

Krytox®高性能氟素润滑剂

长效、免维护的终生润滑产品



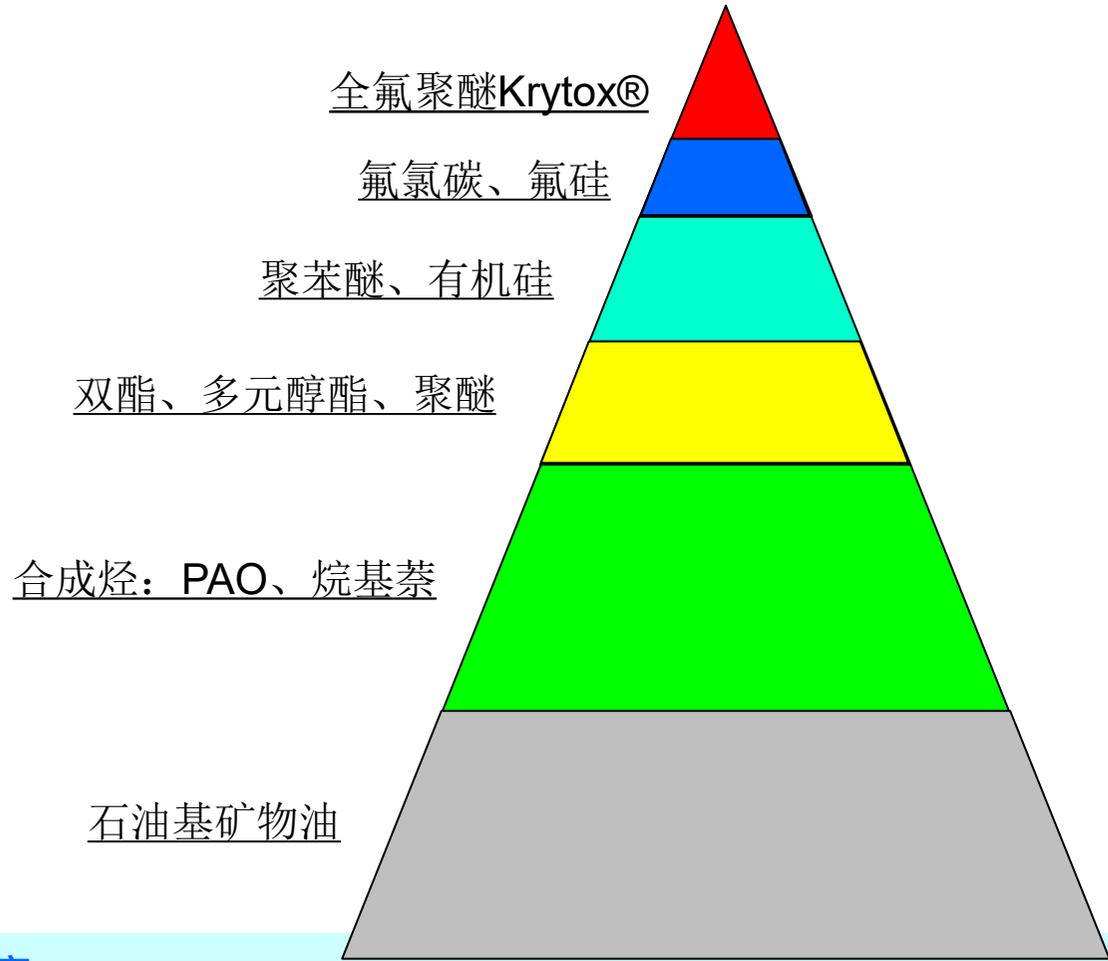
DuPont™ Krytox®
When Failure Is Not an Option!



The miracles of science™

耐腐蚀、化学品稳定性、耐高温性能、长效性能

性价比



您来决定：

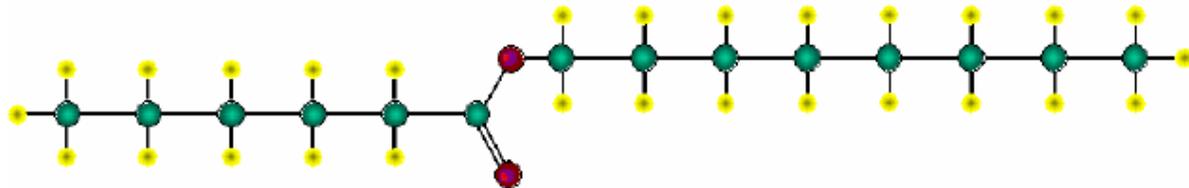
主流产品（矿物油）→更好润滑保护产品（合成润滑脂）→顶级产品



常规润滑产品——矿物油及普通全合成润滑剂

合成
碳氢

常规润滑剂	优点	弱点
普通碳氢类——矿物油	价格便宜；	易氧化、易积碳，需频繁润滑；
PAO及合成碳氢类	与矿物油和添加剂兼容性好； 相比矿物油很好的热及氧化安定性； 低挥发；低倾点；	高温结碳； 橡胶材料相容性问题
聚酯类（双酯或POE）	优异的热稳定性及低温流动性； 清净性能好；易降解；	密封材料相容性差；油漆相容性差；容易水解；
PAG及聚醚	粘度指数很高； 高温下不结碳； 优良的低温性能	低速下容易粘滑；较易迁移； 较易吸湿，抗水性能一般；油漆相容性差；
磷酸酯	防火阻燃；优异的润滑性；	有毒；容易水解；低粘度指数；
硅类	粘度指数非常高；粘度涵盖从极低到极高的温度要求； 抗水性能好；较好的热、化学稳定性及材料相容性；	抗磨、极压承载能力差（二甲基较差，苯甲基较好，氟硅较好）； 易迁移导致污染好润滑缺失；



