



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110206147 B

(45) 授权公告日 2020.12.08

(21) 申请号 201910532718.8

E04B 1/98 (2006.01)

(22) 申请日 2019.06.19

E04H 9/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 于娜

申请公布号 CN 110206147 A

(43) 申请公布日 2019.09.06

(73) 专利权人 中国航空规划设计研究总院有限公司

地址 100120 北京市西城区德外大街12号

(72) 发明人 葛家琪 王明珠 张国军 王树  
刘鑫刚 王鹤翔 刘邦宁

(74) 专利代理机构 北京中建联合知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11004

代理人 刘湘舟

(51) Int. Cl.

E04B 1/24 (2006.01)

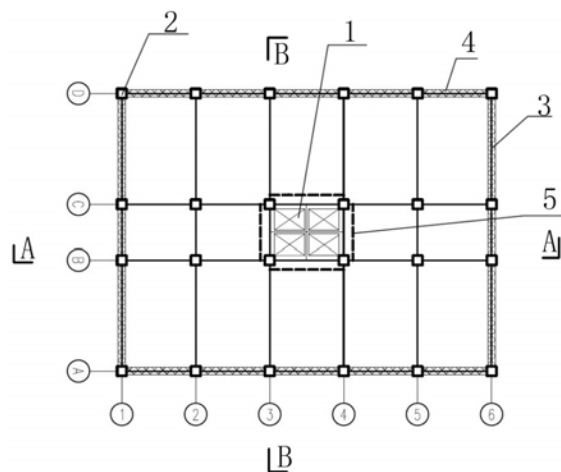
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

## (54) 发明名称

附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系及施工方法

## (57) 摘要

本发明的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系及施工方法属于结构工程技术领域,该体系包括核心筒、外框架柱、外框架梁和外墙板。外墙板的底部和顶部两侧沿外墙板的厚度方向均部分开设有第一槽口,外墙板的两侧与相邻两层的外框架梁之间均设有刚度可调的连接装置,连接装置包括摩擦片、连接角钢和预紧力螺栓,摩擦片卡入第一槽口中。连接角钢的竖板贴合设置在外墙板的两侧并且其竖板上开设有水平向长圆孔,连接角钢的水平板与外框架梁的翼缘板可拆卸连接。预紧力螺栓穿过水平向长圆孔和摩擦片并与外墙板连接,进而将外墙板与外框架梁可拆卸连接。该体系具有很好的抗震性能,满足“小震不坏、中震可修、大震不倒”的性能化设计目标。



1. 一种附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,包括核心筒(1)、外框架柱(2)、外框架梁(3)和外墙板(4),所述核心筒(1)的外围设置防屈曲支撑(5),所述外框架柱(2)均匀设置在核心筒(1)外侧并形成柱网结构,所述外框架梁(3)为工字钢,设置在外框架柱(2)之间并形成外围钢框架结构;所述外墙板(4)设置在相邻两层外框架梁(3)与外框架柱(2)形成的区域中,其特征在于:所述外墙板(4)的底部和顶部两侧沿外墙板(4)的厚度方向均部分开设有第一槽口(7),所述外墙板(4)的两侧与相邻两层的外框架梁(3)之间均设有刚度可调的连接装置(6),所述连接装置(6)包括:

摩擦片(63),卡入第一槽口(7)中;

连接角钢(62),呈L形,所述连接角钢(62)的竖板贴合设置在外墙板(4)的两侧并且其竖板上开设有水平向长圆孔(611),所述连接角钢(62)的水平板上开设有圆孔,连接角钢(62)的水平板与外框架梁(3)的翼缘板可拆卸连接;

预紧力螺栓(61),穿过水平向长圆孔(611)和摩擦片(63)并与外墙板(4)连接,进而将外墙板(4)与外框架梁(3)可拆卸连接。

2. 根据权利要求1所述的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,其特征在于:所述第一槽口(7)的横向深度等于摩擦片(63)的厚度。

3. 根据权利要求2所述的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,其特征在于:所述外框架梁(3)的翼缘板的宽度大于外墙板(4)的宽度,所述连接角钢(62)的水平板设置在外墙板(4)两侧。

4. 根据权利要求1所述的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,其特征在于:所述外墙板(4)的底端和顶端沿外墙板(4)的厚度方向还通长开设有第二槽口(8),所述连接角钢(62)的水平板设置在第二槽口(8)中,第二槽口(8)的竖向深度等于连接角钢(62)的水平板的厚度。

5. 根据权利要求4所述的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,其特征在于:所述外框架梁(3)的翼缘板的宽度等于外墙板(4)的宽度,所述第一槽口(7)的横向深度等于摩擦片(63)的厚度。

6. 根据权利要求4所述的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,其特征在于:所述外框架梁(3)的翼缘板的宽度小于外墙板(4)的宽度,所述第一槽口(7)的横向深度等于摩擦片(63)的厚度与连接角钢(62)的竖板的厚度之和。

7. 根据权利要求1~6任意一项所述的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,其特征在于:所述水平向长圆孔(611)的数量为两个,所述水平向长圆孔(611)的长度为连接角钢(62)的宽度的 $1/5\sim 1/3$ 。

8. 根据权利要求1~3任意一项所述的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,其特征在于:所述水平向长圆孔(611)的数量为一个,所述水平向长圆孔(611)的长度为连接角钢(62)的宽度的 $1/2\sim 3/4$ 。

9. 根据权利要求8所述的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,其特征在于:所述预紧力螺栓(61)为一个或者两个。

10. 根据权利要求1~9任意一项所述的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系的施工方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤一、深化设计并预制外墙板(4);

步骤二、施工完基础后,逐层安装外框架柱(2)、外框架梁(3)、核心筒(1)、防屈曲支撑(5)和楼板,楼板板底与外框架梁(3)的下翼缘齐平,楼板板底与内框架梁的上翼缘齐平;

