

一种基于高精度定位的电力线路监管系统

卢海权¹, 戴宇¹, 宋洪刚¹, 张捷华¹, 施健坤¹, 金顺吉²

(1. 国网东阳市供电公司, 浙江 金华 321000; 2. 浙江网泽科技有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要: 输电线路是很重要的电力基础设施, 建设一套多能互补的电力线路监管系统, 保障输电线路免受外力破坏, 对促进社会、经济发展具有重要意义。基于高精度定位硬件, 综合考虑全年气候环境条件、可预见外力、运维策略等因素, 金华东阳供电公司进行了多能互补电力线路监管系统集成规划和运行策略研究。结果表明, 监管系统使得电路线路破坏事故率下降40%, 节约折合人民币300万元, 具有良好的社会效益和经济效益。

关键词: 输电线路; 防外破; 高精度定位; 物联技术; 监管系统

中图分类号: TM755

A Power Line Supervision System Based on High-precision Positioning

LU Haiquan¹, DAI Yu¹, SONG Honggang¹, ZHANG Jiehua¹, SHI Jiankun¹, JIN Shunji²

(1. State Grid Dongyang Power Supply Company., Jinhua Zhejiang, 32100, China; 2. Zhejiang Wangze Technology Co., Ltd., Hangzhou, 310000, China)

Abstract: Transmission line is a very important power infrastructure, building a multi energy complementary power line supervision system to protect transmission lines from external damage is of great significance to promote social stability and stable economic development. Based on the high-precision positioning hardware, considering the annual climate and environmental conditions, predictable external forces, operation and maintenance strategy and other factors, the integrated planning and operation strategy of multi-energy complementary power line supervision system of Jinhua Dongyang Power Bureau are studied. The results show that the supervision system can reduce the accident rate of circuit damage by 40%, save 3 million life coins, and have good social and economic benefits.

Keywords: Transmissionline; external damage prevention; high-precisionpositioning; IOT technology; supervision syste

地理位置、环境条件及人为因素是影响电网安全稳定的重要因素。地理方面, 在我国华北地区包含华北平原和黄土高原等多种地势, 这类型土地最大的特点是土质松软, 且长期受流水侵蚀。分散性大及地质问题使得建设在这里的杆塔极易受到外力破坏, 包括杆塔倾斜、位移等, 从而导致输电线路受到威胁。极端恶劣气候环境, 使线路极易受到外力破坏, 包括线路覆冰、老化, 邻近林区的自然火灾等灾害。人为的电力设施破坏和偷盗等也比较频繁, 其中大型机械违规施工成为破坏高压线路的主要因素, 因为高压架空线路距离地面较远, 处于地面的施工人员有时会忽略或者对大型机械与线路的距离把控不准确, 从而导致了电力线路的故障, 且由于机械设备都属于金属材质, 因此还会威胁到施工人员的安全^[1]。

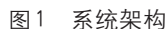
高精度定位技术一般指dm级别或cm级别的定

位, 这种精度的定位与5~10 m精度定位有了本质区别, 同时这种高精度的定位设备从成本上也允许大规模部署使用。精度在30~50 cm, 完全可以区分房间, 也可以很好区分一小块区域, 譬如是否进出某个房间, 譬如一块危险的工作区域靠近就告警, 譬如两个人或物靠得太近告警, 譬如在一个小的区域时间过长可能有生命危险可以告警。文献[2-6]研究了高精度定位技术在油气田智能巡检、智慧交通、智慧港口、列检作业安全防护、共享单车精细化管理等领域的应用。随着数字城市理念的不断深入, 越来越多的领域开始引入智慧监管系统, 避免潜在危险源的预警不及时, 节约人工巡检成本。智慧监管系统的规划设计已经成为国内外专家学者关注的重点。文献[7]讨论了云粒智慧在数智化新型城市建设中的应用推广现状。文献[8]研究了以5G为主的移动通信网络在助推新技术和商业模式的创新, 使新技术不断提升对智慧城市建设的

