

矿用卡车制动系统常见故障诊断与维护对策

康 东

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】：矿用卡车制动系统在复杂的矿山作业环境中承担着至关重要的安全保障作用。由于矿山运输过程中工况恶劣，制动系统常常面临着高负荷、高温等严苛条件，导致不同类型的故障发生。本文通过对矿用卡车制动系统常见故障的分析，提出了一系列有效的故障诊断及维护对策。对矿用卡车制动系统常见故障的表现及原因进行了详细剖析，探讨了几种常见的故障诊断手段，如检测制动液、检查制动管路及对制动组件进行检查等。针对不同故障类型提出了有针对性的维护对策，包括优化设计、定期保养及改进材料选择等方面。通过科学的故障诊断与有效的维护对策，可以显著提升矿用卡车制动系统的工作性能与安全性。

【关键词】：矿用卡车；制动系统；故障诊断；维护对策；安全性

DOI:10.12417/2811-0722.26.02.061

引言

矿用卡车作为矿山运输中不可或缺的设备，其制动系统的可靠性直接关系到运输过程的安全性与高效性。矿山环境中，制动系统常常面临灰尘、湿气及极端温度等恶劣条件，易导致系统故障的发生。制动系统故障不仅会导致运输中断，还可能引发安全事故。如何及时发现并有效解决这些故障问题，是确保矿用卡车安全高效运行的关键。针对矿用卡车制动系统的常见故障进行诊断，并采取相应的维护对策，成为提高设备运行可靠性的关键所在。通过综合分析故障原因并制定科学的维护措施，能够有效提升矿用卡车制动系统的稳定性与安全性。

1 矿用卡车制动系统常见故障及其原因分析

矿用卡车制动系统作为矿山运输中最关键的安全装置，长期处于极端工作条件下，面临着大量高负荷、复杂环境的考验。矿用卡车的制动系统容易出现多种故障，影响其安全性与稳定性。常见的故障类型包括制动失效、制动不均匀、制动异响等，每种故障都有其独特的原因。制动失效是矿用卡车常见且严重的故障之一，通常是由于制动液泄漏或油路堵塞引起的。矿山作业环境的特殊性使得制动系统的液压管路经常暴露在灰尘、泥土及化学腐蚀性物质中，容易发生泄漏或堵塞，导致液压压力不足，制动效果减弱。制动不均匀的问题往往发生在制动器磨损不均或制动系统的调节失衡时^[1]。由于矿用卡车长期在不平坦的路面行驶，制动系统中的各个制动器负荷不均匀，造成某一部分制动器的过度磨损，影响整体制动效果。磨损过度的制动器不仅降低了制动效率，还会对制动系统产生不可逆的损伤。

制动异响问题也是矿用卡车制动系统中常见的故障。其产生的原因通常与制动系统中的摩擦材料质量、摩擦片的安装不当、制动盘的磨损程度等有关。矿用卡车在高温、高负荷的作业环境下，制动器的热膨胀和高频率的操作会导致摩擦材料与制动盘表面之间发生不正常的接触，产生噪音。这种情况不仅影响驾驶员的使用体验，还可能预示着制动器即将发生故障。矿用卡车的制动系统也容易受到制动管路破损、阀门失灵等问

题的影响，这些故障常常由外部环境的严苛条件造成，如高温、重载以及频繁的制动操作。维护不当或定期检查不到位也是导致制动系统发生故障的重要原因。矿用卡车制动系统故障的发生不仅与设备本身的质量密切相关，也与矿山作业的环境条件和维护保养的状况息息相关。

2 矿用卡车制动系统故障诊断方法

有效的诊断方法不仅能够及时发现潜在问题，还能减少设备的停机时间，提高矿用卡车的整体工作效率。在故障诊断中，常用的技术手段包括液压检测、电控系统检查、声学诊断和温度监测等。液压检测是诊断矿用卡车制动系统故障的一种重要手段。液压系统是制动系统的核心部分，一旦液压压力出现异常，制动效果将显著下降。通过检测液压油的压力、流量和温度，可以有效判断是否存在油路泄漏、油液污染或液压泵故障等问题。利用专用设备测量制动液的压力分布，可以准确判断各个制动器的工作状态，确保其负载均衡。

电控系统的诊断方法也是非常重要的。随着矿用卡车智能化程度的提升，越来越多的矿车配备了电子制动控制系统（EBS）。这种系统通过电子信号控制制动器的工作状态，任何电控系统的故障都可能导致制动系统失效。在此类故障诊断中，使用诊断仪器进行故障码读取是一种高效且精确的方法。通过读取车辆的故障码，可以迅速锁定电子系统中的故障点，从而节省故障排查时间。声学诊断技术通过检测制动系统在工作过程中发出的声音变化来判断是否存在故障^[2]。制动系统在工作时，制动器与制动盘、摩擦片之间会产生一定的摩擦声音。通过高精度的声音传感器，可以捕捉到这些细微的声音变化。若出现异常噪音，如尖锐的摩擦声、金属碰撞声等，通常意味着制动系统的某个部件出现了故障，例如摩擦片磨损、制动盘变形等问题。声学诊断技术能够在不拆解部件的情况下，快速发现潜在问题。

