



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105865696 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(21)申请号 201610277644.4

(22)申请日 2016.04.29

(71)申请人 长沙理工大学

地址 410114 湖南省长沙市雨花区万家丽南路二段960号

(72)发明人 许红胜 凌李华 颜东煌 潘权

(74)专利代理机构 长沙星耀专利事务所 43205

代理人 舒欣 宁星耀

(51)Int.Cl.

G01L 5/10(2006.01)

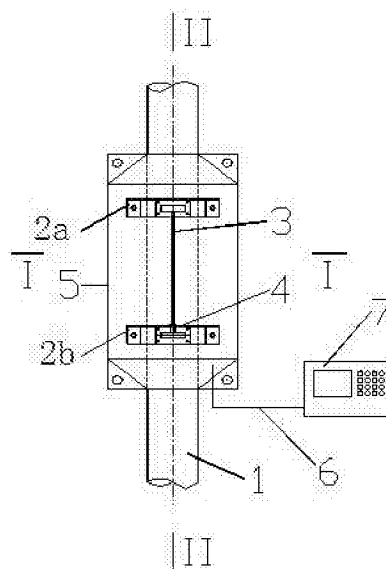
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种拉索索力变化测试装置

(57)摘要

一种拉索索力变化测试装置,包括第一拉索夹持器和第二拉索夹持器,第一拉索夹持器第二拉索夹持器上设有内部夹持孔,第一拉索夹持器上设有探针基座,探针基座固定于第一拉索夹持器上;第二拉索夹持器上设有触压盒,触压盒固定于第二拉索夹持器上;触压盒和探针基座之间设有探针,探针为两端封闭的空心圆管;探针底端固定于探针基座上,顶端与触压盒连接;还设有动态应变采集仪,动态应变采集仪通过传输电缆与触压盒连接。本发明适用范围广,安装简便,测试精度高,费用较低。



1. 一种拉索索力变化测试装置,其特征在于:包括第一拉索夹持器(2a)和第二拉索夹持器(2b),所述第一拉索夹持器(2a)和第二拉索夹持器(2b)上设有内部夹持孔,所述第一拉索夹持器(2a)上设有探针基座(11);所述第二拉索夹持器(2b)上设有触压盒(4);所述触压盒(4)和探针基座(11)之间设有探针(3),所述探针(3)为两端封闭的空心圆管;探针(3)底端固定于探针基座(11)上,顶端与触压盒(4)连接;还设有动态应变采集仪(7),所述动态应变采集仪(7)通过传输电缆(6)与触压盒(4)连接。

2. 如权利要求1所述的拉索索力变化测试装置,其特征在于:还设有全封闭的防护罩(5),所述第一拉索夹持器(2a)、第二拉索夹持器(2b)、探针(3)、探针基座(11)和触压盒(4)位于防护罩(5)内。

3. 如权利要求1或2所述的拉索索力变化测试装置,其特征在于:所述第一拉索夹持器(2a)和第二拉索夹持器(2b)的内部夹持孔内表面粘贴有高阻尼橡胶垫片(10)。

4. 如权利要求3所述的拉索索力变化测试装置,其特征在于:所述高阻尼橡胶垫片(10)的厚度为0.15-0.20mm。

5. 如权利要求1或2所述的拉索索力变化测试装置,其特征在于:所述第一拉索夹持器(2a)包括可相互抱合的第一上夹持块(8a)和第一下夹持块(9a),第一上夹持块(8a)和第一下夹持块(9a)抱合后形成内部夹持孔;所述第二拉索夹持器(2b)包括可相互抱合的第二上夹持块(8b)和第二下夹持块(9b),第二上夹持块(8b)和第二下夹持块(9b)抱合后形成内部夹持孔;所述探针基座(11)固定于第一上夹持块(8a)的侧面;所述触压盒(4)固定于第二上夹持块(8b)的侧面。

6. 如权利要求1或2所述的拉索索力变化测试装置,其特征在于:所述触压盒(4)由触压盒基座(13)、触压板(14)、电阻应变片组(16)、触压盒顶板(15)组成;所述触压盒基座(13)固定于第二拉索夹持器(2b)上,两块触压板(14)一端与触压盒基座(13)牢固连接,另一端与触压盒顶板(15)牢固连接,在两块触压板(14)的1/4~1/6板长区域位置粘贴有电阻应变片组(16),所述动态应变采集仪(7)通过传输电缆(6)与电阻应变片组(16)连接;所述探针(3)的顶端与触压盒顶板(15)连接。

