

行业研究

美国光储：弱电网下的多层次、自驱动市场

——海外新能源专题（二）

要点

产业背景：美国的碳中和目标定在 2050 年，要实现该目标需累计部署的光伏装机达到 1050-1570GW，以满足 44%-45% 的电力需求。由于“页岩气革命”，美国的化石能源能够实现自给且天然气实现净出口。一方面美国在传统能源方面具备资源优势，另一方面两党在能源路线方面存在差异（共和党更重视扩大传统能源的生产，民主党支持优先发展替代能源），美国的能源路线仍存变数。

需求侧：电网掣肘，就地消纳为主

需求刺激政策：以联邦 ITC 为底色，各州因地施策。联邦 ITC 允许项目方从联邦税收中扣除固定比例的太阳能系统安装成本，已经历多次延期，目前政策为 22 年后补贴比例由 26% 降至 22%，2023 年降至 10%（不含户用）。若《BBB 法案》通过，则可延期 10 年。各州政策则以 RPS 为核心，辅以州级 ITC 补贴、净计量政策等，持续拉动光伏装机需求。

户用：模式创新，补贴退坡刺激家储需求。2021 年美国户用光伏新增装机 4.2GW，同比+30% 以上，其中加州、PJM 电力市场区域是较为重要的增量来源。美国户用光伏已衍生出多种商业模式，诞生了 Sunrun、Sunnova、Sunpower 等龙头企业，随着各州净计量政策逐步退出，户用储能需求有望高增。

非住宅：分为社区光伏和工商业光伏，集中于高电价地区。社区光伏主要针对中低收入人群，受政府规划影响较大，2021 年新增装机 0.96GW；工商业光伏集中于工业较发达的加州和东北地区，2021 年新增装机 1.44GW。

地面电站：RPS 开路，自发需求跟进，配套储能效果更佳。2020 年以来，地面电站约占美国新增光伏装机的 70-80%，驱动因素正从 RPS 等强制因素转向自愿驱动。历年新增签约和装机量受 ITC 政策驱动明显，2021 年美国地面电站光伏新增装机 17GW，2018 年（6.2GW）-2021 年复合增速约 40%。地面电站与电化学储能的结合正成为趋势，带动美国表前储能高增。

供给侧：贸易壁垒下的特殊竞争环境

本土供给：截至 2022 年 1 月，美国本土仍有硅料、晶硅组件、薄膜组件及逆变器产能，主要集中在加州、五大湖地区及东南部，代表企业有 Hemlock、REC Silicon、Wacker、First Solar 等。

海外供给：2021 年美国进口光伏组件 23.6GW，同比下降 12%，主要来自马来西亚、越南、泰国、韩国、柬埔寨；2021 年美国进口光伏电池 2.6GW，同比增长 17%，主要来自韩国、马来西亚、越南。

对华光伏产业政策：美国自 2011 年开始对华施行“双反”，后经历二次“双反”，东南亚反规避调查（正在进行），以及 201 关税、301 关税、涉疆暂扣令 WRO 等，力图扶持本国光伏制造业。

投资建议：美国光伏市场需求潜力巨大，拜登为东南亚豁免 2 年组件关税后，反规避调查阴霾暂时散去，2022 下半年至 2024 年需求有望高增。若后续《BBB 法案》取得进展，将进一步刺激美国光伏市场需求提升。建议关注布局美国市场的光伏产业链企业：**1) 组件环节：**隆基绿能、晶科能源、晶澳科技、天合光能；**2) 逆变器环节：**阳光电源、锦浪科技、固德威、禾迈股份；**3) 储能环节：**派能科技、科陆电子。

风险分析：东南亚贸易政策风险、硅料价格过高的市场风险、竞争加剧风险。

电力设备新能源
买入（维持）

作者

分析师：殷中枢

执业证书编号：S0930518040004

010-58452071

yinzs@ebsecn.com

分析师：郝骞

执业证书编号：S0930520050001

021-52523827

haoqian@ebsecn.com

分析师：黄帅斌

执业证书编号：S0930520080005

0755-23915357

huangshuaibin@ebsecn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：Wind

投资聚焦

我们与市场的不同

(1) 底层逻辑

美国市场是全球光伏市场的重要组成，不仅装机量举足轻重，而且其较好的经济水平、较高的组件价格，成为光伏企业利润的重要来源。因此美国市场向来是中国光伏企业的正面战场。

但是由于语言、地域等多方面障碍，市场上鲜有针对美国光伏市场的详细分析。我们从一手资料出发，通过详细的梳理，对美国市场需求侧（户用、工商业、地面电站等多层次需求）和供给侧（本土供给与海外供给）做了具体分析，以便从市场运行的底层逻辑去理解美国光伏市场。

(2) 系统思维

市场主流观点把美国光伏市场需求的驱动因素简单归纳为联邦 ITC 政策，我们从美国电力市场结构及美国电网现状出发，介绍了美国弱电网下的多层次（户用、非住宅、地面电站）、自驱动市场。

股价上涨的催化因素

(1) 美国市场表现超预期

首先，从机制方面，美国光伏市场具有自发性，光伏取代燃气发电的过程，主要由成本优势驱动，且具备多层次的市场需求传导。其次，从项目层面，美国光伏需求具有较强的确定性，根据 IEA 数据，2022-2023 年美国计划新增光伏和储能装机约 51GW，单就地面电站来看，截至 2022Q1 储备项目已达 80.6GW。加上拜登对东南亚光伏组件设置 2 年的关税豁免，美国市场需求释放进度有望超预期。

(2) 美国政策演变超预期

从本次反规避调查来看，光伏产业在美国已具备较强的民意基础和广泛的利益群体。截至 5 月 18 日共有 20 位州长、22 位参议员和 85 位众议员联合致信拜登要求结束调查。发展新能源是民主党一贯主张。2022 年 6 月 6 日，美国总统拜登签署命令，规定美国从柬埔寨、马来西亚、泰国和越南进口光伏组件和电池免税，持续 24 个月。基于强大的民意基础，我们认为，美国对新能源的政策支持存在持续超预期的可能。

投资观点

美国光伏市场需求潜力巨大，拜登发布东南亚组件进口关税豁免命令后，反规避调查阴霾散去，2022 下半年至 2024 年需求有望高增。若后续《BBB 法案》取得进展，将进一步刺激美国光伏市场需求提升。建议关注布局美国市场的光伏产业链企业：

- 1) 组件环节：隆基绿能、晶科能源、晶澳科技、天合光能；
- 2) 逆变器环节：阳光电源、锦浪科技、固德威、禾迈股份；
- 3) 储能环节：派能科技、科陆电子。

目 录

1、美国光伏：自发扩张已形成，进一步突破取决于天然气	7
1.1、脱碳背景：2050 碳中和，2035 电力脱碳	7
1.2、能源背景：光伏风电取代天然气	8
1.3、清洁能源路线涉及党争，光伏与天然气强关联	10
2、需求侧：电网掣肘，就地消纳为主	13
2.1、户用：模式创新，补贴退坡刺激家储需求	23
2.2、非住宅：集中于高电价地区	27
2.2.1、社区光伏	27
2.2.2、工商业光伏	29
2.3、地面电站：RPS 开路，自发需求跟进，配套储能效果更佳	30
3、供给侧：贸易壁垒下的特殊竞争环境	38
3.1、本土供给：无可奈何花落去，组件扩产尚可期	39
3.2、海外供给：组件以东南亚为主，电池片以韩国为主	41
3.3、政策：十年围堵	42
4、投资建议	43
5、风险分析	44

图目录

图 1：美国碳中和规划	7
图 2：碳中和规划下美国光伏装机预期.....	8
图 3：一次能源消耗.....	8
图 4：美国能源与非能源领域贸易平衡.....	8
图 5：各类能源发电量	9
图 6：一次能源中可再生能源消耗.....	9
图 7：美国各行业天然气消费	9
图 8：美国天然气消费与产出	9
图 9：美国天然气价格	9
图 10：新增发电量占比	9
图 11：PPA 价格（2020 \$/MWh）	10
图 12：美国向欧洲国家出口 LNG.....	10
图 13：2021 年美国新电厂运营和维护的固定和可变成本	11
图 14：不同发电技术 LCOE（折现率 7%，2020 年）	11
图 15：中性条件下能源消耗预测.....	11
图 16：可再生能源加速降本情形下能源消耗预测	11
图 17：美国能源政策变化.....	12
图 18：美国光伏累计装机.....	13
图 19：美国光伏新增装机.....	13
图 20：美国新增发电装机构成	13
图 21：美国各州光伏装机.....	14
图 22：美国人口分布	14
图 23：美国 GDP 分布	14
图 24：各州累计光伏装机量	15
图 25：美国光照资源.....	15
图 26：美国高压输电线路（截至 2021 年底）	15
图 27：我国特高压线路建设情况（截至 2022 年 5 月底）	16
图 28：美国各州光伏安装情况	17
图 29：太阳能发电占总发电量比例	17
图 30：太阳能发电占总发电量比例	17
图 31：ITC 政策演变.....	18
图 32：目前 ITC 政策.....	19
图 33：若 BBB 法案通过，未来十年光伏需求+66%.....	19
图 34：户用光伏装机预期.....	19
图 35：工商业光伏装机预期	19
图 36：社区光伏装机预期.....	19
图 37：地面电站装机预期.....	19
图 38：美国各州可再生能源组合标准政策	20
图 39：美国户用光伏装机.....	23

图 40: 极端天气事件刺激户用光伏装机	23
图 41: 美国户用光伏装机	23
图 42: 美国户用光伏装机 (分区域)	23
图 43: 2021 年户用光伏装机前 10 名	24
图 44: 加州新增户用装机及全国占比	24
图 45: 美国户用光伏商业模式	24
图 46: 2021H1 美国户用光伏市场份额	25
图 47: 美国户用光伏成本组成	25
图 48: 美国户用光伏软成本占比	25
图 49: 美国户用光伏安装商股价复盘	26
图 50: 户用光伏政策变动统计	26
图 51: 美国户用光伏储能渗透率	26
图 52: 美国非住宅光伏新增装机预测	27
图 53: 美国非住宅光伏新增装机	27
图 54: 美国社区光伏项目	28
图 55: 社区光伏新增装机	28
图 56: 社区光伏计划装机	28
图 57: 国家社区太阳能合作计划 (NSCP)	29
图 58: 2021 年各州新增工商业光伏	29
图 59: 美国各州 2021 年平价零售电价	29
图 60: 美国工商业光伏新增装机 (年度)	30
图 61: 美国工商业光伏新增装机 (季度)	30
图 62: 美国新增光伏装机 (分季度)	30
图 63: 截至 2020 年底美国地面电站驱动因素	31
图 64: 自愿市场与强制市场的可再生能源消费量	31
图 65: 各州可再生能源组合标准	31
图 66: 五个州在 2021 年更新或采用了新的清洁能源标准	32
图 67: 绿色电力市场总交易额与参与者占比	33
图 68: 批发电力市场	33
图 69: 零售电力市场	33
图 70: 年度新增光伏装机 (分电网区域)	34
图 71: 累计光伏装机 (分电网区域)	34
图 72: 美国地面电站新增签约	34
图 73: 地面电站新增装机 (年度)	35
图 74: 地面电站新增装机 (季度)	35
图 75: 美国地面电站新增装机技术结构	35
图 76: 美国地面电站新增装机逆变器负载率	35
图 77: 美国储能新增装机	36
图 78: 储能为 PPA 电价提供增益	37
图 79: 未来光储一体项目比例提升	37
图 80: 2021 年新增储能分布 (10.6GWh)	37

图 81：美国光伏组件市占率	38
图 82：美国本土光伏产业链	39
图 83：美国光伏产业链各环节产量	40
图 84：美国组件价格	40
图 85：美国组件价格	40
图 86：美国电池片进口（GW）	41
图 87：美国组件进口（GW）	41
图 88：美国组件进口（GW）	41
图 89：美国组件产能	42

表目录

表 1：各州 SREC 价格	21
表 2：州级 ITC 政策	21
表 3：各州净计量政策	21
表 4：2020 年美国绿色电力市场销售情况	32
表 5：美国光伏市场竞争格局	38
表 6：美国对华光伏政策	42
表 7：光伏企业 2021 年美国营收情况	43

1、美国光伏：自发扩张已形成，进一步突破取决于天然气

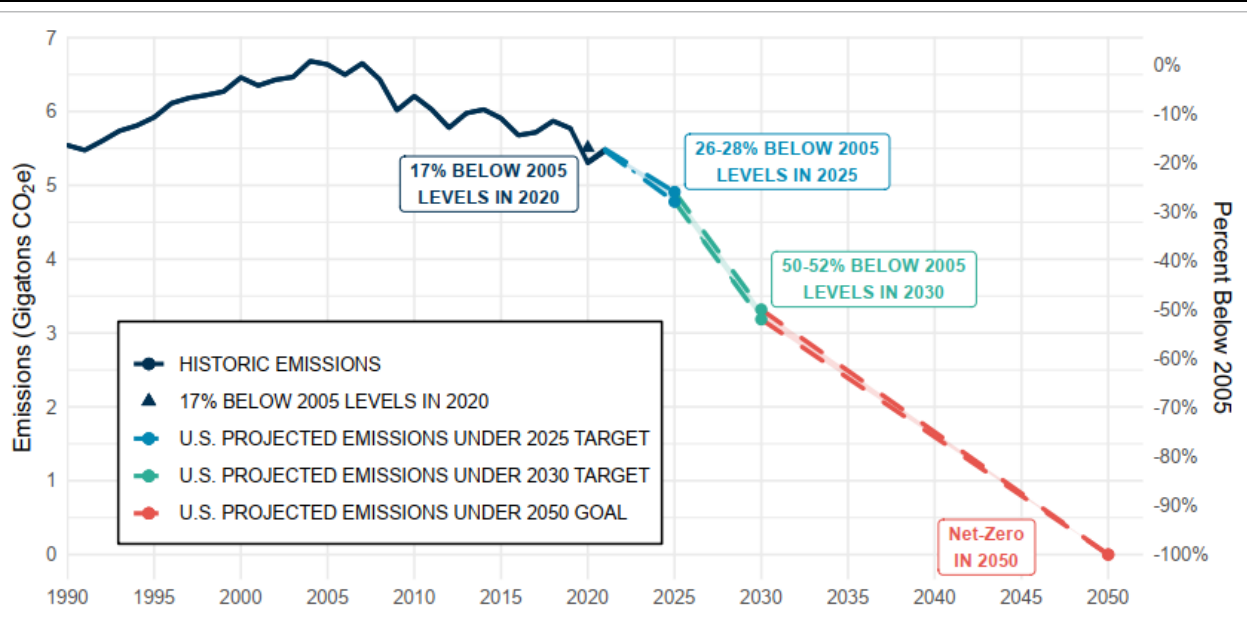
1.1、脱碳背景：2050 碳中和，2035 电力脱碳

2021 年 11 月，美国白宫发布《迈向 2050 年净零排放的长期战略》，公布了美国实现 2050 年碳中和终极目标的时间节点与技术路径。

其中包括三个时间节点：

- 1) 2030 年，作为美国承诺的气候变化国家自主贡献目标年，需实现碳排放下降 50-52%（相较 2005 年）；
- 2) 2035 年，美国电力完全脱碳，实现 100%清洁电力目标。这个目标与能源消费端电气化相结合，是实现 2050 年碳中和的关键路径；
- 3) 2050 年，美国实现净零排放目标，相当于中国的 2060 年碳中和目标。

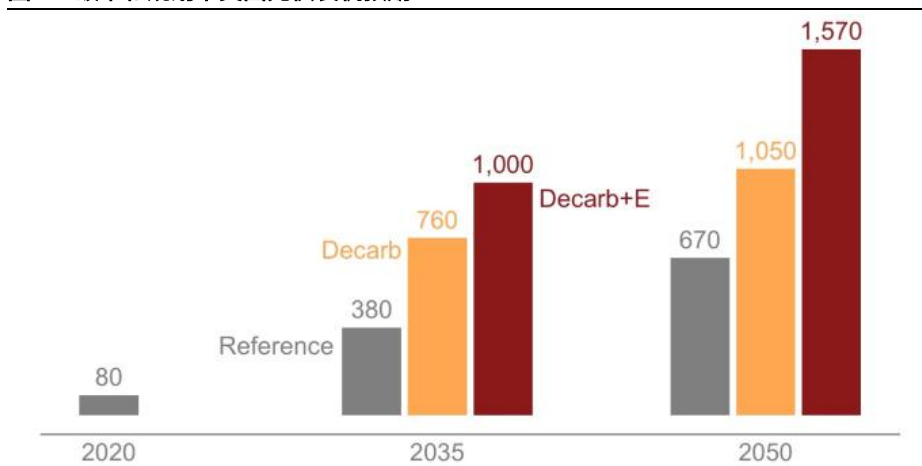
图 1：美国碳中和规划



资料来源：美国白宫《迈向 2050 年净零排放的长期战略》

根据美国能源部《Solar Futures study》，到 2035 年，脱碳方案需要累计部署的光伏装机为 760-1000GW，满足 37%-42%的电力需求。到 2050 年，累计部署的光伏装机需达到 1050-1570GW，以满足 44%-45%的电力需求。其中地面电站约占 80%-90%的规模。

图 2：碳中和规划下美国光伏装机预期



资料来源：美国能源部《Solar Futures study》；单位：GW

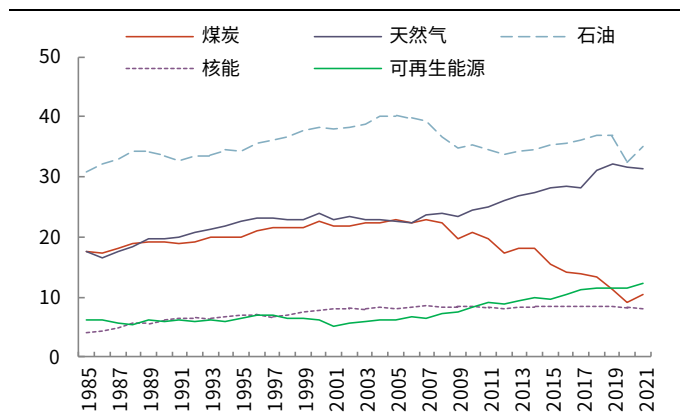
1.2、 能源背景：光伏风电取代天然气

“页岩气”保障能源独立，美国“以气代煤”成效显著

“页岩气革命”后，美国能源自供能力大幅提升，能源领域贸易逆差自 2009 年起连续缩小，至 2020 年已转正。而非能源领域贸易逆差则在 2021 年突破 1 万亿美元。

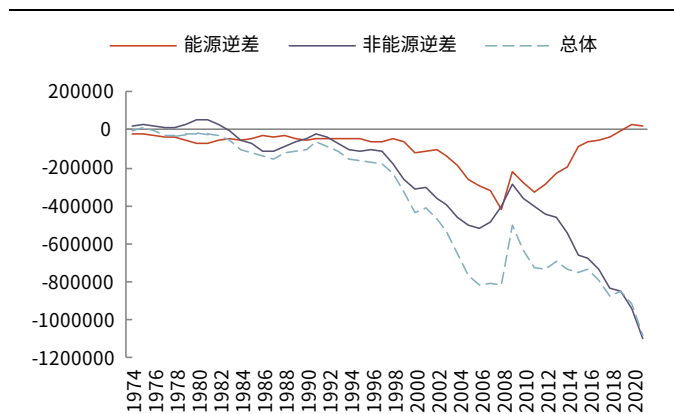
从一次能源消耗来看，2021 年美国石油、天然气占一次能源消耗比重分别为 36% 和 32%。自“页岩气革命”后，煤炭的消耗量持续下降。

