



白皮书

## 特种润滑剂在自动化领域 大展拳脚

**KLÜBER**  
LUBRICATION  
your global specialist

### 概要

如今，各行各业的生产企业面临巨大的时间和成本压力：流程需要高效设计，机器必须24小时轰鸣运转。这是完成每日工作定额的唯一途径。然而，如果没有生产过程自动化，这一切将无法想象。无论是自动输送系统还是智能机器人，在工业4.0时代，我们可以看到许多机器几乎完全自主运行，工业流程不断优化，并与周围的一切完美融合在一起。是的，至少理论上是这样。

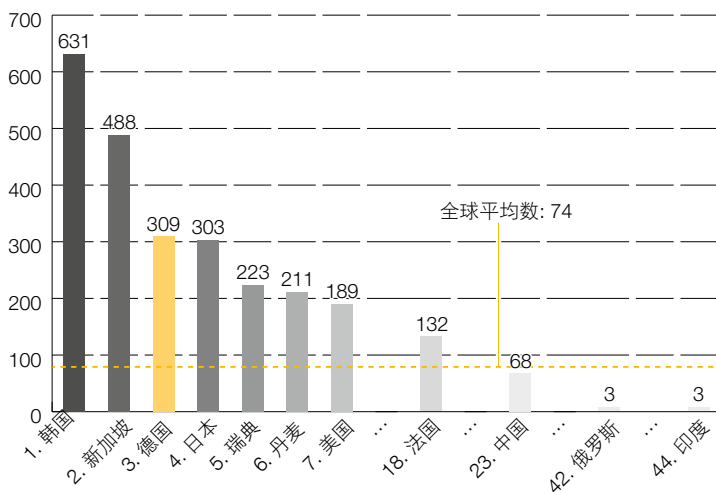
然而，运动的物体间普遍存在摩擦力，并且各行各业普遍存在极端的环境条件。再加之对提速的持续追求，磨损、腐蚀及频繁的意外故障屡见不鲜。在自动化工业厂房中，这一问题可能会特别突出，引发整条生产线频繁停摆，或者在订货型生产或准时化生产方式下，导致整个企业陷入停顿。

那么这一问题该如何解决？答案是特种润滑剂。此类润滑剂不仅功能强大，而且能够完美适配各自用途，有效减少机器磨损和腐蚀，并大幅降低由此产生意外事故的风险。此外，延长保养周期还有助于降低成本和提高设备利用率。


### 自动化技术突飞猛进。

据《世界机器人报告》(World Robotics Report)报道，2017年，全球制造行业的机器人平均密度高达每万人74台。在这一领域，欧洲领跑美洲和亚洲，每1万名员工就对应99台机器人。而且相关数字还在不断攀升。例如，2012年至2018年间，亚洲制造行业机器人密度的年均增长率达16%。

**2017年每1万名员工对应的工业机器人数量，按国家/地区细分：**



Source: IFR International Federation of Robotics/World Robotics 2017



在一些现代工业设施中，润滑点可能多达数百个，且不同润滑点的需求也各不相同。对于生产经理和设备制造商而言，掌握这些要点绝非易事。因此，他们或可面临错过润滑周期或润滑剂使用不当的风险，而这些问题迟早都会引发机器故障。

### 高性能特种润滑剂的重要性日渐凸显。

因此，如今各行各业对特种润滑剂和相关专有技术的需求也在不断增长。在不同行业和应用领域积累的润滑剂经验对于在各种工况下找到完美解决方案至关重要。

众所周知，在极端温度环境下，油漆炉中链条传动装置所需的润滑剂不同于重载轴承和导轨所需的润滑剂。以食品安全为重要关切的食品行业对润滑剂的需求也有所不同，因为润滑剂必须符合相关标准。

在这一领域，除了必须掌握高度复杂的润滑工艺领域的相关专业知识外，设备制造商、生产经理及润滑剂制造商之间的密切合作亦不可或缺。惟有如此，摩擦学专家才能选择并开发出满足客户需求和愿望的完美润滑剂。专家们还可以分享他们的专业知识，以确保机器持续得到妥善保养，且润滑图表中列示的润滑要求悉数得到满足。

