

我国海洋可再生能源产业技术发展现状 以及山东省未来发展思路^{*}

姜勇,赵喜喜,田敬云,王健,赵中华

(青岛国家海洋科学研究中心 青岛 266071)

摘要:自 20 世纪 70 年代,海洋可再生能源受到各沿海国家特别是发达国家的重视。近年来,我国高度重视海洋可再生能源的开发利用,已在技术开发和示范研究等领域取得重大突破。文章分析了山东省发展海洋可再生能源的意义和优势,提出海洋可再生能源产业与技术发展建议。

关键词:海洋可再生能源;山东;发展建议

中图分类号:P74;F407.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1005—9857(2015)09—0032—04

能源是人类生存和社会发展的重要物质基础,随着常规化石燃料能源逐渐枯竭和污染导致环境恶化问题日趋严重,加速开发利用有利于人类社会可持续发展的可再生能源已成为共识^[1]。海洋可再生能源以其无污染、环保等特点吸引了众多科学家的目光,成为可再生能源研究的重要领域。我国海岸线漫长,海洋可再生能源资源丰富,近年来,国家实施海洋资源开发和可再生能源利用等发展战略,先后出台了《中华人民共和国可再生能源法》《可再生能源发展“十二五”规划》和《海洋可再生能源发展纲要(2013—2016 年)》等文件,又制订了《海洋可再生能源专项资金管理暂行办法》,设立海洋可再生能源发展专项资金,加快推动海洋能开发利用研究。

山东是一个能源消费大省,既面临节能减排和环境治理的压力,又拥有海洋可再生能源资源开发利用的巨大潜力^[2]。加强技术储备、推动海洋可再生能源利用,不仅促进海洋产业结构优化升级,也是实现社会经济与自然环境和谐发展的重要选择。山东的海洋科研实力居全国前列,集聚了实力雄厚的海洋科研机构 and 人才资源,在波浪能、潮流能、温差能和海洋生物质能等领域研究中处于国内领先地位。2011 年,《山东半岛蓝色经济区发展规划》明确提出建设国家海洋新能源研究院和青岛可再生能源综合试验示范基地,

如何结合国家战略目标和建设山东半岛蓝色经济区的需 求,整合人才、技术优势以及研发力量,提高自主创新能力,推动海洋能的集成创新与产业开发,打造海洋能源综合研究基地和海洋能源装备制造基地,值得深入研究和思考。

1 海洋可再生能源开发利用现状

海洋可再生能源通常指海洋中所蕴藏的可再生的自然能源,主要为潮汐能、潮(海)流能、波浪能、温差能、盐差能和海洋生物质能,不同标准划分其包含的能源种类略有不同^[3]。更广义的海洋可再生能源还包括海洋风能和海洋表面的太阳能^[4],由于海上风能和海洋太阳能与陆地风能、太阳能利用形式没有本质上的不同,因此不在本文讨论范围之内。海洋可再生能源的主要利用形式为发电和生物燃料制备。目前除潮汐发电已实际应用之外,其他海洋能的利用尚处于技术开发、示范研究或基础研究阶段。

1.1 潮汐能

我国潮汐能蕴藏量为 1.1 亿 kW,主要集中在东南沿海,尤其是浙江三门湾至福建平潭岛之间的海湾。山东沿岸潮汐能理论储量约为 40.83 万 kW,主要集中在山东半岛南部沿岸^[5]。潮汐发电研究的历史已有 100 多年,是海洋能中

^{*} 基金项目:山东省软科学研究计划一般项目“山东半岛蓝色经济区海洋产业技术体系研究与分析”(2013RKFF01002);中国海洋发展研究会项目“山东半岛蓝色经济区海洋科技成果转化体系的构建”(CAMAQN201404)。

开发研究和利用最早、最成熟的一种,现已进入实用阶段,目前世界最大的潮汐能电站是韩国始华湖的 25.4 万 kW 坝式潮汐能发电站。潮汐电站的经济性和环保性存在较大争议,世界各国对此都采取比较审慎的态度。

20 世纪 50 年代中期我国开始建设潮汐电站,目前还在正常运行的潮汐能电站只剩下 2 座,分别是总装机容量 3 900 kW 和 150 kW 的浙江温岭江厦站和浙江玉环海山站。江厦潮汐试验电站是我国最大的潮汐能电站,2013 年国家海洋可再生能源专项资金项目“温州瓯飞万千瓦级潮汐电站建设工程预可研”启动,该项目装机容量拟定为 45 万 kW,建成后年发电量将达 9.27 亿 kW·h,规模世界第一。

