

矿用汽车发动机故障诊断与维修关键技术初探

单小丹

国能北电胜利能源有限公司 内蒙古 锡林浩特 026000

摘要：随着矿山开采业的快速发展，矿用汽车作为关键运输工具，其发动机性能的稳定性和可靠性显得尤为重要。本文探讨了矿用汽车发动机的主要故障特点，包括排气异常、冷却水温度异常、轴瓦疲劳及喷油压力过低等常见故障及其成因。针对这些故障，详细阐述了探测仪器诊断法、计算机故障诊断法和经验诊断法等关键技术。通过实际案例分析，进一步验证了这些诊断与维修方法的有效性和实用性，为矿用汽车发动机的故障排查和维修保养提供了有力支持。

关键词：矿用汽车；发动机故障诊断；维修关键技术

引言：矿用汽车在矿山开采作业中扮演着至关重要的角色，其发动机的性能直接影响到作业效率和运行安全。然而，矿用汽车发动机常因恶劣的工作环境和持续的高负荷运转而出现故障。为了保障矿山的正常运营，对矿用汽车发动机的故障诊断与维修技术进行深入探讨显得尤为重要。本文旨在分析矿用汽车发动机的主要故障类型及成因，并探讨有效的故障诊断与维修关键技术，以提高矿用汽车的可靠性和安全性。

1 矿用汽车发动机主要故障特点

1.1 故障类型及成因分析

矿用汽车发动机故障类型多样，其中排气异常和冷却水温度异常是较为常见的故障现象。排气异常可能表现为冒黑烟、蓝烟或白烟，这通常与燃油燃烧不充分、气缸磨损或涡轮增压器故障有关。冷却水温度异常则可能由节温器损坏、散热器堵塞或水泵失效等因素引起。此外，轴瓦疲劳和喷油压力过低也是矿用汽车发动机常见的故障成因。轴瓦疲劳主要是由于发动机长时间高负荷运转，导致轴瓦磨损严重，进而影响发动机的润滑和运转稳定性。喷油压力过低则可能导致燃油雾化不良，燃烧不充分，降低发动机的动力性和经济性。

1.2 故障的复杂性与诊断难度

矿用汽车发动机故障现象的多样性增加了故障诊断的难度。一种故障现象可能由多个不同的故障原因引起，而一个故障原因也可能导致多种故障现象的出现。这种相互关联性使得故障诊断过程变得复杂而繁琐。在诊断过程中，技术人员需要综合运用多种检测仪器和诊断方法，如示波器、磁性探测器、万用表等，对发动机的各项参数进行实时监测和分析。然而，由于矿用汽车发动机结构的复杂性和工作环境的恶劣性，有时即使使用了先进的检测仪器和诊断方法，也难以快速准确地确

定故障原因。

2 矿用汽车发动机故障诊断关键技术

2.1 探测仪器诊断法

(1) 常用探测仪器的应用。在矿用汽车发动机故障诊断中，示波器、磁性探测器和万用表是三种常用的探测仪器。示波器能够显示电气控制系统中输入和输出信号的电压波形，帮助维修人员捕捉电路中的微小变化，从而准确判断故障位置。磁性探测器则利用磁性传感器检测磁场，常用于测量发动机转速、转动角度等参数，以及检测变速器的位置和方向。万用表则能够精准检测电压、电流和电阻，帮助定位电路中的断路、短路或元件损坏等故障点。(2) 数据提取与比对分析流程。探测仪器获取发动机数据后，维修人员需要将实际数据与标准值进行比对分析。通过比对，可以判断哪些参数偏离了正常范围，进而确定故障位置。这一过程需要维修人员具备丰富的专业知识和实践经验，以确保分析的准确性^[1]。(3) 探测仪器诊断法的局限性与改进方向。尽管探测仪器诊断法在矿用汽车发动机故障诊断中发挥着重要作用，但其仍存在一些局限性。例如，部分隐性故障或间歇性故障可能难以被探测仪器捕捉到。此外，探测仪器的精度和可靠性也受到其工作原理和环境因素的影响。因此，未来应致力于提高探测仪器的精度和可靠性，同时开发更加智能化的诊断软件，以提高故障诊断的效率和准确性。

2.2 计算机故障诊断法

(1) 汽车计算机故障诊断仪的工作原理与操作流程。汽车计算机故障诊断仪通过连接车辆的OBD-II接口，读取发动机控制单元(ECU)存储的故障代码和实时数据。维修人员可以根据故障代码的提示，快速定位故障位置。操作流程通常包括连接诊断仪、读取故障代

码、分析故障原因、制定维修方案等步骤。(2)故障代码的提取、翻译与解析。计算机故障诊断仪能够自动提取并翻译故障代码,将其转化为易于理解的文本或图像信息。维修人员可以通过分析这些信息,了解故障的具体类型和可能的原因。这一过程大大提高了故障诊断的效率和准确性。(3)计算机技术在故障诊断中的优势与前景。计算机技术在故障诊断中具有诸多优势,如诊断速度快、准确度高、操作简便等。未来,随着大数据、人工智能等技术的不断发展,计算机故障诊断法将更加智能化和自动化。例如,通过深度学习算法对大量故障数据进行分析 and 训练,可以实现对未知故障的预测和诊断。这将为矿用汽车发动机的故障诊断带来革命性的变化。

