

光伏设备行业深度：  
美国本土光伏产能布局有望加速，  
HJT路线为美国光伏最优解

首席证券分析师：周尔双  
执业证书编号：S0600515110002  
[zhouersh@dwzq.com.cn](mailto:zhouersh@dwzq.com.cn)

证券分析师：李文意  
执业证书编号：S0600524080005  
[liwenyi@dwzq.com.cn](mailto:liwenyi@dwzq.com.cn)

2025年01月21日

- **看好AI发展+降息周期带来的光伏发电需求，美国光伏本土产能建设兴起。** Trend Force预计2024全年美国新增光伏装机量达50GW，预计2025年有望突破60GW。未来需求的关键在于一是AI爆发带来大量发电需求，电力缺口亟待填补，而地热和核电的地域限制大+建设周期长，光伏电站的建设周期相对较短，且不受地理位置的限制；二是户用光伏受高利率影响最大，降息有望刺激装机；此外美国光伏用户价格敏感度不高，组件价格溢价明显。从供给端来看，美国对进口光伏产品施加201、301等关税政策，自建产能势在必行，还推出IRA法案在制造端和安装端对本土的光伏项目进行补贴，生产方面美国成本结构和中国差异大，主要体现在人工、水电费及固定资产折旧，熟练工人短缺、高工资及低人效等因素导致美国人工成本是中国的2倍，水电成本的差异主要体现在污水处理上，美国的污水处理费用是中国的2.7倍。
- **HJT为美国光伏市场最优解，成本&专利方面具备显著优势。** 相比较TOPcon，HJT可降低20%的碳排放（全流程低温工艺）、节约70%的用电量（工序少&低温工艺）、节约60%的人工数量（仅4道工序）、节约20%-60%的用水量，因此是最适合美国本土扩产的光伏技术路线，根据我们测算，在美国补贴助力下，HJT的盈利水平约为5.6美分/w，在这样的盈利水平下，1.2年时间左右实现设备投资回本；此外，美国专利保护机制完善，TOPCon与BC有较大专利风险，HJT技术最初由Walther Fuhs于1974年提出，日本三洋在1989年对其进行了技术改进并申请了专利，这些专利已于2011-2013年过期，因此在海外，尤其是美国的产能规划中，不会受到创始企业的专利诉讼。目前多家海外光伏企业已开始布局HJT产线。外资企业中，梅耶博格、Revmor、Enel和NuVision Solar均开始计划HJT产能。
- **中国光伏设备具备显著优势，看好设备出海新机遇。** 国内设备商与龙头客户绑定，持续正向研发，技术遥遥领先，同时中国人工成本低，设备零部件供应体系健全，设备性价比高、交付能力强、售后响应速度快。2024年5月22日，美国贸易代表办公室（USTR）建议在现有对华301条款关税的基础上，进一步提高对中国的光伏电池等产品的关税，其中光伏产品的税率从2019年的25%上调至50%，而针对光伏设备，美国政府为促进制造业回流，为光伏设备留出了一个窗口期，允许在2025年5月31日前免征关税，因此我们判断美国设备订单有望加速落地。
- **投资建议：** 重点推荐迈为股份、奥特维。
- **风险提示：** 行业受政策波动影响风险，技术研发进展不及预期风险。



一、看好AI发展+降息周期带来的光伏发电需求，美国光伏本土产能建设兴起

二、HJT为美国光伏市场最优解，成本&专利方面具备显著优势

三、中国光伏设备具备显著优势，看好设备出海新机遇

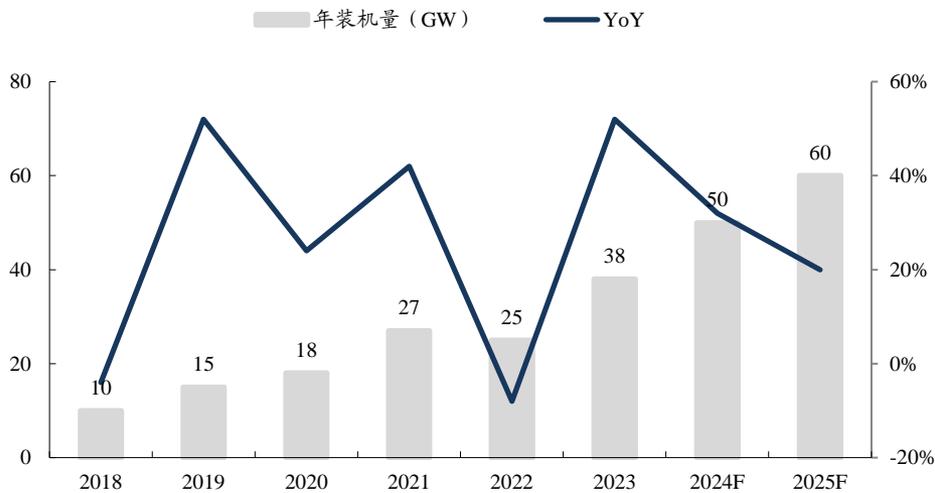
四、投资建议

五、风险提示

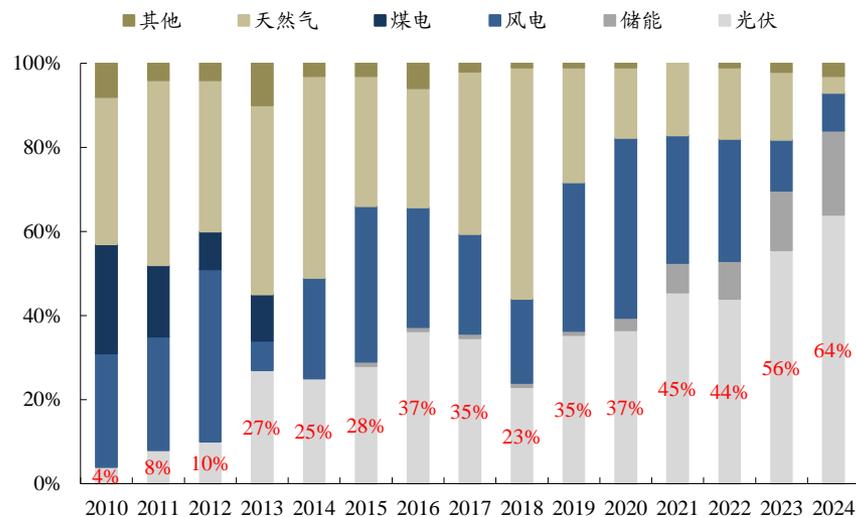
## 1.1 光伏是美国新增发电量主力能源路线，2025年装机预计达60GW

- 2024全年美国预计新增光伏装机量达50GW，预计2025年有望突破60GW大关。根据Mordor Intelligence数据，美国光伏市场预计在2024-2029年间的复合年增长率将超过20%，2025年装机量有望超60GW，需求旺盛。
- 美国新增发电量主要来自光伏，占新增发电量比例自2010年以来稳步提升。2024年美国光伏新增装机占新增总发电量超过64%。

◆图：美国装机需求预测，预计到2025年美国装机量将达60GW



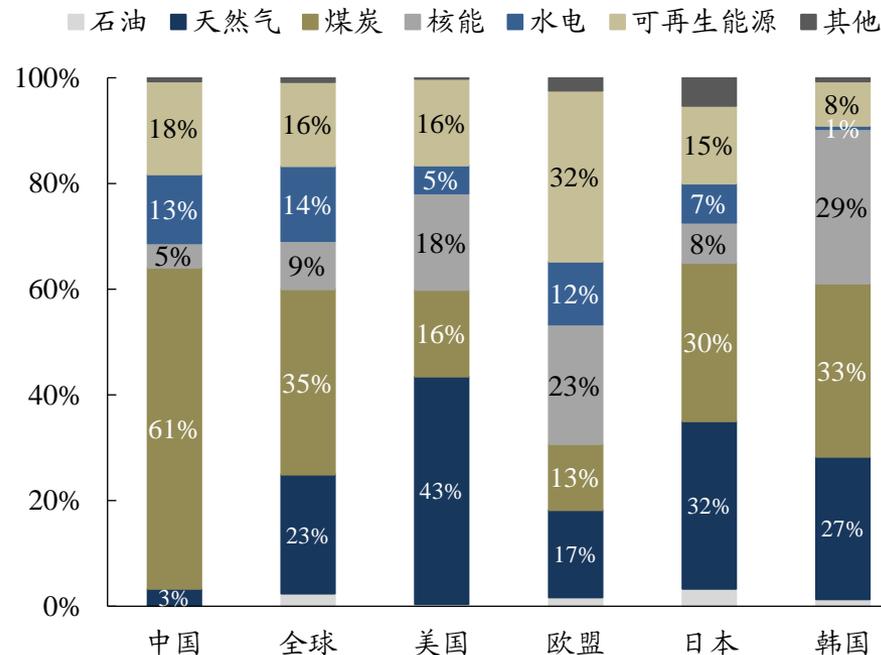
◆图：光伏是美国新增发电量主力，2024全年占新增发电量64%



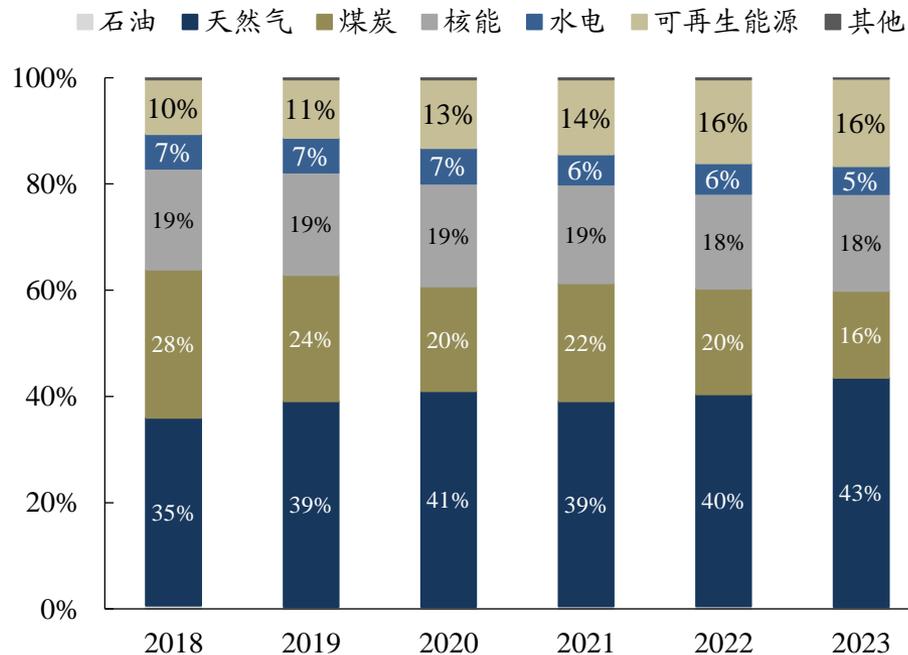
## 1.2 美国可再生能源发电结构占比仍然较低，光伏装机增长空间大

- 美国目前天然气和煤电发电占比高达59%；可再生能源仅为16%，显著低于欧盟的30%，清洁能源代替传统能源发电空间巨大。从长期来看，尽管短期可能会面临政策调整，但随着新能源技术进步及全球环境压力加大，清洁能源发展大趋势不可逆转。
- 光伏能源因其不受地理环境限制的特性，相较于水电站具有更广泛的应用潜力。我们认为美国在推动可再生能源替代传统能源的过程中，光伏发电将占据主导地位。

◆图：美国可再生能源发电比例显著低于欧盟国家，后续有望持续提升（2023年）



◆图：2018-2023年，美国可再生能源发电占比稳步提升，2023年占比16%



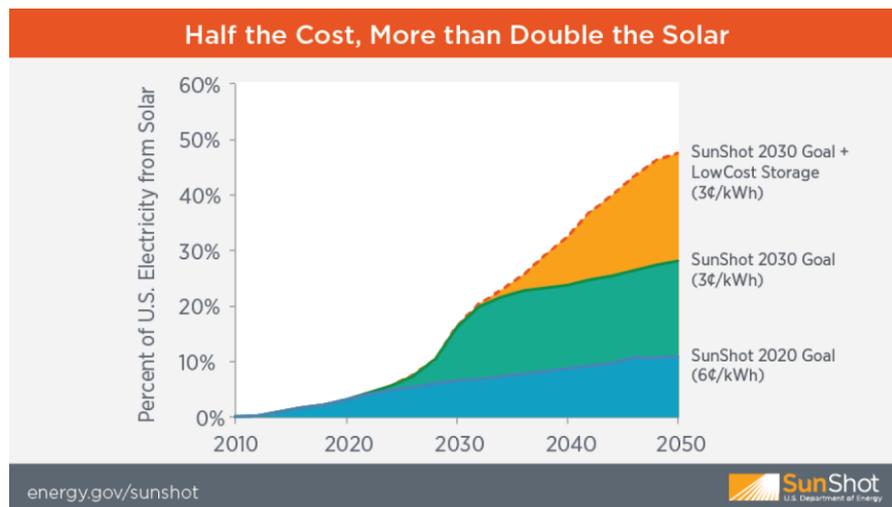
## 1.3 美国能源部支持光伏建设，计划2050年光储占总发电量50%

- 美国能源部于2011年启动SunShot Initiative计划，旨在通过推动创新来降低太阳能电力的成本，使其在没有补贴的情况下与传统能源竞争。SunShot Initiative通过与国家实验室、学术界和工业界的合作，支持国内光伏产业和研究企业，以实现太阳能技术的突破性进展。自计划启动以来，美国能源部已投资超过四亿美元用于太阳能技术创新，这些投资涵盖了光伏研发、电网建设、太阳能行业劳动力发展等多个方面。
- 该计划设定了明确的目标，包括到2023年使光伏发电占美国用电量的20%，以及到2050年，结合储能技术，使光伏发电占美国总用电量的50%。

