

Analysis on the Future Trend of Offshore Wind Power Cost and Its Determinants

Chenxi Xiang¹, Kangli Xiang², Xianan Huang²

¹School of Applied Economics, Renmin University of China, Beijing

²Economics and Technology Study Institute, State Grid Fujian Electronic Power Company Limited, Fuzhou Fujian
Email: xcxfxxt@163.com

Received: Jun. 3rd, 2020; accepted: Jun. 21st, 2020; published: Jun. 28th, 2020

Abstract

The future changing trend of offshore wind power is the key factor to determine whether it can achieve grid parity and sustainable development. Based on the field survey and public data, we summarize the current status of China's offshore wind power cost, and analyze the components of the cost structure and their changing trend. The experiences of European offshore wind power development are drawn to give recommendations for China's offshore wind power development. The study has practical meaning to help lower the offshore wind power cost and reduce the financial burden of governmental support.

Keywords

Offshore Wind Power, Cost Analysis, Grid Parity

海上风电成本变化趋势及其影响因素分析

相晨曦¹, 项康利², 黄夏楠²

¹中国人民大学应用经济学院, 北京

²国网福建省电力有限公司经济技术研究院, 福建 福州
Email: xcxfxxt@163.com

收稿日期: 2020年6月3日; 录用日期: 2020年6月21日; 发布日期: 2020年6月28日

摘要

海上风电的成本变动趋势是海上风电能否尽快实现平价上网和可持续发展的决定性因素。本文结合实地调研和公开数据资料, 总结海上风电的成本结构与现状、分析影响成本变化的因素以及未来的变动趋势。

在此基础上, 针对当前我国海上风电成本过高的问题, 结合欧洲海上风电以及我国陆上风电发展的经验提出政策和规划的建议。研究对于推动海上风电成本下降、实现海上风电合理规划以及减轻可再生能源补贴负担具有一定的现实意义。

关键词

海上风电, 成本分析, 平价上网

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

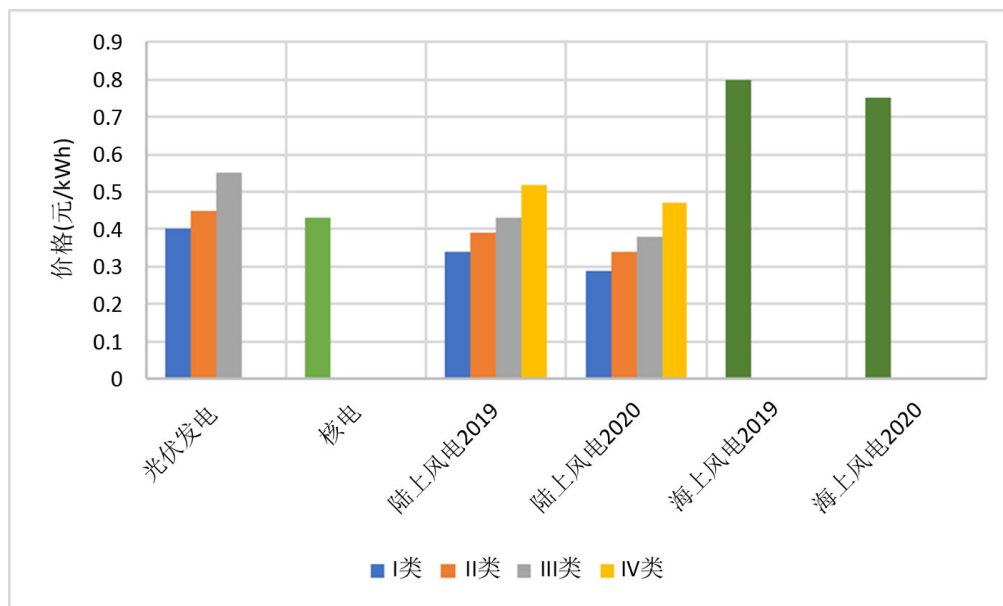


Open Access

1. 研究背景与意义

在全球对清洁和经济的低碳发电技术需求空前的情况下, 海上风能有望成为一种有竞争力的电力来源。我国海上风能资源丰富, 近海风能可供开发的资源量达 500 GW。国家能源局《风电发展“十三五”规划》提出, 到 2020 年我国海上风电装机容量将达到 5 GW 以上[1]。近年来, 在标杆电价政策的大力支持下, 海上风电装机持续增加, 截至 2019 年底, 我国海上风电累计装机容量已达 5.93 GW。同时, 相关产业链逐步完善, 海上风电机组技术、工程设计、输变电技术以及智能维运等技术和服务能力不断提升[2]。

