



能源行业专题之四：

旭“日”正东升，霞“光”已满天

——剖析光伏行业

2020年9月

本期，集团研究院联合安彩高科共同对光伏行业及光伏玻璃行业进行了研究，主要观点如下：

1、太阳能电池主要分为晶体硅电池和薄膜电池两类。其中晶体硅电池占据了绝大部分市场份额。晶体硅电池主要以单晶硅太阳能电池为主。

2、单晶硅太阳能电池的技术路线有 PERC、N-PERT、TOPCON、HJT、IBC 等技术路线，PERC 和 HJT 技术由于效率高、性价比好等因素将是未来光伏电池发展的主要方向，也是企业重点布局的领域。

3、光伏产业链上游和中游主要由产品单位价格、生产成本和出货量决定，下游应用端发电站运营的收益相对稳定，跟标杆电价、光照时间相关。中间电池片和电池组件的附加值较低。光伏行业各环节利润率，电站>硅料>硅片>电池片>电池组件。

4、过去的十年，光伏电池的平均效率由 15%提升至 21% 以上，提升了 40%；组件成本由 12 元/W 下降至 1.55 元/W，下降了近 700%，全球加权平均 LCOE 最低至 0.05 美元/Kwh，已经接近甚至低于火电，这些主要因素都促使光伏行业再次迎来大发展阶段。

5、2019 年是光伏行业里程碑的一年，可再生能源电力消纳保障机制、光伏发电指导价和全面竞争配置机制、无补贴平价政策等多项创新性政策和关键机制出台并实施，将促使光伏行业快速进入全面平价时代。有专家称 2021 年光伏行业将全面去补贴和实现平价。

6、受益于光伏行业的发展及双玻组件的出现，光伏玻璃行业需求量也随之增长，我国光伏玻璃在全球市场的占有率多年稳定在 90%以上，2019 年仍然占据全球市场光伏玻璃供应的主要地位。

7、光伏玻璃行业主要呈现出产能持续增长、产量保持增长、市场集中度不断提升、单位成本不断下降等发展趋势，但仍存在一定的供给缺口。

8、未来，随着双玻组件渗透率的不断提升，2mm 光伏玻璃将逐步成为主流，且光伏玻璃减薄成为趋势。同时，随着高功率组件的发展，光伏玻璃将朝着大尺寸化的方向发展。

9、行业面临问题，一是双反等贸易摩擦对行业影响依然存在；二是产业链集中度低，规模化程度不高；三是产业链各环节技术参差不齐；四是行业标准不一，有待政府规划；五是产业发展无序，投资严重盲目。

10、行业发展机遇，未来 30 年，全球光伏市场装机空间巨大；十四五期间预计装机总量增加一倍；平价上网催生新的光伏市场增量。

目 录

一、太阳能光伏的相关概念	5
1、光伏发电的原理.....	5
2、太阳能电池.....	6
3、太阳能电池组件.....	9
4、太阳能电池系统.....	11
二、光伏行业整体情况	14
1、全球光伏产业发展情况.....	14
(1) 产业规模进一步扩大.....	14
(2) 产业进一步向中国转移.....	14
(3) 技术进步使产品更趋平价.....	15
(4) 应用市场规模扩大.....	15
2、我国光伏产业发展概况.....	16
(1) 产业集中度持续增长，百花齐放.....	16
(2) 出口占比稳步提高.....	17
(3) 电站交易愈加活跃.....	18
三、光伏产业链	18
1、产业链各环节价值分析.....	19
2、硅原料（多晶硅、单晶硅）环节.....	20
3、硅片环节.....	21
4、电池片环节.....	23
5、组件环节.....	27
6、系统环节.....	30
7、后端发电环节.....	34
四、光伏玻璃行业	38
1、玻璃行业简介.....	38
2、光伏玻璃行业总体情况.....	39
3、光伏玻璃行业发展趋势.....	44
五、行业政策	48
1、政策综述.....	48

(1) 2019 年成为行业里程碑的一年	48
(2) 政策重视程度仍在加强	49
2、行业发展格局	50
(1) 竞价项目和平价项目的并行	50
(2) 市场导向的政策管理思路	50
(3) “量入为出、以收定支”的补贴机制	51
(4) 推进无补贴平价项目建设	52
(5) “三步走”的平价实现路径	52
六、行业面临问题、机遇和挑战	53
1、面临问题	53
(1) 双反等贸易摩擦对行业影响依然存在	53
(2) 产业链集中度低，规模化程度不高	54
(3) 产业链各环节技术参差不齐	54
(4) 行业标准不一，有待政府规划	54
(5) 产业发展无序，投资严重盲目	55
2、行业机遇	55
(1) 未来 30 年，全球光伏市场装机空间巨大	55
(2) 十四五期间预计装机总量增加一倍	55
(3) 平价上网催生新的光伏市场增量	56
3、行业挑战	57
(1) 应收账款周转率回升，仍应加强防控	57
(2) 需更加聚焦主业，关注长期利益	57
(3) 技术迭代加快，需更加注重技术创新	58

一、太阳能光伏的相关概念

1、光伏发电的原理

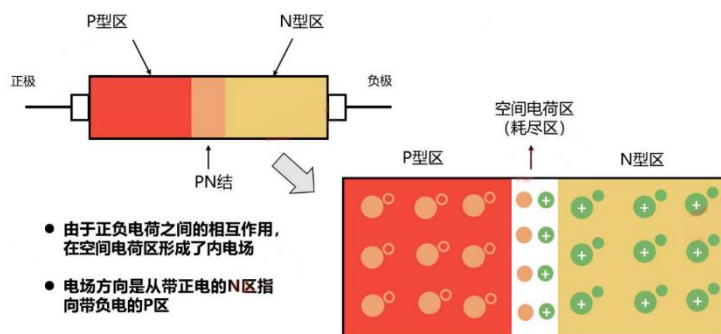
(1) 光生伏特效应

太阳能电池是利用光电转换原理使太阳的辐射光通过半导体物质转变为电能的一种器件,这种光电转换过程通常叫做“光生伏特效应”,因此太阳能电池又称为“光伏电池”。基本原理是,光子照射到金属上,促使硅原子中的电子逃逸,成为自由光电子,光电子在太阳能电池内部 PN 结的作用下,向一方移动形成电流。

(2) PN 结是什么?

太阳能电池片是由 P 型半导体 (Positive 的字头, 由于空穴带正电而得此名) 和 N 型半导体 (Negative 的字头, 由于电子带负电荷而得此名) 紧密接触所构成的, 我们称两种半导体的交界面附近的区域为 PN 结, PN 结形成电场及电势差具有单向导电性, 是半导体导电物质基础。如果分别在 P 型层和 N 型层焊上金属导线, 接通负载, 则外电路便有电流通过, 如此形成一个个发电的电池单元, 把它们串联、并联起来, 就能产生一定的电压和电流, 输出功率。

图表 1: 太阳能电池片 PN 结示意图



资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

N型半导体：在纯硅中掺入有5个外层电子的原子比如磷原子，由于硅原子有4个外层电子，磷原子外层的5个外层电子的其中四个与周围的半导体原子形成共价键，多出的一个电子几乎不受束缚，较为容易地成为自由电子，于是，这种半导体含电子浓度较高，其导电性主要是因为自由电子导电，称为N型半导体。

P型半导体：在纯硅中掺入有3个外层电子的原子比如硼原子，由于硼原子外层的3个外层电子与周围的半导体原子形成共价键的时候，会因为少一个电子而产生一个“空穴”，这个空穴可能吸引束缚电子来“填充”，这类半导体由于含有较高浓度的“空穴”（“相当于”正电荷），成为能够导电的物质，称为P型半导体。

2、太阳能电池

主要分为晶体硅电池和薄膜电池两类。

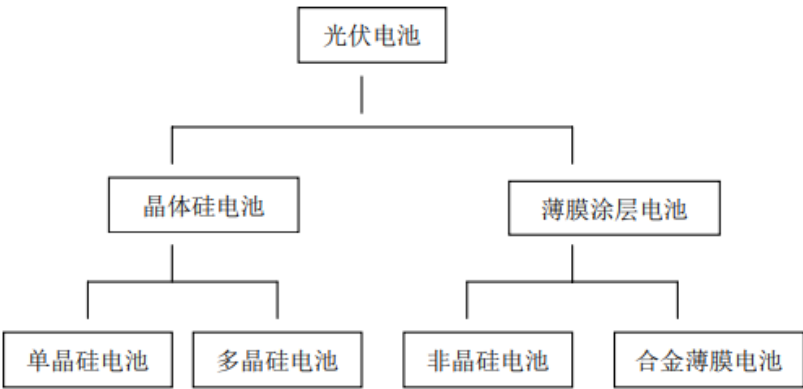
（1）晶体硅电池

包括单晶硅（sc-Si）电池、多晶硅（mc-Si）
电池两种，它们占据约 93%的市场份额；

(2) 薄膜电池

主要包括非晶体硅（a-Si，使用的是硅，但以不同的形态表现）太阳能电池、铜铟镓硒（CIGS）
太阳能电池和碲化镉（CdTe）太阳能电池，这类占
据了 7%的市场份额。

图表 2：太阳能电池分类



资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

目前，太阳能电池基本上以高纯度硅料作为
主要原材料，简称硅基太阳能电池。硅基太阳能电
池又分为晶体硅太阳能电池与非晶硅太阳能电池。
晶体硅太阳能电池一直是主流产品。

图表 3：几种类型太阳能电池的对比

电池类型	转换效率	制造能耗	成本	资源供给	可靠性	公害
单晶硅	13-23%	高	高	中	高	小
多晶硅	10-19%	中	中	中	中	小
非晶硅	8-12%	低	低	丰富	中	小
砷化镓	18-22%	高	很高	贫乏	高	大

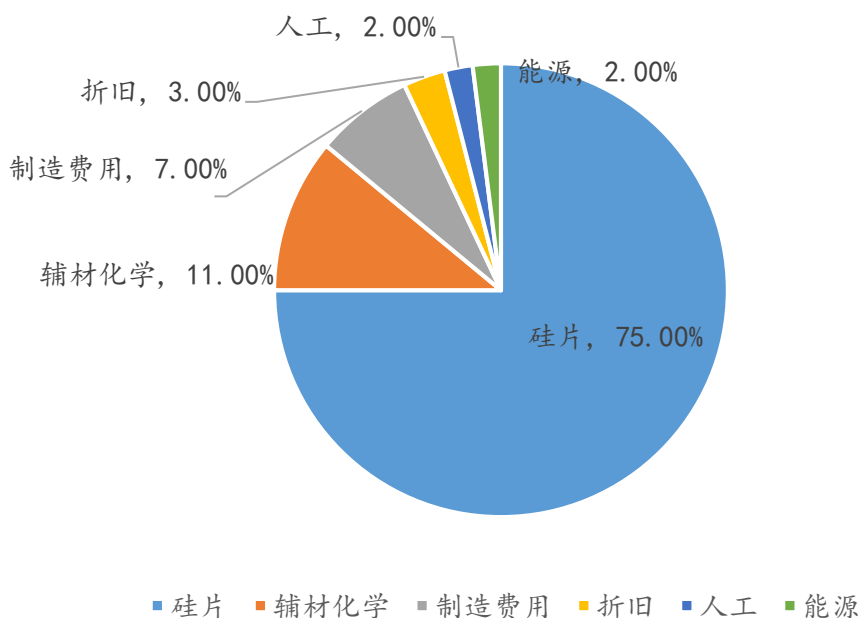
资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

从上表可以看出，非晶硅太阳能电池虽然在转换效率方面略逊于晶体硅太阳能电池，但制造成本低廉、能耗小是其最大优势；相比之下，砷化镓等薄膜电池的最大优势则是转换效率与系统可靠性。

（3）电池片（硅片）成本构成

成本结构上，电池片生产成本包括硅成本、非硅成本，非硅成本包括辅材化学品银浆、铝浆等辅材化学品以及制造维修费用、人工成本、折旧、能源等，硅片成本占比 75%左右，辅材化学品成本占比为 11%。

图表 4：2019 年电池片（硅片）成本结构



资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

3、太阳能电池组件

(1) 主要构成及作用

太阳能电池组件主要由硅片（电池片）、钢化玻璃、EVA 胶、背板、铝合金保护框、接线盒、硅胶等构成。

电池片主要作用就是发电，主流是晶体硅太阳能电池片、薄膜太阳能电池片，两者各有优劣。晶体硅太阳能电池片，设备成本相对较低，光电转换效率高，比较适宜在室外阳光下发发电，但消耗及电池片成本很高；薄膜太阳能电池，消耗和电池成本低，弱光效应非常好，在普通灯光下也能发电，但相对设备成本较高，光电转化效率相对也不错。

钢化玻璃作用是保护发电主体（如电池片），透光率必须高（一般 91%以上）、超白钢化处理等。

EVA 胶用来粘结固定钢化玻璃和发电主体（如电池片），透明 EVA 材质的优劣直接影响到组件的寿命，暴露在空气中的 EVA 易老化发黄，从而影响组件的透光率；组件厂家的层压工艺影响非常大，如 EVA 胶连度不达标，EVA 与钢化玻璃、背板粘接强度不够，都会引起 EVA 提早老化，影响组件寿命。

