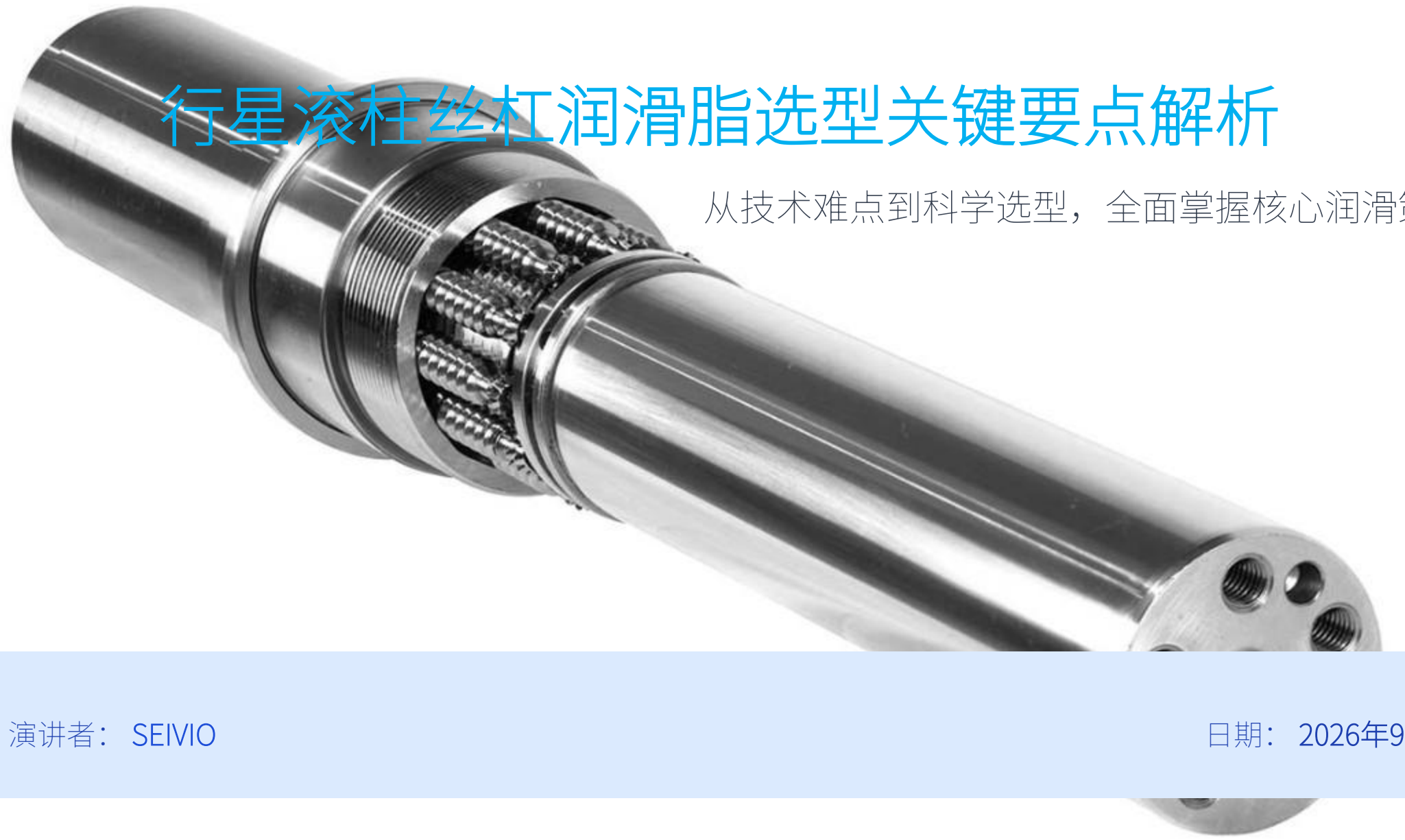




行星滚柱丝杠润滑脂选型关键点解析

从技术难点到科学选型，全面掌握核心润滑策略

演讲者：SEIVIO

日期：2026年9月



行星滚柱丝杠——现代精密传动的核心

行星滚柱丝杠是一种将旋转运动高效转化为直线运动的精密传动装置。它利用螺纹滚柱在丝杠轴与螺母之间的行星式滚动，实现低摩擦、高刚性的动力传输，是现代高端装备中实现精密位移控制的关键核心部件。



