

中国石化新产品新材料推介

阅读提示

近日,神舟十九号载人飞船发射取得圆满成功。此次是我国空间站应用与发展阶段第4次载人飞行任务,也是我国载人航天工程第33次飞行任务。

茂金属聚 α -烯烃(mPAO)作为一款高端合成润滑油基础油,是航空航天领域的必需品。然而mPAO长期依赖进口,为打破技术垄断,茂名石化研发具有自主知识产权的mPAO成套技术,并建成国内首套3000吨/年mPAO装置。装置的开车成功,标志着中国石化成为全球第二家能够生产mPAO的企业。本版推出专题,带您了解mPAO高端合成润滑油基础油的国产化突破之路。

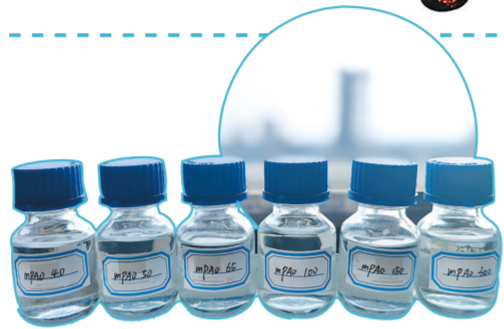
本版文图由 张亚培 钟剑锋 杨峰 张博 刘金超 祝秋萍 许玲智 李圆圆 提供

润滑油基础油 mPAO 国产化突围之路

产品名片

什么是润滑油基础油?

所有的润滑油都是由基础油和添加剂两部分构成的。顾名思义,基础油就是润滑油的基础构成和主体成分,一般占润滑油成分的70%~99%,对润滑油的性能起着决定性作用。因此,基础油的性能和品质直接决定了成品润滑油的性能和品质。润滑油基础油主要分矿物基础油、合成基础油及植物油基础油三大类。合成基础油包括PAO聚 α -烯烃合成油、聚醚合成油、烷基苯油等。



客户反馈

“我们试用茂名石化生产的mPAO产品生产风电齿轮油,经过性能测试,黏度、闪点及产品清洁度都达到要求,能为我们的运营商提供更持久耐用的润滑油,最大限度降低维护和运营成本。希望双方进一步加强合作,打开国产高端合成润滑油基础油mPAO产品市场。”——上海某化学公司

【中国石化攻关历程】

- 2016年2月,mPAO中试开发及应用项目立项。
- 2016年3月1日,茂名石化研究院实验室产出第一滴mPAO。
- 2016年4月25日,茂名石化研究院小试成功产出1000毫升mPAO。
- 2017年1月12日,小试mPAO产品指标达到国外同类产品水平。
- 2019年3月,项目通过总部小试评审,获准批复建设中试装置。
- 2020年11月,3000吨/年mPAO中试装置开工建设。
- 2021年11月30日,3000吨/年mPAO中试装置建成。
- 2022年1月1日,3000吨/年mPAO中试装置开车成功。
- 2022年9月26日,中试成功产出7吨mPAO100产品。
- 2022年10月20日,中试成功产出8吨mPAO40产品。
- 2022年11月17日,中试成功产出60吨mPAO50产品。
- 2022年12月16日,中试成功产出150吨mPAO65产品。
- 2023年6月26日,中试成功产出mPAO150产品。
- 2023年12月25日,中试成功产出mPAO300产品。

什么是PAO合成基础油?

PAO合成基础油的全称为聚 α -烯烃合成基础油,以碳八~碳十二线性 α -烯烃为原料,经齐聚、分离、加氢等较为复杂的工艺制成。PAO合成基础油是最常用的合成基础油,使用范围最广,是配制高档、专用润滑油理想的基础油,是高端领域关键润滑材料。

什么是mPAO(茂金属聚 α -烯烃)?

茂金属聚 α -烯烃(mPAO)是以茂金属催化体系催化聚合 α -烯烃得到的聚 α -烯烃合成基础油,是全新一代的润滑油合成基础油。通常情况下,传统PAO分子拥有突出的基干,从基干以无序的方式延伸出短和长的侧链。mPAO则以茂金属单活性中心作为催化剂,其独特的几何结构可得到均一的化学产品,拥有梳状结构,不存在直立的侧链。与传统的PAO相比,这种结构拥有改进的流变特性和流动特征,从而可提供更好的剪切稳定性、较低的倾点和较高的黏度指数。

mPAO主要应用在哪些领域?

mPAO主要应用在高苛刻领域,包括高档汽车、航天、航海、军事、高速列车等领域。使用该性能调配有更高剪切稳定性、黏度指数及更好低温性能的成品润滑油,可以实现更好的磨损保护,从而可以降低设备能耗、提高能源效率、延长换油周期,为我国发展高端装备提供有力保障。