步骤三、安装预制的外墙板(4),外墙板(4)下部通过连接装置(6)与本层的外框架梁(3)的上翼缘相连;外墙板(4)的上部通过连接装置(6)与上层的外框架梁(3)的下翼缘相连;

步骤四、根据设计要求,调节预紧力螺栓(61)及摩擦片(63)调节连接装置(6)的水平刚度。

## 附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系及施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及结构工程技术领域,具体为一种附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系及施工方法。

### 背景技术

[0002] 装配式钢结构具有抗震性能好、安装方便、施工周期短、施工质量易控制、环境污染小等优点,近年来国家开始鼓励发展装配式钢结构产业。

[0003] 装配式钢结构中,外墙板与主体结构的连接节点是装配式钢结构的关键部位,其连接性能以及外墙板的水平刚度直接影响结构体系的刚度、破坏模式、受理机理和承载能力。历次震害表明,以剪切变形为主的钢框架结构,一方面因外墙板的设置提高了整体结构的刚度,周期相应的变小,进而吸收了更多的地震能量。另一方面,外墙板对框架结构的约束作用、以及外墙板的破坏对受力机理和破坏模式,均会影响整体结构的抗震性能。

[0004] 现有的装配式钢结构中,仅仅采用周期折损的粗略方法考虑外墙板对整体结构的刚度贡献,而外墙板的约束作用和对结构受力机理的影响并未得到考虑,整体结构抗震性能较弱。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系及施工方法,以解决现有的装配式钢结构中,仅仅采用周期折损的粗略方法考虑外墙板对整体结构的刚度贡献,而外墙板的约束作用和对结构受力机理的影响并未得到考虑,整体结构抗震性能较弱的技术问题。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,包括核心筒、外框架柱、外框架梁和外墙板,所述核心筒的外围设置防屈曲支撑,所述外框架柱均匀设置在核心筒外侧并形成柱网结构,所述外框架梁为工字钢,设置在外框架柱之间并形成外围钢框架结构;所述外墙板设置在相邻两层外框架梁与外框架柱形成的区域中,所述外墙板的底部和顶部两侧沿外墙板的厚度方向均部分开设有第一槽口,所述外墙板的两侧与相邻两层的外框架梁之间均设有刚度可调的连接装置,所述连接装置包括:

[0007] 摩擦片,卡入第一槽口中;

[0008] 连接角钢,呈L形,所述连接角钢的竖板贴合设置在外墙板的两侧并且其竖板上开设有水平向长圆孔,所述连接角钢的水平板上开设有圆孔,连接角钢的水平板与外框架梁的翼缘板可拆卸连接;

[0009] 预紧力螺栓,穿过水平向长圆孔和摩擦片并与外墙板连接,进而将外墙板与外框架梁可拆卸连接。

[0010] 优选地,所述第一槽口的横向深度等于摩擦片的厚度。

[0011] 优选地,所述外框架梁的翼缘板的宽度大于外墙板的宽度,所述连接角钢的水平

板设置在外墙板两侧。

[0012] 优选地,所述外墙板的底端和顶端沿外墙板的厚度方向还通长开设有第二槽口,所述连接角钢的水平板设置在第二槽口中,第二槽口的竖向深度等于连接角钢的水平板的厚度。

[0013] 优选地,所述外框架梁的翼缘板的宽度等于外墙板的宽度,所述第一槽口的横向深度等于摩擦片的厚度。

[0014] 优选地,所述外框架梁的翼缘板的宽度小于外墙板的宽度,所述第一槽口的横向深度等于摩擦片的厚度与连接角钢的竖板的厚度之和。

[0015] 优选地,所述水平向长圆孔的数量为两个,所述水平向长圆孔的长度为连接角钢的宽度的 $1/5\sim 1/3$ 。

[0016] 优选地,所述水平向长圆孔的数量为一个,所述水平向长圆孔的长度为连接角钢的宽度的 $1/2\sim 3/4$ 。

[0017] 优选地,所述预紧力螺栓为一个或者两个。

[0018] 另外,本发明还提供了上述附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系的施工方法,包括以下步骤:

[0019] 步骤一、深化设计并预制外墙板;

[0020] 步骤二、施工完基础后,逐层安装外框架柱、外框架梁、核心筒、防屈曲支撑和楼板,楼板板底与外框架梁的下翼缘齐平,楼板板底与内框架梁的上翼缘齐平;

[0021] 步骤三、安装预制的外墙板,外墙板下部通过连接装置与本层的外框架梁的上翼缘相连;外墙板的上部通过连接装置与上层的外框架梁的下翼缘相连;

[0022] 步骤四、根据设计要求,调节预紧力螺栓及摩擦片调节连接装置的水平刚度。

[0023] 与现有技术相比,本发明的特点和有益效果为:

[0024] (1) 本发明的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系中的外框架柱、外框架梁与外墙板形成水平刚度较大的外筒部分,核心筒外围设置防屈曲支撑形成水平刚度较大的内筒部分。在外框架梁与外墙板之间特殊设计刚度可调的连接装置。连接装置可以调整螺栓预紧力或者截面刚度,从而改变自身的起滑位移,进而提高整体结构的抗震性能,满足“小震不坏、中震可修、大震不倒”的性能化设计目标。

[0025] (2) 本发明的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系中在外墙板的底部边缘开设槽口,摩擦片卡入槽口中,连接角钢的竖板贴合设置在外墙板的两侧并且其竖板上开设有水平向长圆孔,连接角钢的水平板与外框架梁的翼缘板可拆卸连接,预紧力螺栓穿过水平向长圆孔和摩擦片并与外墙板连接,进而将外墙板与外框架梁拆卸连接。

