



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102505781 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 20

(21) 申请号 201110357837. 8

(22) 申请日 2011. 11. 11

(71) 申请人 西安理工大学

地址 710048 陕西省西安市金花南路 5 号

(72) 发明人 田洁 颜智超

(74) 专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 张瑞琪

(51) Int. Cl.

E04B 2/56 (2006. 01)

E04B 2/58 (2006. 01)

E04B 2/64 (2006. 01)

E04B 1/98 (2006. 01)

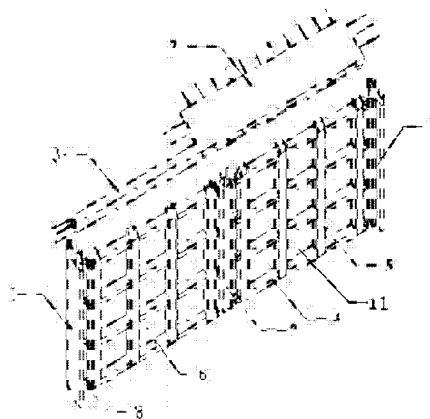
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 11 页

(54) 发明名称

一种密肋结构耗能减震体系

(57) 摘要

本发明公开了一种密肋结构耗能减震体系,包括由外框柱、连接柱以及暗梁构成的隐形框架,暗梁上水平连接有楼板,隐形框架中的一部分设置低屈服点钢密肋复合墙板,隐形框架中的其余部分设置轻质填充砌块密肋复合墙板。本发明还提供了另外一种密肋结构耗能减震体系。包括由外框柱、连接柱以及暗梁构成的隐形框架,暗梁上水平连接有楼板,隐形框架中全部设置低屈服点钢密肋复合墙板。低屈服点钢密肋复合墙板包括多个肋梁和肋柱,其构成矩形框格结构,各框格内嵌置有低屈服点钢板。本发明结构简单,耗能能力强,耗能性能稳定,减震效果好。



1. 一种密肋结构耗能减震体系,其特征在于,包括由外框柱(1)、连接柱(2)以及暗梁(3)构成的隐形框架,所述暗梁(3)上水平连接有楼板(7),所述隐形框架中的一部分设置低屈服点钢密肋复合墙板,所述隐形框架中的其余部分设置轻质填充砌块密肋复合墙板;

所述低屈服点钢密肋复合墙板包括多个肋梁(4)和肋柱(5),所述多个肋梁(4)和肋柱(5)构成矩形框格结构,所述各框格内嵌置有低屈服点钢板(6);

所述轻质填充砌块密肋复合墙板包括多个肋梁(4)和肋柱(5),所述多个肋梁(4)和肋柱(5)构成矩形框格结构,所述各框格内嵌置有填充砌块(11),所述填充砌块(11)为加气混凝土砌块或其他具有一定强度的轻质骨料砌块。

2. 按照权利要求1所述的密肋结构耗能减震体系,其特征在于,所述低屈服点钢板(6)的屈服强度为100MPa、160MPa或225MPa。

3. 按照权利要求1或2所述的密肋结构耗能减震体系,其特征在于,所述低屈服点钢板(6)的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板(9)上,所述对应的肋梁(4)或肋柱(5)上均设置有预埋铁件(10),所述各鱼尾板(9)焊接在对应的预埋铁件(10)上,或者,所述各鱼尾板(9)用高强螺栓栓接在对应的预埋铁件(10)上。

4. 按照权利要求1或2所述的密肋结构耗能减震体系,其特征在于,所述低屈服点钢板(6)的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板(9)上,所述对应的肋梁(4)或肋梁(5)上预留有栓孔,所述各鱼尾板(9)用穿心螺栓连接在对应的肋梁(4)或肋柱(5)上。

5. 按照权利要求1或2所述的密肋结构耗能减震体系,其特征在于,所述低屈服点钢密肋复合墙板的周边向外伸出多个连接钢筋(8),并通过该连接钢筋(8)与所述隐性框架相连接。

6. 按照权利要求1或2所述的密肋结构耗能减震体系,其特征在于,所述各低屈服点钢密肋复合墙板中,该复合墙板的厚度为200mm~300mm,框格尺寸为500mm~1000mm,各低屈服点钢板(6)的宽厚比小于或等于250、且厚度为4mm~8mm,各肋梁(4)和肋柱(5)的高度尺寸为100mm~150mm,各肋梁(4)和肋柱(5)的配筋主筋为4 ϕ 6mm~4 ϕ 10mm,箍筋为 ϕ 4@100mm~ ϕ 4@200mm;

所述各轻质填充砌块密肋复合墙板中,该复合墙板的厚度为200mm~300mm,框格尺寸为500mm~1000mm,各填充砌块(11)的长宽尺寸为500mm~1000mm、且厚度为150mm~300mm,各肋梁(4)和肋柱(5)的高度尺寸为100mm~150mm,各肋梁(4)和肋柱(5)的配筋主筋为4 ϕ 6mm~4 ϕ 10mm,箍筋为 ϕ 4@100mm~ ϕ 4@200mm。

7. 按照权利要求1或2所述的密肋结构耗能减震体系,其特征在于,所述各肋梁(4)和肋柱(5)均为钢筋混凝土、型钢混凝土或全钢结构。

8. 按照权利要求1或2所述的密肋结构耗能减震体系,其特征在于,所述低屈服点钢密肋复合墙体的立面面积与建筑墙体的总面积之比为20%~40%,且所述低屈服点钢密肋复合墙体的截面面积与楼面面积之比为1%~2%。

9. 一种密肋结构耗能减震体系,其特征在于,包括由外框柱(1)、连接柱(2)以及暗梁(3)构成的隐形框架,所述暗梁(3)上水平连接有楼板(7),所述隐形框架中全部设置低屈服点钢密肋复合墙板;所述低屈服点钢密肋复合墙板包括多个肋梁(4)和肋柱(5),所述多个肋梁(4)和肋柱(5)构成矩形框格结构,所述各框格内嵌置有低屈服点钢板(6),所述低屈服点钢板(6)的屈服强度为100MPa、160MPa或225MPa。

10. 按照权利要求 9 所述的密肋结构耗能减震体系,其特征在于,所述低屈服点钢板(6)的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板(9)上,所述对应的肋梁(4)或肋柱(5)上均设置有预埋铁件(10),所述各鱼尾板(9)焊接在对应的预埋铁件(10)上,或者,所述各鱼尾板(9)用高强螺栓栓接在对应的预埋铁件(10)上;

或者,所述低屈服点钢板(6)的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板(9)上,所述对应的肋梁(4)或肋梁(5)上预留有栓孔,所述各鱼尾板(9)用穿心螺栓连接在对应的肋梁(4)或肋柱(5)上。

一种密肋结构耗能减震体系

技术领域

[0001] 本发明属于建筑结构抗震减震技术领域,具体涉及一种密肋结构耗能减震体系。

背景技术

[0002] 近年来世界范围内大震频发,给人们的生命和财产造成巨大损失,引发了地震工程学者对抗震防灾深度的思考。人们逐渐认识到,提高工程结构的抗震性能,是解决抗震防灾问题最有效的方法之一,对抗震防灾具有重要的意义。耗能减震技术是一种有效、安全、经济且日渐成熟的工程减震技术,是一种具有良好发展前景的抗震措施。

