

# 煤矿火灾隐患智能排查系统的设计与应用研究

闫奕颖

内蒙古瑞泓安全培训有限责任公司 内蒙古 包头 014030

**摘要:** 本文围绕煤矿火灾隐患智能排查系统展开研究,阐述了其理论基础,包括火灾隐患识别原理与智能技术概述;详细介绍系统设计,涵盖总体架构、数据采集与处理模块、火灾隐患识别模型以及预警与响应机制;通过应用案例分析系统应用效果;最后探讨系统的推广应用优势与前景,旨在为煤矿火灾隐患的智能排查与防控提供理论支持与实践指导。

**关键词:** 煤矿火灾隐患;智能排查系统;系统设计;应用研究

## 1 煤矿火灾隐患智能排查系统理论基础

### 1.1 火灾隐患识别原理

煤矿火灾隐患的识别是智能排查系统的核心基础。火灾隐患的产生往往伴随着多种物理和化学变化,这些变化可以通过特定的参数和指标来表征。从物理角度来看,温度是火灾隐患的关键指标之一。煤矿井下环境复杂,不同区域由于通风条件、设备运行等因素,温度分布存在差异。当局部区域温度异常升高时,可能意味着存在潜在的火灾风险。气体成分也是识别火灾隐患的重要依据。煤矿井下存在多种气体,如甲烷、一氧化碳、二氧化碳等。在正常情况下,这些气体的浓度处于相对稳定的范围<sup>[1]</sup>。然而,当发生煤炭自燃或设备故障等情况时,气体成分会发生显著变化。因此对井下气体成分进行实时监测和分析,可以有效识别火灾隐患。另外,烟雾的产生也是火灾隐患的明显特征。当发生火灾时,燃烧产生的烟雾会迅速扩散。通过烟雾传感器可以及时检测到烟雾的存在,从而发出火灾预警。

### 1.2 智能技术概述

智能技术在煤矿火灾隐患智能排查系统中发挥着至关重要的作用,主要包括传感器技术、数据传输技术、数据分析与处理技术以及人工智能算法等。传感器技术是数据采集的基础,在煤矿井下,需要布置多种类型的传感器,如温度传感器、气体传感器、烟雾传感器等,以实时获取井下环境的各种参数。这些传感器具有高精度、高可靠性和抗干扰能力强等特点,能够在恶劣的井下环境中稳定工作。数据传输技术负责将传感器采集到的数据及时、准确地传输到地面监控中心。目前,常用的数据传输方式包括有线传输和无线传输。有线传输具有传输速度快、稳定性高的优点,但布线成本较高;无线传输则具有安装方便、灵活性强的特点,适用于一些布线困难的区域。数据分析与处理技术对采集到的数据

进行预处理、特征提取和模式识别等操作。通过对大量历史数据和实时数据的分析,可以挖掘出数据中的潜在规律和模式,为火灾隐患的识别提供依据。人工智能算法是智能排查系统的核心算法,如神经网络算法、支持向量机算法、决策树算法等。这些算法可以对数据进行深度学习和分析,建立火灾隐患识别模型,提高火灾隐患识别的准确性和可靠性。

## 2 煤矿火灾隐患智能排查系统设计

### 2.1 系统总体架构

煤矿火灾隐患智能排查系统的总体架构犹如一座精密的大厦,各个层次紧密协作,共同保障着煤矿的安全运行。它主要由数据采集层、数据传输层、数据处理层和应用层构成。数据采集层是整个系统的“感知触角”,由众多分布在煤矿井下各个区域的传感器组成。这些传感器如同敏锐的“哨兵”,时刻关注着井下环境的细微变化,负责实时采集温度、气体成分、烟雾等关键环境参数。温度传感器能精准感知局部区域的温度波动,气体传感器可敏锐捕捉到甲烷、一氧化碳、二氧化碳等气体浓度的变化,烟雾传感器则能在第一时间察觉到烟雾的产生。这些传感器通过有线或无线方式与数据传输层相连,确保采集到的数据能够及时、稳定地传输出去。数据传输层是连接数据采集层和数据处理层的“桥梁”,承担着将采集到的数据准确无误地传输到数据处理层的重要任务。鉴于煤矿井下复杂的环境,需要依据实际情况选择合适的数据传输方式。光纤传输具有传输速度快、稳定性高的优势,但布线成本相对较高;无线传感器网络则以其安装方便、灵活性强的特点,适用于一些布线困难的区域。数据处理层是系统的核心“大脑”,主要负责对采集到的数据进行存储、分析和处理<sup>[2]</sup>。首先,对数据进行预处理,去除噪声和异常值,确保数据的准确性和可靠性。然后,提取数据的特征,

