(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 212248679 U
(45)授权公告日 2020.12.29

(21)申请号 202020462883.9

(22)申请日 2020.04.02

(73)专利权人 山西四建集团有限公司
地址 030012 山西省太原市体育北街7号

(72)发明人 庄利军 王伟 刘勇庆 李彦春 杜晓莲 白丽霞 张佳浩 任杰 宋鹤

(74)专利代理机构 太原晋科知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 14110
代理人 郑晋周

(51)Int.Cl.
*E04B 1/24*(2006.01)
*E04B 1/58*(2006.01)
*E04B 1/98*(2006.01)
*E04H 9/02*(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)实用新型名称

一种自复位混合支撑结构体系

(57)摘要

本实用新型提供一种自复位混合支撑结构体系，属于结构工程抗震减震的技术领域，包括框架柱、框架梁、人字形支撑和自复位耗能支撑；多个框架梁水平设置在两侧框架柱之间，框架梁的两端与框架柱固接或铰接，框架梁的下侧设置有耳板；人字形支撑的下端与框架梁和框架柱的节点固接，上端固定有转换梁，转换梁的两侧设置有耳板；自复位耗能支撑设置在转换梁的两侧，包括外套筒、内杆和环簧；多个环簧并联设置在外套筒和内杆围合成的空间内；自复位耗能支撑分别与框架梁和转换梁通过销轴连接。上述自复位混合支撑结构体系，将自复位耗能支撑与传统支撑相结合，提高结构体系的抗侧能力和复位能力。

