

Global Patent Analysis Report for Ocean Energy

世界海洋能 专利技术分析报告

杨成志 谭思明 主编



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

世界海洋能专利技术分析报告

杨成志 谭思明 主编

中国海洋大学出版社
· 青岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

世界海洋能专利技术分析报告/杨成志,谭思明主
编.—青岛:中国海洋大学出版社,2011.7

ISBN 978-7-81125-736-6

I. ①世… II. ①杨… ②谭… III. ①海洋动力资源
—专利—研究报告—世界 IV. ①P743-18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 138046 号

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市香港东路 23 号

邮政编码 266071

出版人 杨立敏

网 址 <http://www.ouc-press.com>

电子信箱 cbsebs@ouc.edu.cn

订购电话 0532-82032573(传真)

责任编辑 文隽

电 话 0532-85902342

印 制 日照报业印刷有限公司

版 次 2011 年 7 月第 1 版

印 次 2011 年 7 月第 1 次印刷

成品尺寸 185 mm×260 mm

印 张 13.5

字 数 320 千字

定 价 35.00 元

序 言

随着科技创新和经济全球化的飞速发展,国家和企业间的竞争最终表现为知识产权的竞争,实施知识产权战略成为建设创新型国家和发展高新技术产业的迫切需要。专利分析和预警工作对于制定专利战略、增强竞争优势、保护自主知识产权具有十分重要的意义。多年来,青岛市知识产权局支持本地企业、科研机构 and 高校在专利分析与预警等领域开展了大量研究工作,为创新主体提高知识产权创造能力,避免知识产权侵权,制定知识产权战略,增强核心竞争力发挥了决策支撑作用。

随着化石资源的日益匮乏,发展海洋新能源已受到世界海洋强国的高度关注。欧盟、美国等都制定了海洋能发展战略。我国政府及一些沿海省、市都把海洋能产业作为海洋新兴产业之一给予积极培育和发展。2011 年伊始,国务院批复山东半岛蓝色经济区建设规划,使山东半岛蓝色经济区建设正式上升为国家战略。青岛作为山东半岛蓝色经济区建设的龙头,“十二五”期间已将海洋能列为战略性新兴产业给予重点支持。

在当前形势下,我非常高兴地看到青岛市科学技术信息研究所的研究成果《世界海洋能专利技术分析报告》的出版。报告主要涉及海洋风能、波浪能、潮汐能、微藻生物质能源等四大领域。课题组在检索查阅、归纳分析原始专利文献的基础上,对世界海洋能专利申请趋势、国家分布、主要竞争公司、重点技术领域、核心技术和研发热点等方面做了全面的剖析,并做出了客观的研究结论,提出了有针对性的海洋能技术发展建议。该书是国内第一本有关海洋能专利技术分析方面的书籍,其出版可为政府制定海洋能发展战略提供参考,也可为企业创新、知识产权战略部署提供借鉴。

衷心希望青岛市知识产权局继续大力支持本地区的企业、科研院所和高校等机构的科研人员,围绕青岛市发展规划所涉及的重点领域和新兴产业开展专利技术分析与预警研究工作,撰写出更多内容翔实、分析深入、具有前瞻性和战略性的专利技术分析报告,为我国各行业提高自主创新能力,积极参与国际竞争提供指导和帮助,为推进国家知识产权战略发挥应有的贡献。

国家知识产权局副局长

 博士

2010 年 4 月

前 言

海洋能作为一种储量大、可再生的清洁能源,自 20 世纪 70 年代起就受到了世界沿海国家的广泛关注。进入 21 世纪以来,面对石油、煤炭等化石能源的日益匮乏和节能减排、应对全球气候变化等巨大压力,国际社会、尤其是海洋国家,再次将目光投向海洋,把海洋能作为主要的替代能源提高到了非常重要的战略地位。我国政府非常重视对海洋能的开发利用。《可再生能源中长期发展规划》指出,今后一个时期将积极推进海洋能的开发利用。这意味着海洋能的开发将迎来一个新的发展契机。对山东省和青岛市而言,“山东半岛蓝色经济区”国家战略的实施将成为加快海洋能开发利用的有力推进器。

海洋能包括海洋风能、潮汐能、波浪能、海洋生物质能、海洋温差能、海洋盐差能和海流能等,属新能源范畴。我国对海洋能的研究和利用已有 50 多年的历史,取得了一定成绩,但从技术水平、应用范围、产业化规模等与国际先进水平仍有较大差距。为早日突破技术瓶颈,加快技术研发,实现海洋能的产业化或规模化应用,有效缓解我国能源紧张状况,亟须对国内外各类海洋能目前所取得的技术进展、未来的技术发展方向进行深入分析。由于专利文献是反映科技发展最迅速、最全面、最系统的信息资源,全世界科技成果的 70%~90%最先出现在专利文献中,且其中 80%以上将不再出现于其他技术文献中,因此我们选择以专利分析为工具,对中国及世界范围内的海洋能专利文献进行系统的检索、整理、加工与分析,从中总结出当前海洋能领域的技术研发状况、核心技术与研发热点等相关信息,为政府部门、海洋能技术研发与产业界能够准确了解掌握该领域技术专利的布局,借鉴已有技术,避免重复研究,缩短研发周期,制定研发与产业发展战略提供决策支持。