常规润滑剂失效分析

- **氧化**

缓慢氧化，产生酸或油泥；剧烈氧化，着火或爆炸；

- **高温**

加速氧化，积碳或结焦；耐温性能不够，润滑脂变成水状，流失；加速挥发、泄露导致润滑干涸；

- **水或潮湿环境**

冷凝水或混入水，乳化；被水淋失

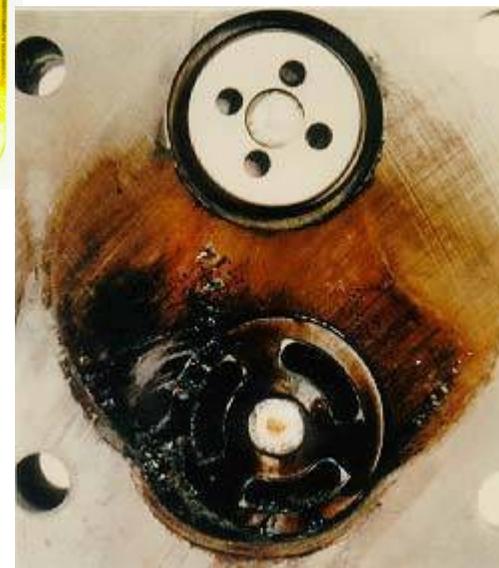
- **化学物质**

被接触的化学物质如、酸、碱、有机溶剂等腐蚀；

- **腐蚀密封材料**

润滑剂泄漏；损坏设备

-



Krytox®是什么？

Krytox®是全氟聚醚（PFPE）高性能氟素润滑油、脂的名称；分子结构中含有三种成分：

- Carbon碳21.6%
- Oxygen氧9.4%
- Fluorine氟69.0%

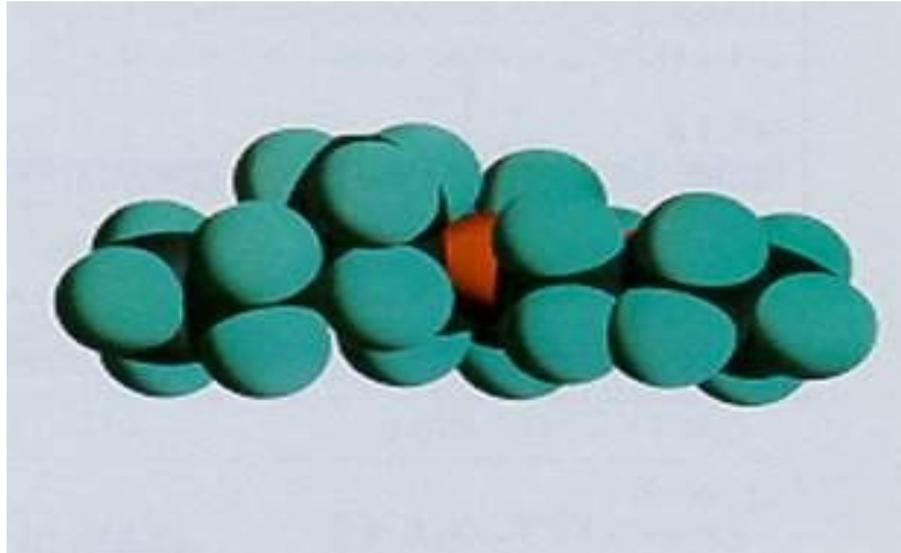
不含氢元素；

常规润滑剂：碳、氢、氧，直接或间接来自石油；

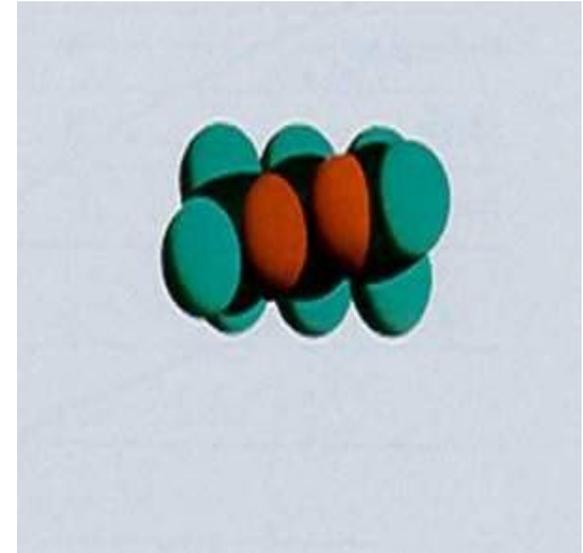
由此带来了一系列无与伦比的独特性能，Krytox®润滑油本身也被喻为液态的Teflon®，而获得润滑领域“皇冠上的明珠”。



杜邦KRYTOX®产品更加稳定



遮罩型结构



非屏蔽型结构

Krytox®高性能润滑剂——免维护的终身润滑产品



- 工作温度范围大，出色的耐极端高温性能
 - ✓ -70℃~350℃范围内，提供长效、优异的润滑性能
 - ✓ 不燃烧、无闪点、无自燃点
 - ✓ 高温下不易挥发
 - ✓ 高温下无积碳，无结焦、无沉淀
 - ✓ 高温下不流失
- 出色的耐化学腐蚀性能
 - ✓ 不和氧气甚至液氧发生化学反应，不会老化
 - ✓ 耐蒸汽、强酸强碱及近2000种化学物质的腐蚀
 - ✓ 杜邦Krytox最稳定的全遮罩型PFPE
- 宽广的材料相容性和非凡的电绝缘性能
 - ✓ 不溶于水及大多数溶剂
 - ✓ 几乎可以与任何工程塑料弹性体搭配使用
- 出色的成膜、承载能力和润滑性能
 - ✓ 成膜能力是普通润滑剂的2~3倍
 - ✓ 极压承载能力超过普通检测机器的上限

Krytox®这些特性确保您的设备或产品实现恶劣工况下的长效、免维护润滑

2013/3/12 DUPONT CONFIDENTIAL



Krytox®——让您的产品与众不同

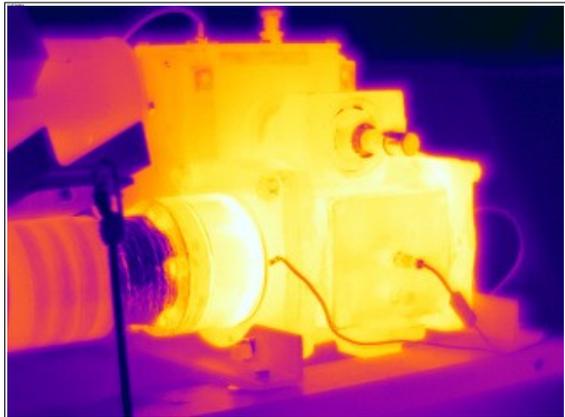
提高了喷气发动机的系统稳定性—— F-22猛禽战斗机（全球最先进的五代机）



- 喷气发动机排气轴承@ 315C
运行寿命提高四倍；
- 大幅度提高喷气涡轮发动机的可靠性（@ 350C and 30,000 RPM）

降低发电厂燃气轮机的振动和停机时间

- 西门子燃气轮机耳轴轴承；
- 操作温度：290 C



锅炉吹灰器——齿轮箱寿命延长5倍

现场操作温度在of 200 C，瞬间温度可达340~350 C

Krytox®——在您身边的润滑剂



- 笔记型电脑、硬碟、手机、汽车核心部件的终生润滑.....