2.3 经验诊断法

(1)维修人员经验积累与故障诊断能力。经验诊断法主要依赖于维修人员的专业技能和经验积累。通过长期实践和不断学习,维修人员能够熟悉各种发动机故障的表现和解决方法。他们对发动机的工作原理、常见故障及维修方法有深入的了解,这使他们能够凭借直觉和经验快速定位并解决故障。(2)逻辑推理在故障诊断中的应用。逻辑推理在经验诊断法中扮演着重要角色。维修人员通过观察和分析发动机的运行状态,结合故障表现和经验知识,运用逻辑推理方法逐步缩小故障范围。他们可能会根据发动机的声音、振动、排放等迹象,结合对电路、燃油系统、冷却系统等关键部件的了解,推断出故障的可能原因。逻辑推理的准确性和效率取决于维修人员的经验和专业技能。(3)经验诊断法的适用范围与局限性。经验诊断法适用于一些常见且易于识别的故障,特别是在缺乏先进诊断设备的情况下。然而,它也存在局限性。随着发动机技术的不断进步,新型发动机可能包含更复杂的控制系统和部件,这使得仅凭经验难以准确诊断故障。此外,经验诊断法可能受到维修人员个人能力和经验水平的限制,导致诊断结果的主观性和不确定性^[2]。

3 矿用汽车发动机故障维修关键技术

3.1 噪声故障维修

(1)噪声故障的现象与成因分析。噪声故障是矿用汽车发动机常见的故障之一,表现为发动机运转时发出异常声响,如敲击声、呼啸声或嗡嗡声等。这些噪声可能源于多种原因,如活塞与气缸壁的摩擦、轴承磨损、风扇叶片不平衡等。噪声故障不仅影响驾驶员的舒适性,还可能预示发动机内部存在严重问题,需及时排查维修。(2)发动机抖动、风扇旋转异常的检查与维修。对于发动机抖动故障,应首先检查点火系统、燃油喷射

系统和进气系统是否存在问题。点火不良、喷油不均或进气受阻都可能导致发动机抖动。风扇旋转异常则可能由风扇叶片损坏、轴承磨损或驱动皮带松弛引起。维修时,需更换损坏部件,调整风扇平衡,并确保驱动皮带的张力适中。(3)消噪措施与效果评估。消噪措施包括更换磨损的轴承和密封件、调整气门间隙、优化活塞与气缸壁的配合间隙等。维修完成后,需进行效果评估,确保发动机运转平稳,噪声水平符合规定标准。这通常通过听诊发动机声音、观察仪表指示和使用噪声测量仪器来实现。

3.2 启停故障维修

(1)启停故障的现象与排查流程。启停故障表现为发动机无法正常启动或熄火后无法再次启动。排查流程包括检查蓄电池电压、点火系统、燃油系统以及发动机控制系统。使用故障诊断仪读取故障码,分析可能的原因,并按照先易后难的原则逐步排查。(2)蓄电池、油管路等关键部件的检查与维修。蓄电池作为启停系统的核心部件,需定期检查其电压、内阻和容量。油管路则需检查有无泄漏、堵塞或老化现象。对于蓄电池,需确保接线柱清洁、紧固,必要时进行充电或更换。油管路则需更换损坏的部件,清洗堵塞部位,并确保所有连接处密封良好^[3]。(3)热启停故障的特殊处理措施。热启停故障通常与发动机过热或冷却系统故障有关。处理措施包括检查冷却液液位、散热器清洁度、水泵工作状态以及节温器的开启温度。必要时,更换损坏的冷却系统部件,调整节温器的开启温度,确保发动机在正常工作温度下运行。

3.3 润滑油变质故障维修

(1)润滑油变质对发动机的影响。润滑油变质会导致其润滑性能下降,加剧发动机各部件的磨损。严重时,还可能堵塞油道,影响发动机的冷却和润滑效果。因此,定期检查和更换润滑油是保持发动机良好运行状态的关键。(2)活塞环间隙、气缸损坏的检查与处理。活塞环间隙过大和气缸壁磨损是润滑油变质的主要原因之一。在检查过程中,需使用专用工具测量活塞环的间隙和气缸的圆柱度。若发现活塞环间隙超出规定范围或气缸壁磨损严重,需及时更换活塞环或进行镗缸、镶套等修复措施。同时,还需检查并更换磨损的活塞销、连杆瓦等部件。(3)润滑系统清洗与润滑油更换流程。在进行润滑油更换前,应先对润滑系统进行清洗。使用专用的润滑系统清洗剂,确保清洗剂充分循环并排出系统中的杂质和沉积物。清洗完成后,更换新的机油滤清器,并加入符合发动机要求的润滑油。在更换润滑油