本书是在青岛市知识产权局“专题专利数据库建设和专利预警应急机制研究”专项“蓝色经济主导产业之一——海洋新能源专利分析”课题研究基础上形成的。在此,特别感谢青岛市知识产权局各位领导对于本项目的鼓励、支持和建议。

青岛市知识产权局杨成志局长负责本项目的总体策划,谭思明作为本项目的负责人承担了整个研究的设计、部署和最后统稿工作。全书各章节的具体分工是:第一章:赵霞、张卓群、秦洪花、朱延雄、姜静、李汉清;第二章:张卓群;第三章:秦洪花;第四章:赵霞、姜静;第五章:朱延雄。同时,感谢沈阳工业大学风能技术研究所(青岛华创风能有限公司)邢作霞博士、青岛迈特风力发电零部件有限公司史华林高级工程师、中国科学院青岛生物能源与过程研究所刘天中研究员等专家给予的指导和帮助。

因水平所限,书中难免有不妥和疏漏之处,欢迎广大读者给予批评指正。

青岛市科学技术信息研究所专利分析课题组

2011 年 4 月

目 录

第一章 海洋能专利技术发展综述 (1)

 第一节 海洋能的分类与特点 (1)

 第二节 海洋能开发利用概况 (2)

 第三节 世界海洋能专利技术发展综述 (11)

 第四节 中国海洋能专利技术发展综述 (16)

第二章 海洋风能专利技术分析 (20)

 第一节 海洋风力发电概述 (20)

 第二节 专利数据采集说明 (24)

 第三节 海上风电国际专利分析 (26)

 第四节 海上风电中国专利分析 (57)

 第五节 研究结论 (72)

 第六节 我国海洋风能技术研发与专利战略建议 (75)

第三章 海洋波浪能专利技术分析 (79)

 第一节 海洋波浪能概述 (79)

 第二节 专利数据采集说明 (81)

 第三节 海洋波浪能国际专利总体趋势分析 (83)

 第四节 海洋波浪能国际专利技术特征分析 (85)

 第五节 海洋波浪能专利国别分析 (87)

 第六节 海洋波浪能国外专利权人(申请人)分析 (97)

 第七节 海洋波浪能核心专利分析 (118)

 第八节 海洋波浪能中国专利分析 (123)

 第九节 海洋波浪能开发需攻克的关键技术 (130)

 第十节 研究结果及技术建议 (131)

第四章 海洋潮汐能专利技术分析 (134)

 第一节 潮汐能技术概述 (134)

 第二节 专利数据采集说明 (135)

 第三节 海洋潮汐能国际专利分析 (136)

第四节	海洋潮汐能中国专利分析	(159)
第五节	技术研究热点和发展趋势分析	(174)
第六节	研究结论	(174)
第七节	我国潮汐能技术发展建议	(177)
第五章	海洋微藻生物质能源专利技术分析	(179)
第一节	项目背景	(179)
第二节	专利数据采集说明	(180)
第三节	海洋微藻生物质能源国际专利技术特征分析	(182)
第四节	专利技术的国际状况分析	(185)
第五节	我国在海洋微藻能源技术领域的专利活动分析	(191)
第六节	主要专利权人、专利技术热点和趋势分析	(195)
第七节	对我国海洋微藻生物质能源产业发展的建议	(205)
参考文献		(207)

第一章 海洋能专利技术发展综述

能源是经济社会发展的重要基础,人类社会经过近代工业革命一百多年来的发展与变迁,已形成了以煤炭、石油和天然气等为主的能源供应体系,但随着不可再生能源资源的日益枯竭和气候环境的日益恶化,寻找并开发新的可替代清洁能源,已经成为人类应对能源环境和永续发展的重要选择。

海洋能是一种储量大、可再生的清洁能源,经过近百年的实践和探索,世界海洋能技术与应用取得了突破性的进展。特别是本世纪以来,世界各沿海国家纷纷把目光聚焦到海洋能的技术开发与产业化上来,力图使海洋能成为解决沿海国家能源短缺和应对气候变化的重要途径。各国通过制定规划和扶持政策,加大对海洋能研发的投入力度,积极培育海洋能新兴产业,力争在新一轮竞争中占领先机。在各国有利政策的激励下,海洋能新技术发展迅猛,世界海洋能专利增长呈现井喷之势,由此可以推断,21 世纪人类将步入开发海洋能的新时代。

第一节 海洋能的分类与特点

一、海洋能的分类

海洋能是指蕴藏于海上、海中、海底的各种可再生能源的总称,具体包括海洋风能、波浪能、潮汐能、潮流能、温差能、盐差能、海洋生物质能等。海洋面积占地球总面积的 71%,太阳到达地球的能量,大部分落在海洋上空和海水中,部分转化为各种形式的海洋能,除潮汐能和潮流能主要来源于太阳和月球的引力外,其他能源均来源于太阳辐射。潮汐、潮流、海流、波浪、风能都是机械能,海洋生物质能是化学能。海洋能可通过各种手段转换成电能或其他形式的能量供人类使用。据初步计算,海洋能的理论储量是目前全世界各国每年耗能量的几百倍甚至几千倍,其开发潜力巨大。

