

# 矿用机械设备传感器应用及数据采集分析

姜凯

(中煤科工西安研究院(集团)有限公司 陕西 西安 710077)

**摘要:** 矿业是世界经济中不可或缺的重要组成部分, 矿用机械设备在矿山生产过程中扮演着至关重要的角色。为了确保矿用机械设备的安全运行和高效工作, 对其状态进行准确监测和数据采集尤为重要。传感器数采技术作为一种有效的手段, 可以实时采集矿用机械设备的各种运行参数, 为设备维护、故障诊断和性能优化提供可靠的数据支持。因此, 本文旨在探索基于矿用机械设备的传感器数采应用, 并对传感器数采系统进行研究和优化, 以期推动矿用机械设备的智能化发展, 提高矿山生产的效率和安全性。

**关键词:** 矿用机械; 传感器; 数据采集; 选型与布置

## 0 引言

在矿业领域, 机械设备的可靠性和安全性是关键因素。随着科技的进步和自动化技术的发展, 传感器数采技术在矿用机械设备中得到了广泛应用。传感器数采技术可以实时获取机械设备运行状态的数据, 如温度、振动、压力等, 从而实现对机械设备的监测、控制和维护。传感器数采技术的应用可以提高矿用机械设备的安全性和可靠性, 减少事故发生的概率, 降低维修成本, 并提高生产效率。基于以上背景, 本文旨在探索和研究基于矿用机械设备的传感器数采应用, 以提高矿用机械设备的安全性、可靠性和生产效率, 并为矿业领域的技术创新和发展提供参考和借鉴<sup>[1]</sup>。

## 1 传感器技术概述

### 1.1 传感器分类

传感器是一种能够感知环境或物理量, 并将其转化为可用于测量、控制或监测信号的设备或装置。传感器的种类繁多, 根据其测量原理、应用领域和测量参数等不同特征, 可以将传感器进行分类, 具体如表1所示。每种传感器都有不同的工作原理、测量参数和应用领域。在实际应用中, 根据具体需求选择适合的传感器类型非常重要。

### 1.2 传感器性能参数

传感器的性能参数是评估其性能和适用性的重要指标, 传感器常见的性能参数、每个性能参数的定义,

表1 传感器分类

传感器类型	工作原理	测量参数	应用领域
温度传感器	热敏元件、热电偶	温度	HVAC系统、工业过程控制、汽车工业
压力传感器	压阻元件、压电元件	压力	液压系统、气体流量测量、汽车制造
光电传感器	光电二极管、光敏电阻	光强、距离	自动化控制、机器人技术、安全系统
湿度传感器	电容式、电阻式	湿度	气象监测、室内环境控制、农业领域
加速度传感器	压电材料、微机械加速度计	加速度、振动	运动检测、结构健康监测、车辆安全
磁场传感器	磁电感应、霍尔效应	磁场强度、磁场方向	导航系统、磁性材料测试、车辆检测
气体传感器	电化学、光学	气体浓度	环境监测、室内空气质量检测、工业安全
位移传感器	压阻、电感	位移、位置	机器人技术、制造业、仪器仪表

以及它们的含义与影响因素见表2。这些性能参数是选择和评估传感器时需要考虑的重要指标, 可以帮助工程师确定最适合特定应用的传感器<sup>[2]</sup>。

## 2 矿用机械设备中传感器数采的应用

在矿用机械设备中, 传感器数采主要应用在机械运行状态监测、安全监测与预警、环境参数监测方面。

### 2.1 机械运行状态监测

#### 2.1.1 温度传感器

温度传感器主要功能是实时监测机械设备的温

表2 传感器性能参数

参数名称	定义	表示单位	说明
测量范围	传感器可准确测量的物理量的最大和最小值	物理量的单位	表明传感器能够测量的物理量的范围。若超出此范围，传感器可能失效或提供不准确的测量结果
灵敏度	传感器输出信号相对于输入物理量变化的响应程度	输出信号单位 / 输入物理量单位	描述传感器对输入物理量变化的敏感程度。灵敏度高表示传感器能够检测到较小的物理量变化
分辨率	传感器能够检测到的最小变化量	输入物理量单位	表明传感器能够分辨的最小变化量。分辨率高表示传感器能够提供更精细的测量结果
精确度	传感器输出值与实际值之间的偏差程度	输出信号单位	表明传感器测量结果与实际值之间的接近程度；精确度高表示传感器提供更准确的测量结果
响应时间	传感器从接收到输入信号到输出信号达到稳定的时间间隔	时间单位	描述传感器对输入信号的快速响应能力。响应时间短表示传感器能够实时反应输入信号的变化

