



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115494216 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 20

(21) 申请号 202211084258.5

(22) 申请日 2022.09.06

(71) 申请人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段

(72) 发明人 李天话 程谦恭 王玉峰 罗肖

林棋文 邓凯丰 刘世涛

(74) 专利代理机构 北京正华智诚专利代理事务
所(普通合伙) 11870

专利代理师 周芸婵

(51) Int. Cl.

G01N 33/24 (2006.01)

G01H 17/00 (2006.01)

G08B 21/10 (2006.01)

G08B 31/00 (2006.01)

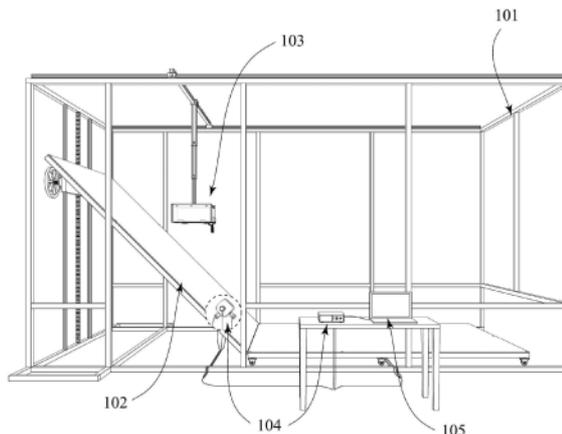
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,包括固定承托系统、面板组件、物料释放装置、数据监测装置和主控计算机装置,能够在不同的斜坡坡度、危岩坠落高度、坠落位置、崩塌体物质特征、运动路径粗糙度等工况条件进行崩塌落石试验,并同时考虑多元工况条件对岩崩、落石灾害运动学过程、动力学特征及振动信号特征的影响。目标参数调节范围大,调节过程简单,操作难度较小,克服了传统实地监测时间长、成本高的缺点,具有广阔的推广应用价值,并通过振动加速度传感器协同监测记录振动加速度信号及动态压力信号,为崩塌落石动力相依振动波机理研究、崩塌落石灾害的监测预警及风险分析提供技术防范和科学依据。



1. 一种基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其特征在于,包括固定承托系统、面板组件、物料释放装置、数据监测装置和主控计算机装置;

所述固定承托系统包括固定承托外框架,所述固定承托外框架内设置有端部相互铰接的斜板承托框架和平板承托框架,所述斜板承托框架的顶部通过倾角调节机构与固定承托外框架一侧活动连接;

所述面板组件包括分别设置于斜板承托框架和平板承托框架上的斜面组件和水平底面组件;

物料释放装置位于所述斜面组件或水平底面组件的顶部且与固定承托外框架顶部连接;

所述数据监测装置用于监测斜面组件和水平底面组件上的振动信号;

所述主控计算机装置用于控制数据监测装置的工作和停止,以及用于控制物料释放装置释放物料。

2. 根据权利要求1所述的基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其特征在于,所述斜面组件和水平底面组件均通过螺栓分别与所述斜板承托框架和平板承托框架锚固连接;斜板承托框架和平板承托框架的端部通过转轴铰接;斜板承托框架的顶部通过转轴与倾角调节机构铰接,平板承托框架的底部设置有多个滚轮。

3. 根据权利要求2所述的基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其特征在于,所述倾角调节机构包括与所述斜板承托框架的顶部铰接的升降台,所述升降台中部竖直设置有一根升降螺杆,升降台的两侧对称竖直设置有两根导向杆;

所述升降螺杆和两根所述导向杆的两端分别与所述固定承托外框架的一侧固定连接;升降台上设置有用于驱动自身沿升降螺杆的长度方向竖直运动的驱动装置。

4. 根据权利要求3所述的基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其特征在于,所述驱动装置包括与所述升降螺杆螺纹连接的螺母套筒和与所述升降螺杆垂直设置的驱动杆;

所述螺母套筒内部设置有与其固定连接的从动伞齿轮;所述驱动杆一端穿过升降台位于其内部,且驱动杆的一端端部设置有与所述从动伞齿轮啮合的驱动伞齿轮,驱动杆的另一端位于升降台外部,且驱动杆的另一端端部设置有手轮。

5. 根据权利要求1所述的基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其特征在于,所述物料释放装置包括两根对称设置于所述固定承托外框架顶部两侧的纵梁滑轨,两根所述纵梁滑轨之间设置有滑动横梁,所述滑动横梁的两端均通过滑块分别与两根纵梁滑轨滑动连接;

滑动横梁上滑动设置有伸缩连杆,所述伸缩连杆的顶部通过滑块与滑动横梁滑动连接,伸缩连杆的底部设置有抽板,所述抽板的下方设置有物料盒,所述物料盒的顶部设置有滑槽,物料盒通过滑槽与抽板滑动连接;

物料盒的底部设置有与物料盒盒体铰接的弹簧门,且弹簧门上设置有与所述主控计算机装置电性连接的弹簧门控机组。

6. 根据权利要求1所述的基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其特征在于,所述数据监测装置包括多个振动加速度传感器和一台多通道的动态数据采集仪;多个所述振动加速度传感器分别设置于所述斜面组件和水平底面组件的下端面,多个振动加速度传感

器均通过导线与所述动态数据采集仪电性连接,动态数据采集仪设置于所述固定承托外框架外部且与所述主控计算机装置电性连接。

7.根据权利要求6所述的基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其特征在于,所述数据监测装置还包括设置于所述斜面组件和水平底面组件的下端面的传感器三维集成基座,所述传感器三维集成基座呈六面体结构,传感器三维集成基座的顶面与所述斜面组件或水平底面组件的下端面固定连接,三维集成基座的其余面上均设置有一个用于安装所述振动加速度传感器的限位孔。

8.根据权利要求1所述的基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其特征在于,所述斜面组件和水平底面组件为多个不同粗糙度置换板。

一种基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置

技术领域

[0001] 本发明涉及崩塌落石测试技术领域,特别是涉及一种基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置。

