



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201851582 U

(45) 授权公告日 2011.06.01

(21) 申请号 201020582322.9

(22) 申请日 2010.10.29

(73) 专利权人 中国电力科学研究院

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路  
15号

(72) 发明人 曹枚根 卢智成 张雪松 代泽兵

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有  
限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int. Cl.

F16F 15/02(2006.01)

F16F 15/08(2006.01)

H01F 27/06(2006.01)

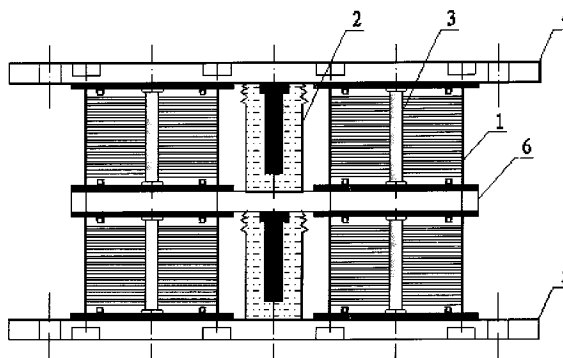
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

一种高阻尼抗倾覆复合隔震支座

(57) 摘要

本实用新型属于工程与设备抗震减震领域，特别涉及一种主要为电力变压器、电抗器等大型设备进行隔震减震的高阻尼抗倾覆复合隔震支座。该复合隔震支座包括上层支座和下层支座，其特征在于：所述上、下层支座分别由若干隔震垫并联而成，上、下层支座之间通过中间支座板进行串联，所述上层支座的的上端设有上支座板，所述下层支座的的下端设有下支座板。该支座具有水平剪切刚度小、阻尼大、稳定性好、承载力高等优点，采用串并联相结合的结构，既可以提高复合隔震支座单层的水平刚度和承载力；又可以降低复合隔震支座的整体水平刚度，提高其整体变形能力和整体抗倾覆能力。



1. 一种高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其包括上层支座、下层支座及若干层中间层支座,其特征在于:所述上、下层支座及中间层支座分别由若干隔震垫(1)并联而成,各层支座之间通过中间支座板(6)进行串联,所述上层支座的的上端设有上支座板(4),所述下支座的的下端设有下支座板(5)。

2. 如权利要求1所述的高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其特征在于:所述隔震垫(1)采用横截面直径为60-150mm的圆柱体、或边长为60-150mm的正方体,或边长为60-150mm的长方体。

3. 如权利要求2所述的高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其特征在于:所述中间支座板(6)与上、下支座板(4、5)之间的中心位置均设有粘滞阻尼器(2),每个支座上的各隔震垫(1)均匀布置在粘滞阻尼器(2)的周围。

4. 如权利要求2所述的高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其特征在于:该复合隔震支座包括若干中间层支座,所述中间层支座由隔震垫(1)并联而成,所述中间层支座之间以及中间层支座与上、下层支座之间均通过中间支座板(6)进行串联。

5. 如权利要求4所述的高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其特征在于:所述中间支座板(6)与上、下支座板(4、5)之间的中心位置以及各中间支座板(6)之间的中心位置均设有粘滞阻尼器(2),每个支座上的各隔震垫(1)均匀布置在粘滞阻尼器(2)的周围。

6. 如权利要求1-5任一所述的高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其特征在于:所述隔震垫(1)包括隔震垫主体和保护胶层(12),所述保护胶层(12)设置在隔震垫主体的侧表面,所述隔震垫主体由两块封板(11)之间交替放置薄钢板(9)和橡胶层(10)构成。

7. 如权利要求6所述的高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其特征在于:所述隔震垫主体的顶端设有上连接板(7)、其底端设有下连接板(8)。

8. 如权利要求7所述的高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其特征在于:所述隔震垫主体的中心处设置有圆形预留孔,所述预留孔内填充有铅芯(3)。

9. 如权利要求1-5任一所述的高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其特征在于:所述上、下支座板(4、5)上开设有沉孔,用螺栓通过各沉孔将各隔震垫(1)与上、下支座板相连;所述中间支座板(6)上开设有通孔,用螺栓通过各通孔将各隔震垫(1)与中间支座板相连。