超高承载能力

多接触点设计大幅提升接触面积，轴向载荷承受能力远超传统滚珠丝杠，完美适配重载工况需求。



极致精度与刚性

结构紧凑且传动间隙极小，提供微米级的定位精度与卓越的系统刚性，确保运行过程中的绝对稳定。



超长使用寿命

优化的滚道几何设计配合高效润滑系统，有效降低磨损，在高温、高速等恶劣工况下依然持久耐用。



航空航天领域
飞机主作动器 / 起落架系统

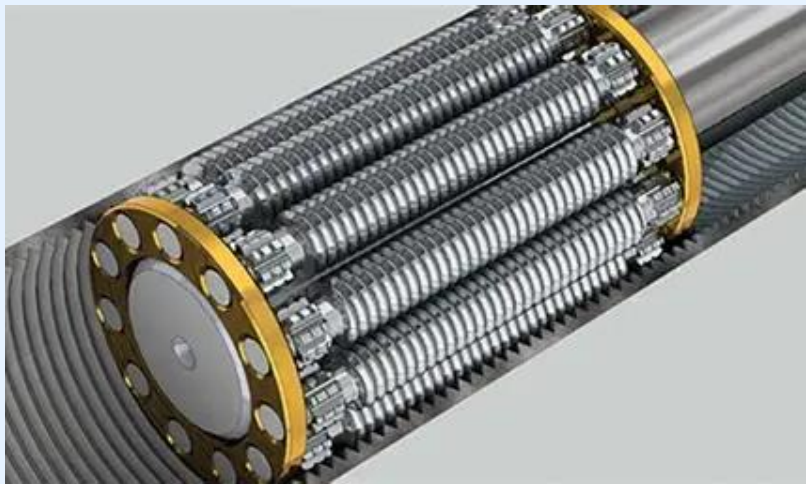


高端智能制造
精密数控机床 / 加工中心



工业自动化
机器人关节 / 精密电动缸

润滑——决定丝杠性能的生命线



图示为长期缺乏有效润滑导致的齿轮严重磨损与锈蚀。金属表面直接接触产生的摩擦热和机械应力，会迅速破坏部件精度，最终导致设备失效。这直观地印证了润滑对于传动系统的关键保护作用。

