

GEO-SPATIAL INFORMATION SCIENCE

● 高等学校测绘工程系列教材

(第三版)

摄影测量学

(测绘工程专业)

王佩军 徐亚明 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高等学校测绘工程系列教材

摄影测量学

(测绘工程专业)

(第三版)

王佩军 徐亚明 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

摄影测量学/王佩军,徐亚明编著. —3 版. —武汉:武汉大学出版社, 2016. 5

高等学校测绘工程系列教材. 测绘工程专业

ISBN 978-7-307-17773-4

I. 摄… II. ①王… ②徐… III. 摄影测量—高等学校—教材
IV. P23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 079079 号

责任编辑:王金龙

责任校对:汪欣怡

版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:407 千字

版次:2005 年 9 月第 1 版 2010 年 5 月第 2 版

2016 年 5 月第 3 版 2016 年 5 月第 3 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-17773-4 定价:34.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

第三版前言

为适应摄影测量新技术的发展,满足测绘工程专业《摄影测量学》新的教学大纲要求,通过对现有教材的分析与总结,并听取了有关授课老师的意见,对现有教材《摄影测量学》(测绘工程专业)进行第三版修订。

本次修订,剔除了第四章两节较陈旧的内容,但为了承前启后,对这两节的内容加以精炼,一并融入到立体测图的基本原理中讲解,让读者从直观上理解摄影测量的基本原理。对第六章和第八章的内容做了较大的修订,以体现新技术的时代特征。同时,对附录Ⅱ中的内容也做了相应调整。对于新增内容的理论部分,力求原理与概念的论述严谨准确、深入浅出,以有利于老师的授课以及学生与有关读者的学习与研究。

尽管摄影测量新技术在不断的发展变化中,但仍有规律可循,其摄影测量的基本原理没有改变,改变的只是引入了数字图像处理技术、模式识别理论等对数字影像进行加工处理的技术手段、方法的更新,致使其集成的摄影测量系统功能更为强大,应用领域也更为广泛。读者把握了这一规律,就会以平稳的心态去学习新技术。

新增内容中,部分图片及图表来自测绘学院航空航天研究所詹总谦副教授的授课课件,在此表示感谢;感谢那些为修订录入书稿的测绘学院研究生;感谢那些参考文献的作者。

承蒙读者多年来对本教材的厚爱,教材修订的初衷希望尽量完善,但疏忽纰漏之处在所难免,恳请读者雅正。

作 者

2016年4月于武汉大学

再版前言

本书自 2005 年出版以来，作为测绘工程专业《摄影测量学》教材，历经多届学生和有关读者参考、使用，根据综合反馈的意见，在不改变原书基本结构的前提下，对部分内容进行了修订：

