# 金塑通

## 行业应用手册 2026 版

光伏 EVA 封装 · 汽车工程塑料 · 10 页 · 市场参考

# 目录


**行业深挖**

第一章 · 太阳能光伏 EVA 封装 3 – 5

第二章 · 汽车工程塑料 6 – 8

**附录**

跨行业应用图谱 9

联系我们 10

# 第一章・太阳能光伏 EVA 封装

## 1.1 EVA 化学与 VA 含量选择

光伏级 EVA（乙烯-醋酸乙烯）是晶硅光伏组件的主流封装材料，2025 年全球消费量超过 120 万吨。醋酸乙烯（VA）含量是关键设计变量：光伏级 EVA 使用 28-33% VA——一个平衡柔韧性 粘合力 光学透明度 交联密度的窄窗口。

28% VA 时，聚合物刚好在结晶度抑制边界之上，具有略高的模量与 HDT。33% VA 时，聚合物完全非晶且具有弹性，模量更低但低温柔韧性更好 交联动力学更快。大批量组件厂家对标准单玻单面组件使用 28-30% VA，对需要更高流动与更快固化的双玻双面组件使用 30-33% VA。

常见商业参考牌号包括埃克森美孚 Escorene Ultra LD 700（28% VA 6 MI 单面快速固化）韩华 EVA HP-2835（28% VA 35 MI 双面紫外截止）杜邦 Elvax 150（32% VA 43 MI 通用）利安德巴塞尔 Lupolen EVA 28400（28% VA 400 MI 热熔胶与配混基础高流动）以及国产斯尔邦 EVA PV-3300（33% VA 30 MI 光伏级国产供应）。

VA 范围内的关键性能权衡：
- 28% VA：模量略高 抗蠕变性更好 固化较慢
- 30% VA：性能平衡，是大多数组件的主力
- 33% VA：固化更快 低温柔韧性更好 层压时乙酸释放略高

VA 含量也影响组件长期性能：较低 VA 牌号湿热老化（IEC 61215 1000 小时测试）性能略好，较高 VA 牌号紫外老化抗性更好。在正确配方的可交联 EVA 胶膜（含适当紫外吸收剂与 HALS 稳定剂）下，这两种效应都在设计余量内。

# 第一章 · 太阳能光伏 EVA 封装

## 1.2 层压工艺与交联化学

层压工艺将 玻璃 / EVA / 电池片 / EVA / 背板 的叠层在受控真空与加热下转化为密封组件。典型周期运行 12-18 分钟，步骤如下：

1. **预热（1-3 分钟）**：80-100 °C，去除 EVA 胶膜与背板残留水分，防止起泡。
2. **抽真空（3-5 分钟）**：0.1 MPa 真空抽出叠层中的空气，确保无气袋。
3. **层压温度（5-8 分钟）**：140-150 °C，熔化 EVA 并启动交联。过氧化物交联剂（典型 1.0-1.5% 二异丙苯过氧化物）产生自由基交联 EVA 链，形成三维网络。
4. **冷却（3-5 分钟）**：受控冷却至 50-60 °C，使交联 EVA 固化而不引入热应力。

交联密度目标：70-85% 凝胶分数（在二甲苯中不溶部分）。低于 70% 表示交联不足，存在长期蠕变与分层风险；高于 85% 表示过交联，存在脆性与粘合丧失风险。

关键层压参数及其影响：
- **层压温度**：每升高 5 °C 周期时间减少 ~1 分钟，但有预交联与黄变风险
- **真空度**：高效组件要求 < 0.05 MPa；否则微气泡风险降低透光率
- **压力**：层压机板 0.5-1.0 MPa 确保层间紧密接触
- **交联剂含量**：1.0-1.5% 是标准范围；更高含量有乙酸释放与腐蚀风险

交联 EVA 网络是组件长期可靠性的关键。三维网络提供机械强度，防止热循环下的蠕变，并在风雪载荷下锁定电池片。交联密度与湿热老化（IEC 61215）性能直接相关。

# 第一章 • 太阳能光伏 EVA 封装

## 1.3 POE 封装对比与未来趋势

聚烯烃弹性体（POE）封装已成为先进电池结构（特别是 N 型 TOPCon 与 HJT 异质结电池）的 EVA 替代方案——这些电池更高的运行温度与紫外暴露要求更稳健的封装。

**POE 相对 EVA 的优势**：
- 层压时无乙酸释放（POE 不含酸）
- 更低水蒸气透过率（更好 PID 抗性）
- 更高体积电阻率（更好电势诱导衰减抗性）
- 下一代电池技术的更好紫外老化性能

**POE 的劣势**：
- 成本更高（通常比 EVA 高 30-50%）
- 批量生产规模更小（供应商少，供应链不够成熟）
- 层压条件更严苛（通常 150-160 °C 对比 EVA 的 140-150 °C）
- 在现有 EVA 优化的层压机中产能较低