我国小型潮汐发电站技术基本成熟,已具备开发中型(万千瓦级)潮汐电站的技术条件,但存在的问题是装机容量小,单位造价高于水电站,水轮发电机组尚未定型标准化,电站水工建筑的施工方法和技术与国际先进水平尚有一定差距。

1.2 波浪能

我国沿岸波浪能资源平均理论总功率为 1 284 万 kW,以台湾、浙江、福建和广东东部沿岸最富集。山东沿岸波浪能理论平均波功率达 161 万 kW,主要分布在山东半岛北岸的龙口和渤海海峡的北隍城区段,半岛南岸的千里岩和小麦岛区段^[5]。目前,欧洲、日本等地区的波浪能利用研究技术最为成熟。2008 年,葡萄牙建成的阿古撒多拉波能发电厂是世界上第一个商业化波浪能发电厂,发电量为 2 250 kW·h。

国内自 20 世纪 80 年代初开始对固定式和漂浮式振荡水柱波能装置以及摆式波能装置等进行研究,山东的波浪能利用技术处于国内领先地位。中国海洋大学的振荡水柱波能装置的相关研究成果已应用于韩国济州岛 500 kW 波能电站。该校研制的“10 千瓦级组合型振荡浮子波能发电装置”在青岛斋堂岛海域已成功投放,可在大潮差海域实现 24 h 全天候自主控制运行发电。山东大学承担的海洋可再生能源专项“120 kW 漂浮式液压海浪发电站中试项目”也已在荣成海驴岛投放成功。

我国微型波力发电技术已经成熟,并已商品化,小型波浪发电技术已经进入世界先进行列,但波浪能发电装置示范试验的规模远小于挪威

和英国,转换方式类型远少于日本,且装置运行的稳定性和可靠性等还有待提高。

1.3 潮流能

我国沿岸潮流能约为 1 200 万 kW,属于世界上功率密度最大的地区之一,尤其是舟山群岛海域的诸水道最富集。山东沿岸潮流能理论平均功率为 119 万 kW,主要分布于庙岛群岛诸水道,尤其是北隍城北侧^[5]。国际上从事潮流能开发的主要有美国、英国、意大利等,2008 年英国 MCT 公司在位于爱尔兰北部海床下,完成了 1 200 kW 的 SeaGen 潮流发电机安装,标志着世界上第一个商业化规模的潮流发电系统投入使用。从整体来看,潮流能装置的技术已相对成熟,具备了开展商业化运行的技术与工程基础。

国内潮流能研究始于 20 世纪 80 年代,水轮机性能的研究已达到国际先进水平。山东的潮流能在装机容量和水轮机性能等技术方面处于国内领先。中国海洋大学研制的国内首台 100 kW 海洋潮流发电装置运行成功,水轮机直径超过 10 m,单台装置可满足 300 户居民日常用电。该校与中海油联合承担的“500 kW 海洋能独立电力系统示范工程”项目目前已将斋堂岛建成我国北方最大海洋能示范基地。

我国潮流能利用研究还处于应用示范研究阶段,在提高水轮机性能、完善设计方法、扩大单机容量以及电力并网技术、电站群体化技术、急流和强风浪下水轮机、载体及锚泊系统运行可靠性与安全性等方面还有很多技术问题待研究。

1.4 温差能

我国温差能资源丰富,可开发储量约为亿千瓦量级,其中 90% 以上在南海^[5]。在世界温差能研究领域,美国与日本的技术最为先进。1990 年在日本鹿儿岛县建成的 1 000 kW 岸基封闭循环式发电站,是世界上最大的实用型海水温差发电系统。

温差能开发利用处于商业化开发前期阶段,循环过程、热交换器、工质以及海洋工程等大部分技术已接近成熟,具备设计建造规模万千瓦级温差能发电装置的能力。2012 年国家海洋局第一海洋研究所设计建造了我国首个 15 kW 温差能发电装置。该装置突破了氨工质透平制作的关键技术,采用了具有自主知识产权的热力循环,海洋热能利用效率提高到 5.1%,达到国际领先水平。但总体来

说,我国温差能开发利用技术仍处在关键技术研究阶段,还未进入海况试验阶段。

1.5 盐差能

我国的盐差能理论功率约为 1.14 亿 kW,主要集中在长江和珠江等河口^[6-7]。美国和以色列最早开展盐差能研究,1976 年以色列制造了一套渗透法装置,验证了盐差能利用的可行性。我国于 1979 年开始盐差能发电的研究,1985 年西安冶金建筑学院研制了一套可利用干涸盐湖盐差发电的试验装置。目前盐差能因受发电成本高、设备投资大、能量转化效率低、能量密度小的限制,研究总体还处于实验室试验水平。

