基于北斗卫星遥感技术的输电线路全状态监测系统研究

段泽龙 刘春亮 刘士嘉 王英军

国网河北省电力有限公司邢台供电分公司

DOI:10.32629/hwr.v3i6.2198

[摘要] 为了实时监测输电线路全状态信息,防止因山火、树竹生长、杆塔倾斜等造成的跳闸事故。本文提出一种基于北斗卫星遥感技术的输电线路全状态监测系统,实现对输电线路两侧地表信息实时监测,对线路周边环境进行识别和预警,为输电线路的通道环境监测提供有效的数据支持。

[关键词] 输电线路; 北斗卫星; 卫星遥感

引言

随着近年来我国大力进行电网建设,山区、林区、冲刷区等区域内通过的架空输电线路也逐渐增多,由于其处于复杂地形,仅仅依靠传统的输电线路通道巡视已经无法适应当前的电网运维工作需求。在当今社会发展进程中,电力是否可以安全运行已经起到越来越大的影响,因此许多行业对电力系统的安全运行有了更高的要求。由于电网中输电线路常常所处野外,且输电线路纵横延伸几十甚至几百公里,长期处在不同的环境中,输电线路受所处地理环境和气候影响很大,每年电网停电事故主要由线路事故引起。

因此本文设计了基于北斗卫星遥感技术的输电线路全状态监测系统,可以实现24h无人值守监测杆塔及其周边环境情况,避免可能发生的各种事故,进一步提高线路巡检人员工作效率,保证输电线路的运行安全。

1 全状态监测系统构成

本系统卫星部分以至少6颗卫星的组合,地面部分由基准站(每套基准站最大覆盖半径20km)、监测站(每个铁塔一套)和监控中心(含后台软件)构成。

1.1 卫星部分构成

卫星部分一般利用静止(H8、FY-4)+极轨(FY-3B、C、D; NPP)共计6颗卫星资源,数据种类丰富。其中静止卫星运行在相对地静止的轨道上,在地球赤道上空35786千米,与地面各点相对静止不动,时间分辨率高,能够实现观测范围内同一地区连续不断的观测。极轨卫星轨道位于地球的南北极,轨道路径与太阳同步,可监测全球所有区域的气象观测资料,空间分辨率高。通过6颗卫星的配合将会全球区域进行实时高精度的监测。

1.2 地面部分构成

基准站安放在经纬度坐标确定、地形地势比较平坦安全的地方,主要作用是实时获取卫星信号并定位该点的坐标,然后利用通讯设备将数据分享至周围的监测站。监测站安装在需要监测的杆塔上,通过北斗定位系统获取杆塔的坐标,并利用通讯设备接收基准站分享的坐标信息,实时监测杆塔现场情况,将现场监测数据打包压缩传输到监控中心。监测站一般由两套北斗接收机构成,其中一套设备安装在被监测

的杆塔塔基两侧,另一套设备安装在杆塔顶部。监控中心由中心服务器、后台软件等组成,具有数据存储、历史数据查询、报表、打印、曲线图绘制等功能,通过将获取的数据进行分析得到最终数值,当数值超过预警值时系统自动发布告警信息,系统后台以短信、邮件、网站等形式发送告警信息给运维人员,使得运维人员及时掌握输电线路的运行状态。

2 全状态监测系统原理

本系统通过自动监测+专人值班的方式,应用PIE-SAR系统及INSAR技术,采用可见光高空间分辨率遥感数据进行通道隐患范围和程度的监测评价,实现对通道环境进行识别和预警,为输电线路的通道环境监测提供有效的数据支持。

2.1 树竹生长监测原理

PIE-SAR是一种主动式的对地观测系统,可全天时、全天候对地实施观测、并具有一定的地表穿透能力,通过雷达数据树高反演,能够有效的预估电力线路布设路段的树高,结合电力线杆塔高度和线路高度信息能够及时对电力线周边植被干扰情况进行监测分析。

通过分析可精确得到树竹高度,大面积人工种植的树木可分析出树种,进而进行树竹生长预测。根据树木的年龄、密度、历史生长数据以及气象等条件,结合不同树木生物学特性以及生长规律,利用大数据分析技术和人工智能算法,构建树木生长动态的、三维可视化的、交互的预测平台,提供树木不同生长阶段下的动态生长演示,及时掌握树木的相关情况。

2.2 杆塔变形监测原理

干涉雷达(INSAR)结合传统的SAR遥感技术与射电天文干涉技术,利用雷达向目标区域发射微波,然后接收目标反射的回波,得到同一目标区域成像的SAR复图像对。利用INSAR技术,若复图像对之间存在相干条件,SAR复图像对共轭相乘可以得到干涉图。

根据干涉图的相位值,得出两次成像中微波的路程差,结合已有的基准网数据与实时的观测数据进行差分计算得到实时厘米级、静态后毫米级的高精度数据。通过通讯设备实时发送数据到监控中心,中心平台将获取的数据利用后台软件处理,进而得到杆塔的实时状态模型,将得到的实时模

