



全国工程硕士研究生教育核心教材

摄影测量原理 与应用

THE PRINCIPLES AND APPLICATION OF PHOTOGRAMMETRY

王树根 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



全国工程硕士研究生教育核心教材

摄影测量原理 与应用

THE PRINCIPLES AND APPLICATION OF PHOTOGRAMMETRY

王树根 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

摄影测量原理与应用/王树根编著. —武汉: 武汉大学出版社, 2009. 5
全国工程硕士研究生教育核心教材
ISBN 978-7-307-06942-8

I. 摄… II. 王… III. 摄影测量法 IV. P23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 038346 号

责任编辑:任仕元 史新奎 责任校对:黄添生 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:湖北民政印刷厂

开本: 720 × 1000 1/16 印张:22.5 字数:404 千字 插页:1

版次:2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-06942-8/P · 144 定价:36.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

当代摄影测量的理论与实践和 20 世纪摄影测量学科的形成与发展时期相比已大不一样了。虽然摄影测量最基本的数学原理和光学基础很少改变,但在摄影测量的数据获取、数据处理和生产手段以及应用目的等方面均发生了戏剧性的变化。如摄影测量学赖以生存的共线方程,在模拟摄影测量时代是用精密的光学和机械方法来体现,如今已完全用计算机程序来代替,并且其应用的灵活性和广泛性还在不断地深入和发展之中。

进入 21 世纪以来,摄影测量与遥感学科的理论与方法又有了突飞猛进的发展。在摄影测量方面,航空数码相机的使用越来越广泛,为全自动化测图奠定了良好的基础;机载对地定位与定向系统(POS)的使用使无地面控制空中三角测量和测图成为可能;机载激光测距(LIDAR)的使用使快速获取地表三维信息的梦想成为现实,并且其应用的领域越来越广泛。在遥感方面,基于多平台、多传感器和多角度的对地观测具有高空间分辨率、高光谱分辨率和高时间分辨率等特点,基于高分辨率遥感影像的制图所具有的优越性和时效性对传统航空摄影测量测图方法提出了挑战。集 GPS、GIS 和 RS(简称“3S”)技术于一体的移动测图系统也逐步从实验研究走向实用,并已成为空间信息快速获取和地图更新的重要手段。与此同时,基于摄影测量与遥感的数字化测绘的产品形式越来越丰富,应用领域也越来越广泛,为社会提供信息化服务的信息化测绘理念已经越来越多地为人们所接受。

摄影测量学的发展不仅体现在上述各方面,还体现在其与遥感、全球定位系统、地理信息系统、计算机图形学、数字图像处理以及计算机视觉等相关学科的交叉与融合方面。摄影测量与遥感数据的计算机处理更趋自动化和智能化的发展特点使得非摄影测量工作者也能较容易地掌握摄影测量的实践环节和体验摄影测量的魅力。

本书是测绘工程领域的硕士研究生教材。测绘工程领域的硕士研究生虽然绝大多数来自测绘相关单位和部门,但其所从事的本职工作性质可能差别很大,并且其本科阶段的专业背景也可能五花八门。为了使对摄影测量学不甚熟悉的

学生能够较全面系统地了解 and 掌握摄影测量学的最基本原理和生产作业方法,同时也为了使有一定摄影测量理论基础和实践经验的学生能及时掌握当代摄影测量的新技术,进一步拓宽摄影测量的实践领域,本教材的编写在立足全面系统地介绍摄影测量学最基本原理的基础上,与时俱进地反映当代摄影测量理论的新近发展和新技术应用,力争使教材的内容具有时代性和实用性。本书不但可作为测绘工程领域硕士研究生的教材使用,也可供测绘相关专业的师生、工程技术人员和研究人员学习参考。

