



A QUAKER CHEMICAL COMPANY

设计工程师快速学习指南

温度

粘度

稠化剂

四球磨损试验

ASTM

解译数据表



润滑脂数据表解释

简要概述

润滑脂与您指定的所有其他材料一样，在您设计的产品性能、使用寿命和成本方面起关键作用。

数据表中一般包含您选择润滑脂进行测试时需要的信息，但数据表的编写人是化学技术人员而不是产品设计工程师。

本简要概述将帮助您从产品设计的角度阅读润滑脂数据表。



A QUAKER CHEMICAL COMPANY

Innovation and Experience at Work

Product Name

This product is multi-purpose grease developed for extended service under extreme high and low temperatures. This lubricant is a premium quality, synthetic hydrocarbon grease fortified with polytetrafluoroethylene (PTFE). It is designed to reduce friction and dampen noise in body hardware applications.

BASE OIL CHARACTERISTICS		TYPICAL VALUE *
Type		Synthetic Hydrocarbon
Temperature Service Range (°C)		-50 to 125
Viscosity (ASTM D445)	at 40°C	46
	at 100°C	8
GREASE CHARACTERISTICS		TYPICAL VALUE *
Thickener		Synthetic
Color		Off White
Appearance		Smooth
NLGI Grade		2
Penetration (ASTM D217)	Unworked	276
	Worked 60X	285
Dropping Point (°C) (ASTM D2265)		>260°C
Oil Separation (ASTM D6184)	24h at 100°C	2.66%
Oil Separation (ASTM D1742)	24h at 25°C and 1.72 kPa	4.56%
Evaporation (CTM-1)	24h at 100°C	0.08%
Copper Corrosion (ASTM D4248)	24h at 100°C	1b
Four Ball Wear (ASTM D2266)	60 min 1200 RPM 75°C 40kg	0.74mm
Coefficient of Friction (ASTM D2266)	Steel on steel, dynamic	0.11

Engineered Custom Lubricants ISO/TS16949:2009 • Registered QMS
3851 Exchange Ave. • Aurora, IL 60504 • T: 630.449.5000 • F: 630.585.0050 • E: customerservice@ecllube.com • www.ecllube.com

DISCLAIMER: Since we cannot anticipate or control the many different conditions under which this information and our product may be used, we cannot guarantee the applicability of this information or the suitability of our product in any individual situation. For the same reason, the product discussed is sold without warranty expressed or implied. Please contact Engineered Custom Lubricants for assistance and recommendations prior to writing or releasing any engineering specifications. ECLI Products, LLC, owns and does business as Engineered Custom Lubricants and Lubrication Technology.

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、 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。

润滑脂数据表通常分为两个部分

Product Name

This product is multi-purpose grease developed for extended service under extreme high and low temperatures. This lubricant is a premium quality, synthetic hydrocarbon grease fortified with polytetrafluoroethylene (PTFE.) It is designed to reduce friction and dampen noise in body hardware applications.

BASE OIL CHARACTERISTICS		TYPICAL VALUE *
Type		Synthetic Hydrocarbon
Temperature Service Range (°C)		-60 to 125
Viscosity (ASTM D445)	at 40°C	46
	at 100°C	8
GREASE CHARACTERISTICS		TYPICAL VALUE *
Thickener		Synthetic
Color		Off White
Appearance		Smooth
NLGI Grade		2
Penetration (ASTM D217)	Unworked	276
	Worked	285
Dropping Point (°C) (ASTM D2265)		>260°C
Oil Separation (ASTM D6184)	24h at 100°C	2.66%
Oil Separation (ASTM D1742)	24h at 25°C and 1.72 kPa	4.56%
Evaporation (CTM-1)	24h at 100°C	0.08%
Copper Corrosion (ASTM D4048)	24h at 100°C	1b
Four Ball Wear (ASTM D2266)	60 min 1200 RPM 75°C 40kg _r	0.74mm
Coefficient of Friction (ASTM D2266)	Steel on steel, dynamic	0.11

