用于接收所述数据采集传输装置上传的数据并进行相关数据分析。

## 一种隧道断面收敛变形自动监测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及隧道工程技术领域,具体地说,涉及一种用于隧道断面监测的形变测量装置及一种隧道断面收敛变形自动监测系统。

### 背景技术

[0002] 作为一种优越的区域通道连接形式,隧道发挥的作用越来越重要。随着公路和铁路大规模兴建,新建和投入运营的隧道也日益增多。环向收敛变形和拱顶下沉是隧道施工期间监控量测和运营期间养护维修的重要监测内容,这种形变可以通过布设在隧道轴向法平面中隧道衬砌上的监测点变位而获知。

[0003] 现有的隧道形变检测方法大致包括:机械式钢尺测量法、巴塞特法以及全站仪法等方法。其中,机械式钢尺测量法是使用钢尺收敛计来对隧道衬砌的形变进行测量,如图1所示,钢尺收敛计是一种全机械结构的便携式人工观测仪器,其结构原理是以毫米分度的钢卷尺加百分表的线性叠加组合,测量原理是在隧道横断面环向衬砌上布置若干锚固点,以钢尺收敛计两端的机械挂钩连接两待测锚固点。

[0004] 然而,机械式钢尺测量法无法实现形变数据的自动化采集,其只能通过原始地人工现场操作来进行测量并读取数据,而人工读数的随机误差较大并且重复精度较差,同时机械测量系统的分辨率不高,因此机械式钢尺测量法的测量精度已无法满足要求。此外,对于通勤频率越来越高的隧道而言,机械式钢尺测量法这样的人工观测在工程建成后正式运营期间几乎不可能进行操作。

[0005] 巴塞特法是基于巴塞特隧道收敛检测系统来实现的,如图2所示,该系统是在隧道衬砌上环向布设锚固点,并以这些锚固点作为监测参考点,在每两个相邻锚固点之间用一个长臂及一个短臂铰接形成一个三角形的相邻两边,在将长臂及短臂的自由端对应锚固于衬砌上相邻的两锚固点上,并以此法连续环向连接下去,直至达到观测设计要求的倾单元数。该系统所依据的是同时在长臂和短臂上分别安装了一支精度不同的倾斜传感器,短臂上的倾斜传感器可以感应到相邻两锚固点(即测量参考点)间在弧形衬砌的切向位置变化,长臂上的倾斜传感器则可以感应到锚固点在弧形衬砌法线方向的位移改变。然而,这种监测系统由于长臂和短臂的三角形结构形式会造成隧道衬砌加厚从而影响隧道的通行面积。

[0006] 全站仪法是在检测断面上的不同点放置棱镜或预先埋设若干监测锚杆,锚杆端部做成平面并贴上反光片,采用水准仪观测拱顶下沉,采用全站仪进行测距、三角高程观测,继而通过三维坐标公式来计算处监测点的拱顶下沉和水平收敛变形。全站仪法需要通过大地测量或者全站仪自动化测量,这种测量方式的成本较高。

### 发明内容

[0007] 为解决上述问题,本发明提供了一种用于隧道断面监测的形变测量装置,在对隧道断面形变进行测量时,所述装置设置在隧道衬砌表面或是隧道衬砌内部,所述装置包括:

[0008] 多个首尾相连的传感器短节,各个传感器短节能够测量得到三个相互垂直方向上

与重力加速度方向上的夹角数据；

[0009] 形变数据生成模块,其与所述传感器短节连接,用于根据所述夹角数据确定所述隧道断面的形变数据。

[0010] 根据本发明的一个实施例,所述传感器短节包括:

[0011] 固定部;

[0012] 活动梁,其通过弹性件与所述固定部连接;

[0013] 若干活动电极,其与所述活动梁连接并向所述活动梁两侧延伸形成“丰”形结构;

[0014] 若干固定电极,其与所述若干活动电极配合地形成多个结构相同的电容结构。

[0015] 根据本发明的一个实施例,所述电容结构包括一个活动电极和两个固定电极,这两个固定电极分别位于该活动电极两侧。

[0016] 根据本发明的一个实施例,所述活动梁的端部形成有凹槽,所述固定部与所述凹槽对应的位置处设置有档栓,所述凹槽与档栓能够配合地限制所述活动梁的位移幅度。

[0017] 根据本发明的一个实施例,所述传感器短节还包括:

[0018] 激发信号生成部,其与所述活动梁连接,用于生成激发信号并将所述激发信号传输至所述活动梁,以使得所述活动梁在所述激发信号的作用下产生运动。

[0019] 根据本发明的一个实施例,相邻传感器短节之间采用可自由弯曲的柔性节连接。

[0020] 根据本发明的一个实施例,所述装置还包括:

[0021] 若干温度传感器,其与所述形变数据生成模块连接,用于采集所述传感器短节位置处的温度数据并传输至所述形变数据生成模块;

[0022] 所述形变数据生成模块配置为根据所述温度数据对所述形变数据进行修正。

[0023] 根据本发明的一个实施例,首尾连接的预设数量的传感器短节形成一形变传感器模块,所述温度传感器的数量与所述形变传感器模块的数量一一对应,以测量与之对应的形变传感器模块的温度数据。

[0024] 根据本发明的一个实施例,所述温度传感器的数量与所述传感器短节的数量相同,各个温度传感器用于分别测量其对应的传感器短节的温度数据。

[0025] 本发明还提供了一种隧道断面环向连续变形自动监测系统,所述系统包括如上任一项所述的形变测量装置。

[0026] 根据本发明的一个实施例,所述系统还包括:

[0027] 数据采集传输装置,其与所述形变测量装置连接,用于周期性地对所述形变测量装置所得到的隧道断面的形变数据进行数据采集,并将采样得到的数据进行上传。

[0028] 根据本发明的一个实施例,所述数据采集传输模块配置为根据所述传感器短节的安装位置对所述传感器短节进行配对,根据得到的传感器短节组进行隧道衬砌水平收敛的测量。

[0029] 根据本发明的一个实施例,所述系统还包括:

[0030] 云平台,其与所述数据采集传输装置通信连接,用于接收所述数据采集传输装置上传的数据并进行相关数据分析。

[0031] 本发明所提供的用于隧道断面监测的形变测量装置结构简单、安装方便。与传统的固定式或活动式测斜仪不同的是,本发明所提供的形变测量装置能够实现对隧道衬砌的多维度变形测量,其安装不需要专用的测斜管,安装方式非常灵活。根据不同的应用环境,

该形变测量装置不仅可以预埋方式安装,也可以直埋安装,还可以在钻孔中用套管方式安装。此外,由于传感器短节在安装时不受导轮或导槽等方向限制,因此传感器短节可以直接埋入隧道衬砌内部或者通过卡具固定在隧道衬砌表面。相较于现有的活动或固定式测斜仪,本形变测量装置的安装方式更加灵活,这样也就可以使得形变测量装置的应用范围更加广泛。同时,相较于现有的测斜仪,本形变测量装置能够在保证测量精度的同时具有更好的重复性。

[0032] 此外,本形变测量装置作为剖面分层沉降监测装置,其无需设置反坡、无需观测房,施工简单迅速,安装完毕即可获取完善监测数据,与传统的水管式沉降仪相比数据更加可靠完善。

[0033] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

### 附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要的附图做简单的介绍:

[0035] 图1是机械式钢尺测量法的实现原理示意图;

[0036] 图2是巴塞特隧道收敛检测系统的实现原理示意图;

[0037] 图3是根据本发明一个实施例的隧道断面变形自动监测系统的结构示意图;

[0038] 图4是根据本发明一个实施例的用于隧道断面监测的形变测量装置的结构示意图;

[0039] 图5是根据本发明一个实施例的传感器短节的结构示意图。

### 具体实施方式

[0040] 以下将结合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式,借此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题,并达成技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。需要说明的是,只要不构成冲突,本发明中的各个实施例以及各实施例中的各个特征可以相互结合,所形成的技术方案均在本发明的保护范围之内。

[0041] 同时,在以下说明中,出于解释的目的而阐述了许多具体细节,以提供对本发明实施例的彻底理解。然而,对本领域的技术人员来说显而易见的是,本发明可以不用这里的具体细节或者所描述的特定方式来实施。

[0042] 针对现有隧道断面监测方案所存在的问题,本发明提供了一种新的用于隧道断面监测的形变测量装置以及应用了该形变测量装置的隧道断面监测系统。本发明所提供的形变测量装置能够实现对隧道断面的全自动、不间断测量。

[0043] 图3示出了本实施例所提供的新型隧道断面变形自动监测系统的结构示意图。

[0044] 如图3所示,本实施例所提供的隧道断面监测系统优选地包括:形变测量装置301、数据采集传输装置302以及云平台303。其中,形变测量装置301在工作过程中是安装在被测隧道断面的相应位置处的,其能够实时地、连续地测量其安装位置处的隧道衬砌状态,从而得到隧道断面的形变数据。

