(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2012 年 10 月 4 日 (04.10.2012)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2012/129882 A1

(51) 国际专利分类号:
G01H 17/00 (2006.01) *G01B 21/04* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2011/078602

(22) 国际申请日: 2011 年 8 月 18 日 (18.08.2011)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201110077287.4 2011 年 3 月 29 日 (29.03.2011) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **长沙中联重工科技发展股份有限公司 (CHANGSHA ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **湖南中联重科专用车有限责任公司 (HUNAN ZOOMLION SPECIAL VEHICLE CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国湖南省常德市鼎城区灌溪镇, Hunan 415106 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): **黄永辉 (HUANG, Yonghui)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **黄毅 (HUANG, Yi)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **吴斌兴 (WU, Binxing)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。

(74) 代理人: **北京康信知识产权代理有限责任公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.)**; 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, Beijing 100098 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[见续页]

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL SPACE VIBRATION MEASURING DEVICE AND METHOD

(54) 发明名称 : 三维空间测振装置及方法

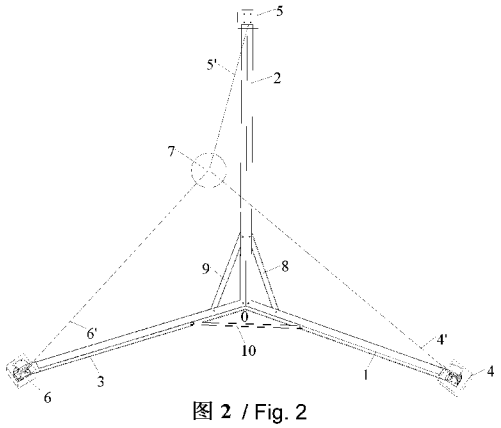


图 2 / Fig. 2

(57) Abstract: A three-dimensional vibration measuring device comprising: a support bracket, three cable-type displacement sensors, and a processor; the support bracket is provided with three mounting parts, and the mounting parts are fixedly located on the three axes (x, y and z) normal to each other in a three-dimensional coordinate system respectively; each of the three cable-type displacement sensors comprises a main body (4,5,6) and a cable pulled out from the main body (4', 5' and 6'), the main bodies are mounted on the mounting parts respectively, and the ends of the cables can intersect at the measuring point (7) in a space limited by the main bodies and the origin of the three-dimensional coordinate system; the processor communicates with the three cable-type displacement sensors via a data acquisition device and processes the obtained data. Processing the measured signals with the vibration measuring device is simple and more accurate vibration displacement values can be obtained. Moreover, the vibration measuring device is simple in structure, easy in mounting and low in cost. The vibration measurement method is simple to operate and is easy to implement.

[见续页]

WO 2012/129882 A1

SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

一种三维空间测振装置，该测振装置包括：支架，具有三个安装部，安装部分别定位于三维空间坐标系的相互垂直的三个轴线(x、y、z)上；三个拉线式位移传感器，每个拉线式位移传感器包括本体(4、5、6)和从本体拉出的拉线(4’、5’、6’)，本体分别安装在安装部上，拉线的末端能够相交于由本体与三维空间坐标系的原点限定的空间中的测点(7)；以及处理器，通过采集装置与三个拉线式位移传感器通信并处理所获得的数据。该测振装置对测量信号的处理简单，可以获得更精确的振动位移值；并且，测振装置结构简单、安装方便、成本低，测振方法操作简单，易于实施。

三维空间测振装置及方法

技术领域

本发明涉及三维空间测振装置及方法。

背景技术

在重工机械领域中，一些整机（例如泵车）中具有长臂架结构。在工作时长臂架结构的末端或多或少存在振动，既有可能影响工作面的定位，也有可能产生安全事故。在整机设计开发出来后，有必要在出厂之前进行此方面的测试，以保证用户的正常使用。但在振动测试中，单自由度测振装置比较常见，而三维空间测振还缺乏相应的装置和方法。

在现有技术中，一般采用以下两种方式测试振动：（1）现有的远程振动测试一般是首先测得被测物体的加速度信号，再对信号进行二次积分和去除趋势项处理，从而得到振动位移信号；(2)采用三个激光位置敏感装置探测器（PSD）组成一集成的激光测量系统，可以用于空间挠性杆件位姿偏差的精确测量。