01 润滑的核心作用



降低摩擦磨损：形成油膜隔离金属，减少直接接触与能耗。



控制温升：作为热传递介质，有效带走运转产生的热量。



延长疲劳寿命：分散接触应力，延缓裂纹产生与扩展。



防护防锈：隔绝氧化与污染物，保护金属表面光洁。

02 不良润滑的严重后果



效率骤降：摩擦阻力增大，能耗增加，传动效率降低。



精度丧失：过度磨损导致间隙增大，定位精度下降。

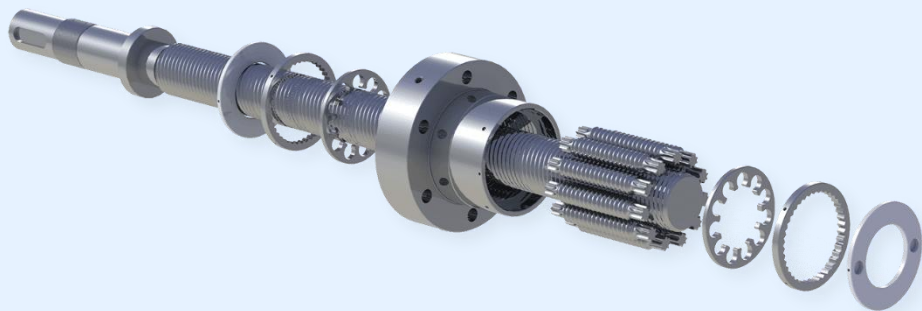


寿命锐减：表面点蚀剥落，设备提前失效，维护成本激增。



系统故障：温升过高致润滑脂失效，引发停机或事故。

行星滚柱丝杠的核心润滑点



01 丝杠轴与滚柱接触区

承受极高赫兹应力，是主要的滚动摩擦区域，需润滑脂具备优异的极压抗磨性能以防止表面疲劳损伤。

02 滚柱端面摩擦区

滚柱端面与导向片存在滑动摩擦，易产生微动磨损，需润滑脂提供良好的抗微动磨损保护与附着性。



03 核心啮合动力区

动力传输的关键节点，摩擦热集中，润滑脂需保持高温稳定性，防止因润滑失效导致的卡滞或烧结。

04 内部循环通道

润滑脂需在密闭空间内保持良好的流动性与泵送性，确保持续向各接触点供给，防止局部缺油。



挑战一：高接触应力与复合摩擦



图示为行星滚柱丝杠精密啮合结构，其紧凑的多头螺纹设计是产生高接触应力与复合摩擦的物理基础，也是润滑保护的重点区域。

密集啮合结构

多头螺纹设计形成大量微接触区域，载荷分布密集，易引发局部应力集中，成为磨损的潜在起点。

超高赫兹应力

传递重载推力时，接触点承受数千兆帕（GPa）级压力，远超常规机械部件，极易导致表面疲劳损伤。

滚动+滑动复合摩擦

螺纹滚柱并非纯滚动，伴随显著的相对滑动，这种混合摩擦模式对润滑膜的强度和抗剪切能力提出极高要求。

极压抗磨(EP/AW)刚需

必须依靠极压添加剂在金属表面形成化学吸附膜，防止高压下的金属直接接触、黏着与焊合。

核心启示： 针对此类极端工况，普通润滑脂难以胜任，必须选用具备优异极压抗磨性能的专用特种润滑脂，这是保障丝杠寿命与精度的关键。

挑战二：微动磨损与温升控制



精密丝杠副作为核心传动部件，在高频启停、微进给及重载工况下，面临着微动磨损与热积聚的双重考验。这不仅影响设备的运行精度，更直接决定了传动系统的可靠性与使用寿命。

微动磨损 (Fretting Wear)

工况诱因：频繁正反转、微进给或静置后启动产生的微幅相对运动。

核心危害：破坏油膜完整性，造成金属表面直接接触，引发磨粒磨损并加速疲劳裂纹扩展，大幅降低部件寿命。

温升控制与热风险

高速重载下摩擦生热是主因，热量积聚将引发连锁反应：

1. **润滑失效**：基础油挥发变稠，添加剂分解，丧失极压抗磨性能；
2. **精度漂移**：丝杠与螺母热变形，导致传动误差与定位精度下降；
3. **寿命衰减**：高温加速材料老化，增加疲劳断裂风险。