企业足音

茂名石化:成功研发销售6个牌号mPAO系列产品

今年初,茂名石化自主研发的“一种聚 α -烯烃的制备方法”获得国家发明专利。该技术已成功应用于茂金属聚 α -烯烃(mPAO)全流程示范装置。该装置是国内首套具有完全自主知识产权的生产超高黏度指数全合成润滑油基础油mPAO的装置,实现了长周期的连续稳定运行,取得了突破性成果。同时,mPAO产品创效显著,在长期依赖进口润滑油基础油的风电发电、轨道交通、机器人等前沿产业领域获得成功应用,填补了国内空白。目前,茂名石化mPAO已经研发成功6个牌号系列产品。

mPAO是新一代全合成润滑油基础油,具有独特的梳状结构,是发展高端润滑材料的重要原料,国内在该领域发展落后,长期依赖进口。2016年

2月,茂名石化开始研发自主知识产权mPAO成套技术。该公司启动mPAO小试研究,搭建试验装置,成功合成出第一滴mPAO。科研人员坚持不懈,进行放大试验,2017年1月,小试产品指标达到国外同类产品水平。在集团公司科技部、炼油事业部的大力支持下,2019年3月通过小试评审,获准批复建设国内首套3000吨/年mPAO装置。然而在中试装置开车期间,许多在小试中没有出现的问题暴露出来。该公司研发团队和化工分部苯乙烯车间技术人员通力合作,进一步优化关键流程、提升装置整体负荷,使装置达到较为稳定的转化率。

2021年11月,茂名石化建成国内首套3000吨/年mPAO中试装置,并于2022年1月开车成功。科研人

员乘胜追击,不断开展生产优化,成功生产出mPAO100、40、50、65、150、300系列产品,性能媲美进口产品。用户使用产品后,实现更长换油周期,缩短设备停机时间和提升工作效率,降低废油量及相关处理成本。

为推广新产品,茂名石化营销中心联合公司研究院全力开拓市场,积极收集客户反馈,及时将第一手信息传递给生产部门,不断攻克技术难关,提升产品质量。为克服高端润滑油配方认证时间久、产品推广时间长等困难,茂名石化营销中心紧盯市场行情,专注客户服务,一方面及时调整营销策略,优化资源配置,提前锁定大客户,尽全力满足客户个性化需求;另一方面,精准感知客户现实及潜在需求,及时优化生产,有效提升了产品的市场占有率。

上海工程公司:全力搭建科技成果转化的桥梁

科技成果转化是连接科研和生产的重要桥梁,是把新技术转化成好产品的重要途径。面对茂金属聚 α -烯烃(mPAO)技术的“卡脖子”难题,上海工程公司与茂名石化等单位加强技术交流合作,充分发挥“科研+工程”一体化优势,合作推进3000吨/年mPAO中试工艺包开发和编制工作,实现了从工艺包开发、工程设计、项目建设、成功开车,到产出合格产品,打破了国外技术垄断。

作为工程设计单位,上海工程公司与研究院、生产单位坚持系统观念、一体推进,把试验研究与工程建设、工业生产阶段的技术流程特点、

细节要点、操作难点互相融合,从催化剂的研发、可控合成工艺流程的研发、成套工艺包的开发等方面开展技术攻关,模拟预判技术工程可能遇到的问题,并从源头破题解题。最终,在大家的共同努力下,一套通过精准调控金属中心及配体桥连基团等催化剂分子结构和定向聚合技术制备梳状、分子量分布窄的高黏度指数的mPAO成套技术孕育成功,打通了新技术转化的“最初一公里”,取得了阶段性成果。

2022年1月,国内首套3000吨/年mPAO中试装置建成投产,从原料到设备全部实现国产化,并实现连续生产运行。上海工程公司在工程建设

过程中坚持系统集成与本质安全,一方面在设计环节与建设单位沟通,反复讨论装置建成后的可操作性、灵活性等,不断优化设计方案,最终高质量完成施工图;另一方面,技术服务团队长期驻守现场,与研究院、施工单位开发相应牌号产品。通过加大市场走访力度、加强与用户厂家的技术交流,召开客户座谈会、新产品客户推介会等方式,让客户了解茂名石化mPAO的产品性能,与客户达成产品合作开发意向,开展试用合作,测试市场反应,改进产品性能,使产品既优质又好,从而增强客户黏性,提升产品竞争力,为后续大规模工业化生产奠定基础。

中试装置只是起步,还需要“接力赛”,打通工业化的“最后一公里”。为此,在装置平稳运行后,上海工程公司组建专家团队,带领设计人员多次开展回访,解决装置运行中存在的问题,在保障中试装置平稳运行的同时,结合最新技术优化、迭代升级技术,为建设工业装置奠定基础。

研发故事

挑战有机化学“无人区”

“我手里这瓶液体就是mPAO产品,它是新一代具有超高黏度指数的高级润滑油,是高档汽车、航天、航海、军事等领域的必需品。这款由茂名石化自主研发生产的mPAO,可以媲美国际先进水平。”近日,在茂名石化化工中控室产品展架前,茂名石化宣讲员正在给茂名市企业文化协会企业家代表介绍李禄建团队攻克mPAO产品技术壁垒的故事。

