

如需查询润滑油之详情, 请联络:
埃克森美孚(中国)投资有限公司
上海市天钥桥路30号 美罗大厦17楼 邮政编码:200030
电话:400-820-6130
电子邮箱:PRCLubeline@Exxonmobil.com



官方微信

© 2018埃克森美孚公司版权所有。本文中采用的所有商标及注册商标均为埃克森美孚公司或其某一关联公司所有。
注意: 由于美孚产品不断在改良, 本资料可能会有所调整而不另行通知。



工业润滑油



不只是提高生产力™

美孚机械加工行业润滑解决方案

动力, 与你我同在™



mobil.com.cn/industrial





目录

应对机械加工行业润滑解决方案	02	金属加工液	36
我们帮助您车间内的设备更稳定、更长久的运转	04	产品详解	
设备制造商推荐	06	▪ 美孚克特™ 系列	
		▪ 美孚美特™ 系列	
		▪ 美孚格兰德™ 系列	
液压油	08	技术课题	41
产品详解		▪ 美孚水溶性切削液的维护与保养	
▪ 美孚DTE 10超凡™ 系列		▪ 无氯切削液	
▪ 美孚DTE™ 20系列		▪ 金属加工业应用指南- 美孚克特系列	
▪ 液压油选油指南			
技术课题	14	齿轮油	48
▪ 液压系统的密封相容性		产品详解	
▪ 液压系统维护和保养		▪ 美孚SHC™ 600系列	
▪ 液压油剪切稳定性		▪ 美孚齿轮油600™ XP系列	
▪ 液压效能			
业绩证明	22	润滑脂	52
		产品详解	
		▪ 美孚润滑脂XHP™ 系列	
导轨油	24	技术课题	55
产品		▪ 润滑脂转换指南	
▪ 美孚威达™ 数字系列		▪ 润滑脂基础知识	
▪ 美孚威达™ 2号SLC		▪ 润滑脂成分和特点	
▪ 美孚威格力™ 1400系列		▪ 使用润滑脂润滑的轴承和润滑脂应用系统	
技术课题	29	▪ 滚动轴承的润滑脂添加频率	
▪ 切削液遇到导轨油，一定要可分离			
▪ 粘-滑！机床导轨和小提琴的区别在哪里		配套服务	62
		▪ 美孚®优释达®油品分析—系统分析	
业绩证明	34		

应对机械加工行业的 润滑解决方案

我们不仅提供高品质的润滑油，还与您通力协作，帮助您降低运营成本，确保设备可靠运转，生意顺心。

我们不仅提供一整套帮助您提升利润的高性能润滑油和金属加工液产品，我们更提供全面的润滑服务。美孚工业润滑油产品系列的设计目的在于让您设备中的零件保持高效运转，并且还有来自训练有素的销售代表和工程师的支持，一切都旨在帮助您降低总体运行成本，使您事半功倍，后顾之忧。

助您保证加工精密度

您可以通过选用美孚工业润滑油产品和专业技术，来帮助提高您的设备生产力，从而实现更高的产能、更优的性能、更高的效率，共同实现安全、环保、高效等多方面效益。



安全

杰出的产品兼容性，有助于避免机床故障停工，降低检修率，减少人员接触设备时间，提高安全性。



环保*

先进的美孚优释达SM油品分析，为企业量身定制衡量换油的关键性指标，减少废油排放量。



高效

完善的润滑管理方案，有效延长机床使用寿命，减少非计划停机，降低维护成本，帮助企业高效运行。

*访问www.mobil.com.cn/industrial网站以了解相关美孚SM润滑油如何降低对环境的影响。
实际效益可能有所不同，取决于所选择的产品、操作条件和应用类型。

卓越的产品

我们的工程师长期致力于研究和开发机床润滑油和金属加工液的新产品、新技术，以满足当今金属加工业的性能目标，这些润滑油，以高品质的基础油和高性能的添加剂精确调配而成，专为帮助您改进加工经济性和提高生产能力而设计。

杰出的服务

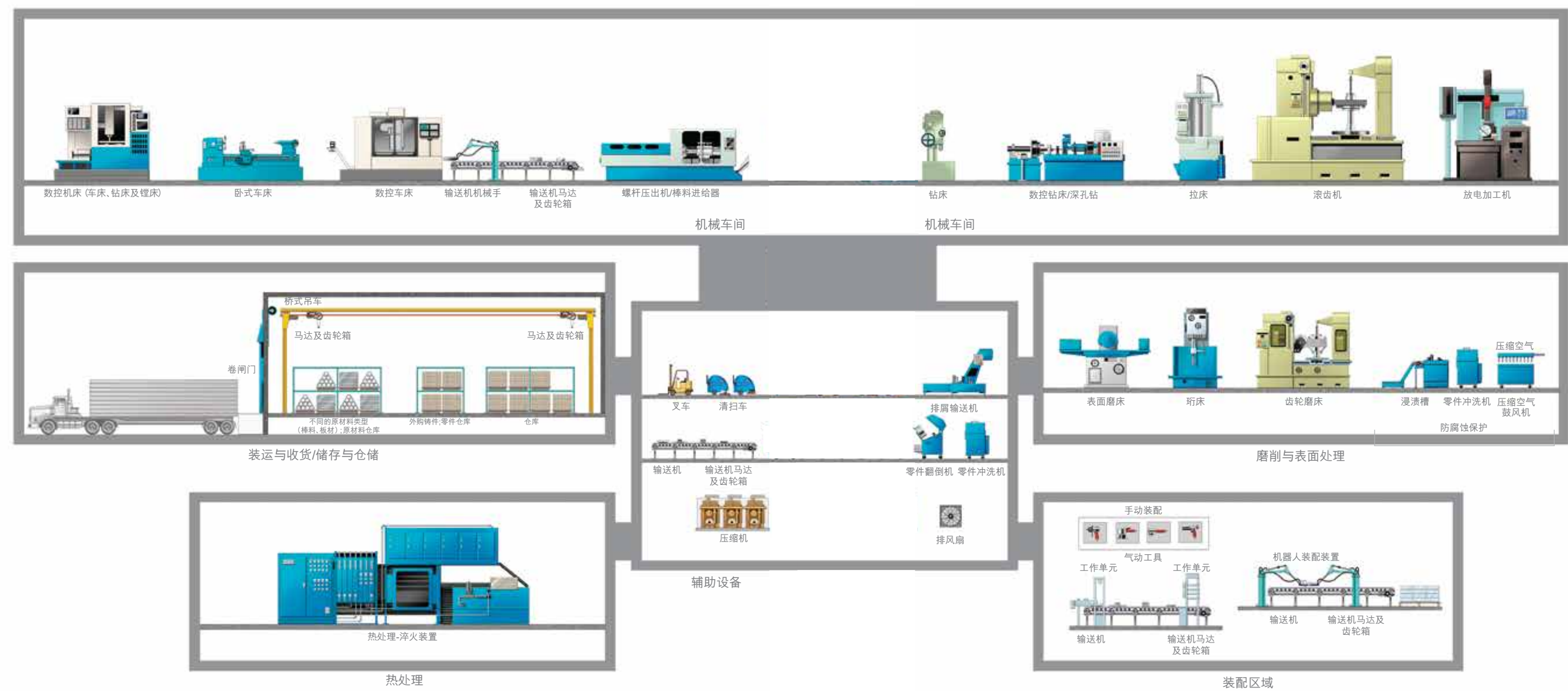
经验丰富的工程师团队组成了我们的全球服务网络，他们与领先的设备制造商以及其客户一道密切合作，以独特的视角来洞察他们的全新技术和润滑需求。这使得我们的科研人员和润滑油配方专家能够研制出先进的润滑油，让设备可靠运转，达到他们严苛的要求。

完善的解决方案

卓越的产品和服务双管齐下，我们致力于为您提供全面的机械加工行业润滑解决方案，让您的设备可靠运转，生意顺心。



我们帮助您车间内的设备 更稳定、更长久的运转



电动机

美孚宝力达™ EM系列

机床

封闭式齿轮传动装置

美孚SHC™ 600系列、
美孚齿轮油™ 600 XP系列、
美孚DTE™ 名称系列

锭子

美孚维罗斯™ 数字系列、
美孚高温润滑脂SHC™ 32

滑道和滑块

美孚威达™ 数字系列、
美孚威格力™ 1400系列

滚珠丝杠/直线运动导轨

美孚威达™ 数字系列、
美孚威达™ 2号SLC、
美孚DTE™ 20系列、
美孚力富SHC™ 系列

液压系统

美孚DTE 10超凡™ 系列、
美孚DTE™ 20系列、
美孚DTE™ 名称系列

夹盘

美孚力富SHC™ 系列、
美孚润滑脂XHP™ 系列

油气加油器

美孚维罗斯™ 10系列、
美孚DTE™ 名称系列

空气压缩机

美孚拉力士SHC™ 1020系列、
美孚SHC™ 拉力士系列、
美孚拉力士™ 800系列、
美孚SHC™ 600系列、
美孚拉力士™ 400系列

传送带齿轮传动装置

美孚SHC™ 600系列、
美孚齿轮油™ 600 XP系列

传送带轴承

美孚力富SHC™ 系列、
美孚润滑脂XHP™ 系列

热处理淬火设备

美孚传热油™ 系列

叉车引擎

美孚® 黑霸王®、
美孚® 黑霸王® 1号

叉车润滑点

美孚力富SHC™ 系列、
美孚润滑脂XHP™ 系列

金属加工液:

油性金属加工液

美孚美特™ 系列、
美孚维美™ 系列

水溶性金属加工液

美孚克特™ 系列

防锈油

美孚拉玛™ 200系列

电火花加工油

美孚维美™ EDM 2、3系列

沈阳机床推荐美孚润滑油

Lubrication Recommendation

沈阳机床优先推荐使用以下美孚润滑油，请仔细阅读说明书。按照保养指南定期更换润滑油，定期检查油位。

Shenyang Machine Tool Co., Ltd. & United Industrial Services Co., Ltd. preferentially recommends the following Mobil lubricants listed below. Please refer to the user manual for oil change intervals and check oil levels regularly.

润滑部位 Lubrication Point	润滑油规格/Specification	美孚产品/Mobil Product
液压系统 / Hydraulic System	ISO VG 32, L-HM , 适用于常规液压系统	美孚 DTE™ 24 / Mobil DTE™ 24
	ISO VG 46, L-HM , 适用于常规液压系统	美孚 DTE™ 25 / Mobil DTE™ 25
	ISO VG 68, L-HM , 适用于常规液压系统	美孚 DTE™ 26 / Mobil DTE™ 26
	ISO VG 32, L-HV , 适用于需要超级清洁性能的液压系统	美孚 DTE 10 超凡™ 32 / Mobil DTE 10 Excel™ 32
	ISO VG 46, L-HV , 适用于需要超级清洁性能的液压系统	美孚 DTE 10 超凡™ 46 / Mobil DTE 10 Excel™ 46
	ISO VG 68, L-HV , 适用于需要超级清洁性能的液压系统	美孚 DTE 10 超凡™ 68 / Mobil DTE 10 Excel™ 68
导轨及滑槽 / Way and Slide	ISO VG 32	美孚威达™ 1号 / Mobil Vactra™ Oil No.1
	ISO VG 68	美孚威达™ 2号 / Mobil Vactra™ Oil No.2
主轴 / Spindles	ISO VG 10	美孚维罗斯™ 6号 / Mobil Velocite™ Oil No.6
	ISO VG 22	美孚维罗斯™ 10号 / Mobil Velocite™ Oil No.10
丝杠 / Guide Screw	NLGI 1#, 锂基润滑脂	美孚力士™ 滑脂 EP 1 / Mobilux™ EP 1

设备类型：车床、铣床、镗床、钻床及各类加工中心

设备型号：普车CA系列、普车CW系列、摇钻Z系列、镗床TPX系列、经济数控车CAK系列、数控车HTC系列、数控车ETC系列、立式加工中心VMC系列



SMTCL 是沈阳机床股份有限公司的商标。
UNIS 是优尼斯工业服务有限公司的商标。

设备制造商推荐



A detailed photograph of a hydraulic system, showing various components like hoses, valves, and metal fittings. The image is overlaid with a semi-transparent blue and green gradient. The text '液压油' is prominently displayed in the center-right area.

液压油



美孚DTE 10超凡™系列

液压油

主要效益

- 

卓越清洁性能，帮助减少设备维护成本，缩短停工时间，实验表明，其寿命三倍于其他测试产品*
- 

卓越的液压效率帮助降低功耗，提高设备生产力
- 

在广泛的温度范围内，提供可靠的启动保护和泵保护

美孚DTE 10超凡™系列无锌液压油，降低功耗并减少维护成本，同时实现生产力的提升。这些专为应对当今高压工业和移动设备的要求而设计的卓越油品，为您带来以下效益：

- 比美孚DTE™ 20系列液压油更高效的液压系统效率
- 较长的油品寿命和更换周期
- 高度耐磨损保护，减少设备故障

美孚DTE 10超凡™系列 液压油提升液压效率幅度高达6%

经台架试验证明，美孚DTE 10超凡™系列润滑油的液压泵性能比其它产品高出了6%。

典型特性†

美孚DTE 10 超凡™系列	15	22	32	46	68	100	150
ISO粘度等级	15	22	32	46	68	100	150
粘度，ASTM D 445							
cSt @ 40°C	15.8	22.4	32.7	45.6	68.4	99.8	155.6
cSt @ 100°C	4.07	5.07	6.63	8.45	11.17	13.00	17.16
粘度指数，ASTM D 2270	168	164	164	164	156	127	120
Brookfield粘度计粘度 ASTM D 2983, cP @ -20°C			1090	1870	3990	11240	34500
Brookfield粘度计粘度 ASTM D 2983, cP @ -30°C			3360	7060	16380	57800	
Brookfield粘度计粘度 ASTM D 2983, cP @ -40°C	2620	6390	14240	55770			
圆锥滚子轴承 (CECL-45-A-99) 粘度损失%	5	5	5	7	11	7	7
密度 15°C, ASTM D 4052, kg/L	0.8375	0.8418	0.8468	0.8502	0.8626	0.8773	0.8821
铜片腐蚀, ASTM D 130, 3小时 @ 100°C	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B
FZG 齿轮试验, DIN 51354, 失效等级	-	-	12	12	12	12	12
倾点, ASTM D 97, °C	-54	-54	-54	-45	-39	-33	-30
闪点, °C, ASTM D 92	182	224	250	232	240	258	256
泡沫试验 I、II、III, ASTM D 892, ml	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0
介电强度, kV, ASTM D877	45	54	49	41			
急性水生生物毒性 (LC-50, OECD 203)	通过	通过	通过	通过	通过	通过	通过

*在与标准美孚品牌液压油比较时，美孚DTE 10超凡™系列产品的能量效率仅与流体性能有关。在受控条件下的标准液压应用中，与美孚DTE™20系列产品相比，美孚DTE 10超凡™系列产品使油泵效率可提高达6%。效率的提高因设备的运行环境而异。该产品的能效声明是基于现有工业标准和协议的测试结果。
注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
†典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

美孚DTE™ 20系列

液压油

主要效益

- 

杰出的抗污染性能，有助于延长部件寿命
- 

出色的抗磨损保护功能，可有效帮助减少设备维护和生产成本
- 

良好的清洁性，有助于增强设备可靠性并减少停机时间
- 

提供三年有限质量保证，使用持久更省心*

美孚DTE™ 20系列高品质液压油为您的设备提供出色润滑保护，确保其保持高效的运行状态

- 这款高性能液压油可以在液压系统中为您的设备提供杰出保护，使其持续高效运转
- 在多种不同的应用中，高性能液压油能优化多数操作所需的油品，并帮助设备控制污染、提升耐用性、降低操作成本，让您安心无忧
- 美孚DTE™ 20系列高品质液压油良好的清洁性，可有效减少沉积物和油泥的产生，帮助保护设备、延长设备寿命，减少保养成本并提高系统总体性能

典型特性†

美孚DTE™ 20系列	21	22	24	25	26	27
ISO粘度等级	10	22	32	46	68	100
粘度，ASTM D 445						
cSt @ 40°C	10.0	21.0	31.5	44.2	71.2	95.3
cSt @ 100°C	2.7	4.5	5.3	6.7	8.5	10.9
粘度指数, ASTM D 2270	98	98	98	98	98	98
倾点, °C, ASTM D 97	-30	-30	-27	-27	-21	-21
闪点, °C, ASTM D 92	174	200	220	232	236	248

250家
全球设备
制造商青睐
美孚DTE™ 20系列

*如因润滑油缺陷或故障而导致任何设备损坏，本公司将根据保修条款和条件，承担任何必要和足够的设备维修和/或更换费用。
注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
†典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

液压油选油指南

用于固定设备

用于固定设备的美孚™ 液压油，助力您的设备稳定运行，以实现：



增强液压系统性能



降低维护成本



提高生产力

适用工况

强化型 美孚 DTE 10 超凡™ 系列 高性能液压油
• 需要在宽工作温度范围下操作的系统
• 对液压效率有要求的高压和高输出液压系统
• 使用精密伺服阀且要求长使用寿命的系统
• 将无锌、低水生动物毒性作为其优势的应用
升级型 美孚DTE™ 20系列 高性能液压油
• 使用高压/高输出泵的系统
• 使用精密伺服阀和数控机床的系统
标准型 力图™ H系列 常规液压油
• 需要中度抗磨损特性的系统
• 具有中等温度和压力要求的系统

设备用油推荐

油滴符号的数量表示相对性能水平的高低

	美孚 DTE 10 超凡™ 系列	美孚 DTE™ 20系列	力图™ H系列
丹尼逊 (Denison) HF-O	✓	✓	✓
赫斯基 (Husky)HS 207		✓	
法孚辛辛那提(Fives Cincinnati)	✓	✓	
DIN 51524	✓	✓	✓
博世力士乐(Bosch Rexroth) RE 90220-01	✓		
伊顿威格士(Eaton Vickers) 包括I-286-S M-2950-S	✓	✓	
伊顿威格士 (Eaton Vickers) M-2952-S	✓		