图 3：美国一次能源消耗



资料来源：EIA、光大证券研究所；单位：万亿英热单位；截至 2021 年

图 4：美国能源与非能源领域贸易



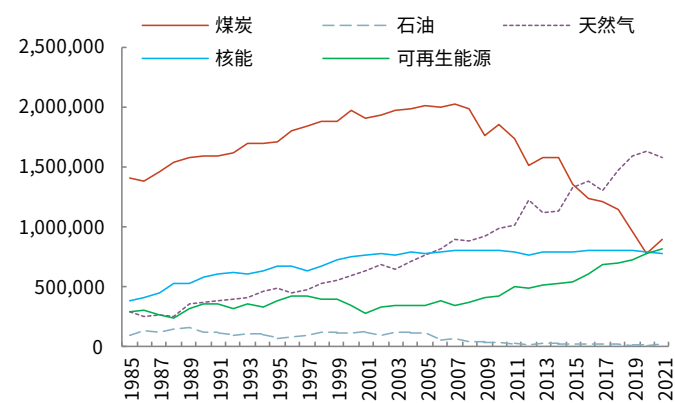
资料来源：EIA、光大证券研究所；单位：百万美元；负值代表进口；截至 2021 年

2008 年后，风电、光伏与天然气抢占煤炭份额

2008 年后，美国煤炭发电份额快速下降，其空间被天然气和可再生能源替代。而可再生能源中以风电、光伏为主要增量。2021 年，美国风电、光伏占可再生能源消耗量的比重分别为 27%、12%，同比提升 1.7pct/1.8pct。

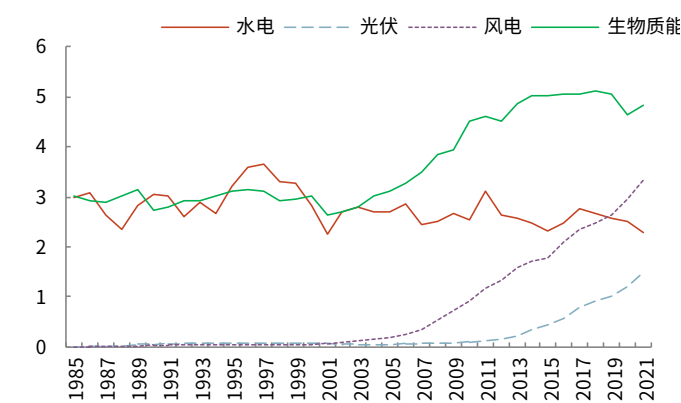
2021 年，燃煤发电量与燃气发电的趋势发生逆转，原因在于美国天然气价格上涨，燃煤发电暂时具备经济性。

图 5：美国各类能源发电量



资料来源：EIA、光大证券研究所；单位：百万 kWh；截至 2021 年

图 6：美国一次能源中可再生能源消耗

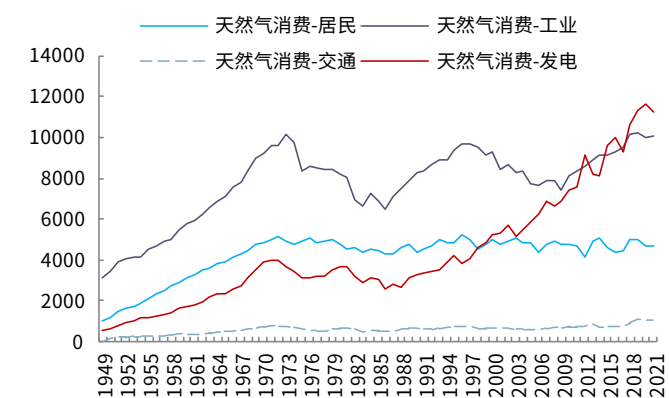


资料来源：EIA、光大证券研究所；单位：万亿英热单位；截至 2021 年

2018 年后，风电、光伏新增发电量份额超越天然气

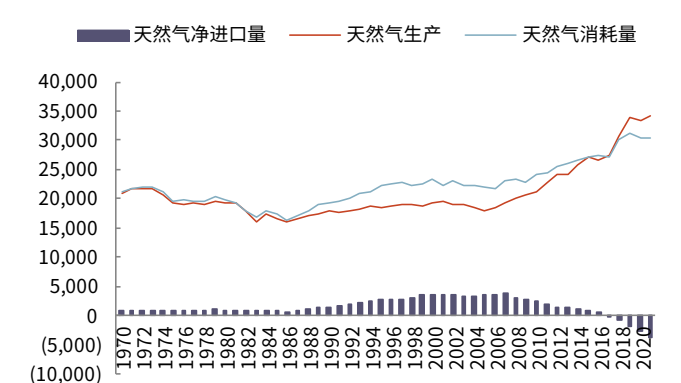
从美国国内天然气消耗来看，居民、交通、工业均保持相对平稳，增量消耗主要用于发电。

图 7：美国各行业天然气消费



资料来源：EIA、光大证券研究所；单位：十亿立方英尺；截至 2021 年

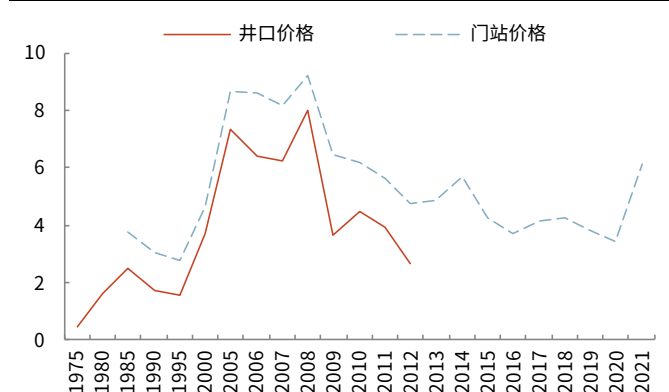
图 8：美国天然气消费与产出



资料来源：EIA、光大证券研究所；单位：十亿立方英尺；截至 2021 年

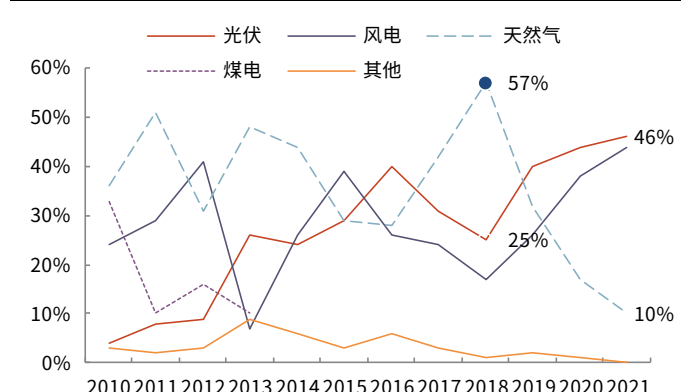
而在 2018 年后，天然气发电在新增发电量占比快速下降，从 2018 年的 57% 下降至 2021 年的 10%。随着美国国内天然气消费量见顶，美国转向天然气出口。

图 9：美国天然气价格



资料来源：EIA；单位：美元/千立方英尺；截至 2021 年

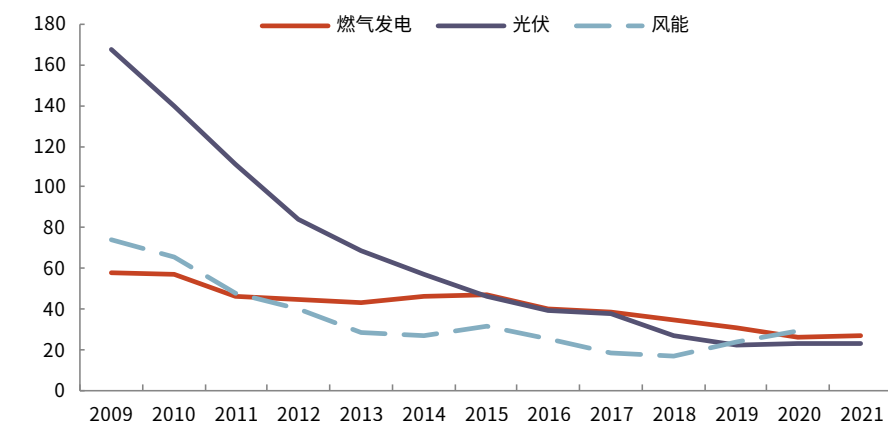
图 10：美国新增发电量占比



资料来源：EIA、光大证券研究所；截至 2021 年

而 2018 年后美国天然气新增发电量占比快速下降，核心原因在于光伏、风电的成本优势。其中光伏在 2018 年中国“531”新政后，成本端快速下降，加上运营成本接近零，因此在经济性方面超越天然气，一跃成为新增发电量占比最高的发电来源。

图 11：美国不同发电类型 PPA 价格（\$/MWh）



资料来源：BERKELEY LAB；截至 2021 年

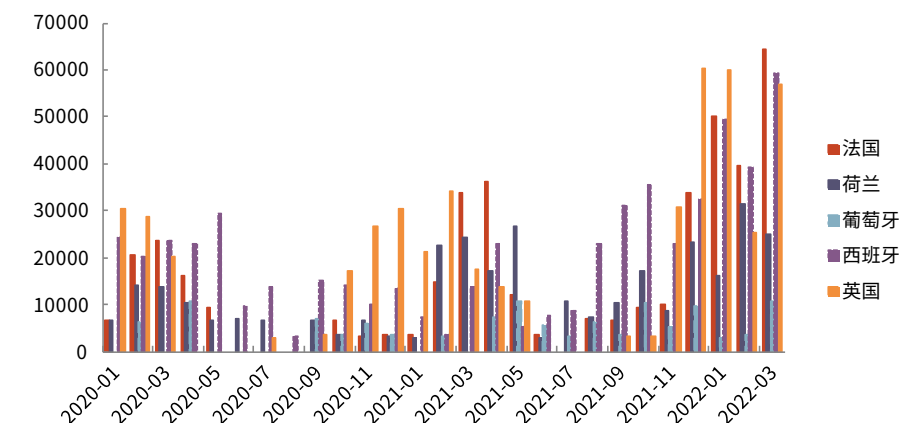
1.3、清洁能源路线涉及党争，光伏与天然气强关联

俄乌冲突后，美国天然气出口填补欧洲缺口，后续光伏成长仍与天然气强相关。

俄乌冲突后，“北溪二号”天然气管道认证程序暂停，欧盟计划与俄罗斯天然气脱钩，用美国天然气填补缺口。

2022 年 3 月 25 日，欧盟委员会与美国联合发布《关于欧洲能源安全的联合声明》，确定美国将努力确保 2022 年为欧盟市场增加至少 15bcm 的 LNG；欧盟委员会则确保 2030 年前对美国 LNG 的额外需求稳定在 50bcm/年。

图 12：美国向欧洲国家出口 LNG



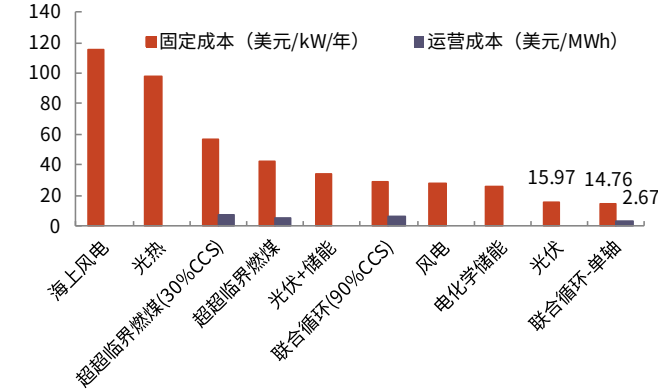
资料来源：EIA；单位：百万立方英尺；截至 2022.3

美国光伏发电量：下限看降本速度，上限看燃气发电扩张

虽然光伏发电持续降本，但美国燃气发电仍然具备成本竞争力。从 2021 年美国各发电类型来看，光伏发电固定成本为 15.97 美元/kW/年，高于燃气发电，但具备零成本运营的优势。

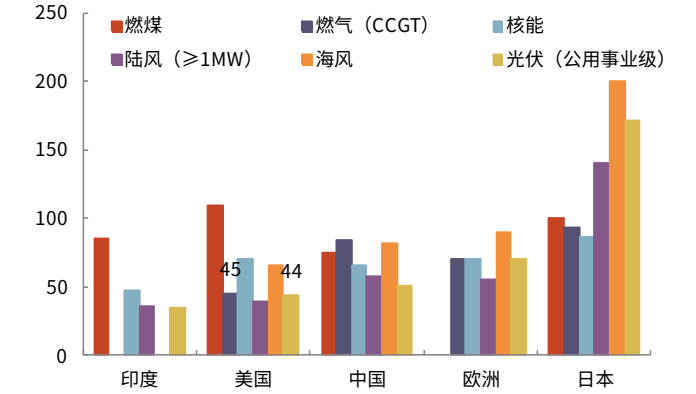
从世界范围看，美国燃气发电（CCGT）LCOE 远低于中国、日本、欧洲，与美国光伏发电相近。

图 13：2021 年美国新电厂运营和维护的固定和可变成本



资料来源：statista、光大证券研究所

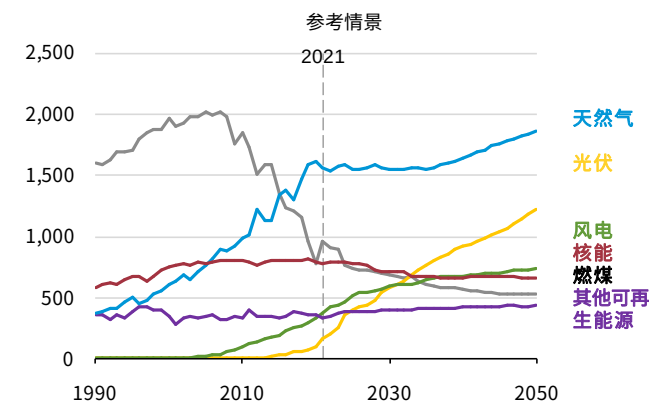
图 14：不同发电技术 LCOE（折现率 7%，2020 年）



资料来源：IEA、光大证券研究所；单位：美元/MWh

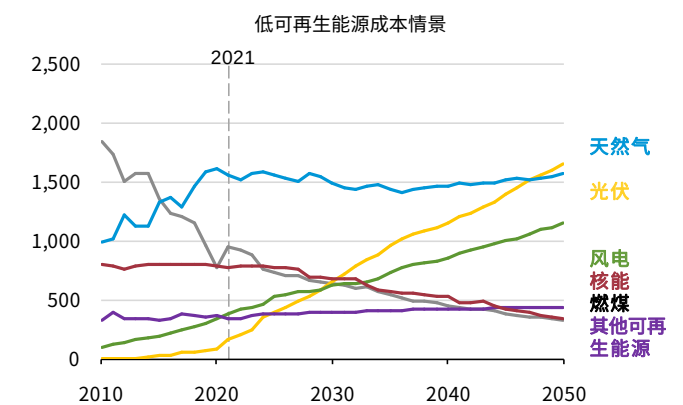
因此，未来光伏、风电的增量空间仍需要与天然气发电进行竞争。根据 IEA《2022 年能源展望》，未来美国新增发电量增速维持在 1%以下。中性条件下，2050 年天然气发电量 18559 亿度，2021-2050 年期间年化增速 0.6%，光伏发电 12160 亿度，2021-2050 年期间年化增速 7.1%。可再生能源加速降本情形下，2050 年天然气发电量 15767 亿度，2021-2050 年期间年化增速 0.03%，光伏发电 16556 亿度，2021-2050 年期间年化增速 8.3%。

图 15：美国中性条件下能源消耗预测



资料来源：IEA；单位：十亿千瓦时

图 16：美国可再生能源加速降本情形下能源消耗预测



资料来源：IEA；单位：十亿千瓦时

一方面，美国依靠“页岩气革命”实现能源独立实现天然气出口，使得能源领域成为美国为数不多的贸易顺差的领域；另一方面，传统能源与清洁能源涉及美国民主党和共和党的理念之争。

美国皮尤研究中心最新的气候调查表明，与开发替代能源相比，共和党与共和党支持者更重视扩大传统能源的生产；而大多数民主党人和民主党支持者表示，他们支持优先发展替代能源，并支持美国采取措施到 2050 年实现碳中和。因此，党派政治下的美国清洁能源路线仍存在变数。

图 17：美国能源政策变化



资料来源：中国新闻网，北京日报，光大证券研究所

2、需求侧：电网掣肘，就地消纳为主

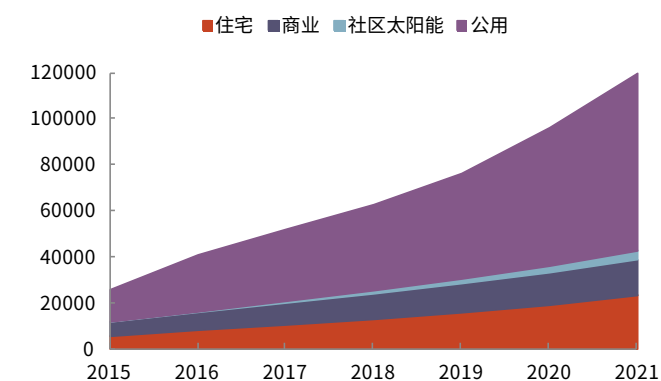
地面电站强势，分布式发展稳健

从需求端来看，美国光伏以大型地面电站为主，户用为辅，工商业次之。

截至 2021 年底，美国累计光伏装机 120GW，其中大型地面电站、户用、工商业、社区光伏占比依次为 64%/19%/13%/3%。

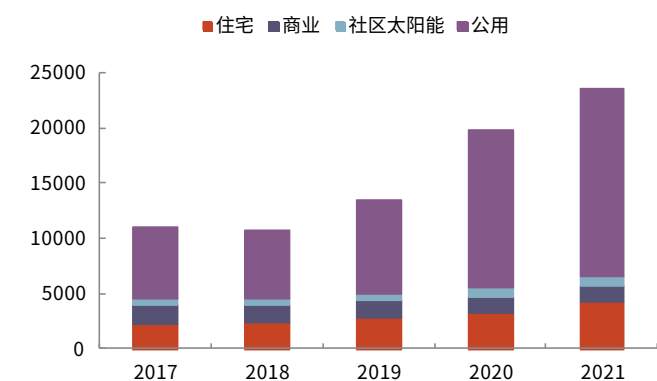
2021 年，美国新增光伏装机 23.6GW，其中大型地面电站、户用、工商业、社区光伏占比依次为 72%/18%/6%/4%。

图 18：美国光伏累计装机



资料来源：SEIA，光大证券研究所；单位：MW

图 19：美国光伏新增装机

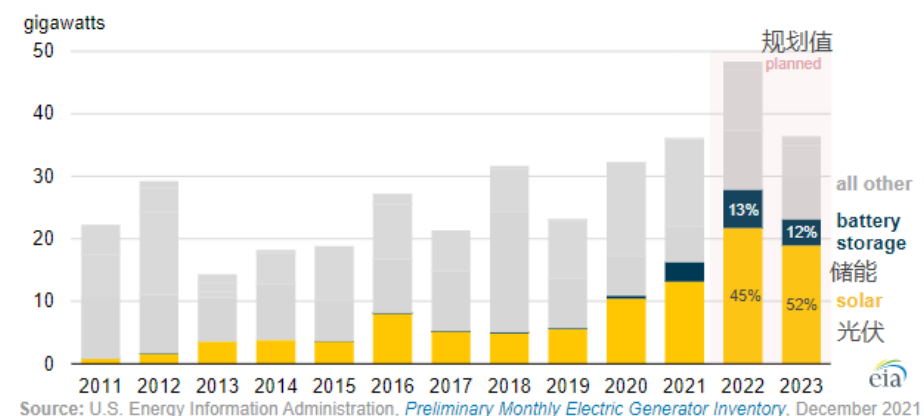


资料来源：SEIA，光大证券研究所；单位：MW

根据 EIA 在 2021 年 12 月数据显示，2022-2023 年美国计划新增发电装机共计约 85GW，其中光伏和储能项目约 51GW，燃气发电 16GW，风电 15GW。

