

房地一体测量中运用无人机三维激光雷达技术的研究

阮磊雷

马鞍山测绘技术院有限公司

摘要:房地一体测量在我国测量工作之中占据着关键地位,但是传统的测量技术已经不能满足房地一体测量工作提出的新要求,因此相关单位在开展测量工作的时候,需要主动运用先进的测量方法。无人机三维激光雷达技术是一种高效率、高精度度、低成本的测量方法,在我国有着十分良好的应用前景。基于此,本文将我国某地区的房地一体测量工作作为例子,分析无人机三维激光雷达技术的运用方法,为我国其他地区运用该测量方法提供相应的借鉴。

关键词:房地一体测量;无人机;三维激光雷达技术;技术运用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.116

引言

我国为了推动城市与农村地区的统筹发展,促进我国现行农业制度改革,进而使社会主义的现代化农业振兴战略得到贯彻落实,出台文件《国土资源部关于进一步加快宅基地和集体建设用地确权登记发证有关问题的通知》,大力开展房地一体测量工作,并且对房地一体相对应权力进行登记确权。但是在我国广大农村地区之中,房地一体测量工作的开展遭遇时间紧、任务重的困难,如果相关单位在测量时仍旧沿用传统的测量技术,将难以及时完成工作任务,所以相关单位需要寻找一种更高效、更精准的测量技术开展生产应用。无人机三维激光雷达技术具备诸多优势,可以满足现阶段房地一体测量工作的需求。

一、房地一体测量工作一般方法存在的问题分析

(一) 光学测距测角方法和GNSS测量方法

①实地丈量对称边长度的结果不一致

在以往的房地一体测量工作开展过程中,如果选择利用仪器设备,将房屋的每一条边分别测量一次,可能会由于不同因素带来的影响,导致房屋的整体测量结果出现偏差,或者对称边的测量结果存在不对等的情况,使原本形状规则的房屋变成不规则的多边形,与房屋的实际情况大相径庭。不仅如此,在实时测量与计算房屋面积的过程中,工作人员需要根据测量生成的图纸计算面积,但是在数据的指定范围之内,对相邻边的平均边长进行计算,也很容易产生各种各样的误差,最终测量结果的准确性难以保证。

②出现偏心测量现象

要想测量房屋需要先采集相关数据,在这一过程

中,棱镜的后背位置至于房地角点时,棱镜是朝向仪器方向的,而在实际测量过程中并非如此。如果测量活动没有根据棱镜的角度进行观察,那么测量结果必然会出现一定的误差,所以在测量房屋的过程中,往往选择运用角度偏心观测的方法,从而使整体测量工作能够顺利完成。偏心测量就是将棱镜的后背位置,放置于在离仪器到房地焦点相同水平距离的合适位置,在明确到棱镜的水平距离之后,进行细微调整,使仪器设备能够对准需要测量的位置,从而完成测量操作。然而偏心测量的方法并非最完善的方法,且偏心测量容易受到外界因素施加的影响,难以获取准确的测量数据,进而导致一系列测量问题产生^[1]。

(二) 倾斜摄影技术方法

无人机倾斜摄影测量是一项多维测绘度量技术,通常是采用统一平台搭载多台传感装置,对标定的测量位置扫描,获取基础的测量数值及信息,结合倾斜摄影技术,从多角度采集影像图片等素材^[2]。但如果需要获得高精度倾斜摄影测量成果,必须依靠大量的地面像控点的支持,布设地面像控点耗时耗力。如像控点信息被破坏,会直接导致倾斜摄影的成果的高误差性。同时,无人机倾斜摄影技术在遇到高密度植被覆盖作业区域时,似乎显的无能为力。

二、无人机三维激光雷达技术介绍

(一) 三维激光雷达技术的工作原理

在三维激光雷达技术之中,包括激光测距仪和高精度惯性测量仪器,而且将全球定位系统纳入其中,保证其具备更准确的定位能力。该技术将计算机、激光、定位、测量四个层面相结合,形成一种高精度的扫描方法,从而为准确开展房地一体测量提供可靠保障。激光雷达系统能够运用激光扫描仪,对房屋、地面进行扫描,获取相应的空间距离,同时运用差分接收机,获取激光发射位置的瞬态空间坐标。不仅如此,惯性测量单位可以获得飞行平台的角度以及姿态,以及俯仰、滚动、偏折的角度,在获取上述类型的数据信息之后,获取地面物体相关的地理空间信息以及长度、角度信息,创建三维坐标系,使用坐标数据对地面物体的曲面位置信息进行表达^[3]。

三维激光雷达技术与无人机相结合之后,无人机内部的动态差分全球定位接收机、惯性导航装置,会实时记录无人机作业时的三维坐标,其坐标通过 $O(X_0, Y_0, Z_0)$ 表示,与此同时,记录无人机的测滚角数值、俯仰

角数值、偏航角数值、发射光波到反射光波被接受的时间。编码器会根据固定的激光脉冲间隔,生成激光束与扫描起始激光束生成的交角,利用特定的公式,求出地面任意测量位置的准确三维坐标。具体公式如下:

$$S = \frac{1}{2}ct, X_i = X_0 + \Delta X_i, Y_i = Y_0 + \Delta Y_i, Z_i = Z_0 + \Delta Z_i$$

