

设计工程师快速学习指南



润滑脂：不只是润滑

润滑脂：不只是润滑



简要概述

任何润滑脂的主要功能都是减少摩擦和防止磨损，但经证明，润滑脂还可以其他方式用作设计工具。

本简要概述介绍如何将润滑脂用于控制运动和噪声、为部件提供防护密封，甚至是通过充当静电放电地面来延长滚珠轴承的使用寿命。

基本概念： 润滑脂是什么，它是如何工作的？



油
(最高达 90%)

稠化剂
(15 - 30%)

添加剂
(5 - 10%)

固体润滑剂
(5 - 10%)

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、MoS₂ 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。

“阻尼润滑脂”用于控制机械部件的运动、传声效果和感觉

从光学开始了解阻尼润滑脂

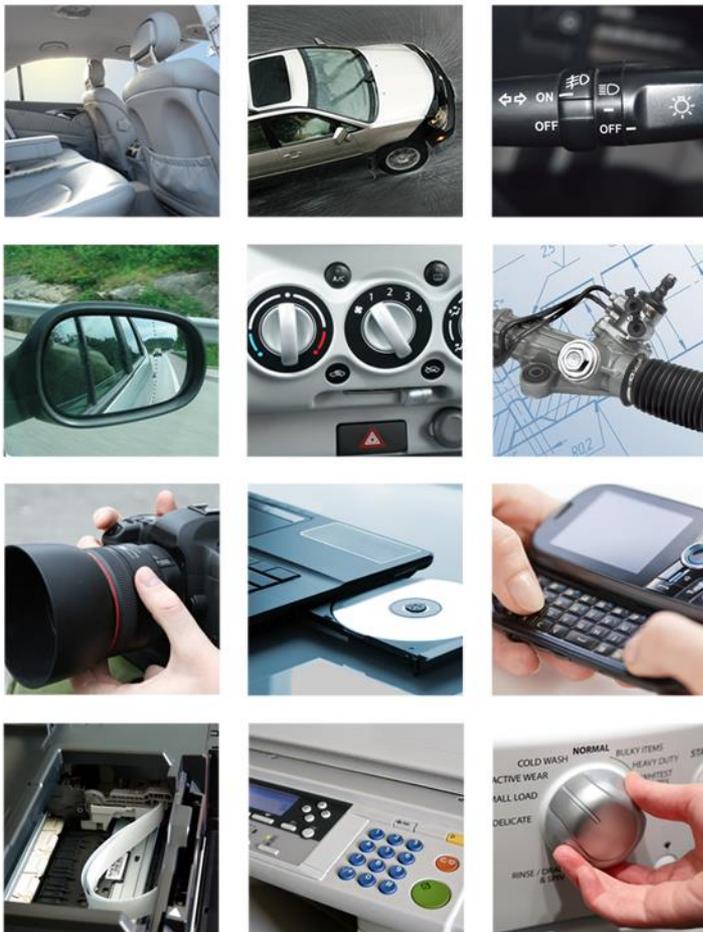
- 金属对金属的无噪声运动、顺滑的“感觉”及相机和光学仪器调焦装置的无滑动和后冲都是阻尼润滑脂的作用。
- 直到 20 世纪 60 年代，阻尼润滑脂在其他行业中都几乎没有应用，因为它经常在寒冷的温度下冻结（即，变得太粘无法剪切）。

合成油将阻尼润滑脂引入其他行业

- 用合成油生产成的阻尼润滑脂可以耐受 -54°C 到 250°C 的温度，从而使其成为各种行业的有用“设计工具”。
- 现在，阻尼润滑脂常用于控制汽车内部、发动机舱和汽车底部零部件的运动、声音和感觉；办公室打印机和复印机；工业和化学过程控制；室外娱乐设备；小型家用电器；及需要顺滑、安静的运动和精密调谐的其他产品。



