

# 中美风电行业产业竞争力比较分析

● 袁惊柱 王 婧

**摘要：**从生产能力、岗位提供能力、进出口贸易能力和产业政策角度对中美风电行业产业竞争力进行了比较分析；总体而言在风电行业上中国相比美国具有一定的比较优势，但在发展效率上，美国相比中国具有较高的效率。随着中国出口美国的风电机组体量上升，未来有可能会进入美国的“301”目录之中，中国应加快风电技术攻坚促进能源转型，重新布局全球市场，提升风电产业国际竞争力。

**关键词：**风电行业 生产能力 岗位提供能力 进出口贸易能力 产业政策

随着风电行业的不断壮大，风力发电已经成为全球可再生资源发电的重要的方式之一，各国对风电的关注与投入也逐渐增加。我国作为新型风电领域的巨头与传统风电行业领军者的美国之间竞争力到底相差多少，应该如何制定政策来迅速弥补差距促进我国风电行业的长远发展，是本文探讨的两个主要问题。

## 一、中国风电行业发展情况

近年来，我国海上风电装机容量呈递增趋势，根据中国风能协会的数据，2000年，我国风电装机仅有30多万千瓦；到2010年，我国风电装机容量已经达到4400万千瓦；2012年，我国风电装机达到6000万千瓦，位居世界首位；2013年，我国大陆地区风电新增装机容量为16088.7MW，累计装机容量为91412.89MW，同比分别增长24.1%和21.4%，存量和增量都位居世界第一。

2015年，我国风电新增装机容量和累计装机容量继续保持强劲增长势头，新增容量为3297万千瓦，累计并网容量已占到全部发电装机容量的8.6%，规模为1.29亿千瓦。在发电量上，全年风电发电量占全部发电量的比例为3.3%，规模达到了1863亿千瓦时。在核准容量上，新增规模为4300万千瓦，同比增加700万千瓦；累计核准规模为2.16亿千瓦；累计核准在建规模为8707万千瓦。在平均利用小时数上，全国为1728小时，同比下降172小时。其中，福建是利用小时数最高的地区，达到了2658小时；甘肃是利用小时数最低的地区，只有1184小时。在海上风电方面，截至年底，我国已建成的装机存量为1014.68MW。

2016年，我国风电新增装机容量和累计装机容量继续增长。具体表现为：新增装机并网容量为19.30GW，其中，海上新增装机容量为0.59GW（同比增长64%）；累计装机容量达到1.69亿千瓦，其中，海上累积装机容量达到163万千瓦。在海上风电方面，上海电气、远景能源、金风科技和重庆海装有新增吊装，且排在前四位，其中，海上风电机组供应量最大的企业是上海电气，占比达到82.5%<sup>①</sup>。

根据中国风能协会数据，2017年，全球风电新增装机容量和累计装机容量分别为52.49GW和539.12GW。其中，海上风电新增装机容量为4.33GW。2017年，我国陆上风电新增装机容量略有缩减，海上风电装机容量大幅增长，共新增装机319台，容量为116万千瓦，同比增长了97%；海上风电累计装机容量达到279万千瓦。（详见表1）

## 二、美国的风电行业发展情况

根据美国能源信息署的报告，美国风能发电量从2011年

表1 我国2010-2017年间风电新增装机及累计装机情况  
(单位: GW)

年份	新增装机			累计装机		
	陆上风电	海上风电	合计	陆上风电	海上风电	合计
2010	18.79	0.14	18.93	44.58	0.15	44.73
2011	17.52	0.11	17.63	62.11	0.26	62.63
2012	12.83	0.13	12.96	74.93	0.39	75.32
2013	16.03	0.06	16.09	90.96	0.45	91.41
2014	22.97	0.23	23.21	113.94	0.67	114.61
2015	30.39	0.36	30.75	144.33	1.03	145.36
2016	22.78	0.59	23.37	167.1	1.63	168.73
2017	18.5	1.16	19.66	185.21	2.79	188.00

数据来源：中国风能协会。

的大约1.2亿MW增加到2016年的2.26亿MW，约占美国总发电量的6%，出现了强劲的增长。美国能源部的报告表明，2016年，2016年美国风电投资130亿美元，新增风电装机8.203吉瓦（90%的新增装机在美国中部州），占当年各类新增电力装机总量的27%。在新增装机中包括美国首座海上风电——30兆瓦罗德岛风电场。另外还有48兆瓦风电退役。2016年年底累计装机达到82.143吉瓦，排在中国之后（累计装机168.732吉瓦）列全球第2。2016年美国风电占全国发电量比例为6.2%，高于全球平均水平（4.6%）。维斯塔斯（43%）、通用电气（42%）、西门子（10%）占有美国风机市场的95%；美国风电就人数达到10.2万人。2017年新增风电装机6.3吉瓦，累计总装机87.5吉瓦；风电达2542.5亿千瓦时（占比6.3%），比2016年增长12%。

