



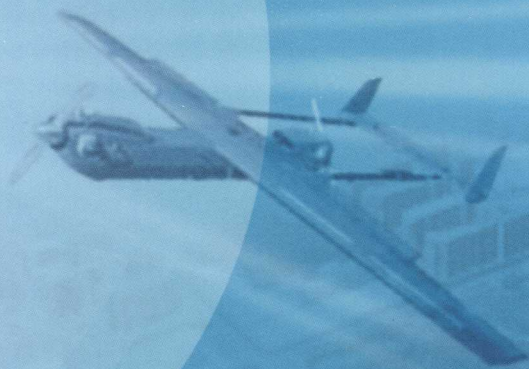
测绘地理信息科技出版资金资助

CEHUI DILI XINXI KEJI CHUBAN ZIJIN ZIZHU

New Techniques of Digital Photogrammetry

王志勇 张继贤 黄国满 编著

数字摄影测量新技术



测绘出版社

013049147

P231.5
06

测绘地理信息科技出版资金资助

数字摄影测量新技术

New Techniques of Digital Photogrammetry

王志勇 张继贤 黄国满 编著



北航

C1657887

p231.5/06

测绘出版社

• 北京 •

751040810

© 王志勇 2012

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书系统地阐述了当代数字摄影测量的发展及新技术,主要包括航空摄影测量数据获取、数字影像及预处理、特征匹配、低空及近景摄影测量、高分辨率航天遥感立体测图、雷达摄影测量、激光雷达等内容。重点突出摄影测量新技术的实用性,详细介绍了数字摄影测量新技术的数据获取与采集、数据处理方法与流程,以及最新的研究成果及应用案例。

本书可作为本科生和研究生的教材和参考书,对从事数字摄影测量理论研究和工程实践的技术人员也有很好的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

数字摄影测量新技术/王志勇,张继贤,黄国满编
著. —北京:测绘出版社,2012.12
ISBN 978-7-5030-2723-9

I. ①数… II. ①王… ②张… ③黄… III. ①数字摄影测量 IV. ①P231.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 281129 号

责任编辑	赵福生	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍
出版发行	测绘出版社	电 话		010—83060872(发行部)	
地 址	北京市西城区三里河路 50 号			010—68531609(门市部)	
邮政编码	100045			010—68531160(编辑部)	
电子信箱	smp@sinomaps.com	网 址		www.chinasmp.com	
印 刷	北京建筑工业印刷厂	经 销		新华书店	
成品规格	169mm×239mm				
印 张	14	字 数		270 千字	
版 次	2012 年 12 月第 1 版	印 次		2012 年 12 月第 1 次印刷	
印 数	0001—1500	定 价		36.00 元	

书 号 ISBN 978-7-5030-2723-9/P·617

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

前 言

进入 21 世纪后,空间技术和信息技术进一步发展,世界各国对地理信息资源需求迅速增长,测绘发展进入信息化测绘阶段。

现代摄影测量技术集多种观测平台(卫星、飞机、飞艇等)、多种传感器(主动、被动)、地面观测系统、通信设备、数据存储技术、计算机技术等多种设备和技术手段于一体,通过多学科联合,进行空天地多平台、多传感器的协同观测,实现空天地一体化观测,大大拓宽了摄影测量技术的数据获取手段及应用范围。

虽然摄影测量最基本的基础及原理变化不大,但当代摄影测量的理论和方法与模拟摄影测量阶段、解析摄影测量阶段相比已大不一样了,特别是在摄影测量的数据获取、数据处理方法、生产手段等方面均发生了根本性的变化。数字成像技术(包括数字航摄影及高分辨率遥感卫星)、主动式遥感技术(如合成孔径雷达 SAR、机载激光雷达 LiDAR)、IMU/DGPS 自主定位与定向(POS)技术、自动化和智能化数据处理技术的快速发展,开创了摄影测量发展的新时代,也为摄影测量的发展带来了新的机遇。

但目前尚缺乏一本系统全面地介绍当代数字摄影测量新技术及其发展方向的图书。本书围绕当代数字摄影测量新技术,系统地阐述了当代数字摄影的新发展,以及相关新技术的具体应用及研究成果。旨在为感兴趣的读者提供一本系统地介绍当代数字摄影测量新技术及其应用的专著。

