



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115030095 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 09

(21) 申请号 202210766725.6

(22) 申请日 2022.06.30

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72) 发明人 徐文杰 冯泽康 刘广煜

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

专利代理师 李雪静

(51) Int. Cl.

E02B 3/10 (2006.01)

E01F 7/04 (2006.01)

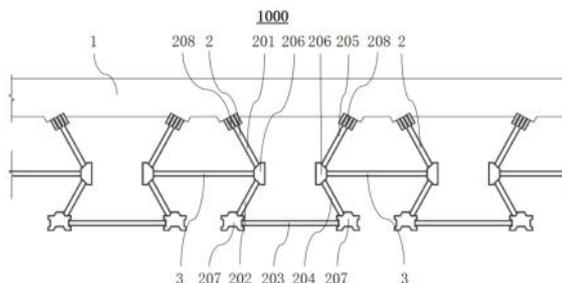
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

## (54) 发明名称

用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构

## (57) 摘要

本发明提供了一种用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,包括混凝土支挡结构、消能结构单元系统和连接构件。其中,所述消能结构单元系统为至少一个且设置在所述混凝土支挡结构的上游侧;所述连接构件连接于相邻的所述消能结构单元系统之间。所述消能结构单元系统在受到高速运动岩土物质的冲击后,会发生形变吸收能量,从而可以显著降低高速远程滑坡和泥石流对混凝土支挡结构的冲击作用荷载,因此,本发明具有避免或减小混凝土支挡结构发生损毁,提高地质灾害防治工程的稳定性的优点。



1. 一种用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,包括:  
混凝土支挡结构;  
消能结构单元系统,所述消能结构单元系统为至少一个且设置在所述混凝土支挡结构的上游侧;  
连接构件,所述连接构件连接于相邻的所述消能结构单元系统之间。
2. 根据权利要求1所述的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,所述消能结构单元系统包括顺次相连的第一中间构件、第二中间构件、外侧构件、第三中间构件和第四中间构件,其中,所述第一中间构件和所述第四中间构件之间、所述第二中间构件和所述第三中间构件之间以及所述外侧构件和所述混凝土支挡结构之间分别彼此间隔相对,所述第一中间构件的一端和所述第四中间构件的一端分别与所述混凝土支挡结构固定连接,所述第一中间构件的另一端和所述第二中间构件的一端以及所述第四中间构件的另一端和所述第三中间构件的一端分别通过中间节点柱固定连接,所述第二中间构件的另一端和所述第三中间构件的另一端分别通过外侧节点柱与所述外侧构件的两端固定连接,所述第一中间构件与所述混凝土支挡结构之间的内夹角、所述第四中间构件与所述混凝土支挡结构之间的内夹角、所述第二中间构件与所述外侧构件之间的内夹角、以及所述第三中间构件与所述外侧构件之间的内夹角均为锐角或均为钝角。
3. 根据权利要求2所述的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,所述第一中间构件和所述第二中间构件相对于所述第四中间构件和所述第三中间构件呈对称布置。
4. 根据权利要求2所述的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,所述外侧节点柱和所述中间节点柱均为钢柱。
5. 根据权利要求3所述的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,所述钢柱包括两端密封的钢管,所述钢管内填充有碎石土。
6. 根据权利要求2所述的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,所述第一中间构件、所述第二中间构件、所述外侧构件、所述第三中间构件、所述第四中间构件和所述连接构件均包括多个钢构件,多个所述钢构件在上下方向上间隔布置。
7. 根据权利要求6所述的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,所述钢构件为混凝土钢管或型钢。
8. 根据权利要求2所述的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,所述连接构件的两端对应地连接于相邻的所述消能结构单元系统的所述中间节点柱之间。
9. 根据权利要求2-8中任意一项所述的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,所述消能结构单元系统还包括消能盒,所述第一中间构件的一端和所述第四中间构件的一端分别通过所述消能盒与所述混凝土支挡结构固定连接。
10. 根据权利要求9所述的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,其特征在于,所述消能盒包括钢外壳和设置在所述钢外壳内的六边形蜂窝状结构排列钢结构。

## 用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高速滑坡、泥石流等地质灾害防治技术领域,尤其是涉及一种用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构。