光伏项目中，22-23 年计划新增光伏装机分别为 22/19GW。

图 20：美国新增发电装机构成



Source: U.S. Energy Information Administration, Preliminary Monthly Electric Generator Inventory, December 2021

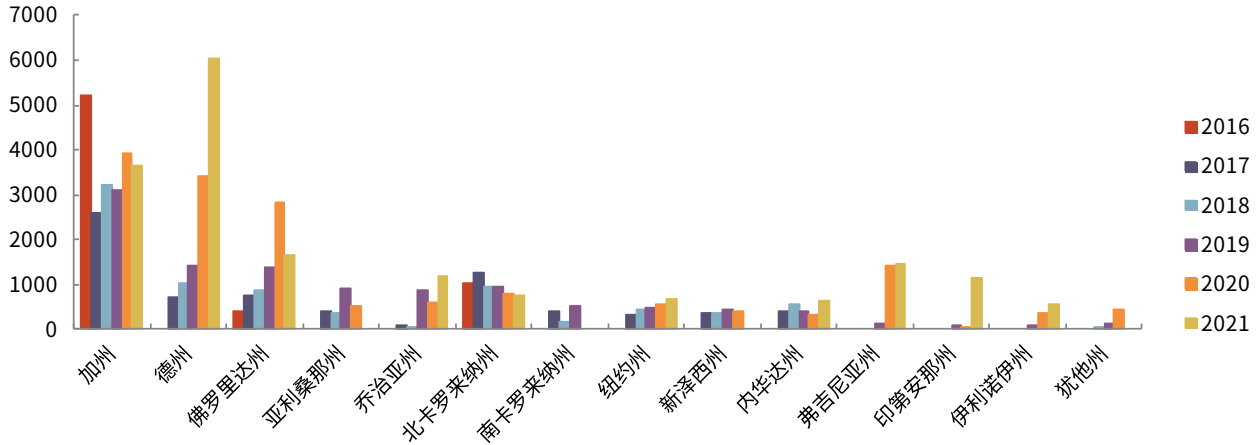
资料来源：EIA；单位：GW

分区域：加州光伏重地，德州后起之秀，佛罗里达州紧随其后

受益充足的光照资源、发达的经济，加州是美国光伏起步最早的区域之一，2016-2020 年连续位居美国年度新增光伏装机量榜首。

德州光伏装机快速崛起，据 SEIA 数据，2021 年德州新增装机 6.06GW，取代加州成为第一。

图 21：美国各州光伏装机

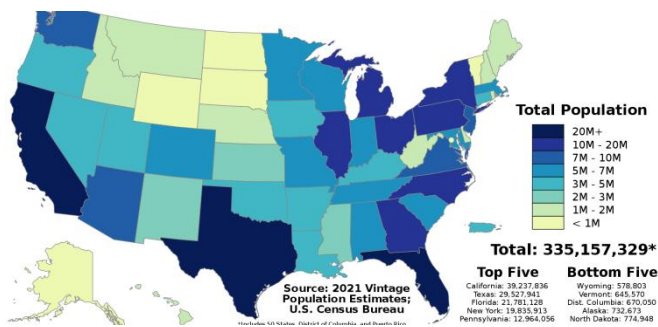


资料来源：SEIA，光大证券研究所；单位：MW

美国的光伏装机与人口、GDP 强相关，与光照资源弱相关，核心原因在于电网系统的孱弱。

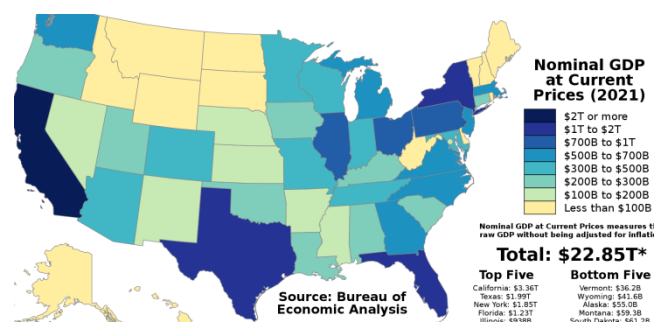
美国的人口、GDP 主要分布在东部沿海、西部沿海、南部及东南部，与各州累计光伏装机量基本重合。而在光照资源相对较好的西部地区，光伏装机量较少。

图 22：美国人口分布



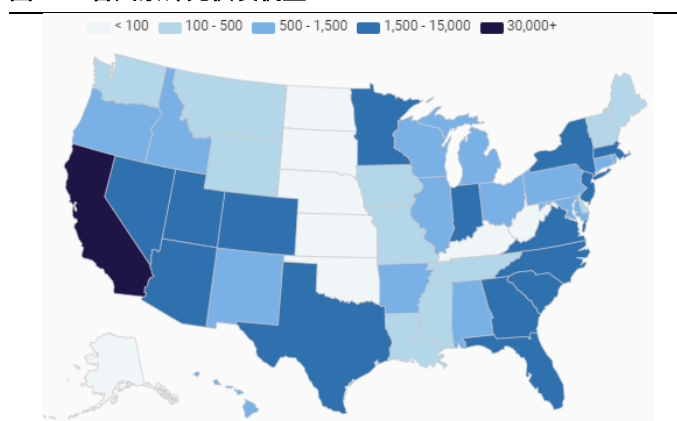
资料来源：维基百科；截至 2021 年底

图 23：美国 GDP 分布



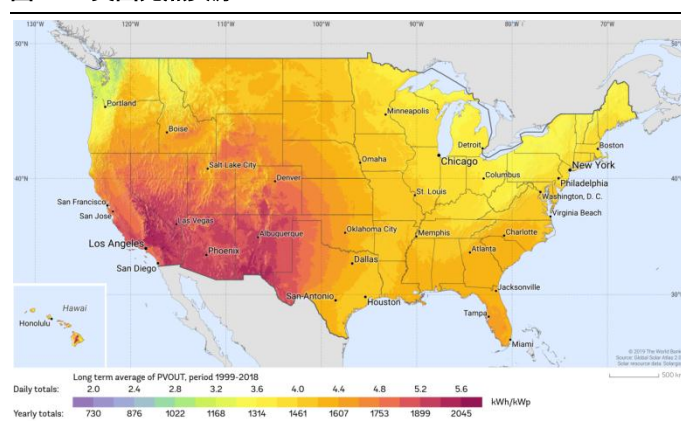
资料来源：维基百科；截至 2021 年底

图 24：各州累计光伏装机量



资料来源：SEIA；截至 2021 年底；单位：MW

图 25：美国光照资源



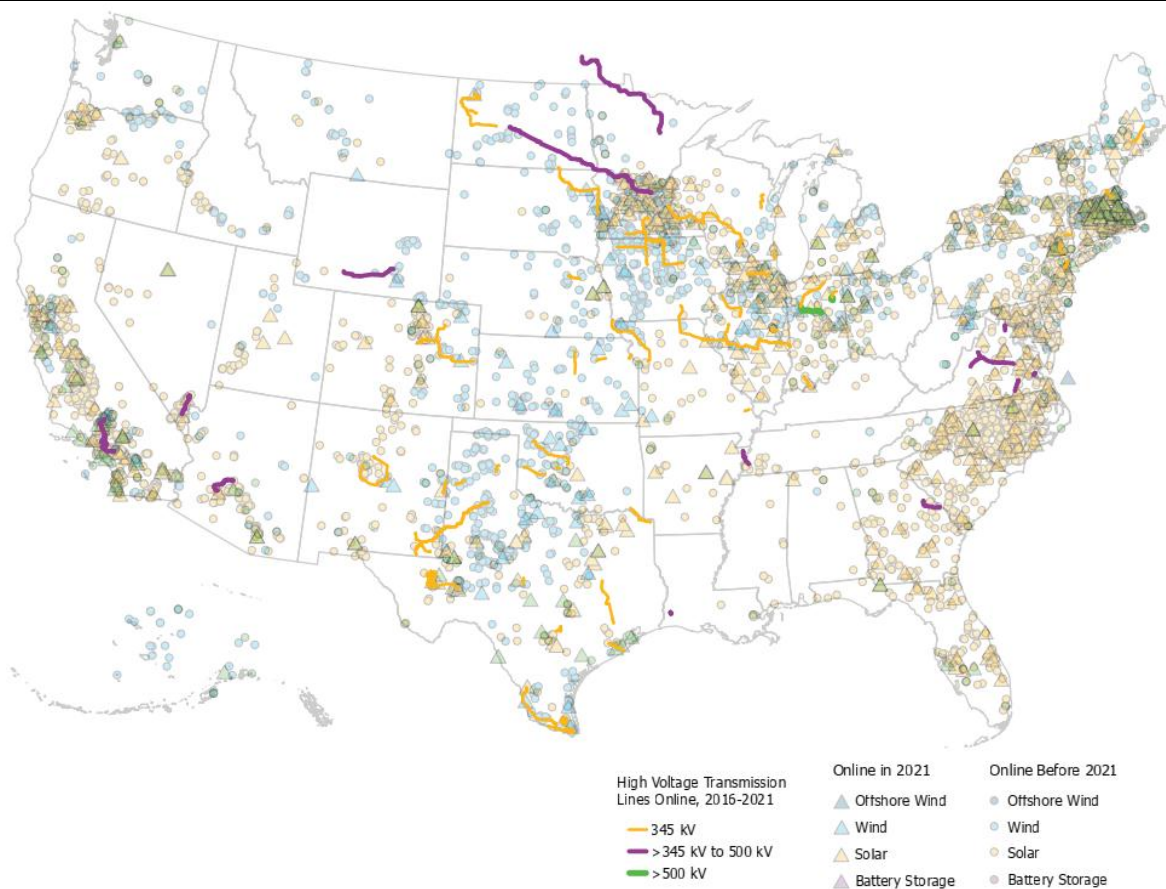
资料来源：solargis

根据美国清洁能源协会数据，2016 年至 2021 年，美国建设了超过 5700 英里（约 9000 公里）的高压输电线路（ $\geq 345\text{kV}$ ），其中许多项目旨在将可再生能源电力输送至负荷中心。2021 年上线的最长输电线路长度约 155 英里，将超过 800MW 的风电连接至新墨西哥电网。

而根据我国国家电网披露，截至 2020 年底，我国特高压线路已达 35868 公里。其中最长的线路准东-皖南±1100 千伏特高压直流输电工程，全长 3324 公里。

由此可见，美国的电网系统较为落后，截至 2021 年底，美国主要是 500kV 以下的线路，在少数州之间进行电力传输，缺乏跨地域消纳可再生能源的能力。

图 26：美国高压输电线路（截至 2021 年底）



资料来源：美国清洁能源协会

图 27：我国特高压线路建设情况（截至 2022 年 5 月底）



资料来源：中国国家电网官网

德州、加州优势明显，新的增长极不断出现

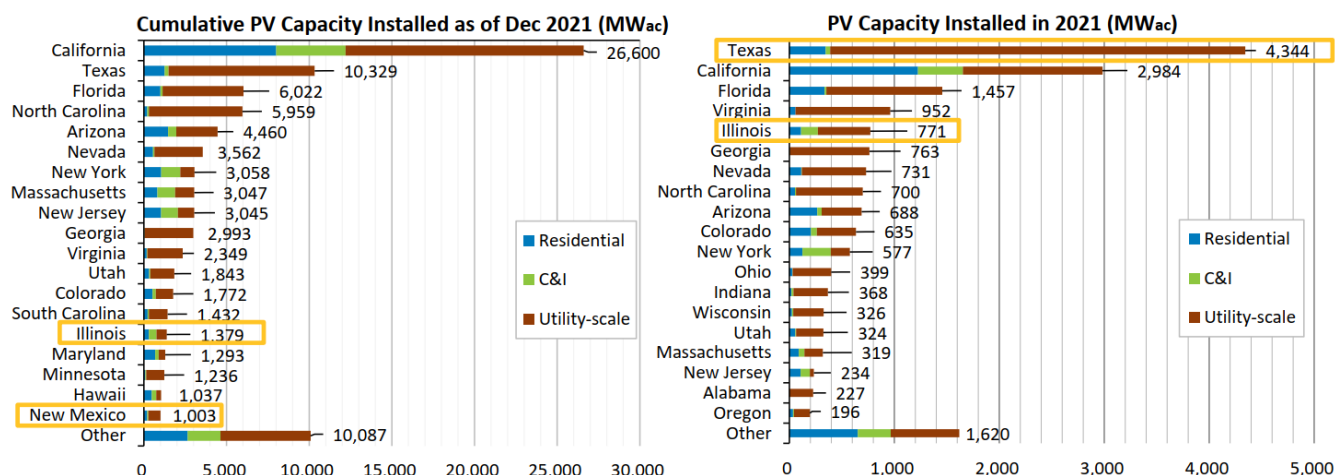
综合地理空间、人口、GDP 等多方面因素，美国各州光伏发展侧重点各有不同。

- 1) **以地面电站为主**：德州、佛罗里达州、北卡罗来纳州、内华达州、乔治亚州、弗吉尼亚州，主要集中在西部、南部，地理空间较为广阔；
- 2) **以工商业电站为主**：纽约州、马萨诸塞州、新泽西州，即美国“东北部”，是美国工商业最发达及都市化程度最高的区域；
- 3) **户用电站发达**：加州、德州、亚利桑那州、纽约州、马萨诸塞州、新泽西州，同时具备高电价和人口稠密两大特点。

但从年度光伏新增装机来看，新的增长极不断出现。据 NREL 数据：

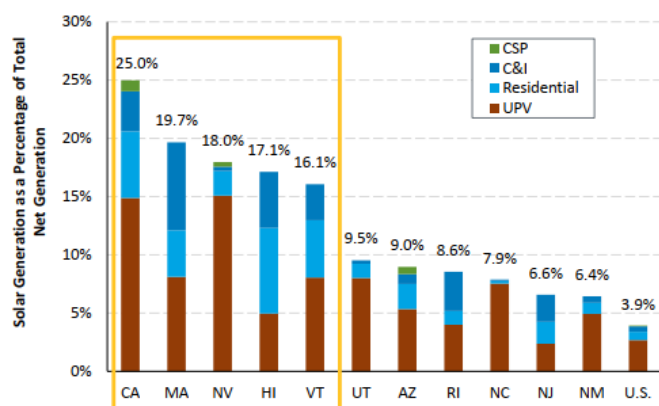
- 1) 2021 年德州新增装机超越加州，新增装机以地面电站为主；
- 2) 2021 年伊利诺伊州新增装机 771MW，工商业装机和地面电站表现均较亮眼。

图 28：美国各州光伏安装情况



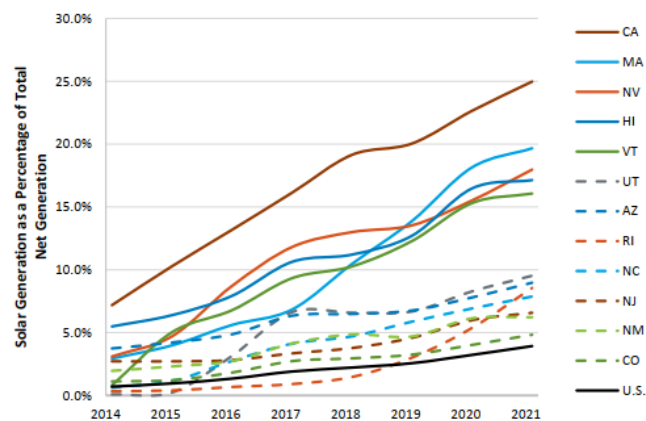
资料来源：NREL

图 29：太阳能发电占总发电量比例（2021 年）



资料来源：NREL

图 30：2014-2021 年太阳能发电占总发电量比例



资料来源：NREL

需求刺激政策：以联邦 ITC 为底色，各州因地施策

联邦太阳能税收抵免，也称为投资税收抵免 (ITC)，该政策允许投资者从联邦税收中扣除固定比例的太阳能系统安装成本。

联邦 ITC 简史：

2005 年能源政策法案 (P.L.109-58) 为住宅和商业太阳能系统设立了 30% 的 ITC，适用于 2006 年 1 月 1 日至 2007 年 12 月 31 日投入使用的项目。2006 年，政策延期至 2008 年 12 月 31 日。

2008 年，紧急经济稳定法案 (P.L.110-343) 将住宅和商业（包括商业和大型公用事业项目）ITC 延长 8 年，取消住宅光伏的补贴上限，并允许公用事业企业支付替代最低税 (AMT) 来获得信贷。

2015 年底，综合拨款法案（P.L.114-113）对上述住宅和商业（包括商业和大型公用事业项目）ITC 进行多年延期，并将信贷标准由“投入使用”变为“开工建设并于 2023 年前完工”。

2020 年底，《合并拨款法》将 ITC 退坡时间推迟 2 年至 2023 年。此外，完工期限推迟至 2026 年 1 月 1 日。

联邦 ITC 的两个特点，使得其具备需求持续刺激性：

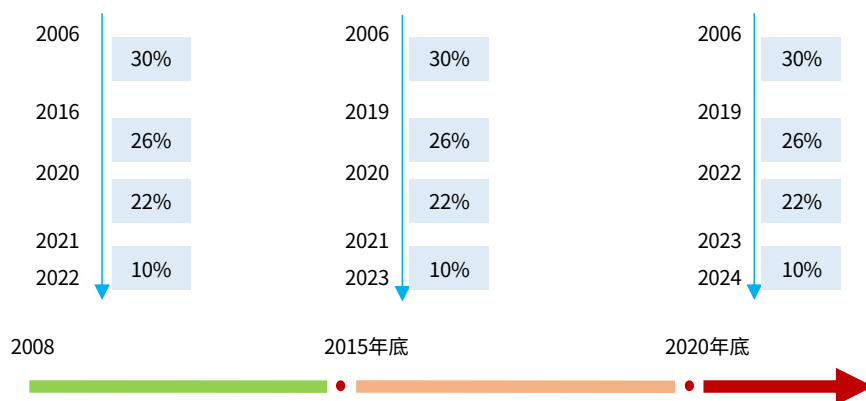
1) 逐年退坡，多次延期

梯度退坡的方式，较大程度上降低了“抢装”效应；多次延期，与补贴退坡预期相互结合，促成持续性的需求刺激。如在 2016 年后补贴退坡的预期下，2015 年签约项目激增，但 2015 年底联邦 ITC 确认延期；在 2019 年后补贴退坡的预期下，2019 年开工率创历史新高，但 2020 年底联邦 ITC 确认延期。

2) 以开工时间为准

以开工时间确认是否适用政策标准，并规定了较为宽松的完工期限。这使得大量项目处于建设过程中（保补贴），但考虑到组件降价，又将采购时间向后拖（低价采购），整体组件需求弹性提升，一些本不具有竞争力的项目得以实施。