10. 如权利要求1-5任一所述的高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其特征在于:所述粘滞阻尼器(2)与上、下支座板(4、5)之间通过螺栓相连。

## 一种高阻尼抗倾覆复合隔震支座

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于工程与设备抗震减震领域,特别涉及一种主要为电力变压器、电抗器等大型设备进行隔震减震的高阻尼抗倾覆复合隔震支座。

### 背景技术

[0002] 近年来,国内外多次地震灾害的经验表明,变压器、电抗器等大型电力设备在强震作用下地震易损性极高,导致电力中断,严重影响了灾后人民生命、财产的抢救,并可能导致严重的次生灾害。像变压器、电抗器等大型电力设备一般由钢制油箱、器身、套管、绝缘油及电气、冷却、油路等系统构成的一个集电、磁、热等物理特性复杂、结构庞大的体系。但该类结构体系的总重量一般较建筑物、桥梁小很多,且由于电力设备间通常通过套管等瓷绝缘构件连成一体。此外该类电气设备价格昂贵,技术精密,维修和恢复较为困难,在电力系统中正常运行中发挥着重要的作用,其功能中断会导致严重的经济损失和社会影响。这类设备的主要震害表现为以下几点:

[0003] (1) 大型电力设备在地震中发生位移、扭转、跳出轨道或倾倒,以致拉坏顶部瓷套管,撞坏散热器和潜油泵等附件。震害的主要原因是设备浮放在轨道或基础台上,未采取固定措施或虽采取了固定措施,但方式不当或强度不足,地震时将固定螺栓剪断,拉脱或将焊缝拉开,使固定装置失效导致发生震害。尤其是带滚轮安装的电力设备,更易产生较大的位移和脱轨倾斜。另外设备在地震中容易引起油箱与器身之间的距离发生变化,一方面可能造成器身上的局部金属固定件与箱壁之间的尺寸变小或短路,在漏磁通的作用下,形成这些组件与箱壁之间产生环流,在二者的接触面上(或间隙间)造成电磁放电。另一方面可能引起绕组引线与箱壁之间的距离变小,从而造成引线对油箱放电。由于这两类故障均在变压器内部,一般来讲都需要进行吊罩检修,检修工作量大,工序复杂,工期长。因此,这类故障对变压器的运行造成的危害较大,应当引起高度重视。

[0004] (2) 继电器保护误动作。电力设备一般均设有轻重瓦斯保护,前者用于变压器的信号,后者用于电力设备各侧的断路器跳闸。在地震动的作用下,电力设备油箱内的油面、油压、油流速和内部气体等都会发生变化,当这种变化越过一定值时便会引起瓦斯保护误动作。当变压器产生的加速度值超过继电器的抗震能力时,即使使瓦斯继电器的水银接点接通而引起误动作。

[0005] (3) 套管是电力设备的高低电压引线部位,容易在地震中发生套管的损坏,地震容易使套管的弹簧压紧密封瞬间破坏,造成套管喷油或渗漏油。由于电气瓷套制作工艺的限制,这部分瓷套一般都由两截瓷套对接粘合而成,并且套管安装后与变压器油箱呈一定的夹角,在剧烈震动时,将形成很大的震动力矩,有可能造成套管在中部粘合处或者中间安装法兰处断裂,从而造成套管损坏。

[0006] 隔震技术是近年来发展起来的一项工程抗震新技术,已经广泛应用于建筑、桥梁、设备等领域,经过国内外 20 多年的试验研究、理论分析、工程应用及实际地震考验,事实表明:隔震技术可有效降低结构或设备的地震响应,保护各类结构或设备在强震作用下免遭

破坏。

[0007] 大型电力设备隔震是在设备与基础之间设置一个隔震层,形成一个隔震结构体系,该体系主要由设备、隔震层、下部结构或基础组成。与上部结构的刚度相比,隔震层的刚度很小,地震中整个结构体系的水平变形将主要集中在隔震层。隔震层的变形隔离了传向结构地震动力,地震地面运动的能量大部分由隔震层吸收,结构的动力反应相应降低,隔震对象的本身运动相对较小且处于整体平动的状态,这就在地震中保护了设备,提高了设备的地震安全性。

