

我国炼化企业“油转化”路线综合评价与研究

徐象贤*

(中国石油大连石化分公司, 辽宁 大连 116000)

摘要:梳理了我国炼化企业由“燃料型”向“化工材料型”转型的背景与动因。研究选取 2019 年以来投产及在建的 26 个典型炼化一体化项目为样本,运用物质流分析方法,揭示了项目中乙烯、丙烯、丁二烯三大烯烃下游产品分布格局与延伸特征,并进一步剖析了我国炼化企业化工产品路线在转型升级中的布局逻辑与结构型特点。结果表明:我国炼化企业虽已明确转向“化工材料型”发展路径,并大力发展下游高附加值化工品,但在产品高端化供给、核心技术自主性以及产业链纵向协同 3 个方面仍存在明显短板。基于此,从技术创新驱动、产品结构升级、原料多元化供给和产业链协同整合 4 个维度,提出我国炼化企业高质量发展的对策建议。

关键词:炼化一体化项目;转型升级;物质流分析;新材料;化学品;加工深度

中图分类号:F426.7

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2026)08-0006-06

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2026.08.002

Comprehensive assessment and research on the “oil-to-chemicals” pathway in China’s refining and petrochemical enterprises

XU Xiang-xian*

(PetroChina Dalian Petrochemical Company, Dalian 116000, China)

Abstract: This study explores the background and driving forces behind the transition of China’s refining and petrochemical enterprises from a “fuel-oriented” to a “chemical material-oriented” paradigm. Utilizing 26 typical refining and petrochemical integration projects commissioned or under construction since 2019 as case studies, the research employs material flow analysis to elucidate the distribution patterns and extension characteristics of downstream products derived from ethylene, propylene, and butadiene within these projects. Moreover, it delves into the strategic layout rationale and structural features of China’s refining and petrochemical enterprises during the transformation and upgrading of their chemical product portfolios. The findings reveal that, despite a clear shift towards a “chemical material-oriented” development trajectory and vigorous efforts to develop downstream high-value-added chemical products, China’s refining and petrochemical sector still faces notable deficiencies in three key areas: high-end product supply, core technology independence, and vertical integration within the industrial chain. Based on these insights, the study proposes countermeasures and recommendations for fostering high-quality development in China’s refining and petrochemical enterprises across four dimensions: technological innovation promotion, product structure optimization, diversified raw material sourcing, and industrial chain synergy enhancement.

Key words: refining and chemical integration project; transformation and upgrading; material flow analysis; new materials; chemicals; processing depth

全球能源结构深刻变革和国内“双碳”目标的大背景下,传统石油化工行业面临前所未有的转型压力^[1]。特别是随着新能源汽车的迅猛发展,国内成品油需求增速放缓、炼油产能趋于饱和。为此,我国炼化行业正经历一场深刻的供给侧结构性改革,核心方向是通过新建炼化项目,推动企业从“燃料型”向“化工材料型”转变,大力发展下游高附加值化工品,特别是新材料和高端化学品^[2]。

在这一背景下,本文基于 2019 年以来的 26 个新建/筹建大型炼化一体化项目的规划数据,系统分析我国炼化企业转型升级过程中化工产业链的布局特点,特别关注“三烯”加工深度、新材料以及功能化学品的发展现状,并以此为基础对项目进行分类。最后通过评价对比和国际对标,指出国内项目的现状特点与问题不足,提出相应的政策建议。

1 转型背景与动因

1.1 市场环境变革

我国炼油行业正面临产能过剩和需求结构变化的双重压力。数据显示,2024 年我国炼油能力已达 9.54 亿 t/a,炼油装置周度开工负荷率年平均值为 79.16%^[3]。根据目前在建、改扩建和拟建项目,预计我国炼油能力将在 2028 年左右达峰。之后随着落后产能持续退出,预计 2030 年国内炼油能力将降至 9.6 亿 t/a 左右,2060 年国内炼油能力降至 4.5 亿 t/a 左右^[4]。2024 年我国炼油装置周度开工负荷率见图 1。

从消费的角度来看,2024 年成品油消费量为 3.59 亿 t,相比上年下降 2.8%。其中汽油消费量为 1.52 亿 t,下降 2.0%,开启达峰后的下降通道;柴油