(1)在对摄影测量原理及方法的论述上力求通俗易懂，便于初学者理解与掌握；

(2)新增了部分内容，主要有：介绍面阵与线阵航空数字摄影仪、常用遥感卫星以及有关数字影像匹配方法；简要介绍了国外几种典型数字摄影测量系统的有关内容等。

(3)为方便掌握 VirtuoZo NT 数字摄影测量系统的操作使用，特在附录中增加了该系统的操作实践指导。

本次修订新增的主要内容 by 教学一线的邓非副教授编写，另外，詹总谦副教授、朱惠萍讲师对本书的修订也提出了宝贵意见，在此一并表示真诚感谢。

由于作者水平所限，书中还难免存在不妥与不足之处，敬请读者进一步指正。

作 者

2010 年 4 月于武汉大学

前 言

按照测绘工程专业教学大纲的要求,我们编写了《摄影测量学(测绘工程专业)》作为测绘工程专业的专业基础课教材使用。

全书内容是按 54 个学时安排的,根据实际教学时数可有所侧重或删减。

该教材主要内容包括:影像信息科学的组成及影像信息的获取方法;摄影测量的基本原理和方法;摄影测量的外业工作。

随着科学技术的不断进步,摄影测量技术的发展也经历了模拟—解析—数字等不同阶段,为了剔除以往有关教材中陈旧过时的内容,又考虑到有利于内容的承前启后,在介绍摄影测量的基本原理、方法与内涵时,对于模拟摄影测量部分仅做了适当的扼要介绍,进而过渡到解析与数字摄影测量,并介绍当代数字摄影测量的最新成果。这样既使初学者容易理解掌握所学内容,又有利于加速摄影测量学科的发展,这是本教材的特点之一。其二,教材中增加了摄影测量的外业工作内容,使学习者从影像信息的获取、外业控制到影像信息的加工处理有了整体的认识,有利于学习者与所学其他专业知识的有机融合。其三,根据测绘工程专业教学计划的调整,在附录中增加了地图制图的基本概念、地图制图的方法,以便使学习者对地图制图的基本理论与方法有所了解。

全书共分十章,第一、二、七章由徐亚明编写,第三、四、五、六、八、九、十章由王佩军编写。编者曾编写了《影像与制图》讲义,供测绘工程专业本科生使用,在使用过程中,根据专业的发展以及老师、学生的意见又对讲义的内容进行了修改和完善,并将书名定为《摄影测量学(测绘工程专业)》。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在诸多不足与不妥之处,敬请读者指正。

作 者

2005 年 9 月

目 录

第一章 绪论	1
1-1 摄影测量学的定义、任务和发展	1
1-2 摄影测量发展阶段与数字摄影测量的现状与发展	3
1-3 影像信息学的形成与发展	6
第二章 影像获取	8
2-1 航空影像获取	8
2-2 遥感影像	22
第三章 摄影测量基础知识	30
3-1 航空摄影	30
3-2 中心投影的基本知识	34
3-3 航摄像片上特殊的点、线、面	36
3-4 摄影测量常用的坐标系统	37
3-5 航摄像片的内、外方位元素	40
3-6 像点的空间直角坐标变换与中心投影构像方程	43
3-7 航摄像片上的像点位移	49
习题与思考题	53
第四章 双像立体测图原理与立体测图	54
4-1 人眼的立体视觉原理与立体量测	54
4-2 立体像对与立体测图原理	60
4-3 立体像对的相对定向元素与模型的绝对定向元素	63
4-4 立体测图概述	65
习题与思考题	70
第五章 摄影测量解析基础	71
5-1 概述	71
5-2 单像空间后方交会	72
5-3 立体像对的前方交会	78
5-4 立体像对的解析法相对定向	81
5-5 立体模型的解析法绝对定向	89

5-6	双像解析的光束法严密解	93
	习题与思考题	95
第六章	解析空中三角测量	97
6-1	概述	97
6-2	航带网法空中三角测量	101
6-3	独立模型法区域网空中三角测量	106
6-4	光束法区域网空中三角测量	109
6-5	GPS 辅助空中三角测量	114
6-6	机载 POS 系统对地定位	122
	习题与思考题	128
第七章	数字地面模型的建立及其应用	130
7-1	概述	130
7-2	数据预处理	132
7-3	数字高程模型数据内插方法	134
7-4	数字高程模型的数据存储	140
7-5	数字高程模型应用算法	142
7-6	三角网数字地面模型	144
	习题与思考题	147
第八章	数字摄影测量基础	148
8-1	概述	148
8-2	数字影像及数字影像重采样	149
8-3	影像相关的概念与影像匹配的基本算法	152
8-4	基于物方匹配的 VLL 法	156
8-5	最小二乘影像匹配	158
8-6	基于特征的影像匹配综述	163
8-7	基于特征的 SIFT 匹配	169
8-8	核线相关与同名核线的确定	173
8-9	数字摄影测量工作站	179
	习题与思考题	185
第九章	像片纠正与正射影像图	186
9-1	像片纠正的概念与分类	186
9-2	数字微分纠正	191
9-3	数字正射影像图的制作方法	193
	习题与思考题	194

