

# SF33900 矿用电动轮自卸卡车液压系统常见故障诊断与维修策略

贾腾

国能准能集团设备维修中心, 内蒙古 鄂尔多斯 010300

DOI:10.61369/ETQM.2026020004

**摘 要 :** SF33900 矿用电动轮自卸卡车液压系统是保障设备举升、转向、制动等核心功能的关键, 其故障易导致矿山生产中断或安全风险。本文以该液压系统为研究对象, 围绕常见故障的诊断与维修展开研究, 同时提出系统性预防性维护策略。故障诊断与维修方面, 针对举升系统、转向系统、制动系统、液压油温高及液压系统泄漏与液压油污染五大类核心故障, 以额定压力、流量等关键参数为依据, 明确各类故障的核心诊断维度, 剖析典型故障现象的成因, 并制定涵盖压力整定、部件检修、电气联锁校验、油液净化等标准化维修流程。预防性维护层面, 构建“日常巡检-定期保养”的基础维护体系, 强化液压油全周期清洁度控制与关键部件寿命管理, 建立故障数据积累与闭环反馈机制, 通过优化操作规范、调整维护重点、提升部件采购质量等手段持续改进。

**关 键 词 :** SF33900 矿用电动轮自卸卡车; 液压系统; 故障诊断; 维修策略

## Common Fault Diagnosis and Maintenance Strategies for the Hydraulic System of SF33900 Mining Electric Wheel Dump Truck by

Jia Teng

Equipment Maintenance Center, Guoneng Zhunneng Group, Erdos, Inner Mongolia 010300

**Abstract :** The SF33900 mining electric-wheel dump truck plays a crucial role in mining operations, and its hydraulic system is a key component ensuring its normal functioning. However, various faults may occur in the hydraulic system during long-term use, affecting the truck's performance and operational efficiency. This paper focuses on the common faults of the hydraulic system of the SF33900 mining electric-wheel dump truck, analyzes their causes, and proposes corresponding diagnosis methods and maintenance strategies. Through practical case analysis, the effectiveness of these strategies in fault handling and system performance improvement is verified, providing valuable references for the maintenance and management of similar equipment.

**Keywords :** SF33900 mining electric-wheel dump truck; hydraulic system; common faults; fault diagnosis; maintenance strategies

## 引言

矿用电动轮自卸卡车作为露天矿山开采中的核心运输设备, 承担着大规模物料转运的关键任务, 其运行可靠性直接决定矿山生产效率与作业安全。湘电集团有限公司生产的 SF33900 矿用电动轮自卸卡车凭借超大载重、强适应性等优势, 广泛应用于复杂矿山工况, 但长期处于高负荷、多粉尘、温差波动大的作业环境中, 液压系统作为设备举升、转向、制动等核心功能的动力传递中枢, 面临着极高的故障风险。为此, 本文聚焦 SF33900 矿用电动轮自卸卡车液压系统的常见故障, 以设备额定参数为核心依据, 系统剖析举升、转向、制动等五大类典型故障的成因与诊断要点, 制定标准化维修流程; 同时结合矿山作业工况特点, 构建涵盖日常巡检、油液管理、部件寿命管控、故障数据闭环反馈的预防性维护体系。研究旨在为矿山设备运维人员提供精准、高效的故障处置方案, 降低液压系统故障发生率, 延长设备使用寿命, 保障矿山生产的连续性与安全性, 为同类矿用设备液压系统的运维管理提供参考与借鉴。

# 一、各类故障具体诊断与维修策略

## （一）举升系统故障

举升系统故障诊断需围绕压力、部件、油路三大核心，依据额定参数（如举升 $18\text{MPa} \pm 0.5\text{MPa}$ 、迫降 $8\text{MPa} \pm 0.5\text{MPa}$ 等）展开。当举升缓慢或无力时，应首先测量油路压力，若低于额定值，原因可能为举升溢流阀（H）调压不当或卡滞、柱塞泵前置压力不足、举升缸内泄、油管堵塞或柴油机非低怠速运行。若完全无法举升，则需排查举升溢流阀（H）是否完全卸压、油管是否断开或堵盖未拆、控制信号失效，或迫降溢流阀（J）误动作<sup>[1]</sup>。举升后无法下降，多因迫降压力不足、迫降溢流阀（J）故障、下降调速机构卡滞或回油单向阀失效；下降速度过快通常是调速机构磨损或缸体严重内泄，过慢则因节流口堵塞或迫降压力过高。维修时，必须严格遵循压力整定步骤，先做好安全准备与仪表安装，然后在低怠速下分别将举升溢流阀（H）和迫降溢流阀（J）的压力精确调节至 $18\text{MPa}$ 和 $8\text{MPa}$ ，过程中需缓慢操作以防爆泵。对于故障部件，溢流阀卡滞需清洗或更换，举升缸泄漏需更换密封件，堵塞管路需彻底吹扫冲洗。同时，必须检查控制开关和电磁阀的电气信号，确保液压动作与电气指令精确同步。