◆图：Sunshot Initiative已落地补助

年份	金额(美元)	用途	目标
2011	1.07亿	太阳能电池性能及效率改善，扩大新增安装数量，降低系统平衡成本，促进太阳能电网集成，研发新材料，新工艺	在2020年前在能源系统总成本降低75%
2018	1.055亿	光伏研发，扩充和培训太阳能行业劳动力，太阳能与国家电网无缝衔接	将美国能源经济推向更清洁，更经济，更可靠的未来
2021	1.3亿	光伏，聚光太阳能热发电，太阳能知识发展与传播，人工智能运用等	推进太阳能技术的早期研发突破，提升太阳能发电的经济性，可靠性，安全性

◆图：美国能源部预计2030年光伏发电将占美国用电20%，搭配储能2050将达50%



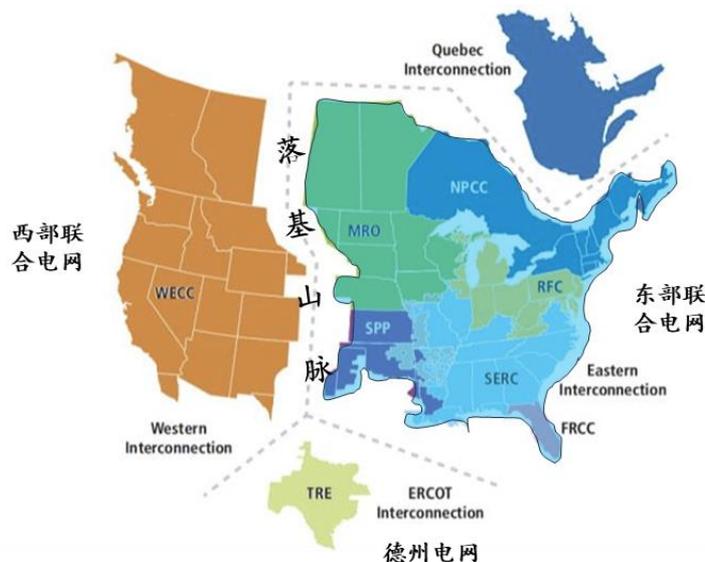
## 1.4 集中式发电为主，美国现有基础电力设施无法应对快速增长的电力需求

- 集中式电站一直是美国光伏装机的主要模式，占总量的60%-70%。2023年美国新增光伏装机38GW，集中式光伏装机达25.86GW，占全年总装机68%；美国光伏协会（SEIA）预计2025年新增集中式光伏装机将达38GW。
- 相较于工商业、户用光伏，集中式光伏电站对电网设施要求较高。美国光伏应用主要分为户用、工商业、社区太阳能和大型（集中式）四类电站。前三种可归为分布式光伏。分布式的户用发电是不需要并网的，就地消纳即可，但集中式发电需要并网，对美国电网系统提出了比较大的需求。
- 美国电网分布与人口分布不匹配，无法为人口中心提供稳定电力支持。美国特高压发展受地形限制，形成东部煤炭天然气、西部水力、南部德克萨斯天然气发电的三大电网体系，中西部及东南部缺少电网分布。三大电网彼此互联有限。各州能源政策独立，未形成全国电网。

◆图：集中式电站是美国光伏新增装机主要模式



◆图：地形特征（落基山脉）将美国电力系统划分为东部/西部/德州三个大区



## 1.5 美国正在加快电网基础设施建设，有望解决光伏发电并网问题

- 由于电网输送能力不足，美国超高压输电项目的建设和审批呈现出提速趋势。2022-2024年，美国逐年上调了未来电网的资本开支，尤其是跨州主网线路的投资。截至2023年底，美国共有在建3914英里高压输电线路，合计投资超225亿美元。
- 根据Grid Strategies统计至23年底美国具备开工条件的高压输电项目共36个，大部分已获得启动建设的条件。这36个项目将一共带来187GW的新能源接入能力与132GW的输电容量，将大幅带动美国电网整体容量提升。

◆图：截至2023年底美国在建高压输电线路，合计规划3914英里，共投资超225亿美元

地区	项目名	审议通过时间	开工时间	英里数 (英里)	电压 (kV)	交流/直流	建设成本 (十亿美元)
New York 纽约州	Champion Hudson	2010	2022	330	300	直流	6.000
	Public policy transmission	2019	2021	100	345	交流	1.230
MISO 中部地区	Cardinal-Hickory Creek	2014	2021	100	345	交流	0.582
Offshore 离岸地区	Multiple projects	2016&2017	2021&2022	30	300	直流	1.902
Northwest 西北地区	TransWest Express	2007	2023	730	600	直流	3.000
	Colorado's Power Pathway	2021	2023	560	345	交流	1.700
	Gateway South	2007	2022	400	500	交流	1.900
	Gateway West	2007	2020	1000	500	交流	2.880
Southwest 西南地区	SunZia	2006	2023	550	500	直流	3.000
	Ten West	2005	2023	114	500	交流	0.300
合计				3914			22.494

## 1.6 需求端：AI爆发带来大量发电需求，电力缺口亟待填补

- 全球科技巨头发力智能算力，开启万卡集群“算力军备竞赛”。2023年以来人工智能算力市场保持高增趋势，谷歌、Meta、微软&OpenAI、亚马逊、xAI等多家AI巨头开启算力军备竞赛，国内头部通信运营商、互联网企业也都逐渐开始布局。据IDC研究，预计2024-2030年全球人工智能产业规模CAGR高达37%。
- AI数据中心带来大量用电需求。从发电能力角度来看，根据CNBC报道，美国数据中心带来的能耗需求2024年达45GW，并将在2030年达到104-130GW，约占美国总发电功率的16%，而2022年该占比仅2.5%。

◆图：海内外龙头开启“算力军备竞赛”

公司	数据中心万卡集群布局进展
海外科技公司布局基本落地	
谷歌	2023年5月推出AI超级计算机A3，搭载了约26000块H100 GPU
Meta	2024年初建成了两个各含24576块GPU的集群
微软	2020年构建一个覆盖1万块GPU的超级计算机
亚马逊	Amazon EC2 Ultra采用了2万个H100 TensorCore GPU
特斯拉	2023年8月上线集成1万块H100GPU的集群
国内通信龙头&科技公司努力追赶	
华为	2023年7月华为昇腾AI集群由最初4000卡集群拓展至16000卡
电信	北上两个万卡集群已经投产，临港终期规划30万卡集群

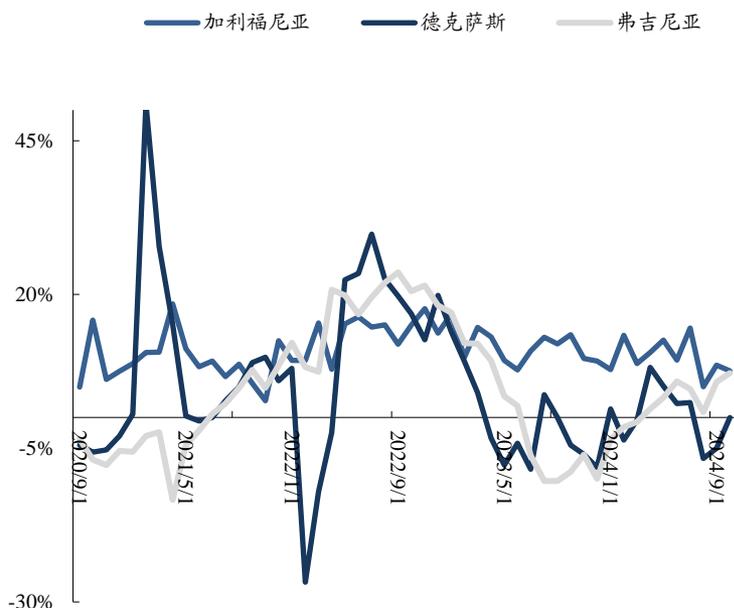
◆图：美国AI数据中心电力需求（GW）



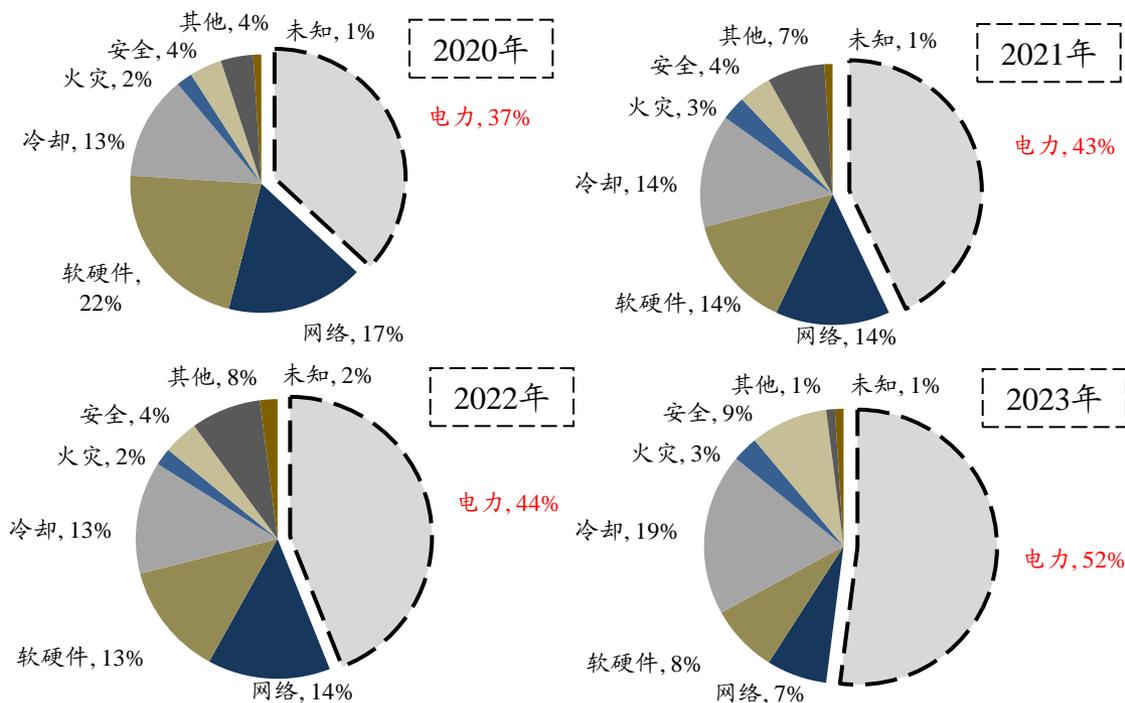
## 1.6 需求端：AI爆发带来大量发电需求，电力缺口亟待填补

- AI数据中心的普及带动了主要数据中心州电费上涨,近十年来加利福尼亚州电价上涨超过一倍。未来随着数据中心对成本更加敏感,成本更低的光伏将成为必要的电力来源。此外, AI数据计算对电力供应的稳定性要求很高,在电网升级完成之前,自建光伏加储能系统有望缓解断电问题。
- 电力供给不足是美国数据中心停机的最大影响因素,近年来比重持续提升。2020年由于电力供应不足导致数据中心停机占所有停机情况比重为37%, 2023年提升至52%。

◆图：数据中心大多位于加州、德州、弗州；其平均电价同比大幅上升



◆图：2020-2023年美国数据中心停机原因，电力供给不足的比重逐年增大



## 1.6 需求端：光伏+储能解决方案具备潜力

- 为解决区域性电价上涨和稳定电源紧缺两大问题，主流方案主要有：核电、地热、光伏、燃气和燃油。考虑到科技型企业均有ESG要求，只有光伏、核电、地热符合要求。
- (1) 地热地域限制大+建设周期长，短期看环保意义大于实际意义，长期看是数据中心供电的较好选择。美国的地热能资源主要集中在加州、内华达州和犹他州，地域性较强；同时，由于数据中心电力需求较大，大型地热发电项目从资源识别到商业化运营大约需要7年以上，仅建设运营也需要数年，短期内可行性不强，因此目前美国科技巨头中仅有Meta和谷歌选择了地热能为数据中心供电。

◆图：北美科技巨头均有ESG要求，大部分企业计划在2030年前实现0碳排放

公司	ESG目标
谷歌	计划到2030年实现其所有业务完全使用可再生能源。
微软	计划到2030年实现碳负排放，并在2050年消除自公司成立以来的所有碳排放。
Meta	Meta的数据中心使用100%可再生能源供电。
英伟达	计划通过购买或建设可再生能源来抵消其产品全球电耗。
亚马逊	计划到2040年前实现净零碳排放。
英特尔	英特尔承诺到2040年实现全球运营的温室气体净零排放。

◆图：北美科技巨头地热能相关规划，主要目标是环保低碳

公司	具体情况	预计落地时间	电力供给量
Meta	与地热能初创公司Sage合作，主要为了实现清洁能源转型	一期预计落地时间为2027年	一期150MW
谷歌	内华达数据中心已经开始使用100%地热能供电	已落地	115MW

## 1.6 需求端：光伏+储能解决方案具备潜力

- (2) 核电新增机组少+建设周期长，未来十年内美国新增大型核电机组可能性较低。美国目前在运核电站96.95GW/94座，提供全美18%的发电量。核电机组的建设高峰为1970s，自1979年三哩岛核事故后新机组审批冻结超30年。由于核电同时具备高发电能力、输出功率稳定和高度清洁的特点，短期内存在部分AI数据中心和存量北美核电的资源对接。长期来看，考虑到美国新核电机组需要4-6年审批+6-8年建设周期，未来十年内美国新增大型核电机组可能性较低。同时，核电建设长期存在较多不确定性，自苏联切尔诺贝利和日本福岛核事故以来，各地政府和民众对核电的态度一直较为保守。