### 背景技术

[0002] 高速远程滑坡、泥石流等地质灾害严重威胁着世界各国的人民生命财产和重大工程安全。由于这类地质灾害通常呈现体积规模大、运动速度快等特征,以较高的能量冲击支挡防护结构。

[0003] 现有技术中,尚未见有对高速滑坡的支挡防护工程措施。而对于泥石流,在沟道中建立拦挡坝是一种常用的工程措施。拦挡坝主要是由钢筋混凝土筑成的不同形态的混凝土坝体,整体结构形式较为单一。这种单一的混凝土拦挡坝,可以称为一种“刚性”坝体,当受高速运动的岩土体冲击时将会产生强大的冲击力,从而实际地质灾害发生时,很容易将这类拦挡坝冲毁。

### 发明内容

[0004] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明的一个目的在于提出一种用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,该用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构可以显著降低高速远程滑坡和泥石流对混凝土支挡结构的冲击作用荷载,具有避免或减小混凝土支挡结构发生损毁,提高地质灾害防治工程的稳定性的优点。

[0005] 根据本发明实施例的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,包括:

[0006] 混凝土支挡结构;

[0007] 消能结构单元系统,所述消能结构单元系统为至少一个且设置在所述混凝土支挡结构的上游侧;

[0008] 连接构件,所述连接构件连接于相邻的所述消能结构单元系统之间。

[0009] 根据本发明实施例的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构,一方面,通过将受到外力冲击时可以发生形变的消能结构单元系统布置在混凝土支挡结构上游,当发生高位远程滑坡、泥石流时,高速运动岩土物质会首先冲击消能结构单元系统,消能结构单元系统在受到冲击后,会发生形变吸收能量,从而显著降低高速运动岩土物质对混凝土支挡结构的冲击作用荷载,避免或者降低混凝土支挡结构发生损坏的可能性,由此,本发明的支挡结构具有很好的对高位滑坡、泥石流等高速运动岩土物质的抗冲击消能作用,提高了地质灾害防治工程的稳定性;另一方面,通过在消能结构单元系统之间设置连接构件,连接构件可以和消能结构单元系统共同承力,避免或者减少消能结构单元系统发生大幅形变,使得本发明的支挡结构强度更高,不易发生大幅变形。

[0010] 在一些实施例中,所述消能结构单元系统包括顺次相连的第一中间构件、第二中间构件、外侧构件、第三中间构件和第四中间构件,其中,所述第一中间构件和所述第四中间构件之间、所述第二中间构件和所述第三中间构件之间以及所述外侧构件和所述混凝土

支挡结构之间分别彼此间隔相对,所述第一中间构件的一端和所述第四中间构件的一端分别与所述混凝土支挡结构固定连接,所述第一中间构件的另一端和所述第二中间构件的一端以及所述第四中间构件的另一端和所述第三中间构件的一端分别通过中间节点柱固定连接,所述第二中间构件的另一端和所述第三中间构件的另一端分别通过外侧节点柱与所述外侧构件的两端固定连接,所述第一中间构件与所述混凝土支挡结构之间的内夹角、所述第四中间构件与所述混凝土支挡结构之间的内夹角、所述第二中间构件与所述外侧构件之间的内夹角、以及所述第三中间构件与所述外侧构件之间的内夹角均为锐角或均为钝角。

[0011] 在一些实施例中,所述第一中间构件和所述第二中间构件相对于所述第四中间构件和所述第三中间构件呈对称布置。

[0012] 在一些实施例中,所述外侧节点柱和所述中间节点柱均为钢柱。

[0013] 在一些实施例中,所述钢柱包括两端密封的钢管,所述钢管内填充有碎石土。

[0014] 在一些实施例中,所述第一中间构件、所述第二中间构件、所述外侧构件、所述第三中间构件、所述第四中间构件和所述连接构件均包括多个钢构件,多个所述钢构件在上下方向上间隔布置。

