



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110453801 A

(43)申请公布日 2019.11.15

(21)申请号 201910676613.X

(22)申请日 2019.07.25

(71)申请人 湖北文理学院

地址 441053 湖北省襄阳市襄城区隆中路  
296号

(72)发明人 成羽 李业学 王元元 董尧荣

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 肖明洲

(51)Int.Cl.

E04B 1/98(2006.01)

E04H 9/02(2006.01)

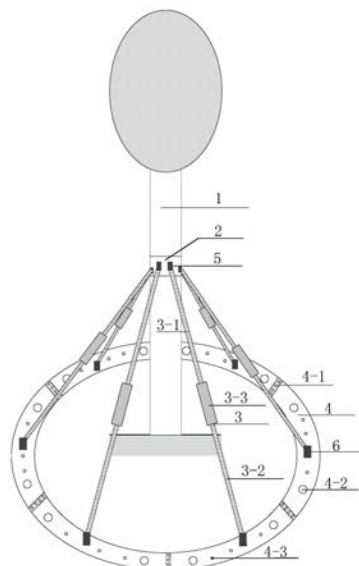
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

### (54)发明名称

一种高柔结构的多方向减震防护系统及其  
减震方法

### (57)摘要

一种高柔结构的多方向减震防护系统,包括  
环形钢扣件单元、环形固定单元以及若干消能减  
震单元;其中,环形钢扣件单元套装在高柔结构  
上部,所述环形固定单元套装在高柔结构底部且  
固定于地面上,所述若干消能减震单元连接所述  
环形钢扣件单元以及环形固定单元;所述消能减  
震单元由上侧传力单元、圆筒式阻尼器和下侧传  
力单元组成,圆筒式阻尼器包括:上螺纹连接钢  
套筒、下螺纹连接钢套筒、外围钢筒、上密封钢  
板、下密封钢板、上传力钢板、下传力钢板、上预  
压弹簧、下预压弹簧、上活塞钢板、下活塞钢板、  
上传力杆、下传力杆、上第一内钢筒、下第一内  
钢筒和第二内钢筒。本发明还包括一种利用上述减  
震防护系统的减震方法。本发明能够多向减震,  
高效灵活。



1. 一种高柔结构的多方向减震防护系统,其特征在于:包括环形钢扣件单元、环形固定单元以及若干消能减震单元;

其中,所述环形钢扣件单元套装在高柔结构中上部,所述环形固定单元套装在高柔结构底部且固定于地面上,所述若干消能减震单元连接所述环形钢扣件单元以及环形固定单元;

所述消能减震单元包括上侧传力单元、圆筒式阻尼器、下侧传力单元,所述上侧传力单元连接所述环形钢扣件单元以及圆筒式阻尼器,所述下侧传力单元连接所述环形固定单元以及圆筒式阻尼器;

所述圆筒式阻尼器包括外围钢筒,所述外围钢筒内部两端对称填充有一段上可压缩耗能材料层和下可压缩耗能材料层,所述上可压缩耗能材料层和下可压缩耗能材料层之间对称设置有上预压弹簧和下预压弹簧,所述上预压弹簧和下预压弹簧之间对称设置有上第一内钢筒和下第一内钢筒,所述第一内钢筒和下第一内钢筒内部设置有第二内钢筒,所述外围钢筒与上第一内钢筒和下第一内钢筒之间以及所述第二内钢筒和上第一内钢筒和下第一内钢筒之间均填充有剪切型耗能材料;

所述上预压弹簧与上第一内钢筒之间设置有上活塞钢板,所述下预压弹簧与下第一内钢筒之间设置有下列活塞钢板,所述上活塞钢板连接有上传力杆,且所述上传力杆设置有刻度尺;所述下活塞钢板连接有下列传力杆,所述下列传力杆连接所述下侧传力单元,且所述下列传力杆设置有刻度尺;所述上可压缩耗能材料层和上预压弹簧之间设置有上传力钢板,所述下可压缩耗能材料层和下预压弹簧之间设置有下列传力钢板,所述外围钢筒两端安装有上密封钢板和下密封钢板,所述上传力杆穿过所述上传力钢板、上可压缩耗能材料层及上密封钢板并连接所述上侧传力单元,所述下列传力杆穿过所述下列传力钢板、下可压缩耗能材料层及下密封钢板并连接所述下侧传力单元。

2. 根据权利要求1所述的一种高柔结构的多方向减震防护系统,其特征在于:所述上第一内钢筒与下第一内钢筒之间相距50mm~150mm,所述第二内钢筒与上活塞钢板之间相距50mm~150mm,所述第二内钢筒与下活塞钢板之间相距50mm~150mm。

