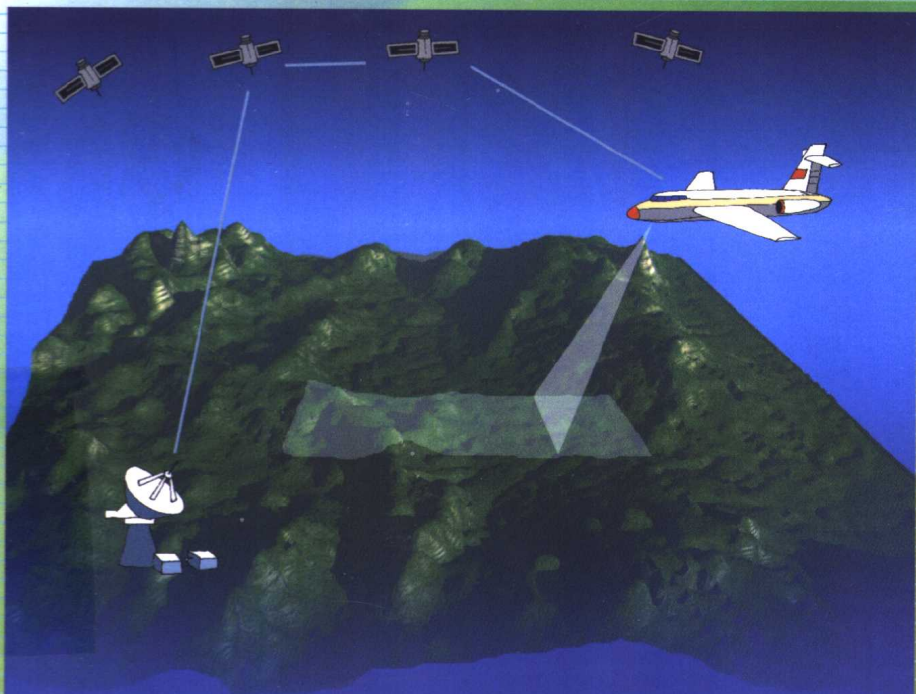


测绘科技专著出版基金资助

# GPS 辅助空中三角测量 原理及应用

袁修孝 著



测绘出版社

# GPS 辅助空中三角测量 原理及应用

袁修孝 著

测绘出版社

·北京·

## 内容简介

本书系统地总结和阐述 GPS 辅助空中三角测量的基本原理和主要技术措施，通过近五年来在全国范围内所获取的大量实际航摄资料的处理进行充分的试验验证，从理论与试验两个方面深入研究 GPS 辅助空中三角测量的数学模型、特定技术和质量，并将最新理论研究成果充实到软件开发实践中，为 GPS 辅助空中三角测量在我国大规模推广应用奠定了理论基础。

本书可供有关领域从事科研、教学和生产的科技人员以及高等学校师生学习参考使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

GPS 辅助空中三角测量原理及应用/袁修孝著. - 北京: 测绘出版社, 2001. 8  
ISBN 7-5030-0979-9

I. G... II. 袁... III. 全球定位系统 (GPS) — 应用 — 空中三角测量 IV. P231

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 10205 号

测绘出版社出版发行

(100054 北京宣武区白纸坊西街 3 号)