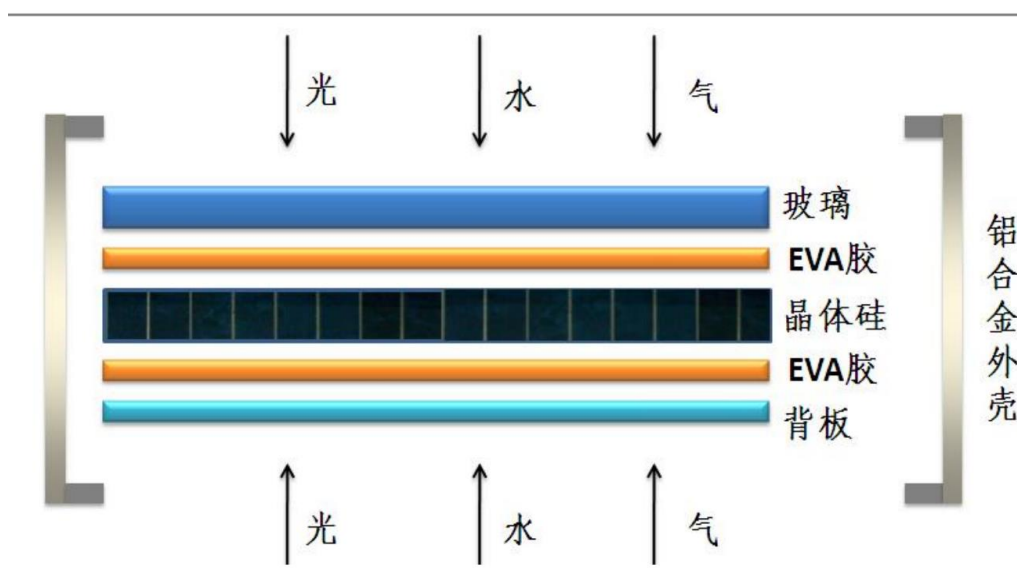
背板作用主要是密封、绝缘、防水，一般都用 TPT、TPE 等，材质必须耐老化。

铝合金保护框起一定的密封、支撑作用。

接线盒起到电流中转站的作用,如果组件短路接线盒自动断开,防止烧坏整个系统接;接线盒中最关键的是二极管的选用,根据组件内电池片的类型不同,对应的二极管也不相同。

硅胶起密封作用,用来密封组件与铝合金边框、组件与接线盒交界处。有些公司使用双面胶条、泡棉来替代硅胶,国内普遍使用硅胶,工艺简单,方便操作,成本低。

图表 5: 太阳能电池结构

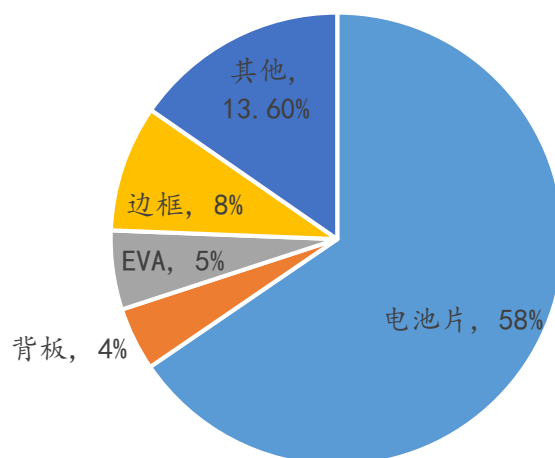


资料来源: 公开资料, 安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

(2) 光伏组件成本结构

以晶硅电池组件为例, 电池片占到总成本的58%左右, 铝制边框占到8%, EVA占比达到5%, 背板达到4%。

图表 6：2019 年太阳能组件成本结构



资料来源：公开资料, 安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

4、太阳能电池系统

(1) 主要组成部分及作用

太阳能发电系统由太阳能电池组、太阳能控制器、蓄电池（组）、逆变器等组成。

太阳能电池板主要作用是发电。主要有晶体硅电池板和非晶硅电池板。

太阳能控制器主要作用是实现对太阳能发电系统的智能控制，比如准确放电控制、过载保护、高精度温度补偿、光控开关、时空开关等供电，由专用处理器 CPU、电子元器件、显示器、开关功率管等组成。

蓄电池（组）的作用是在有光照时将太阳能电池板所发出的电能储存起来，到需要的时候再释放出来。目前主要采用的有铅酸免维护蓄电池、普通

铅酸蓄电池、胶体蓄电池和碱性镍镉蓄电池四种。

逆变器主要作用是将太阳能发电系统所发出的直流电能转换成交流电能，因此需要使用 DC-AC 逆变器。

（2）主要分类

按并网方式可以分为离网式独立光伏发电系统、并网光伏发电系统，并网光伏发电系统又可以分为地面集中式和分布式光伏发电系统。

备注：“网”是指电网，一般来讲，光伏发电需要通过电网在输配至用户使用。

1) 离网式发电系统。离网式光伏输出的电力被直接输配至用户消耗使用而不传送到公共电网中，广泛应用于偏僻山区、无电区、海岛、通讯基站和路灯等应用场所。

2) 并网光伏发电系统。主要特点是将所发电能直接输送到电网，由电网统一调配向用户供电。这种发电系统的灵活性在于，在日照较强时，光伏发电系统在给交流负载供电的同时将多余的电能送入电网；而当日照不足，即太阳能电池阵列不能为负载提供足够电能时，可从电网索取电能为负载供电。

地面集中式发电系统。集中式电站一般都是大型电站，但这种电站投资大、建设周期长、占地面

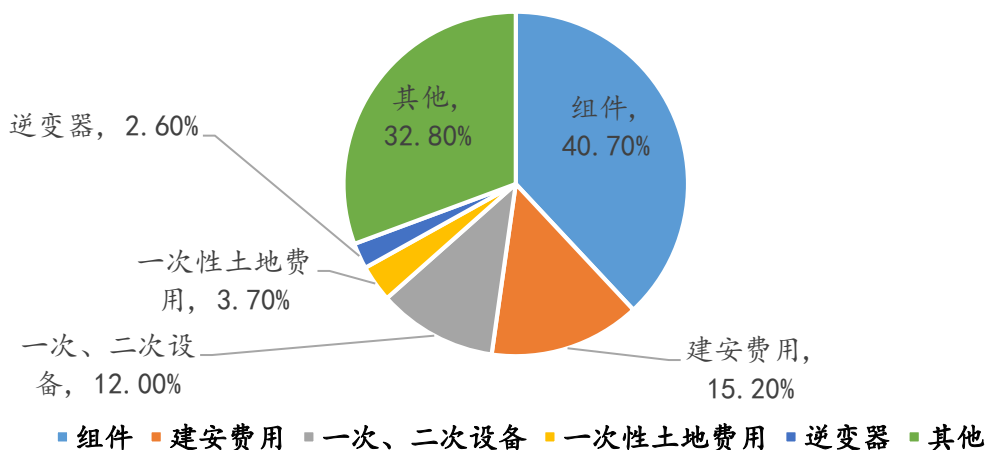
积大。

分布式光伏发电系统。分散式小型并网发电系统,特别是光伏建筑一体化发电系统,由于投资小、建设快、占地面积小、政策支持力度大等优点,是并网发电的主流。

(3) 光伏系统初始投资结构

从电站角度看,组件成本已经下降至电站成本40%左右,其他固定成本开支相对刚性。在其他固定成本不变的情况下,单板功率越大则单瓦非组件成本摊薄的越低,因此下游电站有很强意愿接受大功率组件,上游的大尺寸硅片等高功率技术有巨大空间。因此组件的价值分布决定了大功率/大硅片技术路线的必然趋势。

图表 7: 2019 年光伏系统成本结构



资料来源：公开资料,安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

二、光伏行业整体情况

1、全球光伏产业发展情况

(1) 产业规模进一步扩大

2019 年，在全球应用市场需求的拉动下，全球光伏生产规模进一步扩大。电池片方面，全球有效产能约为 210.9GW，同比增加 21.3%；产量 140.1GW，同比增加 23.3%。组件方面，全球组件产能 218.7GW，同比增加 14.9%；产量 138.2GW，同比增长 19.3%。

(2) 产业进一步向中国转移

2019 年，中国光伏龙头企业凭借着其晶硅技术方面及成本控制方面的优势，持续加码其产能，全球光伏产业重心进一步向中国转移。

电池片方面，中国大陆电池片产能在全球占比 77.7%，同比提升 4.0 个百分点；产量在全球占比 78.7%，同比提升 3.9 个百分点。

组件方面，中国大陆组件产能在全球占比达 69.2%，同比提升 0.9 个百分点；产量在全球占比 71.3%，同比降低 1.5 个百分点（主要由于 First Solar 在 2019 年薄膜组件产量达到 5.7GW，同比增长 1 倍以上，在全球组件产量中的占比大幅提升）。

图表 8：2019 年全球光伏产品产能、产量及中国产品在全球的占比

	多晶硅	硅片	电池片	组件
全球产能	67.5 万吨	185.3GW	210.9GW	218.7GW

中国产能占比	69.0%	93.7%	77.7%	69.2%
全球产量	50.8 万吨	138.3GW	140.1GW	138.2GW
中国产量占比	67.3%	97.4%	78.7%	71.3%

资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

（3）技术进步使产品更趋平价

2019 年，受全球光伏市场供需关系影响，光伏产品价格进一步下滑。在单多晶市场占比出现明显变化的这一年，多晶电池片在年中由于性价比优势减弱，不断积压库存导致下半年多晶电池片价格一路走低，截至 2019 年年底多晶电池片价格降幅已达 31.5%。

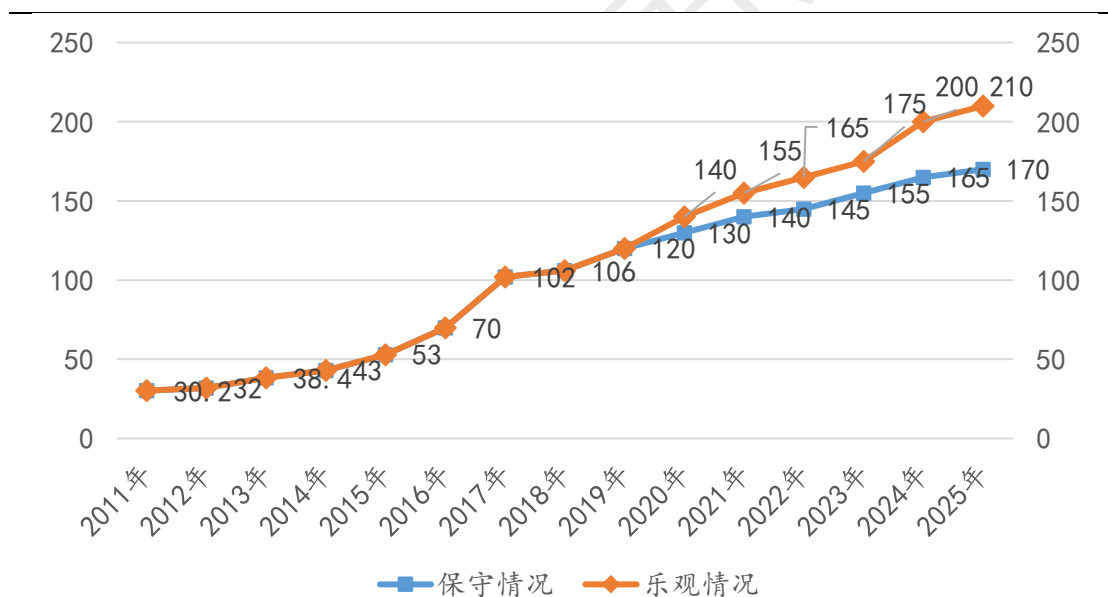
组件环节，多晶组件受益于海外市场、国内扶贫和户用市场的拉动，前三季度表现较好，价格未出现大幅下滑。但进入四季度随着单晶组件价格的持续下滑，部分多晶订单开始转向单晶，导致多晶组件需求降低，价格重新开始下跌。而单晶组件则因为国内的需求启动较迟且价格下滑幅度较大，加之电池片价格的快速下滑，使得单晶组件在下半年的盈利能力持续走高。

（4）应用市场规模扩大

2019 年，全球光伏应用市场持续稳步增长并呈现“遍地开花”的局面，全年新增装机量约 115GW，同比增长 8.5%，增幅较 2018 年上升了 4.6 个百分点，依然保持全球最大的新增电源的地位，累计装

机容量约 626GW。前十大光伏应用市场新增装机均超过 3GW，仅中国的新增装机同比再度下降，美国、德国、荷兰、澳大利亚等市场均有不同程度的提升。中国的新增装机量为 30.1GW，全球占比降至 26.2%，仍为全球第一大光伏市场；美国新增装机量为 13.3GW，同比提升 25.5%；印度新增装机量为 7.7GW，位列第三。此外，越南和乌克兰两个新兴市场在 FiT 计划推动下，表现突出，在 2019 年首次跃居全球新增装机前十大市场榜单。

