

聚乙烯生产技术进展及国内外市场分析

杨高蕾（扬子石油化工有限公司，江苏 南京 210000）

摘要：本文综述聚乙烯生产技术最新进展，分析传统生产技术与新型生产技术的特点、优势及应用领域。传统聚乙烯生产技术，如高压聚乙烯（LDPE）和低压聚乙烯（HDPE）生产已在实际应用中展现出稳定。后续线型低密度聚乙烯（LLDPE）生产技术、溶液法工艺以及 Philips 淤浆法工艺等新型生产技术不断涌现，为聚乙烯行业带来革命性变革。本文对国内外聚乙烯市场展开深入剖析，从全球范围分息，聚乙烯产能持续增长，但需求端增长相对滞后，导致市场供需关系出现宽松局面。本文基于全球聚乙烯市场的产能、产量、地区分布以及主要生产企业情况，为读者提供全面市场概览。重点关注中国聚乙烯市场，分析其产能、产量、自给率以及价格走势等关键指标，揭示中国聚乙烯市场的独特性。

关键词：聚乙烯；生产技术进展；传统生产技术；新型生产技术；线型低密度聚乙烯（LLDPE）

聚乙烯是重要的热塑性树脂，凭借其优异的物理性能、化学稳定性在包装、建筑、农业、电子、汽车等多领域得到广泛应用。我国居民生活水平不断提高，聚乙烯的市场需求呈现出增长趋势。为了满足市场的需求，聚乙烯生产技术不断创新。全球范围内聚乙烯产能持续增长，但需求端的增长相对滞后，导致市场供需关系出现宽松。在我国，作为全球最大的聚乙烯生产和消费国，其市场供需状况、价格走势以及未来发展趋势备受关注。

1 聚乙烯生产技术进展

1.1 传统生产技术

传统聚乙烯生产技术采用气相法或淤浆法工艺，气相法工艺将乙烯单体在高温、低压条件下，借助催化剂的作用展开聚合反应，生成聚乙烯颗粒。此种工艺具有生产效率高、产品纯度高、能耗相对较低等优点，在大规模生产中得到广泛应用。淤浆法工艺则是将乙烯单体在溶剂中形成淤浆，再加入催化剂完成聚合反应。此种工艺适用于生产高分子量的聚乙烯产品，且产品颗粒形态较好，但生产中需要处理大量溶剂，能耗环保压力相对较大。新型催化剂开发提高聚合反应的效率，使生产出的聚乙烯产品具有更优异的物理性能。例如高效催化剂大幅度提高聚乙烯的分子量分布，从而满足不同领域对聚乙烯产品性能的多样化需求。

现代聚乙烯生产中，精确控制反应条件、优化反应器设计、改进后处理工艺等措施，有效提高聚乙烯的生产稳定性。自动智能化技术应用，使聚乙烯生产过程更高效安全。市场对聚乙烯产品性能要求不断提高，具有特殊性能的聚乙烯产品应运而生。例如超高

分子量聚乙烯（UHMWPE）具有极高的耐磨性、耐冲击性和自润滑性，被广泛应用于机械零件、医疗器械、体育用品等领域。交联聚乙烯（XLPE）则具有优异耐热性、耐电压性和耐化学腐蚀性，是电力电缆管道的重要材料。在聚乙烯生产技术未来发展中，绿色环保成为重要方向。采用传感器、控制系统和数据分析技术，可实现对生产过程的实时监测，提高生产效率。利用大数据和人工智能技术，对市场需求进行预测分析，为聚乙烯产品的生产销售提供科学决策支持。

1.2 新型生产技术

在催化剂创新方面，新型高效催化剂的开发为聚乙烯生产带来革命性变化。传统催化剂在聚合反应中存在活性不高、选择性差等问题，而新型催化剂则通过优化其结构组成，显著提高聚合反应的效率。催化剂能精确控制聚乙烯的分子量、分子量分布以及支化度等关键性能指标，从而生产出具有特定性能的聚乙烯产品。例如新型茂金属催化剂使用，使聚乙烯产品具有更窄分子量分布和更高支化度，提高产品加工性能。反应工艺改进方面，新型聚乙烯生产技术采用先进反应器和工艺条件。传统气相法虽然在一定程度上满足聚乙烯生产的需求，但在生产效率、产品质量和能耗等方面仍存在局限。新型生产技术则通过优化反应器的设计，如采用流化床反应器、环管反应器等，提高反应效率。精确控制反应温度、压力、乙烯浓度等工艺参数，进一步提高聚乙烯产品的一致性。

除催化剂和反应工艺革新外，新型聚乙烯生产技术注重生产过程的智能化。智能化技术应用，使聚乙烯生产过程更安全可控。结合传感器、控制系统和数据分析技术，实时监测反应中的各种参数，如温度、