Krytox®发展——持续创新的历史

- 1959 杜邦科学家 首次在实验室人工合成氟油
- 1960-65 同美国海军、空军、国家宇航局联合进行润滑油的开发
- 1963 Krytox®用于通用公司制造的超音速运输机引擎运行试验中
- 1964 Krytox专供美国军用飞机Mil Spec 27617所需润滑油
- 1965 首次以商业形式出售一定数量润滑油供美国国家宇航局（NASA）开展阿波罗太空船飞行专案
- 1981 引进了真空泵产品和润滑油再生系统-半导体行业
- 1985 首次应用于汽车终生润滑的轴承中
- 1986 首次应用于汽车NVH（噪声、震动和舒适度）解决方案
- 1994 导入了高效稠化剂
- 1998 导入了新的可溶解防腐蚀添加剂
- 2001 导入了拥有新的有机抗腐蚀添加剂的XHT抗高温产品以及E系列产品
- 2002 宣布新的H1食品级润滑油获得认证
- 2005 导入了食品级润滑脂
- 2006 导入CorrSurface保护产品（CRP）

.....



Krytox®高温稳定性

高温喷枪燃烧试验：

高温烘烤试验：232°C烘箱放置40小时后：



无闪点、无自燃点——最安全的
润滑剂；
不与氧气反应——不老化、长效
润滑的根本原因！



Krytox® <1%品质损
失,无任何结焦



普通碳氢类润滑脂：
40%品质损失；
变硬，结焦；

与其他耐高温润滑脂对比

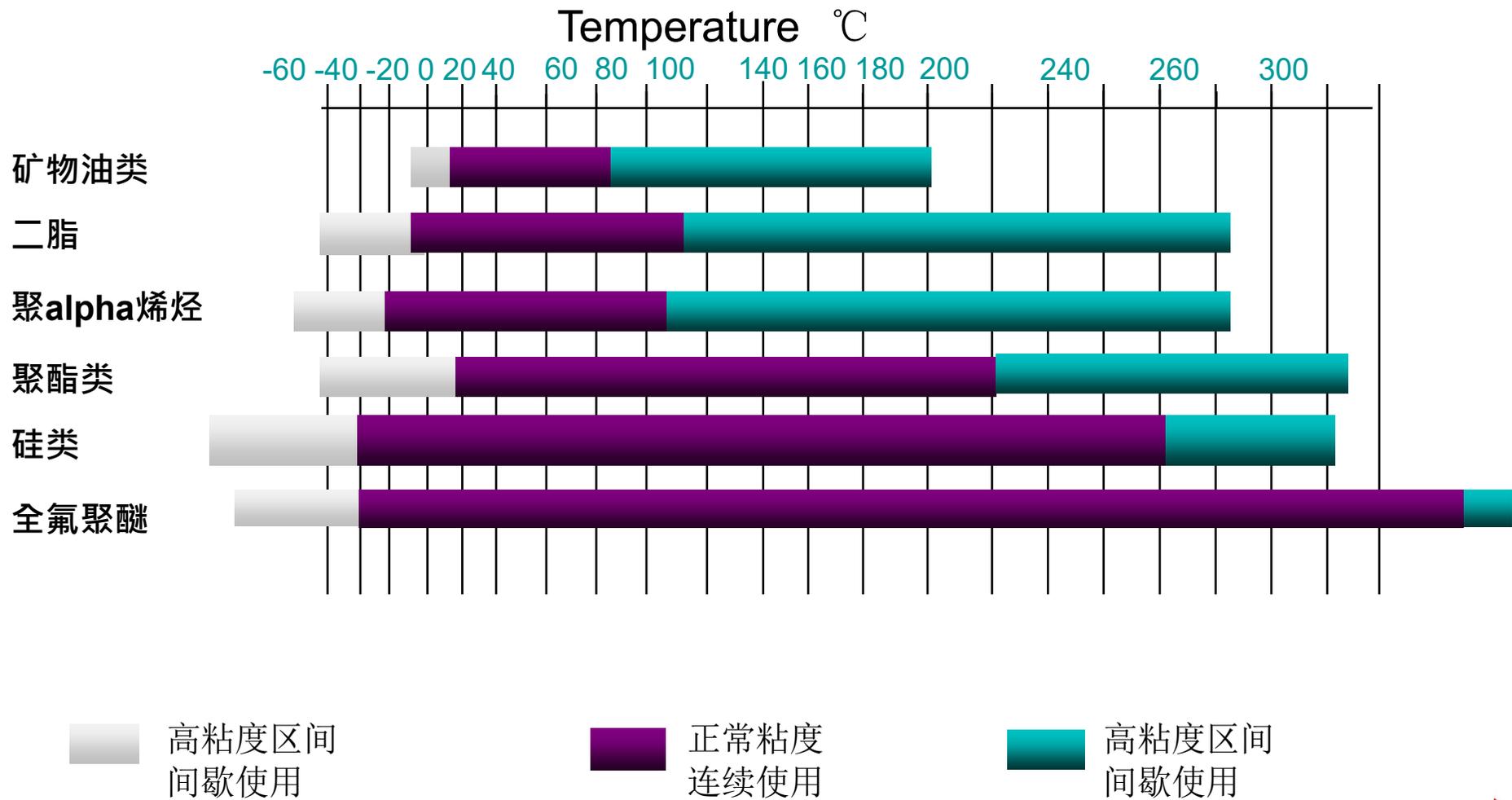
Oil / Thickener	杜邦PFPE油/PTFE	PFPE油/锂	酯/粘土	PFPE&酯/PTFE&聚脲
宣称的在以下条件使用	-30° C to +288° C	-30° C to +250° C	-29° C to +204° C	-20° C to +220° C
原油黏度	440 cSt	420 cSt	450 cSt	420 cSt
在204° C, 30个小时的离油率(ASTM D-6184)	11.6%	35.9%	6.3%	5.30%
在204° C, 22个小时后挥发(ASTM D-2595)	0.15%	1.15%	7.16%	7.73%
在200° C, 500hr,挥发	2.55%,柔软、油脂状	4.71%,变硬, 粉末状	34.9%,硬且干燥	18.6%,硬且干燥



