

矿井带式输送机故障巡检机器人系统的研究

柴 万 (晋能控股煤业集团地煤公司姜家湾煤矿, 山西 大同 037000)

摘要: 在井下施工环境干预下, 带式输送机施工中往往会发生很多故障问题。如果施工操作期间不能及时发现问题, 不仅会造成故障发生率增加, 严重的还将威胁工作人员生命安全。当前工作中主要应用的人工巡检与远程监控方式, 但此种工作方式的工作量较大, 需要耗费较高经济成本。为有效应对上述问题, 本文将进一步探究带式输送机故障巡检机器人系统的相关问题, 详细阐述巡检机器人系统的组成与功能问题。专业的巡检机器人系统可以发挥显著优势, 不仅结构形式更为简单, 还能更准确的发现带式输送机故障, 是对带式输送机运行能力提升的重要基础。据此, 下文主要展开如下分析。

关键词: 矿井施工; 带式输送机; 故障; 巡检机器人系统

目前我国很多带式输送机在发生常见故障后仍然需要采用人工巡检手段进行处理, 工作人员在此期间不仅需要应对较强的劳动强度, 获取的检测效果也并不乐观, 巡检质量和效果并不乐观。基于当前社会整体科学技术水平的提升, 自动化技术和计算机技术已经实现了飞速发挥发展, 所以矿井施工中对于带式输送机远程监控系统的应用也在不断提升。需要了解的是, 带式输送机输送距离较长、设备组成复杂, 很可能出现远程监控系统繁杂, 增加了施工成本。所以, 本文将进一步分析故障巡检机器人系统问题, 研究设备自动巡检问题, 在对故障排除率进行提升的基础上, 有效降低工作人员施工强度。

1 巡检机器人系统组成

巡检机器人主要是一种利用自动化手段将传感器、网络通信和计算机融为一体的综合性自动监控装置, 这类装置的操作性能更为稳定, 体积更小, 可以在运行中灵活应用^[1]。通常情况下巡检机器人的硬件结构主要分为传输、监控和数据采集多个环节, 具体组成方法如图 1 所示:

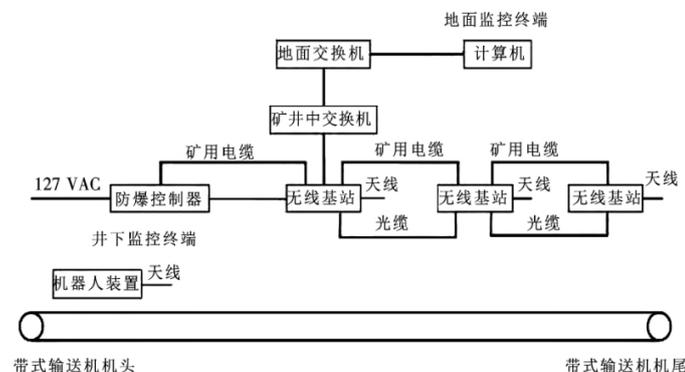


图 1 巡检机器人系统硬件结构组成

数据采集工作中主要涵盖了传动系统和巡检机器人装置等等, 其中, 巡检机器人主要是监测传感器、高清摄像机和机器人本体等; 传动系统中主要分为电机、钢

丝和驱动绳轮等等, 机器人本体在抱索器帮助下可以通过钢丝绳进行带式输送机往返运行, 在机器人上进行传感器安装, 并完成对不同位置环境参数的分析检验, 只有这样才能更为精准的掌握带式输送机的运行效果^[2]。在此期间防爆充电箱可以为机器人提供更为健全的装置动力源。

在信号传输和监控工作中, 主要是对地面、通信基站和交换机的工作整理。每间隔 100m 可进行带式输送机设置安装, 在此期间, 供电主要采用 127V 的交流电, 基站和井下监控终端主要采用光缆工作形式, 并在基站位置上进行无线通信模块的安装。一般情况下, 基站和井下监控终端主要采用 RJ45 接口方式进行通信传输, 而监控终端则用以数据管理^[3]。基站在和井下交换机进行数据传输后, 可以将接收到的数据在交换机传输帮助下直接反馈给地面监控终端进行二次分析。

