

大宗商品视角下的光伏产业系列专题 之总量篇：能源转型，春“光”正好

投资咨询业务资格：
证监许可【2012】669号

报告要点

本文主要分析了光伏产业的发展现状，并测算了多维度、多情景下未来光伏装机的市场空间。当前光伏在资源开发潜力和经济性上的优势日益凸显，行业投资保持高速增长，中美欧成为行业引领者。为实现碳中和目标，全球光伏装机量或达到 6000-7700GW，中欧美装机量或达到 4000/700/1400GW，行业迎来加速发展期。

摘要：

1、背景：光伏产业潜力巨大，经济性逐步凸显。从资源开发潜力看，太阳储能近似无穷，且太阳能分布区域与人口分布结构相匹配，是能源转型中最理想的清洁能源之一。我国是全球太阳能资源最丰富、可开发资源最多的地区，光伏发展潜力巨大；欧洲、美国的温带地区也均适合光伏的开发。**从资源开发经济性看，**光伏成本近年下降超 80%，中欧美光伏 LCOE 和 PPA 均已低于传统化石能源成本，预期未来成本和上网电价将继续下降；目前光伏投资回报周期已普遍低于 10 年，远低于光伏预期使用寿命（20-30 年）。

2、现状：光伏投资高速推进，中美欧成为引领者。全球光伏产业保持高速增长，近两年新增装机量持续创新高，我国目前占全球份额 36%，欧美等国贡献超过 35%，印度和东南亚等新兴市场成为后起之秀。**从能源发展结构看，**中国近 10 年光伏发电量年均增速超过 70%，远超总电力年化增长率 5.74%，也大幅领先于核电、风电等其他清洁能源；但光伏发电占比仍明显落后于欧洲，未来发展潜力巨大。**从新能源投资强度看，**中国高于欧美，中欧美新能源头投资总额占 GDP 分别为 0.6%/0.35%/0.25%，中国光伏投资已走在世界前列。**从光伏建设分布导向看，**中国光伏建设以资源为主导，欧美以经济为主导；中国光伏建设主要集中在西北及华北等光伏资源充裕的地区，欧洲则集中在德国、法国等经济发达地区，美国加州、德州等发达地区的装机量远高于中西部太阳资源丰富地区。

3、展望：全球“双碳”目标明确，光伏装机未来可期。短期来看，中性情景下，中欧美 2022 年新增光伏装机量分别为 80/30/33GW；乐观情景下，中欧美 2022 年新增光伏装机量分别为 90/35.7/37GW。**中期来看，**中欧美 2030 年光伏装机或为现有装机规模的 2-4 倍，中国 2030 年总装机量或超 1200GW，欧洲有望超过 480GW，美国光伏装机或可到达 400GW。**快速发展和碳中和情景下，**全球光伏装机或达到 6000/7700GW，其中中美欧光伏总需求接近 4700/6000GW；若光伏产业保持高速发展，则中欧美光伏长期装机量约为 3106/540/1070GW；为实现碳中和目标，则中欧美装机或达到 4000/700/1400GW。

风险因素：光伏原材料成本大幅增加；碳中和政策转向；能源价格大幅回调。

能源与碳中和组

研究员：
朱子悦
从业资格号 F03090679
投资咨询号 Z0016871

有色金属研究团队

研究员：
沈照明
从业资格号 F3074367
投资咨询号 Z0015479

“光伏”系列研究

专题报告一（总量篇）：能源转型，春“光”正好——
20220415

目录

摘要:	1
一、全球太阳能资源分布和光伏产业发展潜力	5
(一) 世界主要国家太阳能资源分布	5
1. 太阳能储量近似无穷, 可开发程度高	5
2. 中国太阳能资源丰富, 适合光伏产业发展	6
3. 南欧太阳能资源丰富, 北欧纬度偏高资源较弱	7
4. 美国西南太阳能资源多于东北	7
(二) 全球及重点国家光伏发电成本和购电协议价	8
1. 全球平准化光伏发电成本(LCOE)和购电协议价(PPA)逐年下降, 提升光伏竞争优势	8
2. 2019年以来中国光伏LCOE已低于煤电上网价	9
3. 能源危机下, 欧洲光伏迫切性和经济性提升	10
4. 2017起美国光伏LCOE已低于美国全行业平均电价	11
(三) 光伏电站投资回报周期远低于其预期使用寿命	11
二、全球光伏产业发展现状	12
(一) 全球光伏产业保持高速正增长	12
1. 光伏装机主要集中在少数发达国家及个别发展中国家	12
2. 全球人均光伏装机量前三的主要国家为德国、日本、西班牙	13
3. 中国新能源投资额及投资强度, 高于欧洲及美国	14
(二) 中国光伏产业发展情况	14
1. 中国光伏发电量增长总体强于其他电力	14
2. 集中式光伏累计并网容量高, 分布式光伏发展迅速	15
3. 近年中国光伏装机增长集中在华北及华东地区	16
(三) 欧洲光伏产业发展情况	17
1. 欧洲光伏发电占比居全球第一	17
2. 欧洲光伏集中在少数欧洲国家	18
3. 欧洲近年新增光伏装机同样较为集中	18
(四) 美国光伏产业发展情况	19
1. 美国光伏发展弱于中国和欧洲	19
2. 美国光伏装机集中在三大区域	20
3. 美国光伏发电以大型电站为主, 且占比逐年提高	20
(五) 中欧美光伏建设逻辑及总结	21
三、全球光伏产业展望	22
(一) 2022年中美欧光伏装机规模测算	22
1. 谨慎/中性/乐观假设下, 中国2022年新增光伏装机70/80/90GW	22
2. 谨慎/中性/乐观假设下, 欧洲2022年新增光伏装机22.2/30/35.7GW	23
3. 谨慎/中性/乐观假设下, 美国2022年新增光伏装机28/33/37GW	24
(二) 2030年中欧美装机规模展望	25
1. 2030年中国光伏总装机量约为现有规模的2-4倍	25
2. 2030年欧洲光伏总装机量约为当前水平的3-4倍	25
3. 2030年美国光伏总装机量或将为当前规模的3倍以上	25

(三) 中欧美加速发展和碳中和情境下，长期装机需求展望.....	26
1. 2050/2060 年世界光伏总装机量约为 6000-7700GW 之间.....	26
2. 2060 年中国光伏总装机量将达到 3100 至 4000GW	27
3. 2050 年欧洲光伏总装机或在 540 至 690GW 之间.....	27
4. 2050 年美国光伏总装机量约为 1070-1376GW 之间	28
免责声明.....	29

图目录

图 1:	部分国家太阳能平均辐射量	5
图 2:	全球光伏发电潜力值 单位: kWh/kWp	6
图 3:	全球太阳水平辐射 单位: kWh/m ²	6
图 4:	中国太阳辐射等级和区域分布表	6
图 5:	中国光伏发电潜力长期平均值 单位: kWh/kWp	7
图 6:	欧洲光伏发电潜力长期平均值 单位: kWh/kWp	7
图 7:	北美光伏发电潜力长期平均值 单位: kWh/kWp	7
图 8:	美国太阳能发电潜力测算	8
图 9:	全球光伏平均 LCOE 及合约价格	9
图 10:	全球部分国家 LCOE 走势	9
图 11:	中国 LCOE 变化	10
图 12:	中国各省份煤炭基准上网电价与 2019LCOE 对比	10
图 13:	德国近五年电价与 2019 年德国光伏 LCOE	10
图 14:	美国全行业年度平均电价与美国光伏 LCOE 对比	11
图 15:	美国太阳能发电投资回报周期 注: 无补贴, 且不考虑选址	11
图 16:	世界光伏年度新增装机容量及增速	12
图 17:	2020 年世界光伏累计装机容量分布 单位: 兆瓦	12
图 18:	2020 年世界及部分国家装机量	13
图 19:	印度越南光伏增长曲线	13
图 20:	全球人均光伏装机量	13
图 21:	中欧美新能源投资额及 GDP 占比	14
图 22:	中国光伏发电量占比	15
图 23:	中国各类发电方式发电量增速	15
图 24:	中国历年集中式及分布式光伏电站并网容量	16
图 25:	中国近年集中式及分布式光伏新增容量对比	16
图 26:	中国各省光伏累计装机容量 单位: 千瓦	16
图 27:	2021Q3 中国光伏新增装机容量分布	16
图 28:	中国各省集中式光伏累计装机容量分布 GW	17
图 29:	中国各省分布式光伏累计装机容量分布 GW	17
图 30:	欧洲光伏发电量占比	17
图 31:	欧洲各类发电方式发电量增速	17
图 32:	2021 年欧洲累计光伏装机热力图	18
图 33:	欧洲光伏装机变化图	18

图 34:	EU27 国 2021 年光伏主要装机国家占比.....	18
图 35:	欧洲 2015-2020 累计新增光伏装机热力图.....	19
图 36:	美国光伏发电占比.....	20
图 37:	美国各类发电方式发电量增速.....	20
图 38:	美国 2021 累计大型光伏装机热力图 单位: GW.....	20
图 39:	美国分类型光伏设备发电占比.....	21
图 40:	2021 年中欧美光伏数据对比.....	21
图 41:	2022 年中国光伏新增装机预测 单位: GW.....	23
图 42:	欧洲光伏协会 EU27 国 2022-2025 太阳能新增装机预测.....	23
图 43:	美国大型太阳能电站状态图 (红色为正在建设).....	24
图 44:	美国 2022 太阳能装机预测 单位: GW.....	24
图 45:	各国行业协会预测或国家目标装机量 (2030 年) 单位: GW.....	26
图 46:	世界光伏快速发展情景下装机量预测.....	26
图 47:	世界碳中和情境下光伏装机量预测.....	26
图 48:	中欧美光伏装机量长期预测 单位: GW.....	27
图 49:	中国光伏快速发展情景下装机量预测.....	27
图 50:	中国碳中和情境下光伏装机量预测.....	27
图 51:	欧洲光伏快速发展情景下装机量预测.....	28
图 52:	欧洲碳中和情境下光伏装机量预测.....	28
图 53:	美国光伏快速发展情景下装机量预测.....	28
图 54:	美国碳中和情境下光伏装机量预测.....	28

一、全球太阳能资源分布和光伏产业发展潜力

（一）世界主要国家太阳能资源分布

1. 太阳能储量近似无穷，可开发程度高

理论上太阳能可覆盖全球能源总消费。到达地球大气层的太阳辐射中，约 47% 能到达地球表面，每年到达地表的太阳辐射总量是 2021 年全球能源消费总和的 7300 倍。全球地表每小时收到约 430×10^{18} 焦耳的能量，72 分钟的阳光辐射能量便等于 2021 年全球能源消费总和。如果以 23% 的光电效率，70% 年度日照时间计算，理想情况下，约 44 万平方公里（近似西班牙面积）的太阳能板便能覆盖全球 2021 年能源总消费。

图 1：部分国家太阳能平均辐射量

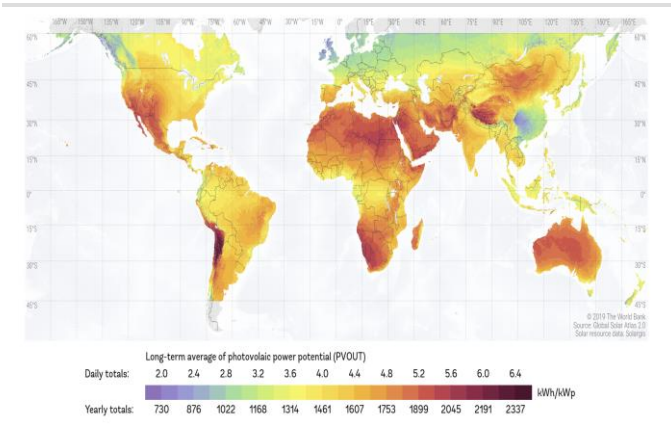
国家	年平均辐射量 MJ/m ²
中国	5750
德国	3530
法国	3880
意大利	4730
日本	4090
英国	3640

资料来源：公开资料整理 中信期货研究所

全球太阳能主要集中在温带及热带地区，与人口分布结构相似。纬度越低，地貌越平坦，海拔越高，日照时间越长，地面能接收到的太阳能辐射越多；根据国际太阳能热利用区域分类，北非、中东、中国西部、美国西南、墨西哥、南欧、澳大利亚和南美洲东西海岸拥有全世界最佳的太阳能辐射强度和日照时间。

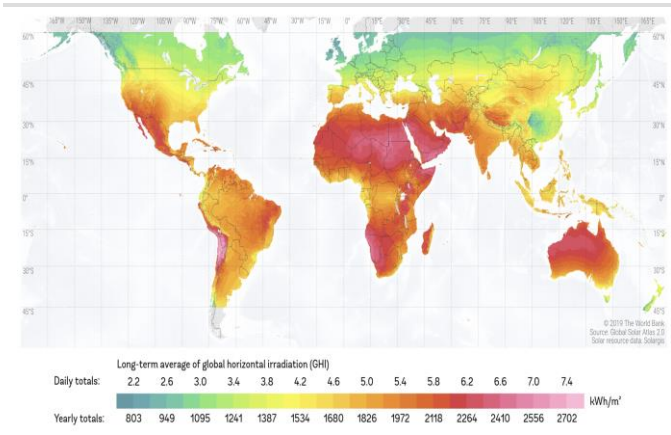
太阳辐射水平以 kWh/m² 或 MJ/m² 为单位，能够直观表示某地区每年或每天每平米能够接收到的太阳辐射量；光伏发电潜力值通常以 kWh/kWp 为单位，能够体现出地区光伏发电的能力，通常太阳辐射量越大越好，光伏发电潜力值越高。

图 2： 全球光伏发电潜力值 单位： kWh/kWp



数据来源：WorldBank Solargis 中信期货研究所

图 3： 全球太阳水平辐射 单位： kWh/m2



数据来源：WorldBank Solargis 中信期货研究所

2. 中国太阳能资源丰富，适合光伏产业发展

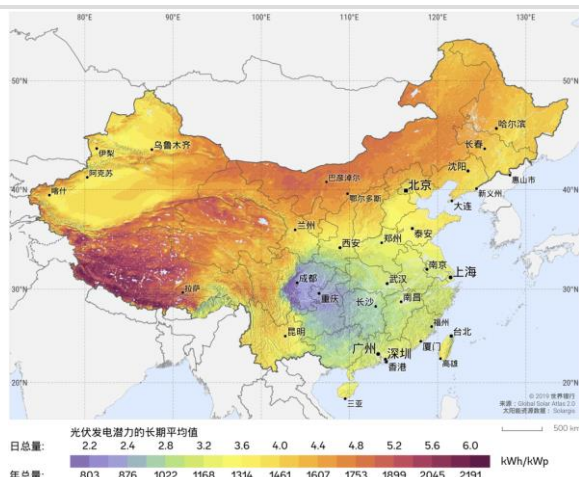
中国是全球太阳能资源最丰富的地区，主要集中在内蒙、甘肃、青海及西藏。根据中国太阳能辐射总量等级划分，约有 22.8%的国土面积属于最丰富带，年辐射总量不低于 1750kWh/m²，44%的面积属于很丰富带，年辐射量在 1400~1750 kWh/m²之间。通常情况下，年辐射量超过 1400kWh/m²是用来计算光伏电站可开发性的基础条件，因此我国有 66.8%的土地有潜力成为较高性价比的光伏电站选址。同时，中国超过一半的土地能达到每日 4.5 kWh/kWp 的光伏发电潜力，是世界太阳能资源最优秀的地区之一。

图 4： 中国太阳辐射等级和区域分布表

名称	年总量 (MJ/m ²)	年总量 (kWh/m ²)	年平均辐照度 (W/m ²)	占国土面积 (%)	主要地区
最丰富带	≥6300	≥1750	约≥200	约 22.8	内蒙额济纳旗以西、甘肃酒泉以西、青海 100°E 以西大部分地区、西藏 94°E 以西大部分地区、新疆东部边缘地区、四川甘孜部分地区
很丰富带	5040~6300	1400~1750	约 160~200	约 44.0	新疆大部、内蒙额济纳旗以东大部、黑龙江西部、吉林西部、辽宁西部、河北大部、北京、天津、山东东部、山西大部、陕西北部、宁夏、甘肃酒泉以东大部、青海东部边缘、西藏 94°E 以东、四川中西部、云南大部、海南
较丰富带	3780~5040	1050~1400	约 120~160	约 29.8	内蒙 50°N 以北、黑龙江大部、吉林中东部、辽宁中东部、山东中西部、山西南部、陕西中南部、甘肃东部边缘、四川中部、云南东部边缘、贵州南部、湖南大部、湖北大部、广西、广东、福建、江西、浙江、安徽、江苏、河南
一般带	<3780	<1050	约<120	约 3.3	四川东部、重庆大部、贵州中北部、湖北 110°E 以西、湖南西北部

资料来源：国家能源局 中信期货研究所

图 5： 中国光伏发电潜力长期平均值 单位：kWh/kWp

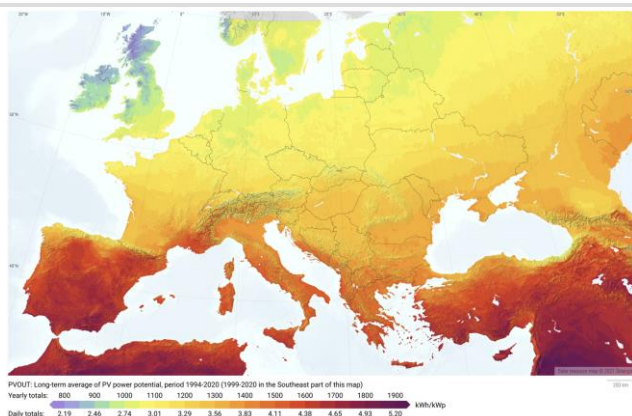


资料来源: WorldBank Solargis 中信期货研究所

3. 南欧太阳能资源丰富，北欧纬度偏高资源较弱

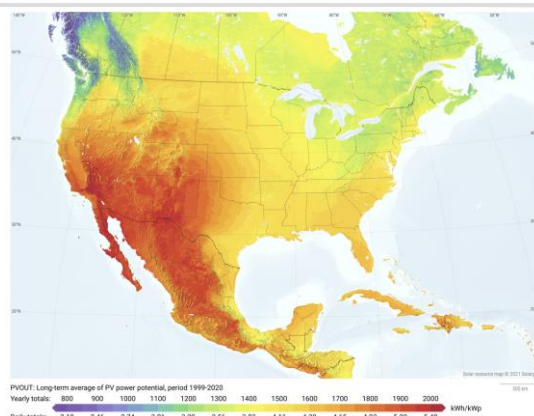
南欧太阳能资源丰富，其中葡萄牙、西班牙、意大利、希腊和土耳其等国家优势突出。南欧国家太阳年辐照总量超过 $7200\text{MJ}/\text{m}^2$ ，如西班牙地区光伏发电潜力高达 $1600\text{kWh}/\text{年}$ ，而法国德国在 $1100\text{--}1500\text{kWh}/\text{年}$ 左右。由于丰富的光照资源，西班牙的南方地区是最适合于建设太阳能热发电站地区之一，同时该国也是最早开发太阳能热发电技术及大规模建设太阳能发电站的国家，2007–2008 年新增光伏装机占比超过全球 40%。德国与法国具有开发经济性光伏设备的条件，但相比与南欧，光伏发电潜力长期平均值低于南欧 25% 左右。纬度更高的北欧地区，资源禀赋并不适合光伏资源开发，开发如风电、地热、核电更具有经济性。

图 6： 欧洲光伏发电潜力长期平均值 单位：kWh/kWp



数据来源: WorldBank Solargis 中信期货研究所

图 7： 北美光伏发电潜力长期平均值 单位：kWh/kWp



数据来源: WorldBank Solargis 中信期货研究所

4. 美国西南太阳能资源多于东北

美国太阳能资源丰富，光伏发电潜力值高。美国西部地区光伏发电潜力超过 $1600\text{kWh}/\text{年}$ ，中部约为 $1400\text{--}1600\text{kWh}/\text{年}$ ，东部也普遍在 $1200\text{kWh}/\text{年}$ 以上。根据

美国国家可再生能源实验室的报告，美国光伏总发电量潜力在 39.97 万 TWh/年，而美国 2021 年总发电量仅为 4100TWh。其中，美国城市规模化光伏 2200TWh/年，郊外规模化光伏 28 万 TWh/年，屋顶光伏 800TWh/年，聚光太阳能热发电 11.61 万 TWh/年。

美国太阳能资源主要集中在西部和南部地区。美国的德克萨斯、亚利桑那、新墨西哥、加利福尼亚、科罗拉多、伊利诺伊等州太阳能资源较为丰富。而针对不同的光伏利用和建设方式，各州所占权重略有不同。例如，考虑到人口及建筑面积，加利福尼亚屋顶光伏占比全美第一，约 13.0%；亚利桑那年度光辐射总量高于加利福尼亚，但城市化率低于加利福尼亚，导致城市光伏占比低于加州。

图 8：美国太阳能发电潜力测算

光伏技术	发电量潜力 TWh	潜力排名 1-3（州）	潜力排名 4-6（州）
城市光伏 （城市边界内）	2200	德克萨斯 13.20% 加利福尼亚 11.02% 亚利桑那 5.44%	伊利诺伊 4.64% 印第安纳 4.42% 俄亥俄 3.88%
城郊光伏 （城市边界外）	280600	德克萨斯 13.90% 新墨西哥 5.82% 堪萨斯 5.17%	亚利桑那 4.64% 明尼苏达 4.42% 科罗拉多 3.88%
屋顶光伏	800	加利福尼亚 13.0% 德克萨斯 9.61% 佛罗里达 7.82%	佐治亚 3.8% 伊利诺伊 3.67% 纽约州 3.52%
聚光太阳能热发电	116100	德克萨斯 19.62% 新墨西哥 14.48% 亚利桑那 10.80%	科罗拉多 7.88% 加利福尼亚 7.31% 内华达 7.14%

资料来源：NREL 中信期货研究所

（二）全球及重点国家光伏发电成本和购电协议价

1. 全球平准化光伏发电成本（LCOE）和购电协议价（PPA）逐年下降，提升光伏竞争优势

LCOE 和 PPA 是衡量光伏发电经济性的核心指标。经过对太阳能发电项目成本进行生命周期内的成本和发电量的计算，能够将太阳能发电项目以价格为单位与传统能源发电方式进行比较。通常 LCOE 中成本包含初期投资、生命周期内因折旧税费减免的现值、项目运营成本的现值、固定资产残值的现值；收益则是光伏项目生命周期内的发电量现值。PPA 则是发电企业与大型用电企业之间签署的协议。通过长期购电协议定价，能够稳定光伏发电企业的长期利润，同时提高光伏电站消纳水平，因此很多光伏电站投资建设之前，便已与购电企业达成 PPA。

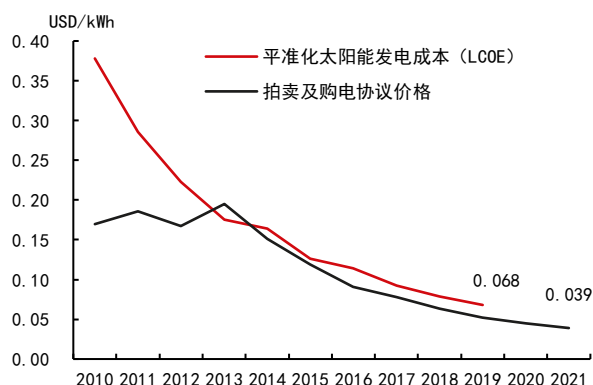
技术进步和产业规模化推动 LCOE 和 PPA 的快速下降。技术进步提高组件光电转换效率，2010 年-2019 年单晶电池效率便从 17.5%提升至 22.3%。目前，部分企业生产的 PERC 太阳能电池平均效率超过 22.5%。快速提高的光电效率能够大幅

提升电站后期收益率，从而压低 LCOE。产业规模化大幅降低光伏电站建设成本，压低初期投资。其中，光伏级多晶硅从 2011 年 52 美元/千克降低至 2022 年 7 美元/千克左右，尽管由于产能不足，2021 年大幅涨价至 30 美元/千克。此外，晶硅光伏组件产品价格从 2011 年的 1200 美元/千瓦降至目前约 200 美元/千瓦。

全球光伏平均 LCOE 已具备与煤炭天然气的竞争优势。全球平均平准化太阳能度电成本已低至 0.068 美元/kWh，近十年降低超过 80%。光伏发电不再是依靠补贴和政策而发展的绿色能源。目前中国、印度、德国、法国、意大利、西班牙、葡萄牙、希腊、美国新建集中式光伏电站的平准化成本已低于燃煤及燃气发电站。

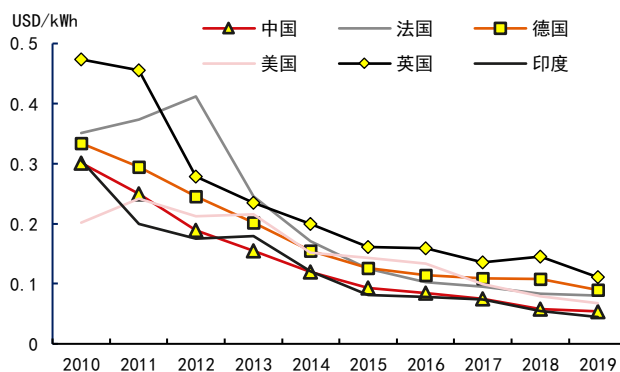
全球光伏 PPA 持续下滑，提升上网竞争力。PPA 价格在 2021 年降低至 0.039 美元/kWh，光伏企业与购电企业互利共赢。一方面持续下降的 PPA 价格反映出光伏电站成本下降后能形成更有竞争力的上网电价，用电企业可以获得更低成本的绿电，并实现企业自身的可持续发展或双碳目标，另一方面光伏企业能够通过长期协议完成电力消纳目标，实现项目运营资金保障。

图 9： 全球光伏平均 LCOE 及合约价格



数据来源：IRENA 中信期货研究所

图 10： 全球部分国家 LCOE 走势



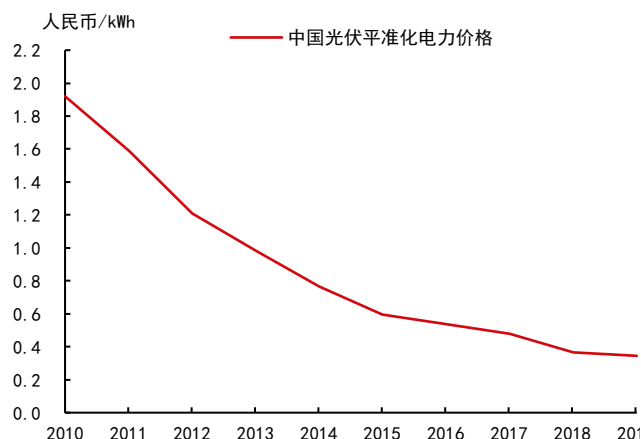
数据来源：WorldBank IRENA 中信期货研究所

2. 2019 年以来中国光伏 LCOE 已低于煤电上网价

中国光伏 LCOE 近年降幅明显，已低于全球大部分国家。根据国际可再生能源机构的统计，中国光伏 LCOE 从 2010 年 0.301 美元/kWh 降低至 2019 年 0.054 美元/kWh，降低 82%。彭博新能源财经估计，2021 年上半年全球完成融资的光伏项目中，最低 LCOE 可达到 0.022-0.029 美元/kWh。在世界主要国家中，中国 LCOE 仅高于地处热带的印度，而低于德国、美国等布局光伏产业较早的国家。

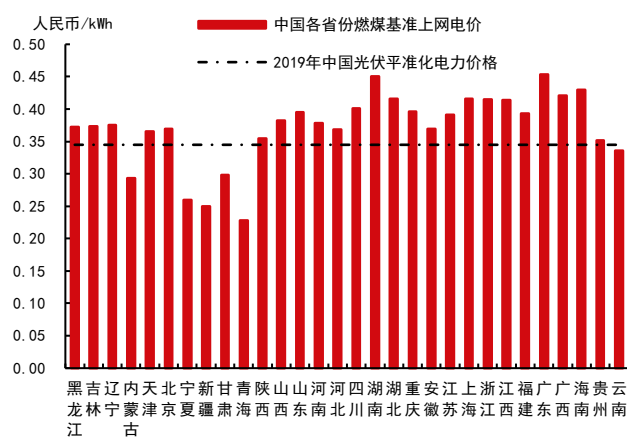
2019 年中国光伏平均 LCOE 已接近甚至低于大部分省份燃煤基准上网电价。以 LCOE 为 0.342 人民币/kWh 对比，仅有内蒙古、宁夏、新疆、甘肃、青海和云南的煤炭基准上网电价低于光伏平准化成本。

图 11: 中国 LCOE 变化



数据来源: IRENA 中信期货研究所

图 12: 中国各省份煤炭基准上网电价与 2019LCOE 对比



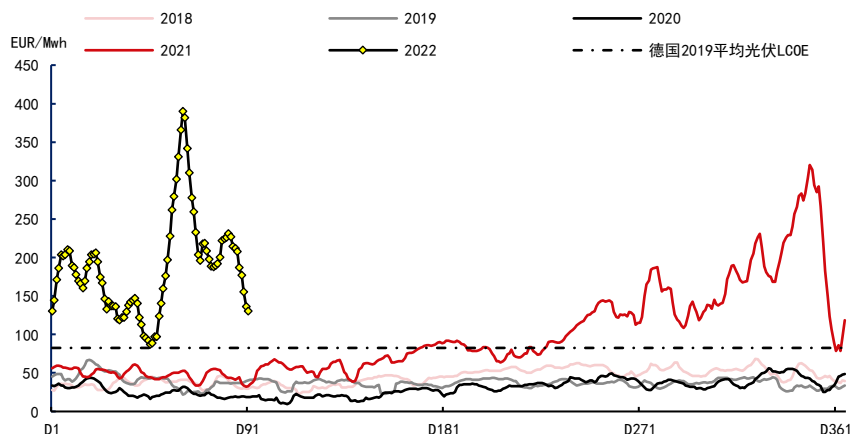
数据来源: 公开资料整理 IRENA 中信期货研究所
注: 西藏与台湾数据缺失, 尚未统计至图表

3. 能源危机下, 欧洲光伏迫切性和经济性提升

欧洲石化能源价格近年飙升, 光伏产业成本优势凸显。目前, 欧洲天然气进口依存度高达 90%, 2021 年第四季度欧洲能源危机, 2022 年地缘冲突导致的天然气价格暴涨, 都在迫使欧洲提高能源自给率。与此同时, 光伏电站的投资运营成本相对平稳, 且平准化成本已低于传统发电, 因此能够有效协助欧洲提高能源自给率和稳定能源价格波动率, 促使欧洲向新能源加速转型。

欧洲电价高于其光伏平均 LCOE。2019 年德国光伏平均 LCOE 约 0.09 美元/kWh, 法国约 0.08 美元/kWh, 英国约 0.11 美元/kWh, 德英 LCOE 超过世界平均价格。通过比对德国近五年电价与 2019 年德国光伏平均 LCOE 不难发现, 近半年欧洲遭遇的两次能源危机已导致其电价已远超光伏平均 LCOE, 最高位电价约是德国光伏平均 LCOE 的 3 倍。

图 13: 德国近五年电价与 2019 年德国光伏 LCOE

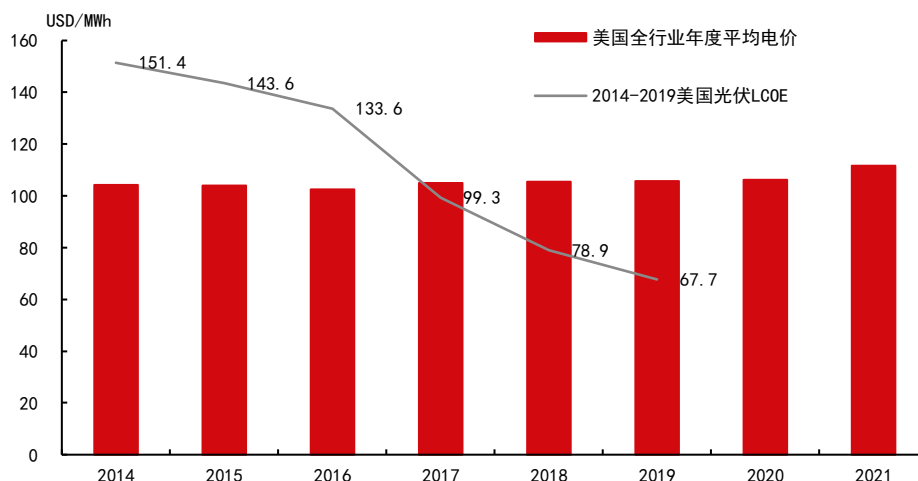


资料来源: IRENA Bloomberg 中信期货研究所

4. 2017 起美国光伏 LCOE 已低于美国全行业平均电价

美国发电成本相对稳定，2017 年全行业平均电价约 105 美元/MWh，而美国平准化太阳能发电成本则为 99.3 美元/MWh。此后，光伏 LCOE 持续下降，而全行业平均电价基本维持不变。

图 14： 美国全行业年度平均电价与美国光伏 LCOE 对比



资料来源：IRENA US. DOE 中信期货研究所

（三）光伏电站投资回报周期远低于其预期使用寿命

美国光伏电站投资周期已低于其使用寿命。光伏电站的使用寿命一般为 20-30 年，即使在不考虑选址和没有经济补贴的情况下，美国光伏发电平均投资回报时间已小于其预期使用寿命。在有良好维护和更换部分设备的情况下，使用时间还可以进一步延长。根据 NREL 测算，美国小于 10kW 的光伏设备平均回报周期为 30 年，10-100kW 为 25.5 年，100-1000kW 为 18.9 年，1-10MW 为 15 年。由此可见，即使投资小型发电设备的平均回报时间也与使用寿命持平。

规模越大的光伏电站，投资回报周期越短。对国家长期战略规划来说，优先选择建设规模较大的光伏电站，经济效率较高。对投资者来说，经过建设场地的筛选和用电大户协商购电协议，则能很大程度上缩短投资回报周期至 10 年以下。

图 15： 美国太阳能发电投资回报周期 注：无补贴，且不考虑选址

光伏电站规模	平均投资回报时间 年
<10kW	30.1
10-100kW	25.5
100-1000kW	18.9
1-10MW	15

资料来源：NREL 中信期货研究所

中国光伏投资回报周期低于美国。第一，从光伏建设成本来看，中国光伏全流程成本约 800 美元/kWh，而美国约为 1200 美元/kWh。第二，中国光伏本土产业

链基本覆盖光伏建设所有环节，并在世界占据主导地位。根据某光伏建设企业的资料，中国 100MW 的集中式光伏电站合同价约 4-5 亿人民币，投资回报周期为 4-7 年。其中，影响显性成本和投资回报周期的主要因素是当地地形及光伏电站建设方案。例如，建设场地的坡度会影响安装太阳能电池支架的用量，如果坡度与太阳入射角度匹配度高，则成本会相应降低。此外，集中式光伏电站指标的来源也会影响建设成本。通常情况下，地方发改委倾向给能够建设综合型集中式光伏的企业发放指标。综合型集中式光伏一般会将农业或养殖业结合起来，以带动当地经济建设，从而抬高初始投资规模。

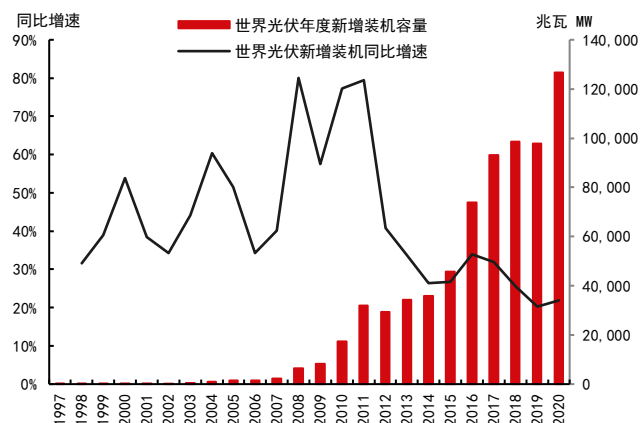
在现有补贴和用电环境下，欧洲光伏投资回报周期普遍小于 10 年。例如，德国由于完善的补贴政策及高电价，光伏回报期便能达到 7-8 年。西班牙丰富的太阳能资源和较高的电价，使得光伏投资回报周期能进一步缩短至 6-7 年。英国由于光伏资源较低，同时 2019 年 4 月之后的光伏电站不享有部分补贴，导致回报周期或延长至 10-12 年。

二、全球光伏产业发展现状

（一）全球光伏产业保持高速正增长

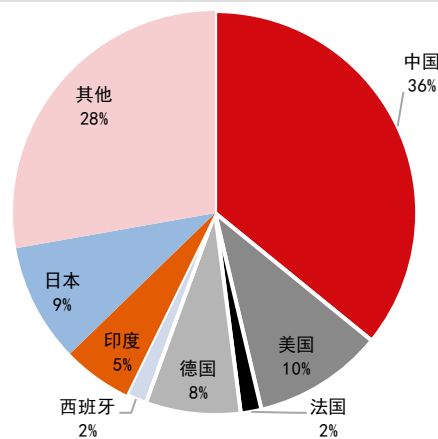
全球光伏产业保持较高增长。自 1998 年起，年平均装机增长率为 42.75%。2008-2011 年全球光伏年度增速曾达到过 50%-80%；2020 年光伏新增同比增速为 21.82%，尽管增速降低，但新增装机容量创新高，全年新增装机容量约 12.7 万兆瓦，占全球光伏总装机量 70.75 万兆瓦的 17.9%。

图 16： 世界光伏年度新增装机容量及增速



数据来源：BP Wind 中信期货研究所

图 17： 2020 年世界光伏累计装机容量分布 单位：兆瓦



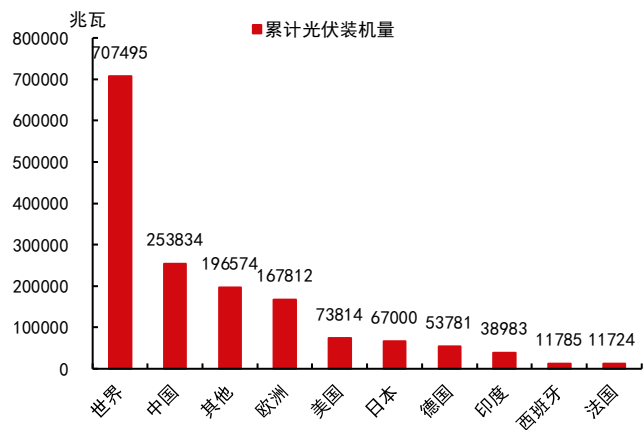
数据来源：Wind EIA 中信期货研究所

1. 光伏装机主要集中在少数发达国家及个别发展中国家

2020 年，中国、美国、日本、德国、印度、西班牙、法国累计贡献了超过 70% 的全球光伏装机量。其中中国以 25.38 万兆瓦的总装机量占世界 36% 的份额，欧

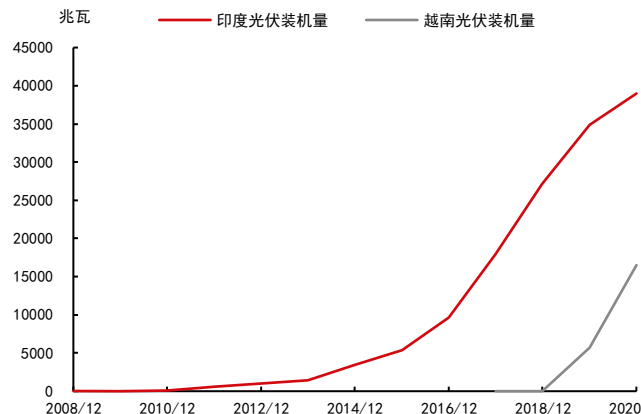
盟装机 15.29 万兆瓦占比 21.6%，美国装机 7.38 万兆瓦占比 10%，日本装机 6.7 万兆瓦占比 9%。德国装机 5.38 万兆瓦占比 8%。

图 18: 2020 年世界及部分国家装机量



数据来源: BP Wind 中信期货研究所

图 19: 印度越南光伏增长曲线



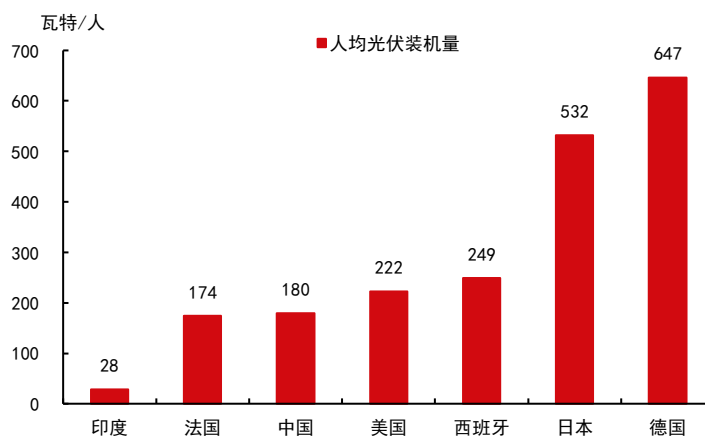
数据来源: Wind EIA 中信期货研究所

近五年，印度越南成为全球光伏行业的后起之秀。其中，印度光伏装机量从 2016 年的 9 千兆瓦增长至 2020 年的 3.9 万兆瓦，年均增速为 51%。越南光伏装机量从 2016 年的 6 兆瓦增长至 2020 年的 1.65 万兆瓦，光伏发电产业从无至有。同时，越南与印度的光伏潜力较高，而目前人均光伏装机量较低，因此光伏市场在这两个地区仍有充足的发展空间。

2. 全球人均光伏装机量前三的主要国家为德国、日本、西班牙

德国和日本人均光伏装机量领先，中国美国人均光伏装机量相近。人均光伏装机量一定程度上反映了一个地区太阳能的整体发展水平。德国、日本人均装机量分别达到 647 和 532W/人，中国及美国分别为 180 和 222W/人。德国人均装机量约是在中国的 3.6 倍、美国的 2.9 倍。从人均光伏装机量来看，中美光伏内需发展空间广阔。

图 20: 全球人均光伏装机量



资料来源: BP Wind WorldBank Eurostat 中信期货研究所

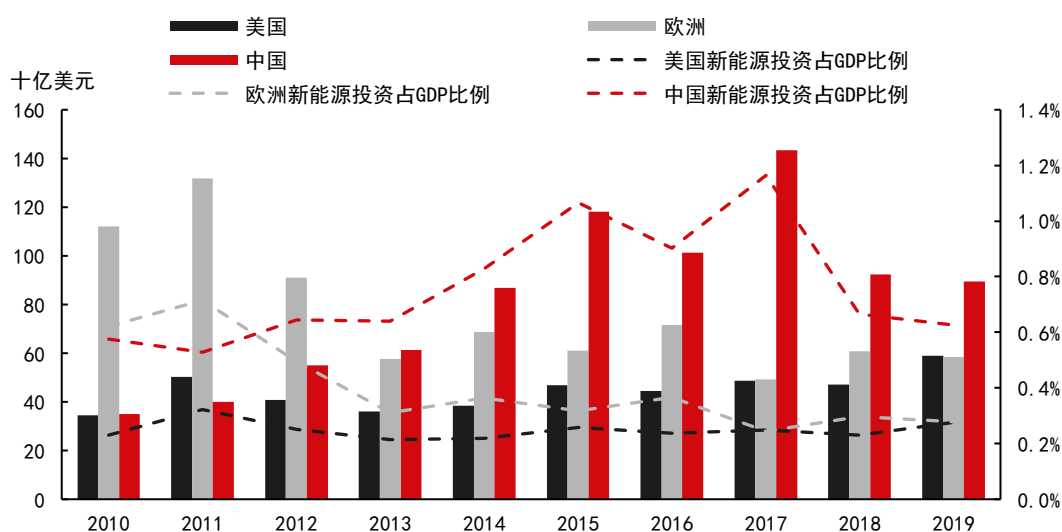
3. 中国新能源投资额及投资强度，高于欧洲及美国

从投资总额上看，2013 年之后中国成为新能源投资最多的国家。中国 2017 年曾达到过 1400 亿美元，而欧洲和美国同年分别为 490 亿及 480 亿美元，尽管 18 和 19 年有所回落，但中国年度投资额仍超过 800 亿美元。欧洲新能源投资高峰发生在 2010 年前后，年投资额也超过 1000 亿美元，而近年欧洲新能源年投资额有所降低，维持在 600 亿美元左右。美国新能源投资始终保持在 400 亿美元左右，近十年增长有限。

从投资强度上看，中国>欧洲>美国。投资强度指每年新能源投资额占国家当年 GDP 的百分比。我们发现，中国投资强度在 2012 年之后保持领先，往往占比超过 GDP 的 0.6%，最高水平在 0.9%–1.2% 之间；欧洲投资强度在 2013 年以后维持在 0.35% 左右，历史最高接近 0.7%；美国新能源投资强度近十年维持在 0.25% 左右，随着美国 GDP 的增长，新能源投资会相应增长。

中欧美新能源投资的强度不同，一定程度反映了新能源在各国政府中的优先级不同。其中，新能源在中国和欧洲的地位较高，中欧都曾大量投资过新能源产业，投资强度在部分年份都有激增；相比于中欧，美国没有表现出对新能源产业的额外意愿，过去十年投资强度变化不大，维持在 0.25% 左右。

图 21： 中欧美新能源投资额及 GDP 占比



资料来源：Bloomberg Wind 中信期货研究所

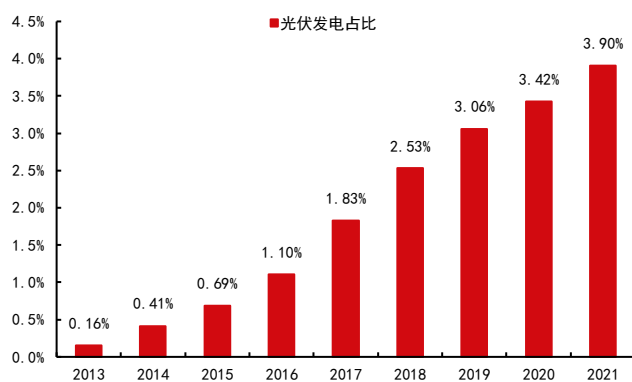
（二）中国光伏产业发展情况

1. 中国光伏发电量增长总体强于其他电力

中国光伏发电量过去 9 年增长近 25 倍。2013 年，中国总发电量 537 万 GWh，其中光伏仅有 8300GWh，占比 0.16%；2021 年，中国总发电量相比 2013 年增长 55.9%，达到 838 万 GWh，其中光伏有 32.7 万 GWh，占比达到 3.9%。光伏发电量

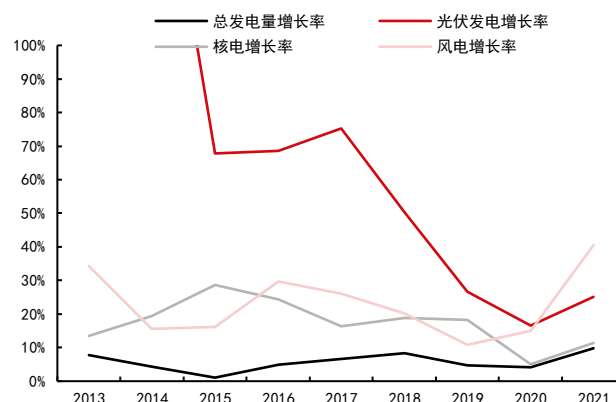
年平均增速超过 70%，远超此时间段中国总电力年化增长率的 5.74%。

图 22: 中国光伏发电量占比



数据来源: Wind 中信期货研究所

图 23: 中国各类发电方式发电量增速



数据来源: Wind 中信期货研究所

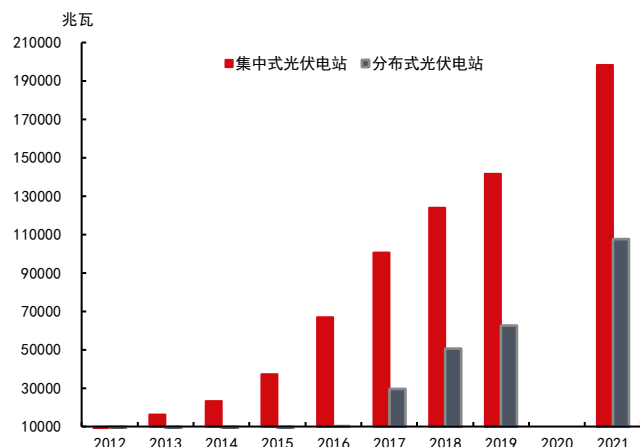
近年中国光伏发电量是清洁能源中增长最快的。从 2013-2021 年来看，中国主要清洁能源，核电、风电、光伏年化增速均超过中国电力总增长，显示中国近年正在向能源转型积极推进。分开来看，光伏年化增长率达到 71.5%，而核电、风电分别为 17.3%和 23.1%，近年光伏增长速度大幅领先。

2022 年 2 月光伏装机量再创同比新高，达到 10GW。与光伏自身比较，10GW 装机量约为 2021 年 2 月的 2.3 倍。与其他清洁能源相比，是风电同期的 2 倍，超过核电 2021 年全年装机量的 3 倍。因此，预计未来光伏装机有较高需求。

2. 集中式光伏累计并网容量高，分布式光伏发展迅速

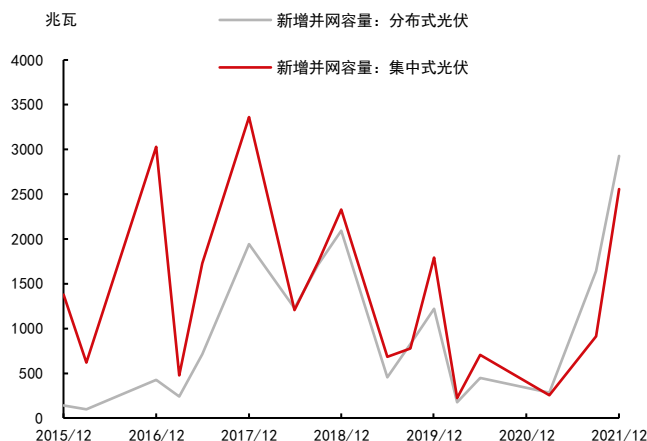
集中式光伏总量庞大，分布式光伏增量可期。从总量上看，集中式光伏累计并网容量高于分布式光伏；从增量来看，分布式光伏新增并网有超过集中式光伏的趋势。由于中国建设集中式光伏电站时期早于分布式电站，截止 2021 年，中国集中式光伏电站装机近 20 万兆瓦，分布式光伏装机约 10.7 万兆瓦(200/107GW)。考虑到电网消纳的问题，近年来分布式光伏增量开始超过集中式光伏。**据统计，2021 年第 3、第 4 季度，中国分布式光伏新增容量超过集中式光伏。**

图 24： 中国历年集中式及分布式光伏电站并网容量



数据来源: Wind 中信期货研究所

图 25： 中国近年集中式及分布式光伏新增容量对比

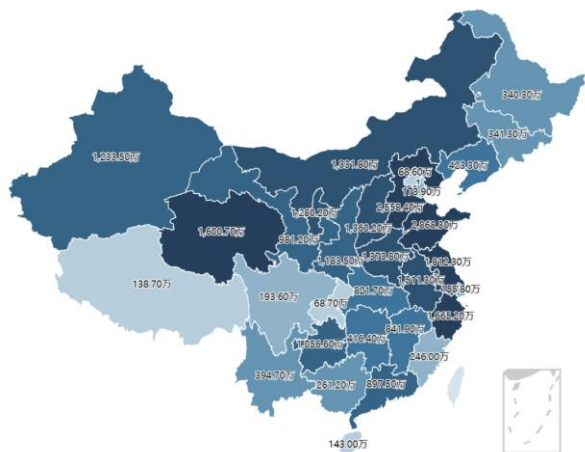


数据来源: Wind 中信期货研究所

3. 近年中国光伏装机增长集中在华北及华东地区

东部沿海地区近几年光伏发展较快。近年新增装机主要集中在东部沿海地区，并以分布式光伏为主。目前华东华北地区已经成为我国太阳能光伏装机量最大的区域。山东、河北、江苏成为中国光伏装机量最大的三个省份，分别拥有 2868 万千瓦、2558 万千瓦、1812 万千瓦的装机容量（28/25/18GW）。

图 26： 中国各省光伏累计装机容量 单位：千瓦



数据来源: Wind 中信期货研究所

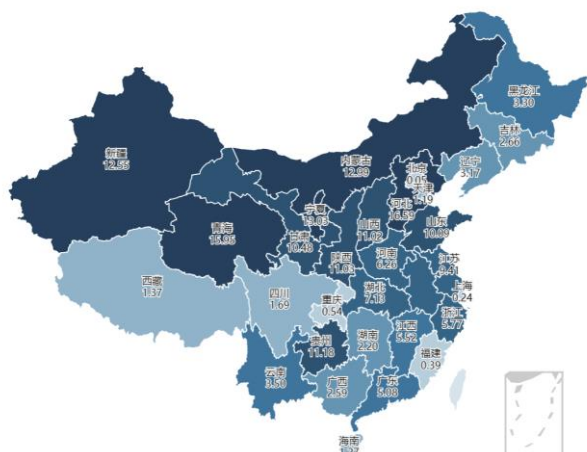
图 27： 2021Q3 中国光伏新增装机容量分布



数据来源: Wind 中信期货研究所

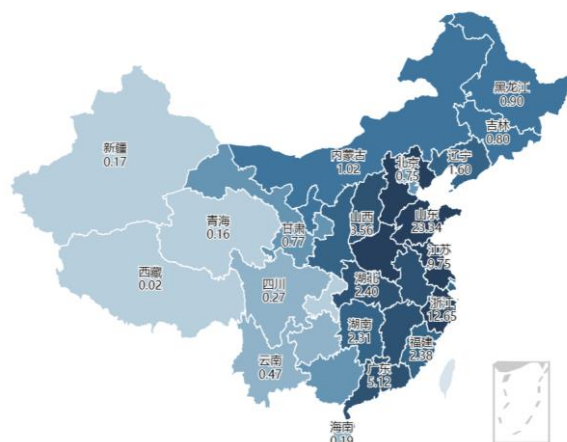
西部以集中式光伏为主，东部以分布式光伏为主。集中光伏电站西部居多，高效利用优质太阳能资源；分布式光伏东部居多，提高电网消纳能力。由于太阳能电网消纳问题尚未解决，分布式光伏能够更好结合人口和用电需求，提高光伏利用率；同时初始投资金额低、配套设施建设快、回报周期短，因此近年来分布式光伏发展迅速。集中式光伏发电能力强，但与人口不匹配，因此输电储电技术的进步将带动新一轮集中式光伏的建设周期。

图 28: 中国各省集中式光伏累计装机容量分布 GW



数据来源: Wind 中信期货研究所

图 29: 中国各省分布式光伏累计装机容量分布 GW



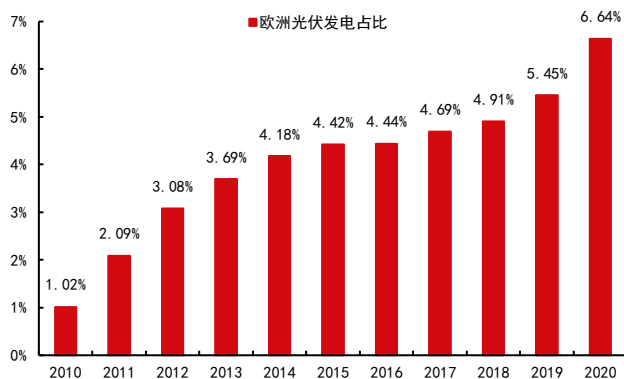
数据来源: Wind 中信期货研究所

(三) 欧洲光伏产业发展情况

1. 欧洲光伏发电占比居全球第一

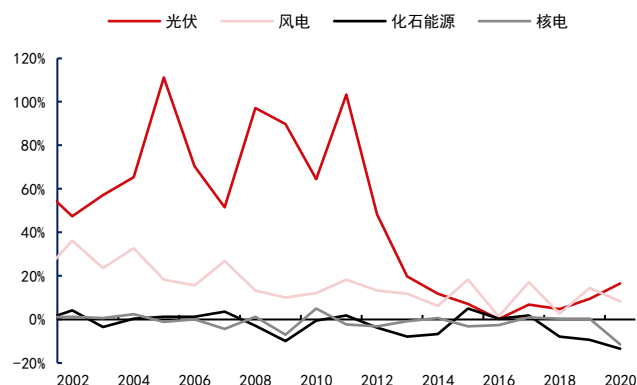
欧洲光伏发电量占比在 2010-2020 期间从 1.02% 增长至 6.64%。自欧洲达到碳达峰以来,欧洲 27 国年度总发电量始终维持在 225 万 GWh, 其中光伏从 2.3 万 GWh 增长至 14.4 万 GWh, 近十年年化增长率约为 20%。

图 30: 欧洲光伏发电量占比



数据来源: Eurostat 中信期货研究所

图 31: 欧洲各类发电方式发电量增速

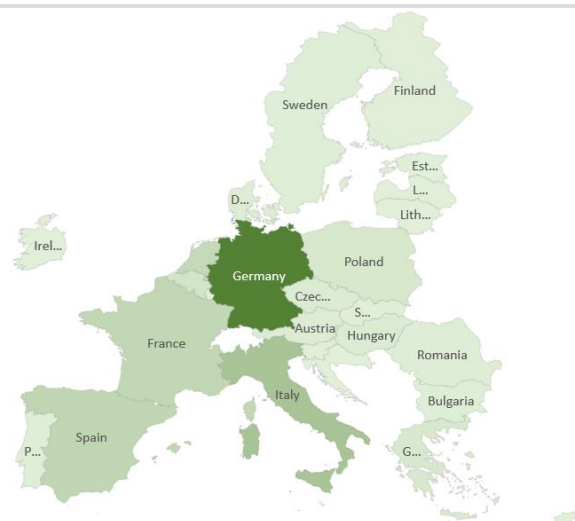


数据来源: Eurostat 中信期货研究所

欧洲能源结构不断改善, 风光发电持续增加。从欧洲各类发电增速来看, 化石能源及核电在过去 20 年间, 大部分年份为负增长。其中, EU27 国化石能源发电量 2000-2020 年, 从 95 万 GWh 减少到 57.8 万 GWh, 占比从 43.3% 减少到 26.6%; 核电发电量则从 83.7 万 GWh 减少到 66.8 万 GWh, 占比从 38% 减少至 30.7%。考虑到欧洲总发电量维持不变, 以及近年流行的反核浪潮, 光伏及风电装机会进一步增长, 填补化石能源及核电的空缺。

2. 欧洲光伏集中在少数欧洲国家

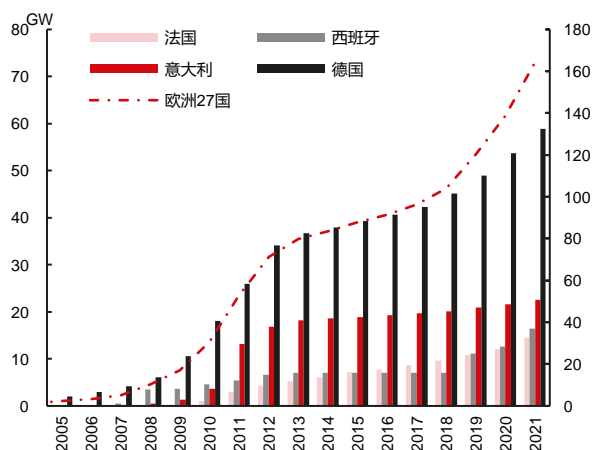
图 32: 2021 年欧洲累计光伏装机热力图



资料来源: Eurostat 中信期货研究所

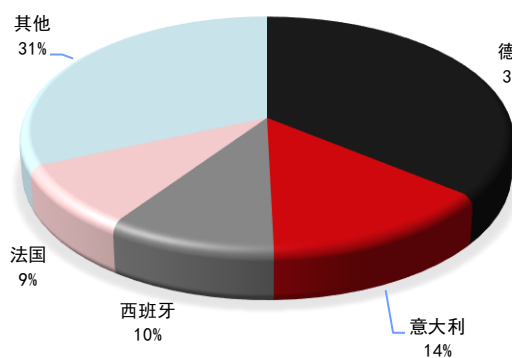
欧洲光伏装机主要集中在德意西法四个国家。德国、意大利、西班牙、法国合计占比接近 3/4。2021 年德国装机量占欧洲 27 国总装机量的 36%，意大利、西班牙、法国分别为 14%、10%和 9%。2021 年累计装机量分别为，59GW、22.5GW、16.4GW 和 14.5GW。

图 33: 欧洲光伏装机变化图



数据来源: Eurostat 中信期货研究所

图 34: EU27 国 2021 年光伏主要装机国家占比



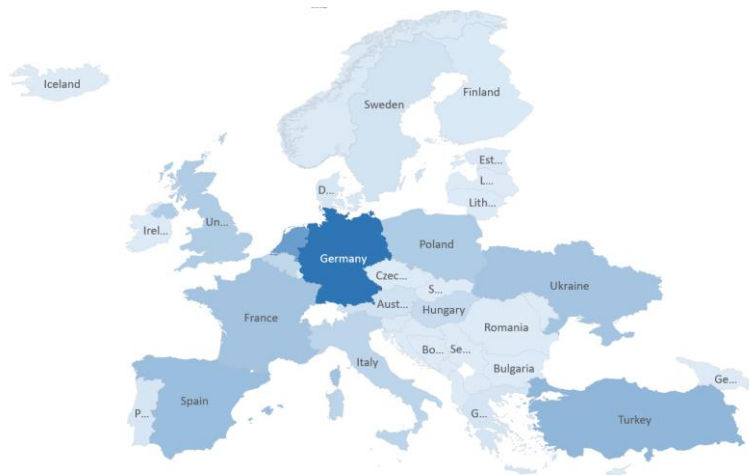
数据来源: Eurostat 中信期货研究所

3. 欧洲近年新增光伏装机同样较为集中

欧洲 27 国 2021 年新增装机合计 25.9GW。相比于 2020 年新增装机量，2021 年增长率达到 34%，增幅明显。其中，德国、西班牙、荷兰、波兰、法国分别新增 5.3GW、3.8GW、3.3GW、3.2GW 以及 2.5GW。这五个国家合计新增 18.1GW，占总新增约 70%，说明欧洲光伏新增装机量集中度高。

欧洲光伏发展缺乏平衡，过去五年新增光伏同样主要集中在少数国家。过去五年，增量前五的国家分别是：德国、荷兰、土耳其、西班牙、法国。从地理位置上看，过去五年新增光伏主要集中西欧、中欧、及东欧少部分国家，增量与光伏资源强度不匹配。例如，希腊、保加利亚、意大利等国拥有欧洲最优质的太阳能资源，但过去五年开发力度较低。一定程度上，欧洲光伏开发与经济水平及国家发展程度相关性更高。

图 35： 欧洲 2015-2020 累计新增光伏装机热力图



资料来源：Eurostat 中信期货研究所

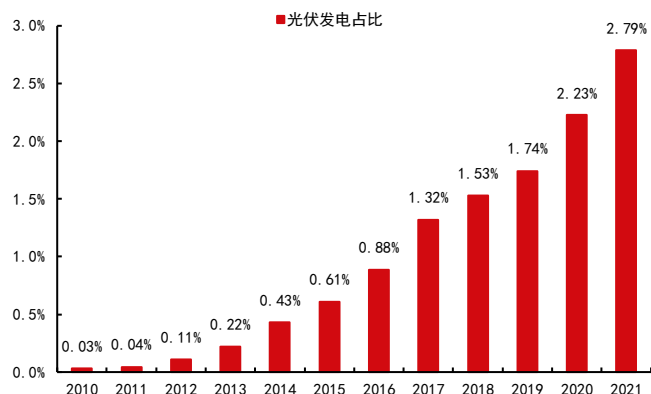
（四）美国光伏产业发展情况

1. 美国光伏发展弱于中国和欧洲

美国光伏发电占比虽增长明显，但绝对值依旧较低。2021 年，美国光伏发电占比为 2.79%，而中国与欧洲同年占比分别为 3.9%及 6.6%。从发电量来看，美国在 2007 年达到碳达峰，年度发电量在 410 万 GWh 波动，2021 年光伏发电量为 11.5 万 GWh。

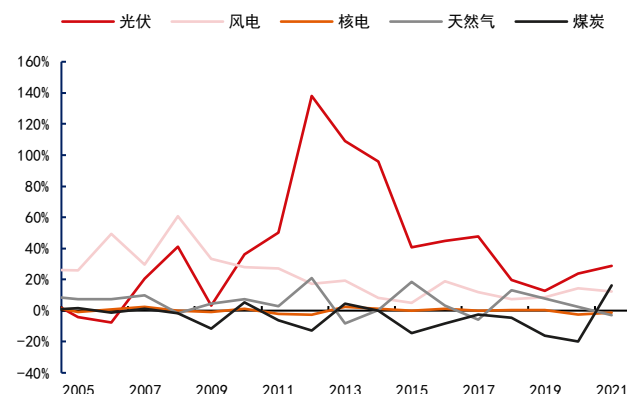
美国煤炭发电量持续负增长，风光天然气填补空缺。2007 年至 2021 年，煤炭发电量由 200 万 GWh 减少到 90 万 GWh。在此期间，天然气增长 70 万 GWh，光伏和风电分别增长 34 万 GWh 和 14 万 GWh，合计填补了煤炭发电的空缺。尽管光伏增速在过去几年保持在 20%以上，但增量较低，远不及天然气。

图 36: 美国光伏发电占比



数据来源: EIA 中信期货研究所

图 37: 美国各类发电方式发电量增速

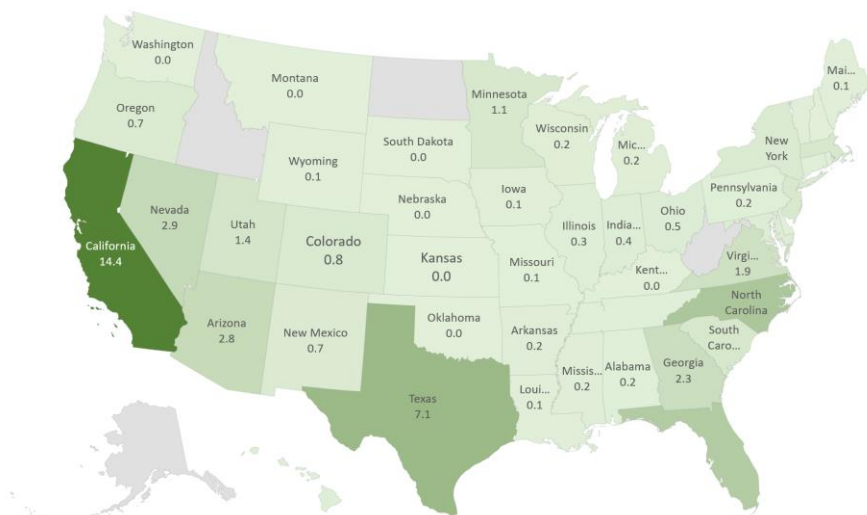


数据来源: EIA 中信期货研究所

2. 美国光伏装机集中在三大区域

西海岸、南方及东海岸是美国装机量最多的三个地区。截止 2021 年, 美国大于 1MW 的电站总装机量约为 54.7GW。以州为单位进行排名, 装机量前五的州分别为加利福尼亚、德克萨斯、北卡罗莱纳、佛罗里达、以及内华达, 装机量依次为 14.4GW、7GW、5.3GW、4.6GW、和 2.9GW。这些州基本位于美国光伏资源较高的地区, 但光伏资源最为丰富的中西部地区, 如内华达、犹他、新墨西哥州等装机量依然较低。

图 38: 美国 2021 累计大型光伏装机热力图 单位: GW



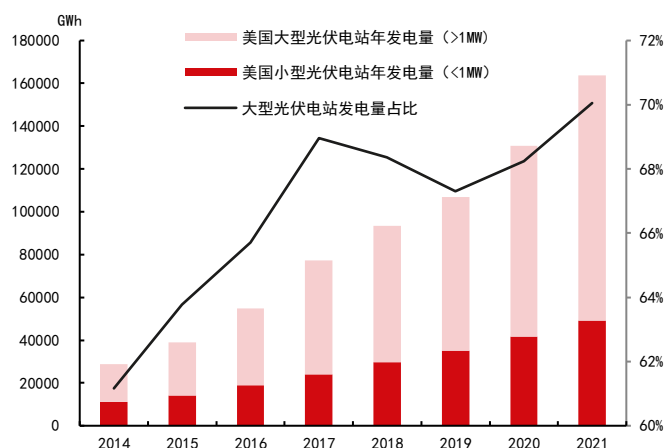
资料来源: EIA 中信期货研究所

3. 美国光伏发电以大型电站为主, 且占比逐年提高

过去 8 年, 美国大型光伏电站发电量增幅高于小型电站。根据 EIA 的分类, 超过 1MW 的光伏电站为大型, 而低于 1MW 的光伏电站为小型。2014 年, 美国大型光伏电站发电量为 1.77 万 GWh, 占总光伏发电量 61.2%。2021 年, 大型光伏电站

发电量为 11.5 万 GWh，占比提升至 70.1%。因此，过去几年美国以建造装机大于 1MW 光伏电站为主。

图 39： 美国分类型光伏设备发电占比



资料来源：EIA 中信期货研究所

（五）中欧美光伏建设逻辑及总结

中国光伏建设以资源为主导，欧美以经济为主导。从各国及地区的光伏装机容量来看，中国光伏主要装机量位于西部及华北等光伏资源优质地区，西部没有因为经济水平而影响光伏的装机量，同时华南也没有因为经济水平高装机量高于西部和华北。欧洲光伏资源优质地区为南欧地区，如希腊、西班牙、意大利、保加利亚、阿尔巴尼亚等地区，但从装机地图来看，欧洲光伏主要集中在几个经济较为发达的国家，如德国、法国、西班牙、荷兰等地。美国与欧洲情况类似，中西部太阳资源丰富的地区如科罗拉多、犹他、内华达、俄克拉荷马等地，装机量远不如美国经济发达地区如加州、德州及东部沿海地区。

图 40： 2021 年中欧美光伏数据对比

国家	2021 新增装机量	发电占比	近 10 年装机平均增速	近 10 年平均年度新能源投资金额 (十亿美元)	近 10 年平均新能源投资强度 (新能源投资额/GDP)
中国	54.8GW	3.9%	76%	82.22	0.76%
欧洲 27 国	25.9GW	6.64% (2020)	17.8%	76.23	0.4%
美国	23.6GW	2.79%	45%	44.6	0.25%

资料来源：EIA Bloomberg Wind 中信期货研究所

三、全球光伏产业展望

针对 2022、2030 及碳中和目标，我们采取了不同的测算方式，尽可能地接近实际光伏装机需求。对于短期光伏装机，中国和美国均采用统计现有 2022 光伏建设项目的办法（立项及建设中）进行预测。

欧洲地区由于国家之间政策差异较大，故采用欧洲光伏协会 2022 年光伏装机预测，以体现欧洲整体情况。对于 2030 中期目标，我们以各国政府做出的目标装机量为基准，并结合各学术机构的预测结果，最后依据历史装机量和年化新增装机目标进行可行性判断。

针对长期碳中和目标，我们参考国际可再生能源机构及 BP 所提出的快速发展/碳中和路径为全球/中国/欧洲/美国进行 2050-2060 年的光伏装机量预测。

（一）2022 年中美欧光伏装机规模测算

1. 谨慎/中性/乐观假设下，中国 2022 年新增光伏装机 70/80/90GW

2021 年以来国内利好政策密集出台，整县推进加持 BIPV，分布式光伏有较大增长；沙漠、戈壁、荒漠地区加快规划建设大型风电光伏基地项目，集中式光伏贡献稳定增长。整体来看，2022 年光伏装机需求预期爆发。

分布式光伏装机量：2021 年 6 月 20 日，国家能源局下发《关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，对屋顶资源丰富，具备安装光伏能力且符合消纳能力的建筑屋顶进行分布式光伏安装试点；2021 年 9 月，国家能源局公布全国 676 个县（市、区）列为国家整县屋顶分布式光伏开发试点。根据此次披露的试点项目的建设情况保守测算，假设每个试点装机量约为 0.2-0.3GW，则整体约有 135-200GW 的装机量，考虑到整县项目计划在 2025 年之前完成，预计年均装机量可达 45GW 左右。此外 2021 年能耗双控和拉闸限电对工商业影响较大，分布式光伏自发电作为填充电力缺口的方式之一，可有效缓解工商业的用电紧缺情况，预计 2022 年工商业企业配置分布式光伏的意愿更强。综合来看，在谨慎/中性/乐观假设下，2022 年国内分布式光伏新增装机在 40/45/50GW 左右。

集中式光伏装机量：根据国内政策具体来看，目前国内已公布风光大基地项目第一批规模达 97GW，预计 2023 年之前并网。第一批大基地项目正在有序推进。其中 2022 年投产项目达到 46GW，而承诺必须在 2022 年底前完成的地面光伏项目就达到了 27.05GW。综合来看，在谨慎/中性/乐观假设下，2022 年国内集中式光伏新增装机在 30/35/40GW 左右。

2022 年 3 月 17 日国家能源局印发了《2022 年能源工作指导意见》（简称《指导意见》）的通知。其中 2022 年将保障电力装机达到 26 亿千瓦左右。按照国家统计局 2021 年全部发电装机 23.77 亿千瓦计算，2022 年将新增发电装机 223GW。

根据 2021 年各类别新增装机比例来计算，2022 年光伏新增装机至少可达 76GW，此外，《指导意见》还要求新增可再生能源及先进低碳的煤炭发电量达到 1800 亿千瓦时左右，光伏新增装机仍有空间。综合来看，在谨慎/中性/乐观假设下，预计 2022 年国内光伏新增总装机将达到 70/80/90GW 左右，其中户用、工商业等分布式项目对总新增装机量贡献过半。

图 41： 2022 年中国光伏新增装机预测 单位：GW

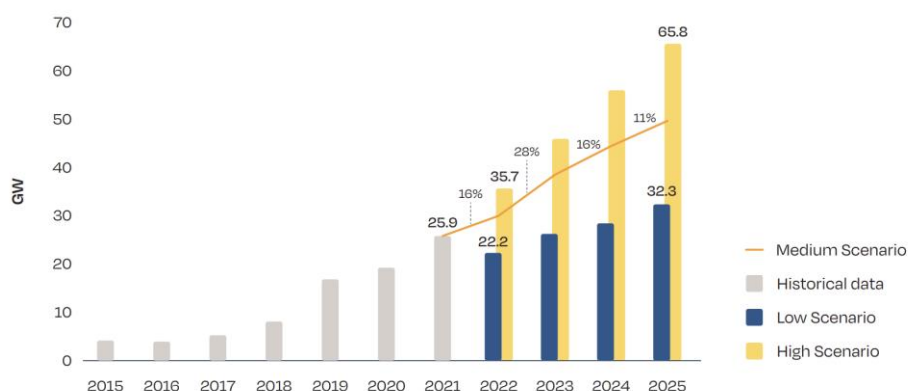
	分布式	集中式	新增装机总量
2019	12	18	30
2020	16	33	48
2021	29	24	53
2022E 谨慎	40	30	70
2022E 中性	45	35	80
2022E 乐观	50	40	90

资料来源：Wind 中信期货研究所

2. 谨慎/中性/乐观假设下，欧洲 2022 年新增光伏装机 22.2/30/35.7GW

欧洲光伏协会预测欧洲 27 国在谨慎/中性/乐观的条件下，2022 年新增装机达到 22.2/30/35.7GW。2021 年，欧洲 27 国光伏装机达到 25.9GW，创下历史新高，2022-2025 增长预期明显。欧洲光伏协会表示，由于近期光伏组件价格上涨，导致 2022 年光伏装机量有可能受到负面影响，因此做出了 22.2GW 的谨慎预测。同时，考虑到过去欧洲光伏装机量的增长率和德国近年较为激进的光伏政策，欧洲光伏协会将中性预测增长率确定为 16%，2022 欧洲新增装机量将达到 30GW。此外，如果欧洲想要实现 1.5 摄氏度气候变化目标，2022 年欧洲光伏新增装机量将需要达到 35.7GW。

图 42： 欧洲光伏协会 EU27 国 2022-2025 太阳能新增装机预测



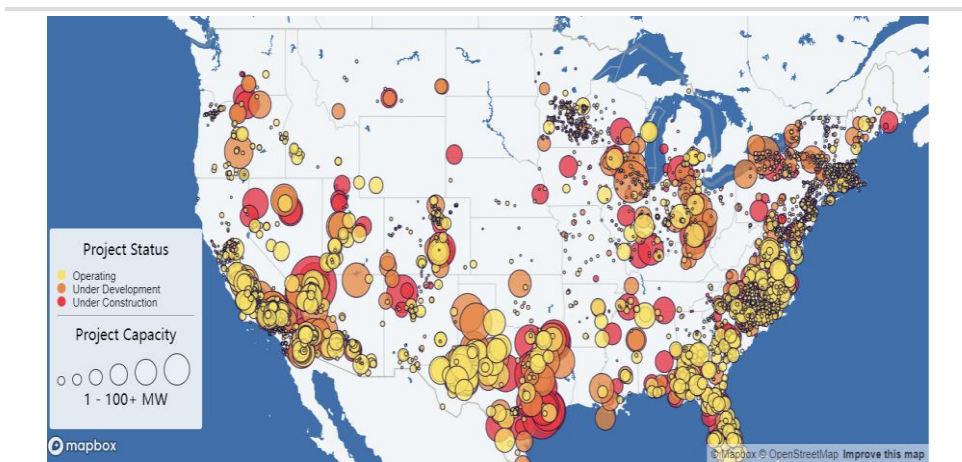
资料来源：Solar Power Europe 中信期货研究所

3. 谨慎/中性/乐观假设下，美国 2022 年新增光伏装机 28/33/37GW

谨慎条件参考 EIA 和美国光伏协会提供的 2022 年大型光伏电站计划并网装机量。中性条件参考过去五年美国光伏装机平均增长率。乐观情况参考 2021 年拜登政府执政期的美国光伏装机增长率。

谨慎预测：EIA 及美国光伏协会数据显示，美国 2022 年将有 21.5GW 大型光伏电站(>1MW)并网发电。美国光伏装机包括小型电站和大型电站，2021 年美国小于 1MW 的光伏电站发电量是大于 1MW 光伏电站发电量的 30%。在发电比值维持不变的情况下，美国 2022 年小型光伏电站增量约为 6.5GW，两者合计 28GW。考虑到此类光伏装机为已知计划装机量，我们将其作为 2022 年谨慎预测。

图 43： 美国大型太阳能电站状态图（红色为正在建设）



资料来源：SEIA 中信期货研究所

中性和乐观预测：过去五年美国平均光伏装机增长率为 38%，由此推算 2022 年美国新增装机 33GW。此外，美国由于政党不同导致对新能源建设的态度不同，拜登政府执政的 2021 年，美国光伏装机增长率为 58%；假设拜登能源政策可以延续，保持较高装机增长，乐观预测美国 2022 装机总量将达到 37.3GW。

图 44： 美国 2022 太阳能装机预测 单位：GW

光伏新增装机量（小型+大型）				
2019	7.5			
2020	14.9			
2021	23.6			
	大型光伏电站 >1MW	小型光伏电站 <1MW	新增总量	同比增速
2022E 谨慎	21.5	6.5	28	18.6%
2022E 中性	25.4	7.6	33	39.8%
2022E 乐观	28.7	8.6	37.3	58.1%

资料来源：EIA SEIA 中信期货研究所

(二) 2030 年中欧美装机规模展望

1. 2030 年中国光伏总装机量约为现有规模的 2-4 倍

中国 2030 总光伏装机量约为现有装机规模的 2-4 倍。习近平总书记在 2020 年气候雄心峰会中提到, 2030 年中国风光合计装机达到 1200GW。假设现有的风光结构不变, 2030 年预计光伏累计装机量达到 600GW, 是目前装机容量的两倍。全球能源互联网发展合作组织预测 2030 年中国光伏装机量为 1025GW。此外, 学者在《自然-通讯》杂志中发表论文预测, 基于过去光伏成本的下降趋势, 中国 2030 年光伏装机有望超过 1200GW, 为现有装机的四倍。考虑到过去十年中国光伏累计装机量约 300GW, 以及 2021 年 54.8GW 的新增装机量, 我们认为 2030 年完成 600GW 光伏装机量风险较低, 中国更有可能向 1025-1200GW 光伏装机量接近。

2. 2030 年欧洲光伏总装机量约为当前水平的 3-4 倍

欧洲 2030 累计光伏装机或将达到 479-672GW。欧洲能源气候规划中提到的光伏目标为 335GW, 与中国在气候雄心峰会中提到的目标性质类似, 较为保守。考虑到欧洲现有近 200GW 的装机规模和 2021 年度新增装机量, 欧洲在 2030 年实现 335GW 的光伏装机目标可能性较大。此外, 欧洲光伏协会对 2030 提出中性/乐观/碳中和情景的装机量预测, 分别为 479/672/870GW。考虑到近期地缘政治危机和欧洲能源独立需求, 预计新能源将加速发展。我们认为 2030 年欧洲光伏装机能超过欧洲光伏协会的中性预测 479GW, 有望接近乐观预测值 672GW。

3. 2030 年美国光伏总装机量或将为当前规模的 3 倍以上

美国 2030 年累计光伏装机或超 400GW。美国光伏协会提出 400GW 光伏总装机量预测, 而拜登“30% by 30”计划以 2030 总装机 850GW 为目标。截止 2021 年, 美国光伏装机约为 120GW, 2021 年新增为 23.6GW, 若未来美国能推出更多的新能源支持政策且加大投资, 那么 400GW 装机有望实现。而想要实现拜登提出 2030 年电网碳中和的目标, 美国光伏协会预计 2030 年需要 850GW 的光伏装机量。如果拜登的能源计划能顺利执行, 且延续至下届政府, 2030 年美国光伏装机量有望超过 400GW, 但实现 850GW 装机较为困难。

图 45: 各国行业协会预测或国家目标装机量(2030 年) 单位: GW

国家	机构/单位/计划	性质	累计装机量	光伏年化新增需求 预计 (2021-2030)
中国	气候雄心峰会	承诺	风电合计 1200	35
	全球能源互联网发展合作组织	预测	1025	80
	《自然-通讯》杂志	预测	1260	106
欧洲	NECP	目标	335	20
	Solar Power Europe	中性预测	479	35
		乐观预测	672	56
		碳中和预测	870	78
美国	SEIA	预测	400	33
	拜登 2030 电网零排放计划	目标	850	83

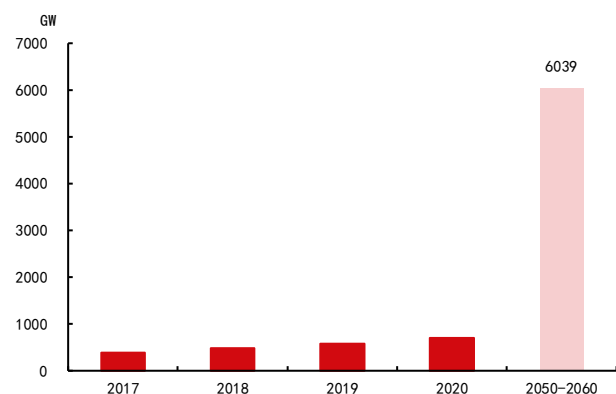
资料来源: 网络公开资料 中信期货研究所

(三) 中欧美加速发展和碳中和情境下, 长期装机需求展望

1. 2050/2060 年世界光伏总装机量约为 6000-7700GW 之间

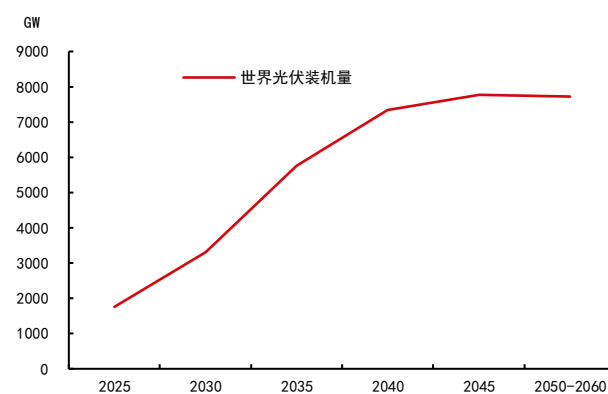
在光伏产业快速发展和碳中和情境下, 2050-2060 年世界光伏总装机量分别可能达到 6000/7700GW。2020 年, 欧洲光伏协会统计世界光伏装机量约为 707GW, 同时 BP 估计 2020 年世界光伏发电占比约为 3.1%。因此, 基于国际可再生能源机构和 BP 对未来世界电力结构的预测, 我们推算在 2050-2060 年间光伏装机总量。

图 46: 世界光伏快速发展情景下装机量预测



数据来源: EIA IRENA Solar Power Europe 中信期货研究所

图 47: 世界碳中和情境下光伏装机量预测



数据来源: BP EIA Solar Power Europe 中信期货研究所

根据 BP 的碳中和能源结构方案, 光伏发电量需要达到总发电量的 31%。因此, 根据各国现有发电量及光伏发电量, 能够进一步推算出各国碳中和情景所需光伏装机量。整体来看, 由于中欧美光伏发展水平及发电占比处于不同阶段, 因此各国在实现碳中和光伏装机量的短期预测曲线会有所出入, 但实现碳中和光伏装机总量的长期目标较为准确, 碳中和路径下, 中国/欧洲/美国所需光伏装机分别为 4000/700/1400GW。

此外，国际可再生能源机构也提出了光伏行业加速发展情景下，光伏发电量需要达到总发电量的 25%。根据各国现有装机规模及发电结构可推算，在快速发展路径下，中国/欧洲/美国长期光伏装机分别为 3106/540/1070GW。

图 48： 中欧美光伏装机量长期预测 单位：GW

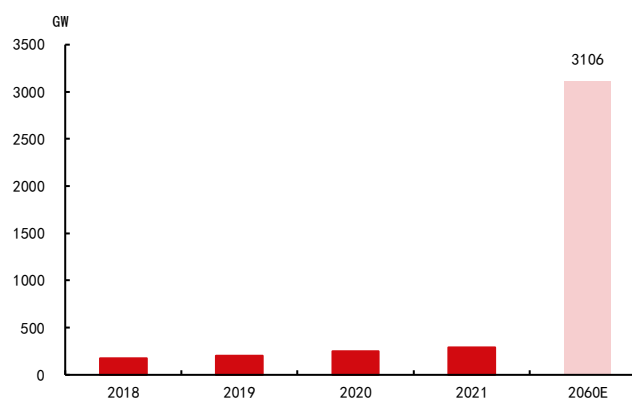
国家	时间	光伏总装机 (IRENA 加速发展情景)	年化装机量	光伏总装机 (BP 碳中和情景)	年化装机量
中国	2060	3106	74	3973	97
欧洲	2050	540	14	691	19
美国	2050	1070	34	1376	45

资料来源：BP IRENA Wind EIA 中信期货研究所

2. 2060 年中国光伏总装机量将达到 3100 至 4000GW

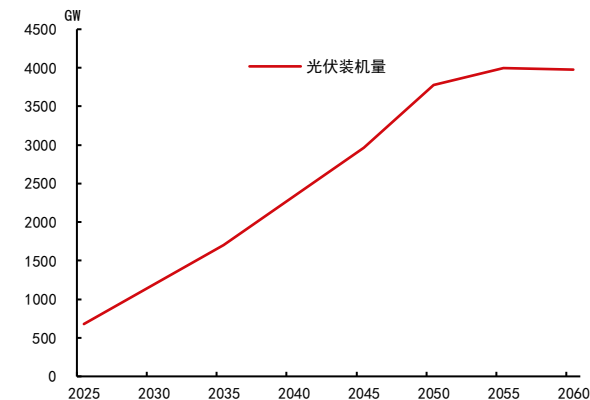
中国在 2030 年以前，全社会发电量会持续增加，因此需要结合过去中国十年发电量平均增速 5.9%，推算 2030 年全社会总发电量约为 14 万亿千瓦时。根据碳达峰国家经验，中国 2030 年之后年发电量会在 14 万亿千瓦时波动，同时我们在此基础上进行光伏装机规模预测。据估计，若 2060 年中国能源结构 25%-31%由光伏组成，则光伏装机量或达到 3100-4000GW。

图 49： 中国光伏快速发展情景下装机量预测



数据来源：EIA IRENA Wind 中信期货研究所

图 50： 中国碳中和情境下光伏装机量预测

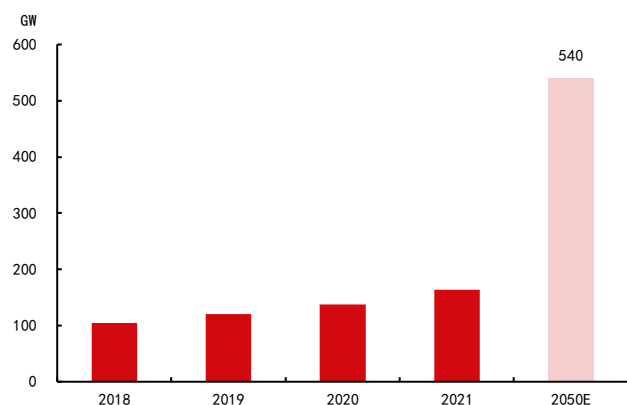


数据来源：BP 国家统计局 中信期货研究所

3. 2050 年欧洲光伏总装机或在 540 至 690GW 之间

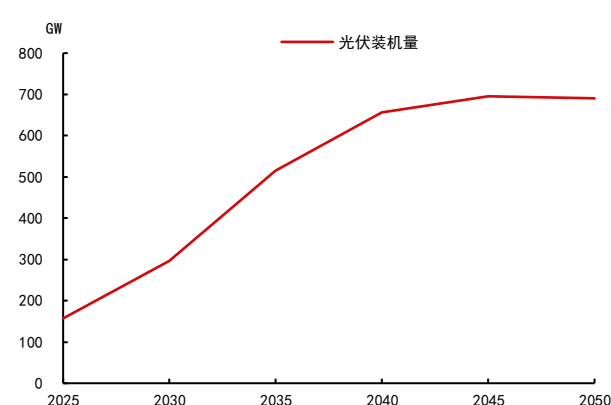
欧洲在快速发展和碳中和情境下，光伏装机量或达到 540/690GW。由于欧洲光伏发展较早，现有光伏发电占比已经超过 6.5%，而 BP 能源结构规划为世界平均值，因此光伏 2025-2030 装机预测或低于欧洲能实现的装机量。此外，由于欧洲碳中和开展较早，且有多次提前完成减排目标的记录，因此欧洲碳中和光伏装机量或提前完成，或在 2050 年高出以世界平均为基准的预测值。

图 51: 欧洲光伏快速发展情景下装机量预测



数据来源: EIA IRENA EuroStat 中信期货研究所

图 52: 欧洲碳中和情境下光伏装机量预测

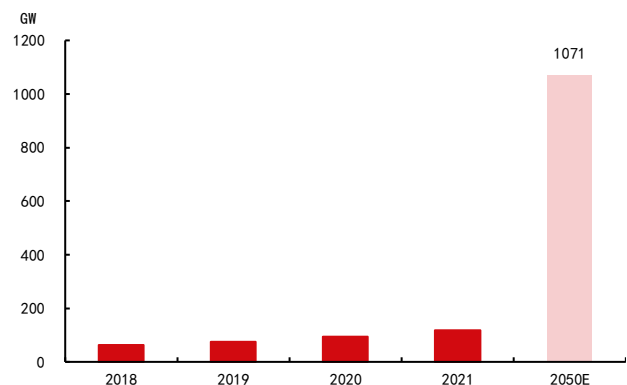


数据来源: BP EuroStat 中信期货研究所

4. 2050 年美国光伏总装机量约为 1070-1376GW 之间

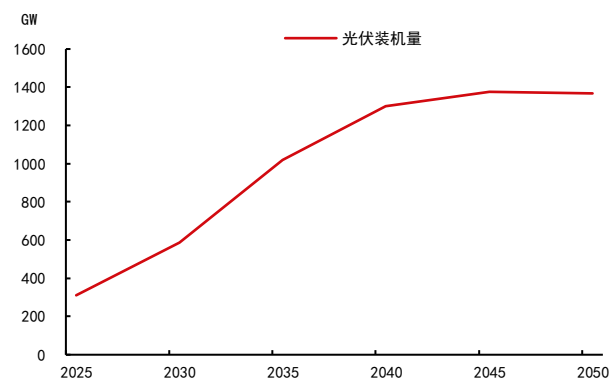
美国碳达峰年度总发电量在 4 万亿千瓦时左右, 预计碳中和情境下需要 1376GW 光伏装机。若根据国际可再生能源机构提出的 25%发电量占比, 美国 2050 年光伏装机约为 1071GW。美国 2020 年光伏发电占比为 2.23%, 与同年世界平均值接近, 因此, 美国 2025-2030 光伏装机预测更接近 BP 提出的光伏装机规划。

图 53: 美国光伏快速发展情景下装机量预测



数据来源: EIA IRENA 中信期货研究所

图 54: 美国碳中和情境下光伏装机量预测



数据来源: BP EIA 中信期货研究所

免责声明

除非另有说明，中信期货有限公司拥有本报告的版权和/或其他相关知识产权。未经中信期货有限公司事先书面许可，任何单位或个人不得以任何方式复制、转载、引用、刊登、发表、发行、修改、翻译此报告的全部或部分材料、内容。除非另有说明，本报告中使用的所有商标、服务标记及标记均为中信期货有限公司所有或经合法授权被许可使用的商标、服务标记及标记。未经中信期货有限公司或商标所有权人的书面许可，任何单位或个人不得使用该商标、服务标记及标记。

如果在任何国家或地区管辖范围内，本报告内容或其适用与任何政府机构、监管机构、自律组织或者清算机构的法律、规则或规定内容相抵触，或者中信期货有限公司未被授权在当地提供这种信息或服务，那么本报告的内容并不意图提供给这些地区的个人或组织，任何个人或组织也不得在当地查看或使用本报告。本报告所载的内容并非适用于所有国家或地区或者适用于所有人。

此报告所载的全部内容仅作参考之用。此报告的内容不构成对任何人的投资建议，且中信期货有限公司不会因接收人收到此报告而视其为客户。

尽管本报告中所包含的信息是我们于发布之时从我们认为可靠的渠道获得，但中信期货有限公司对于本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性以及完整性不作任何明确或隐含的保证。因此任何人不得对本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性及完整性产生任何依赖，且中信期货有限公司不对因使用此报告及所载材料而造成的损失承担任何责任。本报告不应取代个人的独立判断。本报告仅反映编写人的不同设想、见解及分析方法。本报告所载的观点并不代表中信期货有限公司或任何其附属或联营公司的立场。

此报告中所指的投资及服务可能不适合阁下。我们建议阁下如有任何疑问应咨询独立投资顾问。此报告不构成任何投资、法律、会计或税务建议，且不担保任何投资及策略适合阁下。此报告并不构成中信期货有限公司给予阁下的任何私人咨询建议。

深圳总部

地址：深圳市福田区中心三路8号卓越时代广场（二期）北座13层1301-1305、14层

邮编：518048

电话：400-990-8826

传真：(0755) 83241191

网址：<http://www.citicsf.com>