

英国海上风电行业发展前景展望

——基于差价合约制度的分析

牛峰¹, 陈双¹, 李亚², 哈昱淳²

(1. 南方电网科学研究院有限责任公司 广州 510670; 2. 中国化工信息中心有限公司 北京 100029)

摘要:英国海上风电产业起步较晚,但发展迅猛,成为全球海上风电产业的领头羊。英国海上风电产业扶持政策依次经历过非化石燃料义务制度、可再生能源义务制度、差价合约制度等阶段。差价合约制度作为可再生能源义务制度的后继制度,在制度上有较多的创新之处,有效地推动了英国海上风电产业的发展。文章基于差价合约制度与可再生能源义务制度的分析和比较,结合英国海上风电 2030 年规划目标,深入分析发现差价合约制度对英国海上风电产业发展具有较大的推动力。研究表明,差价合约制度改进了可再生能源义务制度的不足之处,能够充分利用市场机制提高海上风电企业的投资热情,降低消费者的电力消费成本,并可减轻政府的财政压力,从而推动英国海上风电产业的快速发展,这对我国具有一定借鉴意义。

关键词:英国;海上风电;差价合约制度

中图分类号:P74;TK8

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2019)09-0068-07

Prospects for the Development of British Offshore Wind Power Industry: Analysis Based on the Perspective of CfD

NIU Feng¹, CHEN Shuang¹, LI Ya², HA Yuchun²

(1. China South Power Grid International Co., Ltd., Guangzhou 510670, China;

2. China National Chemical Information Center Co., Ltd., Beijing 100029, China)

Abstract: The British offshore wind power industry started lately, but it has developed rapidly and became the global leader in the offshore wind power industry. The British offshore wind power industry have in turn experienced non-fossil fuel obligation system, renewable energy obligations systems, and CfD systems. As a successor system of the renewable energy obligation system, the CfD system has more innovations in the system and rapidly promotes the development of the British offshore wind power industry. Based on the analysis and comparison of the CfD system and the renewable energy obligation system, combined with the British offshore wind power 2030 target, an in-depth analysis found that the contract system would have a greater impetus to the development of the UK offshore wind power industry. This research shows that the CfD system im-

收稿日期:2019-04-02;修订日期:2019-06-14

基金项目:南方电网公司 2017 年科技项目“境外电力企业价值评估和监测机制及国际化发展路径研究”(ZBKJXM10170095)。

作者简介:牛峰,经济师,硕士,研究方向为国际能源投资与管理

proves the deficiencies of the renewable energy obligation system. It can fully utilize the market mechanism to improve the investment enthusiasm of offshore wind power enterprises, reduce the cost of electricity consumption for consumers, and reduce financial pressure of the government. Thus it promoted rapid development of the UK offshore wind power industry. CfD system has certain significance for China's offshore wind power industry.

Key words: UK, Offshore wind power, CfD

相较陆上风能而言,海上风能具有发电量大、风电机组成本较低且使用寿命较长、开发技术成熟、发电利用小时数高等优点^[1],一直被视为全球可再生能源电力发展的重要方向。欧洲沿海区域风能资源丰富,海上风能开发时间较早,在2018年,共安装了260万kW海上风电,累计装机达到1850万kW,继续引领海上风电产业的发展。其中,英国占欧洲新增产能的50%,继续保持全球海上风电市场领头羊的地位。

1 英国海上风电产业发展历程

英国海上发电虽起步较晚,但由于丰富的海风资源、完善的政策扶持体系以及强大的消纳能力,海上风电产业在短短十几年内呈现飞跃式的发展。英国在海上风电机组的制造、运输、安装、运维以及基础设施建设等领域具有丰富的经验,是全球海上风电项目最大的市场,成为全球海上风力发电的全球领导者。据欧洲风能协会官网数据统计显示,2018年英国累计安装了39座海上风电场,实现累计装机容量818万kW,占据全球海上风电市场份额的44.2%,装机量位列全球第一。