压力、流量等，根据实时数据精准控制，确保生产过程稳定一致。智能化技术实现生产过程的远程监控，减少人工干预，提高生产效率。

2 国内外市场分析

2.1 全球市场分析

全球范围分息聚乙烯产能持续增长，这一趋势在近年来尤为显著。2023年世界聚乙烯产能突破1.4亿吨/年大关，达到14250万吨/年。相较于前一年，同比增长4.6%。这一增长幅度虽然较之前几年的高峰有所放缓，但仍然显示出全球聚乙烯产业的强劲发展势头。全球范围内新装置不断投产，聚乙烯产能将继续保持较快增长。据行业分析师预测，到2025年全球聚乙烯产能有望进一步提升，新增产能将主要来自于亚洲、北美和中东等地区。相关地区拥有丰富原材料资源，具备完善产业链，为聚乙烯产业的快速发展提供支撑。

表1 全球聚乙烯产能及地区分布的数据表格

地区	2023年聚乙烯产能 (万吨/年)	占全球总产能比例
东北亚地区	4432.5	31.1%
北美地区	3178.5	22.3%
中东地区	2265.8	15.9%
欧洲地区	1995.0	14.0%
南美地区	877.5	6.2%
其他地区	1498.7	10.5%
全球总计	14250.0	100.0%

与产能快速增长相比，需求端的增长相对滞后。近年来全球经济增速放缓，贸易摩擦频发，加之新冠疫情等不确定性因素影响，使得聚乙烯下游市场需求增长乏力。2025年全球聚乙烯产量增速将在6.5%，达到15200万吨/年。需求增速预计在4%，仅为产量增速的62%。供需不匹配情况导致全球聚乙烯市场供需关系宽松，甚至出现过剩局面。2023年东北亚地区的聚乙烯产能占到世界总产能的31.1%，达到4432.5万吨/年。我国作为东北亚地区的主要国家，其聚乙烯产能和产量均位居世界前列，对全球聚乙烯市场产生重要影响。2023年，北美地区的聚乙烯产能占到世界总产能的22.3%，达到3178.5万吨/年。北美地区拥有丰富天然气资源，为聚乙烯生产提供充足原材料。中东地区作为全球能源和化工产业的中心，其聚乙烯产能快速增长。2023年，中东地区的聚乙烯产能占世界总产能的15.9%，达到2265.8万吨/年。中东地区

拥有丰富石油资源，且生产成本相对较低，使得其聚乙烯产品在国际市场中具有较强竞争力，如表1所示。

2.2 中国市场分析

我国作为全球最大的聚乙烯生产国，其聚乙烯产业的发展动态备受关注。近年来中国聚乙烯产能和产量均呈现出快速增长态势，自给率不断提高，为全球聚乙烯市场做出重要贡献。2023年我国聚乙烯产能实现显著增长，截至2023年底，中国聚乙烯产能将达到3300万吨/年，同比增长9.0%。这一增长幅度体现中国聚乙烯产业的强劲发展势头，彰显中国在全球聚乙烯市场重要地位。中国聚乙烯产量实现大幅增长，达到2900万吨，同比增长12.6%。产量快速增长满足国内市场需求，为我国聚乙烯产品的出口提供支撑。产能和产量快速增长，但需求端的表现并不乐观^[1]。2024年全国房地产市场恢复不及预期，作为聚乙烯重要下游应用领域的塑料制品产量增长有限。房地产市场疲软影响建筑用塑料制品的需求，进而对聚乙烯市场产生负面影响。随着可降解材料的推广，传统聚乙烯塑料制品的市场份额受到挤压。

从价格走势分析，2024年中国聚乙烯市场价格整体呈现震荡走势。受国际原油价格波动、国内外市场需求变化以及产能增减等多重因素影响，聚乙烯市场价格波动较大。线型低密度聚乙烯(LLDPE)和低密度聚乙烯(LDPE)的价格波动相对较大，2024年LLDPE价格最高时达到9000元/吨，而最低时则跌至7000元/吨，波动幅度超过20%。LDPE价格同样经历较大波动，最高时达到8500元/吨，最低时则跌至6500元/吨^[2]。进入2025年，中国聚乙烯市场供需矛盾将进一步加剧。新装置不断投产，中国聚乙烯产能将继续增加。据行业分析师预测，2025年中国聚乙烯产能有望突破3500万吨/年，新增产能将主要来自于沿海地区和内陆的大型石化基地^[3]。新装置投产将进一步加剧市场竞争，使得聚乙烯市场价格面临压力，如表2所示。

表2 我国聚乙烯产能、产量及价格走势的数据表格

年份	产能 (万吨/年)	产量 (万吨)	LLDPE 均价 (元/吨)	LDPE 均价 (元/吨)
2021	约 3000	约 2500	-	-
2022	约 3100	约 2600	约 7500	约 7000
2023	3300	2900	约 8000	约 7500
2024	3300	约 2950	7000-9000 (波动)	6500-8500 (波动)
2025	预计 >3500	-	-	-