3. 根据权利要求1所述的一种高柔结构的多方向减震防护系统,其特征在于:所述可压缩耗能材料采用粘弹性材料或金属橡胶或泡沫铝,所述剪切型耗能材料采用粘弹性材料。

4. 根据权利要求3所述的一种高柔结构的多方向减震防护系统,其特征在于:所述粘弹性材料通过高温高压硫化或强力胶粘剂进行处理。

5. 根据权利要求1所述的一种高柔结构的多方向减震防护系统,其特征在于:所述上传力杆上端以及所述下列传力杆下端分别设置有上螺纹连接钢套筒和下螺纹连接钢套筒,所述上侧传力单元下端以及所述下侧传力单元上端分别对应设置有连接螺纹。

6. 根据权利要求1或5所述的一种高柔结构的多方向减震防护系统,其特征在于:所述的上侧传力单元和下侧传力单元为钢绞绳或钢支撑。

7. 根据权利要求1所述的一种高柔结构的多方向减震防护系统,其特征在于:所述环形固定单元由多个可拆卸的弧形钢板单元连接而成,所述弧形钢板单元两端设置有连接用螺栓孔,它们之间通过螺栓进行连接;

所述弧形钢板单元上还设置有若干钢桩孔,所述弧形钢板单元通过长钢桩固定在地面上。

8. 根据权利要求7所述的一种高柔结构的多方向减震防护系统,其特征在于:所述长钢桩横截面的形状为圆形或方形,其下端尖上端粗,且其表面设置有增大粗糙度的花纹。

9. 根据权利要求1所述的一种高柔结构的多方向减震防护系统,其特征在于:所述环形钢扣件单元上设置有若干上连接件,所述连接件通过螺栓与所述上侧传力单元相连;

所述环形固定单元上设置有若干下连接件,所述下连接件通过螺栓与所述下侧传力单元相连。

10. 本发明还提供了一种利用高柔结构的多方向减震防护系统的减震方法,所述高柔结构的多方向减震防护系统包括环形钢扣件单元、环形固定单元以及若干消能减震单元,其特征在于:

该方法包括:步骤1,根据所保护结构的形式、性能以及受到外界荷载激励作用的特点,确定合适的消能减震单元的大小和数量,以及调节合适的布置位置和角度;

步骤2,选择合适的环形钢扣件单元套装在所保护结构外部,并选择合适的环形固定单元套在所保护结构外部并固定于地面,然后通过消能减震单元连接所述环形钢扣件单元和环形固定单元;

步骤3,通过调节上和/或下螺纹连接钢套筒的所拧紧螺纹数来调节消能减震单元至合适的预紧力,并通过上传力杆和下传力杆上刻度尺实时读取,以便于灵活准确的进行调节,也可保证后期更好的进行观察;

步骤4,观察防护效果:当地震和强风产生多方向——水平、竖向和扭转——荷载激励时,减震防护系统均可以将其振动能量传递到圆筒式阻尼器中进行耗散掉,减震防护系统的加设给高柔结构提供了一个侧向刚度,使高柔结构在外界荷载激励下发生内力重分布,大幅度减小结构的最大弯矩,避免或减轻底部薄弱部位发生损伤破坏;

当所保护结构受到小震和风振激励作用时,消能减震单元发生小位移变形,主要由剪切型耗能材料进行耗能,减小结构的动力响应,保证结构不发生疲劳破坏;

当所保护结构受到大震和强/台风振激励作用时,消能减震单元捏的剪切型耗能材料和可压缩耗能材料层产生形变共同耗能,减小结构的动力响应,保证所保护结构不倾覆和倒塌,同时可压缩耗能材料可提供较大的刚度,起到限位作用,可以确保剪切型耗能材料不发生剪切破坏;

同时,圆筒式阻尼器中的预压弹簧在其受压时可提供较大的弹性恢复刚度,增加整个减震防护系统的抵抗变形和可恢复的能力。

## 一种高柔结构的多方向减震防护系统及其减震方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于减震防护技术领域,具体涉及一种高柔结构的多方向减震防护系统及其减震方法。

### 背景技术

[0002] 地震和强风(台风)长期以来对高柔结构的安全构成了巨大的威胁。历次所发生的地震和强风(台风),对高耸的大树(尤其具有历史文化价值和研究价值的比较脆弱树木),高柔历史文化古建筑(例如宝塔等),烟囱,水塔等高柔结构都产生了严重的损伤破坏,甚至发生倾覆或倒塌,造成了巨大的损失。减振技术作为一种优越的振动控制技术被有效的运用于地震和强风作用的控制。

[0003] 目前,减震装置的使用一般直接加入建筑结构本身进行结构的耗能减震,而高柔结构由于本身结构形式的特点往往难以加设,加设效率和调节灵活程度较低,并且在加设过程中往往会对原有结构造成损伤。同时减震器大多仅仅只能对一个方向进行减震,而往往地震和强风(台风)的激励作用是多方向耦合的。

### 发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明设计了一种在高柔结构外部无损加设的灵活高效且能多方减震防护的系统,同时能实时监测其预紧力的大小。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种高柔结构的多方向减震防护系统,包括环形钢扣件单元、环形固定单元以及若干消能减震单元;

[0007] 其中,所述环形钢扣件单元套装在高柔结构中上部,所述环形固定单元套装在高柔结构底部且固定于地面上,所述若干消能减震单元连接所述环形钢扣件单元以及环形固定单元;

