



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103821248 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201410083805. 7

(22) 申请日 2014. 03. 09

(73) 专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 何浩祥 陈奎 李瑞峰 韩恩圳

(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.

E04B 1/98(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101260692 A, 2008. 09. 10,

CN 103132626 A, 2013. 06. 05,

CN 2617839 Y, 2004. 05. 26,

JP 2001279950 A, 2001. 10. 10,

JP H0925994 A, 1997. 01. 28,

US 2001054785 A1, 2001. 12. 27,

US 2012038091 A1, 2012. 02. 16,

US 8136309 B2, 2012. 03. 20,

审查员 刘超

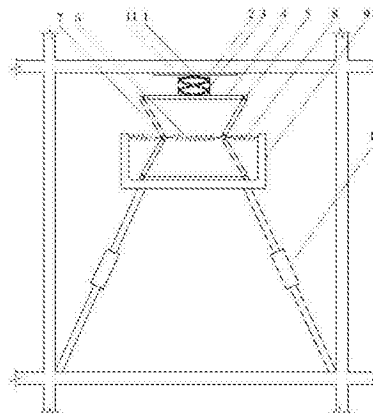
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

限位连杆型低频隔震耗能支撑

(57) 摘要

本发明涉及一种限位连杆型低频隔震耗能支撑,属于结构工程抗震与减震技术领域;该支撑包括刚性垫板、碟形弹簧组、刚性防护筒、水平杆、万向铰链、拉簧组、斜杆、限位弹簧、U型支架、人字形阻尼支撑;本发明的隔震耗能支撑在正常使用状态下,具有较大静刚度,可以承受上层结构的重量,同时,碟形弹簧组产生较小变形并将荷载传递给下部机构;在地震作用下,由于水平杆和斜杆组成的连杆体系在荷载作用下产生负刚度,人字形阻尼支撑具有较大静刚度,整个体系的刚度由于并联了负刚度机制而降低到很小,使框架结构处于低频,可有效控制外部结构在地震时的震动,并且底部粘滞性阻尼器可以产生小幅振动耗散地震能量,保证整体结构的安全。



1. 一种限位连杆低频隔震耗能支撑,其特征在于:该支撑包括刚性垫板(1)、碟形弹簧组(2)、刚性防护筒(3)、水平杆(4)、万向铰链(5)、拉簧组(6)、斜杆(7)、限位弹簧(8)、U形支架(9)、人字形阻尼支撑(10)、外部框架(11);外部框架(11)为所需隔震耗能的建筑结构的连接构件;刚性垫板(1)与碟形弹簧组(2)固定连接,刚性防护筒(3)套在碟形弹簧组(2)外部并与水平杆(4)焊接固定,水平杆(4)与斜杆(7)之间以及斜杆(7)之间均通过万向铰链(5)连接,保证水平杆(4)与斜杆(7)之间以及各斜杆(7)之间在震动时可以发生相对转动,拉簧组(6)两端分别与斜杆(7)之间的万向铰链(5)连接;限位弹簧(8)一端与邻近的斜杆(7)之间的万向铰链(5)固接,另一端与U型支架(9)固接,U型支架(9)和水平杆(4)焊接固定,人字形阻尼支撑(10)一端与U型支架(9)焊接固定,另一端和外部框架(11)焊接固定;刚性垫板(1)顶部与外部框架(11)焊接固定;所述斜杆(7)的个数为四个,水平杆(4)个数为两个。

2. 根据权利要求1所述的一种限位连杆低频隔震耗能支撑,其特征在于:正常使用状态下,该支撑具有较大刚度,可以承受上层结构的重量,同时,碟形弹簧组(2)产生变形并将荷载传递给下部机构,水平杆(4)和斜杆(7)组成的体系在上部荷载作用下产生负刚度,人字形阻尼支撑(10)具有正刚度,可以支撑上部重量保证结构稳定,整个体系的刚度由于并联了负刚度机制而降低到很小,使框架结构处于低频,可有效控制外部结构在地震时的震动,并且底部人字形阻尼支撑(10)上的粘滞性阻尼器可以产生小幅振动耗散地震能量,保证整体结构的安全。