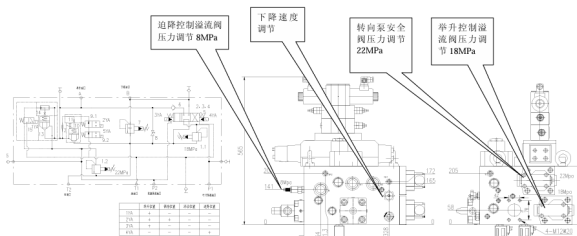


图1 SF33900型220t举升集成阀组外形及原理图

## （二）转向系统故障

转向系统故障诊断需聚焦系统压力、泄漏和蓄能器状态三大核心，关键参数包括转向蓄能器 $10\text{MPa}$ 充气压力、系统 $22\text{MPa}$ 额定压力及柱塞泵 $19\text{MPa}$ 切断压力<sup>[2]</sup>。转向缓慢或疲软时，应先测系统压力，若未达 $22\text{MPa}$ ，可能是柱塞泵切断压力未按 $19\text{MPa}$ 整定、转向溢流阀调压不足，或是流量放大器泄漏超标（ $>820\text{ml/min}$ ）、转向控制器泄漏超 $164\text{ml/min}$ ，也可能是蓄能器氮气压力低于 $10\text{MPa}$ 无法辅助供油。低转向压力警告灯（HPSD）报警多因压力低开关（SPS）触发，即油路压力持续低于 $22\text{MPa}$ ，或蓄能器压力不足、皮囊破损，以及柱塞泵进油口泄漏吸入空气<sup>[3]</sup>。转向无反应可能因未规范释放蓄能器压力（停机90秒+转动方向盘）、柱塞泵箱未加满机油导致空转磨损，或控制器与流量放大器间油管接反。转向偏差则源于流量放大器阀芯磨损、转向缸两侧密封件磨损不一或压力调节不均。维修时必须严格执行规范：先释放压力，再分级调节柱塞泵切断压力至 $19\text{MPa}$ 和转向溢流阀至 $22\text{MPa}$ ；蓄能器需用干燥氮气充至 $10\text{MPa}$ 并复测；泄漏测试要分别检查流量放大器和转向控制器的泄漏量，同时检查柱塞泵进油法兰密封；最后校验SPS开关和防误反向电器（KGM）的电气连锁功能。

## （三）制动系统故障

制动系统故障诊断需围绕压力状态、电气连锁和油路密封性

展开。制动不灵时，应先检查蓄能器压力是否达标或未释放，再排查工作制动联锁开关BL1（常开）与BL2（常闭）状态，同时确认制动缸及软管有无泄漏<sup>[4]</sup>。制动报警灯亮，通常由后制动压差开关DR1、前后制动压差开关DF触发，或因停车制动压力开关PKS异常、电磁阀PBS未断电所致。制动无法解除，多因制动锁定开关SPBL或手动开关SIP未复位，以及电磁阀PBS断电延迟或回油单向阀卡滞。紧急制动自动投入，则可能是紧急制动开关SPEB误动、DB2开关故障、系统压力过低，或防误反向电器KGM在车速 $>3\text{km/h}$ 时未闭合。维修时，必须以压力安全释放为前提，关闭发动机等待90秒并踏板确认后再操作。检修需更换故障的压力开关、电磁阀和老化软管，并确保接头密封。完成后，需先为蓄能器充压，再校验KGM和SPEB等联锁功能，确保系统恢复正常。