[0008] 由于大型电力设备的吨位小,且其功能要求其隔震层在地震时不能发生较大的位移,此外要求设备地震作用时不发生侧翻等要求,隔震支座的必须有水平剪切刚度小、阻尼大、稳定性好、承载力高等特点。

[0009] 变压器、电抗器等大型电力设备一般由钢制油箱、器身、套管、绝缘油及电气、冷却、油路等系统构成的一个集电、磁、热等物理特性复杂、结构庞大的体系。但该类结构体系的总重量一般较建筑物、桥梁小很多,且由于电力设备间通常通过套管等瓷绝缘构件连成一体。此外该类电气设备价格昂贵,技术精密,维修和恢复较为困难,在电力系统中正常运行中发挥着重要的作用,其功能中断会导致严重的经济损失和社会影响。

[0010] 基于此,迫切的需要本领域的技术人员开发出一种降低强烈地震作用下大型电力设备的地震响应,确保强震下大型电力设备功能不中断的高阻尼抗倾覆复合隔震支座。

### 实用新型内容

[0011] 为了克服现有技术中的缺陷,本实用新型提供了一种具有水平剪切刚度小、阻尼大、稳定性好、承载力高、抗倾覆能力强等力学性能的高阻尼抗倾覆复合隔震支座。

[0012] 为此,本实用新型提出了一种高阻尼抗倾覆复合隔震支座,其包括上层支座、下层支座及若干层中间层支座,其改进之处在于:所述上、下层支座及中间层支座分别由若干隔震垫并联而成,各层支座之间通过中间支座板进行串联,所述上层支座的的上端设有上支座板,所述下支座的的下端设有下支座板。

[0013] 其中,所述隔震垫采用横截面直径为 60-150mm 的圆柱体、或边长为 60-150mm 的正方体,或边长为 60-150mm 的长方体。

[0014] 其中,所述中间支座板与上、下支座板之间的中心位置均设有粘滞阻尼器,每个支座上的各隔震垫均匀布置在粘滞阻尼器的周围。

[0015] 其中,该复合隔震支座包括若干中间层支座,所述中间层支座由隔震垫并联而成,所述中间层支座之间以及中间层支座与上、下层支座之间均通过中间支座板进行串联。

[0016] 其中,所述中间支座板与上、下支座板之间的中心位置以及各中间支座板之间的中心位置均设有粘滞阻尼器,每个支座上的各隔震垫均匀布置在粘滞阻尼器的周围。

[0017] 其中,所述隔震垫包括隔震垫主体和保护胶层,所述保护胶层设置在隔震垫主体的侧表面,所述隔震垫主体由两块封板之间交替放置薄钢板和橡胶层构成。

[0018] 其中,所述隔震垫主体的顶端设有上连接板、其底端设有下连接板。

[0019] 其中,所述隔震垫主体的中心处设置有圆形预留孔,所述预留孔内填充有铅芯。

[0020] 其中,所述上、下支座板上开设有沉孔,用螺栓通过各沉孔将各隔震垫与上、下支座板相连;所述中间支座板上开设有通孔,用螺栓通过各通孔将各隔震垫与中间支座板相

