



自主开发核心技术 让“愁油”炼制不再愁

——记国家科技进步奖一等奖项目“环烷基稠油生产高端产品技术研究开发与工业化应用”

杜诗画 黄卫国

20世纪80年代初期,交通运输、电力和航天等行业对高端特种油产品需求量迅猛增加。然而,超高压变压器油、全封闭冷冻机油、白色橡胶油等高端特种油产品的进口比例均在90%以上,亟待攻关突破。

环烷基原油性质特殊,是生产高端特种油产品的优质稀缺资源,其储量仅占世界已探明石油储量的2.2%。1984年,新疆油田环烷基稠油开发取得突破,实现环烷基原油的规模化开采。由于环烷基稠油裂解性能差,不仅难以炼,更难炼,被称为“愁油”。采用常规炼油技术加工环烷基稠油效益差,迫切需要自主开发核心技术,生产满足国防和经济建设急需的高端特种油。

在中国石油克拉玛依石化公司牵头组织下,中国石化石油化工科学研究院与中国石油润滑油分公司、石化院、新疆油田等企业开展联合攻关,经过20余年不断探索,终于攻克稠油深加工这一国际性难题,成功开发环烷基稠油生产高端产品技术。以环烷基稠油为原料生产的变压器油、冷冻机油、橡胶填充油等产品,在国内外市场上受到青睐,多项产品填补国内空白,取得了巨大的经济效益和社会效益,使我国稠油深加工技术跻身国际先进行列。

环烷基稠油生产高端产品技术包括环烷基稠油的分采分输分

项目名片

名称:环烷基稠油生产高端产品技术研究开发与工业化应用
奖项:国家科技进步奖一等奖

完成单位:中国石油克拉玛依石化分公司、中国石油化工科学研究院等单位

主要成效:该项目攻克了稠油深加工这一国际性难题,开发出环烷基稠油的分采分输分储和集中炼制加工技术、中压加氢改质生产变压器油组合工艺技术、环烷基稠油分临氢降凝催化剂及组合工艺技术、高压加氢RHW(加氢处理-临氢降凝-补充精制)工艺技术、高端特种油质量标准与生产技术,生产出系列高端产品替代进口,实现了我国稠油深加工技术从空白到国际先进的历史性跨越,取得显著经济效益和社会效益。

储和集中炼制加工技术、中压加氢改质生产变压器油组合工艺技术、环烷基稠油分临氢降凝催化剂及组合工艺技术、高压加氢RHW(加氢处理-临氢降凝-补充精制)工艺技术、高端特种油质量标准与生产技术。

加氢技术是环烷基稠油生产高端特种油产品的核心技术之一,技术研发的起点高、难度大、工艺复杂。高端特种油包括多个品种,不同油品对加氢催化剂和工艺的要求差别很大。如何控制芳烃加氢深度与蜡的脱除,生产适宜的调和组分,满足不同特种油品的性能要求,是技术开发的关键。

中科院针对环烷基稠油的特点和高端特种油的性能要求,深入分析不同加氢反应过程的化学机理,从加氢催化剂和加氢工艺

两方面进行系统研究与开发工作,创新开发满足不同特种油生产要求的加氢催化剂和工艺技术,形成中国石化具有自主知识产权的润滑油加氢技术。

此前,克拉玛依石化公司采用中科院开发的多项润滑油加氢技术,取得较好的经济效益。但由于压力低,难以得到颜色浅、芳烃含量低、氧化安定性好、黏温性能较好的环烷基润滑油,无法满足高档环烷基润滑油的质量要求。为此,中科院开发一种可加工环烷基原油各润滑油馏分、生产各种低芳环烷基润滑油基础油的高压加氢RHW技术,工艺流程灵活,对原料适应性强,在克拉玛依石化公司一次开车成功,生产出的产品质量达到国家或企业优级品标准。

进入21世纪,世界范围内润滑油加氢降凝RIW技术已在国内外6套润滑油加氢装置实现工业应用,生产出国内质量最好的环烷基基础油,取得显著经济效益和社会效益。

润滑油加氢技术取得长足进步,异构降凝技术成为润滑油加氢工艺的核心。异构降凝技术主要加工石蜡基和中间基原油以生产高黏度指数基础油,而环烷基原油较少采用异构降凝技术。为进一步提高基础油收率,在深入认识润滑油基础油异构降凝反应机理的基础上,中科院研究开发降凝活性和选择性较好的新型分子筛,考察分子筛性质对异构降凝催化剂性能的影响,开发新型润滑油异构脱蜡催化剂RIW-2,RIW-2催化剂具有较高的活性和异构选择性,润滑油基础油收率显著提高,基础油黏度指数更高,更加适用于重质润滑油基础油的降凝过程。