时, 还需检查油位是否适中, 以确保发动机得到充分的润滑。

3.4 冷却液泄漏故障维修

(1) 冷却液泄漏的现象与危害。冷却液泄漏会导致发动机冷却液减少, 从而影响发动机的冷却效果。严重时, 还可能导致发动机过热、拉缸等故障。冷却液泄漏通常表现为冷却液壶内液位下降、发动机舱内有水迹或水蒸气等现象。(2) 冷却系统部件的检查与维修。在检查冷却液泄漏时, 需仔细查看散热器、水管、水泵、节温器、气缸垫等部件是否有裂纹、老化、松动或损坏现象。对于泄漏部位, 需使用专用的密封胶或焊接方法进行修复。若泄漏严重, 需更换损坏的部件。同时, 还需检查冷却液的品质和浓度, 确保冷却液具有良好的防冻、防沸和防腐性能^[4]。(3) 冷却液泄漏的预防与应急处理措施。预防冷却液泄漏的措施包括定期检查冷却系统部件的状态和紧固程度, 及时更换老化的水管、水泵等部件。在应急处理方面, 若发现冷却液泄漏严重, 应立即停车并关闭发动机, 避免发动机过热造成更严重的故障。同时, 可使用应急冷却液(如清水)暂时补充冷却液壶内的液位, 但应尽快前往维修站进行专业修复。

4 矿用汽车发动机故障诊断与维修实践案例

4.1 案例选择与背景描述

4.1.1 案例代表性选取某矿山使用的CAT797F型矿用自卸车配备的CATC175-20柴油发动机故障案例。该机型广泛用于大型矿山, 故障现象涉及电控系统与机械部件联动问题, 具有典型性。

4.1.2 故障现象与初步诊断车辆在重载爬坡时出现动力骤降、排气管冒黑烟, 伴随发动机异常振动。车载故障码显示“P0087-燃油油轨压力过低”和“P0300-多缸失火”。维修团队初步判断可能为高压燃油泵故障、喷油器堵塞或进气系统泄漏。

4.2 故障诊断与维修过程分析

4.2.1 关键技术应用与诊断过程(1) 数据流分析: 通过ET (Electronic Technician) 诊断软件读取实时数据, 发现燃油压力在负载下波动剧烈, 实际值低于标定值30%。(2) 气缸压力测试: 使用压力传感器检测各缸压缩比, 排除机械磨损(如活塞环漏气)可能性。(3) 超声波检测: 对喷油器进行脉冲测试, 确认3号、5号喷油器雾化不良, 喷油量偏差超15%。

4.2.2 维修措施与效果验证(1) 更换高压燃油泵密封组件: 解决油轨压力泄漏问题, 更换后压力稳定性提升至98%。(2) 清洗并校准喷油器: 采用高压反向冲洗技术清除积碳, 重新校准后喷油量误差<3%。(3) 进气系统密封性检查: 发现涡轮增压器进气管裂纹, 更换后空燃比恢复正常。(4) 效果评估: 满载试运行1周, 故障码未复现, 燃油效率提升12%。

4.3 案例总结与启示

4.3.1 经验教训(1) 电控系统与机械故障的关联性: 单纯依赖故障码易误判, 需结合机械检测(如气缸压力)综合诊断。(2) 预防性维护的重要性: 喷油器堵塞与燃油品质相关, 需定期添加清洁剂并缩短滤芯更换周期。

4.3.2 改进建议与研究方向(1) 智能化诊断工具开发: 建议引入AI算法分析历史故障数据, 预测高压燃油系统寿命。(2) 耐高温材料应用: 针对矿山高温工况, 可研究陶瓷涂层涡轮增压管路以降低热疲劳裂纹风险。(3) 培训体系优化: 维修人员对电控系统与机械联动故障的交叉培训。结束语综上所述, 矿用汽车发动机故障诊断与维修是一项复杂而重要的任务。

结束语

综上所述, 矿用汽车发动机故障诊断与维修是一项复杂而重要的任务。通过本文的探讨, 我们不仅了解了矿用汽车发动机的主要故障类型及其成因, 还深入剖析了多种故障诊断与维修关键技术。随着技术的不断进步, 未来的矿用汽车发动机故障诊断将更加智能化和高效化。我们期待通过这些技术手段, 进一步提升矿用汽车的可靠性和安全性, 为矿山开采业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 王俊. 矿用汽车发动机故障诊断与维修关键技术研究[J]. 建筑理论, 2022, (04): 41-42.
- [2] 史建. 矿用汽车发动机故障诊断与维修研究[J]. 市政工程, 2023, (08): 90-91.
- [3] 刘秀伟, 方春刚. 矿用汽车发动机故障诊断与检修策略研究[J]. 建筑技术科学, 2024, (10): 106-107.
- [4] 刘伟. 矿用汽车发动机故障诊断与维修关键技术初探[J]. 建筑理论, 2024, (07): 74-75.