[0045] 具体地,本实施例中,如图3所示,根据实际需要,形变测量装置301可以以埋入式安装的方式设置在隧道衬砌内部,这样也就可以得到衬砌混凝土内的形变数据。同时,根据实际需要,形变测量装置301还可以以表面式安装的方式设置在隧道衬砌表面,这样也就可以得到二次衬砌的形变数据。

[0046] 例如,形变测量装置301可以在隧道施工期间采用埋入式安装的方式设置在隧道衬砌内部,这样整个系统也就可以监测隧道施工期间以及隧道运营期间隧道断面的形变数据。而当隧道施工期间并未安装形变测量装置301,那么施工人员也可以在隧道运营期间采用表面式安装的方式来安装形变测量装置301,以监测隧道运营期间二次衬砌的形变数据。

[0047] 本实施例中,形变测量装置301所测量得到的隧道断面的形变数据优选地包括水平收敛形变量大小和形变速率。当然,在本发明的其他实施例中,根据实际需要,形变测量装置301所测量得到的形变数据既可以仅包含以上所列项中的某一项或某几项,也可以包含其他未列出的合理项,本发明并不对此进行限定。

[0048] 同时,需要指出的是,在本发明的其他实施例中,根据实际需要,形变测量装置301的安装方式还可以采用其他合理方式,本发明同样不在此进行限定。

[0049] 图4示出了本实施例所提供的用于隧道断面监测的形变测量装置的结构示意图。

[0050] 如图4所示,本实施例所提供的用于隧道断面监测的形变测量装置优选地包括多个首尾相连的传感器短节401以及形变数据生成模块404。其中,各个传感器短节能够测量得到三个相互垂直方向上与重力加速度方向上的夹角数据。形变数据生成模块404则与各个传感器短节401连接,其能够根据传感器短节401所生成的夹角数据来生成隧道断面的形变数据。

[0051] 具体地,本实施例中,传感器短节401优选地可以测量得到短节本身在三个方向上与重力加速度方向的夹角 $\theta$ (其中, $x$ 、 $y$ 、 $z$ 三个反相对应的夹角分别为 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 和 $\theta_z$ )。由于各个传感器短节的长度是固定的、已知的,因此形变数据生成模块404也就可以利用各个传感器短节所测量得到夹角 $\theta$ 和各个传感器短节的长度来生成各个传感器短节所对应的形变数据。

[0052] 例如,本实施例中,形变数据生成模块404优选地可以根据如下表达式来生成各个传感器短节所对应的形变数据:

$$[0053] \quad \Delta(x, y, z) = \theta(x, y, z) \times L \quad (1)$$

[0054] 即存在:

$$[0055] \quad \Delta x = \theta_x \times L \quad (2)$$

$$[0056] \quad \Delta y = \theta_y \times L \quad (3)$$

$$[0057] \quad \Delta z = \theta_z \times L \quad (4)$$

[0058] 其中, $\Delta x$ 、 $\Delta y$ 和 $\Delta z$ 分别表示 $x$ 、 $y$ 和 $z$ 方向上的形变, $L$ 表示传感器短节的长度。

[0059] 如图4所示,本实施例中,形变测量装置301所包含的多个传感器短节401优选地采用可自由弯曲的柔性节来连接,传感器短节401本身优选地为刚性结构,这样形变测量装置301也就能适应监测界面的较大变形。这些传感器短节401连接形成的结构的一端与近端固定节402连接,另一端与远端固定点403连接,当近端固定节402与远端固定点403之间的隧道隧道衬砌发生形变时,形变位置处的传感器短节401也会随之移动。其中,本实施例中,近端即指靠近线缆的一端,而远端则指远离线缆的一端。

[0060] 本实施例中,形变数据生成模块404可以获取到各个传感器短节所对应的形变数据后,也就可以根据这些形变数据来得到各个测点(即各个传感器短节安装位置)的形变。

[0061] 例如,形变数据生成模块404可以依次连续对各个传感器短节所对应的形变量进行求和,这样也就得到各个测点相对应于端点的坐标值。而当近端固定节402在系统首次通电工作时在初始坐标系下的坐标是已知的情况下,形变数据生成模块404也就可以将任意时刻任意测点的相对坐标转换为初始坐标系下的坐标。

