

设计工程师快速学习指南



有关润滑塑料部件的提示

塑料部件的润滑提示



简要概述

润滑剂可以改善齿轮、轴承、滑块及其他塑料部件（前提是润滑剂专门针对润滑塑料组件而配制）的性能和提高其使用寿命。

本简要指南包含的提示将帮助您选择最适合您的塑料部件的润滑剂，并且还包括对齿轮、轴承、滑块、非润滑塑料的特殊说明及避免粘连滑动的方法。

基本概念： 润滑脂是什么，它是如何工作的？

基础油具有润滑作用。基础油在两个表面之间形成一层保护膜，以防止摩擦和磨损。

稠化剂将油固定住，这与海绵将水吸住极为相似。接触部分移动时会切断稠化剂，并将油释出，在移动部分之间形成一层润滑膜。当移动停止时，稠化剂再吸收油液。

添加剂增强润滑脂的关键性能品质，如低温扭矩、防腐和抗氧化。

固体润滑剂，如 PTFE、 MoS_2 和石墨，都是负载添加剂，可改善润滑脂的润滑能力，尤其是在启动时。



油
(最高达 90%)

稠化剂
(15 - 30%)

添加剂
(5 - 10%)

固体润滑剂
(5 - 10%)

矿物油或合成油？

决定因素：温度限值和部件性能

油的工作温度

矿物油	-30 至 100°C
聚 α 烯烃 (PAO)	
炭化氢合成油 (SHC)	-60 至 150°C
酯类	-70 至 150°C
聚二醇 (PAG)	-40 至 180°C
硅	-75 至 200°C
全氟聚醚(PFPE)	-90 至 250°C

如果您需要在 **-30°C** 以下或 **100°C** 以上使用部件，
您需要使用合成油或矿物-合成混合油。
酯类和 PAG 能与 SHC (PAO) 充分混合。

矿物油附注

- 如果工作温度范围不超过 **-30 至 100°C**，这通常是最具成本效益的选择。
- 在低温下很快就会变稠或冻结，使其在启动时更难剪切，因此有必要从稠化剂中释放出润滑油来在两个表面之间形成润滑膜。
- 在高温下非常易挥发，从而降低润滑膜的强度，增加摩擦和磨损。

合成油附注

- 除了温度范围更广之外，他们还具有更高的“粘度指数”，即，它们的粘度在温度变化时更加保持一致，从而确保在极限温度下具有一致的性能。
- 油膜通常比矿物油牢固，从而使其能够更好地处理更重的负载和更快的速度。



确保您的油液和塑料相容，否则部件可能会出现裂缝或裂纹，从而造成过早失效

油与塑料相容性指南

塑料		矿物油	PAO	酯油	PAG	硅油	PFPE
丙烯腈/丁二烯/苯乙烯共聚物	ABS	●	●	●	●	●	●
聚酰胺（尼龙）	PA	●	●	●	●	●	●
酰亚胺	PAI	●	●	●	●	●	●
聚对苯二甲酸丁二醇酯（聚酯）	PBT	●	●	●	●	●	●
聚碳酸酯	PC	●	●	●	●	●	●
聚乙烯	PE	●	●	●	●	●	●
聚醚醚酮	PEEK	●	●	●	●	●	●
酚醛树脂	PF	●	●	●	●	●	●
聚酰亚胺	PI	●	●	●	●	●	●
聚甲醛（缩醛）	POM	●	●	●	●	●	●
聚苯醚	PPO	●	●	●	●	●	●
聚苯硫醚	PPS	●	●	●	●	●	●
聚砒	PSU	●	●	●	●	●	●
聚丙烯	PP	●	●	●	●	●	●
PTFE	PTFE	●	●	●	●	●	●
聚氯乙烯	PVC	●	●	●	●	●	●
热塑性聚氨酯	TPU	●	●	●	●	●	●

● 相容 ● 有选择性 ● 不相容

选择与塑料配合使用的油液的基本经验规则

- 硅油和 **PFPE** 一般可以安全地用于所有塑料。
- 合成油和矿物油通常与大多数塑料相容，虽然高工作温度和低工作温度可能会排除矿物油。
- 请慎用酯类和聚二醇。它们仅与少数塑料相容。

