岩巷掘进工作面综掘机的故障诊断与处理

李志明　孙亚强　康星珂
禹州枣园煤业有限公司　河南　禹州　461670

摘　要：岩巷掘进中，综掘机对提高效率与安全性至关重要。它集多种功能于一体，由多系统构成，但复杂地质条件会影响其性能与寿命。故障诊断方法多样，传统感官检查依靠经验直观判断，仪器仪表检测可量化分析，智能数据分析能深度剖析数据并预警、预测故障，无损检测可发现内部缺陷，故障诊断专家系统集成专家知识高效诊断。故障处理措施包括机械部件修复更换、电气系统故障排除、液压系统修复及软件程序与控制系统调试，通过这些方法可保障综掘机稳定高效运行，推动岩巷掘进工作顺利开展。

关键词：岩巷掘进；综掘机；故障诊断；故障处理

引言：在煤矿开采进程中，岩巷掘进是极为重要的环节，其效率与质量直接关乎煤矿的整体生产效益。综掘机作为岩巷掘进的核心设备，凭借切割、装载、运输等一体化功能，极大提升了掘进效率与安全性。然而，受岩巷复杂多变地质条件以及恶劣工作环境影响，综掘机在运行时易出现各类故障。这些故障不仅会降低掘进效率、增加生产成本，还可能引发安全事故。因此，对岩巷掘进工作面综掘机展开故障诊断与处理研究具有重大现实意义，能保障设备稳定运行，推动煤矿开采工作顺利进行。

1 岩巷掘进工作面综掘机概述

岩巷掘进是煤矿开采中的关键环节，而综掘机在其中发挥着核心作用。它是一种集切割、装载、运输、行走等多种功能于一体的综合机械化设备，能显著提升岩巷掘进的效率与安全性。从结构上看，综掘机主要由切割机构、装运机构、行走机构、液压系统、喷雾除尘系统和电气系统等部分构成。切割机构是其核心工作机构，通过横轴式或纵轴式切割头的旋转和摆动，利用截齿对岩石进行破碎。装运机构负责将破碎后的岩石收集并运出工作面，通常由刮板输送机和转载机组成。行走机构多采用履带式，能适应复杂的巷道地形，实现前进、后退和转向。液压系统为各机构的动作提供动力，保证设备的正常运行。喷雾除尘系统可降低粉尘浓度，改善作业环境。电气系统则负责动力供应、控制和保护[1]。在岩巷掘进中使用综掘机具有诸多优势。它能实现连续作业，大大提高了掘进速度，相比传统的炮掘工艺，效率可提升数倍。同时，综掘机的机械化程度高，减少了人工操作，降低了工人的劳动强度，也减少了因人为因素导致的安全事故。此外，综掘机的切割精度高，能保证巷道的成型质量，有利于后续的支护和开采工作。不过，岩巷地质条件复杂多变，岩石硬度、节理裂隙等因素都会影响综掘机的性能和使用寿命。因此，在实际应用中，需要根据具体的地质条件选择合适的综掘机型号，并加强设备的维护和管理，以充分发挥其效能，保障岩巷掘进工作的顺利进行。

2 岩巷掘进工作面综掘机故障诊断方法

2.1 传统感官检查诊断法

传统感官检查诊断法是岩巷综掘机故障诊断中最基础、最常用的方法，主要依靠维修人员长期积累的经验，通过人体感官对设备状态进行直观判断。（1）目视观察法。通过眼睛观察综掘机各部位的外观状态，检查液压管路有无渗漏油现象、电缆有无破损、截齿磨损情况、螺栓是否松动脱落，以及油液颜色是否浑浊变质等，初步判断故障部位。（2）听觉辨音法。通过倾听综掘机运行时的声音变化判断故障，正常运转声音均匀平稳，若出现尖锐异响、金属敲击声或摩擦声，则表明轴承损坏、齿轮啮合不良或部件间存在干涉。（3）触觉感知法。用手触摸电机外壳、轴承座、液压泵等部位，感知其温度变化和振动情况，判断是否存在过热、润滑不良或部件磨损等隐患。（4）嗅觉判断法。通过闻气味识别故障，如闻到焦糊味可能提示电机绕组烧毁或电缆短路，油液散发异味则可能是液压油高温变质。（5）综合分析法。将上述感官信息汇总，结合设备运行参数和维修经验进行综合分析，快速锁定故障点，为后续检修提供依据。

