



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103628565 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201310666973. 4

(22) 申请日 2013. 12. 09

(71) 申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市凌工路 2 号

(72) 发明人 李钢 张宇 李宏男

(74) 专利代理机构 大连理工大学专利中心

21200

代理人 赵连明

(51) Int. Cl.

E04B 1/18(2006. 01)

E04B 1/36(2006. 01)

E04B 1/98(2006. 01)

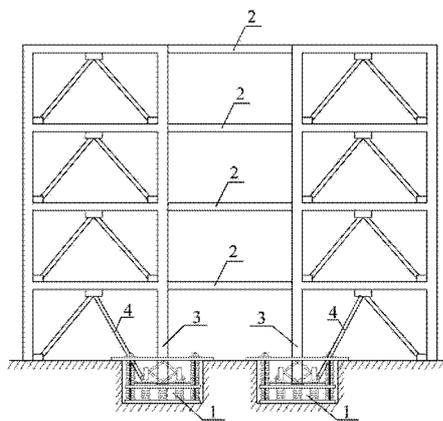
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

框架-支撑摇摆跨结构体系

(57) 摘要

本发明公开了一种框架-支撑摇摆跨结构体系,属于建筑结构抗震技术领域。由自升降支座(1)、摇摆梁(2)、摇摆柱(3)和人字支撑组成;在上部结构中设置摇摆跨框架单元,其中与自升降支座(1)连接的框架柱为摇摆柱(3);与相邻两个摇摆柱(3)连接的横梁为摇摆梁(2);人字支撑通过梁上的钢板锚固在摇摆框架单元两侧的框架单元中,其中下层中与摇摆柱(3)毗邻的人字支撑中的一条斜支撑(4)与自升降支座(1)铰接。摇摆跨框架单元在地震作用下能够产生预期的变形并导致结构整体的摇摆。本发明通过整体结构摇摆反应来减少结构水平变形,从而提高结构自身的整体抗震性能,是一种新型建筑结构抗震体系。



1. 框架-支撑摇摆跨结构体系,由自升降支座(1)、摇摆梁(2)、摇摆柱(3)和人字支撑组成;其特征在于,在上部结构中设置摇摆跨框架单元;在摇摆跨框架单元中,与自升降支座(1)连接的框架柱为摇摆柱(3);与相邻两个摇摆柱(3)连接的横梁为摇摆梁(2);摇摆梁(2)与摇摆柱(3)之间用角钢(21)锚固连接;预应力钢筋(22)预埋在摇摆梁(2)中,采用后张法张拉后通过锚具(23)锚固于两侧的摇摆柱(3)上;人字支撑通过梁上的钢板锚固在摇摆跨框架单元两侧的框架单元中,其中下层中与摇摆柱(3)毗邻的人字支撑中的一条斜支撑(4)与自升降支座(1)铰接。

2. 根据权利要求1所述的框架-支撑摇摆跨结构体系,其特征在于自升降支座(1)安装在摇摆柱(3)下方预留立方体凹槽内,凹槽四壁用混凝土浇筑;自升降支座(1)的下固定板(7)固定在凹槽内底面,自升降支座(1)的上固定板(5)边沿固定于凹槽上表面;平衡板(6)位于上固定板(5)和下固定板(7)之间,且平衡位置分别由在四角处贯穿于自升降支座(1)的自平衡调整螺栓(8)和焊接在上固定板(5)与平衡板(6)、平衡板(6)与下固定板(7)之间的多个垂直钢弹簧(9)共同调整;上固定板(5)、平衡板(6)和下固定板(7)相互平行,其中平衡板(6)和下固定板(7)平面尺寸相同;平衡板(6)上固定有橡胶垫块(13),摇摆柱(3)垂直穿过上固定板(5)放置在该橡胶垫块(13)上;

在平衡板(6)上摇摆柱(3)的两侧对称安装可向两侧水平滑动的滑动支座(11),水平挡板(10)垂直固定在该滑动支座(11)上;菱形铰接升降架(12)的两个水平端分别固定在两侧的水平挡板(10)上,上端固定在上固定板(5)的下表面,下端固定在平衡板(6)上;菱形铰接升降架(12)垂直安装在框架柱(3)的一侧,用来完成自升降支座(1)的升降功能;与摇摆柱毗邻的斜支撑(4)斜向穿过自升降支座(1)的上固定板(5),铆接于水平挡板(10)上,形成铰接。

3. 根据权利要求2所述的框架-支撑摇摆跨结构体系,其特征在于两个滑动支座(11)的底面分别固定在摇摆柱(3)两侧的平衡板(6)上;滑动支座(11)由滑动板(14),固定板(15)和滚珠(16)组成;矩形固定板(15)的长轴线位于菱形铰接升降架(12)所在的垂直平面上,且底面固定于平衡板(6)上;矩形固定板(15)的四周边沿向上凸起,凸起高度大于滚珠(16)的半径;滚珠(16)均布于固定板(15)上;滑动板(14)的长边稍大于固定板(15)的短边;滑动板(14)放置在滚珠(16)上,长边垂直跨过固定板(15);滑动板(14)两端向下固定垂直挡板(17)使滑动板(14)可沿着固定板(15)的长轴方向滑动。

