



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202994404 U

(45) 授权公告日 2013. 06. 12

(21) 申请号 201220713120. 2

(22) 申请日 2012. 12. 20

(73) 专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 周希平

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 蔡茂略

(51) Int. Cl.

G01M 5/00 (2006. 01)

G01C 5/04 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

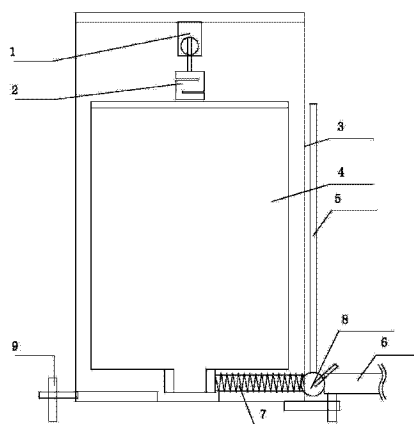
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种挠度自动测量装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种挠度自动测量装置, 该装置包括外框、竖管、软管和力传感器, 竖管位于外框内正中央, 与力传感器下端固结, 力传感器上端通过万向头与外框连接, 外框上部设置一用于固定万向头的承力杆; 万向头与力传感器铰接; 竖管底部一侧设一进水孔, 进水孔与软管相连, 软管水平放置在外框底部框架上, 软管另一端和外部进水管相连, 在其相连处设置有一用于控制软管导通的阀门。该方法是通过测取竖管内液体的重量变化, 根据此重量变化与结构挠度值的关系得到挠度值。本实用新型整合了连通管和应变测量技术, 测量精度高, 可广泛用于建筑、工程、护坡、基坑等施工过程中竖向位移测量, 可以适用于结构静、动态检测中的结构短期挠度测量。



1. 一种挠度自动测量装置,其特征在于,包括外框、竖管、软管和力传感器,竖管位于外框内正中央,与力传感器下端固结,力传感器上端通过万向头与外框连接,外框上部设置一用于固定万向头的承力杆;万向头与力传感器铰接;竖管底部一侧设一进水孔,进水孔与软管相连,软管水平放置在外框底部框架上,软管另一端和外部进水管相连,在其相连处设置有一用于控制软管导通的阀门。

2. 根据权利要求1所述的挠度自动测量装置,其特征在于,所述万向头为凹球槽与球体进行铰接的结构。

3. 根据权利要求1所述的挠度自动测量装置,其特征在于,在外框上方正中可设置一水准泡,水准泡的位置通过设置于外框四周的调平螺丝来进行调节。

4. 根据权利要求3所述的挠度自动测量装置,其特征在于,所述软管通过三通接头与外部进水管连接,另一接头接一竖直的、用于在测量前观察初始水位的透明管。

5. 根据权利要求1所述的挠度自动测量装置,其特征在于,所述竖管和力传感器直接通过螺纹连接在一起。

6. 根据权利要求1所述的挠度自动测量装置,其特征在于,所述力传感器采用S型应变式称重传感器。

7. 根据权利要求1所述的挠度自动测量装置,其特征在于,所述力传感器通过应变仪与计算机连接。

8. 根据权利要求7所述的挠度自动测量装置,其特征在于,所述力传感器和应变仪之间、应变仪和计算机之间、或者力传感器和计算机之间均通过无线传输模块进行数据的传递。

一种挠度自动测量装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及挠度测量研究领域,特别涉及一种挠度自动测量装置。

背景技术

[0002] 目前,桥梁荷载试验中有一项重要内容就是结构在荷载作用下的变形(挠度)测量,该指标反映结构的刚度特性。目前挠度测试主要分为以下几类:

[0003] 1、水准仪或全站仪。其原理是在结构体上预先布置若干固定测点,将其中一点置于某不动点或相对不动点上,然后根据水准测量原理,在每次加载后用水准仪读取各处塔尺的标高,前后相减后即得到该处的挠度。优点是可以进行多点测量,无需安装基座或支架,设备携带量少。缺点是测量精度低,一般能精确到 0.1mm;且测量可视度与精度受环境影响大;人工读数和人工扶尺容易造成人为误差;多点测量时,转站点多,工作量大,耗时巨大造成经济成本增加。