特性/潜在效益

油滴符号的数量表示相对性能水平的高低

	美孚 DTE 10 超凡™ 系列	美孚 DTE™ 20系列	力图™ H系列
多种温度下的操作性能	●●●●●	●●●●	●●●
液压效率	●●●●●	●●●	●●●
较长的油品/过滤器寿命	●●●●●	●●●●	●●●
低温特性	●●●●●	●●●	●●●
抗乳化性	●●●●●	●●●●●	●●●●●
抗磨损性能	●●●●●	●●●●●	●●●●
粘度范围	ISO 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150	ISO 10, 22, 32, 46, 68,100	ISO 32, 46, 68, 100,150

注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
此资料印刷于2017年4月。以上设备用油推荐信息的有效性如有更改，恕不另行通知。设备推荐用油并非包含所有粘度等级。

液压系统的密封相容性

简介

在工业上，漏油是常见的现象，压力系统尤其如此。多个部位一分钟漏几滴油，看上去不算什么，相关成本却会迅速增加，这也可能表现为利润的损失。

密封不良的影响

当液压系统在不断升高的温度和压力下运行时，会导致密封失效，从而引起：

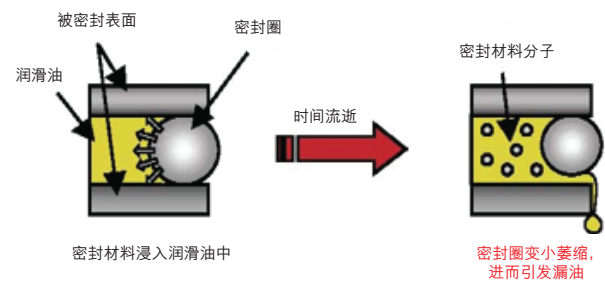
- 压力损失及系统效率低下
- 漏油，进而导致维护成本升高、更高的润滑油油损耗和滑倒等安全隐患
- 空气、水和灰尘进入系统，造成污染
- 漏油引发的环境污染
- 设备故障导致的停机

润滑油如何影响密封性能？

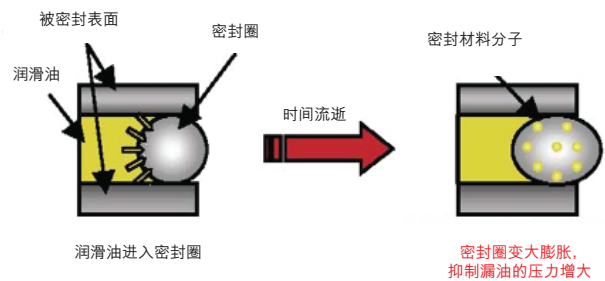
密封圈和润滑油之间的相互作用主要有两种。

1. 物理作用

密封圈收缩：密封圈组件从密封圈本体中移出，浸入润滑油中。



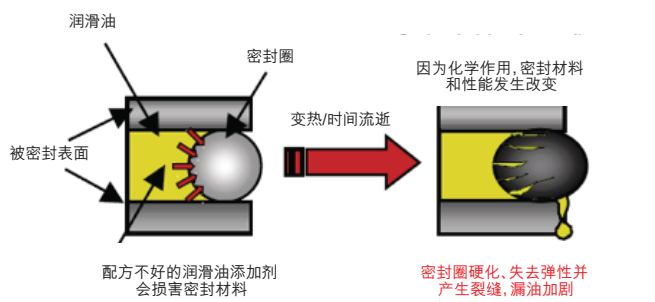
密封圈膨胀：润滑油组分进入到密封圈本体中。密封圈可以有适度的膨胀，但过度膨胀会导致密封圈变形和漏油。



美孚DTE™ 20系列平衡的密封相容性，可以为传统和现代高压液压系统提供持久设备保护，有助于减少漏油和污染物进入，降低粘滑危险；出色的密封膨胀性能，有效减少润滑油和密封圈相互作用引起的漏油，降低对环境的影响；有效延长部件寿命，减少非计划停机时间，让设备达到出色的系统效率，实现高效生产。

2. 化学作用

润滑油和密封圈可能发生化学反应，进而影响密封圈的弹性，强度和耐久性。



许多其他环境因素也会影响密封圈的性能，例如高温会加快化学反应，灰尘 / 污垢和其他污染物会导致密封圈磨损。因此，重要的是，要使润滑油和密封圈尽可能相容，以达到出色的系统效率。

剪切稳定性应用试验：液压泵

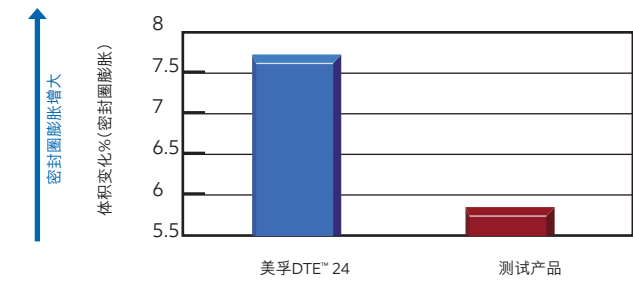
如何测试密封件相容性？

可以通过静态密封相容性测试法进行测试，具体做法是，在规定的条件下(特定的温度和时间)，将密封材料的标准化试样浸入润滑油中，然后评估试样的体积，硬度，拉伸强度和断裂延伸率的变化。测试结果被收录到如DIN 51524，ISO 11158和 ASTM D6158等有关液压油的国际规范中。

美孚DTE™ 20系列：解决密封难题

美孚工业润滑油设计的液压油，具有与多种密封材料的较好的相容性。通过采用“平衡配方”法并选用较佳的基础油和添加剂，我们成功地实现了这一点。若出现漏油情况，购买使用优质的液压油(例如美孚DTE™ 20系列)并不需要很大的投入。

采用8种测试产品液压油和丁腈橡胶1(液压系统中最常用的弹性体)进行标准化密封试验，得到的结果如下。ISO VG 46 液压油的标准DIN(德国工业标准)极限在0到12%之间。在DIN规定的条件(100摄氏度，168小时)下，采用ISO VG 46 液压油和丁腈橡胶1进行密封膨胀试验。

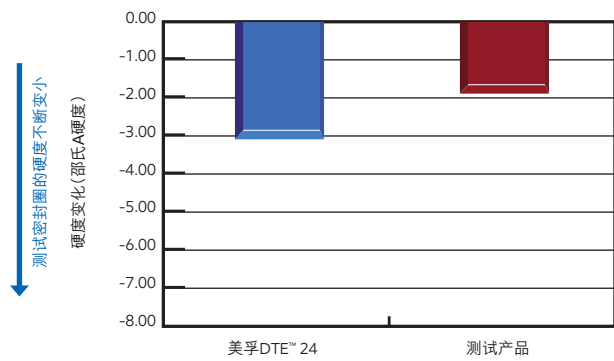


正如试验结果显示的那样，我们设计的美孚DTE™ 20系列能提供出色的密封膨胀性能。这种增大膨胀的趋向，正符合设备制造商的指导方针所允许的，将有效也是制造商准则所允许的，有助于减少润滑油和密封圈相互作用引起的漏油*。液压油不应与密封圈发生化学反应，进而导致密封圈硬化。在另一项密封件相容性测试(如下所示)中，美孚DTE™ 24系列不仅没有导致密封圈硬化，相反却带来了轻微但适度的软化* (行业极限一般界于0到7%之间)。在DIN规定条件(100摄氏度，168小时，邵氏A硬度)下，采用丁腈橡胶1进行密封件相容性试验。

美孚DTE™ 20系列——源于润滑的生产力

美孚DTE™ 20系列具有精心平衡的密封相容性，可以为传统和现代高压液压系统持久提供设备保护。这有助于减少漏油和污染物进入，延长部件寿命，降低粘滑危险和漏油对环境的影响。

*该数据来源于埃克森美孚研发与工程公司，该油品寿命数据是由埃克森美孚根据相应行业标准和规范进行的一系列测试所得。



液压系统维护和保养

基本资料

液压机械通过在承压流体上施加压力，为许多种工业机械的运动部件提供动力。有些系统非常小、简单和直接，也有些系统非常大、压力高且配有多排伺服阀和伺服泵。无论其规格或复杂性如何，对系统和液压油的正确维护是最大限度地延长正常运行时间和减少维修成本的关键要素。

液压流体的保养

液压流体是液压系统的生命之源。液压流体用于传送压力和能量，密封精密间隙部件防止泄漏，更大幅度地减少磨损和摩擦，清除热量，冲走灰尘和磨损颗粒，以及防止表面生锈。液压系统通常使用常规石油基(矿物)液压油，其它系统则使用耐火、合成和生物降解流体。

使液压流体实现更长使用寿命有四个关键要素:

控制温度——由于流体强行通过泵、马达、管道和液压阀而产生热量。在常规系统中，温度过高会氧化液压油且可能导致系统中形成漆膜和油泥沉积物。反之，运行温度太低则导致在油箱中形成冷凝水和增加泵气蚀的可能性。

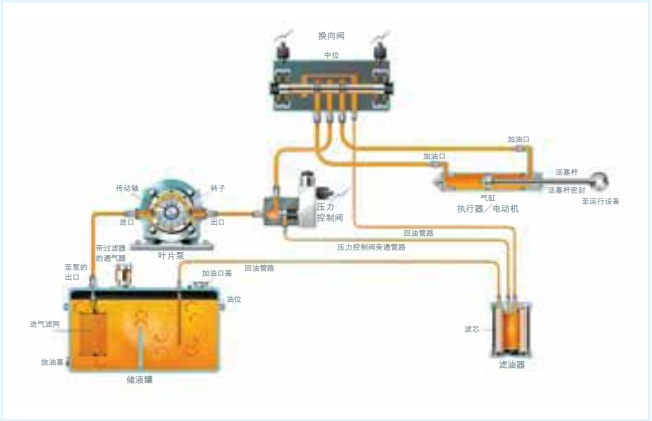
典型工业液压系统温度范围通常在110-150°F(40-65°C)之间。美孚液压油的运行温度最高可达250°F(120°C)*。因此选择正确等级的液压油是保证冷启动、高温保护和实现系统理想效率的关键所在。采用水基流体运行的系统应保持在140°F(60°C)以下，以防水分蒸发。

因油液降解造成的沉积物可造成阀门和入口滤网堵塞，而且会引起伺服阀阀芯卡死和/或运行缓慢。为保证系统散热，油箱外侧应保持干净和周围无障碍物。确保油冷却器正常运行和保持空冷散热器上无灰尘。大多数油冷却器的正常温差为5至10°F。应将油箱注入至合适的油位，以保证为散热和排净水分及灰尘留出足够的流体停留时间。

在使用伺服阀的现代设备中，油液降解可能更具破坏性。高压(最高4000psi/280kg/cm2)、高温和小油箱使得流体承受应力，在极短停留时间和高压下，夹带气泡可造成液压流体极端局部过热，形成沉积物，堵塞油过滤器和引起伺服阀阀芯卡住。

保持系统清洁——即使新系统也可能被污染，因此在使用前应清理干净。防止污染物，如灰尘、水、切削液和金属颗粒，经油箱盖、空气呼吸器、活塞杆和泵吸入管线中的泄漏点进入系统。

保持流体清洁——通过正确的储存和装卸程序使液压流体保持干净。为防止在使用前被污染，应将新流体存放在一个有保护



维护和保养液压系统时，避免高压泄露点的高温喷出液接触人体，提高人员安全性;密封精密间隙部件防止泄露，更大幅度地减少磨损和摩擦，清除热量，冲走灰尘和磨损颗粒，以及防止表面生锈，更环保;对系统和液压油的正确维护，能最大限度的延长设备正常运行时间，减少维修成本，让设备高效运行。

*该数据来源于埃克森美孚研发与工程公司。该油品寿命数据是由埃克森美孚根据相应行业标准和规范进行的一系列测试所得。

措施的场所，而且应将其存放在一个干净的专用容器存放区。

在拆除注入盖和注入液压流体之前，将注入盖清洗干净。在关键的NC(数控)系统上应使用快速断开软管和过滤器，通过一台5微米过滤器为油箱加油。

系统设有数台全流量过滤器使流体保持清洁。这些过滤器经常被忘记甚至被切换至旁通模式，因此导致灰尘进入油循环。经常检查流体过滤器，而且在将其切换至旁通模式之前，更换和清洗这些过滤器。便携式过滤加油车作为永久性安装过滤器的补充，而且不管您认为系统是否需要过滤，应经常从一个系统转到另一个系统。系统过滤时间应足够长，保证总油体流经过滤器至少10次。当从油桶或储罐向一个系统(尤其是NC机械)中注入新油时，应使用便携式过滤加油车。

保持油品分析程序——原始设备制造商通常规定每年更换一次系统液压油。然而，利用一个有效的油品分析程序，您可安全延长间隔时间，同时为您自己提供可能出现机械问题的“预警告”。

至少每年通过油品分析检查一次主要和大型液压系统。对于尤其重要的设备，应每半年或每季度进行一次采样分析。关于理想采样周期和应测试的参数，请咨询当地埃克森美孚润滑工程师和机器原始设备制造商。另外，关于该标题的更深入讨论，请参考我公司标题为《油品分析—基本要求》的技术课题。

液压系统的保养

液压系统的维护也很重要，而且直接与液压油的维护有关。如果系统本身运行缓慢，则对液压油的所有过滤和分析没有任何意义和价值。

10项检查法——负责液压系统维护的润滑技术员或操作工应至少进行10项检查，并将其作为液压系统每周定期“快速浏览”的一部分。

- 1.检查流体液位。通过便携式过滤加油车(若有)加油(若需要)。禁止混用油! 应使用和系统中正在使用的同一种品牌和粘度等级的油品。
- 2.检查呼吸阀盖、呼吸阀过滤器和注入滤网——禁止在滤网上打孔以免加油过快。
- 3.检查过滤器指示器和/或压差表。
- 4.目测所有系统软管、管道、管道接头是否有泄漏和磨损。液压流体泄漏是工业系统的一个共性问题。过多泄漏会造成环境和安全危害，增加废物流和油消耗量，而且，如果忽视这个问题会导致系统负荷降低和系统过热。
- 5.通过内置温度计或手持红外检测仪，检查系统温度。大多数系统的正常温度范围是110-140°F(40-60°C)。如果温度过高，应检查冷却器运行和减压阀设定值。
- 6.目测油箱内侧是否存在曝气(用手电筒精注入孔检查)。曝气指当油进入泵时离散气泡随油进入油箱的情况。油箱中出现曝气可见迹象通常是起泡和/或小漩涡将少量空气吸入过滤器。曝气的原因包括：低流体液位；空气进入吸入管线；低流体温度；流体太粘以至于无法释放空气或者保持泵吸入；或者轴密封故障。当怀疑吸入管线有空气泄漏时，通常用油盖住这些点，通过泵噪音的明显变化，准确地找到泄漏点。正在吞气的泵发出的声音与漱口声音相似。
- 7.倾听泵的气蚀现象。气蚀比曝气稍微复杂一些，但二者鲜有相似之处。在泵入口瞬时降压期间，空气从液压油中释放出来并在排出时内爆到金属表面上，此时，气蚀发生。这些内爆对泵的表面积具破坏性。一台正在发生气蚀的泵将发出刺耳的嘎嘎声或尖叫声。气蚀的原因与曝气的原因相同，不包括吸入侧空气泄漏。如何分辨曝气和气蚀？一个方法是在吸入侧安装一台真空计，确保压力等于或大于泵制造商规定值。油箱中发泡通常是曝气的迹象。
- 8.采样检查流体颜色，污染和异味迹象。注意，外观检查仅限于检测过度污染的迹象。
- 9.用一台红外线温度计扫描电动伺服阀。阀门和电磁阀高温(超过150°F/65°C)通常表示阀门被粘住。

10.用一台红外线温度计扫描电机外壳局部热点和转子轴承温度。

流体更换建议——当更换一个系统中的液压流体时，请遵守以下步骤:

- 1.在流体较热时排净系统以保证污染物处于悬浮状态**。
- 2.排空气缸、蓄能器和管线内的残留流体。
- 3.擦干、虹吸或用泵抽出油箱内剩余的油。
- 4.用不起毛的破布将油箱擦干净，清除任何锈迹和游离漆。
- 5.更换和清洗过滤器元件及粗滤器，清洗过滤器外壳。
- 6.将新流体注入系统，确保在高点将空气排净。
- 7.重新启动系统，检查系统运行是否正常。

**对于存在较厚沉淀物、淤泥和/或漆膜形成物的系统：可能要求使用石油基清洁剂(如美孚系统清洁剂)。请遵守制造商建议。

安全预防

液压系统在非常高的压力下运行。在打开承压系统的任何部分之前，必须让系统停止和释放系统压力。注意避免任何高压泄漏点的喷出液接触到人身体的任何部分，否则会造成严重注射伤害。泵、阀门和电机可能变得很热；注意不要让裸露皮肤意外接触到高温表面。注意手和衣服不要接触系统的运行部件。

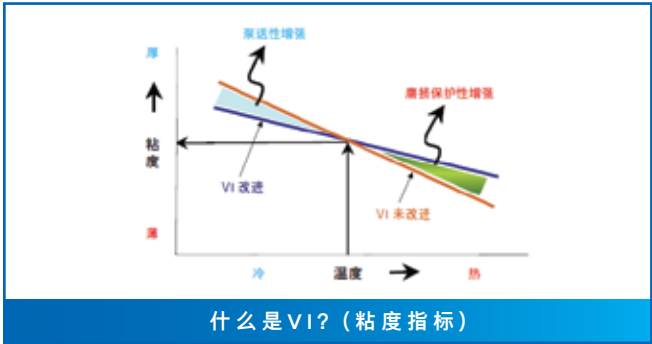
液压油剪切稳定性

设备以及保护设备的润滑剂，通常都暴露在各种环境与温度条件下。因此，润滑剂一般要求在低温时具有良好的泵送性能，而在高温时应具有足够的油膜厚度。典型例子如：工业和工程机械的设备应用，应用环境与温度条件范围广泛，要找到一款符合要求的润滑剂产品并不难，但如果涉及到设备的性能时，就需要考虑选择一款配方科学的液压油产品了。适用温度范围广泛的液压油，配方中通常含有特殊的、增强粘度的添加剂，用来增强高温和低温状态下的粘度测定结果；而这些添加剂受到剪切力的影响，可能会减低实际使用效果。