测试，测试，测试

- 在极限负载、速度和温度要求下进行测试，以验证相容性。

选择与基础油、工作温度和环境相容的稠化剂

稠化剂在工作条件下的性能

	铝基	复合铝基	无定形硅	复合钡基	膨润土	钙基	复合钙基	磺酸钙基	锂基	复合锂基	聚脲	PTFE	复合钠基
粘着性	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
自泳涂装工艺	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
腐蚀	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
滴点	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
微振磨损	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
低摩擦	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
盐水	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
水	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
磨损	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
工作稳定性	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● 相容

● 有选择性

● 不相容

某些基础油和稠化剂不相容

- 矿物油、PAO 及酯油可以与任何稠化剂混合。
- 硅油只能与锂基、硅基和 PTFE 混合。
- PFPE 油只能由 PTFE 增稠。

稠化剂在特定温度下将开始分解

- 铝基：<80℃。
- 复合钡基和锂基：<135℃。
- 复合铝基、复合钙基、磺酸钙基和复合锂基：<175℃。
- 高温稠化剂包括 聚脲 (<200℃)、PTFE (<275℃) 和无定形硅 (<300℃)。

根据工作环境选择合适的稠化剂

- 选择稠化剂时需考虑的所有因素包括低温性能、腐蚀、微振磨损、低摩擦、盐水及防磨损。请参见左侧表格。

选择稠化剂来配制塑料部件用润滑脂

稠化剂在工作条件下的性能

	铝基	复合铝基	无定形硅	复合钼基	膨润土	钙基	复合钙基	磺酸钙基	锂基	复合锂基	聚脲	PTFE	复合钠基
粘着性	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
自泳涂装工艺	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
腐蚀	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
滴点	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
微振磨损	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
低摩擦	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
盐水	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
水	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
磨损	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
工作稳定性	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● 相容 ● 有选择性 ● 不相容

稠化剂附注

稠化剂与塑料之间几乎没有相容性问题.....
但要确保稠化剂与油液相容。

- 有些稠化剂可带来特殊益处，这取决于工作环境，例如：
 - 聚脲可提供出色的防水作用，并增强高温性能。
 - 磺酸钙基可增强腐蚀防护并减少微振磨损。
 - PTFE 可减少摩擦并耐受化学品。
 - 二氧化硅在高温下能出色地防水和化学品，在外漏部件上几乎看不见，如天窗轨道。

选择正确的塑料部件油液粘度

运动粘度 (cSt. @ 25)



热奶油

20,000



糖浆

10,000

Karo® 玉米糖浆

5,000



蜂蜜

2,000

SAE 60 马达油

1,000



SAE 30 马达油

500

SAR 10 马达油

100

植物油

50

水

1

KV 在室温下具有流体一致性，其中水为 1 cSt。
润滑剂数据表上通常都会显示 KV 值。

轻或重？

- 25°C 或以上温度下运动粘度为 100 厘沱的油液（与 SAE 10 马达油一致）不太可能穿透、使塑料破裂或产生裂纹。
- 较轻的负载需要粘度更低的油，以防止粘性阻力。更高的负载需要粘度更高的油，以便从启动到停止都能维持润滑膜。



