



(21) 申请号 202311223063.9

(22) 申请日 2023.09.21

(71) 申请人 国能大渡河金川水电建设有限公司

地址 624000 四川省阿坝藏族羌族自治州

金川县金川镇沐林新区

(72) 发明人 段斌 冯德强 周相 王海胜

张春科 覃事河 朱春 严思源

魏中奉 程芑 陈志超 龚勤波

刘润 曹殿义

(74) 专利代理机构 成都正德明志知识产权代理

有限公司 51360

专利代理师 张小娟

(51) Int.Cl.

G01N 3/12 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

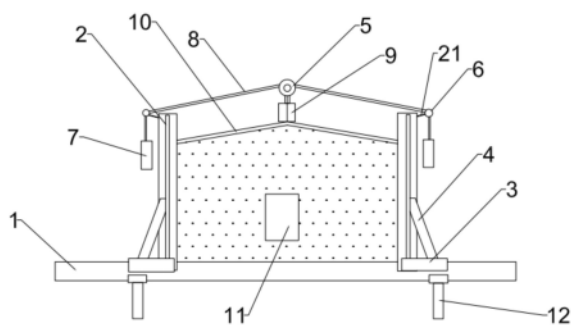
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种地下洞室模拟实验装置及实验方法

(57) 摘要

本申请公开了一种地下洞室模拟实验装置及实验方法,涉及地质工程技术领域,包括:支撑底架、调节支架;所述调节支架对称安装在支撑底架上,所述调节支架为两个,所述调节支架为工字型;所述调节支架一侧固定连接有固定块,所述调节支架和所述固定块之间设有斜撑;两个所述调节支架之间设有第一压板,所述第一压板上方设有动滑轮,所述动滑轮与所述第一压板之间通过连接块连接,所述第一压板下方设有第二压板,所述第一压板和所述第二压板之间通过弹簧连接,所述第一压板和第二压板均与所述调节支架滑动连接,所述第一压板和第二压板下方均设有气囊;能够实现模拟实验中压力的控制,提高实验精度与效率。



1. 一种地下洞室模拟实验装置,其特征在于,包括:支撑底架(1)、调节支架(2);所述调节支架(2)对称安装在支撑底架(1)上,所述调节支架(2)为两个,所述调节支架(2)为工字型;所述调节支架(2)一侧固定连接有固定块(3),所述调节支架(2)和所述固定块(3)之间设有斜撑(4);两个所述调节支架(2)之间设有第一压板(10),所述第一压板(10)上方设有动滑轮(5),所述动滑轮(5)与所述第一压板(10)之间通过连接块(9)连接,所述第一压板(10)下方设有第二压板(15),所述第一压板(10)和所述第二压板(15)之间通过弹簧(14)连接,所述第一压板(10)和第二压板(15)均与所述调节支架(2)滑动连接,所述第一压板(10)和第二压板(15)下方均设有气囊(13);

所述调节支架(2)顶部对称设有定滑轮(6),所述定滑轮(6)和所述动滑轮(5)之间通过皮带(8)连接,所述定滑轮(6)下方通过皮带(8)连接有配重块(7)。

2. 如权利要求1所述的一种地下洞室模拟实验装置,其特征在于,所述调节支架(2)之间填充有围岩材料,围岩材料内设置洞室块体模型(11),所述洞室块体模型(11)位于第一压板(10)正下方。

3. 如权利要求2所述的一种地下洞室模拟实验装置,其特征在于,所述气囊(13)设有若干个均匀分布在第一压板(10)与第二压板(15)下方,所述气囊(13)设置形状为长条状,所述气囊(13)设置方向靠近洞室块体模型(11),所述气囊(13)为橡胶气囊,所述气囊(13)外表面涂有热塑性聚氨酯(TPU)材料,在第一压板(10)和第二压板(15)上均设置有与气囊(13)对应的气泵组件,气泵组件数量与气囊(13)数量一致。

4. 如权利要求3所述的一种地下洞室模拟实验装置,其特征在于,所述第二压板(15)为两块,所述两块第二压板(15)相对端之间铰接连接,铰接轴方向与气囊(13)设置方向相同。

