

我国海洋能开发用海现状及发展建议

李守宏, 李 锋, 王 冀, 王海峰

(国家海洋技术中心 天津 300112)

摘 要:近年来,我国海洋能开发蓬勃发展,海洋能发电装置用海需求稳步增加,给我国海域管理工作带来了新的内容。如何有效规范海洋能开发用海的管理程序、解决当前海洋能项目用海审批程序复杂、海域使用金不统一等问题,建立完善海洋能开发用海政策体系,统一海洋能开发用海审批的技术方法和规范,是推动我国海洋能开发利用发展的重要环节。

关 键 词:海洋能;用海;现状;建议

1 引言

随着我国节能减排、应对气候变化战略的实施,海洋能作为清洁、可永续利用、储量丰富的可再生能源,越来越得到国家的重视。最新一轮的《可再生能源发展“十二五”规划》、《全国海洋功能区划》和《全国海岛保护规划》等国家层面的规划均对海洋能的发展和布局作出了重要部署,海洋能开发已经上升为国家战略。近年来,在中央资金的大力支持下,大批海洋能发电装置进入海上发电试验和工程示范阶段,海洋能开发的海上活动蓬勃发展起来。2010 年以来,海洋能开发的相关科研活动已经遍布在沿海各地,除广西地区外,其他沿海省份均有项目在开展;部分内陆地区也积极参与海洋能发电装置研发或制造,比如哈尔滨、长春、济南、成都、宜昌、广州等地区。海洋能项目用海少则几公顷,多则上百公顷,用海规模日益扩大。由于海洋能属于战略性新兴产业,在工程技术和海域使用方面具有别于传统海洋能产业的特点,在海域空间使用和海洋环境保护方面对管理工作提出了创新要求。因此,开展海洋能开发的用海管理研究具有重要意义。

2 我国海洋能开发用海现状与趋势

我国自 20 世纪 70 年代以来着手开发海洋能,成功研建了“万向 I”70 kW 潮流能发电装置、大管岛 30 kW 摆式波力电站、浙江温岭

3 900 kW 江夏潮汐试验电站等,其中的江夏潮汐电站作为当时世界排名第三大装机容量的潮汐电站,建成至今已成功运行 30 多年。进入 21 世纪以后,在国家专项资金以及有关科技计划的支持下,波浪能、潮汐能、潮流能和多能互补发电装置的海洋能开发项目相继开展,并陆续进入工程实施阶段,海洋能项目用海面积迅速增长,并将随着国家有关战略规划和具体工程的实施,用海的需求逐步增加。

2.1 我国海洋能开发用海现状

现阶段,我国海洋能开发用海按照项目类别可以分为:潮汐电站建设用海、海洋能示范工程用海、海洋能试验场研建用海、海洋能研究试验用海。除潮汐电站建设用海外,其他海洋能项目用海均为科研性质用海。

潮汐电站用海主要是指以江夏潮汐试验电站为代表的发电站用海。潮汐能发电站技术发展成熟,电站建成后可维持几十年甚至上百年的长期稳定运行,且装机功率越大,电站的经济效益和社会效益越发明显,因此潮汐电站一般用海面积大、时间长,是影响国计民生的大型发电工程。

海洋能示范工程用海主要是波浪能、潮流能或者是以海洋能为主,结合风能、太阳能、生物质能以及海水淡化的多能互补示范电站用海。目前国内的海洋能示范工程总装机容量一般都在百千瓦级以上,最大的可达兆瓦级,一

般都要求设备的设计寿命达到 15 年以上，因此海洋能示范工程项目用海也属于较长时间的用海活动。

海洋能试验场用海是基于海洋能发电装置实海况试验、检测等公共服务体系研建的用海活动，海洋能试验场属于海上大型工程建设，投资造价高，一经建成将担负起海洋能行业公

共服务的职能，属于较长时间的用海活动。

海洋能研究试验项目用海主要是指为检验海洋能发电装置原型机或者工程样机进行的短时间海上试验，海试目的主要是为了取得试验数据，以此验证海洋能发电装置的原理设计和相关性能。试验一段时间，取得数据后将收回装置。

表 1 我国主要海洋能项目用海现状

海洋能项目类别	项目中涉及的海洋能种	实施单位	实施地点	海洋能装置功率/kW	用海面积/hm ²	百千瓦用海面积/hm ²	用海时间
江夏潮汐电站	潮汐能	龙源电力集团公司	浙 江	3 900	水库面积 130	≈3.3	30 年以上
多能互补示范工程	潮流能	中海石油研究总院	山 东	300	≥2	≥0.67	海洋能设备设计寿命 15 年
	波浪能	中科院广州能源所	广 东	400	≥3	≥0.75	
	波浪能	中国华能集团公司	海 南	1 500	≥8	≥0.53	
	波浪能	中船重工 711 所	浙 江	300	≥1.8	≥0.6	
海洋能试验场	波浪能、潮流能	国家海洋技术中心			≥200		长期运行
研究试验项目	波浪能、潮流能	国内主要研发单位	我国近海相关海域	5~300			3 个月至 1 年

