



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104963279 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 07

(21) 申请号 201510357180. 3

(22) 申请日 2015. 06. 25

(71) 申请人 华侨大学

地址 362000 福建省泉州市丰泽区城东华侨大学

申请人 中交第一公路勘察设计研究院有限公司

(72) 发明人 李海锋 王海 韩枫 彭兴黔

(74) 专利代理机构 泉州市文华专利代理有限公司 35205

代理人 陈智海

(51) Int. Cl.

E01D 19/02(2006. 01)

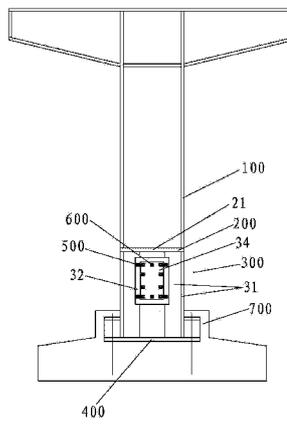
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种新型箱形钢桥墩

(57) 摘要

本发明公开了一种新型箱形钢桥墩,包括从上到下依次焊固在一起的箱形钢桥墩本体、横隔板、防屈曲耗能框体和底板,防屈曲耗能框体的外形呈中空方形体结构,防屈曲耗能框体具有四块直角 L 形的高强钢板和四块平板状的低屈服点钢板,四块高强钢板构成中空方形体的四个角,相邻两块高强钢板的相应臂之间通过一块低屈服点钢板可拆卸地连接在一起,各低屈服点钢板的外侧面与各高强钢板的相应臂的外侧面相齐平;每一低屈服点钢板的内外两侧还分别锁固有内约束钢板和外约束钢板。本发明提供的箱形钢桥墩构造简单、现场施工快捷、震后可快速检测修复,便于在实际工程中推广应用。



1. 一种新型箱形钢桥墩,其特征在于:包括从上到下依次焊固在一起的箱形钢桥墩本体、横隔板、防屈曲耗能框体和底板,上述防屈曲耗能框体的外形呈与上述箱形钢桥墩本体的形状相吻合的中空方形体结构,上述防屈曲耗能框体具有四块直角 L 形的高强钢板和四块平板状的低屈服点钢板,四块上述高强钢板构成上述中空方形体的四个角,相邻两块上述高强钢板的相应臂之间通过一块上述低屈服点钢板可拆卸地连接在一起,各上述低屈服点钢板的外侧面与各上述高强钢板的相应臂的外侧面相齐平;每一上述低屈服点钢板的内外两侧还分别锁固有内约束钢板和外约束钢板。

2. 根据权利要求 1 所述的一种新型箱形钢桥墩,其特征在于:上述高强钢板的高度为上述箱形钢桥墩本体的横截面最大外形尺寸的 1.0-1.5 倍;上述高强钢板的单臂的臂长为上述箱形钢桥墩本体相应横截面宽度的 1/4;上述高强钢板的厚度 $t_{高} = 2f_{普} t_{普} / f_{高}$, 式中, $f_{普}$ 为上述箱形钢桥墩本体的壁板的屈服强度, $t_{普}$ 为上述箱形钢桥墩本体的壁板的厚度, $f_{高}$ 为上述高强钢板材料屈服强度。

3. 根据权利要求 1 所述的一种新型箱形钢桥墩,其特征在于:上述低屈服点钢板的宽度为上述箱形钢桥墩本体相应横截面宽度的 1/2,上述低屈服点钢板与上述横隔板和桥墩下部基础顶面之间均留有 20mm-30mm 距离。

4. 根据权利要求 1 所述的一种新型箱形钢桥墩,其特征在于:上述低屈服点钢板与上述高强钢板之间采用高强摩擦型螺栓连接在一起;或者,上述低屈服点钢板、上述内约束钢板、上述外约束钢板和上述高强钢板四者之间采用高强摩擦型螺栓连接在一起。

5. 根据权利要求 1 所述的一种新型箱形钢桥墩,其特征在于:上述低屈服点钢板与上述内、外约束钢板之间通过穿透三者的螺栓或预应力螺栓连接;上述内、外约束钢板上开有椭圆型孔以便螺栓穿过且有足够的滑移空间。

