

推荐 (维持)

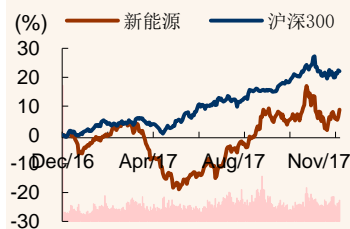
# 补贴温和下降，竞价制度加速平价进程

2017年12月24日

## 光伏系列报告之 (十一)

上证指数	3297
行业规模	占比%
股票家数 (只)	35 1.0
总市值 (亿元)	4256 0.8
流通市值 (亿元)	3160 0.7

行业指数			
%	1m	6m	12m
绝对表现	-4.2	25.0	8.7
相对表现	-0.1	12.1	-12.9



资料来源: 贝格数据、招商证券

### 相关报告

- 1、《电力设备与新能源行业 2018 年度投资策略——技术进步促进能源变革，工程师公司加快崛起》2017-11-22
- 2、《光伏行业系列报告之 (十): 金刚线切割快速普及，显著降低光伏发电成本》2017-11-13
- 3、《光伏系列报告之 (九)——市场化交易摆脱单一客户风险，分布式将大发展》2017-11-12

### 游家训

021-68407937  
youjx@cmschina.com.cn  
S1090515050001

### 陈术子

chenshuzi@cmschina.com.cn  
S1090516080001

随着光伏的成本下降，未来补贴的退出是必然趋势。此次补贴下调中，地面电站下调 0.1 元/kWh，分布式下调 0.05 元/kWh，扶贫项目补贴保持不变。在不考虑成本的下降的情况下，分布式 IRR 将下降 2.5%-5%，地面电站 IRR 下降 4%-9% (考虑不同发电小时数)，扶贫项目 IRR 维持高位。同时以 PERC 为代表的一系列新技术的出现将会推动行业的成本持续下降，未来 3-5 年光伏将实现平价上网，需求空间无需担忧。

- **补贴下调幅度低于预期，行业整体回报率维持高位:** 经测算，补贴下调使得分布式 IRR 下降 2.5%-5%，地面电站 IRR 下降 4%-9%，系统成本仅需分别下降 0.25-0.50 元/瓦和 0.75-1.00 元/瓦即可弥补此下降幅度，行业整体回报仍维持高位。
- **预计 18 装机需求持续增长:** 收益率明年整体维持高位，在考虑政策可能会产生两次抢装等影响下，预计 18 年国内装机大概率超 17 年。同时 18 年全球将有 13 个国家年光伏装机量超过 1GW，较 17 年有大幅提高，海外装机量将会有明显增长，明年全年需求将会维持靓丽水平。
- **竞价政策推动行业加速平价:** 竞价机制的实行，加快补贴退出速度，促进行业快速向平价发展。在竞价制度的驱使下，德国、日本、印度 Fit 相继下调甚至退出，同时秘鲁、墨西哥、智利、迪拜等小国已基本实现平价。中国以领跑者计划为先发，以价格竞争为主线，加速行业平价。
- **以 PERC 为代表的技术进步推动成本持续下降:** 光伏行业的核心是技术进步推动成本下降，最终实现平价上网。PERC 技术仅在增设两台设备的情况下，提高效率 1% 以上的提升，2018 年 PERC 技术将成为标配。未来，高效电池片将成为主流，黑硅、MWT、HIT、IBC 的技术的运用将持续推动成本下降。
- **投资建议: 强烈推荐制造龙头通威股份，隆基股份，晶盛机电，分布式标的: 林洋能源，正泰电器，阳光电源，太阳能。**
- **风险提示: 电网对新政策的执行力度不够，2017 年装机透支程度较大**

### 重点公司主要财务指标 (2017/12/22 日收盘价)

	股价	16EPS	17EPS	18EPS	17PE	18PE	PB	评级
隆基股份	31.99	0.85	1.32	1.81	24.2	17.7	5.73	强烈推荐-A
通威股份	10.07	0.32	0.54	0.66	18.7	15.3	3.04	强烈推荐-A
晶盛机电	17.36	0.23	0.43	0.65	40.2	26.6	4.98	强烈推荐-A
中来股份	42.00	0.92	2.21	3.20	19.0	13.1	6.50	审慎推荐-A
正泰电器	24.93	1.31	1.29	1.54	19.3	16.2	2.79	审慎推荐-A
阳光电源	19.41	0.41	0.64	0.83	30.3	23.4	4.1	强烈推荐-A
林洋能源	10.15	0.28	0.41	0.64	24.6	15.9	2.1	强烈推荐-A
太阳能	6.01	0.53	0.30	0.37	20.3	16.2	1.5	未有评级
保利协鑫能源	1.34	0.11	0.11	0.13	9.99	8.65	0.99	未有评级

资料来源: 公司数据、招商证券

## 正文目录

一、补贴降幅较低，行业平稳增长可期.....	6
1. 补贴下调低于预期，行业整体回报率维持高位 .....	6
2. IRR 收益率整体维持高位 .....	7
2.1. 分布式电价超越地面电站，“自发自用”将成为主流 .....	7
2.2 补贴下调不及预期，IRR 下降幅度较小 .....	8
3. 系统成本下降成趋势 .....	9
二、光伏装机需求稳步上升，2018 或将迎来行业增长 .....	11
1. 2017 国内装机远超预期，明年需求增长 .....	11
2. 2020 年平价上网，行业稳态逐步形成 .....	12
3. 海外市场稳定而持续的增长 .....	13
3.1 全球光伏发展迅速 .....	13
3.2 大国光伏稳中有增 .....	14
3.3 新兴国家爆发式增长 .....	17
三、政策从 FIT 向竞价转变，依靠企业竞争加速平价 .....	18
1. 补贴退出已具备条件，竞价机制将成为主导 .....	18
2. 用户侧平价已经实现，预计全球市场容量可达 300-500GW .....	19
3. 竞价政策加速平价进程，部分地区已经实现平价 .....	19
3. 领跑者推动平价进程 .....	23
四、技术进步将推动行业的成本持续下降 .....	27
1. 以 PERC 为代表的新技术出现，成本继续下降 .....	27
1.1 设备增加有限，更新成本低 .....	27
1.2 PERC 电池效率提升明显 .....	27
1.3 PERC 打开效率天花板，成本优势凸显 .....	28
2. 高效电池成为将成为主流，技术进步带来成本持续下降 .....	30

## 图表目录

图 1: 中国及全球累计光伏装机量 (GW)	11
图 2: 中国光伏累计装机结构	11
图 3: 系统成本下降	12
图 4: 中国用户侧电价情况 (元/kWh)	12
图 5: 全球光伏需求 (分地区) (GW)	14
图 6: 全球光伏装机需求预测 (GW)	14
图 7: 美国 LCOE 降低, 提前完成 2020 年 Sunshot 计划目标	15
图 8: 美国光伏装机量 (截至 2017Q3)	15
图 9: 美国光伏装机预测 (MW)	15
图 10: 美国设备价格 (\$/W)	16
图 11: 日本光伏装机预测 (MW)	16
图 12: 德国光伏装机预测 (MW)	16
图 13: 印度光伏装机预测 (MW)	17
图 14: 印度屋顶光伏装机量 (MW)	17
图 15: 拉丁美洲光伏装机预测 (GW)	18
图 16: 拉美各国未来光伏市场需求例预测	18
图 17: 光伏产业链	18
图 18: 光伏产业链各环节成本下降路径	19
图 19: 组件价格下降速度 (美元/瓦)	19
图 20: 光伏度电成本快速下降, 逼近水电、火电	19
图 21: 各国上网电价降价路线图	20
图 22: 德国 FIT 下调路线图	21
图 23: 德国光伏系统成本下降路径	21
图 24: 德国光伏新增装机量	21
图 25: 日本光伏年新增装机容量	22
图 26: 日本新能源中, 光伏占比近 90%	22
图 27: 印度光伏项目竞标报价 (卢比/kWh)	23
图 28: 印度新增装机容量 (GW)	23
图 29 中国光伏领跑者竞价机制发展历程	25

图 48: 背面钝化和激光开槽是 PERC 电池所增加的两项工序 ..... 27

表 1: 地面电站补贴下调 0.1 元/kwh, 分布式补贴下调 0.05 元/kwh, 扶贫补贴不变.. 6

表 2: 不同项目类型执行的电价 ..... 7

表 3: 2018 年分布式光伏余电上网、全额上网、扶贫上网电价 ..... 7

表 4: 分布式电价开始超越地面电价 ..... 7

表 5: 补贴下降后, 居民户用分布式 IRR 下降幅度 ..... 8

表 6: 补贴下降后, 工商业分布式 IRR 下降幅度 ..... 8

表 7: 补贴下调后, 地面电站 IRR 下降幅度 ..... 9

表 8: 分布式 IRR 下降比例小于地面电站 ..... 9

表 9: 地面电站系统成本下降约 0.7 元/W, 可抵消补贴下降带来的 IRR 下降 ..... 9

表 10: 分布式系统成本下降约 0.25 元/W, 可抵消补贴下降带来的 IRR 下降 ..... 10

表 11: 不同资源区达到相同收益时的投资下调幅度 ..... 10

表 12: 指标发放情况和建设情况分析 ..... 12

表 13: 全球 GW 级国家预测 ..... 13

表 14: 美国 ITC 执行计划 ..... 15

表 15: 主要国家光伏竞价上网政策 ..... 20

表 16: 德国光伏竞价上网中标价与 FIT 对比 ..... 21

表 17: 日本新并网 FIT 价格变化表 ..... 22

表 18: 日本不断下调的 FIT 价格 ..... 22

表 19: 光伏项目竞价情况 ..... 23

表 20: 第二批领跑者项目招标情况分析 ..... 24

表 21: 降低 FIT 和实行竞价上网政策 ..... 25

表 17: PERC 电池效率明显提高 ..... 27

表 21: PERC 电池效率提升时序图 ..... 28

表 18: 效率提升导致电池片环节非硅成本下降测算 (未考虑装备与辅材价格下降) 28

表 19: ALD 技术使钝化膜更薄 ..... 29

表 22: ALD 和 PECVD 的 TMA 消耗量对比 ..... 29

表 20: ALD 技术引进导致电池片环节非硅成本下降测算 (未考虑装备与辅材价格下降) ..... 29

表 21: PERC 效率提升和 ALD 技术引进导致电池片环节非硅成本下降测算 ..... 29

---

表 22: 高效组件对 BOS (光伏系统中非组件的部分) 成本节省估算 (未考虑装备与辅材价格下降) .....	30
表 24: 各种晶硅电池平均转换效率预测.....	30
表 25: 高效电池片将逐渐成为市场主流.....	30

## 一、补贴降幅较低，行业平稳增长可期

### 1. 补贴下调低于预期，行业整体回报率维持高位

**补贴下调政策落地：**2017年12月22日，发改委下发《国家发展改革委关于2018年光伏发电项目价格政策的通知》，主要内容如下：

一、2018年1月1日之后投运的光伏电站标杆上网电价，Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类资源区标杆上网电价分别调整为每千瓦时0.55元、0.65元、0.75元（含税）。

二、2018年1月1日以后投运的、采用“自发自用、余量上网”模式的分布式光伏发电项目，全电量度电补贴标准降低0.05元，即补贴标准调整为每千瓦时0.37元（含税）。采用“全额上网”模式的分布式光伏发电项目按所在资源区光伏电站价格执行。