3. 根据权利要求1所述的一种限位连杆低频隔震耗能支撑,其特征在于:四个斜杆(7)与两个水平杆(4)之间夹角范围为 $90^{\circ}$  -  $150^{\circ}$ 之间,保证在负载时出现负刚度;水平杆(4)与斜杆(7)之间,各斜杆(7)之间均用万向铰链(5)连接,在地震作用下,保证水平杆(4)与斜杆(7),以及各斜杆(7)之间可以相互转动,协调变形。

4. 根据权利要求1所述的一种限位连杆低频隔震耗能支撑,其特征在于:限位弹簧(8)位于万向铰链(5)两端,在地震时可以限制连杆结构的变形。

5. 根据权利要求1所述的一种限位连杆低频隔震耗能支撑,其特征在于:碟形弹簧组(2)为相同碟形弹簧通过对合连接的方式组合。

6. 根据权利要求1所述的一种限位连杆低频隔震耗能支撑,其特征在于:人字形阻尼支撑(10)支撑上部结构荷载,同时,阻尼器可以产生振动,耗散地震能量。

## 限位连杆型低频隔震耗能支撑

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种限位连杆型低频隔震耗能支撑,属于建筑结构工程抗震与减震及抗风技术领域。

### 背景技术

[0002] 地震是人类社会无法避免的一种自然现象,地震造成的人员伤亡和经济损失 90% 甚至更多源于建筑物倒塌所致。因此世界各国都在致力于做好工程抗震减灾工作,致力于提高建设工程的抗震设防水平,提高建设工程的抗震能力。在地震区修建建筑物时,为了减轻潜在地震威胁,必须对建筑物进行抗震设计,其中,采取隔震设计是减小建筑物地震损伤破坏的有效途径之一。传统基础隔震技术就是通过在建筑物底部和基础顶面之间设置刚度较小的隔震层,来降低结构的基本频率,延长振动周期,使其与地震震动隔离开,限制上部结构的运动响应。这种工程技术已经在多个国家得到了广泛应用,在我国,按新规范设计的建筑,应用隔震技术的房屋设防目标高,安全性明显提高。

[0003] 强烈的地震给人类造成巨大损失,目前世界范围内都在努力寻求经济、有效、可靠的方法来减小这种损失。结构振动控制方法的出现,为解决传统的抗震结构体系中存在的问题提供了一条有效途径。然而,目前的减震控制都是在建筑物底部和基础顶面之间设置隔震层进行考虑,对于大跨度轻柔结构和底框结构,例如商住多层建筑和大跨度工业厂房等建筑物等,由于底层空间较大,刚度较小,上层结构质量较大,具有“头重脚轻”、“上刚下柔”的特点,在地震时非常不利,极易发生扭转破坏。因此,大跨轻柔结构和底框结构底层振动控制研究具有重要意义。

[0004] 近年来,随着人们对抗震认识的不断发展,提出了一些可行的抗震措施,传统的加强措施中,为了增大底层空间刚度,在底框结构底层两个方向设置抗震墙做成框架—抗震墙结构,而不是纯框架结构。大跨度工业厂房为提高纵向刚度和稳定性沿纵向布置柱间支撑,主要形式有十字交叉支撑,人字形支撑,八字形支撑和斜柱式支撑等,可以起到增大纵向刚度、传力的作用,同时可以提高厂房的整体性。调谐系统是在结构顶层加上惯性质量或者在附属结构内部添加流动的液体,并配以弹簧和阻尼器与结构相连,对结构的某些振型加以控制。调谐质量或调谐液体阻尼器的基本原理是利用二次系统吸引主体结构的振动能量而使主体结构振动反应得到降低。

[0005] 采取传统的加强措施,虽然减震效果明显,但是目前仍存在一些不足。最明显的是,采用抗震墙设计,限制了底层空间,耗费了人力。对工业厂房布置柱间支撑,用钢量比较大,布置起来也比较复杂,地震来临时振动控制效果不佳,无法起到良好的耗能效果。因此开发成本低廉、反应灵敏的限位连杆型低频隔震耗能支撑具有重大的工程意义。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提出了一种限位连杆型低频隔震耗能支撑,该隔震耗能支撑具有低频减震、制作简单、布置灵活、成本低廉等特点。在正常使用状态下,该隔震耗能支撑有

