(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109515770 B
(45)授权公告日 2021.09.28

(21)申请号 201811521858.7

(22)申请日 2018.12.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109515770 A

(43)申请公布日 2019.03.26

(73)专利权人 上海宇航系统工程研究所
地址 201109 上海市闵行区元江路3888号

(72)发明人 肖杰 王浩 王中王 刘哲臣 程庆清 齐德强 陈飞飞 瞿佳蔚 黄利强 徐庆 李舒扬

(74)专利代理机构 上海航天局专利中心 31107
代理人 王海涛

(51)Int.Cl.
B64G 7/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 106218926 A,2016.12.14
CN 103085992 A,2013.05.08
CN 102145755 A,2011.08.10
CN 105501472 A,2016.04.20
CN 103466109 A,2013.12.25
KR 100835656 B1,2008.06.05
陈飞飞,王宏等.一种浮动锁销式柔性气浮组件的承载特性测试及分析.《航天器环境工程》.2017,第34卷(第6期),631-635.

审查员 沈茂

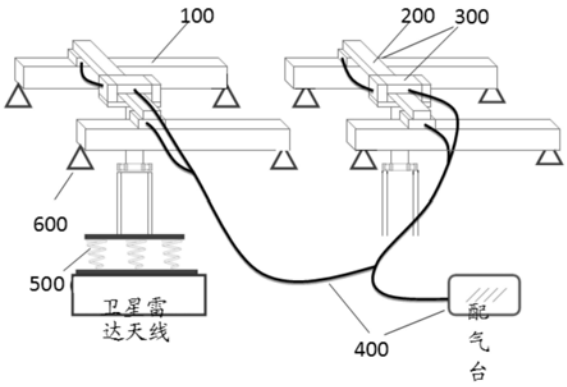
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置

(57)摘要

本发明提供了一种高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置,包括气浮长导轨、气浮短导轨、供配气系统、双吊杆悬吊组件及承载桁架;其中,所述气浮长导轨设置于所述承载桁架上并由所述供配气系统驱动相对所述承载桁架移动,所述气浮短导轨的两端分别设置于两个所述气浮长导轨上并由所述供配气系统驱动以相对所述气浮长导轨移动,所述双吊杆悬吊组件与所述气浮短导轨两端之间滑动连接,并由所述供配气系统驱动以相对所述气浮短导轨移动,所述双吊杆悬吊组件用于悬吊负载天线。该装置通过供配气系统驱动气浮长导轨及气浮短导轨,实现双吊杆悬吊组件沿长导轨正交方向的直线运动;通过双吊杆悬吊组件连接卫星雷达天线,实现卫星雷达天线的重力卸载。



CN 109515770 B

1.一种高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置,其特征在于,包括气浮长导轨、气浮短导轨、供配气系统、双吊杆悬吊组件及承载桁架;其中,所述气浮长导轨设置于所述承载桁架上并由所述供配气系统驱动相对所述承载桁架移动,所述气浮短导轨的两端分别设置于两个所述气浮长导轨上并由所述供配气系统驱动以相对所述气浮长导轨移动,所述双吊杆悬吊组件与所述气浮短导轨两端之间滑动连接,并由所述供配气系统驱动以相对所述气浮短导轨移动,所述双吊杆悬吊组件用于悬吊负载天线;

所述气浮长导轨包括:导轨承载调节机构阵列、长导轨本体,所述长导轨本体通过所述导轨承载调节机构阵列安装固定在所述承载桁架上,并由所述供配气系统驱动导轨承载调节机构阵列使所述长导轨本体移动;

所述气浮长导轨分体镜像对称设置;

所述气浮短导轨包括:柔性连接模块、短导轨本体、悬吊组件连接模块,所述柔性连接模块滑动设置于所述气浮长导轨上,所述短导轨本体的两端设置于所述柔性连接模块上,所述悬吊组件连接模块滑动设置于所述短导轨本体的两端之间并与所述双吊杆悬吊组件连接;柔性连接模块通过支撑起短导轨本体实现“一端固定一端游动”的支撑方式,使气浮短导轨的承载变形不会因刚性连接导致长导轨滑块组件(301) 发生侧倾;

还包括气浮滑块组件,所述气浮滑块组件包括长导轨滑块组件及短导轨滑块组件,所述长导轨滑块组件设置于所述气浮长导轨上并用于支撑所述气浮短导轨,由所述供配气系统驱动长导轨滑块组件使气浮短导轨移动,所述短导轨滑块组件设置于所述气浮短导轨上,并与所述双吊杆悬吊组件连接,由所述供配气系统驱动所述短导轨滑块组件使所述双吊杆悬吊组件移动;