在海上风电快速发展同时, 也面临着许多潜在问题。最大的挑战来自目前远高于其他能源的发电成本, 与其他可再生能源的竞争中并不占优势。如图 1 所示, 2019 年新核准近海风电指导价调整为每千瓦时 0.8 元, 2020 年调整为每千瓦时 0.75 元。这一价格远高于光伏发电(I、II、III 类资源区的上限分别为每千瓦时 0.40 元、0.45 元和 0.55 元), 陆上风电(每千瓦时 0.34 元到 0.52 元)以及核电(每千瓦时 0.43 元) [3]。



数据来源: 作者整理, 数据来自能源局官网。

Figure 1. Comparison of various type electricity
图 1. 各类能源发电上网电价对比

海上风电与其他可再生能源发电在获取国家支持政策，尤其是补贴上具有竞争的关系。目前可再生能源补贴负担沉重，资金缺口较大，且在未来还有很多的支出项。包括光伏等其他可再生能源在技术研发能力、配套基础设施建设等方面的资金投入，可再生能源扶贫的资金补贴以及氢能等，都与海上风电分享有限的可再生能源补贴。

海上风电具有潜在巨大的资源开采潜力，可再生能源的健康发展对于我国“能源革命”和能源转型的实现具有重大意义。短期来看，政府补贴和其他政策支持依然是海上风电等可再生能源发展的重要保障。长期来看，海上风能的成本下降程度以及与其他电力来源的竞争力则是其未来前景的决定性因素。因此，分析海上风电成本构成，探究成本变化趋势，分析海上风电成本未来是否具有可竞争性，对于制定我国合理的海上风电发展目标与支持政策具有重要的政策意义。

2. 我国海上风电的成本构成与分析

2.1. 海上风电的成本竞争性分析

在电力市场化的背景下，海上风电最终需要进入市场与其他类型电力进行竞争。比较陆上风电、太阳能发电以及核电等的上网电价，上网成本至少需要下降至 0.4 元每千瓦时。图 2 展示了按 10% 内部收益率计算，在不同项目投资金额和上网电量的情况下，计算出的海上风电项目的上网电价水平。例如，在年发电小时数 3800 的情况下，要想将电价降至 0.4 元左右，需要将单位造价降低至 1.2 万元/kW。

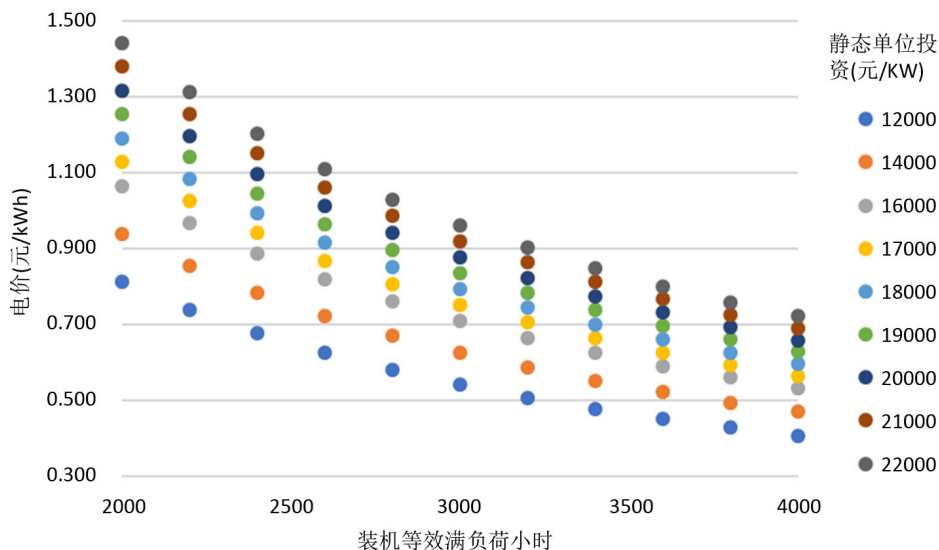


Figure 2. On-grid Price estimates (at IRR = 10%)