三河市艺苑印刷厂印刷·新华书店经销

2001 年 8 月第 1 版·2001 年 8 月第 1 次印刷

开本: 148 × 210 · 印张: 6

字数: 156 千字 · 印数: 0001 ~ 3000

定价: 16.50 元

## 作者简介

袁修孝，工学博士，教授，1963年12月6日生，湖北省阳新县人。

1985年毕业于武汉测绘学院航空摄影测量专业后留校任教，一直从事摄影测量的教学和科研工作。1993年破格晋升为副教授，1997年破格晋升为摄影测量教授。现为湖北省“有突出贡献中青年专家”，国家测绘局“跨世纪学术和技术带头人”，武汉市“技术经济咨询专家库专家”，中国测绘学会、湖北省测绘学会摄影测量与遥感专业委员会委员。主要研究方向为高精度摄影测量定位理论与方法、数字图像处理等。作为课题组骨干成员完成了国家863高技术发展计划、国家自然科学基金和国家测绘局测绘科技发展基金等重大项目八个，多项研究成果达到国际先进水平。曾获得过“国家科学技术进步奖”二等奖、“测绘科技进步奖”一、二等奖、霍英东教育基金会“全国高等院校青年教师奖（研究类）”二等奖各一项，被授予“首届湖北省优秀科技工作者”、“武汉测绘科技大学青年科技十佳”荣誉称号。所完成的硕士论文《基于相位差分的GPS辅助光束法联合平差》获中国测绘学会1995~1996年度优秀硕士论文、博士论文《GPS辅助空中三角测量及其质量控制》入选2001年全国优秀博士学位论文。迄今为止，已在《Photogrammetric Record》、《测绘学报》、《武汉测绘科技大学学报》、《遥感学报》等国内外测绘核心期刊以及国际学术会议论文集上发表学术论文40余篇。其中，七篇入选国际学术讨论会大会宣读论文，一篇获国际摄影测量与遥感学会（ISPRS）第十八届大会“青年作者最佳论文”奖，另有六篇获中国测绘学会等国内各学术团体颁发的“优秀学术论文”奖。

## 序

GPS 全球定位系统 (Global Positioning System)、遥感 (Remote Sensing) 和地理信息系统 (Geographic Information System) 被通称为“3S”技术, 它们的集成是当代摄影测量与遥感学科最重要的发展方向之一。GPS 辅助空中三角测量是其中机载集成的一个典型例子, 已成为当代解析空中三角测量发展的前沿课题, 是摄影测量与非摄影测量观测值联合平差中最具吸引力和实用价值的一个分支, 80~90 年代曾是国际摄影测量界的一个研究热点。它是继 GPS 在大地测量中取得革命性成就之后, 在摄影测量领域所取得的又一具有划时代意义的成果。该技术的成熟与成功应用必将为摄影测量向全自动化和智能化方向发展奠定基础, 为空间数据基础设施和数字地球的建立提供最有效的数据获取手段。

长期以来, 人们一直追求航空航天摄影测量能摆脱依赖地面控制的“摄影—外业连测—内业测图”的长周期作业模式。利用机载 GPS 信号接收机和地面固定点的载波相位差分法可以测定摄影中心的三维坐标, 将它们作为观测值参加空中三角测量平差可以大大减少甚至免除地面控制工作。

80 年代初, 西方一些发达国家率先研究 GPS 辅助空中三角测量的理论并进行模拟试验, 迄今已持续了 20 个春秋, 无论是理论上还是在实际应用方面都取得了令人瞩目的成就。自 1990 年以来, 袁修孝博士一直从事 GPS 辅助空中三角测量技术的研究。本书是作者对这一发展方向所取得最新研究成果的系统而全面的总结。书中用简洁的语言系统地阐述了 GPS 辅助空中三角测量的原理、主要技术措施和质量控制方法, 全面地总结了近十年来作者利用自行

研制的软件和技术方案进行实际试验和生产的结果，详细地介绍了试验过程中所遇到的技术难题和理论上的解决方法及实际效果。

本书从机载 GPS 天线相位中心与航摄仪投影中心的几何关系出发，导出了 GPS 摄站坐标观测值误差方程，建立了 GPS 辅助空中三角测量的基础方程。在分析获取像片内外方位元素的传统方法——航摄仪内方位元素主要由实验室采用物理方法检定，像片外方位元素主要依靠空中三角测量和大量地面控制点间接解求——理论前提的基础上，阐述了利用 GPS 像片定向数据辅助航摄仪内方位元素测定的新方法，可解决内、外方位元素在摄影测量平差中一并解求时所产生的强相关，为航摄仪的检定只有实验室静态测试的唯一方法开辟了新的途径。这方面的研究成果曾获得 1996 年国际摄影测量与遥感学会（ISPRS）维也纳大会“青年作者最佳论文奖”。

利用动态 GPS 定位技术获取航摄仪摄站坐标要求在航空摄影起飞前和着陆后进行一段相当长时间的初始化和静态测量并最好保持一个架次内 GPS 信号连续。为了方便于实际作业，本书介绍了一种按航线解求摄站坐标而无需初始化的 GPS 动态定位方法，大大放宽了对动态载波相位差分 GPS 测量方法的要求，实现 GPS 辅助空中三角测量可按常规方式进行航空摄影，从而又给出了一种处理各航带间 GPS 信号不连续或失锁的实用方法。