较大刚度,可以对上层结构起到支撑作用,在地震作用下,该隔震耗能支撑结构具有很低的运动频率和耗散外部动能的功能,从而保证结构安全,可以满足底框结构和其他大跨度轻柔结构的抗震要求。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案为一种限位连杆低频隔震耗能支撑,该支撑包括刚性垫板、碟形弹簧组、刚性防护筒、水平杆、万向铰链、拉簧组、斜杆、限位弹簧、U形支架、人字形阻尼支撑、外部框架;外部框架为所需隔震耗能的建筑结构的连接构件;刚性垫板与碟形弹簧组固定连接,刚性防护筒套在碟形弹簧组外部并与水平杆焊接固定,水平杆与斜杆之间以及两根斜杆之间均通过万向铰链连接,保证水平杆与斜杆之间以及各斜杆之间在震动时可以发生相对转动,拉簧组两端分别与斜杆之间的万向铰链连接,限位弹簧一端与邻近的斜杆之间的万向铰链固接,另一端与U型支架固接,U型支架和水平杆焊接固定,人字形阻尼支撑一端与U型支架焊接固定,一端和外部框架焊接固定;刚性垫板顶部与外部框架焊接固定;由于该隔震耗能支撑并联了负刚度机构,结构体系整体刚度得到降低,处于低频状态,能够有效减轻结构在振动的动力反应。

[0008] 正常使用状态下,该支撑具有较大刚度,可以承受上层结构的重量,同时,碟形弹簧组产生较小变形并将荷载传递给下部机构,水平杆和斜杆组成的体系在上部荷载作用下产生负刚度,人字形阻尼支撑具有较大正刚度,可以支撑上部重量保证结构稳定,整个体系的刚度由于并联了负刚度机制而降低到很小,使框架结构处于低频,可有效控制外部结构在地震时的震动,并且底部人字形支撑上的粘滞性阻尼器可以产生小幅振动耗散地震能量,保证整体结构的安全。

[0009] 本发明通过在大跨度轻柔结构底层和底框结构底层布置隔震支撑等构件,使之形成具有一定质量的附属结构,改善原结构的动力特性,实现在地震作用下能够改变结构自振特性、转移和耗散结构本应该承受的部分外部动能的功能,从而降低原有建筑结构的破坏程度。

[0010] 与现有技术相比,本发明的优点如下。

[0011] 1、本发明中的阻尼支撑具有较大刚度,同时可以发生小幅度振动,缓解地震能量的传递。

[0012] 2、本发明采用较为灵活的方式实现结构的抗扭减震,可以根据具体建筑结构的实际情况适当调节水平杆和斜杆的长度以及斜杆和水平杆之间的夹角,也可以调整碟形弹簧组的参数,实现低频隔震。

[0013] 3、所用材料成本较低,构造较简单,成本较低廉,减震耗能性价比突出。

## 附图说明

[0014] 图1是本发明限位连杆低频隔震耗能支撑的结构示意图;

[0015] 图2是本发明碟形弹簧示意图;

[0016] 图3是本发明水平杆示意图;