2 巡检机器人与数据采集系统设计

2.1 巡检机器人

巡检机器人装置组成主要包含机器人、监测传感器、摄像机和摄像补光照明装置等, 具体结构如图 2:

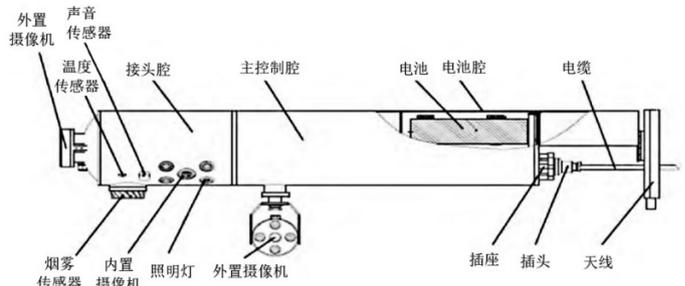


图 2 巡检机器人结构组成

外置摄像机分别位置接线腔和主控腔, 而内置摄像机主要位于接线腔外侧, 摄像机周边需要进行灯光调节, 并且在接线腔外侧也要放置声音烟雾传感器和温度传感器等装置。一般情况下, 为保证设备安全性会在电池腔体内增设防爆充电箱进行充电工作^[4]。

2.2 数据采集系统设计

巡检机器人的数据采集系统运行流程主要如下图所示。在硬件结构中主要涵盖了电源、交换机、传感器、无线终端等等。在数据采集系统中核心组件就是数据处理器，在此期间需要应用温度、声音和烟雾传感器等进行共同应用。通常电池需要应用铅酸电池，在满足数据采集运行要求基础上，单次充电后可保持 72h 以上的运行时间。

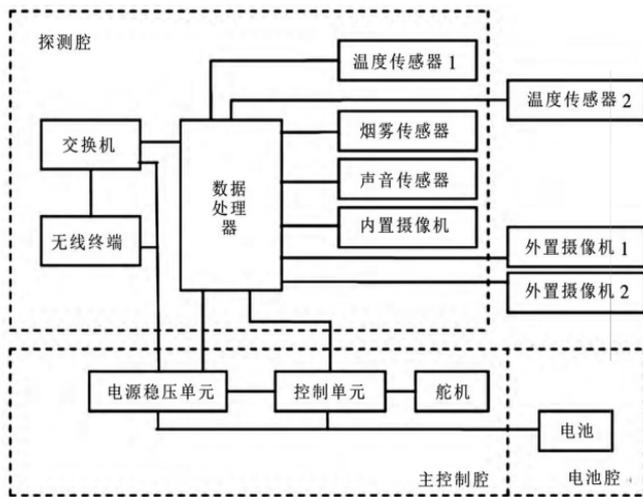


图3 巡检机器人数据采集系统结构

在数据采集系统中，可以保证传感器信息、视频监控信息和带式输送机的基础运行状态，当数据处理器进行数据监测并压缩处理后，可以及时通过井下交换机完成地面监控中心的反馈传输，在此期间监控人员也能随时按照数据运行情况对井下带式输送机运行情况进行掌控。

3 项目的提出与运行意义

在井下煤矿生产期间，设备运行效果将对煤矿生产中人身安全和生产效率产生直接影响。在长时间设备运转期间，很可能发生各种故障和风险，存在较大的事故安全隐患，所以及时进行重点区域筛查和监控尤为重要。在传统项目运行期间，主要采用人工巡检或摄像头固定监视方法，虽然这两种方式能够完成一定的巡检要求，但存在明显问题，比如人工工作量较大、效率偏低等等。并且长时间在恶劣环境下施工大大增加了施工人员的劳动强度，很可能直接威胁工作人员的生命安全^[5]。且固定摄像头只能监视固定问题，需要工作人员在设备周围放置大量摄像头设备，这种工作方式不仅需要较大的存储任务量，同时维护任务较为繁杂，不利于综合效率的稳定提升。基于上述情况，及时进行机器人技术创新，加强对人工巡检的优化，从而最大程度上降低基层员工劳动强度，在有效降低人工巡检安全风险基础上，创建更为健全和有效的巡检模式，只有这样才能在煤矿企业