第十章 摄影测量的外业工作	196
10-1 摄影测量外业工作任务及作业流程	196
10-2 像片控制点的布设	197
10-3 野外像片控制点的选刺、整饰及像片联测	200
10-4 像片控制点联测的 GPS 方法	203
10-5 像片解译与调绘	205
习题与思考题	209
附录 I 数字摄影测量工作站 VirtuoZo NT 操作实践	210
I -1 数据准备	210
I -2 模型定向与生成核线影像	214
I -3 影像匹配与匹配后的编辑	218
I -4 建立 DEM 及制作正射影像	220
I -5 图廓整饰与产品数据格式输出	223
附录 II 区域网平差举例	228
II -1 航带网法区域网平差	228
II -2 独立模型法区域网平差	235
II -3 光束法区域网平差	241
参考文献	249

第一章 绪 论

1-1 摄影测量学的定义、任务和发展

传统的摄影测量学是利用光学摄影机摄取像片，通过像片来研究和确定被摄物体的形状、大小、位置和相互关系的一门科学技术，通俗地讲，摄影测量学是信息的获取及对信息加工、处理的一门科学，它包含的内容有：获取被摄物体的影像，研究单张和多张像片影像的处理方法，包括理论、设备和技术，以及将所测得的结果以图解形式或数字形式输出的方法和设备。其主要任务是测制各种比例尺的地形图，建立地形数据库，为地理信息系统、各种工程应用提供基础测绘数据。随着数字摄影测量的发展及生产各种形式的数字化与可视化产品，又极大拓展了摄影测量的应用领域。

摄影测量的主要特点是在像片上进行量测和解译，无需接触被摄物体本身，因而很少受自然和地理条件的限制，而且可摄得瞬间的动态物体影像。像片及其他各种类型影像均是客观物体或目标的真实反映，信息丰富逼真，人们可以从中获得所研究物体的大量几何信息和物理信息。

摄影测量的分类方法有多种，根据摄影机平台位置的不同可分为：航天摄影测量、航空摄影测量、地面摄影测量和水下摄影测量；按摄影机平台与被摄目标距离的远近可分为：航天摄影测量、航空摄影测量、地面摄影测量、近景摄影测量和显微摄影测量；按用途可分为：地形摄影测量和非地形摄影测量，地形摄影测量的目的是测制各种比例尺的地形图，这也是摄影测量的主要任务之一，而非地形摄影测量的应用面非常广，服务的领域和研究对象千差万别，如工业、建筑、考古、军事、生物、医学等。

从摄影测量学的发展来看，可划分为三个阶段：模拟摄影测量、解析摄影测量和数字摄影测量。

模拟摄影测量是在室内利用光学的或机械的方法模拟摄影过程，恢复摄影时像片的空间方位、姿态和相互关系，建立实地的缩小模型，即摄影过程的几何反转，再在该模型的表面进行测量。该方法主要依赖于摄影测量内业测量设备，研究的重点主要放在仪器的研制上。由于摄影测量内业测量设备十分昂贵，一般的测量单位无法开展摄影测量的生产任务。在我国该方法一直沿用到 20 世纪 70 年代。

随着计算机的问世，摄影测量工作者开始研究利用计算机这种快速计算工具来完成摄影测量中复杂的计算问题，这便出现了始于 20 世纪 50 年代末的解析空中三角测量、解析测图仪和数控正射投影仪。由于当时受计算机发展水平的限制，直到 20 世纪 70 年代中期，解析测图仪才进入商用阶段，其价格与一级精度的模拟测图仪价格相近，在全世界得

到了广泛的推广和应用，但解析测图仪价格仍然很昂贵。

解析空中三角测量是用摄影测量方法在大面积范围内测定点位的一种精确方法。通常采用的平差模型有航带法、独立模型法及光束法。在解析空中三角测量的长期研究中，人们解决了像片系统误差的补偿及观测误差的自动检测，从而保证了成果的高精度与可靠性。