3 未来发展趋势

3.1 技术创新

3.1.1 技术创新驱动聚乙烯生产技术进展

催化剂是聚乙烯生产中的核心要素，其性能影响到聚合反应速率、选择性和产物性能。近年来催化剂技术不断创新，如茂金属催化剂和单活性中心催化剂的开发，使得聚乙烯产品具有更窄分子量分布、更高支化度和更好加工性能。新型催化剂应用提高聚乙烯生产效率，降低生产成本，为企业带来显著经济效益。结合流化床反应器或环管反应器，提高乙烯单体的转化率。精确控制反应温度、压力和乙烯浓度等参数，生产出具有特定分子量和分子量分布的聚乙烯产品^[4]。

信息技术飞速发展，智能化技术渗透到聚乙烯生产的各环节。其有效提高生产效率，降低能耗排放，促进聚乙烯产业的绿色可持续发展。例如，智能控制系统实现对反应温度、压力、流量等参数的自动调节。通过数据分析技术，对生产中的数据挖掘分析，为生产决策提供科学依据。

3.1.2 国内外市场现状及未来发展趋势

近年来我国聚乙烯产业取得长足发展，城镇化进程的加快，国内聚乙烯市场需求持续增长。我国聚乙烯产业不断提升自身产品创新能力，如国内企业加大研发投入，推动催化剂技术、反应工艺和生产过程的智能化等方面创新。引进国外技术设备，提升生产效率。拓展国内外市场，提高产品的国际竞争力。但国内聚乙烯产业面临挑战，如产能过剩、环保压力增大等问题，因此技术创新和产业升级成为推动国内聚乙烯产业持续发展的关键。

从国际市场分析，全球聚乙烯产能持续扩张，市场竞争日益激烈。欧美等发达国家在聚乙烯生产技术处于领先地位，拥有先进催化剂技术、反应工艺和生产设备。因此相关国家积极推动聚乙烯产业的绿色可持续发展，加强环保法规的制定力度。新兴市场国家如中国、印度等则在聚乙烯市场需求方面同样表现出强劲的增长势头，成为全球聚乙烯市场的重要力量。但国际市场亦面临挑战，如贸易保护主义、原材料价格波动等问题。后续应加强国际合作，共同应对市场挑战成为推动全球聚乙烯产业持续发展的关键。

3.2 市场需求变化

市场需求变化是技术创新重要驱动力，为满足市场对新型聚乙烯产品的需求，生产企业不断加大研发投入，推动聚乙烯生产技术创新。例如针对绿色化需

求，生产企业研发出生物基聚乙烯、可降解聚乙烯等新型环保材料；针对个性化需求，生产企业采用改性技术，开发出具有特定功能的聚乙烯产品。我国消费者对聚乙烯产品性能要求不断提高，生产企业优化产品结构，提升产品质量。例如，针对包装行业对阻隔性的要求，生产企业研发出具有更高阻隔性能的聚乙烯薄膜；针对建筑行业对轻质高强的要求，生产企业开发低密度的聚乙烯管材。

未来聚乙烯市场需求将继续保持增长态势，全球经济持续发展，聚乙烯在包装、建筑、汽车、农业等多领域应用将更广泛。我国消费者对环保可持续发展的关注度不断提高，绿色化需求在聚乙烯市场中将占据更重要的地位。促使聚乙烯生产企业不断加强环保技术研发，推动聚乙烯生产清洁化。后续聚乙烯生产技术将更注重环保高效，生产企业将加大对环保技术的研发力度，推动聚乙烯生产过程的清洁化。生产企业将采用先进的智能化技术，提高生产效率，降低生产成本和能耗排放。

3.3 市场竞争格局

全球聚乙烯产能持续增长，但需求端出现疲软，市场竞争将更加激烈。聚乙烯生产企业需要不断提高自身的技术水平，保障生产效率，降低生产成本和提高产品质量，增强市场竞争力。企业结合当前市场现状，合理预测未来走势，密切关注市场政策动态，调整发展策略。

4 结论

综上所述，聚乙烯作为重要的热塑性树脂，在包装、建筑、农业等多领域有广泛应用。相关技术不断进步，市场需求变化，聚乙烯生产技术不断创新。但全球聚乙烯市场供需宽松，给生产企业带来巨大挑战。后续聚乙烯生产企业需要不断提高自身的技术水平，保障相关生产效率，适应市场发展变化。

参考文献：

- [1] 王林,袁炜,李孟瑶,等.1-己烯共聚聚乙烯产品市场及生产技术现状[J].煤化工,2023,51(6):25-28.
- [2] 苏廷,李栋,李传峰.MarTECH环管淤浆法生产聚乙烯的工艺技术发展及应用[J].合成技术及应用,2024,39(3):23-28,48.
- [3] 崔小明,肖铭.我国聚乙烯醇缩丁醛树脂合成技术研究进展[J].维纶通讯,2023,43(4):19-21.
- [4] 张勇勇,房康.聚乙烯生产工艺与应用的研究[J].化工管理,2024(02):112-114.