一个部分向您介绍油

- 类型（矿物油、合成油或混合油）。
- 功能温度范围。
- 特定温度下的粘度。

另一个部分向您介绍润滑脂

- 稠化剂（皂类或非皂类）。
- 颜色、外观和 NLGI 等级。
- 可根据几项标准实验室测试的结果选择最可能通过产品测试的润滑脂。

油特性类型和温度：选择润滑脂的第一步

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

矿物油还是合成油？

- 如果您需要在 -30°C 以下或 100°C 以上使用部件，您需要使用合成或矿物-合成混合油。
- 出于材料的相容性，还可能会强制使用合成油。

考虑用复合油以较低的成本提高温度性能

- 矿物油可以与 PAO 及酯油混合，但不能与其他油混合。
- 酯油与 PAG 相容。
- 硅油和 PFPE 与其他油不相容。

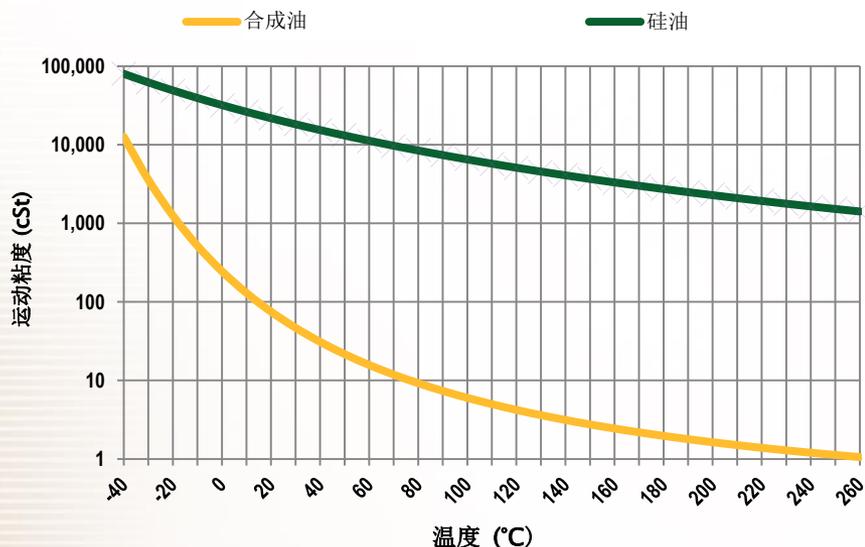
选择一种合成油

- 温度性能和/或油液/材料相容性决定着您需要的合成油类型。
- 基础油的温度范围扩大时，成本也随之增加。请勿“购买”超出你需求的产品。设计和测试阶段，油温范围可视为准确。



油特性运动粘度：考虑负载、速度和温度

粘度与温度



运动粘度是油液在特定温度下流动和剪切的阻力。

油液粘度在低温下变稠，高温下变薄。

粘度及负载

- 油膜必须隔离两个表面，以减少摩擦和磨损。
- 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。较轻的负载需要粘度更低的油，以防止粘性阻力。

粘度和速度

- 一般而言，油液的粘度不随剪切而改变，但移动部件会产生热量，这会降低油液的粘度。

粘度和温度

- 随着温度上升，油液的粘度降低，反之亦然。
- 粘度指数 (VI) 是无因次数，指示油液粘度随温度改变的程度。VI 越高，粘度随温度的改变就越少。要确保能在大温度范围内保持一致的性能，指定一个较高的 VI。

油特性闪点和倾点：着火和“流动能力”



闪点

油液点燃时的温度。



倾点

油液不再流动时的温度。

闪点表示在高温下有点燃风险

- 闪点是油液在存在测试火焰时瞬间闪燃的温度。
- 闪点是润滑机械时的重要考虑因素，可处理高度易燃的材料。
- 确保闪点远远高于您的部件的高温限值。

倾点表示油液在低温下的流动能力

- 倾点指的是油液变成半固体及失去流动能力 — 及其润滑能力时的温度。
- 低温工作要求必须高于倾点。
- 降凝剂可降低油液的自然倾点。

润滑脂特性稠化剂：检查与油液及工作温度和条件的相容性

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，但二氧化硅除外。
- 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°C。
- 复合钡基和锂基：<135°C。
- 复合铝基、复合钙基、磺酸钙基和复合锂基 <175°C。
- 高温稠化剂包括聚脲 (<200°C)、PTFE (<275°C) 和无定形硅 (<300°C)。

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。

润滑脂特性 润滑脂相对硬度的穿透措施

“NLGI 级”