李禄建团队七年磨一剑研发属于中国人自己的拳头产品的故事,听得大家热血沸腾,纷纷称赞茂名石化科研团队的创新实干精神。

故事的开始还要追溯到2015年底,茂名石化研究院会议室里正在开展一场激烈的学术研讨。

“mPAO关系国计民生,作为央企科研人员,我们要有啃硬骨头的担当和勇气!”茂名石化研究院负责人发出动员令。2016年初,刚到茂名石化博士后工作站报到的李禄建博士被委以重任,成为mPAO项目带头人。李禄建深知,这样的项目从立项到工业化至少需要十年时间。他在学校学的无机化学,现在却要挑战有机化学的“无人区”。

“国家有需要,我就全力以赴!”他下定决心,果断签下项目立



▲茂名石化研究院科研人员讨论mPAO产品性能优化方案。

项书,挂帅出征。2018年,在公司的支持下,李禄建带着团队成员在研究院搭建起放大装置。经过几个月反复试验,终于突破了成套制备基础油全流程技术,可控制合成不同黏度等级油品。

项目初期,研究院实验室并不具备相应的实验操作条件,只能去千里之外的合作单位开展试验。李禄建团队加强与合作单位专家的交流,经过近千次的试验,终于成功合成出晶莹剔透的产品。接着,他们开始解决产品工业化应用的问题。2018年,在公司的支持下,李禄建带领团队成员在研究院搭建放大装置。经过几个月反复试验,突破了成套制备基础油全流程技术,可控制合成不同黏度等级油品。经过无数次的生产工艺及操作参数调整,李禄建团队研发的mPAO系列产品,各项指标能够媲美甚至优于进口产品。

发挥技术及资源优势加快发展mPAO产业

嘉宾:茂名石化研究院有机和精细化工研究室主任 李禄建

mPAO是全新一代全合成润滑油基础油,起步晚、技术新,合成技术属于高端润滑油领域前沿性技术。mPAO具有超高的黏度指数、优异的低温性能,是发展高端润滑材料的重要组成部分。茂名石化自主开发了国内首个具有完全自主知识产权的mPAO合成技术,实现了科研成果转化。经过近千次的试验、适应性改造和不断探索,实现了中试装置连续稳定运行,已经成功研发6个牌号系列产品,可根据用户需求灵活生产高、超黏度等级的产品,为后续工业化打下了坚实的基础。

目前,我国风电装机容量全球第一,年复合增长率15%左右,但风电润滑系统用油主要以中、高黏度PAO为主,被国外垄断。目前,用于合成中、高黏度的PAO技术路线主要有AlCl₃路线和茂金属路线。采用AlCl₃路线工艺流程复杂,产品

属于传统的PAO(简称cPAO),性能较茂金属路线差,如黏度指数较低、分子量分布宽等,需要经过蒸馏切割使用,而且AlCl₃催化剂对设备要求高,易腐蚀。茂金属路线工艺流程简单,通过聚合反应一步控制黏度等级,不需要经过蒸馏切割便可以得到所需的黏度产品,产品分子量分布窄。采用茂金属路线制备的mPAO,与传统的高黏度cPAO相比,具有更高的黏度指数、非常优异的低流流动性和更好的油膜厚度。因此,从技术趋势来看,mPAO将成为制备中、高黏度PAO的主流,茂名石化应发挥技术及资源优势加快发展mPAO产业。

目前,茂名石化生产的mPAO产品已成功进入国内某知名润滑油企业,应用在高端的风电领域,助力我国绿色新能源发展。

为用户提供充足优质的mPAO产品

嘉宾:茂名石化营销中心营销专家 陈海武

mPAO可以广泛应用在汽车、工业、航空航天等领域。目前,精密机械、高端汽车市场占比不断提升,航空航天产业快速发展,合成润滑油需求增长快速。近年来,全球mPAO消费量稳定小幅增长,规格主要是中、高黏度mPAO50以上,增幅中一部分产品取代传统中、高黏度PAO,另一部分来自工业用油的增长。其中风电发电齿轮油需求增长量尤为明显,占总需求的50%左右,其他行业,如润滑脂和工业润滑油等用途增长平稳。茂名石化生产的mPAO主要应用在风电领域,国内风机用mPAO润滑油需求规模约为2万吨/年,预计2030年将增至4万吨/年。

mPAO市场前景广阔。

要开拓产品市场,企业首先要确保产品质量,用过硬的产品赢得客户青睐。营销团队要密切关注国际国内经济形势、政策导向、行业发展趋势、市场供需状况,紧跟市场风向标强化商情研判,及时捕捉产品需求信息,有针对性地开发相应牌号产品。通过加大市场走访力度、加强与用户厂家的技术交流,召开客户座谈会、新产品客户推介会等方式,让客户了解茂名石化mPAO的产品性能,与客户达成产品合作开发意向,开展试用合作,测试市场反应,改进产品性能,使产品既优质又好,从而增强客户黏性,提升产品竞争力,为后续大规模工业化生产奠定基础。