

浅析提高航空摄影测量质量方法

郭忠武

中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司 陕西 西安 710000

摘要：随着科技的不断发展，航空摄影测量在测绘领域的应用日益广泛，其测量质量的提升成为关注焦点。本文浅析了提高航空摄影测量质量的方法，首先介绍了航空摄影测量的基本原理，随后从采用事后差分GPS技术、相机曝光与GPS时间戳同步、增强像片影像质量、提高影像地面分辨率、增加构架航线和提高像片重叠度等方面详细探讨了质量提升策略。最后，提出了航空摄影测量质量的评估标准与方法，旨在为确保测量精度和成果可靠性提供有益参考。

关键词：提高；航空摄影测量；质量方法

引言：航空摄影测量作为现代空间信息技术的重要组成部分，因其高效、精确的特点，在城市规划、环境监测、国土资源调查等领域发挥着越来越重要的作用。然而，在实际操作中，摄影测量数据的精度和质量受到多种因素的制约，如摄影设备性能、天气状况、数据处理技术等。因此，探索和研究提高航空摄影测量质量的方法，对于确保测绘数据的准确性和可靠性具有重要意义。本文将从多个方面入手，探讨提高航空摄影测量质量的有效途径，以期对相关领域的实践和研究提供参考。

1 航空摄影测量的基本原理

1.1 中心投影定理与摄影测量中的物像关系

中心投影是航空摄影的投影方式，指的是空间任意直线均通过一固定点（投影中心）投射到一平面（承影面）上而形成的透视关系。在航空摄影测量中，这一原理体现在摄影机从空中对地面进行拍摄时，地面上的每一个点都通过摄影机的镜头中心投影到胶片或感光元件上，形成图像。中心投影定理确保了摄影过程中的物像关系，即地面上的物体与其在照片上的图像之间存在一一对应的透视关系。

1.2 相机数学模型与畸变校正

在航空摄影测量中，数码相机是主要设备之一。为了准确测量和分析照片上的信息，需要建立相机的数学模型，并进行畸变校正。（1）光学畸变差与数字畸变。光学畸变差主要由相机物镜系统设计、制作和装配所引起的像点偏离其理想位置的点位误差，可分为径向畸变差和偏心畸变差等。数字畸变则是在图像采集和数字化过程中引入的误差，如扫描阵列不平行于光学影像导致的旋转、每个阵列元素尺寸不同产生的不均匀变形等^[1]。

（2）畸变的数学模型与校正方法。畸变的数学模型通常基于共线方程，通过像点坐标观测值来求解相机内外方位元素、畸变系数以及其他附加参数。校正方法包括系

统校正、几何校正和野外校正等。系统校正是在相机工作前进行检查和校正，以确保输出图像的质量和精度。几何校正主要针对透镜变形进行校正，通过额外的成像变换矩阵来消除径向和切向畸变。野外校正则是将相机安装在航空平台上，进行实地验证和精度测试，以校正相机的内部和外部参数。这些校正方法旨在提高航空摄影测量的数据精度和可靠性。

2 提高航空摄影测量质量的具体方法

2.1 采用事后差分GPS技术

事后差分GPS技术是提高航空摄影测量精度的重要手段之一。该技术通过基站GPS和移动站GPS的协同工作，以及事后差分解算软件的应用，能够显著提高位置坐标数据的精度。（1）基站GPS与移动站GPS的设置与作用。基站GPS通常架设在已知精确位置的点位上进行长时间连续观测，作为参考站提供高精度的位置信息。移动站GPS则搭载在航空摄影平台上，如无人机，其天线中心位置需与相机中心位置经过精确的量测标定，以确保在飞行过程中能够准确记录相机的位置信息。（2）事后差分解算软件的应用。航摄完成后，事后差分解算软件会根据基站精确位置数据、基站连续观测数据、移动站连续观测数据及曝光时间戳数据进行事后差分解算。这一过程能够消除或减小GPS测量中的多种误差源，如大气延迟、卫星轨道误差等，从而获得每张像片的高精度位置坐标数据^[2]。（3）提高位置坐标数据的精度。通过事后差分GPS技术的应用，可以显著提高位置坐标数据的精度，这对于后续的空三加密、影像匹配等环节具有至关重要的意义。高精度的位置坐标数据能够减小测量误差，提高测绘成果的准确性。

