

# 航空摄影测量数据处理关键技术

李子旭

宁夏公路勘察设计院有限责任公司 宁夏 银川 750004

**摘要：**航空摄影测量技术作为现代化航空摄影测量的关键方式，主要是为观察世界、了解世界提供了新角度。陆地微型、SAR、机载激光雷达等技术飞速发展，有效的促进航空摄影测量技术的空间数据获取方式呈现出多样化的发展趋势，而传统的单一野外测量方式远不能满足实际需求，我们必须不断的对数据采集方式进行完善和优化，形成业内为主的内外业综合性数据采集的技术，推动航空摄影测量数据能够更好的发展。

**关键词：**航空；摄影测量；数据处理关键技术

引言：航空摄影测量数据处理关键技术包括空中三角加密技术、影像内外定向技术、几何纠正技术、大地纠正技术、立体像对匹配技术和数字高程模型生成技术等。这些技术的综合应用能够确保航空摄影测量数据的精度和可靠性，为后续的测量和分析提供有力支持。随着测绘技术的不断发展和创新，航空摄影测量数据处理技术也将不断完善和优化，为各领域的应用提供更加精准、高效的服务。

## 1 航空摄影测量数据处理关键技术的价值

### 1.1 提升测绘精度与效率

航空摄影测量数据处理关键技术通过高度自动化的数据处理流程，显著提升了测绘的精度和效率。传统的测绘方法需要大量的人力物力投入，且受到地形、天气等因素的限制，导致测量精度低、周期长。而航空摄影测量技术利用航空器搭载的摄影设备，能够快速获取大面积的地面影像数据，并通过高效的数据处理软件，自动完成影像的匹配、纠正、高程提取等处理流程，大大提高了测绘的精度和效率。具体来说：第一，空中三角加密技术通过构建空中三角网络，实现了对影像的精确匹配和纠正，从而提高了影像的几何精度；第二，影像内外定向技术则通过精确测定摄影机的内外参数，确保了影像的地理坐标准确性；第三，几何纠正技术消除了影像中的几何形变，进一步提高了测量的精度；第四，立体像对匹配技术则通过匹配不同影像中的对应像点，实现了对地面目标的三维定位和形状测量，为后续的测量和分析提供了更加丰富的数据支持。

### 1.2 推动地理信息科学的发展

航空摄影测量数据处理关键技术的应用，极大地推动了地理信息科学的发展。一方面，航空摄影测量技术能够快速获取大面积的地理数据，为地理信息系统（GIS）提供丰富的数据源。通过将

这些地理数据与GIS结合，可以实现对地理信息的快速查询、分析和可视化表达，为城市规划、资源管理、环境监测等领域提供有力的支持<sup>[1]</sup>。另一方面，航空摄影测量数据处理技术也为地理信息科学的研究提供了新的方法和手段。例如，数字高程模型（DEM）的生成技术，能够直观地展示地形的起伏和变化，为地形分析、流域规划等提供重要的参考；立体像对匹配技术则可以实现地物的三维建模和可视化表达，为虚拟现实（VR）和增强现实（AR）等领域的发展提供有力的支持。

### 1.3 促进相关行业的快速发展

航空摄影测量数据处理关键技术的应用，还促进了相关行业的快速发展。在城市规划领域，通过航空摄影测量技术获取的高分辨率影像数据和数字高程模型，可以为城市规划提供准确的地理信息支持，帮助规划师更好地了解城市的地形地貌、建筑布局等信息，从而制定出更加科学合理的规划方案。在资源管理和环境监测领域，航空摄影测量技术可以快速获取大面积的地理数据，实现对资源分布、生态环境等信息的实时监测和分析。这对于资源的合理开发和利用、生态环境的保护和治理都具有重要意义。而且，通过对比分析不同时期的影像数据，还可以发现资源变化和生态环境问题的趋势和规律，为相关政策的制定提供科学依据。在工程建设领域，航空摄影测量技术可以为工程设计和施工提供重要的支持。通过获取工程区域的地理数据和地形模型，可以为工程师提供直观的三维视图和准确的数据支持，帮助他们更好地了解工程环境、设计施工方案、优化资源配置等。

## 2 航空摄影测量数据处理关键技术

### 2.1 空中三角加密技术

空中三角加密技术是航空摄影测量数据处理中的基础技术之一。它主要利用航空摄影获取的数码像片

作为原始数据，通过自动化的空中三角加密模块，如VirtuoZoAAT+Pat-B，进行光束法区域网平差<sup>[2]</sup>。这一过程中，首先利用内定向、相对定向、公共连接点转刺等航空摄影测量内业方法，构建空中三角网络。随后，将外业控制点成果和POS数据导入系统，进行区域整体平差，以获取优化后的外方位元素和加密点成果。空中三角加密技术能够确保航空摄影测量的精度和效率，为后续的数据处理提供可靠的基础。