在塑料部件的润滑脂中使用添加剂

常用的润滑脂添加剂

抗氧化剂

抗磨损/抗刮擦添加剂

抗熔接/固态润滑剂添加剂

染料

极端压力添加剂

减阻剂

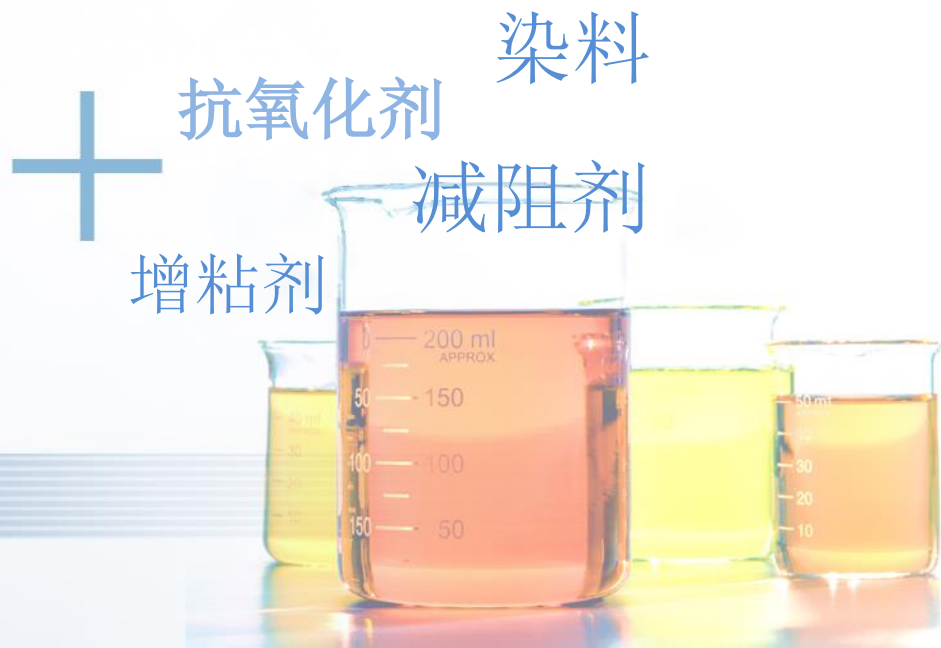
防锈剂和防蚀剂

增粘剂/聚合物

粘度指数改进剂

添加剂附注

- PTFE 可以安全地用于所有塑料。它们特别擅长于减少启动时的摩擦。
- MoS_2 和石墨需要测试。任一种添加剂都可能穿透和弱化塑料。
- 极限压力 (EP) 和抗腐蚀添加剂通常用于金属对金属，针对塑料部件配制的润滑脂不需要该添加剂。



检查润滑脂的表现粘度，以了解在高温和低温下的剪切能力

触变润滑脂：剪切变稀
粘度随着剪切降低



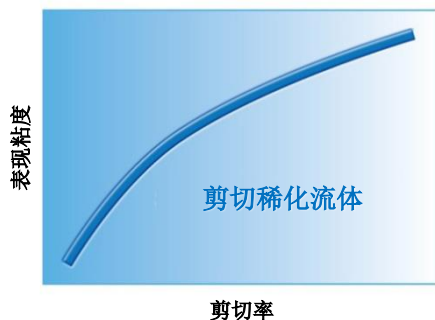
润滑脂的粘度在受到剪切时发生变化。

表现粘度以厘泊为单位，

可向设计工程师表示润滑脂在特定温度下的“剪切质量”。

（水的粘度约为 1 cP。腻子的粘度约为 100 万 cP。）

膨胀润滑脂：剪切增稠
粘度随着剪切降低

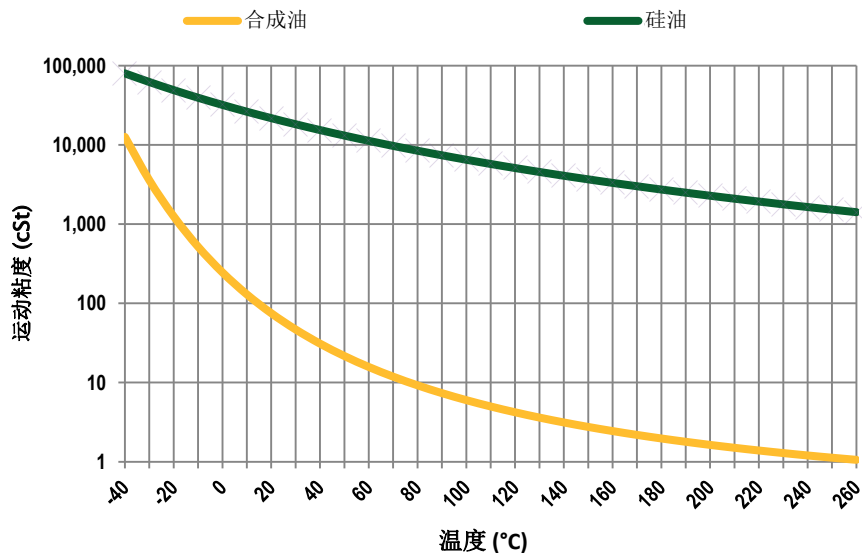


表现粘度与运动粘度

- **运动粘度**是基础油的一种特性。油液的粘度可能随着温度或压缩度变化，但一般来说**不受**剪切的影响。
- **表现粘度**是润滑脂的一种特性。润滑脂的粘度**受**剪切影响。它将变得更稀或更稠。
- **触变润滑脂**在受到剪切时粘度降低，像在室温下搅拌黄油一样。
- **膨胀润滑脂**在受到剪切时粘度升高，就像在室温下搅拌水和面粉一样。

