

基于智能视频分析技术的输电线路防外力破坏监控报警系统的研制和应用

陈黎军

(无锡供电公司, 无锡市梁溪路 12 号 214061)

摘 要: 本文立足当前形势需求及科学技术创新, 提出一种基于智能视频分析技术研发而成的输电线路防外力破坏监控报警系统。该系统采用离线孤立系统设计, 方便迁移、重复利用; 突破传统人工监控模式, 采用户外全天候高清摄像头对施工现场进行快捷有效的实时监控; 并利用 3G 通讯网络, 将突发状况以短信形势告知管理人员, 提高工作效率。经过实地安装实验, 该系统运行情况良好, 大大加强了输电线路的保护力度, 确保了电力线路的安全运行。该系统的普及也将带来明显的经济效益和社会效益。

关键词: 输电线路; 防外力破坏; 智能视频分析; 离线电源系统; 声光报警; 短信通知

0 引言

在经济快速增长、能源日益紧张的今天, 电网的安全性越来越受到重视。电网作为国民经济的基础产业, 是电力企业的“生命线”。其中, 架空高压输电线路是长距离输送电力的重要设备, 输电线路的安全性是不容忽视的重要环节。

近年来, 随着地方经济的不断发展, 无锡城市建设力度不断加大, 无锡电网也在飞速发展, 电力设施数量庞大, 输电线路覆盖范围广, 而电力设施保护措施及线路运维人员却相对缺乏。大型施工项目、城市建设、道路新建改造众多, 外力破坏压力较大, 外力对电力线路的破坏事故屡有发生。输电线路一旦遭受外力破坏, 不仅仅影响电力企业的安全生产和人民群众的人身安全, 给生活带来不可估量的损失。更重要的是制约国民经济的快速发展^[1]。外力破坏事故容易造成永久性故障, 不能成功重合闸, 导致大面积停电, 其危害性和经济损失十分巨大。这无疑给电力行业带来了诸多的安全问题。仅目前电力设施保护区内在建的近 500 处工地而言, 如何能保证这些施工工地及附近的电力设施、输电线路安全运行, 成为了电力设施保护工作关注的重点。

目前对输电线路运行, 特别是线路事故频发的建筑施工区域内的输电线路, 还没有采用有效的方法, 大多仍然沿用加强线路巡视和事故后进行抢修的传统维护方式, 浪费人力、物力和财力, 而且很

难达到预防的效果。如何有效防止此类外力破坏事故的发生, 成了我们关注的重点。随着通信技术、计算机网络技术以及数字视频技术的飞速发展, 对输电线路实行远程视频监控成为了可能。我们根据输电线路运行维护和防外力破坏特别是施工碰线要求设计的基于智能视频分析技术的输电线路防外力破坏监控报警系统应运而生。

1 系统概述

1.1 概述

基于智能视频分析技术的输电线路防外力破坏监控报警系统, 由视频监控及智能分析、异常信号提示报警、太阳能离线电源及远程设备信息维护等四大功能模块组成, 采用了先进的视频智能分析技术、3G 无线数据传输技术、太阳能离线电源技术、图像数据采集压缩编解码技术、超低功耗技术等, 能够对监控范围内的输电线路及其周边施工情况进行实时监控。当发现有异常情况, 如大型施工机械靠近或进入线路的安全距离以内时, 系统会立即在现场进行声光报警, 以提醒现场施工人员立即停止正在进行的操作, 查看是否有引起线路安全的危险行为, 尽可能避免事故的发生。同时, 系统会将工地异常情况通过短信的方式发送至相关线路运维人员手机。线路运维人员接到短信后可以了解发生异常情况的具体信息、发生时间以及所在施工工地, 可以第一时间与工地安全负责人取得联系, 有必要可以前往现场进行查勘处理。

1.2 系统原理示意图

基于智能视频分析技术的输电线路防外力破坏监控报警系统原理示意图如图 1 所示。



图 1 系统原理示意图

2 系统功能

2.1 输电线路及周边施工情况实时监控

系统采用了户外全天候的高清摄像头进行施工现场的实时监控。根据电力设施防外力破坏工作的要求，我们将系统安装在能够全面监控指定范围输电线路及附近施工情况的位置，以确保对安全隐患的全覆盖监控，避免出现监控盲区导致安全事故的发生。

