

可再生能源利用对海岛可持续发展的贡献与问题思考

崔琳,吴姗姗,栾富刚,段云棋

(国家海洋技术中心 天津 300112)

摘要:可再生能源利用对于解决海岛发展中的能源供给、传统能源污染等问题具有重要意义。文章在介绍我国海岛可再生能源的分布以及现有利用方式的基础上,对海岛可再生能源利用对海岛可持续发展的贡献以及目前还存在的问题进行了分析,总结了国内海岛可再生能源示范项目取得的成功经验,提出了推动海岛可再生能源利用的几点思考,为海岛可再生能源开发利用提供前进思路和发展方向。

关键词:海岛;可再生能源;独立供电系统;微网;可持续发展

中图分类号:P74;F124

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2016)S2-0034-08

The Contributions and Issues on Utilization of Renewable Energy to Islands Sustainable Development

CUI Lin, WU Shanshan, LUAN Fugang, DUAN Yunqi

(National Ocean Technology Center, Tianjin 300112, China)

Abstract: Renewable energy utilization can effectively solve the problems in the energy supply and traditional energy pollution etc., during the development of island. In this paper, the contributions and existing problems in utilization of renewable energy to the sustainable development of island were analyzed and some successful experiences of domestic demonstration projects of island renewable energy were concluded, based on the general introduction of the distribution and conversion mode of renewable energy in island. Some views on how to promote the development of island renewable energy were put forward, which would lead the developing direction in the future.

Key words: Island, Renewable energy, Isolated power supply system, Micro-grid, Sustainable development

1 引言

海岛不仅是人们开发海洋、利用海洋的主要目标和载体,在领土划界、国防安全、生态安全方面具有重要的战略地位。我国有超过 18 000 km 的海岸线和近 300 万 km² 的管辖海域,海域面积辽阔且海

岛众多。海岛自然资源丰富、环境条件优美,近年来逐渐成为沿海地区经济开发的重点区域,特别是对海岛旅游资源的开发,已逐渐成为沿海地区一项新的经济增长点。此外,在海岛开展水产养殖及海产品加工也是沿海地区传统的海洋经济活动,支撑

着海岛地区的经济发展和岛上居民的生活收入来源。

能源供给问题一直是海岛开发与利用过程中的核心关键问题。海岛地区大多远离大陆,陆地电网无法覆盖到离岸的众多海岛,通常情况下边远海岛的电力供应采用柴油发电形式。但柴油发电不仅消耗不可再生的传统能源,更重要的是柴油发电机的噪声和排放问题对发展海岛环境有着不利影响,因此寻找清洁、零排放的新型能源是解决海岛发展、保护海岛环境的首要问题之一。可再生能源具有分布式、可持续利用且对环境影响小的特点,十分适合在海岛地区的应用和推广,是优化海岛能源供给方式、促进海岛可持续发展的重要途径。

2 海岛可再生能源的资源特征与分布

海岛地区的可再生能源主要包括海岛风能、太阳能及海洋能等。海岛由于其特殊的地理环境条件,可再生能源的特征、分布与利用方式与陆地存在着差异。

2.1 海岛风能

风能是海岛地区最常见的可再生能源,也是目前利用最多的海岛可再生能源。我国海上的风资源在各海区的分布都呈向外增大的趋势,因此我国沿海海上岛屿的风能资源比较丰富,年平均风速和最大风速都较大,对风能资源的开发利用和风机选型既有一定优势也有不利影响。据统计,我国渤海、黄海各岛的年平均风速在 $3.7\sim 7.4\text{ m/s}$,东海各岛的年平均风速最大可达 9.1 m/s ,最大风速多在 $35\sim 40\text{ m/s}$ 以上^[2]。

此外,海岛风资源分布的季节性差异十分明显。渤海各岛的年平均风速以春季最大、秋季最小。黄海各岛中,成山头两侧的养马岛、刘公岛和镆钁岛的春季平均风速最大,其他各岛的冬季平均风速最大,最小风速均出现在夏季。东海各岛中,平均风速的季节变化更加复杂,各岛的月平均最大和最小风速出现的月份相差较大。南海海域各岛多在每年的10月至翌年3月风速达到最大,而每年的4—9月一般风速较小。