[0004] 2、接触式位移计。如百分表、千分表、拉线位移计、滑线变阻式位移计等。位移计测量精度高,可以达到 0.01~0.001mm。仪器体积小,携带方便。但测量时必须提供固定参考点或者支架,在某些跨河跨江桥或者高架桥梁上几乎无法适用。

[0005] 3、非接触式激光位移计。这是一种光电装置,利用投影原理非接触测量物体尺寸。精度可达 0.01mm,且操作方便。这种测量方式主要缺点在于设备价格昂贵,操作复杂。且对于跨河跨江桥或高架桥梁,由于无法找到合适的固定参考点而无法适用。

[0006] 4、连通液位计。其测量原理是根据连通管水位总保持在同一平面上,根据变形前后水位的变化推求结构挠度。这个技术具有不受多方位变形及桥梁现场的高程、高温和浓雾等的影响,能实现多点挠度检测,适用范围广,性价比高等优点。但是目前使用过程中,采用该方法的装置同样存在一定的缺点,例如专利号为 01209421.8 的专利,该专利采用在直管上安装标尺进行人工读数,因此这种仪器精度不超 1mm。而对于采用光电传感器进行读数的,如专利号为 200320127308.X、200420013598.X 的专利,由于水面张力的影响以及无任何放大功能,其精度和稳定性同样令人怀疑。另外专利号为 201120026894.3、200810237453.0、200810237454.5、200910273439.0、200920005141.7 的这些专利,均是利用微压传感器或者压力变送器来测量水柱压力,因为水柱压力变化极其微小,且连通器在多个管分压后,水压力更小,因此很难达到理想精度要求。还有利用浮力或浮子进行液面位移的转换,通过弹性元件或光电传感器感应浮力变化或者浮子位移如 201110204309.9, 201120258359.0,这种方式存在二次转换的问题,还有浮子的摩擦和垂直等问题,因此其精度和线性也是无法满足现有应用的要求。

[0007] 由此可见,由于没有将液面位移或压力或浮力进行放大,直接测量这些量,即使采用很精密的光栅传感器、光电传感器或者微压传感器,其精度都很难满足桥梁挠度测量的要求。

实用新型内容

[0008] 本实用新型的主要目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种挠度自动测量装置,该装置封装性好,可抗风、抗雨,且携带方便,操作简单,可广泛用于建筑、工程、护坡、基坑等土木工程的施工过程竖向位移测量,更可以适用于结构静、动态检测中的结构短期挠度测量,也可以作为既成结构的长期挠度测量的基本工具。

[0009] 本实用新型的目的通过以下的技术方案实现:一种挠度自动测量装置,包括外框、竖管、软管和力传感器,竖管位于外框内正中央,与力传感器下端固结,力传感器上端通过万向头与外框连接,外框上部设置一用于固定万向头的承力杆;万向头与力传感器铰接;竖管底部一侧设一进水孔,进水孔与软管相连,软管水平放置在外框底部框架上,软管另一端和外部进水管相连,在其相连处设置有一用于控制软管导通的阀门。

[0010] 优选的,所述万向头为凹球槽与球体进行铰接的结构。可以使力传感器和竖管在小角度范围内自由转动调平。

[0011] 为了使测管和力传感器重力线与地面垂直,在外框上方正中可设置一水准泡,以保证本装置预先垂直于地面。

[0012] 更进一步的,所述水准泡的位置通过设置于外框四周的调平螺丝来进行调节。在测量前,通过外框四周的调节螺丝使水准泡位于中央而使外框重心线与地面垂直,而竖管的垂直则通过万向头自动予以调整,测量过程中一般无须再次人工调平。

[0013] 优选的,所述软管通过三通接头与外部进水管连接,另一接头接一竖直的、用于在测量前观察初始水位的透明管。当初始水位与竖管初始线基本处于同一水平面时,可以通过开关导通软管和外部进水管进行测量。

[0014] 优选的,所述竖管和力传感器直接通过螺纹连接在一起。

[0015] 优选的,所述力传感器采用 S 型应变式称重传感器。

[0016] 优选的,所述力传感器通过应变仪与计算机连接。计算机可以控制应变仪采集、记录、显示力传感器所得到的数据,避免了人工读数、记录造成的错误,降低操作人员的劳动强度。

[0017] 更进一步的,所述力传感器和应变仪之间、应变仪和计算机之间、或者力传感器和计算机之间均通过无线传输模块进行数据的传递。采用无线传输模块可以减小测量仪的尺寸,同时在现场使用时,也不必进行布线,节省了劳动量。