CN 212248679 U

1.一种自复位混合支撑结构体系，其特征在于，包括框架柱、框架梁、人字形支撑和自复位耗能支撑；

多个所述框架梁水平设置在两侧框架柱之间，框架梁的两端与框架柱固接或铰接，框架梁的下侧设置有耳板；

所述人字形支撑的下端与框架梁和框架柱的节点固接，上端固定有转换梁，转换梁的两侧设置有耳板；

所述耳板上设置有连接孔；

所述自复位耗能支撑设置在转换梁的两侧，包括外套筒、内杆和环簧；

所述外套筒的第一端设置有连接孔；

所述内杆穿过外套筒的第二端滑动设置在外套筒内，位于外套筒外的端部设置有连接孔；

多个所述环簧并联设置在外套筒和内杆围合成的空间内；

所述外套筒和内杆相对滑动，压缩或拉伸环簧；

所述自复位耗能支撑的连接孔分别与框架梁和转换梁通过销轴连接。

2.根据权利要求1所述的自复位混合支撑结构体系，其特征在于，所述内杆包括施力杆、第一内筒和第二内筒；

所述施力杆包括中间杆体以及设置在中间杆体两端的挤压端，挤压端分别位于外套筒内外；

所述第一内筒和第二内筒均包括限位筒以及设置在限位筒外的环簧挤压筒，第一内筒和第二内筒滑动穿设在中间杆体上，第一内筒和第二内筒的限位筒相互套合；

所述外套筒内设置有用于限制环簧挤压筒的环形台阶；

多个所述环簧并联设置在外套筒、第一内筒和第二内筒围合成的环形空间内，环簧的两端分别抵靠在第一内筒和第二内筒的环簧挤压筒上。

3.根据权利要求2所述的自复位混合支撑结构体系，其特征在于，所述中间杆体上设置有外螺纹；

位于外套筒内的挤压端为螺母。

4.根据权利要求3所述的自复位混合支撑结构体系，其特征在于，外套筒包括螺纹连接的第一外套筒和第二外套筒。

5.根据权利要求1或2所述的自复位混合支撑结构体系，其特征在于，所述环簧为高强钢环簧。

6.根据权利要求1或2所述的自复位混合支撑结构体系，其特征在于，相邻环簧之间的间隙满足：在环簧的压缩行程内，相邻环簧组之间不接触干涉。

7.根据权利要求1所述的自复位混合支撑结构体系，其特征在于，所述人字形支撑的中线与框架梁的中线重合；

所述自复位耗能支撑对称设置在人字形支撑的两侧。

8.根据权利要求7所述的自复位混合支撑结构体系，其特征在于，框架梁上固定有限位板。

# 一种自复位混合支撑结构体系

## 技术领域

[0001] 本实用新型属于结构工程抗震减震的技术领域，具体公开了一种自复位混合支撑结构体系。

## 背景技术

[0002] 2011年新西兰基督城地震灾害表明，大量建筑经历地震作用后并未倒塌但因为较大的残余变形而都被迫拆除，重建费用占当年新西兰国内生产总值的20%以上。研究表明：残余层间位移角大于0.5%会使建筑失去修缮价值，然而对钢框架而言，该值大震后通常在2%到4%之间，而对于传统支撑框架结构而言，由于支撑的屈曲或塑性变形也会导致较大的残余变形。这说明钢结构虽然通过屈服耗散地震能量，但由于塑性变形将产生难以修复的永久损伤，即使可以修复也会导致建筑关闭，严重影响城市功能恢复的时机和效率。另外，由于残余变形和P-Δ效应的双重影响，会加剧结构在余震下倒塌的可能性。由此可见，仅仅是防止结构倒塌的抗震设计目标(即大震不倒)已经不能满足现代化抗震要求。由于地震动具有高度不确定性，因此建筑有可能遭遇超预期的地震动作用，例如2008汶川地震，造成巨大的人员伤亡和经济损失，因此在建筑中考虑极罕遇地震，预留额外的耗能能力防止结构倒塌，将有利于保障人民的生命安全。

[0003] 专利CN207776545U公开了一种高强钢弹性控制延性结构，包括采用高强钢材质的立柱和间隔水平设置于立柱间的横梁构成的结构主体，所述横梁和立柱通过半刚性节点或铰接节点连接，所述结构主体被横梁分隔形成至少一个抗震耗能区，抗震耗能区内设置有抗震耗能装置。所述抗震耗能装置为屈曲约束支撑系统、防屈曲剪力墙系统或粘滞阻尼器系统。所述屈曲约束支撑系统设为中心支撑或偏心支撑。所述中心支撑由设置于抗震耗能区内的中心单斜撑结构、中心人字形支撑结构或中心V形支撑结构组成；所述中心单斜撑结构为倾斜设置的支撑架，且支撑架的两端与抗震耗能区的对角位置连接；所述中心人字形支撑结构为由两根呈人字形对接形成的支撑架，且支撑架的上对接部与位于抗震耗能区上侧的横梁中心位置连接，支撑架的下扩口两端分别与位于抗震耗能区下侧的两节点连接；所述中心V形支撑结构为由两根星V字形对接形成的支撑架，且支撑架的下对接部与位于抗震耗能区下侧的横梁中心位置连接，支撑架的上扩口两端分别与位于抗震耗能区上侧的两节点连接。

[0004] 上述专利中，主要承重构件采用高强钢材质，结构主体不承担或承担较小的横向力，并合理设置梁柱节点，保证整体结构具有充分的变形能力使抗震耗能装置发挥作用，横梁和立柱通过半刚性节点或铰接节点产生横向变形，和结构主体有效连接的抗震耗能系统随结构主体共同变形，为结构提供横向刚度，并在变形过程中耗散地震能，保证结构的安全性。但是上述专利依靠结构主体和抗震耗能系统变形耗散地震能，结构抗侧能力和复位能力基本依靠高强钢材质的自身性质，还有进一步改进提高的空间。

## 实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种自复位混合支撑结构体系，将自复位耗能支撑与传统支撑相结合，提高结构体系的抗侧能力和复位能力。

[0006] 为实现上述目的，本实用新型提供一种自复位混合支撑结构体系，包括框架柱、框架梁、人字形支撑和自复位耗能支撑；多个所述框架梁水平设置在两侧框架柱之间，框架梁的两端与框架柱固接或铰接，框架梁的下侧设置有耳板；人字形支撑的下端与框架梁和框架柱的节点固接，上端固定有转换梁，转换梁的两侧设置有耳板；耳板上设置有连接孔；自复位耗能支撑设置在转换梁的两侧，包括外套筒、内杆和环簧；外套筒的第一端设置有连接孔；内杆穿过外套筒的第二端滑动设置在外套筒内，位于外套筒外的端部设置有连接孔；多个所述环簧并联设置在外套筒和内杆围合成的空间内；外套筒和内杆相对滑动，压缩或拉伸环簧；自复位耗能支撑的连接孔分别与框架梁和转换梁通过销轴连接。

