



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120039355 A

(43) 申请公布日 2025.05.27

(21) 申请号 202510517677.0

(22) 申请日 2025.04.24

(71) 申请人 集美大学

地址 361021 福建省厦门市集美区银江路
185号

(72) 发明人 杨绍辉 李海舰 梁博 涂勇强
陈晓昆 曹耿宁 朱文正 范健宇
杜志昌 黄衍 冉星浩

(74) 专利代理机构 泉州协创知识产权代理事务
所(普通合伙) 35231

专利代理师 郑浩

(51) Int.Cl.

B63B 22/00 (2006.01)

F03B 13/14 (2006.01)

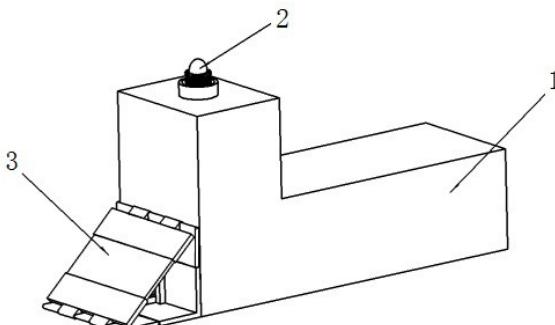
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮
标及其控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标及其控制方法,属于波浪能发电浮标技术领域,包括主浮体、空气透平和阻尼板,主浮体为中空的后弯管结构,空气透平安装在主浮体后端顶部的出气口处,阻尼板安装在主浮体的后端,阻尼板包括L形固定板、水平伸缩板、竖直伸缩板和倾斜活动板,L形固定板与主浮体固定连接,水平伸缩板与L型固定板的水平侧板水平滑动连接,竖直伸缩板与L型固定板的竖直侧板竖直滑动连接,倾斜活动板的上下两端分别与竖直伸缩板、水平伸缩板活动连接,L型固定板上设置有用于驱动水平伸缩板前后移动的第一伸缩驱动机构和用于驱动竖直伸缩板上下移动的第二伸缩驱动机构。本发明能够提高波浪能转换效率。



1. 一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,其特征在于,包括主浮体、空气透平和阻尼板,所述主浮体为中空的后弯管结构,所述空气透平安装在主浮体后端顶部的出气口处,所述阻尼板安装在主浮体的后端,所述阻尼板包括L形固定板、水平伸缩板、竖直伸缩板和倾斜活动板,所述L形固定板与主浮体固定连接,所述水平伸缩板与L型固定板的水平侧板水平滑动连接,所述竖直伸缩板与L形固定板的竖直侧板竖直滑动连接,所述倾斜活动板的上下两端分别与竖直伸缩板、水平伸缩板活动连接,所述L型固定板上设置有用于驱动水平伸缩板前后移动的第一伸缩驱动机构和用于驱动竖直伸缩板上下移动的第二伸缩驱动机构。

2. 根据权利要求1所述的带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,其特征在于,所述倾斜活动板的上端与竖直伸缩板的上端相铰接,所述倾斜活动板的下端与水平伸缩板的后端相铰接。

3. 根据权利要求2所述的带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,其特征在于,所述倾斜活动板包括上伸缩外板、下伸缩外板和中间伸缩内板,所述上伸缩外板与竖直伸缩板相铰接,所述下伸缩外板与水平伸缩板相铰接,所述中间伸缩内板的上下两端分别与上伸缩外板、下伸缩外板滑动连接。

4. 根据权利要求1所述的带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,其特征在于,所述L形固定板的竖直侧板设置有竖直滑槽,所述竖直伸缩板滑动安装于竖直滑槽内,所述L形固定板的水平侧板设置有水平滑槽,所述水平伸缩板滑动安装于水平滑槽内。

5. 根据权利要求1所述的带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,其特征在于,所述L形固定板的竖直侧板上设置有第一固定座,所述第一伸缩驱动机构的固定件与第一固定座相链接,所述竖直伸缩板上设置有第二固定座,所述第一伸缩驱动机构的活动件与第二固定座相链接。

6. 根据权利要求1所述的带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,其特征在于,所述L形固定板的水平侧板上设置有第三固定座,所述第二伸缩驱动机构的固定件与第三固定座相链接,所述水平伸缩板上设置有第四固定座,所述第二伸缩驱动机构的活动件与第四固定座相链接。