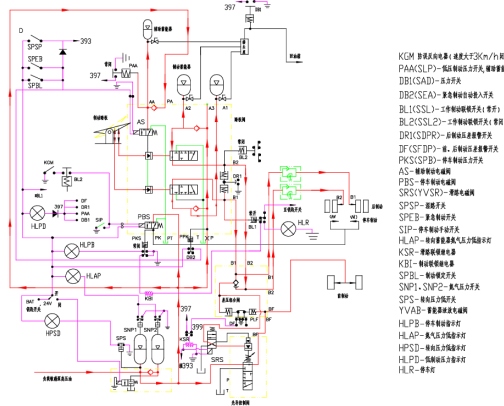


图2 SF33900制动系统（工作制动工况油路流向图）

## （四）液压油温高故障

液压系统在矿用电动轮自卸卡车中起着关键的作用，而液压油作为系统的“血液”，其质量对整个系统的性能具有至关重要的影响<sup>[5]</sup>。液压油温高（ $>85^{\circ}\text{C}$ ）故障诊断应围绕散热不足、内部损耗和油液异常三大核心原因展开。首先检查散热器是否被粉尘覆盖及风扇是否正常工作以排除散热不足；接着确认油箱油量、油液型号及品质，防止因油量不足、型号不符或污染变质（如乳化、氧化）引发问题。若伴随压力波动，则需深入排查内部损耗，如转向控制器、流量放大器、溢流阀卡滞或柱塞泵磨损导致的内漏。维修时需同步推进：用高压空气或中性清洗剂清洁散热器并加装防尘罩，检修风扇；彻底更换为指定型号的洁净液压油，确保加注前经过 $10\mu\text{m}$ 过滤并定期检测清洁度；同时按标准检测并修复或更换内漏部件，清洗溢流阀，从而全面解决油温过高故障。

## （五）液压系统泄漏与污染

液压系统泄漏与污染故障诊断需区分外部泄漏、内部泄漏与油液污染三类场景。外部泄漏表现为可见油液滴漏或喷射，多因接头松动、密封件老化、软管破损或法兰密封垫损坏。内部泄漏虽无外漏，但会导致系统压力不足，通常由控制阀、油缸活塞密封件或柱塞泵内部磨损造成<sup>[6]</sup>。油液污染则源于固体杂质、水分侵入或不同油液混用，导致过滤器堵塞和元件磨损。维修应遵循“先止漏、再清洁、后防护”的原则。处理外部泄漏时，需按规定扭矩紧固接头，并更换老化密封件与破损软管。检修内部泄漏则要测试泄漏量，超标后拆解更换磨损的阀芯、密封件或柱塞泵偶件，并对划伤缸筒进行珩磨修复<sup>[7]</sup>。污染控制方面，必须用冲洗油循环

系统至少4小时，然后彻底排净并更换所有滤芯，同时清洁油箱、更换呼吸阀干燥剂，并在加油时严格过滤，防止杂质侵入。

二、预防性维护与管理策略

（一）日常巡检与定期保养

SF33900矿用电动轮自卸卡车的液压系统维护分为日常巡检和定期保养，日常需每日检查液压油箱油位（1/2~2/3）和油液状况，确认仪表盘无液压报警，并排查所有油管接头及高压法兰的渗漏情况，同时记录转向、举升、制动系统的实际工作压力以对比额定值<sup>[9]</sup>。定期保养则需每月对转向和举升系统进行压力与泄漏测试，超标部件及时维修；每季度执行不少于4小时的全系统冲洗并更换所有滤芯；每半年校验制动系统的各项联锁功能，并全面检查加固液压管路卡箍，更换老化部件，确保系统长期安全可靠运行。

（二）液压油管理与清洁度控制

液压油管理需从源头把控，严格选用指定型号品牌的抗磨液压油并严禁混用，新油须经10μm以上精度过滤，同时确保加油设备清洁并及时密封油箱、更换呼吸阀干燥剂以防污染。核心在于全周期清洁度控制，必须每月检测油液确保不低于NAS8级，超标则立即换油换滤并排查污染源；日常维保需在清洁环境中拆装部件并即时封堵接头，且每半年彻底清洗油箱一次，从根本上杜绝因油液污染引发的故障。

（三）关键部件寿命管理与更换周期

SF33900卡车液压系统的关键部件寿命管理需结合运行工况制定科学标准。核心动力部件如柱塞泵、制动与转向蓄能器以5000工作小时为基准寿命，若出现压力波动频繁、排量下降超10%或压力维持时间低于正常值50%则需提前更换<sup>[9]</sup>。溢流阀与电磁阀的寿命周期为3000小时，每周期需进行校验，一旦发生调压失效、阀芯卡滞或信号延迟，即使未到期也须立即更换。易损件遵循更短周期：密封件与过滤器滤芯每1000小时更换，若发现渗漏或压差报警须立即处理；液压软管每2000小时检查，出现龟裂、老化等缺陷须及时更换<sup>[10]</sup>。此外，建立关键部件状态监测档案，通过数据分析预判剩余寿命，提前在非生产高峰期安排更换，避免突发故障，保障矿山作业连续性。