### 全面生产管理(TPM)中所有润滑点概览。

在工业4.0时代，数字化解决方案有助于改进流程，降低人工成本与停机成本。针对生产中的润滑过程，克鲁勃润滑剂公司提供一套完整的数字化维保管理系统，帮助客户随时了解所有润滑点的具体情况。EfficiencyManager维护管理软件是一个汇集所有数据和功能的中央平台。它涵盖了专业的全面生产管理系统的各个方面：

► **维保管理：**EfficiencyManager维护管理软件清晰显示所有设施、机器以及与维保相关的部件，以使用户操控润滑和维保作业。专供维保人员、运营经理及操作人员使用的数据库能够确保高效标准化流程得以正确执行。EfficiencyManager维护管理软件的另一个好处是在操作人员之间有效促进知识的迁移。此外，内置的审计支持模块还可确保合规文件的完整性和有效性。

► **性能分析：**基于现场巡检和润滑剂分析，客户还会收到一份有关其机器和润滑剂状况的透明化概览。概览还可用于直观呈现数据趋势，客户可以利用这些趋势与克鲁勃润滑剂公司的专家一起订立相应的维保措施。

► **设备监测：**在线传感器可以评估齿轮、链条和机油的状况。EfficiencyManager维护管理软件甚至可以提供一份涵盖所有分散式设施的概览——实时提供数据、通知和行动建议。预测性维护功能助力用户预测和规划维保作业，避免盲从于固定的时间间隔。这种全透明方式还为用户节省了不必要的差旅费用和时间。

最好的维护保养就是您不需要维护保养。

导致生产率下降的原因并不仅仅限于意外的机械故障。各项维保作业的开展也意味着生产停顿。因此，我们的维保目标是在不增加磨损或任何组件故障风险的前提下，尽可能拉长保养周期。

实现这一目标的方法之一是使用专门开发的优质特种润滑剂。然而，在优化维保过程方面，润滑剂的作用远不止于此。例如，将润滑剂自动加注到只能承受有限数量润滑剂的区域，或者使用具有清洁效果的润滑剂：此类润滑剂可以在高温链条应用中清除链条上的残留物。

延长保养周期的另一个可选项是基于以需求为导向的系统设计维保作业。基于需求的系统不会盲目遵从预先定义的润滑周期，而是会核查润滑剂的当前状况，仅在必要时再加注润滑剂。这在润滑点难以够及的工况下尤其有用。

为此，克鲁勃润滑剂公司提供针对使用过的润滑剂的分析。从机器中采集油样，并在实验室中分析油液的老化程度、粘度、杂质含量及水分含量等指标。这有助于就该润滑剂是否可以继续使用而不会出现任何问题提出明确建议。

一项更周到的服务是基于传感器的润滑剂使用状态监测。

此类监测使用EfficiencyManager维护管理软件来实时监测润滑剂的使用状况，使用户能够提前规划维护和维修措施，从而减少停机时间并降低润滑剂成本。

贯穿产品全生命周期的全方位服务。

自动化工业设备的润滑是一个持续的过程，不会随着设备调试而戛然而止。为此，确保员工具备润滑剂领域的专业知识至关重要。因为这样，员工就能更深刻地理解润滑过程并构建一个专业的润滑剂管理系统，这意味着他们始终能够在正确的时间引入正确的措施。润滑剂制造商可以采用现场培训和使用润滑图表的方式，或者采用将维保措施数字化的方式，以此帮助传授润滑剂专业知识。



## 恶劣环境条件下保持高性能： 汽车行业的要求。

汽车行业的生产工厂必须能够承受最恶劣的环境条件：极端温度、恶劣环境和持续的机械负荷——应对这些挑战离不开高性能润滑剂。专门开发的特种润滑剂比传统润滑剂更加耐磨损、耐腐蚀，从而延长使用寿命，减少维修保养造成的停机时间。特种润滑剂还减少了补充润滑的需求，从而提高生产率，并将润滑剂和备件成本降至最低。

