(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117005333 A
(43)申请公布日 2023.11.07

(21)申请号 202310986248.9

(22)申请日 2023.08.07

(71)申请人 中国科学院西北生态环境资源研究院
地址 730013 甘肃省兰州市城关区东岗西路318号

(72)发明人 韩庆杰 柳本立 屈建军 俎瑞平

(74)专利代理机构 南京利丰知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 32256
专利代理师 何胜男

(51)Int.Cl.
*E01F 7/02*(2006.01)
*H02S 20/10*(2014.01)
*H02S 20/30*(2014.01)
*E02D 3/00*(2006.01)

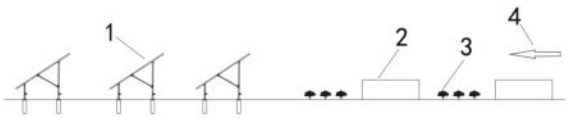
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

一种沙戈荒地区风沙防护系统及防护方法

(57)摘要

本发明揭示了一种沙戈荒地区风沙防护系统及防护方法。所述防护系统包括光伏装置阵列、单向阻沙栅栏和半圆型草方格;所述光伏装置阵列包括阵列排布在光伏场区的多个防沙埋光伏装置,所述单向阻沙栅栏和半圆型草方格均为多道,并设置在所述光伏场区的上风向地区,且均垂直于主风向;其中多道所述单向阻沙栅栏和多道所述半圆型草方格沿主风向交替设置,且在相邻单向阻沙栅栏和半圆型草方格之间分布有空白带,从而形成带状风沙防护单元。本发明提供的沙戈荒地区风沙防护系统及防护方法,可有效减轻沙戈荒地区光伏建设中遇到的沙埋和风蚀危害,为该类地区光伏电场的安全运营提供技术保障。




CN 117005333 A

1.一种沙戈荒地区风沙防护系统,其特征在于,包括光伏装置阵列、单向阻沙栅栏和半圆型草方格;

所述光伏装置阵列包括阵列排布在光伏场区的多个防沙埋光伏装置,所述防沙埋光伏装置包括移动式光伏支架和设置在移动式光伏支架上的光伏面板,所述移动式光伏支架至少用于调整光伏面板与地表的距离和光伏面板与地表的夹角角度,以调整形成于光伏面板与地表之间的送风通道的形状和/或大小,从而增加或者减弱通过所述送风通道的清扫风的强度;所述单向阻沙栅栏和半圆型草方格均为多道,并设置在所述光伏场区的上风向地区,且均垂直于主风向,所述单向阻沙栅栏用于阻拦向光伏场区内部运移的流沙,并在栅栏内部间隙处形成积沙;并在反向风作用下,使光伏场区的流沙向外围输运;所述半圆型草方格用于固定所述光伏场区外围上风向的流动沙面,其中多道所述单向阻沙栅栏和多道所述半圆型草方格沿主风向交替设置,且在相邻单向阻沙栅栏和半圆型草方格之间分布有空白带,从而形成带状风沙防护单元。

2.根据权利要求1所述的沙戈荒地区风沙防护系统,其特征在于:所述光伏面板的背光面设置于受光面的上风向,且所述光伏面板倾斜设置,从而与地面配合形成所述送风通道。

3.根据权利要求1或2所述的沙戈荒地区风沙防护系统,其特征在于:所述移动式光伏支架包括滑轨、高度角度可调支架和多个基桩,所述多个基桩沿主风向呈一字形设置,所述滑轨与所述基桩固定连接,使滑轨均沿主风向设置;

所述高度角度可调支架包括垂直支架、倾斜支架和倾斜龙骨,所述倾斜龙骨的朝向为背风向,且所述光伏面板布设在所述倾斜龙骨上;所述倾斜支架通过滑动连接件设置于所述垂直支架与所述倾斜龙骨之间,且所述倾斜支架的朝向为主风向;所述垂直支架的底部通过滑动连接件与所述滑轨连接,所述垂直支架的顶部通过可旋转固定连接件与所述倾斜龙骨连接,且所述垂直支架还与垂直支架升降机构传动连接,能够使所述垂直支架在所述垂直支架升降机构的驱动下对高度进行调节。

4.根据权利要求3所述的沙戈荒地区风沙防护系统,其特征在于:所述垂直支架包括外管和内管,所述内管套接在所述外管的内部,且所述外管位于主风向的一侧部设有开口部,所述内管位于主风向的一侧部设有凸齿;

所述垂直支架升降机构包括齿轮,所述齿轮通过固定组件与所述垂直支架的外管固定连接,并使所述齿轮设置于所述开口部的侧部,且所述齿轮上还设有用于驱动所述齿轮转动的摇杆,在所述摇杆的驱动下使所述齿轮与所述凸齿啮合,以实现所述内管在所述外管内上下移动。

5.根据权利要求4所述的沙戈荒地区风沙防护系统,其特征在于:所述光伏场区中相邻两排防沙埋光伏装置之间的间距为6-10m,且每排防沙埋光伏装置中相邻两防沙埋光伏装置之间的间距为2-4m;

和/或,所述基桩之间的间距为2-4m,所述基桩的地埋深度为1.5-3m,出漏地表的高度为0.3-1m;和/或,所述基桩包括直径15-30cm的圆柱形水泥桩,所述圆柱形水泥柱的顶部预埋直径10cm的镀锌钢管连接段;或者,所述基桩包括直径10cm的镀锌钢管螺旋桩;

和/或,所述滑轨包括开口朝上的C型方钢,截面宽度为10-15cm,高度为4-10cm,且所述滑轨的长度为4-7m;

和/或,所述垂直支架的外管和内管,包括镀锌方钢,截面宽度为10-15cm,高度为4-

10cm；

和/或，所述倾斜支架包括镀锌方钢，截面宽度为10-15cm，高度为4-10cm；

和/或，所述倾斜龙骨包括开口朝下的C型方钢，截面宽度为10-15cm，高度为4-10cm；

和/或，所述垂直支架中内管相对于外管细2-4mm。

6.根据权利要求1所述的沙戈荒地区风沙防护系统，其特征在于：所述单向阻沙栅栏包括多个通道侧板、导流板和连接杆，且所述通道侧板及导流板的两端均捆绑固定在扦插于地下的立杆之上；多个通道侧板沿主风向，且呈多排平行设置；在两相邻通道侧板之间，通过所述连接杆成对设置有多对导流板，每对导流板呈20-40度锐角两两相对，在相互靠近一端，保持30-50cm的开口，且每对导流板窄开口方向朝向光伏阵列的外围上风向，阔开口方向朝向光伏阵列的内部下风向。

7.根据权利要求6所述的沙戈荒地区风沙防护系统，其特征在于：所述通道侧板和导流板均为圆钢焊接而成的长方形框架结构，其上捆绑固定有疏透度为30-45％的HDPE网；