以浙江省舟山地区的摘箬山岛为例,摘箬山岛位于舟山本岛南部 8 km 处海域,该海岛总面积

2.7 km^2 ,海岸线长 7.27 km 。通过在岛上山顶处 70 m 高测风塔的连续实测数据^[3],摘箬山岛的风能资源情况如下:测风塔 10 m 、 30 m 、 50 m 、 60 m 和 70 m 处年平均风速分别为 3.28 m/s 、 4.74 m/s 、 5.60 m/s 、 6.16 m/s 和 6.56 m/s ;不同高度风向频率和风能频率分布不同,但同一高度各风向频率分布与风能频率分布基本相似;在不同高度处的风功率密度分别为 54.8 W/m^2 、 148.1 W/m^2 、 208.2 W/m^2 、 275.1 W/m^2 和 283.2 W/m^2 ,按照国家标准给出的风功率密度等级,摘箬山岛的风功率密度等级达到3级,具备风资源开发利用的基本条件。

我国大部分海岛地区的风资源条件都达到了能够作为可再生能源开发利用的水平(图1),但在平均风速较低的地区应选用适合低启动风速的小型风力发电机组,实际开发利用时应结合静态最大风速和湍流强度进行发电设备选型。

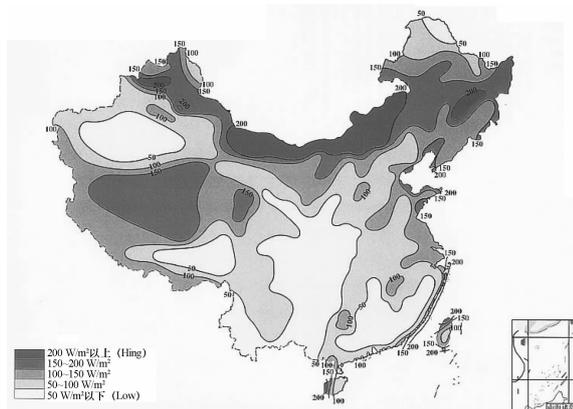


图1 我国年平均风功率密度的分布

2.2 海岛太阳能

我国的太阳能总辐射资源非常丰富,但主要分布在西北部的高原地区。东部沿海地区的年均日照小时数和辐射强度都要远低于西藏、青海、新疆等太阳能资源最丰富的地区。根据中国气象局的统计数据^[4],我国东南沿海地区的年均太阳总辐射量为 $3\ 780\sim 5\ 040\text{ MJ/m}^2$,年平均辐照度大约为 $120\sim 160\text{ W/m}^2$,属于第三类资源丰富地区,资源条件本身并不是十分理想。另外,海岛上由于海水的蒸发量大、空气潮湿,多雨多雾天气更加常见,再加上上海上盐雾环境下太阳能电池板表面的盐雾结晶对光伏转换效率的影响,在海岛地区利用太阳能光

发电的总体效率要比陆地上再打折扣。

如图2所示,我国北部辽宁、河北、山东和江苏北部的沿海地区太阳能资源相对较好,而南方大部分地区的太阳能辐射量较低,只有广东东南部、台湾西部和海南地区接近或超过 $5\ 000\text{ MJ/m}^2$ 。

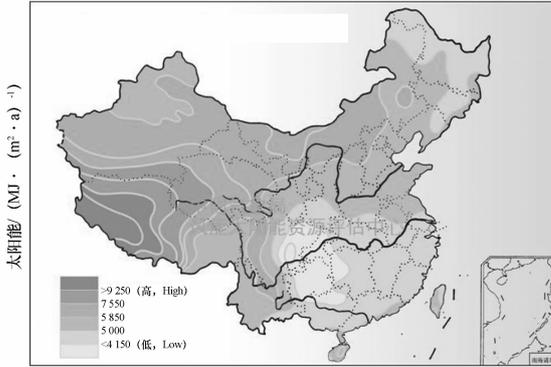


图2 我国太阳能资源分布

以广东省珠海万山海岛地区为例,万山海岛地区属于广东东南部太阳能资源比较丰富的地区,区域内有澳门大潭山气象站长期进行太阳辐射观测。通过对万山海岛地区近30年的太阳总辐射资料的分析^[5],万山海岛地区太阳总辐射平均值为 $4\ 996.25\text{ MJ/m}^2$,其年内月平均辐射量的变化如图3所示。