上述两种测振方式分别具有相应的缺点。第一种方式的缺点是：由于首先测得的是加速度信号，本身就存在一定的误差，在通过二次积分后误差会进一步放大，且对于被测对象的频率成分和干扰频率成分不了解，在滤波时很难进行频率截断，所以最终得到的振动位移信号有较大的失真。第二种方式的缺点是：在确定挠性杆件位姿偏差的时候，在测出挠性杆件的转动角度后，还需要知道其挠度偏差，然后才能间接得到挠性杆件的准确位移。而且除了需破坏挠性杆件的末端以便固定 PSD 集成装置外，还需要在挠性杆件的前端固定一个激光发射装置，系统颇为复杂，成本也比较高。

发明内容

本发明的目的在于提供一种三维空间测振装置和方法，以解决如上所述的现有技术中测振装置结构复杂、成本高以及测量精度不高的问题。

为解决上述技术问题，根据本发明的一个方面，提供了一种三维空间测振装置，特别地，该三维空间测振装置包括：支架，具有三个安装部，安装部分别定位于三维空间坐标系的相互垂直的三个轴线上；三个拉线式位移传感器，每个拉线式位移传感器包括本体和从本体拉出的拉线，本体分别安装在安装部上，拉线的末端能够相交于

由本体与三维空间坐标系的原点限定的空间中的测点；以及处理器，通过采集装置与三个拉线式位移传感器通信并处理所获得的数据。

进一步地，支架包括分别沿三个轴线延伸的三个支臂，每个支臂包括第一端和相对的第二端，第一端刚性连接在一起，并且三个安装部分别设置在三个支臂上。

进一步地，三个支臂的长度相等。

进一步地，安装部安装在第二端上，并且本体安装在安装部上。

进一步地，安装部包括固定地连接至所述第二端的安装板。

进一步地，安装部包括托架和可转动地连接于托架的安装板。

进一步地，三个支臂均为细长结构，并且在三个支臂中的至少两个支臂之间设置有斜支撑加强件。

根据本发明的另一方面，还提供了一种三维空间测振方法，特别地，包括以下步骤：a）设定一个三维空间坐标系，将三个拉线式位移传感器的三个本体分别定位于三维空间坐标系的相互垂直的三个轴线上；b）定位三维空间坐标系，使得待测物体的测点位于由三个本体与三维空间坐标系的原点限定的空间中；c）将三个拉线式位移传感器的三条拉线的末端均固定在测点上，记录三条拉线的初始长度以计算出测点的两个可能的初始坐标，并确定实际的初始坐标值；d）使待测物体发生振动，从而带动测点振动以进行测试，记录任意时刻的三条拉线的振动长度以计算出测点的两个可能的振动坐标，并确定实际的振动坐标值；以及 e）利用在步骤 d）中所获得的振动坐标值减去在步骤 c）中所获得的初始坐标值的差，计算出任意时刻的振动位移。

进一步地，三个拉线式位移传感器的本体距三维空间坐标系的原点的距离相等。

进一步地，使测点的位置位于由三条拉线的拉出端所限定平面的远离原点的一侧，并且三个本体在三个轴线上是可转动的。

进一步地，利用采集装置采集数据并利用处理器处理数据。

本发明具有以下技术效果：

首先，采用根据本发明的三维空间测振装置和方法，对测量信号的处理简单直接，可以获得更精确的振动位移值；

其次，根据本发明的三维空间测振装置结构简单、安装方便、成本低，并且本发明的三维空间测振方法操作简单，易于实施。

应该理解，以上的一般性描述和以下的详细描述都是列举和说明性质的，目的是为了对要求保护的本发明提供进一步的说明。

附图说明

附图构成本说明书的一部分，用于帮助进一步理解本发明。这些附图图解了本发明的优选实施例，并与说明书一起用来说明本发明的原理，在附图中：

图 1 是示意性示出了本发明的一个优选实施例的原理的视图。

图 2 示出了根据本发明的一个优选实施例的三维空间测振装置的示意性立体图。

图 3 示出了根据本发明的一个优选实施例的三维空间测振装置的传感器安装部的示意性立体图。

图 4 示出了图 3 中的传感器安装部的示意性分解立体图。

图 5 示出了根据本发明的第二实施例的三维空间测振装置的示意性立体图。

图 6 示出了根据本发明的第二实施例的三维空间测振装置的传感器安装部的示意性立体图。

具体实施方式

下面将结合附图详细说明本发明的具体实施方式。应注意，下文仅对本发明与现有技术不同的特征进行说明，对于在现有技术中可以发现的技术特征，这里就不赘述了。

为便于理解，首先简单地说明本发明的基本原理。本发明的三维空间测振装置用三个拉线式位移传感器测出被测物体在对应三个方向上的振动位移信号，然后用空间坐标转换方法，把三个拉线式位移传感器的信号转化成三个互相垂直的自由度上的振动位移。

