(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108708268 A
(43)申请公布日 2018.10.26

(21)申请号 201810618138.6

(22)申请日 2018.06.15

(71)申请人 太原理工大学
地址 030024 山西省太原市迎泽西大街79号

(72)发明人 宋帅 王永宝 韩江龙 刘芳 王婕 王帅

(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 任林芳

(51)Int.Cl.
E01D 19/00(2006.01)
E01D 19/02(2006.01)
E01F 15/14(2006.01)

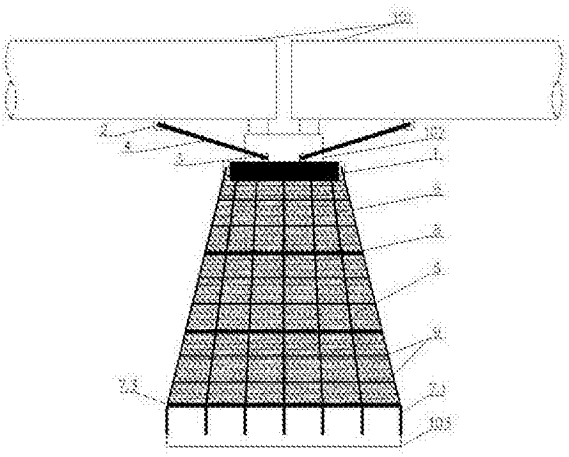
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54)发明名称

一种桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置

(57)摘要

本发明提供一种桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，属于桥梁结构安全防护的技术领域，包括上部防护装置、弹簧消能组件和下部防护装置；上部防护装置包括主梁锚固组件、缆索锚固组件和防落梁缆索；弹簧消能组件包括内环套、外环套、竖向弹簧和水平向弹簧；下部防护装置包括形状记忆合金网、连接索、套设在桥墩外的安装环以及连接于承台的地锚组件；多个连接索沿着桥墩的周向设置；形状记忆合金网安装在连接索、安装环以及地锚组件上，将桥墩包裹在内。该装置将桥梁抗震与抗车辆撞击结合起来，减少施工难度及工程量，同时该装置本身具有较强的自复位能力，在震后或车辆撞击后无需或只需少量修复，即可继续正常使用。



CN 108708268 A

1.一种桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，包括上部防护装置、弹簧消能组件(1)和下部防护装置；

所述上部防护装置包括设置在主梁(101)上的主梁锚固组件(2)、设置在所述弹簧消能组件(1)上的缆索锚固组件(3) 以及两端分别与所述主梁锚固组件(2)和缆索锚固组件(3)连接的防落梁缆索(4)；

所述弹簧消能组件(1)包括内环套(1.1)、外环套(1.2)、竖向弹簧(1.3)和水平向弹簧(1.4)；

所述内环套(1.1)包裹在桥墩(102)外，且能沿着桥墩(102)转动和上下滑动，通过竖向弹簧(1.3)和水平向弹簧(1.4)与所述外环套(1.2)连接；

所述下部防护装置包括形状记忆合金网(5)、多个连接索(6)、套设在桥墩(102)外的多个安装环以及连接于承台(103)的地锚组件；

多个所述连接索(6)沿着桥墩(102)的周向设置，两端分别与所述弹簧消能组件(1)和地锚组件连接；

所述形状记忆合金网(5)安装在连接索(6)、安装环以及地锚组件上，将桥墩(102)包裹在内。

2.根据权利要求1所述的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，所述竖向弹簧(1.3)和水平向弹簧(1.4)均为形状记忆合金超弹性弹簧；

超弹性弹簧的超弹性系数应大于60%。

3.根据权利要求2所述的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，所述连接索(6)为高强钢丝索。

4.根据权利要求3所述的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，所述形状记忆合金网(5)为形状记忆合金钢丝网。

5.根据权利要求4所述的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，所述地锚组件包括地脚螺栓(7.1)、螺母(7.2)以及包裹在桥墩(102)外的环形连接件(7.3)；

所述地脚螺栓(7.1)的底端埋入承台(103)内，顶端通过所述螺母(7.2)与所述环形连接件(7.3)连接，在车辆行驶方向地脚螺栓(7.1)距离桥墩(102)底部的距离小于在车辆行驶的垂直方向地脚螺栓(7.1)距离桥墩(102)底部的距离。

6.根据权利要求5所述的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，所述安装环包括环形固定板(8)和限位环(9)；

所述弹簧消能组件(1)和环形固定板(8)之间、相邻两个所述环形固定板(8)之间以及所述环形固定板(8)和环形连接件(7.3)之间均设置有所述限位环(9)。

7.根据权利要求6所述的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，所述外环套(1.2)的外侧板或内环套(1.1)的下侧板上设置有耳板(1.5)；

所述连接索(6)的顶端连接在所述耳板(1.5)上，底端通过连接器(10)连接在所述环形连接件(7.3)上；

所述连接器(10)对连接索(6)施加初应力。

8.根据权利要求7所述的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，所述形状记忆合金网(5)通过扣件(11)固定在连接索(6)、环形固定板(8)和限位环(9)上。

9.根据权利要求9所述的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，所述主梁

锚固组件(2)包括具有凹槽的主梁连接板(2.1)、与主梁(101)连接的且位于主梁连接板(2.1)凹槽内的主梁锚固板(2.2)以及连接所述主梁连接板(2.1)和主梁锚固板(2.2)的连接销钉(2.3)；

所述缆索锚固组件(3)包括固定在弹簧消能组件(1)上的锚固销钉(3.1)以及将防落梁缆索(4)固定在所述锚固销钉(3.1)上的缆索扣(3.2)。

10.根据权利要求9所述的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，其特征在于，还包括警示组件。

一种桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁结构安全防护的技术领域，特别是涉及一种桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置。

背景技术

[0002] 地震作为一种突发性的自然灾害，对人民的生命财产造成严重威胁。桥梁结构作为生命线工程的重要组成部分，对抗震救灾及灾后恢复具有重要意义。然而早期桥梁的抗震设计不足且随着服役时间的增长，其抗震性能不断退化，需要采取一定措施改善既有桥梁的抗震性能。随着城市的发展以及交通量的增加，为提高交通效率和交通安全，大量的立交桥梁、人行天桥不断涌现，然而由于车流量的增加及车速的提高，车辆撞击桥梁结构的风险不断增加。车辆撞击桥梁不仅给乘车人员带来严重的生命财产损失，严重的还会造成桥梁破坏甚至倒塌，给桥上、桥下的行人以及交通安全带来严重威胁。为此，针对城市中大量的人行桥梁以及立交桥梁，设置一定的安全防撞保护设施保证其抗震及抗车辆撞击能力十分必要。