PFPE/PTFE vs. PFPE/Lithium vs. Ester/Clay vs. PFPE/Ester/PTFE/PolyUrea

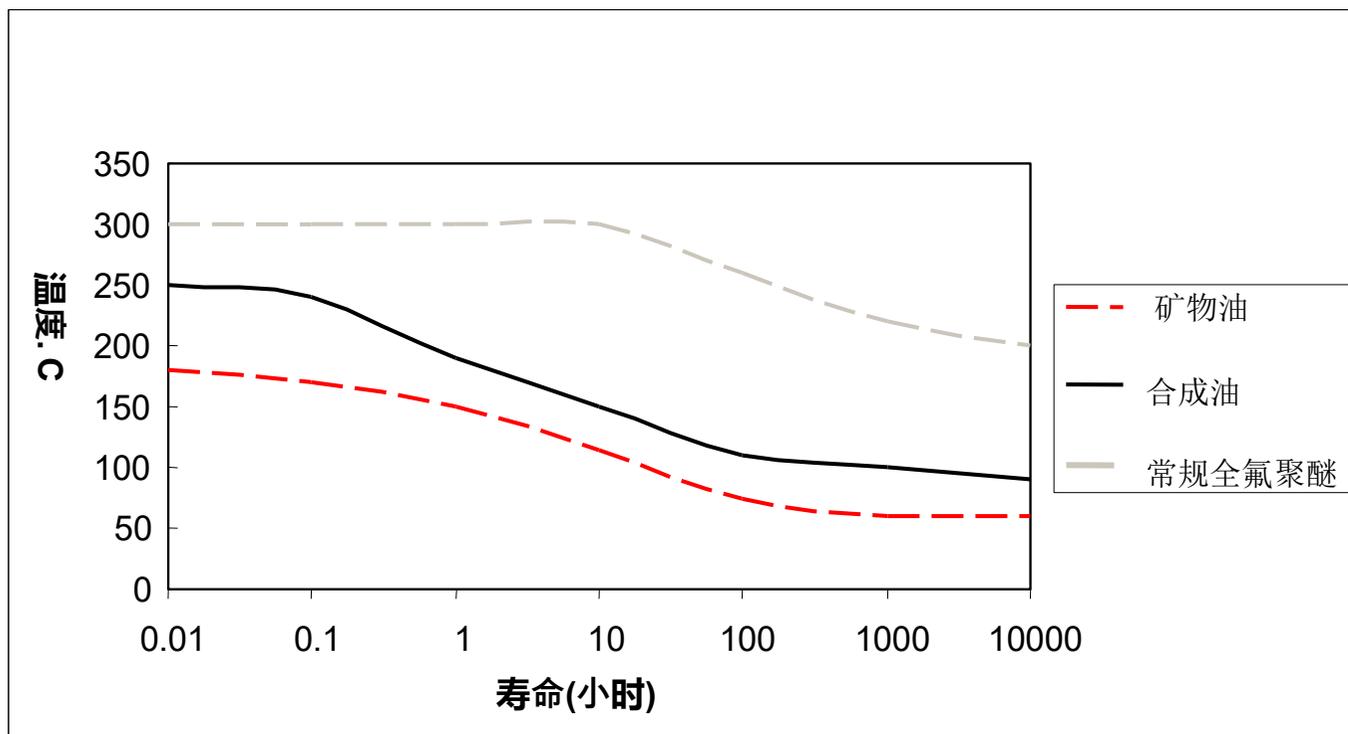
各种润滑剂的温度使用范围比较

Krytox®:连续工作耐温极限：400C



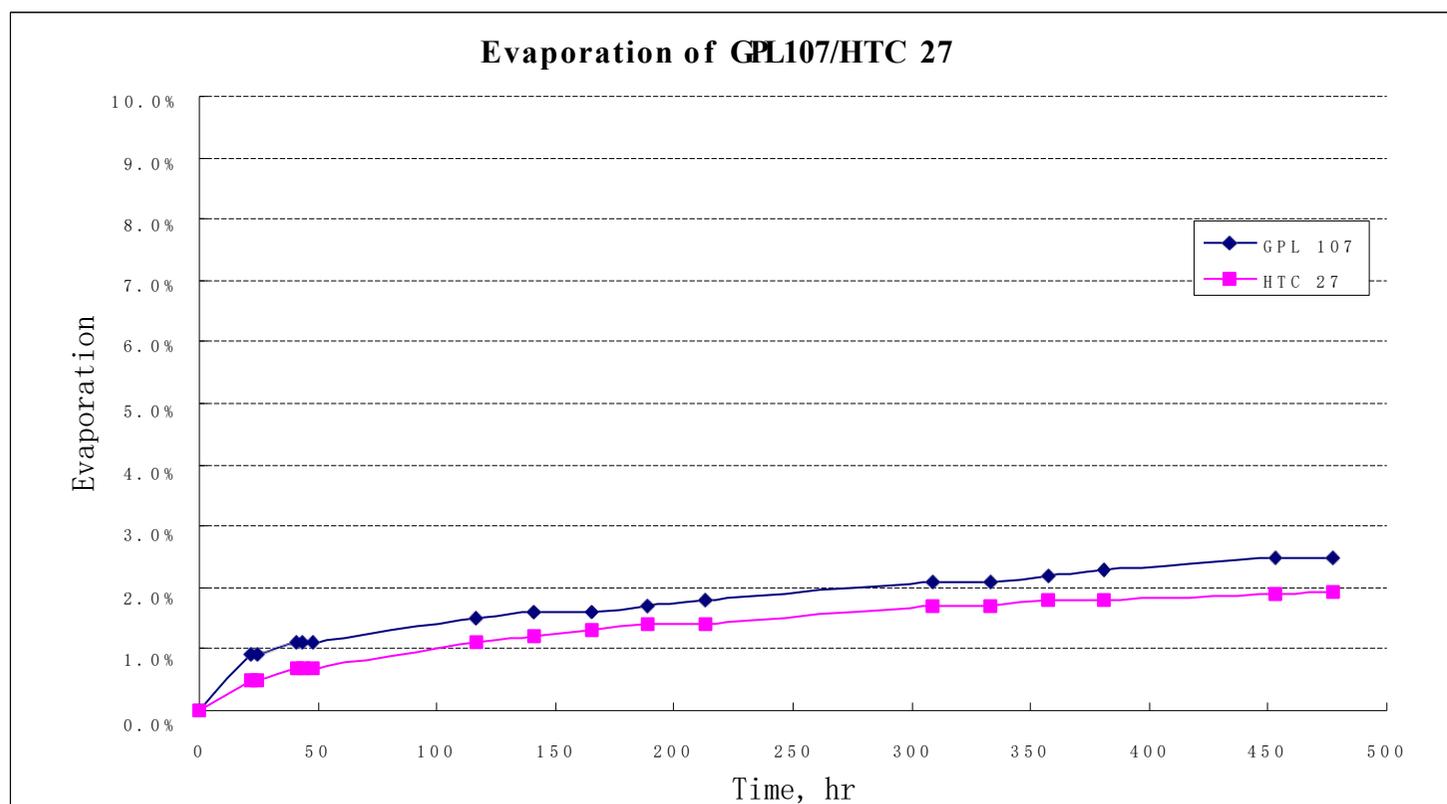
不同类型润滑剂高温下的润滑寿命

- 200℃以上，氟素润滑剂是普通润滑剂（矿物油、全合成）的**30~100倍**！



超低的挥发性能——长寿命！

- 试验方法：600mL的烧杯中放入500g样品，置于**250°C**烘炉内，测试**21天**（500小时）的挥发损失——Krytox HTC27挥发低于2%！



Krytox®长生不老秘诀——任何条件下不与氧气反应！

- 不与液氧、高压氧气发生反应；
- 通过全球权威测试机构——联邦德国材料测试中心BAM350Bar的氧气冲击测试认证（常规润滑产品：小于3Bar）；
- 上述液氧冲击测试中，通过60Bar的测试即认为该物质可在氧气及液氧环境下安全使用；