首先参照图 2，介绍本发明的三维空间测振装置的一个优选的实施例，该测振装置包括：由三个角钢制成的长度相等的支臂 1、2、3 组成的支架，三个支臂 1、2、3 的第一端通过螺栓刚性地连接在一起并限定出三维空间坐标系的原点 O，三个支臂 1、

2、3 从该原点 O 相互垂直延伸；三个拉线式位移传感器，每个传感器包括本体 4、5、6 和从这些本体拉出的拉线 4’、5’、6’，这些本体 4、5、6 分别安装在三个支臂 1、2、3 的与第一端相对的第二端上，拉线的末端能够相交于由三个支臂 1、2、3 所限定空间内的测点 7；以及例如计算机的处理器（未示出），通过采集装置（未示出）与三个拉线式位移传感器通信并处理所获得的数据。

为了增强本发明的测振装置的稳固性，进一步地，在三个支臂 1、2、3 之间还设置有由钢板制成的斜支撑加强件 8、9、10。当然，本发明不限于在所有三个支臂之间均设置斜支撑加强件，也可以通过部分加强方式实现，例如，仅在两个支臂之间设置支撑加强件。

应该说明的是，在本实施例中，虽然三个支臂 1、2、3 是由三个角钢制成，并且斜支撑加强件 8、9、10 为钢板，但是本领域的普通技术人员应该理解的是，本发明不限于此，任何适合的其他材料也包括在本发明的范围内。

此外，图 2 中所示实施例的三个支臂 1、2、3 上的安装部优选地包括相互连接的安装板 11 和位于该安装板 11 下方的一个固定连接（例如通过焊接）至支臂的托架 14，安装板 11 上具有与拉线式位移传感器的本体上的连接件（未示出）相配合的连接孔 13。优选地，安装板 11 和托架 14 通过转动轴 12 连接，从而安装板 11 可以绕转动轴 12 在 180 度范围内自由转动，具体地参见图 3 和图 4。

本领域的普通技术人员可以理解的是，安装板 11 下面通过一个转动轴 12 来保证其自由转动，这样即可保证拉线式位移传感器的拉线 4’、5’、6’沿着出口方向伸缩，以减小拉线的摩擦力，同时也可以保证测试的精度。

此外，根据本发明的结构更加简化的第二实施例，参照图 5 和图 6，安装部是一个固定连接（例如通过焊接）至支臂的安装板（具体是一个折弯板 15），拉线传感器的本体安装于该折弯板 15 之上。可以理解的是，虽然这种安装方式不能实现随动，但也能实现本发明的目的。

为了更好地理解本发明，下面参照图 1-图 3 并结合本装置的具体操作来进一步进行说明。首先，将该三维空间测振装置固定在地面或者一个能接近被测点的平台上。可以理解的是，由于这些支臂 1、2、3 本身的自重，可以很容易将其固定在地面或平台上，如果需要的话，也可以通过一重物压其固定，或是以本领域已知的任何方式固定。然后，把三个合适量程的拉线式位移传感器的本体 4、5、6 固定在各自的安装板上（当然可以设想，这些拉线式位移传感器一直安装在相应的位置处），并把拉线拉出

通过紧固件固定在被测物体的测点 7 上，保证被测物体的运动限制在$x+y+z>a$的范围内。

下面具体参照图 1，详细说明如何通过从拉线传感器获得的值来计算出振动相关的位移值。图 1 中a为立方体的边长（对应三个支臂 1、2、3 的长度），L_1、L_2、L_3分别为安装在三个轴线 x、y、z 上的拉线传感器的拉线长度，与对应的坐标满足如下关系：

$$L_1^2 - z^2 - y^2 = (a-x)^2 \quad (1)$$

$$L_2^2 - x^2 - z^2 = (a-y)^2 \quad (2)$$

$$L_3^2 - x^2 - y^2 = (a-z)^2 \quad (3)$$

联立可解得：

$$L_1^2 - L_3^2 = 2a(z-x) \quad (4)$$

$$L_1^2 - L_2^2 = 2a(y-x) \quad (5)$$

所以：

$$z = \frac{L_1^2 - L_3^2}{2a} + x \quad (6)$$

$$y = \frac{L_1^2 - L_2^2}{2a} + x \quad (7)$$

代回式子（1）得：

$$L_1^2 - (\frac{L_1^2 - L_2^2}{2a} + x)^2 - (\frac{L_1^2 - L_3^2}{2a} + x)^2 = (a-x)^2 \quad (8)$$

