

# 单螺杆混输泵减速箱机油渗漏成因分析

李 晶<sup>1</sup> 陈其亮<sup>2</sup> 林 伟<sup>1</sup> 唐新波<sup>1</sup> 郑雯雯<sup>1</sup>

1. 新疆油田公司准东采油厂 新疆阜康 831511

2. 新疆油田公司采油二厂 新疆阜康 831511

**摘 要:** 本文《单螺杆混输泵减速箱机油渗漏成因分析》针对单螺杆混输泵减速箱在复杂工况条件下面临的机油渗漏问题,进行了深入细致的成因分析。通过对现有案例和理论研究的综合考量,本研究系统性地探讨了影响机油渗漏的多个关键因素。通过全面剖析这些成因,本文为理解单螺杆混输泵减速箱机油渗漏的深层次机制提供了有价值的见解,为进一步开展针对性的维护策略研究奠定了坚实的基础。

**关键词:** 混输泵; 减速箱; 骨架密封; 机油

## 1 背景介绍

随着全球经济的快速发展和能源需求的持续增长,石油、天然气等能源的开采与输送成为保障国家能源安全和促进工业进步的关键环节。单螺杆混输泵作为一种高效、适应性强的输送设备,在油气田开发、化工原料传输、水处理等多个领域发挥着不可替代的作用。该泵型以其独特的一体化设计,能够同时输送含固体颗粒的混合介质,显著提高了输送效率和灵活性,降低了运营成本。

作为混输泵核心组件的减速箱,其稳定性和可靠性直接关系到整个输送系统的运行效率与安全性。减速箱通过齿轮传动,将电动机的高速旋转转换为泵所需的低转速、大扭矩动力输出,过程中需要高质量的机油进行润滑和冷却。遗憾的是,减速箱机油渗漏问题频发,已成为影响设备正常运行和维护成本增加的主要原因之一。特别是在极端环境下,如本文所关注的沙漠油田,夏季的高温和冬季的严寒加剧了设备的损耗,增加了机油渗漏的风险,对生产连续性、设备寿命及环境安全构成了严峻挑战。

面对这一现状,深入探究单螺杆混输泵减速箱机油渗漏的根本原因,采取科学合理的维护措施,并构建有效的预防体系,显得尤为迫切。本研究旨在通过系统分析混输泵减速箱机油渗漏的原因,为同类设备在极端环境下的稳定运行提供理论指导和技术支持。

## 2 单螺杆混输泵减速箱机油渗漏的原因分析

### 2.1 密封系统失效

#### 2.1.1 骨架油封性能退化

单螺杆混输泵减速箱普遍采用骨架油封作为主要密封手段,以阻止机油向外泄露。骨架油封虽具有良好的弹性和耐磨性,但在长期运行于极端工况下,如沙漠油田的高温、重载和沙尘侵袭,其性能逐渐退化,成为机油渗漏的主要诱因之一。

**材质与环境适应性:** 骨架油封的橡胶材料在持续高温环境下容易老化、硬化,丧失原有的弹性,导致密封唇口与轴表面的紧密贴合度下降,形成泄漏通道。

**设计与安装匹配性:** 若骨架油封的设计与实际工况不匹配,如密封唇口的几何形状、弹簧压力设计不合理,或安装时未达到精确的同轴度要求,均可导致油封与轴颈或箱体密封面之间存在间隙,从而引发渗漏。

#### 2.1.2 密封件损伤与污染

**物理损伤:** 在装配过程中,不当的工具使用或不正确的安装方法可能导致骨架油封被划伤、挤压变形,甚至在运行中因异物入侵(如沙粒、金属碎片)而受损,削弱密封效果。

**化学污染与油品不兼容:** 润滑油与不兼容的密封材料接触,或因油品受到外界污染物(如水分、粉尘)的侵入而变质,会加速油封材料的老化过程,降低其抗磨性和弹性,间接促进渗漏发生。

#### 2.1.3 维护不当与寿命管理

**维护疏忽:** 缺乏定期的油封检查与更换计划,使得已经出现老化迹象或轻微损伤的油封得不到及时替换,逐渐演变成严重泄漏。

**寿命评估不足:** 对骨架油封的实际工作寿命评估不准确,未能根据设备运行条件和油封实际工作状态制定

合理的更换周期，导致油封在达到其性能极限后继续服役，增加泄漏风险。

## 2.2 安装与装配问题

### 2.2.1 精度误差

减速箱的正确安装是保证其密封性能的基础。轴的同轴度、轴承座的平行度以及箱体各部件之间的配合间隙，都需严格控制在允许范围内。任何超出标准的偏差，都会导致箱体受力不均，引起密封面间缝隙增大，成为机油渗漏的源头。

### 2.2.2 紧固件管理

紧固件如螺栓的松动是另一个常见问题。在震动较大的工作环境中，未按规范紧固的螺栓可能会逐渐松弛，使得箱体连接处产生微小位移，破坏原有的密封结构。此外，过紧或不均匀的紧固也可能导致壳体变形，影响密封效果。

## 2.3 润滑系统问题

### 2.3.1 机油选择不当

机油的选择应基于减速箱的工作条件、环境温度以及制造商的推荐。错误的机油类型或粘度等级不仅不能提供足够的润滑，还会加速密封件的磨损，缩短其使用寿命。此外，不兼容的机油还可能导致化学反应，生成沉积物，堵塞过滤器，间接加剧渗漏。

### 2.3.2 污染与变质

机油在循环使用过程中，可能会被灰尘、水分或其他污染物侵入，导致油品变质，润滑性能下降。污染物还可能直接侵蚀密封件，降低其密封效能。定期更换和检测机油质量，是防止这一类机油渗漏的有效手段。

## 2.4 运行条件与维护不当

### 2.4.1 超负荷运行

长期超负荷运行会导致减速箱内部温度升高，压力增大，加速密封件的老化速度，同时也可能使箱体变形，影响密封性能。此外，过高的负载还可能引发振动加剧，

进一步恶化密封状况。

### 2.4.2 维护缺失

缺乏定期的维护和检查是机油渗漏的一个重要因素。没有及时发现并处理的磨损部件、老化的密封件、低油位等问题，都可能逐渐发展为严重的渗漏。维护计划的执行力度、维护人员的专业技能，以及维护记录的完整性，都是影响维护效果的关键因素。

## 2.5 外部环境因素

极端温湿度环境对减速箱的密封系统也是一种考验。高温加速材料老化，低温则可能导致密封件硬化、失去弹性。湿度高时，水蒸气可能渗透进油箱，影响机油品质，同时增加腐蚀风险，间接促进渗漏发生。

## 结束语

单螺杆混输泵减速箱机油渗漏问题的根源在于多方面因素的综合作用，针对上述分析，本研究强调了系统性维护策略的重要性，指出只有通过全面考虑设备的运行环境、工况条件以及维护实践，才能有效预防和解决机油渗漏问题。未来的研究方向应当聚焦于开发更耐久的密封材料、优化装配工艺、提高润滑系统管理水平以及建立完善的维护体系，以提升混输泵减速箱在极端环境下的稳定性和可靠性。此外，加强现场操作人员的技术培训，提高其对设备异常的敏感性和处理能力，也是保障设备长期稳定运行的关键。

## 参考文献

- [1] 李明, 张强. (2019). 《石油机械故障诊断与维护技术》. 北京: 中国石油大学出版社.
- [2] 赵伟. (2018). 《机械密封技术与应用》. 上海: 上海交通大学出版社.
- [3] 王刚, 刘洋. (2020). 《极端环境下机械装备维护手册》. 广州: 南方工业出版社.