所述供配气系统包括:外部供气管路、滑块间供气管路,所述外部供气管路通过通气软管实现配气台与所述长导轨滑块组件及短导轨滑块组件间的气路连接,所述滑块间供气管路用于连通所述长导轨滑块组件及短导轨滑块组件中各个滑块内部设置的通气腔道;

所述双吊杆悬吊组件包括:回转关节、双杆调节机构、无线测量模块;所述回转关节滑动连接至所述气浮短导轨,用于实现吊挂卸载力在负载天线运动过程中不产生附加扭矩;所述双杆调节机构上部连接所述回转关节,下部连接所述无线测量模块,所述双吊杆悬吊组件通过所述双杆调节机构同时实现负载卫星雷达天线重力卸载及位姿调整,所述无线测量模块用于测试所述双杆调节机构的每个杆的拉力值;

所述双吊杆悬吊组件还包括:质心调整机构,所述质心调整机构串接在所述双杆调节机构下部,用于调整所述双杆调节机构悬挂力的作用线方向与负载天线质心的重合。

高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置

技术领域

[0001] 本发明涉及卫星AIT技术领域，具体涉及一种应用于星载平面天线装调及展开试验中的零重力模拟的高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置。

背景技术

[0002] 平面阵雷达天线是卫星领域一类重要有效载荷，上述天线在卫星入轨后需要按照程序在在轨零重力环境下从收拢状态转变成展开锁定状态，这些展开是卫星任务成败的关键，因此地面装调及展开试验中对这些展开动作需要进行大量的试验验证。

[0003] 由于平面阵雷达天线的所有活动关节的运动性能及力学性能均按照在轨零重力力学环境进行设计的，因此在地面装调及展开试验中，重要的环节是实现载荷在轨零重力模拟，目前国内的气浮零重力模拟方式有气浮吊挂、气浮支撑两类。

[0004] 气浮支撑类卸载方式虽然具有安装灵活，惯量冲击小的优势，但存在以下不足：

[0005] 1.该方式对气浮平台的面积和安装精度要求极高；

[0006] 2.该方式适用面窄，仅适用于雷达天线在底部预留工艺支撑接口的一类天线。

[0007] 同时目前常用的气浮吊挂方式存在着以下不足：

[0008] 1.该方式承载能力低，仅适用太阳电池阵等重量不超过50kg的卫星载荷；

[0009] 2.该方式的气浮长导轨为整体构型，随着雷达天线阵面增大，长跨距的卸载运动范围导致长导轨加工、装调困难；

[0010] 3.该方式对导轨加工精度、安装调试精度及刚度保持能力要求极高，导轨稍有变形就会导致运动卡滞；

[0011] 4.该方式采用每个运动部件单独供气的方式，供气管线复杂，降低了系统可靠性，增加了管线随动的阻力；

[0012] 5.该方式为单一吊点悬吊，无法实现天线装配过程中的位姿调整；

[0013] 6.该方式卸载力作用线相对天线固定，不能实现吊挂力对天线质心位置的适应调整，影响展开试验精度。

发明内容

[0014] 本发明提供一种高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置，以避免目前的气浮零重力模拟中气浮吊挂、气浮支撑两类方式所存在的缺陷。

[0015] 本发明提供的一种高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置，包括气浮长导轨、气浮短导轨、供配气系统、双吊杆悬吊组件及承载桁架；其中，所述气浮长导轨设置于所述承载桁架上并由所述供配气系统驱动相对所述承载桁架移动，所述气浮短导轨的两端分别设置于两个所述气浮长导轨上并由所述供配气系统驱动以相对所述气浮长导轨移动，所述双吊杆悬吊组件与所述气浮短导轨两端之间滑动连接，并由所述供配气系统驱动以相对所述气浮短导轨移动，所述双吊杆悬吊组件用于悬吊负载天线。

[0016] 可选的，所述气浮长导轨包括：导轨承载调节机构阵列、长导轨本体，所述长导轨

本体通过所述导轨承载调节机构阵列安装固定在所述承载桁架上，并由所述供配气系统驱动导轨承载调节机构阵列使所述长导轨本体移动。

[0017] 可选的，所述气浮长导轨分体镜像对称设置。

[0018] 可选的，所述气浮短导轨包括：柔性连接模块、短导轨本体、悬吊组件连接模块，所述柔性连接模块滑动设置于所述气浮长导轨上，所述短导轨本体的两端设置于所述柔性连接模块上，所述悬吊组件连接模块滑动设置于所述短导轨本体的两端之间并与所述双吊杆悬吊组件连接。

