

大型国产化聚丙烯环管反应器现状及市场发展前景

阎佳茜（中国石化海南炼油化工有限公司，海南 洋浦 578101）

摘要：近年来，随着国内石化工业的迅猛发展，大型国产化聚丙烯环管反应器作为聚丙烯生产的核心设备，其技术水平和市场占有量不断提升。这一显著变化不仅彰显了我国石化装备制造业的强大实力，也为聚丙烯行业的可持续发展注入了强劲动力。国内多家企业通过技术创新和二次创新，成功打破了国外技术壁垒，实现了从跟跑到并跑乃至部分领跑的转变。这些国产反应器不仅性能稳定可靠，而且生产效率高、能耗低，满足了市场对高质量聚丙烯产品的需求。本文详细分析大型国产化聚丙烯环管反应器的发展现状及国内市场的应用情况以及与进口产品的竞争态势。同时，结合国内外市场需求趋势、产业政策和技术创新等因素，对大型国产化聚丙烯环管反应器的市场发展前景进行了全面预测和展望。以此，促进我国聚丙烯工业的高质量发展。

关键词：聚丙烯环管反应器；国产化；现状；市场前景

0 引言

在当今的化工产业领域，聚丙烯作为一种重要的合成树脂，在塑料制品、纤维制品和薄膜等众多领域有着广泛的应用。聚丙烯的生产规模和技术水平在一定程度上反映了一个国家化工产业的实力。大型国产化聚丙烯环管反应器的研发和应用，不仅能够降低我国对进口设备的依赖，提高我国化工产业的自主可控能力，还能在成本控制、技术创新等方面为国内聚丙烯生产企业带来诸多优势。了解大型国产化聚丙烯环管反应器的现状，包括其技术水平、生产规模等方面的情况，对于准确预测其市场发展前景具有重要意义。

1 大型国产化聚丙烯环管反应器的现状

1.1 国内与国际技术研发进展

在大型国产化聚丙烯环管反应器的技术研发进程中，我国企业和科研机构取得了诸多令人瞩目的自主创新成果。通过大量的实验研究和工程实践，在反应器的结构设计方面有了新的突破。如对环管的管径、管壁厚度以及环管的连接方式等进行了优化，使得反应器在承受高压和高温的情况下能够更加稳定运行。同时，在反应过程的控制技术上也取得了重要进展，开发出了更精准的温度、压力和物料流量控制系统。这一系统能够实时监测反应过程中的各项参数，并根据预设的反应条件进行自动调整，从而提高了反应的稳定性和产品的一致性。与国际先进技术相比，我国的大型国产化聚丙烯环管反应器技术在部分领域已经达到了一定的水平，但在一些关键技术上还存在一些差距^[1]。

在反应效率方面，虽然我国的反应器已经能够实现较高的单体转化率，但在部分复杂的反应条件下，

与国际领先技术相比，反应速度可能稍慢一些。在产品质量控制上，我国的产品能够满足国内市场的基本需求，但在高端产品的生产上，如生产超高纯度的聚丙烯产品，国际先进技术在杂质控制和产品性能的稳定性方面更具优势。不过，我国的大型国产化聚丙烯环管反应器在成本控制方面表现突出，由于采用了部分国产的原材料和设备，以及优化的生产工艺，使得整体成本相对较低，这在一定程度上提升了产品的市场竞争力。

1.2 本厂大型国产化聚丙烯环管反应器的现状

海南炼化 100 万吨/年乙烯项目，包括国内首套采用中国石化自主研发三代半技术的聚丙烯环管反应器，于 2023 年 3 月投产，标志着海南省乙烯工业的重大突破，并大大助力海南自由贸易港的建设。该项目不仅采用了多项中国石化自主研发的技术，而且在环保指标方面达到了国际先进水平。

1.2.1 技术背景和应用

技术来源和创新上海南炼化所使用的聚丙烯环管反应器技术由中国石化自主研发，特别是“3G+”环管聚丙烯技术。这种技术的应用使得海南炼化能够在短时间内生产出高质量的聚丙烯产品，满足市场需求。例如，30 万吨/年聚丙烯装置就是应用“3G+”环管聚丙烯技术建成的首套装置，该装置于 2023 年投产，并成功开发了多种高附加值新产品。

创新实践方面，在 2023 年，海南炼化围绕增效主题，开展了“保安全、降成本、增效益”百日创效专项行动，充分发挥大码头、大芳烃、大仓储、自贸港四大优势，打通进口丙烷、系统内互供饱和液化气、石脑油采购等流程，通过乙烯裂解装置实现提浓气、