## 2.2 影像内外定向技术

影像内外定向技术是航空摄影测量数据处理中的另一关键技术。内定向主要关注摄影机内部的参数，如焦距、主点位置等，这些参数对于确定像点的物方坐标至关重要。而外定向则关注摄影机相对于地面的位置和姿态，它需要通过辅助设备如惯性导航系统和全球卫星导航系统来获取。内外定向的精确测定是航空摄影测量数据处理的基础，它直接影响到地物的三维定位和形状测量的精度。

## 2.3 几何纠正技术

几何纠正技术是消除航空摄影影像中地面物体形变的关键技术。由于大气折射、地球曲率、摄影机姿态等多种因素的影响，航空摄影影像往往存在几何形变。几何纠正技术通过建立数学模型，对影像进行几何变换，以消除这些形变，使影像具有地理实际的几何性质。这一技术对于提高航空摄影测量的精度和可靠性具有重要意义。

## 2.4 大地纠正技术

大地纠正技术是将航空摄影影像从像素坐标转化为大地坐标的关键技术。在航空摄影测量中，像点坐标通常以像素为单位表示，而大地坐标则是以经纬度、高程等地理参数表示。大地纠正技术通过建立像素坐标与大地坐标之间的数学关系，实现像点坐标到大地坐标的转换。这一技术对于后续的测量和分析具有重要意义，它使得航空摄影测量数据能够直接应用于地理信息系统和地图制作等领域。

## 2.5 立体像对匹配技术

立体像对匹配技术是航空摄影测量数据处理中的一个重要环节。它通过匹配两幅或多幅航空摄影影像中的对应像点，获取物方的三维坐标信息。立体像对匹配技术通常包括特征提取、特征匹配和三维坐标计算等步骤<sup>[3]</sup>。其中，特征提取是从影像中提取出具有代表性和稳定性的特征点；特征匹配则是通过比较不同影像中特征点的相似性，找到对应的匹配点；三维坐标计算则是根据匹配点的坐标信息和摄影机的内外定向参数，计算出物方的

三维坐标。立体像对匹配技术能够实现地物的快速、准确的三维定位和形状测量，为后续的测量和分析提供有力支持。

## 2.6 数字高程模型生成技术

数字高程模型（DEM）是航空摄影测量数据处理中的一个重要结果。它是以数字形式表示地面高程信息的一种模型，能够直观地展示地形的起伏和变化。数字高程模型的生成方法包括基于像对的建模方法和基于区域的建模方法。基于像对的建模方法主要利用立体像对匹配技术获取物方的三维坐标信息，然后通过插值等方法生成DEM；而基于区域的建模方法则是将影像划分为不同的区域，然后通过匹配这些区域之间的相似性得到DEM。数字高程模型在地理信息系统、城市规划、水利工程等领域具有广泛的应用价值。

## 3 航空摄影测量数据处理关键技术的实施

### 3.1 明确数据处理目标与需求

在开始航空摄影测量数据处理之前，我们需要清晰地定义数据处理的目标和具体需求。这涵盖了所需处理的航空摄影影像类型、覆盖的地域范围、影像的分辨率等基本要求。同时，对于测量的精度、高程模型的细致程度等性能指标，也要有明确的设定。这些目标和需求的明确，有助于我们为后续的数据处理流程和技术选择提供指导，确保处理结果能够满足实际应用的需要。在实际操作中，我们需要对测绘任务进行细致分析，根据任务需求确定数据处理的具体目标。例如，如果对某城市进行地形测绘，我们需要确定测绘的精度要求、城市区域的覆盖范围、所需的高程模型分辨率等。只有明确了这些目标和需求，我们才能选择最适合的摄影设备和数据处理软件，进行后续的数据处理工作。

### 3.2 选择合适的摄影设备与数据处理软件

摄影设备和数据处理软件的选择对于航空摄影测量数据处理的效果有着决定性的影响。在选择摄影设备时，我们需要考虑其成像质量、稳定性、易用性等因素。高质量的成像设备能够获取清晰、准确的影像数据，为后续的数据处理提供良好的基础。与此同时，在选择数据处理软件时，我们需要关注其处理功能、处理速度、自动化程度等方面。功能强大的软件能够应对各种复杂的数据处理需求，提高数据处理的效率和准确性。并且，处理速度也是我们需要考虑的因素之一，因为快速的数据处理能够节省时间成本，提高工作效率。所以，在选择摄影设备和数据处理软件时，我们需要综合考虑各种因素，选择最适合自己的产品。并且，我们也需要对所选产品进行充分的测试和验证，确保其

