



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110359420 A

(43)申请公布日 2019.10.22

(21)申请号 201910585464.6

(22)申请日 2019.07.01

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 何方 胡征宇 赵嘉俊 张华山  
冷杰

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司  
33200

代理人 郑海峰

(51)Int.Cl.

E02B 3/06(2006.01)

E02B 9/08(2006.01)

A01K 61/73(2017.01)

F03B 13/24(2006.01)

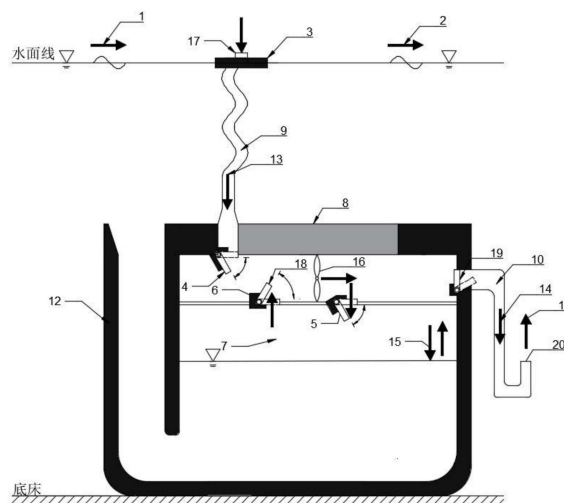
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

### (54)发明名称

一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤及其工作方法

### (57)摘要

本发明公开了一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤及其工作方法，属于近海工程领域。波峰波谷交替引起堤内气室水体振荡，波谷时，气室内水柱下降，气室内压强降低，注气阀开启、排气阀关闭，高压气流通过推动透平转动，带动发电机组完成波浪能到电能的转化；波峰时，气室内水柱上升，气室内压强上升，注气阀关闭、排气阀开启，高压气流先推动透平转动，带动发电机组完成波浪能到电能的转化，再通过排气通道推动深层海水，形成人工上升流。本发明集成波浪能发电、人工鱼礁、防浪消波及产生人工上升流功能，环境友好且可持续，在消波护岸及利用可再生能源的基础上，促进渔业和海洋生产力发展，经济价值与实际意义巨大。



1. 一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤,其特征在于由潜堤主体结构、波浪能转化系统、人工上升流生成系统构成;

所述的潜堤主体结构布置于近海海底,潜堤主体上设有入水口,内部设有气室(7);

所述的波浪能转化系统包括腔室、第一注气阀(4)、第二注气阀(5)、发动机组(8)、第一排气阀(18)、第二排气阀(19)、空气透平(16)、注气软管(9)和海平面浮标(3);

所述的人工上升流生成系统包括排气通道(10);

腔室位于气室(7)顶部,空气透平(16)位于腔室中部,将腔室分为左右两个半腔,腔室通过分别安装在左右两个半腔的第二注气阀(5)和第二排气阀(19)与气室(7)进行气体交换;腔室通过安装在腔室顶部的第一注气阀(4)和第二排气阀(19)注气和排气;其中第一注气阀(4)、第二注气阀(5)位于同一半腔,第一排气阀(18)、第二排气阀(19)位于同一半腔;

空气透平(16)与发动机组(8)连接;第一注气阀(4)通过注气软管(9)与海平面浮标(3)相连,注气软管(9)的注气口(17)与大气相通;第二排气阀(19)与排气通道(10)相通;排气通道(10)的排气口(20)开口朝上。

2. 根据权利要求1所述的兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤,其特征不在于所述的空气透平(16)安装在左右两个半腔间的气流流动通道上。

3. 根据权利要求1所述的兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤,其特征不在于所述的第一注气阀(4)、第二注气阀(5)、第一排气阀(18)、第二排气阀(19)均为单向阀门。

4. 根据权利要求1所述的兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤,其特征不在于所述的排气口(20)位于背浪侧,且位于深层海水处。

5. 根据权利要求1所述的兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤,其特征不在于所述的入水口位于潜堤主体顶部,入水口通过潜堤主体结构内部的流道与气室(7)下部的水体连通。

6. 一种权利要求1所述潜堤的工作方法,其特征不在于:

初始阶段,注气阀与排气阀均处于关闭状态;波峰波谷交替引起堤内气室(7)水体振荡,波谷时,在气室(7)内外压差作用下,第一注气阀(4)、第二注气阀(5)开启,第一排气阀(18)、第二排气阀(19)关闭,高压气流通过注气软管(9)推动空气透平(16)转动,从而带动发电机组(8)完成波浪能到机械能再到电能的转化;波峰时,气室内水柱上升,引起气室内外产生压差,第一注气阀(4)、第二注气阀(5)关闭,第一排气阀(18)、第二排气阀(19)开启,高压气流推动空气透平(16)转动完成发电;同时高压气流通过排气通道(10)推动深层海水,形成人工上升流,将海底富营养盐水体抬升至浅层;

此外,潜堤主体通过与波浪相互作用,引起波浪破碎或变形从而耗散波浪能,起到防浪消波的作用。

## 一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤及其工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及近海工程领域,具体涉及一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤及其工作方法。

### 背景技术

[0002] 随着世界经济社会的发展,化石燃料日益紧缺,能源问题迫在眉睫。波浪能是海洋能中分布最广、蕴藏巨大、绿色清洁的可再生能源,开发与利用波浪能对于解决能源问题及降低环境污染问题具有十分重要的经济价值与生态意义。我国的波浪能资源广袤,若得以充分利用和开发,将具有广阔的前景。

[0003] 当下,受到开发成本、利用规模、经济效益、投资回收周期等诸多制约因素的影响,单独建设波浪能转化装置受到制约。国内外专家学者将目光投向波浪能转化装置与防波堤建设相结合的方向,使得装置在消波阻浪的同时,可以捕获波浪能,实现发电。但现有的复合式防波堤设计方案仍存在着功能较少且结合效率低等缺陷,应用到实际工程项目中其经济性仍不够高。

[0004] 海水中的营养盐成分是海洋生态系统中各种浮游植物的养料,丰富的营养盐可以促进浮游植物生长,从而促进渔业,提高海洋生产力。然而营养盐随着海水深度的增加而增加,与深层海水相比,海洋真光层营养盐浓度较低,需要通过人工制造上升流的方式提升海底富营养盐水体至海水浅层,提升海洋生产力水平。

[0005] 在当下诸多公开的技术专利中,往往关注于直立堤等传统防波堤与波浪发电相结合,尚未有将潜堤、波浪能转化装置、人工上升流及人工鱼礁耦合的多功能技术方案,在当今世界海洋空间格局下,实现该项多功能集成耦合技术,对促进海洋空间规划,改善海洋生态环境,提高经济价值显得尤为重要。

### 发明内容

[0006] 本发明克服了现有技术中的不足,对现有技术进行了创新,提出了一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤。其主要目的在于提供一种集成波浪能发电、人工鱼礁、防浪消波及产生人工上升流功能的潜堤,环境友好且可持续,在消波护岸及利用可再生能源的基础上,促进渔业和海洋生产力发展,经济价值与实际意义巨大。

[0007] 为实现上述技术功能,本发明采用如下技术方案:

[0008] 一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤,由潜堤主体结构、波浪能转化系统、人工上升流生成系统构成;

[0009] 所述的潜堤主体结构布置于近海海底,潜堤主体上设有入水口,内部设有气室(7);

[0010] 所述的波浪能转化系统包括腔室、第一注气阀(4)、第二注气阀(5)、发动机组(8)、第一排气阀(18)、第二排气阀(19)、空气透平(16)、注气软管(9)和海平面浮标(3);

[0011] 所述的人工上升流生成系统包括排气通道(10)；

[0012] 腔室位于气室(7)顶部,空气透平(16)位于腔室中部,将腔室分为左右两个半腔,腔室通过分别安装在左右两个半腔的第二注气阀(5)和第二排气阀(19)与气室(7)进行气体交换;腔室通过安装在腔室顶部的第一注气阀(4)和第二排气阀(19)注气和排气;其中第一注气阀(4)、第二注气阀(5)位于同一半腔,第一排气阀(18)、第二排气阀(19)位于同一半腔;

[0013] 空气透平(16)与发动机组(8)连接;第一注气阀(4)通过注气软管(9)与海平面浮标(3)相连,注气软管(9)的注气口(17)与大气相通;第二排气阀(19)与排气通道(10)相通;排气通道(10)的排气口(20)开口朝上。