2.2 输电线路安全距离设定

系统可以通过视频分析客户端软件对监控范围、智能分析范围进行自定义设置。我们这里所指的安全距离是从防外力破坏角度出发的，距离要大于电力线路根据电气特性规定的安全距离，以此来确保留有足够的冗余空间，达到保护输电线路安全的效果。

2.3 智能视频分析功能

智能分析功能作为本系统采用的核心技术，根据系统实施要求和现场环境的特点，我们可以划定指定监控范围或者指定边界。比如，当大型施工机械驶入我们预先设定的监控范围内时，视频分析系统利用目标跟踪算法对该机械进行跟踪定位，并自动捕捉和识别机械的动作范围，当确定该系统对输电线路构成安全威胁时，系统立即发生报警信号。

2.4 异常情况现场声光报警

为了有效遏制电力安全事故，达到预防事故发生的效果，该系统装有现场声光报警装置。一旦视频分析主机有报警信号发出，即刻触发声光报警系统。经现场测试，该系统在户外嘈杂并且有施工机械工作时有明显的警示信号，对施工机械操作人员及现场工作人员有很好的提醒作用，使他们第一时间了解异常情况，及时停止现有操作，避免事故发

生。

2.5 异常情况短信通知管理人员

该系统通过短信发送装置，对异常信号进行实时短信发送。接收短信人员可根据需要自行设定，如线路运维人员及施工现场管理人员等。有了短信提醒，管理人员可以及时掌握设备情况，了解可能的事故隐患，同时，可以根据异常情况的严重性决定是否需要赴现场查勘。

2.6 系统运行状况自检功能

为了提高系统运行的稳定性，提高系统使用人员的工作效率，该系统按照免维护的标准进行设计。该系统安装在现场的子系统，如视频监控分析系统和太阳能离线电源系统均具有运行状况自检功能。当系统本身出现异常情况时，如视频分析服务器不能正常工作、太阳能蓄电池电量低等，系统将把相关信号发送至维护人员，维护人员会在第一时间进行处理，以确保系统正常运行。

2.7 抗强电磁干扰功能

在空间众多的电磁波干扰（EMI）已危及到电子仪器的正常运行。特别是电子元件的小型化、高度集成化以及电子仪器的轻重化、高速化和数字化，易受外界电磁波干扰而使动作失误^[2]。为保证准确有效的运行，系统采用高品质密封金属盒，具有良好的封闭、防雷、防雨、防尘等功能；同时机壳及传感器外壳采用防磁金属材料，有效屏蔽强电磁干扰。该功能在高电压等级的输电线路周边尤其重要。

3 系统优越性

3.1 全时段监控

传统的输电线路巡视方式以定期巡视和特殊巡视方式为主，这些方式均需要线路维护人员到现场实地查勘。然而，巡查人员只能在每天某特定时间出现在监测点现场，其余时间则出现了“管理真空”，这样一来偶然性风险就得不到有效的控制。该系统通过在监测点安装视频监控及智能分析模块，对现场进行实时监控（可以根据实际情况，调整监控时间段），很好的解决了上述问题，不放过任何一次可能引起事故的安全隐患。

3.2 有的放矢，简单有效

该系统采用智能视频分析技术对现场情况进行实时监控分析，只有当发生异常情况时才会报警，安全管理人员可以根据异常情况作相应处理，而无需一有情况需要立即赶往现场，大大减少了安全管

理人员的工作量,提高工作效率。通过这种方式,安全监察部门无需成立监控中心,一方面节约了成本,另外一方面也无需配备专人进行 24 小时监控。

3.3 采用离线电源,迁移方便,节约成本

该系统采用了太阳能离线电源系统,使得该系统成为一个对供电电源无依赖的孤立系统,方便系统整体迁移。系统配置了带冗余的蓄电池组合,配合系统多个模块的低功耗控制,参考无锡地区日照经验值,该系统能保证依靠太阳能电源系统供电而无需间断地工作。由于系统的易迁移特性,当某个监测点工程完工后,我们可以将该系统方便地迁移至另一个有需要的监测点,而无需额外投资整个系统,大大节约了成本。