挑战三：润滑脂保持与流失问题



图示为润滑脂剪切安定性测试对比，直观反映了润滑脂在受到机械剪切作用前后的状态变化，是评估其抗剪切能力的重要依据。

01. 严苛的空间与附着挑战

行星滚柱丝杠内部空间精密紧凑，无多余储脂空间。润滑脂需在离心力、循环压力及高频剪切力的多重作用下，依然牢固附着于螺纹滚道表面，防止因机械力导致的非预期流失。

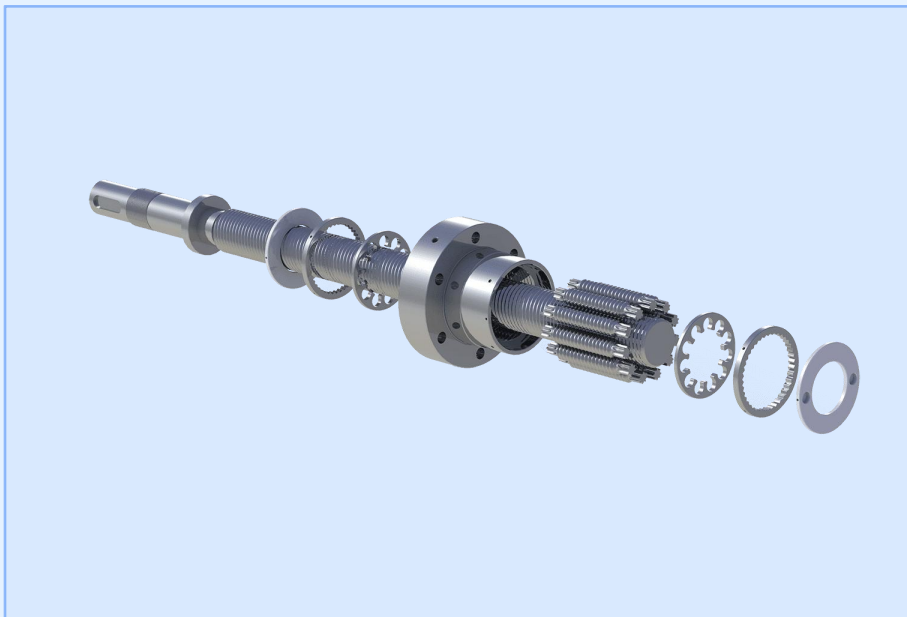
02. 分油过快与稠度劣化隐患

若分油过快，基础油易从稠化剂中分离，导致脂体变干、油液泄漏；长期剪切则会使润滑脂软化变稀，被挤出接触区并流失到非关键区域，直接造成润滑失效与部件异常磨损。

03. 核心性能指标：机械安定性与抗剪切力

润滑脂必须具备优异的**机械安定性**和**抗剪切能力**，确保在全生命周期内维持稳定的稠度结构，持续为摩擦副提供可靠的油膜保护，保障丝杠运行的稳定性与寿命。

选型指标一：极压抗磨性能 (EP/AW)



精密传动部件（如行星滚柱丝杠）在高速重载工况下，对润滑脂的极压抗磨性能有着严苛要求，直接决定设备的寿命与可靠性。



01 核心定义：重载防护的基石

EP（极压）与AW（抗磨）是润滑脂在边界润滑及重载工况下，防止金属表面擦伤、磨损与焊合的核心能力，是保障机械传动系统安全运行的第一道防线。



02 防护机理：动态化学反应膜

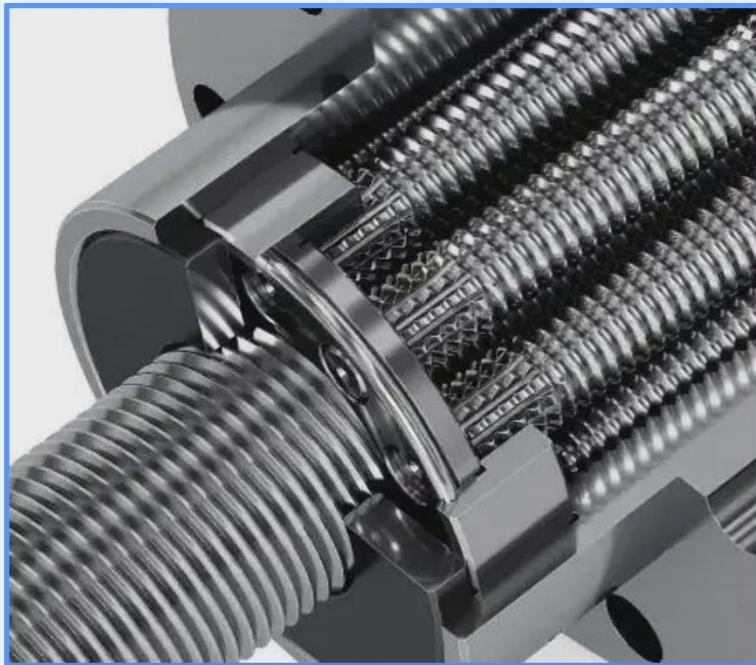
在高温高压环境下，硫、磷等活性添加剂与金属表面发生化学反应，生成一层低剪切强度的致密保护膜，物理隔离金属接触，有效防止咬合与严重磨损。