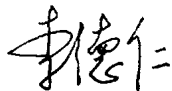
GPS 辅助光束法区域网平差时，需在测区的四角布设 4 个平高地面控制点，在区域两端敷设两条垂直构架航线或者是在区域两端垂直于航线方向布设两排地面高程控制点。对于这种已成共识并被普遍采用的地面控制方案，书中从区域网平差的理论精度和可靠性分析入手，为其找到了理论依据。在此基础上，深入讨论了 GPS 数据在单航线航空摄影测量加密中的应用可行性及其可操作性。

数字摄影测量与 GPS 和 GIS 集成的道路是摄影测量与遥感发展的必由之路，全数字化和全自动化是人们追求的目标。当今的自动空中三角测量还需作业员直接在计算机屏幕上对地面控制点影像进行判识并精确手工定位，无法实现真正的全自动像点坐标量测，

若利用 GPS 辅助数据来减少或完全取代地面控制点进行空中三角测量，可极大地节省手工量测的工作量，从而提高数字摄影测量工作站的效率和自动化程度。本书对 GPS 辅助的全自动空中三角测量进行了成功试验并给出了试验结果。

理论与实践相结合，用试验检核理论研究成果，在试验中发现新问题并探寻理论上的解决办法，是本书的一大特色。书中采用精选自全国极具代表性的 5 个约 70000km<sup>2</sup> 疆域的实际试验和生产区域，涵盖由平地至高山区各种地形从 1: 500 到 1: 50000 各种比例尺地形测图的航摄资料，对区域网平差过程中出现的诸多问题进行了深入的理论探讨和特殊的技术处理，详细介绍了具体的作业方案。经利用自行研制的动态 GPS 定位软件 GPSkin 和 GPS 辅助光束法区域网平差软件 WuCAPS<sub>GPS</sub> 进行计算，获得了满足我国现行《航空摄影测量规范》的加密结果。书中的许多建设性结论与建议对 GPS 辅助空中三角测量技术的理论研究、实际应用和我国“GPS 辅助空中三角测量规范”的制定具有指导意义和实用价值。

综观全书，内容翔实，结构严谨，说理透彻，系统性强，确是一部不可多得的、理论与实践结合得很好的著作。尽管数字化和信息化步伐已迈得很大，但利用 GPS 和空中三角测量的结合解决遥感的对地定位，仍然是一个理论和技术难度都很大的问题。相信这本书的出版将推动我国 GPS 辅助空中三角测量技术的广泛应用，并有助于从事相关研究和实际工作的人们更好地理解 and 掌握这一高新技术。



2000 年 5 月于武昌珞珈山

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
1.1 从摄影测量学名称的演变看空中三角测量的发展 ..	( 1 )
1.2 GPS 辅助空中三角测量的兴起与成就 .....	( 5 )
1.3 本书的研究目标 .....	( 10 )
<b>第二章 航摄仪摄站坐标的测定</b> .....	( 13 )
2.1 GPS 全球定位系统简述 .....	( 13 )
2.1.1 GPS 系统的组成 .....	( 14 )
2.1.2 GPS 信号的特点 .....	( 18 )
2.1.3 GPS 观测量 .....	( 20 )
2.1.4 GPS 在摄影测量与遥感中的应用 .....	( 25 )
2.2 带 GPS 信号接收机的航空摄影系统 .....	( 26 )
2.2.1 机载 GPS 天线的选择与安装 .....	( 27 )
2.2.2 机载 GPS 信号接收机的选型 .....	( 28 )
2.2.3 航摄仪的选择 .....	( 28 )
2.2.4 机载 GPS 天线相位中心 偏心分量的测定 .....	( 29 )
2.3 动态 GPS 定位测定航摄仪摄站空间位置 .....	( 31 )
2.4 机载 GPS 天线相位中心与航摄仪投影中心的 几何关系 .....	( 35 )
2.5 GPS 摄站坐标观测方程 .....	( 36 )
<b>第三章 GPS 辅助航摄仪内方位元素的测定</b> .....	( 41 )
3.1 问题的提出 .....	( 41 )
3.2 GPS 辅助航摄仪内方位元素测定的基本理论 .....	( 44 )
3.3 Wild RC - 20 航摄仪内方位元素的测定 .....	( 47 )
3.3.1 试验资料综述 .....	( 47 )