背景技术

[0002] 岩崩被认为是陡峭斜坡上的危岩体在重力作用下突然脱离母岩体崩落,经过自由落体、反弹和/或滚动,以高速度运动并在坡脚发生大角度甚至近乎法向地碰撞,最终在坡脚停积的地质现象。单个或者若干个独立运动的小规模滚石在运动过程中经过跳跃、翻滚、崩解,最后堆积于斜坡坡脚,并通过碰撞、冲击等方式对斜坡下方的人口聚集地、公路、铁路、防护建筑等构筑物造成威胁;大规模的岩崩,在运动过程中经过强烈的碎屑化作用,形成运动速度极快的灾难性高速远程滑坡,长距离大范围的运移或扩散,严重威胁高山峡谷地区社会、经济和环境的可持续发展。了解岩崩、落石的动力学行为,对高山峡谷地区地质灾害危险性评价以及高速远程滑坡启动、运动机理等研究至关重要。

[0003] 另一方面,地表物质在迁移、运动过程中与地表不规则运动路径的动力相互作用将引起地表应力状态的变化和响应,从而辐射出特征振动信号,这些振动信号表征着运动物质与地球表面动力相互作用的时空演化过程,蕴含着运动物质的触发、演化、流变、停积和就位等运动状态,指示着运动物质的规模、粒度和材质等物理属性以及特征运动行为,延拓着人类对地表过程几何学尺度、运动学性质和动力学机制的认知疆域。随着对振动波相关研究的不断深入,振动信号研究已逐渐受到地质工程及地球科学领域研究者的关注,基于岩崩产生的振动信号分析,研究岩崩事件的运动学过程和动力学机理,将是近些年国际岩崩灾害研究领域最前沿的科学问题之一。

[0004] 鉴于岩崩灾害所具有的事件突发性,时间上的不可重复性和灾害巨大危险性,使得利用现场工程地质调查手段难以实现对岩崩的运动学、动力学行为特征的及时捕获、深入理解和全面掌握。此外,野外地震台站的相对位置、监测设备属性以及布设场地地质特征等因素的差异将很大程度影响崩塌落石振动信号的准确收集和深入分析工作。鉴于此,采用简化的物理模型试验手段,模拟并分析岩崩的运动演化过程,是一种常规的行之有效的研究方法。然而,现有的试验模拟装置仍存在一定程度的局限和不足:

[0005] (1) 现有岩崩落石试验装置功能较为单一,可设置的工况条件相对较少,不能满足斜坡坡度、危岩坠落高度、坠落位置、崩塌体物质特征、运动路径粗糙度等复杂多因素共同控制下岩崩落石的运动特征及振动信号特征的研究。

[0006] (2) 现有试验装置多关注岩崩落石的直观运动过程,尚未建立振动信号与岩崩运动学行为和动力学过程的协同演化响应关系,难以满足基于振动信号分析的岩崩动力学机理研究。

[0007] (3) 崩塌体与运动路径的相互作用是决定崩塌体规模、速度和灾害程度的重要因素,现有试验装置模拟岩崩运动路径多为平滑的斜面或水平面,未能建立运动路径粗糙特征与岩崩体运动特征及振动信号特征之间的定量化关系。

[0008] (4) 现有崩塌模型试验装置往往结构复杂,操作相对繁琐,影响科学研究进度。

发明内容

[0009] 针对现有技术中的上述问题,本发明提供了一种基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,研究斜坡坡度、危岩坠落高度、坠落位置、崩塌体物质特征、运动路径粗糙度等复杂多因素共同控制下岩崩落石的运动特征及振动信号特征,进而建立岩崩振动信号与岩崩影响因素以及岩崩体运动学、动力学过程之间的响应、演化关系。为高山峡谷地区岩崩落石灾害的防灾减灾工作及应急响应、预警工作提供科学技术支撑。

[0010] 为了达到上述发明目的,本发明采用的技术方案如下:

[0011] 提供了一种基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其包括固定承托系统、面板组件、物料释放装置、数据监测装置和主控计算机装置;

[0012] 固定承托系统包括固定承托外框架,固定承托外框架内设置有端部相互铰接的斜板承托框架和平板承托框架,斜板承托框架的顶部通过倾角调节机构与固定承托外框架一侧活动连接;

[0013] 面板组件包括分别设置于斜板承托框架和平板承托框架上的斜面组件和水平底面组件;

[0014] 物料释放装置位于斜面组件或水平底面组件的顶部且与固定承托外框架顶部连接;

[0015] 数据监测装置用于监测斜面组件和水平底面组件上的振动信号;主控计算机装置用于控制数据监测装置的工作和停止,以及用于控制物料释放装置释放物料。

[0016] 本发明中基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置的原理为:通过物料释放装置释放物料,物料经过斜面组件和水平底面组件跌落,斜面组件通过倾角调节机构实现倾角角度的调整,用于模拟崩塌落石发生地带不同倾斜角度的山坡坡面,水平底面组件用于模拟发生崩塌落石的山坡坡脚平缓地段,进而实现实验室条件下岩崩模型运动过程的模拟和研究,而通过数据监测装置采集斜面组件和水平底面组件上的振动信号,实现振动加速度信号的协同监测记录,为崩塌落石动力相依振动波机理研究、崩塌落石灾害的监测预警及风险分析提供技术方法和科学依据。

[0017] 进一步地,斜面组件和水平底面组件均通过螺栓分别与斜板承托框架和平板承托框架锚固连接;斜板承托框架和平板承托框架的端部通过转轴铰接;斜板承托框架的顶部通过转轴与倾角调节机构铰接,平板承托框架的底部设置有多组滚轮。在斜面组件的倾角调节过程中,水平底面组件及平板承托框架会通过底部滚轮随之运动,保持试验模拟装置整体的动态平衡。

[0018] 进一步地,作为倾角调节机构的具体实施方式,倾角调节机构包括与斜板承托框架的顶部铰接的升降台,升降台中部竖直设置有一根升降螺杆,升降台的两侧对称竖直设置有两根导向杆;

[0019] 升降螺杆和两根导向杆的两端分别与固定承托外框架的一侧固定连接;

[0020] 升降台上设置有用以驱动自身沿升降螺杆的长度方向竖直运动的驱动装置。

[0021] 进一步地,驱动装置包括与升降螺杆螺纹连接的螺母套筒和与升降螺杆垂直设置的驱动杆;

