

Research on Fault Diagnosis and Maintenance Methods of Coal Mine Equipment Based on Mechatronics and Electric Control

Yang Qin Yanqi Deng

Shandong Xinjulong Energy Co., Ltd., Suizhong, Liaoning, 125200, China

Abstract

In China's coal mine production, mechanical and electrical equipment as the main production equipment, its operation state is directly related to the production efficiency and safety. In view of the frequent faults and long maintenance cycle, this study uses the mechanical and electrical electronic control technology to carry out the research on the fault diagnosis and maintenance methods of coal mine equipment. The fault diagnosis model based on pattern recognition and the maintenance decision model based on adaptive immune optimization algorithm can form an integrated solution of fault diagnosis and maintenance decision. The experimental results show that this method can effectively improve the accuracy of fault diagnosis, significantly shorten the fault maintenance time, and improve the reliability and production efficiency of coal mine equipment. The research results provide a new thinking and reference for the development of intelligent maintenance technology of coal mine electromechanical equipment and the establishment of advanced, scientific, systematic and perfect fault diagnosis and maintenance method system of coal mine equipment.

Keywords

electromechanical and electronic control; coal mine equipment; fault diagnosis; maintenance method; adaptive immune optimization algorithm

基于机电电控的煤矿设备故障诊断与维修方法研究

秦阳 邓延奇

山东新巨龙能源有限责任公司, 中国·辽宁 绥中 125200

摘要

在中国煤矿生产中, 机电设备作为主要的生产设备, 其运行状态直接关系到生产效率和安全生产。此项研究针对煤矿机电设备故障频繁, 维修周期长等问题, 运用机电电控技术, 开展了煤矿设备故障诊断与维修方法的研究。基于模式识别的故障诊断模型与基于自适应免疫优化算法的维修决策模型相结合, 形成了故障诊断与维修决策的一体化解决方案。实验结果表明, 该方法能够有效提高故障诊断的准确性, 明显缩短了故障维修时间, 提高了煤矿设备的可靠性和生产效率。此研究结果为发展煤矿机电设备的智能化维护技术, 建立先进、科学、系统、完善的煤矿设备故障诊断与维修方法体系提供了新的思考和参考。

关键词

机电电控; 煤矿设备; 故障诊断; 维修方法; 自适应免疫优化算法

1 引言

随着科学技术的不断提高和煤炭开采技术的快速发展, 现代化煤矿生产中的机电设备已经越来越广泛地被应用。机电设备只有良好的运行状态, 才能确保煤矿的滞后、稳定和安全生产。然而, 鉴于工况恶劣、设备复杂等因素, 机电设备频繁的故障、长时间的维修问题已日趋严峻。如何有效地诊断煤矿机电设备的故障, 快速地进行故障维修, 改进煤矿设备的可用性和生产效率, 已经成为中国煤矿生产安全的

重要课题。本研究以煤矿设备故障诊断与维修为研究对象, 运用机电电控技术, 研究解决频繁故障和维修周期长等问题。模式识别的故障诊断模型与自适应免疫优化算法的维修决策模型的结合, 为整个煤矿设备的故障诊断与维修工作提供了一种新的方法和技术手段, 为进一步提高中国煤矿设备的故障处理效率, 保障煤矿生产的安全稳定, 做出自己的研究和贡献。

2 煤矿机电设备及其故障问题概述

2.1 煤矿机电设备的介绍

煤矿工业作为重要的支柱性产业, 其中的机电设备是矿业生产的核心成分, 涵盖了多个重要领域^[1] (如开采设备、

【作者简介】秦阳(1995-), 男, 满族, 中国辽宁绥中人, 本科, 助理工程师, 从事电控研究。

输送设备、电气设备等)。这章节的主要目标就是深入探究这些设备的构造、功能及其在矿业生产中的重要性。

矿业开采设备主要包括各类钻孔设备、切割设备、采掘设备和装载设备。这些设备在矿山开采中发挥主要作用,使得开采过程更为高效和安全。例如,采用高级切割设备可以提高切割速度和效率,降低人力劳动强度。钻孔设备则可以在开采过程中准确地打入矿槽进行爆破,提高开采效率。

输送设备主要包括各类输送带、吊车等。在整个矿业生产链中,这些设备起着物料搬运和运输的重要作用,从而有效加快了矿石的运输速度,提高了生产效率。举例而言,利用吊车可以将开挖出的矿石快速提升到地面,通过输送带可将矿石有效地从矿井底部运输到地面,大幅度降低了物料搬运的时间和劳动强度。

矿业电气设备也占据着重要地位。例如,电动采矿设备、电动输送设备、电力系统设备、照明设备以及各类安全设备等。这些设备将电力引入煤矿生产,有效提高了生产效率,也为矿井内的照明、通风、安全监控提供了可靠的电源。

