

[电缆检测]

电缆隧道智能可视化移动检测系统研究应用分析

文/黄双得¹ 汪家银²

1. 云南电网有限责任公司昆明供电局; 2. 云南电网有限责任公司昭通供电局

介绍了电缆隧道智能可视化移动检测系统, 系统开发了智能分析算法, 移动巡检设备对电力隧道进行声、光、像、气体全方位巡检, 通过智能分析算法, 进行图像视频及综合分析, 同时结合红外热成像诊断技术, 对状态数据自主分析和预警, 实现电缆隧道的无人化巡检。

随着科技进步及工农业的现代化发展, 人民生活水平不断提高, 用电量大幅上升, 对电网供电安全性、可靠性提出了越来越高的要求。随着城市化的发展, 电缆隧道的应用代替了传统的架空线电缆, 隧道由于身处地下, 环境恶劣, 人工巡视极其不便。

研究背景及目标分析

1. 存在问题及需求分析

①电缆隧道火灾、积水和电缆设施偷盗等事故一直影响着电网设备稳定运行; ②电缆隧道内排水、通风、照明、消防和通信等设备及其附属设备数量多、分布点多且总里程长, 人工巡检任务繁重, 工作效率较低, 耗费大量的人力和物力; ③电缆隧道存在积水、有毒有害气体、空气质量较差和散热较慢等问题, 严重危害着巡检人员身体健康; ④随着国网公司“机巡+人巡”模式的推进, 架空输电线路无人机、机器人巡检已经大量应用, 电缆隧道机器人巡检应用刚起步; ⑤南方电网公司印发的《智能技术在生产技术领域应用路线方案》中, 明确了昆明供电局承接输电线路智能化研究及运用示范工作。

2. 技术现状分析

国内外部分隧道采用以固定点安防监控设备来

检测隧道环境设备情况, 然而固定式的监控灵活性差, 存在监控死角, 因此不能满足隧道巡检的长期发展要求。随着近几年架空线入地化进程的加速, 电缆隧道的环境设备安全监测与应急处置已经列入电力行业重点发展技术。据统计, 中国现有电缆隧道已达到10万余km, 并以每年2 000~3 000 km的速度递增, 目前国内尚无集移动监测、应急处置及现场作业人员管控于一体的智能化电力隧道监控系统。

3. 研究目标分析

针对以上现状, 开展电缆隧道智能可视化移动检测系统应用研究, 开发一套隧道智能移动视频监控系統, 能够实现对电缆隧道恶劣环境的自动巡检, 实现对隧道状态、电缆及其他高压设备动态数据的采集、回传和存储。应用人脸识别技术, 对进入电缆隧道人员进行有效管控, 防止无关人员进入作业现场, 当非作业人员进入时发出告警, 人员跟踪功能可以对现场作业人员进行实时安全监护, 结合环境信息采集, 识别作业环境, 降低现场作业风险。为相关运行人员及管理部门提供可靠的数据输入, 更好地做出运行安排, 减轻劳动强度, 为城市输电工程安全运行提供保障。

研究技术内容介绍

1. 整体技术内容

1) 应用于电缆隧道的移动视频设备, 配备可见光摄像机、红外热像仪、语音通信、多种隧道环境与气体传感器等各类声光像及化学传感器, 对电力隧道设备及环境进行动态有效监控、智能分析和综合管理。

2) 移动互联网技术在电缆隧道中的应用研究, 电缆隧道巡检人员、移动视频设备和中心管理平台、外部人员通过以太网进行语音和数据通信, 保证视频、音频等各类数据实时可靠传输。

3) 电缆隧道各系统联动技术的应用研究, 实现紧急情况下自动检测, 为后续异常事件处置提供第一手依据。

4) 电缆隧道内视频分析技术及应用研究, 实现基于视频的自动水位监测。

5) 电缆隧道内基于热成像的设备智能分析技术应用研究, 实现电缆接头精确测温及三相热对比。

6) 电缆隧道人脸识别技术研究, 对进入电缆隧道人员进行有效管控, 防止无关人员进入作业现场, 当非作业人员进入时发出告警, 人员跟踪功能对现场作业人员进行实时安全监护, 结合环境信息采集, 识别作业环境, 降低现场作业风险。

