

临近带电线路基于激光雷达告警装置 研究与应用

刘洋, 冯海青, 翟光林, 王凯旋, 王萌, 秦坤
(安徽送变电工程有限公司)

【摘要】输电线路到地间距安全性分析方法是保证输电安全技术与周围环境稳定的关键, 为增强输电线路到地间距的安全性分析技术, 公司设计了采用镭射雷达的报警系统。通过镭射雷达技术提取输电线路的点云信息, 并开展线路到地间距研究, 同时利用强大数据挖掘技术对输电线路的镭射雷达点云信息进行高灰度的特征挖掘, 对获取到的输电线路到地安全距离的关键点信息进行了排序, 并对两侧相同波长的镭射雷达点云信息进行特征匹配处理, 通过线性规划计算得到了输电线路到地的最佳安全距离计算值。仿真结果显示, 利用该技术实现输电线路对地安全距离测算的精度很高, 大大增强了输电线路的稳定性。

【关键词】临近带电线路; 激光雷达; 告警装置

中图分类号: TM769

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.11.054

Research and Application of LIDAR -based Warning Device for Nearby Live Lines

LIU Yang, FENG Hai-qing, ZHAI Guang-lin, WANG Kai-xuan, WANG Meng, QIN Kun
(Anhui Power Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd.)

【Abstract】The safety analysis method of the transmission line to ground distance is the key to ensure the transmission safety technology and the stability of the surrounding environment. In order to enhance the safety analysis technology of the transmission line to ground distance, the company has designed an alarm system that uses laser radar. The point cloud information of the transmission line is extracted through the laser radar technology, and the line-to-ground distance research is carried out. At the same time, the powerful data mining technology is used to mine the high-gray features of the laser radar point cloud information of the transmission line, the obtained key point information of the safe distance from the transmission line to the ground is sorted, the radar point cloud information of the same wavelength on both sides of the radar is processed by feature matching, and the optimal safe distance from the transmission line to the ground is calculated by linear programming. The simulation results show that the accuracy of the calculation of the safe distance between the transmission line and the ground is very high by using this technique, which greatly enhances the stability of the transmission line.

【Keywords】nearby live line; laser radar; warning device

1 引言

在临近电体安全施工作业, 需要严格控制作业安全距离。目前施工主要依靠目测以及吊绳垂地测距等简单手段进行人为距离控制, 尤其是在外单位人员参与施工, 因施工人员可能对带电操作安全距离不警觉, 容易出现疏漏, 有较大的安全隐患。

2 激光雷达预警探测仪概述

2.1 功能用途

激光雷达形成立体防护面阵和测距传感器对特殊点位的实时测量, 实现在临近带电线路作业时, 超出安全距离情况下进行声光告警, 以确保安全。

2.2 实现原理

根据现场施工环境设定临近电体安全作业距离, 通过升降支架把激光雷达上升至指定高度。利用激光脉冲 TOF 飞行时间技术原理, 在激光雷达工作过程中按设定的旋转角度、幅度、转速进行循环扫描, 形成一个安全作业工作面, 当扫描到有异物入侵安全作业周界阈值时, 触发报警^[1]。

3 输电网络的激光雷达点云信息收集与数据结构分析

3.1 输电网络的激光雷达点云的采集

为了提高输电线路对地间距的安全性评估水

平,提出一种采用激光雷达技术的输电线路对地间距安全分析。通过激光雷达技术进行输电线路点云统计分析,从而实现对线路引出地间距的数据分析方法。这里, $G_1 = \{M_1^\alpha, M_1^\beta, Y_1\}, G_2 = \{M_2^\alpha, M_2^\beta, Y_2\}$,其中, $G_1 \subseteq G_2 \Leftrightarrow Y_1 \subseteq Y_2$ 令 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 表示了所有输电线路的激光雷达点云数据分析的有限数据集合。由五个元素 $O=(C, I, P, HC, R, AO)$ 所构成的有向图代表了所有激光点云数据物理信息的分布特征。其中, C 为所有输电线路激光雷达点云数据分析定义的集合, I 为所有输电线路激光雷达点云数据分析示例集合^[2]。为所有输电导线电流、电压等基本物理技术参数。