而根据国际可再生能源署（IRENA）的统计数据，如表2数据所示，2008年到2017年间，美国风能装机容量从24651MW增长到87544MW，发电量由55696GWh增长到254250GWh，其中，主要是陆上风电，从2016年开始，才有第一座海上风电。

## 三、中美风电行业产业竞争力比较分析

根据全球风能理事会的数据，2017年全球新增风电装机52.57吉瓦，累计装机539.581吉瓦。在全球新增装机容量中，排名前十位的国家依次是：中国新增19.50吉瓦（占37.1%）、

① 数据来源于《中国风电装机容量统计简报》。

表2 美国2008-2017年间风能装机容量及发电量情况

年份	装机容量 (单位: MW)	发电量 (单位: GWh)	发电量	
			陆上	海上
2008	24651	55696	55696	0
2009	34296	74226	74226	0
2010	39135	95148	95148	0
2011	45676	120854	120854	0
2012	59075	141922	141922	0
2013	59973	169713	169713	0
2014	64232	183892	183892	0
2015	72573	192992	192992	0
2016	81287	229471	229369	102
2017	87544	254250		

资料来源: IRENA Renewable Energy Statistics (2017、2018)。

美国7.02吉瓦(占13.4%)、德国6.58吉瓦(占12.5%)、英国4.27吉瓦(占8.1%)、印度4.15吉瓦(占7.9%)、巴西2.20吉瓦(占4.2%)、法国1.69吉瓦(占3.2%)、土耳其0.77吉瓦(占1.5%)、墨西哥0.48吉瓦(占0.9%)、比利时0.47吉瓦(占0.9%)。以上国家共新增风电装机46.94吉瓦,占2017年全球新增装机89.3%;其他国家新增风电装机合计为5.63吉瓦(占10.7%)。2017年全球新增海上风电装机最多的3个国家是:德国(1.680吉瓦)、英国(1.247吉瓦)、中国(1.161吉瓦)。

#### (一) 生产能力层面

风电的生产能力主要通过生产成本、产品生产和就业岗位三个方面综合情况,下面从陆上风电和海上风电两方面介绍。

1. 生产成本。在陆上风电方面,2017年全球各地区陆上风电加权平准化成本(美元/千瓦时)、投资成本(美元/千瓦时)、运行容量系数如表3所示:

由表3可看出,中国和美国的陆上风电加权平准化成本都已经达到了全球最低水平;在投资成本上,中国的投资成本要低于美国;但在运行容量系数上,美国的运行容量系数要高于中国,主要原因是中国存在较高的弃风率,尤其以“三北地区”尤为突出。

在海上风电方面,全球各地区海上风电加权平准化成本(美元/千瓦时)、投资成本(美元/千瓦时)、运行容量系数:

表5 中美风电装机容量和发电量比较情况

年份	装机容量(单位: MW)			发电量(单位: GWh)			陆上风电(单位: GWh)			海上风电(单位: GWh)		
	世界	中国	美国	世界	中国	美国	世界	中国	美国	世界	中国	美国
2008	114799	8388	24651	215769	11400	55696	212397	11398	55696	3372	2	0
2009	150101	17599	34296	270949	24900	74226	266532	24898	74226	4417	2	0
2010	180719	29633	39135	342042	49071	95148	335400	48905	95148	6642	166	0
2011	220013	46355	45676	432439	71653	120854	422043	71328	120854	10397	325	0
2012	269642	61597	59075	524518	103013	141922	511137	102526	141922	13381	487	0
2013	301551	76731	59973	635173	138558	169713	616046	137804	169713	19127	754	0
2014	349188	96819	64232	711728	160205	183892	687046	159477	183892	24682	729	0
2015	416798	131598	72573	827582	185665	192992	791372	184876	192992	36210	789	0
2016	467227	148983	81287	957938	242388	229471	916343	239978	229369	41596	2409	102
2017	513939	164061	87544									

资料来源: IRENA Renewable Energy Statistics (2017、2018)。

表3 全球各地区或国家陆上风能发电成本情况

地区或国家	风电加权平准化成本 (美元/千瓦时)	投资成本 (美元/千瓦)	运行容量系数
非洲	0.09	2040	0.37
亚洲	0.06	1221	0.25
中美洲	0.10	2184	0.33
欧亚	0.06	1904	0.14
欧洲	0.08	1605	0.37
中东	0.09	1320	0.20
北美	0.06	1718	0.40
大洋洲	0.08	2124	0.33
南美洲	0.06	1829	0.40
中国	0.06	1197	0.25
美国	0.06	1648	0.41
印度	0.07	1097	0.24

资料来源: RENEWABLES 2018 GLOBAL STATUS REPORT.