[0015] 在一些实施例中,所述钢构件为混凝土钢管或型钢。

[0016] 在一些实施例中,所述连接构件的两端对应地连接于相邻的所述消能结构单元系统的所述中间节点柱之间。

[0017] 在一些实施例中,所述消能结构单元系统还包括消能盒,所述第一中间构件的一端和所述第四中间构件的一端分别通过所述消能盒与所述混凝土支挡结构固定连接。

[0018] 在一些实施例中,所述消能盒包括钢外壳和设置在所述钢外壳内的六边形蜂窝状结构排列钢结构。

[0019] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

## 附图说明

[0020] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0021] 图1为本发明实施例的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构的结构示意图。

[0022] 图2为本发明实施例中消能结构单元系统的结构示意图。

[0023] 图3为本发明另一个实施例的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构的结构示意图。

[0024] 图4为图2中I-I' 剖面图。

[0025] 图5为本发明实施例中消能盒的剖面图。

[0026] 图6为本发明实施例中第三中间构件的一种剖面图。

[0027] 图7为本发明实施例中第三中间构件的另一种剖面图。

[0028] 附图标记:

[0029] 用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构1000

[0030] 混凝土支挡结构1

- [0031] 消能结构单元系统2
- [0032] 第一中间构件201 第二中间构件202 外侧构件203 第三中间构件204
- [0033] 第四中间构件205 中间节点柱206 外侧节点柱207 消能盒208
- [0034] 连接构件3

### 具体实施方式

[0035] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0036] 下面结合图1至图7来描述本发明的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构1000。

[0037] 如图1至图7所示,根据本发明实施例的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构1000,包括混凝土支挡结构1、消能结构单元系统2和连接构件3,消能结构单元系统2为至少一个且设置在混凝土支挡结构1的上游侧;连接构件3连接于相邻的消能结构单元系统2之间。

[0038] 具体而言,当消能结构单元系统2在受到外力作用时,可以发生形变吸收能量。消能结构单元系统2为至少一个且设置在混凝土支挡结构1的上游,也就是说,消能结构单元系统2可以设置一个,也可以设置多个,可以根据实际需要选择合适的设置数量和设置间距,消能结构单元系统2可以直接与混凝土支挡结构1连接固定,也可以固定在混凝土支挡结构1上游侧其他固定在地面上的结构上,以固定自身的位置。消能结构单元系统2设置在混凝土支挡结构1的上游,这样当发生高位远程滑坡、泥石流时,高速运动岩土物质会首先冲击消能结构单元系统2,消能结构单元系统2在受到冲击后,会发生形变吸收能量,从而减小高速运动岩土物质对混凝土支挡结构1的冲击力,避免或者降低混凝土支挡结构1发生损坏的可能性,提高地质灾害防治工程的稳定性。连接构件3连接于相邻的消能结构单元系统2之间,当消能结构单元系统2发生形变时,消能结构单元系统2会拉伸连接构件3,从而连接构件3可以起到减少或者避免消能结构单元系统2发生大幅度形变的作用,同时连接构件3也可以共同承力,因此连接构件3可以起到提升本发明的支挡结构1000的强度的作用。

[0039] 根据本发明实施例的用于地质灾害防治的抗冲击消能支挡结构1000,一方面,通过将受到外力冲击时可以发生形变的消能结构单元系统2布置在混凝土支挡结构1上游,当发生高位远程滑坡、泥石流时,高速运动岩土物质会首先冲击消能结构单元系统2,消能结构单元系统2在受到冲击后,会发生形变吸收能量,从而显著降低高速运动岩土物质对混凝土支挡结构1的冲击作用荷载,避免或者降低混凝土支挡结构1发生损坏的可能性,由此,本发明的支挡结构1000具有很好的对高位滑坡、泥石流等高速运动岩土物质的抗冲击消能作用,提高了地质灾害防治工程的稳定性;另一方面,通过在消能结构单元系统2之间设置连接构件3,连接构件3可以和消能结构单元系统2共同承力,避免或者减少消能结构单元系统2发生大幅形变,使得本发明的支挡结构1000强度更高,不易发生大幅变形。

[0040] 在一些实施例中,消能结构单元系统2包括顺次相连的第一中间构件201、第二中间构件202、外侧构件203、第三中间构件204和第四中间构件205,其中,第一中间构件201和第四中间构件205之间、第二中间构件202和第三中间构件204之间以及外侧构件203和混凝土