能够满足我们的数据处理需求。

### 3.3 制定详细的数据处理流程

详细的数据处理流程是确保航空摄影测量数据处理高效、准确的关键。这一流程应当覆盖从影像预处理到最终成果生成的每一个环节。首先，在影像预处理阶段，包括影像的筛选、去噪、增强等步骤，旨在提高影像质量，为后续处理奠定基础。空中三角加密则是通过解算像片间的相对位置关系，构建区域网模型，为后续的三维信息提取提供基础<sup>[4]</sup>。其次，影像内外定向是确定影像与实际地面间关系的关键步骤，涉及像片坐标与地面坐标的转换。几何纠正则是消除影像中的几何变形，使影像符合地图投影要求。立体像对匹配则是利用多张影像间的对应关系，提取地表的三维信息。最后，数字高程模型（DEM）的生成则是基于立体像对匹配的结果，通过插值、滤波等方法生成地表高程数据。在数据处理流程中，每个环节都需要明确具体的处理步骤、参数设置和质量控制措施。通过制定详细的流程规范，可以确保数据处理工作的系统性和规范性，提高数据处理效率和质量。

### 3.4 加强质量控制与检查

质量控制与检查是确保航空摄影测量数据处理质量的重要手段。（1）在数据处理过程中，应加强对各个环节的质量控制，确保每一步操作都符合规范要求。这包括：其一，对影像质量的检查，确保影像清晰、无噪声、无变形；其二，对处理参数的调整，确保参数设置合理、准确；其三，对处理结果的验证，通过与实际地面数据对比，检查处理结果的准确性。（2）在数据处理完成后，还需要对最终成果进行全面的检查与验证。如：一方面，对高程模型精度的检查，通过与实地测量数据对比，评估模型精度是否满足要求；另一方面，对地物分类准确性的检查，通过目视判读和自动分类算法相结合，评估分类结果的准确性。通过加强质量控制与检查，可以确保航空摄影测量数据处理结果的准确性和可靠性，为后续应用提供有力的数据支持。

### 3.5 优化数据处理算法与技术

在航空摄影测量数据处理中，算法与技术的优化是提高数据处理效率和精度的核心。随着技术的快速发

展，我们应当持续关注并引入最新的算法与技术，以适应日益复杂的数据处理需求。例如，深度学习技术在影像匹配领域的应用已经展现出巨大的潜力。通过训练深度学习模型，我们可以实现更高效的影像特征提取和匹配，从而提高匹配的精度和效率。同时，GPU加速技术也为数据处理带来了革命性的改变。利用GPU强大的并行计算能力，我们可以极大地加快数据处理速度，提高处理效率。实际应用中，我们应当根据具体的数据处理需求，选择合适的算法与技术进行优化。这需要对各种算法与技术有深入的了解和比较，并结合实际的数据特点和处理要求，进行针对性的优化。

### 3.6 建立数据处理标准化体系

建立数据处理标准化体系是确保航空摄影测量数据处理质量的重要保障。通过制定统一的数据处理标准规范，我们可以规范数据处理过程，确保数据处理的质量和效率。在建立标准化体系时，我们应当充分考虑数据处理的实际需求 and 特点，结合现有的技术标准和规范，制定符合航空摄影测量数据处理特点的标准规范。除此之外，推广先进的数据处理技术也是建立标准化体系的重要内容。我们应当积极引进和推广先进的数据处理技术，鼓励技术创新和应用，提高数据处理的质量和效率。通过建立数据处理标准化体系，我们可以实现数据处理过程的规范化和标准化，提高数据处理质量的可靠性和稳定性，为航空摄影测量提供更可靠的数据支持。

结语：综上所述，航空摄影测量数据处理关键技术具有提升测绘精度与效率、推动地理信息科学的发展、促进相关行业的快速发展等多重价值。随着技术的不断发展和完善，相信其在未来的应用前景将更加广阔。

### 参考文献

- [1]张涛.航空摄影测量数据处理关键技术研究[J].现代装饰,2022,513(16):4-6.
- [2]冯梦龙.数字航空摄影测量数据处理关键技术分析[J].华北自然资源,2019(3):83-84.
- [3]查东亮,欧阳纯.数字航空摄影测量数据处理关键技术探讨[J].科技创新导报,2022,19(27):99-102.
- [4]李政召,耿超玮.航空摄影测量数据处理关键技术研究[J].智能城市,2019,4(16):67-68.