◆ 图：北美科技巨头核电相关规划，短期内落地可能性低

主体	时间	具体情况	预计落地时间	能源供给
亚马逊	2024年3月	24年3月亚马逊购买位于塞勒姆镇核电站旁一个960MW的数据中心园区，并采购核电作为电力来源	存量对接	960MW
亚马逊	2024年10月	与美国弗吉尼亚州Dominion Energy签署协议，致力于贝安娜核心站附近开发小型模块化反应堆	尚处于开发阶段	/
微软	2024年9月	与星座能源公司签署购电协议，购买未来20年三哩岛核电站生产的所有电力	预计2028年重启核反应堆	835MW
微软	2024年6月	泰拉核电站于24年6月开始动工非核部分建设，核电部分目前未通过国家审批	2030	500MW
谷歌	2024年10月	谷歌与Kairos Power签署协议，计划建造7座小型模块化反应堆	2030	500MW
Switch	2024年12月	与核能公司Oklo签署协议，在未来二十年间开发、构建总计高达12GW容量的Aurora微型核电站群	尚处于开发阶段	12GW
Meta	/	正在寻求核电开发商建议	/	/

## 1.6 需求端：光伏+储能解决方案具备潜力

- (3) 中长期来看，光伏加储能是数据中心最理想的选择；谷歌、Meta等科技巨头光储项目正在陆续落地。光伏电站的建设周期相对较短，一旦完成审批，通常在几个月到一年内就能完工。此外，光伏不受地理位置的限制，只要有阳光就能发电。

◆图：北美科技巨头光储相关规划及落地情况

协议时间	主体	地区	具体情况	预计落地时间	能源供给
2024年12月	Meta	德州	Meta与长径能源签署长期电力购买协议，涵盖太阳能项目1000Miles全部300MWac的光伏项目	2026年	300MWac
/	谷歌	德州	谷歌“猎户座太阳能带”正式并网发电，使用超过130万块美国制造的光伏组件和22800吨钢材，为美国历史上最大的光伏项目。其中85%的电力将用于谷歌在达拉斯地区的数据中心	24年10月已落地	900MW
2020年8月	Switch	内华达州	Switch和Capital Dynamics签署光伏+储能项目电力采购项目，主要包括一个装机容量为127MW的太阳能发电厂以及一个60MW/240MWh采用特斯拉Megapack储能系统。该项目用于给Switch大型数据中心供电	24年5月已落地	127MW

## 1.6 需求端：光伏+储能解决方案具备潜力

● 根据我们测算，100MW数据中心使用光伏+储能方案，度电成本为0.35元/kWh，与美国工业用电（5美分/kWh）基本持平。

◆ 图：100MW数据中心配套光储成本测算

分布式光伏电站（万元）	
光伏组件	18000
逆变器	3200
光伏支架	3000
电气设备等费用	10000
总计	34200
储能系统（万元）	
储能电芯费用	19200
储能变流器PCS	3080
电池管理系统BMS	4800
能量管理系统EMS	9000
温控系统	5400
储能电缆等费用	400
总计	41880
其他配套设备总费用（万元）	
监控与控制系统	2300
配电房建设	5000
通信与安全设备	1500
杂项	6000
总计	14800
运维与土地租赁费用（万元/年）	
运维费用	2200
土地租赁费用	12360
总计	14560

◆ 图：100MW数据中心光储方案LCOE测算

100MW数据中心光储LCOE测算	
数据中心（MW）	100
75%使用光储所需要的配套光伏容量（MW）①	200
配储比例（%）②	40%
每日运行时长（小时）③	6.5
所需储能容量（MWh）④=①×②×③	520
每年运行天数（天）⑤	330
储能充放电损失（%）⑥	20%
可利用电量（GWh）⑦=④×⑤×⑥	223
运营年限（年）	20
系统效率衰减（%）	0.5%
发电量累计现值（GWh）⑧	4236
运维与场地租赁费（万元/年）	14560
折现率（%）	8.0%
运维与场地租赁费累计现值（万元）⑨	142952
分布式光伏电站项目投资总额（万元）⑩	49000
项目寿命（年）	20
残值率（%）	5.0%
分布式光伏电站每年折旧费用（万元/年）	2328
分布式光伏电站折旧累计现值（万元）⑪	22852
储能系统成本项目投资总额（万元）⑫	41880
储能系统寿命（年）	12
残值率（%）	5.0%
储能系统每年折旧费用（万元/年）	3316
储能系统折旧累计现值（万元）⑬	32552
税率（%）⑭	25.0%
总建设成本（万元）⑮=⑩+⑫	90880
残值现值（万元）⑯	3755
LCOE（元/kWh）⑰=(⑮-(⑩+⑬)*⑭+⑨*(1-⑭)-⑯)/⑧	0.35

## 1.7 需求端：户用光伏受高利率影响最大，降息有望刺激装机

- 美国当前高利率环境对光伏装机量有负面影响：（1）大电站模式下，投资者的回报率降低。在目前4.5%的利率和0.25-0.35美元/瓦的组件价格下，风险溢价仅为0.42%-3.49%，远低于低利率时期水平，例如1%利率时的6.42%。
- （2）户用光伏受利率影响更大，主要系美国户用光伏安装商的商业模式是重资产模式，安装商通过融资采购设备，并将设备安装在户主的屋顶上，户主在未来二十多年内按月、季度或年支付现金流给安装商。因此，安装商的融资能力非常重要。降息将刺激下游户用光伏装机，降低贷款利率，进而降低安装商的融资成本，使其成为利率敏感性最高的环节，受益于降息。

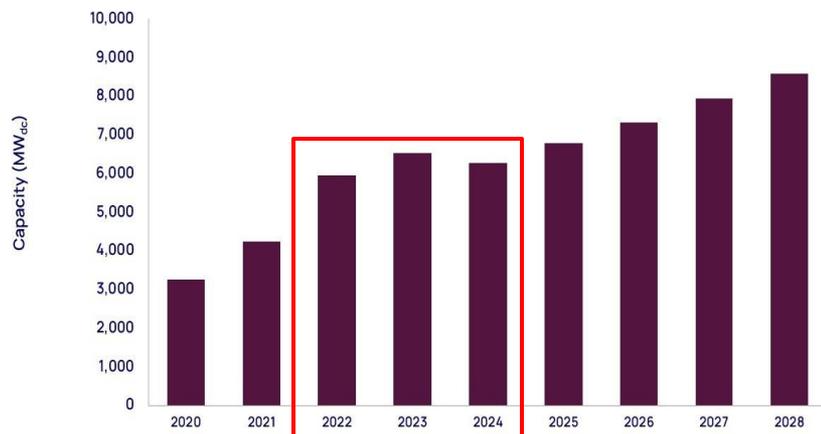
◆图：当前利率与组件价格下，美国电站投资风险溢价在3.5%以下

	组件价格 (USD/W)								
	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	
0.5%	16.58%	12.12%	8.88%	6.42%	4.48%	2.91%	1.60%	0.50%	
1.0%	16.03%	11.65%	8.46%	6.04%	4.13%	2.59%	1.30%	0.21%	
1.5%	15.49%	11.17%	8.04%	5.66%	3.79%	2.26%	1.00%	-0.08%	
2.0%	14.95%	10.70%	7.62%	5.20%	3.44%	1.95%	0.70%	-0.36%	
2.5%	14.42%	10.24%	7.21%	4.92%	3.11%	1.63%	0.41%	-0.64%	
3.0%	13.89%	9.78%	6.81%	4.55%	2.77%	1.33%	0.12%	-0.91%	
3.5%	13.36%	9.32%	6.41%	4.20%	2.45%	1.02%	-0.17%	-1.18%	
4.0%	12.84%	8.88%	6.02%	3.84%	2.12%	0.72%	-0.45%	-1.45%	
4.5%	12.32%	8.43%	5.63%	3.49%	1.80%	0.42%	-0.73%	-1.71%	
5.0%	11.81%	8.00%	5.25%	3.15%	1.49%	0.12%	-1.00%	-1.97%	
5.5%	11.30%	7.57%	4.87%	2.81%	1.18%	-0.15%	-1.27%	-2.23%	
6.0%	10.81%	7.15%	4.50%	2.48%	0.88%	-0.44%	-1.54%	-2.48%	
6.5%	10.32%	6.73%	4.14%	2.16%	0.58%	-0.71%	-1.80%	-2.73%	

注：假设项目贷款比例为70%，美国无风险收益率为4.5%

◆图：美国2022年加息后，2023-2024年户用光伏装机增速显著放缓

Residential solar installations and forecast, 2020-2028

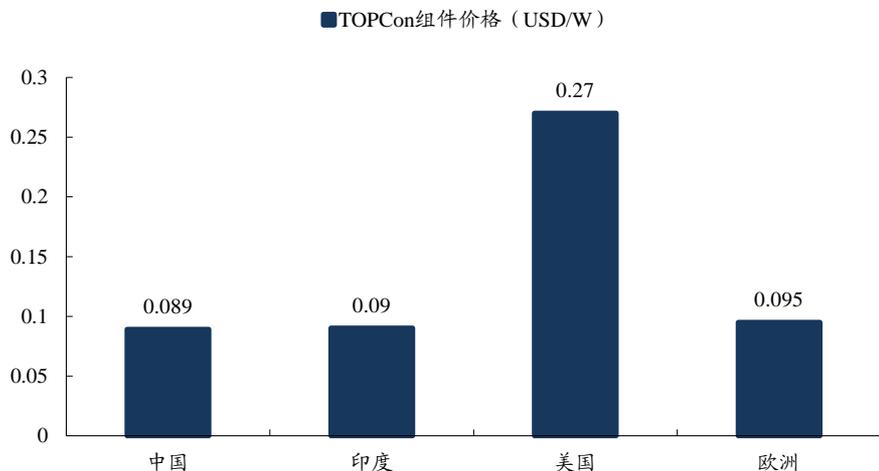


Source: Wood Mackenzie

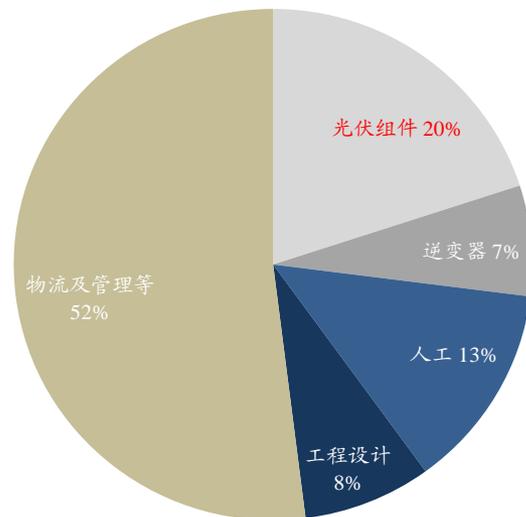
## 1.7 需求端：美国光伏用户价格敏感度不高，组件价格溢价明显

- 美国组件单价显著高于世界其他市场，溢价明显。根据2025年1月3日Infolink报价，中国TOPCon组件产品单瓦价格仅为0.089美元，而美国组件单瓦报价高达0.27美元，是中国价格的三倍。
- 美国市场对光伏组件价格的敏感度相对较低，原因在于组件成本在光伏项目总投资中所占比例较小，仅为**20%**。即使组件价格有所波动，对整体项目投资回报的影响也相对有限。此外，美国光伏项目的运营和维护（OPEX）成本较高，这可能导致投资者更加关注长期运营成本的控制，而非初始组件采购成本。

◆图：美国组件每W单价远高于其他市场，是中国价格的3倍



◆图：光伏组件仅占光伏系统成本20%，欧美成本大头在人工及物流费用



## 1.8 供给端：美国对海外产光伏产品施加高额关税，自建产能势在必行

- 美国政府为保护国内光伏产业，对进口光伏产品实施了包括201关税、301关税以及双反调查在内的多项关税措施。导致中国光伏企业将部分产能转移至东南亚地区。然而，自2022年起，美国对东南亚进口的光伏产品也加强了监管，东南亚市场同样面临潜在的高额关税风险。
- 从长远来看，美国政府鼓励本土光伏产业的发展，引导制造业回流美国。尽管一些光伏制造商在中东地区布局产能，但美国关税政策的核心目标是制造业回流，预计未来美国将更加依赖自建产能以满足其光伏需求。

### ◆图：美国光伏产品进口政策梳理

时间	相关贸易措施	内容
2011年11月	反倾销和反补贴关税	美国商务部（DOC）对华光伏产品（电池片、组件）进行反倾销和反补贴调查立案
2012年10月	反倾销和反补贴关税	“双反”仲裁，出口到美国的中国光伏产品必须缴纳18.32%-249.96%的反倾销关税（AD），以及缴纳14.78%-15.97%的反补贴税，此后每年进行复审
2014年12月	反倾销和反补贴关税	美国对中国大陆和中国台湾地区光伏电池制造商实施第二轮双反，对中国大陆光伏产品实行27.64%到49.79%不等的反补贴税，以及26.71%至165.04%的反倾销税；并对中国台湾光伏产品实行11.45%至27.55%的反倾销税
2018年1月	201关税	时任美国总统特朗普批准对从中国进口的光伏电池和组件征收30%的关税，为期四年，税率逐年下调5%，每年2.5GW免税；并于2022年2月宣布政策延长至2025年
2018年9月	301关税	对包括光伏组件，逆变器，接线盒和背板在内的3250亿美元中国进口产品征收10%的关税；2019年5月，关税水平从10%上调至25%
2021年6月	WRO	美国海关边境保护局（CBP）发布新增令（WRO），禁止从“实体清单”中的合盛硅业及其子公司进口金属硅，及使用了合盛硅业的硅材料衍生或生产的货物和太阳能产品
2022年3月	东南亚反规避调查	3月底美国商务部宣布，将立案调查中国光伏组件制造商通过将部分制造业务转移到东南亚国家以规避反倾销和反补贴关税的行为
2023年8月	反规避调查	美国商务部公布反规避调查终裁结果，认定泰国，柬埔寨，越南和马来西亚四个被调查国家在全国范围内存在规避，比亚迪香港，阿特斯，天合光能，隆基乐叶与New East Solar五家企业被暂时认定为存在规避行为
2024年5月	301关税	美国政府在2024年5月将针对中国进口的太阳能电池的关税税率从25%提高到50%