4. 根据权利要求2或3所述的框架-支撑摇摆跨结构体系,其特征在于固定板(15)的长边形成水平向外的固定板凸起(18),滑动板(14)的垂直挡板(17)上开有与固定板(15)长边上的凸起相对应的挡板凹槽(19);挡板凹槽(19)比固定板凸起(18)宽;在挡板凹槽(19)和固定板凸起(18)之间均布挡板滚珠(20)。

5. 根据权利要求2所述的框架-支撑摇摆跨结构体系,其特征在于自升降支座(1)的上固定板(5)与平衡板(6)之间的钢弹簧(9)四角布置,平衡板(6)与下固定板(7)之间的钢弹簧(9)前后两排布置。

6. 根据权利要求2所述的框架-支撑摇摆跨结构体系,其特征在于自升降支座(1)的上固定板(5)、平衡板(6)和下固定板(7)采用钢材制成。

7. 根据权利要求1所述的框架-支撑摇摆跨结构体系,其特征在于摇摆跨框架单元可以分布于建筑结构的边跨处,在摇摆跨框架单元的相邻框架单元安装人字支撑。

## 框架 - 支撑摇摆跨结构体系

### 技术领域

[0001] 本发明涉及土木工程抗震技术领域,是一种框架 - 支撑摇摆跨结构抗震体系。

### 背景技术

[0002] 近年来,为克服以往结构抗震设计(如刚性设计、柔性设计和延性设计等)带来的种种弊端,摇摆结构体系这种新型抗震设计理念逐渐被广泛认知,并成为地震工程界重要的研究方向之一,其实际工程应用也表现出了良好的抗震效果。目前,摇摆结构已经有摇摆柱体系、摇摆墙体系、摇摆结构与消能装置相结合等多种实现形式。

[0003] 经过多年的研究与实践,摇摆结构体系的基本理论与原理逐步趋于完善。摇摆结构体系的主要目的是改善建筑结构自身的抗震性能,在经历地震作用时,结构的反应以结构整体摆动为主,结构的变形模式可形成特殊的变形集中部位,如框架柱脚的升降、梁柱节点及墙体底部的转动等。首先,摇摆结构体系利用整体型关键构件控制结构的变形模式;对于框架结构,放松框架柱与基础之间的约束,在水平倾覆力矩的作用下,允许上部结构与基础交界面处产生一定的升降,当经历地震作用时,上部结构与基础交界面之间的反复相对升降就造成了上部结构的摇摆并成为主要的变形反应;放松构件之间的约束,即通过允许构件之间产生相对转动使整体结构产生摇摆。其次,摇摆结构体系保护关键构件免受损伤;建筑结构中框架柱及剪力墙等构件对于控制结构变形起关键作用,对于通常的结构体系这些构件在地震作用下往往会发生破坏,导致结构抗震安全存在隐患、阻碍震后功能恢复;摇摆结构体系的主要功能之一就是使这些关键构件在强震作用下免受损伤。再次,摇摆结构体系具有自复位能力;自复位能力一般通过预应力技术手段实现,一方面增强了结构在地震作用过程中摇摆反应的可控性,另一方面缩短震后恢复周期、降低经济损失。

[0004] 然而,目前摇摆结构体系仍主要局限于理论及试验研究,由于其实现形式、经济效益等问题还未广泛的应用于实际工程。

### 发明内容

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供了框架 - 支撑摇摆跨结构体系,由自升降支座、摇摆梁、摇摆柱和人字支撑组成;在上部结构中设置摇摆跨框架单元;在摇摆跨框架单元中,与自升降支座连接的框架柱为摇摆柱;与相邻两个摇摆柱连接的横梁为摇摆梁;摇摆梁与摇摆柱之间用角钢锚固连接;预应力钢筋预埋在摇摆梁中,采用后张法张拉后通过锚具锚固于两侧的摇摆柱上;人字支撑通过梁上的钢板锚固在摇摆框架单元两侧的框架单元中,其中下层中与摇摆柱毗邻的人字支撑中的一条斜支撑与自升降支座铰接。

[0006] 自升降支座安装在摇摆柱下方预留立方体凹槽内,凹槽四壁用混凝土浇筑;自升降支座的下固定板固定在凹槽内底面,自升降支座的上固定板边沿固定于凹槽上表面;平衡板位于上固定板和下固定板之间,且平衡位置分别由在四角处贯穿于自升降支座的自平衡调整螺栓和焊接在上固定板与平衡板、平衡板与下固定板之间的多个垂直钢弹簧共同调整;上固定板、平衡板和下固定板相互平行,其中平衡板和下固定板平面尺寸相同;平衡板