整理得：

$$3x^2 + (\frac{L_1^2 - L_2^2}{2a} + \frac{L_1^2 - L_3^2}{2a})x + (\frac{L_1^2 - L_2^2}{2a})^2 + (\frac{L_1^2 - L_3^2}{2a})^2 + a^2 - L_1^2 = 0 \quad (9)$$

这样就可以得到两组解（x_1, y_1, z_1）、（x_2, y_2, z_2）。

上面两个解实际上都是可能的，在平面$x+y+z=a$的两边各存在一个解。但实际上臂架的振动解是唯一的，故需要对解进行取舍。为便于取舍，将测点的位置限定在平面$x+y+z=a$的远离原点的一侧，即将测点 7 限定在$x+y+z>a$所表达的空间中。可以理解的是，由于振动幅度相对于三个支臂所限定的空间而言很小，因此很容易对测点的位置进行限定。

把测得的拉线式位移传感器的数据进行坐标转换，即可得到三个自由度方向的振动位移信号。开始采集后，需要把开始时刻解得的坐标设为（x_0, y_0, z_0）。由此，通过振动后的坐标与初始坐标之差，即可得到任意时刻的振动位移：

$$d_{xt}=x_t-x_0 \qquad (10)$$

$$d_{yt}=y_t-y_0 \qquad (11)$$

$$d_{zt}=z_t-z_0 \qquad (12)$$

应该理解的是，上述本发明的优选实施例中，三个支臂的长度相等。而对于三个支臂长度不等的一般情况而言，同样适合本发明。下面对这种情况进行详细介绍，a、b、c分别为三个支臂的长度，为了便于坐标的取舍，将被测物体的运动限制在$x/a+y/b+z/c>1$的范围内。L_1、L_2、L_3分别为安装在三个轴线上的拉线传感器的拉线长度，与对应的坐标满足如下关系：

$$L_1^2-z^2-y^2=(a-x)^2 \qquad (13)$$

$$L_2^2-x^2-z^2=(b-y)^2 \qquad (14)$$

$$L_3^2-x^2-y^2=(c-z)^2 \qquad (15)$$

联立可解得：

$$L_1^2-L_3^2=a^2-c^2-2ax+2cz \qquad (16)$$

$$L_1^2-L_2^2=a^2-b^2-2ax+2by \qquad (17)$$

所以：

$$z=\frac{L_1^2-L_3^2-a^2+c^2}{2c}+\frac{a}{c}x \qquad (18)$$

$$y=\frac{L_1^2-L_2^2-a^2+b^2}{2b}+\frac{a}{b}x \qquad (19)$$

代回式子（1）得：

$$L_1^2-(\frac{L_1^2-L_3^2-a^2+c^2}{2c}+\frac{a}{c}x)^2-(\frac{L_1^2-L_2^2-a^2+b^2}{2b}+\frac{a}{b}x)^2=(a-x)^2 \qquad (20)$$

整理得：

$$(1+\frac{a^2}{b^2}+\frac{a^2}{c^2})x^2+[\frac{a}{c^2}(L_1^2-L_3^2-a^2)+\frac{a}{b^2}(L_1^2-L_2^2-a^2)]x$$
$$+(\frac{L_1^2-L_2^2-a^2+b^2}{2b})^2+(\frac{L_1^2-L_3^2-a^2+c^2}{2c})^2+a^2-L_1^2=0 \qquad (21)$$

这样就可以得到两组解（x_1, y_1, z_1）、（x_2, y_2, z_2）。

上面两个解实际上都是可能的，在平面$x/a+y/b+z/c=1$的两边各存在一个解。但这里臂架的振动解是唯一的，故需要对解进行取舍。为便于取舍，将测点的位置限定在平面$x/a+y/b+z/c=1$的远离原点的一侧，即将测点限定在$x/a+y/b+z/c>1$所表达的空间中。同样可以理解的是，由于振动幅度相对于三个支臂所限定的空间而言很小，因此很容易对测点的位置进行限定。

把测得的拉线式位移传感器的数据进行坐标转换，即可得到三个自由度方向的振动位移信号。开始采集后，需要把开始时刻解得的坐标设为（x_0, y_0, z_0）。由此，通过振动后的坐标与初始坐标之差，即可得到任意时刻的振动位移：

$$d_{xt}=x_t-x_0 \qquad (22)$$

$$d_{yt}=y_t-y_0 \qquad (23)$$

$$d_{zt}=z_t-z_0 \qquad (24)$$

通过上述两种不同的实施方式可知，根据本发明的三维测振装置和方法可以比较精确地测量长臂架结构的振动位移，同时可用以校核基于无线加速度传感器的三维空间振动位移测试。

进一步地，本发明虽然涉及相互垂直的三维空间，但是本领域技术人员可以理解的是，也可以通过将其它形式的三维空间内的坐标转换为垂直的三维空间内的坐标来实现本发明。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。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。