工作中全面实现机电设备管理水平的提升。

此外，对带式输送机巡检机器人的研究开发不仅能让巡检员从较为恶劣的工作环境中解放出来，降低工作人员施工强度，还能有效实现巡检质量的提升，是设备保护全面性提升的重要基础，直接影响着煤矿安全生产。在智能带式输送机巡检机器人系统诊断过程中，可以及时进行设备故障分析和预防，在减少设备停机时间基础上将故障问题控制在萌芽范围内，只有最大程度上降低机电事故的经济损失才能实现设备使用寿命的延长，最终创造更为显著的社会效益。

4 带式输送机巡检机器人设计目标

该项目主要设计目标就是对智能带式输送机巡检机器人的研究，利用人工实现对巡检工作的探究，在充分降低工作人员工作量的同时，实现生产效率的提升，这也是对生产质量可靠性提升的重要基础。带式输送机巡检机器人中主要涵盖图像、声音和传感器等，图像需要直接对现场设备进行显示，而声音则要清楚辨别现场异响，从而帮助工作人员进行故障位置精准判定。搭载传感器的设备需要实现对现场数据和信息的精准采集，比如温度、气体浓度等等，在及时进行数据内容分析基础上帮助工作人员判定故障问题，在准确定位故障后，及时控制事故带来的损失和风险。

5 控制系统的概述

5.1 控制系统的主要功能

在巡检系统功能中，其主要功能表现在以下几点：首先，带式输送机运行环境数据监测与采集。巡检机器人在抱索器的帮助下实现钢丝绳的往返运动，利用本体传感器和摄像机等专业设备的设置，可以及时将巡检区域的带式输送机运行情况、环境参数和实时图像进行收集分析。其次，数据存储。利用地面监控 PC 及时将巡检机器人收集的信息、温度或声音等数据传输到制定存储路径，方便监控人员及时开展对监测数据的分析管理^[6]。此外，监控画面的显示和切换也是需要关注的重点问题。一般情况下，巡检机器人上设置摄像机能够及时进行角度调整，并在转动范围内完成对监控区域的监控管理。在此，故障预警。当巡检机器人提供检测信息后，系统将及时获取反馈，从而完成检测数据和预先设定数据的对比。如果超过预先设定工作值，控制系统就会及时发出预警信息，并在控制器帮助下完成对带式输送机的停机操作。为保证巡检机器人的正常运行，控制系统还要增加电机堵转、限位传感器和张紧系统的配置，通过对巡检系统监控范围的增加，进一步实现带式输送机运行保障范围的增加。巡检机器人在获取现场监测数据后可以随时进行地面监控系统的分析判定，如果监测数据在运行中出现预警值超标情况，就需要工作人员随时进行二次分析和诊断，一旦确定故障发生，要及时进行

设备检修，并对带式输送机运行进行停止操作。在故障问题排出后才能按下复位键进行重新启动。最后，检修功能。检修功能主要是对系统安装和调试状态进行管理，在此期间，巡检机器人本体可以随时利用软件和硬件设备进行限位控制操作。如果硬件限位位置超过本体要求，工作人员也要随时对巡检机器人位置进行关注，只有这样才能在系统运行恢复正常后随时进行检修功能关闭调整。

5.2 控制程序设计

巡检机器人控制系统软件编制主要是在特殊环境要求下进行编制操作，因此硬件系统平台要求更高。根据不同系统运行要求，工作人员需要及时对控制系统设定功能的分析，在巡检机器人软件程序帮助下将其分为音视频控制程序、巡检机器人本体控制程序、紧急停机程序和带式输送机运行控制程序等。

5.3 无线通讯系统设计

所谓无线通讯系统就是远程控制装置和本体机器人之间应用的通讯媒介，具备十分显著的优势作用，在某种程度上其直接影响机器人的远程控制效果。无线通讯系统主要是在网络平台搭建背景下，对系统中上位机和机器人本体的信息传输完成控制。在此期间，只要满足国际标准的无线设备仍然可以接入网络设备中。为确保通讯系统能更好的发挥稳定优势，工作人员在现场施工期间也可以每间隔一段距离进行防爆基站的安装。当通讯系统运行保持稳定后，无线带宽可达到 150M 以上，不仅可以确保高清视频传输的稳定性，还能为其他设备的联网需求提供帮助。