收稿日期: 2022-06-07

城市基础建设和施工不断挤压着高压输电线路原有的安全通道环境,文献[9-13]指出输电线路设备设施发生外力破坏事件逐渐上升,已成为当前我国电网输配电线路安全运行的主要隐患,将其划分为固定隐患(主要指树线矛盾等)、动态隐患(主要指大型吊车施工碰线等)。目前传统运维工作人员现场定期巡视检查,能够发现线路隐患,但存在着一定的局限性,不能及时掌握线路通道走廊的外破变化情况。输电线路防外破监管平台,可有效解决我国输电线路保护区内的违章植树建房、违章施工作业、突发性和季节性“外破”等行为给输电线路安全稳定运行带来的威胁和隐患。以东阳供电公司为例,基于高精度定位技术对防外破监管平台系统进行了规划设计和运行策略研究。研究表明,该系统有着良好的社会效益和经济效益,具有一定的推广应用价值。

近年来, 由于全球变暖, 恶劣极端天气状况频发, 加上基建工程和房地产开发, 自然灾害和人为活动导致输电线路遭受外力破坏时有发生。基于高精度定位物联技术的发展和4G高清影像的传播愈趋成熟, 开发全方位、多角度对线路运行状态可视化监控系统, 有效防控因外力破坏引起的电力跳闸事故, 保证电网系统的安全稳定运行。系统架构如图1所示。



以东阳供电公司为例，输电线路的防外破项目一直是一个长期重难点问题，每年花费大量人力物力，事故发生率仍高居不下。须要联调多方行政部门，开展相关活动。包括对社会公民保护输电线路的安全宣讲，交管部门对工程车辆的运输线路管制等。

输电线路防外破监管平台综合考虑了实用性、可扩展性、数据安全性的前提下开发,采用分层架构设计,方案如图2所示,方案设计主要有以下特点。

按照电力部门要求采用独立部署或内网部署，系统和数据安全性好，公网的业务系统和管理平台客户端交互性好，可根据业务需求扩展。

车辆高精度定位装置等物联网硬件采用4G通信, 监控设备具备在恶劣环境下持续正常工作的能力, 整机可长时间连续工作和上传数据。

监控中心是整个系统的管理平台，主要管理前端监控子系统的参数配置，告警信息处理，远程喊话等管理功能。



图2 方案设计

塔杆或工程项目内的专用视频监控设备可采用太阳能供电,能设置数据采集密度;储备容量高,达到国际要求的2倍,能暂存30天以上的数据,可实现实时监控和回放历史视频。

定制专用的线路管理数字地图,在地图上标注固定危险源或线路区域内的工程项目。

定制线路通道和保护区域的电子围栏,车辆安装亚米级高精度定位设备,进入报警区域的车辆平台实时弹窗报警,同时发送告警信息到相关线路管理人员手机。

3 系统运行分析

基于外破源防闯入系统,其特征在于:包括服务器和设置在服务器内的实时监控、轨迹回放、业务报表、消息提醒和系统设置等模块。

实时监控模块包括车辆信息模块、地图模块和状态显示界面。车辆信息模块包括车辆列表和车辆具体信息模块。车辆列表模块用于存储用户信息以及车队和车辆信息,同时对于同一用户下的车队和车辆信息进行统一匹配排列;车辆具体信息模块用于与车辆列表模块通信,并显示选中车辆的相关具体信息。地图模块包括卫星定位地图系统和电子围栏系统,卫星定位地图系统用于与车辆列表模块通信,并对所有的车辆进行卫星定位,电子围栏系统用于与卫星定位地图系统和状态显示界面通信,并在卫星定位地图系统中实现预设的电子围栏。状态显示界面分别与车辆列表模块、车辆具体信息模块、卫星定位地图系统和电子围栏系统通信,并进行图形化信息显示。

场地视频模块对动态危险源如施工现场或附近的塔杆加装太阳能监控探头,可调取线路实时视频画面,自定义窗口画面数,支持画面轮播功能,全局监控各个场地画面。

信息管理模块采用分级管理,以工程为单位建立工程信息档案,包括工地基本信息,相关负责人信息,车辆信息,线路信息。建立车辆白名单(加装指定GPS定位硬件),每日进行信息维护更新,审核新增车辆(设备),实时短信推送至相关责任人。对工程机械所有方提供手机小程序端,可将使用的车辆(设备)绑定后提交备案或审核。及时安