2.2 海洋能开发用海发展趋势

2.2.1 海洋能开发用海需求稳步释放

2012 年，国家发展和改革委员会发布《可再生能源发展“十二五”规划》，在重点任务中明确提出要促进海洋能技术进步，包括：“以提高海洋能开发利用技术水平为着力点，建设海洋能利用示范工程，支持海洋能利用装备产业体系建设，突破海洋能开发利用关键技术瓶颈，逐步扩大海洋能利用规模。到 2015 年，建成总量 5 万 kW 的各类海洋能电站，为更大规模的发展奠定基础^[1]。”《全国海洋功能区划》为我国管辖海域划定十种主要海洋功能区，其中包括海洋能利用区，《区划》指出，海洋能是可再生的清洁能源，开发不会造成环境污染，也不占用大量的陆地，在海岛和某些大陆海岸很有发展前景。我国海洋能资源蕴藏

量丰富，开发潜力大，应大力提倡和鼓励。《全国海岛保护规划》为我国无居民海岛划定了不同的发展方向，其中包括可再生能源用岛，明确规定要统筹安排和综合利用风能、太阳能、海洋能等可再生能源建设可再生能源岛，并在重点任务中划定了部分无居民海岛作为可再生能源用岛的范畴。为实现《可再生能源发展“十二五”规划》提出的到 2015 年建成总量 5 万 kW 的各类海洋能电站，我国海洋能开发的用海面积将达到 500~3 500 hm²（参考表 1，波浪能按照 0.006 hm²/kW、潮流能按照 0.007 hm²/kW、潮汐能按照 0.033 hm²/kW 计算）。

2.2.2 我国海洋能资源可开发量巨大，为海洋能开发用海提供了必要的支撑条件

根据有关文献的统计结果，我国近海潮汐

能资源可开发量为 1.925×10^7 kW，全部开发其用海面积将达到 6.3525×10^5 hm²；潮流能资源可开发量 1.395×10^7 kW，全部开发其用海面积将达到 9.765×10^4 hm²；波浪能资源可开发量为 1.285×10^7 kW，全部开发其用海面积将达到 7.71×10^4 hm²，合计用海面积将达到 8.1×10^5 hm²，约占我国 300 万 km² 海域总面积的 0.27%^[2]（计算方法同上）。

2.2.3 海洋能技术的日益进步，提高了海洋能开发用海的紧迫性

我国的潮汐能发电技术相对于其他海洋能技术较成熟，但潮汐发电因需围坝蓄水，工程建设用海、水库蓄水以及防护用海等涉及海域使用面积较大，未来发展将重点集中到少数潮汐能资源丰富、库容面积大并不与其他行业用海相冲突的少数海域，且一般集中在近海湾口，比如山东的乳山口^[3]、浙江的健跳港、浙江的岳井洋、福建的八尺门、厦门的马銮湾等优良站址。另外，国内外专家也提出了不局限于天然的湾口，利用垂直于海岸线的 T 型纵坝在坝两侧形成较为可观的水头差进行发电的思路，这是潮汐能开发的一种新思路。该方法占用海域面积相对拦坝式较小，可与现有的人工码头、防波堤等相结合，工程造价也会降低，但该方法仅限于理论研究，未开展过实海验证^[4]。

我国潮流能技术相比潮汐能尚未完全成熟，但近年来成为我国海洋能开发利用技术的热点方向，在其技术研发与示范过程中，将优选潮流能资源丰富的地区。我国潮流能资源最丰富的地区集中在浙江舟山地区，在国务院将舟山划为新区，且定义为海洋新区后，该地区在短期内必将作为我国潮流能发展的重点区域。

我国波浪能资源以福建、广东、海南和山东等地区所辖海域比较丰富。波浪能属于连续变化且无规律的海洋能，设备无论采取哪种方式，都必须与海面打交道，所以更容易受恶劣天气影响，设备稳定性方面要求最高，目前波浪能发电技术还是以研究试验为主，即使开展示范，也多靠阵列式布置取胜，因此用海方面，近期将维持科研短期用海为主，示范用海集中在少数海岛。