[0017] 图中:1、刚性垫板,2、碟形弹簧组,3、刚性防护筒,4、水平杆,5、万向铰链,6、拉簧组,7、斜杆,8、限位弹簧,9、U型支架,10、人字形阻尼支撑,11、外部框架。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0019] 如图 1- 图 3 所示, 一种限位连杆低频隔震耗能支撑, 该支撑包括刚性垫板 1、碟形弹簧组 2、刚性防护筒 3、水平杆 4、万向铰链 5、拉簧组 6、斜杆 7、限位弹簧 8、U 形支架 9、人字形阻尼支撑 10、外部框架 11; 外部框架 11 为所需隔震耗能的建筑结构的连接构件; 刚性垫板 1 与碟形弹簧组 2 固定连接, 刚性防护筒 3 套在碟形弹簧组 2 外部并与水平杆 4 焊接固定, 水平杆 4 与斜杆 7 之间以及斜杆 7 之间均通过万向铰链 5 连接, 保证水平杆 4 与斜杆 7 之间以及各斜杆 7 之间在震动时可以发生相对转动, 拉簧组 6 两端分别与斜杆 7 之间的万向铰链 5 连接, 限位弹簧 8 一端与邻近的斜杆 7 之间的万向铰链 5 固接, 另一端与 U 型支架 9 固接, U 型支架 9 和水平杆 4 焊接固定, 人字形阻尼支撑 10 一端与 U 型支架 9 焊接固定, 一端和外部框架 11 焊接固定; 刚性垫板 1 顶部与外部框架 11 焊接固定; 由于该隔震耗能支撑并联了负刚度机构, 结构体系整体刚度得到降低, 处于低频状态, 能够有效减轻结构在振动的动力反应; 所述斜杆 7 的个数为四个, 水平杆 4 个数为两个。

[0020] 正常使用状态下, 该支撑具有较大刚度, 可以承受上层结构的重量, 同时, 碟形弹簧组 2 产生变形并将荷载传递给下部机构, 水平杆 4 和斜杆 7 组成的体系在上部荷载作用下产生负刚度, 人字形阻尼支撑 10 具有正刚度, 可以支撑上部重量保证结构稳定, 整个体系的刚度由于并联了负刚度机制而降低到很小, 使框架结构处于低频, 可有效控制外部结构在地震时的震动, 并且底部人字形阻尼支撑 10 上的粘滞性阻尼器可以产生小幅振动耗散地震能量, 保证整体结构的安全。

[0021] 四个斜杆 7 与两个水平杆 4 之间夹角范围为  $90^{\circ} - 150^{\circ}$ , 保证在负载时出现负刚度。水平杆 4 与斜杆 7 之间, 各斜杆 7 之间均用万向铰链连接, 在地震作用下, 保证水平杆 4 与斜杆 7, 以及各斜杆 7 之间可以相互转动, 协调变形。

[0022] 限位弹簧 8 位于万向铰链 5 两端在地震时可以限制连杆结构的变形, 防止水平杆 4 与斜杆 7 之间夹角小于等于  $90^{\circ}$  后导致结构出现正刚度, 使其维持在负刚度范围内, 同时可以增加结构阻尼, 起到耗能作用。

[0023] 碟形弹簧组 2 采用多个外径大、高厚小的相同碟形弹簧并通过对合连接的方式组合起来, 保证其具有较大刚度承受上部结构荷载, 同时碟形弹簧组 2 在荷载作用下变形小, 可以减小整体结构的变形。

[0024] 人字形阻尼支撑 10 具有较高地刚度和稳定性, 可以支撑上部结构荷载, 同时, 阻尼器可以产生振动, 耗散地震能量。

[0025] 本发明通过在大跨度轻柔结构底层和底框结构底层布置隔震支撑等构件, 使之形成具有一定质量的附属结构, 改善原结构的动力特性, 实现在地震作用下能够改变结构自振特性、转移和耗散结构本应该承受的部分外部动能的功能, 从而降低原有建筑结构的破坏程度。

[0026] 实施例

[0027] 本实施例中, 应用对象为一高为 8 米, 长为 36 米, 宽为 21 米的单层工业厂房建筑。本发明安装在结构底层。根据设计结果, 刚性垫板 1 长为 1 米厚度为 20mm, 采用建筑钢材。碟形弹簧组 2 的外径比 C 为 2.5 外径 250mm, 内径 100mm, 高度 2.8mm, 厚度 1mm, 采用多个对合的连接方式, 连接后总高度为 80mm, 材料均为建筑钢材。刚性防护筒 3 内径为 250mm, 高度为 74mm, 便于碟形弹簧组 2 置于其中, 水平杆 4 的长度为 750mm, 宽度为 70mm。斜杆 7

