

矿山胶带运输智能巡检机器人应用研究

孙 钰

(中国电建集团华中投资有限公司, 湖北 武汉 430060)

摘 要 在矿山开采作业中, 采用传统的方式开展巡检工作, 通常会耗费较多的人力资源和工程成本, 而加大巡检机器人的应用力度, 能够有效解决此类问题。将矿山胶带运输智能巡检机器人合理应用到矿山开采作业中, 不仅能够缩短巡检工作的周期、提升工作安全性, 还在提升管理效果、减少人力成本投入方面发挥积极作用。基于此, 本文分析了巡检机器人的应用条件和重要组成, 研究了其中涉及的重要技术, 并从人力资源配置和现场管理方面深入探索了机器人在巡检工作中的应用效果, 以期为矿产企业的顺利发展、经济效益的增加提供有益参考。

关键词 矿山; 胶带运输; 智能巡检; 机器人

中图分类号: TD679

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.03.008

0 引言

矿山巡检工作是矿山开采中的重要环节之一, 工作内容主要是检查排水系统、电力系统是否能够正常运行, 充分了解工作环境, 为后续的开采工作提供充足保障。安全巡检工作作为一项系统性工作, 具有工作量较大、涉及范围较广的特点, 不仅需要定期安排工作人员进行检查工作, 还要加大财力和时间方面的投入, 进而保证巡检工作的准确性和全面性。在科学技术高速发展的过程中, 相关部门对矿山开采工作的安全性提出了更高要求。将矿山胶带运输智能巡检机器人应用到开采作业中, 能够进行持续性的检测, 及时发现工作现场和仪器设备的异常情况, 提升巡检工作的质量和效率。由此可见, 探究巡检机器人的具体运用在矿山开采过程中具有重要意义。

1 矿山胶带运输智能巡检机器人及其应用条件和重要组成

1.1 矿山胶带运输智能巡检机器人

矿山胶带智能巡检机器人是进行信息采集、提交图像、管理控制工作的主体, 机器人具有设计简单、结构紧密、占地面积小、较为轻便的特点, 其电路设计的安全性较高, 还能在条件较为严苛的矿山中发挥良好性能。矿山胶带智能巡检机器人中配备的摄像机具有低照度的特点, 能够随时体现出输送机的运行情况, 还能实时监测工作过程是否存在错误; 如果输送机无法正常运行, 发生故障的部件能够及时发出警报, 可以通过采集声音分析故障发生的原因和类型; 机器

人还配备烟雾探测器, 可以时刻监测工作现场的烟雾浓度^[1]。机器中的温度检测器与输送机之间不存在直接接触, 而是采用检测辐射情况的方法, 得到输送机表面的温度, 然后根据检测结果合理控制其温度, 进而避免安全事故。如果发现其余流量计的显示数值与标准数值偏差较大, 应当及时激活; 激活工作包括两部分, 分别是本地激活和远程激活。

1.2 运用条件

由于煤矿井下的环境条件较为复杂, 特别是进行胶带运输工作的环境, 复杂性更高, 对于在该环境中开展巡检作业的机器人应当具备以下条件: 第一, 此类机器人的工作地点通常具有湿度较大的特点, 应当在测量环境中湿度的基础上, 采用适当措施进行处理, 避免湿度不符合要求而降低机器人工作的准确度和稳定性。第二, 矿山中的一些作业需要应用规模较大的机电类设施, 外界环境中的磁场和射频会降低此类设施的使用性能, 这就需要相关人员在设计巡检机器人系统的过程中, 有意识地增强其抗电磁干扰能力和抗射频干扰能力^[2]。第三, 矿山胶带运输智能巡检机器人的工作环境一般长度较大、较为狭小, 还可能会存在地面凹凸不平、转弯处较多的情况, 这就需要严格控制机器人的前进速度, 设置合理的行走范围与距离; 还要确定机器人的爬坡、转弯半径。

1.3 重要组成

1.3.1 驱动系统

在矿山中进行胶带运输的通道处, 通常具有地质地形复杂性较大的特点, 因此需要保证智能机器人在

作者简介: 孙钰(1982-), 女, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向: 绿色智慧矿山。

运行过程中具有良好的适应性，从而确保能够在场地复杂的条件下稳定运行。在设计机器人驱动系统的过程中，需要在两侧配备压紧机构，还要在横向和纵向上设置旋转机构，此类机构能够在很大程度上保障机器人巡检工作的稳定性。

1.3.2 图像采集系统

图像采集系统在云台搭载中发挥着重要作用，云台具备一体化水平较高、使用效益较大的特点，可以通过红外热成像手段，发挥可见光摄像机的功能，实现图像采集与上传，该系统的重要参数信息如表 1 所示。