二、海洋能的特点

与常规能源相比,海洋能有如下特点:一是可再生性。潮汐、波浪、海流和风的运动,周而复始,永不休止,是属于比较典型的可再生能源。二是清洁性。在海洋能电站运行的全过程中,不需要消耗一次性矿物燃料,也不会产生新的污染,对环境的影响小于传统电力。三是经济性差、开发难度大。海洋能虽然总量丰富,但由于其分散在全球大洋水体

中,单位面积、体积所蕴藏的能量比传统能源小很多,因此开发利用的效率不高;且海洋能量多变、不稳定,开发利用的难度大,同时,海洋环境复杂,海洋能装置要有能抗风暴、抗海水腐蚀、抗海生物附着的能力,因而增大了海洋能开发的难度。因此,海洋能的研发、生产投资成本高,取得经济效益的周期较长,现阶段尚不能与常规火电、水电等传统能源竞争。

第二节 海洋能开发利用概况

一、世界海洋能的开发利用

(一)世界海洋能开发利用的技术发展情况

海洋能的开发利用是海洋高技术发展的重要内容,将支撑未来海洋新兴产业的形成和发展。世界许多国家都在大力推动海洋能的发展,随着高新技术的不断涌现,人类开发利用海洋能的前景越来越广阔。

海洋能的主要利用方式就是用来发电,除盐差能外,其他发电技术均已得到不同程度的应用。

1. 海洋风能

海洋风能开发是在近海离岸区域建设风电场,风机叶片在风力带动下将风能转变为机械能,再通过发电机将机械能转变为电能,然后将电能通过海底电缆传输到陆地上,再经过升压后并入陆上主电网。

海洋风电技术于上世纪90年代初最先从欧洲开始发展起来,20年来在技术上取得了巨大进步,经历了小型示范、商业性应用、大规模开发三个阶段。海上风电技术借鉴了成熟的陆上风电技术,但比陆上技术更为复杂,需要解决海洋特殊环境带来的盐雾腐蚀等一系列技术难题,目前开发成本与风险都比较高;而且为了获得更大的发电效益,海上风电场的规模越来越大,需要功率更大的机组,因此海上风电设备研发、风电场管理、电力输送等成为国际风电业界的技术攻关重点和竞争焦点。提高机组设备稳定性、降低成本是海上风电技术追求实现的主要目标。

随着海上风电技术的发展,水平轴风力涡轮机已逐步成为主流设备形式;以变桨变速功率调节为主的控制技术已被广泛采用;同时一些新技术如直驱式风机、碳纤维叶片技术也迅速发展并得到应用;其次海洋风机的基础设施和运输安装技术的研发创新也是海上风电技术的重要组成部分。最重要的技术趋势是海上风电机组的大型化、巨型化。而且随着人类对海上风资源的开发,深海风力发电技术已经在探索之中,代表着未来海上风电技术的发展方向。

2. 波浪能

地球表面的热差异形成了风,当风掠过海面便产生了波浪。波浪能是指海洋表面波浪所具有的动能和势能,具有能量密度高、分布面广等特点,人类可通过波浪能装置将波浪的能量转换为机械的、气压的或液压的能量,然后通过传动机构、汽轮机、水轮机或油压

马达驱动发电机发电。

最早利用波浪能发电的探索可追溯到 200 多年前,即 1799 年在法国发表了第一个波浪能转换装置的专利。进入 21 世纪后,以欧洲各国和北美国家为首的世界海洋国家不断加大在波浪能领域的资金及科技投入,对波浪发电技术的研究日益深入,部分技术已商业化,多座电站处于应用示范阶段。

目前全球已经提出了超过 4000 多种波浪能转换技术,但是波浪能发电研究一直没有革命性的突破。到目前为止,还没有一种发电方法被广泛应用和推广,世界各国对波浪能的开发还是无法形成大规模的商业开发,海浪能的利用仍然落后于风能和潮汐能的利用。

3. 潮汐能

潮汐能利用的实质,是利用月球和太阳的引力造成的海面升高的势能。潮汐发电与水力发电的原理、组成基本相同,选择有利的海岸地形,建筑大坝和水闸,使水坝两侧形成水位差,再通过水轮发电机组发电。潮汐的能量与潮水量和潮差成正比,或者说潮汐的能量与潮差的平方和港湾面积成正比。目前,潮汐发电技术在海洋能开发技术中最为成熟。

世界潮汐能发电研究已有 100 多年的历史,其发展经历了早期实验、商业化应用和大规模发展阶段。20 世纪 70 年代潮汐发电技术开始进入以大规模商业生产为目的、以降低造价为目标的科研论证阶段,进入 21 世纪,潮汐能发电得以大规模发展。

