

智能巡检机器人——助力煤矿智能化发展

刘 鹏

(安阳市主焦煤业有限责任公司, 河南 安阳 455145)

摘 要 随着科技的进步,国内煤矿智能化发展步伐加快,煤炭企业在智能煤矿建设中十分活跃。智能化、自动化、信息化、机械化程度不断提高。煤矿企业也认识到加快数字化发展,构建智能+绿色煤炭产业新体系,大力扶持矿产资源智能、安全、高效、绿色发展和清洁高效利用,是实现煤炭资源可持续、高质量发展的必经之路。目前变电所单纯依靠运维人员携带检测设备到现场进行巡检,这种方式存在人员巡检安全风险高、劳动强度大、巡检质量和次数无法保证、检查过程可追溯性差、当设备出现异常现象时不能及时发现从而导致故障扩大化等缺点,显然无法满足煤矿智能化发展进程。

关键词 智能巡检机器人 减员增效 煤矿安全 供电系统

中图分类号:TD676

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2022)09-0019-03

在煤矿现场采掘生产逐步扩大的今天,各类机电设备的数量呈现出逐步增多的趋势。井下供电系统及供电设备规模变大,进出线回路较为繁琐,切换动作变得更加的频繁,运行的环境呈现出相对复杂的状态,若是沿用传统的人工巡检方式,将无法满足现代化煤矿变电所的实际运行需要。本文将结合这样的现状分析煤矿变电所智能巡检机器人的研究与应用,同时对智能巡检机器人助力煤矿智能化发展提供现场依据。

煤矿变电所,作为煤矿整体运行的生命壁垒,日常的检修维护是保障供电系统正常运行的重要措施。矿用智能巡检机器人利用最先进可靠的取像装置开发有效的数学模型,通过工业计算机的高速运算,利用先进的无线充电技术和无线数传技术,对硐室内设备各类故障进行实时监测及诊断。同时实时监测现场的图像、声音、温度、烟雾、气体等数据,利用后台对资料进行全面分析,从而诊断现场设备是否存在故障以及对故障进行定位。^[1]

1 煤矿变电所存在的普遍问题

1.1 变电所值班人员自我约束力差

在日常的工作中现场人员由于思想麻痹、工作态度不专心、精力不能始终投入在工作中,从而可能引发操作不符合要求。或者个别人员责任心不强、不懂标准、不会试验、对岗位职责认识不到位、对现场各类规章制度不遵守等这些情况都可能引起供电事故,给变电所及矿井安全运行带来重大安全隐患,也给人身安全带来极大的不稳定因素。

1.2 煤矿井下变电所电气设备运行时间长

现场设备运行周期长,无异常情况不会进行频繁

操作。再加上井下条件复杂、环境潮湿,设备和电缆受环境因素影响大,可靠性逐渐降低,到一定的时候,可能出现故障。

1.3 煤矿供电资金投入不够

根据煤矿企业目前的实际情况,由于资金等原因不可能对现有的变电所在短期内进行技术改造或扩建。

1.4 现场供电设备安全监测系统自动化水平不高

煤矿企业可能存在受投资问题、科技水平和现场地质条件的制约,造成很多煤炭企业供电设备无法正常配备坚持供电系统安全运行的检测监控系统。这样就可能出现现场供电设备运行状况的数据信息不能及时传输到地面自动化控制室,导致地面自动化管理人员及相关技术人员无法及时掌握现场井下供电设备的运行情况,从而可能出现的安全隐患和问题不能及时做出有针对性的操作和补救决策,进而引起事故的扩大,造成巨大的人身伤害和财产损失。

2 智能巡检机器人基本内容

智能巡检机器人系统由ZDX12-T矿用本安型移动巡检平台、DXH12矿用本安型电源箱、ZDX12-F矿用本安型移动巡检子站、KBA12矿用本安型网络摄像机、GQQ5(A)矿用本质安全型烟雾传感器、GJC4-100煤矿用高低浓度甲烷传感器组成。该系统采用了先进的本安型在轨充电、无线数传等技术,实现了机器人在轨道自动或手动控制运行,对整个轨迹内的声音、图像、气体等参数的实时采集、回传、存储及分析。

2.1 高灵敏度气体探测

智能巡检机器人系统上搭载有甲烷传感器,当巡

检现场有甲烷和非常规气体: 氧气、臭氧、二氧化碳、VOC 气体产生时, 智能巡检机器人系统现场和上位机同时报警。

(1) 信号类型: 电流信号; (2) 信号范围: (4 ~ 20) mA; (3) 传输距离: $\leq 300\text{m}$ 。

2.2 高清移动视频采集

通过智能巡检机器人系统上搭载的多个红外网络摄像机实现对整个硐室内设备、线缆、管道、水迹等画面信息采集, 图像信息采用千兆无线通讯, 传输至远程端上位机显示并存储, 通过对图像的浏览分析, 判断设备是否存在故障、损坏程度、故障位置, 诊断是否需要停电维修以及有无违章操作人员的现象。^[2]