收稿日期:2026-01-07;修回日期:2026-06-22

作者简介:徐象贤(1995-),男,硕士,高级工程师,研究方向为高分子材料,通讯联系人,xuxx_dl@petrochina.com.cn。

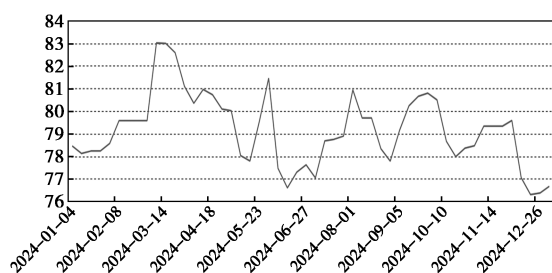
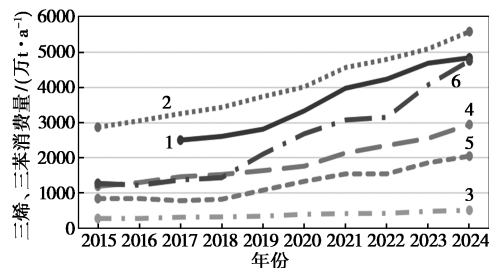


图 1 2024 年我国炼油装置周度开工负荷率

注:开工负荷率=产量/产能×100%。

消费量下降至 1.68 亿 t,降幅达 6.5%,创近年来最大降幅^[5]。燃料需求饱和与炼油产能过剩形成的“剪刀差”正在不断扩大,“油转化”已成为大势所趋。

与之形成对比的是,化工品尤其是高端化工品需求仍将保持长期增长态势^[6]。我国烯烃、芳烃等基础化工原料保障能力尚存一定缺口,高端化工产品进口依赖度较高。2024 年,我国乙烯消费量约为 4830 万 t,产能利用率达到 88.71%。2024 年聚乙烯产品进口依赖度约为 30%;乙二醇产品的进口依赖度约为 25%,估算我国乙烯的当量消费量应在 6 300 万 t/a,乙烯供应在未来的几年仍会有较大缺口。2015—2024 年三烯、三苯消费量见图 2。



1—乙烯;2—丙烯;3—丁二烯;4—苯;5—甲苯;6—二甲苯

图 2 2015—2024 年三烯、三苯消费量

1.2 政策引导与支持

国家产业政策积极引导炼化行业转型升级^[7]。《石化产业规划布局方案》提出推动产业集聚发展,建设七大世界级石化基地。2023 年 8 月,工信部等发布《石化化工行业稳增长工作方案》,要求加快重大石化项目论证,推进开工一批“降油增化”项目,为“降油增化”工作提供多方面支持。2025 年 9 月,工信部等提出的《石化化工行业稳增长工作方案(2025—2026)》中明确指出,以增强产业科技创新能力、延伸精细化产业链条为抓手,推动化工园区由规范建设向高质量发展迈进。

1.3 竞争格局重塑

近年来,我国炼化项目呈现出明显的大型化、一

体化发展趋势。新建炼化项目乙烯产能普遍在 100 万 t/a 以上,这种规模化发展确保了基础化工原料的稳定供应,也为下游产业链延伸提供了基础。

国内炼化行业正呈现国企、民企、外资同台竞技的多元化竞争格局。中石化重点打造茂湛、镇海、上海和南京四大基地;中海油加快步伐做大惠州石化基地;外资企业如巴斯夫、埃克森美孚、沙特阿美等加速抢滩中国市场;民企如大连恒力、浙江石化也相继启动大型炼化一体化项目。这种多元化竞争态势正在重塑国内石化行业市场格局,改写行业运行逻辑。

2 研究方法

选取 2019 年后投产及正处于建设期的炼化一体化项目中较为典型的 26 个项目,其中正在建设/筹建项目 6 个,已投产 20 个项目的乙烯产能占中国同期投产产能的 82%。运用物质流分析、指标分析等方法,对项目乙烯、丙烯、丁二烯流向以及化工产品结构做分析。

选用自下而上的统计方法计算乙烯、丙烯总量及物质流向;采用自上而下的统计方法,通过各项目丁二烯抽提装置规模确定丁二烯生产总量。

设定新材料产品生产比率 R_{NM} 、功能化学品产品生产比率 R_{FC} 和“三烯”加工深度 DP 三个指标作为项目评判的依据, M_i 为项目生产新材料 i 质量; M_j 为项目外卖功能化学品 j 质量; M_{EPB} 为乙烯装置生产三烯总质量, S_i 为单套装置 i 产品规模:

$$R_{NM} = \sum_i M_i / M_{EPB} \quad R_{FC} = \sum_j M_j / M_{EPB} \quad DP = \sum_i S_i / M_{EPB}$$

依据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》等政策文件,认定化工产品中 PC、ABS、POE、EVA、LDPE、UHMWPE、PB-1、丁腈橡胶、溶聚丁苯橡胶、三元乙丙橡胶、氢化苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、SAP、PBST 为化工新材料^[8-10]。

