



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201539031 U

(45) 授权公告日 2010. 08. 04

(21) 申请号 200920110671. 8

(22) 申请日 2009. 08. 07

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清
华大学专利办公室

(72) 发明人 郭彦林 王小安 吕清天 兰涛

(51) Int. Cl.

E04B 2/56(2006. 01)

E04B 1/98(2006. 01)

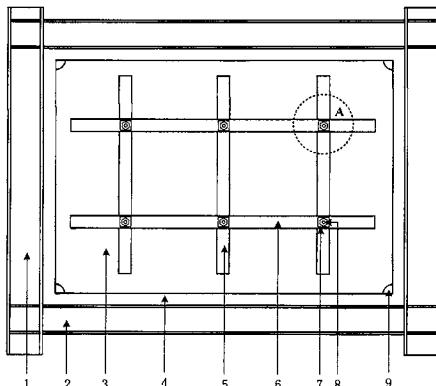
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 实用新型名称

加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型
剪力墙

(57) 摘要

加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙，属于结构工程技术领域。所述剪力墙由内嵌钢板、型钢加劲肋、鱼尾板及边缘构件组成；所述内嵌钢板采用高延性钢材轧制的薄钢板；所述边缘构件由边缘柱和边缘梁组成；所述型钢加劲肋采用工字形、箱形、C 形、L 形、卷边帽形或其它截面形式的型钢；所述内嵌钢板在四角处开四分之一圆弧缺口；所述内嵌钢板与所述边缘构件通过鱼尾板连接；所述内嵌钢板与所述型钢加劲肋之间通过穿透两者的高强度螺栓连接。本实用新型提供的加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙可作为高层建筑钢结构或其它结构的新型抗侧力构件，具有抗震性能好、延性高、施工方便、节约成本的优点，是一种优越的抗震耗能构件。



1. 加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙，所述剪力墙由内嵌钢板、型钢加劲肋、鱼尾板及边缘构件组成，其特征在于，该剪力墙通过在内嵌钢板两侧或一侧配置能够约束薄钢板屈曲的加劲型钢，且加劲型钢与内嵌钢板采用无粘结连接；所述内嵌钢板与所述型钢加劲肋通过穿透两者的高强度螺栓连接；在所述内嵌钢板上开圆孔，直径与螺栓杆直径相当。

2. 根据权利要求 1 所述的抑制型剪力墙，其特征在于，所述型钢加劲肋的布置分为三种形式：

①型钢加劲肋仅横向布置，即仅配置横向型钢加劲肋；

②型钢加劲肋仅竖向布置，即仅配置竖向型钢加劲肋；

③型钢加劲肋沿横向、竖向均布置，即同时配置横向型钢加劲肋与竖向型钢加劲肋。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的抑制型剪力墙，其特征在于，对于型钢加劲肋布置形式①，在所述横向型钢加劲肋上按照一定的间距开大圆孔，大圆孔与螺栓杆的直径差值由大震时层间位移角极限值确定。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的抑制型剪力墙，其特征在于，对于型钢加劲肋布置形式②，在所述竖向型钢加劲肋上按照一定的间距开大圆孔，大圆孔与螺栓杆的直径差值由大震时层间位移角极限值确定。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的抑制型剪力墙，其特征在于，对于型钢加劲肋布置形式③，在所述竖向型钢加劲肋上，与所述横向型钢加劲肋相交处的部位开大圆孔，大圆孔与螺栓杆的直径差值由大震时层间位移角极限值确定；所述高强度螺栓穿过所述内嵌钢板上的圆孔与所述型钢加劲肋上的大圆孔，在螺母与所述型钢加劲肋之间放置钢垫板，并对所述高强度螺栓施加一定的预拉力。

6. 根据权利要求 1 所述的抑制型剪力墙，其特征在于，所述内嵌钢板与所述边缘构件通过所述鱼尾板连接；其中，所述鱼尾板与所述边缘构件采用焊接连接，所述鱼尾板与所述内嵌钢板墙采用焊接或栓接。

7. 根据权利要求 1 所述的抑制型剪力墙，其特征在于，所述内嵌钢板在四角处开四分之一圆弧缺口。

8. 根据权利要求 1 所述的抑制型剪力墙，其特征在于，所述内嵌钢板采用高延性钢材轧制的薄钢板；所述型钢加劲肋采用截面为工字形、箱形、C 形、L 形、卷边帽形；所述边缘构件包括边缘柱和边缘梁。

加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙，属于建筑工程技术领域。

背景技术

[0002] 在高层建筑结构设计中，钢板剪力墙是一种新型的抗侧力结构体系。因为它与钢框架结构同属于一种材料，在抵抗地震作用时表现出相同的延性与耗能能力。

[0003] 厚钢板剪力墙尽管不易屈曲，而且具有很好的滞回耗能曲线，但用钢量大，经济效益较差，很难被市场接受。同时，由于限制钢板墙发生屈曲，工程设计人员很难通过调整钢板的厚度有意改变某个方向的抗侧刚度，因而很少使用。