本书共分 10 章。第 1 章简单介绍了摄影测量学的定义、任务、分类和发展以及当代摄影测量发展的多学科交叉特点;第 2 章介绍航空摄影测量的成像系统及其像片解析;第 3 章介绍立体测图的原理与方法;第 4 章介绍解析空中三角测量及其拓展;第 5 章介绍数字摄影测量的基础理论及其发展;第 6 章至第 7 章分别介绍数字高程模型(DEM)和数字正射影像(DOM)的生产与应用;第 8 章简单介绍数字摄影测量的仪器设备及产品;第 9 章介绍高分辨率遥感卫星影像及其应用;第 10 章介绍空间信息系统集成与城市三维建模可视化。

本书是在综合国内外许多教材和相关文献的基础上,经过反复酝酿写成的。书中有不少插图和宝贵素材,因有些已很难把握其原始出处,故未能在书中一一注明,在此表示感谢。由于作者水平有限,编写时间仓促,书中难免存在许多缺陷和不妥之处,敬请读者批评指正。

在本书的编写过程中,得到了武汉大学遥感信息工程学院的张景雄教授和李欣副教授的大力帮助。全国工程硕士专业学位教育指导委员会和武汉大学出版社对本书的出版给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

作者

2008 年 9 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 摄影测量学的定义与任务	1
1.2 摄影测量学的分类	3
1.3 摄影测量学的发展历史	4
1.4 当代摄影测量发展的多学科交叉特点	8
1.4.1 摄影测量与遥感的结合	8
1.4.2 摄影测量与遥感和 GIS、GPS 的结合	9
1.4.3 地球空间信息科学的崛起和发展	12
1.4.4 当代数字摄影测量的发展	14
第 2 章 航空摄影测量成像系统及像片解析	16
2.1 航空摄影的基础知识	16
2.1.1 胶片航空摄影机	17
2.1.2 垂直航空摄影的基本要求	20
2.2 航摄像片的分辨率	25
2.2.1 胶片影像的分辨率	25
2.2.2 数字影像的分辨率	26
2.3 单张航摄像片解析	27
2.3.1 垂直航摄像片的几何关系	27
2.3.2 航摄像片上特殊的点、线	28
2.3.3 航摄像片上的投影差	30
2.4 航摄像片的坐标系统	33
2.4.1 像方空间坐标系	33
2.4.2 物方空间坐标系	35
2.5 航摄像片的内、外方位元素	36

2.5.1	内方位元素	36
2.5.2	外方位元素	37
2.6	像空间直角坐标系的转换	38
2.6.1	像点的空间直角坐标变换	39
2.6.2	方向余弦的确定	40
2.7	中心投影像片的构像方程与投影变换	42
2.7.1	中心投影像片的构像方程	42
2.7.2	中心投影像片的正射变换	44
2.8	摄影成像系统的检校	46
2.8.1	摄影机检校的内容	46
2.8.2	摄影机检校方法分类	46
2.8.3	摄影机物镜的光学畸变	49
第3章	立体测图的原理与方法	52
3.1	视差与立体视觉原理	52
3.1.1	人眼的立体视觉	52
3.1.2	视差的概念	54
3.1.3	人造立体视觉	56
3.2	像对的立体观察与量测	57
3.2.1	立体观察	57
3.2.2	立体量测	59
3.3	模拟法立体测图的原理与方法	61
3.3.1	摄影过程的几何反转	61
3.3.2	立体像对的模拟法相对定向	62
3.3.3	立体模型的模拟法绝对定向	64
3.3.4	地物与地貌的测绘	66
3.4	解析法立体测图原理与方法	68
3.4.1	解析测图仪概述	68
3.4.2	解析测图仪的工作原理	71
3.5	数字摄影测量测图方法概述	72
第4章	解析空中三角测量及其拓展	77
4.1	像点坐标系统误差改正	77