全书共 8 章,主要介绍当代数字摄影测量的新技术及应用。第 1 章主要介绍当代数字摄影测量的基本概念及发展现状;第 2 章主要介绍航空摄影数字影像的获取方式及预处理,包括插值与重采样、数字图像滤波等;第 3 章主要介绍数字影像中的尺度空间与特征提取理论;第 4 章主要介绍基于特征的影像匹配技术;第 5 章介绍低空及近景摄影测量技术,包括无人机低空摄影测量技术、数码相机的检校、多基线近景摄影测量、倾斜摄影测量技术;第 6 章介绍高分辨率航天遥感立体测图技术,包括高分辨率遥感卫星的发展、高分辨率卫星影像的几何模型、线阵列 CCD 的几何处理及几何定位等;第 7 章对雷达摄影测量技术进行详细介绍,包括雷达成像原理、雷达构像方程、雷达立体测量技术、雷达干涉测量技术;第 8 章介绍主动式激光雷达测量技术,包括机载 LiDAR、地面三维激光扫描、车载移动测量系统等。最后在附录中,列出了主要的摄影测量机构及相关资源,以方便学习查找使用。

本书的编写是立足当代数字摄影测量的新发展和新技术的应用,力争使图书内容突出时代性和实用性。本书内容翔实,结构合理。本书最大的特色是系统性

和前瞻性相结合,系统全面介绍了当代数字摄影测量的新技术,在内容上力求将数字摄影测量发展取得的新成果和数字摄影测量新理论、新方法、新技术贯穿于本书之中。考虑到当前社会和未来发展的趋势,形成了低空及近景摄影测量、高分辨率航天遥感立体测图、雷达摄影测量、激光雷达等章节。

本书在力求浅显易懂地介绍数字摄影测量新技术方法的基础上,重点突出摄影测量新技术的实用性,详细介绍了数字摄影测量新技术的数据获取与采集、数据处理方法与流程,并辅以新的研究成果及应用案例。

本书是在参考国内外许多专著和文献的基础上,经过反复酝酿写成的。在本书的编写过程中,融入了编者长期以来在数字摄影测量领域教学与科研实践中积累的经验与成果,同时也吸取了许多摄影测量研究人员的新研究成果。另外,书中有不少素材和插图,因有些已很难把握其原始出处,故未能在书中一一列出,在此,向原作者表示感谢!

本书在编写过程中得到了中国测绘科学研究院和山东科技大学的大力支持,编者在此一并表示诚挚的感谢!

本书参考和引用了国内外有关摄影测量厂家和公司的相关资料,在此表示感谢!

本书可以作为摄影测量与遥感、测绘工程等相关专业的本科生、研究生的教材,也可供相关专业的师生、工程技术人员和研究人员参考使用。

由于作者水平有限,编写时间仓促,书中难免存在一些缺陷或不妥之处,敬请读者批评指正,提出宝贵意见,以便我们进一步修改、完善本书的内容。

目 录

第 1 章 绪 论	1
§ 1.1 摄影测量与遥感的基本概念	1
§ 1.2 数字摄影测量作业过程与研究内容	3
§ 1.3 数字摄影测量的现状与新发展	6
第 2 章 航空摄影数字影像的获取与预处理	14
§ 2.1 数字影像	14
§ 2.2 航空摄影数字影像的获取	17
§ 2.3 数字影像插值与重采样	28
§ 2.4 数字图像滤波	34
第 3 章 影像的尺度空间与特征提取	36
§ 3.1 数字影像的尺度空间理论	36
§ 3.2 点特征提取	38
§ 3.3 线特征提取	45
第 4 章 基于特征的影像匹配技术	61
§ 4.1 基于点特征的影像匹配	61
§ 4.2 SIFT 特征匹配	65
§ 4.3 基于边缘特征的影像匹配	71
第 5 章 低空及近景摄影测量技术	78
§ 5.1 低空摄影测量	78
§ 5.2 多基线地面近景摄影测量	94
§ 5.3 倾斜摄影测量	98
第 6 章 高分辨率航天摄影立体测图技术	104
§ 6.1 卫星遥感技术的发展	104
§ 6.2 高分辨率卫星影像的几何模型	119
§ 6.3 线阵列 CCD 卫星影像的处理	128