[0004] 非加劲钢板剪力墙属于薄钢板墙，其在地震作用下首先屈曲并迅速形成拉力带，拉力带锚固在钢板墙的边缘梁柱构件上并给框架结构提供抗侧刚度。由于这种钢板墙采用薄钢板，用钢量低，经济效益特好，已经在美日等国多高层钢结构中开始广泛应用。在我国天津地区，330米高的津塔就采用了钢板剪力墙框架结构。但在非加劲钢板剪力墙应用过程中，人们很快发现其在地震作用过程中，非加劲薄钢板剪力墙却表现出两种缺点，一是滞回曲线存在严重的捏拢现象，不利于消耗地震能量，二是其在水平反复荷载作用下其钢板墙不断屈曲引起的鼓曲噪音，大大地降低了其舒适性，阻碍了其在市场的推广与应用。对于非加劲钢板剪力墙存在的这些缺点，人们在不断的寻求与探索新的加强措施，欲通过抑制钢板墙的屈曲变形来改善其性能。

[0005] 为克服非加劲薄钢板剪力墙的缺点，工程技术人员一般在内嵌钢板上焊接钢板加劲肋，发展出加劲薄钢板剪力墙。焊接的钢板加劲肋可以有效抑制内嵌钢板的局部屈曲，改善内嵌钢板的滞回耗能性能，同时也能降低钢板屈曲发出的声响，解决非加劲钢板墙的舒适性问题。但是，一般加劲薄钢板剪力墙在应用中存在新的问题。在加劲肋与内嵌钢板焊接时，会在焊接位置产生热影响区，产生残余应力，同时使得材料性能退化、材性变脆，而且易于形成焊接缺陷，造成较大的应力集中；在反复荷载作用下，这些热影响区的材料耗能能力变差，材料易于发生脆性断裂；另外，内嵌钢板通常很薄，施焊时操作困难，容易“烧穿”，焊接质量难以得到保证。

[0006] 本申请人也曾经提出一种防屈曲耗能钢板剪力墙 (ZL200410091547.3)，通过在钢板墙两侧配置整块混凝土板来约束钢板墙的屈曲变形，同时为了克服焊接带来的缺陷而改用高强度螺栓把内嵌钢板与混凝土盖板连接起来，而且通过在内嵌钢板螺栓位置开设大圆孔使内嵌钢板与混凝土板之间在大震作用下能够产生滑移，此时仅对内嵌钢板起到面外约束作用，避免了焊接带来的缺陷影响。但是，在内嵌钢板两侧配置整块混凝土板也带来了新的问题，首先是混凝板的出现大大地增加了结构本身的质量，并由此激发了新的地震作用，其次是采用混凝土盖板，其成本大大提高，这是因为一般墙面尺度较大（高度在3米左右，宽度往往在6米以上），在一整块混凝土板内部必然产生很大的内力，加上混凝土板抗拉强度低，在受到内嵌钢板向外鼓曲力时是一个受弯构件，在其截面上主要产生拉应力，不利于

发挥混凝土材料的强度。因此，设计中只有增加混凝土板的厚度，也才能达到抑制内嵌钢板屈曲变形的目的，因而经济效益很低。

实用新型内容

[0007] 为克服上述一般加劲钢板剪力墙与防屈曲耗能钢板剪力墙的缺点，本发明提出一种加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙。通过在内嵌钢板两侧或一侧配置能够约束薄钢板屈曲的加劲型钢且加劲型钢与内嵌钢板采用无粘结连接，不仅可以有效抑制内嵌钢板的局部屈曲，改善内嵌钢板的滞回耗能性能，同时也能降低钢板屈曲发出的声响，解决非加劲钢板墙的舒适性问题，也解决了上述一般加劲钢板剪力墙防屈曲耗能钢板剪力墙的缺点。

[0008] 计算分析表明，采用型钢加劲形式，其型钢刚度大且自身不易屈曲，对内嵌钢板的约束作用与混凝土板相当，且型钢与内嵌钢板之间不采用焊接连接，将避免焊接热影响区的产生，不会造成脆性断裂。

[0009] 为了实现加劲型钢与内嵌钢板之间可以滑动的目的，通过高强度螺栓把外侧加劲型钢与内嵌钢板通过预先制作的螺栓孔连接起来，并施加一定的预应力。在内嵌钢板上螺栓孔与螺栓杆直径相当，加劲型钢上的螺栓孔孔径比螺栓直径稍大，其差值由大震时层间位移角极限值确定。高强度螺栓把加劲型钢与内嵌钢板紧密结合起来，在中小震作用下加劲型钢与内嵌钢板之间通过摩擦力协同工作，二者共同抵抗水平地震作用，在大震作用下二者开始滑移，加劲型钢仅对内嵌钢板提供面外约束作用，避免加劲型钢屈曲并抑制内嵌钢板墙面外屈曲变形发展。