一种新型箱形钢桥墩

技术领域

[0001] 本发明涉及土木工程领域钢桥墩耗能结构形式,具体指一种根部设置防屈曲耗能框体的箱形钢桥墩,属于桥梁工程中钢桥墩技术领域。

背景技术

[0002] 地震灾害具有突发性和毁灭性,严重威胁着人类生命、财产的安全。我国地处世界上两个最活跃的地震带上,是遭受地震灾害最严重的国家之一,地震造成的人员伤亡和经济损失十分巨大。而交通运输的关键环节—桥梁,在抗震救灾中担任着运输物资、抢救生命的重大责任,研究桥梁新型抗震体系的意义重大。

[0003] 当前基于延性设计的桥墩中,预设的截面延性变形机制主要通过桥墩结构材料的屈服形成截面塑性铰来实现。但存在以下几点不足:1、截面延性变形过大难以局部恢复,进而导致被整体拆除;2、即便延性变形在限制内,设计截面的承载力和刚度都会明显下降,不利于继续工作;3、对于交通生命线上的桥墩拆除和重建会阻碍交通,加剧城市交通拥堵现象。

[0004] 在地震动作用下,水平地震力将集中作用于上部结构,并传递到下部桥墩。相对于下部桥墩,桥梁的上部结构的强度和刚度都足够大,因此,与上部结构和基础承台相比,下部桥墩的抗震设计和性能尤为重要。现阶段,国内外的桥墩大多采用钢筋混凝土结构形式,这种形式的桥墩抗压性能好,但延性差,在地震中易破坏,且在地震过后,即便结构不发生倒塌,也会因发生过大的、不可恢复的塑形变形,而最终需要拆除、重建。给震后抢险救灾带来麻烦,造成的间接损失也十分巨大。

[0005] 为了提高桥梁的抗震性能,在一些地震频发地区,如美国、日本、以及我国的台湾地区,已开始用钢桥墩作为桥梁的下部支撑结构。与钢筋混凝土桥墩相比,钢桥墩不仅具有良好的抗震性能,还具有自重轻、占地少、施工方便快捷、震后检测修复方便等显著优点。我国在城市高架桥、高速公路桥梁以及人行天桥等建设中,正逐渐采用钢桥墩作为桥梁的下部支撑构件。而箱形钢桥墩在两个主轴方向均有较好的抗弯性能,在实际工程中应用更为普遍。但是在地震中箱形钢桥墩根部壁板易发生局部屈曲变形,致使箱形钢桥墩的抗震性能急剧恶化。

[0006] 低屈服点钢的力学特点是屈服强度低,屈服应变小,强度稳定,变形能力强。低屈服点钢有非常强的耗能能力,并且有很长的低周循环疲劳寿命,可焊性好等优点。用低屈服点钢材制成的耗能装置可减少中震后的修复工作,并能显著降低大震下结构的损伤。因此低屈服点钢的应用成为增强结构变形耗能的一个重要途径。我国用于建筑抗震领域的低屈服点钢,现已开发出屈服强度为100MPa、160MPa、225MPa三种级别。这为我国开展低屈服点钢在建筑耗能减震领域的应用研究提供了必要的物质基础条件。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种新型箱形钢桥墩,其抗震性能好、便于震后损伤检测

及快速修复。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0009] 一种新型箱形钢桥墩,包括从上到下依次焊固在一起的箱形钢桥墩本体、横隔板、防屈曲耗能框体和底板,上述防屈曲耗能框体的外形呈与上述箱形钢桥墩本体的形状相吻合的中空方形体结构,上述防屈曲耗能框体具有四块直角 L 形的高强钢板和四块平板状的低屈服点钢板,四块上述高强钢板构成上述中空方形体的四个角,相邻两块上述高强钢板的相应臂之间通过一块上述低屈服点钢板可拆卸地连接在一起,各上述低屈服点钢板的外侧面与各上述高强钢板的相应臂的外侧面相齐平;每一上述低屈服点钢板的内外两侧还分别锁固有内约束钢板和外约束钢板,设置上述内、外两约束钢板可防止薄壁低屈服点钢板发生平面外弯曲屈曲,保证低屈服点钢板剪压屈服耗能。

