

软包装行业的 未来趋势

超越今日
成就未来



作者：

Francois Chambon, 聚乙烯全球战略营销经理

Etienne Lernoux, 埃克森美孚高级技术专家

目前，两大趋势推动着包装行业需求的增长：即全球人口的增长和中产阶级的壮大。据预测，到 2040 年，全球人口将从现在的 75 亿增长到 92 亿*。同时，随着人类寿命的延长，生活得更健康、更美好，全球中产阶级预计也将在下一个十年内增长 66%，从 30 亿增加到超过 50 亿*。生活标准的提高将会拉动汽车、电器和电子产品的消费需求。特别值得一提的是中国，其人均 GDP 到 2040 年预计将提高到三倍，超过 40,000 美元*，相当于欧洲经济合作与发展组织 (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) 在 2030 年的购买力。

化工产品需求增长展望

仅在下一个十年，这些大趋势就会促使全球化工产品需求增长近 45%*，每年大约增长 4%。这一增长超过同期的能源和 GDP 增长预测。塑料行业受到的影响预计包括：

- 塑料、化肥和其他化工产品的消费需求将会随着收入的增加而增长。
- 烯烃和芳烃是塑料及其他消费品的基本原料。
- 从包装到汽车零件，再到医疗设备，制造商将塑料视为轻量、耐用的材料，可改善产品的性能。

几乎所有这些增长预计都发生在发展中国家/地区，其中三分之二在亚太地区。特别是印度和中国，预计到 2040 年将各自拥有超过 10 亿的中产阶级人口，从而推动对包装和聚乙烯 (PE) 的需求。

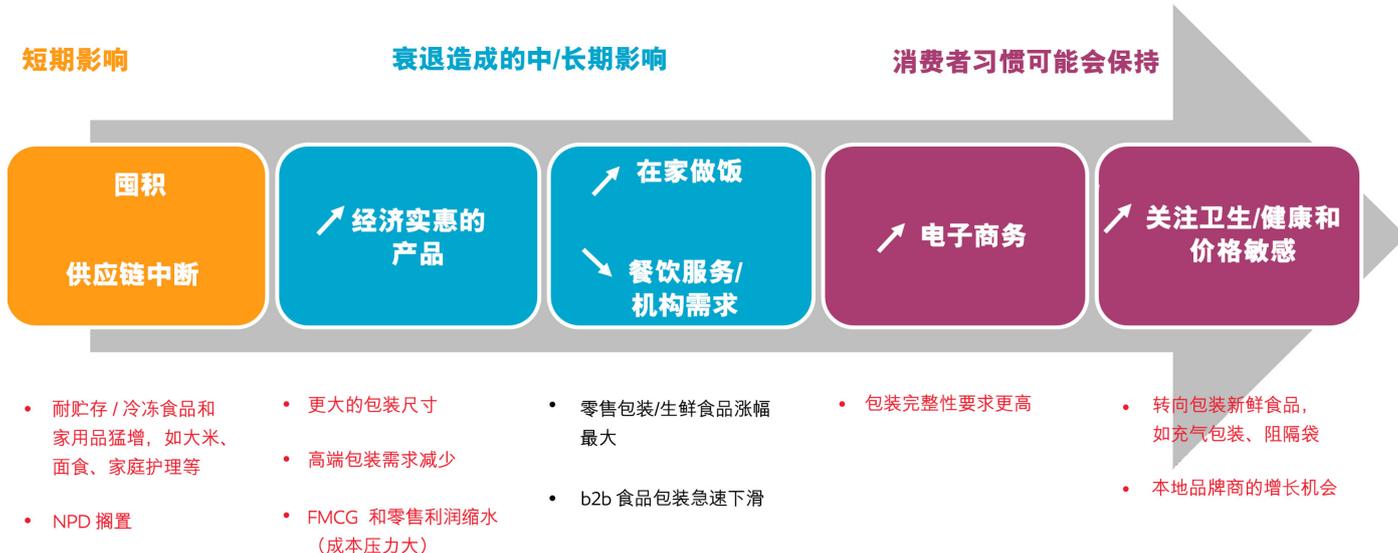
包装发展趋势

尽管不断增长的全球人口和中产阶级推动着对化工产品和塑料的需求，但其他趋势也在影响着包装行业的格局。

一次性塑料面临挑战：包装价值链中的企业和公众预计将努力减少一次性塑料废弃物。在新冠疫情爆发之前，一些零售商参与了早期的淘汰塑料行动，特别是在欧洲。

疫情结束后，随着消费者情绪向“健康和保护优先”转变，可以预计，市场会更加强调包装安全。这一变化可能会改变消费者对包装的看法，从而更加注重卫生而不是可持续发展。**

