



• [欢迎访问 中国石油石化工程信息网](#) 今天是2024年12月19日 19:33:51

 

- [首页](#)
- [关于我们](#)
- [联系我们](#)
- [本会活动](#)
- [头条新闻](#)
- [行业要闻](#)
- [石油石化市场](#)
- [石油石化科技](#)
- [炼油与石化工程](#)
- [储运工程](#)
- [勘探与钻采工程](#)
- [节能、环保与新能源](#)
- [政策法规](#)
- [专家论坛](#)
- [项目信息](#)
- [技术交流](#)
- [书刊编辑](#)
- [会员之窗](#)

当前位置: [首页](#) > [炼油与石化工程](#) > “双碳”背景下润滑剂的降碳之路 (图)

## 关于我们

- [本会介绍](#)
- [领导机构](#)
- [专业委员会](#)
- [会员单位](#)

## 炼油与石化工程

### “双碳”背景下润滑剂的降碳之路 (图)

2024/11/15 关键字: 来源: [\[互联网\]](#)

[中国石化报 2024-11-14]



长城润滑油产品亮相中国西部国际博览会。徐斌摄

“双碳”目标对润滑剂行业影响深远。润滑剂行业可为制造和使用绿色低碳能源的装备提供润滑支撑，可助力其他行业减少温室气体排放，目前尚需研究开发燃油经济性试验评定标准方法和相应的具有节能降碳性能的润滑剂产品。从润滑剂全产业链来看，在不同的经济发展阶段，有很多路径可以实现润滑剂的生产原料基础油和添加剂低碳化，以物理方式为主的润滑剂生产过程可通过使用低碳能源降低碳排放。润滑剂行业应加强整个供应链绿色低碳研究，开展各种润滑剂碳足迹研究，创新驱动该传统行业向绿色低碳化的新质生产力方向发展。本版文字由中石化石油化工科学研究院有限公司张建荣提供

#### 润滑剂支撑绿色低碳能源装备发展

“双碳”目标的确立给能源供给侧和需求端带来一场革命，对与此密切相关的润滑剂行业也产生巨大影响。影响最大的润滑油品种是内燃机油，目前包括汽油机油和柴油机油的内燃机油消费量约占润滑油消费总量的三分之一。随着新能源汽车市场份额大幅提高，内燃机油需求量将显著下降。能源绿色转型会使一些润滑剂品种需求减少甚至消亡，但也会带来一些新的需求。

#### 为生产绿色低碳能源的装备提供润滑

绿色低碳能源包括风能、光伏、水力、生物质、地热能、核能等，这些能源制储运等环节中的多种装备均需要润滑剂或相关油液。

以风电设备为例，为追求发电效率，目前单个风力发电机组功率已提高到20兆瓦，其风轮直径也扩至260米。叶片长虽使发电效率提高，但对设备的其他性能要求也相应提高。尤其是发电机组的齿轮箱，已成为制约风电发展的重要因素。齿轮箱体故障导致风电非计划停机时间最长，经济损失也最大。

长时间运转的齿轮皆易发生微点蚀，其形成过程使齿轮表面材料流失、形貌改变，导致噪声、振动及齿轮精度缺失，甚至进一步引发点蚀和剥落等疲劳问题致齿轮失效。影响微点蚀的因素很多，包括齿轮材质和加工、运转工况、润滑剂等。通过改善润滑剂抗微点蚀性能可延长齿轮箱使用寿命。微点蚀虽是老问题，但随着风电设备标准提高，已对风电齿轮箱润滑油提出更高要求。润滑剂行业需根据更严苛的性能要求，从微点蚀的模拟试验、基础油和添加剂的影响等多方面开展研究，从而为风力发电提供支撑。

#### 为使用绿色低碳能源的装备提供润滑

从化石能源向绿色低碳能源的转变会导致能源使用终端的装备发生巨大变化。对润滑剂影响最大的是交通运输行业，原内燃机汽车被电动汽车等新能源车取代，车辆动力的变化对车用润滑油和润滑脂的品种和性能提出了新要求。如电动汽车不再需要内燃机油这个润滑油行业消费量最大的老品种，却增加了电驱动用润滑油这个新品种。目前电动车电驱动系统向集成化方向发展，电机、减速器一体化，电机转速可达15000转/分钟以上，最大扭矩可达300牛·米以上，温度上限达150摄氏度，所用润滑油处于高速、高温、高载、电场、接触电机材料等多种复杂环境。与传统的车辆齿轮油和自动变速箱油相比，电动车电驱动用润滑油在润滑性、抗铜腐蚀性、电绝缘性、电机冷却性、抗泡性、热稳定性和传动效率等方面都有新的性能要求。目前业内尚无公认的电动车电驱动用润滑油产品标准，也无公认的使用性能标准试验方法，需要润滑油行业和装备行业共同开展研究，开发有别于传统润滑油的新型油品。