[0062] 本实施例中,形变测量装置优选地还包括若干温度传感器(图中未示出)。这些温度传感器与形变数据生成模块404连接,其能够采集各个传感器短节位置处的温度数据并将这些温度数据传输至形变数据生成模块404。形变数据生成模块404在接收到温度传感器所传输来的温度数据后,会根据这些温度数据来对各个测点的形变数据进行修正。形变数据生成模块404通过补偿地温对传感器短节所得到的数据的影响,可以提高最终所得到的形变数据的准确性和可靠性。

[0063] 本实施例中,依次首尾相连的预设数量的传感器短节优选地会形成一形变传感器模块。而温度传感器的数量则可以与形变传感器模块的数量相对应,即形变传感器模块与温度传感器是一一对应的,各个温度传感器所测量的是其对应的形变传感器模块的环境温度。

[0064] 例如,形变传感器模块可以由4节传感器短节来构成(即上述预设数量的取值为4,那么传感器短节总数则可以是温度传感器的数量的4倍。当然,在本发明的其他实施例中,根据实际需要,上述预设数量的具体取值还可以为其他合理值,本发明并不对此进行限定。

[0065] 需要指出的是,在本发明的其他实施例中,温度传感器的数量还可以与传感器短节的数量相对应,即传感器短节与温度传感器是一一对应的,各个温度传感器所测量的是各个传感器短节的环境温度。

[0066] 图5示出了本实施例中传感器短节的结构示意图。

[0067] 如图5所示,本实施例中,传感器短节401优选地包括:固定部、活动梁502、若干活动电极504和若干固定电极505。其中,固定部包括结构相同的第一固定部501a和第二固定部501b,活动梁502通过两个弹性件503来分别与第一固定部和第二固定部连接。活动梁502位于第一固定部501a和第二固定部501b之间,这样活动梁502也就可以通过弹性件503来在第一固定部501a与第二固定部501b之间运动。

[0068] 活动电极504与活动梁502连接并向活动梁502的两侧延伸,从而形成“丰”字形结构。固定电极505则与上述活动电极504配合地形成若干结构相同的电容结构,当隧道衬砌发生形变时,传感器短节也就会产生位移,继而使得活动梁502移动时其移动方向与重力加速度方向的夹角产生变化,继而导致活动电极504与固定电极505所构成的电容结构的电容值产生变化。电容值的变化量也就发映出了传感器短节的位移状态以及隧道衬砌的形变状态。

[0069] 如图5所示,本实施例中,由活动电极和固定电极所构成的任一电容结构来说,其优选地包括一个活动电极和两个固定电极(即第一固定电极505a和第二固定电极505b),这两个固定电极分别位于该活动电极的两侧。当活动梁502与固定部501之间产生相对运动时,由于固定部501与固定电极505之间的相对位置关系是固定不变的,活动电极504与活动梁502之间的相对位置关系是固定不变的,因此活动电极504与固定电极505之间也会同样



产生相对运动。

[0070] 本实施例中,活动梁502的端部优选地分别形成有凹槽506,而固定部501与上述凹槽506相对应的位置处优选地设置有档栓507,凹槽506与档栓507能够配合地限制活动梁502的移动幅度。

[0071] 具体地,本实施例中,凹槽506与档栓507通过对活动梁502的移动幅度进行限制,可以使得活动电极504在活动的过程中不会触碰到固定电极505,从而避免活动电极504与固定电极505由于相互触碰而发生损毁。

[0072] 本实施例中,形变测量装置301的性能指标可以如下表所示:

[0073] 表1

序号	指标项	指标参数
1	测量维度	3个维度(X、Y、Z三向)
2	角位移测量范围	0°—360°
3	角度分辨力( $\sin\theta$ )	0.00005(10")
4	位移分辨力	0.1mm@500mm
6	长期精度/(相对起始变形)	优于 $\pm 1.5\text{mm}/32\text{m}$
7	输出接口形式	RS485数字式
8	工作温度	-35~0℃
9	防水等级	IP68
10	重量	每米0.6公斤
11	最大抗拉强度	3.2kN
12	最大轴向抗压	0.44kN(套管内);0.22kN(无套管)
13	直径	$\Phi 25\text{mm}$
14	仪器长度	可订制
15	电源要求	12V直流电,单节段电流4.2mA

[0075] 需要指出的是,在本发明的不同实施例中,传感器短节所包含的活动电极与固定电极的具体数量可以根据实际需要配置为不同的合理值,本发明并不对此进行限定。

[0076] 同时,还需要指出的是,在本发明的其他实施例中,传感器短节还可以采用其他合理结构来实现,本发明同样并不对此进行限定。

[0077] 本实施例所提供的传感器短节具有重量轻、安装方便的特点。例如,本实施例中,传感器短节一米的质量约为0.6kg。安装方便,施工效率高,而该传感器短节可以通过骑马扣和膨胀螺栓来进行安装,这样一个隧道断面的传感器短节的安装时长大约需要2~3个小时,这样也就可以使得施工效率更高。