7. 根据权利要求1所述的带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,其特征在于,所述第一伸缩驱动机构为电动推杆、液压缸或气缸。

8. 根据权利要求1所述的带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,其特征在于,所述第二伸缩驱动机构为电动推杆、液压缸或气缸。

9. 一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标的控制方法,用于控制如权利要求1所述的带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,其特征在于,包括如下步骤:

- S1、设定传感器检测波浪角频率的时间间隔T;
- S2、设定浮标正常工作时的有功波浪角频率的上限 ω_1 、下限 ω_2 ;
- S3、通过传感器检测当前的波浪角频率 ω_i ;
- S4、判断当前的波浪角频率 ω_i 是否在有功波浪角频率范围内,若否,则浮标停止运行;若是,则计算浮标当前的垂荡固有频率 ω_n ;
- S5、判断浮标当前的垂荡固有频率 ω_n 是否等于当前的波浪角频率 ω_i ,若是,则执行步骤S6;若否,则通过第一伸缩驱动机构调整水平伸缩板的伸出长度,通过第二伸缩驱动机构

调整竖直伸缩板的伸出长度,进而改变浮标的垂荡固有频率 ω_n ,使浮标的垂荡固有频率 ω_n 和当前的波浪角频率 ω_i 相等;

S6、以时间间隔T为周期,重复步骤S3至步骤S5。

10. 根据权利要求9所述的带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标的控制方法,其特征在于,步骤S3中,通过第一伸缩驱动机构调整水平伸缩板的伸出长度,通过第二伸缩驱动机构调整竖直伸缩板的伸出长度的具体方法为:

根据浮标的垂荡固有频率 ω_n 和当前的波浪角频率 ω_i 的差值,计算出改变垂荡固有频率 ω_n 所需的附加质量;根据所需的附加质量,计算出所需的阻尼板的垂直投影面积;根据所需的阻尼板的垂直投影面积,通过第一伸缩驱动机构调整水平伸缩板的伸出长度,通过第二伸缩驱动机构调整竖直伸缩板的伸出长度。

带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于波浪能发电浮标技术领域,具体涉及一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标及其控制方法。

背景技术

[0002] 海洋能是一种依附于海水运动并具有可再生特性的自然资源,海洋能主要包括波浪能、潮流能、潮汐能等多种形式,是一种取之不尽用之不竭的能源。其中,波浪能作为海洋能中一种常见的形式,其具有存量大、吸收利用过程较少污染等特点,开发和利用波浪能,对缓解能源危机、减少环境污染具有重要意义。

[0003] 阻尼板是一种具有一定长度和厚度的金属板状结构,在海洋装备中,阻尼板是一种重要的组件,主要用于减缓和控制设备在海洋环境中受到的波浪和振动影响,在海洋能发电装置中,阻尼板有助于提升设备的稳定性和效率。阻尼板的形状和尺寸设计通常会经过优化,以最大限度地提高其能量吸收效率,装置的俘获特性可以通过阻尼板的结构改变额外阻尼和附加质量,进而改变装置的垂荡固有频率以及提升装置的非共振区的垂荡响应,以此扩大俘获宽度比。例如,公开号为CN111874159A的中国发明专利申请提出了一种波浪能发电浮标;公开号为CN116080825A的中国发明专利申请公开了一种波浪能发电浮标及其工作方法。

[0004] 根据国际上最新的分类方式,波浪能技术分为振荡水柱技术、振荡浮子技术和越浪技术三种,而振荡水柱式波浪能发电装置在国内外都有着广泛的关注,振荡水柱式波浪能发电装置利用波浪的上升和下降来改变装置内水柱的高度,装置中有气室用于存储和传递空气,水柱的高度变化引起气室的压力变化从而推动空气通过透平旋转,空气双向流动,以空气为能量转换的媒介,从而驱动空气透平旋转,最终电机将机械能转化为电能。

[0005] 现有的波浪能捕获装置大部分只能在特定的海况中才能发挥出较好的功效,无法根据现有的海况及时调整其垂荡固有频率,只能在一个较小的波浪周围范围内获取能量,致使效率较为低下。但在实际海况中,海洋的情况是不断变化的,因此,需要设计一种用于波浪能发电浮标的可变长度和角度的阻尼板,在吸收波浪能的过程中能够根据实际波况及时调整阻尼板的长度和角度,提升波浪能的转换效率。