[0003] 桥梁的常用抗震加固方法有：增大截面尺寸和配筋、粘贴钢板、粘贴高强复合纤维材料、更换减隔震支座以及采用阻尼器等。常见的防撞措施有：增加桥墩截面尺寸、设置混凝土防撞块以及钢管防撞墩等。以上措施虽能有效减少地震及车辆撞击对桥墩结构造成的破坏，但其建造设置成本较高，易破坏，使用效率较低；拆除重建的过程势必会对既有的交通造成干扰，严重影响既有交通线路的正常运行。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，将桥梁抗震与抗车辆撞击结合起来，减少施工难度及工程量，同时该保护装置本身具有较强的自复位能力，在震后或车辆撞击后无需或只需少量修复，即可继续正常使用。

[0005] 为实现上述目的，本发明提供一种桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置，包括上部防护装置、弹簧消能组件和下部防护装置；上部防护装置包括设置在主梁上的主梁锚固组件、设置在弹簧消能组件上的缆索锚固组件以及两端分别与主梁锚固组件和缆索锚固组件连接的防落梁缆索；弹簧消能组件包括内环套、外环套、竖向弹簧和水平向弹簧；内环套包裹在桥墩外，且能沿着桥墩转动和上下滑动，通过竖向弹簧和水平向弹簧与外环套连接；下部防护装置包括形状记忆合金网、多个连接索、套设在桥墩外的多个安装环以及连接于承台的地锚组件；多个连接索沿着桥墩的周向设置，两端分别与弹簧消能组件和地锚组件连接；形状记忆合金网安装在连接索、安装环以及地锚组件上，将桥墩包裹在内。

[0006] 进一步地，竖向弹簧和水平向弹簧均为形状记忆合金超弹性弹簧；超弹性弹簧的超弹性系数应大于60%。

[0007] 进一步地，连接索为高强钢丝索。

[0008] 进一步地，形状记忆合金网为形状记忆合金钢丝网。

[0009] 进一步地，地锚组件包括地脚螺栓、螺母以及包裹在桥墩外的环形连接件；地脚螺栓的底端埋入承台内，顶端通过螺母与环形连接件连接，在车辆行驶方向地脚螺栓距离桥墩底部的距离小于在车辆行驶的垂直方向地脚螺栓距离桥墩底部的距离。

[0010] 进一步地，安装环包括环形固定板和限位环；弹簧消能组件和环形固定板之间、相邻两个环形固定板之间以及环形固定板和环形连接件之间均设置有限位环。

[0011] 进一步地，外环套的外侧板或内环套的下侧板上设置有耳板；连接索的顶端连接在耳板上，底端通过连接器连接在环形连接件上；连接器对连接索施加初应力。

[0012] 进一步地，形状记忆合金网通过扣件固定在连接索、环形固定板和限位环上。

[0013] 进一步地，主梁锚固组件包括具有凹槽的主梁连接板、与主梁连接的且位于主梁连接板凹槽内的主梁锚固板以及连接主梁连接板和主梁锚固板的连接销钉；缆索锚固组件包括固定在弹簧消能组件上的锚固销钉以及将防落梁缆索固定在锚固销钉上的缆索扣。

[0014] 进一步地，上述桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置还包括警示组件。

[0015] 本发明的有益效果是：

在地震作用下，防落梁缆索限制主梁在纵桥向及横桥向两个方向的过大位移，并将地震能量通过弹簧消能组件传递至下部防护装置，通过上部、下部防护装置以及弹簧消能组件的整体变形消耗地震能量；当车辆因超高撞击主梁时，防落梁缆索限制主梁因位移过大而发生落梁倒塌事故，并通过弹簧消能组件将撞击能量传递至下部防护装置，通过整体变形进行消能；当车辆撞击桥墩时，形状记忆合金网发生剧烈变形，消耗大量的撞击能量，从而对桥墩及撞击车辆均起到保护作。本发明主要由防落梁缆索、弹簧消能组件、形状记忆合金网以及连接索进行耗能，通过将地震能量及车辆撞击能量转化成保护装置的弹性势能，从而对桥梁抗震及抗车辆撞击起到双重保护作用；基于形状记忆合金网的自复位特性，该装置在地震及车辆撞击后可自动恢复至初始状态，无需修复或只需简单修复即可继续使用，解除了以往防护装置撞击后需要拆除重建，无法继续使用的限制；通过将桥梁抗震装置及抗车辆撞击装置进行结合，减少了施工的难度，提高了防护设施的使用效率，同时该装置主要由钢构件构成，可在工厂标准化生产，现场安装方便，结构的耐久性、耐腐蚀性以及抗疲劳性能均较好，使用寿命长，体现了环保可持续的理念，具有良好的社会经济环境价值。

附图说明

[0016] 图1为本发明实施例提供的桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置纵桥向的结构示意图；

图2为图1所示保护装置横桥向的结构示意图；

图3为图1所示保护装置中弹簧消能组件的第一种结构示意图；

图4为图1所示保护装置中弹簧消能组件的第二种结构示意图；

图5为图3或图4所示弹簧消能组件俯视图；

图6为图1所示保护装置中地锚组件的安装示意图；

图7为图1所示保护装置中下部防护装置骨架的安装示意图；

图8为图1所示保护装置中形状记忆合金网的安装示意图；

图9为图1所示保护装置中主梁锚固组件和缆索锚固组件的安装示意图。

[0017] 图中：1-弹簧消能组件；1.1-内环套；1.2-外环套；1.3-竖向弹簧；1.4-水平向弹

簧;1.5-耳板;2-主梁锚固组件;2.1-主梁连接板;2.2-主梁锚固板;2.3-连接销钉;3-缆索锚固组件;3.1-锚固销钉;3.2-缆索扣;4-防落梁缆索;5-形状记忆合金网;6-连接索;7.1-地脚螺栓;7.2-螺母;7.3-环形连接件;8-环形固定板;9-限位环;10-连接器;11-扣件;12-LED灯;101-主梁;102-桥墩;103-承台。