[0019] 可选的，还包括气浮滑块组件，所述气浮滑块组件包括长导轨滑块组件及短导轨滑块组件，所述长导轨滑块组件设置于所述气浮长导轨上并用于支撑所述气浮短导轨，由所述供配气系统驱动长导轨滑块组件使气浮短导轨移动，所述短导轨滑块组件设置于所述气浮短导轨上，并与所述双吊杆悬吊组件连接，由所述供配气系统驱动所述短导轨滑块组件使所述双吊杆悬吊组件移动。

[0020] 可选的，所述供配气系统包括：外部供气管路、滑块间供气管路，所述外部供气管路通过通气软管实现配气台与所述长导轨滑块组件及短导轨滑块组件间的气路连接，所述滑块间供气管路用于连通所述长导轨滑块组件及短导轨滑块组件中各个滑块内部设置的通气腔道。

[0021] 可选的，所述双吊杆悬吊组件包括：回转关节、双杆调节机构、无线测量模块；所述回转关节滑动连接至所述气浮短导轨，用于实现吊挂卸载力在负载天线运动过程中不产生附加扭矩；所述双杆调节机构上部连接所述回转关节，下部连接所述无线测量模块，所述双吊杆悬挂组件通过所述双杆调节机构同时实现负载卫星雷达天线重力卸载及位姿调整，所述无线测量模块用于测试所述双杆调节机构的每个杆的拉力值。

[0022] 可选的，所述双吊杆悬吊组件还包括：质心调整机构，所述质心调整机构串接在所述双杆调节机构下部，用于调整所述双杆调节机构悬挂力的作用线方向与负载天线质心的重合。

[0023] 本发明提供的高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置具有以下的有益效果：

[0024] 通过供配气系统驱动气浮长导轨及气浮短导轨，实现双吊杆悬吊组件沿长导轨正交方向的直线运动；

[0025] 通过气浮长导轨分列布置，降低气浮长导轨的加工难度；

[0026] 通过气浮短导轨“一端固定一端游动”的支撑方式，使气浮短导轨的承载变形不会因刚性连接导致长导轨滑块组件发生侧倾，极大的提高气浮吊挂的载荷适应性；

[0027] 通过外部供气管路与滑块间供气管路的结合通气方式，以降低气浮吊挂装置中的管线复杂度；

[0028] 通过双杆调节机构调节至不同的长度实现卫星雷达天线载荷的水平度、高度等位姿调整；

[0029] 通过质心调整机构使吊挂力作用线与卫星雷达天线载荷对中重合。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本

发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1是本发明一实施例中高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置的结构示意图；

[0032] 图2是本发明一实施例中气浮长导轨的结构示意图；

[0033] 图3是本发明一实施例中气浮短导轨的结构示意图；

[0034] 图4是本发明一实施例中配气系统的外部供气管路示意图；

[0035] 图5是本发明一实施例中配气系统的滑块间供气管路示意图；

[0036] 图6是本发明一实施例中双吊杆悬吊组件示意图；

[0037] 图7是本图6中质心调整机构的结构示意图；

[0038] 图8是本发明一实施例中承载桁架的结构示意图。

[0039] 附图标记说明：

[0040] 100-气浮长导轨；

[0041] 200-气浮短导轨；

[0042] 300-气浮滑块组件；

[0043] 400-供配气系统；

[0044] 500-双吊杆悬吊组件；

[0045] 600-承载桁架；

[0046] 101-长导轨本体；

[0047] 102-导轨承载调节机构阵列；

[0048] 201-柔性连接模块；

[0049] 202-短导轨本体；

[0050] 203-悬吊组件连接模块；

[0051] 301-长导轨滑块组件；

[0052] 302-短导轨滑块组件；

[0053] 401-外部供气管路；

[0054] 402-滑块间供气管路；

[0055] 501-回转关节；

[0056] 502-双杆调节机构；

[0057] 502-无线测量模块；

[0058] 504-质心调整机构；

[0059] 505-柔性缓冲模块；

[0060] 5041-上调节块；

[0061] 5042-下调节块；

[0062] 5043-调节螺钉。

具体实施方式

[0063] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他

实施例，都属于本发明保护的范围。

[0064] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0065] 下面以具体地实施例对本发明的技术方案进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合，对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例不再赘述。

