

# Application of Intelligent Inspection Robot in Underground Substation

Jibin Wang

Shaanxi Jianxin Coal Chemical Co., Ltd., Yan'an, Shaanxi, 727300, China

## Abstract

ZDX12 intelligent inspection robot is used in Jianxin mine to replace the manual inspection in the underground substation. The intelligent inspection robot can inspect and charge independently, collect and analyze audio, video and environmental data in real time, find and deal with problems in time, which provides a reliable guarantee for the safe operation of equipment in the underground substation.

## Keywords

intelligent inspection robot; downhole substation; wireless

# 智能巡检机器人在井下变电所中的应用

王继斌

陕西建新煤化有限责任公司, 中国·陕西延安 727300

## 摘要

建新矿采用ZDX12型智能巡检机器人替代了井下变电所内人工巡检, 该智能巡检机器人能够自主巡检、自主充电, 实时采集并分析音频、视频、环境数据等, 及时发现问题及时处理, 为井下变电所内设备安全运行提供了可靠的保证。

## 关键词

智能巡检机器人; 井下变电所; 无线

## 1 引言

近年来, 随着机器人技术的发展, 智能巡检机器人逐渐应用到矿山井下变电所、水泵房及大型输送带巷道等场所, 替代井下巡检人员全天候、全方位、全自主对现场设备进行智能巡检和监控, 及时发现设备的内部热缺陷、外部机械或电气问题。使运维人员及时发现诊断故障。

目前建新矿井下变电所的巡检和检修工作还是采用传统的人力来定时检查和定点驻守。该方法费时费力且效率低, 而且在井下复杂的设备环境下, 也给巡检工作的安全方面带来不确定性。

## 2 技术分析

传统的井下变电所采用人员分班驻守和固定式视频监控系统两种方式。人工巡检存在漏巡、漏检现象, 而且井下现场设备会对人身安全存在威胁; 传统的视频监控系统监测范围固定、受限且布线多, 后端图像切换、调取, 存储量大, 而且设备功耗大、维护任务重。轮式智能巡检机器人搭载有

本安型“双光谱”云台摄像机、红外热像仪、气体监测仪、温度传感器等设备, 实时监测井下现场的图像、声音、烟雾、温度及各种气体等数据, 并通过无线网络实时传输至后台<sup>[1]</sup>。当监测到设备出现异常故障时可通过自身携带的声光报警器进行报警, 并将设备故障信息传至地面控制主机, 提醒运维人员对该设备进行维修, 以确保无人巡检状态下变电所的安全运转。

## 3 巡检机器人组成及主要功能

### 3.1 系统组成

建新矿变电所多参数巡检机器人主要由矿用多参数移动巡检装置、矿用隔爆兼本安型直流稳压电源、矿用本安巡检子站、终端工作站、80mU型轨道、停车限位支架、控制电缆等组成, 系统能够完全代替巡检工, 可靠巡检、无线充电, 实时采集、存储、传输现场的图像、声音、温度等数据, 通过对数据的分析, 判断是否存在设备故障以及故障位置。因此它具有效率高、费用低、实时性好、安全性高等特点, 具有非常重要的使用意义。巡检机器人实物图如图1所示。

### 3.2 主要功能

#### 3.2.1 移动视频图像采集功能

机器人装置搭载有本安型“双光谱”云台摄像机, 分

【作者简介】王继斌(1983-), 中国陕西渭南人, 技术员(初级), 从事机器人在煤矿中的应用研究。

别采用 500 万像素、30 倍光学变焦 1080P 可见光成像, 实现人工巡检的“看”, 能够实时传输洞室内的工况, 实现变电所内全方位可视化监控。



图 1 巡检机器人实物图

### 3.2.2 红外测温功能

采用 10 倍变焦 720P 非接触式红外热像测温原理, 通过捕捉洞室电气设备表面的温度数值, 并形成热视图像, 直观展示设备温度分布情况, 快速定位高温故障点。

### 3.2.3 声音采集功能

采用标准声传感器进行音频采集, 完整记录设备噪声的特征, 通过网络传输到分析处理软件, 从而实现人工巡检的“听”。

### 3.2.4 气体检测功能

机器人搭载气体传感器, 能检测洞室环境中的瓦斯、一氧化碳、氧气等气体浓度, 实现超限预警。

### 3.2.5 烟雾探测功能

搭载烟雾探测传感器, 洞室环境中产生烟雾, 超限预警, 防止火灾事故的发生。

### 3.2.6 定点监测功能

当设备巡检至高爆柜或低压开关仪表区域时, 自动读取指针/数字仪表数据, 转化为数字信号后存储至上位机, 当数值超出阈值时发出声光报警信号。

### 3.2.7 双模式运行功能

可切换自动巡检和手动巡检两种模式, 手动级别高于自动巡检, 可遥控巡检机器人快速到达指定的位置。

### 3.2.8 远程视频对讲功能

可控巡检机器人移动至指定位置, 与现场人员视频会议, 实现井上、井下指挥作业。

### 3.2.9 自动电量监测、自主充电功能

采用锂电池供电, 并自动检测电池电量, 剩余电量不足时主动寻找无线充电桩进行充电。

### 3.2.10 数据存储查询功能

将设备采集到的数据和处理后的结果存储在远程端的上位机, 以便日后对历史数据进行查询比较。

### 3.2.11 远程后端

远程控制端为机器人数据及在线设备数据的分析终端, 采用高配置的工业服务器安装于信息中心, 通过控制主机监

控软件对现场采集的所有数据进行分析处理、预警、存储等<sup>[2]</sup>。能够对机器人实现手动模式及自动模式巡检。

## 4 巡检机器人实践应用

建新矿中央变电所采用双排开关布置, 采用半封闭侧挂式轨道, 实现对变电所内高、低压开关自动巡检, 巡检轨道不超过 80m, 一台巡检机器人可覆盖整个变电所, 变电所内安装一台充电桩, 两台本安巡检子站、一台终端工作站完全实现变电所设备巡检以及通讯覆盖。