具体实施方式

[0018] 本实施例提供一种桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置,如图1和图2所示,包括上部防护装置、弹簧消能组件1和下部防护装置;上部防护装置包括设置在主梁101上的主梁锚固组件2、设置在弹簧消能组件1上的缆索锚固组件3以及两端分别与主梁锚固组件2和缆索锚固组件3连接的防落梁缆索4;如图5所示,弹簧消能组件1包括内环套1.1、外环套1.2、竖向弹簧1.3和水平向弹簧1.4;内环套1.1包裹在桥墩102外,且能沿着桥墩102转动和上下滑动,通过竖向弹簧1.3和水平向弹簧1.4与外环套1.2连接;下部防护装置包括形状记忆合金网5、多个连接索6、套设在桥墩102外的多个安装环以及连接于承台103的地锚组件;多个连接索6沿着桥墩102的周向设置,两端分别与弹簧消能组件和地锚组件连接;形状记忆合金网5安装在连接索6、安装环以及地锚组件上,将桥墩102包裹在内。

[0019] 当发生地震或车辆因超高撞击主梁101时,防落梁缆索4限制主梁101在纵桥向及横桥向两个方向的过大位移,并将能量传递到与防落梁缆索4和连接索6均连接的弹簧消能组件1上,弹簧消能组件1通过弹性变形并沿桥墩102向上滑动,将地震能量传递至下部防护装置,形状记忆合金网5、连接索6和安装环是该保护装置主要的受力构件,构成耗能以及自复位的主体,通过上部、下部防护装置以及弹簧消能组件1的整体变形消耗能量;当车辆撞击桥墩102时,形状记忆合金网5发生剧烈变形,消耗大量的撞击能量,未被消耗的能量被传递到弹簧消能组件1使其发生弹性变形并沿桥墩102向下滑动,转化为弹性势能。

[0020] 其中,内环套1.1和外环套1.2包括两种结构:如图3所示,内环套1.1包括环绕在桥墩102外的内侧板以及向外延伸的下侧板,外环套1.2包括与内侧板相对的外侧板以及与下侧板相对的上侧板,竖向弹簧1.3的两端分别连接内环套1.1的下侧板和外环套1.2的上侧板,水平向弹簧1.4的两端分别连接内环套1.1的内侧板和外环套1.2的外侧板,缆索锚固组件3设置在外环套1.2的上侧板上,耳板1.5设置在内环套1.1的下侧板上;如图4所示,内环套1.1包括环绕在桥墩102外的内侧板以及向外延伸的上侧板,外环套1.2包括与内侧板相对的外侧板以及与上侧板相对的下侧板,竖向弹簧1.3的两端分别连接内环套1.1的上侧板和外环套1.2的下侧板,水平向弹簧1.4的两端分别连接内环套1.1的内侧板和外环套1.2的外侧板,缆索锚固组件3设置在内环套1.1的上侧板上,耳板1.5设置在外环套1.2的外侧板上。内环套1.1和外环套1.2均由两个半圆钢套组成,均通过螺栓进行对接组合,嵌套在桥墩102上。通过对上部防护装置的防落梁缆索4以及下部防护装置的连接索6施加一定程度的初应力,控制该一体式保护装置的稳定性。

[0021] 进一步地,竖向弹簧1.3和水平向弹簧1.4均为形状记忆合金超弹性弹簧,弹簧的超弹性定义为:

$$k=\frac{\zeta_2-\zeta_1}{\zeta_2}\times 100\%$$

式中:ζ_2为可恢复应变;ζ_1为残余应变;k为超弹性系数。超弹性系数越大,该装置的自

复位效果越好，为保证该装置基本的自复位功能，超弹性系数应大于60%。

[0022] 进一步地，连接索6为高强钢丝索，为保证下部防护装置的安全性，钢丝索的极限抗拉强度需满足：

$$\sigma_{max}=\frac{F_{max}}{A_s}\leq[\sigma]$$

$$F_{max}=\frac{2mv}{gt}$$

式中：σ_{max}为车辆撞击下高强钢丝索的拉应力；A_s为钢丝索的截面面积；F_{max}为车辆最大撞击力；$[\sigma]$为钢丝索的容许应力；g为重力加速度；t为撞击持时；m为车辆的质量；v为车辆撞击时的速度。

[0023] 进一步地，形状记忆合金网5为形状记忆合金钢丝网。

[0024] 进一步地，如图6所示，地锚组件包括地脚螺栓7.1、螺母7.2以及包裹在桥墩102外的环形连接件7.3；地脚螺栓7.1的底端埋入承台103内，顶端通过螺母7.2与环形连接件7.3连接，保证车辆撞击时地锚组件的整体性及牢固性；车辆行驶方向桥墩102受到撞击的概率更大，在车辆行驶方向地脚螺栓7.1距离桥墩102底部的距离小于在车辆行驶的垂直方向地脚螺栓7.1距离桥墩102底部的距离，以使在车辆行驶方向地脚螺栓7.1和环形连接件7.3连接强度更大，具体可以根据现场条件进行布置。优选地，地脚螺栓7.1直径不小于20mm，并采用双螺母固定以防止松动；环形连接件7.3由型钢制成。

[0025] 进一步地，如图7所示，安装环包括环形固定板8和限位环9；弹簧消能组件1和环形固定板8之间、相邻两个环形固定板8之间以及环形固定板8和环形连接件7.3之间均设置有限位环9。环形固定板8由两块半圆型钢板通过螺栓进行连接，钢板宽度可取60-100 mm，厚度可取10-30 mm，构成下部防护装置的主骨架，限位环9是由圆钢通过焊接组成的钢环，圆钢直径可取为10-30 mm，构成下部防护装置的次骨架。环形固定板8和限位环9均嵌套在桥墩102上，在形状记忆合金网5受到外部作用力时，牵动环形固定板8和限位环9均嵌套在桥墩102沿着桥墩102转动和上下滑动，将受到的作用力转化为弹性势能和转动动能。

[0026] 进一步地，如图7所示，外环套1.2的外侧板或内环套1.1的下侧板上设置有耳板1.5；连接索6的顶端连接在耳板1.5上，底端通过连接器10连接在环形连接件7.3上；连接器10对连接索6施加初应力，调整保护装置的紧固状态。

[0027] 进一步地，如图8所示，形状记忆合金网5通过扣件11固定在连接索6、环形固定板8和限位环9上。扣件11为钢扣件。施加初应力的连接索6、环形固定板8和限位环9，三者通过钢扣件连接以控制整个下部防护装置的形状，并作为该保护装置主要的传力构件。