[0066] 本发明提供的高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置包括气浮长导轨、气浮短导轨、供配气系统、双吊杆悬吊组件及承载桁架；其中，气浮长导轨设置于承载桁架上并由供配气系统驱动以相对承载桁架进行移动，而气浮短导轨的两端分别设置于两个气浮长导轨上并由供配气系统驱动以相对气浮长导轨进行移动，双吊杆悬吊组件与气浮短导轨两端之间滑动连接，并由供配气系统驱动以相对气浮短导轨移动，双吊杆悬吊组件用于悬吊负载天线。该装置通过供配气系统驱动气浮长导轨及气浮短导轨，实现双吊杆悬吊组件沿长导轨正交方向的直线运动；通过双吊杆悬吊组件连接卫星雷达天线，实现卫星雷达天线的重力卸载。

[0067] 如图1所示，本一实施例中提供的高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置包括气浮长导轨100、气浮短导轨200、气浮滑块组件300、供配气系统400、双吊杆悬吊组件500及承载桁架600。其中，气浮长导轨100设置于承载桁架600上并由供配气系统400驱动以相对承载桁架600进行移动，而气浮短导轨200的两端分别设置于两个气浮长导轨100上并由供配气系统400驱动以相对气浮长导轨100进行移动。双吊杆悬吊组件500与气浮短导轨200两端之间滑动连接，并由供配气系统400驱动以相对气浮短导轨200移动，双吊杆悬吊组件500用于悬吊负载天线。而气浮长导轨100通过气浮滑块组件300的滑块支撑气浮短导轨200，并使之可以相对气浮长导轨100滑动，同样地，气浮短导轨通过气浮滑块组件300的滑块与双吊杆悬吊组件500连接，并使双吊杆悬吊组件500可以相对气浮短导轨200进行滑动。

[0068] 再次参考图1，本实施例中气浮长导轨100的数量为4组，而气浮短导轨200为2组，每组气浮短导轨200由两个气浮长导轨100滑动支撑，同时每组气浮短导轨200与一组双吊杆悬吊组件500滑动连接。

[0069] 参考图2所示，优选实施例中气浮长导轨100进一步包括：长导轨本体101及导轨承载调节机构阵列102，每个长导轨本体101分别通过一组导轨承载调节机构阵列102安装固定在承载桁架600上，并由供配气系统400驱动导轨承载调节机构阵列102使长导轨本体101带动其上的组件相对于承载桁架600进行移动。气浮长导轨100通过导轨承载调节机构阵列102实现了多点支撑、形位精度调节。

[0070] 其中，本实施例中的气浮长导轨分体镜像对称设置。也即4组气浮长导轨分别对称地设置于承载桁架600的两侧。通过分列4组气浮长导轨100，实现卫星雷达天线阵面的两翼吊挂展开，有效降低了长导轨的加工难度，并通过导轨承载调节机构阵列102实现长导轨本体形位及位姿的快速调节。

[0071] 参考图3，本实施例中的气浮短导轨进一步包括：柔性连接模块201、短导轨本体

202及悬吊组件连接模块203，柔性连接模块201通过滑块滑动地设置于气浮长导轨100的长导轨本体101上，短导轨本体202的两端设置于气浮长导轨100上的柔性连接模块201上，由柔性连接模块201支撑短导轨本体202。而悬吊组件连接模块203通过滑动设置于短导轨本体202的两端之间并与双吊杆悬吊组件500连接。气浮短导轨200通过两端的柔性连接模块201与长导轨滑块100连接，增强了本装置滑块运动对导轨变形的适应能力。

[0072] 再次参考图3所示，本实施例中的气浮滑块组件300包括长导轨滑块组件301及短导轨滑块组件302。其中，长导轨滑块组件301设置于气浮长导轨100的上长导轨本体101上，并用于支撑气浮短导轨200，由供配气系统400驱动长导轨滑块组件301使气浮短导轨200进行移动。而短导轨滑块组件302设置于气浮短导轨200的短导轨本体202上，并位于短导轨本体202的两端之间。短导轨滑块组件302与双吊杆悬吊组件500连接，由供配气系统400驱动短导轨滑块组件302使双吊杆悬吊组件500移动。这里的长导轨滑块组件301及短导轨滑块组件302具体为具有通气腔道由供配气系统400驱动的滑块。

[0073] 本实施例中的2组柔性连接模块201支撑起1根短导轨本体202实现“一端固定一端游动”的支撑方式，使气浮短导轨的承载变形不会因刚性连接导致长导轨滑块组件301发生侧倾，以提高气浮吊挂的载荷适应性。

