



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102853981 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201210366912. 1

(22) 申请日 2012. 09. 28

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 曾晓辉 余杨 张良 申仲翰

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所 (普通合伙) 11390
代理人 王艺

(51) Int. Cl.
G01M 7/02(2006. 01)

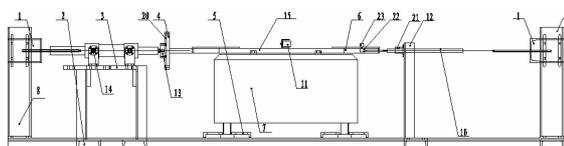
(56) 对比文件
WO 2012037945 A1, 2012. 03. 29,
US 2011/0252876 A1, 2011. 10. 20,
JP 2009276190 A, 2009. 11. 26,
CN 102297753 A, 2011. 12. 28,
CN 1614444 A, 2005. 05. 11, 全文 .
CN 102359853 A, 2012. 02. 22,

审查员 詹冉

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称
一种可模拟大幅值振动系统的实验装置

(57) 摘要
本发明公开一种可模拟大幅值振动系统的实验装置, 包括: 固定支架主体结构、水平振动试验台、弹簧连接装置、加载系统和测量设备。本发明的实验装置体型小、操作简单; 使用、安装和拆卸都非常方便, 而且造价和使用费用也很低廉。适用于航空、航天、海洋、通讯、电子、汽车等行业。



1. 一种可模拟大幅值振动系统的实验装置,其特征在于,包括:固定支架主体结构、水平振动试验台、弹簧连接装置、加载系统和测量设备;其中,

所述水平振动试验台位于所述固定支架主体结构之上的中间位置,包括支撑装置、水平滑台和振动台牛头,所述支撑装置位于所述固定支架主体结构之上,所述水平滑台悬浮于所述支撑装置之上,所述振动台牛头与所述水平滑台的一端相连,且与所述加载系统相连;

所述弹簧连接装置包括弹簧连接端固定支架、微调螺杆连接夹具、螺杆、弹簧和弹簧连接夹具;所述弹簧连接端固定支架有四个,分别安装在所述固定支架主体结构的四角,所述弹簧连接端固定支架之上安装有微调螺杆连接夹具,所述微调螺杆连接夹具上安装有螺杆,所述弹簧的一端与所述螺杆相连,另一端与所述弹簧连接夹具相连,所述弹簧连接夹具安装在所述水平滑台上;

所述加载系统包括加载装置和加载装置底座,所述加载装置底座位于所述固定支架主体结构之上,所述加载装置位于所述加载装置底座之上,与所述振动台牛头相连;

所述测量设备与所述水平滑台相连,用于测量力、加速度和位移实验数据。

2. 如权利要求 1 所述的实验装置,其特征在于,

所述测量设备包括:力传感器以及力传感器与滑台牛头的转接板,所述力传感器位于所述振动台牛头和加载装置之间,通过所述转接板与所述振动台牛头相连。

3. 如权利要求 2 所述的实验装置,其特征在于,

所述测量设备还包括:2 个加速度传感器,均位于所述水平滑台之上。

4. 如权利要求 3 所述的实验装置,其特征在于,

所述测量设备还包括:位移传感器、位移传感器定位支架、位移传感器连接件、位移传感器适配器和可调式位移传感器连接夹具,其中,所述位移传感器定位支架位于所述固定支架主体结构之上,所述位移传感器的一端通过所述位移传感器连接件安装在所述位移传感器定位支架上,所述位移传感器的另一端通过所述位移传感器适配器连接在所述可调式位移传感器连接夹具上;所述可调式位移传感器连接夹具安装在所述弹簧连接夹具上,在所述弹簧连接夹具上开有长孔,所述可调式位移传感器连接夹具可在上面滑动,进而实现调平和对中。