图表 9：2020-2025 年全球光伏新增规模预测（单位：GW）



资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

2、我国光伏产业发展概况

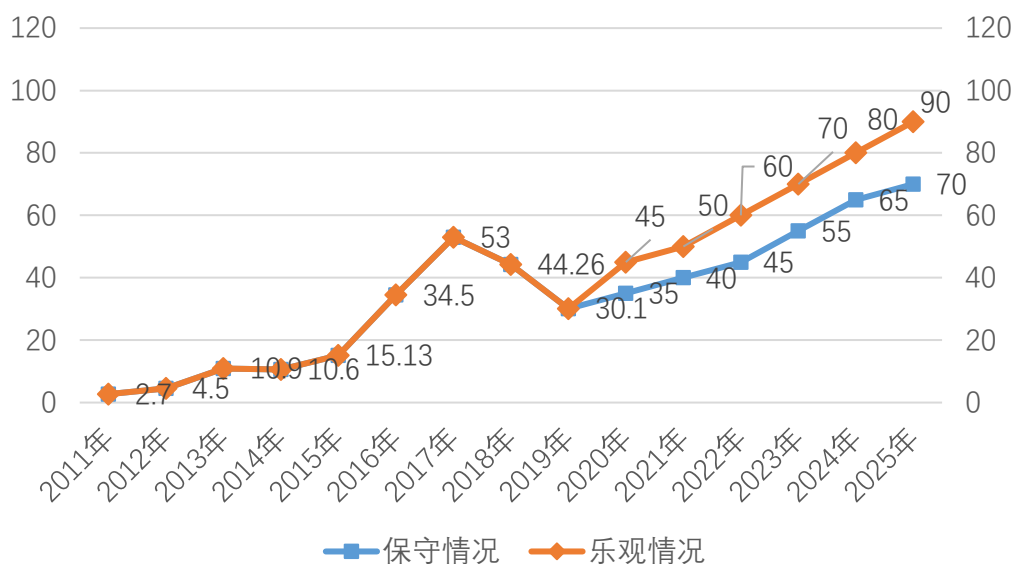
（1）产业集中度继续增长，百花齐放

2019 年，光伏行业龙头企业依靠资金、技术、成本、渠道等优势不断扩大规模，与此同时，二三

线小厂和落后产能陆续退出或整合,促使产业链各环节集中度进一步提高。组件端,排名前五的企业产量约为 41.5GW,约占全国总产量的 42.1%,同比增长 3.7 个百分点;产量超 2GW 企业达到 11 家,占比达 63.1%,同比增长 3.1 个百分点。

同时,像以代工为主的强生、鹏能、桑尼、东昇新能源、宁波福克斯、南通美能得等一大批技术改造升级迅速、控制生产成本能力强的小规模光伏组件企业,仍然活跃在光伏组件的舞台中央。这些组件公司由于体量小,在技术创新和技术升级方面反应极快,在高效组件的销售和代工方面,反而率先占领了市场制高点,百花齐放局面仍将持续。

图表 10: 2020-2025 年国内光伏新增规模预测 (单位: GW)



资料来源: 公开资料, 安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

(2) 出口占比稳步提高

从 2011-2019 年历年组件出口情况看,受欧美

“双反”影响，我国光伏组件出口占比从 2012 年高达 78% 降至 2016 年约 40%，组件出口量也连续多年维持在 20GW 左右的规模。但随着光伏发电成本的不断下降，新兴市场的不断涌现，自 2017 年开始，我国光伏组件出口占比稳步增长。至 2019 年，组件出口量已达 66.6GW，占国内组件总产量约 67.5%，同比增长 18.2 个百分点。

（3）电站交易愈加活跃

根据目前公开的电站交易信息来看，2019 年光伏电站交易进一步活跃。2018 年光伏电站交易规模为 2.2GW，交易金额为 100 亿元；2019 年光伏电站交易规模加权后为 4.2GW，交易金额为 140 亿元。从买方来看，以央企、地方国企、基金公司、投资公司以及上市公司为主，与卖方相比显得更加多元化。随着可再生能源电价附加目录政策的调整，预计 2020 年光伏电站交易规模将持续上升，交易单价将会继续走低，部分股权交易的方式可能会成为常态。

三、光伏产业链

太阳能光伏产业链包括硅原料、硅片、电池片、电池组件、发电系统等 5 个环节。从全球范围来看，产业链 5 个环节所涉及企业数量依次大幅增加，光伏市场产业链呈金字塔形结构。

图表 11：光伏产业链



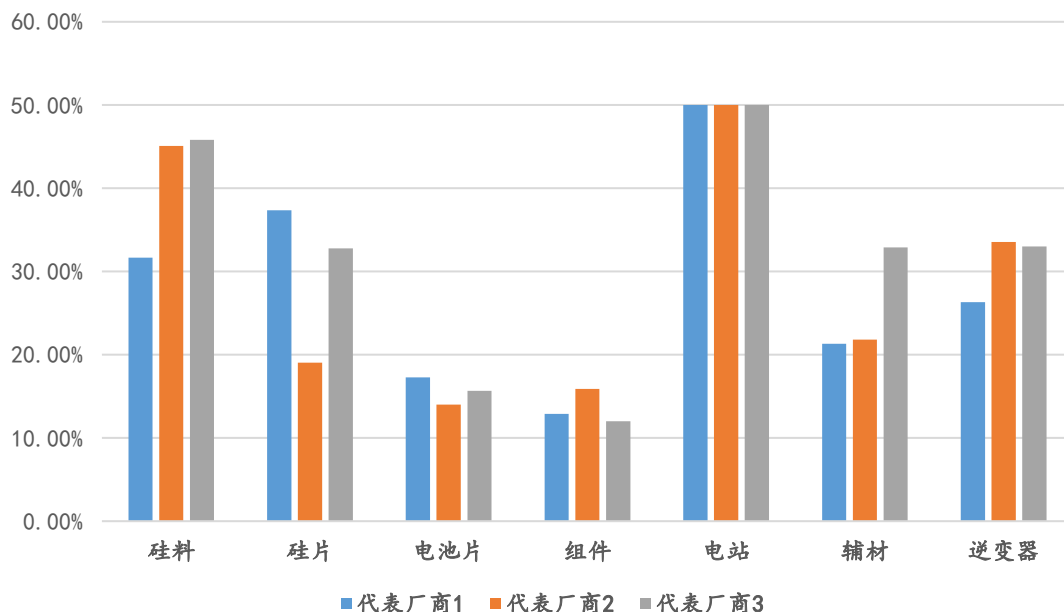
资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

1、产业链各环节价值分析

太阳能光伏产业链由三大环节组成，分别为：上游硅料和硅片，中游电池片和下游组件，以及最终端的光伏电站。从整个产业链利润分布来看，上游企业和中游企业利润主要由产品单位价格、生产成本和出货量决定，下游应用端发电站运营的收益相对稳定，跟标杆电价、光照时间相关。中间段电池片和电池组件的附加值较低。

在光伏行业各环节中，若以利润率排序，电站>硅料>硅片>电池片>电池组件。

图表 12：光伏产业链价值分布



资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

2、硅原料（多晶硅、单晶硅）环节

（1）工艺流程及技术现状

工艺流程：多晶硅还原是指三氯氢硅和氢气发生还原反应生成高纯硅料的过程。

技术现状：多晶硅提纯主要采用化学提纯、物理提纯两种方法进行生产，其中化学提纯方法主要有西门子法（气相沉淀反应法）、硅烷热分解法、流态化床法，物理提纯方法主要有区域融化提纯法（FZ）、直拉单晶法（CZ）、定向凝固多晶硅锭法（铸造法），等等。目前最为成熟的多晶硅提纯工艺是西门子法，全球 80% 以上的多晶硅产量采用改良的西门子法生产。

（2）行业情况

2019 年，全国多晶硅产量达 34.2 万吨，同比

增长 32.0%。截至 2019 年底，国内年产量在万吨以上的企业有 6 家，其产量约 28.7 万吨，占总产量的 83.9%。2020 年随着多晶硅产能增量的释放，产量预计将达到 39 万吨。

（3）环节关键指标

该环节主要指标为综合电耗，呈持续下降趋势。多晶硅还原的过程，其电耗包括硅芯预热、沉积保温、结束换气等工艺过程中的电力消耗。综合电耗是指工厂生产单位多晶硅产品所耗用的全部电力，包括合成、电解制氢、精馏、还原、尾气回收和氢化等环节的电力消耗。2019 年，全国多晶硅平均综合电耗已降至 70kWh/kg-Si，未来随着生产装备技术提升、系统优化能力提高、生产规模增大等，预计至 2025 年还有 5%以上的下降空间。

3、硅片环节

（1）工艺流程及技术现状

工艺流程：

第一个主要步骤是切片，为了尽量得到最好的硅片，硅片要求有最小量的翘曲和最少量的刀缝损耗，有两种主要方式——内圆切割和线切割。

第二个主要步骤是磨片，磨片可将切片造成的严重损伤清除，只留下一些均衡的浅显的伤痕；磨片的另一个好处是经磨片之后，硅片非常平整，因

为磨盘是极其平整的。

第三个主要步骤是腐蚀，磨片之后，硅片表面还有一定量的均衡损伤，要将这些损伤去除，但尽可能低的引起附加的损伤。比较有特色的就是用化学方法。有两种基本腐蚀方法：碱腐蚀和酸腐蚀。两种方法都被应用于溶解硅片表面的损伤部分。

其余步骤还包括抛光、清洗、退火、背封等工艺，主要目的是得到一个表面无损伤的完美级硅片。

技术现状：硅片切割是硅片生产的关键技术，切割的质量与规模直接影响到整个产业链的后续生产。多丝切割作为一种先进的切割技术，目前已经逐渐取代传统的内圆切割，成为硅片切片加工的主要切割方式。

（2）行业情况

2019 年全国硅片产量约为 134.6GW，同比增长 25.7%。截至 2019 年底，产量超 2GW 的企业有 9 家，产量约占总产量的 85.5%，全球前十大生产企业均位居中国大陆。随着头部企业加速扩张，预计 2020 年全国硅片产量将达到 145GW。

（3）环节关键指标

该环节关键指标有拉棒电耗、铸锭电耗、硅片厚度等。

单晶拉棒电耗是指直拉法生产单位合格单晶

硅棒所消耗的电量。2019 年，拉棒平均电耗水平从 2018 年的 33.5kWh/kg-Si 降低为 29.1kWh/kg-Si(方棒)。预计到 2025 年，有望下降至 21.6kWh/kg-Si。

多晶铸锭电耗是指通过定向凝固技术生产硅锭(大方锭)所消耗的电量。2019 年，光伏行业铸锭的电耗为 7.0kWh/kg-Si。随着铸锭炉的升级带来的投料量提高以及保温设计的改善，铸锭电耗有望进一步下降。

硅片厚度。薄片化有利于降低硅耗和硅片成本，但会影响碎片率。目前硅片切片技术已完全能满足薄片化的需要，但硅片厚度还要满足下游电池片、组件制造端的需求。硅片厚度对电池片的自动化、良率、转换效率等均有影响。2019 年，多晶硅片平均厚度为 180 μm ，P 型单晶硅片平均厚度在 175 μm 左右，N 型硅片平均厚度为 170 μm 。N 型单晶硅片目前厚度基本与 P 型单晶硅片一致，主要用于 TOPCon 电池的制作。

4、电池片环节

(1) 工艺流程及技术现状

工艺流程：该环节是将硅片生产为具有发电能力的电池片的过程。

第一个主要步骤是硅片检测，硅片质量的好坏

直接决定了太阳能电池片转换效率的高低,因此需要对来料硅片进行检测。该工序主要用来对硅片的一些技术参数进行在线测量,这些参数主要包括硅片表面不平整度、少子寿命、电阻率、P/N型和微裂纹等。

第二个主要步骤是表面制绒,在每平方厘米硅表面形成几百万个四面方锥体也即金字塔结构。由于入射光在表面的多次反射和折射,增加了光的吸收,提高了电池的短路电流和转换效率。

第三个主要步骤是扩散制结(PN结),太阳能电池需要一个大面积的PN结以实现光能到电能的转换,而扩散炉即为制造太阳能电池PN结的专用设备。把P型硅片放在管式扩散炉的石英容器内,在850---900摄氏度高温下使用氮气将三氯氧磷带入石英容器,通过三氯氧磷和硅片进行反应,得到磷原子。经过一定时间,磷原子从四周进入硅片的表面层,并且通过硅原子之间的空隙向硅片内部渗透扩散,形成了N型半导体和P型半导体的界面,也就是PN结。

后续还有去磷硅玻璃、等离子刻蚀、镀减反射膜、丝网印刷、快速烧结等环节,主要目的都是为了使电池片具有更高的转换效率和更耐久的使用特性。

技术现状：多晶电池逐渐向黑硅方向升级，技术路线较为单一，效率较单晶还有差距，且目前市场份额有限。单晶硅的技术路线比较多元化：

PERC 技术成熟、设备国产化率高，预计到 2020 年前依然是高效电池扩产的主流技术。

N 型电池是未来高效电池的发展方向，其中 N-PERT 技术与双面 PERC 电池对比性价比不明显。

TOPcon 量产难度高；

IBC 技术虽转换效率较高，但是未有量产实绩；

HJT 由于工序少、国内已有企业量产，具有成为高效电池未来的发展方向的潜质，但是其目前的阻碍是设备投资较贵。

从以上的对比来看，PERC 和 HJT 技术将是未来光伏电池发展的主要方向，也是企业重点进行产能布局的地方。

图表 13：几种电池片技术路线对比

	PERC	N-PERT	N-TOPCON	HJT	IBC
电池效率	21.8-22%	21.5%	22.5%	23%	24-25%
主要企业	主流	中来	晶澳	通威	SUNPOWER
优势	性价比高	可升级	可升级	工序少	效率高
技术难度	容易	容易	难度高	难度高	难度极高
设备投资	少	少	高	高	最高
目前问题	产能过剩	性价比低	量产难	投资高	成本太高