[0078] 同时,本实施例中,传感器短节可以与隧道衬砌贴合紧密,这样也就可以减小传感器短节对隧道建筑限界的影响。以0.5m长的传感器短节为例,其与单线铁路隧道最大间距4cm,与双线铁路隧道最大间距2cm。

[0079] 再次如图3所示,本实施例中,数据采集传输装置302与形变测量装置301连接,其能够周期性地对形变测量装置301所得到的隧道断面的形变数据进行数据采集,并将采样得到的数据进行上传到与之通信连接的云平台103,以由云平台进行相应的数据处理。

[0080] 本实施例中,数据采集传输装置302内置不间断电源供电系统,不间断电源供电系

统优选地可以通过交流电或是太阳能来提供电能。数据采集传输装置302除了远程控制和数据采集传输功能外,优选地还具有现场操作功能、自检功能、实时时钟管理功能、数据存储功能、掉电保护功能、增强型的抗雷击抗电磁干扰能力、混合式测量功能、智能化测量等功能。

[0081] 本实施例中,数据采集传输装置302优选地可以根据设备配置参数来进行运行参数的配置。例如,本实施例中,数据采集传输装置302的设备配置参数优选地可以包括传感器相关配置参数和/或采集传输配置参数。其中,传感器相关配置参数可以是传感器长度等,采集传输配置参数则可以是诸如自记自报周期、自记自报开关、常在线时间等。

[0082] 数据采集传输装置302能够根据上述传感器长度来对形变传感器模块所包含的传感器短节的数量进行配置,这样也就可以使得形变测量装置能够更加灵活地对隧道衬砌的形变进行测量。例如,当传感器短节被安装在隧道衬砌内或是隧道衬砌表面后,数据采集传输装置302可以通过配置不同的传感器长度数值来调节形变传感器模块所包含的传感器短节的数量。

[0083] 本实施例中,自记周期即数据采集传输装置302自动对形变测量装置所得到的形变数据进行采样并存储的周期,自报周期即数据采集传输装置302自动对形变测量装置所得到的形变数据进行采样并向上位机或平台发送测量数据的周期。其中,当自记自报开关处于打开状态时,数据采集传输装置302将按照自记自报周期存储或发送形变测量装置的测量数据,而如果自记自报开关处于关闭状态时,数据采集传输装置302则不进行数据的存储或发送。

[0084] 本实施例中,数据采集传输装置302优选地还会根据传感器短节的安装位置来对传感器短节进行配对,继而根据得到的传感器短节组进行隧道衬砌水平收敛的测量。

[0085] 例如,本实施例中,传感器短节的编号能够表征各个传感器短节在传感器短节首尾相连所形成的整个结构中的位置,当该结构安装在隧道衬砌内部或是隧道衬砌表面后,传感器短节的编号也就能够反映出各个传感器短节在隧道衬砌内部或是隧道衬砌表面的相对位置状况。例如,当形变测量装置包含9个传感器短节时,这9个传感器短节将会以隧道顶点为中心对称地分布在隧道衬砌内部或是隧道衬砌表面,此时数据采集传输装置302也就可以根据传感器短节的编号来将编号为1的第一传感器短节与编号为9的第九传感器短节进行配对,将编号为2的第二传感器短节与编号为8的第八传感器短节进行配对,依次类推。其中,在理想情况下,各个传感器对所包含的两个传感器短节的水平位置是相同的。由于基于传感器对所包含的两个传感器短节能够分别得到两个对应位置处的形变数据,而根据这两个形变数据,数据采集传输装置302也就可以得到隧道衬砌水平收敛状况。

[0086] 类似地,本实施例中,由于不同传感器对中的传感器短节在安装时即处于不同的垂直位置,因此根据实际需要,数据采集传输装置302还可以基于同样原理确定出隧道断面的拱部下沉状况。

[0087] 需要指出的是,数据采集传输装置302还可以配置有相应的数据分析软件,这样数据采集传输装置302也就可以形成形变测量装置301的上位机。具体地,本实施例中,数据采集传输装置302优选的可以实现传感器配置、三维展示、数据浏览、位移分布曲线绘制、位移过程曲线绘制等功能。数据采集传输装置302可以通过配置设备信息以及通讯方式来与形变测量装置301进行数据交互。