5. 如权利要求 1 所述的实验装置,其特征在于,

固定支架主体结构由两条纵向槽钢以及三根横梁焊接而成,所述三根横梁中的两根横梁用于安装所述加载装置底座,另外一根横梁用于安装所述位移传感器定位支架。

6. 如权利要求 5 所述的实验装置,其特征在于,

所述纵向槽钢上设置有等间距螺孔,用于安装所述弹簧连接端固定支架,还便于整个设备的对中和调平。

7. 如权利要求 1 所述的实验装置,其特征在于,

所述加载装置底座上设置有多行等距螺孔,以便不同量程的加载装置使用,同时也适用于不同长度、刚度弹簧的安装。

一种可模拟大幅值振动系统的实验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种实验模拟的装置,尤其涉及一种可模拟大幅值振动系统的实验装置。

背景技术

[0002] 大幅值振动系统在海洋工程浮式结构物、航空航天、机械和仪器仪表中的运动部件等工程实际问题中经常遇见。无论是优化现有系统,还是开展创新研究和设计,均需进行实验模拟。举例来说,伴随着海洋开发进程的深入,海洋浮式结构物开始得到更多应用。为确保海洋浮式结构物具有良好的适用性和安全性,一般均对其开展具有较大运动幅值的振动实验,目前这种实验模拟通常在海洋工程水池中进行。然而这种实验水池数量极少,且实验和测量费用昂贵,因此常用于工程设计方案已初步确定情况下的验证性实验、或少量有较明确理论预测结果的对比性实验。在其他工程和研究领域中也会出现上述类似情况,这就不便于在探索性研发过程中随时通过实验来发现新现象、开展原理性实验。

[0003] 为此,迫切需要发明一种通用方便、成本低廉,能够模拟在任意给定外载作用下进行大振幅运动动力系统的实验装置。

发明内容

[0004] 本发明针对目前缺少适用于大幅振动系统且简便通用的实验模拟装置的问题,提出一种可模拟大幅值振动系统的实验装置,以实现工程振动系统在外部载荷作用下大振幅运动响应的实验模拟和测量。

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供一种可模拟大幅值振动系统的实验装置,包括:固定支架主体结构、水平振动试验台、弹簧连接装置、加载系统和测量设备;其中,

[0006] 所述水平振动试验台位于所述固定支架主体结构之上的中间位置,包括支撑装置、水平滑台和振动台牛头,所述支撑装置位于所述固定支架主体结构之上,所述水平滑台悬浮于所述支撑装置之上,所述振动台牛头与所述水平滑台的一端相连,且与所述加载系统相连;

[0007] 所述弹簧连接装置包括弹簧连接端固定支架、微调螺杆连接夹具、螺杆、弹簧和弹簧连接夹具;所述弹簧连接端固定支架有四个,分别安装在所述固定支架主体结构的四角,所述弹簧连接端固定支架之上安装有微调螺杆连接夹具,所述微调螺杆连接夹具上安装有螺杆,所述弹簧的一端与所述螺杆相连,另一端与所述弹簧连接夹具相连,所述弹簧连接夹具安装在所述水平滑台上;

[0008] 所述加载系统包括加载装置和加载装置底座,所述加载装置底座位于所述固定支架主体结构之上,所述加载装置位于所述加载装置底座之上,与所述振动台牛头相连;

[0009] 所述测量设备与所述水平滑台相连,用于测量力、加速度和位移实验数据。

[0010] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0011] 所述测量设备包括:力传感器以及力传感器与滑台牛头的转接板,所述力传感器

位于所述振动台牛头和加载装置之间,通过所述转接板与所述振动台牛头相连。

[0012] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0013] 所述测量设备还包括:2个加速度传感器,均位于所述水平滑台之上。

[0014] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0015] 所述测量设备还包括:位移传感器、位移传感器定位支架、位移传感器连接件、位移传感器适配器和可调式位移传感器连接夹具,其中,所述位移传感器定位支架位于所述固定支架主体结构之上,所述位移传感器的一端通过所述位移传感器连接件安装在所述位移传感器定位支架上,所述位移传感器的另一端通过所述位移传感器适配器连接在所述可调式位移传感器连接夹具上;所述可调式位移传感器连接夹具安装在所述弹簧连接夹具上,在所述弹簧连接夹具上开有长孔,所述可调式位移传感器连接夹具可在上面滑动,进而实现调平和对中。

