

海岛海洋能应用需求和发展建议探讨

吴亚楠, 吴国伟, 武贺, 汪小勇

(国家海洋技术中心 天津 300112)

摘要: 海岛海洋能是海岛地区绿色、清洁、低碳的海洋可再生能源, 主要包括海岛潮汐能、海岛潮流能、海岛波浪能、海岛温差能等, 与海岛风能、海岛太阳能统称为海岛可再生能源。《海洋可再生能源发展“十三五”规划》明确提出“积极利用海岛可再生能源”, 为其开发利用指明了方向。我国海岛海洋能资源储量丰富, 其开发利用有助于解决制约海岛发展、海上装备运行、深海资源开发等用电问题, 对于调整海岛能源结构、保护海岛海洋生态环境也具有十分重要的战略意义。文章总结了发展海洋能的重要意义, 描述了我国海洋能产业的发展现状, 对海岛海洋能开发利用成果进行了梳理, 分析了海洋能在海岛应用的需求及前景, 从顶层设计、激励政策、实施科技创新、开放共享等方面给出了促进海岛海洋能产业化发展建议。

关键词: 海岛海洋能; 应用需求; 发展建议; 科技创新

中图分类号: P74

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2017)09-0039-06

Islands Marine Renewable Energy Application Requirement and Discussion on Developing Proposal

WU Yanan, WU Guowei, WU He, WANG Xiaoyong

(National Ocean Technology Center, Tianjin 300112, China)

Abstract: Islands marine renewable energy (IMRE) is green, clean, low carbon, including tidal energy, tidal current energy, wave energy, thermal energy and so on around islands area, with islands wind energy, solar energy together are collectively called islands renewable energy. The 13th Five-Year Plan of IMRE development clearly puts forward actively exploiting islands renewable energy, which shows the developing direction. IMRE is abundant in China and its exploitation contributes to resolving the restrict power problems such as island development, marine equipment running, deep-ocean resource exploitation. Also, it has important implications for adjusting the energy structure and protecting ecosystem of islands. This paper summarized the significance of developing IMRE, analyzed the application requirement at islands, described the development situation and achievements. Finally, developing proposal to promote the development of IMRE was given.

收稿日期: 2017-04-07; 修订日期: 2017-06-19

基金项目: 海洋可再生能源资金项目 (GHME2012ZC05; CHME2014ZC01; GHME2013ZC01; CHME2016ZC01; CHME2017ZC01).

作者简介: 吴亚楠, 研究实习生, 硕士研究生, 研究方向为海洋能开发与项目管理

en from top design, incentive policy, scientific and technological innovation, opening and sharing.

Key words: Islands marine renewable energy, Application requirement, Developing proposal, Scientific & technological innovation

海洋可再生能源(以下简称“海洋能”)是绿色、清洁、低碳的可再生能源,是指蕴藏在海洋中的可再生能源,包括潮汐能、波浪能、潮流能、温差能和盐差能等。随着世界煤炭和油气等化石能源供需矛盾的加剧和温室气体过量排放引起的全球变化,发展清洁能源,减少碳排放,成为全球发达国家和发展中国家的必然选择。海洋能是可再生能源和清洁能源的重要组成部分,欧美等发达海洋国家非常重视开发利用海洋能,将其作为战略性资源进行技术储备^[1]。我国海洋能资源储量丰富,近年来,我国政府非常重视海洋能的开发利用,逐步加大在海洋能开发利用方面的投入,尤其是海洋能专项的实施极大地促进了我国海洋能技术水平的提升。