基于给出的输电线路激光雷达点云数据采集方式,通过信息存储结构仿真,输电线路对地安全距离分布的大数据分类特性为 $A=\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$,通过建立输电线路对地安全距离特征分布实体库,在带宽限制下通过激光雷达测试,得到输电线路激光雷达点云数据的特征分布函数定义为:

$$F(G_j, i) = w_1 \cdot R(G_j, i) + w_2 \cdot (1 - \text{dis}(G_j, i)) \quad (1)$$

式(1)中: I 为传输线上激光雷达点云数据个数的采样时间, w_1 为传输线上激光雷达点云数据的变化权重, w_2 为质量对应特征权重, $R(G_j, i)$ 是中间存储的传输线激光雷达点云数的递归特征, $\text{dis}(G_j, i)$ 表示数据节点的欧氏距离,通过强大的数据挖掘技术,传输上的高灰度激光雷达点云数据网络可以获得大数据挖掘。

3.2 输电线路对地安全距离检测

实现了输电线路对地安全性间距分布的数据特征建模与数据模型结构分析,对输电线路对地安全性间距的属性权重提供了数据分层模型,两个相同宽度的输电线路对地安全性间距分析的帧顺序中的一致性定义为:

$$SSS(S_x, S_y) = \frac{\sum_{i=1}^M I[(d(X_i, Y_i) < \varepsilon)]}{M} \quad (2)$$

给定的输电线路对地安全性距离特征解析网络中 $S=(U, CUD, V, f)$, C 和 D 依次为输电线路对地安全性间距分析的激光雷达探测脉冲顺序^[9],并据此展开了输电线路的镭射雷达点云数据信道模拟设计,将输电线路的镭射雷达点云数据的冲激响应模式表述为:

$$x(t) = \sum_{i=0}^p a(\theta_i) s_i(t) + n(t) \quad (3)$$

基于云数据的聚类指向性开展与激光雷达对点云数据之间的信息融合研究,基于数据集成结果性开展输电网络之间的就地安全距离研究。

4 一种基于激光雷达的告警装置

4.1 设计思路

雷达预警探测仪依据开发功能需求可为分体式与一体式两种设计方案思路。分体式方案:采用市面上已有的激光雷达成熟方案+自主开发工控BOX,通过对激光雷达采集到的数据进行底层逻辑的分析与判断,当出现异物入侵安全作业周界阈值时触发报警。一体化方案:把激光雷达、电池、报警器、数据采集与控制板等物理器件通过工业设计整合集成成为一套整机,在实现产品功能需求的同时,满足市场化产品应用与推广目的^[3]。

4.2 告警装置设计

一种采用了激光雷达技术的输变电过程中电子报警装置,包括图像采集设备、输变电信息采集设备、数据处理装置、数据安全设备、北斗定位装置、移动终端、电子报警装置显示装置、图像采集设备。输变电数据收集装置的输入输出端口连接到数据处理装置的输入与输出端口,而数据处理装置的输入输出端口连接了输入与输出端口以及安全装置接口、电子安全设备的输入输出接口。数据终端通过了双极化天线与移动终端的交互设备连接,电子安全报警器与移动终端连接,通过输入输出端口和移动终端之间的端口分别连接显示装置和北斗定位设备。

报警设备包括数据监控平台、自动报警装置、数据库、数据存储装置和数据关联装置。数据监控平台的输入端连接数据库系统,数据监控平台的输出端分别连接数据存储和自动报警设备,数据监控平台交互连接数据关联设备和移动终端。

4.3 设计优势

根据以上分析得出,文中提到的采用激光雷达且运用于输变电过程中的告警设备,解决了目前输变电设备的数据保护需全部通过人员对各专业系统工作才能完成的问题。

通过对电网项目进度控制实施可视化、数字化、精益化,减少进度管理的人为因素和管理要素的干

扰,真正提高进度管理的规范化、精细化管理水平。本实用新型系统采用人工智能、无人机倾斜摄影等先进技术手段,对电网项目进行任务自动提取,显著降低了项目管理人员数据填报、统计和重复记录信息的工作量,显著降低了基层工作量,同时也为项目管理人员提供了专业支持,为项目管理人员赋能^[4]。