[0016] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0017] 固定支架主体结构由两条纵向槽钢以及三根横梁焊接而成,所述三根横梁中的两根横梁用于安装所述加载装置底座,另外一根横梁用于安装所述位移传感器定位支架。

[0018] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0019] 所述纵向槽钢上设置有等间距螺孔,用于安装所述弹簧连接端固定支架,还便于整个设备的对中和调平。

[0020] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0021] 所述加载装置底座上设置有多行等距螺孔,以便不同量程的加载装置使用,同时也适用于不同长度、刚度弹簧的安装。

[0022] 本发明具有如下优点:

[0023] (1) 该实验装置通过专门设计的可调式承力和固定构架、多种夹具、专用连接件等部件,并通过弹簧与水平滑台相连,使得原本仅仅是作为给受试对象提供振动环境的水平滑台变为被试验的对象之一,从而可以模拟任意给定外部载荷作用下,以不同频率、不同振幅进行大幅值运动系统的动力响应。

[0024] (2) 该实验装置克服了水平振动试验台缺少自身刚度的不足。利用与水平滑台连接的四根拉伸弹簧为水平振动试验台增加了自身刚度;四根弹簧通过螺杆与支架相连,弹簧悬挂点随时可调,以保证各弹簧拉力大小相等。在各弹簧都保持拉伸状态下,水平滑台可以做较大振幅的往复运动。本实验装置在调节刚度上容易、简便,只需通过更换不同刚度的弹簧,即可达到改变刚度的目的。

[0025] (3) 使用该实验装置后,水平振动试验可以在原模型与实验模型严格满足相似原理下进行实验。除了(2)中所述的平台刚度调节方式,水平滑台重量可以通过增加质量块随时调节。平台结构阻尼可以通过调节四根弹簧水平以及垂向位置和预伸长量进行大幅调节,然后再利用水平滑台两侧四个垫块进行微调。

[0026] (4) 加载装置可以根据实验需要进行更换,实验装置可以模拟在任意给定外部载荷作用下,以不同频率、不同振幅做大幅度运动的工程振动系统。对于不同加载装置的高度以及宽度上的差异,我们可以利用底座和支架上各种滑槽与螺杆将加载装置、水平弹簧以及振动试验台三者对中并调节到水平。

[0027] (5) 该实验装置体型小、易于拆装、便于根据不同研究需要灵活改装。装置上带有

位移传感器、力传感器以及加速度传感器,对于大振幅运动动力系统中某些性能进行优化、评估时,本套装置相比于传统模拟装置更易于操作。

[0028] (6) 实验装置主要是以标准槽钢和厚钢板为原料。在实验装置造价上,本实验装置是远远低于传统大振幅运动模拟系统(如海洋工程水池)的,实验的运行成本与其相比也相当低廉。

附图说明

[0029] 图 1 是本发明实施例的可模拟大幅值振动系统的实验装置的侧视图;

[0030] 图 2 是本发明实施例的可模拟大幅值振动系统的实验装置的俯视图;

[0031] 其中:

[0032] 1—微调螺杆连接夹具,2—固定支架主体结构,3—加载装置底座,4—振动台牛头,5—滑台定位压块,6—弹簧连接夹具,7—支撑装置,8—弹簧连接端固定支架,9—螺杆,10—位移传感器,11—加速度传感器,12—位移传感器定位支架,13—力传感器,14—加载装置,15—水平滑台,16—弹簧,17—纵向槽钢,18—横梁,19—纵向槽钢上的螺孔,20—力传感器与滑台牛头的转接板,21—位移传感器连接件,22—位移传感器适配器,23—可调式位移传感器连接夹具。

具体实施方式

[0033] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0034] 本发明的实验装置包括专门设计的可调式承力和固定构架、多种夹具、专用连接件等部件,并通过弹簧与水平滑台相连。将上述各种组件与水平滑台进行灵活组合,就形成一种可模拟大幅值运动动力系统的通用实验装置。