[0088] 形变数据生成模块404优选地包括激发信号生成单元和形变数据生成单元。其中,根据实际需要,激发信号生成单元和形变数据生成单元可以均设置在对应的传感器短节中(例如集成在传感器短节的壳体中),也可以部分地集成在传感器短节中,还可以与传感器短节独立设置。

[0089] 其中,当形变数据生成模块404部分地集成在传感器短节时,激发信号生成单元则可以集成在传感器短节中,而形变数据生成单元则可以集成在数据采集传输装置302中。

[0090] 当形变数据生成模块401与传感器短节独立设置时,激发信号生成单元和/或形变数据生成单元则可以同时与多个传感器短节连接,这样激发信号生成单元也就可以向多个传感器短节发送激发信号并使得对应的传感器短节中的活动梁产生运动。而形变数据生成单元则可以接收多个传感器短节所传输来的数据,并根据这些数据确定出隧道断面的形变数据。

[0091] 从上述描述中可以看出,本发明所提供的用于隧道断面监测的形变测量装置结构简单、安装方便。与传统的固定式或活动式测斜仪不同的是,本发明所提供的形变测量装置能够实现对隧道衬砌的多维度变形测量,其安装不需要专用的测斜管,安装方式非常灵活。根据不同的应用环境,该形变测量装置不仅可以预埋方式安装,也可以直埋安装,还可以在钻孔中用套管方式安装。此外,由于传感器短节在安装时不受导轮或导槽等方向限制,因此传感器短节可以直接埋入隧道衬砌内部或者通过卡具固定在隧道衬砌表面。相较于现有的活动或固定式测斜仪,本形变测量装置的安装方式更加灵活,这样也就可以使得形变测量装置的应用范围更加广泛。同时,相较于现有的测斜仪,本形变测量装置能够在保证测量精度的同时具有更好的重复性。

[0092] 此外,本形变测量装置作为剖面分层沉降监测装置,其无需设置反坡、无需观测房,施工简单迅速,安装完毕即可获取完善监测数据,与传统的水管式沉降仪相比数据更加可靠完善。

[0093] 应该理解的是,本发明所公开的实施例不限于这里所公开的特定结构或处理步骤,而应当延伸到相关领域的普通技术人员所理解的这些特征的等同替代。还应当理解的是,在此使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,而并不意味着限制。

[0094] 说明书中提到的“一个实施例”或“实施例”意指结合实施例描述的特定特征、结构或特性包括在本发明的至少一个实施例中。因此,说明书通篇各个地方出现的短语“一个实施例”或“实施例”并不一定均指同一个实施例。

[0095] 虽然上述示例用于说明本发明在一个或多个应用中的原理,但对于本领域的技术人员来说,在不背离本发明的原理和思想的情况下,明显可以在形式上、用法及实施的细节上作各种修改而不用付出创造性劳动。因此,本发明由所附的权利要求书来限定。

