



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106053592 B

(45)授权公告日 2018.04.20

(21)申请号 201610412408.9

G01N 21/88(2006.01)

(22)申请日 2016.06.13

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106053592 A

- CN 103698391 A, 2014.04.02,
- CN 105527978 A, 2016.04.27,
- CN 104698074 A, 2015.06.10,
- US 7292029 B2, 2007.11.06,
- WO 2009101431 A1, 2009.08.20,
- CN 102507727 A, 2012.06.20,
- CN 201429588 Y, 2010.03.24,
- CN 102879458 A, 2013.01.16,
- CN 201056237 Y, 2008.05.07,
- CN 104155363 A, 2014.11.19,
- CN 2585229 Y, 2003.11.05,

(43)申请公布日 2016.10.26

(73)专利权人 河海大学
地址 211100 江苏省南京市江宁开发区佛城西路8号

(72)发明人 傅中秋 吉伯海 王秋东
袁周致远

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

审查员 张瑞

代理人 李晓

(51)Int. Cl.

G01N 27/83(2006.01)

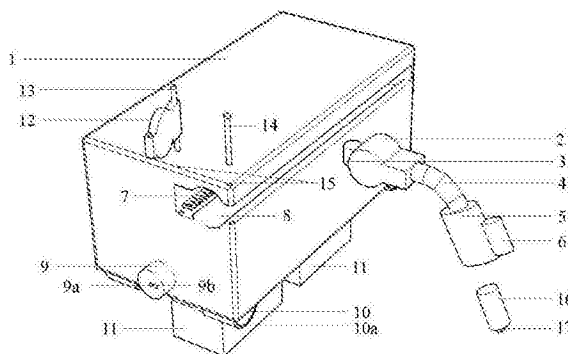
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

实桥焊缝扫描仪及其扫描方法

(57)摘要

本发明公开了一种实桥焊缝扫描仪及其扫描方法,实桥焊缝扫描仪包括安装在扫描仪机箱上的行走部分和扫描部分,扫描仪机箱首端和尾端均设有激光测距仪,扫描仪机箱的底部设有磁铁,扫描部分包括依连接的探头滑块、可折弯金属管和探头,探头滑块上具有齿轮,该齿轮与扫描仪机箱滑槽内部的齿条相啮合。该方法是在行走部分焊缝沿焊缝前进的同时进行扫描,当检测到磁场变化时,对疑似缺陷位置进行更加细致的扫描。本发明可对钢箱梁焊缝缺陷进行精确探测、定位,对缺陷宏观现象的实时拍摄,并将扫描仪位置坐标化,提高了实桥焊缝检测的效率与质量,有效降低了检测成本。



1. 一种实桥焊缝扫描仪,包括安装在扫描仪机箱上的行走部分和扫描部分,其特征在于:所述扫描仪机箱首端和尾端均设有激光测距仪,所述扫描仪机箱的底部设有磁铁,所述扫描部分与行走部分之间联接有滑槽;

所述扫描部分包括依连接的探头滑块、可折弯金属管和探头,所述探头滑块上具有齿轮,所述齿轮与所述滑槽内部的齿条相啮合,当扫描仪前进到焊缝端部而无法行驶时,探头马达可转动带动探头滑块在滑槽内的滑动;

所述探头包括固定套筒、磁铁、磁致阻传感器和摄像头,所述磁铁安装在固定套筒内,所述磁致阻传感器安装在磁铁的端,所述摄像头固定安装在套筒外壁上。

2. 根据权利要求1所述的实桥焊缝扫描仪,其特征在于:所述磁铁是人造永磁体。

3. 根据权利要求1所述的实桥焊缝扫描仪及其扫描方法,其特征在于:所述扫描仪机箱内部设有电源与控制装置。

4. 根据权利要求3所述的实桥焊缝扫描仪,其特征在于:所述控制装置与无线收发装置相连接。

5. 根据权利要求1所述的实桥焊缝扫描仪,其特征在于:所述行走部分的车轮包裹有橡胶垫,所述扫描仪机箱壁设有一个导线通过孔,所述扫描仪机箱与探头滑块上具有USB接口,扫描仪机箱滑槽端部设有可拆卸的固定挡板。

6. 根据权利要求1所述的实桥焊缝扫描仪的扫描方法,其特征在于:

通过所述激光测距仪对焊缝扫描仪前进方向进行校准,使扫描仪路线平行于焊缝;

记录所述扫描仪的起点位置坐标,并在客户端输入探头与所述激光测距仪的距离 d_1 及转换系数 α ;

焊缝扫描仪沿焊缝方向进行扫描,并将各部件的信号汇集到控制装置;

所述控制装置对行走部分及扫描部分进行控制,并将信号发送到客户端;

所述焊缝扫描仪检测到磁场变化时,所述控制装置将此时的行进时间 t 、驱动马达转速 c 传输给客户端,由客户端计算出缺陷位置坐标;同时,摄像头获取缺陷位置的宏观图像,并将图像发送至客户端;

客户端判断所述焊缝扫描仪到达焊缝尽头时,扫描仪驱动马达停止工作,而探头马达启动,完成对焊缝的扫描。

实桥焊缝扫描仪及其扫描方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无损检测的器材,具体涉及一种实桥焊缝扫描仪及其扫描方法。

背景技术

[0002] 正交异性钢桥面板具有自重轻、抗扭刚度大、承载力高、施工周期短等优点,在大跨径缆索体系桥梁中得到了广泛运用。但钢箱梁构造复杂,在焊接过程中易产生较大的焊接残余应力,加上结构本身可能存在的缺陷及施工质量的影响,在服役过程中难免会产生损伤。随着桥梁服役年限的增加及交通流量的增长,钢箱梁逐渐产生各种病害,其中疲劳是具有代表性的病害之一。疲劳裂纹的产生不仅会对结构的受力产生不利影响,当裂纹裂透时还会引起桥面铺装层的损伤,雨水顺着裂纹进入钢箱梁内还会进一步引起箱梁锈蚀等问题。因此针对钢箱梁疲劳裂纹应尽早发现,尽早修复。

