全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

摄影测量与遥感

主编　米志强

煤炭工业出版社

中国矿业大学（北京）教材编审室策划
全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

- 矿山地质系列
- 工程测量系列
- 采矿工程系列
- 矿山机械系列
- 矿山机电系列
- 矿井通风与安全系列
- 矿山电气（自动化）系列
- 建筑工程系列
- 计算机科学系列
- 经济管理系列
- 基础课程系列

- 地形测量
- 测量平差
- 控制测量
- 工程测量
- GPS 测量技术
- 地籍测量
- 生产矿井测量
- 数字化测图技术
- 地理信息系统应用
- 摄影测量与遥感
- 测量仪器与检修
- 采煤概论
- 电子技术

总 策 划：张乃新
丛书策划：刘永清
责任编辑：刘永清
封面设计：雄狮工作室

ISBN 978-7-5020-3210-4
9 787502 032104 >
定价：26.00 元

全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

摄影测量与遥感

主　编　米志强

副主编　石国荣　吕建涛

煤炭工业出版社

·北　京·

内 容 提 要

全书共分十一章，前五章为基础理论部分，主要包括摄影的基本知识与影像误差处理、单张像片的几何特征和中心投影的构像方程、立体观察与立体量测的基本理论和方法。第六章为解析空中三角测量，主要介绍了模型的相对与绝对定向及解析空中三角测量理论。第七章为航空摄影测量的外业工作，包括像片控制点的联测、像片的判读与调绘。第八章为数字摄影测量，主要介绍了数字摄影测量的定义、影像数字化及重采样、数字摄影测量系统的具体应用。第九章为地面摄影测量，介绍了地面摄影测量的基本理论与地面摄影测量的作业。第十章、第十一章为遥感技术的概论和遥感技术的应用，具体介绍了遥感技术的基本原理以及遥感图像的判读、遥感技术在国民经济中的应用。

本书是高职高专院校工程测量技术专业教材，也可作为中等专业及成人教育相关专业技术人员和自学者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

摄影测量与遥感/米志强主编．—北京：煤炭工业出版社，2008.5

全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5020-3210-4

Ⅰ.摄… Ⅱ.米… Ⅲ.①摄影测量法-高等学校：技术学校-教材 ②遥感图像-图像处理-高等学校：技术学校-教材 Ⅳ.P23 TP75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 161831 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址：www.cciph.com.cn
北京京科印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13 1/2
字数 271 千字 印数 1—3,000
2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷
社内编号 6011 定价 26.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，本社负责调换

全国煤炭高职高专工程测量技术类“十一五”规划教材

编审委员会

主　　任：纪奕君

副 主 任：薄志毅　李天和　索效荣　李战宏

秘 书 长：赵国忱

委　　员（以姓氏笔画为序）：

邓传军　冯大福　孙　江　孙金礼

任建华　刘永清　刘俊荷　米志强

宋文斌　李世平　李孝文　杨　楠

苗福林　贺英魁　钟来星　高绍伟

燕志明　姬　婧　梁振华　董俊锋

温继满

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前　言

本书是由中国煤炭教育协会和中国矿业大学(北京)教材编审室共同组织,根据2005年煤炭行业高等职业技术教育工程测量专业教学计划和教学大纲编写而成。可作为工程测量专业、地形测量专业、航测外业专业的教材用书。

本书根据高等职业技术教育的特点,以职业岗位能力为目标。精选教学内容,叙述简练,灵活应用。紧密结合高职教育教学和测绘生产实际,注重理论联系实际及教材内容的实用性;删除陈旧的内容,对传统模拟摄影测量、立体测图作了较大的删减;同时增加了数字摄影测量、遥感原理、遥感技术的应用等内容,并反映测绘生产单位在摄影测量中的新技术、新方法。

