



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106639460 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(21)申请号 201610985997.X

(22)申请日 2016.11.09

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 白正仙 翟福胜 张腾飞

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 沈波

(51)Int.Cl.

E04H 9/02(2006.01)

E04B 1/98(2006.01)

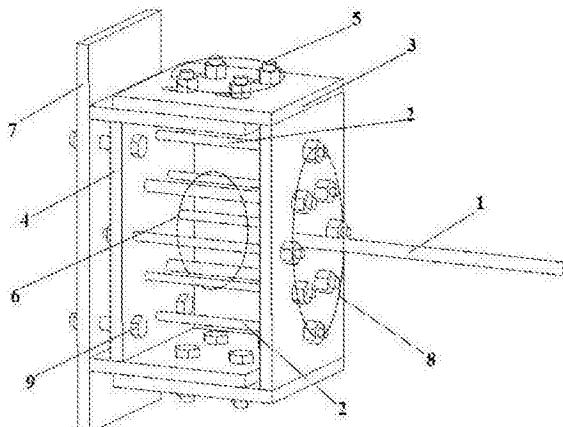
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系

(57)摘要

一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系，包括索支撑及支撑耗能器和连接底板等部件；索支撑包括单根长索和双短索；支撑耗能器包括大U型槽口、小U型槽口、两侧滑移高强螺栓群、耗能钢筋或钢棒、基座底板、钢筋和钢索端头锚具和基座锚固螺栓；索支撑与支撑耗能器串联构成自复位耗能支撑体系；支撑体系工作方式与传统支撑有较大不同，耗能器放置在框架角部，通过钢索将处于对角的两耗能器串联，形成X型耗能索支撑体系在结构在往复荷载作用下，X型支撑交替受拉进入工作状态，通过钢索的内力可将结构拉回原位；本发明将高强索、摩擦耗能、金属拉伸耗能和自复位相结合，是一种较好的抗震自复位耗能支撑。



1. 一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系，其特征在于：该自复位耗能支撑体系包括索支撑和支撑耗能器，索支撑与支撑耗能器串联构成自复位耗能支撑体系；

所述索支撑包括单根长索(1)和短索(2)；所述支撑耗能器包括大U型槽口(3)、小U型槽口(4)、两侧滑移高强螺栓群(5)、耗能钢筋(6)、基座底板(7)、钢筋和钢索端头的锚具(8)和基座锚固螺栓(9)；

所述大U型槽口(3)包括上侧外板(10)、顶板(11)和下侧外板(12)；小U型槽口(4)包括上侧内板(13)、底板(14)和下侧内板(15)；

大U型槽口(3)与小U型槽口(4)的凹面相对，顶板(11)与上侧外板(10)和下侧外板(12)的端部平齐，底板(14)相对于上侧内板(13)和下侧内板(15)的端部内收一段距离，该距离用以保证底板(14)与基座底板(7)之间放置钢筋和钢索端头的锚具(8)；上侧外板(10)的底面与上侧内板(13)的顶面贴合在一起，大U型槽口的下侧外板(12)的顶面和小U型槽口下侧内板(15)的底面贴合在一起；位于内侧的小U型槽口的上侧内板(13)和下侧内板(15)开有圆螺栓孔，位于外侧的大U型槽口的上侧外板(10)和下侧外板(12)开有滑移螺栓孔；所述长索(1)的一端通过钢筋和钢索端头的锚具(8)锚固于顶板(11)内侧面中心点处；短索(2)、耗能钢筋(6)均安装在顶板(11)和底板(14)之间，短索(2)与耗能钢筋(6)相平行布置，短索(2)共有两根且与耗能钢筋(6)的截面为菱形面，两根短索(2)分别为菱形面长对角线的顶点，耗能钢筋(6)布置在菱形面的其它位置；

所述滑移螺栓群(5)布置方式为螺帽在内侧，螺母在外侧，螺母与上侧外板(10)的顶面以及螺母和下侧外板(12)的底面之间设置摩擦垫片；

所述基座锚固螺栓(9)分别布置在底板(14)的四角，基座锚固螺栓(9)的布置位置要满足边距和端距要求；基座锚固螺栓(9)的螺帽位于底板(14)的顶面，基座锚固螺栓(9)的螺母位于基座底板(7)的底面。