（四）故障数据积累与反馈机制

故障数据积累需依托标准化的数据记录体系，以液压系统检查程序中的数据表为基础，拓展记录维度，确保每一次故障都能

被完整、准确地记录。记录内容需包含故障发生时的工况信息、故障现象、诊断过程、维修措施及维修后的验证结果；对于电气与液压复合故障，还需记录电气信号检测数据，确保数据能全面反映故障本质，为后续分析提供依据。数据记录需实现电子化管理，建立每台卡车的专属故障数据库，按故障类型进行分类存储，便于快速检索与统计。故障数据分析与总结需定期开展，每月组织技术人员对当月所有故障数据进行汇总分析，统计各类故障的发生频次、高发部件与主要诱因，例如若某季度油温高故障占比达30%，且主要集中在粉尘天气后，则可判断散热器堵塞是核心诱因；通过故障根源分析，区分操作性故障、维护性故障与部件质量故障，针对不同类型的故障制定差异化改进措施。故障反馈机制需形成闭环管理，将分析结果及时反馈至操作、维护、采购等相关部门。对操作部门，需根据故障分析中发现的不规范操作，制定专项操作指导书，组织操作人员进行培训与考核，确保规范操作落地；对维护部门，需根据高发故障调整维护重点，例如若制动系统故障多因蓄能器压力不足，则需增加蓄能器压力检查的频次，从每月1次增至每两周1次；对采购部门，需反馈故障部件的质量信息，例如若某批次密封件更换后短期内频繁泄漏，则需与供应商沟通，核查产品质量，必要时更换供应商，确保采购的部件符合设备要求。同时需定期（每季度）召开故障反馈会议，通报故障数据统计结果、改进措施的执行情况与效果，收集各部门的意见与建议，持续优化预防性维护策略；若某改进措施未达预期，则需重新分析原因，制定新的解决方案，通过不断迭代完善，实现液压系统故障发生率的持续降低，提升设备运行可靠性与矿山生产效率。

三、结束语

SF33900矿用电动轮自卸卡车液压系统的稳定运行是矿山连续化、安全化生产的重要保障，其故障诊断与运维管理的科学性直接关系设备效能发挥与生产综合效益。本文针对该型号卡车液压系统的核心痛点，系统完成了举升、转向、制动、油温控制及泄漏污染五大类常见故障的成因剖析、诊断要点提炼与标准化维修流程构建，同时建立了涵盖日常巡检、油液管控、部件寿命管理与故障闭环反馈的全周期预防性维护体系，形成了“故障精准诊断－规范维修处置－长效预防管控”的完整解决方案。

参考文献

[1]王宇轩.浅析 SF33900 矿用自卸卡车液压油箱呼吸器对液压系统的影响及技术改造[J].机械与电子控制工程,2025,7(9).DOI:10.37155/2717-5197-0709-70.  
[2]韩建民,栗飞,侯方磊.SF33900 卡车液压系统油温高故障的分析与排除[J].矿用汽车,2015,0(2):27-29.  
[3]赵遵平.SF33900 型电传动矿用自卸车液压系统设计与动态分析[D].湖南:中南大学,2008.DOI:10.7666/d.y1327050.  
[4]季伟.SF33900 型 220t 自卸车液压系统动态性能分析与研究[D].湖南:中南大学,2009.  
[5]孙利.矿用电动轮自卸卡车液压油质量对液压系统的影响分析[J].机械与电子控制工程,2024,6(18).DOI:10.37155/2717-5197-0618-12.  
[6]李兆坤.SF33900 卡车举升系统故障分析与处理[J].露天采矿技术,2015(10):75-77.DOI:10.13235/j.cnki.ltem.2015.10.022.  
[7]吴斌.控制 SF33900 卡车液压油温高的措施[J].露天采矿技术,2013(6):55-56,62.DOI:10.3969/j.issn.1671-9816.2013.06.023.  
[8]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.DOI:10.3969/j.issn.1674-8492.2013.03.014.  
[9]吴斌.关于 SF33900 无举升的故障分析及排除方法[J].矿用汽车,2016,0(3):17-19.  
[10]杜潇,高磊.SF33900 卡车转向故障分析[J].露天采矿技术,2016,31(3):60-63.DOI:10.13235/j.cnki.ltem.2016.03.018.