附件:

海洋可再生能源发展"十三五"规划

海洋可再生能源(以下简称"海洋能")是可再生能源的重要组成部分。为提高海洋能开发利用能力,推进海洋能技术产业化,拓展蓝色经济空间,根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《"十三五"国家战略性新兴产业发展规划》、《可再生能源发展"十三五"规划》和涉海有关规划,制订《海洋可再生能源发展"十三五"规划》(以下简称"《规划》"),指导"十三五"时期我国海洋能发展。《规划》所指海洋能包括海洋潮汐能、潮流能、波浪能、温差能、盐差能、生物质能和海岛可再生能源等。《规划》期限为2016年至2020年。

一、发展现状与形势需求

(一)发展基础

"十二五"时期,我国海洋能发展迅速,整体水平显著提升,进入了从装备开发到应用示范的发展阶段。基本摸清了海洋能资源总量和分布状况,完成了重点开发区潮汐能、潮流能、波浪能资源评估及选划。自主研发了 50 余项海洋能新技术、新装置,多种装置走出实验室进行了海上验证,向装备化、实用化发展,部分技术达到了国际先进水平,我国成为世界上为数不多的掌握规模化开发利用海洋能技术

的国家之一。4.1 兆瓦的江厦潮汐试验电站已稳定运行三十多年,3.4 兆瓦模块化大型潮流能发电系统的首套 1 兆瓦机组实现下海并网发电,100 千瓦鹰式波浪能发电装置和 60 千瓦半直驱式水平轴潮流能发电装置累计发电量均超过 3 万度,在建海洋能项目总装机规模超过 10,000 千瓦。海洋能试验场相继启动选址、设计和建设,以山东海洋能研究试验区、浙江潮流能示范区、广东波浪能示范区为核心的海洋能发展区域布局初现雏形。一批企业进军海洋能行业,产学研紧密结合的海洋能开发队伍初步形成。我国加入了国际能源署海洋能源系统实施协议,并与多个国家签订海洋能开发合作协议,海洋能领域国际影响力显著提升。

(二) 形势与需求

国际社会对保障能源安全、保护生态环境、应对气候变化等问题日益重视,加快开发利用海洋能已成为世界沿海国家和地区的普遍共识和一致行动,沿海国家和地区更加重视海洋能发展,纷纷通过制定中长期发展路线图,布局和推动海洋能发展,提供多元化资金支持,出合针对性强的激励政策,建设海洋能研究中心、海上试验场等公共平台等多种方式支持海洋能发展。海洋能技术正向高效、可靠、低成本、模块化及环境友好等方向发展,海洋能利用规模化和商业化趋势越发明显。潮汐能技术已经商业化应用,世界最大的潮汐电站已建成投产,新型潮汐潟湖电站立项启动;潮流能技

术基本成熟,单机功率已达1兆瓦,百兆瓦级潮流能发电场立项启动;波浪能技术种类较多,部分百千瓦级波浪能发电装置基本完成海上测试及示范运行,兆瓦级装置正在加紧研发;温差能技术研发开始升温,50千瓦温差能电站实现并网运行,正在推进10兆瓦温差能项目。国际海洋能产业初现雏形,越来越多国际知名企业进军海洋能产业,海洋能产业化进程正不断加快。海洋能将成为未来能源供给的重要组成部分和未来海洋经济的重要增长点。

我国海洋能资源丰富,岛屿众多,具备规模化开发利用 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,并提出 "积极开发沿海潮汐能资源"。《"十三五"国家战略性新兴 产业发展规划》将海洋能作为重要支持方向。海洋能产业作 为战略性新兴产业,具有产业链条长、带动性强等特点,在 国家良好的可再生能源产业政策支持下,各地和企业开发海 洋能的热情持续高涨,智能电网、独立供电等技术的长足发 展也为海洋能产业发展奠定了坚实基础。因此,大力发展海 洋能既是优化能源结构、拓展蓝色经济空间的战略需要,也 是开发利用海洋和海岛、维护海洋权益、建设生态文明的重 要选择。但我国海洋能发展仍然面临工程示范规模偏小、技 术成熟度不高、创新能力不强、公共平台服务能力不足、产业链尚未形成、政策环境有待完善等问题。必须抓住宝贵的 发展机遇,主动作为,突破商业化应用瓶颈,实现海洋能跨 越式发展。

