

对我国海洋可再生能源开发利用的研究与探讨

项 翔¹，李俊飞²

(1. 海洋出版社 北京 100081; 2. 中国华电工程(集团)有限公司 北京 100160)

摘 要：为了加快我国海洋可再生能源的开发利用，更好地满足经济和社会可持续发展的需要，文章在分析我国海洋可再生能源资源储量、技术及产业发展现状的基础上，借鉴国际海洋可再生能源开发利用的经验，提出了近期我国海洋可再生能源开发利用的基本思路。

关 键 词：海洋可再生能源；开发利用；建议

1 我国能源需求和利用现状

伴随着世界工业经济的快速发展，人类社会对能源的消耗和需求越来越大，严峻的能源危机和能源安全问题正在威胁人类社会的可持续发展。在经历了工业经济迅猛发展和推动后，我国能源消费已经占到了全球能源消费的 21%，是目前全球能源消费最多的国家，从 2003—2012 年，中国能源消费增幅超过 150%。绝大部分能源消耗来自于不可再生的化石能源——石油、煤炭、天然气，其中，煤炭占全部能源供应的 70%，石油能源供应占 18%。值得关注的是，中国煤炭资源尚能自给自足，但其带来环境污染和生态破坏等负面社会效应是显而易见的，中国近 50% 的原油依靠进口，天然气虽在中国能源构成中占比很小，但在 2007 年之后中国也成为天然气净进口国，因此，中国的能源安全和外交政策受到了重大影响。

为了实现我国经济高速增长，改变现有的能源消费结构，可再生能源和清洁能源的开发利用成为发展替代常规化石能源的必由之路。近几年中国大力投资可再生能源，竭力降低对煤炭等化石能源的依赖。2013 年中国已成为全世界可再生能源开发规模最大的国家，装机容量 133 GW，美国只有 94 GW。根据 2007 年国家发改委颁布的《可再生能源中长期发展规划》中提出，到 2020 年可再生能源消费量要达到能源消费总量的 15%，想要完成这一目标对我国来说是任重而道远的。除去目前已被逐步开发

的陆上风能和太阳能之外，被誉为“蓝色能源”的海洋可再生能源具有清洁、无污染、储量大、可再生等特点，正逐渐受到各国政府和能源开发企业的关注，并有望成为未来人类社会重点开发的能源之一。开发海洋可再生能源是实现沿海国家经济社会可持续发展的发展战略必由之路。

2 开发海洋能源的必要性和可行性

2.1 海洋可再生能源的分类和利用

可再生能源是指在自然界中可以不断再生，永续利用，对环境无害或危害极小的能源。主要包括风能、太阳能、水能、生物质能、地热能 and 海洋能等非化石能源。

海洋可再生能源（以下简称海洋能）：是指海洋中所蕴藏的和由于海洋特殊背景环境而产生的可再生自然能源，主要包括海上风能、潮汐能、潮流能、波浪能、温差能和盐差能等^[1]。从目前国内外可再生能源发展规划来看，海洋可再生能源开发利用有望在未来获得极大的发展，并形成新兴的海洋能源产业。

目前具备大规模开发的海洋可再生能源的种类可归结为以下几种。

2.1.1 海上风能

受大气气压和海上季风活动的影响，从而在近海海面上形成的风力能源。海上风能资源较为丰富，一般在水深 10 m 且距离海岸线 10 km 左右的近海大陆架上才具备开发的价

值。我国对海上风资源的开发利用刚刚起步，根据国务院关于印发的《全国海洋经济发展“十二五”规划》中明确提出：海上风电要优化开发布局，扶持与农渔业兼容发展的潮间带风电建设，积极发展离岸风电项目，提高产业集中度，有序推进海上风电基地建设。加强海上风电输电规划，完善配套基础设施，提高气象保障能力，加强电网并网技术研究。

