

DOI: 10.13606/j.cnki.37-1205/td.2025.01.013.

# 人工智能在煤矿安全监测中的潜在应用: 理论框架与展望

尹 强

(潞安集团司马煤业有限公司, 山西 长治 046000)

**摘要:** 对人工智能在煤矿安全监测中的应用及其未来发展趋势进行了研究与探讨。对传统的煤矿安全监测方法及其局限性进行了总结, 详细探究了人工智能在煤矿安全监测方面的应用, 特别是在井下监测监控、人员定位和通讯等方面; 探讨了人工智能技术在提高煤矿安全性方面的重要作用和潜在价值。研究结果表明, 人工智能能显著提升煤矿安全监测的效率和准确性, 且随着技术的进步和数据质量的提高, 人工智能将在提高煤矿安全生产水平、减少事故发生率方面发挥重要作用。

**关键词:** 人工智能; 煤矿安全; 监测技术; 数据分析; 风险预测

**中图分类号:** TD76 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-0797(2025)01-0071-07

## Potential application of artificial intelligence in coal mine safety monitoring: theoretical framework and prospects

YIN Qiang

(Lu'an Group Sima Coal Industry Co., Ltd., Changzhi 046000, China)

**Abstract:** This study investigates and discusses the application of artificial intelligence in coal mine safety monitoring and its future development trends. It summarizes the traditional methods of coal mine safety monitoring and their limitations, and delves into the application of artificial intelligence in this field, particularly in aspects such as underground monitoring and control, personnel positioning, and communication. The study explores the significance and potential value of artificial intelligence technology in enhancing coal mine safety. The results indicate that artificial intelligence significantly improves the efficiency and accuracy of coal mine safety monitoring. With technological advancements and improved data quality, artificial intelligence is poised to play a crucial role in enhancing the level of safety in coal mining and reducing the incidence of accidents.

**Key words:** artificial intelligence; coal mine safety; monitoring technology; data analysis; risk prediction

## 0 引言

煤炭作为全球能源结构的重要组成部分, 其开采过程的安全性至关重要, 煤矿安全问题直接关系到矿工安全、煤炭产业的可持续发展和国家能源安全<sup>[1]</sup>。近年来, 虽然技术进步和安全标准提升已减少事故发生率, 但煤矿事故仍时有发生, 其原因包括设备故障、监测系统不足、操作错误以及自然灾害等<sup>[2,3]</sup>。现有的安全监测方法, 如人工检测和简单电子设备, 在实时性、准确性和全面性上存在局限。因此, 迫切需要更高效、智能的安全监测解决方案。在这一背景下, 人工智能技术的引入为解决这些挑战提供了新的可能性和方向。

尽管传统煤矿安全监测方法已取得显著进步, 但在处理复杂和动态的矿井环境方面存在明显的局限性。这些方法大多依赖于人工巡检和基础电子监测设备, 这很大程度上限制了数据收集、处理和实时响应的能力。人工巡检效率低, 易受人为因素影

响, 导致监测结果不确定性。传统电子设备虽提供自动化监测, 但数据分析和预测能力有限。在面对突发性高风险事件(如瓦斯泄漏或煤尘爆炸)时, 传统方法往往难以提供有效的预警, 导致事故发生的风险增加。

为弥补这些不足, 近年来新兴的信息技术, 尤其是人工智能技术在煤矿安全监测中的应用引起了广泛关注。例如, 利用机器学习算法进行数据分析可以有效预测和预防安全事故; 通过深度学习进行图像和声音识别可以实时监测井下环境和人员状态; 自然语言处理技术则可以优化矿井人员间及与地面控制中心的通讯效率。这些应用不仅提高了监测准确性和效率, 还降低了人为错误, 优化资源配置, 减少运营成本, 促进可持续发展。尽管 AI 在煤矿安全监测领域尚处起步阶段, 但其潜力巨大, 预计将在未来显著改变煤矿安全监测格局, 并在提高矿井安全性、降低事故风险方面发挥关键作用。