长为 300mm,斜杆 7 与水平杆 4 之间夹角均为  $145^{\circ}$ 。沿水平向的拉簧组 6 总长度为长度为 250mm,每个限位拉簧 8 长度为 260mm,U 型支架 9 两端高度为 170mm,底部长度为 800mm,采用 Q345 高强度建筑钢材制作。人字形阻尼支撑 10 长度为 2700mm,材料为建筑钢材。

[0028] 刚性垫板 1 与楼板地面固接,确保刚性垫板 1 保持水平。碟形弹簧组 2 安装于刚性防护筒 2 内,接触面之间涂有润滑剂,保证地震作用下碟形弹簧组 2 能够在刚性防护筒 3 内发生变形。万向铰链 5 为六个,将水平杆 4、斜杆 7 连接起来,保证在地震作用时可以相互发生转动。拉簧组 6 采用多个弹簧串联的方式,两端与万向铰链 5 相连,确保在地震作用时可以发生伸缩。

[0029] 限位弹簧 8 两端分别与 U 型支架 9 和万向铰链 5 相连,在地震作用时可以限制连杆的变形,使其保持在负刚度范围内。U 型支架 9 与水平杆 4 固接,保证其只能在竖向运动。人字形阻尼支撑 10 具有较大刚度对上部结构起支撑作用,同时能够提供阻尼以提高整体机构的扭转耗能能力。

[0030] 本实施例中,正常使用时,隔震耗能支撑具有较大静刚度,可以承担上部结构的重量。地震作用下,当建筑结构产生振动时,上部结构荷载施加在隔震耗能支撑上,碟形弹簧组 2 具有较大刚度,产生较小变形并将荷载传递给连杆体系产生负刚度,两端限位弹簧 8 限制连杆的变形,使其保持在负刚度范围内,同时,隔震耗能支撑底部的人字形阻尼支撑 10 具有较大正刚度,与连杆体系并联后,隔震耗能支撑的刚度降为极低,使得结构体系处于低频下,限制了在地震作用下整体结构的运动,同时,碟形弹簧组 2 和粘滞阻尼器在地震作用下可以产生小幅度振动变形,增加了结构体系的阻尼,起到了良好的减震耗能作用。