(二) 三维激光雷达技术的工作特性

该技术在投入运用之后,呈现出以下四个显著特点:(1)该技术能够使非接触测量得以实现,其原因是激光雷达在工作过程中,不需要通过反射器支持,获得位置信息的定位,能够直接作用于被测量物体的表面,进而获得准确度更高的、三维的数据信息。(2)无论是传统的室外综合测量技术,还是高数据采样率,在实际测量过程中,采样点的数量大幅度下降,导致测量数据的准确性随之而下降。然而激光雷达扫描能够同时完成一个测量区域内部,多个测量点的取样工作,取样效率大幅度提升。(3)该技术发射处于活动状态的扫描光源,同时将自身具备的激光发射频率作为基础,通过反馈的回波信息,明确地面物体的三维坐标。(4)与传统的测量技术相比,该技术具备更高的分辨率,能够根据目标对象的点数据,实现精准判断。

三、无人机三维激光雷达技术具备的优势

(一) 精度层面的优势

由于我国社会经济持续发展,对于房地一体测量的精确度也提出了更高的要求,且我国政府出台了新的测量规定,这就需提高房地一体测量工作的实际精确度。无人机三维激光雷达技术的运用能够满足上述要求,其测量误差通常不超过5cm,可以对地面物体进行三维重构,生成相应的地形数据,帮助相关部门明确被测量地区地形地貌等信息,这为我国的房屋不动产登记以及发证工作提供了更多的助力^[4]。

(二) 成本层面的优势

传统的测量技术通常依赖于人工作业,而人工作业过程中可能会因为内部或外部因素的影响,例如天气、地形地貌等,导致较大的测量误差出现,且测量工作进展缓慢。将无人机三维激光雷达技术,运用于房地一体测量工作中,能够显著降低人工成本的投入,且三维激光雷达技术之中集合了诸多先进的技术,例如计算机、精准定位等技术,可有效抵御外界因素带来的不利影响,在短时间内完成数据分析与处理工作,可以节省至少40%的成本。

(三) 效率层面的优势

以往的测量工作为先通过测量获取数据,然后对数据进行统一计算和分析,这样做不仅效率低下,而且大量重要的数据不能被及时计算。无人机三维激光雷达技

术能够第一时间完成数据计算,而且其测量过程不会受到光线带来的影响,能够实现全天候区域内测量与数据采集,打破时间限制,因此运用该技术开展房地一体测量工作,能够更迅速、更便捷地完成所有工作环节,且测量数据的准确性可以得到保证。不仅如此,与传统测量技术相比,该技术的测量效率至少为传统测量技术的3倍。

四、实例应用

(一) 测前准备

根据被测量区域的基础情况,以及所用测量技术的特点,提前运用“图解法+简单法”对被测量区域进行研究。运用型号为CW-25的无人机绑定三维激光雷达测量系统,无人机的最大飞行路径如下:飞行宽度定义200m,最大飞行速度定义40km/h,最大扫描角定义为30°,侧边重合度60%,航向重合度70%。为了检验无人机三维激光雷达技术的准确性,项目中应当提前运用RTK技术,测量区域内部的城镇广场、城镇主要街道、水库、重点建筑的位置,从而对无人机三维激光雷达技术的准确性进行比较^[5]。

(二) 外业数据采集

要想满足房地一体测量工作的要求,就需要手机被测量区域相应的成果数据,从而为顺利完成测量工作打好基础。本次作业已尽可能获取了测量区域的1:10000地形图信息,同时对区域内现有的房地资料信息进行梳理,然后将google earth平台作为依据,构建出区域内地形的三维模式,按照地势的演变特征,划定无人机的飞行子区域,以及无人机航线等重要的技术参数。

不仅如此,需要在实际开展测量工作之前,全方位了解并掌握被测量区域的地形地貌、植被覆盖率等信息,在每个合适的位置设置专门的GPS基站,实现机载动态差分全球定向接收机在测得的三维范围内的误差修正。与此同时,为了提升测量的准确程度,在获取测量数据的过程中,运用平行或者垂直交叉的飞行模式,从而使测量的准确度得到保证。无人机飞行的过程中进行扫描,工作人员需要根据实际情况,精准调节无人机的飞行高度、飞行姿态等,最大限度地收集真实的信息数据。每天的数据收集工作完成之后,必须对当天收集的数据品质进行检查,如果发现被收集数据的质量过低,就需要重新收集数据,不得隐瞒真实情况上交低质量数据^[6]。

(三) 处理已采集的数据

处理数据的过程为预处理所有数据、筛选点云数据、筛选异常数据、提取地物点分类等。预处理过程为运用星载二进制校准原始点云数据格式,校准正确格式点云数据的三维坐标,以及地面返回参考点的三维位