和/或，每个导流板的四个角和通道侧板之间使用连接杆相互焊接固定；

和/或，所述单向阻沙栅栏设置在光伏场区的外围上风向区域，且距离光伏场区边缘50-300m的范围内；

和/或，所述通道侧板沿主风向上的宽度为3-6m，高度为1-1.5m，且两相邻通道侧板之间的间距为1.5-2.5m；

和/或，所述导流板的长度为1-2m，高度为1-1.5m；

和/或，所述连接杆为直径2-4cm的圆钢，连接杆的两端分别焊接固定在通道侧板和导流板的四个角上，用来将多个通道侧板和之间的导流板相互固定连接，形成一整体结构；

和/或，所述立杆为直径3-4cm圆钢，扦插于地下，其中，地下埋深50-100cm，地上出漏高度为2.0-2.5m；

和/或，多个立杆和通道侧板及导流板的侧边相捆绑，用于固定通道侧板和导流板。

8.根据权利要求1所述的沙戈荒地区风沙防护系统，其特征在于：所述半圆型草方格包括草绳和多个植物秸秆束，多个植物秸秆束沿所述草绳的长度方向依次分布，其中所述植物秸秆束具有以所述草绳对多根植物秸秆于中部进行缠绕式捆扎形成的半圆形结构。

9.根据权利要求8所述的沙戈荒地区风沙防护系统，其特征在于：所述半圆型草方格按照1m×1m或1.5m×1.5m规格进行布设；

和/或，所述植物秸秆束经带有树叶的树枝固定在所述光伏阵列区外围上风向的流动沙面上，且所述植物秸秆束的半圆形面垂直于沙面设置。

10.一种沙戈荒地区风沙防护方法，其特征在于，所述防护方法是基于权利要求1-9中任一项所述的沙戈荒地区风沙防护系统实施的，并且所述防护方法包括：

将光伏装置阵列设置在光伏场区，并调整所述光伏装置阵列中至少一个防沙埋光伏装置的位置和/或至少一个防沙埋光伏装置中光伏面板与地面之间的距离和/或夹角角度，以调整通过送风通道的清扫风的强度，从而抑制积沙和风蚀对光伏装置阵列的危害，其中所述送风通道形成于光伏面板与地表之间；

将多道单向阻沙栅栏和多道半圆型草方格沿主风向交替设置在所述光伏场区的上风向地区，且使多道所述单向阻沙栅栏和多道所述半圆型草方格均垂直于主风向，且在相邻单向阻沙栅栏和半圆型草方格之间设置空白带，以形成带状风沙防护单元，从而减少光伏

场区的来沙量。

# 一种沙戈荒地区风沙防护系统及防护方法

## 技术领域

[0001] 本发明属于生态环境治理及光伏治沙技术领域，具体涉及一种沙戈荒地区风沙防护系统及防护方法。

## 背景技术

[0002] “沙戈荒”是沙漠、戈壁和荒漠的统称，其面积广阔，呈一条弧形带分布于西北、华北和东北地区。该类地区光照强、风力大、降水少，而且植被稀疏、人烟稀少、沙土飞扬、气候恶劣，是我国风能、太阳能资源富集地区。拥有大片生态红线区以外的未利用土地，国土空间资源丰富。据测算，如果我国荒漠化面积的1％用于新能源发电，其装机容量将超过目前我国发电总装机容量。我国西北部的很多大型光伏基地，多建立在“沙戈荒”地区，并且大部分都遭遇着严重的风沙危害问题。因此，在这些地区进行光伏建设，无论是光伏治沙措施本身，还是光伏场区的维管，一个重要问题就是场区建设后的风沙防护。

[0003] 有别于一般地区的风沙防护，在沙戈荒地区，开展光伏或者光伏治沙项目建设，将面临严重的沙埋和风蚀危害(如图1)，其原因主要有三点。首先，在沙漠地区，流沙活动频繁，地形起伏剧烈，在戈壁荒漠地区，沙源丰富、干燥多风，流沙具有遇阻堆积的特征。其次，光伏阵列自身强大的阻风、固沙效应，将对原始均衡稳定的风沙流场造成破坏，进而使下垫面形成积沙，抬升沙面高程，这将直接造成光伏阵列的沙埋风险，或导致基桩的风蚀，甚至倒塌。另外，沙戈荒地区一般盛行西北风，而光伏面板朝南设置的前提下，面板与地面形成的送风通道，势必会加剧风沙向场区内部的传输过程。因此，在沙戈荒地区光伏电场的沙害治理难度很大，找到有效治理措施，将为光伏电场在这些区域的正常运营提供保障，并提升土地、太阳能等多种资源的综合利用效率，对我国光伏产业的发展和应对能源危机，具有重要实践意义。

[0004] 针对沙戈荒光伏阵列区的沙埋和风蚀危害，我们尚没有专门的应对措施。当发生掩埋或掏蚀时，往往使用人工加机械的方式，进行清沙或加固桩基作业的临时处理。光伏阵列改变了流场和地形，而地形、流场变化又加剧了光伏设施的沙埋或掏蚀。目前，我们还不清楚光伏阵列和风沙传输之间，长期且复杂的互馈过程及其内在机制，更无法从根本上解决，积沙对光伏阵列造成的长期危害。

[0005] 基于以上沙害现状与治理方法的不足，光伏基地针对沙丘原位利用模式下的光伏组件，开展了系统的野外流场观测(如图2)。结果表明，气流在经过光伏面板阵列下部时近地表风速增加，尤其是在阵列前沿风速增加1.5倍(如图3)。该气流增速效应，会增强地表的风沙传输，将外围进入场区的流沙，向阵列内部运移，造成阵列内部的大面积积沙，威胁光伏电场的安全运营。依据实地观测结果，当下沿高度较低时，往往产生明显的风蚀，并伴有强烈的板下输沙过程，使进入场区的流沙不断向阵列内部输移，从而造成积沙。而抬升光伏组件的离地间隙，使光伏面板前沿距地表高度达到2m，这样能有效减缓板下的气流加速作用，及阵列区内风力对地表的扰动，减少外围进入场区的流沙，向阵列内部的运移和沉积，从而抑制积沙对光伏阵列的危害。

[0006] 针对上述光伏阵列区沙埋危害现状、技术不足及野外观测结果，我们发现流场扰动后，地表积沙，会使微地形发生起伏变化(如图1)，板下离地高度也会随时间而变化。因此，需要一种可以调节高度和倾角的光伏阵列支架，从而来调节板下地表的侵蚀强度和风沙传输强度，还可以通过移动支架，改变积沙带的分布位置，不至于积沙在一个位置越积越高。

## 发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于提供一种沙戈荒地区风沙防护系统及防护方法，以克服现有技术中存在的不足。

[0008] 为实现前述发明的目的，本发明实施例采用的技术方案包括：

[0009] 本发明提供了一种沙戈荒地区风沙防护系统，包括光伏装置阵列、单向阻沙栅栏和半圆型草方格；

[0010] 所述光伏装置阵列包括阵列排布在光伏场区的多个防沙埋光伏装置，所述防沙埋光伏装置包括移动式光伏支架和设置在移动式光伏支架上的光伏面板，所述移动式光伏支架至少用于调整光伏面板与地表的距离和光伏面板与地表的夹角角度，以调整形成于光伏面板与地表之间的送风通道的形状和/或大小，从而增加或者减弱通过所述送风通道的清扫风的强度；所述单向阻沙栅栏和半圆型草方格均为多道，并设置在所述光伏场区的上风向地区，且均垂直于主风向，所述单向阻沙栅栏用于阻拦向光伏场区内部运移的流沙，并在栅栏内部间隙处形成积沙；并在反向风作用下，使光伏场区的流沙向外围输运；所述半圆型草方格用于固定所述光伏场区外围上风向的流动沙面，其中多道所述单向阻沙栅栏和多道所述半圆型草方格沿主风向交替设置，且在相邻单向阻沙栅栏和半圆型草方格之间分布有空白带，从而形成带状风沙防护单元。