丙烷、石脑油、加裂尾油等原料的多元化加工，乙烯边际效益得到大幅提升在 2023 年的整体工业总产值创历史新高^[2]。

1.2.2 生产能力与经济效益

海南炼化 100 万吨/年乙烯项目包括一套先进的聚丙烯环管反应器，该反应器能够处理多种原料，生产不同规格的聚丙烯产品。通过优化操作参数和改进催化剂技术，海南炼化已经实现了稳定的高产量。经济效益上海南炼化通过优化资源配置和技术创新，大幅提升了经济效益。例如，成功开发生产了高抗冲聚丙烯新产品，这些产品在华南市场的表现优异，满足了客户对于产品质量的要求，从而增强了公司的市场竞争力。

1.2.3 数字化与智能化

海南炼化被工业和信息化部评为 2023 年度智能制造示范工厂。该项目采用首个石化 5G 专网，实现了数字工厂和物理工厂的同步建设，这不仅提高了生产效率，还显著增强了环保监测和应急响应的能力。通过实时数据分析和智能控制系统的应用，海南炼化在环保和安全生产方面树立了新的标杆。在 2023 年投产的国内首套采用中国石化自主研发三代半技术的环管聚丙烯装置，成功开发生产出 PPB-EP02 新产品，抗冲击性能大幅提升，是目前世界上采用环管聚丙烯工艺生产的橡胶相含量最高的产品。这一创新成果展示了海南炼化在技术和生产上的领先地位。

1.2.4 产品多样化与市场反馈

海南炼化注重产品的多样化和高性能，通过调整反应器的操作参数和优化催化剂配方，生产出了多种高附加值的聚丙烯产品。例如，高熔融指数高抗冲产品 548R 和中熔融指数高抗冲产品 300M 等新产品，均获得了市场的高度认可。市场反馈方面，新产品在华南地区的市场反馈非常积极，用户对产品的性能指标表示满意，认为可以替代同类进口产品。这不仅增强了海南炼化的市场地位，还为其带来了显著的经济效益^[3]。

2 大型国产化聚丙烯环管反应器面临的风险与挑战

2.1 技术与创新

大型环管反应器内部的多相流体分布和扩散情况复杂，建立的“流场模拟和反应”数字模型可能存在与实际运行情况偏差的风险，影响聚合反应的传质传热效果。尽管有一体化高精度加工成型技术，但在制

造和安装过程中仍可能出现误差，例如反应器底部弯头的调整不当可能增加制造、安装难度和成本。在长期运行过程中，反应器内壁可能面临腐蚀问题，尤其是在高温、高压和复杂化学环境下，这可能影响设备的使用寿命和安全性。技术创新上需要不断优化反应器的设计和工艺，以提高聚合反应的效率和产品质量，满足市场对高端聚丙烯产品的需求。如提高环管反应器内表面的粗糙度等级，增强抗腐蚀能力，以及实现自动检测等功能，以提升设备的综合经济技术指标。

2.2 运行与施工

一般恶劣天气可能对大型环管反应器的运行造成影响，尽管有相关报道称设备经受住考验，但这种风险仍然存在。大型环管反应器的操作和维护需要专业知识和经验，操作不当可能导致生产事故，而维护不及时可能加速设备老化和损坏。实现大型环管反应器的模块化整体设计、制造、运输和吊装是一项挑战，需要解决重量和尺寸带来的难题，确保设备在运输和吊装过程中的安全。在施工现场，需要克服天气、环境等因素的影响，确保设备的顺利安装和调试。

2.3 经济风险

研发和制造大型环管反应器需要大量资金投入，如果项目失败或者市场需求不如预期，可能面临巨大的经济损失。大型设备的运行和维护成本较高，如果不能有效控制，可能影响企业的经济效益。

此外，大型环管反应器的设计、制造、操作和维护需要专业人才，目前国内在这方面的专业人才可能相对短缺，需要加强人才培养和引进。与国际先进水平相比，我国在大型环管反应器的设计和制造方面可能还存在经验不足的问题，需要通过实践不断积累经验。在全球市场上，大型环管反应器的供应商竞争激烈，需要不断提升产品的竞争力，包括技术水平、质量和价格等方面。同时，随着市场对环保、高性能聚丙烯产品的需求不断变化，企业需要快速响应市场需求，调整产品结构和生产工艺。

3 市场发展前景分析

3.1 国内外市场需求趋势

3.1.1 消费增长驱动因素

在国内市场，随着经济的持续发展，塑料制品的需求不断增加。海南炼化所处的地理位置使其在满足国内南方地区需求方面具有一定优势。海南及周边地区的建筑、包装等行业的快速发展，对聚丙烯产品的需求增长强劲。这些行业的发展是消费增长的重要驱