实际上,英国海上风电产业发展并非一帆风顺,其历经实践不断地摸索和完善,才取得当今的成就。英国海上风电产业是在政府相关部门政策推动下逐步发展起来的。

英国海上风电产业萌芽于1990年。1990年,英国开始实施《非化石燃料义务政策》,该政策最先提出发展海上风电,以提高非化石能源比例^[2]。在该政策的推动下,2000年12月,第一轮英国海上风电发展计划启动,第一个海上项目在布莱思港(Blyth Harbour)开始筹建。2003年,北霍伊尔(North Hoyle)项目完成,成为第一轮发展计划首个完工的风电场项目。2013年,Teesside项目实现并

网,标志着该轮计划的整个项目已经全部完成。第一轮计划共投产16个项目,实现装机1.2GW。

英国于2002年7月启动第二轮海上风电计划。第一轮计划采取开发商自由选择风电场场址,向英国皇家资产管理局(Royal Assets Authority of the United Kingdom)租赁的模式。在第一轮开发计划中,企业在自由选择风电场场址中规划、审批较为困难,英国皇家资产管理局在海上风电项目上管理成本比较高昂,海上风电项目流标率较高等问题频频发生。针对上述不足,在第二轮计划中,英国贸易和工业部门选取3个区域作为指定开发区域。第二轮海上风电计划项目相比第一轮规模更加庞大,离岸距离也更远,同时还要求所有项目都需提交环境影响评估报告^[3]。该轮计划一共确定了16个项目,共计装机6.46GW。2010年竣工的Gunfleet Sands 2项目成为该计划的首个投产项目。2013年投产的London Array项目成为当时世界上最大的海上风电场,装机容量高达630MW。

第三轮海上风电计划于2008年6月启动,该轮计划的项目竞标于2009年3月结束。该轮计划规划了9个海域,总装机规模预计达到25GW。该项目竞标于2009年3月结束,2010年1月公布了中标者。

2010年5月,英国皇家资产管理局还对第一轮和第二轮发展计划中7个项目的扩张发展进行了批准,共扩展容量12GW。

在英国政府的推动下,随着英国三轮海上风电发展计划的初步完成,英国海上风电产业得到较快的发展,逐渐成为全球海上风电的领跑者。据相关数据统计,2010年,英国海上风电累计装机容量高达181.9万kW,占2010年全球总装机容量的51.18%,其中新增装机容量92.5万kW。

2010 年以后,英国政府致力于继续保持海上风电领域的全球领先地位。尤其值得一提的是,2015 年英国政府实施可再生能源制度转型,由可再生能源义务制度逐渐开始转为差价合约制度(contracts for difference,CfD)以后,英国海上风电产业得到迅猛发展。2015 年,英国海上风电新增并网容量为 56.61 万 kW,以 506.05 万 kW 的累计装机容量位居世界第一。2015 年,英国由海上风电供应的电量为 14.7 亿 kW·h,占全社会总用电量的 5.16%。

2017 年,差价合约制度替代可再生能源义务制度,在英国海上风电产业发展中具有里程碑意义^[4]。2017 年英国海上风电新增装机容量 167.9 万 kW,占全球海上风电新增装机容量的 38.7%;英国海上风电累计并网容量达 683.5 万 kW;占全球海上风电累计容量的 36.3%;英国海上风电发电量 20.9 TW·h,占全国总发电量的 6.2%;截至 2017 年年底,英国已完全投运的海上风电场达到 33 座,总装机容量 5.8 GW;部分投运、建成未投运以及建设中及做出最终投资决策的有 8 座,装机容量 4.6GW;通过差价合约招标已获得开发权的有 4 座,装机容量 3.6GW,其中包括目前全球最大的海上风电场——装机容量 1 386 MW 的霍恩西二期工程(Hornsea Project 2)。