针对环烷基稠油加氢处理难题,在第一代加氢处理催化剂的基础上,中科院通过深入研究反应机理,强化催化剂的加氢功能和选择性开环裂化功能,使催化剂的脱硫、脱氮能力和提高黏度指数的活性得到大幅提升,为环烷基稠油的加工技术升级提供了保障。同时,为进一步提高基础油性能,中科院还开发高加氢活性的加氢补充精制催化剂,形成适合加工各种原料的润滑油异构降凝RIW(加氢处理-临氢降凝-补充精制)技术,实现了高压加氢RHW技术的升级换代。

目前,润滑油异构降凝RIW技术已在国内外6套润滑油加氢装置实现工业应用,生产出国内质量最好的环烷基基础油,取得显著经济效益和社会效益。

中科院加氢催化剂研究室原主任工程师康小洪:

环烷基稠油是国家重大工程建设的战略性工业原料,因储量少,被誉为石油中的稀土,应用面极广,其重要性不言而喻。

采用常规的老三套炼油加工技术,产品质量和社会经济效益都较差。RHW全加氢润滑油生产技术解决了利用B类稠油(相对于A类油)生产高质量润滑油基础油的难题,生产出高质量的橡胶基润滑油、光亮油及各种高品质特种油品,极大满足了国家需求,填补了国内这一领域的技术空白,为我国稠油深加工技术进步作出了重要贡献。

RHW技术采用的工艺流程总体思路正确,针对B类环烷基润滑油馏分的特点,采用加氢技术

技术改善原料的黏温性能,降低流出物的凝(倾)点,并采用加氢后精制技术,改善产品颜色和安定性。该技术对原料适应性强,解决了原料高含铁易堵塞底层造成压降上升过快的问题,解决了由于催化剂使用周期不同而难以匹配的技术难题,可以不间断生产,达到长周期稳定生产目的,大大提高了炼厂的经济效益,在环烷基润滑油加氢领域中为国内先进、国际首创。

近年来,中科院在加氢生产润滑油基础油方面不断创新,开发多种白油加氢技术、润滑油异构脱蜡技术等,并获得广泛工业应用,加氢技术在润滑油基础油生产领域大有可为。

荆门石化技术质量部经理曾金明:

中科院技术团队针对环烷基稠油特点,开发出的环烷基橡胶增塑剂生产技术,从对反应机理的认识入手,把握流程设计和催化剂性能两个关键点,在实现芳烃深度饱和的同时,维持产品的高黏度和高收率,在荆门石化应用效果良好。

荆门石化应用中科院开发的高压加氢处理/加氢精制-异构脱蜡/加氢后精制的组合成套工艺技术,建成投产润滑油高压加氢-异构脱蜡-补充加氢精制加工生产线。该生产线以中间基减压馏分为原料,可生产HVIⅡ10号润滑油基础油或内质量达到食品级标准的Ⅱ类工业白油;以环烷基稠油为原料,可生产耐黄变高档环烷基橡胶增塑剂和超高压变压器油,产品品质、收率及各项技术经济指标均优于设计目标。该技术的应用,突破了生产高端特种油必须依赖高凝低硫的石蜡基原油作为单一原料

的限制,大大拓展了原料的使用范围,节省了原料成本,真正实现了吃粗粮、产精品、增效益。

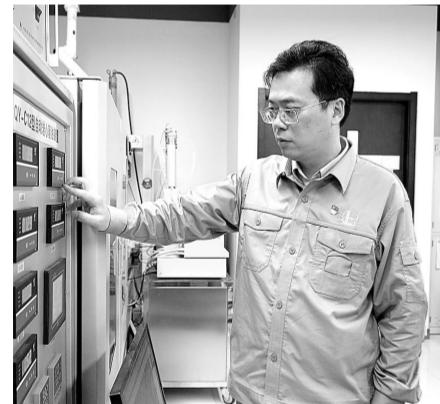
应用过程中,荆门石化与中科院通力合作、潜心攻关,通过对装置流程设计和催化剂匹配进行合理优化,创造性实现中间石蜡基和环烷基两类原料在同一套装置上以不同的反应转化模式分别生产基础油和橡胶增塑剂的新模式,极大提高了装置效能。100号高档白油、5号油墨专用白油填补了中国石化空白,全国市场占有率超过50%,并实现替代进口目标;N4010和N4006橡胶增塑剂环烷基矿物油,达到国内同类产品最高水平,结束了中国石化没有环烷油的历史;今年6月高档白油首次出口,成功打入国际市场。