[0008] 所述消能减震单元包括上侧传力单元、圆筒式阻尼器、下侧传力单元,所述上侧传力单元连接所述环形钢扣件单元以及圆筒式阻尼器,所述下侧传力单元连接所述环形固定单元以及圆筒式阻尼器;

[0009] 所述圆筒式阻尼器包括外围钢筒,所述外围钢筒内部两端对称填充有一段上可压缩耗能材料层和下可压缩耗能材料层,所述上可压缩耗能材料层和下可压缩耗能材料层之间对称设置有上预压弹簧和下预压弹簧,所述上预压弹簧和下预压弹簧之间对称设置有上第一内钢筒和下第一内钢筒,所述第一内钢筒和下第一内钢筒内部设置有第二内钢筒,所述外围钢筒与上第一内钢筒和下第一内钢筒之间以及所述第二内钢筒和上第一内钢筒和下第一内钢筒之间均填充有剪切型耗能材料;

[0010] 所述上预压弹簧与上第一内钢筒之间设置有上活塞钢板,所述下预压弹簧与下第一内钢筒之间设置有下活塞钢板,所述上活塞钢板连接有上传力杆,且所述上传力杆设置有刻度尺;所述下活塞钢板连接有下传力杆,所述下传力杆连接所述下侧传力单元,且所述

下传力杆设置有刻度尺;所述上可压缩耗能材料层和上预压弹簧之间设置有上传力钢板,所述下可压缩耗能材料层和下预压弹簧之间设置有下列力钢板,所述外围钢筒两端安装有上密封钢板和下密封钢板,所述上传力杆穿过所述上传力钢板、上可压缩耗能材料层及上密封钢板并连接所述上侧传力单元,所述下传力杆穿过所述下传力钢板、下可压缩耗能材料层及下密封钢板并连接所述下侧传力单元。

[0011] 优选地,所述上第一内钢筒与下第一内钢筒之间相距50mm~150mm,所述第二内钢筒与上活塞钢板之间相距50mm~150mm,所述第二内钢筒与下活塞钢板之间相距50mm~150mm。

[0012] 优选地,所述可压缩耗能材料采用粘弹性材料或金属橡胶或泡沫铝,所述剪切型耗能材料采用粘弹性材料。

[0013] 优选地,所述粘弹性材料通过高温高压硫化或强力胶粘剂进行处理。

[0014] 进一步地,所述上传力杆上端以及所述下传力杆下端分别设置有上螺纹连接钢套筒和下螺纹连接钢套筒,所述上侧传力单元下端以及所述下侧传力单元上端分别对应设置有连接螺纹。

[0015] 优选地,所述的上侧传力单元和下侧传力单元为钢绞绳或钢支撑。

[0016] 进一步地,所述环形固定单元由多个可拆卸的弧形钢板单元连接而成,所述弧形钢板单元两端设置有连接用螺栓孔,它们之间通过螺栓进行连接;

[0017] 所述弧形钢板单元上还设置有若干钢桩孔,所述弧形钢板单元通过长钢桩固定在地面上。

[0018] 优选地,所述长钢桩横截面的形状为圆形或方形,其下端尖上端粗,且其表面设置有增大粗糙度的花纹。

[0019] 进一步地,所述环形钢扣件单元上设置有若干上连接件,所述连接件通过螺栓与所述上侧传力单元相连;

[0020] 所述环形固定单元上设置有若干下连接件,所述下连接件通过螺栓与所述下侧传力单元相连。

[0021] 本发明还提供了一种利用上述高柔结构的多方向减震防护系统的减震方法,该方法包括:

[0022] 步骤1,根据所保护结构的形式、性能以及受到外界荷载激励作用的特点,确定合适的消能减振单元的大小和数量,以及调节合适的布置位置和角度;

[0023] 步骤2,选择合适的环形钢扣件单元套装在所保护结构外部,并选择合适的环形固定单元套在所保护结构外部并固定于地面,然后通过消能减振单元连接所述环形钢扣件单元和环形固定单元;

[0024] 步骤3,通过调节上和/或下螺纹连接钢套筒的所拧紧螺纹数来调节消能减振单元至合适的预紧力,并通过上传力杆和下传力杆上刻度尺实时读取,以便于灵活准确的进行调节,也可保证后期更好的进行观察。

[0025] 步骤4,观察防护效果:当地震和强风产生多方向——水平、竖向和扭转——荷载激励时,减震防护系统均可以将其振动能量传递到圆筒式阻尼器中进行耗散掉,减震防护系统的加设给高柔结构提供了一个侧向刚度,使高柔结构在外界荷载激励下发生内力重分布,大幅度减小结构的最大弯矩,避免或减轻底部薄弱部位发生损伤破坏;

[0026] 当所保护结构受到小震和风振激励作用时,消能减振单元发生小位移变形,主要由剪切型耗能材料进行耗能,减小结构的动力响应,保证结构不发生疲劳破坏;