2 英国海上风电政策梳理

英国海上风电产业的发展离不开政府的政策扶持,英国海上风电产业政策经历了一系列的调整与变动。1990 年,英国政府实施非化石燃料义务制度(Non-fossil fuel obligation system,NFFO),采取对化石燃料电厂征税补贴非化石能源,对可再生能源项目实施招标机制,以发现项目价格需求并降低成本。由于种种原因,非化石燃料义务制度实施效果并不理想,非化石燃料义务制度于 2002 年正式退出。

英国政府于 2002 年开始实施可再生能源义务制度(renewable obligation system,RO),该制度通过对供电或电网企业每年供电量中的可再生能源比例进行硬性规定,以此为可再生电力市场提供稳定的电力需求。如果供电企业未按照要求完成任务,则需要接受罚款。英国的可再生能源配额制由

此成为世界范围内可再生能源配额制的主要代表之一。由于可再生能源义务制度过于强调市场机制,企业面临的价格风险大、并网难等问题阻碍了海上风电产业的发展^[5],经过一系列的调整后,可再生能源义务制度逐渐被差价合约制度取代。

2011 年,英国开始进行可再生能源鼓励政策调整,由原先单一的可再生能源义务制度向多种制度并行转变(包括可再生能源义务制度、小型发电项目固定电价制度、差价合约制度)。2014 年,英国政府通过会议讨论决定逐步退出可再生能源义务制度,并逐步引入以招标确定价格、依据市场价格灵活调整电价补贴总需求的差价合约制度(CfD)。差价合约制度是国有结算公司与可再生能源发电企业签订长期合同确定合同价格,在交易过程中如果市场平均电价低于合同价,则向发电企业予以补贴至合同价;反之则发电企业返还高出的部分。从 2014 年起,海上风电装机容量高于 5MW 的发电商可以在可再生能源义务制度与差价合约制度之间进行选择。2015 年,英国政府开始对可再生能源发电支持机制实施全面转型,陆续停止光伏发电及陆上风电可再生能源义务制度。2016 年可再生能源义务制度逐步退出。为了减少消费者的支付费用,降低可再生能源发电的补贴强度,英国政府于 2017 年全面实施差价合约制度。2017 年以前,大型可再生能源发电项目可以在可再生能源义务制度和差价合约制度间任选其一,以后大型可再生能源发电项目则均采用差价合约制度。差价合约制度目标明确、路线清晰、突出发挥市场作用,且与政府扶持手段紧密结合,取得了良好的效果。

3 海上风电 2030 年目标的介绍与评价

英国作为传统工业大国,在发展经济的同时给全球环境造成了巨大的污染。在全球气候变暖与环境治理舆论诉求的大背景下,英国政府积极履行国际责任,成为首个通过《气候变化法案》的国家,该法案承诺,英国到 2025 年将在 1990 年的基础上减排 50%、2030 年减排 60%、2050 年减排 80%。近年来,英国致力于实现减排承诺,积极进行能源转型。据英国相关机构统计,2018 年英国电力结构中天然气依然居首(39%),核电比例有所增长

(19%),煤电大幅度下降至5%,可再生能源异军突起,主要包括风电(17%)、生物质发电(11%)、太阳能(4%)、水电(2%)以及其他能源形式(3%)。从中可以看出,英国政府致力于发展可再生能源,优化电力结构的努力取得了较大进展,但离目标的实现仍有较大距离。

英国为温带海洋性气候,长期湿润多雨,不适合大规模地发展太阳能。同时,英国国土面积比较狭小,导致其无法大规模进行陆上风电场的开发。而英国早期建造核电站的计划受日本“3·11”核灾难的影响推进较为困难。因此综合来看,海上风电发展成为英国政府实现减排承诺的突破口。

英国是欧洲国家中海洋能资源最丰富的国家,占比全欧洲潮流能资源的50%和波浪能资源的35%^[6],为了早日实现承诺,英国政府将发展海上发电作为未来产业发展的突破口。英国政府于2018年3月制定了海上风电行业至2030年容量翻番达到30 GW的目标。2019年3月,英国政府进一步加强海上风电发展计划,计划到2030年,1/3的英国电力将由海上风电生产,并将海上风电服务和设备出口额提高到每年26亿英镑。