海岛海洋能是海岛地区绿色、清洁、低碳的海洋可再生能源,主要包括海岛潮汐能、海岛潮流能、海岛波浪能和海岛温差能等,与海岛风能、海岛太阳能统称为海岛可再生能源。海岛作为人类开发海洋的远涉基地和前进支点,是第二海洋经济区,在国土划界和国防安全上也有特殊重要的地位。我国面积大于 500 m² 以上的海岛(除港、澳、台地区)有 6 900 个以上,总面积超过 6 600 km²,其中有居民的 489 个,人口 470 多万人。东海是我国岛屿最多的海域,其中舟山群岛为我国第一大群岛,还有洞头群岛和福建沿海岛屿;黄海有长山群岛及獐子岛等;渤海有庙岛群岛;南海有广东沿海岛屿及东南西沙群岛等。开发海岛,对于建设海洋经济强国具有重大意义。但能源供给一直是制约海岛发展的关键问题^[2]。海岛海洋能作为海洋可再生能源的重要组成部分,具有分布式、可持续利用且对环境的影响小的特点,十分适合在海岛地区的应用和推广,是优化海岛能源供给方式、促进海岛可持续发展的重要途径。

1 发展海岛海洋能的意义

我国海洋能资源丰富,岛屿众多,具备规模化开发利用海岛海洋能的条件。海洋强国、生态文明建设等国家战略和“一带一路”倡议的提出,为海洋

能发展带来了前所未有的历史机遇。《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》将发展可再生能源作为推动能源结构优化升级的重点。

1.1 发展海洋能是开发保护海岛(礁)的重要选择

我国拥有长达 18 000 km 余的大陆海岸线和 14 000 km 的岛屿海岸线,1 万多个大大小小的海岛和岛礁,沿海地区能源消耗大,海岛缺电现象严重,通常情况下,边远海岛的电力供应采用柴油发电形式。但柴油发电既消耗不可再生的传统能源,又不环保,而海岛周边拥有天然的海洋能资源,有效开发海岛海洋能资源,发展海洋能发电和海水淡化等综合利用,可为海岛提供充足、稳定的能源和淡水供给,建设宜居可守海岛。更重要的是,海岛有自身的特殊性,岛上土地寸土寸金,而海洋能发电装备位于海上,不占用珍贵的土地资源,因地制宜,海能海用,是开发保护海岛(礁)的重要选择。

1.2 发展海洋能是生态文明建设的时代要求

煤炭、石油、天然气等大部分传统能源是一次性非再生的,其利用过程往往伴随着相当程度的污染,经济社会发展面临着巨大的环境压力,随着我国《能源发展战略行动计划(2014—2020 年)》“节约、清洁、安全”战略的实施,要求包括海洋能在内的可再生能源快速发展减少碳排放、减轻环境压力。海岛作为人们开发海洋、利用海洋的重要载体,在开发过程中更要吸收经济发展的经验教训,避免先污染、后治理,努力建设海洋生态文明。按照国际上的一般标准折算,利用海洋能发电比用煤炭发电每度电约减排 0.997 kg 二氧化碳和 0.03 kg 二氧化硫。如果建设 5 万 kW 海洋能电站,每年便可减排二氧化碳 40 万 t 余。我国近海海洋能资源可开发量达 6 亿 kW,粗略估计,每年可实现二氧化碳减排 50 亿 t 余。

1.3 发展海洋能是拓展蓝色经济空间的本质要求

我国正处于经济结构深度转型期,发展战略性新兴产业意义重大,海洋能产业作为典型的战略性

新兴产业,涉及工程装备设计、加工制造、海上安装和运行维护等,具有产业链条长、带动性强等特点,代表未来海洋产业发展方向。随着我国海洋能技术的成熟与商业化,海洋能产业规模的不断壮大,海岛应用前景更加明朗,将有效地促进海洋装备制造、特种材料、交通运输、水产养殖、海洋防腐、海洋工程、电力配送、海水综合利用、无碳制氢、燃料电池等一大批上下游产业和技术的发展,推动海岛第二经济区的积极发展。培育发展海洋能产业是增强我国经济发展的重要方向,将对我国经济社会发展起到全局带动和重大引领作用。

2 海岛海洋能应用需求

我国拥有 1 万多个海岛和岛礁,绝大多数海岛都面临不同程度的电力短缺问题,生产及生活用电极为紧张。目前我国海岛能源利用方式以大陆供给常规能源为主,主要包括海底电缆铺设直接供电及柴油发电两种方式。前者适用于距离大陆较近的海岛,后者适用于具备一定条件,但因距离大陆较远等因素无法通过电缆直接供电的海岛。