2.1.2 潮汐能

潮汐能是以位能形态出现的海洋能，是指海水涨潮和潮落形成的水的势能。海水涨落的潮汐现象是由地球和天体运动以及它们之间的相互作用而引起的。一般平均潮差在 3 m 以上才具有开发应用价值，我国关于潮汐能应用技术研究起步较早，综合利用的经济效益显著。根据《全国海洋经济发展“十二五”规划》，我国要加强海洋能资源勘查，科学选划海洋能利用空间，建设近岸万千瓦级潮汐能电站。

2.1.3 潮流能

潮流能是另一种以动能形态出现的海洋能。所谓潮流主要是指海底水道和海峡中较为稳定的流动以及由于潮汐导致的有规律的海水流动。一般最大流速在 2 m/s 以上的水道，其潮流能具有实际开发的價值，《全国海洋经济发展“十二五”规划》提出我国要建设近岸兆瓦级潮流能电站，目前我国已具备比较成熟的潮流能商业化开发应用条件，应积极推进产业化进程。

2.2 海洋能源开发的必要性

海洋可再生能源是我国重要的可再生能源资源，并在满足国家能源需求、改善能源结构、减少环境污染、促进海洋经济发展等方面发挥了一定的作用，我国高度重视海洋能开发利用。《可再生能源法》明确将海洋能纳入可再生能源范畴。海洋可再生能源的开发势在必行。

2.2.1 是改善大气气候，建设资源节约型，环境友好型社会的需要

21 世纪，人类已进入应对气候变化的关键时期，早在 1992 年联合国在巴西召开的环境与发展大会上就通过了《气候变化框架公约》，1997 年《京都议定书》的签订，使得国际社会对气候变化问题有了更加深入的认识，在该议

定书中明确提出了限制温室气体排放的最好措施是“提高能源效率”和“增加使用可再生能源”。

海洋可再生能源是一种储量大，可再生的清洁能源，建设海洋能电站，没有水力发电站的淹没损失，运行过程不消耗燃料，不排放三废，对生态环境的影响也很小，因此积极发展海洋可再生能源有益于改善大气气候，创建资源节约型，环境友好型社会。

2.2.2 是培育我国海洋战略性新兴产业，提升国际竞争力的需要

海洋是一个巨大的资源宝库，随着各国海洋资源的开发和海洋产业的兴起，海洋经济在国民经济中的地位日渐提高。与技术已较为成熟的火力发电相比，利用海洋能发电是一项高科技的新兴产业，现阶段全世界在海洋可再生能源开发方面的水平都不是很髙，而我国对海洋能的研究又相对较早，就目前来讲与世界先进水平的差距还不大，从长远来看我们应趁势积极发展，而不要等到其他各发达国家和发展中国家都大力开发海洋能时我们再行动，那样不仅会十分被动，还极有可能为争夺某些海洋能资源与其他国家发生争端。

2.2.3 是解决我国沿海和海岛能源短缺的主要途径

海洋能虽然只是一种辅助性能源供给，但是并不可低估它的重要性，我国沿海城市大都电力供应紧张，可以利用海洋能发电发挥多能互补的潜力供电模式。另外，对于一些远离大陆的岛屿，完全依靠大陆供应能源，供应线过长，生产生活困难，利用小规模海洋能发电可以为其提供电能，从而为巩固我国的海防打好基础。

2.3 开发海洋能源的可行性

2.3.1 我国幅员辽阔，海洋能开发潜力大

我国是一个海洋大国，拥有 1.8 万 km 的大陆海岸线，面积大于 500 m² 的海岛共计 6 900 多个（不含海南岛本岛和台湾、香港、澳门所属海岛），其中无居民海岛 6 500 多个和 300 万 km² 余的管辖海域。在这片蓝色的国土上蕴含着丰富的海洋资源和能源。据调查，我国可开发的海洋能

总量有 4.41 亿 kW。其中, 潮汐能理论蕴藏量约有 1.1 亿 kW, 可开发的总装机容量约为 2 179 kW, 年发电量约 624 亿度; 波浪能理论平均功率 1 285 万 kW, 潮流能理论平均功率 1 394 万 kW; 温差能理论平均功率约 13.28 万 kW; 盐差能理论功率约 1.25 亿 kW^[2]。海洋能资源可开发利用的潜力巨大。如果能很好地对其加以开发, 将大大减轻我国沿海地区能源供应紧张的压力, 为经济的发展提供强有力的支持。

