

基础化工行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

国金证券研究所

分析师:陈屹(执业 S1130521050001)联系人:李含钰

chenyi3@gjzq.com.cn

lihanyu@gjzq.com.cn

联系人:张嘉文

zhangjiawen@gjzq.com.cn

POE 系列报告（一）：N 型电池带来趋势性增长，国产化即将启程

行业逻辑

N 型电池放量助力 POE 需求趋势性增长，25 年光伏级需求预计在 60-100 万吨：POE 是光伏封装胶膜的优质材料，在 N 型电池逐步占据主导地位的趋势下，电池对抗 PID 等性能需求大幅提升，POE 是非极性材料，具备高水汽透过率、高体积电阻率、耐腐蚀等特点，可解决 P 型双玻、N 型电池 PID 效应、对酸性环境和水汽敏感的痛点，需求将随 N 型电池放量而趋势性增长，在下游组件不同的封装方案假设下，我们预计到 25 年全球光伏级 POE 粒子的需求在 60-100 万吨。

POE 海外高度垄断，海外光伏需求趋紧：目前海外 POE 产能约 160 万吨，产能集中在陶氏、埃克森美孚、三井、LG、SSNC（SK-SABICJV）、北欧化工六家企业，目前仅 LG 在 23 年有 10 万吨投产规划。在需求端，全球 21 年 POE 在 TPO 终端、聚合物改性、电线电缆领域的需求分别为 69 万吨、39 万吨、14 万吨，我们选取当前较为典型的胶膜厂封装方案对 POE 的需求预测，23-25 年 POE 在光伏胶膜的全球需求量预计分别为 43、52、63 万吨，考虑到未来海外 160-170 万吨的 POE 产能和 POE 在汽车、鞋材和电线电缆领域的较刚性需求，在不考虑国内供给的前提下，全球光伏用 POE 在 23-25 年将逐年趋紧。

POE 工业化需突破三大壁垒，国产化最早预计 24 年落地：POE 的生产采用茂金属催化剂对乙烯和 α -烯烃的聚合反应进行催化，聚合技术以陶氏开发的溶液法聚合工艺和埃克森美孚开发的高压聚合技术为主，其中高碳 α -烯烃、茂金属催化剂和高温溶液聚合技术是 POE 生产的主要壁垒，国外对相关关键技术封锁垄断，国内 POE 产业化只有走自研道路，目前国内企业对上述三大壁垒均有所突破，工业化 POE 装置有望 2024 年落地：21 年 9 月，万华化学完成 POE 千吨级中试，2*20 万吨装置预计 24-25 年投产；22 年 8 月，荣盛石化对外公告将新建 2*20 万吨 POE 装置；22 年 9 月，东方盛虹 800 吨 POE 中试线投产，规划产能 50 万吨；22 年 12 月，鼎际得宣布 40 万吨 POE 项目规划；23 年 3 月，卫星化学 1000 吨 α -烯烃工业试验装置开车成功，此外，京博石化、茂名石化、诚志股份、惠生新材等企业均有 POE 中试线或投产规划，总产能规划合计 230 万吨，预计 24 年以后国内 POE 供应将逐步起量。

自产 1-辛烯的 POE 生产成本约 1.1 万/吨，产业链一体化为降本关键：当前 POE 价格在 2.4-2.5 万元/吨，处于 2018 年以来的高点，未来，POE 的价格下降将仰赖于国产供给释放以及产业链一体化的建设，根据我们的测算，如果自产 1-辛烯生产 POE，2023 年以来的生产成本约 1.1 万元/吨，其中 1-辛烯成本约为 3600 元/吨，如果企业按照当前 2.5 万元/吨的价格外采 1-辛烯，则 POE 的生产成本将因此上升 3773 元/吨，增幅达 34%，因此，产业链一体化对于 POE 的降本至关重要，也是国内企业可以对海外形成成本优势的关键。

投资建议

目前国内规划中的 POE 产能约 230 万吨，综合考虑 POE 及其上游产业链的生产壁垒、一体化带来的成本优势、未来 POE 产品的供需格局，在 POE 领域布局较早，具备上游 α -烯烃和相关催化剂以及溶液聚合技术配套的企业将具备很强的竞争优势，建议关注万华化学、卫星化学、鼎际得、东方盛虹、岳阳兴长等。

风险提示

国内 POE 产业化进度不及预期，光伏组件广泛采用替代 POE 的胶膜方案，下游光伏需求放缓，海外 POE 供给放量，海外企业针对国产 POE 进行价格战

内容目录

1、N 型电池放量助力需求 POE 趋势性增长.....	4
1、POE：兼具弹性与塑性的高性能聚烯烃.....	4
2、N 型电池放量在即，POE 需求趋势确认.....	5
3、N 型趋势下 25 年光伏用 POE 粒子需求预计在 60 万吨以上.....	11
2、POE 海外高度垄断，国产化即将启程.....	13
1、POE 目前主要由海外垄断，全球光伏料供给趋紧.....	13
2、我国 POE 目前全部依赖进口，国产化即将启程.....	14
3、POE 国产化面临三大壁垒：茂金属催化剂、 α -烯烃、溶液聚合工艺.....	16
3、POE 成本分析：从 1 到 100 的必经之路.....	18
1、产业链一体化的 POE 生产成本约 1.1 万/吨.....	18
2、投资建议.....	19
4、风险提示.....	20

图表目录

图表 1：POE 分子式.....	4
图表 2：POE 兼具橡胶特性与塑料特性.....	4
图表 3：POE 具有低弯曲模量和低密度的性质.....	4
图表 4：POE 与 POP 性能应用对比.....	4
图表 5：POE 改性材料的应用.....	5
图表 6：单面 PERC 太阳能电池结构示意图.....	5
图表 7：双面 PERC 太阳能电池结构示意图.....	5
图表 8：单玻组件与双玻组件结构.....	6
图表 9：2021-2030 年单/双面组件市场占比变化趋势.....	6
图表 10：N 型电池有更高的双面率和发电增益.....	6
图表 11：2021-2030 年各种电池技术市场占比变化趋势.....	6
图表 12：全球光伏封装材料份额.....	7
图表 13：EVA 和 POE 是光伏封装胶膜的优选.....	7
图表 14：不同光伏胶膜材料性能对比.....	7
图表 15：PID-s：Na ⁺ 迁移.....	8
图表 16：PID-p：电极极化.....	8
图表 17：P 型双玻、TOPCon、HJT 电池正面背面易出现的问题.....	9
图表 18：P 型双玻与 N 型电池易出现的 PID 类型.....	9

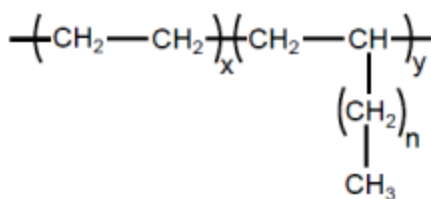
图表 19: EVA 的性能问题和对组件的影响.....	10
图表 20: POE 的优劣势.....	10
图表 21: Tie 1 组件厂高效电池封装方案汇总.....	11
图表 22: 不同技术的电池采取的封装方案假设.....	11
图表 23: 光伏用 POE 粒子全球需求测算.....	12
图表 24: 海外 POE 供给情况.....	13
图表 25: POE 在汽车中的应用.....	14
图表 26: 全球 POE 需求量 (万吨)	14
图表 27: 2021 年全球 POE 需求结构.....	14
图表 28: 国内 POE 进口量 (万吨)	15
图表 29: POE 分国别进口结构.....	15
图表 30: 国内 POE 生产企业规划.....	15
图表 31: 中国 POE 需求量 (万吨)	16
图表 32: 2021 年中国 POE 需求结构.....	16
图表 33: 烯烃聚合金属催化剂的发展.....	16
图表 34: 海外 POE 生产企业催化剂情况.....	17
图表 35: 万华化学茂金属催化剂相关的部分专利.....	17
图表 36: 国内 POE 生产企业 α -烯烃规划情况.....	18
图表 37: POE 成本测算.....	19
图表 38: 各企业 POE 单吨投资额.....	19

1、N 型电池放量助力需求 POE 趋势性增长

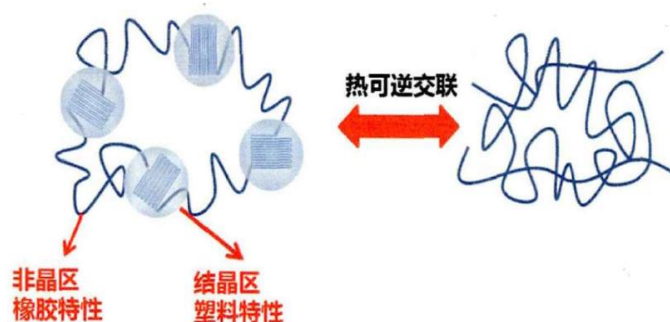
1、POE：兼具弹性与塑性的高性能聚烯烃

POE 是指乙烯与 α -烯烃（1-丁烯、1-己烯、1-辛烯等）的无规共聚物弹性体，聚合物的微观结构决定其宏观性能，由于 POE 分子链中共聚单体含量高、密度低，聚合物链由结晶性树脂相和无定型橡胶相组成，因而该材料既具有橡胶的高弹性，又具有热塑性树脂的可塑性，易加工成型。同时，POE 分子链由非极性的饱和单键组成，无极性基团且叔碳原子较少，故具有优良的耐水蒸气性、耐老化性、耐腐蚀性及耐热性，可广泛应用于汽车、包装、电线电缆、医疗器械、家用电器、太阳能电池封装膜、光伏、热熔胶等领域。