2.1 近岸海岛供电现状存在电力不足和安全隐患

以广东省近岸海岛为例,据统计 71.7% 的海岛电力供应来自大陆,13.0% 的海岛依靠柴油发电,其余海岛采用火力、太阳能、风力等其他方式发电。目前,近岸海岛用电存在以下两方面的困难:一是电力供应不足。二是用电存在安全隐患。多数有居民海岛电路敷设不合理,乱搭乱接现象严重,加上台风等自然灾害侵袭,电线老化、破损严重,居民用电安全得不到保障。

2.2 深远海岛礁开发新能源电力需求迫切

目前由于深远海岛礁距离大陆较远,通常难以铺设海底电缆或加设海上输电线,用电多以柴油发电为主,所使用的柴油从大陆由油船运输至各岛礁。柴油发电技术虽然成熟可靠,但缺点也非常明显。①海上运输柴油的附加成本非常高,导致每度电单价高,政府须投入大量补贴,才能降低到当地居民能够接受的价格水平。②柴油发电会产生大量的空气和海水污染,不利于海洋环境保护。③须在各海岛建设大量存放燃油的油库,占用了宝贵的海岛陆地资源,且存在安全隐患。④石油资源为非

可再生资源,无法作为一种长久的能源供应手段。以上种种表明,深远海岛礁对新型海洋能资源开发需求迫切。

2.3 海洋能为缺电海岛提供电力来源

海岛周边丰富的海洋能资源及其他可再生能源资源为缺电海岛电力稳定供应提供了最佳的选择。随着国家对海岛可再生能源利用的重视,在全国海岛保护规划的实施指引以及海洋能专项资金项目、国家科技攻关计划等国家科技计划的大力支持下,多个海洋可再生能源示范工程启动建设。广东、福建、浙江、山东等地,先后开展了大管岛、大万山岛、东澳岛、嵎山岛、斋堂岛、岱山岛和中央山岛等多能互补示范电站工程和电网系统工程建设,为海岛居民、海岛旅游、航标灯塔等提供电力。一方面保障了人民生活基本稳定用电需求,另一方面降低了人民生活用电成本。通过示范工程逐步提高了可再生能源在海岛能源消费中所占比例。例如,东澳岛多能互补分布式智能微电网示范工程持续运行,使全岛可再生能源发电比例全年达到 60% 以上,在海岛旅游淡季基本不启用柴油发电,且发电成本由原来 2.8 元/度降至 2.0 元/度,民用电价不再需政府补贴。长岛间歇式可再生能源海岛电网示范工程,实现岛上可再生能源发电比例超过 60% 以上,形成风、光、波浪能发电等多种可再生能源、燃气轮机等多种能源结构的新型电力交换系统。

3 我国海洋能开发利用现状

在财政部的大力支持下,自 2010 年起中央财政安排海洋可再生能源资金,从海洋能示范工程、关键技术装备产业化、新技术研究试验以及公共支撑服务体系建设等方面重点予以支持,极大地推动了我国海洋能的发展,具备了开发利用海岛海洋能的充分条件。以下从资源、技术、支撑服务体系、政策等方面介绍海洋能开发利用现状。

3.1 我国海洋能蕴藏量丰富,分布状况基本摸清

海洋能资源量可用蕴藏量和技术可开发量两种形式表示。海洋能的蕴藏量是指理论上地区每年拥有的可再生能源资源量(也称理论装机容量和理论年发电量),技术可开发量是指在当前技术条件下可开发利用的可再生能源资源量(也称技术装

