

基于远程无线视频的架空输电线路机械化施工监控方法

李泽曦

国网沈阳供电公司

摘要:在常规的输电线路的施工过程中,需要施工的管理人员到现场进行施工的监督,由于多个施工场地的同时行进,导致施工人员在场地周转中浪费时间,在一定程度上拖慢了施工进度,因此,提出基于远程无线视频的架空输电线路机械化施工监控方法。首先在各个施工地线架设监控设备以及确定监控位置,部署相应的辅助设施,然后关联监控点与监控中心的数据,在智能化信息上,完成对于监控点和施工现场的捷联,最后基于远程无线视频技术,完成对于架空输电线路的机械化施工监控。实验中,实验组的工程项目所用时间为87天,而对照组施工时间为104天,实验结果可以在一定程度上体现远程无线视频监控方法的优势。

关键词:远程无线视频;输电线路;机械化施工;监控方法

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.03.232

引言

在先进的施工场地的工程监督中,改变了原有的人力监督,变成了基于电子技术下的,通过监控手段的实时记录。通过中转站的建立,收集各施工场地的实时工况,不仅能够对问题进行及时排查,也能够对施工状况进行记录,方便后续中的施工考察。在杨小龙团队^[1]的研究中,对架空输电线路弧垂及覆冰的在线监测进行了分析,提出了架空输电线路在覆冰情况下的应用效果。通过文献的研究考察,分析视频监控技术在时代的发展下的广泛运用,带来了便捷与效率。监控数据能够在直观的图像分析中对施工情况进行判断,人体的视觉效果以及分析思维,决定了视频监控是作为机械化施工的最有效的监控手段。

一、架空输电线路机械化施工监控方法

(一) 架设机械化施工监控点

本文对于架空输电线路中的监控设备架设,基于自动化智能化的标准,选用点云采样方法,在点云配准环节中,利用空中摄影对点云进行测量。从二维的平面分析中,对基本的原理方式进行考量,通过点云数据的体现,能够在监控设备中对机械的自动运行,进行定位收集,该原理如公式(1)所示。

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_g = \begin{pmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{pmatrix} + \lambda R(h)R(p)R(r) \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_p \quad (1)$$

公式(1)中, $(X, Y, Z)_g$ 和 $(X, Y, Z)_p$ 分别是激光点云和倾斜摄影测量点云中的同名点坐标, (dX, dY, dZ) 为坐标平移参数, λ 为尺度缩放参数, h 、 p 和 r 分别为围绕X轴、Y轴和Z轴的旋转角, $R(h)$ 、 $R(p)$ 和 $R(r)$ 分别为各旋转角对应的旋转矩阵。

根据机械化施工过程中可能存在的角度问题,需要对点云配准进行一定的约束。通过点云配准中的同名点设定,对像控点的坐标进行提取,在提取过程中,设定优化方案啊,并且匹配高精度的位置信息,完成点云配准。通过对坐标的提取,根据坐标点布设监控设备。

(二) 关联监控点与输电线路

在上述架设监控点的基础上,设置已架设的监控点为 n 个,根据输电线路的工程长度以及根据长度所设置的监控点数目,那么可以表示:

$$X_0 = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(n)\} \quad (2)$$

公式(2)中: $X_0(n)$ 表示第 n 个监控点周围包含的输电线路的长度范围,又根据上述监控点中的参数坐标,设置共有坐标 i 个,那么根据监控点的坐标数目和监控点数目,将监控点与其范围内的输电线路进行关联比对,则可以表示为:

$$X_i = \{X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)\} \quad (3)$$

公式(3)中, $X_i(n)$ 表示第 i 个监控点周围所能覆盖的架空输电线路^[2]。

而在实际的工程作业中,根据理论所计算监控点覆盖范围并不是完全对等的,甚至有可能因为机械化施工过程中,设定的参数出现了误差,导致机械运作的识别发生了一定的问题,因此,在对关联数据进行输出之前,需要对实际的线路工程进行统一化的处理,而本文对于数据计算的方法选用离差标准化法,计算表达式如下所示:

$$x_i = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (4)$$

公式(4)中: X_{\max} 和 X_{\min} 分别为相应序列的最小值和最大值。在对线路数据进行初步处理后,就需要将各监控点的数据与线路进行关联,灰色关联系数计算公

