

· 联合资助方经验交流 ·

石油化工领域联合基金(中国石化)项目实施成效与展望

林源*

中国石油化工集团有限公司 科技部, 100728

[摘要] 多年来,中国石油化工集团有限公司在国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)指导下设立联合基金。本文从自然科学基金资助与管理的角度,对联合基金的管理实施工作进行回顾,梳理了近年来联合基金资助项目取得的成效,对下一步工作进行了展望。

[关键词] 石油化工;联合基金;实施成效;展望

中国石油化工集团有限公司(以下简称“中国石化”)在国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)指导下,参与设立了石油化工领域的联合基金,共同资助了一批基础研究项目,取得了良好成效。



林源 中国石油化工集团有限公司科技部计划室副经理,高级工程师。主要从事石油化工领域科研项目,科技规划、计划编制,研发平台建设等工作。

1 设立联合基金基本情况

多年来,中国石化围绕关键核心技术、基础理论认识,紧密结合自然科学基金委持续深化联合基金管理改革精神,积极探索联合基金的合作方式,加强顶层设计,完善多元投入机制,建立了统一的经费使用、指南发布、项目评审和项目管理机制^[1]。通过对相关领域基础研究项目的支持,中国石化已在石油化工催化、油气资源勘探等技术领域取得了创新突破,为石油石化行业发展提供了扎实的理论认识和关键技术支撑。回顾联合基金探索和发展路径,主要分为三个阶段。

1.1 探索共同资助基础研究项目(阶段一)

20世纪90年代,中国石化与自然科学基金委共同资助基础研究项目,为相关技术的创新发展奠定了基础。“九五”期间,资助了“环境友好石油化工催化化学和反应工程”等项目;“十五”期间,资助了“环境友好生产己内酰胺中关键技术创新与基础研究”等项目。

1.2 规范实施石油化工联合基金(阶段二)

2006年,中国石化与自然科学基金委共同设立了“石油化工联合基金”。资助了“南方海相油气成

藏条件基础研究”“己内酰胺自主创新技术的导向性基础研究”“制备低碳烯烃催化化学及反应工程关键科学问题的基础研究”“生物柴油化工利用创新的科学基础”“聚烯烃树脂结构表征及重要问题的基础研究”等项目。2014年,中国石化与自然科学基金委设立了“石油化工联合基金项目(二期)”,主要资助重点支持项目。2014年,围绕重油加工的分子谱学、重油加工的高效催化材料、绿色制氢技术的科学基础、甲烷碳氢键活化及其优化利用、微通道反应器技术、纳米催化材料及碳基催化材料开发与应用等,资助了10个项目的研究。2015年,围绕页岩油气富集机理与勘探开发、碳酸盐岩层系油气富集机理与勘探开发、超低渗透油气藏开发理论与关键技术等,资助了10个项目的研究。2016年,围绕劣质油加工、二氧化碳资源化利用、新型催化材料、高性能合成树脂新材料、高性能碳纤维技术、生物基单体及材料、制氢技术、柔性有机光电转换材料、燃料电池技术、石化污染物处理及资源化等,资助了10个项目的研究。

1.3 参与建立企业创新发展联合基金(阶段三)

2018年,中国石化作为首批三家中央企业之一

加入企业创新发展联合基金,针对石油石化产业发展的重大需求,集聚全国科技资源,重点围绕油气勘探开发、炼油、化工、新材料、新能源、绿色低碳等领域,开展基础研究和应用基础研究,项目类型以集成项目和重点支持项目为主。

2 近年资助项目主要成果

石油化工领域联合基金通过探索、实施到规范化推广,逐步形成中国石化与相关高校、科研院所深化合作的开放平台。通过设立石油化工联合基金,参与企业创新发展联合基金,在油气勘探开发、炼油、化工、环保等领域取得了一系列研究成果,为相关领域技术发展提供了有效支撑。

2.1 复杂海相页岩油气勘探基础研究

在理论认识方面,开展古生界页岩含气性原生有机质控制作用研究,明确了页岩气单层吸附机理,初步获取了龙马溪组页岩中气—水赋存空间特征^[2, 3]。在基础应用方面,开展了古生界页岩气与相同成因常规天然气地球化学特征差异研究,建立了利用穿透曲线法研究页岩气吸附解吸的在线分析仪器,为下一步页岩吸附解吸过程中的气体地球化学分析奠定了基础。建立了一种新的弹性参数反演方法,密度参数反演精度明显提高。形成的裂缝多尺度综合预测软件系统,取得较好应用效果^[4]。利用多尺度成像技术,系统描述了页岩基质各尺度的孔隙特征。进行了页岩微观力学性质研究,建立了从微观到宏观的升尺度流程。开展了纳米孔内烃分子的动力学模拟,已进行了单组分分子模拟,多组分烃类相变的模拟正在进行中。