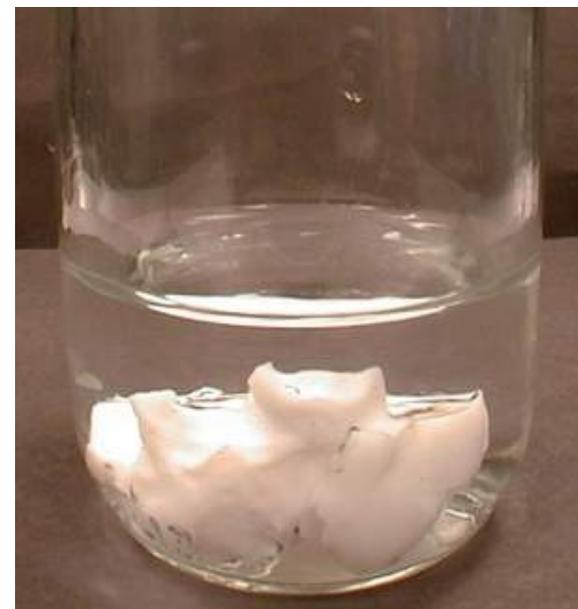
由于不氧化、不老化，Krytox®可通过再生（Regeneration），恢复与新油完全相同的状态！



DU PONT

Krytox®——耐化学物质腐蚀

- 耐水、耐高温、高压水蒸气；
- 耐汽油、醇、酮、烷烃等各类常见有机溶剂；
- 耐浓硫酸、发烟硝酸、浓盐酸、氢氟酸等各类酸的腐蚀；
- 耐熔融的火碱、KOH等各类强碱的腐蚀；
- 耐液氧、二甲肼、氯气、氟气、高锰酸钾、铬酸洗液等强氧化剂的腐蚀；



最广泛的材料兼容性

- Krytox®润滑油与几乎目前世界上所有的弹性体、橡胶、塑料材料相容，均不会产生溶胀、收缩、力学性能影响等问题；
- 我们还有对含有氟油防锈添加剂的XP系列产品进行全面的测试，有可能会影响极少部分橡胶及弹性体；
- Krytox®不会与油漆、涂料等反应；
- 550°F以下，与所有金属材料不发生化学反应；



最广泛的材料兼容性-2

· 常规润滑剂的部分材料相容性资料

對橡膠的影響

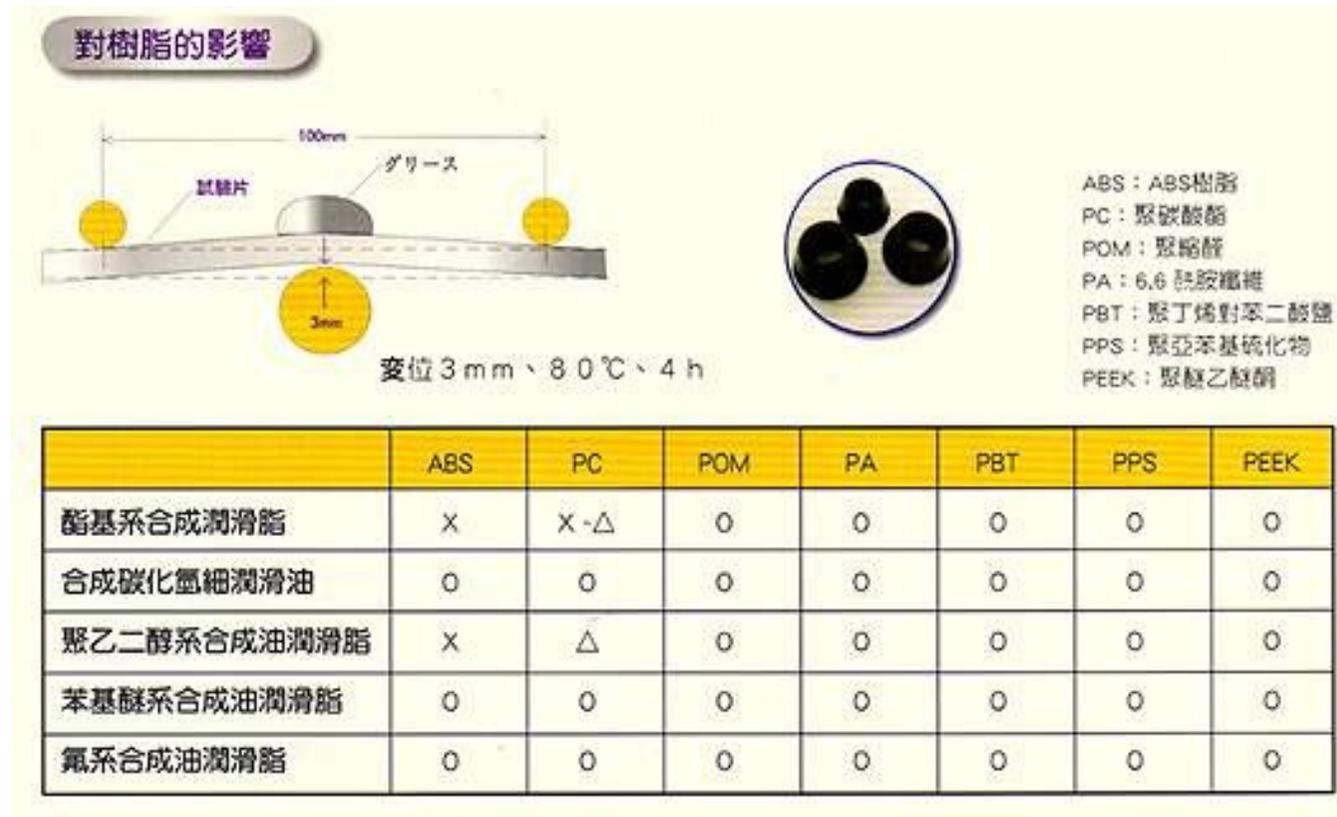
橡膠的深入試驗
 滲入條件：100℃·70h
 試驗項目：硬度的變化·質量變化率·體積變化率

EPDM：乙炔基丙烯酸橡膠
 SBR：苯乙烯丁二烯橡膠
 NBR：腈橡膠
 ACM：丙烯酸膠
 CR：氯丁橡膠
 VMQ：硅元素橡膠
 FKM：氟素橡膠
 U：氨基甲酸乙酯橡膠

	EPDM	SBR	NBR	ACM	CR	VMQ	FKM	U
脂系合成油潤滑脂	X-△	X X	△-0	X-△	XX-X	0	◎	◎
合成碳化氫細潤滑脂	XX	X	◎	◎	X-0	△-0	◎	◎
聚乙二醇系合成油潤滑脂	0	0	◎	0-◎	0	◎	◎	◎
苯基醚系合成油潤滑脂	XX	X	◎	◎	X-◎	◎	◎	◎
全氟化潤滑脂	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
礦物油系潤滑脂	XX	X	◎	◎	X-0	0	◎	◎