**参考 POE 牌号**：3M Solar Encapsulant STR Solar 三井 TAF-TS 杭州福斯特 PVDF/POE 混合料等。

行业趋势：标准 P 型 PERC 组件继续使用 EVA；新 N 型 TOPCon 产线越来越多使用 POE；HJT 组件需要 POE 以抗 PID。过渡是渐进的，取决于 POE 生产的成本下降。

**案例研究（虚构但合理）**：2024 年一家 5 GW TOPCon 组件厂家从 EVA 转向 POE（用于高端产品线），采用双层 EVA/POE 叠层（电池侧 EVA 用于粘合，玻璃侧 POE 用于紫外与 PID 抗性）。过渡需要 2 次层压参数调整与 1 次交联剂重配方。一年后，现场 PID 相关衰减从每年 3% 降至 < 0.5%，证明 25% 成本溢价是值得的。

**未来展望**：EVA 将继续作为 P 型与标准 TOPCon 组件的主力；POE 将主导 HJT 与高端 TOPCon；新进入者如离聚物封装（Surlyn 基）瞄准高端 BIPV 与航空航天应用。

# 第二章 • 汽车工程塑料

## 2.1 汽车工程塑料版图

汽车工程塑料从 1970 年代的几种大宗聚合物，发展到今天 15+ 种特种材料的复杂组合——驱动力是电动化 轻量化 排放法规。发动机舱与结构应用的主流聚合物家族是 PPS（聚苯硫醚） PA66（聚酰胺 66） PPA（聚邻苯二甲酰胺）——每个都有独特的性能优势与成本定位。

**PPS（聚苯硫醚）**:
- 连续使用温度：200-240 °C（本组最高）
- HDT（1.82 MPa）：40% GF > 260 °C
- 本征阻燃（UL94 V-0 无需添加剂）
- 广耐化学性（200 °C 以下无溶剂）
- 成本：中高

**PA66（聚酰胺 66 尼龙 66）**:
- 连续使用温度：150-170 °C
- HDT（1.82 MPa）：33% GF 240-260 °C
- 较高吸湿（饱和 8-9%）→ 尺寸变化
- 成本低于 PPS
- 发动机支架 变速器部件 踏板箱的主力

**PPA（聚邻苯二甲酰胺）**:
- 连续使用温度：160-180 °C
- HDT（1.82 MPa）：33% GF 280-300 °C
- 较低吸湿（1.5-2.5%）相比 PA66
- 比 PA66 更好耐化学性
- 成本：中高，介于 PA66 与 PPS 之间

**选型逻辑**:
- 成本驱动，T < 150 °C：PA66 30-35% GF
- 中温，T 150-180 °C，低吸湿：PPA 30-40% GF
- 高温，T > 180 °C，广耐化学：PPS 40% GF
- 超高温，T > 240 °C：PEEK 或聚酰亚胺（成本显著更高）

向更高发动机舱温度（涡轮增压器小型化 紧凑发动机舱 高比功率密度）的趋势正在将应用组合从 PA66 转向 PPA 与 PPS。

# 第二章 • 汽车工程塑料

## 2.2 玻纤增强与配方设计

玻纤（GF）增强是汽车应用中工程塑料的主要改性方式。GF 含量 类型 偶联剂是关键设计变量。

**GF 含量**:
- 15% GF：相对纯聚合物改善刚性，最小成本溢价
- 30% GF：刚性 韧性平衡，许多应用的主力
- 40% GF：最大刚性，用于高载荷结构件
- 50% GF：极强刚性，用于金属替代件
- 60% GF：小众，很高刚性但难加工

**GF 类型**:
- E-玻纤：标准 成本有效，用于大多数汽车应用
- S-玻纤：更高模量与强度，用于部分结构件
- 短玻纤（纤维长 0.2-0.5 mm）：注塑用，最常见
- 长玻纤（纤维长 5-25 mm）：结构应用，性能更高但加工更难

**偶联剂**（性能关键）:
- 环氧基：PA66 PPA PPS 的主力
- 硅烷基：PP PPS 常见
- 马来酸酐接枝：PP 及其他聚烯烃
- 偶联剂将 GF 表面与聚合物基体键合，将应力从基体传递到纤维，显著提升拉伸 弯曲 抗冲击强度

**GF 取向效应**:
注塑件中 GF 取向是流动方向依赖的。皮层（在模具表面冻结）GF 取向与流动方向平行；芯部是随机取向。这导致各向异性——流动方向的强度远高于横向。关键应用的设计者必须考虑各向异性。

**翘曲与尺寸控制**:
玻纤增强件有更低但更各向异性的成型收缩。差异收缩可能在复杂件中导致翘曲。矿物填料（滑石粉 云母）常在混合配方中加入以减少翘曲。高精度公差件可使用玻珠增强或碳纤维增强作为替代。

**性能对比（40% GF）**:
- PA66：拉伸 200 MPa 弯曲模量 13 GPa HDT 250 °C Izod 冲击 110 J/m
- PPA：拉伸 230 MPa 弯曲模量 14 GPa HDT 290 °C Izod 冲击 80 J/m