[0003] 低屈服点钢具有非常强的耗能能力,且具有很长的低周循环疲劳寿命和很好的可焊性等优点,常被用来制造各种类型的耗能装置。为了改善地震作用下结构的工作性能,日本最先开发出了各种低屈服点钢耗能阻尼器,并按其屈服强度划分为 100MPa、160MPa 和 225MPa 三种级别。用低屈服点钢材制成的耗能装置可避免或减小中震后的修复工作,并能显著降低大震作用下结构的损伤,越来越受到工程界的瞩目,特别是在日本、美国、意大利、加拿大、韩国及我国台湾发展得较快。特别地,这种低屈服点钢板更适合制作剪切钢板装置,目前国外研究的较多。我国宝钢从 2005 年就开始进行了建筑抗震用低屈服点钢的研发,现已成功开发出屈服强度 100MPa、160MPa 和 225MPa 三种级别的低屈服点钢,牌号分别为 BLY100、BLY160 和 BLY225。

[0004] 这对于我国开展低屈服点钢材的减震应用研究提供了物质基础条件。

[0005] 授权公告号为 CN100386487 的发明名称为《密肋结构体系及其连接施工工艺方法》的专利文本公开了的技术方案是:由预制的密肋复合墙板、现浇的隐形框架和楼板组合而成的一种结构体系。密肋复合墙板是由截面及配筋较小的钢筋混凝土肋梁和肋柱构成框格,内嵌加气混凝土砌块或其他具有一定强度的轻质骨料砌块预制而成的板式构件。密肋复合墙板具有自重轻、节能环保等优点,其发展和应用顺应了我国墙体材料改革的需要。但在密肋结构体系的现有技术中,作为主要受力构件的密肋复合墙板存在以下不足之处:填充材料为加气混凝土砌块或其他轻质骨料砌块,其耗能能力较小,在较低的水平荷载作用下,主要受力构件的肋梁和肋柱就过早地进入损伤状态,造成能量耗散,墙板性能较快地退化。由于现有的填充材料不能充分发挥其抗震作用,结构难以真正实现理想的分灾抗震模式。因此,采用耗能性能强的填充材料对提高密肋复合墙体的抗震能力具有重要的意义。低屈服点钢耗能减震技术为解决上述问题提供了一种思路和手段。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种密肋结构耗能减震体系,结构简单,耗能能力强,耗能性能稳定,减震效果好。

[0007] 本发明所采用的技术方案是,一种密肋结构耗能减震体系,其特征在于,包括由外框柱、连接柱以及暗梁构成的隐形框架,暗梁上水平连接有楼板,隐形框架中的一部分设置低屈服点钢密肋复合墙板,隐形框架中的其余部分设置轻质填充砌块密肋复合墙板;

[0008] 低屈服点钢密肋复合墙板包括多个肋梁和肋柱,多个肋梁和肋柱构成矩形框格结构,各框格内嵌置有低屈服点钢板;

[0009] 轻质填充砌块密肋复合墙板包括多个肋梁和肋柱,多个肋梁和肋柱构成矩形框格结构,各框格内嵌置有填充砌块,填充砌块为加气混凝土砌块或其他具有一定强度的轻质骨料砌块。

[0010] 低屈服点钢板的屈服强度为 100MPa、160MPa 或 225MPa。

[0011] 低屈服点钢板的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板上,所述对应的肋梁或肋柱上均设置有预埋铁件,各鱼尾板焊接在对应的预埋铁件上,或者,各鱼尾板用高强螺栓栓接在对应的预埋铁件上。

[0012] 低屈服点钢板的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板上,对应的肋梁或肋梁上预留有栓孔,各鱼尾板用穿心螺栓连接在对应的肋梁或肋柱上。

[0013] 低屈服点钢密肋复合墙板的周边向外伸出多个连接钢筋,并通过该连接钢筋与隐性框架相连接。

[0014] 各低屈服点钢密肋复合墙板中,该复合墙板的厚度为 200mm ~ 300mm,框格尺寸为 500mm ~ 1000mm,各低屈服点钢板的宽厚比小于或等于 250、且厚度为 4mm ~ 8mm,各肋梁和肋柱的高度尺寸为 100mm ~ 150mm,各肋梁和肋柱的配筋主筋为 4 ϕ 6mm ~ 4 ϕ 10mm,箍筋为 ϕ 4@100mm ~ ϕ 4@200mm;

[0015] 各轻质填充砌块密肋复合墙板中,该复合墙板的厚度为 200mm ~ 300mm,框格尺寸为 500mm ~ 1000mm,各填充砌块的长宽尺寸为 500mm ~ 1000mm、且厚度为 150mm ~ 300mm,各肋梁和肋柱的高度尺寸为 100mm ~ 150mm,各肋梁和肋柱的配筋主筋为 4 ϕ 6mm ~ 4 ϕ 10mm,箍筋为 ϕ 4@100mm ~ ϕ 4@200mm。

[0016] 各肋梁和肋柱均为钢筋混凝土、型钢混凝土或全钢结构。

[0017] 低屈服点钢密肋复合墙体的立面面积与建筑墙体的总面积之比为 20% ~ 40%,且低屈服点钢密肋复合墙体的截面面积与楼面面积之比为 1% ~ 2%。

[0018] 本发明所采用的另一种技术方案是,一种密肋结构耗能减震体系,其特征在于,包括由外框柱、连接柱以及暗梁构成的隐形框架,暗梁上水平连接有楼板,隐形框架中全部设置低屈服点钢密肋复合墙板;低屈服点钢密肋复合墙板包括多个肋梁和肋柱,多个肋梁和肋柱构成矩形框格结构,各框格内嵌置有低屈服点钢板,低屈服点钢板的屈服强度为 100MPa、160MPa 或 225MPa。

[0019] 低屈服点钢板的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板上,对应的肋梁或肋柱上均设置有预埋铁件,各鱼尾板焊接在对应的预埋铁件上,或者,各鱼尾板用高强螺栓栓接在对应的预埋铁件上;

[0020] 或者,低屈服点钢板的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板上,对应的肋梁或肋梁上预留有栓孔,各鱼尾板用穿心螺栓连接在对应的肋梁或肋柱上。

[0021] 本发明密肋结构耗能减震体系的优点是:

[0022] 1. 由于低屈服点钢板的耗能能力强,耗能性能稳定,只需布置有限的、少量的低屈服点钢密肋复合墙板就能取得明显的减震效果。低屈服点钢密肋复合墙板构造简单,低屈服点钢板易于施工安装,且震后更换、修复方便,震后修复费用低。此外,低屈服点钢密肋复合墙板与现有轻质填充砌块密肋复合墙板的基本构造一致,使得主体结构具有统一性。