最广泛的材料兼容性-3

- 常规润滑剂的部分材料相容性资料



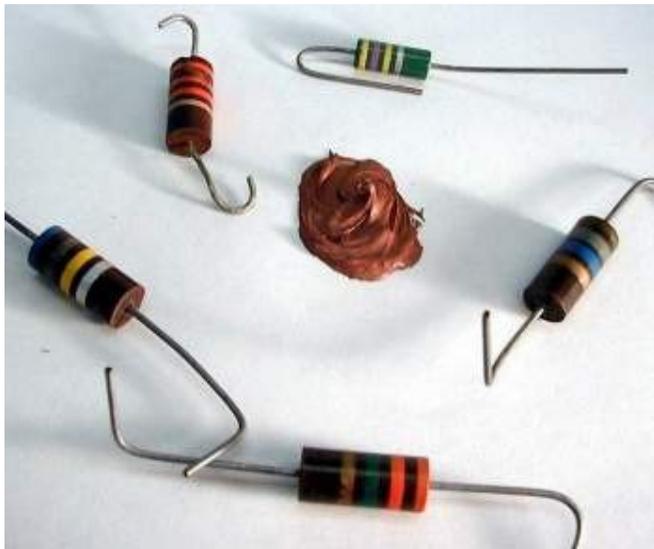
安全、环保的Krytox® ----美国农业部、NSF认证的食品级润滑剂

- Krytox®全球最先取得H1认证的PFPE润滑剂；
- USDA / NSF H-1润滑剂：用于食品机械或设备，可与食品直接接触的润滑或防锈产品；可通过其网站www.nsf.org查询所用产品的NSF认证是否真实有效或过期；
- Krytox®:全系列的H1润滑剂，既有润滑油，也有润滑脂；
- 主要应用领域： 工业食品加工；



Krytox®——优异的电性能

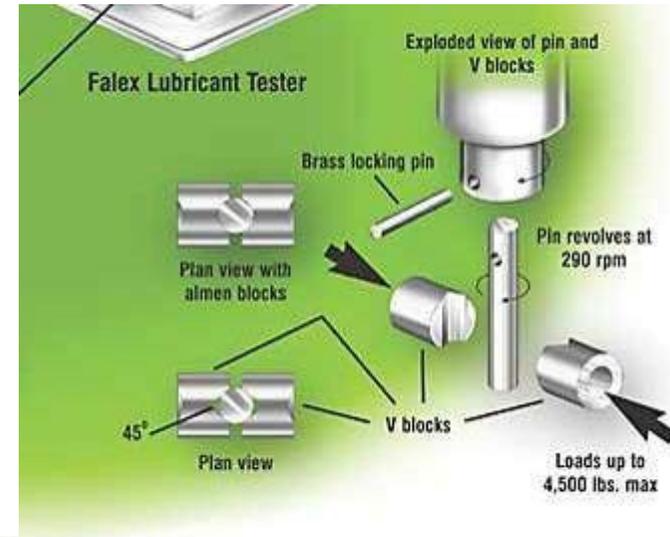
- 优异的电绝缘材料：
 - 电阻率、体积电阻率高达 10^{14} ohm-cm(ASTM D-257, D-1169);
 - 击穿电压高达60kV/0.1 inch (ASTM D-877) ;
- 可用作电器开关长寿命灭弧脂、触点脂;
- 可用于半导体、电子行业的测试液;



卓越的极压、润滑性能——Falex测试

Falex Pin/V Block Test:

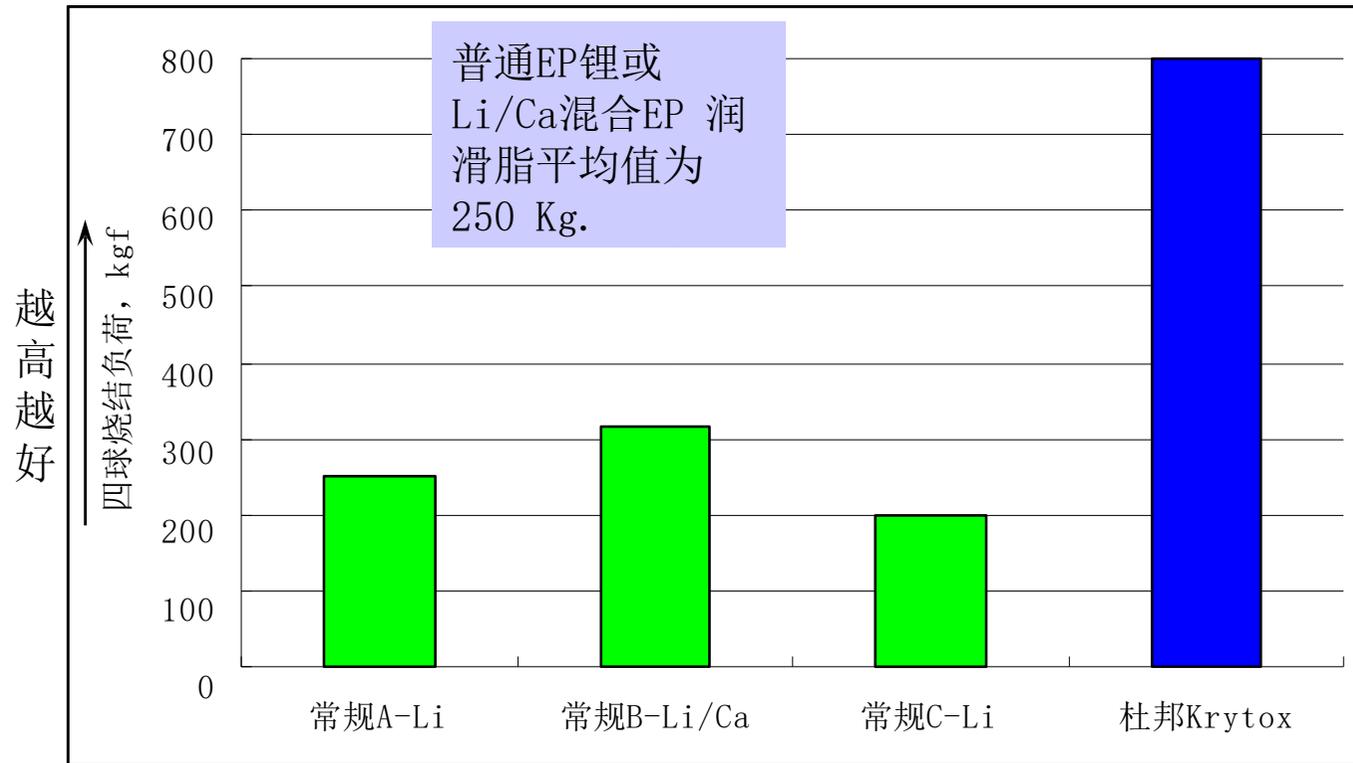
近半数以上的Krytox型号可超过该设备的检测极限而不发生卡咬；



左边的碳氢类出现烧结，而Krytox PFPE不会烧结

卓越的极压、承载能力——四球烧结负荷

- 近半数的Krytox产品超过四球极压试验的检测极限——800kgf以上不出现烧结！意味着您从此不必担心重载环境下轴承和设备的磨损！



轴承润滑脂实战评价——ASTM D3336

市面常见高温润滑脂 (from manufacturers data sheets)	宣称使用温度范围	粘度 40°C/100°C	测试温度	韦伯寿命,小时
Polyurea / hydrocarbon oil	-29° C to +177° C	116 / 12.3	150° C / 300° F 177° C / 350° F	Approx 3000 600
Polyurea / hydrocarbon oil	--	115 / 12.2	177° C / 350° F	750+
Microgel / hydrocarbon oil	-23° C to +177° C	-- / 31.8	150° C / 300° F	600+
Lithium complex / polyol ester	--- to +200° C	150 / --	176° C / 349° F	500
Organo-clay / PAO	-54° C to +177° C	29.3 / 5.6	177° C / 350° F	400+
DuPont™ Krytox® 润滑脂				
Krytox® GPL 224	-51° C to +179° C	60 / 9	200° C / 392° F	1000+
Krytox® AUT 2A45	-40° C to +200° C	100 / 12.3	200° C / 392° F	3500+
Krytox® GPL 225	-36° C to +204° C	160 / 18	200° C / 392° F	5000+
Krytox® XHT AC	-20° C to +300° C	500 / 47	250° C / 482° F	2000+

- 根据Timken公司经验,在ASTM D3336轴承寿命测试, 10,000 RPM @ 177° C, 250小时的寿命即认为好, 500认为优秀; >750小时被认为最好;
- Krytox® 润滑脂的寿命是其他类型润滑脂的5~50倍;



Krytox®产品系列：

Krytox®特种工业用润滑产品GPL;

Krytox® 真空泵专用油 VPF;

Krytox® 240, 283, 143航空级别；

新产品:

- Krytox® PLO; AT, ATA;
- XP系列 (SP3,可溶性耐磨/耐腐蚀)
- E系列 (Non-NaNO₂)
- TM7轮胎脱模耐磨板润滑保护剂
- XHT极高温系列:
 - 在高温下具有更高粘度/专用增稠剂不会熔化
 - 连续使用温度可达360C ~ 400C
- 线性产品L系列——超宽温度范围，超低温扭矩的氟素润滑脂；
- Fluroguard产品系列
- NSF-H1食品级FG产品系列
- AUT汽车行业专用润滑剂(2045; 2245; 2E45; 2A45)
- NRT系列——BAM氧气冲击测试认证的润滑脂，氧气及化工厂用耐腐蚀润滑剂

特种工业用润滑产品 GPL

Typical Properties of Krytox® General-Purpose Oils and Greases¹

Oil Grades	100	101	102	103	104	105	106	107
GPL Standard Grease Grades	200	201	202	203	204	205	206	207
GPL Extreme Pressure Grease Grades	210	211	212	—	214	215	216	217
GPL Anticorrosion Grease Grades	220	221	222	223	224	225	226	227
ISO Grade of Oil ²	5	7	15	32	68	150	220	460
Estimated Useful Range ³								
°C	<-70-66	<-70-104	-63-132	-60-154	-51-179	-36-204	-36-260	-30-288
°F	<-94-150	<-94-220	-81-270	-76-310	-60-355	-33-400	-33-500	-22-550
Oil Viscosity, cSt								
20 °C (68 °F)	12.4	17.4	38	82	177	522	822	1535
40 °C (104 °F)	5.5	7.8	15	30	60	160	243	450
100 °C (212 °F)	—	2	3	5	8.4	18	25	42
204 °C (400 °F)	—	—	—	—	—	3.1	4.1	6
260 °C (500 °F)	—	—	—	—	—	—	2.4	3.3
Oil Viscosity Index	—	—	29	92	111	124	134	145
Oil Pour Point								
°C	<-70	<-70	<-63	-60	-51	-36	-36	-30
°F	<-94	<-94	<-81	-76	-60	-33	-33	-22
Oil Density, g/mL								
0 °C (32 °F)	1.87	1.89	1.91	1.92	1.93	1.94	1.95	1.95
100 °C (212 °F)	1.67	1.70	1.72	1.74	1.75	1.76	1.77	1.78
Maximum Oil Volatility, ASTM D2595								
% in 22 hr								
121 °C (250 °F)	90	75	35	7	3	1	<1	—
204 °C (400 °F)	—	—	—	—	—	7	<3	<1
Oil Separation from Grease, ASTM D6184								
wt loss, % in 30 hr								
99 °C (210 °F)	18	9	7	6	5	5	4	4
204 °C (400 °F)	—	—	—	—	—	—	12	12

氧气及化工厂用耐腐蚀润滑剂

BAM认证的润滑剂

Product Properties	Krytox [®] NRT 8900	Krytox [®] NRT 8904	Krytox [®] NRT 8906	Krytox [®] NRT 8906 A	Krytox [®] NRT 8908	Krytox [®] NRT 8950	Krytox [®] NRT 8990	Krytox [®] NRT PLSS	Krytox [®] NRT 8805	Vydax [®] NRT 960
Description	White, creamy grease	White, creamy grease	White, creamy grease	White, creamy grease	Light gray, creamy paste	White, creamy grease	White, creamy grease	White, creamy grease	Clear, colorless oil	Translucent, white dry lubricant aerosol
NLGI Grade	2	2	2	2	2	1.5	1	2	—	—
Thickener	PTFE	PTFE	PTFE	PTFE	inorganic	non-melting	PTFE	PTFE	—	—
Estimated Useful Temperature Range, °C	-51 to +121	-51 to +179	-36 to +260	-36 to +200	-40 to +180	-15 to +325	-75 to +150	-36 to +260	-40 to +160	Maximum continuous use temperature +200
Oil Viscosity, kinematic cSt, ASTM D445, °C										
40	18.7	60	240	240	49	500	15	240	81	—
100		9	25	25	7.2	47	3.7	25	11	
204			4	4				3.9		
Oil Density, g/mL	1.9	1.93	1.95	1.95	2.0	1.95	1.9	1.95	1.9	—
Max Oil Volatility, % in 22 hr, ASTM D972, °C										
66	9	1								
121	35	3			2		8		1	
204			<5	<6		<1		<5		
260						2.1				