§ 6.4 基于 RPC 模型的立体定位技术	135
第 7 章 雷达摄影测量技术	146
§ 7.1 合成孔径雷达技术的发展	146
§ 7.2 合成孔径雷达的几何构像方程	160
§ 7.3 雷达立体测图技术	163
§ 7.4 雷达干涉测量技术	167
第 8 章 激光雷达测量技术	174
§ 8.1 机载激光雷达	174
§ 8.2 地面三维激光扫描	197
§ 8.3 车载移动测量系统	200
参考文献	207
附录 主要的摄影测量机构及相关资源	212

Contents

Chapter 1	Introduction	1
§ 1.1	Basic Concepts of Photogrammetry and Remote Sensing	1
§ 1.2	Working Process and Major Research of Digital Photogrammetry	3
§ 1.3	Status and New Developments of Digital Photogrammetry	6
Chapter 2	Acquisition and Preprocessing of Aerial Photogrammetry Digital Image	14
§ 2.1	Digital Image	14
§ 2.2	Acquisition of Aerial Photogrammetry Digital Image	17
§ 2.3	Interpolation and Resampling of Digital Image	28
§ 2.4	Digital Image Filtering	34
Chapter 3	Image Scale Space and Feature Extracting	36
§ 3.1	Digital Image Scale Space Theory	36
§ 3.2	Point Feature Extracting	38
§ 3.3	Line Feature Extracting	45
Chapter 4	Technique of Image Matching Based on Feature	61
§ 4.1	Image Matching Based on Point Feature	61
§ 4.2	SIFT Features Matching	65
§ 4.3	Image Matching Based on Edge Feature	71
Chapter 5	Low Altitude and Close Range Photogrammetry	78
§ 5.1	Low Altitude Photogrammetry	78
§ 5.2	Multi-baseline Terrestrial Close Range Photogrammetry	94
§ 5.3	Oblique Photogrammetry	98
Chapter 6	Space Photogrammetry Based on High Resolution Satellite Image	104
§ 6.1	Developments of Satellite Remote Sensing	104
§ 6.2	Geometric Imaging Model of High Resolution Satellite Image	119

§ 6.3	Linear Array CCD Satellite Image Processing	128
§ 6.4	Stereo Positioning Based on the RPC Model	135
Chapter 7	Radar Photogrammetry	146
§ 7.1	Developments of Syntheric Aperture Radar	146
§ 7.2	Geommetric Imaging Equations of Synthetic Aperture Radar ...	160
§ 7.3	Radar Stereo Mapping Technique	163
§ 7.4	Radar Interferometry Technique	167
Chapter 8	LiDAR Mapping Technique	174
§ 8.1	Airborne LiDAR	174
§ 8.2	Terrestrial 3D Laser Scanner	197
§ 8.3	Vehicle Mobile Measurement System	200
References		207
Appendix	Major Institutions and Related Resources about Photogrammetry ...	212

第1章 绪论

Digital photogrammetry is a relatively young and fast-growing field. Many essential concepts and methods have been adopted from image processing and computer vision. Despite the strong influx of methods and algorithms originally developed in other fields, digital photogrammetry is a discipline in its own right.

——Prof. T. Schenk, *Digital Photogrammetry*

§ 1.1 摄影测量与遥感的基本概念

1851年法国人劳赛达特(Laussedat)提出了交会摄影测量,经历了近160年,摄影测量得到了迅速的发展,特别是近十年以来,多种传感器技术的不断创新及发展,为摄影测量提供了更加丰富的信息源和广阔的应用空间,从而形成了一个崭新的学科——摄影测量与遥感(photogrammetry and remote sensing)。

传统的摄影测量学是利用光学摄影机获取像片,经过处理,以获取被摄物体的形状、大小、位置、特性和相互关系的一门学科。在传统的摄影测量中,使用的传感器主要是光学摄影机,信息源主要是硬拷贝像片,其探测的空间也主要限于低空和地面。随着遥感技术的发展和成熟,目前摄影测量数据源已经扩展到了卫星影像,并且不局限于光学影像,合成孔径雷达也成为摄影测量的数据源之一。到目前,逐渐形成了卫星、平流层、航空、低空、地面等多层次综合对地观测平台,具备了获取光学、主被动微波、激光等不同空间分辨率、光谱分辨率、时间分辨率的遥感影像的能力。