美国润滑脂学会 (NLGI) 规定的相对润滑脂硬度。

NLGI 编号	工作针入度 25°C 时 60	一致性
000	445 - 475	番茄沙司
00	400 - 430	棕色芥末酱
0	355 - 385	番茄酱
1	310 - 340	花生酱
2	265 - 295	植物起酥油
3	220 - 250	冻酸奶
4	175 - 205	细腻的肝酱
5	130 - 160	车达奶酪
6	85 - 115	填隙料

针穿硬度计可测量润滑脂的一致性

- 一个圆锥在五秒钟内刺入润滑脂。值 = 刺入深度 (mm) x 10。
- “工作过” 60 个行程或两倍以上行程的润滑脂可模拟润滑脂在工作环境下的一致性。



选择正确的 NLGI 级别

- **NLGI 级别**用于分类 25°C 下工作润滑脂的一致性，其中 000 级表示半流体，如番茄沙司，6 级表示固体，如填隙料。
- **将较高的 NLGI 级别**用于高工作温度，以密封环境，并最大限度减少水淋性、泄油和部件泄漏。
- **将较低的 NLGI 级别**用于低温性能，尤其是低速下，并用于密封、永久润滑变速箱。为了确保可以将润滑脂泵入自动化和半自动化分配器，可能还需要较低的 NLGI 级别。

润滑脂特性滴点和油分离：润滑脂在一段时间后及高温下的表现情况

油稠化剂相容性指南

稠化剂		温度上限
铝基	AL	<80°C
复合铝基	AL Comp	<175°C
无定形硅	Si	<300°C
复合钡基	Ba Comp	<135°C
膨润土	Bentone	<200°C
钙基	Ca	<110°C
复合钙基	Ca Comp	175°C
磺酸钙基	Ca Sul	175°C
锂基	Li	<135°C
复合锂基	Li Comp	175°C
聚脲	Urea	<200°C
PTFE	PTFE	<275°C
复合钠基	Na Comp	<125°C

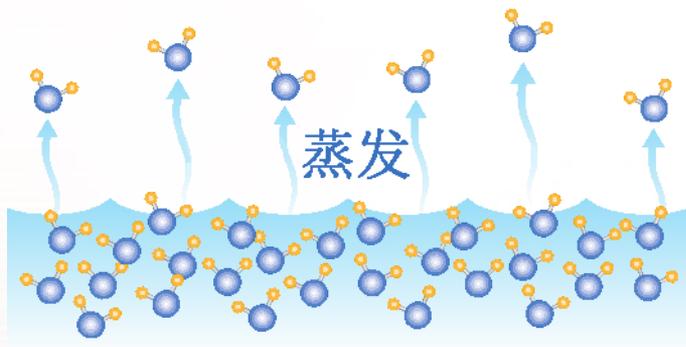
滴点：耐热性指示

- 滴点指的是稠化剂能保持住润滑油的温度上限值。
- 将润滑脂加热至其滴点以上，然后再将其冷却，它可能无法再获得原来的一致性，且随后其性能可能也会不合格。

油分离：润滑脂渗出倾向

- 要想使润滑脂有效，必须从稠化剂中分离出少量油液。预计油分离度越高，润滑脂越软；分离度越低，润滑脂越稠。
- 静态渗出 (ASTM D1742) 将测量润滑脂在储存于容器期间分离油液的倾向。分离的油液可以倒入或搅拌回稠化剂中。
- 动态渗出 (ASTM D6184) 将测量润滑脂在温度上升时分离油液的倾向。请注意，动态渗出通常可以自我修复，不应该推断到更长的使用时间。

