



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106908096 B

(45)授权公告日 2019.06.18

(21)申请号 201710125088.3

(22)申请日 2017.03.03

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106908096 A

(43)申请公布日 2017.06.30

(73)专利权人 上海海事大学  
地址 201306 上海市浦东新区临港新城海  
港大道1550号

(72)发明人 胡雄 崔释匀 陈晴岚 张冰倩

(74)专利代理机构 上海三和万国知识产权代理  
事务所(普通合伙) 31230

代理人 陈伟勇

(51)Int.Cl.  
G01D 18/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 201266156 Y,2009.07.01,  
CN 101556213 A,2009.10.14,  
CN 101979982 A,2011.02.23,  
SU 1105782 A1,1984.07.30,  
GB 706627 A,1954.03.31,  
GB 1200344 A,1970.07.29,

审查员 陈珊

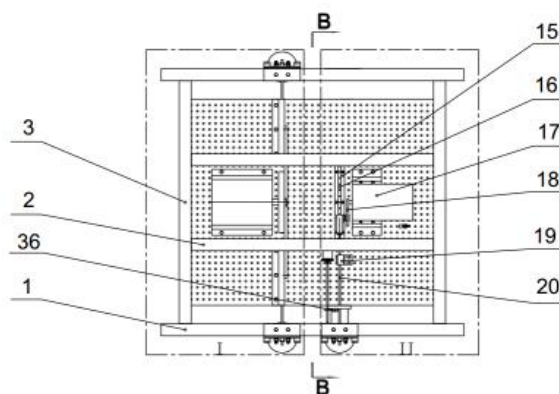
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

## (54)发明名称

超低频简谐振动位移与拉弯复合应变综合  
测试装置

## (57)摘要

本发明提供一种超低频简谐振动位移与拉弯复合应变综合试验装置,该装置由一个框架结构和框架底板上的两套机构组成。一套是由两组对心曲柄滑块机构、一台可调速电机和通过板梁挂钩垂直悬挂于框架结构上的一对试验工件组成;另一套由简谐振动机构、一台可调速电机和通过板梁挂钩垂直悬挂于框架结构上的一个试验工件组成。试验工件配置有砝码套件,将砝码放上砝码托盘可对试验工件进行加载。本发明不仅能发生频率和幅度可控的简谐振动位移与拉弯复合应变信号,还能实现多频信号和单频信号的同步对比。



1. 一种超低频简谐振动位移与拉弯复合应变综合测试装置,其特征在於具有一定质量且基础稳固的钢质框架结构,在其两根上横梁上,一根上横梁两端分别固定一个板梁挂钩,另一根上横梁只在一端固定一个板梁挂钩,在不同上横梁上位于同一端的两个板梁挂钩的连线与上横梁互相垂直;框架底板上布置两套机构;一套机构是由两组对心曲柄滑块机构和第一可调速电机组成,第一可调速电机的输出轴与上横梁平行,且与两根上横梁的距离相等,在初始位置状态下,两组对心曲柄滑块机构关于第一可调速电机输出轴对称;另一套机构由简谐振动机构和一台参数与第一可调速电机一样的第二可调速电机组成,第二可调速电机与第一可调速电机相对布置,其输出轴同样与上横梁平行;第一可调速电机和第二可调速电机通过框架底板上的螺孔固定;所述简谐振动机构由第二可调速电机、曲柄、直线轴承、短光轴框架及长光轴、滑块及轨道、磁致伸缩位移传感器、低频加速度传感器、电容加速度传感器、激光传感器、传感器安装架和若干支架构成;第二可调速电机的输出轴与上横梁平行,且与两根上横梁的距离相等,输出轴与曲柄连接,曲柄通过轴承与短光轴框架连接,短光轴框架与长光轴固定连接,短光轴框架由轨道上的滑块支撑,长光轴由一个支架和直线轴承支撑,长光轴可与试验工件连接;磁致伸缩位移传感器与长光轴平行放置,通过长光轴顶端的传感器支架安装磁环,形成闭环回路;低频加速度传感器和电容加速度传感器与长光轴轴向顶端的传感器支架相固定连接;激光传感器与第二可调电机相平行放置,与曲柄上的反光片相对应。