新冠疫情影响下的包装



来源：Euromonitor 2020；麦肯锡《新冠疫情影响对化工产品的影响》(Impact of COVID-19 on Chemicals)，2020 年 3 月；埃克森美孚估计数据

电子商务和便利性：电子商务的崛起和人们对便利性的追求，塑造着新的 B2B 和 B2C 客户期望。电子商务和送货上门业务在疫情期间大幅增长，但由此也对包装提出了更高的耐冲击性和抗穿刺性要求，因为相比传统价值链，会有更多人参与货物处理。

例如，由于尖锐物体、搬运不慎或包装材料选择不当导致密封失效和穿孔，进而引起鲜肉包装泄漏，是线上生鲜类货物快递的头号投诉问题。此外，线上购物需要更好的包装完整性，因此液体产品领域还存在从硬包装向软包装的转变。***

智能价值链：工业 4.0 和物联网 (Internet of Things, IoT) 正在转变工业生产，并且为聚乙烯价值链创造新的机会。工业 4.0 有助于保证从包装生产到最终产品上架售卖的可追溯性，由此可以预计，它将在确保包装组成成分的可追踪性方面，发挥越来越重要的作用，尤其是在包装含有可回收成分的情况下。

可持续发展关注领域

然而，对于包装业价值链而言，创造可持续解决方案这一需求还将继续增长，主要关注点是聚乙烯使用的三个维度：

可回收设计

解决方案应能够提供高质量的单一可回收材料，使之能够融入各种后续聚乙烯结构中。

升级再生料

解决方案应使用增容剂，提升被外来不相容聚合物（例如乙烯 - 乙醇共聚物 (EVOH) 或聚酰胺 (PA) 等）污染的聚乙烯薄膜的性能。

提高再生料用量

解决方案应能够通过加入“增强剂”，如**高性能聚乙烯**来提高再生料用量，同时保持最终产品的机械性能。

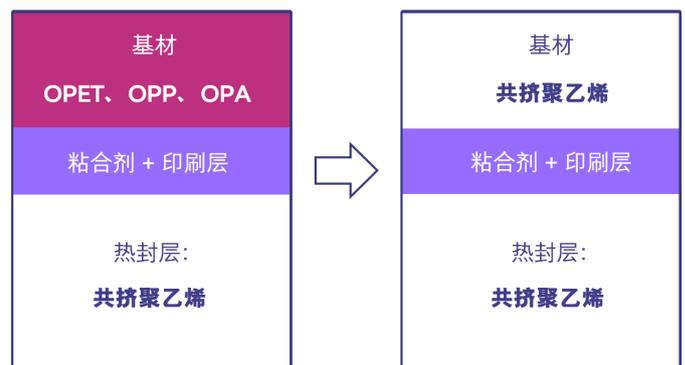
包装本身的作用和功效也不能忽略。因此，为了提高回收比例，同时又保持包装的性能水平，价值链协作势在必行。这些都是为了实现[欧盟委员会](#)提出的到 2025 年再生塑料年使用量达到 1,000 万吨的目标。

可回收设计

许多包装传统上使用复合结构（多层材料），通常包含一层用作热封层的聚乙烯薄膜，和用作基材的聚酯或聚酰胺等取向薄膜。这些多材料结构可能难以在机械回收工艺下处理。

近年来，出现了将这些基材替换为更易于回收的聚乙烯薄膜和其他的新型解决方案。特别值得关注的是取向聚乙烯，包括单向拉伸聚乙烯 (MDOPE) 或双向拉伸聚乙烯 (BOPE)。这些 PE//PE 复合材料可以提高最终制品的可回收性，具有助力循环经济的潜力。