[0074] 参考图4及图5所示，本实施例的供配气系统400进一步包括：外部供气管路401及滑块间供气管路402。其中，外部供气管路401通过通气软管实现配气台与长导轨滑块组件301及短导轨滑块组件302间的气路连接，而滑块间供气管路402用于连通长导轨滑块组件301及短导轨滑块组件302中各个滑块内部设置的通气腔道。这种通过外部供气管路401与滑块间供气管路402的结合通气方式，以降低本发明的管线复杂度。

[0075] 如图6所示，本实施例提供的双吊杆悬吊组件500进一步包括：回转关节501、双杆调节机构502、无线测量模块503。其中，回转关节501滑动连接至气浮短导轨200，用于实现吊挂卸载力在负载天线运动过程中不产生附加扭矩，实现了卫星雷达天线载荷运动过程中双杆调节机构的自由回转。双杆调节机构502的上部连接回转关节501，双杆调节机构502的下部连接无线测量模块503。双吊杆悬挂组件500通过双杆调节机构502调节至不同的长度进行卫星雷达天线载荷的水平度、高度等位姿调整，从而同时实现负载天线的重力卸载及位姿调整。而无线测量模块503则用于测试双杆调节机构502的每个调节杆的拉力值，拉力值通过无线方式发送至显示模块，避免了电缆走线。

[0076] 此外，该双吊杆悬吊组件500还包括：质心调整机构504，质心调整机构504串接在双杆调节机构502的下部，用于调整双杆调节机构504悬挂力的作用线方向使其与负载天线的质心重合。参考图7所示，质心调整机构504具体通过调整调节螺钉5043实现上调节块5041、下调节块5042之间的相对移动，从而实现吊挂力作用线与质心位置的重合对中。

[0077] 再次参考图6，该双吊杆悬吊组件500还包括柔性缓冲模块505，负载天线的重力G经由柔性缓冲模块505加载在质心调整机构504上，柔性缓冲模块505可有效缓冲负载天线的重力。

[0078] 参考图8所示，本实施例中提供的承载桁架600为钢结构桁架。承载桁架600为气浮长导轨100的安装基础，用于承载卫星雷达天线及本装置的重力，可提供高刚度的安装和运动基础。

[0079] 综上所述，本发明提供的高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置，通过供配气系统向

气浮滑块组件供气，实现气浮滑块组件相对导轨的无摩擦运动；通过在长导轨上设置2组长导轨滑块组件与短导轨固定连接，实现短导轨直线运动；通过在短导轨上设置1组短导轨气浮滑块组件与双吊杆悬吊组件固定连接，实现双吊杆悬吊组件沿长导轨正交方向的直线运动；通过双吊杆悬吊组件连接卫星雷达天线，实现卫星雷达天线的重力卸载。

[0080] 该高承载低摩擦悬挂式天线卸载装置通过气浮长导轨分列布置，降低气浮长导轨的加工难度；通过气浮短导轨“一端固定一端游动”的支撑方式，使气浮短导轨的承载变形不会因刚性连接导致长导轨滑块组件发生侧倾，极大的提高气浮吊挂的载荷适应性。