2. 关键技术及创新点

1) 通过智能视频分析算法, 可实时对高清相机采集的设备状态、异常入侵、外力破坏、漏油漏液和积水进行自主判读分析。同时结合红外热成像诊断技术, 使得系统可以取代“人力”“人眼”“人脑”, 对电力隧道进行巡检监控和异常诊断, 对状态数据进行自主分析和预警, 实现电力隧道的无人化巡检。

2) 电缆隧道人脸识别功能对现场作业人员进行人脸识别, 防止无关人员进入作业现场, 人员跟踪功能对现场作业人员进行实时安全监护, 结合环境信息采集, 识别作业环境, 降低现场作业风险。

3) 一种隧道巡检机器人通行防火门装置, 包括防火门本体、控制机构和控制器; 控制机构与防火门本体连接且用于控制防火门本体的打开或关闭, 防火门的内侧和外侧均设有感应器, 防火门上还设有状态检测器, 感应器、状态检测器和控制机构均与控制器电连接。感应器用于探测信息并将探测到

的信息转换成电信号传输至控制器, 状态检测器用于检测防火门的开闭状态并将检测到的信号传输至控制器, 控制器控制机构动作。其结构简单, 使用方便, 对靠近防火门的机器人发出降速信号, 并且准确打开防火门, 保证机器人顺利通过防火门, 避免机器人与防火门相撞。

3. 研究成果优势

研究开发的隧道智能移动视频监控系统, 可以24 h对隧道进行全面巡视, 提前发现缺陷故障, 保证电力设备安全稳定运行。移动巡检设备(巡检机器人)重量轻(15 kg), 体积小(尺寸: 400 mm×300 mm×350 mm), 适用范围广, 隧道空间高度2 m就满足安装应用要求。在险情发生时, 可以第一时间调度巡检机器人前往现场查看情况, 有效降低人身意外风险。在隧道发生火情时, 系统自动移动灭火设备(灭火机器人)前往现场, 第一时间向起火点投射灭火弹, 有效控制火情, 降低财产损失。人脸识别功能对现场作业人员进行人脸识别, 防止无关人员进入作业现场。人员跟踪功能对现场作业人员进行实时安全监护, 结合环境信息采集, 识别作业环境, 降低现场作业风险。实现对隧道状态、电缆及其他附属设备动态数据的采集、回传和存储。巡检移动视频监控系统自主对电力隧道进行声、光、像和气体全方位巡检, 进行图像视频分析, 对巡检数据进行综合处理, 与生产系统对接, 完全代替人工操作。为相关运行人员及管理部门提供可靠数据, 更好地做出运行安排, 减轻劳动强度, 为城市输电工程安全运行提供保障。

应用情况及效益分析

1. 应用情况

2018年11月, 在昆明供电局110 kV松茂隧道安装了1 500 m巡检机器人轨道, 安装巡检机器人和灭火机器人各一套; 2019年6月, 在220 kV海埂隧道安装了1 200 m巡检机器人轨道, 安装巡检机器人和灭火机器人各两套, 成果投入运行以后, 巡检机器人对电缆隧道的电缆接头进行每日巡检, 并生成巡检报告, 效果良好。自投运以来, 共计巡检400余次, 形成巡检报告400余份, 发现缺陷30余起。目前, 成果已经列入“云南电网输电专业智能化建设生产技改‘十四五’规划”推广应用。

2. 应用效果分析

1) “机巡代替人巡”提升巡检效率,根据巡检需求,巡检机器人可24 h不间断对隧道进行全面巡视,实时掌握电缆隧道电缆运行情况,提前发现缺陷故障,对电缆隧道进行巡检监控和异常诊断,对状态数据进行自主分析和预警,实现电缆隧道的无人化巡检。