3.3.2	GPS 摄站坐标精度评定 .....	(50)
3.3.3	航摄仪内方位元素测定 .....	(54)
3.3.4	对方法的评价 .....	(56)
<b>第四章</b>	<b>GPS 辅助光束法区域网平差 .....</b>	<b>(57)</b>
4.1	GPS 辅助光束法区域网平差的原理 .....	(57)
4.1.1	小引 .....	(57)
4.1.2	误差方程式和法方程式 .....	(59)
4.1.3	法方程系数阵结构 .....	(61)
4.2	在中国的试验及其结果分析 .....	(63)
4.2.1	试验区地理分布略图 .....	(64)
4.2.2	太原试验 .....	(65)
4.2.3	天津生产性试验 .....	(70)
4.2.4	哈尔滨试验 .....	(79)
4.2.5	中越陆地边界测区生产 .....	(81)
4.2.6	海南岛测区生产 .....	(85)
4.2.7	对方法的评价 .....	(97)
<b>第五章</b>	<b>GPS 辅助光束法平差</b>	
	<b>系统 WuCAPS<sub>GPS</sub> .....</b>	<b>(98)</b>
5.1	WuCAPS <sub>GPS</sub> 系统的开发历程 .....	(98)
5.2	WuCAPS <sub>GPS</sub> 系统的基本功能 .....	(100)
5.2.1	用于航带法区域网平差 .....	(101)
5.2.2	用于带任选附加参数的自检校光束法区域网平差 .....	(101)
5.2.3	与导航数据和/或地面测量观测值进行联合平差 .....	(102)
5.2.4	自动剔除粗差 .....	(102)
5.2.5	补偿系统误差 .....	(103)
5.2.6	评定未知数的解算精度和估计 观测值的可靠性 .....	(103)

5.2.7	自动确定各类观测值的权 .....	(104)
5.2.5	绘制测区点位分布略图和地面控制点残差图 .....	(104)
5.2.9	进行加密分区的半自动接边 .....	(105)
5.3	WuCAPS <sub>GPS</sub> 系统的主要特点 .....	(105)
5.3.1	平差基于严密的数学模型和 高效率的解算策略之上 .....	(105)
5.3.2	采用巨型数组动态分配技术,使区域网中 的像片数以及像片上的点数不受限制 .....	(106)
5.3.3	用户友好操作界面 .....	(107)
5.3.4	计算速度明显加快 .....	(107)
5.4	WuCAPS <sub>GPS</sub> 系统的数据流程 .....	(108)
5.4.1	菜单管理程序 .....	(109)
5.4.2	联合平差主系统 .....	(109)
5.4.3	联合平差质量分析子系统 .....	(110)
<b>第六章</b>	<b>GPS 辅助光束法平差的质量</b> .....	(116)
6.1	GPS 辅助光束法平差的精度测度 .....	(116)
6.2	GPS 辅助光束法平差的可靠性测度 .....	(117)
6.3	区域网 GPS 辅助光束法平差的质量 .....	(118)
6.4	单航线 GPS 辅助光束法平差的质量 .....	(125)
6.5	双航线 GPS 辅助光束法平差的质量 .....	(128)
6.6	不同大小区域网 GPS 辅助光束法平差的理论精度 .....	(131)
<b>第七章</b>	<b>GPS 辅助光束法平差的几个问题</b> .....	(134)
7.1	系统空间偏移的处理 .....	(134)
7.1.1	GPS 辅助光束法平差中空间偏移的处理方 法 .....	(135)
7.1.2	试验及其结果分析 .....	(136)
7.2	地球曲率的改正 .....	(139)

7.2.1	地球曲率改正的基本原理 .....	(139)
7.2.2	试验及其结果分析 .....	(142)
7.3	观测值权的自动确定 .....	(144)
7.3.1	确定观测值权的方法 .....	(145)
7.3.2	试验及其结果分析 .....	(148)
7.4	无初始化动态 GPS 定位数据的利用 .....	(150)
7.4.1	无初始化动态 GPS 定位的基本原理 .....	(150)
7.4.2	无初始化动态 GPS 定位所确定摄站坐标的 精度 .....	(152)
7.4.3	无初始化动态 GPS 定位数据对平差结果的 影响 .....	(155)
7.5	GPS 辅助全自动空中三角测量 .....	(158)
7.5.1	自动空中三角测量的作业步骤 .....	(159)
7.5.2	在中越陆地边界测区的一次试验 .....	(161)
<b>参考文献</b>	.....	(169)
<b>后记</b>	.....	(175)

