

证券研究报告/行业深度报告

光伏之翼-建筑行业深度报告

优于大势

上次评级: 优于大势

报告摘要:

2022H2 光伏装机有望提速, 建筑及同类企业是重要参与者。伴随着光伏平准化度电成本持续降低, 我国政策实现了由度电补贴到平价上网的跨越。平价上网背景下, 光伏行业持续快速发展, 2022H1 国内光伏新增装机达 30.88GW, CPIA 将 2022 年我国光伏新增装机量预测由 75-90GW 上调至 85-100GW, 考虑到多晶硅价格下行预期, 下半年光伏装机有望提速。

光伏玻璃领域, 预计供需将保持紧平衡, 下半年或将存在价格反弹机会。尽管光伏装机量提升+双玻组件渗透率上升给需求端以强支撑, 但截止 2022 年 6 月, 共有 5.7/18.9 万吨/日的光伏玻璃生产线在建/意向投建, 预计供需将保持紧平衡。在此背景下, 我们建议关注企业的技术迭代与成本管控能力。点火试生产至正式运营间亦存在时间窗口, 2022 年光伏装机需求超预期, 下半年或将存在价格阶段性反弹机会。

集中式光伏领域, 第二批大基地或将提速, 需求有望维持高位。同时, 2022H1 央国企收购光伏电站节奏趋缓, 兼具电力新能源技术优势与融资成本优势的建筑央企可于建设端与运营端同时发力, 将明显受益。

光伏屋顶领域, 整县推进政策下市场空间有望扩容。光伏屋顶以存量市场为主, BAPV 是主流应用方式, 但建筑企业通常只负责安装, 技术含量与盈利水平相对较低。整县推进政策下, 光伏屋顶市场有望快速扩容, 中性假设下我们测算得到新建/存量市场空间分别为 749/23,254 亿元。

光伏幕墙以新建市场为主, BIPV 是主流应用方式, 壁垒较高。光伏幕墙属于对传统幕墙业务的技术革新, 我们认为其影响包括: 市场空间扩容、毛利率提升、头部企业市占率提升。同时, 光伏幕墙已经具有较好的经济效益, 业主接受度有望增加。

重点标的: 江河集团、金晶科技、筑博设计、中装建设、中国电建、中国能建、粤水电、中国化学、中国中冶、蒙草生态

风险提示: 硅料价格风险、光伏玻璃价格风险、光伏政策推进不及预期

重点公司主要财务数据

重点公司	现价	EPS			PE			评级
		2021	2022E	2023E	2021	2022E	2023E	
江河集团	7.48	(0.89)	0.65	0.90	-	11.51	8.31	增持
金晶科技	9.40	0.92	0.97	1.08	10.12	9.69	8.70	增持
中国电建	6.79	0.50	0.64	0.70	16.23	10.61	9.70	买入
中国能建	2.21	0.19	0.18	0.21	14.37	12.28	10.52	买入
蒙草生态	3.74	0.16	0.26	0.34	33.75	14.38	11.00	买入

历史收益率曲线



涨跌幅 (%)	1M	3M	12M
绝对收益	0%	3%	9%
相对收益	5%	2%	29%

行业数据

成分股数量 (只)	171
总市值 (亿)	4520
流通市值 (亿)	3255
市盈率 (倍)	168.53
市净率 (倍)	1.33
成分股总营收 (亿)	1109
成分股总净利润 (亿)	19
成分股资产负债率 (%)	139.95

相关报告

《东北建筑建材 2022 年度中期投资策略: 关注业绩的边际变化》

--20220728

《水利工程行业深度: 挥斥方遒, 水利行业岁月峥嵘》

--20220630

证券分析师: 王小勇

执业证书编号: S0550519100002

0755-33975865 wangxiaoy@nesc.cn

研究助理: 陈基赞

执业证书编号: S0550122070054

0755-33975865 chenji2@nesc.cn

研究助理: 陶昕媛

执业证书编号: S0550120090037

0755-33975865 taoxy@nesc.cn

请务必阅读正文后的声明及说明

找报告, 上“数据理河”

微信小程序、知识星球、www.bj-xinghe.com、微信群 (13462421224) 同步分享更新

目录

1.	双碳下光伏乃大势所趋，平价上网强化增长确定性.....	5
1.1.	降低碳排放成为国际共识，我国双碳政策稳步推进.....	5
1.2.	光伏行业度电成本下降明显，是碳中和的主力军.....	7
1.3.	全国碳交易市场已开启，光伏作为清洁能源有望受益.....	12
1.4.	光伏行业全产业链中，建筑行业及同类上市公司是重要参与者.....	13
2.	多晶硅：光伏核心原材料，价格高企激发下游扩产动力.....	14
3.	光伏玻璃：预计供需维持紧平衡，建议关注技术迭代与成本管控能力 ...	17
3.1.	光伏玻璃不可或缺，其中超白压延为当前主流工艺.....	17
3.2.	听证会制度下产能密集爆发，预计供需维持紧平衡.....	18
3.3.	供需紧平衡背景下，建议关注技术迭代与成本管控能力.....	21
3.3.1.	技术迭代：大型化与薄片化难以兼得，两者应用场景或将分化.....	22
3.3.2.	成本管控：当前双寡头成本优势明显，预计未来优势将会缩小.....	24
4.	集中式光伏：大基地建设或将提速，央企收购光伏电站节奏趋缓.....	26
4.1.	风光大基地建设节奏或将加快，需求有望维持高位.....	27
4.2.	硅料价格影响当前收益率，长期看成本存下降空间.....	28
4.3.	央企收购光伏电站节奏趋缓，自建自持比例或将提升.....	29
4.4.	光伏助力生态修复，太阳能与土地多重利用实现共赢.....	30
5.	光伏屋顶：BAPV 为主流应用方式，整县推进政策下市场空间广阔.....	31
5.1.	BAPV 是当前主流应用方式，BIPV 发展前景广阔.....	31
5.2.	整县推进催化行业发展，新建/存量市场空间广阔.....	33
5.2.1.	整县推进政策下，分布式屋顶迎来风口期.....	33
5.2.2.	政策顺利推进背景下，预计光伏屋顶新建/存量市场或将达 749/23,254 亿元.....	34
5.2.3.	理想状态下项目回报周期约 7 年，有望激发业主的投资需求.....	37
5.3.	光伏屋顶设计壁垒较弱，有望成为传统建筑设计公司业务增量.....	38
6.	光伏幕墙：BIPV 为主流应用方式，已具备较好经济效益.....	38
6.1.	光伏幕墙但已具备较好经济性，回报周期约 8-10 年.....	39
6.2.	技术革新或促使市场空间扩容+毛利率提升+头部企业市占率提升.....	41
7.	重点标的.....	42
7.1.	江河集团.....	42
7.2.	金晶科技.....	43
7.3.	筑博设计.....	43
7.4.	中装建设.....	43
7.5.	中国电建.....	44
7.6.	中国能建.....	44
7.7.	粤水电.....	44
7.8.	中国化学.....	45

7.9.	中国中冶	45
7.10.	蒙草生态	45
8.	风险提示	46

图表目录

图 1:	全球二氧化碳排放量上升趋势明显	5
图 2:	2021 年加州死亡谷高温逼近历史极值	5
图 3:	2021 年郑州特大暴雨	5
图 4:	全球能源消费量发展趋势及预测图	8
图 5:	我国能源构成中传统化石能源依旧处于主体性地位	8
图 6:	光伏发电原理	9
图 7:	我国光伏平准化度电成本持续降低	9
图 8:	CPIA 预计 2021-2030 年光伏地面电站不同等效利用小时数 LCOE 将持续下降	10
图 9:	CPIA 预计 2021-2030 年分布式电站不同等效利用小时数 LCOE 将持续下降	10
图 10:	2011-2021 年国内光伏年度新增装机规模以及 2022-2030 年新增规模预测 (单位: GW)	11
图 11:	2011-2021 年全球光伏年度新增装机规模以及 2022-2030 年新增规模预测 (单位: GW)	11
图 12:	全国碳交易市场 CEA 价格稳中有升	12
图 13:	《2020 年中国碳价调查》预计中国碳价将持续上升	12
图 14:	建筑行业及同类上市公司是光伏产业链的重要参与者	13
图 15:	改良西门子法为主流工艺, 棒状硅为主流产品	14
图 16:	改良西门子法工艺流程一览	15
图 17:	流化床颗粒硅反应器示意图	15
图 18:	光伏级多晶硅价格持续上涨 (美元/千克)	16
图 19:	协鑫科技乐山 10 万吨颗粒硅基地于 2022/7/22 投产, 有望缓解供小于求困境	16
图 20:	光伏结构组件示意图 (单玻组件)	17
图 21:	超白压花 (延) 玻璃透光率更为优秀, 是目前的主流工艺	18
图 22:	典型场景下采用单面或双面双玻光伏组件时光伏电站在 25 年全生命周期内的发电量	19
图 23:	典型应用场景下双面双玻光伏组件和单面光伏组件不同价差时光伏电站的 LCOE 变化趋势	19
图 24:	2021-2030 年单/双面组件市场占比变化趋势	19
图 25:	不同前盖板玻璃厚度的组件市场占比变化趋势	22
图 26:	2021-2030 年不同尺寸硅片市场占比变化趋势	23
图 27:	不同厚度玻璃抗冲击强度对比	23
图 28:	不同厚度玻璃抗弯强度对比	23
图 29:	光伏玻璃上市公司研发费用率整体呈上升趋势	24
图 30:	TCO 导电膜玻璃生产线	24
图 31:	当前光伏玻璃行业呈现双寡头格局	25
图 32:	福莱特成本优势明显 (元/平方米)	25
图 33:	部分企业在产产线与在建产线平均窑炉大小对比 (吨/日)	25
图 34:	青海格尔木 500MW 光伏项目 (集中式)	26
图 35:	达能中国饮料 4.3MW 光伏项目 (分布式)	26
图 36:	2022H1 新增专项债券发行明显提速 (数据更新至 7 月)	28
图 37:	2021-2030 年我国地面光伏系统初始全投资变化趋势 (单位: 元/W)	29

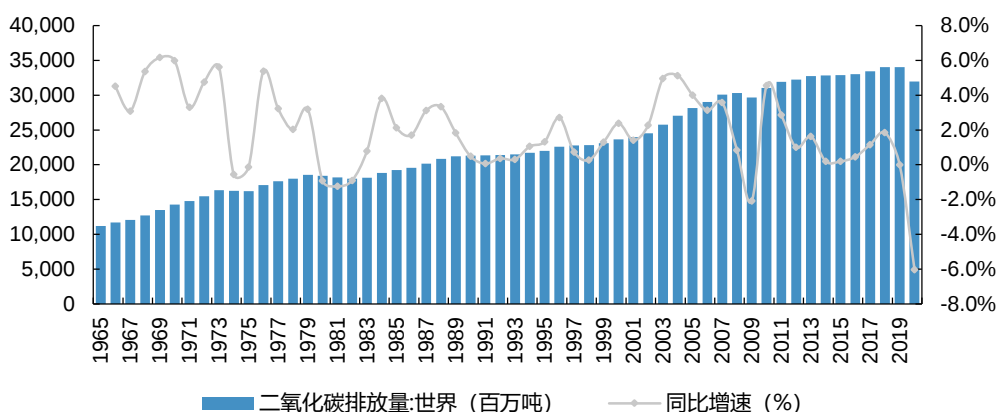
图 38: 生态+光伏典型应用场景	30
图 39: BAPV 屋顶	32
图 40: BIPV 屋顶	32
图 41: 分布式光伏整县推进试点县在全国的分布情况	34
图 42: 2012-2021 年我国建筑业竣工面积 (单位: 亿平米)	35
图 43: 当前分布式屋顶光伏项目的单瓦平均报价约为 3.97 元	35
图 44: 建筑设计院具备建筑、结构、给排水、电气、暖通这五大部门	38
图 45: 光伏幕墙案例一: 嘉兴科创中心	39
图 46: 光伏幕墙案例二: 大同能源馆	39
图 47: 国内幕墙市场集中度高度分散	41
表 1: 各国家/地区最新碳减排承诺	6
表 2: 双碳 1+N 已发布政策	7
表 3: 2025 年可再生能源开发利用主要目标	7
表 4: 国家发改委发布的光伏发电上网电价相关政策由度电补贴逐步调整为平价上网	11
表 5: 光伏玻璃与普通玻璃性能对比	18
表 6: 2022-2025 年光伏玻璃需求测算	20
表 7: 2022 年点火在建超白压延玻璃生产线	21
表 8: 日融化量 1000 吨窑炉生产不同厚度玻璃对应的玻璃产量与组件功率	22
表 9: 光伏玻璃企业自有矿产资源及相关事件一览	26
表 10: 风光大基地建设相关政策	27
表 11: 硅料价格持续上涨, 带动电池片、组件全面涨价	28
表 12: 2021 年光伏电站出售情况 (部分)	29
表 13: 光伏+生态修复项目面积测算	31
表 14: 某钢结构屋面的厂房 BAPV 系统与 BIPV 成本对比表	33
表 15: 各类型房屋屋顶总面积可安装光伏发电比例	33
表 16: 弹性假设下新建分布式屋顶光伏项目市场空间测算表 (亿元)	36
表 17: 经测算, 我们认为存量光伏屋顶面积的空间约为 39 亿平米	36
表 18: 弹性假设下新建分布式屋顶光伏项目市场空间测算表	37
表 19: 光伏屋顶回收期弹性测算表 (年)	37
表 20: 光伏幕墙系统发电能力小于光伏屋顶系统	39
表 21: 案例中建造费用拆分	40
表 22: 案例中维护费用计算过程	40
表 23: 光伏幕墙回收期弹性测算表 (年)	41
表 24: 弹性假设下光伏幕墙市场空间测算表 (亿元)	42

1. 双碳下光伏乃大势所趋，平价上网强化增长确定性

1.1. 降低碳排放成为国际共识，我国双碳政策稳步推进

全球温室效应日益严重，导致极端天气将大幅增加。温室效应是指，行星的大气层吸收了辐射能，使得行星表面温度升高的效应。引起温室效应的气体叫温室气体，包括二氧化碳、甲烷、各种氟氯烃、臭氧和水蒸气等。人类的活动，特别是自工业化以来的，使得地球大气层中的温室气体不断增加。目前全球每年向大气中排放的温室气体大约 510 亿吨，且呈上升趋势。其中二氧化碳的排放量从 1965 年的 111.89 亿吨，增长至 2019 年的 343.56 亿吨，54 年间增长了 207%，年复合增长率 2.1%。联合国气候报告指出，由于温室效应加剧，北美、欧洲、澳大利亚、南美、亚洲、撒哈拉沙漠以南非洲等地球上大部分地区已经在忍受包括热浪在内的高温极端天气。假使没有人类的影响，近期的一些极端高温天气，例如加州死亡谷高温、郑州特大暴雨，是极不可能发生的。随着全球温度的上升，高温极端天气发生的强度和频率都在迅速增加。

图 1：全球二氧化碳排放量上升趋势明显



数据来源：东北证券，Wind

图 2：2021 年加州死亡谷高温逼近历史极值



数据来源：东北证券，路透社

图 3：2021 年郑州特大暴雨



数据来源：东北证券，中国新闻网

随着温室效应危害显现，减少碳排放、实现碳中和成为国际共识。各国陆续做出碳减排承诺，高碳能源的主流地位将逐渐被清洁能源取代。根据 2015 年达成的《巴黎协定》，全球各国家与地区将共同努力，争取将全球气温的升幅限定在比工业化前水平高 2℃ 以内，为此各国必须每五年提交一份经修订的减排计划，即由各国家决定的减排贡献。2020 年各国家与地区做出了最新的减排承诺。其中，美国、日本、韩国、欧盟等承诺 2050 年实现碳中和，中国、沙特阿拉伯承诺 2060 年实现碳中和，印度承诺 2070 年实现碳中和。

表 1：各国家/地区最新碳减排承诺

国家/地区	碳减排承诺
中国	到 2030 年二氧化碳排放量达到峰值，并实现稳中有降，到 2060 年实现碳中和
美国	到 2030 年温室气体排放水平比 2005 年减少 50-52%，到 2050 年实现碳中和
日本	到 2030 年温室气体排放水平比 2005 年减少 46%，到 2050 年实现碳中和
韩国	到 2030 年温室气体排放量比 2018 年减少 40%，到 2050 年实现碳中和
欧盟	到 2030 年碳排放相比 1990 年的水平减少 55%，到 2050 年实现碳中和
澳大利亚	到 2030 年温室气体排放量较 2005 年减少 26%-28%，到 2050 年实现碳中和
俄罗斯	到 2050 年温室气体排放量在 2019 年排放水平上降低 60%，在 1990 年排放水平上降低 80%，到 2060 年实现碳中和
印度	到 2070 年实现碳中和
沙特阿拉伯	到 2060 年实现碳中和
挪威	到 2030 年，温室气体排放量比 1990 年水平至少削减 50%，到 2050 年实现碳中和
英国	到 2050 年实现碳中和
加拿大	到 2050 年实现碳中和

数据来源：东北证券，公开信息收集

双碳“1+N”政策陆续出台，展示了中国降碳的决心与信心。2021 年 9 月 22 日，中共中央、国务院下发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，简称《意见》，是碳达峰碳中和“1+N”政策体系中的“1”，明确了 3060 双碳目标，即中国到 2030 年二氧化碳排放量达到峰值并实现稳中有降，到 2060 年实现碳中和的目标。2021 年 10 月 24 日，国务院印发《2030 年前碳达峰行动方案》，简称《方案》，是碳达峰阶段的总体部署，是“N”中为首的政策文件。《方案》在与《意见》保持目标和方向衔接的同时，将 2030 年前任务更加细化。其中，将非化石能源消费比重达 20% 的目标达成时间提前 5 年至 2025 年。2021 年 11 月 1 日，习主席在第 26 届联合国气候变化大会上表示，中国后续还将发布能源、工业、建筑等各个领域的实施方案，出台科技、碳汇、金融等保障措施，明确降碳的时间表、路线图、施工图。2022 年 2 月 10 日，国家发改委和国家能源局发布《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》。目前，国家发改委正在研究制定电力、钢铁、有色金属、石化化工、建材、建筑、交通等行业的碳达峰实施方案。

表 2: 双碳 1+N 已发布政策

发布时间	体系地位	发布单位	主要内容
2021 年 9 月	1	中共中央、国务院	关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见
2021 年 10 月	N	国务院	2030 年前碳达峰行动方案
2022 年 2 月	N	国家发改委、国家能源局	关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见

数据来源: 东北证券, 公开信息收集

《“十四五”可再生能源发展规划》出台, 锚定碳达峰、碳中和与 2035 年远景目标。

2022 年 6 月 1 日, 国家发改委等九部委联合发布《“十四五”可再生能源发展规划》, 提出下列目标: 按照 2025 年非化石能源消费占比 20%左右任务要求, 大力推动可再生能源发电开发利用; 2025 年, 可再生能源消费总量达到 10 亿吨标准煤左右, “十四五”期间, 可再生能源在一次能源消费增量中占比超过 50%; 2025 年, 可再生能源年发电量达到 3.3 万亿千瓦时左右, “十四五”期间, 可再生能源发电量增量在全社会用电量增量中的占比超过 50%; 2025 年, 全国可再生能源电力总量消纳责任权重达到 33%左右, 可再生能源电力非水电消纳责任权重达到 18%左右; 展望 2035 年, 我国将基本实现社会主义现代化, 碳排放达峰后稳中有降, 在 2030 年非化石能源消费占比达到 25%左右, 为达此目标, “十四五”期间, 我国光伏年均新增光伏装机或将超过 75GW。

表 3: 2025 年可再生能源开发利用主要目标

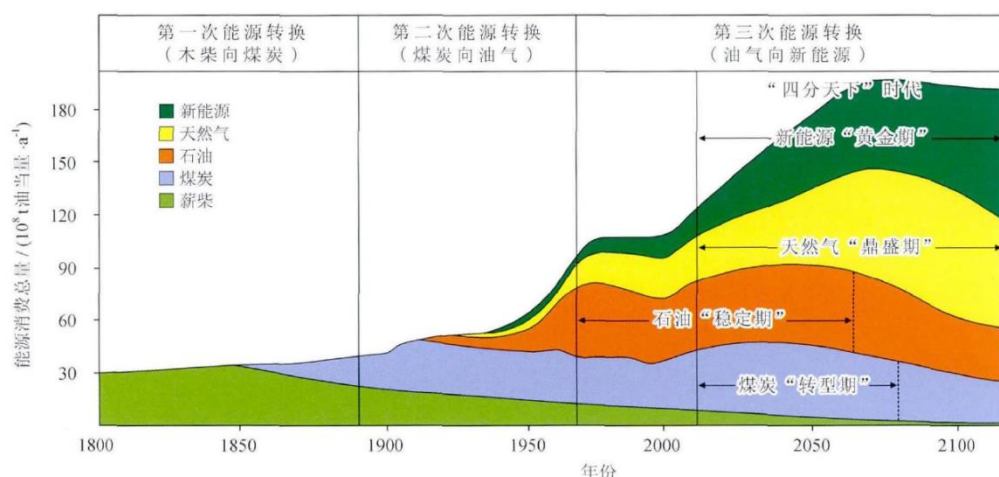
类别	单位	2020 年	2025 年	属性
1 可再生能源发电利用				
1.1 可再生能源电力总量消纳责任权重	%	28.8	33	预期性
1.2 非水电可再生能源电力消纳责任权重	%	11.4	18	预期性
1.3 可再生能源发电量	万亿千瓦时	2.21	3.3	预期性
2 可再生能源非电利用	万吨	—	6000	预期性
3 可再生能源利用总量	亿吨标准煤	6.8	10	预期性

数据来源: 东北证券, 《“十四五”可再生能源发展规划》

1.2. 光伏行业度电成本下降明显, 是碳中和的主力军

碳中和的实现依赖于能源结构的转变, 绿色电力将逐渐取代油气成为主要能源。根据中国科学研究院院士邹才能等人的研究, 历史上的能源变革已经经历了木柴向煤炭、煤炭向油气的转换, 目前正处于油气向新能源转换的时期。回顾过去, 人类最早采用能源是木柴, 满足了烹饪、取暖等基本需求。随着技术的进步, 蒸汽技术、燃煤发电技术的发明极大地促进了煤炭产业的发展, 煤炭逐渐取代木柴成为主流。20 世纪中期, 内燃机技术快速发展, 造就了油气产业和汽车产业的共同繁荣, 石油与天然气的消费总量占比迅速提升。

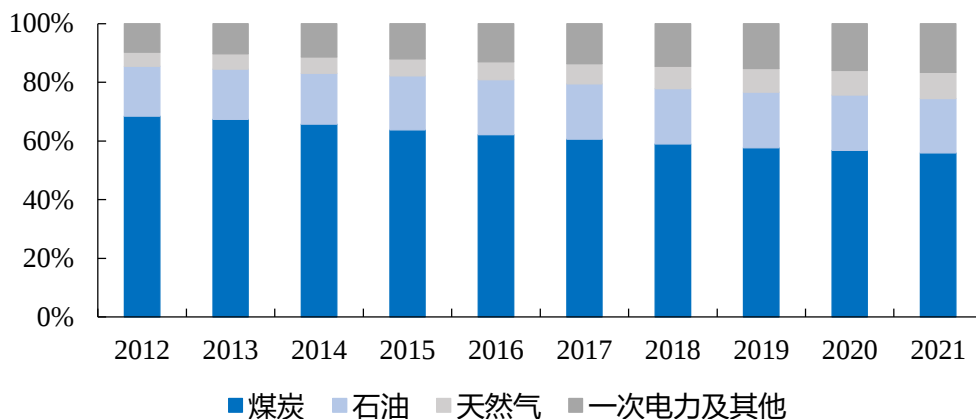
图 4：全球能源消费量发展趋势及预测图



数据来源：东北证券，天然气工业

能源结构转变是我国保障能源安全的重要举措。俄乌冲突爆发后，以美国为首的西方国家对俄罗斯发起了能源制裁，俄罗斯则采取了反制措施。西方国家与俄罗斯的能源斗争已经对世界石油、天然气和煤炭的供应、价格等造成了较大冲击。尽管我国清洁能源消费占比在持续提升，但我国能源构成中传统化石能源依旧处于主体性地位，石油和天然气对外依存度高，2021 年两者分别为 72%与 45%。为了避免未来国际地缘政治冲突对中国能源安全造成巨大破坏，中国应抓紧推进新能源转型，加强能源自主供给能力，加快实现可持续的、固有的能源安全。

图 5：我国能源构成中传统化石能源依旧处于主体性地位

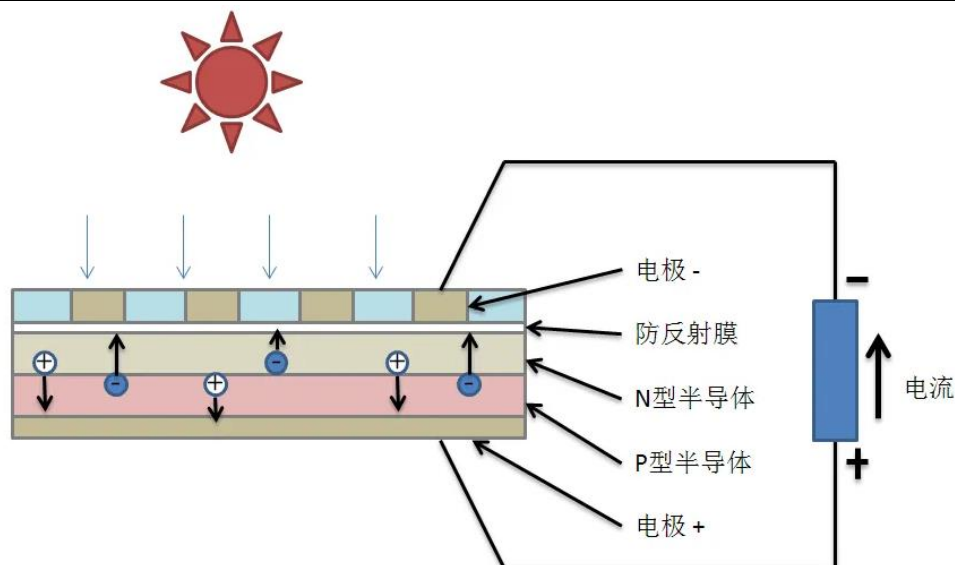


数据来源：东北证券，国家统计局

能源结构转变的关键在于新老能源的成本对比。当新能源的度电成本高于油气时，从经济性的角度来讲建设新能源电站并不合算，因而需要政策补贴来刺激行业发展；而当新能源的度电成本接近甚至低于油气时，新能源的内生增长的动力将显现，行业扩张不再依赖于政策补贴力度。市场化的竞争会帮助良币驱逐劣币，有利于加速行业整合。

光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术。这种技术的关键元件是太阳电池，太阳电池由半导体材料制成，在一片半导体材料表面形成 PN 结，在两面引出电极构成太阳电池，当阳光照射到太阳电池时，就会产生电势。

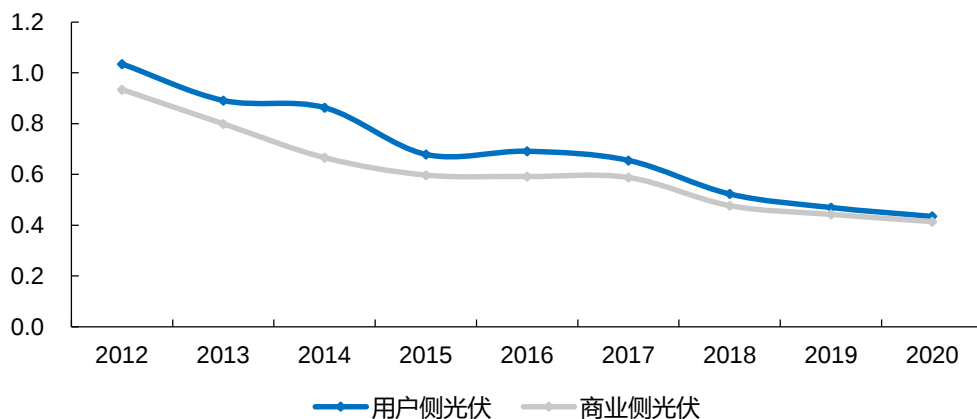
图 6：光伏发电原理



数据来源：东北证券，公开资料整理

全行业降本增效下，光伏平准化度电成本持续降低，目前已经接近燃煤标杆基准电价水平。当前常用的电力成本为平准化度电成本（LCOE），就是对项目生命周期内的成本和发电量进行平准化后计算得到的发电成本，即生命周期内的成本现值/生命周期内发电量现值。全行业降本增效下，我国商业侧光伏的平准化度电成本从 2012 年的 0.93 元/千瓦时，下降至 2020 年的 0.41 元/千瓦时；用户侧光伏的平准化度电成本从 2012 年的 1.03 元/千瓦时，下降至 2020 年的 0.43 元/千瓦时。光伏发电的度电成本已经接近燃煤标杆基准电价水平，使得绿色电力的大规模应用已经逐步具备现实的经济性。

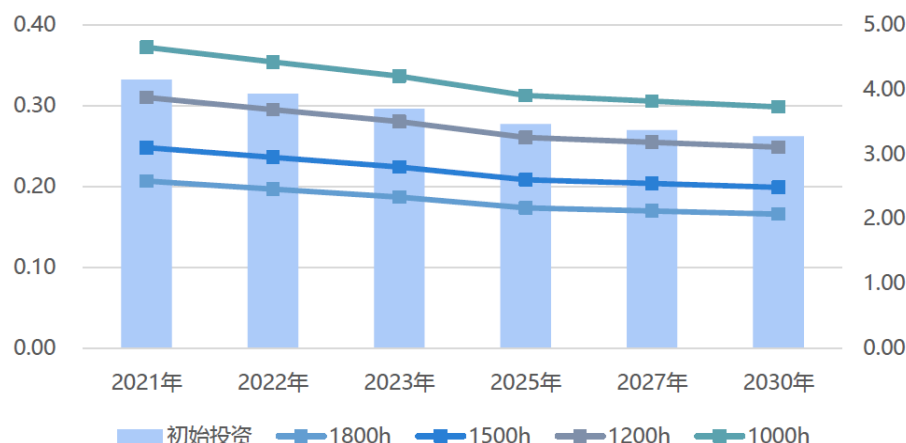
图 7：我国光伏平准化度电成本持续降低



数据来源：东北证券，Wind，IRENA

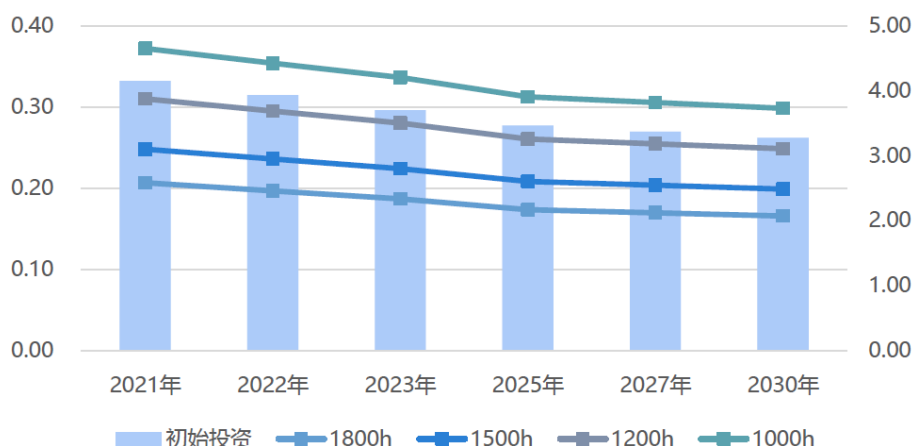
集中式/分布式光伏电站的平准发电成本（LCOE）未来仍存在明显的下降空间，有望持续增厚行业利润。据《中国光伏产业发展路线图（2021年版）》统计，2021年，全投资模型下地面光伏电站在1800小时、1500小时、1200小时、1000小时等效利用小时数的LCOE分别为0.21、0.25、0.31、0.37元/kWh；全投资模型下分布式光伏发电系统在1800小时、1500小时、1200小时、1000小时等效利用小时数的LCOE分别为0.19、0.22、0.28、0.33元/kWh。据协会预测，随着硅烷流化床法、N型电池等新技术的发展，地面光伏电站与分布式光伏发电系统的LCOE仍将持续下降。

图 8: CPIA 预计 2021-2030 年光伏地面电站不同等效利用小时数 LCOE 将持续下降



数据来源：东北证券，CPIA

图 9: CPIA 预计 2021-2030 年分布式电站不同等效利用小时数 LCOE 将持续下降



数据来源：东北证券，CPIA

伴随着光伏、陆上风电的平准化度电成本持续降低，我国政策也实现了由度电补贴到平价上网的跨越。这一方面调动了各方投资的积极性，加快了风电、光伏发电产业发展的节奏，另一方面降低了光伏行业对政策补贴的依赖性，使得行业扩张的稳定性与确定性增强，我们认为 2018 年以来光伏行业的快速发展与平价上网有着较强的相关性。

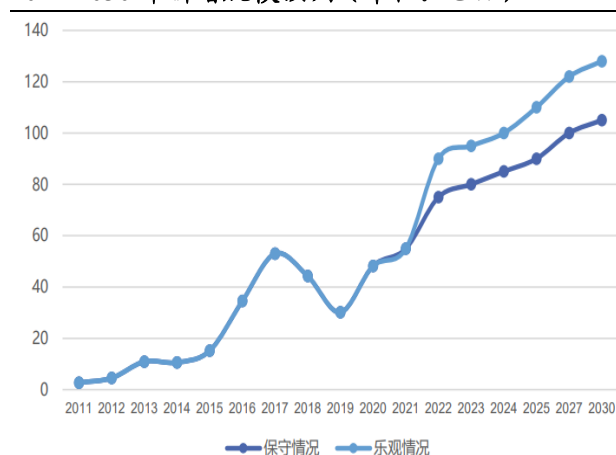
表 4: 国家发改委发布的光伏发电上网电价相关政策由度电补贴逐步调整为平价上网

发布时间	文件名称	主要内容
2013 年 8 月	《关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展的通知》	将全国分为三类太阳能资源区, 规定 I-III 类资源区光伏电站标杆上网电价分别为 0.90、0.95、1.00 元/千瓦时; 明确了对分布式光伏发电的补贴标准为 0.42 元/千瓦时。
2016 年 12 月	《关于调整光伏发电、陆上风电标杆上网电价的通知》	将 I-III 类资源区光伏电站标杆上网电价下调为 0.65、0.75、0.85 元/千瓦时。
2017 年 12 月	《关于 2018 年光伏发电项目价格政策的通知》	将 I-III 类资源区光伏电站标杆上网电价下调为 0.55、0.65、0.75 元/千瓦时; 采用“自发自用、余量上网”模式的分布式光伏发电项目, 全电量度电补贴标准调整为每千瓦时 0.37 元。
2019 年 4 月	《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》	将 I-III 类资源区光伏电站标杆上网电价下调为 0.40、0.45、0.55 元/千瓦时; 采用“自发自用、余量上网”模式的分布式光伏发电项目, 全发电量补贴标准调整为每千瓦时 0.10 元。
2020 年 3 月	《关于 2020 年光伏发电上网电价政策有关事项的通知》	将 I-III 类资源区光伏电站标杆上网电价下调为 0.35、0.4、0.49 元/千瓦时; 采用“自发自用、余量上网”模式的分布式光伏发电项目, 全发电量补贴标准调整为 0.05 元/千瓦时。
2021 年 6 月	《关于 2021 年新能源上网电价政策有关事项的通知》	2021 年起, 对新备案集中式光伏电站、工商业分布式光伏项目和新核准陆上风电项目, 中央财政不再补贴, 实行平价上网。

数据来源: 东北证券, 国家发改委网站

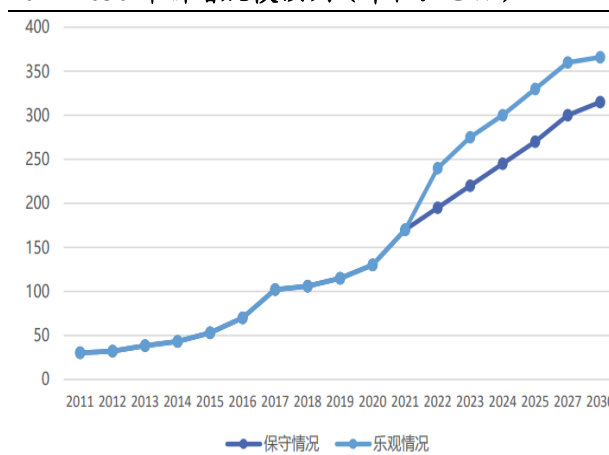
平价上网背景下, 光伏行业持续快速发展, 2022 年有望成为光伏装机大年。2021 年, 国内光伏新增装机 54.88GW, 同比增加 13.9%, 其中, 分布式光伏装机 29.28GW, 占全部新增光伏发电装机的 53.4%, 历史上首次突破 50%。在利好政策刺激下, 2022 年 H1 国内光伏新增装机达 30.88GW, 同比高增 137%; 多晶硅、硅片、电池、组件产量同比增长均在 45%以上; 出口总额 259 亿美元, 同比增长 113%。CPIA 亦将 2022 年全球光伏新增装机量预测由 195-240GW 上调至 205-250GW, 将 2022 年我国光伏新增装机量预测由 75-90GW 上调至 85-100GW, 由此可见, CPIA 认为 2022H2 我国光伏新增装机量将在 54.12-69.12GW 之间, 下半年光伏装机量有望进一步提速。

图 10: 2011-2021 年国内光伏年度新增装机规模以及 2022-2030 年新增规模预测 (单位: GW)



数据来源: 东北证券, CPIA

图 11: 2011-2021 年全球光伏年度新增装机规模以及 2022-2030 年新增规模预测 (单位: GW)

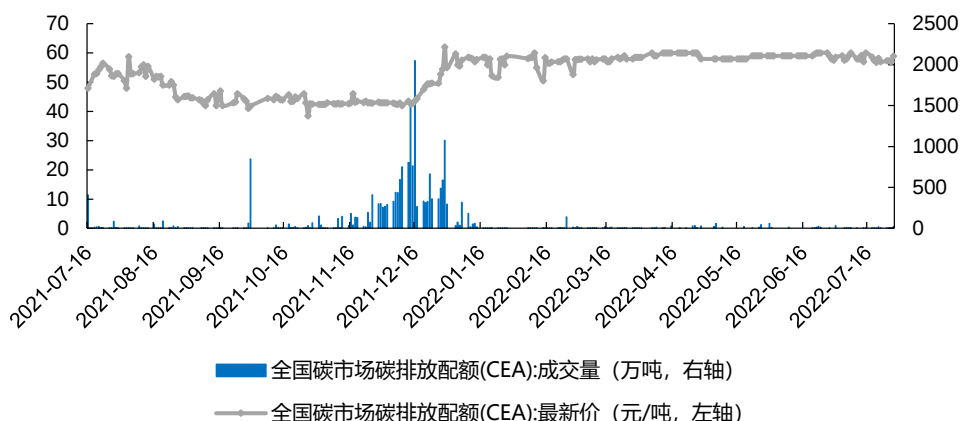


数据来源: 东北证券, CPIA

1.3. 全国碳交易市场已开启，光伏作为清洁能源有望受益

全国碳交易市场已开启，碳价稳中有升。2021年7月16日正式上线运行的全国碳市场，运行一年来碳排放配额（CEA）累计成交量1.94亿吨，累计成交金额达84.92亿元，期间CEA（全国）价格小幅上行，2022年7月28日的价格为58.96元/吨。

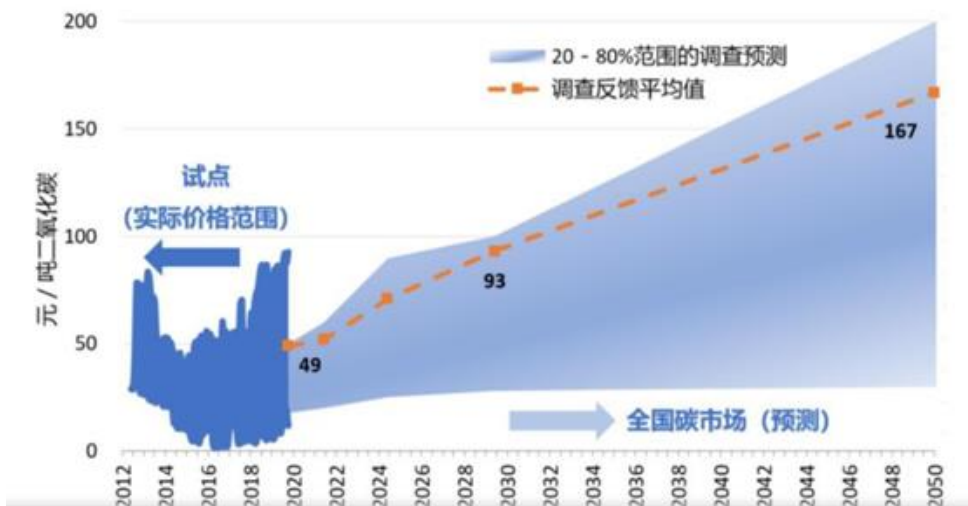
图 12：全国碳交易市场 CEA 价格稳中有升



数据来源：东北证券，CPIA

CEA 价格长期看上行仍有动力，光伏项目作为清洁能源有望受益。《2020 年中国碳价调查报告》预计，随着全国碳市场趋于成熟，覆盖范围由电力行业扩大至石化、化工、建材、钢铁、有色金属、造纸、国内民用航空行业，而环保要求趋严也带来更严格的减排目标，总体看碳价上行趋势将比较明显。报告统计 2025 年 CEA 平均预期价格为 71 元/吨，2030 年 CEA 平均预期价格为 93 元/吨，2050 年 CEA 平均预期价格为 167 元/吨。此外，未来配额分配机制会逐渐由免费向有偿分配转变，也会给碳价以支撑。考虑到光伏属于国家鼓励的新能源投资项目，后续有可能将获得绿证或 CCER 收入，叠加 CEA 价格上升趋势，项目投资收益有望进一步增加。

图 13：《2020 年中国碳价调查》预计中国碳价将持续上升



数据来源：东北证券，《2020 年中国碳价调查》

1.4. 光伏行业全产业链中，建筑行业及同类上市公司是重要参与者

原材料方面，多晶硅作为光伏核心原材料，具有产能投资金额大、技术工艺复杂、投产周期长等特点，技术壁垒较高，因而在 2005 年以前被国外垄断。此后，建筑央企引领了多晶硅的国产化进程，是该领域的重要参与者。

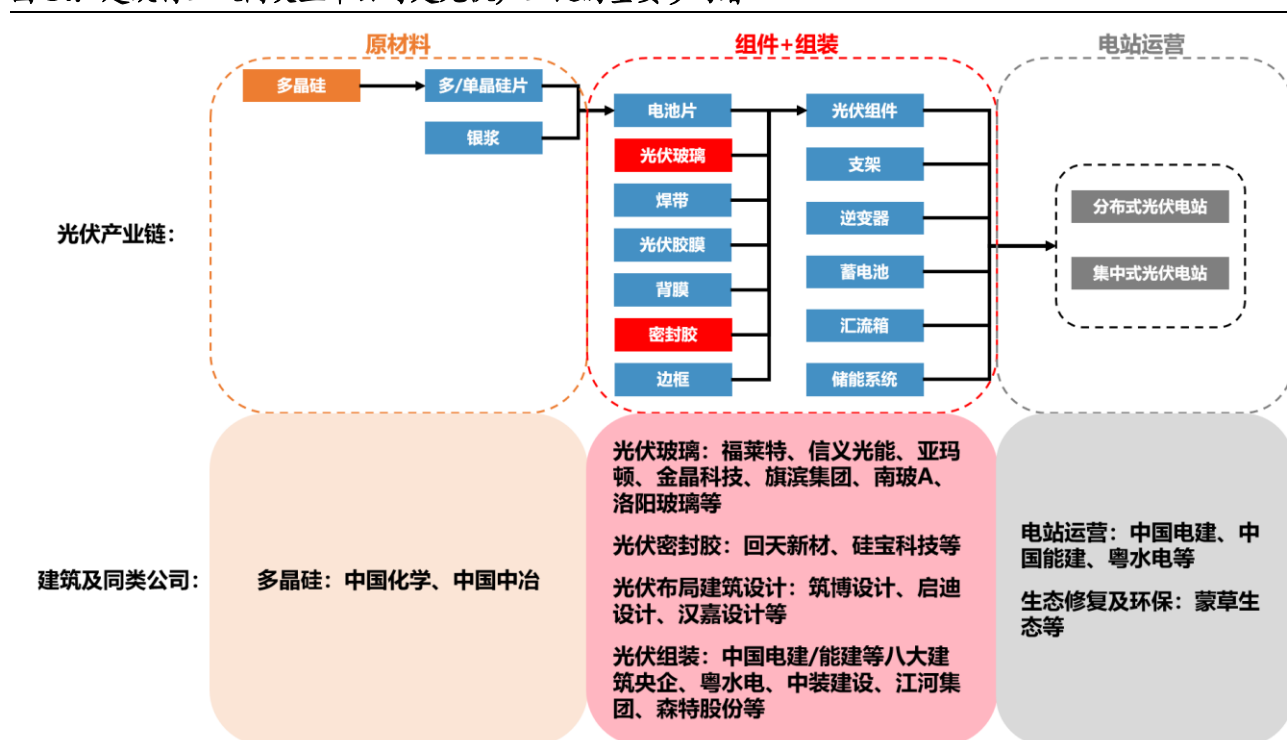
光伏玻璃方面，作为光伏组件不可或缺的配件之一，其在技术要求与质量标准等方面的要求都远高于普通玻璃。考虑到光伏玻璃与光伏幕墙之间的强相关性，因而也将其纳入建筑行业及同类上市公司范围内。

光伏布局建筑设计方面，由于分布式光伏屋顶的设计难度总体较低，现有建筑设计院通常具备建筑、结构、给排水、电气、暖通这五大部门，完全有能力在建筑设计时同时兼顾光伏设计，因此光伏设计有望成为传统建筑设计公司业务增量。

光伏组装方面，中国电建/能建等八大建筑央企、粤水电、中装建设均有相应项目完成/在建/落地；江河集团、森特股份等亦在由传统幕墙/钢结构业务向光伏幕墙/屋顶转型。

电站运营方面，随着光伏度电成本下降，现有集中式/分布式光伏项目的内部收益率可观，激励传统建筑公司向清洁能源运营商转型；“光伏+生态修复”是一种太阳能与土地多重利用的模式，有望借第二批风光大基地东风而起，亦可关注传统生态修复类上市公司。

图 14：建筑行业及同类上市公司是光伏产业链的重要参与者



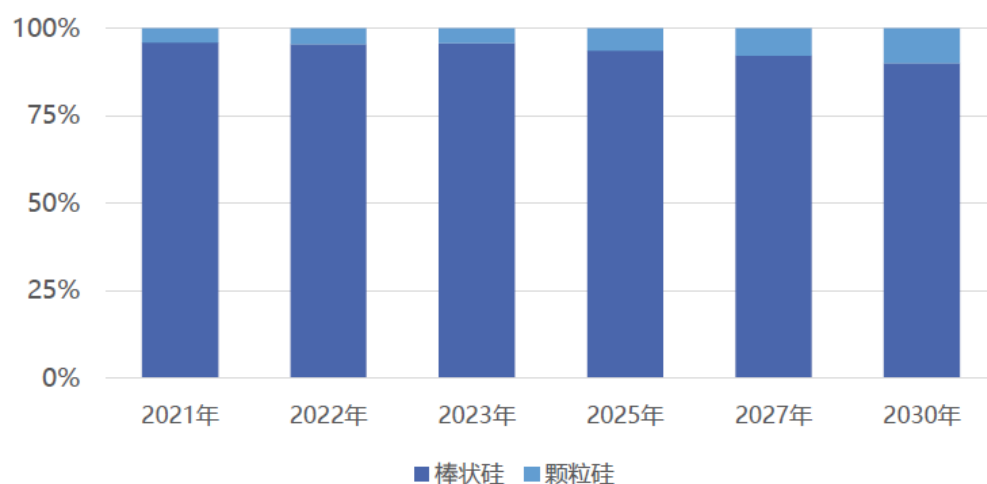
数据来源：东北证券

2. 多晶硅：光伏核心原材料，价格高企激发下游扩产动力

多晶硅是太阳能光伏和电子信息产业重要的基础原料，技术壁垒较高。作为半导体材料，全球 85% 以上的光伏电池和 95% 以上的半导体元器件均采用硅基材料。作为光伏产品制造的基础原材料，多晶硅具有产能投资金额大、技术工艺复杂、投产周期长等特点，技术壁垒较高。

改良西门子法为主流工艺。当前主流的多晶硅生产技术主要有改良西门子法（三氯氢硅法）和硅烷流化床法，产品形态分别为棒状硅和颗粒硅。改良西门子法生产工艺相对成熟，2021 年棒状硅市占率为 95.9%，是当前的主流工艺。尽管从未来看，若颗粒硅的产能进一步扩张，并且随着生产工艺的改进和下游应用的拓展，市场占比会进一步提升，但难以大规模替代改良西门子法。

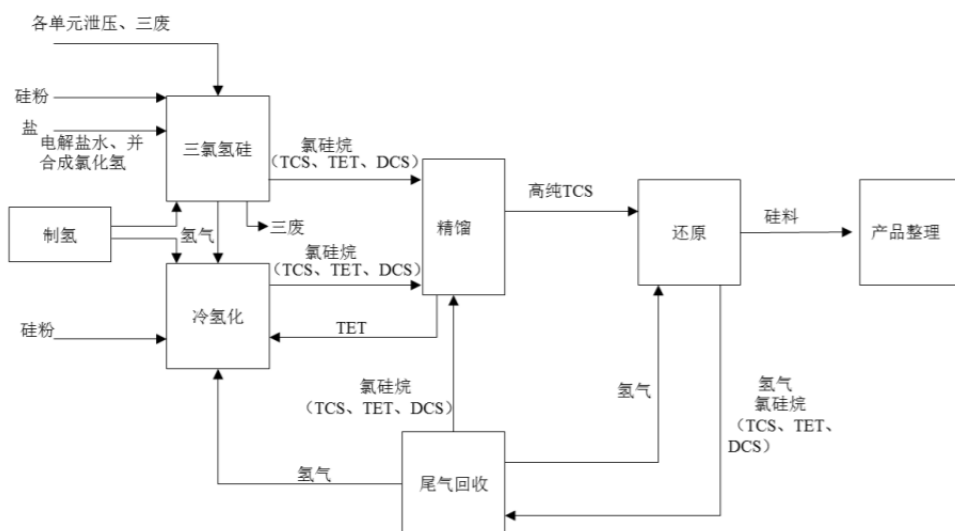
图 15：改良西门子法为主流工艺，棒状硅为主流产品



数据来源：东北证券，CPIA

改良西门子法是用氯气和氢气合成氯化氢，氯化氢与工业硅粉在一定的温度下生产三氯氢硅，然后对三氯氢硅进行分离精馏提纯，提纯后的三氯氢硅在还原炉内进行化学气相沉积反应生产高纯多晶硅，其主要是在西门子法基础上增加了尾气回收和四氯化硅氢化工艺，实现了生产过程的闭路循环和原料的循环利用，解决了西门子法还原过程单次转化率较低的问题，提高了物料使用率，降低了生产成本，同时避免副产品直接排放污染环境。

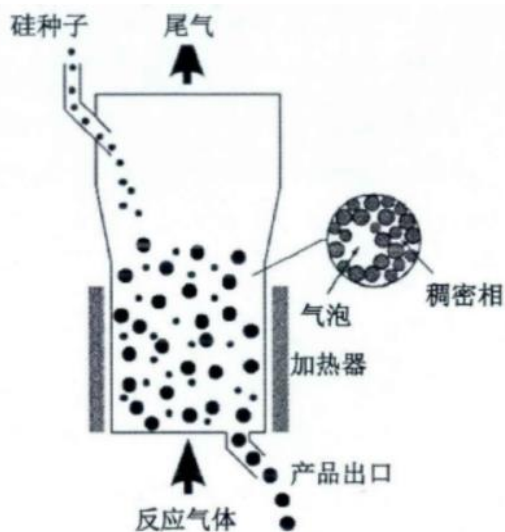
图 16：改良西门子法工艺流程一览



数据来源：东北证券，大全能源招股说明书

硅烷流化床法主要是硅烷和氢气的混合气通过反应器底部进入流化床。在反应器顶部加入平均粒径约为 0.2~0.6 mm 的细小硅颗粒作为籽晶，在反应器外壁加热器的作用下，同时伴随载气流速的不断增加，颗粒床层由固定床转变为流化床，转变时对应的流速即为最小流化速度 U_{mf} 。最小流化气速 U_{mf} 可以通过尔格方程测算。在此条件下，硅烷受热立即分解为硅和氢气。硅烷分解后产生的硅沉积在籽晶表面，籽晶颗粒长到一定尺寸由于重力作用掉落到反应器底部，从反应器底的颗粒收集系统采出。这种持续加入籽晶和通入硅烷气和载气的方法，可以达到连续化生产。硅烷流化床法生产粒状硅在技术方面和成本控制方面均有明显的优势，硅烷流化床在技术方面客观存在的技术难题主要包括流化床平稳性控制，产品中存在残氢，产品表面存在硅粉以及产品杂质含量有待提高等方面。以上的问题逐步解决后，硅烷流化床法生产粒状硅在多晶硅行业的优势将更加明显，市场中的占有率会进一步增大。

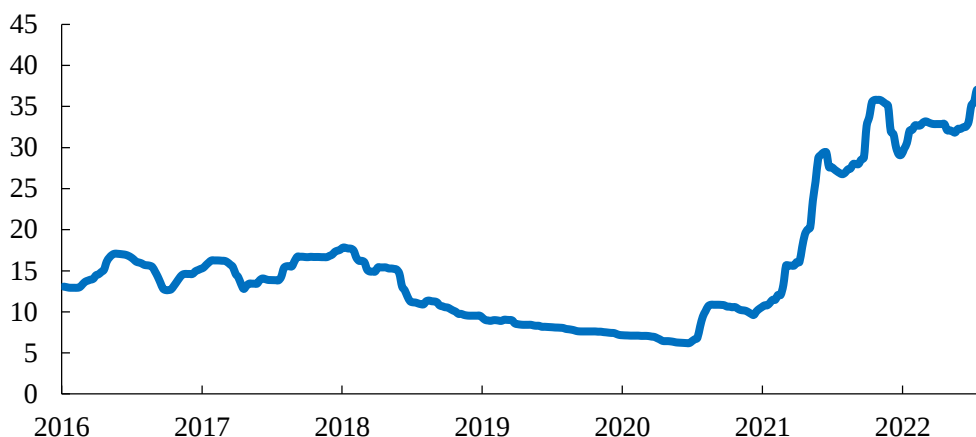
图 17：流化床颗粒硅反应器示意图



数据来源：东北证券，海南省绿色金融研究院

多晶硅价格高企，企业扩产动力十足。在光伏装机需求旺盛的背景下，多晶硅价格持续上扬，截止 2022 年 7 月 27 日，光伏级多晶硅报价为 38.32 美元/千克，较年初上涨 28.29%。

图 18: 光伏级多晶硅价格持续上涨（美元/千克）



数据来源：东北证券，Wind

2022H2 起多晶硅价格有望下行。根据硅业分会的统计，截止到 2021 年底，全国多晶硅生产企业共 13~14 家，总产能约 58 万吨；根据国内硅料企业最新生产运行计划，全年硅料产量将再次调高预期至 80 万吨，其中包括三季度初将投产释放的乐山协鑫（已于 7 月下旬投产）、包头新特、内蒙古通威等。2022 年 1 月-3 月，特变电工、大全能源、合盛硅业、上机数控、东方希望、中来股份、吉利科技、宝丰集团等企业规划了 140 万吨多晶硅产能，综合来看 2022H2 起多晶硅价格有望下行。

图 19: 协鑫科技乐山 10 万吨颗粒硅基地于 2022/7/22 投产，有望缓解供小于求困境



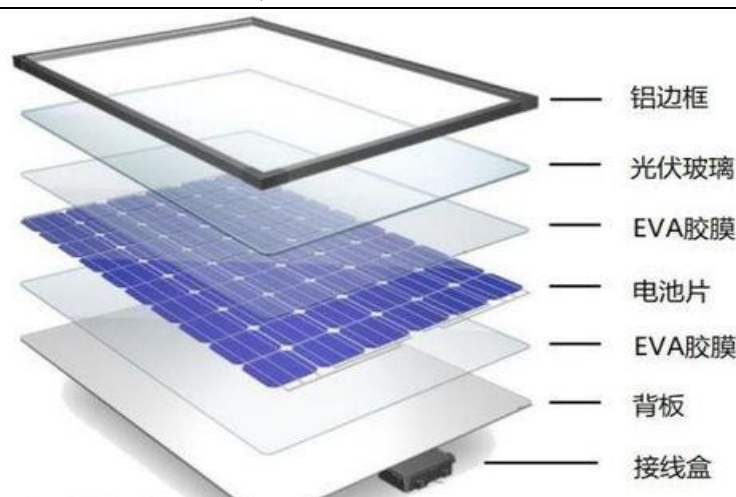
数据来源：东北证券，Wind

3. 光伏玻璃：预计供需维持紧平衡，建议关注技术迭代与成本管控能力

3.1. 光伏玻璃不可或缺，其中超白压延为当前主流工艺

光伏玻璃是光伏组件不可缺少的配件之一。由于单体太阳能光伏电池机械强度差，容易破裂；空气中的水分和腐蚀性气体会逐渐氧化和锈蚀电极，无法承受露天工作的严酷条件；同时单体光伏电池的工作电压通常较小，难以满足一般用电设备的需要。因此太阳能电池片通常被 EVA 胶片密封在一片封装面板和一片背板的中间，组成具有封装及内部连接的、能单独提供直流电输出的、不可分割的光伏组件。而若干个光伏组件、逆变器、其他电器配件可以进一步组成光伏发电系统。覆盖在光伏组件上的光伏玻璃经过镀膜后，可以确保有更高的光线透过率，使太阳能电池片可以产生更多的电能；同时，经过钢化处理的光伏玻璃具有更高的强度，可以使太阳能电池片承受更大的风压及较大的昼夜温差变化。

图 20：光伏结构组件示意图（单玻组件）



数据来源：东北证券，太阳能杂志社

光伏玻璃一般使用超白玻璃，在料方设计、工艺系统设计、熔窑窑池结构、操作制度、控制制度和产品质量标准等方面的要求都远高于普通玻璃。普通玻璃光伏玻璃最重要的特性就是太阳光的高透过率。普通玻璃因为含铁量较高，往往呈现绿色，透光率较低，因此光伏玻璃一般使用超白玻璃。目前，普通玻璃的铁含量一般在 0.2% 以上，而光伏玻璃的含铁量根据国家标准必须低于 0.015%。因此超白玻璃在料方设计、工艺系统设计、熔窑窑池结构、操作制度、控制制度和产品质量标准等方面的要求都远高于普通玻璃。此外，光伏玻璃在抗冲击、抗老化、耐腐蚀方面的要求亦远高于普通玻璃，两者的生产技术存在明显区别，普通玻璃的生产线无法轻易转换为光伏玻璃生产线。

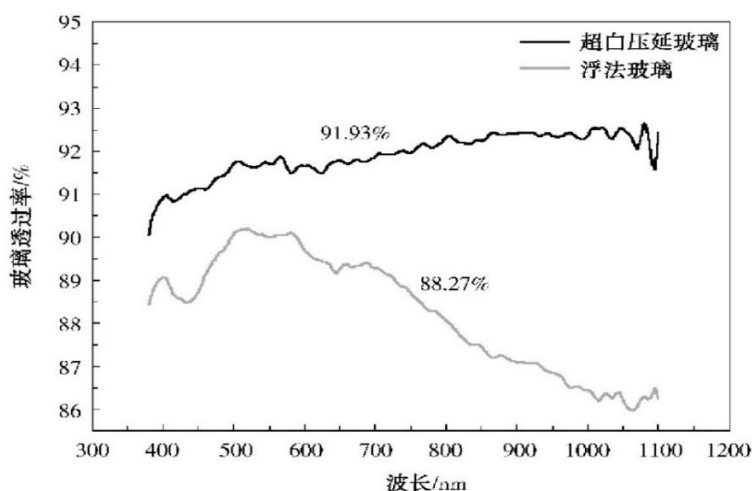
表 5: 光伏玻璃与普通玻璃性能对比

	光伏玻璃	普通玻璃
铁含量	$\leq 0.015\%$	$\geq 0.2\%$
光伏透射比	$\geq 91.5\%$ (按 3.2mm 厚度计算)	88~89%
抗冲击性能	采用钢化玻璃 (限制自爆率)	不一定进行钢化处理
耐腐蚀性能	对雨水、有害气体及清洁剂具有一定的耐腐蚀性能	耐腐蚀性相对较差

数据来源: 东北证券, 福莱特招股说明书

可满足上述条件的只有超白浮法玻璃和超白压花 (延) 玻璃, 后者是目前的主流工艺, 主因透光率更为优秀。与超白浮法玻璃相比, 太阳能超白压花玻璃的正面用特殊的绒面处理, 减少光的反射, 反面用特殊花型处理, 极大地增强了太阳光不同入射角的透过率, 加上本体的高透过率, 使得超白压花玻璃在太阳光长期照射下确保优异的透光率。在太阳光斜射及安装存在一定角度时, 超白压花玻璃比超白浮法玻璃的综合光透射比高约 3% 至 4%。根据福莱特招股说明书, 太阳光透过率每提高 1%, 组件发电功率可提升约 0.8%, 因此超白压花玻璃是晶体硅电池面板的首选材料。

图 21: 超白压花 (延) 玻璃透光率更为优秀, 是目前的主流工艺

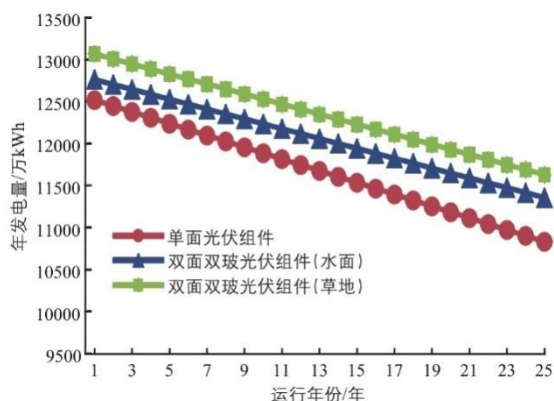


数据来源: 东北证券, 《双玻组件用背板玻璃材料的性能分析》

3.2. 听证会制度下产能密集爆发, 预计供需维持紧平衡

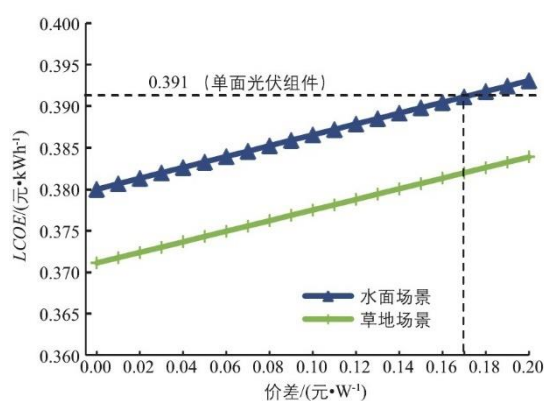
除光伏装机量增加外, 双玻组件渗透率的提升亦是需求增长的驱动因素。根据《基于 LCOE 的单面与双面双玻光伏组件经济性分析》, 应用双玻光伏组件光伏电站在 25 年全生命周期内的发电量要远高于应用单面光伏组件的电站。同时, 随着光伏玻璃轻薄化趋势的演进, 单面与双面双玻光伏组件的成本差距缩小, 其经济性增强, 因而双玻组件渗透率持续提升。原来由一片光伏玻璃为盖板的单玻光伏组件化身为 2 片光伏玻璃组成的双玻组件, 这种结构性变化将使光伏玻璃需求大幅度扩大。

图 22：典型场景下采用单面或双面双玻光伏组件时光伏电站在 25 年全生命周期内的发电量



数据来源：东北证券，《基于 LCOE 的单面与双面双玻光伏组件经济性分析》

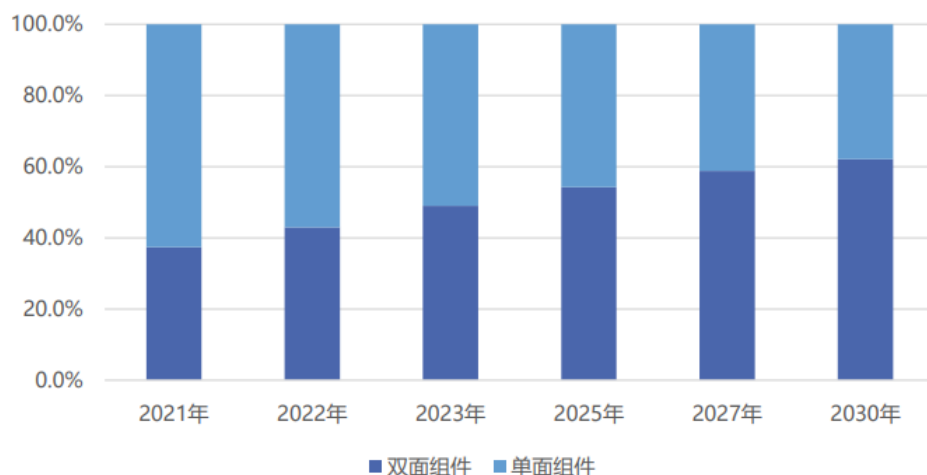
图 23：典型应用场景下双面双玻光伏组件和单面光伏组件不同价差时光伏电站的 LCOE 变化趋势



数据来源：东北证券，《基于 LCOE 的单面与双面双玻光伏组件经济性分析》

2021 年双玻组件市占率已上升至 37.4%，未来仍有较大上行空间。据中国光伏行业协会相关数据统计，2018 年我国双玻组件的市占率仅为 10%，到了 2021 年，双玻组件的市占率已上升为 37.4%；据中国光伏行业协会预计，到 2023 年单双面组件市场占比将基本相当。

图 24：2021-2030 年单/双面组件市场占比变化趋势



数据来源：东北证券，CPIA

我们曾在《金晶科技（600586.SH）：任明月下西楼，风景依旧》中对十四五期间光伏玻璃需求进行过测算，参考全球光伏新增装机容量、硅片尺寸发展趋势、双玻组件渗透率、国内光伏玻璃产量占比等因素，2022-2025 年国内光伏玻璃需求量预计分别为 2654.61/2723.72/2758.92/2794.02 万吨。事实上，2022 年光伏装机量超出此前我们的预期，真实需求或更为乐观。关键假设包括：

- a) 2022/2023/2024/2025 年全球光伏新增装机增速分别为 45%/20%/10%/5%；
- b) 我国光伏玻璃产量占全球总产量的 90%；
- c) 预计未来硅片将向大尺寸发展，M6（166mm）硅片占比逐年降低，M10（182mm）、G12（210mm）硅片占比逐年升高；

- d) 2022/2023/2024/2025 年双玻组件渗透率分别为 40%/50%/55%/60%;
- e) 参考隆基股份、天合光能硅片性能, 假设 M6/M10/G12 硅片发电 1GW 对应单玻组件光伏玻璃为 55287.08/55223.26/55160.74 吨, M6/M10/G12 硅片发电 1GW 对应双玻组件光伏玻璃为 71801.40/71718.52/71637.32 吨。

表 6: 2022-2025 年光伏玻璃需求测算

	2022	2023	2024	2025
全球新增光伏装机量(GW)	216.78	260.14	286.15	300.46
容配比	1.1	1.1	1.1	1.1
光伏组件需求量(GW)	238.46	286.15	314.76	330.5
硅片渗透率(%)				
M6/M10/G12	50/35/15	15/50/35	10/54/36	5/55/40
组件需求量(GW)				
M6:单玻/双玻	71.54/47.69	17.88/17.88	10.73/13.12	4.77/7.15
M10:单玻/双玻	50.08/33.38	59.61/59.61	57.95/70.82	52.46/78.69
G12:单玻/双玻	21.46/14.31	41.73/41.73	38.63/47.21	38.15/57.23
光伏玻璃需求量(万吨)-单面				
M6:单玻/双玻	395.51/342.43	98.88/128.41	59.33/94.17	26.37/51.36
M10:单玻/双玻	276.54/239.43	329.21/427.55	319.99/507.93	289.71/564.36
G12:单玻/双玻	118.38/102.49	230.19/298.94	213.09/338.23	210.46/409.98
全球光伏玻璃需求量(万吨)	2949.56	3026.35	3065.47	3104.47
国内光伏玻璃需求量(万吨)	2654.61	2723.72	2758.92	2794.02

数据来源: 东北证券

供给侧方面, 政策指出光伏压延玻璃项目不再受产能置换约束。2021 年 7 月, 工信部发布《水泥玻璃行业产能置换实施办法》, 提出为保障光伏发展需要, 新建光伏玻璃项目可不制定产能置换方案, 但要建立产能风险预警机制, 规定新建项目由省级工业和信息化主管部门委托全国性的行业组织或中介机构召开听证会, 论证项目建设的必要性、技术先进性、能耗水平、环保水平等, 并公告项目信息, 项目建成投产后企业履行承诺不生产建筑玻璃。

光伏玻璃产能扩张力度强劲, 预计供需将保持紧平衡。据工信部统计, 2022H1, 在产企业共计 38 家, 投产产能 109 窑 348 条生产线, 产能为 6.4 万吨/日; 在产产能 93 窑 313 条生产线, 产能为 5.9 万吨/日, 同比高增 121.6%。从在建与意向投建的产能来看, 目前共有 5.7 万吨/日的光伏玻璃生产线在建, 其中 2022 年点火在建超白压延玻璃生产线产能达 3.5 万吨/日; 共有 18.9 万吨/日的光伏玻璃生产线意向投建, 是当前产能的 3.2 倍, 预计将于未来五年陆续释放。光伏玻璃扩产意愿与力度强劲, 预计供需将保持紧平衡。但事实上, 点火试生产至正式运营间亦存在时间窗

口，2022 年光伏玻璃需求超预期的背景下，下半年或将存在价格阶段性反弹机会。

表 7：2022 年点火在建超白压延玻璃生产线

企业名称	窑炉（座）	日熔量（吨/日）	预计点火时间
安徽福莱特光伏玻璃有限公司	一窑六线	1200	2022 年
	一窑六线	1200	
	一窑六线	1200	
	一窑六线	1200	
	一窑六线	1200	
信义光伏（苏州）有限公司	一窑四线	1000	2022 年
	一窑四线	1000	2022 年
	一窑四线	1000	2022 年
安徽信义光伏玻璃有限公司	一窑四线	1000	2022 年
	一窑四线	1000	2022 年
中建材(合肥)新能源有限公司	一窑五线	750	2022 年 8 月
中建材(宜兴)新能源有限公司	一窑五线	1000	2022 年-2023 年
凯盛晶华玻璃有限公司	一窑五线	900	2022 年下半年
江西中电彩虹	一窑四线	3*1000	2022 年下半年
中国南玻集团股份有限公司	一窑五线	1200	2022 年下半年
广西新福兴硅科技有限公司	一窑五线	1200	2022 年
河北唐山金信太阳能玻璃有限公司	一窑四线	1000	2022 年三季度
广西新福兴硅科技有限公司	一窑四线	1000	2022 年四季度
山西日盛达太阳能科技有限公司	一窑四线	2*1000	2022 年 10 月-2023 年 6 月
绍兴旗滨光伏光电股份有限公司	一窑五线	1200	2022 年-2023 年
湖南巨强再生资源科技发展有限公司	一窑两线	300	2022 年
广西长利玻璃有限公司	一窑八线	1250	2022 年下半年
宁波旗滨光伏光电股份有限公司	一窑八线	1250	2022 年四季度
	一窑五线	1000	2022 年 8 月份
	一窑五线	1000	2022 年 8-9 月份
安徽蚌埠德力光能材料有限公司	--	150	2022 年 4 月份
	--	900	2022 年三季度
安徽九洲工业有限公司	一窑五线	4*1200	2022 年 6-7 月点一条
合计		34900	

数据来源：东北证券，卓创资讯

3.3. 供需紧平衡背景下，建议关注技术迭代与成本管控能力

光伏玻璃为典型工业品，同质化较为严重，在行业供需紧平衡背景下，我们建议关注企业的技术迭代与成本管控能力，前者指兼具厚度薄、尺寸大这两大特征的差异化爆款产品与 TCO 导电膜玻璃，后者指原有寡头与新进优质浮法玻璃企业的成本

管控能力。

3.3.1. 技术迭代：大型化与薄片化难以兼得，两者应用场景或将分化

技术迭代的重要方向之一为薄片化。从生产和成本层面来看，假定 3.2mm、2.5mm、2mm、1.6mm 玻璃的原片平均成品率分别为 84%、82%、80%、75%，加工平均成品率分别为 97%、95%、95%、93%，当玻璃公称厚度从 3.2mm 分别降到 2.5mm、2.0mm 和 1.6mm 时，目前同样窑炉的玻璃产能分别可提升 17%、41%和 60%。同时，随着薄玻璃成品率的提升和厚度控制得更为精准，薄玻璃的产能优势有望得到进一步提升。

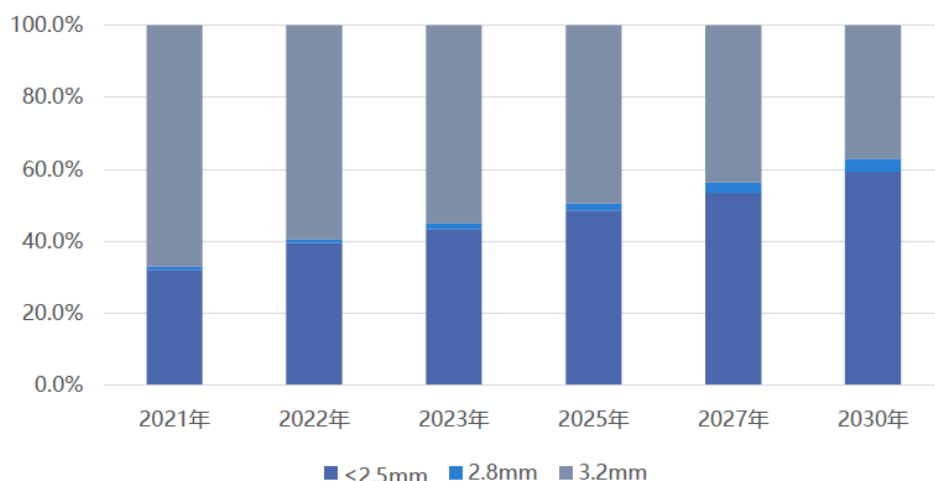
表 8：日融化量 1000 吨窑炉生产不同厚度玻璃对应的玻璃产量与组件功率

玻璃厚度 (mm)	实际厚度 (mm)	每平方米重量 (tons/m ²)	每吨玻璃的平方数 (m ² /tons)	原片平均成品率 (%)	加工平均成品率 (%)	年产能 (m ²)	对应组件功率 (GW)	对比 3.2mm 的增幅 (%)
3.2	3.12	0.0078	128	84	97	38128462	7.44	/
2.5	2.55	0.006375	157	82	95	44601569	8.70	17%
2	2.07	0.005175	193	80	95	53603865	10.45	41%
1.6	1.67	0.004175	240	75	93	60979042	11.89	60%

数据来源：东北证券，全球光伏

注：玻璃密度约为 2.5tons/m³，玻璃年产能=日融化量吨数*每吨平均米数*原片成品率*加工成品率*365；组件功率=195*玻璃产能(组件平均封装效率取 19.5%，1 平方玻璃对应组件功率 195w)

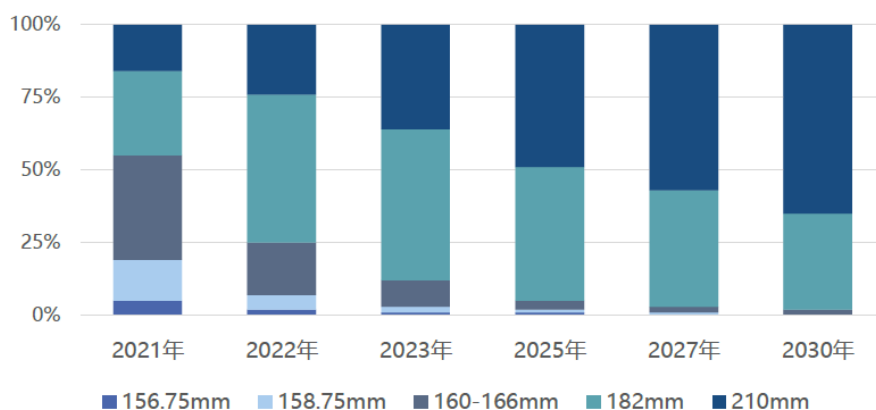
图 25：不同前盖板玻璃厚度的组件市场占比变化趋势



数据来源：东北证券，CPIA

技术迭代的另一重要方向为大型化。由于大尺寸硅片可以在不改变组件尺寸的情况下提高单片功率，摊低 BOS 成本，因而硅片尺寸大型化是当前市场的主流趋势。由于光伏组件中硅片尺寸与玻璃尺寸需匹配，因而光伏玻璃大型化亦是大势所趋。

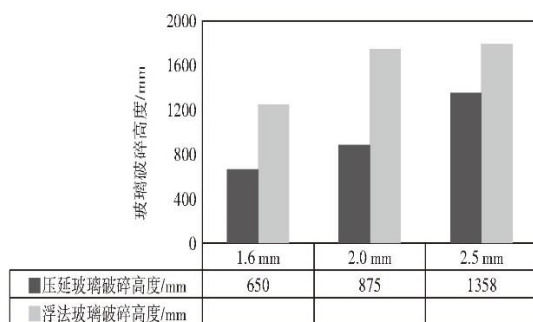
图 26：2021-2030 年不同尺寸硅片市场占比变化趋势



数据来源：东北证券，CPIA

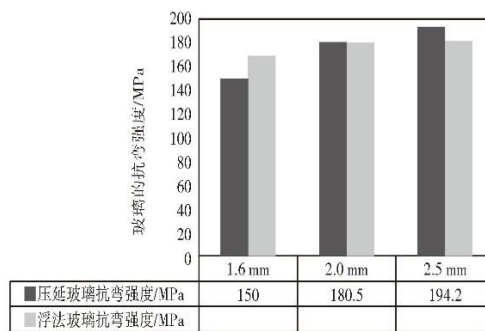
受性能限制，光伏玻璃薄片化与大型化兼得的难度较大。随着厚度的减小，超白压延玻璃及浮法玻璃的抗冲击强度与抗弯强度逐渐减小，而大型化会导致玻璃受荷力矩增大，因此两者相结合会对光伏玻璃的力学性能产生更为不利的影响。这也可以用于解释当前分布式 2mm 双玻组件最大单片组件功率可超过 600 瓦，但分布式 1.6mm 双玻组件功率仅能达到 400 多瓦。因此我们认为，大尺寸光伏玻璃与超薄光伏玻璃的应用场景将出现分化，前者因较高的单片功率将更多地应用于集中式光伏电站与受力条件较优的分布式电站；后者因更轻的质量（若按 1.6mm+1.6mm 双玻组件与 2mm+2mm 双玻组件进行对比，单平米相差重量约为 2kg，约占整体光伏系统重量的 10%）将更多地应用于受力条件稍差的分布式电站。

图 27：不同厚度玻璃抗冲击强度对比



数据来源：东北证券，《双玻组件用背板玻璃材料的性能分析》

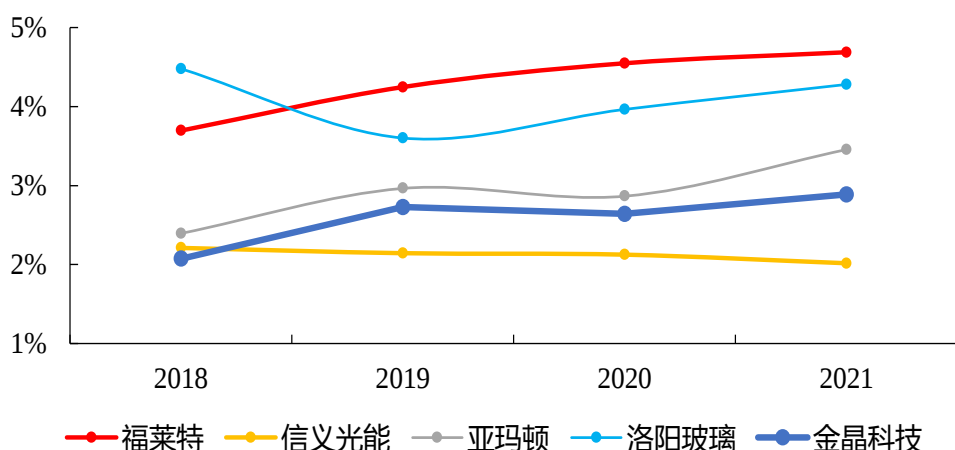
图 28：不同厚度玻璃抗弯强度对比



数据来源：东北证券，《双玻组件用背板玻璃材料的性能分析》

薄片化的壁垒高，在光伏玻璃上市公司研发费用率整体上升的背景下，存在出现兼具薄、大特点的差异化爆款产品可能。光伏玻璃大型化需要对现有生产线进行升级改造，壁垒主要在于资金层面而非技术层面，因此产品同质化情况仍然难以改变。而光伏玻璃薄片化为提升良品率，需要自动化程度更高的生产线对全过程进行更为精细的操控，对熔化时的气泡控制、成型时的平整度控制、产品的强度控制都提出了更高的要求，叠加大尺寸面板对力学性能的更严格要求，技术端壁垒较高。但考虑到近年来光伏玻璃相关上市公司研发费用率呈上升趋势，且薄片化为其中的重要研发方向，因此我们认为需要重点关注兼具薄、大特点的差异化产品研发进展。

图 29：光伏玻璃上市公司研发费用率整体呈上升趋势



数据来源：东北证券，Wind

TCO 导电膜玻璃亦是技术迭代的重要方向。TCO 导电膜玻璃即透明导电氧化物镀膜玻璃，是在平板玻璃表面通过物理或者化学镀膜的方法均匀镀上一层透明的导电氧化物薄膜。TCO 导电膜玻璃具有对可见光的高透过率和高导电率，是第二代的碲化镉薄膜电池和第三代的钙钛矿电池组件的重要配件。由于在线设备需定制+浮法生产线的改造复杂+工艺参数需尝试，在线镀膜竞争壁垒较高。

图 30：TCO 导电膜玻璃生产线



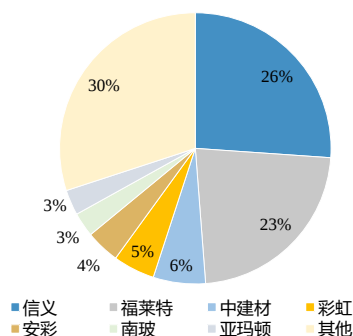
数据来源：东北证券，公开资料整理

3.3.2. 成本管控：当前双寡头成本优势明显，预计未来优势将会缩小

当前光伏玻璃行业呈现双寡头格局，龙头成本优势明显。据卓创资讯统计，截止 2022 年 6 月，信义与福莱特在产超白压延玻璃产能分别为 16800、14600 吨/天，市占率分别为 26%与 23%，行业呈现双寡头格局。我们对福莱特、亚玛顿、安彩高科三家光伏玻璃上市公司进行了单位成本的对比，福莱特作为双寡头之一成本优势明显，

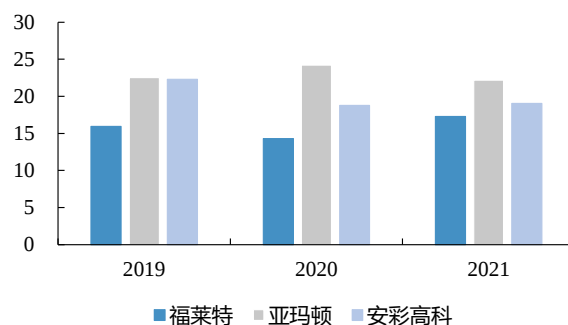
我们认为这与生产窑炉较大、原材料与燃料的采购成本较低、生产技术与管理能力较强相关。但随着新的大型窑炉生产线的投入以及旗滨集团等优质浮法玻璃企业的入局，未来全行业的降本增效举措将缩小福莱特与信义光能两大寡头在成本方面的领先优势。

图 31：当前光伏玻璃行业呈现双寡头格局



数据来源：东北证券，卓创资讯

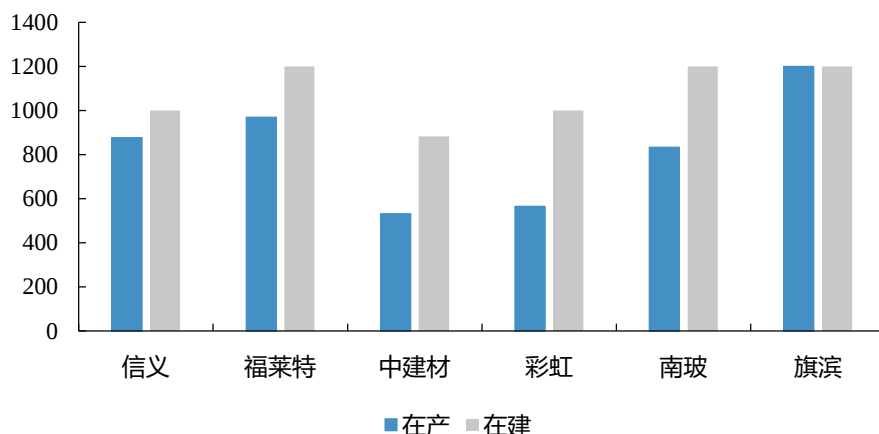
图 32：福莱特成本优势明显（元/平米）



数据来源：东北证券，公司公告

新产线以大型窑炉为主，存在一定后发优势。光伏玻璃的窑规模越大，单位玻璃产量所对应的散热量越低，可起到节能减排的效果。同时，新产线可对接使用日渐广泛的大尺寸压延玻璃，起到减少废料的效果。将在产产线与在建产线进行对比可得，新产线窑炉明显更大，存在一定后发优势，因而我们认为原有龙头企业依靠较大的窑炉取得的成本优势将受到冲击。

图 33：部分企业在产产线与在建产线平均窑炉大小对比（吨/日）



数据来源：东北证券，卓创资讯

原材料与燃料方面，需关注规模+自有矿产资源+生产基地区位。光伏玻璃的主要原材料为纯碱与石英砂等；燃料为重油、天然气等。纯碱、石英砂等作为大宗商品，具有明显的规模效应，即采购价格随采购量的增加而下降。同时，光伏玻璃对石英砂的质量有着较高的要求，随着光伏玻璃行业的快速增长，我国产地分布有限的优质石英砂将成为相对紧缺的资源，因而优质、稳定的石英砂供应是光伏玻璃企业发展的保障，既可以降本，亦可保障生产的稳定性，或将成为未来竞争的重要因素。此外，生产基地区位亦是生产成本的重要影响因素，首先，当地是否存在充足的优

质石英砂资源会影响原材料的运输半径；其次，天然气在各地的基准门站价格不一，生产基地区位会影响燃料成本；最后，玻璃产品密度较大，受运输半径限制较大，生产基地附近新建光伏电站的力度决定了产品销售过程中的运输半径。

表 9：光伏玻璃企业自有矿产资源及相关事件一览

企业	采矿权/采矿权相关事件
福莱特	拥有安徽凤阳储量 1,800 万吨的优质石英砂采矿权 以 33.44 亿元收购三力矿业、大华矿业全部股权，其中大华矿业持有年产 50 万吨玻璃用石英岩采矿权，三力矿业持有年产 190 万吨玻璃用石英岩采矿权。
信义	自 2020 年底于广西经营首座硅砂矿场及加工厂
旗滨	投资 46,377 万元由全资子公司郴州光伏投资建设石英砂生产基地项目
南玻 A	计划在安徽凤阳新建年产 60 万吨的低铁（超白）石英砂生产基地，并获取石英砂原矿采矿权。该项目正在建设中。

数据来源：东北证券，公司公告，公开资料整理

4. 集中式光伏：大基地建设或将提速，央企收购光伏电站节奏

趋缓

位于光伏产业链下游的光伏电站可分为集中式光伏电站与分布式光伏电站。其中集中式大面积光伏通常建在沙漠、戈壁等地区，充分利用荒漠地区丰富和相对稳定的太阳能资源构建大型光伏电站，通过接入高压输电系统来供给远距离负荷；而分布式光伏一般建在楼顶、屋顶、厂房顶等地方，较多的是基于建筑物表面，就近解决用户的用电问题，通过并网实现供电差额的补偿与外送。

图 34：青海格尔木 500MW 光伏项目（集中式）



数据来源：东北证券，阳光新能源官网

图 35：达能中国饮料 4.3MW 光伏项目（分布式）



数据来源：东北证券，阳光新能源官网

4.1. 风光大基地建设节奏或将加快，需求有望维持高位

随着光伏发电全面进入平价时代，叠加“碳中和”目标的推动以及大基地的开发模式，集中式光伏电站将迎来新一轮发展热潮。2021年10月8日，国务院常务会议中提出，要加快推进沙漠戈壁荒漠地区大型风电、光伏基地建设，加快应急备用和调峰电源建设；10月12日，在《生物多样性公约》第十五次缔约方大会领导人峰会上，习近平主席宣布第一期大型风电光伏基地项目已有序开工。**风光大基地从此前的蓄势待发，正式稳步起航。**

目前共有两批大型风电光伏基地落地/将落地，“十四五”期间将贡献约300GW风光项目装机量，其中第一批大型风电光伏基地建设规模总计97.05GW，已陆续转入建设期；第二批大型风电光伏基地建设规模总计超200GW（共455GW，其中十四五期间200GW）。5月31日，国务院印发《关于印发扎实稳住经济一揽子政策措施的通知》，提到加快推动以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设，近期抓紧启动第二批项目，因而**第二批大型风电光伏基地建设节奏或将加快。**

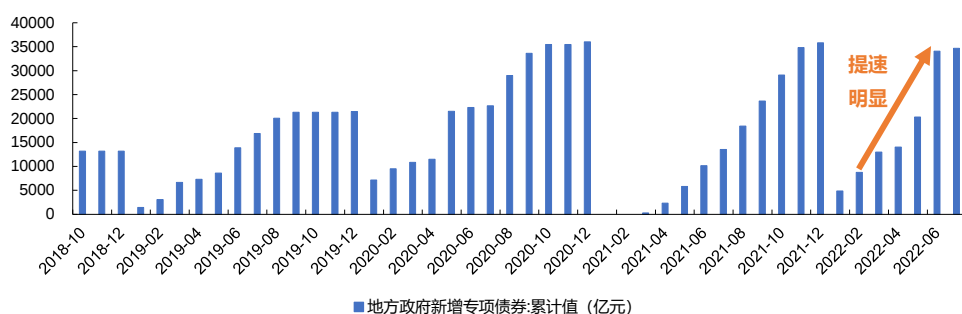
表 10：风光大基地建设相关政策

发布时间	文件/会议名称	主要内容
2021年10月	国务院常务会议	加快推进沙漠戈壁荒漠地区大型风电、光伏基地建设，加快应急备用和调峰电源建设。
2021年10月	《2030年前碳达峰行动方案》	加快建设风电和光伏发电基地；到2030年，风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上。
2021年12月	《关于印发第一批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设项目清单的通知》	项目建设规模总计97.05GW。
2022年2月	《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》	以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快推进大型风电、光伏发电基地建设。
2022年2月	《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》	到2030年，规划建设风光基地总装机约455GW，其中“十四五”时期约200GW，“十五五”时期约255GW。两批项目均要求集约整装开发，避免碎片化，单体项目规模不小于1GW。
2022年5月	《关于印发扎实稳住经济一揽子政策措施的通知》	加快推动以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设，近期抓紧启动第二批项目。

数据来源：东北证券，政府网站整理

稳增长主线不改，新能源、新基建项目将被纳入专项债券重点支持范围，保障风光大基地项目资金来源。进入2022年我国核心城市受到疫情影响，深圳上海等地疫情对经济发展造成压力。同时海外局势尚不明朗，造成能源价格等大宗商品价格持续上涨，对制造业等中下游企业产生影响，经济增长目标的实现仍有阻力。同时，自“房住不炒”提出之后，地产政策并未有明显放松，基础设施投资对于稳增长的带动更为明显，稳增长依旧处于更为重要的位置。此外，2022年6月2日，财政部召开新闻发布会，提出要加快地方政府专项债券发行使用并扩大支持范围，确保今年新增专项债券6月底前基本发行完毕，力争8月底前基本使用完毕；将新基建、新能源项目纳入专项债券重点支持范围，从而更好发挥稳增长、稳投资的积极作用，预计集中式光伏项目将受益。

图 36：2022H1 新增专项债券发行明显提速（数据更新至 7 月）



数据来源：东北证券，Wind，专项债券信息网

4.2. 硅料价格影响当前收益率，长期看成本存下降空间

2022 年以来，硅料价格持续上涨，带动电池片、组件全面涨价，各环节涨幅在 4%~28% 之间，大基地项目收益率承压。在中国光伏行业协会举办的“2022 年光伏产业链供应论坛”上，多家投资企业、设计院的嘉宾普遍认为，按照正常的项目收益率，不同地区的大基地项目，能承受的组件价格大概在 1.65~1.85 元/W 之间。因此，目前的硅料价格已经使绝大多数大基地项目的收益率低于正常水平。但若是 2022H2 多晶硅价格下行，大基地项目收益率有望逐渐恢复正常水平，提振下游需求。

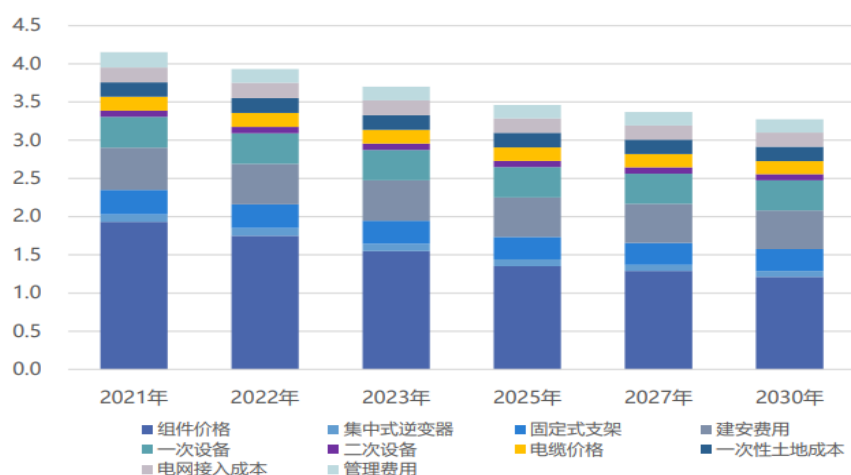
表 11：硅料价格持续上涨，带动电池片、组件全面涨价

环节	单位	182mm 价格			210mm 价格		
		2022.1.1	2022.7.28	涨幅	2022.1.1	2022.7.28	涨幅
硅料	元/kg	230	296	29%	230	296	29%
硅片	元/片	5.70	7.54	32%	8.00	9.93	24%
电池片	元/W	1.08	1.30	20%	1.05	1.28	22%
组件	元/W	1.88	1.97	5%	1.88	1.97	5%
硅料	元/kg	230	296	29%	230	296	29%

数据来源：东北证券，智汇光伏，硅业分会，PVinfolink

长期视角看，集中式光伏电站(地面光伏系统)的初始投资成本仍有较大下行空间。我国地面光伏系统的初始全投资主要由组件、逆变器、支架、电缆、一次设备、二次设备等关键设备成本，以及土地费用、电网接入、建安、管理费用等部分构成。其中，一次设备包含箱变、主变、开关柜、升压站等设备，二次设备包括监控、通信等设备。土地费用包括全生命周期土地租金以及植被恢复费或相关补偿费用；电网接入成本仅含送出 50MW，110kV，10km 的对侧改造；管理费用包括前期管理、勘察、设计以及招投标等费用。建安费用主要为人工费用、土石方工程费用及常规钢筋水泥费用等，未来下降空间不大。组件、逆变器等关键设备成本随着技术进步和规模化效益，仍有一定下降空间。据 CPIA 统计，2021 年我国地面光伏系统的初始全投资成本为 4.15 元/W 左右，较 2020 年上涨 0.16 元/W，涨幅为 4%。CPIA 预计 2021-2030 年，随着产业链各环节新建产能的逐步释放，组件价格回归合理水平，光伏系统初始全投资成本将呈现明显的下降趋势。

图 37：2021-2030 年我国地面光伏系统初始全投资变化趋势（单位：元/W）



数据来源：东北证券，CPA

4.3. 央企收购光伏电站节奏趋缓，自建自持比例或将提升

“民营企业开发、建设+央国企收购、持有”是过去光伏项目的主流开发形式。民营企业机制灵活、决策快，在前期开发、建设过程中优势明显；央国企资信等级高、资金成本低、资金实力雄厚，更适合持有。除此之外，双碳背景下央国企较为迫切得进行新能源转型亦是大量收购民营企业光伏电站的重要原因。

表 12：2021 年光伏电站出售情况（部分）

企业名称	规模/MW	价格/亿元	买方
协鑫	2205	62.41	中核集团、国家电投、三峡集团、新光科技
东方日升	466	22.27	深圳燃气集团、国家电投、Merredin Project Company PtyLtd
晶科科技	355	8.73	三峡集团、水发集团
江山控股	349	15.28	中核集团
正泰电器	981.74	38.02	国家电投
阿特斯	光伏 423MW,储能 1961MWh	/	Axiom Infrastructure、阿特斯基础设施建设基金、高盛可再生能源公司、BluEarthRenewables
爱康科技	400	/	国家电投
宝莫股份	/	1.24	华能集团
珈伟新能	200	2.8	中国华电
科林环保	40	1.07	中核集团
宁夏嘉泽	396.5	14.53	京能集团
苏美达	133.511	11.02	挂牌转让待定
永晟新能源	105	8.4	中核集团
中明资本	115	3.01	北京能源投资集团

数据来源：东北证券，能源电力说

央企收购光伏电站节奏趋缓，自建自持比例或将提升。根据智汇光伏统计，2022年上半年，上市公司公示的国内光伏电站交易量仅有 341MW，明显低于往年的交易量，与央企明显收紧光伏电站相关收购有着直接联系。央企收购光伏电站节奏趋缓，主要原因包括项目合规性+收益率要求趋严。其中，项目合规性指土地性质以及老项目的补贴申报手续等（由于光伏项目占地面积大，会涉及国土、环保、林业、畜牧、渔业、水利等多个部门，项目前期开发存在遗漏部门的可能性；由于光伏项目是最近几年才快速发展起来的，涉土地部门对光伏行业了解不充分，造成国家对于光伏用地的土地政策存在一定的模糊性）。项目收益率指过往部分交易以收益率来反推造价，存在利益输送风险（主管部门在补贴核查过程中，发现部分项目涉嫌买卖路条）。在该背景下，民企建设光伏电站热情或将减退，央国企自建自持比例或将提升，我们认为兼具电力新能源技术优势与融资成本优势的建筑央企（中国电建、中国能建），可于建设端与运营端同时发力，将明显受益于风光大基地建设。

4.4. 光伏助力生态修复，太阳能与土地多重利用实现共赢

光伏+生态修复是一种太阳能与土地多重利用的模式。光伏电站可以向电网输送清洁的电力，同时还可以减少地面受到的日照辐射和水分蒸发量，增加降水，加上清洗电池板时喷洒的水分，促进了植被的生长和恢复，这对于蓄水保土、阻风固沙、调节气候、改善生态环境具有重要意义。这种模式既能把丰富的太阳光照资源转化成清洁能源，同时又可以降低生态治理成本，促进生态改善，实现了光伏发电与恢复植被改善生态的双赢。

部分光伏电站已经显现生态修复作用。国家电投青海共和荒漠光伏电站生态恢复项目七八月植被覆盖度增加了 15%，光伏板下 10 厘米、20 厘米、40 厘米的土壤含水量分别增加 78%、43%和 40%，风速比园区外降低了 40.3%，空气相对湿度比公园外增加了 2.8%；宁夏腾格里沙漠光伏项目年均发电量 5.35 亿千瓦时，组件下沿距地高度最低 150 厘米，采用草方格围沙方式，3 年后植被覆盖率达到了 90%；宁夏毛乌素沙漠光伏项目位于黄土高原水蚀性荒漠上，光伏板下面种植了苜蓿和枸杞。光伏板减少了辐照强度，枸杞的开花季比当地同类枸杞长了 5 周，产量增加了 29%。

图 38：生态+光伏典型应用场景



数据来源：东北证券，国际新能源解决方案平台

第二批风光大基地建设规划指引未来西北地区的光伏风电项目建设，沙漠、戈壁、荒漠地区更有利于光伏+生态修复项目开展，或成生态修复公司的业务新增长点。2022年2月25日，国家发展改革委、国家能源局印发了《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》。方案显示，到2030年，将规划建设风光基地总装机约455GW，其中库布齐、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠基地规划装机284GW，采煤沉陷区规划装机37GW，其他沙漠和戈壁地区规划装机134GW。参考既有林光互补项目，假定1MW光伏项目对应用地面积为30亩，若光伏+生态修复项目渗透率未来达20%，对应修复面积为273万亩；对应修复面积为50%，对应修复面积为683万亩。

表 13：光伏+生态修复项目面积测算

第二批风光大基地建设规模（GW）	455	455	455	455	455
1MW 光伏项目对应生态修复用地（亩）	30	30	30	30	30
渗透率	10%	20%	50%	80%	100%
光伏+生态修复项目面积（万亩）	136.5	273	682.5	1092	1365

数据来源：东北证券，政府网站

5. 光伏屋顶：BAPV 为主流应用方式，整县推进政策下市场空间广阔

屋顶为分布式光伏的主流应用场景，其原因包括：屋顶受光照时间较长，能充分利用当地日照资源；屋顶安装 BAPV 对建筑物外观的影响较小，更能满足业主对于美观的需求；屋顶分布式光伏充分有效利用居民屋顶的闲置资源来实现收益，不占用现有国土资源。

5.1. BAPV 是当前主流应用方式，BIPV 发展前景广阔

由于分布式光伏电站多与建筑相结合的特点，建筑企业参与度较高。分布式光伏会给房屋带来附加荷载，开展分布式项目时要求企业具备相应结构设计能力以保障结构安全。同时，房屋建筑作为人们生活、生产的场所，其美观程度要求较高，开展分布式项目时亦需要企业具备相应建筑设计能力以保障整体美观程度。因此，建筑企业参与分布式光伏电站建设、运营存在一定优势。

分布式光伏电站中，将光伏组件与建筑结合的方案，称为 BIPV 或 BAPV。BIPV（Building Integrated Photovoltaic）指光伏建筑一体化，又称为“建材型”太阳能光伏建筑。BAPV（Building Attached Photovoltaic）指附着于建筑物上的光伏发电系统，又称为“安装型”太阳能光伏建筑。

BIPV 与 BAPV 的区别主要在于光伏组件与建筑一体化的程度高低。BAPV 通常通过简单的支架实现安装，可以后期加装，不改变建筑外观，与建筑物原来的功能没有冲突。BIPV 在前期设计时已经将光伏组件内置在建材中，一体化程度更高，通常外观也更简洁美观。

从自身特点来看，BAPV 更适合应用于存量屋顶改造，适用于快速发展分布式光伏的需求，因此当前 BAPV 为光伏屋顶的主要应用形式。BIPV 需要在建筑的前期纳入规划，一般在新建筑中应用，长远来看潜在空间非常广阔，但短期受到新建筑数量和建设周期的限制。BAPV 不与原有建筑发生冲突，不破坏或影响原有的建筑物功能，因而可以用于对存量建筑的改造，实施难度也相对较低，适用于快速发展分布式光伏的需求。同时，BIPV 因为承担建材本身的功能，涉及承重、防水等需求，因而相关企业除了要有生产、安装光伏设备的技术与经验外，还需要拥有建筑设计能力，壁垒更高；而 BAPV 是相对纯粹的光伏产品，其模式与集中式光伏电站更为类似，相关项目更多由光伏企业主导，对建筑企业而言，因为只负责安装，技术含量与盈利水平相对较低。

图 39: BAPV 屋顶



数据来源：东北证券，分布式能源网

图 40: BIPV 屋顶



数据来源：东北证券，ITPSolar

新建建筑中，BIPV 在经济性、可靠性、便捷性、美观性等方面具有诸多优势，未来发展前景广阔。经济性方面，BIPV 不需要事先安装彩钢瓦等材料的屋面、墙体，而是将光伏组件取代彩钢瓦等材料的屋面或墙体，可节省屋面或墙体的购置及安装成本，材料造价成本更低；可靠性方面，BIPV 将光伏发电设施与建筑同时进行设计、施工与安装，在屋面受力、防水等方面有着良好的可靠性；便捷性方面，BIPV 系统与建筑同设计同施工，可降低因分期施工带来的工期延长风险与因直立锁边面板带来的施工难度加大风险；美观性方面，晶体硅 BIPV 组件、薄膜 BIPV 组件的结合应用，使 BIPV 能融合建筑幕墙、连廊、采光顶、柔性屋顶、车棚等设施，在保持原有建筑平面功能布局不变的前提下，同时将不同形状、颜色、透光率的光伏组件搭配使用，能带来更加整体化的视觉效果。

表 14: 某钢结构屋面的厂房 BAPV 系统与 BIPV 成本对比表

项目	BAPV 系统	BIPV 系统
彩钢瓦	约 100 元/m ²	-
系统支架配件	包括夹具、导轨、固定件等， 约 0.3 元/Wx200W/m ² =66 元/m ²	包括轻钢檩条、铝合金压条、橡胶密封条等，约 0.6 元/Wx200W/m ² =132 元/m ²
光伏发电组件单元板	包括光伏发电板和铝合金边框， 约 2.3 元/Wx200W/m ² =460 元/m ²	包括光伏发电板和铝合金边框， 约 2.3 元/Wx200W/m ² =460 元/m ²
综合造价（材料价）	彩钢瓦+系统支架配件+光伏发电组件单元板=626 元/m ²	系统支架配件+光伏发电组件单元板=592 元/m ²
使用寿命	屋面 10 年左右更换一次	使用寿命 ≥ 25 年
结论	使用 BIPV 可节约材料 34 元/m ²	

数据来源：东北证券，《双碳目标下 BIPV 发展前景》

5.2. 整县推进催化行业发展，新建/存量市场空间广阔

5.2.1. 整县推进政策下，分布式屋顶迎来风口期

2021 年 9 月，国家能源局公布了第一批整县试点名单，将进一步加速 BIPV 与 BAPV 市场的发展。2021 年 6 月，国家能源局印发了《国家能源局综合司关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，要求各地区积极协调落实屋顶资源，以整区、街道、镇、乡等方式进行开发建设，其中党政机关屋顶总面积可安装光伏发电比例不低于 50%，学校、医院等公共建筑屋顶总面积可安装光伏发电比例不低于 40%，工商业厂房屋顶总面积可安装光伏发电比例不低于 30%，农村居民屋顶总面积可安装光伏发电比例不低于 20%。

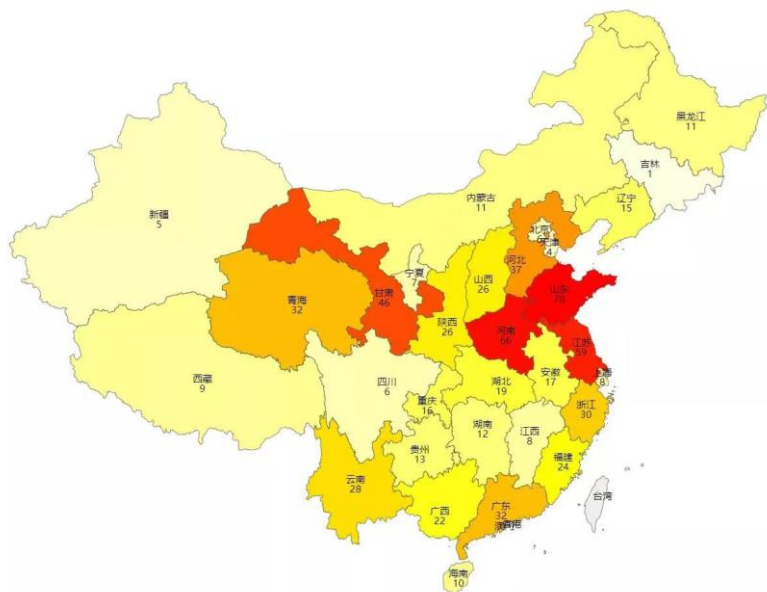
表 15: 各类型房屋屋顶总面积可安装光伏发电比例

建筑类型	可安装光伏发电比例
党政机关	不低于 50%
学校、医院等公共建筑	不低于 40%
工商业厂	不低于 30%
农村居民	不低于 20%

数据来源：东北证券，国家能源局

当下整县（市、区）屋顶分布式光伏开发属于试点工作，全国共有 31 个省、市、自治区（含新疆兵团）的 676 个县进行申报，数量约占全国的 24%，主要分布在东南部分布式发展好的省份。试点项目需要具备的条件包括：屋顶资源丰富，具备安装光伏能力；有较好的消纳能力，尤其日间电力负荷较大；各种类型的建筑屋顶面积可安装光伏比例较高。

图 41：分布式光伏整县推进试点县在全国的分布情况



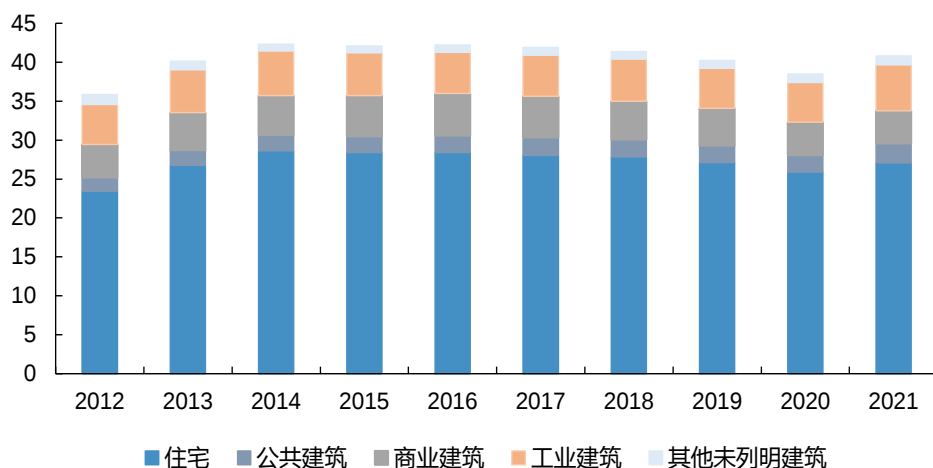
数据来源：东北证券，智汇光伏

5.2.2. 政策顺利推进背景下，预计光伏屋顶新建/存量市场或将达 749/23,254 亿元

当前建筑光伏的主流应用场景为屋顶，经测算，新建公共建筑/商业建筑/工业厂房屋顶面积分别约为 0.46/0.88/2.7 亿平米。据统计，近年我国建筑业竣工面积维持在 40 亿平米左右，其中住宅竣工面积约为 26.7 亿平米，公共建筑约为 2.3 亿平米，商业建筑约为 4.4 亿平米，工业厂房约为 5.4 亿平米。若不考虑住宅对 BIPV 市场的贡献，假定公共/商业建筑的平均层数为 5 层，工业厂房的平均层数为 2 层，则可测算对应屋顶面积分别为 0.46/0.88/2.7 亿平米。

考虑政策对应的渗透率后，我们认为新建光伏屋顶面积潜在空间或将达 1.25 亿平米。根据政策，学校、医院等公共建筑可安装光伏发电比例不低于 40%，工商业厂可安装光伏发电比例不低于 30%，因此新建公共建筑光伏屋顶面积约为 0.18 亿平米；商业建筑/工业厂房光伏屋顶面积约为 0.26/0.81 亿平米，三类建筑的新建分布式光伏屋顶面积之和为 1.26 亿平米。

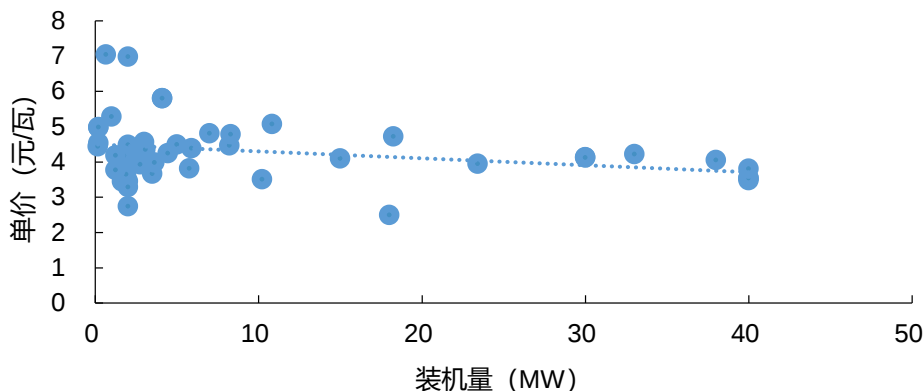
图 42：2012-2021 年我国建筑业竣工面积（单位：亿平米）



数据来源：东北证券，Wind

当前分布式屋顶光伏项目的单瓦平均报价约为 3.97 元。我们统计了全国公共资源交易平台 3 月至 7 月的 48 个分布式光伏 EPC 项目，报价范围在 2.5—7 元/W，按照装机容量加权平均报价在 3.97 元/W。从图中可以看出，总体的趋势为装机容量越大，瓦均价格越低。

图 43：当前分布式屋顶光伏项目的单瓦平均报价约为 3.97 元



数据来源：东北证券，全国公共资源交易平台

假定新建光伏屋顶面积的空间约为 1.26 亿平米、单瓦平均报价为 3.97 元、平米装机为 150W，测算可得新建分布式屋顶光伏项目市场空间约为 749 亿元。针对单价与平米装机两个参数，对新建分布式屋顶光伏项目市场空间进行弹性测算，其空间为 471-1005 亿元。

(1)单价：未来我国分布式光伏系统初始全投资成本存在较大下行空间，因此我们认为分布式屋顶单瓦平均报价也会随之下行，在测算时考虑其范围为 2.5 元/瓦-4 元/瓦。

(2)平米装机：平米装机可以视为光电转化效率的相关参数，当前龙头企业光伏设备转换效率约 25%，对应功率为 250W。考虑到倾斜角度影响，在弹性测算时我们假定其范围为 150W-200W。

表 16：弹性假设下新建分布式屋顶光伏项目市场空间测算表（亿元）

		平米装机（W）		
单瓦投资成本 （元）		150	175	200
	2.5	471	550	628
	3	565	660	754
	3.5	660	770	880
	4	754	880	1005

数据来源：东北证券

经测算，我们认为存量光伏屋顶面积潜在空间或将达 39 亿平米。《2020 年城乡建设统计年鉴》指出，城市居住用地/公共管理与公共服务用地/商业服务业设施用地/工业用地面积分别为 181.0/51.6/40.9/113.4 亿平米，县城居住用地/公共管理与公共服务用地/商业服务业设施用地/工业用地面积分别为 64.5/17.2/12.8/25.4 亿平米，乡镇实有住宅建筑面积 8.4 亿平方米。假定工商业建筑密度为 40%；居住用地建筑密度为 25%；农村住宅包含县城住宅及乡镇住宅，则可得到农村住宅/公共建筑/商业建筑/工业厂房屋顶面积分别为 24.5/27.5/21.5/55.5 亿平米。此外，考虑到政策关于各类建筑的渗透率要求，可得农村住宅/公共建筑/商业建筑/工业厂房光伏屋顶面积分别为 4.9/11/6.4/16.7 亿平米，四类建筑的存量分布式光伏屋顶面积之和为 39 亿平米。

表 17：经测算，我们认为存量光伏屋顶面积的空间约为 39 亿平米

		用地面积（亿 平米）	建筑密 度	屋顶面积（亿 平米）	建筑类型	渗透率	光伏屋顶面积 （亿平米）
城 市	居住用地	181.0	25%	45.2	城市住宅	0%	0.0
	公共管理与公共 服务用地	51.6	40%	20.6	公共建筑	40%	8.3
	商业服务业设施 用地	40.9	40%	16.4	商业建筑	30%	4.9
	工业用地	113.4	40%	45.4	工业建筑	30%	13.6
县 城	居住用地	64.5	25%	16.1	农村住宅	20%	3.2
	公共管理与公共 服务用地	17.2	40%	6.9	公共建筑	40%	2.7
	商业服务业设施 用地	12.8	40%	5.1	商业建筑	30%	1.5
	工业用地	25.4	40%	10.2	工业建筑	30%	3.1
村 镇	年末实有住宅建 筑面积	-	-	8.4	农村住宅	20%	1.7
合计							39

数据来源：东北证券，住建部

假定存量光伏屋顶面积的空间约为 39 亿平米、单瓦平均报价取 3.97 元、平米装机为 150W，测算可得存量分布式屋顶光伏项目市场空间约为 23,254 亿元。针对单价

与平米装机两个参数，对存量分布式屋顶光伏项目市场空间进行弹性测算，其空间为 14,625-31,200 亿元。

(1)单价：未来我国分布式光伏系统初始全投资成本存在较大下行空间，因此我们认为分布式屋顶项目单瓦平均报价也会随之下行，在测算时考虑其范围为 2.5 元/瓦-4 元/瓦。

(2)平米装机：平米装机可以视为光电转化效率的相关参数，当前龙头企业光伏设备转换效率约 25%，对应功率为 250W。考虑到倾斜角度影响，在弹性测算时我们假定其范围为 150W -200W。

表 18：弹性假设下新建分布式屋顶光伏项目市场空间测算表

		平米装机 (W)		
		150	175	200
单瓦投资成本 (元)	2.5	14625	17063	19500
	3	17550	20475	23400
	3.5	20475	23888	27300
	4	23400	27300	31200

数据来源：东北证券

5.2.3. 理想状态下项目回报周期约 7 年，有望激发业主的投资需求

光伏屋顶项目回报周期约 7 年，内部收益率约为 13%。初始投资成本方面，我们统计得到单瓦平均报价约为 3.97 元，假定平米装机为 150W，则平米投资成本约为 600 元，假定单平米光伏屋顶的年发电量为 130 度，具体电价通常需要考虑工商业自用与上网两部分，假定综合收益电价为 0.7 元/度，可计算得到每年的电价收益为 91 元。同时，CPIA 统计得到 2021 年分布式光伏系统运维成本为 0.051 元/W/年，即单平米光伏屋顶年维护成本为 7.65 元，则可计算得到每年的利润为 83.35 元，回报周期约为 7 年，内部收益率约为 13%。

表 19：光伏屋顶回收期弹性测算表（年）

		收益电价 (元/度)			
		0.6	0.7	0.8	0.9
光伏屋顶平 米造价 (元)	500	7.1	6.0	5.2	4.6
	525	7.5	6.3	5.4	4.8
	550	7.8	6.6	5.7	5.0
	575	8.2	6.9	6.0	5.3
	600	8.5	7.2	6.2	5.5

数据来源：东北证券，国际太阳能光伏网

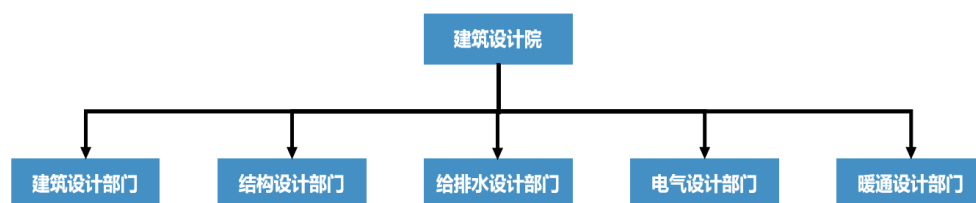
注：单平米光伏屋顶的年发电量取 130 度；光伏系统运维成本取 0.051 元/W/年

5.3. 光伏屋顶设计壁垒较弱，有望成为传统建筑设计公司业务增量

光伏屋顶设计需在原有建筑功能的基础上，尽可能提升光伏能源转化效率，总体壁垒较弱。在光伏设计时，需要综合考量安装地点、光伏组件及其他设备的选型、光伏阵列朝向和倾角计算和太阳电池方阵间距计算，以保证光伏发电系统的整体效率。同时，分布式光伏系统需要依靠并网发电系统实现余电上网赚取收益，其主要由光伏组件、逆变器、控制器、数据采集器、防雷接地系统等几大部分组成。此外，设计公司需保证光伏系统不影响原有建筑的使用性能，包括承重、保暖、防水等，总体壁垒不强。

建筑设计时兼顾光伏设计可行，光伏设计有望成为传统建筑设计公司业务增量。当前建筑设计院通常具备建筑、结构、给排水、电气、暖通这五大部门，完全有能力在建筑设计时同时兼顾光伏设计，光伏设计有望成为传统建筑设计公司业务增量。

图 44：建筑设计院具备建筑、结构、给排水、电气、暖通这五大部门



数据来源：东北证券

6. 光伏幕墙：BIPV 为主流应用方式，已具备较好经济效益

除屋顶外，幕墙也是分布式光伏的主要应用场景之一。幕墙是建筑的外墙围护结构，非承重，是现代大型和高层建筑常用的带有装饰效果的轻质墙体。幕墙由面板和支承结构组成，根据面板的材质不同可分为玻璃幕墙、金属板幕墙、石材幕墙等，其中玻璃幕墙具备美观、保新、轻质、采光好等优点，应用最为广泛。

BIPV 为光伏幕墙的主流应用方式。采用幕墙替代混凝土外立面的优势主要为美观+采光好，该特点决定了多数存量幕墙难以像屋顶一样加装 BAPV。因此，当前光伏幕墙主要应用于新建建筑中，而 BIPV 为光伏幕墙的主流应用方式。

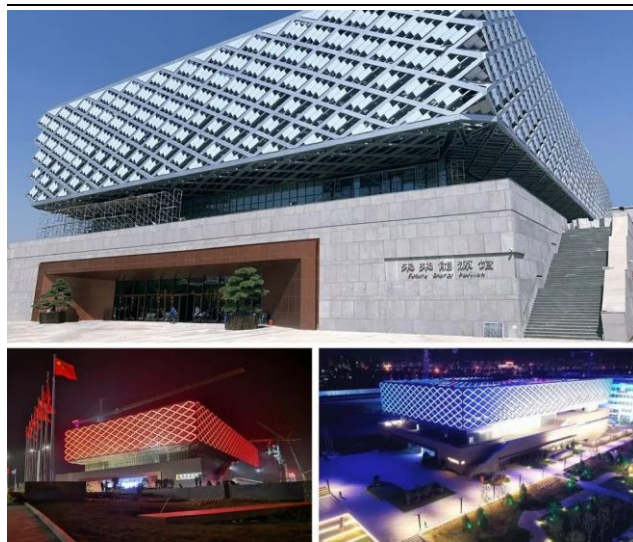
当前薄膜电池与晶硅电池同时应用于光伏幕墙。由于能够根据设计要求对透光性、色彩、纹理、图案等艺术化处理和个性化定制，使得薄膜类光伏幕墙应用更为广泛、适应性更佳。目前实际应用最为广泛、适应场景最为丰富的是碲化镉薄膜光伏幕墙，代表性项目包括嘉兴科创中心、大同能源馆等。需要注意的是，出于成本与发电效率的考量，薄膜电池仅在透明玻璃门窗部分使用，非透明外围护结构仍采用晶硅电池。

图 45: 光伏幕墙案例一: 嘉兴科创中心



数据来源: 东北证券, 龙焱能源科技

图 46: 光伏幕墙案例二: 大同能源馆



数据来源: 东北证券, 龙焱能源科技

6.1. 光伏幕墙但已具备较好经济性, 回报周期约 8-10 年

从光照时间看, 光伏幕墙系统发电能力小于光伏屋顶系统。幕墙外立面受光照时间不及屋顶, 导致了两者的效率差异。据《不同 BIPV 系统的收益及环境效益分析》中对光伏幕墙系统与光伏屋顶系统的比较可知, 光伏幕墙系统发电能力小于屋顶系统, 光伏幕墙系统 25 年寿命周期的发电量约为 20.98kWh/Wp, 产生的收益约为 23.84 元/Wp; 光伏屋顶系统 25 年寿命周期的发电量约为 28.73kWh/Wp, 产生的收益约为 32.63 元/Wp。

表 20: 光伏幕墙系统发电能力小于光伏屋顶系统

	光伏幕墙	光伏屋顶
装机容量	120kWp	80kWp
系统的运行维护费用		
日常维护费用	8 元/(千瓦·年)	
系统运行周期	25 年	
总费用=装机容量*日常维护费用*系统运行周期	24480 元	13680 元
系统的发电收益		
实际年发电量	114141.3kWh	87336.2kWh
25 年的总发电量	2568179.5kWh	1965064.5kWh
上网电价	前 20 年按 1.22 元/kWh, 后五年按 0.8 元/kWh	
总收益=Σ年发电量*当年电价	2917451.88 元	2232313.84 元
单位收益	23.84 元/Wp	32.63 元/Wp

数据来源: 东北证券, 《不同 BIPV 系统的收益及环境效益分析》

现有光伏幕墙已具备较好的经济性能。《铜铟镓硒光伏幕墙技术的经济性分析》针对新型的铜铟镓硒(CIGS)光伏幕墙技术, 以沈阳地区光伏建筑应用为例, 从全寿命周期角度进行经济性分析, 其中全寿命周期成本为 848.06 万元, 全周期收益为 1370.77 万元, 外部效益为 533.85 万元, 综合来看光伏幕墙已具备较好的经济性能。

案例项目基本信息：年日照时间为 2400h 左右；建筑面积为 5000m²；采用了 6943 块 105W 的 CIGS 太阳能组件，总装机量为 729kW，根据光伏软件 PVSYST 计算出首年发电量为 731.5MWh，按光伏组件的初始衰减为 2.5%，线性年衰减为 0.4%，25 年总发电量为 17087.3MWh。

案例中全寿命周期成本为 848.06 万元。其中，建造费用约为 2663.87 元/m²，前期建造费用总计为 1331.94 万元；后期维护费按每年 0.05 元/W 计算，25 年总维护费用为 91.125 万元；替换原有建材的增量费用取 1513.87 元/m²。

案例中全周期收益为 1370.77 万元。补贴收益方面，补贴电价按 0.10 元/度计取，补贴电价期限为 20 年，补贴收益之和 138.09 万元。电价收益方面，按 90%自用比例计算，企业用电价为 0.7599 元/kWh，25 年企业用电收益为 1168.62 万元，脱硫标杆上网电价为 0.3749 元/kWh，25 年企业余电上网收益 64.06 万元，25 年电价收益之和为 1232.68 万元。

案例中外部效益为 533.85 万元。节能收益方面，每 kWh 电节对应 0.31kg 供电煤耗，煤按 650 元/t 计算，25 年总发电量为 17087324.21kWh，则节约煤炭量为 5297.07t，节能效益为 344.31 万元。减排 CO₂ 收益方面，每发 1kWh 电可减少 CO₂ 排放 552.389g，25 年总发电量为 17087324.21kWh，取 CO₂ 的效益值为 200 元/t，则减排 CO₂ 的效益为 188.65 万元。减排 SO₂、NO_x、PM2.5 方面，SO₂、NO_x、PM2.5 的排放费用取值为 150 元/t，每发 1kWh 电减少污染排放 1.5159gSO₂、1.6306gNO_x、0.1643gPM2.5，减排效益为 0.89 万元。

表 21：案例中建造费用拆分

光伏幕墙		光伏电气		税金	其他费用	合计
幕墙材料	幕墙人工费	幕墙间接费	电气部分			
1588.97	169.78	140.7	286.29	208.58	269.55	2663.87

数据来源：东北证券，《铜铟镓硒光伏幕墙技术的经济性分析》

表 22：案例中维护费用计算过程

单位维护费(元/W)	装机量(M)	年每平米费用(元/m)	25 年总维护费(万元)
0.05	729000	7.29	91.125

数据来源：东北证券，《铜铟镓硒光伏幕墙技术的经济性分析》

光伏幕墙的回收期约为 8-10 年，内部收益率约为 9%-12%。据国际太阳能光伏网资讯，光伏幕墙取代传统幕墙会带来 500-600 元/m² 的增量造价，而单平米光伏幕墙的年发电量约为 100 度，若假定综合收益电价为 0.7 元/度，则单平米光伏幕墙年收益为 70 元，假定单平米光伏幕墙年维护成本与屋顶相同（7.65 元），则可计算得到每年的收益为 62.35 元，回报周期约为 8-10 年，内部收益率约为 9%-12%。

表 23: 光伏幕墙回收期弹性测算表 (年)

		收益电价 (元/度)			
		0.6	0.7	0.8	0.9
光伏幕墙增量造价 (元)	500	9.6	8.0	6.9	6.1
	525	10.0	8.4	7.3	6.4
	550	10.5	8.8	7.6	6.7
	575	11.0	9.2	7.9	7.0
	600	11.5	9.6	8.3	7.3

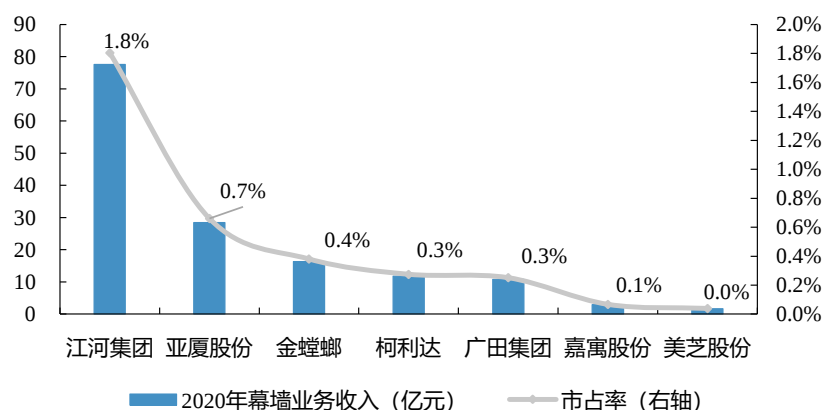
数据来源: 东北证券, 国际太阳能光伏网

注: 单平米光伏幕墙的年发电量取 100 度;; 光伏系统运维成本取 0.051 元/W/年

6.2. 技术革新或促使市场空间扩容+毛利率提升+头部企业市占率提升

内地幕墙市场空间广阔, 但总体处于低端无序竞争状态, 头部企业市占率极低。据《建筑装饰行业“十四五”发展规划》统计, “十三五”期间, 幕墙工程年工程总产值由 3200 亿元增长到 4300 亿元, 整体增长 34.38%。从竞争格局看, 由于规模占比比较高的中、低端幕墙总体门槛不高, 国内幕墙市场总体呈现高度分散的竞争格局, 即便是上市企业中幕墙业务规模最大的江河集团, 其旗下主要幕墙子公司 2020 年收入为 78 亿元, 市占率仅 1.8%左右; 从我们梳理的主要开展幕墙业务的上市装饰企业来看, 7 家企业 2020 年幕墙业务合计收入也仅 150 亿元左右, 市占率合计仅 3.5%左右。

图 47: 国内幕墙市场集中度高度分散



数据来源: 东北证券, 各公司年报, Wind, 中国建筑装饰协会

注: 江河集团及广田集团取其主要幕墙子公司江河幕墙、广田方特科健集团营业收入

我们认为光伏幕墙取代传统幕墙属于技术革新, 其影响主要在于三个方面: 市场空间扩容、毛利率提升、头部企业市占率提升。

市场空间扩容主要来自光伏幕墙单平米造价上升。传统幕墙单平米造价通常位于 1000-2000 元/m² 之间, 据国际太阳能光伏网资讯, 光伏幕墙取代传统幕墙会带来 500-600 元/m² 的增量造价, 即较传统幕墙单平米造价提升 30%-50%, 有助于整体市场

空间扩容。

表 24：弹性假设下光伏幕墙市场空间测算表（亿元）

		光伏幕墙造价增量				
		30%	35%	40%	45%	50%
光伏幕墙 渗透率	0%	4300	4300	4300	4300	4300
	10%	4429	4451	4472	4494	4515
	20%	4558	4601	4644	4687	4730
	30%	4687	4752	4816	4881	4945
	40%	4816	4902	4988	5074	5160
	50%	4945	5053	5160	5268	5375

数据来源：东北证券

注：假定传统幕墙市场空间为 4300 亿元（2020 年数据）

毛利率提升主要依赖更高的技术壁垒。光伏幕墙系统对企业的光伏建筑一体化设计、施工能力以及后期运维能力提出了新的要求，有望提升传统幕墙企业话语权。以江河集团为例，2022H1，公司光伏建筑项目确认收入 5,351 万元，贡献毛利 1,310 万元，对应毛利率约为 24.5%，远高于公司传统幕墙业务毛利率（约为 18-20%）。

光伏幕墙增强技术壁垒，亦有助于国内幕墙产品高端化+头部企业提升市占率。幕墙公司业务链通常为：设计——采购——深加工——现场安装——维保，其中壁垒较高的环节包括设计与深加工。公司需要将幕墙的建筑方案落地实施，将单纯的可视方案变为可生产可制造可安装的方案，总体来讲壁垒不强。随着传统幕墙行业竞争加剧，行业利润率越来越薄，行业门槛降低，高端光伏幕墙已经成为幕墙企业转型的重要方向，更强的技术壁垒有助于国内幕墙产品高端化+头部企业提升市占率。

7. 重点标的

7.1. 江河集团

江河集团致力于提供绿色建筑系统服务，以建筑幕墙、室内装饰等业务领域为主要方向。在 BIPV 屋顶领域，公司自主研发了 R35 屋面光伏建筑集成系统，该集成系统从建筑角度进行开发设计、安装方便，形式灵活，可替换彩钢瓦直接做为屋面材料使用，是一款安全性能高的创新集成系统。

在 BIPV 幕墙领域，公司拥有多项基于光伏框架及单元幕墙系统的实用新型专利，在光伏幕墙一体化工程上具有经验积累及技术储备。同时，2022 年公司先后中标光伏建筑项目，包括北京工体光伏建筑屋面改造项目与台泥杭州环保科技总部（萧政储出（2019）14 号地块幕墙工程，合计金额超 5 亿元，这既体现了客户应用光伏的意识发生根本变化，又体现了公司在光伏建筑业务上的技术实力和品牌影响力。此外，江河集团拟投资 5 亿元，通过全资子公司江河光伏建筑在湖北省浠水县投资建设 300MW 光伏建筑一体化异型光伏组件柔性生产基地项目，有望进一步加大公司在光伏幕墙领域的领先地位。

7.2. 金晶科技

历史悠久底蕴深厚，品牌优势显著。公司前身成立于 1959 年并于 2002 年于上交所正式挂牌上市，成为全中国最早的几家上市玻璃企业之一。2006 年，“金晶”商标被中国国家工商行政管理总局认定为“中国驰名商标”；2007 年成功中标鸟巢、水立方等奥运工程项目。公司发展底蕴深厚，为国家玻璃工程发展建设做出卓越贡献的同时，积累了丰富的玻璃生产技术，品牌优势显著。

光伏玻璃进展顺利，预将贡献显著业绩增量。公司在马来西亚的 500t/d 薄膜光伏组件背板玻璃生产线已实现产品成功下线，面板生产线预期也将在本年投入生产。与隆基合作的 600t/d 一窑三线光伏玻璃生产线也已经通过检测，且签订了首批 300 万平方米订单，进入供货阶段。随着各线业务的有序投产，光伏玻璃业务预期将为公司提供显著的业绩增量。此外，公司在传统浮法玻璃领域深耕多年，技术经验丰富，转产光伏玻璃可行性良好，具备灵活调整浮法和光伏玻璃产能的先发优势，在未来的竞争中处于有利地位。

2022 年 5 月 29 日，山东金晶科技有限公司博山（镀膜）分公司太阳能发电玻璃基板升级改造项目在公司车间内举行了简约的投产仪式。**该项目拥有自主知识产权，改造后将成为世界先进、国内首条 TCO 导电膜玻璃生产线**，可生产 BIPV（建筑光伏一体化）绿色建筑发电玻璃基板，为分布式发电用户提供精良的产品保证。

7.3. 筑博设计

筑博设计的主营业务为建筑设计及相关业务的设计与咨询，业务涵盖建筑设计、城市规划、风景园林设计、室内设计等。公司拥有建筑行业（建筑工程）甲级资质，可承担建筑装饰工程设计、建筑幕墙工程设计、轻型钢结构工程设计、建筑智能化系统设计、照明工程设计和消防设施工程设计相应范围的甲级专项工程设计业务。

随着近年来光伏建筑一体化的重要性逐步提高，公司已经在光伏建筑一体化方面进行了相关调研和技术探索，能够根据客户的需求提供光伏建筑一体化方面的设计咨询服务，涉及到建筑、幕墙、电气、结构等综合性设计技术的应用。

7.4. 中装建设

中装建设深耕建筑装饰领域 27 年，以室内外装饰业务为主，融合幕墙、建筑智能化、园林等板块，旗下囊括中装园林、中装设计等全资子公司，以及中装光伏、中装智能等控股子公司。主营装饰业务竞争优势明显，业绩逐年稳定上升。从品牌上来看，公司项目近年来多次获国家级奖项，知名度和影响力稳步提升；从项目经验上来看，公司多次承接重大项目，承接工程遍布全国各地，公司连续 7 年进入行业前十，龙头地位稳固。

中装建设在新能源业务方面持续布局，致力于新能源项目的投资、建设与经营，以风能、太阳能、水能开发与运营为核心，其他可再生能源协同发展。2021 年，公司与中山瑞科新能源有限公司签署战略合作协议，共同拓展光伏幕墙及国内屋面光伏发电项目，促进公司在新能源板块业务的开展。

7.5. 中国电建

中国电建聚焦清洁低碳能源电力，光伏发电业务+抽水蓄能电站业务高速增长。公司拥有完整的水电、火电、风电和光伏发电工程的勘察设计与施工、运营和新技术体系，在能源电力业务上更加聚焦清洁低碳，并持续向投资运营端发力。公司以“建设清洁能源，营造绿色环境，服务智慧城市”为使命，充分发挥公司“懂水熟电”“能投资运营”及产业链一体化核心优势，大力投资开发以新能源为主的现代电力系统。2021年，公司新签光伏发电业务合同金额达379.8亿元，同比增长84.2%；抽水蓄能电站业务合同金额达202.4亿元，同比增长342.9%，有望从光伏行业的快速发展中获益。

中国电建正在加快清洁能源结构转型。公司大力整合新能源资产，搭建统一平台，组建中国电建新能源集团有限公司，未来有望进一步放大新能源业务的规模效应，全力打造新能源品牌。2022年4月，国家发改委审批核准固定资产投资项8个，总投资188亿元。政府下达的充裕资金利好公司新能源业务的发展，叠加公司定增补足资本金，助力清洁能源业务调型升级。

7.6. 中国能建

中国能建作为世界一流的能源一体化方案解决商，新能源领域新签合同额快速增长。公司为中国乃至全球能源电力、基础设施等行业提供整体解决方案，业务遍布140多个国家和地区。公司将清洁能源业务作为能源一体化解决方案的核心业务，并致力于成为一流的生态环境综合治理商。公司的清洁能源业务包括清洁高效火电、水电、风电、光伏、光热、生物质发电等电源投资、建设和运营，在国内多地和越南、巴基斯坦开发了一批清洁能源项目。2021年，公司于境内中标签订唐山三友化工源网荷储一体化绿色能源产业园光伏场站项目、中核优赛大同云冈拓博恒泰200MWH/400MWH独立储能项目等一批新能源项目；境外签订了巴基斯坦洛拉莱Loralai100MW光热电站、尼日利亚拉各斯360MW光伏电站等一批新能源项目。2021年，公司新能源及综合智慧能源新签合同额人民币1927.7亿元，同比增长53.2%。

7.7. 粤水电

粤水电是广东省水利水电工程建设的龙头企业，具备水利水电工程施工总承包特级资质，在全国尤其是广东、四川、湖南等地区具备较高的品牌影响力。在轨道交通业务上，公司拥有多项施工关键技术和18台盾构机，深度参与了广州市、珠三角轨道交通的建设。

粤水电拥有优良的市场开拓能力，丰富的清洁能源开发、建设、运营、以及风电塔筒制造等方面经验，项目建设质量优良、速度快，科学运营管理，有效控制成本，项目收益良好。公司清洁能源发电业务主要分布在新疆、甘肃等西北地区及广东、山东等东南沿海地区，截至2021年底，公司累计已投产发电的清洁能源项目总装机1,542.38MW，其中水力发电263MW，风力发电673MW，光伏发电606.38MW。

7.8. 中国化学

中国化学是一家集勘察、设计、施工为一体，知识技术相对密集的工业工程公司，是我国化学工业工程领域内资质最为齐全、功能最为完备、业务链较为完整的工业工程公司之一，在行业内具备专业化经营、市场化程度及业务一体化程度高的优势。

中国化学旗下华陆公司斩获 2020 年国内新开工几乎所有多晶硅项目的设计合同。先后累计为国内多晶硅提供了 50 多项技术服务，总体设计产能占全国总产能的 90% 以上。近两年华陆公司承担的多晶硅设计项目达产后，预计贡献清洁能源年发电约 200GW。按火电测算，减少煤炭消耗约 1.2 亿吨标煤，降低碳排放 3.5 亿吨。其开发的具有自主知识产权的多晶硅生产技术积极进入国际市场。

7.9. 中国中冶

中冶集团是全球性的冶金建设承包商和冶金企业运营服务商，业务涵盖工程承包、房地产开发、装备制造、资源开发，是国家确定的重点资源类企业之一，也是中国基本建设的主力军。

中国中冶拥有国内第一条具备自主知识产权的多晶硅生产线，多年前已经具有万吨规模的生产线，当前正在向电子级多晶硅转型。光伏级多晶硅与电子级多晶硅存在纯度上百倍的差异，因此后者的生产难度远高于前者。据洛阳网 2020 年报道，中硅高科开展了电子级多晶硅专用还原炉装备、还原尾气干法回收及高纯氢气深度净化技术等研发，建成了年产 1000 吨电子级多晶硅生产线和年产 3100 吨的硅基电子气体生产线。

中国中冶正在实施电子信息材料转型升级项目。其中，一期项目计划投资 15.5 亿元，占地 350 亩，建设区熔级多晶硅 300t/a、VAD 四氯化硅 6000t/a、PCVD 级四氯化硅 120t/a、电子级四氯化硅 80t/a、电子级三氯氢硅 2000t/a、电子级二氯二氢硅 500t/a、原料级六氯乙硅烷 50t/a、电子级六氯乙硅烷 50t/a、电子级正硅酸乙酯 500t/a，计划于 2022 年 10 月竣工投产；二期项目计划投资 26 亿元，预留用地 365 亩，锚定已取得突破的新产品，扩大高纯多晶硅生产规模，并新建电子特气、前驱体材料等 10 类新产品。**2021 年洛阳中硅实现销售收入 8.76 亿元，同比增长 161%，其中新产品销售收入突破 1.1 亿元，同比增长 350%，净利润 1.15 亿元，预计电子信息材料转型升级项目投产后将贡献更多业绩。**

7.10. 蒙草生态

蒙草生态核心业务为生态修复和种业科技，公司以采集驯化野生乡土植物种质资源为起点，通过生态大数据支持，因地制宜建立起具有特色的草原乡土植物种质资源库，并将大数据技术创新应用于生态修复领域，实现生态修复的精准性。立足内蒙古同时，分别向陕西、青海、西藏等地区拓展生态修复项目。种业是蒙草生态修复的核心能力，公司拥有国内具有特色的草原乡土植物种质资源库（小草诺亚方舟），打造种质资源“育繁推”一体化应用体系，涵盖生态修复、饲草、中草药等。

光伏助力生态修复，或成公司未来新增长点。光伏+生态修复是一种太阳能与土地

多重利用的模式，两者的协同点在于光伏电站可以减少地面受到的日照辐射和水分蒸发量，增加降水，再加上清洗电池板时喷洒的水分，这可以有效促进植被的生长和恢复。第二批风光大基地落地西北，“光伏+”或将成为未来公司新增长点。

8. 风险提示

硅料价格风险、光伏玻璃价格风险、光伏政策推进不及预期

研究团队简介:

王小勇：重庆大学技术经济及管理硕士，四川大学水利水电建筑工程本科，现任东北证券建筑行业首席分析师。曾任厦门经济特区房地产开发公司、深圳尺度房地产顾问、东莞中惠房地产集团等公司投资分析之职，先后在招商证券、民生证券，新时代证券等研究所担任首席分析师。4年房地产行业工作经验，2007年以来具有15年证券研究从业经历，善于把握周期行业发展脉络，视野开阔，见解独到，多次在新财富、金牛奖、水晶球及其他各种卖方评比中入围及上榜。

陶昕媛：香港中文大学经济学硕士，现任东北证券建筑组研究助理，2020年加入东北证券。

陈基赞：同济大学建筑与土木工程硕士，同济大学土木工程本科，现任东北证券建筑组研究助理，2022年加入东北证券。

重要声明

本报告由东北证券股份有限公司（以下称“本公司”）制作并仅向本公司客户发布，本公司不会因任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅反映本公司于发布本报告当日的判断，不保证所包含的内容和意见不发生变化。

本报告仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或征价。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的证券买卖建议。本公司及其雇员不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，在任何情况下，我公司及其雇员对任何人使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

本公司或其关联机构可能会持有本报告中涉及到的公司所发行的证券头寸并进行交易，并在法律许可的情况下不进行披露；可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务、财务顾问等相关服务。

本报告版权归本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，须在本公司允许的范围内使用，并注明本报告的发布人和发布日期，提示使用本报告的风险。

若本公司客户（以下称“该客户”）向第三方发送本报告，则由该客户独自为此发送行为负责。提醒通过此途径获得本报告的投资者注意，本公司不对通过此种途径获得本报告所引起的任何损失承担任何责任。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师。本报告遵循合规、客观、专业、审慎的制作原则，所采用数据、资料的来源合法合规，文字阐述反映了作者的真实观点，报告结论未受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资评级说明

股票 投资 评级 说明	买入	未来6个月内，股价涨幅超越市场基准15%以上。	投资评级中所涉及的市场基准： A股市场以沪深300指数为市场基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为市场基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为市场基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为市场基准。
	增持	未来6个月内，股价涨幅超越市场基准5%至15%之间。	
	中性	未来6个月内，股价涨幅介于市场基准-5%至5%之间。	
	减持	未来6个月内，股价涨幅落后市场基准5%至15%之间。	
	卖出	未来6个月内，股价涨幅落后市场基准15%以上。	
行业 投资 评级 说明	优于大势	未来6个月内，行业指数的收益超越市场基准。	
	同步大势	未来6个月内，行业指数的收益与市场基准持平。	
	落后大势	未来6个月内，行业指数的收益落后于市场基准。	

东北证券股份有限公司

 网址: <http://www.nesc.cn> 电话: 400-600-0686

地址	邮编
中国吉林省长春市生态大街 6666 号	130119
中国北京市西城区锦什坊街 28 号恒奥中心 D 座	100033
中国上海市浦东新区杨高南路 799 号	200127
中国深圳市福田区福中三路 1006 号诺德中心 34D	518038
中国广东省广州市天河区冼村街道黄埔大道西 122 号之二星辉中心 15 楼	510630

机构销售联系方式

姓名	办公电话	手机	邮箱
公募销售			
华东地区机构销售			
阮敏 (总监)	021-61001986	13636606340	ruanmin@nesc.cn
吴肖寅	021-61001803	17717370432	wuxiaoyin@nesc.cn
齐健	021-61001965	18221628116	qijian@nesc.cn
李瑞暄	021-61001802	18801903156	lirx@nesc.cn
周嘉茜	021-61001827	18516728369	zhoujq@nesc.cn
周之斌	021-61002073	18054655039	zhouzb@nesc.cn
陈梓佳	021-61001887	19512360962	chen_zj@nesc.cn
孙乔容若	021-61001986	19921892769	sunqr@nesc.cn
屠诚	021-61001986	13120615210	tucheng@nesc.cn
康杭	021-61001986	18815275517	kangh@nesc.cn
丁园	021-61001986	19514638854	dingyuan@nesc.cn
华北地区机构销售			
李航 (总监)	010-58034553	18515018255	lihang@nesc.cn
殷璐璐	010-58034557	18501954588	yinlulu@nesc.cn
温中朝	010-58034555	13701194494	wenzc@nesc.cn
曾彦戈	010-58034563	18501944669	zengyg@nesc.cn
王动	010-58034555	18514201710	wang_dong@nesc.cn
吕奕伟	010-58034553	15533699982	lyyw@nesc.com
孙伟豪	010-58034553	18811582591	sunwh@nesc.cn
闫琳	010-58034555	17862705380	yanlin@nesc.cn
陈思	010-58034553	18388039903	chen_si@nesc.cn
徐鹏程	010-58034553	18210496816	xupc@nesc.cn
张煜苑	010-58034553	13701150680	zhangyy2@nesc.cn
华南地区机构销售			
刘璇 (总监)	0755-33975865	13760273833	liu_xuan@nesc.cn
刘曼	0755-33975865	15989508876	liuman@nesc.cn
王泉	0755-33975865	18516772531	wangquan@nesc.cn
王谷雨	0755-33975865	13641400353	wanggy@nesc.cn
张瀚波	0755-33975865	15906062728	zhang_hb@nesc.cn
邓璐璘	0755-33975865	15828528907	dengl@nesc.cn
戴智睿	0755-33975865	15503411110	daizr@nesc.cn
王熙然	0755-33975865	13266512936	wangxr_7561@nesc.cn
阳晶晶	0755-33975865	18565707197	yang_jj@nesc.cn
张楠淇	0755-33975865	13823218716	zhangnq@nesc.cn
王若舟	0755-33975865	17720152425	wangrz@nesc.cn
非公募销售			
华东地区机构销售			
李茵茵 (总监)	021-61002151	18616369028	liyinyin@nesc.cn
杜嘉琛	021-61002136	15618139803	dujiachen@nesc.cn
王天鸽	021-61002152	19512216027	wangtg@nesc.cn
王家豪	021-61002135	18258963370	wangjiahao@nesc.cn
白梅柯	021-20361229	18717982570	baimk@nesc.cn
刘刚	021-61002151	18817570273	liugang@nesc.cn
曹李阳	021-61002151	13506279099	caoly@nesc.cn
曲林峰	021-61002151	18717828970	qulf@nesc.cn