[0018] 上述装置采用下面的挠度自动测量方法,将竖管和力传感器悬吊起来,同时将竖管与连通器连接,然后通过力传感器直接测取竖管内液体的重量变化,根据重量变化与结构挠度值的关系得到挠度值;测量过程中,竖管的重力线应与力传感器的轴线重合。该方法依据的原理是:因为连通器所连接的各管中液面高度应处处相等,结构变形后,各管中液面高度随之变化,各管中液体的重量相应发生微小变化,将该微小的重量变化直接由力传感器感受,力传感器的读数就可以线性反应出结构的挠度值。

[0019] 本实用新型方法创新点是直接采用力传感器测量竖管内液体的重力变化,以及采用水平放置的软管与竖管连接。现有技术中已知竖管内液体的重力变化直接跟液体的体积变化成线性关系,在管径不变的前提下,液体的体积变化跟液面高度变化成线性关系;当结构体挠度发生变化时,导致预先处于同一液面高度的各竖管液面高度将发生变化,液面高度变化跟挠度成线性关系,从而转换为液体体积或者液体重量发生变化,液体重量的变化由力传感器感应得到。这样就可以通过力的测量获取挠度数值。本实用新型中竖管内液体

的重力变化与结构挠度值之间的关系具体如下：

[0020] $\Delta f = \rho g S (\Delta h)$ ；

[0021] 其中 Δf 为挠度变化， ρ 为水密度， g 是重力加速度， S 为竖管截面面积， Δh 为竖管液面高度变化。

[0022] 本实用新型数据精度与体积变化相关，下面以管径 50、70、100mm 的竖管阐明该精度，但不局限于采用此尺寸。

[0023] 表 1 不同管径的竖管在相同变化液面高度下的变化质量

[0024]

管径 mm	变化高度(mm)	变化体积(mm ³)	变化质量(克)
50	0.1	196.3	0.196
100	0.1	785.3	0.785
200	0.1	3141.5	3.142

[0025] 由上表可以看出，如果力传感器或者称重传感器可以满足精度 0.1 克的话，用管径 50mm 的竖管都能实现精度 0.1mm 的高度变化的测量。针对目前精密的力传感器或者称重传感器的精度能达到 0.01 克，则本实用新型的精度完全可以达到 0.01mm 甚至更高。

[0026] 本实用新型与现有技术相比，具有如下优点和有益效果：

[0027] 1、本实用新型整合了连通管和应变测量技术，通过直接测量测管内液体的重量来进行挠度的测量，测量精度高，随竖管的尺寸变化可适应不同的量程，可以随意增减测管数量，实现多点同步测量，外框不仅用于固定安装内部传感器和竖管，更可以达到保护的作用，可以防风、防雨、防尘等，并方便固定到结构上。因此本装置原理简单、结构简单，无任何特殊限制，却适用范围广。可广泛用于建筑、工程、护坡、基坑等土木工程的施工过程竖向位移测量，可以适用于结构静、动态检测中的结构短期挠度测量，也可以作为既成结构的长期挠度测量的基本工具。

[0028] 2、本实用新型只受液体重力影响，采用 S 型力传感器只受轴向力影响，从而可以减少因为偏心或倾斜等导致的误差，使测量数据稳定。

[0029] 3、本实用新型装置封装性好，可抗风、抗雨防尘等，携带方便。

[0030] 4、本实用新型采用力传感器与竖管固结，其重力线完全重合，并同步偏斜。第一次调平后，之后的测量都能自动调平、对中，操作简单，快捷。

[0031] 5、本实用新型可通过计算机控制应变仪采集各传感器数据，无需人工读数，如改成无线传输的力传感器，则可以实现无线遥控测量。

[0032] 6、本实用新型中软管水平放置在外框底面上，软管尽量软，使竖管可以自由下降或上升，而不产生明显约束，同时也使软管内水的重量尽量作用在外框上，对传感器受力不产生变化。

附图说明

[0033] 图 1 是本实用新型方法原理示意图。

[0034] 图 2 是本实用新型装置的平面结构示意图；

[0035] 图 3 是实施例 1 中测量桥梁挠度时的示意图；

[0036] 图 4 是实施例 2 中用于高程或者标高测量时的示意图；

[0037] 图 5 是图 4 测量时的原理示意图。

[0038] 图中：1—万向头；2—力传感器；3—外框；4—竖管；5—透明管；6—进水管；7—软管；8—三通接头；9—调平螺丝；15—连通管；16—标杆；17—测量装置；a—水平面；b—测点水平位置。