## 1.9 供给端：关税+制造端补贴，推动美国本土产能加速落地

- 美国推出《2022年通胀削减法案》，在制造端和安装端对光伏相关项目进行补贴。2022年8月，美国总统拜登签署了总价值为7500亿美元的《2022年通胀削减法案》（IRA），该法案于2023年1月正式生效，包含了针对光伏和储能领域供给、需求两侧的一系列补贴优惠和税收抵免政策。
- （A）供给侧补贴分为两种模式，企业可以选择其中一种，通常会选择45X，因为随着产能的提升，补贴收益更为可观。如果急于回款，则会选择48C ITC。（1）45X 先进制造业税收抵免（MPTC）：企业在将光伏产品交付给客户后，可以直接申请补贴。以电池和组件为例，美国生产的电池可获得每瓦4美分的补贴，组件可获得每瓦7美分的补贴。（2）48C ITC 投资税收抵免：企业在完成建厂投资后即可申请补贴。如果符合用工条件，可获得投资额30%的税收抵免。

◆表：IRA补贴分为供给端与需求端，供给端政策延续至2033年

相关政策	
需求端	1) 分布式项目（个人用，含独立户储）：1、投资税收抵免政策延期10年至2032年，初始投资成本的税收抵免比例由现阶段26%提高至30%，10年后在三年内按比例退出至26%，22%，首次将单独的储能系统囊括在ITC政策之内，释放出户储更多应用场景。2、对低收入社区符合标准的风电、光伏设施增加10-20%的税收优惠。3、向州能源办公室提供金额分别为43亿美元和45亿美元的经济支持，分别用于支持家庭能源改造项目补贴和家庭电气化改造补贴。
	2) 集中式项目（商用）：通过审批后60天之内开始建设的项目，2022年-2024年享受30%的投资税收抵免；通过审批后60天之后开始建设的项目，若交流测装机容量小于1MW或者符合最新的项目劳工要求才可享受30%的抵免比例，否则享受6%的投资税收抵免且逐渐递减，满足用人要求或者使用美国制造，可额外获得抵免。
供给端	1、ITC：为设施和设备投资提供30%的投资税收抵免，期限与基础ITC一致；2、直接补贴：为光伏制造产业链具体环节提供补贴，主要环节包括：多晶硅、硅片、电池、组件，逆变器等（2022年-2029年，之后每年递减25%，2033年退出）

◆表：45X MPTC让光伏厂商在电池与组件环节最高可获11美分/W的补贴

环节	分类	税收抵免额
光伏组件	太阳能级多晶硅	3.0\$/kg
	薄膜或多晶硅光伏硅片	12\$/kg
	薄膜或多晶硅光伏电池	4.0\$/Wdc
	薄膜或多晶硅光伏组件	7.0\$/Wdc
逆变器	聚合物背板	40\$/m <sup>2</sup>
	集中式逆变器	0.25\$/Wac
	地面电站逆变器	1.5\$/Wac
	工商业逆变器	2.0\$/Wac
	户用逆变器	6.5\$/Wac
跟踪器	微型逆变器	11\$/Wac
	扭矩管	0.87\$/kg
	结构紧固件	2.28\$/kg

## 1.9 供给端：关税+安装端补贴，推动美国本土产能加速落地

- (B) 需求端补贴分为两种模式，光伏系统投资人可以选择其中一种：(1) 投资税收抵免 (ITC)：**基础抵免为30%，若满足所有要求，最高可拿到项目总投资额80%的税收减免。该项税收减免可用于抵消投资前或投资后的税款，并且税收减免可以转让。由于户用及工商业光伏项目的每瓦投资额较高，通常会选择ITC作为补贴方式。ITC中，本土化制造的10%补贴最为关键。从2026年起，投产的产能需要至少有55%的部件价值量为美国制造。仅电池片一项就占光伏组件价值量的50%，所以美国本土产电池片有10%补贴优势。
**(2) 生产税收抵免 (PTC)：**主要根据光伏系统产出的电力来计算补贴，最高可补贴3.35美分/KWh，并根据通货膨胀情况调整每千瓦时的补贴额。通常集中式电站会选择PTC模式，因为其规模更大，每瓦光伏系统的投资额更低（按照ITC计算不合算），且发电量更大。
- 除了联邦补贴外，各州也制定了各自的补贴政策。**以加州的NEM（净能源计量）政策为例，该政策允许拥有太阳能电池板的房主为其产生的多余电力并送回电网获得积分，用以抵消电费。加州的NEM 3.0政策于2023年4月15日生效，大幅降低了屋主的用电费用，平均上网电价从每度30美分降至8美分，降幅接近75%。

◆表：安装端可选择ITC或PTC，ITC补贴最高80%税收减免，PTC最高每KWh发电补贴3.35美分

类别	项目<1MW AC (累计)		项目>1MW AC (累计)	
	ITC	PTC	ITC	PTC
基础抵免	30%	2.75美分/kwh	6%	0.5美分/kwh
工资和学徒要求	不适用		+24%	+2.25美分/kwh
本土化制造（2025/2026年系统部件价值量分别需要达50/55%美国制造）	+10%	+0.3美分/kwh	+10%	+0.3美分/kwh
能源社区	+10%	+0.3美分/kwh	+10%	+0.3美分/kwh
低收入社区或部落土地 (<5MW AC)	+10%	不适用	+10%	不适用
符合条件的低收入住宅建设项目或经济效益项目	+20%	不适用	+20%	不适用
合计	项目价值80%税收减免	3.35美分/kwh	项目价值80%税收减免	3.35美分/KWh

## 1.10 供给端：美国电池/组件产能错配，本土电池产能布局兴起

- 美国现有本土光伏产能主要集中在组件端，核心零部件如电池片大多依赖进口，最终在美国本土完成组件制造。截至2025年1月，主流光伏企业合计在美规划组件产能超68GW，目前已投产40GW；其中中资和美资企业分别规划超28GW。

◆图：截至2025年1月7日，主流光伏企业在美共规划超68GW组件产能，已投产超40GW；产能大多布局在红州（共和党州）\*项目地点标蓝处为规划在蓝州的组件产能

企业背景	企业	项目地点	产能规划 (GW)	投产情况 (GW)
中资	隆基绿能-INVEnergy	俄亥俄州	5	5
	天合光能-FREYR Battery	德克萨斯州	5	5
	晶澳科技	亚利桑那州	3	2
	晶科能源	佛罗里达州	2	1
	Maxeon	新墨西哥州	3	0
	阿特斯	德克萨斯州	5	4
	润阳股份	阿拉巴马州	5	0
美资	First Solar	俄亥俄州	7.5	7.5
	First Solar	阿拉巴马州	3.5	3.5
	First Solar	路易斯安那州	3.5	0
	3 Sun	俄克拉荷马州	3	0
	Heliene	明尼苏达州	1	1
	特斯拉	纽约州	1	1
	Silfab Solar	华盛顿州	0.8	0.8
	Silfab Solar	北卡罗莱纳州	2	0
	Solar4America	加利福尼亚州	2.4	0.65
	Convalt Energy	纽约州	2.6	0.9
Adion Solar	佐治亚州	0.5	0.5	
欧洲	梅耶博格	亚利桑那州	2	0
韩资	SEG Solar	德克萨斯州	2	0
	韩华Qcells	佐治亚州	8.4	8.4
	LG	亚利桑那州	0.4	0.4
合计组件产能			<b>68.6</b>	<b>41.65</b>

## 1.10 供给端：美国电池/组件产能错配，本土电池产能布局兴起

- 根据美国光伏协会SEIA，截至2023年底，美国本土的光伏电池产能仅为0.3GW，较40GW组件产能仍存在较大缺口。若要在2025年后达到美国补贴本土制造要求，美国电池产能扩产势在必行。
- 随着美国关税壁垒的提升叠加IRA补贴陆续落地；全球玩家纷纷开始布局美国本土的电池产能，以配套现有的组件产能。截至2025年1月，合计规划的产能已超过58.3GW。这些产能主要由海外光伏企业和美国本土新玩家设立，且大部分位于红州，因为红州以制造业、农业和能源产业为主，为了提高当地就业率，红州政府提供了更优厚的投资条件。

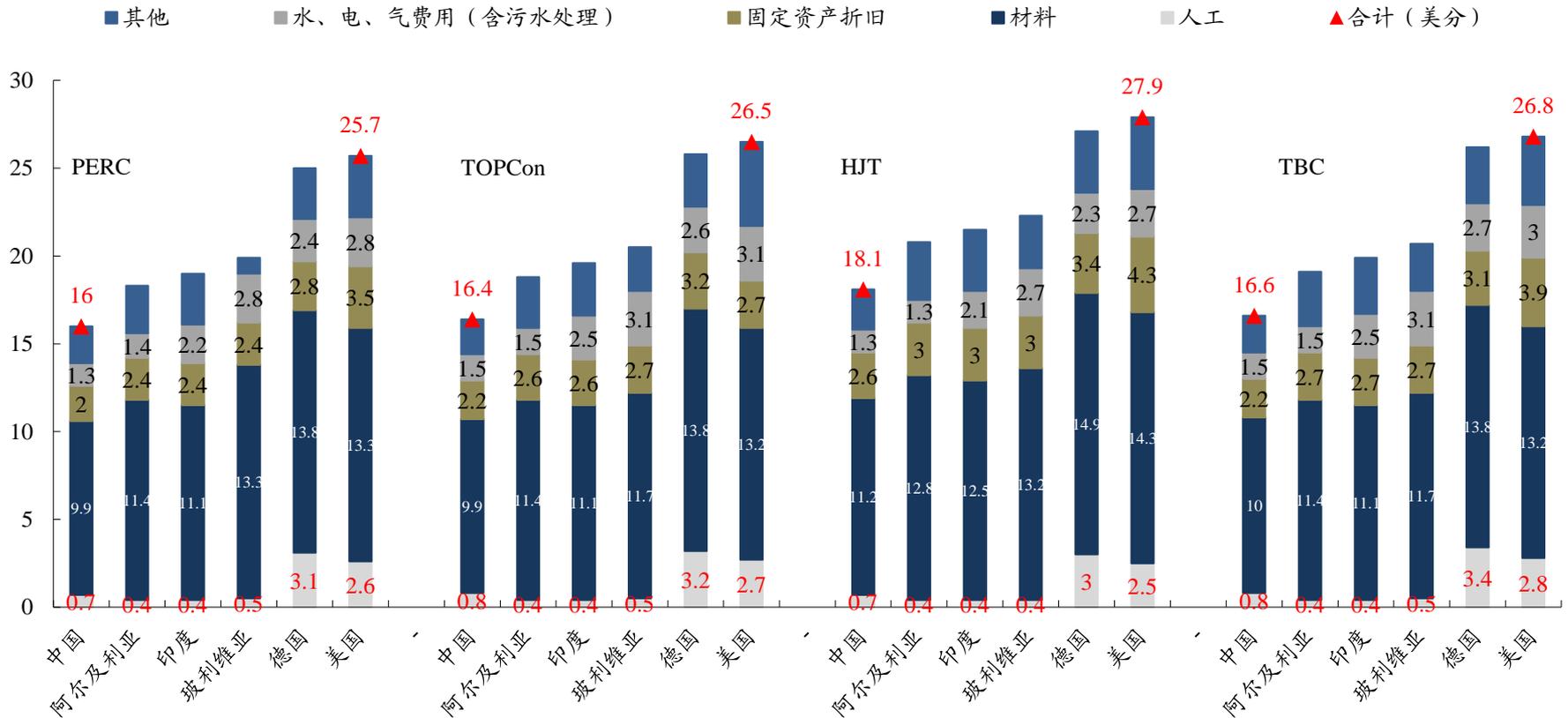
◆图：截至2025年1月7日，美国本土合计规划超58.3GW电池产能，产能大多布局在红州（共和党州）\*项目地点标蓝处为规划在蓝州的电池产能

企业	企业简介	项目地点	投资金额（美元）	产能规划（GW）	技术
Canadian Solar	阿特斯阿特斯子公司	印第安纳州	8.39亿	5	N型
Revkor	与德国H2 Gemini技术咨询、迈为股份技术合作	犹他州	-	20	HJT
Convalt Energy	南亚清洁能源公司，收购SunPower美国本土制造资产	纽约/缅因州	-	7.5	待定
Nuvison Solar	美国本土新玩家	佛罗里达州	-	2.5	HJT
韩华 Q Cells	韩国韩华集团子公司	佐治亚州	25亿	3.3	TOPCon
Maxeon	TCL中环子公司	新墨西哥州	12亿	3	TOPCon
Waaree	印度光伏巨头Waaree集团美国项目	得克萨斯州	10亿	3	待定
3 SUN	意大利能源巨头Enel子公司	俄克拉荷马州	-	3	HJT
Silfab Solar	加拿大光伏巨头Silfab美国项目	北卡罗来纳州	-	1	待定
ReCreate	Create能源与Recom科技合资公司	田纳西州	-	5	待定
DYCM	地产公司Das与APCH投资合资公司	美国东南部	8亿	2	TOPCon
梅耶博格	瑞士梅耶博格与Sunrun美国合资电池项目	科罗拉多州	-	2	HJT
昊能光电	昊能光电美国电池项目	北卡罗来纳州	3300万	1	待定
合计电池产能				<b>58.3</b>	

# 1.11 供给端：美国成本结构和中国差异大，主要体现在人工、水电费及固定资产折旧

- 根据RCT能源2024年项目测算，美国光伏组件总成本是中国的1.6倍左右，其中HJT组件差距最小，仅为1.5倍。两国生产要素中人工、水电费（含污水处理）及固定资产折旧差异最大，以工序较多的TOPCon技术为例，美国人工成本是中国的3.5倍左右，中美分别为0.8/2.7美分/W；水电气费（含污水处理）2.1倍左右，中美分别为1.5/3.1美分/W；固定资产折旧1.3倍左右，中美分别为2.2/2.7美分/W。