潮汐能领域的前沿技术有全贯流技术、抽水增能发电方式以及有利于减小环境影响、降低成本、降低建造周期的各种技术。

全贯流技术:与同容量的混流式、轴流式、灯泡贯流式进行比较,全贯流式机组可节约土建成本及设备投资,具有更好的经济性。因此,近年来,比利时、瑞士、英国、加拿大等国的潮汐电站均采用了全贯流式水轮发电机组。

当前世界研究重点是如何解决因潮汐水位变化导致发电输出不稳和连续发电问题,解决的方式有多种,例如,并网调峰、多能互补等。世界潮汐能开发的一个明显趋势是向巨型化发展,各国已完成技术经济论证的几个著名站址装机容量多在 1×10^6 kW 以上。

4. 潮流能

潮流能是指流动的海水所具有的动能,主要指海底水道和海峡中由于潮汐导致的有规律的海水流动而产生的能量。其发电原理与风力发电相似,几乎任何一个风力发电装置都可以改造成为潮流能发电装置,但由于海水的密度约为空气的 850 倍,且必须放置于水下,故潮流发电存在着一系列的关键技术问题,包括安装维护、电力输送、防腐、海洋环境中的载荷与安全性能等,其中最重要的是潮流能获取装置。大部分潮流能获取装置为旋转类水轮机,其中水平轴和竖轴水轮机应用较多,通常,可对潮流能获取装置进行以下分类:

(1)水平轴水轮机:水流方向与旋转轴平行,利用水流推动叶轮桨叶旋转发电。该机型又可细分为风车式、空心贯流式、导流罩式,其中风车式潮流能水轮机结构简单可靠、获能效率高,是目前技术比较成熟、发展最快的机型,已为世界许多公司所推崇采用。

(2)垂直轴水轮机:叶轮桨叶与旋转轴平行,水流方向与叶轮旋转轴垂直,可分为直叶片式、螺旋叶片式和导流罩式三种机型。

(3)振荡水翼装置:由水翼、振荡悬臂和液压发电装置组成,水翼受其两侧的潮汐流推

动带动振荡悬臂摆动做功,通过振荡悬臂驱动高压液体带动高压液流系统中的水轮机发电。

(4)套管叶轮装置:相当于在横轴或纵轴叶轮的外部增加一个文丘里管,这样可以使水流能量更加集中,驱动效率更高。

5. 海洋生物质能

海洋生物质能源是海洋植物利用光合作用将太阳能以化学能的形式贮存的能量形式,此类海洋生物质的主要来源为海洋藻类,包括海洋微藻和大型海藻等。在众多的非粮生物质中,海洋微藻具有分布广泛、油脂含量高、环境适应能力强、生长周期短、产量高等特点,可用于制备生物燃料(乙醇、生物柴油、燃料油或者氢等),并兼备碳减排的功效。

20 世纪 70 年代,在当时的能源危机背景下,美国、日本、西欧等国家开始了海洋生物质能的前期探索和研究工作。进入 21 世纪后,海洋生物质能源的研究出现了新的进展。美国、日本、德国、印度等国政府都已投入大量的资金及启动相关的计划进行海洋微藻生物质能源的研究开发,国际上众多的科研机构、生物燃料公司、投资公司纷纷宣布开发微藻产油技术,在该领域投入大量资金。技术研究主要集中在优良藻种的选育、高效低成本培养模式、生物质能高效转化技术和高值化综合利用模式等方面,涉及产能海藻的种质特性、代谢调控、光生物反应器技术以及油脂转化、甲醇/乙醇转化等内容。

(二)世界海洋能开发利用的产业发展情况

1. 海洋风能

目前世界海上风能开发利用主要集中在欧洲。截至 2009 年底,在全球 12 个建造海上风电场的国家中有 10 个位于欧洲,装机容量占全球的 99%以上,其余两个国家是亚洲的中国和日本。近一两年,海上风电作为风电产业中新的增长点,成为国际大趋势,获得了更为迅速的增长。2010 年世界海上风电产业比 2009 年实现了翻番,增幅之大令人瞩目,规模达到 4360 MW。

尽管欧洲目前仍是世界海上风电产业的领头羊,但亚洲和北美的海上风电建设也已启航,并有迎头赶上之势。中国海上风电产业虽然规模还不大,但正在成为全球发展最快的国家之一,在 2009 年新增装机容量最大的前五个国家中,中国排在英国、丹麦之后,德国、瑞典之前,位居第三。著名能源顾问 Douglas-Westwood 公司称,未来十年中国将赶超英国成为海上风电行业的领先者。其次,对清洁能源和经济复苏的需求迫使北美洲的美国、加拿大转变能源政策,迅速制定了海上风电开发计划。由于这两个国家具有巨大的技术创新能力,因此是海上风电业未来最重要的潜力市场。