具体实施方式

[0039] 下面结合实施例及附图对本实用新型作进一步详细的描述，但本实用新型的实施方式不限于此。

[0040] 实施例 1

[0041] 本实施例以桥梁挠度多点测量来说明具体的测量方法和测量装置。如图 3 所示，布设简便连通管 15，然后充水，在测点位置布设垫高块，放置如图 2 所示的测量装置 17，使透明管 5 初始水面高度与竖管 4 初始线相持平，调平外框 3 上的水准泡。打开软管 7 和进水管 6 的开关，使测量装置内竖管 4 进水。将各处传感器信号连接到应变仪，并与电脑连接，此时可以将数据清零。对桥梁进行加载，各测点将产生上升或下降的现象，如图 1 和 3 所示，而根据连通器的原理，各测管的液面将相应下降或上升，使测管中的水的重量减少或者增加，当水面稳定后，采用应变仪读取力传感器 2 的读数，就能得到重量变化得到的各处液面高度的变化数据 $\Delta L_i^1, \Delta L_i^2, \dots, \Delta L_i^k$ 。（i 为测点号，k 为加载级数）。若 $i = 0$ 测点为固定不动点，则其他数据与该点数据相减，即得相应各点的挠度。

[0042] $\omega_i^k = \Delta L_i^k - \Delta L_i^0 - (\Delta L_0^k - \Delta L_0^0)$

[0043] 一般在桥梁空载时预先调零，即： $\Delta L_i^0 = \Delta L_0^0 = 0$ ，则各测点的挠度为：

[0044] $\omega_i^k = \Delta L_i^k - \Delta L_0^k$

[0045] 本实施例中的挠度自动测量装置，如图 2 所示，包括外框 3、竖管 4（测管）、软管 7 和力传感器 2。竖管 4 一般为圆管，位于外框 3 内正中，与力传感器 2 下端固结，底部一侧设一进水孔，进水孔与软管 7 相连。进水孔位于竖直侧面，以利于软管 7 的水平放置和水平连接。软管 7 必须较软，水平刚度尽量低，才能保证竖管在微小位移时不受约束。所述力传感器 2 一端通过万向头 1 与外框 3 连接，一端与竖管 4 上端正中固定（可使用螺栓）。万向头 1 可在一定角度内自由转动，使力传感器和竖管 4 可在自重影响下自动竖直。在外框 3 顶面的中央位置设有一个圆形水准泡，其水准泡的对中通过设置于外框 3 四周的调平螺丝 9 来进行调节。

[0046] 如图 5 所示，所述软管 7 通过三通接头 8 与外部进水管 6 连接，其中两个接头分别接软管 7 和外部进水管 6，第 3 个接头接一竖直透明管 5。该透明管 5 用于在测量前观察初始水位。

[0047] 在本实施例中，所述竖管 4 和力传感器 2 直接通过螺纹连接在一起。所述软管 7 与竖管 4 连接段水平放置，并一端固定到外框 3 平台垫上。所述力传感器 2 采用 S 型应变式称重传感器。力传感器 2 和应变仪与计算机连接，可直接通过应变测量软件进行控制和测量。

[0048] 在本实施例中，所述力传感器 2 和应变仪之间、应变仪和计算机之间、或者力传感

器 2 和计算机之间均通过无线传输模块进行数据的传递。

[0049] 一种基于上述装置的挠度自动测量方法,将竖管 4 和力传感器 2 悬吊起来,同时将竖管 4 与连通器连接,然后通过力传感器直接测取竖管 4 内液体的重量变化,根据重量变化与结构挠度值的关系得到挠度值;测量过程中,竖管 4 的重力线在水自重的影响下与地面垂直。。测管的重力变化与挠度值之间的关系具体如下:

[0050] 各测点的测管内水重力变化 $\Delta G_i = S \Delta L_i$;而各测点挠度为 $\omega_i = \Delta L_i - \Delta L_0$ (式中 S 为竖管横截面面积); ΔL_0 为基点(或者桥梁结构外的测点,可视为不动点)处的液面变化量,如果使用较大面积的水容器置于基点,其与竖管的面积比越大,其数值愈趋于 0。则各测点挠度为 $\omega_i = \Delta G_i / S$ 。竖管水重力变化直接称正比。而重力变化为 $\Delta G_i = S \Delta L_i$,则 $\omega_i = \Delta L_i$,即各点挠度为各竖管液面高度的变化值。