6 故障诊断技术的应用

作为一项综合性技术手段，故障诊断技术涵盖了众多方面，比如信号处理、人工智能、电子技术、统计专业等等，这项新兴技术不仅能精准找出生产系统中的事故隐患，同时还能在设备运行期间发现故障问题，尽早预防设备事故问题的出现，是对经济损失进行管控的重要手段。此外，在对故障监控和诊断技术应用期间，还能为设备维修制度提供更大的帮助，在缩短设备维修时间基础上，有助于生产质量和效率的提升。

换言之，带式输送机巡检机器人对故障诊断技术的应用可以发挥以下优势：

其一，在升降装置和红外热成像仪的有效应用，能帮助工作人员精准掌握设备内部温度，并及时对胶带托辊运行情况进行分析，如果在设备运行期间出现温度异常升高问题，方便工作人员判断是否存在设备故障问题。

其二，在带式输送机机尾安装期间，固定拍照设备和机器人安装过程中摄像机进行有效配合，可以帮助工作人员及时完成对胶带照片信息的判断，在掌握损坏情况基础上，进一步进行挡煤板监护或大块矸石监护。

其三，在机器人本体安装期间，高清摄像头可以及时进行上层胶带拍照，在准确掌握胶带带面和胶带托辊边缘距离差的同时，分析胶带是否发生跑偏问题。

其四，在机器人本体安装过程中，高清摄像头可以完成对带式输送机巷道内重点位置的拍照分析，工作人员在分析是否发生管道漏水的过程中准确掌握胶带堆煤情况。

其五，在机器人运行期间，通过热红外成像仪的应用，可以进一步分析带式输送机巷道内电缆超温情况，有助于工作人员精准掌握打火情况。

在该项目试运行后，主流运煤系统可以在带式输送机巡检机器人帮助下完成人工巡检。特别是在计算机编程技术、无线网络技术应用基础上，可以更好的实现对带式输送机的保护和参数调整，在有效优化现有巡检质量的同时，大大降低了设备整体损坏率，明显降低了工作人员劳动强度，是设备运行可靠性提升的重要基础，能发挥更稳定的社会效益和经济效益。

7 结束语

综上所述，本文研究中主要是对带式输送机巡检机器人系统进行论述，通过对带式输送机运行期间环境信息的收集分析，可以确保工作人员在生产期间更精准的发现设备运行的不同故障风险，在自动发出预警信息后，全面实现带式输送机运行可靠性的提升。换言之，在巡检机器人系统的科学设计和工业生产应用期间，各项性能指标都将得到稳定优化，在满足矿井生产复杂化环境背景下，还能更好的实现现场运行监控效果的提升，是实现煤矿企业可持续发展的重要基础，应在今后工作中予以关注和全方位探究。

参考文献：

- [1] 赵海明. 矿井带式输送机故障巡检机器人系统的研究[J]. 江西化工, 2020(3):287-289.
- [2] 彭凯. 带式输送机故障分析及安全诊断系统的设计研究[J]. 中国化工贸易, 2020(31):201,203.
- [3] 陆文涛, 裴文良, 张树生, 等. 矿用带式输送机巡检机器人研究与设计[J]. 煤矿机械, 2015(9):18-20.
- [4] 齐世宏. 矿用带式输送机巡检机器人系统设计[J]. 建筑工程技术与设计, 2018(30):3345-3346.
- [5] 邵珠娟, 邓晓刚, 程豪杰, 等. 智能带式输送机巡检机器人在煤矿的应用[J]. 中国煤炭, 2020(6):35-39.
- [6] 张士海. 矿用巡检机器人在煤矿中的应用[J]. 煤矿机电, 2016(5):76-79.

作者简介：

柴万(1985-), 男, 汉族, 山西大同人, 2010年毕业于武汉船舶职业技术学院机械设计与制造专业, 助理工程师, 现从事煤矿机电设备管理工作。