图 2. 按资本金内部收益率 10% 测算的上网电价(不含增值税)

经过十余年的探索，海上风电单位造价从 2.3 万元/kW 左右逐渐下降到最低约 1.5 万元/kW。目前江苏、浙江海域近海风电单位造价约 1.5~1.7 万元/kW，福建、广东海域约 1.7~2 万元/kW。两省目前都与上面测算出的 1.2 万/kW 有较大差距。海上风电未来想要平价上网，海上风电的各部分成本需要极大缩减，并将面临漫长的探索和巨大的挑战。

2.2. 海上风电成本构成及变动趋势分析

海上风电的成本主要包括：主机设备购买、支撑基础建设工程成本、运行维护费用、其他支出等。我们分别从成本组成的这几方面来分析未来海上风电成本的变动趋势。

风机设备购买占到海上风电发电成本的 40%~50%，占比最大。尽管未来下降空间大，目前还面临着风机技术和产业规模不够成熟，成本较高的问题。基于陆上风电发展经验，从长期看，海上风电发电海上风力设备成本下降的主要动力是学习效应与规模效应。海上风电可以借鉴陆上风电成本下降的道路，继续培育上下游产业链，一方面通过研发投入推动风力涡轮机技术、安装和物流方面的创新，同时鼓励大型风机的使用和海上风电场集群以带来规模效应。

海上风电成本中占比较大的另一个部分是基础结构建设成本，占到 15%~25%。海洋环境比陆地环境更为复杂，面对复杂的地质条件和施工条件，勘探设计和打桩、吊装等作业，需要专业设备、专业人员、专业管理。施工所需的关键装备，例如海上风电机组基础打桩、风电机组吊装等专业可用的大型船机设备较少，船机租赁费用高昂，相对陆上风电，海上风电的建安费用占总成本的比重大。

运维成本支出占海上风电项目生命周期成本的 15%至 20%，具体取决于场地特点。海上风电项目的运维成本总体呈上升趋势。由于现在大部分海上风电机组运营不久，大部分设备仍处于保修期内，维修成本并不是目前成本考虑的重要部分，在保修期失效后如何维修，成本如何分摊各公司也尚未确定。并且随着设备工作时间的增长，设备的维修成本会逐渐增加，运维成本在风电机组成本所占比例也会上升。能否在保修期失效后做出最优选择、如何降低运维成本，是各公司即将面临的问题。

其他支出包括海域征用成本、海上升压站、高压海缆等成本、利息支出以及保险支出等。这部分占到 10%左右。

虽然从长期看，发电成本具有较大潜力，在短期内，海上风电的成本在短期内可能下降得不明显，甚至会有一定的提高。一方面，尽管我国在装机制造和发电技术上都有了长足的进步，但核心零部件的进口费用仍较高，导致部分设备的成本在短期内可能无法实现的下降。另一方面，上网指导电价下调引起的“抢装潮”导致风电企业对装机等设备的需求增加，而近期新冠疫情对于海上风电零部件供给带来的影响，会导致海上风电风机和建设材料出现短暂的供不应求的现象，可能会带来建设设备租赁价格以及海缆等装备价格在短期内上升。

3. 欧洲海上风电降价经验

欧洲海上风电成本下降明显，且下降趋势仍在持续。根据国际风能协会预测，2024 年全球海上风电成本将降到 95 欧元/兆瓦时[4]。具体原因有以下几类：

第一，装机成本快速下降。根据彭博财经数据，过去 5 年全球海上风电装机成本累计下降 46%，2016 年一年内下降了 22%，从欧洲市场来看，主要原因总结为两条：一是行业技术提升。长期来看，行业技术提升是必然的，伴随着产业的不断成熟，行业的上下游都将会会有不同程度的技术提升，从而安装成本、运维成本、制造成本等各方面都有所下降。二是协同效应显现。欧洲各能源集团在北海区域形成项目集群，新建项目与相邻的投产项目之间能够形成协同效应，共享人员、运维基地、船只等，运营成本随之降低。

第二，行业集中度提高。在竞争中会涌现出行业领先者，领先者利用自身市场、技术和资金优势，在工程建设、设备采购、运行维护等招投标中拥有强大的谈判能力，能够最大限度压低供应商利润空间，进而在电价竞标中取得优势。