7. 如权利要求6所述的拉索索力变化测试装置,其特征在于:所述触压板(14)的厚度为0.10-0.15mm;所述触压盒顶板(15)的厚度为2.0-2.5mm。

8. 如权利要求6所述的拉索索力变化测试装置,其特征在于:所述电阻应变片组(16)表面涂覆有环氧树脂涂层。

9. 如权利要求6所述的拉索索力变化测试装置,其特征在于:所述触压盒顶板(15)上设有与探针(3)顶端形状匹配的凹坑,所述探针(3)顶端置于触压盒顶板(15)的凹坑内。

10. 如权利要求6所述的拉索索力变化测试装置,其特征在于:所述电阻应变片组(16)由测试应变片(17)和垂直于测试应变片(17)的温度补偿应变片(18)组成。

一种拉索索力变化测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于土木工程领域的拉索构件索力变化测量的测试装置,具体是涉及一种用于运营期间拉索构件的索力大小动态变化测量的测试装置。

背景技术

[0002] 悬索桥、斜拉桥、中承式拱桥等大型桥梁结构和斜拉网格结构等大跨度空间结构作为大型公共基础设施,对其运营期的健康状态进行监测是十分重要的。作为上述结构体系中最重要受力构件之一,拉索构件在运营期间的索力大小的动态变化情况是分析上述结构体系运营状态是否满足安全要求的重要基础数据。

[0003] 现有技术中,常用的拉索索力测试装置有利用压力表测定的测试装置、利用压力传感器测定的测试装置、利用频谱测定的测试装置、利用磁通量测定的测试装置、利用附着式光纤光栅传感器测定的测试装置。

[0004] 其中,利用压力表测定的测试装置是在进行拉索张拉时,根据张拉千斤顶的油压表读数,直接计算拉索的索力,该方法测量的拉索索力准确,但由于拉索张拉施工完成,卸除张拉千斤顶后,就无法再利用此方法读取拉索索力,因此不适用于拉索索力的长期监测。

[0005] 利用压力传感器测定的测试装置是在拉索安装施工时,在拉索锚头和拉索锚座之间安装压力传感器,通过测量压力传感器承受的压力大小测定拉索索力,这种检测方法对拉索索力的测试精度较高,同时也适用于拉索构件运营期间的索力大小的变化情况测试,但压力传感器造价昂贵,且必须在拉索施工期间安装完成,因此仅用于对若干重点关注拉索进行运营期拉索大小变化的检测,同时无法用于未安装压力传感器的既有拉索的运营期索力大小变化的检测。

[0006] 利用频谱测定的测试装置是利用牢固附着在拉索上的加速度传感器,测试拉索在环境激励下的振动时程曲线,通过频谱分析求解拉索振动频率,再利用拉索的振动频率与索力间的函数公式求得拉索索力值;该方法测试成本低,拉索索力测试精度能满足工程测试要求,但由于测试方法复杂,一次测试耗时较长,无法满足进行拉索运营期间索力大小动态变化测量的采样频率的要求。

[0007] 利用磁通量测定的测试装置是利用拉索应力变化会导致其磁通量变化的原理进行索力测试,该方法需要在拉索安装施工期间进行拉索磁通量初值和磁通量与拉索索力变化相关性函数公式的标定,否则无法进行运营期拉索索力的检测,因此也并不适用于未标定的既有拉索的运营期索力变化测量。

[0008] 利用附着式光纤光栅传感器测定的测试装置是利用牢固附着在拉索上,具有一定标距的光纤光栅传感器测定标距内拉索的伸长量,再利用标距内拉索伸长量与索力变化间的函数公式求得拉索索力变化值;该方法可适用于既有拉索的运营期索力动态变化的测试,但光栅光纤传感器自身的轴向刚度会导致测试结果产生一定的误差,而且不同厂家的光纤光栅传感器不具有通用性,需要配套各自专用的调解终端,导致测试系统费用高昂。