[0022] 螺母套筒内部设置有与其固定连接的从动伞齿轮；驱动杆一端穿过升降台位于其内部，且驱动杆的一端端部设置有与从动伞齿轮啮合的驱动伞齿轮，驱动杆的另一端位于升降台外部，且驱动杆的另一端端部设置有手轮。

[0023] 上述技术方案中，通过升降螺杆和两根导向杆限制了升降台在垂直方向上的移动，通过旋转驱动轮轴手轮带动驱动伞齿轮旋转，进而驱动从动伞齿轮及螺母套筒旋转，螺母套筒的旋转控制着升降台上升或下降，进而调节斜面组件顶端的高度，亦即调节斜面组件的整体倾斜角度，实现在不同的斜坡坡度进行崩塌模拟实验。

[0024] 进一步地，作为物料释放装置的一种具体实施方式，物料释放装置包括两根对称设置于固定承托外框架顶部两侧的纵梁滑轨，两根纵梁滑轨之间设置有滑动横梁，滑动横梁的两端均通过滑块分别与两根纵梁滑轨滑动连接；

[0025] 滑动横梁上滑动设置有伸缩连杆，伸缩连杆的顶部通过滑块与滑动横梁滑动连接，伸缩连杆的底部设置有抽板，抽板的下方设置有物料盒，物料盒的顶部设置有滑槽，物料盒通过滑槽与抽板滑动连接；

[0026] 物料盒的底部设置有与物料盒盒体铰接的弹簧门，且弹簧门上设置有与所述主控计算机装置电性连接的弹簧门控机组。

[0027] 滑动横梁可以沿两根纵梁滑轨的长度方向滑动，而伸缩连杆可以沿滑动横梁的长度方向滑动，伸缩连杆可在垂直方向伸缩，进而实现伸缩连杆底部的物料盒在固定承托外框架内的任一空间位置的移动，而可根据试验工况需求向物料盒内装填不同物理、力学属性的崩塌体模拟物料，综合实现在不同危岩坠落高度、不同坠落位置和不同崩塌体物质特征条件下的进行崩塌模拟实验。

[0028] 进一步地，作为数据监测装置的一种具体实施方式，数据监测装置包括多个振动加速度传感器和一台多通道的动态数据采集仪；多个振动加速度传感器分别设置于斜面组件和水平底面组件的下端面，多个振动加速度传感器均通过导线与动态数据采集仪电性连接，动态数据采集仪设置于固定承托外框架外部且与主控计算机装置电性连接。数据监测装置用于协同监测、捕获和记录岩崩落石模型与运动路径动力相互作用产生的动态振动信号。

[0029] 进一步地，数据监测装置还包括设置于斜面组件和水平底面组件的下端面的传感器三维集成基座，传感器三维集成基座呈六面体结构，传感器三维集成基座的顶面与斜面组件或水平底面组件的下端面固定连接，三维集成基座的其余面上均设置有一个用于安装振动加速度传感器的限位孔，三维集成基座的不同面上通过限位孔固定有振动加速度传感器，实现对斜面组件和水平底面组件长轴方向、短轴方向和法线方向的振动信号的监测。

[0030] 进一步地，斜面组件和水平底面组件为多个不同粗糙度置换板，实现了在不同运动路径粗糙度工况条件的崩塌落石试验。

[0031] 本发明的有益效果为：本发明中的基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置，能够在不同的斜坡坡度、危岩坠落高度、坠落位置、崩塌体物质特征、运动路径粗糙度等工况条件进行崩塌落石试验，并同时考虑多元工况条件对岩崩、落石灾害运动学过程、动力学特征及振动信号特征的影响。目标参数调节范围大，调节过程简单，操作难度较小，克服了传统实地监测时间长、成本高的缺点，具有广阔的推广应用价值，并通过振动加速度传感器协同监测记录振动加速度信号及动态压力信号，为崩塌落石动力相依振动波机理研究、崩

塌落石灾害的监测预警及风险分析提供技术防范和科学依据。

附图说明

- [0032] 图1为基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置的立体结构示意图。
- [0033] 图2为基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置的分解示意图。
- [0034] 图3为倾角调节机构的结构示意图。
- [0035] 图4为倾角调节机构中驱动装置的结构示意图。
- [0036] 图5为物料释放装置移动轨道结构示意图。
- [0037] 图6为物料释放装置的结构示意图。
- [0038] 图7为振动加速度传感器及其三维集成基座的结构示意图。
- [0039] 图8为多个不同粗糙度置换板的结构示意图。
- [0040] 其中,101、固定承托系统;102、面板组件;103、物料释放装置;104、数据监测装置;105、主控计算机装置;201、固定承托外框架;202、斜板承托框架;203、平板承托框架;204、滚轮;205、倾角调节机构;206、斜面组件;207、水平底面组件;208、螺栓;209、转轴;210、动态数据采集仪;211、导线;301、导向杆;302、升降螺杆;303、升降台;304、驱动装置;401、驱动杆;402、驱动伞齿轮;403、从动伞齿轮;404、螺母套筒;501、伸缩连杆;502、物料盒;503、滑块;504、滑动横梁;505、纵梁滑轨;601、抽板;602、弹簧门控机组;701、传感器三维集成基座;702、加速度传感器;801、光滑置换板;802、高摩擦置换板;803、中摩擦置换板;804、低摩擦置换板。

具体实施方式

[0041] 下面对本发明的具体实施方式进行描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

[0042] 实施例1

[0043] 如图1~图2所示,本发明提供了一种基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,其包括固定承托系统101、面板组件102、物料释放装置103、数据监测装置104和主控计算机装置105。

[0044] 固定承托系统101是试验装置其它组件的布局平台和协同工作平台,对试验装置其它组件起到支撑、固定作用,具体地,固定承托系统101包括固定承托外框架201,固定承托外框架201内设置有端部相互铰接的斜板承托框架202和平板承托框架203,斜板承托框架202的顶部通过倾角调节机构205与固定承托外框架201一侧活动连接。

[0045] 面板组件102包括分别设置于斜板承托框架202和平板承托框架203上的斜面组件206和水平底面组件207。通过倾角调节机构205调节斜板承托框架202的倾斜角度,亦即调节斜面组件206的整体倾斜角度,实现在不同的斜坡坡度进行崩塌模拟实验。

