

# 抗磨保护与能源效率， 鱼与熊掌不能兼得？

作者：Michael P. Sheehan，埃克森美孚化工公司市场技术支持部门的高级化学家



# 茂金属聚 $\alpha$ 烯烃 SpectraSyn Elite™ mPAO 应用于工业齿轮油的能效研究

作者: Michael P. Sheehan, 埃克森美孚化工公司市场技术支持部门的高级化学家



如今, 工业能耗占世界能耗的比例接近一半。工业能源效率的提高显然会对世界能源使用产生重大影响, 预计到 2040 年, 能源使用量将增长 25%\*。为了帮助降低工业能耗, 润滑油配方设计师增加了合成基础油的使用。众所周知, 合成基础油可以提高能源效率, 但衡量这种改善的测试数据却极为有限。

因此, 埃克森美孚在波尔图大学能源研究所 (INEGI) 委托进行了一系列测试。我们的目标:

- 验证和量化使用合成基础油获得的能源效率。
- 评估抗磨保护, 因为一些设备制造商和品牌商对低黏度合成润滑油可能导致抗磨保护降低存在顾虑。

- SpectraSyn™ 聚 $\alpha$  烯烃 (cPAO) 和 SpectraSyn Elite™ 茂金属聚 $\alpha$  烯烃 (mPAO) 合成基础油已经表现出优异的抗磨保护能力, 但是我们需要具体的试验数据。

- 比较 SpectraSyn Elite mPAO 基础油和传统 PAO 的性能, 测量能源效率和抗磨保护

有了这些数据, 我们就可以更好地引导配方设计师, 让他们提供能帮助他们在当今不断变化的市场中创造出高效工业润滑油的解决方案。

## mPAO 带来显著不同

SpectraSyn Elite mPAO 采用专有的茂金属催化剂工艺制造, 与传统的高黏度 cPAO

相比, 具有更高的黏度指数 (VI)、非常优异的低温流动性、更好的油膜厚度和更少的泡沫。mPAO 和 cPAO 之间的差异表现在分子层面上 (图 1)。茂金属 PAO 具有规整的梳状结构, 无规短侧链很少; 而传统的 PAO 在主链的任一侧都有无规则排列的短侧链和长侧链。这些差异有助于解释 mPAO 更好的性能。通过 INEGI 测试程序, 我们想要回答一个关键问题: SpectraSyn Elite mPAO 具备的更高黏度指数和更好油膜厚度性能是否能够使配方设计师降低润滑油黏度等级, 从而提高能源效率, 同时又不影响抗磨保护?

我们如何证明这一点？

我们通过测量 EHL 油膜厚度、牵引曲线、能源效率和抗磨保护性能，比较了使用矿物基础油和合成基础油（cPAO 和 mPAO）的配方。

实验测试程序评估了滚子止推轴承和 FZG 齿轮测试。程序测量：

- 在 40 °C、80 °C 和 120 °C 下的 EHL 油膜厚度（使用 ASTM D341 计算黏度）

- 在 80 °C 下的牵引系数
- 在 75.0、150.0、300.0、600.0、900.0 和 1200.0 转速下的滚子轴承温度和摩擦扭矩
- 在 500 rpm、1,000 rpm 和 1,750 rpm 的 FZG 功耗
- FZG 齿轮磨损（质量损失，毫克）

图 1:

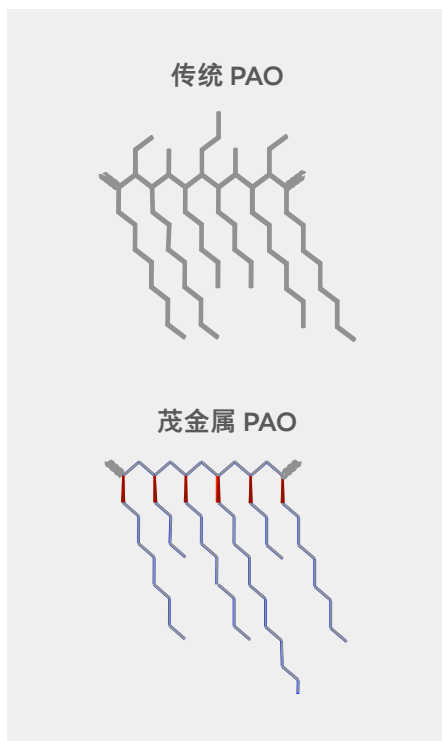


图 2:

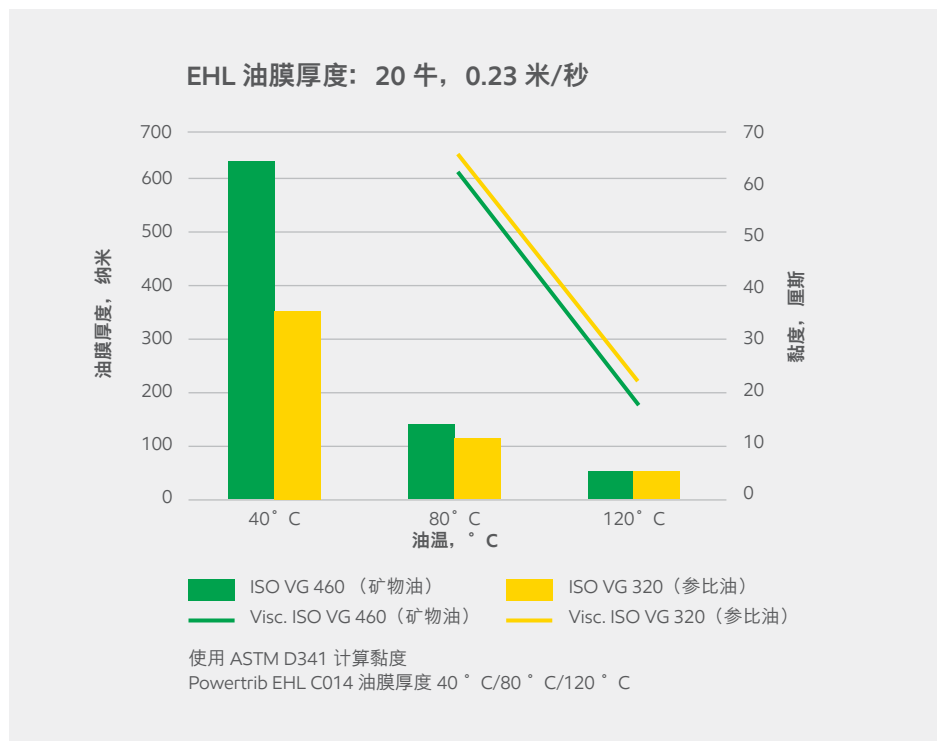
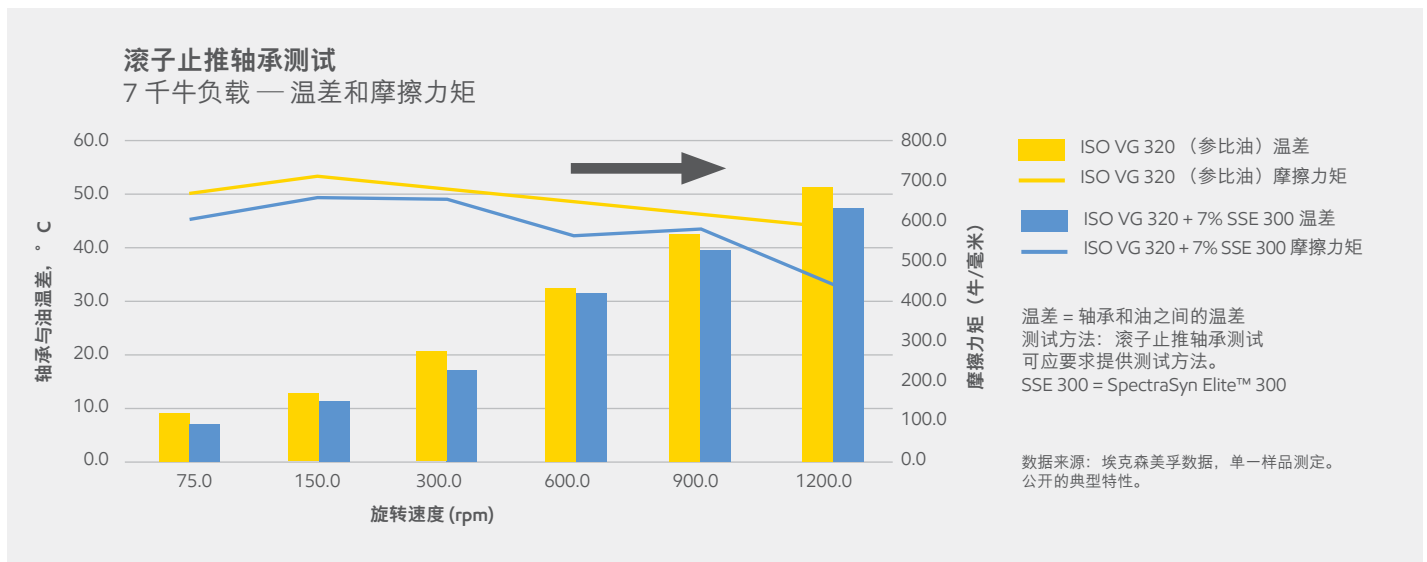