置, 拼接预处理的数据, 对出现重叠的区域进行高度标定。其中涉及的技术如下: (1) 点云数据的滤波能够提升重构和特征提取、地形DEM等一系列产品的准确度, 将分割和曲面两种方法作为基础, 推导出数学形态学的滤波方法, 以及加密过滤的计算方法, 同时可以通过滤波, 获取数学形态学过滤计算, 明确建筑物等不同地物的实际信息, 提高测量准确度。(2) 离群阈值过滤将1: 10000位置图作为基础, 设定不同地块的高程、高差阈值, 对新获取的云块高层信息进行离群阈值过滤^[7]。(3) 地物分类与提取技术的重点为计算地物点和非地物点, 运用渐近三角剖分算法, 将点云数据处理中的作物、林木等将植物和地物点进行区分。分析点云数据的工作完成之后, 将所有三维的位置信息, 输入清华山维EPS软件或者CASS地形地籍成图软件进行地物提取处理。

(四) 成果修测

无人机三维激光雷达技术也具有一定的局限性, 如测区植被密度较高时, 无人机机载激光无法穿透植被时, 所需被测地物就无法被采集。遇到大面积水域环境无人机机载激光无法形成有效反射时, 需要采用综合测量手段对测区已形成的测量成果进行修测。激光雷达技术的另一种运行即时背包式激光雷达技术。

运用背包操作模式可以获得更丰富的地物信息, 但是设置于地面的GPS信息系统很容易被各种影响因素所干扰, 因此需要运用地面监测推广的方法, 对点云的尺度进行强化。这样做能够校正点云信息的扫描位置, 以便于获得更准确的激光点云数据^[8]。

五、对比无人机三维激光雷达技术测量精度的方法

一方面, 点云数据的质量。数据的质量取决于数据的密度, 换言之, 就是点云在单位面积上覆盖的数量。通过3D调查在区域内选择25个区块, 所有区块的面积固定为2km×2km。在对点云密度进行计算之后, 发现区块内部的点云密度为6.5点/m², 而比例为1: 2000地形图精度要求点云密度不小于1, 这说明点云数据具备较高的质量。

另一方面, 点云数据的精准度。(1) 将部分节点云数据的特征值, 与运用RTK技术测量获得的三维坐标进行比较, 发现其中的平均误差为±0.21米和0.27米, 平均高程误差的均值±0.102米, 最大平均误差为±0.148米, 按照1/2000的误差满足精度要求进行判断, 说明点云数据的精确度较高。(2) 背包式操作模块主要在房屋、电线等人口较密集的区域内部运用, 而无人机携带模块则前往相对空旷的区域, 进行点云数据采集。在测量区域附近的位置, 或者在已知的位置设置静态基站, 引入点云数据之后进行差分数据处理。

(3) 数据采集工作基本完成之后, 重新对地面检测点进行研究, 选择在点云之中容易辨认的、清晰的地物倾斜点, 作为本次研究的地面检测点, 开展后期的数据精度测算。所有的激光点云数据, 都将通过对静态基地台数量的最终差分技术计算并导出, 点云格式也将统一为LAS格式。可以通过点云相关软件选择以往铺设的测试站点位置, 然后进行地址导出, 与RTK测试的检查点位置进行对比, 从而获得最终的结论^[9]。

六、结论

综上所述, 以往的房地一体测量工作在开展之后, 相关部门运用传统的测量技术, 这样做不仅需要投入大量成本, 还难以保证测量工作的质量以及效率, 不符合我国现阶段的房地一体测量要求。无人机三维激光雷达技术在得到运用之后, 能够发挥其具备的优势, 例如测量时间短、测量速度快、测量数据精准度高、能够生成丰富的三维信息、投入成本低等, 因此我国相关部门必须对该技术的运用给予高度重视, 从而使该技术促进我国房地一体测量工作持续发展和进步。

参考文献

- [1] 张利刚, 张元敏, 高雪. 关于房地一体项目测量方法的探讨[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(05): 209-211.
- [2] 靳峰, 文坤. 基于无人机倾斜摄影测量技术的农村土地地籍测量方法[J]. 北京测绘, 2023, 37(4): 563-567.
- [3] 杨洪, 邓锦云, 王铸. 多种测绘技术方法在农村房地一体地籍测量应用中的能效分析[J]. 科技创新与生产力, 2023(03): 68-71.
- [4] 杨强, 王文科, 马鹏涛. 无人机倾斜摄影测量在农村房地一体项目中的精度探讨[J]. 测绘, 2022, 45(05): 221-224.
- [5] 张军. 无人机航空摄影测量在“房地一体”地形测量中的具体应用要点[J]. 科技创新与应用, 2022, 12(08): 161-163.
- [6] 张英, 汪勇, 廖如超等. 三维激光雷达无人机树障实时测量系统研究[J]. 中国测试, 2021, 47(11): 147-152.
- [7] 赵猛, 姚凯, 杨国栋等. 基于三维激光雷达的无人机场景建模[J]. 现代电子技术, 2020, 43(14): 42-47.
- [8] 李明胜. 基于无人机激光雷达三维绿量快速测量研究及应用[J]. 园林, 2022, 39(09): 132-136.
- [9] 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.