[0028] 进一步地，如图9所示，主梁锚固组件2包括具有凹槽的主梁连接板2.1、与主梁101连接的且位于主梁连接板2.1凹槽内的主梁锚固板2.2以及连接主梁连接板2.1和主梁锚固板2.2的连接销钉2.3；缆索锚固组件3包括固定在弹簧消能组件1上的锚固销钉3.1以及将防落梁缆索4固定在锚固销钉3.1上的缆索扣3.2。优选地，主梁连接板2.1和主梁锚固板2.2的材料均为钢。

[0029] 进一步地，上述桥梁抗震防撞一体式自复位保护装置还包括警示组件，降低由于夜间视线不足造成的撞击风险，起到引导警示作用。警示组件可以是荧光粉或装饰灯。荧光

粉涂设于连接索6、环形固定板8和限位环9上；如图7所示，装饰灯优选LED灯12，安装于连接索6、环形固定板8和限位环9上，LED灯12的体积非常小、耗电低，可增强防护装置及桥梁的夜间美感。

[0030] 综上所述，本实施例主要由防落梁缆索4、弹簧消能组件1、形状记忆合金网5以及连接索6进行耗能，通过将地震能量及车辆撞击能量转化成保护装置的弹性势能，从而对桥梁抗震及抗车辆撞击起到双重保护作用；基于形状记忆合金网5、超弹性弹簧的自复位特性以及高强钢丝索的初应力，该装置在地震及车辆撞击后可自动恢复至初始状态，无需修复或只需简单修复即可继续使用；通过将桥梁抗震装置及抗车辆撞击装置进行结合，减少的施工的难度，提高了防护设施的使用效率；该装置主要由钢构件构成，可在工厂标准化生产，现场安装方便，结构的耐久性、耐腐蚀性以及抗疲劳性能均较好，使用寿命长，体现了环保可持续的理念，具有良好的社会经济环境价值。

[0031] 以上仅为本发明的实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其它相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

