

测绘工程测量中无人机遥感技术的运用

李 强 赵春杰

宁夏回族自治区测绘地理信息院 宁夏 银川 750000

摘 要:现代测绘工程正朝着数字化、智能化的方向发展,传统测量模式效率有限,作业也受不少条件限制,复杂工程场景下要做到高精度、全覆盖测绘,确实有点吃力。本文聚焦无人机遥感技术,把它的应用体系和数据处理流程整体梳理了一遍。结合实际工程测绘工作,分别讲了在地形地貌测绘、施工现场测量、线性工程勘测这些场景里具体怎么用。同时也把影像采集筛选、影像预处理、空三匹配加密、三维建模、精度校验修正这一整套数据处理工序都过了一遍。

关键词:测绘工程;测量;无人机遥感技术;运用

引言

无人机遥感测绘是一种新型的数字化测绘技术,它打破了传统测绘模式在空间和环境上的限制,能快速完成大范围区域的数据采集和影像成像。机动性强、响应快、成果也看得明白,这些特点让它能很好地补上传统测绘的短板。目前,这项技术已经广泛用在地形测绘、工地监测、线路勘查、国土调查等不少测绘场景里了。

1 无人机遥感技术在测绘工程测量中的核心应用

1.1 地形地貌测绘应用

(1)在复杂地形勘测中,无人机遥感能适应各种特殊地貌环境。碰上那些地势崎岖、不好走、人很难进去的地方,它可以靠低空飞行的优势,把地表地貌细节全面拍下来,完整记录地形起伏、地貌类型以及地表附着物分布情况,彻底解决传统测绘里那些看不见、进不去的盲区问题,保证地形勘测做得全、做得透。(2)全域地形数据采集是这项技术的核心用途之一,无人机按预设的航线飞一遍,就能完成全覆盖的影像采集,拿到连续、完整的地表影像资料。这些影像里包含了地表形态、地貌结构、地表覆盖状况等多种地形信息,能为后续的地形分析和制图工作提供全面可靠的基础数据,实现区域地形信息的系统化采集。(3)有了采集来的全域遥感影像,就可以做数字高程模型了^[1]。用专业的数据处理技术把影像信息整合分析一下,梳理出地表高程的变化规律,还原出区域地形的立体形态,建起一个结构完整、贴近实地情况的数字化地形模型。这个模型能直观地看出区域地势高低起伏、坡度变化这些核心地形特征。(4)在这个基础上,再完成标准化地形图的绘制。根据数字化模型提供的地形数据,把各类地貌信息

分类整理、精准绘制,把地形图里的地形标识、地貌标注这些核心内容都补全,形成一份精准规范的地形测绘成果,给后续的工程规划、方案设计、土地利用分析等测绘工作提供可靠的地形数据支撑。

1.2 工程施工现场测绘

(1)施工现场全景监测是无人机遥感的一个重要用处,工地在施工阶段,状态一直在变,传统定点观测很难看清全貌。无人机低空全域拍摄,能实时拍下现场的整体布局 and 变化,把施工进度和环境变动都记下来。持续拍出来的资料,给施工管理、进度把控、现场调度都提供了直观的可视化依据。(2)场地平整度测量是施工测绘的重点之一,场地平不平,直接关系到后面工序能不能干好,也影响地基稳不稳。用无人机拍回来的影像数据,可以对场地整体地面起伏做系统分析,找出哪里高哪里低、哪里不平。靠影像解析和地形拟合技术,把场地平整状态整体过一遍,代替人工逐点测量,检测更全面,精度也更高。(3)施工边界校核能保证施工范围不出格,施工过程中,场地边界容易含糊,施工区域也可能跑偏。无人机把工程整体边界区域全拍下来,再结合测绘基准数据,比对场地实际建设范围,看看有没有越线,发现偏差及时纠正,保证建设范围和设计规划一致。(4)土方量测算靠的是无人机遥感的立体成像优势,采集场地三维地表信息,还原施工场地原来的地貌和改造后的地形状态,就能精准算出挖了多少方、填了多少方。