## 1 人工智能技术在煤矿安全监测中的应用与挑战

### 1.1 井下环境与人员监测: 机器学习与深度学习的应用

#### 1.1.1 数据分析与安全事故预测

机器学习作为人工智能的一个重要分支,其在数据分析和预测方面的应用为煤矿安全监测提供了新的可能性。通过对大量历史数据和实时数据的学习和分析<sup>[4]</sup>,机器学习能够识别出可能导致事故的模式和趋势,进而实现对潜在安全事故的预测。

在煤矿安全监测中,各类传感器收集的数据(如温度、湿度、瓦斯浓度等)是进行有效监测的基础。机器学习算法能够分析这些数据中的复杂模式,识别出异常状态,从而为事故预警提供依据。例如,通过分析瓦斯浓度的历史数据和实时变化趋势,机器学习模型能够预测瓦斯超标的风险,及时提醒相关人员采取措施,避免事故的发生<sup>[5]</sup>。

此外,机器学习在数据分析方面的应用不仅限于单一数据源。通过综合分析来自不同传感器的数据,机器学习模型能够提供更全面、更准确的安全监测。例如其结合温度传感器、瓦斯检测器和风速传感器的数据,可以更准确地评估井下的安全状况。

机器学习技术还能够通过持续学习和优化,不断提高其预测的准确性。随着更多数据的积累和模型的不断迭代,预测的准确率和可靠性将进一步提高,从而为煤矿安全监测提供更加强大的支持。

#### 1.1.2 提升监测准确性与效率

机器学习技术通过高效地处理和分析大量的监测数据,不仅能够更准确地识别安全风险,还能提高整个监测过程的效率<sup>[6]</sup>。

1) 提高准确性。机器学习模型能够从历史数据中学习并识别安全风险的特征,这些特征可能会被传统监测方法忽视。例如,通过分析历史事故数据,机器学习可以识别出导致瓦斯爆炸或煤尘爆炸的特定条件和预兆。相比于传统方法,机器学习能够处理更复杂、更细致的数据集,从而在复杂的环境下提供更准确的风险评估。

Guangxing Bai 等<sup>[7]</sup>通过构建一个基于误差反向传播算法(BP 算法)的多层前向神经网络模型,建立了一个煤矿安全评价指标系统,涵盖了人、机器、环境和管理 4 个要素,并将这些要素与可持续发展水平联系起来。BP 神经网络属于机器学习中监督学习的范畴<sup>[8]</sup>,其模型如图 1 所示,该模型通过建立

5 个标准层、17 个评价指标对 8 个企业进行样本学习,以确定其可持续发展的水平。此外,模型还应用于特定煤矿企业的安全评估,通过煤矿现场数据,并使用 Matlab 工具和 BP 神经网络程序进行预测和分析,以评估复杂煤矿环境条件下的内在安全水平。

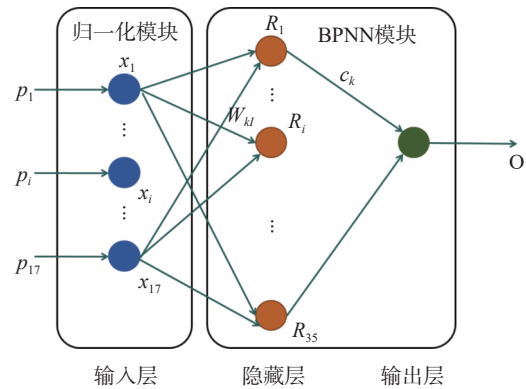


图 1 BP 神经网络模型

2) 增强效率。机器学习使得监测过程自动化成为可能。通过自动分析传感器数据,机器学习减少了人工参与的需要,从而提高了监测过程的效率。自动化的数据分析不仅节省时间,还降低了由于人为错误导致的风险。机器学习模型能够持续不断地运行,实时监测和分析数据,确保及时发现任何潜在的安全隐患。

3) 动态学习与适应。机器学习模型的另一个显著优势在于其动态学习和适应的能力。随着更多数据的积累,这些模型能够不断优化和调整自己的参数,从而提高预测的准确性。在变化的煤矿井下环境和操作条件下,机器学习模型能够实时调整其分析策略,以应对新的挑战。