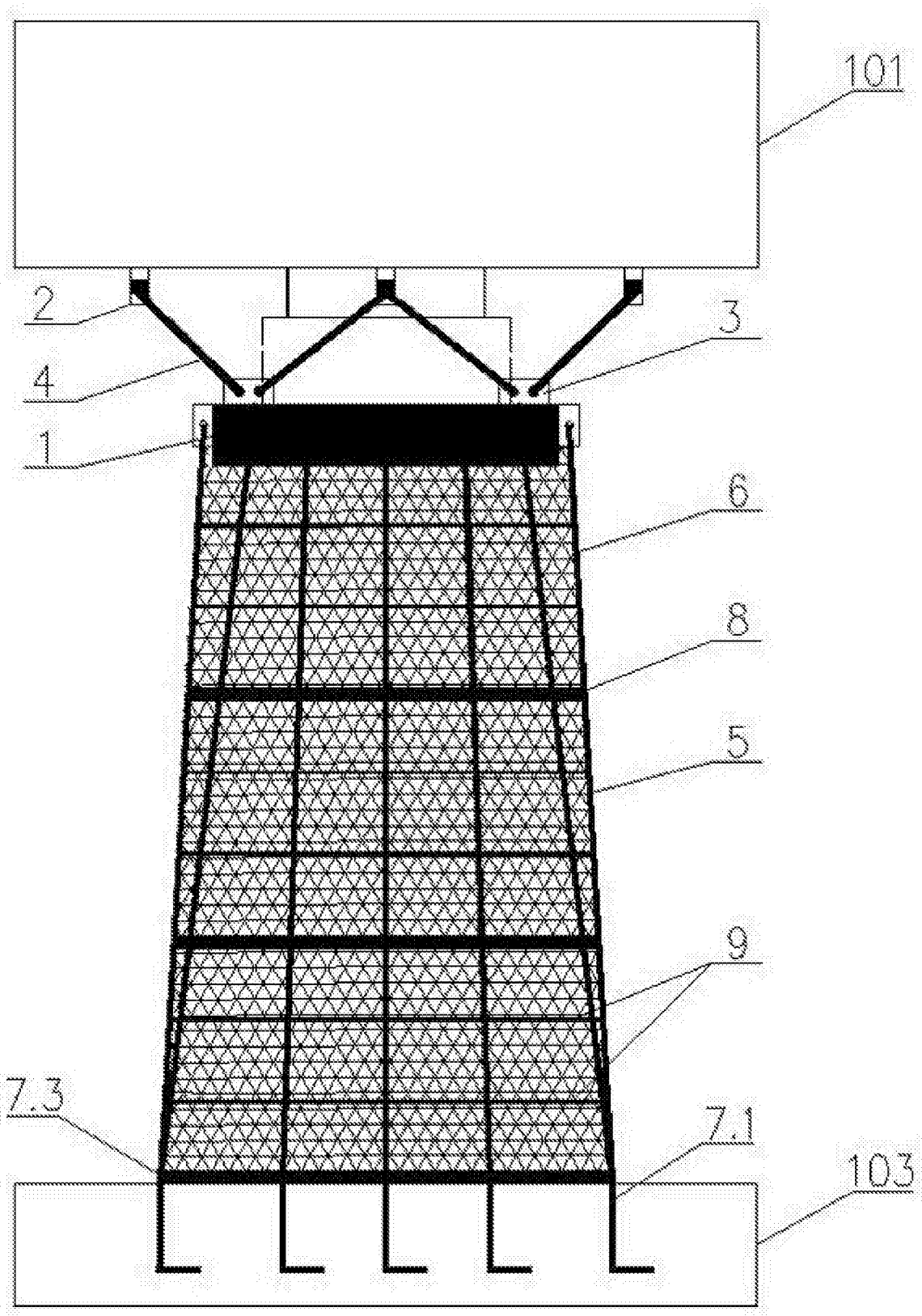


图1

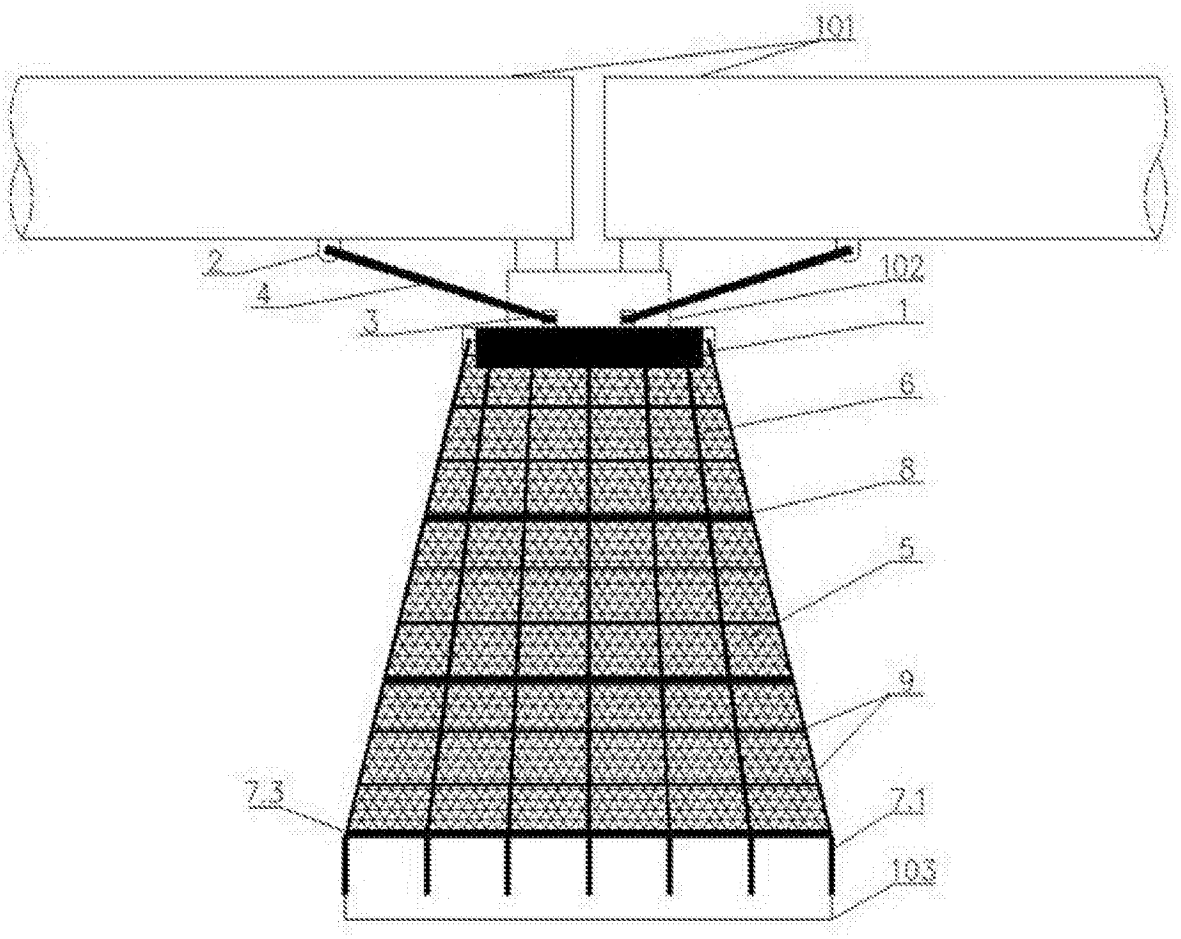


图2