4.4 具体实施方式

本文描述的报警设备以激光雷达为基础,应用于输变电系统工程,分为图像采集设备、输变电信息采集设备、数据处理设备、数据安全设备、北斗定位设备、手机终端、报警装置和屏幕显示装置、图像采集装置和输变电信息采集装置的输入输出端连接到数据处理装置的入口。

输变电数据收集设备由数据处理装置所连接的设备数据采集装置、仪器指标收集系统和仪器测量系统。数据采集设备能够收集输变电的设备数据、设备指标数据和仪器测量数据,并作为后期统计分析的基础。

其中,视频拍摄设备从不同方面集中到无人机上,利用无人机上的视频拍摄设备对工地进行拍照采集,进行动态观察工程进度的情况,为工程进度控制和工程进度的实时数据资料。报警安装系统包括数据监控设备、自动报警设备、数据库、数据存储设备和数据关联设备,数据监控平台的输入端与数据库平台连接,数据监控设备的输出端依次连接与数据存储设备和自动报警设备相连,而数据监控设备与数据关联设备和移动终端交互设备相连^[5]。

其基本工作机理是:通过图像收集设备和数据采集装置依次收集图像和当前数据内容,并将所收集的内容发送至数据处理装置中进行统一处理,然后数据处理装置再对所收集的图像信息和当前数据内容进行汇总和整理,最后去除无用信息并发送至数据设备,再经过信息案子设备中实现加密处理,随后经过天线设备发送至移动终端。在移动终端中还设有解码功能,先对加密数据内容实现解码,对已处理出的监测数据内容实现异常监测,然后再将异常数据信息上传到指数告警装置,同时经过北斗定位系统设备实现定位,并经过显示装置实现数字指示。

报警系统在接收到异常信息后,通过内部的数据分析系统收集数据库中的各种信息资料和索引信息资料,并利用数据关联器将数据库中的信息资料 and 实际接受到的异常数据资料联系起来信息比对,

再利用数据关联器收集的不同指标数据资料和疑似异常根因发生的告警信息,实现资料保存和报告管理。同时,利用移动终端传送信息至相应的设备管理部门与维修单位,协助设备运维管理部门从系统的非正常状态中返回。

5 仿真实验分析

为检验本文技术在进行激光雷达的输电线路对地间距安全性分析中的使用性能,首先开展了模拟试验,实验利用 Matlab2007 设计,通过激光雷达扫描方式获取了十余万输电电压线路对地安全距离分配信息,资料的最大采样样本集规模为四千,所选择的安全距离分配阈值为零点五,而激光雷达的扫描频段范围为 1200kHz,实验根据上述的模拟环境和参数选择,完成了输电线路的对地间距安全测试,并获得了输电线路的激光雷达云数字测试图谱。

研究结论发现,使用本文方法可高效进行激光雷达的输电导线对地距离的计算,距离参数估计的精度很好,本方法进行输电导线对地安全距离估算的精度也很好,增强了输电导线的稳定性。

6 结语

研究人员发现,利用本文方案可高效开展激光雷达的输电线路对地间距安全性研究,且间距参数估算的准确度也较高。

参考文献

- [1] 江亚群, 于浩明, 黄纯, 等. 一种基于矩阵运算的配电网 10kV 馈线故障定位方法, CN103558512A[P].2014.
- [2] 单长旺, 董元帅, 张庆伟, 等. 一种基于激光雷达的变电站室内区域防护与告警系统及其工作方法, CN202011483204.7[P].2022.
- [3] 李亚锋, 张石, 鲁估, 等. 一种激光雷达和通光罩脏污的检测方法, CN111551946A[P].2020.
- [4] 童卫红, 江东, 周鼎富, 等. 化学气体 CO₂ 差分吸收激光雷达告警技术的研究[J]. 激光技术, 2007, 31 (5): 479-482.
- [5] 阳扬, 孙军峰, 蒋耀东, 等. 一种基于激光雷达的隧道内列车主动障碍物检测系统及方法, CN112230245A[P].2021.