机容量和年发电量)。根据国家海洋局实施的“我国近海海洋综合调查与评价”专项(“908”专项)调查成果^[3],我国近岸海洋能(潮汐能、潮流能、波浪能、温差能、盐差能、海洋风能)资源储量约为 15.8×10^8 kW,理论年发电量为 13.84×10^{12} kW·h;总技术可开发装机容量为 6.47×10^8 kW,年发电量为 3.94×10^{12} kW·h。其中,潮汐能蕴藏量19 286万 kW,主要集中在浙江、福建海域;潮流能蕴藏量 883 万 kW,主要集中在浙江、山东海域;波浪能蕴藏量 1 600 万 kW,主要集中在广东、海南、福建、浙江海域;温差能 36 713 万 kW,主要集中在南海海域;盐差能 11 309 万 kW,主要集中在上海、广东、山东、福建、辽宁海域;海洋风能蕴藏量 88 300 万 kW,主要集中在江苏、福建、山东、广东、辽宁、浙江海域。我国近海海洋可再生能源蕴藏量和技术可开发量见表 1。

表 1 我国近海海洋可再生能源资源统计

能源	蕴藏量		技术可开发量	
	理论装机容量/ 10 ⁴ kW	理论年发电量/ (10 ⁸ kW·h)	装机容量/ 10 ⁴ kW	年发电量/ (10 ⁸ kW·h)
潮汐能	19 286 ^①	16 887 ^①	2 283 ^②	626 ^②
潮流能	833	730	166	146
波浪能	1 600	1 401	1 471	1 288
温差能	36 713	32 161	2 570	2 251
盐差能	11 309	9 907	1 131	991
海洋风能	88 300	77 351	57 034	34 126
合计	158 041	138 437	64 655	39 428

统计范围:潮汐能,① 近海 10 m 等深线以浅海域的蕴藏量;② 500 kW 以上的 171 个潜在站址的技术可开发量。潮流能,我国近海主要水道的潮流能资源蕴藏量和技术可开发量。波浪能,我国近海离岸 20 km 一带的波浪能资源蕴藏量和技术可开发量。海洋风能,我国近海 50 m 等深线以浅海域 10 m 高度风能蕴藏量和技术可开发量。温差能,南海表层与深层海水温差不低于 18℃ 水体蕴藏的温差能。盐差能,我国主要河口盐差能资源蕴藏量和技术可开发量。不包括台湾省。

我国海岛潮流能资源丰富,区域多位于海岛之间的水道中,如舟山群岛所隔开的诸水道,占到我国潮流能资源总量的一半以上,此外,渤海海峡的庙岛群岛海域、长山群岛海域等海岛周边同样蕴藏

着丰富的潮流能、波浪能等海洋可再生资源。

3.2 我国海洋能技术水平显著提升,部分达到国际先进水平

近年来,部分海洋能发电装置走出实验室,开始在海上进行可靠性验证,逐步向装备化发展,具备在海岛地区应用及推广的能力,甚至接近国际先进水平,具有一定的国际竞争力^[4]。目前,潮汐能发电技术基本成熟,基本实现了商业化运行,我国装机规模最大的是已运行 30 多年的江夏潮汐试验电站,总装机容量 4.1 MW,海洋风能进入了规模开发阶段,潮流能、波浪能处于试验样机和工程样机示范应用阶段,温差能处于原理样机研发阶段。举例来说,由中国科学院广州能源所研制的 100 kW 鹰式波浪能发电装置,是针对我国海洋能资源的特点设计研发的新型波浪能发电装置,从鹰式波浪能发电装置在广东万山岛海域的海试结果来看,该发电装置在相对较低的研发成本情况下,多项关键性指标已达到或接近国际上较为成熟的波浪能技术——丹麦的“Wave Star”波浪能发电装置,具有在海岛等缺电地区应用推广的前景。在潮流能技术开发方面,浙江大学研制了 60 kW 半直驱水平轴潮流发电系统,在舟山摘箬山岛海域进行海试,海试累计运行时间超过一年,与海洋风能建立了多能互补系统,将摘箬山岛建成了海岛可再生能源科技示范岛;浙江舟山联合动能新能源有限公司,作为一家民营企业,在海洋能专项资金引导下,自筹资金近 1 亿元,开发潮流能机组总装机容量达 3.4 MW,是世界装机容量最大的潮流能发电机组,目前该潮流能装置 1 MW 发电机组于舟山群岛岱山南部海域已成功并网发电,半年时间累计发电量达 17 万度,我国成为亚洲首个、世界第三个实现兆瓦级潮流能并网发电的国家。此外,中国海洋大学海泥电池能源供电关键技术及驱动监测仪器海上试验也取得重要突破,填补了国内空白,首次实现国内最大海泥发电装备驱动监测仪器长期稳定运行,为海洋、海岛监测、探测及其技术的发展提供了能源支撑。