如表4数据所示,中国在海上风能发电成本方面相比美国具有较大的优势,风电加权平准化成本已经与欧洲持平,投资成本最低,但在运行容量系数上较低。

表4 全球各地区或国家海上风能发电成本情况

地区或国家	风电加权平准化成本 (美元/千瓦时)	投资成本 (美元/千瓦)	运行容量系数
欧洲	0.15	4355	0.38
中国	0.15	3249	0.28
美国	0.24	9667	0.48

资料来源: RENEWABLES 2018 GLOBAL STATUS REPORT.

2. 产品生产。在风能装机容量和发电量方面,根据表5的数据,我们发现,中国从2011年开始,风电装机容量超过美国。2017年,中国的风电装机容量达到了164061MW,远高于美国的87544MW。但在发电量方面,中国从2016年开始才首次超过美国。其中,在陆上风电方面,中国也是从2016年开始才首次超过美国;在海上风电方面,中国的发电量一直高于美国。

在企业生产方面，2004 年中国新增风电装机容量 19.7 万千瓦，本土整机商、外资整机商市场份额之比为 25%：75%。随后几年中国本土整机商迅猛发展，占据中国风电市场份额的 98% 以上。知名风能研究机构 MAKE 发布的数据显示，在 2016 年全球排名前 15 名的企业中，有 7 家是中国整机商；而在前 10 名中，有 4 家是中国整机商。其中，排名最高的中国企业是金风科技，它排名第三，占到 11.4% 的全球市场份额，第一、二名分别是维斯塔斯和 GE。前 15 名中的其他 6 家中国企业分别是：上海电气、联合动力、远景能源、明阳风电、湘电风能和海装风电。<sup>①</sup>

GlobalData 的最新数据显示，西门子歌美飒可再生资源公司成功超越维斯塔斯成为全球最大的风机制造商。2016 年，西班牙风力制造商歌美飒与德国工业巨头西门子的风力发电业务合并，成为风电产业的一大巨头。排在第三的是来自中国的新疆金风科技，该公司仍然是中国地区最大的风机制造商，其全球市场份额在 2017 年也达到 10.4%。此外，美国通用电气可

再生能源公司和德国的 Enercon 分别排在第四和第五位。其中，在陆上风电的新增装机容量方面，维斯塔斯（Vestas）蝉联全球陆上风电制造商榜首，新增容量为 7.7GW，在 2017 年全球陆上风机新增装机容量中占比 16%。在海上风电新增装机容量方面，西门子歌美飒位居第一，新增容量为 2.7GW；其他新增装机容量较大的企业有：维斯塔斯、中国上海电气和德国的 Senvion 等，容量基本在 0.5GW 左右。

3. 就业岗位。据《2018 年美国能源与就业报告》（The 2018 U. S. Energy and Employment Report）数据显示，2017 年风电就业人数为 107,444 人，比上一年增长 6%。具体来说，风电的就业构成是：建设、安装（33.9%）、制造业（25.6%）、专业服务（21.0%）、贸易（11.1%）以及其他。

而根据获得的可比数据，如表 6 所示，中美两国在风能行业的就业岗位数一直处于小幅增长中。但从就业岗位数在行业中的占比来看，中国风能行业的就业岗位数占比远高于美国。

表 6 中美风能行业就业岗位数 (单位：1000 岗位)

	2015			2017			2018		
	全球	中国	美国	全球	中国	美国	全球	中国	美国
风能	1081	507	88	1155	509	102.5	1148	510	106
占比		46.9%	8.14%		44.07%	8.87%		44.43%	9.23%