[0023] 2. 现有的剪切钢板墙体或钢板剪力墙,为了防止钢板屈曲,必须采用厚钢板或在薄板上布置大量加劲肋。这样,经济性差,而且不能自由地调整结构在某个方向的抗侧刚度。而本发明中的低屈服点钢密肋复合墙板中,低屈服点钢板尺寸较小,采用薄板,但其受力性能等同于厚板,可避免钢板屈曲,而无须再设加劲肋,在保证受力性能的同时,经济性好。此外,通过调节钢板可方便的调整结构的初始抗侧刚度,并由金属钢板和 RC 框格两种不同材料形成的杂交减震系统在实际工程中的开发应用起到积极的推动作用。

[0024] 3. 本发明体系层次感强,其按照“填充砌块和低屈服点钢板→肋梁、肋柱→暗梁、连接柱、外框柱”的顺序分级释放能量,或者是按照“低屈服点钢板→肋梁、肋柱→暗梁、连接柱、外框柱”的顺序分级释放能量,从而形成多道抗震设防,实现理想的分灾抗震模式。可以通过控制设计使整个结构的破坏机制能很清晰的表现出来,这样的结构设计可以使结构体系在大震后的修复费用最少。

附图说明

[0025] 图 1 是本发明密肋结构耗能减震体系的结构示意图;

[0026] 图 2 是本发明中的低屈服点钢密肋复合墙板的结构示意图,其中,图 2(a) 为三肋柱四肋梁结构,图 2(b) 为四肋柱四肋梁结构,图 2(c) 为五肋柱四肋梁结构,图 2(d) 为纵截面示意图;

[0027] 图 3 是本发明中的轻质填充砌块密肋复合墙板的结构示意图,其中,图 3(a) 为三肋柱四肋梁结构,图 3(b) 为四肋柱四肋梁结构,图 3(c) 为五肋柱四肋梁结构,图 3(d) 为纵截面示意图;

[0028] 图 4 是本发明中的低屈服点钢板的连接方式示意图,其中,图 4(a) 为低屈服点钢板的四边连接在对应肋梁和肋柱上的示意图,图 4(b) 为低屈服点钢板的上下两边连接在对应肋梁上的示意图;

[0029] 图 5 是进行减震分析的模型示意图;其中,图 5(a) 是模型 1 即现有技术模型的平面图,图 5(b) 为模型 1 在 1 轴~8 轴的立面图,图 5(c) 是模型 2 即本发明模型的平面图,图 5(d) 为模型 2 在 1 轴和 8 轴的立面图;

[0030] 图 6 是进行减震分析的减震效果分析图;其中,图 6(a) 为模型 1 和模型 2 分别在 ELC 地震波和 TAFT 地震波作用下的最大水平位移沿楼层高度的分布图;图 6(b) 为模型 1 和模型 2 分别在 ELC 地震波和 TAFT 地震波作用下的最大层间位移角沿楼层高度的分布图;图 6(c) 为模型 2 在 ELC 地震波作用下,编号为 73 的低屈服点钢板 6 的滞回曲线图;图 6(d) 为模型 2 在 TAFT 地震波作用下,编号为 73 的低屈服点钢板 6 的滞回曲线图。

[0031] 其中,1. 外框柱,2. 连接柱,3. 暗梁,4. 肋梁,5. 肋柱,6. 低屈服点钢板,7. 楼板,8. 连接钢筋,9. 鱼尾板,10. 预埋铁件,11、填充砌块。

具体实施方式

[0032] 实施例 1

[0033] 如图 1 所示,本发明一种密肋结构耗能减震体系,包括由外框柱 1、连接柱 2 以及暗梁 3 构成的隐形框架,暗梁 3 上水平连接有楼板 7。隐形框架中设置有两种复合墙板,其中,隐形框架中一部分设置低屈服点钢密肋复合墙板,隐形框架中的其余部分设置轻质填充砌

块密肋复合墙板。

[0034] 其中,低屈服点钢密肋复合墙板包括多个肋梁 4 和肋柱 5,肋梁 4 和肋柱 5 构成矩形框格结构,各框格内嵌置有低屈服点钢板 6。低屈服点钢板 6 采用的钢板的屈服强度为 100MPa、160MPa 或 225MPa。

[0035] 低屈服点钢板 6 的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板 9 上,对应的肋梁 4 或肋柱 5 上均设置有预埋铁件 10,各鱼尾板 9 焊接在对应的预埋铁件 10 上,或者,各鱼尾板 9 用高强螺栓栓接在对应的预埋铁件 10 上。

[0036] 或者,低屈服点钢板 6 的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板 9 上,对应的肋梁 4 或肋柱 5 上预留有栓孔,各鱼尾板 9 用穿心螺栓连接在对应的肋梁 4 或肋柱 5 上。

[0037] 低屈服点钢板 6 的安装方式有四种:1、低屈服点钢板 6 的四边均通过鱼尾板 9 焊接在对应的肋梁 4 和肋柱 5 上。2、低屈服点钢板 6 的上下两边均通过鱼尾板 9 焊接在对应的上下肋梁 4 上。3、低屈服点钢板 6 的四边均通过鱼尾板 9 栓接在对应的肋梁 4 和肋柱 5 上。4、低屈服点钢板 6 的上下两边均通过鱼尾板 9 栓接在对应的上下两个肋梁 4 上。其安装过程为:先将鱼尾板 9 安装在对应的肋梁 4 和肋柱 5 上,再将低屈服点钢板 6 安装在鱼尾板 9 上。其中,焊接方式选用双面焊接,栓接时使用高强度螺栓或穿心螺栓连接,鱼尾板 9 采用 Q235 或 Q345B。如图 4 所示,是本发明中的低屈服点钢板 6 的连接方式示意图,其中,图 4(a) 为低屈服点钢板的四边连接在对应肋梁和肋柱上的示意图,图 4(b) 为低屈服点钢板的上下两边连接在对应的两个肋梁上的示意图。

[0038] 低屈服点钢密肋复合墙板的周边向外伸出多个连接钢筋 8,并通过该连接钢筋 8 与隐性框架相连接。低屈服点钢密肋复合墙板在小震时主要起受力作用,并发挥一定的耗能减震作用;在中震和大震时主要起耗能减震作用。

[0039] 轻质填充砌块密肋复合墙板包括多个肋梁 4 和肋柱 5,肋梁 4 和肋柱 5 构成矩形框格结构,各框格内嵌置有填充砌块 11,填充砌块 11 为加气混凝土砌块或其他具有一定强度的轻质骨料砌块。轻质填充砌块密肋复合墙板的周边向外伸出多个连接钢筋 8,并通过该连接钢筋 8 与隐性框架相连接。轻质填充砌块密肋复合墙板在多层、小高层、高层结构中起受力作用;在超高层结构中作为填充构件发挥一定的耗能减震作用。