图表1：POE 分子式



图表2：POE 兼具橡胶特性与塑料特性

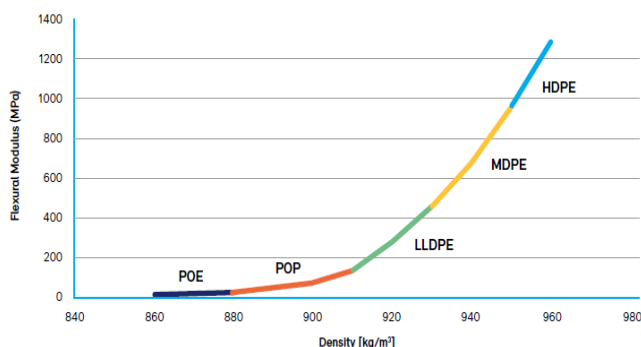


来源：《聚烯烃封装剂 SHJ 组件的湿热可靠性研究》，国金证券研究所

来源：《串级催化溶液聚合制备聚烯烃热塑性弹性体的研究》，国金证券研究所

POE 的 α -烯烃含量高于 20%，适用于多种材料改性或单一使用。根据聚合物中 α -烯烃的含量可将聚烯烃材料分为聚烯烃塑性体（POP）和聚烯烃弹性体（POE）两类，其中 POP 中 α -烯烃含量在 10%-20%，密度范围在 0.870-0.915 g/cm³，POE 中 α -烯烃含量大于 20%，密度范围在 0.865-0.895g/cm³。POP 适合作为吹膜、挤出、流延用热封层，应用于食品包装、卫生医疗、弹性薄膜、个人护理等领域，POE 更加适合改性领域，例如与 PP/PE 共混增加其韧性与透明度，与 EVA 发泡材料共混增加压缩回弹性，与 PA/PT 共混增加其冲击性能等，此外，POE 作为单一采用主要应用于光伏胶膜领域，可减缓光伏组件的电势诱导衰减（PID），提高电池组件的使用寿命。

图表3：POE 具有低弯曲模量和低密度的性质



来源：Borealis 官网，国金证券研究所

图表4：POE 与 POP 性能应用对比

材料	性质	主要应用
POE	优异的弹性	汽车
	良好的韧性	光伏胶膜
	低温延展性	发泡料
	热稳定性	电线电缆
	抗紫外线性等	医疗用品 鞋材等
POP	优异的密封性	食品包装
	增强的韧性	工业品包装
	优良的光学性能	热熔胶等
	高氧气传输速率	

来源：中国化信，国金证券研究所

图表5: POE 改性材料的应用

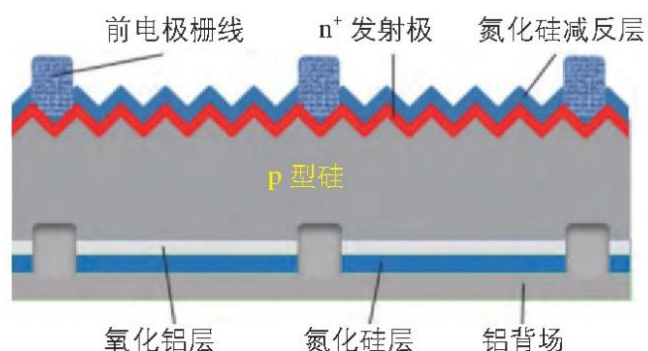
应用	功能	加工方式	改性方向
汽车	PP 改性	注塑	抗冲击性
		吹塑	热密封性能, 透明度
		挤塑	PP 附着力
	PE 改性	吹塑, 浇铸	粘结性能、透明度、伸长率
		挤塑	金属附着力
		浇铸	易剥离性
	PP 改性	浇铸	耐冲击、热密封性能
		双轴延伸	热密封性能, 透明度
		双轴延伸、双轴取向	收缩性
		浇铸、吹塑	自粘性 (保护膜)
包装	PP 改性	浇铸、吹塑	抗应力, 美白 (装饰膜)
		挤塑 (管材)	耐热性、透明度、柔韧性
		注塑 (容器)	抗冲击性, 透明度
	EVA 改性	电线涂层	柔韧性、伸长率、耐刮擦性
	PP 改性	电线涂层	柔性与耐磨的平衡
		注塑、挤塑	抗冲击性
	EP 改性	注塑、挤塑	抗冲击性
	EVA 改性	压缩、注塑	减重, 耐压缩性
	PP 改性	挤塑 (管材)	耐热性、透明度、柔韧性
	PP 改性	注塑 (容器)	抗冲击性, 透明度

来源: Mitsui Chemicals 官网, 国金证券研究所

2、N 型电池放量在即, POE 需求趋势确认

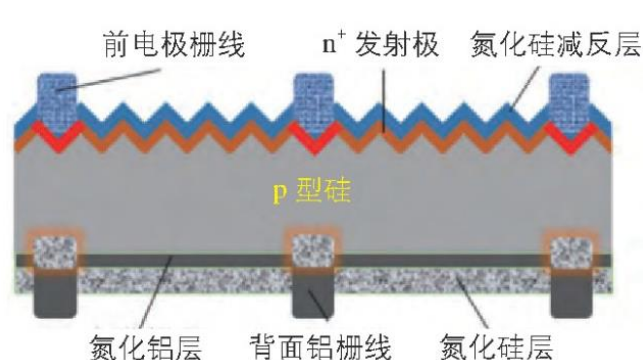
P 型电池逐渐以双面为主, 双玻组件有望成为主流。目前光伏 P 型电池即 PERC 电池, 全称为钝化发射极及背局域接触电池。P 型电池的基本原理是用将 V 族杂质 (磷) 通过扩散或者离子注入等方式渗入 P 型硅衬底上, 从而形成 PN 结, 再加上正面和背面电极, 将产生的电流引出, 构成最原始的太阳能电池结构。P 型电池按照组件背面是否吸收太阳光可分为单面 P 型电池和双面 P 型电池, 双面 P 型电池需将 PERC 电池背面的全铝背场改成印刷铝栅线结构, 双面电池的利用了电池片背面产生的光生载流子, 其背面可收集 10%-30% 的太阳光, 较单面电池提升效率, 同时双面电池还可降低导电铝浆用量、电池翘曲应力及隐裂破损率, 此外, 目前市场中双面电池组件大多采用双玻封装, 少数使用透明背板封装, 因此近几年双面双玻组件的市占率呈上升趋势。根据 CPIA, 2021 年双玻组件市占率为 37.4%, 同比增长 7.7%, 到 2023 年, 单双面组件市场占比基本相当, “十四五” 期间双玻组件有望成为新的市场主流。