[0014] 作为本发明的优选方案,所述的空气透平(16)安装在左右两个半腔间的气流流动通道上。

[0015] 作为本发明的优选方案,所述的第一注气阀(4)、第二注气阀(5)、第一排气阀(18)、第二排气阀(19)均为单向阀门。

[0016] 作为本发明的优选方案,第一注气阀(4)、第二注气阀(5)、第一排气阀(18)、第二排气阀(19)由转动阀门和卡扣组成,转动阀门前端均采用橡胶材料,保证密封性优异。卡扣(6)限制四个转动阀门的转动角度,其中第一注气阀(4)转动角度范围为 $-60^{\circ}\sim 0^{\circ}$ ;第二注气阀(5)转动角度范围为 $-60^{\circ}\sim 0^{\circ}$ ;第一排气阀(18)转动角度范围为 $0^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ;第二排气阀(19)转动角度范围为 $120^{\circ}\sim 180^{\circ}$ ,从而保证在注气过程中,注气阀开启,排气阀关闭;在排气过程中,注气阀关闭,排气阀开启。通过气室内外压差对四个转动阀门的共同作用,实现完成注气过程与排气过程,两个过程均产生高压气流通过气室(7)上方安装的空气透平(16)。初始阶段,注气阀与排气阀均处于关闭状态。

[0017] 作为本发明的优选方案,所述的排气口(20)位于背浪侧,排气口(20)位于深层海水处。

[0018] 作为本发明的优选方案,所述的入水口位于潜堤主体顶部,入水口通过潜堤主体结构内部的流道与气室(7)下部的水体连通。

[0019] 本发明还公开了一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤的工作方法:

[0020] 初始阶段,注气阀与排气阀均处于关闭状态;波峰波谷交替引起堤内气室(7)水体振荡,波谷时,在气室(7)内外压差作用下,第一注气阀(4)、第二注气阀(5)开启,第一排气阀(18)、第二排气阀(19)关闭,高压气流通过注气软管(9)推动空气透平(16)转动,从而带动发电机组(8)完成波浪能到机械能再到电能的转化;波峰时,气室内水柱上升,气室内压强骤增,引起气室内外产生压差,第一注气阀(4)、第二注气阀(5)关闭,第一排气阀(18)、第二排气阀(19)开启,高压气流推动空气透平(16)转动完成发电;从而通过联动轴带动发电机组完成波浪能到机械能再到电能的转化;实现波浪能发电并存储,产生实际经济价值。

[0021] 同时高压气流通过排气通道(10)推动深层海水,形成人工上升流,将海底富营养盐水体抬升至浅层;促进渔业及海洋生产力,推动区域生态环境发展;

[0022] 此外,潜堤主体通过与波浪相互作用,引起波浪破碎或变形从而耗散波浪能,起到防浪消波的作用。同时可以发挥人工鱼礁的作用,为鱼类群集提供栖息繁衍的场所,促进渔业发展。

[0023] 本发明的有益之处在于：

[0024] 本发明兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤，创新性地集成波浪能发电、人工鱼礁、防浪消波及产生人工上升流功能的潜堤，在较小的成本投入条件下，可以完成多项功能耦合，不仅可以发挥潜堤衰减波浪能的特性，还可以捕获波浪能，源源不断地将可再生能源转化成电能实现经济效益，新颖地将振荡水柱式波能发电装置与产生人工上升流功能相互耦合，促进渔业和海洋生产力发展，经济价值与实际意义巨大。

[0025] 本发明兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤，同时可以作为水下的人工鱼礁，不仅可以大大改善海域生态环境，还能够为海洋生物创造良好的栖息环境，为其提供繁衍后代、躲避天敌的场所，促进渔业发展，提高海洋生态系统稳定性。

[0026] 本发明兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤，弥补了以往技术中波浪能装置功能单一，开发成本高、利用规模小、经济效益低、投资回收周期长等诸多制约因素，多功能的集成耦合装置以较小的投入完成最大的收益，解决了近海工程中至关重要的一项技术难题。

[0027] 本发明兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤，结构简单，可靠性高，兼顾保障生态功能及经济效益，弥补了过去技术只考虑单一功能而造成大量的成本浪费与人力消耗。本发明装置易于工程实现，集成波浪能发电、人工鱼礁、防浪消波及产生人工上升流功能，可持续能源转化，促进海洋生态系统，新颖性、经济价值及实用性十分显著。