功能化学品的确定标准尚缺少参考文件,按照技术壁垒高、功能特定、附加值高等特点定义认定化工产品中 α -烯烃、VAE、PAO、碳酸乙烯酯、DMC、DPC、乙醇胺、醋酸乙烯、EOD、非离子表面活性剂、聚醚多元醇、聚合物多元醇、己二腈为功能化学品^[11]。

3 炼化一体化项目中三烯下游产品情况分析

26 个样本项目中“三烯”流向见图 3。

3.1 乙烯下游产品路线

乙烯是炼化一体化的核心,其下游装置的配置直接决定了项目的化工品收率和附加值。新建炼化项目中,乙烯下游规划目前尚未摆脱以聚乙烯为主

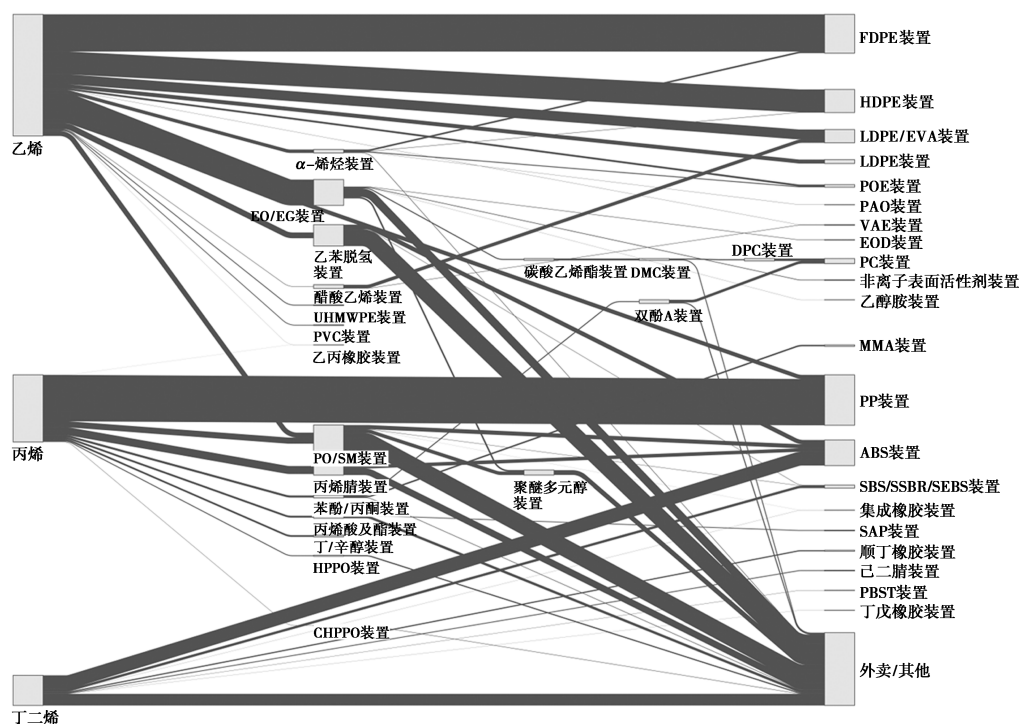


图3 26个炼化项目“三烯”流向示意图

的格局,聚乙烯约占乙烯消费结构的 50%。项目中聚乙烯装置规划以 FDPE 装置为主,主要采用 UNIPOL 技术。

新建炼化项目中有 16 个项目规划了 EO/EG 装置,且主要产品以 EG 为主,EO 与 EG 产能比不足三分之一,限制了 EO 作为中间体在下游继续加工生产聚醚、醇醚以及表面活性剂的应用。

在新材料布局方面,EVA/LDPE 成为投资热点,样本中有 11 个项目规划了该装置,占乙烯下游消费结构的 8%,技术上主要采用 Basell 管式法工艺,产品定位聚焦于光伏胶膜、高端发泡材料等高速增长的高端应用领域。有 5 个项目规划了超 5 万 t/a 规模的 α -烯烃装置,作为高端聚乙烯的重要共聚单体,有助于提高项目内聚乙烯产品的附加值。天津南港、镇海二期及万华化学二期共规划了 70 万 t/a 的 POE 产能,标志着国内企业正加速突破海外技术壁垒,以期填补汽车轻量化、光伏封装等领域的巨大需求缺口。

3.2 丙烯下游产品路线

新建炼化项目中,PP 仍是丙烯下游的主要产品,占丙烯消费结构的 69%,26 个项目中有 22 个项目均规划了不同规模的聚丙烯。

有 8 个项目规划了 PO 产品,其中共氧化法 PO/SM 装置占到主导地位。丙烯腈作为 ABS、丙烯酰胺以及腈纶的重要原料,被 11 个炼化项目选中作

为丙烯下游的重要装置。

新材料方面,4个项目规划了苯酚丙酮和双酚A装置,其中中海油惠州三期项目和浙石化炼化一体化一期、二期项目一直规划到PC装置,PC产能共计78万t/a,占到2024年中国大陆PC产量的四分之一。有3个项目规划了共计171万t/a丙烯酸及酯产能,但只有1个项目布局了24万t/a SAP装置。