图表6: 单面 PERC 太阳能电池结构示意图



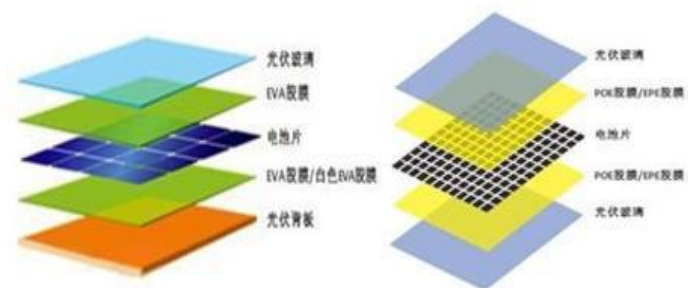
来源: 《双面 PERC 单晶硅太阳能电池工艺研究》, 国金证券研究所

图表7: 双面 PERC 太阳能电池结构示意图



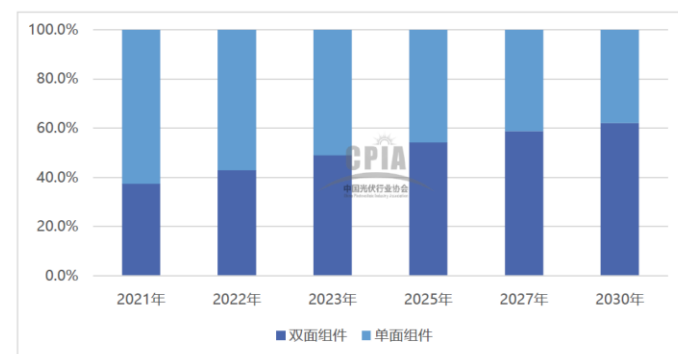
来源: 《双面 PERC 单晶硅太阳能电池工艺研究》, 国金证券研究所

图表8：单玻组件与双玻组件结构



来源：福斯特，国金证券研究所

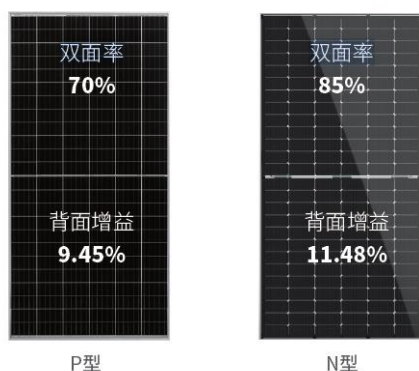
图表9：2021-2030年单/双面组件市场占比变化趋势



来源：CPIA，国金证券研究所

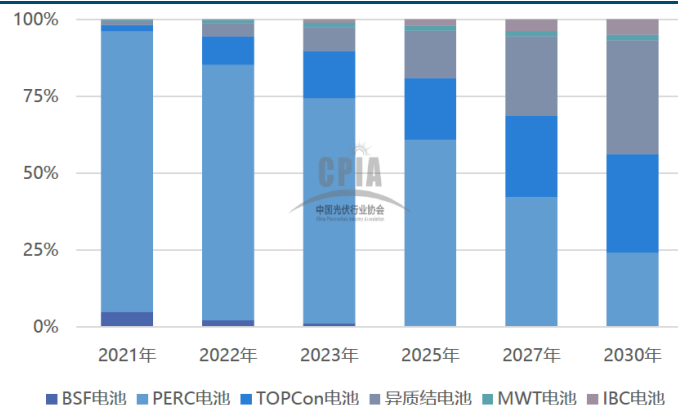
N型电池以双面结构为主，未来渗透率将加速提升。N型电池是在N型硅衬底上注入V族杂质（硼）形成P/N型结构的太阳能电池，从技术上N型电池可细分为TOPCon、HJT、IBC等。由于N型硅采用磷（P）作为施主杂质，从根本上杜绝了B-O复合体的形成，有效抑制了晶体硅太阳能电池光至衰减，并且N型硅较P型硅具有更高的少子寿命、对过渡族金属杂质容忍度较高，因此N型电池片的转换效率天然高于P型，根据ISFH的数据，PERC、HJT、TOPCon电池的理论极限效率分别为24.5%、27.5%、28.7%。相较传统PERC电池，N型电池的双面率更高，根据艾邦光伏网的数据，HJT电池为双面对称结构，双面率最高可达90%，而PERC和TOPCon在制备过程中均需要对硅片进行背面抛光，双面率最高分别为75%和85%，此外，N型双面电池双面因子较高，在后续发电过程中，背面增益也会相对更多，因此N型电池以双面结构为主。随着PERC电池转换效率接近极限和N型电池自身工艺突破，2022年起，N型电池占比迅速提升，根据国金电新的测算，22年-25年N型电池渗透率达到3%、30%、62%、87%。

图表10：N型电池有更高的双面率和发电增益



来源：晶科能源，国金证券研究所

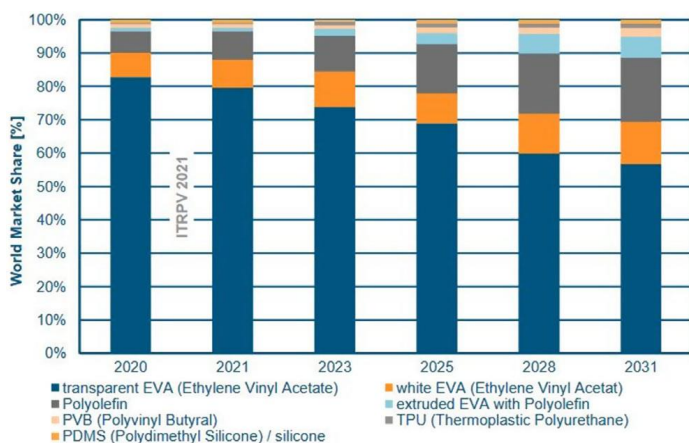
图表11：2021-2030年各种电池技术市场占比变化趋势



来源：CPIA，国金证券研究所

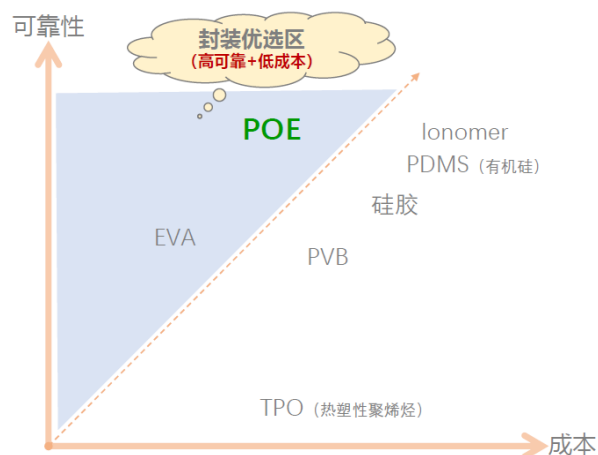
胶膜是光伏组件封装的核心材料。光伏组件结构上看自上而下依次为玻璃+胶膜+电池片+胶膜+背板/玻璃，光伏胶膜将电池片“上盖下垫”封装，利用真空层压技术与上下层保护材料粘合为一体在，构成晶体硅组件，对脆弱的太阳能电池片起保护作用，使光伏组件在运行过程中不受外部环境的影响，延长使用寿命，同时使阳光最大限度地透过胶膜照射电池片，提升光伏组件的发电效率。虽然光伏胶膜价值量不高，约占组件成本的4%-7%，但由于组件封装具备不可逆性，并且运营寿命需达到25年以上等要求，一旦胶膜开始黄变、龟裂，电池容易失效报废，因此胶膜对于光伏组件的质量和寿命起着关键作用。目前，市场上封装材料主要有透明EVA胶膜、白色EVA胶膜、聚烯烃（POE）胶膜、共挤型聚烯烃复合膜EPE（EVA-POE-EVA）胶膜，此外，聚乙烯醇缩丁醛（PVB）、热塑性聚氨酯（TPU）、聚二甲基硅氧烷（PDMS）、热塑性聚烯烃（TPO）等也是光伏胶膜的可选材料，根据VDMA预测，未来光伏封装胶膜仍然以EVA和POE为主流。

图表 12：全球光伏封装材料份额



来源：VDMA，国金证券研究所

图表 13：EVA 和 POE 是光伏封装胶膜的优选



来源：晶科能源，国金证券研究所

图表 14：不同光伏胶膜材料性能对比

材料	体电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	水汽透过率 ($\text{gm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$)	优势	劣势
EVA	$10^{14} - 10^{15}$	5 - 34	使用广泛、低成本	易黄变、不耐腐蚀、易分层
POE	$10^{16} - 10^{17}$	0.89 - 3.30	高热化学稳定性和体积电阻率	贵
PVB	$10^{10} - 10^{12}$	19.26 - 40.05	更好的化学稳定性和导热性	扩散率高、贵
TPU	2.7×10^{14}	12.84	更好的热稳定性、高机械强度、抗紫外线、高透射率	易分层、贵
PDMS/Silicone	$10^{14} - 10^{15}$	10 - 200	高热化学稳定性、高透射率，抗紫外线	贵
TPO	$10^{14} - 10^{18}$	0.89 - 2.85	高体电阻率、高机械强度、高热化学稳定性、高性价比	光伏新材料（制造商需要时间采用）
Ionomer	10^{16}	0.19 - 0.31	高体电阻率、抗紫外线、低扩散率、高透射率	对玻璃附着力低、贵

来源：《Review of Potential-Induced Degradation in Bifacial Photovoltaic Modules》，国金证券研究所

P 型单玻组件以 EVA 胶膜为主。EVA（乙烯-醋酸乙烯共聚物）是以乙烯（E）和醋酸乙烯（VA）为原料通过聚合反应生产的一种先进高分子材料，其性能主要取决于分子链上 VA 的含量，一般光伏级 EVA 的 VA 含量在 28%-33%，在加工为光伏胶膜的过程中，还需将 EVA 粒子与交联剂、偶联剂、紫外线 (UV) 吸收剂、光抗氧化剂和热抗氧化剂等添加剂混合。EVA 的主要优势在于成本低、透明度高、易加工、耐存储、交联速度快、与玻璃&背板粘结性能好。EVA 胶膜按颜色可分为透明 EVA 和白色 EVA，其中白色 EVA 胶膜的反射率高，并具备较强的抗湿热老化及紫外老化的能力，主要用于电池片下层，利于提升组件发电效率。经过多年的测试和实证数据，EVA+EVA 可满足 P 型单玻组件绝大部分场景需求。

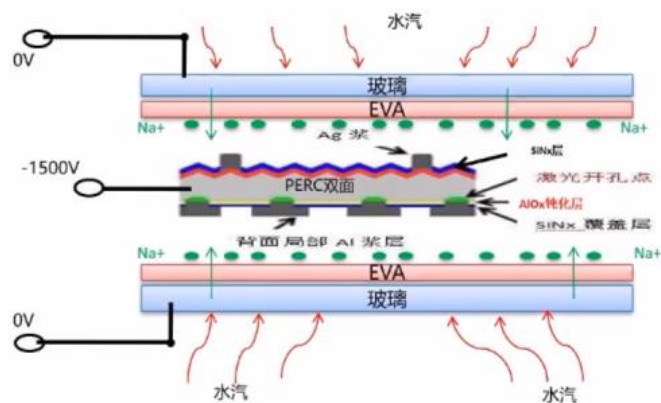
P 型双玻和 N 型电池更易出现 PID 等问题，其中 PID 按形成机理可分为三类。PID 效应（potential induced degradation）又称电势衰减效应，是光伏电站晶硅组件在运行过程中的一种衰减现象，是近年来影响光伏组件中长期运行效率的重要问题。根据当前文献梳理，PID 效应主要被分为：

1) 钠渗透型 PID（包括分流型 PID，即 PID-s）。钠渗透型 PID 主要指光伏用钠钙玻璃中 Na^+ 离子作为杂质粒子在电势诱导穿过封装材料进入电池内部造成的重组现象，如果它导致了 PN 结的分流路径，则属于 PID-s。