[0046] 具体地,斜面组件206和水平底面组件207均通过螺栓208分别与斜板承托框架202和平板承托框架203锚固连接;斜板承托框架202和平板承托框架203的端部通过转轴209铰接;斜板承托框架202的顶部通过转轴209与倾角调节机构205铰接,平板承托架203的底部

设置有多个滚轮204。在斜面组件206的倾角调节过程中,水平底面组件207及平板承托框架203会通过底部滚轮204随之运动,保持试验模拟装置整体的动态平衡。

[0047] 作为斜面组件206和水平底面组件207的一种具体的设置方式,斜面组件206的尺寸为3m×2m,可通过调节倾角调节机构205控制斜面组件206绕转轴209转动0°至90°,用于模拟崩塌落石发生地带不同倾斜角度的山坡坡面,该斜坡地带是崩塌落石灾害的主要运动区域。水平底面组件207尺寸为3m×2m,用于模拟发生崩塌落石的山坡坡脚平缓地段,该地段为崩塌落石灾害的主要堆积部位,也是高山峡谷区人类生活生产活动的主要聚集区域,进而实现实验室条件下岩崩模型运动过程。

[0048] 如图8所示,斜面组件206和水平底面组件207为多个不同粗糙度置换板,斜面组件206和水平底面组件207分为光滑置换板801、高摩擦置换板802、中摩擦置换板803和低摩擦置换板804,模拟四种不同粗糙程度,可根据试验工况条件进行选择使用,实现了在不同运动路径粗糙度工况条件的崩塌落石试验。

[0049] 如图1~图4所示,作为倾角调节机构205的具体实施方式,倾角调节机构205包括与斜板承托框架202的顶部铰接的升降台303,升降台303中部竖直设置有一根升降螺杆302,升降台303的两侧对称竖直设置有两根导向杆301;升降螺杆302和两根导向杆301的两端分别与固定承托外框架201的一侧固定连接;升降台303上设置有用驱动自身沿升降螺杆302的长度方向竖直运动的驱动装置304。驱动装置304包括与升降螺杆302螺纹连接的螺母套筒404和与升降螺杆302垂直设置的驱动杆401;螺母套筒404内部设置有与其固定连接的从动伞齿轮403;驱动杆401一端穿过升降台303位于其内部,且驱动杆401的一端端部设置有与从动伞齿轮403啮合的驱动伞齿轮402,驱动杆401的另一端位于升降台303外部,且驱动杆401的另一端端部设置有手轮。

[0050] 上述技术方案中,通过升降螺杆302和两根导向杆301限制了升降台303在竖直方向上的移动,通过旋转驱动轮轴手轮带动驱动伞齿轮402旋转,进而驱动从动伞齿轮403及螺母套筒404旋转,螺母套筒404的旋转控制着升降台303上升或下降,进而调节斜面组件206顶端的高度,亦即调节斜面组件206的整体倾斜角度,实现在不同的斜坡坡度进行崩塌模拟实验。

[0051] 如图1、图5和图6所示,物料释放装置103位于斜面组件206或水平底面组件207的顶部且与固定承托外框架201顶部连接。具体地,作为物料释放装置103的一种具体实施方式,物料释放装置103包括两根对称设置于固定承托外框架201顶部两侧的纵梁滑轨505,两根纵梁滑轨505之间设置有滑动横梁504,滑动横梁504的两端均通过滑块503分别与两根纵梁滑轨505滑动连接。

[0052] 滑动横梁504上滑动设置有伸缩连杆501,伸缩连杆501的顶部通过滑块503与滑动横梁504滑动连接,伸缩连杆501的底部设置有抽板601,抽板601的下方设置有物料盒502,物料盒502的顶部设置有滑槽,物料盒502通过滑槽与抽板601滑动连接。

[0053] 物料盒502的底部设置有与物料盒502箱体铰接的弹簧门,且弹簧门上设置有与所述主控计算机装置105电性连接的弹簧门控机组602。

[0054] 滑动横梁504可以沿两根纵梁滑轨505的长度方向滑动,而伸缩连杆501可以沿滑动横梁504的长度方向滑动,伸缩连杆501可在竖直方向伸缩,进而实现伸缩连杆501底部的物料盒502在固定承托外框架201内的任一空间位置的移动,而可根据试验工况需求向物料

盒502内装填不同物理、力学属性的崩塌体模拟物料,综合实现在不同危岩坠落高度、不同坠落位置和不同崩塌体物质特征条件下的进行崩塌模拟实验。

[0055] 如图2和图7所示,数据监测装置104用于监测斜面组件206和水平底面组件207上的振动信号;具体地,作为数据监测装置104的一种具体实施方式,数据监测装置104包括多个振动加速度传感器702和一台多通道的动态数据采集仪210;多个振动加速度传感器702分别设置于斜面组件206和水平底面组件207的下端面,多个振动加速度传感器702均通过导线211与动态数据采集仪210电性连接,动态数据采集仪210设置于固定承托外框架201外部且与主控计算机装置105电性连接。数据监测装置104用于协同监测、捕获和记录岩崩落石模型与运动路径动力相互作用产生的动态振动信号。

[0056] 数据监测装置104还包括设置于斜面组件206和水平底面组件207的下端面的传感器三维集成基座701,传感器三维集成基座701呈六面体结构,传感器三维集成基座701的顶面与斜面组件206或水平底面组件207的下端面固定连接,三维集成基座的其余面上均设置有一个用于安装振动加速度传感器702的限位孔,三维集成基座的不同面上通过限位孔固定有振动加速度传感器702,实现对斜面组件206和水平底面组件207长轴方向、短轴方向和法线方向的振动信号的监测。

[0057] 主控计算机装置105用于控制数据监测装置104的工作和停止,以及用于控制物料释放装置103释放物料。

[0058] 综上所述,本发明中的基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置,能够在不同的斜坡坡度、危岩坠落高度、坠落位置、崩塌体物质特征、运动路径粗糙度等工况条件进行崩塌落石试验,并同时考虑多元工况条件对岩崩、落石灾害运动学过程、动力学特征及振动信号特征的影响。目标参数调节范围大,调节过程简单,操作难度较小,克服了传统实地监测时间长、成本高的缺点,具有广阔的推广应用价值,并通过振动加速度传感器702协同监测记录振动加速度信号及动态压力信号,崩塌落石动力相依振动波机理研究、崩塌落石灾害的监测预警及风险分析提供技术方法和科学依据。