权 利 要 求 书

1. 一种三维空间测振装置，其特征在于，所述三维空间测振装置包括：

支架，具有三个安装部，所述安装部分别定位于三维空间坐标系的相互垂直的三个轴线上；

三个拉线式位移传感器，每个所述拉线式位移传感器包括本体和从所述本体拉出的拉线，所述本体分别安装在所述安装部上，所述拉线的末端能够相交于由所述本体与所述三维空间坐标系的原点限定的空间中的测点；以及

处理器，通过采集装置与所述三个拉线式位移传感器通信并处理所获得的数据。

2. 根据权利要求 1 所述的三维空间测振装置，其特征在于，所述支架包括分别沿所述三个轴线延伸的三个支臂，每个所述支臂包括第一端和相对的第二端，所述第一端刚性连接在一起，并且所述三个安装部分别设置在所述三个支臂上。

3. 根据权利要求 2 所述的三维空间测振装置，其特征在于，所述三个支臂的长度相等。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的三维空间测振装置，其特征在于，所述安装部安装在所述第二端上，并且所述本体安装在所述安装部上。

5. 根据权利要求 4 所述的三维空间测振装置，其特征在于，所述安装部包括固定地连接至所述第二端的安装板。

6. 根据权利要求 4 所述的三维空间测振装置，其特征在于，所述安装部包括托架和可转动地连接于所述托架的安装板。

7. 根据权利要求 2 或 3 所述的三维空间测振装置，其特征在于，所述三个支臂均为细长结构，并且在所述三个支臂中的至少两个支臂之间设置有斜支撑加强件。

8. 一种三维空间测振方法，其特征在于，包括以下步骤：

a）设定一个三维空间坐标系，将三个拉线式位移传感器的三个本体分别定位于所述三维空间坐标系的相互垂直的三个轴线上；

b）定位所述三维空间坐标系，使得待测物体的测点位于由所述三个本体与所述三维空间坐标系的原点限定的空间中；

c）将所述三个拉线式位移传感器的三条拉线的末端均固定在所述测点上，记录所述三条拉线的初始长度以计算出所述测点的两个可能的初始坐标，并确定实际的初始坐标值；

d）使所述待测物体发生振动，从而带动所述测点振动以进行测试，记录任意时刻的所述三条拉线的振动长度以计算出所述测点的两个可能的振动坐标，并确定实际的振动坐标值；以及

e）利用在所述步骤 d）中所获得的所述振动坐标值减去在所述步骤 c）中所获得的所述初始坐标值的差，计算出任意时刻的振动位移。

9. 根据权利要求 8 所述的三维空间测振方法，其特征在于，所述三个拉线式位移传感器的本体距所述三维空间坐标系的原点的距离相等。

10. 根据权利要求 8 所述的三维空间测振方法，其特征在于，使所述测点的位置位于由所述三条拉线的拉出端所限定平面的远离所述原点的一侧，并且所述三个本体在所述三个轴线上是可转动的。