土支挡结构1之间分别彼此间隔相对,第一中间构件201的一端和第四中间构件205的一端分别与混凝土支挡结构1固定连接,第一中间构件201的另一端和第二中间构件202的一端以及第四中间构件205的另一端和第三中间构件204的一端分别通过中间节点柱206固定连接,第二中间构件202的另一端和第三中间构件204的另一端分别通过外侧节点柱207与外侧构件203的两端固定连接,也就是说,第二中间构件202的另一端和第三中间构件204的另一端之间设置有外侧构件203,第二中间构件202的另一端与外侧构件203的一端通过一个外侧节点柱207固定连接,第三中间构件204的另一端与外侧构件203的另一端通过另一个外侧节点柱207固定连接,第一中间构件201与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第四中间构件205与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第二中间构件202与外侧构件203之间的内夹角、以及第三中间构件204与外侧构件203之间的内夹角均为锐角或均为钝角。

[0041] 需要说明的是,内夹角是指位于顺次相连的第一中间构件201、第二中间构件202、外侧构件203、第三中间构件204和第四中间构件205所围成的形状内侧的夹角。当安装本发明的消能结构单元系统2时,中间节点柱206和外侧节点柱207均不与地面固定,中间节点柱206和外侧节点柱207沿垂直于地面方向布置,第一中间构件201、第二中间构件202、外侧构件203、第三中间构件204和第四中间构件205沿平行于地面方向布置。

[0042] 如图1和图2所示,当第一中间构件201与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第四中间构件205与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第二中间构件202与外侧构件203之间的内夹角以及第三中间构件204与外侧构件203之间的内夹角均为锐角时,从上游而来的高速运动的岩土物质首先冲击外侧构件203时,外侧构件203会朝向混凝土支挡结构1运动,从而带动第二中间构件202和第三中间构件204向内转动,由于第二中间构件202与第一中间构件201连接,第三中间构件204与第四中间构件205连接,因此,第一中间构件201和第四中间构件205也会跟随向内转动,第一中间构件201与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第四中间构件205与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第二中间构件202与外侧构件203之间的内夹角、以及第三中间构件204与外侧构件203之间的内夹角变小,这样连接第一中间构件201和第二中间构件202的中间节点柱206和连接第三中间构件204和第四中间构件205的中间节点柱206也会相互靠近,整个消能结构单元系统2发生变形,来吸收高位滑坡、泥石流等高速运动岩土物质的能量,从而起到抗冲击消能作用。

[0043] 如图3所示,当第一中间构件201与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第四中间构件205与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第二中间构件202与外侧构件203之间的内夹角以及第三中间构件204与外侧构件203之间的内夹角均为钝角时,从上游而来的高速运动的岩土物质首先冲击外侧构件203时,外侧构件203会朝向混凝土支挡结构1运动,从而带动第二中间构件202和第三中间构件204向外转动,由于第二中间构件202与第一中间构件201连接,第三中间构件204与第四中间构件205连接,因此,第一中间构件201和第四中间构件205也会跟随向外转动,第一中间构件201与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第四中间构件205与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第二中间构件202与外侧构件203之间的内夹角、以及第三中间构件204与外侧构件203之间的内夹角变大,这样连接第一中间构件201和第二中间构件202的中间节点柱206和连接第三中间构件204和第四中间构件205的中间节点柱206会相互远离,整个消能结构单元系统2发生变形,来吸收高位滑坡、泥石流等高速运动岩土物质的能量,从而起到抗冲击消能作用。

[0044] 优选的,当第一中间构件201与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第四中间构件205与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第二中间构件202与外侧构件203之间的内夹角以及第三中间构件204与外侧构件203之间的内夹角为 $60^{\circ}$ 时或者当第一中间构件201与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第四中间构件205与混凝土支挡结构1之间的内夹角、第二中间构件202与外侧构件203之间的内夹角以及第三中间构件204与外侧构件203之间的内夹角为 $120^{\circ}$ 时,本发明的支挡结构1000抗冲击消能效果最好。

[0045] 在一些实施例中,如图6和图7所示,第一中间构件201、第二中间构件202、外侧构件203、第三中间构件204和第四中间构件205的横截面形状既可以为圆形也可以为方形。

