

玻纤新应用，大道宽又阔——光伏边框篇

2023 年 05 月 30 日

► 光伏边框，玻纤复合材料的新应用

边框是光伏组件的重要辅材之一，其中铝边框市占率达 96%，其他材质应用于少数特定场景。近期玻纤复合材料用于光伏边框，有了实质进展。如果能够部分替代铝型材（在光伏边框领域），对玻纤行业是一件大事，按照我们的假设，10%渗透率对应新增需求 18.9 万吨，拉动 2.8% 新增需求，25% 渗透率对应 6.9% 新增需求。**新应用+传统需求复苏，2024 年玻纤行业供需关系的预期，有望“反转”。**

► 契机：降本诉求+新场景

(1) 降本：光伏边框在组件成本中占比达 9%，是组件中成本占比最高的辅材。铝边框定价模式为公开市场铝锭价格+边框加工费，其中加工费相对稳定，主要受铝锭价格波动干扰。**铝价高位、玻纤价格低位情况下，玻纤替代铝经济性性价比凸显。**当前铝锭价格较 2020 年底部上涨 64.6%，而玻纤价格较 2020 年底部下降 0.7%，相较铝合金涨幅，玻纤性价比凸显。我们测算当前铝价下，单套组件铝边框成本为 73.53 元，当前玻纤及聚氨酯价格情况下，单套组件复合材料边框成本为 52.05 元，**可降本约 29%。**

(2) 无电偶腐蚀适应海上光伏等场景：海上光伏电站要求光伏组件材料具备较强的耐盐雾腐蚀特性，铝是活泼金属，抵抗盐雾腐蚀能力很差；而复合材料无电偶腐蚀性，在海上光伏电站中是一种较好的技术解决方案。

当前多家复合材料边框厂商如振石、德意隆、沃莱新材、福膜科技已通过第三方材料认证，**后续重点关注下游组件厂认证、测评环节，我们预计复合材料边框推进速度较快的下游组件厂包括，晶科、隆基、阿特斯、亿晶光电等。我们预计下游组件厂认证、测评环节预计最快有望在 23Q3 有积极变化，行业起量预计在 2024-2025 年。**

► 空间：乐观拉动玻纤需求 10%+，较快消耗新增玻纤供给

1GW 光伏组件约对应 3636 吨玻纤需求，我们测算保守、中性、乐观三种情形，复合材料边框渗透率分别对应为 10%、25%、50%，**三种情形下 2025 年光伏复合材料边框分别可拉动 18.9、47.3、94.5 万吨玻纤需求。**2022 年我国玻纤产量为 687 万吨，对应新增需求占比为 2.8%、6.9%、13.8%。

投资建议：玻纤方面，我们预计后续光伏复材边框所用的玻纤主要为普通无碱粗纱，降本替代逻辑下，成本管控能力较强的企业，预计在新领域保持优势。我们预计玻纤 23Q2-Q3 供给压力轻，价格跟随需求有向上的弱弹性，同时光伏复材边框有望成为新增长极，**推荐【中国巨石】【中材科技】【长海股份】【山东玻纤】；复材边框厂商方面，建议关注各厂商在下游头部组件厂认证进展、扩产情况，包括【博菲电气】（中信分类化工）。**

风险提示：复合材料边框渗透率提升不及预期；新材料/技术替代风险；海上光伏新增装机量不及预期。

重点公司盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2022A	2023E	2024E	2022A	2023E	2024E	
600176	中国巨石	13.66	1.65	1.52	1.78	8	9	8	推荐
002080	长海股份	13.68	2.00	1.77	2.35	7	8	6	推荐
300196	中材科技	19.92	2.09	2.10	2.40	10	9	8	推荐
605006	山东玻纤	7.71	0.89	0.69	0.95	9	11	8	推荐
001255	博菲电气	41.30	0.87	1.79	2.64	47	23	16	-

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；

(注：股价为 2023 年 5 月 29 日收盘价；未覆盖公司博菲电气数据采用 wind 一致预期)

推荐

维持评级



分析师 李阳

执业证书：S0100521110008

邮箱：liyang_yj@mszq.com

研究助理 赵铭

执业证书：S0100122070043

邮箱：zhaoming_yj@mszq.com

相关研究

1. 建材建筑周观点 20230528：“一带一路”仍是全年主线，“中特估”重在基本面改善-2023/05/28
2. 建材建筑周观点 20230521：看好新疆经济“强复苏”，建材关注“脱房向需”-2023/05/21
3. 建材建筑周观点 20230514：顺周期的预期正在企稳-2023/05/14
4. 建材建筑周观点 20230506：中亚峰会召开在即，新疆板块继续冲刺-2023/05/07
5. 建材建筑周观点 20230423：“带路”订单大幅增长，玻璃库存 7 连降-2023/04/23

目录

1 玻纤新应用：光伏边框材料	3
1.1 替代的契机是什么？	3
1.2 市场需要等多久？	8
1.3 存在哪些争议？	9
1.4 玻纤和下游复材企业，进入难度大吗？	10
1.5 乐观拉动玻纤需求 10%+，玻纤供需关系步入新阶段？	11
2 投资建议	13
2.1 复材边框厂商进展	13
2.2 行业投资建议	15
3 风险提示	16
插图目录	17
表格目录	17

1 玻纤新应用：光伏边框材料

光伏边框：用于保护光伏玻璃边缘、加强组件密封性能、提高组件机械强度，是重要辅材之一，**成本角度边框占比 9%，重量角度边框占比 8.9%**。约 96%的边框材质选择铝型材，玻纤复合材料、不锈钢、橡胶等用于少数特定场景。

玻纤复合材料用于光伏边框，有了实质进展：振石集团获得全球第一张德国莱茵 TÜV 集团颁发的光伏组件用复合材料边框证书；行标《光伏组件用玻纤增强复合材料边框》(计划号：2022033-CPIA) (草案稿) 由中国光伏行业协会编制，2023 年 4 月 20 日在常州召开标准启动会。

玻纤复合材料，如果能够部分替代铝型材（在光伏边框领域），对玻纤行业是一件大事，按照我们的假设，10%渗透率对应新增需求 18.9 万吨，拉动 2.8%新增需求，25%渗透率对应 6.9%新增需求。新应用+传统需求复苏，2024 年玻纤行业供需关系的预期，有望“反转”。

本文将尝试回答 5 个问题，来证明光伏复合材料边框替代铝边框、玻纤复材替代铝型材的可能性。

1.1 替代的契机是什么？

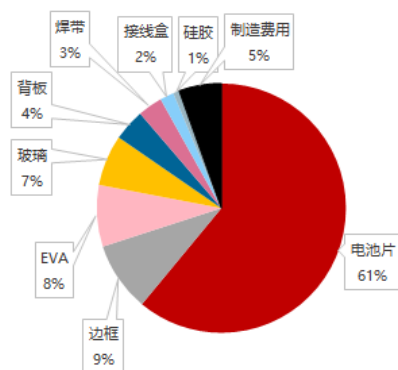
首先，组件厂降本需求、玻纤价格“降出”性价比。

光伏边框在组件成本占比达 9%，是组件中成本占比最高的辅材。目前主流铝边框定价模式为：**公开市场铝锭价格+边框加工费**。其中，加工费相对稳定，铝边框价格主要受铝锭价格影响。

表1：复合材料边框在力学性能、耐候性、降碳等方面具备优势

性能	铝边框	复合材料边框
力学性能	250MPa	800-1200MPa
耐候性能	耐湿热，不耐盐雾酸碱	耐湿热、紫外和盐雾酸碱
碳排放 (CO ₂ /T)	15.8T	0.23T
电偶腐蚀性	易出现电偶腐蚀	无电偶腐蚀
比重 (g/cm ³)	2.7	2.1

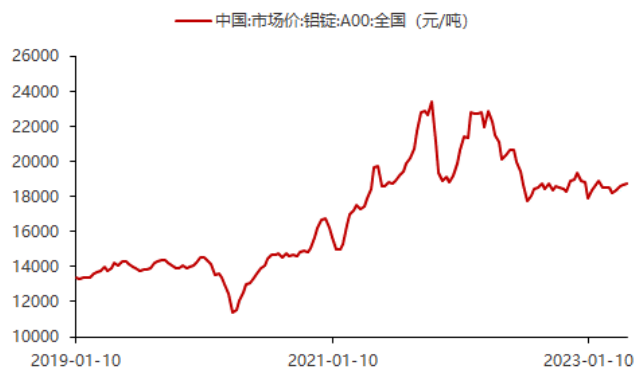
资料来源：沃莱新材官网，民生证券研究院

图1：2022 年光伏组件成本拆分（按金额）


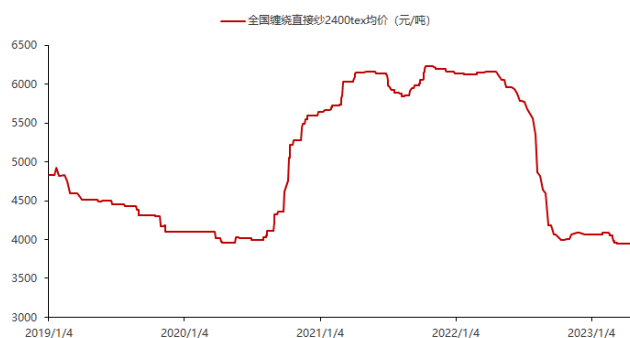
资料来源：永臻股份招股说明书，民生证券研究院

相较铝合金涨幅，玻纤性价比凸显，本轮周期价格波动幅度更小，玻纤本轮周期（2020 年后）价格已经创新低。

- 2020-2022 年全国缠绕直接纱 2400tex 价格高点出现在 2021 年 10 月，为 6233 元/吨，较低点（2020 年 7 月）上涨 2244 元/吨，涨幅 56.3%；全国铝锭 A00 价格（2021 年 10 月）为 22848 元/吨，较低点（2020 年 3 月）上涨 11450 元/吨，涨幅 100.5%。
- 截至 2023 年 4 月 30 日，全国缠绕直接纱 2400tex 价格 3950 元/吨，较低点（2020 年 7 月）下降 39 元/吨，**降幅 1.0%**。全国铝锭 A00 价格为 18758 元/吨，较低点（2020 年 3 月）上涨 7360 元/吨，**涨幅 64.6%**。

图2：当前铝锭价格较 2020 年底部上涨 64.6%


资料来源：wind，民生证券研究院

图3：当前玻纤价格较 2020 年底部下降 0.7%


资料来源：卓创资讯，民生证券研究院

单套光伏边框由铝锭替换为玻纤复合材，我们测算（静态价格下）可降本约 29%：

注意：测算仅供参考，不代表企业的实际数据

我们根据当前铝价，测算单套组件铝边框成本为 73.53 元。根据永臻股份招股说明书数据，以 P 型单晶 182mm (M10) 电池组件为例，装机容量 1.2、单套组件功率 550W。

①对应每套组件配套边框 2.85kg。

②铝锭现价为 18.8 元/kg，铝边框成品加工费在 7 元/kg。

③对应单套铝边框成本 73.53 元，单 W 组件铝边框成本 0.1337 元。

表2：光伏铝边框成本测算

	数值
单套组件边框功率 (W)	550
单套铝边框重量 (Kg)	2.85
铝锭价格 (元/Kg)	18.8
加工费 (元/Kg)	7
单套组件边框成本 (元)	73.53
单 W 组件边框成本 (元)	0.1337

资料来源：永臻股份招股说明书，wind，民生证券研究院测算

我们根据当前玻纤、聚氨酯价格，测算单套组件复合材料边框成本为 52.05 元。

①铝边框比重为 2.7g/cm³、复合材料边框比重为 2.1g/cm³ (数据来源：沃莱新材官网)，密度较低情况下，我们保守假设复合材料边框重量为 2.5kg，减重 12.3%。

②参考重庆亿煊，其复合材料边框原材料中，玻纤含量达 80%、聚氨酯为 20%，即对应单套复合材料边框玻纤用量 2kg、聚氨酯用量 0.5kg。

③玻纤现价为 4 元/kg，聚氨酯 DMI 现价为 19.35 元/kg，对应单套复合材料边框玻纤成本 8 元、聚氨酯成本 9.68 元。

④为增加复合材料边框耐候性及耐腐蚀性，需对切割后的材料件进行氟碳涂料喷涂。当前 72 版组件尺寸为 2278mm *1134mm，周长为 6.82m，单米氟碳涂料喷涂成本我们假设为 2 元，对应单套喷涂成本为 13.65 元。

⑤加工费方面，铝边框成品加工费在 7 元/kg，考虑到当前复合材料边框技术成熟度、成品率仍较铝边框有一定差距，我们保守假设，复合材料边框成品加工费需提高 20%、即 8.4 元/kg，对应单套加工费为 21 元。

⑥综合考虑**玻纤+聚氨酯+喷涂+加工费成本**，单套复合材料边框成本 52.32 元，单 W 组件复合材料边框成本 0.0951 元。

表3：光伏复合材料边框成本测算

	数值
单套组件边框功率 (W)	550
单套组件边框重量 (Kg)	2.5
聚氨酯占比	20%
玻纤占比	80%
单套聚氨酯用量 (Kg)	0.5
单套玻纤用量 (Kg)	2
聚氨酯价格 (元/Kg)	19.35
玻纤价格 (元/Kg)	4
聚氨酯成本 (元/套)	9.68
玻纤成本 (元/套)	8
喷涂成本 (元/套)	13.65
加工费用 (元/套)	21
单套成本 (元/套)	52.32
单 W 组件边框成本 (元)	0.0951

资料来源：沃莱新材官网，wind，民生证券研究院测算

因此，**静态价格前提下，测算玻纤复合材可降本约 29%**。考虑到复合材料边框中，玻纤、聚氨酯、喷涂等成本占比较为平均，我们预计铝价波动是替代性价比的关键因素。

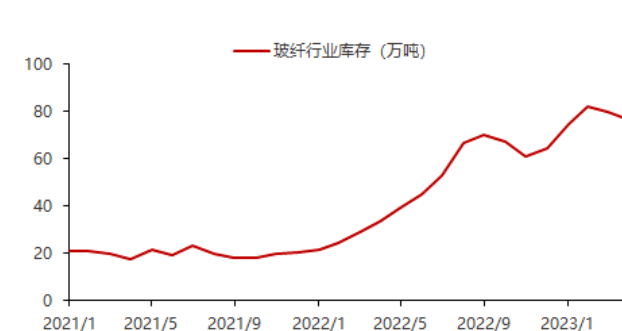
动态测算下，铝锭价格回落到 11-12 元/kg，成本才有望打平复合材料。参考当前电解铝及玻纤行业库存，我们预计以上发生可能性偏低。

图4：我国电解铝行业库存



资料来源：wind，民生证券研究院

图5：玻纤行业库存



资料来源：卓创资讯，民生证券研究院

第二，海上光伏是匹配的应用场景。

不止是成本优势，无电偶腐蚀在海上光伏场景优势突出。光伏组件向面板更大、双玻双面发电、免电势差诱发衰减、BIPV 等新方向发展，光伏边框的比强度要求和绝缘性要求日益提高。**尤其在海上光伏电站**，要求光伏组件材料具备很强的耐盐雾腐蚀特性，而铝是活泼金属，抵抗盐雾腐蚀能力较弱，传统铝边框方案很难保证 25 年使用寿命；而复合材料无电偶腐蚀性，在海上光伏电站中是重要的技术解决方案之一。

以铝合金边框为例，近海组件边框受盐雾侵蚀，单层镀膜玻璃和接线盒都存在水汽现象，需要加强保护；组件边缘密封胶封闭不好，水汽对内部进行侵蚀，无框双玻边缘层压不当、存在分层，更易受到水汽侵蚀，**传统铝边框方案很难保证 25 年的使用寿命。**

水面开阔没有遮挡物，日照较长且利用充分，较陆地光伏可提升发电量 5-10%。近 2 年，国内沿海省份如山东、江苏、浙江、辽宁、广东等积极规划海上光伏项目，例如 **2022 年 7 月山东出台《海上光伏建设工程行动》**，打造“环渤海、沿黄海”双千万千瓦级海上光伏基地，“环渤海”基地布局海上光伏场址 31 个、总装机规模 1930 万千瓦，“沿黄海”基地布局海上光伏场址 26 个、总装机规模 2270 万千瓦。截至 2022 年 5 月，我国确权海上光伏项目共 28 个、累计确权面积约 1600 公顷，少数项目已实现部分容量并网发电。

博菲电气光伏复合材料边框已具备海上应用的相关研发和应用经验。

图6：海上光伏图示

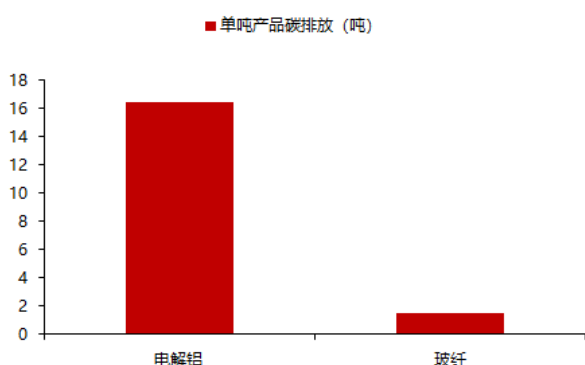


资料来源：比比电，民生证券研究院

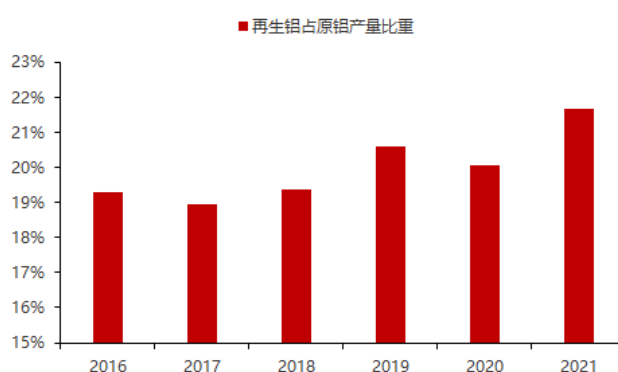
第三，降碳的契机，但考虑再生铝和玻纤回收价值偏低，不是主要触发因素。

电解铝是典型的高耗能产业，而玻纤可显著降低碳排放：

- 根据 IAI 数据，2019 年单吨电解铝碳排放约 16.5 吨，其中电力环节、热能以及生产过程中直接排放分别达 10.7、2.1、1.5 吨；
- 根据中国巨石官网数据，目前每吨玻纤产品全国平均碳排放为 1.5 吨、中国巨石不到 1 吨。整体而言，玻纤的碳排放仅为电解铝的 9.1%。
- 但需考虑铝材易回收、熔融温度低，废料容易再生，回收率极高，再生铝碳排放只有原铝的 5%，节能减排效果显著。2021 年再生铝占原铝产量比重为 21.7%；而复合材料目前回收成熟度不高，不能给组件业主带来一定的回收利用价值。

图7：玻纤碳排放仅为电解铝的 9.1%


资料来源：中国巨石官网，IAI，民生证券研究院

图8：2016-2021 年再生铝占原铝产量比重


资料来源：澎湃网，民生证券研究院

1.2 市场需要等多久？

2023 年 4 月 12 日，振石集团华智研究院获得德国莱茵 TÜV 集团颁发的全球首张光伏组件用复合材料边框证书，本次认证产品通过莱茵公司 2PfG2923 标准认证。本次测试环节的重点是耐老化测试、阻燃性能、力学性能等，振石集团产品均表现优异。除振石外，德意隆、沃莱新材、福膜科技等复合材料边框厂商均已通过行业权威的 TÜV 莱茵认证。

德国莱茵 TÜV 集团是全球 TOP5 认证机构之一、最早进入中国的国际认证机构，拥有近 150 年经验，检测业务覆盖面广，其中在光伏领域具备广泛影响力。

市场推广角度，一般光伏辅材如果要应用到光伏组件上，①首先需要材料通过第三方材料认证，②组件厂商将该材料应用到自己的组件上，再去组件第三方机构做认证，③通过认证后，组件厂商自身测试无太大问题，则可逐渐起量。

当前多家复合材料边框厂商如振石、德意隆、沃莱新材、福膜科技已通过第三方材料认证，因此后续重点关注下游组件厂认证、测评环节，下游组件厂推进速度

较快的包括**晶科**（2022 年 8 月晶科能与德毅隆、科思创投资组成的参编单位，就关于《晶体硅光伏组件用玻纤增强复合材料边框的技术标准》立项展开讨论）、**隆基**（2022 年 12 月与万华达成战略合作，其中包括聚氨酯复合材料边框合作）、**阿特斯**（2013 年与德毅隆共同合作对玻纤聚氨酯复合材料多项性能全面测试，2014-2015 年复合材料边框组件应用于上海和浙江 2 个分布式屋顶光伏项目）、**亿晶光电**（2023 年 2 月德国 VDE 检测研究所为亿晶光电颁发了首张使用复合材料光伏边框的组件产品认证证书，该产品复材边框由德毅隆制造）。**下游组件厂认证、测评环节预计最快或有望在 23Q3 有积极变化，行业起量或在 2024-2025 年。**

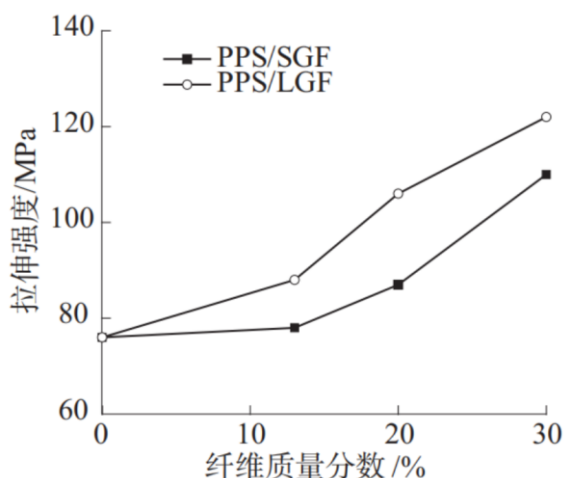
但是传统光伏铝边框不会“坐以待替”，参考用于海洋环境（如船舶）中的铝合金材料，由于长期受海水浸泡、流水冲击、干湿交替作用，涂覆于铝合金的防腐底漆具有①具有良好的耐海水性，②对基材具有强附着力，③与防污涂料间具有良好的层间附着力。常用的有环氧胺类底漆、环氧聚酰胺类底漆、氯化橡胶类防锈底漆。

1.3 存在哪些争议？

目前复合材料边框快速渗透仍存在以下争议：

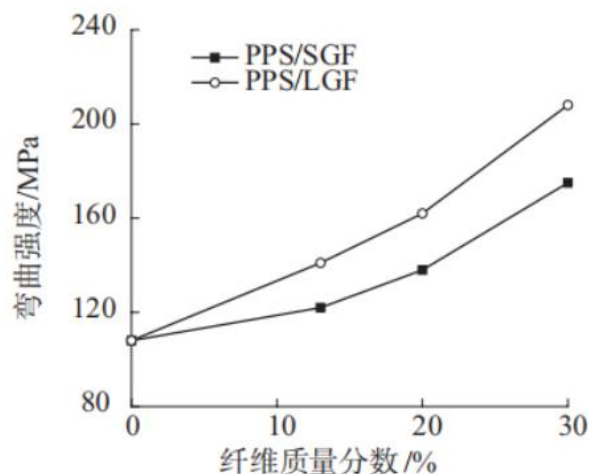
- 海上光伏风力大，对材料、磨具精度要求更高，要求材料耐冲击能力高。复合树脂边框对精度要求较高，当精度存在偏差时，受到很重外力情况下，存在边框挤压变形的可能性。
- 复合材料拉挤速度慢于铝型材，复合材料拉挤成型技术为自动化或半自动化流水线生产，速度达 10m/min，而塑性好的铝合金型材挤压速度更快，可达 100m/min。
- 玻纤含量较低时，无法在复合材料中形成较好的应力传递网络，使得玻纤在复合材料受到冲击载荷下以缺陷的形式存在，导致复合材料整体冲击强度降低。随着玻纤含量增加，复合材料冲击强度将会提升。（数据来源：《长/短玻纤增强 PPS 复合材料的性能对比》）
- 光伏边框可能引雷，主因系光伏电站中金属边框串起来、较容易感应到雷电，铝边框具有良好的导电性能，可在雷雨天气用作避雷。而复合材料边框在避雷方面或仍需检验。

图9：纤维含量越高，复合材料拉伸强度越大



资料来源：《长/短玻纤增强 PPS 复合材料的性能对比》，民生证券研究院

图10：纤维含量越高，复合材料弯曲强度越大



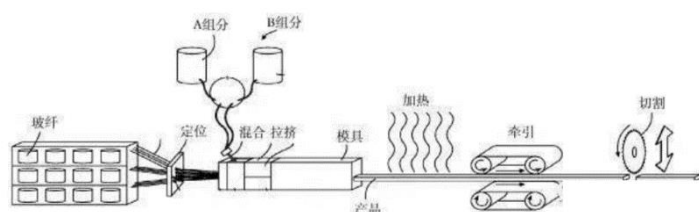
资料来源：《长/短玻纤增强 PPS 复合材料的性能对比》，民生证券研究院

考虑到海上光伏发展催生复合材料边框的应用场景，陆地光伏渗透率可能偏慢，假设陆地推广效果一般，只有海上光伏大范围使用。目前山东省公布明确的海上光伏建设项目，桩基固定式海上光伏项目 2025 年累计建成并网 11GW（22 年累积建成并网 1.5GW）、漂浮式海上光伏建成并网 1GW，即 2023-2025 年累积建成海上光伏项目 10.5GW，根据表 3 测算，1GW 光伏组件约对应 3636 吨玻纤需求，**预计 2023-2025 年，仅山东海上光伏项目累计拉动玻纤 3.82 万吨。**

1.4 玻纤和下游复材企业，进入难度大吗？

玻纤增强聚氨酯，即 GRPU，以无纺玻璃纤维纱为增强材料，聚氨酯树脂为基体树脂，通过注射浸胶拉挤工艺生成。传统树脂拉挤型材时，需使用多达 4-5 种不同的玻璃纤维毡，且毡需裁切造形。聚氨酯拉挤可用玻纤无碱粗纱来代替玻纤毡，减少原料成本、操作劳力成本，提高生产线速度。

图11：玻纤增强聚氨酯生产工艺流程



资料来源：《聚氨酯拉挤的发展状况及应用》，民生证券研究院

玻纤增强聚氨酯材料行业里已应用多年，技术相对成熟：

- GRPU 门窗型材，具有①高隔热性，室温下导热系数仅为 $0.22\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，为铝合金的 $1/700$ ；②低热膨胀，线性热膨胀系数约为 $7\times 10^{-6}/\text{K}$ ，远低于铝合金，温度变化时不会与墙体产生缝隙、密封性良好，保证整窗在温差较大环境下的隔热性；③耐腐蚀性能优于其他材质门窗型材，尤其适用于沿海、有腐蚀性的一般潮湿场所；④电性能佳，不受电磁波作用、不反射无线电波，在通讯系统建筑上有特殊用途。
- GRPU 集装箱地板，相较传统木质材料，①重量减轻 22%，降低整船、整车集装箱油耗和运输成本；②保持足够韧性，降低维护成本；③增加集装箱使用寿命，传统集装箱木地板使用寿命只有 5-10 年，GRPU 集装箱地板可超过 20 年。
- GRPU 其他用途包括铁路枕木、梯子杆、工具柄等。

我们预计后续光伏复材边框所用的玻纤主要为普通无碱粗纱，判断依据是①聚氨酯拉挤用玻纤无碱粗纱，无需用到高价高模量产品，②降本提效是光伏行业的重要趋势，玻纤替代铝核心逻辑便在于降本。

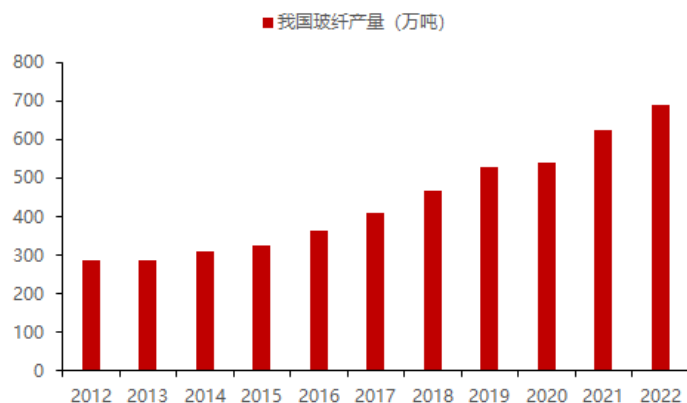
重点关注：

- 降本替代逻辑下，原先成本管控能力较强的玻纤企业，预计在光伏复材边框领域仍具备领先优势，但行业门槛不算高；
- 复合材料边框厂通过下游组件厂的验证进展。

1.5 乐观拉动玻纤需求 10%+，玻纤供需关系步入新阶段？

根据表 3 测算，1GW 光伏组件约对应 3636 吨玻纤需求。Navigant 预计 2025 年全球光伏新增装机 520GW，我们按照保守、中性、乐观三种情形，假设复合材料边框渗透率分别对应 10%、25%、50%，拉动玻纤需求量 18.9、47.3、94.5 万吨。2022 年我国玻纤产量为 687 万吨，新增需求占比 2.8%、6.9%、13.8%。

我们测算，2023 年行业实际净新增产能预计在 54 万吨，2024 年行业拟新增产能估计 70 万吨以上（仅考虑巨石+中材+山玻），取中性假设，2025 年边框新增需求 47.3 万吨，可以抵消大部分供给新增影响。

图12：2022 年我国玻纤产量 687 万吨，同比+10.2%


资料来源：中国玻纤工业协会，民生证券研究院

表4：光伏复合材料边框拉动玻纤需求测算

	保守	中性	乐观
全球光伏新增装机 (GW)		520	
复合材料边框渗透率	10%	25%	50%
复合材料边框组件新增装机 (GW)	52	130	260
光伏领域玻纤新增需求 (万吨)	18.91	47.27	94.54

资料来源：沃莱新材官网，Navigant，民生证券研究院测算

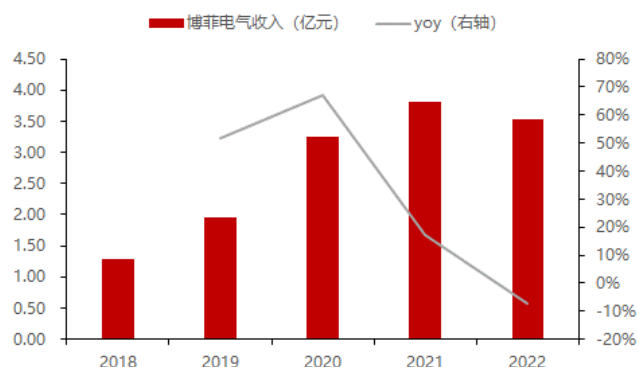
2 投资建议

2.1 复材边框厂商进展

2.1.1 博菲电气

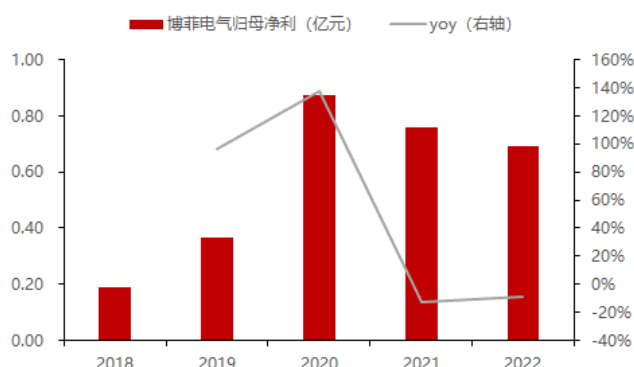
博菲电气深耕电气绝缘材料等高分子复合材料十余年，在树脂开发应用、复合材料制造工艺和性能评定方面具有丰富技术积累。2022 年博菲电气收入 3.54 亿，同比-7.3%，2018-2022 年收入 CAGR 为 28.8%；归母净利 0.69 亿，同比-8.8%，2018-2022 年归母净利 CAGR 为 38.8%。**应用领域**：2022 年风电收入占比 48%，轨道交通 17%；**产品结构**：2022 年绝缘树脂收入占比 52%，槽楔与层压制品 18%，云母制品 10%。

图13：2018-2022 年博菲电气营收及 yoy



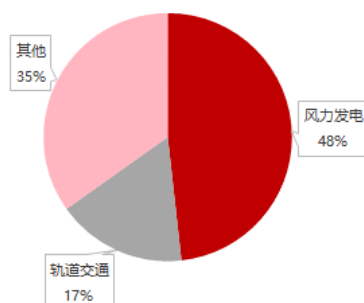
资料来源：博菲电气公司公告，民生证券研究院

图14：2018-2022 年博菲电气归母净利及 yoy



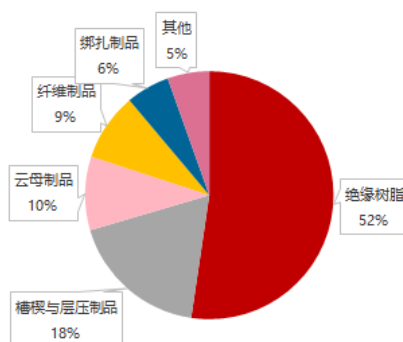
资料来源：博菲电气公司公告，民生证券研究院

图15：2022 年博菲电气营收按应用领域拆分



资料来源：博菲电气公司公告，民生证券研究院

图16：2021 年博菲电气营收按产品结构拆分



资料来源：博菲电气公司公告，民生证券研究院

2023 年 5 月博菲电气拟发行 3.9 亿元可转债，用于浙江海宁年产 7 万吨新能源复合材料制品建设项目（总投资额为 5.77 亿元）。

- 光伏复合材料边框要求制品达到高直线度和高生产效率，对材料配方、复合工艺技术要求高，博菲电气在相关领域具备技术储备及生产工艺积累。同时，光伏复合材料边框与博菲电气主要产品绝缘槽楔具有生产设备、技术路线、生产工艺的类似性。
- **认证方面**，博菲电气已与下游知名光伏组件厂商密切开展光伏复合材料边框产品的测试及认证工作。

2.1.2 振石集团

振石集团主要业务包括特种钢材、镍铁制造、矿产资源、风电基材、复合新材、科技研发、贸易物流、房产开发、酒店健康、金融投资等板块，2019-2021 年总营收分别为 131.6、169.3、250.1 亿元，归母净利润分别为 9.1、11.63、49.34 亿元。

振石深耕玻纤及复合材料行业 30 余年，在玻纤制造、风电基材板块成功培育了巨石、恒石两大行业巨头，是复合材料边框先行者。2023 年 4 月 12 日振石集团华智研究院获得德国莱茵 TÜV 集团颁发的光伏组件用复合材料边框证书，认证产品在耐老化测试、阻燃性能、力学性能等方面均表现优异。

振石集团持有中国巨石 15.59%股份。

2.1.3 德毅隆

德毅隆采用集中控制网络注射拉挤生产工艺生产 GRPU 型材，一期已投产型材拉挤线 34 条、环保自动涂装线和型材加工线，目前已具备年产 5GW 光伏边框型材产能，2023 年年底预计将具备年产 15GW 光伏边框型材产能。

产品认证方面，2013 年德毅隆与阿特斯合作对玻纤增强聚氨酯复合材料多项性能全面测试，2014-2015 年产品分别应用于上海和浙江的 2 个分布式屋顶光伏项目。当时受限于铝价成本较低，德毅隆推进光伏复合材料边框进展搁置，2020 年以来重新启动，如 2023 年 2 月德国 VDE 为亿晶光电颁发光伏复合材料边框组件认证，该边框组件选用德毅隆生产的玻纤增强聚氨酯复合材料制造。

2.1.4 沃莱新材

沃莱新材专注于光伏组件复合材料边框的研发和生产。公司针对海面光伏、屋顶分布式、地面电站 3 个应用场景，分别推出波塞冬、鲁班、炎黄系列复合材料板框。

产品认证方面，2023 年 2 月 TÜV 南德为沃莱新材的光伏复合材料边框颁发

产品认证证书。

2.1.5 福膜科技

福膜科技深耕光伏行业 13 年，是光伏组件封装背板用 PVDF 膜龙头企业，市场占有率超 50%。**产品认证方面**，福膜科技复合材料边框 2015 年研发成功，并于同年投建示范电站（绍兴/新昌），至今运行良好。2023 年 4 月 TÜV 南德为福膜科技光伏复合材料边框颁发认证证书。

2.2 行业投资建议

玻纤制造方面，我们预计后续光伏复材边框所用的玻纤主要为普通无碱粗纱，降本替代逻辑下，成本管控能力较强的玻纤企业，在光伏复材边框领域仍具备领先优势。我们预计玻纤23Q2-Q3供给压力偏轻，价格跟随需求有向上的弱弹性，同时光伏复材边框有望成为玻纤新能源领域又一增长极，**推荐【中国巨石】【中材科技】【长海股份】【山东玻纤】**。

复材边框厂商方面，建议**关注**各厂商在下游头部组件厂认证进展以及产能扩张情况，包括【博菲电气】（中信分类化工），非上市企业包括【振石集团】（持股巨石 15.59%股份）、【德毅隆】、【沃莱新材】、【福膜科技】。

3 风险提示

1) 复合材料边框渗透率提升不及预期。我们测算玻纤复材边框具备降本+适应特殊应用场景+降碳等优点，但铝同样有可回收率高等优点，同时当前复合材料边框仍处于下游组件厂认证环节，认证进展存在不确定性。若复合材料边框渗透率提升不及预期，则本文测算的市场空间可能无法达到。

2) 新材料/技术替代风险。当前行业除铝边框、玻纤聚氨酯复材边框外，同样有钢边框等其他技术在参与认证，后续仍存在一定新材料/技术替代风险。

3) 海上光伏新增装机量不及预期。目前复合材料边框应用于海上光伏，较铝边框有明显优势，国内各省份如山东出台较大力度海上光伏推广政策。但若后续海上光伏新增装机量不及预期，则复合材料边框渗透率提升可能不及预期。

插图目录

图 1: 2022 年光伏组件成本拆分 (按金额)	4
图 2: 当前铝锭价格较 2020 年底部上涨 64.6%	4
图 3: 当前玻纤价格较 2020 年底部下降 0.7%	4
图 4: 我国电解铝行业库存	6
图 5: 玻纤行业库存	6
图 6: 海上光伏图示	7
图 7: 玻纤碳排放仅为电解铝的 9.1%	8
图 8: 2016-2021 年再生铝占原铝产量比重	8
图 9: 纤维含量越高, 复合材料拉伸强度越大	10
图 10: 纤维含量越高, 复合材料弯曲强度越大	10
图 11: 玻纤增强聚氨酯生产工艺流程	10
图 12: 2022 年我国玻纤产量 687 万吨, 同比+10.2%	12
图 13: 2018-2022 年博菲电气营收及 yoy	13
图 14: 2018-2022 年博菲电气归母净利及 yoy	13
图 15: 2022 年博菲电气营收按应用领域拆分	13
图 16: 2021 年博菲电气营收按产品结构拆分	13

表格目录

重点公司盈利预测、估值与评级	1
表 1: 复合材料边框在力学性能、耐候性、降碳等方面具备优势	3
表 2: 光伏铝边框成本测算	5
表 3: 光伏复合材料边框成本测算	6
表 4: 光伏复合材料边框拉动玻纤需求测算	12

分析师承诺

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登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

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、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026