粘度与温度的关系

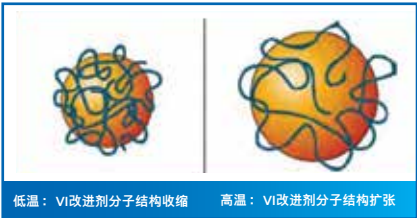
润滑剂的粘度随温度变化而变化。温度升高，粘度降低；而温度降低时，粘度升高。粘度与温度变化的对应关系也成为流体的粘度指数(VI)。

粘度指数是一种试验性的，没有具体单位的数值，可用于量化粘度与温度变化之间的关系。相比粘度指数(VI)较低的流体，具有较高粘度指数(VI)的流体粘度随温度变化的速度较慢。对于矿物性液压油来说，典型的VI值在90-110之间。



粘度指数改进剂

流体的VI可通过使用特殊的添加剂(称为粘度指数改进剂)来得到增强。这些添加剂通常由高分子量聚合物组成，可降低温度对粘度的影响。VI改进剂随温度升高而膨胀，抵消了基础油粘度降低的影响。因此，流体在高温时也能保证良好的油膜厚度。在低温状态下，VI改进剂收缩;液压油的的基础油特性将影响流体的粘度。

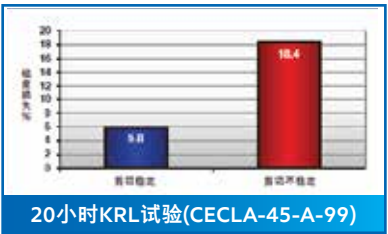


剪切稳定性测量

判断高VI流体的剪切稳定性通常有3种方法。DIN 51382 - Bosch－喷射器试验是三种方法中，被认为要求最低的一种。试验液压油在2550psi的压力下运行250周，然后测量其粘度的变化情况。

ASTM D5621－音速剪切法的操作如下：将液压油试样放入音速振荡器中40分钟并剪切，测量其粘度的变化情况。美国的一些原厂制造商非常推崇这种试验，但该试验目前正在逐步被CEC L45-A-99 KRL圆锥滚子轴承试验所取代。

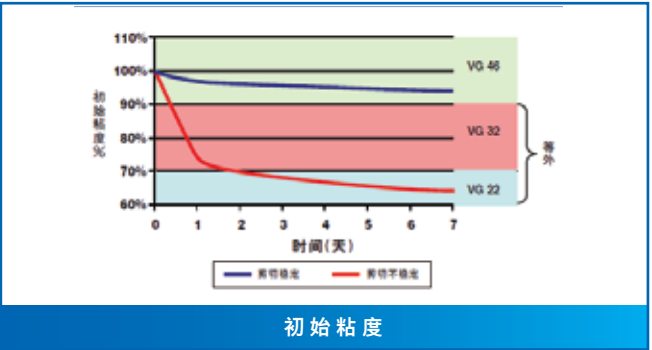
CEC L45-A-99－目前，KRL圆锥滚子轴承试验日益成为世界各地原厂制造商进行试验的首选方法。这种试验被认为是要求最为严格，也最为接近实践现场性能关系的试验方法。试验油料在装配好的圆锥滚子轴承内流动(设计载荷条件下)20小时。通过测量测试前后的不同粘度值，进行粘度损耗的百分比对比。



右图显示了在KRL圆锥滚子轴承试验中，从剪切不稳定的液压油到剪切稳定液压油，粘度损耗降低了12.6%。

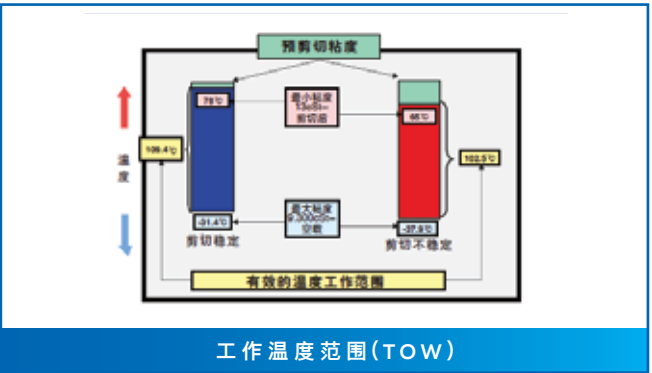
剪切稳定性应用试验：液压泵

除了通过实验室测试获得液压油剪切稳定性方面的有效数据外，另一种方法是测量运行液压泵的剪切稳定性。液压泵试验可模拟日常使用所面对的情况和外力条件。在下面的例子中，所有数据的采集均通过Vickers25 VQ叶轮泵试验台所用的两种液压油所获得，试验压力138bar(2000psi)，温度52°C(125°F)，时间168小时。



剪切稳定性的影响：工作温度范围(TOW)与“午后衰减”

如上述案例所示，过度、长久的剪切会对液压系统造成严重的影响。随着剪切力的增强，液压油的工作温度范围(TOW)减小。液压油的TOW是指最高和最低的工作温度的范围。液压油的TOW取决于初始粘度和VI。现场所能见到的有效的TOW范围也会受剪切稳定性的影响(如下图所示)。相比高VI、剪切不稳定的液压油，剪切稳定的液压油的TOW范围更广。



剪切力的增加，降低了液压油的粘度和耐高温特性。例如以油泵试验中用到的2种液压油为例。预先考虑到工作温度，设备原始制造商推荐使用ISO VG 46液压油产品。根据叶片泵试验台的试验情况，ISO VG 46液压油的剪切稳定性，在1天时间内就会跌落到ISO VG 32的水平；而在不到2天的时间内，甚至会低于这一标准。粘度损耗很可能造成设备在高温操作环境中磨损，导致故障产生。

此外，粘度过低还会造成一种被操作工人称之为“午后衰减”的现象。随着设备在一天中运行时间的增加，系统和环境温度一般都会升高。温度升高时，粘度降低，系统油泵的容积效率降低。最终造成油泵流量输出减少，操作系统的响应速度变缓。相比剪切稳定性较高的液压油，剪切损耗高的液压油更可能出现“午后衰减”的现象，并最终降低设备的生产力。

总结

在较广泛的工作温度范围中，保持液压油的最佳粘度，可通过剪切稳定、粘度指数高的液压油产品实现。测试表明，配方优良、剪切稳定、粘度指数高的液压油，可在较宽的工作温度范围内维持最佳的润滑油粘度，有效避免容积效率的降低。

液压效能

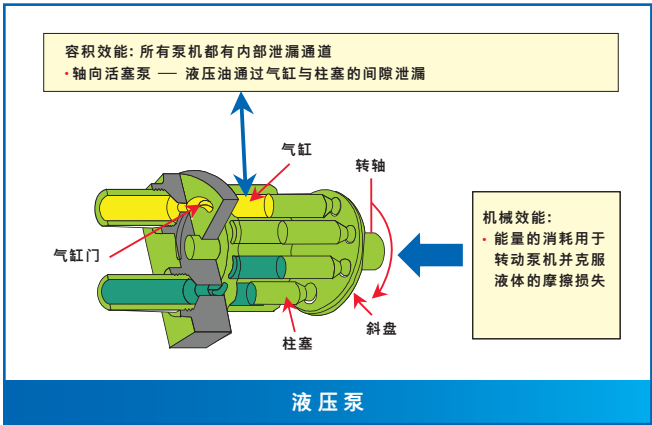
当今，全球业务领域竞争激烈，时刻激励着制造商更好地利用现有设备。设备生产力即使是一丁点的提升，也可能意味着盈利与亏损的巨大差异。此外，对环保事业的日益关注，也将注意力集中到环保型生产方式和节能型系统上。因此，工业和工程设备的液压系统开始变得更小巧、更轻便，并利用高压实现系统的更大效能。现在，先进液压机油的出现可满足这些系统的要求，并带动整个液压系统，激发更高的性能和能效。

液压效能：理论

液压系统将电动机或内燃机产生的机械能输入转化为流体流动和压力，并最终达成一定载荷的功。

液压泵将原动力产生的机械能转化为流体流动。因系统内部对流体流动的限制而产生压力。但遗憾的是，在这类的能量转换过程中，液压泵的效能无法达到100%。典型的液压泵在这一过程中的效能仅为80-90%。能量损失有两种主要形式：

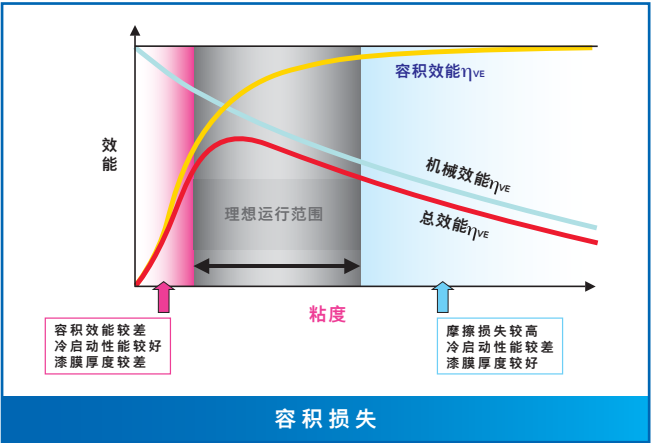
- 机械损失－能量在液体摩擦中损失
- 容积损失－内部液体在泵内泄漏(损耗)造成的能量损失



泵内机械和容积损失的量取决于液体的粘度和润滑性。具体可见下图(右上角)。



使用正确的液压油产品可以降低设备停机维修时间，减少人员同设备接触，提高安全性。注重环保型生产的方式与节能型系统，能提升设备生产力并加强对环境的保护。同时，设备能耗降低，有效增加循环时间，实现高效的生产。

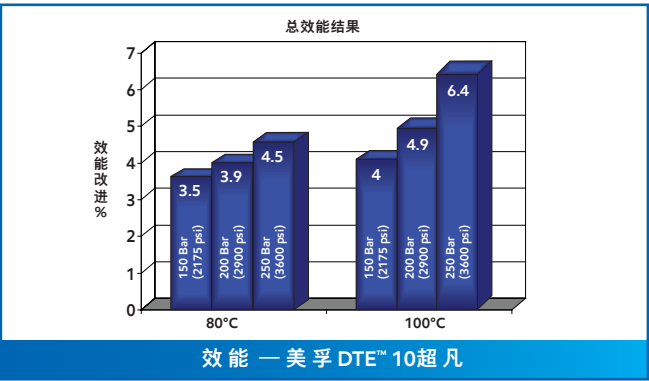


液体粘度越高，机械损失越高;而液体粘度越低，容积损失则越高。上图的2条曲线很好地说明了达到理想效能的液体粘度范围。因为液压油的粘度在低温时较高；随着温度升高，粘度降低。因此，保持理想效能的范围并非易事。特殊配方制成的液压油通过利用高粘度指标，降低这些过程中的损失量，在各种温度范围内维持理想性能的液体粘度。

升高系统压力也可能会降低液压泵的效能。一般来说，高压可能造成机械损失(泵机上的负载更高)和容积损失(高压增加了内部的泄漏量)。除了通过保持液压油理想粘度获得更高的液压效能外，还可通过选用优质的基质液压油及其他技术，降低附着摩擦力(液体的内阻，可降低弹性流体润滑<EHL>的状态)来实现。

理论实践

液压效能的差异可通过一个简单的液压管路，对比两种液体来实现量化。管路包括一台液压泵，将系统压力控制在规定的范围内。然后即可测出系统的机械能输入值及泵机的液体流速，并计算出2种不同液体的机械效能与容积效能。下图显示了典型ISO VG46耐磨型液压油与特殊配方制成的高VI型测试液压油的对比数据。在这次试验中，测试液压油展现了3%-6%的液压效能。请注意，随着温度和压力的升高，测试液压油的效能优势也逐步增加。



上图说明了液体配方及其成分特点对整体液压效能的影响。但液压效能并不是一个最终目标，也不是试验的目的。这里体现出来的泵压效能可转化为能源的节省，通过燃料或电力消耗降低的形式，或通过使用液压驱动设备完成整套工作循环所需时间的减少来体现。

液压效能=生产力提升

可体现液压效能对能耗和工作循环时间影响的典型例证是挖掘机。柴油机驱动的挖掘机使用极高的液压压力来驱动横臂，翻转设备和运行。液压系统的压力可达4,000psig(275bar)，温度常常可高达100°C。为了比较典型的SAE 10W液压油(工程设备应用的常用产品)与专为优化液压效能而设计的液压油，我们特以中型尺寸的挖掘机为例。为满足演示要求，需使用操作人员1名和一定量的燃料来完成一系列的规定动作。在此演示中，使用高效液压油后，每个工作循环可降低6%的燃料消耗，完成循环内工作所需的时间可减少5%*。设备操作人员还惊喜地发现，添加试验用液压油后，系统的反应、性能等立即有明显的改善。该演示结果明确说明了液压性能改进所能带来的巨大影响：燃料消耗降低或生产力的提升!对中型挖掘机来说，使用特制的液压油1年，可减少燃料消耗900加仑，CO2排放量可降低高达9吨。

类似的节能还可能发生在工业液压应用中。具有代表性的例子是使用相对高温高压、高功耗、重复性操作设备的注塑成型领域。将高效液压油应用于注塑成型设备中，可大大降低设备能耗，增加循环时间。

结论

将如何选择正确的液压油产品来提升液压效能的知识应用到实际生产中，可提升设备的性能底线。使用配方优良的液压油产品，可减少液压系统中的能量损失，促进设备的节能和增效。

*该数据是基于对特定用户使用有关润滑油产品和服务的测试和分析，结果可能因操作条件的不同而异。

业绩证明

美孚DTE™ 25和美孚工程技术服务帮助提高设备可靠性, 减少非正常停机以及降低备件消耗每年节约人民币723,800元

HWS静压造型机(EFA2SD6型)
东风汽车有限公司商用车铸造二厂
湖北省十堰市

背景

2011年5月铸造二厂引进德国HWS静压造型线。在使用过程中经常出现多触头液压油缸工作不协调的情况, 在每次维修或换油后重新开机时需要多次调试才能正常生产。在维修过程中发现阀芯、滤芯等处均有油泥、漆膜等存在, 严重影响到生产的正常进行。

效益

美孚DTE™25帮助铸造二厂提高设备可靠性, 减少了维护成本, 每年帮助节约节省人民币723,800元。



解决方案

通过液压系统检查, 结合客户的实际情况, 埃克森美孚技术服务工程师推荐HWS静压造型机系统使用美孚DTE™ 25液压油, 该油品具有杰出的抗磨保护以及维持设备液压系统清洁能力, 并提供油品检测、润滑技术培训、冲洗等工程技术服务。

结果

美孚DTE™ 25液压油以及美孚技术服务为客户带来了显著的效益。自油品转换成美孚液压油一年来, 没有出现因油品问题造成的设备停机, 多触头液压油缸工作不协调等问题, 提高了设备的运行可靠性。铸造二厂从设备可靠性, 提高产量以及降低备件消耗方面评估每年节省的维护费用约为人民币738,000元。

该业绩证明所引用的数据和结果是基于埃克森美孚对特定用户使用有关美孚润滑油产品和服务的测试和分析。并由该特定用户进行过确认。该润滑油产品的实际应用效果对不同的用户可能由于设备的种类、运行条件和环境、保养情况等的不同而有所差异。如需了解更多美孚工业润滑油及服务, 请致电公司当地业务代表, 或美孚润滑油技术热线: 400-820-6130

业绩证明

美孚DTE™ 26液压油帮助凯世曼铸造(长春)有限公司每年节省人民币48,000元提高设备可靠性, 减少非正常停机以及降低备件消耗

香港力劲DCC1250型压铸机
凯世曼铸造(长春)有限公司
吉林省长春市

背景

凯世曼铸造(长春)有限公司拥有先进的香港力劲牌DCC1250型压铸机6台, 投入运行后使用某品牌的液压油, 出现了液压油缸工作不协调, 颤抖现象, 电液伺服阀损坏严重的情况, 检修后开机多次调试才能正常生产, 并且需要经常更换过滤器和电液伺服阀。

效益

尽可能降低受伤几率, 减少现场接触时间60小时。减少对环境的影响, 提升设备可靠性和效率, 收入增加人民币4,800元。



解决方案

埃克森美孚工程师应客户要求, 进行了详细的现场调查和分析, 根据压铸机的工作特点, 推荐采用美孚优质液压油DTE™ 26用于压铸机液压系统。美孚液压油DTE™ 26具有杰出的抗磨保护以及维持设备液压系统清洁能力, 并提供现场系统检查、润滑技术培训、冲洗建议和美孚优释达SM油品分析化验等技术服务。

结果

自2010年1月使用美孚液压油DTE™ 26至今近五年, 美孚液压油DTE™ 26以及美孚技术服务为客户带来了显著的效益, 没有出现因油品问题造成的设备停机, 多触头液压油缸工作不协调等问题, 提高了设备的运行可靠性, 提高了产量以及降低了备件消耗, 增加了企业收入。每年增加收益约为人民币48,000元。

该业绩证明所引用的数据和结果是基于埃克森美孚对特定用户使用有关美孚润滑油产品和服务的测试和分析。并由该特定用户进行过确认。该润滑油产品的实际应用效果对不同的用户可能由于设备的种类、运行条件和环境、保养情况等的不同而有所差异。如需了解更多美孚工业润滑油及服务, 请致电公司当地业务代表, 或美孚润滑油技术热线: 400-820-6130