2. 根据权利要求1所述的一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系，其特征在于：所述小U型槽口(4)为固定槽口，大U型槽口(3)为滑动槽口，二者的形式及位置能够互换，当大U型槽口(3)作为固定槽口时，大U型槽口(3)的底板形式为内收结构并为钢筋和钢索端头的锚具(8)留足位置；螺栓滑移孔始终位于滑动槽口的侧板上，圆螺栓孔始终位于固定槽口的侧板上。

3. 根据权利要求1所述的一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系，其特征在于：所述大U型槽口(3)的上侧外板(10)、顶板(11)和下侧外板(12)相互焊接组成槽口形状，小U型槽口(4)的上侧内板(13)、底板(14)和下侧内板(15)相互焊接组成槽口形状；大U型槽口(3)、小U型槽口(4)在大批量生产时采用轧制工艺直接成型，上侧外板(10)和顶板(11)、下侧外板(12)和顶板(11)、上侧内板(13)和底板(14)、下侧内板(13)和底板(14)的连接部位设计为圆弧状，防止应力集中。

4. 根据权利要求1所述的一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系，其特征在于：所述耗能器(16)布置在框架四角，耗能器(16)通过基座底板(6)和三角钢板(17)连接在主体结构上，三角钢板(17)的斜边焊接于基座底板(6)底面中轴线上，二者互相垂直；三角钢板(17)两直角边分别焊接于框架柱(18)和框架梁(19)上，梁柱节点处设置有加劲肋(20)；单根钢索(1)和位于对角的两个耗能器(16)串联在一起，形成X型(交叉型)支撑体系。

5. 根据权利要求1所述的一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系，其特征在于：

为保证下侧外板(12)的顶面和小U型槽口的下侧内板(15)的底面相贴合的摩擦面足够的摩擦力,在下侧外板(12)、下侧内板(15)相互接触的表面做喷砂处理,或者在表面上设置摩擦铜片。

6.根据权利要求1所述的一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系,其特征在于:滑移螺栓孔的宽度与圆螺栓孔的直径相等;耗能钢筋按设计要求分为不同强度等级和粗细,工作时陆续进入塑性工作状态,受力机理明确,耗能钢筋(6)亦可用耗能钢棒替代;基座锚固螺栓(9)的布置个数根据承载力要求确定。

7.根据权利要求1所述的一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系,其特征在于:滑移螺栓群(5)布置形式为矩形并列布置,滑移螺栓群(5)的螺栓集中布置在上侧外板(10)和下侧外板(12)表面,保证滑移过程不产生偏心弯矩,螺栓的中距、边距和端距均满足结构的安装要求。

一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系，属于钢结构应用技术领域。

背景技术

[0002] 钢结构具有材料强度高、工业化及产业化程度高、施工周期短、抗震性能好、钢材可回收循环利用等诸多优点，是有利于节能、节材、节水和节地的绿色建筑，而且推广应用钢结构是“藏钢于民”的具有重要战略意义的举措。

[0003] 钢框架支撑结构是适用于多高层钢结构的常用结构形式之一。在水平地震作用下，支撑承担大部分水平荷载，增强结构的抗侧移能力。传统钢支撑在拉压往复荷载作用下易发生失稳破坏而退出工作，影响结构抗震性能。采用防屈曲支撑，虽能防止支撑发生失稳破坏，但因防屈曲支撑无自复位功能，震后结构残余变形大，修复成本高，而有自复位功能的防屈曲支撑构造复杂。采用预应力索支撑，可利用高强索的弹性恢复力实现震后自复位，耗能发生在钢框架主体结构上，但主体结构残余变形不好处理，修复难度也很大。所以，如果在支撑本身不发生失稳破坏而失效的前提下还能兼具耗能及自复位功能，即耗能和残余变形主要发生在支撑上，而不是主体框架上，在震后只需替换支撑部件即可实现结构修复，这对结构震后修复无疑是便捷的。

[0004] 本发明提出的预应力耗能索支撑，由耗能装置与高强索有效组合而成。利用索支撑即能充当支撑又能起自复位作用的特点，将耗能装置附加在索支撑端部实现耗能。预应力耗能索支撑由耗能段与钢索段串联而成，体系相对轻巧，耗能段采用摩擦耗能及材料耗能组合耗能技术，相比自复位防屈曲型支撑，结构轻巧简单，工作原理明确，修复成本降低。