3.4 免维护,系统稳定可靠

该系统对多个子系统的实时运行状态监测有效保证了系统运行的稳定性,免去了使用人员对该系统可靠性的担忧。而该系统的维护人员根据系统的提示信息及时进行处理,给系统可靠运行提供了更好的保障。

4 系统应用范围

按照“Q/GDW 245—2008 架空输电线路在线监测系统通用技术条件”的规定进行。视频监控点的布点一般应选在以下线路区段:

(1) 外力破坏易发区:外力破坏可分为三类,一是对电力设施的破坏和盗窃;二是在 10kV 线路下种树,使用大型施工机械作业,施工在杆塔周边挖沙取土等;第三是小概率外力破坏,如交叉跨越、放风筝、重型车辆将杆撞断或拉线撞断等。

(2) 火灾易发区;

(3) 通道树木(竹)易生长区;

(4) 其他含线路危险点、缺陷易发点的区段,

(5) 重点线路及通道环境。

5 系统应用实例

经过严格的测试,该系统已经具备了安装条件。2011 年 6 月,我们已将该系统安装至无锡市地铁 1 号线刘潭车站附近的输电线路杆塔上,如图 2、图 3 所示。

系统安装完成后,对线路周边环境实行实时监控,便于及时了解现场情况,如图 4 所示。



图 2 工作人员将系统安装于电线杆塔上



图 3 安装完成后示例



图 4 高清摄像头拍摄的现场实时画面

刘潭工地 7 月 13 日上午 9 点 28 分,塔吊臂进入被监控区域,系统对该情况做出了及时反映,发出声光报警并及时以短信形式告知相关负责人员,如图 5、图 6 所示。



图5 通过摄像头检测到的现场画面(图中方框右下角标示为塔吊臂)

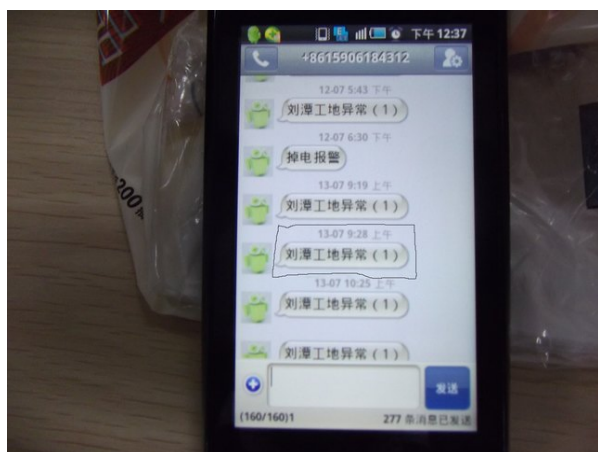


图6 短信通报刘潭工地异常情况

6 结论

该系统的应用,对加强输电线路通道内外力破坏危险源点监控发挥了有效的作用,可以有效减少

输电线路遭受施工碰线、异物碰线等外力破坏事故,大大降低因外力破坏引起的经济损失和影响对外正常供电的几率。同时,该系统实现了信息的远距离传输,无需人员对每一个施工工地进行现场巡视。由于线路运维人员和安全督察人员无法 24 小时对各类施工现场进行监督和管控,而该系统的实施可以解决这一问题。在大大提高输电线路安全系数的同时,可以大大减少防外力破坏工作的人力物力财力的投入。

另外,该系统是一个离线孤立系统,当某工地已完成施工,该系统可以迁移到其他工地,而避免重复投资。我们按每套系统 4 万元,寿命 5 年(实际可以更长)来测算,每年每个施工工地所需费用为 8000 元,当施工工期较短时,该系统在一年内可以用于多个工地监控,费用将更低。而如果采用人工巡视的方式,一方面无法实现 24 小时监控,另一方面也将大大超出使用该系统的费用。长远来看,该系统的实施将带来明显的经济效益和社会效益,具有很好的推广价值。

参考文献:

- [1] 陈荣盛.输电线路防外力破坏措施及对策[J].中国高新科技企业, 2008(21): 208-208.
- [2] 贺福.屏蔽电磁干扰的新型材料[J].化工新型材料,1988(09).

作者简介:

陈黎军(1976—),男,江苏无锡人,政工师,从事安全监督管理、电力设施安全保卫工作, E-mail: chenlijun_wuxi@163.com.