二、指导思想和主要目标

(一) 指导思想

全面贯彻党的十八大和十八届三中、四中、五中、六中全会精神,落实"创新、协调、绿色、开放、共享"发展理念,按照优化能源结构、拓展蓝色经济空间、促进生态文明建设的要求,坚持自主创新,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,加速我国海洋能商业化进程。

(二)基本原则

坚持需求牵引。围绕沿海地区经济社会发展,以服务海岛开发、海洋产业转型升级、海洋权益维护等需求为导向,突出因地制宜、海能海用,加快推进海上供电技术研究及开发应用。

坚持创新引领。突破规模化应用技术瓶颈,强化工程示范带动,推进海洋能技术从原理创新向工程化应用转变。积极引进国外海洋能先进技术,实现本地化制造生产,缩小与

国外先进水平的差距。积极发挥海上试验场的技术支撑服务 作用,显著提高海洋能发电装备技术成熟度。积极研发新技术、新装置,为海洋能可持续发展做好技术储备。

坚持企业主体。进一步密切产学研合作,推进企业作为 技术成果转化的主体,充分发挥企业在能源开发、装备制造、 海洋工程等领域的优势。培育龙头骨干企业和专业化中小企 业,推进形成涵盖设计、制造、施工、运维等全链条的海洋 能产业链。

坚持国际视野。主动融入全球海洋能创新与应用网络, 共享全球创新资源和市场。立足我国海洋能技术与产业优势,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。

(三)主要目标

到 2020 年,海洋能开发利用水平显著提升,科技创新能力大幅提高,核心技术装备实现稳定发电,形成一批高效、稳定、可靠的技术装备产品,工程化应用初具规模,一批骨干企业逐步壮大,产业链条基本形成,标准体系初步建立,适时建设国家海洋能试验场,建设兆瓦级潮流能并网示范基地及 500 千瓦级波浪能示范基地,启动万千瓦级潮汐能示范工程建设,全国海洋能总装机规模超过 50,000 千瓦,建设 5个以上海岛海洋能与风能、太阳能等可再生能源多能互补独

立电力系统,拓展海洋能应用领域,扩大各类海洋能装置生产规模,海洋能开发利用水平步入国际先进行列。

(四)发展布局

依据我国海洋能资源分布特点及海洋能开发利用基础, 布局一批海洋能重点发展区域,完善配套平台建设,引导研发、设计、示范、测试、施工、运维等海洋能开发上下游相 关机构向区域集聚发展,逐步构建适于推进规模化应用的海 洋能发展新格局。

渤黄海海域: 充分发挥本地区海洋科技资源实力雄厚的优势,结合多种海洋能资源兼顾的特点,集聚科技创新要素,优化技术服务环境,加快海洋能测试服务及创新设计企业孵化,建设海洋能创新、设计及服务产业示范区。

东海海域: 充分发挥本地区潮汐、潮流能资源丰富及技术研发和产业化优势,结合地区科技创新和海洋战略,优化产业发展环境,促进潮汐、潮流能开发、测试服务及装备制造企业孵化,建设潮汐、潮流能产业示范区。

南海海域: 充分发挥本地区波浪能、温差能资源丰富及 技术研发和产业化优势,结合地区科技创新、海洋战略及维 权需求,优化产业发展环境,促进海洋能开发、装备制造及 测试服务企业孵化,建设海洋能产业示范区。