上固定有橡胶垫块, 摇摆柱垂直穿过上固定板放置在该橡胶垫块上;

[0007] 在平衡板上摇摆柱的两侧对称安装可向两侧水平滑动的滑动支座, 水平挡板垂直固定在该滑动支座上; 菱形铰接升降架的两个水平端分别固定在两侧的水平挡板上, 上端固定在上固定板的下表面, 下端固定在平衡板上; 菱形铰接升降架垂直安装在框架柱的一侧, 用来完成自升降支座的升降功能; 与摇摆柱毗邻的斜支撑斜向穿过自升降支座的上固定板, 铰接于水平挡板上。

[0008] 两个滑动支座的底面分别固定在摇摆柱两侧的平衡板上; 滑动支座由滑动板, 固定板和滚珠组成; 矩形固定板的长轴线位于菱形铰接升降架所在的垂直平面上, 且底面固定于平衡板上; 矩形固定板的四周边沿向上凸起, 凸起高度大于滚珠的半径; 滚珠均布于固定板上; 滑动板的长边稍大于固定板的短边; 滑动板放置在滚珠上, 长边垂直跨过固定板; 滑动板两端向下固定垂直挡板使滑动板可沿着固定板的长轴方向滑动。

[0009] 固定板的长边形成水平向外的固定板凸起, 滑动板的垂直挡板上开有与固定板长边上的凸起相对应的挡板凹槽; 挡板凹槽比固定板凸起宽; 在挡板凹槽和固定板凸起之间均布挡板滚珠。

[0010] 自升降支座的上固定板与平衡板之间的钢弹簧四角布置, 平衡板与下固定板之间的钢弹簧前后两排布置。

[0011] 自升降支座的上固定板、平衡板和下固定板采用钢材制成。

[0012] 摇摆框架单元可以分布于建筑结构的边跨处, 在摇摆框架单元的相邻框架单元安装人字支撑。

[0013] 本发明的有益效果在于, 由于滑动支座在产生滑动的同时, 自升降支座变形, 吸收上下震动产生的能量; 在受到弯矩作用时屈服变形使摇摆梁产生转动, 而预应力钢筋的作用是使摇摆梁的这种转动复位。因此, 在经历地震作用时, 该体系能够产生预期的摇摆反应, 保护结构关键构件免受地震损伤, 从而提高建筑结构的整体抗震性能。

#### 附图说明

[0014] 图 1 本发明应用中跨的整体结构示意图。

[0015] 图 2 本发明应用在边跨的整体结构示意图。

[0016] 图 3 是自升降支座结构正立面图。

[0017] 图 4 是自升降支座结构侧立面图。

[0018] 图 5 是自升降支座滑动支座结构正立面示意图。

[0019] 图 6 是自升降支座滑动支座结构侧立面示意图。

[0020] 图 7 是摇摆梁安装示意图。

[0021] 图 8 是自升降支座平衡状态。

[0022] 图 9 是自升降支座受压状态。

[0023] 图 10 是自升降支座受拉状态。

[0024] 图中 1 自升降支座, 2 摇摆梁, 3 摇摆柱, 4 斜支撑, 5 上固定板, 6 平衡板, 7 下固定板, 8 自平衡调整螺栓, 9 钢弹簧, 10 水平挡板, 11 滑动支座, 12 菱形铰接自升降架, 13 橡胶垫块, 14 滑动板, 15 固定板, 16 滚珠, 17 挡板, 18 固定板凸起, 19 挡板凹槽, 20 挡板滚珠, 21 角钢, 22 预应力钢筋, 23 锚具。

## 具体实施方式

[0025] 以下结合技术方案和附图详细叙述本发明的具体实施方式：

[0026] 框架-支撑摇摆跨结构体系，由自升降支座 1、摇摆梁 2、摇摆柱 3 和人字支撑组成；在上部结构中设置摇摆跨框架单元；在摇摆跨框架单元中，与自升降支座 1 连接的框架柱为摇摆柱 3；与相邻两个摇摆柱 3 连接的横梁为摇摆梁 2；摇摆梁 2 与摇摆柱 3 之间用角钢 21 锚固连接；预应力钢筋 22 预埋在摇摆梁 2 中，采用后张法张拉后通过锚具 23 锚固于两侧的摇摆柱 3 上；人字支撑通过梁上的钢板锚固在摇摆跨框架单元两侧的框架单元中，其中下层中与摇摆柱 3 毗邻的人字支撑中的一条斜支撑 4 与自升降支座 1 铰接。

[0027] 自升降支座 1 安装在摇摆柱 3 下方预留立方体凹槽内，凹槽四壁用混凝土浇筑；自升降支座 1 的下固定板 7 固定在凹槽内底面，自升降支座 1 的上固定板 5 边沿固定于凹槽上表面；平衡板 6 位于上固定板 5 和下固定板 7 之间，且平衡位置分别由在四角处贯穿于自升降支座 1 的自平衡调整螺栓 8 和焊接在上固定板 5 与平衡板 6、平衡板 6 与下固定板 7 之间的多个垂直钢弹簧 9 共同调整；上固定板 5、平衡板 6 和下固定板 7 相互平行，其中平衡板 6 和下固定板 7 平面尺寸相同；平衡板 6 上固定有橡胶垫块 13，摇摆柱 3 垂直穿过上固定板 5 放置在该橡胶垫块 13 上；