此外,煤矿机电设备的使用有多种优势,其中最突出的是提高生产效率和安全性。这些设备的性能和维护状况直接影响矿山的生产效率和安全生产,故持续研究煤矿设备故障诊断与维修方法至关重要^[2]。

2.2 煤矿设备故障现状和问题

煤矿机电设备在使用过程中,难免会出现各种故障。据统计显示,目前煤矿机电设备的平均故障频率较高,给煤矿的安全生产带来了严重威胁。发生设备故障会对矿山生产带来一系列问题,如作业暂停、设备损坏、人员伤亡等,直接影响到矿业企业的经济效益和安全生产。

故障诊断及其处理是煤矿机电设备管理的重要环节。由于设备种类繁多、结构复杂性高、工况复杂多变及故障隐蔽性强等因素,使得设备故障诊断技术难度较大。况且,目前煤矿设备故障常规的诊断方法主要依赖于人工经验和直观判断,这种主观性强、不准确性的诊断方式不仅难以发现隐蔽性故障,更不能精确判断故障源、提供及时有效的维修决策。

煤矿机电设备在使用过程中的故障问题,是阻碍该行业安全生产和提高生产效率的重大难点。开展煤矿机电设备的故障诊断和维修方法研究,不仅可以改善设备使用的安全性和稳定性,提高设备运行效率,降低设备维修保养成本,也能提高煤矿生产的管理水平和经济效益。在机电设备普遍应用的今天,如何更好地对煤矿机电设备进行故障诊断和维修,俨然成为行业需解的重要问题。

3 基于模式识别的故障诊断技术

3.1 模式识别故障诊断技术原理

模式识别是一种分析所观察到的环境现象并进行分类的过程。在煤矿机电设备故障诊断中,模式识别的目的是利

用大数据以及机器学习算法,从大量的故障数据中学习和抽象出有特征的故障模式,以实现精准诊断。这种识别过程主要包括了样本抽取、预处理、特征提取、模型训练和模型测试等几个步骤。

3.2 故障诊断模型构建与实施

对于煤矿机电设备的故障诊断,构建一个精准的诊断模型至关重要。需要对历史数据进行分析,找出故障特征,并了解这些特征与具体故障之间的关联性。这些特征可以是设备运行时的各种参数,如温度、振动烈度、电流等。通过特征选择技术,从中筛选出最能代表故障模式的特征。此后,使用机器学习算法进行训练,可能会涉及支持向量机、神经网络、随机森林等。是使用经过训练的模型对新的数据进行预测。

3.3 故障诊断效果和优势分析

基于模式识别的故障诊断技术具有一些显著的优势^[3]。它能够在大量数据中找出有用的信息,尤其是复杂和混杂的数据,如设备运行时的多源数据。它可以提供更精准的预测结果,尤其是对于不平衡的数据集,这在煤矿机电设备中非常常见,因为故障数据通常远少于正常数据。另外,模式识别具有自动化和节省时间的优点,可以有效提高工作效率。

这项技术的应用效果也是需要根据实际情况而差异化。在实际操作中,如果数据质量欠佳,或者数据中的特征不能很好地反映故障模式,那么模型的预测结果可能就无法达到预期效果。进行高质量数据的采集和处理,选择有代表性的特征,选择适合的机器学习算法,都是关键性的因素。

为了验证这项技术的实际应用效果以及了解其中可能存在的问题,结合应用案例进行实验是非常有意义的。例如,在实验中不断调整模型参数,观察各种参数组合下的预测效果,可以帮助找出最优的模型配置,从而提高诊断的精度和效率。

总结起来,模式识别技术为煤矿机电设备的故障诊断提供了较好的解决方案,但其实施效果则取决于实际的数据环境以及操作者对技术细节的理解和把握。

4 基于自适应免疫优化算法的维修决策

4.1 自适应免疫优化算法原理

自适应免疫优化算法源于自然界的免疫系统,具有分布式、协同性、记忆性和自适应智能等显著特性。其基本思想是把问题解作为抗原,将功能优化策略作为抗体,通过模拟抗原和抗体的互作用过程进行寻优^[4]。

在此算法中,抗体分类、突变、免疫记忆和免疫选择等自然免疫机制被用于优化解决方案,与遗传算法比较,它更适于解决复杂和多目标的优化问题。该算法与其他生物算法类似,采用全局随机搜索和局部信息指导的自适应搜索策略,从而弥补了其他优化算法只关注当前最优解的弊端。

4.2 维修决策模型构建与实施

在煤矿设备故障均匀性、复杂性和变化性的背景下,

基于自适应免疫优化算法建立了煤矿设备维修决策模型。模型以设备生命周期成本降低、设备可用性提高和维修服务质量提升为目标函数,以设备故障特点、设备使用状态、备件库存状况及其影响因素为输入参数,通过模拟人体免疫系统识别和清除外来抗原的独特机理,寻求最优维修决策。

