

# 浅析如何提高黑岱沟露天煤矿矿用重型自卸卡车液压油使用寿命

杨京

国家能源集团准能集团设备维修中心 内蒙古 鄂尔多斯 010300

**摘要:** 文针对黑岱沟露天煤矿矿用重型自卸卡车液压油使用寿命的提升进行了深入探讨。首先,分析了影响液压油使用寿命的关键因素,包括油温控制、油液污染控制、系统维护管理以及设备操作技能等。油温过高会导致油液黏度下降,增加泄漏和系统磨损,因此必须采取有效措施控制油温,保持其在适宜的工作范围内。同时,油液污染是影响液压油使用寿命的重要因素,通过加强过滤精度控制、定期清洗系统、更换液压油和滤芯等措施,可以有效降低油液中的污染物含量,延长液压油使用寿命。

**关键词:** 矿用重型自卸卡车; 液压油; 污染控制; 使用寿命;

## 引言

黑岱沟露天煤矿作为年产3000万吨级的大型煤矿,主要采用单斗挖掘机—自卸卡车的间断工艺、抛掷爆破—吊斗铲倒堆工艺和单斗挖掘机—自卸卡车—坑边半移动破碎站—胶带输送机的半连续工艺。其中,卡车运输占据主导地位,尤其是重型自卸卡车,如154T至360T级卡车,是煤矿生产中的关键设备。矿用重型自卸卡车作为矿山开采中的关键运输设备,其液压系统的稳定性和可靠性直接关系到生产效率和作业安全。液压油作为液压系统中的重要组成部分,其使用寿命的长短直接影响到整个系统的运行效率和维护成本。因此,提高矿用自卸卡车液压油的使用寿命,对于保障矿山机械的正常运转、降低维护成本具有重要意义。

## 1 液压油的基本特性与作用

### 1.1 液压油的基本特性

矿用重型自卸卡车液压油是液压系统的“血液”,其性能直接影响系统的可靠性、效率和寿命。以下为液压油的基本特性:

#### (1) 粘度与粘度指数

粘度: 液压油的流动性特性,需在高温时保持足够粘性以润滑系统,低温时保持流动性以启动设备。

(2) 粘度指数: 衡量油品粘度随温度变化的稳定性。矿用卡车工作环境温差大(如黑岱沟露天煤矿冬季-30℃、夏季30℃),需选择高粘度指数( $VI \geq 150$ )

**作者简介:** 杨京(1989-)男,本科,助力工程师\高级工,神华准能设备维修中心汽修车间机械维修工,内蒙古鄂尔多斯人,2021年7月毕业于北京科技大学,机械工程,本科

的液压油,确保极端温度下性能稳定。

#### (3) 抗磨性

液压油需在高压(如举升油缸压力达20-30 MPa)和高负荷下减少金属部件(泵、阀、马达)的磨损。通过添加抗磨添加剂(如锌、磷化合物),形成保护膜,减少摩擦副的划伤和疲劳失效。