涂装车间是汽车制造的关键工序。制造过程的这部分成本约占总组装成本的四分之一。因此，为这道工序选择合适的润滑剂尤为重要。

克鲁勃润滑剂公司为涂装车间提供特种润滑剂，即使在260°C高温下仍能保持出色润滑性能。

该系列产品经过精挑细选，不伤油漆，确保减少返工。润滑剂生产工厂通过了所有必要的认证，如ISO 9001、ISO/TS 16949和ISO 14001。

## 机器人：汽车制造业不知疲倦的“绩效达人”。

汽车生产过程的许多工序已被机器人接管：它们承担焊接、组装、粘合、喷漆等工作。为了执行有时异常复杂的运动顺序，这些机器人包含多个执行器和电机、精密齿轮箱、电缆布线结构以及能量供给线束，因此有大量润滑点，所有润滑点的要求各不相同。这些润滑点需要强有力的特种润滑剂，这些润滑剂针对各个应用场合进行了针对性的调配。

### 典型机器人部件及其润滑剂要求：

► **直线导轨**，通常由一个链条传动机构及许多滚子和轴承组成，机器人沿着该部件移动。用于滚动轴承的润滑剂必须具有高粘性，以确保持久润滑。连续润滑(例如使用Klübermatic系列的自动润滑装置)是直线导链的完美选择。

► **精密齿轮箱**在每根机器人轴上运行。谐波传动装置通常在整个生命周期内配有合适的润滑脂。在这里，与弹性材料的良好兼容性很重要。摆线传动装置具有更高承载力，而且效率更高。高性能机器人齿轮油的换油周期长达五年或20000作业小时。

► **由于有多个轴承、密封件和联轴器**，电机和执行器需要能够承受高速运转并防止摩擦磨损的粘附性润滑剂。同时，润滑剂必须确保各部件尽可能平稳运行。平稳运行的部件可以减少能耗，从而提高工厂效率和可持续性。

► **电缆布线结构和包含电力、压缩空气及输水管道的能量供给线束**必须防止摩擦和磨损。克鲁勃润滑剂公司为此开发了一种新型耐磨近乎全干式的电缆润滑剂。该产品不含硅油和矿物油，与市面上的电缆绝缘材料及塑料兼容，并通过VDMA 24364标准规定的涂层兼容性测试。

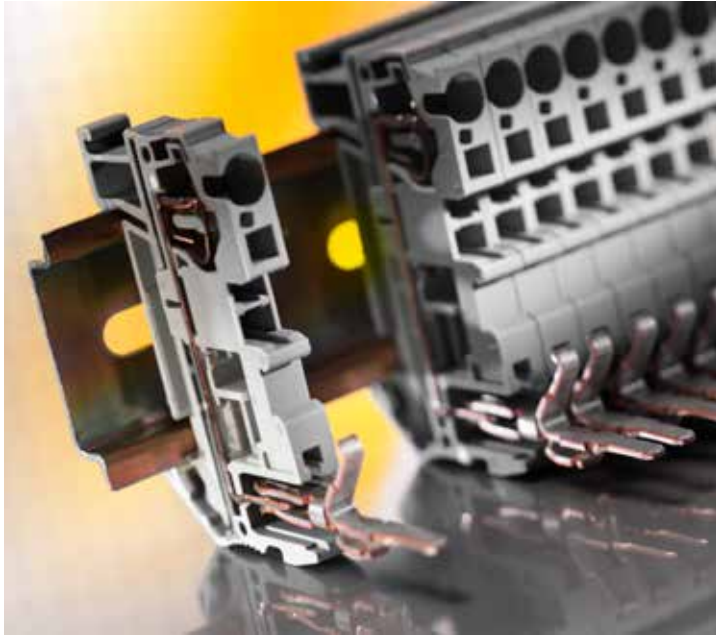
► **效应器和换刀装置**包含多个润滑点，以保持关节平稳运行，实现恒定的驱动力和保持力，防止卡盘“卡住”。脱模剂对涂装车间的效应器尤为重要。克鲁勃润滑剂公司为此提供一种创新解决方案，既能防止过量喷涂，又不会影响油漆润湿。

► **机器人**的不同部分有许多轴承和密封件。这些部件的润滑效果在很大程度上取决于润滑剂是否停留在润滑点上。这方面有三个要素：粘附性、密封效率以及它们与弹性材料的相互作用是否良好。这三个要素共同确保最大程度延长密封系统的使用寿命，并防止泄漏和故障。