[0010] 上述高强钢板的高度为上述箱形钢桥墩本体的横截面最大外形尺寸的 1.0-1.5 倍;上述高强钢板的单臂的臂长为上述箱形钢桥墩本体相应横截面宽度的 1/4;上述高强钢板的厚度 $t_{高} = 2f_{普} t_{普} / f_{高}$, 式中, $f_{普}$ 为上述箱形钢桥墩本体的壁板的屈服强度, $t_{普}$ 为上述箱形钢桥墩本体的壁板的厚度, $f_{高}$ 为上述高强钢板材料屈服强度;构成上述防屈曲耗能框体的四角处的上述高强钢板起到受力骨架作用,可提供足够的承载能力和刚度,且其极限弹性应变值较大,可保证上述低屈服点钢板屈服耗能。

[0011] 上述低屈服点钢板的宽度为上述箱形钢桥墩本体相应横截面宽度的 1/2,上述低屈服点钢板与上述横隔板和桥墩下部基础顶面之间均留有 20mm-30mm 距离。

[0012] 上述低屈服点钢板与上述高强钢板之间采用高强摩擦型螺栓连接在一起;或者,上述低屈服点钢板、上述内约束钢板、上述外约束钢板和上述高强钢板四者之间采用高强摩擦型螺栓连接在一起。

[0013] 上述低屈服点钢板与上述内、外约束钢板之间通过穿透三者的螺栓或预应力螺栓连接;上述内、外约束钢板上开有椭圆型孔以便螺栓穿过且有足够的滑移空间。

[0014] 采用上述方案后,本发明具有以下优点和积极效果:

[0015] (1) 充分发挥高强钢的材料力学性能。高强钢板具有较大的极限弹性应变值,为低屈服点钢板屈服耗能提供保证;且高强钢板起到受力骨架作用,可提供足够的承载能力和刚度。

[0016] (2) 充分发挥低屈服点钢的剪压屈服耗能能力。通过在低屈服点钢板两侧加约束钢板的形式,可以有效防止薄壁低屈服点钢板发生平面外弯曲屈曲,充分发挥低屈服点钢板剪压屈服耗能能力。

[0017] (3) 震后可快速检测评定桥墩的抗震性能,迅速修复补强箱形钢桥墩的抗震能力,确保作为生命线工程的桥梁保持畅通,对震后紧急救援和灾后重建具有至关重要作用。

[0018] (4) 现场施工快捷。箱形钢桥墩各部件,包括低屈服点钢板、横隔板等均可在工厂内加工制作,现场仅需吊装。对于城市交通流量大的路段,采用此箱形钢桥墩可大幅缩短交通管制时间,因此,在城市立交桥、高架桥及人行天桥新建及改建工程中应用效果更显著。

[0019] (5) 本发明提供的箱形钢桥墩具有抗震性能好、延性高、耗能好等优点。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明新型箱形钢桥墩的立面图。

- [0021] 图 2 为本发明中防屈曲耗能框体的第一种结构的横截面示意图。
[0022] 图 3 为本发明中低屈服点钢板与内、外约束钢板的安装示意图。
[0023] 图 4 为本发明中横隔板的结构示意图。
[0024] 图 5 为本发明中底板的结构示意图。
[0025] 图 6 为本发明中防屈曲耗能框体第二种结构的横截面示意图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明作进一步说明：

[0027] 本发明提供一种新型箱形钢桥墩，如图 1 所示，包括从上到下依次焊固在一起的箱形钢桥墩本体 100、横隔板 200、防屈曲耗能框体 300 和底板 400。

[0028] 防屈曲耗能框体 300 的外形呈与箱形钢桥墩本体 100 的形状相吻合的中空方形体结构，横隔板 200 为尺寸与箱形钢桥墩本体 100 的横截面相符的方形板，箱形钢桥墩本体 100 和防屈曲耗能框体 300 通过横隔板 200 焊固在一起，横隔板 200 可保证箱形钢桥墩本体 100 与防屈曲耗能框体 300 传力顺畅，形成整体共同抵抗外部荷载作用；为减轻自重和方便使用阶段检修维护，如图 4 所示，横隔板 200 中间设置圆形孔洞 21。

[0029] 如图 2 所示，防屈曲耗能框体 300 具有四块直角 L 形的高强钢板 31 和四块平板状的低屈服点钢板 32，四块高强钢板 31 两两并列构成上述中空方形体的四个角，相邻两块高强钢板 31 的相应臂之间通过一块低屈服点钢板 32 可拆卸地连接在一起，具体地：高强钢板 31 外侧壁的两侧端部上分别凹设有沿低屈服点钢板 32 的高度方向延伸的，并供低屈服点钢板 32 的侧端部叠设于内的安装凹陷，低屈服点钢板 32 的侧端部通过若干高强摩擦型连接螺栓 500 锁固在此安装凹陷内。连接螺栓 500 由螺杆、螺母、钢垫片组成，为防止长期使用过程中连接螺栓松动，采用双螺帽连接形式。