#### (4) 抗氧化性

高温和金属催化作用会加速油液氧化,生成胶质、油泥和酸性物质,导致系统堵塞和腐蚀。

优质液压油需具备长氧化寿命(如通过ROBT旋转氧弹测试 $\geq 1000$ 分钟),延长换油周期。

#### (5) 抗泡性与空气释放性

液压系统高速运行时易混入空气,泡沫会降低油液压缩性,导致压力波动和泵气蚀。

抗泡剂(如硅类化合物)可快速消除泡沫,空气释放性(ASTM D3427标准)需 $\leq 3$ 分钟,确保系统稳定。

#### (6) 防锈与抗腐蚀性

矿山环境湿度高,液压油需防止金属表面生锈(如油箱、管路)。

添加防锈剂(如磺酸盐类),并通过铜片腐蚀试验(ASTM D130)验证无腐蚀性。

#### (7) 抗乳化性

矿用卡车常接触雨水或洗车水,水分易混入液压油形成乳化液,破坏润滑性。

抗乳化性(ASTM D1401)要求油水分离时间 $\leq 30$ 分钟,避免油液乳化失效。

#### (8) 剪切稳定性

高压泵的剪切作用会破坏油品分子结构,导致粘度

下降。需选择高剪切稳定性的油品（如通过超声波剪切试验粘度下降率 $\leq 10\%$ ）。

### 1.2 液压油在矿用卡车中的作用

矿用重型自卸卡车的液压系统（举升、转向、制动等）依赖液压油实现能量传递与控制，其核心作用包括：

#### （1）传递动力

作为能量介质，将发动机输出的机械能转化为液压能，驱动举升油缸、转向油缸等执行机构。

#### （2）润滑与保护

在液压泵、阀、缸等高精度部件间形成油膜，减少金属接触磨损。

#### （3）冷却与散热

吸收系统摩擦热（如连续举升作业时油温可达 $80^{\circ}\text{C}$ ），通过油箱和散热器将热量排出，防止部件过热失效。

#### （4）密封与防泄漏

填充液压元件间隙（如密封圈与活塞杆之间），辅助密封作用，减少内泄漏（如齿轮泵内漏量需 $< 3\%$ ）。

#### （5）污染控制

通过循环过滤吸附颗粒物，保护系统免受粉尘污染。例如：黑岱沟卡车的液压油箱加装 $\beta \geq 200$ 的滤芯，可过滤99%的5微米以上颗粒。

#### （6）防腐与清洁

防止水、酸性物质对金属表面的侵蚀，并通过分散剂防止油泥沉积，保持系统清洁。

## 2 影响液压油使用寿命的因素

### 2.1 油液污染

（1）颗粒物污染：外部粉尘、金属磨损碎屑、密封件老化脱落等固体颗粒进入液压系统，导致油液氧化加速、元件磨损加剧。

（2）水分侵入：潮湿环境或冷凝水渗入液压油，引发油液乳化、添加剂失效，并加剧金属部件锈蚀。

（3）空气混入：液压系统密封不良或油液循环中混入空气，导致油液氧化变质、泡沫增多，降低润滑性能。

### 2.2 油温控制不当

（1）高温影响：长时间超负荷作业或散热系统故障导致油温过高（通常超过 $80^{\circ}\text{C}$ ），加速油液氧化分解，黏度下降，润滑性能劣化。

（2）低温影响：寒冷环境下油液黏度过高，流动性差，导致系统启动时磨损加剧。

### 2.3 液压系统设计与维护

（1）系统密封性：密封件老化、管路接头松动等导致污染物侵入或油液泄漏。

（2）滤芯性能：过滤精度不足或滤芯更换不及时，

无法有效拦截污染物。

（3）维护周期：未定期检测油液清洁度、酸值及水分含量，导致油液性能劣化未被及时发现。

### 2.4 操作与工况因素

（1）超负荷作业：频繁重载或急启急停导致液压系统压力波动剧烈，油液温升加快。

（2）环境条件：露天煤矿的高粉尘、多雨或极端湿度环境直接加速油液污染和性能衰退。

（3）操作习惯：驾驶员操作不当（如长时间半联动、不合理换挡）导致液压系统负荷不均。

### 2.5 油液品质与选型

（1）油品性能：未选用符合设备要求的液压油（如黏度等级、抗磨添加剂不足），导致润滑性、抗氧化性不足。

（2）混用油液：不同品牌或型号的液压油混合使用，引发化学反应，破坏油液稳定性。

### 2.6 液压元件磨损

泵、阀、缸等元件磨损：内部磨损产生的金属碎屑污染油液，形成恶性循环，进一步缩短油液寿命。

## 3 提高液压油使用寿命的具体措施

### 3.1 合理选择液压油

（1）根据设备要求选择：矿用自卸卡车的液压系统对液压油的要求较高，应选用符合设备要求的液压油。在选择时，应综合考虑系统的工作压力、工作温度、运动速度及经济性等因素，选用合适粘度的液压油。