连。

[0021] 其中,所述粘滞阻尼器与上、下支座板之间通过螺栓相连。

[0022] 本实用新型的复合隔震支座首先将数个隔震垫通过并联的连接方式连为一体形成上、下层及中间层支座,既提高了隔震支座的竖向承载力,又提高了隔震支座的截面抵抗矩,从而提高了隔震层强震作用下设备隔震层的抗倾覆能力及稳定性;其次,将上、下层及中间层支座通过中间支座板进行串联,由于设备的吨位较小,且设计采用了小截面的隔震垫(即圆柱体隔震垫直径为60-150mm,正方体或长方体的隔震垫的边长为60-150mm),虽然小截面的隔震垫水平剪切刚度小,但其允许的变形也小,因此将并联起来的小截面的隔震垫再串联起来,既提高了隔震支座的允许变形能力,又降低了并联支座的水平剪切刚度;再次,采用截面隔震垫进行串、并联组合的结构型式,可将定型成熟的单体隔震垫自由组合,得到工程上需要的刚度系数及极限变形能力等参数,不但使施工安装更加方便,还可大大地节约了开发新产品的投入、试验、检测费用,因为一个定型的隔震垫一般需要投入较大的财力和物力,从设计至投入实际使用要经过设计、研究、试验的较长时间跨度。所以应当尽量使用定型的隔震垫,采用串联和并联的组合方式,扩大定型隔震垫的使用范围,满足工程设计中不同水平刚度和位移的要求。

[0023] 本实用新型的有益效果在于:

[0024] (1) 该复合隔震支座采用若干隔震垫组合而成,可根据设计人员的需要或不同设备隔震层参数的要求,采用串并联的连接方式,实现隔震支座多种参数的组合型式,且组合方式灵活,组装与拆卸均很方便;

[0025] (2) 该复合隔震支座中的隔震垫可采用直径为60-150mm的圆柱体或边长为60-150mm的正方体,各隔震垫通过并联的方式分布在支座平面的四周,这样可大大提高隔震支座的整体稳定性,对大型电力设备等抗倾覆能力要求较高的设备,具有较好的抗倾覆效果;且由于单体隔震垫的水平刚度小、结构低矮,不会出现弯曲变形,因此支座也不会发生弯曲导致的拉应力;

[0026] (3) 通过在隔震支座的上、下支座板的中心位置设置速度型粘滞阻尼器,可大大提高隔震支座的阻尼系数,提高支座的阻尼耗能能力,有效降低大型电力设备隔震层的位移。

#### 附图说明

[0027] 图1是本实用新型所述复合隔震支座的整体结构示意图;

[0028] 图2是图1的俯视图;

[0029] 图3是隔震垫的结构示意图;

[0030] 图4是图3的俯视图;

[0031] 图5是中间支座板的结构示意图;

[0032] 图6是上支座板和下支座板的结构示意图;

[0033] 其中,1-隔震垫,2-粘滞阻尼器,3-铅芯,4-上支座板,5-下支座板,6-中间支座板,7-上连接板,8-下连接板,9-薄钢板,10-橡胶层,11-封板,12-保护胶层。

#### 具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本实用新型的用于大型电力设备的高阻尼抗倾覆复合隔震支座

作进一步详细的说明。

[0035] 实施例 1

[0036] 如图 1、图 2 所示,本例所述的复合隔震支座包括上层支座和下层支座,上层支座和下层支座分别由四个隔震垫 1 并联构成,上、下层支座之间通过中间支座板 6 串联,上层支座的的上端设有一上支座板 4,下层支座的的下端设有一下支座板 5。上支座板 4 和下支座板 5 上分别开设有沉孔,用螺栓通过各沉孔将各隔震垫 1 与上、下支座板 4、5 相连;中间支座板 6 上开设有通孔,用螺栓通过各通孔将各隔震垫 1 与中间支座板相连。该隔震垫为圆柱体结构,其横截面的直径为 60-150mm。中间支座板 6 采用如图 5 所示的正方形结构,上支座板 4 和下支座板 5 均为如图 6 所示的正方形结构,也可以根据实际需要三者制成矩形结构,中间支座板比上、下支座板要小一些且三者的中心点位于同一纵轴线上。

[0037] 上层支座的四个隔震垫 1 对称布置在该粘滞阻尼器的四周;同样地,在中间支座板 6 与下支座板 5 之间的中心位置也设有一粘滞阻尼器 2,下层支座的四个隔震垫 1 同样对称布置在该粘滞阻尼器的四周,粘滞阻尼器 2 与上、下支座板 4、5 之间通过螺栓相连。此处增加粘滞阻尼器可以利用复合隔震支座上、下支座板之间的相对位移的变化率(速度),为复合隔震支座提供较大的阻尼,给复合隔震支座带来的了较大的速度型滞回耗能能力。由于本实用新型具有较大的复合阻尼耗能能力,因此不仅可以迅速降低大型电力设备在强震作用下的加速度,还能有效地控制每层支座的位移,确保大型电力设备不会因为设备之间的非一致相位运动或者套管顶部的导体运动把套管等附属设备拉坏。