[0030] 相邻两块高强钢板 31 的相应臂与连接于它们之间的一块低屈服点钢板 32 构成防屈曲耗能框体 300 的一个侧壁。于防屈曲耗能框体 300 的一侧壁上，两块高强钢板 31 的相应臂的外侧面与低屈服点钢板 32 的外侧面相齐平。

[0031] 高强钢板 31 的高度为箱形钢桥墩本体 100 的横截面最大外形尺寸的 1.0-1.5 倍；高强钢板 31 的单臂（L 形的一个臂）的臂长为箱形钢桥墩本体 100 相应横截面宽度的 1/4；高强钢板 31 的厚度 $t_{高} = 2f_{普} t_{普} / f_{高}$ ，式中， $f_{普}$ 为箱形钢桥墩本体 100 的壁板的屈服强度， $t_{普}$ 为箱形钢桥墩本体 100 的壁板的厚度， $f_{高}$ 为高强钢板 31 的材料屈服强度（采用 390MPa、420MPa 或 460MPa）。构成防屈曲耗能框体 300 的四角处的四块高强钢板 31 起到受力骨架作用，可提供足够的承载能力和刚度，且其极限弹性应变值较大，可保证低屈服点钢板 32 屈服耗能。

[0032] 低屈服点钢板 32 的材料为低屈服点钢，屈服强度为 100MPa、160MPa 或 225MPa；低屈服点钢板 32 的宽度为箱形钢桥墩本体 100 相应横截面宽度的 1/2，设置在相邻两块高强钢板 31 的相应臂之间的中间位置处，高强钢板 31 的顶部与横隔板 200 的下表面焊固在一起、底部与底板 400 焊固在一起，低屈服点钢板 32 与横隔板 200 和桥墩下部基础 700 的顶面之间均留有 20mm-30mm 距离。

[0033] 如图 2-3 所示，每一低屈服点钢板 32 的内外两侧还分别锁固有内约束钢板 33 和外约束钢板 34，内约束钢板 33 和外约束钢板 34 厚度相同；低屈服点钢板 32 与内、外约束

钢板 33、34 之间通过穿透三者的螺栓或预应力螺栓 600 连接；内、外约束钢板 33、34 上开有椭圆型孔以便螺栓穿过且有足够的滑移空间。本发明中，防屈曲耗能框体 300 的第一种结构如图 2 所示，内、外约束钢板 33、34 的尺寸小于低屈服点钢板 32 的尺寸，且其端部与低屈服点钢板 32 的边缘或与连接螺栓 500 的垫片之间的距离为 10mm ~ 20mm。

[0034] 本发明中，防屈曲耗能框体 300 的另一种结构如图 6 所示，还可将低屈服点钢板 32、内约束钢板 33、外约束钢板 33 三者共同通过螺栓与高强钢板 31 进行连接。这种情况下，内、外约束钢板 33、34 的尺寸与低屈服点钢板 32 相同，其端部与低屈服点钢弧 32 边缘平齐。

[0035] 本发明中，低屈服点钢板 32 为主要屈服耗能部件，低屈服点钢板 32 的内外两侧锁固内、外约束钢板 33、34（材料为普通钢板），可抑制其平面外弯曲屈曲变形，是全截面的塑形屈服耗能，保证其剪压屈服耗能，桥墩被破坏后，可保证桥墩根部外观无大改变。因此，此类根部设置防屈曲耗能框体 300 的箱形钢桥墩延性好、耗能能力强、抗震性能优良；通过检测四块低屈服点钢板 32 的屈服状况可迅速评定震后箱形钢桥墩的抗震性能，且更换防屈曲耗能框体后可快速修复其抗震能力。