[0003] 由于钢箱梁构造复杂,焊缝较多,对于钢箱梁重点部位连接焊缝的检查工作量大。目前国内钢箱梁焊缝的检查大多采用分阶段进行的方式,主要由检察人员通过目视对焊缝外观进行检查,效率较低且检查质量不高。超声波检测应用于实桥焊缝检测虽然精度得到一定程度的提升,但成本较高且超声波实桥检测技术尚未成熟,多用于工厂、实验室检测。

[0004] 可见,设计一种成本低、效率高、精度好的实桥焊缝检测装置,已成为亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种实桥焊缝扫描仪及其扫描方法。

[0006] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明提供的实桥焊缝扫描仪包括安装在扫描仪机箱上的行走部分和扫描部分,所述扫描仪机箱首端和尾端均设有激光测距仪,所述扫描仪机箱的底部设有磁铁,所述扫描部分与行走部分之间联接有滑槽,该滑槽与行走装置的行走方向平行。在焊缝长度较长的情况下(如钢箱梁顶板与U肋焊缝,长度为一个仓的长度,为3~4m),通过激光测距仪可调整焊缝扫描仪前进方向平行于焊缝,此时焊缝扫描仪在工作过程中不会出现偏移原设定路线的情况,可实现对焊缝扫描仪前进位置的精确控制。

[0007] 作为优选,所述磁铁是人造永磁体,磁铁与钢箱梁内壁间的吸引力可实现焊缝扫描仪对箱梁顶部焊缝的扫描而不致掉落。

[0008] 作为优选,所述扫描仪机箱内部设有电源与控制装置。电源可以合理分配焊缝扫描仪各部件正常工作室所需的电压,控制装置可采用变频器原件来精准控制探头马达与扫描仪驱动马达的转速,从而实现对探头移动速度、扫描仪前进速度的精确控制。

[0009] 作为优选,所述控制装置与无线收发装置相连接。比如蓝牙信号接收发射装置,汇集到集成电路板的信号通过蓝牙发射器以无线的方式传送给客户端,从而实现对扫描过程的实时控制。

[0010] 作为优选,所述扫描部分包括依次连接的探头滑块、可折弯金属管和探头,所述探

头滑块上具有齿轮,所述齿轮与扫描仪机箱滑槽内部的齿条相啮合。当扫描仪前进道焊缝端部而无法行驶时,可通过探头马达的转动带动探头滑块在滑槽内的滑动,从而实现对剩余焊缝的扫描工作。可通过弯曲可弯折金属管实现在扫描前对探头位置的调整,提高扫描检测的精度。

[0011] 作为优选,所述探头包括固定套筒、磁铁、磁致阻传感器和摄像头,所述磁铁安装在固定套筒内,所述磁致阻传感器安装在磁铁的端,所述摄像头固定安装在套筒外壁上。当扫描到焊缝缺陷时磁铁形成的磁场会发生变化,而磁致阻传感器会感应到这种变化并将变化信号传递给电路板,最终传递给客户端当磁致阻传感器检测到磁场变化时摄像头可立即对相应位置进行拍摄,从而可获得疑似缺陷部位的宏观图像。

[0012] 作为优选,所述行走部分的车轮包裹有橡胶垫,实现焊缝扫描仪在前进过程中的平稳,避免颠簸对扫描精度的不利影响。所述扫描仪机箱壁设有一个导线通过孔,所述扫描仪机箱与探头滑块上具有USB接口,连接扫描仪机箱与探头滑块的USB连接线可顺利地实现对两者的连接。扫描仪机箱滑槽端部设有一个可拆卸的固定挡板,通过旋杆与固定插销实现与扫描仪机箱之间的连接,不用时可以先取下挡板,进而将扫描部分取出。

[0013] 本发明同时提出上述实桥焊缝扫描仪的扫描方法,包括以下步骤:

[0014] 焊缝扫描仪沿焊缝方向进行扫描,并将各部件的信号汇集到控制装置;

[0015] 控制装置对行走部分及扫描部分进行控制,并将信号发送到客户端;

[0016] 客户端对信号进行分析处理,根据初始设定的坐标位置可进一步获得疑似缺陷位置的坐标、宏观图像,且通过对焊缝扫描仪变频器的控制实现对焊缝扫描仪前进速度的控制,可以在缺陷位置减慢行走速度,或利用滑槽使扫描部分往复运动,使焊缝扫描仪在检测到磁场变化时可对疑似缺陷位置进行更加细致的扫描。

[0017] 使用时,本发明的实桥焊缝扫描仪,探头滑块、马达、可弯折金属管、磁铁固定套管、摄像头固定套管固接在一起,通过传动齿轮与齿条之间的相互作用可实现探头滑块在滑槽内的滑动。人造磁铁嵌入扫描仪机箱的人造磁铁嵌入孔内,利用人造磁铁与钢箱梁顶板或内壁构件之间的引力平衡重力对扫描仪的影响,实现焊缝扫描仪在钢箱梁顶板或内壁构件上的行走。USB接口在为摄像头、磁致阻传感器、探头马达提供工作所需电力的同时还可将图像、磁致阻传感器信号、马达转动速率等信息传递给扫描仪机箱,实现对探头工作的实时控制。激光测距仪可通过激光发射孔发射一束激光,若激光接收孔能够接收到发射出的激光,则表明扫描仪机箱与焊缝方向平行,从而实现对扫描仪行进方向的精准控制。扫描仪机箱内的电路板可将USB接口传输过来的信号进行汇总,并将扫描仪驱动马达的转速信号统一通过电路板上的蓝牙信号接收发射装置发射给外界连接在电脑上的蓝牙信号接收装置,电脑端则通过配套程序对接收到的信号进行处理,获得磁场变化情况、图像、焊缝扫描仪实时坐标等信息,实现对实桥焊缝的高效扫描。