2. 如权利要求1所述的超低频简谐振动位移与拉弯复合应变综合测试装置,其特征在於在长光轴径向布置加速度传感器。

## 超低频简谐振动位移与拉弯复合应变综合测试装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超低频动静动态测试系统,具体是一种超低频简谐振动位移与拉弯复合应变综合测试装置。

### 背景技术

[0002] 目前,超低频位移振动和拉伸与弯曲复合应变试验装置的频率不够单一,并且信号收集比较单调。

[0003] 超低频位移振动和拉伸与弯曲复合应变试验装置采用机械机构使部件产生往复运动。由于驱动机构的运动行程和运动频率可知,因此可以提供振幅和频率已知的振动信号,但是此装置产生的是多频信号,多频信号就是信号在频域上可以划分成不同的频段,每个频段都有各自的中心频率。一般从时域上看很难看出来,只能从频域上分析。

[0004] 现有超低频位移振动和拉伸与弯曲复合应变试验装置能为振动和应变综合试验以及测试系统或仪器的调试和标定提供超低频振动位移和应变物理信号,但是对于信号的收集线路比较单一,无法提供多路信号收集分析对比,因此对于收集信号的准确性和稳定性无法确定。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有知识的缺陷,提供一种超低频简谐振动和拉伸与弯曲复合应变综合测试试验平台。该试验装置不仅能发生频率和幅度可控的简谐振动单频信号,还可同步对比分析多频信号和单频信号,也能发生频率和应变可控的动静态应变应力信号。并且该装置还可以作为标定平台,为测试系统或仪器的调试和标定提供标准的超低频简谐振动和应变物理信号。通过改变加速度传感器的数量以及安装位置,该装置还可实现简谐振动机构的两轴加速度的同步测量。

[0006] 本发明采用的技术方案是:试验装置主体为一具有一定质量且基础稳固的钢质框架结构,在其两根上横梁上,一根上横梁两端分别固定一个板梁挂钩,另一根上横梁只在一端固定一个板梁挂钩,在不同上横梁上位于同一端的两个板梁挂钩的连线与上横梁互相垂直。钢质框架结构设置于框架底板上,框架底板上布置两套机构。一套是由两组对心曲柄滑块机构和第一可调速电机组成,第一可调速电机的输出轴与上横梁平行,且与两根上横梁的距离相等,在初始位置状态下,两组对心曲柄滑块机构关于第一可调速电机输出轴对称。另一套由简谐振动机构和一台参数一样的第二可调速电机组成,第二可调速电机与第一可调速电机相对布置,其输出轴同样与上横梁平行。第一可调速电机和第二可调速电机通过框架底板上的螺孔固定。框架底板上的螺孔以20mm×20mm的间隔均匀分布,不同大小的电机均可通过合适的螺孔固定在底板上,因此可根据试验需要选择电机的型号,从而满足不同的调速范围要求,同时也可配置不同的辅助设备满足不同的实验需求。

[0007] 其中简谐振动机构由第二可调速电机、曲柄、直线轴承、短光轴框架及长光轴、滑块及轨道、传感器安装架和若干支架构成,其结构组成为:第二可调速电机的输出轴与上横

梁平行,且与两根上横梁的距离相等,输出轴与曲柄连接,曲柄通过轴承与短光轴框架连接,短光轴框架与长光轴固定连接,短光轴框架由轨道上的滑块支撑,长光轴由一个支架和直线轴承支撑,长光轴可与试验工件连接。

[0008] 试验工件通过板梁挂钩以自由悬挂或者是螺栓紧固的形式垂直悬挂于钢质框架结构上。试验工件的基本形状一定,尺寸大小和材质可变。试验工件配置有砝码套件,将砝码放上砝码托盘对试验工件进行加载,载荷每500N一级,范围从0-3000N。将试验工件固定在框架结构上,同时将试验工件与简谐振动机构前端的长光轴通过连杆相互连接,使试验工件正好与地面垂直,开启调速电机带动曲柄转动,曲柄通过直线轴承带动短光轴框架在拥有滑块的轨道上滑动,与短光轴框架相连的长光轴由一直线轴承支撑着随着短光轴框架一起往复运动,试验工件则在连杆推动下发生强迫振动,从而产生长光轴轴向上的简谐振动和试验工件的拉弯复合应变。