我国温差发电以南海海域为主，因其技术

难度大、前期投入高等特点，温差发电也将维持以短期科研用海为主。但利用温差能制冷、供热或制淡等技术也在蓬勃发展。

我国盐差能主要集中在几个江河入海口，但该方面技术尚处于实验室原理验证阶段，短期不涉及到用海需求。

3 我国海洋能开发的用海特点

海洋能在我国属于战略性新兴产业，海洋能开发用海有着不同于传统海洋产业的海域利用形式和作业方式，在海域使用方面具有其自身独特的特点。

3.1 单位输出功率占用的海域面积大

虽然我国海域的各种海洋能资源蕴藏总量和可开发量巨大，但是我国近海海域海洋能的平均功率密度并不很高，这是导致我国海洋能开发利用装置单位面积摄取能量较低的决定性因素。另外，目前我国的海洋能装置发电技术水平尚处于初级阶段，单机容量较小，海洋能装置的电能转化率仅为 10%~20%。以上因素导致单位面积海域的发电量不高，从另一方面来讲，也就是我国海洋能发电装置单位输出功率占用的海域面积大。

3.2 用海立体化和网络化

海洋能项目的施工内容主要包括架设海洋能发电设备、建设升压站和敷设海底电缆，涉及多种用海方式，利用海洋的多层空间，涉及海底、海水、海面甚至海面上空的空间。以水平轴座底式潮流能发电项目为例，固定潮流能水轮机的基础需打桩到海底，桩基及机身部分浸泡在海水中，水轮机在高潮位时浸泡在海水中，低潮位时可能会矗立在海面以上，输电管线纵横交错的铺设在海底，并通过升压站和路由延伸向海岸。所以，海洋能开发项目用海是一种综合性的用海方式，具有明显的利用空间化和网络化特征。

3.3 具有明显的排他性

由于海洋能项目用海范围内需要布置海洋能发电设备，发电设备之间敷设有许多海底电缆管道，为防止船只碰撞发电装置或影响海底电缆，大多数区域内将禁止船只通航。海洋能

开发项目常用的区块式布置不仅使区域内其他的海洋开发活动的连续性被破坏,在海洋能开发项目海域除了网箱养殖和滩涂养殖以外无法开展其他海洋开发活动,项目范围内也不能开展捕捞、航运、帆船、采油和军事训练等其他活动,具有明显的排他性。海洋能开发项目的排他程度与其运营和管理方式直接相关。

3.4 用海的资源指向性强、区域特征明显

我国近海的潮汐资源主要集中在浙江和福建两省,这些地区潮差大,为基岩港湾的海岸,海岸曲折多海湾,具有很好的潮汐电站建站条件。近海的潮流资源以浙江省近海最为丰富,占到了全国潮流能资源总量的 50% 以上,主要集中于杭州湾口和舟山群岛海域,其次是山东、江苏、海南、福建和辽宁,其他省份近海潮流能蕴藏量较少。波浪能丰富的地区集中在福建南部、广东北部、海南西南部以及台湾附近海域。

根据海洋能发展处于初级阶段的特点,海洋能开发利用多受制于海洋能资源储量,海洋能用海的区域性特征突出。因此,我国的潮汐能用海仅局限于少数几个天然优良的站址,潮流能主要集中于浙江舟山一带,波浪能多集中于海岛地区,温差能、盐差能等区域性特征更加明显。

4 我国海洋能开发用海存在的问题

4.1 缺乏针对海洋能特点的用海规定

可再生能源中的海上风电开发项目涉及用海,早在 2011 年,国家能源局和国家海洋局就联合印发了《海上风电开发建设管理暂行办法》和实施细则^[5],对海上风电开发建设过程中涉及的用海和海洋环评等工作做出了部署,明确了用海管理和审批标准,但海洋能项目至今没有出台用海方面的政策指导文件。目前我国海洋能项目用海过程基本参照其他用海活动,按照透水构筑物和非透水构筑物进行分类管理,但对海洋能发电设备到底属于透水构筑物还是非透水构筑物没有明确界定。

4.2 对海洋环境的影响缺乏深入研究^[6]

由于规模化的海洋能开发项目在中国起步较晚,此类项目对海洋环境、生态和资源影响的实证研究尚不深入,特别是磁辐射和噪声对

海洋生态系统的影响研究很少。目前的研究结果表明,单个项目对环境生态的影响也许是可接受的,但随着海洋能开发项目的陆续建成,将造成沿海地区多个项目的集中布置,由此产生的累积效应目前尚无法评估。此外,海洋能开发项目与其他海洋资源开发项目对海洋生态环境的协同和累加效应也缺乏深入研究。

4.3 缺乏技术方法和规范

海域使用的相关技术方法和规范很大程度是落实用海管理规定的体现,也是明确海域使用审批程序和征收海域使用金的具体操作依据。目前没有明确的海洋能用海技术方法和规范,导致海洋能项目在海籍管理、面积测量等方面缺乏可操作性的指导,论证、环评的重点无法明确。