[0009] 上述拉索索力测试装置用于既有拉索运营期的索力大小动态变化的测量均存在

一定的局限性,用于既有拉索运营期的安全性监测中实施效果不理想或费用高昂,而以往附着式拉索索力测试装置会给拉索带来附加轴向约束刚度,导致测试精度下降,难以广泛应用。

发明内容

[0010] 本发明所要解决的技术问题是,克服上述背景技术的不足,提供一种适用范围广,安装简便,测试精度高,费用较低的拉索索力变化测试装置。

[0011] 本发明解决其技术问题采用的技术方案是,一种拉索索力变化测试装置,包括第一拉索夹持器和第二拉索夹持器,所述第一拉索夹持器、第二拉索夹持器上设有内部夹持孔,所述第一拉索夹持器上设有探针基座;所述第二拉索夹持器上设有触压盒;所述触压盒和探针基座之间设有探针,所述探针为两端封闭的空心圆管;探针底端固定于探针基座上,顶端与触压盒连接;还设有动态应变采集仪,所述动态应变采集仪通过传输电缆与触压盒连接。

[0012] 进一步,还设有全封闭的防护罩,所述第一拉索夹持器、第二拉索夹持器、探针、探针基座和触压盒位于防护罩内。

[0013] 进一步,所述第一拉索夹持器、第二拉索夹持器的内部夹持孔内表面粘贴有高阻尼橡胶垫片。

[0014] 进一步,所述高阻尼橡胶垫片的厚度为0.15-0.20mm。

[0015] 进一步,所述高阻尼橡胶垫片的厚度为0.16-0.18mm。

[0016] 进一步,探针基座通过螺钉固定于第一拉索夹持器上。

[0017] 进一步,触压盒通过螺钉固定于第二拉索夹持器上。

[0018] 进一步,所述第一拉索夹持器包括可相互抱合的第一上夹持块和第一下夹持块,第一上夹持块和第一下夹持块抱合后形成内部夹持孔;所述第二拉索夹持器包括可相互抱合的第二上夹持块和第二下夹持块,第二上夹持块和第二下夹持块抱合后形成内部夹持孔;所述探针基座固定于第一上夹持块的侧面;所述触压盒固定于第二上夹持块的侧面。

[0019] 进一步,所述触压盒由触压盒基座、触压板、电阻应变片组、触压盒顶板组成;所述触压盒基座固定于第二拉索夹持器上,两块触压板一端与触压盒基座牢固连接,另一端与触压盒顶板牢固连接,在两块触压板的1/4~1/6板长区域位置粘贴有电阻应变片组,所述动态应变采集仪通过传输电缆与电阻应变片组连接;所述探针的顶端与触压盒顶板连接。

[0020] 进一步,防护罩上开有供传输电缆通过的小孔。

[0021] 进一步,所述触压板的厚度为0.10-0.15mm;所述触压盒顶板的厚度为2.0-2.5mm。

[0022] 进一步,所述触压板的厚度为0.12-0.14mm;所述触压盒顶板的厚度为2.2-2.4mm。

[0023] 进一步,所述电阻应变片组表面涂覆有环氧树脂涂层。

[0024] 进一步,所述触压盒顶板上设有与探针顶端形状匹配的凹坑,所述探针顶端置于触压盒顶板的凹坑内。

[0025] 进一步,所述电阻应变片组由测试应变片和垂直于测试应变片的温度补偿应变片组成。

[0026] 与现有技术相比,本发明的优点如下:适用于斜拉索,吊索等各类拉索构件的索力变化的动态测试,可用于拉索的短期测试,也可用于拉索的长期监测,适用范围广;不会对

测试拉索产生轴向附加约束刚度,具有测试精度高、安装简便和费用较低的特点,能有效测量既有拉索构件在运营期使用中索力大小动态变化情况,用于既有拉索运营期的安全性监测中实施效果显著。

附图说明

[0027] 图1是本发明实施例的结构示意图。

[0028] 图2是图1所示实施例的I-I横剖面图。

[0029] 图3是图1所示实施例的II-II横剖面图。

[0030] 图4是图1所示实施例的触压板上电阻应变片组的布置示意图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细描述。