发明内容

[0005] 本发明提出了一种属于钢结构应用技术领域的多高层钢框架结构自复位耗能索支撑体系。其目的在于提高框架结构的抗侧移能力同时，提供耗能和自复位功能，减小震灾并为震后结构修复提供方便。该支撑体系在多遇地震作用下支撑各部件均处于弹性工作状态，实现主体结构和支撑均不受损坏，可继续正常使用的抗震设防目标。在设防地震作用下，主要由耗能装置的U型槽壁间的摩擦和耗能钢筋或耗能钢棒的材料塑性变形来耗散能量，而主体结构和高强索始终处于弹性工作状态实现震后自复位。震后再替换支撑的耗能装置，恢复整体结构功能，实现经一般性修复仍可继续使用的抗震设防目标。在罕遇地震作用下，除利用耗能装置的U型槽壁间的摩擦和耗能钢筋或耗能钢棒的材料塑性变形来耗散能量之外，主体结构次要部位发生塑性变形补充耗能，但支撑中的高强索始终处于弹性状态，起到有效支撑作用，防止整体结构发生倒塌，并在震后发挥自复位功能，实现结构自复位。在震后替换支撑的耗能装置，就可实现支撑功能的修复，从而可以提高修复速度，降低修复成本。

[0006] 为实现上述目的，本发明采用的技术方案为一种多高层钢框架结构自复位耗能索

支撑体系,该自复位耗能支撑体系包括索支撑和支撑耗能器,索支撑与支撑耗能器串联构成自复位耗能支撑体系。

[0007] 所述索支撑包括单根长索(1)和短索(2);所述支撑耗能器包括大U型槽口(3)、小U型槽口(4)、两侧滑移高强螺栓群(5)、耗能钢筋(6)、基座底板(7)、钢筋和钢索端头的锚具(8)和基座锚固螺栓(9)。

[0008] 所述大U型槽口(3)包括上侧外板(10)、顶板(11)和下侧外板(12);小U型槽口(4)包括上侧内板(13)、底板(14)和下侧内板(15)。

[0009] 大U型槽口(3)与小U型槽口(4)的凹面相对,顶板(11)与上侧外板(10)和下侧外板(12)的端部平齐,底板(14)相对于上侧内板(13)和下侧内板(15)的端部内收一段距离,该距离用以保证底板(14)与基座底板(7)之间放置钢筋和钢索端头的锚具(8);上侧外板(10)的底面与上侧内板(13)的顶面贴合在一起,大U型槽口的下侧外板(12)的顶面和小U型槽口下侧内板(15)的底面贴合在一起;位于内侧的小U型槽口的上侧内板(13)和下侧内板(15)开有圆螺栓孔,位于外侧的大U型槽口的上侧外板(10)和下侧外板(12)开有滑移螺栓孔;所述长索(1)的一端通过钢筋和钢索端头的锚具(8)锚固于顶板(11)内侧面中心点处;短索(2)、耗能钢筋(6)均安装在顶板(11)和底板(14)之间,短索(2)与耗能钢筋(6)相平行布置,短索(2)共有两根且与耗能钢筋(6)的截面为菱形面,两根短索(2)分别为菱形面长对角线的顶点,耗能钢筋(6)布置在菱形面的其它位置。

[0010] 所述滑移螺栓群(5)布置方式为螺帽在内侧,螺母在外侧,螺母与上侧外板(10)的顶面以及螺母和下侧外板(12)的底面之间设置摩擦垫片。

[0011] 所述基座锚固螺栓(9)分别布置在底板(14)的四角,基座锚固螺栓(9)的布置位置要满足边距和端距要求;基座锚固螺栓(9)的螺帽位于底板(14)的顶面,基座锚固螺栓(9)的螺母位于基座底板(7)的底面。

[0012] 所述小U型槽口(4)为固定槽口,大U型槽口(3)为滑动槽口,二者的形式及位置能够互换,当大U型槽口(3)作为固定槽口时,大U型槽口(3)的底板形式为内收结构并为钢筋和钢索端头的锚具(8)留足位置;螺栓滑移孔始终位于滑动槽口的侧板上,圆螺栓孔始终位于固定槽口的侧板上。

[0013] 所述大U型槽口(3)的上侧外板(10)、顶板(11)和下侧外板(12)相互焊接组成槽口形状,小U型槽口(4)的上侧内板(13)、底板(14)和下侧内板(15)相互焊接组成槽口形状;大U型槽口(3)、小U型槽口(4)在大批量生产时采用轧制工艺直接成型,上侧外板(10)和顶板(11)、下侧外板(12)和顶板(11)、上侧内板(13)和底板(14)、下侧内板(13)和底板(14)的连接部位设计为圆弧状,防止应力集中。