[0028] 在平衡板 6 上摇摆柱 3 的两侧对称安装可向两侧水平滑动的滑动支座 11，水平挡板 10 垂直固定在该滑动支座 11 上；菱形铰接升降架 12 的两个水平端分别固定在两侧的水平挡板 10 上，上端固定在上固定板 5 的下表面，下端固定在平衡板 6 上；菱形铰接升降架 12 垂直安装在框架柱 3 的一侧，用来完成自升降支座 1 的升降功能；与摇摆柱毗邻的斜支撑 4 斜向穿过自升降支座 1 的上固定板 5，铆接于水平挡板 10 上，形成铰接。

[0029] 两个滑动支座 11 的底面分别固定在摇摆柱 3 两侧的平衡板 6 上；滑动支座 11 由滑动板 14，固定板 15 和滚珠 16 组成；矩形固定板 15 的长轴线位于菱形铰接升降架 12 所在的垂直平面上，且底面固定于平衡板 6 上；矩形固定板 15 的四周边沿向上凸起，凸起高度大于滚珠 16 的半径；滚珠 16 均布于固定板 15 上；滑动板 14 的长边稍大于固定板 15 的短边；滑动板 14 放置在滚珠 16 上，长边垂直跨过固定板 15；滑动板 14 两端向下固定垂直挡板 17 使滑动板 14 可沿着固定板 15 的长轴方向滑动。

[0030] 固定板 15 的长边形成水平向外的固定板凸起 18，滑动板 14 的垂直挡板 17 上开有与固定板 15 长边上的凸起相对应的挡板凹槽 19；挡板凹槽 19 比固定板凸起 18 宽；在挡板凹槽 19 和固定板凸起 18 之间均布挡板滚珠 20。

[0031] 自升降支座 1 的上固定板 5 与平衡板 6 之间的钢弹簧 9 四角布置，平衡板 6 与下固定板 7 之间的钢弹簧 9 前后两排布置。

[0032] 自升降支座 1 的上固定板 5、平衡板 6 和下固定板 7 采用钢材制成。

[0033] 摇摆跨框架单元可以分布于建筑结构的边跨处，在摇摆跨框架单元的相邻框架单元安装人字支撑。

[0034] 具体的实施过程为：

[0035] 1. 根据拟建框架-支撑结构的基本参数，选取某跨作为摇摆跨。

[0036] 2. 将自升降支座 1 安装在基础上方立方体凹槽内，完成初装就位。

[0037] 3 将工厂预制的摇摆柱 3 和斜支撑 4 通过上固定板 5 预留的孔洞与自升级支座 1

连接,完成自升降支座 1 与上部结构的组装。

[0038] 4 通过自平衡调整螺栓 8 调整自升降支座 1 的平衡位置,完成自升降支座 1 的安装。

[0039] 5. 在工厂预制摇摆梁 2 构件,在施工现场通过连接件锚具 23、角钢 21 及预应力钢筋 22 将摇摆梁 2 与摇摆柱 3 连接,预应力钢筋 22 采用后张法并根据结构参数调整张拉应力。

[0040] 本发明中自升降支座 1 与上部结构协同工作方式如图 7-9 所示:当摇摆柱 3 承受竖向常规荷载包括恒荷载和活荷载时,通过自平衡调整螺栓 8,使得菱形铰接升降架 12 处于固定状态,斜支撑 4 不对水平挡板 10 产生水平推力,此时自升降支座 1 处于自平衡状态;当摇摆柱 3 和斜支撑 4 受轴向压力时,水平挡板 10 向中间滑动,菱形铰接升降架 12 升起,平衡板 6 下移,下固定板 7 与平衡板 6 之间钢弹簧 9 被压缩,而平衡板 6 与上固定板 5 之间的钢弹簧 9 被拉伸,由于摇摆柱 3 与平衡板 6 通过橡胶垫块 13 连接,因此摇摆柱 3 下移沉降,此时自升降支座 1 处于受压状态;当斜支撑 4 受轴向拉力时,水平挡板 10 向两侧滑动,菱形铰接升降架 12 下降,平衡板 6 上移,平衡板 6 与上固定板 5 之间的钢弹簧 9 被压缩,而平衡板 6 与下固定板 7 之间的钢弹簧 9 被拉伸,此时摇摆柱 3 上移,自升降支座 1 处于受拉状态。