[0009] 在试验中,电机可从静态(0Hz)调整到电机的额定转速,电机转速决定着振动频率的大小,通过配置激光传感器可准确测得电机转动周期,从而得出振动频率,实现产生频率已知的超低频简谐振动和拉弯复合应变的目的。若在长光轴的轴向和径向分别布置加速度传感器则可以实现两轴加速度信号的同步测量。除此之外,还可将简谐振动机构与对心曲柄滑块机构的振动情况进行对比,同步分析多频信号和单频信号的联系与差异。

[0010] 有益效果

[0011] 本发明的有益效果是将简谐振动信号发生器和拉弯复合应变信号发生器的功能结合起来,除了可进行常规的静态应变测试外,通过调节电机转速可实现超低频物理信号的发生,为超低频结构振动和应变测试系统提供调试和标定平台,此外还可进行两轴加速度的同步测量,多频信号与单频信号同步对比分析,在振动的教学试验和大型结构工程测试等领域有很高的可应用性。

## 附图说明

[0012] 图1是本发明试验装置的结构总图,I区域表示曲柄滑块机构,II区域表示简谐振动机构;

[0013] 图2是本发明试验装置的主视图;

[0014] 图3是本发明试验装置的左视图;

[0015] 图4是图2本发明试验装置的A-A方向视图,表示曲柄滑块机构,A-A为图2在中线处向左的剖线;

[0016] 图5是图1本发明试验装置的B-B方向视图,表示简谐振动机构,B-B为图1在中线处向右的剖线;

[0017] 图中,I曲柄滑块机构,II简谐振动机构,1上横梁,2上加固梁,3上支架,4支腿,5下横梁,6底板,7试验工件,8板件挂钩,9砝码挂钩,10激光传感器,11砝码支杆,12砝码托盘,13第一电机主轴,14电机支架,15导轨支架,16导轨,17第二可调电机,18曲柄,19长光轴直线轴承,20长光轴,21导轨滑块,22传感器安装架,23低频加速度传感器,24位移传感器磁轴,25磁致伸缩位移传感器,26直线轴承,27短光轴,28短光轴框架,29导轨座(含导轨),30紧固装置,31顶杆,32滑块,33连杆,34圆盘(曲柄),35第一可调电机,36电容加速度传感器。

## 具体实施方式

[0018] 结合附图对具体实施例进行说明。

[0019] 实施例一:超低频简谐振动位移和拉弯复合应变综合试验装置

[0020] 如图1和图2具有一定质量且基础稳固的钢质框架结构由支腿4、下横梁5、底板6、上支架3、上加固梁2组成。基础稳固的钢质框架结构在其只有一端固定板件挂钩8的一根上横梁1上,垂直悬挂试验工件7,并在试验工件上配置砝码配件(包括砝码挂钩9、砝码支杆11和砝码托盘12),将试验工件的下端与长光轴20顶端连接,如图1在框架底板上布置简谐振动机构II和第二可调电机17,第二可调电机的输出轴与上横梁1平行,且与两根上横梁的距离相等,输出轴与曲柄18连接,如图5曲柄通过直线轴承26和短光轴27与短光轴框架28连接,短光轴框架28与图1中长光轴20固定连接,短光轴框架28由导轨支架15和导轨16上的导轨滑块21支撑,长光轴20由一个支架和直线轴承19支撑,且与试验工件7连接。磁致伸缩位移传感器25的位移传感器磁轴24与长光轴20平行放置,通过长光轴顶端的传感器支架22安装磁环,形成闭环回路。低频加速度传感器23和电容加速度传感器36与长光轴20轴向顶端的传感器支架22相固定连接。激光传感器10与第二可调电机17相平行放置,与曲柄18上的反光片相对应。如图1,在基础稳固的钢质框架结构的框架底板上布置曲柄滑块机构I和第一可调电机35,第一可调电机35由电机支架14支撑且与第二可调电机17相对布置,第一电机主轴13与上横梁1平行,第一电机主轴13与圆盘(曲柄)34连接,圆盘(曲柄)34通过连杆33与导轨座(含导轨)29上的滑块32相连接,滑块通过顶杆31和紧固装置30与试验工件连接。