[0031] 以上为本发明的一个典型实施例,但本发明的实施不限于此。

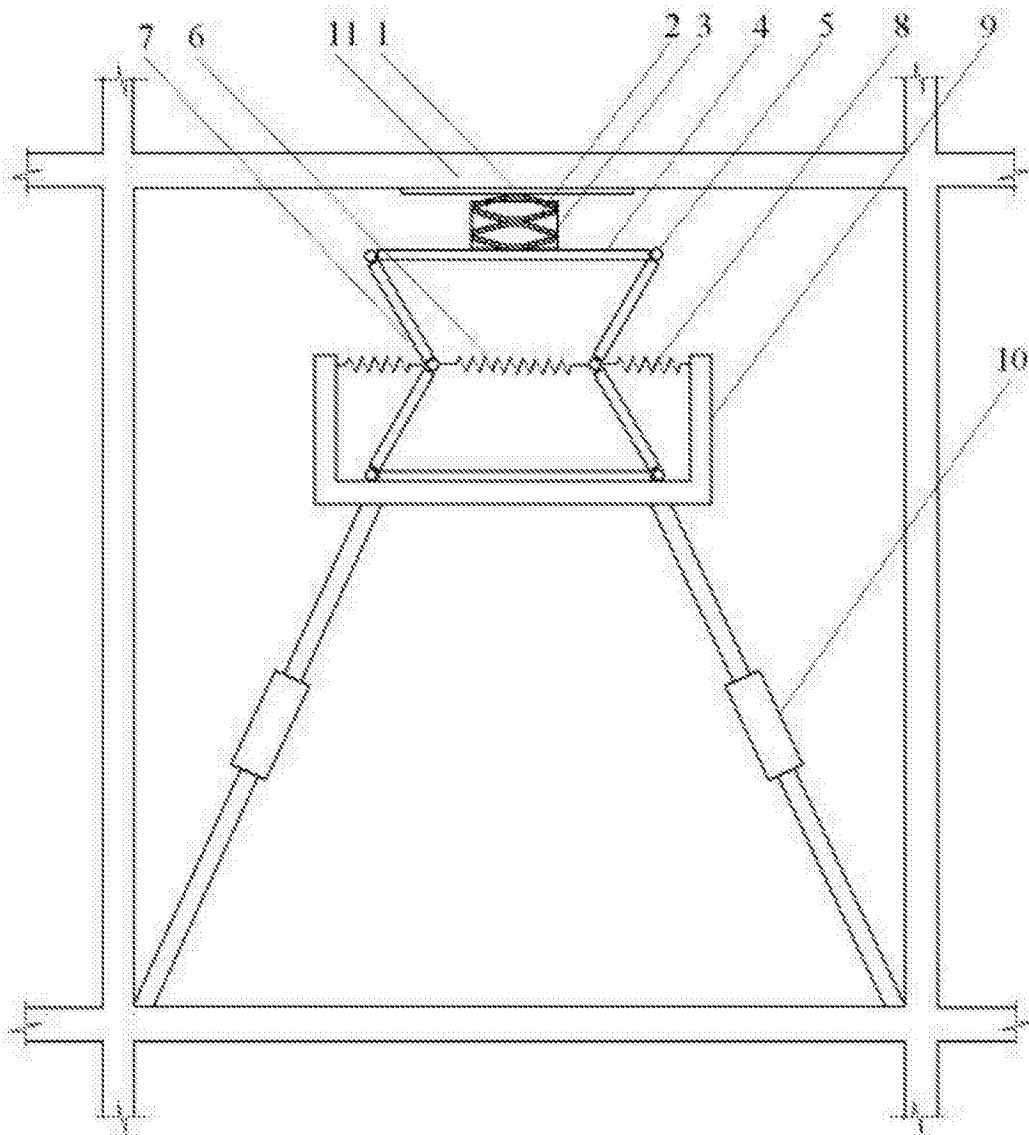


图 1

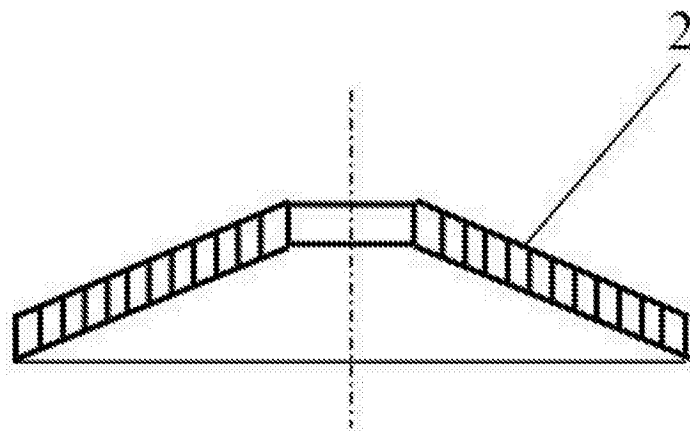


图 2

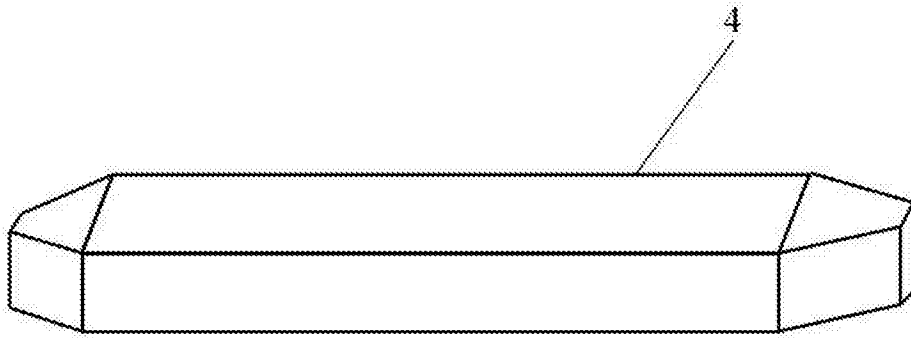


图 3