3.3 丁二烯下游产品路线

新建炼化一体化项目针对丁二烯资源的利用以 ABS 或 SBR、顺丁橡胶、丁苯橡胶为主。目前我国的炼化一体化项目对丁二烯资源的利用尚有不足, 26 个炼化项目中只有约 32% 的丁二烯在项目内得到了应用, 其余多数外卖到其他橡胶企业。

项目内丁二烯下游产品中,ABS 消耗丁二烯量最多,26 个项目中有 6 个项目规划了共计 370 万 t/a 的 ABS,约占项目内丁二烯消费量的 39%。顺丁橡胶和溶聚丁苯橡胶也是丁二烯的重要下游应用,主要服务于轮胎和改性沥青市场,分别占到了丁二烯消费量的 21%和 15%。

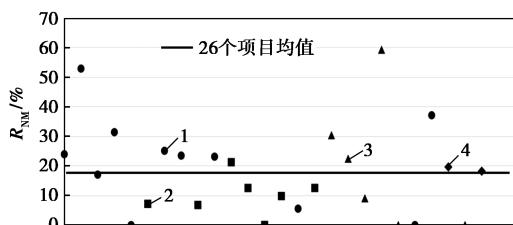
4 一体化项目化工路线评价与分类讨论

按企业性质对所选 26 个项目进行分类,其中 12 个项目为国企项目;6 个项目为民企项目;6 个项目为合资项目;2 个项目为外资独资项目。其中 11 个项目位于国家规划的七大石化产业基地。

4.1 化工路线评价

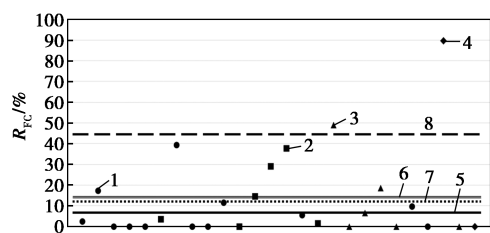
26 个化工项目中新材料产能约为 1 100 万 t/a, 约占一体化项目化工材料总出售量的 25.7%。26 个化工项目功能化学品产能约 672 万 t/a 年, 约占一体化项目化学品总产能的 16.6%。

不同企业从属的炼化一体化项目新材料生产比率均值差别不大, 26 个项目新材料产品生产比率见图 4, 均值约为 18.0%。功能化学品生产比率相差较大, 表现为外资项目 > 合资项目 ≈ 民企项目 > 国企项目。功能化学品生产比率低于 10% 的项目有 17 个, 占总项目数的 65.4%, 其中国有企业项目 9 个, 详见图 5。



1—国企项目; 2—合资项目; 3—民企项目; 4—外资项目

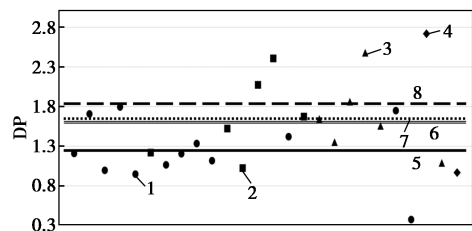
图 4 26 个项目新材料产品生产比率图



1—国企项目; 2—合资项目; 3—民企项目; 4—外资项目
5—国企项目均值; 6—合资项目均值; 7—民企项目项目均值;
8—外资项目均值

图 5 26 个项目功能化学品生产比率图

“三烯”加工深度方面, 外资项目 > 民企项目 ≈ 合资项目 > 国企项目。国有企业项目“三烯”加工深度较低与其大量布局聚烯烃的产品结构和 EO/PO 下游产品产业链延伸不足有关, 详见图 6。



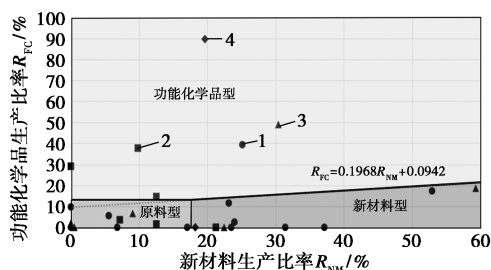
1—国企项目; 2—合资项目; 3—民企项目; 4—外资项目
5—国企项目均值; 6—合资项目均值; 7—民企项目项目均值;
8—外资项目均值