资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

（2）行业情况

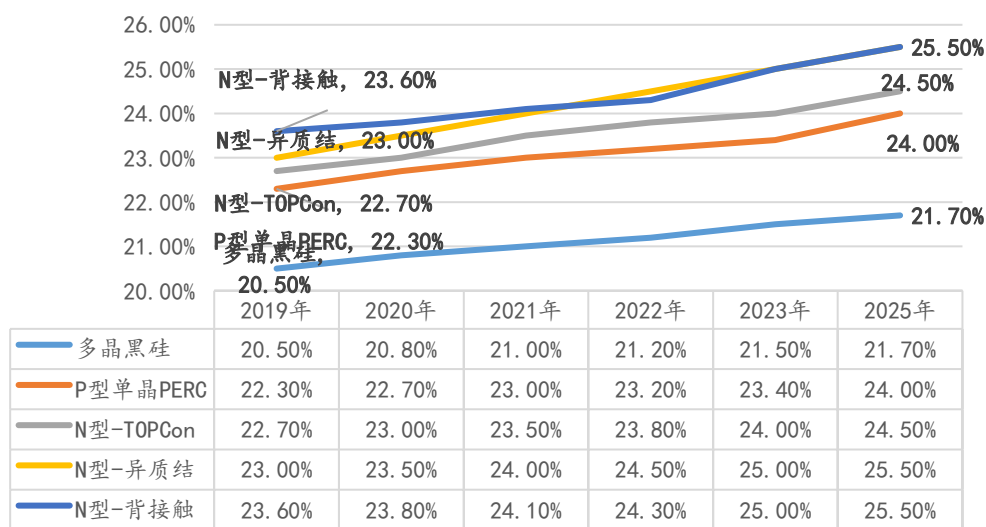
晶硅电池片方面，2019 年，全国电池片产量约

为 108.6GW, 同比增长 27.8%。电池片产量超过 2GW 的企业有 20 家, 占总产量的 77.7%, 集中度进一步提高。预计 2020 年全国电池片产量将超过 118GW。

(3) 环节关键指标

转换效率是该环节最重要的指标。2019 年, 规模化生产的单多晶电池平均转换效率分别为 22.3%和 19.3%。单晶电池均采用 PERC 技术, 平均转换效率较 2018 年提高 0.5 个百分点, 电池效率近两年仍有较大的提升空间; PERC 电池技术的多晶电池效率为 20.5%, 较 2018 年提升 0.2 个百分点; 单晶 PERC 电池平均效率为 22%, 较单晶 PERC 电池低 0.3%; N-PERT/TOPCon 电池平均转换效率为 22.7%, 异质结电池平均转换效率为 23.0%, 未来 N 型电池将会是电池技术的主要发展方向之一。

图表 14: 2019-2025 年各电池片效率趋势预测



资料来源: 公开资料, 安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

（4）大尺寸电池片市场情况

大尺寸的电池片可显著降低度电成本，使全产业链受益，因而得到了快速推进。从全产业链量化来看，182 毫米、210 毫米电池片可分别降低生产成本 0.081 元/W、0.095 元/W。现阶段因 182、210 电池片的产能紧缺，所以市场上仍以 158.75、166 毫米为主，随着大尺寸电池片设备的产能逐渐释放，使用 182、210 毫米的大尺寸组件市场占有率将逐渐提升。

5、组件环节

（1）工艺流程

光伏组件加工工艺是由电池片检测、电池片单焊、电池片串焊、组件层叠、组件层压、安装边框和安装接线盒、成品测试和包装入库等多道工序构成。各道工序环环相扣，因此，各道工序工艺水平高低直接影响产品的质量和档次。

（2）行业情况

2019 年，全国组件产量达到 98.6GW，同比增长 17.0%，以晶硅组件为主。组件产量超过 2GW 的企业有 13 家，其产量占总产量的 65.6%，集中度进一步提高。预计 2020 年组件产量将超过 107GW。

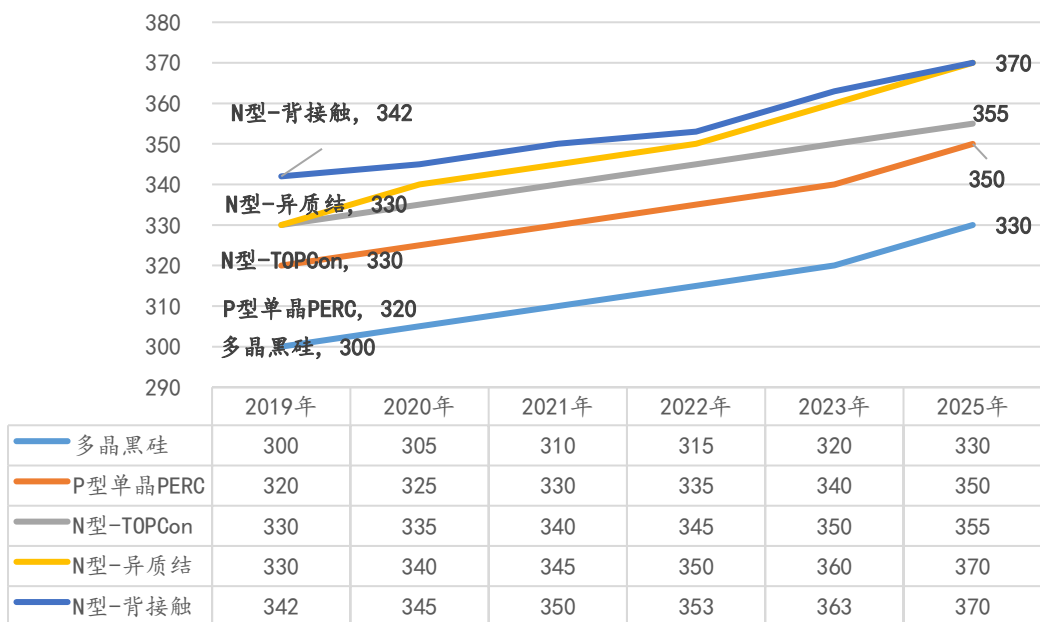
（3）环节关键指标

组件功率是该环节最重要的指标。

单晶硅电池组件方面。2019 年，对于 60 片电池片版型而言，采用 PERC 单晶电池的组件功率已达到 320W，较 2018 年提高 15W，采用 158.75mm 尺寸 PERC 单晶电池的组件功率约为 330W，采用 166mm 尺寸 PERC 单晶电池组件功率约为 360W。

多晶硅组件方面。2019 年，常规多晶黑硅组件主要用于户用及印度等海外市场，组件功率约为 285W，采用 166mm 尺寸 PERC 多晶黑硅组件功率约为 330W。N-PERT/TOPCon 电池组件、异质结电池组件可达到 330W。未来几年，随着技术的进步，各种类型电池组件基上以 $\geq 5W$ /年的增速向前推进。

图表 15：2019-2025 年各电池组件功率趋势预测



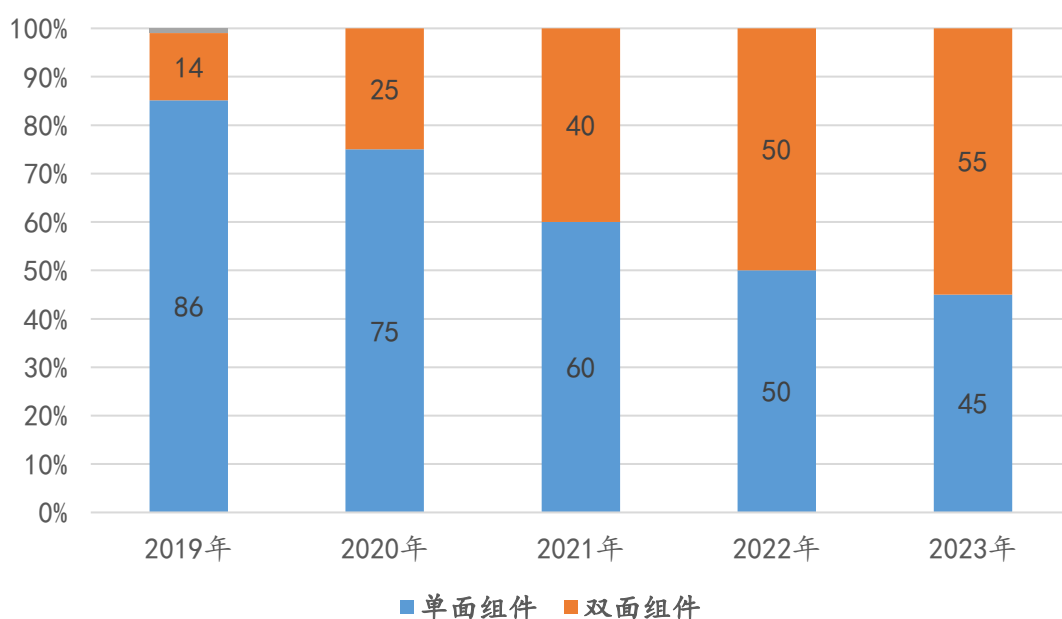
备注：组件采用 5BB 电池为基准；双面组件只记正面功率。

资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

(4) 单/双面组件市场情况

2019 年，单面组件仍是市场主流，市场占比为 86%。随着下游应用端对于双面组件发电增益的认可，以及安装方式的逐步优化，双面发电组件的应用规模将会不断扩大。

图表 16：2019-2025 年单/双组件份额趋势预测

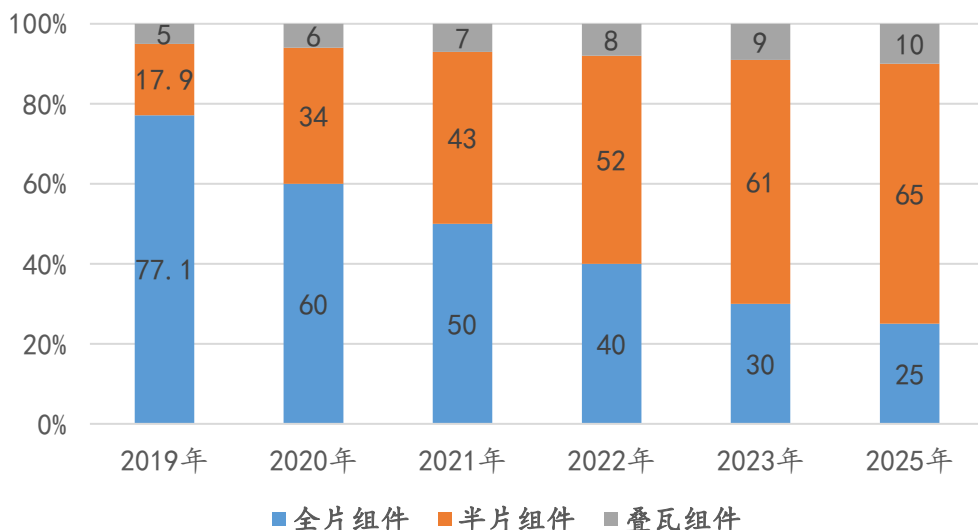


资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

(5) 全片、半片和叠瓦组件市场情况

2019 年，全片组件仍占据主要市场份额，市场占比约为 77.1%，较 2018 年下降了 14.6 个百分点。由于半片或更小片电池片的组件封装方式可提升组件功率，未来将取代全片封装方式占据主导份额。

图表 17：2019-2025 年全/半片、叠瓦份额趋势预测



资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

(6) 组件新产能和发展趋势

随着高效组件技术的不断成熟和突破，隆基、晶科、晶澳等组件企业看好光伏应用未来空间，大力布局高效、低成本的新产能，截止 2020 年 6 月累计计划扩产产能达到 220.62GW；同时高效组件市场占比稳步提升，预计 2020 年单晶 PERC 组件市场占有率将达到 70%，向 PERC 产品导入大硅片和高密度封装将是 2020 年主流的高效组件技术路线，采用 182 毫米、210 毫米电池片的组件功率已均可达到 500 瓦以上。