沿海海岛: 立足我国海岛资源状况及能源供给保障需求,结合"生态岛礁"工程,因地制宜、多能互补开发海洋

能,加强海洋能技术推广应用,在辽宁、山东、浙江、福建、广东、海南等地建设多个海岛示范区。

三、重点任务

(一)推进海洋能工程化应用

开发高效、稳定、可靠的海洋能技术装备,按照工程设计、制造、运维等要求,开展一批海洋能示范工程建设,提高稳定发电能力,推动在海岛供电、海水养殖、海洋仪器供电等领域的实际应用,提升海洋能工程化应用水平。

1. 推进装备产品化

以提高海洋能装置转换效率,降低建造和运行成本,提升可靠性、稳定性及可维护性为重点,突破新材料、新工艺、防腐防生物附着等共性技术瓶颈,提高恶劣海况下生存能力,优化设计,建立产品化标准体系,提高我国海洋能装备开发制造水平。开展潮流能机组整机、叶片、高可靠传动、水下密封、安装基础等技术优化,重点开发 300~1000 千瓦模块化、系列化潮流能装备。开展波浪能装备整机、能量捕获、动力输出、锚泊系统等技术优化,重点开发 50~100 千瓦模块化、系列化波浪能装备。开展万千瓦级低水头大容量潮汐能发电机组设计及制造,形成具备国际市场竞争能力的潮汐能装备。

2. 扩大工程示范规模

积极开发沿海潮汐能资源。优先支持已有一定工作基础

的优良站址的潮汐能电站建设项目,推动万千瓦级潮汐能示范电站建设;推动潟湖式、动态潮汐能技术等环境友好型新型潮汐能技术工程示范;开展具备综合利用前景的潮汐能综合开发示范工程建设。力争启动 1~2 个万千瓦级潮汐能示范工程建设,完成 1~3 个新型潮汐能技术及综合利用示范工程建设。潮汐能总装机规模突破 30,000 千瓦。

大力推进潮流能示范工程建设。进一步实施潮流能示范 工程,建设兆瓦级潮流能并网示范工程;积极推进多种形式 的单机 300 千瓦以上潮流能发电机组应用,在潮流能试验场 等开展示范运行;开展小单机容量、多台(套)潮流能阵列 化发电场建设与示范,稳步推进百千瓦级潮流能独立供电示 范工程及应用,为近海岛屿提供能源解决方案。潮流能总装 机规模突破 10,000 千瓦。

稳步推进波浪能示范工程建设。进一步实施波浪能示范 工程,建设总装机容量 500 千瓦波浪能示范工程;积极推进 多种形式的单机 50 千瓦以上波浪能发电装置应用,在波浪 能试验场等开展示范运行;开展小单机容量、多台套波浪能 阵列化发电场建设与示范,稳步推进百千瓦级波浪能独立供 电示范工程及应用,为近海岛屿提供能源解决方案。波浪能 总装机规模突破 1,000 千瓦。

3. 拓展应用领域

针对海洋观测仪器能源供给需求, 开展小型化、模块化

海洋能发电装置研制,为海洋观测仪器提供长期、稳定能源供给;围绕深海网箱养殖、海洋牧场建设等需求,开发定制化海洋能发电系统;针对南海开发及其资源环境特点,开展波浪能供电以及温差能发电、制冷、制淡等综合利用平台研发。实现生产及应用各类海洋能装置突破1000台套。

专栏1 "十三五"海洋能发展重点示范工程

万千瓦级潮汐能示范工程建设。在浙江、福建等地区,优选已有一定前期工作基础的潮汐能站址,开展万千瓦级潮汐能示范工程建设。

浙江舟山潮流能并网示范基地建设。在浙江地区,以潮流能示范工程为核心,开展潮流能并网示范基地建设,具备兆瓦级潮流能机组并网示范能力, 年发电量不少于 100 万千瓦时。