[0032] 参照图1、图2,本实施例包括第一拉索夹持器2a和第二拉索夹持器2b,所述第一拉索夹持器2a、第二拉索夹持器2b上设有内部夹持孔,第一拉索夹持器2a、第二拉索夹持器2b的内部夹持孔内表面粘贴有0.18mm厚的高阻尼橡胶垫片10,防止拉索夹持器抱紧拉索1时对拉索1表面防护层造成伤害;第一拉索夹持器2a上设有探针基座11,探针基座11通过螺钉固定于第一拉索夹持器2a上;第二拉索夹持器2b上设有触压盒4,触压盒4通过螺钉固定于第二拉索夹持器2b上;触压盒4和探针基座11之间设有探针3,探针3为两端封闭的空心圆管,采用铟钢制成,以降低温度变化对测试精度的影响;探针3底端固定于探针基座11上,顶端与触压盒4连接;还设有动态应变采集仪7,动态应变采集仪7通过传输电缆6与触压盒4连接。

[0033] 还设有防护罩5,第一拉索夹持器2a、第二拉索夹持器2b、探针3、探针基座11和触压盒4位于防护罩5内,防护罩5为全封闭结构,避免外界环境对拉索夹持器、探针3和触压盒4产生影响。防护罩5上开有供传输电缆6通过的小孔。

[0034] 参照图2,第一拉索夹持器2a包括可相互抱合的第一上夹持块8a和第一下夹持块9a,第一上夹持块8a和第一下夹持块9a抱合后形成内部夹持孔;第二拉索夹持器2b包括可相互抱合的第二上夹持块8b和第二下夹持块9b,第二上夹持块8b和第二下夹持块9b抱合后形成内部夹持孔。探针基座11设于第一上夹持块8a的侧面,第一上夹持块8a的侧面开有螺孔,探针基座11通过螺钉固定于第一上夹持块8a的侧面;触压盒4设于第二上夹持块8b的侧面,第二上夹持块8b的侧面开有螺孔,触压盒4通过螺钉固定于第二上夹持块8b的侧面。

[0035] 参照图3,触压盒4由触压盒基座13、触压板14、电阻应变片组16、触压盒顶板15组成;触压盒基座13通过螺钉固定于第二拉索夹持器2b上,两块厚度为0.12mm的触压板14一端与触压盒基座13牢固连接,另一端与厚度为2.2mm的触压盒顶板15牢固连接,触压盒顶板15采用高强度铝合金制成;在两块触压板14的1/4~1/6板长区域位置粘贴有电阻应变片组16,电阻应变片组16表面涂覆有环氧树脂涂层,使电阻应变片组16的工作性能长期稳定;触压盒顶板15上设有与探针3顶端形状匹配的凹坑,探针3顶端置于触压盒顶板15的凹坑内,使触压盒顶板15与探针3间稳定连接;动态应变采集仪7通过传输电缆6与电阻应变片组16连接,传输电缆6是电阻应变片组16和动态应变采集仪7之间的信号传输媒介,实现应变测试信号的可靠传输。

[0036] 参照图4,电阻应变片组16由测试应变片17和垂直于测试应变片17的温度补偿应变片18组成。

[0037] 动态应变采集仪7是接收电阻应变片组16反馈电信号的终端设备,在通用电阻动态应变测试仪的基础上进行了二次开发,具有自动应变信号解算为拉索索力变化值,并进行存储的功能。

[0038] 使用时,使测试拉索1从第一拉索夹持器2a、第二拉索夹持器2b的内部夹持孔穿出,通过第一拉索夹持器2a、第二拉索夹持器2b夹紧,在设定的标准间距上第一拉索夹持器2a和第二拉索夹持器2b各自紧握测试拉索1;测试拉索1索力变化时会引起两个拉索夹持器(第一拉索夹持器2a和第二拉索夹持器2b)间距离变化,从而引起触压板14的弯曲曲率变化,触压板14的弯曲曲率变化通过的触压板14上电阻应变片组16的应变变化值反映出来。

[0039] 本发明拉索索力变化测试装置的索力变化值的计算方法为:根据两个拉索夹持器(第一拉索夹持器2a和第二拉索夹持器2b)间距离变化引起的触压板14上电阻应变片组16的应变变化值,计算出拉索索力变化值,计算公式如下:

$$\Delta P=R \times E \times A \times K\left(\varepsilon_1\right) \times \Delta \varepsilon_1 ;$$