从当前英国海上风电产业的发展状况来看,该计划目标实现的可能性较大:第一,英国海上风电开发利用的经济性得到显著提升。随着英国风电开发和利用技术不断进步及应用规模的持续扩大,英国海上风电成本得到了大幅度的下降,从2014年的150英镑/(kW·h)降到2017年的57.5英镑/(kW·h),英国风电的成本甚至已经低于核电和天然气电力成本,英国风电逐步显现出较强的经济性;第二,英国海上风电装机容量得到了大规模的扩张,据英国可再生能源部门表示,2019年英国海上风电项目完成后发电容量将增加6.1 GW,为2030年目标的实现提供了更多的可能性。第三,英国海上风电产业已经形成了一条完善的产业链,海上发电设备制造、技术研发、人才培养均走在世界的前列,为吸引海外风电产业投资创造了较为有利的条件。第四,英国地理条件得天独厚,位于不列颠群岛上的英国,被北海、爱尔兰海和大西洋所包围,拥有非常长的海岸线资源,为大规模发展海上

风电产业创造了较为有利的条件^[7]。

除此之外,2018年7月23日英国能源与清洁发展部部长克莱尔·佩里(Claire Perry)正式对外宣布:从2019—2030年期间,英国政府将每两年举行一次海上风电差价合约(CfD)竞标,从而支持海上风电产业长期稳定的发展,同时宣布新一轮的差价合约竞标将在2019年5月举行,并为此提供5.57亿英镑的财政补贴^[8]。此次声明对于英国海上风电产业的发展具有里程碑意义,增加了英国海上风电未来10年行业发展的确定性,为行业从业人员和投资者带来了信心。该声明预计,从2020—2029年期间,英国海上风电每年新增的装机容量有望保持在100万~200万kW,总计将会带来1600万kW的新增装机容量,从而为该国实现到2030年海上风电累计装机规模超过3000万kW的目标提供更多的可能性。

4 差价合约制度与可再生能源义务制度对比

英国海上风电产业的迅速发展与英国政府的扶持政策密不可分。英国政府在海上风电产业萌芽阶段实施非化石燃料义务制度后,先后制定了可再生能源义务制度和差价合约制度两种补贴机制。可再生能源义务制度实施时间比较久,影响较为深远。差价合约制度虽实施时间较短,但快速地推动了英国海上风电产业的发展。对比分析可再生能源义务制度和差价合约制度具有较为现实的意义,能够为我国制定发展海上风电产业扶持政策提供一定的借鉴意义。

4.1 可再生能源义务制度

可再生能源义务制度于2002年开始实施,由能源与气候变化部(DECC)和英国燃气和电力监管办公室(Ofgem)共同推动。该制度实施具体过程为:首先英国能源与气候变化部于每年10月1日前公布下一年电力供应商的RO指标[即单位兆瓦时售电所需可再生能源义务证书(以下简称ROC证书)数量];随后,英国燃气和电力监管办公室再根据发电企业所发可再生能源电量,按照既定的兑换计量标准给予其一定数量的ROC证书;发电企业在给供电企业售电的同时出售ROC证书,并在批发电价的基础上获得出售ROC证书的收益;供电企业

根据其供电量以及 RO 指标提交所需数量的 ROC 证书;无法提交足够数量 ROC 证书的供电企业需要按照“证书买断价格”购买差额部分。该制度的电价补贴持续 20 年,申请成功后,补贴不会随后续政策的变化而变化^[9]。

在可再生能源义务制度实施之初,每类可再生能源技术发出的电都能获得同样的 ROC 证书,但考虑到各类技术的成熟度不同,成本差异也比较大,未来发展的潜力也不一样,英国自 2009 年引入“分类”政策以来,不同可再生能源技术发出同样数量的电,得到的 ROC 证书数量是不同的,其中对技术创新、未来发展潜力大的可再生能源技术予以更大的支持,而对相对成熟技术的支持力度则呈现下降趋势。