国际摄影测量与遥感学会(International Society for Photogrammetry & Remote Sensing, ISPRS)于1988年在第16届大会上给出了这样的定义:“摄影测量与遥感是一门利用非接触成像或其他传感器系统获取地球及其周围环境和目标的可靠信息,并对这些信息进行记录、量测、分析和表达的工艺、科学与技术”(Photogrammetry and remote sensing is the art, science and technology of obtaining reliable information from noncontact imaging and other sensor systems about the Earth and its environment, and other physical objects and processes through recording, measuring, analyzing and representation.)。这一定义概括了遥感信息探测、获取和处理的全过程,使摄影测量与遥感融为一体。

摄影测量可以分为两个过程:“摄影”、“测量”。“摄影”的过程就是利用某种传

感器获取被摄目标的影像,该过程实际上是将三维地面场景(三维空间)向二维平面的投影过程,即摄影获取的影像或像片只有二维平面信息,把空间的三维信息(高程信息)丢失了;而“测量”的过程,实际上就是根据二维的影像重建三维信息的过程,可以看作是投影的逆过程,即先量测同名像点坐标,通过像点、物点内在的几何关系进行解算,最终获取地面场景的三维信息。

摄影测量学要解决的两大问题是几何定位和影像解译。几何定位就是确定被摄物体的大小、形状和空间位置。几何定位的基本原理来源于普通测量中的“前方交会”法。如图 1.1(a)所示,普通测量就是在两个已知点 1、2 上,安置经纬仪,对未知点 A 测定水平角(α_1 、 α_2)、竖直角(β_1 、 β_2),通过“前方交会”的方式测量未知点 A 的坐标(X, Y, Z)。摄影测量进行几何定位的基本原理与此类似,如图 1.1(b)所示,在两个已知点上,通过摄影,在摄站 S_1 、 S_2 处分别拍摄同一地物场景的两幅影像或像片,地物点或场景点 A 在两幅影像中分别成像于 a_1 、 a_2 点,分别自 S_1 、 S_2 向像点 a_1 、 a_2 引向后投影光线,两条光线相交即可确定地面点 A 的空间位置,即在摄影测量中,获取立体像对后,通过量测影像上同名点的坐标 $a_1(x_1, y_1)$ 、 $a_2(x_2, y_2)$,建立影像与被摄物体间的严密的几何关系,通过解算,最终求得对应地面点 A (或空间点)的坐标(X, Y, Z),这就是摄影测量中前方交会过程,是三维重建的几何过程。

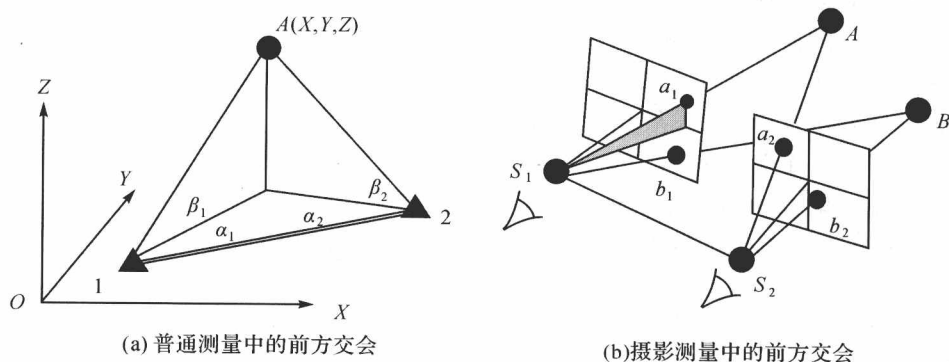


图 1.1 摄影测量的基本原理

摄影测量的核心就是要确定同名像点,有了同名像点就可以建立影像与所摄物体的几何关系,解决通过影像量测物体的问题,即根据共线条件方程式实现像点到物点的坐标转换。传统摄影测量中,均依赖于人的双眼,直接或间接地确定同名像点。随着计算机技术的发展,可通过影像匹配的方法来代替人眼的观察,实现立体像对同名像点的自动识别与确定,大大提高了摄影测量的生产效率。