本书内容建议学时50～60,各院校可根据各自不同的需要及教学内容、教学时数酌情选用。

本书由米志强任主编,石国荣、吕建涛任副主编。具体分工如下:第一章、第二章、第十一章由石国荣(辽宁工程技术大学职业技术学院)编写;第三章、第四章、第五章由吕建涛(云南能源职业技术学院)编写;第六章、第七章由李玲(重庆工程职业技术学院)编写;第八章、第九章、第十章由米志强(辽宁工程技术大学职业技术学院)编写。中国矿业大学杨可明副教授对本书进行了认真审阅,从内容到框架提出了许多宝贵性的意见和建议,对本书的质量提高起到促进作用。在编写过程中,编者参考并引用了测绘院校的教材和有关单位的资料,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中难免有谬误和错漏之处,敬请广大读者批评指正。

编　者

2008年2月

目　录

第一章　摄影测量与遥感的概念 …… (1)
第一节　摄影测量与遥感的定义和任务 …… (1)
第二节　摄影测量与遥感的发展阶段 …… (2)
第三节　摄影测量学与测绘学科的关系 …… (5)
第四节　摄影测量学与遥感学科的关系 …… (7)
本章小结 …… (8)
思考题与习题 …… (8)
第二章　航空摄影与卫星遥感的信息获取 …… (9)
第一节　航空摄影 …… (9)
第二节　扫描成像 …… (15)
第三节　多光谱遥感图像 …… (19)
本章小结 …… (27)
思考题与习题 …… (27)
第三章　航空摄影测量的基本知识 …… (29)
第一节　航摄像片的几何特性 …… (29)
第二节　航摄像片的内、外方位元素 …… (31)
第三节　空间直角坐标变换 …… (35)
第四节　航摄像片的像点位移和构像比例尺 …… (38)
第五节　单张像片空间后方交会 …… (41)
本章小结 …… (44)
思考题与习题 …… (44)
第四章　立体观察与立体量测 …… (45)
第一节　人眼的立体视觉与人造立体视觉 …… (45)
第二节　像对的立体观察与量测 …… (47)
第三节　像点坐标的量测仪器 …… (48)
本章小结 …… (50)
思考题与习题 …… (50)
第五章　像片纠正 …… (51)
第一节　像片纠正的概念 …… (51)
第二节　数字微分纠正 …… (52)
第三节　正射影像图的制作 …… (59)
本章小结 …… (61)
思考题与习题 …… (61)
第六章　解析空中三角测量 …… (63)

第一节 像点坐标的系统误差改正 …… (63)
第二节 相对定向与绝对定向方程式 …… (66)
第三节 单航带法空中三角测量 …… (77)
第四节 航带法区域网空中三角测量 …… (82)
第五节 自动空中三角测量 …… (83)
本章小结 …… (86)
思考题与习题 …… (86)
第七章 摄影测量外业 …… (87)
第一节 概述 …… (87)
第二节 像片控制测量的布点方案 …… (88)
第三节 野外像控点的选刺、整饰及像片联测 …… (91)
第四节 像片判读特征与判读方法 …… (94)
第五节 像片调绘 …… (98)
第六节 新增地物的补测 …… (101)
本章小结 …… (103)
思考题与习题 …… (104)
第八章 数字摄影测量 …… (105)
第一节 数字摄影测量的定义 …… (105)
第二节 影像数字化与影像重采样 …… (106)
第三节 数字摄影测量系统 …… (109)
第四节 数字摄影测量系统使用示例 …… (111)
第五节 数字高程模型 …… (118)
本章小结 …… (128)
思考题与习题 …… (129)
第九章 地面摄影测量 …… (130)
第一节 地面摄影测量及摄影方式 …… (130)
第二节 地面摄影测量的基本公式 …… (132)
第三节 地面摄影测量的外业仪器和设备 …… (137)
第四节 地面立体摄影测量的外业工作 …… (138)
第五节 地面立体摄影测量的内业工作 …… (145)
第六节 地面立体摄影测量的误差分析 …… (148)
本章小结 …… (152)
思考题与习题 …… (152)
第十章 遥感技术概论 …… (153)
第一节 遥感的定义 …… (153)
第二节 遥感的基本原理 …… (157)
第三节 遥感图像的处理系统 …… (166)
第四节 遥感图像的判读 …… (180)
本章小结 …… (190)