2) 极化型 PID (PID-p)。极化型 PID 是指介电层中电荷积累导致表面钝化的退化引起的输出功率衰减。

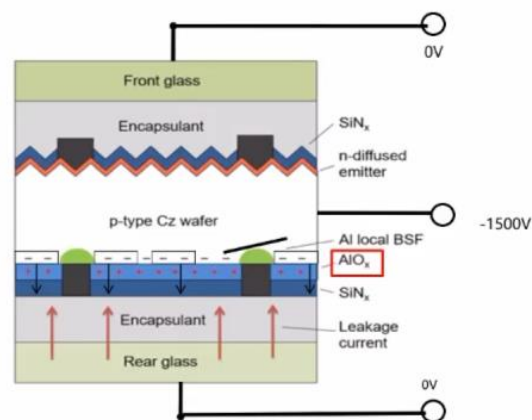
3) 腐蚀型 PID (PID-c)。目前已明确的三种腐蚀型 PID 过程是①HJT 模块的 TCO 层中的铟沉淀;②在 P 型双玻背面 Si/AIOx 界面处的 SiOx 形成腐蚀;③在 N-PERT 电池正面的介电层的 Na 基圆顶状突起处形成腐蚀。

图表 15: PID-s: Na⁺迁移



来源: 晶科能源, 国金证券研究所

图表 16: PID-p: 电积极化



来源: 晶科能源, 国金证券研究所

P 型双玻和 N 型电池的 PID 形成机理各不相同。由于材料和电池结构的不同, P 型双玻和 N 型电池会产生不同的 PID 现象。

1) P 型双玻: 正面易产生 PID-s, 背面易产生 PID-p。对于 P 型双玻的正面, Na⁺离子从玻璃析出后由于 P 型电池上表面为 P 掺杂, 带负电, 因此 Na⁺离子有趋势进一步向电池片内部迁移, 易出现 PID-s, 相反由于 N 型电池的上表面为 B 掺杂, 带正电, 阻止了 Na⁺离子的向内移动, 因此 N 型电池正面不易形成 PID-s; 对于 P 型双玻的背面, 它相较于 P 型单玻而言, 背面由铝背场改为铝线, 外电场驱使正电荷更易破坏氧化铝的场钝化作用, 因此更易出现 PID-p; 此外, P 型双玻的背面由于采用了 Ag/Al 浆电极, 相较正面对水汽、酸更敏感。

2) N 型 TOPCon: 正面易发生 PID-p, 背面 PID 效应不明显。TOPCon 电池的正面结构与 P 型双玻的背面结构类似, 因此更易发生 PID-p, 同时正面采用 Ag/Al 浆电极对水汽和酸更敏感。TOPCon 电池的背面与 P 型双玻的正面类似, 由于钝化效果较好, 不易产生 PID-p。

3) N 型 HJT: 双面易出现 PID-c。HJT 是双面对称结构, 是在 N 晶硅片的上下镀本征非晶硅, 再镀非晶硅钝化层、ITO 掺杂层做发电薄膜, 从机理上没有 PID-p 的现象, 但由于 ITO 为参杂的氧化铟锡导电膜材料, 易产生因沉淀而出现 PID-c; 此外, HJT 电池的非晶硅层和 ITO 对紫外光、水汽更敏感, 并且由于其表面结构与晶硅电池片差别较大, 与常规封装胶膜粘结力较弱。

图表 17: P 型双玻、TOPCon、HJT 电池正面背面易出现的问题

电池类型	正反面	结构	性能特点
双面 PERC	正面	钝化较好	PID-p 效应较弱 (类比 TOPCon 背面)
	背面	AlOx 负电场钝化层 Ag/Al 浆电极	高系统电压下易发生 PID-p (类比 TOPCon 正面) 对水汽、酸敏感 (类比 TOPCon 正面)
TOPCon	正面	AlOx 负电场钝化层 Ag/Al 浆电极	高系统电压下易发生 PID-p ① 铝和银的电极电位差异, 在水和酸/碱下活泼; ② 正面主栅直接接触 p+ 发射级, 银浆成分不同, 酸化敏感;
	背面	钝化较好	PID-p 效应较弱
HJT	双面	TCO 为参杂的氧化铟 锡导电膜材料	TCO 层中的铟沉淀产生 PID-c 对水汽非常敏感
		HJT 电池使用非晶或 微晶硅	表面因 Si-H 基团更容易遭受紫外辐照而被破坏, 产生缺陷, 导致组件功率衰减 与晶硅电池片表面差别较大, 与常规封装胶膜粘结力较弱

来源: 晶科能源, 中来股份, 福斯特, 国金证券研究所

除了上述 PID 现象外, P 型双玻和 N 型电池的正反面还易出现其他的 PID 类型, 根据《Review of Potential-Induced Degradation in Bifacial Photovoltaic Modules》一文的总结如下:

图表 18: P 型双玻与 N 型电池易出现的 PID 类型

电池类型	电池正反面	负偏压下 PID 效应	正偏压下 PID 效应
PERC	正面	PID-s	PID-p
	背面	PID-p、PID-c (SiOx 形成)、钠渗透型 PID	无影响
TOPCon	正面	PID-p、PID-c (钠凸起)、钠渗透型 PID	无影响
	背面	无影响	无影响
HJT	正面	PID-c (TCO 层铟沉淀)、Na 渗透型 PID	无影响
	背面	PID-c (TCO 层铟沉淀)、Na 渗透型 PID	无影响
IBC	正面	钠渗透型 PID	PID-p
	背面	PID-s	PID-p (N 掺杂区)

来源: 《Review of Potential-Induced Degradation in Bifacial Photovoltaic Modules》, 国金证券研究所

POE 性能优异, 可满足 P 型双玻和 N 型电池的需求。在室外, EVA 一方面会由于紫外光能量高于 EVA 链的断裂能而使组件出现加速老化和分层现象, 另一方面, EVA 中的醋酸根为极性基团, 在湿热环境中易水解产生乙酸, 导致组件 PID、黄变现象, 而 EVA 较低的体电阻率也是组件易形成 PID 的原因之一。对比 EVA, 由于 POE 是极性材料, 不能和水分子形成氢键, 因此具备低水汽透过率和高电阻率的特点, POE 中无酸根基团保证了其在湿热环境下无酸解, 因此可满足 P 型双玻、N 型电池对于抗 PID、耐酸、耐水汽等需求。当然, 由于 POE 非极性等特点, POE 胶膜在加工时也存在助剂易析出、胶膜易打滑、层压时易使电池片偏移等问题, 参考晶科能源, 上述问题可在材料配方、设备、层压工艺等多方面进行改良。

图表19: EVA 的性能问题和对组件的影响

外部环境/性能	EVA 化学变化	对应组件变化
紫外线	EVA 链断裂	组件加速老化 组件内部黏附力将减小, 易分层
湿热	EVA 降解过程中产生的乙酸	乙酸与玻璃中的钠盐反应可引起钠离子迁移, 造成钠渗透型 PID 催化组件黄变
	EVA 降解过程中会产生较长共轭体系的烯酮结构的生色基团	黄变, 降低透明度
	较低的低体积电阻率	不易抑制电子极化效应, 造成 PID-p

来源:《光伏组件封装材料进展》, 国金证券研究所

图表20: POE 的优劣势

优势	原因
低水汽透过率	POE 属于非极性材料, 水汽透过率是 EVA 的 10%
高体积电阻率	POE 属于非极性, 体电阻率较 EVA 高 2 个数量级
抗腐蚀	POE 无酸性基团, 湿热下无酸解
劣势	原因
助剂易析出	POE 极性弱, 分子量分布窄、结晶度低, 晶区小, 助剂易从无定形区迁移
POE 胶膜易打滑	POE 与玻璃的界面静摩擦系数 μ 较低, 流水线上容易“打滑”, 此外, 有机助剂易从 POE 中析出, 起到界面润滑剂的作用, 减弱 POE-玻璃的界面静摩擦系数
POE 胶膜易使压层电池片偏移	层压时, POE 交联速率慢, POE 流动性高, 导致 POE 封装组件, 电池容易发生层压偏移, 组件外观不良率高

来源: 晶科能源, 国金证券研究所

成本与供给是 POE 在光伏中广泛应用的主要痛点, EPE, EVA+丁基胶等也是可选方案。相较于 POE 在胶膜加工方面的问题, 供给和成本才是 POE 在光伏胶膜中广泛应用的主要痛点, 由于 POE 粒子目前主要由海外几家企业供应, 国内尚未实现 POE 粒子及上游关键材料的工业化生产, 且当前光伏级 POE 的价格较 EVA 高几千元, 下游胶膜厂面对 POE 可得性和成本问题时, 也将 EPE 和 EVA+丁基胶当做可选方案。EPE 结合了 POE 抗 PID 性能和 EVA 低成本的优点, 对于 P 型双玻的背面和 TOPCon 电池的正面(目前应用较少), EPE 或可成为 POE 的替代方案, 但 EPE 也存在, 对于 HJT 电池, 由于其不存在 PID-p, 但对水汽、紫外线等外部条件敏感, 也有企业尝试采用 EVA+丁基胶(丁基胶用于封边, 阻水性能远强于传统有机硅胶)作为解决方案。