广东万山波浪能示范基地建设。在广东地区,以波浪能示范工程为核心, 开展波浪能示范基地建设,具备总装机500千瓦波浪能装备示范运行能力, 年发电量不少于50万千瓦时。

(二)积极利用海岛可再生能源

加强成熟海洋能技术在海岛地区和极区的推广应用,鼓励《全国海岛保护规划》重点支持的边远海岛和符合条件的近岸海岛实施海岛多能互补示范工程,为海岛居民生活生产、海岛资源保护和海洋权益维护提供能源供给。加强海岛可再生能源建设项目生态环境影响评估。

1. 开展海岛可再生能源评估

立足我国海岛可再生能源资源状况及能源供给保障需求, 开展海岛可再生能源资源调查与评估, 建立资源潜在开发量和技术开发量空间分析方法。开展多能互补电站微观选

址、海岛遮挡影响评估及环境对电站发电效率影响评估等关键技术研究,形成海岛可再生能源精细化评估体系,建设海岛可再生能源开发利用信息平台,为海岛开发提供技术保障。

2. 发展适应海岛环境的技术及装备

结合海岛特殊的自然环境,开发百千瓦级模块化波浪能、潮流能、风能和太阳能发电装备,攻克独立微网系统实时优化调度、耐受海岛环境的微网设备等关键技术,为海岛可再生能源开发提供技术保障。

3. 开展海岛可再生能源多能互补示范

结合"生态岛礁"工程,优选 5 个以上海岛,开展海岛可再生能源开发利用示范工作,建设多能互补示范电站,结合电站的建设,积累海岛可再生能源独立电力系统运营管理经验,探索海岛可再生能源的开发利用模式,为海岛可再生能源的规模化开发打下基础。

专栏 2 "十三五"海岛可再生能源多能互补示范工程

海岛多能互补示范工程建设。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,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。

(三)实施海洋能科技创新发展

以"上规模、提效率"为目标,进一步夯实海洋能技术研究基础,加强海洋能原始创新,发展适合我国海洋能资源

特点的高效能量转换新技术、新方法,为海洋能持续快速发展提供科技支撑和发展后劲。

1. 强化基础研究

进一步发展海洋能资源评估方法和模式,完善海洋能形成机理、资源评价、预报分析、选址设计、环境影响评估理论体系,提高海洋能资源精细化评估水平,为海洋能电站建设提供设计基础。

发展低能流密度资源条件下的高效转换新技术、新方法,重点研发原创性的海洋能发电装置及关键部件;探索温差能、盐差能等海洋能发电及综合利用机理,研发相应的发电原理样机。

发展自主创新的海洋能发电装置实验室仿真技术方法,提升海洋能发电装置设计水平。加强海洋能发电装置海上测试方法及运行状态健康监测技术研究,建立并完善测试评价理论,形成相关测试标准与软件。

2. 推动关键技术创新

发展大功率潮流能发电技术,研发单机 500 千瓦潮流能机组,掌握高效叶片翼形设计、变桨变速控制、双向转换利用等关键技术,为发展大型潮流能机组奠定基础。

开展新一代波浪能发电技术研究,研制单机 100 千瓦波 浪能发电装置,掌握高效能量俘获系统及能量转换系统、恶 劣海况下生产保障、锚泊等关键技术,提高系统的冗余度与 安全性,为波浪能发电场建设提供有效支撑。

突破 50 千瓦温差能发电及综合利用关键技术,掌握高效热力循环、低温工质透平、深层冷海水管道敷设、深层冷海水热法淡化与冷站、集成与控制等关键技术,为南海温差能开发利用奠定基础。