装高精度定位监管设备,纳入动态监管,线路管理人员在Web端查看和审核,会改变设备审核状态,一车一码通过红/黄/绿码显示不同状态,分别表示未监控设备、临时通过设备、监控设备。有未纳入监管机械设备需要在电力线路区域内施工,机械操作人员或使用单位手机端提交相应电力部门备案和审核后,通过短信推送至相应线路管理人,提示有新待审核设备或临时设备。

轨迹回放模块包括车辆行驶数据存储模块和回放设置模块。车辆行驶数据存储模块用于对车辆列表模块中。所有存储的车辆行驶信息进行时间化信息存储;回放设置模块分别与车辆列表模块、卫星定位地图系统和车辆行驶数据存储模块通信,并显示存储的指定时间段内的车辆行驶轨迹。

业务报表模块用于与车辆列表模块、卫星定位地图系统和电子围栏系统通信,并存储车辆行驶记录、里程信息和围栏超时信息记录。

消息提醒模块用于与车辆列表模块、卫星定位地图系统和电子围栏系统通信。消息提醒模块包括车辆定位模块和消息显示模块,消息显示模块用于存储和显示车辆报警信息和车辆事件信息;车辆定位模块与消息显示模块通信,并对具体的报警车辆或事件车辆进行卫星定位地图系统上实时定位。

系统设置模块分别与实时监控模块、轨迹回放模块、业务报表模块和消息提醒模块通信,用于对实时监控模块、轨迹回放模块、业务报表模块和消息提醒模块进行参数设置和信息调整。

为实现输电线路防外破目的,本系统实际实施技术方案步骤为:(1)根据车辆录入要求,将需要监控的车辆信息录入;(2)根据每个用户所对应的车队和车辆信息进行匹配;(3)通过服务器对所有录入的车辆进行卫星定位,实现车辆位置监控;(4)通过电子围栏系统将需要防闯入的区域在电子地图上设定;(5)监控的车辆进入防闯入区域后,服务器能够监控和超时报警;(6)在查询某辆车行驶轨迹时,通过回放设置模块查询并设定需要轨迹回放的时间段;(7)然后通过回放设置模块调取存储模块中对应的车辆信息,并进行车辆设定时间段内的轨迹回放;(8)当车辆遇事故或报警时,对应车辆的报警信息通过服务器能够进入消息提醒模块内,并在消息显