式如下所示:

$$\eta_{0i}(k) = \frac{\min \min |X_0(k) - X_i(k)| + \lambda \max \max |X_0(k) - X_i(k)}{|X_0(k) - X_i(k)| + \lambda \max \max |X_0(k) - X_i(k)} \quad (5)$$

公式(5)中: $|X_0(k) - X_i(k)|$ 表述了实际数列和与之相比照的序列于 k 处的绝对差; $\max \max |X_0(k) - X_i(k)|$ 和 $\min \min |X_0(k) - X_i(k)|$ 分别代表实际数列和与之相比照的序列在 k 处绝对差中的最大值和最小值; $\eta_{0i}(k)$ 代表 X_0 和 X_i 在线路 k 处的关联系数; λ 称为分辨率。将公式(5)中求出 $\eta_{0i}(k)$ 带入关联度公式中,那么每个监控点所能实际覆盖的线路范围计算如下式:

$$r_0(i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \eta_{0i}(k) \quad (6)$$

公式(6)中, $r_0(i)$ 表示监控点下的线路覆盖中的数据关联程度,设置 (r_1, r_2, \dots, r_m) 为上述的各监控点与线路中的信息数据,将各监控点自身的特征代入至上述公式(6)中,得到监控点的关联指标:

$$\omega_i = r_i / \sum_{i=1}^m r_i \quad (7)$$

公式(7)中, ω_i 为第 i 个指标的权重,且 $\sum_{i=1}^m \omega_i = 1$

(三) 拓扑线路智能化信息

根据上述对于线路中监控点的布设以及线路和监控点的关联,基于数据基础,对于线路中的施工信息进行智能化的描述,通过表示监控点的特征信息以及表示架空输电线路的走向施工,来对二者作智能化构建。而每个监控点及其线路覆盖范围作为一个节点,信号太多会使得数据处理复杂化,而太少又不利于智能化构建,因此,本文利用节点中的施工坐标以及各施工点中的电流电压为节点特征,既能够确定节点位置,又能够代表各个节点,且能够在一定程度上简化流程^[3]。

本文所用的 μ PMU 按每个节点的输入特征向量 $X = \{U_1, U_2, U_3, I_1, I_2, I_3, U_0, I_0\}, X \in R^{n \times 8}$, n 输电线路中的量测点数,同时采用监控点邻接矩阵 A 作为输入的拓扑数据。每个监控点对应一个标签,标签数量取决于监控点的架设数目,同时根据架空输电线的设备规划,能够将机械化施工进行分类,通过监控设备进行数据的收集。但是无线视频的监控点,需要根据实际的成本消耗以及工程位置,来进行设定。在节点的安装中,不仅要做到合理布点,同时减少监控设备的布置,以在最大化施工效益。

同时,为了降低在视频数据传输过程中存在的其他影响,本文首先对数据进行处理,通过数据的归一化,能够确定统一性。并采用最大最小标准化的方法,将本文中的视频数据特征进行限定,由于是多分类问题,并且实际施工中的异常状况是少数问题,因此在计算后会出现数据不平衡的现象,属于正常状况。

(四) 基于远程无线视频技术监控施工

通过监控点的架设,对于输电线路的机械化施工可基于远程无线技术进行监控。施工现场中的监控信号,到监控中心的网络传输方式一般有私人网络,公共网络和专用网络三种方式,虽然专用网络的效果最好,但是费用消耗较高,私人网络在监控施工环节中禁用的可能性比较大,因此,公共网络的信号传输就成为一个比较合适的选择,而且随着5G的发展,公共网络的传输速率也逐渐加快,可以做到实时监控^[4]。