[0046] 在一些实施例中,如图1至图3所示,第一中间构件201和第二中间构件202相对于第四中间构件205和第三中间构件204呈对称布置,这样在本发明的支挡结构1000受到高速运动岩土物质的冲击时,整个消能结构单元系统2上的受力分布可以更加均匀,不易发生损坏。

[0047] 在一些实施例中,外侧节点柱207和中间节点柱206均为钢柱,可以理解的是,这样可以使得外侧节点柱207和中间节点柱206在受到冲击时具有足够的强度,不容易损坏,保证本发明的支挡结构1000的使用效果。

[0048] 在一些实施例中,外侧节点柱207的横截面形状如图1和图2所示,采用这种截面形状可以方便地对第二中间构件202和外侧构件203在外侧节点柱207上的安装位置进行定位,在将第二中间构件202和外侧构件203安装在外侧节点柱207上时,也更加方便,连接固定也更加牢靠。可选的,外侧节点柱207的横截面形状也可以为圆形或者方形。

[0049] 在一些实施例中,中间节点柱206的横截面形状如图1和图2所示,采用这种截面形状可以方便地对第一中间构件201和第二中间构件202在中间节点柱206上的安装位置以及第三中间构件204和第四中间构件205在中间节点柱206上的安装位置进行定位,且在将第一中间构件201和第二中间构件202、第三中间构件204和第四中间构件205安装在中间节点柱206上时,也更加方便,连接固定也更加牢靠。可选的,中间节点柱206的横截面形状也可以为圆形或者方形。

[0050] 在一些实施例中,如图4所示,钢柱包括两端密封的钢管,钢管内填充有碎石土。可以理解的是,采用钢管使得钢柱具有足够使用强度,能够抵抗冲击,不易发生断裂损坏,另外还可以节省钢材;在钢管内填充碎石土,当钢柱受到冲击时,钢管可以将冲击传递给钢管内的碎石土,从而钢管内的碎石土可以相互摩擦起到消能的作用,还可以对钢管起到进一步加强的作用。需要说明的是,钢管内填充的碎石土在填充进钢管之前,需要充分晾干,以避免水分的存在加速钢管的腐蚀,在将碎石土填充进钢管时,要分层夯实填筑,确保碎石或碎石土具有足够的密实度。

[0051] 在一些实施例中,钢管内填充的碎石或碎石土,可以来自于工程本地,可以为废弃土石渣体,因此本发明的支挡结构1000还具有取材方便,绿色环保的特点。

[0052] 可选的,钢柱在轴向方向上可以通过焊接或者铆接的方式相互拼接,以获得需要高度的钢柱。

[0053] 在一些实施例中,第一中间构件201、第二中间构件202、外侧构件203、第三中间构件204、第四中间构件205和连接构件3均包括多个钢构件,多个钢构件在上下方向上间隔布置(如图4所示)。可以理解的是,采用钢构件组成第一中间构件201、第二中间构件202、外侧

构件203、第三中间构件204、第四中间构件205和连接构件3可以保证本发明支挡结构1000的使用强度,使本发明的支挡结构1000具有足够的抵抗高速运动岩土物质的冲击的能力。多个钢构件在上下方向上间隔布置,这样一方面可以节省钢材,降低本发明实施例的支挡结构1000的成本;另一方面,泥土和较小的石块可以越过多个钢构件继续运动,消耗能量。

[0054] 在一些实施例中,钢构件为混凝土钢管或型钢。钢构件为混凝土钢管,这里混凝土钢管是指内部充填有混凝土的钢管,这样既可以节省钢材降低成本,又可以提高钢构件的使用强度。需要说明的是,在施工过程中要待混凝土达到凝固强度后才能使用。钢构件还可以为型钢,例如工字钢、H型钢等。

[0055] 在一些实施例中,如图1和图3所示,连接构件3的两端对应地连接于相邻的消能结构单元系统2的中间节点柱206之间,这样,当消能结构单元系统2受到冲击,两个中间节点柱206相互靠近时,连接构件3可以阻止中间节点柱206相互靠近,两个中间节点柱206相互远离时,连接构件3可以阻止中间节点柱206相互远离,从而起到减少或者避免消能结构单元系统2发生大幅度形变的作用,同时连接构件3也可以共同承力,因此连接构件3还可以起到提升本发明的支挡结构1000的使用强度的作用。