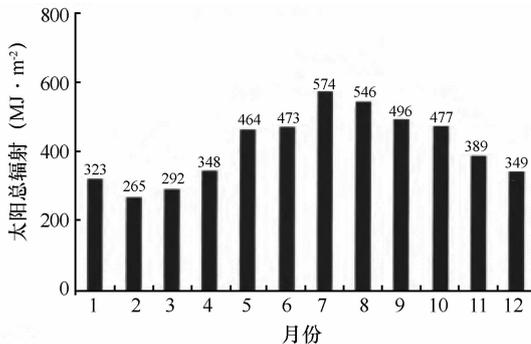


图3 万山海岛地区年内各月平均太阳总辐射量变化

从图3中可见,太阳总辐射量的年内变化呈现为单峰型,其中7月最高,8月次高;2月最低,3月次低;最高值达到 574 MJ/m^2 ,最低值仅为 265 MJ/m^2 ,这与万山海岛区的天文辐射月际差异以及降水特点有关^[6]。

因海岛地区的太阳辐射强度远低于内陆高原

地区,因此在海岛地区开展太阳能利用对光伏组件的转换效率及整体占地面积有着更高的要求,无形中增加了发电成本。

2.3 海洋能

海岛地区的海洋能主要包括潮汐能、波浪能和潮流能,地处热带海域的海岛还拥有一定规模的温差能。

2.3.1 潮汐能

我国海域的潮差以东海最大,渤海和南海最小。渤海各岛周边海域的平均潮差在 220 cm 以内,最大潮差不超过 390 cm ,以盆尖堡岛群和菊花岛海域潮差最大;黄海各岛海域平均潮差在 300 cm 以内,最大潮差不超过 400 cm ,以大鹿岛海域潮差最大;东海海域潮差最大,各岛平均潮差在 350 cm 以上,最大潮差不超过 500 cm ;南海各岛海域潮差比较小,平均潮差在 250 cm 以内。潮汐能资源总的分布趋势是由东向西、由北向南、由湾口向湾顶逐渐增大,最大潮差区在浙南的乐清湾和福建北部海域,但总体上潮差都在 $3\sim 4\text{ m}$ 左右,作为潮汐能开发利用的难度较大,特别在海岛地区空间资源有限,难以支持大型拦坝式潮汐能电站的建设。

2.3.2 波浪能

我国沿岸的波浪能资源以台湾省沿岸海域最丰富,总储量可达到 $4\ 290\text{ MW}$,占了全国波浪能资源总量的 $1/3$;其次是在浙江、广东、福建和山东省沿岸的海域较多,在 $1\ 610\sim 2\ 050\text{ MW}$,其他地区沿岸波浪能资源则很少。

全国沿岸各海域的波浪能功率密度具体分布是:渤海海峡(北隍城岛附近) 7.73 kW/m ,台湾岛南北两端(南湾和富贵角至三貂角) $6.21\sim 6.36\text{ kW/m}$,浙江中部(大陈岛附近) 6.29 kW/m ,福建海坛岛以北(北碓和台山) $5.11\sim 5.32\text{ kW/m}$,西沙地区 4.05 kW/m ,粤东(遮浪附近) 3.62 kW/m 。这些地区年平均波高多大于 1 m ,平均周期多大于 5 s ,是全国沿岸波功率密度较高、资源储量最丰富的地区。

由于我国沿岸属于季风气候区,多数地区的波功率密度随季节有明显的变化。波功率密度变化的总趋势是秋冬季较高,春夏季较低。而在浙江及其以南地区,由于受台风影响,春末和夏季(南海海

域5—8月、东海海域7—9月)波功率密度也较高,甚至会出现全年最高值,如浙江省大陈岛附近海域。

波浪能由于分布广泛且能量密度大,是非常适合在海岛地区开发利用的一种海洋可再生能源,并且波浪能发电设备基本不占用海岛的陆域面积,对海岛环境的保护十分有利。但目前波浪能发电技术还未达到商业化水平,难以像风能和太阳能一样成熟应用。

2.3.3 潮流能

我国沿岸的潮流能资源分布以浙江沿岸最多,有37个水道潮流资源比较富集,理论储量平均功率达到7 090 MW,占全国总量的一半以上;其次是台湾、福建、山东和辽宁沿海岸域,在1 130~2 280 MW之间;其他海区沿岸则较少,广西沿岸最少。

