

输电线路便携式防外力破坏安全装置的设计与研究

张晓青¹ 刘云勋²

广东电网有限责任公司广州供电局 广东 广州 510000

摘要: 输电线路便携式防外力破坏装置, 由: 收缩式隔离网套件, 光能取电声光报警装置, 开放低频段无线传输装置, 红外探测传感器组成的, 防外力入侵架空输电线路日常运维装置; 其中收缩式隔离网套件的便携式伸缩杆贴有日夜可见的红白相间荧光示警标识, 弹性收缩隔离网支撑件适应不同施工环境布置, 拦阻人员机械等物体, 太阳能取电声光报警装置通过开放低频段无线传输通讯(315MHz/433MHz频段无线信号), 接收红外探测装置探测到的人员、机械等物体的入侵, 发出闪光和声音警报, 从而通知并警示输电线路现场运维施工的相关工作人员发生危险。

关键词: 太阳能取电声光报警装置; 红外探测传感器; 开放低频段无线传输通讯; 收缩式隔离网套件

前言

目前在架空输电线路运维实际工作中, 一直面临着外力破坏难以根治的难点和痛点, 威胁着人民群众生命财产安全, 带来了线路跳闸、线路严重受损抢修等供电不稳定情况; 为解决缺少快速可用的便携式安全装置, 用于限高限位防护, 满足施工保护区内长期或临时的施工, 实现360度无死角全天候安全防护的难题, 现需要一简单便捷可靠组装、适应多场景方式、可循环利用的输电线路便携式防外力破坏装置。

1 太阳能取电声光报警装置的研究

既然是便携式的防外力破坏装置, 那么针对便携、可靠要求, 研究重点之一自然是着重考虑, 设备尽量小巧操作简单。在便携的基础上如何简单而直接的预防外力破坏架空输电线路现场施工呢? 显然通过装置硬性阻拦外力入侵是很难办到的, 为此我们研究了:

(1) 加装外部金属护栏阻拦的方式防外力破坏

施工现场车辆误入, 很难靠外在装置阻拦车辆, 这里很难通常指要么根本无法拦截侵入, 要么效费比极低, 显然加装金属防护栏的方式并不能满足便携的要求, 也不可能每次施工都额外的加装金属防护栏, 这样既不现实也会带来额外的人员运维, 经济性消耗等成本, 属于不可持续的实现方式。结合统计学我们发现这种方式并不能100%的保证安全性, 因此研究的重点转向预警方式。

(2) 通过间接且尽量提前的预警方式防外力破坏

当发生外力入侵时, 提前告知现场施工人员, 发生了外力入侵的情况, 相关人员应尽快躲避, 进而从降低

外力入侵时, 发生人员安全风险的概率! 那么如何提前预警通知相关人员发生安全风险呢? 显然人类能感知外部世界的途径有视觉, 听觉, 触觉, 嗅觉等; 在科技发展迅猛的今天, 视觉听觉相关的安全防护类传感器技术大量应用为研究指明了方向, 因此研究的重点又进一步转向视觉听觉传感器的方向。

(3) 声光报警装置防外力破坏

这里我们研究明白了当发生安全风险的时候, 如果客观规律上做不到100%的安全防护或这样做的性价比不合实际, 那么可以通过提前预警的方式, 间接的从概率上降低风险!

太阳能声光报警装置由太阳能电池板, 电源, 蜂鸣器, 闪光灯, 315/433Mhz收发装置组成; 太阳能发电面板有单晶硅, 钙钛矿等; 单晶硅太阳能电池板的转化效率在18.5-22%左右; 钙钛矿电池成本高发电效率高得益于金属卤化物钙钛矿材料优异的半导体性能和可低成本溶液加工的特点, 其被广泛应用于太阳能电池等半导体器件^[2]。目前基于这类材料的钙钛矿太阳能电池(PSCs)的能量转换效率(PCE)已经达到了25.5%, 具有巨大的商业应用潜力, 其中柔性钙钛矿太阳能电池由于具有重量轻、成本低、形状可塑、适用性广等优点, 成为了太阳能电池领域炙手可热的研究课题^[3]。目前, 该类柔性电池的最高光电转换效率已超过16%; 但是, 几乎所有科学家发现, 潮湿和高温环境下的器件稳定性很差, 寿命很短, 主要是因为钙钛矿光吸收层容易降解。为了解决器件在潮湿环境下不稳定的问题, 氧化锌(ZnO)被引入到钙钛矿太阳能电池中, 来代替传统的电子传输层二氧化钛(TiO₂)^[4]。综合研究比较后, 确定单晶硅太阳能电池作为电源;