三、村级光伏扶贫电站（0.5兆瓦及以下）标杆电价、户用分布式光伏扶贫项目度电补贴标准保持不变。

**表 1：地面电站补贴下调 0.1 元/kwh，分布式补贴下调 0.05 元/kwh，扶贫补贴不变**

资源区	光伏电站标杆上网电价		分布式发电度电补贴标准		各资源区所包括地区
	普通电站	村级光伏扶贫电站	普通项目	分布式光伏扶贫项目	
Ⅰ类资源区	0.55	0.65	0.37	0.42	宁夏，青海海西，甘肃嘉峪关、武威、张掖、酒泉、敦煌、金昌，新疆哈密、塔城、阿勒泰、克拉玛依，内蒙古除赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔以外地区
Ⅱ类资源区	0.65	0.75			北京，天津，黑龙江，吉林，辽宁，四川，云南，内蒙古赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔，河北承德、张家口、唐山、秦皇岛，山西大同、朔州、忻州、阳泉，陕西榆林、延安，青海、甘肃、新疆除Ⅰ类外其他地区
Ⅲ类资源区	0.75	0.85			除Ⅰ类、Ⅱ类资源区以外的其他地区

资料来源：国家发改委，招商证券

- 注：
- 1、西藏自治区光伏电站标杆电价为 1.05 元/千瓦时。
  - 2、2018 年 1 月 1 日以后纳入财政补贴年度规模管理的光伏电站项目，执行 2018 年光伏发电标杆上网电价。
  - 3、2018 年以前备案并纳入以前年份财政补贴规模管理的光伏电站项目，但于 2018 年 6 月 30 日以前仍未投运的，执行 2018 年标杆上网电价。
  - 4、2018 年 1 月 1 日以后投运的分布式光伏发电项目，按上表中补贴标准执行。

表 2: 不同项目类型执行的电价

项目类型	条件	电价	备注
1) 普通光伏电站 2) 集中式光伏扶贫电站 3) 地面分布式 (农光、渔光等)	1) 进入 2017 年全国 14.4GW 的规模指标盘子; 2) 2018 年 1 月 1 日前备案; 3) 2018 年 6 月 30 日前并网运行。	2017 年旧电价	要抢 630
	不满足上述任何一条	2018 年新电价	
屋顶分布式光伏项目	2018 年 1 月 1 日前并网运行	2017 年旧电价	要抢 1231
户用光伏电站	2018 年 1 月 2 日后并网运行	2018 年新电价	
村级光伏扶贫电站 (<=0.5MW)	到 2018 年底	2017 年旧电价	不用抢

资料来源: 智汇光伏, 招商证券

说明: 为简化说明, 表中“2017 年旧电价”是指 0.65/kWh、0.75 元/kWh、0.85 元/kWh 和 0.42 元/kWh; “2018 年新电价”是指 0.55 元/kWh、0.65 元/kWh、0.75 元/kWh 和 0.37 元/kWh。

## 2. IRR 收益率整体维持高位

### 2.1. 分布式电价超越地面电站, “自发自用” 将成为主流

**分布式电价将全面超越地面电站, 成为主要盈利增长点:** 2018 年, 分布式电价开始超越地面电站, 除西北和华北地区外, 在其他地区分布式余量上网电价已经均超过 0.74 元/W; 而扶贫项目中, 除西北地区外, 其余所有地区分布式电价均超过 0.75 元/W, 局部地区甚至超过 0.85 元/W。分布式将成为未来 2-3 年的主要盈利增长点。

**将成为分布式主力:** 在分布式内部, 2018 年余量上网的电价平均比全额上网电价高 0.05 元/W, “自发自用、余量上网” 的模式将成为分布式主流。

表 3: 2018 年分布式光伏余电上网、全额上网、扶贫上网电价

地区	最新燃煤标杆上网电价	余量上网电价 (不含户用扶贫)	全额上网电价 (不含户用扶贫)	余量上网与全额上网电价差	余量上网电价 (户用扶贫)	全额上网电价 (户用扶贫)
华东	0.4041	0.7741	0.7500	0.0241	0.8241	0.8500
华南	0.4242	0.7942	0.7500	0.0442	0.8442	0.8500
华北	0.3506	0.7206	0.6864	0.0343	0.7706	0.7864
华中	0.4331	0.8031	0.7500	0.0531	0.8531	0.8500
西南	0.3712	0.7412	0.7700	0.0412	0.7912	0.8500
东北	0.3740	0.7440	0.6500	0.0940	0.7940	0.7500
西北	0.3191	0.6891	0.6167	0.0676	0.7391	0.7167
平均	0.3823	0.7523	0.7104	0.0512	0.8023	0.8076

资料来源: 北极星太阳能光伏网, 招商证券

表 4: 分布式电价开始超越地面电价

	分布式		地面电站		
	余量上网	全额上网	一类资源区	二类资源区	三类资源区
不含户用扶贫	0.7523	0.7104	0.55	0.65	0.75
户用扶贫	0.8023	0.8076	0.65	0.75	0.85

资料来源: 招商证券

## 2.2 补贴下调不及预期，IRR 下降幅度较小

分布式：尽管补贴下降，但分布式 IRR 下降幅度较小：

(1) 居民用分布式：据测算，当分布式补贴下降 0.05 元/kwh 时，在不同系统成本和发电小时数的情况下，分布式电站 IRR 普遍下降 2.6 至 4.3 个百分点。

(2) 工商业分布式：据测算，当分布式补贴下降 0.05 元/kwh 时，在不同系统成本和发电小时数的情况下，分布式电站 IRR 普遍下降 2.9 至 4.3 个百分点。

表 5：补贴下降后，居民户用分布式 IRR 下降幅度

分布式类型 资源区	居民户用分布式					
	一类资源区		二类资源区		三类资源区	
时间	补贴下降前	补贴下降后	补贴下降前	补贴下降后	补贴下降前	补贴下降后
发电小时数	1600	1600	1350	1350	1100	1100
系统成本	6	6	6	6	6	6
用户电价(元/度)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
自发自用比例	80%	80%	80%	80%	80%	80%
补贴(仅考虑国家,	0.42	0.37	0.42	0.37	0.42	0.37
脱硫脱硝电价(元/	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
贷款比例	70%	70%	70%	70%	70%	70%
贷款利率	4.90%	4.90%	4.90%	4.90%	4.90%	4.90%
IRR	40.80%	36.50%	29.00%	25.40%	17.60%	15.00%
<b>IRR 下降幅度</b>	<b>4.30%</b>		<b>3.60%</b>		<b>2.60%</b>	

资料来源：招商证券

表 6：补贴下降后，工商业分布式 IRR 下降幅度

分布式类型 资源区	工商业分布式					
	一类资源区		二类资源区		三类资源区	
时间	补贴下降前	补贴下降后	补贴下降前	补贴下降后	补贴下降前	补贴下降后
发电小时数	1600	1600	1350	1350	1100	1100
系统成本	6	6	6	6	6	6
用户电价(元/度)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
自发自用比例	90%	90%	90%	90%	90%	90%
补贴(仅考虑国家,	0.42	0.37	0.42	0.37	0.42	0.37
脱硫脱硝电价(元/	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
贷款比例	70%	70%	70%	70%	70%	70%
贷款利率	4.90%	4.90%	4.90%	4.90%	4.90%	4.90%
IRR	63.10%	58.80%	47.60%	43.90%	32.20%	29.30%
<b>IRR 下降幅度</b>	<b>4.30%</b>		<b>3.70%</b>		<b>2.90%</b>	

资料来源：招商证券

地面电站：标杆价下调，IRR 下降幅度大于分布式下降幅度。

根据测算，当各区域标杆价下降 0.1 元/kwh，在不同系统成本和发电小时数的情况下，地面电站 IRR 普遍下降 5.2 至 7.7 个百分点。



表 7: 补贴下调后, 地面电站 IRR 下降幅度

电站类型 资源区	地面电站					
	一类资源区		二类资源区		三类资源区	
时间	补贴下降前	补贴下降后	补贴下降前	补贴下降后	补贴下降前	补贴下降后
发电小时数	1600	1600	1350	1350	1100	1100
标杆电价(元/度)	0.65	0.55	0.75	0.65	0.85	0.75
系统成本	6	6	6	6	6	6
自发自用比例	90%	90%	90%	90%	90%	90%
脱硫脱硝电价(元/	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
贷款比例	70%	70%	70%	70%	70%	70%
贷款利率	4.90%	4.90%	4.90%	4.90%	4.90%	4.90%
IRR	20.90%	13.20%	19.40%	12.90%	15.50%	10.30%
<b>IRR 下降幅度</b>	<b>7.70%</b>		<b>6.50%</b>		<b>5.20%</b>	

资料来源: 招商证券

表 8: 分布式 IRR 下降比例小于地面电站

电站类型	分布式		地面电站
	居民用	工商业	
IRR 下降幅度	2.6%-4.3%	2.9%-4.3%	5.2%-7.7%

资料来源: 招商证券

### 3. 系统成本下降成趋势

集中式系统成本需下降 0.7 元/W: 根据测算, 在不同发电小时数下, 系统成本大约降低 0.7 元/W, 便可以抵消补贴下降带来的 IRR 下降的负面影响。

表 9: 地面电站系统成本下降约 0.7 元/W, 可抵消补贴下降带来的 IRR 下降

		系统成本								
		3.2	3.55	3.9	4.25	4.6	4.95	5.3	5.65	6
情况一、发电小时数: 1200 小时										
标杆 电价	0.85	67.54%	57.37%	49.02%	41.97%	36.07%	31.07%	26.74%	23.01%	19.78%
	0.75	55.42%	46.39%	38.98%	32.89%	27.77%	23.43%	19.77%	16.62%	13.89%
	0.65	43.20%	35.43%	29.17%	23.99%	19.75%	16.20%	13.20%	10.64%	8.41%
	0.55	31.17%	24.77%	19.72%	15.66%	12.35%	9.60%	7.27%	5.24%	3.44%
情况二、发电小时数: 1400 小时										
标杆 电价	0.85	84.83%	72.88%	63.13%	55.01%	48.08%	42.10%	36.97%	32.52%	28.61%
	0.75	70.58%	60.10%	51.55%	44.28%	38.17%	33.00%	28.55%	24.68%	21.34%
	0.65	56.43%	47.31%	39.82%	33.65%	28.48%	24.09%	20.39%	17.22%	14.48%
	0.55	42.19%	34.54%	28.37%	23.31%	19.18%	15.73%	12.84%	10.39%	8.27%
情况三、发电小时数: 1600 小时										
标杆 电价	0.85	102.24%	88.50%	77.27%	67.94%	60.06%	53.32%	47.40%	42.20%	37.66%
	0.75	85.85%	73.80%	63.95%	55.77%	48.80%	42.76%	37.58%	33.09%	29.15%
	0.65	69.56%	59.19%	50.71%	43.51%	37.48%	32.37%	27.97%	24.16%	20.88%
	0.55	53.41%	44.55%	37.34%	31.42%	26.45%	22.28%	18.78%	15.79%	13.23%

资料来源: 招商证券

分布式系统成本仅需下降 0.25 元/W: 根据测算, 在不同发电小时数的情况下, 分布式系统成本仅需下降 0.25 元/W, 就可以抵消补贴下降带来的 IRR 下降的负面影响。