# 第一章 绪 论

空中三角测量是通过对影像点的量测和同名光线的交会计算来确定被摄目标位置的影像数据的点处理方法,即影像中非语义信息的提取。它经历了模拟法和解析法两个阶段,现正在向全数字自动化方向迈进。GPS 辅助空中三角测量是继 GPS 全球定位系统在大地测量中取得革命性成就之后,在摄影测量领域所取得的又一具有划时代意义的成果,它将为摄影测量向全自动化和智能化方向发展奠定基础。本章在简要回顾了空中三角测量的发展历程之后,着重对 GPS 辅助空中三角测量的研究进展及其亟待解决的关键技术进行剖析,以此为基础,提出了本书旨在研究的主要内容。

## 1.1 从摄影测量学名称的演变看空中三角测量的发展

从 19 世纪中叶法国人 A. Laussedat 利用所谓“明箱”装置测制万森城堡图算起,摄影测量已有了一个半世纪的历史。回顾所走过的里程,摄影测量经历了模拟摄影测量和解析摄影测量两个阶段,现正步入数字摄影测量时代[李德仁,1987;张祖勋等,1991]。但是,随着科学技术的进步和社会可持续发展对迅速变化着的信息需求,摄影测量正在发生着且继续进行着一种基本的、内在的结构变化[Ackermann,1992],其学科名称的更替就是一个佐证。

摄影测量学科的最原始名称是“摄影测量学(Photogrammetry)”。在本世纪 60~70 年代,由于计算机的问世、美国陆地卫星的升空等航天技术的发展产生了遥感(Remote Sensing)技术并被引用到摄影测量中来,于是出现了“摄影测量与遥感(Photogrammetry and Remote Sensing)”这一新名词,并成为发展中的摄影测量学科的过渡

名称。直到 1980 年才得到国际摄影测量学会 ISP(International Society for Photogrammetry)的认可,同时也将学会的名称改为“国际摄影测量与遥感学会 ISPRS(International Society for Photogrammetry and Remote Sensing)”。进入 80 年代,一场信息革命正席卷着各个学科,学科由细分走向综合的发展趋势形成了一股强大的冲击力,推动着测绘学科内部各个专业以及测绘、遥感学科相邻近的专业,如空间科学、计算机科学、地球科学、地理学、环境科学、城市科学、管理科学等学科的相互综合,进而开始形成了一个边缘学科“地理信息学(Geomatics)”[李德仁,1994]。一时间,世界上许多国家的与“测绘”相关的单位名称或大学里的学科纷纷易名为“Geomatics”或类似的称谓。到了 90 年代初,摄影测量学家越来越意识到本学科的名称已不能再涵盖它现在和未来发展所包含的丰富内容了,便就本学科的确切名称展开了世界范围的大讨论。我国的著名学者王之卓院士和李德仁院士曾多次开创性地提出,摄影测量学科的名称应改为“图像信息学(Iconic Informatics)”。最近,王之卓院士又敏锐地指出“测绘学在信息时代的发展就是 Geomatics”[王之卓,1998],并对其基本学科的理论和应用进行了精辟的阐述,明确指出 Geomatics 包括地理信息系统(GIS)、遥感(RS)、全球定位系统(GPS)、摄影测量、大地测量、地图制图、虚拟现实和计算机视觉等几门子学科或技术,其中 GIS、RS 和 GPS 是最基本的子学科,这就是大家所熟悉的“3S 技术”。

摄影测量学科名称的更替不仅仅是摄影测量学家为适应信息革命的浪潮而对自己所钟爱专业的一种形式包装,而且也是古老的摄影测量学与新兴的 3S 技术等邻近学科相互融合的一种实质体现。在当今这个信息爆炸的时代里,摄影测量所处理的信息不再局限于单一的框幅式航摄仪硬拷贝光学影像加普通测量仪器的观测数据了,CCD 固态数字摄影机影像、合成孔径雷达影像、卫星传感器多光谱多时相遥感影像、GPS 定位数据等应有尽有。为了快捷地处理好并充分利用好这些信息,那种仅靠光学机械测图仪生产单一线划图