[0011] 进一步地，所述光伏面板的背光面设置于受光面的上风向，且所述光伏面板倾斜设置，从而与地面配合形成所述送风通道。

[0012] 进一步地，所述移动式光伏支架包括滑轨、高度角度可调支架和多个基桩，所述多个基桩沿主风向呈一字形设置，所述滑轨与所述基桩固定连接，使滑轨均沿主风向设置；

[0013] 所述高度角度可调支架包括垂直支架、倾斜支架和倾斜龙骨，所述倾斜龙骨的朝向为背风向，且所述光伏面板布设在所述倾斜龙骨上；所述倾斜支架通过滑动连接件设置于所述垂直支架与所述倾斜龙骨之间，且所述倾斜支架的朝向为主风向；所述垂直支架的底部通过滑动连接件与所述滑轨连接，所述垂直支架的顶部通过可旋转固定连接件与所述倾斜龙骨连接，且所述垂直支架还与垂直支架升降机构传动连接，能够使所述垂直支架在所述垂直支架升降机构的驱动下对高度进行调节。

[0014] 进一步地，所述垂直支架包括外管和内管，所述内管套接在所述外管的内部，且所述外管位于主风向的一侧部设有开口部，所述内管位于主风向的一侧部设有凸齿；

[0015] 所述垂直支架升降机构包括齿轮，所述齿轮通过固定组件与所述垂直支架的外管固定连接，并使所述齿轮设置于所述开口部的侧部，且所述齿轮上还设有用于驱动所述齿轮转动的摇杆，在所述摇杆的驱动下使所述齿轮与所述凸齿啮合，以实现所述内管在所述外管内上下移动。

[0016] 进一步地，所述单向阻沙栅栏包括多个通道侧板、导流板和连接杆，且所述通道侧

板及导流板的两端均捆绑固定在扦插于地下的立杆之上;多个通道侧板沿主风向,且呈多排平行设置;在两相邻通道侧板之间,通过所述连接杆成对设置有多对导流板,每对导流板呈20-40度锐角两两相对,在相互靠近一端,保持30-50cm的开口,且每对导流板窄开口方向朝向光伏阵列的外围上风向,阔开口方向朝向光伏阵列的内部下风向。

[0017] 进一步地,所述半圆型草方格包括草绳和多个植物秸秆束,多个植物秸秆束沿所述草绳的长度方向依次分布,其中所述植物秸秆束具有以所述草绳对多根植物秸秆于中部进行缠绕式捆扎形成的半圆形结构。

[0018] 本发明还提供了一种沙戈荒地区风沙防护方法,所述防护方法是基于前述的沙戈荒地区风沙防护系统实施的,并且所述防护方法包括:

[0019] 将光伏装置阵列设置在光伏场区,并调整所述光伏装置阵列中至少一个防沙埋光伏装置的位置和/或至少一个防沙埋光伏装置中光伏面板与地面之间的距离和/或夹角角度,以调整通过送风通道的清扫风的强度,从而抑制积沙和风蚀对光伏装置阵列的危害,其中所述送风通道形成于光伏面板与地表之间;

[0020] 将多道单向阻沙栅栏和多道半圆型草方格沿主风向交替设置在所述光伏场区的上风向地区,且使多道所述单向阻沙栅栏和多道所述半圆型草方格均垂直于主风向,且在相邻单向阻沙栅栏和半圆型草方格之间设置空白带,以形成带状风沙防护单元,从而减少光伏场区的来沙量。

[0021] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0022] (1)本发明沙戈荒地区风沙防护系统及方法,在光伏场区内部,利用移动式光伏支架,调节光伏阵列的高度、角度、位置,继而利用光伏面板自身来控制清扫风的强度,有效减缓板下的气流加速效应和风沙传输强度,减少外围流沙向光伏场区内部的运移和沉积,从而抑制积沙和风蚀对光伏装置阵列的危害;其次,在光伏阵场区外围的上风向区域,建立多道单向阻沙栅栏与半圆型草方格间隔分布的带状风沙防护单元,阻止流沙向场区内部传输的同时,促使流沙不断向场区的外围迁移,减少阵列区来沙量;综上,本发明可有效减轻沙戈荒地区光伏建设中遇到的沙埋和风蚀危害,为该类地区光伏电场的正常运营提供技术保障。

[0023] (2)本发明中提供的防沙埋光伏装置,利用了光伏面板自身的倾斜结构与地表形成的狭管效应,以及由此形成的清扫风,集单向阻沙和单向输沙功能于一体;可通过调节迎风坡板面光伏阵列的高度、角度、位置,继而利用光伏面板自身来控制清扫风的强度,有效减缓板下的气流加速效应、风沙传输强度,及光伏场区内风力对地表的扰动,减少外围进入场区的流沙,向光伏场区内部的运移和沉积,从而抑制积沙和风蚀对光伏场区的危害;通过移动支架,还可以改变积沙带的分布位置,不至于积沙在一个位置越积越高;无需人工或机械清沙,或者布设单独的固沙措施,即可实现场区积沙的有效控制;另外,该支架强度高、稳固牢靠,各构件之间均已连接件相互连接,方便拆卸,便于维护和再利用。

[0024] (3)本发明中提供的单向阻沙栅栏,将特斯拉单向阀原理首次应用于风沙防治领域,具有单侧阻沙和单侧输沙兼备的功能优势,而且耐沙埋,其无需依靠控制任何活动组件来实现开闭状态,是一种不含有活动组件的单向阀结构,没有任何活动部件,因此不需要任何维护,具有节约成本、工程使用寿命长的优点;另外,单向阻沙栅栏为可提升式,遇到流沙堆积在栅栏中时,可将栅栏进行提升,不影响单向阀功能。

[0025] (4)本发明中提供的半圆型草方格,模拟了传统草方格地上部分秸秆的辐射状分枝结构,可随风摇摆消减风能,地下不用埋设秸秆,具有阻风面大、固沙效率高、节约秸秆、施工方便、天然可降解、促进结皮和原生植被生长等优点,弥补了刷状草方格易滚动,且底部容易过沙的不足,加入了带树叶的树枝,提升了草方格的阻风固沙效率,也使结构更加稳定,本技术还克服了传统草方格的秸秆倒伏使固沙效率降低的问题。

## 附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1是光伏基地光伏组件的沙埋和风蚀危害状况。

[0028] 图2是光伏基地沙丘原位利用模式下的光伏组件流场观测示意图。

[0029] 图3是图2观测期内不同观测点距地表0.4m和1.0m高度平均风速变化图。

[0030] 图4是本申请一实施方式中沙戈荒地区风沙防护系统的结构示意图。

[0031] 图5是图4中防沙埋光伏装置的结构示意图。

[0032] 图6是图5中滑轨的C型方钢结构示意图。

[0033] 图7是图5中垂直支架升降机构的结构示意图。

[0034] 图8是图5中滑动连接件的结构示意图。

[0035] 图9是图4中单向阻沙栅栏的结构示意图。

[0036] 图10是图4中半圆型草方格的截面示意图。

[0037] 附图标记说明:1.防沙埋光伏装置,11.滑轨,12.垂直支架,121.外管,122.内管,13.倾斜龙骨,14.倾斜支架,15.可旋转固定连接件,16.滑动连接件,161.套管连接段,162.旋转连接段,163.固定片,164.螺丝,17.垂直支架升降机构,171.齿轮,172.固定板,173.摇杆,174.加紧固定片,18.镀锌钢管连接段,19.基桩,2.单向阻沙栅栏,21.通道侧板,22.导流板,23.连接杆,24.立杆,3.半圆型草方格,31.麦草、芦苇等秸秆,32.草绳,33.带树叶的树枝,4.主风向。