[0040] 各低屈服点钢密肋复合墙板和轻质填充砌块密肋复合墙板中,肋梁 4 和肋柱 5 均为钢筋混凝土、型钢混凝土或全钢结构。

[0041] 隐形框架在多层结构中,用于连接密肋复合墙板和楼板。在小高层、高层结构中,隐形框架同时起连接与受力作用,外框柱 1、连接柱 2 和暗梁 3 采用钢筋混凝土,外框柱 1 和连接柱 2 也可采用型钢混凝土。在超高层结构中,外框柱 1、连接柱 2 和暗梁 3 采用型钢混凝土,此时,隐形框架为独立的受力体系,或者,在超高层结构中,外框柱 1、连接柱 2、暗梁 3 采用全钢结构,此时,隐形框架为独立的受力体系。楼板 7 可采用现浇或预制密肋复合楼板、现浇或预制混凝土楼板、预应力叠合楼板。连接钢筋 8 为直型钢筋或 U 型封闭钢筋。

[0042] 低屈服点钢密肋复合墙板和轻质填充砌块密肋复合墙板的尺寸相适应。如图 2 所示,各低屈服点钢密肋复合墙板中,该复合墙板的厚度 L1 为 200mm ~ 300mm,框格尺寸 L3 为 500mm ~ 1000mm,各低屈服点钢板 6 的宽厚比小于或等于 250、且厚度为 4mm ~ 8mm,各肋梁 4 和肋柱 5 的高度尺寸 L2 为 100mm ~ 150mm,各肋梁 4 和肋柱 5 的配筋主筋为 $4\phi 6\text{mm} \sim 4\phi 10\text{mm}$,箍筋为 $\phi 4@100\text{mm} \sim \phi 4@200\text{mm}$ 。

[0043] 如图 3 所示,各轻质填充砌块密肋复合墙板中,该复合墙板的厚度 L_1 为 200mm ~ 300mm,框格尺寸 L_3 为 500mm ~ 1000mm,各填充砌块 11 的长宽尺寸为 500mm ~ 1000mm、且厚度为 150mm ~ 300mm,各肋梁 4 和肋柱 5 的高度尺寸 L_2 为 100mm ~ 150mm,各肋梁 4 和肋柱 5 的配筋主筋为 $4\phi 6\text{mm} \sim 4\phi 10\text{mm}$,箍筋为 $\phi 4@100\text{mm} \sim \phi 4@200\text{mm}$ 。

[0044] 本发明中各低屈服点钢密肋复合墙板和轻质填充砌块密肋复合墙板优选三肋柱四肋梁结构、四肋柱四肋梁结构以及五肋柱四肋梁结构,此时,复合墙板的长度尺寸分别为 1.3m ~ 2.2m、2.0m ~ 3.6m、以及 2.5m ~ 4.5m,且高度为 2.5m ~ 3.6m,该三种规格墙板可按需要进行任意组合,并用连接柱 2 连接。

[0045] 从减震效果、抗震安全性和经济性的角度考虑,本发明中低屈服点钢密肋复合墙体的立面面积与建筑墙体的总面积之比为 20% ~ 40%;低屈服点钢密肋复合墙体的截面面积与楼面面积之比为 1% ~ 2%。

[0046] 本发明中的低屈服点钢密肋复合墙体在水平方向宜均匀、对称且分散布置;在高度方向宜连续布置,并优先布置在中下部。低屈服点钢密肋复合墙体数量、布置位置对密肋墙板结构的减震效果有重要的影响,存在着其在结构中的优化配置问题。根据不同的控制目标设置不同的参数以达到相应的控制要求。在此,可以层间位移角或损伤指数作为控制指标。当采用层间位移角作为控制指标时,应根据多遇地震下的预期减震要求及罕遇地震下的预期结构位移控制要求,设置适当数量的低屈服点钢密肋复合墙体。当低屈服点钢密肋复合墙体数量一定时,也可将层间变形的均方值定义为最优位置指数,根据可控度的概念,采用最优放置的顺序逼近法来确定最优布置方案。当采用损伤指数作为控制指标时,可按多遇地震、设防地震和罕遇地震下的损伤性能目标控制要求,确定低屈服点钢密肋复合墙体的数量。对密肋结构体系,多遇地震、设防地震和罕遇地震下损伤性能目标的损伤指数分别为 0 ~ 0.25、0.25 ~ 0.50、0.5 ~ 0.75。

[0047] 低屈服点钢密肋复合墙体的单元分析模型是实现耗能减震分析的关键技术问题。外框柱、连接柱、肋梁和肋柱等构件的恢复力模型宜采用退化三线性模型,填充砌块和低屈服点钢板的恢复力模型宜采用 Bouc-Wen 光滑滞回模型。并应考虑刚度退化、强度衰减及捏缩效应。当需要进行弹塑性地震反应分析时,为简化分析,填充砌块 11 和低屈服点钢板 6 可采用宏观的弹塑性等效杆模型。

[0048] 为保证结构按照“填充砌块和低屈服点钢板→肋梁、肋柱→暗梁、连接柱、外框柱”的顺序分级释放能量,对低屈服点钢密肋复合墙板,内嵌的低屈服点钢板采用三种级别的屈服强度 100MPa、160MPa 或 225MPa 的钢板,应控制框格与钢板的相对刚度和相对强度,钢板与隐形框格、框格与隐形框架的屈服位移比宜小于等于 2/3,钢板与框格、框格与隐形框架的屈服荷载比宜大于等于 0.8,由此控制低屈服点钢板、框格、隐形框架的依次破坏。对轻质填充砌块密肋复合墙板,应控制框格与填充块的相对刚度和相对强度,填充块与框格、框格与隐形框架的屈服位移比宜小于等于 2/3,填充块与框格、框格与隐形框架的屈服荷载比宜大于等于 0.8,由此控制填充块、框格、隐形框架的依次破坏。

[0049] 如图 5(a) 和图 5(b) 所示,模型 1 为对比模型,其为现有密肋结构体系,为一个 15 层建筑,该体系第 1 ~ 8 轴的隐形框架中全部安装为轻质填充砌块密肋复合墙板,轻质填充砌块密肋复合墙板为五肋柱四肋梁结构,填充砌块 11 为加气混凝土砌块。如图 5(c) 和图 5(d) 所示,模型 2 为本发明一种密肋结构耗能减震体系,同为一个 15 层共有 8 个轴的建筑,

其中,该体系两侧端部第 1 轴和第 8 轴的隐形框架中安装的是低屈服点钢密肋复合墙板,该体系第 2 ~ 7 轴的隐形框架中安装的是轻质填充砌块密肋复合墙板,且该 2 ~ 7 轴的立面图同图 5(b) 所示。两种复合墙面均为五肋柱四肋梁结构,填充砌块 11 为加气混凝土砌块,低屈服点钢板的材性选取 100MPa 级,钢板厚度为 4mm,计算屈服应力取为 $\sigma_y = 100\text{N/mm}^2$,屈服剪应力取为 $\tau_y = 100 / \sqrt{3}\text{N/mm}^2$,其中,位于第 1 轴第 4 层的低屈服点钢密肋复合墙板中的一块低屈服点钢板 6 的编号为 73。对上述两个体系进行地震反应分析,采用美国纽约州立大学开发的有限元分析软件 IDARC7.0(A Program for the Inelastic Damage Analysis of Structures) 进行了计算分析。地震波选取 El-Centro(简称 ELC)(1940)波和 TAFT(1952)波,输入的地震动加速度峰值为《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) 中的 8 度罕遇 (0.4g) 地震加速度值,计算持时 $t = 30\text{s}$,时间间隔 $\Delta t = 0.002\text{s}$ 。两模型除了上述复合墙板材质不同之外,其他尺寸等技术特征均相同。