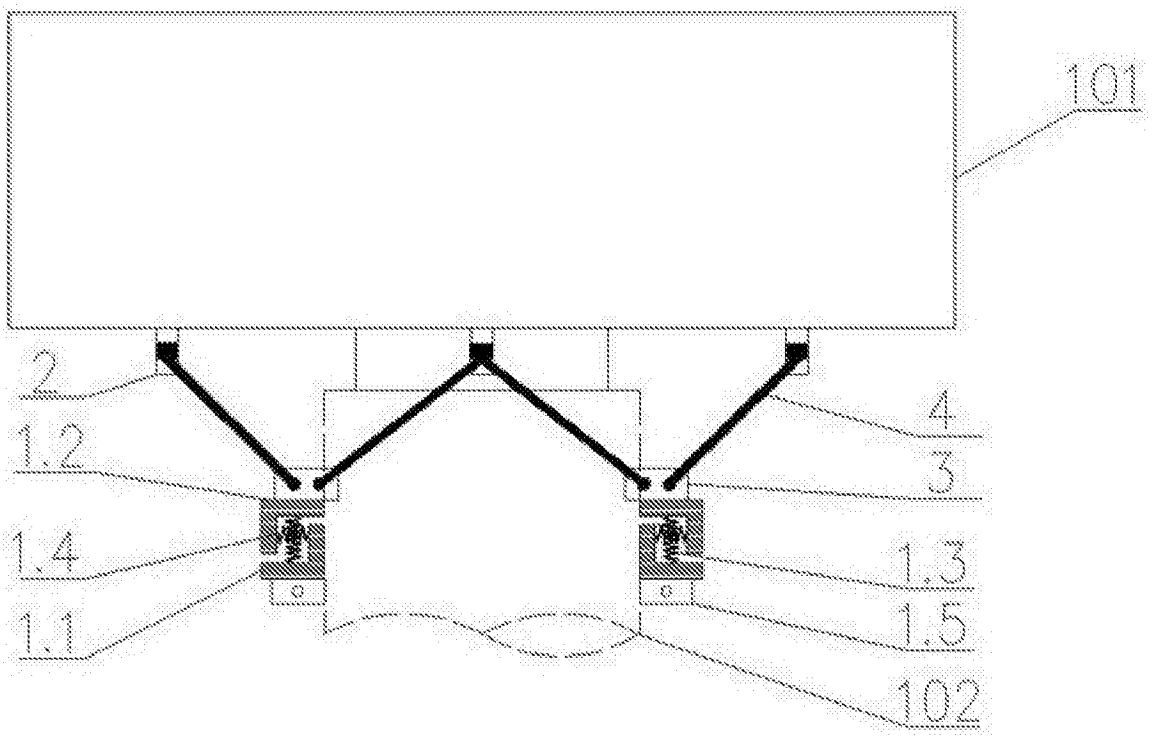


图3

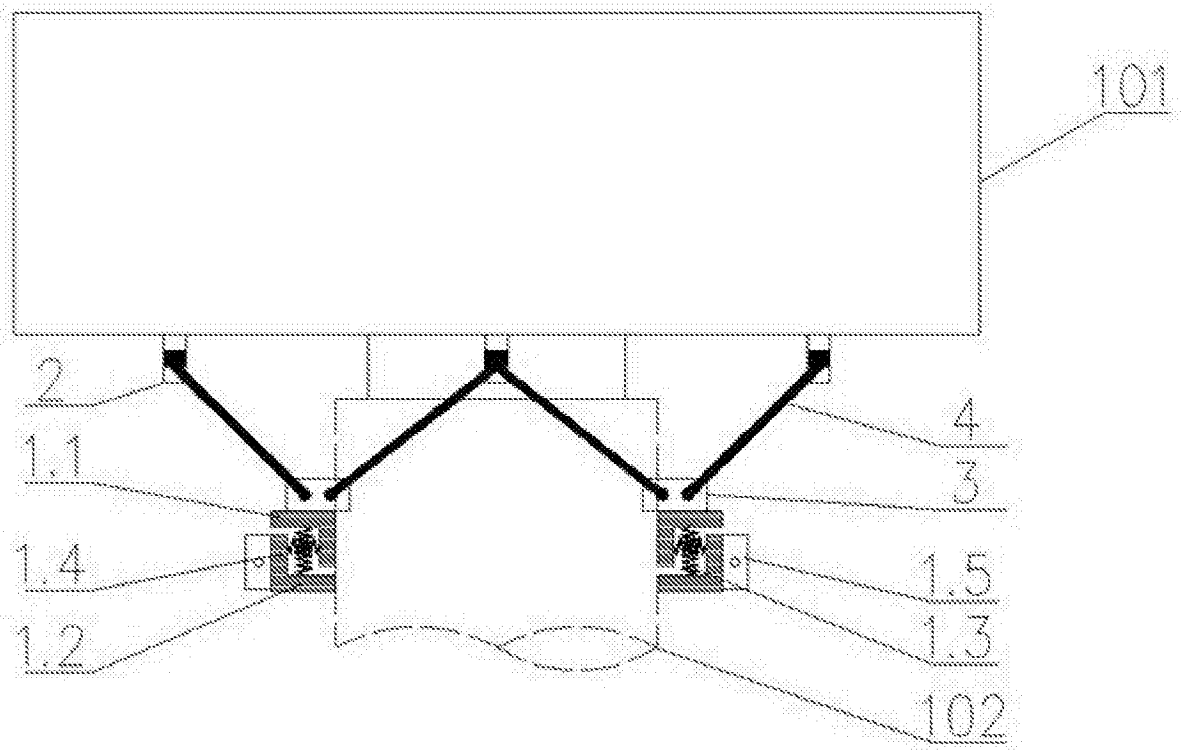


图4

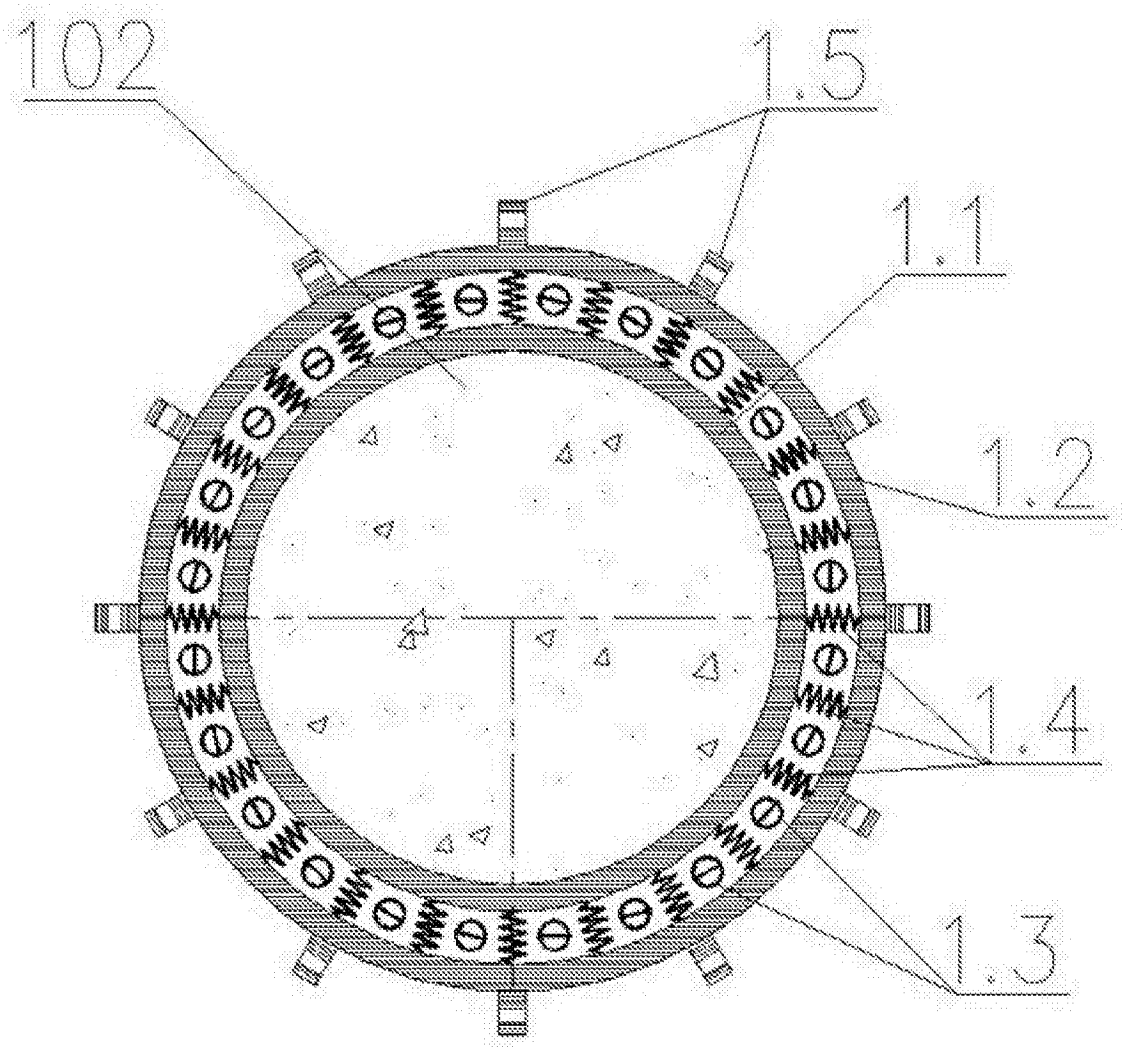