由于解析摄影测量的发展，非地形摄影测量不再受模拟测图仪器的限制而有了新的活力，特别是近景摄影测量，可采用普通的 CCD 数码相机对被测目标以任意方式进行摄影，研究和监测被测物体的外形和几何位置等，应用领域极其广泛。

解析摄影测量的进一步发展是数字摄影测量。数字摄影测量就是利用所采集的数字/数字化影像，在计算机上进行各种数值、图形和影像处理，研究目标的几何和物理特性，从而获得各种形式的数字产品和可视化产品。这里的数字产品包括数字地图、数字高程模型(DEM)、数字正射影像、测量数据库等。可视化产品包括地形图、专题图、纵横断面图、透视图、正射影像图、电子地图、动画地图等。表 1-1 列出了摄影测量发展的三个阶段的特点。

表 1-1

发展阶段	原始资料	投影方式	仪器	操作方式	产品
模拟摄影测量	像片	物理投影	模拟测图仪	作业员手工	模拟产品
解析摄影测量	像片	数字投影	解析测图仪	机助作业员操作	模拟产品 数字产品
数字摄影测量	像片 数字化影像 数字影像	数字投影	数字摄影 测量系统	自动化操作 +作业员的干预	数字产品 模拟产品

自 20 世纪 60 年代以来，航天技术迅速发展起来，70 年代美国的陆地资源卫星 (Landsat) 上天后，“遥感”技术得到了极为广泛的应用，打破了摄影测量学长期以来过分局限于测绘物体形状与大小等数据的几何处理，尤其是航空摄影测量长期以来只偏重于测制地形图的局面。在资源勘查和环境监测中，多采用“探测物体而又不接触物体”的遥感技术，并且由于其工作效率高，很快在全世界得到重视并为多种学科所采用。

当前遥感常用的传感器有：航空摄影机(航摄影)、全景摄影机、多光谱摄影机、多光谱扫描仪(Multi Spectral Scanner, MSS)、专题制图仪(Thematic Mapper, TM)、反束光导摄像管(RBV)、HRV(High Resolution Visible range instruments)扫描仪、合成孔径侧视雷达(Side-Looking Airborne Radar, SLAR)等。

1-2 摄影测量发展阶段与数字摄影测量的现状与发展

一、摄影测量发展的三个阶段与特点

摄影测量虽然经过三个阶段的发展成为当今的数字摄影测量，但无论哪个阶段其本质都是相同的，都是利用获取的影像重建目标的空间几何模型并对其识别与量测。尽管在1-1节中对摄影测量发展的三个阶段概括作了比较，但纵观摄影测量的发展，仍有必要对摄影测量发展的三个阶段加以论述，因在摄影测量的不同阶段，它的研究内容、特点及用于生产的仪器设备都有很大的不同。

1. 模拟摄影测量

在模拟摄影测量阶段，所有仪器和设备均采用精密的光学投影器或光学与精密的机械投影器模拟摄影过程，用这些仪器交会出被摄物体的空间位置，所以称为“模拟摄影测量仪器”，它是用光学机械模拟装置实现或完成复杂的摄影测量计算，也俗称“相当于解求”。为此，在20世纪30年代德国的一位摄影测量大师 Gruber 的一句名言是“摄影测量是能够避免繁琐计算的一种技术”。处在模拟阶段的摄影测量工作者对此是深有体会的。

在模拟阶段，研究的主要内容是摄影测量的基本原理、各种仪器的结构及操作方法，4-4节中，图4-15所示是模拟型立体测图仪A10的外貌图，图4-16所示是B8s的结构示意图。