## 附图说明

[0026] 图1为本发明的平面结构示意图。

[0027] 图2为图1中A-A剖面的结构示意图。

[0028] 图3为图1中B-B剖面的结构示意图。

[0029] 图4为实施例一中外墙板与外框架梁的连接示意图。

[0030] 图5为实施例一中外墙板的结构示意图。

[0031] 图6为实施例二中外墙板与外框架梁的连接示意图。

- [0032] 图7为实施例二中外墙板的结构示意图。
- [0033] 图8为实施例三中外墙板与外框架梁的连接示意图。
- [0034] 图9为实施例三中外墙板的结构示意图。
- [0035] 图10为实施例四中外墙板与外框架梁的连接示意图。
- [0036] 图11为实施例五中外墙板与外框架梁的连接示意图。
- [0037] 附图标注:1-核心筒、2-外框架柱、3-外框架梁、4-外墙板、5-防屈曲支撑、6-连接装置、61-预紧力螺栓、611-水平向长圆孔、62-连接角钢、63-摩擦片、7-第一槽口、8-第二槽口。

### 具体实施方式

[0038] 为使本发明实现的技术手段、创新特征、达成目的与功效易于明白了解,下面对本发明进一步说明。

[0039] 在此记载的实施例为本发明的特定的具体实施方式,用于说明本发明的构思,均是解释性和示例性的,不应解释为对本发明实施方式及本发明范围的限制。除在此记载的实施例外,本领域技术人员还能够基于本申请权利要求书和说明书所公开的内容采用显而易见的其它技术方案,这些技术方案包括采用对在此记载的实施例的做出任何显而易见的替换和修改的技术方案。

[0040] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“上”、“下”、“内”、“外”“前端”、“后端”、“两端”、“一端”、“另一端”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0041] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“设置有”、“连接”等,应做广义理解,例如“连接”,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0042] 如图1~3所示为一种附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系,包括核心筒1、外框架柱2、外框架梁3和外墙板4。本发明中核心筒1为四部电梯。核心筒1的外围设置防屈曲支撑5,外框架柱2均匀设置在核心筒1外侧并形成柱网结构,外框架梁3为工字钢,设置在外框架柱2之间并形成外围钢框架结构。外墙板4设置在相邻两层外框架梁3与外框架柱2形成的区域中。外墙板4的底部和顶部两侧沿外墙板4的厚度方向均部分开设有第一槽口7,外墙板4的两侧与相邻两层的外框架梁3之间均设有刚度可调的连接装置6。连接装置6的水平刚度略小于外墙板4的水平刚度。

[0043] 连接装置6包括摩擦片63、连接角钢62和预紧力螺栓61,摩擦片63卡入第一槽口7中。连接角钢62呈L形,连接角钢62的竖板贴合设置在外墙板4的两侧并且其竖板上开设有水平向长圆孔611,连接角钢62的水平板上开设有圆孔,连接角钢62的水平板与外框架梁3的翼缘板可拆卸连接。预紧力螺栓61穿过水平向长圆孔611和摩擦片63并与外墙板4连接,进而将外墙板4与外框架梁3可拆卸连接。

[0044] 实施例一

[0045] 本实施例中外墙板的结构如图5所示,外框架梁3的翼缘板的宽度大于外墙板4的宽度。外墙板4的底部和顶部两侧沿外墙板4的厚度方向均部分开设第一槽口7。第一槽口7的横向深度等于摩擦片63的厚度。本申请中将外墙板4的厚度方向定义为横向。

[0046] 外墙板与外框架梁的连接如图4所示,连接角钢62的水平板设置外墙板4两侧。连接角钢62的竖板贴合设置在外墙板4的两侧并且其竖板上开设有两个水平向长圆孔611。水平向长圆孔611的长度为为整体结构计算出的大震下该层层间位移值的二倍长度,优选为连接角钢62的宽度的 $1/5\sim 1/3$ 。预紧力螺栓61的数量也为两个。连接角钢62的水平板上开设有两个圆孔。紧固螺栓穿过水平板的圆孔并与外框架梁3的翼缘板可拆卸连接。预紧力螺栓61穿过水平向长圆孔611和摩擦片63并与外墙板4连接,进而将外墙板4与外框架梁3可拆卸连接。该种连接方式适用于宽翼缘梁与墙的连接,墙厚明显小于梁翼缘宽带,安装方便快捷。

[0047] 实施例二

[0048] 本实施例中外墙板的结构如图7所示。外框架梁3的翼缘板宽度小于外墙板4的宽度。外墙板4的底部和顶部两侧沿外墙板4的厚度方向均部分开设第一槽口7。第一槽口7的横向深度等于摩擦片63的厚度。外墙板4的底端和顶端沿外墙板4的厚度方向还通长开设有第二槽口8。

[0049] 外墙板与外框架梁的连接如图6所示,连接角钢62的水平板设置在第二槽口8中,第二槽口8的竖向深度等于连接角钢62的水平板的厚度。外墙板4两侧的连接角钢62的水平板之间为留有空隙。可以在空隙中放入垫片,填补连接角钢62的水平板之间的空隙。连接角钢62的竖板贴合设置在外墙板4的两侧并且其竖板上开设有两个水平向长圆孔611。水平向长圆孔611的长度为整体结构计算出的大震下该层层间位移值的二倍长度,优选为连接角钢62的宽度的 $1/5\sim 1/3$ 。预紧力螺栓61的数量也为两个。连接角钢62的水平板上开设有两个圆孔。紧固螺栓穿过水平板的圆孔并与外框架梁3的翼缘板可拆卸连接。预紧力螺栓61穿过水平向长圆孔611和摩擦片63并与外墙板4连接,进而将外墙板4与外框架梁3可拆卸连接。与实施例一相比,该种连接适用于窄翼缘的梁,墙厚与翼缘宽度相同或接近,安装时需要将连接角钢插入相应槽口,再紧固螺栓。