真空泵专用油VPF

Property	Test		DuPont™ Krytox®						
	Method	Conditions	Units	1506/1506XP	1514/1514XP	1525/1525XP	1531/1531XP	1618	16256
Average Molecular Weight	NMR			2160	2840	3470	3100	3130	9400
Vapor Pressure**	Knudsen	20°C (68°F)	torr	4×10^{-7}	2×10^{-7}	1×10^{-7}	1×10^{-7}	5×10^{-9}	3×10^{-14}
		50°C (122°F)		1×10^{-5}	3×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	2×10^{-7}	2×10^{-12}
		100°C (212°F)		1×10^{-3}	1×10^{-4}	3×10^{-5}	3×10^{-5}	2×10^{-5}	1×10^{-9}
		200°C (392°F)		5×10^{-1}	1×10^{-2}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^{-2}	2×10^{-6}
Kinematic Viscosity	ASTM D445	20°C (68°F)	mm ² /s	60	140	250	310	180	2560
		50°C (122°F)	(cSt)	15.5	32	52	63	39	437
		100°C (212°F)		4.1	7.2	10.6	12.5	8.4	64.6
Density		20°C (68°F)	g/cc	1.88	1.89	1.90	1.90	1.89	1.92
		50°C (122°F)		1.82	1.83	1.84	1.84	1.83	1.87
		100°C (212°F)		1.73	1.74	1.75	1.75	1.74	1.78
		200°C (392°F)		1.54	1.55	1.56	1.56	1.55	1.61
Pour Point	ASTM D97		°C (°F)	-60 (-76)	-54 (-65)	-48 (-54)	-41 (-42)	-40 (-40)	-15 (5)
Distillation Range at 0.4 torr	ASTM D1160	10%	°C (°F)	160 (320)	200 (392)	200 (392)	200 (392)	210 (410)	NA
		90%		220 (428)	280 (536)	300 (572)	300 (572)	280 (536)	NA
Heat of Vaporization	Knudsen	150–250°C (302–482°F)	cal/g	9	7	6	6	7	NA
Volatility at 22 hr	ASTM D2595	121°C (250°F)	%	6.5	1.3	0.6	0.4	0.3	0.2
Surface Tension		25°C (77°F)	dyn/cm	17	18	19	19	18	19

* This table gives typical properties based on historical production performance. DuPont does not make any express or implied warranty that these products will continue to have these typical properties.

** Actual values are equal to or less than those indicated.

半导体行业真空及无尘室用润滑剂

	Viscosity cSt @ 20°C	Vapor Pressure
240 AB	230	1×10^{-6}
240 AC	800	2×10^{-8}
240 AD	1600	1×10^{-9}
LVP	2700	1×10^{-13}
<hr/>		
L-150	350	1×10^{-9}
L-220	540	1×10^{-10}

XHT特高温产品系列：氟素脂中的极品——最耐高温的氟素润滑脂； 长期持续工作温度可达350~400°C

Technical Properties							
Thickener			Viscosity (cSt)			Volatility ASTM D2595	Anticorrosion Additive (%)
Grade	Type	Properties	at 40° C	at 100° C	at 200° C	at 204° C	
XHT-S	PTFE	Low friction max. temp. 300° C	500	47	6.9	<1	NA
XHT-SX	PTFE	Low friction max. temp. 300° C	740	65	8.8	<0.8	NA
XHT-AC	PTFE	Low friction max. temp. 300° C	500	47	6.9	<1	Sodium nitrite
XHT-ACX	PTFE	Low friction max. temp. 300° C	740	65	8.8	<0.8	Sodium nitrite
XHT-RUF	PTFE	Low friction max. temp. 300° C	500	47	6.9	<1	Organic antirust additive
XHT-RUFX	PTFE	Low friction max. temp. 300° C	740	65	8.8	<0.8	Organic antirust additive
XHT-BD	Non-melting	Extra strong bonding	500	47	6.9	<1	NA
XHT-BDX	Non-melting	Extra strong bonding	740	65	8.8	<0.8	NA
XHT-BDZ	Non-melting	Extra strong bonding	1005	85	10.9	<0.6	NA
XHT-NM	Non-melting	High Temp, low speed	500	47	6.9	<1	NA
XHT-NMX	Non-melting	High Temp, low speed	740	65	8.8	<0.8	NA

Krytox线性脂：超宽温度范围，超低温扭矩的氟素润滑脂

Typical Properties of Krytox® L

	L-15	L-32	L-65	L-100	L-150	L-220
Oils	L-15 G	L-32 G	L-65 G	L-100 G	L-150 G	L-220 G
Standard Grease	L-15 G	L-32 G	L-65 G	L-100 G	L-150 G	L-220 G
Anticorrosion Grease	L-15 AG	L-32 AG	L-65 AG	L-100 AG	L-150 AG	L-220 AG
Soluble Anticorrosion Grease	L-15 XP	L-32 XP	L-65 XP	L-100 XP	L-150 XP	L-220 XP
Oil Viscosity, 20°C (68°F), cSt	31	70	150	233	350	540
Oil Viscosity, 40°C (104°F), cSt	15	32	65	99.9	150	220
Oil Viscosity, 100°C (212°F), cSt	3.7	7.0	12	18.5	26	40
Oil Viscosity Index	145	181	193	206	212	228
Molecular Weight	2500	3500	5000	7000	8200	10500
Vapor Pressure (estimated)						
Torr at 20°C (68°F)	1×10^{-6}	9×10^{-7}	1×10^{-7}	1.5×10^{-8}	4×10^{-10}	6×10^{-11}
Torr at 200°C (392°F)	1×10^{-1}	4×10^{-2}	7×10^{-2}	3×10^{-3}	2×10^{-4}	4×10^{-5}
Useful Temperature Range, °C (°F)	-75-150 (-103-302)	-70-180 (-94-356)	-69-220 (-92-428)	-67-290 (-89-554)	-60-315 (-76-599)	-60-315 (-76-599)
Oil Pour Point, °C (°F)	<-75 (-103)	<-70 (-94)	-69 (-92)	-67 (-89)	-60 (-76)	-60 (-76)
Oil Density, g/mL at 24°C (75°F)	1.84	1.85	1.85	1.86	1.87	1.87
Oil Volatility, % in 22 hr (D972)						
121°C (250°F)	10	5				
204°C (400°F)		15	5	2.5		
260°C (500°F)			12	8	3	1.5

Predicted typical properties; not for specifications

Gearbox: 免维护润滑脂

- GBO 14/25
- GBO grease

Gearbox Grease Grade	GB M0	GB H0	GB A2	GB C2
NLGI Grade	0	0	2	2
Penetration, ASTM D217	355–385	355–385	265–295	265–295
Thickener Chemistry	PTFE	PTFE	PTFE	PTFE
Dropping Point, °C	>290	>290	>290	>290
Base Oil Viscosity, 40 °C	100	500	100	500
Estimated Useful Temperature Range, °C	-40 – 210	-4 – 270	-40 – 210	-4 – 270
Appearance	Grey, Creamy	Grey, Creamy	Grey, Creamy	Grey, Creamy
Specific Gravity	2.1	2.1	2.1	2.1



The miracles of science™