由于模拟型立体测图仪价格昂贵，因此也制约了摄影测量的应用范围与发展。

2. 解析摄影测量

解析摄影测量是随着计算机的使用开始的。由于计算机技术的进步推动了摄影测量的发展，使用解析方法处理摄影测量问题成为可能。为此，摄影测量也出现了一些新概念，如“数字投影代替物理投影”。所谓“物理投影”，就是模拟时期“光学的、机械的或光学-机械的”模拟投影，“数字投影”就是用计算机实时解析计算数学模型表达的摄影测量几何关系。这样，由计算机、立体坐标量测仪、相应的接口设备及伺服系统、摄影测量软件组成的仪器称为解析测图仪。4-4节中图4-19及图4-20是解析测图仪C-100及BC-2的外貌图。

解析测图仪与模拟测图仪的主要区别在于，后者使用的是模拟投影方式，前者使用的是数字投影方式，由此导致仪器结构的不同：后者是纯光学机械的模拟法测图，而前者是计算机控制的坐标量测系统；在操作方面，后者是完全的手工操作，而前者是计算机辅助的人工操作。由于解析测图仪是根据数学模型用解析方式工作的，因此，便于在解析过程中引入各项系统误差的改正和利用多余观测按最小二乘法进行数据处理，能保证获得高精度的成果，作业时无论用何种摄影机，采用什么方式取得的像片对，几乎都能在解析测图仪上作业而不受限制。

由于正射影像(第9章讲解)比传统的线划图形象直观而受到广泛的欢迎，因此，这一时期在仪器方面的另一个重要成就是形成了微分纠正系统及产生了正射投影纠正仪，9-1节中图9-5所示是正射投影纠正仪的结构示意图及沿断面扫描图。

以计算机为基础的解析空中三角测量是解析摄影测量阶段重要成果。在此后的若干年中,为了提高解析的精度与可靠性,很多的测量机构都进行开发和实现用于空中三角测量的实用平差算法,其中包括粗差检测与剔除。

3. 数字摄影测量

数字摄影测量的发展起源于 20 世纪 80 年代后期。数字摄影测量是利用数字影像信息、基于摄影测量原理与计算机视觉相结合,从数字影像中自动(或半自动)提取有用的影像信息并用数字方式表达几何信息。数字摄影测量的主要特点是使用数字影像、计算机及实现摄影测量功能的软件系统。因此,数字摄影测量的发展历史与数字传感器、计算机、摄影测量的功能软件的发展密切相关。

在解析摄影测量时期,虽然使用的是专用计算机的解析测图仪,但仍使用硬拷贝的模拟像片,这是制约解析摄影测量发展的主要因素。因此,在 20 世纪末期人们致力于研究将模拟像片转化为计算机可处理的数字影像。1983 年,人们将面阵 CCD(charge coupled device)相机同解析测图仪结合用于局部的像片数字化,因光学部件、传感器和其他电子部件须集成到已有的系统中,而导致这种复杂的集成系统代价昂贵、精度降低,致使解析测图仪的影像数字化仪没有得到广泛的应用。为了影像匹配实现自动点的量测,一些学者在后续的研究中,研制出单独的扫描数字化设备——数字扫描仪。

在将模拟影像转化为数字影像的数字化仪(或扫描仪)的研制和发展的同时,直接获取影像的数字相机也在研制和发展过程中,这为数字摄影测量所必需的数字影像提供了保障。到目前为止,已有相当数量并可用于数字摄影测量商业化生产的航空、航天相机。

随着计算机技术的进步与发展,为数字摄影测量的海量数据提供了大容量的存储能力和快速处理平台,也为实现摄影测量部分或全部功能的软件模块和系统提供了保障,再引入图像处理、模式识别等学科中的理论,因此,在解析摄影测量中由人工完成的操作可由计算机相应的软件程序来实现。