2.2 仪器仪表精确检测法

仪器仪表精确检测法是利用专业检测仪器对综掘机

各项运行参数进行量化分析的诊断方法，克服了传统感官检查主观性强、精度低的缺陷，能够准确定位故障根源。（1）振动检测法。利用振动测试仪测量截割部、装载机构、运输机等部位的振动频率和振幅，通过频谱分析判断轴承磨损、齿轮断齿、转子不平衡等机械故障。（2）油液分析法。采集液压油和润滑油样品，使用光谱仪、铁谱仪检测油液中金属磨粒的种类、含量和粒度，判断液压泵、马达、减速器等部件的磨损程度。（3）温度检测法。采用红外测温仪非接触式测量电机、轴承座、液压元件等部位的温度，及时发现过热故障，防止设备损坏扩大。（4）电气参数检测法。使用万用表、绝缘电阻测试仪、钳形电流表等检测电机绕组阻值、绝缘性能、三相电流平衡度等，诊断电气系统短路、漏电、断相等故障。（5）压力流量检测法。通过压力表、流量计检测液压系统各回路的压力和流量值，与设计参数对比，判断液压泵、溢流阀、油缸等元件的工作状态，精准定位系统故障。

2.3 智能数据分析诊断

智能数据分析诊断在岩巷掘进工作面综掘机故障诊断中发挥着关键作用。它借助大数据、机器学习等先进技术，对综掘机运行过程中产生的海量数据深度剖析。通过在综掘机各关键部位布置传感器，实时采集设备的温度、压力、振动、电流等参数信息，构建起全面的数据体系。利用机器学习算法，对正常运行状态下的数据特征进行建模学习。当设备运行数据出现偏离正常模型的情况时，系统能快速察觉并发出预警[2]。例如，一旦切割电机的电流值突然大幅波动，系统会迅速判断可能存在负载异常或电机故障。同时，智能数据分析还能进行故障预测，通过分析数据的变化趋势，提前预判设备可能出现的故障，为预防性维护提供依据。此外，它还可结合历史故障数据，为故障诊断提供参考，提高诊断的准确性和效率，保障综掘机的稳定运行。

2.4 无损检测探伤诊断

无损检测探伤诊断在岩巷掘进工作面综掘机故障诊断中极为关键，能在不破坏设备的前提下精准发现内部缺陷。超声检测是常用手段，它利用超声波在材料中传播时遇到缺陷会产生反射波的原理工作。检测人员通过分析反射波的特征，能确定缺陷的位置、大小和性质。比如在检测综掘机的传动轴时，可快速找出内部的裂纹隐患。磁粉检测适用于铁磁性材料，当材料被磁化后，表面和近表面的缺陷会产生漏磁场，吸附磁粉形成磁痕，从而直观显示缺陷。在检测综掘机的齿轮等部件时，能有效检测出表面裂纹。射线检测则是利用射线穿透材料，根据底片上的影像判断内部缺陷。对于一些关键的焊接部位，射线检测可清晰呈现内部的气孔、未焊透等问题，为及时修复提供依据，保障综掘机安全稳定运行。

2.5 故障诊断专家系统应用

故障诊断专家系统在岩巷掘进工作面综掘机故障诊断中具有重要应用价值。它集成了领域专家的知识与经验，能高效准确地诊断故障。该系统主要由知识库、推理机、全局数据库、知识获取机制、解释机制和人机交互界面构成。知识库存储着各种故障现象、原因及对应关系，这些知识源于经验丰富的维修人员和专家，且可不断更新完善。推理机作为核心部分，依据输入的设备症状，运用知识库中的知识，按特定策略进行推理，以解决诊断问题。全局数据库用于存放原始数据、中间信息和输出结果[3]。在实际应用中，操作人员通过人机交互界面输入综掘机的故障表现，系统借助推理机在知识库中匹配分析，快速定位故障原因并给出解决方案。解释机制能对推理过程和结论进行说明，让操作人员理解诊断依据。知识获取机制可根据新的经验和案例更新知识库，提升系统诊断的准确性和可靠性，为岩巷掘进工作的顺利开展提供有力保障。

3 岩巷掘进工作面综掘机故障处理措施

3.1 机械部件修复与更换

机械部件修复与更换是综掘机故障处理的核心环节，直接关系到设备性能恢复和使用寿命延长，必须根据部件损坏程度采取针对性的处理措施。（1）截割部件处理。及时更换磨损、崩刃的截齿，修复变形的截割头，对齿座损坏部位进行补焊加固，确保截割效率稳定，降低截割电机负荷。（2）传动部件处理。对减速器磨损的齿轮、轴承进行更换，调整齿轮啮合间隙，更换老化油封并加注合格齿轮油，消除异响和过热现象。（3）液压部件处理。对内泄严重的液压泵、油缸进行更换或专业修复，更换磨损的柱塞、密封件，清洗液压油箱及管路，加注符合标准的液压油。（4）履带行走部件处理。更换磨损超限的履带板、销轴和支重轮，调整履带张紧度，修复损坏的驱动轮，保障掘进机行走平稳可靠。（5）刮板输送部件处理。更换磨损的刮板链、溜槽底板，调整链条张紧度，修复变形的溜槽，保证煤岩运输畅通，避免卡链、断链故障发生。