导轨油



美孚威达™ 数字系列

优质导轨及滑槽润滑油

主要效益

- 

能满足大多数机床导轨及滑槽应用
- 

获得广泛机床设备生产商的推荐
- 

在高速精密加工应用中表现卓越

美孚威达™数字系列是受到众多机床设备生产商推荐的高品质产品

典型特性†

美孚威达™ 数字系列	1号	2号	3号	4号
ISO粘度等级	32	68	150	220
cSt@ 40°C, ASTM D 445	32	68	156	221
闪点, ASTM D 92, °C	216	228	248	240
倾点, ASTM D 97, °C	-30	-18	-6	-3
铜片腐蚀, ASTM D 130C, 3小时	1B	1B	1B	1B
防锈, ASTM D 665B	通过	通过	通过	通过
FZG载荷, ISO 14635, 失效级	13	13	13	13

注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
†典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等同于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

美孚威达™ 2号SLC

优质导轨及滑槽润滑油

主要效益

- 

防止出现爬行和失去运动，提高加工精度
- 

出色的黏附性
- 

与水溶性切削液兼容，防止形成油泥
- 

防止滑槽在有水分和水溶性切削液的环境中性能退化

具有出色防爬行、防振动、防腐、防锈和防油污等功能

典型特性†

美孚威达™	2号SLC
ISO粘度等级	68
密度, @15°C, g/cm³	0.8791
运动粘度, @40°C, mm²/s	63.25
运动粘度, @100°C, mm²/s	8.877
黏度指数	115
闪点, COC, °C	238
倾点, °C	-10.0

注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
†典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等同于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

美孚威格力™1400系列

液压及导轨润滑油

主要效益

- 

经过专业设计，能满足机床采用一种油品同时满足液压系统和导轨润滑的要求
- 

出色的抗磨性能，有效控制部件磨损和延长设备寿命
- 

杰出的抗氧化性和热稳定性，有助于提高机床清洁度、减少频繁维护服务

其杰出的**抗氧化性和热稳定性**有助于提高机床清洁度、减少频繁维护服务要求

典型特性[†]

美孚威格力™ 1400系列	1405	1409	1419
ISO粘度等级	32	68	220
粘度，ASTM D 445			
cSt @ 40°C	32	68	215
cSt @ 100°C	5.3	8.57	19.0
粘度指数，ASTM D2270	96	96	96
铜片腐蚀，3小时 @ 100°C,ASTM D 130	1B	1B	1B
防锈性，ASTM D 665A	通过	通过	通过
倾点，°C, ASTM D97	-12	-6	-6
闪点，°C, ASTM D 92	210	218	257

注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
[†]典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等同于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

切削液遇到导轨油，一定要可分离

概述

在现代机加工车间里，导轨油的选择与生产效率有着密切关系。导轨油能对机械加工的精度和金属加工液的使用寿命产生影响，并进而直接影响到机床的生产效率。理想的导轨油不仅具有出色的摩擦控制特性，为高精度的机械加工提供保障，而且还和金属加工过程中常用的水溶性切削液之间保持着卓越的可分离性。

什么是切削液可分离性？

导轨润滑通常处于全开放状态，因此，导轨油往往会污染切削液的循环系统，甚至在水溶性切削液上形成浮油。事实上，浮油是水溶性切削液里主要的污染物，它会缩短水溶性切削液的使用寿命。导轨油若能快速彻底地与水溶性切削液实现分离，这无疑是一个非常

- 重要的属性。倘若导轨油无法实现完全分离，那么它对水溶性切削液所产生的负面影响将导致生产成本增高、设备因故障而意外停工的概率增加。
- 水溶性切削液里若存在大量浮油，会引发以下问题：
- 切削液浓度发生变化，切削液的性能变得难以控制
 - 润滑效果变差，工具磨损现象严重，机械加工表面质量变差
 - 细菌繁殖的风险变大，产生异味
 - 降低切削液的pH值，可能造成腐蚀
 - 切削液出现太多泡沫

反之，水溶性切削液对于导轨油的污染可能影响导轨润滑效果。倘若导轨油和切削液之间的分离情况不佳，导轨油将出现乳化现象，并引发以下问题：

- 润滑效果降低，摩擦增大
- 可能导致更高的能耗
- 与导轨接触的材料表面或涂层材料出现磨损
- 机器及零部件遭受腐蚀

总而言之，导轨油和切削液之间若具有良好的可分离性，有助于机械加工实现理想精度，并能较大程度地提升金属加工中所使用的水溶性切削液的寿命和性能。

如何衡量切削液可分离性？

在机械加工行业，有一系列得到公认的可分离性标准测试。详情如下：

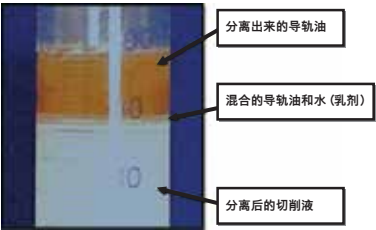
TOYODA抗乳化试验

TOYODA试验对导轨油污染切削液的现象进行模拟。试验中，在容器内注入90毫升的切削液(浓度5%)和10毫升的导轨油，将



导轨油和切削液保持良好可分离性，可降低细菌繁殖风险，防止异味产生；减少导轨油乳化现象，减轻对环境的影响；同时减少设备因故障而意外停工，降低生产成本，有助于机械加工实现理想精度，带来高效生产。

它们垂直搅拌15秒，再在16小时后观察容器内液体的状况，并测量容器内三段液体的容积(以毫升为单位)：分离出来的导轨油(顶部)、“乳剂”(乳化后的油)和水(中部)以及分离后的切削液(底部)。

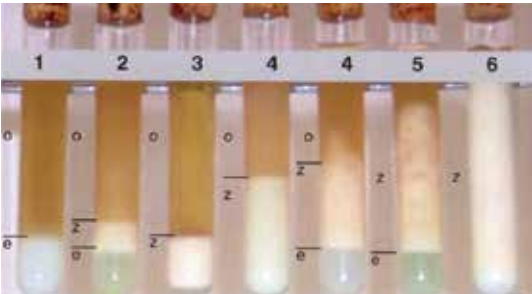


在上述例子中，记录的测试结果为90/0/10(90毫升切削液，0毫升乳液，10毫升导轨油)，这表明油和切削液实现“完全分离”。若结果为98/2/0(98毫升切削液，2毫升乳液，0毫升导轨油)，便意味着乳化反应发生，切削液和导轨油没有很好地分离。

SKC切削液可分离性试验

这一试验对水溶性切削液污染导轨油的现象进行模拟。以80/20的比例，将导轨油分别与11种常规切削液混合，导轨油8毫升，切削液2毫升。以1500 rpm的转速将混合物搅拌1分钟，再在1小时、1天和7天后分别目测混合物的状态。根据以下标准对混合物的状态进行1-6级的评分：

- 1=完全分离
- 2=部分分离
- 3=油+中间物
- 4=油+中间物+乳剂
- 5=中间物+乳剂
- 6=全部为中间物



1-6级SKC切削液可分离性试验结果示例

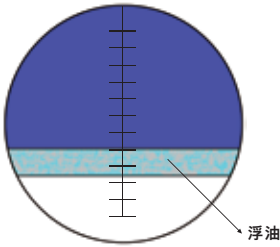
可分离性测试之外的其它要素

良好的维护

即便您所使用的导轨油具有良好的可分离性，还是要注意防范因切削液接触不同的机床用油而遭到污染的问题。尽管导轨油属于比较常见的污染源，切削液的污染不仅仅来自于导轨油。其实，其它的润滑油，如液压油、齿轮油等也会造成污染。如果不定期去除切削液里的浮油，浮油积聚到一定程度，便会完全覆盖切削液的表面，阻止切削液与氧气接触。这将导致厌氧细菌在切削液内增生，继而缩短其使用寿命，并产生异味。另外，浮油可能因搅动而与切削液发生乳化作用，从而对切削液产生不利影响。大量的浮油会干扰对切削液浓度的监测。

切削液性能监测

对切削液浓度的定期监测非常重要，它有助于延长切削液的使用寿命。监测方法非常简单，使用一支折光仪即能完成。在正常情况下，折光仪上将出现一条鲜明的细线。但是如果切削液里含有较多乳化后的导轨油，折光仪上的细线就会变得模糊，这便意味着浮油的含量比较高了。



去除浮油

许多现代机床都已配备了自动浮油分离器，能不断去除浮油。您可以为您的设备单独添置浮油分离器。在大型系统中，一般采用过滤器和离心机来去除浮油以及其它污染物。此外，您也可以采用工业真空清洁器等工具来手动去除浮油。您也可以借助外部实验室的分析来测量切削液里的浮油含量。切削液浓度可以通过滴定法测量，然后再将其结果与新鲜切削液的浓度作比较，即能得出浮油乳化程度。

总结

- 在选择切削液 / 导轨油组合时，必须考虑两者的可分离性。
- 采用来自于同一个供应商的切削液和机床润滑油有助于实现两者较好的兼容性。
- 即使采用完全兼容的产品，也依然需要做好维护工作，这是确保生产车间高效运行的关键。

参考资料：

- TOYODA抗乳化试验
- SKC切削液可分离性试验

技术课题

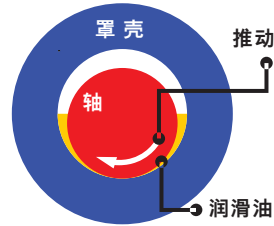
粘-滑! 机床导轨和小提琴的区别在哪里?

概述

减少摩擦是润滑油的主要功能之一，但是有些润滑油并不能很好地满足机床导轨的润滑要求。导轨需要顺畅又精确的运作，因此需要额外关注导轨润滑油的抗摩擦属性。摩擦控制不良有可能导致机械加工精度下降，并最终导致机床生产效率的丧失。

关于摩擦的基础知识

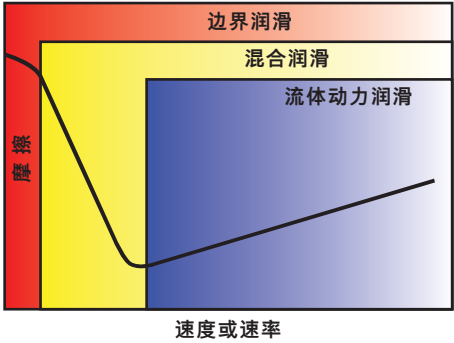
两个相互接触的表面在发生相对运动时，会产生阻碍相对运动的力，这种现象便是摩擦。下图显示的是经过润滑的滑动轴承表面的摩擦现象。当轴承系统不工作时，轴承表面直接相互接触。让轴承转动起来的作用力必须首先克服两个表面间的相互作用力。这就是所谓的静摩擦或滑动摩擦。轴承转动起来后的



摩擦即为动摩擦。随着轴承的转动，润滑油会被“拖拽”进轴承表面接触区域，起到减少表面间相互作用的效果，减少摩擦。随着转动速度加快，接触区域的润滑油薄膜面积也会增大，使得摩擦进一步减少。

当两个接触表面因为润滑油的作用而完全分离时，摩擦也就减少到最低。如果转动速度继续增加，摩擦又会重新加大，因为那时润滑油所形成的薄膜继续增多，会产生粘性阻力。经过润滑的接触面上速度和摩擦的关系可以用以下的斯特里贝克曲线图来表示。一共有三种润滑状态：

- 边界润滑：摩擦取决于接触表面的性质
- 混合润滑：摩擦取决于润滑油和接触表面属性以及作用力的速度
- 流体动力润滑：摩擦取决于润滑油的粘度



选择正确的导轨油，能有效减少爬行，增强设备稳定性；延长油品使用周期，降低油品浪费，达到环保的要求；良好的摩擦性能，帮助确保机床运作精准顺畅，提高机械加工的精度和工件质量，提升生产效率。

导轨润滑

导轨又称直线轴承，上述润滑原理同样适用于导轨，只是两个接触表面变成了平面，而且运动情况变成了直线运动而非转动。滑动轴承是在流体动力状态下运作的，从理论上说，它可以一直保持这样的运动状态，而导轨则在移动到轨道终点时需要停止移动，然后再反方向开始移动。因为导轨总是处于渐进式运动状态，因此混合润滑对它来说更为重要。尤其值得注意的是，由于导轨始终处于混合润滑状态，它极容易受到一种名为粘－滑(通常称为“爬行”)的现象影响。

粘滑影响

粘滑是由于静摩擦和动摩擦的不断交替出现而引起的。当静摩擦超过动摩擦，且整个系统中存在着一定程度的弹性时，粘滑现象就会发生，如下图所示。



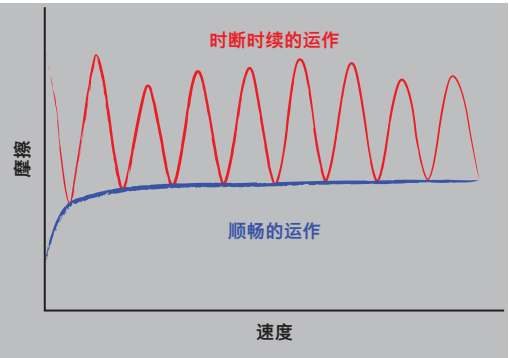
在推动力的作用下，高度的静摩擦将阻止导轨上的物体立即移动，并让弹簧开始承受更大荷载。导轨上物体所承受的

驱动力也逐渐增大。当弹簧所受荷载力超出静摩擦力，导轨上的物体开始移动。由于此时静摩擦变成了动摩擦，弹簧力让导轨上物体的移动加速，弹簧本身的荷载又迅速减去。最后，弹簧的荷载力全部卸去，开始对导轨上物体的运动产生反作用力。

物体的运动速度放缓，而混合润滑作用下符合斯特里贝克曲线的摩擦开始迅速加大，直到最终物体完全停止。这样的整个运动周期随之重新开始。这一忽停忽动的运动状态即称为“粘滑”。在我们的日常生活中，粘滑现象非常普遍。虽然你的肉眼可能未曾注意到它，但粘滑现象其实带给了我们不少听觉上的体验。比如，悦耳的小提琴音乐就是粘滑现象的体现，不那么悦耳的粘滑现象则有老师的粉笔在黑板上滑过的声音或者火车到达月台时刹车的声音。汽车雨刷的忽停忽动，或者松松的驱动皮带所发出的尖锐声音，也都是粘滑现象的表现。司机如果突然改变速度或者方向，汽车轮胎会发出尖叫声，这也是发生了粘滑的结果。往大的方面说，地壳运动活跃的断层所发生的粘滑现象被视为引起地震的根源之一。



上述这些小小的例子可能已经让你对粘滑有了点直观感受。在大多数情况下，粘滑现象并不受人欢迎。对于机床上的导轨来说，也不例外。粘滑有可能使得导轨上物体以及所附带的工件或工具不均匀和稳定地移动，造成机械加工的精度下降、工件质量受损、生产效率低下。如果要让机械加工变得更为稳定顺畅，可以在润滑油中添加特别的摩擦改进剂，以便对摩擦状况进行更好的控制。现在的导轨润滑油通常含有摩擦改进剂的混合物，能确保机床运作精准顺畅。



现代导轨润滑油

现代机床及其导轨设计对润滑油皆提出了更高的要求。机床速度及荷载的提升以及对机械加工精度的更高要求使得导轨润滑油也变得更加先进全面。此外，材料品种越来越多，不同材料间(如金属与塑料间)的摩擦状况不同，也意味着对于润滑的需求不同。

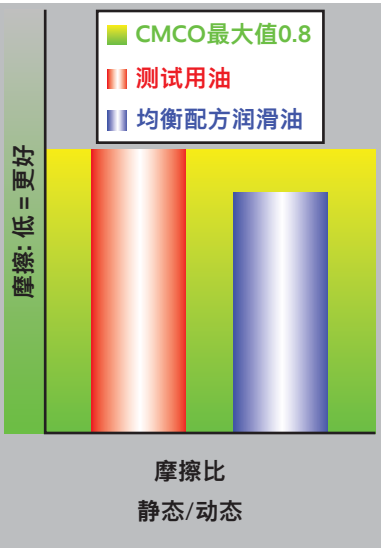
现代导轨润滑油必须应对上述各种挑战，同时又必须实现基础油和添加剂之间的良好平衡组合，只有这样才能实现：

- 静摩擦力降低，使启动变得容易
- 顺畅地从停止状态转换到运动状态
- 即便在重负载的情况下依然保持运动顺畅

对于导轨润滑油的摩擦特性测试，可以通过一系列摩擦试验来进行。这些试验能对润滑油的静摩擦和动摩擦特征以及润滑油在不同的导轨材料上所产生的效果进行评估。

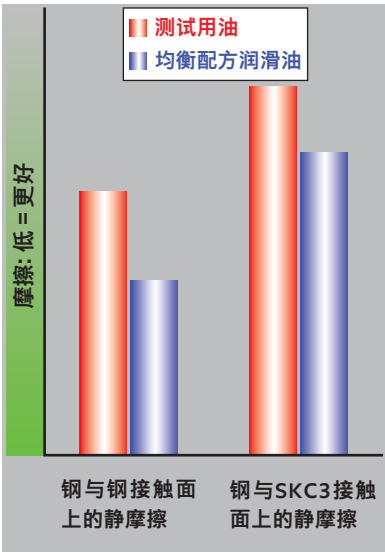
辛辛那提Lamb摩擦试验

在该试验中，静摩擦与动摩擦的比率预先设定。要避免粘滑现象发生，该比率值不得超过1。比率越小，就意味着启动更容易，从停止状态转换到运动状态的过程也更顺畅。辛辛那提机械公司将该试验中的静动摩擦比最高设在0.8。