### 1.2 人员定位与状态监控: 深度学习技术的应用

在煤矿安全监测领域,深度学习的应用同样具有重要意义,其已经在图像处理、语音识别和模式识别等多个方面展现出了巨大的潜力,特别是在人员定位和状态监控这两个关键方面。

1) 图像与声音识别在井下监控中的运用。利用深度学习的图像识别技术,可以有效监控煤矿井下的活动和环境状况。例如,通过分析监控摄像头拍摄的视频,可以实时检测井下人员的位置、活动状态,甚至识别潜在的危险情况<sup>[9]</sup>,如滑倒、坍塌或其他异常行为。声音识别技术也可以用于监控矿井内的声音模式,譬如机械故障的早期识别、人员在遇险情况下的求救信号、煤矿瓦斯和煤尘爆炸等<sup>[10]</sup>。

2) 实时监控与安全管理。结合深度学习和物联

网 (IoT) 技术, 可以实现井下人员实时位置的精确追踪, 这对于快速响应事故和优化救援行动至关重要。除了位置信息外, 深度学习还可以分析井下人员的生理信号 (如心率、体温等), 从而及时识别健康或安全问题, 例如热射病或其他与劳动强度相关的健康风险。

3) 数据融合与综合分析。深度学习技术可以处理来自多个源的数据, 如视频、声音、生理监测设备和环境传感器。通过这些数据的综合分析, 可以获得更全面的井下安全状况, 这对于理解复杂的矿井环境至关重要, 能够为矿井管理提供更全面、更准确的决策支持。在煤矿监控技术向智能化转型的过程中, 物联网技术主要负责数据的采集和传输, 而云计算及大数据技术则承担着数据处理和深度挖掘的任务, 机器学习和自适应能力的提升则是依托于人工智能技术的进步。它们之间相辅相成, 共同推动了智能化监控技术整体的发展。

### 1.3 通讯系统的优化: 自然语言处理技术的应用

自然语言处理 (NLP) 技术是人工智能的另一重要分支, 主要关注于机器对人类语言的理解和生成。在煤矿安全监测中, NLP 技术的应用对于改善和优化矿工之间的通讯以及矿工与地面控制中心之间的信息交流至关重要。

1) 提高矿工间通讯的效率。NLP 技术可以用于开发更加智能的通讯系统, 帮助矿工更有效地传递和接收信息。例如, 语音识别功能可以允许矿工在无法使用手部操作的情况下通过语音指令进行沟通。通过语音转文字的功能, 可以将矿工之间的口头沟通实时转化为文字记录, 便于存档和后续分析。

2) 优化地面与井下的信息交流。利用 NLP 技术, 可以实现更加准确和迅速的信息传递, 尤其是在紧急情况下。例如, 自然语言理解系统可以帮助地面控制中心快速理解井下矿工的报告情况, 及时作出反应。自然语言生成技术可以用来自动产生安全警告和操作指导, 帮助矿工更好地理解 and 遵守安全规程。

3) 数据分析与知识提炼。NLP 技术还可以用于分析矿工通讯中的语言模式, 从而识别潜在的安全风险和操作不当。通过对话内容分析, 可以及时发现异常情况或疏漏。此外, NLP 可以帮助提炼和总结大量文本数据 (如安全手册、事故报告), 为矿井安全管理提供知识支持和决策参考<sup>[1]</sup>。

## 2 人工智能技术的未来发展与煤矿安全监测的前景

### 2.1 技术发展趋势与创新

随着人工智能技术的不断成熟和发展, 其在煤矿安全监测领域的应用前景日益广阔。未来的技术发展趋势预示着煤矿安全监测将变得更加智能化、自动化和精准, 这将大大提高煤矿的安全水平和效率。总结了以下几个方面, 代表了未来技术发展的主要趋势和创新。