4.1.1 摄影材料变形改正	78
4.1.2 摄影机物镜畸变差改正	78
4.1.3 大气折光改正	79
4.1.4 地球曲率改正	80
4.2 单张像片的空间后方交会	81
4.2.1 空间后方交会的基本方程	81
4.2.2 空间后方交会的误差方程和法方程	84
4.2.3 空间后方交会的计算过程	85
4.2.4 空间后方交会的精度	86
4.3 立体像对的空间前方交会	86
4.4 影像的内定向	89
4.5 立体像对的解析相对定向	91
4.5.1 解析相对定向元素	91
4.5.2 解析相对定向原理	93
4.5.3 相对定向元素解算过程	97
4.6 立体模型的解析绝对定向	98
4.6.1 绝对定向基本公式	98
4.6.2 绝对定向元素的解算	100
4.7 解析空中三角测量简介	101
4.7.1 解析空中三角测量的目的和意义	101
4.7.2 解析空中三角测量的分类	102
4.8 光束法区域网空中三角测量	105
4.8.1 光束法空中三角测量的基本思想	105
4.8.2 误差方程式和法方程式的建立	106
4.8.3 两类未知数交替趋近解法	108
4.8.4 光束法平差方法的优缺点	108
4.8.5 解析空中三角测量的精度分析	109
4.9 系统误差补偿与自检校光束法区域网平差	112
4.9.1 影像坐标系统误差的特性	112
4.9.2 系统误差补偿的方法	113
4.9.3 利用附加参数的自检校光束法平差	114
4.10 GPS 辅助空中三角测量	117
4.10.1 联合平差的概念及其发展过程	117

4.10.2	全球定位系统(GPS)简介	119
4.10.3	GPS 辅助空中三角测量的兴起与发展	120
4.10.4	GPS 辅助空中三角测量的基本原理	122
4.10.5	GPS 辅助空中三角测量试验举例	125
4.11	机载 POS 系统对地定位	127
4.11.1	定位定向系统(POS)简介	127
4.11.2	POS 与航空摄影系统的集成方法	129
4.11.3	POS 系统在航空摄影测量中的应用	130
4.11.4	POS 系统对地定位的主要误差源	132
第 5 章	数字摄影测量及其发展	135
5.1	数字图像处理概述	135
5.1.1	数字图像基本概念	135
5.1.2	数字图像处理的基本算法	136
5.2	影像数字化与影像重采样	138
5.2.1	影像数字化器	138
5.2.2	影像数字化过程	139
5.2.3	数字影像的重采样	143
5.3	基于灰度的影像相关	144
5.3.1	相关系数法影像相关	145
5.3.2	协方差法影像相关	146
5.3.3	高精度最小二乘相关	146
5.4	同名核线的确定与核线影像相关	148
5.4.1	核面与核线的概念	148
5.4.2	同名核线的确定	149
5.4.3	沿核线重采样	151
5.4.4	基于核线的影像相关	152
5.5	基于特征的影像相关	153
5.5.1	特征提取	154
5.5.2	基于特征的影像匹配	162
5.6	当代数字摄影测量的若干典型问题	164

第 6 章 数字地面模型的建立与应用	168
6.1 数字地面模型概述	168
6.1.1 数字地面模型的发展过程	168
6.1.2 数字地面模型的概念与表示形式	169
6.2 DEM 数据点的采集与预处理	171
6.2.1 DEM 数据点的采集方法	171
6.2.2 DEM 数据的预处理	172
6.3 数字高程模型的内插	173
6.3.1 线性内插	173
6.3.2 双线性多项式内插	174
6.3.3 分块双三次多项式内插	175
6.3.4 移动拟合法内插	176
6.4 基于 DEM 的等高线自动绘制	178
6.4.1 等高线点的内插与排列	178
6.4.2 等高线点的插补	180
6.4.3 地形特征线的顾及	181
6.5 数字高程模型的工程应用算法	182
6.5.1 地形剖面的面积计算和体积计算	182
6.5.2 求 DEM 的中心投影透视图	183
6.5.3 数字坡度模型及地面坡度分类	184
6.5.4 由 DEM 求真实的地表面积	186
6.5.5 挖方与填方计算	187
6.6 三角网数字地面模型及其应用	188
6.6.1 三角网数字地面模型的构建	188
6.6.2 三角网的内插	190
6.6.3 基于三角网的等高线绘制	191
6.7 机载激光雷达(Lidar)技术简介	193
6.7.1 机载激光雷达系统组成	193
6.7.2 机载激光雷达对地定位原理	194
6.7.3 机载激光雷达的技术特点	195
6.7.4 几种典型机载激光雷达简介	197
6.7.5 机载激光雷达技术的应用	199