SKC摩擦计

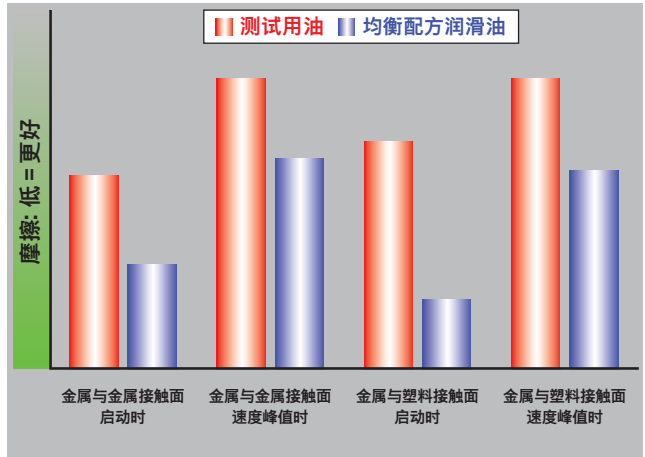
SKC摩擦计测试能确定钢与钢接触以及钢与SKC3材料(一种特别的塑料)接触时的静摩擦情况。摩擦计测得的数值越小，意味着启动更容易，粘滑的可能性越低。



达姆施塔特钻机测试

德国达姆施塔特大学采用了一套完整规模的机床系统来模拟真实生活中的机床操作。该系统能测试在不同速度和荷载情况下，润滑油在各种导轨材料及结构上的应用效果，从而辨别出不同

润滑油配方的品质优劣。下图反映的就是一款润滑油在钢与钢的接触面上能呈现出良好的性能，但在钢和塑料接触面上的效果就不尽人意。理想的润滑油应该在不同材质、不同的机床速度下都能呈现良好的效果，减少摩擦以及粘滑现象的发生。



如果要回答本文标题中的问题：“导轨和小提琴的区别在哪里？”答案就是：取决于摩擦改进剂如何应用。导轨润滑油含有摩擦改进剂，能够减少静摩擦，从而防止粘滑；而小提琴手则正好需要相反的效果：他需要增加琴弓和琴弦之间的静摩擦，以生成粘滑，这样小提琴才能发出声音。

业绩证明

美孚威达™2号导轨油及美孚技术服务每年为客户节省人民币约1,290,000元

OKUMA, MAKINO等数控加工中心
广州维高集团有限公司
中国广州

背景

广州维高集团是广州丰田汽车有限公司、广州本田汽车有限公司和五羊—本田摩托车有限公司的一级供应商。其模具制造中心配备了12台OKUMA, MAKINO等品牌的数控加工中心，以前使用的润滑产品效果不理想，存在导轨锈蚀和模具加工精度不达标的问题。并且经常出现金属加工液发臭和刀具寿命短的情况。

解决方案

埃克森美孚工程师经过现场调查，推荐使用美孚威达™2号导轨油。该油品添加了独特的摩擦改进剂，可以确保导轨顺畅运行，防止导轨爬行，提高产品的合格率；该产品优秀的粘附性和防锈性，可以保障导轨得到有效的润滑保护，防止锈蚀现象的发生；其优秀的切削液可分离性，可以有效延长切削液寿命，减少维护成本。美孚工程师和经销商工程师定期举行技术交流，提高车间人员的润滑知识和对设备的维护水平。

效益

美孚威达™2号应用于广州维高集团有限公司OKUMA及MAKINO等品牌数控机床，帮助客户每年节省成本人民币1,290,000元。



结果

美孚威达™2号导轨油帮助客户改善导轨润滑，提高了模具的加工精度，改善了现场工作环境；美孚技术服务帮助客户加强润滑管理，提高了现场人员的润滑管理水平。每年带来效益人民币1,290,000元。

该业绩证明所引用的数据和结果是基于埃克森美孚对特定用户使用有关美孚润滑油产品和服务的测试和分析。并由该特定用户进行过确认。
该润滑油产品的实际应用效果对不同的用户可能由于设备的种类、运行条件和环境、保养情况等的不同而有所差异。
如需了解更多美孚工业润滑油及服务，请致电公司当地业务代表，或美孚润滑油技术热线：400-820-6130

业绩证明

美孚威达™2号导轨油改善导轨润滑状况，提高了产品合格率，每年为客户节省人民币49,600元

TAKISAWA数控加工中心
西安皓森精铸有限公司
中国陕西省西安市

背景

西安皓森精铸有限公司主要从事熔模精密铸造和数控机械加工，其机加工车间共有22台TAKISAWA数控加工中心，投入运行后使用某品牌导轨油，出现油品粘附性差、导轨油滴落及导轨爬行等现象，引起产品合格率低及综合润滑成本高等问题。

解决方案

埃克森美孚工程师经过现场调查，推荐使用美孚威达™2号导轨油。该油品添加了独特的摩擦改进剂，可以确保导轨顺畅运行，防止导轨爬行，提高产品的合格率；该产品优秀的粘附性和防锈性，可以减少垂直导轨上油膜之流失，为导轨提供有效的润滑保护。另外，其优秀的切削液可分离性，可以有效延长切削液寿命，减少维护成本。

效益

通过使用美孚威达™2号导轨润滑油，帮助客户改善了工作环境，降低了安全风险，减少1,300升润滑油和切削液消耗，降低了废油对环境的污染。节省成本及收益增加人民币4.96万元。



结果

使用美孚威达™2号减少了导轨油的滴落，消除了导轨爬行现象，提高了产品的合格率；并且降低了金属切削液的消耗，每年可节省人民币49,600元。

该业绩证明所引用的数据和结果是基于埃克森美孚对特定用户使用有关美孚润滑油产品和服务的测试和分析。并由该特定用户进行过确认。
该润滑油产品的实际应用效果对不同的用户可能由于设备的种类、运行条件和环境、保养情况等的不同而有所差异。
如需了解更多美孚工业润滑油及服务，请致电公司当地业务代表，或美孚润滑油技术热线：400-820-6130



金属加工液



美孚克特™系列

用于精密机械加工的水溶性切削液

主要效益

- 

先进的水溶性技术，可有效延长刀具使用寿命，为设备提供出色保护
- 

具有卓越的残液腐蚀和清除多余残液的功效，减少废液产生，提高开机率
- 

在严苛的运行条件下表现卓越，优化库存管理和延长产品检修周期

有效延长刀具使用寿命和提高工件表面加工精度并降低次品率

美孚克特™系列水溶性切削液，其特殊配方有利于延长使用寿命，广泛适用于各种加工材料和加工方式。通过在冷却和润滑之间提供恰当的平衡，美孚克特™系列可有效延长刀具使用寿命并提高工件表面加工精度、降低次品率。由于产品配方满足新的健康和安全要求，所以该系列产品尤其适合现在机械加工车间管理者对提高生产力、减少停机时间的追求。

降低维护成本和简单易用的特点有利于提高机械加工生产力

通过延长使用寿命，美孚克特™系列帮助减少废液和提高机床开工率。产品易于调配和控制。具有低起泡倾向，甚至在高压条件下也是如此，有效保证现在机械加工作业的顺利运行。

优化库存管理

美孚克特™系列在严苛的运行条件下表现出卓越的机械加工性能，其广泛的应用范围意味着您可以减少所需产品数量，因此可优化产品和简化库存管理。从合金和碳钢车削、钻孔、研磨和攻螺丝到低碳、合金钢及有色金属的钻孔、铰孔和磨削等，美孚克特™系列既可用于独立机床，也可用于机床集成系统。

兼容其他美孚润滑油，效率更高

美孚克特™系列切削液与美孚威达™数字系列导轨油和美孚DTE™系列液压油相兼容，这些产品的综合使用有助于您的机床以理想效率运行。

典型特性†

美孚克特™ 系列	100	140	210	230	250	320
5%乳化的PH值	9.3	8.8	9.5	9.4	9.0	9.4
矿物油含量%	85	55	15	50	40	0
浓缩外观	琥珀	琥珀	琥珀	琥珀	琥珀	琥珀
稀释外观	乳状液	乳状液	透明	透明	透明	清澈、荧光绿
折射计校正指数	1.0	1.1	2.0	1.0	1.0	2.2

注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
†典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等同于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

美孚美特™系列

用于精密机械加工的切削油

主要效益

- 

以高质量基础油和高性能的添加剂精确调配而成，有利于节约生产成本和提高生产率
- 

严苛的运行条件下表现出卓越的机械加工性能
- 

具有低异味，具备良好的防雾技术，能有效改善工作环境

卓越的机械加工性能可延长机床使用寿命和提高表面精度

典型特性†

美孚美特™ 系列	424	426	427
比重	0.862	0.874	0.877
倾点 °C	-15	-15	-12
闪点 °C	200	210	212
黏度（40 °C）厘斯	23	32	46
黏度（100 °C）厘斯	4.9	5.7	6.9

注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
†典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等同于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

美孚格兰德™ 系列

用于精密机械加工的珩磨和磨削液

主要效益

 其设计用于大限度地提高生产率，延长砂轮的使用寿命和尺寸精确度

 有效提高机床开工率和降低研磨料成本

 有效减少库存量和防止误用。

 不含氯离子，满足新的环境标准，有效降低处置成本。

更低的挥发度和雾化度、更少带出液和更长工作寿命

是带给机械加工行业管理者的主要利益

美孚格兰德™系列是高性能美孚品牌纯切削液——该设计有助于大限度地提高机床开工率和改善精密磨削、珩磨和放电加工(EDM)作业期间的工作环境。这些先进的润滑油，以高质量基础油和高性能添加剂为基础，其目的是降低机械加工成本和提高生产率，此外，美孚格兰德™系列产品不含氯离子，有效简化处置步骤和降低处置成本。

在机械加工方面具有卓越的表面加工性能

其设计有效减少砂轮的运行负荷和减少研磨料的使用量，美孚格兰德™系列在其应用范围内具有卓越的表面加工性能，这将有效降低再研磨成本和提高生产率，美孚格兰德™系列既可用于独立机床，也可用于机床集成系统。

浅色和低异味可有效改善工作环境

美孚格兰德™系列磨削液具有中和异味和低挥发度的特点，有助于改善机械车间的工作环境，而且其清澈和透明的特点有利于长期保持机床和工件的可见度，有些美孚格兰德™系列磨削液适用高纯度尤其是精炼基础油作为主要成分。

典型特性[†]

美孚格兰德™ 系列	24
比重	0.83
硫份%	-
闪点°C	108
运动黏度(40°C)厘斯	7

* 在与标准美孚品牌液压油比较时，美孚DTE 10超凡™系列产品的能量效率仅与流体性能有关。在受控条件下的标准液压应用中，与美孚DTE™ 20系列产品相比，美孚DTE 10超凡™系列产品使油泵效率可提高达6%。效率的提高因设备的运行环境而异。该产品的能效声明是基于现有工业标准和协议的测试结果。
注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
[†] 典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等同于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

美孚水溶性切削液的维护与保养

- 应将浓缩液加到水中。务必使用新混合的产品。
- 应确保让压力不大的切削液足量、正确流到工件和刀具上。
- 应定期监测和记录切削液状态，及时采取必要的纠正措施。
- 应保持系统清洁，防止食物、饮料、香烟等污物进入。
- 应经常清除浮油。
- 应确保液压油、齿轮油及其它机床润滑油漏点及时得到修复。
- 应使切削液浓度保持在建议的水平下，并考虑到导轨/液压油的污染。
- 应主动向当地的埃克森美孚润滑油经销商寻求切削液维护和控制的建议和培训。
- 应施行“先进先出”存货控制，使用最早的浓缩液。
- 不应使用来自诸如消防水带、矿井、集水箱等可能受污染的水。
- 不应让清洁的切削液流入脏污的机床中。应使用切削液系统处理剂，并严格遵循规定的清洗程序。
- 不应让注满切削液的机床长期闲置，特别是当受到浮油污染时。
- 不应使用超过其使用寿命的切削液。
- 不应在脏污或镀锌的容器中配制切削液。
- 不应直接添加水。应始终使用稀释的切削液。
- 不应在机床附近餐饮或吸烟。
- 不应使用超过储存期限的浓缩液。



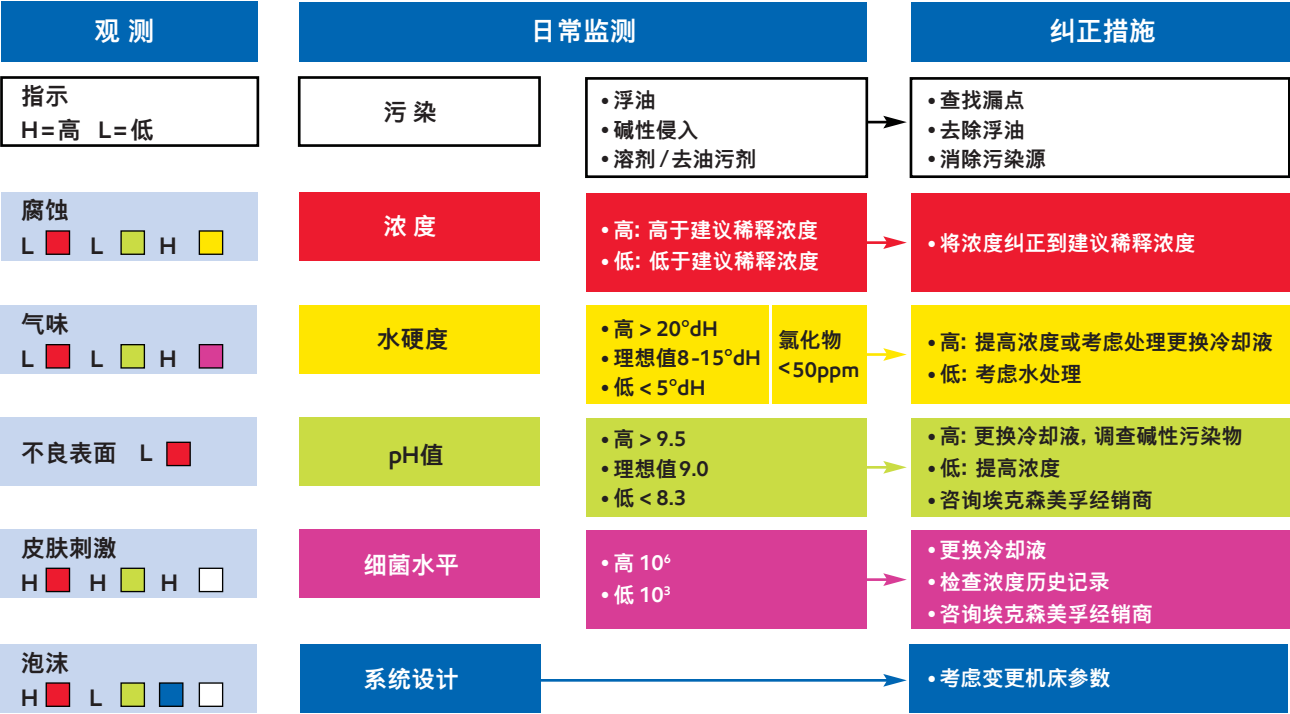
美孚水溶性切削液的维护与保养, 能帮助优化设备性能, 延长换油周期, 提高安全性; 有助于减少废品产生, 减轻浮油污染; 同时增强精密机床切削性能, 助您提高产能, 实现更高效率和盈利空间。

机床准备

使用切削液系统处理剂
(请严格遵循以下说明)

- 1.将切削液系统处理剂以建议百分比溶液形式加入机床中。循环最长48小时。
- 2.抽空所有旧切削液和洗下的污物。清除油槽中的所有油污和金属切屑。
- 3.如若可能,用清水配制的系统处理剂新溶液重复清洗程序,并循环一到两个小时。
- 4.清洗机床,用新的稀释切削液进行冲洗。
- 5.将正确浓度的新切削液加入机床中。

故障排除指南



- 通过两个参数, 将每次观测与日常监测试验相联系: 优先级用带色码的方框表示, 预计试验结果用H或L(高或低)表示。
- 观测优先级(带色码的方框)指示应先检查的日常监测试验。优先性顺序为从上到下, 上部表示最高的优先级或应先检查的日常监测试验。
- 如果被测切削液特性是观测结果的呈现原因, 则高或低(H或L)标号指您应从监测试验结果获知。如果日常监测试验结果与预计观测结果一致, 则应进行相应的纠正措施。
- 如果试验结果不是预计观测结果, 则被测切削液特性不是观测结果的呈现原因。如果是此种情况, 则返回到该观测, 继续进行下一个观测优先级。说明: 如果监测试验结果不是预计观测结果, 并且不是理想结果, 则即使切削液特性不是被调查观测结果的呈现原因, 该特性仍超出正确的使用技术规格。如果是此种情况, 则应采取相应的纠正措施。

切削液维护和监测

每日和每周工作

- 1.每日/每班开始时, 用折光仪检测切削液浓度。
- 2.每日/每班开始时, 用pH计或pH试纸检测pH值。
- 3.每周用水硬度试纸检测一次水和切削液硬度。
- 4.每周尽量多次, 在切削液静止一小时后, 彻底清除浮油。
- 5.应始终注满稀释的切削液, 绝不能仅仅注水。
- 6.应保管好采用监测图表的切削液维护记录。需要时应及时采取纠正措施。

例如, 如果观察到腐蚀:

步骤 1 最高优先级方框为红色, 带有L标号(低浓度)。

步骤 2 如果浓度试验结果低于建议稀释浓度, 则低浓度是观测结果的原因。

步骤 3 对于低浓度, 相应的纠正措施应将该浓度纠正到建议稀释浓度。

步骤 4 如果浓度试验结果不低于建议稀释浓度, 则浓度不是观测结果的呈现原因。返回到步骤1, 继续下一个优先级观测项(绿色方框, 带L标号), 应检查切削液的pH值是否过低。