图 31：ITC 政策演变



资料来源：SEIA、光大证券研究所；注：百分比数字代表特定阶段特定年份的 ITC 税率；10% 的税收抵免不包含户用光伏

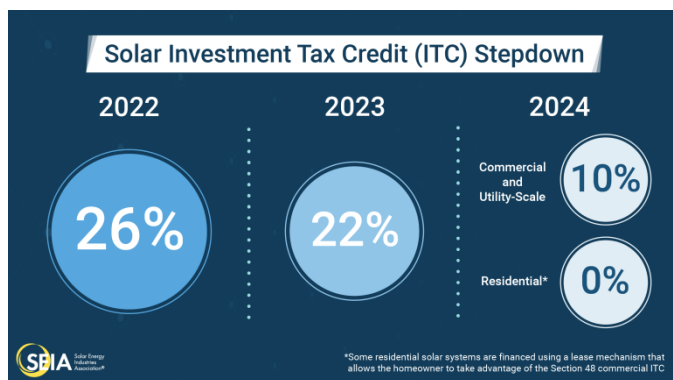
若 BBB 法案通过，未来十年（2023-2032）光伏需求提升 66%

目前，联邦 ITC 正处于新一轮延期中。《重建更好未来法案》（BBB 法案）中提议，将现有的联邦 ITC 政策延期 10 年。

根据 SEIA 预测，若（BBB 法案）获得通过，下个十年（2023-2032）的新增光伏装机将提升 66%（较法案通过前的预测。其中户用+20%，工商业和社区+15%，地面电站+86%）。2032 年光伏总装机量预测从 464GW 提升至 700GW。

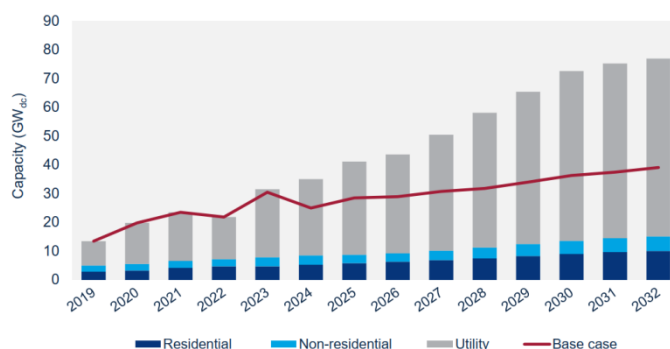
2021 年 11 月 19 日，美国众议院通过了《重建更好未来法案》（BBB 法案），该法案仍需要参议院投票表决以及美国总统签署后方可生效。

图 32：目前 ITC 政策



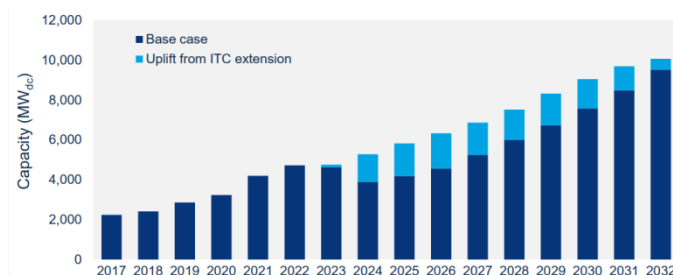
资料来源：SEIA

图 33：若 BBB 法案通过，未来十年（2023-2032）光伏需求+66%



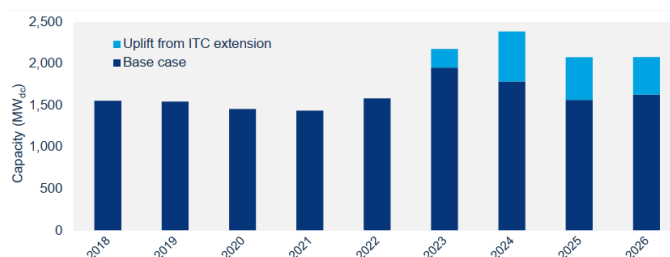
资料来源：SEIA；2021 年底预测

图 34：户用光伏装机预期



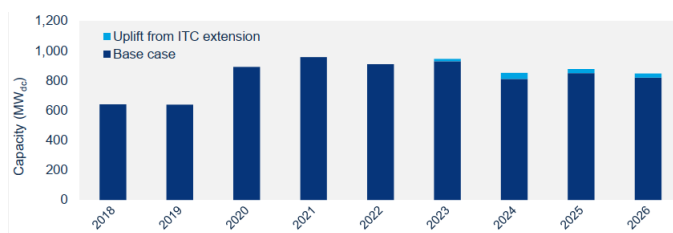
资料来源：SEIA；2021 年底预测

图 35：工商业光伏装机预期



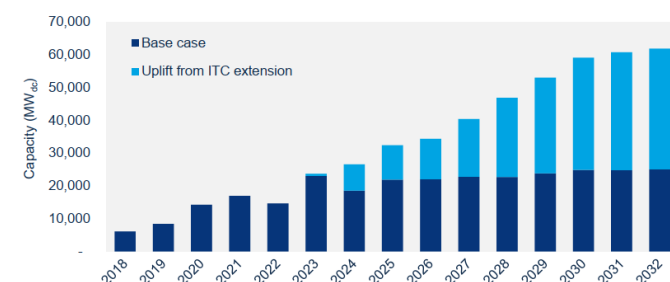
资料来源：SEIA；2021 年底预测

图 36：社区光伏装机预期



资料来源：SEIA；2021 年底预测

图 37：地面电站装机预期



资料来源：SEIA；2021 年底预测

各州政策：以 RPS 为核心，推动可再生能源比例提升

1) RPS

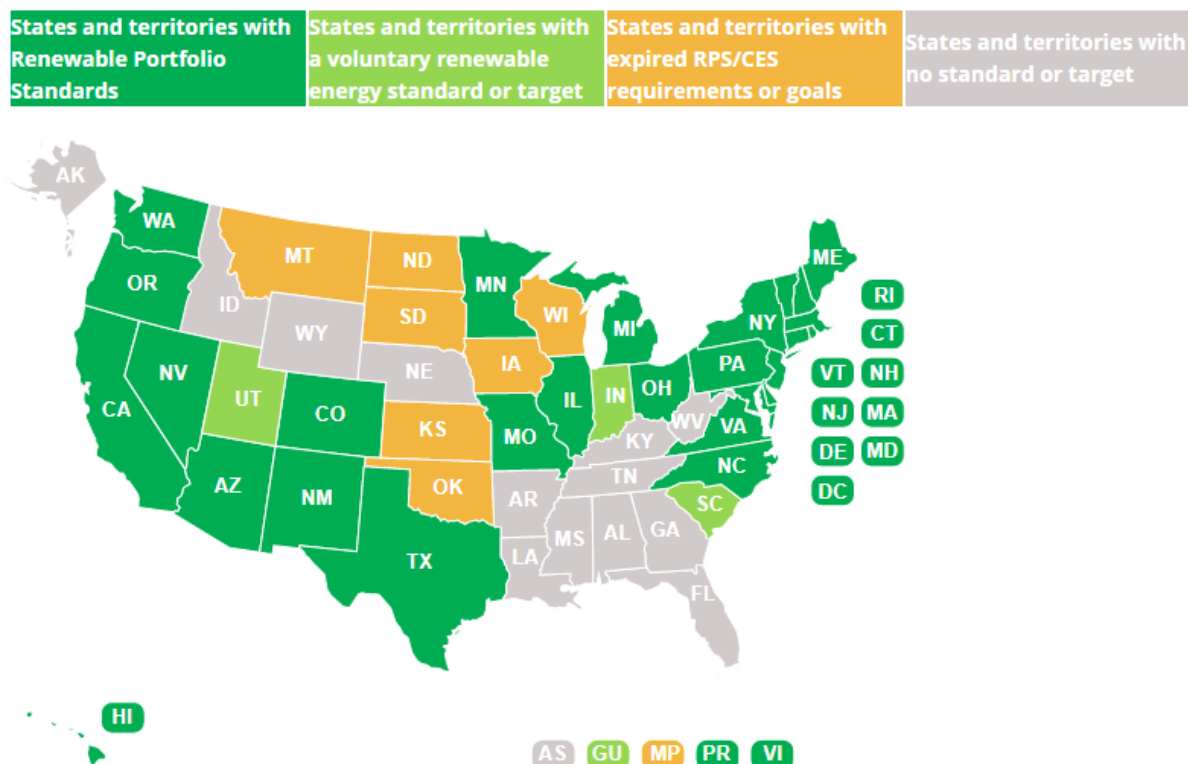
可再生能源组合标准(RPS)要求电力公司销售的特定百分比的电力来自可再生资源。据 NCSL 数据，自 2000 年代初以来，美国可再生能源发电量增长的大约一半可归因于各州 RPS 对可再生能源的需求拉动。

如加利福尼亚州在 2018 年颁布了 CES（清洁能源标准），要求该州的公用事业公司到 2045 年产生 100% 的清洁电力。作为 CES 的一部分，该州的 RPS（可再生能源组合标准）提高要求到 2030 年 60% 的电力必须来自可再生资源。

德州在 1999 年发布可再生能源发电要求，计划可再生能源装机 2015 年达到 5880MW，2025 年达到 10000MW（已达到）。

图 38：美国各州可再生能源组合标准政策

Renewable Portfolio Standards or Voluntary Targets



资料来源：NCSL

“可再生能源组合标准”规定公用事业公司必须满足一定的可再生能源信用额度，这催生了 SREC 市场。

SREC 也称“太阳能可再生能源信用额度”，代表了单位清洁太阳能所产生的积极环境影响。太阳能电池板系统每产生 1 兆瓦时(MWh)太阳能电力，就会产生一个 SREC。公用事业公司购买 SREC 是为了满足 RPS 州法规，截至 2022 年 1 月美国有 7 个州拥有 SREC 市场。

表 1：各州 SREC 价格

	SREC 价格 (美元)
新泽西州*	233.0
马萨诸塞州*	284.0
马里兰	78.5
俄亥俄州	12.0
宾夕法尼亚州	38.0
华盛顿特区	395.0
特拉华州	30.2

资料来源：SRETrade、光大证券研究所；截至 2022 年 1 月

2) 州级 ITC

除了联邦 ITC 外，另有 10 个州提供州级光伏税收优惠/减免。抵免额度在 1000 至 6000 美元之间，在使用时扣除顺序在联邦 ITC 之前。

表 2：州级 ITC 政策

州	最大激励值 (美元)
亚利桑那	1,000
夏威夷	2,250
爱达荷州	5,000
爱荷华州	5,000
马萨诸塞州	1,000
蒙大拿	1,000
新墨西哥	6,000
纽约州	5,000
南卡罗来纳	3,500
犹他州	1,600

资料来源：SolarReviews、光大证券研究所

3) 净计量政策

在美国 50 个州中，有 33 个州提供全零售电价的净计量政策，10 个州提供替代性政策。但是，净计量计划也给公用事业公司带来成本压力，因此削减净计量计划已成为趋势。

如加州已经将户用光伏的计费政策更新至“NEM3.0”，该版政策将大幅减少计费补贴，并增加并网固定费用及容量费用。尽管净计量政策的转变有助于刺激户用储能增长，但根据 SEIA 预测，加州住宅和商业分布式光伏的投资回收期都将延长至 10 年以上。

表 3：各州净计量政策

	州级 ITC	全零售净计量	净计费	替代方案	投资回收期 (年)	系统成本 (美元/W)	电费(美分/kWh)	光伏平准成本(美分/kWh)
阿拉巴马州				√	5.6-6.8	2.45	21	5
阿拉斯加州		√			6.3-7.6	2.41	34	8
亚利桑那	√			√	7.1-8.7	2.64	28	4
阿肯色州		√			5.3-6.5	2.63	19	6
加利福尼亚		√			5.4-6.6	2.68	35	5

科罗拉多州		√			7-8.5	2.51	22	5
康涅狄格		√ (2021 年底)			5.3-6.4	2.86	45	6
特拉华州		√			10.8-13.2	2.65	24	5
佛罗里达		√			11.9-14.5	2.58	28	5
乔治亚州			√		5.5-6.8	2.33	28	5
夏威夷	√			√	4.4-5.4	2.67	81	5
爱达荷州	√	√*			6.1-7.5	2.52	23	4
伊利诺伊州		√			5.4-6.6	2.57	28	7
印第安纳州		√			5.5-6.7	2.49	21	6
爱荷华州	√	√			5.8-7.1	2.53	21	5
堪萨斯		√			6-7.3	2.39	28	5
肯塔基州		√			5.2-6.3	2.34	23	6
路易斯安那州				√	6.1-7.5	2.38	21	6
缅因州		√			6.2-7.5	2.87	35	8
马里兰		√			6.1-7.5	2.74	32	5
马萨诸塞州	√	√			3-3.7	2.87	55	7
密歇根州				√	10.1-12.3	2.66	35	6
明尼苏达		√			5.5-6.7	2.74	21	5
密西西比州			√		5.8-7.1	2.64	23	5
密苏里州			√		6-7.4	2.59	24	5
蒙大拿	√	√			5.2-6.3	2.42	25	5
内布拉斯加州			√		6.3-7.7	2.83	19	5
内华达州		恢复净计量		√	7.4-9.1	2.61	30	5
新罕布什尔		√			6.1-7.4	2.83	42	5
新泽西州		√			4-4.9	2.78	42	7
新墨西哥	√	√			4.9-6	2.44	29	5
纽约州	√	√			3.2-3.9	2.86	72	4
北卡罗来纳		√			9.7-11.9	2.49	25	5
北达科他州			√		5.2-6.3	2.42	21	4
俄亥俄州		√			5.6-6.9	2.5	25	6
俄克拉荷马州				√	5.8-7.1	2.62	21	5
俄勒冈		√			10.5-12.9	2.5	25	8
宾夕法尼亚州		√			5.4-6.6	2.38	35	6
罗德岛	全国最好的 激励措施		√		1.4-1.7	2.69	39	2
南卡罗来纳	√			√	7.2-8.8	2.62	30	5
南达科他州					9.4-11.5	2.39	26	5
田纳西州					5.8-7.1	2.49	24	5
德克萨斯州		√*			7.5-9.1	2.77	25	5
犹他州	√	√			10.1-12.4	2.66	21	5
佛蒙特		√			6.6-8.1	2.85	44	7
弗吉尼亚		√			5.6-6.8	2.66	24	6
华盛顿		√			5.6-6.9	2.77	21	7
威斯康星州				√	10.7-13	2.6	34	5
西弗吉尼亚		√			5.6-6.8	2.64	21	5
怀俄明州				√	6-7.3	2.57	30	4

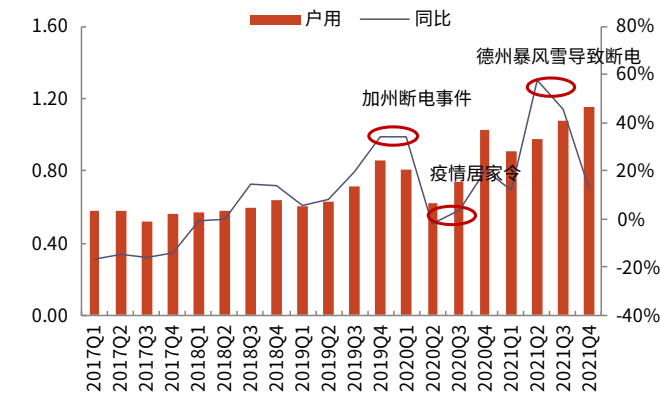
资料来源: SolarReviews、光大证券研究所

2.1、户用：模式创新，补贴退坡刺激家储需求

2021 年，美国户用光伏新增装机 4.2GW，同比增长 30%以上，创造了新的年度历史记录。

从地域分布来看，加州、PJM 电力市场区域始终承担着中流砥柱的作用，而德州、新英格兰地区的崛起，不断提供新的需求增量。从季度装机来看，近年来不断发生的极端天气事件，叠加美国脆弱的电网系统，加剧了居民的电力短缺危机，在很大程度上刺激了户用装机的发展。

图 39：美国户用光伏装机



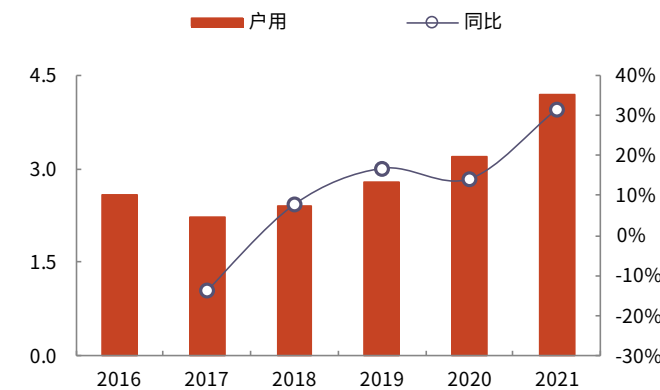
资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：GW；截至 2021Q4

图 40：极端天气事件刺激户用光伏装机

日期	事件	户用光伏申请量（同比）
2019年9月	加州PSPS电力中断	访问量激增
2021. 6. 30-2021. 8. 6	加州野火	358%
2021. 2. 13-2021. 3. 17	德州电力危机	850%
2021. 6. 25-30	太平洋西北热浪	919%

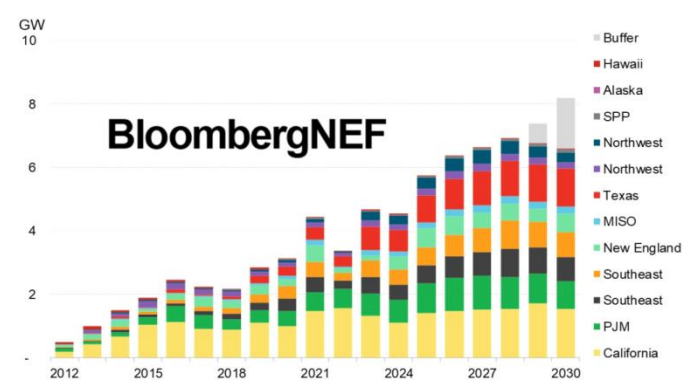
资料来源：SolarReviews、光大证券研究所

图 41：美国户用光伏装机



资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：GW

图 42：美国户用光伏装机（分区域）



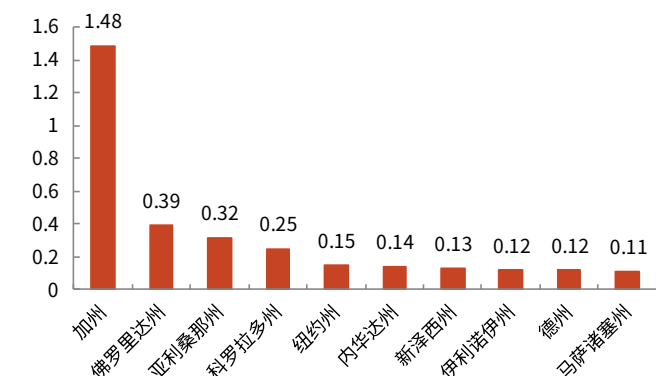
资料来源：BloombergNEF

加州：美国户用光伏圣地

早在 2006 年，加州就提出了加州太阳能计划(CSI)，旨在通过提供补贴以降低建造太阳能装置的成本来快速发展太阳能市场。该计划是 Go Solar California 活动的一部分，包括一般市场太阳能激励计划、低收入太阳能激励计划、新太阳能住宅计划等。州级刺激政策与联邦 ITC 相结合，共同造就了加州光伏市场的繁荣。

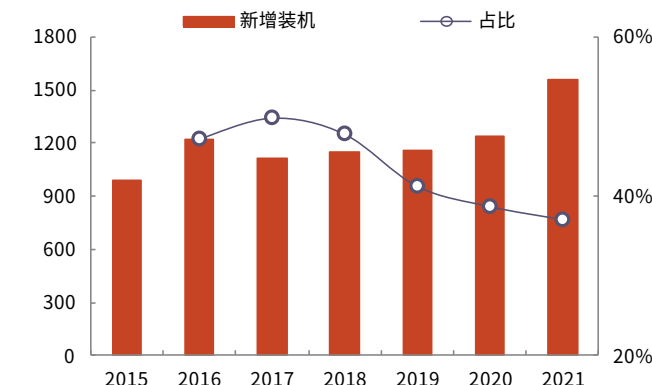
尽管随着众多新兴市场的崛起,加州的新增装机占比不断下降,但从绝对值来看,加州的户用光伏新增装机量仍一骑绝尘,2021 年新增户用光伏 1.48GW,远超第二名。