我国沿岸比较著名的高潮流能密度的水道有:杭州湾口北部为 28.99 kW/m^2 ,舟山群岛区的金塘水道为 25.93 kW/m^2 ,龟山水道为 23.89 kW/m^2 ,西堠门水道为 19.08 kW/m^2 ,渤海海峡北部的老铁山水道北侧为 17.41 kW/m^2 ,福建三都澳三都角西北部为 15.11 kW/m^2 ,台湾澎湖列岛渔翁岛西南侧为 13.69 kW/m^2 。

因为潮流能资源主要集中在一些地形狭窄的水道地区,因此在海岛开发利用潮流能资源主要受到资源条件的限制,浙江沿岸特别是舟山群岛地区的海岛比较适合利用潮流能资源解决能源与供电问题。而其他海域特别是流速小于 1 m/s 的地区,目前受技术条件所限还难以开发利用潮流能资源。

2.3.4 温差能

我国的温差能资源约90%分布在南海。据相关文献^[7],中国近海及毗邻海域的温差能资源可开发装机容量约为18.40亿~18.47亿kW,因此南海地区海岛的温差能利用潜力十分巨大,但目前受限于海洋温差能的利用技术水平尚未达到应用阶段,这一丰富的海岛可再生能源资源还有待进一步的开发和利用。

3 我国海岛可再生能源的利用现状

由于海岛特别是偏远海岛的能源和淡水主要依靠从陆地运输,因此对可再生能源自发自用的供

电形式的需求十分强烈。在海岛地区因地制宜的建设可以综合利用风能、太阳能和海洋能等多种可再生能源、与储能和柴油发电系统形成互补的独立供电系统或微网系统(图4),是目前解决海岛能源电力供应问题的一种十分可行的措施和技术手段,也是可再生能源应用的一项重要的发展方向。

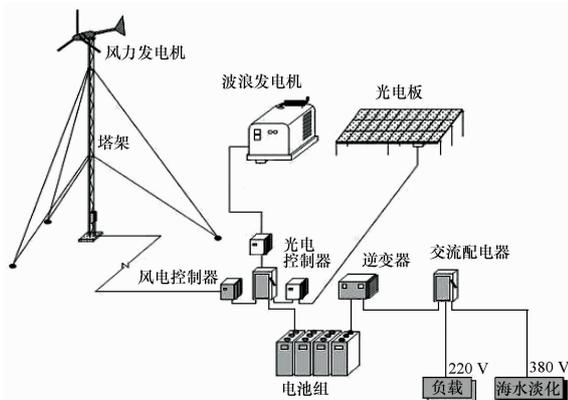


图4 风-光-波浪能互补的可再生能源独立供电系统示意图

近年来,我国对可再生能源的开发利用给予了高度重视,相继出台了一系列的法律法规和政策来推动可再生能源的发展,包括《可再生能源法》、《可再生能源发展专项资金管理暂行办法》、《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》以及《可再生能源电价附加收入调配暂行办法》等,明确规定了国家将可再生能源的开发利用列为能源发展的优先领域,通过制定可再生能源开发利用总量目标和采取相应措施,推动可再生能源市场的建立和发展,国家扶持在电网未覆盖的地区建设可再生能源独立电力系统。国家财政还设立了专门的可再生能源发展专项资金,用于支持偏远地区和海岛可再生能源独立电力系统建设。

在相关政策和措施的扶持下,我国先后在东海和南海的多个岛屿上建设了可再生能源的独立发电或微网系统,通过可再生能源的利用来解决这些海岛的供电问题,并结合海水淡化装置和供暖/制冷系统,尝试在海岛地区实现水电或水电暖的联供,提高能源利用效率、降低发电成本。其中比较典型、有示范效应的海岛可再生能源微网项目包括浙江省东福山岛、广东省珠海市大万山岛、桂山岛

和东澳岛的风光柴储互补式可再生能源微网发电系统,以及在山东省即墨市大管岛、浙江省舟山市摘箬山岛和珠海担杆岛上建立的带有海洋可再生能源发电设备的多能互补发电系统。下面分别以浙江省东福山岛和山东省即墨市大管岛为例,介绍有关海岛可再生能源的利用及互补式发电系统的建设运行情况。

3.1 浙江省东福山岛微网示范项目

东福山岛是我国东部海疆最东的有居民海岛,面积 2.95 km^2 ,居民约 300 人。在可再生能源微网项目实施前主要靠柴油发电,发电成本高且污染环境。为了解决能源供给矛盾,中国国电集团在岛上建立了风—光—柴—储的电力系统(图 5)和海水淡化系统,为岛上居民供电供水。