5. 如权利要求1所述的一种地下洞室模拟实验装置,其特征在于,所述第一压板(10)上设有水箱(16),所述水箱(16)一端连接有连接管(18),所述连接管(18)为伸缩管,所述连接管(18)一端延伸至所述第一压板(10)下方连接有输水管(22),所述连接管(18)上设有止水阀(17),所述输水管(22)一端向下延伸至所述第二压板(15)下方,所述输水管(22)位于第二压板(15)下方管道为S型。

6. 如权利要求5所述的一种地下洞室模拟实验装置,其特征在于,所述输水管(22)外侧包裹有滤网(20),所述输水管(22)外侧设有漏孔(19),所述漏孔(19)均匀分布在所述输水管(22)外侧。

7. 如权利要求5所述的一种地下洞室模拟实验装置,其特征在于,所述输水管(22)和所述第二压板(15)之间固定连接。

8. 如权利要求1所述的一种地下洞室模拟实验装置,其特征在于,所述定滑轮(6)与所述调节支架(2)之间设有滑轮杆(21)。

9. 如权利要求1所述的一种地下洞室模拟实验装置,其特征在于,所述第一压板(10)的形状为三角形;所述的支撑底架(1)下面连接有支腿(12)。

10. 一种地下洞室模拟实验方法,其特征在于,配套如权利要求1至9任一所述的地下洞室模拟实验装置;包括以下步骤:

S1:将所述调节支架(2)移动到实验要求的尺寸位置,使用所述固定块(3)和所述斜撑(4)固定所述调节支架(2),将所述动滑轮(5)、所述定滑轮(6)、所述第一压板(10)、所述第二压板(15)依次安装;

S2:放入洞室块体模型(11),向所述调节支架(2)内注入围岩材料,使得围岩材料与洞室块体模型(11)紧密结合,达到实验需求高度时,停止围岩材料注入;

S3:移动所述第一压板(10),所述第一压板(10)带动所述第二压板(15)向下运动,使得所述第二压板(15)与围岩材料接触,对围岩材料进行压实操作;此时所述第二压板(15)位于洞室块体模型(11)的顶部中央,所述第二压板(15)通过所述气囊(13)挤压围岩材料,计算此时洞室块体模型(11)的受力情况;

S4:使用所述第一压板(10)上的气囊(13)调整所述第二压板(15)的角度,计算此时产生的压力,当洞室块体模型(11)完成测试目标后,上升所述第一压板(10),所述第二压板(15)上连接的弹簧(14)使得第二压板(15)恢复到固定角度,抽出洞室块体模型(11),完成模拟实验测试。

## 一种地下洞室模拟实验装置及实验方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及地质工程技术领域,尤其涉及一种地下洞室模拟实验装置及实验方法。

### 背景技术

[0002] 近年来我国经济建设飞速发展,对能源、交通及水利水电工程发展需求不断增加,一大批重要基础设施需要建设完善,其中地下工程占有举足轻重的地位。随着地下工程规模的逐步加大,其施工及开挖后的稳定性问题日益凸显,这也促成了地下洞室模型实验的发展。地下洞室模拟实验也解决了众多实际工程中的难题,尤其是水利水电工程地下洞室建设面临的复杂地质条件,更需要进行地下洞室模拟实验来指导帮助工程的顺利施工。

随着水利水电工程规模的增长,与其相对应的地下洞室规模也向着高边墙、大跨度进行发展,开挖过程中的围岩稳定性问题获得重视,特别是面对复杂的地质条件,因此需要通过地下洞室模拟实验提供实际施工的指导和参考。但是现有的地下洞室模拟实验中一般采用后期开挖成洞的方式,这样的成洞方式存在很多问题,比如不容易控制成洞位置和尺寸,洞室形态不稳定,开挖过程不可以失误,分部开挖时对洞室本身扰动较大,影响实验效果等。在现有地下洞室模拟实验中,一般采用固定尺寸的实验架,在实验架进行测试时,根据不同的受力情况需要设计不同的实验架,使得实验成本高,此外在顶部进行测试时,顶部模拟压力情形的情形,容易出现压力难以调整的情况,影响实验模型的复用性。