发明内容

[0006] 鉴于现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标及其控制方法,用以解决或改善现有技术中存在的缺陷。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,包括主浮体、空气透平和阻尼板,所述主浮体为中空的后弯管结构,所述空气透平安装在主浮体后端顶部的出气口处,所述阻尼板安装在主浮体的后端,所述阻尼板包括L形固定板、水平伸缩板、竖直伸缩板和倾斜活动板,所述L形固定板与主浮体固定连接,所述竖直伸缩板与L形固定板的竖直侧板竖直滑动连接,所述水平伸缩板与L型固定板

的水平侧板水平滑动连接,所述倾斜活动板的上下两端分别与竖直伸缩板、水平伸缩板活动连接,所述L型固定板上设置有用于驱动水平伸缩板前后移动的第一伸缩驱动机构和用于驱动竖直伸缩板上下移动的第二伸缩驱动机构。

[0008] 优选地,所述倾斜活动板的上端与竖直伸缩板的上端相铰接,所述倾斜活动板的下端与水平伸缩板的后端相铰接。

[0009] 优选地,所述倾斜活动板包括上伸缩外板、下伸缩外板和中间伸缩内板,所述上伸缩外板与竖直伸缩板相铰接,所述下伸缩外板与水平伸缩板相铰接,所述中间伸缩内板的上下两端分别与上伸缩外板、下伸缩外板滑动连接。

[0010] 优选地,所述L形固定板的竖直侧板设置有竖直滑槽,所述竖直伸缩板滑动安装于竖直滑槽内,所述L形固定板的水平侧板设置有水平滑槽,所述水平伸缩板滑动安装于水平滑槽内。

[0011] 优选地,所述L形固定板的竖直侧板上设置有第一固定座,所述第一伸缩驱动机构的固定件与第一固定座相链接,所述竖直伸缩板上设置有第二固定座,所述第一伸缩驱动机构的活动件与第二固定座相链接。

[0012] 优选地,所述L形固定板的水平侧板上设置有第三固定座,所述第二伸缩驱动机构的固定件与第三固定座相链接,所述水平伸缩板上设置有第四固定座,所述第二伸缩驱动机构的活动件与第四固定座相链接。

[0013] 优选地,所述第一伸缩驱动机构为电动推杆、液压缸或气缸。

[0014] 优选地,所述第二伸缩驱动机构为电动推杆、液压缸或气缸。

[0015] 本发明还提供一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标的控制方法,包括如下步骤:

S1、设定传感器检测波浪角频率的时间间隔T;

S2、设定浮标正常工作时的有功波浪角频率的上限 ω_1 、下限 ω_2 ;

S3、通过传感器检测当前的波浪角频率 ω_i ;

S4、判断当前的波浪角频率 ω_i 是否在有功波浪角频率范围内,若否,则浮标停止运行;若是,则计算浮标当前的垂荡固有频率 ω_n ;

S5、判断浮标当前的垂荡固有频率 ω_n 是否等于当前的波浪角频率 ω_i ,若是,则执行步骤S6;若否,则通过第一伸缩驱动机构调整水平伸缩板的伸出长度,通过第二伸缩驱动机构调整竖直伸缩板的伸出长度,进而改变浮标的垂荡固有频率 ω_n ,使浮标的垂荡固有频率 ω_n 和当前的波浪角频率 ω_i 相等;

S6、以时间间隔T为周期,重复步骤S3至步骤S5。

[0016] 优选地,步骤S3中,通过第一伸缩驱动机构调整水平伸缩板的伸出长度,通过第二伸缩驱动机构调整竖直伸缩板的伸出长度的具体方法为:

根据浮标的垂荡固有频率 ω_n 和当前的波浪角频率 ω_i 的差值,计算出改变垂荡固有频率 ω_n 所需的附加质量;根据所需的附加质量,计算出所需的阻尼板的垂直投影面积;根据所需的阻尼板的垂直投影面积,通过第一伸缩驱动机构调整水平伸缩板的伸出长度,通过第二伸缩驱动机构调整竖直伸缩板的伸出长度。

[0017] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:本发明通过第一伸缩驱动机构能够调节水平伸缩板的伸缩长度,通过第二伸缩驱动机构能够调节竖直伸缩板的伸缩长度,从