思考题与习题 …… (190)
第十一章　遥感技术的应用 …… (192)
第一节　遥感在测绘中的应用 …… (192)
第二节　遥感在环境监测中的应用 …… (195)
第三节　遥感技术在煤炭工业中的应用 …… (198)
第四节　遥感技术在地质矿产勘察中的应用 …… (200)
本章小结 …… (201)
思考题与习题 …… (202)
主要参考文献 …… (203)

第一章　摄影测量与遥感的概念

第一节　摄影测量与遥感的定义和任务

传统的摄影测量学是通过用光学摄影机摄影的像片来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。它包括：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），以及将所测得的成果以图解形式或数字形式输出的方法和设备。

摄影测量与遥感的主要任务是用于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。因此，摄影测量与遥感在理论、方法和仪器设备方面的发展都受到地形测量、地图制图、数字测图、测量数据库和地理信息系统的影响。

摄影测量与遥感的主要特点是在像片上进行量测和解译，无须接触物体本身，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。

由于现代航天技术和电子计算机技术的飞速发展，摄影测量的学科领域更加扩大了，可以这样说，只要物体能够被摄成影像，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）。这些特点使得摄影测量学成为可以多方面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，自20世纪70年代以来，从侧重于解译和应用的角度，提出了“遥感”一词。

20世纪70年代以来，美国陆地资源卫星（Landsat）上天后，遥感技术获得了极为广泛的应用。由于它在资源勘察和环境监测等方面的效益很高，很快就得到了全世界的重视。在遥感技术中，除了使用可进行黑白摄影、彩色摄影、彩红外摄影的框幅式摄影机外，还使用了全景摄影机、光机扫描仪（红外、多光谱）、CCD（电荷耦合器件）固体扫描仪及合成孔径侧视雷达（SAR）等，它们提供比黑白像片丰富得多的影像信息。各种空间飞行器作为传感平台，围绕地球长期运转，为我们提供大量的多时相、多光谱、多空间分辨率等丰富的影像信息，而且所有的航天传感器也可以用于航空遥感，于是摄影测量发展为摄影测量与遥感。为此，国际摄影测量与遥感学会（International Society for Photogrammetry and Remote Sensing，ISPRS）于1988年在日本京都召开的第十六届大会上作出定义：“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。”简言之，它是影像信息获取、处理、分析和成果表达的一门信息科学。

可以从不同角度对摄影测量与遥感进行分类。按距离远近有航空摄影测量与遥感、航天摄影测量与遥感、地面摄影测量与遥感、近景摄影测量与遥感和显微摄影测量与遥感。按用途分有地形摄影测量与遥感和非地形摄影测量与遥感，地形摄影测量与遥感主要用于测绘国家基本地形图，工程勘察设计和城镇、农业、林业、铁路、交通等各部门的规划与资源调查用图及建立相应的数据库；非地形摄影测量与遥感是将摄影测量方法用于解决资源调查、变形观测、环境监测、军事侦察、弹道轨道、爆破以及工业、建筑、考古、地质工程以及生物和医学等各方面的科学技术问题。按技术处理手段分有模拟摄影测量、解析摄影测量和数字摄影测量。解析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。

第二节　摄影测量与遥感的发展阶段

一、摄影测量与遥感的三个发展阶段

若从1839年尼普斯和达意尔发明摄影术算起，摄影测量学(Photogrammetry)已有150多年的历史，1851～1859年法国陆军上校劳赛达特提出和进行的交会摄影测量，被称为摄影测量学的真正起点。由于当时飞机尚未发明，摄影测量的几何交会原理仅限于处理地面的正直摄影，主要用于建筑物摄影测量，而并不是用来进行地形测量。

从空中拍摄地面的照片，最早是1858年纳达在气球上进行的。1903年莱特兄弟发明了飞机，使航空摄影测量成为可能。1906年，劳伦士用17只风筝拍下了旧金山大火的珍贵历史性大幅照片。第一次世界大战期间第一台航空摄影机问世，由于航空摄影比地面摄影有明显的优越性(如视场开阔、无前景挡后景、可快速获得大面积地区的像片等)，使得航空摄影测量成为20世纪以来大面积测制地形图最有效的快速方法。如果说在1901年研制的立体坐标量测仪和1909年研制的1318立体自动测图仪还不是主要针对航空摄影测量的话，则从20世纪30年代到50年代末，各国主要测量仪器厂所研制和生产的各种类型模拟测图仪器——光学和机械投影仪器、分工型和全能型仪器、简易型和精密型立体测图仪器——均完全是针对航空地形摄影测量的，这个时期是模拟航空摄影测量的黄金时代，在我国，它一直延伸到20世纪70年代。