用于金属加工的美孚水溶性切削液

我们所开发的美孚长效、水溶性切削液采用高品质基础油与高性能添加剂配方研制而成, 用于增强精密机床切削性能, 助您提高产能, 实现更高效率和盈利空间。

美孚克特™100系列 常规乳状水溶性切削液, 主要建议用于铣削、车削、锯削、镗削、钻削和铰削等中低负荷作业中加工易切削钢和铜基合金。

美孚克特™140系列 高性能、长效、乳状水溶性切削液, 建议用于铣削、车削、锯削、镗削、钻削和铰削等中低负荷作业中加工黑色金属和有色金属。

美孚克特™210系列 高性能、长效切削及磨削液。用于在中央供给机床或单独机床中加工黑色金属和有色金属。密闭性能可产生紧密乳化液的低含油量产品, 有助于保持砂轮清洁。非常适合铸铁。

美孚克特™230系列 高性能、柔性、长效、半合成切削液, 适用于加工各种钢、铸铁和有色金属材料。易监测和维护。

美孚克特™250系列 多用途半合成切削液, 主要适用于加工钢材、铝以及铝合金。美孚克特™250系列也可用于拥有广泛应用性能的各种黑色金属材料。

美孚克特™320系列 全合成(无油)磨削液, 主要用于黑色金属和铸铁的平面磨削。

建议的浓度

美孚克特™系列产品按浓缩液供货, 使用前必须与水混合。

下表给出了典型的浓度范围。更多建议请咨询技术支持或当地的公司代表。

	低合金钢/铣削、车削	碳钢/合金钢/复杂的机械加工	铝合金加工	圆柱和表面磨削
美孚克特™100	5–10%	5–10%	5–10%	3–5%
美孚克特™140	4–6%	6–12%	6–10%	4–5%
美孚克特™210	4–6%	6–12%		3–5%
美孚克特™230	4–8%	5–10%	4–8%	3–5%
美孚克特™250	5–8%	5–10%	5–10%	
美孚克特™320				2–5%

无氯切削油

以实现生产率目标和保障环境安全为目的而研发

一直以来，金属加工行业一直使用含氯的油性金属加工油。随着机床设计的不断变化以及全球健康和环境问题的关注，这种切削油的使用越来越受到限制，给非氯产品带来新的机遇。

加工趋势需不断迎合新兴技术

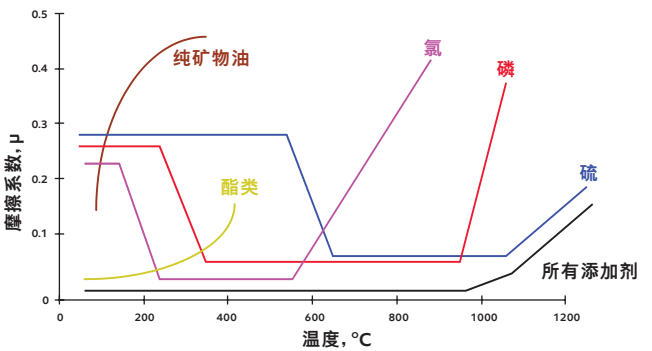
近年来，机床技术迅速发展，变化巨大。新型材料的使用以及设备设计上的变化使得加工速度更快、切割温度更高，从而促进了生产率的提高。由于汽车行业在尝试减轻车辆重量和提高燃料经济效益，因此出现了从铁合金向更轻更耐磨材料过渡的趋势，例如铝镁合金。

金属加工原理

从润滑应用的各个领域来看，金属加工是最为困难的应用领域之一，因为在该领域中工件与刀具接触表面上产生的压力和温度能高达50,000psi(345 MPa)和1650°F(900°C)。金属加工液中需要加入高浓度添加剂才能达到工程专业中所需的更长刀具寿命、更好表面光洁度和更高的生产率。

氯化链烷烃、磷化合物、硫化添加剂、聚合酯和高碱性金属磺酸盐都是油性金属加工油配方中所添加的典型极压(EP)添加剂。这些不同的添加剂成份在不同的激活温度下作用(如图1)，可以在工件和刀具之间形成坚实的润滑膜，从而减少磨损，最终延长刀具寿命、提供更好的表面光洁度以及提高生产率。

图1 – 化学添加剂的累积效应



无氯切削油，颜色更淡、臭味更少，有效减少对健康影响，改善机床操作者的工作环境；减少因化学反应产生的腐蚀问题，减轻对环境的影响；同时有助于使产率提高到工程师和机械师要求的水平。

使用含氯EP添加剂的担忧

氯化链烷烃的中短链氯元素是一种低成本高效的EP添加剂。但是，欧洲的《化学品注册、评估、许可和限制(简称REACH)》法规使氯化链烷烃的使用受到限制。根据REACH，短链氯化链烷烃对海洋生物具有致癌性和毒性，因此不允许被用于关系健康和环境的产品中。中链产品在欧洲已被确认为对海洋生物有毒性。

在美国，对氯化链烷烃的使用持赞成态度的人士确信最可能对环境造成有害影响的因素来自于对氯化金属加工产品的使用和处理，因为这些产品的水溶性低，而在环境中的持久性高。美国的一些州已经对氯化金属加工油实施了管制，不允许燃烧或采用任何回收措施，因为这种行为存在产生有毒气体的风险。氯化废物被视为危险物质，因此其处理成本会更加昂贵。

使用氯化金属加工油带来的其它与性能相关的问题

氯化金属加工油会导致高速运行中的激活时间缩短。在这种情况下，会产生氯化氢，从而引起腐蚀问题和造成刀具寿命缩短。如果水与氯接触，还会使腐蚀加重。

使用无氯配方以满足现在和未来的需求

无氯配方在欧洲已存在很多年，此类产品在所要求的加工条件和新设备设计中的性能已得到证实。要有效替代氯的地位，需要在替代添加剂化学物之间建立强大的协同效应，以便能湿润金属表面，从而形成具有极压特性的油膜。只是在少数例外情况中，无氯纯油性产品无法替代含氯产品。通过对Microtap攻丝扭矩试验机进行含铁和不含铁金属试验，可以对含氯化链烷烃与不含氯化链烷烃的产品进行比较(如图2和3)所示。结果表明，在中度到困难金属加工中使用了精心研发和选择的添加剂配方后，可以看出明显的性能对比结果。

新型无氯添加剂技术所带来的不仅是环境方面的好处，还能改善操作环境。新技术产生的颜色更淡、臭味更少，使得机床操作者的工作环境有所改善。

图2 – 非活性纯油性金属加工产品评估

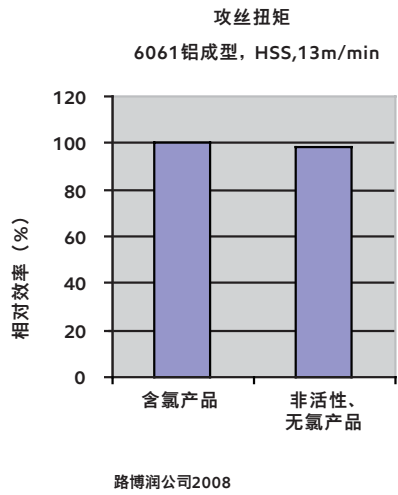
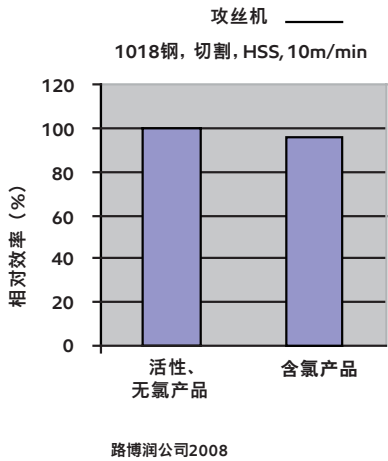


图3 – 活性纯油性金属加工产品评估



含氯纯油性金属加工油目前将继续在一些小众的金属加工应用中发挥重要作用，特别是不锈钢等极强惰性材料的加工。在目前的高速机床车间设计中使用这些新技术产品，有助于使生产率提高到工程师和机械师要求的水平，同时能使金属加工操作对环境和健康的影响减少。

金属加工应用指南

美孚克特™系列——水溶性切削液

典型特性†

产品名称	100	140	210	230	250	320
			浓缩液的性质			
外观	透明琥珀色	透明琥珀色	透明琥珀色	透明琥珀色	透明琥珀色	橙色/琥珀色
矿物油含量%	85	55	15	50	40	色
润滑/抗磨添加剂	无	有	有	有	有	0
密度20°C [g/cm²]	0.89	0.95	1.02	0.97	0.97	无
保质期和处理	12个月/防冻储存，温度5°C-35°C					1.1
			切削液的特性			
类型	乳化液	乳化液	微乳化液	微乳化液	微乳化液	
外观	乳状	乳状	半透明	半透明	半透明	溶液
PH值(5%浓度)	9.3	8.8	9.5	9.4	9.1	透明
折光系数	1.0	1.1	2.0	1.0	1.0	9.4

水溶性切削液的更换

- 在维修表上记录操作条件、切削液状况和纠正措施。
- 必要时采取纠正措施。

产品名称	测试频率	测试方法
外观，气味	测试频率	感知
浓度	每天一次*	折光仪
pH值	每周一次* / 视情况而定**	pH计/pH试纸
亚硝酸盐	每周一次* / 视情况而定**	测试条
配制水中的硝酸盐/亚硝酸盐含量	每周一次*	测试条
水硬度	根据需要	测试条
细菌/真菌	每月一次* / 视情况而定**	测试条
防腐蚀性	根据需要	测试条
电导率	根据需要	测试条

†在德国，按照当地法规为强制性测量。在其它国家，监管情况可能不同。
** “视情况而定”意味着可能更频繁

其他重要信息源	安全数据表 产品数据表 产品说明书	www.exxonmobil.com/sds www.exxonmobil.com/pds 美孚克特™系列
---------	-------------------------	---

正确的选择

请注意，选择表仅提供了一个大致的指导方针。重要的是每个金属加工过程所特有的、始终必须由现场决定的操作条件。因此，在选择切削液时还应该考虑以下参数：机加工工艺（难度、类型、磨损率）；所要求的工件表面质量；所加工的材料种类；水质和硬度，来源；切削液的维护（撇油器，过滤器）；当前使用的辅助添加剂（硬化剂、杀菌剂等）；单机系统还是集中系统；问题：泡沫，腐蚀，工具寿命，切削液使用寿命，气味，浮油泄漏，沉积物，杂质等；迄今所用的切削液。

水溶性切削液的更换

- 按照所推荐的浓度，向机器内的乳液中加入系统清洗剂；让其在正常操作条件下连续运转48小时。
- 对于油污严重的区域，使用未稀释的系统清洗剂。
- 用泵抽出系统中的所有废乳液和冲洗液，除去机器乳液箱内的所有乳液。
- 根据具体情况，可采用在新鲜水中刚配制的清洗剂重复清洗；在这种情况下，使溶液循环一到两个小时。
- 根据具体情况，可采用刚配制的乳液冲洗彻底排出废液后的机器。
- 此时，按照所推荐的应用浓度，将美孚克特™乳液注入机器内。

美孚克特™	100	140	210	230	250	320
浓度 (%)						
低合金钢/铣削，车削	5-10	4-6	4-6	4-8	5-8	-
合金钢/高难度机加工	5-10	6-12	6-12	5-10	5-10	-
铝加工	5-10	6-10	-	4-8	5-10	-
外圆和平面磨削	3-5	4-5	3-5	3-5	-	2-5

环境与工业安全信息

美孚克特™	100	140	210	230	250	320
仲胺	有	有	有	有	有	无
硼	无	有	有	有	有	有
甲醛分离剂	有	有	有	有	有	有
硅	无	无	无	无	无	无
三嗪	无	无	无	无	无	无

选择表

美孚克特™	100	140	210	230	250	320
普通机加工						
铸铁	○	○	+	+	+	○
钢	+	+	+	+	+	○
合金钢	○	+	+	+	+	○
铜合金	+	+	-	○	+	-
铝合金	○	+	-	+	+	-
重负荷切削机加工						
铸铁	○	+	+	+	+	-
钢	○	+	+	+	+	-
合金钢	○	+	○	+	+	-
铜合金	○	+	-	○	+	-
铝合金	○	+	-	○	+	-
磨削						
铸铁	○	-	+	-	-	+
钢	○	-	+	-	-	+
合金钢	○	-	+	-	-	+
铜合金	○	-	-	-	-	-
铝合金	○	-	-	-	-	-

+ 推荐使用；○ 允许使用；- 不推荐使用

美孚克特™	100	140	210	230	250	320
特殊能力						
清洁效果			✓	✓		
硬水稳定性	✓	✓	✓		✓	✓
软水泡沫	✓		✓	✓	✓	✓
无仲胺						✓
无硼	✓					
通用	✓	✓	✓	✓	✓	
铝和有色金属		✓			✓	



齿轮油



美孚SHC™ 600系列

齿轮油

主要效益

提升设备运行时长，实现业务飞速运行

即使在严苛条件下也能提供卓越保护，降低维护需求

帮助控制能耗，降低运行成本

您的齿轮箱在日益严苛的温度下正以更高的生产效率工作。为此, 我们专门配制了美孚SHC™ 600系列润滑油。该系列油品能提供:

- 高低温下的设备保护
- 较长的油品寿命，降低维护和更换成本
- 降低运行故障及较长的过滤器寿命

在现场和实验室试验中，与其它测试的矿物润滑油相比较，能效提高达3.6%*

超过500家主要设备制造商建议在超过1800种用途中使用

典型特性†

美孚SHC™ 600系列	625	626	627	629	630	632	634
ISO粘度等级	46	68	100	150	220	320	460
粘度，ASTM D 445							
cSt @ 40°C	46	68	100	150	220	320	460
cSt @ 100°C	8.5	11.6	15.3	21.1	28.5	38.5	50.7
粘度指数，ASTM D2272	161	165	162	166	169	172	174
倾点，°C，ASTM D5950	-54	-51	-45	-39	-36	-33	-30
闪点，°C，ASTM D92	225	225	235	220	220	225	228
密度 @ 15°C (60°F) (g/cc) ASTM D4052	0.85	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87
肉眼外观	橙色	橙色	橙色	橙色	橙色	橙色	橙色
TOST，ASTM D 943 mod，小时数	10,000+	10,000+	10,000+	10,000+	10,000+	10,000+	10,000+
RPVOT，ASTM D 2272，分钟	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
抗锈蚀试验，ASTM D665B，合成海水	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
分水性，ASTM D1401，54° C 时达到37 ml 水的时间，分钟(min)	15	15	-	-	-	-	-
分水性，ASTM D1401，82° C 时达到37 ml 水的时间，分钟(min)	-	-	15	20	20	20	20
铜片腐蚀试验，ASTM D130，24 hrs @ 121° C	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B
泡沫试验，ASTM D892，顺序I、II、III	10/0，	10/0，	0/0，	0/0，	0/0，	0/0，	0/0，
倾向性/稳定性，ml/ml	10/0	10/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
FZG 齿轮胶合试验，A/8.3/90，ISO 14635-1 (mod)，失效级数	12	12	12	13	13+	13+	13+
FAG FE8 轴承磨损试验7.5/80-80 (DIN 51819-3)	-	-	2	2	2	2	2

* 该数据来源于埃克森美孚研发与工程公司 (新泽西州保罗斯伯勒市) 于2010年-2011年所做实验结论：在齿轮润滑应用中，当与黏度相同的传统参照齿轮油比较时，能量效率仅仅与流体性能相关：在受控的条件下再循环和齿轮应用中测试时，使用的技术与参照齿轮油相比容许达到3.6%的效率；效率提高情况依据工况和应用而有所不同。
注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表 (PDS) 。
† 典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等同于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

美孚齿轮油™ 600 XP系列

齿轮油

主要效益

通过出色的抗磨损防护性，有效防止设备产生微点蚀，而有助于降低设备更换成本

通过控制停机维修时间，降低轴承更换成本，有效延长轴承寿命，提高生产力

通过出色的密封兼容性，有效降低漏油、油耗及污染

随着齿轮箱技术设计趋向于高功率密度的小型装置，对齿轮润滑油的需求也相应增长。美孚齿轮油™ 600XP系列采用专门配方，具有出色的承压力与负荷力。这些性能有助于:

- 有效降低设备的意外停机时间和停机维修时间
- 帮助确保设备无故障运行，提高生产力
- 控制维修和更换成本

15倍抗磨损保护能力*

典型特性†

美孚齿轮油™ 600 XP系列	68	100	150	220	320	460	680
ISO粘度等级	68	100	150	220	320	460	680
粘度，ASTM D 445							
cSt @ 40°C	68	100	150	220	320	460	680
cSt @ 100°C	8.8	11.2	14.7	19.0	24.1	30.6	39.2
粘度指数，ASTM D2270	101	97	97	97	97	96	90
倾点，°C, ASTM D97	-27	-24	-24	-18	-15	-15	-9
闪点，°C, ASTM D 92	230	230	230	240	240	240	285
密度 15.6°C，ASTM D 4052，kg/l	0.88	0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.91
FZG微点蚀，FVA 54，失效等级		10/高	10/高	10/高	10/高	10/高	10/高
FE 8磨损试验，DIN 51819-3, D7,5/80-80.滚柱磨损	2	2	2	2	2	2	2
Timken OK负荷，ASTM D 2782，磅	65	65	65	65	65	65	65
4-球EP试验，ASTM D2783							
烧接负荷，kg	200	200	250	250	250	250	250
负荷磨损指数，kgf	47	47	47	48	48	48	48
FZG划伤试验，DIN 51353 失效等级							
A/8.3/90	12+	12+	12+	12+	12+	12+	12+
A/16.6/90		12+	12+	12+	12+	12+	12+
锈蚀保护，ASTM D 665，海水	通过	通过	通过	通过	通过	通过	通过
铜片腐蚀，ASTM D 130，3小时 @ 100°C	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B
抗乳化性，ASTM D 1401，3ml乳化时间，分钟 @ 82°C	30	30	30	30	30	30	30
泡沫试验，ASTM D 892，趋势/稳定性，程序1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
程序2	30/0	30/0	30/0	30/0	30/0	30/0	30/0