度变化，并将温度信息转换成电信号进行采集和处理。温度传感器通常采用接触式或非接触式的测量原理。在矿用机械设备中，温度传感器的应用具有重要意义。首先，温度是判断机械设备运行状态的关键参数之一。通过安装在关键部位的温度传感器，可以实时监测机械设备的工作温度，提供重要的运行状态信息，例如发动机、传动系统和液压系统等部件的温度情况，有助于及时发现设备异常状况，并采取相应的维修和保养措施，以防止设备因温度过高或过低而发生故障。其次，温度传感器的应用可以提供矿用机械设备的工作环境信息。矿山环境通常具有极端的温度条件，如高温、低温或温度波动剧烈等<sup>[3]</sup>。通过安装温度传感器，可以实时监测设备所处环境的温度情况，为设备的工作条件提供重要参考，有助于优化设备的工作参数和工作策略，提高设备的适应性和稳定性，同时保护设备免受极端温度环境的损害。KGW5 温度传感器如图 1 所示。

### 2.1.2 压力传感器

在矿用机械设备中，压力传感器用于监测和测量设备内部或周围的压力变化。压力传感器的应用可以帮助实时监测设备的工作状态，并提供有关设



图1 KGW5 温度传感器

备内部流体或气体的压力信息。压力传感器可用于监测机械设备中的液压系统或气压系统的压力变化，准确测量液体或气体在设备内部的压力值，并将这些数据传输到数据采集系统中进行记录和分析。通过监测压力变化，可以及时发现系统中的异常情况，例如压力过高或过低，从而提前预警并采取相应的措施，避免设备故障或事故的发生。压力传感器在矿用机械设备中的应用还可以用于监测工作环境中的气体或液体的压力。例如，在矿井中，压力传感器可以用于监测地下水位的变化，以及矿井内部气体的压力情况，这些数据的实时监测可以帮助矿工和管理人员了解工作环境的变化，及时采取必要的安全措施，保障矿工的安全。GZY20W 矿用本安型压力传感器如图 2 所示。



图2 GZY20W 矿用本安型压力传感器

## 2.2 安全监测与预警

### 2.2.1 气体浓度传感器

气体浓度传感器广泛应用于矿山环境中有害气体的监测与控制，能够实时监测矿井或工作区域内的气体成分和浓度，为矿工的安全提供关键信息。气体浓度传感器常用的工作原理包括电化学传感、红外吸收传感和半导体气体敏感传感等。通过测量气体与传感器之间的相互作用，这些传感器能够快速、准确地检测气体浓度并转化为电信号输出。矿用机械设备中的气体浓度传感器通常能够检测多种有害气体，如甲烷、一氧化碳、硫化氢等。当气体浓度超过安全阈值时，传感器将发出警报信号，提醒矿工采取相应的安全措施，如撤离危险区域、戴上防护装备等。此外，气体浓度传感器还可以与其他传感器和控制系统集成，实现自动化控制和联动反应。例如，在检测到高浓度甲烷气体时，传感器可以自动触发矿井通风系统的增强，以确保矿工的安全<sup>[4]</sup>。GJC4 矿用甲烷传感器如图 3 所示。



图3 GJC4 矿用甲烷传感器

### 2.2.2 位移传感器

位移传感器应用于测量和监测机械部件的位移变化，以实现了对设备运行状态的准确监测和控制。位移传感器的主要作用是检测机械部件的位置变化，并将其转化为电信号输出，以提供准确的位移数据。例如，可以用于监测矿井中的地面沉降和隧道的变形，以及地下矿井中的巷道和支架的位移。此外，

位移传感器还可以应用于监测矿用机械设备中关键部件的振动和变形情况，例如大型矿山起重机的起升臂、滚筒输送机的滚筒等。位移传感器的工作原理通常基于电阻、电感、压电、光电等不同的物理效应。常见的位移传感器类型包括电阻式位移传感器、电容式位移传感器和激光位移传感器等，这些传感器可以通过测量电阻、电容或光的变化来实现对位移的精确测量。

## 2.3 环境参数监测

### 2.3.1 湿度传感器

湿度传感器是一种常用的传感器，用于测量环境中的湿度水平，通过监测环境中的湿度变化，可以及时了解设备周围的湿度状况，从而采取相应的措施，以确保设备的正常运行和维护。湿度传感器通过测量空气中的水蒸气含量来确定湿度水平，通常采用电容式或电阻式的工作原理。电容式湿度传感器通过测量介质中水分引起的电容变化来确定湿度值。电阻式湿度传感器则通过测量湿度对感应电阻的影响来确定湿度水平。湿度传感器的应用可用于多个方面，例如可以用于监测机械设备周围的环境湿度，以确保设备在适宜的湿度条件下运行。高湿度环境可能导致设备腐蚀、生锈或电气故障，而低湿度环境则可能引起静电放电等问题。通过及时监测湿度水平，可以采取相应的控制措施，保护设备免受湿度引起的损害。

