

# 无人机激光雷达技术在输电线路通道巡检中的应用

## Application of UAV Lidar Technology in Inspection of Transmission Line Channels

张贵川 胡发洁

Guichuan Zhang Fajie Hu

四川鹏翔凯盛科技有限公司 中国·四川成都 610000

Sichuan Pengxiang Kaisheng Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

**摘要:** 随着时代发展与中国综合国力的提升,激光雷达技术也随之获得了显著创新。通过无人机激光雷达技术对输电线路通道进行数据采集,利用数学模型对输电线路通道进行滤波处理,能够完成输电线路的三维建模,还原出输电线路通道真实的沿线地表形态、附着物以及线路杆塔三维的位置,从而进一步实现对建筑物以及交叉跨越物等的距离测量,落实线路资产管理,为输电线路的巡检应用提供坚实的基础。

**Abstract:** With the development of the Times and the improvement of China's comprehensive national strength, lidar technology has also achieved significant innovation. Through UAV laser radar technology of transmission line channel data acquisition, using mathematical model of transmission line channel filtering, can complete 3D modeling of transmission line, restore the transmission line channel along the real surface form, attachments and line tower 3D position, so as to further realize the building and cross crossing distance measurement, to carry out the line asset management, provide a solid foundation for transmission line inspection application.

**关键词:** 无人机; 激光雷达; 输电线路

**Keywords:** UAV; lidar; transmission line

**DOI:** 10.12346/se.v4i3.6739

## 1 引言

随着当前科技的更新迭代加速,无人机机载激光雷达技术也不断开拓了新的应用。就目前而言,在进行电路巡检时,通常会采用红外摄像机、数码摄像机以及高分辨率的望远镜与可见光录像机等专业设备。这些设备可以在飞行过程中,对沿途的输电线路进行视察<sup>[1]</sup>,同时将取得的影像资料加以储存,以备后续使用。这种巡检的形式具有成本低、操作便捷的显著特点,由于应用范围不断扩大,其缺点也逐渐暴露出来。例如空间定位精度比较低,难以精确测量各线路之间的距离等,而这一弊端所延伸出的是容易造成线路跳闸等众多安全事故的发生,对日常生活以及社会安定都存在巨大的隐患。基于此,激光雷达技术的优势就更加凸显出来,由于激光雷达技术的不断创新,使其成本变得越来越低,物资消耗也随之减少,同时它能够更好地解决空间定位与测量精度

的问题,使得相关人员可以精准作业,保障线路安全,维系社会稳定。由此可见,激光雷达技术有着可观的远景。

## 2 中国和其他国家的研究现状

随着无人机激光雷达技术的不断更新以及应用的逐渐普及,激光雷达技术在中国和其他国家的应用范围都变得愈发广泛。当前在中国,无人机机载激光雷达技术在进行线路巡检领域已经取得了显著的成效。由于其所包含的灾害普查与故障点众多,在进行电力生产时,能够利用无人机代替直升机实现整线路精细化操作的应用又相对匮乏。由此可见,如何将激光雷达技术有效应用于电力巡检环节是当前亟待思考的问题。将激光雷达技术应用于电力巡检过程,能够帮助输电线路完成更加精细化的操作,有利于对线路问题进一步的判断和检修,进而更好的辅助直升机完成一系列的巡检操

【作者简介】张贵川(1987-),男,中国四川广安人,本科,工程师,测绘部经理,从事地理信息数据采集和分析的研究。

作, 实现多维度的巡检过程, 促进中国电力事业的科学有效发展。

通过研究现有的文献资料发现, 中国目前所开展的大多是有关于铁塔的多层次电力线的研究, 这类研究对于高空作业有着明显的效用, 但是对于论文所分析的低层输电线路的巡检而言则缺乏相应的参考价值。由于低处的输电线路附近基本覆盖有类似高度的植被与建筑物等, 为巡检过程形成了一定的阻碍。因此, 采用点云数据对输电通道的表征进行提取, 能够获得更加精确的三维影像资料, 从而对地形地貌以及线路设备提取到有效信息。通过无人机载激光雷达的方法, 能够自动获取电力线数据, 并对其进行有效整合, 使其形成连续、完整的线路通道, 还原通道的真实样貌, 为电力巡检提供有效依据。

### 3 无人机激光雷达技术

#### 3.1 应用目的

通过无人机激光雷达技术开展输电线路巡检工作, 能够采集并处理线路周边的激光点云, 使其形成有效的信息反馈, 对电路巡检是一个新的方向。点云数据可以完成线路的三维重建, 有助于还原电力沿线的真实形态, 例如地表所覆盖的植被、建筑物等都可以逐一显现出来, 有效缓解了利用可见光技术无法真实探测线路之间的距离, 会构成安全隐患的弊端。这种方式能够为工作人员提供科学的数据支撑, 使其更深入地了解线路设备的真实状况, 及时发现当中潜藏的部分隐患并对其予以检修, 保持线路稳定, 杜绝对社会生活所造成的威胁。