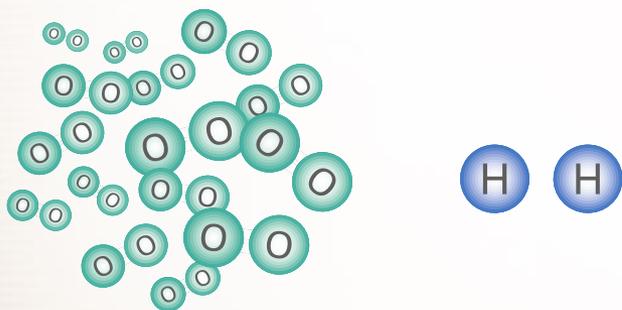
润滑脂特性蒸发和氧化稳定性表示润滑脂在高温下的表现



蒸发使润滑脂更干、更硬。

蒸发：高温油损失

- 将润滑脂暴露于高温下可能会使一些油液蒸发，从而导致润滑脂变得更干、更硬——这都会给润滑脂结构带来不良变化
- 蒸发损失最低的润滑脂在高温环境下表现将更好。



氧化将产生不溶性树脂、沉渣或漆。

氧化稳定性：润滑脂在高温下的抗氧化能力

- 长期暴露于高温下将加速润滑脂的氧化。
- 润滑脂氧化将产生不溶性树脂、沉渣或漆，从而造成操作缓慢、磨损增加及间隙减小。
- 为延长工作时间，必须要有抗氧化剂与防锈剂。

润滑脂特性水淋性和铜腐蚀



水淋性：润滑脂的水承受能力

- 水可以冲走油液或改变润滑脂的一致性，从而降低润滑性。
- 通过选择润滑脂组分中正确的稠化剂类型和百分比，最大限度降低水淋性。
- **ASTM** 表示，标准水淋性测试的结果不被视为与环境评估测试的等效。



铜腐蚀：润滑脂在静态条件下腐蚀铜的倾向

- 测试：将铜条浸入润滑脂中并放置在烤箱内。然后清洁铜条，观察污点。
- 结果：按 **ASTM** 数字系统评级，其中 1 表示污点极少，4 表示“黑而发亮”。等级高于 2 表示防护较差。
- **ASTM** 指出，“未建立起与实际现场使用的关系，其中大部分处于动态条件下。”

润滑脂特性表现粘度：与剪切相关

触变润滑脂：剪切变稀
粘度随着剪切降低



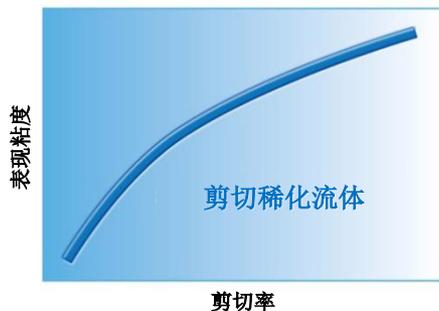
润滑脂的粘度在受到剪切时发生变化。

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

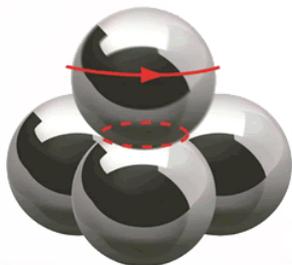
- **运动粘度**是基础油的一种特性。油液的粘度可能随着温度或压缩度变化，但一般来说**不受**剪切的影响。
- **表现粘度**是润滑脂的一种特性。润滑脂的粘度**受**剪切影响。它将变得更稀或更稠。
- **触变润滑脂**在受到剪切时粘度降低，像在室温下搅拌黄油一样。
- **膨胀润滑脂**在受到剪切时粘度升高，就像在室温下搅拌水和面粉一样。

表现粘度作为一种设计工具：对于剪切的思考

- 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。
- 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。

润滑脂特性测量抗磨损和抗起动能力；及评估每个部件的润滑脂量

四球磨损试验



四球磨损试验：钢对钢测试用于指示润滑脂的抗磨损程度

- 将润滑脂涂抹在一个在三个类似的钢球组成的一套旋转的负载钢球上，然后测量磨痕。
- 磨痕较小 = 保护更好。（40 kg 的负载下为 0.50 mm 时，被认为非常好）。

比重

$$sg = \frac{d_{\text{试样}}}{d_{\text{水}}}$$

比重：润滑脂与 25°C (1.00 g/cm³) 的水相比的相对密度

- 帮助确定要涂抹多少润滑脂在部件上或润滑脂的总消耗量。
- 更换比重接近 1 的标准密度烃、硅或酯类润滑脂时，使用 PFPE 等高密度润滑脂（水密度的两倍）的部件需要两倍的润滑脂。

低温扭矩



低温扭矩：抗起动

- 依据 ASTM D1478，可测量润滑脂阻碍低速滚珠轴承在 -40°C 下旋转的程度。
- 有助于选择低功率机械装置的润滑脂，以确保有足够的功率来剪切润滑脂和形成润滑膜。



A QUAKER CHEMICAL COMPANY



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