[0018] 在扫描仪机箱底部的人造磁铁,磁铁与钢箱梁内壁间的吸引力可实现焊缝扫描仪对箱梁顶部焊缝的扫描而不致掉落,如下式所述:

[0019] $F_{磁} = G_{扫描} + C$

[0020] 其中 $F_{磁}$ 为人造磁铁与钢箱梁构件的引力; $G_{扫描}$ 为扫描仪本身的重力; C 为正数。

[0021] 有益效果:本发明在行走部分焊缝沿焊缝前进的同时,由扫描部分进行扫描,当检测到磁场变化时,对疑似缺陷位置进行更加细致的扫描。实现了对钢箱梁焊缝缺陷的精确

探测、定位、对缺陷宏观现象的实时拍摄、扫描仪位置坐标化等功能,解决了现阶段钢箱梁焊缝人工检测的耗时长、效率低、高成本等问题,提高了实桥焊缝检测的效率与质量,有效降低了检测成本。

[0022] 除了上面所述的本发明解决的技术问题、构成技术方案的技术特征以及由这些技术方案的技术特征所带来的优点外,本发明的实桥焊缝扫描仪及其扫描方法所能解决的其他技术问题、技术方案中包含的其他技术特征以及这些技术特征带来的优点,将结合附图做出进一步详细的说明。

附图说明

[0023] 图1为本装置的前视外观示意图;

[0024] 图2为本装置的后视外观示意图;

[0025] 图3为本装置的电路板位置剖视图;

[0026] 图4为本装置的探头马达与齿条协同工作示意图;

[0027] 图5为本装置的滑槽齿条情况剖视图;

[0028] 图6为本装置的探头滑块内部结构剖视图;

[0029] 图7为本装置的磁铁固定套筒、摄像头固定套筒的内部结构剖视图;

[0030] 图8为本装置的实施示意图;

[0031] 图9为本装置的探头部分移动工作示意图;

[0032] 图10为本装置的坐标设置示意图;

[0033] 图11为本装置的磁致阻传感器信号变化原理示意图;

[0034] 图中:扫描仪机箱1,探头滑块2,探头滑块电路板放置孔2a,探头滑块线路孔2b、2c,探头马达3,传动齿轮3a,可弯折金属管4,磁铁固定套管5,磁铁安装孔5a,摄像头固定套管6,摄像头安装孔6a,齿条7,滑槽8,激光测距仪9,激光发射孔9a,激光接收孔9b,扫描仪车轮10,橡胶外套10a,第一人造磁铁11,第二人造磁铁16,人造磁铁嵌入孔11a,固定挡板12,旋杆13,固定插销14,圆孔15,磁致阻传感器17,导线通过孔18,第一USB接口19,第二USB接口20,电源开关21,电源接口22,电路板23,蓝牙信号接收发射装置24,探头线路孔25。

具体实施方式

[0035] 实施例:

[0036] 以对钢箱梁一个舱室的顶板与U肋连接焊缝进行扫描为例,如图1、图2、图5、图6和图7所示,该实桥焊缝扫描仪包括扫描仪机箱1,探头滑块2,探头滑块电路板放置孔2a,探头滑块线路孔2b、2c,探头马达3,传动齿轮3a,可弯折金属管4,磁铁固定套管5,磁铁安装孔5a,摄像头固定套管6,摄像头安装孔6a,齿条7,滑槽8,激光测距仪9,激光发射孔9a,激光接收孔9b,扫描仪车轮10,橡胶外套10a,第一人造磁铁11,第二人造磁铁16,人造磁铁嵌入孔11a,固定挡板12,旋杆13,固定插销14,圆孔15,磁致阻传感器17,导线通过孔18,第一USB接口19,第二USB接口20,电源开关21,电源接口22,电路板23,蓝牙信号接收发射装置24,探头线路孔25。人造磁铁11可嵌入扫描仪机箱1的底部,通过人造磁铁与钢箱梁内壁间的引力实现扫描仪在钢箱梁顶部及内壁的顺利行走。探头滑块2可通过探头马达3与齿条7的相互作用实现在滑槽8内的滑动。固定挡板12可通过旋杆13与固定插销14实现对探头滑块2的固

定,防止其掉落出滑槽8。激光测距仪9可校核扫描仪机箱1的位置,确保其前进方向与焊缝平行。

[0037] 如图1、图2、图8、图9、图10所示,将焊缝扫描仪各部件进行安装,并将靠近磁致阻传感器的激光测距仪9顶到钢箱梁内壁,其对应的位置A即作为扫描仪前进的起点位置,在临时坐标系中的坐标设为A(0,0)。由于扫描部分的可弯折金属管4可以弯折,因此可根据实际需要调整磁致阻传感器17的位置。调整完毕后测得磁致阻传感器探头与坐标原点(即激光测距仪)间的距离为 d_1 ,将 d_1 输入客户端程序内,即可得到扫描起点的坐标 $(d_1, 0)$ 。外接电源通过电源接口22与扫描仪连接。打开焊缝扫描仪的电源开关21,若供电正常,则焊缝扫描仪会将供电正常信号 s_g 通过蓝牙信号接收发射装置24发送给客户端。客户端通过对收到的蓝牙信号进行判断,并显示结果:

If $s_g = 1$, then

Text1=“供电正常”

[0038] Else

Text1=“供电异常”