图表21: Tie 1 组件厂高效电池封装方案汇总

电池	版型	前盖板	前膜	后膜	后盖板
PERC	双玻	玻璃	EVA	EPE	玻璃
	单玻	玻璃 玻璃	EVA EVA	EVA 白色 EVA	背板 背板
TOPCon	双玻	玻璃	POE	POE	玻璃
		玻璃	EPE	EPE	玻璃
		玻璃	EPE	白色 EVA	玻璃
	单玻	玻璃	POE	白色 EVA	背板
HJT	双玻	玻璃	EPE	EPE	玻璃
		玻璃	EVA	EVA	玻璃

来源：赛伍技术，国金证券研究所

3、N 型趋势下 25 年光伏用 POE 粒子需求预计在 60 万吨以上

根据各家 N 型电池组件产能建设规划和不同 N 型电池技术发展进程，我们采用国金电新团队对下游需求的预测数据，预计 23-25 年全球光伏装机量分别为 360、468、585GW，对应组件需求 450、590、737GW，其中到 25 年 TOPCon、HJT、IBC（含 HPBC）的渗透率分别为 68%、12%、12%，在此基础上，我们参考赛伍技术对 Tie 1 组件厂高效电池封装方案汇总，并假设 HPBC 采用 EVA+EPA 方案、单面 TOPCon 采用 EPE+EVA 方案、N 型 IBC 电池和 HJT 电池采用相同的封装方案，给出下述几种方案假设，参考方案 2-5，25 年全球光伏级 POE 粒子的需求预计在 60-100 万吨。

图表22: 不同技术的电池采取的封装方案假设

方案	电池类型	正面	背面	EVA 面积占比	POE 面积占比
方案 1	单面 PERC（非 HPBC）	EVA	EVA	83%	17%
	单面 PERC（HPBC）	EVA	EPE		
	双面 PERC	EVA	EPE		
	单面 TOPCon	EPE	EVA		
	双面 TOPCon	EPE	EPE		
	HJT	EVA	EVA		
	IBC	EVA	EVA		
方案 2	单面 PERC（非 HPBC）	EVA	EVA	76%	24%
	单面 PERC（HPBC）	EVA	EPE		
	双面 PERC	EVA	EPE		
	单面 TOPCon	EPE	EVA		
	双面 TOPCon	POE	POE		
	HJT	EVA	EVA		
	IBC	EVA	EVA		
方案 3	单面 PERC（非 HPBC）	EVA	EVA	69%	31%
	单面 PERC（HPBC）	EVA	EPE		
	双面 PERC	EVA	EPE		
	单面 TOPCon	EPE	EVA		
	双面 TOPCon	EPE	EPE		
	HJT	EPE	EPE		
	IBC	EPE	EPE		
方案 4	单面 PERC（非 HPBC）	EVA	EVA	65%	35%
	单面 PERC（HPBC）	EVA	EPE		
	双面 PERC	EVA	EPE		

	单面 TOPCon	EPE	EVA		
	双面 TOPCon	POE	EPE		
	HJT	EPE	EPE		
	IBC	EPE	EPE		
	单面 PERC (非 HPBC)	EVA	EVA		
	单面 PERC (HPBC)	EVA	EPE		
	双面 PERC	EVA	EPE		
方案 5	单面 TOPCon	EPE	EVA	62%	38%
	双面 TOPCon	POE	POE		
	HJT	EPE	EPE		
	IBC	EPE	EPE		

来源：赛伍技术，国金证券研究所

图表23：光伏用 POE 粒子全球需求测算

		2022E	2023E	2024E	2025E
全球光伏装机量 (GW)		240	360	468	585
容配比		1.25	1.25	1.26	1.26
全球组件需求 (GW)		300	450	590	737
单面		165	180	265	332
双面		135	270	324	405
PERC 电池		290	313	225	97
单面		165	175	150	82
其中：HPBC			20	33	35
双面		125	138	74	15
N 型电池		10	137	365	640
TOPCon 电池		10	120	300	500
其中：单面				90	200
HJT			12	40	90
IBC			5	25	50
胶膜需求	单 GW 组件胶膜用量 (亿平/GW)	0.110	0.100	0.098	0.097
	全球胶膜需求 (亿平)	33	45	58	71
胶膜单平克重 (克/平)	EVA 胶膜	480	440	420	410
	POE 胶膜	420	400	380	370
方案 1	EVA	132	165	202	244
	POE	23	30	37	44
方案 2	EVA	121	151	185	223
	POE	33	43	52	63
方案 3	EVA	109	137	167	202
	POE	43	56	68	82
方案 4	EVA	104	130	159	192
	POE	48	62	76	91
方案 5	EVA	98	122	150	181
	POE	53	69	84	101

来源：INFOLINK，赛伍技术，国金证券研究所

2、POE 海外高度垄断，国产化即将启程

1、POE 目前主要由海外垄断，全球光伏料供给趋紧

海外 POE 产能约 160 万吨，新增产能有限。目前海外可生产 POE 的企业有六家，分别为陶氏、埃克森美孚、三井、LG、SSNC (SK-SABICJV)、北欧化工。POE 最早是在 1991 年由埃克森美孚采用 EXXPOL 技术生产，产品牌号为 EXACT，1993 年，陶氏以乙烯、辛烯或乙烯、丁烯为原料，利用 INSITE 茂金属催化工艺生产了牌号为 ENGAGE 的 POE，此后，三井、LG、SSNC (SK 和 SABIC 的合资公司，各持股 50%) 分别于 2003 年、2009 年和 2014 年投产了各自的 POE 产品，2013 年，北欧化工收购了埃克森美孚位于欧洲的乙烯-辛烯工厂，也具备了 POE 的产线。目前，上述六家企业聚烯烃弹性体的产能合计约 200 万吨，其中乙烯基弹性体产能约 160 万吨，考虑到其中还包含了 POP、OBC、LLDPE 等产品，POE 的实际产能更低。陶氏是最大的 POE 生产商，实际产能约 60 万吨，排名第二的 LG 化学目前有 28 万吨产能，公司预计 23 年新增 10 万吨产能，三井、SSNC、埃克森美孚、北欧化工目前 POE 产能估计分别为 20 万吨、23 万吨、8 万吨和 3 万吨。

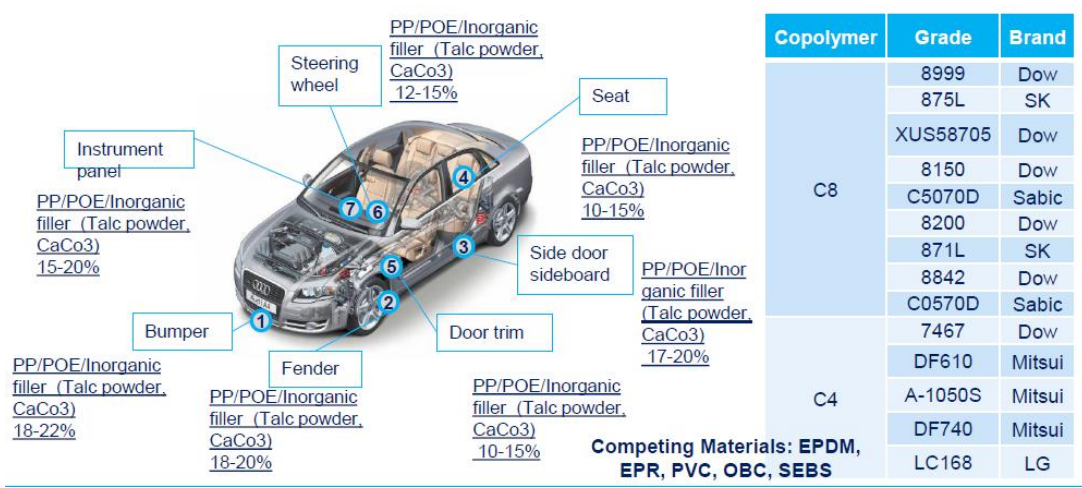
图表24：海外 POE 供给情况

公司	装置地点	产能 (万吨)	商品名	投产时间	技术路线	可产产品类型
陶氏	美国德州	20	Engage、Affinity	1993/2004	Insite+CGC	POE/POP
	美国路易斯安那州	16	Engage、Infuse	2003/2006	Insite+CGC	POE/POP/OBC
	西班牙塔拉戈纳	5.5	Versify 等	2004	Insite+CGC	丙烯基弹性体
	泰国马塔府	20	Engage、Affinity	2008	Insite+CGC	POE/POP
	沙特萨达拉	20	Engage	2016	Insite+CGC	POE
埃克森美孚	美国路易斯安那州	8	Exact/Exceed	1991/2005	Exxpol	POE
	美国路易斯安那州	35	Vistamax	2004	Exxpol	丙烯基弹性体
三井	新加坡裕廊岛	20	Tafmer	2003/2010	专有茂金属催化剂	POE/POP/EPDM
SSNC (SK-SABICJV)	韩国蔚山	23	SK: Solumer; SABIC: Fortify	2014	Nexlence	POE/LLDPE
LG	韩国大山	28	Lucene	2009/2016	专有茂金属催化剂	POE
北欧化工	荷兰赫仑	3	Queo	2013	专有茂金属催化剂	POP/POP