第7章 数字正射影像的制作与应用	204
7.1 航摄像片纠正概述	204
7.2 数字微分纠正的原理与方法	206
7.2.1 直接法数字微分纠正	206
7.2.2 间接法数字微分纠正	207
7.3 立体正射影像对的制作与应用	210
7.3.1 立体正射影像对的制作方法	210
7.3.2 立体正射影像对的应用	213
7.4 数字真正射影像的制作与应用	213
7.4.1 遮蔽的概念	213
7.4.2 正射影像上遮蔽的传统对策	215
7.4.3 真正射影像的概念及其制作	216
7.5 数字正射影像的质量检查	219
7.6 数字正射影像的匀光处理	220
7.6.1 影像匀光概述	220
7.6.2 基于Mask的单幅影像匀光	221
7.6.3 基于Wallis滤波器的多幅影像匀光	223
7.6.4 特殊区域的自动检测与处理	224
7.6.5 影像匀光处理流程	226
第8章 数字摄影测量的仪器设备及产品	228
8.1 数字航空摄影机简介	228
8.1.1 DMC 数字航摄仪	229
8.1.2 ADS40 数字航摄仪	231
8.1.3 UltraCam-D 数字航摄仪.....	234
8.1.4 国产SWDC系列数字航摄仪	237
8.2 胶片航摄仪与数字航摄仪的比较	239
8.3 数字摄影测量系统的功能与产品	242
8.3.1 数字摄影测量系统概述	242
8.3.2 数字摄影测量系统的软硬件组成及主要功能	243
8.3.3 数字摄影测量系统的作业模式及主要产品	245
8.4 数字摄影测量系统简介	248
8.4.1 Helava 数字摄影测量系统	249

8.4.2	VirtuoZo 数字摄影测量工作站	250
8.4.3	JX-4C 数字摄影测量工作站	253
8.5	基于网格的全数字摄影测量系统	254
8.5.1	海量影像自动处理系统“像素工厂”简介	255
8.5.2	数字摄影测量网格 DPGrid 简介	258
第 9 章	高分辨率遥感卫星影像及其应用	262
9.1	卫星影像制图概述	263
9.1.1	卫星影像制图的目的和意义	263
9.1.2	卫星影像制图的优缺点	265
9.2	几种典型的高分辨率遥感卫星系统	265
9.2.1	SPOT-5 卫星系统	265
9.2.2	IKONOS 卫星系统	267
9.2.3	QuickBird 卫星系统	272
9.2.4	其他高分辨率遥感卫星简介	275
9.3	线阵列 CCD 传感器的构像方程	276
9.4	线阵列 CCD 传感器影像的几何处理	278
9.4.1	单片几何纠正	279
9.4.2	双像解析摄影测量	281
9.5	基于有理函数的通用传感器模型	284
9.5.1	传感器模型的概念	284
9.5.2	有理函数的定义	285
9.5.3	有理函数的解算	288
9.5.4	有理函数的特点分析	290
9.6	基于高分辨率遥感影像的地物提取	291
9.6.1	地物提取概述	291
9.6.2	基于遥感影像的建筑物提取	292
9.6.3	基于遥感影像的线状地物提取	296
9.7	基于高分辨率遥感影像的变化检测	298
9.7.1	变化检测方法概述	299
9.7.2	变化检测的基本内容和步骤	301
9.7.3	基于遥感影像和 GIS 数据的变化检测	303
9.7.4	规划用地及违章建筑调查案例分析	305