表 10: 分布式系统成本下降约 0.25 元/W, 可抵消补贴下降带来的 IRR 下降

		系统成本								
		5	5.125	5.25	5.375	5.5	5.625	5.75	5.875	6
情况一、发电小时数: 1000 小时										
补贴	0.42	38.33%	36.53%	34.83%	33.22%	31.69%	30.23%	28.83%	27.49%	26.22%
	0.37	35.12%	33.42%	31.81%	30.29%	28.82%	27.42%	26.10%	24.85%	23.65%
情况二、发电小时数: 1200 小时										
补贴	0.42	53.23%	51.06%	48.97%	46.97%	45.07%	43.27%	41.54%	39.90%	38.33%
	0.37	49.32%	47.22%	45.22%	43.33%	41.52%	39.81%	38.17%	36.61%	35.12%
情况三、发电小时数: 1400 小时										
补贴	0.42	68.00%	65.47%	63.06%	60.77%	58.59%	56.50%	54.51%	52.60%	50.76%
	0.37	63.47%	61.05%	58.76%	56.57%	54.48%	52.49%	50.57%	48.71%	46.93%

资料来源: 招商证券

地面电站总投资预期为 5.1-5.3 元/W 以下, 分布式为 5.75 元/W 以下: 据测算, 地面电站如果要达到补贴前收益率水平(14%), 总投资需要下降 0.7-0.9 元/W, 总投资预期为 5.1-5.3 元/W 以下; 分布式若要达到补贴前收益率水平, 总投资需要下降 0.25-0.3 元/W, 总投资预期为 5.75 元/W 以下。

表 11: 不同资源区达到相同收益时的投资下调幅度

地面电站	测算的年发电小时数	达到原收益率(14%)时的总投资预期	总投资下降
一类资源区	1400	5.3 元/瓦以内	下降 0.7-1.0 元/瓦
二类资源区	1200	5.2 元/瓦以内	
三类资源区	1100	5.1 元/瓦以内	
分布式	测算的年发电小时数	达到原收益率总投资预期	总投资下降
一类资源区	1400	5.75 元/瓦以内	下降 0.25-0.3 元/瓦
二类资源区	1200	5.75 元/瓦以内	
三类资源区	1100	5.75 元/瓦以内	

资料来源: 能源局, 招商证券

## 二、光伏装机需求稳步上升，2018 或将迎来行业增长

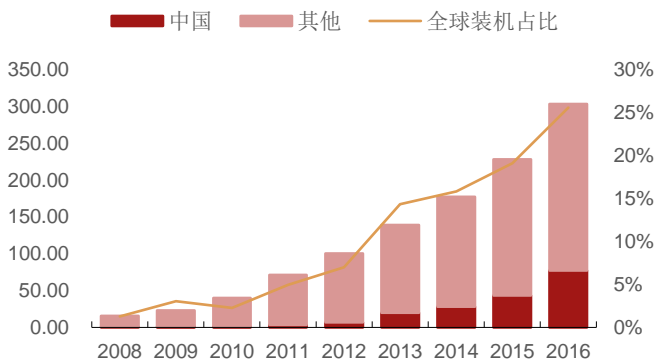
### 1. 2017 国内装机远超预期，明年需求增长

**2017 年光伏装机远超预期，中国新增装机领跑全球：**得益于 630 补贴退坡引发的抢装、扶贫项目与分布式的发展，2017 年国内装机快速增长。仅 1-7 月新增光伏装机达到 36GW，比去年同期增加 13.66GW。前九个月，国内新增装机量达到 43GW，装机规模远超预期。无论是总量还是增量，中国都领跑全球市场。

**17 年分布式光伏快速发展：**我国分布式光伏累计装机从 2011 年仅有的 0.5GW 增长到 2016 年 10.32GW。2016 年我国光伏累计装机容量为 77.42GW，分布式累计装机占比 13%，远超居民户用分布式 0.33% 以及商业分布式 6.56%。

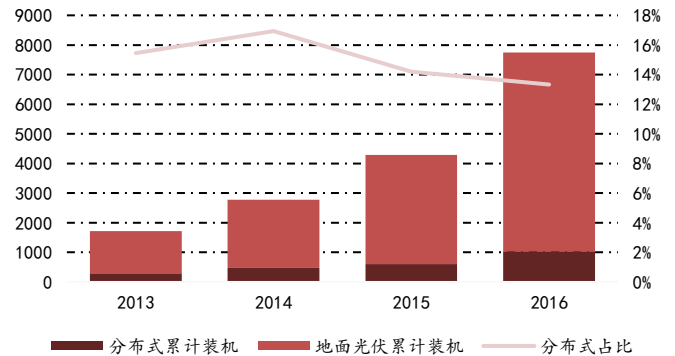
分布式的快速发展的得益于系统成本的下降：分布式光伏成本中组件成本占比超过 50%，严重影响系统成本。组件成本今年出现明显下降，从去年 0.55 美元/瓦下降到今年 0.34 美元/瓦，下降幅度达到 38.4%。系统成本下降推动回报率上升，分布式光伏进入加速发展阶段。

图 1：中国及全球累计光伏装机量 (GW)



资料来源：Wind，招商证券

图 2：中国光伏累计装机结构



资料来源：Wind，招商证券

**政策引导需求，未来有望高位稳定：**大环境突出环保，全球降低碳排放的诉求度提升，新能源如风电、光伏等发展潜力巨大。为实现巴黎协定承诺，我国大规模推行清洁能源。国家能源局《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》未来四年合计指引装机 86.5GW，18 年仅十三五装机指引为 21.9GW。外加格栅自行安排新增装机，预计明年装机达到 40-50GW。

**分布式发展空间大，工商业屋顶或成主力：**根据调研数据，目前建成的分布式中，工商业屋顶达到 40%。工商业屋顶资源充沛，未来发展空间巨大。比照日本和德国，我国分布式空间在 270GW 以上。我国分布式光伏虽发展快，但占光伏装机总量比例较小，2016 年，真正属于分布式的光伏项目仅占 7% 不到。除此，隔墙售电为分布式提供了更多的可能性。《关于开展分布式发电市场化交易试点的通知》的发布，市场化售电有望展开，交易机制健康发展有益分布式长期发展。

表 12: 指标发放情况和建设情况分析

指标发放情况	2014	2015	2016	2017	2018E
普通地面电站	600	1680	1790	1440	1390
2014 年之前分布式指标	800				
扶贫电站 (非用户侧)			298		
增补		530	1000		
扶贫电站 (村级)		150	218		300
领跑者		100	550	800	800
合计	1400	2460	3856	2240	2490

建设情况	2014	2015	2016	2017	2018E
分布式	205	139	274	1782	2000
普通地面电站	1060	1374	3030	2702	2830
其中不设限地区			95	100	120
扶贫电站 (村级)			150	218	300
扶贫电站 (非用户侧)				298	
领跑者			100	400	700
合计	1265	1513	3649	5202	5950

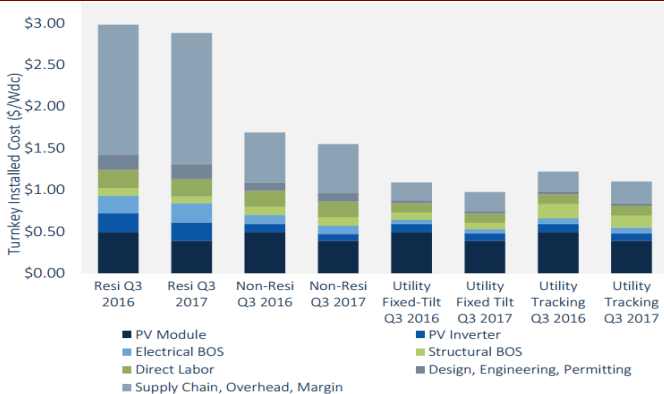
资料来源: 能源局, 招商证券

## 2. 2020 年平价上网, 行业稳态逐步形成

**受益于系统性成本下降, 度电成本快速下降:** 随着系统成本的快速下降, 发电成本也快速下降, 根据我们测算, 系统成本每下降 0.5 元/W, 度电成本能够下降 0.04-0.06 元/kWh, 伴随系统性成本的降低, 目前, 光伏度电成本下降至 0.5-0.6 元/kWh。

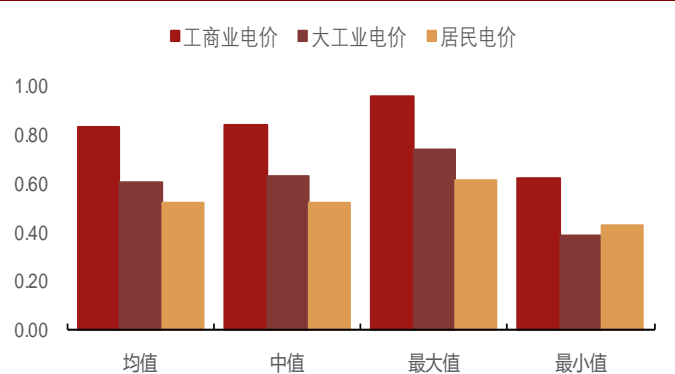
**2020 年向平价上网迈进, 逐步形成行业稳态:** 中国居民电价、大工业电价和工商业电价中值分别约 0.52、0.64 和 0.84 元/kWh, 光伏目前的成本已经在大部分情况下实现了平价上网, 出现了明显的内生性。2020 年平价上网目标可能提前实现。平价上网后, 光伏行业稳态形成, 预计之后行业整体增长更加稳定。

图 3: 系统成本下降



资料来源: GTM, 招商证券

图 4: 中国用户侧电价情况 (元/kWh)



资料来源: 招商证券

### 3. 海外市场稳定而持续的增长

#### 3.1 全球光伏发展迅速

**全球光伏需求 2017 年预计超过 85GW:** 2017 年，全球光伏装机量持续增长。其中，中国前九个月装机达到 42GW，远超预期。美国受 ITC 延期，政策风险提升，等影响，装机量三季度略有下降。欧洲、日本市场则较稳定。新兴市场如印度增长明显。依靠中国装机大幅增长，2017 年全球新增装机量可能超过 85GW。

**2018 年，全球更多 GW 级国家涌现:** 据 BNEF 预测，2018 年全球光伏装机量将达到 522GW，2019 年达到 637GW。根据 GTM 报告，到 2018 年底，全球将有 13 个国家年光伏装机量超过 1GW，相比 2017 年 8 个 GW 级国家有巨大提升。中、美、日和印等主流市场将仍然主导全球装机量。新兴市场如巴西、埃及、墨西哥、荷兰和西班牙将有进一步突破，但对全球整体装机量影响不大。

**《巴黎协定》生效，LCOE 不断下降，各国积极推广可再生能源发电:** 《巴黎协定》于 2016 年 11 月 4 日生效。中国承诺到 2030 年单位 GDP 的二氧化碳排放比 2005 下降 60%到 65%，到 2030 年非化石能源占总能源比例提升到 20%左右。澳大利亚承诺 2030 年相比 2005 年减少 26%-28%的温室气体排放。多国承诺碳排放目标推动风电、光伏等新能源发展。鉴于目前光伏产业技术提升，各国 LCOE 不断下降，未来光伏经济性优势突出，各国光伏发展动力十足。

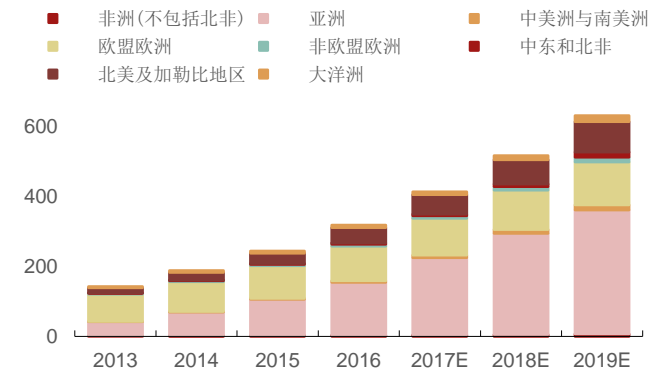
**多国有望实现平价上网，行业发展逐步趋稳:** 大国相对成熟的光伏市场已向市场化机制发展，竞价制度推动系统性成本下降。中德日自 2015 年起分别实行竞价制度，进一步推动成本降低。德国在 11 月 23 日招标中，平均价格为 38.2 欧元/MWh，相比今年第二次招标的 42.8 欧元/MWh 大幅下滑，智利、迪拜等国已经实现平价。中国预计 2020 年实现平价上网。