数字摄影测量并没有改变摄影测量的基本原理,只是淘汰那些与模拟或解析仪器有关的理论和方法,也就是说,当今的数字摄影测量仍然依据摄影测量原理,使用先进的传感器获取影像信息,利用计算机视觉、数字图像处理、模式识别及人工智能等理论,对获取的数字影像信息进行加工、处理,为人们孜孜以求的摄影测量的自动化或半自动化开辟了广阔前景。

二、数字摄影测量的现状与发展

1. 数字摄影测量现状

数字摄影测量使用数字图像和实现摄影测量功能的软件系统,并基于计算机与其他辅助设备所形成的集成平台即摄影测量工作站,以自动化或半自动化方式获取被摄对象的几何信息。

(1) 目前数字摄影测量工作站的主要产品

数字摄影测量工作站的产品从内容到形式都很丰富,就目前来说,除我们常说的 4D 产品,数字摄影测量工作站的产品可归为三大类:

- 影像产品:主要包括原始影像镶嵌图、纠正影像及其镶嵌图、数字正射影像及镶

嵌图正射影像立体匹配片、真正射影像及其镶嵌图。

- 矢量产品：主要包括影像定向参数及其加密点坐标(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)

- 影像和矢量相结合的产品：主要包括影像地形图(即等高线套合到正射影像图上)、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等。

4D 产品的主要内容：

- 数字高程模型 DEM (digital elevation model)：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，是数字地面模型 DTM(digital terrain model) 的一个分支，其他各种地形特征均可由此派生。

- 数字正射影像图 DOM (digital orthophoto map) 是对航空(或航天)像片进行数字微分纠正，按一定图幅范围剪裁生成的数字正射影像集，它同时具有地图几何精度和影像特征的图像。

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

- 数字栅格地图 DRG (digital raster graphic) 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。

随着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特殊要求的变化，其产品会越来越丰富。

(2) 当前数字摄影测量研究的主要内容

数字摄影测量的主要研究内容包括以下几个方面：

- 数字影像的获取与处理
- 定向理论
- 影像匹配技术数字空中三角测量
- 数字高程模型的建立及应用
- 数字微分纠正(数字正射影像的建立及应用)
- 影像解译与特征提取
- 数字摄影测量新技术

2. 数字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，数字摄影测量进入了一个崭新的时代。其主要表现为：

- 航空数码成像系统

随着数字摄影机的发展，通过 CCD 航摄仪(包括面阵、线阵)可获取高质量、空间高分辨率、高辐射分辨率和高影像重叠率的影像信息，大大减轻了天气及地形对影像获取的限制，开创了大比例尺全数字测图及进行数字地籍测绘的新时代。另外，无人机航摄系统也被成功地应用到大比例尺地籍测绘、数字城市三维建模，特别是在应急救援中发挥了巨大作用。

- 高分辨率卫星成像系统

目前, 卫星影像的分辨率可达到米级、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; 可获取高质量的影像数据, 随卫星一起发布的 RPC 参数又极大地提高了几何定位精度, 只要少量的外业控制点, 就能迅速生产 1 : 5000 至 1 : 1 万比例尺的正射影像图。另外, 高分辨率的卫星遥感影像在城市和土地规划中得到广泛应用。

- 高分辨率激光扫描技术

利用机载激光扫描技术可以直接获得数字表面模型(DSM), 激光扫描技术可以快速获取作业区内详细、高精度的三维地形或景观模型, 彻底解决了城市区域的三维测图问题。

- 合成孔径雷达

合成孔径雷达是主动式遥感技术, 可以全天候、全天时地获取作业区域的影像信息, 其影像的空间分辨率也大大提高, 可达亚米级, 开创了全天候实时大比例尺测绘的新时代。特别是雷达干涉测量技术的出现与发展, 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。

- 传感器自主定位技术

由 GPS 和惯性导航系统 IMU 组成的 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下进行作业。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。