今年1~9月,公司新特产品销售量比2020年同期增长8%,特色产品成为荆门石化最大的利润增长点。



为打造技术先导型公司建言献策

加强自主、集成、开放创新



观点:在自主创新方面,强化使命担当,聚焦关键技术,采用新方法手段,加快创新速度、提升创新质量。在集成创新方面,深化“应用研究-工程设计-生产应用”协同创新、集成创新,让科研成果接地气、可转化、见效益。在开放创新方面,联合高校、科学院、创新联合体,加强基础研究。

李应成

打造技术先导型公司,中国石化的突出优势是在油气开采、石油炼制、石油化工等传统领域,具有较为完善的科技创新体系和人才优势,拥有从基础研究、技术研发、工业化到市场推广的完整创新链、生态圈;主要短板是在新能源、新材料等战略新兴领域,以及关键“卡脖子”项目上,一定程度上缺乏人才支撑、技术优势、产业链优势。

针对“卡脖子”领域,集中优势资源,强化指令性创新,充分发挥总部机关及项目承担单位组织协调作用、后勤保障功能,充分发挥技术专家技术决策作用,充分调动科研人员创新创效积极性,全力推进国家战略科技任务攻关。针对传统优势领域,加快推进技术迭代升级,加强产业链、创新链融合发展,推动上下游产业、科技互促互助。针对战略新兴产业,如新能源、新材料、碳达峰碳中和等,加强成熟人才及创新团队引进,努力打造创新科技链、产业链、生态圈。针对前

沿技术领域,持之以恒加强前瞻基础研究、应用基础研究,打造原创技术策源地。

落实到工作实际,我所工作的三采用表面活性剂重点实验室、合成纤维加工应用中心、光电材料联合研发中心,涵盖从石油开采到高性能合成材料创制的多个方面,符合中国石化“一基两翼三新”产业布局。一方面要加强自主创新,另一方面要加强集成创新与开放创新。

在自主创新方面,强化科研人员自觉履行高水平科技自立自强的使命担当,聚焦关键核心技术,采用模拟计算、高通量、微通道、微流控等新方法、新手段,加快创新速度、提升创新质量。在集成创新方面,进一步深化“应用研究-工程设计-生产应用”协同创新、集成创新,确保科研成果实现从科学、技术到工业应用全链条无缝衔接,让科研成果接地气、可转化、见效益。在开放创新方面,进一步联合高校、科学院、创新联合体,加强基础研究,深入理解技术背后的科学原理。

比如,在高性能油气助剂方面,针对油气田开发重大科学与技术难题,我们首创超高活性阴阳离子表面活性剂及自适应阴阳柔性聚合物微球控副封剂,并成功应用于高含水老油田;针对特低渗油藏,首创超高活性原位微乳液降压增注表面活性剂,成功解决地下流体流动不畅的“卡脖子”技术难题。近十年来,累计创制17种油气助剂,分别应用于胜利油田、河南油田、中原油田、江苏油田、西南油气分公司及中国石油冀东油田等。通过技术创新,形成从原油到高性能油气助剂“技术创新链-专用产品链-产业链”。

在高性能合成材料方面,承担高性能碳纤维、聚酰亚胺纤维、可降解材料、医用高分子材料、光电材料等功能材料研发工作。虽然起步晚、底子薄,但大家团结进取、锐意拼搏,一批科研项目取得显著进展。中国石化重大项目——高性能碳纤维正在进入百吨级生产装置建设,预计明年投产;中国石化十条龙项目——医用高分子材料(PGA),已建成模试装置,研制的产品性能与进口产品相当;中国石化重大项目——热塑性聚乙二醇类功能膜材料,在川维化工、宁夏能化千吨级中试取得成功;战略性先进电子材料——柔性显示用PI膜,成功制备柔性显示器件,显示效果与进口产品相当;研制的薄膜PBXT生物降解专用料,已供下游客户试用。

(作者系集团公司高级专家、上海研究院副总工程师)



应用“压驱+”技术提升水驱效果

胜利油田油气井下作业中心探索应用逆向压驱、定压压驱、脉冲式压驱、防砂压驱一体化等“压驱+”技术,通过超高压快速注水,提升水驱效果。截至11月底,该中心完成41口井的压驱作业,注水107万立方米,累计增油3484吨。图为12月2日,员工安装高压注水管线,为桩123-斜5井实施压驱作业做准备。

王国章 摄 刘琦 王相华 文



研发新型乳化剂提升钻井液性能

许颖 张保

近日,中原石油工程公司技术公司钻井液工程师贾国亮为威远工区威页31-8HF井提供油基钻井液技术服务。此次使用的是中原石油工程公司自主研发的高密度油基钻井液乳化剂。该产品申请了国家发明专利,并于日前获得国家知识产权局授权。