[0056] 可选的,连接构件3与中间节点柱206之间通过焊接或者铆接的方式连接,从而实现快速、便捷的组装。

[0057] 在一些实施例中,如图1至图3所示,消能结构单元系统2还包括消能盒208,第一中间构件201的一端和第四中间构件205的一端分别通过消能盒208与混凝土支挡结构1固定连接,消能盒208用于二次消能。可选的,消能盒208可以通过预埋、铆接或焊接等方式按一定的间距固定在混凝土支挡结构1的上游。

[0058] 在一些实施例中,如图5所示,消能盒208包括钢外壳和设置在钢外壳内的六边形蜂窝状结构排列钢结构,可以实现很好的消能效果。

[0059] 在一些实施例中,如图1所示,混凝土支挡结构1上设置有用于安装消能盒208的斜向突起,从而可以使得消能盒208的安装更加方便。

[0060] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0061] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

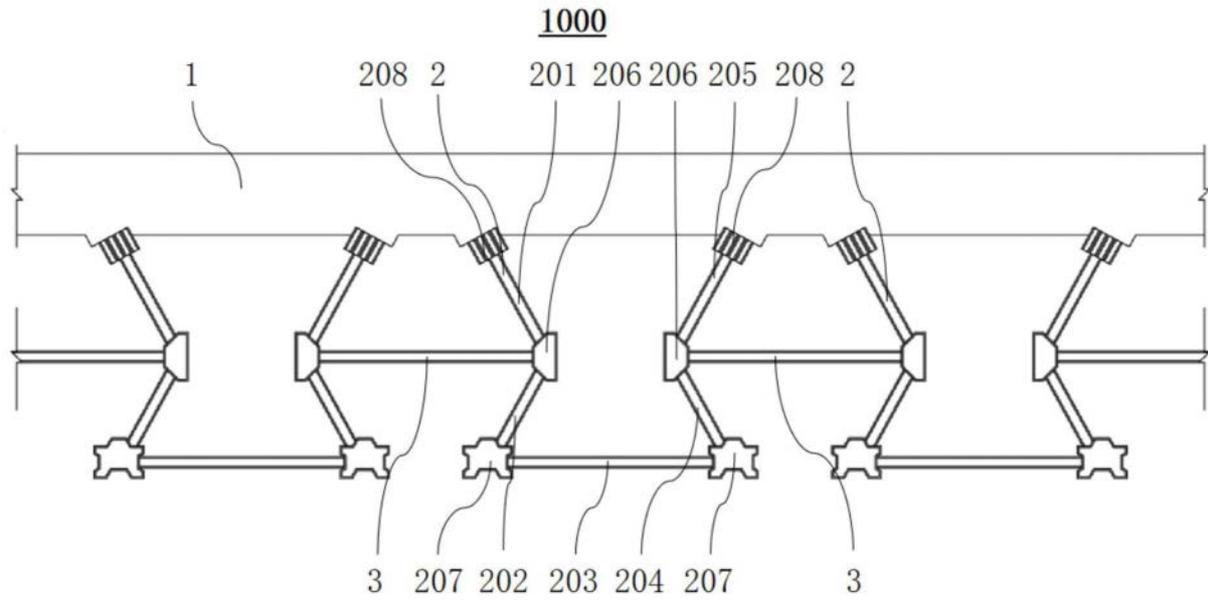


图1