[0021] 实施例二:两轴加速度信号同步测量装置

[0022] 如图1在框架底板上布置简谐振动机构II和第二可调电机17,第二可调电机17的输出轴与上横梁1平行,输出轴与曲柄18连接,如图5曲柄通过轴承与短光轴框架28连接,短光轴框架28与长光轴20固定连接,短光轴框架28由导轨16上的导轨滑块21支撑,长光轴20由一个支架和直线轴承支撑19,且如图5中与传感器安装架22连接。

[0023] 对具体功能用法进行说明。

[0024] 用法一:超低频简谐振动位移和拉弯复合应变综合测试

[0025] 根据实施例一,首先如图2中将试验工件7通过板件挂钩8悬挂于横梁上,并将其下端与长光轴20顶端连接,调整试验工件,使其垂直于地面,然后将图5中低频加速度传感器23和图1中电容加速度传感器36安装固定在图5传感器安装架22上,将图5中的磁致伸缩位移传感器25置于有效量程内,调准图2中的激光传感器10,将应变片安装在试验工件上,并连接好测试设备。在软件里设置好相关参数后,启动图1中第二可调电机17带动曲柄18转动,曲柄18通过与之相连的图5中直线轴承26带动短光轴框架28和长光轴20一起运动,在长光轴的轴线方向上产生简谐振动信号,同时试验工件7在长光轴20的推动下进行强迫简谐振动产生了拉弯复合应变信号。若电机转速在60r/min以下,试验装置则可提供1Hz以下的超低频位移简谐振动。位移振动的幅值则可通过调节曲柄18和连杆的连接点来控制,试验装置共提供了3档幅值,分别为2cm、4cm和6cm。这样试验装置就能提供不同频率、不同振幅的简谐振动和不同大小的动态复合应变信号。

[0026] 用法二:两轴加速度信号同步测量

[0027] 根据实施例二,首先将试验工件7拆除,在传感器安装架22上配置两个加速度传感器,一个位于长光轴20轴向,一个位于长光轴20径向,开启第二可调电机17,就可同步测得

简谐振动机构的长光轴轴向和径向上的振动加速度信号。

[0028] 用法三：超低频简谐振动位移测试。

[0029] 用实施例一，首先解除试验工件的紧固装置，并将其置于旁边。然后将低频加速度传感器23和电容加速度传感器36安装固定在传感器安装架22上，将磁致伸缩位移传感器25置于有效量程内，调准激光传感器10，并连接好测试设备。在软件里设置好相关参数后，启动第二可调电机17带动曲柄18转动，曲柄通过与之相连的直线轴承带动短光轴框架28和长光轴20一起运动，在长光轴的轴线方向上产生简谐振动信号。通过安装在长光轴顶端的传感器安装架上安装的传感器便可测出该简谐振动信号。简谐振动的频率通过改变电机的转速来实现。位移振动的幅值则可通过调节曲柄和连杆的连接点来控制。这样试验装置便能提供不同频率、不同振幅的简谐振动信号，通过测试设备便能对简谐振动信号进行采集分析。

[0030] 用法四：同步对比两个振动装置的测试信号

[0031] 用实施例一并且如图1和图4所示，在框架底板上布置对心曲柄滑块机构I，然后将试验工件7拆除，并且将各传感器固定在相应位置，连接好测试设备，设置好相应的参数。同时开启第一可调电机35和第二可调电机17，并将电机转速大小调为一致，这时就可以得到相同频率下，简谐振动和曲柄滑块振动的物理信号，进行同步对比。

[0032] 用法五：超低频简谐振动下加速度传感器的标定

[0033] 用实施例一，首先拆除试验工件，然后将待标定的加速度传感器安装固定在传感器安装架22上，同时将磁致伸缩位移传感器25置于有效量程内，并连接好测试设备。在软件里设置好相关参数后，启动电机。通过测得的加速度信号计算出位移大小，再与测得的位移信号进行比对，从而实现对加速度传感器的标定。