表 1 图像采集系统的参数信息

项目	参数信息
测温范围	-20 ~ 150 °C / 50 ~ 500 °C
响应波段	17 μm
测温方式	点、区域测温
调焦	定焦
非均匀校正	无挡片技术、视频连续输出

1.3.3 环境检测系统

在矿山胶带运输智能巡检机器人用于环境检测的系统中，涉及多方面的检测内容且对检测结果准确性的要求较高。例如：在矿山条件较为复杂特殊的工作环境中，最重要的检测内容是气体含量，应当对各种气体开展长期监测。需要检测的气体类型主要有四种，分别是二氧化碳、硫化氢、氧气以及甲烷。如果气体含量与标准值不符，环境检测系统可以及时发出警报^[3]。在检测外界环境中的温度和湿度时，系统的实际测量范围如下：温度范围是 -40 ~ 123.8 °C、湿度范围是 0 ~ 100% RH，测量过程中应当保证结果的准确性，通常温度的测量误差应当控制在 ±0.5 °C 之间，湿度的测量误差应当控制在 ±4.5% RH 之间。在检测工作现场的烟雾含量时，对机器人的灵敏度有一定的要求，一般应设置为 0.5 db/m，误差应为 ±0.1。在检测光照度的过程中，测量范围在 0 ~ 65 535 Lux 之间，还要以现场光照强度的具体情况为依据，适当调整实际测量范围。

1.3.4 防撞系统

矿山胶带运输智能巡检机器人需要具有防撞和躲避障碍物的系统，该系统在巡检工作中发挥重要功能，能够保证机器人运行的长期性和稳定性。防撞系统能够实时且长期扫描工作环境中的技术人员和障碍物，还能精确判断物体的具体方位，从而达到躲避障碍物的目的；如果工作环境中存在影响机器人工作的障碍物，通过该系统可以准确检测其方位，然后控制机器人停止前进，

并发出警报。此外，在实际工作中可能会出现停电情况，在此期间该系统能够控制机器人的运行，在巡检机器人工作时，如果由于突发性问题导致断电，可以发挥防撞系统的能力，立即让机器人停止运行，避免发生强烈碰撞，导致机器人性能损坏，影响工作进行。

2 矿山胶带运输智能巡检机器人关键技术

2.1 移动平台技术

智能巡检机器人的结构较为复杂，移动平台是总体结构中的重要组成部分，尽管在现阶段的发展背景下移动平台的种类较多，但是不同种类的平台在工作性能和途径方面有显著差异，相关企业在选择移动平台时，应当详细分析工程现场的外界环境情况。移动平台的形式包括三种，分别是轮式、轨道式以及履带式，应当分析和对比不同形式移动平台的优点和不足，以保证移动平台选择的合理性和准确性。从对比结果来看，轮式与履带式移动平台具有较高的灵活性，但对地质地形情况的要求较高。在选择平台类型的过程中，还要从防尘、防潮和防震的角度进行综合性考虑；在使用轨道式移动平台时，通常要将该平台安装并固定在巷道上方，但难以确定移动轨道，灵活性较低^[4]。

2.2 定位与导航技术

将定位与导航技术应用到智能巡检过程中，能够提升定位结果的准确性，保证工作顺利进行。在智能化技术的发展过程中，相关人员对矿山胶带运输智能巡检机器人的定位与导航技术进行了深入探究，并且提供了强大的平台支撑。一些学者对此提出了磁迹迹引导理论，并将技术与 RFID 电子标签有机结合；还在机器人的行驶路径上埋设了磁迹迹，然后在停靠地点附近设置 RFID 电子标签，这能在很大程度上保证定位的准确性^[5]。但在实际应用时会存在一些问题，如实施难度较大、运行轨迹灵活性较差等。于是一些学者借助地面引导标志设计了单目视觉导航方式，利用该方式可以采集图像，并进行自动识别，然后进一步确定巡检机器人的行驶路线和停靠地点，但该方式对光线的依赖程度较高，如果施工现场较暗，则难以充分发挥其性能，难以达到预期的定位和导航效果。在科学技术不断发展的过程中，为了提升巡检机器人工作的稳定性，一些技术人员将 GPS 定位技术应用到机器人的运行过程中，运用 GPS 定位技术时，应当确保施工范围内的无线传输信号无明显波动，并且电磁扰动较小，避免信号不稳或者丢失。

2.3 图像识别技术

图像识别技术在矿山胶带运输智能巡检机器人的制作和研发中得到了广泛应用，利用图像识别技术，

能够记录和上传清晰度较高的现场图像,全方位监测并评估工作区域内的设施运行状态。图像识别工作的主要目的包括查看并分析仪表显示数值、观察指示灯状态、明确设备开关位置以及判断设备是否能够正常运行等。在仪表读数的显示和分析方面,可以将从工作现场收集到的信息同数据库中的信息进行比对,比对工作结束后自动生成检测结果。在指示灯状态、开关位置以及设备运行情况方面,首先应当明确监测对象的具体方位,具体方位是指对象在上传图片中的方位,然后了解对象的运行状态和特点。