[0081] 此外，该装置的供配气系统由外部供气管路、滑块间供气管路共同组成，有效减少本装置的管线数量，降低走线复杂程度。

[0082] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

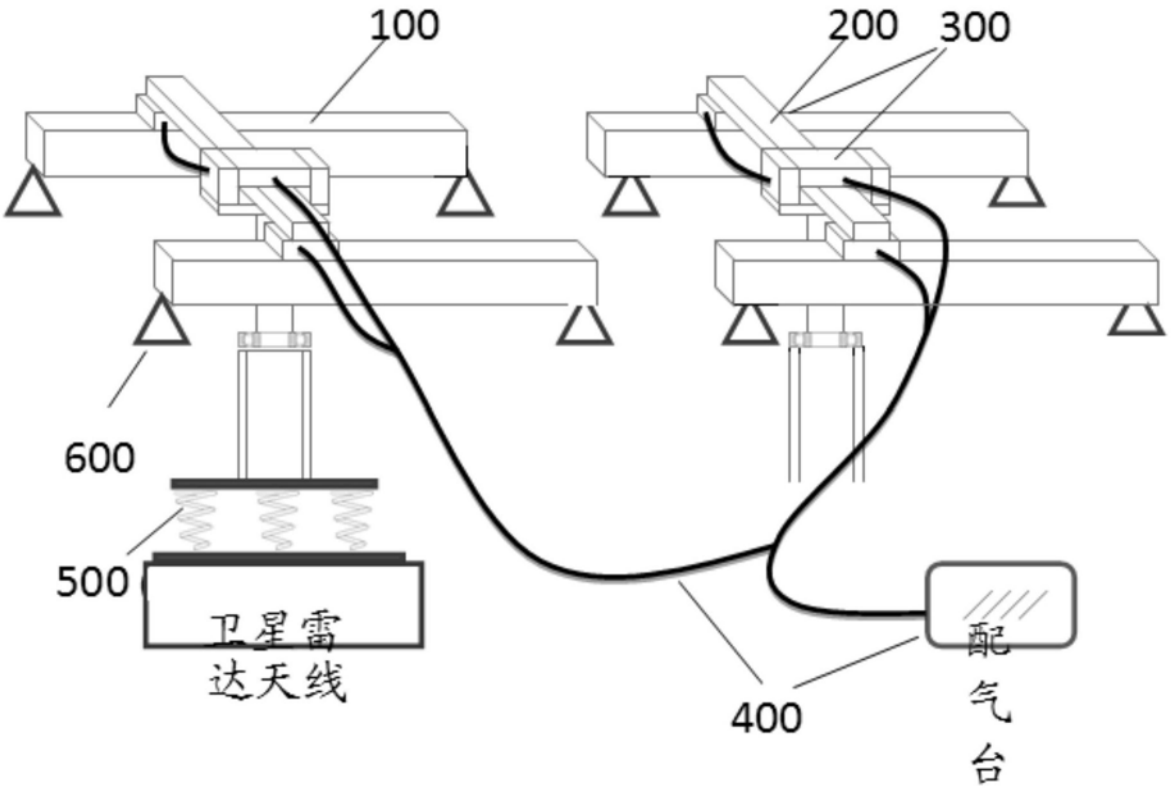


