

浪能的双重传动式发电装置设计

于玲 陈雨晴
(重庆交通大学航运与船舶工程学院 重庆 400000)

摘要: 本文设计了一种利用海洋波浪能的双重传动式发电装置, 通过滚动螺旋实现能量转换, 将不规则的海洋波浪上下震荡运动转化为单向旋转运动, 同时通过中间齿轮和两个单向齿轮的啮合实现双重传动。适用于无人机、航行器充电, 沿海居民、无人岛屿供电, 海上钻井或其他能源开采设施提供电力, 其结构性能稳定, 对我国现阶段海洋能源的开采利用具有重要借鉴意义。

关键词: 波浪能; 高效发电; 滚动螺旋; 双重传动

0 引言

人类的发展离不开能源的消耗, 在全球经济飞速发展、世界各国工业化进程不断加深的今天, 对能源的需求也达到了前所未有的高度。对我国而言, 如此快速的实现工业化, 在人类历史上上古冠今, 但其资源消耗与污染排放所造成对环境的负担也是前所未有的。就目前占主导地位的火力发电而言, 我国每年产生 140 万吨二氧化碳, 1500 万吨烟尘, 二氧化碳的大量排放导致全球变暖现象愈发严重, 各地高温记录常常被打破, 冰川, 冻土消融和海平面上升, 危害自然生态系统的平衡同时也威胁着人类自身的安危; 粉尘则是造成如今雾霾污染的主要因素, 其直接威胁着人们的生命, 长期身处粉尘污染的环境会引起多种心血管、呼吸道疾病等, 再者粉尘污染的治理花费资金多且治理难度较大。因此, 新能源的开发与利用于我国而言相当必要且十分紧迫。

海洋面积占地球的 71%, 其中蕴藏着巨大的、洁净的、可再生的海洋能源。据学者估计世界海洋能源的理论蕴藏量为 1500 多亿千瓦, 可以开发利用的为 73.8 亿千瓦, 其中波浪能高达 27 亿千瓦, 为海洋中最具开发潜力的可再生资源。目前各国, 如美国、德国、法国、澳大利亚等, 在原有先发优势的基础上愈发加大了海洋能技术攻关的资金支持, 国际上海洋能相关的合作组织也纷纷成立, 推动海洋能开发利用的发展浪潮。随着我国振兴海洋战略在 2012 年“十八大”上的提出, 中央和地方政府投入大量资金并出台多项有利政策以推动海洋全产业链发展。波浪能的有效利用对我国发展沿海区域和海岛经济、巩固国防和维护祖国的海洋权益有着重大意义。目前, 我国波浪能发电研究领域仍处在比较落后的阶段, 研究波浪能发电新技术, 加快波浪能开发利用是我们的重要努力方向。

1 设计原理

1.1 工作原理

如工作原理图所示, 浮子-1 在波浪垂荡运动的作用下, 通过推杆和连接板-2 带动滚珠螺母-3 做上下往复运动, 经过滚珠螺旋传动转换为螺杆-4 的双向旋转运动, 再经过齿轮-5 传动使得两侧的单向齿轮-6 做单向旋转运动, 由联轴器-7 将单向齿轮-6 的单向旋转运动的机械能输入发电机-8 转化为电能。

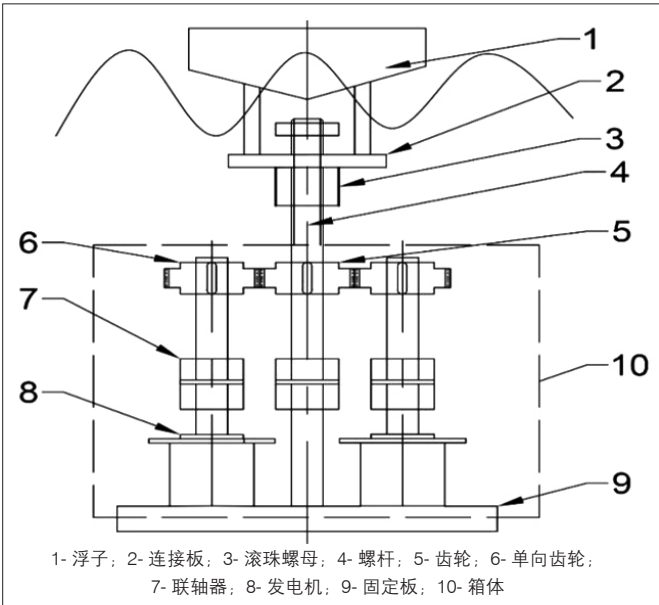


图 发电部分工作原理图

波浪能转换为电能的一个发电周期的过程如下:

浮子-1 向上运动时, 经过滚珠螺旋传动转换成齿轮-5 顺时针旋转, 再经过齿轮-5 传动使得左侧单向齿轮-6 逆时针旋转, 从而使得左侧发电机发电; 浮子-1 向下运动时, 经过滚珠螺旋传动转换成齿轮-5 逆时针旋转, 再经过齿轮-5 传动使得右侧单向齿轮顺时针旋转, 从而使得右侧发电机发电。