第 10 章 空间信息系统集成与城市三维建模可视化	311
10.1 地球空间信息科学概述	311
10.1.1 地球空间信息科学的形成	311
10.1.2 地球空间信息科学的理论体系	312
10.1.3 地球空间信息学的技术体系	314
10.2 多传感器集成空间信息获取	315
10.2.1 多传感器集成的概念	315
10.2.2 多传感器集成的关键技术	317
10.2.3 多传感器集成系统的分类	318
10.2.4 多传感器集成技术的发展趋势	321
10.3 GPS、RS 与 GIS 的集成与应用	322
10.3.1 “3S”技术集成的概念	322
10.3.2 “3S”技术的实用集成模式	324
10.4 车载移动测图系统及其应用	327
10.4.1 移动测图系统概述	327
10.4.2 车载移动测图系统的功能及关键技术	330
10.4.3 车载移动测图系统的主要应用	333
10.5 数字城市三维建模与可视化	334
10.5.1 数字城市三维模型概述	334
10.5.2 数字城市三维建模的数据源	336
10.5.3 城市三维建模的数据模型和体系结构	337
10.5.4 纹理模型与纹理映射	338
10.5.5 三维建模可视化开发工具举例	341
10.6 可量测实景影像的概念与应用	342
10.6.1 空间信息服务需求	343
10.6.2 可量测实景影像(DMI)的概念	344
10.6.3 可量测地面实景影像与 4D 集成	345
10.6.4 基于可量测实景影像的空间信息服务体系	346
主要参考文献	348

第 1 章 绪 论

1.1 摄影测量学的定义与任务

“摄影测量学”一词的英文是 photogrammetry, 它源于三个英文单词: light(光线)、writing(记录)和 measurement(量测), 即来自目标物体反射的光线通过某种方式进行记录, 然后基于记录的结果(即像片或影像)进行量测和解译。因此, 摄影测量学的基本含义是基于像片的量测和解译。传统的摄影测量学是利用光学摄影机摄影的像片, 研究和确定被摄物体的形状、大小、位置、性质和相互关系的一门科学和技术。它研究的内容涉及被摄物体的影像获取方法, 影像信息的记录和存储方法, 基于单张或多张像片的信息提取方法, 数据的处理与传输, 产品的表达与应用等方面的理论、设备和技术。

摄影测量的特点之一是在像片上进行量测和解译, 无需接触被测目标物体本身, 因而很少受自然和环境条件的限制, 而且像片及其各种类型影像均是客观目标物体的真实反映, 影像信息丰富、逼真, 人们可以从中获得被研究目标物体的大量几何信息和物理信息。

由于现代电子技术、通信技术和航天技术等的高速发展, 摄影测量学科领域的研究对象和应用范围不断扩大。可以这样说, 只要目标物体能够被摄影成像, 都可以使用摄影测量技术以解决某一方面的问题。这些被摄物体可以是固体的、液体的, 也可以是气体的; 可以是静态的, 也可以是动态的; 可以是微小的(电子显微镜下放大几千倍的细胞), 也可以是巨大的(宇宙星体)。这些灵活性使得摄影测量学成为多领域广泛应用的一种测量手段和数据采集与分析的方法。由于具有非接触传感的特点, 20 世纪 60 年代初, 从侧重于影像解译和应用角度, 又提出了“遥感”一词。

随着摄影测量技术的发展, 摄影测量与遥感之间的界限越来越模糊, 换句话说, 摄影测量学与遥感的结合越来越紧密, 用王之卓先生的话说就是“摄影测量学的发展历史就是遥感的发展历史, 它们的目的相同, 只是各自所处的科技发展历史