2.2 相机曝光与移动站GPS记录时间戳高度同步

相机曝光与移动站GPS记录时间戳的同步是提高航空摄影测量质量的关键环节之一。（1）技术手段减小误

差。为了实现相机曝光与GPS时间戳的高度同步,需要采用一定的技术手段来减小误差。例如,可以通过优化相机的曝光机制,使其在曝光瞬间能够精确记录时间戳;同时,也需要确保移动站GPS的时钟与基站GPS的时钟保持高度一致,以减小因时钟不同步而引入的误差。(2) 确保相机曝光时间与GPS时间戳的同步。在实际操作中,可以通过设置相机与GPS接收机的同步信号触发机制,确保相机在曝光瞬间能够捕捉到GPS接收机输出的精确时间戳。这一同步机制的实现需要相机和GPS接收机具备相应的硬件接口和软件支持。通过确保相机曝光时间与GPS时间戳的同步,可以进一步提高航空摄影测量的精度和可靠性。

2.3 增强像片影像质量

像片影像质量是影响航空摄影测量精度的重要因素之一。因此,增强像片影像质量是提高测量质量的有效途径。(1) 选用高质量的相机与镜头。高质量的相机和镜头能够捕捉到更加清晰、细腻的影像细节,从而提高影像的解像力和信息量。在选择相机和镜头时,需要综合考虑其光学性能、分辨率、畸变校正能力等因素,以确保获得的影像能够满足后续测量的精度要求。(2) 选择最佳拍摄时间与天气条件。拍摄时间与天气条件对影像质量具有重要影响。在光线充足、空气洁净的天气条件下进行拍摄,可以获得更加清晰、对比度高的影像。同时,避免在光线过强或过弱、有云雾遮挡等不利条件下进行拍摄,以减少影像质量的损失。(3) 优化相机参数。通过优化相机的曝光时间、光圈大小、ISO值等参数,可以进一步提高影像的质量。例如,适当增加曝光时间可以提高影像的亮度,但需要注意避免过曝;选择合适的光圈大小可以平衡景深和影像质量;降低ISO值可以减少噪点,但需要注意避免欠曝。在实际操作中,需要根据拍摄环境和目标对象的特性进行灵活的参数调整^[3]。

2.4 提高影像地面分辨率

影像地面分辨率是衡量航空摄影测量精度的重要指标之一。提高影像地面分辨率有助于获取更加详细、准确的地面信息。(1) 分辨率对测量精度的影响。影像地面分辨率越高,能够捕捉到的地面细节就越多,从而提高了测量的精度和可靠性。高分辨率的影像能够更清晰地展示地面的纹理和特征点,有助于后续的空三加密、影像匹配等环节的处理。(2) 根据规范确定合适的地面分辨率。提高影像地面分辨率并不意味着分辨率越高越好,而是需要根据具体的测量任务和规范要求来确定合适的分辨率。过高的分辨率可能会导致数据处理量增大、计算时间延长,甚至可能引入额外的误差。因此,

在确定地面分辨率时,需要综合考虑测量精度要求、数据处理能力、成本效益等因素,制定出合理的分辨率标准。

2.5 增加构架航线

构架航线是一种在航空摄影测量中布设特殊航线的方法,旨在提高测量精度和可靠性。(1) 构架航线的布设与作用。构架航线通常布设在测区的四周或关键区域,形成闭合或多边形的航线网。这些航线在航摄过程中能够提供更多、更均匀的地面控制点信息,有助于后续的空三加密和影像匹配等环节的处理。通过增加构架航线,可以显著提高测量结果的精度和可靠性,特别是在地形复杂、植被覆盖等不利条件下进行航空摄影测量时,构架航线的作用更加明显^[4]。(2) 减少像片控制点数量,提高测量精度。构架航线的布设还可以减少像片控制点的数量,从而降低测量成本和提高工作效率。在传统的航空摄影测量中,需要大量的地面控制点来进行空三加密和影像匹配等环节的处理。而通过增加构架航线,可以利用航线网提供的额外信息来减少地面控制点的数量,同时保持或提高测量精度。这不仅降低了测量成本,还提高了工作效率和灵活性。

2.6 提高像片重叠度

像片重叠度是衡量航空摄影测量中相邻像片之间重叠程度的重要指标。提高像片重叠度有助于降低畸变纠正误差,提高测量精度。(1) 航向重叠度与旁向重叠度的要求。航向重叠度是指相邻像片在航向上重叠的部分所占的比例,通常要求达到60%~80%左右。旁向重叠度是指相邻像片在垂直于航向方向上重叠的部分所占的比例,通常要求达到30%~50%左右。通过提高航向重叠度和旁向重叠度,可以增加相邻像片之间的信息冗余度,有助于提高测量精度和可靠性。(2) 提高重叠度以降低畸变纠正误差。在航空摄影测量中,由于相机镜头畸变、大气折射等因素的影响,像片上的点位会存在一定的误差。通过提高像片重叠度,可以利用相邻像片之间的信息冗余度来纠正这些误差。具体来说,可以通过影像匹配算法找到相邻像片上的同名点,并利用这些同名点来计算出相机的内外方位元素和畸变参数,从而对像片进行畸变纠正。提高重叠度可以增加同名点的数量和分布均匀性,从而提高畸变纠正的精度和可靠性。