3.3 我国海洋能支撑体系初步形成,服务水平明显提升

“908”专项的实施基本摸清了我国海洋能资源

富集区的总体分布状况,编制了海洋能资源分布图集,填补了国内海洋能领域中勘查和选划方面的空白,对海洋能开发与利用试验基地、示范工程选址及海洋能电站规划具有重要意义。2013年,国家海洋局印发《海洋可再生能源发展纲要(2013—2016年)》,根据海洋能资源分布特点和海岛需求状况,布局了广东万山波浪能示范区、浙江舟山潮流能示范区、山东威海海洋能研究试验区,在海洋能海上试验场等支撑服务体系建设的带动下,吸引研发单位、装备制造企业以及能源开发企业进驻,海洋能产业正在不断集聚。海洋能研发单位已增加到近150家,其中企业占比42%,包括国电、南网、中海油、华能、三峡等大型企业,海洋能从业人员队伍也已近2 000余人。此外中国海洋大学设立了“海洋能利用技术”硕士点;国电集团设立了“国家能源潮汐海洋能发电技术重点实验室”,海洋能产业发展所需人才及社会基础进一步夯实。同时,海洋能海上试验平台逐步启动海洋能装备测试试验服务,国家海洋技术中心海洋能室内综合测试平台初步建成,测试规程及标准、运行管理办法编制完成,初步形成了从试验水槽、测试平台、测量系统、数据采集系统到运行管理的试验与测试能力,目前已开展了包括潮流能发电装置室内定型测试试验、水平轴潮流能发电装置尾流测量试验、点吸收式波浪能发电装置模型试验等海洋能装置试验等多项。另外在成果集成方面,国家海洋技术中心建立完成了我国首个海洋能技术成果展厅,至今接待了50余批次领导和国内外专家,成为海洋能宣传的一个重要窗口,也是天津市南开区科普教育基地之一,对于宣传我国海洋能发展成效具有重要意义。

3.4 海洋能发展“十三五”规划发布,多部门联合推动

《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》积极开发沿海潮汐能资源,《能源技术创新行动计划(2016—2030年)》,提出到2030年,建成与国情相适应的完善的能源技术创新体系。明确指出“加强海洋能开发利用,研制高效率的波浪能、潮流能和温(盐)差能发电装置,建设兆瓦级示范电站,形成完整的海洋能利用产业链”。科技部国家

重点研发计划“可再生能源与氢能”重点专项明确要研究海洋能资源特性及高效转换利用机理方法,并研发海洋能利用核心装备技术与实海况发电系统。

2016年底,国家海洋局印发了《海洋可再生能源发展“十三五”规划》,明确“十三五”期间海洋发展的思路和目标,即坚持需求牵引、坚持创新引领、坚持企业主体、坚持国际视野,以显著提高海洋能装备技术成熟度为主线,着力推进海洋能工程化应用,夯实海洋能发展基础,实现海洋能装备从“能发电”向“稳定发电”转变,务求在海上开发活动电能保障方面取得实效。其中,“积极利用海岛可再生能源”作为“十三五”期间的第二大工作任务,从开展海岛可再生能源评估、发展适应海岛环境的技术及装备、开展海岛可再生能源多能互补示范等3个方面予以重点部署,提出建设海岛多能互补示范工程,在山东、浙江、福建、广东、海南等地区,优选已有一定前期工作基础的海岛,到2020年建设5个以上海岛可再生能源多能互补独立微网系统示范工程,具备为海岛提供持续、稳定电力的能力。总体来讲,国家多部门的联合推动,为海岛海洋能发展提供了良好的政策环境。