[0050] 实施例三

[0051] 本实施例中外墙板的结构如图9所示,外框架梁3的翼缘板的宽度等于外墙板4的宽度。外墙板4的底部和顶部两侧沿外墙板4的厚度方向均部分开设第一槽口7。第一槽口7的宽度要比连接角钢62的长度长至少半个开孔长度,以保证地震下滑动。第一槽口7的横向深度等于摩擦片63的厚度与连接角钢62的竖板的厚度之和。外墙板4的底端和顶端沿外墙板4的厚度方向还通长开设有第二槽口8。

[0052] 本实施例中外墙板与外框架梁的连接如图8所示,连接角钢62的水平板设置在第二槽口8中,第二槽口8的竖向深度等于连接角钢62的水平板的厚度。外墙板4两侧的连接角钢62的水平板之间为留有空隙。可以在空隙中放入垫片,填补连接角钢62的水平板之间的空隙。连接角钢62的竖板贴合设置在外墙板4的两侧并且其竖板上开设有两个水平向长圆孔611。水平向长圆孔611的长度为整体结构计算出的大震下该层层间位移值的二倍长度,优选为连接角钢62的宽度的 $1/5\sim 1/3$ 。预紧力螺栓61的数量也为两个。连接角钢62的水平

板上开设有两个圆孔。紧固螺栓穿过水平板的圆孔并与外框架梁3的翼缘板可拆卸连接。预紧力螺栓61穿过水平向长圆孔611和摩擦片63并与外墙板4连接,进而将外墙板4与外框架梁3可拆卸连接。与实施例二相比,连接角钢外侧与墙外侧齐平,便与下一步做建筑装饰。

#### [0053] 实施例四

[0054] 本实施例中外墙板与外框架梁的连接如图10所示。与实施例一不同的是,本实施例中的水平向长圆孔611的数量为一个,水平向长圆孔611的长度为整体结构计算出的大震下该层层间位移值的二倍长度,优选为连接角钢62的宽度的 $1/2\sim 3/4$ 。其余与实施例一均相同。

#### [0055] 实施例五

[0056] 本实施例中外墙板与外框架梁的连接如图11所示。与实施例一不同的是,本实施例中的水平向长圆孔611的数量为一个,水平向长圆孔611的长度为整体结构计算出的大震下该层层间位移值的二倍长度,优选为连接角钢62的宽度的 $1/2\sim 3/4$ 。预紧力螺栓61的数量为一个。其余与实施例一均相同。

[0057] 实施例一至实施例五中附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系的施工方法包括以下步骤:

[0058] 步骤一、深化设计并预制外墙板4。

[0059] 步骤二、施工完基础后,逐层安装外框架柱2、外框架梁3、核心筒1、防屈曲支撑5和楼板,楼板板底与外框架梁3的下翼缘齐平,楼板板底与内框架梁的上翼缘齐平。梁柱之间采用螺栓连接,柱子分段之间采用法兰连接或焊接,梁柱节点对应与梁上下翼缘位置在柱内设置内加劲板或内套筒。

[0060] 步骤三、在上下层框架及本层楼板安装完后,即可安装预制的外墙板4,外墙板4下部通过连接装置6与本层外框架梁3上翼缘相连;外墙板4上部通过连接装置6与上层外框架梁3下翼缘相连。

[0061] 步骤四、根据设计要求,调节预紧力螺栓61及摩擦片63调节连接装置6的水平刚度。

[0062] 本发明的附加外墙水平刚度的多高层装配式钢结构体系中,核心筒1与四周设置的防屈曲支撑5,共同形成水平刚度较大的内筒部分,预制的外墙板4与外围框架形成水平抗侧刚度较大的外筒部分。连接装置6为一小型摩擦阻尼器,通过调整摩擦阻尼器的预紧力螺栓61和摩擦片63,进而控制外墙板4的滑移,使得小震作用下外墙板4不会发生滑动,进而考虑外墙板刚度作用进行整体结构的小震设计,使得整体结构在小震作用下均处于弹性,连接结构也处于弹性,结构水平层间位移角小于 $1/250$ 的规范限值,达到“小震不坏”的设计目标。

[0063] 在中震作用下,外框架梁3、核心筒1和防屈曲支撑5进入屈服,连接装置6水平向摩擦耗能,竖向连接构件仍处于弹性,结构水平层间位移角小于 $1/125$ ,通过更换墙梁水平向耗能元件并对梁端加强修复,整体结构可以正常使用,达到“中震可修”的设计目标。

[0064] 在罕遇地震作用下,外框架梁3屈服,防屈曲支撑5屈服,连接装置6水平向摩擦耗能,墙体开裂,但是连接装置6竖向连接仍有效,外墙板4不脱落,结构水平层间位移角小于 $1/50$ ,整体结构进入屈服但是未倒塌,达到“大震不倒”的设计目标。