系统总装机容量为 510 kW,可再生能源 310 kW,包括 7 台 30 kW 的风力发电机组,100 kW 的太阳能发电系统和 200 kW 的柴油机,配备 $960 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 铅酸蓄电池储能系统,配备一套日处理能力为 50 t 的海水淡化系统。该项目在 2011 年正式投入运行,解决了当地居民的用电用水困难。

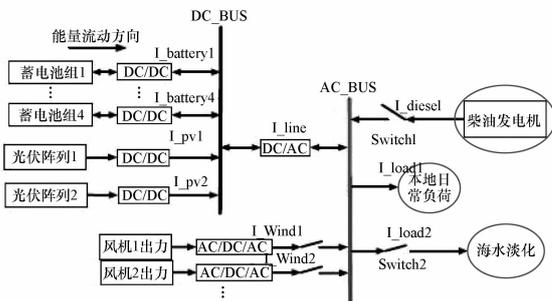


图 5 东福山岛微网系统的拓扑结构示意图



图 6 东福山岛微网系统

东福山岛微网系统(图 6)的运行模式可分为储

能变流器(PCS)模式及柴油发电机模式。PCS 模式指系统中以蓄电池做主电源,储能变流器独立逆变做恒压/恒频(V/F)控制,为系统提供恒压/恒频的交流电源,同时实现对光伏电池组的最大功率跟踪控制,系统负荷用电主要由光伏、风机及蓄电池提供,当光伏与风机出力小于负荷时,差额容量由蓄电池供给,当光伏与风机出力大于负荷时,多余能量对蓄电池进行充电,一般当蓄电池荷电状态(SOC)值较高时系统运行于 PCS 模式;柴油发电机模式指柴油发电机 V/F 运行,为系统提供恒压/恒频的交流电源,储能变流器为恒功率运行,对蓄电池进行四段式充电,同时对光伏电池组进行最大功率跟踪控制,一般当蓄电池 SOC 值较低时系统按柴油发电机模式运行。

东福山岛微网系统在实际运行中以当前光伏、风机出力情况,蓄电池 SOC 状态及负荷大小为依据,以有效使用新能源、合理使用蓄电池为原则,按照设定好的运行策略在 PCS 模式或柴发模式下工作,根据系统内运行状态的改变而对运行模式进行自动切换。微网系统的自动运行主要通过储能电池组、蓄电池管理系统、储能变流器和后台监控系统的配合运行而实现。

3.2 山东省即墨市大管岛海多能互补示范项目

大管岛位于崂山湾中,行政区划属山东省即墨市鳌山卫镇,毗邻著名的崂山风景区。大管岛在历史上曾有边防部队驻守,当时岛上驻军利用柴油发电并免费供给海岛居民。20 世纪 80 年代初部队撤出,从此大管岛中断了电力供给。之后在国家“九五”科技攻关项目的支持下,国家海洋技术中心与即墨市政府合作在大管岛研建了一座摆式波浪能发电站,波浪能电站于 1999 年 6 月在该岛安装完毕,9 月起正式供电。但因为电站后续运行的经费和管理问题,电站系统设备无法得到正常维护,到 2005 年波浪能电站已完全停止运行,之后岛上用 12 kW 的柴油发电机发电,每天仅能供电约 3 h,难以满足居民生活的需求。

2011 年,在国家海洋局“908”专项近海岛屿综合利用示范项目的支持下,国家海洋技术中心在大管岛重新建成了一座风—光—波浪能的多能互补独

立电站(图7)。电站系统的总装机容量为105 kW,其中包括30 kW的波浪能发电系统,60 kW的风力发电机组和15 kW的太阳能发电系统,并配有日产5 t的海水淡化系统。该电站满足了大管岛居民的日常生活用电和用水。



(a) 光伏发电系统



(b) 风能发电系统



(c) 波浪能发电系统



(d) 海水淡化系统

图7 大管岛多能互补发电系统

补的可再生能源发电技术,在能量合并与转换时选用了交流一直流一交流的转换方式。风力和波浪发电系统的输出经整流器进行交流一直流转换后,由直流斩波电路进行升压或降压,使不同发电系统的输出调整到同样电压范围内;需并流的三路直流输入再经直流转换器的升压整合后,即可并流成单路输出,实现能量合并;转换器的直流输出在充放电控制器的管理下,根据实际用户负载的需要将能量送稳压器,再经逆变器转换成交流输出送入交流配电柜,最终提供给用户使用;当发电系统的输出超过用户负载需求时,充放电控制器将多余的能量储存在蓄电池组内,在发电系统输出不能满足负载需要时,由蓄电池组放电来提供不足的部分,使多能互补发电系统达到稳定供电的目的。