◆图：美国成本结构和中国差异大，主要体现在人工、水电费及固定资产折旧



资料来源：RCT GmbH, 东吴证券研究所

## 1.11 供给端：美国成本结构和中国差异大，主要体现在人工、水电费及固定资产折旧

- **（1）人工成本：**熟练工人短缺、高工资及低人效等因素导致美国人工成本是中国的2倍。2024年美国全国制造业平均工资为6.8万美元/年，是中国1.3万美元/年的5倍。考虑到工作效率等因素，美国的劳动力成本（积分）是中国的2倍，中美分别为61.4分和122分。人工成本问题在光伏行业将更为凸显，主要系光伏工厂多位于乡村地区，加上光伏行业需要24小时连续运行且工作难度较其他行业更高，这进一步增加了人工成本和招聘难度。
- **（2）水、电、气（含污水处理）：**中美工业的水、电、气费用差异不大，主要的成本差异在于污水处理。中美两国在工业用水、用电和燃气费用方面的差异相对较小，甚至美国燃气费用大幅低于中国。水电成本的差异主要体现在污水处理上，美国的污水处理费用是中国的2.7倍，中美分别为0.49美元/吨和1.32美元/吨。污水处理费用的差异主要源于美国工厂较高的环保标准和更高的人工费用，导致美国污水处理成本显著高于中国。

◆表：美国人工成本及工业污水处理费用显著高于中国，是中美制造业成本差异的主要因素

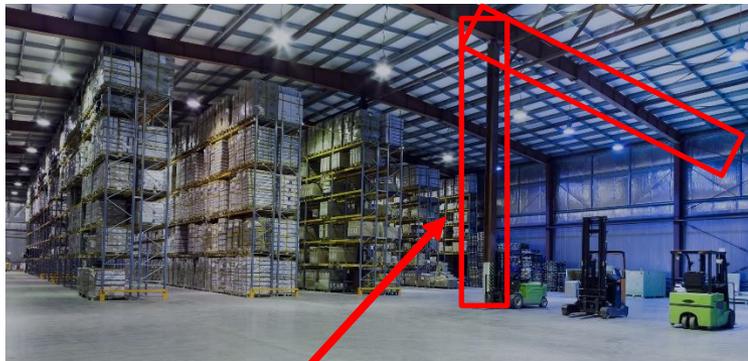
	项目	中国	美国	中美倍数
人工	制造业平均工资（美元）	13356	67632	5X
	劳动力成本（含工作效率，积分）	61.4	122	2X
水电气	工业用水（美元/吨）	0.97	0.98	-
	工业污水处理（美元/吨）	0.49	1.32	2.7X
	工业用电（美元/千瓦时）	0.081	0.087	-
	工业燃气（美元/立方米）	0.39	0.27	-

注：（1）劳动力成本根据每小时薪资和劳动生产率（或每小时实际产出）计算，为Trading Economics指标；（2）汇率转换根据2025年1月5日的实时汇率计算；（3）中国的水电费以四川省的价格为例，而美国则以东部工业州印第安纳州的价格为例。

## 1.11 供给端：美国成本结构和中国差异大，主要体现在人工、水电费及固定资产折旧

- (3) 固定资产折旧：美国光伏组件固定资产折旧是中国的2.1倍，主要系设备及厂房价格不同。美国光伏设备主要进口自中国，由于关税和溢价，其价格普遍高于中国。同时，美国的厂房价格也普遍高于中国。
- 美国光伏厂房主要采用两种建设模式：**Greenfield**（绿地项目）和**Brownfield**（现有厂房改造）。（A）单GW **Greenfield**项目投资额高达8000万美元，是中国工厂的8至10倍，且建设周期通常需要1至2年。不仅增加了时间成本，还使企业面临市场变化、政策调整等不确定性风险。（B）**Brownfield**项目，需改造现有厂房，主要有两种选择：①大部分为物流仓储式厂房，需全面改造加固，TOPCon技术需加固整个结构，而HJT技术只需加固两端；②废弃厂房改造，多来自汽车产业，成本较低，且当地政府为保就业会给予支持。但这些厂房多位于阳光照射率较低的美国东北部，若将光伏组件运输至南部，会增加每瓦发电成本。

◆图：美国多数现有厂房不适合光伏生产。HJT产线改造成本较低，只需加固两端，而TOPCon需加固整个厂房，HJT能节省3000万美元/GW改造费用



仓储厂房结构无法支撑电池片产线所需设备

◆图：2008年金融危机以来，美国众多本土汽车制造厂关闭；许多厂房转型为工业园区，如福耀玻璃改造的通用汽车Moraine工厂；市场上仍有大量空置厂房，或成为光伏产能建设的潜在选择。

工厂	关闭日期	后续用处
通用汽车Moraine工厂	2008	改造为福耀玻璃工厂
通用汽车Wilmington工厂	2009	改造为亚马逊物流中心
福特St. Louis工厂	2006	改造为工业园区
通用汽车Buffalo工厂	2007	空闲
通用汽车Pittsburgh工厂	2008	空闲
克莱斯勒ST. Louis工厂	2009	空闲
克莱斯勒Newark工厂	2008	改造为Delaware大学教学楼
通用汽车Doraville工厂	2008	重新开发为商业综合体
通用汽车Janesville工厂	2008	已拆除



一、看好AI发展+降息周期带来的光伏发电需求，美国光伏本土产能建设兴起

二、HJT为美国光伏市场最优解，成本&专利方面具备显著优势

三、中国光伏设备具备显著优势，看好设备出海新机遇

四、投资建议

五、风险提示

## 2.1 需求端：美国光伏系统成本占比高，高功率组件更受青睐

- 由于人工成本高昂，美国光伏项目OPEX较高，投资者更加关注长期运营成本的控制，而不是初始组件采购成本。如果光伏组件的功率更高，那么单片组件可以在更少的人力和土地资源下产生更多的电力。
- **HJT与TBC发电增益大幅高于TOPCon，更适合美国市场。**以TOPCon组件的效率、功率和发电量为基准线，目前普效HJT组件功率为710-720W，其组件功率增益达到2%，发电量增益为3%，综合发电量比TOPCon高出5%；TBC组件的功率增益为2.5%，发电量增益为1%，主要原因是其双面率较低，综合发电量比TOPCon高出1.5%。
- 美国将优先选择发电量更高的组件以降低OPEX，首选HJT。HJT和TBC都是可选的技术，但由于TBC的双面率较低，其发电量增益明显低于HJT。因此，HJT或是美国客户首选光伏电池技术。

◆图：HJT与TBC组件发电增益比TOPCon分别高5%/1.5%，更适合OPEX高的美国

电池技术&组件产品	电池效率增益	组件功率增益	组件发电量增益	增益合计
高效HJT: 740W+	≈ BL+1.1%+	≈ 4%+	≈ 3%	≈ 7%+
<b>普效HJT: 710-720W</b>	<b>≈ BL+0.5%</b>	<b>≈ 2%</b>	<b>≈ 3%</b>	<b>≈ 5%</b>
低效HJT: 695-705W	≈ BL	≈ 0%	≈ 3%	≈ 3%
<b>TBC</b>	<b>≈ BL+0.6%</b>	<b>≈ 2.5%</b>	<b>≈ 1%</b>	<b>≈ 1.5%</b>
TOPCon: 695-705W	BL	0%	0%	0%
PERC: 665W	≈ BL-1.2%	≈ -5%	≈ -3%	≈ -8%

注：功率根据210硅片计算，TOPCon根据182硅片转换，PERC根据166硅片转换。

## 2.1 受益于较短工艺流程，HJT具备运营成本优势，适配美国环境

- 中美光伏制造最大区别是成本要素不同，美国光伏生产成本结构与中国存在显著差异。中国的主要成本为设备CAPEX，美国则更加注重OPEX与设施成本。主要系：（1）美国单GW工厂（greenfield，即在未开发土地上新建）的投资额高达8000万美元，是中国工厂的8至10倍，且建设周期更长，通常需要1至2年时间才能完成建设；（2）美国污水处理成本高昂；（3）美国人工成本较高，招聘困难，尤其是工厂通常位于乡村地区，这进一步增加了劳动力成本和招聘难度。
- HJT凭借其更少的水电与人力需求，成为最适合美国本土扩产的光伏技术。相比较TOPcon，HJT可降低20%的碳排放（全流程低温工艺）、节约70%的用电量（工序少&低温工艺）、节约60%的人工数量（仅4道工序）、节约20% - 60%的用水量，因此是最适合美国本土扩产的光伏技术路线。

◆ 图：HJT在人力、厂房水电用量上均有较高成本优势



## 2.1 受益于较短工艺流程，HJT具备运营成本优势，适配美国环境

- **HJT在美国的成本优势主要得益于其生产工艺相对简单，流程较TOPCon显著缩短。**HJT生产只需要4大类设备，分别是制绒清洗设备、非晶硅沉积设备、透明导电薄膜设备和印刷设备，相比于PERC/TOPCon电池少了扩散、激光和刻蚀等步骤。
- **受益于较短的工艺流程，HJT相比TOPCon具备较低的人力、厂房投资、水电耗量和维护成本。**考虑到美国更高的人力与资源成本，降本优势更具迫切性。

◆表：HJT生产工序仅需四步

工艺环节	对应设备	主要厂商
清洗制绒	清洗制绒设备	捷佳伟创、启威星（迈为股份参股30%）、京山轻机、YAC
非晶硅薄膜沉积	PECVD设备	迈为股份、金辰股份、捷佳伟创、理想万里晖、钧石能源
TCO膜沉积	PVD设备	迈为股份、钧石能源、捷佳伟创
	RPD设备	捷佳伟创、日本住友、精耀科技
电极设备	丝网印刷设备	迈为股份、金辰股份、捷佳伟创

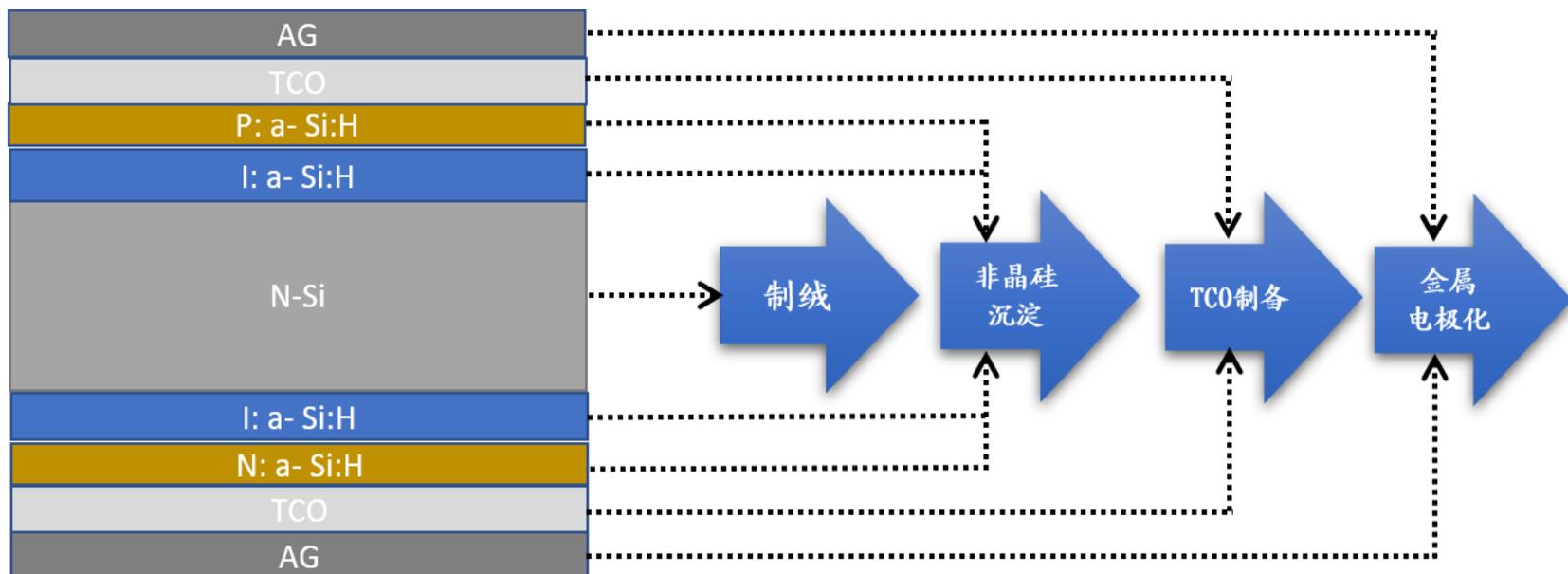
◆表：TOPCon生产工序繁杂

工艺环节	对应设备	主要厂商
清洗制绒	清洗制绒设备	捷佳伟创、尚德、聚晶
硼扩	扩散炉	拉普拉斯、捷佳伟创、赛瑞达、北方华创
刻蚀	刻蚀机	捷佳伟创、北方华创
SiO <sub>2</sub> /Poly-Si LP/PE/PVD	LPCVD	拉普拉斯、红太阳、赛瑞达
	PECVD	捷佳伟创、金辰股份、红太阳、理想
	PVD	江苏杰太
	PEALD	江苏微导
磷掺杂	扩散炉	捷佳伟创、红太阳、丰盛、拉普拉斯、北方华创
	离子注入机	凯世通、Intevac、日本真空
退火	退火炉	捷佳伟创、江苏微导
清洗	湿法设备	捷佳伟创、北方华创、丰盛装备
正面Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ALD	江苏微导、理想
正反面SiN <sub>x</sub> 膜	PECVD	捷佳伟创、北方华创、丰盛装备
印刷烧结	丝网印刷	迈为股份、东莞科隆威