End

[0039] 如图3、图8、图11所示,焊缝扫描仪沿焊缝方向,即向量 i 的方向进行扫描,并将各部件的信号汇集到电路板23,并通过蓝牙信号接收发射装置24发送给客户端。电路板汇集的信号包括:供电信号 s_g 、磁致阻传感器信号 s_c 、扫描仪驱动马达转速 s_{x1} 、探头马达转速 s_{x2} 、摄像头拍摄图片信号 s_t ,其中供电信号 s_g 、磁致阻传感器信号 s_c 、扫描仪驱动马达转速 s_{x1} 、探头马达转速 s_{x2} 组成一个信号矩阵 $A = \{s_g, s_c, s_{x1}, s_{x2}\}$,并客户端将A与一个单位矩阵

$B = \begin{bmatrix} 1, 0, 0, 0 \\ 0, 1, 0, 0 \\ 0, 0, 1, 0 \\ 0, 0, 0, 1 \end{bmatrix}$ 进行乘运算 $A \cdot B$,获得接收到的信号数字矩阵 $C = \{a, b, c, d\}$,从而客户端可对

C矩阵内的信息进行处理。如:

[0040] (1) 获取疑似缺陷F位置的坐标

[0041] 客户端程序对接收到的磁致阻传感器信号 s_c 进行处理,若信号 s_c 有变化,则 $b = 1$,则由式 $x = d_1 + c \cdot t \cdot a$ 可计算得到扫描仪行驶的距离,从而得到缺陷位置的坐标为 $(d_1 + c \cdot t \cdot a, 0)$ 。其中 c 为扫描仪驱动马达的转速,可通过电路板23上的变频器进行控制; t 为焊缝扫描仪前进的时间; a 为转换系数,代表扫描仪驱动马达传动齿轮转动一圈下扫描仪前进的距离,具体视扫描仪驱动马达传动齿轮的具体参数而定。

[0042] (2) 获取疑似缺陷位置的宏观照片

[0043] 客户端程序对接收到的信号进行处理,若此时磁致阻传感器检测到磁场变化,则由客户端程序发送指令,此时扫描仪机箱内的电路板对指令进行识别并执行指令,执行指令后摄像头即进行一次拍摄操作,并将获得的图片信号 s_t 发送给客户端。客户端程序对接收到的信号 s_t 进行处理即可得到疑似缺陷区域的宏观图像。

[0044] 如图4、图8、图9所示,当焊缝扫描仪走到焊缝尽头时,由于扫描仪机箱本身具有一

定的尺寸,此时扫描探头可通过左右移动完成对剩余焊缝的扫描。客户端程序可自动判断扫描仪是否到达焊缝的尽头:

If $d_1 + c \cdot t \cdot \alpha = L - D$ then

$s_{stop} = 1$

[0045] $s_{x2} = 1$

Else

$s_{stop} = 0$

End

[0046] 其中L为钢箱梁舱室的长度(即焊缝全长);D为焊缝扫描仪的长度。客户端并将判断结果发送给扫描仪机箱,扫描仪机箱根据接收到的信号 s_{stop} 来控制焊缝扫描仪的运动状态,其中 $s_{stop}=1$ 表示停止, $s_{stop}=0$ 表示前进。 $s_{x2}=1$ 表示此时探头马达开始工作,并将转速信息反馈给客户端程序。设齿条8的长度为 l_c ,客户端程序可自动控制探头滑块2左右移动的距离,即:

If $d \cdot t_1 \cdot \beta = \lambda l_c$ then

$s_{stop} = 0$

$s_{x2} = 0$

[0047] Else

$s_{stop} = 0$

$s_{x2} = 1$

End

[0048] 其中d为信号矩阵 $C = \{a, b, c, d\}$ 中的值; t_1 为探头马达2转动的时间; β 为转换系数,表示探头马达2转动一圈探头滑块移动的距离; λ 为剩余焊缝长度与齿条长度间的比值,可按式取值,其中n为激光测距仪的长度,m为磁致阻传感器中心到坐标原点的距离:

[0049] $\lambda = \frac{l_c + n - 2m}{l_c}$

[0050] 扫描结束后关闭焊缝扫描机电源,将固定插销14拔出,去除扫描探头部分,收好USB数据线及电源线,保存好焊缝扫描仪;也可以将焊缝扫描仪放到下一个扫描的起点继续进行扫描工作。此时可利用客户端程序对此次扫描过程中的数据进行保存,以便于后续的对比如分析。