6、系统环节

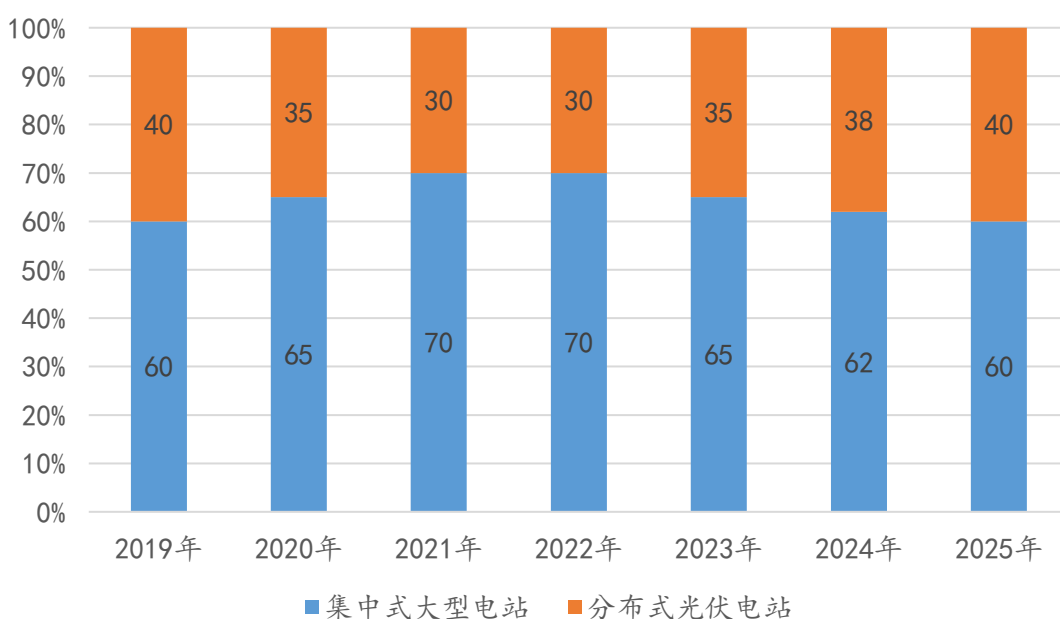
(1) 市场应用情况

2019 年，大型地面电站占比为 60%，同比增长 7.3 个百分点；分布式电站占比为 40%，其中户用光伏超过分布式市场的三分之一。随着部分特高压

外送项目、竞价项目及平价项目的实施,预计2020年大型地面电站的装机量占比将进一步上升;分布式光伏发电项目将保持一定的市场份额。

2021年,光伏发电预计将全面进入平价时代,随着大型平价基地项目的实施,集中式光伏电站有可能呈现新一轮发展热潮。另外,光伏发电作为可移动电源,在消费品领域以及BIPV领域的推广,预计“十四五”中后期,分布式光伏占比或将回升。

图表 18: 2019-2025 年不同类型光伏应用市场变化



资料来源: 公开资料, 安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

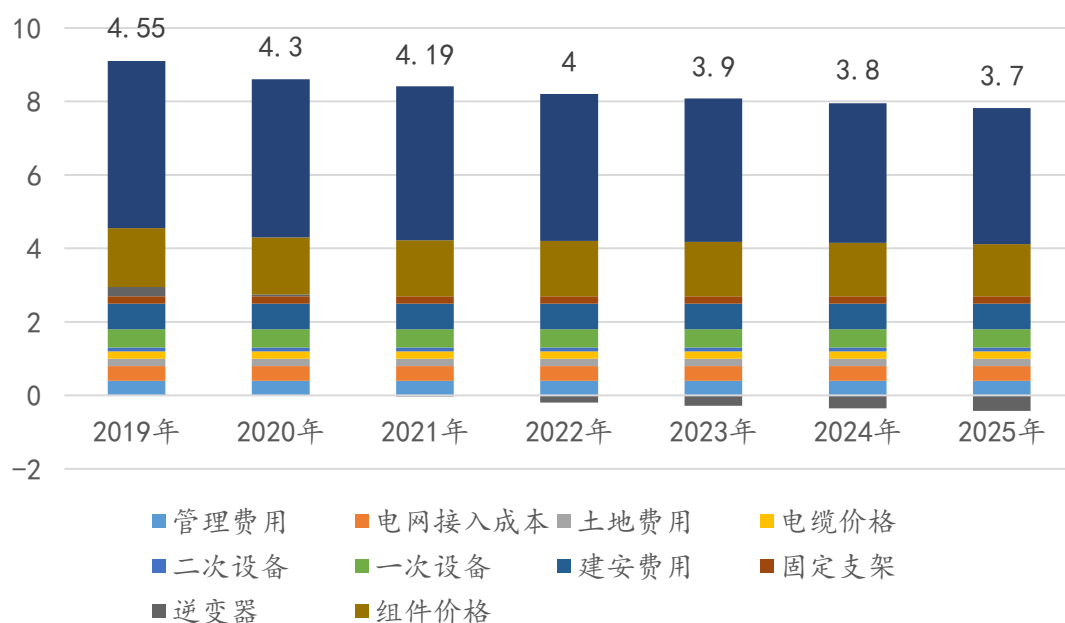
(2) 光伏系统全投资成本分析

我国地面光伏系统的初始全投资主要由组件、逆变器、支架、电缆、一次设备、二次设备等关键设备成本,以及土地费用、电网接入、建安、管理费用等部分构成。组件、逆变器等关键设备成本随

着技术进步和规模化效益，仍有一定下降空间。接网、土地、项目前期开发费用、融资成本等属于非技术成本，因不同区域、不同项目差别较大，降低非技术成本有助于推动光伏发电平价上网。

2019 年，我国地面光伏系统的初始全投资成本为 4.55 元/W 左右，较 2018 年下降 0.37 元/W，降幅为 7.5%。其中，组件约占投资成本的 38.5%，占比较去年下降 1.5 个百分点。非技术成本约占 17.6%(不包含融资成本)，较 2018 年上升了 0.8 个百分点。随着技术进步，降本增效，组件价格将持续降低，在总投资成本中的占比也将减少，其他成本虽有下降趋势但其降幅不大。预计 2020 年全投资成本可下降至 4.30 元/W。

图表 19：2019-2025 年大型电站投资成本趋势(元/W)

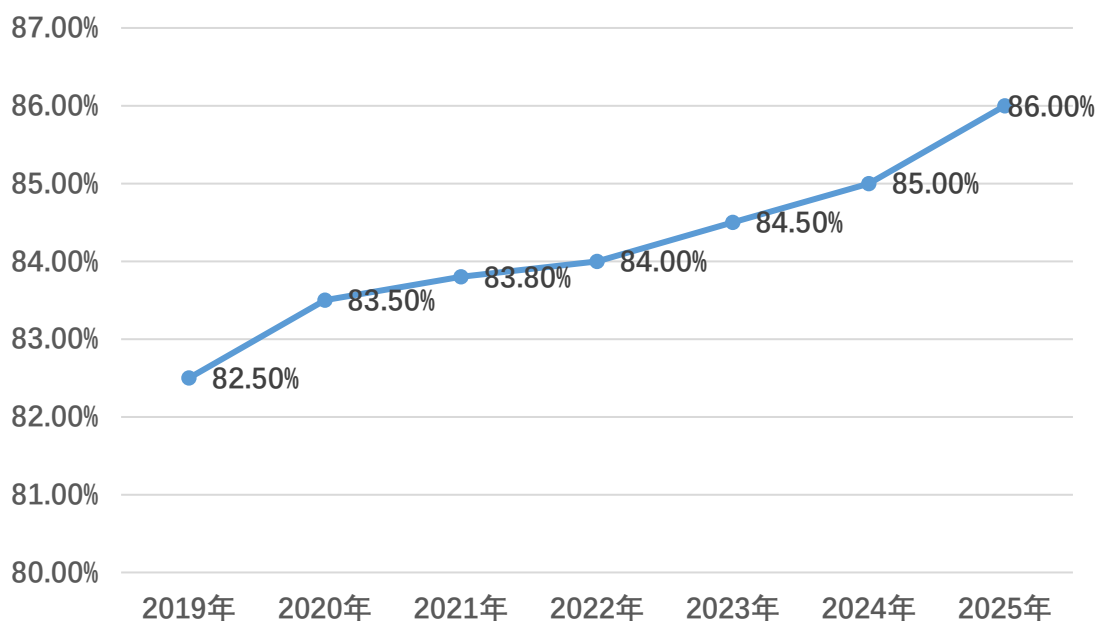


资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

PR 值(Performance Ratio, 能效比)是国际通用的光伏系统质量评价指标,用于判定系统运行期间的可靠性和运行期间各个环节的效率。影响 PR 值的因素有很多,包括光谱失配、遮挡、积尘污渍、反射损失、逆变器启动阈值、组件性能衰减、串并联失配、温升损失、直流线损、MPPT 效率、逆变器效率、变压器效率、交流线损、设备故障检修、弃光限电等 15 个指标,PR 值亦可以用上述 15 个效率项的乘积求出。目前,主要通过提高产品质量、减少衰减、减少故障、减少系统各环节损失、减少弃光、加强维护清洗等方式来提高 PR 值。

注: PR(performance Ratio): =光伏等效利用小时数/峰值日照时数。(粗略算法)

图表 20: 2019-2025 年新建光伏电站系统 PR 值变化趋势



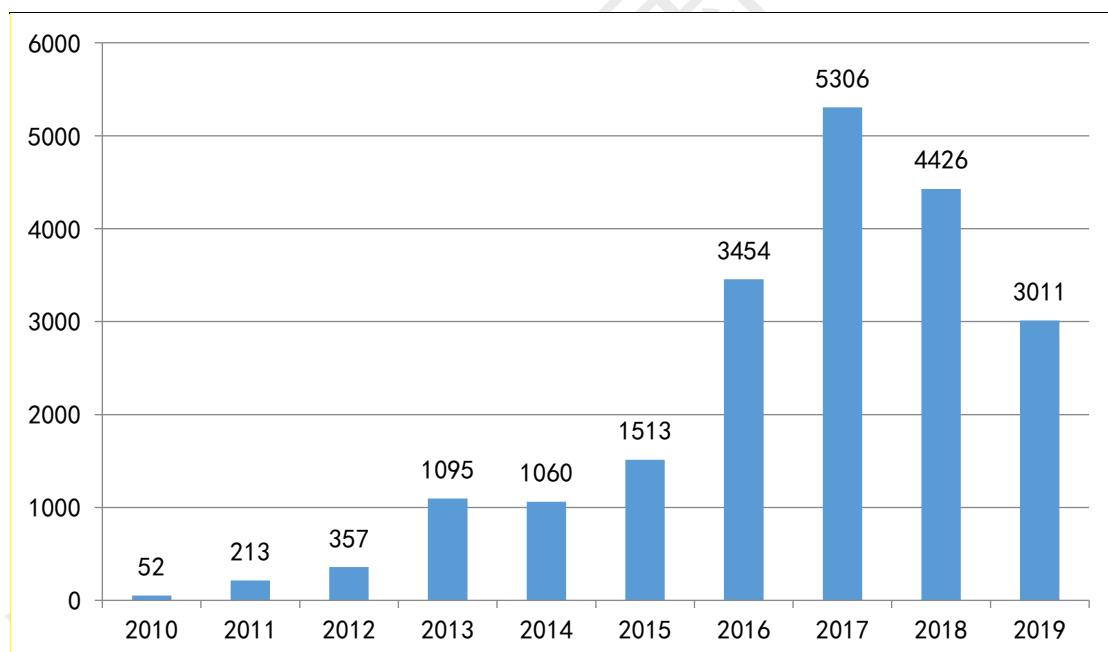
资料来源: 公开资料, 安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

7、后端发电环节

(1) 光伏发电开发建设情况

受政策调整、政策出台较晚等多方面因素影响，2019 年我国新增太阳能光伏装机出现明显下滑，但光伏发电装机容量继续保持两位数增长势头，仍然是新增装机量最大的可再生能源。其中，地面光伏电站新增装机约 1791 万千瓦，同比减少 22.9%；分布式光伏新增装机容量近 1220 万千瓦，同比增长 17.3%。

图表 21：2010 年以来光伏新增装机容量（单位：万千瓦）

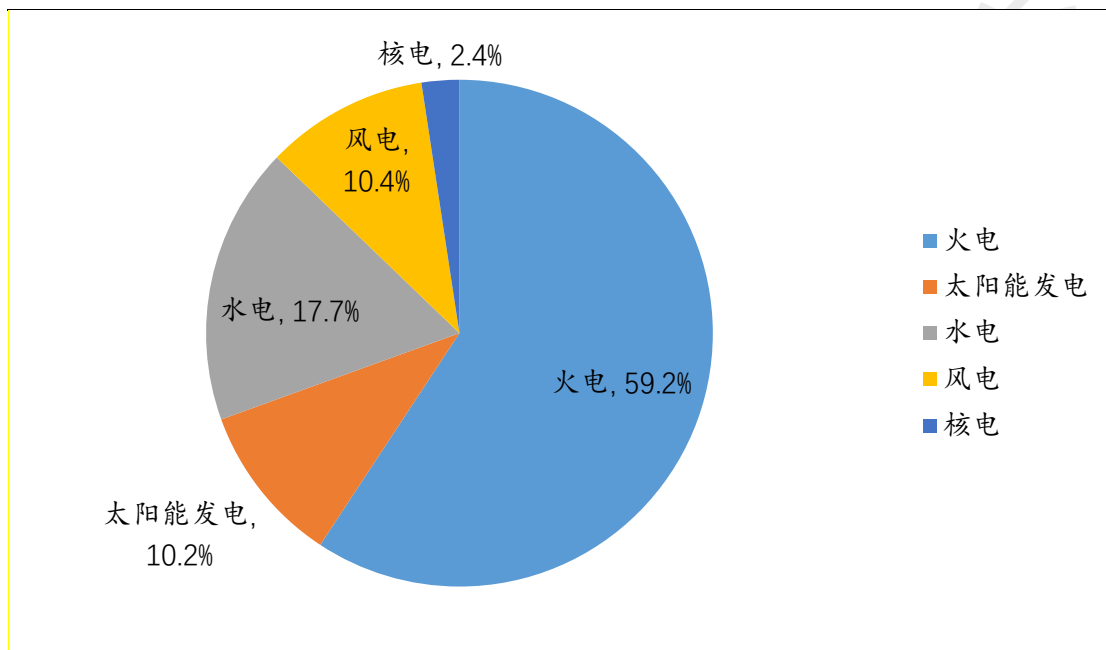


资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

我国光伏发电累计并网装机容量突破 2 亿千瓦。根据国家能源局发布的数据，截至 2019 年底，我国太阳能光伏发电累计装机容量 20430 万千瓦，同比增长 17.3%。太阳能光伏发电累计装机容量占