图 6 各项目“三烯”加工深度图

4.2 项目分类

将项目按如下规则分类: 新材料生产比率、功能化学品生产比率均不足平均值的项目定义为原料型; 将新材料生产比率高于平均值、功能化学品生产比率低于拟合曲线的项目定义为新材料型; 将功能化学品生产率处于拟合曲线之上且功能化学品生产率大于平均值的项目定义为功能化学品型。

按此规则, 26 个炼化项目可分为原料型项目 10 个, 新材料型项目 10 个, 功能化学品型项目 6 个, 项目分类情况见图 7。国企项目中新材料型占比达到 50%, 功能化学品型项目中合资加外资项目占比达到 66.7%, 体现了不同从属项目在选择化工产品路线时的侧重方向。



1—国企项目; 2—合资项目; 3—民企项目; 4—外资项目

图 7 26 个炼化项目化工路线分类情况

4.3 不同所有制企业炼化一体化化工路线特点分析

4.3.1 民营企业

民营企业的布局逻辑核心是“逆向整合”与“效率驱动”。它们凭借在下游市场积累的资本、技术和客户资源, 向上游核心原料环节拓展, 核心目标是保障关键原料供应、稳定成本并最大化产业链的协同效率。

以恒力石化为代表。恒力石化构建了完整的“原油—芳烃—PTA—聚酯—纺织材料”全产业链, 其下游布局高度聚焦于涤纶产业链, 旨在实现对从“一滴油”到“一根丝”所有环节的掌控^[12]。恒力石化在大规模生产 PTA 和聚酯的同时, 也向高性能工业丝、可降解塑料等领域延伸。

4.3.2 国有企业

国有炼化企业一体化项目以“三桶油”体系下的项目为代表, 布局深受国家战略与区域发展需求影响, 体现出“保障基础、稳健升级”的特点。化工产品组合以基础聚烯烃为核心, 多辅以 EO、PO、EVA、ABS 及橡胶等产品, 在新材料领域布局相对稳健, 对于 EO、PO 下游产品介入较少, 多以原材料进行外供园区。技术来源多采用国内自主技术, 确保

产业链安全可控。

镇海炼化作为国有炼化企业的标杆,重塑了行业对传统国企的印象。其拥有 220 万 t/a 乙烯能力,在新材料领域布局了丙烯腈-蛋氨酸联合装置和苯酚丙酮-双酚 A 链条,40 万 t/a 丙烯腈装置服务于 ABS 树脂和碳纤维产业链;65 万 t/a 苯酚丙酮和 24 万 t/a 双酚 A 装置,为后续聚碳酸酯生产奠定原料基础。在产业链延伸方向上着力构建“炼油-丙烷脱氢-丙烯-丙烯腈-ABS/蛋氨酸”“炼油-液化气-异壬醇-环保型增塑剂”等多条精细化、高附加值特色产业链。

4.3.3 合资企业

合资炼化项目的核心优势在于优势互补,凭借其独特的“资源+市场+技术”合作模式,成为推动产业高质量发展的重要力量。它们融合了各方的优势,大陆企业通常贡献出其对本地市场的深刻理解、稳定的渠道、强大的工程建设能力。外资/台资企业则带来尖端的技术、丰富的全球运营经验,有时还包括稳定的原油供应。

合资项目的目标一般是提升国内高端化工品的自给率,共同开发快速增长的中国市场。因此,合资项目的产品规划往往不是追求单一产业链的纵向延伸,而是倾向于打造多元化、高附加值的产品组合,以规避大宗通用产品的激烈竞争。

中海壳牌惠州乙烯三期项目堪称壳牌全球技术的展示窗,在包括 160 万 t/a 乙烯裂解装置在内的 16 套下游装置中,有 7 套采用壳牌专有技术,其中 4 套装置的工艺技术系国内首次引进,依托这些尖端技术,项目将规模化生产茂金属聚乙烯、 α -烯烃及聚 α -烯烃等长期依赖进口的高端化工产品。此外,中海壳牌规划的 SMPO/POD 项目也将采用壳牌专有技术生产聚醚多元醇及聚合物多元醇。正在建设的聚碳酸酯项目将实现壳牌专有生产技术的全球首次工业化落地。

4.3.4 外资企业

外资巨头在中国炼化一体化项目的市场竞争力,很大程度上根植于其强大的专有技术,外资企业在关键装置上系统性地应用自有核心技术,以此构建技术壁垒。

以巴斯夫湛江一体化项目和中海壳牌惠州一体化项目为代表,外资企业不追求全产业链覆盖,而是依托母公司独家核心技术,深耕高附加值领域。巴斯夫湛江基地几乎在所有核心装置上都应用了自有技术,其核心的 100 万 t/a 蒸汽裂解装置采用智能