[0010] 本实用新型提出一种加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙，在传统的加劲钢板剪力墙基础上，通过改进加劲肋与内嵌钢板的连接方式，克服了传统的加劲肋与内嵌钢板采用焊接连接带来的缺陷，同时也能有效防止薄钢板墙的面外整体屈曲。本实用新型旨在提供一种具有较大的抗侧力作用，且能在大震作用下有效消能的新型钢板剪力墙。

[0011] 一种加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙，其特征在于，所述钢板剪力墙由内嵌钢板、型钢加劲肋、鱼尾板及边缘构件组成；所述内嵌钢板采用高延性钢材轧制的薄钢板；所述型钢加劲肋采用截面为工字形、箱形、C形、L形、卷边帽形或其它形式的型钢；所述边缘构件包括边缘柱和边缘梁；

[0012] 在上述加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙中，所述内嵌钢板与所述边缘构件通过所述鱼尾板连接；其中，所述鱼尾板与所述边缘构件采用焊接连接，所述鱼尾板与所述内嵌钢板墙采用焊接或栓接；

[0013] 在上述加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙中，所述内嵌钢板在四角处开四分之一圆弧缺口，从而截断角部拉力带的传力路线，使角部集中拉力向两侧转移，拉力场的均匀度得到有效改善；

[0014] 在上述加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙中，在所述内嵌钢板一侧或两侧配置所述型钢加劲肋；所述型钢加劲肋的布置分为三种形式：①型钢加劲肋仅横向布置，即仅配置横向型钢加劲肋；②型钢加劲肋仅竖向布置，即仅配置竖向型钢加劲肋；③型钢加劲肋沿横向、竖向均布置，即同时配置横向型钢加劲肋与竖向型钢加劲肋；其中，

对于形式③,其构造特点在于:所述横向型钢加劲肋通长不断开;所述竖向型钢加劲肋在与所述横向型钢加劲肋相交处断开,并与所述横向型钢加劲肋通过焊接连接,同时须保证与所述内嵌钢板相接触的所述横向型钢加劲肋的表面与所述竖向型钢加劲肋的表面在同一平面内,这样才能保证型钢加劲肋充分约束内嵌钢板;

[0015] 在上述加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙中,所述内嵌钢板与所述型钢加劲肋通过穿透两者的高强度螺栓连接;在所述内嵌钢板上开圆孔,直径与螺栓杆直径相当;对于型钢加劲肋布置形式①,在所述横向型钢加劲肋上按照一定的间距开大圆孔,大圆孔与螺栓杆的直径差值由大震时层间位移角极限值确定;对于型钢加劲肋布置形式②,在所述竖向型钢加劲肋上按照一定的间距开大圆孔,大圆孔与螺栓杆的直径差值由大震时层间位移角极限值确定;对于型钢加劲肋布置形式③,在所述竖向型钢加劲肋上,与所述横向型钢加劲肋相交处的部位开大圆孔,大圆孔与螺栓杆的直径差值由大震时层间位移角极限值确定;对于形式①与形式②,型钢加劲肋上的圆孔间距与型钢刚度、钢板高厚比有关,如果型钢刚度较大、钢板高厚比较小,只需在型钢两端开圆孔即可保证型钢始终对内嵌钢板起约束作用,如果型钢刚度较小、钢板高厚比较大,需要沿着型钢开多个圆孔,才能保证型钢始终对内嵌钢板起约束作用,圆孔间距的大小需根据型钢规格以及螺栓间距等参数确定。

[0016] 所述高强度螺栓穿过所述内嵌钢板上的圆孔与所述型钢加劲肋上的大圆孔,在螺母与所述型钢加劲肋之间放置钢垫板,并对所述高强度螺栓施加一定的预拉力,使所述内嵌钢板和所述型钢加劲肋之间产生一定的预压紧力;这样,在中、小震作用下,所述型钢加劲肋给所述内嵌钢板提供强大的侧向支撑作用,保证所述内嵌钢板不发生整体与局部面外屈曲,且所述型钢加劲肋与所述内嵌钢板之间通过接触摩擦协同受力,共同抵抗外荷载作用;在大震作用下,所述内嵌钢板和所述型钢加劲肋之间的内力差超过它们之间的最大摩擦力,产生相对滑动;所述加劲型钢可以保证所述内嵌钢板不发生面外整体与局部屈曲,从而使所述内嵌钢板能够充分发挥耗能作用。

[0017] 本实用新型提出的加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙,可作为高层建筑钢结构或其它结构的一种新型抗侧力构件,具有抗震性能好、延性高、施工方便、节省成本的优点,是一种优越的抗震耗能构件。