的摄影测量作业模式已显得力不从心,发展基于计算机的全数字摄影测量信息处理系统、提供可满足各行各业需要的多样化产品的产业结构迫在眉睫,建立一条可在短时间内完成从航空摄影到处理好的空间数据库结果给各种不同用户的高度集成的摄影测量产业化道路(图 1-1)已势在必行,而且时机已经成熟。令人欣慰的是,在中国已形成了一种以 3S 技术为支撑,以数字正射影像地图(DOM)、数字高程模型(DEM)、数字栅格图形(DRG)和数字线划图形(DLG)(简称 4D 产品)为产品模式的生产格局[林宗坚,1998]。其结果是不仅使摄影测量学科远远超出了其传统测量与制图的狭窄范围,而且也给摄影测量产业带来了新的方法和新的应用领域。

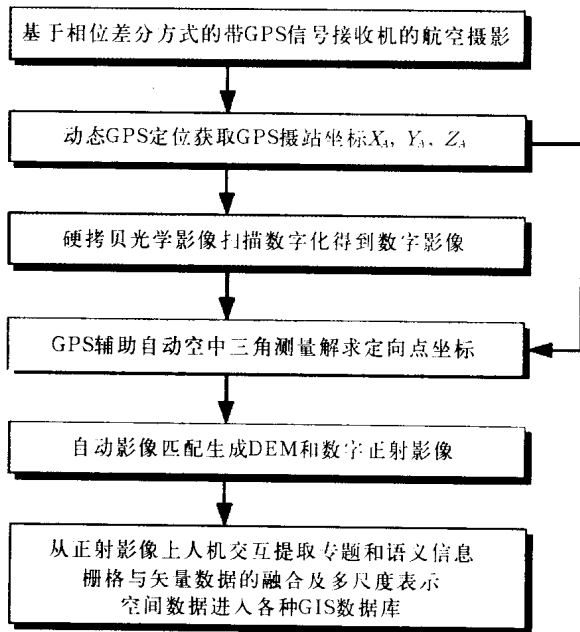


图 1-1 数字摄影测量与 GPS 和 GIS 集成的道路

从图 1-1 可以看出,无论摄影测量怎样发展,空中三角测量始终

是一个不可缺少的主要过程。当然,随着摄影测量学科的发展,空中三角测量的内涵和作业方式同样也在发生着巨大的变化。

早在1901年,德国人 C. Pulfrich 就发明了量测像点坐标的立体坐标量测仪,但由于当时计算工具的落后,对于像片外方位元素未知的航空摄影测量,无法利用量测的像点坐标来手工计算物点的空间位置。直到30~40年代,才由美国人 E. Church 用手摇计算机实现了航空摄影测量命题的求解,但并不具有广泛的实用价值。即使是到了模拟摄影测量的鼎盛时期,还是在全能立体测图仪上进行模拟法单航线空中三角测量。在50~60年代初期,人们开始用图解或解析辐射三角测量方法来加密模型定向点的平面位置,而高程则采用近似的解析计算方法确定。

电子计算机的出现使得用严格方法解求像点所对应物点在物方空间的坐标成为可能。到了60年代末,人们开始利用数值计算方法来模拟在航测仪器上进行空中三角测量的全过程,这便出现了单航带解析空中三角测量,后来发展了将区域中的各航带整体地进行非线性改正的方法,从而形成了航带法区域网平差。由于航带法不能直接对原始观测值(像点坐标或模型点坐标)进行平差,从测量平差的角度看,其对偶然误差和系统误差的处理是不严格的。为此,人们又提出了严密的光线束法和独立模型法区域网平差。

光束法是由德国 H. Schmid 教授于1957~1958年首先提出的,它以单张像片构成的光线束为平差单元,以像点坐标为观测值,按线性化的共线条件建立误差方程以求解加密点的物方坐标和像片外方位元素,同时还可顾及像片的系统误差,理论上是最严密的摄影测量区域网平差方法。由于它所解算的未知数非常多,法方程的系数阵非常庞大,对计算机的性能和相应的计算技术有很高的要求,在当时还不具有广泛的应用可能性。1962年,英国军械测量局最先使用了独立模型法区域网平差程序。1966~1967年,又由荷兰的摄影测量国际训练中心(ITC)提出了称之为“Anblock”的独立模型法平面区域网平差,后来发展了平高分求的独立模型法平差系统,最具代表性