## 具体实施方式

[0038] 通过应连同所附图式一起阅读的以下具体实施方式将更完整地理解本发明。本文中揭示本发明的详细实施例;然而,应理解,所揭示的实施例仅具本发明的示范性,本发明可以各种形式来体现。因此,本文中所揭示的特定功能细节不应解释为具有限制性,而是仅解释为权利要求书的基础且解释为用于教示所属领域的技术人员在事实上任何适当详细实施例中以不同方式采用本发明的代表性基础。

[0039] 鉴于现有技术的不足,本案发明人经过长期研究和实践,提出了一种沙戈荒地区风沙防护系统及方法,在光伏场区内部,利用移动式光伏支架,调节光伏阵列的高度、角度、位置,继而利用光伏面板来控制清扫风的强度,有效减缓板下的气流加速效应和风沙传输强度,减少外围流沙向光伏场区内部的运移和沉积,从而抑制积沙和风蚀对光伏装置阵列的危害;其次,在光伏场区外围的上风向区域,建立多道单向阻沙栅栏与半圆型草方格间隔

分布的带状风沙防护单元，阻止流沙向场区内部传输的同时，促使流沙不断向场区的外围迁移，减少阵列区来沙量。如下将对本发明的技术方案更为详细的解释说明。

[0040] 本发明实施例的一个方面提供了一种沙戈荒地区风沙防护系统，包括光伏装置阵列、单向阻沙栅栏和半圆型草方格；

[0041] 所述光伏装置阵列包括阵列排布在光伏场区的多个防沙埋光伏装置，所述防沙埋光伏装置包括移动式光伏支架和设置在移动式光伏支架上的光伏面板，所述移动式光伏支架至少用于调整光伏面板与地表的距离和光伏面板与地表的夹角角度，以调整形成于光伏面板与地表之间的送风通道的形状和/或大小，从而增加或者减弱通过所述送风通道的清扫风的强度；所述单向阻沙栅栏和半圆型草方格均为多道，并设置在所述光伏场区的上风向地区，且均垂直于主风向，所述单向阻沙栅栏用于阻拦向光伏场区内部运移的流沙，并在栅栏内部间隙处形成积沙；并在反向风作用下，使光伏场区的流沙向外围输运；所述半圆型草方格用于固定所述光伏场区外围上风向的流动沙面，其中多道所述单向阻沙栅栏和多道所述半圆型草方格沿主风向交替设置，且在相邻单向阻沙栅栏和半圆型草方格之间分布有空白带，从而形成带状风沙防护单元。

[0042] 在一些优选实施例中，所述光伏面板的背光面设置于受光面的上风向，且所述光伏面板倾斜设置，从而与地面配合形成所述送风通道。

[0043] 在一些优选实施例中，所述移动式光伏支架包括滑轨、高度角度可调支架和多个基桩，所述多个基桩沿主风向呈一字形设置，所述滑轨与所述基桩固定连接，使滑轨均沿主风向设置；

[0044] 所述高度角度可调支架包括垂直支架、倾斜支架和倾斜龙骨，所述倾斜龙骨的朝向为背风向，且所述光伏面板布设在所述倾斜龙骨上；所述倾斜支架通过滑动连接件设置于所述垂直支架与所述倾斜龙骨之间，且所述倾斜支架的朝向为主风向；所述垂直支架的底部通过滑动连接件与所述滑轨连接，所述垂直支架的顶部通过可旋转固定连接件与所述倾斜龙骨连接，且所述垂直支架还与垂直支架升降机构传动连接，能够使所述垂直支架在所述垂直支架升降机构的驱动下对高度进行调节。

[0045] 在一些优选实施例中，所述垂直支架包括外管和内管，所述内管套接在所述外管的内部，且所述外管位于主风向的一侧部设有开口部，所述内管位于主风向的一侧部设有凸齿；

[0046] 所述垂直支架升降机构包括齿轮，所述齿轮通过固定组件与所述垂直支架的外管固定连接，并使所述齿轮设置于所述开口部的侧部，且所述齿轮上还设有用于驱动所述齿轮转动的摇杆，在所述摇杆的驱动下使所述齿轮与所述凸齿啮合，以实现所述内管在所述外管内上下移动。

[0047] 在一些优选实施例中，所述光伏场区中相邻两排防沙埋光伏装置之间的间距为6-10m，且每排防沙埋光伏装置中相邻两防沙埋光伏装置之间的间距为2-4m。

[0048] 在一些优选实施例中，所述基桩之间的间距为2-4m，所述基桩的地埋深度为1.5-3m，出漏地表的高度为0.3-1m。在一些优选实施例中，所述基桩包括直径15-30cm的圆柱形水泥桩，所述圆柱形水泥柱的顶部预埋直径10cm的镀锌钢管连接段；或者，所述基桩包括直径10cm的镀锌钢管螺旋桩。

[0049] 在一些优选实施例中，所述滑轨包括开口朝上的C型方钢，截面宽度为10-15cm，高

度为4-10cm,且所述滑轨的长度为4-7m,基本等于相邻两排防沙埋光伏装置之间的间距(6-10m)减去维护通道的宽度(2-3m)。

[0050] 在一些优选实施例中,所述垂直支架的外管和内管,包括镀锌方钢,截面宽度为10-15cm,高度为4-10cm;

[0051] 在一些优选实施例中,所述倾斜支架包括镀锌方钢,截面宽度为10-15cm,高度为4-10cm。

[0052] 在一些优选实施例中,所述倾斜龙骨包括开口朝下的C型方钢,截面宽度为10-15cm,高度为4-10cm。

[0053] 在一些优选实施例中,所述垂直支架中内管相对于外管细2-4mm。

[0054] 本发明实施例提供的防沙埋光伏装置,利用了光伏面板自身的倾斜结构与地表形成的狭管效应,以及由此形成的清扫风,集单向阻沙和单向输沙功能于一体;可通过调节迎风坡板面光伏阵列的位置、高度、和角度、位置,继而利用光伏面板来控制清扫风的强度,有效减缓板下的气流加速效应、风沙传输强度,及阵列区内风力对地表的扰动,减少外围进入场区的流沙,向阵列内部的运移和沉积,从而抑制积沙和风蚀对光伏装置阵列的危害;通过移动支架,还可以改变积沙带的分布位置,不至于积沙在一个位置越积越高;无需人工或机械清沙,或者布设单独的固沙措施,即可实现场区积沙的有效控制;另外,该支架强度高、稳固牢靠,各构件之间均已连接件相互连接,方便拆卸,便于维护和再利用。