欲了解汽车行业的更多润滑解决方案，请访问

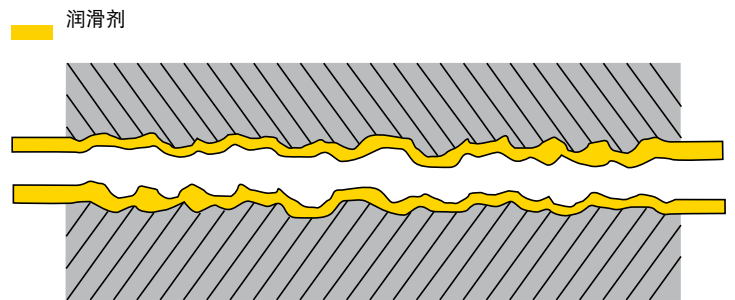
<https://www.klueber.com.cn/zh/application/industry/lubricants-automotive-industry/>



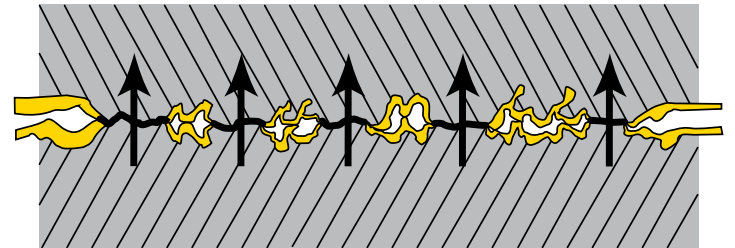


在无润滑的情况下，频繁插拔或开关操作循环使电流越来越难通过污染层，甚至在很短时间后便会如此。在这种情况下，电触点将很快失去其持续的低接触电阻，并变得不稳定。

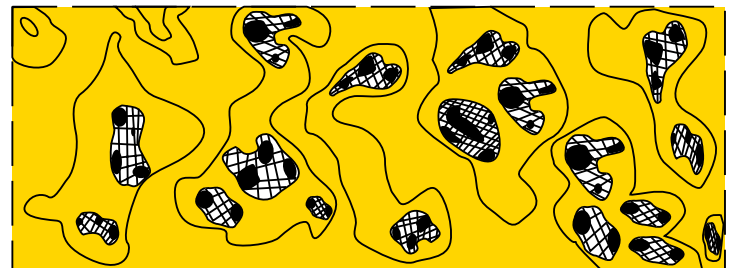
克鲁勃润滑剂帮助确保更持久的金属接触面的导电性。为此，润滑剂覆盖整个电触点表面，防止形成破坏性污染层。这样还能显著降低摩擦系数，从而减少磨损，确保长期持续保持低接触电阻。



a) 常开触点



b) 常闭触点



c) 常闭触点(俯视图)

## 高精度和小尺寸：电子电气行业的关键属性。

电子行业是工业机器人的第二大应用市场，仅次于汽车和汽车零部件行业。在组装用于手机或计算机等的小型部件时，精细运动、精准抓握和可靠的材料加工至关重要。特种润滑剂可确保减少摩擦和磨损，例如在齿轮箱、链条传动机构、换刀装置和效应器中。在机器人领域，新兴、特殊应用场景层出不穷，因此选择合适的润滑剂需要丰富的专业知识和经验。多年来，克鲁勃润滑剂公司一直是电子行业的发展合作伙伴。

摩擦学专家与客户一起，为每一种应用场景找到合适的润滑剂。

## 电触点特种润滑剂。

特种润滑剂还可用于电子行业制造的部件，例如用于润滑电触点。乍一听似乎自相矛盾，因为润滑剂本身是绝缘体，但其对电触点性能有着积极影响。

图片显示触点在显微镜下的外观：表面粗糙度远超您的想象。只有0.01%到1%的触点表面能够接通电路，由此导致所谓的能量电阻。更重要的是，塑料沉淀物或金属磨损产生的金属氧化物导致形成污染层。