而在不同的波浪角频率时,根据实际情况改变阻尼板的长度和角度,进而得到最优的波浪能转换效率,扩大浮标的俘获宽度比,解决了现有后弯管波浪能发电装置垂荡固有频率无法改变,导致吸收波浪能的转换效率较低的问题。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明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,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。

[0019] 图1为本发明实施例的一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标的整体结构示意图。

[0020] 图2为本发明实施例中的阻尼板的结构示意图。

[0021] 图3为本发明实施例中的上伸缩外板、中间伸缩内板和下伸缩外板的装配示意图。

[0022] 图4为本发明实施例中的竖直伸缩板和竖直侧板的装配示意图。

[0023] 图5为本发明实施例的一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标的控制方法的流程示意图。

[0024] 图中标记:1、主浮体;2、空气透平;3、阻尼板;31、L形固定板;311、水平侧板;312、竖直侧板;313、竖直滑槽;32、水平伸缩板;33、竖直伸缩板;34、倾斜活动板;341、上伸缩外板;342、下伸缩外板;343、中间伸缩内板;344、上倾斜滑槽;345、下倾斜滑槽;41、第一伸缩驱动机构;42、第二伸缩驱动机构。

具体实施方式

[0025] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例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。为了让本发明的上述特征和优点更明显易懂,下面特举实施例,并配合附图,作详细说明如下。

[0026] 如图1至图4所示,本发明的实施例提供一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标,包括主浮体1、空气透平2和阻尼板3,所述主浮体1为中空的后弯管结构,所述主浮体1的前端设有进液口,所述主浮体1的后端顶部设置有出气口,所述空气透平2安装在出气口处,所述阻尼板3安装在主浮体1的后端,所述阻尼板3包括L形固定板31、水平伸缩板32、竖直伸缩板33和倾斜活动板34,所述L形固定板31与主浮体1固定连接,所述竖直伸缩板33与L形固定板31的竖直侧板312竖直滑动连接,所述水平伸缩板32与L型固定板的水平侧板311水平滑动连接,所述倾斜活动板34的上下两端分别与竖直伸缩板33、水平伸缩板32活动连接,所述L型固定板上设置有用于驱动水平伸缩板32前后移动的第一伸缩驱动机构41和用于驱动竖直伸缩板33上下移动的第二伸缩驱动机构42。

[0027] 在本实施例中,所述倾斜活动板34的上端与竖直伸缩板33的上端相铰接,所述倾斜活动板34的下端与水平伸缩板32的后端相铰接,通过铰接结构使倾斜活动板34的两端能够绕其铰接轴旋转。

[0028] 在本实施例中,所述倾斜活动板34可以包括上伸缩外板341、下伸缩外板342和中

间伸缩内板343,所述上伸缩外板341与竖直伸缩板33相铰接,所述下伸缩外板342与水平伸缩板32活动连接相铰接,所述中间伸缩内板343的上下两端分别与上伸缩外板341、下伸缩外板342滑动连接。

[0029] 在本实施例中,所述上伸缩外板341内可以设置有上倾斜滑槽344,所述中间伸缩内板343的上端部滑动安装于上倾斜滑槽344内,所述中间伸缩内板343的上端部可以在上倾斜滑槽344内自由滑动;所述下伸缩外板342内设置有下倾斜滑槽345,所述中间伸缩内板343的下端部滑动安装于下倾斜滑槽345内,所述中间伸缩内板343的下端部可以在下倾斜滑槽345内自由滑动。

[0030] 在本实施例中,所述L形固定板31的竖直侧板312可以设置有竖直滑槽313,所述竖直伸缩板33滑动安装于竖直滑槽313内,通过竖直滑槽313实现竖直伸缩板33可以相对L形固定板31的竖直侧板312自由滑动;所述L形固定板31的水平侧板311可以设置有水平滑槽,所述水平伸缩板32滑动安装于水平滑槽内,通过水平滑槽实现水平伸缩板32可以相对L形固定板31的水平侧板311自由滑动。

[0031] 在本实施例中,所述L形固定板31的竖直侧板312上设置有第一固定座(图中省略),所述第一伸缩驱动机构41的固定件与第一固定座相连接,所述竖直伸缩板33上设置有第二固定座(图中省略),所述第一伸缩驱动机构41的活动件与第二固定座相连接。所述L形固定板31的水平侧板311上设置有第三固定座(图中省略),所述第二伸缩驱动机构42的固定件与第三固定座相连接,所述水平伸缩板32上设置有第四固定座(图中省略),所述第二伸缩驱动机构42的活动件与第四固定座相连接。