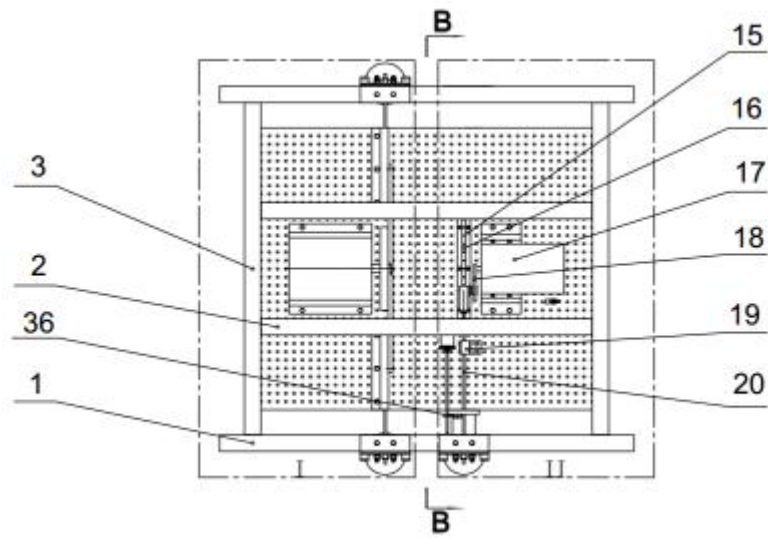


图1

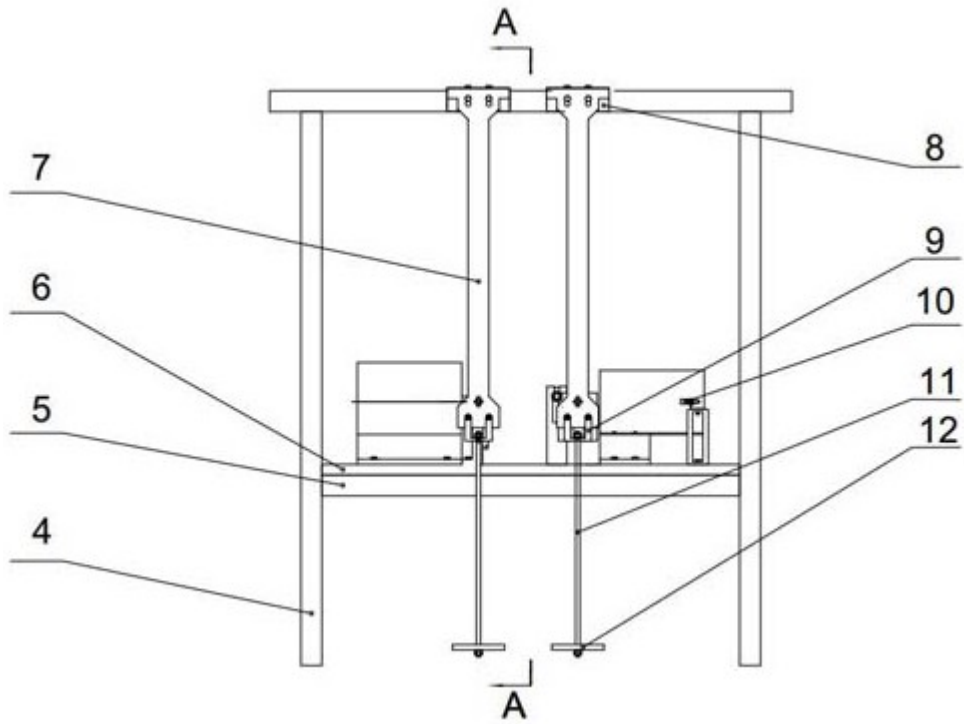