[0055] 在一些优选实施例中,所述单向阻沙栅栏包括多个通道侧板、导流板和连接杆,且所述通道侧板及导流板的两端均捆绑固定在扦插于地下的立杆之上;多个通道侧板沿主风向,且呈多排平行设置;在两相邻通道侧板之间,通过所述连接杆成对设置有多对导流板,每对导流板呈20-40度锐角两两相对,在相互靠近一端,保持30-50cm的开口,且每对导流板窄开口方向朝向光伏阵列的外围上风向,阔开口方向朝向光伏阵列的内部下风向。

[0056] 在一些优选实施例中,所述通道侧板和导流板均为圆钢焊接而成的长方形框架结构,其上捆绑固定有疏透度为30-45%的HDPE网。

[0057] 在一些优选实施例中,每个导流板的四个角和通道侧板之间使用连接杆相互焊接固定。

[0058] 在一些优选实施例中,所述单向阻沙栅栏设置在光伏场区的外围上风向区域,且距离光伏场区边缘50-300m的范围内。在一些优选实施例中,所述通道侧板沿主风向上的宽度为3-6m,高度为1-1.5m,且两相邻通道侧板之间的间距为1.5-2.5m。

[0059] 在一些优选实施例中,所述导流板的长度为1-2m,高度为1-1.5m。

[0060] 在一些优选实施例中,所述连接杆为直径2-4cm的圆钢,连接杆的两端分别焊接固定在通道侧板和导流板的四个角上,用来将多个通道侧板和之间的导流板相互固定连接,形成一整体结构。

[0061] 在一些优选实施例中,所述立杆为直径3-4cm圆钢,扦插于地下,其中,地下埋深50-100cm,地上出漏高度为2.0-2.5m。

[0062] 在一些优选实施例中,多个立杆和通道侧板及导流板的侧边相捆绑,用于固定通道侧板和导流板;当通道侧板和导流板出现严重沙埋现象时,可解开立杆和通道侧板、导流板之间的捆绑,提升通道侧板、导流板,已达到长期使用的目的。

[0063] 本发明实施例提供的单向阻沙栅栏,将特斯拉单向阀原理首次应用于风沙防治领

域，具有单侧阻沙和单侧输沙兼备的功能优势，而且耐沙埋；它允许流体在一个方向上流动，反方向则阻力巨大，借助其独特的结构和自然风力，长期阻止流沙向场区内部输运的同时，还可使流沙不断向场区外围输运；即使栅栏内部已经形成一定高度的积沙，也不会影响该栅栏在两种相反风力作用下，分别对气流产生的阻滞和加速效应；无需依靠控制任何活动组件来实现开闭状态，是一种不含有活动组件的单向阀结构，没有任何活动部件，因此不需要任何维护，具有节约成本、工程使用寿命长的优点；另外，单向阻沙栅栏为可提升式，遇到流沙堆积在栅栏中时，可将栅栏进行提升，不影响单向阀功能。

[0064] 在一些优选实施例中，所述半圆型草方格包括草绳和多个植物秸秆束，多个植物秸秆束沿所述草绳的长度方向依次分布，其中所述植物秸秆束具有以所述草绳对多根植物秸秆于中部进行缠绕式捆扎形成的半圆形结构。

[0065] 在一些优选实施例中，所述半圆型草方格按照1m×1m或1.5m×1.5m规格进行布设。

[0066] 在一些优选实施例中，所述植物秸秆束经带有树叶的树枝固定在所述光伏阵列区外围上风向的流动沙面上，且所述植物秸秆束的半圆形面垂直于沙面设置。

[0067] 本发明实施例提供的半圆型草方格，模拟了传统草方格地上部分秸秆的辐射状分枝结构，可随风摇摆消减风能，地下不用埋设秸秆，具有阻风面大、固沙效率高、节约秸秆、施工方便、天然可降解、促进结皮和原生植被生长等优点，弥补了刷状草方格易滚动，且底部容易过沙的不足，加入了带树叶的树枝，提升了草方格的阻风固沙效率，也使结构更加稳定，本技术还克服了传统草方格的秸秆倒伏使固沙效率降低的问题。

[0068] 本发明实施例的另一个方面提供了沙戈荒地区风沙防护方法，所述防护方法是基于前述的沙戈荒地区风沙防护系统实施的，并且所述防护方法包括：

[0069] 将光伏装置阵列设置在光伏场区，并调整所述光伏装置阵列中至少一个防沙埋光伏装置的位置和/或至少一个防沙埋光伏装置中光伏面板与地面之间的距离和/或夹角角度，以调整通过送风通道的清扫风的强度，从而抑制积沙和风蚀对光伏装置阵列的危害，其中所述送风通道形成于光伏面板与地表之间；

[0070] 将多道单向阻沙栅栏和多道半圆型草方格沿主风向交替设置在所述光伏场区的上风向地区，且使多道所述单向阻沙栅栏和多道所述半圆型草方格均垂直于主风向，且在相邻单向阻沙栅栏和半圆型草方格之间设置空白带，以形成带状风沙防护单元，从而减少光伏场区的来沙量。

[0071] 在一些优选实施例中，所述的戈荒地区风沙防护方法，具体包括：在垂直方向上，通过调节垂直支架的高度，可使倾斜龙骨的最低端距离地面的高度在0.5m-3m连续可调，并使倾斜龙骨与地面的夹角在35-50度之间连续可调。

[0072] 在一些优选实施例中，所述的戈荒地区风沙防护方法，具体包括：当发生严重积沙后，将滑轨上的高度角度可调支架，向上风向进行移动，改变光伏面板所在位置。

[0073] 其中，所述防沙埋光伏装置布设方法中，由于光伏装置阵列中，光伏面板朝南，光伏面板的背面朝向北侧，即上风向，或来风方向，沙源首先侵袭光伏装置阵列上风向的边缘区域，并在此区域首先开始出现积沙危害。而实际上，阵列北侧的边缘区域一旦开始积沙，除非采取清除作业，大面积的光伏装置阵列本身所具有的强大阻沙、固沙效应，将会使积沙持续发展下去。

[0074] 在此过程中，当光伏装置阵列区内的上风向边缘区域出现明显积沙后，依据实地观测结果，需要调节增加该区域内光伏面板下沿的高度至2m左右，并调节光伏面板角度至30-35度角，从而抑制板下的气流加速效应，减缓风力对地表的扰动，并减小风沙向阵列内部的运移速度，继而缓解阵列内部的风积沙危害。

[0075] 调节高度和角度的具体方法为，通过人工转动绞盘的方式，分别调节两侧垂直支架的高度，当板面下沿达到既定高度，板面达到既定角度时，同时上紧垂直支架升降机构上的固定片，以及倾斜支架两端的活动连接件螺栓，即可完成板面高度和角度的调整。

[0076] 如果积沙继续向阵列内部发展，当发生严重积沙后，可将滑轨上的可升降、可调角度支架，向上风向(北侧)进行移动，改变光伏面板所在位置，继而改变积沙带的发育位置，使得积沙在原有积沙带的北侧继续发育，不至于积沙带在一个固定位置处发育的过高，掩埋掉光伏面板的下沿。

[0077] 具体实施过程中，在光伏装置阵列区外围的上风向地区，垂直于主风向，应用多条带加空白带的布设模式，建立2-4道单向阻沙栅栏与半圆型草方格间隔分布的带状风沙防护单元，并在多道单向阻沙栅栏与半圆型草方格之间预留5-10m的空白带；其中，单向阻沙栅栏的设置宽度为3-6m，半圆型草方格设置宽度为20-50m。

[0078] 利用单向阻沙栅栏阻沙和输沙功能兼备的特征，阻拦向阵列区内部运移的流沙，并在栅栏内部间隙处形成积沙；当有反向风时，单向阻沙栅栏的气流加速效应会增加输沙强度，使阵列区的流沙向外围输运；利用半圆型草方格，结合植物措施，固定多道单向阻沙栅栏之间的流沙带，在外围利用阻、固措施相结合，减少光伏阵列区内部的来沙量。

[0079] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行详细的描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0080] 实施例1

[0081] 本实施例提供了一种沙戈荒地区风沙防护系统，如图4所示，包括光伏装置阵列、单向阻沙栅栏2和半圆型草方格3。

[0082] 光伏装置阵列包括阵列排布在光伏场区的多个防沙埋光伏装置1，防沙埋光伏装置1包括移动式光伏支架和设置在移动式光伏支架上的光伏面板，移动式光伏支架至少用于调整光伏面板与地表的距离和光伏面板与地表的夹角角度，以调整形成于光伏面板与地表之间的送风通道的形状和/或大小，从而增加或者减弱通过所述送风通道的清扫风的强度；

[0083] 单向阻沙栅栏2和半圆型草方格3均为多道，并设置在光伏场区的上风向地区，且均垂直于主风向，单向阻沙栅栏2用于阻拦向光伏场区内部运移的流沙，并在栅栏内部间隙处形成积沙；并在反向风作用下，使光伏场区的流沙向外围输运；半圆型草方格3用于固定光伏场区外围上风向的流动沙面，其中多道单向阻沙栅栏2和多道所述半圆型草方格3沿主风向交替设置，且在相邻单向阻沙栅栏2和半圆型草方格3之间分布有5-10m的空白带，从而形成带状风沙防护单元。

[0084] 具体地，本实施例沙戈荒地区风沙防护系统通过如下方法进行布设：

[0085] 在沙戈荒地区，布设多个防沙埋光伏装置1，以在光伏场区构成光伏装置阵列；

[0086] 在光伏装置阵列区外围的上风向地区，垂直于主风向4，应用多条带加空白带的布设模式，建立2-4道单向阻沙栅栏2与半圆型草方格3间隔分布的带状风沙防护体系，并在多道单向阻沙栅栏2与半圆型草方格4之间预留5-10m的空白带；

[0087] 其中，光伏装置阵列中相邻两排防沙埋光伏装置1之间的间距为6-10m，且每排防沙埋光伏装置1中相邻两防沙埋光伏装置1之间的间距为2-4m，单向阻沙栅栏2的设置宽度为3-6m，半圆型草方格3设置宽度为20-50m。

[0088] 在本实施例中，防沙埋光伏装置1的具体结构，如图5所示，包括移动式光伏支架和设置在移动式光伏支架上的光伏面板，移动式光伏支架至少用于调整光伏面板与地表的距离和光伏面板与地表的夹角角度，以调整形成于光伏面板与地表之间的送风通道的形状和/或大小，从而增加或者减弱通过所述送风通道的清扫风的强度；具体地，移动式光伏支架包括滑轨11、高度角度可调支架和多个基桩19，基桩19为直径20cm的圆柱形水泥桩，顶部预埋直径10厘米的镀锌钢管连接段18，地埋深度为1.5-3m，出漏地表的高度为0.3-1m；具体实施时，每排基桩19均沿主风向布设，呈一字形设置3-5个，间距2-4m，具体每排基桩19的布设数量，依据相邻两排防沙埋光伏装置1的间距而定；在垂直与主风向的方向上，各排基桩19之间的间距为2-4m，具体布设排数，依据每排防沙埋光伏装置1的长度而定；滑轨11采用如图6所示的开口朝上的C型方钢，截面宽度为10cm，高度为4cm，且与基桩19顶部预埋直径10厘米的镀锌钢管连接段18固定连接，使滑轨11均沿主风向4设置，滑轨11的长度为4-7m，基本等于相邻两排防沙埋光伏装置1之间的间距(6-10m)减去维护通道的宽度(2-3m)。

[0089] 其中，高度角度可调支架包括垂直支架12、倾斜支架14和倾斜龙骨13，倾斜龙骨13的朝向为背风向，且光伏面板(图中未绘出)布设在倾斜龙骨13上；倾斜支架14通过滑动连接件16设置于垂直支架12与倾斜龙骨13之间，且倾斜支架14的朝向为主风向4；垂直支架12的底部通过滑动连接件16与滑轨11连接，垂直支架12的顶部通过可旋转固定连接件15与倾斜龙骨13连接，且垂直支架12还与垂直支架升降机构17传动连接，能够使垂直支架12在垂直支架升降机构17的驱动下对高度进行调节。

[0090] 在本实施例中，如图7所示，垂直支架12包括外管121和内管122，内管122套接在外管121的内部，内管122相对于外管121细2-4mm，且外管121位于主风向4的一侧部设有开口部，内管122位于主风向4的一侧部设有凸齿；垂直支架升降机构17包括齿轮171，齿轮171通过固定板172与垂直支架12的外管121固定连接，且固定板172与外管121连接的端部还通过加紧固定片174固定，并使齿轮171设置于开口部的侧部，且齿轮171上还设有用于驱动齿轮171转动的摇杆173，在摇杆173的驱动下使齿轮171与凸齿啮合，以实现内管122在外管121内上下移动，继而实现光伏面板的高低和角度调节。

[0091] 具体实施过程中，倾斜支架14采用镀锌方钢，截面宽度为10cm，高度为4cm，倾斜龙骨13采用开口朝下的C型方钢，截面宽度为10cm，高度为4cm；在本实施例中，滑动连接件16可以采用如图8所示的结构，包括套管连接段161和旋转连接段162，旋转连接段162通过固定片163与坡面滑轨11或垂直支架12或倾斜龙骨13固定连接，套管连接段161通过螺丝164与垂直支架12或倾斜支架14锁紧。

[0092] 在本实施例中，单向阻沙栅栏2至少用于阻拦向光伏装置阵列区内部运移的流沙，并在栅栏内部间隙处形成积沙；并在反向风作用下，使光伏装置阵列区的流沙向外围输运；单向阻沙栅栏2设置在光伏场区的外围上风向区域，且距离光伏场区边缘50-300m的范围

内，且单向阻沙栅栏2的具体结构，如图9所示，包括多个通道侧板21、导流板22和连接杆23，且通道侧板21及导流板22的两端均捆绑固定在扦插于地下的立杆24之上；多个通道侧板21沿主风向4，且呈多排平行设置；在两相邻通道侧板21之间，通过连接杆23成对设置有2-4对导流板22，每对导流板22呈20-40度锐角两两相对，在相互靠近一端，保持30-50cm的开口，且每对导流板22窄开口方向朝向光伏装置阵列的外围上风向，阔开口方向朝向光伏装置阵列的内部下风向；通道侧板21和导流板22均为圆钢焊接而成的长方形框架结构，其上捆绑固定有疏透度为30-45％的HDPE网，且每个导流板22的四个角和通道侧板21之间使用连接杆23相互焊接固定。