2. 波浪能

波浪能开发利用技术并未成熟,尚未形成产业。目前世界上只有几百台波浪发电装置投入运行,且发电能力都比较小,除日本的航标灯用 10 W 发电装置处于商业运行阶段,其余装置均还处于应用示范阶段或试验阶段。代表性装置有:英国的 500 kW 岸式装置 LIMPET、750 kW 漂浮式装置 Pelamis,阿基米德海浪发电装置(Archimedes Waveswing),澳大利亚 Energetech 公司 500 kW 离岸固定式装置,日本的 5 kW 摆式波能装置,挪威的 500 kW 岸式装置、350 kW 收缩波道式电站,美国的 PowerBuoy 波浪能装置,丹麦的 Wave Dragon 波能装置等。

3. 潮汐能

世界上已建成的最大潮汐电站是法国的郎斯电站,建于1966年,总装机容量 2.4×10^5 kW,共24台水轮机年均发电量为 5.4×10^8 kWh,采用灯泡式贯流水轮发电机组,郎斯电站的建成及40多年的成功运行证明了潮汐发电技术的可靠性和经济效益。加拿大安纳波利斯潮汐试验电站,采用世界上单机最大、技术上最先进的全贯流水轮发电机单台机组,建成于1984年,额定功率 1.78×10^4 kW,年发电量为 5×10^7 kWh。2007年韩国启动了总装机容量为 1×10^6 kW的江华岛潮汐电站项目。同年英国内阁通过了总装机 8.64×10^6 kW的塞文河口潮汐电站工程。

据不完全统计,目前在法、英、俄、加、印度、韩国等13个国家运行、在建和研究中的潮汐能电站达139座,进行规划设计的10余座潮汐电站均为 1×10^5 kW~ 1×10^6 kW级。

潮汐电站技术上成熟,但至今发展缓慢,原因之一是潮汐大坝对环境及生态有影响;其次,制约潮汐能发电的因素还有高初期投资、长资金回收周期的影响。就全世界而言,潮汐能源的开发利用程度还很低。

4. 潮流能

据估计,世界各大洋中所有海流的总功率达 5×10^9 kW左右,是海洋能中蕴藏量最大的一种。世界上从事潮流能开发的国家主要有美国、英国、加拿大、日本、意大利和中国等。

美国科学家最早于1973年提出利用巨型水轮发电机组——科里奥利系统,开发佛罗里达潮流能方案。2007年4月,美国绿色能源公司(Verdant Power)在纽约东河建设并试运行了美国第一个重要的潮流发电项目,预计2009~2012年投入商业化运行,总装机容量达10 MW。

英国拥有丰富的海洋能资源,加之政府的积极管理与合理化市场运作,虽然潮流能开发研究起步较晚,但却在机组研发、商业化的进程中处于领先地位。世界上首台商用潮流能发电装置——由英国MCT公司于2009年设计建造的1.2 MW“SeaGen”风车式潮流能水轮机组,是目前世界上投入商业运行的最大潮流能发电机组。

20年来世界各国开发研究了各种海洋能源转换设备和装置,通过对潮流能关键技术及其进展的分析,根据技术及商业可行性、资源可持续利用和环境保护等要素,预测在今后的5~10年内,潮流能将得到更大规模的应用,并将逐步产业化。数百兆瓦功率的机组将在5年内研究成功,而数千兆瓦的机组则将在10年内研发出来。

5. 海洋生物质能

全球海洋生物质能源基本上仍处于研究开发阶段,现有的科技水平还不能适应开展大规模生产的需求,还没有一个国家正式推出工业化产品,但各国的技术研发已呈现全面提速的态势,明显加快了产业化的步伐。部分企业宣称已完成了中试,生产出了符合标准的生物柴油,拥有规模化的商业化生产技术。海洋生物质能源研究正从试验阶段逐步进入工业应用准备阶段。

(三)世界海洋能开发利用的政策措施情况

在世界海洋能发展中,国家政策支持对海洋能开发利用规模的提升起到了关键性作用。目前,世界各国在海洋能开发利用方面采取的政策措施主要包括以下几个方面:一是

各国均制定了以发展可再生能源为核心的法律法规;二是制定了具体的海洋能发展战略和行动计划;三是提供资金给予支持;四是采取补贴和税收优惠等政策给予扶持等。由于海洋能发电站造价高,技术、施工要求高,回收周期长,对私人投资者吸引力不大。因此,早期的海洋能开发均以政府投资为主。

2010年7月,欧洲海洋能协会发布了《欧洲2010—2050年海洋能路线图》。欧洲海洋能协会是一个由世界60多家涉及海洋能业务的公司组成的商业贸易协会。该协会在路线图中称,到2030年,欧洲海洋能的装机容量可以达到 3.6×10^3 kW,到本世纪中叶,这个数字可以提高到 1.88×10^8 kW。届时欧洲的海洋能工业将处于世界领先地位。同时,它也清楚地表明,如果政策不能助推技术创新,要实现这个目标也是不现实的。

英国从上世纪70年代以来,制定了强调能源多元化的能源政策,鼓励发展包括海洋能在内的多种可再生能源。2003年英国政府公布的能源白皮书正式提出了可再生能源基本战略,2009年《英国可再生能源战略》发布,根据该战略,2010年英国政府发布了《海洋能源行动计划》,帮助英国海洋能源产业设立到2030年的远景目标,以推动潮汐能、波浪能等海洋能源发展。其具体举措包括设立一个全国性的战略协调小组,为海洋能源发展制订详细的路线图;引导私有资金进入海洋能源领域;推动海洋能源技术研发;建立海洋能源产业链等。

英国皇家资产管理局与苏格兰政府于2010年联合批准了10座波浪能和潮汐能电站项目,投资40亿英镑,在未来10年内总发电规模可以达到 1.2×10^3 kW。英国政府和其他公共部门组织投资了近1500万英镑(2900万美元)创建欧洲海洋能中心。《海洋能源行动计划》的公布、10座波浪能和潮汐能发电站项目的确立,以及2010年750亿英镑发展近海风力发电计划让世人看到了英国政府大力发展可再生能源、提高该国能源安全性的决心。

美国把促进可再生能源发展作为国家能源政策的基石,很多州都立法要求在能源体系中可再生能源应占有一定的比例。近年来,美国政府加大投入,制定各种优惠政策,积极推进海洋能发电。2009年美国参议院通过《海洋可再生能源促进法》,计划2021年前每年将批准2.5亿美元用于海洋可再生能源的研发、试点和部署。美国联邦能源监管委员会(FERC)和内政部已经着手制订海洋能源开发的准入条件,2008年批准了34个潮流发电和9个海浪发电项目。

日本自20世纪50年代先后成立了海洋科学技术和海洋深层水利用研究会,主要从事与海洋相关的科学技术研究。日本还制定了海洋能源发展专项计划。1974年7月,日本政府公布了“阳光计划”,促进了波浪发电进入商业性开发。1993年日本又开始实施“新的阳光计划”,有效促进了温差发电研究工作的开展。为了协调海洋能的研发与项目开发工作,日本还专门成立了海洋能专门管理机构。自1996年以来,日本开始着手建立综合性海洋政策体系。该政策体系包括海洋资源管理、海洋立法以及海洋发展规划等内容。

二、中国海洋能的开发利用

(一)中国海洋能开发利用的技术发展情况

在国家科技支撑计划、“863”计划等重大专项的支持下,中国海洋能开发利用技术取

得了重要进展。先后研建了多座潮汐能电站、多种形式的小型波浪能电站和潮流能实验电站,初步实现了海洋能开发利用由工程示范朝商业化方向的发展。海上风能和海洋生物质能利用方面,也开展了一些基础性的研究工作,并取得了重要进展。

1. 海洋风能

目前我国海上风电技术总体上已经基本成熟,具备了大规模发展的条件。

但是,我国的风电技术是在购买国外技术的基础上发展起来的,虽然在整机制造方面取得了较大进展,制造能力也排在世界前列,但并未完全掌握风电核心技术,自主研发能力还比较薄弱,对国外技术的依赖性较大。在风电产业飞速发展的表象后面,是消化、吸收、创新动力的缺乏。大功率海上风机设计制造能力与国外差距较大,核心零部件需要进口,由此大大增加了风机制造、海上风电产出及运行成本;其次是由于开发海上风电时日尚短,缺乏经验,维修水平相对落后。

2. 波浪能

我国波浪能发电技术研究始于 20 世纪 70 年代,80 年代以来获得较快发展。小型岸式波浪能发电技术已进入世界先进行列,航标灯所用的微型波浪发电装置已经商品化,在沿海海域航标和大型灯船上得到推广应用。与日本合作研制的后弯管形浮标发电装置处于国际领先水平,已向国外出口。波浪能稳定发电这一世界性难题在我国已经获得突破性进展。总之,我国波浪能发电虽起步较晚,却发展很快。但是我国波浪能开发的规模远小于挪威和英国等欧洲国家,小型波浪发电距实用化尚有一定的距离。

3. 潮汐能

经过上世纪 80 年代以来的电站规划设计和可行性研究,特别是江厦电站的设计、建设和运行管理实践,中国在潮汐电站规划选点、开发与运行方式设计、软基础海工建筑物的设计与施工、贯流式灯泡型水轮发电机组设计与运行管理、设备防海水腐蚀与防生物污损及防泥沙淤积等方面都取得了较大技术进步,积累了丰富的经验。微型潮汐电站技术基本成熟。目前建成的潮汐电站采用的水轮机组型式有双向灯泡贯流式机组、立轴轴流式机组、竖井贯流式机组、轴伸贯流式机组等多种型式。目前国内已形成共识:我国已具备研建 10 MW 级潮汐电站的技术水平和工业条件。

4. 潮流能

中国是世界上最早开展潮流能发电试验的国家之一。2002 年,哈尔滨工程大学自行设计建造了我国第一座 70 kW 潮流实验电站,2005 年在国家“863”科技计划的支持下,研制了 40 kW 海底固定式竖轴潮流能发电系统,哈尔滨工程大学还与意大利阿基米德公司合作研制 250 kW 水面漂浮垂直轴潮流发电装置,该项目得到联合国工业发展组织的支持。东北师范大学 2008 年研制成功 1kW 水下漂浮式水平轴潮流能发电装置,该项目获得国家“863”计划海洋监测技术主题的支持。中国海洋大学和机械科学研究总院 2008 年研制成功 5 kW 柔性叶片水轮机潮流能发电装置。浙江大学 2009 年研制成功 25 kW 固定式水平轴潮流能发电装置。河海大学在国家“863”计划的支持下,正在研究新型的潮流能高效双向叶片模型,已取得了阶段性成果。