摄影测量学自问世以来,经历了模拟摄影测量、解析摄影测量的发展阶段,随

着计算机技术、航天技术和信息技术的发展,逐步形成了数字摄影测量。数字摄影测量是利用数字影像或数字化影像,经过计算机处理,用计算机代替人的双眼,自动确定同名像点,提取目标的几何与物理信息的摄影测量分支学科。

数字摄影测量与模拟、解析摄影测量的最大区别在于:它处理的数据源不仅可以是像片,更主要的是数字影像(各种航摄影或卫星传感器获取的数据)或数字化影像(传统胶片经扫描仪扫描后的数据);它最终是以计算机视觉代替人眼的立体观测,所使用的仪器最终将只是通用计算机及其相应外部设备;其产品是数字形式的。它的主要特点是:利用数字影像作为信息源,运用数字处理技术,生产数字化的产品。因此,数字摄影测量被王之卓教授称为全数字摄影测量。

§ 1.2 数字摄影测量作业过程与研究内容

1.2.1 数字摄影测量的定义

所谓的数字摄影测量就是基于数字影像与摄影测量的基本原理,应用计算机技术、数字影像处理、影像匹配、模式识别等多学科的理论与方法,提取所摄对象用数字方式表达的几何与物理信息的摄影测量的分支学科。

这种定义认为,在数字摄影测量中,不仅其产品是数字的,而且其中间数据的记录及处理的原始资料、原始影像均是数字的,因此,又被称为“全数字摄影测量”。即强调从数字影像出发,应用摄影测量的基本原理,采用计算机相关技术对数字影像进行处理和加工,获取所需要的数字信息。其最大的特点是由计算机代替人眼的立体观测,实现数据处理的自动化。

另一种广义的数字摄影测量定义则只强调其中间数据记录及最终产品是数字形式的,即数字摄影测量是基于摄影测量的基本原理,应用计算机技术,从影像(包括硬拷贝与数字影像或数字化影像)提取所摄对象用数字方式表达的几何与物理信息的摄影测量分支学科。这种定义的数字摄影测量包括计算机辅助测图(常称为数字测图)与影像数字化测图。