图2

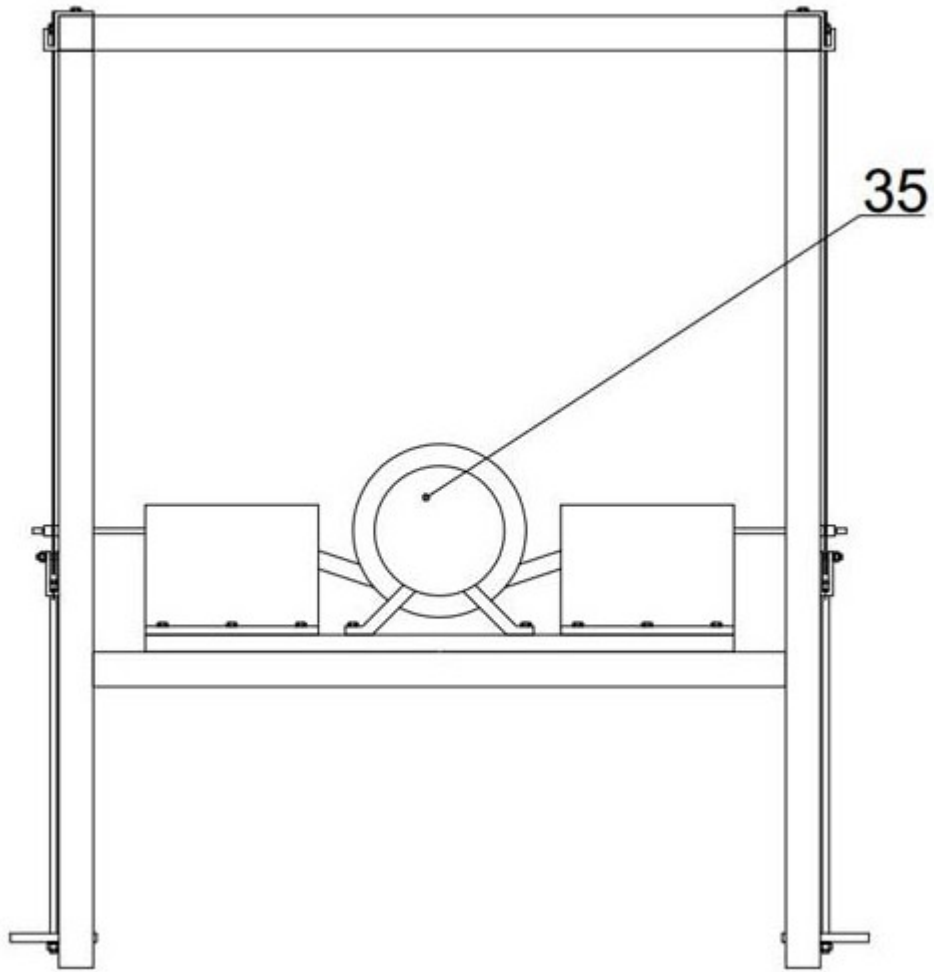


图3