图 43: 2021 年美国户用光伏装机前 10 名



资料来源: BloombergNEF、光大证券研究所; 单位: GW

图 44: 加州新增户用装机及全国占比



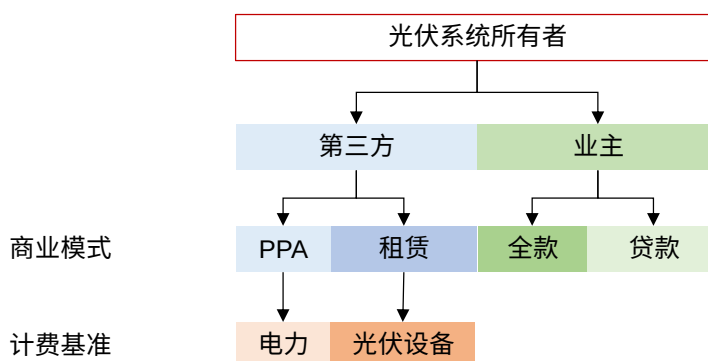
资料来源: California DG Statistics、光大证券研究所; 单位: MW

商业模式: 百花齐放, 金融产品创新与技术进步共同推动

经过多年的竞争与整合, 美国户用光伏领域基本形成了三种商业模式:

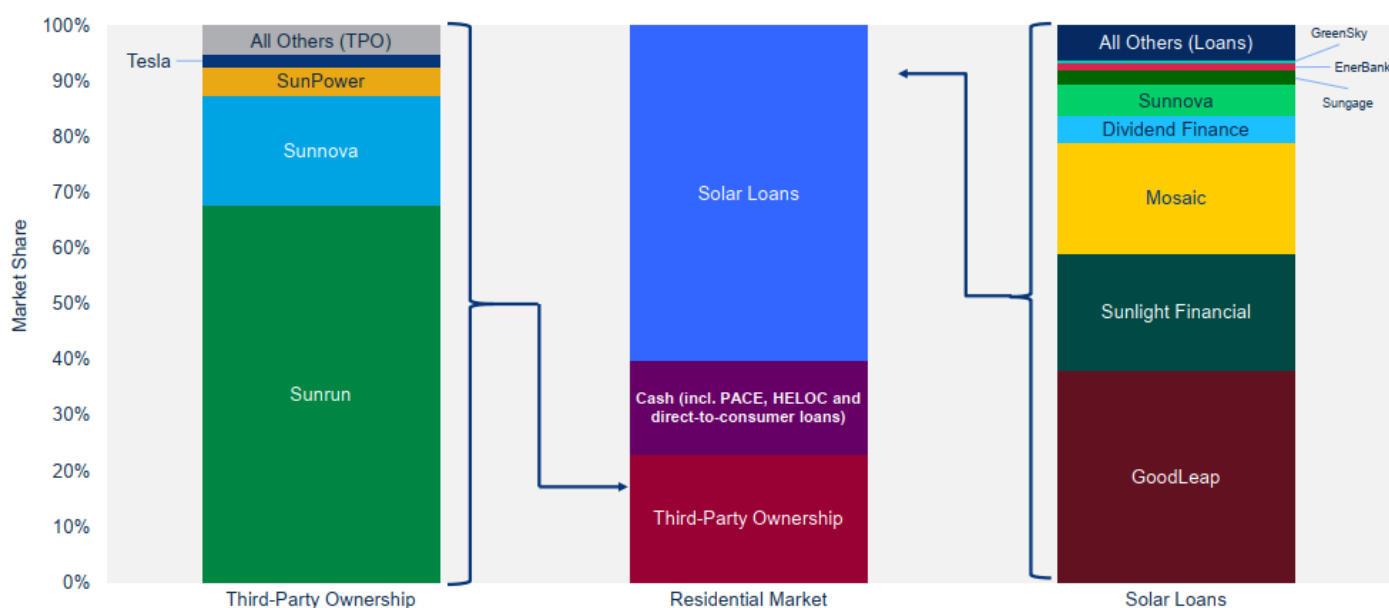
- 1) 第三方所有模式。**光伏系统的所有权不属于业主, 而是在第三方手中。如 PPA 和光伏租赁, 两者的不同之处在于, PPA 模式下业主为电力付费, 租赁模式下业主为光伏系统付费, 通常采取按月付费的模式, 零首付或低首付。代表公司有: Sunrun、Sunnova、Sunpower 等。
- 2) 光伏贷款。**此种模式下, 光伏系统所有权属于业主, 需每月向融资方偿还贷款及利息。主要的资金提供方包括 Goodleap、Sunlight Financial、Mosaic 等。
- 3) 现金购买。**光伏系统所有权属于业主。

图 45: 美国户用光伏商业模式



资料来源: 光大证券研究所绘制

图 46：2021H1 美国户用光伏市场份额

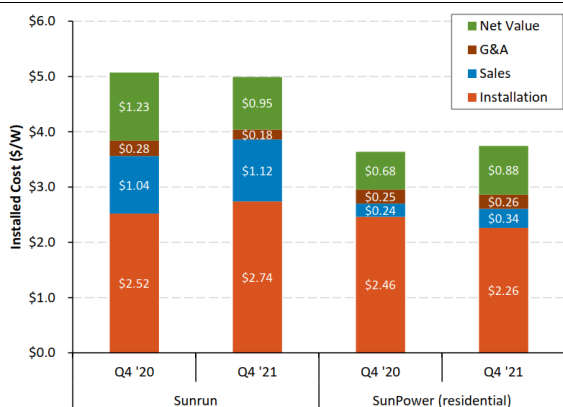


资料来源：Wood Mackenzie

由于美国高昂的人力成本、繁琐的户用光伏领域审批程序、以及交易税费、电网连接费用等，光伏安装软成本的问题一直困扰着美国户用光伏的发展。根据 CEA 披露，2021 年四季度 Sunrun 的安装费用高达 2.74 美元/W。

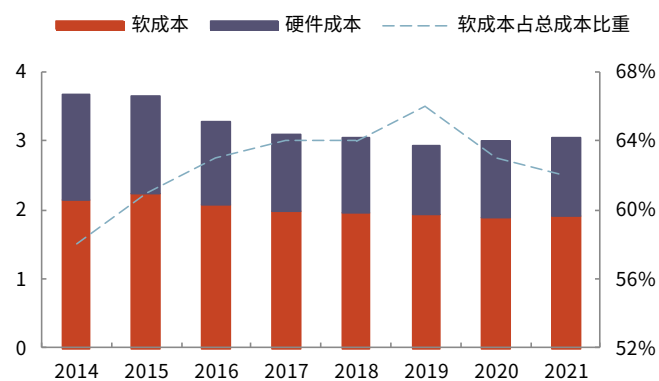
2020 年疫情期间，户用光伏领域被动探索了线上营销渠道以及部分线上审批流程，使得软成本占总成本比例略有下降，但 2021 年软成本占比仍超过 60%。

图 47：美国户用光伏成本组成



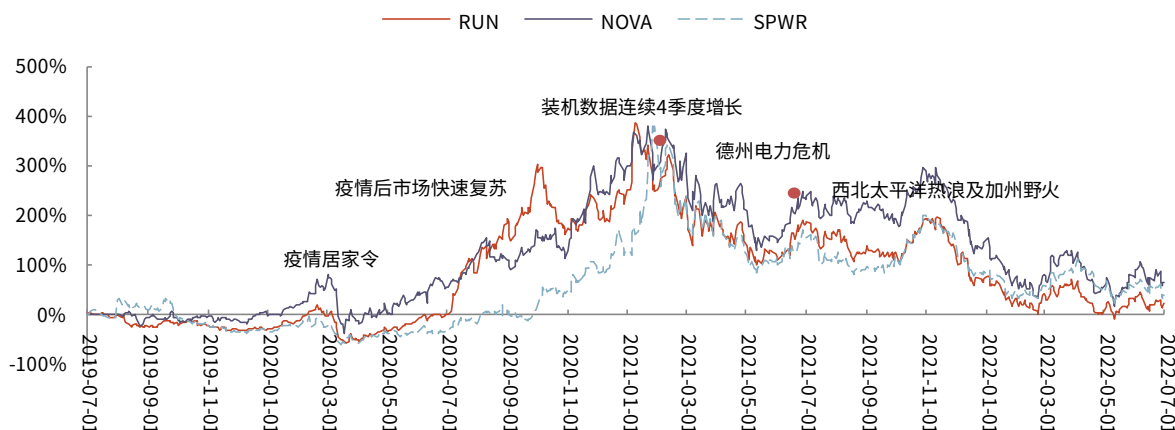
资料来源：NREL

图 48：美国户用光伏软成本占比



资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：美元/W

图 49：美国户用光伏安装商股价复盘



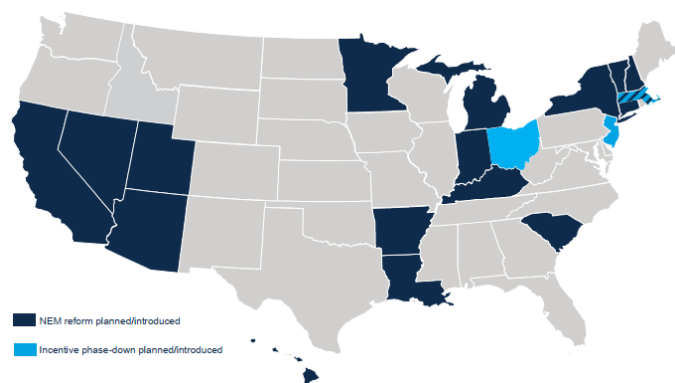
资料来源：Wind、光大证券研究所；截至 2022.7.1

净计量逐步退出，刺激户用储能需求

随着加州“NEM3.0”政策在 2022 年步入实施，代表着美国净计量政策加速退坡。

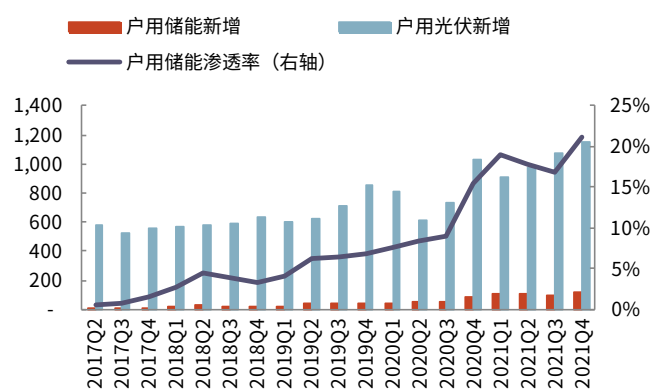
尽管从地图上看，净计量政策退坡的州并不占多数，但却集中在分布式光伏的强势区域。根据 wood mackenzie 统计，市场受到计费制度改革/刺激政策强度退坡或两者兼而有之的比例约占到 75%。

图 50：户用光伏政策变动统计



资料来源：wood mackenzie；深蓝色：计划/引入 NEM 改革；浅蓝色：计划/引入刺激政策退坡；截至 2020.1

图 51：美国户用光伏储能渗透率



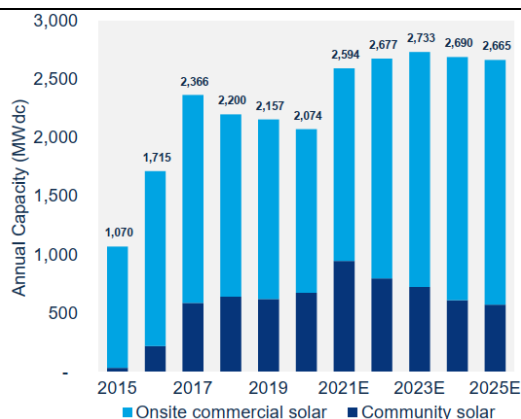
资料来源：USITC、光大证券研究所；单位：MW

2.2、 非住宅：集中于高电价地区

美国非住宅光伏领域主要包括两个板块：社区光伏、工商业光伏。

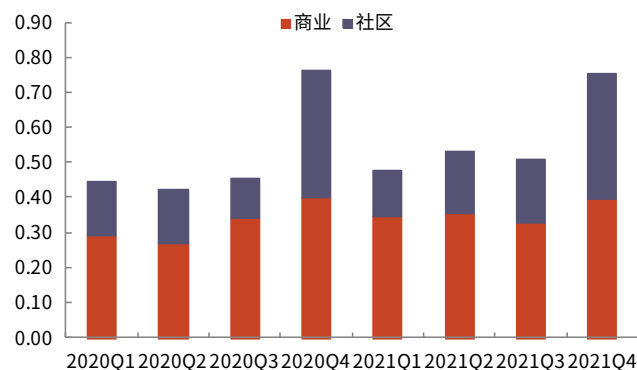
2021 年，美国非住宅光伏新增装机 2.4GW，其中社区和工商业光伏分别新增 0.96GW 和 1.44GW，占比 40%/60%。

图 52：美国非住宅光伏新增装机预测



资料来源：Wood Mackenzie；2020 年预测

图 53：美国非住宅光伏新增装机



资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：GW

2.2.1、社区光伏

社区光伏：

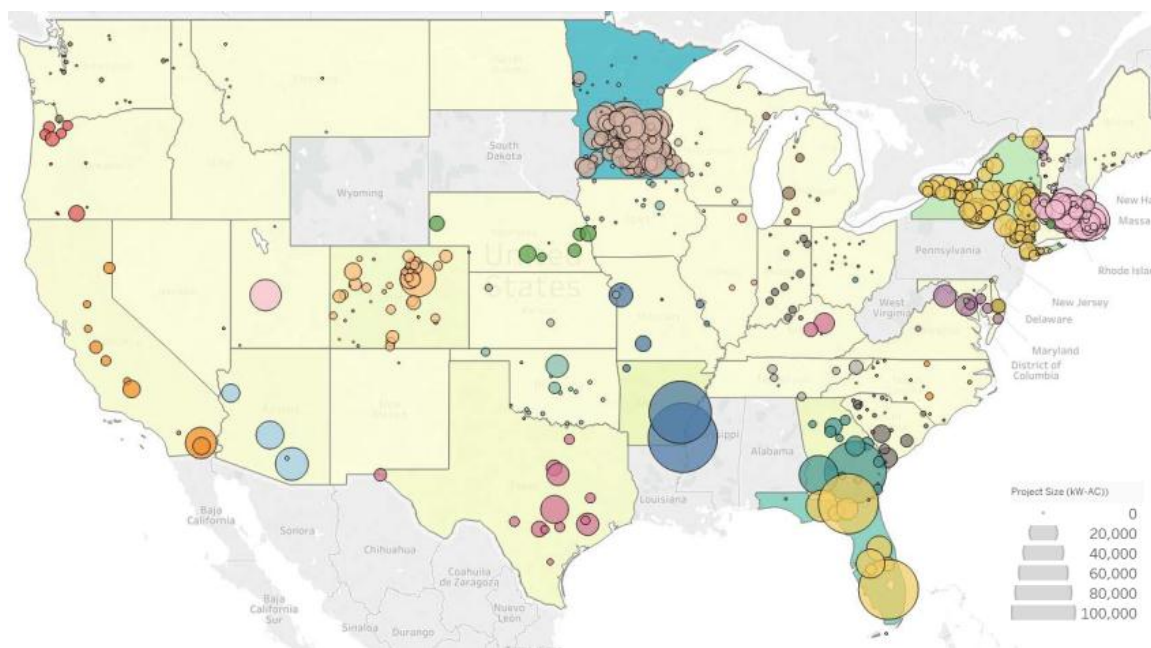
根据美国能源部的定义，社区光伏是一个地理区域内的共享光伏项目。社区光伏客户可以购买或租赁阵列中的一部分太阳能电池板，他们通常会收到由他们在社区光伏系统中所占份额所产生电力的电费抵免——类似于在他们家中安装屋顶光伏。

社区太阳能项目主要针对以下用户：

- 1) 太阳能资源或屋顶条件不足以支持屋顶光伏系统（由于阴影、屋顶尺寸或其他因素）；
- 2) 不拥有自己的房屋或建筑物；
- 3) 由于财务或其他原因，无法或不愿安装现场太阳能光伏系统。

截至 2021 年底，美国大约 72% 的累计社区光伏装机量位于四个州：明尼苏达州、佛罗里达州、马萨诸塞州和纽约州。

图 54：美国社区光伏项目



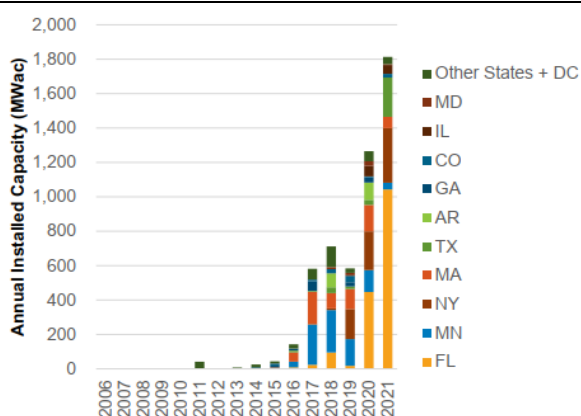
资料来源：NREL；截至 2020 年底

截至 2021 年底，美国累计社区光伏装机超过 5GW，分布在 40 个州（包含华盛顿特区），约 2000 个项目。

截至 2021 年底，美国累计社区光伏储备项目超过 5.9GW，大部分计划装机项目位于佛罗里达州、纽约州、明尼苏达州、马里兰州。

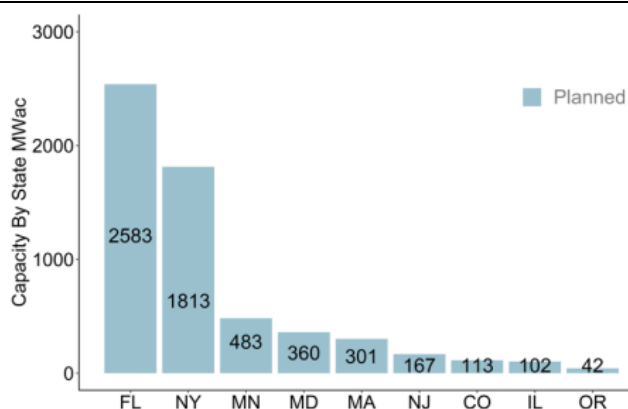
2017-2018 年，明尼苏达州和马萨诸塞州是社区光伏的领导者，2018 年后，纽约州、佛罗里达州兴起，占据大部分新增份额。

图 55：社区光伏新增装机



资料来源：NREL

图 56：社区光伏计划装机

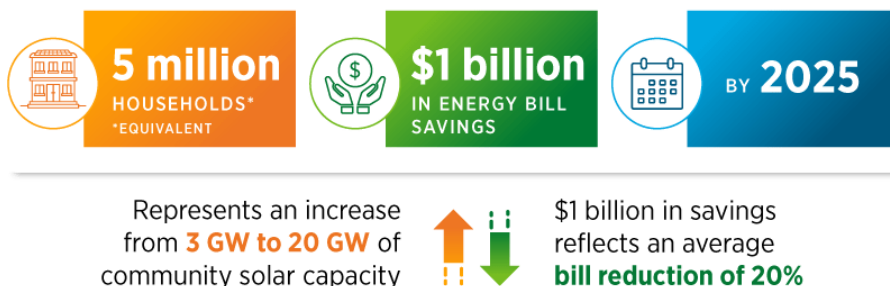


资料来源：NREL；截至 2021 年底

美国版光伏整县推进：国家社区太阳能合作计划（NSCP）

NSCP 目标是到 2025 年使社区太阳能系统能够为相当于 500 万户家庭供电，并为用户节省 10 亿美元的能源。这一目标代表社区太阳能部署增加 500% 以上，从 2020 年的 3GW 社区太阳能增长到 2025 年的 20GW。