### 发明内容

[0003] 本申请实施例通过提供一种地下洞室模拟实验装置及实验方法,解决了现有技术中地下洞室模拟实验中压力难以调整的技术问题,实现了压力的调整与控制,提高了地下洞室模拟实验的精度和效率。

[0004] 本申请实施例提供了一种地下洞室模拟实验装置及实验方法,包括:支撑底架、调节支架;所述调节支架对称安装在支撑底架上,所述调节支架为两个,所述调节支架为工字型;所述调节支架一侧固定连接有固定块,所述调节支架和所述固定块之间设有斜撑;两个所述调节支架之间设有第一压板,所述第一压板上方设有动滑轮,所述动滑轮与所述第一压板之间通过连接块连接,所述第一压板下方设有第二压板,所述第一压板和所述第二压板之间通过弹簧连接,所述第一压板和第二压板均与所述调节支架滑动连接,所述第一压板和第二压板下方均设有气囊;

所述调节支架顶部对称设有定滑轮,所述定滑轮和所述动滑轮之间通过皮带连接,所述定滑轮下方通过皮带连接有配重块。

[0005] 本申请实施例中提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

(1) 本发明相对于现有技术,采用第一压板和第二压板配合控制压力,同时加入气囊对不同压力进行调整,使得模拟实验时可以模拟多种场景的受力环境;

(2) 本发明设置的第二压板使用铰接形式连接,可以根据施压情况进行不同程度

的角度改变,进一步提高了受力调整的方式;

(3)本发明提供水箱,模拟地下水流对模具产生的影响,并且使用第二压板带动输水管进行移动,使得模拟的实验环境更为具体,制造的模具适应力更强;

通过采用了第一压板和第二压板组合调控压力,有效解决了现有技术中对地下洞室受力难以调控的技术问题,进而实现了对多种地下洞室环境的模拟,提高了实验效率和精度。

## 附图说明

[0006] 图1为本发明的第一实施例的结构示意图;

图2为本发明的第二实施例的结构示意图;

图3为本发明的第三实施例的结构示意图;

图4为本发明的第三实施例移动后的结构示意图;

图5为本发明的第四实施例的结构示意图;

图6为本发明的第四实施例的A处的截面图;

图中:1、支撑底架,2、调节支架,3、固定块,4、斜撑,5、动滑轮,6、定滑轮,7、配重块,8、皮带,9、连接块,10、第一压板,11、洞室块体模型,12、支腿,13、气囊,14、弹簧,15、第二压板,16、水箱,17、止水阀,18、连接管,19、漏孔,20、滤网,21、滑轮杆,22、输水管。

## 具体实施方式

[0007] 为了便于理解本发明,下面将参照相关附图对本申请进行更全面的描述;附图中给出了本发明的较佳实施方式,但是,本发明可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施方式;相反地,提供这些实施方式的目的是使对本发明的公开内容理解的更加透彻全面。

[0008] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0009] 下文的公开提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本申请的不同结构。为了简化本申请的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅仅为示例,并且目的不在于限制本申请。此外,本申请可以在不同例子中重复参考数字和/或参考字母,这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施方式和/或设置之间的关系。

[0010] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合附图对本发明实施例做进一步详细说明。在此,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0011] 实施例一

如图1所示,一种地下洞室模拟实验装置及实验方法,包括,支撑底架1、调节支架2;调节支架2对称安装在支撑底架1上,调节支架2为两个,且调节支架2可以在支撑底架1上移动或固定,调节支架2具体为工字型,调节支架2可在支撑底架1上进行水平方向的调整;

调节支架2一侧设置有固定块3,固定块3与调节支架2固定连接,调节支架2和固定块3之间设有斜撑4,斜撑4用于支撑调节支架2;两个调节支架2之间设有第一压板10,第一压板10与调节支架2之间滑动连接,第一压板10上方设有动滑轮5,动滑轮5与第一压板10之间通过连接块9连接;

调节支架2顶部对称设有定滑轮6,定滑轮6与调节支架2之间设有滑轮杆21;滑轮杆21用于固定定滑轮6,定滑轮6和动滑轮5之间通过皮带8连接,两个定滑轮6下方均通过皮带8连接有配重块7;