1.2.2 数字摄影测量的主要作业过程

图 1.2 给出了一个典型的数字摄影测量的作业流程,主要包括影像的获取、外业控制测量、空三加密、立体测图等几个环节。

图 1.3 给出了一个摄影测量生产 4D 产品的典型流程,其作业流程一般包括:影像输入、内定向、相对定向、核线重采样、绝对定向、4D 产品的生产与制作等。

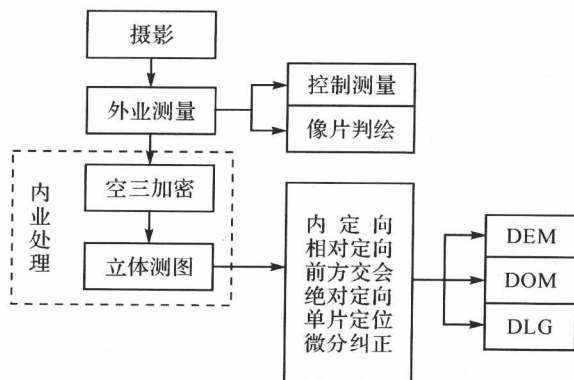


图 1.2 数字摄影测量主要作业流程

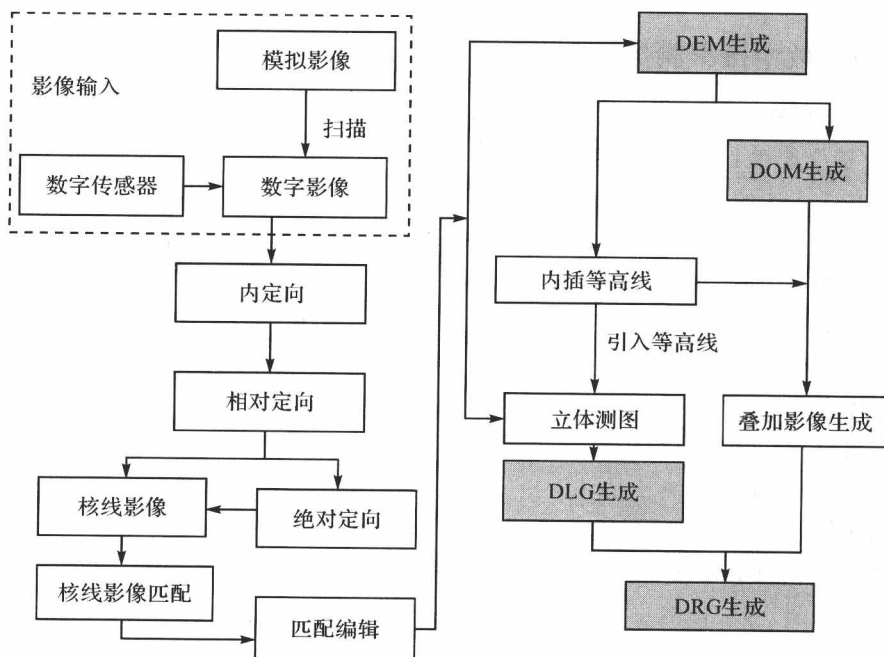


图 1.3 4D 产品制作流程

1.2.3 数字摄影测量主要产品

数字摄影测量工作站的产品从内容到形式都很丰富,随着数字摄影测量工作站处理功能的不断增强,其应用领域的不断扩大,以及各应用领域对内容内容和表达形式的特殊要求的变化,其产品只会越来越丰富。就目前来说,除了 4D 产品

外,数字摄影测量工作站的产品主要包括三大类:影像产品、矢量产品、影像和矢量相结合的产品。

1. 影像产品

主要包括:原始影像镶嵌图、纠正影像及其镶嵌图、数字正射影像及其镶嵌图、正射影像立体匹配片、真正射影像及其镶嵌图。

2. 矢量产品

主要包括:影像定向参数及加密点坐标(主要为空三加密成果)、数字高程模型(包括断面图、立体透视图)、数字表面模型、数字线划地图(包括平面图、等高线图、地形图、各种专题图)、三维目标模型(矢量形式)。

3. 影像和矢量相结合的产品

主要包括:影像地形图(即将等高线套合到正射影像上的结果)、立体景观图、带纹理贴面的三维目标模型。

除了上述主要产品外,还有各种可视化的立体模型。各种工程设计所需的三维信息以及各种信息系统、数据库所需的空間信息都属于数字摄影测量工作站产品的范畴。

以上所说的数字高程模型(DEM)、数字正射影像(DOM)、数字线划图(DLG)及数字栅格地图(DRG)构成了4D产品的主要内容:

(1)DOM(digital orthophoto map,数字正射影像图):是对航空(或航天)像片进行数字微分纠正和镶嵌,按一定图幅范围裁剪生成的数字正射影像集,它是同时具有地图几何精度和影像特征的图像。

(2)DEM(digital elevation model,数字高程模型):是用一组有序数值阵列形式表示地面高程的一种实体地面模型,是数字地形模型(digital terrain model,DTM)的一个分支,其他各种地形特征值均可由此派生。

(3)DRG(digital raster graphic,数字栅格地图):是根据现有纸质、胶片等地形图经扫描和几何纠正及色彩校正后,形成在内容、几何精度和色彩上与地形图保持一致的栅格数据集。

(4)DLG(digital line graphic,数字线划图):是与现有线划基本一致的各地图要素的矢量数据集,且保存各要素间的空间关系和相关的属性信息。

1.2.4 数字摄影测量主要研究内容

数字摄影测量的主要研究内容包括以下几个方面:

- (1)数字影像的获取与处理。
- (2)定向理论。
- (3)影像匹配技术。
- (4)数字空中三角测量。

- (5) 数字高程模型的建立及应用。
- (6) 数字微分纠正(数字正射影像的建立及应用)。
- (7) 影像解译(地物识别)与特征提取。
- (8) 数字摄影测量系统(数字摄影测量的仪器设备及产品)。
- (9) 摄影测量新技术,包括高分辨率遥感卫星影像及其应用、低空及近景摄影测量、合成孔径雷达摄影测量、激光雷达技术。

