

关于我国海洋可再生能源产业化发展的思考

王项南,贾宁,薛彩霞,王冀,麻常雷

(国家海洋技术中心 天津 300112)

摘要:为推动我国海洋可再生能源产业发展,文章论述国内和国际海洋可再生能源开发利用在资源量、政策和技术等方面的发展现状,分析我国现阶段发展海洋可再生能源存在的主要问题,并提出未来我国海洋可再生能源产业化在顶层规划、关键核心技术、公共服务平台和标准体系建设、技术示范应用、成果转化以及国际合作等方面的发展建议,从而促进我国生态文明和海洋强国建设。

关键词:海洋能;可再生能源;发电装置;能源结构;成果转化

中图分类号:P743;TM619

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2019)12-0014-05

The Industrialization Development of Marine Renewable Energy

WANG Xiangnan, JIA Ning, XUE Caixia, WANG Ji, MA Changlei

(National Ocean Technology Center, Tianjin 300112, China)

Abstract: In order to promote the development of China's marine renewable energy industry, this paper discussed the current situation of the development and utilization of marine renewable energy at home and abroad in terms of resources, policies and technologies, and studied and analyzed the main problems existing in the development of marine renewable energy in China at this stage. Some suggestions for the future development of China's marine renewable energy industrialization were put forward in terms of development planning, key core technology, public service platform and standard system construction, technology demonstration application, achievement transformation, international cooperation, etc., which were of great significance for China to promote the construction of ecological civilization and build a marine power.

Key words: Marine energy, Renewable energy, Electric power equipment, Energy resource structure, Achievement transformation

0 引言

目前全球能源格局已发生巨大变化,新一轮的

能源转型聚焦清洁、低碳、智能和高效的可再生能源。海洋能是以海水为介质,由潮汐、波浪和海流

收稿日期:2019-06-25;修订日期:2019-11-20

基金项目:海洋可再生能源专项项目(GHME2017ZC01、GHME2018ZC01);国家海洋技术中心科技创新基金项目(91700414)。

作者简介:王项南,研究员,研究方向为海洋能开发利用和海洋环境监测

通信作者:贾宁,工程师,硕士,研究方向为海洋能发电装置

等物理海洋过程,河口海域水体的盐度差以及表层与深层海水间的温度差等产生的能量,具有储量大、清洁和可持续等优势,越来越受到沿海国家的重视,并将其作为战略资源进行技术储备。我国海岸线长和岛屿众多,发展海洋能是解决沿海地区、海岛和海洋工程装备用电需求的有效途径,对促进我国海洋环境保护、海洋经济发展和海洋权益维护具有重要的战略意义^[1-2]。

海洋能的开发利用潜力巨大。经济合作与发展组织(OECD)2015 年的研究报告表明,海洋能产业对未来中长期的经济增长和创造就业具有重要贡献潜力;欧盟蓝色增长计划提出,到 2035 年海洋能行业将创造近 4 万个职位,并将发展海洋能视为彰显海洋实力的重要指标;英国某项研究预计,全球海洋能装备市场每年最高可实现 290 亿英镑的产值。因此,发展海洋能成为国际竞争的战略制高点。我国近海海洋能的潜在量达 6.97 亿 kW,据估算可减排温室气体超过 50 亿 t/a,随着我国海洋能开发利用技术研发与应用的逐渐成熟,海洋能产业将促进我国海洋经济新的增长^[3]。

1 海洋能发展状况

1.1 国内发展状况

1.1.1 资源量

为摸清海洋能资源家底,我国先后于 1958 年、1978 年、1986 年和 2004 年组织实施 4 次大规模的资源调查。在此基础上,自 2010 年起,在海洋能专项资金的支持下,我国对重点区域进一步开展海洋能资源勘查与选划。根据调查结果,我国近海海洋能资源(潮汐能、潮流能、波浪能、温差能和盐差能)的潜在量和技术可开发量分别为 6.97 亿 kW 和 0.66 亿 kW(表 1)。

由表 1 可以看出,我国近海海洋能资源总量较丰富,尤其是潮汐能、温差能和盐差能的占比可达 96.5%,而波浪能和潮流能的占比较低。

1.1.2 政策

我国十分重视对海洋能的开发利用,多年来相继出台法规政策,保障海洋能技术与产业的健康有序发展。《中华人民共和国可再生能源法》从法律角度规范可再生能源产业的发展;“十一五”期间出