表现粘度作为一种设计工具

粘度与温度



粘度指数 (VI) 说明

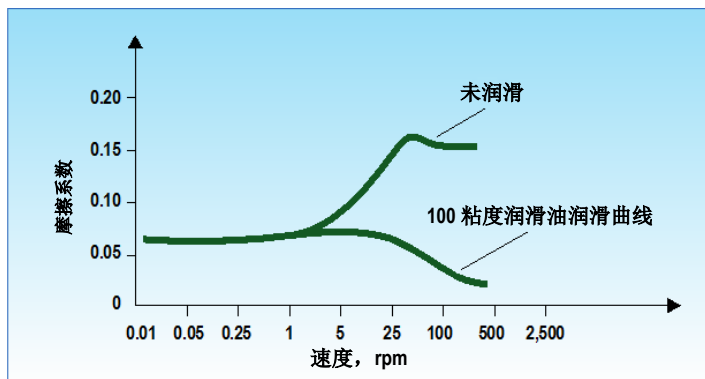
VI 高表示粘度随温度的变化较小，
如上面的硅油图所示。VI 低表示粘度变化大，
如上面的 SHC 图所示。

检查粘度指数

- 油液粘度在低温下变稠，高温下变薄。
- 粘度指数 (VI) 是无因次数，指示粘度在 -40°C 至 100°C 的范围内的变化程度。
- VI 较高表示温度变化较少，且部件在大温度范围内性能更一致。大多数数据表中都有 VI。
- 如果已知部件的速度、负载和工作温度范围以及润滑脂的粘度曲线，将更容易指定机械系统可靠操作所需的粘度和粘度指数。
- 已知一种润滑脂的粘度也能帮助评估其泵送能力、流动性、便于处理性及是否适合浸渍或涂渍操作 — 重要的生产和装配考虑因素。

润滑塑料齿轮和轴承，甚至是“非润滑”塑料，将增强部件性能和提高使用寿命

润滑内部润滑塑料



润滑可减少 PTFE 套筒轴承与钢轴之间的摩擦。

甚至于带“非润滑”塑料（即采用润滑油或固体润滑剂内部润滑的塑料）的轻负载、低速组件都能使用的更久，并且在使用了“外部”润滑剂的情况下比不使用能更安静的运转，如上图所示。考虑使用寿命和性能要求。

来源：机械设计

润滑油或润滑脂？

- 使用低粘度油一直都是标准的，尤其是在小型低扭矩、低马力塑料变速箱和轴承中。油液需要适当的密封及油/密封材料的相容性。泄漏是永久的问题。
- 现在，柔软、触变、甚至可灌注润滑脂将替代低扭矩塑料变速箱和轴承中的油液。在操作中，它们像油一样流动，然后在操作后落入齿轮齿啮合处或轴承座圈中，从而恢复并保持原来的凝胶状并以密封剂的形式发挥两种用途。
- 加入增粘剂可改进润滑脂在不影响流动的情况下附着塑料的能力。
- **生产注意事项：**不保证为新塑料配制的润滑脂也能用于再研磨塑料。较有可能，不能用于。

“非润滑”和玻璃钢

- 如果塑料中灌入了 PTFE，不要向润滑脂添加 PTFE。它们在一起会增加摩擦。
- 对于玻璃纤维尼龙，选择粘度较高的油液，以确保在磨损暴露出研磨玻璃纤维时润滑膜不受影响。

塑料滑块？小心粘连滑动



粘连滑动是一种自发的不均匀运动，
可能会在两个物体相互滑动时出现。
不仅会增加磨损，而且通常会产生噪音，
从而影响部件的感知质量。

您可能听到的常见粘连滑动示例

- 雨刷器的颠簸移动。
- 松弛的驱动皮带。
- 弓弦乐器发出的音乐声或“玻璃竖琴”。

通常受粘连滑动影响的部件

- 精密运动或某个部件需要在滑道上顺滑无噪声滑动所在的其他组件。
- 当静摩擦（“粘连面”）大于动摩擦（“滑动面”）时，会发生粘连滑动。

粘连滑动解决方案

- 提高基础油的粘度。
- 加入添加剂改善油的润滑性。
- 固体润滑剂可帮助减少间歇性的静摩擦积聚及其造成的加速磨损和噪声。



设计注释

当把润滑剂置于
两个超光滑抛光面之间时，
其润滑效果不会很理想。





联系 ECL



ECL 润滑剂研讨会



润滑剂工程设计图表



ECL 网站



转发给同事