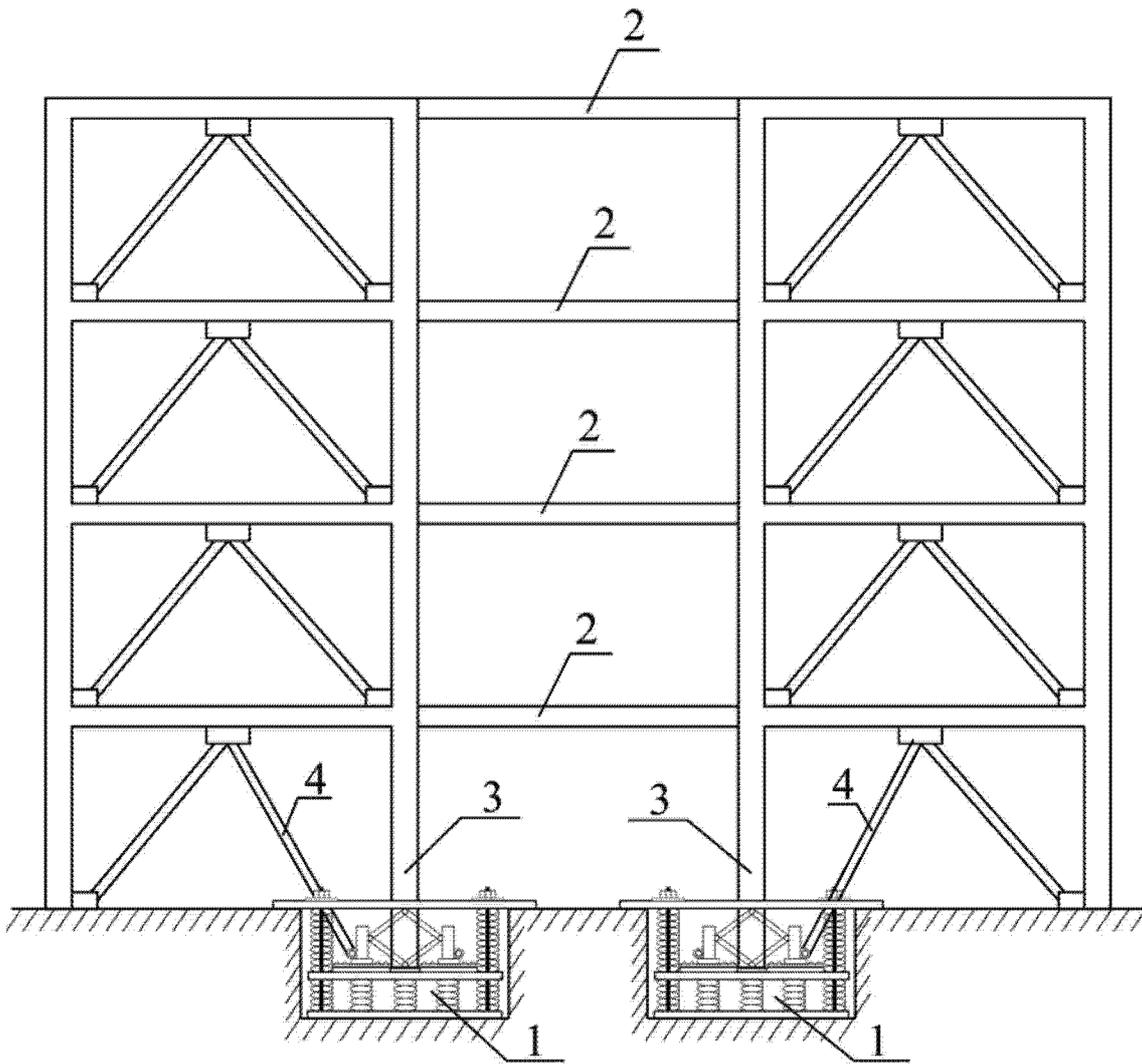


图 1

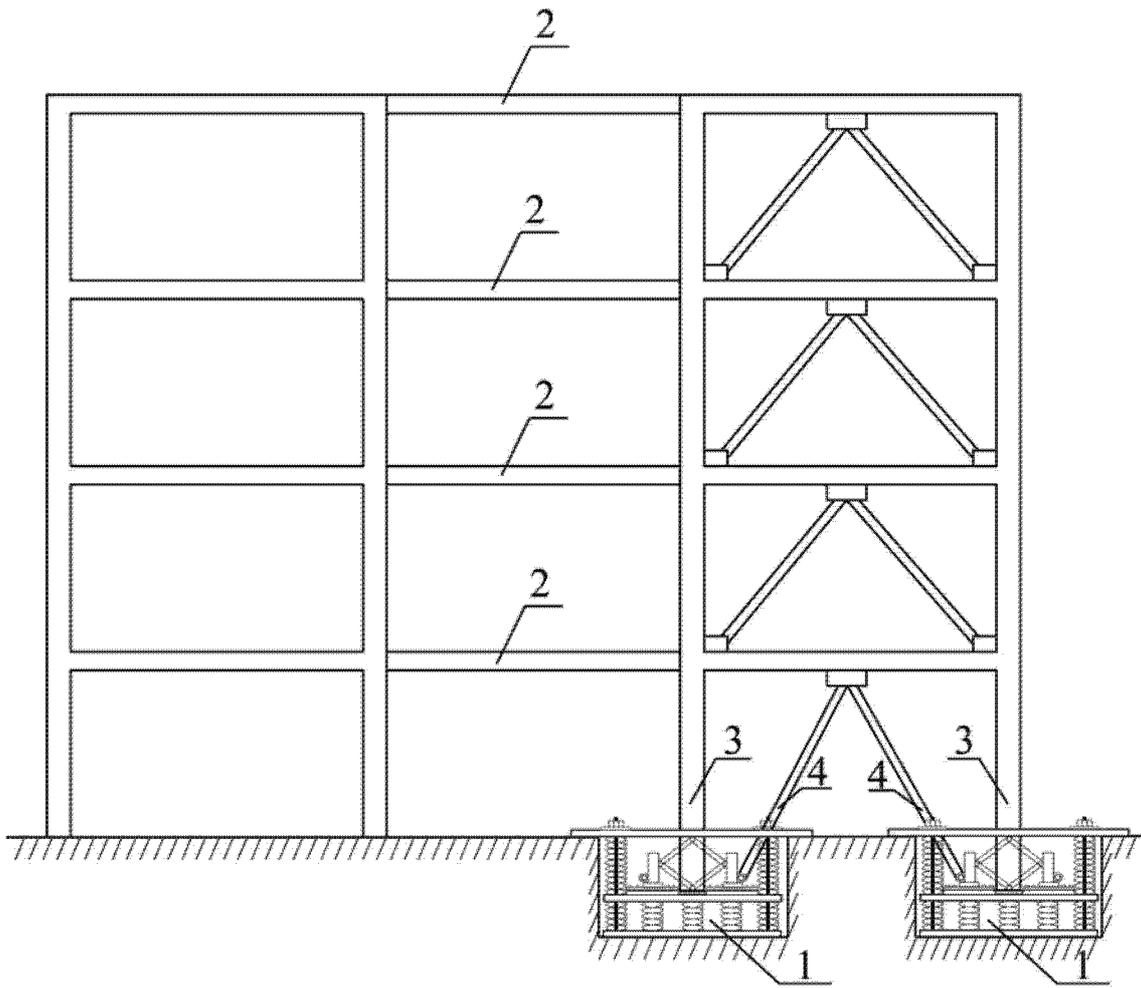


图 2

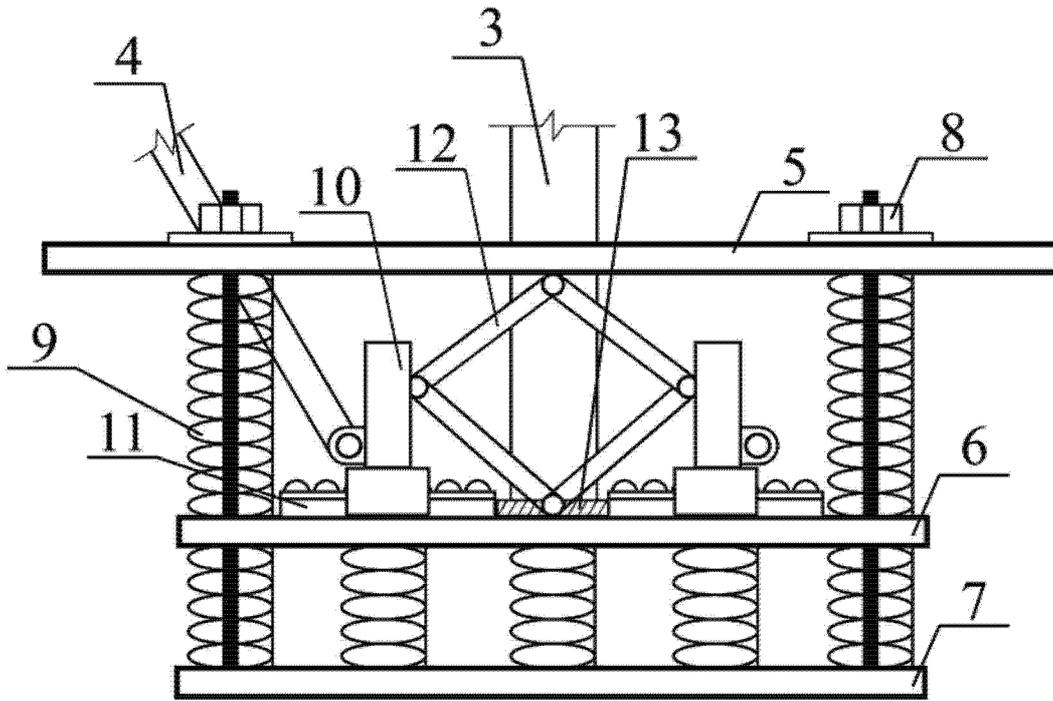