[0050] 如图 6(a) 所示为模型 1 和模型 2 分别在 ELC 地震波和 TAFT 地震波作用下的最大水平位移沿楼层高度的分布图;如图 6(b) 所示为模型 1 和模型 2 分别在 ELC 地震波和 TAFT 地震波作用下的最大层间位移角沿楼层高度的分布图;如图 6(c) 所示为模型 2 在 ELC 地震波作用下,模型 2 编号为 73 的低屈服点钢板 6 的滞回曲线图;如图 6(d) 所示为模型 2 在 TAFT 地震波作用下,编号为 73 的低屈服点钢板 6 的滞回曲线图。

[0051] 可以看出,低屈服点钢板滞回曲线饱满,具有很强的耗能能力,滞回阻尼效果明显。主要受力构件肋梁、肋柱及隐形框架在水平地震作用下的损伤明显减轻和推迟出现。主体结构的顶层最大水平位移和最大层间位移大幅度减小,顶层最大水平位移和最大层间位移减少 30 ~ 60%。因此,与现有的体系相比,本发明减震体系具有明显的减震效果。

[0052] 实施例 2

[0053] 一种密肋结构耗能减震体系包括由外框柱 1、连接柱 2 以及暗梁 3 构成的隐形框架,暗梁 3 上水平连接有楼板 7。本实施例中与上一实施例中不同的是,隐形框架中全部设置低屈服点钢密肋复合墙板;其余技术方案与上一实施例均相同。

[0054] 低屈服点钢密肋复合墙板包括多个肋梁 4 和肋柱 5,肋梁 4 和肋柱 5 构成矩形框格结构,各框格内嵌置有低屈服点钢板 6。低屈服点钢板 6 的上下两边或者四个周边均焊接或栓接在鱼尾板 9 上,对应的肋梁 4 或肋柱 5 上均设置有预埋铁件 10,各鱼尾板 9 焊接在对应的预埋铁件 10 上,或者,各鱼尾板 9 用高强螺栓栓接在对应的预埋铁件 10 上;或者,对应的肋梁 4 或肋梁 5 上预留有栓孔,各鱼尾板 9 用穿心螺栓连接在对应的肋梁 4 或肋柱 5 上。

[0055] 在实际使用时,在充分考虑到成本控制等问题下,本实施例的减震效果优良。

[0056] 本发明不仅用于密肋结构,还可用于框架、框架-剪力墙或剪力墙结构体系,使用范围广泛。

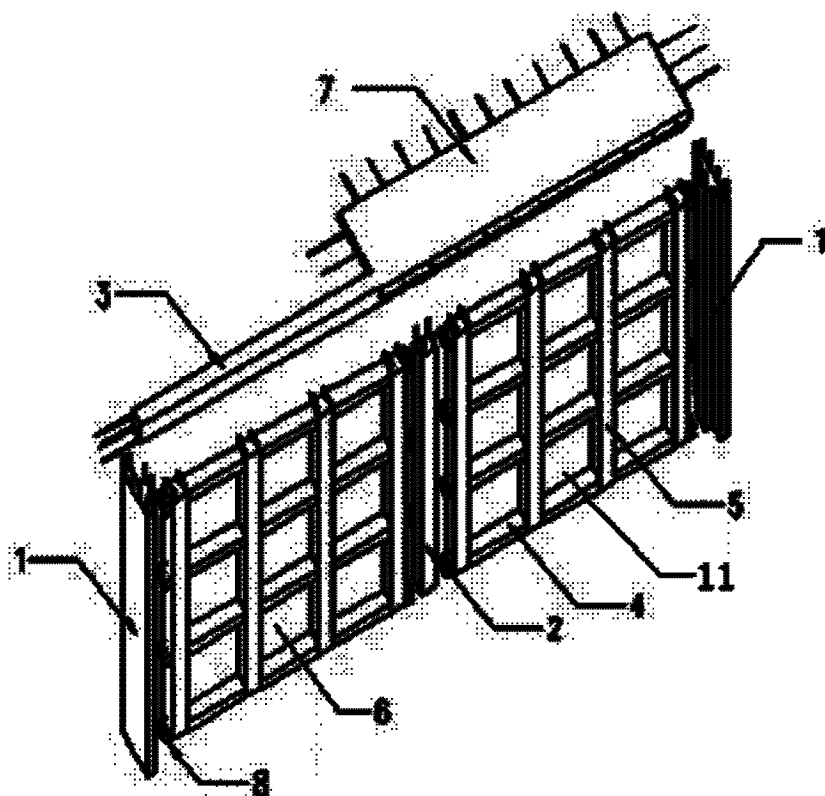


图 1

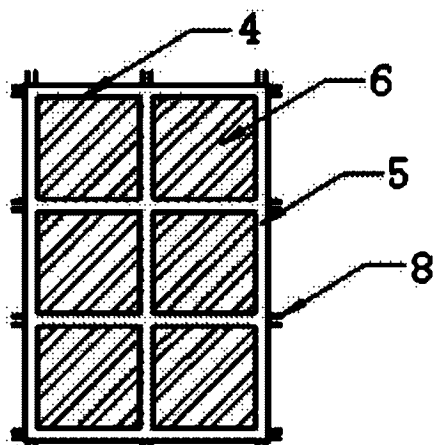


图 2(a)

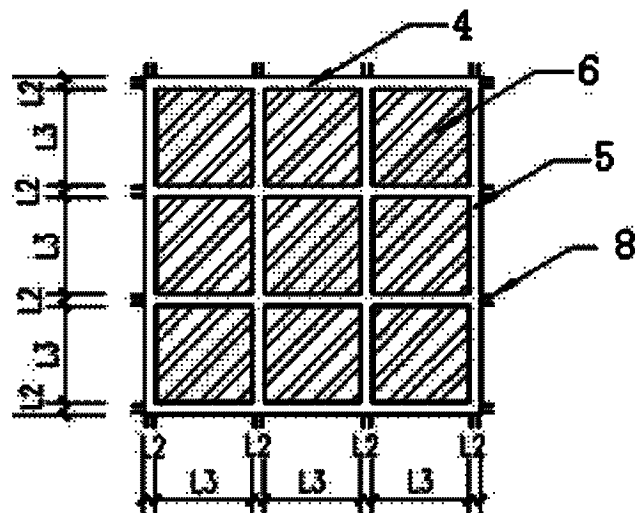


图 2(b)