#### 2.1.1 算法和计算能力的进步

1) 机器学习与深度学习算法的演化。机器学习算法的演化对提高煤矿安全监测的准确性和效率起到了决定性作用。早期的机器学习算法, 如决策树、支持向量机 (SVM) 等, 虽然在处理简单模式识别问题时表现良好, 但在处理高维数据和复杂模式时存在局限性。随着深度学习技术的出现, 特别是卷积神经网络 (CNN) 和循环神经网络 (RNN) 的发展, 使得算法能够处理更复杂的数据和模式识别问题, 从而极大提高了煤矿安全监测系统的性能。

2) 自适应与实时学习算法。自适应学习算法和实时更新的机制使得煤矿安全监测系统能够根据新数据不断优化和调整预测模型。这意味着系统可以即时学习到新的安全隐患模式, 及时调整预警机制, 确保监测系统的准确性和实时性。例如, 通过在线学习算法, 监测系统可以实时分析煤矿中的气体浓度变化, 自动调整预警阈值, 以适应环境的变化, 提高预警的准确性和及时性。

3) 硬件的发展。计算能力的提高, 尤其是 GPU (图形处理单元) 和 TPU (张量处理单元) 等专用硬件的发展, 为运行复杂的机器学习和深度学习模型提供了强大的支持。GPU 的并行处理能力使得它非常适合于深度学习训练过程中的大规模矩阵运算和数据处理。TPU 则是专为深度学习设计的, 能够进一步加速模型的训练和推理过程。这些硬件的进步大大减少了模型训练和预测的时间, 使得实时安全监测成为可能。

4) 云计算和边缘计算的发展为煤矿安全监测提供了灵活的计算资源和数据存储方案。云计算使得煤矿可以利用远程服务器的强大计算能力进行大规模数据分析, 而无需在本地部署昂贵的硬件设施。边缘计算则将数据处理任务从云端迁移到数据产生的源头附近, 减少了数据传输的延迟, 提高了监测

系统的响应速度和可靠性。这对于需要实时处理大量数据的煤矿安全监测系统尤为重要。

### 2.1.2 物联网技术、云计算、大数据以及 AI 的融合

随着物联网 (IoT) 技术的快速发展,越来越多的传感器和智能设备被广泛应用于矿井监测中,形成了一个高度互联的网络系统。这些设备能够在矿井的各个角落收集关键的实时数据,如气体浓度、温湿度、设备状态和工人位置等信息。这一进步极大地增强了矿井监测系统的实时性和全面性,为矿井安全管理提供了坚实的数据支撑<sup>[12, 13]</sup>。

物联网设备收集的大量数据,当与大数据技术结合时,可以进行更深入的数据分析和模式识别。大数据技术支持对海量数据进行存储、处理和分析,能够从复杂的数据集中提取出有用的信息和趋势,为矿井安全监测提供科学的数据依据。

云计算在这一融合过程中提供了强大的计算资源,使得矿井监测系统能够迅速处理和分析从物联网设备收集到的大量数据。云计算平台的高度可扩展性和弹性,使得矿井监测系统能够根据需要动态调整计算资源,确保数据处理的高效性和系统的稳定运行。此外,云平台还支持远程访问,矿井管理者和安全专家可以随时随地获取最新的监测数据和分析结果,进一步提高了矿井安全管理的灵活性和响应速度。

AI 技术的加入为矿井监测系统带来了智能决策的能力。通过机器学习和深度学习算法,AI 能够对收集到的大量数据进行学习和分析,识别出潜在的安全风险和异常状态。AI 技术还能根据历史数据和实时监测结果,预测未来可能出现的安全隐患,为矿井管理提供科学的预警信息。更进一步,AI 系统还能自动调整监测参数和预警阈值,实现自适应监测和智能预警,提高了矿井监测系统的准确性和实用性。