表 13: 全球 GW 级国家预测

年份	国家												
2013	中国	美国	印度	日本	德国	英国	意大利	希腊					
2014	中国	美国	日本	德国	韩国								
2015	中国	美国	印度	日本	德国	英国							
2016	中国	美国	印度	日本	德国	英国							
2017E	中国	美国	印度	日本	德国	法国	澳大利亚	韩国					
2018E	中国	美国	印度	日本	墨西哥	德国	法国	新西兰	澳大利亚	巴西	韩国	西班牙	

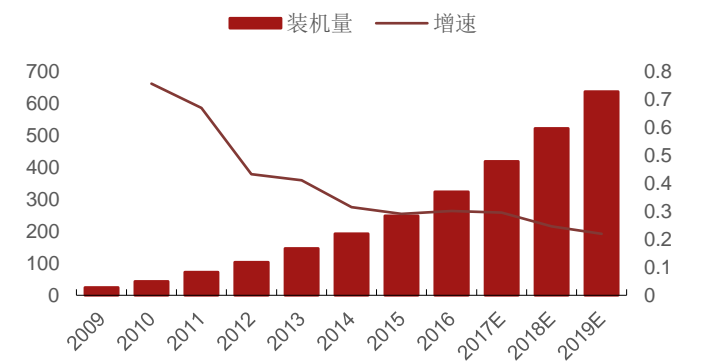
资料来源: GTM, 招商证券

图 5: 全球光伏需求 (分地区) (GW)



资料来源: BNEF, 招商证券

图 6: 全球光伏装机需求预测 (GW)



资料来源: BNEF, 招商证券

### 3.2 大国光伏稳中有增

#### 美国:

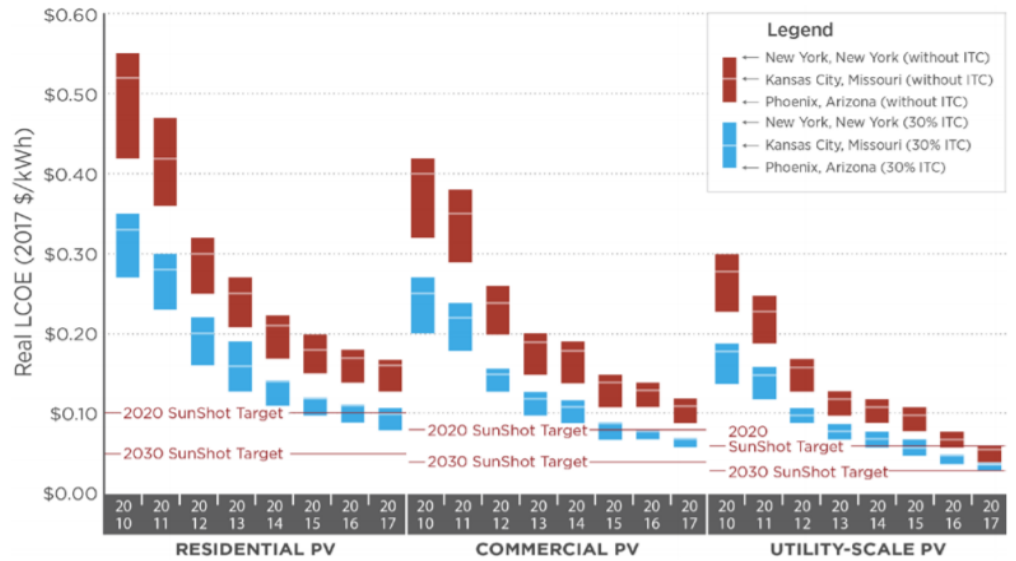
**2017 年美国整体光伏装机表现良好:** 17 年第一季度的安装量为 2044MWdc, 比去年同期略有下滑, 但考虑到 16 年情况特殊, 一季度整体可以。第二季度安装量为 2387MWdc, 比去年同比增加 8%, 创史上二季度安装量新高。三季度则为 2031MWdc, 低于去年, 主要受政治不确定、设备价格上涨影响。总体来看, 2017 年美国光伏装机量保持稳定, 预计 2017 年全年安装量会超过 8GWdc。

**新兴城市需求启动, 装机量持续上升:** 美国各州逐步推出可再生能源投资组合标准 (RPS), 预计 2025 年前推行州数过半。一些州也在调高目标。加州把其 2030 年目标调高到 60%。犹他州、德克萨斯州、佛罗里达州等为实现其 RPS 目标, 需求开始启动, 装机量需求上升。

**Sunshot 计划降低太阳能发电成本, 政策计划推动光伏成本竞争优势:** Sunshot 计划于 2011 年推出, 旨在降低太阳能发电成本。住宅式和商用式光伏发电成本分别实现了 2020 年计划的 86% 和 89%, 公用事业光伏发电已经提前三年达到目标, 成本已经降到 0.06 美元/kWh。新 Sunshot 计划 2030 年公用事业光伏发电成本 0.3 美元/kWh, 商用 0.04 美元/kWh, 住宅 0.05 美元/kWh, 将消减太阳能发电成本 50%。太阳能光伏发电成本优势突出。

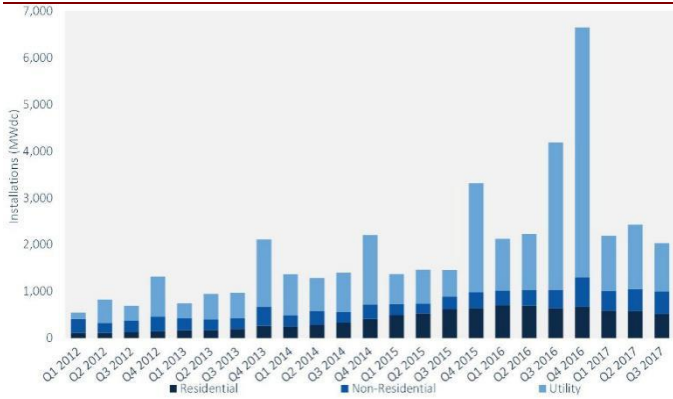
总体看来, 受政策不确定性风险影响, 装机量可能有所影响, 但由于各州计划支持, 成本竞争优势逐渐明晰, 长期装机量仍会保持稳定增长。

图 7：美国 LCOE 降低，提前完成 2020 年 SunShot 计划目标



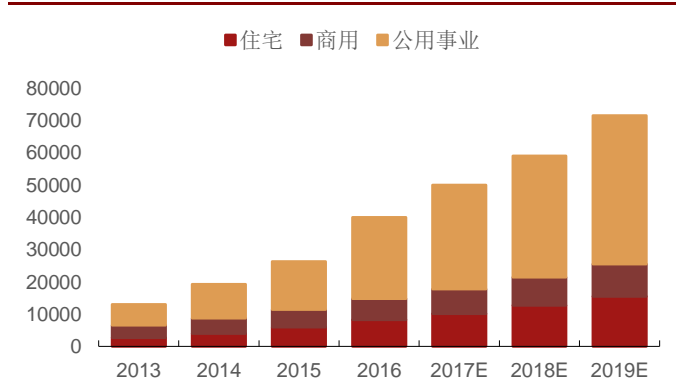
资料来源：NERL，招商证券

图 8：美国光伏装机量（截至 2017Q3）



资料来源：GTM，招商证券

图 9：美国光伏装机预测（MW）



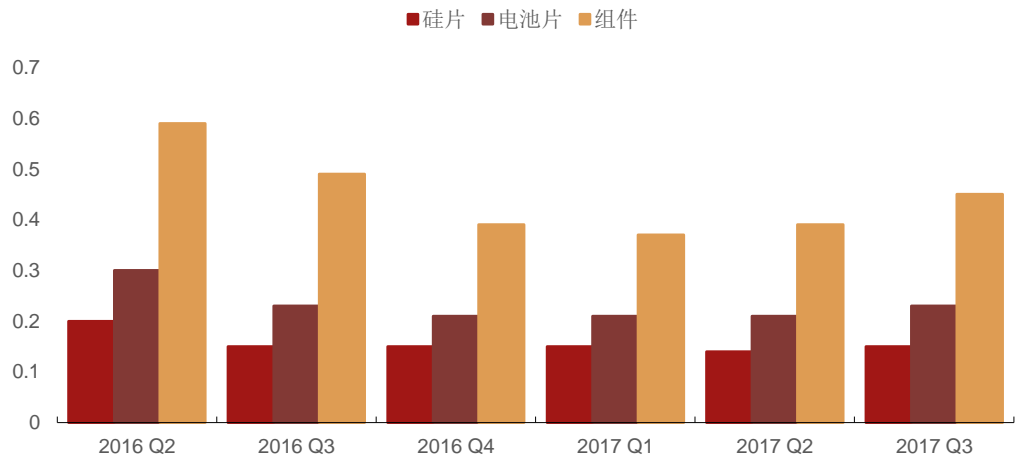
资料来源：BNEF，招商证券

表 14：美国 ITC 执行计划

项目开工时间	投资税减免额度
2017-2019 年	30%
2020 年	26%
2021 年	22%
2022 年及以后	非用户及活用第三方业主：10%；户用业主自持：0%

资料来源：招商证券

图 10: 美国设备价格 (\$/W)

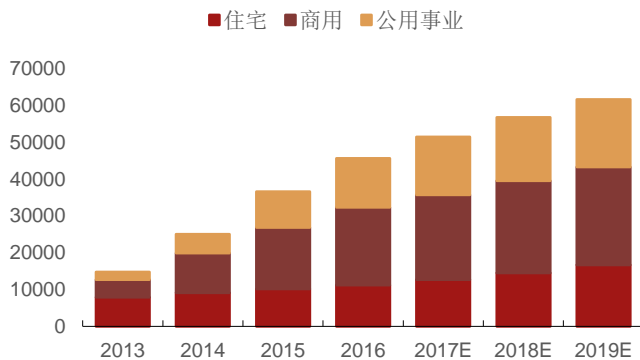


资料来源: GTM, 招商证券

日本、德国:

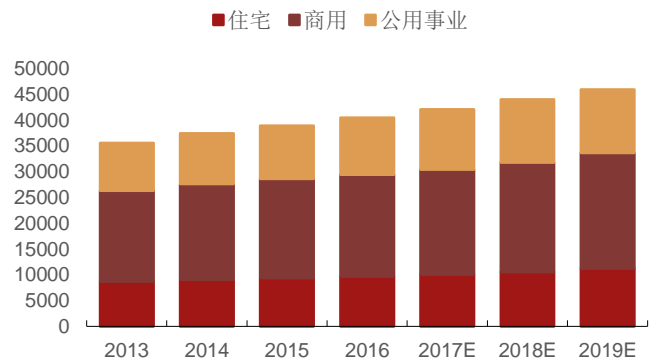
**引入竞价制度, 总体需求稳定:** 日本于 2017 年 10 月引入太阳能竞标制度, 德国则终结 FiT 补贴, 两国积极实行竞价代替补贴政策, 推动光伏平价上网。二者政策波动不大, 预计未来装机量仍会稳中有增。

图 11: 日本光伏装机预测 (MW)