如温度变化率、气体浓度变化趋势等，为后续的分析提供关键信息。最后，利用火灾隐患识别模型对数据进行分类和判断，精准确定是否存在火灾隐患。应用层为用户提供了直观的操作界面和及时的预警信息。用户可以通过应用层实时查看井下环境参数、火灾隐患情况以及预警信息，并根据这些信息采取相应的措施进行处理，实现对煤矿火灾隐患的有效防控。

## 2.2 数据采集与处理模块

数据采集模块作为煤矿火灾隐患智能排查系统获取信息的关键环节，其核心功能是获取煤矿井下环境参数。在数据采集过程中，传感器的布置位置和数量至关重要。合理的布置位置能够确保传感器全面覆盖井下各个区域，准确捕捉到不同位置的环境变化；而足够的传感器数量则能保证数据的全面性和准确性，避免因数据缺失导致火灾隐患的漏判。为了提高数据的可靠性和准确性，对传感器进行定期校准和维护是必不可少的。定期校准可以确保传感器的测量精度始终保持在规定范围内，避免因传感器老化、损坏等原因导致数据偏差。维护工作能够及时发现并解决传感器运行过程中出现的问题，保证传感器的稳定运行。数据处理模块则对采集到的数据进行深度加工。预处理阶段包括数据清洗和数据归一化等操作。数据清洗旨在去除数据中的噪声和异常值，这些噪声和异常值可能由于传感器故障、外界干扰等原因产生，会影响后续分析的准确性。数据归一化则是将不同量纲的数据进行统一处理，使其具有可比性。数据分析主要包括特征提取和模式识别。特征提取是从原始数据中挖掘出能够反映火灾隐患特征的关键信息，如温度变化率可以反映煤炭自燃的初期迹象，气体浓度变化趋势能够预示火灾隐患的发展情况。模式识别则是利用机器学习算法对提取的特征进行分类和判断，通过建立合适的模型，将数据分为正常和存在火灾隐患两类，从而实现对火灾隐患的精准识别。

## 2.3 火灾隐患识别模型

火灾隐患识别模型是煤矿火灾隐患智能排查系统的关键部分，其性能的优劣直接关系到系统对火灾隐患识别的准确性和可靠性。目前，常用的火灾隐患识别模型有基于神经网络的模型、基于支持向量机的模型和基于决策树的模型等。基于神经网络的模型具有强大的非线性映射能力和自学习能力。它就像一个智能的“学习者”，能够自动从大量的历史数据中学习火灾特征和规律。神经网络模型由多个神经元组成，通过不断调整神经元之间的连接权重，优化模型的性能。随着训练数据的不断增加，神经网络模型可以不断提高火灾

隐患识别的准确率，能够适应煤矿复杂多变的环境。支持向量机模型是一种基于统计学习理论的分类算法，具有较好的泛化能力和鲁棒性。它通过寻找最优分类超平面，将不同类别的数据分开。在火灾隐患识别中，支持向量机模型能够有效地将正常数据和存在火灾隐患的数据区分开来，即使面对一些噪声数据和异常数据，也能保持较好的分类效果。决策树模型是一种基于树结构的分类算法，具有直观、易于理解的优点。它通过对数据进行递归划分，构建决策树模型。在每个决策节点上，根据数据的特征进行判断，将数据划分到不同的分支中，最终实现对火灾隐患的分类和判断。决策树模型的结构清晰，便于分析和解释，能够为煤矿管理人员提供直观的决策依据。在实际应用中，需要根据煤矿的具体情况和数据特点，选择合适的火灾隐患识别模型，并通过不断优化和调整模型参数，提高模型的性能，以更好地满足煤矿火灾隐患排查的需求。

## 2.4 预警与响应机制

预警与响应机制是煤矿火灾隐患智能排查系统的重要组成部分，其核心目的是在发现火灾隐患时能够及时发出预警信息，并采取相应的措施进行处理，将火灾隐患扼杀在萌芽状态。预警机制根据火灾隐患识别模型的判断结果，确定预警级别。预警级别通常可以分为一级预警、二级预警和三级预警等。不同级别的预警对应着不同的处理措施，形成了一套科学、合理的预警体系。当发生一级预警时，表明火灾隐患已经非常严重，系统会立即发出声光报警信号，以强烈的警示方式通知相关人员。通过短信、电话等多种方式通知相关人员采取紧急措施，如组织人员撤离、启动灭火设备等，确保人员生命安全和财产安全。当发生二级预警时，说明存在一定的火灾隐患风险，但尚未达到一级预警的严重程度。系统会发出提示信息，提醒相关人员加强对预警区域的监控和防范。相关人员应增加对该区域的巡查频次，密切关注环境参数的变化，及时发现和处理潜在的安全隐患。当发生三级预警时，意味着存在一些轻微的异常情况，但目前尚不构成明显的火灾隐患<sup>[3]</sup>。系统会记录相关信息，包括异常发生的时间、地点、参数变化等，以便后续分析和处理。相关人员应定期对预警区域进行检查和维护，确保系统的正常运行，同时对记录的信息进行分析，找出可能存在的问题，提前采取预防措施。响应机制则根据预警级别制定相应的处理措施。对于一级预警，相关人员必须立即启动应急预案，按照预案的要求有序组织人员撤离，并迅速采取灭火措施，控制火势的蔓延。对于二级预警，应加强对预警区域的监控和巡