11. 根据权利要求 8 所述的三维空间测振方法，其特征在于，利用采集装置采集数据并利用处理器处理数据。

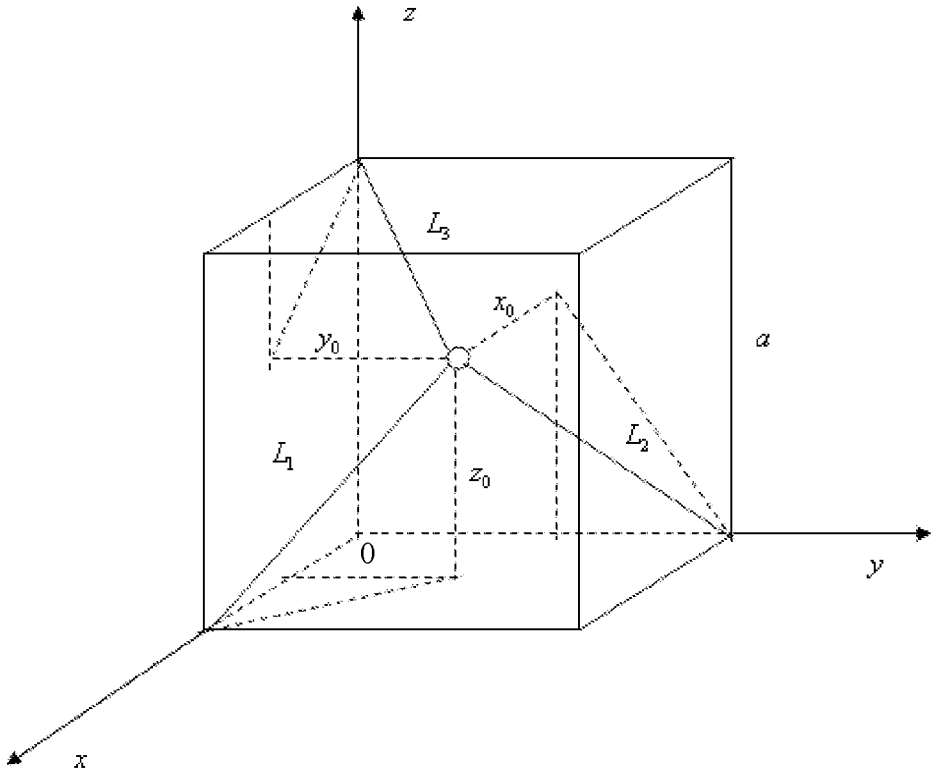


图 1

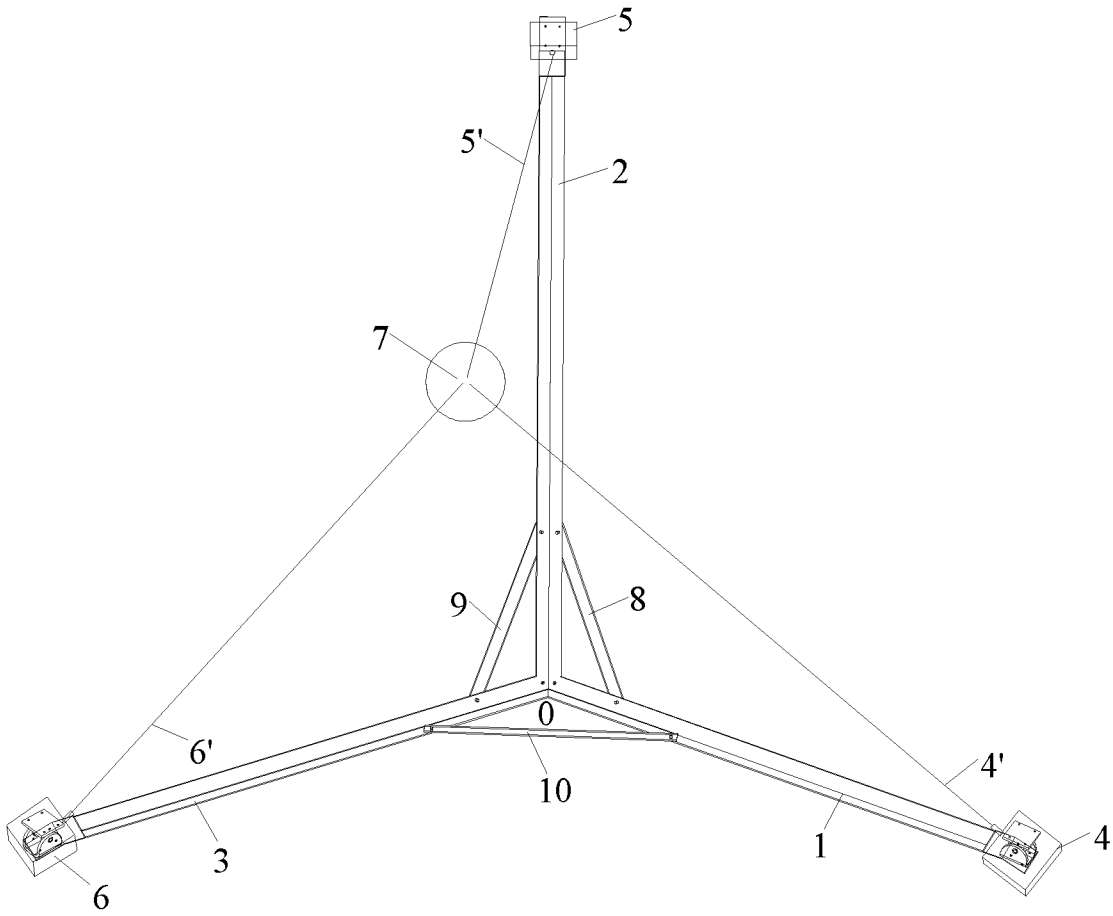


图 2

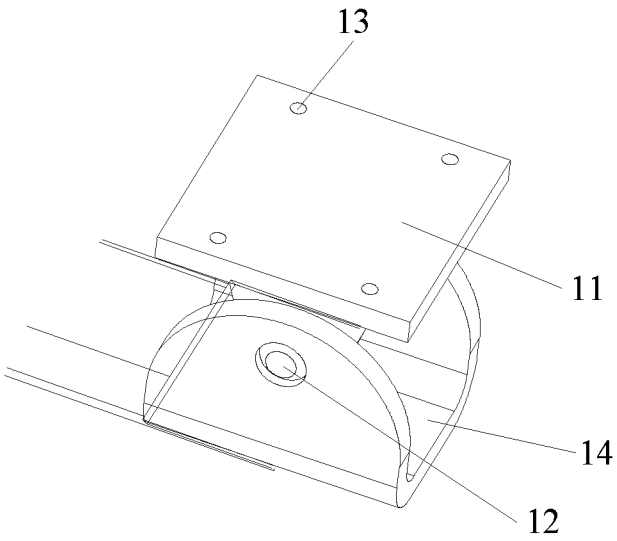


图 3

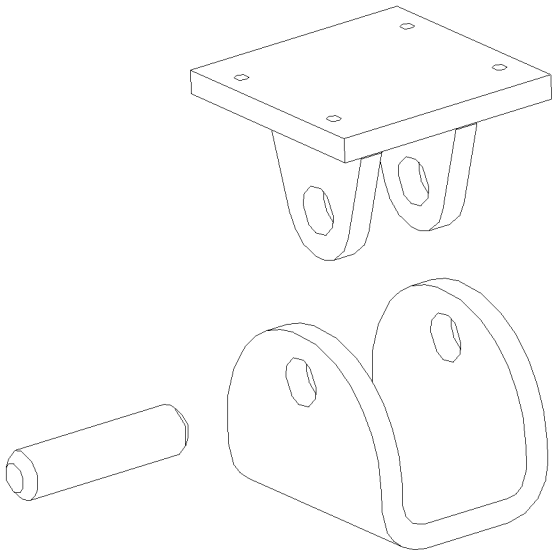


图 4

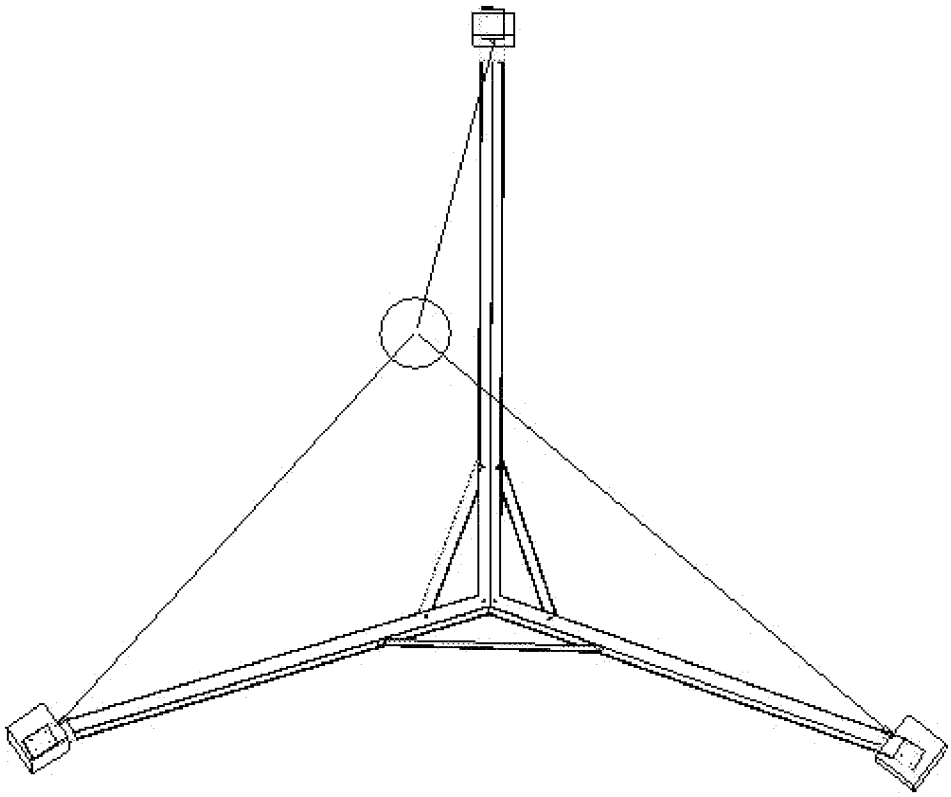


图 5

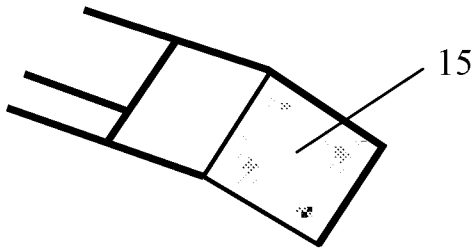


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2011/078602

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01H 17/00; G01B 21/-; E04G 21/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: pumper, stay wire, acceleration, posture + pose; arm?, vibration, displacement, concrete, acceleration+ accelerated, coordinate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 201964952 U (CHANGSHA ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.), 07 September 2011 (07.09.2011), the whole document	1-11
A	CN 1570556 A (TSINGHUA UNIVERSITY et al.), 26 January 2005 (26.01.2005), the whole document	1-11
A	CN 101957295 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY), 26 January 2011 (26.01.2011), the whole document	1-11
A	US 2004/0162700 A1 (ROSENBERG, L.B. et al.), 19 August 2004 (19.08.2004), the whole document	1-11
A	FR 2503353 A1 (LARCEBAL, A.), 08 October 1982 (08.10.1982), the whole document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 December 2011 (06.12.2011)	**05 January 2012 (05.01.2012)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **LUO, Xiaoming** Telephone No.: (86-10) **62414415**