时期不同,可以说摄影测量学发展到数字摄影测量阶段就是遥感”。正因为如此,国际摄影测量与遥感学会(ISPRS)于1988年在日本京都召开的第十六届大会上给出定义:“摄影测量与遥感乃是对非接触传感器系统获得的影像及其数字表达进行记录、量测和解译,从而获得自然物体和环境的可靠信息的一门工艺、科学和技术。”(Photogrammetry and Remote Sensing is the art, science, and technology of obtaining reliable information and other physical objects from non-contact imaging and other sensor systems about the earth and its environment, and processes through recording, measuring, analyzing and representation)。其中,摄影测量侧重于提取几何信息,遥感侧重于提取物理信息。

摄影测量学的基本任务是严格建立像片获取瞬间所存在的像点与对应物点之间的几何关系。一旦这种对应的几何关系得到正确恢复,人们就可以从影像上严密地导出关于被摄目标物体的信息。像点与对应物点之间几何关系的恢复可以通过模拟的、解析的或数字的方法实现。摄影测量学的具体任务包括两个方面:定量的(quantitative)和定性的(qualitative)。其中前者属于几何处理(metric photogrammetry)的范畴,主要解决是多少的问题;后者属于解译处理(photo interpretation)的范畴,主要解决是什么的问题。摄影测量学发展到今天,受益于计算机科学与技术的发展,对定量问题的解决相对较好,自动化程度也较高。例如,自动空中三角测量(第4章讲述)、数字高程模型(DEM)的自动化生产(第6章讲述)、数字正射影像(DOM)的自动化生产(第7章讲述)等;而对定性问题的解决其自动化程度相对差些,还需付出很大的努力。因为对定性问题的解决涉及多学科交叉、认知科学以及对人类自身的了解和研究。

伴随着数字影像获取能力的提高以及计算机处理能力的增强,摄影测量的数据处理越来越多地融合了其他学科的处理技术。最有代表性的就是数字图像处理技术,即用计算机来完成一系列关于数字图像的处理任务,如:图像压缩、图像增强、图像复原、图像编码、图像分割、边缘检测等。第二个与之密切相关的学科是模式识别,具体点说就是基于图像的目标识别,它是模式识别的一个分支,它的输入是图像,输出是图像的分类和结构描述。第三个与之密切相关的学科是图像理解,它是人工智能的一个分支,它的输入是图像,输出是对图像的描述和解译。进一步地说,当代数字摄影测量的发展与计算机视觉的研究联系紧密,计算机视觉的研究目标是使计算机具有通过二维图像认知三维环境中物体的几何信息的能力,包括它的形状、位置、姿态、运动等,并对它们进行描述、存储、识别与理解。或者简单地说,计算机视觉是要用计算机模拟人的眼睛,对空间物体进

行识别与理解。从这点讲,计算机视觉与数字摄影测量有极大的相似之处。

当然,摄影测量学的基本范畴还是确定被摄对象的几何属性与物理属性,即量测与解译,这也是本教材所要介绍的主要内容。

1.2 摄影测量学的分类

按照所研究对象的不同,摄影测量学的内容可分为地形摄影测量(topographic photogrammetry)和非地形摄影测量(non-topographic photogrammetry)两大类。地形摄影测量研究的对象是地球表面的形态,以目标物体与对应构像之间的几何关系为基础,最终根据摄影像片测绘出摄影区域的地形图。非地形摄影测量一般指近景摄影测量(close-range photogrammetry),顾名思义,即研究的对象在体积和面积上较小,摄影机到摄影目标的距离较近,一般小于300米,测量的精度相应地要求较高。近景摄影测量的基本理论也是根据物体与构像之间的几何关系,但在处理技术上有其特殊性。近景摄影测量大多应用在专题科学研究方面,诸如工业、建筑学、生物学、考古、医学以及高速运动物体等方面,任务和要求也各异。为适应现场条件,所使用的摄影机可以是测量专用的,也可以是一般的普通照相机;通常取用一定规则的摄影方式,但也可以是随意的。因此,这要求用解析方法来确定研究对象的形态。测量成果是表示研究对象的一系列特征点的三维坐标值,即研究对象的目标模型;根据要求也可绘制所摄物体的立面图、平面图和显示立体形态的等值线图。