来源：华经产业研究院，国金证券研究所

POE 在传统领域以汽车应用为主。根据 Maia Research 的报告，全球 POE 的主要应用领域包括 TPO 终端、发泡鞋材、电线电缆、包装材料，汽车 TPO 领域需求占比超过 50%，其他应用如光伏、热熔胶等需求近年来也快速起量。对于汽车应用领域，POE 主要用于 PP 改性，以提升 PP 的耐冲击强度和拉伸性能，根据 CNCIC 的统计，汽车内部 PP 组件（如方向盘、座椅等）的 POE 的添加比例一般在 10%-15%，汽车外部 PP 组件（如保险杠、挡泥板等）的 POE 添加比例一般在 17%-25%；对于鞋材领域，POE 可作为 EVA 的改性添加剂，添加比例在 10%-20%，可提升发泡材料的强度、弹性、UV 稳定性，并降低重量及收缩率；电线电缆工业领域的 POE 产品主要应用于对耐热性、耐环境性要求较高的绝缘层和护套，可添加于电缆被覆材料 LLDPE，也可替代 EVA 或 EPDM 用于 PVC 电线电缆。

图表25: POE 在汽车中的应用

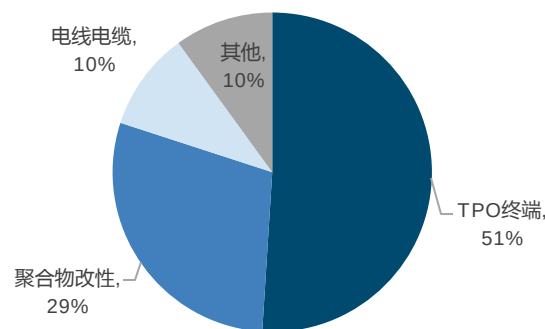
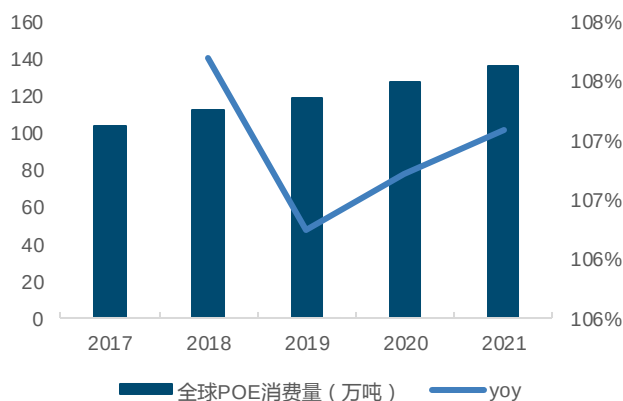


来源: CNCIC, 国金证券研究所

23-25 年全球光伏用 POE 将趋紧。根据华经产业研究院数据, 2017 年-2021 年, 全球 POE 需求量从 104 万吨增至 136 万吨, 四年 CAGR 7%, 其中, 2021 年全球用于 TPO 终端的 POE 需求约为 69 万吨, 而在光伏领域, 如果参考上文 POE 需求测算中情景 2 的假设, 则 2022 年全球光伏级 POE 需求量约为 33 万吨, 23-25 年需求量预计分别为 43、52、63 万吨, 考虑到未来海外 160-170 万吨的 POE 产能和 POE 在汽车、鞋材和电线电缆领域的较刚性需求, 在不考虑国内供给的前提下, 全球光伏用 POE 在 23-25 年将逐年趋紧。

图表26: 全球 POE 需求量 (万吨)

图表27: 2021 年全球 POE 需求结构



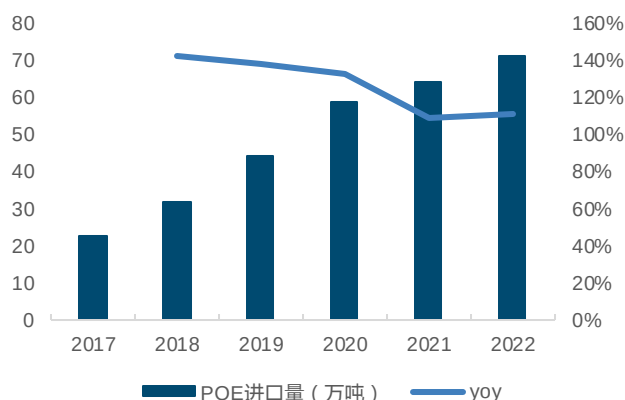
来源: 华经产业研究院, 国金证券研究所

来源: 华经产业研究院, 国金证券研究所

2、我国 POE 目前全部依赖进口, 国产化即将启程

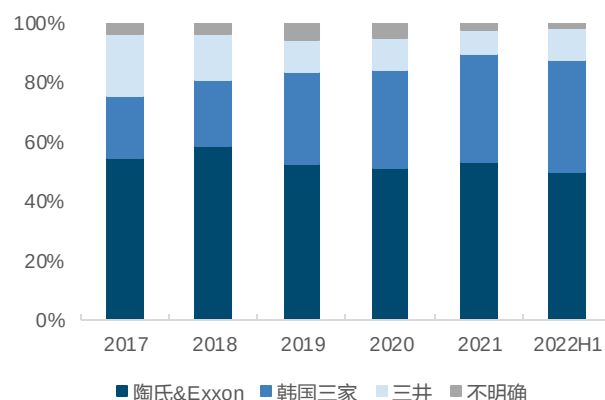
国内 POE 完全依赖进口, 陶氏是国内最大供应商。目前国内尚未具备大规模工业化生产 POE 的能力, 需求完全依赖进口, 2022 年国内 POE 进口量达到 71.1 万吨, 同比增长 11%, 分国别看, 陶氏是国内最大供应商, 根据华经产业研究院数据, 美国企业 (主要是陶氏) 占比常年在 50% 以上, 韩国企业的进口占比从 2017 年的 20.8% 增长至 2022 年上半年的 38%。1998 年, 陶氏以 ENGAGE 品牌的 POE 率先进入中国市场, 最早推向 TPO 改性领域, 取代原先用于 PP 改性的 EPDM, 2003 年, 三井 TAFMER 牌号的 POE 也进入中国市场, 以 EVA 鞋材改性为切入点, 通过低价策略迅速占据鞋材市场, 2009 年 LG 的 POE 投产后也通过低价策略打入中国市场, 后通过不断改进被国内企业接受。

图表28：国内 POE 进口量（万吨）



来源：华经产业研究院，百川盈孚，国金证券研究所

图表29：POE 分国别进口结构



来源：华经产业研究院，国金证券研究所

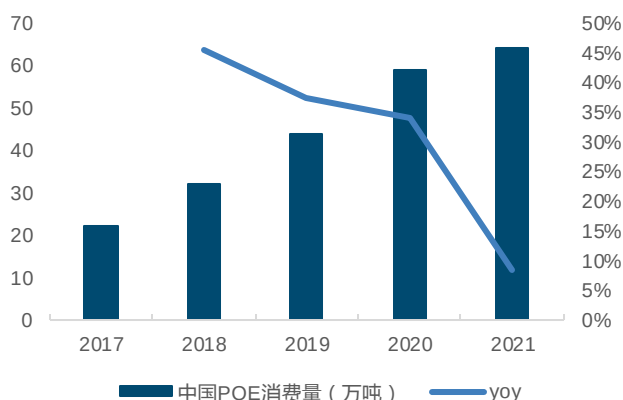
国内工业化 POE 装置最早 2024 年投产。2021 年，国内 POE 需求量达到 64 万吨，其中用于光伏的需求已达 25.6 万吨，超过汽车的 16.6 万吨成为国内最大的需求来源，面对这一新兴的需求机遇，国内多家在石化产业链有布局的企业经过多年研发，逐步突破 POE 及上游原料制备壁垒，预计明年以后国内将落地工业化装置。2021 年 9 月，万华化学完成 POE 千吨级中试，2*20 万吨装置预计 24-25 年投产；2022 年 8 月，荣盛石化对外公告将新建 2*20 万吨 POE 装置；2022 年 9 月，东方盛虹 800 吨 POE 中试线投产，规划产能 50 万吨；2022 年 12 月，鼎际得宣布 40 万吨 POE 项目规划；2023 年 3 月，卫星化学 1000 吨 α-烯烃工业试验装置开车成功，此外，京博石化、茂名石化、诚志股份、惠生新材等企业均有 POE 中试线或投产规划，产能合计 230 万吨，预计 2024 年以后国内 POE 供应将逐步起量。

图表30：国内 POE 生产企业规划

企业	产能(万吨)	详情
万华化学	2×20	21 年中试线完成，预计 24 年一期 20 万吨量产
卫星石化	10	23 年 3 月年产 1,000 吨 α-烯烃工业试验装置开车成功
荣盛石化	2×20	22 年 8 月公告称拟建 2×20 万吨 POE，35 万吨 α-烯烃，建设期 2 年
东方盛虹	50	22 年 9 月 800 吨 POE 中试线开车成功，POE 总体规划年产能 50 万吨(分期建设)，22 年 11 月公告拟建 30 万吨 POE、20 万吨 α-烯烃，建设期 2 年
诚志股份	20	22 年 8 月公告称拟建 20 万吨 POE，建设期 3 年
茂名石化	5	21 年 8 月开建千吨中试线，现已建成，5 万吨 POE 计划 23 年 3 月开工，25 年 3 月建成
京博石化	5	20 年 5 月 5 万吨 POE 项目环评获批，初步计划 2025 年投产
鼎际得	40	22 年 12 月公告建设 40 万吨 POE、30 万吨 α-烯烃，其中一期 20 万吨 POE、30 万吨 α-烯烃
惠生新材	10	已完成中试，规划 10 万吨装置
中石化天津南港	10	2021 年 5 月启动，10 万吨 POE
合计	230	