1.2 具体结构设计

发电部分具体结构如表 1 所示。

2 发电效率分析

2.1 波浪能量的计算

由干浮子质量 $m=120\text{kg}$, 附加浮子质量 $m_w=\rho\frac{D^3}{6}=295.2\text{kg}$, 浮子入水截面积 $A_{wp}=\frac{\pi D^2}{4}=1.1304\text{m}^2$, 运动振幅 $Z_0=\frac{1.043\times F_0}{\rho g A_{wp}}=0.862\text{m}$, 一个波浪周期内浮子吸收的能量:

$$E_F=\frac{1}{2}[(m+m_w)\omega^2+\rho g A_{wp}]Z_0^2=9788.8\text{J}$$

2.2 二级转换效率的计算

查阅国家机械设计手册, 确定各个机构的机械传动理论效率可以估算出整个机械传动部分的传动效率, 如表 2。

表 1 发电部分具体结构表

组成部分构建作用			
受力部分	浮子部分	浮子	浮子漂浮在海平面上，波浪作用在浮子上，使得浮子随着海浪上下运动，从而带动滚珠螺杆做旋转运动，将波浪能转化为机械能。
	支撑部分	连接板、推杆	使浮子与滚动螺旋更好的连接，加强装置的稳定性。
传动部分	转化部分	滚动螺旋	将浮子通过海浪产生的上下运动转化为滚珠丝杠的旋转运动，起到能量转化的作用。
	传递部分	齿轮、单向齿轮	通过中间齿轮分别与两个齿轮的啮合使得滚珠丝杠的往复运动转化成两个单向齿轮产生的单向旋转运动。
能量转换部分	转化部分	发电机	通过发电机将机械传动装置传递过来的机械能转化为电能。
	支撑部分	联轴器、连杆	联轴器与连杆的连接有利于保持装置的稳定性，支撑装置，同时保证了能量向发电机的传递。
固定部分	保护部分	以防水材料制作的箱体	通过箱体的保护，隔绝了装置与水的有效接触，使得装置的防水性能提升，不易被海水腐蚀，提高装置的寿命。
	承力部分	连杆、轴承、固定板	对装置总体起一个固定与支撑的作用，有利于保持装置的稳定性与抗压性。

表 2 机械零件理论传动效率

传动形式	传动效率
滚珠丝杠	0.85-0.95
齿轮	0.97
单向齿轮	0.48
波级联轴器	0.99-0.995

一个单向齿轮单独运转时：
 $\eta_{21}=0.90 \times 0.97 \times 0.48 \times 0.99$
 $\eta_{21}=0.42$
两个单向齿轮单独联合运转时：
 $\eta_{22}=0.90 \times 0.97 \times 0.48 \times 0.99 \times 2$
 $\eta_{22}=0.84$
2.3 三级转换效率
为了衡量发电机将输入的机械能转变为电能的效率，将发电机的输出功率与输入功率之比，称为发电机效率。
一般小功率的同步发电机的效率为 85% ~ 95%，大、中功率的同步发电机的效率为 95% ~ 98%，结合本文的振荡浮子式波浪能发电装置，选择发电机的效率 η_3 为 0.90。

一个周期内通过波浪作用于浮子通过装置产生的电能为：

$$E_{电}=E_1 \times \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3$$
$$E_{电}=9788.8 \times 0.84 \times 0.90=7400.3J$$

3 创新点

(1) 本发电装置设计了双重旋转的传动结构，将不规则的海洋波浪上下震荡运动转化为两个单向旋转运动，使两个发电机组连续交替运转，从而提高了波浪能的转换效率与能量利用率

(2) 滚动螺旋的直接使用简化了发电装置的整体结构，使得整体结构简单紧凑，易于零件的拆卸更替和装置的维修。

4 结语

(1) 单独作用为海洋充电桩，通过无线充电以及 5G 定位技术，让附近的无人机、小型航行器、探测仪设备可以寻找到最近的充电桩自主充电，提高其续航能力，也可以给海洋固定设施如航标灯、灯塔等直接供电。

(2) 充电桩可通过多个组合，成为波浪能发电群，加大发电功率，给海上钻井或其他能源开采设施提供电力。或是更大规模的将装置安装在近海，形成波浪能发电网，提供沿海城市居民日常生活以及当地农业、工业用电，缓解电力紧张问题。

(3) 同时，还可搭载海洋观测系统，实时观测一定海域范围的气候、海洋健康、生物资源等数据并回传。

参考文献：

[1] 艾显著. 振荡浮子式波浪能发电设备传动系统的可靠性研究 [D]. 上海海洋大学,2013.

[2] 麦考密克. 海洋波浪能转换 [M]. 许适, 译. 北京：海洋出版社, 1985.

[3] 马欣. 巡检机器人无线充电系统磁场分析与屏蔽技术研究 [D]. 北京交通大学,2019.