摄影测量学也可按摄影站的位置或传感器平台分为航天/卫星摄影测量(space / satellite photogrammetry)、航空摄影测量(aerophotogrammetry / aerial photogrammetry)、地面摄影测量(terrestrial photogrammetry)、显微摄影测量(micro-range photogrammetry)和水下/双介质摄影测量(underwater / two-medium photogrammetry)几类。航天摄影测量是利用航天器或人造地球卫星作为传感器的平台对地面进行摄影。特别是近几年来高分辨率卫星影像的成功应用,使之成为国家基本图测图的重要组成部分。航空摄影测量指的是地形摄影测量,从航摄飞机上对地面进行摄影,它是摄影测量学的一个重要分支。航空摄影测量的主要任务是测制各种比例尺的地形图,建立地形数据库,并为各种地理信息系统和土地信息系统提供基础数据。航空摄影测量测绘的地形图比例尺一般为1:5万、1:1万、1:5000、1:2000、1:1000、1:500等。其中1:5万、1:1万为国家、省级基本图,1:1万也常用于大型工程(如水利、水电、铁路、公路)的初步勘察设计,1:5000、1:2000一般为大型工程设计用图,1:2000、1:1000、

1:500 主要用于城镇的规划、土地和房产管理等。地面摄影测量是将摄影机安置在地面上进行摄影和测量,地面摄影测量包括地形测绘目的的地面立体摄影测量和非地形测绘目的的近景摄影测量。前者在测绘特殊地区的地形图时常采用,后者在对科学技术某专题内容进行研究时采用。水下摄影测量是将摄影机置于水中,对水中的目标物体进行研究,或对水下地表面进行摄影以绘制水下地形图,这属于双介质摄影测量。显微摄影测量仍然属于近景摄影测量的范畴,主要用于对微小目标物体(如细胞、花粉等)的研究,需要在对目标物体放大几千倍甚至上万倍的情况下摄影成像。

另外,从摄影测量学的用途或应用范围来考虑,摄影测量学还可进一步分为工业摄影测量(industrial photogrammetry)、建筑摄影测量(architectural photogrammetry)、生物医学摄影测量(biomedical photogrammetry)、城市摄影测量(urban photogrammetry)、铁路摄影测量(railway photogrammetry)、地质摄影测量(geological photogrammetry)、森林摄影测量(forest photogrammetry),等等。概括起来说,不管摄影测量的技术应用于哪个领域,其基本原理是一致的,都要依据物体及其构像之间的对应几何关系,变化的只是应用对象及各领域的特殊要求。

就摄影测量处理技术手段而言,又可分为模拟摄影测量、解析摄影测量和数字摄影测量。解析摄影测量和数字摄影测量可以直接为各种数据库和地理信息系统提供基础地理信息,模拟摄影测量的直接成果为各种图件(地形图、专题图等),它们必须经过数字化才能进入计算机中。

1.3 摄影测量学的发展历史

若从 1839 年尼普斯和达意尔发明摄影术算起,摄影测量学已有近 170 年的历史了,而 1851—1859 年法国陆军上校劳赛达特提出的交会摄影测量,被认为是摄影测量学的真正起点。

已知的第一张航空像片是由一位名为 Gaspard Felix Tournachon 的巴黎摄影师于 1858 年拍摄的,他乘一个名为 Nadar 的气球升至离地 80m 的高度,拍摄了法国比弗雷(Bievre)的像片,如图 1-1 所示。从那以后,兴起了一股气球平台摄影风。目前保存的最早一幅航空像片,是 1860 年由 James Wallace Black 从气球上拍摄的波士顿市的像片。

飞机发明于 1903 年,当时还没有被作为安放摄影机的平台来使用,直至 1908 年,由一名法国摄影师首次利用飞机拍摄了电影(Le Man)后,人们才认识