图 3:



## 矿物油与 cPAO 合成油

第一组试验比较了 ISO VG 460 矿物油配方与 ISO VG 320 (58.90% cPAO) 传统合成 PAO 参比油配方。合成油在工业设备的典型较高操作温度 (80 和 120 °C) 下表现出相似的油膜厚度 (图 2), 同时牵引性能更低, 表明有助于能效的提高。

在滚子轴承测试中, 合成油的功耗减少了 14%, 工作温度降低了 21%。在 FZG 测试中, 合成油显示出更低的功耗, 同时保持相似的抗磨保护。总之, 合成油配方提供了与矿物油相同的抗磨保护, 而且通过降低功耗实现了显著的节能效果。

## cPAO 与 7% 的 mPAO

第二组测试将 ISO VG 320 参比油与相似配方比较, 后者用 SpectraSyn Elite™ 300 mPAO 替代 7% 的高黏度 cPAO。mPAO 配方润滑油在 80 °C 和 120 °C 下表现出更好的油膜厚度和相似的牵引性能。两种润滑油在功耗和抗磨保

护方面大致相同。

更为明显的差异表现在滚子止推轴承试验上 (图 3)。在不牺牲抗磨保护的情况下, mPAO 润滑油配方的能耗降低了 11%, 能源效率更高, 并且工作温度降低了 10%。

## cPAO 与 mPAO 配方

最后一项研究比较了 ISO VG 320 参比油和两种更低黏度级别的润滑油配方, 后两种配方包括大约 50% 的 mPAO - ISO VG 270 (53.40% mPAO) 和 ISO VG 220 (49.34% mPAO)。

mPAO 润滑油配方表现出更低的牵引性能, 可实现更高的能源效率。尽管其黏度较低, 但这些油在 80 °C 和 120 °C 时与参比油保持大致相同的油膜厚度 (图 4)。

在滚子止推轴承测试中, ISO VG 220 配方的工作温度低了 9%, 所有三种配方在 FZG 测试上都表现出相同的功耗水平。并且它们在抗磨保护上也没有显著差异。

## 突破障碍

我们现在有更多的具体数据来证实 SpectraSyn Elite™ mPAO 基础油可以提供很好的油膜厚度和能源效率, 同时保持相同的抗磨保护。用 mPAO 基础油配制的润滑油也可以在较低的温度下工作, 这延缓了氧化降解, 从而帮助油品获得更长的使用寿命。

## 这些测试证实:

**SpectraSyn Elite mPAO 基础油让配方设计师能够灵活地打造出创新的润滑油解决方案来满足客户不断变化的需求。**

图 4:

