



文/本刊记者 邓爱华

# 潮起 潮落 波浪能

21世纪是海洋的世纪,人类从大海中利用资源已成为必然趋势。海浪总是周而复始、昼夜不停地拍打着海岸,其中所蕴藏的波浪能是一种取之不尽的可再生能源,有效利用巨大的海洋波浪能资源是人类几百年来梦想。

## 波浪能:取之不竭的可再生清洁能源

海洋中有丰富的波浪能和水,波浪能是指海洋表面波浪所具有的动能和势能,波浪能具有能量密度高、分布面广等优点。它是一种最易于直接利用、取之不竭的可再生清洁能源。尤其是在能源消耗较大的冬季,可以利用的波浪能能量也最大。

地球表面有超过70%以上面积是海洋,广大的海洋面积在吸收太阳辐射之后,可以说是世界最大的太阳能收集器,温暖的地表海水,造成与深海海水之间的温差,由于风吹过海洋时产生风浪,这种风浪在宽广的海面上,风能以自然储存于水中的方式进行能量转移,因此波浪能可以说是太阳能的另一种浓缩形态。

同时,波浪能是海洋能源中能量最不稳定的一种能源。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,它的能量传递速率和风速有关。

## 人们利用波浪能的历史悠久

早在1799年,一对法国父子尝试为一种可以附在漂浮船只上

的巨大杠杆申请专利,它可以随波浪一起波动来驱动岸边的水泵和发电机。但当时蒸汽机的发明抢走了人们的注意力,这对法国父子的想法就渐渐的黯淡最后只留迹在制图板上了。两个世纪前,油料禁运重新刺激了海浪发电的设计,但最后还是因为油价下滑,把这个想法又扔进了废纸篓。

1964年,日本研制成了世界上第一个波浪发电装置——航标灯。虽然这台发电机发电的能力仅有60瓦,只够一盏灯使用,然而它却开创了人类利用海浪发电的新纪元。1984年以来,英国、葡萄牙、挪威、印度、印尼等国相继进行试验,但成功的运行装置并不多。1984年,挪威投资120万美元在卑尔根市建造了一个500千瓦的波力电站,正常工作两年后在一次强台风中,该电站钢结构被破坏,发电机组没入海中。随后,英国、印度、日本等国设计的这类装置和电站也因土建或其他技术原因失败或运行不良。其中比较成功的是英国于2000年11月在苏格兰建成的500千瓦岸式波浪能装置,目前已上网发电,可以为当地400户居民供电。

## 波浪能发电技术是关键

如何将波浪的动能转化为电能，使制造灾难的惊涛骇浪为人类服务，是人们多年来梦寐以求的理想。波浪能发电是通过波浪能装置将波浪能首先转换为机械能（液压能），然后再转换成电能。这一技术兴起于上世纪80年代初，西方海洋大国利用新技术优势纷纷展开实验。小功率的波浪能发电，已在导航浮标、灯塔等获得推广应用。

海洋中的波浪能量巨大，波浪能发电技术是通过波浪能装置，将波浪能首先转换为机械能，再最终转换成电能。波浪发电是波浪能利用的主要方式，波浪能利用装置大都源于几种基本原理，即利用物体在波浪作用下的振荡和摇摆运动；利用波浪压力的变化；利用波浪的沿岸爬升将波浪能转换成水的势能等。经过上世纪70年代对多种波浪能装置进行的实验室研究和上世纪80年代进行的实况试验及应用示范研究，波浪发电技术已逐步接近实用化水平，研究的重点也集中于3种被认为是具有商业化价值的装置，包括振荡水注式装置、摆式装置和聚波水库式装置。波浪能发电装置主要有固定式波浪能装置。这种装置又分为岸式、收缩波道式、摆式、沉箱式等多种形式。

此外，波浪能还可以用于抽水、供热、海水淡化以及制氢等。波浪能利用的关键是波浪能转换装置。通常波浪能要经过三级转换：第一级为受波体，它将大海的波浪能吸收进来；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。

## 我国丰富的波浪能资源

我国有广阔的海洋资源，波浪能的理论存储量为7000万千瓦左右，沿海波浪能能流密度大约为每米2千瓦~7千瓦。在能流密度高的地方，每1米海岸线外波浪的能流就足以提供20个家庭提供照明。我国沿岸波浪能资源理论平均功率为1285.22万千瓦，这些资源在沿岸的分布很不均匀，以台湾省沿岸为最多，其次是浙江、广东、福建和山东沿岸。