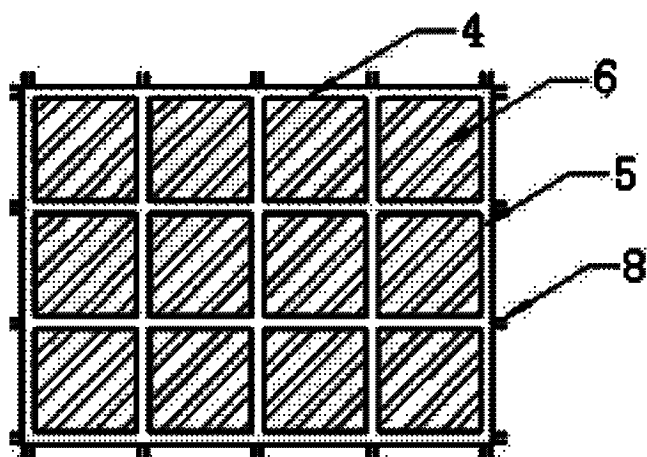


图 2(c)

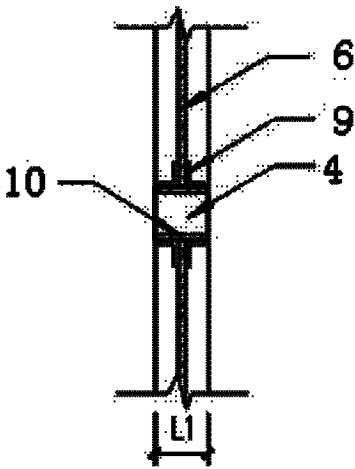


图 2(d)

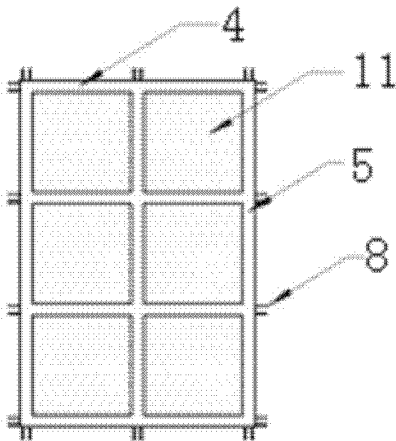


图 3(a)

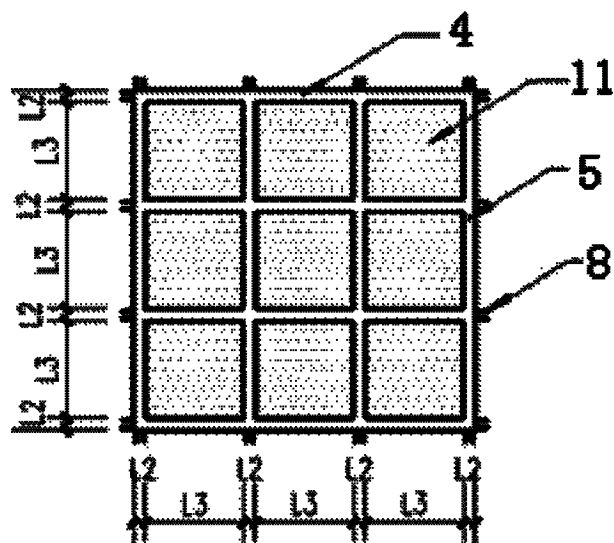


图 3(b)

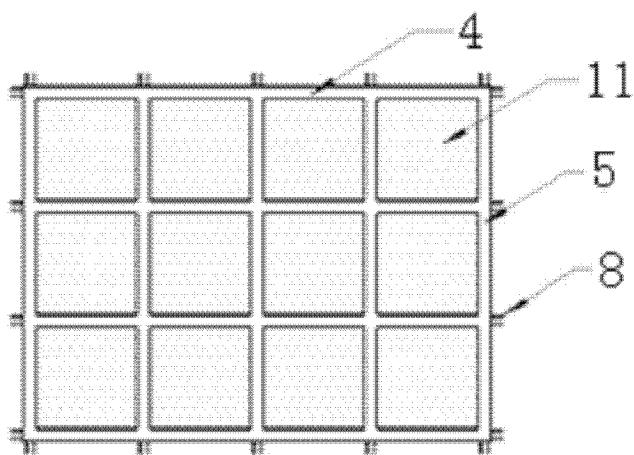


图 3(c)

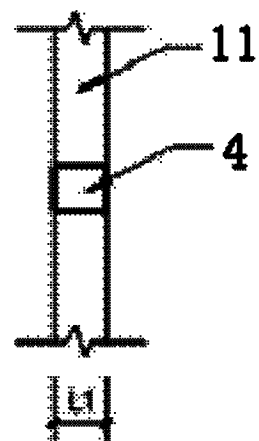


图 3(d)

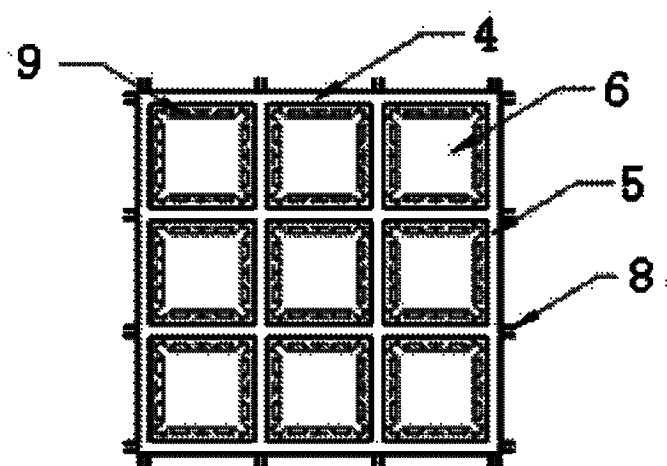


图 4(a)

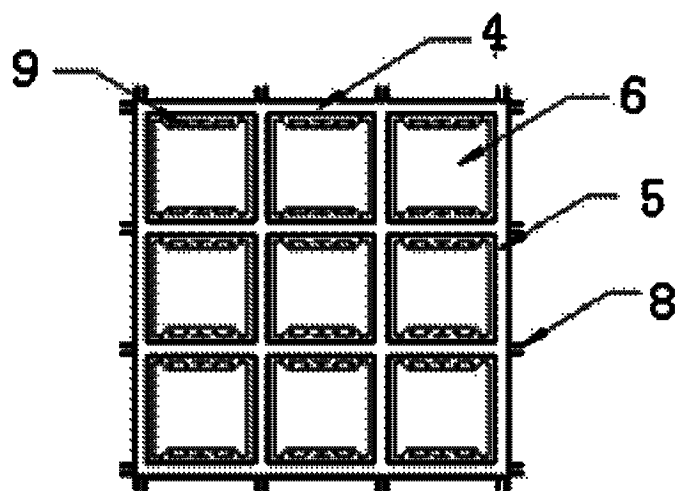


图 4(b)