以上都是对安全防护预警的研究即太阳能声光报警装

通讯作者: 刘云勋, 出生年月: 1995年7月, 民族: 汉, 性别: 男, 单位: 广东电网有限责任公司广州供电局, 职称: 助理工程师, 邮编: 510000。

置,那么装置是如何感知到发生外力入侵的风险而提前预警呢?这里就引出了我们对于红外探测传感器的研究;

2 红外探测传感器的研究

探测传感器有很多,我们分别研究了

(1) 激光探测传感器

激光探测传感器,特点是测量距离可达百米,探测精度高,具有不错的穿透力;近年人工智能飞速发展,自动驾驶、智能驾驶已进入产业元年。激光雷达技术作为最为重要的自动驾驶视觉感知设备,正在进行不断的发展与迭代,其中 MEMS 固态激光雷达为先进代表,目前主要应用于新能源自动驾驶汽车,技术参数上来看是较为理想的预警探测传感器,但激光探测传感器价格高昂,实际应用面临成本问题,因此研究了低成本的超声波探测传感器^[1]。

(2) 超声波探测传感器

超声波探测的原理是传感器发射 20KHZ 以上的声波,当遇到前方物体阻挡的时候,这种高频声波会原路反弹回来,传感器接收反弹回来的声波新信号,解出发射与接收产生的时间差,再乘以空气中声波传递的速度,从而间接算出阻挡物体与探测器之间的距离;

$$D = (T1 - T0) * S / 2$$

(D 距离, T0 发射时间, T1 接收时间, S 空气音速)

基于单片机的超声波测距技术应用甚至可以做到对风速的测量,如:

为实现风速传感器的高精度、低成本、低功耗等特性,基于超声时差原理提出一种低采样率的超声波双向风速检测方法^[5]。以 STM32 为核心,外围器件少,成本低,通过低速率采样方式实现了超声波信号波峰幅值及过零点时间采集,采用可变阈值算法完成超声波飞行时间的快速计算,基于电源管理及休眠技术实现整机低功耗...传感器的压电晶体在高电压窄脉冲的作用下,会产生较大功率的超声波;压电式超声波探头利用压电材料的压电效应工作,逆压电效应将高频电振动转换成高频机械振动,从而产生超声波;正压电效应是将超声振动波转换成电信号,可作为接收探头;可见探头频率越高寿命越短,高频探头的压电晶体工作压力大,易发生压力大变形、老化;

(3) 红外探测传感器

工作原理 被动红外入侵探测器采用热释电红外探测元件来探测路动目标。只要物体的温度高于绝对零度,就会不停地向四周辐射红外线。利用移动目标(如人、畜、车)自身辐射的红外线进行探测^[6]。当移动目标在探测范围内移动,引起接收到的红外辐射电平变化而

能产生报警状态的探测装置;不同于激光传感器和超声波传感器,红外探测传感器属于被动探测的方式;相较于主动式探测传感器,被动式探测传感器的功耗较低,红外探测传感器其待机功耗可低至 12uA,报警检测功耗 15mA,探测距离可达 15 米以上,远距离高精度红外探测传感器广泛应用于军用航空武器装备上,基于光流的红外目标被动测距技术提出了一种应用在飞行器上的地面红外目标被动测距技术,该技术通过分析传感器的运动状态和目标在成像面上的光流来获得目标的距离信息。传统的被动测距算法直接用阈值分割提取运动目标,对于较大的红外目标,该方法误差较大。提出用光流参数聚类的方法获得运动目标。首先将中值滤波后的图像进行自适应阈值分割,得出含有目标的最小外接矩形,计算该矩形区域的光流场,从光流场聚类获得完整的目标区域。在已知目标像素在成像面上的位置和飞行器的运动状态的情况下,可以通过光流约束推导出每个像素的距离^[7]。最终的距离估计值是目标区域中所有像素距离的均值。

结合论文课题架空输电线路防外力破坏的应用研究,探测器并不需要特别长的探测距离、高精度参数;民用红外探测传感器探测距离,精度介于激光探测和超声波探测之间,成本高于超声波传感器,但远低于激光传感器;综合研究各要素:探测距离,应用场景,功耗等因素,选择红外探测传感器作为危险探测感知的主要装置;

有了声光报警装置,外力入侵探测传感器,那么如何把探测传感器感知的风险传递给声光报警装置呢?为此我们想到了声光报警装置集成探测传感器,根据架空输电线路日常运维施工的环境,集成一体的装置只能满足单一角度范围的风险探测预警,并不能尽量做到 360°全方位的覆盖,因此我们研究了分布式声光报警-红外探测传感器组网方式,把单一装置拆分为可以自由配置红外探测传感器数量的分布式方案,从而解决 360°覆盖预警的实际需求;这进一步引出了我们对分布式组网通信的研究。