突破优良海洋藻种的规模化获取和高效培育关键技术, 研究海洋藻类等能源植物的高效、低成本能源化转化利用技术与工艺,为规模化开发海洋生物质能奠定基础。

研发深海漂浮式风电机组,探索海上风电和波浪能、潮流能等综合利用,掌握远距离深水大型海上风电场设计、建设及运维等关键技术,推进深海风电发展。

专栏3 "十三五"海洋能技术发展重点

潮流能技术。单机 500 千瓦潮流能机组,总体转换效率不低于 41%,整机 无故障运行时间不低于 4000 小时。

波浪能技术。单机 100 千瓦波浪能发电装置,总体转换效率不低于 25%,整机无故障运行时间不低于 2000 小时。

温差能技术。50 千瓦温差能综合利用技术,热力循环效率在温差 20℃时达到 3.3%,涡轮机效率达 85%,系统连续运行时间不少于 750 小时。

3. 构建技术创新体系

充分发挥企业在海洋能技术创新体系中的主体地位,引导各类创新要素向企业集聚,鼓励建设海洋能国家工程技术研究开发中心和企业技术中心,全面提升企业创新动力,增强海洋能企业可持续发展能力,培育一批海洋能龙头骨干企

业和专业化中小企业。依托具有创新优势的高校、科研院所和企业,创建海洋能国家重点实验室和国家工程实验室。

推进政产学研用创紧密结合,构筑海洋能科技创新服务平台。推进建立海洋可再生能源产业联盟,充分发挥海洋能学会、协会及产业联盟等社会组织在促进技术创新和产业发展中的作用,深化产学研用创、上中下游、大中小企业的紧密合作,促进海洋能产业链和创新链的深度融合。鼓励海洋创新创业孵化平台、产业基地园区支持海洋能技术转化和装备产业化。

(四) 夯实海洋能发展基础

在海洋能资源普查及部分重点区资源详查的基础上,进 一步开展海洋能资源精细化调查与评估,加快海洋能公共服 务平台建设,健全海洋能开发利用标准体系,夯实我国海洋 能发展基础。

1. 开展南海及海岛区域资源评估

针对南海洋能资源开发的需求,结合遥感资料、海洋站实测资料、数值模拟等多种手段,开展波浪能、温差能和风能资源评估和选划工作,摸清南海海洋能资源基本现状;重点开展七个海岛的海洋能资源现场勘察与评估工作,为海洋能电站设计提供依据。

根据渤、黄、东海海区海岛开发的需要,选择部分优先 开发的海岛,开展海洋能资源现场勘察和评估工作,研究海 洋能电站对周边海洋环境的影响,为海岛海洋能规模化开发利用提供服务。

2. 加快建设公共服务平台

针对海洋能装备试验验证、工程设计、装备制造、海上测试、海上施工及运维等需求,建设海上试验、实验室模拟、资源数据平台相结合的国家海洋能公共服务平台,适时建设 国家海洋能试验场,支撑海洋能技术工程化应用。

3. 加强标准体系建设

健全海洋能开发利用标准体系, 统筹推进海洋能技术、标准、产业协同创新。开展海洋能资源勘查和电站选址,海洋能转换设备设计与制造,海洋能发电装置室内及海上试验与测试、海上施工及运行维护等标准制定。鼓励制定海洋能团体和企业标准。利用海上试验场和海洋环境模拟实验室建立海洋能标准验证平台。推进国际标准向国内标准转化,支持我国企业、联盟和社会团体参与和主导国际海洋能标准研制,推动中国海洋能标准走出去。参照国内外可再生能源检测认证体系,逐步建立我国海洋能发电装置检测认证体系。

(五)加强海洋能开放合作发展

积极引入全球创新资源,鼓励技术引进与合作开发,促进引进消化吸收再创新,构建国际合作新机制。

1. 积极参与国际事务

深度融入国际能源署海洋能源系统实施协议(IEA

OES-IA)、国际电工委员会海洋能转换设备技术委员会(IEC TC114)、国际可再生能源署(IRENA)等国际组织,依托国际海洋能大会(ICOE)、亚洲波浪能和潮流能大会(AWTEC)和上海国际海洋技术与工程设备展览会(OI China)等国际会议和展会平台,强化国际务实合作。支持在中国举办具有重要影响的国际会议。积极参与国际海洋能事务,开展国际海洋能技术路线图、开放水域测试、规模化应用、发电成本、环境影响、政策许可及国际标准等热点问题研究,借鉴国际海洋能发展经验,不断提升我国海洋能发展水平。