图 2 展示了物联网技术、云计算、大数据技术以及人工智能之间的关系。

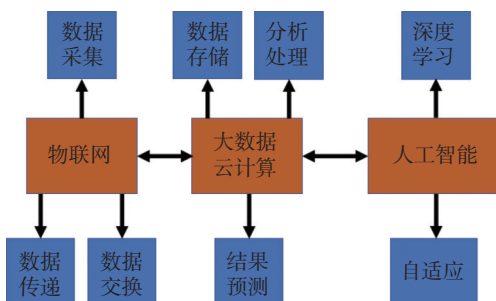


图 2 物联网、大数据、云计算和人工智能的关系

### 2.1.3 增强现实 (AR) 和虚拟现实 (VR) 技术的应用

AR 和 VR 技术通过提供互动式学习和模拟训练的可能,为矿井安全监测和培训带来了革命性的改进。这些技术不仅能提高矿工的安全意识和操作技能,还能有效降低矿井事故的发生率,保障矿工的生命安全。随着技术的不断发展和应用的深入,AR 和 VR 技术在矿井安全管理中的作用将愈发重要。

#### 2.1.3.1 增强现实 (AR) 技术的应用

1) 实时信息叠加。AR 技术可以将实时数据和警告信息直接叠加在矿工的视野中,通过智能眼镜或头盔显示。例如,当矿工接近危险区域时,AR 设备可以即时显示警告信息,提醒矿工注意安全。

2) 维修与操作指导。在设备维护和操作过程中,AR 技术可以提供交互式的步骤指导,将维修指南或操作流程直观地显示在矿工视野中,帮助矿工正确、高效地完成工作。

3) 安全培训。通过 AR 技术,矿工可以在模拟的环境中学习如何识别潜在的安全风险,以及在遇到紧急情况时的正确应对措施。这种互动式学习方式比传统的培训方法更加直观和有效。

#### 2.1.3.2 虚拟现实 (VR) 技术的应用

1) 模拟培训环境。VR 技术能够创建一个高度真实的矿井模拟环境,让矿工在安全的虚拟空间内体验各种矿井作业场景。通过这种模拟训练,矿工可以在没有实际风险的情况下熟悉矿井环境和操作流程。

2) 紧急逃生训练。VR 技术可以模拟矿井紧急情况,如火灾、水害、瓦斯爆炸等,让矿工在虚拟环境中练习紧急逃生和自救互救技能,这种训练方式有助于提高矿工在实际紧急情况下的应变能力和生存几率。

3) 设备操作模拟。VR 技术还可以用于模拟矿井设备的操作过程,矿工可以在虚拟环境中学习如何操作复杂的矿井机械和设备,这种模拟操作不仅能提高操作技能,还能预防因操作不当导致的安全事故。

#### 2.1.4 自动化和无人化技术的发展

随着科技的进步,未来的煤矿安全监测将更多地依赖于自动化和无人化技术。这些技术的发展和应用,旨在最大限度地减少人员在高风险环境中的直接作业,从而显著提高矿井的整体安全水平。

1) 无人机技术在井下巡检中的应用,已经开始

展现其巨大潜力。无人机可以携带摄像头和各种传感器深入矿井内部，对难以接近的区域进行高清视频拍摄和环境监测。这不仅可以实时传输井下情况，为地面控制中心提供准确的数据支持，还可以对潜在的安全隐患进行早期识别，极大地减少了人员直接暴露在危险环境中的风险。

2) 机器人技术在煤矿安全监测和应急救援中的应用也正快速发展。特制的矿用机器人能够执行多种任务，包括在危险区域进行勘探、检测有害气体的浓度、搬运救援设备，甚至直接参与救援行动。这些机器人通常配备有先进的导航系统，能够在复杂的矿井环境中自主行动，执行命令，同时将关键信息实时反馈给操作人员。

3) 自动化技术不仅限于监测和救援操作。矿井的通风、排水、照明等关键系统的自动化管理，也是提高矿井安全性的重要方面。通过实施先进的控制系统和算法，这些生命支持系统能够根据实时监测数据自动调整运行状态，确保矿井内部环境的稳定和安全。

#### 2.1.5 数据安全和隐私保护

在煤矿安全监测中引入人工智能技术时，数据安全与隐私是一个不可忽视的关键领域。首先，使用先进的数据加密技术是保护矿井监测数据不被未授权访问的基本手段。例如，采用对称或非对称加密算法可以有效防止数据在传输和存储过程中被窃取或篡改。其次，实施严格的访问控制机制以确保只有授权人员能够访问和处理敏感数据。这包括使用多因素认证和基于角色的访问控制系统，以限制对关键数据的访问和操作。同时，遵守相关的法律和伦理标准，将是AI技术发展中不可忽视的一部分。