第三，能源政策与招投标机制科学。这主要表现为以下三点：其一，电价支持政策稳定。以英国为例，英国制定了可再生能源义务(RO)和差价合同(CFD)两种补贴机制，确保海上风电开发商可获得长期稳定收益。其二，政府协调利益各方研究成本下降机制。2011 年，英国政府明确了 2020 年海上风电成本要下降 30%的目标，协调利益相关方(包括监管机构、业主、开发商等)参与建立协调机制，并保证政策能够推行实施。其三，开发商将风险管理前置，以合同等手段与产业链参与者分担风险。该方式可保证产业链的上下游都有足够动力去降低成本，从而实现总成本的下降[5]。

据欧洲海上风电的历史经验分析可得，长期看我国海上风电的成本下降具有较大潜力。尤其是技术进步带来的装机成本的下降空间巨大，这其中占比最高的是风机的制造成本。随着行业的成熟，规模效应和协同效应也会使得项目的安装成本与运维成本有不同程度地下降。值得注意的是，政策指引在欧洲海上风电成本下降中仍然扮演了重要角色，政府协调利益各方建立协调机制，引导全产业链在成本上的下降。

4. 我国海上风电政策的相关建议

目前，海上风电标杆电价远高于煤电电价，海上风电大规模建设将受限于财政补贴的压力，也会抬高平均上网电价，与电力市场改革“降电价”的趋势相违背。为推动海上风电成本可持续发展，我们提出如下建议：

第一，加快产业链建设，推动成本下降。海上风电产业如果想在未来实现大规模持续发展，在电力市场和电力供给结构中占有一席之地，降低成本是关键。成本下降离不开技术的突破和产业链的建设。从产业链上游看，需要促进关键技术的突破和核心零部件的国产化，解决上游产业链发展不平衡的问题。产业链中游整机制造和研发团队应与风机安装团队和设备研发团队加强合作，使得风机的设计与各省建设条件、地质条件等更加契合。建设海上风机试验场，对即将上马的机型进行充分的了解和比较，降低大规模风电建设的风险促进风机类型多样化、大型化。产业链下游投资运营上，在沿海区域形成项目集群，新建项目与相邻的投产项目之间能够形成协同效应，共享人员、运维基地、船只等，降低运维成本。

第二，对海上风电发展继续给予补贴支持。根据海上风电的发展状况，目前海上风电仍需要补贴的支持，并且海上风电降本路径与陆上风电不完全一致。海上风电的“硬成本”短时间内难以消除，完全交由市场定价的零补贴平价上网也难以实现。

第三，建议通过绿证交易获得合理收益补偿来配合海上风电或促进海上风电的降价上网。在补贴政策方面，不能一味的降补贴和降电价。如果将陆上风电与海上风电项目同等对待，强行对海上风电项目补贴“一刀切”，结果必然适得其反。为了使绿证更好的发挥作用。一方面，要强化配额考核，提高绿证市场的有效性。严格科学地配额考核机制。考核的力度至少应大于购买绿色证书的成本，使不履行配额义务的成本高于履行配额义务的成本。二是提高责任主体市场参与度。此外，可再生能源电力消纳保障机制、规模化推动风电光伏无补贴平价上网项目政策的结合实施也将推动绿证政策的实施。2019年5月，国家能源局关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知，将自愿认购可再生能源绿色电力证书作为补充(替代)方式，绿证对应的可再生能源电量等量记为消纳量，将有助于激发绿色证书自愿认购市场。

基金项目

国家电网科技研究项目“面向现代能源经济的省级能源系统优化模型及应用研究”(项目号 SGFJJY00 GHJS1900003)。

参考文献

- [1] 国家能源局. 风电发展“十三五”规划[Z]. 2016.
- [2] IEA (2019) Offshore Wind Outlook 2019, IEA, Paris. <https://www.iea.org/reports/offshore-wind-outlook-2019>
- [3] 国家能源局. <http://www.nea.gov.cn/>
- [4] Lee, J. and Zhao, F. (2019) GWEG. Global Wind Report, 2019.
- [5] Gao, A. (2015) Europe's Policy Framework for Promoting Offshore Wind Energy: Lessons for Taiwan and Other Countries. *Renewable Energy Law and Policy Review*, 6, 3-16.