资料来源: BNEF, 招商证券

图 12: 德国光伏装机预测 (MW)



资料来源: BNEF, 招商证券

印度:

**17 年新增装机超过日本升至第三, 光伏成为“便宜”能源:** 过去四个季度印度增长装机量为 7.5GW, 而日本则是 6GW 以下, 印度超过日本上升至美国后的第三位。上网电价低至 2.44 卢比/kWh (4 美分/kWh), 太阳能成为印度最便宜的能源。

**屋顶光伏增长潜力巨大:** 2017 年屋顶光伏迅速增长, 五年 CAGR 达到 117%, 17 年新增达到 1.3GW。然而, 这距离 2020 年 40GW 目标的 3%。增长额仍然不够。除此, 屋顶光伏集中在泰米尔纳德邦、安得拉邦和卡纳塔克邦少数邦郡, 仍有大量市场亟待开拓。

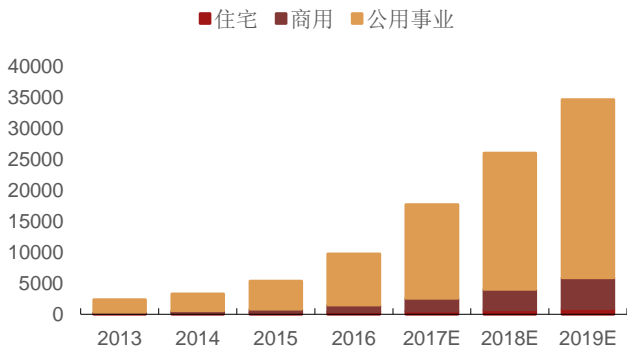
**政策鼓励明显:** 印度政府计划到 2022 年实现 100GW 的装机目标, 包括 40GW 太阳能屋顶发电和 60GW 大中型太阳能并网项目。在此背景下, 印度政府在国家层面和州省层面颁布了包括可行资助缺口资金 (VGF)、屋顶分布式电站 30% 投资补贴、加速折旧



和本土生产保护等多项重要政策及激励措施。

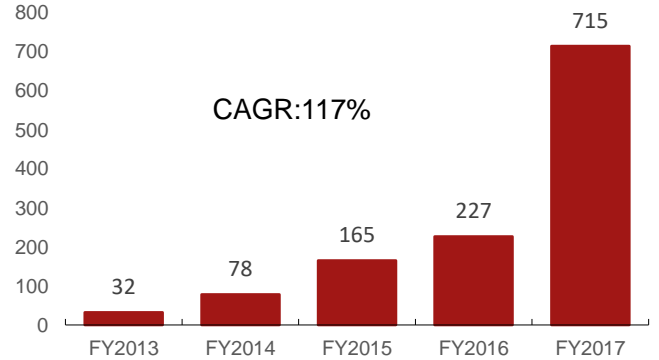
受到政策鼓励、上网电价低等影响，印度明年整体装机会有大幅度提升。其中屋顶光伏装机将会大幅增加。

图 13: 印度光伏装机预测 (MW)



资料来源: BNEF, 招商证券

图 14: 印度屋顶光伏装机量 (MW)



资料来源: BNEF, 招商证券

### 3.3 新兴国家爆发式增长

**欧洲新兴国家需求增加，荷兰西班牙将成为 GW 级国家：**为实现 2020 年实现能源使用的 20%来自可再生能源目标，各国积极制定计划。

为实现可再生能源目标，法国、荷兰等未来需求增多：法国提升年招标量从 1.45GW 到 2.45GW。西班牙为实现 2020 年可再生能源目标，或重振太阳能市场。17 年 8 月签署 3.9GW 合同，项目预计 2018-2019 年并网。荷兰积极实施可再生能源支持计划(SDE)，计划在 2030 年关闭所有燃煤发电厂。预计 2018 年荷兰将步入 GW 级国家行列。

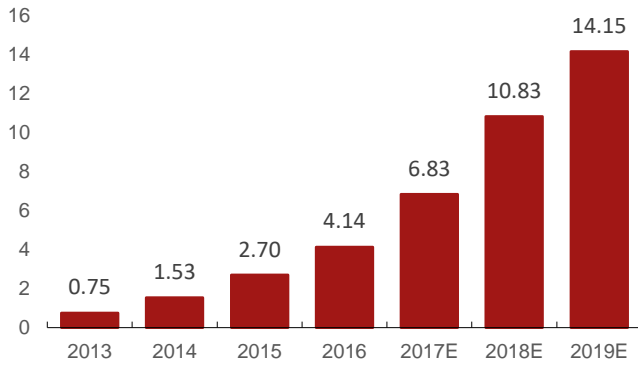
**拉丁美洲崛起，墨西哥和巴西增长强势：**拉美市场就全球而言，仍处于光伏行业起步期。近两年光伏增长强势，从 2014 年 1.5GW，到 15 年 2.7GW，再到 16 年 4.14GW。平均每年增长近一倍。

拉美各国表明发展光伏行业信心：墨西哥正处于光伏快速发展期，墨西哥发布的《可再生能源利用特别计划》等明确表明要增加可再生能源发电装机量。除了政策信心，本身太阳能资源优势巨大以及 PPA 协议运作良好，都提升了太阳能系统经济性。巴西则公布了十年能源扩张计划议案 PDE2016，预计该国在 2026 年实现超过 13GW 太阳能光伏安装量。

**北非地区采光好，太阳能发展潜力巨大：**北非是世界太阳能辐照最强的地区之一。其中埃及每年太阳直接辐射达到 2000-3000 千瓦时/平方米，太阳从北到南每天照射 9-11 个小时。然而整体北非和中东的装机量 2016 年却仅有 3.4GW，仅占全球的 1%。在全球光伏系统成本降低，推行可再生能源的大环境下，光伏发展空间大，预计未来装机会有显著提升。埃及受益于外来投资，欧洲复兴开发银行等支持，外加先天条件提振，预计明年装机达到 GW 级。

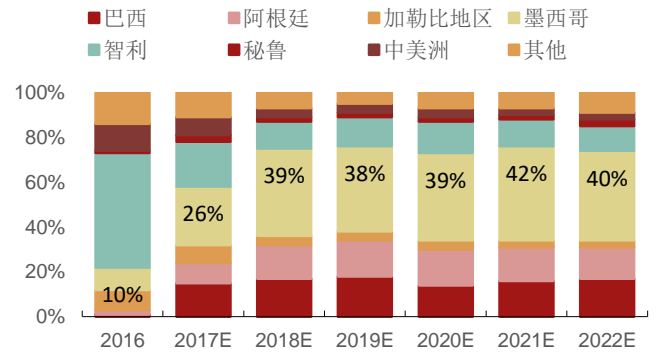
新兴国家未来几年光伏将迎来上升期，地理条件、政策支持将使装机需求增幅较大。但总体量上对全球影响还是很小。2018 年全球装机增加仍主要依靠中国、印度等光伏大国。

图 15: 拉丁美洲光伏装机预测 (GW)



资料来源: BNEF, 招商证券

图 16: 拉美各国未来光伏市场需求例预测



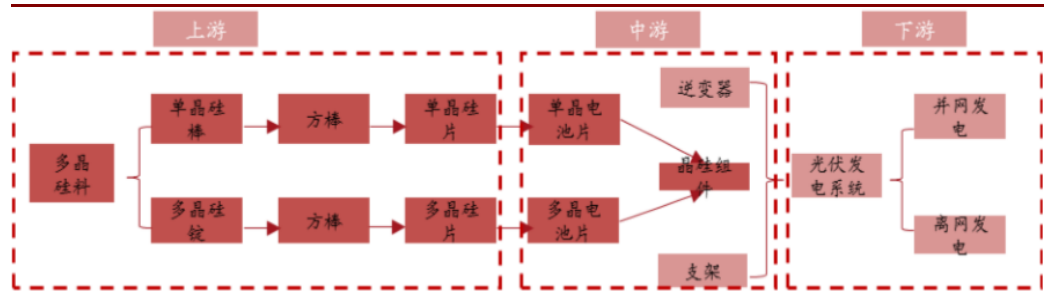
资料来源: GTM, 招商证券

### 三、政策从 FIT 向竞价转变, 依靠企业竞争加速平价

#### 1. 补贴退出已具备条件, 竞价机制将成为主导

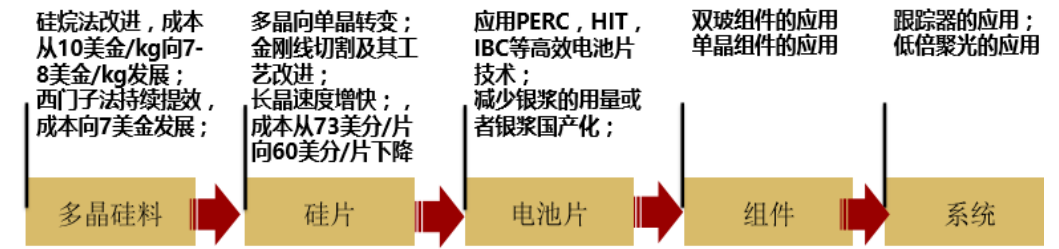
技术持续的进步是光伏产业成本下降的主逻辑: 光伏产业链不同环节各自均有降成本路径, 但本质上都可以归为技术进步路径。光伏产业具体可以分为上游、中游和下游三个环节, 其中上游包括多晶硅料和硅片环节, 产品差异化程度较小, 厂商主要采用改良西门子法、硅片拉晶环节 CZ 法降低成本; 中游是电池片环节, 高效技术进步路线丰富, 主要通过 PERC 技术、双面技术、叠片技术等提高效率, 减少每瓦耗硅量, 降低成本; 下游为组件封装环节, 技术壁垒较低, 下游客户更看重其品牌, 渠道销售能力强的企业优势更为突出。

图 17: 光伏产业链



资料来源: 招商证券

图 18: 光伏产业链各环节成本下降路径



资料来源: 招商证券

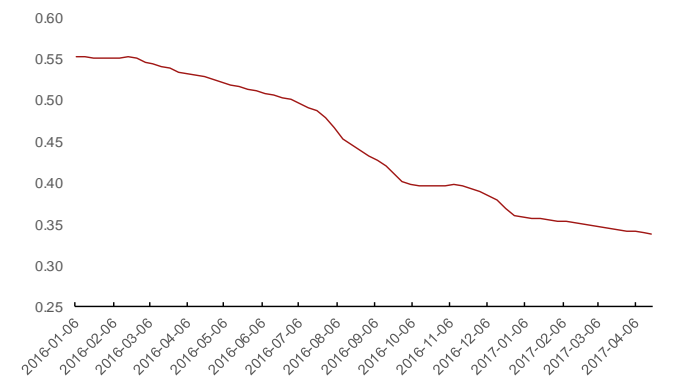
## 2. 用户侧平价已经实现, 预计全球市场容量可达 300-500GW

**投资成本快速下降:** 随着光伏全产业链国产化进程加速, 成本快速下降。组件成本在过去一年间从 0.55 美元/瓦下降到 0.38 美元/瓦, 组件成本下降导致投资成本快速下降, 系统成本从 2016 年年初 7.5-8 元/瓦, 下降至 6.5 元/瓦。

**目前用户侧平价已经实现, 已具备内生性增长:** 全球平均光伏度电成本从 228 美元/MWH, 下降至 2016 年年底的 100 美元/MWH, 带跟踪器的度电成本仅为 83 美元/MWH, 接近大型水电 76 美元/MWH。而美国的居民用电成本为 100-243 美元/MWH, 光伏的度电成本已经低于用户侧, 实现用户侧平价, 没有补贴的情况下, 内生性增长已经具备。