#### 3.2 机载激光雷达

这一项技术起源于 20 世纪末, 是将 GPS 定位与激光测距进行有效结合的一种技术手段, 它能够更加迅速地获取到地面物体的三维坐标, 帮助巡检人员更快地了解线路设备情况, 提高工作效率跟质量。相比传统的摄像测量而言, 激光雷达技术能够更加准确地提取物体表征信息, 并对其进行合理应用, 使得地表信息更加便捷、精确地呈现在眼前, 有助于巡检环节的有序开展, 目前这一项技术已经在测绘生产领域展开了广泛运用。机载激光雷达技术是通过地对地表信息的扫描过程, 提取到反射的激光点数据, 纵观这些数据会在三维空间当中呈现出随机离散的数据点, 也就是我们所称的“点云数据”(见图 1)。除了坐标信息, 激光雷达技术还能够反映物体的反射强度等, 具有多方面的运用价值。由于点云数据所反馈的点不仅位于真实地表, 还包括一些植被以及建筑物等, 在这种情况下, 将点云数据中的地表数据剔除掉, 只留其有效数据, 则会为巡检工作提供极大的便利, 可以更加准确地获取数码设备无法勘测到的数据, 从而测算线路之间的真实距离, 及时对线路故障问题实行检修, 保障线路安全。

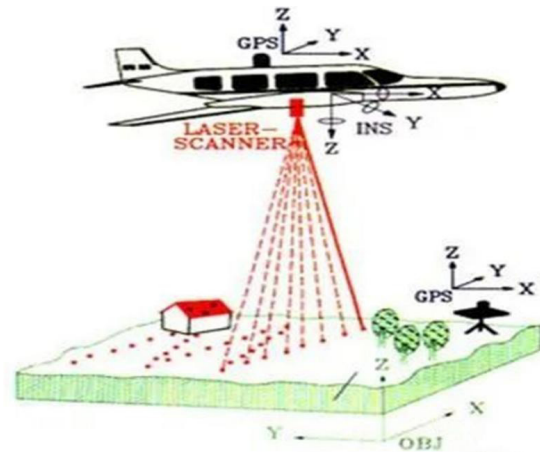


图 1 机载激光雷达工作示意图

#### 3.3 点云分类

众所周知, 输电线路通道属于国家电网的重要组成部分, 而该通道的有关地形、地物等都是电网建设与管理工作中尤为关注的目标。在执行飞行任务过程中, 需要提取的地物表征不仅包括真实线路的点云数据, 还需要获取地表植被、建筑物等的信息, 并进行准确反馈, 从而能够加以运用。在实际操作过程中, 需要对不同类型的地物数据进行分类, 被称为数据滤波处理。滤波是指将所获取到的点云数据通过合理的方式划分为地面点与非地面点, 其中地面上的点通过有效整合可以构建出线路通道的数字模型, 使其能够真实呈现出地表形态, 而非地面上的点则需要进行更加烦琐的处理方式对其分类应用。

从上述分析可知, 激光雷达技术所获取的点云数据<sup>[2]</sup>需要进行分类提取, 将模型中的地物数据剔除掉, 只留下其余有效数据, 通过对地物数据的合理划分, 能够实现线路表征的三维重建, 将线路分布中所覆盖的其他数据真实还原, 为我们呈现出更加立体、可观的地面环境, 从而进一步地为线路巡检工作服务。在线路巡检时, 同样也是将地面点与地物点进行区分, 进而区分建筑物与线路设备的点云数据, 这一过程也离不开滤波分离的方法。由此可见, 滤波与分类是机载激光雷达技术中不可或缺的部分, 对线路巡检具有重要意义, 随着时代的发展与科技的不断创新, 目前在中国和其他国家已经有越来越多的专家学者投入到了这项技术的研究当中, 相信在不久的将来, 我们就会看到更加便捷、准确的测量技术, 为国家的电网管理与电力事业发展添砖加瓦。

#### 3.4 三维模型的建立与应用

输电线路的三维模型重建是对线路进行安全分析的主要数据来源, 通过三维数据重建, 能够为线路巡检工作提供有效的数据支撑, 从而做出科学、合理的安全分析, 为电力的正常运行保驾护航。在模型制作过程中, 保证数据的来源真实有效, 能够为当下的巡检工作提供依据。