## 2.1 受益于较短工艺流程，HJT具备运营成本优势，适配美国环境

- (1) 人工成本：HJT技术的生产工艺相对自动化程度较高，对人工操作的依赖程度较低。据统计，HJT生产线的自动化程度可达到80%以上，相比传统技术可减少约50%的人工需求。这在人工成本高昂的美国市场具有显著优势，企业能够通过采用HJT技术降低人工成本，提高生产效率。
- (2) 厂房投资：HJT只需加固两端，无需额外起重设备。美国的工业地产大多为简易的仓储型厂房，主要服务于物流行业公司。光伏制造商要生产需要对厂房结构进行加固。对于HJT产线来说，只需要加固厂房的两端即可，但如果是TOPCon产线，则需要对整个建筑结构进行加固，并且还需安装起重设备。

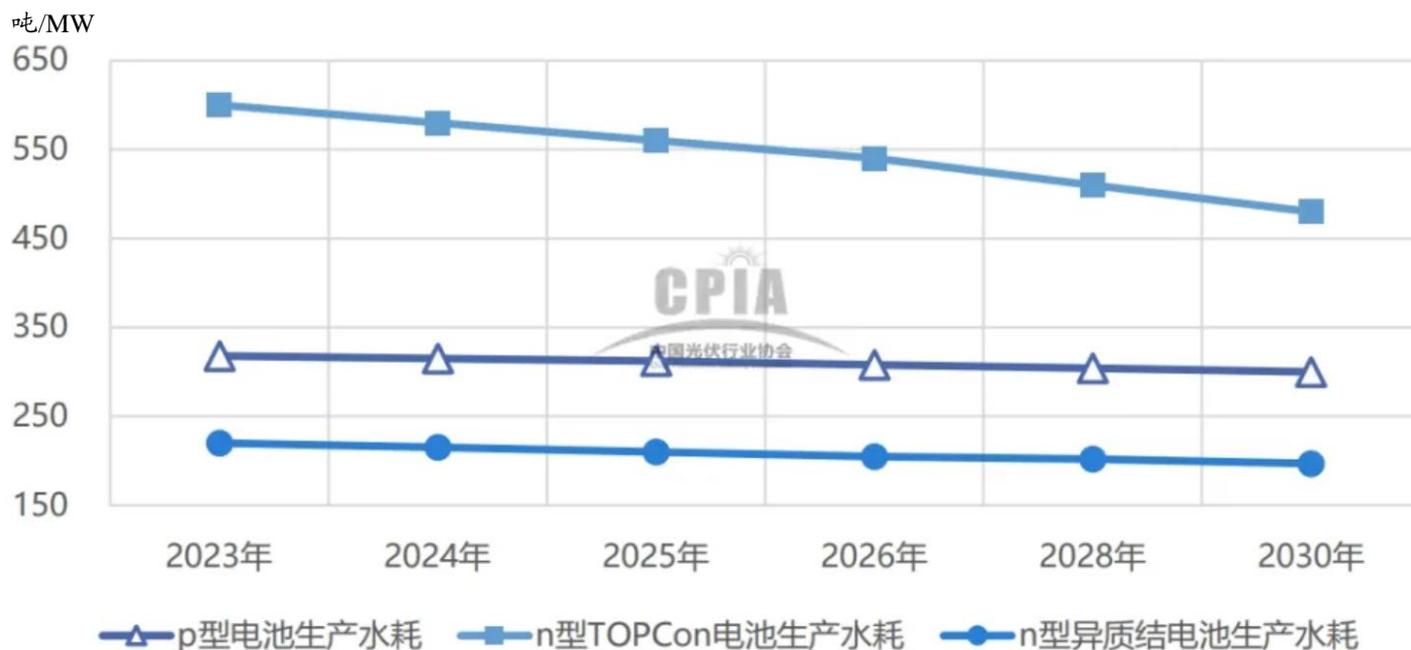
◆ 图：HJT的生产流程仅有四步，因此对厂房要求较低



## 2.1 受益于较短工艺流程，HJT具备运营成本优势，适配美国环境

- (3) HJT较短的工序步骤数量有效降低水电耗费，成本优势在美国更为突出。耗水量来看，根据中国光伏行业协会最新测算数据，2023年每MW HJT电池水耗约220吨，远低于TOPCon电池的600吨和BC电池的1000吨水耗。若考虑中水回用，则可节水50%，故每MW HJT/TOPCon/BC电池分别用水110/300/500吨；

◆ 图：HJT相比TOPCon电池水耗水平较低



## 2.1 受益于较短工艺流程，HJT具备运营成本优势，适配美国环境

- (3) HJT较短的工序步骤数量有效降低水电耗费，成本优势在美国更为突出。耗电量来看，以1GW产线进行测算，TOPCON车间合计年耗电约为123.3GWH，而HJT电池的年耗电约80.1GWH，约为TOPCon的60-70%。
- (4) 较低的故障发生率同时也有助降低维护成本。HJT的生产工艺相对简单，设备运行稳定性高，减少了设备维护和更换的频率。与传统的PERC技术相比，HJT设备的故障率较低，维护成本可降低约30% - 40%。这对于长期运营的光伏企业来说，能够显著降低运营成本，提高盈利能力。

◆表：1GW产能TOPCon和HJT用电量测算

	工艺步骤	设备需求	GW能耗 (KWH/年)
1	清洗制绒	化学湿法设备	4,232,804
2	硼扩散	扩散炉	12,500,000
3	正面SE	激光设备	529,100
4	硼硅玻璃刻蚀+背抛	化学湿法设备	3,809,524
5	正面AlO/SiN生长	管式PECVD	12,500,000
6	背面SiO/a-Si膜生长	管式LPCVD	7,000,000
7	a-Si退火成poly-Si	扩散炉	3,750,000
8	背面SiN生长	管式PECVD	12,500,000
9	绕度清洗	化学湿法设备	3,809,524
10	正背面丝网印刷	扩散炉	4,243,200
1GW产能TOPCON电池车间内设备年耗能 (KWH)			64,874,152
1GW产能TOPCON电池车间外动力设施年耗能 (KWH)			58,386,737
1GW产能TOPCON电池车间合计年耗能 (KWH)			123,260,889
	工艺步骤	设备需求	GW能耗 (KWH/年)
1	清洗制绒	化学湿法设备	4,232,804
2	非晶硅沉积	板式PECVD	21,084,099
3	TCO沉积	板式PVD	
4	金属化	激光转印/低温转印	16,867,280
1GW产能HJT电池车间内设备年耗能 (KWH)			42,184,183
1GW产能HJT电池车间外动力设施年耗能 (KWH)			37965764.63
1GW产能HJT电池车间合计年耗能 (KWH)			80,149,948

## 2.2 HJT成本测算：HJT在美国的OPEX水平为0.05美元/W

- HJT在美国的OPEX水平为0.05美元/w，比TOPCon有0.02美元/W的优势。HJT电池生产的OPEX主要有人力、设备折旧和水电支出四个方面，根据测算，HJT在美国的生产OPEX水平为0.05美元/w，相比TOPCon的0.07美元/w具备0.02美元/w OPEX优势。

◆ 图：HJT与TOPCon在美国OPEX水平测算

	HJT	TOPCon
美国生产工人时薪(美元/小时) (1)	70.0	70.0
生产工人每天工作时间(小时) (2)	6.0	6.0
每天轮动班次(3)	4.0	4.0
每班次生产工人数量(个) (4)	20.0	40.0
每年生产工人薪酬支出(万美元/GW) (5)=(1)*(2)*(3)*(4)/10000*365	1226.4	2452.8
每年管理人员薪酬支出(万美元/GW) (6)	1226.4	1226.4
<b>每年人员薪酬支出(万美元/GW) (7)=(5)+(6)</b>	<b>2452.8</b>	<b>3679.2</b>
设备支出(万美元/GW) (8)	6600.0	3500.0
厂房等基础设施支出(万美元/GW) (9)	6000.0	10000.0
设备+厂房合计支出(万美元/GW) (10)=(8)+(9)	12600.0	13500.0
折旧年限(年) (11)	5.0	5.0
<b>每年设备+厂房折旧支出(万美元/GW) (12)=(10)/(11)</b>	<b>2520.0</b>	<b>2700.0</b>
美国水费(美元/立方米) (13)	3.3	3.3
每MW水耗(吨) (14)	220.0	600.0
<b>每年水费支出(万美元/GW) (15)=(13)*(14)</b>	<b>71.9</b>	<b>196.2</b>
美国电费(美元/KWH) (16)	0.05	0.05
每GW电耗(GWH) (17)	80.2	123.3
<b>每年电费支出(万美元/GW) (18)=(16)*(17)</b>	<b>400.8</b>	<b>616.3</b>
<b>总OPEX(万美元/GW) (19)</b>	<b>5445.5</b>	<b>7191.7</b>
<b>总OPEX(美元/W)(20)</b>	<b>0.05</b>	<b>0.07</b>

## 2.2 HJT成本测算：HJT的原料成本约0.07美元/W

◆ 图：HJT电池原材料成本测算——硅片考虑50%美国关税、硅料价格40元/kg时，原料成本约0.07美元/W

		150微米	130微米	120微米	110微米	100微米	90微米	80微米	60微米	
每公斤方棒长度(毫米)①		13	13	13	13	13	13	13	13	
金刚线线径(毫米)②		0.033	0.033	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	
砂径(毫米)③		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
硅片厚度(毫米)④		0.15	0.13	0.12	0.11	0.1	0.09	0.08	0.06	
槽距(毫米)⑤=②+③+④		0.203	0.183	0.171	0.161	0.151	0.141	0.131	0.111	
理论出片数(片/kg)⑥=①/⑤		64.04	71.04	76.02	80.75	86.09	92.20	99.24	117.12	
切片良率(%)⑦		98.0%	97.0%	96.0%	96.0%	96.0%	96.0%	96.0%	96.0%	
实际出片数(片/kg)⑧=⑥*⑦		<b>62.76</b>	<b>68.91</b>	<b>72.98</b>	<b>77.52</b>	<b>82.65</b>	<b>88.51</b>	<b>95.27</b>	<b>112.43</b>	
拉晶环节损耗⑨		6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	
每公斤硅料对应的硅片数(片)⑩=⑧*(1-⑨)		<b>58.99</b>	<b>64.77</b>	<b>68.60</b>	<b>72.86</b>	<b>77.69</b>	<b>83.20</b>	<b>89.55</b>	<b>105.69</b>	
硅片面积(平方毫米)⑪		33015	33015	33015	33015	33015	33015	33015	33015	
转换效率⑫		25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	
硅片功率(W/片)⑬=⑪*⑫/1000		8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	
每公斤硅料对应的硅片功率(W)⑭=⑩*⑬		<b>497</b>	<b>545</b>	<b>578</b>	<b>613</b>	<b>654</b>	<b>700</b>	<b>754</b>	<b>890</b>	
硅片单W硅耗(g/W)⑮=1000/⑭		<b>2.01</b>	<b>1.83</b>	<b>1.73</b>	<b>1.63</b>	<b>1.53</b>	<b>1.43</b>	<b>1.33</b>	<b>1.12</b>	
硅片的硅料成本 (元/W)⑰=⑮*⑯/1000	硅料价格区间 (元/KG)⑯	30	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03
		<b>40</b>	<b>0.08</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.06</b>	<b>0.06</b>	<b>0.05</b>	<b>0.04</b>
		50	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06
		60	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07
硅片的非硅成本(元/W)⑱		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
硅片总成本 (元/W)⑲=⑰+⑱	硅料价格区间 (元/KG)	30	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13
		<b>40</b>	<b>0.18</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>0.16</b>	<b>0.16</b>	<b>0.15</b>	<b>0.14</b>
		50	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16
		60	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17
N型硅片售价 (元/W, 按照25%毛利率, 比P型有溢价)⑳=⑲/0.75	硅料价格区间 (元/KG)	30	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.18
		<b>40</b>	<b>0.24</b>	<b>0.23</b>	<b>0.23</b>	<b>0.22</b>	<b>0.21</b>	<b>0.21</b>	<b>0.20</b>	<b>0.19</b>
		50	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.22	0.21
		60	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.22
N型硅片售价 (元/W, 考虑50%关税) ㉑=⑳*1.5	硅料价格区间 (元/KG)	30	0.32	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.28	0.27
		<b>40</b>	<b>0.36</b>	<b>0.35</b>	<b>0.34</b>	<b>0.33</b>	<b>0.32</b>	<b>0.31</b>	<b>0.31</b>	<b>0.29</b>
		50	0.40	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.31
		60	0.44	0.42	0.41	0.40	0.38	0.37	0.36	0.33
浆料(元/W)		0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	
靶材(元/W)		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
其它(元/W)		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
电池片除设备折旧外的非硅成本(元/W)㉒		<b>0.18</b>								
电池片原料总成本 (元/W)㉓=㉒+㉑	硅料价格区间 (元/KG)	30	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46	0.45
		<b>40</b>	<b>0.54</b>	<b>0.53</b>	<b>0.52</b>	<b>0.51</b>	<b>0.50</b>	<b>0.49</b>	<b>0.49</b>	<b>0.47</b>
		50	0.58	0.56	0.55	0.54	0.54	0.52	0.51	0.49
		60	0.62	0.60	0.59	0.58	0.56	0.55	0.54	0.51
电池片原料总成本 (美元/W)	硅料价格区间 (元/KG)	<b>30</b>	<b>0.069</b>	<b>0.067</b>	<b>0.066</b>	<b>0.065</b>	<b>0.065</b>	<b>0.064</b>	<b>0.063</b>	<b>0.061</b>
		<b>40</b>	<b>0.074</b>	<b>0.072</b>	<b>0.071</b>	<b>0.070</b>	<b>0.069</b>	<b>0.068</b>	<b>0.067</b>	<b>0.064</b>
		50	0.080	0.077	0.076	0.074	0.073	0.072	0.070	0.067
		60	0.085	0.082	0.081	0.079	0.077	0.076	0.074	0.071