这里所讲的模拟法摄影测量，指的是用光学或机械方法模拟摄影过程，使两个投影器恢复摄影时的位置、姿态和相互关系，形成一个比实地缩小了的几何模型，即所谓摄影过程的几何反转，在此模型上的量测即相当于对原物体的量测。所得到的结果通过机械或齿轮传动方式直接在绘图桌上绘出各种图件来，如地形图或各种专题图。

随着电子计算机的问世，人们自然会想到如何用它来完成摄影测量中复杂的几何解算和大量的数值计算。这便出现了始于20世纪50年代末的解析空中三角测量(精确测定点位的摄影测量方法)和解析测图仪与数控正射投影仪(利用数字投影方法进行量测、制图和制作正射像片)。1957年，海拉瓦博士提出了利用电子计算机进行解析测图的思想，限于当时计算机的发展水平，解析测图仪经历了近20年的研制和试用阶段。到了20世纪70年代中期，电子计算机的发展，使解析测图仪进入了商用阶段。1976年德国Zeiss厂首次推出了Planicomp C－100解析测图仪；1980年瑞士Wild厂和Kern厂也相继推出了AC1、BC1、

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

AC2 和 BC2 以及 DSR1、DSR11 型解析测图仪；Zeiss 厂也形成了 C100、C110、C120、C130 系列解析测图仪。解析测图仪的价格逐步达到与一级精度模拟测图仪相近的价格，使它在全世界获得广泛的应用。

解析测图仪是世界上首先实现测量成果数字化的仪器。在机助测图软件控制下，将在立体模型上测得的结果首先存在计算机中，然后再传送到数控绘图机上绘出图件。这种以数字形式存储在计算机中的地图，构成了测绘数据库和建立各种地理信息系统的基础。

为了使解析测图仪量测而得到的数字地图更好地满足建立数据库和建立地理信息系统的要求，自 1987 年以来，解析测图仪的发展已进入以数据库管理系统控制下的数据采集工作站的第三个发展阶段。例如蔡司厂生产的 P1、P2、P3 型解析测图仪是在 PHOCUS 这一航测与制图通用数据库系统下进行数据采集；威特厂和 Prime 公司联合推出了 System9，以面向特征的数据库管理系统为中心，在该系统上可配有 BC3 解析测图仪的 P 工作站（摄影测量工作站）或实现地图数字化的 D 工作站，以及图形编辑 E 工作站；克恩厂的 DSR－15 等解析测图仪也与相应的地理信息系统 INFOCAM 相连接。这样一来，摄影测量就成为地理信息系统获取基础数据和更新数据的重要手段。

解析空中三角测量是用摄影测量方法快速、大面积地测定点位的精确方法，它是电子计算机用于摄影测量的第一项成果，经历了航带法、独立模型法和光束法平差三种方法的发展，光束法平差原理由施密特教授提出，独立模型法平差的应用则归功于阿克曼教授。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和观测值粗差的自动检测，从而保证了成果的高精度和高可靠性。摄影测量与各种非摄影测量观测值进行严密的整体平差和数据处理已成为一种高精度定位方法，用于大地控制加密、地籍测量、航空和航天摄影测量及非地形摄影测量。特别是由于全球定位系统（Global Positioning System，GPS）的应用，使摄影测量和遥感中的几何定位变得愈来愈少地依赖于地面控制，便携式 GPS 接收机也可直接用于实地点位坐标测定。

