

# 我国光伏产业链节点企业效率及高质量发展路径研究

储昱霖 丁依依 付惟豪 李文浩 常玉鑫

中国矿业大学(北京)

DOI:10.12238/ej.v3i5.565

**[摘要]** 文章对于光伏发展现状,分析未来发展趋势。文中对光伏有关政策进行解读研究其对于光伏产业发展的影响,并以北京100kw居民户用和工商业分布式为例,对一般工商业光伏发电的经济效益进行测算,分析其是否已实现平价上网以及是否具有高质量发展的潜力。

**[关键词]** 分布式光伏; 收益成本; 平价上网; 发电投资

**中图分类号:** F4 **文献标识码:** A

## 1 我国分布式光伏现状简述

### 1.1 光伏发电开布局

光伏新增规模布局相对比较均衡。2018年,全国8个省区的新增装机容量超过200万千瓦,其中,江苏、河北、浙江、山东新增装机超过300万千瓦。2018年上半年,户用光伏市场延续了之前爆发式增长的态势。但是在“531新政”之后,户用光伏市场由增长转为基本停滞,市场增量经历了断崖式下降。许多经销商、施工企业纷纷退出,经销商开发的大量户用光伏电站无人运维;银行等金融机构也纷纷缩减在光伏方面的业务,光伏产业面临“补贴少,贷款难”的处境。

### 1.2 分布式光伏

分布式光伏特指“用户场地附近建设,运行方式以用户侧自发自用、余量上网,且在配电系统平衡调节为特征的光伏发电系统”。分布式光伏以其因地制宜、就近利用等优点,发展极为迅速,在“531新政”后发展速度回落。2018年我国的分布式光伏发电新增装机容量2096万千瓦,同比增长7.8%,占全部太阳能发电新增装机容量的47.4%。

### 1.3 北京及周边地区光伏发展情况

河北地区在2018年新增装机量仅次于江苏,位居全国第二。北京地区经过几年的发展,已经形成了较为稳定的光伏产业,相比热门的江浙地区,北京有纬度高、年日照时间长、发电量多的优势,且北京地区光伏组件研发更新更快。

### 1.4 光伏发电运行消纳情况

2018年,全国太阳能光伏发电量为1775亿千瓦时,占全国发电总量的2.5%,同比增长0.7个百分点。2018年,我国太阳能光伏发电设备平均利用小时1212小时,比上年提高8小时。

## 2 国内外差异对比

### 2.1 德国

继煤炭、石油、核能之后,德国能源确立了新的战略重心,正在进行以可再生能源为核心的绿色转变之路。德国光伏创新能力位于世界首位,与德国政府对于光伏创新的大力支持密切相关。在政府推动支持下,众多光伏企业联合成立了光伏技术创新联盟,这极大的推动了光伏创新发展,保持了德国光伏在世界上的领先地位。

### 2.2 德国光伏产业发展原因

(1) 转型时期碳减排成本上升:德国绿色转型的最大问题是去核化后能源的清洁程度不够,可再生能源不能完全填充能源缺口,而德国的可再生能源补贴政策使得社会的能源使用成本大大提高,民用平均电价和工业平均电价都高居欧盟第二。电价包含不同的税费其实是国与国之间电价差异的主要原因。据欧盟统计局统计,2018年德国的税费占比最高,达到48.5%。在德国,电价税中促进可再生能源税占比最大,为每千瓦时6.8欧分,约占税收总额的50%。2020年该部分的税收收入预计将达到270亿欧元。

(2) 国家政策:目前德国光伏已实现平价上网。可再生能源由差异化、逐年递减的固定上网电价也在转变为溢价补贴,德国自2015年起实施大型光伏地面电站上网电价招标制度,这帮助德国大型地面光伏电站的并网电价降低了28.2%。此外,德国作为欧盟成员国通过30条跨国通信线路与欧洲其他国家相连,推动了欧洲统一电网和电力市场的建设。

(3) 技术创新:欧洲光伏咨询机构PV Legal公布一项调查表明,德国光伏项目安装管理技术领先于欧洲其他国家。在德国安装一个小型光伏系统只需要6周,管理成本占项目成本的7%,而其他欧洲国家安装时间需要14-50周,管理成本占比从19%到65%不等。

### 2.3 与中国相比德国的光伏产业优势

产业优势主要有:德国国土面积较小,日照时间比较容易预测;分布式光伏为主要产业,容易和欧洲周边国家电网相连;拥有市场化的电力市场和电价;各项环境和限制碳排放政策得到有效落实。然而德国的电力附加费比中国许多地区的电价都高,中国作为一个发展中国家需要保持电价稳定和低廉。所以中国需要找到解决电价约束下的并网问题的方法。

## 3 一般工商业分布式光伏成本—收益测算

### 3.1 光伏发电系统工程概况

测算假设及基本要素:

财务指标	初始条件
装机规模	100kw
光伏组件价格	2元/w
初始投资	4.5元/w
光伏系统效率	0.8
光伏系统衰减率	第一年3% 后续
北京年日照时间	0.7%
第一年发电量	2000h
初始总投资(贷款比率70%)	155200kwh
电站运维费用(含屋顶租金、	450000元
保险费)	2250元
运营年限	15年
年折旧额	13333.33元
银行贷款利率	4.90%
年贷款利息	30347.70元
运营成本(运维费用+折旧+贷	44581.03元
款利息)	0.82元/kwh
一般工商业平段电价	25%
所得税	13%
增值税	10%
增值税附加税	8%
内部收益率	

(数据来源于2018年光伏协会年报)

### 3.2要素分析

初始设定本光伏电站总装机容量为100kw,采用离网系统。根据中国光伏协会年度报告,非技术成本组件系统价格为4.5/元w,组件价格为2.0元/Wp。在考虑了逆变器、蓄电池、单晶硅太阳能电池模块及其系统的工作效率后,计算出整个系统的总效率为80%。根据已发布的光伏25年衰减数据,第一年年平均值总衰减率采用3%,后续年衰减率为0.7%。由衰减率和功率分析可得出光伏发电系统15年内发电率大于80%的结论。

本文采取光伏发电时间为中国气象局统计的北京全年日照时数(2000小时/年)。

根据发电量计算公式

$$Q=M \times h \times PR \times (1-d)$$

(M:装机容量、h:年光照有效时间、PR:光伏系统效率、d:光伏系统累计衰减率)

推算出每年的发电量。

年运营费用主要包括电站运维成本、光伏组件年折旧费、银行贷款年利息,保险费、电站运维成本约为初始总投资的0.25%。

在本项目中,根据光伏发电设备及其相关部件的平均使用年限,固定资产投资折旧计划按15年折旧年限计提,最终的残值率定为0。由于光伏发电设备

各年发电量及收入如下表:

	发电量/kwh	自用收益/元	电价收益/元	补贴收益/元	收益合计/元	无补贴所得税/元	含补贴所得税/元
1	155200	89084.80	19057.01	96224.00	204365.81	0.00	0
2	154080	88441.92	18919.48	95529.60	202891.00	0.00	0
3	152960	87799.04	18781.96	94835.20	201416.20	0.00	0
4	151840	87156.16	18644.43	94140.80	199941.39	0.00	0
5	150720	86513.28	18506.91	93446.40	198466.59	0.00	0
6	149600	85870.40	18369.38	92752.00	197001.78	2296.17	8280.173
7	148480	85227.52	18231.86	92057.60	195547.98	4557.96	16436.3648
8	147360	84584.64	18094.33	91363.20	194094.17	4523.58	16312.3836
9	146240	83941.76	17956.81	90668.80	192640.37	4489.20	16188.4024
10	145120	83298.88	17819.28	90000.00	191188.16	4454.82	16064.4212
11	144000	82656.00	17681.76	89331.20	189736.96	4420.44	15940.44
12	142880	82013.12	17544.24	88662.40	188285.76	4386.06	15816.4588
13	141760	81370.24	17406.71	88000.00	186834.95	4351.68	15692.4776
14	140640	80727.36	17269.19	87331.20	185383.75	4317.30	15568.4964
15	139520	80084.48	17131.66	86662.40	183932.55	4282.92	15444.5152

户用分布式现金流量表:

年	现金流入/元	现金流出/元	项目投资/元	折旧/元	运营成本/元	销售税金/元	所得税/元	净现金流量/元	折现系数	净现值/元	静态回收期/年	动态回收期/年
0	0	450000	450000					-450000	1.00	-450000	6.1619	9.1314
1	108141.8	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	75544.07	0.93	69948.25		
2	107361.40	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	74763.71	0.86	64097.83		
3	106581.00	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	73983.30	0.79	58730.3		
4	105800.59	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	73202.90	0.7	53806.3		
5	105020.19	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	72422.49	0.68	49289.53		
6	104239.78	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	2296.17	69345.91	0.63	43699.69		
7	103459.38	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	4557.96	66303.72	0.58	38687.58		
8	102678.97	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	4523.58	63251.63	0.5	35418.78		
9	101898.57	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	4489.20	60200.43	0.50	32421.97		
10	101118.16	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	4454.82	57149.23	0.46	29674.79		
11	100337.76	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	4420.44	54098.03	0.43	27156.70		
12	99557.36	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	4386.06	51046.83	0.40	24848.84		
13	98776.95	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	4351.68	48000.63	0.37	22733.87		
14	97996.55	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	4317.30	44954.43	0.34	20795.89		
15	97216.14	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	4282.92	41908.23	0.32	19020.27		

的发电量在运行期间变化不大,拟采用平均寿命法计算折旧。建设期贷款利息按照贷款年利率基准计算为4.9%,项目资本金投资率为30%。由于装机规模不大,建设期较短可忽略,因此不计建设期利息。

## 4 成本收益分析

### 4.1发电收入

发电收入主要包括两个部分:发电电费及补贴。上网电价与用电电价存在不同,上网电价主要为2020年脱硫标杆电价,一般工商业采用70%自用30%上网模式进行测算,主要选择1000v以下平段电价。

脱硫标杆电价(北京)	0.3598元/kwh
国家补贴	0.08元/kwh
北京市补贴(5年)	0.3元/kwh

### 4.2税负方面

由于“‘自发自用、余电上网’的小型光伏项目免收增值税”,在计算时未考虑一般工商业光伏项目的增值税及附加。由企业所得税法第二十七条第(二)项规定,企业从事前款规定的国家重点扶持的公共基础设施项目的投资经营的所得,自项目取得第一笔生产经营收入所属纳税年度起,第一年至第三年免征企业所得税,第四年至第六年减半征收企业所得税。根据《中华人民共和国企业所得税法实施条例》(中华人民共和国国务院令512号)第一百条规定的环境保护、节能节水、安全生产等专用设备的,该专用设备的投资额的10%可以从企业当年的应纳税额中抵免;当年不足抵免的,可以在以后5个纳税年度结转抵

工商业分布式现金流量表:

现金流入/元	现金流出/元	项目投资/元	折旧/元	运营成本/元	销售税金/元	所得税/元	净现金流量/元	折现系数	净现金流量现值/元	静态回收期/年	动态回收期/年
0	450000	450000					-450000	1.00	-450000	2.6394	3.089
204365.81	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	171768.11	0.93	159044.55		
202891.00	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	170293.31	0.86	145999.06		
201416.20	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	168818.50	0.79	134013.57		
199941.39	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	167343.70	0.74	123002.61		
198466.59	32597.70	0.00	13333.33	45931.03	0.00	0.00	165868.89	0.68	112887.58		
152111.78	34893.87	0.00	13333.33	45931.03	0.00	8280.17	117217.91	0.63	73867.17		
150972.98	37155.66	0.00	13333.33	45931.03	0.00	16436.36	113817.32	0.58	66411.31		
149834.17	37121.28	0.00	13333.33	45931.03	0.00	16312.38	112712.89	0.54	60895.27		
148695.37	37086.90	0.00	13333.33	45931.03	0.00	16188.40	111608.47	0.50	55832.02		
147556.56	37052.52	0.00	13333.33	45931.03	0.00	16064.42	110504.05	0.46	51184.75		
146417.76	37018.14	0.00	13333.33	45931.03	0.00	15940.44	109399.62	0.43	46919.62		
145278.96	36983.76	0.00	13333.33	45931.03	0.00	15816.46	108295.20	0.40	43005.51		
144140.15	36949.38	0.00	13333.33	45931.03	0.00	15692.48	107190.77	0.37	39413.83		
143001.35	36914.99	0.00	13333.33	45931.03	0.00	15568.50	106086.35	0.34	36118.27		
141862.54	36880.61	0.00	13333.33	45931.03	0.00	15444.52	104981.93	0.32	33094.68		

免。因此工商业项目前三年所得税额为0,第四年至第六年减半,并与第四年递减投资额的10%(即20000元)。

针对两个方案的盈利能力分析,笔者通过以15年内每年的现金流量为依托,计算净现金流量现值、静态回收期、动态回收期以及内部收益率,计算分析可得NPV为正数,方案具有盈利价值。通过计算可得无补贴情况下一般工商业光伏内部收益率为12.9%,静态回收期为6.16年,动态回收期为9.13年;按照2020年北京市一般工商业现行补贴标准计算存在补贴情况下,内部收益率为34.6%,静态回收期为2.64年,动态回收期为3.09年。

### 5 结论及启示

第一步是实现不同能源的有序渐进。德国弃核化后没有明确的转型新能源,难以实现预期的绿色发展目标。长期以来,中国的能源一直以煤炭为主。面对环保和经济要求对去煤炭化迫切需要,我们应该在较长的时间内综合利用核

能、石油和天然气,并形成各种过渡能源的组合运用,从而达到平稳过渡的中国能源绿色转型。

需要智能化改造光伏设备,足够重视数字技术在行业发展中的关键作用。并且要进行企业运营的数字化,通过大数据和算法技术对采集到的数据进行建模和分析,实现光伏发电的降本增效。最后是资产管理的数字化。通过区块链技术对基础资产链上的数据进行存储,实现资产管理的全面渗透,从而实现资产的数字化和权益认证。

以北京地区装机规模100kw的一般工商业光伏项目为例,参照2020年国家及北京市补贴标准,在有补贴的工商业光伏中,静态回收期为2.6394年,动态回收期为3.089年,内部收益率34.6%。而在无补贴的户用光伏中,静态回收期6.1619年,动态回收期9.1314年,内部收益率12.9%。由上数据可看出,一般工商业已经具备了平价上网的资质,由于户

用电价比工商业电价低,尚未具备平价上网能力。面对国家一系列推进平价上网的政策,在光伏组件成本尚未降低的今天,相比户用光伏一般工商业光伏更具备高质量发展潜质。

### [参考文献]

[1]杨昌辉,葛志祥.关于分布式光伏发电上网定价研究[J].价格理论与实践,2018(04):51-55.

[2]王思聪.政府补贴政策演进对光伏发电产业发展影响研究[J].价格理论与实践,2018(9):3-6.

[3]杨智.A公司分布式光伏发电项目投资可行性研究[D].郑州大学,2018.

[4]魏建明.德国光伏产业发展概况[J].太阳能,2006(04):55-56.

[5]陈铭,韩淳,马顺.分布式光伏投资效益边界[J].技术经济,2018(12):106-113.

[6]樊正玲.专用设备投资抵免的财税处理[J].财会通讯,2011(13):124-125.

**作者简介:**

储昱霖(2000--),女,汉族,安徽安庆人,2017级在读本科,中国矿业大学(北京),研究方向:财会与金融管理。

丁依依(2000--),女,汉族,浙江绍兴人,2017级在读本科,中国矿业大学(北京),研究方向:财务会计理论与实务。

付惟豪(2000--),男,汉族,湖北荆州人,2017级在读本科,中国矿业大学(北京),研究方向:财务管理。

常玉鑫(1998--),男,土族,青海西宁人,2017级在读本科生,中国矿业大学(北京),研究方向:企业管理。

李文昊(1996--),男,汉族,宁夏银川人,2017级在读本科,中国矿业大学(北京),研究方向:会计理论与方法。