欲了解电子系统行业的更多润滑解决方案，请访问：

<https://www.klueber.com.cn/zh/application/components/>

## 遵照最严格的要求进行润滑：食品行业的挑战。

食品安全问题对消费者和制造商都极为重要。制造商必须确保在任何可能与正在生产的食品接触的环节使用无害润滑剂——从灌装、分拣到包装，无一例外。

在全球范围内，克鲁勃润滑剂公司旗下已有六家工厂通过ISO 21469 认证，确保按照最严格的要求连续生产H1润滑剂并交付全球客户。无论是用于齿轮箱、滑动面、轴承、输送带、压缩机还是密封件，这些润滑剂必须符合内部和外部标准，并满足食品行业的严格卫生要求。

由于具有最佳润滑性能，H1润滑剂还能减少设备磨损，降低维护成本。

基于多年经验，克鲁勃润滑剂公司的专家开发出适配的润滑剂解决方案。

数字最具说服力：60年来，克鲁勃润滑剂公司与181个国家的子公司及合作伙伴一起，为食品行业开发特种润滑剂。迄今为止，克鲁勃润滑剂公司已注册280款H1产品，获得1655项OEM认证。

## 需要补充润滑吗？Klübermatic让您安心无虞。

食品行业的许多润滑点需要定期补充润滑。自动油脂加注器可自动进行重新润滑，无需停机。

克鲁勃润滑剂公司不仅提供润滑剂，还提供自动润滑系统。经过实践检验的精密机-电或电-化学系统内部可使用各种润滑剂，具体取决于应用场景(例如标准、长效或极压润滑脂、标准或高温链条油或食品级特种润滑脂/润滑油)。



与手动润滑相比，此类系统具有多重优点：

- ▶ **经济实惠**，具有免维护、长期润滑和始终如一的高润滑剂质量，保证设备长期不间断运行。它们还可以减少摩擦，节省能源。
- ▶ **保证更高安全性**，因为更换周期延长，员工进入危险区域的频率下降。润滑点往往位于难以触及的地方。
- ▶ **性能可靠**，确保在未来数年内全天候提供清洁、精确润滑。

欲了解食品行业的更多润滑解决方案，请访问

<https://www.klueber.com.cn/zh/application/industry/lubricants-food-industry/>



已注册

**280**款H1产品



在食品行业拥有

**60**年经验



克鲁勃润滑剂公司的子公司和  
合作伙伴遍布**181**个国家



**110**个试验台

用于应用相关的润滑测试



获得

**1655**项OEM认证

## “Lube&Seal” 润滑与密封：确保润滑剂与密封件完美适配。

机械设备和输送系统齿轮箱出现润滑剂渗漏是自动化领域的一个常见问题。即便是极小渗漏量也可能需要更换齿轮箱，进而导致整条生产线陷入停顿。动力传输装置中高达40%的润滑剂渗漏问题是由径向轴封故障引起的。导致这些故障的原因通常是润滑剂与密封件不兼容。

密封件弹性体与润滑剂之间的相互作用十分复杂，会对整个系统的性能和使用寿命产生重大影响。问题的根源在于，密封件和润滑剂供应商通常彼此独立工作并无交集，这意味着很难确保密封件与润滑剂的完美适配。得益于独树一帜的全球跨行业协作，克鲁勃润滑剂公司能够提供解决这一问题的有效方案。通过与科德宝集团的密封专家密切合作，克鲁勃将来自两个体系的知识汇集到一个名为“Lube&Seal” 润滑与密封的联合项目中。