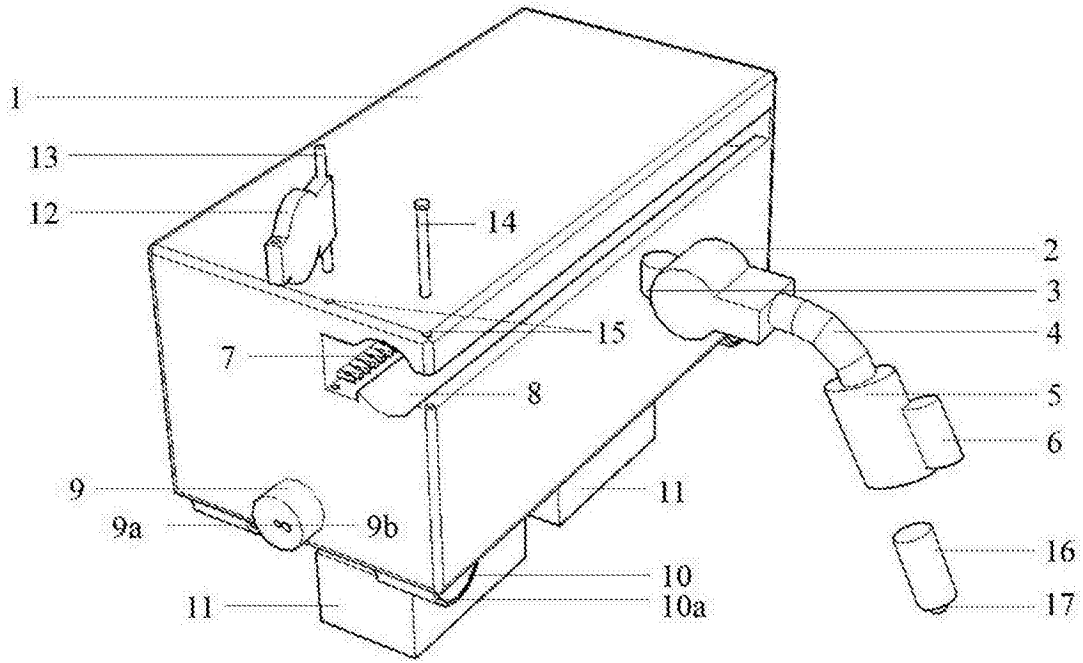


图1

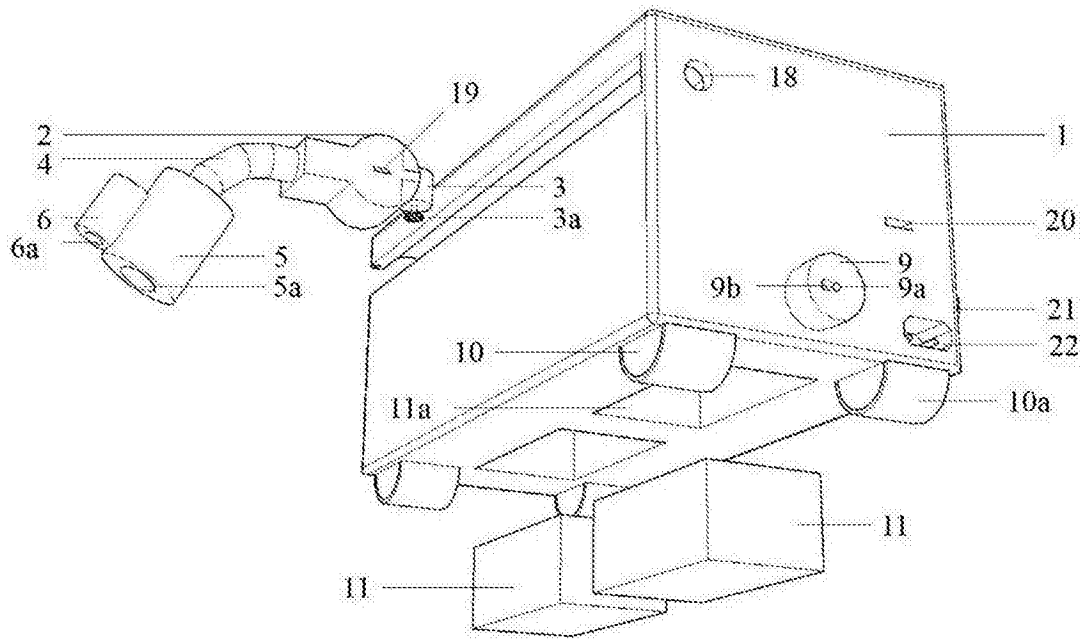


图2

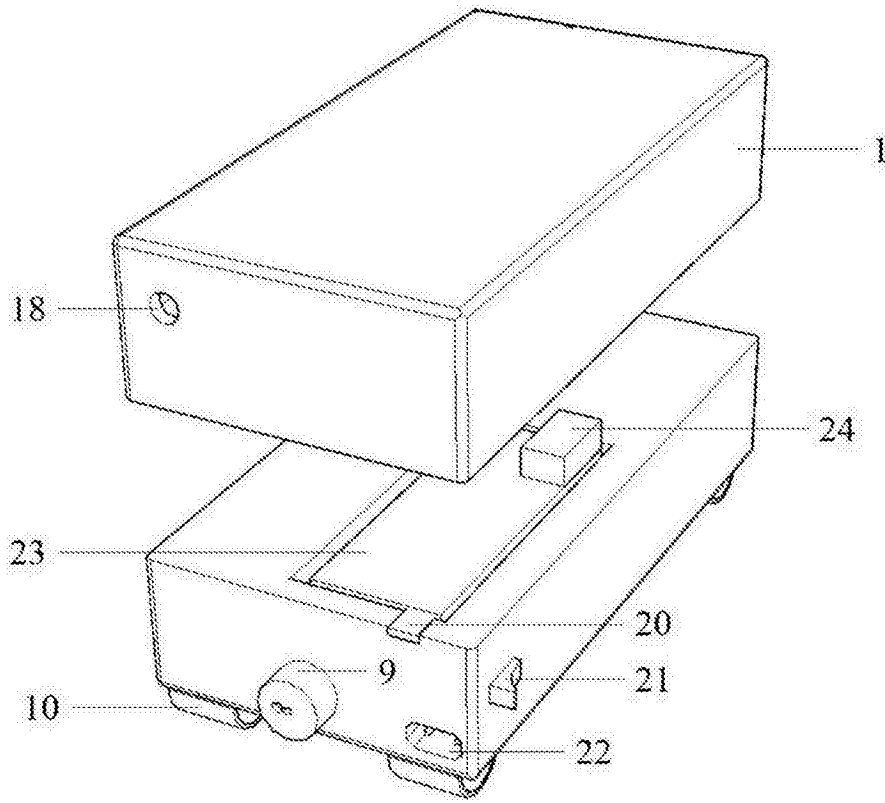