（2）注意品牌与质量：选择知名品牌的液压油，确保油品质量可靠。避免使用劣质液压油，以免对液压系统造成损害。

### 3.2 定期更换液压油

（1）制定更换计划：根据车辆的使用情况和液压油的使用寿命，制定合理的更换计划。一般情况下，建议每年或每工作一定小时数后更换液压油。

（2）严格更换流程：在更换液压油时，应确保系统内部清洁，避免杂质混入。同时，应彻底排放旧油，并清洗油箱和过滤器，确保新油不受污染。

### 3.3 保持油温适宜

（1）加强冷却系统维护：定期检查冷却系统的性能，确保冷却器工作正常。避免因油温过高导致液压油变质和润滑性能下降。

（2）合理控制油温：在系统运行过程中，应定期监测油温，确保油温保持在适宜范围内。一般情况下，油温不宜超过 $65^{\circ}\text{C}$ 。

### 3.4 保持液压油清洁

(1) 加强过滤：在液压系统中安装高精度的过滤器，定期清洗或更换过滤器，确保液压油中的杂质和颗粒物得到有效去除。

(2) 防止污染：在加油、维修和保养过程中，应防止外部杂质和污染物进入液压系统。对于活塞杆等运动部件，应加装防护套，减少灰尘和杂质的侵入。

### 3.5 加强密封件的维护

(1) 定期检查密封件：密封件是液压系统中的重要部件，其性能直接影响到液压系统的密封性和稳定性。应定期检查密封件的状态，发现磨损、老化或裂纹等问题时，应及时更换。

