

工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用

温书萍

邓州市住房和城乡建设局房产中心 河南 邓州 474150

摘要：无人机遥感测绘技术集无人机、遥感、GPS与INS等技术于一体，操作灵活、起降便捷，能低空飞行获取复杂区域地表信息。其数据采集需合理选型无人机平台、配置传感器并规划航线与参数。数据处理涵盖预处理、拼接建模及精度评估优化。该技术在地形测绘、工程监测和城市规划等领域应用广泛，可高效获取数据，为工程建设与城市发展提供可靠地理信息支持。

关键词：无人机遥感测绘；工程测绘；数据采集；数据处理；应用场景

引言：在工程测绘领域，随着技术的飞速发展，对测绘手段的高效性、精准性与灵活性提出了更高要求。无人机遥感测绘技术作为前沿且综合性的测绘方法，深度融合无人机、遥感、GPS及INS等多种先进技术，展现出独特优势。其凭借无人机灵活的操作与起降、遥感技术多样化的数据采集、GPS与INS精准的定位导航，能高效获取丰富地表信息。该技术不仅在数据采集环节优势显著，数据处理与应用场景也极为广泛，正逐渐成为工程测绘领域的关键技术手段。

1 无人机遥感测绘技术概述

无人机遥感测绘技术作为一种前沿且综合性极强的测绘手段，是多种先进技术深度融合的结晶，它集成了无人机技术、遥感技术、全球定位系统（GPS）以及惯性导航系统（INS）等，在现代测绘领域发挥着日益重要的作用。（1）无人机作为整个测绘系统的飞行平台，具备诸多显著优势。其操作灵活性极高，相较于传统的大型有人驾驶测绘飞机，无人机能够根据不同的测绘任务需求，迅速调整飞行姿态、速度和高度。起降便捷性也是一大亮点，它无需专门的跑道，在一些小型场地或复杂地形区域即可完成起降，大大降低了对起降条件的要求。此外，无人机可实现低空飞行，这一特性使其能够轻松抵达传统测绘手段难以触及的地方，如茂密的丛林、陡峭的山脉、危险的灾害现场等，为获取这些区域的地表信息提供了可能。（2）遥感技术是无人机遥感测绘的核心数据采集手段。通过在无人机上搭载多种类型的传感器，能够实现对地表信息的全方位、快速采集。光学相机可以获取高分辨率的可见光影像，清晰呈现地表的地物形态、颜色和纹理等特征；激光雷达（LiDAR）则能够精确测量地表的三维坐标信息，构建高精度的数字高程模型（DEM），对于地形起伏较大的区域测绘具有独特优势；热红外传感器可以感知地表的

热辐射信息，用于监测地表温度分布、热异常等，在城市热岛效应研究、森林火灾监测等方面具有重要应用价值。（3）GPS和INS在无人机遥感测绘中起着至关重要的定位与导航作用。GPS通过接收卫星信号，为无人机提供精确的全球定位信息，确定无人机在空间中的位置坐标。而INS则利用陀螺仪和加速度计等惯性传感器，实时测量无人机的姿态和加速度信息，辅助GPS实现更精确的导航。两者协同工作，确保无人机能够严格按照预定航线飞行，同时准确获取所采集数据的空间位置信息，使得测绘成果具有高度的空间准确性和可靠性。（4）无人机遥感测绘技术凭借其高效、精准、灵活的数据采集能力，能够满足不同工程测绘项目的多样化需求，在国土资源调查、城市规划、环境监测、灾害应急响应等众多领域展现出广阔的应用前景^[1]。

2 无人机遥感测绘数据采集技术要点

2.1 无人机平台选型

在工程测绘中，无人机平台的合理选型对测绘作业的效果与效率起着决定性作用。在选型过程中，需紧密结合工程测绘的具体需求以及实际作业环境，对无人机的多个关键性能指标进行综合考量。（1）多旋翼无人机凭借其起降灵活、操作简便以及能够悬停等显著优点，在特定测绘场景中表现出色。它尤其适用于小范围、高精度的测绘任务，例如城市街区复杂地形的测绘以及建筑物立面的精细测量等。而固定翼无人机则具备续航时间长、飞行速度快、覆盖范围广等特性，更契合大面积地形测绘、交通线路勘察等大规模、长距离的测绘任务。（2）无人机的载重能力直接关系到可搭载传感器的类型与数量，进而影响测绘数据的丰富程度；飞行高度则对数据采集的分辨率和覆盖范围产生重要影响。因此，在选型时必须依据实际情况，进行科学合理的选择，以确保测绘任务能够高效、精准地完成^[2]。