图 3

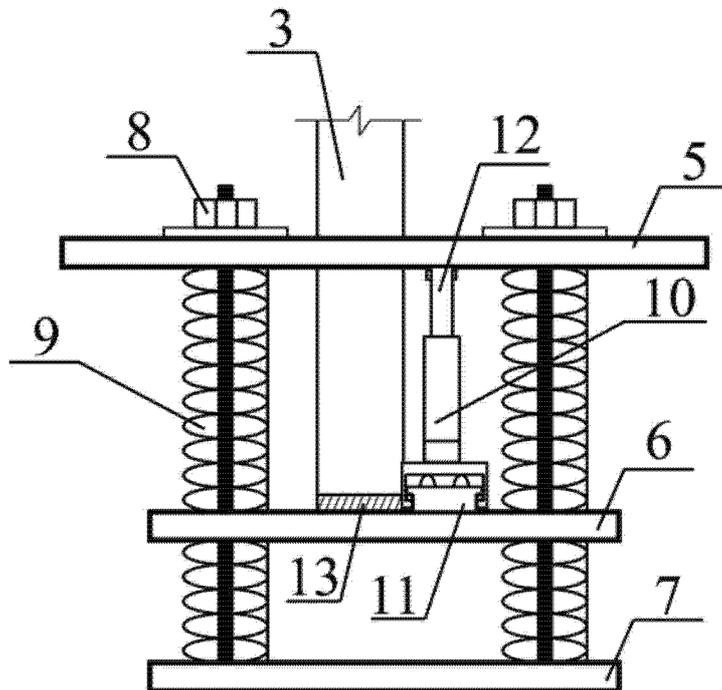


图 4

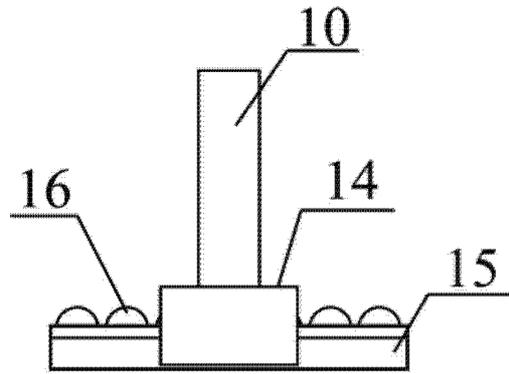


图 5