台多项发展规划纲要;“十二五”期间出台数十项各级规划;“十三五”以来围绕海洋能、海洋科技创新、海洋战略性新兴产业和海岛保护等方面颁布一系列规划,进一步明确我国海洋能技术和产业的发展方向^[4]。

表 1 我国近海海洋能资源量 万 kW

类型	潜在量 (理论装机容量)	技术可开发量 (装机容量)
潮汐能	19 286	2 283
潮流能	833	166
波浪能	1 600	441
温差能	36 713	2 570
盐差能	11 309	1 131
合计	69 741	6 591

注:①潮汐能——近海 10 m 等深线以内的潜在量,500 kW 以上潜在站址的技术可开发量;②潮流能——近海流速较大的 99 条水道的潜在量和技术可开发量;③波浪能——近海离岸 20 km 以内的潜在量和技术可开发量;④温差能——我国南海表层与深层水温差不小于 18℃水体的潜在量,按取热效率 7%的技术可开发量;⑤盐差能——主要河口的潜在量和技术可开发量;⑥统计范围不包括台湾地区。

1.1.3 技术

经过数十年的不懈努力,我国海洋能开发利用技术取得长足进展,尤其是在海洋能专项和国家自然科学基金等的持续支持下,在海洋能的基础科学研究、关键技术研发、工程示范和标准体系建设等方面取得大量成果。

(1)潮汐能。经过 50 余年的发展与实践,我国先后建设 70 余个潮汐电站,其中小型潮汐发电技术已基本成熟,在规划设计、装备制造和施工运营等各环节积累丰富经验,具备开发万千瓦级潮汐电站的技术条件。自 2010 年起,在海洋能专项的支持下,完成多个万千瓦级潮汐电站的预可研工作,包括健跳港、乳山口、八尺门、马銮湾和瓯飞等;完成潮汐发电设备的优化升级和研制,并应用于江夏潮汐电站的扩容改造;完成动态潮汐能技术和潮波相位差发电技术等潮汐能新技术的研发。

(2)潮流能。我国潮流能技术研发起步于 20 世纪 80 年代,近年来在国家科技支撑计划和海洋能专

项的支持下快速发展,先后研制一批水平轴和垂直轴潮流能发电装置,并研建模块化潮流能发电机组,极大地促进潮流能发电技术的研发进程。研发约 30 个潮流能装置,已有 10 余个完成海试,主要潮流能技术已进入全面海试阶段。通过自主创新结合引进、消化和吸收,实现兆瓦级潮流能发电机组的开发和并网运行,例如:2016 年 8 月 15 日,LHD-3.4 MW 模块化潮流能发电机组一期(1 MW)成功发电运行,截至 2017 年 10 月累计发电 48 万 kW·h,实现并网送电超过 21 万 kW·h。与此同时,已海试的潮流能发电装置仍存在运行时间短、转换效率低和易损坏等问题,在实海况条件下运行的可靠性、稳定性和功率特性有待进一步突破。现阶段我国潮流能技术的研发重点是提高转换效率、降低发电成本以及提高可靠性和可维护性等,并在现有大型潮流发电机组的基础上开展规模化开发应用。

(3)波浪能。经过 30 余年的发展,我国波浪能技术立足自主创新,先后研制各类型波浪能装置 40 余个,装机容量可达百千瓦级(如国家海洋技术中心的摆式波浪能装置以及中国科学院广州能源研究所的鸭式和鹰式波浪能装置等),并建立一批波浪能示范电站,在波浪能发电的关键技术研究方面取得重大突破。例如:“万山”号波浪能发电装置的装机容量为 300 kW,已在珠海万山岛海域开展实海况海试运行,累计发电量超过 3 万 kW·h,为珠海万山岛的建设提供必要的电力补充。从总体上看,我国波浪能发电装置已逐渐由近岸、小功率和单一化向漂浮式、大功率和阵列化发展,但从海试的普遍情况看,发电装置的转换效率以及在实海况条件下运行的可靠性、稳定性和功率特性有待进一步提高。

(4)温差能等其他海洋能。我国海洋温差能研究尚处于原理样机阶段,先后开展多项小型温差能技术研发,如水下滑翔器(2004 年)和 200 W 氨饱和蒸汽试验用透平(2005 年)等,其中研制小型温差能发电原理样机并开展海试运行,有效吸收和转化海洋温差能,成功为海洋观测平台供电。此外,我国还开展其他海洋能的技术研发,如 100 W 缓压渗透式盐差能发电技术和海泥电池生物供电技