03 选型策略：工况匹配与兼容

依据设备手册匹配载荷等级；冲击载荷或频繁启停工况需选用更高EP等级产品；同时必须验证添加剂与金属材质的相容性，避免产生腐蚀风险。

选型指标二：剪切安定性



精密行星滚柱丝杠结构示意
高速工况下对润滑脂的抗剪切性能要求极高

01 / 核心定义

指润滑脂抵抗因机械剪切作用而导致稠度下降的能力。它是衡量润滑脂在长期动态负载下，能否保持原有结构稳定性与润滑性能的关键指标。

02 / 测试标准与判定

依据ASTM D1831滚筒安定性测试，模拟实际工况下的剪切环境。通过测量测试前后工作锥入度的变化值来评估，变化值越小，代表润滑脂的抗剪切能力越强，性能越稳定。

03 / 选型与应用原则

针对高速运转、频繁启停或长时间连续工作的丝杠，必须选用高剪切安定性的润滑脂。劣质产品易在剪切下变稀流失，导致润滑膜失效，加剧设备磨损与温升。

选型指标三：基础油的选择

核心地位： 基础油占润滑脂重量的70%-90%，是决定其高低温性能、氧化稳定性及润滑效果的核心基础成分，直接影响设备运行寿命。



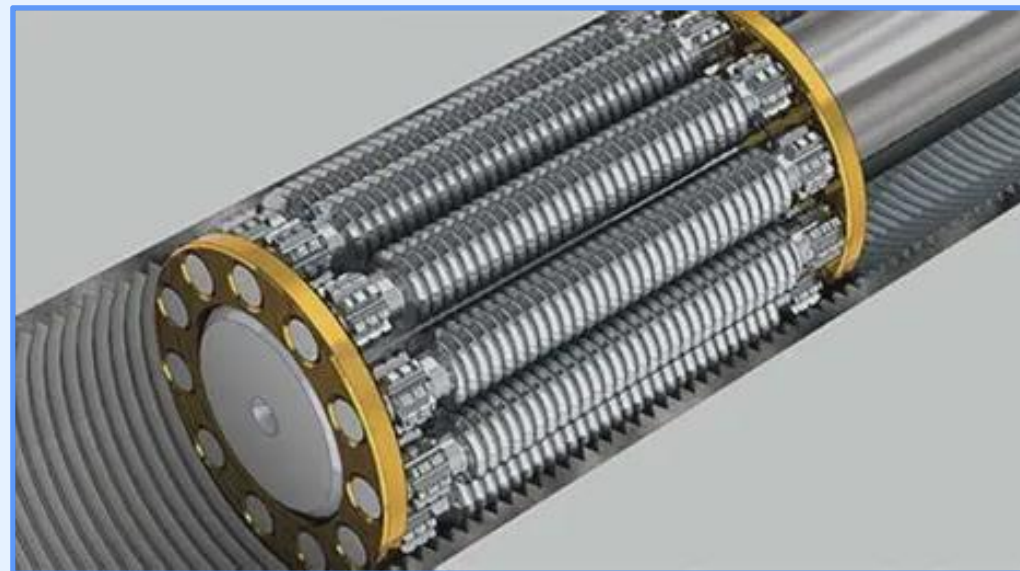
PAO（聚 α -烯烃）

具备优异的高低温性能、低挥发性与强抗剪切性，氧化稳定性极佳。适用于宽温域环境、长寿命及高负荷设备的严苛工况。



酯类油

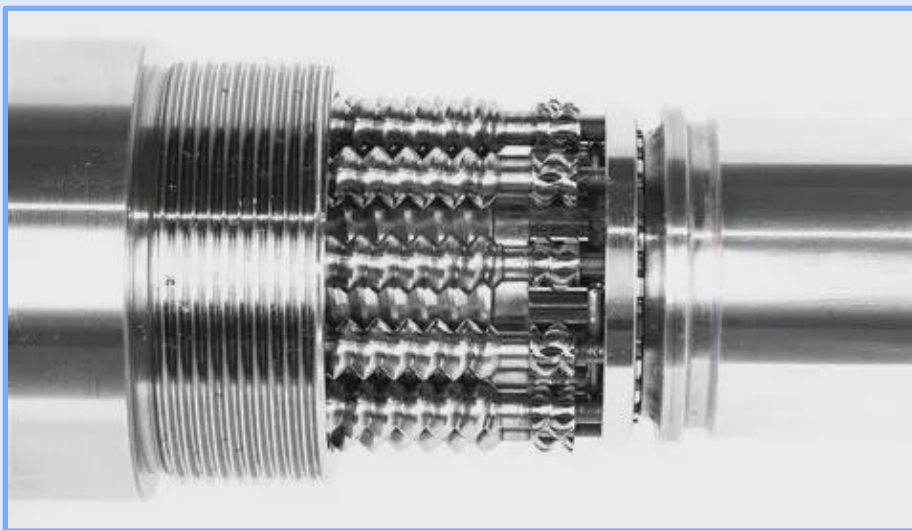
拥有极佳的润滑性与低温流动性，对添加剂的溶解性优异，能有效降低摩擦磨损。适用于严寒低温启动、精密齿轮及轴承的长效润滑。



选型关键原则

需结合设备的实际工作温度范围（高低温极值）、运行工况负荷及预期使用寿命，精准匹配对应的粘度等级与合成油类型，确保在极端工况下仍能保持稳定的油膜强度，保障设备安全运行。

选型指标四：抗微动磨损能力



精密传动部件（如行星滚柱丝杠）是微动磨损的高发区。在高频微小振动下，金属接触面易产生疲劳损伤，而具备抗微动性能的润滑脂能有效隔离摩擦面，显著降低磨损风险，延长设备的使用寿命和维护周期。

