

500 字摘要：

大型压力成型机械在高交变载荷下全年连续作业，对其核心液压动力元件——轴向柱塞泵的服役寿命要求严苛，被称为轴向柱塞泵“天然的疲劳试验机”。柱塞副是轴向柱塞泵实现吸排油功能的关键摩擦副，其偏载大，油膜刚度低，柱塞副的磨损失效是制约轴向柱塞泵服役寿命的薄弱环节。长寿命柱塞副承载界面设计是长期以来的研究重点和难点。

本论文采取以磨损退化机理指导长寿命设计的研究思路，首先建立了柱塞副分布式承载状态下的复合磨损模型，实现了柱塞副全界面磨损机理辨识与磨损特征计算，打通了柱塞副油膜承载特性与表面磨损特征映射的壁垒，奠定了柱塞副磨损失效分析的基础；然后厘清了柱塞副服役过程中表面界面特征耦合机制并提出全寿命周期变步长数值计算方法，使得柱塞副全寿命周期磨损演化量化评估成为可能；最后提出了基于最小磨损率的柱塞副微轮廓设计方法。以低磨损率时刻表面特征作为设计蓝本，使得设计效率大幅提高，以稳态磨损率作为寿命强相关优化目标，避免了柱塞副性能随服役过程与初始设计目标逐渐偏移导致服役寿命受限。本论文从根源上追溯柱塞副磨损演化过程，形成理论基础完善的柱塞副长寿命磨损调控方法，对保障高端机电装备高安全服役具有重要意义。