## 附图说明

[0028] 图1是本发明的结构布置示意图。

[0029] 图中：1.入射波方向、2.透射波方向、3.浮标、4.第一注气阀、5.第二注气阀、6.卡扣、7.气室、8.发动机组、9.注气软管、10.排气通道、11.上升流方向、12.堤身、13.注气方向、14.排气方向、15.振荡水柱方向、16.空气透平、17.注气口、18.第一排气阀、19.第二排气阀、20.排气口。

## 具体实施方式

[0030] 下面对本发明的技术方案进行进一步说明，但是本发明的保护范围不局限于所述实施实例。

[0031] 参见图1所示，本发明实施例所提供的一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤，其结构主体由潜堤主体结构、波浪能转化系统、人工上升流生成系统构成。所述潜堤主体结构安装有注气软管(9)及排气通道(10)，其中注气软管(9)延伸至海平面浮标(3)；通过注气口(17)与大气压相通，排气通道(10)延伸至深层海水。所述波浪能转化系统由腔室、第一注气阀(4)、第二注气阀(5)、第一排气阀(18)、第二排气阀(19)、气室(7)、发动机组(8)、注气软管(9)、空气透平(16)、注气口(17)及排气口(20)构成。所述人工上升流生成系统由排气口(20)、及排气通道(10)构成。

[0032] 本发明的一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤，所述的潜堤主体，布置于近海海底，堤顶宽度15m，堤顶高程-3m，内部设有气室(7)，壁厚1m。上部安装有浮标(3)位于海平面，与注气软管(9)刚性连接。注气软管(9)上端伸出水平面与大气相

通,下端与气室(7)连通,密封良好。排气通道(10)上端连通深层海水,下端与气室(7)连通,密封良好;潜堤主体一方面通过与波浪相互作用,引起波浪碎或剧烈变形从而耗散波浪能。

[0033] 本发明的一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤,所述的波浪能转化系统,由堤内气室(7)振荡水柱推动空气产生往复高压气流发电,气室(7)上部分别设有空气透平(16)、发动机组(8)。气室(7)注气过程与排气过程通过第一注气阀(4)、第二注气阀(5)、第一排气阀(18)、第二排气阀(19)协调完成,第一注气阀(4)与第二排气阀(19)分别与注气软管(9)和排气通道(10)连接。卡扣(6)限制四个转动阀门的转动角度,其中第一注气阀(4)转动角度范围为 $-60^{\circ}\sim 0^{\circ}$ ;第二注气阀(5)转动角度范围为 $-60^{\circ}\sim 0^{\circ}$ ;第一排气阀(18)转动角度范围为 $0^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ;第二排气阀(19)转动角度范围为 $120^{\circ}\sim 180^{\circ}$ ,从而保证在注气过程中,注气阀开启,排气阀关闭;在排气过程中,注气阀关闭,排气阀开启。通过气室内外压差对四个转动阀门的共同作用,实现完成注气过程与排气过程,两个过程均产生高压气流通过气室(7)上方安装的空气透平(16)。初始阶段,注气阀与排气阀均处于关闭状态。当波浪沿入射波方向(1)传播式,波峰波谷交替引起堤内气室水体垂向振荡,气室内水柱振荡方向为(15)所示。波谷时,气室内水柱下降,引起气室内气压降低,外界气压与气室气压形成的压力差,在压差的作用下形成注气阀开启,排气阀关闭的状态,高压气流推动空气透平(16)转动,从而通过联动轴带动发电机组完成波浪能到机械能再到电能的转化;波峰时,气室内水柱上升,引起气室内气压骤增,外界气压与气室气压形成的压力差,在压差的作用下形成注气阀开启,排气口关闭的状态,高压气流推动空气透平(16)转动,从而通过联动轴带动发电机组完成波浪能到机械能再到电能的转化;实现波浪能发电并存储,产生实际经济价值。

[0034] 本发明的一种兼顾波浪发电与人工鱼礁功能可产生人工上升流的潜堤,所述装置优选采用的人工上升流生成系统,其特征在于与波浪能转化系统耦合,通过排气通道(10)将气室(7)与深层海水连通,波峰时,气室(7)内水柱上升,水柱推动空气导致气室(7)内气压迅速增大,气室内外气压差作用下引起注气阀关闭,排气阀开启,高压气流通过排气通道推动深层海水,形成人工上升流,人工上升流沿(11)方向,将海底富营养盐水体抬升至浅层,促进渔业及海洋生产力,推动区域生态环境发展。