温度监测也在矿用卡车制动系统的故障诊断中起到重要作用。制动系统在长时间高负荷工作下，容易出现过热现象。通过安装温度传感器，可以实时监测制动器、制动盘以及液压

系统的温度变化。当某个部件的温度异常升高时，往往是该部件出现故障的前兆。通过温度监控，可以提前预警并采取相应的维护措施，避免因过热导致的设备损坏。在矿用卡车制动系统故障诊断中，采用这些综合性的诊断方法，能够全面、快速地识别问题所在。通过精准的诊断手段，能够及时发现制动系统的故障原因，避免因系统故障导致的安全事故。

3 制动系统常见故障的维护对策

矿用卡车制动系统在使用过程中常常会遇到一些故障，而针对这些故障，采取相应的维护对策可以有效延长制动系统的使用寿命，保障矿山运输的安全性。针对常见的制动系统故障，如制动液泄漏、制动不均匀、制动异响、系统过热等，采取科学的维护措施至关重要。制动液泄漏问题是矿用卡车制动系统中较为普遍的故障之一。由于矿山作业环境中尘土较多且温差大，制动液管路容易受到外部因素的影响，出现破裂或松动。为有效避免液压系统故障，定期检查制动液管路及各个连接点是必要的。通过使用高质量的耐腐蚀、抗老化的管道材料，可以减少管道磨损和老化的风险。定期更换制动液，保持液压系统的清洁和流畅，可以有效避免因液压油污染或老化引发的制动失效问题。

制动不均匀故障通常是由于制动器的磨损不平衡或制动器调节失衡所导致。矿用卡车常在崎岖不平的矿山道路上行驶，制动系统各部分承受的负载并不均衡，容易出现某一部分过度磨损。为了避免这种情况，定期检查各个制动器的磨损情况，及时进行更换和调整至关重要。通过安装自动调节装置，确保制动器的负载均匀，可以减少磨损不平衡的发生^[3]。定期清理制动器上的积尘和污垢，保持其良好的工作状态，也是防止制动不均匀的有效措施。制动异响问题通常与摩擦材料的质量和安装不当有关，矿用卡车在频繁的刹车过程中，制动盘和摩擦片容易出现磨损和老化，从而产生异常噪音。为了避免异响，首先要选用高质量的摩擦材料，确保其在高温、高负荷的工作条件下依然能够保持稳定的摩擦性能。制动盘的表面应保持平整，避免由于表面损伤造成摩擦不均。安装时要确保摩擦片与制动盘之间的接触面符合技术要求，避免因安装不当导致异响。

制动系统过热故障多发生在长时间高负荷制动的情况下，尤其是在矿用卡车频繁下坡或长时间制动的工作条件下，过热现象更加严重。为避免过热引发的故障，制动系统的设计应考虑到热管理的需要，采用高导热性、耐高温的材料。通过增加散热面积，优化通风系统，帮助散热，可以有效降低制动器的温度。定期检查制动系统的热管理设施，确保散热装置完好无损，避免因散热不畅引发的过热问题。通过实施这些有效的维护对策，可以大大减少矿用卡车制动系统常见故障的发生，提升其可靠性与安全性。定期的检查与保养不仅能够提高制动系统的工作性能，还能延长设备的使用寿命，保障矿山运输过程

的顺畅与安全。

4 矿用卡车制动系统的优化与改进

在复杂和严苛的矿山作业环境中，矿用卡车需要承受高负荷、高温和频繁的刹车操作，优化制动系统的设计、提升其工作性能，对于保障作业安全具有重要意义。优化的方向通常集中在材料选择、结构设计、热管理和自动化控制等方面。制动系统的材料选择对系统的性能至关重要。矿山作业环境的特殊性使得制动系统面临着极大的温差和高负载条件。采用耐高温、耐磨损的材料可以有效延长制动器的使用寿命。高性能的陶瓷材料和复合材料具有优异的摩擦性能和热稳定性，能够在高温下保持稳定的制动效果，减少过热和摩擦片的过度磨损。制动盘和摩擦材料的抗腐蚀性也是优化设计中的一个重要因素，能够有效应对矿山环境中的灰尘、化学腐蚀等影响。

在制动系统的结构设计上，优化方案主要集中在提高制动效率和均匀性上。通过改进制动器的布局与调节机制，确保每个制动器都能够在工作过程中承受均匀的负载，从而提高整体的制动效果。采用更加精密的调节装置，可以确保制动系统在长时间使用后依然保持高效的工作状态。改进制动系统的密封设计，减少外部环境对系统内部元件的污染，也是提升系统性能的重要措施。热管理是矿用卡车制动系统优化的一个重要方面^[4]。矿用卡车在长时间运行过程中，制动系统产生的热量积累可能导致系统过热，从而影响其工作效率和安全性。通过优化制动盘的散热设计，增大散热面积，可以有效降低热量积聚。在制动系统中引入主动冷却技术，例如通过液冷或风冷方式，加强制动系统的热交换能力，也是提高热稳定性的有效手段。