附图说明

[0018] 图1为仅布置横向型钢加劲肋(形式①)的加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙的立面示意图;

[0019] 图2为仅布置竖向型钢加劲肋(形式②)的加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙的立面示意图;

[0020] 图3为同时布置横向型钢加劲肋与竖向型钢加劲肋(形式③)的加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙的立面示意图;

[0021] 图4a为加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙的局部(图3中A区)立面详图;

[0022] 图4b为加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙的局部(图3中A区)立体分解详图;

[0023] 图 5a、图 5b、图 5c、图 5d、图 5e、图 6a、图 6b、图 6c、图 6d、图 6e 为具有各种不同截面形式的型钢加劲肋与内嵌钢板连接示意图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图 1 ~ 6 具体说明这种加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙。

[0025] 一种加劲型钢与内嵌钢板可以滑动的屈曲抑制型剪力墙，主要由内嵌钢板、型钢加劲肋、鱼尾板及边缘构件组成，如图 1 ~ 4 所示，包含如下组成单元：

[0026] 1- 边缘柱；

[0027] 2- 边缘梁；

[0028] 3- 内嵌钢板；

[0029] 4- 鱼尾板；

[0030] 5- 竖向型钢加劲肋；

[0031] 5-1- 工字形型钢；

[0032] 5-2- 箱形型钢；

[0033] 5-3-C 型型钢；

[0034] 5-4-L 型型钢；

[0035] 5-5- 卷边帽形型钢；

[0036] 6- 横向型钢加劲肋；

[0037] 6-1- 工字形型钢；

[0038] 6-2- 箱形型钢；

[0039] 6-3-C 型型钢；

[0040] 6-4-L 型型钢；

[0041] 6-5- 卷边帽形型钢；

[0042] 7- 钢垫板；

[0043] 8- 连接螺栓；

[0044] 9- 内嵌钢板圆弧缺口；

[0045] 10- 连接螺栓的螺母；

[0046] 11- 连接螺栓的螺杆；

[0047] 12- 型钢加劲肋上预留的大圆孔；

[0048] 其中，边缘柱 1 与边缘梁 2 组成边缘构件；内嵌钢板 3 采用高延性钢材轧制的薄钢板，并在内嵌钢板 3 的四角开四分之一圆弧缺口 9；内嵌钢板 3 与边缘构件 1、2 通过鱼尾板 4 连接，鱼尾板 4 与边缘构件 1、2 采用焊接连接，鱼尾板 4 与内嵌钢板 3 采用焊接或栓接连接；

[0049] 其中，如图 5 所示，竖向型钢加劲肋 5 与横向型钢加劲肋 6 均采用截面为工字形（图 5.a）、箱形（图 5.b）、C 形（图 5.c）、L 形（图 5.d）、卷边帽形（图 5.e）或其它形式的型钢。型钢加劲肋的布置形式分为三种，分别为：①如图 1 所示的仅布置横向型钢加劲肋 6，②如图 2 所示的仅布置竖向型钢加劲肋 5，③如图 3 所示的同时配置竖向型钢加劲肋 5 与横向型钢加劲肋 6；对于形式③，横向型钢加劲肋 6 通长不断开；竖向型钢加劲肋 5 在与横向

型钢加劲肋 6 相交处截断，并与横向型钢加劲肋 6 采用焊接连接，焊接时须保证与内嵌钢板 3 相接触的竖向型钢加劲肋 5 的表面与横向型钢加劲肋 6 的表面在同一平面内；

[0050] 其中，在内嵌钢板 3 的一侧或两侧配置型钢加劲肋，型钢加劲肋的布置形式可以是形式①（如图 1 所示）、形式②（如图 2 所示）或形式③（如图 3 所示）；内嵌钢板 3 与型钢加劲肋之间通过穿透两者的连接螺栓 8 连接；连接螺栓 8 采用高强度螺栓；

[0051] 在内嵌钢板 3 上开圆孔，直径与连接螺栓 8 的螺栓杆 11 的直径相当；在型钢加劲肋上开大圆孔 12，大圆孔 12 与连接螺栓 8 的螺栓杆 11 的直径差值 Δd 由大震时层间位移角极限值确定；型钢加劲肋上开大圆孔的位置与型钢加劲肋的布置形式有关：对于形式①，在横向型钢加劲肋 6 上等间距开大圆孔 12，圆孔间距与型钢刚度、钢板高厚比有关，根据具体情况确定；对于形式②，在竖向型钢加劲肋 5 上等间距开大圆孔 12，圆孔间距与型钢刚度、钢板高厚比有关，根据具体情况确定；对于形式③，如图 4 所示，在竖向型钢加劲肋 5 与横向型钢加劲肋 6 相交处开大圆孔 12，即在横向型钢加劲肋 6 上，与竖向型钢加劲肋 5 相交处；