2.2 传感器配置

在测绘作业中,科学合理地配置传感器是获取高质量测绘数据的关键。不同类型的传感器因其工作原理和性能特点,适用于不同的测绘需求。(1)光学相机作为最常用的传感器,凭借其高分辨率成像能力,能够清晰捕捉地表影像。借助多视角拍摄技术,依据摄影测量原理,可生成数字正射影像(DOM)、数字表面模型(DSM)等重要测绘成果,在地形地貌测绘、土地利用现状调查等领域发挥着重要作用。(2)激光雷达(LiDAR)通过发射激光束并接收反射信号,可快速、精准地获取地表及地物的三维空间信息,进而生成高精度的数字高程模型(DEM)。在地形复杂区域测绘、电力线巡检以及林业资源调查等任务中,LiDAR展现出独特的优势。(3)热红外传感器则专注于获取地表物体的热辐射信息,在监测地热异常、城市热岛效应等特殊测绘场景中具有不可替代的作用。在实际作业时,需依据测绘目标和具体需求,合理选择传感器,也可采用多传感器集成的方式,以获取更全面、准确的测绘数据。

2.3 航线规划与数据采集参数设置

在测绘作业中,科学合理的航线规划与精准的数据采集参数设置是确保数据采集质量和效率的核心环节。(1)航线规划需全面考量测绘区域的诸多因素,如范围大小、形状特征以及地形起伏状况等。其目标在于让无人机能够完整且无遗漏地覆盖测绘区域,同时避免飞行航线出现过度重叠或数据采集盲区。常见的航线规划方式有矩形航线、螺旋航线等,每种方式适用于不同的测绘场景和区域特点。(2)数据采集参数的合理设置也至关重要。这包括飞行高度、航速、拍照间隔(针对光学相机)、激光点云密度(针对LiDAR)等。一般来说,降低飞行高度可提升数据分辨率,但会缩短无人机续航时间、缩小覆盖范围;合适的航速与拍照间隔能保证影像间具备足够的重叠度,以满足后续数据处理的需求。通过精心优化航线规划和参数设置,能够显著提高数据采集的效率与质量,为后续的数据处理和分析工作筑牢坚实基础。

3 无人机遥感测绘数据处理技术要点

3.1 数据预处理

数据预处理作为数据处理流程中的起始且关键环节,对整个测绘成果的质量有着深远影响,其核心工作涵盖数据格式转换、坐标系统转换以及数据去噪等多个方面。(1)不同传感器采集的数据格式往往存在差异,为便于后续统一处理和分析,必须将这些数据转换为通用的标准格式。在坐标系统方面,采集数据的原始坐

标可能与工程测绘所要求的坐标系统不一致,因此需要进行精确转换,以此保障数据在空间位置上的准确性。

(2)原始数据中不可避免地会存在一些无效数据,这些数据可能源于传感器自身的噪声、外界环境的干扰等因素。针对此类问题,需运用滤波、平滑等专业方法进行去噪处理,从而提升数据的纯净度和可靠性。对于光学影像数据而言,还需进一步开展辐射校正、几何校正等操作,以消除光照条件变化、传感器姿态偏差等因素所导致的影像变形,使影像能够更加真实、准确地反映实际地物的特征,为后续的数据分析和应用提供高质量的数据基础^[3]。

3.2 数据拼接与建模

在测绘数据处理流程中,数据拼接与建模是构建精准三维地理信息的重要环节。(1)针对光学影像数据,借助摄影测量技术开展一系列处理工作。首先进行影像匹配与空中三角测量,利用特征点提取与匹配算法,精准找出不同影像间的同名点,依据这些同名点信息,计算出相机在拍摄时的位置与姿态参数。在此基础上,实现多幅影像的无缝拼接,生成具有高精度地理信息的数字正射影像(DOM)和数字表面模型(DSM),直观呈现地表的地物分布与形态。(2)对于激光雷达数据,主要对点云数据进行处理。通过点云滤波、分类等操作,将点云数据细致划分为地面点和非地面点(如建筑物、植被等类别),进而生成精确的数字高程模型(DEM),清晰展示地形起伏。(3)在整个数据拼接与建模过程中,选择合适的算法和软件至关重要。只有运用科学合理的方法,才能确保生成模型的精度和完整性,使其真实、准确地反映测绘区域的地形地貌和地物特征。