[0035] 实验装置若要实现大振幅运动动力系统的模拟需要满足以下五点:一、水平滑台在承受任意给定外载作用下可以进行较大振幅的往复运动;二、为水平滑台增加水平刚度且刚度大小可以调节;三、滑台的阻尼可以在较大范围内调节;四、水平滑台的质量可变;五、该装置可以测量力、加速度、位移等关键力学参量。以上这几点均可通过此实验装置完成。

[0036] 如图 1 所示,本发明的实验装置包括:固定支架主体结构 2、水平振动试验台、弹簧连接装置、加载系统和测量设备;其中:

[0037] 所述水平振动试验台位于所述固定支架主体结构 2 之上的中间位置,包括滑台定位压块 5、支撑装置 7、水平滑台 15 和振动台牛头 4,所述支撑装置 7 位于所述固定支架主体结构 2 之上,所述滑台定位压块 5 用于压住支撑装置的四个腿,所述水平滑台 15 悬浮于所述支撑装置 7 之上,所述振动台牛头 4 与所述水平滑台 15 的一端相连,且与所述加载系统相连。

[0038] 水平振动试验台通常用于发现早期故障,模拟电工、电子、汽车零部件以及其它涉及到运输的产品和货物在运输过程中的环境,检测其产品的耐振性能或者考核实际工况下结构的强度和疲劳度,而且试验结果较准确,可信度高。水平振动试验台的水平滑台 15 一般为密度小、质量轻的铝镁合金材料。通过电磁效应或油压可使水平滑台 15 悬浮于支撑

装置 7 之上,在本实施例中,该支撑装置 7 为振动台油箱。

[0039] 所述弹簧连接装置包括弹簧连接端固定支架 8、微调螺杆连接夹具 1、螺杆 9、弹簧 16 和弹簧连接夹具 6;所述弹簧连接端固定支架 8 有四个,分别安装在所述固定支架主体结构 2 的四角,所述弹簧连接端固定支架 8 之上安装有微调螺杆连接夹具 1,所述微调螺杆连接夹具 1 上安装有螺杆 9,所述弹簧 16 的一端与所述螺杆 9 相连,另一端与所述弹簧连接夹具 6 相连,所述弹簧连接夹具 6 安装在所述水平滑台 15 上;弹簧连接端固定支架 8 上开有垂向孔槽,这样就可以通过对微调螺杆连接夹具 1 的垂向微调以保证弹簧 16 的水平;在水平方向安装的螺杆 9,利用对其长度的调节以控制弹簧挂点的间距。

[0040] 所述加载系统包括加载装置 14 和加载装置底座 3,所述加载装置底座 3 位于所述固定支架主体结构 2 之上,所述加载装置 14 位于所述加载装置底座 3 之上,与所述振动台牛头 4 相连;所述加载装置底座 3 上设置有多行等距螺孔(图中未示出),以便不同量程的加载装置 14 使用。

[0041] 所述测量设备与所述水平滑台相连,用于测量力、加速度、位移等实验数据,包括:力传感器 13、力传感器与滑台牛头的转接板 20、加速度传感器 11、位移传感器 10、位移传感器定位支架 12、位移传感器连接件 21、位移传感器适配器 22 和可调式位移传感器连接夹具 23,其中,所述力传感器 13 位于所述振动台牛头 4 和加载装置 14 之间,通过所述转接板 20 与所述振动台牛头 4 相连;所述加速度传感器 11 有两个,均位于所述水平滑台 15 之上。所述位移传感器定位支架 12 位于所述固定支架主体结构 2 之上,所述位移传感器 10 的一端通过所述位移传感器连接件 21 安装在所述位移传感器定位支架 12 上,所述位移传感器 10 的另一端通过所述位移传感器适配器 22 连接在所述可调式位移传感器连接夹具 23 上;所述可调式位移传感器连接夹具 23 安装在所述弹簧连接夹具 6 上,在所述弹簧连接夹具 6 上开有长孔,所述可调式位移传感器连接夹具 23 可在上面滑动,进而实现调平和对中。