图1

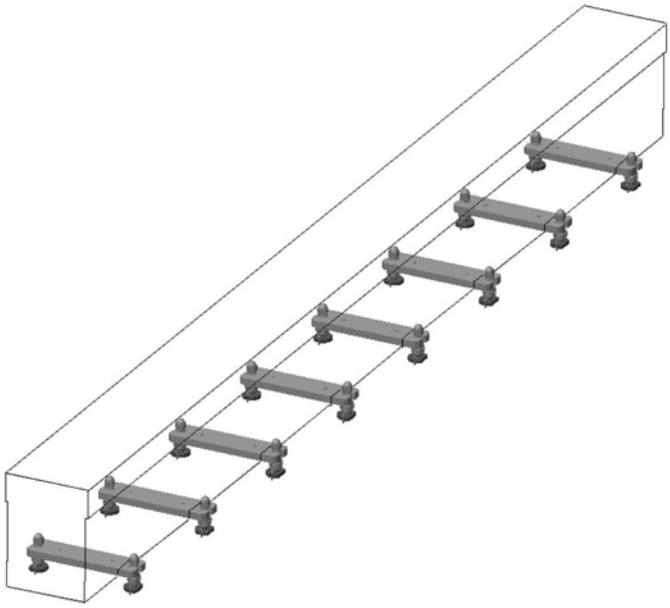


图2

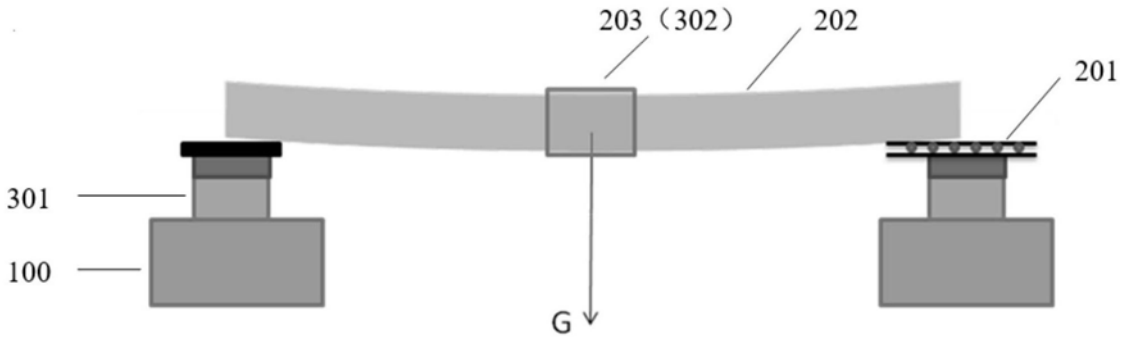


图3

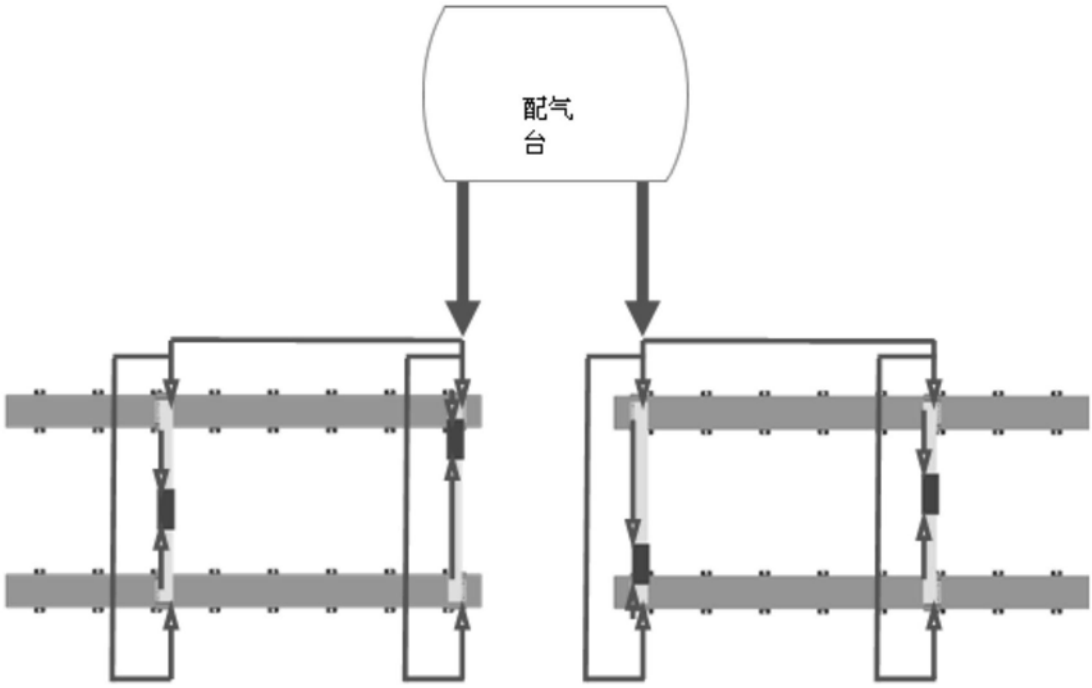