图 1.4 是一个相对完整的数字摄影测量知识体系,它包含了数字摄影测量研究的主要内容及新发展理论与新技术。

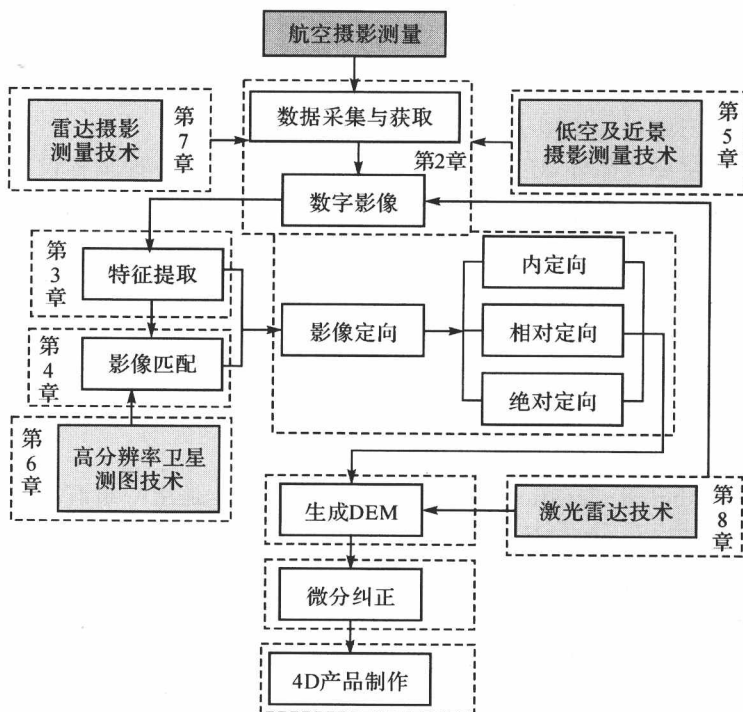


图 1.4 数字摄影测量知识体系

§ 1.3 数字摄影测量的现状与新发展

从 20 世纪 90 年代开始进入数字摄影测量时代至今,经过近 20 年的发展,数字摄影测量无论是在信息获取、数据处理还是在信息应用等方面,其理论和实践都发生了巨大的变化,而且这种变化目前还在持续,并将进一步深入下去。

在信息获取的种类与方法方面,过去摄影测量的传感器就是光学摄影机,只能

用于获取基于胶片的像片,但近几年来与摄影测量有关的传感器得到了快速的发展,如高分辨率的航空数码成像系统、高分辨率的卫星成像系统、合成孔径雷达等都可以直接获取数字影像。另外,还可以采用定位定向系统(position and orientation system, POS)直接获得影像的外方位元素,甚至基于 LiDAR 技术直接获取数字高程模型(DEM)和数字表面模型(DSM)等。

1.3.1 当代摄影测量新技术的发展

近年来,随着数字成像技术、主动式遥感技术、传感器自主定位技术和智能化数据处理技术的快速发展,当代数字摄影测量进入了一个崭新的时代,其发展主要表现在如下几个方面:

1. 数字成像技术——航空数码成像系统

航空数码摄影机得到了飞速发展,通过 CCD 航摄仪(包括面阵、线阵 CCD),可获取高质量(高信噪比、高反差)、高空间分辨率(地面分辨率可达到 5 cm)、高辐射分辨率(辐射分辨率均大于 8 比特/像素,可达 12 比特/像素)和高影像重叠率(航向 80%~90%,旁向 60%~80%)的影像信息,大大减轻了天气和地形条件对影像获取的限制,开创了大比例尺全数字测图和利用航空摄影测量进行数字地籍测绘的新时代。另外,无人机(UAV)航摄系统也被成功地应用到大比例地籍测绘、数字城市三维建模,特别是在应急救援中发挥了巨大的作用。