## 5 效果评价

①自动巡航功能, 系统提供多种方式的自动巡检计划和方案, 实现完全自动化运行, 实现每天多次的对设备工作状态的巡检、自动预警、自动输出报表等功能。减少了人员到现场巡视次数, 提高运行人员工作效率, 有效降低了运行人员的工作强度。

②具备现场声音采集及视频对讲的功能, 通过对变电所内设备运行或故障报警时的声音, 判断设备是否存在异常, 从而能够及时地将预警信息发送到运维人员手机中, 避免故障进一步扩大。

③具备洞室环境测温及设备测温功能, 设备运转过程中出现的故障点会影响设备局部温度过高的现象, 红外热像仪能快速检测发现损坏的设备; 同时将设备的温度数据传输到远程控制端进行分析处理。

④环境气体超标报警功能, 当现场环境出现烟雾、瓦斯超标及设备发生异常, 地质变化、通讯系统故障、机器人掉线 30min 等异常情况时, 系统都进行报警。当运维人员确认后, 系统解除报警<sup>[3]</sup>。

⑤具备无人值守功能, 实现自诊断功能, 如检测到电量低后, 自动返回充电。

⑥具备高清巡查功能, 通过巡检机器人搭载的云台摄像头, 即可实现洞室内全方位、无死角监控, 确定设备是否存在异常、设备的损坏程度、故障位置, 确认是否需要停机检修以及有无违章操作人员等情况。

⑦具备数据识别功能, 机器人定时定点采集设备指示灯、开关按钮及液晶屏数据, 出现设备参数异常变化时, 预警通知运维人员及时处理。

⑧自动预警、短信报警功能, 在系统巡检过程中, 如发现设备异常自动报警, 报警信息有文字信息和声音信息, 提示运维人员具体的报警位置状况信息, 以便跟踪故障点, 确认告警情况并排除故障。

⑨具备减人增效的功能, 通过地面实时监视, 即可撤掉变电所岗位人员, 实现对井下 41 盘区几个变电所的同时巡检并且减少巡检人员数量。

## 6 结语

变电所“智能巡检机器人”的上岗, 改变了变电所守

岗人员以及日常巡检人员的工作模式，而且在保证安全情况下推进了变电所无人值守的进程，同时更好地将机器人巡检技术应用到煤矿井下各个场所。

### 参考文献

[1] 马晓燕.煤矿井下巡检机器人的研究[J].煤炭技术,2021,

40(10):169-172.

[2] 方崇全.煤矿机器人井下自主快速安全充电方法研究[J].煤矿安全,2021,52(8):152-155.

[3] 沈超.矿用自动巡检机器人在黄陵一号煤矿的应用[J].陕西煤炭,2020,39(2):118-120+141.

(上接第155页)

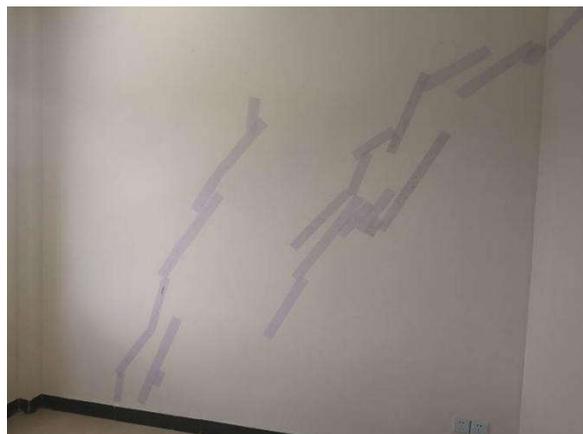


图4 第三层④~④/①轴线填充墙裂缝

1号~6号楼地基基础中：换填层厚度大于3m（换填层设计厚度为3m），换填层存在局部回填欠密实区和积水区，

换填层以下局部出现黏土层不均匀沉降引起的脱空现象。

### 4 综合分析（结语）

①经计算，该搬迁工程1号~6号楼筏板厚度和配筋满足安全使用要求。

②综合分析，该搬迁工程1号~6号楼负一层、地上6层，即1（商场）+5（普通住宅）层存在裂缝，是由于地基基础不均匀沉降引起。地基基础的不均匀沉降是由水稳换填层局部欠密实和换填层底部地质条件较差共同引起的。该搬迁工程1号~6号楼存在安全隐患，应采取处理措施。

### 参考文献

[1] 徐有邻.混凝土结构工程裂缝的判断与处理(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2016.

[2] CECS 293:2011 房屋裂缝检测与处理技术规程[S].

[3] GB 50204—2015 混凝土结构工程施工质量验收规范[S].