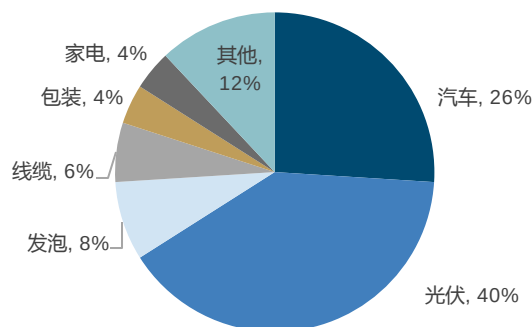
来源：各公司公告，政府网站，国金证券研究所

图表31：中国 POE 需求量（万吨）



来源：华经产业研究院，国金证券研究所

图表32：2021 年中国 POE 需求结构



来源：华经产业研究院，国金证券研究所

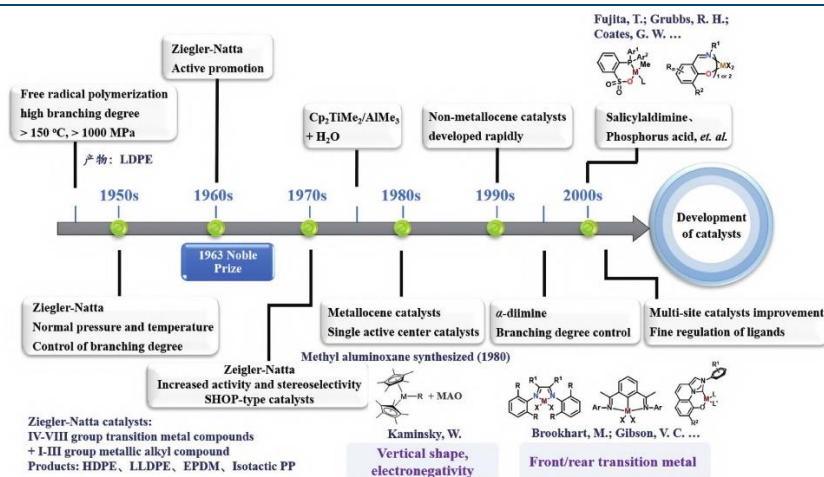
3、POE 国产化面临三大壁垒：茂金属催化剂、 α -烯烃、溶液聚合工艺

POE 的生产采用茂金属催化剂对乙烯和 α -烯烃的聚合反应进行催化，聚合技术以陶氏开发的溶液法聚合工艺和埃克森美孚开发的高压聚合技术为主，其中高碳 α -烯烃、茂金属催化剂和高温溶液聚合技术是 POE 生产的主要壁垒。

3.1 茂金属催化剂：POE 生产破局的关键

茂金属催化剂：POE 聚合的核心材料。茂金属催化剂一般指由过渡金属元素（如 IVB 族元素钛、锆等）或稀土金属元素和至少一个环戊二烯或环戊二烯衍生物配体组成的茂金属配合物。茂金属催化剂有着单活性中心、产物相对分子质量分布窄、活性高的特点，其活性是传统的 Ziegler-Natta 催化剂的 10 倍以上，并且其共聚能力强，共单体插入率高，很适合 POE 的聚合体系。另外，后茂金属催化剂（分为前过渡金属催化剂和后过渡金属催化剂），因具有单活性中心、高活性的特点，很多可用于乙烯与 α -烯烃共聚，在烯烃聚合领域也发挥了越来越重要的作用。

图表33：烯烃聚合金属催化剂的发展



来源：《烯烃聚合催化剂的研究进展》，国金证券研究所

POE 商业化催化剂以桥联茂金属为主，海外企业均自主研发。茂金属催化剂根据配体结构的不同，可分为非桥联双茂金属、桥联双茂金属、桥联半茂金属（含限定几何构型茂金属 CGC）、非桥联半茂金属。桥联茂金属和非桥联半茂金属催化剂的耐热性能和共聚性能一般要优于非桥联双茂金属。目前，商业化 POE 主要是桥联二茂催化剂和限制几何构型 (CGC) 催化剂。1988 年，埃克森美孚的专利首次公开一种应用于乙烯/1-辛烯共聚烯烃的工业化生产的茂金属催化剂，1993 年，陶氏将其 CGC 催化剂注册商标为 Insite，并利用该技术率先开发出具有窄分子量分布的 POE 产品，继此以后，三井、LG 化学、SK 等公司相继开发出各自的耐高温茂金属催化剂，2011 年，陶氏又开发出了一种后茂单中心催化剂，制得共聚物的分子量是由钛系 CGC 制备所得聚合物分子量的 20 倍以上。

图表34：海外 POE 生产企业催化剂情况

海外企业	茂金属催化剂情况
陶氏	CGC 催化剂
埃克森美孚	自研, Exxpol 催化剂
三井	自研, 专利公开过一种基于芳氧亚胺配体的催化剂
SSNC	自研, 技术来自 SK 公司技术研发中心
LG	自研, 催化剂结构与陶氏的 CGC 极其相似
北欧化工	收购 Exxpol 取得

来源：《聚烯烃弹性体技术研究与应用进展》、《乙烯/辛烯溶液共聚及其聚合物链结构的调控》，国金证券研究所

国内茂金属催化剂只能走自研道路，国企民企科研院所共同发力。陶氏使用的 CGC 催化剂（初代专利已到期）与除中国外的世界聚烯烃大公司分享专利使用权，对国内实行垄断，其余海外企业的茂金属催化剂也都受专利保护且对国内封锁。目前我国茂金属催化剂及其催化产品的研发主要依靠中石化、中石油、中科院化学所、浙江大学、华东理工大学等单位以及万华化学等民营企业进行研发，例如，中石化北化院研制出烯烃高温溶液聚合用桥连双茂金属催化剂，催化性能与陶氏的 CGC 相当，万华化学在该领域也已有多项专利申请。

图表35：万华化学茂金属催化剂相关的部分专利

专利名称	申请时间
一种双核茂金属催化剂及其制备方法和应用	18 年 12 月
一种烯烃聚合催化剂、烯烃聚合催化剂组合物及制备聚烯烃的方法	20 年 4 月
一类芳氧基醚骨架的双金属配合物、制备方法及应用	20 年 8 月
一种茂金属负载催化剂及其制备方法、乙烯和 α 烯烃共聚弹性	21 年 1 月
一种茂金属催化剂和制备方法及其催化烯烃聚合的用途	22 年 1 月

来源：国家知识产权局，国金证券研究所

3.2 α -烯烃：高碳烯烃以乙烯齐聚法为主，1-辛烯有待国产化突破

线性 α -烯烃（linear alpha olefin, LAO）是指双键位于分子链端部的直链单烯烃，在工业生产中通常指代 C4+ 的高碳直链端烯烃。C4~C8 的 LAO 中的 1-丁烯、1-己烯和 1-辛烯常作为高密度聚乙烯（HDPE）、线性低密度聚乙烯（LLDPE）和聚烯烃弹性体（POE）的共聚单体。C6~C30 的 LAO 用于制备直链高碳醇，用作增塑剂、合成洗涤剂、表面活性剂等化工产品的重要原料。C8~C12 的 LAO，如 1-辛烯、1-癸烯和 1-十二烯，可以用于合成高级合成润滑油聚 α -烯烃（PAO）以及烷基苯等。C12~C16 的 LAO 多用于洗涤剂、香料的生产或三次采油。

高碳 α -烯烃以乙烯齐聚法为主，选择性齐聚是发展方向。对于 1-己烯、1-辛烯两类高碳 α 烯烃，海外主流工艺是乙烯齐聚法，根据产出特定烯烃的选择性大小，可分为选择性齐聚和非选择性齐聚。非选择性齐聚种类较多，主要有美国 Chevron-Phillip 公司的 Ziegler 一步法、英国 BP Amoco 公司的 Ziegler 二步法、荷兰 Shell 公司的 SHOP 工艺等，该类工艺都存在 1-辛烯选择性不高的问题，又或操作条件苛刻或流程长的问题。选择性齐聚主要包括高选择性的乙烯二聚、三聚和四聚分别得到丁烯、己烯和辛烯等，烯烃的加氢甲酰化反应生成 α -烯烃，丁二烯二聚生成 1-辛烯等。目前，海外已实现成熟的 1-己烯选择性齐聚工艺，即乙烯三聚工艺，工艺包来自 Chevron-Phillips，传入国内后由中国石化于 2007 年实现工业化，已成为国内 1-己烯产品的主要生产工艺。目前，工业上生产 1-辛烯主要是乙烯齐聚法，利用该法生产的 α -烯烃约占整个 α -烯烃生产总量的 94%，掌握乙烯齐聚技术的公司主要有 Chevron-Phillips (CPCChem)、Shell、BP Amoco、Sasol、IFP、Idemitsu 等公司，2011 年，Sasol 开发的乙烯四聚工艺较先进，1-辛烯的选择性在 70% 左右，目前仅 Sasol 实现生产，是未来 1-辛烯聚合工艺的发展方向。