[0032] 在本实施例中,所述第一伸缩驱动机构41优选但不局限于为电动推杆,当然也可以选用液压缸或气缸;所述第二伸缩驱动机构42优选但不局限于为电动推杆,当然也可以选用液压缸或气缸。

[0033] 本实施例的工作原理如下:波浪的运动使主浮体1内的水位发生改变,导致主浮体1内的气室与外界产生气压差,形成快速流动的气流,空气通过空气透平2双向流动,带动空气透平2旋转,机械能转化为电能,最终带动发电机发电。

[0034] 浮标的附加质量与阻尼板3的垂直投影面积有关,可以通过改变阻尼板3的垂直投影面积,使浮标在垂荡方向上的附加质量得到改变,最终改变浮标的垂荡固有频率。阻尼板3的垂直投影面积变化越大,阻尼板3所改变的附加质量也越大,在相同的波浪周期下,阻尼板3的面积越大,浮标的附加质量也越大,则垂荡固有频率就越小。阻尼板3的面积越小,浮标的附加质量也越小,则垂荡固有频率就越大。在瞬息万变的海况中,及时调整垂荡固有频率可以有效提升浮标的能量转换效率。

[0035] 如图1至图5所示,本实施例还提供一种带可变长度和角度阻尼板的波浪能发电浮标的控制方法,包括如下步骤:

S1、设定传感器检测波浪角频率的时间间隔T;

S2、设定浮标正常工作时的有功波浪角频率的上限 ω_1 、下限 ω_2 ;

S3、通过传感器检测当前的波浪角频率 ω_i ;

S4、判断当前的波浪角频率 ω_i 是否在有功波浪角频率范围内,若否,则浮标停止运行;若是,则计算浮标当前的垂荡固有频率 ω_n ;

S5、判断浮标当前的垂荡固有频率 ω_n 是否等于当前的波浪角频率 ω_i ,若是,则执

行步骤S6；若否，则通过第一伸缩驱动机构41调整水平伸缩板32的伸出长度，通过第二伸缩驱动机构42调整竖直伸缩板33的伸出长度，进而改变浮标的垂荡固有频率 ω_n ，使浮标的垂荡固有频率 ω_n 和当前的波浪角频率 ω_i 相等；

S6.以时间间隔T为周期，重复步骤S3至步骤S5。

[0036] 在本实施例中，步骤S3中，通过第一伸缩驱动机构41调整水平伸缩板32的伸出长度，通过第二伸缩驱动机构42调整竖直伸缩板33的伸出长度的具体方法为：

根据浮标的垂荡固有频率 ω_n 和当前的波浪角频率 ω_i 的差值，计算出改变垂荡固有频率 ω_n 所需的附加质量；根据所需的附加质量，计算出所需的阻尼板3的垂直投影面积；根据所需的阻尼板3的垂直投影面积，通过第一伸缩驱动机构41调整水平伸缩板32的伸出长度，通过第二伸缩驱动机构42调整竖直伸缩板33的伸出长度。

[0037] 其中，波浪能发电浮标的垂荡固有频率 ω_n 计算公式如下：

$$\omega_n = \sqrt{\frac{c}{m + A_{33}}} ;$$

式中，m是波浪能发电浮标的质量， A_{33} 是波浪能发电浮标的附加质量，c是恢复力系数。当波浪能发电浮标的附加质量 A_{33} 越大，则波浪能发电浮标的垂荡固有频率 ω_n 越小；反之，则相反。

[0038] 其中，波浪能发电浮标的附加质量 A_{33} 计算公式如下：

$$A_{33} = \frac{7}{8} \rho S \sqrt{H_0 h} ;$$

式中， ρ 是海水的密度，S是阻尼板的垂直投影面积， H_0 是海水的深度，h是阻尼板位于海水下的深度。当水平伸缩板32的伸出长度越长，则阻尼板3的垂直投影面积S越大，进而波浪能发电浮标的附加质量 A_{33} 越大；反之，则相反。同时，调整竖直伸缩板33的伸出长度，可以改变波浪能发电浮标的重心高度，降低波浪能发电浮标的重心，可以提升浮标的稳定性。

[0039] 本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0040] 此外，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多个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0041] 在本发明中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0042] 本发明中未详细说明的内容均属于现有技术，在此不再赘述。