4.2 差价合约制度

差价合约制度于 2017 年全面实施,成为可再生能源义务制度的后继者,该机制成功激发了英国海上风电市场的活力,促进了英国海上风电产业快速发展。

固定差价合约机制由英国国家电网、低碳合约公司、能源与气候变化部等共同推动。该机制原理主要是由中标发电商与政府管控的低碳合约公司签订合约电价,发电企业在获得市场电价的基础上,还可以获得市场参考电价与中标电价的差额,合约电价反映低碳发电技术的发电成本,市场电价则反映英国电力市场平均电价水平。该合同期限为 15 年。此外,政府为了保障发电商的利益,中标电力价格还会随着通胀率的变化而调整。

合同价是差价合约制的核心。合同价的确定不仅需要确保其价格影响是消费者能够承担的,而且需要确保有利于政府实现能源的低碳发展,以确保电力供应较为安全。基于此,英国能源与气候变化部颁布了《有关电力市场改革实施草案的征求意见稿》,对合同价的制定进行了明文规定。合同价的制定考虑了多方面因素,首先是技术方面的因素,如企业的投资、融资、运行成本以及建设过程中的限制性因素,然后需要考虑电力市场条件,将电力批发市场的价格水平和发电商签订的“电力购买协议”的执行折扣等因素都考虑在内,最后需要考虑

政府因素,例如政府制定的可再生能源目标,技术组合不同其价格也就不同。

当前英国政府已举行了两轮差价合约竞标。2015 年 2 月,第一轮差价合约的最终竞标分配结果公布,共 27 项合计装机超过 200 万 kW 的可再生能源发电项目得到该轮差价合约制度的资金支持,其中海上风电项目两项,分别为 East Anglia One 项目和 Nearth Gaoithe 海上风电项目,上述两个项目的中标电价分别为 111.89 英镑/(MW·h)和 114.39 英镑/(MW·h)。2017 年 9 月公布的第二轮差价合约竞标结果中,丹麦能源巨头公司丹能风力(DONG Energy)以 57.5 英镑/(MW·h)的电价中标 Hornsea Project 2(计划 2022/2023 年投产);中国长江三峡集团公司和葡萄牙电力公司联合投标,也以 57.5 英镑/(MW·h)的电价中标英国 Moray 海上风电项目(计划 2022/2023 年投产);挪威可再生能源发电企业 Statkraft 和德国莱茵集团旗下的 Innogy 公司联合投标,以 74.75 英镑/(MW·h)中标英国 Triton Knoll 风电场项目(计划 2021/2022 年投产)。第三轮差价合约竞标于 2019 年 5 月 29 日正式开展,政府将提供 6 000 万英镑的财政补贴额度,项目投产时间预计将在 2023—2024 年和 2024—2025 年展开。根据推算,此轮竞标将会有超过 300 万 kW 的海上风电项目中标。

英国政府为了支持海上风电产业长期稳定的发展,对外宣布从 2019 年到 2030 年期间,政府将每两年举行一次海上风电差价合约竞标。

4.3 相同之处

第一,两种机制以确保对可再生能源产业进行持续投资,两种机制在电价的确定和调整上具有一致性,电力价格都因可再生能源的种类不同而有差异。可再生能源义务制度通过对不同可再生能源技术生产同样数量的电力给予数量不等的证书,以给予技术创新、未来发展潜力更大的可再生能源电力技术更多的支持。差价合约制度将低碳技术分为两类,一类是较为成熟的技术,如陆上风电、光伏;另一类是尚不成熟的技术,如海上风电、波浪能、潮汐能等。技术程度的不同其获得的合同电价预算也不相同。

第二,两者都强调市场机制对发电企业的激励作用。可再生能源义务制度利用市场化手段在项目获得、项目形成、利益分配方面进行市场调节;在差价合约制度下,政府通过市场机制对企业生产进行调节。如果发电企业电力成本控制较好的话,那么市场平均电价和企业电价的差额就比较大,企业可以获得更多的额外收入^[10]。

