

关于激光雷达测量技术及其应用的研究

张国政

(空军工程大学, 陕西 西安 710038)

摘要 激光雷达测量技术目前在军事领域、民用领域、大气环境监测、三维重建均可以得到广泛应用, 该技术既可以应用于战略高度较高的军事领域以及航空航天领域, 也可以应用于老旧街区改造的民用领域。本文首先对激光雷达测量系统组成简要概述, 然后对激光雷达测量技术原理简要分析, 最后从军事领域、民用领域、大气环境监测、三维重建等方面阐述激光雷达测量技术应用领域, 以期对激光雷达测量技术研究及应用人员提供参考。

关键词 激光雷达测量技术 应用领域 数据采集

中图分类号: P225

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)09-0004-03

激光雷达指的是用激光器作为辐射源的雷达, 是激光技术与雷达技术相结合的产物, 主要采用脉冲或连续波工作方式。19世纪30年代末Daguerre和Niepce率先使用激光雷达拍摄并制作像片平面图, 20世纪初Fourcade在原有技术的基础上采用立体观测技术, 21世纪激光雷达测量技术在多个领域已经被广泛使用, 该技术的核心在于地面三维数据的采集。

1 激光雷达测量系统组成

激光雷达由二氧化碳激光器、掺钕钇铝石榴石激光器、半导体激光器、固体激光器等扫描器, 光学望远镜天线, 光电倍增管、半导体光电二极管、雪崩光电二极管、红外和可见光多元探测器等接收机, 速度传感器、微机以及数据采集和传输装置等硬件和软件部分组成。激光雷达测量系统硬件设备中扫描器类型为三维激光扫描器, 速度传感器、微机以及数据采集和传输装置等硬件设备与软件联系较为紧密, 主要通过不同设备实现数据采集、通讯处理、三维重建、可视化等功能。激光雷达测量系统软件主要包括工程管理、数据采集、三维显示等模块, 工程管理模块主要包含工程数据信息, 该模块对激光雷达测量系统可视化功能的实现具有重要作用; 数据采集模块主要采用各个传感器对三维数据信息进行采集, 而利用微机及其他电子元件对采集到的地面三维数据进行预处理和预算, 最后在计算机和三维激光扫描器之间进行数据交换和存储; 三维显示模块可以实现场景可视化, 该模块是激光雷达测量系统的最终输出模块, 该模块需要利用各类三维数据和工程项目资料明确物体的体积、变化量等信息, 这样才能利用三维数据构建可视化场景^[1]。

2 激光雷达测量技术原理

激光雷达测量技术在激发扫描器和距离传感器的相互作用下可以对对象表面状态进行测量, 测量过程中时间计数器、激光发射器等技术发挥着关键作用。激光雷达通过激光脉冲发射器驱使激光二极管发黑色激光脉冲, 然后接收器可以利用透镜在测量对象表面接收激光脉冲, 最后基于时间计数器对发射信号和接收信号的时间差进行计算, 这样即可获取测量对象表面的三维空间信息, 进而完成目标的立体模型三位构建^[2]。

3 激光雷达数据特点及优势分析

在新形势下, 我国激光雷达测量技术深入发展, 广泛应用到我国许多领域, 促进我国城市化建设和城市化布局, 推动我国数字化城市的建设进程。激光雷达是一种主动传感器, 它能够有效地获取信息, 获取精准的地理坐标, 能够明确植被、物体、房屋建筑等不同建筑物, 同时还会产生回拨数据, 形成多次的数据回流。^[3]目前, 我国商业系统应用激光雷达测量技术时通常会产生四次以上的数据回拨, 能够获取更加精准的数据信息。而在新形势下, 我国激光雷达技术不断深入发展, 激光雷达系统能够提供新型的数字化技术服务, 能够增加回拨发生的频率, 减少回拨间隔的时间, 能够在计算机形成完整的模型, 能够对回拨的相关数据进行多次的精准分析, 并进行及时的记录, 同时利用先进的互联网计算机的处理算法有效地去除数据中不确定的因素, 分析植被或房屋建筑的高度, 减少人为因素或其他因素对激光雷达技术应用的干扰, 从而获得更加真实准确的数字信息, 及时了解地面的实际情况, 并建立系统的模型。

