

波浪能利用的发展与前景

刘美琴^{1,2}, 郑源^{1,2}, 赵振宙^{1,2}, 仲颖^{1,2}

(1. 河海大学水利水电工程学院 南京 210098; 2. 水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心 南京 210098)

摘 要: 文章首先介绍了波浪能的定义、成因和我国波浪能资源的分布情况。在此基础上, 指出波浪能的主要利用方式是发电, 并分析了国内外利用波浪能发电的发展进程。从波浪能的发电原理、转换装置及技术上的突破等方面, 论述了波浪能发电的研究开发情况。最后, 指出波浪能利用中存在的一些问题并对其发展前景进行了展望。

关键词: 波浪能; 波浪能发电; 波能转换

随着经济的发展, 化石原料日益短缺, 能源问题逐渐成为世界性问题^[1]。占地球表面积71%的海洋蕴藏着巨大的可再生能源, 主要包括海洋风能、潮汐能、波浪能、海流能、温差能和盐差能等^[2]。我国的海岸线漫长, 海洋能源十分丰富, 因此, 大力开发和利用海洋能源成为当前包括中国在内的世界主要沿海国家的战略性选择。

2008年7月, 我国召开了“十一五”国家科技支撑计划“海洋能开发利用关键技术研究及示范”重点项目课题评审会^[3]。该项目拟在3年内安排国拨经费3 200万元, 重点研究我国海洋能开发利用的关键技术, 建立相关规程和检测方法, 攻克我国波浪能、潮流能和温差能开发利用的关键技术, 并开展现场示范试验。项目共设置了6个课题, 其中有2项为100 kW漂浮式波浪能电站关键技术研究及示范、100 kW摆式波浪能电站关键技术研究及示范。由此可见, 波浪能等海洋可再生能源在我国正日益受到重视。

1 波浪能概述

1.1 波浪能

波浪能是指海洋表面波浪所具有的动能和势能。波浪的能量与波高的平方、波浪的运动周期以及迎波面的宽度成正比。波浪能是海洋能中最不稳定的一种能源, 但其品味最高^[4]、分布最广且能流密度大。

1.2 波浪能成因

波浪能是由风把能量传递给海洋而产生的, 它实质上是吸收了风能而形成的。能量传递速率和风速有关, 也和风与水相互作用的距离有关。水团相对于海平面发生位移时使波浪具有势能, 而水质点的运动则使波浪具有动能。贮存的能量通过摩擦和湍动而消散, 其消散速度的大小取决于波浪特征和水深。

1.3 波浪能资源分布

据世界能源委员会的调查显示, 全球可利用的波浪能达到20亿千瓦, 相当于目前世界发电能量的2倍。我国拥有广阔的海洋资源, 波浪能的理论存储量约为7 000万千瓦, 沿海波浪能流密度大约为2~7 kW/m。浙江、福建、广东和台湾沿海均为波能丰富的地区。

1.4 波浪能利用

波浪能主要用于发电, 为边远海域的国防及海洋设施等提供清洁能源。此外, 波浪能还可以用于抽水、供热、海水淡化以及制氢等。

2 波浪能发电的开发研究

2.1 波浪能发电技术

2.1.1 波浪能发电原理

波浪能发电即通过波浪的运动带动发电机发电, 将水的动能和势能转变成电能。通常波浪能要经过3级转换: 第一级为受波体, 它将大海波浪能吸收进来; 第二级为中间转换装

置,它优化第一级转换,产生出足够稳定的能量;第三级为发电装置,与其他发电装置类似。

2.1.2 波浪能的一级转换

第一级转换中的波浪能吸收装置种类繁多。20世纪80年代以后,振荡水柱式波力发电装置吸引了大多数波能工作者,主要成果有:①漂浮式,其建造方便,投放点灵活,对潮位变化适应性好,但其停泊与输电困难;②沿岸固定式和近岸固定式,无需考虑系泊和输电问题,但无法适应潮位的改变,总体效率下降了。另外,也有关于聚波波力发电装置的研究,该装置可靠性好,维护费用低,出力稳定,但建造这种电站对地形要求严格,不易推广。

2.1.3 波浪能的二级转换

解决波浪能发电的关键是中间转换装置,目前应用最多的有气动式、液动式、蓄水式等。

气动式波力发电装置是利用波浪的起伏力量,均匀地把波浪能转换成气流能,以推动空气涡轮机发电。世界上第一台小型气动式波浪能发电装置是由日本人在1964年发明的。

液动式波力发电装置是把波浪能转换成液压能,再通过液电机发电。较典型的有英国人发明的“点头鸭”式波浪发电装置,“鸭式”吸收波浪能效率可达80%~90%。

蓄水式波力发电装置利用气泵原理,使海浪“聚集”并提高波浪高度,以涌进岸边高处的蓄水池,再用高水头来冲击水轮发电机发电。

2.2 波浪能发电的发展进程

从20世纪70年代以来,许多海洋国家积极开展波浪能开发利用的研究,并取得了较大进展。目前,波浪能开发利用技术渐趋成熟,已进入商业化发展阶段,将向大规模利用和独立稳定发电方向发展。