全聚乙烯复合材料



在有收集和回收塑料薄膜计划的社区可回收

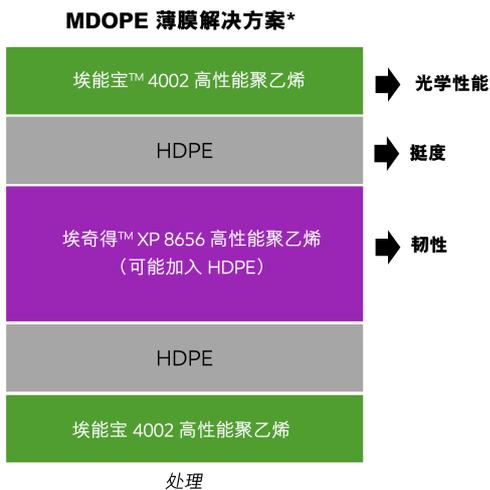
成功案例之一是全聚乙烯复合自立袋 (SUP) 解决方案 (右图中红白色自立袋), 用于取代传统多材料结构。全聚乙烯自立袋在塑料薄膜收集和回收中更易于被回收。这是第一步。

第二步是生产含有再生料的全聚乙烯自立袋 (右图中绿色自立袋)。这种自立袋是由采用新料制备的 MDO 薄膜, 复合一层含有再生料的热封薄膜制成, 再生料来源于第一步的全聚乙烯自立袋。整体来看, 复合材料中含有 30% 的再生聚乙烯薄膜和 70% 的聚乙烯新料。这些再生料与埃奇得™ XP、埃奇得™ 和埃能宝™ 高性能聚乙烯以及埃佳特™ 塑性体产品新料相结合, 可以保持最终自立袋的机械特性。

该新型自立袋可以提供出色的包装完整性、抗穿刺性和光学性能, 非常适合非食品应用, 如清洁剂和洗碗机洗涤剂。它的问世离不开各方的协同努力, 包括 Hosokawa Alpine (薄膜挤出和 MDO 设备)、Erema (回收设备) 以及 Henkel (粘合剂)。Henkel 开发的优化型机械回收粘合剂, 能够提高二次挤出期间的加工性能, 并减轻回收材料气味和褪色的问题。

提高耐拉伸性的 MDO 工艺

MDO 工艺可以显著增强纵向耐拉伸性, 使聚乙烯薄膜具备更强的印刷和复合性能, 是自立袋取得成功的关键所在。



* 在有收集和回收塑料薄膜计划的社区可回收

上图中的薄膜结构显示的是针对 MDO 和复合工艺开发的 5 层聚乙烯薄膜。由于现在很多包装机都为加工高耐热性复合材料而设计, 因此必须在配方中加入大量的高密度聚乙烯 (HDPE), 才能避免或尽量减轻在热封过程中薄膜的热变形。



为确保 MDO 工序后的光学性能, 每个表层中都会加入中密度埃能宝™ 4002 和埃能宝™ 4009 (密度 0.940 g/cm³) 高性能聚乙烯。与表层中使用 HDPE 的解决方案相比, 该方案能以较低的拉伸比达到优异的薄膜光学特性。例如该方案在 4.6 倍取向的情况下即可实现 HDPE 解决方案 6 倍拉伸取向的良好光学特性。这使得加工商可以减少薄膜拉伸倍率, 降低开裂风险, 提高生产效率。

为了增强机械性能和摔包性能, 芯层中加入了埃奇得™ XP 高性能聚乙烯。芯层中加入一些 HDPE 可以进一步提高耐热性。这种 MDO 薄膜复合聚乙烯热封薄膜的结构, 可以提供与 OPA//PE 复合材料相当的摔包性能。

至于后续的开发, 埃克森美孚目前正致力于研发在 MDOPE//PE 复合材料中增加气体阻隔层, 以提供具有高阻隔性的可回收解决方案。

去除聚酰胺 (PA)

包含 PA 的多层共挤结构使回收变得困难, 在热成型应用的典型结构中, PA 含量为 30% 至 50%。PA 在结构中的功能众多, 包括提供适应性、抗穿刺性、耐磨性、易热成型和阻隔性等。

从多层结构中去除 PA 是提高可回收性的关键。埃奇得™ XP 6026 和 6056 高性能聚乙烯的高抗穿刺性, 可用于减薄 PA 层。当 PA 减薄 30% 时, 该解决方案仍能提供更高的抗穿刺性能。