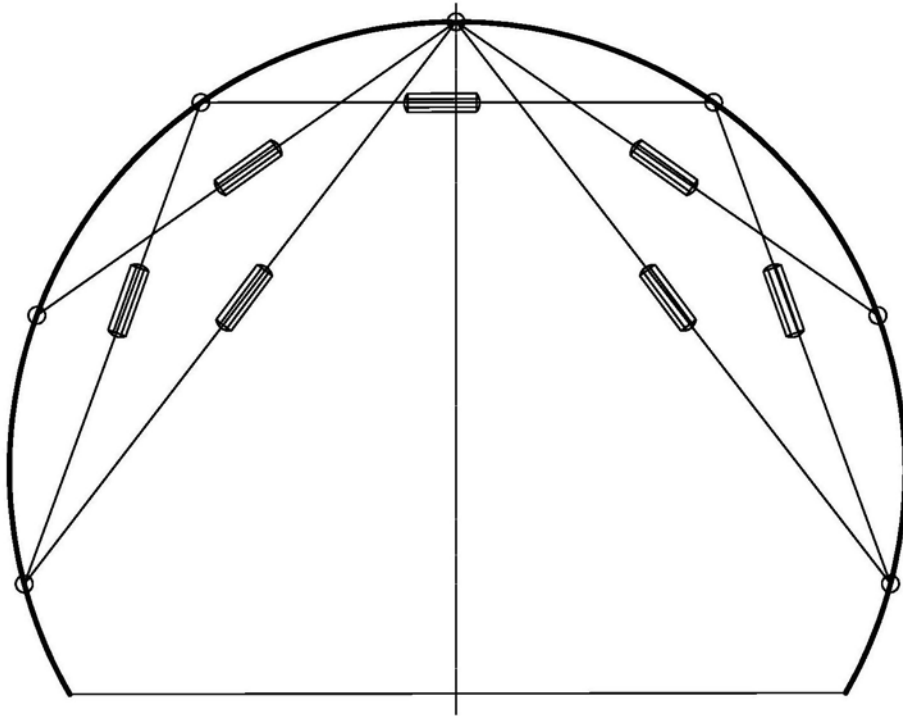


图1

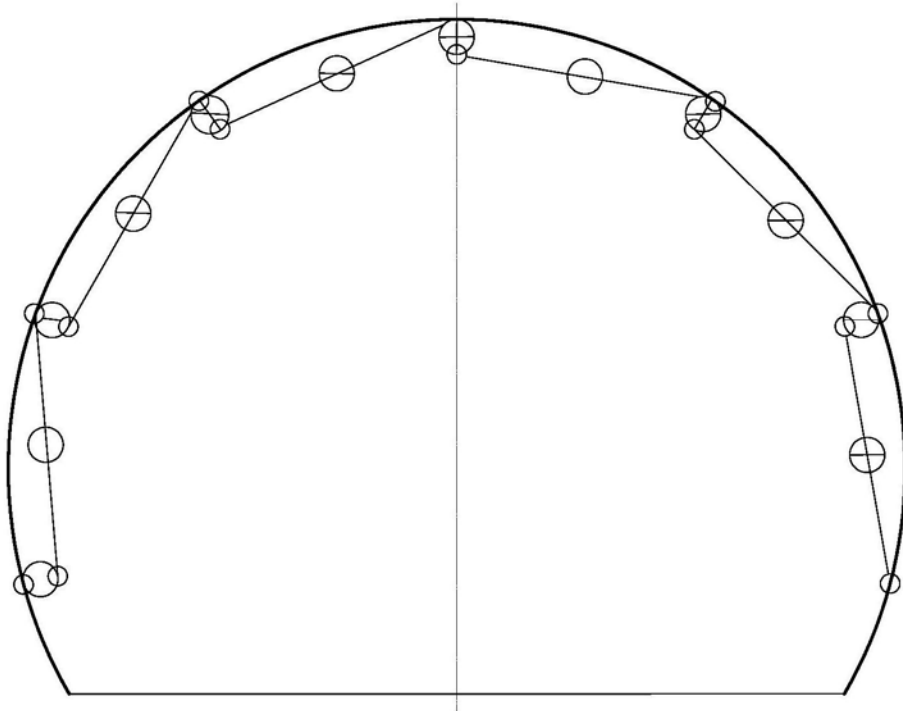


图2

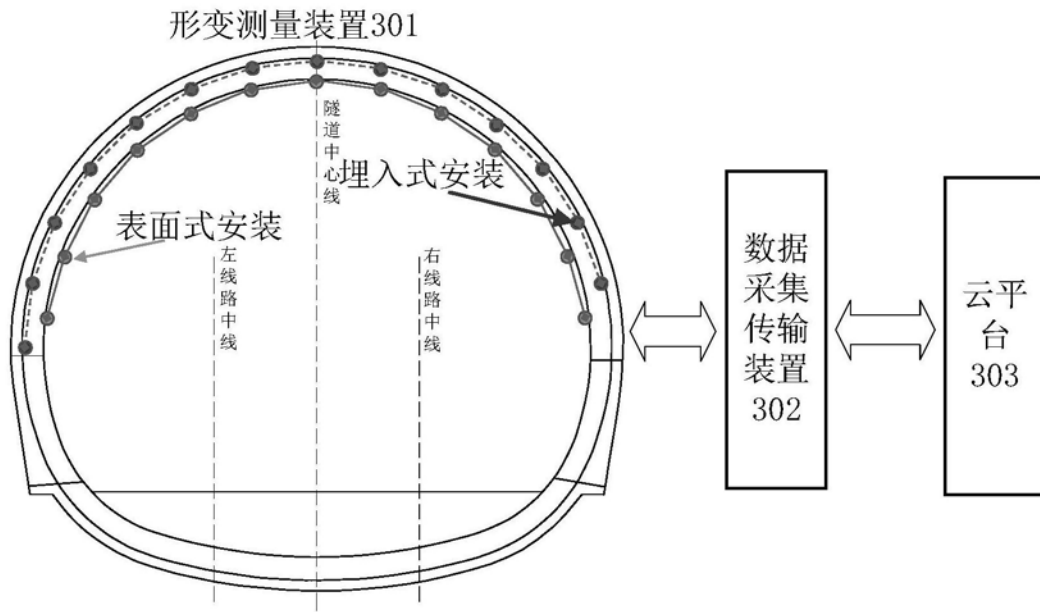