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2011/078602

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 201964952 U	07.09.2011	None	
CN 1570556 A	26.01.2005	CN 1262816 C	05.07.2006
CN 101957295 A	26.01.2011	None	
US 2004/0162700 A1	19.08.2004	WO 9706410 A1	20.02.1997
		US 5724264 A	03.03.1998
		EP 0843808 A1	27.05.1998
		US 6015473 A	18.01.2000
		US 6078876 A	20.06.2000
		US 6125337 A	26.09.2000
		US 6134506 A	17.10.2000
		EP 0843808 B1	17.12.2003
		US 6697748 B1	24.02.2004
		DE 69631144 E	29.01.2004
		EP 1424538 A1	02.06.2004
		ES 2213181 T	16.08.2004
		CA 2228587 C	01.11.2005
		US 7054775 B2	30.05.2006
		EP 1424538 B1	07.07.2010
		DE 69638212 E	19.08.2010
FR 2503353 A1	08.10.1982	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/078602

CONTINUATION OF CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

G01H 17/00 (2006.01) i

G01B 21/04 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2011/078602

A. 主题的分类

见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC：G01H17/00；G01B21/-；E04G21/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

CNPAT,CNKI,WPI,EPODOC；泵车，臂，振动，位移，加速度，拉线，坐标，姿态+位姿；arm?，vibration，displacement concrete，acceleration+ accelerated，coordinate

C. 相关文件