## 2.3 我们预计HJT电池环节设备投资回本仅需1.2年

- 美国联邦政府根据投资额或者产出产品的规格，向光伏企业提供税收抵免补贴。投资税收抵免总额度高达100亿美元，涵盖光伏等清洁能源制造业项目，抵免比例最高可达项目投资额的30%。拆分各环节来看，其中硅片补贴0.02美元/W，电池补贴0.04美元/W，组件补贴0.07美元/W。
- HJT电池环节盈利水平与回本周期测算：根据我们测算，在美国补贴助力下，HJT的盈利水平约为5.6美分/w，在这样的盈利水平下，1.2年时间左右实现设备投资回本。
- 核心假设：（1）原料成本：选取110 $\mu$ m的硅片厚度和40元/KG的硅料价格，结合前文测算结果，原料成本约7美分/w；（2）OPEX：根据前文测算，每w生产费用为5.4美分；（3）根据美国对光伏设备的补贴，可计算出电池环节补贴为4美分/w；（4）美国HJT电池片售价约为14美分/W；（5）单GW设备投资额约为6600万美元。

◆ 图：美国对光伏产品的补贴额度

分类	补贴产品	补贴标准
光伏组件	太阳能级多晶硅	3美元/公斤
	光伏硅片	12美元/平方米
	光伏电池 (晶体或薄膜)	4美分/瓦特直流电
	聚合物背板	0.4美元/平方米
	光伏组件	7美分/瓦特直流电

◆ 图：HJT盈利水平与回本周期测算

HJT盈利水平和设备回本周期测算	
原料成本（美分/w）①	7.0
OPEX成本（美分/w）②	5.4
<b>总成本（美分/w）③=①+②</b>	<b>12.4</b>
电池补贴（美分）④	<b>4</b>
美国电池片售价（美分/w）⑤	14
HJT盈利水平（美分/w）⑥=④+⑤-③	5.6
<b>HJT盈利水平（亿美元/GW）⑦=⑥/10</b>	<b>0.6</b>
1GW设备总投入（亿美元）⑧	0.7
<b>设备回本时间（年）⑨=⑧/⑦</b>	<b>1.2</b>

## 2.3 我们预计HJT电池环节设备投资回本仅需1.2年

- **HJT在美国的生产补贴可能迎来退坡。**根据PV Tech报道，美国密歇根州共和党众议员John Moolenaar和缅因州民主党众议员Jared Golden向众议院提交了一项决议，提议暂停美国45X先进制造业生产税收抵免（PTC）。理由为税收抵免使得外国公司（尤其是中国公司）只需在美国本土建厂，即可从税收减免中获益。**我们测算得到即便补贴完全退坡，电池厂商仍有盈利性。**

◆ 图：光伏补贴退坡情况下，HJT电池环节盈利水平敏感性测算

补贴水平（美分/W）	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
HJT生产总成本 ——原料+OPEX（美分/w）	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
HJT电池售价（美元/w）	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
<b>HJT盈利水平（美分/w）</b>	<b>11.6</b>	<b>10.6</b>	<b>9.6</b>	<b>8.6</b>	<b>7.6</b>	<b>6.6</b>	<b>5.6</b>	<b>4.6</b>	<b>3.6</b>	<b>2.6</b>	<b>1.6</b>

## 2.4 美国专利保护机制完善，TOPCon与BC有较大专利风险

- 随着海外产能的陆续布局和出货，2023年以来海外开启大量光伏专利诉讼，主要涉及TOPCon与BC专利。
- (1) TOPCon相关诉讼主要由美国公司First Solar、Maxeon和韩华Q Cells等发起，First Solar的TOPCon相关专利主要来自2013年收购的TetraSun公司，Maxeon和韩华Q Cells也拥有大量TOPCon专利，一方面三者在美国就TOPCon专利存在纷争，如Maxeon2024年4月就TOPCon专利问题起诉韩华Q Cells，另一方面First Solar也向中国的阿特斯、晶澳、隆基、晶科和天合发起TOPCon专利诉讼。
- (2) BC相关诉讼主要由TCL中环的子公司Maxeon提起，Maxeon是BC技术的开创者，全球布局了超过百项BC相关专利，同时Maxeon也拥有其前母公司SunPower的部分TOPCon专利。

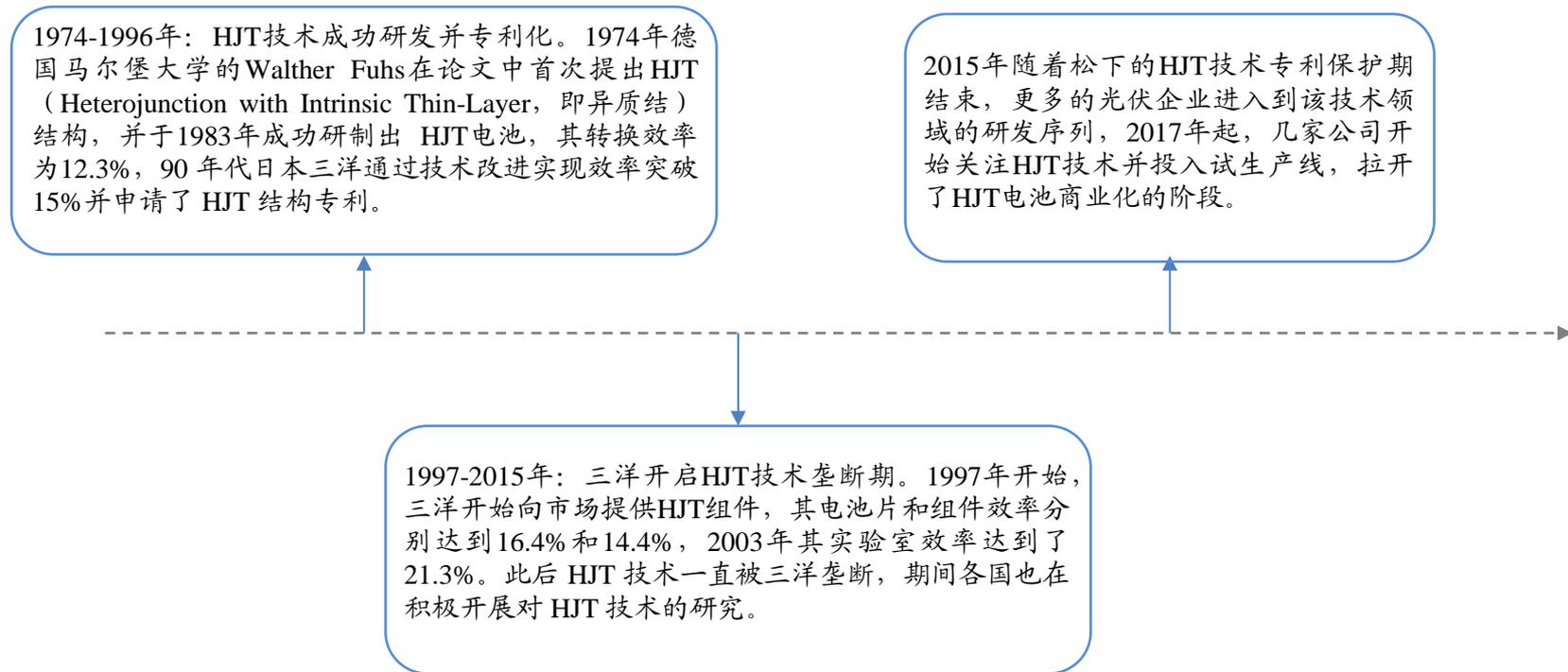
◆表：2023年底以来出现大量BC及TOPCon专利诉讼

日期	相关技术	起诉方	被诉方	受理法院	涉及专利
2023/11	xBC	Maxeon	爱旭股份	德国地方法院、荷兰海牙地方法院	EP2297788B1
2024/03	TOPCon	Maxeon	Canadian Solar (阿特斯子公司)	美国得克萨斯州东区联邦法院	US8222516、US8878053、US11251315
2024/04	TOPCon	Maxeon	韩华 Q Cells	美国得克萨斯州东区联邦法院	TOPCon 电池技术相关专利
2024/05	TOPCon	天合光能	润阳新能源	美国特拉华州地方法院	US9722104、US10230009
2024/09	TOPCon	晶澳科技	正泰新能	慕尼黑法院	EP2787541B1
2024/09	TOPCon	天合光能	润阳新能源	加州中区地方法院	US9722104、US10230009
2024/09	TOPCon	天合光能	润阳新能源、印度Adani集团	美国ITC	US9722104、US10230009
2024/10	TOPCon	天合光能	阿特斯	美国特拉华州地方法院	US9722104、US10230009
2024/10	TOPCon	First Solar	阿特斯、晶澳科技、隆基绿能、晶科能源、天合光能	法律团队致函	TOPCon 晶体硅光伏技术专利
2025/1	TOPCon	韩华 Q Cells	“几家全球光伏制造商”	发起知识产权纠纷中	TOPCon LECO技术专利

## 2.4 日本三洋专利保护已结束，HJT电池无专利风险

- 相较于TOPCon和XBC，HJT技术没有专利风险。** HJT技术最早由日本三洋公司1987年研发取得专利后并于1997年开始商业化生产，松下收购三洋后继续推进该技术方向并进行HJT+IBC（Interdigitated Back Contact）叠加工艺的研发。2015年随着松下的HJT技术专利保护期结束，更多的光伏企业进入到该技术领域的研发序列。故目前HJT电池无专利风险，相比于TOPCON电池也是一大优势。

◆ 图：HJT专利开发历程



## 2.5 多家外资企业在美布局HJT产能

- 超过7家海外光伏企业开始布局HJT美国本土电池产能，合计规划超36GW。其中包括美国本土清洁能源龙头企业INVEnergy，意大利能源巨头Enel集团及前光伏设备龙头梅耶博格。

◆ 图：美国HJT产能布局情况，截至2025年合计规划超36GW

企业	企业简介	项目地点	产能规划 (GW)
Revkor	与德国H2 Gemini技术咨询、迈为股份技术合作	犹他州	20
Nuvision Solar	美国本土新玩家	佛罗里达州	2.5
3 SUN	意大利能源巨头Enel子公司	俄克拉荷马州	3
梅耶博格	瑞士梅耶博格与Sunrun美国合资电池项目	亚利桑那州	2
INVEnergy	美国本土新能源运营商，美国拥有31GW清洁能源产能，涵盖天然气、光储及风电	-	5
Solar4America	SPI Energy子公司	加利福尼亚州	2.3
Solarix	美国本土光伏EPC公司	弗吉尼亚州	1.2



一、看好AI发展+降息周期带来的光伏发电需求，美国光伏本土产能建设兴起

二、HJT为美国光伏市场最优解，成本&专利方面具备显著优势

三、中国光伏设备具备显著优势，看好设备出海新机遇

四、投资建议

五、风险提示

### 3.1 美国光伏厂商首选中国设备，技术全方位领先

- ◆ **核心壁垒一：国内设备商与龙头客户绑定，持续正向研发，技术遥遥领先。**我国2024年硅料、硅片、电池、组件产量占全球比重均在80%+，伴随中国光伏产业链具备全球竞争优势，硅片-电池片-组件各个环节的设备均实现了国产替代。过去的梅耶博格、YAC、应用材料等海外设备龙头基本已经退出光伏市场。中国设备商一方面受益于下游主产业链集中在中国，绑定龙头客户高频迭代研发遥遥领先，另一方面凭借正向研发的产品竞争力在光伏设备领域基本实现国产化，通过客户绑定+正向研发，国产设备称霸全球，例如2024年晶盛机电单晶炉市占率70%、高测股份切片机市占率50%-60%、迈为股份HJT整线设备市占率70%-80%、奥特维串焊机市占率60%-70%。

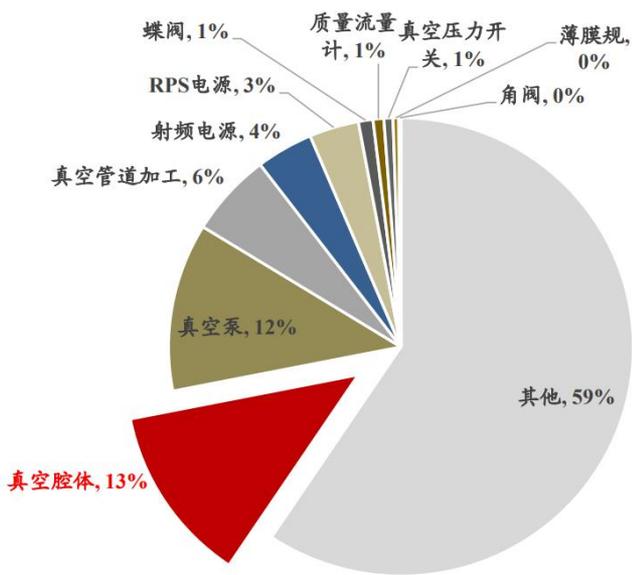
表：全球光伏设备市场份额集中于中国光伏设备商

各环节设备及价值量	核心设备及价值量占比	龙一（全球市占率）	龙二、龙三（全球市占率）
硅料设备	还原炉（40%）	双良节能(60%-70%)	东方电热(20%-30%)
硅片设备 (1.5-2亿元/GW)	单晶炉（65%-70%）	晶盛机电(约70%)	连城数控(20%)
	切片机等加工设备（切片机15%）	高测股份(50%-60%)	连城数控(20%)、弘元绿能、宇晶股份、晶盛
电池设备 (PERC设备1.3-1.5亿元/GW; TOPCon设备1.2-1.8亿元/GW; HJT设备3.5-4亿元/GW)	PERC、TOPCon设备	捷佳伟创(50%-60%)	拉普拉斯、北方华创、微导纳米等
	HJT设备	迈为股份(70%-80%)	金辰股份、捷佳伟创、理想、钧石
	激光设备(辅设备)	帝尔激光(70%-80%)	海目星、大族激光、迈为股份、英诺激光
组件设备 (0.5亿元/GW)	串焊机（50%）	奥特维(60%-70%)	宁夏小牛、先导智能(分别10%-20%)
	层压机（20%）	京山轻机(50%-60%)	金辰股份(30%-40%)