2) 应急处置能力全面提升,在险情发生时,第一时间调度机器人前往现场查看情况,有效降低人身意外风险。在隧道发生火情时,系统自动联动灭火机器人前往现场,第一时间向起火点投射灭火弹,能够有效控制火情,提高应急反应能力。

3) 完善隧道内作业人员管控手段,人脸识别功能对现场作业人员进行人脸识别,防止无关人员进入作业现场。人员跟踪功能对现场作业人员进行实时安全监护,结合环境信息采集,识别作业环境,降低现场作业人员人身风险。

4) 多机协作、交互冗余,根据不同规模的电力隧道与现场安装需求,同一条单轨上可布置多个巡检移动视频监控系统,实现分段巡检、故障备份的功能,形成强大的交互冗余系统。

3. 经济、社会效益分析

1) 经济效益。系统无须停电安装,施工简便,迅速投入使用。实现自动监控,减少了专门巡检运行人员数量,节省了时间。随着运行年限增长,年年节省费增加。实现对电力隧道整体的监控和及时预警,避免电力隧道因设备损坏而导致电力事故,减少维护费用。通过连续监测和分析判定监控点的实际运行状况,合理安全地延长设备使用年限,完善设备更新策略,每年节约大量的设备运行成本及设备购置费用。

2) 社会效益。完成了电力隧道整体无死角监控的研究和应用工作,可以在电网企业内进行推广,具有很好的示范作用。系统实现了隧道电力设备的监控预警,通过统一的显示界面展示监控点的实时情况,应用图形识别软件及时侦测设备状态,发出事件预警,为隧道电力设备的安全运行提供强有力的技术支持和信息平台。建立了电力隧道在线监控预警平台,解决了信息资源浪费问题,在实用性、先进性等各方面都达到了新的高度,具有良好的推广价值。

结束语

电缆隧道智能可视化检测系统,通过移动互联网进行语音和数据通信及灵活全面的隧道监控,不间断无遗漏对电缆接头等各类设备的红外热成像进行诊断,并实时采集隧道内部有毒有害气体的浓度,超标时报警,实现人工遥控+全自主巡检、全局巡检+定点巡视。为相关运行人员及管理部门提供了可靠数据,更好地做出运行安排,减轻了劳动强度,为城市输电线路安全运行提供保障,确保了城市供电可靠率。

(收稿日期:2022-09-02)

参考文献

- [1] 黄双得,周仿荣,等.电缆隧道架空式巡检机器人行走机构研究与应用[J].电气应用,2020,39(4):71-76.
- [2] 王胜伟,黄双得,等.电缆隧道机器人巡检可见光通信方案研究[J].新型工业化,2019,9:14-16,41(8).
- [3] 严有祥,陈朝晖,等.轨道式电缆隧道智能巡检与灭火机器人系统[J].福建省电机工程学会会议论文集,2018.
- [4] 万紫阳.智能机器人在电力电缆隧道巡检的研究与应用[J].中国新技术新产品,2014(18):14-15.
- [5] 卢嘉栋.面向电缆隧道巡检机器人的漏泄电缆分布式系统[J].电气应用,2016,35(17):44-50.
- [6] 周维,张彬.广州地区电力隧道内电缆铺设设计[J].中华居民,2011(9):6-7.
- [7] 周卫元,方飞,陈立建,等.面向地下管道的四向行走智能机器人系统[J].传感器与微系统,2017(9):73-76.
- [8] 付汝辉.小型隧道检测用履带机器人的研究[J].装备制造技术,2010(3):21-22.
- [9] 罗俊豪,颜雨薇.变电站自动巡检机器人系统及其关键技术[J].电气应用,2014,33(13):80-84.
- [10] 张惠.悬挂式巡线机器人的设计与实现[D].兰州大学,2015.