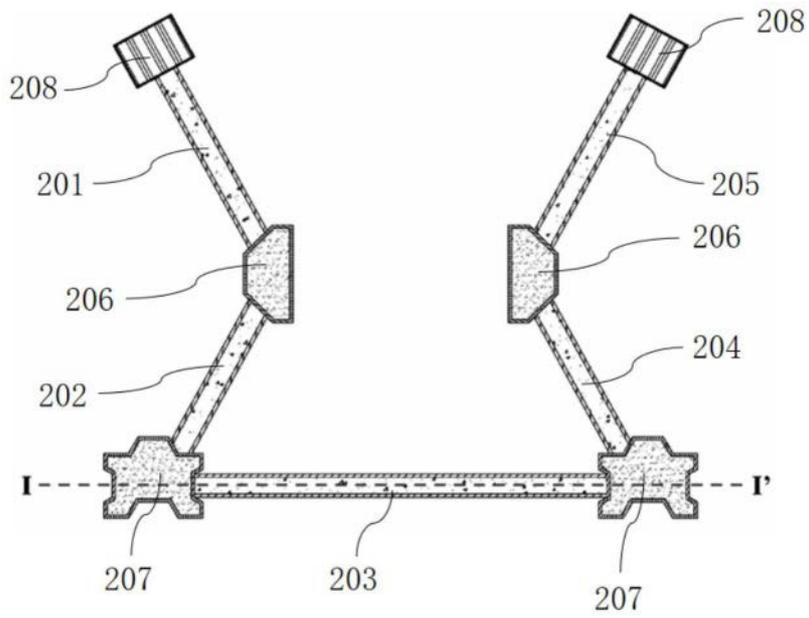


图2

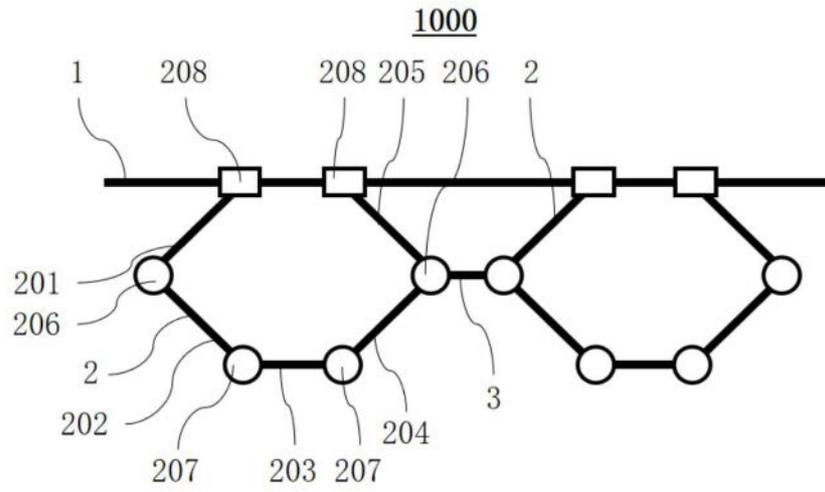


图3

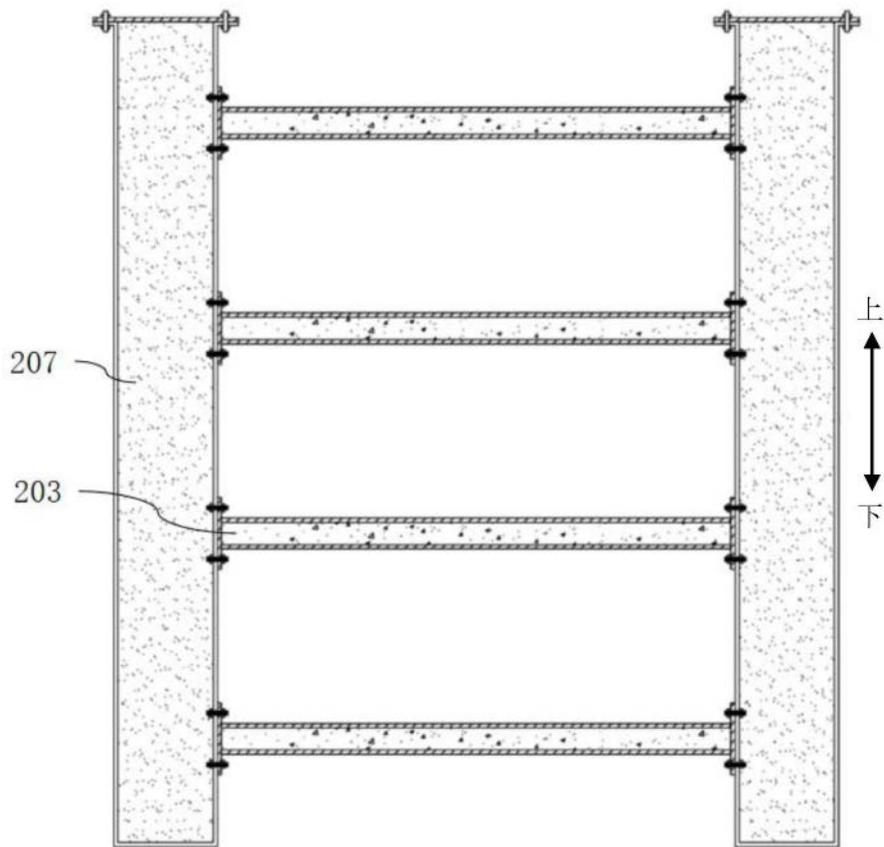


图4

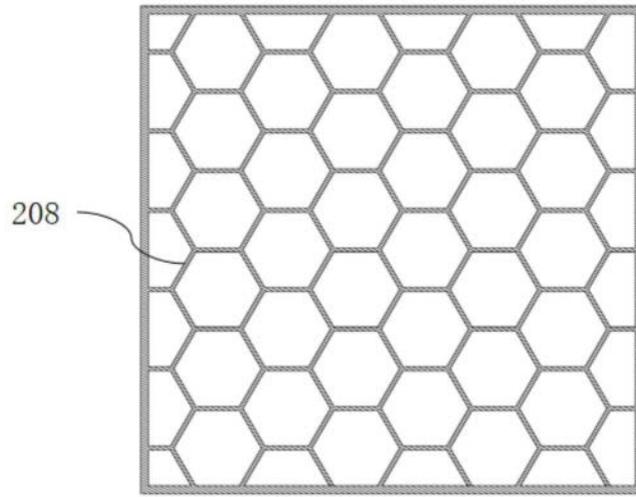


图5

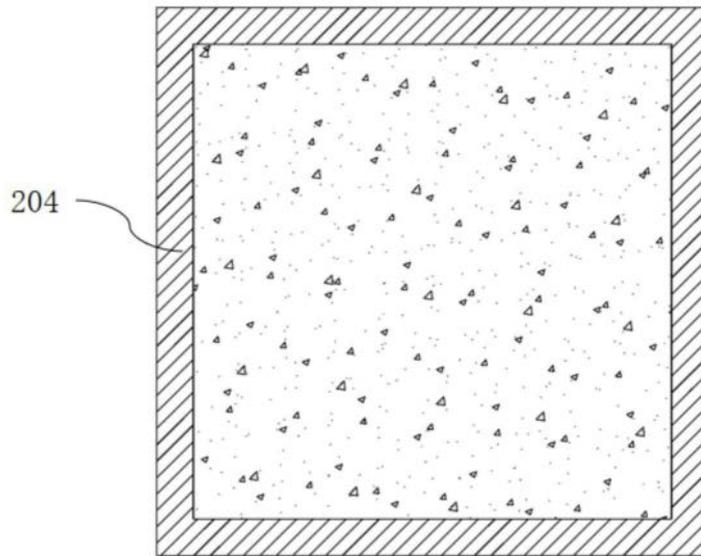


图6

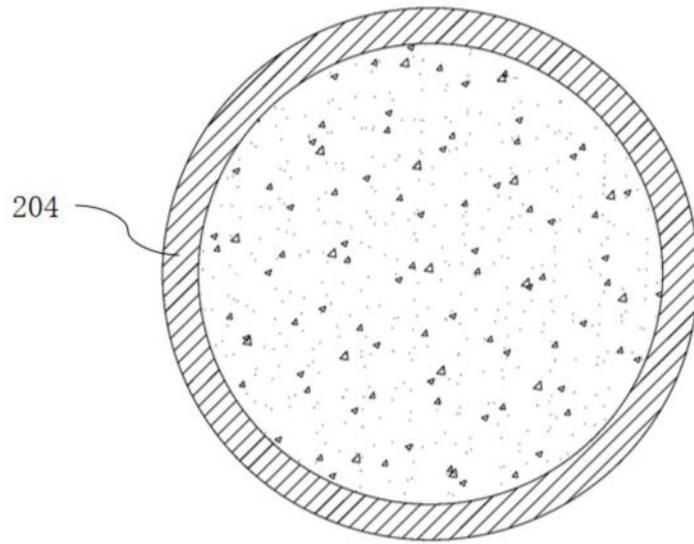


图7