[0042] 固定支架主体结构 2 由两条纵向槽钢 17 以及三根横梁 18 焊接而成,材料可采用标准槽钢(12.6)。两条纵向槽钢正中安放水平振动试验台,在纵向槽钢 17 上设置有等间距螺孔 19,用于安装所述弹簧连接端固定支架 8。这些螺孔可用于调节四个弹簧连接端固定支架 8 的位置,使弹簧 16 与螺杆 9 悬挂点之间的间距满足指定伸长量,以满足滑台振动幅值范围要求。纵向槽钢 17 间焊有三根横梁 18,三根横梁 18 中的两根横梁用于安装所述加载装置底座 3,另外一根横梁用于安装所述位移传感器定位支架 12。

[0043] 对该实验装置进行生产时,首选强度较高的槽钢与钢板并保证焊接后各面平整度较高,整套实验装置所有配件的加工精度都要达到 0.5mm 以上,装置上所打螺孔位置要保证 0.1mm 的高精度。

[0044] 安装实验装置之前将水平振动试验台架在固定支架主体结构 2 的两根承力纵向槽钢 17 的中央。首先,根据弹簧 16 刚度所对应的挂点间距安装四个弹簧连接端固定支架 8 和微调螺杆连接夹具 1;然后,将螺杆 9 固定在微调螺杆连接夹具 1 上,水平滑台 15 上的弹簧连接夹具 6 与水平滑台 15 用螺丝紧住;最后,四根弹簧 16 挂上水平滑台 15,通过对长孔槽中螺丝以及微调螺杆连接夹具 1 上螺杆 9 的微调,使水平滑台 15 上四个挂点和弹簧连接端固定支架 8 上四个挂点分别达到水平,弹簧连接端固定支架 8 挂点所在平面必须不能低于水平滑台 15 挂点所在平面。平台调平后再将加载装置 14 固定在加载装置底座 3 之上,并调整加载装置底座 3 高度使加载装置 14 与振动台牛头 4 对中,保证力加载信号连续、稳

定。

[0045] 实验装置工作时最好将四个传感器都与信号接收器相连,通过对力信号、位移信号以及加速度信号的综合分析可得到较理想的实验结果。平台结构阻尼不符合要求时,对水平滑台 15 上挂点和弹簧连接端固定支架 8 上挂点水平面高度差的调节可以达到较大幅度改变结构阻尼的效果,也可以通过微调螺杆改变四根弹簧的预伸长量,达到较大幅值改变结构阻尼的效果。另外,在优选的实施例中,水平滑台两侧的下方安装有四个垫块,通过微调垫块与水平滑台的紧密程度,进而调整垫块与支撑装置 7 的摩擦强度的大小,以达到增减阻尼的目的。

[0046] 综上所述,本实验装置可以模拟在任意给定外部载荷作用下,以不同频率、不同振幅做大幅度运动的工程振动系统。本实验装置易于拆装、便于根据不同研究需要灵活调节。配合上常用传感器,本装置可实现工程振动系统在任意外部载荷作用下大振幅运动响应的实验模拟和测量,适用于航空、航天、海洋、通讯、电子、汽车等行业。