* 按照行业标准FAG FE 8试验测定。
注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表 (PDS) 。
† 典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值，不等同于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。



润滑脂

美孚润滑脂XHP™系列

润滑脂

主要效益

- 

助于提高重型设备的可靠性
- 

有效延长换脂间隔，在严苛条件下有出色表现
- 

卓越的技术性能获得设备制造商(OEM)广泛推荐

美孚润滑脂XHP™系列优质润滑脂设计用于多种重型设备，有助于提高设备的可靠性。

- 精心挑选的矿物油与专有的复合锂基稠化剂技术及高性能添加剂相结合，对设备具有较好的保护作用，有助于延长换脂间隔，提高生产率。
- 呈蓝色，易于核实应用是否恰当。且粘附力强，能改善抗水性并提供卓越的润滑保持力。
- 优异的粘附及粘结性能和机械稳定性，且能提供非凡的防锈、抗腐蚀和耐磨保护。

150+ 全球主要工业设备制造商的推荐使用美孚润滑脂XHP™系列

典型特性†

美孚润滑脂XHP™系列	220	221	222	223	461	462
NLGI等级	0	1	2	3	1	2
增稠剂类型	复合锂基	复合锂基	复合锂基	复合锂基	复合锂基	复合锂基
颜色，目视	深蓝	深蓝	深蓝	深蓝	深蓝	深蓝
工作锥入度，25° C, ASTM D 217	370	325	280	235	325	280
二硫化钼，wt%	-	-	-	-	-	-
滴点，°C, ASTM D 2265	270	280	280	280	280	280
基础油粘度，ASTM D 445						
cSt @ 40°C	220	220	220	220	460	460
四球磨损试验，ASTM D 2266, 擦痕，mm	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
四球焊接负荷，ASTM D 2596, kg	315	315	315	315	315	315
铁姆肯 OK 荷, ASTM D 2509, lb	40	40	40	40	50	50
氧化稳定性, ASTM D 942, 100小时压力降, kPa (psig)	35(5)	35(5)	35(5)	35(5)	13.8(2)	13.8(2)
防腐蚀, ASTM D 1743	通过	通过	通过	通过	通过	通过
防锈保护, IP 220-mod/ASTM D 6138., 蒸馏水	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
铜片腐蚀, ASTM D 4048	1B	1B	1B	1B	1B	1B
针入度变化，滚筒稳定性, ASTM D 1831, mm/10	-15	-15	0	0	-5	-5

注：相关参数请参考最新网站发布之产品数据资料表（PDS）。
† 典型特性是在通常生产状况下得到的典型数值。不等同于产品规范。在通常生产状况和不同的调配厂生产时，产品的典型数值可能会有所变动，但并不影响产品性能。本文档包含的信息可能未经通知而做出变更。并非所有产品均在当地有售。如需了解更多详情，请联系当地埃克森美孚当地机构或访问www.mobil.com.cn/industrial。埃克森美孚有许多关联公司和子公司，它们大多在公司名称里包含埃索、美孚或埃克森美孚。当地相关的埃克森美孚关联公司关联公司对其当地的行为负有责任。

润滑脂转换指南

一般润滑脂转换建议

在介绍更换润滑脂产品之前，请确认美孚润滑脂产品与客户当前使用的润滑脂之间的兼容性。一般而言，“相似”类型的稠化剂是兼容的，但“不同”类型的稠化剂可能不兼容。如需询问初装润滑脂兼容性问题 and 获取相关指导，或者需要埃克森美孚提供技术服务实验室测试，请联系技术支持中心(TSC)向客户提供润滑脂产品数据表和材料安全数据表 (MSDS)。

建议的车间维护程序

检查所有润滑脂供脂设备，例如泵、调压器、架空的润滑脂管线、润滑脂卷轴、润滑脂供脂枪

- 润滑脂泵处的理想气压是125 -150 psi
- 检查是否存在润滑脂泄漏，必要时建议维修
- 检查柔性软管中是否存在裂缝或破裂，必要时建议更换
- 检查泵气压调节器以确保
 - 调节器和仪表处于正常工作状态，否则建议更换
 - 调节器和仪表的额定工作压力为160 psi
 - 根据仪表与空气压缩机压力调节器(输出压力)的压力进行比较，以确定仪表能否正确测量气压

如果要转换为长效润滑脂产品，您必须核验润滑脂泵送设备的流量和供应压力

- 使用美孚润滑脂流动试验套件，按照套件说明实施检查
 - 静态压力最低 4,500 psi
 - 润滑脂流量最少 7 盎司（30 秒通过 1/16 孔口）
 - 强烈建议使用 75:1 或 80:1 比例的气动润滑脂泵
 - 强烈建议使用不长于 15-20 英尺的 3/8" 直径软管的便携式回转泵或桶式泵

当前润滑脂 – 逐渐减少大桶、小桶或中桶内的润滑脂量，直至排空

- 移除泵和料腿组件
- 使用车间干净的抹布或毛巾布进行擦拭，以便尽可能多地清除料腿中残留的旧的润滑脂。(注意不要带入外部灰尘或其他污染物)
- 将清理干净料腿和泵组件安装到新的美孚润滑脂大桶或小桶中

新润滑脂–用新的润滑脂冲洗*通过所有润滑脂供脂设备，例如泵、供应管线至供脂设备终端

- 注意从原润滑脂变为新润滑脂时的颜色变化
- 当转换为长效润滑脂或当润滑脂产品已确定不兼容时，必须进行冲洗



如果同时使用多个润滑脂产品，建议在润滑脂泵和供脂设备处贴上识别标签，以防止润滑脂错用

设备润滑脂建议转换流程

当转换为长效润滑脂或当润滑脂产品已确定不兼容时，必须进行冲洗

使用新润滑脂对原润滑脂进行充分冲洗且能润滑到所有润滑点，并实施检查以确定部件处于理想状态

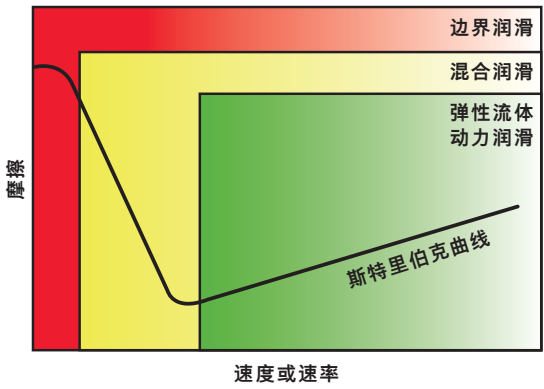
- 擦拭润滑脂注油嘴和泄放塞以清除外部润滑脂和污染物
- 轴承箱上应具有排料口以允许过量润滑脂溢出，否则润滑过量可能导致密封件损坏
- 移除泄放塞并清除孔中的所有已硬化的润滑脂
- 如果使用的是排料杆，需移除该杆并冲洗杆中的已硬化的润滑脂。更换排料杆后，添加润滑脂
- 添加润滑脂，直至排料孔中出现新的润滑脂
- 如果使用的是排料杆，则需在添加润滑脂过程中定时取下该杆以查看新的润滑脂
- 打开泄放塞并将轴承保持旋转 10 分钟，以排出过量润滑脂
- 更换清洁的泄放塞
- 使用车间抹布或适当的容器来擦拭/收集冲出来的润滑脂，以便最大限度地减少脏乱
- 当转换为长效润滑脂产品时，务必确保所有润滑点都已完全填充新的润滑脂，这一点很重要。在最初的加脂和冲洗操作完成后，维持当前的润滑周期以进行下一次加脂，然后将润滑脂的维护周期延长至新的建议周期，例如：
 - 第一次加脂间隔 - 在使用长效润滑脂之前，应按照正常的加脂间隔进行加脂
 - 第二次加脂间隔及日后加脂间隔 - 以建议的延长加脂间隔加脂

滑脂基础知识

不管是润滑油还是润滑脂，其润滑作用都遵循同一个原则：即在两个相对运动的啮合面之间形成一层油膜，从而避免两个独立表面相互接触。如此一来，可减少由于两表面直接接触而引起的摩擦和磨损。为了避免两个表面之间的接触，选择适当粘度的油品显得至关重要，因为是油品起到了润滑的作用！油膜将两个独立表面彻底分开后，即可达到优化设备性能和防止磨损的效果。在这种情况下，摩擦和磨损程度都将控制在较低水平。摩擦、流体粘度和应用环境之间的关系可参见斯特里伯克曲线。

油膜是关键

- 在边界润滑或混合润滑状态下，油膜不足以将两啮合面彻底分离。表面接触时有发生，从而造成一定的摩擦和磨损，最终导致设备过早地发生故障。为了防止在油膜无法有效分离啮合面而出现的磨损，润滑脂配方中使用添加剂以减少摩擦和磨损。



- 在流体动力润滑的状态下，油膜厚度取决于流体粘度、表面速度、表面光洁度和负载。另外，弹性流体动力润滑 (EHL) 也是润滑油粘度增大和压力作用下表面弹性变形的主要因素。虽然润滑油和润滑脂的润滑原理相同，但是两者在将油品输送至接触区的方法上却有截然不同的不同。润滑油通常需要复杂的辅助设备，以防止输送润滑油过程中泄漏，同时最大程度减少污染物的侵入。而润滑脂则通过增稠剂载体输送润滑油。该增稠剂为润滑油的储油器，以待需要时使用。同时它也能使润滑油固定在润滑点中。最好将润滑脂认为是一种浸透了润滑油的海绵（增稠剂）。在无压状况下，海绵吸入润滑油，以待润滑时使用。当施加压力（如旋转、搅拌、温度等）时，海绵放出润滑油以提供必要的油膜。润滑脂除提供润滑作用外，还可用于密封，防止环境杂质入侵，避免润滑脂及润滑设备过早出现故障。

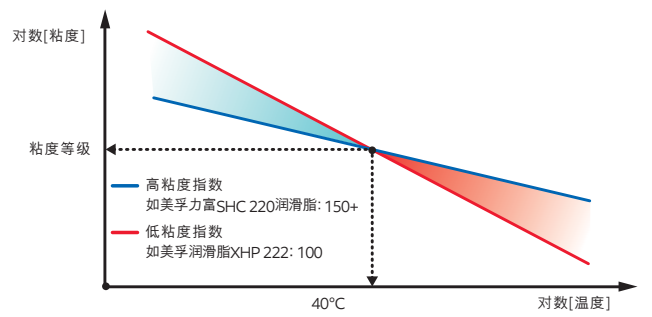
了解润滑脂基础知识可帮助选择正确的润滑脂，有助于优化设备性能和减少磨损，降低设备发生故障的次数；同时减少润滑脂泄露对环境带来的影响；高性能的润滑脂能有效延长设备寿命和换脂周期，帮助提升生产力。

合成物的优势

适当的基础油粘度是选择润滑脂最重要的参数之一。另外，在不同应用条件下，可选用多种工具来确定粘度。粘度随温度变化而变化，其关系可参见粘度指数(VI)图。与低粘度基础油相比，高粘度指数基础油的粘度在较大温度范围内变化较小。因此，在操作温度范围内，使用合成油均能形成一层较厚的润滑膜。这就是为什么，当操作温度变化较大时，应选择高粘度指数合成基础油。

- 高温下的高粘度：与传统的矿物油相比，当温度上升时，高粘度指数合成油的粘度较高。因此高温条件下，合成油的润滑膜更厚，其抗磨减擦效果更佳。
- 低温下的低粘度：与矿物油相比，合成油在低温条件下的动性更佳，机械零件间的运行阻力更小。因此，合成基础油可实现设备的低温启动，同时有足够的流动性以帮助确保润滑点之间的充分润滑。

另外，高粘度指数合成基础油能有效减少使用时增稠剂中润滑油的流失。



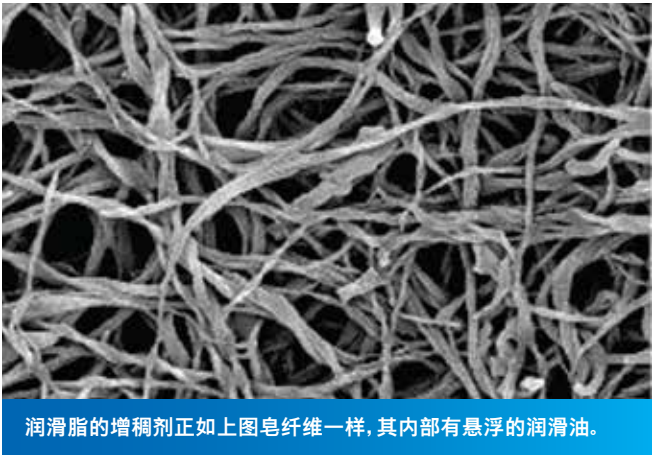
润滑脂的性能保持

选择了合适的基础油类型和粘度后，下一个挑战则是确保润滑油流入关键接触区的流量。如果未在合适的时间提供适量的润滑油，那么即使最好的润滑油也无法保证良好的润滑效果和设备连续运行。释放太多的润滑油会导致润滑脂“干透”，导致设备的磨损和过早出现故障。释放的润滑油太少则无法形成足够的油膜，同样会造成设备磨损和出现过早故障。在操作中，润滑脂和润滑油均会发生诸如热氧化降解属性的

改变。然而，就其本质而言，操作中润滑脂的性能保持取决于润滑剂参数，最重要的是粘稠度和机械稳定性。

粘稠度

在机械应力的作用下，润滑油从润滑脂增稠剂中“挤”出，并流入润滑点，提供润滑，形成油膜，提供润滑作用和抗磨保护，以确保出色的设备性能。润滑油的释放量需要配方设计师的精心设计，以平衡润滑油和增稠剂之间的粘合力。采用恰当配方生产的均衡的润滑油甚至可以吸附部分已排出的润滑油，以保证今后的不时之需。如前所述，为了有效润滑，使用润滑脂增稠剂必须承受剪切力等外部应力。如果润滑脂稳定性过大，以致无法流入机械工作区，那么释放的润滑油则不足以进行有效润滑（沟道效应），设备也因此得不到充分的润滑保护。低温会降低润滑脂对润滑油的释放量，并导致设备得不到充分的润滑，从而造成磨损甚至故障。高粘度指数合成基础油可确保低温条件下润滑油的充分流动。这在启动阶段至关重要，尤其因为启动时形成弹性流体动力润滑膜的速度一般较慢。相反，如果润滑脂“干透”了，过度释放的润滑油可能导致润滑点缺乏润滑油(因为储存过程中，过度释放的润滑油通常是不当存储条件和(或)生产过程未达标的结果；参见技术课题：润滑脂析油)。粘稠度与增稠剂的类型和含量有关。通常与复合皂基润滑脂相比，简单皂基润滑脂表现出更高的润滑油释放能力，而其他可变量(添加剂、基础油类型等)则保持一致。含增稠剂较少的更软的润滑脂，释放润滑油的速度更快，因此在低温操作条件下，常常使用这种润滑脂便于润滑油的充分释放。



机械稳定性

剪切应力能够使润滑脂释放出润滑油，但是过大的剪切应力则会造成增稠剂不可逆的破坏和过度软化。如果增稠剂的结构受到破坏，润滑脂会四处流动，最终造成泄漏。水和其他环境污染物也会对增稠剂造成过度硬化或软化的影响。在极端的情况下，水会将油替换掉，造成漏油的发生。选择适当的粘稠剂类型是避免这些失效的关键。通常来说，复合皂比简单皂基的剪切应力更稳定。因为聚合物添加剂能够提高剪切力下的结构稳定性，并增强防水性。

热氧化稳定性

高温会造成多种不同润滑脂的失效，直接影响着润滑脂的有效使用寿命。以下两种情况都有可能造成高温下润滑脂的失效。第一种情况是润滑油氧化，可能引起润滑油粘度增加、沉积，并无法形成保护性润滑膜。第二种情况是润滑脂所特有的增稠剂失去保持润滑油的能力。严苛情况下，由温度导致的润滑脂失效是永久性的。一般来说，温度每变化10°C(18°F)，化学反应速率(包括氧化和热降解)会翻倍。例如，温度升高10°C(18°F)，反应速率将加倍。反之，反应速率则降低50%。温度越高，润滑脂失效越快。与简单皂相比，复合皂通常具有更强的耐热性，另外聚脲和有机粘土增稠剂还可抵抗极度高温的考验。与传统的矿物油相比，合成基础油本身就具有较好的氧化稳定性，可在高温条件下增强润滑脂的使用寿命，同时，许多极压/抗磨添加剂可促进热氧化降解。

总结

选择正确的润滑油粘度对于润滑脂的润滑效果至关重要。一旦选定合适的润滑油粘度和类型，控制润滑油的释放量就成为影响润滑脂润滑能力的关键因素，关系着设备的无故障运行。任何降低润滑脂供油的因素都将影响润滑脂的润滑能力，并最终导致润滑失效。选择润滑脂时，必须考虑两大性能特性，即润滑脂稠度和增稠剂的剪切稳定性。在使用过程中，过度机械剪切、高温和低温、增稠剂以及润滑油的热氧化降解等因素都能影响润滑脂性能。另外，水渗入和其他污染物也将限制润滑油的最佳性能的发挥。

润滑脂-成分和特点

根据不同的应用环境，润滑脂与润滑油相比有几大优点。润滑脂可起到物理密封作用，从而防止污染物进入、起到对抗水冲刷的作用，甚至可以用在垂直安装定位的设备中。润滑脂是唯一适合用于基于以下原因不经常补充润滑脂或者从经济角度考虑不合理应用设施的润滑剂。这些原因包括：机械装置的物理结构、运动类型、密封类型或为避免润滑故障或进入污染物而起到全部或部分密封作用的润滑剂需求。润滑脂因其半固体性质而不具有润滑油的应用冷却和清洗功能，但润滑脂具备润滑油的所有其它功能。同时，润滑油通常是设计的首选润滑剂，由于上述机械环境始终存在，因此仍需使用润滑脂。因此，约 80% 的转动元件轴承仍使用润滑脂。