本实施例中,在调节支架2之间填充有围岩材料,围岩材料内设置洞室块体模型11,洞室块体模型11位于第一压板10正下方,洞室块体模型11是进行测试的模型,测试在不同压力条件下,洞室块体模型11的承受能力以及其他能力;对洞室块体模型11上贴有薄膜,注入围岩材料后,留下牵引绳,方便后续模型抽出;在两个调节支架2之间填充围岩材料使得围岩材料与洞室块体模型11紧密连接,之后使第一压板10降下挤压围岩材料;

优选的,本实施例中,第一压板10的形状为正三角形,第一压板10开口向下,第一压板10顶部位于动滑轮5正下方;

优选的,支撑底架1下面连接有支腿12;

本实施例中,配重块7向下移动,带动动滑轮5向下移动,动滑轮5则带动第一压板10向下移动,第一压板10压迫填充的围岩材料,当洞室块体模型11完成后,将洞室块体模型11挖出。

#### [0012] 实施例二

如图2所示,一种地下洞室模拟实验装置及实验方法,包括:

第一压板10下方设有气囊13,气囊13有若干个均匀分布在第一压板10下方,气囊13设置形状为长条状,气囊13设置方向靠近洞室块体模型11;

优选的,在第一压板10上设置有与气囊13对应的气泵组件,气泵组件数量与气囊13数量一致,气泵组件用于给气囊13进行充气,控制每个气囊13内的气体,从而使得每个气囊13产生的压力不同,通过控制每个气囊13的体积大小,进而第一压板10上的气囊13对围岩材料施加的力能够自由控制;

优选的,气囊13分布在第一压板10的两个斜边下方,每个气囊13在水平方向上互相对应;

优选的,气囊13为橡胶气囊,气囊13外表面涂有热塑性聚氨酯(TPU)材料;

第一压板10下压时,不同大小的气囊13能够产生的压力不同,同时压力能够直接压迫围岩材料使得洞室块体模型11能够受到不同的力,通过调整气囊13可以影响洞室块体模型11受到的压力,从而调节模型的强度,同时气囊13相对于正常使用第一压板10压迫,压力的大小更容易调节,洞室块体模型11在进行模拟实验时可以受到不同大小的力,使得整体测试模型更接近原始岩层环境;

#### 实施例三

如图3、图4所示,一种地下洞室模拟实验装置及实验方法,包括:

优选的,第一压板10下方设有第二压板15,第二压板15为两块,两块第二压板15相对端之间铰接连接,第二压板15与调节支架2之间滑动连接,铰接轴方向与气囊13设置方向相同;第一压板10和第二压板15之间通过弹簧14连接;

优选的,第二压板15下方设置有气囊13,气囊13设置数量与第一压板10上设置的气囊13数量一致,在第二压板15上设有与气囊13相同数量的气泵组件,通过气泵组件朝对应的气囊13中泵气来控制气囊13内部的气体量,进而控制气囊13的体积大小和内部气压大小,使得当第一压板10向第二压板15施加压力时,第二压板15上的气囊13对围岩材料施加的力能够自由控制,同时通过控制第一压板10上的气囊13体积大小来控制两块第二压板15的夹角大小;

如图4所示,当第一压板10向下移动时,通过弹簧14带动第二压板15移动,第二压板15是通过铰接方式连接的,当第一压板10向第二压板15施加压力时,通过调节气囊13上附加的力使得第二压板15角度可以发生改变,此时向围岩材料施加的力可以通过调整第二压板15角度来进行调整;

在正常的岩层环境下,地下洞室受到各种形式的力,向下的重力只是地下洞室受到压力的一种,通过设置不同方向上的力生成的洞室块体模型11承受能力更强,更能体现不同环境的受压情况;第二压板15可以调整角度,来使得模型可以受到不同方向上的力,第一压板10和第二压板15之间的弹簧14可以辅助角度调整,气囊13可以调整围岩材料的局部位位置受到的力,从而能形成复杂情况下的受力关系。

[0013] 在本实施例中,一种地下洞室模拟实验方法,具体包括以下步骤:

S1:将调节支架2移动到实验要求的尺寸位置,使用固定块3和斜撑4固定调节支架2,将动滑轮5、定滑轮6、第一压板10、第二压板15依次安装;

S2:放入洞室块体模型11,向调节支架2内注入围岩材料,使得围岩材料与洞室块体模型11紧密结合,达到实验需求高度时,停止围岩材料注入;

S3:移动第一压板10,第一压板10带动第二压板15向下运动,使得第二压板15与围岩材料接触,对围岩材料进行压实操作;此时第二压板15位于洞室块体模型11的顶部中央,第二压板15通过气囊13挤压围岩材料,计算此时洞室块体模型11的受力情况;

S4:使用第一压板10上的气囊13调整第二压板15的角度,计算此时产生的压力,当洞室块体模型11完成测试目标后,上升第一压板10,第二压板15上连接的弹簧14使得第二压板15恢复到固定角度,抽出洞室块体模型11,完成模拟实验测试;

#### 实施例四

如图5、图6所示,一种地下洞室模拟实验装置及实验方法,包括:

优选的,第一压板10上设有水箱16,水箱16一端连接有连接管18,连接管18一端延伸至第一压板10下方连接有输水管22,连接管18上设有止水阀17,输水管22一端向下延伸至第二压板15下方,输水管22位于第二压板15下方管道为S型;

优选的,输水管22外侧包裹有滤网20,输水管22外侧均匀设有漏孔19,漏孔19为圆形均匀密布在输水管22外侧,滤网20可以阻挡填充的围岩材料,防止漏孔19被挡住,同时滤网20使用后可根据情况进行拆卸更换;

优选的,输水管22和第二压板15之间固定连接,第二压板15角度调节时,可以直接带动输水管22进行移动;

优选的,连接管18为伸缩管,可以根据第二压板15的移动进行伸缩变化,连接管18的移动带动输水管22移动,从而改变输水管22对洞室块体模型11造成的力;

在本实施例中,水箱16通过连接管18将水送入输水管22内,输水管22将水从漏孔

19中流出,模拟在地下的水流环境,止水阀17用于调整水流的大小,根据不同的实验环境使用不同的水流速度;当第二压板15因第一压板10压迫运动时,使得输水管22也发生一定的移动,从而可以模拟不同地形下地下水流的移动;此时生成的洞室块体模型11对不同的水流压力可以起到一定的防护作用,同时输水管22的形式使得模拟实验装置可以模拟的环境得到增多,模拟对现实环境的适应效果也会提高。

[0014] 以上所述仅为本发明的优选实施方式,并不用于限制本发明,对于本领域技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明精神和原则内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