[0059] 实施例2

[0060] 本实施例主要是对基于振动信号分析的崩塌落石试验模拟装置的试验步骤进行阐述,试验步骤具体如下:

[0061] 步骤1、选择并安置斜面组件206和水平底面组件207:根据试验研究工况需求,选择相应粗糙程度的斜面组件206和水平底面组件207,通过螺栓208分别将斜面组件206和水平底面组件207锚固于斜板承托框架202和平板承托框架203之上。

[0062] 步骤2、调节斜面组件206的倾角:根据试验研究工况需求,调节斜面组件206倾角,具体步骤如下:通过旋转手轮,使得升降螺杆302进行转动,升降螺杆302与升降台303之间通过螺纹转动时,会产生挤压力,由于升降螺杆302的两端被轴承限位,从而使得升降台303沿升降螺杆302的轴线方向运动,即升降台303升高或降低。斜面组件206的顶部会随升降台303的运动而运动,从而调节斜面组件206的角度。水平底面组件207底部的滚轮204在斜面组件206的作用下,会在水平方向滚动。

[0063] 步骤3、调节物料释放装置103的方位:根据试验工况需求,调节物料释放装置103方位,进而控制崩塌落石模型释放的高度和位置,具体步骤如下:逆时针旋转滑动横梁504两端的紧固旋钮至松弛状态,推动滑动横梁504沿着固定承托系统101顶部的纵梁滑轨505

滑动至目标位置,顺时针旋紧紧固旋钮;逆时针旋转滑块503中部紧固旋钮至松弛状态,推动滑块503沿滑动横梁504滑动至目标位置,顺时针旋紧紧固旋钮;逆时针旋转伸缩连杆501处的紧固旋钮至松弛状态,推拉伸缩连杆501至目标长度,顺时针旋紧紧固旋钮。完成物料释放装置103空间位置的调节。

[0064] 步骤4、装填崩塌落石模型试块:根据模拟研究的岩性特征、物理力学特征和几何形状特征等参数选定崩塌落石模型试块材料,关闭物料盒502底端的弹簧门,抽动抽屉盒顶部的抽板601,使物料盒502顶端处于开启状态,将选定的崩塌落石模型试块置入物料盒502内,完成崩塌落石模型试块的装填,推动抽屉盒顶部的抽板601,使物料盒502顶端处于闭合状态。

[0065] 步骤5、通过主控计算机控制振动加速度传感器702处于工作状态,并触发弹簧门控机组602使物料盒502底端的弹簧门打开,进而触发崩塌落石模型试块坠落。试块在重力作用下沿竖直方向做自由落体运动并依次与斜面组件206和水平底面组件207发生动力相互作用直至停积。崩塌落石模型试块与底面组件动力相互作用产生振动信号并被振动加速度传感器702捕获记录。