[0027] 当所保护结构受到大震和强/台风振激励作用时,消能减震单元捏的剪切型耗能材料和可压缩耗能材料层产生形变共同耗能,减小结构的动力响应,保证所保护结构不倾覆和倒塌,同时可压缩耗能材料可提供较大的刚度,起到限位作用,可以确保剪切型耗能材料不发生剪切破坏;

[0028] 同时,圆筒式阻尼器中的预压弹簧在其受压时可提供较大的弹性恢复刚度,增加整个减震防护系统的抵抗变形和可恢复的能力。

[0029] 相比于现有技术,本发明技术方案具有的有益效果为:

[0030] 1.本减震防护系统可以根据所保护结构的形式、性能以及受到外界荷载激励作用的特点,确定合适的消能减振单元的大小和数量,以及调节合适的布置位置和角度,可调节程度高,使减震防护系统的减震防护效率达到最优;

[0031] 2.当地震和强风产生多方向(水平、竖向和扭转)荷载激励时,本减震防护系统均可以将其振动能量最优的传递到圆筒式阻尼器中进行耗散掉,保证整个减震防护系统对任意方向振动的具有良好消能减振作用。

[0032] 3.消能减振单元与环形钢扣件单元和弧形钢板单元均采用铰接连接,在外界荷载激励作用下,减震防护系统的传力耗能机制明确。使得消能减振单元的受力方向始终为其轴向,使消能减振单元上不承受弯矩,保证了圆筒式阻尼器发挥良好的耗能性能,同时使得消能减振单元不会产生弯曲破坏。

[0033] 4.圆筒式阻尼器内部设置有可压缩耗能材料层,剪切型耗能材料和预压弹簧,构造合理,传力耗能机制明确。当所述多方向减震防护系统受到小震和风振激励作用时,圆筒式阻尼器发生小位移变形,主要由剪切型粘耗能材料层进行耗能,减小结构的动力响应,保证结构不发生疲劳破坏;当受到大震和强(台)风振激励作用时,剪切型粘耗能材料层和可压缩耗能材料层共同耗能,减小结构的动力响应,保证所保护结构不倾覆和倒塌,同时可压缩耗能材料可提供较大的刚度,起到限位作用,可以确保剪切型粘耗能材料层不发生剪切破坏,使本减震防护系统在小位移激励和大位移激励下均有良好的耗能减震效果。

[0034] 5.圆筒式阻尼器中的预压弹簧在装置受压时可提供较大的弹性恢复刚度,这增加了整个减震防护系统的抵抗变形和可恢复的能力。

[0035] 6.消能减振单元预紧力大小可根据传力杆上的刻度读数实时读取,以便于灵活准确的进行安装调节,也可保证后期随时间推移更好的进行观察预紧力的变化,判断预紧力是否失效或者需要进行调节,并且可以保证各预紧力之间达到最优的平衡

[0036] 7.本减震防护系统的各个部件单元均通过装配连接,使其安装施工效率高,调节灵活程度高,部件可更换率和利用率高。

[0037] 8.本弧形钢板之间可通过装配连接形成多个共同体或一个整体,大幅度提高了整个减震防护系统的稳定性和抗拉拔能力。

## 附图说明

[0038] 图1是本发明一种高柔结构的多方向减震防护系统的主视图;

[0039] 图2是本发明圆筒式阻尼器的主视图;

- [0040] 图3是本发明环形钢扣件单元与消能减振单元相连节点的主视图；
- [0041] 图4是本发明弧形钢板单元与消能减振单元相连节点的主视图；
- [0042] 图5是本发明长钢桩的主视图；
- [0043] 图6是本发明环形钢扣件单元的主视图；
- [0044] 图7是图2中本发明圆筒式阻尼器中外围钢筒、下可压缩耗能材料层和上传力杆A-A向剖视图；
- [0045] 图8是图2中本发明圆筒式阻尼器中外围钢筒、剪切型耗能材料、下第一内钢筒和第二内钢筒B-B向剖视图；
- [0046] 图中：1所保护结构，2环形钢扣件单元，3消能减振单元，3-1上侧传力单元，3-2下侧传力单元，3-3圆筒式阻尼器，4弧形钢板单元，4-1螺栓孔，4-2 钢桩孔，4-3螺纹固定孔，5上连接件，6下连接件，7-1上螺纹连接钢套筒，7-2 下螺纹连接钢套筒，8外围钢筒，9-1上密封钢板，9-2下密封钢板，10-1上传力钢板，10-2下传力钢板，11-1上预压弹簧，11-2下预压弹簧，12-1上活塞钢板，12-2下活塞钢板，13-1上传力杆，13-2下传力杆，14-1上第一内钢筒，14-2下第一内钢筒，15第二内钢筒，16-1上可压缩耗能材料层，16-2下可压缩耗能材料层，17剪切型耗能材料，18是上连接钢板，19下连接钢板，20长钢桩，21紧固螺栓。