2.3.2 清洁发展机制带来的机遇

《京都议定书》中具体规定了发达国家必须在 2008—2012 年间将二氧化碳、二氧化硫等 5 种温室气体排放水平在 1990 年的基础上平均减少 5.2%, 而中国等发展中国家暂时不在此列。《京都议定书》第 12 条中规定了一种“清洁发展机制”, 是议定书中规定的通过跨界进行温室气体减排的三大机制之一, 其意在于发达国家可以通过向不承担减排义务的发展中国家购买“可核证的排放削减量 (CER)”从而履行《京都议定书》中所规定的减排义务。由于发达国家的减排成本远高于发展中国家, 购买温室气体排放指标的花费远远低于改进自己工业技术减排所需的资金。因此, 发达国家更愿意把资金和技术投入到发展中国家, 间接获得排放配额。我国恰可以通过“清洁发展机制”吸引投资者, 与发达国家共同合作开发我国的海洋可再生能源, 开发成功之后将其累计的碳减排量折合可核证的排放削减量 (CER) 在国际市场上交易, 则可带来巨大收益。

2.3.3 综合利用产生良好的经济效益

在开发海洋可再生能源的同时, 往往通过综合利用可以产生其他方面的经济效益。例如, 建设潮汐电站需要在海湾入口处建坝蓄水, 形成水库。这种水库不淹没土地, 不需要搬迁居民, 并且水库内的波浪较小, 水位变化规律。这样, 可以合理规划利用一部分滩涂围垦, 开辟成农田, 一部分滩涂养殖鱼虾贝类, 水库较深的蓄水水域亦可做养殖区, 电站的水坝和养殖区还可以开发成旅游区。这些副业的经济收益并不比海洋能发电的主业差。至今养殖业和种植业已完全由当地农民去自我经营发展, 不

仅使库区附近的农民年年受益, 还体现了良好和谐的海洋生态。

3 开发中存在的问题

近 50 年来, 我国海洋可再生能源研究取得了长足进步, 但是与世界先进水平相比, 还存在不小差距, 主要原因如下。

(1) 我国海洋可再生能源的环境效益、社会效益暂还不能得到价值体现, 社会对开发利用可再生能源的关注不够, 尚未形成全社会积极参与和支持海洋可再生能源发展的良好环境。

(2) 缺乏推动海洋可再生能源开发利用的政策体系。海洋可再生能源开发利用技术尚处于发展初期, 海洋可再生能源产品市场竞争能力弱, 海洋可再生能源的发展更需要国家政策的大力支持。目前, 政策体系不完整, 激励力度不够, 相关政策之间缺乏协调, 尚未形成支持海洋可再生能源持续开发利用的长效机制。

(3) 我国海洋能源总量巨大, 但分布分散不均, 能流密度低, 能量变化大, 利用效率不高。

(4) 海洋可再生能源在我国能源消费中的比重还很低, 海洋可再生能源开发技术发展缓慢, 尚未形成也不能适应可持续发展的需要。

(5) 海洋能利用技术是海洋、蓄能、土工、水利、机械、材料、发电、输电和可靠性等技术的集成。目前尚不成熟, 致使一次性投资大, 与常规能源利用相比, 经济性不好, 影响海洋能利用的推广。

4 国外关于海洋可再生能源开发借鉴

为了促进海洋可再生能源的发展, 世界各国尤其是海洋能大国都制定了相应的发展战略, 提出了明确的发展目标, 并通过立法来保证各自战略目标的实现。总结这些国家的经验对加快开发我国海洋可再生能源开发和利用具有重要的参考价值。

4.1 政策性上网电价制度

海洋可再生能源发电成本一般高于常规能源, 开发单位无力承担投入与产出的巨大亏损, 海洋可再生能源投资建设将面临尴尬的局

面。采用政策性电价制度，这一制度强制要求电力供应者以政府对可再生能源制定的上网电价进行全额收购，这样可对企业的建设成本进行弥补。实施这一制度的国家主要有德国和西班牙。