[0066] 步骤6、实验结束:保存振动加速度传感器702捕获的数据信息并关闭各元器件的工作状态。清洁整理本实施例试验模拟装置以备后续实验使用。

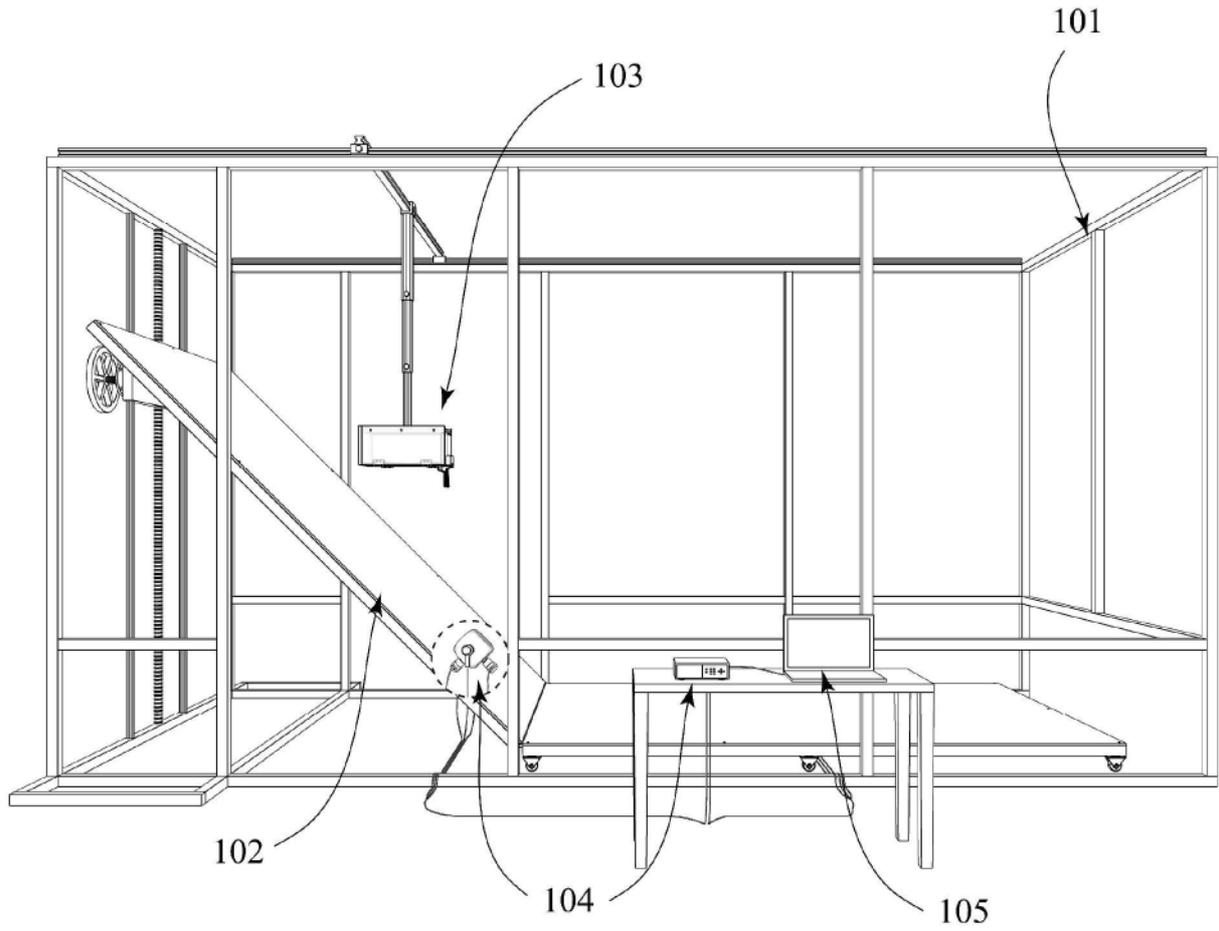


图1

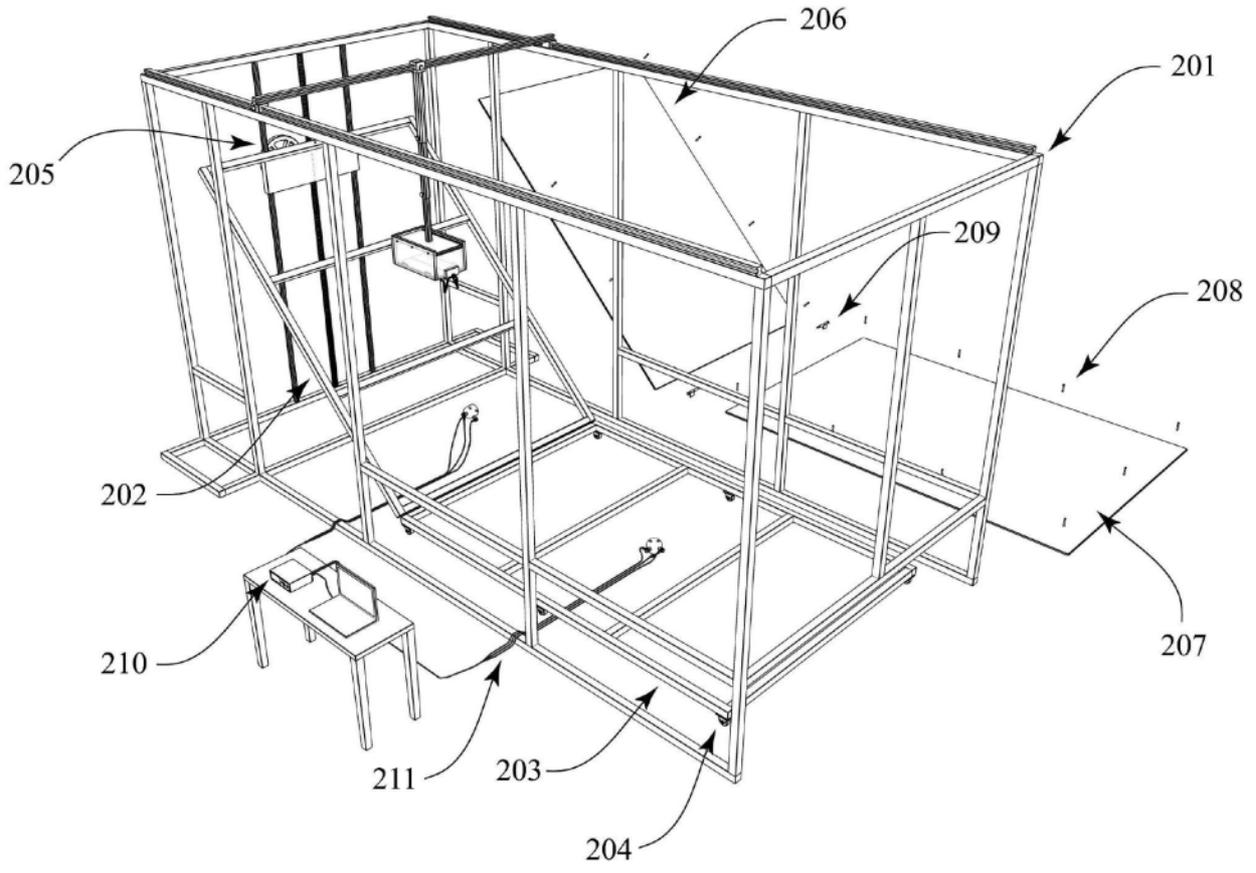