[0038] 如图 3、图 4 所示,隔震垫 1 包括隔震垫主体和保护胶层 12,隔震垫主体由两块封板 11 之间交替放置的薄钢板 9 和橡胶层 10 构成,封板 11 可采用圆形钢板。为了确保设备在正常使用情况下运行荷载、风荷载、检修等荷载作用时,设备保持稳定,可在每个隔震垫内设置铅芯,铅芯的直径与数量根据具体荷载确定,确保隔震支座具有足够的屈服力。铅芯除提供较大的屈服力外,屈服后其良好的滞回变形能力还给隔震支座带来的了较大的位移滞回耗能能力。如图 3 所示,隔震垫主体的中心处设置有一个圆形预留孔,在隔震垫主体的侧表面上设置一圈保护胶层 12,再通过硫化将各部件粘结在一起,在预留孔内压入铅芯 3;也可以根据实际需要,在隔震垫主体上沿径向均匀设置多个预留孔,在各预留孔内分别压入铅芯 3。为了使连接更方便,需要在隔震垫主体的顶端安装一上连接板 7、在其底端安装一下连接板 8,上连接板 7 和下连接板 8 为正方形结构,也可以根据实际需要采用矩形结构。

[0039] 该复合隔震支座采用单层中各隔震垫并联的结构,可以增加复合隔震支座的水平刚度和承载力;采用将分层的各隔震垫串联的结构,可以降低复合隔震支座的整体水平刚度,又可提高其整体变形能力和抗倾覆能力。

[0040] 采用上述串、并联相组合的复合隔震支座,其竖向承载力及水平刚度计算公式如下:

[0041] 并联隔震垫构成的上层支座(或中间层支座,或下层支座)的竖向承载力:

$$[0042] \quad F_b = \sum_{i=1}^N F_{bi} \quad (1)$$

[0043] 式中:

[0044]  $F_b$ ——并联隔震垫构成的上层支座(或中间层支座,或下层支座)的承载力;

[0045]  $F_{bi}$ ——上层支座(或中间层支座,或下层支座)中第  $i$  个隔震垫的承载力。

[0046] 并联隔震垫构成的上层支座（或中间层支座，或下层支座）的水平刚度：

$$[0047] \quad K_b = \sum_{i=1}^N k_{bi} \quad (2)$$

[0048] 式中：

[0049]  $K_b$ ——并联隔震垫构成的上层支座（或中间层支座，或下层支座）的水平刚度；

[0050]  $k_{bi}$ ——上层支座（或中间层支座，或下层支座）中第  $i$  个隔震垫的水平刚度。

[0051] 并联隔震垫构成的上层支座（或中间层支座，或下层支座）的竖向刚度：

$$[0052] \quad K_{bv} = \sum_{i=1}^N K_{bvi} \quad (3)$$

[0053] 式中：

[0054]  $K_{bv}$ ——并联隔震垫构成的上层支座（或中间层支座，或下层支座）的竖向刚度；

[0055]  $K_{bvi}$ ——上层支座（或中间层支座，或下层支座）中第  $i$  个隔震垫的竖向刚度。

[0056] 各支座串联后该复合隔震支座的竖向承载力取串联体系中最小的隔震垫的设计承载力：

$$[0057] \quad F_c = \min(F_{ci}) \quad (4)$$

[0058] 式中：

[0059]  $F_c$ ——复合隔震支座的承载力；

[0060]  $F_{ci}$ ——复合隔震支座中第  $i$  个隔震垫的承载力。

[0061] 各支座串联后该复合隔震支座的水平刚度：

$$[0062] \quad \frac{1}{K_c} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{k_{ci}} \quad (5)$$