3 开放低频段无线传输通信的技术研究

综上所述既然要分散布置红外探测传感器,传感器与声光报警装置的通讯就成了重点;为此我们研究了有线连接,无线连接两大组网方式,具体包括:

(1) 串口/485/以太网有线组网

有线连接星形组网具有可靠性高,抗干扰性能好的优点,但受限于线路损耗,通常传输距离小于 20 米,485/以太网可以做到高于 20 米,但同时会增加设备功耗,特别的以太网通讯,需要设备额外挂载以太网转串口芯

片,成本也会相应增加;

从便利性上来说,有线组网难免会遇到,布线不方便,线不够长,携带不方便等缺点,因此研究无线组网很有必要;

(2) 低功耗蓝牙无线组网

低功耗蓝牙用在现代智能终端设备,如智能手机已大量应用,其功耗较低,传输速率较高,传输距离可达30米,也是较为理想的无线通讯组网应用,但结合架空输电线路施工场景,现场难免会有设备阻挡,会存在一定程度阻碍高频蓝牙信号的传输,因此我们进一步研究了低频无线通讯技术;

(3) 433MHz/315MHz无线通讯组网

相较于蓝牙,这种低频无线传输频段,其传输速率较低,但传输距离远,其波长相对于蓝牙频段较长,电磁波绕障碍能力较好,功耗同样较低,更重要的相对于蓝牙芯片其价格远低于蓝牙,属于更为理想的低成本单一场景通讯组网的方式;

一种低功耗315MHz/433MHz超再生接收芯片设计:

晶振振荡电流时起振,进一步降低超再生振荡器的功耗。仿真结果表明:在温度变化为-40~110℃时,带隙基准电压源的温度系数为3.3ppm/℃,低频电源电压抑制比为-96dB@100Hz,静态电流仅为33μA;在射频输入信号的频率分别为315MHz和433MHz时,低噪声放大器的增益分别为15.5dB和14dB,噪声系数分别为1.35dB和1.27dB;可见即使是纯电池方案,其静态电流也足以满足长时间待机的需求;

4 收缩式隔离网套件的设计研究

收缩式隔离网区别于传统固定折叠式围栏,采用多节可伸缩升降杆(贴有红白相间荧光贴纸夜晚可见),弹性荧光针织网,三角地叉注水塑料底座,其拦网高度可调,可自由拆卸收放组合;太阳能取电声光报警装置,红外探测传感器加挂与升降杆上,多点可布,满足标的:便捷、多方式组装,实现多场景、有效、多次循环利用的要求,给施工隐患点建设初期加一道安全防线。

5 结论

通过对直接阻拦安全防护(如加装金属护栏)的研究,得出这类方式虽然安全性最好,但存在不具备便携性,实际应用成本高昂,无法可持续应用等缺点,进一步引出对间接预警安全防护(如声光报警)的研究,得出发生外力破坏时,提前预警的重要性,从概率上降低的风险损失的结论,即发生外力入侵通过声光报警告知施工人员的方式;进而引出对外力入侵的探测,即各类探测传感器的研究,再综合经济型,可靠性,便携性,探测参数等考量,得出红外被动探测传感器为理想探测器的结论;最后对有线无线组网的各类方式研究,从成本,通讯距离,功耗,组网便携性等研究,得出315MHz/433MHz为理想的低成本,远距离,绕障碍的组网方式;最终得出:太阳能声光报警-红外被动无线探测-315MHz/433MHz无线-收缩式隔离网套件-组合装置,应用于防外力破坏的架空输电线路运维的结论。

参考文献

- [1]乔大勇,苑伟政,任勇.MEMS激光雷达综述[J].微电子学与计算机,2023,40(1):41-49.
- [2]刘爽.可印刷介观钙钛矿太阳能电池效率提升策略研究[D].湖北:华中科技大学,2021.
- [3]庄志山,邱琳琳,陈悦,等.柔性钙钛矿太阳能电池研究进展[J].材料导报,2018,32(z2):5-8.
- [4]姜文龙.通过修饰ZnO电子传输层提高钙钛矿太阳能电池稳定性的研究[D].江苏:江苏科技大学,2017.
- [5]但强.基于STM32的超声波风速低采样检测技术[J].仪表技术与传感器,2023(5):59-63,69.DOI:10.3969/j.issn.1002-1841.2023.05.013.
- [6]王华安.被动式红外入侵探测器市场现状调查[J].中国公共安全(综合版),2009(6):144-147.DOI:10.3969/j.issn.1672-2396.2009.06.019.
- [7]陶琳,黄士科,张天序.基于光流的红外目标被动测距技术[J].计算机与数字工程,2005,33(11):1-4.DOI:10.3969/j.issn.1672-9722.2005.11.001.