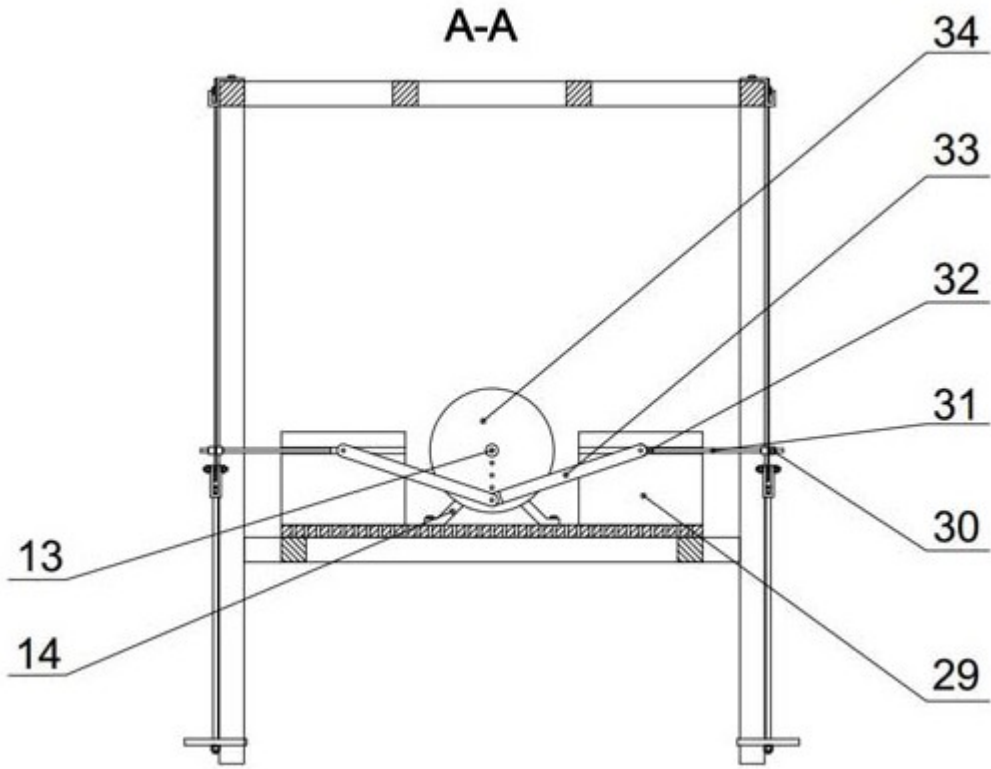


图4

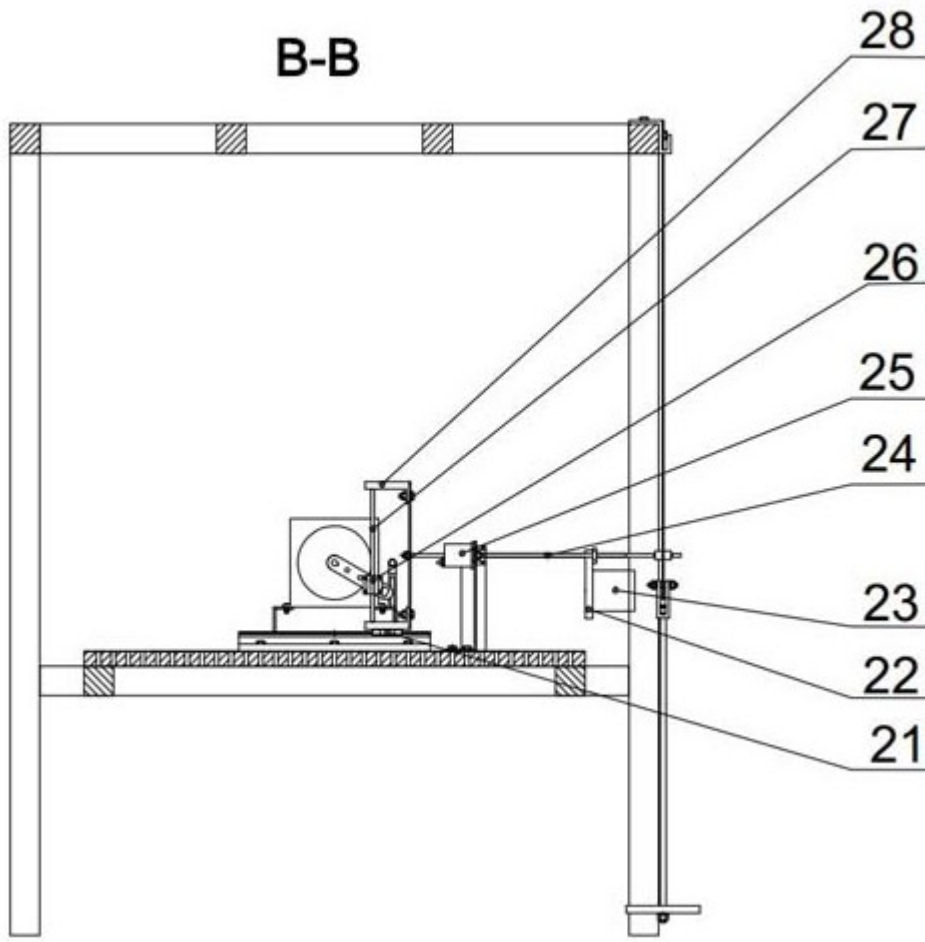


图5