但是,海岛海洋能存在分布不均匀、能量密度不高等缺点,在新能源开发时,减少开发成本和提高利用效率是研究的重点。另外相比之下,海洋能开发在技术方面要比常规能源复杂许多,涉及工程设计、装备制造、材料制造、资源评价、管理和配发等诸多领域,必须要有多个领域的科研人才进行联合,由于我国科研技术成果相对封闭,共享程度不高,其中还有很多问题有待解决。经过“十二五”期间的快速发展,我国海洋能工作的整体水平得到明显的提升,取得了显著的成效,但依然面临技术基础薄弱、技术成熟度不高、示范规模偏小、综合人才缺乏、公共平台服务能力不足等问题。

4 发展建议

4.1 加强顶层设计,统筹谋划好海洋能发展布局

贯彻落实《海洋可再生能源发展“十三五”规划》,明确海洋能产业发展的总方向、总目标及发展重点和优先发展对象,以避免管理上的混乱和无序

的开发^[5]。坚持以需求为导向、以应用为核心,落实海洋能发展布局。注重发挥政府部门的协调作用,在项目组织、用海用地、运行维护等方面统筹谋划,确保海洋能重大示范工程高效实施和有效运行。同时,着眼于未来,扎实做好海洋能发展路线图等战略研究,支撑海洋能产业持续、健康、有序发展。

4.2 探索制定产业鼓励政策,推动市场化发展

借鉴风电、光伏产业发展经验,研究制定上网电价、电价补贴等海洋能产业激励政策体系,探索“后补助”方式,争取国家出台海洋能电价进行补偿政策和税收减免优惠。在金融方面,争取建立支持海洋能发展的多元投融资体系,以国家资金为牵引,充分发挥社会力量,推动海洋能市场化发展。以此带动海洋能技术的革新和快速升级,解决海岛海洋能发电成本偏高的问题。

4.3 实施科技创新发展,推进技术突破和示范应用

突破海洋能核心装备技术,提高技术成熟度,促进可靠、稳定、快速提升,发展适应海岛环境的技术及装备,扩大示范规模,真正做到海洋能发电装备示范运行。坚持“大中有小、小中有大”两条腿走路,即发展大型装机容量海洋能装备,积极开发利用海岛可再生能源,加大海岛并网或微网供电示范运行,保障特殊缺电海岛地区用电,坚持发展海洋能“民生工程”;发展小型装机容量海洋能装备,结合海上开发活动、海底观测网建设、网箱养殖等用能需求,实施“海洋能+”工程,为海岛居民生活提

供稳定的电力供给,有效拓展海洋能应用领域空间。

4.4 建立企业主体产业联盟,实现海洋能开放共享发展。

产业发展关键在企业,应当建立以企业为主体的海洋能产业联盟,吸纳各高校、科研院所等技术优势,培养高层次复合型人才,从而达到各家优势互补、拓展发展空间、提高产业竞争力、实现超常规发展的目标,以快速实现海洋能从“能发电”向“稳定发电”的转变;强调推进海洋能技术、装备、支撑平台、工程应用的协同发展,完善海洋能产业体系框架,缩短与发达国家的差距。此外,坚持国际视野,立足我国海洋能技术与产业优势,主动融入国家“一带一路”建设,加强海洋能技术“引进来”和“走出去”,强化国际交流合作,形成多层次、宽领域、高水平的海洋能技术和产业合作态势。

参考文献

[1] 麻常雷,夏登文.海洋能开发利用发展对策研究[J].海洋开发与管理,2016,33(3):51—56.

[2] 崔琳,吴姗姗,栾富刚,等.可再生能源利用对海岛可持续发展的贡献与问题思考[J].海洋开发与管理,2016,33(z2):34—41.

[3] 韩家新.中国近海海洋:海洋可再生能源[M].北京:海洋出版社,2015.

[4] 国家海洋技术中心.中国海洋能技术进展[M].北京:海洋出版社,2015.

[5] 朱永强,王欣,贾利虎,等.政府在我国海洋能产业发展中的角色定位[J].海洋开发与管理,2016,33(2):14—17.