图3

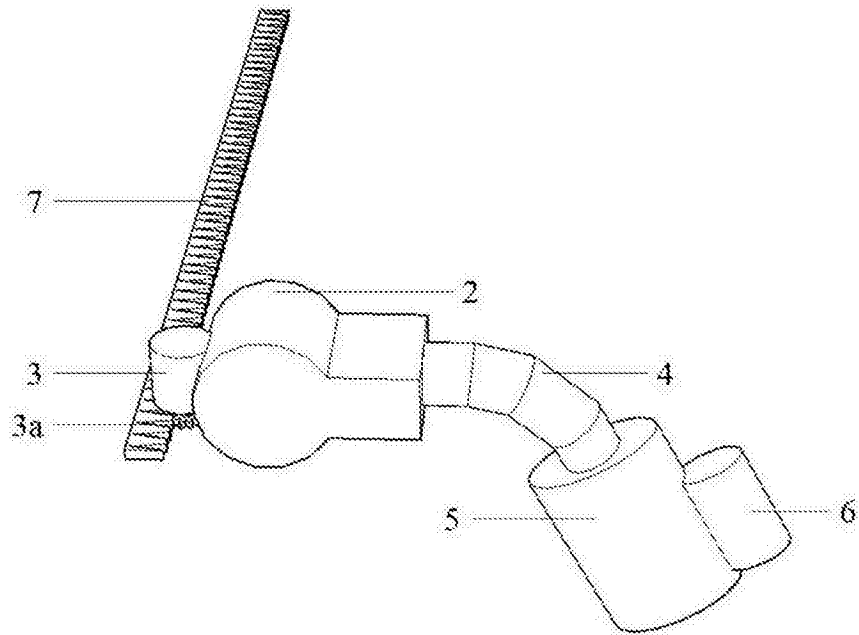


图4

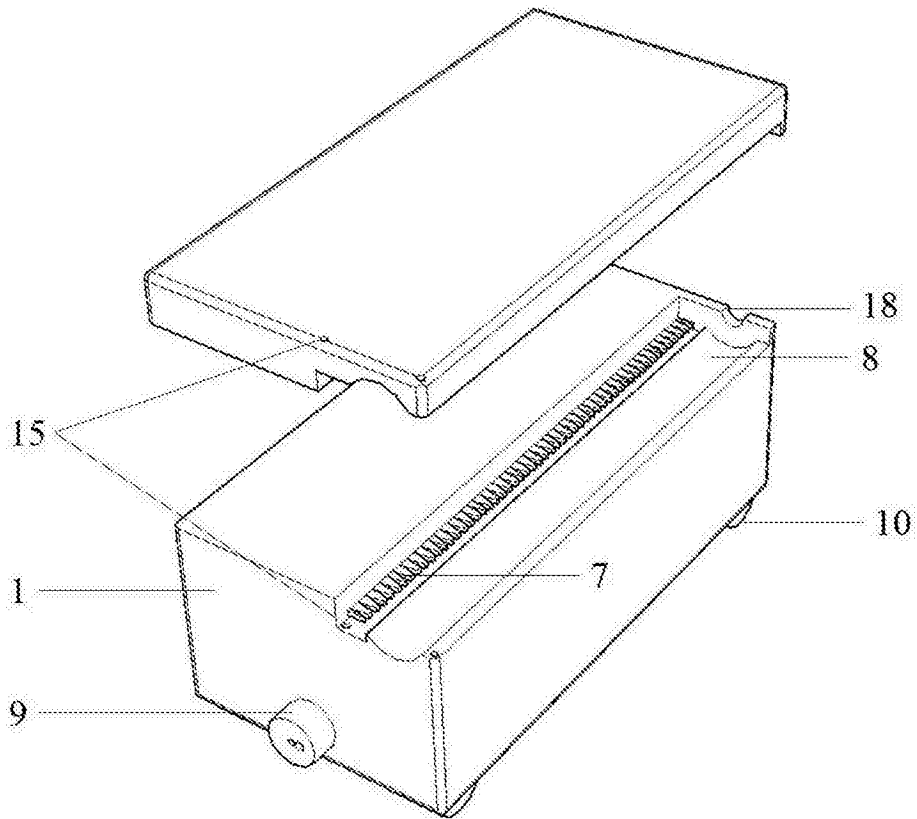


图5

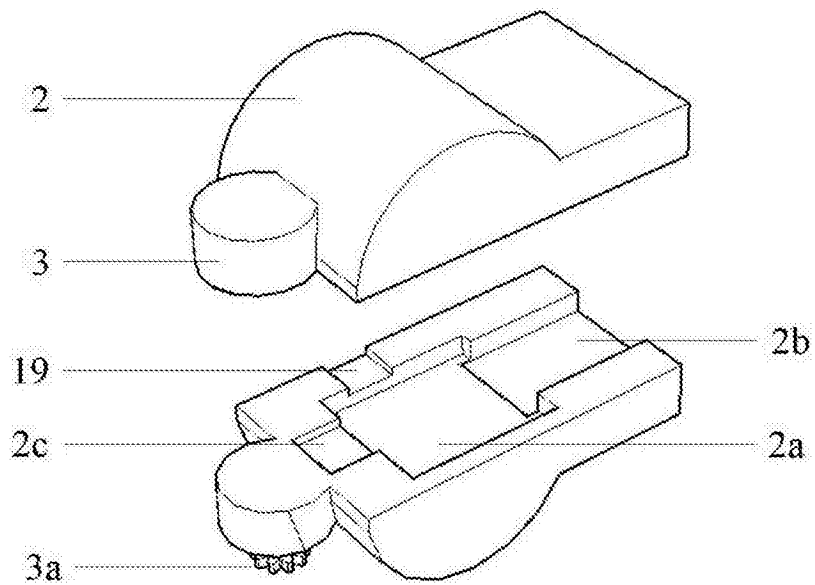