电源装机的比重已超过 10%。其中，集中式光伏电站累计装机容量 14167 万千瓦，同比增长 14.5%；分布式光伏电站累计装机容量 6263 万千瓦，同比增长 24.2%。

图表 22：2019 年我国电源装机构成

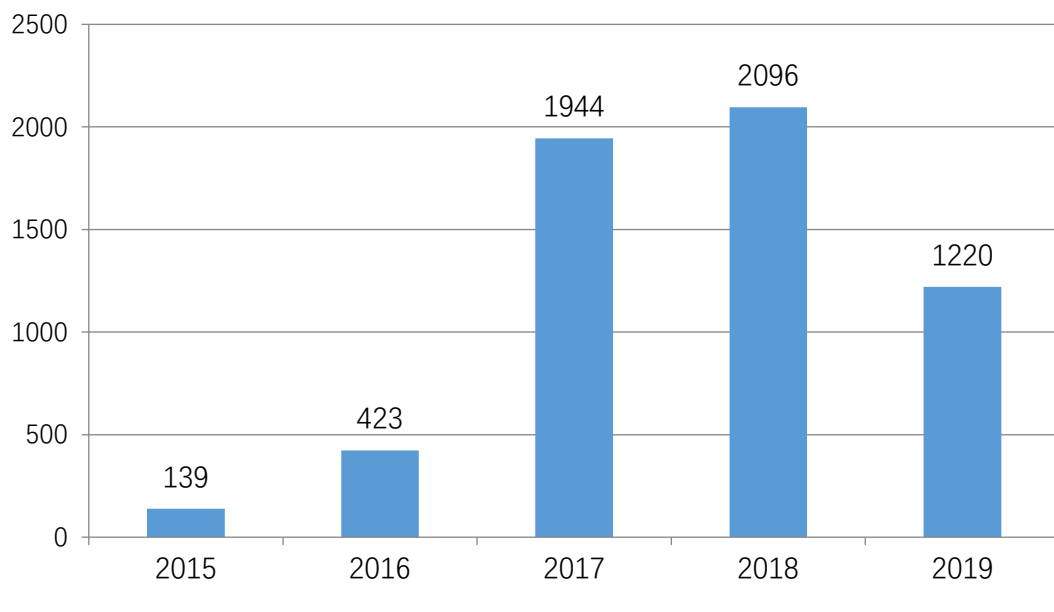


资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

（2）分布式光伏发电发展情况

分布式光伏新增装机占比下降。2019 年，我国新增分布式光伏装机 1220 万千瓦，约占光伏全部新增装机的 40.5%，较 2018 年下降 7 个百分点。

图表 23：2015-2019 年分布式光伏年新增装机（单位：万千瓦）



资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

户用光伏成为分布式光伏增长的新亮点。

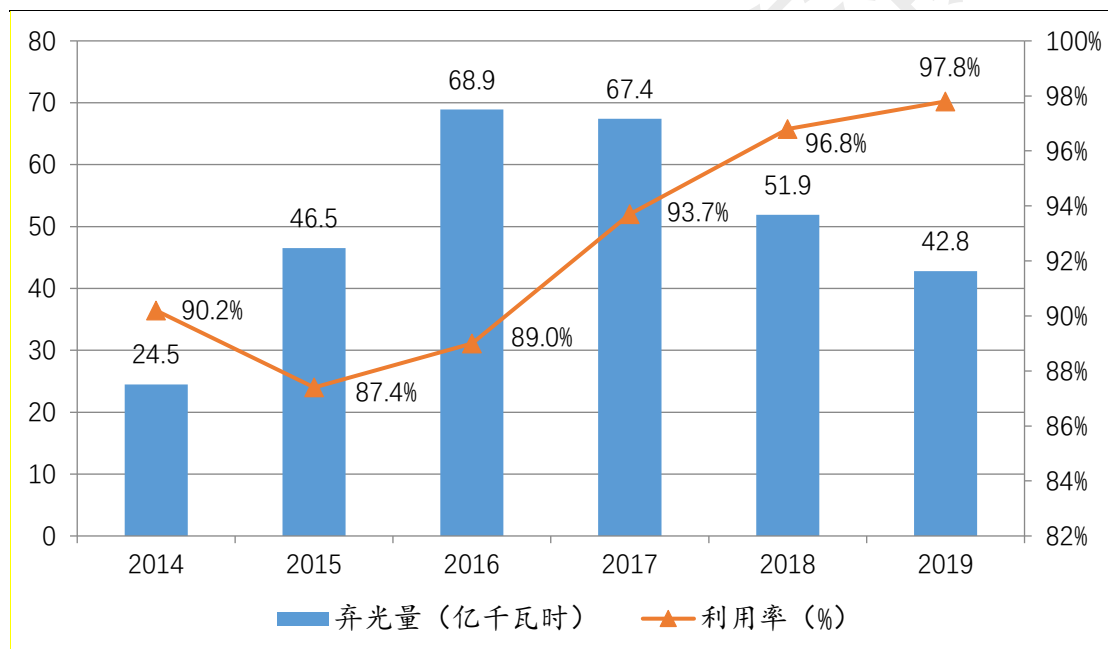
《2019 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》明确，户用光伏根据切块的补贴额度确定年度装机总量，给予固定补贴标准进行单独管理，2019 年用于户用光伏的补贴额度为 7.5 亿元（折合 350 万千瓦）。根据国家可再生能源信息中心发布的数据，2019 年 9 月底累计户用光伏装机规模已经超过 350 万千瓦的规模，截至 10 月底累计规模已经达到 531 万千瓦。

（3）光伏发电运行消纳情况

2019 年，全国太阳能光伏发电量首次突破 2000 亿千瓦时，达到 2243 亿千瓦时，同比增长 26.3%。太阳能光伏发电量占总发电量的比例达到 3.1%。

2019 年，我国光伏发电消纳形势继续向好，全年光伏发电利用率达到 97.8%，同比提高 1.0 个百分点，弃光电量 42.8 亿千瓦时、同比下降 67%。全国西藏、新疆、青海太阳能发电利用率未达到 95%，分别为 75.9%、92.6%、92.8%。青海受新能源装机大幅增加等因素影响，太阳能消纳形势恶化，弃光率同比提高 2.5 个百分点。

图表 24：2014-2019 年西北地区弃光电量和利用率



资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

未来，随着光伏平价上网的到来，光伏发电消纳问题的解决，以及能源互联网、微电网设想的逐步成熟，加上光伏+储能等多产业融合的探索和发展，消纳问题将最终得到解决，光伏发电将能够灵活地参与市场竞争。这将给国内的可再生能源产业，尤其是风、光发电提供持续的增长空间。

四、光伏玻璃行业

我国光伏玻璃企业借助在技术、成本及产能扩张等方面的综合优势,持续保持全球市场供应的领先地位。

1、玻璃行业简介

玻璃简单分类主要分为平板玻璃和特种玻璃。平板玻璃按厚度可分为薄玻璃、厚玻璃、特厚玻璃;按表面状态可分为普通平板玻璃、压花玻璃、磨光玻璃、浮法玻璃等,平板玻璃还可以通过着色、表面处理、复合等工艺制成具有不同色彩和各种特殊性能的制品,如吸热玻璃、热反射玻璃、选择吸收玻璃、中空玻璃、钢化玻璃、夹层玻璃、夹丝网玻璃、颜色玻璃等(见新型建筑玻璃、安全玻璃)。光伏玻璃属于平板范畴。按照其主要的生产工艺可分为浮法玻璃和压延玻璃,两者都属于平板玻璃的范畴。

(1) 压延工艺

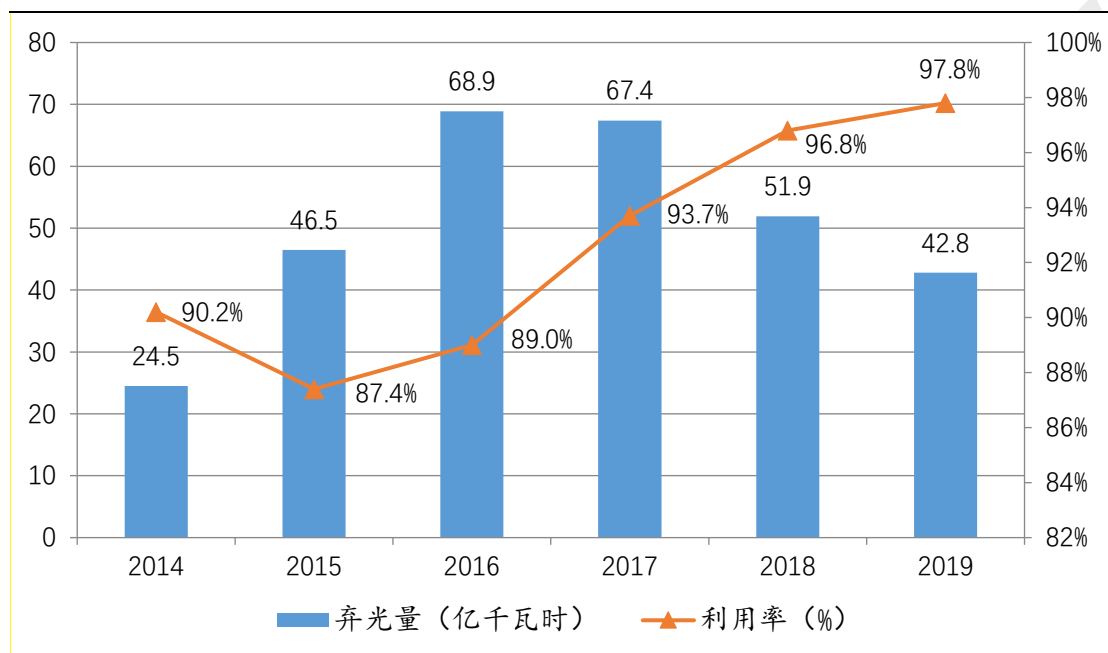
压延工艺通过使用压延设备对玻璃液进行压制从而在玻璃的表面制作出特定的花型和纹路,满足光伏玻璃较高的透过率需求,使其具备不可替代型。

(2) 浮法工艺

浮法工艺通过将玻璃液在高温锡槽表面拉制

从而获得表面平整的浮法玻璃,因其表面没有花型所以透过率比压延玻璃低,无法应用在光伏组件的盖板玻璃上。

图表 25: 2014-2019 年西北地区弃光电量和利用率



资料来源: 公开资料, 安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

目前我国平板玻璃年产能达 6800 万吨, 2019 年平板玻璃产量约 4650 万吨, 其中光伏玻璃占比约 14%(约 670 万吨)。2020 年 1 月 3 日, 工信部发布文件, 对产能 150 吨以下的新增平板玻璃不做限制, 对超过 150 吨的光伏压延玻璃列入平板玻璃产能置换范围, 使其行政审批门槛升高, 进一步限制了潜在的进入者。

2、光伏玻璃行业总体情况

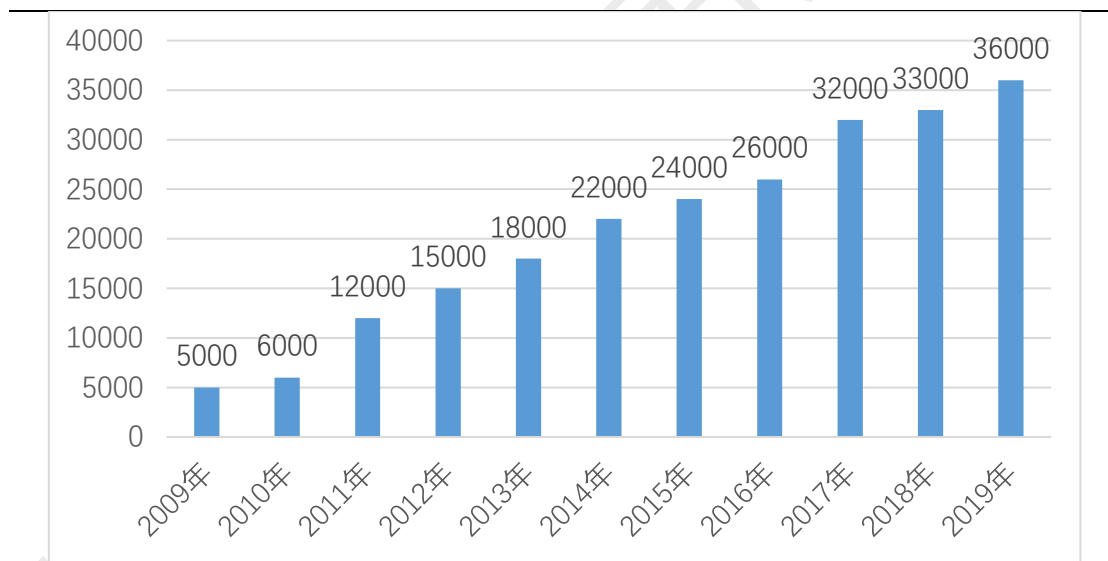
2019 年, 全球光伏组件产量同比增长 19.3%, 对应光伏玻璃的需求量也随之增长, 我国光伏玻璃