#### 润滑剂全产业链低碳化

目前，我国润滑剂年消费量约为800万吨。润滑剂作为石油产品，其本身也应全产业链低碳化，甚至零碳化，从而降低润滑剂产品碳排放量。

#### 原料低碳

润滑剂主要包括润滑油和润滑脂，均由基础油和添加剂两部分组成，润滑脂中的稠化剂也可视为广义上的添加剂。目前润滑剂所用的基础油主要是由炼油企业以石油为原料采用各种工艺加工而成的矿物油，也有一些合成烃油，如聚 $\alpha$ -烯烃（PAO）、烷基萘、多烷基环戊烷等，基本由石油或其他化石原料制取，量大一些的其他合成油，如合成酯类油也主要由化石原料制取，目前通过费托法合成的基础油有增加趋势，所用原料基本来自煤和天然气。添加剂品种比基础油多，原料来源复杂，但化石原料仍是主要来源之一；由动植物油制取的添加剂，即脂肪酸类用量稍大，用作润滑油润滑性能改善添加剂和润滑脂稠化剂原料。因此，主要的润滑剂基本由化石原料制取。采用低碳原料，目前看有如下主要技术路径。

**基础油。**基础油在润滑剂中的质量百分比超90%，是润滑剂降碳的主要对象。目前由石油制取的矿物油是基础油主体。炼油行业低碳发展路径包括炼厂节能、资源利用效率提升、绿氢炼化、炼厂智能化等技术的开发和使用，也包括废塑料化学循环、生物质能源、二氧化碳资源化等循环经济技术的开发和应用。这些措施是炼厂在不同时期生产低碳基础油的主要路径。

目前烃基基础油是基础油主体，除矿物基础油外，用量较大的烃基基础油还包括费托合成油和PAO。费托工艺包括一系列生成多种烃类的化学反应，生成的烷烃大多数为直链，适合作为柴油燃料；重质组分可通过加氢异构工艺制备黏度指数高和低温性能好的优质润滑油基础油。费托工艺的产品除烷烃外，有少量烯烃生成，其中有一定比例的 $\alpha$ -烯烃。目前生产费托合成油的合成气原料主要来自煤、天然气和石油等化石原料，将来可用低碳的可再生原料取代，如生物质也可通过CCUS（碳捕集、利用与封存）技术制备合成气。聚 $\alpha$ -烯烃合成油生产原料通常是1-癸烯，也可采用其他来源的10个碳左右的 $\alpha$ -烯烃混合物，但合成油的综合性略差。1-癸烯目前多来自乙烯聚合，乙烯由石油、天然气或煤制成，将来可由下面多种方式制备的原料来生产低碳PAO：一是目前普遍被接受的烯烃复分解机理是金属卡宾催化烯烃复分解反应机理，可由油酸制1-癸烯；二是可采用可再生原料生成的合成气通过费托制备 $\alpha$ -烯烃；三是各种绿色低碳乙烯制备技术，如通过CCUS制备的绿色甲醇制备乙烯，绿色乙烯再齐聚制1-癸烯。

木质纤维素的生物质平台化合物，如烷基呋喃、糠醛、5-羟甲基糠醛和其他羰基化合物通过碳-碳耦联可进行碳链增长，即通过羟基烷基化、共轭加成和羟醛缩合等途径实现碳链增长，得到的含氧中间体经加氢脱氧后转化为支链化的烃类基础油。

合成油类型中，酯类合成基础油消费量仅次于烃基合成油，它们的复合使用可在添加剂的溶解性能和橡胶材料相容性等方面相互取长补短。酯类合成基础油包括双酯、多元醇酯和复酯。双酯通常是以二元酸与一元醇或一元酸与二元醇通过酯化反应制得，常用的有癸二酸、壬二酸、己二酸的2-乙基己酯或碳八~碳十醇酯、碳七~碳九直链酸聚乙二醇酯。多元醇酯通常以多元醇和一元酸通过酯化反应制得，常用的有碳五~碳九脂肪酸的三羟甲基丙烷酯和季戊四醇酯。复酯通常是以二元酸和二元醇通过酯化反应生成长链分子，再由一元醇或一元酸在端基酯化终止反应而得，复酯的平均分子量一般为800~1500。目前酯类合成油的原料酸和醇来自石油和动植物油脂，后续根据合成酯基础油低碳化的需要可提高动植物油比例，或进一步采用其他低碳化来源的酸和醇。

可通过可再生的动植物油脂制备交内酯。交内酯由脂肪酸的低聚反应制得，不仅具有高黏度指数、低蒸发损失和高生物降解率，而且具有优异的热氧化安定性和水解稳定性。脂肪酸的低聚反应一般分为缩合反应和加成反应。在缩合反应中，一种脂肪酸中的羟基与另一种脂肪酸的羧基反应，生成带羟基的脂肪酸酯。在加成反应中，一个羧酸分子的羧基进攻另一个羧酸分子的双键而加成生成脂肪酸聚合物。