设计工程师如何使用阻尼润滑脂



汽车

- 确保座椅轨道和座椅倾斜装置能顺滑、安静地操作。
- 减少或消除安全抓杆、窗玻璃升降机构、锁、天窗的噪声，并且防止头枕滑动和后冲。
- 减少外部电动后视镜的振动和噪声。
- 最大限度减少齿条和小齿轮的“爆震声”，并且改进整个转向系统的“顺滑感觉”。

拨盘、滑块、开关

- 为人手操作设备增添“品质感觉”和声学特性，无需精密的工程公差或特殊材料。

门铰链

- 确保笔记本电脑铰链、弹簧调节托盘、阶梯式座椅和精致机柜的顺滑、安静运动。

塑料齿轮

- 减少经常在办公室打印机和复印机中听到的卡嗒卡嗒声。

阻尼润滑脂的工作原理：全与剪切相关



水
1 cSt



植物油
50 cSt



蜂蜜
2,000 cSt

厨房类比

与水相比，搅拌它需要更大的扭力，即，在热奶油中进行剪切，因为它的运动粘度* 比是水的 20,000 倍。

配制阻尼润滑脂时适用同一种原理。将高粘度油液与稠化剂结合在一起形成内部抗剪阻力高且“粘度更大的”润滑脂——这是控制住润滑脂内部移动部件运动和声音的关键。



玉米糖浆
5,000 cSt



糖浆
20,000 cSt



热奶油
20,000 cSt

- 与所有润滑脂相同的是，阻尼润滑脂和防止摩擦和磨损，能用作水分、粉尘和其他污染物的屏障。
- 阻尼润滑脂是一种具有特殊目的的润滑剂，采用高粘度油液配制而成，从而形成粘度更大的润滑脂，且内部抗剪阻力更高。
- 随着部件移动和剪切阻尼润滑脂，较高的内部抗剪阻力将“抑制”噪声。它还控制部件移动速度的快慢，并确保没有动力时，运动也会停止：无滑动或后冲。
- 还可以按照符合大多数机械装置的运动和声学设计规范的标准来配制阻尼润滑脂，但功率很低的设备除外，这些设备在启动时可能无法克服甚至是最轻的阻尼润滑脂带来的内部抗剪阻力。

*运动粘度在 25°C 下测量，以厘沲为单位。

任何润滑脂的选择都以温度开始

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

检查油液的温度范围

- 工作环境的温度决定着您的润滑脂需要的油液类型。温度低于 -30°C 和高于 100°C 的环境都需要合成油。
- 随着油液的温度范围扩大，成本上升。温度范围是很精确的。请勿“购买”超出你需求的产品。



检查油液与稠化剂的相容性

稠化剂在工作条件下的工作方式

	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

检查油液与稠化剂的相容性

- 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。

然后，搭配稠化剂的工作环境：

- 聚脲可增加额外的水和腐蚀保护。
- 二氧化硅在高温下提供优越的性能。
- 磺酸钙基可以防腐蚀、微振磨损并且耐盐水。



检查油液与塑料的相容性

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	●	●	●	●	●	●
聚砜	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