2. 持续引进全球创新资源

鼓励海洋能领域的技术引进与合作研发,促进引进消化 吸收再创新。支持企业和科研机构参加国际合作计划,鼓励 国内机构与国外先进研发团队、跨国公司开展多方位合作研 发,联合承揽海洋能工程项目,推进国际合作基地、联盟、 中心、联合实验室等建设,鼓励国内企业跨境并购及外商投 资我国海洋能产业。支持海外高层次人才来华工作和创业。

3. 服务"一带一路"建设

借助丝路基金、中国一东盟海上合作基金等项目,加强与 21 世纪海上丝绸之路沿线国家的海洋能沟通交流与务实合作。鼓励联合开展资源调查评估,开放和共享海洋能公共服务平台,启动人才联合培训计划。积极与相关国家地区开展合作开发与应用示范,推动国内和国外企业共同开拓国际

市场,支持海洋能技术"走出去"。

四、强化规划实施保障

进一步统筹各方面力量,加强规划的组织与实施,建立多元投入保障体系,加强人才队伍建设,强化舆论宣传引导,营造推进海洋能发展的良好政策环境。

(一)加强规划组织与实施

国家海洋行政主管部门加强与发改、科技、财政、国土、能源等有关部门的协调,推动规划实施,编制年度海洋能进展报告,开展规划实施中期评估和期末总结评估。鼓励沿海各级地方政府先行先试,为海洋能项目用海、用地、并网等提供政策保障。各级海洋行政主管部门应将海洋能开发利用作为重要内容纳入沿海各级海洋功能区划,并根据本地区实际情况制订海洋能开发利用规划。

(二)探索建立多元化投入机制

充分发挥海洋能专项资金和国家科技计划等国家财政资金在推进技术创新、提升公共服务能力、加强示范应用等方面的支撑引领作用,保持持续、稳定的投入。各级地方海洋行政主管部门根据实际情况,积极争取本级财政预算支持,加大地方资金投入。鼓励创新金融支持方式,拓宽融资渠道,综合运用资金补助、创业投资、风险补偿、贷款贴息等多种方式,充分发挥财政资金的杠杆作用,引导金融资金和民间资本进入海洋能领域,建立多元化、多渠道、多层次

的海洋能资金投入机制。

(三)营造良好的产业发展环境

加强电力消纳、电价补贴、税收优惠、引进技术的消化 吸收再创新等政策研究,制订促进海洋能产业发展指导意 见,鼓励地方出台电价补贴、用海用地优惠等政策,形成目 标一致、上下联动、协调配合的政策合力,促进海洋能技术 和装备的规模化应用,推动海洋能纳入国家新能源产业政策 体系。加大宣传普及力度,提高公众意识,建立科技成果信 息发布机制,加强知识产权创造、运用、管理、保护和服务, 加大对科研人员转化科研成果的激励力度,促进技术、人才 等创新要素的自由流动和优化配置。营造促进"大众创业、 万众创新"的海洋能产业发展新环境。

(四)加快培养专业人才

加大高层次人才引进力度,加快海洋能技术创新领军人才和复合型人才培养,造就一支具有国内外影响力的海洋能专家队伍。加大岗位技能培训力度,培养工匠精神,大力建设海洋能创新团队,努力培育集科学研究、工程技术、科技管理、科技创业于一体的科技人才队伍。鼓励高校加强海洋能基础学科建设,培养优秀青年科技人才,为海洋能可持续发展提供稳定的人才储备和发展后劲。建立鼓励创新、包容失败、分类评价的海洋能创新人才评价机制。