4.4 海域使用审批程序复杂、周期长

海洋能发电项目的总体设计、装置设计等工作必须在落实具体实施海域,并完成海洋能资源和自然环境调查、工程勘测的基础上开展,因此,确定具体实施海域是实施海洋能项目的前置条件。海洋能项目目前在立项过程中都按照科研类项目确定,但在实施过程中涉及的海域使用问题,往往按照工程建设类项目进行海域使用论证,导致论证过程很长,审批程序复杂,大幅度加长了海洋能项目的实施周期。

4.5 海域使用金征收缺乏合理的收费标准

目前对海洋能项目的海域使用金标准不统一,缺乏明确的减免政策。海洋能项目的海域使用金征收按照透水构筑物和非透水构筑物进行征收,一般非透水构筑物的海域使用金是透水构筑物的 10 倍以上。对同一海洋能设备,在不同地区,征收海域使用金的参照标准不同,如按照非透水构筑物征收,海洋能项目的整体造价将上升很多。同样是国家经费资助的海洋能项目,有一大部分经费通过海域使用金的方式返还到国库中,无疑不利于海洋能的发展。

5 规范海洋能开发用海的对策建议

5.1 落实海洋强国发展战略,积极鼓励海洋能开发用海

随着经济发展和常规能源的日益消耗,开

发海洋已成为全民共识，特别是党的十八大提出建设海洋强国的战略思想后，海洋开发已成为国家重要的战略支撑点和经济增长点。海洋能是我国能源的储备能源，鼓励海洋能开发，并推向实海况试验和示范，最终推动海洋能行业健康快速发展，将对促进我国经济结构转型、改善能源供应模式，以及节能减排具有重要意义，也必将成为建设海洋强国的重要一面。

5.2 以海洋能资源丰富地区为试点，逐步研究制定海洋能开发用海政策

我国海域使用功能区划已经明确界定了十大功能区，并预留了海洋能利用区，鉴于目前海洋能开发尚处于初级阶段，建议定义为科研性质非经营性公益事业用海。近期发展过程中，我国海洋能开发用海必将优先考虑在海洋能资源丰富的地区开展试验和示范，待技术成熟后再逐步向资源储量稍微差一点的海区推广，因此建议以我国海洋能资源丰富的地区为海洋能开发用海试点区，开展海洋能开发用海政策研究与示范，建立适应我国海洋能发展的用海政策体系并逐步完善。

5.3 简化海域使用审批流程

按照我国海域使用的管理程序，科研类项目在申请海域使用时相对工程建设类项目要简化很多，而目前我国的海洋能开发利用项目都属于科研类项目，涉及的工程类项目也是示范性质，尚未达到建设工程的程度，因此建议按照国家批复海洋能项目的渠道和性质，明确区分海洋能科研类项目和建设工程类项目在海域使用审批过程中的具体流程，对现阶段实施的海洋能科研项目按照科研用海的海域使用审批流程进行审查。简化海洋能示范类项目海域使用审批流程，缩短海域使用审批周期。

5.4 完善相关技术方法和规范

技术方法和规范是完善管理体系的重要手段，也是落实具体工作的重要依据。建议对海洋能项目用海，在研究制定相关用海政策的同

时，逐步建立健全海洋能项目用海的相关技术方法和规范，并充分结合海洋能项目发展阶段的不同特点，对研究试验项目、示范项目分别进行指导，同时应明确海洋能发电系统主体设备、配套设备、电缆等在用海方面的不同要求。

5.5 逐步建立完善海洋能公共服务体系，为海洋能项目用海实施动态监管，并为海洋能装备提供预警服务

我国近海海域属于海洋灾害频发区，而海洋能发电装备偏向于大型化，且需长期在海上运行，特别是漂浮式海洋能装备，主动避灾能力较弱，经常会因为灾害天气的到来，导致锚链断裂，装置随流飘走，造成无法挽回的经济损失。因此建议建立完善海洋能公共服务平台，并与我国近海全海域覆盖的海域动态监管系统相链接，一方面为海洋能装置的实海况试验、检测提供有利条件，推动海洋能技术成熟；另一方面，通过海域动态监管系统为海洋能装备提供预警服务。

参考文献

[1] 国家发展和改革委员会．可再生能源发展“十二五”规划[J]．太阳能,2012(16):6—19.

[2] 马龙,陈刚,兰丽茜．浅析我国海洋能合理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.

[3] 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,2013,23(5):77—83.

[4] 许雪峰．潮汐能海湾的动态水位差模拟研究——一种全新的潮汐能开发方式探索[M]．北京:海洋出版社,2012:3—11.

[5] 国家能源局,国家海洋局．海上风电开发建设管理暂行办法实施细则[J]．太阳能,2011(15):7—8.

[6] 于灏,王培刚,宋士林,等．浅谈海洋能开发利用的环境效应问题[M]．北京:海洋出版社,2012:357—362.