### 2.2 数据管理与算法优化的潜力

数据管理的优化和算法的进步是人工智能未来发展的关键方向，这些进步对于提升煤矿安全监测的精准性和效率至关重要。

#### 2.2.1 高级数据管理系统

##### 2.2.1.1 系统特性与优势

未来的煤矿安全监测将依赖于更高级的数据管理系统，这些系统能够有效地处理和存储大量复杂的数据。利用云计算和大数据技术，这些系统不仅能实现数据的高效处理、存储和访问，而且还支持更复杂的数据分析，包括实时监测数据、历史事故记录以及环境变化数据等。

#### 2.2.1.2 应用场景

1) 实时监测数据处理。系统通过部署在井下各个关键位置的传感器网络实现对气体浓度、温度、湿度等关键安全参数的实时监控。例如，安装在巷道内的气体传感器能够实时检测甲烷和一氧化碳的浓度，一旦检测到超标情况，系统即刻发出预警，同时自动启动通风系统或其他紧急响应措施，以此确保矿工的安全和矿井的正常运营。

2) 历史数据分析。通过对过往事记录记录和运营数据的深入分析，高级数据管理系统能够识别出导致事故的常见因素和模式。例如，如果分析发现某个特定区域频繁发生瓦斯超标事故，系统可以指导管理者针对该区域加强监测和预防措施，如增加通风或改进瓦斯抽放技术。通过这种方式，系统不仅可以帮助避免类似事故的重复发生，还提升了整体的安全管理水平。

3) 环境变化跟踪。煤矿安全受到多种环境因素的影响，包括气候变化、地质变动等。高级数据管理系统通过长期监测和记录这些环境变化数据，帮助管理者理解这些变化对矿井安全的潜在影响。例如通过跟踪降雨量和地下水位的变化，系统可以预测矿井涌水的风险，从而提前采取排水措施，避免水害事故的发生。此外，系统还能监测地质变动，如断层活动，预警可能导致塌落的风险区域，保障矿工的生命安全和矿井的稳定运营。

#### 2.2.2 算法的持续优化

随着计算技术和机器学习算法的进步，算法的持续优化成为提高预测准确性和处理速度的关键。这些优化的算法能够更有效地分析井下数据，准确识别潜在的安全风险，并增强其泛化能力，使算法能够适应不同的矿井环境和条件。

#### 2.2.3 实现方法

1) 深度学习算法通过构建多层的神经网络模型来处理和分析数据。这些模型能够自动学习数据中的高级特征和复杂模式，无需人工干预。例如，卷积神经网络(CNN)在图像识别和处理中表现卓越，可用于监控摄像头图像的分析，以识别矿井内的安全隐患，如未正确佩戴安全装备的矿井工人、非法侵入的人员或潜在的结构问题。

2) 自适应学习技术使算法能够基于新收集到的数据自动调整和优化自身的模型参数。这种方法的核心在于算法的灵活性和可扩展性，它允许模型随着数据的变化而进化，不断提高其预测的准确性和

适应性。如果某个矿井开始采用新的采矿技术或引入新的作业流程,自适应学习算法可以通过分析这些变化对安全监测数据产生的影响,自动调整预测模型。这意味着算法可以适应矿井环境的变化,无论是自然的还是人为的,确保安全监测系统始终保持最高的效率和准确性。

#### 2.2.4 人工智能与人类专家的协同

1) 协同优势。尽管人工智能在数据分析方面的能力不断增强,但人类专家的经验判断在安全监测中仍然至关重要。人工智能技术与人类专家的协同工作可以结合机器的计算能力和人的经验判断,以实现更高效、更准确的安全监测。

2) 协同机制。①预警机制:人工智能负责处理和分析大量数据,识别潜在风险并提出预警;人类专家则根据预警进行解读,并制定相应的应对策略;②决策支持:人工智能提供数据支持和建议,人类专家结合实际经验进行最终决策,确保决策的合理性和有效性。