类　型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
E	CN201964952U（长沙中联重工科技发展股份有限公司）07.9 月 2011（07.09.2011）全文	1-11
A	CN1570556A（清华大学等）26.1 月 2005（26.01.2005）全文	1-11
A	CN101957295A（中南大学）26.1 月 2011（26.01.2011）全文	1-11
A	US2004/0162700A1（ROSENBERG Louis B. 等）19.8 月 2004（19.08.2004）全文	1-11
A	FR2503353A1（LARCEBAL Auguste）08.10 月 1982（08.10.1982）全文	1-11

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。　　☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
06.12 月 2011（06.12.2011）	**05.1 月 2012 (05.01.2012)**

ISA/CN 的名称和邮寄地址：	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号：　(86-10)62019451	**雒晓明** 电话号码：(86-10) **62414415**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/078602

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN201964952U	07.09.2011	无	
CN1570556A	26.01.2005	CN1262816C	05.07.2006
CN101957295A	26.01.2011	无	
US2004/0162700A1	19.08.2004	WO 9706410 A1	20.02.1997
		US 5724264 A	03.03.1998
		EP 0843808 A1	27.05.1998
		US 6015473 A	18.01.2000
		US 6078876 A	20.06.2000
		US 6125337 A	26.09.2000
		US 6134506 A	17.10.2000
		EP 0843808 B1	17.12.2003
		US 6697748 B1	24.02.2004
		DE 69631144E	29.01.2004
		EP 1424538 A1	02.06.2004
		ES 2213181T	16.08.2004
		CA 2228587 C	01.11.2005
		US 7054775 B2	30.05.2006
		EP 1424538 B1	07.07.2010
		DE 69638212E	19.08.2010
FR2503353A1	08.10.1982	无	

续主题的分类：

G01H17/00 (2006.01) i

G01B21/04 (2006.01) i