图2

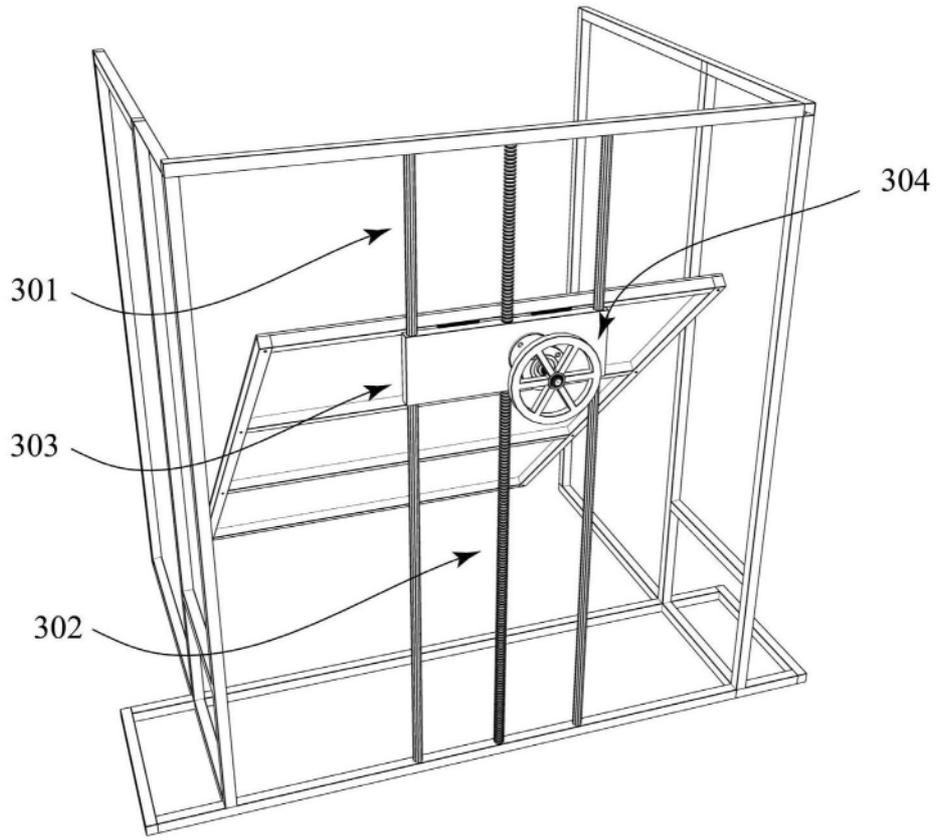


图3

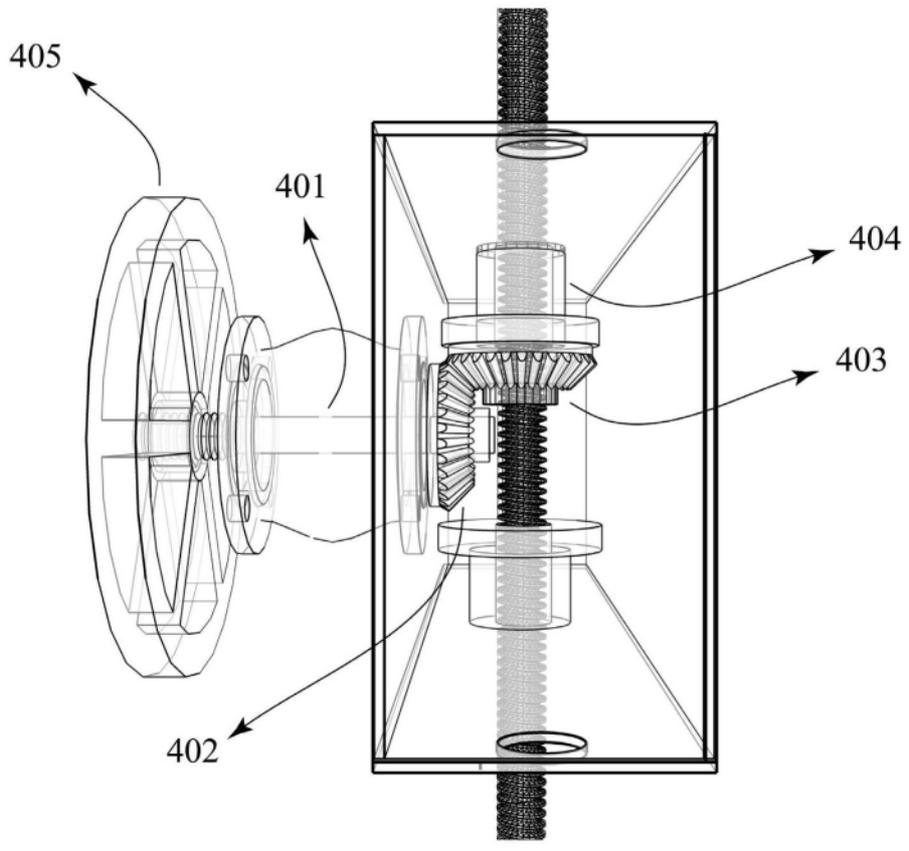


图4

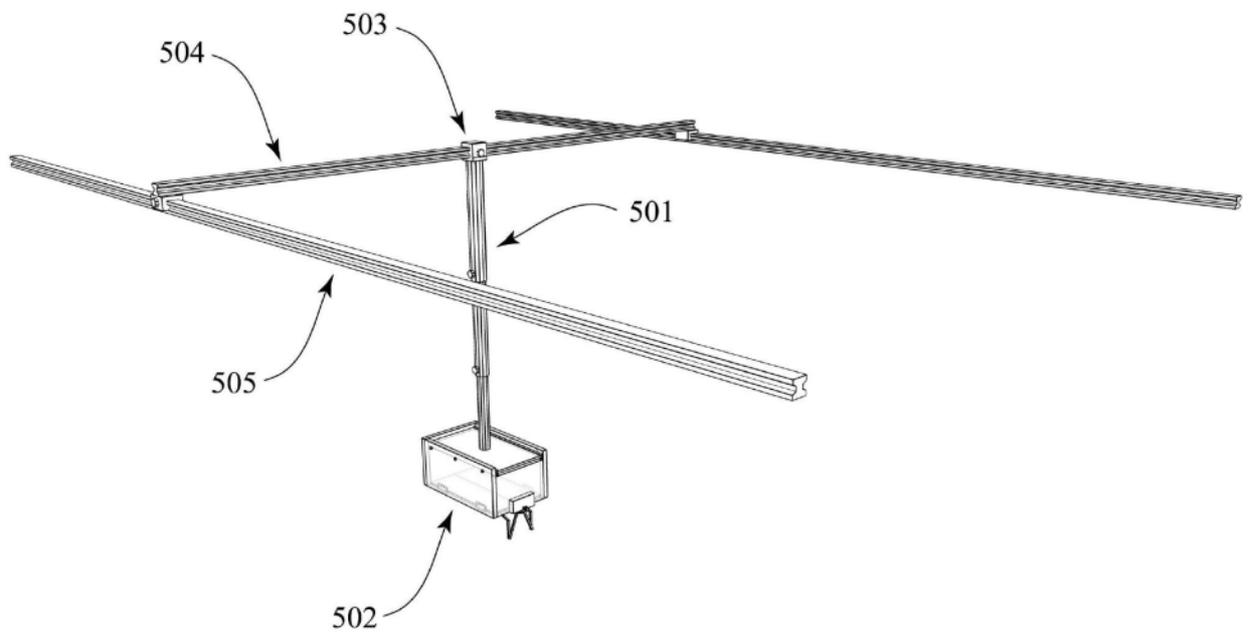