3.2 电气系统故障排除策略

岩巷掘进工作面综掘机电气系统故障排除需采取科学有效的策略。面对电气系统故障，要进行全面检查。

查看电气线路有无破损、短路或断路情况，重点排查接头部位是否松动、氧化，确保连接牢固。同时检查熔断器是否熔断，若熔断需分析原因，合理选择规格进行更换。对于 PLC 输出异常问题，要检查综合保护器、控制按钮及自动保护节点等。若发现综合保护器故障，需及时维修或更换；控制按钮损坏则直接替换；自动保护节点故障要查明原因并修复[4]。针对接触器及继电器线圈导通异常，若因过热烧毁，需更换新的元件；若是电源接入异常，要重新调整电源连接；继电器损坏时及时换新。在故障排除过程中，使用专业仪器进行检测至关重要。如用万用表测量电压、电阻，用兆欧表检测绝缘电阻，以此准确判断故障点。排除故障后，还需进行全面测试，确保电气系统恢复正常运行，为综掘机的稳定工作提供保障。

3.3 液压系统故障修复手段

液压系统是综掘机的关键组成部分，其故障具有隐蔽性强、影响因素多的特点，必须采取科学规范的修复手段，确保系统恢复稳定运行。（1）油液净化与更换。对污染超标的液压油进行过滤净化或直接更换，清洗油箱、吸油过滤器，更换滤芯，从源头控制油液清洁度，防止污染物加剧元件磨损。（2）密封件更换修复。全面检查各油缸、泵、阀的密封状况，更换老化、变形、破损的 O 型圈、油封和组合密封垫，消除内外泄漏，恢复系统压力。（3）液压元件检修。对内泄严重的液压泵、马达进行解体检修，更换磨损的柱塞、配流盘和缸体；对卡滞的换向阀、溢流阀进行清洗研磨或整体更换。（4）管路系统修复。更换破损、鼓包的高压胶管，修复渗漏的管接头，重新紧固松动的连接部位，规范管路布置，避免管路干涉和振动磨损。（5）系统调试与压力整定。修复完成后对系统进行空载和负载调试，逐项整定溢流阀压力至规定值，检查各执行机构动作平稳性，确认无泄漏、无异响后方可投入运行。

3.4 软件程序与控制系统调试

在岩巷掘进中，综掘机软件程序与控制系统调试是保障设备正常运行的关键环节。当出现故障时，首先需对软件程序进行检查。通过专业工具查看代码逻辑是否存在错误，有无数据传输异常或指令冲突的情况，若发现问题及时修正代码。对于控制系统，要校准各项参数设置。依据综掘机的实际工作要求和工况，调整速度、压力、行程等参数，保证设备运行的稳定性与准确性。同时，对传感器进行检测与调试，确保其能准确采集设备的运行数据并传输至控制系统。若传感器精度不够或出现故障，及时进行维修或更换[5]。在调试过程中，采用模拟运行的方式。模拟不同的掘进工况，观察软件程序与控制系统的响应情况，检验其协调性与可靠性。若发现异常，分析原因并针对性地进行优化。完成初步调试后，进行实际运行测试，根据实际运行效果对软件程序和控制系统做进一步的微调与完善，确保综掘机高效稳定运行。

结语

未来，岩巷掘进工作面综掘机的故障诊断与处理将朝着智能化、精准化、高效化方向发展。随着大数据、人工智能、物联网等前沿技术的深度融合，智能诊断系统将更为强大，能够实时、精准地捕捉设备的细微异常，提前预测故障并自动生成最优处理方案。无损检测技术也会不断创新，检测精度和范围进一步提升，更快速地发现设备内部隐患。同时，综掘机的设计和制造将更加注重可靠性与易维护性，减少故障发生概率。此外，远程运维和专家在线指导将成为常态，实现故障的及时处理和技术支持，大幅提高岩巷掘进的生产效率和安全性。

参考文献

[1] 闫东, 佘晓帆, 董玉琴. 综掘工作面数字孪生集控系统研发与应用 [J]. 智能矿山,2025,6(5):28-30.

[2] 王存荣, 王海军, 李亚斌, 等. 硬岩综掘面快速掘进技术研究 [J]. 佳木斯大学学报（自然科学版）,2025,43(7):105-108.

[3] 王振华. 基于优化神经网络结构的掘进机故障诊断研究 [J]. 能源与节能,2026,(2):82-85.

[4] 崔文俊. 掘进机机电故障自动诊断技术及其应用 [J]. 凿岩机械气动工具,2026,52(4):163-165.

[5] 张可磊. 煤矿井下综掘机设备故障诊断与维护措施[J]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2025,(1):157-160.