图4

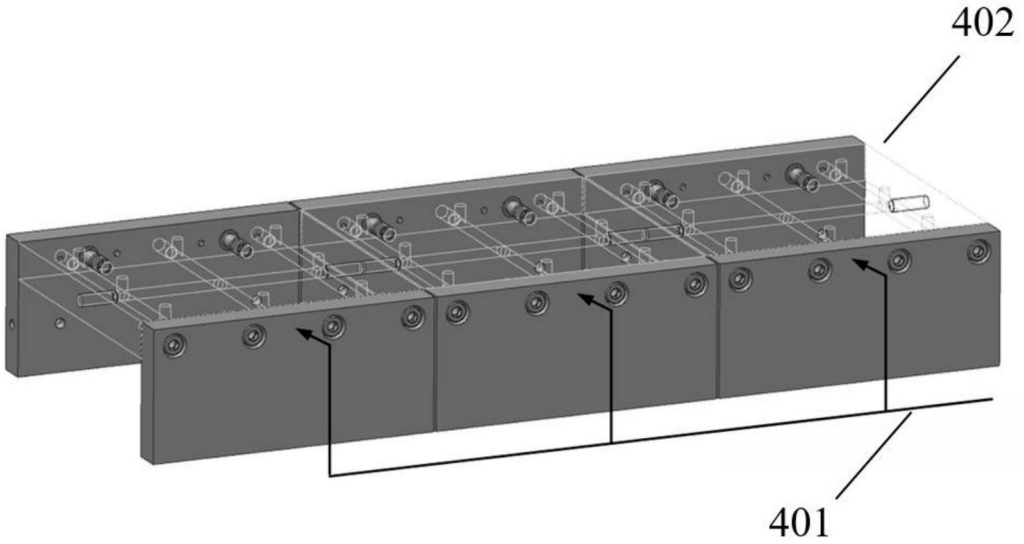


图5

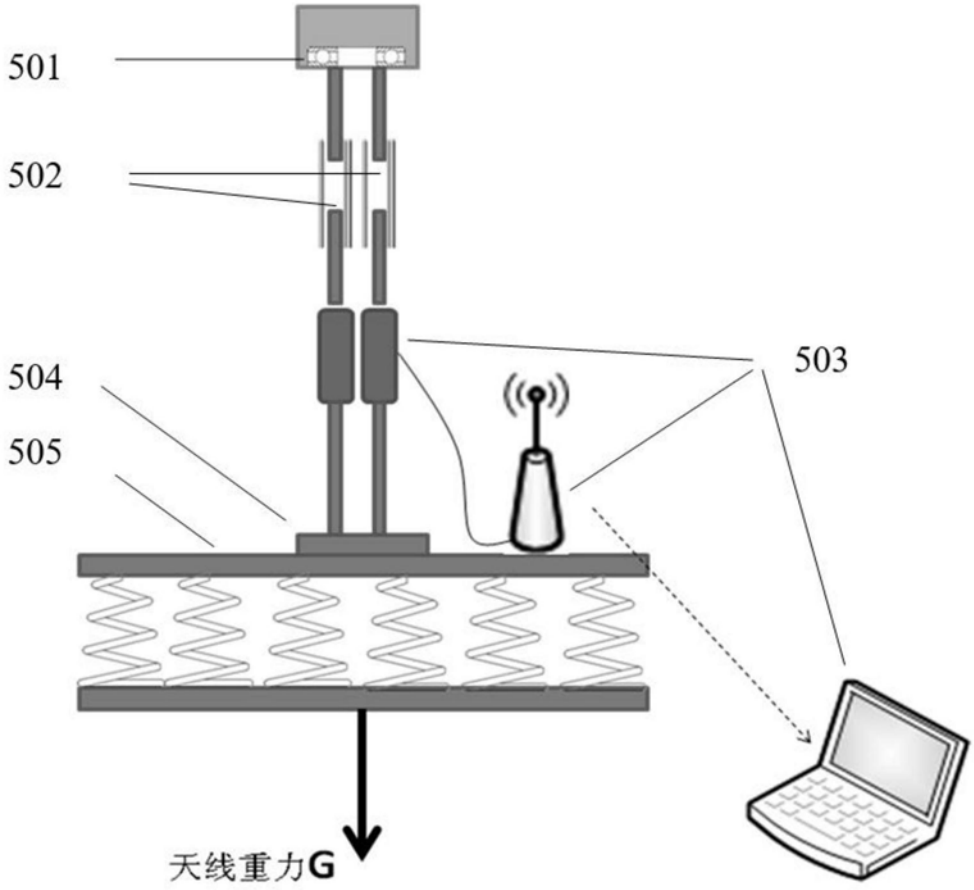


图6

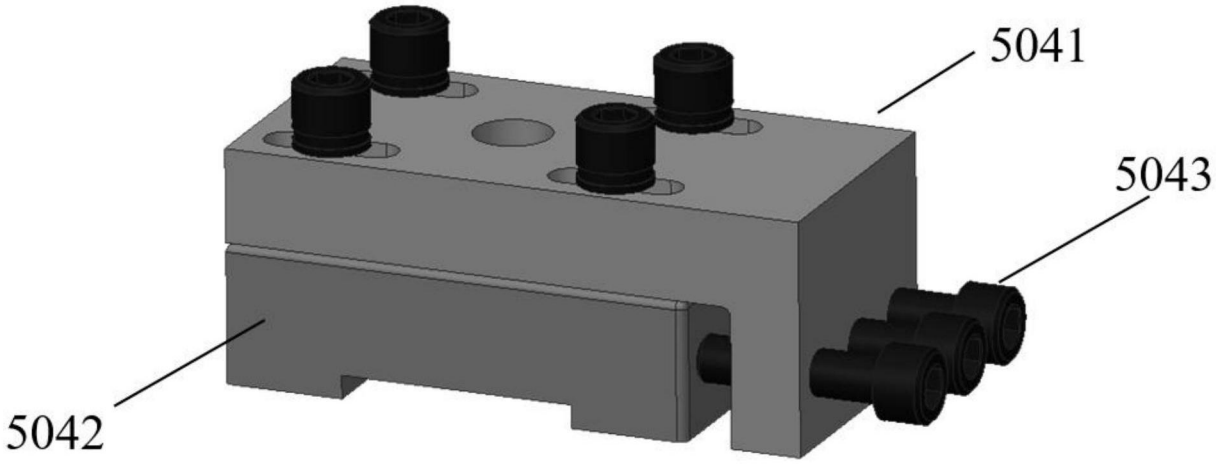


图7



图8