ΔP 为拉索索力变化值;

R 为拉索索力修正系数;

E 为拉索弹性模量;

A 为拉索截面面积;

$K\left(\varepsilon_1\right)$ 为拉索应变转换系数;

$\Delta \varepsilon_1$ 为电阻应变片组的应变变化值。

[0040] 本发明之拉索索力变化测试装置的安装方法,包括如下步骤:

A10、根据第一拉索夹持器2a和第二拉索夹持器2b间的标准距离要求,在测试拉索1上标记第一拉索夹持器2a和第二拉索夹持器2b准确的安装位置,在标记安装位置处将第一拉索夹持器2a的第一上夹持块8a和第一下夹持块9a拼合连接,使之牢固握紧测试拉索1;在标记安装位置处将第二拉索夹持器2b的第二上夹持块8b和第二下夹持块9b拼合连接,使之牢固握紧测试拉索1;

A20、用螺钉将触压盒4牢固连接在第二拉索夹持器2b上,再用螺钉将探针基座11初步固定于第一拉索夹持器2a上,令探针3顶端准确插入触压盒顶板15的凹坑内,使触压板14发生预设的弯曲变形后,将探针基座11牢固固定于第一拉索夹持器2a上;

A30、将传输电缆6与触压板14上的电阻应变片组16连接,安装防护罩5,将第一拉索夹持器2a、第二拉索夹持器2b、探针3和触压盒4封闭在防护罩5内,传输电缆6通过预设小孔穿出防护罩5;

A40、将传输电缆6与动态应变采集仪7连接,读出触压板14上电阻应变片组16的初始应变值作为基准数据,设定采样频率等参数后,即可通过连续测试电阻应变片组16的应变变化值对测试拉索1的索力变化进行连续监测。

[0041] 本发明的拉索索力变化测试装置适用于斜拉索,吊索等各类拉索构件的索力变化的动态测试,可用于拉索的短期测试,也可用于拉索的长期监测,适用范围广。本发明的拉索索力变化测试装置不会对测试拉索产生附加轴向约束刚度,具有测试精度高、安装简便和费用较低的特点,能有效测量既有拉索构件在运营期使用中索力大小动态变化情况,用

于既有拉索运营期的安全性监测中实施效果显著。

[0042] 本领域的技术人员可以对本发明进行各种修改和变型,倘若这些修改和变型在本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则这些修改和变型也在本发明的保护范围之内。

