

大功率矿卡液压系统油温异常升高问题分析

温玉军

国家能源集团陕西神延煤炭有限责任公司 陕西 榆林 719000

【摘要】：大功率矿卡作为矿山开采中的核心运输设备，其液压系统承担着转向、制动、举升等关键动作的驱动任务，系统工作稳定性直接影响矿卡作业效率与运行安全。油温异常升高是液压系统最常见的故障之一，不仅会加速液压油劣化、降低密封件使用寿命，还可能导致液压元件卡滞、系统压力失控等严重问题，极大增加设备维护成本与停机风险。基于此，本文结合大功率矿卡液压系统的结构特点与工况特性，深入分析油温异常升高的核心成因，提出针对性的诊断方法、解决措施及预防策略，为矿山设备运维人员提供技术参考，助力提升矿卡液压系统运行可靠性。

【关键词】：大功率矿卡；液压系统；油温异常；成因分析；故障诊断；预防措施

DOI:10.12417/2811-0722.26.02.076

1 引言

在矿山开采作业中，大功率矿卡凭借其载重量大、适应恶劣工况能力强等优势，成为衔接开采与转运环节的关键设备。液压系统作为矿卡的“动力中枢”，其工作环境具有负荷波动大、粉尘浓度高、环境温度变化剧烈等特点，长期在极端条件下运行，极易出现各类故障。油温异常升高是液压系统故障的“重灾区”，相关数据显示，超过60%的矿卡液压系统故障与油温过高直接相关。当液压油温度超过正常工作范围时，每升高10℃，液压油的氧化速度将提升1倍以上，同时油液粘度下降，导致元件泄漏量增加、容积效率降低；高温还会使密封件加速老化、变形，引发油液泄漏，进一步恶化系统工作状态。因此，深入剖析大功率矿卡液压系统油温异常升高的成因，构建科学的诊断与防控体系，对保障矿山开采作业连续性、降低设备运维成本具有重要现实意义。

2 大功率矿卡液压系统结构与工作特性

2.1 系统核心结构

大功率矿卡液压系统主要由动力源、执行元件、控制元件、辅助元件及液压油五部分组成。动力源为液压泵，负责将发动机机械能转化为液压能，为系统提供高压油液；执行元件包括转向液压缸、举升液压缸、制动液压马达等，实现矿卡的转向、举升、制动等动作；控制元件涵盖溢流阀、减压阀、换向阀等，用于调节油液压力、流量与方向，保障动作精准可控；辅助元件包含油箱、散热器、滤油器、油管等，承担油液储存、散热、过滤及输送功能；液压油作为传递能量的介质，同时兼具润滑、冷却、防锈作用。

2.2 工况工作特性

大功率矿卡的作业工况决定了其液压系统的特殊工作特性：一是负荷波动大，矿卡运输过程中需频繁启动、制动，举升机构需承受满载物料的重量，导致液压系统压力频繁骤升骤降；二是连续作业时间长，矿山开采多为24小时连续作业模式，液压系统长期处于高负荷运行状态，热量持续累积；三是

环境恶劣，矿山现场粉尘多、碎石多，易导致散热器堵塞、液压元件磨损；四是环境温度差异大，夏季露天作业环境温度可达40℃以上，冬季则可能低至-20℃以下，极端温度进一步加剧油温控制难度。

3 大功率矿卡液压系统油温异常升高成因分析

3.1 系统设计缺陷

系统设计阶段的不合理的地方是油温异常升高的先天性因素。一是散热系统匹配不足，部分矿卡液压系统散热器面积偏小，或风扇转速与系统发热量不匹配，尤其在大功率矿卡升级后，原有散热系统未同步优化，导致散热能力无法满足实际需求；二是液压回路设计不合理，存在多余的节流损失，如部分回路未采用卸荷回路，设备闲置时液压泵仍处于高压溢流状态，大量能量转化为热能；三是油箱容积偏小，油液储存量不足，散热面积有限，同时油液循环速度过快，无法充分散热，且油箱内部结构设计不当，导致油液搅拌剧烈，产生额外热量。

3.2 元件性能劣化

液压元件长期高负荷运行，性能会逐渐劣化，进而引发油温升高。一是液压泵故障，泵内零件磨损、间隙增大，导致泄漏量增加，容积效率下降，大量油液在泵内循环产生热量，同时泵的吸油阻力增大，易产生气蚀，进一步加剧发热；二是液压阀故障，溢流阀、减压阀等阀门卡滞或调节不当，导致油液节流损失增大，产生大量热能，若阀门密封不良，还会出现内泄漏，增加能量损耗；三是执行元件故障，液压缸或液压马达内部密封件磨损、活塞拉伤，导致内泄漏，油液在元件内部反复流动摩擦，产生热量，同时执行元件动作不顺畅，会增加系统负荷，间接加剧发热；四是辅助元件故障，滤油器堵塞导致油液流动阻力增大，散热器堵塞或散热片损坏导致散热效率下降，油管老化、折弯导致油液流通不畅，均会影响系统散热，引发油温升高。