[0036] 本发明中，根据不同的设计需要，防屈曲耗能框体 300 可分为大震滑移的防屈曲耗能框体和完全滑移的防屈曲耗能框体两种。

[0037] 对于大震滑移的防屈曲耗能框体，螺栓施加一定的预拉力，在内、外约束钢板和低屈服点钢板之间产生一定的压紧力，在小震作用下既能保证低屈服点钢板不发生局部屈曲，且与低屈服点钢板通过接触摩擦共同受力，提供强大的面外约束作用；在大震作用下，低屈服点钢板和内、外约束钢板之间的内力差超过它们之间的摩擦力，将产生相对滑动；在保证中间低屈服点钢板不发生面外屈曲的情况下，低屈服点钢板充分发挥耗能作用。

[0038] 对于完全滑移的防屈曲耗能框体，螺栓不施加预应力；在小震和大震作用下，内、外约束钢板与低屈服点钢板之间均可以滑移，约束钢板对低屈服点钢板仅提供面外约束，不参与面内受力；低屈服点钢板提供面内刚度和耗能能力。

[0039] 如图 5 所示，底板 400 为方形板，其周边留有锚栓孔 41，便于箱形钢桥墩与基础固定。

[0040] 安装时，本发明按下列步骤实施：

[0041] (1) 确定高强钢板 31 的高度：取箱形钢桥墩本体 100 横截面最大外形尺寸的 1.0-1.5 倍。

[0042] (2) 依据高强钢板 31 的高度确定横隔板 200 的焊接位置，把横隔板 200 与防屈曲耗能框体 300 的高强钢板 31 以及箱形钢桥墩本体 100 的普通钢壁板焊接成整体。

[0043] (3) 将同一侧壁的低屈服点钢板 32 和内、外约束钢板 33、34 之间通过穿透此三块钢板的螺栓或预应力螺栓 600 连接在一起。采用防屈曲耗能框体 300 的第一种结构时，内、外约束钢板 33、34 的尺寸小于低屈服点钢板 32 的尺寸，且其端部与低屈服点钢板 32 的边缘或与高强摩擦型连接螺栓 500 的垫片之间的距离为 10mm ~ 20mm。采用防屈曲耗能框体 300 的第二种结构时，内、外约束钢板 33、34 的尺寸与低屈服点钢板 32 相同，其端部与低屈服点钢板 32 边缘平齐。

[0044] (4) 将带有内、外约束钢板 33、34 的低屈服点钢板 32 和高强钢板 31 用高强摩擦型连接螺栓 500 连接。采用防屈曲耗能框体 300 的第一种结构时，只将低屈服点钢板 32 与高

强钢板 31 用连接螺栓 500 连接；采用防屈曲耗能框体 300 的第二种结构时，将低屈服点钢板 32 和内、外约束钢板 33、34 一起与高强钢板 31 用连接螺栓 500 连接。连接螺栓 500 设钢垫片，采用双螺帽连接。