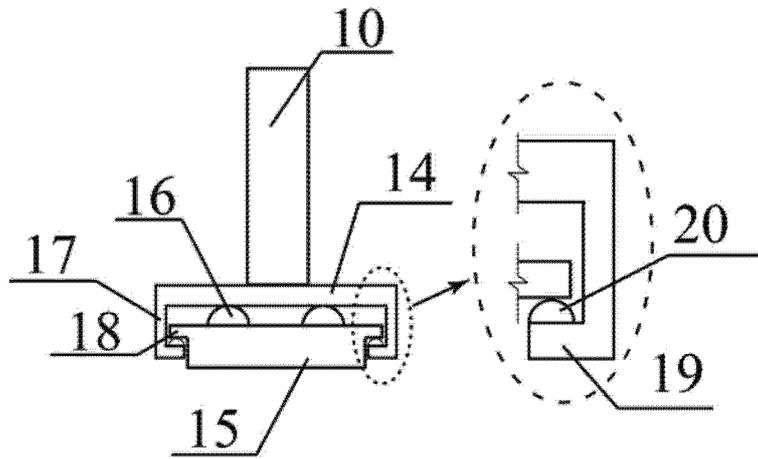


图 6

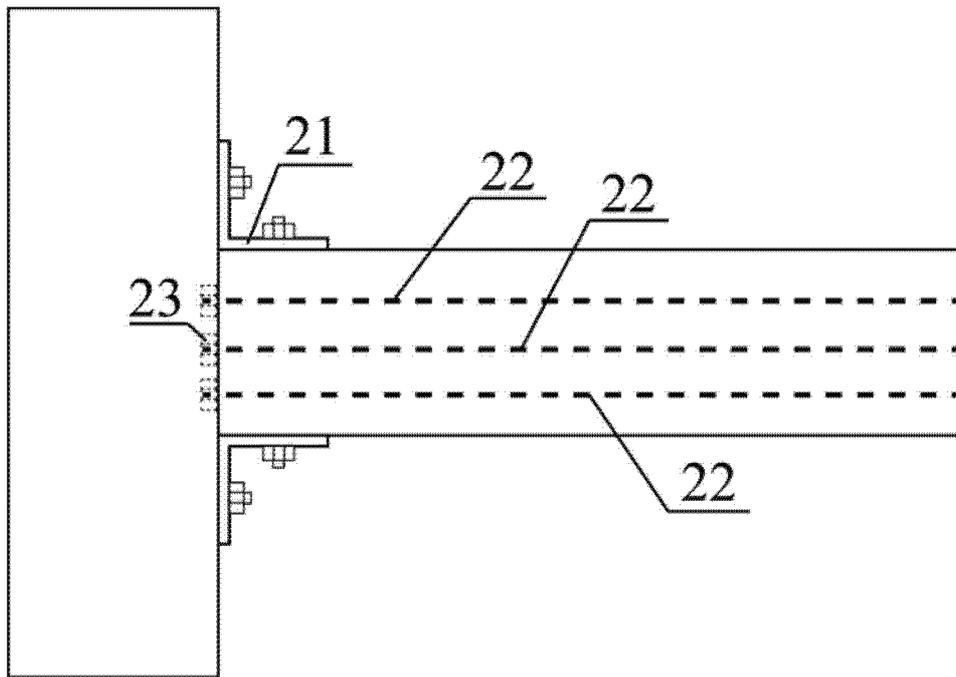


图 7

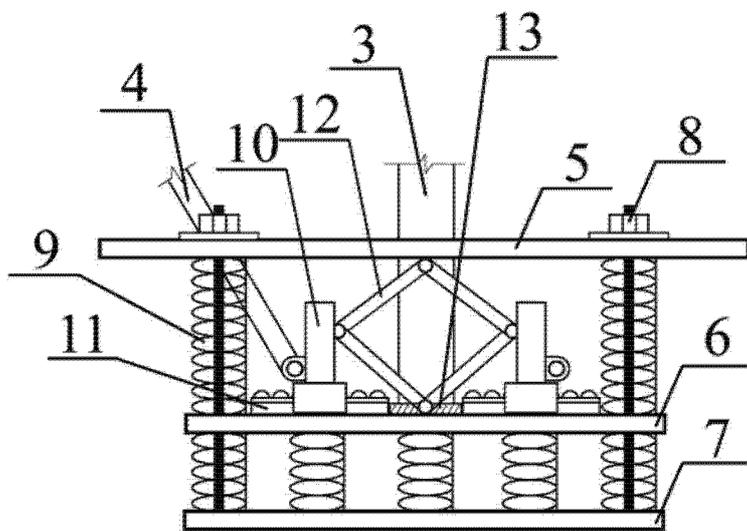