[0035] 当然,以上只是本发明的具体应用范例,本发明还有其他的实施方式,凡采用等同替换或等效变换形成的技术方案,均落在本发明所要求的保护范围之内。

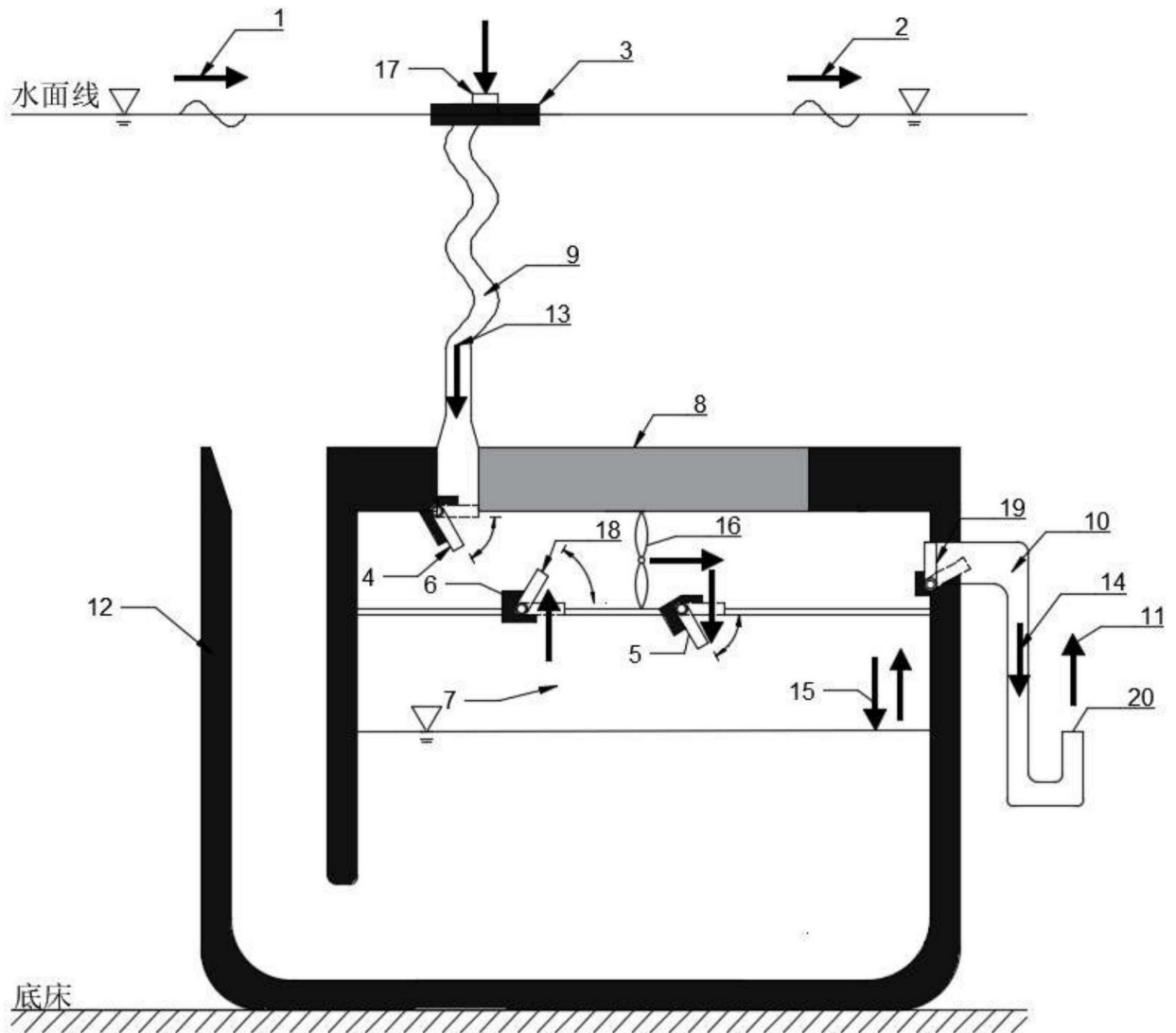


图1