#### 2.2.5 个性化和自适应的安全解决方案

##### 2.2.5.1 定制化安全策略

通过数据管理和算法优化,未来的煤矿安全监测系统将能够提供更加个性化的安全解决方案。系统能够根据特定矿井的环境特征、历史安全记录和操作模式提供定制化的安全建议和预警。

##### 2.2.5.2 自适应调整

1) 环境适应。随着矿井深度的加深、开采面的推进,以及季节变化带来的外部环境影响,矿井内部的环境条件会发生显著变化。这就要求监测系统必须具备自我调整能力,以实时适应这些变化。系统通过算法持续分析收集到的环境数据,自动调整如气体浓度检测灵敏度、温湿度测量范围等监测参数,以确保监测活动的准确性和及时性。

系统还会根据实时和历史数据分析,动态调整安全预警的阈值。例如,在连续多日高温天气下,由于矿井内部温度普遍升高,系统会据此提高温度预警的阈值,以防止频繁的误报,同时保持对真正危险情况的敏感度。

2) 动态安全建议。根据实时监测数据和分析结果,系统能够提供动态的安全建议,以应对矿井内部的即时变化。通过环境适应和动态安全建议的自适应调整机制,煤矿安全监测系统能够保证在矿井环境和作业条件发生变化时,仍能保持最高水平的安全监控效能。

#### 2.3 未来煤矿安全监测展望与挑战

人工智能技术在煤矿安全监测领域的迅猛发展预示着其在未来将扮演更加关键的角色,不仅将提高安全监测的效率和准确性,还将促进更全面、更智能的安全管理体系的形成,为煤矿安全提供更强的保障。人工智能在煤矿安全监测中的应用虽然前景广阔,但也面临着多方面的挑战和限制。以下是对这一领域未来发展的讨论:

1) 全面的风险评估与管理。人工智能将能够提供更全面和深入的风险评估。通过分析各种类型的数据(包括地质数据、操作数据、环境数据等),AI可以帮助识别和评估各种潜在风险,为矿井安全管理提供更全面的决策支持。

2) 预测性维护与事故预防。利用人工智能进行预测性维护将成为常态。AI能够预测设备故障和系统性能下降,从而在问题发生前进行维护和修复,降低事故发生的风险。此外,通过分析历史事故和近实时数据,AI可以帮助预防事故,通过及时的预警和干预措施减少安全事故的发生。

3) 智能化救援与应急响应。在应对矿井事故时,人工智能将提供更为有效的救援和应急响应方案。可以快速分析事故情况,提供最优的救援路径和策略,提高救援效率和安全性。

4) 技术挑战。AI技术在准确处理和分析复杂矿井数据方面仍有提升空间。例如,动态环境下的数据变化对算法的适应性和预测准确性提出了更高要求。且自动化系统的可靠性和稳定性是另一个关键问题,在极端环境下保持系统的持续运行,对硬件和软件的耐久性提出了挑战。

5) 经济因素。初期投资成本高昂,尤其是在采用先进的AI技术和设备时。且长期的运维成本也不容忽视,包括持续的系统维护、软件更新以及故障修复等。

### 3 结论与建议

探讨了人工智能技术在煤矿安全监测领域的应用,包括机器学习、深度学习和自然语言处理等技术。这些技术在提升监测准确性、预测安全风险和优化通讯系统方面发挥着至关重要的作用。通过理论讨论,说明了人工智能在煤矿安全监测中的潜力,包括提高数据处理效率、增强风险评估能力和支持实时监控和响应。

尽管人工智能技术为煤矿安全监测带来了显著

改进,但仍面临一些挑战,如数据的安全性和隐私保护、技术的普及和应用、以及对矿井人员培训和技能提升的需求。建议煤矿企业和监管机构加强对人工智能技术的投资和研发,同时注重人工智能应用的伦理和法律问题。此外,对矿井人员进行相关技术培训,提升他们对新技术的适应能力,也是提高整体安全水平的关键。