2.3 烟雾、气体传感器

通过智能巡检机器人系统上搭载有烟雾、气体传感器, 当巡检现场有烟雾产生时, 智能巡检机器人系统现场和上位机同时报警。

(1) 信号类型: 开关量信号; (2) 信号参数: 高电平: 12V, 低电平 0V; (3) 传输距离: $\leq 5\text{m}$ 。

2.4 高灵敏度温度监测

设备运行期间若发生故障, 损坏设备就会出现表面温度过高的情况。智能巡检机器人的红外温度传感器能够快速发现损坏设备的故障位置, 同时可遥控指向测温仪准确采集被检测物体温度。

2.5 高分辨率拾音器

采用拾音器实时采集现场声音, 经无线网络实时传输至远程端上位机, 被监管的设备在运行期间中出现异常故障, 相关部位就会产生相对明显的声音异常。巡检机器人则会通过对采集的异常信息进行分析, 从而断定设备是否存在故障, 进而能够及时发现、准确处理、避免事故进一步扩大。

(1) 频率响应: 150Hz-15kHz(90dB 声压、A 加权); (2) 音频输出值: 0-2.5V; (3) 拾音范围: 0-100m²(连续可调); (4) 指向特性: 全指向性; (5) 频率响应: 150Hz-15kHz(90dB 声压、A 加权)。

2.6 扬声播放

将传输的声音信号进行放大, 便于在现场嘈杂的环境中, 人员能清晰地听到语音内容。

(1) 功率: 12w; (2) 阻抗: 8/16 Ω ; (3) 频率: 200~7000Hz; (4) 灵敏度: $\geq 112\text{dB}$ 。

2.7 本安型接触式充电

智能巡检机器人系统采用锂电池供电, 充电采用本安型电源提供充电, 充电过程采用接触式, 保证安全。当巡检机器人电量低于设定值, 就会自动到达充电桩,

并发送充电指令, 本安型充电器开始实施充电。

(1) 充电电压范围: 12.5V ~ 12.7V DC; (2) 充电电流: $\leq 1.6\text{A}$; (3) 电池组数: 2 组; (4) 电池型号: PL175667 锰酸锂电池; (5) 电池容量: 单节电池 5Ah, 额定电压: 3.7V; (6) 电池连接方式: 3 节串联, 串上两级限流保护, 并用环氧树脂灌封为整体。

3 具体实施方法和步骤

智能巡检机器人安装采用悬挂式, 利用膨胀螺栓固定三角支架实现对轨道的固定, 移动巡检装置在轨道上做往复运行, 在轨道固定位置安装矿用隔爆兼本安型直流电源, 实现移动巡检平台进行充电, 矿用本安型移动巡检子站实现对 500m 范围内的巡检平台无线信号进行收集, 并通过有线网络传输至定制计算机。

本系统通过在中央变电所、泵房巷道内行人侧安装轨道, 布置轨道式巡检机器人检查监控, 实现对硐室内的环境监测、设备状态监测, 并与集控中心进行可靠、稳定、即时的数据交互。实现对数据、音频、视频进行深度分析, 对环境、温度、气体的检测监控和现场设备运行状况的判断、预警等功能。^[3]

3.1 系统组成

ZX127 矿用智能巡检机器人系统主要由移动巡检平台、无线通讯系统、无线充电装置、各种信号采集设备和轨道系统组成。

3.1.1 移动巡检平台。集合了视频采集、声音采集、气体采集、温度采集、无线充电等功能, 带有自动驱动, 实现在固定轨道自动行走。高清视频采集, 清晰度 1080P, 对外接口 RJ45 与无线通信模块相连, 实现视频信息的实时传输。高精度气体采集传感器, 实现对烟雾、瓦斯、粉尘等有害气体浓度的动态测量, 可完成整个轨迹巷道内的气体分布情况。对复杂环境中的声音进行采集, 按照频率进行区分归类、比对, 实现对异常声音的提取。

3.1.2 无线通信。采用定向无线模式, 在巷道内实现大数据无线传输及信号覆盖, 实现对移动中机器人内部采集信息的实时回传。定向传输最远距离可达 2Km, 传输速率最大可达到 100bps。

3.1.3 自动充电。根据轨道长度预设电量值, 当电量低于预设值时, 机器人自动返回充电桩, 到达充电位置后, 限位开关闭合, 主控制装置给电源触点控制端下达充电命令, 电源触点控制端接受命令, 同时对机器人进行充电。