### 具体实施方式

[0047] 根据下述实施例，可以更好地理解本发明。然而，本领域的技术人员容易理解，实施例所描述的内容仅用于说明本发明，而不应也不会限制权利要求书中所详细描述的本发明。

[0048] 如图1所示，本发明所述的是一种高柔结构的多方向减震防护系统。所述多方向减震防护系统由多个环形钢扣件单元2、多个消能减振单元3、多个弧形钢板单元4、多个上连接件5、多个下连接件6，五大部分组成。所述环形钢扣件单元2固定套装在所保护结构1上，弧形钢板单元4与大地固定连接。

[0049] 环形钢扣件单元2周围均匀设置有与消能减振单元3匹配的上连接件5若干，环形钢扣件单元2与消能减振单元3的上端通过该上连接件5装配铰接连接；弧形钢板单元4上设置有与消能减振单元3匹配的下连接件6若干，弧形钢板单元4与消能减振单元3的下端通过该下连接件6装配铰接连接；弧形钢板单元4 通过图5中的长钢桩20与地面固定连接，弧形钢板单元4之间可通过装配连接形成多个共同体或一个整体。

[0050] 如图1、2，消能减振单元3由上侧传力单元3-1、圆筒式阻尼器3-3和下侧传力单元3-2组成，圆筒式阻尼器3-3布置在消能减振单元3的中部，上侧传力单元3-1和下侧传力单元3-2与圆筒式阻尼器3-3采用螺纹装配连接。圆筒式阻尼器3-3用于耗散外部激励作用下竖直、水平和扭转多方向的振动能量、抵抗竖直和水平方向的压力或拉拔力并且为整个系统提供一个可恢复刚度，其包括：上螺纹连接钢套筒7-1、下螺纹连接钢套筒7-2、外围钢筒8、上密封钢板9-1、下密封钢板9-2、上传力钢板10-1、下传力钢板10-2、上预压弹簧11-1、下预压弹簧11-1、上活塞钢板12-1、下活塞钢板12-2、上传力杆13-1、下传力杆 13-2、上第一内钢筒14-1、下第一内钢筒14-2和第二内钢筒15；其中，上密封钢板9-1、上传力钢板10-1、上活塞钢板12-1、下活塞钢板12-2、下传力钢板 10-2、下密封钢板9-2、将外围钢筒内腔分隔成从上往下依次设置的第一空腔、第二空腔、第三空腔、第四空腔以及第五空腔，其中，

第二空腔和第四空腔内设置上预压弹簧11-1和下预压弹簧11-2,第一空腔和第五空腔内填充上可压缩耗能材料层16-1和下可压缩耗能材料层16-2,第一内钢筒、第二内钢筒与外围钢筒之间均填充有上剪切型耗能材料17;所述上活塞钢板12-1的上表面依次通过上传力杆13-1、上螺纹连接套筒7-1与上侧传力单元3-1连接,上侧传力单元3-1与环形钢扣件单元2相连接;所述下活塞钢板12-2的下表面依次通过下传力杆13-2、下螺纹连接套筒7-2与下侧传力单元3-2连接,下侧传力单元3-2与弧形钢板单元4相连接;上传力杆13-1和下传力杆13-2上均设置有经过校核的预紧力读数刻度尺。

[0051] 上密封钢板9-1和下密封钢板9-2分别对称设置于外围钢筒8的上端和下端;上密封钢板9-1的中心处设有供上传力杆13-1穿过的杆孔,下密封钢板9-1的中心处设有供下传力杆13-2穿过的杆孔,杆孔比传力杆13的直径大1~2mm。

[0052] 上活塞钢板12-1和下活塞钢板12-2对称设置在外围钢筒8内部,其中,上活塞钢板12-1的上端与上传力杆13-1的一端焊接固定连接,上传力杆13-1另一端穿过上传力钢板10-1、上可压缩耗能材料层16-1和上密封钢板9-1,其与上侧传力单元3-1通过上螺纹连接钢套筒7-1螺纹装配连接;下活塞钢板12-2的下端与下传力杆13-2一端焊接固定连接,下传力杆13-2另一端穿过下传力钢板10-2、下可压缩耗能材料层16-2和上密封钢板9-2,其与下侧传力单元3-3通过下螺纹连接钢套筒7-2装配连接。

[0053] 优选地,上第一内钢筒14-1与下第一内钢筒14-2之间相距50mm~150mm,第二内钢筒15与上活塞钢板12-1之间相距50mm~150mm,第二内钢筒15与下活塞钢板12-2之间相距50mm~150mm。

[0054] 外围钢筒8和上第一内钢筒14-1之间,上第一内钢筒14-1和第二内钢筒15之间,外围钢筒8和下第一内钢筒14-2之间以及下第一内钢筒14-2和第二内钢筒15之间均填充有剪切型耗能材料17。

[0055] 第二空腔和第四空腔的高度相同,上预压弹簧11-1和下预压弹簧11-2自由放置在外围钢筒8的第二空腔和第四空腔内,优选地,上预压弹簧11-1和下预压弹簧11-2的长度为外围钢筒长度的 $1/8 \sim 1/4$ ,且直径略小于外围钢筒8的内径。