根据波浪能能流密度及其变化和开发利用的自然环境条件，首选浙江、福建沿岸应用为重点开发利用地区，其次是广东东部、长江口 and 山东半岛南岸中段。

## 中国波浪能发电方兴未艾

1989年，我国在广东珠海建成了第一座示范实验波力电站，1996年又建成了一座新的波力实验电站，专家们通过试验积累了宝贵经验。1996年，在广东省汕尾市建设的100千瓦岸式振荡水注波浪电站，被列为“九五”科技重点攻关项目。

“十五”期间，我国专家根据目前国内外波浪能现有技术基础以及优缺点，提出了一种半飘浮、半固定的波浪能装置——振荡浮



2005年，世界首座波浪能电站落户广东省汕尾市

子式波浪能装置。它具有漂浮式的浮子，固定式的浮子滑槽，其优点是在建造时难度和成本比其他固定式波浪能装置低，而抗台风能力又比其他漂浮式和固定式波浪能装置高，目前我国已将这种波浪能装置发展成为独立的发电与制淡（水）先进系统。其主要优势在于：能完全脱离大陆电网而独立发挥效益，可以有效地采用蓄能手段，将波浪能转换的电能储存起来，供用户随时使用；并可根据用户需要，将海水变成淡水；该系统在浪大时可持续稳定发电，在浪小时能间歇稳定发电，其独立性、稳定性以及建设的简便性极具实用价值。

2005年，世界首座波浪能电站落户广东省汕尾市。据悉，这是世界上首座能独立稳定发电的波浪能系统，通过该系统，人类第一次实现了将波浪能转换为稳定的电能。这个波浪能系统将波浪能发电、制造淡水和用户直接用电三项功能结合起来，最终实现“三合一”。预计每年可以发电7万度。按照我国偏远农村家庭每户每



广东省汕尾市的波浪能发电站

通过3根140米长的“红色海蛇”，连接在葡萄牙北海面海床处的圆柱型波浪能转换器，该发电场的波浪能将会被转化为电能。然后通过海底电缆中转站，最终注入电网。这个外形细长、用金属制作的奇妙装置能随着波浪起伏上下摆动，它里面的活塞与海底相连，可保持固定不动，并不断泵送液压油，从而推动发电机发电。电站通过海底电缆把电能送到岸上。目前这座电站正利用恒久不变、用之不竭、可再生的波浪能为1500个家庭供电。

谁能想到，海洋的波浪竟然蕴藏如此巨大的能源？假如全球各个海洋都架设了这种橙黄色、140米长的奇妙装置，发出电力可达2万亿瓦，相当于全球耗电量的两倍，虽然这种设想不太现实，但是这种发电装置小批量投入使用就已经表明，它是一种可供选择的清洁能源，对我们这个能源匮乏的星球来说，它很可能成为备受欢迎的一种能源。

这项工程花费了约900万美元，葡萄牙政府为此专门指定了“国家强制光伏上网电价”的政策对波浪能发电等可再生能源予以政策支持，“国家强制光伏上网电价”政策要求国家公用工程从更多家供应商处购得可再生能源。因此，波浪能发电站的积极支持者坚信波浪能在15年之内将会产生成本效益。■

(责任编辑 邓爱华)



图/CFP

模拟波浪发电让参观者大开眼界

天用电0.8度计，可以供应240户人家同时用电。

专家表示，预计在不久的将来，波浪能发电系统可实现模式化生产，并将设备装箱推入海底，不占用陆地资源，将大大降低成本，每度电控制在2元左右。

2008年，中国科学院研制成功了液态金属磁流体波浪能直接发电的原理性演示装置，提出了一种工作原理与常规波浪能发电系统完全不同的新型波浪能发电技术。其实质是系统采用了磁流体发电机，提供了一个与波浪吻合很好的机械阻抗。因此，系统转换效率高、功率密度大、结构紧凑、成本低廉，而且移动性好。

## 未来：商用波浪能发电是趋势

2008年，葡萄牙建造的世界第一座商用波浪能发电场首次亮相。