图 57：国家社区太阳能合作计划（NSCP）

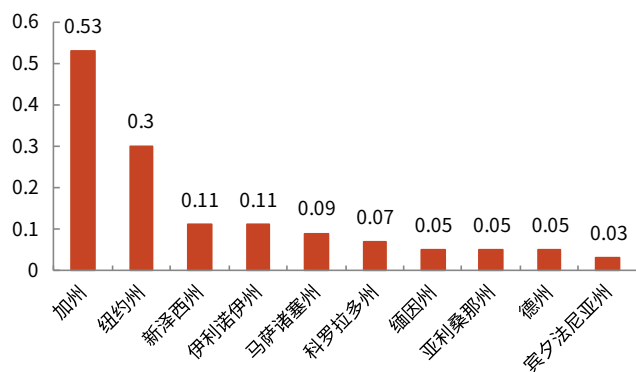


资料来源：美国能源部

2.2.2、工商业光伏

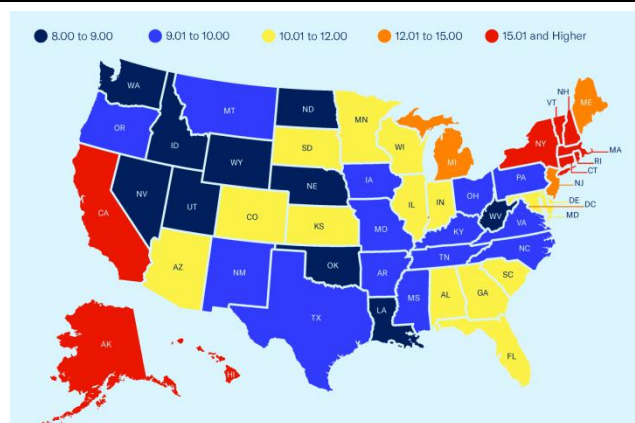
工商业光伏指与商业、工业、农业、学校、政府或非营利性承购方合作的分布式太阳能项目，主要来自于工业较发达的加州和东北地区驱动，如加州、纽约州、新泽西州，2021 年上述三州的工商业光伏新增装机量分别为 0.53GW、0.3GW、0.11GW。

图 58：2021 年各州新增工商业光伏



资料来源：BloombergNEF、光大证券研究所；单位：GW

图 59：美国各州 2021 年平价零售电价

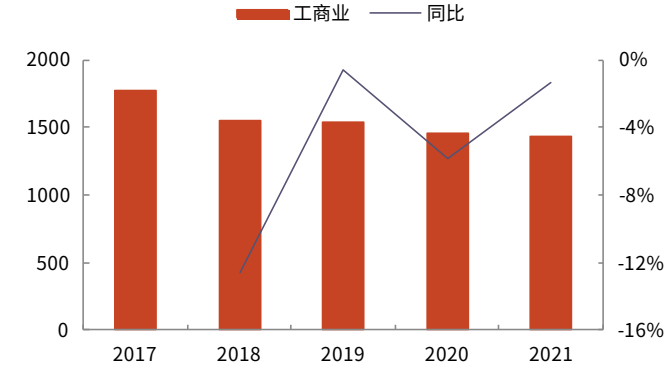


资料来源：Global Energy Institute；单位：美分/kWh

相比户用、地面电站等其他领域，美国工商业光伏增长相对疲软，自 2017 年以来一直持续负增长。

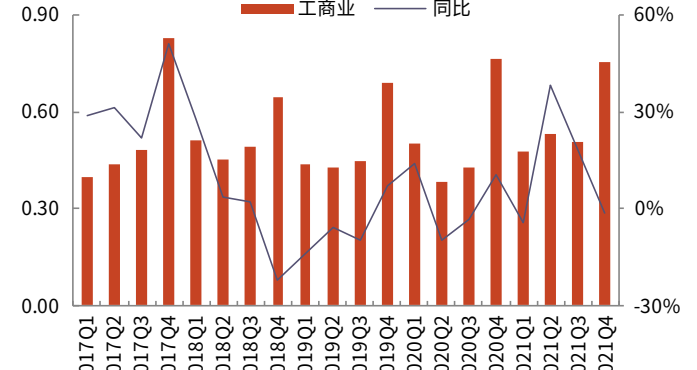
2021 年，美国新增工商业光伏 1.44GW，同比下降 1.3%。增长乏力的原因：一方面，由于美国工商业电价低于居民电价，导致工商业项目收益率水平较差；另一方面，相比户用光伏，工商业项目往往单体项目较大，需要更长的审批流程和更复杂的技术支持。

图 60：美国工商业光伏新增装机（年度）



资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：MW

图 61：美国工商业光伏新增装机（季度）



资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：GW

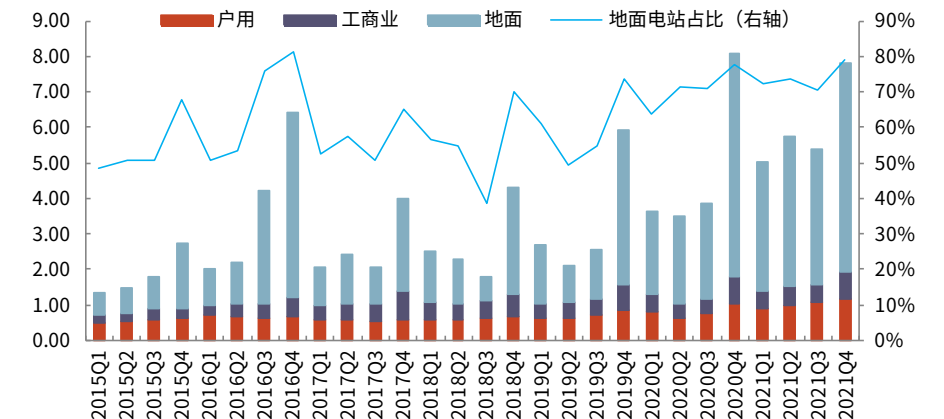
2.3、地面电站：RPS 开路，自发需求跟进，配套储能效果更佳

地面电站：中流砥柱，强制与自愿双轮驱动

地面电站是美国光伏装机的中流砥柱。从历史数据来看，地面电站新增装机比例基本维持在 50% 以上。2020 年以来，该比例提升至 70%-80%。

分季度来看，由于 ITC 逐年退坡的特点，美国光伏装机普遍存在四季度抢装。

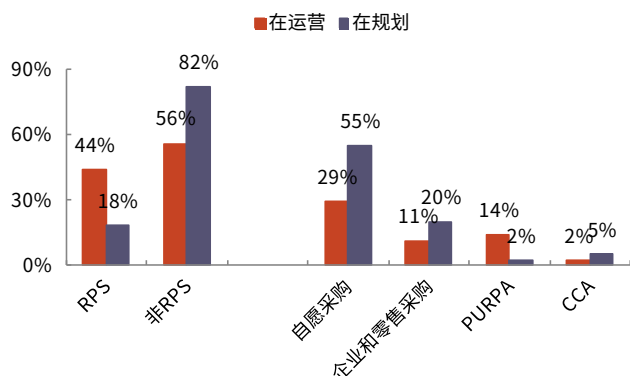
图 62：美国新增光伏装机（分季度）



资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：GW

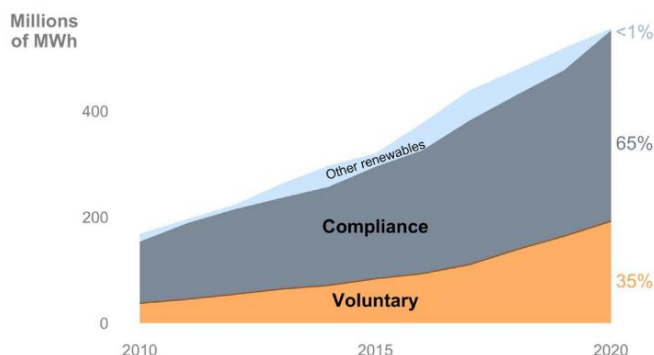
从驱动因素来看，地面电站装机的高增长由强制因素与自愿因素两方面驱动。且随着组件价格降低，地面光伏电站相比燃气发电的成本优势逐渐确立，自愿因素的占比在提升。

图 63：截至 2020 年底美国地面电站按驱动因素划分



资料来源：statista、光大证券研究所

图 64：美国自愿市场与强制市场的可再生能源消费量及占比

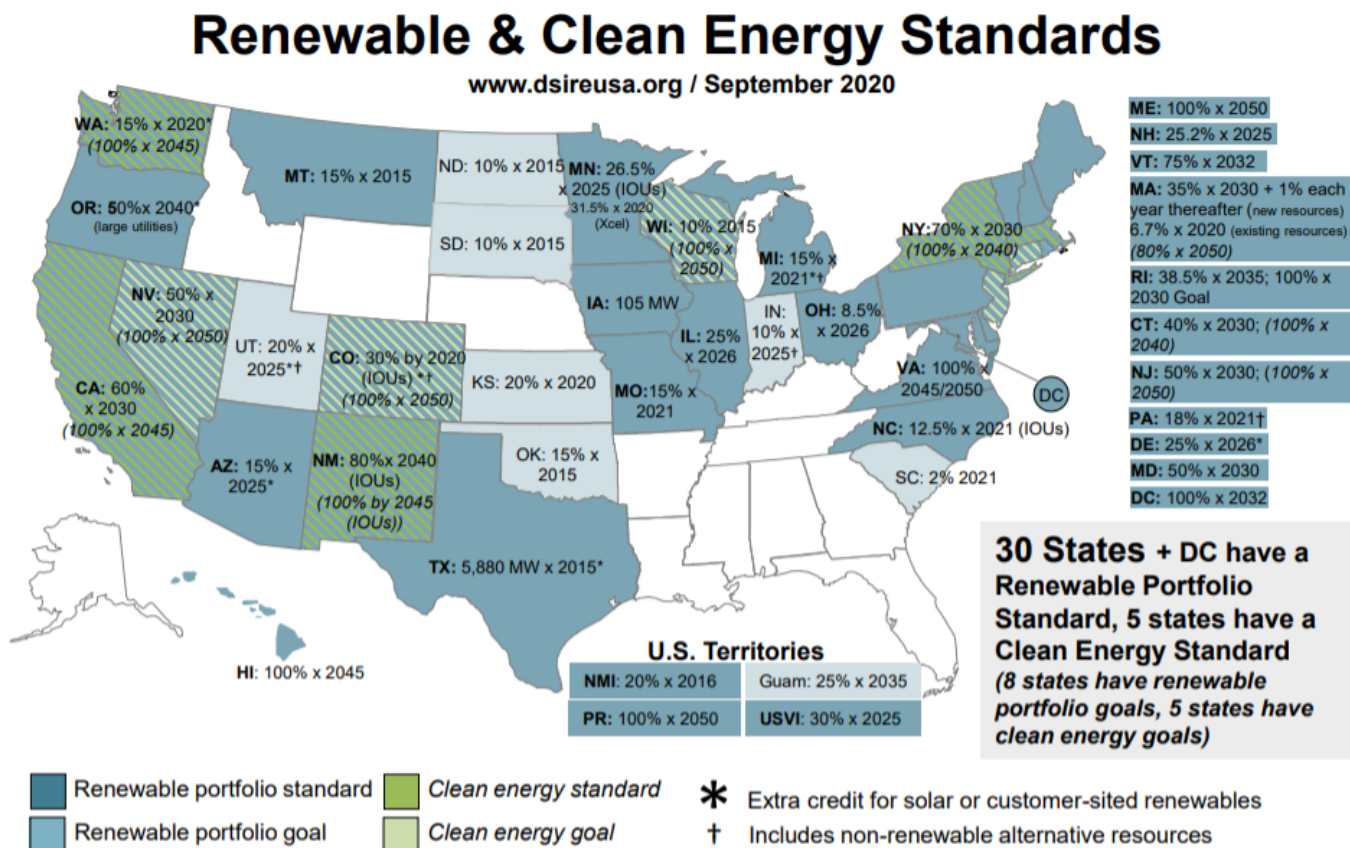


资料来源：NREL

强制因素：也称为“合规市场”。主要是买家为了满足政策要求而购买可再生能源，如州可再生能源组合标准（RPS）或清洁能源标准（CES）。该政策要求电力公司销售的特定百分比的电力来自可再生资源或清洁能源，最终考核标准是可再生能源证书（REC）。

截至 2020 年 9 月，有 30 个州及华盛顿特区出台了可再生能源组合标准，5 个州具有清洁能源标准。

图 65：各州可再生能源组合标准



资料来源：DSIRE；截至 2020.9

截至 2020 年底，共有 31 个州和哥伦比亚特区出台了具有法律约束力的 RPS 政策，所覆盖的电力零售占到美国总额的 67%。截至 2021 年底，共有 20 个州承诺到 2050 年实现 100% 清洁电力。

2021 年，有 5 个州更新或新出台了清洁能源组合标准：

2021 年 2 月，特拉华州更新 RPS 目标，可再生能源占电力销售比例由 28%（2030 年）提升至 40%（2035 年）；

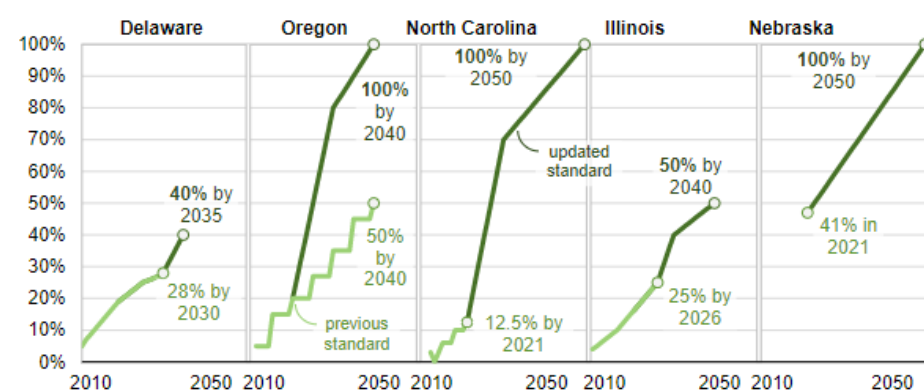
2021 年 7 月，俄勒冈州更新 CES 目标，清洁能源销售占比由 50%（2040 年）提升至 100%（2040 年）；

2021 年 9 月，伊利诺伊州更新 RPS 目标，可再生能源占电力销售比例由 25%（2026 年）提升至 50%（2040 年）；

2021 年 10 月，北卡罗来纳州更新 CES 目标，清洁能源销售占比由 12.5%（2021 年）提升至 100%（2050 年）；

2021 年 12 月，内布拉斯加州出台了 CES 目标，要求无碳能源销售占比达到 100%（2050 年）。

图 66：五个州在 2021 年更新或采用了新的清洁能源标准



资料来源：EIA

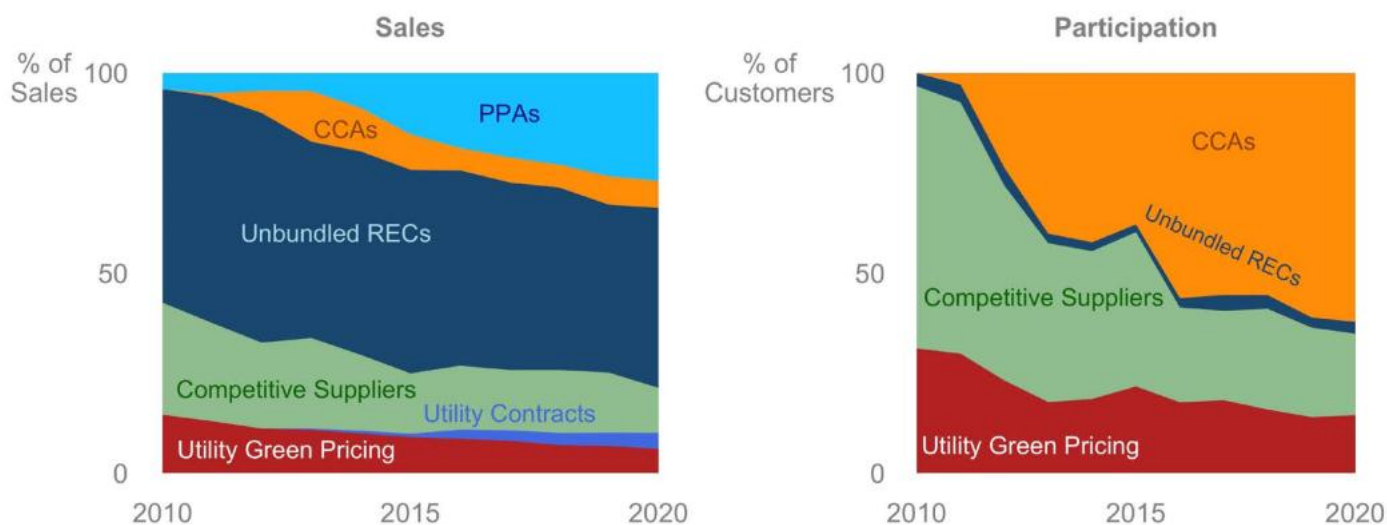
非强制因素：也称为“绿色电力市场”，由消费者对某些类型的可再生能源的自发需求驱动。

表 4：2020 年美国绿色电力市场销售情况

部分	销售（百万兆瓦时）	参与消费者（个）
公用事业绿色定价	11.6	1,085,000
公用事业可续订合同	7.7	42
有竞争力的供应商	21.6	1,537,000
非捆绑 REC	86.4	221,000
社区选择聚合	13	4,684,000
PPA	51.8	414
全部的	192.1	7,527,000

资料来源：NREL、光大证券研究所

图 67：绿色电力市场总交易额与参与者占比



资料来源：NREL

电网监管“双轨制”，需求传导有区别

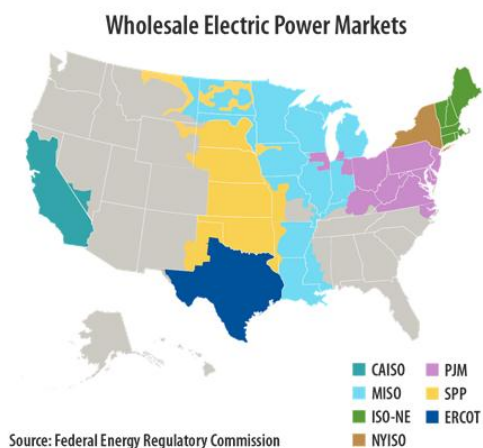
美国电力市场由批发市场和零售市场组成。其中批发市场涉及电力公司与电力交易商之间的电力销售，零售市场则面向消费者。

批发市场：分为监管市场（灰色）和重组市场（彩色，见图 68）。在监管市场，垂直整合的公用事业公司负责电力的发、输、配全流程；在重组市场，竞争更为充分，市场由独立系统运营商（ISO）或区域输电组织（RTO）负责运营，允许独立的电力生产商和非公用事业发电商进行电力交易。

零售市场：分为受监管市场（灰色）和竞争性零售市场（蓝色，见图 69）。在受监管市场中，消费者需从当地公用事业公司购电，无法选择购电方。而在竞争性零售市场，电力消费者在竞争性零售供应商之间进行选择。

不同的市场结构对可再生能源的可用程度有着显著影响。例如在竞争性零售市场，客户可以选择可再生能源比例更大的电力供应商；物理性 PPA 的签订，需要项目处于重组批发市场和竞争性零售市场。