在模型实施过程中,通过数据采集和预处理,得到设备的故障信息和运行参数。利用自适应免疫优化算法进行优化迭代搜索,执行决策规则生成和选择过程。通过改进的免疫选择机制,实现优化的维修决策输出。

4.3 维修决策结果和效益分析

采用自适应免疫优化算法的维修决策模型不仅能对设备进行高效的故障诊断,还能为维修决策提供更合理的解决方案,从而降低设备的生命周期成本,提高设备的可用性和维修服务的质量。

基于实际应用结果,模型具有较好的快速性和准确性。例如,在多目标优化问题中,自适应免疫优化算法对比其他智能优化算法,能更有效地处理复杂的约束条件,并在全局搜索过程中保持其优越性,找到较满意的解决方案。

通过提取历史维修数据和设备运行参数数据,算法能有效地集中优势,准确度高,不仅降低了维修时长,提高了效率,还减少了错误的维修决策可能带来的元件损坏,避免了设备长时间停机的损失,从而实现了持续的效益提升。

5 故障诊断与维修决策的一体化解决方案

5.1 故障诊断与维修决策的一体化设计

对于煤矿机电设备的故障诊断与维修决策,逐渐呈现出一体化的需求。这种一体化需求的本质表现在故障诊断与维修决策不再是相对独立的两个环节,而是需要在一个统一的框架内,通过信息共享与数据流动性,形成一个整体的设备健康管理方案。

在具体实现上,通过构建一个基于机电电控系统的集成平台,可以实现故障诊断信息与维修决策信息的密切关联,实时监控煤矿机电设备的运行状态以及设备故障预测和设备生命期管理等情况。

5.2 方案实施效果和改善情况

通过集成煤矿设备的故障诊断与维修决策,可以提供对设备进行全程、全方位、全周期的监控管理,实时地发现设备的潜在故障,并且及时地进行维修处理,有效降低因设备故障导致的安全风险,并且显著提高设备的生命周期。

发现,在实践中,这种一体化的故障诊断与维修决策方案显著提高设备的运行安全与效率。设备故障率得到显著下降,设备维修时间和维修成本也得到了显著的降低。也

提高了设备的使用率和生产效率,为企业带来了显著的经济效益。

5.3 对煤矿机电设备维护技术的前瞻性思考

煤矿机电设备的故障诊断与维修技术的发展,必须紧密结合煤矿的现代化生产要求,持续研发新的技术和方法,以实现设备的更好管理。

未来,有可能会对机电设备的健康管理进行深入研究,探索适合中国煤矿生产的设备健康管理体系,推动煤矿设备的数字化、智能化。还有可能向设备事故预测、设备寿命预测等高级的设备健康管理领域进军,降低设备的故障率,提高设备的使用效率,提高设备的运行可靠性。

总体来看,煤矿机电设备故障诊断与维修的一体化解决方案,对于提高煤矿设备的安全性及效率,减少设备故障带来的经济损失,具有非常重要的意义。而且,随着技术的持续演进,一体化解决方案的效能将会进一步提升,使得煤矿设备的健康管理更为高效和智能化。

6 结语

本研究主要围绕煤矿机电设备的故障诊断与维修方法进行了深入研究,并提出了一种基于机电电控的一体化解决方案。我们通过模式识别的故障诊断模型与基于自适应免疫优化算法的维修决策模型相结合,以实验手段验证了这种方法的有效性。实验结果显示,这种方法能够有效提高故障诊断的准确性,明显缩短故障维修时间,提高煤矿设备的可用性和生产效率。然而,由于本研究只在一种比较具体的环境下进行,因此,在故障诊断与维修决策模型的具体设计与优化上,尚有许多可以深入探讨的问题和更多的实践尝试。例如,如何应对更加复杂的机电设备故障情况?如何进一步提高故障诊断的精确度和维修的效率?针对不同类型煤矿设备的故障诊断与维修方法应如何定制?对于上述问题,我们还需进一步研究和实践。希望未来能够在我们的研究基础上,发展出更加系统、科学、先进及适应各种环境的煤矿设备故障诊断与维修方法,从而提高中国煤矿设备的运行效率和安全生产水平。

参考文献

- [1] 张志强,刘磊,崔波.机电一体化技术在煤矿故障诊断中的应用研究[J].机电一体化,2019(4):44-47.
- [2] 李军,何智科,姜海东,等.基于模式识别的煤矿设备故障诊断方法[J].煤矿安全,2022(3):29-33.
- [3] 谢迺照,李茂林,贾勇进,等.自适应免疫优化算法在煤矿设备故障维修决策中的应用研究[J].计算机应用研究,2021(1):144-148.
- [4] 华金凤,吕亮,张振华.基于故障诊断与维修决策的一体化模型研究[J].煤炭员工,2020(6):62-66.