[0063] 式中：

[0064]  $K_c$ ——复合隔震支座的水平刚度；

[0065]  $k_{ci}$ ——复合隔震支座中第  $i$  个隔震垫的水平刚度。

[0066] 各支座串联后该复合隔震支座的竖向刚度：

$$[0067] \quad \frac{1}{K_{cv}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{k_{cvi}} \quad (6)$$

[0068] 式中：

[0069]  $K_{cv}$ ——复合隔震支座的竖向刚度；

[0070]  $k_{cvi}$ ——复合隔震支座中第  $i$  个隔震垫的竖向刚度。

[0071] 实施例 2

[0072] 本例所述复合隔震支座的结构和连接关系基本与实施例 1 相同，唯有不同的是：

[0073] 在上层支座和下层支座之间设有若干层中间支座，中间层支座也由四个隔震垫并联而成，在每两个中间层支座之间以及中间层支座与上、下层支座之间均通过中间支座板 6 进行串联。中间支座板 6 与上、下支座板 4、5 之间的中心位置以及各中间支座板 6 之间的中心位置均设有粘滞阻尼器 2，上层支座、中间层支座及下层支座的四个隔震垫 1 分别均匀布置在粘滞阻尼器 2 的四周。

[0074] 最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案而非对其限制，尽管参照上述实施例对本实用新型进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本实用新型的具体实施方式进行修改或者等同替换，而未脱离本实用新型精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本实用新型的权利要求范围当中。