3 航空摄影测量质量评估标准与方法

3.1 成果资料齐全性与规整性检查

成果资料的齐全性与规整性是评估航空摄影测量质量的基础。这一环节主要关注航摄成果是否包含所有必要的文件和资料,以及这些资料是否按照规范进行整理和归档。(1) 资料清单核对:首先,应核对航摄成果中

是否包含航摄影像、相机检定参数报告、无人机测姿定位数据、摄区范围矢量数据等关键资料。这些资料是后续数据处理和分析的基础。(2) 资料规整性评估: 其次, 评估这些资料是否按照统一的标准和规范进行整理和归档。例如, 航摄影像是否按照拍摄顺序和时间进行编号和存储, 相机检定参数报告是否详细记录了检定的过程和结果。(3) 完整性检查: 最后, 检查航摄成果是否覆盖了整个测区, 确保没有遗漏的区域。这可以通过对比航摄计划和实际拍摄的影像数量来完成。

3.2 覆盖完整性与检定资料检查

覆盖完整性是评估航空摄影测量质量的重要指标之一, 它关系到航摄成果能否全面反映测区的实际情况。同时, 检定资料的准确性和完整性也是确保测量精度的基础。(1) 覆盖完整性评估: 通过对比航摄影像和摄区范围矢量数据, 检查航摄成果是否覆盖了整个测区, 特别是边缘和关键区域。对于遗漏的区域, 应及时进行补拍。(2) 检定资料检查: 仔细核对相机检定参数报告、无人机测姿定位数据等检定资料, 确保其准确无误。这些资料是后续数据处理和精度评估的重要依据。(3) 重叠度检查: 检查航摄影像之间的重叠度是否符合规范要求。航向重叠度和旁向重叠度是保证影像匹配和空中三角测量精度的关键。通过计算相邻影像之间的重叠区域面积, 可以评估重叠度是否满足要求。

3.3 数据解算精度与影像质量评估

数据解算精度和影像质量是评估航空摄影测量质量的核心指标。它们直接关系到测量结果的准确性和可靠性。(1) 数据解算精度评估: 利用空中三角测量等方法, 对航摄影像进行解算, 得到测区的三维坐标信息。通过对比解算结果与已知控制点坐标, 评估数据解算的精度。同时, 还可以利用统计方法分析解算结果的误差分布和稳定性。(2) 影像质量评估: 从影像的清晰度、对比度、色调反差等方面对航摄影像进行质量评估。清晰度是衡量影像质量的重要指标之一, 它反映了影像细节的可见程度。对比度则反映了影像中不同亮度区域之

间的差异程度。色调反差则影响影像的判读和识别能力。这些指标可以通过专业的图像处理软件进行量化分析。

3.4 总体检查与详查相结合的方法

为了提高航空摄影测量质量评估的全面性和准确性, 应采用总体检查与详查相结合的方法。(1) 总体检查: 首先对航摄成果进行总体检查, 关注系统性、重大质量问题。这包括检查成果资料的齐全性和规整性、覆盖完整性以及数据解算精度的整体情况。通过总体检查, 可以及时发现和解决影响测量质量的重大问题。

(2) 详查: 在总体检查的基础上, 对航摄成果进行详细检查。这包括逐张检查航摄影像的质量、分析数据解算的误差来源以及检查检定资料的准确性等。详查可以更加深入地了解航摄成果的质量状况, 为后续的改进和提高提供依据。

结束语

综上所述, 提高航空摄影测量质量是一个涉及多方面因素的复杂过程, 需要从设备选型、飞行控制、数据处理等多个环节入手。通过采用先进的摄影设备、优化飞行参数、完善数据处理流程等措施, 我们可以有效提升航空摄影测量的精度和可靠性。未来, 随着技术的不断进步和应用的深入拓展, 航空摄影测量将在更多领域发挥其独特优势。我们相信, 在广大测绘工作者的共同努力下, 航空摄影测量技术将不断迈向新的高度, 为经济社会发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 李程程, 李鹏翔. 影响低空数字航空摄影测量普及的几点因素分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2020, (17): 210-211.
- [2] 傅成栋. 无人机航空数字测量技术在地形测绘中的应用[J]. 数字技术与应用, 2020, (07): 95-96.
- [3] 董书好, 张丽斌. 遥感及航空摄影测量中的新技术探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020, (06): 57-58.
- [4] 余勤学. 关于数字航空摄影测量数据处理关键技术的研究[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2021, (12): 147-148.