解析摄影测量的发展，使得非地形摄影测量不再受模拟测图仪的限制，而有了新的生命力。其中尤其是近景摄影测量，它通过对所测目标进行各种方式摄影来研究和监测其外形和几何位置，包括不规则物体的外形测量、动态目标的轨迹测量、燃烧爆炸与晶体生长、病灶变化与细胞成长等不可接触物体的测量，广泛应用于建筑工程、地质、考古、医学、生物、交通事故、公安侦破、汽车制造、采矿、冶金、船舶安装、结构物变形、粒子运动等方面。

解析摄影测量的进一步发展是数字摄影测量。从广义上讲，数字摄影测量指的是从摄影测量和遥感所获取的数据中，采集数字化图形或数字/数字化影像，在计算机中进行各种数值、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目视化产品。这里的数字产品包括数字地图、数字高程模型（Digital Elevation Model，DEM）、数字正射影像、测量数据库、地理信息系统（Geographic Information System，GIS）和土地信息系统（Land Information System，LIS）等。这里的可视化产品包括地形图、专题图、纵横剖面图、透视图、正射影像图、电子地图、动画地图等。

数字摄影测量的发展导致了实时摄影测量的问世。所谓实时摄影测量是用 CCD 等数字摄影机直接对目标进行数字影像获取，并直接输入计算机系统中。在实时软件作用下，立刻获得和提取需要的信息，并用来控制对目标的操作。这种实时摄影测量系统主要用于医学诊断、工业过程控制和机器人视觉方面。在陆地车载或空中机载、星载系统中，利用 GPS

定位技术和CCD影像技术可以实地直接为GIS采集所需要的数据和信息，对军用和民用均有极大意义。

综上所述，摄影测量经历了模拟法、解析法和数字化三个发展阶段，而数字摄影测量的内涵已远远超过传统摄影测量范围。数字摄影测量与模拟、解析摄影测量的最大区别在于：它处理的原始信息不仅可以是航空像片（数字化影像），更主要的是航空、航天遥感数字影像；它最终是以计算机视觉代替人眼的立体观察，因而它所使用的仪器最终只是通用的计算机及其相应外部设备。特别是当代工作站的发展，为数字摄影测量的发展提供了广阔的前景；其产品是数字形式的，传统产品只是数字产品的模拟输出。表1－1列出了摄影测量三个发展阶段的特点。

表1－1　摄影测量三个发展阶段的特点

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	计算机	自动化操作＋作业员的干预	数字产品 模拟产品

二、摄影测量与遥感的结合

自从前苏联宇航员加加林上天之后，在20世纪60年代，航天技术迅速发展起来，美国地理学者首先提出了“遥感”这个名词，用来取代传统的“航片判读”这一术语，随后便得到了广泛使用。遥感的含义是一种探测物体而又不接触物体的技术。

遥感技术对摄影测量学的冲击和作用首先在于它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。在遥感技术中除了使用可见光的框幅式黑白摄影机外，还使用彩色、彩红外摄影、全景摄影、红外扫描仪、多光谱扫描仪、成像光谱仪、CCD阵列扫描和矩阵摄影机合成孔径侧视雷达等手段。特别是诸如美国在1999年发射的EOS地球观测系统空间站，主要传感器ASTER覆盖可见光到远红外，有较高的空间分辨率（15 m）和温度分辨率（0.3 k）。其中高分辨率成像光谱仪有36个波段，加上其微波遥感EOS－SAR，基本上覆盖了大气窗口的所有电磁波范围。空间飞行器作为平台，围绕地球长期运行，为我们提供大量的多时相、多光谱、多分辨率的丰富影像信息，而且，所有的航天传感器也可以用于航空遥感。正由于遥感技术对摄影测量学的作用，早在1980年汉堡大会上，国际摄影测量学会正式更名为国际摄影测量与遥感学会（ISPSS），世界各国及中国均有相应的变动。

20世纪80年代以后，遥感技术的新的跃进再次显示了它对摄影测量的巨大作用，首先是航天飞机作为遥感平台或发射手段，可重复使用和返回地面，大大提高了遥感应用的性能与价格比，更重要的是许多新的传感器的地面分辨率（空间分辨率）、温度分辨率、光谱分辨率（光谱带数）和时间分辨率（重复周期）都有了很大提高。如美国于1999年9月24日成功发射的IKONOS－2遥感卫星可采集1 m分辨率全色和4 m分辨率多光谱影像；美国2001年10月18日发射的QuickBird遥感卫星可采集0.61 m分辨率全色和2.44 m分辨率多光