3.3 成果精度评估与优化

在完成数据处理工作后,对测绘成果展开精度评估是保障测绘质量的关键步骤,其目的在于检验成果是否契合工程测绘的实际要求。(1)常用的精度评估方法主要有与已知控制点进行对比分析,以及采用交叉验证等手段。通过精确计算平面精度、高程精度、点位中误差等一系列关键指标,能够全面且客观地评估测绘成果的准确性。(2)倘若评估结果显示精度未达到要求,就必须深入剖析原因。可能的原因包括数据采集过程中受到多种因素干扰而产生的误差,以及数据处理算法本身存在的局限性等。针对这些具体问题,需采取针对性的优化措施。例如,增加控制点的数量,以提高数据定位的可靠性;合理调整数据处理参数,优化数据处理流程;对算法进行改进升级,提升算法的精度和稳定性。通过

这些措施对测绘成果进行优化,直至其满足工程测绘所需的精度标准,从而为工程建设提供可靠、准确的地理信息支持。

4 无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用场景

4.1 地形测绘

在地形测绘领域,无人机遥感测绘技术凭借其独特优势,展现出强大的应用价值。该技术能够迅速获取大面积且高精度的地形数据,无论是地势平坦的平原、崎岖起伏的山地,还是连绵起伏的丘陵地区,无人机均可凭借其灵活的飞行能力,高效采集地表各类信息。(1)基于采集到的数据,可生成数字高程模型(DEM)、数字正射影像(DOM)等重要测绘成果。这些成果能够直观、清晰地呈现地形的起伏变化以及地貌的显著特征,为工程规划设计提供了极为准确、详细的地形资料,有助于设计师更科学、合理地规划工程布局。(2)与传统地形测绘方法相比,无人机遥感测绘技术优势显著。它极大地提高了测绘效率,缩短了测绘周期;同时,降低了测绘人员的劳动强度,减少了野外作业时间;并且有效降低了作业成本。尤其在那些地形复杂、交通极为不便的区域,无人机遥感测绘技术更是成为了地形测绘的首选方案^[4]。

4.2 工程监测

在工程建设进程中,无人机遥感测绘技术发挥着不可或缺的工程监测作用,涵盖工程进度监测与施工质量监测等多个方面。(1)通过定期对工程建设区域开展无人机航测,对比不同时间节点的测绘成果,可直观呈现工程建设的推进情况,便于及时发现施工偏差与潜在问题,为工程进度把控提供清晰依据。(2)借助高分辨率影像和精细的三维模型,能对建筑物、道路、桥梁等工程结构的施工质量进行细致检查。例如,精准检测建筑物的垂直度是否达标、道路的平整度是否符合要求等,为工程质量控制提供坚实的技术支撑。(3)在工程变形监测领域,通过多次采集数据并深入对比分析,可实时监测建筑物、边坡等的变形状况,提前预警潜在安全隐患,保障工程建设的安全性与稳定性。

4.3 城市规划

在城市规划工作中,无人机遥感测绘技术展现出巨大的应用潜力。该技术可快速、高效地获取城市丰富的空间信息,涵盖建筑物的分布格局、土地的实际利用现状以及交通网络的运行状况等。(1)基于这些数据生成的高精度三维城市模型,为城市规划设计提供了直观且真实的可视化依据。规划师能够借助模型,更科学地进行城市空间布局的优化,合理规划交通线路,精心设计城市景观,提升城市的整体功能与美观度。(2)通过对城市不同时期的测绘数据进行对比分析,可清晰洞察城市的发展变化趋势。例如,利用无人机遥感测绘数据评估城市绿化覆盖率的变化情况,分析城市扩张对生态环境产生的具体影响等,从而为城市的可持续发展提供科学、合理的决策依据,助力城市朝着更加宜居、宜业的方向发展。

结束语

综上所述,无人机遥感测绘技术凭借其先进的技术集成、高效精准的数据采集与处理能力,在工程测绘领域展现出全方位的应用优势。从地形测绘中快速获取大面积高精度数据,到工程监测里对进度、质量与变形的有效把控,再到城市规划时为空间布局、交通及景观设计提供直观依据,其应用场景广泛且成效显著。该技术不仅提高了测绘效率与质量,降低了成本与劳动强度,更为工程决策提供了可靠依据。随着技术的不断发展,无人机遥感测绘技术必将在工程测绘中发挥更大作用,推动行业向智能化、高效化方向迈进,为各类工程建设与城市发展提供更优质的技术支持。

参考文献

- [1] 张晓,王韵程.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用[J].中国设备工程,2023,(04):217-219.
- [2] 韩丹.工程测量中无人机测绘技术的应用探讨[J].石河子科技,2023,(01):73-74.
- [3] 冯骥.工程测绘中无人机遥感测绘技术应用分析[J].科技创新与应用,2022,12(32):166-169.
- [4] 梁旭.无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用研究[J].工程技术研究,2022,7(20):14-16.