图 8

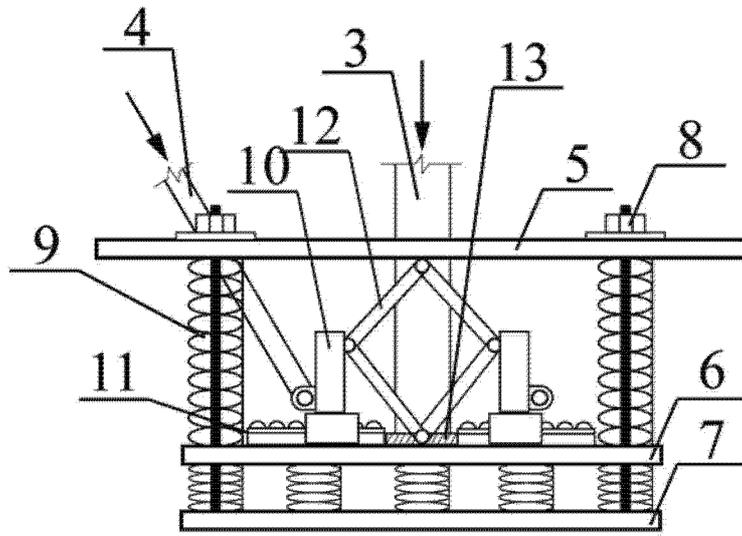


图 9

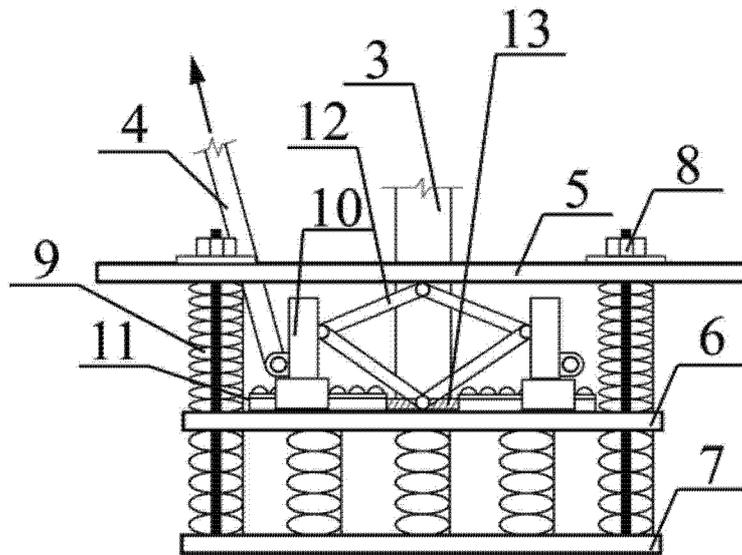


图 10