谱影像。

此外，作为主动遥感的侧视雷达在进行对地观测、海洋研究和陆地资源探测方面极有发展前途。1978年美国海洋卫星SEASAT的合成孔径侧视雷达SAR系统，尽管只工作了三个月，但它不仅可用来测量全球海洋动力学及其物理特征，而且对陆地的地质构造及土地利用调查也很有价值。其后在20世纪80年代，两颗对地观测的航天飞机成像雷达SIR－A和SIR－B分别于1981年和1984年进入太空，获取地球表面1 600万km^2的雷达图像。前者显示了微波对超干旱地区散沙覆盖的穿透能力，测定出埋在流沙下面几厘米甚至1 m处的流溪、渠道和基岩；后者用以研究雷达不同参数的效果，探查淹没的古城、火山，估计断层地震的可能性以及寻找地下水源等。20世纪90年代，随着技术的逐步成熟及需求程度的加强，星载雷达呈现出空前的高潮。1991年3月，前苏联把S波段的金刚石卫星雷达送入轨道；同年7月，欧空局将C波段SAR装载在欧洲遥感卫星ERS－1上发射升空；1992年2月，日本发射了装有L波段成像雷达的地球资源卫星JERS－1，图像分辨率可达到18 m；1995年11月，加拿大空间局将世界上第一颗可以提供商业服务的雷达卫星RADARSAT送入了太空，其最高分辨率可达到10 m。所有这些都为遥感影像的定性和定量分析创造了条件。在现在和未来，利用空间影像测图已是一种重要途径。

从另一方面讲，也应当看到解析摄影测量，尤其是数字摄影测量对遥感技术发展的推动作用。众所周知，遥感图像的高精度几何定位和几何纠正就是解析摄影测量现代理论的重要应用；数字摄影测量中的影像匹配理论可用来实现多时相、多传感器、多种分辨率遥感图像的复合和几何配准；自动定位理论可用来快速、及时地提供具有“地学编码”的遥感影像；摄影测量的主要成果，如DEM、地形测量数据库和专题图数据库，乃是支持和改善遥感图像分类效果的有效信息；至于像片判读和图像分类的自动化和智能化则是摄影测量和遥感技术共同研究的课题。一个现代的数字摄影测量系统与一个现代遥感图像处理系统已看不出有什么本质差别了。

事实上，包括像片判读在内的摄影测量学历史，就是遥感发展的历史；而遥感技术则是传统摄影测量学发展的趋势，两者有机地结合起来，已成为地理信息系统(GIS)技术中的数据采集和更新的重要手段。

第三节　摄影测量学与测绘学科的关系

测绘学是研究地球与地表信息的一门学科，是测量学和地图制图学的总称。测量学是用科学手段获取有关地球形状、大小、重力场，测定地面点的平面位置和高程，识别地物、地貌特征、类别、属性、分布和地理名称等信息，经加工处理综合制成各种类型的成果、像片、图件和其他资料。地图制图学是研究地图制作的理论、工艺和应用，它是以测量信息为基础制作地图，再加上各种非测量信息，制成各种比例尺的地形图与各类专题应用图。摄影测量学是测绘学科的一个分支。根据目前的发展，测绘学可分为大地测量学、摄影测量与遥感学、地图制图学、工程测量学、地籍测量学、海洋测绘学、军事测绘学等。

测绘学是一个古老的学科，相传公元前两千年夏代《九鼎》就是一幅体现测绘技术的原始地图。摄影测量学，则是这一古老的学科中发展历史较短的一个学科，但由于它与新兴科学有着血缘的相互关系，它的发展，必然影响整个测绘学科的发展。例如，与摄影测量有着

血缘关系的航天摄影技术、电子计算技术、信息科学等都极大地影响了测绘学的发展，使测绘学成为一门地理信息科学，为国家管理、决策、建设提供各种基本信息。测绘的仪器与处理手段，也正在向电子化、自动化方向发展，其成果则由图表转为各种信息系统。