2000 年 4 月 1 日德国出台了《可再生能源法》，规定了固定电价制度：电网企业有义务根据可再生能源法规定的价格和期限向可再生能源发电商支付固定的电费，而该电价根据不同资源类型和电厂规模而有所不同，并且明确了不同可再生能源固定电价降低的时间表，按每年设定的比上年降低 1.5%~6.5%^[3]。

4.2 税收优惠政策

国家可利用财政税收政策对海洋可再生能源发电企业的税收进行调节，主要分为两类：一类是税收优惠制度，通过对再生能源发电企业减免固定资产税、增值税和所得税等方式来体现。另一类是强制性税收制度，如对化石燃料使用者增收税项，促使化石能源发电企业进行产业升级或技术改造，转向投资可再生能源发电。实施强制性税收制度的国家主要有英国和瑞士^[4]。

英国于 1990 年开始实行一个称为《非化石燃料公约》(Non-Fuel Obligation, 简称 NFO) 的计划。该计划的特点在于政府公布可再生能源的项目，通过招投标方式选择项目开发者，竞标成功者将与项目所在地的电力公司按中标价格签订购电合同，由于可再生能源发电成本通常高于常规能源发电成本，对于中标合同电价与平均电力交易市场的价格之差将由政府补贴，补贴的费用来源于政府向电力用户征收的“化石燃料税”。

4.3 设立海洋可再生能源专项资金

通过设立可再生能源专项资金，为海洋可再生能源的发展提供经济方面的帮助，缓解可再生能源开发企业资金不足的压力，提高了可再生能源开发商的积极性。美国和澳大利亚对该项制度的利用较为成功。

美国政府规定了一种公共效益基金制度，该基金是按照零售电力价格的 1%~3% 直接提取，也包括部分企业的专项捐款。该项公

共效益基金主要是为了鼓励可再生能源研发、奖励可再生能源设备安置以及为可再生能源开发企业提供贷款，帮助那些无法通过市场竞争达到融资目的的可再生能源项目提供启动资金^[5]。

4.4 政府给予财政补贴制度

政府的财政补贴制度是目前各国普遍用于可再生能源发展的制度。德国的《可再生能源法》中规定：投资可再生能源项目的企业，可以向地方政府申请总投资 5%~20% 的投资补贴。可再生能源发展的前期按较高标准补偿，后期按较低标准补偿，补偿期视具体情况而定，对于已具有竞争能力的可再生能源技术，不再给予价格优惠^[6]。

丹麦政府一直为本国的可再生能源发展提供大量的财政支持，仅 2009 年和 2010 年就分别投入 7.5 亿和 10 亿丹麦克朗用于支持可再生能源技术的研发，未来年还计划将 2 500 万丹麦克朗用于支持太阳能和波浪能的优先发展^[7]。

4.5 可再生能源配额制

可再生能源配额制的基本含义是：在一个国家或者一个地区的电力建设中，政府用法律的形式对可再生能源发电的市场份额作出强制性规定，并且与配额比例相当的可再生能源电量可在各地区之间进行交易，以解决地区间可再生能源资源开发的差异^[8]。使用该项制度的国家主要有美国和英国。

美国是实行可再生能源发电配额制度较为成功的国家之一，美国 2005 年《能源政策法案》规定要求电力公司在其生产的总电力中必须有一定比例的电力来自可再生能源，并且这一比例逐年增加，从而确保可再生能源发电能保有稳定并且持续增长的市场份额^[5]。

5 我国海洋可再生能源开发利用方法对策建议

5.1 完善政府定价上网制度

目前我国对海洋能发电实行固定电价制度，根据《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》第 9 条规定：“太阳能发电、海洋能发

电和地热能发电项目上网电价实行政府定价, 其电价标准由国务院价格主管部门按照合理成本加合理利润的原则制定”。由于海洋可再生能源发电还处在尚不成熟, 需要扶植培育市场的阶段, 通过政府指导定价保证电力公司全额收购可以有利于它的发展。