[0065] 以上的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行了描述,并非对本发明的范围进



行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

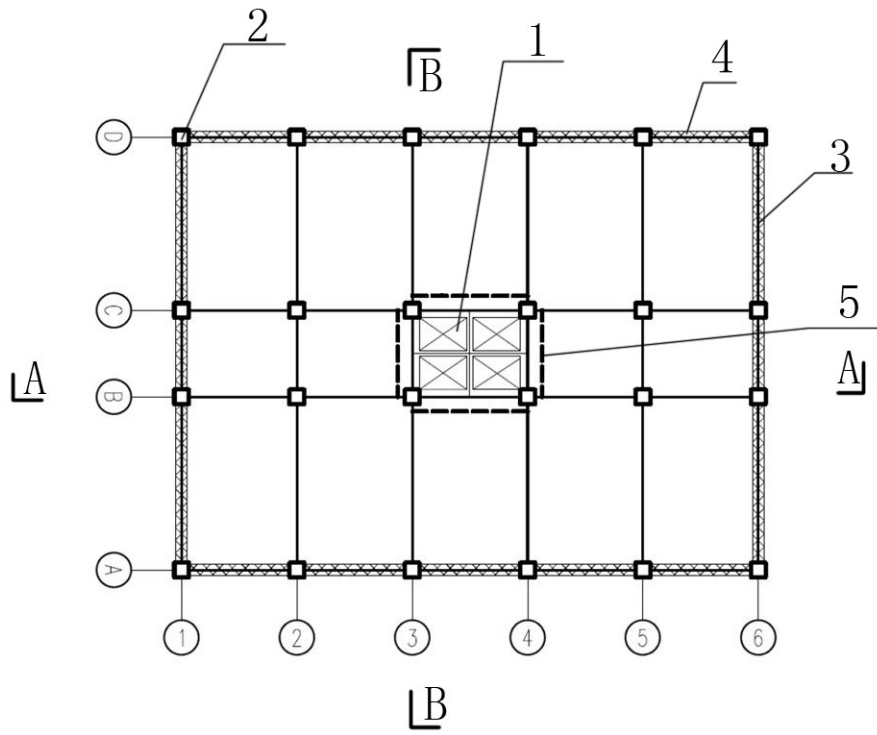


图1

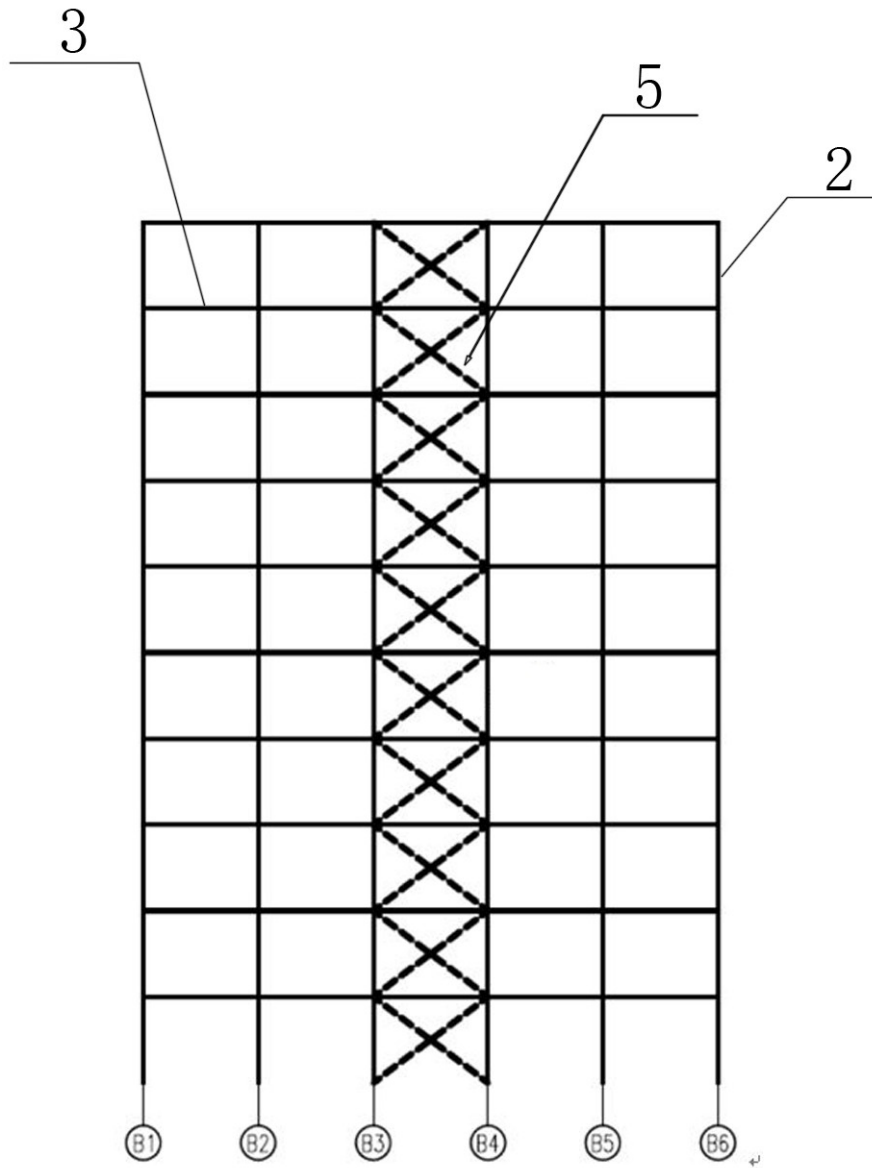


图2

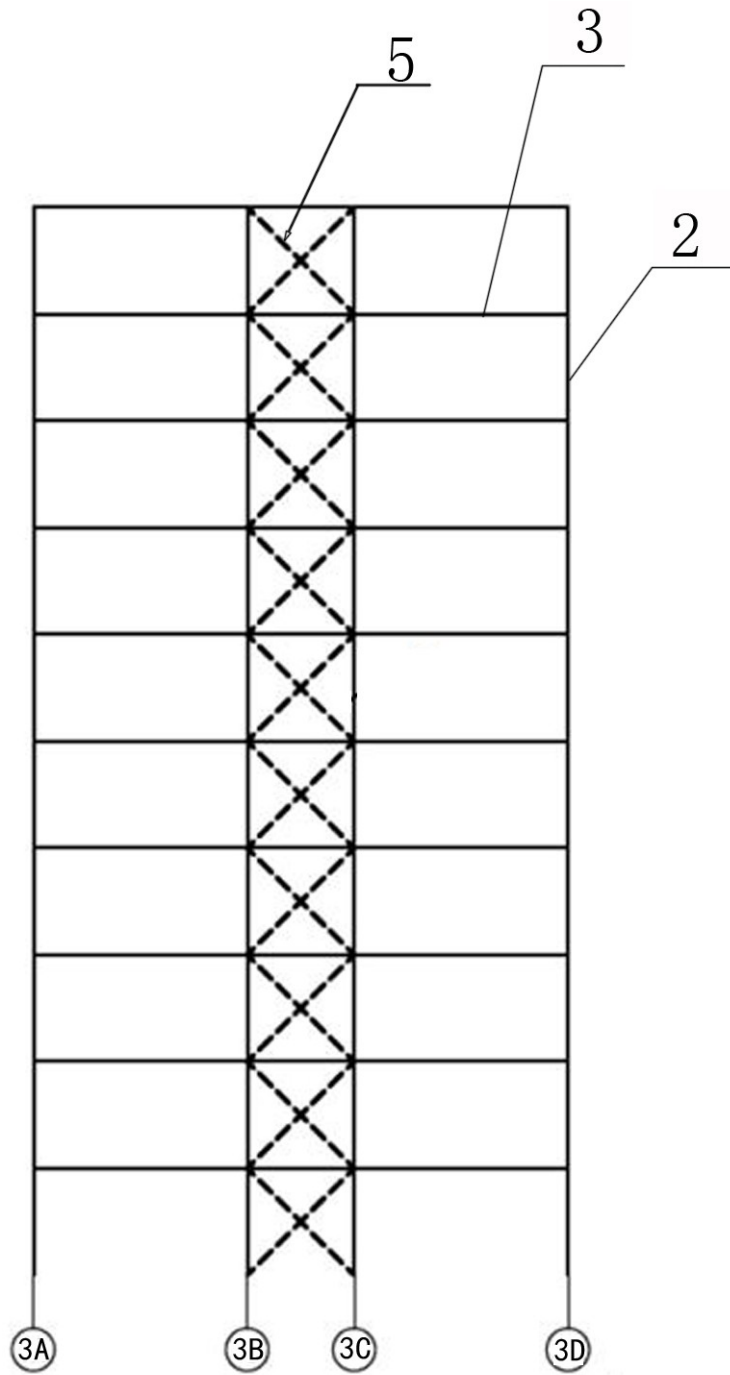


图3

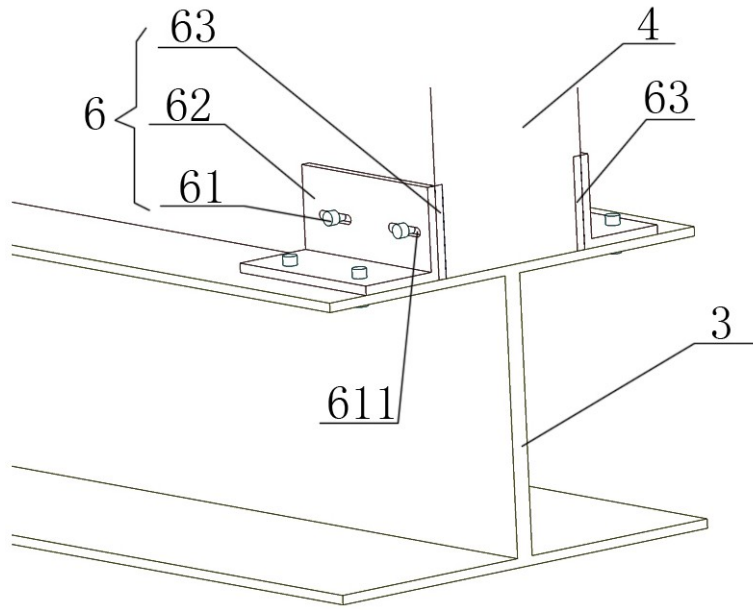


图4