现场采用本安型电源箱作为充电来源, 在接触状态下, 实时分析机器人用电情况, 当电量低于设定值, 实现对机器人内部电池进行自动充电。

实现了巡检设备连续正常运行,且能自动进行充电,保证了安全性,充电功率可达20W。^[4]

3.2 实现功能

1. 气体检测。识别巡检泵房变电所环境空间中的气体成分,检测数值实时上传控制平台,当识别气体超标定值时报警提示,移动巡检装置停留报警位置等待处理。

2. 视频采集。沿着泵房变电所单侧既定路线巡检,视频数据实时上传控制平台,供工作人员排查参考。

3. 温度监测。识别巡检泵房变电所环境空间和设备的温度变化,检测数值实时上传控制平台,当空间温度超标定值时报警提示,移动巡检装置停留报警位置等待处理。

4. 红外测温。识别延线视觉内的物体表面温度,如防爆开关,泵房电机等,当识别温度超标定值时报警提示,移动巡检装置停留报警位置等待处理。

5. 音频识别。采集识别延线声音,当识别到防爆开关或水泵电机等异常(尖锐声音、超值分贝声音、新增声音)音频时,移动巡检装置停留报警位置等待处理。

6. 远程视频对讲。可控制移动监测装置移动至指定位置,与现场人员视频会议。

7. 声光报警。对检测到的异常情况可实现声光报警。

8. 超声停障。机器人在巡检时,若有人或物体障碍是可自动停止运行,当人或物体不影响安全时,机器人可恢复巡检。

9. 自动电量检测、充电功能。巡检装置机器人平台采用锂电池供电,并自动监测电池电量,电量不足时自动寻找最近的无线充电点进行充电。

10. 数据存储查询功能。将设备采集到各种数据和处理分析后的结果存储在远程端的上位机,以便以后对历史数据查询比较。

11. 遥控定位。巡检设备机器人具有自动巡检和人员手动操作功能,手动操作级别高于自动巡检。

12. 数据读取。可以实现对各种仪表的自动数据读取,并对对比分析是否有超出设定范围,当数据异常时会实现自动报警。

4 成果取得的效果

4.1 减员增效效果显著

我矿中央变电所及中央泵房原本为双人双岗,现该项目的投入使用成功节约6名职工成本。人均成本按每月6000元计算,一年可节约432000元,具有可观的经济效益。同时推动了矿井实施机械化换人、自动化减人战略方针,实现了高产高效、少人无人的智

能化建设目标。

4.2 安全生产效果显著

从“人工干预”到“智能分析”,自动化控制平台实时监控、自主处理分析,现场设备自动化控制、智能化操作,实现优化系统、系统保安。中央变电所及泵房进行智能化改造后,运维人员未出现任何零敲碎打及磕手碰脚事故,具有极高的安全效益。

4.3 供电系统运行可靠

该装置连续24小时自动巡检,同时对图像、声音、气体、温度等多参数的采集判断,避免生产过程中不巡检带来的危害因素扩大,避免人员疏忽大意导致的危害因素漏检,提高了变电所、泵房设备安全运行的环境。自该设备投入使用后变电所、泵房未出现任何异常情况,开关、设备连续可靠运行,进一步促进矿井安全生产,为企业创造更大的经济效益和社会效益。^[5]

5 结语

现阶段,机器人已经被运用到多个领域,极大地便利了人们的生活,解放了人们的双手,使其劳动强度有所缓解,对于生产效率的提升有着较大的帮助。为了确保煤矿实现安全生产的目标,实现无人坚守的目的,设计出巡检机器人已成必然的趋势,其可以替代值班人员完成巡检工作,经过对专业技术的分析研究,促使这种机器人依照既定的巡检程序落实相应的巡检任务,从而合理地利用先进的仪器,促使电力设备运行状态更加优良。

智能巡检机器人通过机器人技术代替人的眼、耳、手,利用高速的处理器代替人的大脑,利用先进的科学技术,对硐室内设备各类故障进行实时监控及诊断,从而减轻值班人员的工作强度、降低操作风险,以达到实时、准确预警的功能,进而助力煤矿智能化发展。

参考文献:

- [1] 罗菲. 巡检机器人在煤矿中的应用研究[J]. 中国新技术新产品, 2020(16):25-26.
- [2] 赵纲. 浅谈煤矿变电所运行事故的防控[J]. 煤, 2017, 26(10):67-68.
- [3] 董永路. 智能巡检机器人在漳村煤矿的应用[J]. 机械管理开发, 2021, 36(08):186-187, 190.
- [4] 刘维福, 张战凯. 关于矿井供电系统安全可靠性的研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2014(29):2824.
- [5] 陈彬. 变电站巡检机器人关键技术及其适用性研究[J]. 科技创新导报, 2019, 16(05):135, 137.