**添加剂。**润滑油中添加剂种类繁多，市场上销售的许多添加剂都含有比例不同的基础油，纯添加剂在润滑油中占比小于10%。不同润滑油品种中的添加剂含量不同。以油品消费量最大的内燃机油、液压油和齿轮油三大类为例，内燃机油中添加剂占比最大，其中功能型添加剂在最新配方中占15%左右，还有调制基础油性能的黏度指数改进剂和降凝剂；液压油中添加剂含量相对较低，为1%左右；齿轮油居中，车辆齿轮油中功能剂在5%左右，工业齿轮油减半。其中用量较大的烷基苯磺酸钙、烷基苯磺酸镁、硫化烷基酚钙等内燃机油清净剂的制备都需要 $\alpha$ -烯烃，这些 $\alpha$ -烯烃可用前面提到的多种绿色低碳原料制备。各种添加剂中的烷基绝大部分可用前述各种方法制备。来自动植物油中的脂肪酸可直接制备减摩剂、防锈剂等，也可利用脂肪酸中的碳碳双键和羧基的易反应特点来制备多种添加剂。

#### 生产过程低碳

低碳润滑油主要采用调和工艺，使用装置包括罐式和管道调和设备，调和过程包括原料进料、加热、搅拌等。润滑脂的生产工艺比润滑油稍复杂一些，生产过程包括稠化剂制备、分散、冷却和后处理等。总体来说，润滑油和润滑脂生产工艺相对简单。在生产过程中降低碳排放主要是提高生产效率和优化过程控制。另外，采用工厂自产的离网绿电也是降碳的一条重要途径。

#### 废润滑剂再循环

目前废润滑剂的再循环主要是废润滑油的再生。再生工艺技术包括酸洗法、溶剂精制法、吸附法、加氢精制法、膜分离法等。我国目前已建立一些废润滑油管理制度体系和相关标准规范，但存在对非工业源废润滑油监管不到位、部分标准规范制定年代久远等问题，还需注意回收管理、环境保护、经济成本等方面。同时，根据目前再生润滑油的质量和业内认可度，需进一步提升质量和采用定向使用方式。

总而言之，在不同的经济发展阶段有很多方法来降低润滑剂的生产原料基础油和添加剂的“含碳量”；以物理方式为主的润滑剂生产过程所产生的碳排放和污染物排放也较一般石化企业低。润滑剂行业应加强整个供应链绿色低碳研究，制定相关核查核算标准，强化各种润滑剂产品碳足迹核算，以促进行业绿色可持续发展。

#### 润滑剂可开发出节能降碳性能

润滑剂除了对绿色低碳能源装备构成支撑，其本身也可以开发出节能降碳性能。广义上说，就是能让使用设备减少温室气体排放的性能；狭义上说，就是通过减少摩擦从而降低设备能耗的性能。

润滑剂品种很多，到目前为止最重视节能降碳性能的是内燃机油，尤其是汽油机油。据研究，摩擦消耗了内燃机指示功率的22%，因此多年来汽车和石油行业共同研究通过低摩擦汽油机油来提高乘用车的燃油经济性。从摩擦学原理出发，要开发低摩擦发动机润滑油，需使润滑油在不同发动机工况下均能保持较低的摩擦系数。发动机有多个摩擦副，要使发动机润滑油摩擦系数降低，需要使各摩擦副的润滑尽量在混合润滑（部分流体润滑和部分边界润滑）的合适区域，润滑油先降低黏度来减少内摩擦力，使流体动压润滑方式向混合润滑发展。黏度也不能降得太低，否则边界润滑比例过大也会使摩擦系数上升。添加剂会在摩擦表面形成吸附或化学反应膜，不同膜的摩擦系数不同，因此汽油机油中还须加入减摩擦添加剂。

开发具有燃油经济性的润滑剂要先建立公认的燃油经济性标准评定试验方法。美国材料与试验协会（ASTM）早在1983年就开发出采用整车的试验方法（五车试验法），1988年又出台了发动机试验方法程序VI，之后发展成不断升级的程序VI系列标准，目前最新的是程序VIF，用于最新的汽油机油规格GF-6。

目前，柴油机油领域正着力研究建立燃油经济性评定方法，但尚未出台。传动油和润滑脂等领域的燃油经济性试

## 友情链接

- [中国民生新闻网](#) • [民生频道网](#) • [首页](#)
- [关于我们](#)
- [联系我们](#)
- [本会活动](#)
- [头条新闻](#)
- [行业要闻](#)
- [石油石化市场](#)
- [石油石化科技](#)
- [炼油与石化工程](#)
- [储运工程](#)
- [勘探与钻采工程](#)
- [节能、环保与新能源](#)
- [政策法规](#)
- [专家论坛](#)
- [项目信息](#)
- [技术交流](#)
- [书刊编辑](#)
- [会员之窗](#)

Copyright 2016 All Rights Reserved. 中国石油和石化工程研究会

地 址：北京市东城区和平里七区十六楼 邮 编：100013 办公电话：010-64212605 010-64212343

传 真：010-64212605 电子信箱：cppei\_818@163.com 研究会网址：www.cppei.org.cn

京ICP备14005103号 京公网安备 11010102003788号 技术支持：北京国联资源网