该项目旨在全面了解密封件和润滑剂在各自应用中的相互作用，并利用这些知识开发出完美的润滑剂-密封件组合。

### 密封件与润滑剂之间三种最重要的相互作用。

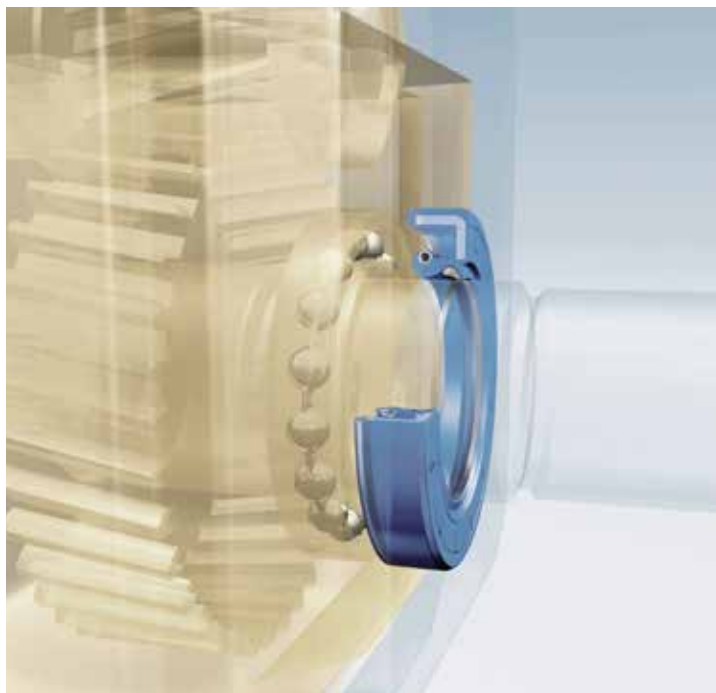
物理上的相互作用体现在材料成分和添加剂的扩散中。这会引发弹性体材料膨胀或收缩，进而导致润滑剂泄漏或磨损加剧。

如果扩散主要发生在一个方向上，无论是从弹性体到润滑剂还是从润滑剂到弹性体，都可能分别导致润滑剂泄漏或磨损加剧。另一个因素是润滑剂的润湿行为，即润滑剂向弹性体表面的扩散迁移程度，以及润滑剂到达径向轴封与轴之间接触区域的程度。在这种工况下，需要一层薄润滑膜来减少摩擦和散热。如果润湿不足，则会因润滑剂供应不足而引发径向轴封和轴自身磨损。

最后，密封件与润滑剂之间还存在化学上的相互作用，这也会影响弹性体的机械性能。例如，这可能会导致密封件中聚合物链的交联密度发生改变。交联程度的上升会导致硬度增加，这反过来又会引发开裂风险。降低交联程度会使密封件变软，并导致对轴的张力损失。

随后，由这种张力损失引起的大密封间隙会导致润滑剂泄漏。

通过确保弹性体材料与润滑剂成分之间的完美适配，我们可以控制这种相互作用。



### 通过测试增进理解。

根据具体情况判别所有这些相互作用需要专业知识和广泛测试。密封件与润滑剂之间兼容性的常规静态测试很少能告诉我们密封件在正常工况下的耐受性。且这类测试也没有考虑到密封弹性体在轴表面的机械变形。

有鉴于此，Lube&Seal团队成功开发出能够显示机械性能随时间变化规律的动态测试和分析技术。然后，可以使用测试和分析结果来确保密封件与润滑剂之间完美适配。还可以根据具体情况相应调整动态测试条件，以模拟工业应用场景，例如工业机器人精密齿轮箱。