图3

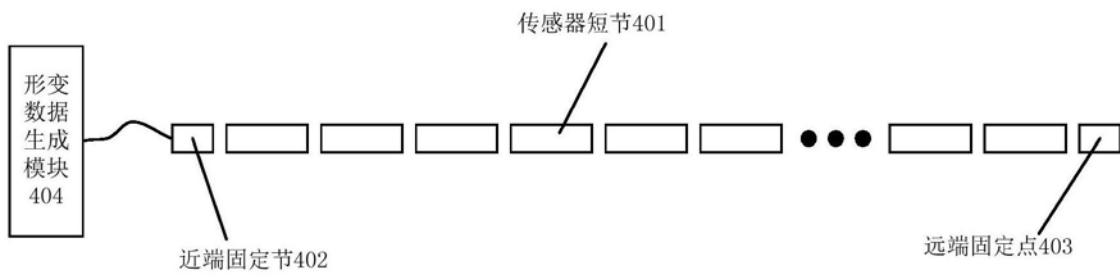


图4

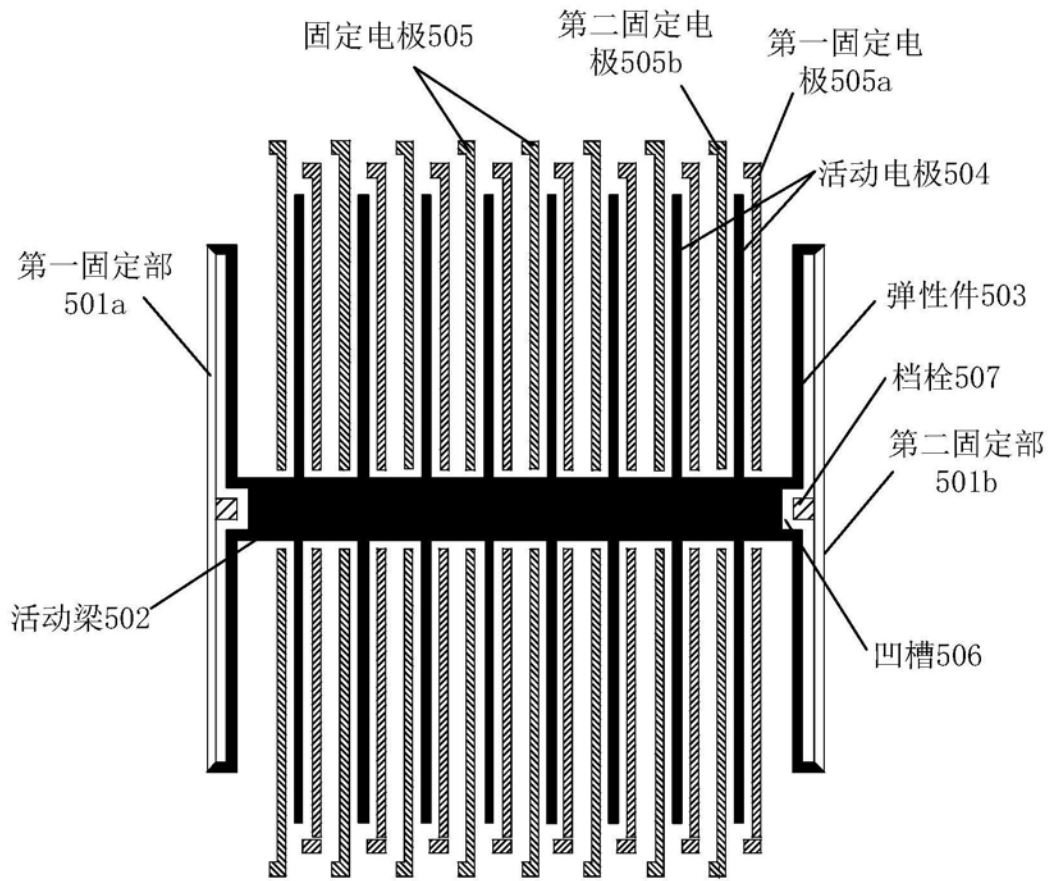


图5