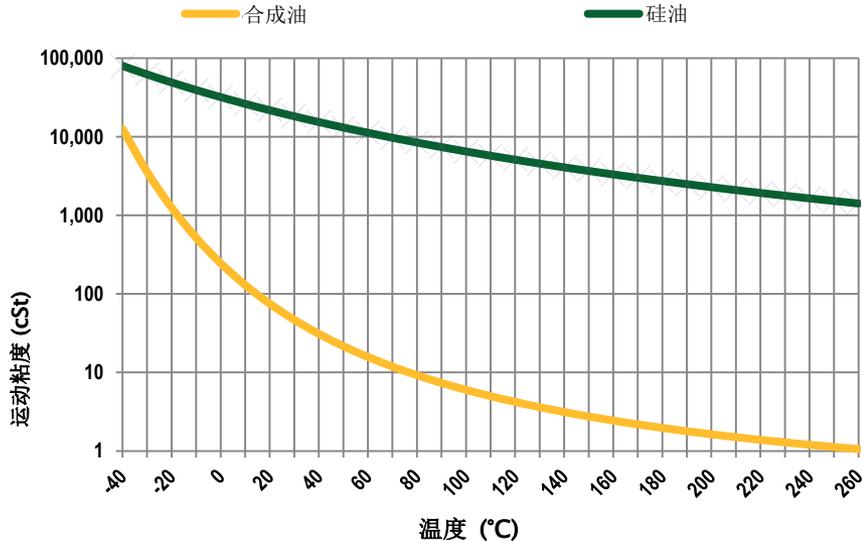
检查油液与塑料的相容性

- PAO 几乎与所有塑料相容，但与 PPE、PP 或 PVC 的相容性具有选择性。
- 硅油和 PFPE 与任何塑料都相容。
- PAG 和酯油与 PC、PPO、PPS、PSU、PP 和 PVC 不相容。



油液的粘度： 阻尼润滑脂的主要特性

粘度与温度



粘度指数 (VI) 说明

油液粘度在低温下变稠，高温下变薄。

有些油液具有较高的粘度指数，
即粘度在温度变化时的变化较小。

粘度和温度

- 正确的粘度可以确保油在高温下不会因过稀而无法防止磨损，在低温下不会因过稠而无法正常润滑。
- 需要阻尼润滑脂成分的较高粘度油液具有较高的“粘度指数”，这表示粘度随着温度的变化较小。

粘度及负载

- 负载较重时需要粘度更高的油液，以确保两个表面之间保留足够的润滑油膜。
- 润滑剂添加剂和固体润滑剂可以提高油液的自然粘度和组件性能。

粘度、速度和功率

- 高速低功率装置需要粘度较轻的油液，从而在减少阻力的同时仍然能提供生命周期磨损保护所需的润滑剂膜。由于其高粘度，阻尼润滑脂通常不适用于“弱电电源”组件。

上一步：检查和测试阻尼润滑脂的表现粘度

触变润滑脂：剪切变稀
粘度随着剪切降低



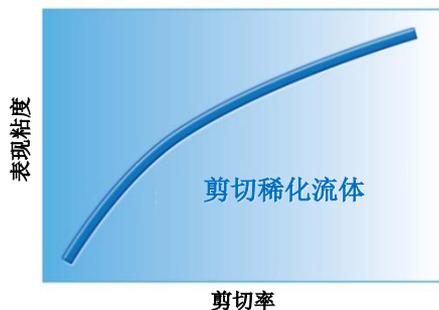
润滑脂的粘度在受到剪切时发生变化。

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。

对于阻尼润滑脂剪切能力的思考

- 要在全部工作条件下提供精确的运动和噪声控制，阻尼润滑脂的表现粘度必须保持相对一致。如果太稠，部件会呆滞。太稀，部件会松散且产生噪声。
- 部件测试将证明润滑脂的资格或提供重新配制数据，以满足工作要求。建议在原型测试前在极端温度下预审润滑脂的资格。

除了阻尼外，还要考虑润滑脂的密封性和传导性



润滑脂为您的部件提供防护密封

- 密封住水、污染物、腐蚀气体和化学品。
- 抵抗水淋性。
- 帮助确保老化或变质的弹胶密封剂保持工作。同时还能使它们更容易安装和拆除。

传导性润滑脂可延长轴承使用寿命

- 导电性润滑脂可用作接地，从而使静电排放通过滚珠轴承，而不是点状腐蚀滚动元件或在滚道中形成凹槽——这两者都会减少工作使用寿命。
- 一些示例：在计算机、打印机卷轴、碳粉匣和跑步机的滚珠轴承中，静电排放可能使用轴承作为接地，它们可获益于传导性润滑脂。



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