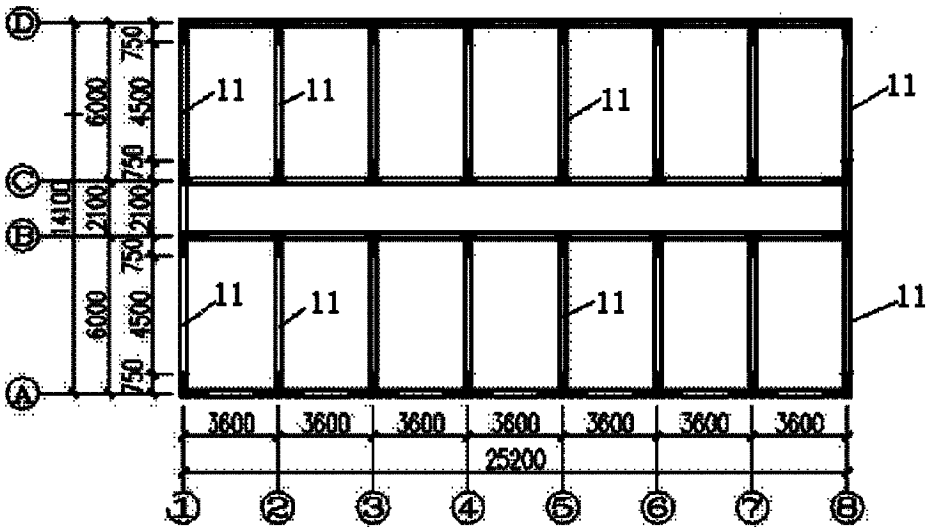


图 5(a)

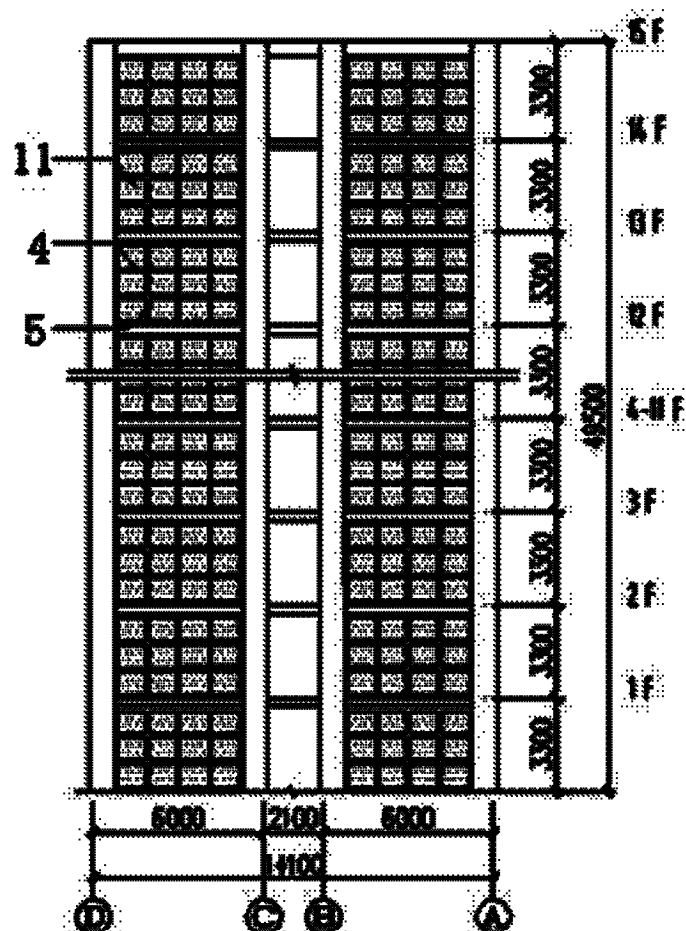


图 5(b)

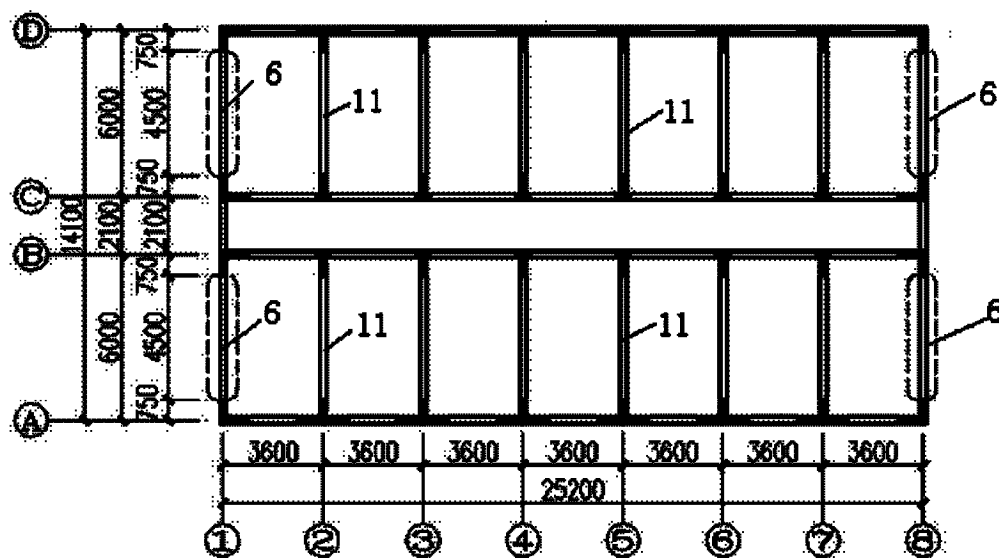


图 5(c)

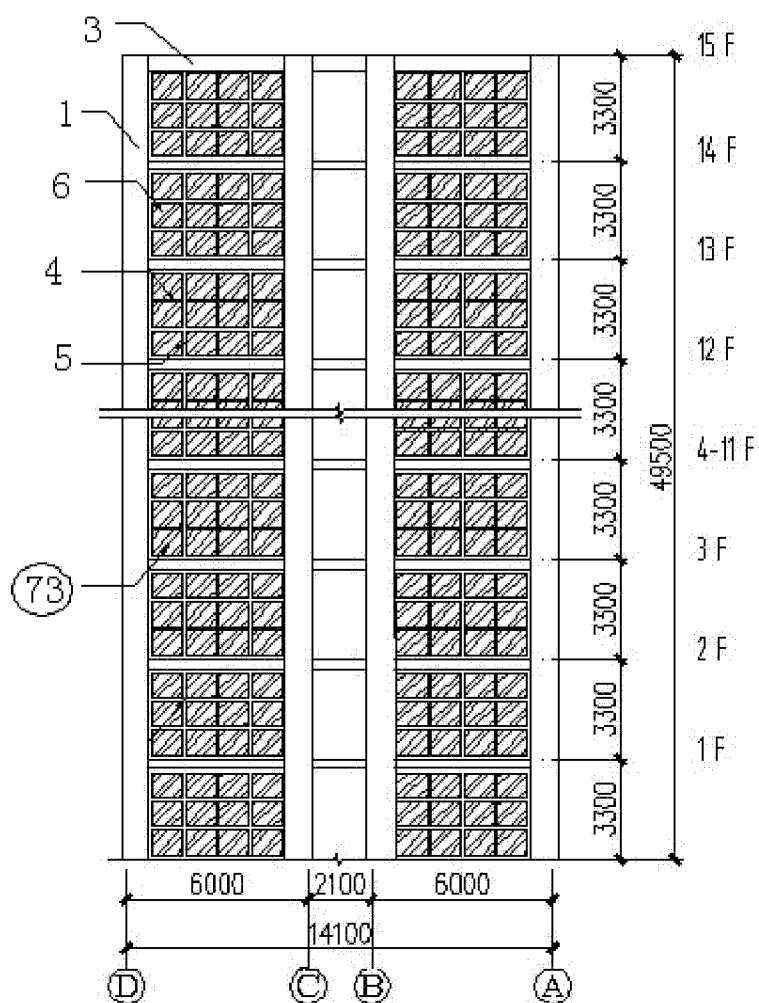


图 5(d)