2.2 难采稠油多元热复合高效开发基础研究^[5, 6]

针对国内不同类型难采稠油,开展了稠油—多元复合体系微观可视化物理模拟实验,分析了乳状液的运移特征。确定了具有代表性的试验靶区,并开展了试验区精细地质研究、适合热复合方法的耐高温化学剂筛选等。该项目将从机理上,揭示多孔介质中稠油的赋存状态和启动力学机制、多元热复合体系相互作用特征、非等温多相流体渗流规律,形成难采稠油多元热复合高效开发理论;在技术领域,形成孔隙介质内稠油赋存状态观测技术与表征方法、多元热复合开发物理模拟和数值模拟技术,构建不同类型难采稠油多元热复合体系,建成典型难采稠油矿场试验区,形成难采稠油多元热复合开发流程、规范和高效开发模式。通过从基础理论到矿场试验应用的一体化研究,实现难采稠油高效开发和大幅度提高采收率,引领我国稠油资源开发技术方向。

2.3 重油加工的新型多级孔催化材料创制和应用

通过研究,先后解决了核壳 Al-SBA-15/Y 复合材料构筑存在的两大技术难点,一是 Y 分子筛耐酸性较差,在强酸性环境中,骨架容易脱铝,甚至晶体结构崩塌,进而影响其酸催化行为;二是在组装过程中,容易单独形成介孔氧化硅 SBA-15 材料^[7]。采用 SBA-15/Y 复合分子筛为主要酸性组分成功研制出 FC-38 加氢裂化催化剂,对 SBA-15/Y 复合分子筛和 FC-38 催化剂进行工业级放大生产,产品质量稳定。FC-38 催化剂在加氢裂化装置首次工业应用,装置一次开车成功,运行平稳,催化剂表现了较好的加氢裂化活性。加氢裂化产品性质较好,可直接生产优质 3# 喷气燃料,加氢裂化尾油可作为优质的润滑油基础油原料或催化裂化原料^[8]。

2.4 新型烃类化学链制氢工艺的基础研究

通过研究,针对化学链过程时空收率低的问题,提出金属氧化物结构调控新思路,通过表面反应催化和体相离子掺杂,实现氧载体氧化还原反应性能大幅提升,形成氧载体理性设计和系统表征方法^[9]。提出化学链丙烷脱氢工艺,通过晶格氧物种的精准调控,实现可控氧化脱氢,推动金属氧化物催化剂和配套反应—再生工艺开发^[10]。拓展化学链在吸收增强式重整和气化等领域的应用,建立反应系统和流程模型,实现反应与分离过程集成优化,为化学链制氢过程强化提供基础理论与工艺放大指导。借助在烃类化学链制氢工艺方面取得的成果和认识,将该反应新工艺应用于丙烷氧化脱氢反应中,既显著提升了丙烷的转化率,又降低了反应过程能耗,开辟了丙烷脱氢制丙烯的反应新工艺。

2.5 酚酮高值联产绿色成套工艺的基础研究

针对苯加氢烷基化制备环己基苯过程存在的选择性差、副产物多的重大技术难题,研究开发了负载纳米 Ni 的杂多酸(Ni/NiAl-MMO)、负载 Ru 的层状双金属氢氧化物(LDH)复合 MCM-22、负载 Ru 的层状 MCM-22(SRZ-21)。通过对三种催化剂的筛选和改进,发现 Ru/SRZ-21 催化剂具有很高的介孔体积和明显的强酸中心,金属颗粒尺寸分布较为均一,有利于大分子产物的生成和加氢以及烷基化反应的进行^[11]。完成了环己基苯氧化催化剂的开发和反应工艺的优化,开展了环己基苯氧化液酸分解催化剂和反应工艺开发。采用苯加氢烷基化工艺制备的环己基苯和二环己基苯^[12],可用于制备高性能高温导热油,将与相关企业联合建立高温导热油合成工业应用装置。利用企业现有苯资源进行产品线延伸,极大地提升产品附加值,完善充实高温合成导热油产品线,实现高端合成材料在“新能源”等领域的拓展应用。

3 联合基金主要效果

持续开展基础研究是提高原始创新能力、引领产业未来发展的重要手段。通过与自然科学基金委开展合作,共同资助基础研究项目,有助于加快提升中国石化原始创新能力,是强化开放创新、支撑当前研究、引领未来发展的重要举措。