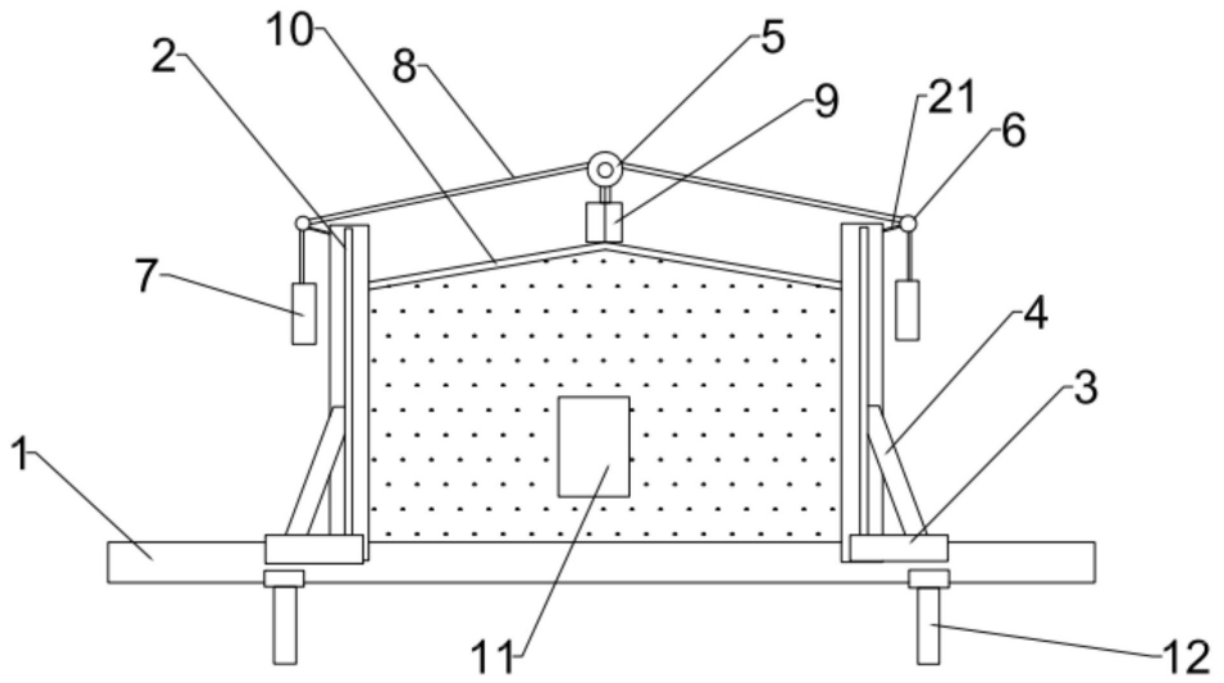


图1

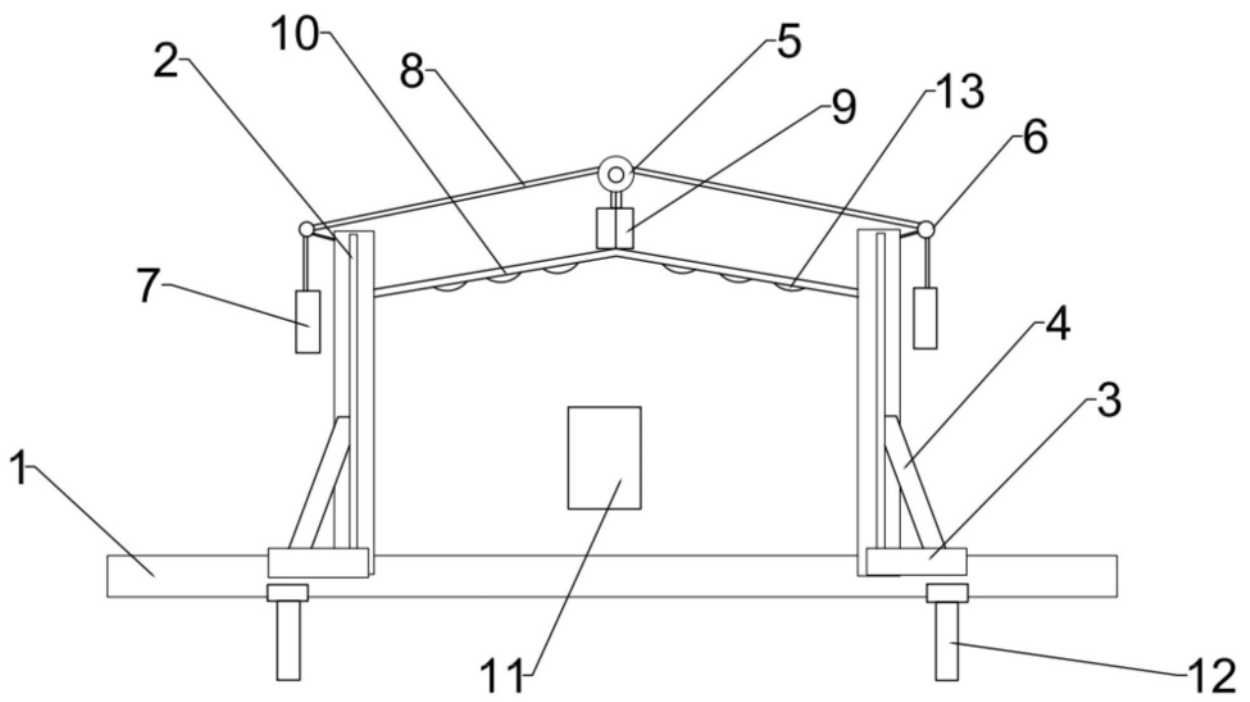


图2