的是由德国 Ackermann 教授主持研制的 PAT—M43 程序,一直沿用至今。目前,在我国的生产单位中使用频率最高的依然是独立模型法区域网平差程序。

在随后的 20 多年里,人们不仅致力于高精度像点坐标量测仪和转点仪的研制,而且也对像片连接点的设置方法进行了研究,使像点坐标的量测精度提高到了几个微米。此外,人们还将注意力及时转移到对系统误差和粗差的处理上,并力求在计算机上进行解析空中三角测量的同时自动补偿系统误差的影响以及自动发现和剔除粗差 [李德仁,1988],包括在像点坐标量测过程中进行质量控制的在线空中三角测量。这一切都取得了卓有成效的研究成果。

进入 80 年代以后,人们首先对摄影测量与大地测量观测值的联合平差进行了许多有益的研究,从而使摄影测量区域网平差建立在更加严密的数学模型之上。如加拿大的 EL-Hakim 博士在 GEBAT 联合平差程序中引入了三维大地测量模型,前联邦德国的 Kruck 博士设计了解算工程问题的光线束法联合平差程序系统 BINGO,我国的单杰博士提出了在摄影测量平差系统中使用地面测量观测值的准三维大地测量模型并发展了高效的联合平差算法 [单杰,1993],等等。

随着美国研制新一代空间 GPS 卫星导航定位系统计划的实施与成功,摄影测量在获取航空影像过程中,可用 GPS 动态定位方法精确测定机载航摄仪的空间位置,从而引出了目前正在研究和大力试验的利用高精度摄影机定向数据与摄影测量观测值进行联合平差的加密方法。它的应用将大大节省甚至完全免去常规空中三角测量所需的地面控制点,简化摄影测量作业过程,从而缩短航测作业周期,提高生产效率,具有极大的经济效益和军事价值。

## 1.2 GPS 辅助空中三角测量的兴起与成就

众所周知,航摄像片的定向一直是摄影测量的基本问题之一。根据摄影几何反转原理,为了重建可量测的几何立体模型,首先必须



要知道像片的内、外方位元素。长期以来,像片的内方位元素主要是在实验室采用物理方法检定的,而像片的外方位元素则主要依靠空中三角测量和大量地面控制点来间接解求。尽管从 50 年代初,人们就开始研究在空中三角测量中使用各种辅助数据,如高差仪和地平摄影机数据、空中断面记录仪(APR)数据、计算机控制的像片导航系统(CPNS)数据等,虽然这些数据是利用当时最先进的技术装备获取,但精度仍然不高且成本十分昂贵,未能在摄影测量实践中得到广泛应用。

进入 70 年代以后,随着人造卫星技术、微电子技术和计算机技术的迅速发展,美国国防部批准由其陆海空三军联合研制了新一代卫星无线电导航系统——GPS 全球定位系统。尽管设计的宗旨是为其陆、海、空三大领域提供实时、全天候和全球性的导航服务,并用于情报收集、核爆监测和应急通信等一些军事目的,但由于它能在全球的任何一个地方进行高动态、全天候精密三维定位,将其引用到摄影测量中来,可在航空遥感获取信息的同时以厘米级精度连续提供机载 GPS 信号接收天线相位中心的空间位置,为在空中三角测量中利用航摄影定向数据提供了广泛的可能性,从而引起了摄影测量界的极大兴趣和普遍关注,又激发起了人们重新研究在区域网平差中使用辅助数据的欲望。

在摄影测量中,GPS 主要用于测定空中三角测量所需的地面控制点和航摄影曝光时刻摄站的空中位置。利用 GPS 获取地面控制是一种最简单的方法,其实质是用 GPS 卫星定位网静态测量来取代常规仪器大地测量以获取区域网平差所需的地面控制点。这种方法虽然较常规大地测量有速度快、成本低、无须考虑通视条件等优点,但仍不可能为区域网建立实时地面控制,尤其是对崇山峻岭、戈壁荒滩等难以通行地区仍需作业人员背负仪器、跋山涉水,其劳动强度依然很大。即使如此,对国界、沼泽等作业人员无法到达地区往往显得无能为力。因此,它仅适用于测定少量地面控制点以作为区域网平差所需控制信息的一种补充手段。本质上讲,仍属于 GPS 在大地测