型与原始杆塔形状进行比较,根据两者的数值区别来判断杆塔是否存在扭曲变形、倾斜偏移等情况。一旦系统识别出杆塔存在变形等情况,监控中心将根据不同的变形或偏移程度向维护人员发出不同级别的告警信号。

2.3 山火监测原理

维恩位移定律指出当物体温度超过零度时都会发出辐射,辐射波的波长与物体的温度相乘为一不变的固定数值。一般情形下,物体表面的温度不会超过300K,其辐射波的波长一般为966nm(此时波长长度在卫星的1号波段内)。当线路所在的区段有火情发生时,其周围环境的温度将会明显升高,附近的温度将会达到600K以上,从而导致辐射波的波长为480um左右(此时的波长为卫星的1、2、3号波段内)。依据斯特藩-玻尔兹曼定律,当线路周围有火情时(环境温度由正常情况的300K增加到600K时),周围环境的辐射量将会急剧增加,这会导致在卫星影像上,发生火情区域的像素点亮度增强,与其他正常区域有明显的区分界限。

3 全状态监测系统的成效

3.1 当前监测方法的不足点

目前,输电线路巡视主要依靠运行维护人员定期巡视,虽能发现设备隐患,但由于本身的局限性,缺乏对特殊环境和气候的检测,在巡视周期真空期也不能及时掌握线路走廊外力变化,极易在下一个巡视未到之前由于缺乏监测发生线路事故。

输电线路近年来建设在山地、林地的公里数日益增长,受到地形因素、人员素质以及天气情况等多方面的影响,传统情况下的人工巡视线路不但效率低,还无法保证巡视人员的安全。人工巡视周期长,无法及时发现线路所面临的威胁,不能够实现全天候实时监测,缺少智能化的分析与预警。

当前视频在线监控虽然开始应用于线路,但是针对山火发生、杆塔变形等情况也无法进行全面的监测,另外视频监控下的杆塔微小变化只依靠人眼也无法准确及时的发现。对于山火的监测也无法及时进行预警,线路通过山区里程增长,面临的火压力越来越大,尤其近年来天气干燥,山火时常发生,只依靠人工与视频无法全面监测。树竹的生长预测在当前的监测方法下还是主要依靠人员的巡视,人工测距来判断是否符合安全距离,在当前越来越多线路穿越林地、植树造林力度逐年增大的情形下,已无法满足线路安全运行需求。当前的监测方法下,线路安全无法得到保障,存在较大的潜在经济损失和安全隐患。

3.2 全状态监测系统的可推广性

随着电网建设力度日益增大,越来越多输电线路建设在森林、山地等地区,跨越河道、高铁、高速线路也日益增多,因此树线矛盾、山火压力、外力破坏压力也随之加大,尤其滑坡造成杆塔倾倒、山火造成线路跳闸的事故时有发生,对电力系统的安全稳定运行造成了较大威胁。

基于北斗卫星遥感技术的输电线路全状态监测系统采用我国北斗卫星的高精度定位技术,系统的硬件、软件等部分具有完全的自主知识产权。系统可实现对架空输电线路大范围、全覆盖、普查性的持续检测,卫星数据更新周期为4-6天,远远小于人工巡视周期,在保障输电线路安全运行情况下,采用系统,可大大减少人工巡视次数,节省人工巡视成本。面对输电线路所处的复杂环境,本系统将有效发现线路隐患,大幅降低电网停运风险,成功避免停电对社会各界造成的影响。

本系统大规模应用后将会有效减少输电线路山火、树竹生长、杆塔倾斜等因素导致的跳闸事故,最大程度地解决输电线路安全运行和维护管理的难度问题,实现输电线路的智能化、自动化和数字化管理,保证输电线路的安全稳定运行。

4 结语

我国电网建设力度逐年增大,全面增强输电线路通监测预警的保障能力也越来越必要。随着我国北斗系统技术的逐步成熟,基于北斗卫星遥感技术的输电线路全状态监测系统也将高精度获取监测数据信息,日益全面地获得输电线路杆塔的风险状态,为输电线路的监测提供有效的数据支持,为输电线路的安全运行提供实时的监测与安全预警。

[参考文献]

- [1]梁维旭.输电线路在线监测系统研究[J].科学之友,2009(35):15-16.
- [2]侯平.基于事件触发基态修正模型的多时相遥感影像组织技术[D].国防科学技术大学,2009(2):80.
- [3]陈晓峰.雷达卫星重载高精天线机械系统设计技术研究[D].上海交通大学,2011(1):79.
- [4]肖东明,王静.输电线路智能化发展方向分析[J].中国电力教育,2012(27):138-139.

作者简介:

段泽龙(1991--),男,河北邢台人,汉族,学士,助理级工程师,从事工作:输电线路工程。