[0056] 第一空腔和第五空腔的高度相同,均为外围钢筒8高度的 $1/10 \sim 1/5$ ,第三空腔的高度为外围钢筒8高度 $1/8 \sim 1/4$ 。

[0057] 上可压缩耗能材料16-1和下可压缩耗能材料16-2采用粘弹性材料或金属橡胶或泡沫铝,剪切型耗能材料17采用粘弹性材料,且所述粘弹性材料通过高温高压硫化或强力胶粘剂进行连接。

[0058] 如图1、3,环形钢扣件单元2周围设置的上连接件5的嵌入口尺寸略大于与其连接的上侧传力单元3-1端部的连接钢板的尺寸,上连接件5和上连接钢板18均设置相匹配的螺栓孔,螺栓孔的直径比螺栓直径大2~4mm。环形钢扣件单元2通过紧固螺栓21紧固使其与所保护结构1稳定连接;优选地,所述上侧传力单元3-1和下侧传力单元3-2为钢铰绳或钢支撑,所述钢支撑由若干段螺纹件组成,形式为钢管或钢管中间加入“十”字形钢板或钢管中间加入“一”字形钢板,钢板与钢管固定连接。

[0059] 如图1、4,弧形钢板单元4上沿弧形方向均匀设置下连接件6螺纹固定孔4-3若干,弧形钢板单元4与下侧传力单元3-2通过下连接件6进行螺栓装配连接,下连接件6与弧形钢板单元4通过螺栓装配连接。所述下连接件6的嵌入口尺寸略大于与其连接的下侧传力单元



3-2端部的连接钢板19的尺寸,下连接件 6和下连接钢板19均设置相匹配的螺栓孔,螺栓孔的直径比螺栓直径大2~4mm。

[0060] 如图1、5,弧形钢板单元4上沿弧形方向均匀设置钢桩孔4-2若干,钢桩孔4-2的直径为钢板宽度的 $1/8 \sim 1/3$ ,钢桩孔4-2的直径比长钢桩20最大直径处大2~4mm;每个弧形板单元4的两端均沿径向设置有与其他单元匹配的螺栓孔4-1若干,弧形钢板单元4之间通过螺栓装配连接。所述长钢桩20截面的形状为圆形或方形,下端尖上端粗,长钢桩20表面设置有增大粗糙度的花纹。

[0061] 一种利用上述高柔结构的多方向减震防护系统的减震方法,该方法包括:

[0062] 步骤1,根据所保护结构的形式、性能以及受到外界荷载激励作用的特点,确定合适的消能减振单元3的大小和数量,以及调节合适的布置位置和角度;

[0063] 步骤2,选择合适的环形钢扣件单元套装在所保护结构外部,并选择合适的环形固定单元套在所保护结构外部并固定于地面,然后通过消能减震单元连接所述环形钢扣件单元和环形固定单元;

[0064] 步骤3,通过调节上和/或下螺纹连接钢套筒的所拧紧螺纹数来调节消能减振单元3至合适的预紧力,并通过上传力杆和下传力杆上刻度尺实时读取,以便于灵活准确的进行调节,也可保证后期更好的进行观察。

[0065] 步骤4,观察防护效果:当地震和强风产生多方向——水平、竖向和扭转——荷载激励时,减震防护系统均可以将其振动能量传递到圆筒式阻尼器中进行耗散掉,减震防护系统的加设给高柔结构提供了一个侧向刚度,使高柔结构在外界荷载激励下发生内力重分布,大幅度减小结构的最大弯矩,避免或减轻底部薄弱部位发生损伤破坏;

[0066] 当所保护结构受到小震和风振激励作用时,消能减振单元3发生小位移变形,主要由剪切型耗能材料进行耗能,减小结构的动力响应,保证结构不发生疲劳破坏;

[0067] 当所保护结构受到大震和强/台风振激励作用时,消能减震单元捏的剪切型耗能材料和可压缩耗能材料层产生形变共同耗能,减小结构的动力响应,保证所保护结构不倾覆和倒塌,同时可压缩耗能材料可提供较大的刚度,起到限位作用,可以确保剪切型耗能材料不发生剪切破坏;