[0043] 说明书中未详细描述的内容为本领域技术人员公知的现有技术。

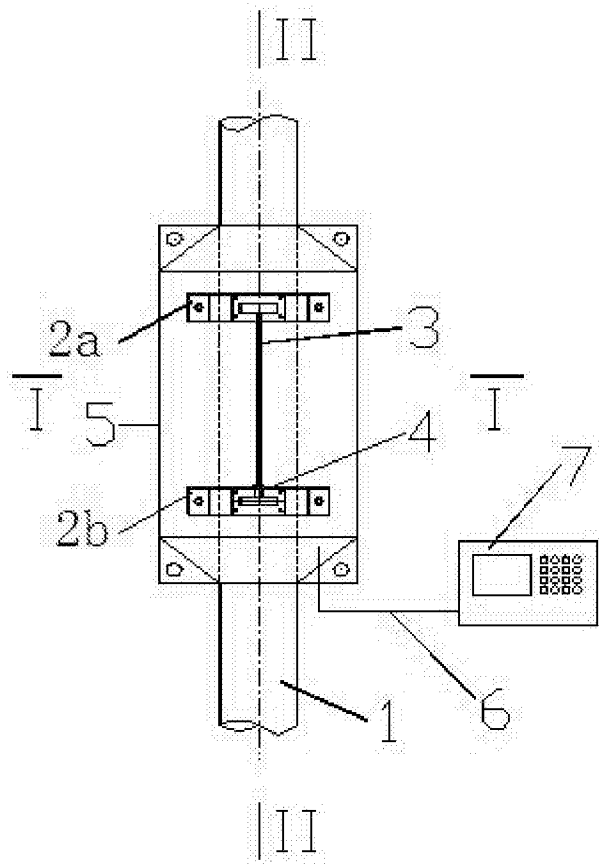


图1

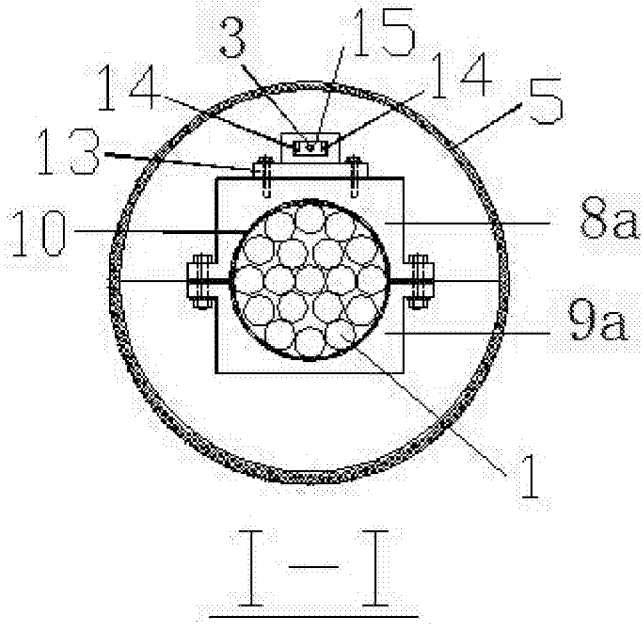


图2

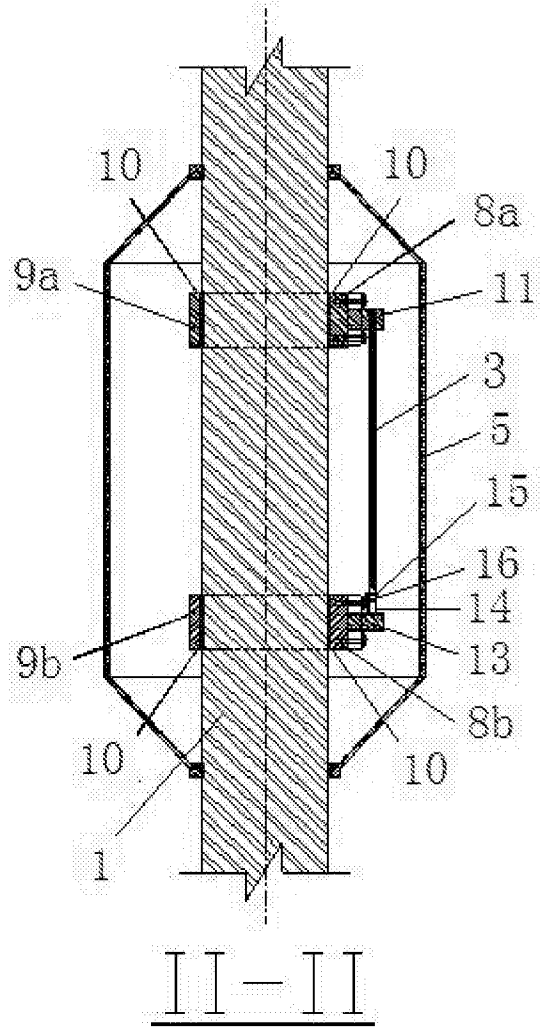


图3

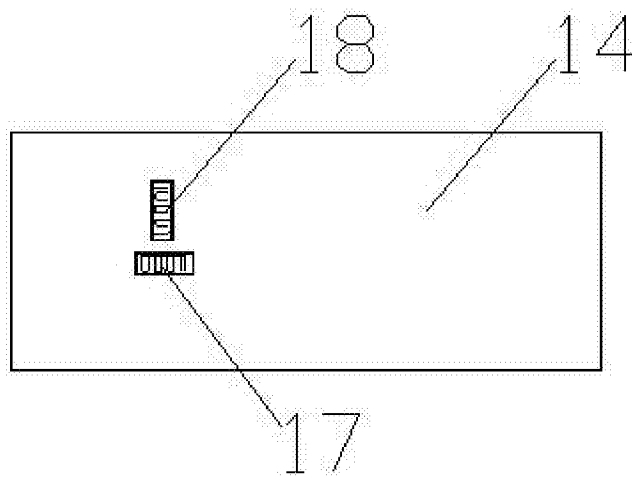


图4