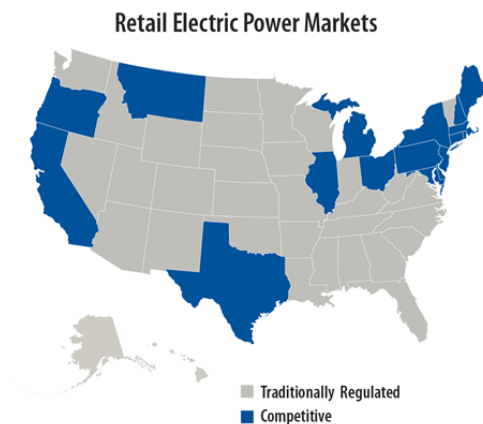
图 68：批发电力市场



Source: Federal Energy Regulatory Commission

资料来源：EPA

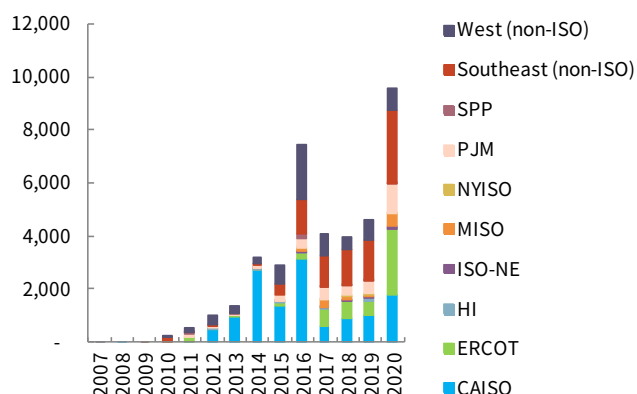
图 69：零售电力市场



资料来源：EPA

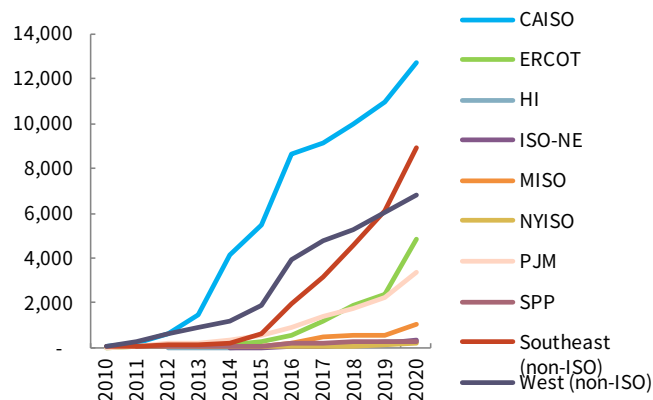
从年度新增装机来看，重组市场每年新增装机量占全部新增装机的 50-60%，其中以 CAISO 和 ERCOT 两个区域为主。

图 70：年度新增光伏装机（分电网区域）



资料来源：BERKELEY LAB、光大证券研究所；单位：MW

图 71：累计光伏装机（分电网区域）



资料来源：BERKELEY LAB、光大证券研究所；单位：MW

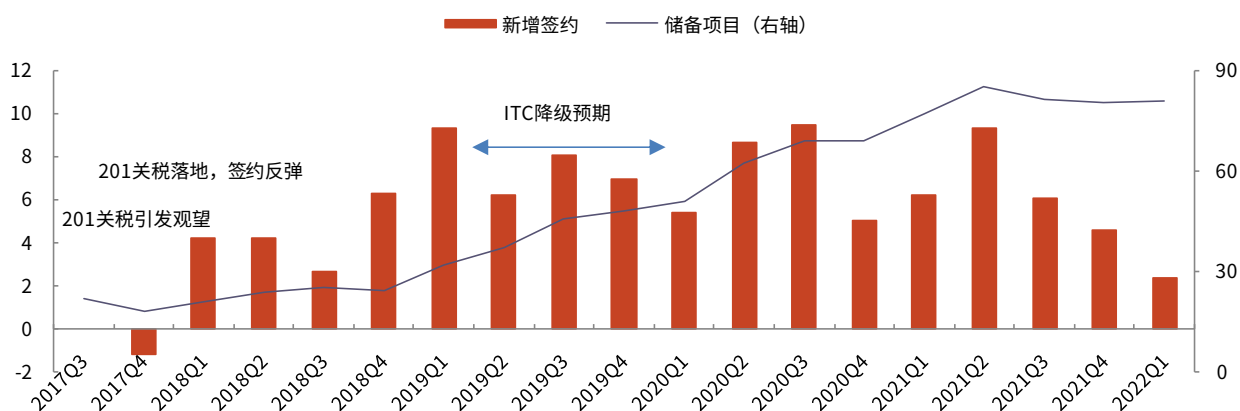
趋势：受 ITC 政策驱动明显，跟踪支架为主流，薄膜电池有一定市场

由于美国 ITC 政策以开工时间为适用标准，所以新增光伏项目签约数直接反映市场装机意愿。

如 2017 年由于“201 条款”处于酝酿期，市场观望情绪浓厚，2017Q4 新增光伏项目签约量为负值，部分项目取消；2019 年新增签约量创历史新高，原因在于 2020 年 1 月 1 日起联邦 ITC 税率将由 30% 降至 26% (后于 2020 年底延期)。

2022 年 Q1，由于组件价格高企，叠加美国反规避调查的负面影响，地面电站的新增装机和新增签约量均较低，分别为 2.2GW 和 2.4GW。

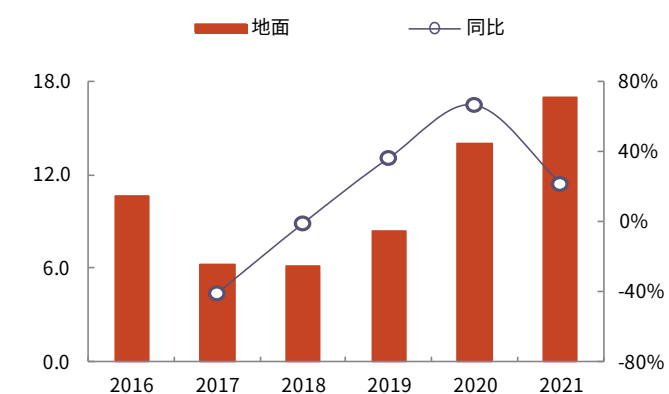
图 72：美国地面电站新增签约



资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：GW

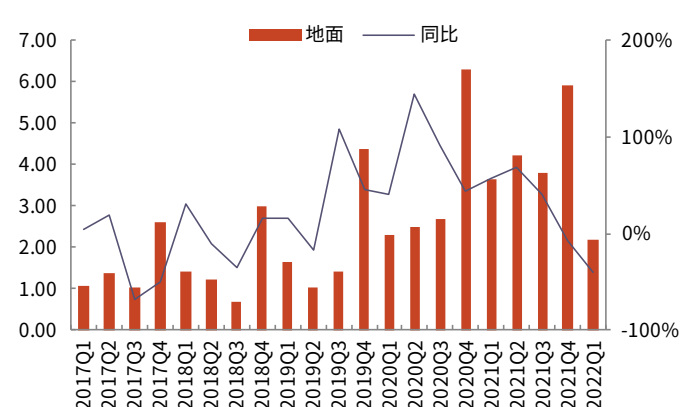
分年度来看，2018 年组件降价超预期，叠加联邦 ITC 政策激励，美国地面光伏电站进入新一轮发展，2021 年新增装机 17GW，2018 年（6.2GW）-2021 年复合增速约 40%。

图 73：地面电站新增装机（年度）



资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：GW

图 74：地面电站新增装机（季度）

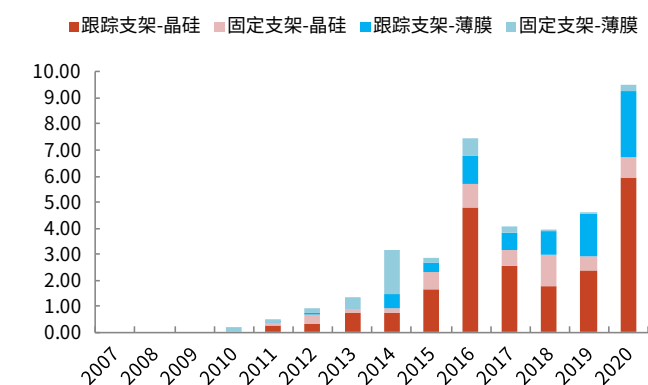


资料来源：SEIA、光大证券研究所；单位：GW

从装机结构来看，美国地面电站使用一定比例的薄膜组件（主要为 First Solar 生产），且以跟踪支架为主。

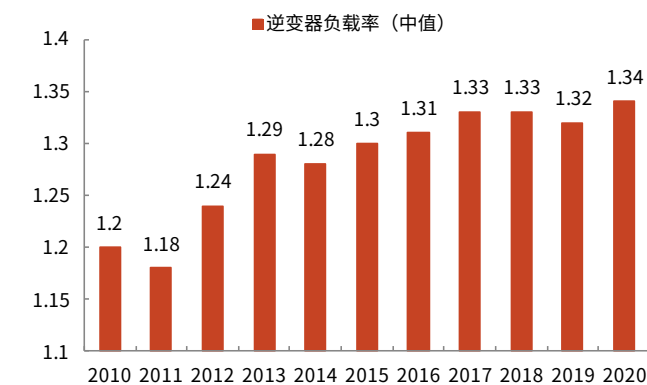
由于组件价格下降速度超过逆变器，美国地面电站的逆变器负载率（即直流侧功率：交流侧功率）中值持续提升，由 2010 年的 1.2 逐步提升至 2020 年的 1.34。

图 75：美国地面电站新增装机技术结构



资料来源：BERKELEY LAB、光大证券研究所；单位：GW

图 76：美国地面电站新增装机逆变器负载率



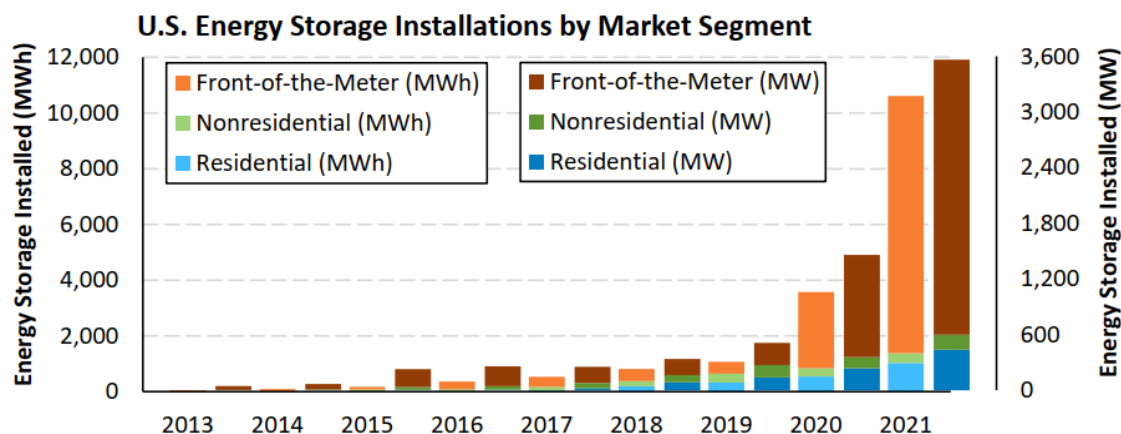
资料来源：BERKELEY LAB、光大证券研究所

储能：表前储能迅速发展，配储后独立电站 PPA 价格提升

虽然美国户用储能发展速度同样较快，但基于地面电站在新增光伏装机的统治地位，以及一系列政策的推动，美国表前储能自 2020 年以来进入快速发展期。

2021 年美国新增电化学储能 10.6GWh(3.6GW)，同比增加 197%(144%)。其中表前储能、非住宅储能、户用储能的新增电量同比增速分别达到 169%、32%、86%。

图 77：美国储能新增装机



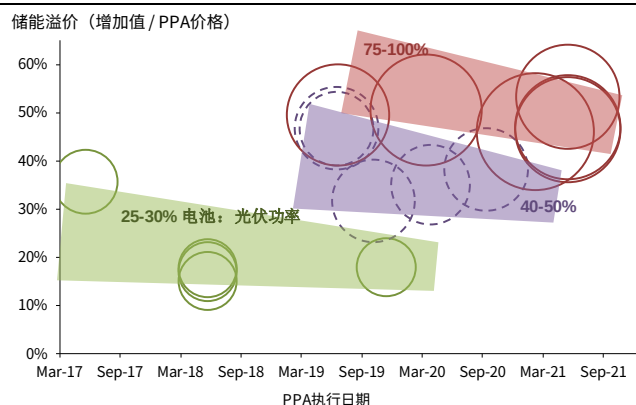
资料来源：NREL

趋势：从独立储能走向配套储能

从历史上看，大多数美国电池系统都位于独立站点。在 2020 年底美国 1.5 吉瓦的运行电池存储容量中，71%是独立站点，29%与其他发电机一起位于发电现场，且这些独立储能站点多数在由区域输电组织(RTO)和独立系统运营商(ISO)管理的电力市场中规划或建造。原因是 RTO 和 ISO 可以执行市场化规则，为储能项目制定明确的收入来源。在计划将于 2021 年至 2024 年上线的公用事业规模电池系统中，97%的独立储能容量和 60%的配套储能容量位于 RTO/ISO 地区（2021 年 9 月数据）。

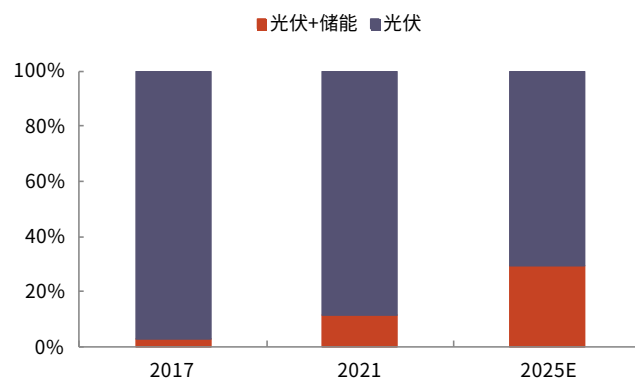
目前电化学储能的趋势正由独立储能转向配套储能。根据 IEA 数据，2023-2024 年，电站开发商和运营商预计将增加 10 吉瓦的电池存储容量，其中超过 60%的产能将与太阳能设施配套使用。原因主要有两点：1) 独立储能没有资格获得联邦 ITC 补贴，与光伏、风电等新能源发电项目捆绑后则可以享受联邦 ITC 补贴；2) 储能与新能源发电捆绑后的混合电站可以获得更高的 PPA 电价，其溢价超过成本增加值。

图 78：储能为 PPA 电价提供增益



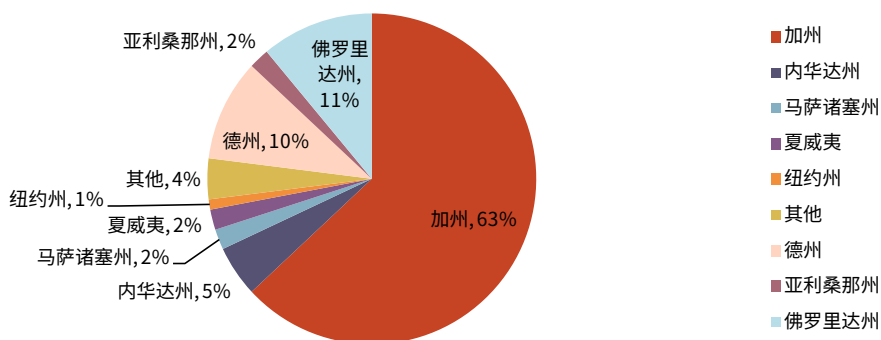
资料来源：BERKELEY LAB、光大证券研究所；截至 2021.10

图 79：未来光储一体项目比例提升



资料来源：SEIA 预测、光大证券研究所

图 80：2021 年美国新增储能分布（10.6GWh）



资料来源：NREL、光大证券研究所

3、供给侧：贸易壁垒下的特殊竞争环境

美国对华组件企业采取 AD/CVD 税率，但其税率存在较大不确定性，通常在发货几年后才最终确定。根据最新公布的 2021 年各组件厂商适用税率，晶科、晶澳、天合、腾晖的适用税率较高。

在美国地面电站市场，First Solar 的薄膜组件仍有较高的市占率，2021 年达到 39%。其次是晶科（17%）、阿特斯（9%）、隆基（8%）；

在美国工商业光伏市场，2021 年组件商市占率排名依次是韩华（21%）、晶澳（11%）、晶科（9%）、天合（9%）；

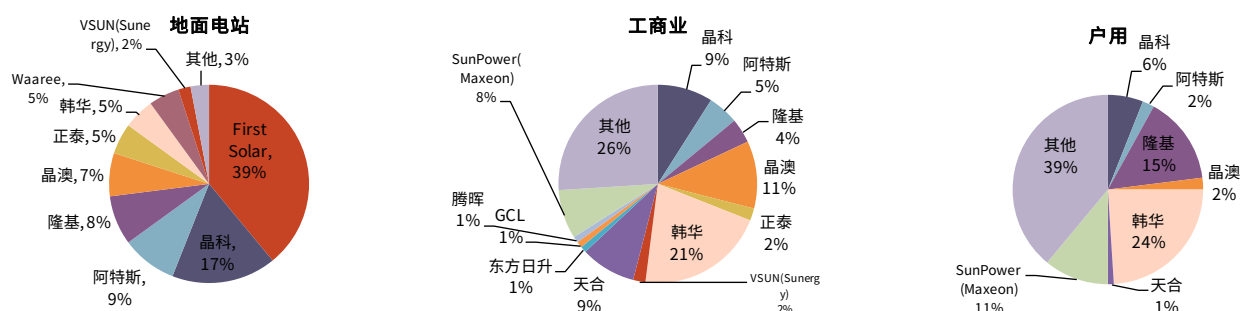
在美国户用光伏市场，2021 年组件商市占率排名依次是韩华（24%）、隆基（15%）、SunPower（11%）。

表 5：美国光伏市场竞争格局

	最新披露关税税率（%）（2021 年）				2021 年市占率			国家
	AD	CVD	AD/CVD 合并	301 关税	地面电站	工商业	户用	
First Solar					39%			美国
晶科	68.93	11.97	80.9	105.9	17%	9%	6%	中国
阿特斯	0	11.97	11.97	36.97	9%	5%	2%	中国
隆基	0	11.97	11.97	36.97	8%	4%	15%	中国
晶澳	68.93	19.28	88.21	113.21	7%	11%	2%	中国
正泰	0	4.22	4.22	29.22	5%	2%		中国
韩华					5%	21%	24%	韩国、中国
Waaree					5%			印度
VSUN(Sunergy)					2%	2%		越南、中国
天合	50.33	11.97	62.3	87.3		9%	1%	中国
东方日升	0	10.86	10.86	35.86		1%		中国
GCL	0	11.97	11.97	36.97		1%		中国
腾晖	52.13	38.43	90.56	115.56		1%		中国
英利	0	11.97	11.97	36.97				中国
SunPower (Moxeon)						8%	11%	新加坡