资料来源：IRENA、REN21。

(二) 进出口层面

根据中国风能协会的数据，我国风电机组新增出口和累计

出口的情况如图 1 所示。

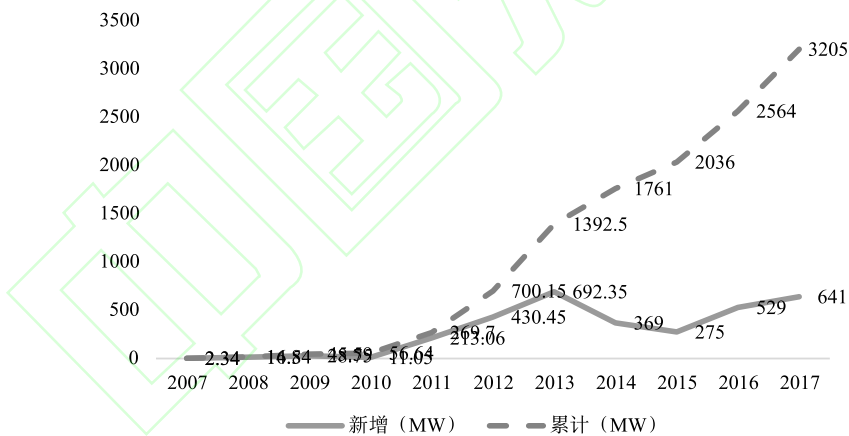


图 1 我国 2007 - 2017 年间风电机组新增出口和累计出口情况

资料来源：中国风能协会。

2007 年，中国的华仪风能公司曾出口了 3 台 780kW 风电机组到智利，出口的风电机组容量仅为 2.34MW。2008 - 2010 年，我国风电机组出口处于低位徘徊；从 2011 年开始，我国才开始真正批量出口风电机组，出口风电机组容量达到 213MW，2013 年这一规模为 693.4MW，是目前为止的最高水平。2013 年，我国向国外出口的风电机组制造商共有金风、华锐、明阳等 7 家，出口装机容量为 692.35MW，累计出口风电机组装机容量为 1392.5MW。出口目的地国家由 2012 年的 19 个扩展到 27 个。截至 2013 年底，风电机组制造商中，以金风科技和华锐风电出口数量最多，容量分别达到 630MW 和

345MW，占出口总量的 45.2% 和 24.8%。其中，向美国出口容量最大，为 335.75MW，占总出口容量的 24.11%。2017 年，中国向国外出口风电机组 311 台，容量 641MW，同比增长 21%。其中，出口量最大的企业是金风科技，出口目的地国家达到了 6 个，共出口风电机组 197 台，装机容量为 399.5MW；排在第二的是远景能源，出口目的地国家为 2 个，共出口风电机组 51 台，装机为容量 116MW。到 2017 年底，出口企业数量为 17 家，出口目的地国家为 33 个，出口风电机组数量为 1707 台，累计出口装机容量为 3205MW。与 2016 年相比，增加了 5 个出口目的地国家：墨西哥、菲律宾、法国、黑山共和国和摩

① 参考：<http://www.wuhaneca.org/view.php?id=81517>

洛哥。在出口目的地国家的出口容量规模上,向美国出口的最多,2017年出口容量为157.5MW,累计容量为552MW,占我国风电行业出口总容量的17%。其次是巴基斯坦(13%)、澳大利亚(11%)和南非(9%)。

而对于美国,主要是出口小型风力涡轮机,据资料统计,美国一半的小型风力涡轮机制造商将产品出口到其他国家。在2014年到2016年间,美国小型风力涡轮机制造商的小型风轮机出口销售额达到2.4亿美元以上。

#### 四、产业政策比较分析

2009年前,我国实行风电特许权招标政策,特许权项目通过上网电价的招标竞争选择开发商,上网电价区间集中在0.43元/kWh-0.56元/kWh;2009年7月,《关于完善风力发电上网电价政策的通知》出台,将全国分为四类风能资源区,并制定风电标杆电价水平;2016年12月,发改委提出下调陆上风电上网电价、海上风电电价不变,同时触发条件由原来的并网节点变更为开工节点。

美国风电行业的产业政策主要包括联邦层面和州级层面的财税政策以及发展规划政策。其中,联邦层次的财税政策主要是风电优惠政策和补贴计划,主要包括:风能生产税抵减、国家财政补贴计划以及税收加速折旧和投资退税。按照规定,风能生产税抵减政策主要用于风能等部分可再生能源项目,2010年,风能发电的退税额达2.2美分/kWh。在退税时间长度上,在2012年年底之前投入运营的风力发电项目可获得10年退税。投资退税适用于小型风电项目,可获得相当于项目立项成本30%的退税,从实施效果来说,投资退税对风电行业发展起到明显的推动作用。

2009年2月,《经济复苏法案》出台。该法案第1603条规定为符合条件的可再生能源项目提供30%的现金补贴,这为风电项目提供了大笔资金。从2009年6月底该计划实施以来,共发放了约50亿美元现金补贴,仅2009年半年时间里,占64%以上的美国新投产的风力发电装机容量(大于6400MW),享受到了该补贴计划。州级推动政策主要包括:可再生能源配额制度(RPS)和现金激励计划。前者是要求零售电力供应商逐渐增多对可再生能源的购买量。为了提高配额标准执行的灵活性和便于执行的考核,大部分行政区都可以进行再生能源许可证交易。虽然各州的政策执行形式与最终执行目标差异较差,但大部分州的可再生能源配额制度都规定:到2025年,新增的可再生能源装机容量需达到美国当年零售电力销售的6%,即73GW左右;到2030年,零售电力销售中合格的可再生能源比例应处于15%~25%之间。从实施效果来看,州级配额制度对风力发电项目的影响最为显著。从1998到2009年期间,受配额政策的影响,风力发电在美国新增的可再生能源装机容量中占比达到94%左右。

在发展规划政策方面,2011年,美国能源部和内政部共同发布了美国首个关于海上风电的机构间合作规划,即《国家海上风电战略:创建美国海上风电产业》。主要是解决美国海上风电中的发展问题,包括:高成本;安装、运营和并网方面的技术挑战;现场数据和项目审批程序经验的匮乏等问题。能源部和内政部将投入5050万美元支持战略实施。重点支持三大领域:(1)支持创新型风机设计工具和硬件的开发,5年内投入2500万美元用于技术开发;(2)3年内投入1800万美元,支持海上风电部署限制性因素的基础研究,为消除市场障碍,主要聚焦于选址和准入、补充基础设施、能源规划等;(3)资助下一代风机传动系统的开发和改良,3年内投入750万美元。

此外,内政部还确认了4个风能区域:马里兰(207平方海里)、特拉华州外大陆架近海(122平方海里)、新泽西州(417平方海里)和弗吉尼亚州(165平方海里)。在国家海上风电战略下,美国能源部计划2020年海上风电容量达到1000万千瓦,2030年达到5400万千瓦。

#### 五、结论及建议

本报告梳理了中美风能产业发展、政策支持的历程,研究发现:中美风能行业都处于产业生命周期的快速发展期,相比较而言,在发展规模、速度和市场份额和生产成本上,中国相比美国具有一定的优势;在岗位提供上,风能行业给中国提供了更多的就业岗位;在发展效率上,美国相比中国具有较高的效率;在进出口方面,中国出口到美国、从美国进口的规模都呈现出下降的趋势,美国从中国进口的规模也不断下降。在产业政策方面,中美两国共同的特征是:在产业发展的初期,使用财政政策和税收优惠等政策大力扶持,而后逐渐降低政策扶持力度和补贴幅度。在贸易摩擦方面,由于错位竞争以及贸易体量较小等原因,中美两国在风能产业上还没发生贸易摩擦,但随着中国出口美国的风电机组体量上升,未来有可能会进入美国的“301”目录之中。

总体而言,在风电行业上,中国相比美国具有一定的比较优势,生产成本和投资成本比美国低,市场份额比美国高,装机容量高于美国,但在发电量上,特别是在陆上风电发电量上,中国相比美国运行效率较低。在海上风电方面,中国相比美国具有一定的优势。在风电机组的出口上,中国向美国的出口规模不断增大,2017年美国成为中国最大的风电机组出口目的地。随着中美贸易战的进行,中国可能会将风电机组的出口目的地调整到欧洲和亚洲。

针对中美风能行业发展现状和贸易战的影响,笔者认为,应该加强中美双方谈判,重回世界贸易组织的规则框架中去。在美国一意孤行的贸易保护主义影响下,综合利用风电产业的发展不断促使我国提升可再生能源在一次能源使用中的比例,促进国家能源转型,实现更低碳排放的绿色发展方式。结合欧洲市场“去煤化”和促进国家能源转型的形势,抓住机遇,提升中国风电行业在欧洲市场的份额。同时,加大对亚洲和欧洲市场的出口力度,不断增强风电行业的国际竞争力。

#### 参考文献:

- [1] 李由. 华电集团李家屯风电项目投资可行性问题研究 [D]. 辽宁:大连海事大学,2013.
- [2] 常峰. 风力发电机组实际运行功率曲线的优化方案应用的研究 [D]. 河北:华北电力大学,2016.
- [3] 赵华等. 美国迈大步发展海上风电 [N]. 中国石化报,2011-06-03.
- [4] 韩林一. 美国发布国家海上风电战略 [N]. 中国海洋报,2011-04-01.
- [5] 杜受祜,杜珩. 中美气候变化战略比较及其合作共赢关系的构建 [J]. 社会科学研究,2016(7).

[本文系国家社会科学基金重点项目“促进能源转型的能源体制革命理论框架与实现机制研究”(项目批准号:18AGL016)阶段性成果]

[袁惊柱(通讯作者),中国社会科学院工业经济研究所。王婧,中国国际经济交流中心]