01 核心定义

指润滑脂抑制微动磨损的特殊能力，是衡量润滑脂在振动、冲击及间歇运动工况下保护性能的关键指标，直接影响设备的可靠性。

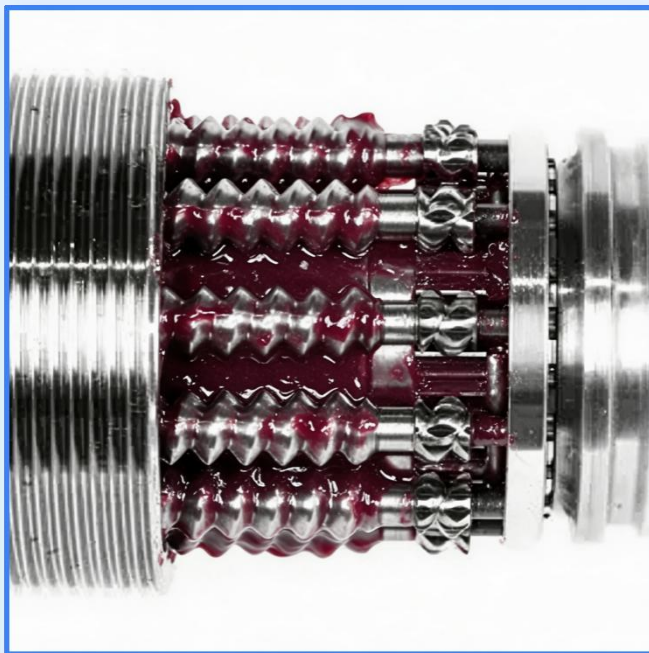
02 专用添加剂技术

高端润滑脂添加了特殊的抗微动磨损添加剂，能在金属表面形成致密的化学吸附膜或物理沉积膜，即使在微米级的微小振动下，也能有效隔离摩擦接触面，阻断磨损的发生与扩展。

03 关键选型策略

针对频繁启停、往复运动或强振动场景，务必优先选择具备抗微动磨损认证的产品；同时需重点考察产品的测试数据及同类设备的实际应用案例，确保性能与工况需求高度匹配。

产品概述：专为严苛工况设计



塞维欧 Lswdlub F779 高性能润滑脂



精准定位 · 严苛适配

专为行星滚柱丝杠等高精度、高载荷传动部件研发，完美适配极端工况下的精密传动需求，填补高端装备润滑领域的性能空白。



硬核防护 · 直击痛点

针对高接触应力、复合摩擦与微动磨损等核心难题，构建长效稳定的润滑保护膜，从根源上降低机械磨损与故障风险。



降本增效 · 价值赋能

大幅提升设备运行可靠性与使用寿命，有效延长维护周期，显著降低设备全生命周期的总拥有成本（TCO），创造持续价值。

技术特点一：卓越的抗磨极压配方

专为精密传动系统设计，通过独特的配方体系实现极致的抗磨损与极压性能。无论是低温启动还是高温运转，都能为设备提供持续稳定的润滑保护，确保丝杠系统在严苛工况下的可靠性与使用寿命。



高品质合成基础油

采用PAO等高品质合成基础油，提供优异的低温流动性和高温稳定性，确保在极端温度下依然保持卓越的润滑性能。



复合稠化剂体系

选用高性能复合稠化剂，确保润滑脂在宽温度范围内保持稳定的结构和稠度，避免因环境变化导致的性能衰减。



抗磨极压添加剂包

搭载先进的EP/AW添加剂，在极高接触应力下迅速形成坚固的边界润滑膜，有效防止金属表面的磨损、划伤与焊合。



极致抗磨保护

显著降低摩擦系数，有效抑制微动磨损，为精密丝杠系统提供长效、可靠的抗磨防护，延长设备使用寿命。



技术特点二：优异的机械安定性与抗剪切能力



性能表现

在高频往复和连续运转的严苛剪切作用下，Lswdlub F779 仍能保持优异的稠度稳定性，不易变稀或流失，为精密机械部件提供持续可靠的润滑保护，确保设备在极端工况下的平稳运行。