在全球市场的占有率多年稳定在 90% 以上, 2019 年仍然占据全球市场主要地位。呈现以下特点:

(1) 玻璃产能持续增长

截至 2019 年 12 月底, 行业在产企业数量与 2018 年一致, 仍然为 20 家, 已投产 98 座窑, 产能为 35860 吨/日。其中在产窑炉有 42 座窑炉, 产能为 23630 吨/日。停产、冷修 56 座窑炉, 产能为 12230 吨/日。2019 年全年共计投产光伏玻璃窑炉 10 座, 新增产能 6400t/d, 同比增长 146%。

图表 26: 全国超白压花光伏玻璃已投产规模 (单位: t/d)



资料来源: 公开资料, 安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

(2) 玻璃供需仍存缺口

随着各组件厂家在 2020 年纷纷扩产, 结合光伏行业增长与已公告在建项目情况, 预计 2021 年光伏玻璃市场将逐渐进入供需紧平衡状态, 2022 年开始供应将逐渐紧缺, 到 2023 年, 光伏玻璃供

需缺口量将达到近 5000 吨/日。这也促使各光伏玻璃厂加紧进行扩产布局。

信义光能产能扩张计划。信义现有产能主要分布在天津、芜湖以及马来西亚，目前产能分别为 500 吨/日、5400 吨/日以及 1900 吨/日。2020 年公司预计将在广西、芜湖各扩建 2 条 1000 吨/日产线，届时公司产能将达到 11800 吨/日。

福莱特产能扩张计划。福莱特现有产能主要分布在嘉兴、凤阳以及越南，目前产能分别为 2290 吨/日、3000 吨/日以及 1000 吨/日。2020 年公司预计将在越南扩建 1 条 1000 吨/日产线，2021 年将在安徽凤阳扩建 2 条 1200 吨/日产线，届时 2020 年公司产能预计为 7290 吨/日，2021 年将达到 9690 吨/日。

南玻公司也宣布扩产计划，据南玻 A 发布的非公开发行 A 股股票预案，拟募集资金总额不超过 40.28 亿元，其中 31.5 亿元用于太阳能装备用轻质高透面板制造基地项目，项目包括建设 4 条熔化能力为 1200 吨/日的光伏窑及配套深加工生产线，用于生产光伏玻璃。

图表 27：光伏玻璃新产能扩产计划（单位：吨/日）

投产日期	公司名称	产线	产能	地点
2020Q2	信义光能	2 条	2000	广西北海
2020Q4	信义光能	2 条	2000	安徽芜湖

2020H2	福莱特	2 条	2000	越南
2021	福莱特	2 条	2400	安徽凤阳
2021	彩虹新能源	1 条	850	安徽合肥
2021 年底后	新福兴玻璃	2 条	2200	广西北海
待定	亚玛顿	2 条	1300	安徽凤阳
待定	南玻	4 条	4800	安徽凤阳
待定	彩虹新能源	-	2400	陕西咸阳
待定	彩虹新能源	-	3000	安徽合肥

资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

（2）产量保持增长

2019 年，全球超白压延光伏玻璃产能达到 858.62 万吨/年。其中：国内产能达到 763.12 万吨，占比 88.9%，同比增长 8.9%；国外产能达到 95.5 万吨，占比 11.1%，同比增长 40.3%。1-12 月，国内超白压延光伏玻璃产量达到 7.48 亿平米，同比增长 2.5%。一方面是双玻组件渗透率不断提升带动玻璃薄型化发展及需求增长；另一方面，国外市场需求增长带动光伏玻璃出口增加，但随着海外产能释放，如信义光能的马来西亚工厂未来仍将维持扩产，国内光伏玻璃的出口增速将会有所降低。

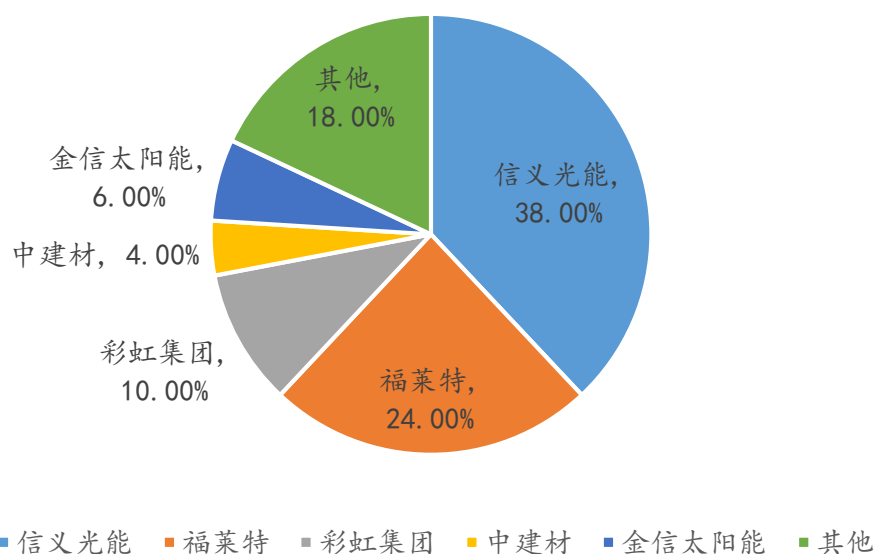
（3）市场集中度不断提升

信义玻璃、福莱特玻璃、彩虹、中建材、南玻集团 5 家光伏玻璃生产商市场占有率达到 68.5%。

此外，由于供给侧改革、环保力度增大，以及光伏行业波动性导致预计收益的不确定性，使得新进入者有限、存量竞争激烈。无成本、地域优势的

中小型厂商，无法抵抗市场风险，使得部分落后产能加速退出。排名靠前的企业如信义光能、福莱特等凭借大吨位玻璃窑炉、较低的生产成本和稳定的客户资源，市场份额有进一步扩大趋势，行业集中度仍将进一步提升。

图表 28：2019 年全国光伏玻璃市场集中度



资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

（4）单位制造成本不断下降

产品能耗进一步降低，生产线环保配备水平进一步提高；先后开发了减反射镀膜、高透玻璃、一窑多线、全氧燃烧、超薄钢化、玻璃背板等新产品、新技术，综合成品率达到 70%以上。

光伏玻璃行业的成本优势主要来自于规模化，单炉规模越大，生产成本越低。日熔量 900 吨的窑炉生产的玻璃产品成本较日熔量 500 吨的玻璃产

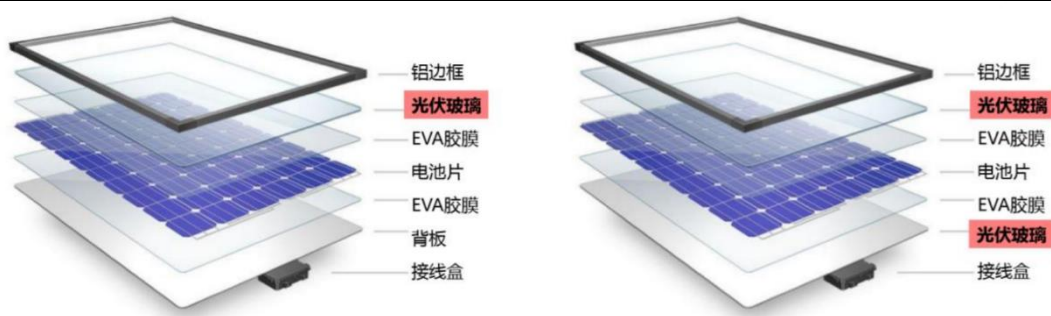
品成本低 10%—20%。因此各企业纷纷淘汰老产能扩产新窑炉。

3、光伏玻璃行业发展趋势

(1) 双玻组件渗透率将提升

双玻组件是由两片玻璃和太阳能电池组成复合层,电池片之间由导线串并联汇集到引线端形成光伏电池组件。

图表 29：单玻组件和双玻组件对比



资料来源：公开资料, 安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

双玻组件具有的抗 PID、抗蜗牛纹、抗隐裂、抗风沙、防盐雾等优势基本已成行业共识,在自然条件比较严苛的地区,如较潮的东南地区、风沙较大的西北地区、以及渔光互补、水面电站等项目,具有可靠性优势的双玻组件几乎已成为标配。

由于双面光伏电池的崛起,相较传统背板组件,双玻组件能有效提高光电转化效率,同时更具稳定性和耐腐蚀性。根据测算,组件层面 2.5mm 双面双玻半框 PERC 组件成本仅比传统单面组件高 0.02

元/W, 因此双玻组件技术容易得到市场认可和推广。

2019 年国内双玻组件出货量约 18.5GW, 渗透率约 15%, 其中以双面双玻组件为主。随着市场认可度的提升, 预计 2020 年的双玻渗透率有望达到 25%, 2025 年有望超过单面组件成为市场的主流。

(2) 2mm 玻璃将逐步成为主流

双面组件出现于 2016 年, 2019 年光伏组件企业对双面组件主要采用的是 2.0mm+2.0mm 双玻有框的封装方式。同时市场上也出现一些对双面组件新的封装方式, 如 1.6mm+1.6mm 双玻有框和 3.2mm+透明背板有框的封装方式。随着透明背板加入而产生的竞争, 双面双玻组件有必要进一步降低玻璃厚度和提升玻璃强度来增强双面双玻组件的竞争优势。

(3) 光伏玻璃减薄成为将来趋势

随着玻璃厚度从 3.2mm 分别降到 2.5mm、2.0mm 和 1.6mm, 目前同样窑炉的玻璃面积产能分别可提升 17%、41%和 60%。将来随着薄玻璃成品率的提升和厚度控制得更加精准, 薄玻璃的产能有望可以进一步的提升。

随着厚度的降低和规模化的生产, 变薄的光伏玻璃的制造成本和售价会出现相应明显的下降。目前, 市场上 2.5mm 的半钢化玻璃比 3.2mm 的钢化玻

璃价格低 10~12%，2.0mm 的半钢化玻璃比 3.2mm 的钢化玻璃的价格低 12~15%。从降本和尽快实现光伏发电全面“平价上网”的角度来看，光伏玻璃的减薄一定是个必然趋势。

（4）高功率组件促使玻璃大尺寸化

光伏行业逐渐形成共识，通过增大电池尺寸或增加电池数量来大幅度增加单个光伏组件的发电功率，可以明显降低电站的系统发电成本（BOS 成本），这比提高电池效率做起来更容易、效果也更明显。随着中环 210 电池片以及相对应的 500W 和 600W 组件的推出，由于其可以大幅度降低电站的 BOS 成本而引起市场的高度关注。为了对标 210 等尺寸，晶科、晶澳、隆基、阿特斯还联合了潞安、中宇等电池片厂家组成 182 联盟，试图统一尺寸标准。面对电池组件的高功率挑战，国内外大型组件厂已经计划采取增加单个组件电池数量的方式来应对。高功率大尺寸组件的竞争格局已经逐步显现。未来几年，大尺寸光伏玻璃的最大长度为 2500mm 左右、最大宽度为 1350mm 左右。

（5）双玻白釉背板技术成主流

组件电池片的片间和串间有 1~4mm 的间隙空间，这些间隙占光伏组件 3-10%的面积，照射到这些间隙的光直接穿透组件，很难被吸收或利用。

如果在这些缝隙中涂上高反射膜（高反射背玻），可以使太阳光二次反射到电池片上，增加了光线的利用率。

图表 30：各光伏玻璃厂双玻白釉背板产能统计

公司	钢化炉数目	月总产能 (万㎡)	月白釉背板出 货 (万㎡)	白釉背板占比 (%)
信义	30	2000	250	12.5
福莱特	28	1650	100	6.1
中建材-合肥	4	220		
中建材-宜兴	6	340	210	61.8
中建材-桐城	3	210	50	23.8
中建材-盛世	2	90	14	15.6
安彩	7	400	60	15.0
中航三鑫	7	300		
彩虹-合肥	10	500	40	8.0
彩虹-咸阳	3	50	14	28.0
南玻-吴江	4	240	40	16.7
南玻-东莞	6	250		
日盛达	3	150	30	20.0
亚玛顿	18	400	160	40.0
无锡海达	2	120	60	50.0
南京索尔	2	35	30	85.7
华美-常州	2	95	95	100.0
华美-焦作	2	40	30	75.0
索拉特、鸿协	5	285	165	57.9
合计	144	7375	1348	18.3

资料来源：公开资料，安彩高科、河南投资集团国资研究院整理

从上表可以看出，白釉玻璃背板约占各公司合计总产能的 18%，其中光伏玻璃寡头信义和福莱特仅占各自总产能的 9.5%，目前正在购买激光打孔机扩产中。根据光伏行业协会预测，2025 年双面组件约占市场份额的 60%以上，假设白釉玻璃背板