摄影测量学与其他测绘分支学科的关系如下：

一、与大地测量学的关系

大地测量学的一个主要任务是确定国家大地原点与水准原点，建立国家级与地区大地和高程控制网，以满足测图控制的需要。而摄影测量是测绘地形图的主要方法，因此相互有着极其密切的联系。测绘地形图由控制、测图、制图三大部分组成，从而使测绘学分为大地、航测、制图三个分支学科。为了满足测图的需要，大地测量工作者除要布置国家级控制网外，还需要加做一些测图需要的控制点，以满足摄影测量中解析法空中三角测量的控制布点要求。另外，高精度的解析空中三角测量，其精度可达到三四等大地点的要求，为大地测量增加了新的加密控制点的方法，而摄影测量中的地面数字模型为重力改正提供了较好的地面模型。遥感技术则为研究地球板块学说提供了科学的手段。更重要的是，两门学科的结合与相互渗透，更能推动学科的发展。如 GPS 与解析空中三角测量的结合，为高精度、快速定位提供了新的方法。数字模型与数据处理的技术相互都可从中得到有益的启示。

二、与地图制图学的关系

地图制图是根据测量资料与其他地学、人文、资源、经济等信息，编制成各种比例尺的地形图与专题地图。因此，应了解测量地形图的主要方法，即摄影测量的方法。现代的航空遥感与航天遥感资料，则是编制现势性强的地图获取地面信息的主要方法，所以地图制图与摄影测量有着日益密切的相互关系。摄影测量已从目视产品向数字化产品过渡，而地图制图也从传统的手工作业变成一门空间信息图形传输的学科。两者已无明显的界线与分工。共同的目的是把地图变为地图数据库，建立各种地理信息系统，为国民经济服务。摄影测量工作站不仅是用于航测测图，也可用于地图编辑，在计算机制图方面，两者可融为一体。

三、与工程测量学的关系

工程测量是以工程建设为对象的测绘工作。它的主要任务是工程规划、施工和管理各阶段的测绘工作，还包括测绘大比例尺的地形图、施工放样、设备安装、竣工检测、变形观测等。摄影测量是测绘方法中技术先进的一种。它可测绘各种比例尺地形图，最大的比例尺可达到 1∶500 或 1∶200。各种竣工检测，变形观测，则是非地形摄影测量的主要任务，摄影测量中的数字化产品（数字高程模型、数字化地图等）可参与工程设计的优化方案选择和各种规划设计的自动化。

四、与地籍测量学的关系

地籍测量是合理开发利用土地资源，摸清土地资源现状，进行土地管理、评价、开发，建立土地信息系统，为规划、决策、管理等服务。这种全国性大面积的地籍测量工作，也应以摄影测量方法为主。

五、与海洋、军事测绘的关系

以海洋、军事为目标的测绘工作，需要用到测绘学科各分支学科的基本知识，作为测绘学科分支之一的摄影测量学，无疑应是这些学科的技术基础课或专业课。其间有着不可分割的关系。

综上所述，作为一个测绘工作者，应全面了解与掌握测绘学科的各种知识，为本分支学

科服务。因此，应该努力学好摄影测量学，以推动本学科的发展。

第四节　摄影测量学与遥感学科的关系

航空摄影测量已成为测绘地形图的主要方法，并且已经发展成为完整系统的学科。当代遥感技术的发展使影像制图与地图制图有了新的进展。

制图是遥感研究与应用不可缺少的部分，遥感信息解译的成果通常都以地图的形式提供给用户。地图的功能与作用与遥感信息之间存在着大量的共性特征。

据统计，世界现有地图中有很多资料已经陈旧，如果采用地面测量或航空摄影测量方法更新，其工作量是巨大的，而且目前还存在一些较难进行测绘工作的空白点。遥感技术的发展弥补了航空摄影测量的不足，例如：巴西亚马逊河流域有近五百万平方公里的热带雨林区人迹稀少、云雾不散，常规地面测量与航空摄影测量都难于工作，而应用侧视雷达技术在不到一年时间就完成了该地区比例尺为 1∶400 000 的雷达扫描，取得了很有价值的资料——陆地卫星图像，只要对这些图像进行纠正、镶嵌就能很快地制作中、小比例尺影像地图。目前有许多国家即以航空像片、卫星图像或其他遥感图像为基本资料，制成各种影像地图，在实际工作中发挥了一定的作用。