1.6 海洋生物质能源

微藻能源目前已成为生物能源研究的热点,美国从 1976 年起启动了微藻能源研究项目,已从实验室阶段走向中试和工业生产阶段。其培育的富油工程小环藻,实验室条件下脂质含量可达 60% 以上,比自然状态下微藻的脂质含量提高 3~12 倍^[8]。近 5 年来,中国、以色列、德国、西班牙、英国、澳大利亚、法国、日本和韩国等国家也开始重视微藻能源,但目前距离产业化仍然有一段路要走,成本高和难以规模化开展是微藻能源开发的两大“瓶颈”问题^[9]。

我国微藻基础研究力量较强,拥有一大批淡水和海水微藻种质资源,在微藻大规模养殖方面走在世界前列。大连化学物理研究所等单位在产氢微藻方面以及清华大学等单位在产油淡水微藻方面具有一定的研究基础。2011 年,科技部启动了我国微藻能源方向首个“973”计划项目“微藻能源规模化制备的科学基础”,致力于突破微藻能源规模化制备的核心技术,提高微藻能源规模化制备系统的效率。

山东微藻能源研究开展较早,中科院海洋研究所获得了多株系油脂含量在 30%~40% 的高产能藻株,并成功研制了适宜藻类细胞工程培养的大型封闭式管道光生物反应器。中国海洋大学收集了 600 余株海洋藻类种质资源,建有 200 m² 余的程控海藻培育室,目前保有油脂含量接近 70% 的微藻品种。中国科学院青岛生物能源与过程研究所与美国波音公司研发中心共同组建了可持续航空生物燃料联合实验室,利用微藻生产航空生物燃油。

2 制约山东省海洋可再生能源发展的“瓶颈”

2.1 关键共性技术制约产业持续发展

山东省海洋可再生能源产业取得了长足发展,也形成了较为完备的研发、设计、制造技术体系。但与国外先进国家相比,在核心部件设计、高端装备制造、大型装备施工等关键技术上仍有较大差距,一些关键共性技术环节上仍然没有取得重大突破,严重制约了海洋可再生能源产业的快速发展^[10]。

2.2 海洋可再生能源推广使用困难

海洋可再生能源具有瞬时量差异大,稳定性、持续性差的特点,这决定了其开发使用难度大。海洋可再生能源发电的并网使用,一直都是世界性难题,运行与维护费用巨大,成为阻碍海洋可再生能源发展的因素。此外,由于海况恶劣、施工困难、建设周期较长、固定成本投入大、单位电量价格高,企业缺乏参与开发的积极性,也进一步制约了海洋可再生能源的应用推广。

2.3 政策法规保障体系尚不完善

海洋可再生能源产业是一个战略性新兴产业,尚处于商业化发展的初期,需要政府制定规划加以科学指导。但目前山东省尚未对海洋可再生能源产业发展做出规划,海洋可再生能源产业发展重点、产业布局、能源结构的匹配都不明确。同时,山东海洋可再生能源开发利用的地方法规未与国家同步,缺乏配套的地方性法规 and 产业政策文件。

3 促进山东海洋可再生能源产业发展建议

从目前情况看,海洋可再生能源中潮汐能发电技术比较成熟,山东也有白沙口潮汐电站的建造经验,但潮汐能电站需大范围圈占海岸线,受环境保护、安全等方面的严格限制难以大规模推广应用^[11]。盐差能仍处在基础研究阶段,应用并不广泛,同时由于盐差能资源主要集中在大江大河的入海口附近,而国内大部分盐差能集中的区域都位于航运干线上,不具备大规模应用及推广的条件^[12]。结合山东研究基础和自然资源情况,以及海洋能技术发展趋势,山东海洋新能源未来发展可以以“优先发展潮流能、波浪能,大力发展海洋生物质能,探索发展温差能”为原则,加强集成创新突破行业共性关键技术,加速海洋可再生能源开发的产业化进程。

3.1 加快制定山东海洋能开发利用总体规划

立足国家目标,瞄准产业发展,与国家《可再生能源发展“十二五”规划》、海洋可再生能源专项、国家海洋局《海洋可再生能源发展纲要(2013—2016年)》、山东半岛蓝色经济区建设等紧密结合,抓紧制定《山东海洋可再生能源发展专项规划》,健全相关政策及公益性服务体系,建立和完善海洋能源开发利用国家标准和行业标准,扶持发展产业服务体系,为海洋能产业化发展提供技术基础和支撑保障。