[0052] 连接螺栓 8 穿过内嵌钢板 3 上的圆孔与型钢加劲肋上的大圆孔 12，并在连接螺栓的螺母 10 与竖向型钢加劲肋 5 之间搁置钢垫板 7；对连接螺栓 8 施加一定的预拉力。

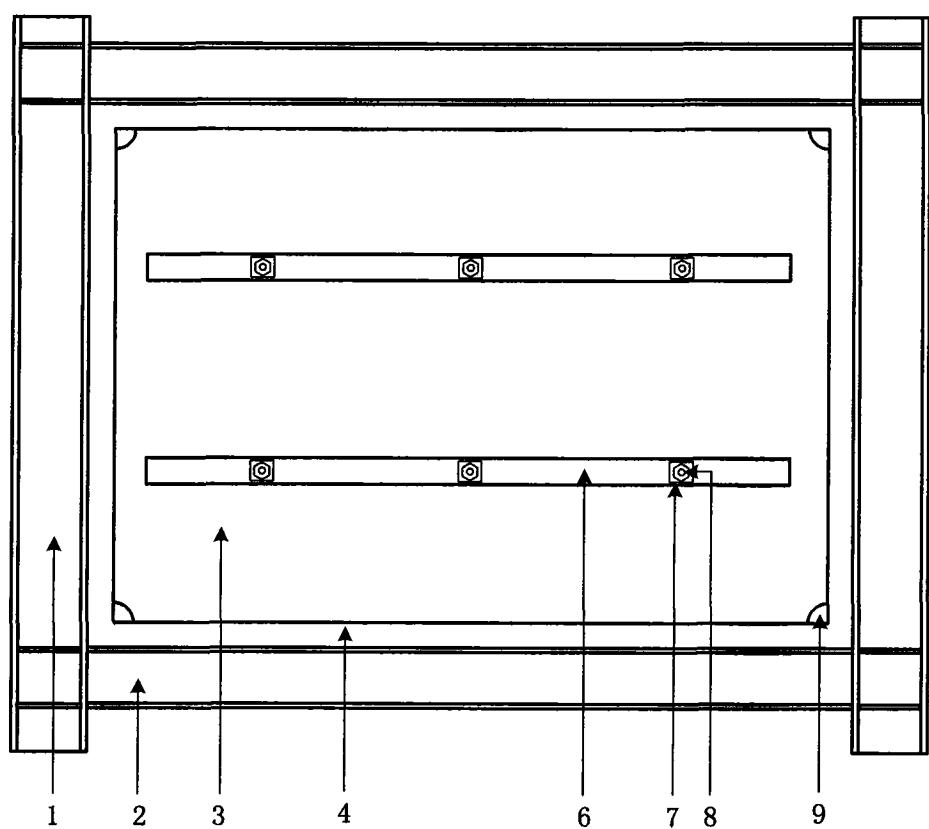


图 1

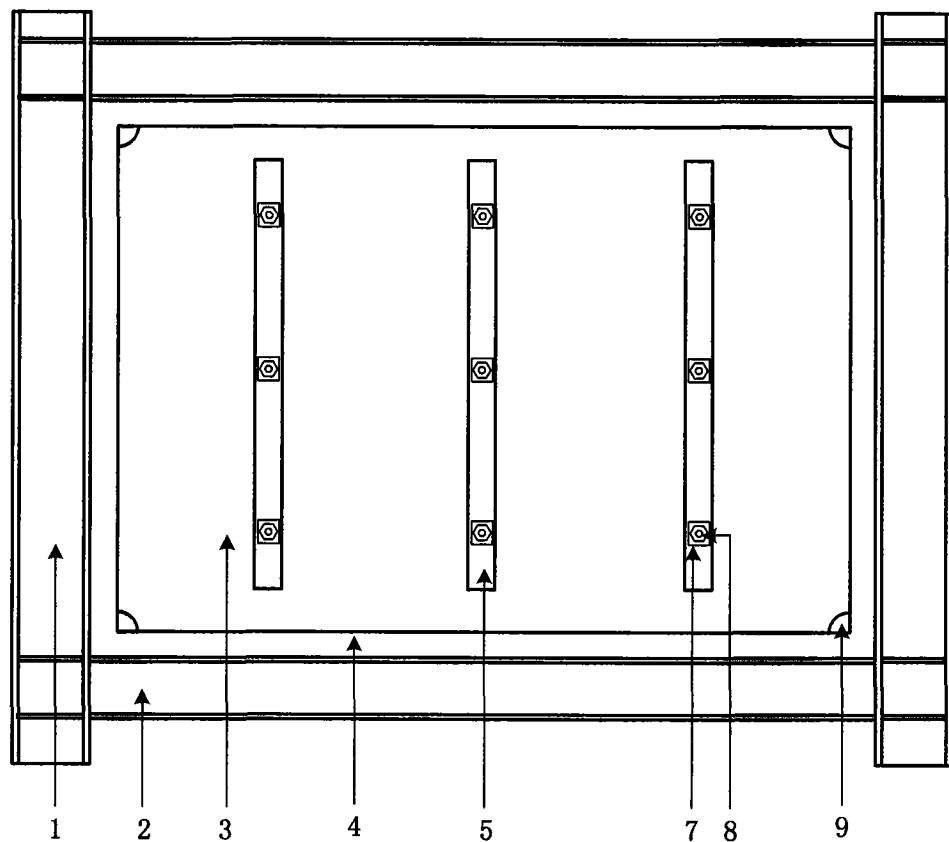


图 2