减少流失

有效抑制润滑脂从摩擦接触面挤出，确保关键传动部位始终维持充足油膜，杜绝因润滑缺失引发的异常磨损与设备停机风险。



长效润滑

大幅延长润滑脂的有效使用寿命，显著降低设备的维护频次与保养成本，为高速运转的精密设备提供持久稳定的润滑保障。

技术特点三：出色的温升管理与寿命



精密行星滚柱丝杠结构，配合高效润滑技术，专为应对高速、重载等严苛工况设计，确保在持续运转中保持优异的热稳定性。



01 高效热传导，精准控温

具备优异的热传导性能，能迅速吸收并传递运转热量，有效抑制设备温升，防止因热变形导致的传动精度下降，保障设备在高速运行下的稳定性。



02 强抗氧化，洁净运行

拥有卓越的抗氧化稳定性，能抵抗高温环境下的氧化降解，大幅减少油泥和积碳的生成，保持润滑系统清洁，避免因杂质导致的磨损与故障。



03 延长寿命，降低成本

不仅有效控制温升以维持传动精度，更能减少氧化产物对系统的污染，显著延长润滑脂的更换周期和设备整体的使用寿命，降低维护成本。

案例背景：重载电动缸的润滑困境



重载电动缸作为重型机械的核心动力执行单元，承担着高负荷、高频次的运转任务，是工业制造中不可或缺的关键部件。

01 / 核心应用场景

专为重型装备设计，广泛应用于大型静力测试平台及重型机械的精密驱动系统，是实现大推力、高精度运动控制的关键组件。

02 / 严苛工况挑战

长期处于满载甚至超载运行状态，运行周期长且启停频繁，对润滑系统的抗极压性能、热稳定性及长效性提出了极高要求。

温升失控 · 精度受损

连续高负载运行导致丝杠副温升异常，引发热变形影响测试精度，同时加速油脂氧化失效，增加部件烧结风险，严重缩短设备维护周期。

润滑失效 · 成本攀升

传统润滑剂无法承受重载冲击，导致金属表面直接接触，磨损速率成倍增加。频繁的零件更换与停机检修，大幅提升了设备运维成本与非计划停机时间。



解决方案：切换至塞维欧 Lswdlub F779



专为高负荷、高转速工况研发，有效提升设备寿命与运行稳定性，是精密传动系统的理想选择。



01 诊断分析：锁定性能短板

技术团队经深入检测发现，原润滑脂的极压抗磨性能与剪切安定性不足，无法抵御高负荷工况下的摩擦与冲击，导致设备磨损加剧，成为制约系统稳定运行的关键瓶颈。



02 方案升级：匹配专用配方

决策全面替换为塞维欧 Lswdlub F779 行星滚柱丝杠专用润滑脂。该产品专为严苛工况设计，具备卓越的极压抗磨性、机械安定性及氧化稳定性，可长效保护精密部件。



03 落地执行：标准化清洁加注

严格遵循“彻底清洗-精准加注”流程：使用专用清洗剂去除丝杠系统内旧脂与杂质，随后按照设备手册推荐用量注入新脂，确保润滑系统达到最佳工况，保障设备平稳运行。



实践效果：性能显著提升



重载电动缸应用实景
精密传动与散热优化的完美结合



01. 温升抑制，稳定性跃升

在相同负载工况下，丝杠螺母副温升幅度显著下降，热变形量控制在微米级。有效解决了因热漂移导致的设备定位偏差，保障了重型装备长时间连续运行的精度与稳定性。



02. 维护减半，可靠性倍增

依托F779优异的抗磨与抗流失特性，设备磨损率大幅降低，维护频率减少50%以上。系统平均无故障运行时间(MTBF)提升30%，完美适配高强度、高负荷的工业作业场景。



客户价值：全生命周期成本(LCC)显著优化

不仅攻克了技术难题，更通过减少停机维护、降低备件消耗及能耗，有效降低设备全生命周期成本，为客户创造持续的经济效益与长期运营价值。

选型要点总结



01 理解工况

充分了解丝杠的载荷、速度、温度及运动方式等实际工况，这是选型的基础前提，确保润滑脂与设备运行环境高度匹配。



02 关注核心指标

重点考察润滑脂的**极压抗磨性**、**剪切安定性**、**基础油类型**及**抗微动磨损能力**，这些指标直接决定润滑效果与丝杠使用寿命。



03 选择专业产品

优先选用针对行星滚柱丝杠设计的专用润滑脂，例如塞维欧Lswdlub F779，专为严苛工况打造，适配性更强，保护更全面。



04 遵循维护规范

定期检查润滑状态，严格按照制造商推荐的周期进行补充或更换，保障设备长期稳定运行，避免因润滑失效引发机械故障。

科学润滑的长期价值



提升设备性能

确保丝杠始终处于最佳运行状态，减少摩擦损耗，充分发挥其设计潜能，实现更高效、更稳定的运转表现。



延长设备寿命

有效减少金属表面的磨损和疲劳损伤，显著延长丝杠系统乃至整个设备的使用寿命，大幅减少设备更换成本。



降低运维成本

减少因润滑不良导致的意外停机 and 频繁维护带来的损失，优化备件消耗，从长远看有效降低设备总拥有成本。



保障生产安全

稳定可靠的润滑是设备安全运行的重要保障，能有效防止因丝杠卡死或失效引发的生产事故，确保生产平稳进行。

感谢聆听

塞维欧 SEIVIO



联系电话

138-2435-5167



电子邮箱

info@seivio.cn



公司网址

www.seivio.cn