[0068] 同时,圆筒式阻尼器中的预压弹簧在其受压时可提供较大的弹性恢复刚度,增加整个减震防护系统的抵抗变形和可恢复的能力。

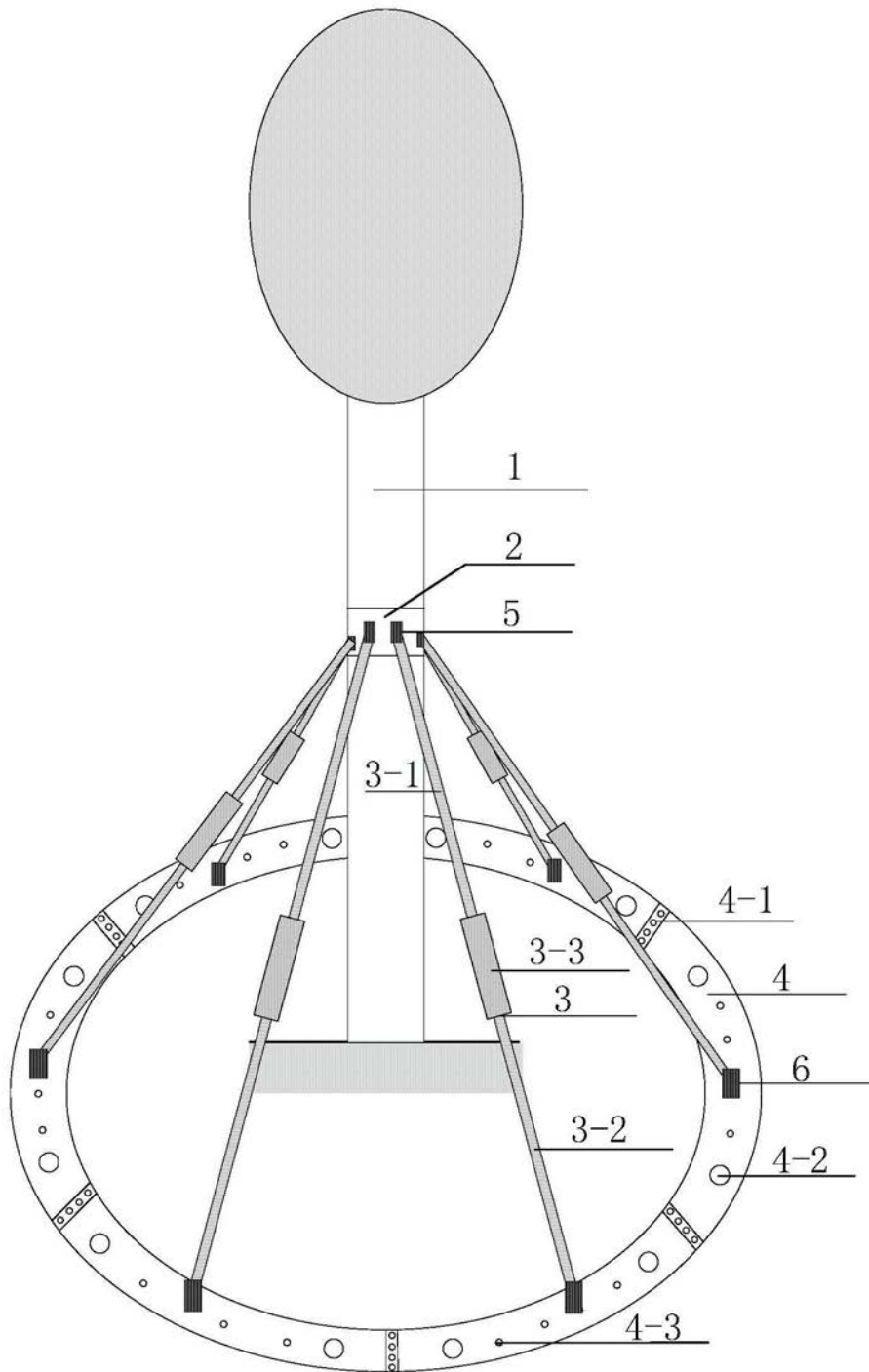


图1

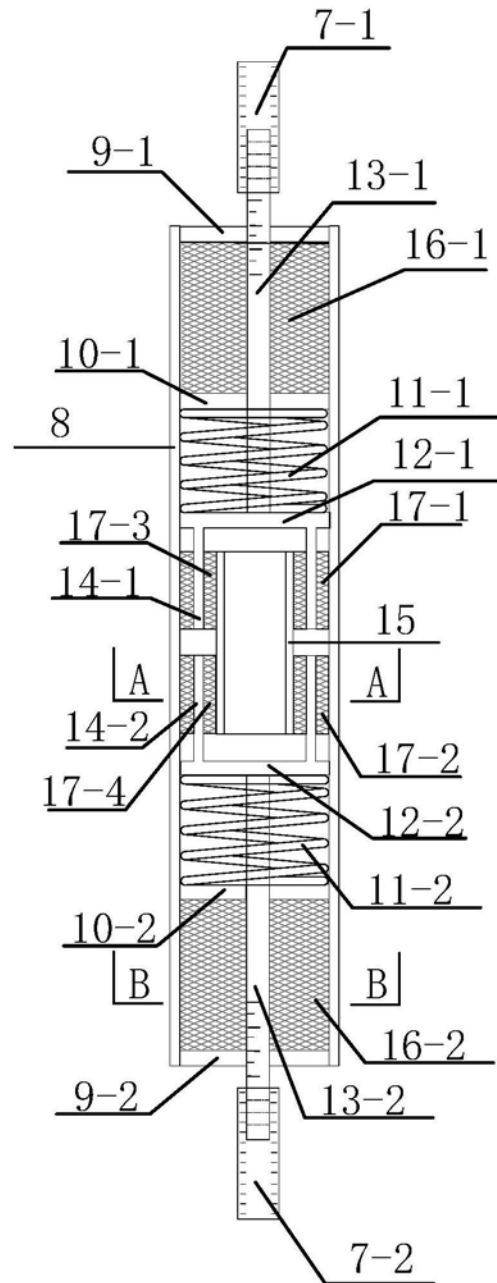


图2

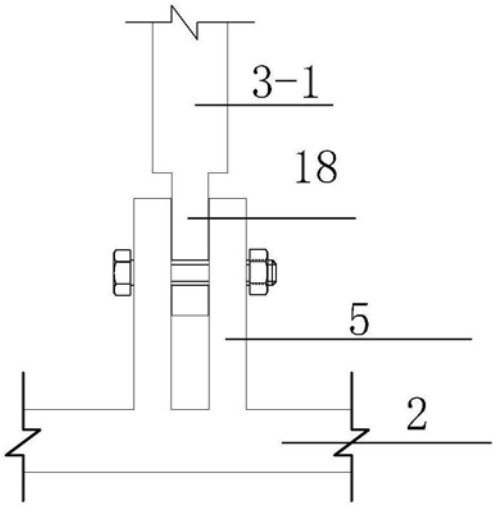


图3

