

# 煤矿胶带机智能化升级改造与故障预警系统优化研究

何星宇

神东煤炭集团石圪台煤矿 陕西榆林 719315

DOI:10.12238/ems.v7i9.15214

**[摘要]** 在煤矿生产中,煤矿胶带机作为重要的生产设备之一,对于煤矿生产效率和设施与稳定性具有重要意义。在信息化时代,针对煤矿胶带机智能化升级改造与故障预警系统优化能够更好的适应信息化和智能化背景下煤矿生产的新要求。基于此,本文首先针对煤矿胶带机智能化升级改造的必要性进行分析,探讨煤矿胶带机智能化升级改造方案以及煤矿胶带机故障预警系统优化策略。旨在通过这样的探究实现对煤矿胶带机智能化升级改造与故障预警系统的进一步优化。

**[关键词]** 煤矿胶带机; 智能化升级改造; 故障预警; 系统优化

## 引言:

矿用胶带输送机主要用于煤矿的煤炭输送,亦用于冶金、化工、电厂、码头等行业的物料运输。该机器运量大效率高。在条件适宜的情况下也可以采区上山运输,经过改型的带式输送机,可用于大倾角的斜井运输煤炭物料等。随着智能化时代的到来,针对煤矿胶带机智能化升级改造与故障预警系统优化能够通过智能化和信息化技术的应用,在改造设备的同时提升效率,满足煤矿生产的新要求。

## 一、煤矿胶带机智能化升级改造的必要性

### (一) 提高生产效率

在传统煤矿胶带机的运行中,基本上是由人工对胶带机进行操作控制和监督管理,因此,在煤炭运输工作中,人工操作煤矿胶带机具有操作反应速度慢、决策相对滞后的弊端,特别是在胶带机运输速度的调整中,人工操作无法随着煤炭产量的实时变化,及时进行胶带机速度的调整,使煤矿胶带机经常处于低效率的运行状态。智能化升级改造的煤矿胶带机,能够利用智能传感器对煤矿胶带机煤炭运输量、运输速度等相关参数进行实时感知,结合煤矿生产规划和计划,自动调换运行参数<sup>[1]</sup>。在煤炭产量提升后,胶带机能够自动地增快运行速度,加大煤炭运输力度,在煤炭产量低时,自动地降速,节能效果明显。智能化升级之后的煤矿胶带机,还可以通过对胶带机进行联动的控制,使多条胶带机之间的煤流可以实现无缝对接、协同运动,避免因胶带机启停不同步造成的胶带机煤流不畅,大大提高煤矿胶带机的煤炭运输效率,从而间接性地提升煤矿的生产效率。

### (二) 增强运行稳定性

对于传统的煤矿胶带机,由于缺乏对其实时、全面的设备状况进行监测的能力,煤矿胶带机的故障多是在故障程度较深时才被人们发现,极大地威胁着煤矿胶带机的工作稳定性。智能化升级改造后,煤矿胶带机安装了相应的智能传感器,包括振动传感器、温度传感器、压力传感器,对煤矿胶带机中的相关设备,如煤矿电机、煤矿胶带机滚筒、煤矿胶带机轴承、煤矿胶带机输送带等进行监测,智能传感器能够随时监测煤矿胶带机设备运行中所产生的振动、温度、压力等参数,并将数据发送给智能控制系统,如果某个参数出现了不正常的波动,智能控制系统便会立即进行判定,并确认故障的类型及故障的严重情况,采取处理办法进行相关调整,如对煤矿胶带机的运行参数进行调整,调整煤矿胶带机的运行负荷等,避免故障的进一步恶化,如当温度传感器监测到滚筒过热后,对煤矿胶带机的运行速度进行调节,及时增大散热时间,防止滚筒因过热而烧毁。此外,煤矿胶带机的智能化系统还可以长期记录煤矿胶带机在长期作业中所产生的数据,进而对煤矿胶带机的设备出现的潜在隐患进行监测,预测该故障是否会在未来出现,采取一定的措施,比如提前对设备进行维护保养等,降低设备故障发生的概率,进而对煤矿胶带机的运行稳定性提高了一个层次,也使得煤炭运输变得稳定、持续。

## 二、煤矿胶带机智能化升级改造方案

### (一) 智能化控制系统升级

#### 1. 自动化控制技术应用

采用先进的自动控制技术实现对煤矿的胶带机运行进行自动化控制。由可编程逻辑控制器 (PLC) 作为控制装置的核心, 编写适当的控制程序来对胶带机的启、停、调速、制动等基本运行功能实现自动化控制<sup>[2]</sup>。并且采用分布式控制系统 (DCS) 将煤矿井下几条胶带机系统实行集中管理与控制, 对各条胶带机进行联动协调控制, 比如在煤流运输时 DCS 系统可根据各胶带机的运行情况与煤炭运输需要, 对胶带机的启停顺序、运转速度进行自动协调, 以保证对煤流的运输连续性与高效性。