5.2 设立海洋可再生能源开发税收优惠政策

根据我国《可再生能源中长期规划》中提到: “国家运用税收优惠政策对水能、生物质能、太阳能、地热能 and 海洋能等可再生能源的开发利用予以支持, 对可再生能源技术研发、设备制造等给予适当的企业所得税优惠。同时, 《可再生能源法》第 26 条规定: “国家对列入可再生能源产业发展指导目录的项目给予税收优惠。具体办法由国务院规定”。

显然海洋能是属于列入指导目录, 但是在目前现实中却享受不到任何税收优惠, 因此有必要将此制度在法律法规中再作出具体的规定, 使之操作可行, 而不是一纸空文。

5.3 重点突破制约海洋可再生能源发展的瓶颈

根据国家海洋局印发《海洋可再生能源发展纲要》明确了我国海洋能发展的 5 项重点任务: 一是突破关键技术, 重点支持具有原始创新的潮汐能、波浪能、潮流能、温差能、盐差能利用的新技术、新方法以及综合开发利用技术与试验; 二是提升装备水平, 重点开展发电装置产品化设计与制造, 优先支持较成熟的海洋能发电技术开展设计定型; 三是建设海洋能电力系统示范工程和近岸万千瓦级潮汐能示范电站等示范项目; 四是健全产业服务体系, 制定海洋能资源勘察、评价、装备制造、检验评估、工程设计、施工、运行维护、接入电网等技术标准规范体系; 五是在前期海洋能资源调查基础上, 重点开展南海海域海洋能资源调查及选划。

5.4 完善海洋可再生能源开发市场融资制度和发展基金制度

海洋可再生能源开发项目建设初期需要很高的资金投入, 具有一定困难, 在发展初期多为政府的财政投入, 但是政府财政融资显然不

能完全解决可再生能源发展资金匮乏的问题, 随着海洋能发展逐步走向产业化, 在该领域进行市场融资是完全有必要的。而以法律法规的形式将市场融资制度固定下来可以推动其向规范化的方向发展。

开发海洋可再生能源时不仅要关注前期投入, 还应当将其使用周期考虑进去。通常海洋能开发第一次投入极大, 远远超出普通化石能源的开发成本, 但是建好之后, 使用周期越长, 整个项目周期内经济性要比使用化石能源好。

5.5 完善我国海洋可再生能源的开发的国内立法并与国际接轨

海洋是我国可持续发展不可缺少的资源宝库, 也是我国国家的安全屏障。国外临海国家都十分重视通过立法保护其海上利益, 特别是美国、英国、德国、日本和韩国等国就有关海洋能源这一领域的立法相对比较完善。从这些国家的立法经验来看, 中国应加强海洋能源(包括海洋可再生能源)开发管理机构职责方面的立法, 确定各管理机构在海洋能源开发活动管理中的职权。将海洋能源开发战略纳入中国能源发展战略, 制定海洋能源发展规划。从战略规划到法律层面, 逐步完善中国海洋能源开发领域的立法。

参考文献

[1] 高之国, 张海义. 海洋国策研究文集[M]. 北京: 海洋出版礼, 2007: 94.

[2] 任东明, 王仲颖, 高虎, 等. 可再生能源政策法规知识读本[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009, 205.

[3] 国家电力监管委员会. 英国可再生能源有关法律政策[J]. 农村电气化, 2008 (2): 51.

[4] 候佳儒. 美国可再生能源立法及其启示[J]. 郑州大学学报. 2009 (6). 79—84.

[5] 国家电力监管委员会. 德国可再生能源有关法律政策[J]. 农村电气化, 2008 (1): 45.

[6] 国家电力监管委员会. 丹麦可再生能源有关法律政策[J]. 农村电气化, 2008 (3): 50.

[7] 任东明. 张宝秀, 张锦秋. 可再生能源发电配额制政策(RPS)研究[J]. 资源与环境, 2002 (12): 117.