虽然我国潮流能开发利用发展非常迅速,但还存在一些问题,如机组成本太高、单机容量低、运行效率不高、创新和核心技术掌握不足等。目前我国潮流能发电研究已进入实

海况的应用示范研究阶段。“150 kW 潮流能电站关键技术与示范”作为我国六大海洋能开发利用重点项目之一,已纳入《国家中长期科学技术发展规划纲要(2006—2020 年)》,正在组织实施中。

5. 海洋生物质能

在中国科学院等研究机构及海洋科学家的努力下,从我国的海藻生物资源调查开始,解决了海带、紫菜、裙带菜等海藻的大规模培养技术,开展了螺旋藻、盐藻、小球藻等微藻的藻种选育、大规模培养和产业化工作,拥有了一大批淡水和海水微藻种质资源,使我国在大型海藻栽培和微藻养殖的某些方面达到国际领先水平。与此同时,国内众多高校和科研院所承担了多项国家及省部级微藻分类、育种和保存技术研究,在微藻产氢、产油等方面进行了基础性研究并取得了一定的成效。

(二) 中国海洋能开发利用的产业发展情况

我国海洋能的研究和利用已有 50 多年历史,经过不断努力,海洋能产业正在稳步增长。“十五”期间,我国海洋能产业增加值年均增长速度为 16% 左右;2009 年,沿海风力发电和潮汐能发电全年实现增加值 12 亿元,比上年增长 25.2%。但总体存在着知识产权创造水平相对落后,激励机制不够完善,尚未形成新能源持续发展的长效机制等问题。

1. 海洋风能

经过前几年的技术研发、海上风能资源调查评估、选址后,我国政府从 2010 年开始推动海上风电产业发展。2010 年 2 月中国首个大型海上风电项目——102 MW 上海东海大桥风电场安装成功并投入并网运行,拉开了我国海上风电开发的序幕;紧接着国家能源局向各省市发文,要求各地申报海上风电特许权招标项目;2010 年 10 月我国首次 1×10^6 kW 海上风电特许权项目招标完成,标志着海上风电由示范进入规模开发阶段,海上风电开发的整体规划即将开始。

2. 波浪能

我国除航标灯用波浪能发电装置已经商品化外,其他的波浪能发电技术尚处于试验研究和工程示范阶段。1985 年中国科学院广州能源研究所研制成功航标灯用波浪能发电装置,经过 20 多年的发展,已有 10~450 W 的多种型号产品,目前已累计生产 700 多台用于中国沿海的航标灯上,并出口到英国、日本、菲律宾等国,我国航标灯用波浪能发电装置处于世界领先地位。

3 kW、20 kW、100 kW 岸式振荡水柱波浪能电站已实现了并网发电,5 kW 漂浮式后弯管振荡水柱波浪能装置进行了实海况试验。8 kW、30 kW 岸式摆式波浪能电站实现了独立海岛的离网发电。40 kW 岸式振荡浮子波浪能电站、100 kW 振荡水柱波浪能电站尚处于试验阶段。漂浮式鸭式波浪能装置和离岸坐底摆式波能装置正处于开发过程中。

3. 潮汐能

我国潮汐电站建设始于 20 世纪 50 年代,至 80 年代初共建造了 70 余座,其中长期运行的有 8 座,是世界上建造潮汐电站最多的国家。目前,仍在运行发电的有江夏、海山和白沙口 3 座潮汐电站。其中,江夏潮汐试验电站总装机容量达 3.9×10^3 kW,是中国最大的潮汐电站,已正常运行近 20 年,是世界第三大潮汐电站,浙江海山电站总装机容量为 150 kW,山东白沙口电站装机容量为 640 kW。目前,我国的潮汐发电量仅次于法国、加拿

大,居世界第三位。

4. 潮流能

我国是世界上潮流能资源密度最高的国家之一,有良好的开发前景。国内一些大学和研究机构对潮流发电机装置研究起步较早,但目前未能形成产品。虽然其中一些潮流发电机研究项目进行了专利申请,但大多数研究成果距工程应用还有一段距离。现阶段,我国应先建造百千瓦级的示范装置,解决机组的水下安装、维护和在海洋环境中长期稳定运行的问题,然后以一定的单机容量发展标准化设备,从而达到工业化生产,以降低潮流能发电的成本。

5. 海洋生物质能

我国目前的海洋生物质能源研究大多属于实验室的探索性研究,虽在微藻养殖上具有一定的资源和成本优势,但微藻油脂的提取、转化等技术仍然属于实验室的小试阶段性成果,极少见中试规模以上的实施案例报道。整体而言,微藻能源仍然处于实验室研究阶段,距离产业化还有非常大的距离。