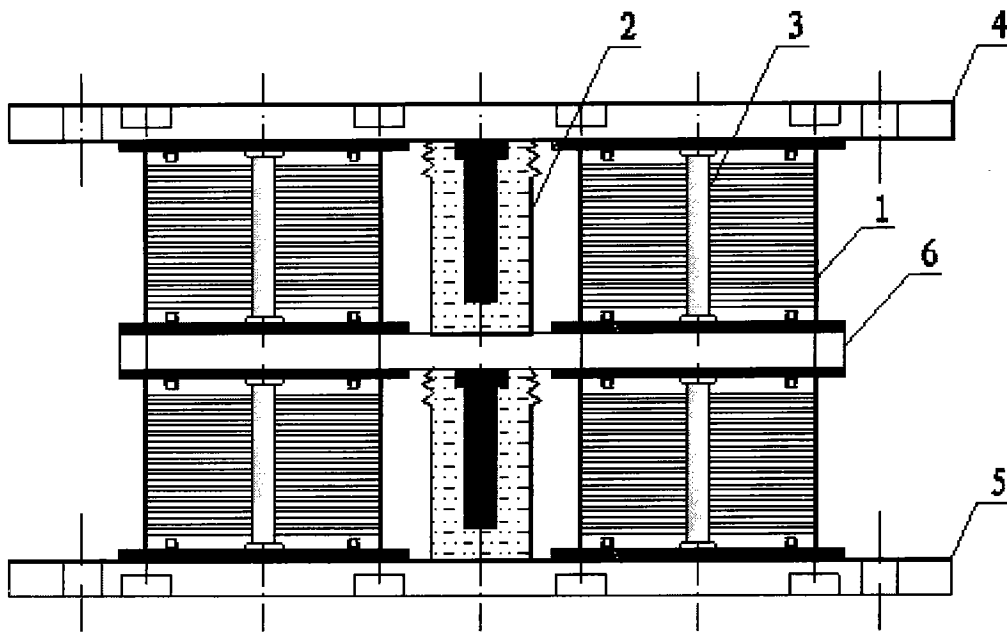


图 1

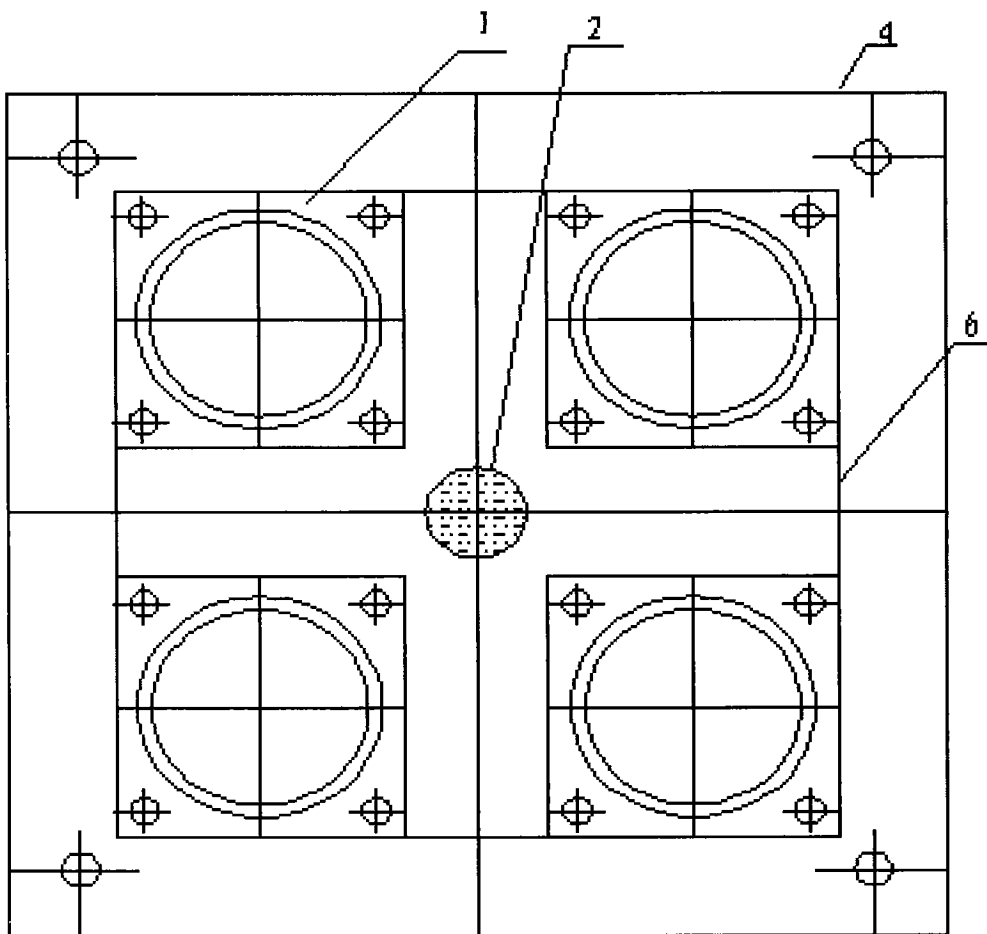


图 2

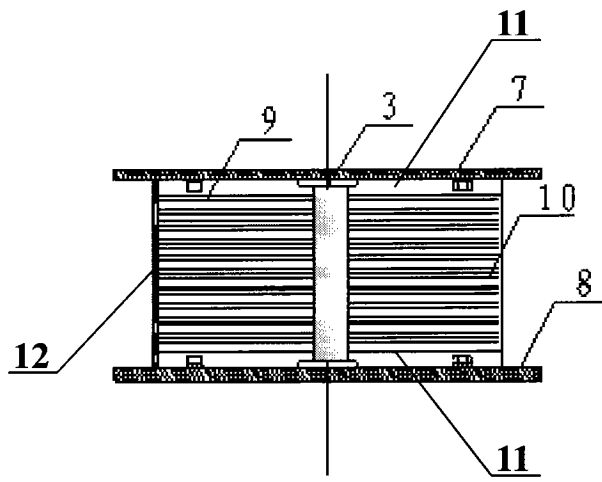


图 3