但是施工现场相对于普通的监控场所还是有所不同,首先视频线路中敷设存在一定难度,且线路安全难以保证,所以本文在远程无线视频技术下,能够做到对资源的节约。

首先监控点中模拟球和网络球的数据线,通过塔吊从上拉到下面,然后通过挖槽的方式引至监控区,而由于线路安装的特殊性,会经过不同的基坑与建筑物,因此,在无线的情况下,就可在两个无线网桥之间通过中继点进行数据的传输,监控点设备的安装主要为取电和网线连接。施工现场的无线监控设备架设位置如图1所示。

在现场施工中,以监控设备为电子监控的传输点,对整体的施工状况进行管控,但是电子设备存在一定的薄弱性,无法抵抗环境因素。所以,需要对施工现场的监控设备安装一定的防护设施,并且为了整体施工过程的稳定运行,选择一些设备来提高监控的效率。

除此之外,建筑工地施工现场视频监控的工作条件比较恶劣,需要对监控的运行环境进行测定,在正式的施工开始之前,确定监控线路的稳定运行,以免因施工监控的不稳定,影响整体的施工周期。基于上述流程及设定,完成了在远程无线视频技术控制下对于施工的监控。

二、实验论证

(一) 实验说明

为证明本文所设计的基于远程无线视频技术在施工中的优势性,以施工所用工期作为对比,设置本文的施



图1 施工现场无线监控架设

工监控方法为实验组，现场人员管理的架空输电线路机械化施工监控方法为对照组。

（二）实验准备

建筑施工现场特殊的环境对视频监控设备的要求也比较高，因此，前端监控设备的选型与安装都需要特别注意。视频监控的拆除应根据施工进度具体分析，每一个监控点的撤除应该在该点所有工程完工之后。而对于监控设备的选型，则需要根据实际要求合理分配设备型号，例如监控施工现场的摄像机对视频实时性视频质量都较高、而监控材料区和宿舍区的一般对实时性要求都不高，摄像机选择时参数可以适当放宽。

（三）实验结果

两种监控方法下的施工工期对比结果如表1所示：

表1 两种监控方法下的输电线路机械化施工工期

序号	施工项目	监控下完成项目所用时间（天）	
		实验组	对照组
1	导线	5	8
2	地线护网	3	5
3	监控设备搭建	5	5
4	防雷设备	1	1
5	供电设备	1	1
6	各段核心输电线	34	42
7	杆塔工程	26	37
8	附属工程	12	15
共计		87天	104天

根据表1中的结果可得，实验组与对照组都需要对施工场地进行监控设备、防雷设备以及供电设备的架设，而在后期导线与杆塔工程以及输电线的施工中，由于实验组不存在现场人员的督促作用，节约了施工过程

中路程的时间消耗，能够在现场施工中通过监控中心及时反馈施工信息，所以能够节约施工时间。实验组对机械化施工的周期完成需要87天，而现场人员监控下的对照组则需要104天，可以体现本文设计监控方法，在施工过程中的优势性。

结束语

本文对基于远程无线视频技术下的架空输电线路的机械化施工设定了监控方法，首先在施工地点对监控点进行架设，进而关联监控点与施工现场的输电线路，通过对施工现场记忆监控设备的信息拓扑，完成与监控中心的连接，最后运用远程无线视频技术，落实机械化施工的现场监控。

参考文献

- [1] 杨小龙, 袁翰青, 孙辰军, 马超, 李静. 架空输电线路弧垂及覆冰的在线监测[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2023, (02): 99-107.
- [2] 黎超. 输电线路全过程机械化施工管理与控制[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2020(11): 15-16.
- [3] 李基隆, 胡道玖, 何春晖等. 三维数字化技术在输电线路工程机械化施工中的应用研究[J]. 山东电力高等专科学校学报, 2022, 25(02): 8-10.
- [4] 李基隆, 胡道玖, 何春晖, 王龙, 陈相家. 三维数字化技术在输电线路工程机械化施工中的应用研究[J]. 山东电力高等专科学校学报, 2022, 25(02): 8-10.
- [5] 董方. 输电线路工程全过程机械化施工探究[J]. 电力设备管理, 2021, (08): 129-131.