### 2.3.2 噪声传感器

噪声传感器广泛应用于矿用机械设备中的传感器数采系统中，能够测量环境中的声音强度和频率，提供有关设备周围噪声水平的重要信息。噪声传感器可以监测设备运行时产生的噪声水平，帮助评估设备的正常工作状态。异常的噪声水平可能表明设备存在故障或不正常的工作情况，从而及早发现并解决问题，避免设备故障和停机时间的增加。此外，噪声传感器还可以用于环境噪声监测和控制。在矿山环境中，机械设备运行时产生的噪声可能对工人的健康和安全的潜在风险。通过使用噪声传感器，可以实时监测环境噪声水平，超出限制范围时及时采取必要的措施，保障工作人员的安全和健康<sup>[5]</sup>。

## 3 传感器数据分析与优化

### 3.1 数据采集与预处理

在数据采集阶段，传感器被安装在矿用机械设备

的关键部位,用于感知和记录各种物理量。采集到的原始数据通常具有噪声和冗余信息,因此需要进行预处理以提高数据质量和可用性。预处理的目标是去除噪声、填补缺失值、降低数据维度,并进行数据平滑和标准化处理。为了去除噪声,常用的方法包括滤波和去噪算法。滤波可以通过低通滤波器或高通滤波器来实现,以滤除高频或低频噪声。去噪算法如小波去噪和均值滤波等可以进一步减少噪声干扰。在处理缺失值时,可以使用插值方法或者根据相邻数据进行填补。常用的插值方法有线性插值和多项式插值等,这些方法可以根据已有数据的趋势进行缺失值的估计。数据的维度降低可以通过特征选择或特征提取来实现。特征选择是从原始数据中选择最相关的特征子集,而特征提取则通过数学变换将原始数据转换为更具代表性的特征。

### 3.2 数据分析方法与算法

针对传感器采集到的数据,研究人员可以使用多种数据分析方法和算法进行处理和解释。其中,常见的方法包括统计分析、机器学习和数据挖掘技术。统计分析通过对传感器数据进行描述性统计、相关性分析和假设检验等,可以揭示数据的基本特征、变化趋势和相关关系。例如,可以计算数据的均值、标准差和相关系数等统计指标,以评估设备状态的稳定性和性能表现。机器学习是一种利用算法使机器从数据中自动学习和提取知识的方法,在矿用机械设备传感器数据分析中,机器学习可以应用于故障诊断、预测和优化等任务。常见的机器学习算法包括支持向量机(SVM)、随机森林(Random Forest)、神经网络(Neural Networks)等。通过训练模型并使用大量数据进行验证,机器学习可以识别异常模式、预测设备故障并提供优化建议。数据挖掘技术可以从大规模数据集中发现隐藏的模式和规律,可以应用于异常检测、聚类分析和关联规则挖掘等。例如,通过使用聚类算法将设备数据划分为不同的群组,可以发现相似的运行模式和行为规律。

### 3.3 故障诊断与预测

通过对传感器数据的分析和处理,可以实现对设备故障的及时诊断和预测,从而采取相应的维修和预防措施,提高设备的可靠性和运行效率。在故障诊断方面,传感器数采系统可以监测设备各个关键部

件的状态参数,如温度、压力、振动等。通过分析这些参数的变化趋势、异常波动或超出预设范围的数值,可以判断设备是否存在故障或潜在问题。例如,通过温度传感器监测设备的工作温度,如果温度异常升高,则可能表明设备存在过载或冷却系统故障。同时,结合其他传感器数据,可以对故障类型和位置进行进一步分析和判定。在故障预测方面,传感器数据的长期监测和分析可以帮助识别设备的劣化趋势和潜在故障迹象。通过对设备参数的历史数据进行趋势分析、统计模型建立以及机器学习算法训练,可以预测设备的剩余寿命或下一次故障的发生时间。这为设备维护提供了重要的依据,可以进行预防性维修,避免故障造成的停机和损失。

## 4 结语

综上所述,通过对现有研究成果和技术进展的分析,发现传感器数采在矿用机械设备中具有广泛的应用前景和重要作用,可以实时监测机械设备的运行状态,包括温度、振动和压力等参数,为设备的故障预警和维护提供重要依据。同时,传感器数采技术还可以监测环境参数,如气体浓度、湿度和噪声等,为安全生产提供保障。传感器数采未来的研究方向应集中在技术改进和创新上,解决关键技术挑战,并探索更加高效可靠的传感器数采方案。

## 参考文献:

- [1] 马建,黄增波,李泽芳.煤矿安全监控系统传感器在线升级技术研究[J].煤矿安全,2022,53(04):135-139.
- [2] 刘梅华,黄增波,陈伟.在线升级矿用传感器设计[J].煤矿机械,2022,43(03):1-4.
- [3] 王尧.基于光纤信号传输的矿用传感器设计[J].煤矿机械,2022,43(02):5-7.
- [4] 李泽芳.矿用传感器技术发展现状与展望[J].煤炭与化工,2021,44(08):74-76.
- [5] 赵平平.矿用传感器斜拉式升降机的研究改造[J].煤炭技术,2020,39(09):159-161.

作者简介:娄凯(1980.08-),男,汉族,陕西西安人,本科,工程师,研究方向:企业数字化信息化建设、煤机装备远程通讯、网络架构组网。