[0043] 最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管

参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

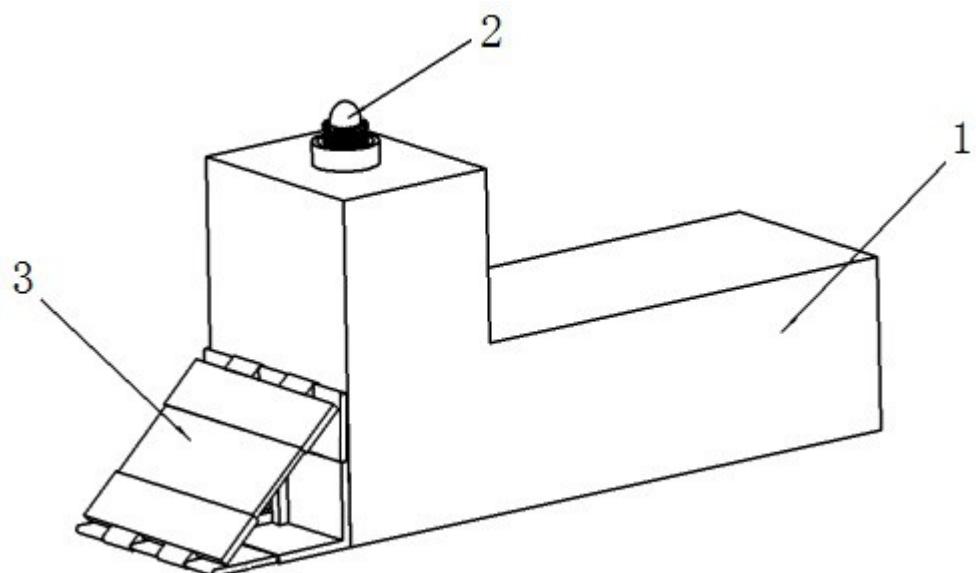


图1

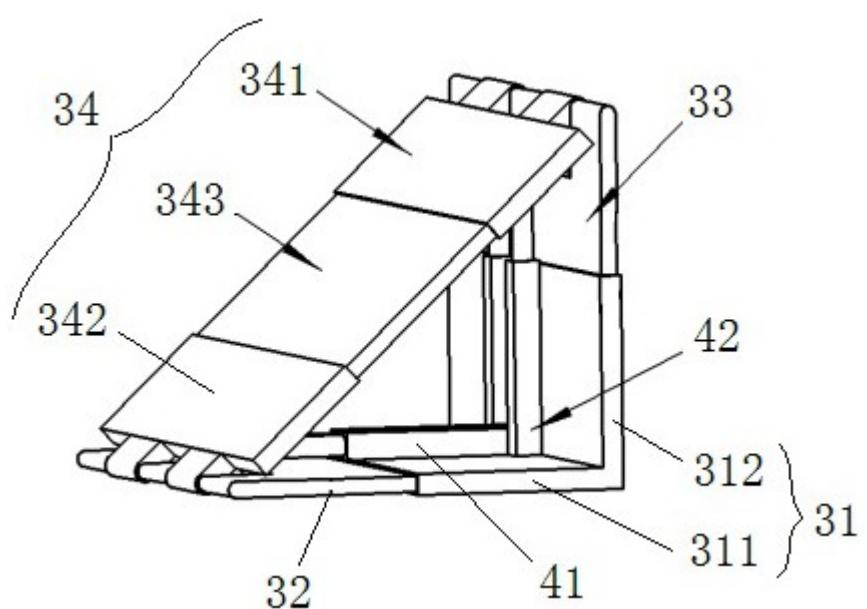


图2

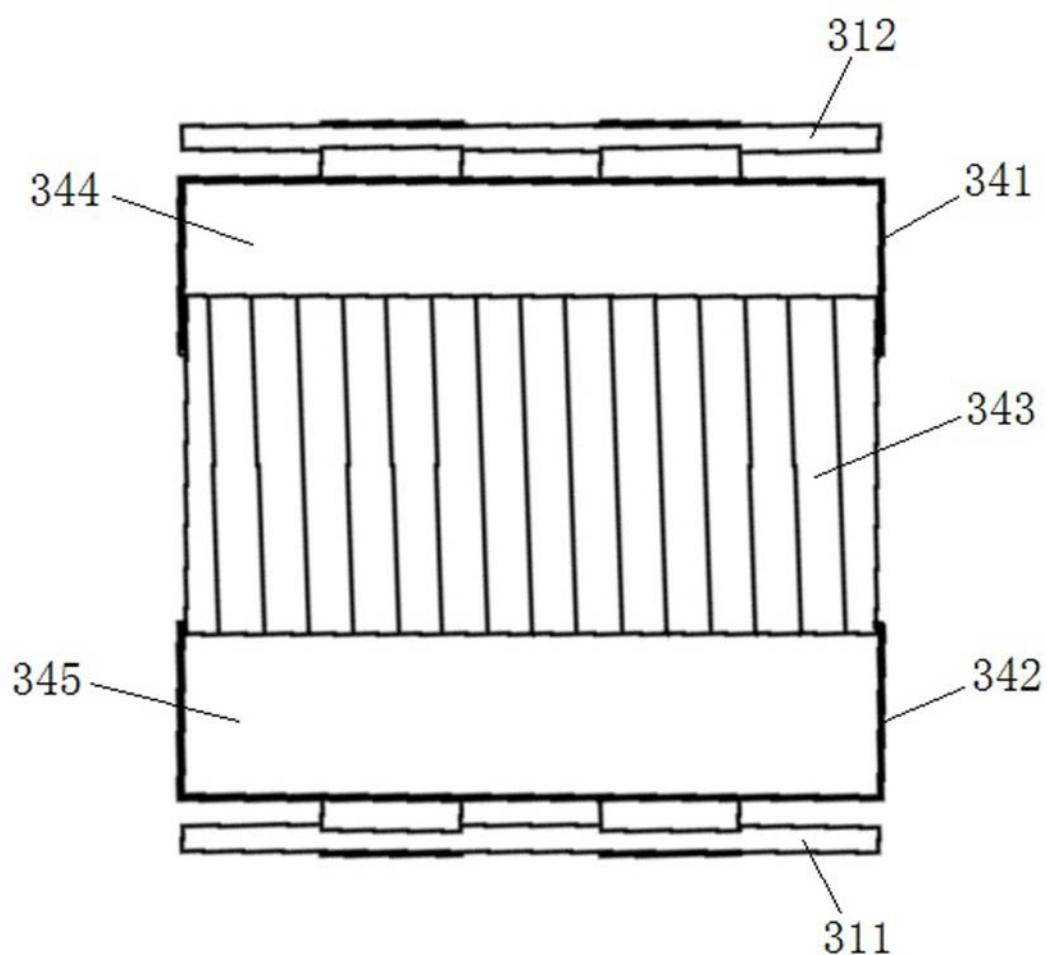