3.3 油液选型与维护不当

液压油是液压系统的“血液”，其选型与维护质量直接影

响系统温度。一是油液选型不合理，选用的液压油粘度等级不符合工况要求，粘度偏高会增加油液流动阻力，产生额外热量，粘度偏低则会导致元件泄漏量增加，加剧发热；二是油液变质或污染，长期使用的液压油会因氧化、混入杂质（粉尘、金属碎屑等）而变质，粘度下降、润滑性能变差，元件磨损加剧，同时污染物会堵塞滤油器与散热器，影响散热；三是油液液位不足，油箱内油液液位低于规定值，会导致液压泵吸油不足，产生气蚀，同时油液循环速度过快，散热不充分，引发油温升高。

3.4 工况与操作不合理

实际作业中的工况差异与不规范操作也是油温升高的主要原因。一是超工况运行，矿卡长期超载运输、举升机构频繁重载作业，导致液压系统长期处于超高压、大流量状态，元件负荷远超设计值，热量产生量急剧增加；二是环境温度影响，夏季露天作业时，环境温度过高，散热器散热效率大幅下降，导致系统热量无法及时散发；三是操作不规范，驾驶员频繁急转向、急制动，或举升、降落动作操作过快，导致液压系统压力频繁波动，产生冲击负荷，增加能量损耗与发热；四是设备闲置时未及时卸荷，矿卡暂停作业时，液压泵仍处于工作状态，油液长期高压溢流，产生大量热能。

4 油温异常升高的诊断方法

4.1 外观与基础检查

首先进行外观检查，查看油箱液位是否符合规定，油液是否存在变色、浑浊、异味等变质现象，油管是否存在老化、折弯、泄漏情况，散热器表面是否有粉尘、杂物堵塞，散热风扇是否正常运转。同时，触摸液压泵、液压阀、液压缸等关键元件外壳，感受其温度变化，若某一元件温度明显高于其他元件，大概率存在故障。此外，检查液压系统有无异常噪音、振动，若存在尖锐噪音，可能是液压泵吸油不足或气蚀导致，间接反映油温升高隐患。

4.2 参数检测

借助专业仪器进行参数检测，精准判断油温升高原因。一是油温检测，使用温度计测量油箱内液压油温度，若超过 60℃ 且持续上升，确认油温异常，同时记录环境温度，排除环境因素影响；二是压力检测，通过压力表测量液压泵出口压力、溢流阀设定压力等关键参数，若泵出口压力异常偏高，或溢流阀长期处于溢流状态，说明回路存在节流损失过大问题；三是流量检测，使用流量计测量系统实际流量，若流量低于设计值，可能是液压泵磨损、管路堵塞或元件泄漏导致；四是油液性能检测，取样检测液压油的粘度、水分含量、杂质含量等指标，判断油液是否变质或污染。

4.3 故障树分析与定位

结合上述检查结果，构建油温异常升高故障树，以“油温

异常升高”为顶事件，依次分解为“散热系统故障”“元件故障”“油液问题”“工况与操作问题”四个中间事件，再进一步细化为具体底事件，如散热系统故障可细化为“散热器堵塞”“风扇故障”“散热面积不足”等。通过逐一排查底事件，最终定位故障根源。例如，若检测发现油温升高且散热器表面温度偏低，同时系统压力正常，大概率是散热器堵塞导致；若液压泵外壳温度过高，且流量检测异常，则可能是液压泵磨损引发。

表 1 故障现象检测方法

故障现象	核心特征	大概率原因	检测方法
油温快速升高，散热风扇不转	启动后短时间内油温超 60℃，散热器无热风	散热风扇电机故障、风扇控制开关损坏	检查风扇电源、控制电路，手动测试风扇运转情况
油温升高，伴随系统压力波动	油温上升同时，执行元件动作不平稳	液压阀卡滞、液压泵磨损、油液污染	检测泵出口压力、阀组进出口压力，取样检测油液杂质含量
油温升高，存在油液泄漏	油箱液位下降，元件连接处有油迹	密封件老化、元件磨损、油管破损	检查密封件状态，拆解泄漏部位元件查看磨损情况
长期作业后油温升高，闲置时恢复正常	连续作业 2 小时以上油温超 70℃，停机后温度快速下降	散热面积不足、超工况运行、油液粘度选型不当	核算散热系统匹配度，检查矿卡载重情况，检测油液粘度

5 油温异常升高的解决措施

5.1 系统优化改造

针对设计缺陷导致的油温升高，进行系统优化改造。一是升级散热系统，根据矿卡实际工况，增大散热器面积或更换高效散热器，采用智能温控风扇，根据油温自动调节风扇转速，提升散热效率；二是优化液压回路，新增卸荷回路，设备闲置时使液压泵处于卸荷状态，减少溢流损失，同时简化回路结构，减少不必要的节流元件，降低能量损耗；三是扩大油箱容积，提升油液储存量与散热面积，优化油箱内部结构，设置隔板减少油液搅拌，降低额外发热。