3.1 有助于强化产学研合作

与自然科学基金委合作,有助于推动产学研结合。企业与高等院校、科研院所双方在共同关心的领域或方向上凝练基础科学问题,能够加快基础研究成果的产业化进程,解决企业生产实际中遇到的关键科学问题,有目标地为企业提供基础理论支撑和技术储备,提高企业自主创新能力,增强企业发展后劲。借助自然科学基金委的基础科学研究平台,有助于充分发挥高等院校和科研院所的理论研究、前瞻性研究、基础研究和人才资源优势,发挥中国石化的应用基础研究、技术研发和工程转化优势,以项目为纽带,深化产学研合作,进一步强化基础研究工作的目标导向。

3.2 有助于提高研发速度和水平

当前新一轮科技革命和产业变革突飞猛进,科学研究范式正在发生深刻变革,学科交叉融合不断发展,科学技术和经济社会发展加速渗透融合^[13]。企业人力物力有限,注重应用性技术开发较多,前瞻性基础性研究偏少,原始性创新偏少。多年来,国外主要能源化工公司都非常重视基础理论研究及其在产业发展中的作用,纷纷设立各种基金,借助高等院校和科研机构的力量加快推进基础理论研究。通过设立联合基金,大力推进前瞻性基础性研究,能够为企业未来产业发展奠定有力的理论和技术基础。通过与自然科学基金委合作,共同资助基础研究项目,利用高等院校和科研院所的人才、装备及理论优势,实施协同创新和开放创新,能够有效拓展企业研究领域,激发研究人员的创新思维,提升攻关速度和水平,加快实现重大原创性突破。

3.3 有助于培养高层次人才

企业在多年的产业发展过程中,培养和积累了一大批工程技术型人才,但是在前瞻性基础性研究领域人才紧缺,不足以满足企业快速发展对前沿技术领域人才的需求。自然科学基金鼓励学科交叉,鼓励参加项目的人员交叉协作和多单位交流合作,从而使研究人员在参与项目的过程中,经常接受项目组成员多方位、跨专业的指导,扩大了知识面,开阔了思路,有利于提升研究人员的综合能力和战略思维。通过实施基金项目,特别是借助高等院校的师资力量,有助于培养前沿技术领域的专业人才,为

企业打造产业发展优势、引领未来产业发展持续提供有力的人才支撑。

3.4 有助于提升企业软实力

科学基金资助着眼于学术发展的前沿领域,鼓励科研人员的创新思想,学科间相互渗透、联合,不断开辟新的研究领域。在联合基金的支持下,企业与高等院校及科研机构中一些学术思想活跃的科研人员,从多个研究课题集中于一个研究方向,有可能发展成为特色专业,并逐步形成专门的知识和技术平台,形成企业特有的软实力。企业与自然科学基金委设立联合基金,能够有力促进知识创新与技术创新的全面结合,促进产业界和学术界的结合,企业在基金项目研究过程中,积累前沿领域技术基础,培养前沿领域创新人才,形成开放式创新平台,在提升研究水平的同时,能够有效提升在学术界的影响力,增强企业软实力。

3.5 有助于形成符合市场规律的科研运行机制

“宏观引导、自主申请、平等竞争、同行评审、择优支持”是科学基金的基本特点,科学基金的设立,引入了竞争机制,体现了一定程度的开放性,也促进了按照市场规律运行的科研管理机制。科研人员及时了解国内外研究动态,抓住学科发展前沿的重要科学问题,提出新的学术思想,组织高水平的研究团队,使科研人员的竞争意识、创新意识得到有效提升。与自然科学基金委合作,能够为高水平科技人才提供同等的竞争机会和广阔的活动空间,科学基金的竞争机制,也能够有效激发受资助单位和人员的责任感、荣誉感,鼓励科研人员的积极性、创造性和钻研精神,加快出成果、出人才的步伐。

3.6 有助于强化企业技术创新主体地位

面对国内外环境发生的深刻复杂变化,积极推动科学研究向高精尖发展,加快基础研究和应用基础研究成果转化,打通产学研用通道,都需要夯实企业创新主体地位,推动创新要素向企业集聚,促进产学研深度融合。当前,能源化工行业所面临的基础理论科学问题越来越多,并成为制约企业发展的重要因素。通过与自然科学基金委合作,加大基础研究工作力度,从企业生产经营实际中凝练科学问题,提升原始创新能力,引领未来产业发展,能够有效强化企业技术创新主体地位,推动国家创新体系建设,依托企业打造国家战略科技力量,为保障产业链供应链安全稳定提供有力支撑。