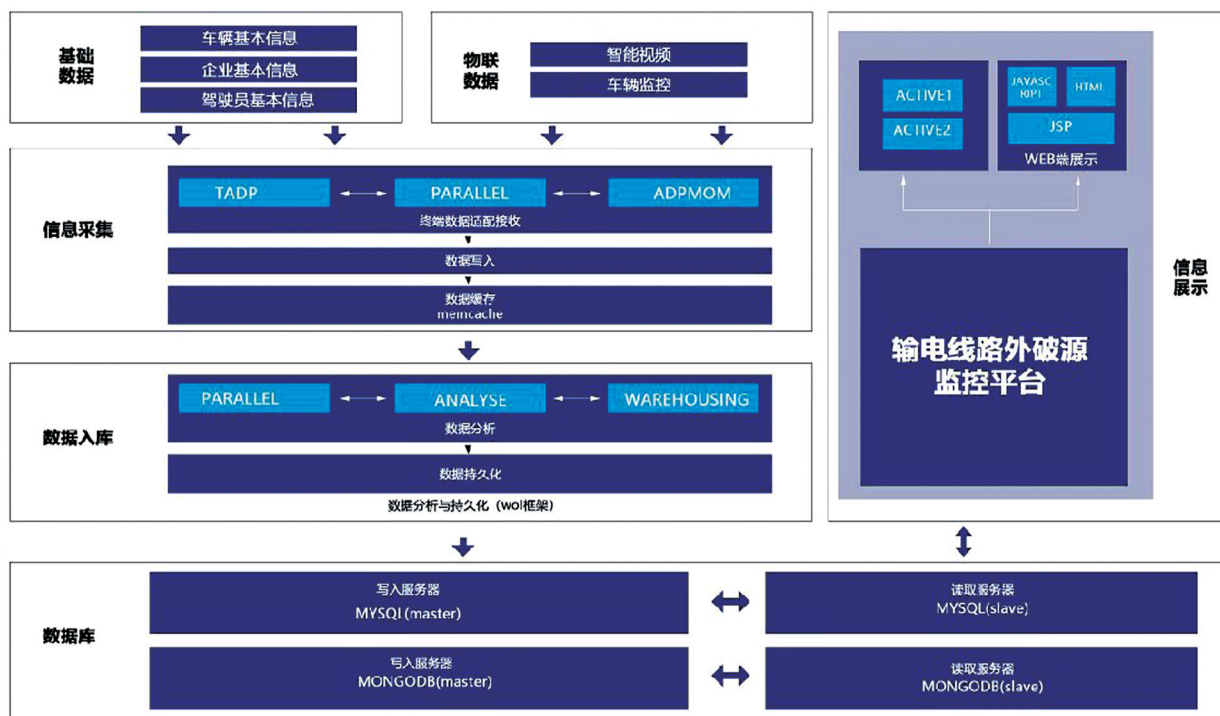


图3 系统设置模块

示模块中显示，同时能够对应到车辆列表模块，并通过车辆定位模块调取该车辆在电子地图上的实时位置；(9) 当需要对服务器内的模块进行参数设置时，通过系统设置模块对车辆进行参数设定。如图3所示。

4 结束语

本系统基于GPS高精度定位技术和物联网技术，结合大数据智能研判，可有效解决我国输电线路保护区内的违章植树建房、违章施工作业、突发性和季节性“外破”等行为给输电线路安全稳定运行带来的威胁和隐患。输电线路防外力破坏是电力部门一项长期而又艰巨的工作，只有在相关电力部门、政府单位领导下向群众宣传电力法规和电力设施保护知识，提高人民群众对防外力破坏电力设施工作的认识，同时，结合科技手段，借助输电线路防外破可视化监控装置，可全方位、多角度对线路运行状态进行监控，有效防控因外力破坏引起的电力跳闸事故，保证电网的安全稳定运行。

参考文献

[1] 程伟臻. 输电线路大型机械入侵视频监测报警系统的设计

与实现[D]. 上海:上海电机学院, 2015.

- [2] 牛炳乾, 田金伟, 陶志平, 等. 基于北斗高精度定位技术的油气田智能巡检应用[C]. 第十三届中国卫星导航年会, 2022, 03:192-196.
- [3] 王燕伟, 霍思宇, 张澜. 智慧港口高精度定位技术的应用讨论[J]. 邮电设计技术, 2021, (07):55-60.
- [4] 方勇, 朱铭, 赵鑫. 基于高精度定位的公共自行车管理系统关键技术与实现[J]. 智能城市, 2020, 6(18):19-22.
- [5] 刘伟, 黄瑞. 北斗高精度定位技术在智能交通中的应用[J]. 集成电路应用, 2021, 38(07):81-83.
- [6] 刘为民. 北斗高精度定位技术在列检作业安全防护领域的应用研究[J]. 哈尔滨铁道科技, 2021, (02):29-32.
- [7] 季莹. 云粒智慧以数智化创新推动新型智慧城市建设[J]. 网络安全和信息化, 2021, (11):9-11.
- [8] 储佳祥. 云数智驱, 助力城市治理新时代[J]. 软件和集成电路, 2020, (12):32-33.
- [9] 吴威, 朱传刚, 肖知林. 500 kV输电线路大跨越耐张塔金具串安全隐患治理方案优化[J]. 湖北电力, 2021, 45(05):6-12.
- [10] 蒋济远, 胡旭, 李坚. 浅析输电线路外力破坏的原因和对策[J]. 科技创新导报, 2018, 15(03):32-33.
- [11] 钱磊, 平学良, 周晓娜, 等. 输电线路防外力破坏预警技术应用研究[J]. 电子器件, 2018, 41(06):1441-1446.
- [12] 朱永胜, 朱晓文, 张博, 等. 输电线路防外力破坏监测系统研究[J]. 电工技术, 2019, (23):26-27+30.
- [13] 吕鑫, 朱丽君, 吴健, 等. 架空输电线路防外力破坏现状及防治对策[J]. 企业改革与管理, 2019, (16):221-222.

(责任编辑:袁航)