图6

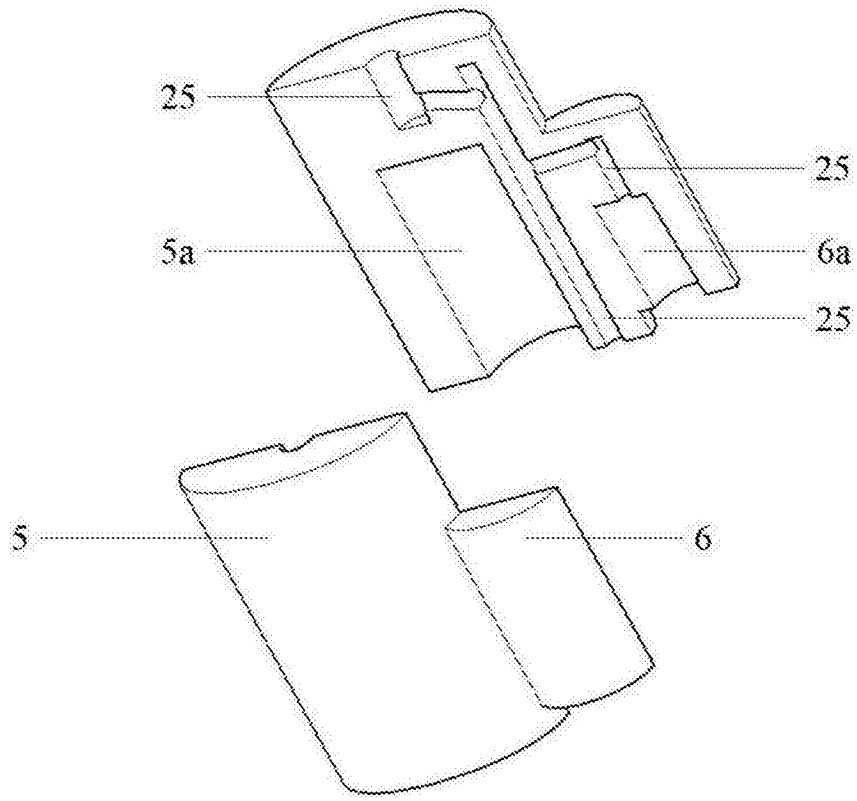


图7

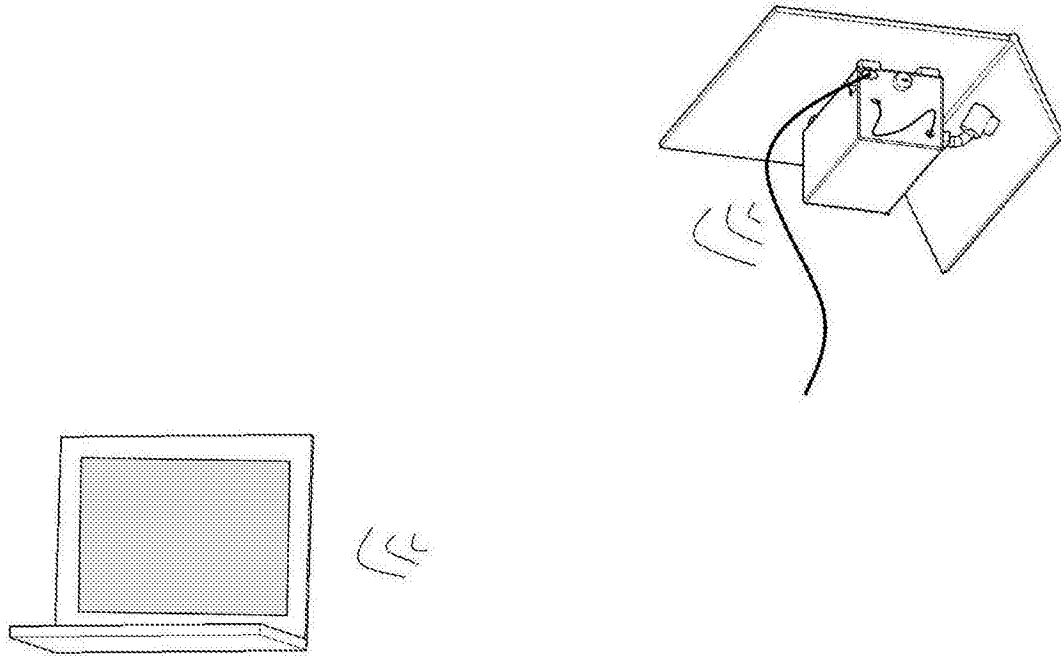


图8