[0093] 具体实施过程中，通道侧板21沿主风向4上的宽度为3-6m，高度为1-1.5m，且两相邻通道侧板21之间的间距为1.5-2.5m；导流板22的长度为1-2m，高度为1-1.5m，连接杆23为直径2-4cm的圆钢，连接杆23的两端分别焊接固定在通道侧板21和导流板22的四个角上，用来将多个通道侧板21和之间的导流板22相互固定连接，形成一整体结构；立杆24为直径3-4cm圆钢，扦插于地下，其中，地下埋深50-100cm，地上出漏高度为2.0-2.5m，且多个立杆24和通道侧板21及导流板22的侧边相捆绑，用于固定通道侧板21和导流板22；当通道侧板21和导流板22出现严重沙埋现象时，可解开立杆24和通道侧板21、导流板22之间的捆绑，提升通道侧板21、导流板22，已达到长期使用的目的。

[0094] 在本实施例中，半圆型草方格3至少用于固定光伏装置阵列区外围上风向的流动沙面，如图10所示，包括截面呈半圆型的秸秆束串和带树叶的树枝23，具体地，将麦草、芦苇等秸秆21成排放置，使用草绳22、编草机，在秸秆中间进行缠绕式捆扎，制成截面呈半圆型的秸秆束串，平铺该半圆型束串，使束串秸秆向上，并用带树叶的树枝23，间隔20-30cm扦插在草绳22内，将其固定在流动沙面，形成边长1米或1.5米的方格结构。

[0095] 实施例2

[0096] 本实施例提供了一种沙戈荒地区风沙防护方法，该防护方法是基于实施例1的沙戈荒地区风沙防护系统实施的，并且防护方法包括：

[0097] 将光伏装置阵列设置在光伏场区，并调整光伏装置阵列中至少一个防沙埋光伏装置1的位置和/或至少一个防沙埋光伏装置1中光伏面板与地面之间的距离和/或夹角角度，以调整通过送风通道的清扫风的强度，从而抑制积沙和风蚀对光伏装置阵列的危害，其中送风通道形成于光伏面板与地表之间，具体地，在垂直方向上，通过调节垂直支架12的高度，可使倾斜龙骨13的最低端距离地面的高度在0.5m-3m连续可调，并使倾斜龙骨13与地面的夹角在35-50度之间连续可调；当发生严重积沙后，将滑轨11上的高度角度可调支架，向上风向进行移动，改变光伏面板所在位置；

[0098] 将多道单向阻沙栅栏2和多道半圆型草方格3沿主风向交替设置在光伏场区的上风向地区，且使多道单向阻沙栅栏2和多道半圆型草方格3均垂直于主风向4，且在相邻单向阻沙栅栏2和半圆型草方格3之间设置空白带，以形成带状风沙防护单元，从而减少光伏场区的来沙量。

[0099] 此外，本案发明人还参照前述实施例，以本说明书述及的其它原料、工艺操作、工艺条件进行了试验，并均获得了较为理想的结果。

[0100] 尽管已参考说明性实施例描述了本发明，但所属领域的技术人员将理解，在不背离本发明的精神及范围的情况下可做出各种其它改变、省略及/或添加且可用实质等效物

替代所述实施例的元件。另外，可在不背离本发明的范围的情况下做出许多修改以使特定情形或材料适应本发明的教示。因此，本文并不打算将本发明限制于用于执行本发明的所揭示特定实施例，而是打算使本发明将包含归属于所附权利要求书的范围内的所有实施例。此外，除非具体陈述，否则术语第一、第二等的任何使用不表示任何次序或重要性，而是使用术语第一、第二等来区分一个元素与另一元素。