4 可再生能源利用对海岛可持续发展的贡献

随着越来越多的海岛可再生能源示范项目的建成和投入运行,我国在海岛的可再生能源利用方面取得了明显进展,积累了丰富的示范项目建设和运行维护经验。从已建成的示范项目来看,可再生能源的利用对海岛的可持续发展特别是海岛环境保护贡献突出、成效显著,主要体现在以下方面。

4.1 解决海岛电力持续供应难题、助力海岛经济发展

海岛的电力供应一直以来都是制约海岛开发和经济发展的首要问题。我国目前还有很多偏远海岛因各种原因,未能实现稳定可靠的电力供应,电力短缺问题十分严重,制约了地区经济的发展和海岛居民生活水平的提高,一些距离大陆地区较远的海岛居民还过着比较原始的生活方式,更谈不上发展海洋产业、推动地区经济发展。

海岛的可再生能源互补发电系统可很好地解决海岛电力供应的问题,利用海岛自身丰富的可再生能源资源,多种能源形式可以形成互补、自发自用。可再生能源发电设备可以因地制宜、结合海岛的实际情况来配置,风光柴储形式的微网系统技术成熟,发电设备在海岛环境下的可靠性也有了显著提升,海洋能发电技术也正在不断突破。

解决海岛供电问题是对海岛的地区经济发展最直接有力的推动,海岛旅游、养殖以及水产品加

独立供电系统采用风能—太阳能—波浪能互

工等相关产业都需要电力的支持和保障。有了连续、稳定、可靠的电力供应,很多有人海岛的产业升级和无人海岛的开发就可以成为现实,由充足的电力供应带来的各种发展效应会不断显现,形成经济发展的良性循环。

4.2 替代高污染高排放化石燃料、促进海岛环境保护

除已连接到大陆电网的海岛外,大部分有电力供应的海岛主要还是依赖化石燃料来保障电力供应。随着海岛地区经济活动的日益增多,对电力以及化石燃料的需求也不断增加,在海岛这样环境系统比较脆弱的地区长期使用化石燃料可对环境条件造成严重影响,破坏海岛自然环境和生态系统。基于建设生态海岛、促进海岛地区可持续发展的战略需求,从环境保护的角度寻找能够替代柴油等化石燃料的电力供应方式已成为海岛开发利用的重要问题。

目前可再生能源的互补发电方式已完全可以替代柴油发电,随着储能技术的改进,新型环保储能产品的出现使得海岛可再生能源微网系统基本上实现了零污染和零排放,清洁能源利用给海岛环境保护带来的促进作用在已经采用可再生能源供电的示范海岛上已初见成效。

4.3 形成多种能源综合利用的开发方式、实现资源高效利用

在现有比较成熟的风光互补能源利用形式的基础上,随着海洋能利用技术的逐渐成熟,可以形成针对不同海岛量身定制的海岛可再生能源综合利用的开发方式,在海岛空间资源和能源产出之间找到最佳的平衡点,实现资源的高效利用。

特别是海岛温差能的利用,如果能够实现规模化应用,可较好地解决海岛水电暖联供的需求问题,使可再生能源系统从仅提供电力到可以提供多种形式能源,大大提升海岛可再生能源利用的适用范围,为海岛发展提供更全面的支持和贡献。