[0014] 所述耗能器(16)布置在框架四角,耗能器(16)通过基座底板(6)和三角钢板(17)连接在主体结构上,三角钢板(17)的斜边焊接于基座底板(6)底面中轴线上,二者互相垂直;三角钢板(17)两直角边分别焊接于框架柱(18)和框架梁(19)上,梁柱节点处设置有加劲肋(20);单根钢索(1)和位于对角的两个耗能器(16)串联在一起,形成X型(交叉型)支撑体系。

[0015] 为保证下侧外板(12)的顶面和小U型槽口的下侧内板(15)的底面相贴合的摩擦面足够的摩擦力,在下侧外板(12)、下侧内板(15)相互接触的表面做喷砂处理,或者在表面上设置摩擦铜片或其它可靠措施。

[0016] 滑移螺栓孔的宽度与圆螺栓孔的直径相等；耗能钢筋按设计要求分为不同强度等级和粗细，工作时陆续进入塑性工作状态，受力机理明确，耗能钢筋(6)亦可用耗能钢棒替代；基座锚固螺栓(9)的布置个数根据承载力要求确定。

[0017] 滑移螺栓群(5)布置形式为矩形并列布置，滑移螺栓群(5)的螺栓集中布置在上侧外板(10)和下侧外板(12)表面，保证滑移过程不产生偏心弯矩，螺栓的中距、边距和端距均满足结构的安装要求。

附图说明

- [0018] 图1是本发明的整体装配图。
- [0019] 图2是本发明的整体机构分解图。
- [0020] 图3是本发明的钢筋及短索平面布置图。
- [0021] 图4是本发明的基座底板连接示意图。
- [0022] 图5是本发明的支撑整体布置图。
- [0023] 图6是本发明的整体结构图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明进行详细说明：

[0025] 如附图1和附图2所示，本发明的自复位耗能索支撑体系由各个部件装配在一起，大量减少焊接工作。首先在各块板材裁定后按照设计要求开设螺栓圆孔和滑移孔，孔的宽度略大于螺杆的直径，但不宜过大，以免使螺栓预紧力降低过多，滑移孔的长度应根据结构侧移量大小来确定。将大U型槽口的上侧外板和下侧外板分别焊接在顶板上下两端，顶板与两块侧板右端平齐，将小U型槽口的上侧内板和下侧内板分别焊接在底板上下两端，底板相对于两侧板向左内收一段距离以保证锚具锚固要求。大、小U型槽口安装时，可在二者侧板接触面之间设置铜板摩擦片或其他摩擦材料，安装完成后在上下侧板上先安装滑移螺栓，以起到定位作用，螺栓此时不施加预紧力，方便后期钢筋和钢索的安装及锚固。

[0026] 如附图3所示，双短索和钢筋放置在大、小U型槽口之间，钢筋两端设置螺纹通过拧螺母锚固或其他方式锚固。安装时先将钢筋和钢索左端用锚具锚固在小U型槽口底板左侧面上，钢筋右端暂不锚固，将带有钢筋和钢索的大、小U型槽口安放在基座底板上，用锚固螺栓固定，锚固螺栓拧紧。将长索一端深入大U型槽口顶板内，在顶板内侧将长索临时锚固，长索处于松弛状态。将大U型槽口移动至其滑移孔最左端与小U型槽口螺栓孔对齐并用高强螺栓拧紧，张拉短索施加微小预应力并固定短索。拧松高强螺栓，将大U型槽口移动至其滑移孔最右端与小U型槽口螺栓孔对齐并将滑移高强螺栓拧紧至额定预紧力，短索处于松弛状态。将多遇地震下参与受力的钢筋右端与槽口顶板顶紧固定，设防地震及罕遇地震下再参与受力的钢筋留出计算确定的长度富余量再固定。张拉长索 施加微小预应力，使其处于张紧状态。多遇地震下，部分钢筋及长索共同工作起到弹性支撑作用。设防地震下，根据性能化设计要求，其余全部或部分钢筋进入工作状态，随支撑所受拉力的增加，钢筋陆续受拉屈服进入塑性状态耗能，侧板摩擦耗能，处于弹性状态的钢筋、短索及长索共同工作起支撑作用，短索与长索起震后自复位作用。罕遇地震下，全部钢筋受拉屈服进入塑性状态，短索与长索仍处于弹性状态，保证起到结构震后自复位作用。