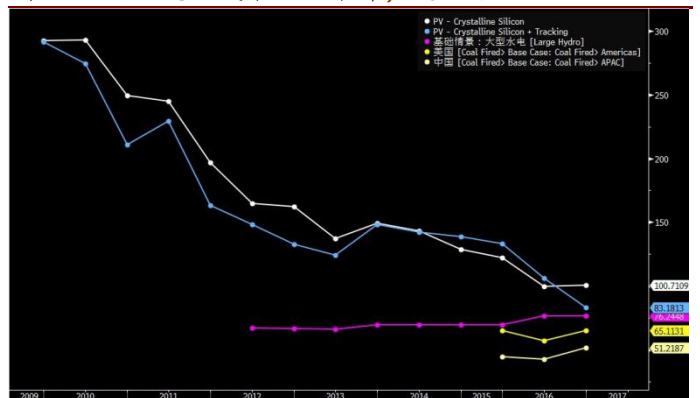
**实现平价后, 全球市场容量预计可达 300-500GW:** 随着各国陆续将可再生能源发电占比列入中长期的规划, 光伏发电在总发电量中占比也将提升。乐观来看, 按照光伏到 2040 年占全世界发电量的 25% 进行测算, 需要光伏发电 10000TWh, 对应需要 10000GW 的光伏装机总量。即从 2017 年到 2040 年, 每年平均新增装机量至少为 520GW (没有包含旧组件的更新)。即便保守估计, 按照 2040 年光伏占世界发电量的 15% 来测算, 每年平均新增装机量也至少为 310GW。平价之后, 全球市场容量可实现 300-500GW。

图 19: 组件价格下降速度 (美元/瓦)



资料来源: 招商证券

图 20: 光伏度电成本快速下降, 逼近水电、火电



资料来源: BNEF, 招商证券

## 3. 竞价政策加速平价进程, 部分地区已经实现平价

**各国政策逐步成熟, 竞价上网制度成为主流:** 目前全球已经有超过 20 个国家对光伏上

网电价的确定实施竞价制度，光伏装机大国已经开始或即将实施竞价政策。德国在 2015 年开始对实施招标制，我国 2016 年推出的领跑者计划项目实施招标制、未来该制度也将是趋势，日本也将在今年 10 月对 2MW 以上的大型光伏项目实时招标制，主流国家的上网电价招标制将是趋势，进而推动技术进步与成本的进一步降低。

较之于 FIT 政策，竞价上网能够更加真实的反映企业成本与盈利，能够平衡补贴与成本下降之间的关系，在过去的 5 年里，竞价上网逐步成为光伏的主要政策扶持形式。

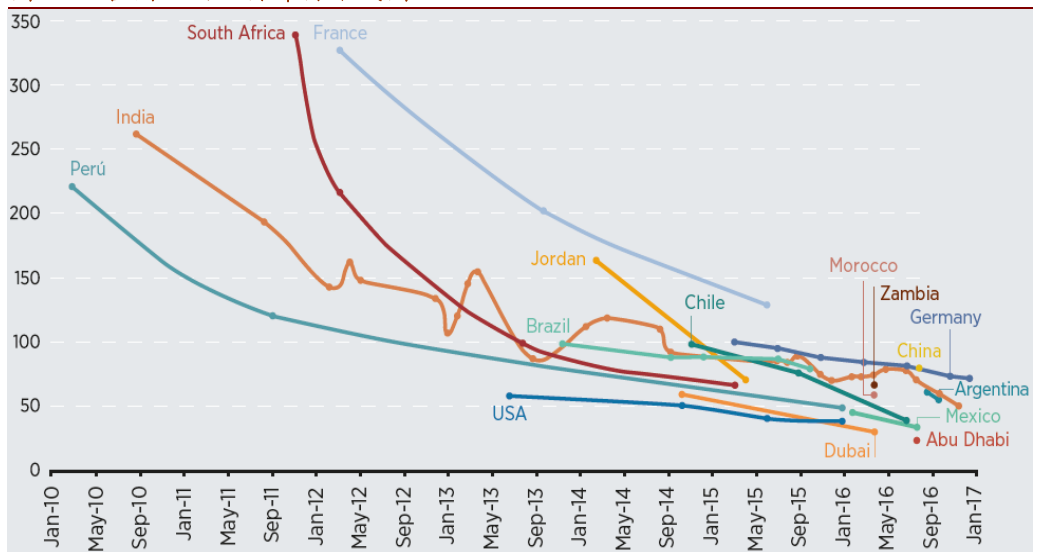
表 15：主要国家光伏竞价上网政策

国家	实施日期	实施范围限制	目前制度组合	备注
德国	2014 年	750kw-10MW 非住宅项目	FiT+竞价上网	
法国	2012 年	无	补贴+竞价上网	
日本	2017 年 10 月	2MW 以上非住宅项目	FiT+竞价上网	未来将推进全面竞价上网
中国	2016 年	领跑者项目	FiT+竞价上网	未来将全面实现竞价制度
印度	2010 年	无	RPS+竞价上网	国家向各州下发拍卖规模

资料来源：招商证券

竞价上网制度下，部分国家已经实现平价上网：印度光伏招标上网电价已经降至 0.04 美元/kWh 以下；秘鲁、墨西哥的招标上网电价已经低至 0.05 美元/kWh 以下；智利、迪拜等地光伏电站项目最低中标上网电价已低至 0.03 美元/度以下，并低于化石能源水平，实现平价。2017 年 12 月，墨西哥能源部组织的光伏竞标，电价到令人匪夷所思的每度电 1.77 美分的价格（折合人民币 0.11 元）。

图 21：各国上网电价降价路线图



资料来源：招商证券

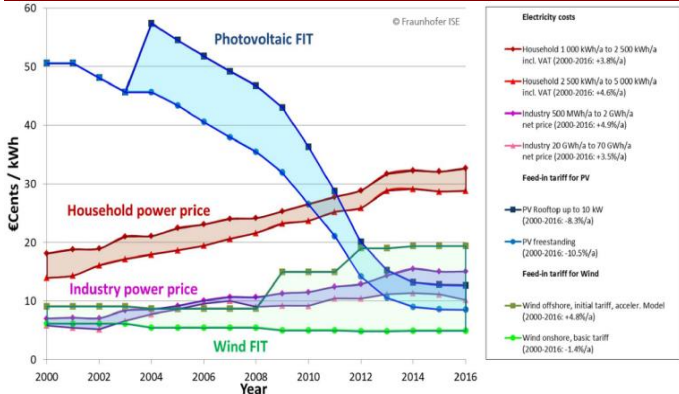
德国：

**FIT 制度容易给光伏装机带来较大波动：**2008 年开始德国光伏系统成本大幅下降，此时 FIT 下调速度却滞后于系统成本，因此从 2008 年开始到 2012 年德国新增光伏装机规模大幅增加；而 2012-2014 年 FIT 还在快速下降时，系统成本降低空间非常小，装机规模大幅下降。

**取消 FIT，全力推行竞价制度。**2016 年 6 月，德国政府正式通过再生能源法案 (RESA)

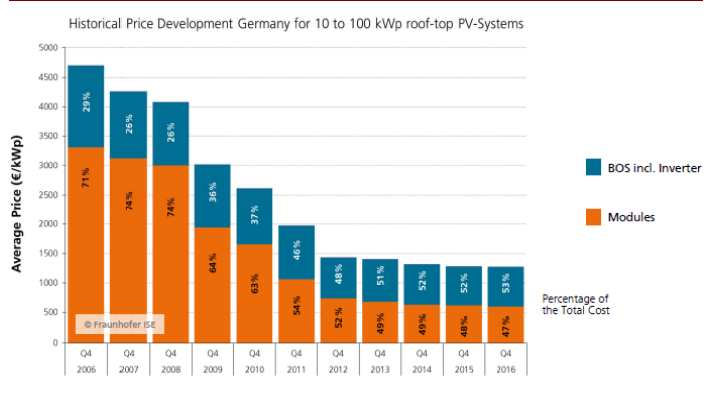
的修正案，未来将终结发电趸购（Feed-in Tariffs, FiT）补贴。德国希望透过此方式来减缓装机量的爆量成长，并完善掌控各项再生能源之电力运用、用电成本，该法案将于 2017 年生效。

图 22：德国 FIT 下调路线图



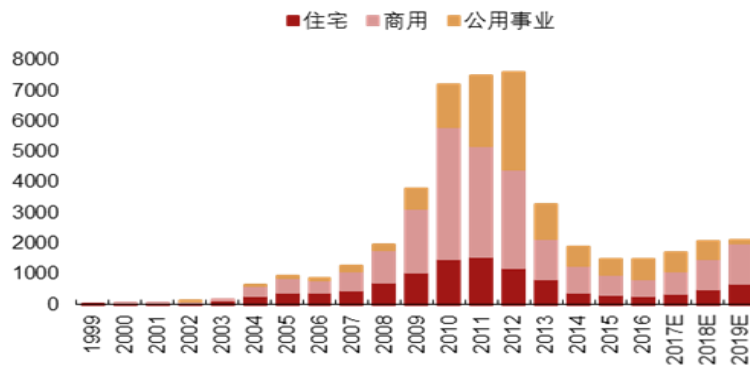
资料来源：招商证券

图 23：德国光伏系统成本下降路径



资料来源：招商证券

图 24：德国光伏新增装机量



资料来源：招商证券

表 16：德国光伏竞价上网中标价与 FiT 对比

招标日期	中标装机量	平均中标价(欧元/kWh)	FiT(欧元/kWh)
2015 年 4 月	150	0.0842	
2015 年 8 月	150	0.0803	
2015 年 12 月	200	0.074	
2016 年 4 月	125	0.0714	
2016 年 8 月	130	0.0688	
2016 年 12 月	160	0.0618	
2017 年 2 月	200	0.0596	0.0851-0.123

资料来源：IRENA, RES Legal, 招商证券

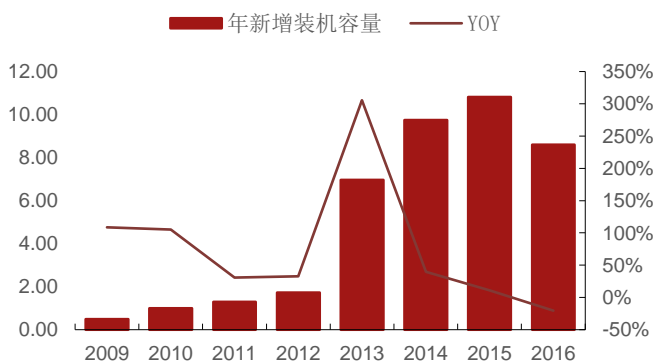
注：平均中标价依据实时汇率从欧元换算得到

日本:

**光伏在可再生能源中比例过高，FIT 政策使国民负担过重：**目前，日本可再生能源装机容量中，光伏占比超过 90%。为了平衡各类可再生能源的发展，日本政府需要对抑制光伏的快速膨胀。FIT 政策下，可再生能源发电由电力公司收购，而这些成本最终由电力消费者承担。目前日本 FIT 收购费用已达到 1.8 万亿日元，而根据当初的规划，到 2030 年 FIT 收购费用为 3.7-4 万亿日元。目前已达到计划一半左右，如不对 FIT 政策进行调整，势必进一步加重国民负担。METI 表示，为达成 2030 年时使再生能源占比提高到 22~24% 的目标，再生能源发电的收购经费上限是 3.7~4 兆日元；到了 2017 年，用掉的收购经费将超过所设定资金的一半。