3.2 尽快开展海洋能资源调查研究与评价工作

掌握海洋能资源储量和分布情况是合理有效推进海洋新能源发展的基础和前提。为适应山东未来海洋能发展以及站址选址等需求,尽快组织对各类海洋能资源进行调查与评价,建立海洋能资源储量分布和评估体系,为制定海洋能开发规划、制定相关政策等提供科学依据。结合山东海域区位、自然资源、环境条件和开发利用相关要求,围绕风能(风速、风向)、太阳能(辐射量、日照时间)、潮汐能(潮时、潮高)、潮流能(流速、流向)、波浪能(波高、波向、波周期)、气象参数、水温、盐度、海底地貌等要素,重点针对储量分布、选址要求、分阶段开发利用目标以及环境保护措施等进行调查,做到与现行全国海洋功能区划相协调,为山东海洋能开发利用的持续、健康发展提供保障。

3.3 打造海洋能综合研发平台

海洋能利用技术依托于海洋环境动力学、海洋工程、电力与电子工程等多个学科,是多项技术的综合利用和创新使用。中国海洋大学、国家海洋局第一海洋研究所等单位近年承担完成了

一批国家级、省级海洋能利用项目,是我国海洋能研究的重要力量。要立足山东的海洋学科优势和研究基础,加强这些单位的协同创新,进一步凝练科学研究方向,将海洋能研发纳入国家实验室总体发展规划框架内。以提高海洋能综合研发水平为目标,开展集理论、技术、设备、评价等一体的综合性研究平台,发展较为完备的海洋能技术标准规范体系,提高核心竞争力。

3.4 加强示范开发,打造高标准海上试验场

在青岛斋堂岛海域实施的“500 kW 海洋能独立电力系统示范工程”,是国家海洋可再生能源专项资金首批资助可再生能源发电示范工程,为海洋能发电装置的产业化进行了一定规模的应用尝试。可以依托现有基础,在相关海域规划建设海洋能研发共性技术平台与基于标准测试程序的海上测试场,专项用于海洋能新装置试验、样机验证、装备监测及认证等,形成类似英国新能源与可再生能源中心和欧洲海洋能源中心之类的机构,服务于海洋能利用技术研究和产业发展,建成我国专业化海洋能装备及海洋仪器试验场。

3.5 推动海洋新能源装备制造制造业发展

采取技术引进与自主研制相结合的方式,加快科技成果转化,在海洋能源装备制造领域占得先机。海洋新能源装备制造因势而异,技术含量高、不同海域条件的调校复杂,山东要发挥制造业基础较好的优势,强化产、学、研、用的结合,加快对企业的引领,支持各类资本积极介入新能源领域,积极开展发电装置产品设计及制造,与山东半岛高端制造业基地等紧密结合,规划布局发展产业集群,建设海洋新能源装备制造基地。

参考文献

- [1] 赵军. 解读生物能源: 新能源产业及对环境、生态与社会经济发展的影响[J]. 中国科学院院刊, 2012, 27(2): 219—225.
- [2] 姜肖青, 徐佩玉. 关于推进山东省新能源发展的战略思考[J]. 山东工商学院学报, 2010, 24(1): 16—21.
- [3] 高艳波, 柴玉萍, 李惠清, 等. 海洋可再生能源技术发展现状及对策建议[J]. 可再生能源, 2011, 29(2): 152—156.
- [4] WANG Chuankun. History of china marine[M]. Zhengzhou: Daxiang Press, 2003.
- [5] 王传昆, 陆德超. 中国沿海农村海洋能资源区划[M]. 北京: 海洋出版社, 1989.
- [6] 王传昆. 我国海洋能资源的初步分析[J]. 海洋工程, 1984, 2(6): 58—67.
- [7] 王传昆, 卢苇. 海洋能资源分析方法及储量评估[M]. 北京: 海洋出版社, 2009.
- [8] KHALIGH A, Omer C. Onar. Energy Harvesting[M]. Boca Raton: CRC Press, 2009.
- [9] 刘斌, 陈大明, 游文娟, 等. 微藻生物柴油研发态势分析[J]. 生命科学, 2008, 20(6): 991—996.
- [10] 马龙, 陈刚, 兰丽茜. 浅析我国海洋能合理化开发利用的若干关键问题及发展策略[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(2): 46—50.
- [11] 李京梅, 孙晨, 刘容子, 等. 乳山口潮汐能电站环境收益评估[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 23(5): 77—83.
- [12] 刘伯羽, 李少红, 王刚. 盐差能发电技术的研究进展[J]. 可再生能源, 2010, 28(2): 141—144.