裂解炉加四机电驱技术,此举可以大幅降低项目总体碳排放,已提前投产的丙烯酸及酯装置应用了巴斯夫的尖端技术,以确保产品的高品质。

4.4 对标国际顶尖项目

沙特 Sadara 项目是世界化工项目的标杆^[13]。该项目是沙特阿美与陶氏的合资项目,位于沙特朱拜勒工业城。项目投资 200 亿美元,一次性建设 26 套化工装置(工艺路线见图 8、主要产品及产能见表 1),是当时一次性投资最大的炼化项目,产品覆盖消费品、能源、运输、包装、电子和家具等行业。

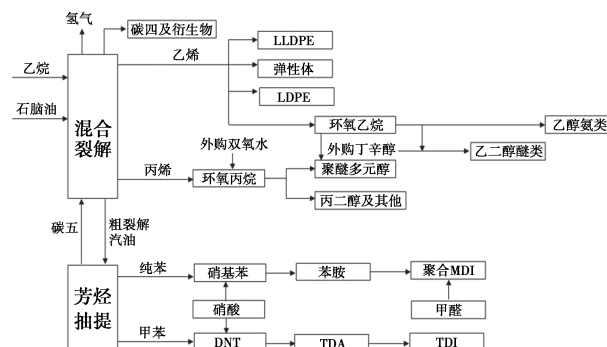


图 8 Sadara 项目化工路线

表 1 Sadara 项目主要装置及产能 万 t/a

资产组	主要产品	产能
烯烃	乙烯	150
	丙烯	40
	苯	28
	甲苯	13.4
	LLDPE	37.5×2
	LDPE	35
	聚烯烃弹性体(茂金属催化剂)	22
化工品 I	聚烯烃弹性体(Z-N 催化剂)	25
	盐水	—
	氯碱	11.5
	盐酸制氯气	45.8
化工品 II	硝酸	40
	一硝基苯	41.6
	苯胺	31.6
	二硝基甲苯(DNT)	25
	TDA(甲苯二胺)	15.3
	TDI(甲苯二异氰酸酯)	20
	甲醛(福尔马林)	13.2
	PMDI(聚合 MDI)	40
化工品 III	EO(环氧乙烷)	36
	EOA/EA(乙二醇醚/乙醇胺)	20.8
	BGE(丁二醇醚)	20
	PO(环氧丙烷)	39
	PG(丙二醇)	7
	多元醇	40

Sadara 项目在产品选择上追求极致的多元化与高端化,该项目 R_{NW} 约为 28.5%; R_{FC} 约为 43.5%。

大部分产品如异氰酸酯、乙二醇醚、胺和多元醇的可替代性弱,拥有较强的抗周期能力。该项目乙烯装置原料采用乙烷与石脑油,既利用了乙烷的成本优势,又通过石脑油获得了充足的丙烯和芳烃资源,为下游庞大的精细化产业链提供了原料保障。

在原料结构方面,国内炼化企业正在着力构建多元化供给格局。在以石脑油为主要原料的基础上,部分先行项目已开始布局轻质化路线:例如,万华化学乙烯项目拟采用乙烷替代丙烷进行裂解,浙石化则配套了 60 万 t/a PDH 装置。这种原料多元化策略有助于提升项目抗风险能力和成本竞争力。

通过对比可见,中国炼化企业中的民营力量,在产业链整合效率与市场反应速度上已展现出独特优势。然而,在化工下游布局的广度、深度和技术尖端性上,与国际顶级项目仍存在差距。国际化工巨头凭借其技术储备,在更广阔的专用化学品领域构建了难以撼动的竞争优势。因此,中国企业的未来发展,必须从“追逐热门产品”转向“构建技术平台”,方能在全球化工产业链的竞争中占据更有利的位置。

5 结论与展望

我国炼化企业已成功完成了转型升级的第一步——即通过大型化、一体化项目实现从“炼油”到“化工”的跨越。下一阶段的竞争,将从“化工”到“高端化学品与新材料”的攀登。

从物质流分析的角度看,我国炼化企业在乙烯、丙烯、丁二烯下游产业链的布局已形成一定规模,但仍存在以下问题。

(1)结构性矛盾依然存在,表现为乙烯下游的“高端技术依赖”、丙烯下游的“低端产品产能过剩,缺少高附加值的产能利用手段”以及丁二烯下游的“资源利用低效与价值链缺失”^[14-15]。产品结构偏向大宗化,高端化、差异化不足。产能规划高度集中在 PE、PP、EG 等大宗通用料领域,面临潜在的产能过剩和激烈价格战风险。在高技术壁垒的“小众”特种化学品领域布局较少,规模偏小^[16]。