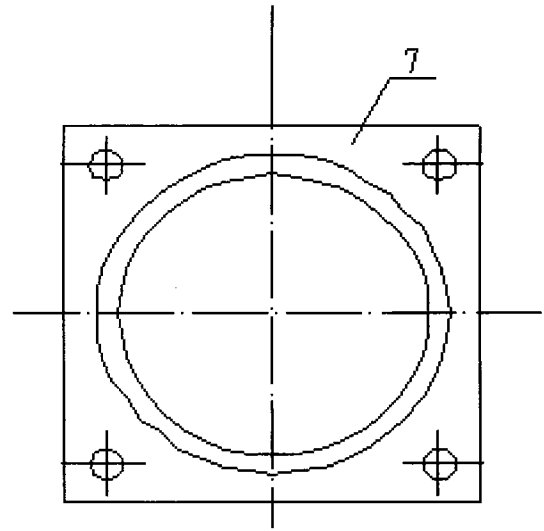


图 4

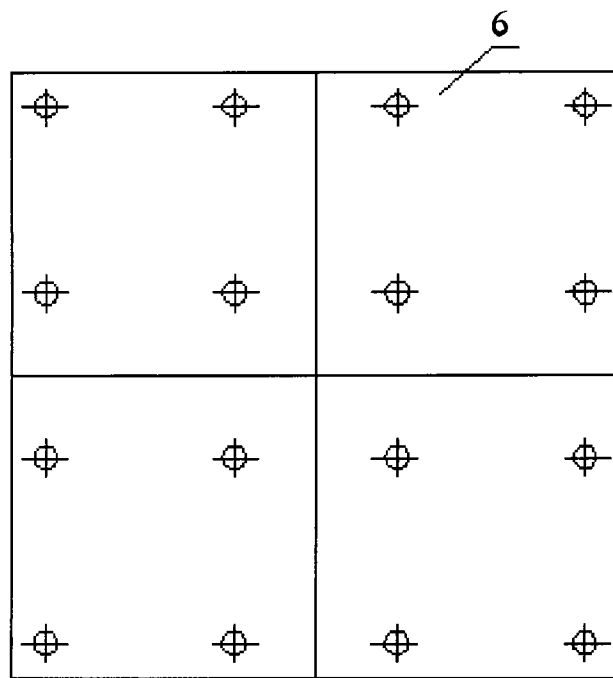


图 5

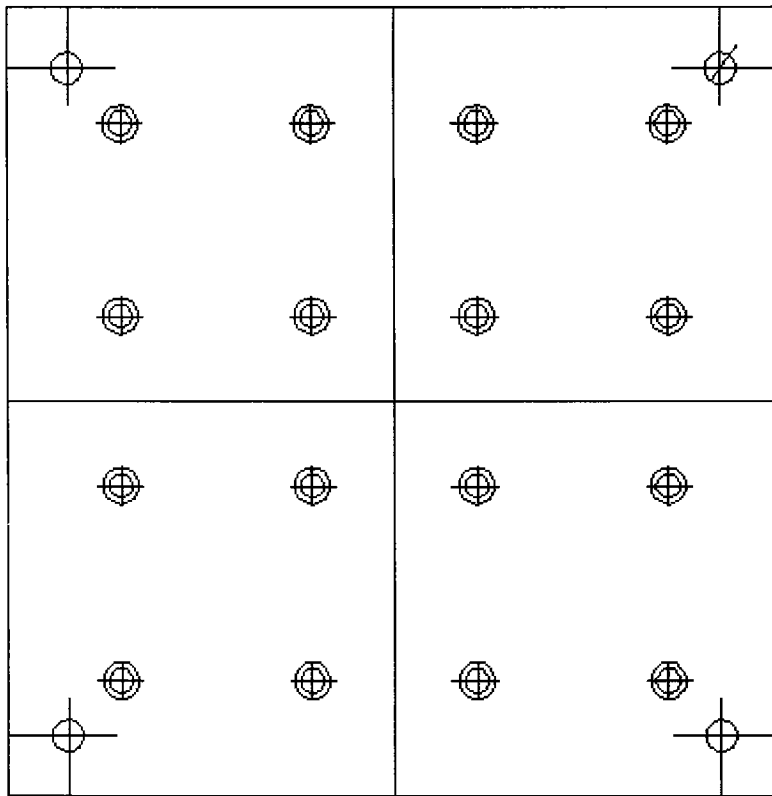


图 6