2.4 自动充电技术

研究与设计矿山胶带运输智能巡检机器人的电池时,相关人员在结合导航光源信息的基础上,帮助机器人顺利到达充电地点,与充电站有效连接,进行充电;该技术的应用过程中,如果工作现场的光线较强,可能会影响导航光源,不能让机器人进入充电站。可以应用磁轨道改善此问题,在导航定位时,不需要借助人工力量,就能对巡检机器人进行充电。此外,充电系统中的对接窗口呈漏斗形,对误差控制的要求较低,这就表示在较为复杂的工作条件下,也能保证设备顺利充电。

2.5 后台管理及诊断技术

后台管理及诊断技术是矿山胶带运输智能巡检机器人系统中的重要组成部分,具有数据整合、状态监控、故障预警和决策支持等功能。该技术通过工业以太网与智能巡检机器人前端图像采集和环境检测系统相连,实现实时联动,及时获取矿山胶带运输过程中各项设备的运行参数、环境气体浓度等数据,进行集中存储和标准化处理,并生成可视化报告,便于管理人员远程监控与实时管理。

智能巡检机器人能依托机器学习算法构建故障特征模型,智能识别和精准定位矿山生产胶带运输环节中胶带跑偏、轴承异响等故障,并结合历史故障数据,分析故障发生规律,生成预判报告,为预防性维护提供可靠依据^[6]。后台管理与诊断技术的应用,实现了巡检数据从采集、分析到决策的闭环管理,切实提升了矿山胶带运输系统的运维智能化水平。

3 矿山胶带运输智能巡检机器人的运用效果分析

在某矿企业中应用矿山胶带运输智能巡检机器人开展巡检工作,并检验了应用效果,从结果分析来看,机器人的应用效果较好,可以替代人工巡检方式进行工作。另外,还在工作现场开展了工业性试验,研究了机器人的应用效果。在巡检机器人的运用过程中,能够对工作的整个流程进行数字化监控,在巡检过程

中,机器人的运行状态稳定、工作结果可靠。巡检机器人能够及时发现工作现场的隐藏风险,并且将风险信息发送给技术人员,这不仅实现了现场工作的可视化,还在巡检与报警自动化方面得到了显著提升。通过详细分析矿山胶带运输智能巡检机器人在采矿工作过程中的运用效果,技术人员发现巡检机器人中的一些系统可以时刻收集现场的工作情况,还能实时记录重要参数并加以处理,如果管理人员需要了解设备的相关信息或者查看实际工作画面,可以在系统中直接搜索并下载。由此可见,利用矿山胶带运输智能巡检机器人能够实时监督和管理现场的工作情况和操作流程、查询历史信息、优化参数设计等,突破了时间和空间的局限性。调查发现,在引入巡检机器人前,该工程需要安排超过80人参与巡检工作,而在应用机器人之后,该数量下降至20人左右,这表示利用此方式不仅能够降低人力成本的投入、减小工作量,还能保证工程的安全性和稳定性。

4 结束语

矿山胶带运输智能巡检机器人通过应用不同类型的传感器,整合并分析了工作现场环境和工作设备生成的数据信息,充分发挥大数据分析技术的作用,让管理人员可以随时了解到现场的工作情况。借助大数据算法,可以了解和评估设备的使用情况,在最大限度上发挥设备的作用,有效提高工作质量、效果以及准确性。此外,将巡检机器人应用到矿山开采工作中,能够推进工作的智能化、自动化,降低巡检人员的数量,优化资源配置,减少人力方面的成本投入以及提升故障分析与处理效率。

参考文献:

- [1] 冯彩霞.智能巡检机器人在有色金属矿山中的应用研究[J].自动化应用,2024,65(24):97-99.
- [2] 南朝云.智能巡检机器人在选煤厂胶带机上的应用[J].洁净煤技术,2024,30(S02):681-686.
- [3] 陈继勋.矿山胶带运输智能巡检机器人的探索与应用[J].电子制作,2022,30(14):95-97.
- [4] 杜治宇.斜沟煤矿运输胶带轨道巡检机器人系统的应用与研究[J].煤,2021,30(02):33-34,54.
- [5] 刘尚争.矿山胶带运输智能巡检机器人的探索与应用:评《矿山运输与提升》[J].有色金属工程,2021,11(05):后插5-后插6.
- [6] 赵磊.矿山胶带运输智能巡检机器人的探索与应用[J].中国金属通报,2021(17):54-55.