(2)与国际顶尖项目存在一定差距,与 Sadara 项目相比,国内项目在产品体系的广度、技术原创的深度,以及产业链协同的复杂度上存在系统性差距。

(3)新材料发展作为转型升级的重要方向,已在国内项目中得到一定体现,但国内项目多集中于有限的几条热门赛道(如 EVA、POE、PC),易导致过剩风险。

(4)核心技术“卡脖子”问题依然存在,在高端

聚烯烃催化剂、己二腈、高性能弹性体等顶尖材料领域,仍严重依赖技术引进。

针对上述问题提出以下建议:

(1)加强技术创新,突破关键材料的技术壁垒,重点攻关 POE、己二腈、高端碳材料、特种树脂等“卡脖子”技术,实现从“引进消化吸收”到“自主创新”的转变。

(2)优化产品结构,科学布局新建或改扩建乙烯项目,避免乙烯下游产品同质化。在终端产品选择上,重点发展对外依存度比较高的产品,提高高端聚烯烃产品国内自给率^[17]。采用“基础+高端化+多元化”的产品路线,在保障大宗原料的基础上,借鉴 Sadara 和巴斯夫的模式,提高新材料和高端化学品的比例,实现从“大规模”到“精而强”的转变^[18]。

(3)优化原料结构,积极获取和利用海外轻质资源(如乙烷、丙烷)。大力发展原油直接制化学品(COTC)等新兴技术^[19]。关注并布局生物质、塑料回收等绿色原料路径^[20]。

(4)行业与政府应鼓励通过园区化实现跨企业的物料互供与协同循环,提升资源利用效率,通过布局可降解塑料、“己二腈-己二胺-尼龙 66”等产业解决丁二烯资源无法在炼化项目内得到高附加值利用的问题。同时,在产业政策上,应引导资本投向真正具有技术壁垒的新材料领域,避免在有限赛道内的重复建设与低效内卷。

总体而言,民营企业需从规模效率转向技术引领,中央企业需从稳健发展转向创新突破,外资企业则需深化本土化战略与全球技术资源的协同。我国的炼化企业正处在转型升级的关键时期,前路充满挑战,但也蕴藏着巨大机遇。只有把握趋势、勇于创新、开放合作,才能在新一轮全球化工竞争中立于不败之地。

参考文献

- [1] 庞广廉.我国石油和化工产业的绿色低碳生态化与高质量发展[J].生态产业科学与磷氮工程,2025,40(12):1-7.
- [2] 张晨,柯晓明.炼化产业发展定位与公司战略的再思考[J].石油石化绿色低碳,2025,10(6):7-13.
- [3] 李军,曹建军.“双碳”目标下我国炼化产业发展趋势[J].当代石油石化,2025,33(5):1-5.
- [4] 中国石化集团经济技术研究院.中国能源展望 2060[R].北京:中国石化集团经济技术研究院,2023.
- [5] 孔劲媛,高鲁营,张虹雨,等.中国成品油市场 2024 年回顾与 2025 年展望[J].国际石油经济,2025,33(3):67-74,93.
- [6] 徐海丰,方晨,李昀霏,等.全球炼化行业发展最新态势及前景展望[J].国际石油经济,2025,33(10):15-23.
- [7] 涂仁福,梁永图,付广涛,等.中国成品油市场现状及物流发展趋势[J].油气与新能源,2025,37(5):107-117.

(下转第 16 页)

化物层或氟化物包覆掺杂硫化物固体电解质(CN116344926B):以 P 位和 S 位元素掺杂的硫化物固体电解质为核心,表面包覆惰性氧化物层或氟化物层,能够在保证较高的湿空气稳定性的同时,兼具高锂离子电导率,保留了原始硫化物固体电解质的优良性能。

此外,日本申请人近年来的技术发展动态也值得特别关注,如丰田自动车株式会社申请的高离子传导率硫化物固体电解质的专利(CN116154272A):将原料组合物通过非晶化工序和加热工序后,制备的电解质含有 Li 元素、Sn 元素、P 元素和 S 元素的 LGPS 型晶相,并通过 XRD 检测证实为具有单相的硫化物固体电解质,避免了杂质成分对离子传导率产生影响,得到的电解质离子传导率(25℃)达到 5.0 mS/cm 以上。

4 结论与建议

随着现代储能电池和动力电池对于安全性能的要求越来越高,推进固态电池产业化应用成为未来发展的重要趋势。硫化物固态电解质因其较高的离子电导率、机械柔韧性等优点成为关注的焦点。但由于存在界面阻抗高、空气稳定性差等挑战,研究者们采用提升制造工艺、制备复合电解质、掺杂和包覆等手段来提升电解质的电导率和稳定性。目前相关专利技术以企业为主导,接近八成的专利为企业所申请,反映出硫化物电解质已受到企业的广泛关注,孚能科技、恩捷股份等均宣布正在进行硫化物全固态电池批量生产^[5-6],预计未来将有更多企业投入到相关的研究中来,技术更新和产业化进程在政策推动、市场需求和产业升级协同作用下,将会迎来突飞猛进的发展。