自动化控制系统的引入，为矿用卡车制动系统的优化提供了更高的智能化水平。通过引入电子制动控制系统（EBS）和传感器技术，可以实时监测制动系统的工作状态，及时发现故障并调整制动参数。智能控制系统不仅可以提高制动精度，还能根据路况和车速等因素自动调整制动强度，从而优化制动效果。通过数据采集与分析，能够对制动系统的状态进行预警，避免发生由于延迟检测导致的事故。矿用卡车制动系统的优化与改进不仅是对现有技术的提升，更是对其工作环境和使用需求的深刻理解。通过不断引入新材料、新技术和智能化控制手段，能够显著提升制动系统的稳定性、可靠性和安全性。

5 故障诊断与维护对策实施效果评估

故障诊断与维护对策的实施效果评估在矿用卡车制动系统的运行中起着至关重要的作用。评估这一过程的效果能够帮助判断采取的诊断与维护措施是否有效，是否能够显著提高制动系统的可靠性和安全性。通过系统的效果评估，不仅可以发现现有措施中的不足之处，还能为未来的优化和改进提供数据支持和技术依据。在进行效果评估时，首先需要通过对分析系统运行前后的变化情况来衡量故障诊断与维护措施的有效

性。通过对比实施维护措施之前和之后的故障发生率、设备停机时间及维修成本等关键指标,可以直观地评估维护对策是否降低了故障频率,减少了停机时间,并提高了系统的整体稳定性。在矿用卡车的实际操作中,减少因制动系统故障导致的停运时间,不仅有助于提升运输效率,还能降低维修成本。通过精确统计故障发生率及停机时间,能够全面反映实施效果。

定期对制动系统进行的性能检测也是评估实施效果的重要环节。性能测试通常包括制动效果测试、制动温度测试及制动液压力检测等方面。这些测试可以帮助检测制动系统的工作状态是否达到预期要求。如果通过检测发现系统的制动效果有所改善,温度控制更加稳定,液压压力得到有效维持,说明故障诊断与维护措施已取得了积极的效果。对于一些已经实施改进的制动系统,性能测试还能验证改进后的设计是否能在实际作业中提供足够的安全保障^[5]。另一个重要的评估指标是故障类型的变化。通过跟踪记录不同类型故障的发生频率,可以分析实施的维护对策是否能够有效预防和修复系统中的常见故障。如果故障类型发生了明显变化,且新故障的发生频率低于原有故障,说明所采取的诊断与维护对策在根本上改善了制动系统的稳定性。制动液泄漏或管路故障的发生频率减少,可能

意味着液压系统的密封性和管路的耐久性得到了有效提升。

通过对采集到的所有数据进行综合分析,可以形成全面的评估报告,进一步验证故障诊断与维护对策的整体效果。评估报告不仅是技术人员对当前措施实施情况的总结,也是对未来维护策略调整的指导依据。如果评估结果显示效果不理想,则需要对现有的维护对策进行修改和优化,调整故障诊断技术和维护方案,从而使矿用卡车的制动系统达到更高的可靠性和安全标准。在矿用卡车的制动系统管理中,故障诊断与维护对策实施效果的评估是不可忽视的一环。通过细致的评估,能够发现实施过程中的问题,优化维护流程,并为进一步的技术创新提供依据。

6 结语

矿用卡车制动系统的故障诊断与维护对策的实施,对提高设备的可靠性、安全性和工作效率具有重要意义。通过科学的故障诊断和有效的维护措施,可以显著减少系统故障发生,延长制动系统的使用寿命。随着技术的不断进步,矿用卡车制动系统的优化与改进将进一步推动矿山运输的安全性及效率,为矿山生产提供坚实的保障。

参考文献:

- [1] 何慧,曾鹏,周永强,等. 基于数据驱动的矿用卡车驱动系统智能运维系统研发与应用[J].矿业研究与开发,2025,45(06):207-218.
- [2] 王威淳,张海峰,李佩东,等. 矿用卡车刹车系统故障诊断与状态监测集成系统设计[J].中国机械,2024,(32):25-28.
- [3] 徐煦,白水,任会斌. 基于胎压监测系统的矿用卡车行驶状态安全检测技术探析[J].中国机械,2024,(29):123-126.
- [4] 刘捍疆. MT5500 电动轮矿用重型卡电制动系统升级改造[J].露天采矿技术,2021,36(06):123-125.
- [5] 何慧.基于数据驱动的矿用卡车驱动系统智能故障诊断研究[D].中国矿业大学,2021.