

摩擦与磨损的底层逻辑

从SRV实证到汽车零部件验证

破除工程迷思，重构减摩抗磨的设计与测试闭环

核心洞察：低摩擦 \neq 低磨损，寿命取决于材料、界面与工况的共同作用。

1/5

摩擦与磨损的 底层逻辑： 从SRV实证到 汽车零部件验证

破除工程迷思，重构减摩抗磨的
设计与测试闭环



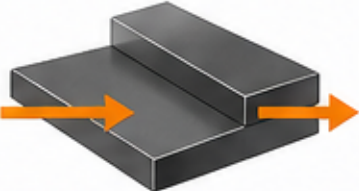
💡 核心洞察：
低摩擦 ≠ 低磨损，寿命取决于材料、界面与工况的共同作用。

核心认知：摩擦看“阻力”，磨损看“损失”

2/5 核心认知：摩擦看“阻力”，磨损看“损失”

摩擦系数 μ (阻力)

Friction Panel (能量阻力)



T 定义：抵抗相对运动的力 (F_t / F_N)

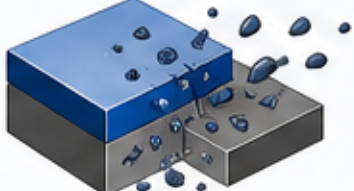
🔥 表现：热量、能耗、系统效率变化

✘ 反例：即使摩擦系数很低 (0.3~0.6)，也可能磨损很严重！

VS

磨损率 k (损失)

Wear Panel (材料损耗)



📏 定义：接触面材料的永久性体积流失 (mm^3/Nm)

📄 表现：几何尺寸改变、零件失效

! 反例：某些低摩擦聚合物表面“滑”，但在高载荷下磨损可能很严重！

★ **关键洞察**：必须同时关注摩擦系数 μ 、磨损率 k 、硬度 H 与工况条件。

图1 摩擦系数与磨损率的核心概念对比

磨损的时间演化：从跑合到稳定



图2 SRV试验曲线：摩擦系数与磨损率的时间演化

为什么选择 SRV 测试？

把真实工况搬进实验室

4/5

为什么选择 SRV 测试？

把真实工况搬进实验室

SRV 是什么？

Schwingung (振动)
+ Reibung (摩擦)
+ Verschleiß (磨损)

通过高频往复振动，模拟发动机、传动系统中复杂的边界润滑工况。

两种典型接触形式

球-平板
(Ball-on-Plate)



销-平板
(Cylinder-on-Plate)



SRV 的价值



更接近真实工况
(高频、微幅、重载)



灵敏度高
(磨损、摩擦、形貌)



可控性强
(载荷、位移、频率)



重复性好
(数据可靠)

典型应用场景



活塞环 / 缸套



等速万向节 CVJ



轴瓦 (启停耐久)



固体润滑涂层
(MoS₂、聚合物等)

图3 SRV测试技术：原理、价值与应用场景

结论：从认知到行动

5/5 结论：从认知到行动

-  **1. 不要只追求低摩擦**
低 μ 不代表长寿命，需综合磨损率 k 、硬度 H 、载荷与失效形貌评估。
-  **2. 用动态测试替代静态想象**
真实零部件面对振动、启停、冲击与边界润滑，SRV 提供更贴近真实的验证。
-  **3. 材料体系才是最后防线**
 MoS_2 、PAI 聚合物覆盖层等固体油膜技术，正在突破液体润滑的极限。

最终目标



**更低磨损
更长寿命
更可靠的
零部件系统**

 **Takeaway：卓越的零部件工程，来自对接触界面的深刻理解与精准测量。**

图4 从认知到行动：三个关键转变与最终目标