5 海岛可再生能源利用存在的问题

尽管目前已有部分海岛建设了可再生能源的发电系统并持续运行,但在示范项目建设和海岛可再生能源利用的实际过程中还是存在着一些问题,

制约着海岛可再生能源微网系统的应用和推广,亟待加强对这些问题的关注和切实解决。

5.1 发电成本居高不下

与陆地上的风力和光伏发电相比,海岛可再生能源的发电成本普遍偏高。目前,陆上规模化开发利用的风力发电机组制造成本已低于4 000元/kW,包括运输安装以及电气控制系统整个风电场的建设成本也基本控制在6 000元/kW以内,而光伏发电系统的建设成本更是下降到了6 000~7 000元/kW,因此随着发电成本的下降,风力和光伏发电的电价正在逐渐向火电上网价格靠拢,这也是近两年来国家发改委对可再生能源发电特别是风力发电的补贴力度在不断下调的主要原因。而海岛的可再生能源发电由于多种因素导致发电成本目前还是远远高于陆地上可再生能源电价水平。首先是在海岛上利用的可再生能源发电设备与陆地上的有所不同,风力发电机组需要采用小型化、轻量级和低启动风速的海岛型风机,太阳能电池板也需要防盐雾、抗老化,必要时还需要加装淡水喷淋清洗设备,这种特殊需要都显著增加了发电设备的成本。其次,在海岛地区建设风力或太阳能的发电系统,设备的海上运输及现场安装成本要远大于陆上的安装运输成本。此外,海岛由于其特殊环境条件,发电设备一般没有条件安装在房屋或建筑物内,因此对可再生能源发电系统电气设备的可靠性要求较高,发电系统的运行维护成本也较大。上述因素都一定程度上增加了海岛可再生能源发电项目的建设成本。

5.2 占用较多的海岛空间资源

由于可再生能源发电的分布式特征,在海岛地区利用可再生能源会占用较多的海岛空间资源。太阳能发电本身就是依靠太阳能电池板的面积来吸收太阳光照射实现一定规模的发电功率;而风力发电机组的安装则需要较大面积的平整地形用于设备安装和固定。在空间资源比较稀缺的海岛地区,对土地面积的需求在一定程度上也限制了海岛可再生能源的利用,因此应尽量考虑对海岛空间资源需求较小的可再生能源利用方式(如波浪能或潮流能),才能解决这一瓶颈问题。

5.3 示范应用推动不足

近年来,尽管我国对海岛可再生能源的利用采取了相应的重视,国家和地方分别出台了一些相关的政策和规划来推动海岛的可再生能源利用及可持续发展,但仅以目前建成的示范项目来看,在海岛可再生能源利用方面的推进力度还远远不够。现有项目都是以国家财政专项资金或国有企业的投入为主,私营企业和民间资本对这一领域的关注度很高但实际参与却非常有限,主要是因为缺乏具体的政策和措施保障。加大对海岛可再生能源的示范应用推动力度,切实出台能够引领和带动企业、地方政府对海岛可再生能源利用及海岛开发产生更强烈兴趣的激励措施,是解决海岛可再生能源利用问题的有效手段,也是保证海岛可持续发展的重要举措。

6 结论和建议

海岛可再生能源的利用是解决海岛能源供给、促进海岛可持续发展的重要方向。本文介绍了我国海岛可再生能源资源的特征与分布以及开发利用情况,为今后在海岛地区开发利用海洋可再生能源提供了参考。同时,分析了可再生能源利用对海岛可持续发展的贡献,以个别海岛为例重点阐述了海岛微网或独立发电系统项目的建设意义和实际效果。从现有海岛可再生能源示范项目来看,海岛

可再生能源利用的主要瓶颈问题是发电成本、海岛的空间资源以及相应的扶持和激励措施,因此建议开展进一步的研究,结合示范项目建立海岛可再生能源发电系统的经济性模型和效益评估方法,探索商业化运行模式;加大潮流能、波浪能海洋能的技术进步,加大海岛示范和应用推广力度,尽快形成以海洋能为主的多能互补供电模式,减少对海岛空间资源占用的同时,提升海洋能资源的利用效率;制定适合海岛需求的更加具体和可操作的电价补贴、税收、金融扶持等政策措施,吸引企业参与,逐步形成以企业为主体的持续推动海岛可再生能源利用的模式。

参考文献

- [1] 杨文鹤. 中国海岛[M]. 北京:海洋出版社,2000.
- [2] 薛桁,朱瑞兆. 中国风能资源贮量估算[J]. 太阳能学报,2001,22(2):167-170.
- [3] 徐珊,郭晟,何巧力,等. 舟山摘箬山岛风能资源评价[J]. 海洋开发与管理,2014,31(12):40-44.
- [4] 陈志华. 1957—2000年中国地面太阳辐射状况的研究[D]. 北京:中国科学院研究生院,2005.
- [5] 王俊,席芳. 万山海岛地区太阳能资源变化特征分析及评估[J]. 南方能源建设,2015,2(S1):193-197.
- [6] 李艳兰,何如,杜尧东. 华南区域太阳总辐射的时空变化特征[J]. 可再生能源,2012,30(1):13-16.
- [7] 李允武. 海洋能源开发[M]. 北京:海洋出版社,2008.