## 2. 远程监控与管理系统构建

煤矿胶带机远程监控及管理系统就是建设具有远程实时监控和管理的系统, 可在煤矿地面控制中心设置胶带机远程监控和管理终端, 利用工业以太网、无线网等网络通讯方式, 实时将井下各部胶带机的相关运行数据、设备状态信息等传输到监控管理终端, 操作人员可在胶带机远程监控管理终端上直观的看到胶带机的运行参数、胶带机的图像等, 并且可以远程控制胶带机进行控制, 如启、停、调速等, 同时远程监控及管理系统还具有故障诊断、数据分析、报表生成功能, 对胶带机运行数据进行分析, 发现运行设备的问题并生成报表, 为设备的维护管理提供依据。

## (二) 智能传感器与监测技术应用

### 1. 多种智能传感器部署

为煤矿胶带机重点位置装备多个智能化传感器, 全方位监测设备运行状态。在输送带位置配备张紧力传感器、厚度传感器、撕裂传感器等, 监测输送带的张紧力、输送带厚度、输送带撕裂。输送带张紧力过大会造成输送带打滑甚至断裂, 过小易造成输送带抖动, 进而影响煤质, 输送带张紧力传感器可以将异常信号及时传输给控制端, 避免输送带由于张紧力异常发生打滑或断裂; 输送带的撕裂传感器可实时监测输送带位置异常信号的产生, 识别输送带是否发生撕裂, 及时发出警报避免事故扩大。在电机、滚筒、轴承等部位配备振动传感器、温度传感器、电流传感器等, 监测设备振动、温度、电流等情况, 发现设备异常的振动、异常的发热、过载等问题。

### 2. 物联网技术集成

借助物联网技术实现胶带机监测系统中传感器数据的快

速采集、实时传输与共享。采用物联网技术, 使得各类型智能传感器构成一个信息链, 便于实现传感器采集的数据实时传输到数据处理中心。且能利用物联网的智能感知、互联共享等实现远程监测胶带机设备。例如管理人员可利用手机、平板电脑等移动办公设备进行胶带机运行状态与监测数据随时查看, 提前获得掌握设备运行状态。

## (三) 智能诊断与维护系统

### 1. 故障诊断算法研究与应用

开展和应用故障智能诊断方法, 对胶带机故障进行精确诊断。基于胶带机的振动数据、温度数据、电流数据等进行分析, 运用一些机器学习算法如支持向量机 (SVM)、随机森林算法等对数据进行学习和训练, 实现对胶带机故障类型的精确诊断, 如轴承故障、电机故障、输送带故障等、故障程度识别等<sup>[3]</sup>。例如, 利用 SVM 算法对胶带机的振动数据进行分析, 将正常运转设备的振动数据、不同类型设备的振动数据进行分类, 以实现对设备轴承故障快速诊断。

### 2. 预测性维护策略制定

制定预测性维护方案, 对煤矿胶带机执行预防性的维修工作。通过长期监控和分析设备运行的数据, 借助数据挖掘技术和预测方法等, 预测设备的潜在故障时间与可能性。利用预测结果建立科学的维修计划, 即在设备故障前保养维修设备, 有效杜绝设备突发故障。比如预测轴承故障的发生时间, 在轴承故障还未发生时便对其进行更换, 杜绝由故障轴承引发设备停机情况, 节省设备维修和生产损失成本。

## 三、煤矿胶带机故障预警系统优化策略

### (一) 故障预警模型构建

#### 1. 基于大数据分析的故障预警模型

引入大数据分析技术, 建立大数据矿用胶带机故障预警模型。收集煤矿胶带机各运行工况下的各种数据, 包括设备运行参数、运行环境参数、运行维护记录等, 建立大数据库。大数据库进行数据清洗、整合、数据分析, 寻找大数据中的潜在关系和规律, 找出影响设备故障的关键因素。基于机器学习算法进行数据分析, 比如机器学习算法中的深度学习算法如卷积神经网络算法 (Convolutional Neural Network, CNN)、循环神经网络算法 (Recurrent Neural Network, RNN) 等, 对采集的大数据进行学习、训练, 建立故障预警模型,