1.3 线路工程测量应用

(1)带状测绘是线路工程测量的核心内容,也是无人机遥感的主要用场。跟传统的点状测量不一样,无人

机可以顺着线路延伸的方向,把长条状区域全覆盖拍下来。整个测绘过程连续性更强,能把线路经过的所有地方都覆盖到,避开人工测量容易出现的断点和盲区^[2]。拍回来的影像数据,能完整还原带状区域的地表形态、地形变化和地表覆盖情况,形成一套完整连贯的带状测绘数据体系。(2)走向勘测借助无人机遥感可以做得更精细,各类道路、管线、廊道工程对线路走向的精度要求都比较高,这直接影响到工程整体布局 and 施工质量。无人机高精度影像采集,能清楚地把线路沿线的地势起伏和地形走势呈现出来。工作人员根据影像数据分析线路整体走向合不合理,精准把控线路布置的趋势,及时优化布设形态,保证线性工程的走向符合施工标准和场地地形条件。(3)环境踏勘是线路工程前期建设的重要基础工作,线性工程跨度大,沿线生态环境和地形条件差别也大,前期全面踏勘能避开不少施工风险。无人机可以快速完成沿线全域的环境排查,把线路经过区域的地形条件、地貌特征和周边环境状况都摸清楚。系统化的踏勘数据能帮施工单位充分了解沿线的建设条件,提前识别施工中可能遇到的制约因素,给线路优化调整、施工方案编制、工程风险防控提供真实的基础测绘依据,推动线性工程高质量建设。

2 无人机遥感数据处理技术流程

2.1 影像数据采集与筛选

(1)航摄前期规划与数据采集。开展影像采集作业前,需结合工程测绘实际需求完成前期筹备工作。依据测区地形条件与测绘边界范围规划最优飞行航线,统一设定无人机飞行高度、飞行速度及影像重叠度,保障相邻航拍影像具备充足重叠区域,杜绝漏拍、影像缺失等问题。航飞全过程维持飞行器姿态平稳,规避大幅度抖动、航线偏移等情况,确保单张影像完整、清晰记录测区地表要素,实现测区全域无死角覆盖,保障原始影像数据的完整性与连续性。(2)基础质量筛查剔除不合格影像。航摄完成后需对全部原始影像开展系统性筛选,剔除不符合测绘规范的无效影像。无人机航拍易受气流扰动、光照条件、飞行姿态等内外因素影响,产出部分低质量影像素材^[3]。作业人员逐张核查全部原始影像,直接筛除画面模糊、曝光失常、几何扭曲变形的影像。(3)精细化二次筛选优化数据源。进一步排查存在地物遮挡、阴影过重、拍摄倾角偏差过大的影像,仅留存画面清晰、层次完整、色彩正常的有效影像。通过两级精细化筛选可彻底清除劣质影像,减少无效数据对后续工序的干扰,同步提升影像校正、空中三角测量、三维模型生成的运算精度与处理效率,从源头规避基础数

据误差,为后续全流程处理筑牢数据根基。

2.2 影像预处理

(1)影像去畸变处理。去畸变为影像预处理首要基础工序。无人机搭载的小型遥感镜头固有光学畸变特性,长时间航摄后影像易出现拉伸、偏移、透视形变,造成地物轮廓、空间位置与真实场景不符。影像去畸变依托专业校正算法结合镜头内置参数对原始图像整体修正,校正像素偏移偏差,还原地物真实轮廓与空间坐标,消除画面边缘扭曲、整体几何变形等误差,提升影像几何还原度,保障空间地理数据精准可靠。(2)影像匀色处理。匀色处理用于解决大范围航测影像色彩不均问题。大面积测区作业时,受光照强度变化、云层遮挡、拍摄角度差异等条件影响,不同时段采集的原始影像普遍存在明暗落差大、色彩偏移等现象。若未开展匀色校正,整套影像色调杂乱失衡,将大幅干扰后续影像拼接及定量遥感数据分析工作。匀色处理可统一调整单张影像的亮度、对比度与色彩饱和度:一方面平衡单幅影像内部的明暗、色彩差异,另一方面协调整套影像的整体色调,最终实现全域影像色彩均匀一致,既提升视觉观感,也保障整套影像数据的色彩一致性。降噪处理的核心作用是优化影像画质、消除无效噪声干扰。无人机低空航拍过程中,气流扰动、拍摄设备系统误差、场地复杂光照等因素,极易使影像产生细碎噪点与杂色,造成画面模糊。降噪算法可智能区分有效地物纹理信息与无意义噪声,在最大限度保留建筑、植被等地物细节纹理的基础上,抑制并清除杂乱噪点。处理后的影像画面干净、层次分明,能大幅降低噪声对后续数据运算的干扰,为影像匹配、三维模型重建、遥感数据解析等下游工序提供高质量基础素材。