针对以上现状和趋势,提出以下建议。

(1) 尽早谋划,抢占先机。硫化物基固态电池已成为产业化的重点方向,技术突破将成企业立身之本,企业应积极关注当前技术热点,如高纯度、小粒径硫化物固态电解质,硫化物/聚合物或硫化物/氧化物复合固态电解质,以及掺杂、包覆等改性手段等,结合自身情况加快调整布局策略。

(2) 国内企业应做好日本、韩国等外国企业的技术监测,加强基础技术的研发投入,将相关核心技术牢牢掌握在本土创新主体手中。

(3) 重视知识产权保护,通过专利导航、专利技术定向研发、专利挖掘与布局、专利组合构建等路径提升高价值专利培育能力,加强硫化物固态电解质技术核心竞争力,推动我国固态电池产业高质量创新发展。

参考文献

- [1] Deng Z K, Chen S M, Yang K, et al. Tailoring interfacial structures to regulate carrier transport in solid-state batteries[J]. *Advanced Materials*, 2024, 36(38): e2407923.
- [2] 工业和信息化部等六部门关于推动能源电子产业发展的指导意见[EB/OL]. (2023-01-17). https://wap.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/yj/art/2023/art_5fe76c58f263450ebc92c903427a6d12.html.
- [3] 关于印发《“十四五”新型储能发展实施方案》的通知[EB/OL]. (2022-03-21). https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202203/t20220321_1319773.html.
- [4] Qi X, Wu M, Li D B, et al. Scalable dual-interface engineering for high ionic conductive, mechanical robust sulfide membranes in high-energy all-solid-state Li-metal batteries[J]. *Adv. Energy Mater.*, 2025, 202503914.
- [5] 孚能科技年底交付第一代全固态电池, 能量密度 400 Wh/kg [EB/OL]. (2025-09-17). <https://cj.sina.com.cn/articles/view/1826017320/6cd6d02804001h16u>.
- [6] 国产固态电解质产能提升, 技术突破加速, 行业竞争格局变化 [EB/OL]. (2025-09-23). <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1844001579896648973&wfr=spider&for=pc>.
- [7] 谢建斌. Sadara 石化-全球一次性投资最大的石化项目[R]. 上海: 申万宏源研究院, 2018.
- [8] 工业和信息化部, 国家发展和改革委员会, 科学技术部, 生态环境部, 应急管理部, 国家能源局. 关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见[Z]. 中华人民共和国国务院公报, 2022(17): 58-62.
- [9] 国家发展和改革委员会. 产业结构调整指导目录: 2024 年本[Z]. 中华人民共和国国务院公报, 2024(7): 7-77.
- [10] 姜鹏. 推动中国石油炼化企业转型升级的策略思考[J]. 北京石油管理干部学院学报, 2023, 30(6): 32-38.
- [11] 工业和信息化部、国家发展和改革委员会、财政部, 等. 精细化工产业创新发展实施方案(2024—2027 年)[Z/OL]. (2024-07-02) [2025-12-13]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202407/content_6962816.html.
- [12] 李涛. 恒力石化炼化一体化项目装置技术分析[J]. 石油化工技术与经济, 2023, 39(4): 10-16.
- [13] 谢建斌. Sadara 石化-全球一次性投资最大的石化项目[R]. 上海: 申万宏源研究院, 2018.
- [14] 李文学, 韩东, 杨卫兰. 中国丙烯及下游产品发展回顾及展望[J]. 现代化工, 2024, 44(5): 11-14.
- [15] 董雁春. 我国乙烯产业链发展现状及对策建议[J]. 现代化工, 2025, 45(1): 1-6.
- [16] 张海桐, 赵文明, 白雪松, 等. 石油化工行业结构性过剩化解方案建议[J]. 化学工业, 2022, 40(1): 36-45.
- [17] 门秀杰, 张轩钰, 张胜军, 等. 我国炼化产业发展形势分析及未来发展策略[J]. 现代化工, 2025, 45(9): 7-11.
- [18] 戴厚良, 陈建峰, 袁晴棠, 等. 我国化工石化产业绿色低碳转型发展研究[J]. 中国工程科学, 2024, 26(6): 223-232.
- [19] 孙世源, 王龙延, 靳长友, 等. 原油直接裂解制化学品技术开发[J]. 现代化工, 2022, 42(10): 232-236.
- [20] 张金庆, 吕行, 徐英志, 等. 废塑料化学回收现状及研究进展[J/OL]. 化工进展, 2026[2026-06-16].