5.2 元件维修与更换

针对性能劣化的液压元件，及时进行维修或更换。一是液压泵维修，拆解液压泵，更换磨损的轴承、密封件、柱塞等零件，调整零件间隙，若磨损严重则直接更换液压泵，同时检查吸油管路，清理堵塞的滤油器，确保吸油顺畅；二是液压阀维修，拆解阀组，清理阀芯上的杂质，修复卡滞部位，重新校准阀门设定压力，若阀门磨损严重则更换新阀；三是执行元件维修，更换液压缸、液压马达内部老化的密封件，修复拉伤的活塞与缸筒，确保密封良好、动作顺畅；四是辅助元件维修，清

理散热器表面的粉尘与杂物,修复损坏的散热片,更换老化、折弯的油管,保障系统散热与油液流通。

5.3 规范油液管理

做好油液选型与维护工作,从源头减少油温升高隐患。一是精准选型油液,根据矿卡液压系统的设计要求与作业工况,选用粘度等级合适、抗氧化性强、抗磨性能好的液压油,寒冷地区选用低温流动性好的油液,高温环境选用耐高温的油液;二是定期检查油液,每周检查油箱液位,及时补充油液,每月检测油液外观与性能,若发现油液变质、污染,立即更换,同时清理油箱内部的杂质;三是规范换油流程,严格按照设备说明书要求的周期更换液压油,换油时彻底清洗油箱、滤油器等元件,避免旧油与新油混合。

5.4 规范工况与操作

优化作业工况,规范操作流程,减少人为因素导致的油温升高。一是严禁超工况运行,严格按照矿卡额定载重量运输,避免举升机构频繁重载作业,合理安排作业时间,避免设备长期连续高负荷运行;二是应对极端环境,夏季高温时,可在作业场地设置遮阳棚,或定期对散热器进行强制冷却,冬季低温时,启动设备前先预热油液,避免低温下直接高负荷作业;三是规范操作行为,培训驾驶员养成平稳转向、制动、举升的操作习惯,设备暂停作业时,及时切换至卸荷模式,减少液压泵溢流发热。

6 油温异常升高的预防策略

6.1 建立定期维护制度

制定详细的液压系统维护计划,明确维护周期、内容与标准。每日检查油液液位、管路泄漏、散热器状态等基础项目;每周清理散热器表面、检查风扇运转情况、检测系统压力;每月拆解检查关键液压元件、检测油液性能;每季度对系统进行全面保养,更换易损件与油液。同时,建立维护档案,记录每次维护的内容、发现的问题及处理结果,为后续维护提供参考。

参考文献:

- [1] 邓凯.掘进机液压系统常见故障与维护对策研究[J].煤炭新视界,2025,(02):226-228.
- [2] 郑华,农德海.液压油温对大型挖掘机破碎作业性能影响研究[J].工程机械,2025,56(11):29-33+129.
- [3] 郭媛,李科,刘佳,等.油温对液压缸缝隙节流缓冲性能的影响[J].冶金设备,2025,(04):63-67+62.

6.2 安装智能监测系统

在大功率矿卡液压系统上安装智能监测设备,实时监控油温、压力、流量、油液粘度等关键参数,设置参数阈值,当油温超过 60℃或其他参数异常时,系统自动发出声光报警,提醒运维人员及时处理。同时,借助物联网技术,将监测数据上传至后台管理系统,实现远程监控与故障预警,提前排查潜在隐患。

6.3 加强人员培训

定期组织运维人员与驾驶员开展技术培训,提升其专业能力。对运维人员,重点培训液压系统结构原理、故障诊断方法、维护技巧等内容,提升故障排查与处理效率;对驾驶员,重点培训规范操作流程、设备日常检查方法、异常情况识别等内容,减少因操作不当导致的故障。

6.4 优化作业规划

结合矿山作业实际,合理规划矿卡作业路线与负荷分配,避免矿卡长期在坡度大、路况差的区域作业,减少液压系统负荷。同时,合理安排作业班次,确保设备有足够的休息时间,避免长期连续高负荷运行,减少热量累积。

7 结论

大功率矿卡液压系统油温异常升高是设计、元件、油液、工况及操作等多因素共同作用的结果,其不仅影响系统运行稳定性,还会缩短设备使用寿命、增加运维成本。本文通过深入分析油温异常升高的核心成因,提出“外观检查-参数检测-故障树定位”的分层诊断方法,结合成因制定系统优化、元件维修、油液管理、操作规范等针对性解决措施,并构建包含定期维护、智能监测、人员培训、作业规划的预防体系,形成“诊断-解决-预防”的完整管控流程。案例验证表明,该方法与措施可有效解决油温异常升高问题,显著提升液压系统运行可靠性。