润滑脂组成

润滑脂是以下三种基本成分的结合体：基础油、增稠剂和添加剂。基础油:润滑脂中基础油含量最多，占到80-97%(重量)。基液可选用矿物油、合成油或其它它具有润滑特性的流体。必须说明的是，除极慢或摆动环境外，润滑脂的基础油成分起到实际润滑作用。同样的规则也适用于在选择润滑脂基础油成分时确定流体润滑剂的正确粘度等级。

增稠剂:增稠剂可选择与基础油结合并生成固体至半液流体结构的任何材料。简言之，一种润滑脂增稠剂与基础油结合时起到与海绵吸水一样的作用。在润滑脂中使用的主要增稠剂包括锂、铝、钙皂；粘土；聚脲；单独或结合使用。锂皂是当今最常用的增稠剂。

添加剂:润滑油添加剂、润滑脂添加剂和改进剂可赋予润滑剂特殊性质或改变原有性质。润滑脂常用的添加剂和改进剂为抗氧化剂或防锈剂、聚合物、极压(EP)添加剂、抗磨剂、润滑或耐摩擦介质(可溶解或均匀分布的颗粒，如二硫化钼和石墨)及染色剂或颜料。染色剂或颜料仅对颜色有影响，不会影响润滑脂的润滑性能。



图1：ASTM D217润滑脂工作器



图2：沉入润滑脂中的针入度计圆锥体

润滑脂的稠度

稠度是指一种塑性材料在外力作用下所具有的抗变形程度。就润滑脂而言，它是指一个测量相对硬度或软度而且与流量和分布特性有一定关系的测量单位。稠度的测量执行ASTM D 217标准《润滑脂的锥体针入度》而且通常用NLGI等级来表示。

锥体针入度:稠度是在25°C/77°F和在采样经ASTM润滑脂工作器60次操作后测量。在采样准备好之后，释放一个针入度计圆锥体并允许其在自重下沉入润滑脂5秒钟。然后记录锥体的针入深度，以毫米的十分之一计。锥体针入润滑脂越深，则针入结果越高，润滑脂越软。

NLGI等级:NLGI(美国润滑脂学会)已根据ASTM D 217工作针入度范围完成了润滑脂稠度的数值刻度的标准化过程：从半流体润滑脂的硬度000到块状润滑脂的硬度6。最常用的润滑脂等级为NLGI 2，代表一个平滑、黄油状稳定性。必须说明的是，润滑脂稠度与增稠剂有关，与基础油粘度无关。

NLGI 稠度等级	针入度范围(1/10mm)	描述
000	445 - 475	流体
00	400 - 430	半流体
0	355 - 385	完全流体
1	310 - 340	软
2	265 - 295	中性
3	220 - 250	中-硬
4	175 - 205	硬
5	130 - 160	非常硬
6	85 - 115	块状

表1：NLGI等级的定义

润滑脂结构稳定性

机械稳定性：这是润滑脂的一个基本特点，它是在运动元件引起搅拌动作，或应用设施产生或承受振动而导致润滑脂承受机械应力(剪切)时，用于确定润滑脂稳定性的一个测量单位。润滑脂在轴承中软化可能最终导致润滑脂经轴承箱泄漏，因此要求经常维护和补充润滑脂，以免因转动元件缺少润滑而过早损坏。为具有良好的机械稳定性，应在润滑剂开发过程中严格选择增稠剂成分和优化生产工艺。机械稳定性的测量通常采用ASTM D217加长工作器试验(即: 100,000次双击), 或者ASTM D1831滚动稳定性试验。根据ASTM D1831要求，润滑脂的剪切，应采用以165转/分钟的速度转动一个圆柱体(内装一个5kg滚筒)2小时的做法。在试验结束时的针入度变化即为机械稳定性的测量值。图3举例说明左侧一种润滑脂的极端机械软化与右侧另外一种润滑脂几乎未软化的比较。这项试验生成的低剪切力约等于ASTM D217使用润滑脂工作器生成的剪切力。

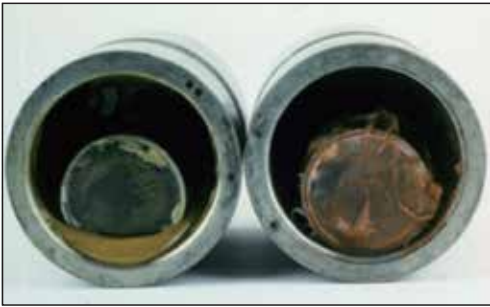


图3：在ASTM D1831滚动试验结束时的润滑脂

在应用和使用过程中，润滑脂意外进入环境污染物是一个常见的事实，这通常对润滑脂的机械稳定性造成负面影响。因此润滑脂的研制应保证润滑脂不仅在原生状态，而且在遭受环境污染物(如水、工艺流体或其它污染物)污染的状态下，表现出卓越的结构稳定性。可在各种存在水的条件下，通过试验室基准试验，对润滑脂的结构稳定性进行评估。

滴点：润滑脂滴点是指在增稠剂失去将基础油保持在增稠剂母体内的能力时的温度。这可能是由于增稠剂融化或者基础油变稀，而导致表面张力和毛细管作用变得不足以将基础油保持在增稠剂母体内。ASTM D2265(准确性高于或低于ASTM D566)是确定润滑脂滴点的标准方法。将少量润滑脂样品放入一个杯子内并将其放入一个烤箱类设备有控制地加热。当第一滴油从杯子的底部开口落下时，记录温度以确定滴点。滴点是增稠剂类型的一个函数。高滴点通常高于240°C/465°F，常见于锂复合基润滑脂、钙复合基润滑脂、铝复合基润滑脂、聚脲和粘土润滑脂；常规锂皂、钙皂和钠皂的滴点通常较低，分别为锂皂(180°C/355°F)、钙皂(180°C/355°F)和钠皂(120°C/250°F)。滴点是确定润滑脂热稳定性特点的因素之一。然而，滴点并不是精确预测润滑脂运行温度上限的因素，因为上限运行温度是由许多变量决定的，如：基础油氧化稳定性、添加剂降解、增稠剂剪切、油分离等等。一个高滴点，虽不是一个上限运行温度的预测因素，但它表示润滑脂可能瞬间达到但油未过量滴落而且因此大幅度减少润滑脂寿命和可能损坏长期运行设施的最高峰值温度。

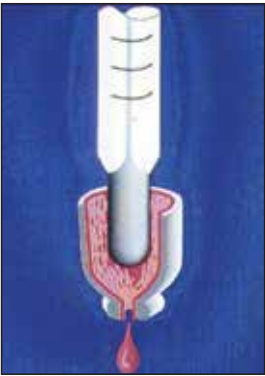


图4：滴点确定—在杯中放置一个温度计以确定第一滴油落下时的温度。

使用润滑脂润滑的滑动轴承和润滑脂应用系统

概述

油膜润滑的滑动轴承(图1)是专为大剂量润滑剂而设计的。运转时,轴承在足够厚的润滑膜上运行,与载荷面完全分离。正常运行期间,由润滑膜的剪切产生的摩擦,实际上是轴承受到的最小摩擦。如果没有面与面之间的接触,是不会发生磨损的。在某些应用中,如果润滑得当,轴承在设备寿命周期内不需要额外的维修。然而在大多数情况下,如果轴承的设计及安装没有任何问题,那么保证滑动轴承拥有良好性能的最重要因素就是选择恰当的润滑剂。

与使用润滑油润滑的滑动轴承相比,使用润滑脂润滑的轴承具有以下优势:

- 轴承漏油量减少,进而降低润滑剂用量。
- 当使用润滑脂润滑的轴承在停止运转时润滑脂停止流动,静态润滑脂的高表观粘度能有效减少轴承端部漏油量,所以润滑脂通常不会完全耗尽或挤出。

- 部分润滑脂残留在轴承表面,几乎在轴承启动的同时便形成油膜。因此,大大减少了起步阶段产生的扭矩和磨损。
- 停机期间,残留的润滑脂还可以起到密封作用,防止污垢、灰尘、水、水蒸气和其他环境污染物进入轴承,保护轴承表面,避免其生锈和受到腐蚀。

使用润滑脂润滑的轴承,存在一个弊端:润滑剂的低流动性使其不能有效降温,可能导致轴承高温运转。因此,一般而言,每当轴承高速或高负荷运转,需要外部降温时,应用润滑油替代润滑脂进行润滑。然而,在温度持续升高的地方,如在建筑机械的小型鼓风机、传送机和低速部件的应用中,越来越多地选用润滑脂为滑动轴承表面进行润滑。

润滑脂应用系统

用于供给润滑脂润滑的轴承系统实际是一种全损耗系统。加入新的润滑脂时,轴承内的润滑脂被取代,多余的润滑脂从轴承端口排出。因此,润滑脂不能提供长期润滑作用,因为长期润滑会导致润滑脂发生氧化作用,进而造成轴承故障。另一方面,由于润滑脂能够承受较高的工作温度,因此与润滑油润滑的轴承相比,润滑脂润滑的轴承能在更高温度下运转。此外润滑脂会受到严重的剪切破坏,特别是在最小油膜厚度的地方。然而,如果基础油粘度足以支撑一般速度和压力下的负荷,对于高剪切可能导致的持久软化,其主要结果为增加端口漏油量。

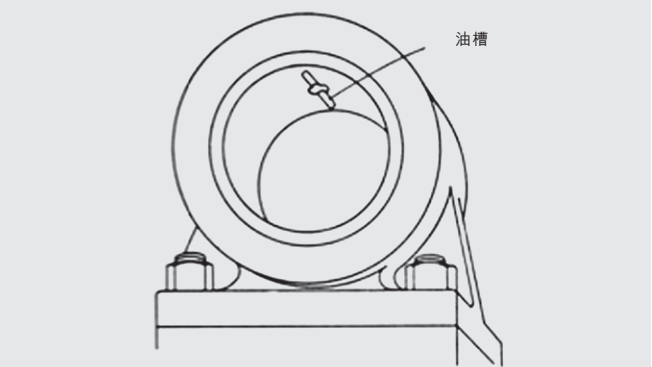


图 1: 滑动轴承。在轴承内部，油槽有助于润滑脂的分配。

选择正确的润滑脂能有效减少设备发生故障的频率，并延长换脂周期；有助于减少轴承磨损次数，降低维修费用成本，帮助实现安全、环保、高效的目标。

轴承的润滑剂供应量是诸多因素作用的结果,包括:轴承游隙、载荷类型、润滑脂流动特性、需要更高润滑脂流动速率的环境条件等因素。必须以适当的频率加注适量的润滑脂,确保轴承有足够的润滑脂维持油膜。可以使用手动黄油枪、压注式或弹簧式黄油杯,或集中润滑系统加注润滑脂。

- **黄油枪**——一般的黄油枪为手动杠杆式或推压式,而在需要大量润滑脂处,可能会使用气动式或电动式黄油枪。通常来说,每次轮班时至少进行一次润滑脂的加注,特别是移动式设备和支点。加注润滑脂时应按照以下的步骤来进行:
 1. 加注润滑脂之前将黄油嘴擦拭干净。
 2. 应加注推荐的润滑脂,直到加至端口处为止。肮脏和潮湿环境下,应用水彻底冲净轴承。
 3. 在轴承每一端口处的轴承圈加注润滑脂进行密封,防止污染物进入。
 4. 当需要同时加注两种或两种以上润滑脂时,每种润滑脂应配套使用特定种类的油嘴及黄油枪,以减少错误使用的风险。
 5. 当需要加注两种或两种以上润滑脂时,应使用能够相互兼容的润滑脂,因为在黄油枪或应用中加错润滑脂的情况时有发生。

- **黄油杯**——许多低速滑动轴承上使用压注式或弹簧式黄油杯。为在一段时间内给轴承补充润滑脂,黄油杯应保持供应少量润滑脂。压注式黄油杯需要手拧旋盖,推动润滑脂进入轴承。需要再次填注黄油杯时,应旋开旋盖并手动填充。弹簧式黄油杯应用弹簧压力把润滑脂压进轴承。有些弹簧式黄油杯带有一个透明塑料圆顶,用于显示润滑脂量,有些可能带有一个可视指针指示器,以显示润滑剂液面。大多数弹簧式黄油杯侧面都有一个黄油嘴,用来再次填注黄油杯;否则,黄油杯就必须手动移除和再次填注。黄油杯的弹簧有小、中、大三种张力,可用于调节润滑脂在不同运行环境或不同润滑脂稠度下的流动速率。应按如下方式保养弹簧式黄油杯:
 1. 每周至少一次对黄油杯的润滑脂供应量进行检查,并按需进行再次填注。填注黄油杯之前将黄油嘴擦拭干净。确保使用推荐的润滑脂。
 2. 检查轴承润滑脂,以确保适当的润滑脂供给量。必要时调整供给速率。
 3. 更换损坏的黄油杯和黄油嘴。

警告! 黄油枪、黄油杯及其他润滑脂加注设备带有持续供应润滑脂的弹簧式活塞。这可能导致油分从润滑脂中流出,如果在较长时间内,润滑脂一直处于上述漏油状态,油分流失可能使润滑脂变得过于坚硬,导致无法流动甚至不能使用。应每年一次拆卸黄油杯并清除任何坚硬的沉积物。

- **集中润滑系统**——集中润滑系统通常安装在有很多轴承,且需频繁润滑的设备上(图2)。润滑脂由油箱提供,流经泵、管线或油管,以及分配器,最终进入轴承内部。

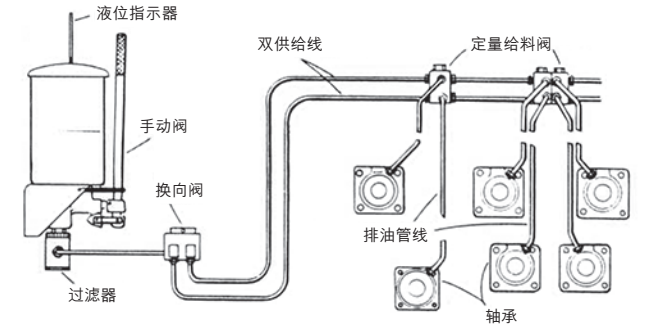


图2: 集中润滑系统。

请参考标题为“集中润滑油润滑脂润滑系统”的技术资料表,获取有关该专题的更多信息。



配套服务



美孚® 优释达® 油品分析

系统分析



► 该项服务监测液压系统、循环系统、齿轮传动装置及压缩机油，以早发现磨损、污染及润滑油状况。

描述

系统分析可助您优化润滑程序，并在因为非计划停机造成损失前发现设备问题。该分析适用于液压系统、齿轮传动装置、压缩机及循环系统。
为按最高效率运行，精密液压系统需保证系统清洁度和润滑油沉积物控制。

分析选项——系统分析

粘度	✓
水分	✓
氧化度	✓★
总酸值(TAN)	★
颗粒计数	✓
铁磁颗粒 (PQ) 指数	✓
金属	✓

适用于压缩机油的附加内容

冷却液泄漏指标	✓
---------	---

- 图例
- ✓ 所包含测试项目
 - ★ 对于合成产品，以总酸值代替氧化度

潜在效益

提早发现潜在故障，帮助提高设备可靠性。

减少非计划停机，帮助提高生产力。

帮助减少零件更换及人工成本。

优化换油周期，尽可能减少润滑油消耗及废油处理。

测试	目的	测试的重要性
冷却液泄漏指标	确定发动机油中钠、钾和硼的含量。	测定冷却液是否泄漏到压缩机中。
金属	确定润滑油中的金属(包括污染物和磨损颗粒)	金属含量有助于确定设备部件是否磨损或有害污染物是否已进入润滑油。也会记录属于化学添加剂的金属含量
硝化度	测量液压油中硝化副产物的量。	在高压泵中，混入空气的快速压缩会引起硝化。因此，如果不加以抑制，硝化和氧化物体会形成粘性膜，这可能导致阀卡死。
氧化度	确定润滑油氧化与变质的程度。	氧化可能意味着： • 磨损和腐蚀加剧 • 设备寿命缩短 • 粘度增加 • 过量沉积和堵塞
颗粒计数分析	测量润滑油中的颗粒污染物的含量。	• 在液压油及循环油系统运行中，清洁度是一个关键因素。 • 碎屑会影响系统中泵和阀的精密配合，或引起过早磨损。
铁磁颗粒 (PQ) 指数	用来确定无法用当前光谱分析检测到的黑色金属疲劳失效和金属间接触磨损。	PQ指数可以提早检测： • 抗摩轴承磨损 • 滑动轴承磨损 • 齿轮磨损
总酸值(TAN)	测量酸性润滑油氧化副产物。	总酸值升高可能表明润滑油氧化增加导致润滑油酸性增大。
超级离心检测评级	测量液压油中的漆膜沉积物的形成。	沉积物增加表明可能形成漆膜。
粘度	确定润滑油的抗流动性。	• 因烟灰或不溶物含量高、水污染或与较高粘度的燃油或润滑油混合，导致粘度增加。 • 因水污染或与较低粘度的燃油或润滑油混合，导致粘度降低。 • 粘度过高或过低，都可能引起设备过早磨损。
水分	检测是否存在水污染。	水污染可能会造成严重的腐蚀和后续磨损、油膜厚度不当或氢脆问题。

美孚® 优释达® 油品分析

进行油品分析时，实验室会将每个油样瓶都当作独立的重要分析对象。整个过程中将对每个油样进行编码、标记和跟踪。您的采样设备将直接得益于美孚™ 润滑油知识、数十年与原始设备制造商的关系，以及强大的从实践应用专业知识中获得的资料数据。根据需要，我们将提供油样分析报告，以帮助发现潜在问题，列出可能原因，并推荐后续行动。



工业润滑油

不只是提高生产力™

我们的专家服务可以帮助您延长设备寿命并提高设备可靠性，尽可能降低维修成本并减少非计划停机，从而助您实现安全、环保、高效的生产目标。