占双面组件的 80%，则可计算出到 2025 年白釉背板在市场上的总占有率约 48%，所以白釉玻璃背板的发展空间广阔。

（6）双层镀膜高透玻璃市场呈上升趋势

相较于常规的单层镀膜光伏玻璃，双层镀膜高透玻璃具有提高太阳光透过率和增强光伏玻璃的抗湿性能两大特点。目前双层镀膜透过率比单层透过率可增加 0.3，达到 94.4% 的透过率，在组件功率上可最多增加 2 瓦。国内售价比单次镀高 1 元每平方。

由于双次镀可以用较低的成本将组件的功率分档提升一档，增加组件的销售利润，故国内市场上各组件厂也开始使用双次镀进行小批量的测试和使用工作。

五、行业政策

1、政策综述

（1）2019 年成为行业里程碑的一年

2019 年上半年，可再生能源电力消纳保障机制、光伏发电指导价和全面竞争配置机制，无补贴平价政策等多项创新性的政策和关键机制出台并实施，旨在引导光伏发电加速实现全面平价为光伏发电等可再生能源电力提供持续增长的市场空间。

2019 年下半年，这些机制和政策开始实施的

阶段，竞价和平价政策已见成效。2020 年 1 月，煤电电价改革机制实施，国家调整了可再生能源电价和补贴政策，明确了存量项目、2020 年及以后新增项目的电价原则和补贴资金使用办法。这些机制和政策的出台和实施，一方面符合国家发展清洁能源的宏观政策环境和电力体制改革推进需要，另一方面也切合光伏发电行业发展形势、现实及未来发展需求。上述主要机制设计着眼于长远，很多机制在实现光伏发电完全平价上网后仍具备实施需求和条件。

（2）政策重视程度仍在加强

从近期宏观发展环境看，国家对光伏发电等可再生能源作为实现能源转型尤其是实现能源供应侧清洁转型重要抓手的战略方向没有变化，且重视程度在加强。有所转变的是发展方式，更加强调高质量发展，实现质量变革、效率变革和动力变革。从光伏发电项目建设政策角度来看，2019 年以来的政策和机制也充分表明推进产业和市场高质量发展这一方向，主要体现在几个方面：接网消纳是光伏项目建设的前置条件，重视土地、场地、屋顶的可利用性和合规性，继续实施光伏发电市场环境监测评价制度，强化实施全额保障性收购制度，控制光伏发电限电率和限电量不超指标规定要求等。

2、行业发展格局

(1) 竞价项目和平价项目的并行

2019 年开始国家规模化推进风光无补贴平价项目建设,明确了适用范围为 2019 年和 2020 年安排的项目,以及平价项目可享受 20 年购电协议、参与市场化交易、全额消纳、出售绿证等 8 项支持政策。2019 年对于需要国家电价补贴的项目,实施了以“市场导向、竞争配置、以收定支、分类管理、稳中求进”为总体思路的光伏发电项目建设机制。因此 2019 年为首个以竞价项目和平价项目为主并行的光伏发电市场年份。光伏扶贫方面,2019 年 4 月下达了“十三五”第二批光伏扶贫项目计划,总规模 167 万千瓦,加上之前的项目计划,基本实现光伏扶贫目标贫困户全覆盖,原则上应在 2019 年底前全容量并网的要求,使光伏扶贫电站在 2020 年实现全年发电,保障扶贫收益和效果。2020 年 2 月,财政部公布了第三批光伏扶贫项目资金补助目录,三批目录共计建设规模 2186 万千瓦,其中扶贫规模 1410 万千瓦。

(2) 市场导向的政策管理思路

2019 年光伏项目建设机制的设计是发挥市场在资源配置中的决定性作用,通过市场化手段,实现项目规模和布局配置以及确定各项目电价补贴

水平，提升补贴资金效率，充分体现了市场导向的政策管理思路。

具体实现方式是要求除光伏扶贫、户用光伏外，其余需要国家补贴的光伏发电项目原则上均须按照竞争配置方式，通过项目业主申报、竞争排序方式确定国家补贴项目及电价。竞争配置均由地方组织实施，把预期上网电价作为主要竞争条件，并符合国家光伏发电价格政策规定。地方竞争配置后确定的项目，参加国家统一排序。2020 年的政策也已明确，竞争配置工作的总体思路、项目管理、竞争配置方法按照 2019 年光伏发电项目竞争配置工作方案实行。

(3) “量入为出、以收定支”的补贴机制

2019 年用于新安排的户用光伏和补贴竞价光伏项目资金规模是 30 亿元，其中户用光伏 7.5 亿元，补贴竞价光伏 22.5 亿元（实际竞价完成后竞价项目的补贴资金需求为 17 亿元）。这部分电价补贴资金将来自于国家可再生能源发展基金中可再生能源电价附加 2019 年征收增量，以收定支的方式一方面使补贴来源更有保障，另一方面也将需要补贴的光伏发电市场规模由国家政策确定的方式，转变为以一定的年度补贴总规模为前提、诸多开发企业参与、由市场确定规模总量的方式。2020 年

用于新安排的户用光伏和补贴竞价光伏项目资金规模是 15 亿元，其中户用光伏 5 亿元，补贴竞价光伏 10 亿元，补贴资金虽然较 2019 年降低一半，但考虑到光伏组件和其他设备价格下降，光伏发电项目初始投资和成本有所降低，预期实际支持的规模可能与 2019 年相当，在消纳能力足够、竞价激烈情况下甚至可能增加。

（4）推进无补贴平价项目建设

为推动企业积极开发无补贴平价项目，国家政策明确 2019 年和 2020 年安排的无补贴平价项目可以享受 8 项支持政策。国家能源局《关于 2020 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》（国能发新能〔2020〕17 号）文件对 2020 年光伏平价项目新增了一项时间上的要求，即项目应在 2020 年底前能够备案且开工建设。此外，根据财建〔2020〕4 号文件，对于自愿转为平价项目的存量项目，财政、能源主管部门将在补贴优先兑付、新增项目规模等方面给予政策支持。

（5）“三步走”的平价实现路径

第一步是示范阶段，即 2017-2018 年，国家能源局启动了陆上风电平价项目示范和大型无补贴平价基地项目建设，光伏发电方面，除了户用光伏外，能够有一定电量“自发自用”比例的分布式光

伏在 2018 年前后没有度电补贴情况下已具备经济性。

第二步是规模推广阶段,即 2019-2020 年无补贴平价项目建设。

第三步是全面平价阶段,目前已经明确新安排陆上风电项目自 2021 年起全面去补贴和实现平价,根据当前行业发展形势以及近期光伏技术进步和产业升级动态,光伏成本还有下降空间,“十四五”初期光伏发电也具备全面平价的条件。因此,按照平价路径,2020 年是重要时期,需要实现规模推广目标,为其后全面平价阶段打下基础。

六、行业面临问题、机遇和挑战

1、面临问题

(1) 双反等贸易摩擦对行业影响依然存在

双反、双循环等对光伏及玻璃行业的影响目前我国光伏产业遭遇了来自美国、印度等国家制定的一系列贸易壁垒。我国大多数光伏企业,尤其是一些头部企业依然依赖于国外市场。随着平价上网、“双循环”等政策刺激下国内光伏市场占比提升,市场结构稍微有所好转,而且由于我国极低的制造成本,即使在设置诸多关税的情况下也能保持很好的竞争优势,但受贸易摩擦的影响依然存在,企业还需合理布局海外市场。

（2）产业链集中度低，规模化程度不高

太阳能产业是一个典型的高投入、高产出、高收益的技术驱动型行业。目前，从整个行业发展状况看，中国太阳能产品总产量居于世界前列，但产业链某些环节，尤其是产业进入门槛较低的产业链下游企业数量最多，产业集中度低，离产业规模化尚有距离，规模效应不明显，导致整体产品附加值低、竞争力不足、产业利润薄弱。

（3）产业链各环节技术参差不齐

我国光伏太阳能技术整体水平不高，缺乏资助创新能力，核心技术多依赖国外。从光伏产业链各环节上来看，技术参差不齐，产业链发展不平衡。先进的光伏技术研发进展较慢，高效、低成本、环境友好的光伏技术有待进一步突破。上游晶体硅材料生产技术水平较低，中端太阳能电池制造技术自主创新能力不高，下游光伏发电集成应用于国外相当。生产硅基太阳能电池乃至部分薄膜太阳能电池的关键设备均依赖进口。

（4）行业标准不一，有待政府规划

目前，我国太阳能制造业缺乏统一的行业标准。很多光伏制造企业在技术实力、管理能力、品质意识、产业规模上层次较低，造成太阳能产业链各企业制造标准差异较大。需要加快建立光伏产品和发

电系统的技术标准和质量认证制度,将一些行业领导者企业的标准及时转化为国家强制性标准,并积极参与国际相关标准的制定。

(5) 产业发展无序,投资严重盲目

目前,由于光伏太阳能产业链部分环节进入门槛低,面对国际市场需求的飞速增长,大量投资者纷纷盲目投资、重复建设,造成产能过剩,恶性竞争、资源浪费、环境污染等现象。

2、行业机遇

(1) 未来 30 年,全球光伏市场装机空间巨大

光伏累计装机在过去 20 年里实现了 45%的复合增速,并成为了全球新增装机中占比最高的能源类型。但从存量来看,截止 2018 年全球光伏装机的占比仅为 7%,用电量占比仅为 2%,一次能源结构占比不足 1%,光伏装机还将有巨大需求。根据国际能源署预测,2050 年光伏新增装机预计为 372GW;若按照 2050 年光伏满足 25%的用电总需求,光伏累计装机续超过 10000GW,按 20-25 年寿命折算的年更换需求即可达 400-500GW,叠加新增装机预计可达上千 GW,30 年复合增速可达 8%;2050 年的总装机量相比 2019 年底 580GW 总装机规模,将有 10 倍以上的装机空间。

(2) 十四五期间预计装机总量增加一倍

2016 年 11 月 7 日，国家能源局发布电力发展“十三五”规划(2016-2020 年)，其中要求到 2020 年，太阳能发电装机达到 1.1 亿千瓦以上，其中光伏发电 1.05 亿千瓦以上、光热发电 0.05 亿千瓦。实际上，截至 2017 年底，我国光伏装机就已经达到了 1.3 亿千瓦，提前三年完成“十三五”规划；截止至 2019 年底，我国光伏发电装机达到了 2.04 亿千瓦；到 2020 年底，整个“十三五”总装机将实现比原计划的 1.05 亿千瓦翻番。国家发改委能源研究所研究员王斯成在《光伏发电“十四五”规划畅想》中指出，未来 30 年光伏装机年平均将达到 50GW。那么按此计算，整个“十四五”期间，光伏新增装机将达到 2.5 亿千瓦，总装机累计或将达到 5 亿千瓦。这意味着在“十四五”期间，光伏产业将用 5 年时间，完成过去 20 年的装机总量，产业机会巨大。

(3) 平价上网催生新的光伏市场增量

光伏经济性已经得到验证，成为近 10 年成本下降速度最快的发电类型。2019 年光伏全球平均度电成本已降至 4 美分/kWh，光伏发电已经成为诸多地区成本最低的新增能源之一。按照国内组件成本和电站成本分别 1.58 元/瓦、3.9 元/瓦及各地燃煤标杆电价测算，我国近 80%的地区能够实现平

价经济性，收益率达到 8%以上。2019 年，国家首次全面推动无补贴的风力和光伏发电平价项目，全国纳入 2019 年第一批平价上网名单的项目共计 250 个。预计随着全面平价上网的快速推进，光伏装机成长空间被进一步打开，实际增速或将超预期。

3、行业挑战

（1）应收账款周转率回升，仍应加强防控

根据光伏上市公司板块资料统计，2019 年该板块应收账款 514.75 亿元，应收账款周转率为 4.14，高于 2018 年 3.53 的水平，板块收入质量显著提升，显示了行业对于回款和风险的重视程度，应收账款的管理能力变强。但在光伏企业快速迭代的背景下，仍需加强企业的回款风险防控，挑选行业的优质企业进行合作。

（2）需更加聚焦主业，关注长期利益

光伏行业随着政策补贴的退出和技术革新降价，产业链的单位毛利不断压缩，部分头部企业陆续通过垂直一体化整合获得更多环节的盈利。但在光伏行业中，由于硅片、电池、组件等环节的技术更新仍旧没有停止，全产业链承受的技术路线风险会大大高于专注于某一环节的专业化厂商，因此不少光伏企业更倾向于选择走“专业化”道路。专业化生产厂商需更加聚焦主业，关注长期利益，坚持

做自己擅长的，坚持产业链的分工合作与协同发展，从而获得更多收益。

（3）技术迭代加快，需更加注重技术创新

回顾整个光伏产业发展历程，每一次技术革新都带来了系统成本的大幅下降和装机规模的显著增长。当前 PERC+等技术创新仍将推动光伏的进一步降本。以 182-210mm 大硅片、HJT 异质结太阳能电池、超薄大尺寸光伏玻璃等为代表的光伏技术可能颠覆原有的旧产能，加速光伏行业的平价化。



编辑部：河南投资集团国资研究院，战略发展部

联系电话：0371-69158059