4 总结与展望

习近平总书记强调,国家实验室、国家科研机构、高水平研究型大学、科技领军企业都是国家战略

科技力量的重要组成部分,要自觉履行高水平科技自立自强的使命担当^[13]。进入新发展阶段,无论是应对国际经济科技竞争格局的深刻变革,还是催生发展新动能、推动高质量发展,都需要我们进一步强化国家战略科技力量,为推动高质量发展、构建新发展格局提供更有力的保障。石油石化领域联合基金项目作为政企结合的基础研究机制,在石油石化领域发挥了重要作用。要想进一步做好该项工作,需要注意以下几个方面。一是加强顶层设计。新一轮科技革命和产业变革加速演进,要抓住机遇、应对挑战,就必须准确把握发展大势,努力抢占科技创新战略制高点,将主动权牢牢握在自己手中。要充分发挥国家作为重大科技创新组织者,发挥企业出题者和操作者作用,坚持战略性需求导向,确定科技创新方向和重点,着力解决制约国家发展和安全的重大难题,打造面向未来的发展新优势。二是优化工作布局。科技创新是一项复杂的系统工程,需要调动各方力量协同发力。要更好发挥新型举国体制优势,推进科研院所、高校力量的优化配置和资源共享,发挥企业在科技创新中的主体作用,让各类创新主体进一步释放创新潜能。要积极制定实施基础研究十年行动方案,重点布局一批基础学科研究中心,支持有条件的地方建设国际和区域科技创新中心,支持有条件的企业建设国家级研发平台,为破解“卡脖子”问题夯实根基。三是深化科技改革。打破瓶颈制约,必须持续深化科技体制改革,完善激励机制和科技评价机制,落实好攻关任务“揭榜挂帅”“赛马”等机制,充分调动科研人员的积极性和创造性。要营造良好氛围,引导科研人员专心致志、扎实进取,充分激发人才创新活力。要加快国内人才培养,

使更多青年优秀人才脱颖而出,造就更多国际一流的科技领军人才和创新团队。

参 考 文 献

- [1] 李静海. 深化科学基金改革推动基础研究高质量发展. 中国科学基金, 2020, 34(5): 529—532.
- [2] 金之钧, 胡宗全, 高波, 等. 川东南地区五峰组—龙马溪组页岩气富集与高产控制因素. 地学前缘, 2016, 23(1): 1—10.
- [3] 何治亮, 聂海宽, 张钰莹. 四川盆地及其周缘奥陶系五峰组—志留系龙马溪组页岩气富集主控因素分析. 地学前缘, 2016, 23(2): 8—17.
- [4] 商晓飞, 龙胜祥, 段太忠. 页岩气藏裂缝表征与建模技术应用现状及发展趋势. 天然气地球科学, 2021, 32(2): 215—232.
- [5] 霍进, 吕柏林, 杨兆臣, 等. 稠油油藏多元介质复合蒸汽吞吐驱油机理研究. 特种油气藏, 2020, 139(2): 97—101.
- [6] 王长久. 稠油水平井多元复合强化热力采油机理研究. 北京: 中国石油大学, 2017.
- [7] Jia L, Sun X, Ye X, et al. Core-shell composites of USY@Mesosilica: Synthesis and application in cracking heavy molecules with high liquid yield. Microporous & Mesoporous Materials, 2013, 176: 16—24.
- [8] 郭良, 刘碧钰, 杨延飞, 等. 盐酸用量对 Al-SBA-15 介孔分子筛性质和加氢裂化性能的影响. 石油炼制与化工, 2017, 48(9): 20—26.
- [9] 曾亮, 巩金龙. 化学链重整直接制氢技术进展. 化工学报, 2015, 66(8): 2854—2862.
- [10] 郑浩, 孙朝, 曾亮, 等. 化学链技术在低碳制氢领域的研究进展. 中南大学学报(自然科学版), 2021, 52(1): 313—329.
- [11] 王闻年, 高焕新, 杨为民, 等. Y 分子筛介孔结构与酸性对苯加氢烷基化反应的影响. 化学反应工程与工艺, 2018, 34(3): 243—253.
- [12] 王闻年, 高焕新, 杨为民. Ru/Y 上金属中心结构和分布位置对苯加氢烷基化性能的影响// 中国化学会第 21 届全国分子筛学术大会会议论文集. 青岛: 中国化学会, 2021.
- [13] 习近平. 在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上的讲话. 北京: 人民出版社.

The Achievement and Outlook of Joint Fund Project Implementation in Petrochemical Industry

Lin Yuan*

Science & Technology Department, SINOPEC, Beijing 100728

Abstract China Petrochemical Corporation has established Joint Funds under the guidance of the National Natural Science Foundation of China in the past years. This article reviews the funding management of the Joint Funds from the perspective of Natural Science Foundation's implementation and management, summarizing the achievements of the Joint Fund projects in recent years.

Keywords petrochemical; Joint Funds; achievement of implementation; outlook

(责任编辑 张强)

* Corresponding Author, Email: linyuan@sinopec.com