[0027] 钢筋或钢棒根据设计需要,确定不同强度等级及粗细,在受拉过程中会先后屈服进入塑性而耗能。

[0028] 如附图4和附图5所示,为取得更好的耗能和自复位效果,耗能器应在一榀框架的角部安置,基座底板可通过三角板拼接后焊接于框架结构梁柱连接角部,耗能器通过锚固螺栓安装在基座底板上,在耗能器经地震或其他作用破损后可快速拆卸。用两根X型布置的钢索将处于对角的两个耗能器连接在一起,在结构受力变形过程中,两组斜撑交替进入工作状态。由于钢索只能受拉,因此本发明的自复位耗能索支撑主要是靠受拉来完成耗能,支撑体系在拉力去除后会通过钢索的内力将结构拉回原位,从而实现自复位过程。在体系受拉力伸长过程中,耗能段采用侧板摩擦、钢筋或钢棒受拉进入塑性、大、小U型槽口的钢板受力屈服进入塑性等方式实现耗能。

[0029] 为保证支撑体系各阶段的耗能需求,耗能钢筋或钢棒应根据设计需要采用软钢和不同强度等级钢材。大、小U型槽口应采用高强度钢材,从保证耗能器刚度的要求。钢索应采用低松弛高强度索材,锚具亦应满足强度和刚度的要求。侧板摩擦面应选用摩擦系数较大的填充材料,或采用其他措施增加摩擦面个数。