2. 数字成像技术——高分辨率卫星成像系统

卫星影像的空间分辨率也越来越高,从以前的几百米、几十米到目前的米级、亚米级,形成了覆盖全球的各种空间分辨率的卫星影像序列;可以获取高质量的影像数据,如高信噪比,高空间分辨率,高辐射分辨率(大于 8 比特或像素),全色立体(同轨或异轨),高地面覆盖率。目前,遥感卫星获取的影像空间分辨率已经达到了真正的半米级(如 GeoEye-1 卫星的空间分辨率达到了 0.41 m),特别是随卫星一起分发的 RPC 参数,极大地提高了几何定位的精度,只要极少量的外业控制点,就能迅速生产 1:5 000~1:1 万比例尺的正射影像图。高分辨率卫星遥感影像在城市和土地规划中正得到越来越广泛的应用,开创了快速、持续、大范围卫星测图的新时代,为快速获取、更新国家和省级基础地理信息技术体系带来革命性的变化。

3. 高分辨率 LiDAR 技术

利用机载激光扫描(light detection and ranging, LiDAR)可以直接获得地面的数字表面模型(DSM),其精度可达 15~20 cm,甚至更高。LiDAR 技术可以快速获取作业区域内详细、高精度的三维地形或景观模型,它可以以传统的测绘手段所不可比拟的方式快速、精确地获取地表,甚至是城市中心区域的三维模型,彻底解决了城市区域的三维测图问题。LiDAR 数据的获取已经日益受到重视,应用也越来越广泛。LiDAR 技术开创了大比例尺城市三维测图的新时代。

4. 主动式遥感技术——合成孔径雷达

合成孔径雷达(synthetic aperture radar, SAR)是主动式遥感技术,可以全天候、全天时地获取作业区域的影像信息,突破了传统光学影像测图的限制,其空间分辨率也大大提高,目前已达到了亚米级,开创了全天候、实时大比例尺测绘的新时代。雷达干涉测量技术(interferometric synthetic aperture radar, InSAR)的出现与发展,也为获取高精度的全球数字高程模型提供了一种全新的技术手段,并得到广泛的应用。

5. 传感器自主定位技术——GPS/IMU

利用 GPS(Global Position System)可以直接测定航空摄影机的瞬时摄影中心坐标,利用惯性测量系统(inertial measurement unit, IMU)可以直接测定摄影时刻的影像的姿态。由 GPS 和 IMU 构成的 POS 系统,能够在航空摄影过程中直接测定影像的外方位元素,使得摄影测量可以在少或无地面控制点的情况进行作业,并且其数据处理流程也传统的摄影测量数据处理不一样,不需要再进行外业控制、空三加密等(图 1.5)。可以根据航空影像,基于 POS 系统获取的外方位元素直接进行地物目标三维坐标的解算。POS 系统的应用可以减少甚至不需要外业控制测量,开创了稀少或无地面控制点影像测图的新时代。

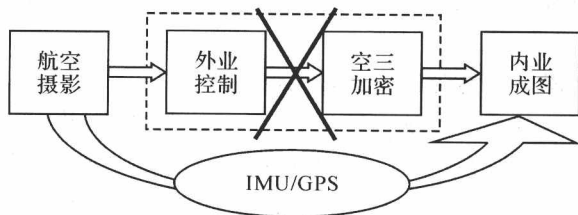


图 1.5 摄影测量作业过程

6. 智能化、高性能数据处理技术

摄影测量已经于 20 世纪 90 年代进入到数字摄影测量时代,数字摄影测量系统已经进入商品化的阶段。数字摄影测量系统与地理信息系统的结合,促进了测绘生产过程的数字化和自动化。近年来,随着多影像多基线匹配、多传感器匹配等新技术的发展,数字摄影测量对计算机的配置提出了更高的要求,应充分应用当前先进的数字影像匹配、高性能并行计算、网格计算、海量存储与网络通信等技术,形成全新的遥感数据处理算法以及高速网络环境下分布式或集群式处理系统,开创摄影测量智能化、高精度、高性能、自动化数据处理的新时代。

法国 Infoterra 公司研发的像素工厂(pixel factory, PF)、美国的像素管道(pixel pipe)、武汉大学研发的 DPGrid 等摄影测量影像处理系统,都是由一个高性能硬件和并行软件密切结合的高效解决方案,通过高性能运算,可实现摄影测量海