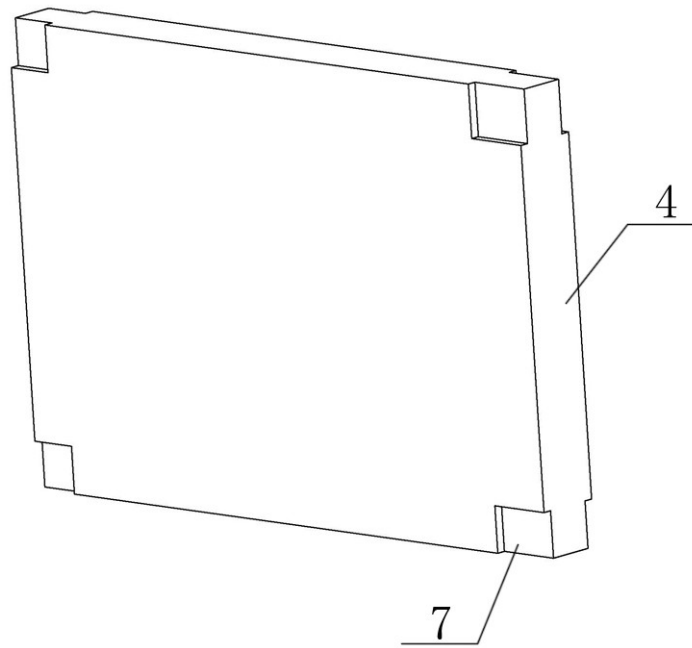


图5

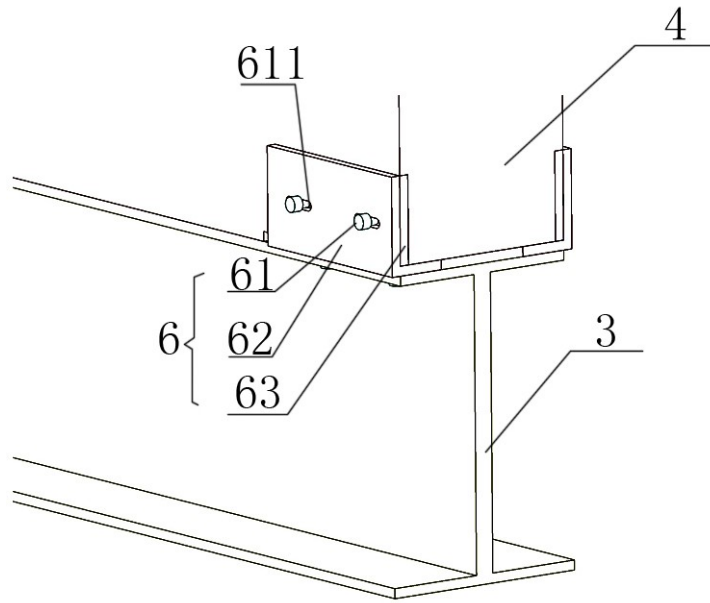


图6

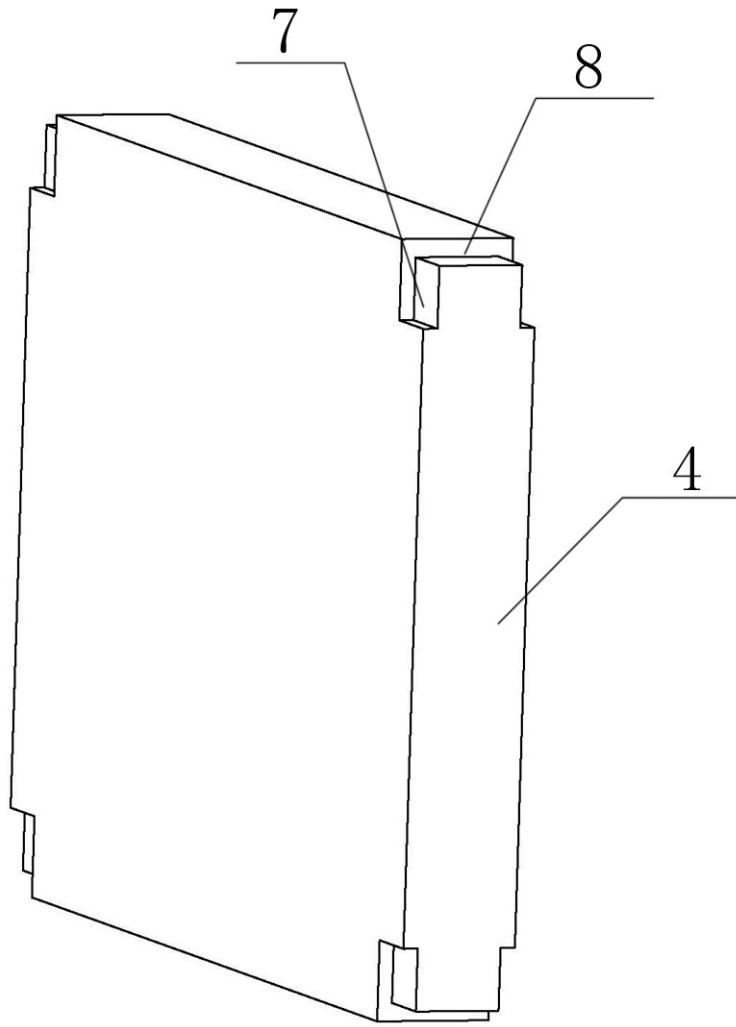


图7

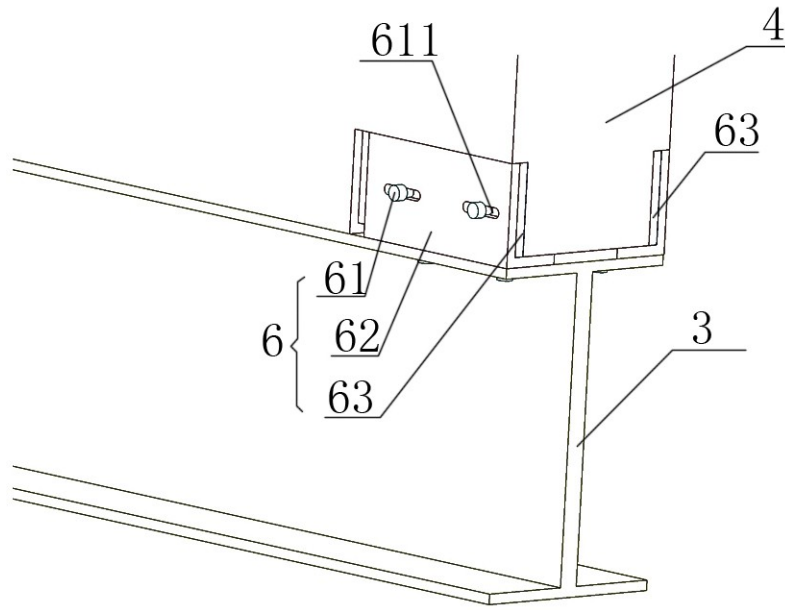