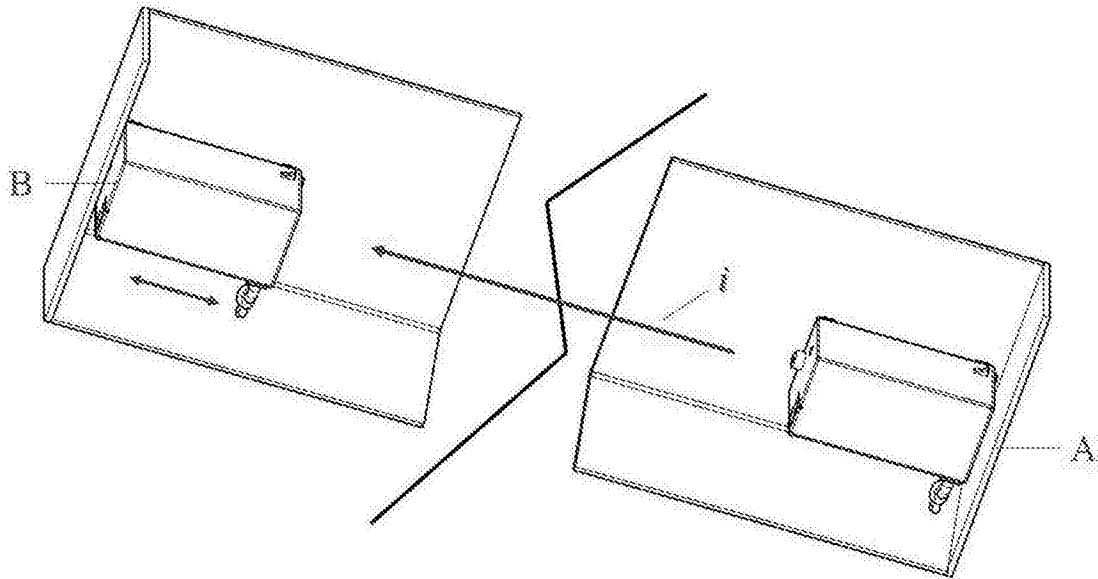


图9

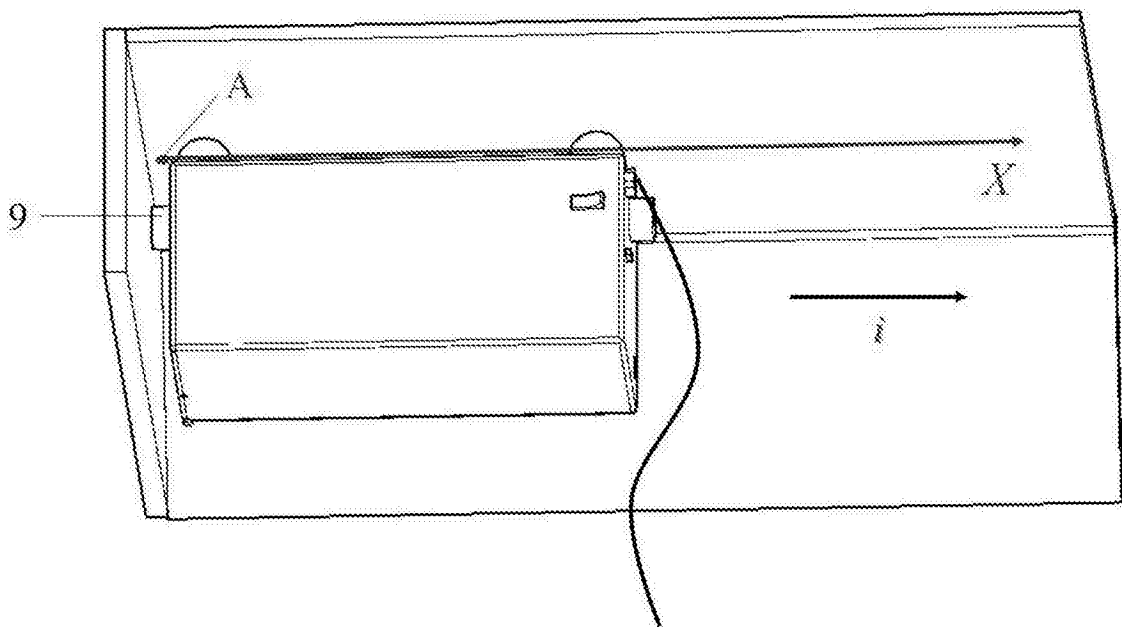


图10

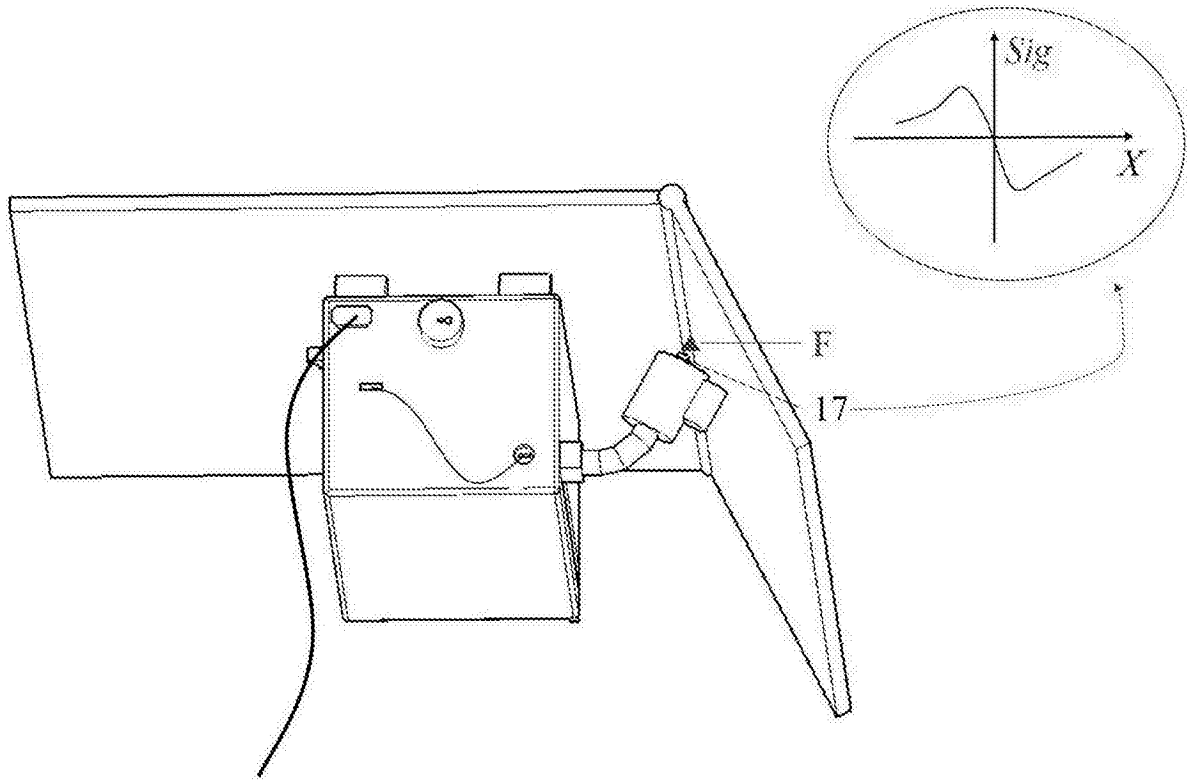


图11