术等^[5-7]。

1.2 国际发展状况

根据国际能源署海洋可再生能源系统实施协议(IEA OES-IA,简称 OES)于 2014 年 3 月发布的成员国“海洋能支持政策回顾”,各成员国的海洋能政策如表 2 所示。

表 2 OES 成员国的海洋能政策

政策	分类	国家(地区、组织)	主要内容
明确发展目标	预测性目标	英国	2020 年 3% 的电力来自海洋能
		加拿大	制定 2050 年海洋能发展路线图
	立法目标	爱尔兰	2020 年装机总量达 50 万 kW
		葡萄牙	2020 年装机总量达 55 万 kW
提供资金支持	研发阶段补助	美国	制定风力和水电计划,并提供研发和市场化补助
	样机阶段	英国	设立海洋能检验基金
	补助	新西兰	设立海洋能应用基金
	应用阶段补助	英国	设立海洋可再生能源应用基金
	奖励	苏格兰	设立“蓝十字奖”,为首个发电量达 1 亿 kW·h 的机构提供 1 000 万英镑奖励
实施激励政策	返税制度	葡萄牙	
		爱尔兰	对海洋能发电实行保护价收购
	交易制度	德国	
支持行业发展	行业 and 区域发展补助	英国	可再生能源义务体系对海洋能发电实施交易证制度
		苏格兰	鼓励集群发展
	产业协会	爱尔兰	提供财政支持
		新西兰	鼓励成立产业协会
建设基础设施	国家海洋能源中心	美国	建设俄勒冈/华盛顿波浪能/潮流能中心以及夏威夷温差能/波浪能中心
	海洋能测试中心	苏格兰	建设欧洲海洋能中心
		加拿大	建设 Fundy 海洋能研究中心
制定相关标准	海上网络中心	英国	波浪能网络中心(设备接入设施)
		国际电工技术委员会	制定波浪能、潮流能和海流能的标准

英、美和欧盟等海洋能技术发达地区多年来持续加大资金支持力度,以促进海洋能技术的研发与应用。2016 年欧盟发布“欧洲海洋能战略路线图”,规划欧洲在海洋能领域的发展方向;英国通过 CFD (Contract for Difference) 计划,对装机容量不足 30 MW 的波浪能和潮流能电站给予差额合约电价,约合 3 元/(kW·h),2017 年度的资助金额已达 2.9 亿英镑。

目前国际潮汐能和潮流能技术已实现规模化商业运营。2017 年英国利用斯旺西海湾潮汐潟湖的潮汐环境特征建设潮汐电站,装机规模达 320 MW,年发电量可达 530 GW·h,建成后将成为全球最大规模的潮汐电站;Mey Gen 项目的计划装机容量达 392 MW,于 2018 年 3 月正式完成建设并运营,是全球最大的潮流能电站。2017 年法国启动商业化潮流能发电场的公开招标工作,总装机规模预计为 50~100 MW;据法国海洋能研究所(FEM)预测,法国在 2025 年前将相继实现波浪能、潮流能和温差能的商业化运行。

2 我国海洋能产业化发展存在的问题

2.1 能源结构与发展需求不适应

目前我国仍以石油和煤炭等传统能源为主。随着社会和经济发展对能源需求的日益扩大以及对绿色可持续发展要求的不断提高,以化石能源为主的能源结构和粗放式的发展模式已不能适应发展形势,亟须进一步促进能源结构转型和加快发展可再生能源,从而解决能源需求量大、供给制约多和生态环境影响严重等现实问题。

2.2 创新和示范作用未达预期

我国海洋能发电技术研发的自主创新不足,大部分关键核心技术处于“跟跑”阶段。许多海洋能发电装置在实海况海试前未开展充分的实验室样机试验,导致普遍存在稳定性和可靠性不高的问题,海试期间须多次上岸维修、维护甚至返厂加工,不仅增加研发成本,而且影响示范成效。此外,发电装置的单机功率较小,示范应用规模普遍在百千瓦级,远低于兆瓦级的国际水平^[8-9]。

2.3 公共服务平台和标准建设滞后

海洋能技术在实现产业化前须经过反复、系

统、长期和规范的试验,且海试存在用海难、成本高和风险大等问题,目前我国海洋能发电装置的实验室试验平台和海上试验场等公共服务平台建设滞后,相关国家和行业标准也不足。