未来的研究应更深入地探索人工智能在煤矿安全监测中的应用,包括开发更先进的算法和技术,以及探索AI与其他新兴技术(如物联网、增强现实等)的融合应用。实践中,应重视人工智能系统的持续优化和维护,确保其在复杂多变的矿井环境中保持高效和准确。同时,应鼓励跨学科合作,将技术创新与矿业实践紧密结合,以实现煤矿安全监测领域的持续发展和进步创新。

#### 参考文献:

- [1] 刘洋,丁震.煤矿安全智能化体系建设思路探讨[J].工矿自动化,2023,49(S1): 18-20.
- [2] 赵亚军,张志男,贾廷贵.2010—2021年我国煤矿安全事故分析及安全对策研究[J].煤炭技术,2023,42(8): 128-131.
- [3] 范超军,王一琦,杨雷,等.2012—2021年我国煤矿安全事故统计与规律分析[J].矿业研究与开发,2023,43(4): 182-188.
- [4] 王静.基于深度学习的煤矿机电设备检测技术研究[J].机械管理开发,2022,37(2): 140-142.
- [5] 马晟翔,李希建.基于因子分析与BP神经网络的煤与瓦斯突出预测[J].矿业安全与环保,2019,46(2): 70-74.
- [6] 申喜凤,李美婷,南嘉乐,等.医学人工智能发展态势分析及问题浅析[J].科技管理研究,2023,43(7): 193-198.
- [7] Guangxing B, Tianlong X. Coal Mine Safety Evaluation Based on Machine Learning: A BP Neural Network Model. [J]. Computational intelligence and neuroscience, 2022, 20225233845-5233845.
- [8] 张晋霞,王研,牛福生,等.基于EDEM与BP神经网络的平-摆筛参数化研究[J/OL].有色金属(选矿部分),2024(1): 132-142.
- [9] 李珂,武熙,孟庆灵,等.人工智能技术在煤矿中的应用[J].山西焦煤科技,2022,46(10): 34-36.
- [10] 孙继平,余星辰.基于声音特征的煤矿瓦斯和煤尘爆炸识别方法[J].中国矿业大学学报,2022,51(6): 1096-1105.
- [11] 张江石,李泳瞰,冒香凝,等.基于NLP的煤矿事故原因分类研究[J].中国安全科学学报,2023,33(6): 20-26.
- [12] 张旭辉,杨文娟,薛旭升,等.煤矿远程智能掘进面临的挑战与研究进展[J].煤炭学报,2022(1): 47.
- [13] 齐冲冲,杨星雨,李桂臣,等.新一代人工智能在矿山充填中的应用综述与展望[J].煤炭学报,2021.

#### 作者简介:

尹强(1987-),男,山西朔州人,本科,工程师,研究方向:井下监测监控、人员定位、通讯。

(收稿日期:2024-3-15)

(上接第70页)

- [6] 高清华.基于Intel VT技术的虚拟化系统性能测试研究[D].浙江大学,2008.
- [7] 胡威,范鹏展,刘冬梅,等.热迁移技术在构建电力虚拟数据的研究与应用[J].电力中心信息与通信技术,2010,8(1): 44-48.
- [8] 宋亚奇.云平台下电力设备监测大数据存储优化与并行处理技术研究[D].华北电力大学(北京),2016.
- [9] 焦术进.云计算中虚拟机动态迁移技术的研究[D].太原理工大学,2013.
- [10] 徐宁宁.云平台中软件定义存储资源[J].通讯世界.2015,(11): 79.

- [11] 吴康,刘艺美.利用FPGA器件、DSP技术设计和实现软件无线电[J].商情,2010(38): 2.
- [12] 陆荣峰,赵长虹,单龙.火电厂INFI90与MIS通信接口的设计与实现[J].自动化与仪表,2011(9): 7.
- [13] 夏治学.基于"互联网+"的化工企业安全生产管理方法探讨[J].化工管理,2019(1): 041.

#### 作者简介:

俞海冰(1977-),女,山东滕州人,本科,工程师,从事计算机网络及大数据应用运维工作。E-mail: yhb\_1023@126.com。

(收稿日期:2024-11-8)