图1



图2

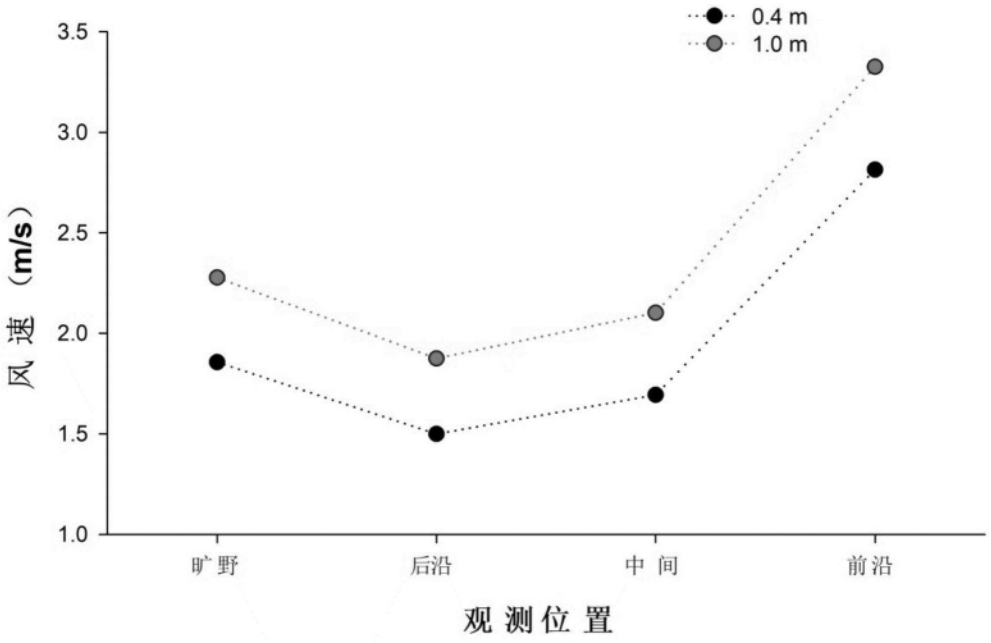



图3

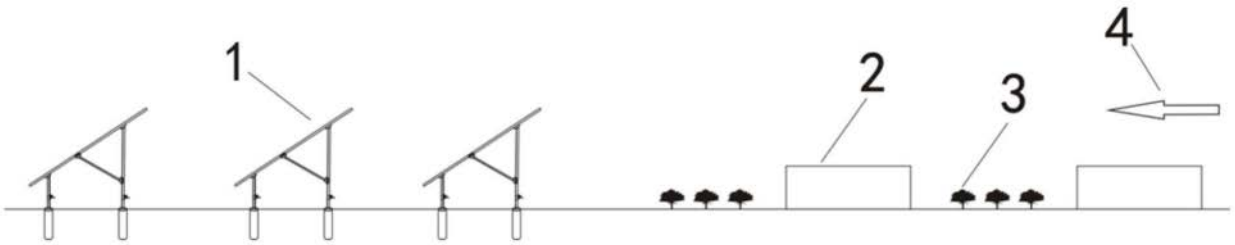



图4

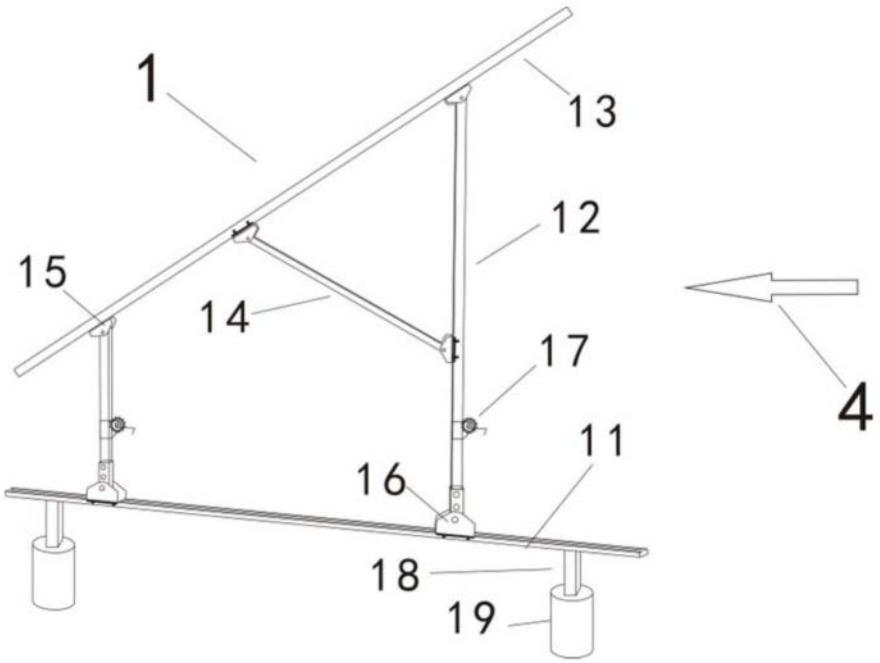



图5

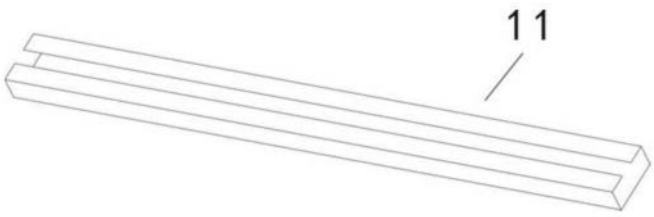



图6

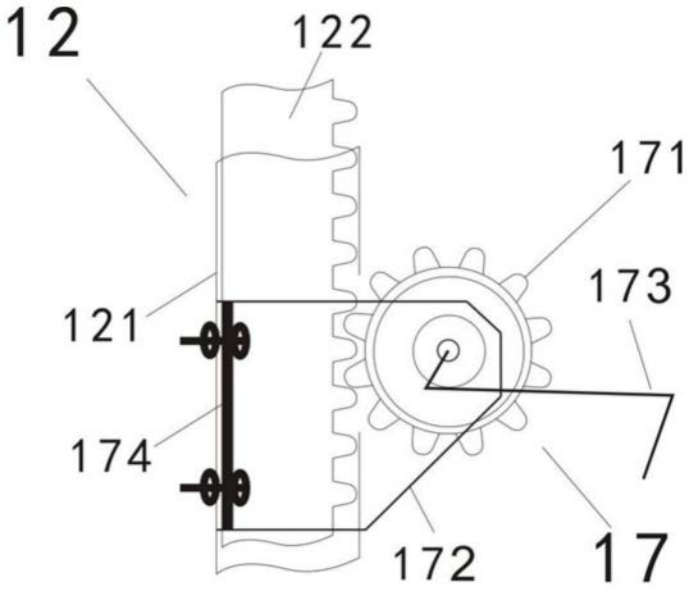



图7

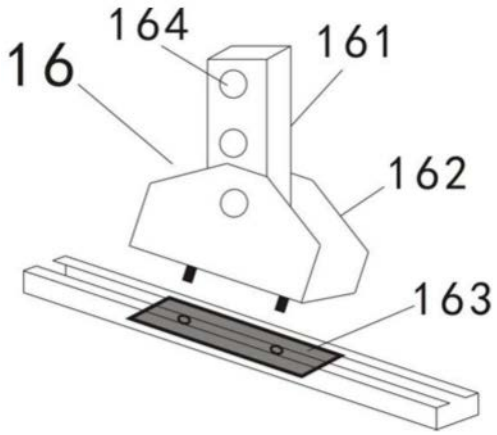



图8

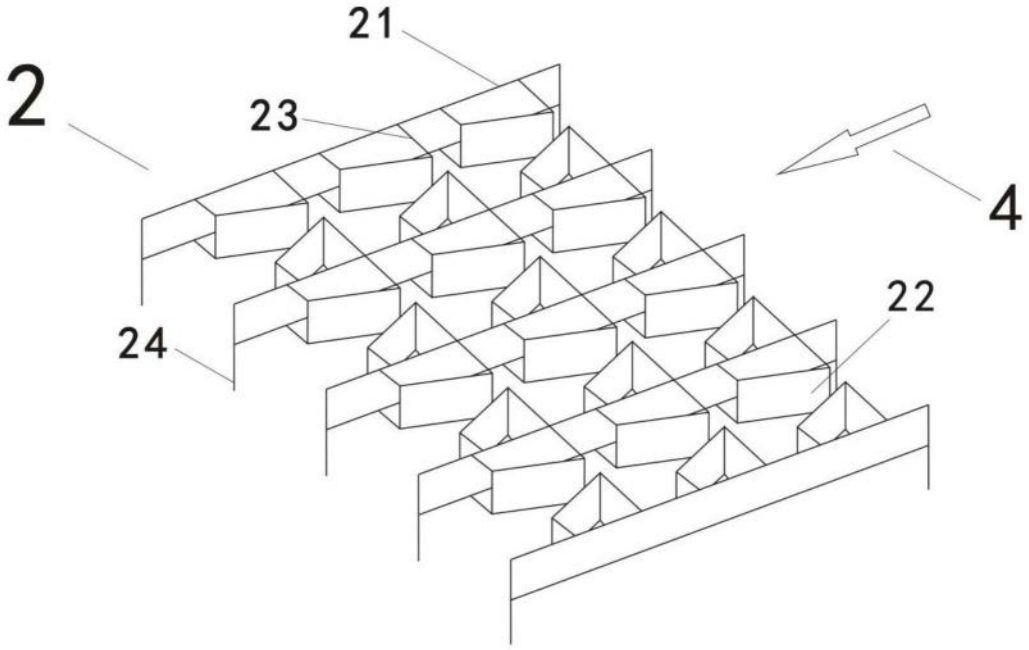



图9

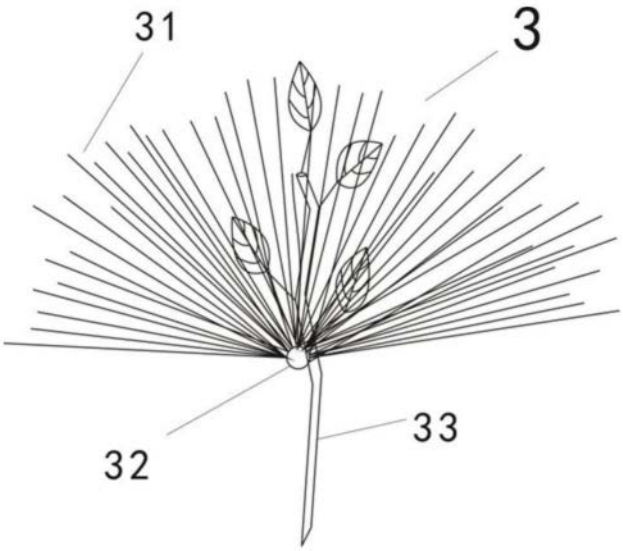



图10