[0047] 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。

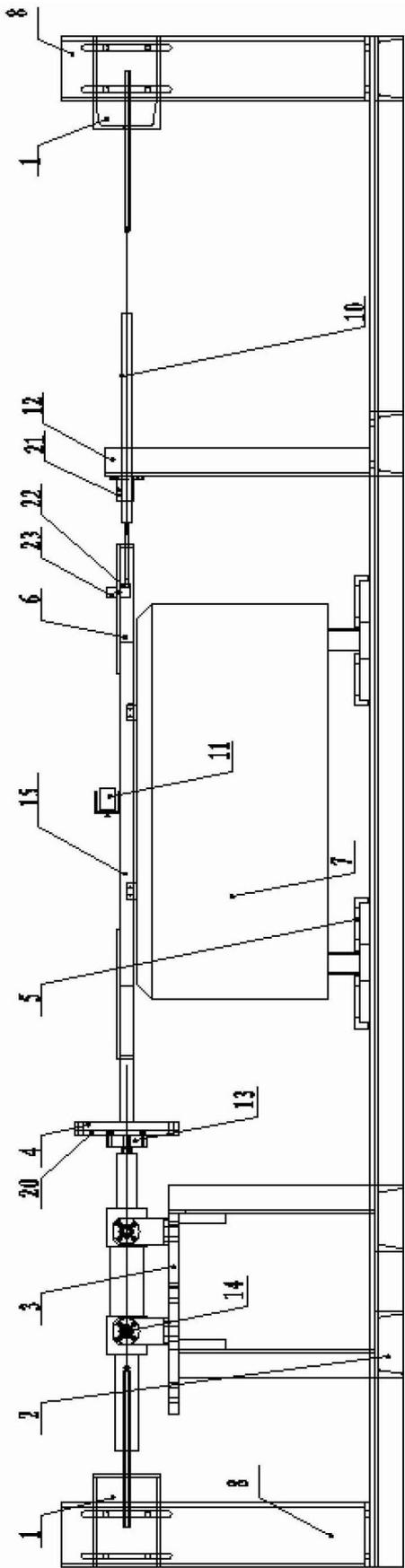


图1

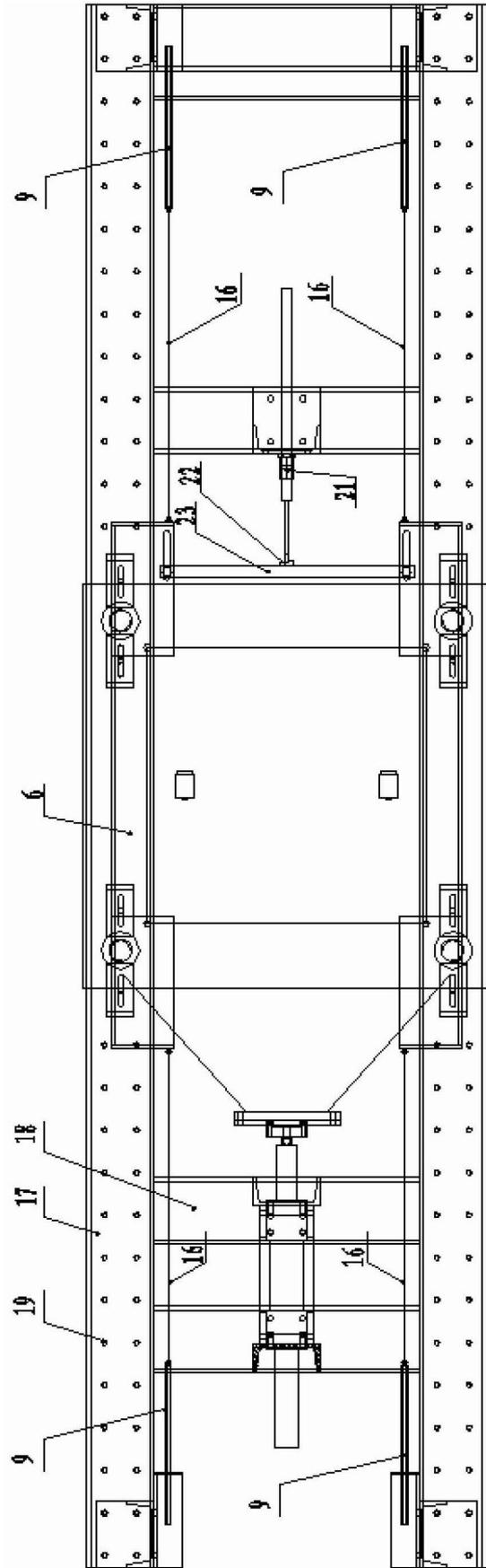


图2