目前, 从这些多层薄膜中进一步减少或去除 PA 的相关开发工作正在进行中, 易于回收的聚乙烯热成型薄膜 (至少是聚烯烃热成型薄膜) 的相关开发工作也正在进行中。

升级再生料

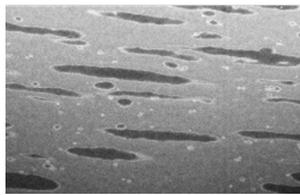
在可预见的未来，难以回收的多种材料混合的聚合物依旧是行业面临的挑战。目前，人们正在开发能够将聚烯烃与不相容聚合物融合在一起，同时尽可能减少性能损失的增容剂。

下图中显示了增容剂对聚乙烯 + PA 混合物的混合情况的影响。没有增容剂时，PA 就无法很好地分散到聚乙烯基质中，而是形成较大的包容物，影响聚乙烯性能。高效的增容剂可以帮助 PA 在聚乙烯中分散的尺度更小，提高分散性和相容性。

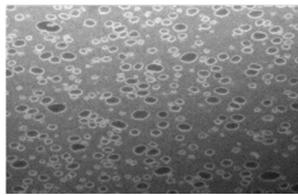
71 wt% PE + 29% wt% PA6 混合物

使用透视镜内背散射电子探测器 (TLD-BSE) 的 SEM 图像

无增容剂

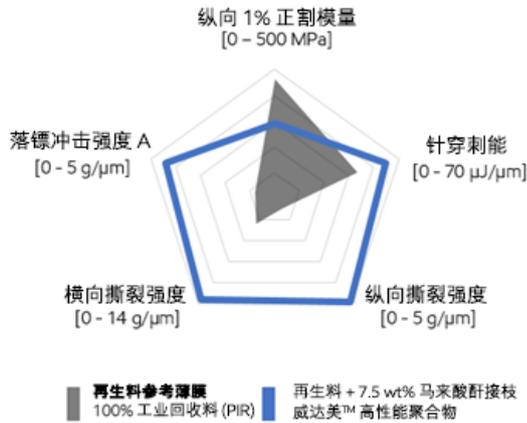


有增容剂



增容剂对性能的潜在影响非常大。下图展示了基于马来酸酐接枝的威达美™ 高性能聚合物的增容剂，作为相容剂使用在包含聚乙烯、聚丙烯 (PP)、PA 和乙烯 - 乙烯醇共聚物 (EVOH) 的工业再生料上的表现。阴影灰色区域代表的是 100% 再生料的制品，性能较差。添加增容剂可以显著提升机械性能，如蓝色轮廓所示：包括抗落镖冲击性、抗撕裂性和抗穿刺性。

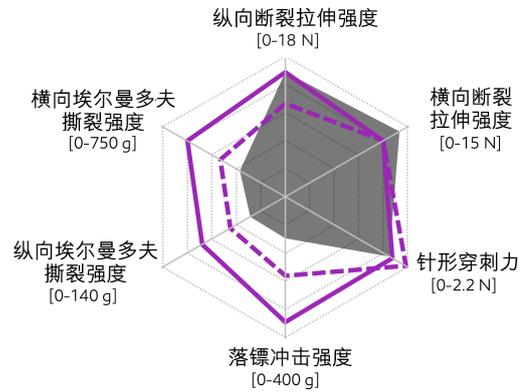
50 微米工业回收料 (PIR) 薄膜 = PP 40/PE 30/PA 25 /EVOH 5%



真空贴体包装结构中的工业回收料 (PIR)

提高再生料用量

由于再生料的使用会对最终产品的性能造成不利影响，使得在配方中提高再生料用量成为问题。添加埃奇得™ XP 等高性能聚合物则可以显著提升性能。



	市场参照物	30% rLLDPE (PIR)	50% rLLDPE (PIR)
表层	70% LLDPE 30% LDPE	75% 埃奇得 XP 8656 25% LLDPE	75% 埃奇得 XP 8656 25% LLDPE
芯层	70% LLDPE 30% LDPE	60% rLLDPE 40% LLDPE	100% rLLDPE