此外, 我国激光雷达技术在研发时主要是为了建

立三维模型,为了获得更加高精度的数字表面模型,并应用数据处理方法提高信息的准确度和信息的分辨率,根据基础信息进行城市布局和城市优化,推动数字化城市的建设进程。

与传统的遥感技术相比,激光雷达系统具有较多的优势,能够更加及时准确地获取地标的信息,能够获得准确的三维坐标,能够对地面的建筑物进行及时的测量,克服外界因素对激光雷达系统的干扰,同时还可以采用雷达观测测量技术避免传统人工操作的方式造成数据泄露或数据丢失,我国传统的摄影测量技术通常是采用间接的方式获取地表的三维数据,具有一定的信息误差,不能够及时地将信息进行传递。^[4]其次,激光雷达系统能够精准定位,能够透射地面植被,能够避免地面植被高度影响激光雷达系统的应用,而采用传统人工摄影测量技术不能够克服地面植被的影响,受植被高度影响较大,会影响信息收集的精准度,影响信息的采集。

此外,激光雷达技术能够直接应用,是一种主动式的传感器,不受光照或恶劣天气的影响,受外界自然环境的影响较少,与传统的光学遥感技术相比具有较多的优势,即使在某些困难地区或地势条件复杂的地区,也能够进行使用,能够对地势复杂、荒漠、沙漠、高山等地区的地形进行测量,获得更加高精度、高分辨率的详细信息,从而有利于制定决策,具有十分重要的社会价值。

4 激光雷达测量技术应用领域

4.1 军事领域

激光雷达测量技术在军事领域中可以应用于侦察、武器研发等方面,其中侦察过程中需要应用激光雷达对目标地区的环境及环境内物体的运动规律进行观察,而主动式激光雷达可以得到较为清晰的军事成像,一些激光雷达在特定波段下能够对目标区域进行更加隐秘的侦察,有效地提高了激光雷达测量技术的适用性;武器研发中导弹瞄准需要基于激光雷达测量技术来实现,激光雷达能够通过成像处理提高目标分辨率,有利于提高导弹瞄准系统的精准性,而且导弹发射后还可以继续根据激光雷达测量技术躲避复杂地形障碍物,确保导弹命中目标之前的安全性。激光雷达测量技术能够将车辆、人员、环境等信息准确区分,军事领域中该技术的应用有利于区分敌我双方,极大地提高了该技术的应用价值。

4.2 民用领域

激光雷达测量技术在民用领域中可以广泛应用于老旧街道改造中,改革开放之后我国城市化速度飞速提高,城镇基础设施建设越来越完善,但是城市中心老旧城区基础设施中的不足逐渐暴露出来,与现代化城市建设理念不符,因此每个城市都面临着老旧街道改造的问题。传统老旧街道改造领域中可以采用全站仪和GNSS接收机直接采集空间信息,或者采用无人机进行倾斜摄影测量,但是前者容易受到人员的干扰,后者受到空间的限制比较大。若采用激光雷达测量技术直接扫描老旧街道,可以得到更加精准的地面三维数据,有利于提高测量软件和三维空间模型建设的速度。老旧街道改造中激光雷达测量人员必须对采集到的地形信息进行属性标注,确保最终信息汇总后可以缩小全息影像的误差,数据处理可以直接采用云数据处理软件复制测绘软件提高工作效率。

4.3 大气环境监测

激光雷达测量技术在大气环境监测领域中可以应用于大气污染物分布检测中,该领域可以为气象观测提供更加准确科学的数据。大气污染物在空气中以气溶胶形式存在,当大气污染物过多时污染现象较为严重,若可以基于激光雷达发射不同波长的光,用高重复的频率把这两种波长进行交替发射到大气,这样根据两种波长的回波信号即可计算出大气污染物在空气中的浓度,进而判断该地区大气污染含量是否超标。大气环境监测中激光雷达测量技术应用的重点是选择合适的两种波长的光,其中一种光的波长需要与待测量的大气污染物容纳波段一致,而另一种光的波长需要调至吸收系数小的边翼,这样交替发射两种波长的光才能够准确测量大气环境污染情况。其次,激光雷达测量技术还能够准确地更新气象问题,能够根据大气污染状况以及天气状况及时判断气温和湿度,还能够准确判断风速风向,为气象部门进行天气汇报收集相关信息提供充足的数据支持,有利于提高气象部门工作的准确性和精准度,促进气象部门相关决策制定,提高气象部门的工作效率。

4.4 三维重建

三维重建是当前各领域应用的主要技术之一,而三维重建的实现,则需要由其他技术作为支持方可达成。近些年来,此技术的应用逐渐广泛,提高技术水平成了各领域关注的重点。研究发现,激光雷达测量技术在三维重建领域中应用于道路、堤坝、隧道等不