[0051] 实施例 2

[0052] 本实施例除下述特征外其他结构同实施例 1:本实施例中将本实用新型所述装置和方法应用于测量高程或者标高,如图 4、5 所示。

[0053] 根据所测结构的总高程差选择不同长度的竖管(量程需要足够大)。在一参考点(例如图中 a 代表的水平面)上布设本实用新型所述测量装置,充水,然后将另一个测量装置安装到一个可移动的标杆 16 上,标杆 16 上可设有水准泡(或者直接使用测量仪上的水准泡)。按一定长度预先标记测量点位置(例如图中 b 代表的测点水平位置),将标杆 16 依次移到测量点,读取测量装置读数,则每测一次,2 个测量装置的读数之差即为测量点与参考点之高程差。依次移动,就可以得到全桥或者所测区域的各点相对参考点的高程。

[0054] 上述实施例为本实用新型较佳的实施方式,但本实用新型的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本实用新型的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本实用新型的保护范围之内。

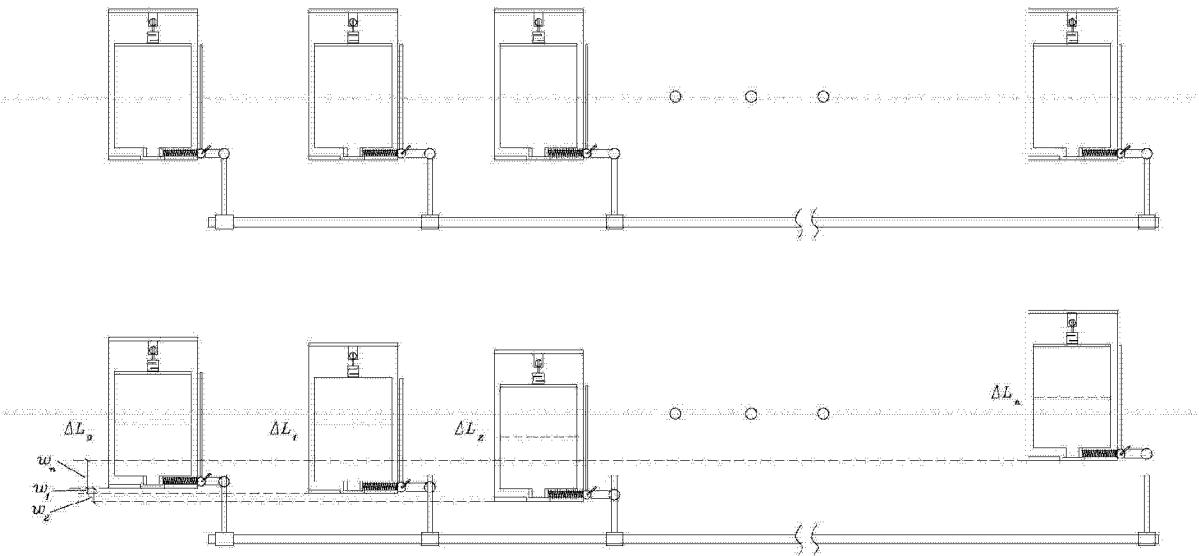


图 1

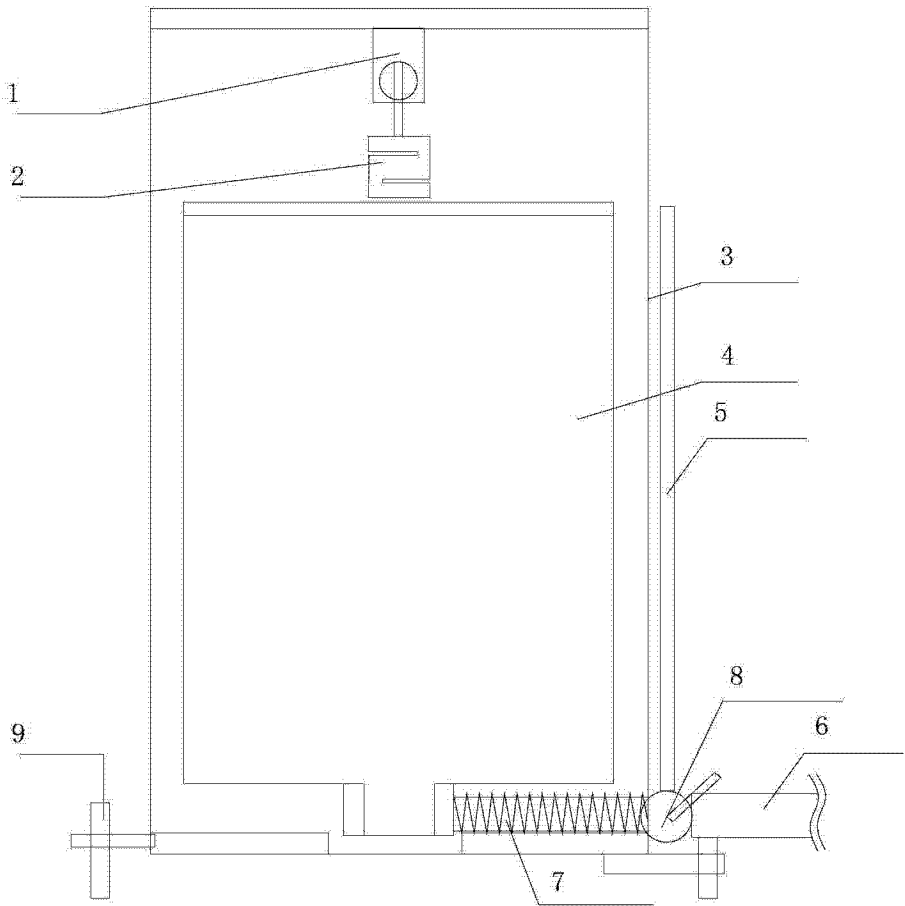


图 2

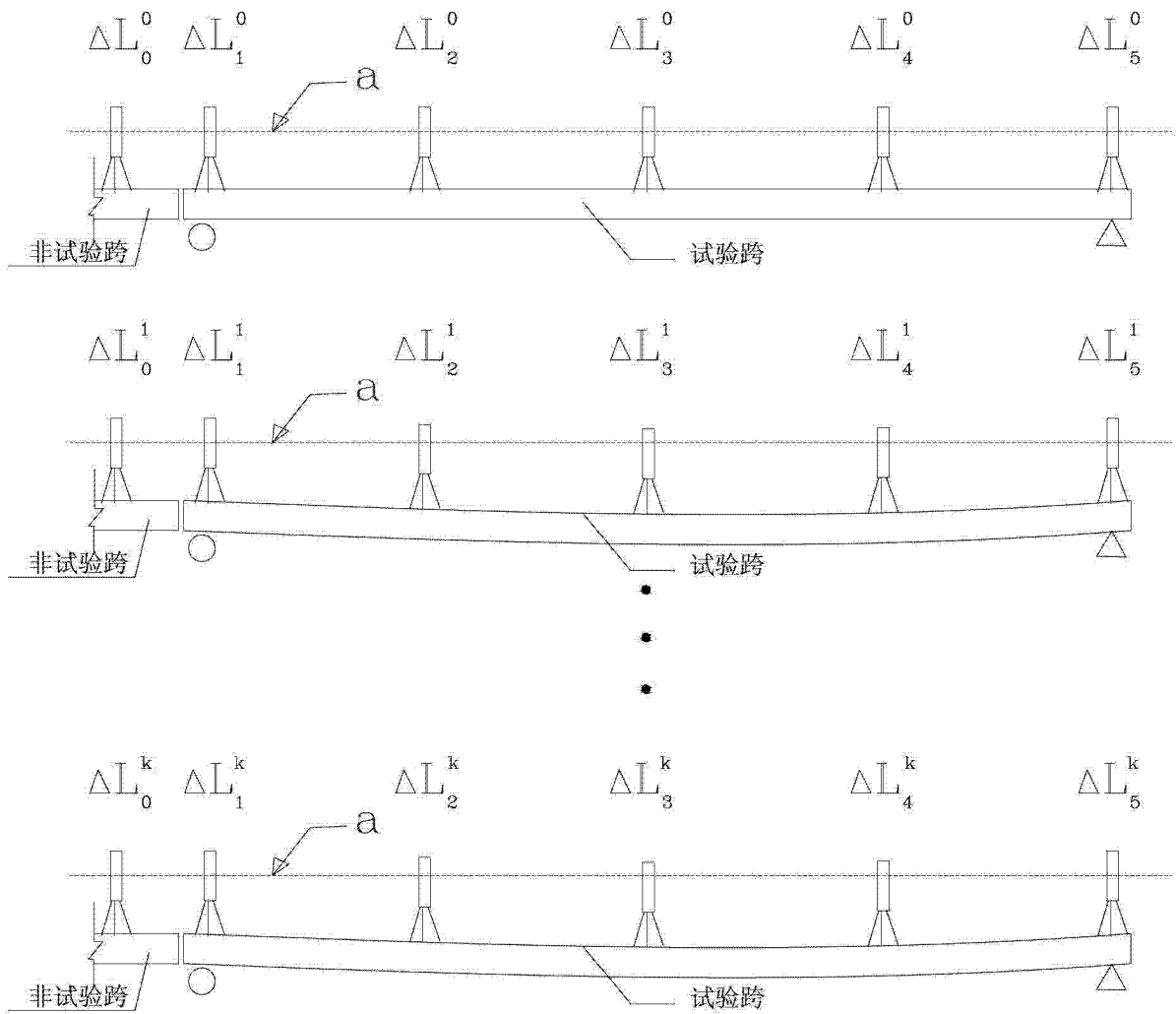


图 3

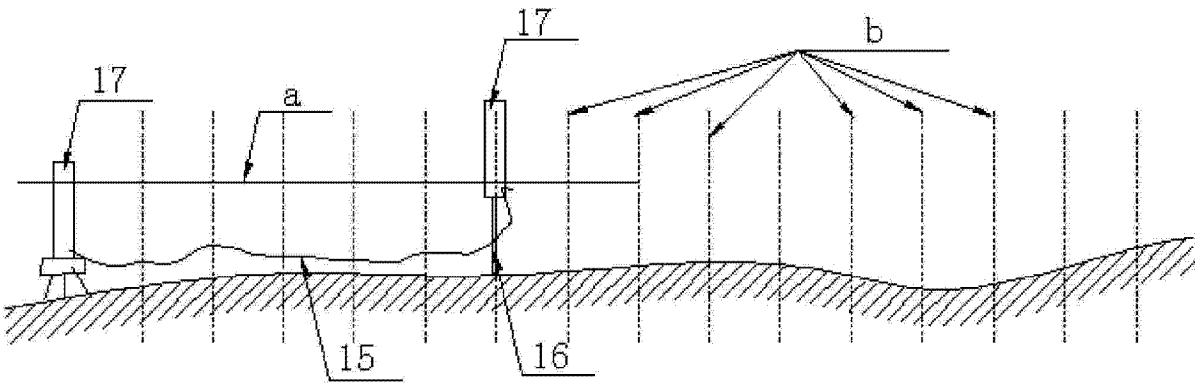


图 4

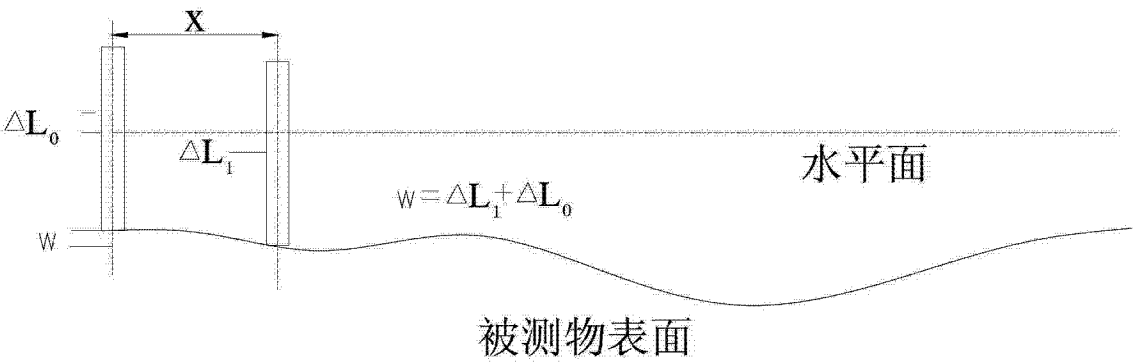


图 5