动因素,而海南炼化作为聚丙烯的生产企业,可以利用大型国产化聚丙烯环管反应器来提高产量和产品质量,以满足市场需求。在国际市场上,发展中国家的基础设施建设和工业化进程不断推进,对聚丙烯的需求也日益增长。企业可以借助港口优势,扩大产品出口。特别是在东南亚地区,由于人口众多且经济发展迅速,对聚丙烯在日用品、纤维等领域的需求不断攀升,这为炼化企业的产品提供了广阔的国际市场空间。

3.1.2 新兴应用领域的需求潜力

在新能源领域,随着电动汽车的发展,对电池隔膜等聚丙烯制品的需求逐渐显现。可以利用大型国产化聚丙烯环管反应器,研发和生产适合电池隔膜的高性能聚丙烯材料,满足新能源汽车产业的需求。在医疗健康领域,聚丙烯在一次性医疗器械、医用包装等方面的应用也在不断拓展。通过技术改进和产品创新,能够生产出符合医疗行业严格标准的聚丙烯产品,从而开拓医疗健康这一新兴应用领域的市场。

3.2 产业政策的影响

3.2.1 支持国产化的政策导向

国家对于大型设备国产化的支持政策对石化企业的发展意义重大。大型国产化聚丙烯环管反应器的应用,符合国家产业发展战略。这不仅可以降低企业的设备采购成本,还能够提高国内相关产业的自主创新能力。在政策的支持下,可以进一步优化生产工艺,提高大型国产化聚丙烯环管反应器的运行效率,增强企业在市场中的竞争力。政府在科研项目申报、资金扶持等方面对国产化设备的倾斜政策,为企业提供了更多的发展机遇。例如,企业可以利用这些政策支持,开展与高校、科研机构的合作,共同研发与大型国产化聚丙烯环管反应器相关的新技术、新工艺,提升企业的技术水平和产品附加值。

3.2.2 环保政策对产业的推动

日益严格的环保政策促使企业在生产过程中更加注重节能减排。大型国产化聚丙烯环管反应器在设计和运行过程中,已经考虑到环保因素。例如,通过优化反应流程,降低能源消耗和废弃物排放。本厂采用这样的反应器,可以更好地满足环保政策要求,同时也能够提高企业的社会形象,增强市场竞争力。环保政策推动了整个聚丙烯产业向绿色、可持续方向发展。企业可以利用这一趋势,开发和生产更多环保型聚丙烯产品,如可降解聚丙烯材料等,满足市场对环保产品的需求,从而在市场发展中占据有利地位。

3.3 技术创新的推动作用

3.3.1 研发投入与新技术展望

企业重视对大型国产化聚丙烯环管反应器的研发投入。企业不断加大在反应器的工艺优化、新材料应用等方面的研究。如投入资金进行反应器内部结构的改进研究,以提高反应效率和产品质量。在新技术展望方面,有望实现智能化控制技术在反应器上的应用,通过实时监测和调整反应参数,进一步提高生产的稳定性和产品的一致性。企业还积极开展与国内外科研机构的合作,共同探索大型国产化聚丙烯环管反应器的新技术。可以与高校合作开展新型催化剂在环管反应器中的应用研究,有望开发出更高效、环保的聚丙烯生产技术。

3.3.2 对市场发展的促进作用

技术创新使得企业能够生产出更多种类、更高质量的聚丙烯产品。大型国产化聚丙烯环管反应器的技术改进,提高了产品的性能指标,如强度、韧性等,能够满足不同客户的需求。这有助于企业扩大市场份额,在高端聚丙烯产品市场中占据一席之地。技术创新还能够提高企业的生产效率,降低生产成本。通过优化反应器的操作参数和工艺流程,企业可以在保证产品质量的前提下,提高产量,降低单位产品的能耗和原材料消耗,从而提高企业的经济效益,促进市场发展。

4 总结

综上所述,大型国产化聚丙烯环管反应器在技术创新、市场应用和未来发展等方面均展现出强劲的竞争力和广阔的发展前景。随着国家对环保和能效要求的不断提高,传统的高能耗、高污染生产方式将逐渐被淘汰,这为高效、环保的国产化聚丙烯环管反应器提供了巨大的市场空间。同时,随着“一带一路”倡议的深入推进和全球石化产业的深度融合,我国石化装备制造业将迎来更多的国际合作机遇,进一步推动国产化聚丙烯环管反应器走向世界。

参考文献:

- [1] 王政文,张万尧,卢娟,葛阳,朱泽斌.大型国产化聚丙烯环管反应器发展现状与展望[J].化工机械,2023(01):23-25+91.
- [2] 王高生,郑大智,宿相泽.环管反应器压力系统控制[J].当代化工,2022,51(11):2682-2686.
- [3] 佚名.中国石化海南炼化公司开发出耐应力发白聚丙烯新牌号[J].石化技术与应用,2024,42(05):370.