资料来源：NREL、光大证券研究所

图 81：2021 年美国光伏组件市场企业市占率



资料来源：NREL、光大证券研究所

3.1、本土供给：无可奈何花落去，组件扩产尚可期

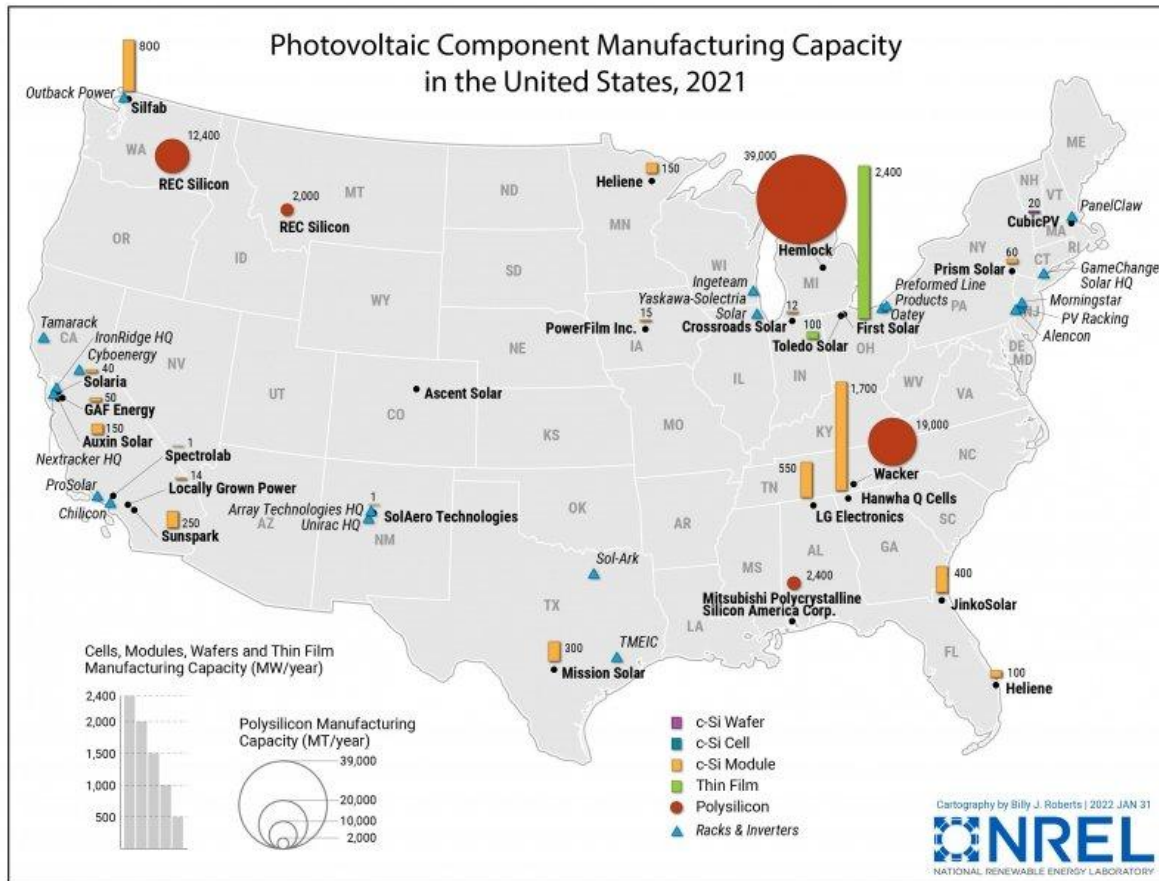
截至 2022 年 1 月，美国本土仍有硅料、晶硅组件、薄膜组件及逆变器产能，主要集中在加州、五大湖地区及东南部。

硅料产能主要集中在 Hemlock、REC Silicon、Wacker；

薄膜组件产能集中在 First Solar；

晶硅组件厂商包括韩华 Q Cells、LG Electronics、晶科（美国工厂）、Silfab、Sunpark、Auxin Solar、Mission Solar 等。

图 82：美国本土光伏产业链



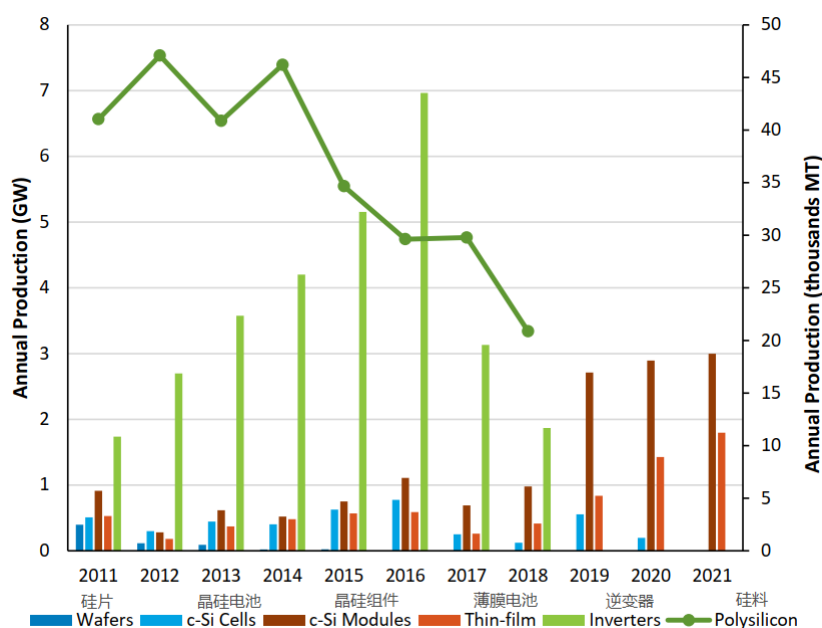
资料来源：NREL；截至 2022 年 1 月 31 日

自 2016 年以来，美国的光伏制造产业链处于衰退状态。其中硅片生产结束于 2015 年；电池生产结束于 2021 年，主要由于硅片、电池片环节重资产特性以及快速的技术迭代，使得美国本土产能失去竞争优势。

美国组件在 2018-2019 年产量显著提升。2021 年，美国本土生产光伏组件 4.8GW，同比增加 11%。其中薄膜组件约 1.8GW，同比增加 25%。

美国逆变器产量在 2011-2016 年快速增长，2017 年后快速萎缩，主要由于制造商关闭本土工厂以巩固欧洲或中国制造业务。

图 83：美国光伏产业链各环节产量

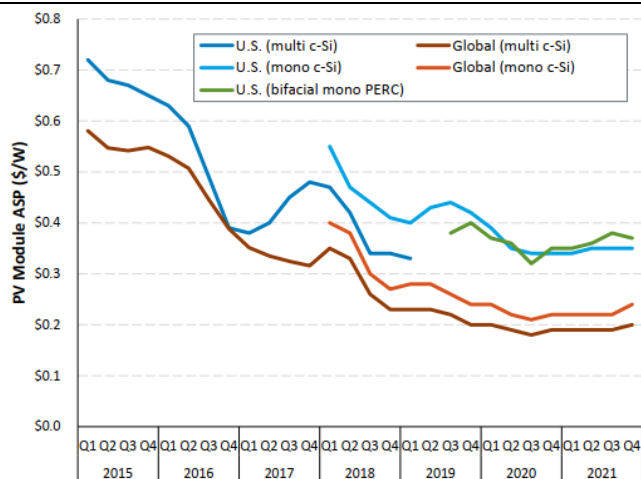


资料来源：NREL；硅料单位：千吨（右轴）；其他指标属于左轴，单位：GW

2021 年 4 季度，美国地面电站用单面单晶组件价格（从东南亚发货）价格同比上涨 0.01 美元/W，环比持平，较全球均价高 46%。而双面单晶组件价格微跌，较单面同类产品的溢价缩小至 0.015 美元/W，主要是由于 201 关税豁免于 2021 年 11 月下旬恢复（曾于 2020 年四季度取消）。

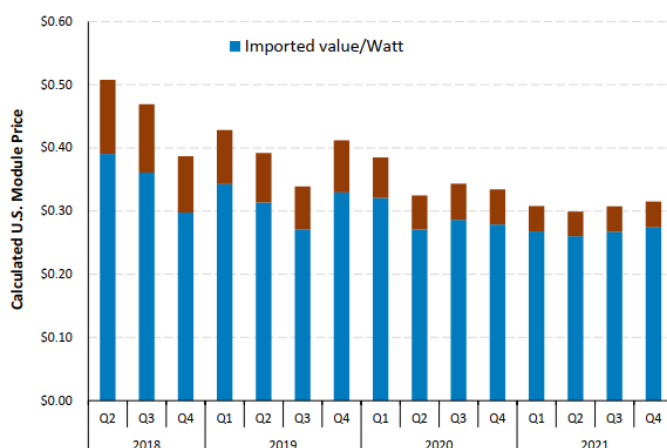
受组件降价和关税降低的双重影响，美国组件价格（不含关税）从 2018 年二季度的 0.39 美元/W 降至 2021 年四季度的 0.27 美元/W，其中关税值从 0.12 美元/W 降至 0.04 美元/W。

图 84：美国及全球平均组件价格



资料来源：NREL

图 85：美国组件价格



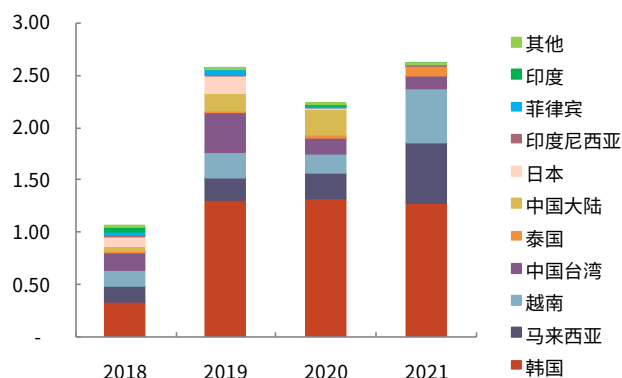
资料来源：NREL；棕色表示关税值；单位：美元/W

3.2、海外供给：组件以东南亚为主，电池片以韩国为主

2021 年美国进口光伏组件 25.7GW，同比下降 5%，其中 2021 年四季度进口量同比下降 20%。原因可能在于 2021 年 ITC 扣除率下降引发提前进口（ITC 在 2020 年底延期）。

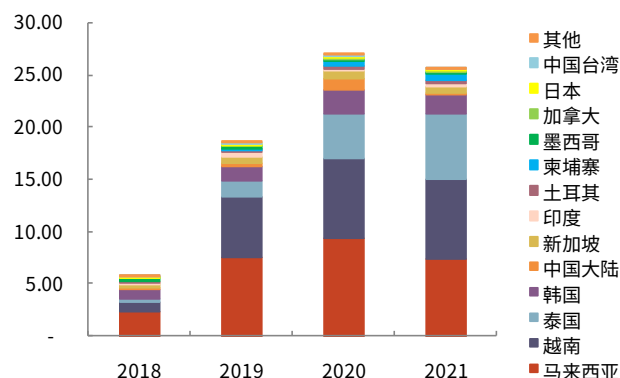
2021 年美国进口光伏电池片 2.6GW，同比增长 17%。

图 86：美国电池片进口（GW）



资料来源：USITC、光大证券研究所

图 87：美国组件进口（GW）

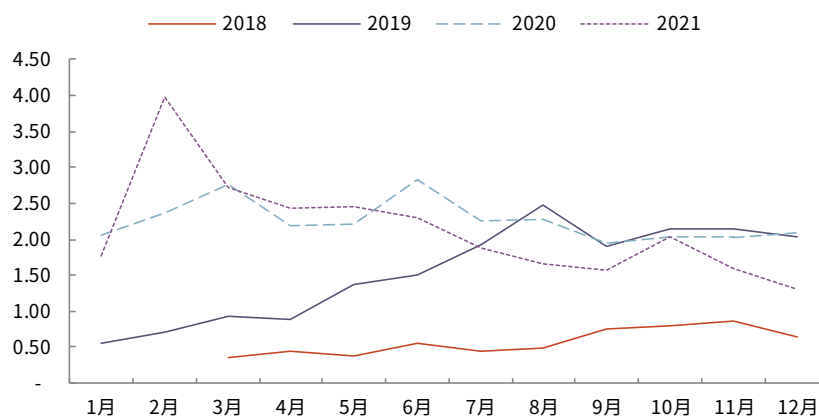


资料来源：USITC、光大证券研究所

美国进口组件主要来自东南亚，2021 年主要进口国家：马来西亚（7.4GW，占比 29%）、越南（7.5GW，占比 29%）、泰国（6.4GW，占比 25%）、韩国（1.8GW，占比 7%）、柬埔寨（0.8GW，占比 3%）。

美国电池片进口主要来自韩国（1.3GW，占比 49%）、马来西亚（0.6GW，占比 22%）、越南（0.5GW，占比 20%）。

图 88：美国组件进口（GW）



资料来源：USITC、光大证券研究所

3.3、政策：十年围堵

表 6：美国对华光伏政策

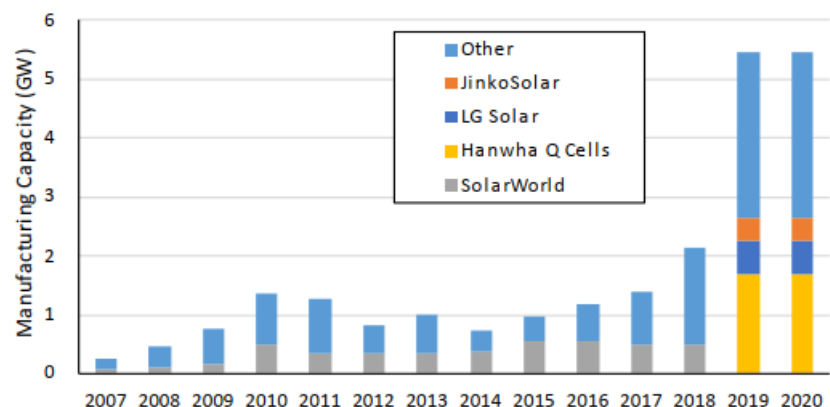
	进程	内容
“双反（美国）”	立案时间：2011.11 初裁（反补贴）：2012.3 初裁（反倾销）：2012.5 终裁（反倾销反补贴）：2012.10	反倾销税：18.32%-249.96% 反补贴税：14.78%-15.97%
“双反（欧盟）”	立案时间：2012.9 初裁：2013.6 终裁：2013.12 取消：2018.9	除价格承诺企业外，对中国光伏组件与电池征收 47.7%-64.9%不等的“双反”税
二次“双反”	立案时间：2014.1 初裁：2014.7 终裁：2014.12	中国大陆产品： 反倾销税：26.71%-165.04% 反补贴税：27.64%-49.79% 中国台湾产品： 反倾销税：26.71%-165.04% 反补贴税：11.45%-27.55%
反规避调查（三次“双反”）	立案时间：2022.3 初裁：2022.8 终裁：2023.1	对柬埔寨、马来西亚、泰国、越南进口光伏产品进行审查，以避免制造商规避对中国的 AD/CVD；已确定：使用中国多晶硅在境外生产的硅片不受约束；从 4 个国家确定了 8 家企业进行调查
201	启动调查：2017.5 初裁：2017.9 终裁：2017.11 启动（特朗普）：2018.2	范围：全球（存在个别豁免国，如柬埔寨、加拿大、新加坡） 税率：从 2018 年开始，首年 30%，每年下降 5%。每年 2.5GW 电池豁免
201 延长	延长（拜登）：2022.2	范围：全球（存在个别豁免国） 税率：从 2022 年开始，首年 14.75%并逐年下降。每年 5GW 电池豁免，排除双面组件
301	启动调查：2017.8 初裁：2018.4 终裁：2018.9	即中美贸易摩擦，对中国 2000 亿美元贸易额产品加征 25%关税；由于美国通胀高企，存在取消预期
涉疆暂扣令 WRO	发布：2021.6	禁止从合盛硅业及其子公司进口金属硅，以及使用了合盛硅业硅材料衍生或生产的货物和光伏产品

资料来源：kesolar、ofweek、光大证券研究所

1) 201 关税带动了美国组件产能回升

2018 年, 201 关税开始实施, 对几乎所有进口组件征收 30% 关税 (后降至 15%)。这导致美国境内组件价格进一步提升, 也迫使一些组件厂商赴美建厂, 如韩华、LG Solar、晶科等。同时也为本土薄膜组件企业 First Solar 创造了更好的竞争环境, 其产能进一步扩大。

图 89：美国组件产能



资料来源：NREL

2) 但频繁的贸易措施也给美国光伏市场带来预期混乱，为装机量提升带来负面影响。单就 201 关税而言，根据 SEIA 分析，2017-2021 年其带来的负面影响包括：工作岗位减少（6.2 万个）、新增光伏装机减少（10.5GW）、投资损失（190 亿美元）。

2022 年 6 月 6 日，白宫发布《情况说明书：拜登总统采取大胆的行政行动来刺激国内清洁能源制造》，宣布援引《国防生产法》（DPA）来加速清洁能源技术的国内生产，并设置从柬埔寨、马来西亚、泰国和越南采购太阳能组件和电池的 24 个月免税期。

4、投资建议

中国的光伏产业具备全球优势，据中国光伏行业协会披露，2021 年中国多晶硅、硅片、电池片、组件产量的全球占比分别达到 78.8%、97.3%、88.4%、82.3%。

因此，我国光伏企业普遍进行全球布局，2021 年隆基绿能、晶科能源、天合光能、固德威、禾迈股份的美国营收占比分别为 16.1%、16.3%、10.5%、10.7%、11.3%，有望受益于美国光伏市场的快速发展。阳光电源、锦浪科技、派能科技、晶澳科技未公开披露美国业务占比，但海外营收占比较高，在美国市场亦有布局。科陆电子较早布局美国储能市场，已中标、建成多个美国大型储能项目。

表 7：光伏企业 2021 年美国营收情况

	2021 年美国营收（亿元）	2021 年公司营收（亿元）	美国占比	美国业务毛利率	整体毛利率	环节
隆基绿能	130.1	809.3	16.1%	19.0%	20.2%	一体化组件
晶科能源	66.2	405.7	16.3%	15.3%	13.4%	一体化组件
天合光能	46.9	444.8	10.5%	15.8%	14.1%	一体化组件
固德威	2.9	26.8	10.7%	36.7%	31.7%	逆变器
禾迈股份	0.9	8.0	11.3%	53.1%	42.8%	微型逆变器
	2021 年海外营收（亿元）	2021 年公司营收（亿元）	海外占比	海外业务毛利率	整体毛利率	环节
阳光电源	93.0（含港澳台）	241.4	38.5%	27.1%	22.3%	逆变器
锦浪科技	17.9（含港澳台）	33.1	54.2%	33.8%	28.7%	逆变器
派能科技	16.7	20.6	81.0%	34.5%	30.0%	户用储能
晶澳科技	251.4	413.0	60.9%	14.2%	14.6%	大型储能

资料来源：Wind、光大证券研究所

美国市场是光伏主流企业的正面战场，也是盈利能力较强的区域。考虑到经济体量、能源结构，美国市场具备较大的市场纵深与需求潜力，是国内光伏企业的必争之地。尽管存在一系列贸易保护政策的扰乱，但光储发电在经济性方面已占据优势，市场自发需求旺盛。

建议关注布局美国市场的光伏产业链企业：

- 1) 组件环节：隆基绿能、晶科能源、晶澳科技、天合光能；
- 2) 逆变器环节：阳光电源、锦浪科技、固德威、禾迈股份；
- 3) 储能环节：派能科技、科陆电子。

5、风险分析

政策风险：目前反规避调查仍在进行中，若后续调查结果负面，仍不排除对美国市场需求造成较大影响；

市场风险：硅料价格持续高位运行，对需求端起到一定抑制作用，若硅料端供应紧张迟迟不能缓解，则可能对需求形成负反馈；

竞争风险：由于市场需求旺盛，产业景气度高，不断有新进入者，若扩产力度超过需求总量，不排除市场竞争加剧，从而引发低价竞争。

行业及公司评级体系

	评级	说明
行业及公司评级	买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
	增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
	中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
	减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
	卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
	无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：		A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

中国光大证券国际有限公司和 Everbright Securities(UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。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。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，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。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中所载观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

中国光大证券国际有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Securities(UK) Company Limited
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE