

基础化工

光伏迭代驱动，POE 历史机遇已至

POE 有望成为最具前景的化工新材料。我国化工新材料产值已达 13160 亿元，其中高端聚烯烃 2022 年产值已达 1280 亿元，自给率仅 57%，是兼具市场容量与国产化空间的化工新材料品类。在高端聚烯烃中，POE 应用于 TOPCon、HJT、钙钛矿等光伏技术路线封装、汽车轻量化用改性塑料。其生产所用限定几何构型茂金属催化剂、溶液聚合工艺技术难度大，使其兼具了良好的竞争格局、庞大的市场容量以及优异的增长前景。我们认为 2023 年随着光伏 TOPCon 放量，POE 有望成为下一个最具前景的化工新材料。

光伏迭代开启 POE 需求新篇章。转化效率持续驱动光伏迭代，目前以 TOPCon 为首的 N 型电池即将开始放量渗透，而中期 HJT、远期钙钛矿的渗透，将持续带来封装材料的迭代：POE、EPE 胶膜随着 POE 粒子的国产化，有望成为 TOPCon、HJT 的主流封装路线。远期钙钛矿电池的渗透将使得光伏封装材料进一步迭代至 POE+丁基胶的方式。2023 年 Q4 开始 TOPCon 将进入集中投产期，2024 年底规划投产项目将拉动百万吨级 POE 粒子新增需求，预计 2025 年我国光伏级 POE 粒子需求将超过 150 万吨。当光伏进入 TW 时代，POE 胶膜、粒子需求有望超 100 亿平、500 万吨。

三大壁垒构筑 POE 极佳竞争格局。POE 竞争格局极佳，被陶氏、三井、LG、SK/SABIC 等外企长期垄断，2021 年 64 万吨国内需求全部由进口料满足。生产工艺上，POE 具备三大瓶颈：1) 茂金属催化剂：POE 聚合需使用单一活性中心的限定几何构型茂金属催化剂。聚烯烃催化剂多年来技术封闭，国内仅鼎际得、中石化等极少数企业掌握工业化生产，而茂金属催化剂技术难度相比前五代聚烯烃催化剂更为大增。我们认为当下催化剂是 POE 产业化的最大瓶颈；2) α -烯烃：生产光伏级 POE 需要使用高碳 α -烯烃与乙烯共聚，以破坏乙烯的结晶从而制作出高透明度的光伏级 POE 粒子，而高碳 α -烯烃目前主要被陶氏等少数外企垄断；3) 溶液聚合工艺：溶液聚合是 POE 产业化的主流生产路线，国内目前没有成熟产业化装置。三大壁垒有望在中长期共同构筑 POE 优异的竞争格局。

历史机遇已至，看好催化剂积淀厂商领军国产化。我们认为未来 POE 在产业化进程中将经历筹备期、验证期、盈利兑现期，在产业化筹备期、验证期，TOPCon 放量或使得 POE 出现较严重的供需错配，景气度有望提升。而在兑现期，我们看好具备技术积累厂商率先破局，尽享国产化红利。**建议关注：鼎际得、万华化学、卫星化学、东方盛虹、荣盛石化。**

风险提示：宏观经济增速低于预期，产品价格大幅波动、新项目建设进度不及预期、测算存在误差等。

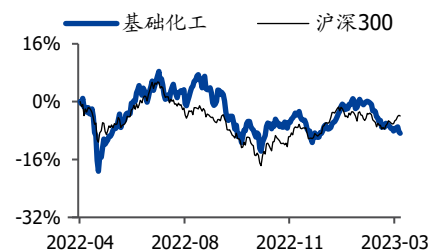
重点标的

股票代码	股票名称	投资评级	EPS (元)				PE			
			2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E
603255.SH	鼎际得	买入	0.99	0.82	1.22	1.85	53.48	63.88	43.06	28.48
600309.SH	万华化学	买入	7.85	5.17	6.07	7.46	11.98	18.18	15.49	12.60
002648.SZ	卫星化学	买入	1.78	1.19	2.15	2.74	8.93	13.35	7.39	5.80
000301.SZ	东方盛虹	买入	0.73	0.98	1.98	2.27	18.00	13.41	6.64	5.79
002493.SZ	荣盛石化	买入	1.27	0.79	1.33	1.61	11.56	18.58	11.04	9.12

资料来源：Wind，国盛证券研究所

增持（维持）

行业走势



作者

分析师 杨义韬

执业证书编号：S0680522080002

邮箱：yangyitao@gszq.com

分析师 王席鑫

执业证书编号：S0680518020002

邮箱：wangxixin@gszq.com

相关研究

- 《基础化工：看好具备强 α 的价值龙头和第二曲线成长股》2023-04-03
- 《基础化工：推荐高成长白马，关注低估值新材料》2023-03-20
- 《基础化工：关注高端聚烯烃国产化突破》2023-03-13

内容目录

1. POE有望成为最具前景的化工新材料	4
2. 光伏迭代开启 POE 需求新篇章	5
2.1. TOPCon 等 N 型电池放量在即，远期钙钛矿可期，光伏持续迭代	5
2.2. 光伏封装材料迭代，POE 迎历史机遇	9
2.3. 汽车轻量化催生百万吨级 POE 新增需求	16
2.4. POE 在线缆、热熔胶、发泡料等领域的前景有望打开	19
3. 三大壁垒构筑极佳格局，催化剂乃重中之重	20
3.1. POE 供给被海外巨头垄断，进口量逐年攀升	20
3.2. POE 具三大瓶颈，催化剂乃重中之重	22
3.2.1. 瓶颈一：茂金属催化剂	22
3.2.2. 瓶颈二： α -烯烃	25
3.2.3. 瓶颈三：溶液聚合工艺	29
4. 历史机遇已至，催化剂积淀厂商领军国产化	30
5. 风险提示	32

图表目录

图表 1: 2022 年我国新材料产品产值 (亿元)	4
图表 2: 2022 年我国新材料产品自给率	4
图表 3: POE 结构特点及性能优势	5
图表 4: POE 产业链图	5
图表 5: 不同类型太阳能电池转换效率	6
图表 6: N 型与 P 型半导体的工作原理	6
图表 7: N 型电池片结构	6
图表 8: 国内 TOPCon 电池扩产规划 (GW)	7
图表 9: 钙钛矿电池结构	7
图表 10: 光伏产业链不同环节毛利率	8
图表 11: 多晶硅料价格走势	8
图表 12: POE 封装胶膜占组件成本比重	8
图表 13: POE 在光伏组件中的应用	9
图表 14: POE 作为光伏胶膜优势汇总	10
图表 15: 不同组件主流胶膜选型方案	10
图表 16: 不同胶膜类型国家标准	11
图表 17: 不同光伏电池/组件技术路线对比	12
图表 18: 光伏级 POE 需求测算 (万吨)	13
图表 19: POE 胶膜占组件成本弹性测算	13
图表 20: 2019-2022H1 我国光伏胶膜厂商销量 (亿平米)	14
图表 21: 2021 我国年光伏胶膜竞争格局 (按销量)	14
图表 22: 国内头部胶膜厂产能规划公告整理 (亿平米)	15
图表 23: 光伏胶膜工艺流程图	16
图表 24: 不同胶膜项目投资额分析	16
图表 25: 2021 年中国 POE 粒子需求分布	17
图表 26: 各国车用改性塑料用量及占比	17
图表 27: 汽车制造时使用的各类材料重量占比	18
图表 28: 改性塑料在汽车中的应用	18

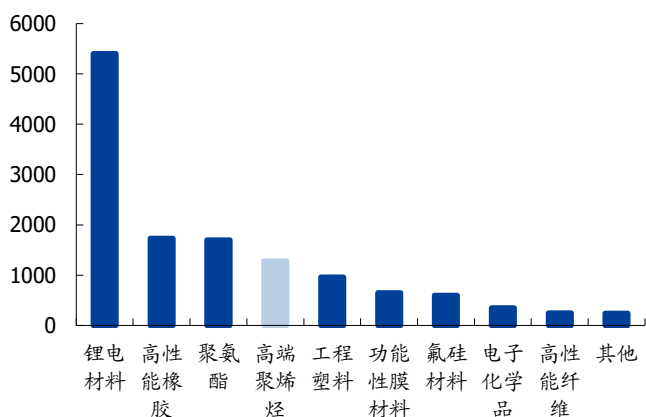
图表 29: 汽车中塑料材料使用比例.....	18
图表 30: POE 含量对 PP 共混性能影响.....	19
图表 31: 车用 POE 粒子需求测算 (万吨).....	19
图表 32: POE 样常温储存模量.....	20
图表 33: POE 粒子总需求测算 (万吨).....	20
图表 34: 我国 POE 粒子进口来源 (2021 年).....	21
图表 35: POE 粒子年度进口量.....	21
图表 36: 三井化学 POE 粒子进口价格 (元/吨).....	21
图表 37: 2021 年全球主要厂商 POE、POP 产能统计.....	22
图表 38: 聚烯烃催化剂发展历程.....	23
图表 39: 2020 年全球聚烯烃催化剂产能分布.....	23
图表 40: 世界 mPE 主要生产商及其工艺、产品牌号与应用领域.....	24
图表 41: 茂金属催化剂依有无桥联、单茂多茂等可分为不同类型.....	24
图表 42: 共聚单体含量与 POE 产品结晶度的关系.....	25
图表 43: CGC 催化剂在 160°高温下仍具备良好的催化活性.....	25
图表 44: α -烯烃用途.....	26
图表 45: 陶氏化学车用 POE 产品熔体流动指数.....	26
图表 46: 陶氏 POE 产品不同牌号性能指标.....	27
图表 47: 2018 年全球各种类 α -烯烃市场份额.....	27
图表 48: 非选择性齐聚路线 C6/C8 产品产率对比.....	28
图表 49: 铬系乙烯四聚催化体系催化活性和选择性差距较大.....	28
图表 50: 国内企业 C6 以上 α -烯烃产能统计 (万吨).....	29
图表 51: POE 溶液聚合工艺.....	30
图表 52: 国内厂商 POE 粒子新增产能统计.....	31

1. POE 有望成为最具前景的化工新材料

化工新材料产值已破万亿，**2015-2022 年整体复合增速达 26.1%**。根据中国石油化工联合会，2022 年化工新材料产能达到 4500 万吨/年，产量达到 3323 万吨，净进口量 813 万吨，消费量 4136 万吨。2022 年我国化工新材料产值 13160 亿元，较 2015 年 2600 亿元增长 4 倍，2015-2022 年复合增速高达 26.1%。

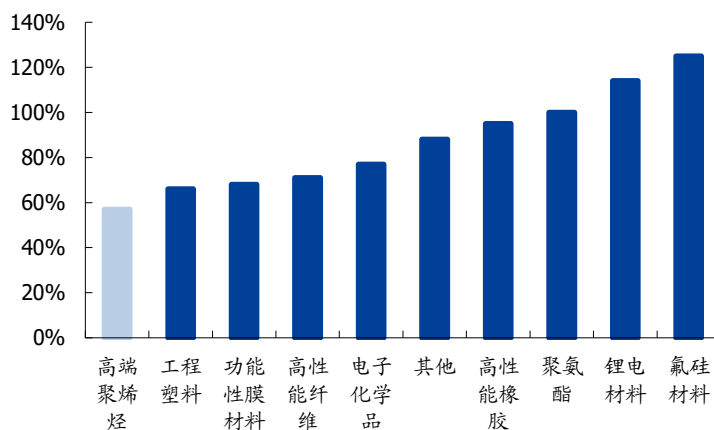
化工新材料中，我国高端聚烯烃产值达千亿，依然是自给率最低新材料品种，空间广阔。国内新材料产业化迅速扩张，2022 年我国化工新材料产量 3323 万吨，较 2015 年的 1681 万吨提升 98%，复合增速 10%。通过国内企业技术研发及生产环节突破，目前我国氟硅材料、锂电材料、聚氨酯、高性能橡胶等领域已全面实现国产化，而高端聚烯烃受催化剂、 α -烯烃、聚合工艺壁垒影响，2021 年国产化率仅 57%。

图表 1: 2022 年我国新材料产品产值 (亿元)



资料来源: 中国石化联合会, 国盛证券研究所

图表 2: 2022 年我国新材料产品自给率



资料来源: 中国石化联合会, 国盛证券研究所

高端聚烯烃中，**POE 兼具良好竞争格局、庞大市场容量、优异需求增长前景，有望成为最具前景的化工新材料之一**。聚烯烃弹性体 (POE, Polyolefin elastomer) 是以乙烯或丙烯为主要聚合单元，以 α -烯烃 (1-丁烯、1-己烯、1-辛烯等) 为共聚单体通过茂金属催化剂作用聚合得到的共聚物。从结构上看，POE 主要包括碳碳主链结晶区 (树脂相) 与无定型区 (橡胶相)，其中碳碳主链结晶区起物理交联点的作用，而 α -烯烃的引入削弱了碳碳主链的结晶区，形成了呈现橡胶弹性的无定型区。POE 具有较短的支链分布，使得材料拥有高弹性、高强度、高伸长率等优异的性能；同时由茂金属催化剂作用聚合得到的共聚物分子量分布较窄，使得材料在注塑和挤出过程中不易产生挠曲，且水汽透过率低；POE 分子键饱和，使得材料具备优异的耐热老化和抗紫外线性能；橡胶相结构赋予材料良好的弹性，树脂相结构赋予材料良好的加工性能。

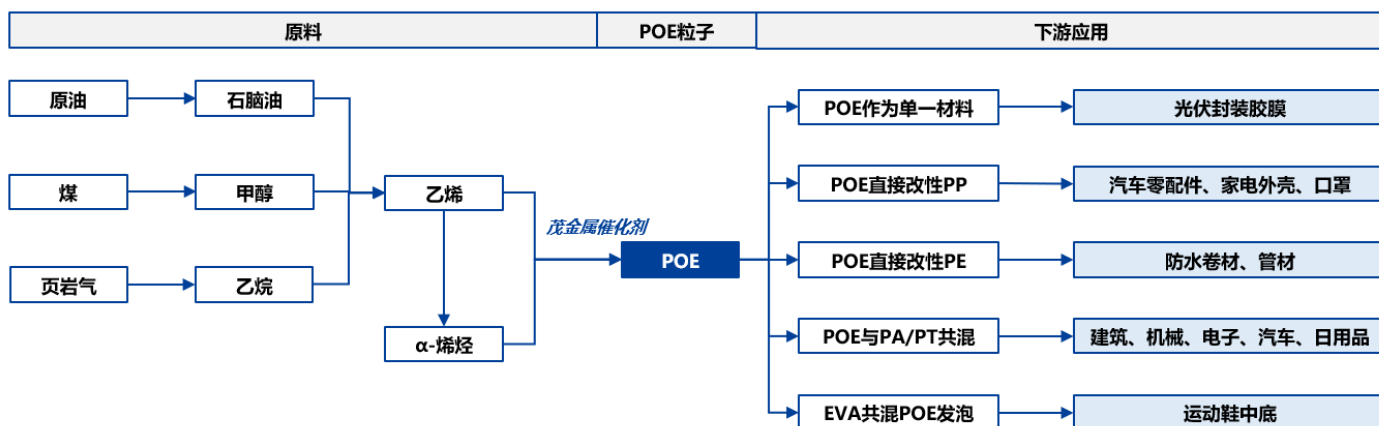
图表 3: POE 结构特点及性能优势

结构特点	性能优势
短支链分布	物理力学性能（高弹性、高强度、高伸长率）优异，低温性能优异
窄分子量分布	材料在注塑和挤出过程中不易产生挠曲，水汽透过率低
分子链饱和	耐热老化、抗紫外线性能优异
橡胶相结构	常温下拥有橡胶的高弹性，高温下可塑化成型
树脂相结构	易于加工

资料来源：《聚烯烃弹性体催化剂研究进展》，国盛证券研究所

POE 具有良好的弹性、强度、耐老化、耐候、隔水性能，传统应用领域主要在汽车零部件，光伏级 POE 主要用于光伏组件，尤其是 TOPCon、HJT、钙钛矿的封装。除光伏外，POE 下游还囊括家电、电子、建筑、日用品、鞋材等诸多领域。我们认为随着光伏新型组件放量开启，POE 有望成为下一个最具前景的化工新材料。

图表 4: POE 产业链图



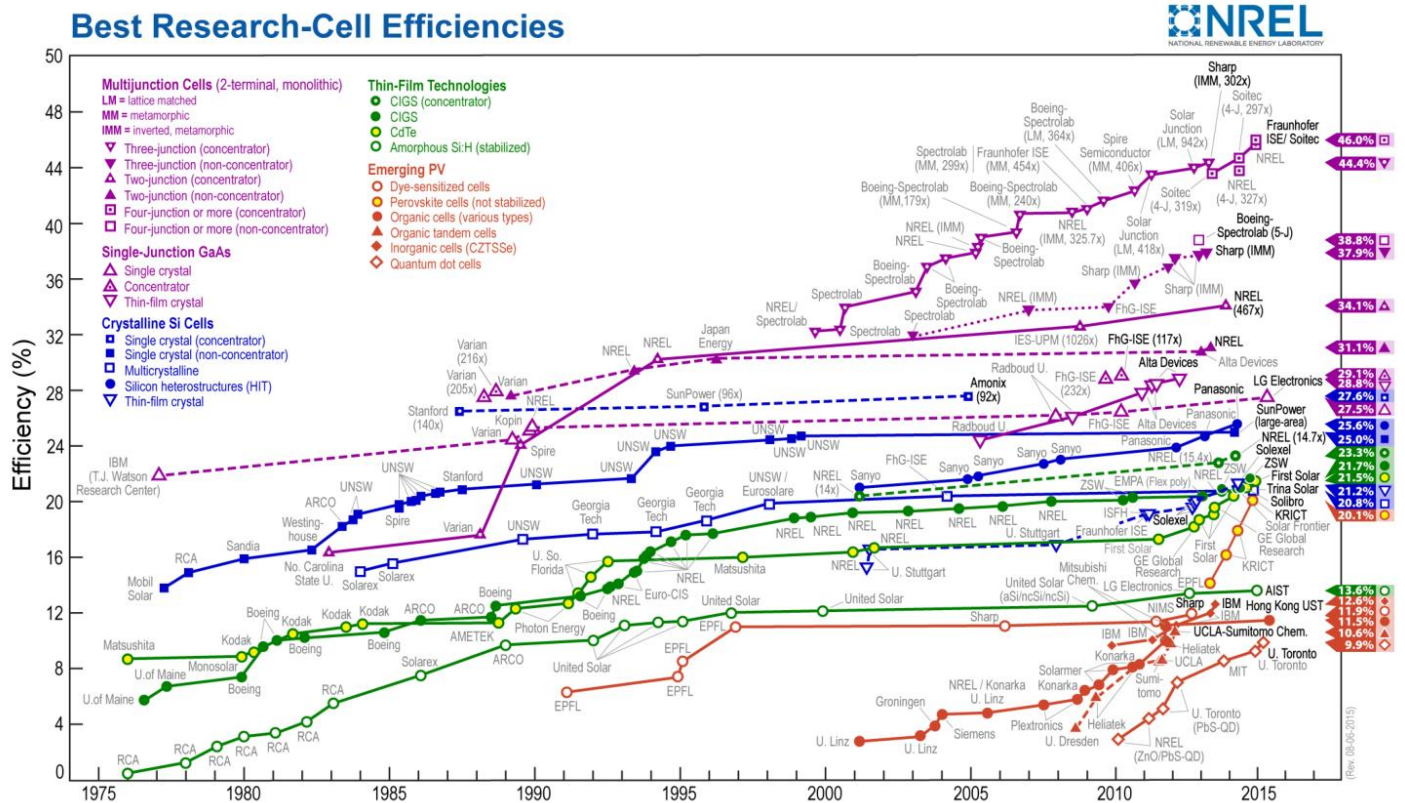
资料来源：华经情报网，国盛证券研究所

2. 光伏迭代开启 POE 需求新篇章

2.1. TOPCon 等 N 型电池放量在即，远期钙钛矿可期，光伏持续迭代

转化效率驱动光伏技术路线迭代，N 型、钙钛矿电池发展前景广阔。转换效率是衡量光伏器件发电能力的重要指标，提升转换效率是光伏电池产业的永恒目标和趋势。传统光伏电池采用单晶 PERC 型（P 型）结构，电池转换效率约 22%-23%，下一代 N 型电池（TOPCon、HJT）转化效率 25%-26%，钙钛矿电池理论转化效率可达 33%，叠层化后转化效率可突破 40%。由转化效率引发的技术迭代是光伏电池、组件环节的必然发展趋势，目前 N 型电池处于迭代拐点，随着百 GW 级 TOPCon 规划产能落地，预计 2023-2025 年 N 型路线将加速渗透抢占新装机组件份额，远期看好钙钛矿等新型技术实现产业化突破。

图表5: 不同类型太阳能电池转换效率

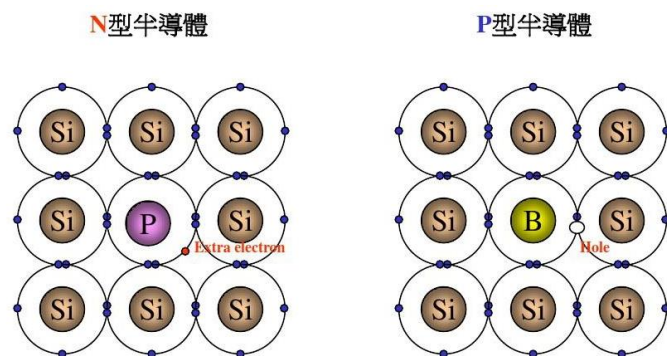


资料来源: NREL, 国盛证券研究所

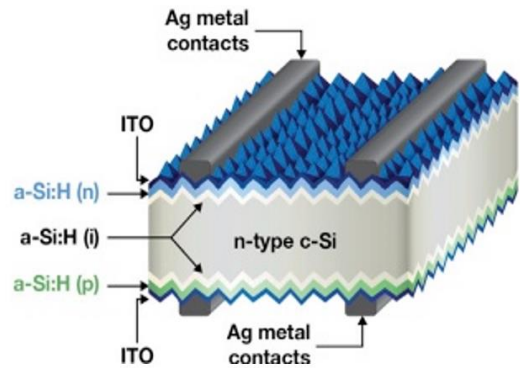
N 型电池转化效率高，看好 TOPCon 等 N 型电池大幅渗透。P 型电池转换效率约 22%-23%，而目前主流 N 型电池转换效率可达 25%-26%。 N 型电池具备更高的转换效率主要受益于 N 型硅片的特殊分子结构和性质：1) N 型硅片纯度更高：N 型硅片采用高纯 N 型硅料，金属杂质、碳氧杂质含量低；2) N 型硅片少子寿命更高：P 型硅片掺杂硼元素使得少子为电子，而电池中的金属杂质对于少子电子具有较高捕获能力，使得 P 型电池少子寿命低，从而降低光电转换效率。而 N 型电池采用 N 型硅片，掺杂元素为磷，所形成少子为空穴受杂质成分捕获能力弱，少子寿命相比 P 型电池高出 1-2 个数量级。

图表6: N 型与 P 型半导体的工作原理

图表7: N 型电池片结构



资料来源: 中国台湾茂矽电子, 国盛证券研究所



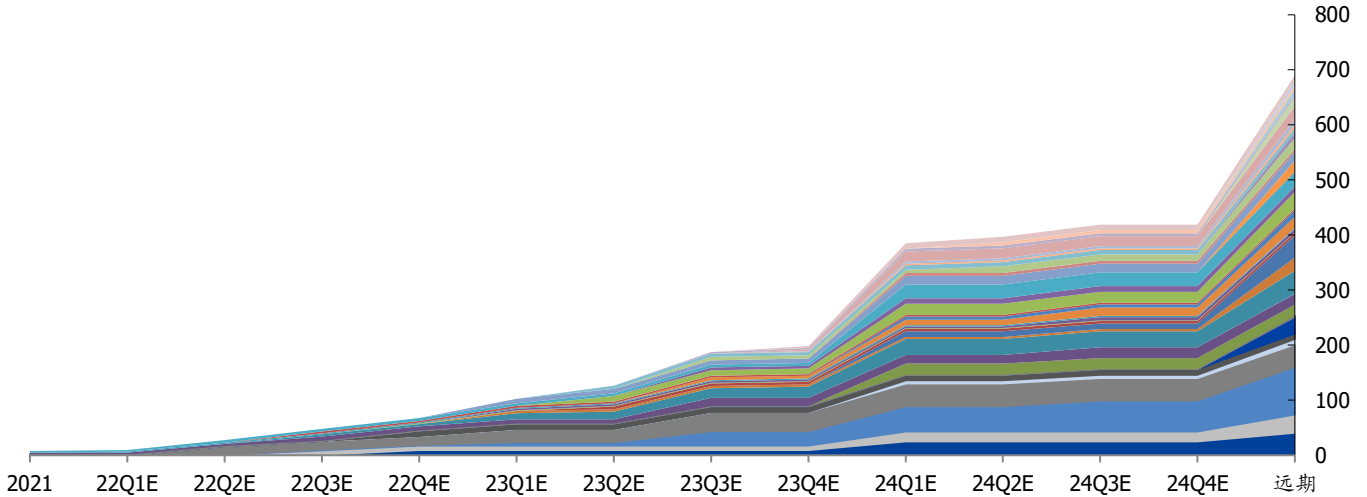
资料来源: CRPS, 国盛证券研究所

TOPCon 电池迎来集中投产期，拉动百万吨级光伏级 POE 粒子需求。 TOPCon 作为率先产业化的 N 型电池路线已进入放量拐点。根据各公司公告测算，预计国内 2023、2024

年底分别形成 199、420GW 产能投放，远期产能约 690GW。POE 及 EPE 胶膜是目前 TOPCon 主流封装材料，TOPCon 产能加速投产将对 POE 粒子需求带来百万吨级拉动。

图表 8: 国内 TOPCon 电池扩产规划 (GW)

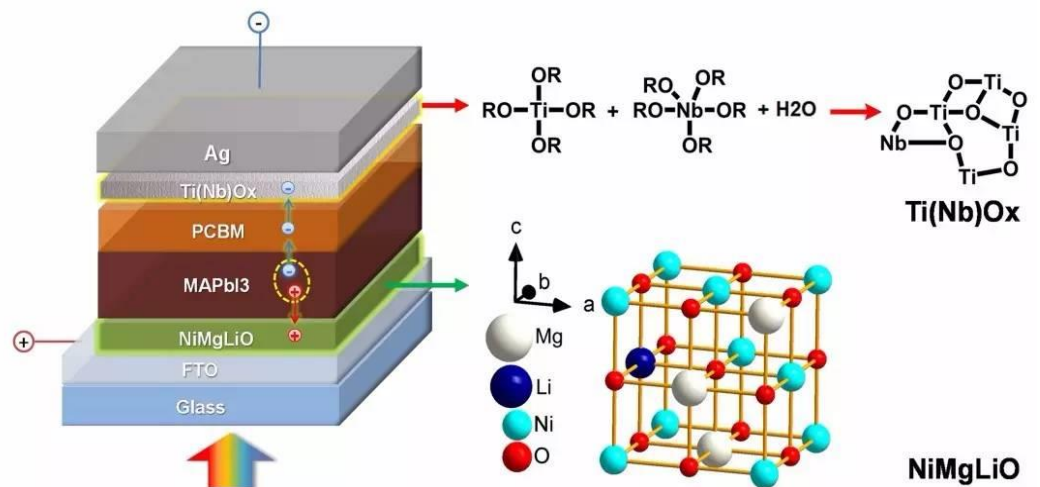
- | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 捷泰科技 | 麦迪科技 | 新瑞光电 | 美达伦光伏 | 冠中新能源 | 日月太阳能 | 仕净科技 | 海源复材 |
| VSUN | 泰衢新能源 | 棒杰股份 | 林洋能源 | 旭合科技 | 中润光能 | 顺风光电 | 一道新能 |
| 亿晶光电 | 协鑫 | 中清集团 | 横店东磁 | 皇氏集团 | 无锡尚德 | 同钢新能源 | 苏州潞能 |
| 聆达股份 | 安徽英发 | 正泰新能源 | 钧达股份 | 中来股份 | 沐邦高科 | 昱辉光能 | 隆基绿能 |
| 润阳股份 | 东方日升 | 晶科能源 | 晶澳科技 | 天合光能 | 通威股份 | | |



资料来源: 各公司公告, 国盛证券研究所

钙钛矿是新一代电池技术路线，转化效率突破晶硅电池上限。钙钛矿电池 (perovskite solar cells, PSCs) 晶体化学结构通式为 ABX_3 ，其中金属卤化物钙钛矿成分起到发电作用。钙钛矿太阳能电池主要是由电子传输层、钙钛矿层和空穴传输层和两个电极层构成，通过光吸收层受外部光子能量的激发产生电子-空穴对，进而产生电子和空穴分别经由电子传输层和空穴传输层至电池两侧的电极从而进入外电路进行发电。钙钛矿电池具有光电转换效率高、光照强度依赖性小、制备工艺简单、加工方式多样等优点，且通过对光吸收层光谱吸收范围和强度的灵活调控以及使用透明导电材料作为顶电极，适用于半透明化设计，应用场景广阔。

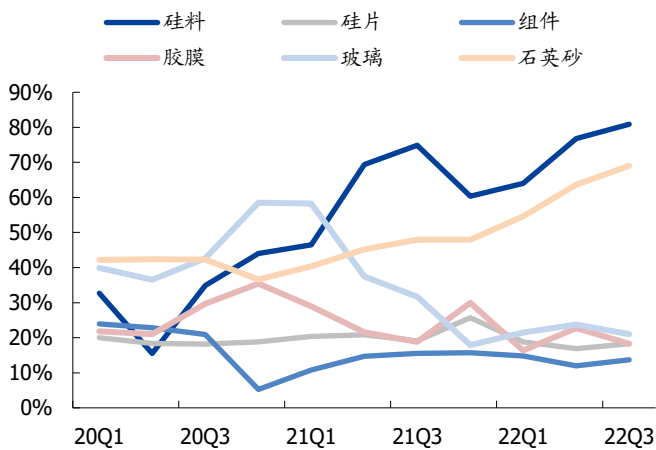
图表 9: 钙钛矿电池结构



资料来源: Science, 国盛证券研究所

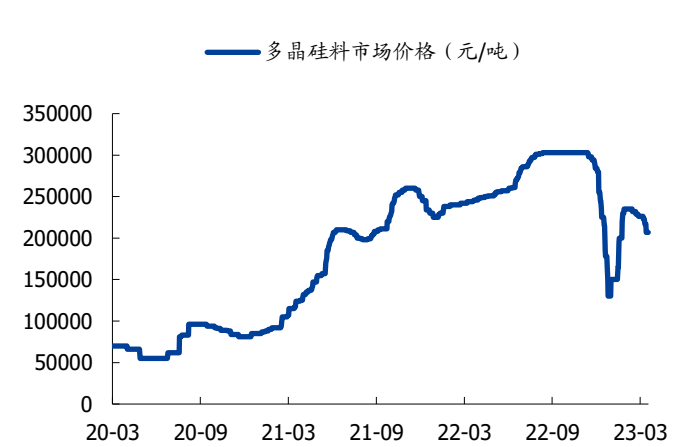
硅料价格回落，光伏产业链利润迎再分配。硅料是光伏组件的核心原料，辐射硅片-电池片-组件全产业链。硅料投资强度大，投产周期长，2020年起受光伏装机增长拉动，硅料价格表现出了极强的价格弹性，产品价格由2021年初8.5万/吨持续上涨并于2022年3季度突破30万/吨。2022年3季度，硅料厂商大全能源单季度毛利率高达81%，光伏产业链盈利主要集中于硅料环节。2022年12月受新增产能集中投放叠加出口需求下滑影响，硅料价格进入下行通道，产业链成本大幅改善，利润持续向下游硅片、电池、组件，以及辅料胶膜等环节转移。

图表 10: 光伏产业链不同环节毛利率



资料来源: Wind, 国盛证券研究所 (参考大全能源, TCL 中环, 晶澳科技, 福斯特, 福莱特, 石英股份单季度毛利率)

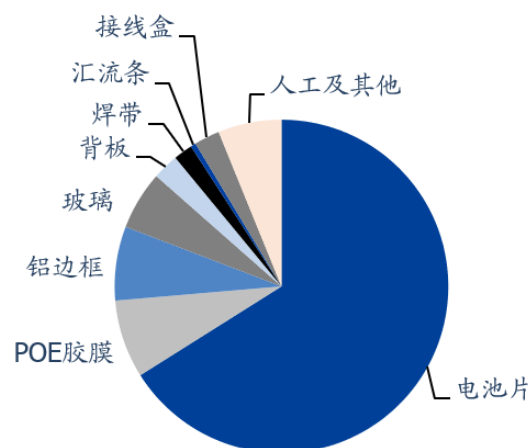
图表 11: 多晶硅料价格走势



资料来源: 百川盈孚, 国盛证券研究所

光伏胶膜占成本比重较低，粒子及胶膜涨价空间大。胶膜占组件成本比重较低，以当前EVA、POE价格1.80、2.55万/吨测算，假设胶膜克重450g，单W组件中EVA、POE粒子成本分别为0.081、0.115元。假设胶膜环节毛利率中枢15%，则单W组件中EVA、POE胶膜成本分别为0.093、0.132元，占比分别为5.5%、7.6%。

图表 12: POE 封装胶膜占组件成本比重

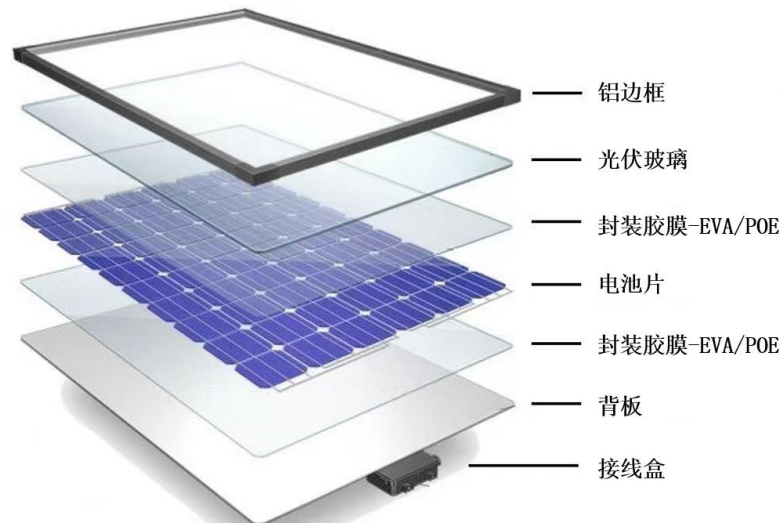


资料来源: 华夏光伏, 国盛证券研究所测算

2.2. 光伏封装材料迭代，POE 迎历史机遇

POE 胶膜性能优势明显。POE 胶膜应用虽然晚于 EVA 胶膜，但其性能在多体积电阻率、水汽透过率、耐老化性能、抗电势诱导衰减 (PID) 等方面优于 EVA。根据 CPIA 的预测，未来透明 EVA 及白色 EVA 胶膜市场占比或下滑，而 POE 和 EPE 胶膜市场份额将明显提高。从性能上看，POE 相比 EVA 优势主要体现在以下几个方面：

图表 13: POE 在光伏组件中的应用



资料来源: Cleanenergyreviews, 国盛证券研究所

- **抗 PID 性能优异:** 不论是 N 型或者是 P 型电池片，透水率和体积电阻率都是影响 PID 现象的关键因素。低透水率使得在同样电势差下，高体积电阻率带来较低漏电流，可降低电池表面的分压，从而减缓 PID 的发生。根据陶氏的研究，POE 体积电阻率更高，水汽透过率更低，在 PERC 双玻组件 96h 老化测试下（负偏压 1000V、85°C、85%RH）功率衰减显著低于 EVA 胶膜；
- **高体积电阻率:** 光伏组件在实际使用的实际温度最高时可超过 80°C，尤其是在日晒充足或高温地区。所以，封装胶膜在高温下的介电性能应得到充分关注。然而，随着工作温度升高，EVA 胶膜体积电阻率迅速下降，在 85°C 时已达 $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ ，而陶氏 EngagePOE 胶膜的体积电阻率还保持在 $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上；
- **低水汽透过率:** 由于 POE 是非极性材料，只有碳碳键和碳氢键，没有碳氧键（极性），因此不能和水分子形成氢键，水汽阻隔性好，在实验条件下 EVA 的水汽透过率为 $34\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，而 POE 胶膜为 $3.3\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，POE 胶膜的水汽透过率仅为 EVA 胶膜的 1/10，极大降低了组件被水汽渗入及腐蚀的可能性，降低 PID 风险；
- **耐候性能强:** EVA 胶膜在光照作用下，醋酸乙烯酯链段容易产生分子链断裂，生产多种气体副产物会停留在组件内造成胶膜产生气泡或脱层，影响长期可靠性，POE 胶膜在加速老化后，黄度指数变化较小，POE 明显耐候度更好。

图表 14: POE 作为光伏胶膜优势汇总

指标	EVA	POE
抗 PID 性	弱 (正面 96h 后衰减 6-7%)	强 (正面 96h 后衰减 3-4%)
体积电容率	低 ($85^{\circ}\text{C}10^{13}\Omega\cdot\text{cm}$)	高 ($85^{\circ}\text{C}10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$)
隔水性	弱 (水汽透过率 $34\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$)	强 (水汽透过率 $3.3\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$)
耐候性	弱	强
克重	高 (密度 $0.96\text{g}/\text{cm}^3$)	低 (密度 $0.88\text{g}/\text{cm}^3$)

资料来源: CNKI, 国盛证券研究所

EPE、POE 是 N 型组件主要的胶膜封装方案，钙钛矿电池采用纯 POE 封装。主流光伏封装胶膜包括透明 EVA 胶膜、白色 EVA 胶膜、聚烯烃 (POE) 胶膜、共挤型聚烯烃复合膜 EPE (EVA-POE-EVA) 胶膜。其中透明、白色 EVA 胶膜为传统方案，主要应用于单玻 P 型组件的上下层封装。双玻组件因具备双面发电能力，一般具有 10%-30% 的发电增益，在地面电站的渗透率快速提升。双面组件电池功率不断增大，使得组件发热量增大、温度升高，对封装材料的抗 PID 性、耐热性、耐老化性能提出了更严苛的要求。POE 相比传统 EVA 具有更优异的抗老化性和阻水性能，成为双玻组件的主流封装材料。EPE 材料兼具 POE 材料的高阻水性、高抗 PID 性，同时也具备 EVA 材料的双玻组件高成品率的层压工艺特性，且不受 POE 树脂原料供应相对短缺的影响，作为过渡材料亦可应用于双玻组件的封装。

PERC 型中传统单玻组件过去主要以两面纯 EVA 为主，双玻组件以上层 EPE、下层 EVA 为主，目前天合光能、隆基绿能等头部组件厂新型 P 型组件型号胶膜选型中 EPE 胶膜比重持续提升。N 型组件中，日本 VSUN SOLAR 主要 TOPCon 型号采用 EPE 封装方案，华晟新能源为首的 HJT 组件主要采取 EPE 或纯 POE 胶膜路线。POE、EPE 胶膜具有良好的抗 PID 性、隔水性、无醋酸腐蚀性，未来随着粒子环节产业化驱动，有望在各组件类型中持续替代 EVA。EPE 相比 POE 胶膜不存在打滑问题，因此下游组件厂商匹配性高，同时其夹层结构大大降低了材料成本。在 POE 粒子全面国产化前，EPE 方案有望在头部组件厂 N 型路线中率先成为主流。

图表 15: 不同组件主流胶膜选型方案

PERC 型组件		N 型组件				钙钛矿组件
P 型单玻	P 型双玻	TOPCon		HJT		钙钛矿
EVA 电池片 EVA	EVA 电池片 EPE	POE 电池片 EPE	POE 电池片 POE	POE 电池片 EPE	POE 电池片 POE	POE 电池片 POE
天合光能: TSM-DE18M(II)	天合光能: TSM-DEG19C.20 TSM-DEG21C.20 DEG8MC.20(II)	POE 电池片 EVA	EPE 电池片 EPE	EPE 电池片 EPE	华晟新能源: HS-B120DSN	
			VSUN SOLAR: VSUN575N-144BMH-DG VSUN565N-144BMH-DG	华晟新能源: HS-B120DS HS-B144DS500		

资料来源: 天合光能、华晟新能源，国盛证券研究所

图表 16: 不同胶膜类型国家标准

指标	透明 EVA	白色 EVA	交联型 POE 胶膜	非交联型 POE 胶膜	
厚度(mm)	0.2~0.8	0.2~0.8	T±10%	T±10%	
密度(g/cm ³)	0.95~0.96	0.95~1.10	0.86~0.90	0.86~0.90	
最大定量允许偏差(%)	±5	±5	±5	±5	
透光率(%)	UV 高透型	290~380nm ≥70	-	≥70	
	UV 截止型	380~1100nm ≥90.5	-	≥90	
		290~380nm ≤30	-	≤30	
	380~1100nm ≥90.5	-	≥90	≥86	
反射率(400nm-700nm) _r (%)	-	≥90			
雾度(%)			<5	<10	
交联度(%)	≥75	≥75	≥60	-	
拉伸强度(MPa)	≥16	≥16			
断裂伸长率(%)	≥450	≥450			
POE/玻璃剥离强度(N/cm)			≥60	≥60	
POE/背板剥离强度(N/cm)			≥60	≥60	
EVA/玻璃的剥离强度(N/cm)	>60	>60			
收缩率(层压前)(%)	纵向		≤3.0	≤3.0	
	横向		≤1.5	≤1.5	
收缩率(固化前)(%)	MD	≤3.0	≤3.0		
	TD	≤1.5	≤1.5		
体积电阻率(Ω.m)	≥1.0×10 ¹⁵	≥1.0×10 ¹⁴	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	
工频电气强度(kV/mm)			≥35	≥35	
电气强度(kV/mm)	直流法	≥22.0	≥22.0		
	交流法	≥22.0	≥35.0		
相比电痕化指数(CTI)(V)			≥600	≥600	
耐漏电起痕指数(V)	≥400	≥400			
水汽透过率(g/(m ² .24h))			<5.0	<5.0	
耐紫外老化试验(120kwh/m ²)	POE/玻璃剥离强度(N/cm)		≥40	≥40	
	POE/背板剥离强度(N/cm)		≥40	≥40	
	EVA/玻璃的剥离强度(N/cm)	>30	>30		
	黄变指数ΔYI	<5.0	<5.0	<4.0	<5.0

资料来源: 中国光伏行业协会标准, 国盛证券研究所

光伏技术路线迭代, 带来封装材料迭代, **POE 迎来放量空间**。从电池层面来看, N 型电池与传统 P 型电池结构相似度较高, 材料端差异主要体现在硅片、银浆, 其中 P 型电池采用 P 型硅片搭配少量银浆, N 型电池采用 N 型硅片搭配大量银浆; 钙钛矿电池结构与硅基电池差异较大, 以金属卤化物作为半导体材料, 呈叠层结构, 主要包括 TiO₂ 致密层、

TiO₂ 介孔层、钙钛矿层、HTM 层等。从组件层面来看，材料体系差异主要在封装胶膜与玻璃，其中传统 P 型组件主要采用 EVA 作为封装胶膜，N 型组件选用 POE 或 EPE 胶膜。在玻璃材料方面，传统 P 型组件光伏玻璃采用单玻或双玻，N 型电池主要采用双玻结构，而钙钛矿组件采用 TCO 导电玻璃。

钙钛矿电池转化效率较高，界面稳定弱，对胶膜等保护性辅材提出更高要求。传统单晶太阳能电池吸收光子能量仅一部分转化为电能，其余部分转化为热能损失，而钙钛矿电池不仅可以高效的吸收光能，还可以高效的传输电子和空穴。钙钛矿电池理论光电转换效率达 33%，突破传统晶硅电池 29% 的上限，且采取叠层模式后光电转换效率有望突破 45%。钙钛矿电池中电子传输层与钙钛矿层形成的相关异质结界面稳定性较差，容易产生氧空位缺陷、加速退化、电场平衡打破等现象，对于封装胶膜等保障电池稳定性的辅材提出更高的要求。

新型技术路线下，传统封装方案应用受限。EVA 具有抗 PID 性弱、隔水性能差、醋酸根分解等性能弱点，无法满足新型 N 型电池、钙钛矿电池需求。具体来看：

- **N 型电池：**N 型电池对环境耐受性弱于 P 型电池，因此需要胶膜提供更多保护，而使用 EVA 胶膜进行高效光伏电池尤其是 N 型晶硅电池的封装，在加速老化条件下组件功率会迅速下降，组件的长期可靠性难以保证。同时 EVA 胶膜在使用过程中会分解释放醋酸根，从而对玻璃、背板、栅线等结构造成腐蚀，由于 N 型电池中金属栅极更多且更密集，受 EVA 醋酸根腐蚀影响更大；
- **钙钛矿电池：**钙钛矿电池叠层结构相比传统晶硅电池对水分子容忍度更低，由于 EVA 水汽透过率高，因此无法满足钙钛矿封装材料隔水性能要求，同时醋酸根分解也会对钙钛矿结构造成腐蚀。

POE 胶膜是 N 型电池、钙钛矿电池主流封装材料，新型技术路线打开 POE 粒子需求空间。POE 产品的阻隔性、强抗 PID 能力、无醋酸等特性使其在 N 型电池、异质结电池时具备了其他封装材料不具备的天生优势，是目前 N 型电池的主要封装胶膜，其中 TOPCon 电池采用 POE 或 EPE 胶膜，HJT 电池采用 POE 胶膜。远期来看，钙钛矿是目前市场公认的 N 型电池后下一代主流电池路线，其上下层封装材料均采用 POE 胶膜。受光伏电池（组件）新技术路线迭代拉动，POE 需求有望迎来非线性增长。

图表 17：不同光伏电池/组件技术路线对比

组件技术路线	P 型组件		N 型组件		钙钛矿
	PERC	TOPCon	HJT（异质结）		
理论转化效率上限	24.5%	28.7%	27.5%		理论效率 33%，采用叠层模式有望达 45%
量产水平	主流品种，产量大	产业化初期	排产期，尚未放量		尚未产业化
材料构成	半导体：P 型硅片 栅极：银浆（少量） 玻璃：光伏玻璃（单玻/双玻） 封装：EVA	半导体：N 型硅片 栅极：银浆（中量） 玻璃：光伏玻璃（双玻） 封装：POE/EPE 为主	半导体：N 型硅片 栅极：银浆（大量） 玻璃：光伏玻璃（双玻） 封装：POE/EPE 为主		半导体：金属卤化物 叠层：TiO ₂ 致密层、TiO ₂ 介孔层、钙钛矿层、HTM 层 玻璃：TCO 导电玻璃 封装：POE+丁基胶

资料来源：PV Infolink，各公司公告，国盛证券研究所

POE 胶膜高速渗透，2025 年全球光伏级 POE 粒子需求有望达 160 万吨，远期光伏进入 TW 时代，我国 POE 需求有望超过 500 万吨。光伏是全球储量最大的能源，年供应潜力是化石能源的 20 倍以上，可满足目前全球能源需求超过 1400 倍，2020 年仅占能

源消耗 1.3%，因此渗透空间巨大。在太阳到达地球的辐射中，目前有 30%是可利用的光伏能源，年储量达 23000TW。假设：1)2022-2025 年全球光伏新增装机需求由 254GW 提升至 550GW；2)N 型组件份额持续提升；3)TOPCon 中上下层封装方案包括 POE+POE、POE+EPE、EPE+EPE，其中 EPE 短期份额占比较高；4)随着 POE 国产化，EPE 胶膜中 POE 粒子质量占比缓慢提升。随着电池路线持续迭代，POE 作为 TOPCon、HJT、钙钛矿的主流封装胶膜材料渗透空间巨大，远期光伏进入 TW 时代，全球 POE 胶膜需求有望超 100 亿平，粒子需求有望超过 500 万吨。

图表 18: 光伏级 POE 需求测算 (万吨)

	2021	2022	2023E	2024E	2025E	远期
光伏组件需求测算						
全球光伏装机规模 (GW)	170	254	350	430	550	1500
容配比	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
全球光伏组件需求 (GW)	204	305	420	516	660	1800
PERC单玻需求 (GW)	129.9	159.2	131.0	74.0	38.0	18.0
PERC双玻需求 (GW)	70.0	115.3	142.0	137.5	113.9	162.0
TOPCon组件需求 (GW)	2.0	24.4	109.2	227.0	349.8	990.0
HJT组件需求 (GW)	0.0	3.1	33.6	72.2	145.2	540.0
钙钛矿组件需求 (GW)	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	72.0
POE胶膜需求测算						
胶膜总需求量 (亿平)	20.4	30.5	42.0	51.6	66.0	180.0
POE胶膜需求 (亿平)	0.1	0.8	5.5	12.6	24.1	81.4
EPE胶膜需求 (亿平)	4.3	8.2	15.8	24.8	31.8	80.0
POE粒子需求测算						
全球光伏级POE粒子需求	6.6	15.8	49.7	95.6	160.1	513.7
国内光伏级POE粒子需求	5.6	14.6	46.8	90.8	155.3	503.5

资料来源：中国光伏行业协会，TrendForce，国盛证券研究所测算

POE 粒子涨价 2000 元对应组件成本占比提升 0.5%。根据华夏光伏数据，555W 功率 182 尺寸单玻组件中电池、玻璃、边框等胶膜以外成本约 1.609 元/W，结合 POE 粒子价格及单耗、胶膜环节毛利率进行 POE 胶膜占组件成本弹性测算。测算显示，POE 粒子涨价 2000 元/吨对应组件成本上涨约 0.01 元/W，成本占比提升 0.5-0.6%。以目前 POE 价格来看，粒子涨价 1 万元内胶膜成本占比将维持在 10%以内。

图表 19: POE 胶膜占组件成本弹性测算

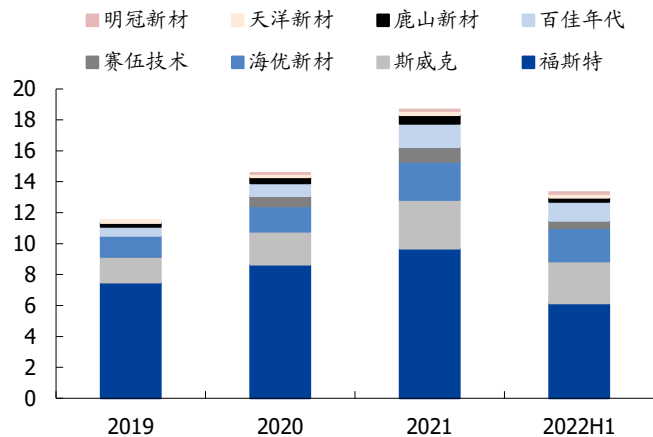
	POE成本弹性测算												
POE粒子价格 (万元/吨)	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9
POE粒子成本 (元/W)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
POE胶膜成本 (元/W)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
胶膜以外总成本 (元/W)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
组件总成本 (元/W)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
POE胶膜成本占比	4.6%	5.2%	5.8%	6.3%	6.9%	7.4%	8.0%	8.5%	9.1%	9.6%	10.1%	10.6%	11.1%

资料来源：华夏光伏，国盛证券研究所测算

胶膜持续扩张，拉动粒子需求。依托多年 EVA 胶膜生产销售经验以及优异的成本价格控制能力，光伏胶膜竞争环节呈现“一超多强”格局。其中福斯特作为龙头企业过去市占率长期维持在 50%以上，第二梯队为斯威克、海优新材，2021 年前三大胶膜厂商累计出货量达 15.29 亿平。2020 年起随着光伏装机需求的高速增长，以及 N 型组件对于 POE/EPE 胶膜的需求拉动，天洋新材、鹿山新材、百佳年代、明冠新材等第三梯队厂商借助后发优势迅速崛起，行业供给格局不断向多元化发展。根据各胶膜厂商年出货量口

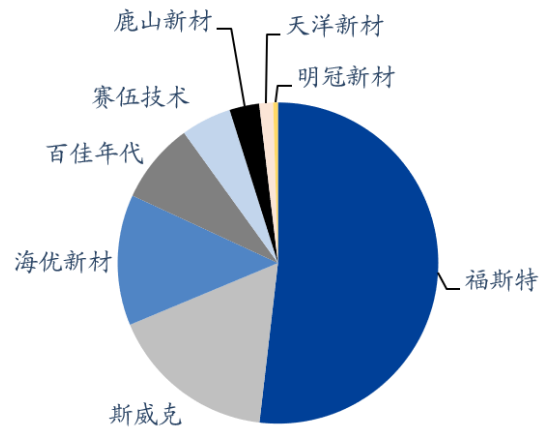
径统计，2019-2021年光伏胶膜行业CR3分别为91.2%、85.4%、81.9%，呈逐年下降趋势。

图表 20: 2019-2022H1 我国光伏胶膜厂商销量 (亿平米)



资料来源: 各公司公告, 国盛证券研究所

图表 21: 2021 我国年光伏胶膜竞争格局 (按销量)



资料来源: 各公司公告, 国盛证券研究所

根据上市公司公告整理，未来国内头部胶膜厂商产能持续扩张，其中市场份额前三家福斯特、斯威克、海优新材合计扩产 18.7 亿平。祥邦科技、明冠新材、鹿山新材、江西纬科等中小厂商起步较晚，依托后发优势重点差异化布局新一代 POE 胶膜，未来或对现有产业格局带来持续冲击。POE 胶膜与 EVA、EPE 胶膜产线具有可切换性，受各公司公告口径影响，我们认为在组件需求持续拉动下，未来实际 POE 胶膜供给将大于现有产能统计。

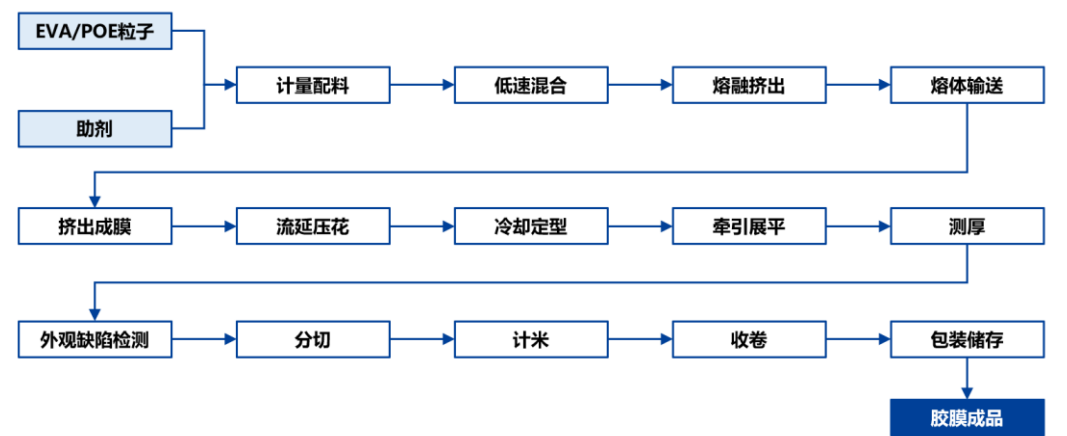
图表 22: 国内头部胶膜厂产能规划公告整理 (亿平米)

厂商名称	项目名称	项目地址	胶膜产能	POE 胶膜产能	投产时间	项目进展
福斯特	滁州年产 5 亿平方米光伏胶膜项目	滁州	3		2022 年	3 万吨一期已达产
	嘉兴年产 2.5 亿平方米光伏胶膜项目	嘉兴	2			
	年产 2 亿平方米 POE 封装胶膜项目一期		1	1		一期 2021 年已完结
	年产 2.5 亿平方米高效电池封装胶膜项目	临安	2.5			
海优新材	年产 2 亿平米光伏封装材料生产建设项目 (一期)	镇江	2	0.6		募投项目建设后至 2025 年公司胶膜产能预估 2022、2023、2024、2025 年分别达到 5.1、7.5、8.9、11.1 亿平米。
	年产 20,000 万平光伏胶膜生产项目 (一期)	上饶	2	0.7		
斯威克	金坛二期和宿迁一期扩建	金坛、宿迁	2			
	年产 4.2 亿平方米太阳能光伏封装胶膜项目	盐城	1.2		一期: 2023 年初开工, 2023 年第二季度实现投产; 二期: 2024 年	
赛伍技术	年产 25500 万 m ² 太阳能封装胶膜项目;	金华	2.6		2022 年 7 月	
	年产约 1 亿平方米 POE 封装胶膜扩产项目		1	1		
鹿山新材	太阳能电池封装胶膜扩产项目		1.8	0.9	2025 年	
激智科技	太阳能封装胶膜生产基地建设项目	六安			2023 年 12 月	
天洋新材	昆山天洋太阳能电池封装胶膜项目	昆山	1.6		预计 2023 年	
	南通天洋太阳能封装胶膜项目	南通	1.5	POE/EPE 胶膜产线 6 条	预计 2024 末	
	海安年产 1.5 亿平方米光伏膜项目	海安	1.5	POE/EPE 胶膜产线 10 条	预计 2024 末	
明冠新材	1.2 亿平米光伏组件封装用 POE 胶膜扩建项目		1.2	1.2	2023 年 12 月	2022 年初建成胶膜生产线 4 条并顺利投产, 形成理论年产 0.4 亿平米 POE 胶膜产能; 2023 年 12 月投产
祥邦科技	年产 2.5 亿平米光伏胶膜及电子胶膜建设项目		2.5	1.8	2022 年 12 月	
江西纬科	年产 3 亿平方米 POE 太阳能电池胶膜生产线项目	玉山	3	3		一期 13 条产线已于 2021 年部分投产

资料来源: 各公司公告, 国盛证券研究所

光伏胶膜以粒子、助剂为原料，经过混合、挤出、成膜、流延、定型、展平、检测、分切、收卷等多道工序制作而成。不同胶膜厂商拥有不同的设备、配方、调试经验，从而在良率、效率等生产指标上存在差距，最终体现在胶膜产品的品质与生产成本。

图表 23: 光伏胶膜工艺流程图



资料来源：鹿山新材，国盛证券研究所

胶膜环节资金占用大、回款周期慢，资金壁垒高。胶膜环节资金投入主要体现在设备厂房（前期投入）以及原料粒子采购（经营投入）：1）前期投入：根据各大胶膜厂公告测算，1亿平米胶膜对应前期设备厂房投资额约2-4亿；2）经营投入：根据胶膜对粒子单耗，假设1亿平米对应粒子需求4.5万吨。由于组件对胶膜厂商回款周期较慢，以资金周转率为3、光伏级POE粒子进口价3万/吨测算，胶膜厂年产1亿平产线粒子环节资金占款高达4.5亿元。由于胶膜占款程度极高，且行业原材料、需求波动大，对企业资金实力具有较高的考验。

图表 24: 不同胶膜项目投资额分析

厂商名称	项目名称	胶膜产能（亿平）	投资额（亿元）	亿平投资额（亿元）
福斯特	滁州项目	5	10.13	2.03
福斯特	嘉兴项目	2.5	7.36	2.94
海优新材	镇江项目	2.5	7.36	2.94
海优新材	上饶项目	2	6.2	3.10
斯威克	盐城项目	4.2	13.64	3.25
赛伍技术	金华项目	2.55	10.26	4.02
鹿山新材	扩产项目	1.8	5.24	2.54
天洋新材	南通项目	1.5	5.33	3.55
天洋新材	海安项目	1.5	4.63	3.09
祥邦科技	扩产项目	2.5	8.00	3.20

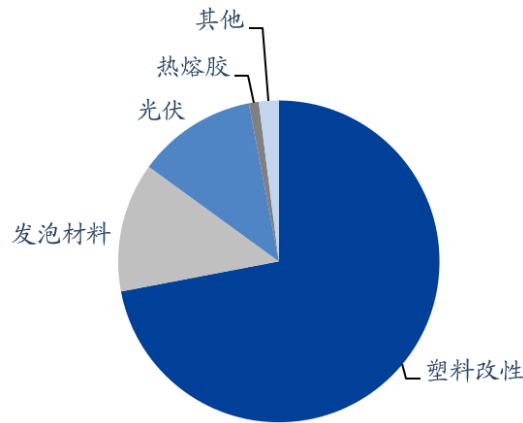
资料来源：各公司公告，国盛证券研究所

2.3. 汽车轻量化催生百万吨级 POE 新增需求

POE 的传统应用领域以汽车为主，汽车轻量化趋势驱动需求持续增长。POE 性能优异，应用广泛。可以取代橡胶、柔性 PVC、EPDM、EPR、EMA、EVA、TPV、SBC 和 LDPE

等材质，应用于不同产品，如汽车挡板，柔性导管，输送带，印刷滚筒，运动鞋，电线电缆、汽车部件、耐用品、挤出件、压模件、密封材料、管件和织物涂层等，也可以作为低温抗冲改良剂来改善 PP 的低温抗冲性能，同时可以作为热塑性弹性体运用于汽车领域。POE 密度在 $860-890\text{kg/m}^3$ 之间，在未发泡材料中密度最低。在汽车上使用能使得汽车质量降低，减少能耗和废气排放，符合汽车轻量化要求。

图表 25: 2021 年中国 POE 粒子需求分布



资料来源：中国化工信息咨询，国盛证券研究所

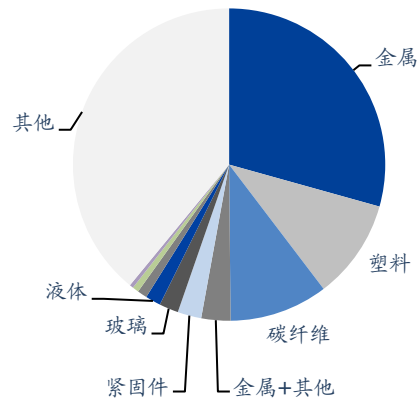
我国“以塑代钢”渗透率低于欧美国家，改性塑料用于汽车轻量化前景广阔。钢是汽车生产中应用最多的材料，具备优良的刚性但重量较高。汽车轻量化通过不同材料的选用替代传统钢材从而达到车身减重的效果，主流方案包括高强度和超高强度钢、铝合金、镁合金、改性塑料等。其中改性塑料优势显著，具体包括密度低、强度比高、成型工艺性能优秀。目前改性塑料已大量运用于汽车生产，然而我国“以塑代钢”渗透率明显低于欧美国家。根据中国石化联合会，我国单车改性塑料零部件占比约 8%，单车使用量约为 110kg；美国、法国单车改性塑料零部件占比约 17%，单车使用量约 220-249kg；德系车单车改性塑料使用量 300-365 千克，改性塑料使用率高达 23%。

图表 26: 各国车用改性塑料用量及占比

国家	单车用量	改性塑料使用率
中国	90-110kg	8%
日本	126-150kg	10%
美国、法国	220-249kg	17%
德国	300-365kg	23%

资料来源：中国石化联合会，国盛证券研究所

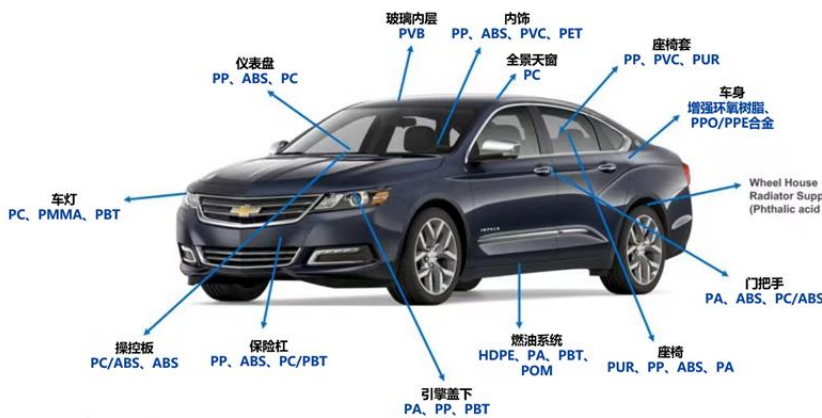
图表 27: 汽车制造时使用的各类材料重量占比



资料来源: 中国石化联合会, 国盛证券研究所

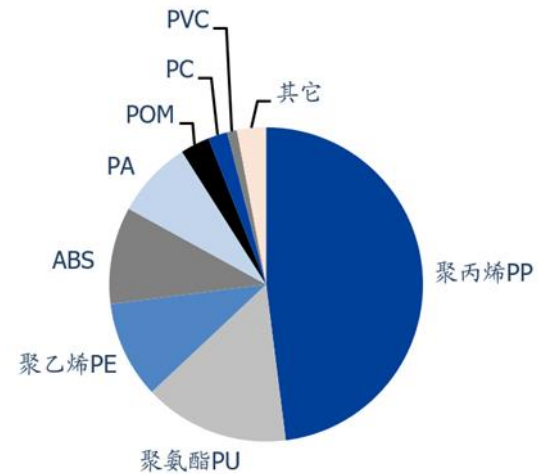
改性塑料在汽车轻量化中应用: PP 应用最广泛, POE 一定比例共混增韧。主流的车用改性塑料包括: 1) PP: 提高耐热稳定, 运用车身内装件、通风取暖系统配件等领域, 是使用最为广泛的汽车轻量化塑料品种; 2) POE: 作为塑料改性剂可有效提升材料韧性、抗冲击性能, 广泛运用于汽车内饰、保险杠等领域; 3) PE: 主要用于空气导管与储罐等; 4) PVC: 主要用于车内装饰件; 5) PS: 主要运用于照明用品等领域; 6) ABS: 主要应用于车身内饰件、外装件; 7) PMMA: 主要用作窗玻璃、罩盖、仪表玻璃、油标、油杯、灯罩、标牌等。

图表 28: 改性塑料在汽车中的应用



资料来源: adapt, 国盛证券研究所

图表 29: 汽车中塑料材料使用比例



资料来源: 《汽车内饰用聚丙烯材料的轻量化研究》, 国盛证券研究所

POE 是性能优异的车用 PP 增韧改性剂。POE 既有塑料的热塑性, 又有橡胶的弹性, 是常用的 PP 增韧改性剂。POE 结构中分子量分布窄, 分子结构中可形成联结点, 在各成分之间起到联结、缓冲作用。当体系受到张力时, 联结点所形成的网络状结构可以发生较大的形变, 使得体系实现分散、缓冲冲击能的作用。同时 POE 拥有良好的加工性能, 与 PP 亲和性好, 其表观切变黏度对温度的敏感性更接近 PP。当 POE 与 PP 共混时, 更容易得到较小的弹性体粒径和较窄的粒径分布, 具有较高的增韧效果。随着改性料中 POE 含量的提升, 材料拉伸强度、弯曲强度下降 (说明韧性提升), 材料断裂伸长率、冲击强度提升 (说明抗冲击性能提升)。具体来看: **1) 拉伸强度:** 非晶体 POE 破坏 PP 分子排

列的规整性，从而降低 PP 结晶度，降低材料拉伸强度；**2) 弯曲强度**：由于 POE 为弹性体，从而降低共混体系刚性；**3) 断裂伸长率**：由于弹性体模量低，易于形变，从而使得共混材料断裂伸长率提升；**4) 冲击强度**：POE 弹性体作为分散相在 PP 连续相中形成“海-岛”结构，当共混物受到外力作用时，弹性体作为应力集中物引发银纹和剪切带，吸收能量并提升共混物的冲击强度。根据《工程塑料应用》，汽车仪表盘、保险杠、侧门板改性专用料中 POE 添加比例分别约 17%、21.4%、4%。

图表 30: POE 含量对 PP 共混性能影响

性能	POE 质量分数						
	0%	5%	8%	10%	13%	15%	20%
拉伸强度 (MPa)	36.1	29.1	27.9	27.2	26.2	26.0	22.6
断裂伸长率 (%)	36	173	187	193	197	220	436
弯曲强度 (MPa)	-	50.7	47.1	43.8	43.8	43.5	39.2
缺口冲击强度 (J/m)	58.3	235	336.7	343.3	456.7	475	651.7
MFR (g/10min)	-	11.7	10.8	10.7	10.1	9.9	9.2

资料来源：塑料工业，国盛证券研究所

汽车轻量化拉动，2025 年全球车用 POE 粒子需求预计达 126 万吨。假设：1) 根据苏州裕辰隆，POE 在 PP 增韧改性料中添加比例约 3-15%，假设 2021-2030 年 POE 在车用 PP 改性料中添加比例由 10% 提升至 13%；2) 根据《汽车内使用聚丙烯材料的轻量化研究》，车用改性塑料中 PP 占比 48%；3) 根据《中国石化》，假设 2021-2030 年我国单车改性塑料用量由 160kg 提升至 250kg，海外单车改性塑料用量由 220kg 提升至 360kg。预计 2025 年全球、我国车用 POE 粒子需求分别为 124.0、34.3 万吨。

图表 31: 车用 POE 粒子需求测算 (万吨)

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
汽车级 POE 需求测算					
中国汽车销量 (万台)	2628	2686	2700	2725	2750
海外汽车销量 (万台)	5472	5414	5450	5500	5525
全球汽车销量 (万台)	8100	8100	8200	8225	8275
国内单车改性塑料用量 (kg/台)	160	170	180	190	200
海外单车改性塑料用量 (kg/台)	220	230	240	250	260
国内车用 POE 粒子需求	20.2	22.4	26.7	29.0	34.3
全球车用 POE 粒子需求	78.0	83.4	98.7	106.2	124.0

资料来源：中汽协，国盛证券研究所测算

2.4. POE 在线缆、热熔胶、发泡料等领域的前景有望打开

POE 作为增韧材料、外层保护套广泛应用于电缆领域。传统 XLPE 电缆存在生产工艺成本高、难以回收造成环境污染等问题，新型非交联电缆有望持续形成市场替代。PP 是目前主流的非交联电缆绝缘材料，但 PP 存在低温韧性差、硬度高、加工流动性差等缺点，不利于炭黑在其中分散，需要通过共混增韧弹性体以提高聚丙烯的韧性以及炭黑的分散性。POE 作为增韧剂可有效应用于电缆级 PP 改性领域，根据《POE 增韧聚丙烯基电缆半导体屏蔽材料导电网络的建立及性能》，随着 POE 含量提升，体系储能模量降低，材料刚性下降，韧性有效提升。同时 POE 作为电缆外层保护套材料具有良好的耐候性、低温性能、耐老化性，可对现有传统 PVC、氯丁橡胶材料形成替代。

图表 32: POE 样常温储存模量

样本	存储模量/MPa
POE-0	1280.98
POE-40	455.24
POE-50	415.75
POE-60	242.7
POE-70	128.46

资料来源:《POE 增韧聚丙烯基电缆半导体屏蔽材料导电网络的建立及性能》, 国盛证券研究所

POE 作为发泡料、发泡共混料广泛应用于高端鞋材中底领域。POE 作为聚烯烃弹性体具有优异的弹性与韧性,作为高端鞋材中底发泡料具有比 EVA 发泡料更优的性能。同时 POE 与 PP 进行发泡共混具有以下优势: 1) 重量更轻: POE 引入 PP 发泡料可有效减少材料密度, PP 发泡材料密度约 0.9g/cm³, POE 共混发泡材料密度 0.64~0.73g/cm³; 2) 抗冲击性能强: 由于 POE 具备优异的韧性, 共混 PP 后发泡材料抗冲击性有所提升; 3) 改善 PP 发泡过程: POE 可作为成核剂, 均匀分散在 PP 基体中改善 PP 的发泡过程。

POE 粒子市场空间广阔, 2025 年国内 POE 粒子总需求预计达 236 万吨。汽车轻量化拉动全球百万吨级 POE 粒子需求, 电缆屏蔽料等领域加速迭代渗透。随着 N 型 TOPCon、HJT 电池的加速渗透以及远期钙钛矿电池方案的迭代, POE 在胶膜中市场份额将大幅提升, 从而拉动 POE 粒子需求非线性增长。预计 2025 年全球 POE 粒子需求提升至 347 万吨, 其中我国需求 236 万吨, 2021-2025 年复合增长率高达 39%。

图表 33: POE 粒子总需求测算 (万吨)

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
国内 POE 粒子总需求测算					
光伏	5.6	14.6	46.8	90.8	155.3
汽车	20.2	22.4	26.7	29.0	34.3
塑料改性 (车用以外)	25.9	27.2	28.6	30.0	31.5
发泡	8.3	8.7	9.2	9.6	10.1
热熔胶	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
其他	3.4	3.5	3.7	3.9	4.1
国内 POE 粒子需求合计	64.0	77.1	115.6	164.1	236.1
全球 POE 粒子总需求测算					
光伏	6.6	15.8	49.7	95.6	160.1
汽车	78.0	83.4	98.7	106.2	124.0
其他需求	51.4	54.0	56.7	59.6	62.5
全球 POE 粒子需求合计	136.0	153.3	205.1	261.4	346.6

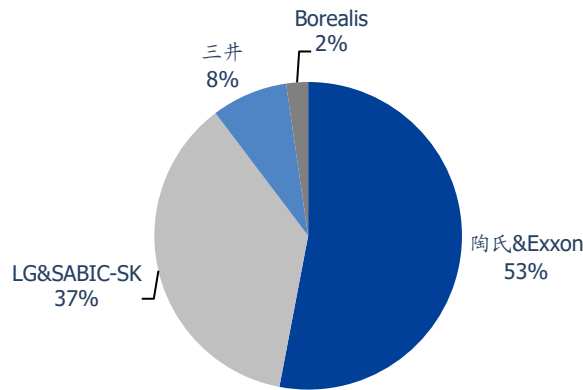
资料来源: 中国化工信息中心, 中国光伏行业协会, TrendForce, 中汽协, 国盛证券研究所测算

3. 三大壁垒构筑极佳格局, 催化剂乃重中之重

3.1. POE 供给被海外巨头垄断, 进口量逐年攀升

POE 粒子供给端几乎完全依赖进口。POE 供给几乎完全依赖海外进口。根据中国海关, 2021 年我国 POE 粒子需求 64 万吨全部来自进口。从进口来源看, 国内 POE 粒子主要来自美国 (陶氏、Exxon, 占比 53%)、韩国 (LG、SABIC-SK, 占比 37%)、日本 (三井, 占比 8%)、荷兰 (Borealis, 占比 2%)。

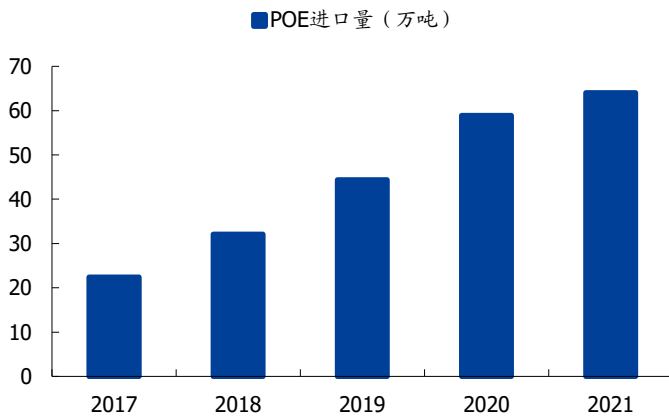
图表 34: 我国 POE 粒子进口来源 (2021 年)



资料来源: 华经产业研究院, 国盛证券研究所

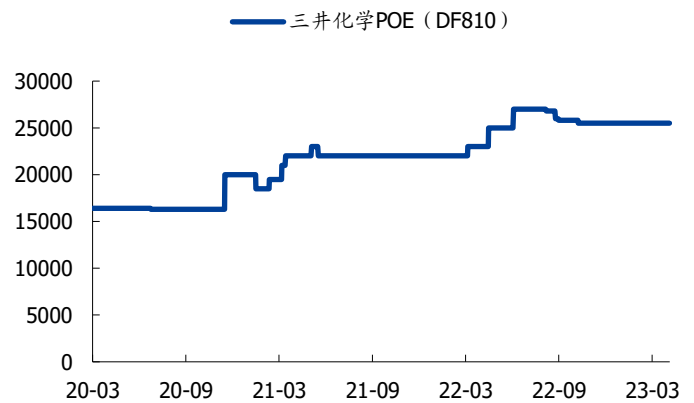
POE 价格持续强势, 后续随 TOPCon 集中投产景气抬升空间大。2020 年下半年, 全球光伏装机进入高速渗透阶段, POE 粒子进口价格由 2020 年 7 月的 1.63 万/吨大幅上涨至 2022 年 5 月的 2.70 万/吨, 光伏级 POE 粒子价格相较普通级具有额外溢价。2022 年 3 季度受全球宏观经济下滑影响, 光伏装机增速放缓, POE 粒子价格小幅回落至 2022 年 12 月初的 2.55 万/吨并持续稳定至 2023 年 3 月。由于海外 POE 厂商新增产能有限, 国内产业化中短期仍处真空期, 在全球经济复苏预期以及 TOPCon、HJT 电池加速迭代趋势下, POE 产品价格有望持续抬升。

图表 35: POE 粒子年度进口量



资料来源: 中国海关, 国盛证券研究所

图表 36: 三井化学 POE 粒子进口价格 (元/吨)



资料来源: 百川盈孚, 国盛证券研究所

POE 竞争格局极佳, 主要被陶氏、LG、三井、SABIC/SK 等外企垄断。POE 粒子行业集中度高, 目前全球主要生产厂家仅陶氏、埃克森美孚、三井、SSNC(SK-SABIC)、Borealis、LG 共 6 家, 其中埃克森美孚主要产能为丙烯基弹性体, POE 产能仅 8 万吨, 北欧化学产能仅 3 万吨, 10 万吨以上产能 POE 厂商仅 4 家。2021 年全球主要厂商 POE/POP 产能合计约 152 万吨, 其中陶氏化学 POE 产能 76 万吨, 市占率高达 50%, LG、SSNC、三井化学、埃克森美孚、北欧化学产能分别为 28、20、17、8、3 万吨。

图表 37: 2021 年全球主要厂商 POE、POP 产能统计

厂商	产品	商标名	技术路线	地址	投产年份	产能 (万吨)
陶氏化学	POE/POP	Engage/Affinity	Insite+GGC	美国德州	1993/2004	20
	POE/POP	Engage/Infuse	-	美国路易斯安那州	2003/2006	16
	POE/POP	Engage/Affinity	Insite+GGC	泰国马塔府	2008	20
	POE	Engage	Insite+GGC	沙特萨达拉	2016	20
埃克森美孚	POE	Exact/Exced	Exxpol	美国路易斯安那州	1991/2005	8
三井化学	POE/POP/EPDM	Tafmer	专有茂金属催化剂	新加坡裕廊岛	2003/2010	20
SSNC (SK)	POE	Solumer	Nexlence	韩国蔚山	2015	
SSNC (SABIC)	POE	Fortify	Nexlence	韩国蔚山	2015	17
	POP	Cohero	Nexlence	韩国蔚山	2015	
Borealis	POE/POP	Queo	专有茂金属催化剂	荷兰赫仑	2013	3
LG	POE	Lucene	专有茂金属催化剂	韩国大山	2009/2016	28
合计						152

资料来源: 化学工业, 上海塑料, 国盛证券研究所

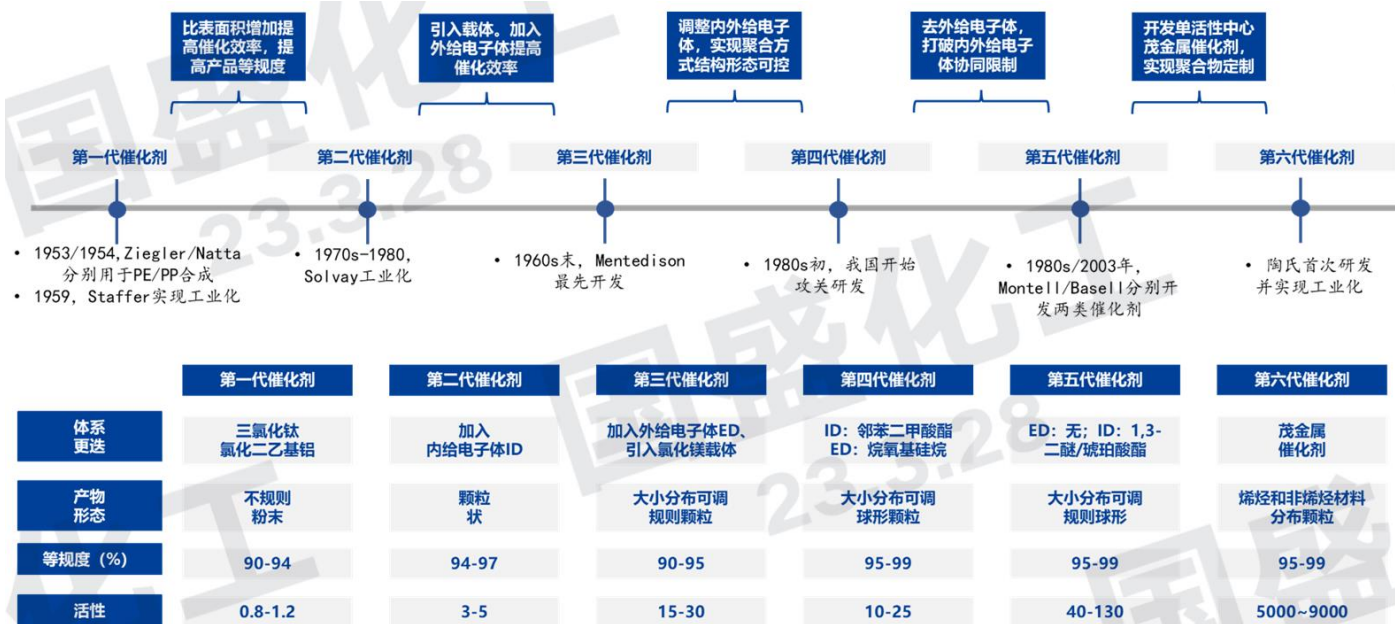
3.2. POE 具三大瓶颈，催化剂乃重中之重

POE 竞争格局极佳，产业化受制于三大壁垒：1) α -烯烃共聚反应所需茂金属催化剂研发难度高且由外企垄断；2) 用于光伏级 POE 的高碳 α -烯烃（1-辛烯）较为稀缺，依赖进口；3) 溶液聚合工艺我国暂无产业化生产经验。

3.2.1. 瓶颈一：茂金属催化剂

催化剂是烯烃聚合反应的核心，由齐格勒-纳塔催化剂演化至第六代茂金属催化剂。烯烃聚合催化剂起源于上世纪 50 年代，前五代齐格勒纳塔催化剂最初由德国化学家 Ziegler 和意大利化学家 Natta 共同发明。经过 70 余年的发展，齐格勒-纳塔催化剂经历了四代演变，催化反应效率、产品粒径、后端脱灰复杂度等方面性能持续改善。前三代催化剂中分别引入了 $TiCl_3/Et_2AlCl$ 、内给电子体 (ID)、外给电子体 (ED) 及载体，聚合得到的产物等规度不够高，仍需进一步后处理。第四代催化剂改变了氯化镁的活化方式，用化学反应取代机械作用，仅采用内给电子体的催化剂体系使得其后的研究方向调整向了内给电子体 ID 的研发，尤其以邻苯二甲酸酯型为代表的催化剂沿用至今。第五代催化剂于上世纪 80 年代出现，二醚、琥珀酸酯、二醇酯等内给电子体被相继开发，具有极高活性和立构规整性。第六代催化剂为茂金属催化剂，催化效率极高，能精准控制整个聚合反应过程，对传统 Z-N 催化剂形成了有力冲击。

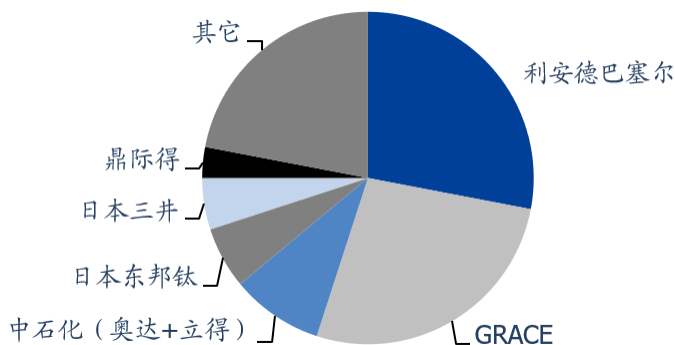
图表 38: 聚烯烃催化剂发展历程



资料来源: 国盛证券研究所绘制

聚烯烃催化剂技术多年封闭，国内仅少数企业掌握，全球龙头为 **GRACE**、利安德巴塞尔。聚烯烃催化剂产品为下游产业烯烃聚合技术的核心，具有较高的技术壁垒。全球来看，巴塞尔和 **GRACE**（格雷斯）是全球龙头，市占率分别达到 28% 和 27%，中国石化排名全球第三市占率约 9%，日本两家企业东邦钛和三井分别市占率达 6% 和 5%。

图表 39: 2020 年全球聚烯烃催化剂产能分布



资料来源: 《我国聚烯烃产业技术的现状与发展建议》，国盛证券研究所

第六代催化剂即茂金属催化剂，是由第 **IV** 族金属弯形的茂化合物，具备超高活性。茂金属催化剂是指以 **IVB** 族过渡金属(如 Ti、Zr、Hf)元素配合物作为主催化剂，而以烷基铝氧烷(如 MAO)或有机硼化物(如 $B(C_6F_5)_3$)作为助催化剂所组成的催化体系。通过对金属中心、配体、桥联基团进行调整，可以改变催化剂的电子效应和空间位阻，从而能作用于不同的聚合体系，可用于 mPE、mPP 以及 POE 等多种聚烯烃材料的生产。普通的均相茂金属催化剂可以催化聚合 C2-C18 的 α 烯烃在内的各类型乙烯基单体。茂金属催化剂活性极强，1g 钨的均相茂金属催化剂能够催化 100t 乙烯聚合。根据配体结构、有无桥联、茂环个数、金属中心的不同类型，可将茂金属催化剂分为茚基/芴基催化剂、无桥联/硅桥联催化剂、单/双茂催化剂、单/多核催化剂等不同类型。

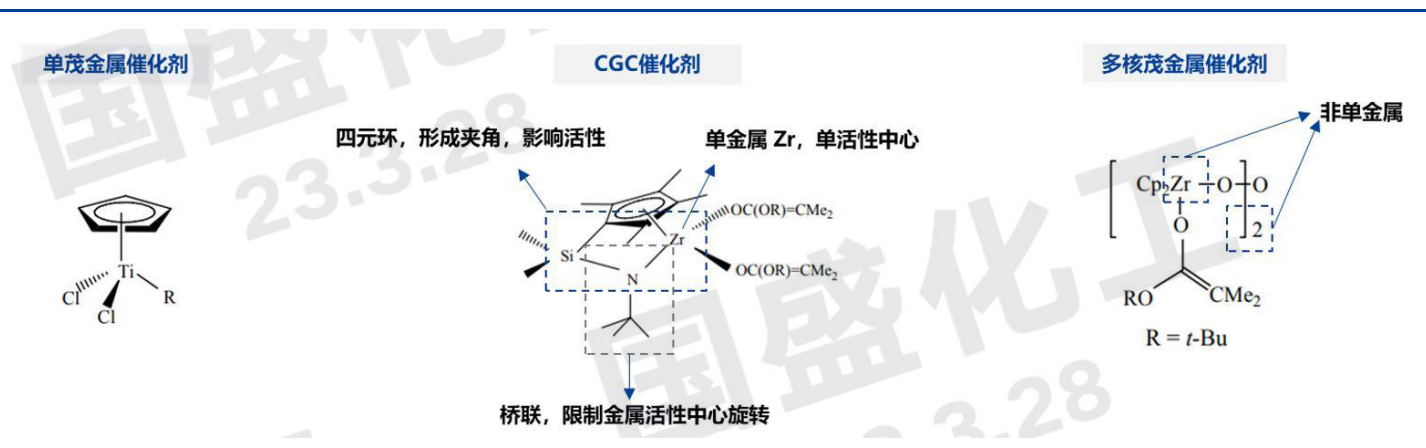
图表 40: 世界 mPE 主要生产商及其工艺、产品牌号与应用领域

公司名称	生产工艺	共聚单体	牌号	应用领域
ExxonMobil	Unipol 气相法	1-己烯	Exceed 系列 Enable 系列	包装、农业、建筑、电线电缆等
Dow	Insite 溶液法	1-辛烯	Elite 系列 Elite AT 系列	薄膜、层压膜、管材等
Total	双环管淤浆法	1-己烯	Lumicene 系列	薄膜、中空制品、管材等
Mitsui Chemicals	串联双气相反应器法	1-己烯	Evolue 系列	吹膜和流延膜
LyondellBasell	多段淤浆法	1-辛烯	Evolue H 系列	薄膜和容器
	气相法	1-己烯	Luflexen 系列	吹胀薄膜、流延膜、树脂改性等
	环管淤浆法	1-己烯	Starflex 系列	食品包装膜、医药包装膜、重包装膜、非食品包装膜、收缩缠终膜、农膜
Daelim	淤浆法和气相法	1-己烯	XP,EP, XL 系列	薄膜、耐热(PE-RT)管材、板材等
Ineos	Innovene G 气相法	1-己烯	Eltex 系列	吹塑薄膜、重包装膜、热收缩膜、中空制品、管材、电线电缆
Chevron Phillips Chemical	MarTECH 环管淤浆法	1-己烯	Marlex D 系列	吹膜、流延膜、吹塑制品等

资料来源: 中石油石油化工研究院, 国盛证券研究所

限定几何构型催化剂 (constrained geometry catalyst, CGC) 是用于 **POE 高效合成的典型选择**。与传统 Z-N 催化剂相比, CGC 催化剂对聚合物的分子量、共聚单体含量、规整结构的可控性强, 能够用于分子量分布窄、长链支化的高性能 POE 的生产。CGC 作为一种桥联单茂金属结构, 最早系 1993 年由陶氏应用于 Insite 工艺。该催化剂的“限定”特征体现在其具备茂环 (Cp) -M (金属) -N-Si 的假四元环结构。四元环的存在使得 CGC 具备以下两点特征, 1) Cp-Ti-N 的夹角的变化影响电子效应和空间效应, 改变催化剂活性; 2) 受到桥联集团的影响, 金属绕茂环-氮中心的旋转受限, 导致活性中心只能朝一个方向打开, 有利于长链共聚单体的插入。

图表 41: 茂金属催化剂依有无桥联、单茂多茂等可分为不同类型

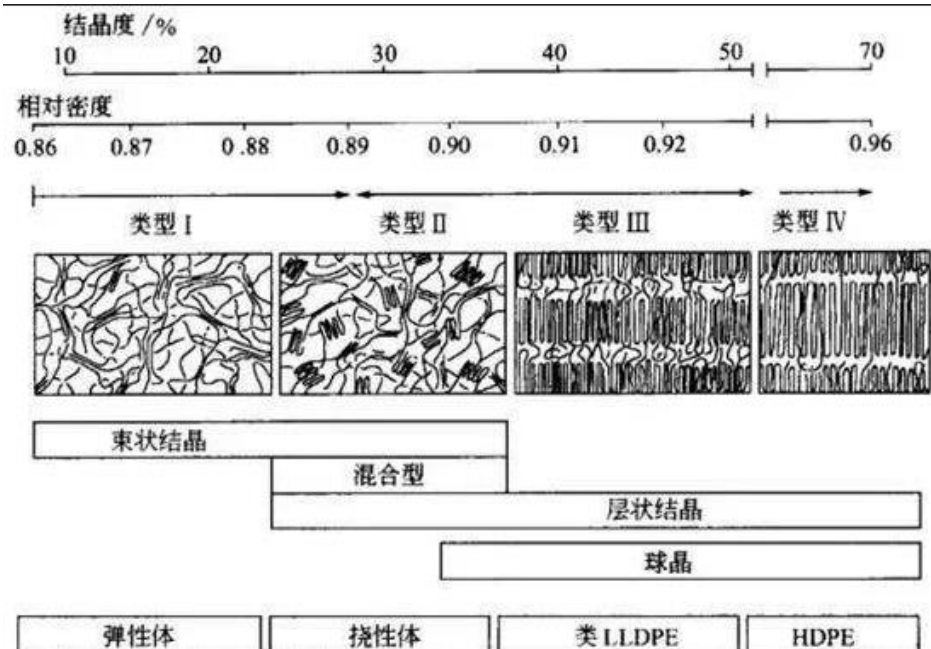


资料来源: 《茂金属化合物催化极性烯类单体活性聚合的研究进展》, 国盛证券研究所绘制

α 烯烃共聚能降低聚烯烃结晶度, 从而满足光伏胶膜 **POE 高透明**要求。普通聚烯烃制品中粒晶尺寸大于入射可见光波长, 导致入射光被散射, 进而降低制品的透明度。POE 弹性体本质即是支化的聚乙烯, 在共聚过程中, 长链 α 烯烃能够形成互相穿插的非晶区,

分子中聚乙烯链段被分割为数量更多、长度更短的结晶区，大结晶被破坏的同时产品透明度也得到提高，形成的更多微小结晶作为交联位点能提高链长，使得 POE 同时具备高温下类塑料、常温下类橡胶的特性。加之 POE 大分子链系饱和结构，产品的耐老化、抗紫外线性能也十分优异。

图表 42: 共聚单体含量与 POE 产品结晶度的关系



资料来源: 华塑展, 国盛证券研究所

可调性强、耐高温、单活性位点的 CGC 催化剂是实现高碳 α 烯烃共聚的必然选择。1) CGC 催化剂独特的空间构型可以满足高碳 α 烯烃聚合需求: CGC 催化剂具备独特的单活性中心, 形成的开放性结构能够令大位阻的 α 烯烃穿过, 从而提高共聚烯烃含量; 2) CGC 催化剂更耐高温, 在放热反应中具备更高活性: Z-N 催化剂存在最佳温度聚合范围, 而传统均相茂金属催化剂只能作用于常温反应, 都不适用于如高温低压的溶液聚合工艺。CGC 在 100 度以上高温仍具备良好的稳定性, 因此是工艺生产中的应用主流。

图表 43: CGC 催化剂在 160° 高温下仍具备良好的催化活性

温度, °C	辛烯, ml	H ₂ , Kpa	Al / Ti	产量, g	Mw	密度, g / ml ³	MI
110	150	345	250	98	161000	0.914	0.15
130	150	345	250	147	136000	0.9197	0.15
160	150	345	250	90	53000	0.9317	10.66

资料来源: 《限定几何构型催化剂的研究进展》, 国盛证券研究所

POE 用茂金属催化剂工业化放大难度高, 后进企业囿于产品研发、工艺控制经验的匮乏难以快速突破, 是限制 POE 放量的核心壁垒之一。目前, 陶氏的 CGC 催化剂专利虽已到期, 但工业化生产放大困难极高, 反应过程中的加料、控温、控压试点都需要倚仗实际生产中的大量经验总结, 叠加 MAO 等助剂需要配套、助催化剂茂结构易氧化等影响因素, 具备 POE 催化剂工业化生产能力的企业仍在少数。

3.2.2. 瓶颈二: α -烯烃

α -烯烃是制约 POE 生产的“卡脖子”要素, 生产光伏级产品需共聚辛烯 (C8)。线性

α -烯烃（Linear α -olefins, LAO）是指 C=C 双键在分子链端位（即 α 位）的直链烯烃，产品碳原子数为偶数，应用最为广泛的品种是 C4、C6 和 C8 等组分。1-辛烯共聚物熔体延伸性大，具有良好的拉伸性能、抗冲击及耐环境应力开裂性，可显著改善聚乙烯的机械加工性能、耐热性、柔软性、透明性。POE 材料是茂金属催化体系作用下由乙烯和 α -烯烃的共聚物，对应 α -烯烃主要为己烯（C6）、辛烯（C8），其中光伏级产品需采用 1-辛烯。

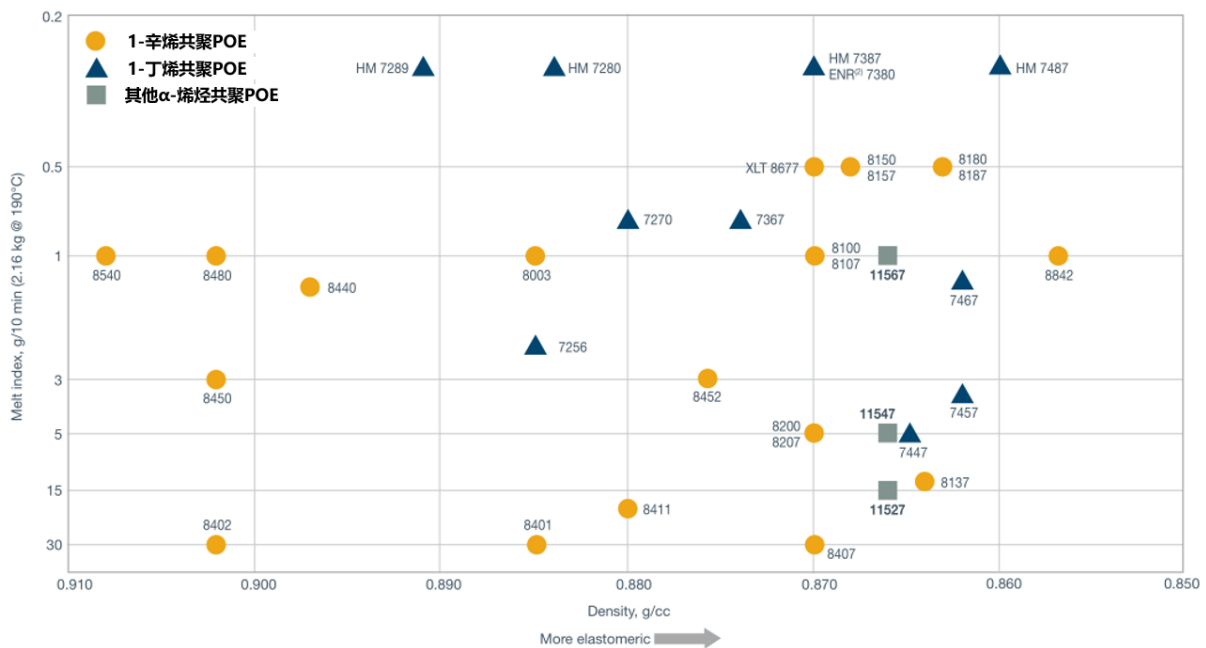
图表 44: α -烯烃用途

α -烯烃种类	用途
C4-C8	聚乙烯共聚单体
C6-C8	POE、低分子量脂肪酸
C8-C12	PAO、润滑油和胺类添加剂
C10-C16	洗涤剂用醇、非离子表面活性剂、油田化学品
C16-C18	油田化学品、润滑油添加剂、表面活性剂
C20-C30+	油田化学品、蜡流变改性剂

资料来源：《 α -烯烃的生产技术与应用进展》，国盛证券研究所

海外车用 POE 主要采用辛烯（C8）-烯烃，粘度、分子量性能优异。根据陶氏化学官网，公司拳头 POE 产品 Engage 在车用领域主要包括 30 个牌号，其中辛烯-乙烯共聚 POE 牌号 17 个，丁烯-乙烯共聚 POE 牌号 10 个，其余 α -烯烃-乙烯共聚 POE 牌号 3 个，主要以 C8 烯烃为主。辛烯-乙烯共聚物作为车用 POE 材料具有较低的熔体流动指数，体现材料在粘性、分子量上具有显著优势。

图表 45: 陶氏化学车用 POE 产品熔体流动指数



资料来源：DOW Chemical, 国盛证券研究所

C8 牌号 POE 熔点、结晶度低，加工性能、透明度优异。全球主流 POE 生产商各牌号共聚单体类型都集中于 C4（1-丁烯）、C8（1-辛烯），C6（1-己烯）一般不用于 POE 的共聚。从性能来看，C8 POE 具有显著优势，主要体现在：1）熔点低：C8 POE 熔点较低，使得材料具有良好的粒子加工性能；2）结晶度低：陶氏 8842、8130 牌号 C8 POE 结晶

度仅为 13%，使得材料具有更好的透明度，适用于光伏级应用领域。

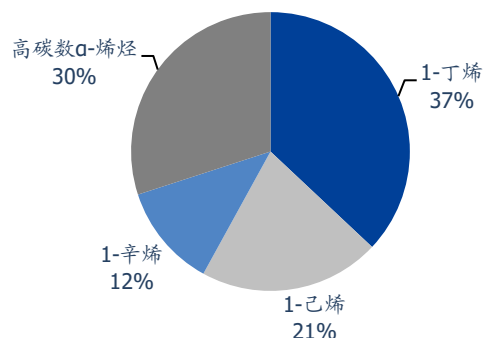
图表 46: 陶氏 POE 产品不同牌号性能指标

牌 号	第二单体 及质量分 数/%	密度 /g · cm ⁻³	MFR/ g/10 min	X _c /%	t _m /°C	t _g /°C	拉伸强度 /MPa	断裂伸长 率/%
8842	1-辛烯, —	0.857	1.0	13	38	-58	3.00	>600
8180	1-辛烯, 28	0.863	0.5	16	47	-55	6.30	>600
8130	1-辛烯, —	0.864	13.0	13	56	-55	2.40	>600
8150	1-辛烯, 25	0.870	0.5	16	55	-52	9.50	>600
8100	1-辛烯, 24	0.870	1.0	18	60	-52	9.76	>600
8200	1-辛烯, 24	0.870	5.0	19	59	-53	5.70	>600
8400	1-辛烯, 24	0.870	30.0	21	65	-54	2.80	>600
8452	1-辛烯, 22	0.875	3.0	20	66	-51	11.20	>600
8411	1-辛烯, 20	0.880	18.0	24	76	-50	7.30	>600
8003	1-辛烯, 18	0.885	1.0	25	77	-46	18.20	>600
8401	1-辛烯, 19	0.885	30.0	25	80	-47	8.50	>600
7467	1-丁烯, —	0.862	1.2	12	34	-58	2.00	>600
7457	1-丁烯, —	0.862	3.6	12	40	-56	1.80	>600
7447	1-丁烯, —	0.865	5.0	13	35	-53	2.40	>600
7367	1-丁烯, —	0.874	0.8	16	51	-51	5.20	>600
7270	1-丁烯, —	0.880	0.8	19	64	-44	13.90	>600
7277	1-丁烯, —	0.880	0.8	19	64	-44	13.90	>600
7256	1-丁烯, —	0.885	2.5	23	76	-42	9.30	>600

资料来源《聚烯烃弹性体的现状及研究进展》，国盛证券研究所（X_c为结晶度；t_m为熔点；t_g为玻璃化转变温度；MFR为熔体流动速率，负荷 2.16kg，温度 190°C）

α-烯烃 C4-C8 市场份额逐级递减，适用于 POE 生产的产能有限。 α-烯烃中碳元素越多合成难度越大，根据中国化信知识中心，2018 年全球 α-烯烃市场份额中 1-丁烯、1-己烯、1-辛烯占比分别为 37%、21%、12%，其中适用于 POE 生产的 1-辛烯产能有限。

图表 47: 2018 年全球各种类 α-烯烃市场份额



资料来源：化信咨询，国盛证券研究所

1-辛烯选择性齐聚难度大，仅陶氏等少数外企掌握工艺技术。 α -烯烃聚合主要包括非选择性齐聚与选择性齐聚，其中非选择性齐聚路线生成全组分 α -烯烃（即C4-C8都包含），而选择性齐聚可针对某种特定的组分进行聚合。非选择性齐聚工艺路线主要包括Chevron Phillips工艺、INEOS工艺、Shell（SHOP）工艺、Alpha-SABLIN工艺等，多数工艺1-辛烯产率低于20%，因此实际光伏级POE所用1-辛烯普遍采用选择性齐聚路线。选择性齐聚工艺难度较大，目前具备1-辛烯选择性齐聚技术的厂商主要为陶氏、Sasol。

图表 48: 非选择性齐聚路线 C6/C8 产品产率对比

工艺名称	1-己烯产率	1-辛烯产率
Chevron Phillips 工艺	14.5%	13.6%
INEOS 工艺	28%	28%
Shell（SHOP）工艺	11%	11%
Alpha-SABLIN 工艺	23%	18%

资料来源：中国化信知识中心，国盛证券研究所

长链线性烯烃合成难点在于乙烯三/四聚的选择性调控，催化剂体系是影响辛烯选择性合成的关键。以1-辛烯为共聚单体合成的POE等产品附加值高，但工业化大规模生产还处在初期阶段。1-辛烯（C8）的工业高效合成路线是从乙烯（C2）开始四聚，选择性令乙烯四聚生成辛烯（C8），而不是三聚生产己烯（C6）是辛烯生产的核心所在。2004年，Sasol公司采用以PNP为配体的铬-双膦胺为催化剂，合成的1-辛烯选择性达到98.8%，是全球最早具备工业化稳定生产辛烯能力的化工企业。在学界，乙烯催化三/四聚的机理仍未被完全掌握，而学界设计的铬系催化剂选择性从50%-90%+不等，活性差距明显，工业界此前能选择性四聚的公司仅有Sasol一家，国内企业大庆石化等已有工业试验，国内企业亟需开发适用于工业化生产的乙烯三/四聚用催化剂体系。

图表 49: 铬系乙烯四聚催化体系催化活性和选择性差距较大

序号	温度/℃	压力/MPa	催化活性 /g · g _{Cr} ⁻¹ · h ⁻¹	1-己烯比例	1-辛烯比例
催化体系 1	80	40	1833	6.9	93.1
催化体系 2	0	1	217	4	86.4
催化体系 3	15	4	43461	9.9	83.3
催化体系 4	25	3	580005	9.4	77.4
催化体系 5	40	5	16309	22.8	73.7
催化体系 6	45	4	3173	13.9	71
催化体系 7	45	44.5	272400	11.9	67.5
催化体系 8	60	4.5	737536	14.7	67.4
催化体系 9	60	4	491000	35.6	61.1
催化体系 10	60	5	2240000	13	56.8

资料来源：《乙烯选择性三聚_四聚铬系催化剂及其齐聚机理研究进展》，国盛证券研究所

国内传统 α -烯烃厂商包括燕山石化、大庆石化、独山子石化，2021年前C6以上 α -烯烃合计产能7.5万吨。2022年后 α -烯烃装置设计环节壁垒已实现突破，国内厂商加速布局，包括兰州石化、卫星化学、鼎际得、茂名石化、京博石化、浙石化等厂商，其中包括POE扩产一体化配套产能，预计2025年后国内进入产能投放期。

图表 50: 国内企业 C6 以上 α -烯烃产能统计(万吨)

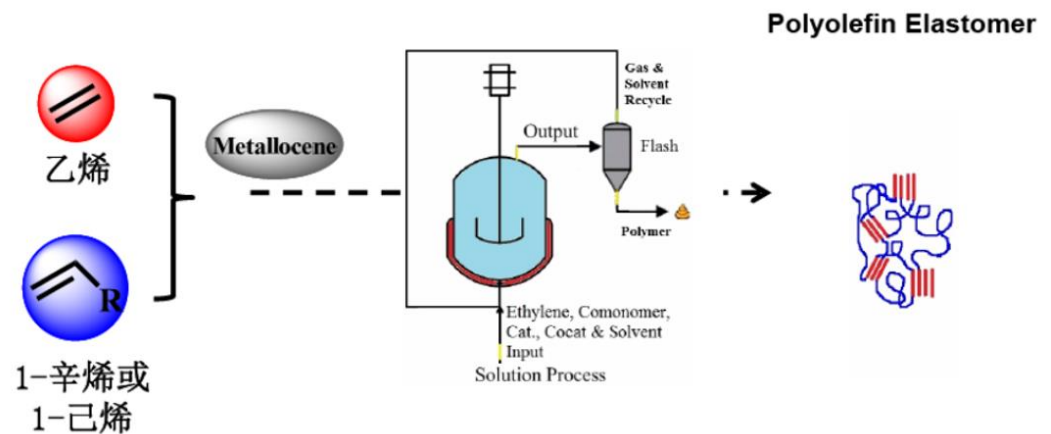
公司名称	α -烯烃种类	产能(万吨)	投产时间	技术路线	项目进展
燕山石化	1-己烯	5	2007	乙烯齐聚	2006年3月动工, 2007年6月首次开车成功。
大庆石化	1-己烯	0.5	2008	乙烯齐聚	1-己烯装置于2008年建成投产。
大庆石化	1-辛烯、癸烯	0.3/0.38	2021	乙烯齐聚	2021年8月, 依托大庆石化5000吨/年1-己烯装置进行改扩建。
独山子石化	1-己烯	2	2014	乙烯齐聚	2021年8月, 依托大庆石化5000吨/年1-己烯装置进行改扩建。
茂名石化	1-辛烯/1-己烯	1/0.6		乙烯齐聚	2016年立项, 2022年首次出口。
潞安纳克	1-癸烯	1	2014	费托合成	2014年投产。
兰州石化	1-丁烯/1-己烯	3	2022	乙烯齐聚	2022年8月在己烯工况下首次实现顺利开车。
卫星化学	1-辛烯/1-己烯	0.1	2022年底	乙烯齐聚	2022年12月1000吨/年 α -烯烃工业试验装置环评受理, 项目包括700吨1-辛烯、300吨1-己烯、180吨混合重烯烃, 高碳 α -烯烃选择性较高。目前公司1000吨/年装置已建成, 即将投入生产。
鼎际得	α -烯烃	30	2025	-	投资98.68亿元人民币建设40万吨POE、30万吨 α -烯烃装置, 分为两期实施, 建设周期5年。
京博石化	1-辛烯/1-己烯	4.17/0.86	2025	-	1-辛烯4.17万吨、1-己烯0.86万吨, 预计2025年投产。
中海壳牌	α -烯烃	-	2026	乙烯齐聚	建设160万吨乙烯及下游共18套化工装置, 包括 α -烯烃, 建设周期42个月。
浙石化	1-己烯	5	-	-	浙石化二期配备有5万吨的1-己烯。
浙石化	α -烯烃	35	-	-	2022年8月17日公告, 浙石化建设预计投资641亿元的炼化一体化项目中包含35万吨/年 α -烯烃装置。
东方盛虹	α -烯烃	20	-	-	2022年11月公司公告投资97.3亿元建设30万吨POE、20万吨 α -烯烃装置。
广西石化	α -烯烃	5	-	-	现有一次原油加工能力为1000 \times 104t/a的炼油基础上建设5万吨 α -烯烃装置。
中捷精创新材料	α -烯烃	5	-	-	建设建设5万吨/年 α -烯烃装置、10万吨/年POE。

资料来源: 各公司公告, 国盛证券研究所

3.2.3. 瓶颈三: 溶液聚合工艺

溶液聚合法是主流的 POE 聚合工艺, 主要由材料颗粒状、低熔点性质决定。聚烯烃弹性体聚合工艺主要包括溶液聚合法、悬浮聚合法、气相聚合法, 其中产业化主要采用溶液聚路线, 主要原因包括: 1) 聚烯烃弹性体难以在流化床反应器或淤浆反应器中以颗粒状流动, 从而实现非均相聚合; 2) POE 熔点较低, 结晶区的聚合产物易被溶剂溶胀而产生结团、粘连, 使得聚合反应无法有效进行。

图表 51: POE 溶液聚合工艺



资料来源：中国石化联合会，国盛证券研究所

目前具备 POE 溶液聚合技术的厂商主要为陶氏、埃克森美孚、三井、SK 等外企，国内厂商尚未完成技术突破。

- **陶氏化学: Insite 工艺。**采用 CGC 催化剂搭配 Insite 工艺,在聚合温度为 90-200℃、聚合压力为 1-5MPa 的条件下,以 Isopare (混合烷烃) 为溶剂制备得到乙烯/1-辛烯聚烯烃弹性体和乙烯/1-丁烯聚烯烃弹性体。该工艺生产工序简单,无需进行催化剂残渣处理、溶剂抽提和产品干燥,且反应传热效率高,有效减少对产物的热输入,提高聚合物生产速率,乙烯单程转化率达 90% 以上。该工艺得到的 POE 产物共聚单体含量高,相对分子质量及分布可控,产品挥发分含量低,金属残余物少,且能有效降低 POE 生产成本。
- **埃克森美孚: Exxpol 工艺。**Exxpol 工艺是一种绝热溶液法连续聚合工艺技术,在连续搅拌的釜式反应器内使乙烯与共聚单体(丁烯、己烯或辛烯)在反应温度大于 100℃,反应压力为 1-12MPa 下混合烷烃溶剂内进行连续聚合,得到密度为 0.868-0.920g/cm³ 的极低密度烯烃弹性体。该工艺利用液-液相分离的方法,利用聚合反应器内聚合放出的热量及溶剂带走的热量实现固液分离,有效降低能耗提高产率。

4. 历史机遇已至，催化剂积淀厂商领军国产化

高碳 α -烯烃自给能力或成为 POE 生产企业核心竞争力之一。根据不完全统计,目前国内已公告上市公司中,万华化学、鼎际得、茂名石化、卫星化学、荣盛石化、东方盛虹、诚志股份分别公告 POE 粒子规划。从原料配套情况看,多数厂商同时布局上游 α -烯烃,6 家上市公司合计布局 α -烯烃产能 95 万吨。以 30% 的 α -烯烃共聚比例测算,170 万吨 POE 需配套 51 万吨 α -烯烃。假设 2025 年 POE 粒子集中投产后,100 万吨需求应用于光伏领域,对应 30 万吨 C8 α -烯烃;70 万吨用于汽车、线缆等领域,C8 需求占比 25%,对应 5.3 万吨。预计未来 POE 国产化产能全部落地后带来高碳 C8 α -烯烃需求 35.3 万吨。由于 α -烯烃选择性齐聚技术壁垒高,目前国内高碳 α -烯烃聚合收率较低,高碳 α -烯烃自给能力或成为 POE 生产企业核心竞争力之一。

图表 52: 国内厂商 POE 粒子新增产能统计

公司	新增 POE 产能 (万吨)	配套 α -烯烃产能 (万吨)	备注
万华化学	20+20	-	项目投资 176 亿元，建设 POE 两期各 20 万吨。
鼎际得	20+20	30	总投资约 98.68 亿元，建设 40 万吨 POE，30 万吨 α -烯烃项目，总建设周期 5 年。
卫星化学	-	10	项目总投资约 150 亿元，共三期，二期项目建设 10 万吨/年 α -烯烃与配套 POE，三期项目于 2027 年 12 月建成投产。
荣盛石化（浙石化）	20+20	35	总投资 641 亿元建设高端新材料项目，包括 40 万吨 POE，配套 35 万吨 α -烯烃。
东方盛虹	30	20	项目总投资 97.30 亿元，建设 30 万吨 POE 项目，配套 20 万吨 α -烯烃，建设期 2 年。
诚志股份	20	-	投资额 40 亿元，建设 20 万吨 POE 项目，建设期 3 年。
合计	170	95	

资料来源：各公司公告，国盛证券研究所

POE 产业化趋势已定，关注未来板块演绎。结合供给、需求、各厂商技术储备及规划，我们认为未来数年内国内 POE 板块将经历 3 个市场阶段：

- **产业化筹备期：**根据各公司公告及产能进展跟踪，我们预计 2023 年底前国内 POE 粒子将处于产能真空期，同时海外厂商扩产有限，全球 POE 粒子供给将维持稳定。需求端 2024 年底 TOPCon 电池产能规划拉动 113 万吨光伏级 POE 需求，叠加车用、电缆、发泡需求，预计国内 POE 粒子供给紧缺程度将持续加剧，从而拉动 POE 价格中枢上调。
- **进度跟踪验证期：**2024 年后，随着国内龙头 POE 粒子厂商项目的持续推进，各公司设备、土建、样品等方面持续获得实质性进展。由于 POE 工业化生产壁垒高，板块标的表现有望发生分化，掌握茂金属催化剂、 α -烯烃、聚合工艺包三大生产要素的厂商与其余竞争者持续拉开差距。
- **盈利兑现期：**2024 年底后国内 POE 粒子进入集中投产期，行业供给大幅增长，供需缺口持续缓解。POE 材料远期市场空间广阔且需求端不断受光伏非线性拉动，同时行业产能落地情况存在较大不确定性，未实现壁垒突破的企业不断退出，我们认为板块良性竞争格局有望长期维持。

POE 粒子生产面临 α -烯烃、茂金属催化剂、聚合反应工艺包三大核心壁垒，其中 α -烯烃环节上游工艺设计环节已实现国产化突破，茂金属催化剂外采难度大，依赖企业自身研发生产实力，聚合反应工艺包各家企业获取策略不同。综合来看，我们看好掌握核心茂金属催化剂生产工艺，且具备资深石化技术团队的厂商，在众多市场参与者中脱颖而出，并在工艺突破、设备工艺包谈判及采购、设备安装、设备运行调试、下游送样、按期达产等关键时间节点一步一步持续完成兑现，并实现行业内率先投产。建议关注：鼎际得、万华化学、卫星化学、荣盛石化、东方盛虹。

鼎际得：茂金属催化剂是 POE（尤其是光伏级 POE）产业化的核心瓶颈，需搭配研发壁垒极高的单一活性中心的 CGC 茂金属催化剂。公司是国内催化剂领域龙头企业，深耕聚烯烃催化剂近 20 年，产品由前四代齐格勒-纳塔催化剂持续拓展至第六代茂金属催化剂，突破 POE 产业化核心瓶颈。同时，得益于多年的催化剂产销，公司积累了丰富的石化产业资源，成为引进溶液聚合工艺授权的厂商。公司于 2022 年 12 月公告投资 98.68 亿元规划 40 万吨 POE 粒子、30 万吨 α -烯烃，产能预计分两期投产。公司于 2023 年 4 月 6 日发布限制性股票激励计划，其中，POE 大项目的主要激励对象林庆富先生曾任世界级炼厂浙石化副总裁兼乙烯化工事业部总经理。在 POE 产业筹划期，公司走在全行业前列，投产速度可期，先发优势显著。公司突破 POE 生产三大瓶颈，绑定石化行业顶尖人才团

队，未来我们看好公司在产业跟踪验证期持续实现进度突破，并于盈利兑现期率先实现产能落地、业绩兑现。

万华化学：公司是我国精细化工龙头白马，拥有科研人员 3100 余名，其中 130 余人拥有博士学位。公司围绕高端新材料持续投入研发，2019 年、2021 年、2022 年前 3 季度公司研发支出分别为 20.43、31.68、24.44 亿元，打造了多元化新材料产品矩阵。公司布局 POE 领域多年，于 2021 年 8 月实现中试。2022 年 12 月，公司公告项目投资 176 亿元建设高端聚烯烃项目，其中包括 40 万吨 POE 分两期建设，总建设周期 5 年。公司立足多年自主研发经验，有望成为国内率先实现 POE 工业化生产的企业。

卫星化学：公司是国内轻烃一体化龙头，乙烷裂解优势明显，未来持续向新材料方向转型。公司是国内 α -烯烃环节技术领先厂商，通过自主研发成功突破 α -烯烃关键技术，打破 SASOL、壳牌、雪佛龙等海外企业垄断。2021 年 12 月，公司公告 10 万吨/年 α -烯烃与配套 POE 项目。2022 年 12 月，公司 1000 吨/年 α -烯烃工业试验装置环评受理，项目包括 700 吨 1-辛烯、300 吨 1-己烯、180 吨混合重烯烃，高碳 α -烯烃选择性较高。目前公司 1000 吨/年装置已建成，即将投入生产，POE 小试产品已送下游客户测试。

荣盛石化：公司是我国石化领军企业，持有世界级炼厂浙石化 50% 股权，依托炼化平台产业链纵深发展，打造新材料产业集群。公司 2022 年前三季度研发费用 33.39 亿元，研发投入持续加大。2022 年 8 月公司公告子公司浙石化投入 641 亿元建设高端新材料项目，其中包括 2x20 万吨 POE 装置，配套 35 万吨 α -烯烃。

东方盛虹：公司深耕石化产业，具备完整的一体化产业链布局。子公司斯尔邦石化是全球顶尖 EVA 粒子厂商之一，并不断切入 POE 领域。2022 年 9 月公司 800 吨 POE 中试装置成功投产，未来 POE 板块整体产能规划 50 万吨，2022 年 11 月公司公告投资 97.3 亿元建设 30 万吨 POE、20 万吨 α -烯烃装置。

5. 风险提示

宏观经济增速低于预期：下游消费端需求不振会一定程度影响产品销售情况，对化工行业影响较大。

产品价格大幅波动：行业供需格局变化可能会导致产品价格大幅波动并对公司业绩产生较大影响。

新项目建设进度不及预期等：龙头公司产能扩产较多，项目从建设到顺利产出的进度存在不确定性。

测算存在误差：由于资料来源口径较多，测算存在误差风险。

免责声明

国盛证券有限责任公司（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。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。

本报告版权归“国盛证券有限责任公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中A股市场以沪深300指数为基准；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）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在-5%~+5%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在5%以上
	行业评级	增持	相对同期基准指数涨幅在10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在10%以上

国盛证券研究所

北京

地址：北京市西城区平安里西大街26号楼3层

邮编：100032

传真：010-57671718

邮箱：gsresearch@gszq.com

南昌

地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道1115号北京银行大厦

邮编：330038

传真：0791-86281485

邮箱：gsresearch@gszq.com

上海

地址：上海市浦明路868号保利One56 1号楼10层

邮编：200120

电话：021-38124100

邮箱：gsresearch@gszq.com

深圳

地址：深圳市福田区福华三路100号鼎和大厦24楼

邮编：518033

邮箱：gsresearch@gszq.com