



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 220770038 U

(45) 授权公告日 2024. 04. 12

(21) 申请号 202320415615.5

(22) 申请日 2023.03.08

(73) 专利权人 中国电力科学研究院有限公司

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
15号

专利权人 国网内蒙古东部电力有限公司电
力科学研究院
国家电网有限公司 重庆大学

(72) 发明人 程永锋 李鹏 聂诗东 刘会斌
王奇 刘彬 高春辉 刘敏 刘乾
李丹煜 张欣伟 王延伟 高树永
赵彬 金欢 梁佳宇 姬昆鹏
汉京善 展雪萍 郭金刚 尚鑫

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有
限公司 11271

专利代理师 徐国文

(51) Int.Cl.

F16F 15/067 (2006.01)

F16F 15/023 (2006.01)

F16F 7/00 (2006.01)

F16F 7/08 (2006.01)

F16F 9/00 (2006.01)

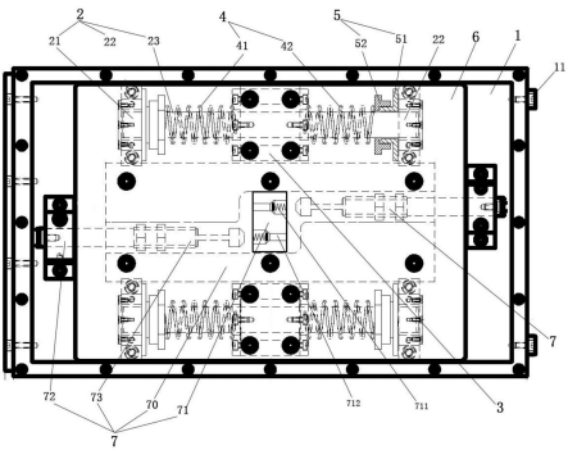
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 实用新型名称

一种变电站或换流站支柱类设备防风振装
置

(57) 摘要

一种变电站或换流站支柱类设备防风振装
置,所述装置包括:用于安装固定的底板、与所
述底板连接固定的导轨、与所述导轨滑动连
接的滑块、与所述滑块和底板直接或间接连
接固定的弹性体、分别与所述弹性体和底板
直接或间接连接的弹性体刚度调节组件、与
所述滑块固定的配重块、以及与所述配重块
和底板分别连接的阻尼器。本实用新型通过
所述导轨、滑块、弹性体和配重块组成的振
子系统实现对振动能力的导入,通过所述阻
尼器实现对振动能量的吸收和消耗,进而实
现对支柱类设备的移频和风振控制,有效抑
制支柱设备风振响应,该装置安装于支柱绝
缘子底部的连梁部位,不改变结构整体电气
性能,在解决风振问题的同时能满足结构和
电气安全的要求。



1. 一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述装置包括:用于安装固定的底板、与所述底板连接固定的导轨、与所述导轨滑动连接的滑块、与所述滑块和底板直接或间接连接固定的弹性体、分别与所述弹性体和底板直接或间接连接的弹性体刚度调节组件、与所述滑块固定的配重块、以及与所述配重块和底板分别连接的阻尼器。

2. 如权利要求1所述的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述导轨包括:固定于所述底板一端的第一固定支座、固定于所述底板另一端且与所述第一固定支座同轴线的第二固定支座、两端分别与所述第一固定支座和第二固定支座固定的光轴。

3. 如权利要求2所述的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述光轴包括圆形光轴。

4. 如权利要求2所述的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述弹性体包括:安装于所述第一固定支座和滑块之间的第一弹性体、以及安装于所述第二固定支座和滑块之间的第二弹性体。

5. 如权利要求2所述的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述弹性体刚度调节组件包括:与所述第一固定支座或第二固定支座连接的固定螺套、以及与所述弹性体连接并与所述固定螺套螺纹配合的刚度调节座。

6. 如权利要求1所述的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述阻尼器包括:空气阻尼器、液压阻尼器、摩擦阻尼器或、气混合阻尼器之一或者多种的组合。

7. 如权利要求1所述的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述阻尼器包括可调节阻尼器。

8. 如权利要求1所述的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述弹性体包括螺旋弹簧。

9. 如权利要求1所述的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述配重块与所述滑块采用螺栓连接。

10. 如权利要求1所述的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其特征在于,所述装置还包括密封外壳。

一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于电网防灾设备领域,具体涉及一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置。

背景技术

[0002] 大风地区变电站或换流站中存在多种支柱类高压电气设备,如隔离开关、互感器、断路器等,这些支柱类高压电气设备是组成站内系统回路的重要设备,在维持电力系统的正常运行中起到了关键性作用。超特高压变电站的支柱类电气设备一般属于高耸结构,其平面外结构刚度小,自振频率低,是典型的风敏感结构,在风荷载作用下容易产生显著的动力响应。

[0003] 近年来大风地区变电(换流)站支柱设备时有发生大风作用下的风振故障或损伤,对电网安全稳定运行造成威胁。由于站内支柱设备种类和规格繁多,因此支柱设备的风振响应特性具有多样性和不确定性,并且现有支柱设备的防风振装置普遍仅针对地震响应,因此现有防风振装置不能解决变电站支柱类设备的风振控制问题。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是解决变电站支柱类设备的风振控制问题。

[0005] 本实用新型的目的是采取下述技术方案来实现的:

[0006] 一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,其包括:用于安装固定的底板、与所述底板连接固定的导轨、与所述导轨滑动连接的滑块、与所述滑块和底板直接或间接连接固定的弹性体、分别与所述弹性体和底板直接或间接连接的弹性体刚度调节组件、与所述滑块固定的配重块、以及与所述配重块和底板分别连接的阻尼器。

[0007] 优选的,所述导轨包括:固定于所述底板一端的第一固定支座、固定于所述底板另一端且与所述第一固定支座同轴线的第二固定支座、两端分别与所述第一固定支座和第二固定支座固定的光轴。

[0008] 优选的,所述光轴包括圆形光轴。

[0009] 优选的,所述弹性体包括:安装于所述第一固定支座和滑块之间的第一弹性体、以及安装于所述第二固定支座和滑块之间的第二弹性体。

[0010] 优选的,所述弹性体刚度调节组件包括:与所述第一固定支座或第二固定支座连接的固定螺套、以及与所述弹性体连接并与所述固定螺套螺纹配合的刚度调节座。

[0011] 优选的,所述阻尼器包括:空气阻尼器、液压阻尼器、摩擦阻尼器或、气混合阻尼器之一或者多种的组合。

[0012] 优选的,所述阻尼器包括可调节阻尼器。

[0013] 优选的,所述弹性体包括螺旋弹簧。

[0014] 优选的,所述配重块与所述滑块采用螺栓连接。

[0015] 优选的,所述装置还包括密封外壳。

[0016] 与现有技术相比,本实用新型的有益效果为:

[0017] 本实用新型公开一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,所述装置包括:用于安装固定的底板、与所述底板连接固定的导轨、与所述导轨滑动连接的滑块、与所述滑块和底板直接或间接连接固定的弹性体、分别与所述弹性体和底板直接或间接连接的弹性体刚度调节组件、与所述滑块固定的配重块、以及与所述配重块和底板分别连接的阻尼器。本实用新型通过所述导轨、滑块、弹性体和配重块组成的振子系统实现对振动能力的导入,通过所述阻尼器实现对振动能量的吸收和消耗,进而实现对支柱类设备的移频和风振控制,有效抑制支柱设备风振响应,该装置安装于支柱绝缘子底部的连梁部位,不改变结构整体电气性能,在解决风振问题的同时能满足结构和电气安全的要求。

附图说明

[0018] 图1为本实用新型的俯视结构示意图;

[0019] 图2为本实用新型的正视结构示意图;

[0020] 图3为本实用新型的侧视结构示意图;

[0021] 图4为本实用新型采用Kaimal谱生成的脉动风速时程图;

[0022] 图5为本实用新型的仿真模型结构图;

[0023] 图6为本实用新型的无控结构的脉动风振响应图;

[0024] 图7为无控结构和本实用新型TMD结构的响应幅度对比图;

[0025] 图8为本实用新型TMD结构的振动行程图;

[0026] 图9为本实用新型的防风振装置简化模型图;

[0027] 图10为本实用新型的安装位置图;

[0028] 其中:1-底板、2-导轨、3-滑块、4-弹性体、5-弹性体刚度调节组件、6-配重块、7-阻尼器、11-定位挡块、12-螺栓、21-第一固定支座、22-第二固定支座、23-光轴、41-第一弹性体、42-第二弹性体、51-固定螺套、52-刚度调节座、70-阻尼器壳体、71-双向限流阀、72-阻尼器支座、73-阻尼器活塞、711-第一限流阀、712-第二限流阀、101-滑动支撑杆、102-弹簧及阻尼、103-惯性质量块、200-隔离开关安装系统、201-绝缘子、202-横梁、203-横梁空隙。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和具体实施例对技术方案做进一步说明,以助于理解本实用新型的内容。

[0030] 本实用新型的目的是在大风区变电(换流)站支柱类设备防风振装置采用调谐质量阻尼器(TMD)技术,通过内部设置具有可调刚度弹簧+质量块的振子系统和空气阻尼,实现对支柱设备系统的移频和耗能功能,有效抑制支柱设备风振响应,该装置安装于支柱绝缘子底部的连梁部位,不改变结构整体电气性能,能同时满足结构和电气安全。

[0031] 如图1所示,一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置,所述装置包括:用于安装固定的底板1、与所述底板连接固定的导轨2、与所述导轨滑动连接的滑块3、与所述滑块3和底板1直接或间接连接固定的弹性体4、分别与所述弹性体4和底板1直接或间接连接的弹性体刚度调节组件5、与所述滑块3固定的配重块6、以及与所述配重块6和底板1分别连接的阻尼器7。

[0032] 为简便起见,后文中“防风振装置”和“装置”均为本实用新型“一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置”的简称。

[0033] 如图1和图2所示,所述导轨2包括:固定于所述底板1一端的第一固定支座21、固定于所述底板另一端且与所述第一固定支座同轴线的第二固定支座22、两端分别与所述第一固定支座和第二固定支座固定的光轴23。

[0034] 所述光轴23包括圆形光轴。

[0035] 所述弹性体4包括:安装于所述第一固定支座21和滑块3之间的第一弹性体41、以及安装于所述第二固定支座22和滑块3之间的第二弹性体42。

[0036] 所述弹性体刚度调节组件5包括:与所述第一固定支座21或第二固定支座22连接的固定螺套51、以及与所述弹性体3连接并与所述固定螺套51螺纹配合的刚度调节座52。

[0037] 所述阻尼器的类型包括:空气阻尼器、液压阻尼器、摩擦阻尼器或、气混合阻尼器之一或者多种的组合,采用不同类型阻尼器能够综合利用不同阻尼器的优点以实现更好的耗能吸振效果。

[0038] 如图1和图3所示,本实施例阻尼器7采用液压式阻尼器,其包括阻尼器壳体70、双向限流阀71、阻尼器支座72和阻尼器活塞73;所述阻尼器壳体70与所述配重块6通过螺栓连接固定,所述阻尼器壳体70具有位于两侧的活塞孔和位于内部的阻尼液腔体,所述双向限流阀71位于阻尼液腔体中部,双向限流阀71包括第一限流阀711和第二限流阀712。

[0039] 所述双向限流阀71采用可调限流阀,以实现阻尼器7的阻尼可调节功能,进而实现吸能减振功能的最优化和对多种支柱设备的良好适应性;进一步的,所述双向限流阀71采用电控可调限流阀,通过与微控制器、速度传感器和加速度传感器组成自适应阻尼调控系统,实现对不同类型设备和天气状况的自动调节阻尼以实现更优化的吸能减振效果。

[0040] 所述弹性体4采用螺旋弹簧,或者采用空气弹簧。

[0041] 所述配重块6与所述滑块3采用螺栓连接。

[0042] 如图2所示,所述装置还包括固定于所述底板1两侧的多个定位挡块11,用于本装置的安装定位。所述装置还包括保护外壳(立方体密封金属外壳,图上未画出),在底板上表面边缘周向分布有用于固定保护外壳的螺栓12。

[0043] 本实施例中诸如连接方式、装配工艺、热处理及机加工方法等未尽技术细节均采用现有技术,故不再赘述。

[0044] 下面是本实用新型具体设计和模拟试验过程:

[0045] 一、计算依据

[0046] 1) 隔离开关安装系统的质量信息

[0047]	部件 [↙]	单个质量/kg [↙]	数量 [↙]	总质量/kg [↙]
	隔离开关 [↙]	664 [↙]	1 [↙]	2568 [↙]
	复合支柱绝缘子 [↙]	89.1 [↙]	6 [↙]	
	法兰盘 [↙]	10.9 [↙]	12 [↙]	
	钢柱 [↙]	526 [↙]	2 [↙]	
	钢支架 [↙]	187 [↙]	1 [↙]	

[0048] 2) 模态信息

[0049] 经计算机有限元模拟计算,隔离开关安装系统的第1阶振型计算得到固有频率为0.91Hz;隔离开关安装系统的第2阶振型计算得到固有频率为2.03Hz;动触头及支架第1、4、5、10阶振型为平面外弯曲振动,第2、7、9阶振型为平面内振动动触头及支架第3、6、8阶振型为扭转振动。

[0050] 3) 计算获得的响应信息:

[0051]

表 3-1 不同风速下偏移量和支反力 (开闸)					表 3-2 不同风速下偏移量和支反力 (合闸)				
风速 (m/s)	动触头位移 (mm)	钢柱顶部位移 (mm)	支反力 (N)	支反力矩 (N·m)	风速 (m/s)	动触头端部 位移 (mm)	钢柱顶部位移 (mm)	支反力 (N)	支反力矩 (N·m)
2	0.763	0.218	40.14	15.89	2	0.8	0.058	21.8	142
5	4.14	0.13	142	899	10	29.25	0.461	481	3128
10	17	0.49	571	3595	34	207.4	5.36	5568.5	39191
20	67.2	1.92	2284	14379					
30	151.04	4.32	5139	32350					
34	197	5.55	6599.6	41530					

[0052] 可以看出,响应具备两个特征:位移与风速二次方成正比 ($R^2=1$),动触头位移与钢柱顶部位移成正比 ($R^2=0.9999$)。由于已知信息较少,忽略振动的几何非线性,且只考虑平面外1阶振型进行TMD减振设计。

[0053] 二、TMD设计

[0054] 1) 设计目标

[0055] 相同条件下,风速 $\leq 34\text{m/s}$ 时,合闸后动触头端部位移 $\leq 150\text{mm}$ 。

[0056] 根据已知响应信息,开闸状态下,动触头端部位移为钢柱顶部位移的35.27倍,合闸状态下为36.37倍,偏安全考虑,风速34m/s时,钢柱顶部位移应控制在:

[0057]
$$\frac{150}{37} = 4.054 \text{ mm}$$

[0058] 因此,单自由度体系的TMD设计指标为风速34m/s工况下,结构位移 $\leq 4.054\text{mm}$ 。

[0059] 2) 简化结构参数估算

[0060] ①结构质量

[0061] 偏安全考虑,取简化结构质量为总质量m,即 $m=2568\text{kg}$ 。

[0062] ②结构刚度

[0063] $f_1=0.91\text{Hz}$,故k满足:

[0064]
$$k=4\pi^2 f_1^2 m=8.4 \times 10^4 \text{ N/m}$$

[0065] 结构阻尼比取0.5%;其中m为总质量, f_1 为系统一阶固有频率,k为系统结构刚度, π 为圆周率。

[0066] ③迎风面积

[0067] 风速34m/s时,钢柱顶部位移为5.55mm,其静位移必定小于5.55mm。则有:

[0068]
$$F_{\text{静}} < kx = 465.94 \text{ N}$$

[0069] 故其迎风面积S满足:

[0070]
$$S = \frac{2F_{\text{静}}}{\rho v^2} < 0.6234 \text{ m}^2$$

[0071] 其中: $F_{\text{静}}$ 为静风荷载,k为系统结构刚度,x为钢柱顶部位移, ρ 为空气密度,v为平均风速。

[0072] 3) 脉动风速时程

[0073] 令湍流度为15%，平均风速为 $V=34\text{m/s}$ ，采用Kaimal谱生成脉动风速时程如图4所示。

[0074] 4) TMD初步设计

[0075] 令TMD质量 $m_{\text{TMD}}=30\text{kg}$ ，则质量比 μ 为：

[0076] $\mu=0.0117$

[0077] 最优TMD刚度为：

[0078] $k_{\text{TMD}} = \frac{\mu}{1+\mu} k = 969.43 \text{ N/m}$

[0079] 其中 k 为系统结构刚度， μ 为TMD防风振装置和隔离开关安装系统的质量比。

[0080] 最优阻尼 c_{TMD} 为：

[0081] $c_{\text{TMD}} = 2\sqrt{\frac{3\mu k_{\text{TMD}} m_{\text{TMD}}}{8(1+\mu)}} = 22.44 \text{ N}\cdot\text{s/m}$

[0082] 5) 建立安装TMD的简化结构Simulink仿真模型如图5所示。

[0083] 6) 根据仿真结果修正迎风面积，得到迎风面积 $S=0.13\text{m}^2$ ，此时，无控结构的脉动风振响应如图6所示，该结果与提供的计算结果相近。

[0084] 7) 结构响应：无控结构（黑色）、TMD结构（浅灰色）的响应如图7所示。其中，安装TMD结构（浅灰色）的最大位移为3.94mm，满足设计目标。

[0085] 8) TMD行程：TMD的行程如图8所示，其中TMD的最大行程为13.1mm。

[0086] 9) TMD具体参数如下表：

	TMD 惯性质量	TMD 刚度	TMD 阻尼	最大行程
[0087]	30kg	969.43N/m	22.44 N · s/m	± 30mm

[0088] 10) TMD计算使用的防风振装置简化模型

[0089] 如图9所示，模拟计算所用的防风振装置简化模型包括滑动支撑杆101（行程±3cm）、弹簧及阻尼102（ $K=484.71\text{N/m}$ $c=11.22\text{N}\cdot\text{s/m}$ ）、以及惯性质量块103（4个质量块+连接杆，共30kg）。

[0090] 如图10所示，本实用新型提出的一种变电站或换流站支柱类设备防风振装置安装于绝缘子201顶部，优选安装位置为横梁202与上方设备之间的横梁空隙203，防风振装置的导轨2轴线与三个绝缘子201组成的平面垂直。本实用新型防风振装置的安装方式对于本实施例中隔离开关安装系统200在大风区能够产生良好的抗风振效果。

[0091] 大风区变电（换流）站支柱类设备减振技术及装置通过改变电站支柱类设备系统谐振频率及阻尼耗能实现风振响应控制，可有效提升支柱设备结构防风振能力，确保设备本体及电气安全。

[0092] 本实用新型防风振装置的主要结构设计特点是，采用调谐质量阻尼器对大风地区变电（换流）站支柱类设备进行风振控制设计，增大了该结构阻尼，将结构机械能进行充分消耗，提高防风抗振能力。

[0093] 本实用新型防风振装置具有通用性设计特征，通过合理的连接形式，与站内支柱类电气设备充分结合为统一系统，不影响电气安全，安装方便快捷，具备推广应用潜力。

[0094] 以上仅为本实用新型的实施例而已,并不用于限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均包含在申请待批的本实用新型的权利要求范围之内。

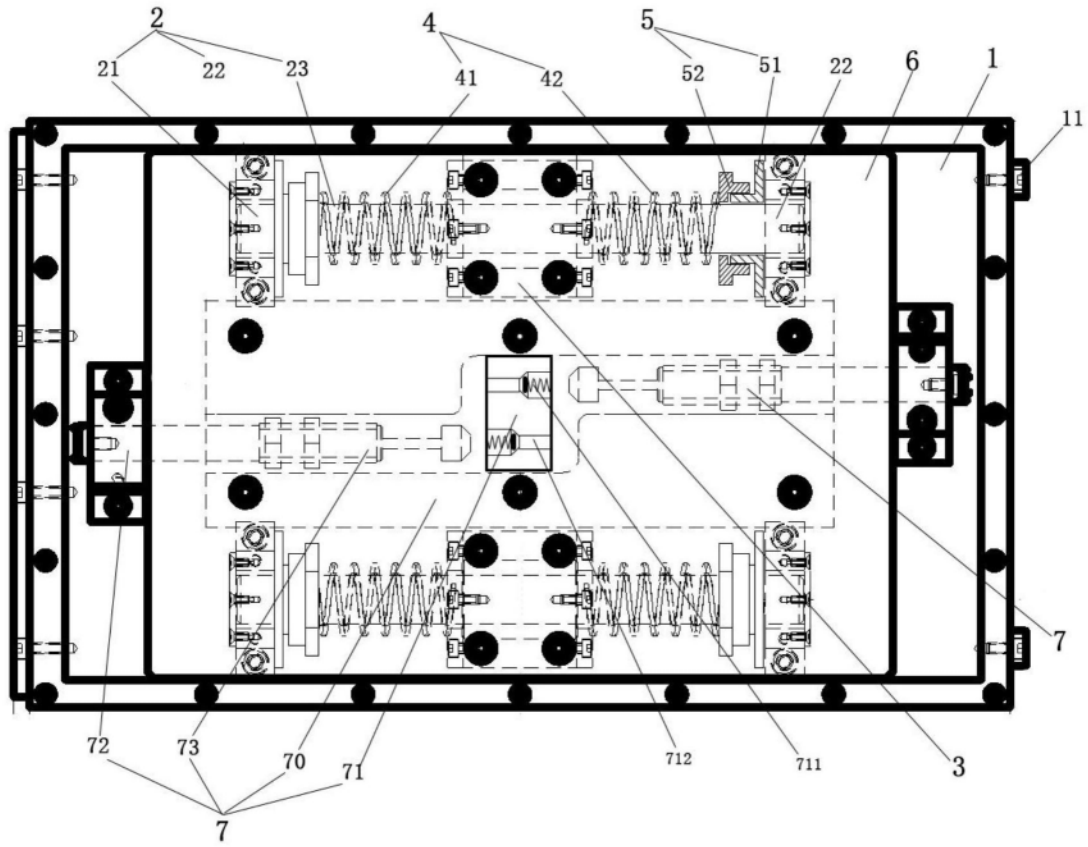


图1

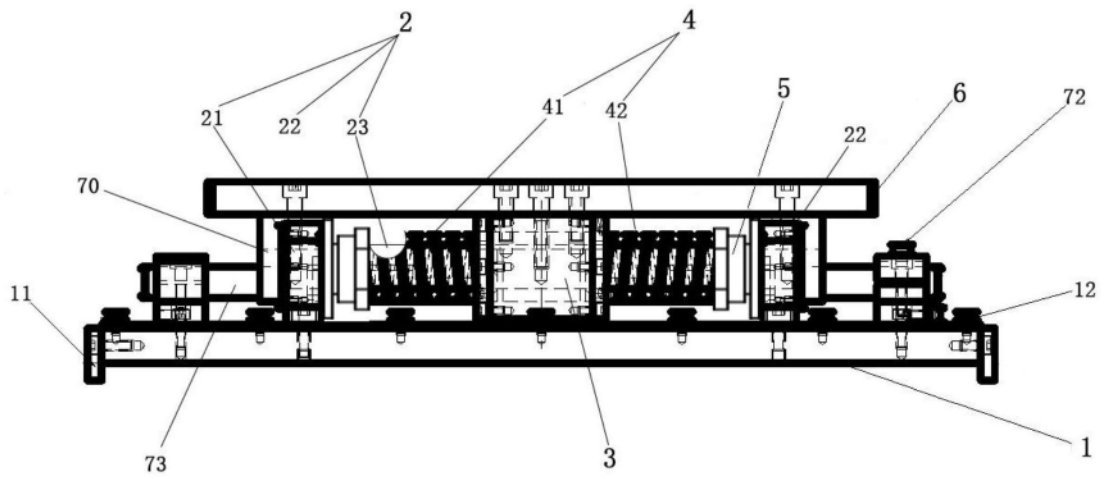


图2

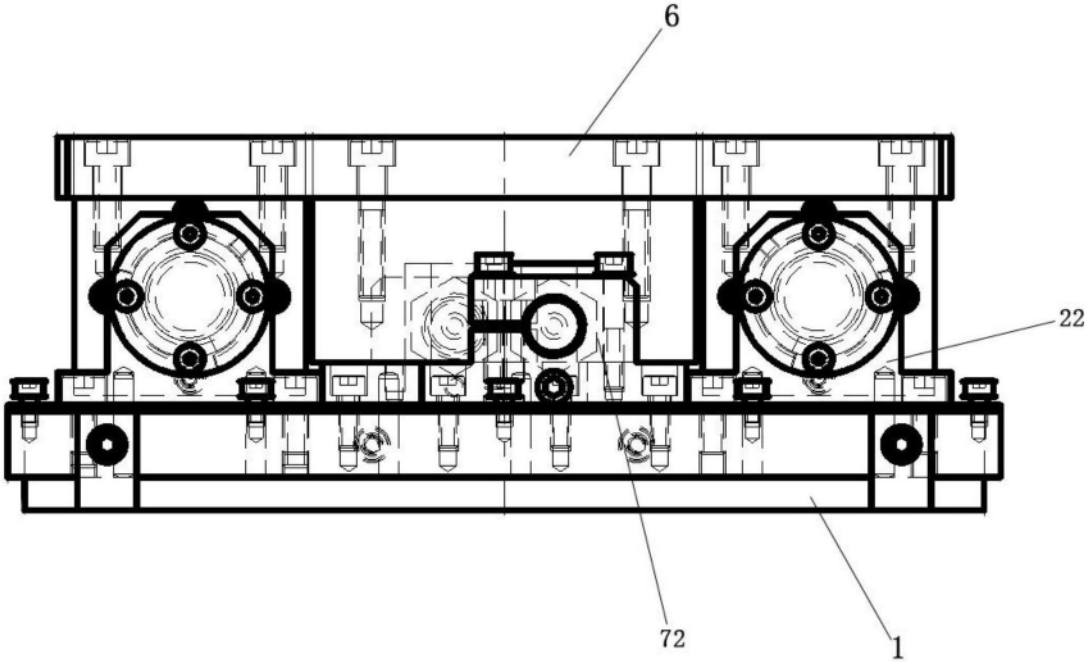


图3

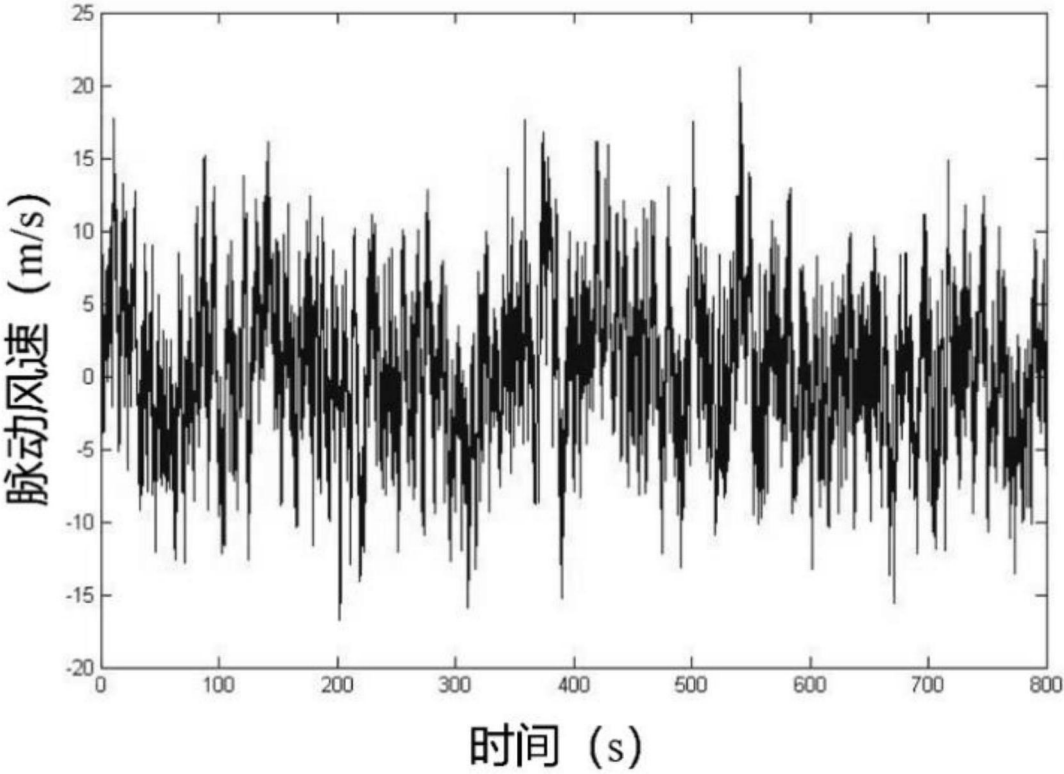


图4

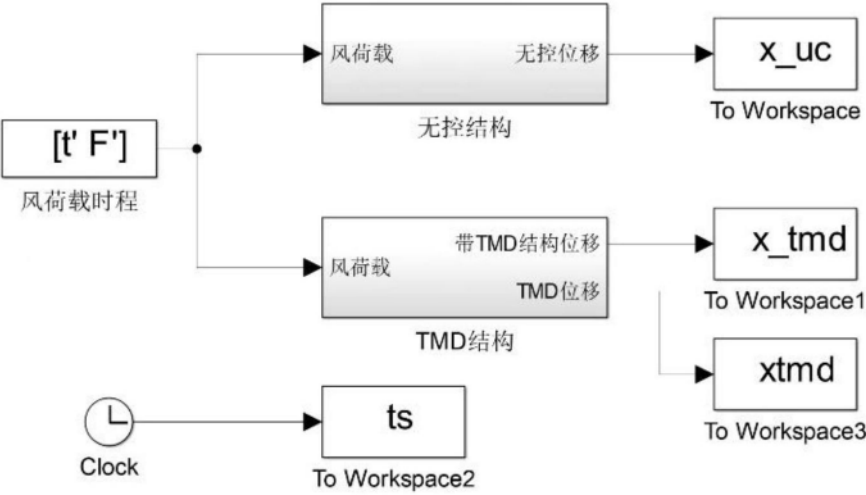


图5

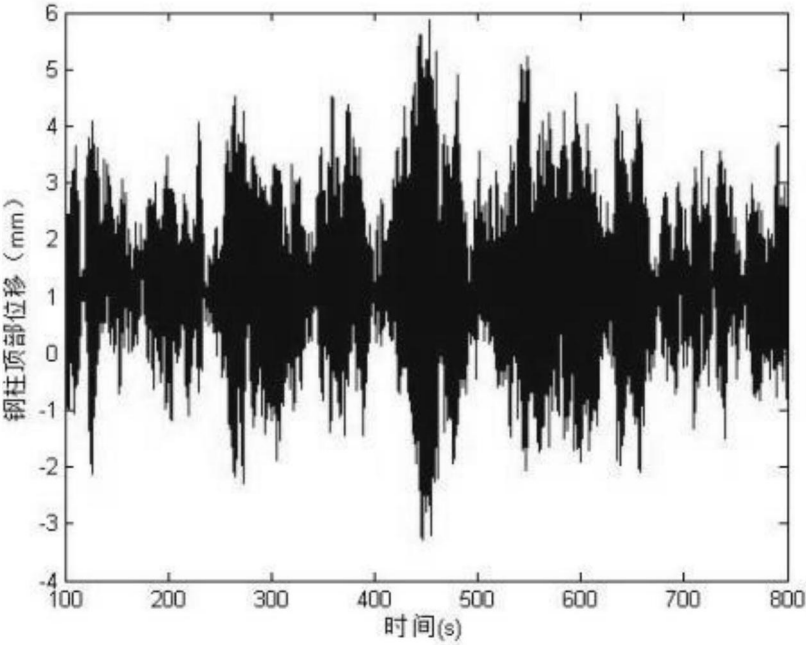


图6

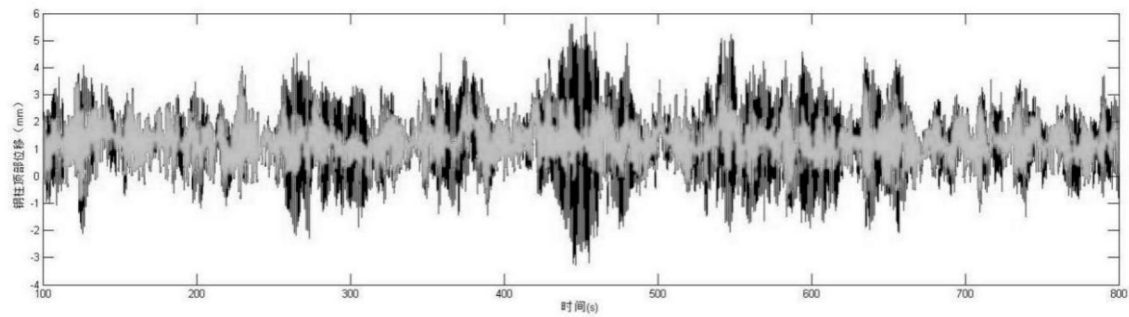


图7

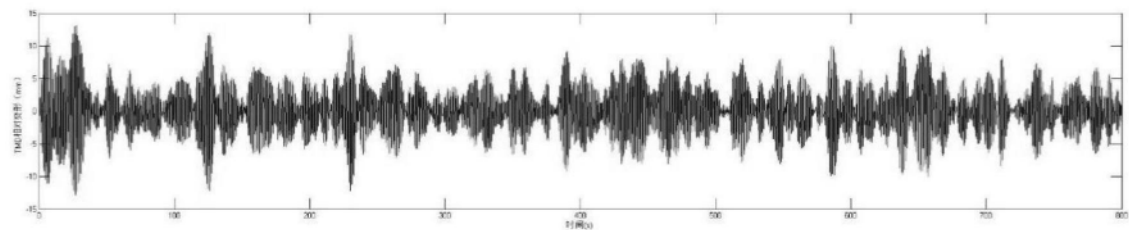


图8

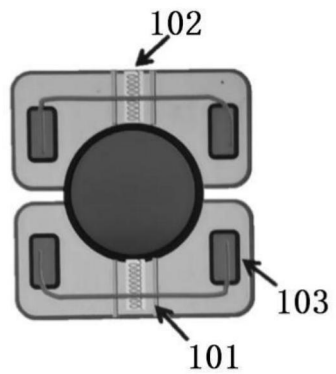


图9

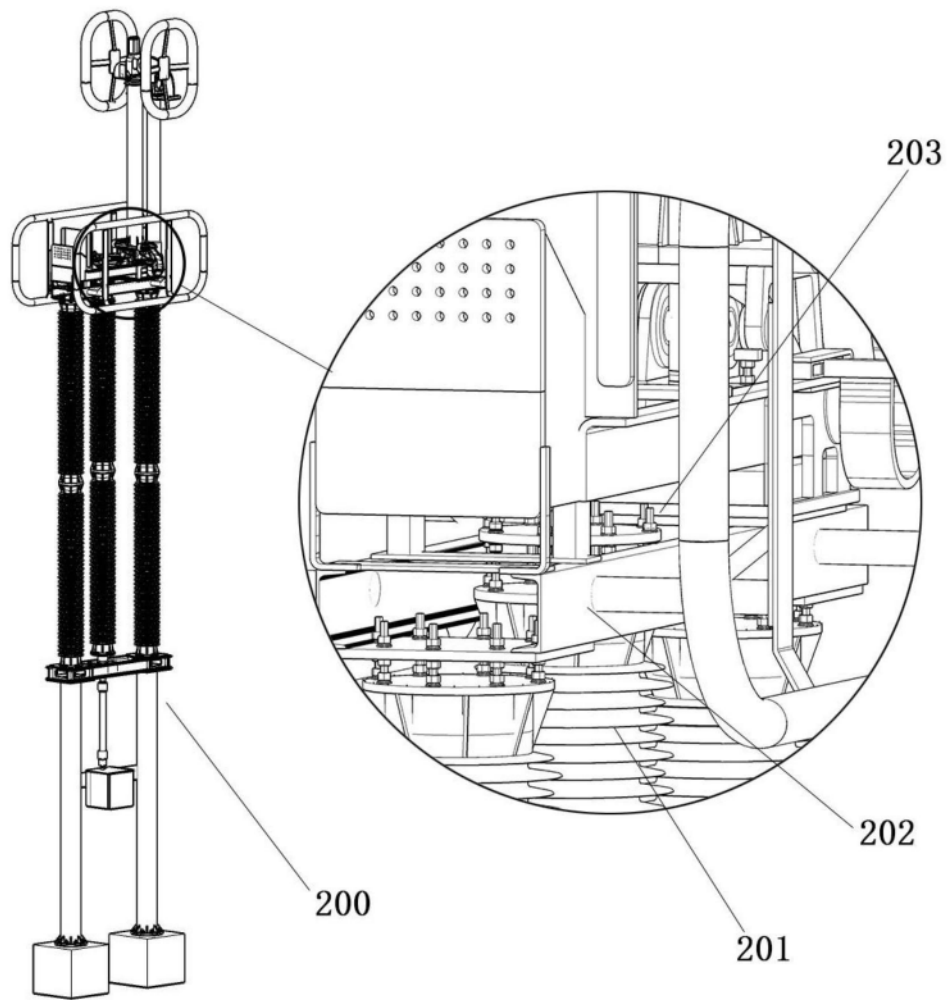


图10