[0007] 进一步地，内杆包括施力杆、第一内筒和第二内筒；施力杆包括中间杆体以及设置在中间杆体两端的挤压端，挤压端分别位于外套筒内外；第一内筒和第二内筒均包括限位筒以及设置在限位筒外的环簧挤压筒，第一内筒和第二内筒滑动穿设在中间杆体上，第一内筒和第二内筒的限位筒相互套合；外套筒内设置有用于限制环簧挤压筒的环形台阶；多个所述环簧并联设置在外套筒、第一内筒和第二内筒围合成的环形空间内，环簧的两端分别抵靠在第一内筒和第二内筒的环簧挤压筒上。

[0008] 进一步地，中间杆体上设置有外螺纹；位于外套筒内的挤压端为螺母。

[0009] 进一步地，外套筒包括螺纹连接的第一外套筒和第二外套筒。

[0010] 进一步地，环簧为高强钢环簧。

[0011] 进一步地，相邻环簧之间的间隙满足：在环簧的压缩行程内，相邻环簧组之间不接触干涉。

[0012] 进一步地，人字形支撑的中线与框架梁的中线重合；自复位耗能支撑对称设置在人字形支撑的两侧。

[0013] 进一步地，框架梁上固定有限位板。

[0014] 本实用新型的有益效果是：

[0015] 1、增大了支撑系统的变形能力，避免了传统的人字形支撑在小变形下发生屈曲，从而避免结构承载能力和耗能能力突然降低使建筑发生倒塌；

[0016] 2、在目标地震动下可以实现自复位减小结构残余变形，从而减小建筑因关闭甚至拆除带来的经济损失；

[0017] 3、在超预期地震动下，传统的人字形支撑作为储备耗能构件进一步提高结构的抗侧能力和耗能能力，防止结构倒塌保障生命安全；

[0018] 4、自复位耗能支撑水平安装，与传统的人字形支撑通过交接连接实现串联，不承担竖向荷载，支撑系统只承受侧向荷载，受力明确，便于设计；

[0019] 5、自复位耗能支撑与框架梁和转换梁通过销轴连接，便于自复位耗能支撑的检修和维护；

[0020] 6、结构体系简洁，安装简单，施工方便。

## 附图说明

[0021] 图1为本实用新型提供的自复位混合支撑结构体系的结构示意图；

[0022] 图2为图1所示结构体系中自复位耗能支撑的结构示意图。

[0023] 图中：1-框架柱；2-框架梁；3-人字形支撑；4-自复位耗能支撑；4.1-环簧；4.2-施力杆；4.3-第一内筒；4.4-第二内筒；4.5-第一外套筒；4.6-第二外套筒；5-转换梁；6-限位板。

## 具体实施方式

[0024] 下面将结合附图对本实用新型的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本实用新型一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本实用新型保护的范围。

[0025] 本实施例提供一种自复位混合支撑结构体系，包括框架柱1、框架梁2、人字形支撑3和自复位耗能支撑4；多个所述框架梁2水平设置在两侧框架柱1之间，框架梁2的两端与框架柱1固接或铰接，框架梁2的下侧设置有耳板；人字形支撑3的下端与框架梁2和框架柱1的节点固接，上端固定有转换梁5，转换梁5的两侧设置有耳板；耳板上设置有连接孔；自复位耗能支撑4设置在转换梁5的两侧，包括外套筒、内杆和环簧4.1；外套筒的第一端设置有连接孔；内杆穿过外套筒的第二端滑动设置在外套筒内，位于外套筒外的端部设置有连接孔；多个所述环簧4.1并联设置在外套筒和内杆围合成的空间内；外套筒和内杆相对滑动，压缩或拉伸环簧4.1，通过环簧4.1的形变耗散地震能，提高结构体系的抗侧能力和复位能力；自复位耗能支撑的连接孔分别与框架梁2和转换梁5通过销轴连接。