[0045] (5) 把底板 400 和高强钢板 31 焊接成整体。

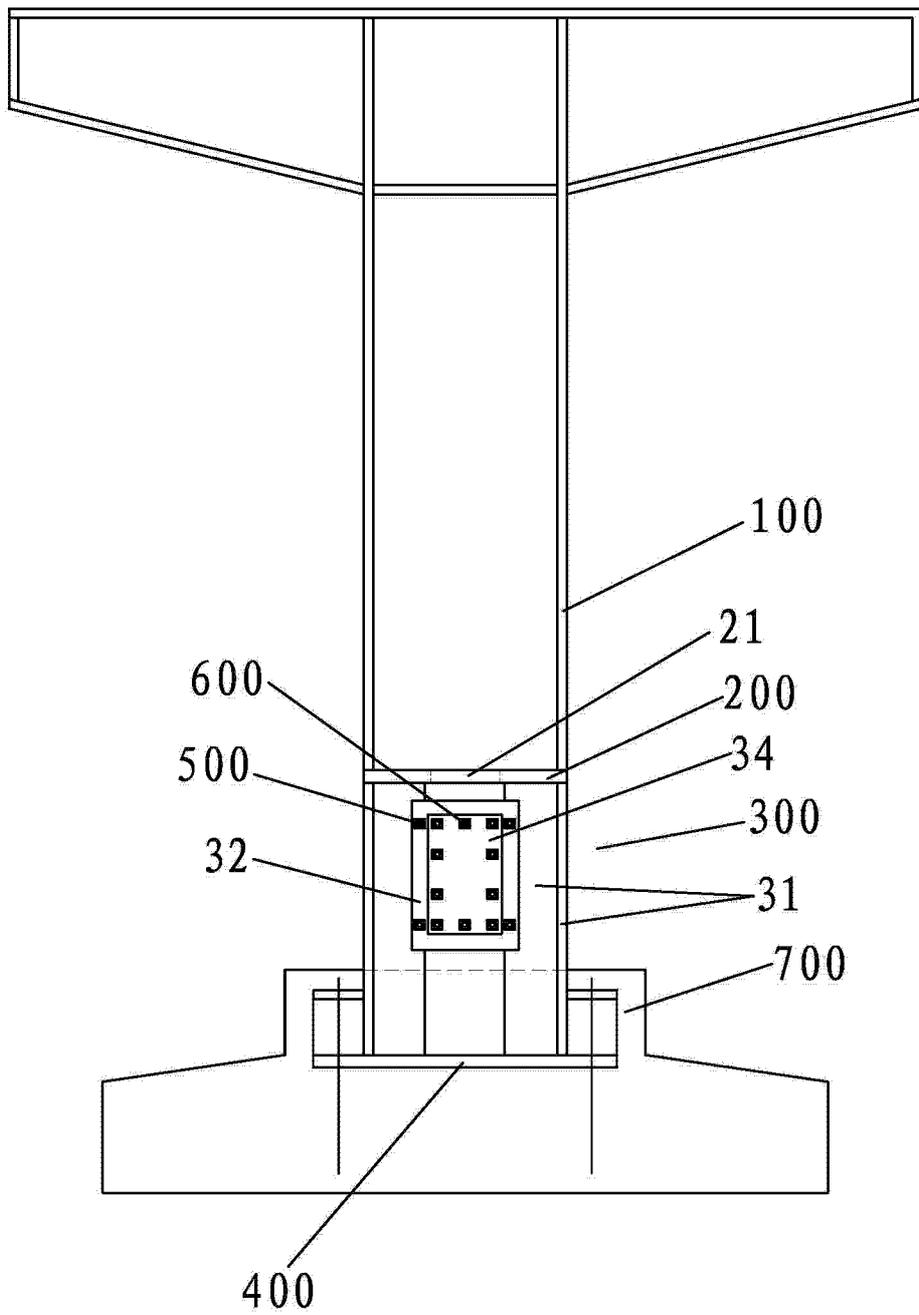


图 1

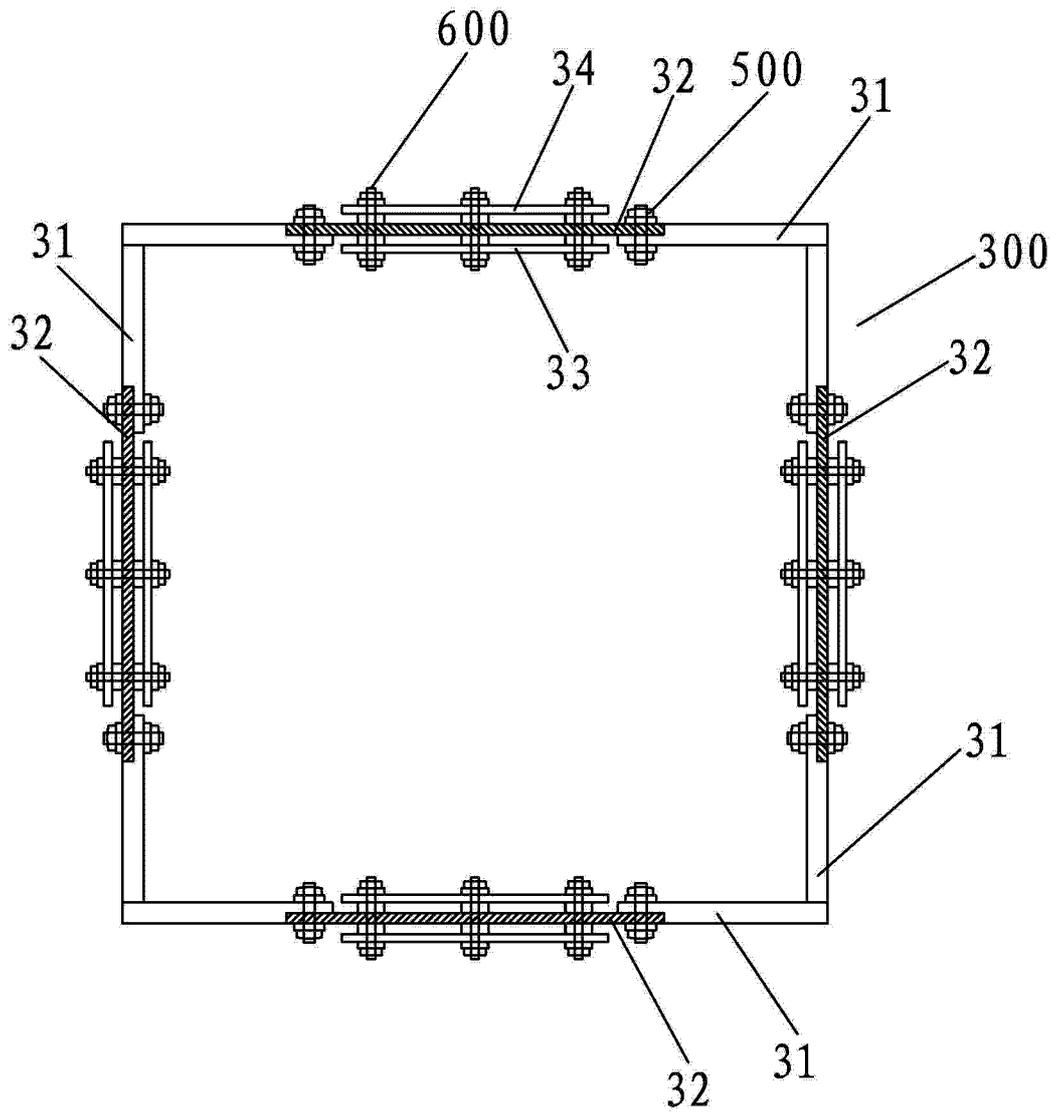


图 2

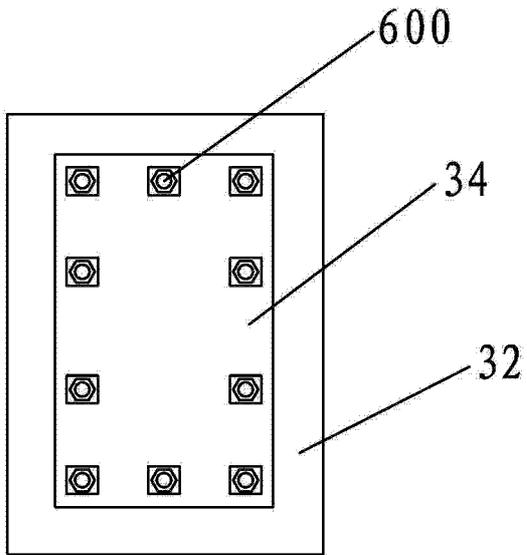


图 3

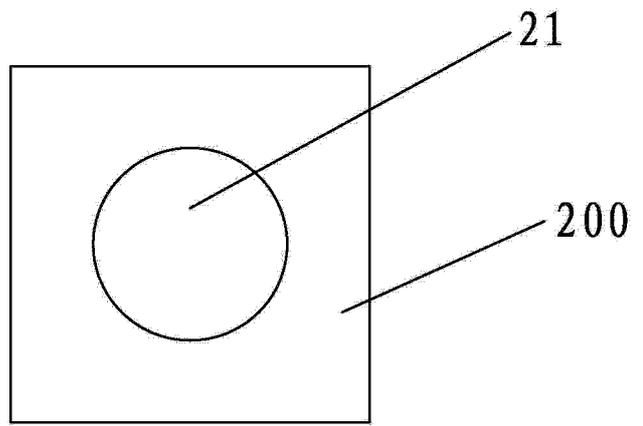


图 4

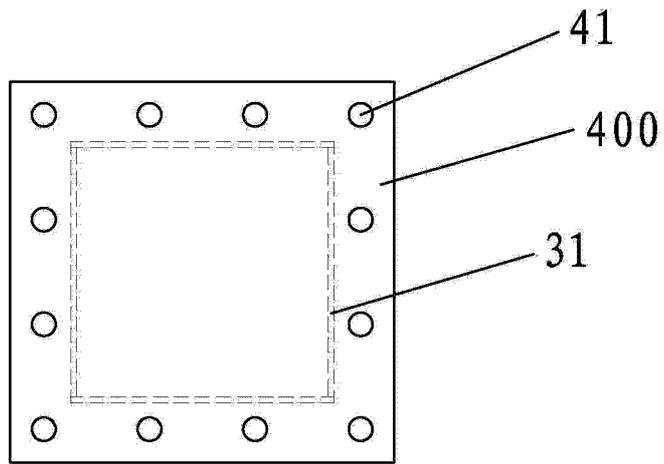


图 5

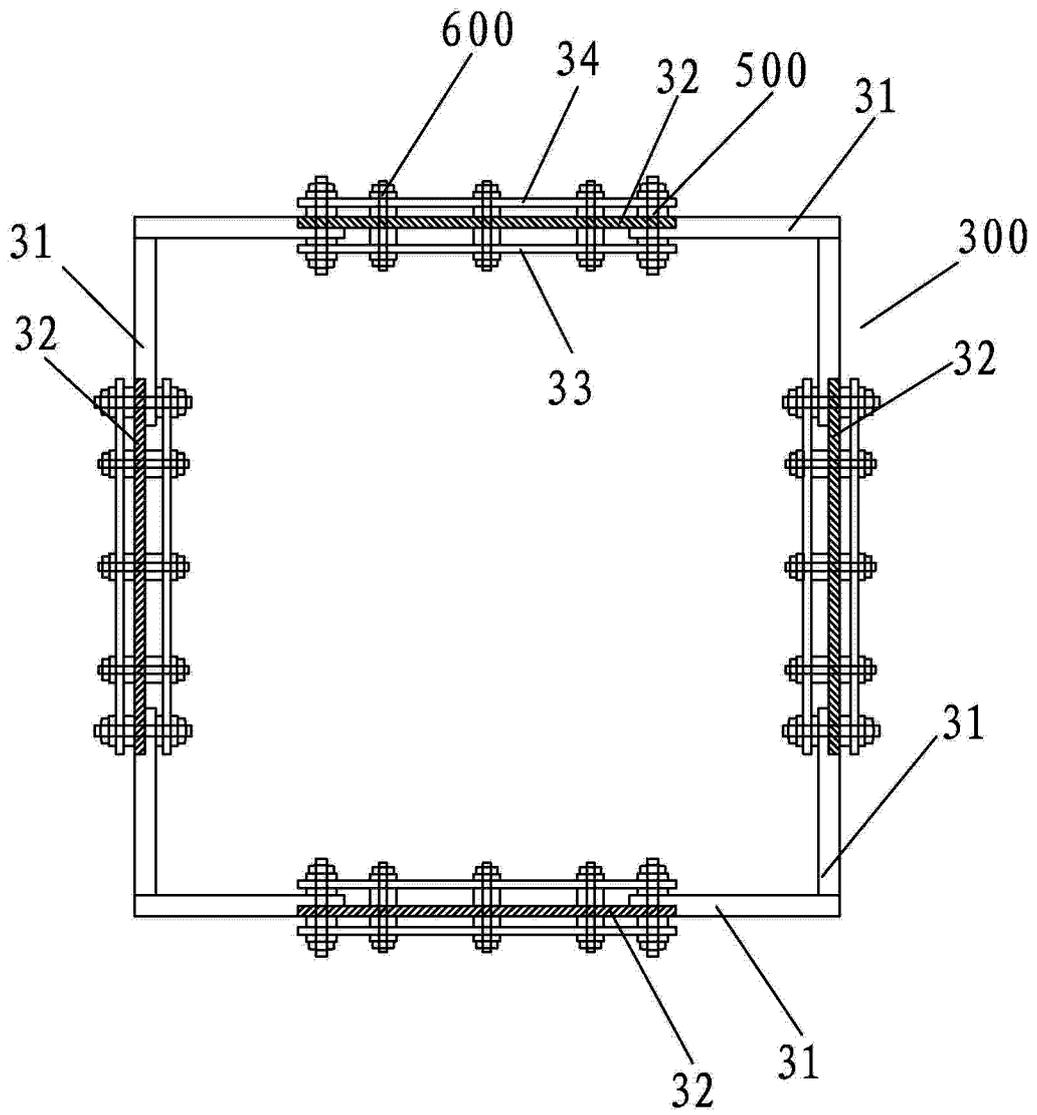


图 6