(1) 陆地卫星(Landsat)的高度约为 900 km，它所拍摄的每一张图像，覆盖地表 185×185 km^2 的地区，相当于 35 000 张 1∶10 000 航空像片所覆盖的范围(若航向重叠 60%，旁向重叠 30%)。这就便于制图人员宏观地了解制图区域的自然地理和社会经济概况及其相互联系。卫星图像为编制自然环境的综合地图提供了景观资料，也为编制各种专题地图提供了重要的基础资料。根据卫星图像提供的信息，制图人员能比较客观的对制图区域提出制图要求，确定制图内容以及制图综合的数量指标等。

(2) 陆地卫星每 98 min 绕地球一圈，每 16 天覆盖全球一遍(Landsat7)，这不仅可以满足调查全球资源的要求，而且可以得到最现势的制图资料。通过周期性的卫星图像的对比，可反映不同时期的自然环境变迁(湖泊消长、河道迁移、海岸变迁)、城市扩展、洪水泛区、森林火灾、地震等灾情。这些动态变化都是极为宝贵的制图资料，它为地图内容的不断更新，为编制形式多样的专题地图开辟了一个新的天地。

(3) 卫星能越过国境，且不受地面条件的限制。对于高山冰雪区、戈壁沙漠区、海洋以及荒无人烟的地区、难于通行的沼泽地区等，用一般方法不易获得制图资料，而卫星则不受这些限制，这就为编制这些地区的地图提供了宝贵的制图资料。

(4) 利用卫星像片编制中、小比例尺地图，可以避免由于多次制图综合而引起的图形变形等缺点，保持轮廓图形的真实性。改变了过去中、小比例尺地图由实测原图逐级缩小的成图过程。利用卫星图像还可以直接或放大后编制 1∶1 000 000、1∶500 000、1∶250 000 以至更大比例尺的地图，目前 SPOT 卫星图像经放大后，可用于 1∶50 000 地图的编制。利用卫星图像制图既省人力和物力，缩短成图周期，又提高了成图质量。当前已有可能在几周，甚至几天内编制一幅具有全新内容的地图，将来一定能达到随时对某个地区进行直接测绘，并编制出大、中、小不同比例尺序列的地图。

(5) 利用卫星图像数据制图，为制图自动化开辟了一条新的途径。目前使用的数字图像处理系统，都具有分析、识别、分类等多种功能，而且可以和多种外围设备相联系，一举完

成图像的影像处理、分析、识别、分类、统计以及成图等制图内容，并能用图像、地图、表格等形式显示与输出制图成果，甚至彩色印刷成图。从这种意义上说，遥感图像的数字处理业已完成了制图自动化。

总之，利用遥感图像制图，丰富了编图资料，扩大了视野。卫星已从静态观测发展到实时动态观测；从空间的区域平面观测发展到空间的全球立体观测；从地物运动的阶段性发展到地物运动的全过程；从资料品种的单一性发展到品种的多样性，使编图资料具有多、快、深、全的特点。

综上所述，作为一个测绘工作者，应全面了解与掌握测绘学科的各种知识，为本分支学科服务。因此，应该努力学好摄影测量学，以推动本学科的发展。

本章小结

摄影测量作为测制地形图，建立地形数据库的手段之一，为地理信息系统提供数据基础。从摄影术的发明到计算机技术的辅助应用，摄影测量经历了模拟摄影测量、解析摄影测量和数字摄影测量三个阶段。随着航空技术的不断进步，遥感技术对摄影测量的作用更加巨大。

思考题与习题

1－1　摄影测量学、遥感的定义和任务？

1－2　摄影测量学的主要内容和特点？

1－3　摄影测量学的发展阶段？

1－4　数字摄影测量？

1－5　全数字摄影测量的分类？

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com