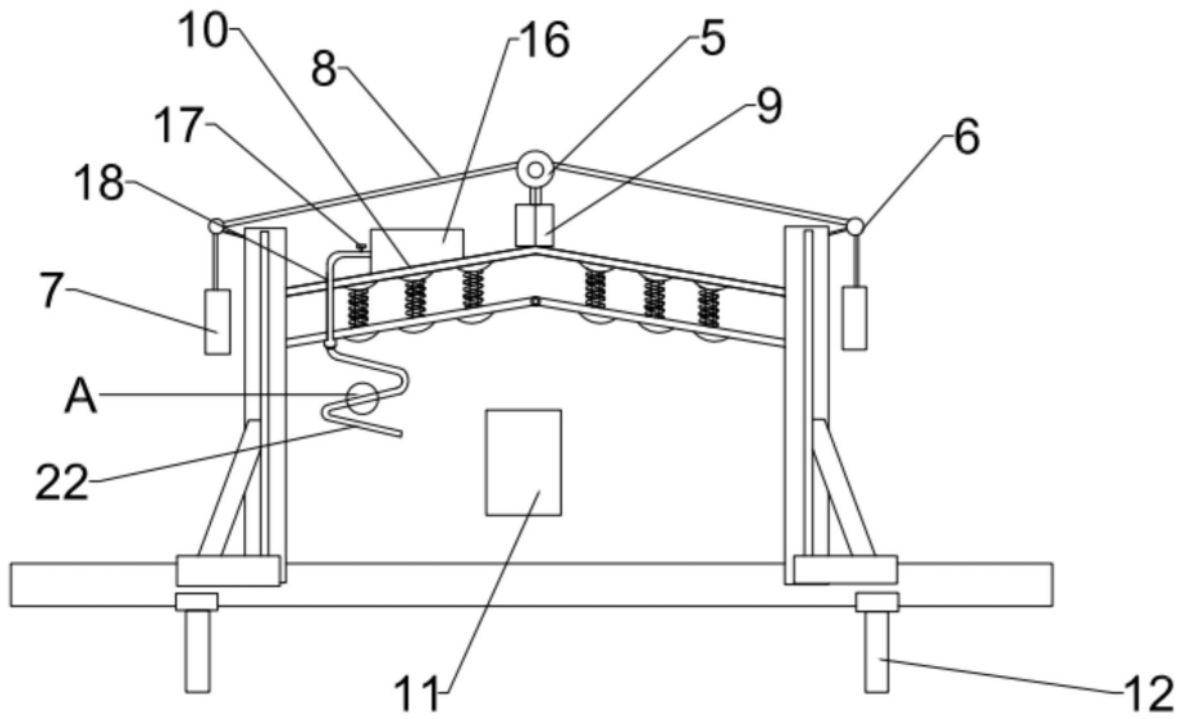


图5

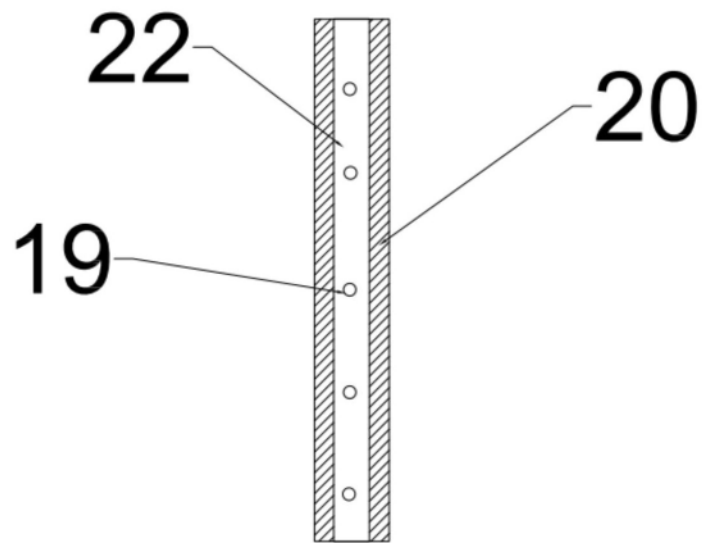


图6