4.4 创新之处

(1)对于政府来说,与可再生能源义务制度相比,差价合约机制更有利于降低政府补贴金额,减轻政府财政负担。CfD制度的核心是政府通过有限的财政补贴预算支持尽可能多的低碳发电项目,当预算不足以覆盖全部申请项目的补贴总和时,便进入竞标流程,选出发电成本更低的项目,从而实现补贴的最优配置。差价合约机制可以有力地避免发电企业获得过高的收益,有利于保障政府对可再生能源发电企业给予长期有效的支持。

(2)对于企业来说,差价合约制度能够降低可再生能源项目的风险,融资成本得到进一步降低。英国实施可再生能源义务制度时,海上风电发电商需要承担电力承购风险、预测/平衡风险以及电力批发价格风险。由于ROC证书交易市场易受宏观调控影响,政府调控结果往往与市场真实供需情况有所偏差,所以ROC证书的市场价格存在很大的波动性,进而增大了电力批发价格的长期风险。差价合约制度通过差价合约的形式给可再生发电企业提供了一个清晰明了的电力价格保障机制,解决了电力批发价格的长期风险。可再生发电企业仅需要承担电力承购风险和预测/平衡风险,风险大大降低。

(3)对于最终消费者来说,差价合约制度减轻了其电力消费负担。在可再生能源义务制度下,由于可再生能源义务证书价格波动性较大,可再生能源发电企业融资较为困难,项目融资成本进一步提高,最终导致电力消费者的消费负担进一步增加。在差价合约机制下,由于招标机制引入了竞争,招标价格要低于政府设定的最高限价,即市场能比政府更真实地发现合理收益水平下的市场价格。而且在市场价格高于招标电价的情况下,可再生能源

发电企业还要返还超额收益,这样就降低了最终电力消费者的总支付费用,减轻了消费者的生活压力。

(4)对整个英国海上风电产业来说,差价合约制度有效地降低了英国海上风电产业的发展成本。差价合约制度激发了英国可再生能源电力市场的竞争活力,利用市场机制有效降低了海上风电发展的成本。如,在2015年海上风电第一次差价竞标中的两个项目,东安格利亚一期工程East Anglia One以119.89英镑/(MW·h)价格中标,项目第一阶段交付于2017/2018年,Neart na Gaoithe项目中标价格为114.39英镑/(MW·h),项目交付于2018/2019年。虽然执行价格借鉴了2012年的投标价,但自从引入了差价合约制度,海上风电价格成本降低了近15%。

5 英国海上风电产业发展前景预测与评价

英国海上风电产业在差价合约制度的推动下得到了快速的发展。依照当前发展状况来看,海上风电产业发展前景仍十分广阔。

(1)CfD制度促进了海上风电价格大幅降低。据相关数据统计,在欧洲国家中,英国将成为海上风电价格下降趋势最为明显的国家。根据投产时间,从2018—2020年,英国海上风电价格将从119.89英镑/(MW·h)下降至57.50英镑/(MW·h)。海上风电价格的降低不仅有利于促进海上风电的发展,一定程度上,还能帮助英国解决脱欧之后电力成本大幅增加的难题。据伦敦大学学院的研究结果显示,2016年英国脱欧公投结果公布后,由于英镑的迅速贬值,英国电力成本增加了18%。与此同时,英国的电力系统维护成本不断升高。2018年第三季度,英国输电系统的日均维护成本高达380万英镑,加重了电力平衡费用的负担,最终导致电力市场批发价格增加了6%。英国海上风电电力成本的下降,一定程度上有利于缓解电力使用者的消费负担。

(2)CfD制度有利于促成英国海上风电2030计划的落地。英国政府承诺2019年后每两年进行一次差价合约竞标,并提供5.57亿财政补贴预算以支持英国海上风电和偏远岛屿的陆上风电发展。考虑到海上风电电价下降的大背景,预计2030年以