图5

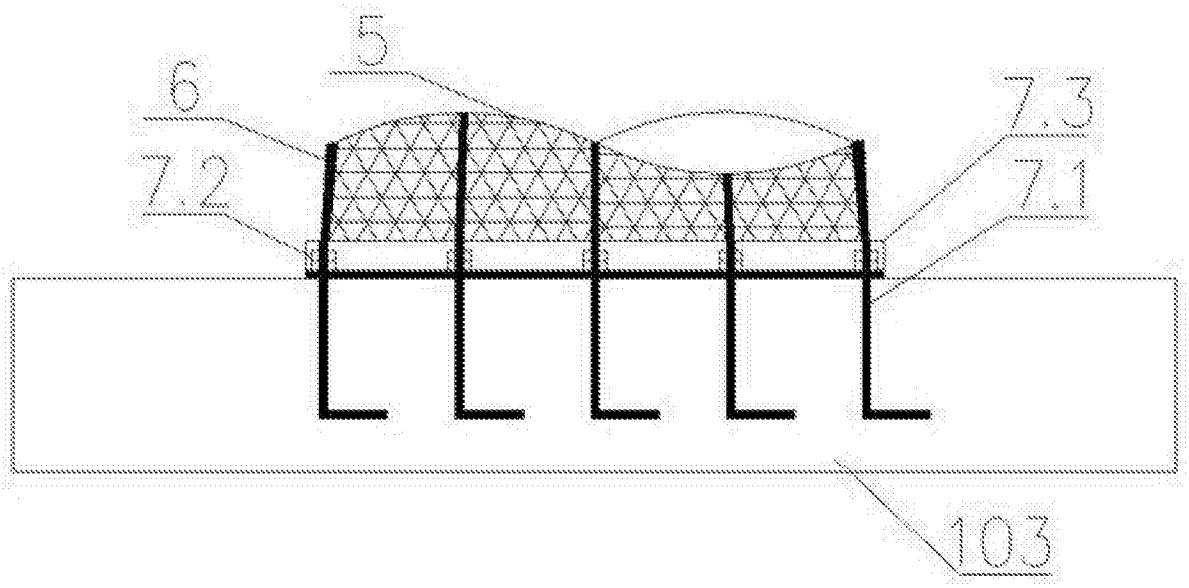


图6

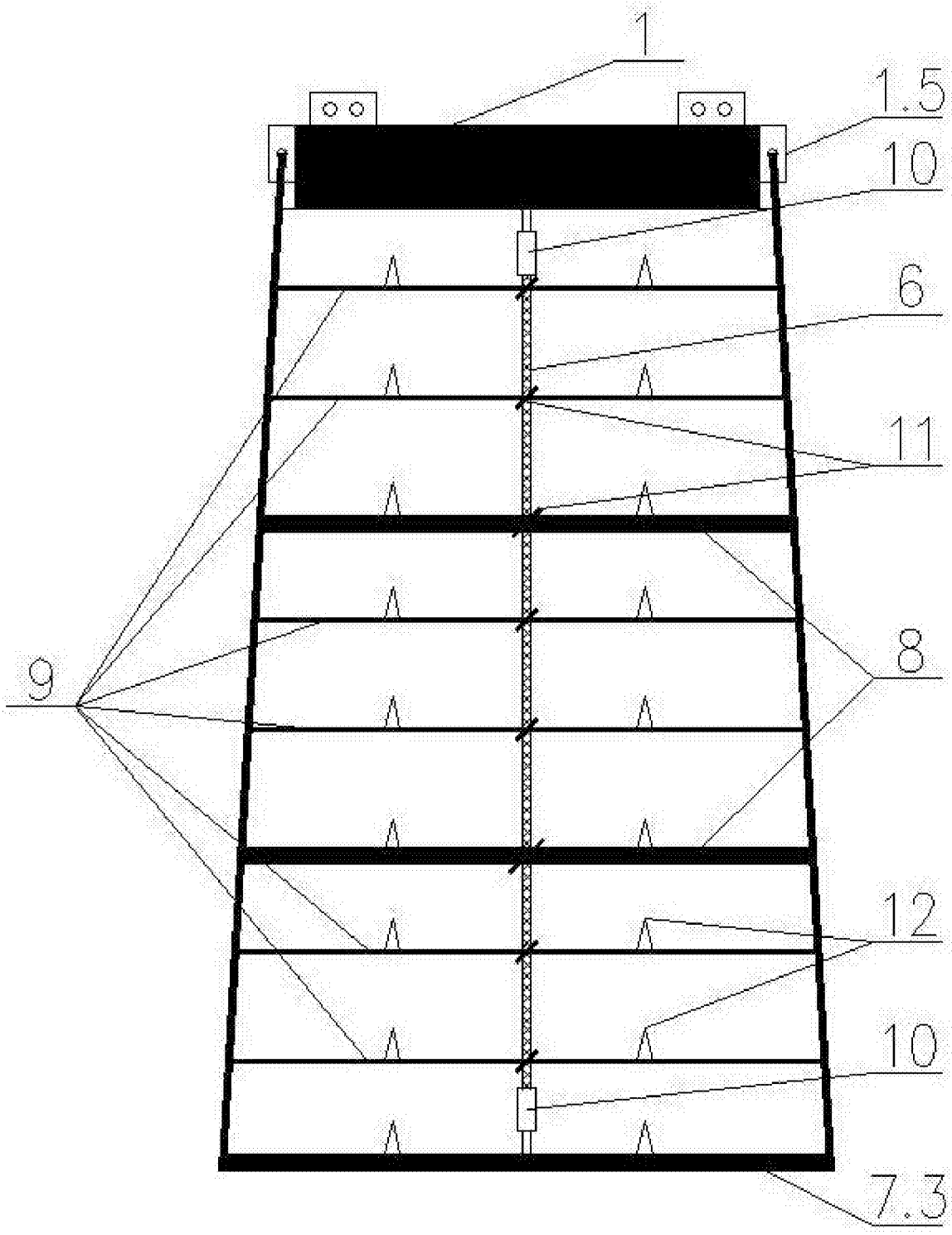