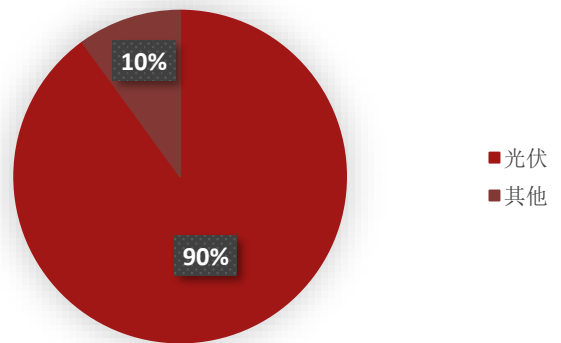
**日本导入竞价制度，助推成本继续下降：**2017 年 10 月，日本经产省表示，竞标方案将包含以下项目：各项再生能源的配置、各项再生能源的发电量、投标者资格、投标者保证金、投标价上限、基于竞标制度所推出的电价机制、参与竞标之再生能源系统的发配电期限、未得标者的申请期限等。

图 25：日本光伏年新增装机容量



资料来源：招商证券

图 26：日本新能源中，光伏占比近 90%



资料来源：招商证券

表 17：日本新并网 FIT 价格变化表

类型/规模	分类	2016	2017	2018	2019
10KW 以下住宅型太阳能系统	无搭配 PCS	31	28	26	24
	搭配 PCS	33	30	28	26
	无 PCS, 且搭配双重发电	25	25		24
	搭配 PCS, 且搭配双重发电	27	27		26
10KW-2MW 非住宅型太阳能发电		24	21	未公布	
>2MW 非住宅型太阳能发电				竞标决定	

资料来源：招商证券

表 18：日本不断下调的 FIT 价格

系统规模	≥10KW	<10KW
收购期限	20 年	10 年
2012.07-2013.03	40 (不含税)	42 (含税)
2013.04-2014.03	36 (不含税)	38 (含税)
2014.04-2015.03	32 (不含税)	37 (含税)
2015.04-2015.06	29 (不含税)	无需安装输出控制装备的地区 33 日元

2015.07-2016.03      27 (不含税)      需要安装输出控制设备的地区 35 日元  
资料来源：招商证券

**印度：**

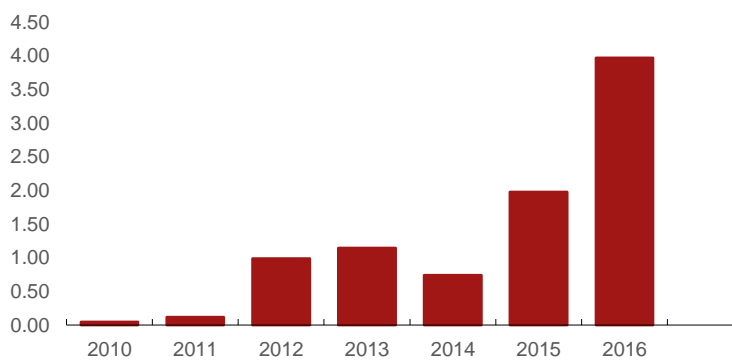
**光伏项目竞标报价下降迅速：**根据 Mercom 整理的数 据，2010 年到 2017 年印度光伏项目竞标报价下跌了 73%。2010 年 10 月份 150 兆瓦项目竞标报价为 12.16 卢比（17 美分）/千瓦时，到 2016 年 1 月已经跌至 4.35 卢比（7 美分）/千瓦时，而 2017 年最近一次竞标的报价已经低至 2.44 卢比（4 美分）/千瓦时。

**图 27：印度光伏项目竞标报价（卢比/kWh）**



资料来源：招商证券

**图 28：印度新增装机容量（GW）**



资料来源：招商证券

### 3. 领跑者推动平价进程

**“领跑者计划”制度：**根据 2015 年 1 月 8 日发改委等八部门发布的《能效领跑者制度实施方案》，所谓“能效领跑者”是指同类可比范围内能源利用效率最高的产品、企业或单位。

**领跑者计划带动竞价机制萌芽：**领跑者计划制度规定，应用领跑基地和技术领跑基地的投资企业必须均通过竞争方式优选确定，且上网电价为主要竞争条件。光伏领跑者 2016 年主要在 8 个领跑者基地采用竞价上网模式公开招标，平均每个项目比当地光伏标杆上网电价降了 2 毛钱，预计节省补贴 15 亿元。由此看来，为减少补贴，推进光伏行业尽快平价上网，实行竞价制度是必然选择。

**表 19：光伏项目竞价情况**

项目	竞价情况
光伏扶贫	商业模式创新，补贴正常发放
普通光伏项目	鼓励竞价上网
领跑者	抢装竞争上网

资料来源：能源局，招商证券

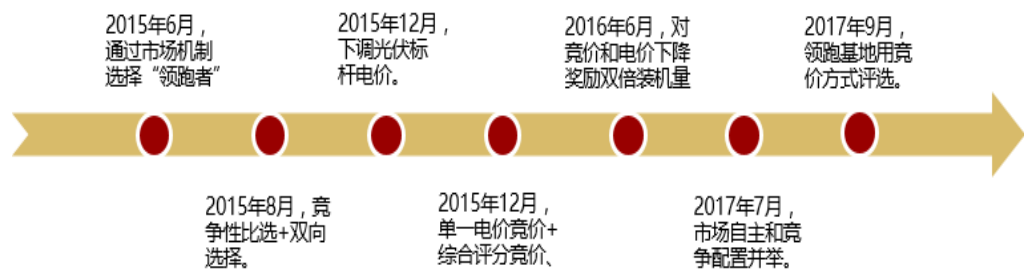
表 20：第二批领跑者项目招标情况分析

基地名称	项目个数	中标电价 (元/kWh)			标杆电价 元/kWh	降幅		
		最低	最高	平均		最高	最低	平均
内蒙古乌海	7	0.45	0.58	0.513	0.8	44%	28%	36%
内蒙古包头	11	0.52	0.63	0.569	0.8	35%	21%	29%
山西阳泉	12	0.61	0.88	0.748	0.98	38%	10%	24%
山西芮城	6	0.65	0.83	0.775	0.98	34%	15%	21%
安徽两淮	12	0.71	0.81	0.776	0.98	28%	17%	21%
山东济宁	6	0.83	0.83	0.83	0.98	15%	15%	15%
山东新泰	5	0.83	0.83	0.83	0.98	15%	15%	15%
河北张家口	14	0.85	0.85	0.85	0.88	3%	3%	3%

资料来源：各地方能源局，招商证券



图 29 中国光伏领跑者竞价机制发展历程



资料来源：招商证券

表 21: 降低 FIT 和实行竞价上网政策

时间	政策名称	主要内容
2017-9	《国家能源局关于推进光伏发电“领跑者”计划实施和 2017 年领跑基地建设有关要求的通知》	应用领跑基地和技术领跑基地的投资企业均通过竞争方式优选确定。竞争条件包括企业投资能力、业绩水平、技术先进性、申请的上网电价（应用领跑基地）等。应用领跑基地主要竞争应用领域领先技术的市场竞争力（上网电价），兼顾技术先进性和其他因素；技术领跑基地主要竞争最新研发前沿技术先进性，兼顾预期市场竞争力（未来成本下降）和其他因素。
2017-7	《国家能源局关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》	按照市场自主和竞争配置并举的方式管理光伏发电项目建设。对屋顶光伏以及建立市场化交易机制就近消纳的 2 万千瓦以下光伏电站等分布式项目，市场主体在符合技术条件和市场规则的情况下自主建设；对集中式光伏电站，以不发生限电为前提，设定技术进步、市场消纳、降低补贴等条件，通过竞争配置方式组织建设；国家能源局统一组织光伏发电先进技术应用基地建设，基地及基地内项目业主均按照有关规定通过竞争方式选择。
2016-6	《国家能源局关于下达 2016 年光伏发电建设实施方案的通知》	鼓励各省（区、市）发展改革委（能源局）建立招标、优选等竞争性方式配置光伏电站项目的机制，促进光伏发电技术进步和上网电价下降。对于采取竞争方式配置项目且显著推动上网电价下降的地区，其当年建设规模可直接按本省（区、市）上网电价平均降幅（比例）的 2 倍予以调增，调增的规模仍按竞争方式分配给具体项目。光伏领跑技术基地应采取招标、优选等竞争性比选方式配置项目，而且应将电价作为主要竞争条件。
2015-12	《关于调整 2016 年光伏发电建设规模有关问题的通知》	增补项目必须参加竞价，既可以采取单一电价竞价方式（看谁上网电价低），也可以采取综合评分竞争模式（像领跑者一样综合评分，但电价权重不得低于 30%）。各地方（省、自治区、直辖市）发改委或能源局须以最快速度将增补项目的竞争分配办法报送国家能源局，并在得到论证反馈后迅速向社会公布组织实施。
2015-12	《关于完善陆上风电光伏发电上网标杆电价政策的通知》	对光伏发电标杆电价，2016 年一类、二类资源区分别降低 10 分钱、7 分钱，三类资源区降低 2 分钱。一类资源区 0.8 元/千瓦时，二类资源区 0.88 元/千瓦时，三类资源区 0.98 元/千瓦时同时指出，利用建筑物屋顶及附属场所建设的分布式光伏发电项目，在符合条件的情况下允许变更为全额上网模式。全额上网项目的发电量由电网企业按照当地光伏电站上网标杆电价收购。
2015-8	《关于印发大同采煤沉陷区国	采用竞争性比选方式择优双向选择企业和项目。选优流程为：

时间	政策名称	主要内容
2015-6	家先进技术光伏示范基地项目 管理办法的通知》 《关于促进先进光伏技术产品 应用和产业升级的意见》	报名→评优→企业选择项目→市政府批准并签署开发协议。 省级能源主管部门通过竞争性比选机制选择技术能力和投资 经营实力强的开发投资企业,企业通过市场机制选择达到“领 跑者”先进技术指标的产品。

资料来源：新闻网站、招商证券

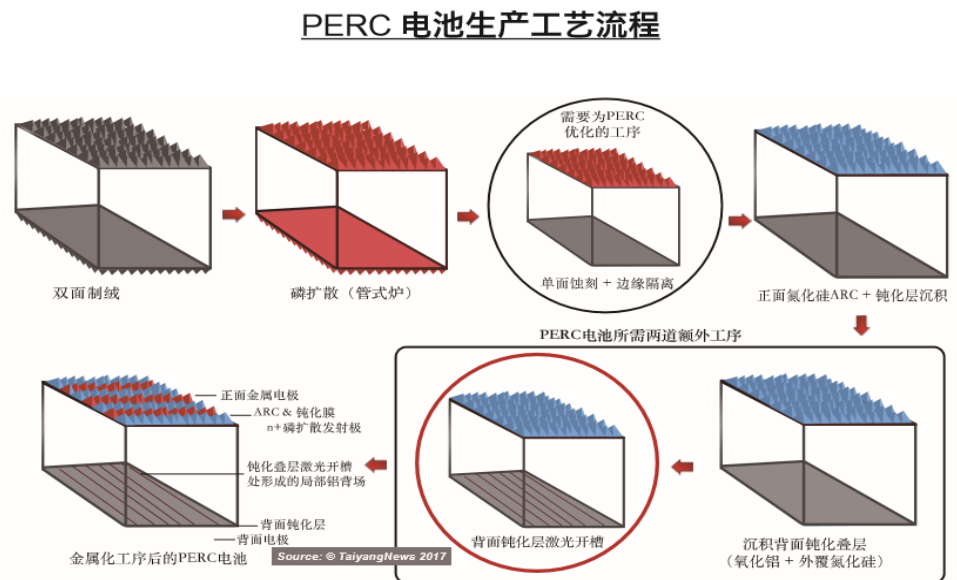
## 四、技术进步将推动行业的成本持续下降

### 1. 以 PERC 为代表的新技术出现，成本继续下降

#### 1.1 设备增加有限，更新成本低

新增两种设备，效率提升一个百分点：PERC 电池，全称为钝化发射极和背面电池，其电池结构是从常规铝背场电池（BSF）结构自然衍生而来，通过在电池背面附上介质钝化层，能够大大减少这种光电损失，这就是 PERC 电池的工作原理。PERC 通过对原有电池生产线增设两种不同的设备，实现电池效率一个百分点的提高，同时其生产成本较之常规电池又能保持竞争性。