前,英国政府可以支持每年新建 2GW 的海上风电项目,因此,2030 年前实现装机 30GW 的目标较为乐观。

(3) CfD 制度加强了英国海上风电企业的市场竞争程度,激发了风电市场的活力。早先的可再生能源义务制度通过强制配额义务政策,旨在为海上风电产业发展的前期通过政府扶持,促进其快速发展。早期的可再生能源电力市场发电较为自由,市场竞争较小,英国燃气和电力管制办公室主管当局会对可再生能源电力生产商的申请进行认证,一旦认证成功,企业最长能获得 20 年的长期补贴。此后英国政府实施 CfD 制度,意在为海上风电产业发展到一定阶段后,通过市场竞标的方式实现补贴配置的最优化。CfD 制度的核心是为在有限的补贴预算下,尽可能多地支持低碳可再生能源项目,实现公共财政资源的最优配置。按照该制度的规定,当全部低碳可再生能源项目申请的补贴总和超过政府财政预算补贴时,项目竞标流程便开始启动,所有项目将以投标电价竞争,发电成本更低的项目将被入选,从而大大降低政府补贴的支出。在 CfD 竞价机制下,英国海上风电企业竞争的环境较此前更为公平,但同时竞争的激烈程度也进一步加剧,海上发电企业得到的财政补贴亦随之下降。在政府预算有限的情况下,可再生能源电力项目的发展机会明显增多。

6 结论

梳理英国海上风电产业的发展历程和英国可再生能源扶持政策的演变阶段可以发现:英国政府高度重视海上风电产业的发展,对海上风电产业予以较多的政策扶持,使得英国海上风电产业能够在短时间内成为全球海上风电领域的领头羊。差价合约制度改进了可再生能源义务制度的不足之处,能够充分利用市场机制提高海上风电企业的投资热情,降低消费者的电力消费成本,并减轻了政府

的财政压力,从而推动了海上风电产业的快速发展。当前,我国除发展传统的火电和水电能源外,国家也十分重视风电的发展,其中,海上风电已经成为风电产业发展的主力^[11]。我国海上风电发展虽已取得一定的进步,但仍然存在经验不足、机制不彰、产业配套不够等问题。基于此,英国海上风电产业的政策顶层设计和产业发展模式值得我国深入借鉴和学习。

参考文献

- [1] 郑崇伟,胡秋良,苏勤,等.国内外海上风能资源研究进展[J].海洋开发与管理,2014,31(6):25-32.
- [2] 方韬.英国海上风电发展模式及借鉴意义[J].中国能源,2014,36(12):26-30.
- [3] 张兴平.英国海上风电发展模式及借鉴意义[J].石油石化节能,2015,5(3):52.
- [4] 夏云峰.2017 年英国海上风电运行报告[J].风能,2018(5):35-39.
- [5] DECC,Contact for Difference;Final Allocation Framework for the October 2014 Allocation Round[EB/OL].(2014-09-01)[2019-03-02].http://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/349370/Final_Allocation_Framework.pdf.
- [6] Renewable UK.Ocean Energy Race,The UK's Inside Trace[R].2017.
- [7] 林香红,高健,何广顺,等.英国海洋经济与海洋政策研究[J].海洋开发与管理,2014,31(11):110-114.
- [8] 夏云峰.英国海上风电规模有望十年内翻番[J].风能,2018(7):62-63.
- [9] 国家发展改革委能源研究所,国家可再生能源中心.电力体制改革框架下可再生能源电价补贴形成机制研究[EB/OL].(2017-07-01)[2019-02-26].<http://www.efchina.org/Reports-zh/report-cpp-20170630-zh>.
- [10] 韦有周.英国可再生能源扶持政策的最新态势及启示研究:以海上风电产业为例[J].应用能源技术,2016(9):42-45.
- [11] 张云,景昕蒂,崔丹丹,等.江苏省海上风电用海项目调查[J].海洋开发与管理,2018,35(10):94-97.