查,利用先进的监测设备和技术手段,及时发现和处理潜在的安全隐患。对于三级预警,应定期对预警区域进行检查和维护,确保传感器等设备的正常运行,同时对系统的数据进行分析和总结,不断优化系统的性能,提高火灾隐患排查的准确性和可靠性。

### 3 煤矿火灾隐患智能排查系统的应用研究

#### 3.1 应用案例选取与介绍

选取某大型煤矿作为应用案例,该煤矿地质条件复杂,井下环境恶劣,火灾隐患较为突出。在引入煤矿火灾隐患智能排查系统之前,该煤矿主要依靠人工巡检和传统的监测设备进行火灾隐患排查,存在效率低、准确性差等问题。引入智能排查系统后,在煤矿井下布置大量的温度传感器、气体传感器和烟雾传感器,实现对井下环境参数的实时监测。建立数据处理中心和监控中心,对采集到的数据进行实时分析和处理,并及时发出预警信息。

#### 3.2 系统应用效果分析

通过对系统应用前后的数据进行对比分析,发现智能排查系统在煤矿火灾隐患排查中取得了显著的效果。在火灾隐患识别准确性方面,系统能够准确识别出井下存在的火灾隐患,大大提高了火灾隐患的发现率。在预警及时性方面,系统能够在火灾隐患发生初期及时发出预警信息,为相关人员采取措施争取了宝贵的时间。在工作效率方面,系统实现对井下环境的实时监测和自动分析,大大减少人工巡检的工作量。同时系统的自动化程度高,能够快速处理大量的数据,提高工作效率。另外,智能排查系统的应用还提高了煤矿的安全管理水平,降低火灾事故的发生率,保障煤矿的安全生产。

### 4 煤矿火灾隐患智能排查系统的推广与应用前景

#### 4.1 推广应用的优点

煤矿火灾隐患智能排查系统具有诸多推广应用的优点。从安全角度来看,该系统能够及时发现和处理煤矿火灾隐患,有效降低火灾事故的发生率,保障煤矿工人的生命安全和煤矿的财产安全。从经济效益角度来看,系统的应用可以减少人工巡检的成本,提高工作效率,降低因火灾事故造成的经济损失。通过提前发现和处理火灾隐患,可以避免因火灾事故导致的停产停工,提高

煤矿的生产效益。从技术角度来看,智能排查系统采用了先进的传感器技术、数据传输技术和人工智能算法,具有较高的准确性和可靠性。随着技术的不断发展,系统的性能还将不断提高,能够更好地满足煤矿火灾隐患排查的需求。

#### 4.2 应用前景展望

随着煤矿安全生产要求的不断提高和智能技术的不断发展,煤矿火灾隐患智能排查系统具有广阔的应用前景<sup>[4]</sup>。在未来,智能排查系统将与其他安全管理系统进行深度融合,实现煤矿安全管理的智能化和一体化。同时,智能排查系统还将不断拓展应用领域,不仅应用于煤矿火灾隐患排查,还可以应用于其他矿山、隧道等地下工程的火灾隐患排查,为地下工程的安全生产提供有力保障。随着物联网、大数据、云计算等技术的不断发展,智能排查系统将实现数据的共享和协同处理,提高系统的整体性能和决策能力。通过建立煤矿火灾隐患大数据平台,对不同煤矿的火灾隐患数据进行分析,可以为煤矿火灾隐患的防控提供更加科学、有效的决策支持。

#### 结束语

煤矿火灾隐患智能排查系统融合了先进的火灾隐患识别原理与智能技术,通过科学合理的系统设计,在应用案例中展现出显著成效,有效提升火灾隐患识别准确性、预警及时性与工作效率,保障煤矿安全生产。该系统在推广应用上具备安全、经济、技术等多方面优势,且前景广阔。未来,随着技术持续发展,其将与更多系统融合,拓展应用领域,实现数据共享协同,为煤矿及地下工程火灾防控提供更坚实的支持。

#### 参考文献

- [1]何潇.我州多举措排查整治消防安全重大风险隐患[N].团结报,2023-07-17(004).
- [2]虎玲.高层建筑消防隐患排查与防火监督方法分析[J].消防界(电子版),2022,8(20):124-126.
- [3]陈军.关于火灾隐患整治中存在的问题及分析[J].今日消防,2022,7(05):115-117.
- [4]张婷婷,李伟华,刘鹏.数据分析在火灾隐患排查中的应用研究[J].消防科学与技术,2020,39(4):62-66.