2.4 激励政策和产业链缺乏

在海洋能技术研发风险大和成本高的情况下,目前我国缺乏满足海洋能产业化发展需求的激励政策,对相关企业的支持力度以及对海洋能技术成果转化的推动力度不足。海洋能产业链尚未形成,链条前端的技术研发占比较大,而装备制造、工程建设和并网运行占比较小。

3 建议

3.1 加强顶层设计,制定发展规划

通过加强海洋能发展顶层设计和制定海洋能发展规划,提出海洋能发展的阶段性目标任务,促进海洋能产业化发展。促进出台国家海洋能中长期发展规划,制定海洋能长期发展路线图,并研究出台配套的产业激励政策。

3.2 建设协同创新团队,突破关键核心技术

瞄准国际海洋能技术的前沿和关键核心领域,加快对专业基础人才的培养,加强对优秀学科带头人、优秀青年人才和创新团队的培育和支持,构建开放式和多学科融合的创新平台。研究海洋能发电的新原理,突破发电装置转换效率、可靠性、测试和评估的关键技术,提升发电装置的技术成熟度,推动海洋能技术产品化。

3.3 推进公共服务平台和标准体系建设

搭建实验室和海上试验场,共享研发环境和经验,降低海试成本和风险,有效提升海洋能技术研发水平和技术成熟度。建立海洋能发电装置检测认证体系,对发电装置的综合性能和技术成熟度进行科学评估,提高产业化水平^[10-11]。推进海洋能标准体系建设,规范海洋能技术研发过程的各环节。

3.4 因地制宜开展海洋能技术示范应用

在海岛和我国南海海域因地制宜开展海洋能供电的示范应用,是我国海洋能技术产业化的重要途径。在海岛开展海洋能多能互补电站示范,有利于满足有居民海岛的用电需求、提升海岛居民的生活水平以及促进海岛资源的有效开发。在我国南

海海域利用丰富的温差能和波浪能资源,持续、稳定和可靠地为深远海海洋观测仪器设备提供电力补充,保障其长期和稳定运行,有利于海洋防灾减灾和海洋权益维护。

3.5 激励社会资本投入,促进技术成果转化

由于海洋能技术研发的周期长、成本高、风险大和投资回报率低,目前主要以项目资助和补贴为主。应研究出台适宜的财税优惠和风险投资等政策,以装备制造奖励和电价补贴等方式,引导社会资本投入,激励企业自主创新,建立成果转化基地,推进海洋能产业化进程。

3.6 加强国际交流合作,推动海洋能技术输出

加强与海洋能技术发达地区的交流合作,推动国家层面实施海洋能国际科技合作项目,引进国际前沿技术,提升我国海洋能技术水平,形成适应我国海域特点的技术优势。加强与“一带一路”沿线国家的技术交流合作,制造适应沿线国家海域特点的海洋能技术装备,实现技术输出,并形成示范效应,为我国海洋能技术与产业“走出去”奠定基础。

参考文献

[1] 邢璐,鲁刚.构建清洁低碳、安全高效的能源体系[J].国家电

网,2017(12):40—45.
[2] 熊焰,王海峰,崔琳,等.我国海洋可再生能源开发利用发展思路研究[J].海洋技术,2009,28(3):106—110.
[3] 李晓英.海洋可再生能源发展现状与趋势[J].四川水力发电,2005,24(6):113—116.
[4] 黄翠,高艳波,吴迪,等.海洋可再生能源激励政策探析[J].海洋开发与管理,2015,32(2):16—20.
[5] 史宏达,王传崑.我国海洋能技术的进展与展望[J].太阳能,2017(3):30—37.
[6] 刘伟民,麻常雷,陈风云,等.海洋可再生能源开发利用与技术进展[J].海洋科学进展,2018,36(1):1—18.
[7] 麻常雷,夏登文,王萌,等.国际海洋能技术进展综述[J].海洋技术学报,2017,36(4):70—75.
[8] 王项南.加快开发海洋可再生能源的现实思考[N].中国海洋报,2018—10—25(A2).
[9] 彭洪兵,吴姗姗,麻常雷,等.我国海洋能产业空间布局研究[J].海洋技术学报,2017,36(4):88—94.
[10] 张文静,徐春红,于铭茹.我国海洋能开发利用标准体系建设研究[J].标准科学,2015(8):31—34.
[11] 王项南,贾宁,夏海南,等.我国海洋能发电装置的测试和评价[J].海洋开发与管理,2018,35(6):87—90.