(2) 注意保养：对于轴承密封件等部件，应定期添加润滑油，保持其灵活性。同时，应确保密封垫片保持干燥，避免受到潮湿和油污的侵蚀。

### 3.6 加强液压管路的维护

(1) 定期检查管路：液压管路是传输液压油的重要通道，其完整性直接影响到液压系统的正常运行。应定期检查管路连接是否松动、渗漏等问题，并及时进行处理。

(2) 注意清洗：定期清洗管路内部，去除杂质和沉积物，防止管路堵塞和磨损。

### 3.7 正确操作与维护液压系统

(1) 规范操作：驾驶员应严格按照操作规程操作车辆，避免超负荷运行和急加速等不当操作，以减少对液压系统的冲击和磨损。

(2) 定期维护：定期对液压系统进行全面检查和维修，包括清洗油箱、更换过滤器、检查密封件和管路等部件的状态，确保系统处于最佳工作状态。

## 4 实践经验总结

### 4.1 油品选型与质量控制实践

#### (1) 精准选型匹配工况需求

案例背景：某矿卡车液压系统频繁出现高温报警和油液氧化问题。经检测发现原用油品抗磨性不足，高温抗氧化能力不达标。

改进措施：

黏度等级优化：根据设备说明书和工况环境（夏季高温达40℃），选用ISO VG 68抗磨液压油，确保高温下黏度稳定性。

添加剂强化：选择含锌（ZDDP）抗磨剂和高性能抗氧化剂的合成油，实验室对比显示，新油品在90℃下氧化寿命延长30%。

效果：油温波动减少15%，油液更换周期从800小时延长至1200小时。

#### (2) 严控油液兼容性

教训案例：某矿区因混用不同品牌液压油导致油液分层、添加剂失效，引发泵阀卡滞。

实践规范：

单一品牌原则：全车队统一使用同一品牌液压油，避免化学兼容性问题。

旧油置换标准：换油时彻底排空旧油，清洗油箱和管路，残留旧油比例控制在5%以下。

### 4.2 污染控制关键环节实践

#### (1) 颗粒物污染防控

现场问题：液压系统滤芯频繁堵塞，油液中检测出大量20μm以上金属颗粒。

改进方案：三级过滤体系：

加油过滤：加油前通过10μm精度过滤车过滤新油。

在线过滤：在回油管路加装 $\beta \geq 1000$ 的3μm高精度过滤器。

呼吸防护：油箱呼吸阀加装1μm干燥型空气滤清器，防止粉尘侵入。

污染源追踪：通过油液颗粒计数器检测，发现污染源为油缸密封件磨损，针对性更换为聚氨酯材质密封圈。

效果：油液清洁度从NAS 10级提升至NAS 7级，液压泵磨损率下降40%。

#### (2) 水分侵入控制

典型案例：某矿区雨季液压油乳化严重，油液含水量超0.1%。

解决措施：

油箱防护：加装防水型油箱盖，呼吸阀集成干燥剂模块。

在线监测：安装水分传感器实时报警，含水量超限时启动离心脱水装置。

定期排水：油箱底部设置透明放水阀，每班次检查排水。

### 4.3 油温管理实践

#### (1) 高温控制方案

问题分析：某矿区卡车液压油夏季温度常超85℃，导致油液黏度下降、密封件老化。

改进措施：

散热系统升级：将原单风冷散热器改为“风冷+水冷”复合散热，散热效率提升35%。

管路优化：缩短高压管路长度，减少沿程压力损失导致的温升。

操作规范：禁止连续重载作业超过4小时，强制停机散热30分钟。

效果：油温峰值从90℃降至72℃，油液氧化速度降

低50%。

#### (2) 低温启动保护

冬季实践：-30℃环境下油液黏度过高，导致系统启动困难。

应对策略：

预热系统：安装油箱电加热装置，启动前预热至15℃以上。

油品改良：换用低温流动性更好的HVLP（高黏度指数）液压油，-40℃时黏度仍可满足泵送要求。

#### 4.4 维护管理精细化实践

##### (1) 预测性维护体系

数据驱动实践：

油液监测：每月取样检测酸值（TAN）、水分和颗粒度，建立趋势分析数据库。

铁谱分析：检测油液中铁磁性颗粒含量，预判液压泵和马达磨损状态。

寿命预测：通过黏度衰减模型预测换油周期，替代固定周期换油模式。

成果：液压系统故障停机时间减少60%，维护成本下降25%。

##### (2) 人员培训与操作规范

技能提升案例：

培训内容：编制《液压系统操作禁忌手册》，重点规范避免“带压启停”“长时间半联动”等损伤油液的操作。

考核机制：驾驶员需通过液压系统基础原理考试，并模拟操作考核合格后方可上岗。

效果：因操作不当导致的液压故障减少70%。

#### 4.5 技术创新与设备升级

##### (1) 智能监测技术应用

实践案例：某矿引入液压油状态在线监测系统，实时采集黏度、含水量和污染度数据，异常时自动报警。

效益：油液劣化响应时间从周级缩短至小时级，突发性故障率下降90%。

##### (2) 密封技术升级

改进实践：将传统丁腈橡胶密封件升级为氟橡胶材质，耐温性从-20~100℃提升至-40~200℃，密封寿命延长3倍。

#### 5 结论与展望

提高矿用自卸卡车液压油的使用寿命对于保障矿山机械的正常运转、降低维护成本具有重要意义。通过选用优质液压油、保持系统清洁、合理控制工作温度、加强系统维护与保养以及采用先进的维护技术等措施，可以有效延长液压油的使用寿命并提高系统的稳定性和可靠性。未来，随着科技的不断发展和进步，将有更多先进的技术和方法被应用于液压系统的维护和保养中，为延长液压油使用寿命提供更加有效的解决方案。

#### 参考文献

- [1]王艳利. 矿用卡车液压系统污染控制及处理措施分析[J]. 应用能源技术,2017(5):20-23.
- [2]刘海亮. 某矿用卡车液压系统故障智能诊断的研究[D]. 四川:电子科技大学,2007.
- [3]吴斌. 探讨SF33900卡车液压油温过高的原因和措施[J]. 神华科技,2013(3):39-41.