2.2.1 国外波浪能发电的研究进展

最早利用波浪能发电的探索可追溯到200多年前,即1799年在巴黎发表了第一个波能转换装置的专利。

英国有着世界上最好的波浪能资源。从20世纪70年代开始,英国将波浪发电研究放在新能源开发的首位。20世纪80年代初,英国就已

成为世界波浪能研究中心^[5]。日本已有数座波浪能电站投入运行,其中兆瓦级的“海明号”波力发电船,是世界上最著名的波浪能发电装置。1985年,挪威建成一座装机容量500kW的波浪能发电站,是迄今世界上已建成的最大的岸式波浪能发电站。2008年9月,葡萄牙建造的世界第一座商用波浪能发电厂首次亮相,通过3根140m长的“红色海蛇”(图1)和连接在葡萄牙北海面海床处的圆柱形波浪能转换器,将波浪能转化为电能,然后通过海底电缆中转站,最终注入电网。



图1 “海蛇”波浪发电装置

目前,日本、英国、挪威、俄罗斯、爱尔兰、西班牙、葡萄牙、瑞典、丹麦、印度和美国等国家都在积极开发研究各种各样波浪能发电的高新技术。

2.2.2 我国波浪能发电的研究进展

我国波浪能发电研究始于20世纪70年代,80年代以来获得较快发展。小型岸式波力发电技术已进入世界先进行列,航标灯所用的微型波浪发电装置已趋商品化,在沿海海域航标和大型灯船上推广应用。与日本合作研制的后弯管型浮标发电装置已向国外出口,处于国际领先水平。

1990年,中国科学院广州能源研究所在珠江口大万山岛上研建的3kW岸基式波力电站试发电成功;1996年研建成功20kW岸式波力实验电站和5kW波力发电船。随后,在广东汕尾研建完成了100kW岸式波力实验电站。“十五”期间中国科学院广州能源研究所在国家“863”和中国科学院创新方向性项目支持下,于2005年,在广东汕尾市完成世界首座独立稳定波浪能电站(图2)。

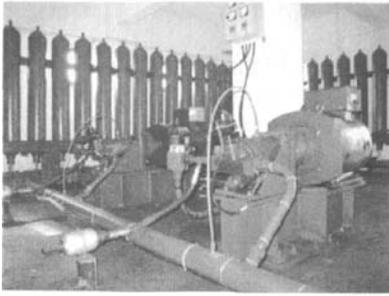


图2 汕尾独立稳定波浪能电站内景

总之,我国波力发电研究虽起步较晚,但在国家科技攻关、“863”计划支持下发展较快。

2.3 技术突破

波浪能不稳定,能量强,但具有速度慢和周期变化的特点。现有的波浪发电技术存在采能效率低,被转换的二次能不稳定,以及对海域环境的适应性差等问题。基于此,国内已有学者提出了两项改进技术:波动气筒增压换能装置和波动活塞换能装置。这两种装置结构简单,易于实施,适应于各种环境的海域,且能量转换效率高。

3 波浪能利用的关键问题及前景展望

3.1 存在的问题

由于海洋的特殊性,利用波浪能发电的研究和实践还存在:能量分散不易集中、开发成本高、总转换效率低、装置运行的稳定性和可靠性差^[6]、发电功率小且质量差、社会效益好但经济效益差等问题。

3.2 前景展望

波浪能领域的前沿技术有:

(1) 将分散的、低密度的、不稳定的波浪能吸收起来,集中、经济、高效地转化为有用的电能,承受海洋灾害性气候的破坏,实现安全运行,是当今波浪能开发的方向。

(2) 目前,大部分波能装置从波能到电能的总转换效率只有10%~30%,且投资巨大,因此,研究的关键问题是提高转换效率和降低成本。

(3) 防腐技术和防生物附着技术。

(4) 抗浪技术,如合理的转换装置设计、锚泊系统设计及下潜避浪技术^[7]。

(5) 综合利用是波能发展的另一动向。除发电外,波能还可与环境和海洋资源利用相结合。例如,波浪能与风能、太阳能与海洋热能的综合利用;波浪能船舶推进;波浪能海水淡化、制氢、提取海洋中的贵重元素等。

4 结束语

目前,波浪能的利用仍未达到普及的应用水平,波浪发电技术还需进一步的攻关和发展。但总体上看,我国波浪能转换研究的进步是明显的,在世界上也有一定影响。面对能源紧缺和环境污染的巨大压力,伴随着海洋高新技术的发展,波浪能的利用必将有着广阔的前景。

参考文献

- [1] JEBARAJ S, INIYAN S, SUGANTHI L, et al. An optimal electricity allocation model for the effective utilization of energy sources in India with focus on biofuels[J]. *Management of Environmental Quality*, 2008, 19(4): 480-486.
- [2] 邓颖北,熊雯.海洋能的开发与利用[J]. *可再生能源*, 2004(3): 70-72.
- [3] 于丽波.我国加紧海洋能研究与开发利用[N]. *证券时报*, 2008-07-17(19).
- [4] WU Chencheng, YUAN Chenchen, P CHUEH YANG P H, et al. Analysis of experimental data on internal waves with statistical method[J]. *Computer-aided Engineering and Software*, 2007, 24(2): 116-150.
- [5] 任建莉,钟英杰,张雪梅,等.海洋波能发电的现状与前景[J]. *浙江工业大学学报*, 2006, 34(1): 69-73.
- [6] 王忠,王传彪.我国海洋能开发利用情况分析[J]. *海洋环境科学*, 2006, 25(4): 78-80.
- [7] 游亚戈.我国海洋能产业状况[J]. *高科技与产业化*, 2008(7):