- 智能化、高性能数据处理技术

当前, 将摄影测量处理技术与计算机网络技术、并行处理技术、海量存储与网络通信技术及先进的影像匹配技术相结合, 产生了高性能的新一代航空、航天数字摄影测量处理平台。如法国 Infoterra 公司研制的像素工厂 PF(pixel factory), 武汉大学研发的数字摄影测量网格 DPGrid(digital photogrammetry grid)等都是具有高性能硬件和并行软件密切结合的先进摄影测量系统。

新技术的应用特别是航空数字影像及高分辨率的卫星影像的出现, 使传统的航空摄影测量与遥感(航天摄影测量)之间的界限逐渐模糊, 同时也打破了传统分工序的摄影测量作业流程, 形成了内外业一体化的快速测绘成图的新模式, 使传统的摄影测量作业进入了一体化的测图新时代。

当今的数字摄影测量虽然取得了很大的发展, 但仍有一些值得继续研究的问题, 诸如影像的匹配与自动化、目标自动识别与影像解译、数据处理的新方法等。

1-3 影像信息学的形成与发展

摄影测量与遥感已成为地理信息系统技术中数据采集的重要手段, 而地理信息系统是摄影测量与遥感数据存储、管理、表达和应用的重要平台。三者有机的结合, 导致了信息科学分支——影像信息学的形成。