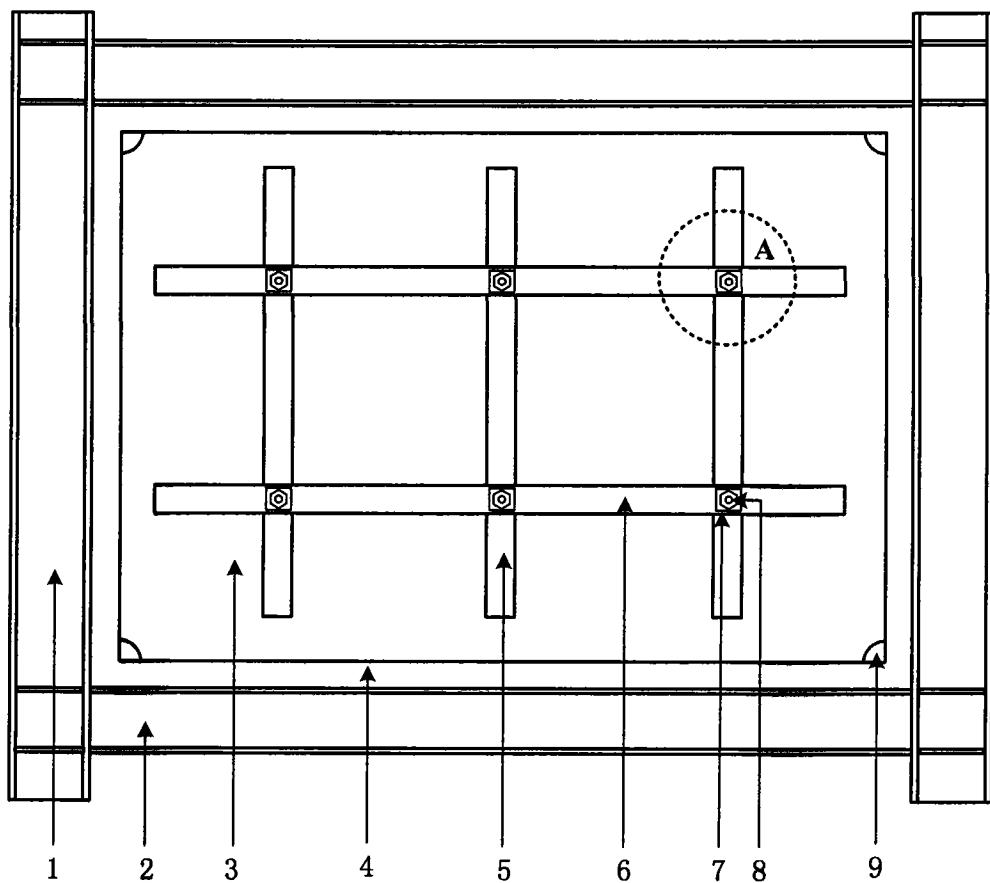


图 3

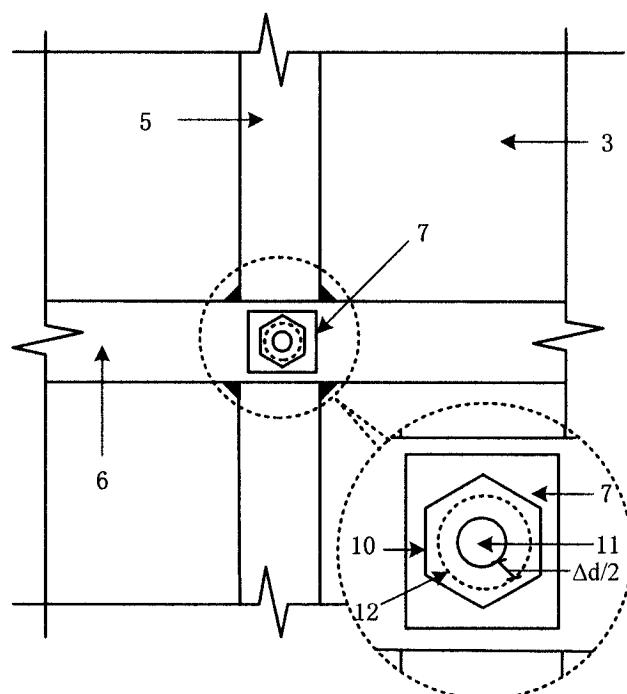


图 4a

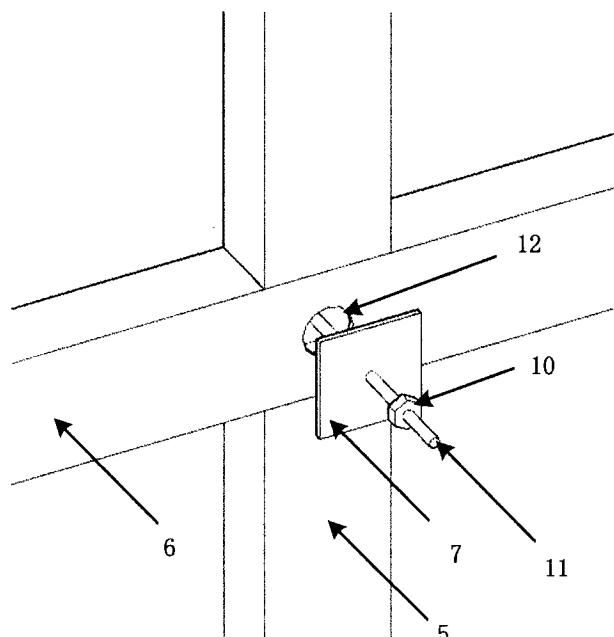


图 4b

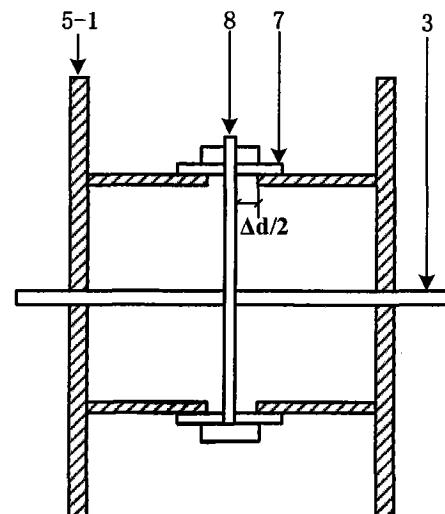


图 5a

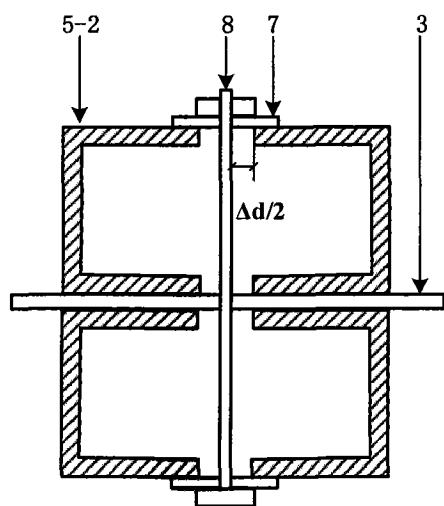