图8



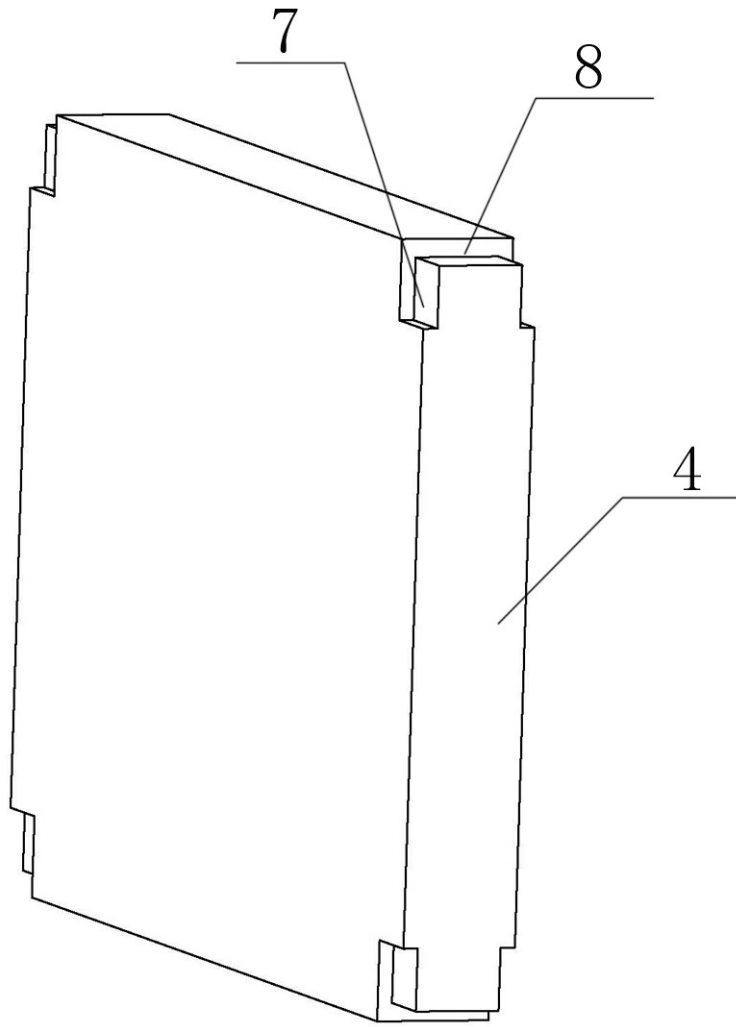


图9

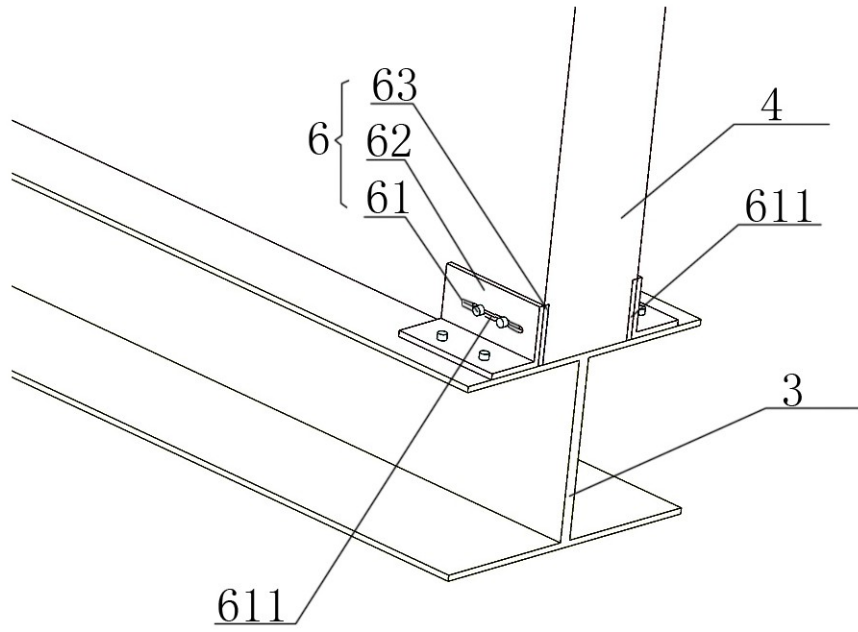


图10

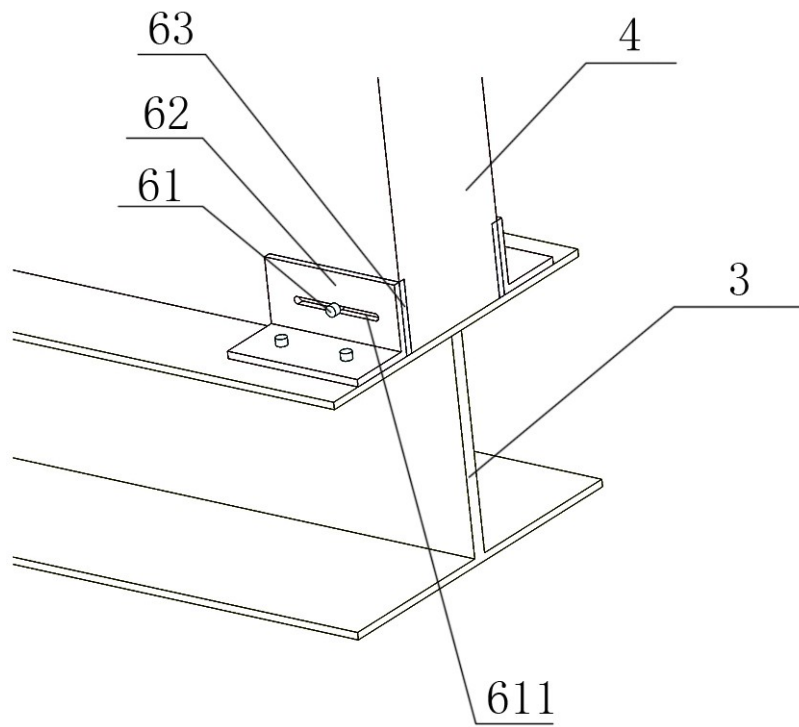


图11