图 48：背面钝化和激光开槽是 PERC 电池所增加的两项工序



资料来源：Taiyang News, 招商证券

#### 1.2 PERC 电池效率提升明显

转换效率明显高于传统电池：至 2016 年，量产的单晶硅电池效率在 19.5%-20% 之间，多晶硅电池效率在 18.3%-18.6% 之间，截至 2016 年底，P 型单晶 PERC 能够实现量产的电池光电转换效率达到 21.3%，比传统单晶硅电池的效率高出约 1%。

表 17：PERC 电池效率明显提高

	2012	2013	2014	2015	2016
多晶硅电池效率	16.8-17.3	17.3-18.4	17.6-18.3	18-18.4	18.3-18.6
单晶硅电池效率	18.5-19	19.1-19.3	19.1-19.5	19.3-19.8	19.5-21.3
单晶 PERC 效率	20.3-21	20.3-21.2	21.4	20.5-21.7	21.13-22.61
多晶 PERC 效率			20-20.76	21.25*	20.16

资料来源：招商证券

表 22: PERC 电池效率提升时序图

Date	厂家	Efficiency(%)
2010 年 9 月	Schott Solar	18.7
2011 年 1 月	Q Cells	19.5
2012 年 3 月	Suntech	20.3
2012 年 9 月	Schott Solar	21
2014 年 11 月	Trina	20.76
2014 年 11 月	Trina	21.4
2015 年 6 月	Solar World	21.7
2015 年 10 月	NSP	21.1
2015 年 12 月	Trina	22.13
2016 年 11 月	Trina	21.25
2016 年 12 月	Trina	22.61
2017 年 12 月	Gintech	21.44
2017 年 1 月	Solar World	22
2017 年 4 月	Longi	22.17
2017 年 9 月	Longi	22.43
2017 年 10 月	Longi	22.71
2017 年 10 月	Longi (World Record)	23.26

资料来源: Taiyang News, 招商证券

### 1.3 PERC 打开效率天花板, 成本优势凸显

#### (1) 效率提升, 降低非硅成本:

**PERC 电池效率提升 1.5%, 成本下降 6.6%:** 经测算, 假设 PERC 效率从 21.5% 上涨至 23%, 电池非硅成本从 1.06 元/W 下降至 0.99 元/W, 下降 0.07 元/W, 下降比例为 6.6%。并且主要电池片厂商的毛利率大多低于 20%, 主要集中在 15% 左右, PERC 电池所节约的 6.6% 的非硅成本相当于电池片主要厂商毛利率的近 50%。

表 18: 效率提升导致电池片环节非硅成本下降测算 (未考虑装备与辅材价格下降)

效率	21.50%	21.75%	22.00%	22.25%	22.50%	22.75%	23.00%
面积	241.00	241.00	241.00	241.00	241.00	241.00	241.00
加工成本	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
功率	5.18	5.24	5.30	5.36	5.42	5.48	5.54
电池非硅成本	0.38	0.38	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36
封装成本	206.50	206.50	206.50	206.50	206.50	206.50	206.50
理论封装功率	310.89	314.51	318.12	321.74	325.35	328.97	332.58
CTM	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
实际封装功率	303.12	306.64	310.17	313.69	317.22	320.74	324.27
封装非硅成本	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	0.64	0.64
<b>非硅成本</b>	<b>1.06</b>	<b>1.05</b>	<b>1.04</b>	<b>1.03</b>	<b>1.01</b>	<b>1.00</b>	<b>0.99</b>

资料来源: 招商证券

#### (2) ALD 技术引用, 进一步降低非硅成本

**钝化技术中, ALD 技术性价比更高:** 背钝化材料中, 氧化铝是目前市场首选。而影响背面钝化成本的两个核心因素是 **氧化铝膜厚度** 和 **TMA 使用量**。而相比于传统 PECVD 钝化技术, ALD 技术使钝化膜更薄, 并且大大降低 TMA 使用量, 从而使成本降低。

**ALD 技术带来 4.72% 的成本下降空间：**经测算，当加工成本自 1.97 元/片降低至 1.72 元/片时，非硅成本从 1.06 元/W 降低至 1.01 元/W，下降 0.05 元/W，比例为 4.72%。

**表 19：ALD 技术使钝化膜更薄**

单位：纳米	ALD			PECVD	
公司	Levitech	SoLayTec	NCD	Meyer Burger	Centrotherm
膜厚度	5 至 6	4.7	6 至 10	10 至 20	10 至 12

资料来源：招商证券

**表 23：ALD 和 PECVD 的 TMA 消耗量对比**

	ALD				PECVD	
公司	Levitech	SoLayTec	NCD	IdealEnergy	Meyer Burger	Centrotherm
EMA 消耗	2	3	2	5	10	9

资料来源：表 20：ALD 技术引进导致电池片环节非硅成本下降测算（未考虑装备与辅材价格下降）

**表 20：ALD 技术引进导致电池片环节非硅成本下降测算（未考虑装备与辅材价格下降）**

加工成本	1.97	1.92	1.87	1.82	1.77	1.72
效率	21.50%	21.50%	21.50%	21.50%	21.50%	21.50%
面积	241.00	241.00	241.00	241.00	241.00	241.00
功率	5.18	5.18	5.18	5.18	5.18	5.18
电池非硅成本	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33
封装成本	206.50	206.50	206.50	206.50	206.50	206.50
理论封装功率	310.89	310.89	310.89	310.89	310.89	310.89
CTM	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
实际封装功率	303.12	303.12	303.12	303.12	303.12	303.12
封装非硅成本	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
非硅成本	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01

资料来源：招商证券

**效率提升和 ALD 技术引进带来 10% 的非硅成本下降空间：**经过联合敏感性测算，当电池片效率从 21.50% 升至 23.00%，且加工成本从 1.97 元/W 降低至 1.67 元/W，则非硅成本从 1.06 元/W 降低至 0.94 元/W，总的成本降低比例超过 10%。

**表 21：PERC 效率提升和 ALD 技术引进导致电池片环节非硅成本下降测算**

加工成本/效率	21.50%	21.75%	22.00%	22.25%	22.50%	22.75%	23.00%
1.97	1.06	1.05	1.04	1.03	1.01	1.00	0.99
1.92	1.05	1.04	1.03	1.02	1.00	0.99	0.98
1.87	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.98	0.97
1.82	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.96
1.77	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
1.72	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95
1.67	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94

资料来源：招商证券

注：红色部分代表总体非硅成本下降超过 5% 的部分

### (3) PERC 效率提升降低 BOS 成本

PERC 产品将会有短期的溢价，长期为成为标配：PERC 组件的功率能够达到 305-310W，

相比较普通单晶组件 285-290W 有明显增益，对 BOS 的成本节省有明显促进作用，所以我们预计 PERC 组件短期将会有 0.15-0.25 元/W 的溢价，长期将会成为企业降成本的标准技术。

表 22: 高效组件对 BOS (光伏系统中非组件的部分) 成本节省估算 (未考虑装备与辅材价格下降)

建设投资成本 (元/W)	普通电站			山地电站			水面漂浮电站		
	270W	285W	300W	270W	285W	300W	270W	285W	300W
支撑结构	0.314	0.298	0.283	0.471	0.448	0.424	1.5	1.421	1.35
直流线缆与汇流箱	0.204	0.19	0.18	0.204	0.194	0.18	0.204	0.194	0.18
光伏场区施工	1.3	1.236	1.171	1.561	1.484	1.4	1.006	0.957	0.906
其他设备、公用工程	0.95	0.95	0.95	1.05	1.05	1.05	1.09	1.09	1.09
BOS 成本	2.769	2.679	2.587	3.286	3.176	3.063	3.8	3.662	3.529
BOS 成本差	/	0.089	0.092	/	0.11	0.113	/	0.138	0.132

资料来源: 隆基股份, 招商证券

注: 270、285、300W 分别对应普通多晶、普通单晶、PERC 单晶系统。

## 2. 高效电池成为将成为主流, 技术进步带来成本持续下降

**电池转换效率逐步提高, 高效电池成为主流:** 当前, 在“领跑者计划”和产业转型升级的推动下, 各种晶体硅电池生产技术呈现百花齐放发展态势, 规模化生产的普通结构铝背场单晶和多晶硅电池的平均转换效率分别达 19.8%和 18.5%的水平, 使用 PERC 电池技术的单晶和多晶硅电池的平均转换效率也进一步提升至 20.5%和 19%。未来仍有较大的技术进步空间。而 N 型晶硅电池则开始进入小规模量产, 技术进展也较为迅速, 包括使用 PERT 技术的 N 型晶硅电池、HIT 等异质结电池和 IBC 等背接触电池将会是未来发展的主要方向之一。

表 24: 各种晶硅电池平均转换效率预测

电池类型	2016	2017	2018	2020	2022	2025
PERT N 型单晶电池	20.5%	21.0%	21.5%	22.1%	22.5%	23.0%
BSF P 型单晶电池	19.8%	20.0%	20.2%	20.5%	20.8%	21.0%
BSF P 型多晶电池	18.5%	18.7%	18.9%	19.5%	19.7%	20.0%
PERC P 型单晶电池	20.5%	20.7%	21.0%	21.5%	22.0%	22.5%
PERC P 型多晶电池	19.0%	19.3%	19.6%	19.7%	20.0%	20.0%
黑硅多晶电池	18.9%	19.2%	19.4%	19.6%	19.8%	20.0%
PERC+黑硅多晶电池	19.2%	19.6%	19.8%	20.1%	20.3%	20.7%
异质结 N 型单晶电池	21.5%	22.0%	22.5%	23.5%	24.5%	25.0%
背接触 N 型单晶电池	23.0%	23.3%	23.6%	24.0%	24.2%	24.5%

资料来源: 《中国光伏产业发展线路图 (2016)》, 招商证券

表 25: 高效电池片将逐渐成为市场主流

电池类型	2016	2017	2018	2020	2022	2025
普通	89.25%	74.85%	51.90%	31.20%	10.10%	2.00%
多晶黑硅+PERC	1.00%	8.00%	22.00%	30.00%	46.00%	44.00%
单晶 PERC	8.00%	14.00%	20.00%	23.00%	21.00%	16.00%
MWT	0.70%	1.20%	1.50%	2.50%	3.00%	4.00%
HIT	0.10%	0.20%	0.50%	1.50%	3.00%	8.00%

电池类型	2016	2017	2018	2020	2022	2025
IBC	0.05%	0.05%	0.10%	0.80%	1.50%	5.00%
N 型	0.80%	1.50%	3.00%	8.00%	11.40%	15.00%
其他	0.10%	0.20%	1.00%	3.00%	4.00%	6.00%

资料来源：《中国光伏产业发展线路图（2016）》，招商证券