(三) 中国海洋能开发利用的政策措施情况

我国一直高度重视海洋能技术的研发与应用,近几年来,国家颁布实施了一系列鼓励海洋能开发的法规、政策,为海洋能开发利用创造了良好的大环境。

2007年9月,国家发展与改革委员会制定了《可再生能源中长期发展规划》,提出“积极推进地热能 and 海洋能的开发利用”、“到2020年,建成潮汐电站10万千瓦”的部署。2009年底,《中华人民共和国可再生能源法》(修正案)获得全国人大的表决通过,作为可再生能源的重要组成部分,海洋能的开发利用将迎来一个大的发展时期。

《国家“十一五”海洋科学和技术发展规划纲要》提出,突破海岛及沿岸风力发电的关键技术,开发潮汐能、潮流能、波浪能和温差能利用技术,研建小型实用波浪能发电站、温差电站的实验样机以及万千瓦级潮汐能电站等。

在投资方面,从“七五”到“十五”,通过科技攻关等计划国家对海洋能科研开发进行了大量投入。进入“十一五”以来,国家投资约5000万元在科技支撑计划中安排了“海洋能开发利用关键技术研究 with 示范”重点项目。2010年,国家海洋局会同财政部制订并颁布了《海洋可再生能源专项资金管理暂行办法》,计划投入专项资金2亿元,这超过了新中国成立以来所有的海洋能技术投资总和,并且在今后将会持续稳定地保持专项资金支持。“十二五”期间,国家将进一步加大对海洋能开发利用方面的投入力度,按照政策引导 and 市场拉动相结合的原则,采取以企业为主体、产学研相结合的方式,组织开展各类海洋能技术的研发,建立海洋能研发试验平台 and 综合示范工程,促进我国海洋能产业快速健康发展。

国家还将实施一系列激励政策,扶持海洋能的开发。除海洋能发电享受国家新能源优惠政策外,新建海洋潮汐能、潮流能 and 海岛海洋能发电站等每千瓦装机功率将补助5万元,资助的额度可高达项目总投资的40%。

三、海洋能开发利用的前景分析

(一)世界海洋能开发利用的前景分析

1. 世界海洋能开发潜力巨大

欧洲可再生能源委员会发布的一份研究报告指出,目前全球海洋能的理论发电量预计可达到每年 1×10^{10} kW,而目前全球的电力消耗约为每年 1.6×10^9 kW,仅海洋能这一项就能完全满足人类的用电需求。因此,世界海洋能开发潜力巨大。在2010年第三届世界海洋能大会上,欧洲海洋能协会代表明确认为,目前是介入海洋能源开发领域的最佳时机。

2. 国际上海洋能开发利用技术快速发展

大型潮汐发电技术趋于成熟,达到商业化程度;潮流发电正向规模化利用程度发展,英国的兆瓦级潮流发电机组研发和应用的成功,向世界展示了潮流发电技术商业化应用的美好前景;模块化波浪发电技术逐渐成熟,以欧美为代表的 Pelamis“海蛇”技术和 PowerBuoy 技术以及 Wave Hub 技术相结合,奠定了大规模开发利用海洋波浪能的技术基础;海上风能开发利用技术基本成熟,已经在进行 1×10^5 kW 级的大型海上风电场的示范试验;海洋生物质能的开发利用技术虽尚处于实验室阶段,但技术发展迅速,已处于商业化应用的前夜。

3. 国际社会对海洋能的投资急剧升温

目前 10 多个国家已经为开发海洋能出台了专门的扶持政策,包括英国在内的一些国家建立了全方位的海洋能测试中心。根据剑桥能源咨询公司新兴能源市场研究数据,目前全球共有超过 45 个海浪能和潮汐能示范项目,将于近两年陆续接受最终检测,全球有 16 个国家开展了海洋能开发项目,总装机容量超过 1.8×10^6 kW。如果上述 45 个示范项目最终都获得成功,未来全球海洋能项目将得到进一步扩展。

4. 海洋能发电的市场竞争力会不断增强

一方面,随着技术的不断成熟,海洋能发电的造价会不断下降;另一方面,由于它符合可持续发展的社会需求,受到各国家政策支持,因此建设成本和电价会逐渐下降。随着常规能源价格的不断飙升,海洋能会逐步显示出强大的市场竞争力。

可以预见在不远的将来,海洋能势必将成为可被人类规模化利用的清洁能源里的一支生力军。

(二)中国海洋能开发利用的前景分析

1. 我国海洋能开发利用潜力巨大

我国是一个海洋大国,拥有 18000 km 海岸线,300 多万平方千米的海域,500 m² 以上的海岛 6900 多个,据初步预测,我国海洋能总资源量达 1×10^9 kW,蕴藏着丰富的海洋能储量和可开发利用量,海洋能开发和海洋产业发展具有很好的开发利用前景。从总体上看,我国潮流能、温差能资源丰富,能量密度位于世界前列;潮汐能资源较为丰富,位于世界中等水平;波浪能资源具有开发价值;离岸风能资源和海洋生物质能资源具有巨大的开发潜力。

2. 我国海洋能开发利用具有较好的技术储备