图 5b

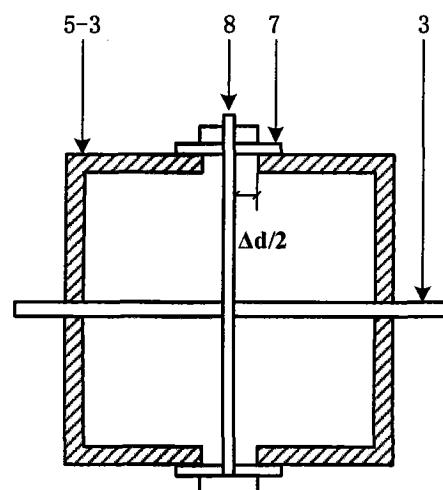


图 5c

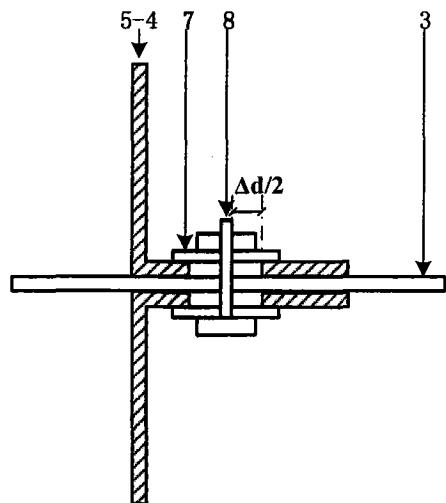


图 5d

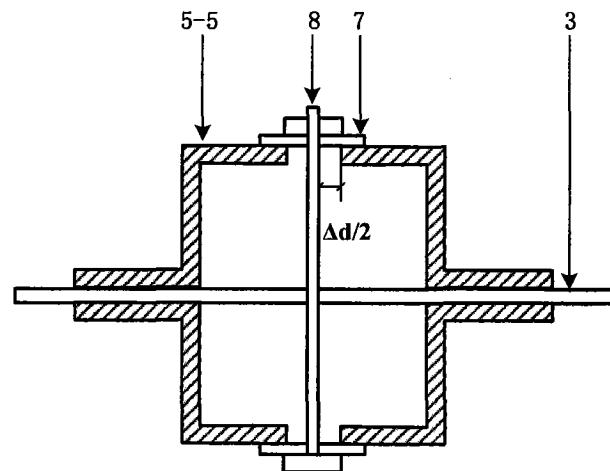


图 5e

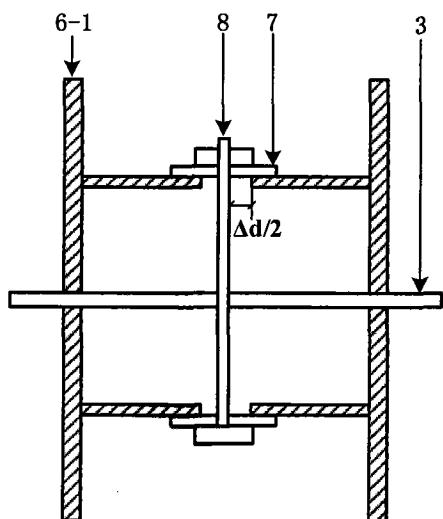