图5

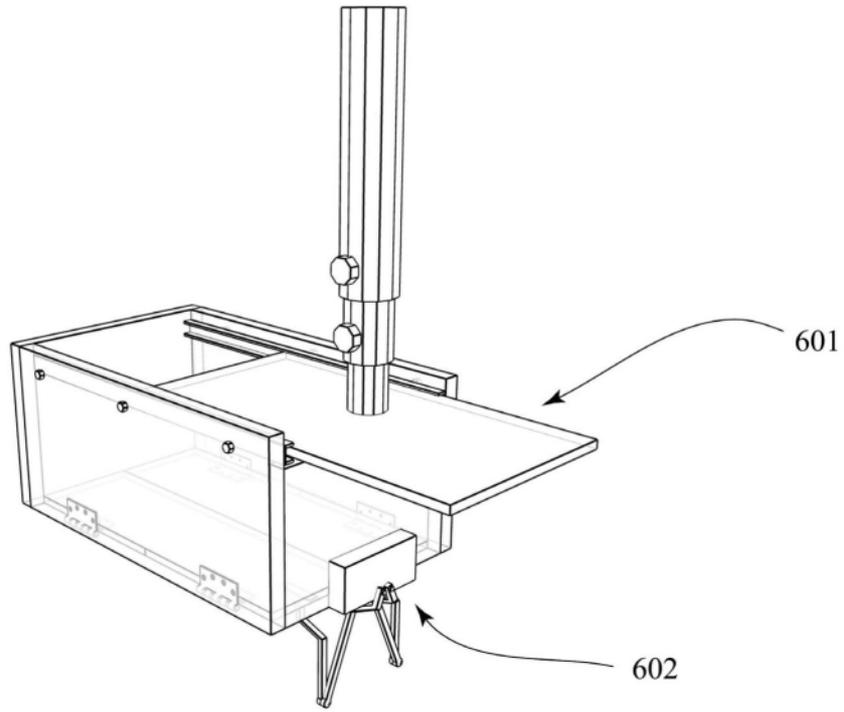


图6

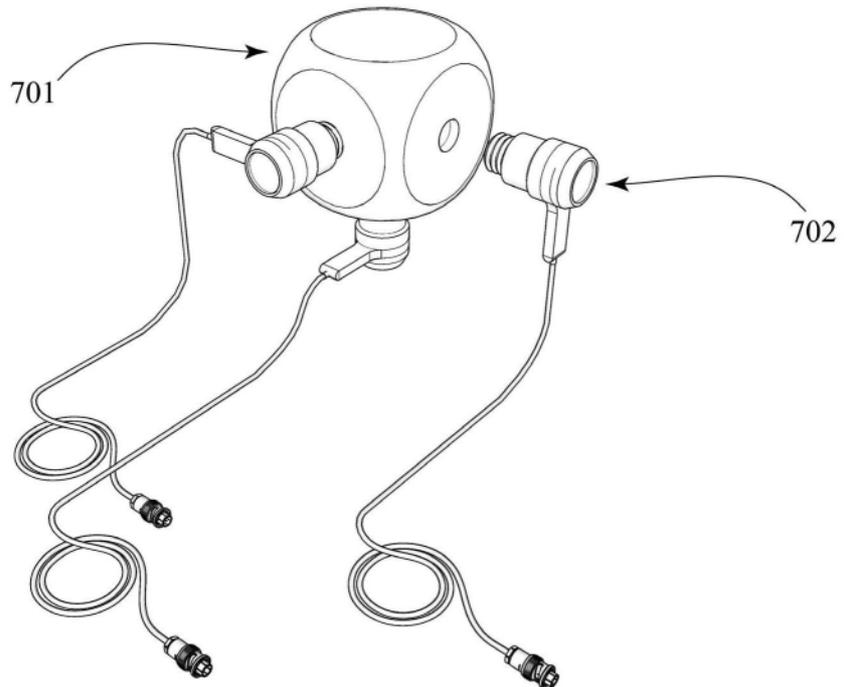


图7

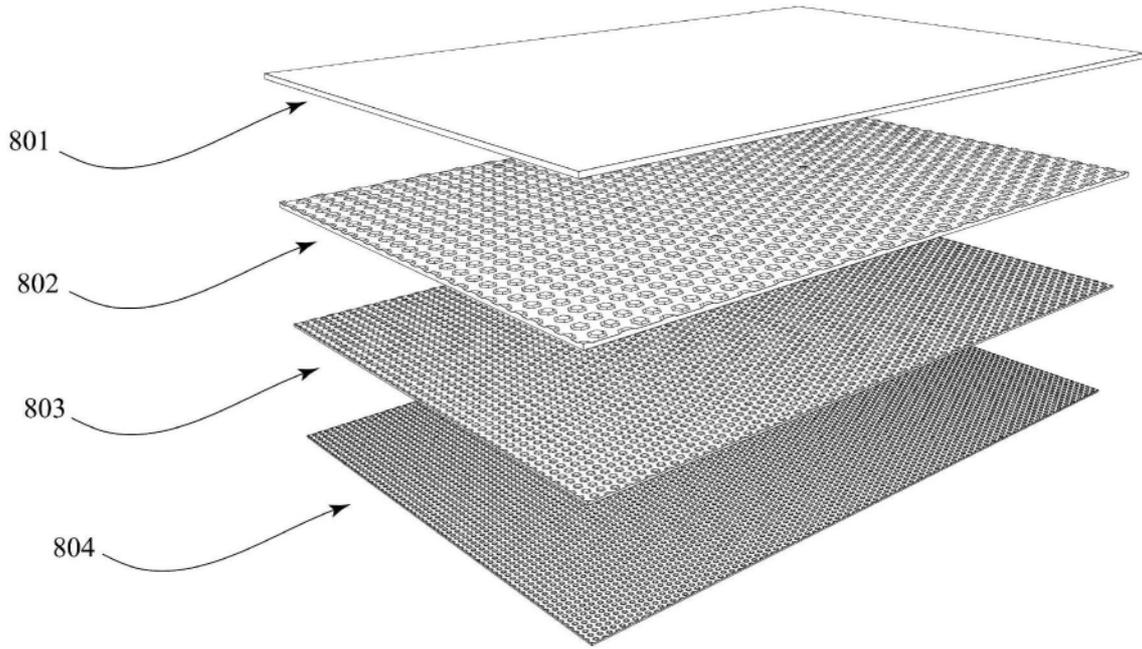


图8