图7

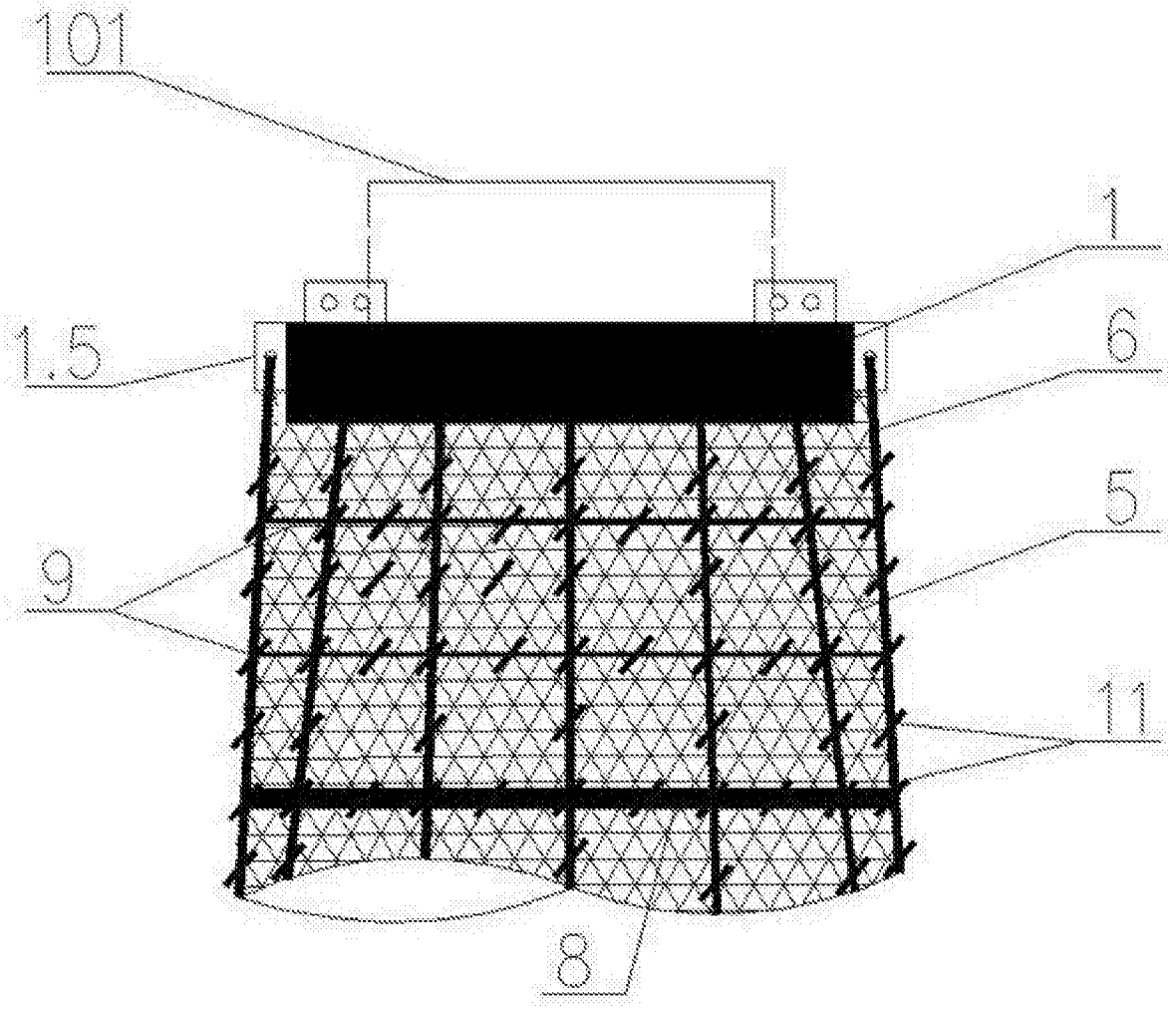


图8

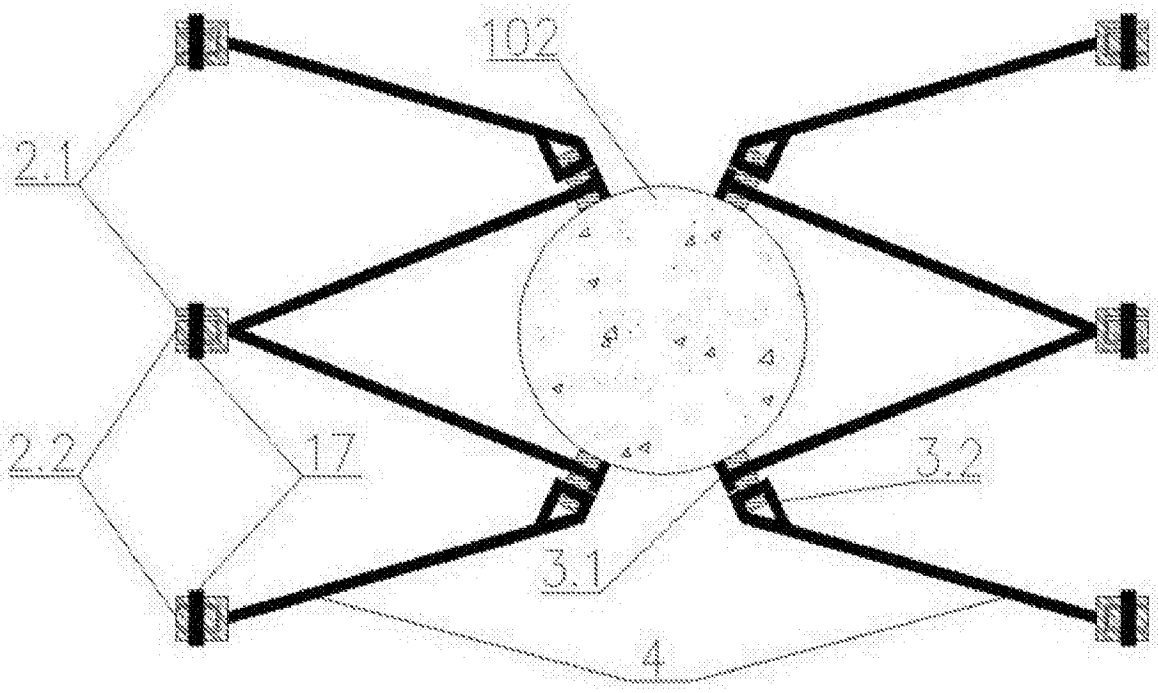


图9