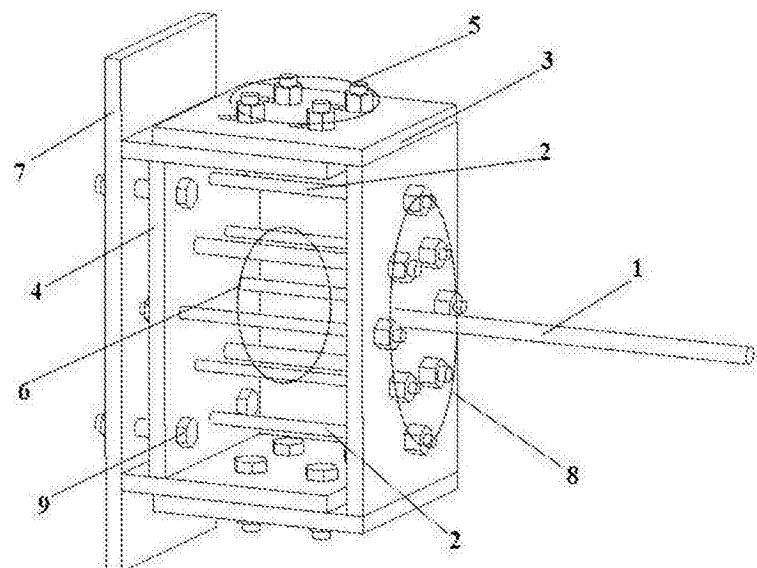


图1

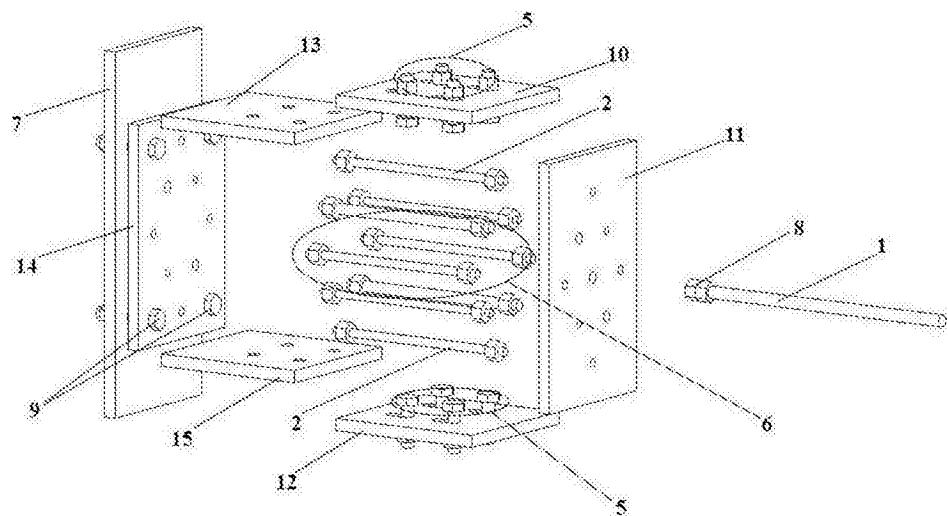


图2

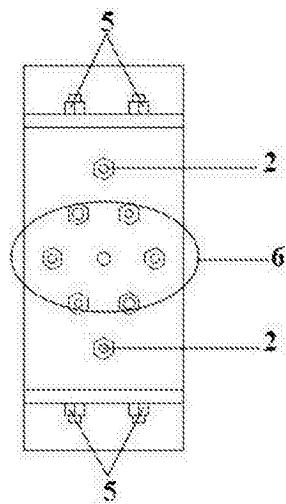


图3

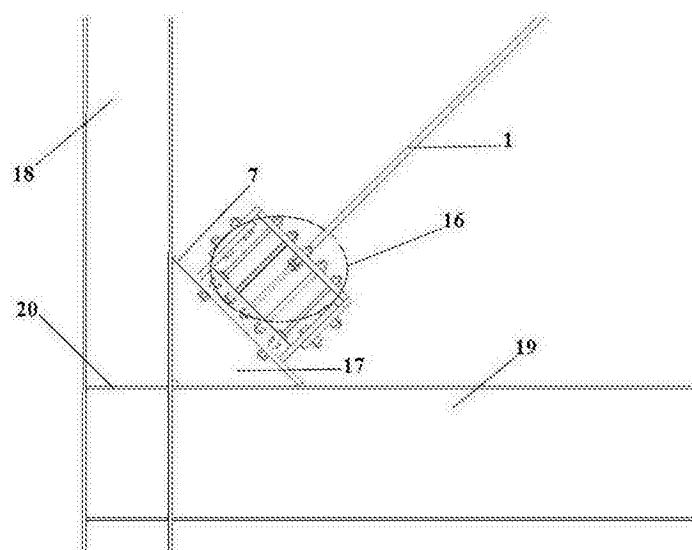


图4

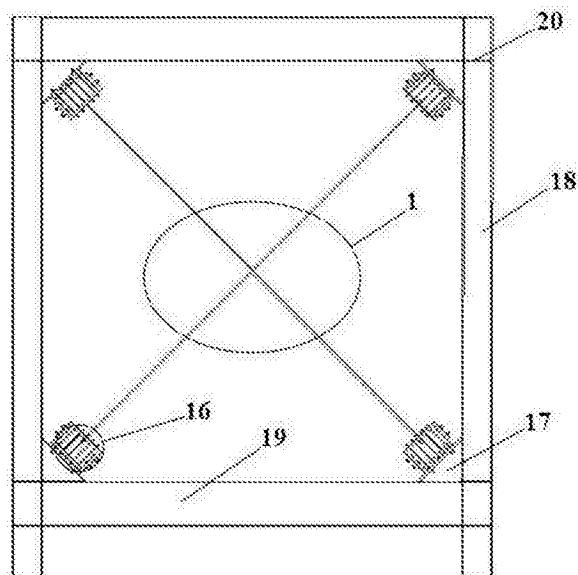


图5

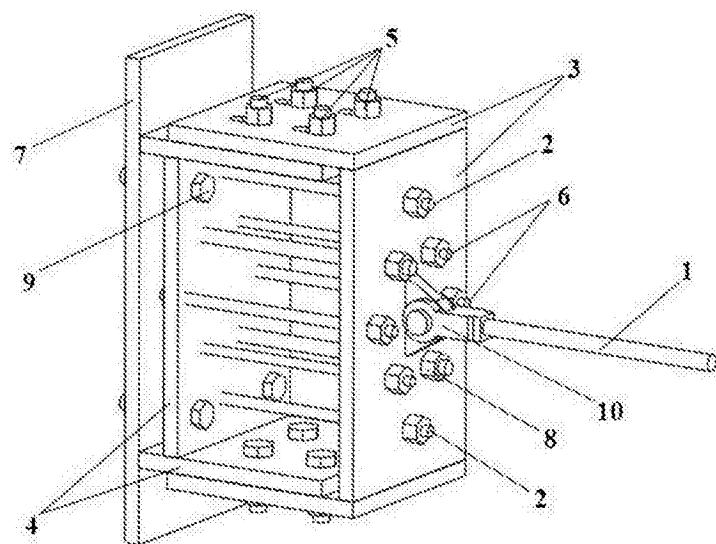


图6