国内 α -烯烃以 C4 为主，C6、C8 尚待大规模工业化。2021 年国内 1-丁烯产能约 93.5 万吨，预计 23 年将达到 105.4 万吨，产能充足，技术完备。对于 POE 更适用的高碳 α -烯烃（主要是 1-辛烯），我国工业化进程尚在途中。对于 1-己烯，中石化在 07 年实现 1-己烯工业化，目前主要在产企业有大庆石化、独山子石化、燕山石化，各有 0.5、2、5 万吨产能。1-辛烯的生产工艺主要有乙烯齐聚、乙烯四聚和费托合成法，国内尚无工业化装置，中石油和中石化在对乙烯四聚工艺进行研究开发，万华化学 20 万吨 POE 规划中包含了 9.2 万吨辛己烯（OHE）装置，23 年 3 月，卫星化学 1000 吨 α -烯烃工业试验装置开车成功，

包括 700 吨 1-辛烯和 300 吨 1-己烯。

图表 36：国内 POE 生产企业 α -烯烃规划情况

国内企业	POE 产能 (万吨)	α -烯烃配套
万华化学	40	一期 20 万吨 POE 配套 9.2 万吨辛己烯装置
京博石化	5	一期 650 吨使用 1-辛烯，二期 2 万吨规划使用 1-丁烯
卫星石化	10	1000 吨 α 烯烃中试线中 1-辛烯 700 吨、1-己烯 300 吨
荣盛石化	40	40 万吨 POE 配套 35 万吨 α -烯烃
东方盛虹	50	800 吨中试线采用 1-辛烯，一期 30 万吨 POE 配套 20 万吨 α -烯烃
鼎际得	40	一期 20 万吨 POE 配套 30 万吨 α -烯烃
诚志股份	20	项目计划引进技术公司独立研发出催化剂，结合成熟的聚丁烯技术，开发出自己的技术并对外转让
茂名石化	5	规划 3 万吨 1-辛烯弹性体，2 万吨 1-丁烯弹性体
惠生新材	10	3 吨 POE 中试线使用 1-丁烯

来源：公司公告，环评报告，国金证券研究所

3.3 溶液聚合：POE 聚合的主流工艺

由于 1-辛烯的沸点高，乙烯/1-辛烯共聚产品主要采用溶液聚合工艺进行生产，生产技术以陶氏开发的 Insite 溶液法聚合工艺，以及埃克森美孚开发的 Exxpol 高压聚合技术为主。此外，加拿大 NOVA 公司也拥有的 Sclairtech 中压溶液聚合工艺，并向世界许多公司进行了转让，该工艺既可以生产窄分子量分布的 LLDPE，也可以生产出宽分布或双峰分布的聚乙烯，但其中压溶液工艺中也可采用 1-辛烯，可能具备生产 POE 的潜力。

国内的溶液法装置较少，只有抚顺乙烯采用加拿大 NOVA 公司 Sclairtech 工艺生产 LLDPE，因此使用 1-辛烯作为共聚单体的产品少。2020 年 5 月，天津石化首次使用 1-辛烯作为共聚单体在其气相法装置上成功生产了薄膜专用料 PE-LF231-8，开创了气相法 LLDPE 装置生产 1-辛烯共聚 PE 的先河。专门用于生产 POE 的溶液聚合工艺也属于海外垄断的技术，国内企业在工业化过程中也需突破催化剂不耐高温等瓶颈，具备很高的壁垒。

3、POE 成本分析：从 1 到 100 的必经之路

1、产业链一体化的 POE 生产成本约 1.1 万/吨

POE 价格高企，产业链一体化是降本关键。根据卓创资讯，当前各厂家 POE 报价普遍在 2.4-2.5 万/吨左右，处于 2018 年以来的高点，未来，POE 的价格下降无疑需要仰赖供给尤其是国产供给的释放，而在成本端，POE 产业链一体化带来的降本空间也将刺激 POE 需求进一步增长。我们参考京博石化 5 万吨项目的环评报告进行 POE 成本测算，其中 1-辛烯的生产成本按照乙烯*0.66+7500 元的理论值计算，贵金属催化剂、助催化剂等原材料成本假设为 1800 元/吨，经测算，2023 年 POE 的生产成本约为 1.1 万元/吨，其中 1-辛烯的成本约为 3600 元/吨，如果企业按照当前 2.5 万元/吨的价格外采 1-辛烯，则 POE 的生产成本将因此上升 3773 元/吨，增幅达 34%，因此，产业链一体化对于 POE 的降本至关重要，也是国内企业可以对海外形成成本优势的关键。此外，作为重资产投入的行业，规模优势在成本中也可得到较明显的体现。

图表 37: POE 成本测算

序号	项目	单耗	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	价格 (元/吨)		15215	16188	16248	21467	23053	21681
1.1	POE (陶氏 8200, 不含税)	1	15215	16188	16248	21467	23053	21681
2	总成本 (元/吨)		14598	13000	11789	13637	13948	13170
2.1	生产成本	1	13077	11380	10164	11491	11642	11001
3	盈利 (元/吨)							
3.1	单吨毛利		2138	4809	6084	9977	11411	10680
3.2	毛利率		14.05%	29.71%	37.45%	46.47%	49.50%	49.26%
3.3	单吨净利		616	3188	4459	7830	9106	8512
3.4	净利率		4.05%	19.70%	27.45%	36.47%	39.50%	39.26%
4	原材料 (元/吨)		11782	10090	8887	10148	10278	9643
4.1	乙烯 (99.95%)	0.6666	5845.6	4556.7	3650.3	4596.0	4687.7	4208.5
4.2	1-辛烯 (95%)	0.3333	4077.5	3693.6	3416.5	3728.6	3758.8	3600.7
4.3	氢气 (99.999%)	0.0001	3.2	2.9	2.0	2.0	2.0	2.0
4.4	正己烷 (99%)	0.0032	53.1	34.8	17.3	20.7	28.7	30.6
4.5	甲苯 (99.9%)	0.0002	2.2	1.5	0.6	1.0	1.2	1.2
4.6	茂金属催化剂 (98%)	0.0001						
4.7	助催化剂 (含铝有机物)	0.0012	1800	1800	1800	1800	1800	1800
4.8	稳定剂 (抗氧化剂-季戊四醇酯)	0.0010						
5	燃料及动力 (元/吨)		316.5	311	298	364	385	380
5.1	新鲜水 (吨)	0.07	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
5.2	脱盐水 (吨)	0.84	21.6	22.0	22.2	22.2	22.2	22.2
5.3	电 (kWh)	207.33	106.9	109.0	110.1	110.1	110.1	110.1
5.4	蒸汽 (吨)	0.90	137.8	140.5	130.6	188.8	216.0	216.0
5.5	氮气 (吨)	0.07	48.3	38.0	33.7	40.8	34.9	29.5
6	工资福利 (元/吨)		192	192	192	192	192	192
7	制造费用 (元/吨)		787	787	787	787	787	787
7.1	折旧费		787	787	787	787	787	787
8	三费 (元/吨)		1521.5	1620	1625	2147	2305	2168

来源: 京博石化环评, 卓创资讯, 百川盈孚, Wind, 国金证券研究所

图表 38: 各企业 POE 单吨投资额

公司	项目	投资额 (万元)	单吨投资额 (万元/吨)
茂名石化	1000 吨 POE 中试线	22673	22.67
东方盛虹	800 吨 POE 中试线	20418	25.52
京博石化	5 万吨 POE	59000	1.18
茂名石化	5 万吨 POE	99769	2.00
鼎际得	一期 20 万吨 POE	260000	1.30
诚志股份	20 万吨 POE	400000	2.00

来源: 公司公告, 环评报告, 国金证券研究所

2、投资建议

目前国内规划中的 POE 产能约 230 万吨, 综合考虑 POE 及其上游产业链的生产壁垒、一体化带来的成本优势、未来 POE 产品的供需格局, 在 POE 领域布局较早, 具备上游 α -烯烃和相关催化剂以及溶液聚合技术配套的企业将具备很强的竞争优势, 建议关注万华化学、卫星化学、鼎际得、东方盛虹、岳阳兴长等。

4、风险提示

国内 POE 产业化进度不及预期:POE 产业链壁垒极高,国内目前尚无成规模的工业化装置,各企业存在投产进度低于预期的可能;

下游光伏需求放缓:POE 需求的大幅增长主要依赖下游光伏装机的增长,如果光伏需求放缓,POE 的需求增速将直接受影响;

光伏组件广泛采用替代 POE 的胶膜方案:在电池片技术路线多样化的背景下,组件厂与胶膜厂也在进行多种材料的组合试验,如果未来综合考虑性能和成本等因素,出现大幅替代 POE 粒子的胶膜方案,将对 POE 需求产生负面影响;

海外 POE 供给放量:随着 N 型组件的放量,我们预计未来海外 POE 供给将趋紧,但如果海外企业加大资本开支,或对其他领域的 POE 实行转产,供给可能转向相对宽松;

海外企业针对国产 POE 进行价格战:当前 POE 价格位于高位,海外企业盈利丰厚,降本空间很大,不排除未来在 POE 国产化初期,海外企业进行价格战争取国内市场的可能。

行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。

特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；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，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-60753903	电话：010-85950438	电话：0755-83831378
传真：021-61038200	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	传真：0755-83830558
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮编：100005	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	地址：北京市东城区建内大街 26 号	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号	新闻大厦 8 层南侧	地址：中国深圳市福田区中心四路 1-1 号
紫竹国际大厦 7 楼		嘉里建设广场 T3-2402