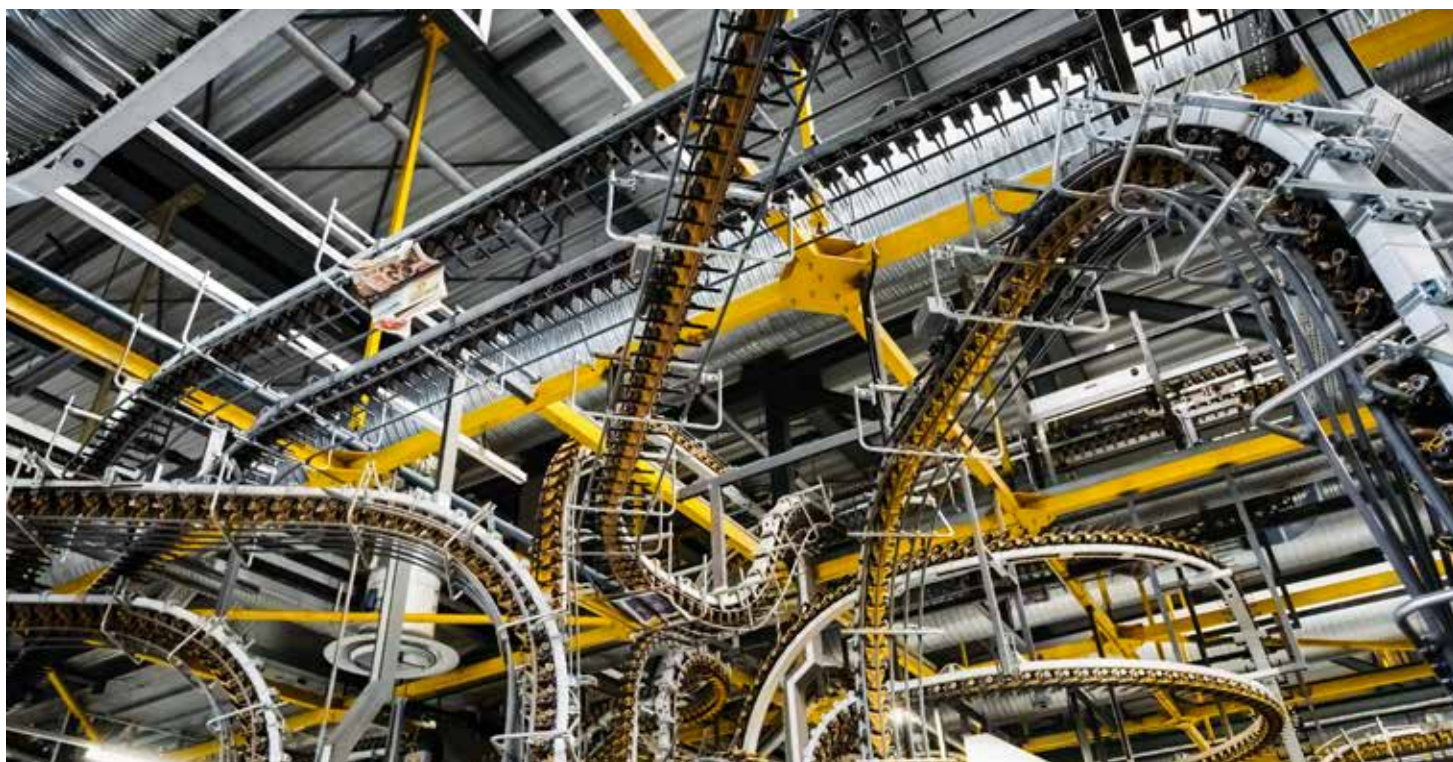
案例研究表明，所有努力终有回报。密封件与润滑剂之间的完美适配可减少机器停机时间，从而帮助企业大幅节省运营成本。

如需了解有关自动化工业设备用润滑剂解决方案的更多信息，请点击以下链接：<https://www.klueber.com.cn/zh/products-and-service/other-support/lube-and-seal/>



## 优质润滑剂解决方案优势一览：

- ▶ 具有最佳的润滑效果和耐热/抗老化性能，因此可有效**减少停机时间**并提高设备利用率。
- ▶ 保养周期延长，因此可**降低维护维修成本**。
- ▶ 每种润滑剂都针对各自应用领域进行完美调整，因此在减少机器磨损和腐蚀的同时，能够**延长机器使用寿命**。
- ▶ 性能提升，摩擦阻力减小，因此可**降低能耗**。
- ▶ **最高质量保证：**所有特种润滑剂均在业经认证的工厂中生产并历经全面检测，其有效性在实践中得到反复检验。
- ▶ **全方位服务：**我们提供从员工培训到润滑规划及至润滑点分析的全方位服务。
- ▶ **更高效的流程：**一经要求，我们可以与您一起制定措施，共同改进维保流程。



版本09.20

图片来源：封面图片 © AlexLMX, www.shutterstock.com  
从第2页起 © 克鲁勃润滑剂公司  
第3页 © ElitProd, Adobe Stock  
第5页 © 克鲁勃润滑剂公司  
第6页 © simonkr, www.istockphoto.com  
第7页 © 克鲁勃润滑剂公司  
第8页 © Tom Werner, www.gettyimages.de

出版单位和版权：  
克鲁勃润滑剂慕尼黑公司  
Geisenhausenerstraße 7, 81379 Munich, Germany, HRA 46624  
www.klueber.com