对实时采集的设备运行数据进行学习, 判断设备下一时间段会发生的故障类型、故障概率, 并进行有效预警。

## 2. 多参数融合的故障预警模型

鉴于煤矿胶带机故障现象复杂多样的特点, 对故障原因的分析很难采用单一的监测参数进行分析判断, 因此, 采用多参数融合模型, 以振动、温度、压力、电流等参数进行融合分析, 运用数据融合算法, 如 D-S 证据理论、卡尔曼滤波算法等对待测设备的多种参数进行分析处理, 对设备的状态进行综合判断, 如传感器 1 对设备振动进行检测, 当振动异常时, 传感器 2 检测设备温度升高, 再以 D-S 证据理论对传感器 1、2 的检测结果融合分析, 判断设备故障发生的概率, 并根据融合分析结果发出不同等级的预警信号。

## (二) 预警信息推送与响应机制

### 1. 多元化预警信息推送方式

完善多元化的预警信息传递手段, 将预警信息及时、有效传递至相关人员。可以在原有声光报警基础上, 增加短信通知、微信通知、邮件提示等形式, 将预警信息推送给设备管理、维修人员、操作人员等, 如当故障预警系统发出一级预警(严重故障预警)信号时, 系统自动将预警信息通过短信形式发送到设备管理人员、维修管理人员的手机, 并通知到微信工作群, 同时通过邮箱将预警报告发送到相关人员处, 以便相关人员及时收到预警信息。

### 2. 分级响应机制建立

设置分级响应制度, 依据故障预警等级及故障的严重性, 采取对应应对措施。设置分级预警, 根据故障严重性设置一级、二级、三级预警。发生一级预警时, 系统自动启动紧急停机程序, 使胶带机停止运行, 并通知相关人员及时抢修, 保障设备与人身安全。发生二级预警时, 系统报警, 提醒相关人员注意监视设备运行状况, 并将设备留有时间交给维修人员维修<sup>[4]</sup>。发生三级预警时, 系统只提示, 提醒操作人员注意, 加强巡检。通过分级响应机制, 保障人员、物资的有效配置, 提高故障处理的时效性, 避免故障对生产的影响。

## (三) 故障预警系统持续优化

### 1. 系统性能评估与改进

定期对煤矿胶带机故障预警系统性能开展评定, 通过系统预警准确度、误报率、漏报率等统计指标反映系统的可靠

性和有效性, 并根据评定结果及时发现问题、采取措施进行相应整改, 如若系统误报率过高, 可对系统故障预警模型进行完善, 调整模型的参数和算法, 提升模型正确度; 若响应速度低, 可对系统硬件和软件进行更新, 优化数据传送和运算流程, 增强系统运行效率。

### 2. 新技术应用与系统升级

随着科技的进步, 新技术如数据采集、数据处理技术、数据通信等不断出现, 为更好地使煤矿胶带机故障预警系统保持先进性、可靠性, 应及时将新技术应用到系统中, 对系统进行升级改造, 例如引入物联网、人工智能、5G 技术, 提高系统数据采集能力、数据分析处理能力及数据通信传输能力, 利用物联网技术达到对设备的更多互联、智能化管理; 采用人工智能技术提高系统故障预警模型的准确性; 利用 5G 技术提高系统数据传输效率, 减小数据传输时延, 保障预警信息的实时性。通过不断应用新技术并及时升级改造系统使煤矿胶带机故障预警系统始终保持有效、可靠的应用, 为煤矿生产安全保驾护航。

### 结语:

综上所述, 随着信息化时代的到来, 煤矿生产也面临信息化转型改造的时代要求。在此过程中, 煤矿企业应抓住信息化时代的优势, 运用智能化技术对煤矿生产进行改造。煤矿胶带机作为煤矿生产的重要设施, 在智能化改造以及故障预警系统优化的过程中, 通过智能化控制系统升级, 智能传感器与监测技术应用, 能够煤矿胶带机升级提供新的思路和方法。通过故障预警模型构建, 预警信息推送与响应机制以及故障预警系统持续优化, 能够进一步提升的故障应对水平, 为推进煤矿生产的可持续奠定坚实而有力的基础。

### [参考文献]

- [1] 南朝云. 智能巡检机器人在选煤厂的应用 [J]. 陕西煤炭, 2023, 42 (13): 177-181.
- [2] 陈建章. 人工智能在工业电气自动化 PLC 技术中的应用 [J]. 电气技术与经济, 2024 (11): 87-89.
- [3] 薛步云. 井下胶带机智能控制系统的优化与应用 [J]. 机械管理开发, 2024, 39 (10): 249-251.
- [4] 范惠凯. 矿用带式输送机智能监测及故障预警系统研究 [J]. 石化技术, 2023, 30 (16): 305-306.