三维模型的构建由于具备严格的数据支持,其应用范围也是相当广泛。例如,可以更加精准地获取到地物表征的数据信息,从而对其进行安全分析,推测出地物距离能否满足安全运行的要求。另外,通过利用高分辨率的影像技术能够清晰探测到输电线路通道的故障问题,使得巡检人员可以及时对其进行检修操作,消除安全隐患,保障线路畅通。同时,采用机载激光雷达技术进行数据采集与三维建模工作,能够精确测量出输电线路与地面物体之间的距离,从而进一步判断植被树木等是否需要移除,以保证线路的正常运行。除此之外,三维建模过程有利于还原地表特征,使线路之间的覆盖物真实可感,为线路检测与资产管理提供便利。图2为无人机激光雷达工作现场。



图2 无人机激光雷达工作现场

### 3.5 输电线路安全巡检

在输电线路通道进行三维重建之后,能够获取到真实的数据信息,对于线路之间的距离,地表物体的覆盖情况等作出清晰地呈现,使得巡检人员可以根据激光雷达所传回的数据信息对输电线路进行有效操作,推测出不同温度气候下可能发生的变化,进而对地表覆盖物的处理情况作出进一步的判断。

## 4 激光雷达在电路巡检中的应用

### 4.1 功能

一方面,激光雷达技术为电路巡检人员提供了有效的数据支持,从其所反馈的数据信息当中提取到有效成分,例如对地表与地物进行分类,从而分辨出线路之间所覆盖的植被、建筑物等的距离,并进一步判断是否会对线路安全造成影响而需要进行清除工作。通过激光测量,对数据进行三维建模<sup>[3]</sup>,能够真实呈现出输电线路通道的表征,使得巡检人员能够及时对线路的故障问题进行检修,消除安全隐患,保障电力设备的正常运行。另一方面,国家的电网分布也需要投入较多的资金支持,而这些输电线路的损耗也会消耗掉一

定的资产,因而有必要对电力线路进行合理的管控,定期开展巡检工作,尽可能地降低损耗,促进国家经济发展。通过沿线采集的点云数据,将其进行有效整合汇聚,构建出输电线路的三维模型,从而能够真实还原出线路周边的环境形态以及线路覆盖物等,巡检人员可以据此分析输电线路的安全状况,并将其录入到线路资产管理当中。

### 4.2 效果

无人机激光雷达技术无论是对于其他国家还是我们中国当前的技术水平来讲,都可以称得上为一项先进的技术手段。通过运用激光雷达技术对输电线路进行巡检操作,能够有效地提高巡检人员的工作效率和质量,保障国家电网的正常运行,促进电力事业的长足发展。另外,运用自主巡检技术作业能够减少巡检人员的外出工作频率,尽可能地避免安全隐患,同时也能够有效降低巡检的成本。例如在传统的巡检工作过程中,不仅需要消耗大量的人力、物力资源,同时所获取的数据也由于摄影技术的落后导致信息不完整,无法对线路状况做出有效判断。在以往的巡检工作中,往往每隔一段线路就需要有多个巡检人员同时进行操作,这既增加了工作的烦琐性,也难以保障所得数据的真实性,降低了工作的效率。而采用无人机激光雷达测量技术,不仅降低了人员消耗,更避免了环境因素的影响,无论是电线塔,抑或者周边植被、建筑物等都可以获取到真实可靠的数据信息,进一步构建出三维模型,为巡检人员提供科学的数据支持,使其能够发现线路安全问题并及时进行检修,避免了因线路故障导致的电力事故,防止停电所造成的巨大损失。

## 5 结语

综上所述,无人机激光雷达技术在当前的输电线路通道检修过程中具有重要的实际应用意义。一方面,无人机激光雷达技术所获取到的数据信息更加真实、准确,有效缓解了以往仅利用摄影技术进行数据测量所造成的影像缺失等的弊端,不仅可以真实地呈现出通道表征的故障问题,帮助巡检人员及时加以检修,同时还能够探测到地表物体与线路之间的距离,从而进一步判断是否会对线路安全造成威胁,这些都是传统的影像测绘技术所无法实现的。另一方面,通过对地表物体与线路距离的判断,能够在极端气候等因素下模拟线路的变化,对输电线路管理提供进一步的数据支持,为输电线路管理决策提供有力支撑。

### 参考文献

- [1] 王和平,夏少波,谭弘武,等.电力巡线中机载激光点云数据处理的关键技术[J].地理空间信息,2015,13(5):4.
- [2] 王政,于正林.基于激光雷达点云数据提取建筑物的研究现状[J].科技创新与应用,2016(23):3.
- [3] 段敏燕.机载激光雷达点云电力线三维重建方法研究[J].测绘学报,2016(12):1.