所有薄膜均为 25 微米，层厚比 1/2/1

数据源自埃克森美孚所执行的测试或其授权执行的测试

图中的灰色阴影区域代表市场参考配方的性能，配方含有 70% 线性低密度聚乙烯和 30% 的低密度聚乙烯。紫色虚线所示的配方为在表层中加入 75% 的埃奇得™ XP 8656 高性能聚乙烯，在芯层中使用 100% 的再生树脂。对比来看，薄膜的相应性能仍与纯新料制成的市场参照薄膜相当。

使用 38% 的埃奇得™ XP 可以加入最高 50% 的再生料，这是高性能聚乙烯对整个薄膜性能的影响的又一体现。

基于类似的想法，法国的主要聚乙烯薄膜加工商和回收商 Barbier Group 与埃克森美孚紧密合作，使用 50% 的消费后再生树脂，以及充当性能增强剂的埃能宝™ 4002 高性能聚乙烯，制造出了新型集束包装收缩膜。这种薄膜使包装的破损风险降低到最低，且不会降低机械性能以及诸如光泽度和透明度等光学性能，利于品牌商有效地推广产品。

结语

可持续解决方案能够以少制多，可为循环经济做出贡献。随着时间的推移，开发可持续解决方案的压力将持续存在并不断增加。在上述三个需要重点关注的技术领域，价值链的通力合作发挥着重要作用，这样才能开发出创新的可持续解决方案，满足不断演化的品牌商承诺、消费者期望和监管变化。

个人简历

Francois H. Chambon 博士在塑料和树脂业务开发以及产品和应用开发领域拥有 30 多年的国际经验。作为埃克森美孚聚乙烯全球战略营销经理，他在当前职位上为聚乙烯业务带来了愿景和全球战略领导力，专注于创新、新平台开发和可持续发展。他对全球包装业面临的变革充满热情，热衷于发展将在未来数年塑造行业的战略价值链合作。

Etienne Lernoux 在聚丙烯和聚乙烯薄膜技术与市场领域拥有 30 多年经验。在当前的职位上，他为聚乙烯薄膜应用的开发提供指导，特别是在初级包装和可回收设计领域。

选择埃克森美孚聚乙烯？ 就在今天！

超越今日
成就未来

未来才能实现的解决方案，埃克森美孚今天就为您一一变为现实。我们所依托的是创新可靠的产品、精诚的合作、领先的技术、强大的销售支持，以及雄厚的全球化供应和资源。让我们今天就带您体验非凡性能。了解我们如何帮助客户打造面向未来的创新解决方案。敬请联系我们的业务代表，即刻开始体验！

© 2021 埃克森美孚。埃克森美孚 (ExxonMobil)、埃克森美孚的徽标 (ExxonMobil logo) 及连接的“X”设计 and 在本文件中使用的所有其他产品或服务名称，除非另有标明，否则均为埃克森美孚的商标。未经埃克森美孚的事先书面授权，不得分发、展示、复印或改变本文件。使用者可在埃克森美孚授权的范围内，分发、展示和/或复印本文件，但必须毫无改动并保持其完整性，包括所有的页眉、脚注、免责声明及其它信息。使用者不可将本文件全文或部份复制到任何网站。埃克森美孚不保证典型（或其它）数值。本文件包含的所有数据是基于代表性样品的分析，而不是实际运送的产品。本文件所含信息仅是所指明的产品或材料未与任何其它产品或材料结合使用时的相关信息。我们的信息基于收集之日被认为可靠的数据。但是，我们并不明示或暗示地陈述、担保或以其它方式保证此信息或所描述产品、材料或工艺的适销性、适用于某一特定用途、不侵犯专利权、适用性、准确性、可靠性或完整性。使用者应在其感兴趣的领域使用该材料、产品或工艺所做的一切决定负全部责任。我们明确声明将不对由于任何人使用或依赖本文件所含任何信息而导致的或与此相关的直接或间接遭受或者产生的任何损失、损害或伤害承担责任。本文件不应视作我们对任何非埃克森美孚产品或工艺的认可，并且我们明确否认任何相反的含意。“我们”、“我们的”、“埃克森美孚化工”或“埃克森美孚”等词语均为方便而使用，可包括埃克森美孚化工公司、埃克森美孚公司，或由它们直接或间接控制的任何关联公司中的一家或者多家。

更多信息，请联系：
exxonmobilchemical.com.cn/pe

ExxonMobil
动力，与你我同在™