按照王之卓先生的定义, 影像信息学是一门记录、存储、传输、量测、处理、解译、分析和显示由非接触传感器影像获得的目标及其环境信息的科学、技术和经济实体。

可以用图 1-1 形象地概括影像信息学的组成和相互关系。可以看出, 影像信息获取、

处理、加工和结果表达的整个过程互相有机联系，它既包含影像的获取，又包含模拟法、解析法和数字摄影测量，同时还包含地图制图的相关内容等。

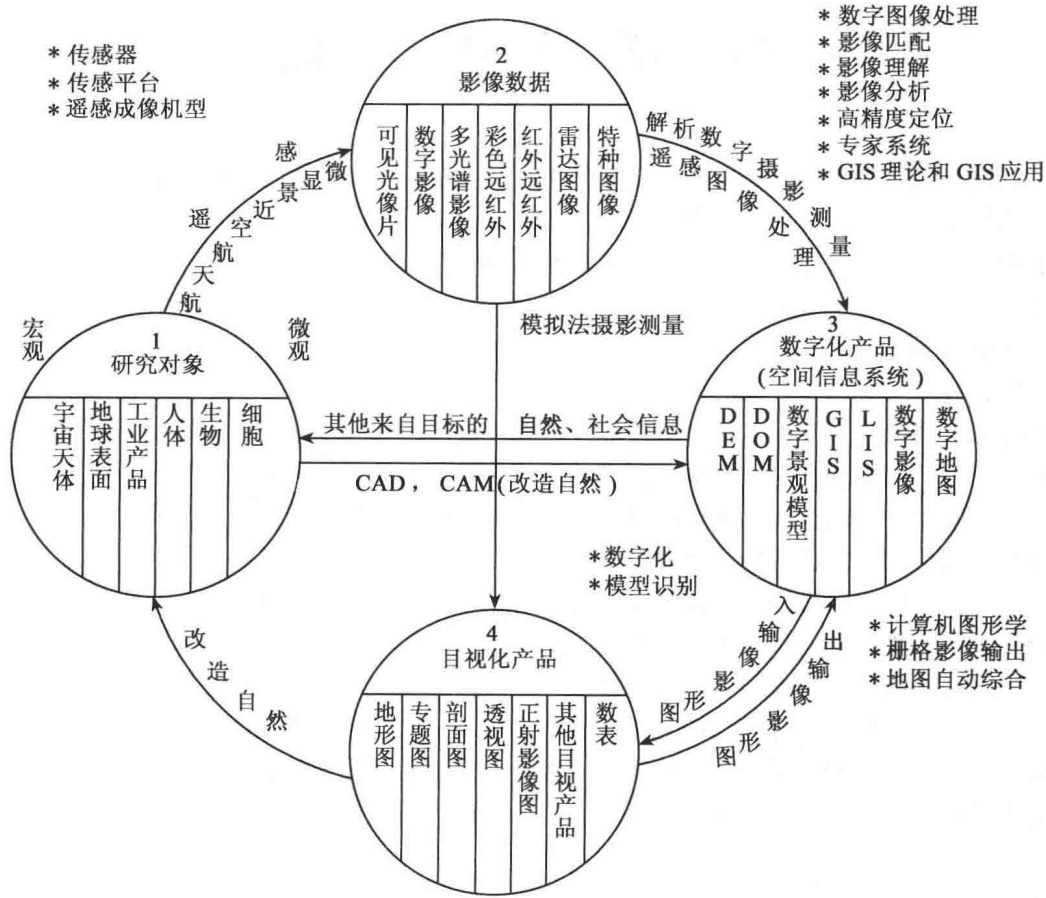


图 1-1 影像信息学的组成和相互关系

第二章 影像获取

1839年法国人达格雷(Daguerre)和尼普斯(Niepee)发表了第一张摄影照片,标志着摄影术的诞生。1858年法国人图纳利恩(Tournachon)用系留气球上的照相机在空中拍摄了巴黎附近一个小村庄的照片。此后各国都开始探索空中拍摄,有的利用鸽子,更多的人利用气球或风筝。1903年莱特兄弟发明了飞机,为航空摄影的发展提供了稳定可靠的飞行平台。1909年威尔伯·顿特驾机拍摄了第一张航空像片,很快利用航片进行地形测绘和军事侦察,并在两次世界大战的刺激下,发展成一门成熟的学科——航空摄影测量学。在此期间,彩色摄影技术、近红外摄影技术、彩红外摄影技术以及多波段摄影技术等都得到了发展,并且应用于航空摄影测量。可以说在1957年10月4日苏联第一颗人造地球卫星发射之前,基本上是航空摄影测量阶段。军事侦察和地形测绘是航空摄影测量两个最大的应用领域,其他的应用还有地质勘测以及一些资源及环境的调查。

航天技术的发展使遥感的高度延伸到了太空,从万米的高度延伸到了三万五千多公里的高度,使人类能在一个前所未有的高度,以各种时间、空间分辨率观测地球。光电技术、电子技术的发展使人类开始利用紫外、红外及微波波段,拓展和丰富了人类的感知能力。遥感从单纯的摄影方式发展到了可探测感知近、中、热红外波段的光电探测方式和微波辐射、雷达等各种方式共存。计算机技术的发展使遥感数据的分析处理技术进入了半自动化和智能化,改变了过去仅依靠人和光学设备进行目视解译的状况。

2-1 航空影像获取

航空摄影测量,由于其具有成图速度快、精度高、不受气候及季节的限制等优点,一直是我国基本地图成图的主要方式,因此航空摄影测量仍然作为测制地形图获取影像的主要手段。航空摄影测量主要使用的是专用的量测航空摄影机,随着数字摄影测量的发展,有时也使用普通数字摄影机。

一、航空摄影机

航空摄影机是一种专门设计的大像幅的摄影机,也称航摄仪。到目前为止,航空摄影机多数还是基于胶片的光学摄影机,随着数字技术与数字摄影测量的发展,大像幅的数字航空摄影机已经问世并开始使用。

1. 框幅式光学航空摄影机

这是基于胶片的光学模拟摄影机,所谓框幅式是指每次摄影只能取得一帧影像,像幅尺寸多为23cm×23cm,主要工作平台为飞机。其一般结构除了与普通摄影机有相同的物镜(镜箱)、光圈、快门、暗箱及检影器等主要部件外,还有座架及其控制系统的各种设备、压平装置,有的还有像移补偿器,以减少像片的压平误差与摄影过程的像移误差。