图 6a

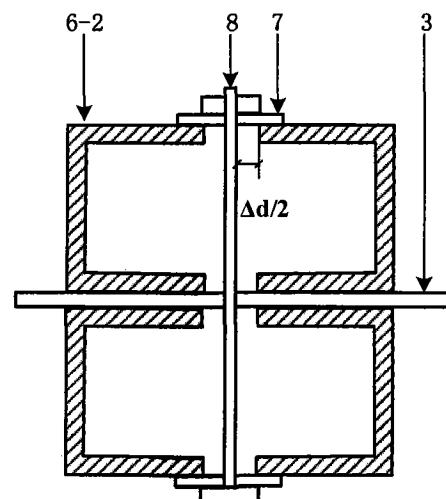


图 6b

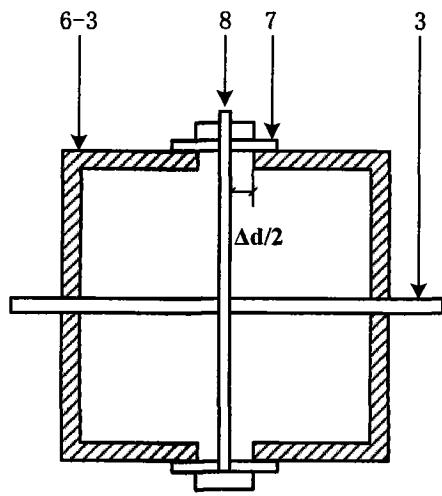


图 6c

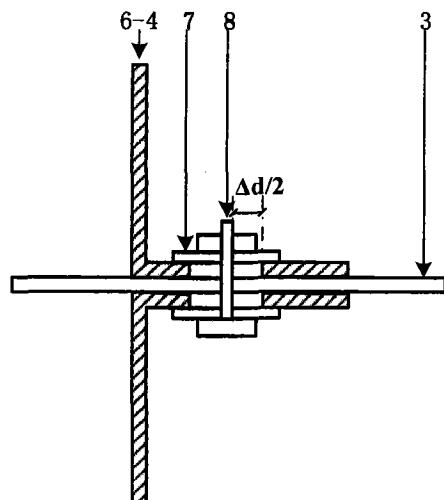


图 6d

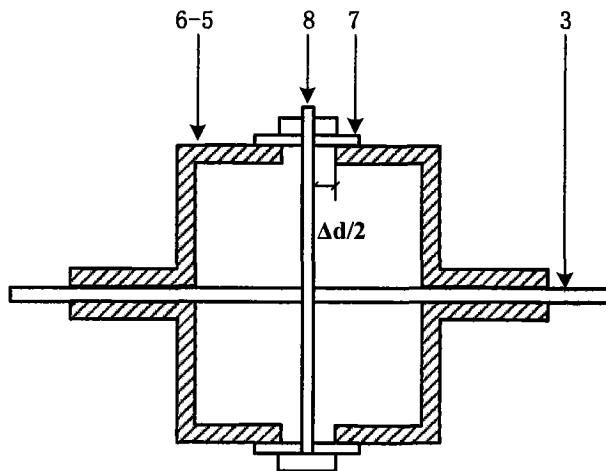


图 6e