“随着深层页岩气勘探开发步伐的加快,对高密度油基钻井液的需求日益增加,比如威远、长宁、泸州、自贡等区块。在高密度环境下,油基钻井液的流变性调

控难度大,油基钻井液对温度敏感性较强,在高温、高压的情况下,乳状液稳定性变差,油基钻井液稳定性、悬浮性受到威胁。”技术公司李晓岚博士介绍。

为研发性能更好、综合成本更低的高密度油基钻井液乳化剂,该公司成立由李晓岚和钻井院油化所研发骨干组成的攻关团队。经过一年多的室内试验和半年多的中试生产工艺调整,形成了稳定的生产工艺。

产品一经试验,便得到现场技术服务人员认可。他们称这款高密度油基钻井液乳化剂

为一体乳化剂,因为该乳化剂在分子设计方面引入兼具乳化性和润湿性的基团,相比常规乳化剂,结构中引入磺酰胺基团,提高产品抗温性能的同时,减少了产品加量,用量减少25%。该乳化剂与常用乳化剂具有良好配伍性,可单独使用,也可与其他乳化剂配合使用,有效提升了高密度油基钻井液的性能。

“一体乳化剂属石油石化系统首创,目前现场使用400余吨,在近50口井中进行了应用,应用前景良好。”技术公司钻井液分公司经理李其文说。

优化工艺实现无灰分散剂提质增产

陶炎 杨晨

11月以来,扬子石化工厂无灰分散剂装置全面采用新工艺技术,成功将原来“一日两釜”的生产模式提高至“一日三釜”,单日产能提高30%以上,实现绿色高效生产的目标。

无灰分散剂作为内燃机油的主要功能性添加剂,在高档内燃机油中得到广泛使用。扬子石化无灰分散剂装置是目前国内单釜规模最大

的润滑油添加剂、改性剂生产装置,采用中科院专利技术,具有烃化反应产物浊度低、结焦少、产品收率高等特点。

该公司在中科院的协助下,采取反向滴定的新工艺技术,先后生产T161、T151、T154三个牌号的试验性产品。生产过程中,增加取样分析频次,全面观察各阶段反应进程,持续改良生产工艺。

“采用新工艺避免了来回降温、升温的过程,可直接降低综合能耗,避免降温等待带

来的时间消耗,进一步压缩产品生产时间,提高生产效率。”该装置主任杨国保说。

在此基础上,他们持续优化无灰分散剂生产工艺,实现产品质量升级,提高装置产能,进一步降低生产能耗。

当前,随着新年渐近,润滑油已进入市场旺季,无灰分散剂作为内燃机油的主要功能性添加剂,产品需求将不断扩大。新工艺的开辟,既降低了生产成本,又进一步释放装置产能,满足了市场旺季需求,一举两得。

4000吨履带吊完成丙烯丙烷分离塔吊装

本报讯 11月25日,起运公司自有XGC88000型4000吨履带吊再次征战广西华谊钦州一体化项目,将直径10.6米、高度113.7米、吊装总重达2044吨的丙烯丙烷分离塔成功吊装就位。

该设备吊装,将4000吨履带吊式起重机能力发挥到了极致。为保证设备的顺利吊装,吊装项目部经过多次方案研究论证,制定多项预案,保证了设备安全顺利进行,体现了起运公司的强大技术实力和高超技能。

(郭高文惠 余秋江 王煜博)

废旧利用制作“降本牌”搅拌机

徐养瑞

12月1日,在中原油田濮城采油厂濮二联合站内的奎壁砌墙施工现场,采油服务项目部施工人员利用自制简易水泥搅拌机开展防护墙体修缮工作。“看着挺简易,别说还真挺好用,水泥砂浆掺混得很均匀。这自制的水泥搅拌机真是省时又省力。”施工人员马永涛说。

受前期雨季影响,该厂濮二联合站罐区防护墙体受到不同程度损坏,经过安全评估,部分墙体有倒塌隐患。“濮二联合站防护墙体安全评估不合格的部位重建修缮,需要大量水泥砂浆,没有搅拌机,只靠人工掺混,费的精力又耽搁工期。”员工李正臣犯了难。

“没有水泥搅拌机,咱就自己动手做一个。”员工孟庆海说。有了创新想法,以孟庆海、马永涛、李正臣为主的创新小组就地组建完成。根据制作所需,几人从库房的废旧物料堆里分别找出200公斤柴油机机油桶、电动三轮车传动链条、小型罗茨泵动力电机及部分废旧钢板等零部件。

根据现场施工实际,他们将这些废旧零件重新切割、拼装、焊接、组装,使之能重新“上岗”。经过现场试用,该搅拌机每小时掺混水泥砂浆两立方米,相关参数符合施工要求,大大提高了现场施工效率,为后续推进防护墙修缮施工进度提供了有力保障。