2.3 影像空三加密与影像匹配

(1)影像匹配。影像匹配是遥感数据三维重构的前置基础工序,依托专业图像处理算法完成多幅重叠航空影像的特征提取、同名点检索工作。无人机航拍影像普遍具备大面积重叠区域,系统可自动提取各幅影像的纹理特征点,跨影像完成特征点位比对;通过精准匹配同名特征点,搭建起单幅影像间的空间约束关系,将零散独立的航拍影像整合为一套互相关联、互相约束的完整数据集。影像匹配的稳定性与精度,直接决定后续空中三角测量解算可用基础控制点的数量与质量,是空三加密可靠开展的核心前提。(2)空三加密。影像匹配工序完成后,方可开展空中三角测量加密(简称空三加密)。传统测绘作业仅能布设少量地面控制点,难以满足大范围、高精度测绘解算需求。空三加密依托影像匹

配输出的海量同名特征点,对稀疏地面控制点进行全域加密,生成密度高、空间分布均匀的加密控制点;加密点位完整覆盖全部测区,补齐区域空间控制信息,构建起完整统一的测区坐标基准框架。(3)空三解算。依托加密完成的控制点开展空三解算,可解算出每一张航拍影像的外方位元素(拍摄坐标、姿态参数),精准还原无人机成像瞬时的空间姿态,推算影像内全部像素对应的真实地面地理坐标,为后续三维建模、正射影像制作提供高精度坐标支撑。

2.4 三维模型构建与正射影像生成

(1)前置数据预处理(影像匹配、空三加密、空三解算)。三维模型与正射影像生产需以高精度影像匹配、空三加密、空三解算成果为基础,三项工序流程与技术原理同2.3节,且新增精度校正环节:空三解算过程中可同步校正影像外方位元素偏差,修正无人机飞行拍摄产生的位置、角度误差,进一步提升整体测绘成果精度。(2)三维模型构建。基于经空三解算赋予精确地理坐标的全部影像,结合全域加密控制点开展密集点云生成、网格构建、纹理映射,完成测区实景三维模型搭建,还原测区地表、地物真实空间形态与外观纹理。(3)正射影像生成。利用高精度空三成果校正原始航拍影像的地形起伏畸变、镜头透视畸变,对影像逐像素进行地理配准、匀色镶嵌,生成无变形、坐标统一的数字正射影像,满足公众版

2.5 数据精度校验与误差修正

(1)数据精度校验要拿规范的测绘基准当依据,对成型的正射影像和三维地形数据做全方位核验。工作人员结合专业测绘标准,把测区内部的地物位置、平面距离、高程数值这些核心指标系统地过一遍。重点检测数据整体的贴合度和统一性,排查局部区域有没有点位偏移、高程异常、地物变形等问题,全面掌握测绘数据的整体精度状态,精准定位误差分布在哪儿、是什么类型的误差。(2)排查完误差之后,就要做针对性的修正了。针对设备成像、飞行姿态波动引起的系统误差,可

以通过优化数据参数、调整矫正算法来做整体修正,把全域数据的精度标准统一起来^[5]。针对局部地形复杂、纹理薄弱产生的偶然误差,就采取局部数据优化、点位补正和纹理重构的方式精细化调整,把局部数据失真和偏差问题消除掉。(3)还要对拼接衔接处的轻微错位、纹理断层、高程突变这些常见问题做优化完善,让整体测绘数据更连贯、更统一。经过多轮校验和修正之后出来的测绘成果,能有效避开各种偏差问题,数据可信度也大大提升。严格的校验修正流程,能最大限度提高无人机遥感测绘成果的质量,保证各类测绘数据符合工程建设、地形分析以及工程设计的精度要求。

结语

综上所述,完整的数据处理流程是保障测绘成果质量的关键。从原始影像的采集筛选、预处理优化,到空三匹配加密、三维模型与正射影像生成,再到最后的精度校验与误差修正,每一步都对最终的测绘质量起着决定性作用。把整套作业流程规范起来,能明显提升工程测量的精准度和完整性。

参考文献

- [1] 王兵. 测绘工程测量中无人机遥感技术的运用 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025,(2):049-052.
- [2] 王润哲. 在测绘工程测量中无人机遥感技术的运用 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025,(2):021-024.
- [3] 高兴. 测绘工程测量中无人机遥感技术的运用策略 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025,(11):067-070.
- [4] 赵树杰. 测绘工程测量中无人机遥感技术的运用 [J]. 智能城市应用,2025,8(2):109-111.
- [5] 张学有. 刍议测绘工程测量中无人机遥感技术的运用 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025,(3):110-113.