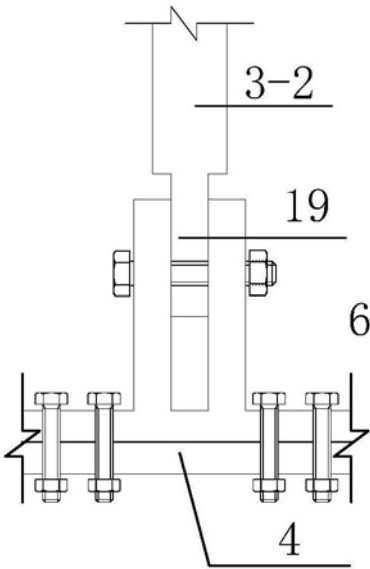


图4

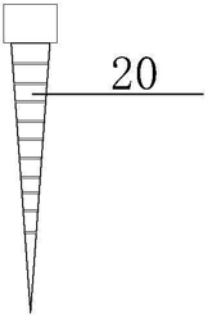


图5

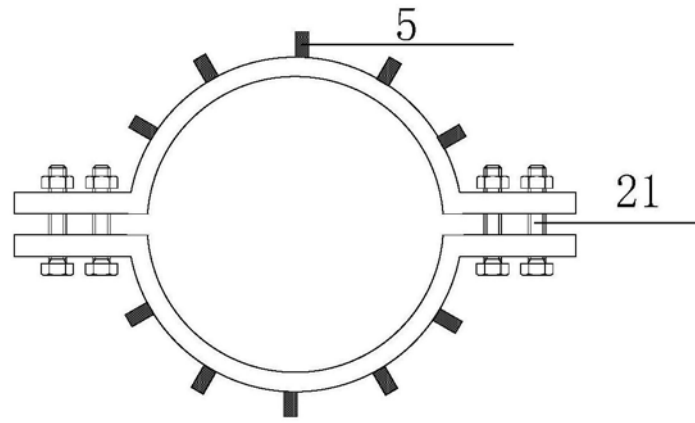


图6

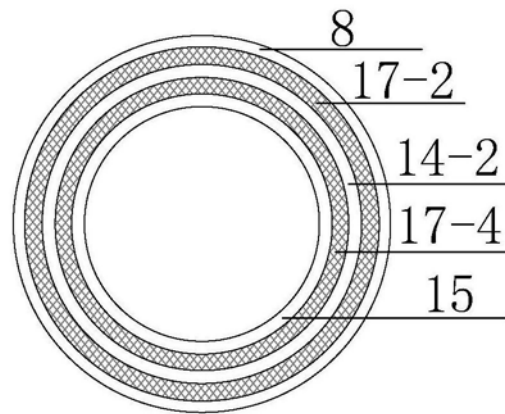


图7

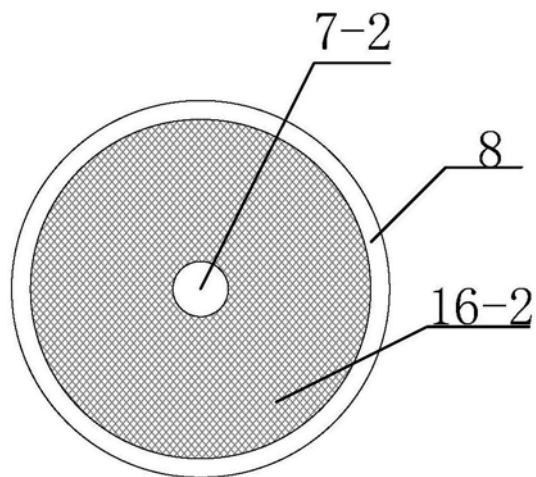


图8