## 3.2 美国光伏厂商首选中国设备，交付能力、性价比、售后响应均优于海外友商

- ◆ **核心壁垒二：中国人工成本低，设备零部件供应体系健全，设备性价比高、交付能力强、售后响应速度快。**在不考虑技术水平之间的差异情况下，光伏设备生产的主要影响因素为生产人员&零部件供应链，设备商海外建厂需要解决海外生产人员价格高+数量少的问题，同时核心零部件如电机、PLC、腔体、传感器、气体控制阀和泵、流体控制阀和泵等，多数都是通用的且具备质量稳定和性价比高的国产供应商，例如汉钟精机的泵、英杰电气的电源等，整个设备零部件的供应链在中国，整机出海销售的综合性价比更高。而在交付方面，中国设备商的发货周期多为3-6个月，明显快于国外设备商；在售后维修故障方面，中国设备商的服务能力更强，维修响应速度更快。

图：2023年HJT设备PECVD核心零部件包括真空腔、真空泵、电源等



图：中国和海外光伏设备商全方位对比

环节	关键要素/影响因素	中国光伏设备商	海外光伏设备商
竞标/销售环节	性价比	高	低
生产环节	劳动力成本	低	高
	零部件供应	完整、稳定且性价比高	部分核心零部件供应紧张，性价比低
交付环节	交付速度	快（3-6个月）	慢
售后环节	响应速度	快	慢

### 3.3 301关税政策豁免设备进口，美国客户订单有望加速落地

- 2024年5月22日，美国贸易代表办公室（USTR）建议在现有对华301条款关税的基础上，进一步提高对中国的光伏电池等产品的关税，其中光伏产品的税率从2019年的25%上调至50%。光伏设备端，美国政府为促进制造业回流，USTR为光伏设备留出了一个窗口期，允许在2025年5月31日前免征关税。

◆ 图：美国2024年301政策将光伏组件、电池、硅片及多晶硅的税率大幅提升至50%。

规范产品	产品海关码	生效时间	调整前	调整后
光伏组件	8541.43.00	2024.9.27	25.0%	50.0%
光伏电池	8541.42.00	2024.9.27	25.0%	50.0%
单晶硅片	3818.00.00	2025.1.1	0.0%	50.0%
多晶硅	2804.61.00	2025.1.1	0.0%	50.0%

◆ 图：光伏电池、硅片及自动化设备拥有关税豁免权至2025年5月31日

设备种类	产品海关码	调整前	调整后
拉晶设备	8486.10.0000	25.0%	0.0% (至 2025.5.31)
硅片设备			
自动化设备	8486.40.0030		
电池设备	8486.20.0000		25.0%
组件设备			



一、看好AI发展+降息周期带来的光伏发电需求，美国光伏本土产能建设兴起

二、HJT为美国光伏市场最优解，成本&专利方面具备显著优势

三、中国光伏设备具备显著优势，看好设备出海新机遇

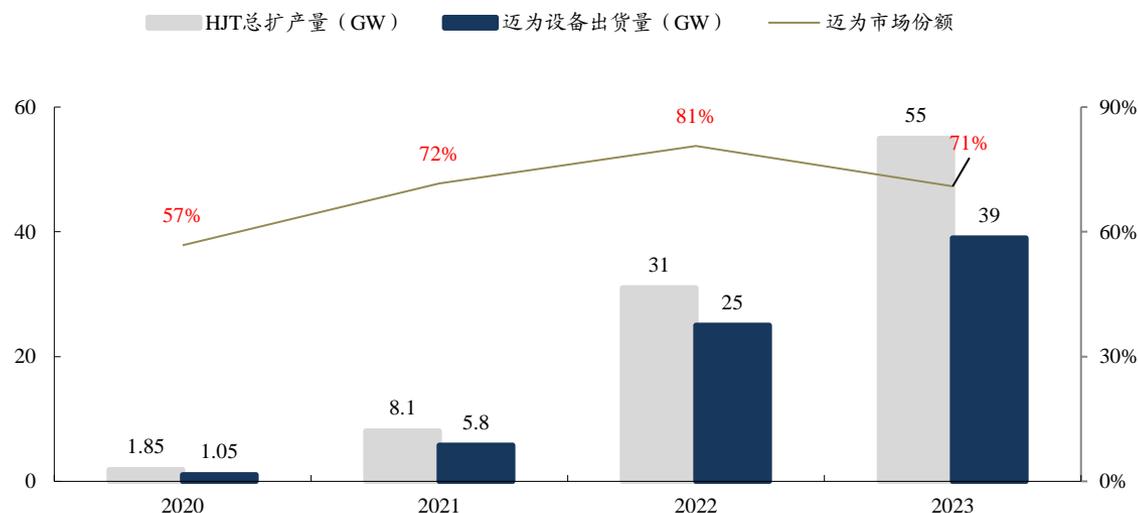
四、投资建议

五、风险提示

## 4.1 美国客户HJT整线首选迈为股份，HJT整线龙头先发优势显著

- 迈为行业龙头地位稳固，HJT设备市场占有率超70%，先发优势显著。2020年市场约1.85GW订单，公司中标量1.05GW，市占率57%；2021年市场约8.1GW订单，公司中标量为5.8GW，市占率72%；2022年市场31GW订单，公司中标量25GW，市占率81%；2023年国内市场招标量55GW，迈为股份中标量达39GW，市占率71%。
- (1) 量产经验充足，设备在客户端持续得到反馈并加以改进。迈为客户主要包括通威、华晟、REC、金刚玻璃、日升等HJT电池龙头企业。公司通过客户反馈以及产线数据不断积累经验，加速技术改进，形成专利壁垒。
- (2) 迈为积极推进设备迭代优化。清洗制绒环节推出背抛技术，CVD环节推出1GW大产能的设备，PVD环节推出RPD+PVD结合的PED设备，丝网印刷环节推出钢网印刷，并持续迭代至第三代。

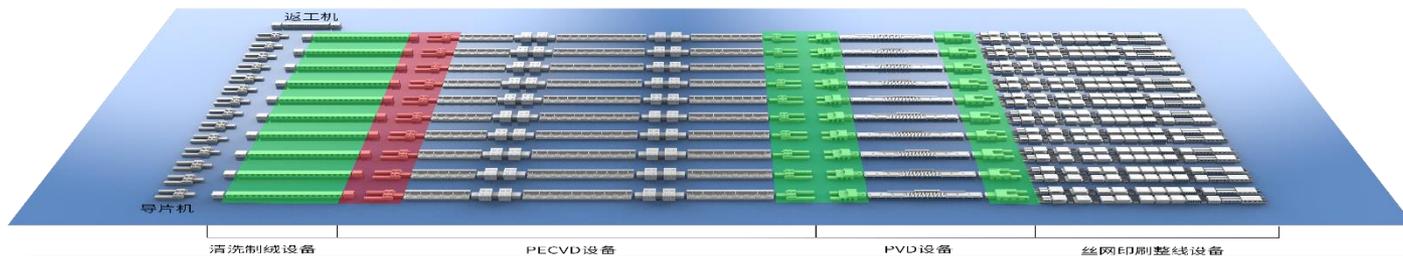
◆ 图：迈为股份HJT电池设备市占率超七成



## 4.2 美国客户HJT整线首选迈为股份，HJT整线龙头先发优势显著

- 迈为1.2GW设备提升生产节拍，适合OPEX敏感的美国客户。（1）场地：1.2GW设备能够节省厂房空间约30%，在470m\*125m的厂房内，可以容纳12GW产线，同时由于产线中道均为真空环境，洁净厂房的需求减少到原来的1/3，大量节省产线耗电量，还降低洁净厂房维护费用。（2）人工：预计整体降低30%，特别清洗制绒、PECVD、PVD等人工需求可以减少一半，印刷人工需求可降低80%。（3）用电：整线设备用电降低20%-30%，厂房设施用电可降低40-50%。（4）靶材：预计能够降低到1.5mg/W。（5）稳定性：迈为的HJT整线设备经过市场长时间的验证和不断的反馈迭代，性能及稳定性更好。
- 迈为设备交付周期更快，能够在301关税政策生效前完成美国客户的订单。其在2024年建成的吴江新基地，每年能够生产70-80GW HJT设备。

图：迈为4.0 HJT整线优势



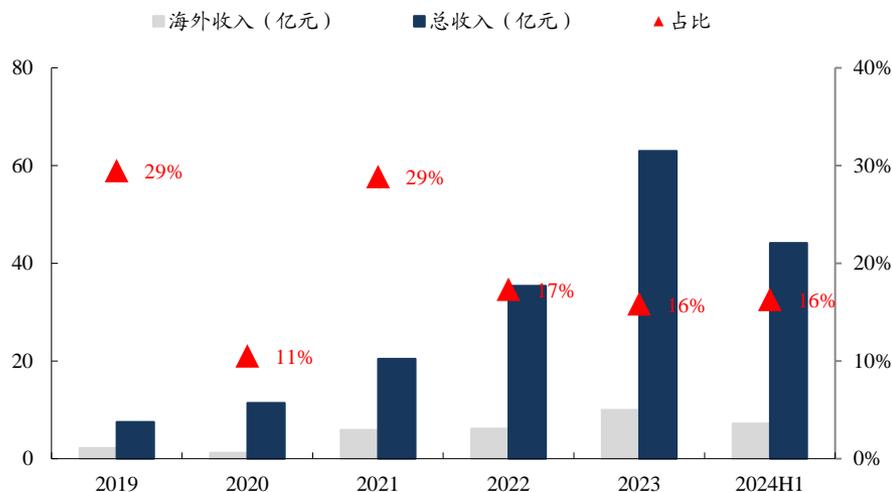
### 4.0 整线较上一代 3.0 整线 降低非硅成本 **2.5-3分/W**

- 设备占地（470m\*125m摆放12GW设备）面积节省 **34%+**
- 现场人员数量降低 **25%+**
- 设备用电量降低**20%+**，设施用电量降低**30%+**
- 厂务设施投资降低**30%+**
- 靶材消耗量降低**1.5mg/W**

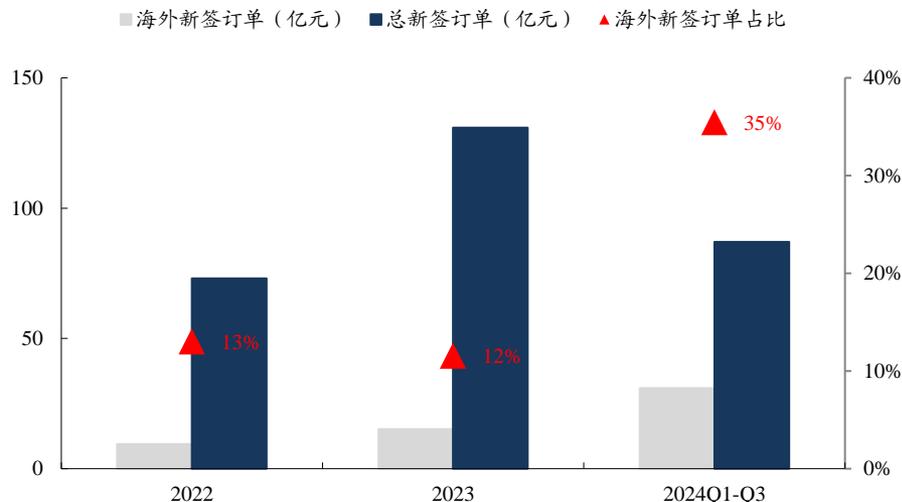
## 4.3 奥特维全球化布局，有望充分受益于美国本土扩产

- 奥特维系光伏组件设备串焊机的第一大龙头，2024年全球市占率超70%，有望充分受益于美国扩产。原行业龙头美国Komax，日本NPC、Toyama，德国帝目等因同级别串焊机价格在奥特维四倍以上，已失去竞争能力，彻底停止串焊机业务或退出中国串焊机市场。
- 公司深度布局海外市场，海外营收占比长期超15%。2024H1公司海外营收7.2亿元，占总收入16%；2024Q1-Q3海外新签订单高增至30.9亿元，占新签订单35%。
- 在马来西亚建设生产基地，加速全球化战略布局。与TTVHB合作，是公司全球化战略布局的重要环节，在马来西亚建立生产基地，有助于提升公司的产品竞争力，更加靠近客户、满足客户需求；同时也能有效降低中美贸易摩擦风险。

图：奥特维深度布局海外市场，营收占比长期保持超15%+



图：2024Q1-Q3公司海外新签订单31亿元，占总订单35%





一、看好AI发展+降息周期带来的光伏发电需求，美国光伏本土产能建设兴起

二、HJT为美国光伏市场最优解，成本&专利方面具备显著优势

三、中国光伏设备具备显著优势，看好设备出海新机遇

四、投资建议

五、风险提示

- 1. 行业受政策波动影响风险：**目前，光伏电价与发电侧的平价上网仍有一定差距，因此该行业受政策及补贴影响较大，弃光限电和政府拖欠问题依然较为突出；其次，在未实现平价上网前，光伏行业对政府补贴仍有一定的依赖性。
- 2. 新技术研发不及预期风险：**光伏新技术，工艺成熟是一个多维度均达标的系统工程，量产取决于包括设备、耗材在内的多因素，由于技术创新受各种客观条件的制约，存在失败的风险。

# 免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

## 东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证50指数），具体如下：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于基准5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对基准-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于基准5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所

苏州工业园区星阳街5号

邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

# 东吴证券 财富家园