图3

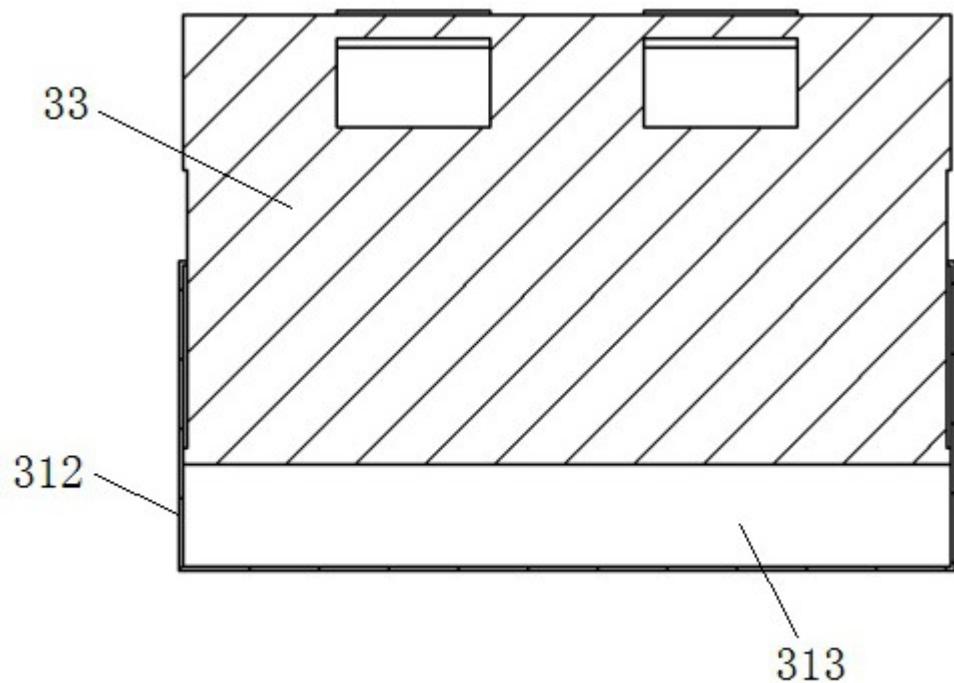


图4

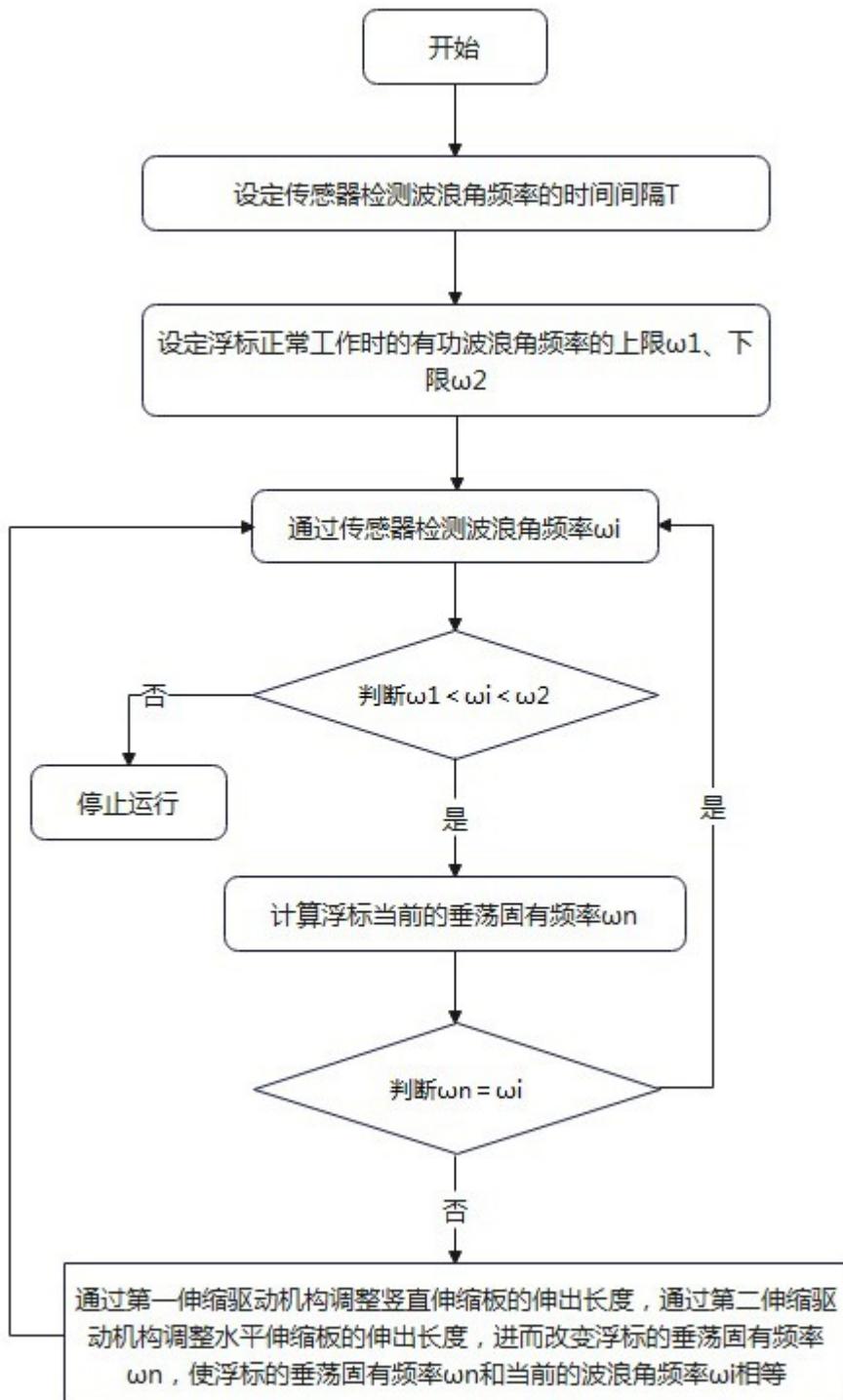


图5