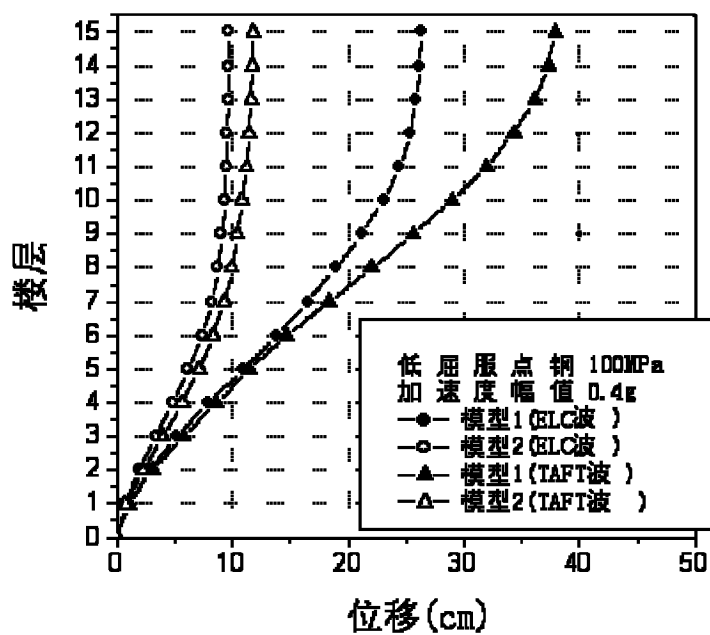


图 6(a)

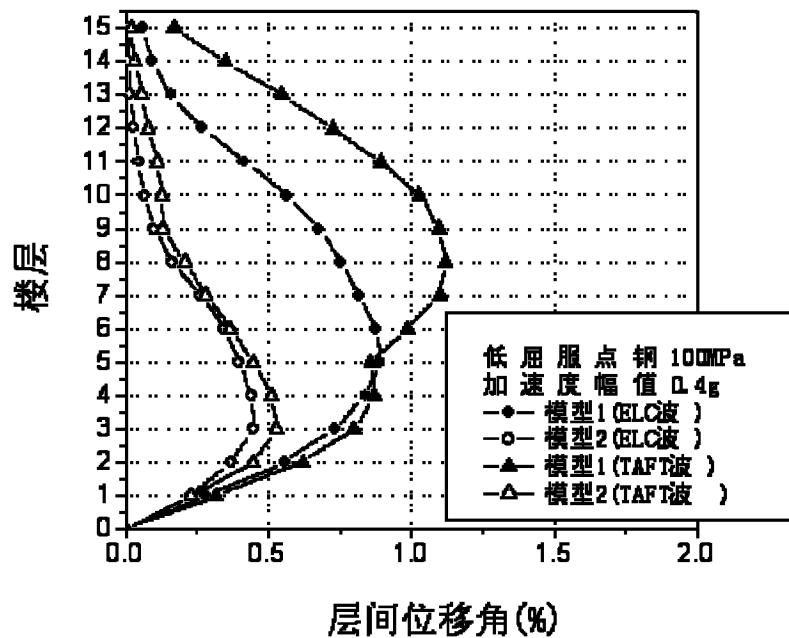


图 6(b)

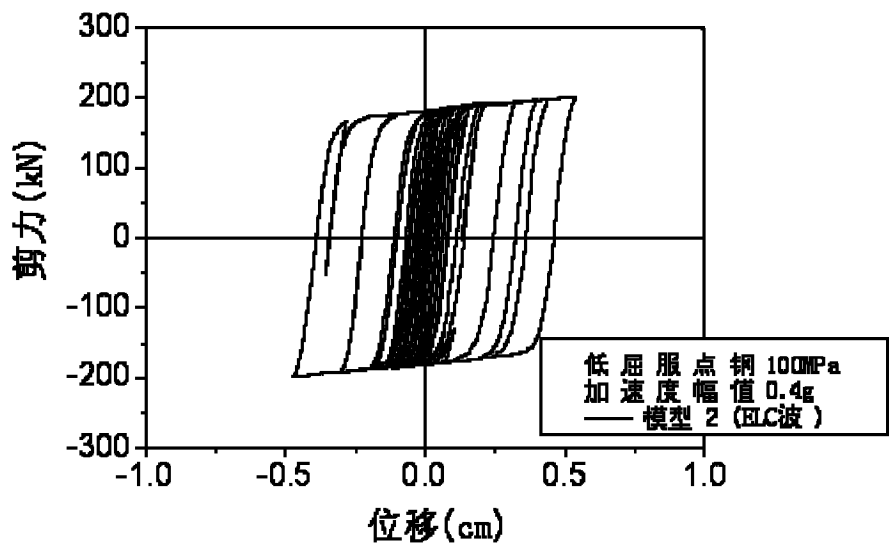


图 6(c)

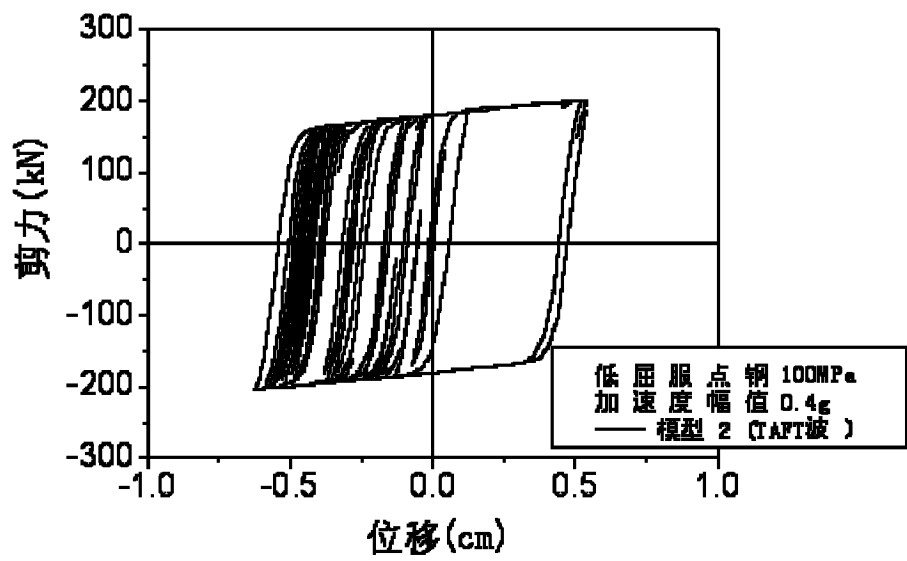


图 6(d)