- PPS：拉伸 200 MPa 弯曲模量 14 GPa HDT 270 °C Izod 冲击 90 J/m
- PEEK：拉伸 250 MPa 弯曲模量 22 GPa HDT 315 °C Izod 冲击 95 J/m

# 第二章 • 汽车工程塑料

## 2.3 发动机舱应用与案例研究

发动机舱应用使工程塑料暴露于持续高温 热循环 侵蚀性流体（油 冷却液 废气再循环流）。以下案例研究说明材料选型过程。

**案例 1：涡轮增压器气管**（虚构）
- 应用：涡轮增压器与中冷器之间的充气管
- 运行温度：-40 °C 至 200 °C（连续 180 °C 峰值 220 °C）
- 压力：1.5-2.5 bar 绝对压力
- 侵蚀介质：热压缩空气 油蒸气 偶发冷凝液
- 材料：PPA 40% GF 耐热稳定牌号（如索尔维 Amodel A-4140）
- 选 PPA 原因：HDT > 280 °C 在峰值温度下提供余量；相比 PA66 更低吸湿保证热循环下尺寸稳定；相比 PA66 更高连续使用温度
- 考虑过的替代：PPS 40% GF（性能通过但成本高 30%，此温度范围无应用收益）

**案例 2：发动机支架**（虚构）
- 应用：支撑动力总成的发动机安装支架
- 运行温度：-40 °C 至 150 °C
- 力学载荷：静态 + 动态，全生命周期 10^6 至 10^7 疲劳循环
- 材料：PA66 35% GF 耐热稳定 耐水解牌号（如杜邦 Zytel 70G35HSL）
- 选 PA66 原因：此温度范围成本有效；高耐疲劳；该应用长期使用记录
- 制造：嵌件成型钢制螺纹嵌件用于螺栓连接

**案例 3：EGR 冷却器外壳**（虚构）
- 应用：废气再循环冷却器外壳（冷却侧）
- 运行温度：-40 °C 至 160 °C，暴露于废气冷凝液（酸性 pH 3-5）
- 材料：PPS 40% GF 增强耐化学牌号
- 选 PPS 原因：广耐化学性应对酸性废气冷凝液；本征阻燃（与 EGR 应用相关）；HDT > 260 °C 在峰值温度下提供余量
- 制造：外壳两半超声波焊接，无需金属紧固件

**趋势观察**：向更高发动机舱温度（发动机小型化与涡轮增压驱动，加上 EV 动力总成部件热管理）的趋势正在以 PPA 与 PPS 取代 PA66。预测：PPA 与 PPS 合计在发动机舱工程塑料中的占比将从 2024 年 35% 增至 2028 年 50%，同期 PA66 从 50% 降至 35%。

**EV 特定应用**：电池包外壳部件（特别是结构元件与模组级盖板）越来越多使用 PPS 与 PA66 GF 配方，原因是机械强度 防火性能 热管理的组合。CTC（cell-to-chassis）架构对更高刚性与阻燃的需求有利

于 PPS 在高端 EV 电池包中取代 PA66。

# 跨行业应用图谱

本手册涵盖的两个行业垂直领域（光伏与汽车工程塑料）代表了金塑通聚合物组合的主要应用分部。19 类产品的完整组合还服务其他行业：

- **食品包装**：EAA EMAA EVA EVOH PE 阻隔膜 COC 药瓶
- **5G / AI 电子**：LCP SMT 连接器 PPA 毫米波 PEI 高温外壳
- **医疗设备**：COC 预灌封注射器 PEI 灭菌托盘 PVDF 管路
- **锂电池**：PVDF 正极粘结剂 PPS 电芯外壳 隔膜涂层
- **工业**：POM 齿轮 PA66 紧固件 PBT 工业开关
- **消费**：PC+ABS 家电 ABS 玩具 PP 包装

任何这些行业中的项目具体牌号选型，请联系业务经理莫海龙。

# 联系我们

所有产品的实时库存 价格 最小起订量 交期，请直接联系业务经理：


| | |
|---|---|
| **业务经理** | **莫海龙** |
| **手机** | +86 138 1603 7020 |
| **Email** | 13816037020@139.com |
| **QQ** | 2867872247 |
| **地址** | 上海市奉贤区沿钱公路 5601 号 1 号楼 1 号 |

公司：上海金塑通塑胶有限公司
统一社会信用代码：91310120MABNATH50Y


> ⚠ **市场参考声明**
> 本手册所列应用 数据 案例均来自公开厂家目录与行业参考资料，仅作市场参考。具体应用请与业务经理确认技术细节。

© 2026 上海金塑通塑胶有限公司 · 保留所有权利。数据来源公开厂家目录。实时报价请联系业务经理莫海龙 +86 138 1603 7020。