同地形的模型化建设中,该领域将激光雷达测量技术的精度优势发挥到最大。三维重建模型精度越高,工程施工以及交通智能管理的难度就越低,目前国内外各大机构和公司对三维重建领域中的研究均比较重视,甚至国家也积极利用该技术重新绘制地表地形图。

4.5 激光雷达在测绘中的应用

在新形势下,我国信息技术以及互联网技术深入发展,我国的激光雷达系统不断完善,并不断与先进的GPS定位技术相结合,能够对我国的城区街道、城市道路以及地表等三维信息进行及时和有效的获取,能够提高获取信息的精准度和信息准确性,同时还能够利用先进的互联网技术通过收集来的信息将城市道路以及隧道进行三维模拟,模拟立体模型,并进行详细具体分析,同时还可以进行模型制作,制作相应的模具,从而有利于我国城市规划以及测绘工作的进行。其次,在城市测绘工作中还能够有效地对各个物体的立体形状以及各个物体的容积进行测定,同时还可以采用现代的信息技术进行交通智能化的管理,能够积极收取城市街区的信息,推进我国的城市化进程。在国际上,激光雷达系统与GPS定位系统的融合不断深入,许多公司以及相应的研究机构都加大了对激光雷达系统的科技和人才投入,逐渐扩大了研究领域,并将激光雷达系统应用到许多现代领域,依据激光雷达系统开设测量系统和地表测量系统,能够对我国城市地表的地形数据以及三维模型进行精准的分析,能够提取关键信息,及时在空间建设三维模型,从而为我国城市制定城市政策,调整城市布局提供信息支持,促进我国城市化进程的发展。

4.6 激光雷达在电力企业中的应用

激光雷达具有整体精度高、扫描准确性高、应用价值广的特点,能够广泛应用到我国许多企业和众多工作领域中。目前,我国将激光雷达技术应用到电力企业,能够有效提高电力企业的生产效率,缩短电力企业的工期,能够为电力企业开展工作提供重要的智力保障,充分发挥电力企业的社会价值和经济价值。以激光雷达技术应用于电力企业举例,在电力企业应用三维激光雷达测量系统,能够有效提高电力企业获取信息的精准度,相比较于电力企业传统的数字摄影技术,有效获取信息,提高信息采集的密度,增大信息数据的储存量,为电力企业制定决策提供智力支持。

其次,在具体的工作中,许多电力企业在采集数据时受人为因素和自然因素影响较大,容易受到恶劣

天气影响,很难保证收集信息的精准度和准确性。许多工作人员还需要在野外或地势较为复杂的地区收集信息,会严重影响工作人员的生命安全,造成不可挽回的损失。因此在电力企业应用激光雷达技术能够利用最新的科学技术,及时收取信息,能够节省大量的人力物力,减轻人员的消耗,降低工作人员工作负担,同时还能够利用先进的信息技术对三维激光雷达测量系统所获取的信息进行及时有效的处理,提高电力企业的智能化和现代化。

再次,将三维激光雷达测量系统应用到电力企业中还能够有效提高电力企业相关科技成果的质量,能够减少野外工作对电力企业公司的影响,能够根据野外工作的实际情况充分获取信息,利用三维激光雷达测量系统准确定位,开展相关工作,优化电力企业的布局,充分发挥电力企业的实际效果。

此外,将激光雷达技术引入到电力企业中,能够有效获取电力企业周围环境的三维地形和地貌特征,并且能够利用先进的信息技术将测量结果进行优化和升级,并直接建立3D模型,为城市建设提供保障,有利于数字城市的建设。

综上所述,激光雷达测量技术目前在军事领域、民用领域、大气环境监测、三维重建均可以得到广泛应用,该技术既可以应用于战略高度较高的军事领域以及航空航天领域,也可以应用于老旧街区改造的民用领域。因此,该技术的应用前景更加广泛,但是该技术仍有一定的完善空间,未来研究人员需要在激光雷达测量技术研发方面投入更多的时间和精力,国家和企业需要继续加大研发资金投入,确保激光雷达测量技术能够充分发挥自身精度高、体积小、质量轻的优势。

参考文献:

- [1] 李洁,赵群虎,于林.激光雷达技术在老旧街道改造测量中的应用研究[J].长春师范大学学报,2021,40(12):108-112.
- [2] 罗云,张富泉.激光雷达扫描技术在堆料体积智能测量中的应用研究[J].科学技术创新,2021(30):1-4.
- [3] 齐永波.无人机三维激光雷达技术在房地一体测量中的应用研究[J].西部资源,2021(03):199-200,202.
- [4] 吴端松.机载激光雷达测绘技术矿山测量中应用研究[J].世界有色金属,2019(02):21-22.