[0026] 上述自复位混合支撑结构体系在具体使用时，框架柱1和框架梁2构成的框架结构主体，根据结构体系的受力情况及需要达到的抗震要求计算框架柱1和框架梁2的尺寸，根据支撑系统承受的侧向荷载计算人字形支撑3尺寸和自复位耗能支撑4力学性能，根据结构体系目标层间位移计算自复位耗能支撑4中环簧4.1之间的间隙大小。该结构体系所有构件均在工厂加工，到达施工现场后完成构建按组装，预留自复位耗能支撑4的安装位置，待恒载施工完成后，将自复位耗能支撑4安装在人字形支撑3两侧预留的空间内，自复位耗能支撑的连接孔分别与框架梁2和转换梁5通过销轴连接。

[0027] 在上述自复位混合支撑结构体系中，自复位耗能支撑4水平布置，通过铰接形式与人字形支撑3串联，故自复位耗能支撑4只承受环簧4.1轴向拉压荷载，而转换梁5不与框架梁2连接，故整个支撑系统只承受侧向作用力。在目标地震作用下，自复位耗能支撑4主要参与耗能并提供恢复力，结构体系可以实现自复位减小结构残余变形。在超预期地震动作下，当结构层间位移超过目标位移时，自复位耗能支撑4内环簧4.1之间顶紧，结构抗侧能力进一步提高，此时人字形支撑3参与耗能，防止结构倒塌，保障人民的生命安全。自复位耗能支撑4在顶紧前始终处于弹性状态，从而达到目标地震后无需修复且可以经受余震和多次地震的目的。

[0028] 进一步地，人字形支撑3的中线与框架梁2的中线重合；自复位耗能支撑4对称设置在人字形支撑3的两侧。

[0029] 进一步地，框架梁2上固定有限位板6，通过限位板6限制支撑系统的面外位移，使

上述自复位混合支撑结构体系只承受单向荷载。

[0030] 进一步地，内杆包括施力杆4.2、第一内筒4.3和第二内筒4.4；施力杆4.2包括中间杆体以及设置在中间杆体两端的挤压端，挤压端分别位于外套筒内外；第一内筒4.3和第二内筒4.4均包括限位筒以及设置在限位筒外的环簧挤压筒，第一内筒4.3和第二内筒4.4滑动穿设在中间杆体上，第一内筒4.3和第二内筒4.4的限位筒相互套合；外套筒内设置有用于限制环簧挤压筒的环形台阶；多个所述环簧4.1并联设置在外套筒、第一内筒4.3和第二内筒4.4围合成的环形空间内，环簧4.1的两端分别抵靠在第一内筒4.3和第二内筒4.4的环簧挤压筒上。

[0031] 当支撑系统只承受侧向作用力时，施力杆4.2轴向移动，对第一内筒4.3和第二内筒4.4在挤压端和环形台阶的限制下，相对位置发生改变，压缩或拉伸环簧4.1，通过环簧4.1的形变耗散地震能，提高结构体系的抗侧能力和复位能力。

[0032] 进一步地，为了便于第一内筒4.3和第二内筒4.4的安装，中间杆体上设置有外螺纹；位于外套筒内的挤压端为螺母。

[0033] 进一步地，为了便于内杆的装配，外套筒包括螺纹连接的第一外套筒4.5和第二外套筒4.6。

[0034] 进一步地，环簧4.1为高强钢环簧。

[0035] 进一步地，相邻环簧4.1之间的间隙满足：在环簧4.1的压缩行程内，相邻环簧4.1之间不接触干涉。相邻环簧4.1之间的间隙满足通过目标位移设计，通过轴向变形消除间隙，环簧4.1之间顶紧实现抗侧刚度和承载力进一步提高。

[0036] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本实用新型的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本实用新型进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本实用新型各实施例技术方案的范围。

图1

图2